

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

El Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Autor del Proyecto

Fdo: Jose Luis Palencia ortega

El Ingeniero Industrial Autor del Proyecto

Fdo: Faustino Guillén Minguito

El Director del Proyecto

Fdo.: Víctor Manuel Pérez Rodríguez

VºBº Coordinador Eléctrico de la
Subdirección de Proyectos

Fdo.: Javier Urquiza López

Canal
de Isabel II



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

MEMORIA

Índice

1	OBJETO DEL PROYECTO	5
2	AMBITO GEOGRÁFICO.....	6
3	ANTECEDENTES.....	8
3.1	Conducción actual del caudal ecológico	8
3.2	Anteproyecto de la Minicentral Hidroeléctrica de El Atazar	9
3.3	Futuro centro de transformación.....	10
3.4	Tercer ciclo del Plan Hidrológico. Caudales de cálculo.	11
4	JUSTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCION ADOPTADA	12
4.1	Estudio de alternativas.....	12
4.2	Resumen de actuaciones	17
5	CONDICIONANTES DEL PROYECTO.....	19
5.1	Caudal para aprovechamiento hidrológico	19
5.2	Caudales ecológicos	19
5.3	Seguridad hidrológica durante las obras.....	20
5.4	Chorro de descarga de los desagües de fondo	21
5.5	Tramitación ambiental	22
5.6	Otros condicionantes	24
6	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS A REALIZAR	26
6.1	Edificio de la minicentral	26
6.2	Conducciones	33
6.3	Conducción forzada de la minicentral.....	35
6.4	Desvío de la conducción existente de caudal ecológico	36
6.5	Línea de evacuación de energía	40
6.6	Línea de fibra óptica.....	42
6.7	Actuaciones en el centro de conmutación automática y centro de reparto del cerro ..	43
6.8	Otras actuaciones auxiliares	44
7	TOPOGRAFÍA	45
8	CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS.....	46
9	CÁLCULOS HIDRÁULICOS.....	47
10	CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	49

11 INSTRUMENTACION Y CONTROL	50
12 CÁLCULOS MECÁNICOS.....	52
13 CÁLCULOS ESTRUCTURALES	54
14 OTROS ESTUDIOS AUXILIARES.....	57
14.1 Ventilación y climatización	57
14.2 Protección contra incendios.....	57
14.3 Ruido	58
14.4 Protección contra el rayo	58
15 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO Y PLAN DE OBRA	59
15.1 Condicionantes para la ejecución de las obras.	59
15.2 Etapas del procedimiento constructivo	59
15.3 Plan de obra	61
16 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	63
17 GESTIÓN DE RESIDUOS	64
18 CONSIDERACIONES ADMINISTRATIVAS.....	65
18.1 Plazo de ejecución.....	65
18.2 Revisión de precios.....	65
18.3 Clasificación del contratista	65
19 PRESUPUESTO DE EJECUCION DE LAS OBRAS	66
20 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO	67
21 CONCLUSIÓN Y DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA.....	70

1 OBJETO DEL PROYECTO

El Canal de Isabel II como organismo gestor del ciclo integral del agua, dispone de una red de presas y embalses para la captación del agua, entre las que destaca la presa de El Atazar, situada sobre el río Lozoya entre los términos municipales de El Atazar y Patones.

La presa de El Atazar, cuya construcción finalizó en el año 1972 es del tipo bóveda gruesa, con zócalo y estribos de gravedad y coronación aligerada. Tiene una altura sobre cimientos de 134 m. La bóveda está dividida en 21 bloques, de longitud variable según la altura, y llega en coronación a dimensiones del orden de los 17 m. Los espesores varían también desde 36 m en la base hasta 6 m en la coronación, en el bloque central, que es el de mayor altura.

El principal objetivo del Proyecto de Minicentral Hidroeléctrica de El Atazar es el aprovechamiento energético del caudal ecológico vertido aguas abajo de la presa.

Conforme a la definición del Plan Hidrológico Nacional (Ley 11/2005), el caudal ecológico de un río es aquel que permite mantener como mínimo la vida piscícola que de manera natural habitaría o pudiera habitar en el río, así como su vegetación de ribera. Este, además, debe contribuir al alcanzar el buen estado o potencial ecológico de las diferentes masas de agua.

Son las Confederaciones Hidrográficas las que a través de los Planes Hidrológicos de cada cuenca establecen los caudales ecológicos y las condiciones de vertido en cada tramo de río. En el caso de la presa de El Atazar, en cumplimiento con las indicaciones del Plan Hidrológico Nacional de la Demarcación hidrográfica del Tago, el caudal ecológico se vierte al río mediante una conducción que conecta el embalse con el cuenco amortiguador inmediatamente aguas abajo de la presa. El vertido se realiza de manera continua en todo momento día, sin embargo, el valor del caudal fijado varía estacionalmente a lo largo del año.

El vertido del caudal ecológico es perfectamente compatible con su aprovechamiento energético contribuyendo directamente con los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU, principalmente en cuanto a la gestión del agua y la generación de energía renovable. En la presa de El Atazar se dispone de un caudal ecológico de entre 0.5 y 2 m³/s y un rango habitual de altura de agua de 80 a 115 metros, lo que ofrece una energía potencial relevante que actualmente no está siendo empleada.

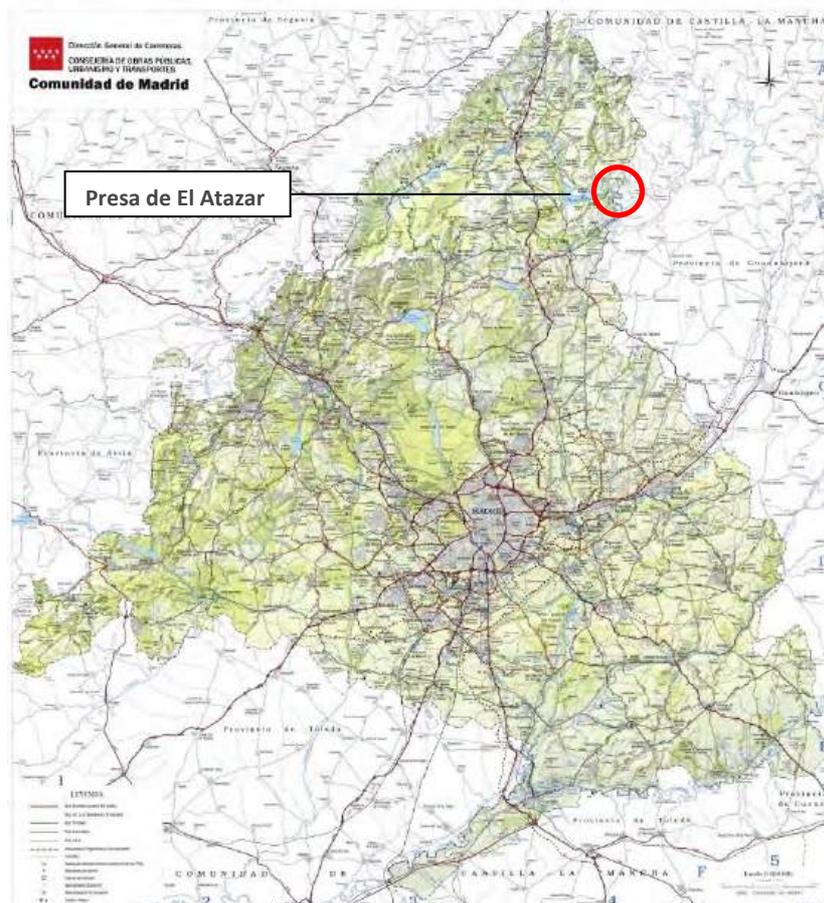
Por lo tanto, con el presente proyecto se busca aprovechar la energía hidráulica disponible a través de la construcción de una minicentral hidroeléctrica y la correspondiente línea de evacuación de energía.

2 AMBITO GEOGRÁFICO

Las obras objeto de este proyecto se sitúan en las inmediaciones de la presa de El Atazar, localizada en la Comunidad de Madrid entre los términos municipales de El Atazar y Patones, siendo el río Lozoya el límite geográfico de ambos. El embalse, que discurre a lo largo de una longitud de unos nueve kilómetros, aguas arriba, inunda también los municipios de El Atazar, Cervera de Buitrago, El Berruoco, Puentes Viejas (Manjirón) y Robledillo de la Jara, ocupando una superficie de 1.070 hectáreas.

El pantano de El Atazar pertenece a la cuenca del río Lozoya y se sitúa a la cola del conjunto que regula dicha cuenca. Cuenta con una capacidad de almacenamiento de agua superior a los 425 hm³, lo que supone el 73% de la capacidad de esta cuenca y el 46% del total del sistema de abastecimiento a la región madrileña.

En cualquier caso, todas las actuaciones proyectadas se sitúan en la margen derecha del río perteneciente al Termino Municipal de Patones. La siguiente figura refleja la ubicación del proyecto dentro de la Comunidad de Madrid:



Las turbinas de las minicentral se localizarán en el cuenco amortiguador donde se ubicará el edificio de la minicentral, en el espacio anexo a los desagües de fondo hacia la margen derecha que en la actualidad se halla libre. Por la margen derecha de la presa y embalse discurrirá la línea de evacuación energética y una línea de comunicación de fibra óptica. Finalmente, en el centro de reparto y de conmutación automática, situado en un cerro también de la margen derecha del embalse, donde se llevarán cabo algunas adecuaciones de carácter eléctrico y de control para compatibilizar las infraestructuras existentes con la futura instalaciones.



3 ANTECEDENTES

3.1 Conducción actual del caudal ecológico

De acuerdo al Real Decreto 1/2016 de 8 de enero por el que se aprueba la revisión del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Tajo, el Canal de Isabel II como titular de la presa de El Atazar debe verter un caudal continuo a pie de presa, en concepto de caudal ecológico.

Para ello, en el año 2011 el Canal de Isabel II redactó el “Proyecto de derivación desde el desagüe intermedio de la presa de El Atazar” donde se diseñaba una conducción para el vertido del caudal ecológico en el cuenco de amortiguación de los desagües de fondo partiendo de nueva derivación de los desagües de medio fondo de la presa que vierten.



En la ejecución de la conducción de derivación de los desagües de medio fondo encargadas en la actualidad de verter el caudal ecológico se dejó construida una derivación, con un tapón, de modo que la conducción forzada de la futura minicentral dispusiera de ésta como punto de conexión.



Con el fin de aprovechar energéticamente el vertido de los caudales, Canal de Isabel II plantea desde un primer momento la posibilidad de instalar una nueva Minicentral Hidroeléctrica, ubicada a pie de presa y destinada a turbinar el caudal conducido por este nuevo desagüe que será precisamente la base de partida para la implantación y diseño de la minicentral y sus instalaciones.

3.2 Anteproyecto de la Minicentral Hidroeléctrica de El Atazar

Previo a la realización del presente Proyecto, con fecha de febrero de 2015 se realizó el primer *Anteproyecto de la Minicentral Hidroeléctrica de El Atazar*, a partir del cual se pudieron comenzar los trámites administrativos necesarios para la ejecución de las obras. En este anteproyecto se consideraba la evacuación de energía a través de la línea aérea de media tensión que une la presa con el centro de reparto ubicado en el cerro de la margen derecha de la misma. En julio de 2016 fue actualizado el anteproyecto con un segundo para asumir condicionantes derivados de un cambio legislativo, en ese momento, según el RD 900/2015 no se podía utilizar el centro de reparto para evacuar la energía producida, de forma que la energía se evacuaría aguas abajo de la presa, mediante línea soterrada hasta un nuevo centro de seccionamiento y luego con una línea aérea a través de un vano de remonte de Italdud hasta pódico existente de la línea de media tensión que alimenta el pueblo de El Atazar.

Puesto que la Minicentral se sitúa en una zona ZEC (Red Natura 2000), el proyecto de la nueva Minicentral Hidroeléctrica estaba sometido a evaluación ambiental ordinaria (regulada en el título II, capítulo II, sección 1ª) al encontrarse incluido en el Anexo I de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (Grupo 9. Otros proyectos. Instalaciones para la producción de energía hidroeléctrica cuando se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y/u otras áreas protegidas). A partir del primer anteproyecto se elaboró el “Documento Inicial” para solicitar el

“Documento de Alcance”, y con el segundo anteproyecto se elaboró el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental.

Con fecha 20 de Julio de 2015 la Dirección General de Industria, Energía y Minas, como órgano sustantivo en la aprobación del proyecto, remite a la Consejería de Medio Ambiente Vivienda y Agricultura el Documento Inicial elaborado por Canal de Isabel II Gestión relativo al proyecto *Nueva Minicentral Hidroeléctrica Presa del Atazar*, donde se solicitaba un documento de alcance que sirviera para elaborar el Estudio de Impacto Ambiental de dicho proyecto, y las contestaciones recibidas a las consultas a las Administraciones afectadas y a las personas interesadas.

Tras el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, en julio de 2021 se promulga la Declaración de Impacto Ambiental (en adelante DIA) del proyecto de la Minicentral Hidroeléctrica de El Atazar, permitiendo así desarrollar el proyecto definitivo que aquí se expone.

Durante el periodo de tiempo en que se realizado el procedimiento ambiental se han producido otras circunstancias a tener en cuenta.

3.3 Futuro centro de transformación

Por un lado, han cambiado las circunstancias normativas que impedían la evacuación de la energía a través del centro de reparto del cerro, por lo tanto, la energía producida por la minicentral se transportará desde hasta un centro de transformación situado en la coronación de la presa sobre el estribo derecho de la presa y que está conectado por una línea aérea de media tensión de 20 kW con el centro de reparto del cerro.

Cabe destacar que el centro de transformación nº1 de la presa, actualmente situado dentro del cuerpo de presa, se va a desplazar a un nuevo edificio de instalaciones en coronación. Las actuaciones necesarias para llevar a cabo esto se encuentran ya redactadas dentro del “*Proyecto Edificio de Instalaciones y Marquesina para Aparcamientos en la margen derecha de la Presa de El Atazar*”. Está previsto que la ejecución de estas obras se produzca con anterioridad al Proyecto de la Minicentral y por tanto en todo momento en el presente proyecto se da por hecho que el futuro centro de transformación estará construido. A partir de este punto, se evacuará la energía a través de la línea aérea ya existente (cable LA56 de acero) que unirá el nuevo centro de transformación de superficie con el centro de reparto.

La siguiente imagen muestra la futura ubicación del centro de transformación sobre el estribo derecho de la presa en superficie.



3.4 Tercer ciclo del Plan Hidrológico. Caudales de cálculo.

Por otro lado, a finales de abril de 2022, de acuerdo a la publicación del Real Decreto 35/2023, de 24 de enero, por el que se aprueba la revisión de los planes hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro, se recoge una modificación de los caudales ecológicos aplicables a la presa de El Atazar. En el siguiente cuadro se muestran los caudales ecológicos a servir hasta el momento, que sirvieron de base para el Anteproyecto, y los caudales que se deben verter a partir de la aprobación del tercer ciclo de Plan Hidrológico y que son los empleados en el presente Proyecto.

Periodo	enero-marzo	abril-junio	julio-septiembre	octubre-diciembre
Caudales actuales (2º ciclo) Anteproyecto (m³/s)	0.90	1.12	0.52	0.82
Caudales futuros (3er ciclo) Proyecto (m³/s)	2.03	1.39	0.52	1.09

Esta última circunstancia, supone una variación sustancial respecto a los caudales y el reparto estacional de los mismos. Si bien en el Anteproyecto los caudales fluctuaban entre 0.52 y 1.12 m³/s y se proponía la utilización de una sola turbina que pudiera alcanzar todo el rango, el aumento en el caudal máximo estacional conlleva la necesidad de implementar dos turbinas para poder aprovechar la totalidad del caudal vertido.

4 JUSTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

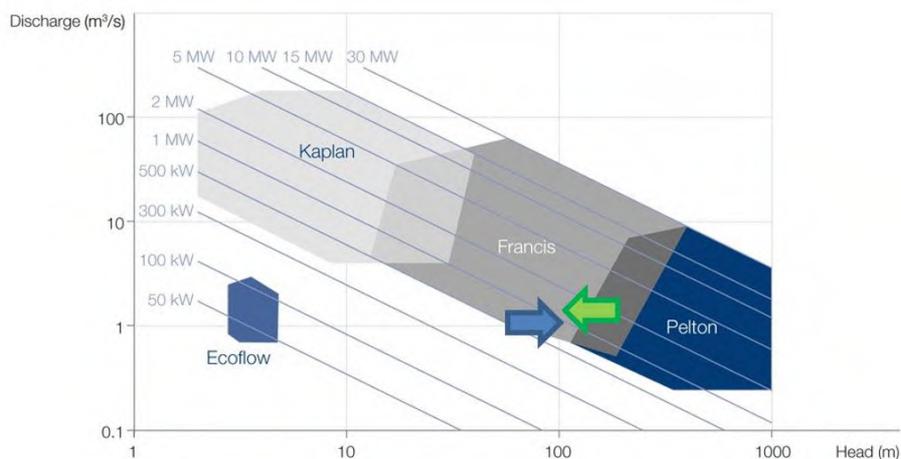
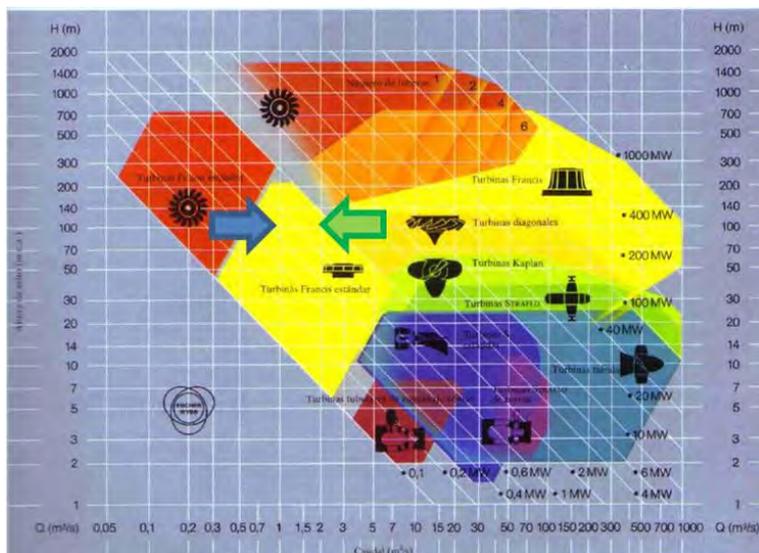
4.1 Estudio de alternativas

La ubicación y el tipo turbina a emplear fueron analizadas en el Anteproyecto, determinando que la ubicación óptima de la minicentral por la disponibilidad de espacio y la mínima afección a las instalaciones de la presa y a su explotación es el cuenco amortiguador, en el espacio anexo a los desagües de fondo hacia la margen derecha que en la actualidad se halla libre. El tipo de turbina considerado más adecuado es una turbina Francis de eje horizontal.



Derivado del reciente cambio normativo en el *Plan Hidrológico de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo (2022-2027)* los caudales ecológicos, que sirven de base para el diseño de la Minicentral Hidroeléctrica de El Atazar, se han visto modificados respecto a los empleados en el Anteproyecto. Motivo por el cual en el presente proyecto se realiza un estudio de alternativas donde se comparan las distintas opciones de turbinación para los nuevos caudales ecológicos.

La turbina tipo Francis se sigue considerando la más adecuada puesto que de manera general las características caudal-salto no han variado sustancialmente y en las gráficas generales de selección de equipos se siguen encontrando dentro su rango de aplicación.



Sin embargo, la modificación en el rango de caudales en cuanto a la ratio entre los caudales máximos y mínimos que deben aprovechar la minicentral es más relevante (pasan del rango de 0.52 a 1.12 m³/s a 0.52 a 2.03m³/s) lo cual supone un condicionante en cuanto al número de turbinas. Habitualmente una turbina permite un rango de trabajo del entorno del 40% del caudal máximo, mientras que con los nuevos caudales la proporción $Q_{\text{mín}}/Q_{\text{máx}}$ se encuentra del entorno de 25% por lo tanto una sola turbina convencional no podrá aprovechar el rango completo de caudales.

Se analizan tres posibles alternativas de aprovechamiento de los caudales ecológicos variando el número de equipos de turbinas:

- Alternativa 1: Minicentral con una (1) turbina diseñada para los caudales estacionales mayores y que no permitiría turbinar los caudales menores. Se trataría de una turbina con velocidad fija a 1000 rpm.

- Alternativa 2: Minicentral con (2) dos turbinas que permitan alcanzar el rango total de caudales. Se tratarían de turbinas con una velocidad fija a 1.500 rpm.
- Alternativa 3: Minicentral con (1) una turbina similar a la primera (1000 rpm) pero con velocidad variable que permita turbinar con una máquina todo el rango de caudales previsto a costa de bajar los rendimientos. Cabe destacar que esta opción si bien teóricamente es viable, no es una solución convencional en equipos de turbinación.

Para cada alternativa se realizan una hipótesis base sin variación diaria de caudales y posteriormente una serie de variantes modificando los caudales en función de los periodos de precio de la energía diarios (valle, llano y punta) con el fin de comprobar si alguna alternativa aumentaba sustancialmente la producción y modifica el resultado.

Tomando los datos reales de nivel de embalse de los últimos 22 años, para cada alternativa se realiza un estudio de producciones y un modelo financiero. Del estudio de producciones se obtienen datos medios anuales de producción, nº de días de turbinación, factor de planta y los ingresos previstos anuales. Mientras que del modelo financiero se obtiene algunos parámetros económicos básicos que ayudarán a la comparación de alternativas, como son el periodo de recuperación de la inversión, el TIN o el VAR.

Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

En primer lugar, se muestran las alternativas base sin variación horaria de caudales:

Hipótesis	Producción					Costes						TIR	VAN	Periodo de recuperación (años)
	MWh anual	Nº Días/año	Factor planta	Nº horas	Ing Anual €	Coste equipos base (€)	% sobre base	Coste equipos alternativa (€)	% sobre equipos	Coste resto (€)	PEM estimado (€)			
Hip 1A: 1 turbina	8,177.01	273.27	0.497	6558.55	467,633.84	885,000 €	25%	1,106,250 €	0%	1,106,250 €	2,212,500 €	8.18%	2,679,079 €	11.00
Hip 2A: 2 turbinas	9,097.56	365.00	0.864	8760.00	532,526.65	885,000 €	-10%	1,593,000 €	-25%	1,194,750 €	2,787,750 €	7.16%	2,639,757 €	12.30
Hip 3A: 1 turbina vel. variable	8,687.31	365.00	0.528	8760.00	506,963.30	885,000 €	50%	1,659,375 €	-	1,106,250 €	2,765,625 €	6.75%	2,341,844 €	12.90

Y posteriormente el total de hipótesis analizadas.

Hipótesis	Producción					Costes						TIR	VAN	Periodo de recuperación (años)
	MWh anual	Nº Días/año	Factor planta	Nº horas	Ing Anual €	Coste equipos base (€)	% sobre base	Coste equipos alternativa (€)	% sobre equipos	Coste resto (€)	PEM estimado (€)			
Hip 1A: 1 turbina	8,177.01	273.27	0.497	6558.55	467,633.84	885,000 €	25%	1,106,250 €	0%	1,106,250 €	2,212,500 €	8.18%	2,679,079 €	11.00
Hip 1B: 1 turbina	8,146.74	273.27	0.495	6558.55	475,099.01	885,000 €	25%	1,106,250 €	0%	1,106,250 €	2,212,500 €	8.35%	2,775,980 €	10.80
Hip 2A: 2 turbinas	9,097.56	365.00	0.864	8760.00	532,526.65	885,000 €	-10%	1,593,000 €	-25%	1,194,750 €	2,787,750 €	7.16%	2,639,757 €	12.30
Hip 2B: 2 turbinas	8,534.74	365.00	0.810	7265.09	508,502.31	885,000 €	-10%	1,593,000 €	-25%	1,194,750 €	2,787,750 €	6.71%	2,327,911 €	12.90
Hip 2C: 2 turbinas	9,061.87	365.00	0.861	8760.00	539,040.39	885,000 €	-10%	1,593,000 €	-25%	1,194,750 €	2,787,750 €	7.28%	2,724,307 €	12.10
Hip 2D: 2 turbinas	7,784.91	365.00	0.821	8044.36	464,593.82	885,000 €	-10%	1,593,000 €	-25%	1,194,750 €	2,787,750 €	5.86%	1,757,963 €	14.30
Hip 2E: 2 turbinas	9,146.77	365.00	0.965	8760.00	543,718.25	885,000 €	-10%	1,593,000 €	-25%	1,194,750 €	2,787,750 €	7.36%	2,785,028 €	12.00
Hip 3A: 1 turbina vel. Variable	8,687.31	365.00	0.528	8760.00	506,963.30	885,000 €	50%	1,659,375 €	-	1,106,250 €	2,765,625 €	6.75%	2,341,844 €	12.90
Hip 3B: 1 turbina vel. Variable	7,392.27	365.00	0.450	8044.36	440,960.40	885,000 €	50%	1,659,375 €	-	1,106,250 €	2,765,625 €	5.46%	1,485,102 €	15.10
Hip 3C: 1 turbina vel. Variable	8,677.91	365.00	0.528	8760.00	515,577.77	885,000 €	50%	1,659,375 €	-	1,106,250 €	2,765,625 €	6.92%	2,453,664 €	12.60

La alternativa 1 es la que presenta mejores valores en los indicadores económicos (periodo de recuperación, TIN y VAR), sin embargo, la producción y los ingresos anuales son mayores en las alternativas 2 y 3 al alcanzar a turbinar la totalidad del rango de caudales ecológicos.

Analizando la totalidad de hipótesis se observa que en general la variación de caudales a lo largo del día para ajustarse al precio horario de la energía no es un factor relevante a la hora de diferenciar unas alternativas de otras. No obstante, permite comprobar cómo las hipótesis en las que se dejan de turbinar caudales en algún momento se ven penalizadas a la vez que se válida que las ganancias se pueden aumentar con una optimización de la producción

En general las hipótesis 3, con la turbina de velocidad variable quedaría descartada pues además de presentar peores valores que las otras dos alternativas, se trata se trata de una tecnología no habitual en turbinas, donde la incertidumbre en cuanto a su rendimiento es elevada, lo cual puede ser relevante en cuanto a la producción esperada. Igualmente, para llevar a cabo esta alternativa se requiere introducir un elemento de electrónica de potencia importante, con un periodo de amortización técnica bajo (12-15 años), por lo que habría que sustituir varias veces durante la vida de la minicentral.

Entre las alternativas 1 y 2, las diferencias son menores. La alternativa 1 presenta mejores indicadores a la alternativa 2, aunque las diferencias no son excesivas e incluso en alguna hipótesis el VAN de la alternativa 2 mejor a la alternativa 1. Además, el hecho de que la alternativa 1 presente mejores valores económicos se debe en parte a la estimación en los costes de ejecución de la minicentral los cuales han sido estimados.

Por otro lado, la alternativa 1 requiere de mayores espacios en la parte baja de la minicentral en el hueco donde se instalará la turbina pues los equipos son de mayor tamaño.

Por su parte, la alternativa 2, si bien existe cierta incertidumbre respecto de los costes de ejecución, se tiene la certeza de que aumentará la producción global y los ingresos económicos gracias al aprovechamiento del caudal ecológico en todo momento. Además, cuenta con otras ventajas como la disponibilidad de dos equipos para repartir horas de funcionamiento, contar con el respaldo en caso de averías, facilidad en las labores de mantenimiento, etc. Otra ventaja no cuantitativa es hacer primar el criterio de eficiencia energética en cuanto a que se estaría aprovechando la energía potencial del vertido del caudal ecológico en todo momento, permitiendo la generación de energía renovable que en la alternativa 1 sería desechado. Siendo por tanto este un claro beneficio ambiental, en línea con los objetivos de sostenibilidad globales de Canal.

Finalmente, considerando que es probable que para la ejecución del proyecto se reciba alguna subvención europea que cubra un alto porcentaje de la inversión, del entorno al 40% o 50%, las diferencias entre los indicadores económicos de las distintas opciones perderían importancia, haciendo más relevante la generación de energía y los ingresos esperables.

Por lo tanto, se opta para el desarrollo del proyecto de la minicentral la alternativa 2 asociada a la generación con dos turbinas de velocidad fija que permitan el aprovechamiento completo de los caudales ecológicos estacionales.

Debido a la particularidad y al gran peso específico que suponen las turbinas en el proyecto, se ha requerido para desarrollo de la solución técnica datos facilitados por fabricantes, en este caso del fabricante Voith. El contratista encargado de ejecutar la obra deberá recalcular la estructura de la

Minicentral y todos los aspectos que puedan ser susceptibles de modificación en caso de prescribir turbinas de otro fabricante.

El **Anejo N°2: Estudio de Alternativas** recoge detalladamente el estudio realizado y los criterios empleados.

4.2 Resumen de actuaciones

Las principales actuaciones previstas en el proyecto son:

- Construcción del edificio de la minicentral, el cual incluirá además los propios grupos turbina-generador, las celdas eléctricas, transformadores, cuadros, líneas y demás componentes eléctricos, así como una pequeña sala de control.
- Construcción del tramo de conducción forzada desde la derivación existente en la conducción actual del caudal ecológico hasta la turbina.

Se incluirá un nuevo caudalímetro en la conducción forzada hacia las turbinas, previo al pantalón que divide la conducción, para medir en todo momento el caudal turbinado.

- Desvío de la conducción actual de vertido de caudal ecológico. Se plantea la prolongación de la conducción actual por el pasillo existente en la margen derecha del cuenco amortiguador de los desagües de fondo, hasta sobrepasar el vertedero que lo separa del cuenco amortiguador del canal de descarga de los desagües de medio fondo. La válvula actual de regulación de accionamiento oleohidráulico será sustituida por una nueva válvula de regulación tipo Howell-Bunger con accionamiento eléctrico emplazada en el nuevo punto de vertido.

Además, esta conducción también dispone en la actualidad de una válvula de compuerta manual la cual también será sustituida por una nueva válvula de compuerta de accionamiento eléctrico.

- Línea de evacuación media tensión 20kV desde la minicentral hasta el futuro centro de transformación en coronación. Su trazado discurre en canaleta por la losa de hormigón aguas abajo de la presa hasta el estribo derecho por donde sube hasta coronación, se cruzará la carretera de coronación (M-133) mediante perforación hidráulica bajo la misma y posteriormente discurrirá hasta el futuro centro de transformación, canalizada en superficie y protegida mediante un prisma de hormigón.

Cabe resaltar que el futuro centro de transformación ha sido diseñado en el ámbito de otro proyecto cuya ejecución está prevista antes de la minicentral.

- Línea de comunicaciones de fibra óptica y armario de comunicaciones en la sala de control de la presa. El trazado de la línea de fibra óptica coincidirá con la línea de evacuación de media tensión hasta las cercanías del centro de transformación donde se bifurcará y trascurrirá adosado al muro en la margen derecha del embalse hasta la sala de control. Allí se instalará un cuadro repartidor de fibra óptica, del que se conectarán las fibras necesarias con el rack existente en la misma sala.

Adicionalmente, el transmisor del caudalímetro ecológico, que actualmente se encuentra en la presa, se trasladará a la MCH, integrándose en el PLC de la propia minicentral.

- Las actuaciones en el centro de conmutación automática situado en el cerro de la margen derecha de la presa y que tienen un carácter más eléctrico y de control que civil.
 - Instalación de un relé antivertido y conexiones asociadas para asegurar que la minicentral no exporte la energía a través del alimentador de Iberdrola y lo haga exclusivamente a través del alimentador de Valdetales (propiedad de Canal), el cual será el alimentador preferente. El relé estará alimentado desde el SAI de la sala de conmutación.
 - Sustitución de TTs y TIs de la celda de medida del alimentador de Iberdrola por otros con devanado dedicado al relé, añadiendo otro adicional para el equipo de medida.
 - Instalación de periferia distribuida en el centro de conmutación automático comunicada con el PLC de la minicentral. Dicha periferia recogerá los estados digitales de la conmutación de alimentadores y evento de disparo del relé antivertido.
- Otras actuaciones auxiliares. Principalmente se contempla la instalación de una nueva escalera metálica adosada al canal de descarga de los desagües de medio fondo de la presa, la cual dará acceso al edificio de la minicentral tanto durante las obras como en su posterior explotación.

5 CONDICIONANTES DEL PROYECTO

El presente apartado describe los condicionantes del proyecto que determinan los diseños y la solución adoptada.

5.1 Caudal para aprovechamiento hidrológico

La concesión para el aprovechamiento hidroeléctrico es de 15 m³/s, turbinables actualmente en la minicentral de Valdental. Con la entrada en funcionamiento de la minicentral de El Atazar, el límite concesional seguirá siendo el mismo, solo que dicho caudal se repartirá entre los dos emplazamientos.

Por ello, se requiere un nuevo caudalímetro que mida el total del caudal turbinado en la nueva MCH El Atazar, de manera que se asegure que, en el conjunto de las dos minicentrales, no se superan los 15 m³/s concedidos.

La lectura de este nuevo caudalímetro se incorporará en el PLC de la minicentral, para que sea transmitido al CHC. El trabajo para programación y la coordinación de los caudales turbinados en ambas instalaciones queda fuera del alcance del presente proyecto.

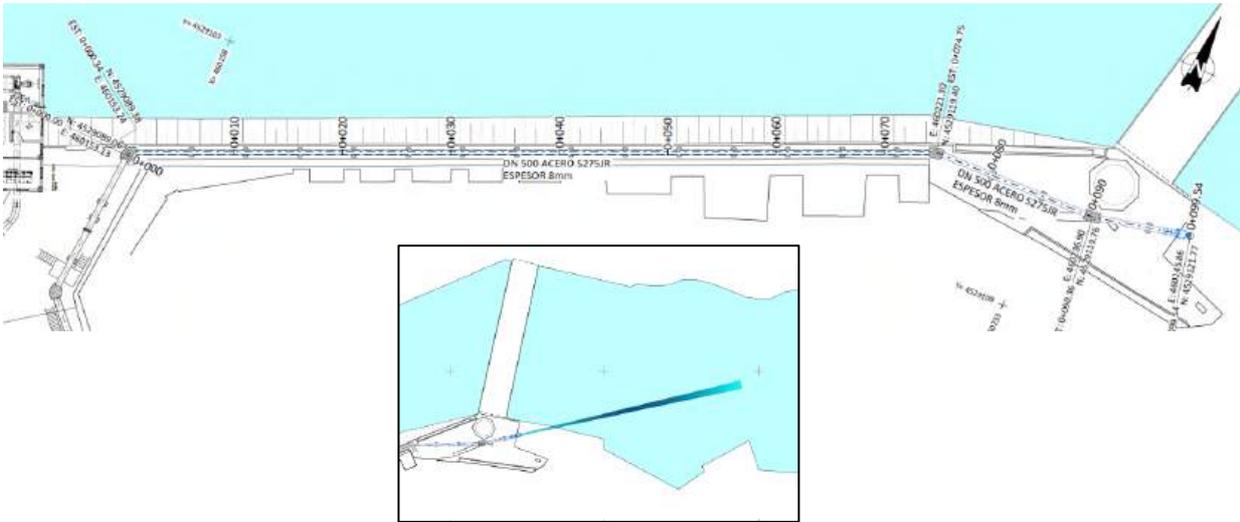
5.2 Caudales ecológicos

Como se ha explicado con anterioridad, el objetivo principal del proyecto es el aprovechamiento de los caudales ecológicos de la presa, siendo este el principal dato de partida y a su vez el principal condicionante.

El caudal ecológico debe prestarse en todo momento, por lo que durante la ejecución del proyecto será necesario compatibilizar su vertido con las obras.

Actualmente el caudal ecológico se presta mediante una conducción que vierte al cuenco amortiguador de los desagües de fondo y aliviadero de la presa. Al ser este cuenco el mismo en cual se ubicará la minicentral debe vaciarse para la ejecución de las obras, para ello, dentro del proyecto se incluye el diseño de un desvío de la conducción actual de modo que el vertido se produzca en el cuenco amortiguador de los desagües de medio fondo, situado inmediatamente aguas abajo del primer cuenco y separado por un vertedero.

Este desvío tiene un carácter definitivo para que si en el futuro se requiere nuevamente el vaciado del cuenco no suponga una nueva limitación. Una vez puesta en marcha la minicentral el caudal ecológico se dará desde misma, en caso de parada por mantenimiento u cualquier otro motivo el vertido podrá seguir dándose por el nuevo desvío de modo que servirá de respaldo a la minicentral.



Los caudales ecológicos que sirven como caudal de cálculo, han sido fijados en el tercer ciclo del *Plan Hidrológico de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Tago (2022-2027)* y son los siguientes:

Periodo	enero-marzo	abril-junio	julio-septiembre	octubre-diciembre
Caudales Proyecto (m³/s)	2.03	1.39	0.52	1.09

5.3 Seguridad hidrológica durante las obras

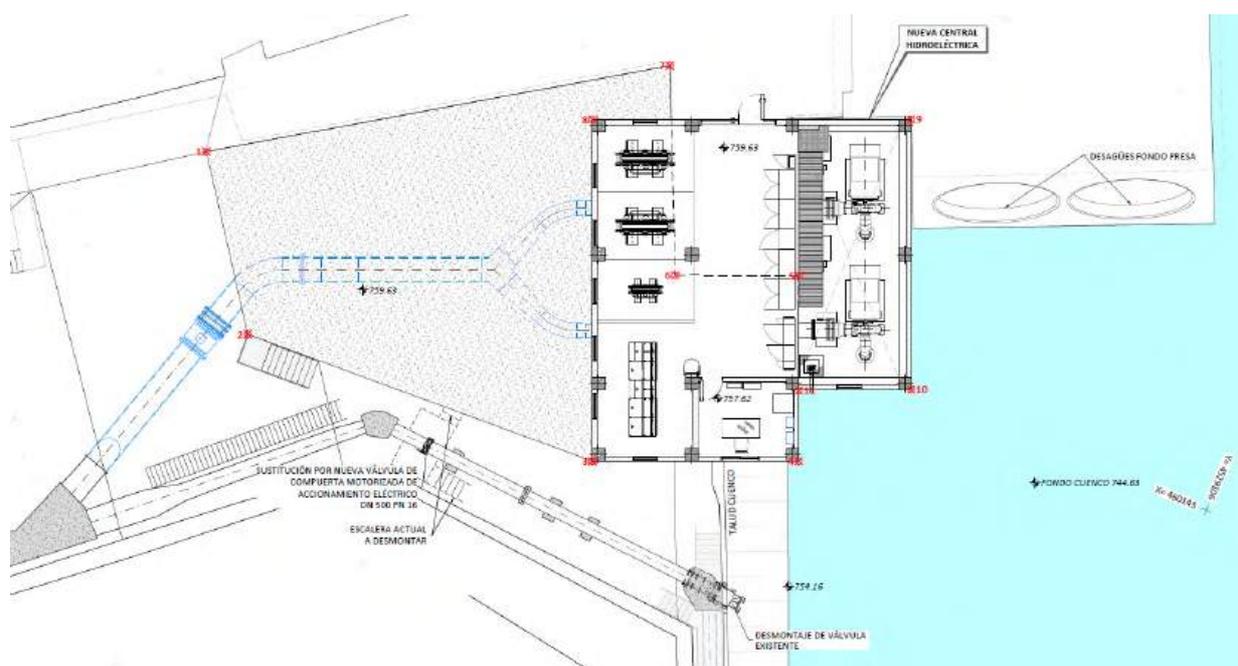
Por el emplazamiento de la minicentral a pie de presa y por la condición de sumergencia de las turbinas, la sala de los grupos estará ubicada en el hueco existente en el cuenco amortiguador al lado derecho de los desagües de fondo. Como se ha dicho anteriormente este hecho conduce a la necesidad de vaciar el cuenco amortiguador de la presa.

Este cuenco sirve de colchón de agua para amortiguar los eventuales vertidos del aliviadero de la presa o de sus desagües de fondo, por lo que durante el periodo en el cual encuentre vacío no se podrá hacer uso de los dos órganos de desagüe, con el riesgo que esto conlleva para la seguridad hidrológica de la presa en caso de avenida. Cabe destacar que no es habitual que la presa de El Atazar vierta por el aliviadero, el último vertido de la presa se produjo en los años 90, y que la presa cuenta con los desagües de medio fondo que sí podrán ser empleados en caso de necesidad. Además, el embalse de El Atazar cuenta con varias presas aguas arriba dentro el sistema del río Lozoya y que también pertenecen al Canal de Isabel II y podrán ser empleadas para el almacenamiento y laminación de avenidas en caso de necesidad.

Por lo anterior, no se considera que esta sea una condición crítica ni una limitación para la ejecución del proyecto, sin embargo se establece un criterio para el diseño y especialmente aplicable en el plan de obra consistente en minimizar las actuaciones que requieran tener vacío el cuenco amortiguador y en limitar a la época estival la ejecución de las mismas con el fin de minimizar el riesgo hidrológico.

5.4 Chorro de descarga de los desagües de fondo

Por otro lado, el edificio de la minicentral se situará al lado de los desagües de fondo, aprovechando el espacio disponible entre el dado de hormigón de los desagües y el lateral del cuenco amortiguador. Al ser necesario la instalación de dos turbinas para garantizar el aprovechamiento de todo el caudal ecológico, el hueco existente es insuficiente y el edificio se prolonga hacia aguas abajo del cuenco unos 7 m en paralelo y a una distancia aproximada en paralelo de 1 metro del chorro de salida de los desagües de fondo.



Por la información proporcionada por los técnicos del Canal la dirección de vertido del chorro es perpendicular a la salida por los desagües de fondo y no se abre en los primeros metros de vertido, ni durante el vertido, ni durante las maniobras de apertura y cierre. Por lo tanto, el presente proyecto supone que el chorro no impactará con el edificio y no contempla ninguna medida en este sentido. La estructura del edificio no está diseñada para soportar un potencial impacto que en cualquier caso sería difícil de mitigar debido a la presión del agua de unos 120 mca.

Durante la redacción de proyecto se trató de hacer un análisis visual in situ aprovechando alguna de las maniobras periódicas de operación de los desagües de fondo, sin embargo, finalmente no fue posible llevar a cabo dicha verificación.

Por lo tanto, se recomienda que antes de la ejecución de proyecto y una vez construido el edificio de la minicentral se realice una prueba de apertura de manera controlado que permita confirmar con seguridad que no hay ningún tipo de interferencia entre el chorro de desagüe de fondo y la minicentral.

5.5 Tramitación ambiental

Otro tipo de condicionantes por los que se ve afectado el proyecto son los de carácter medioambiental. En el apartado de antecedentes de la presente memoria se ha expuesto la tramitación ambiental realizada previa a la redacción del proyecto. Fruto de la misma, se cuenta con la pertinente Declaración de Impacto Ambiental (DIA) que impone una serie de prescripciones y recomendaciones que deben ser tenidas en cuenta desde la fase de redacción del Proyecto.

Cabe destacar que, debido al cambio normativo dado entre el Anteproyecto y la aprobación de la DIA, en la actualidad se permite evacuar la energía producida a través del centro de reparto existente en el cerro de la margen derecha de la presa, el cual a su vez está conectado al centro de transformación situado en el estribo derecho de la presa. De este modo, se prescinde en el proyecto de toda la instalación eléctrica, aguas abajo de la minicentral, prevista en los anteproyectos anteriores y que sirvió de base para la tramitación de la DIA.

Por ello, durante la redacción del presente proyecto se ha dirigido al organismo competente solicitud de ratificación de Declaración de Impacto Ambiental y actualización de los condicionantes de la misma, habida cuenta de que la actuación prevista se simplifica considerablemente. En dicha solicitud se asumen los condicionantes originales de la DIA respecto a la compensación de terrenos forestales y otros, pero se pide la no aplicación de la elaboración del informe de situación de caracterización analítica del suelo, ya que no habrá actuación sobre suelo, según se define este en el RD 9/2005, de 14 de enero.

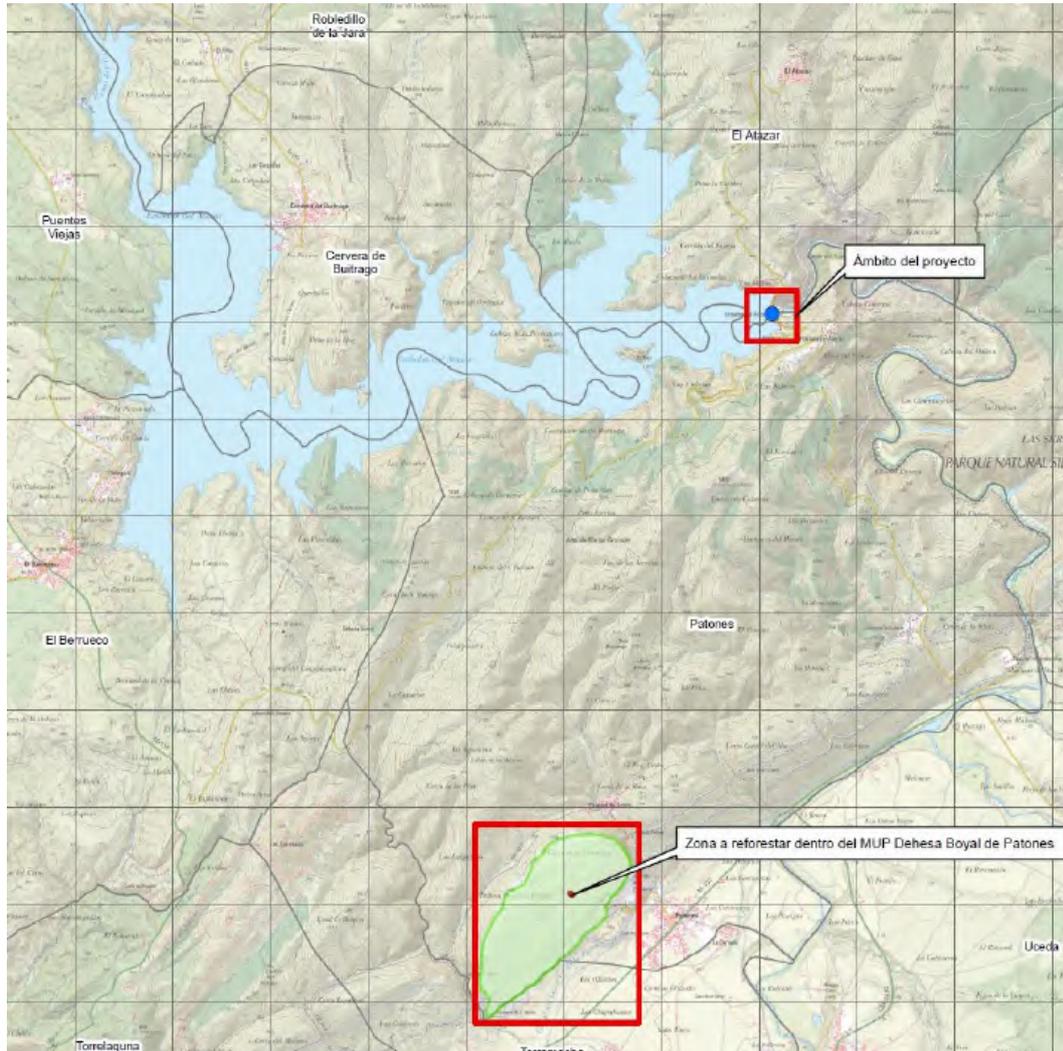
Ante la incertidumbre sobre qué respuesta se obtendrá del órgano competente sobre la actualización de los condicionantes de la DIA y en qué plazo, se han incluido en el presupuesto las medidas compensatorias y resto de condicionantes contemplados en la citada DIA.

Los principales condicionantes ambientales que afectan a la redacción del proyecto son:

- Previa a la autorización sustantiva del presente proyecto se deberá contar con la autorización del *Proyecto de Restauración Ambiental y Adecuación Paisajística*. A fecha de redacción del presente proyecto se está tramitando la aprobación de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura del *Proyecto de Restauración Ambiental y Adecuación Paisajística*.

El presente proyecto recoge además el coste de las partidas de reforestación del *Proyecto de Restauración Ambiental y Adecuación Paisajística*. En concreto, se presupuesta la reforestación prevista de una superficie de 1.366 m² con especies arbóreas con una densidad de 1000 pies/ha, imitando la distribución natural de la vegetación de la zona, para lo cual se plantarán 137 unidades (de al menos 2 savias en envase forestal mayor de 250 cc).

Esta reforestación se llevará a cabo en la Dehesa Boyal de Patones, en una zona desprovista de vegetación arbustiva y arbórea, de fácil acceso a través de la Calle de las Eras y con una pendiente de entre el 3 y el 12%. Las siguientes imágenes muestran el lugar propuesto en el *Proyecto de Restauración Ambiental y Adecuación Paisajística* para llevar a cabo la reforestación.



- El Proyecto debe incluir, y efectivamente así lo hace, un Manual de Buenas Prácticas Ambientales donde se establece tanto prácticas prohibidas, cuya acción vulnera el medio natural de manera inaceptable, como buenas prácticas ambientales generales en obra y una serie de buenas prácticas ambientales particulares del presente proyecto, recomendadas para que el impacto sobre el medio se reduzca hasta límites admisibles. Este Manual de Buenas Prácticas Ambientales deberá difundirse a todos los empleados y subcontratistas del Canal de Isabel II que estén presentes en las obras, para el cumplimiento de las prácticas y normativa ambiental aplicables al “Proyecto de Minicentral Hidroeléctrica de El Atazar”.
- Como medida protectora de la avifauna la DIA establece no realizar tareas ruidosas durante la temporada de reproducción de las especies presentes en el entorno, establecida entre febrero y agosto. En este sentido el trabajo potencialmente más ruidoso será la perforación bajo la coronación de la presa y el tramo de trazado en zanja en las cercanías de la sala de control de la presa, ya que se producirán en la zona más alta de la presa y requieren de maquinaria ruidosa como la perforadora o el martillo neumático. Se trata de un condicionante más relevante

respecto a los plazos de ejecución y en el Plan de Obra, el conjunto de canalizaciones exteriores se programa ejecutar a finales de septiembre, fuera del periodo establecido.

- Las obras deben ejecutarse en horario diurno para minimizar los efectos negativos sobre la fauna, lo cual se considera en el plan de obra.
- El Proyecto incluye en un anexo específico el estudio de gestión de residuos conforme al Real Decreto 105/2008.

El **Anejo Nº11: Tramitación ambiental** recoge detalladamente todos los condicionantes ambientales que afectan al proyecto y a su ejecución, así como la Declaración del Impacto Ambiental, el *Proyecto de Restauración Ambiental y Adecuación Paisajista* y el *Manual de Buenas Prácticas Ambientales*.

5.6 Otros condicionantes

Complementando los condicionantes anteriores, se han tenido también en consideración las indicaciones y sugerencias de las diferentes áreas del Canal de Isabel II consultadas durante el desarrollo del Proyecto. Entre las indicaciones más relevantes se encuentra las siguientes:

- La accesibilidad al lugar donde se implantará la minicentral no es sencilla, actualmente solo se puede llegar por el interior de la presa a través de sus galerías. La ubicación de la minicentral se encaja entre la presa, el cuenco y la ladera de acceso, muy escarpada. Así pues, para el acceso de los trabajadores durante las obras y para la posterior explotación de la presa se incluye dentro del proyecto una nueva escalera paralela al canal de los desagües intermedios que conectará con las escaleras existentes paralelas a la conducción actual de vertido del caudal ecológico. De este modo, se independiza el acceso a minicentral de la propia presa.

Además, para la ejecución de las obras se prevé la necesidad de instalación una grúa móvil que posibilite la entrega de los materiales y herramientas de construcción. Inicialmente se preveía colocar la grúa en la coronación de la presa aproximadamente en la vertical más próxima a la minicentral, pero para evitar afecciones al tráfico rodado los técnicos del Canal recomiendan situarlo en la carretera de aguas abajo cuyo acceso está controlado por la seguridad de la presa.

- El trazado de la línea de evacuación de la energía y de la fibra óptica, desde la minicentral hasta el centro de transformación en superficie y la sala de control de la presa respectivamente, debe cruzar la presa de aguas abajo a aguas arriba salvando la carretera que discurre por encima de la presa, la cual pertenece a la red de carreteras autonómicas de la Comunidad de Madrid. Si bien el punto de cruce se realiza sobre el estribo derecho de la presa, no sobre terrenos de la propia carretera, y no se tiene constancia de ninguna especificación particular para el Proyecto por parte de la Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid, se proyecta el cruce mediante una perforación bajo la carretera que evite cualquier afección a las misma, así como a los servicios que discurren en la coronación.
- El Canal de Isabel II ha solicitado que el edificio de la minicentral cuente con una pequeña sala de control en su interior climatizada para la realización de trabajos de oficina si así se requiriera durante la explotación. Igualmente, en el exterior del edificio para homogeneizar las formas de

la losa de hormigón de la margen derecha de la presa, se solicita realizar un relleno de nivelación que iguale la cota de entrada a la minicentral por el lateral de la misma, previendo las barandillas de protección oportunas y las escaleras de acceso precisas.

- Finalmente, por seguridad hacia el medio ambiente y evitar vertidos no controlados de aceites, los elementos electromecánicos se diseñan evitando la utilización de accionamientos oleohidráulicos y los transformadores serán secos.

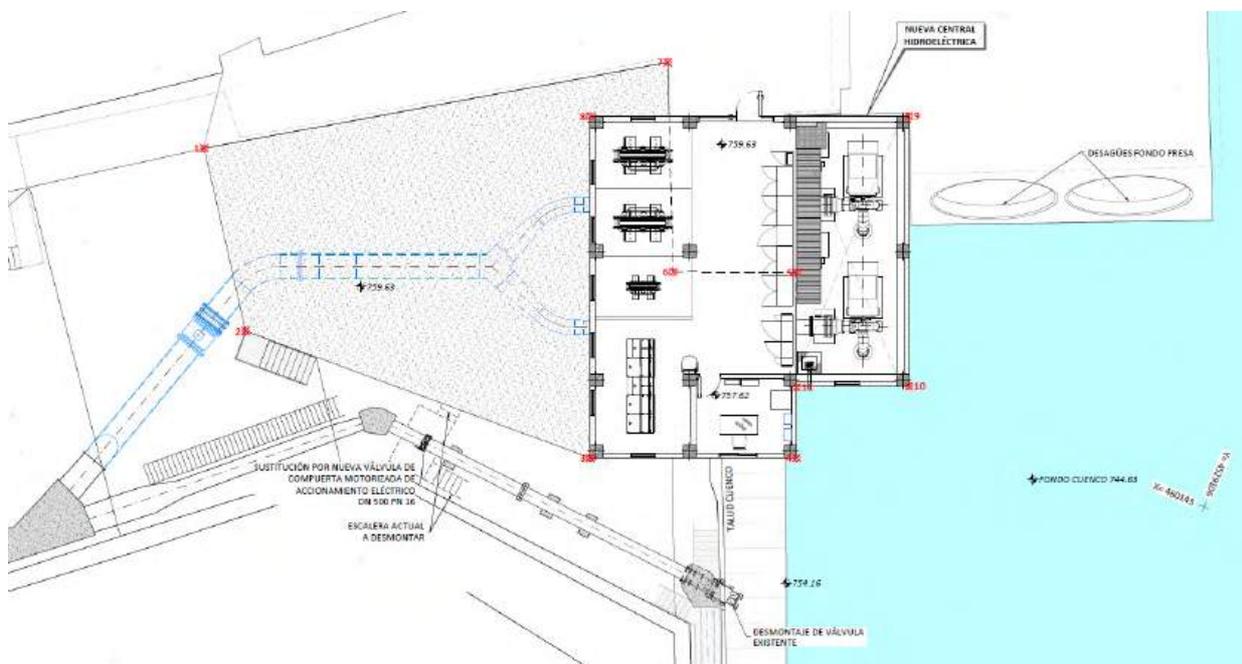
6 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS A REALIZAR

A continuación se describen las obras proyectadas divididas conforme a los principales componentes del proyecto.

6.1 Edificio de la minicentral

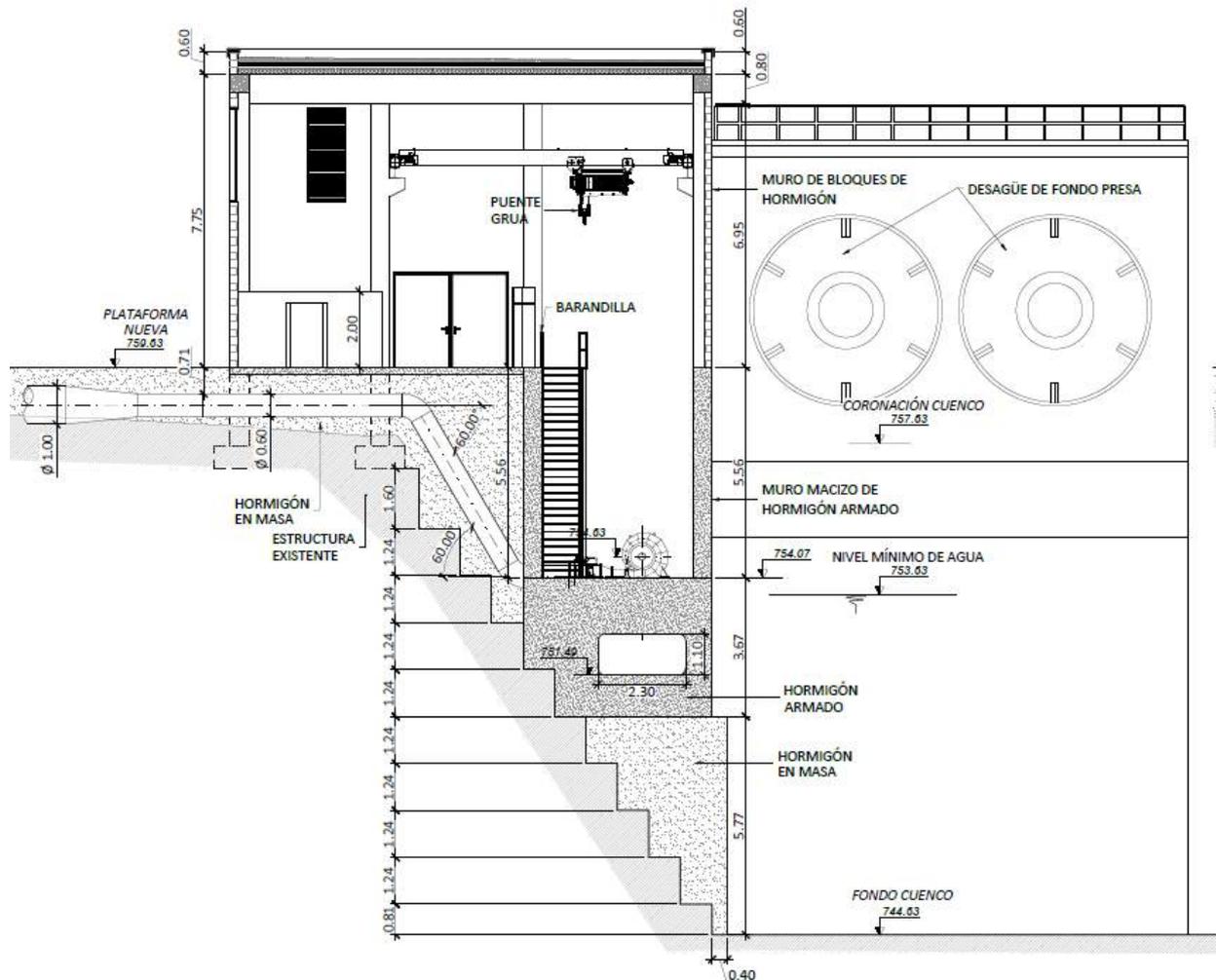
La principal obra del proyecto consiste en la construcción del edificio de la minicentral que albergará los grupos de generación y el resto de equipos asociados para el control y evacuación de la energía producida.

El edificio se ubica a pie de la presa de El Atazar, junto al macizo de hormigón que alberga los desagües de fondo de la presa. En esta zona existe un pequeño hueco en el cuenco amortiguador que será aprovechado para la ubicación de la primera de las turbinas, mientras que la segunda se ubicará aguas abajo de la anterior también dentro del cuenco. El resto del edificio apoyará sobre la losa de hormigón existente en la margen derecha del cuenco.

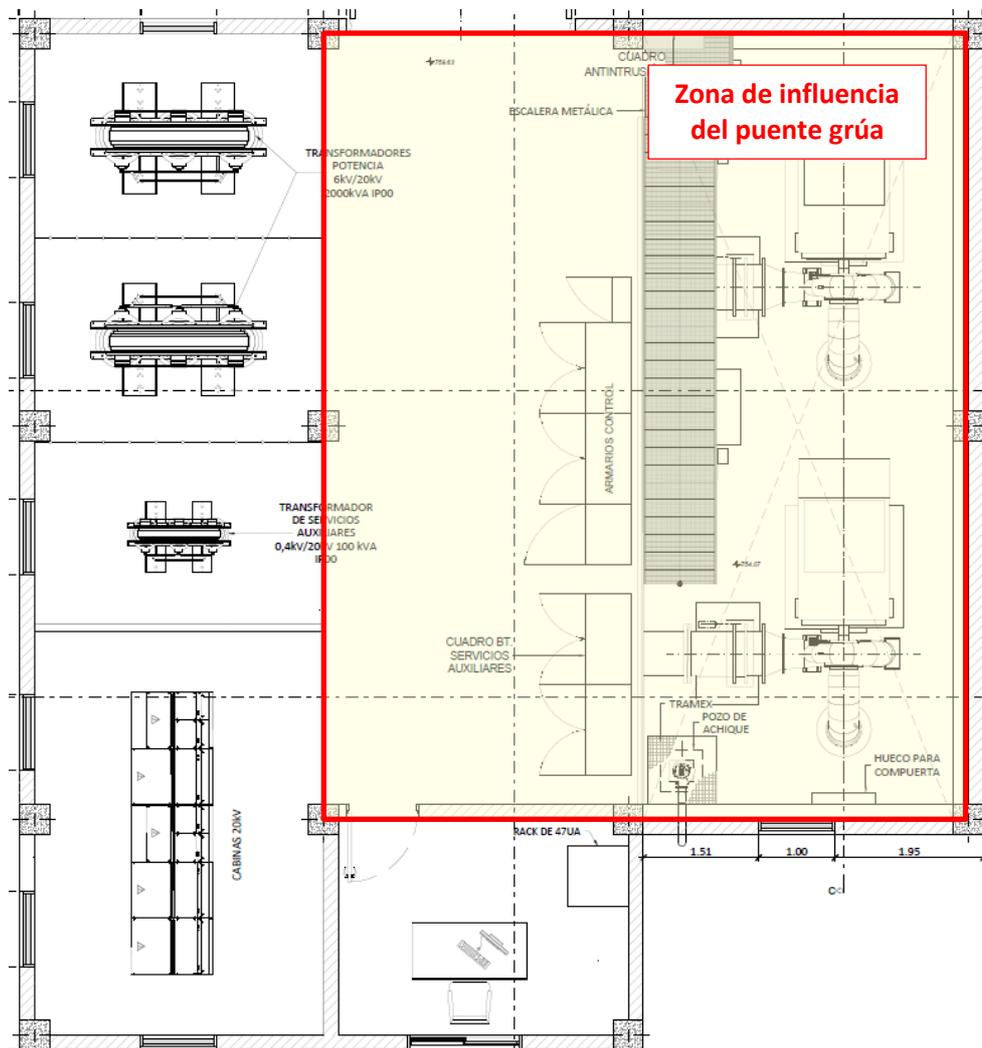


El edificio se divide en dos niveles. En la zona baja o sótano, a un nivel intermedio del cuenco amortiguador (cota 754.07 m), se sitúa la zona de generación donde se instalarán los grupos turbina-generator. Esta zona ocupará en planta algo menos de un tercio de la superficie total, siendo sus dimensiones aproximadamente de 11x4.5 metros. A nivel del terreno actual (cota 759.63 m) se ubicará la zona de equipos eléctricos y de control, esta zona ocupará los otros dos tercios de la planta (13.5x8m)

y en ella se distinguen a su vez dos áreas de trabajo: en la zona más alejada del cuenco en un lateral del edificio se han situado la zona con los principales elementos en tensión, transformadores y celdas, mientras que en el resto se situarán los armarios de control, los cuadros de baja tensión y servicios auxiliares así como una pequeña sala de oficina. La planta total del edificio tiene una forma de L, ocupando algo más la planta principal situada a nivel y complementada por la zona baja situada sobre el cuenco. En total el edificio cuenta con una superficie aproximada de 160 m².



Ambos niveles se encuentran unidos por una escalera y la zona a nivel no cubre la planta baja para no impedir el acceso a los equipos de generación. Este acceso para el montaje de los grupos se realizará mediante un puente grúa, el cual barre la zona baja y parcialmente la planta a nivel. Se ha evitado con el diseño que el puente pase por encima de la zona de transforma y celdas, así como por encima de la oficina.



El edificio tendrá una estructura sustentada en pilares y vigas, mientras que el cerramiento exterior se hará mediante bloques de fábrica de hormigón. El acabado exterior se completa con un enfoscado monocromático que se asemeje al hormigón que compone la presa. Además, en varias de las fachadas se incluirán ventanas con rejillas que permitan la ventilación del edificio. La cubierta se realizará con placas alveolares e interiormente contará con un falso techo compuesto por placas de escayola. El acceso al edificio se realizará por la fachada suroeste, en la zona más cercano a la puerta de acceso a los desagües de fondo.

Como complemento al edificio y en busca de rellenar los huecos generados la nueva estructura y para homogeneizar los niveles existentes en el exterior se prevé ejecutar un relleno exterior a la cota actual, 759.63 m. Además, el relleno cubrirá el último tramo de la conducción forzada. La geometría del relleno tiene forma irregular, en la zona de mayor desnivel discurre sensiblemente paralela a la conducción actual de vertido del caudal ecológico y remata contra uno de los paños en pendiente de la losa de hormigón existente. La superficie aproximada del relleno será de unos 170 m² y su altura variará entre los 90 cm en la zona más próxima a la salida de los desagües de fondo y aproximadamente 2 metros en la zona cercana a la tubería de vertido del caudal ecológico.

Dentro del edificio se albergarán todos los equipos que realmente componen la minicentral desde el punto de vista funcional.

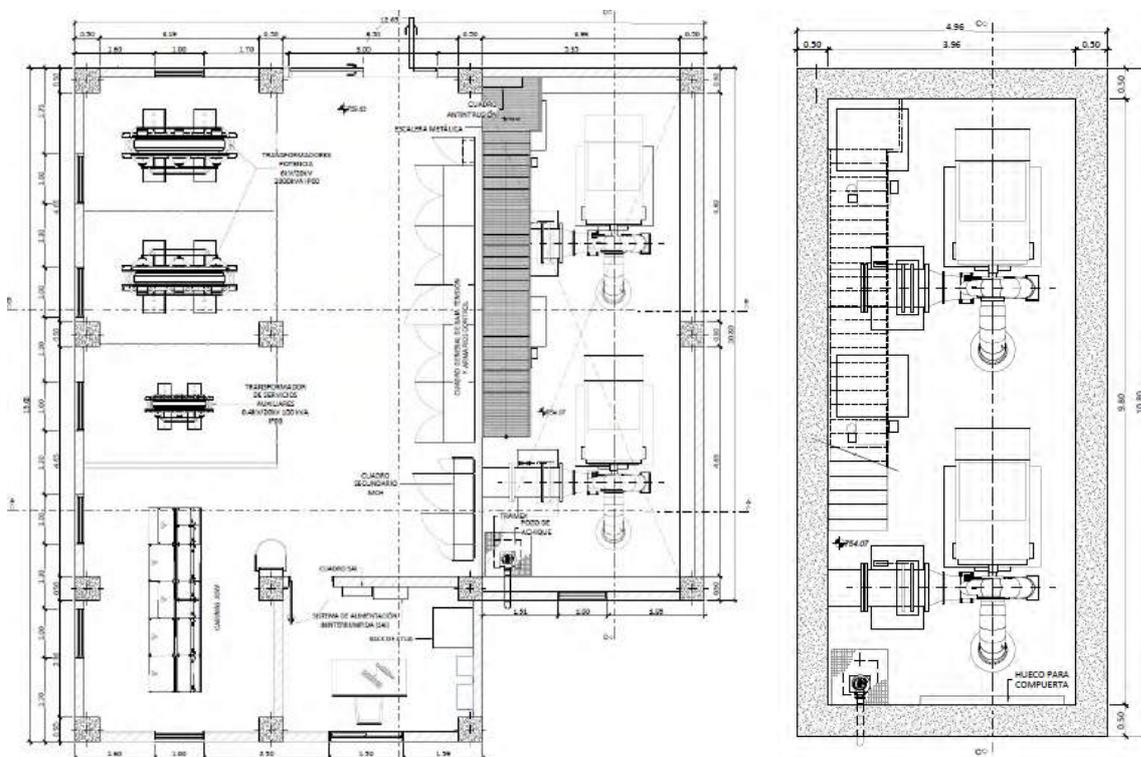
En la planta baja se encontrarán los grupos turbina-generador, el regulador hidráulico de la turbina (HPU – *Hydraulic Power Unit*) y los equipos de puesta a tierra asociados a cada generador (denominados en inglés como Generator NGR – *Neutral Grounding Resistor*).

Conforme a lo equipos empleados de referencia, cada uno de los dos grupos generadores están formados por una turbina tipo Francis de eje horizontal de 1.500 rpm con una potencia nominal de 1,33 MW con una sumergencia de 1 metro y un generador síncrono de 6 kV y 1400 kVA. Previo a la turbina se incluye una válvula de mariposa para el control hidráulico de diámetro 600 mm y PN16. De este modo, la potencia total instalada de la minicentral será de 2,66 MW.

En la planta superior, se situarán dos transformadores de potencia secos 6kV/20kV de 2000kVA (uno por cada grupo generador), un transformador de servicios auxiliares 20kV/0,42kV de 100 kVA, cinco (5) celdas de aire de 20kV (una por cada transformador, una celda de medida y la celda de salida), el cuadro BT de servicios auxiliares y los armarios de control compuestos por dos unidades de control y protección (una por grupo), una unidad común de control y protección y un sistema de medición de nivel de agua.

No obstante, las características finales de todos los equipos dependerán de aquellos finalmente seleccionados durante la ejecución de las obras.

El edificio cuenta con una pequeña sala de oficina de unos 11 metros cuadrados, donde se dispone un escritorio y se ubica un rack de 47UA para las telecomunicaciones.



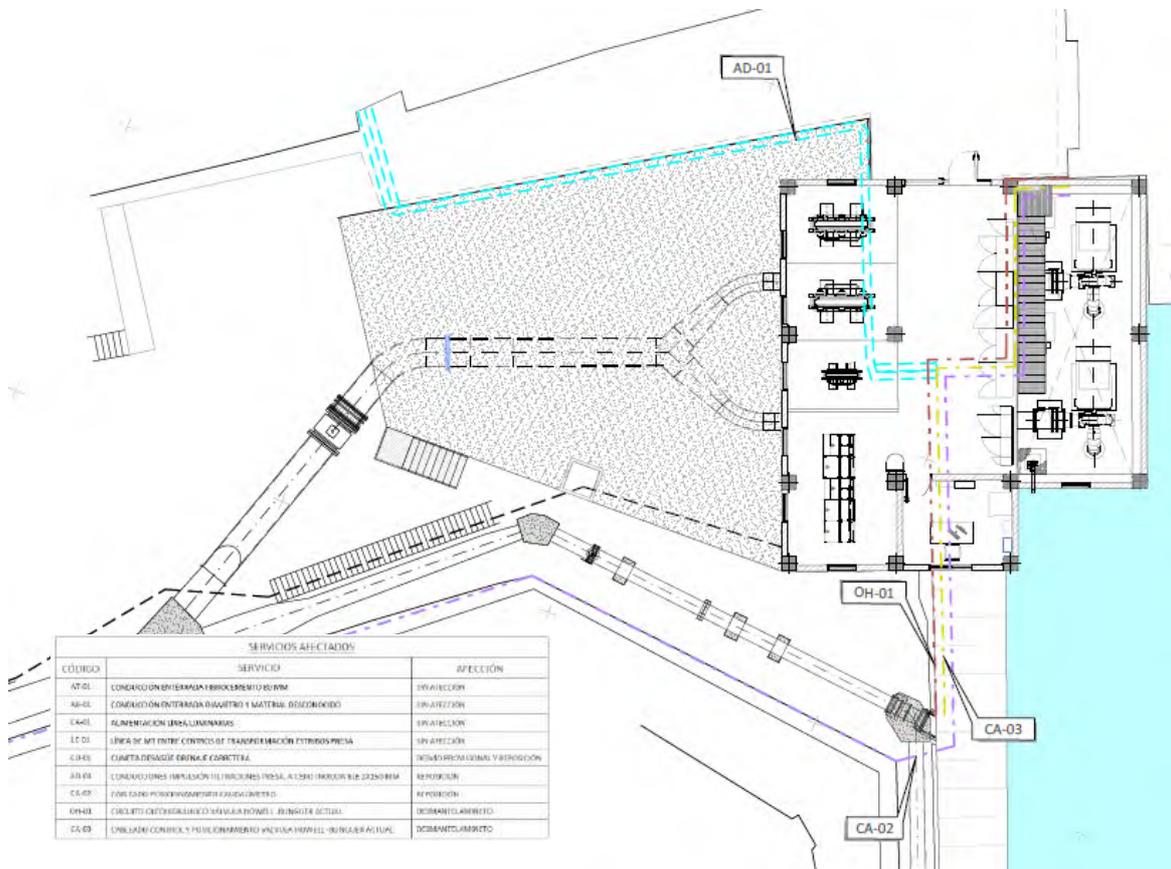
Además, la central alberga otros equipos auxiliares para facilitar la explotación de la minicentral:

- En primer lugar, las turbinas tienen un canal de descarga común que permite la restitución del caudal al cuenco amortiguador a una velocidad adecuada. Como la descarga se produce en carga, para aislar el canal del cuenco se ha previsto la instalación de una compuerta mural de 2.30x1.10 m (ancho x alto) con accionamiento eléctrico, que estará situada a la salida del canal sobre cara interior de la fachada más aguas abajo del cuenco, en la planta baja de la minicentral.
- En esta misma planta, se ha previsto un pequeño pozo de achique con una bomba sumergible que permita el desagüe del agua en caso de operaciones de mantenimiento en el circuito hidráulico.
- La minicentral cuenta además con un puente grúa previsto para operar sobre la zona de turbinas (planta baja) y aproximadamente en la mitad de la planta superior. Se trata de un puente grúa monoviga de 7,80m de luz y 10 Tn de capacidad de carga. Cabe destacar que la disposición de equipos dentro del edificio deja previsto un área en la zona más cercana a la puerta de acceso como playa para movimiento de equipos.
- El edificio cuenta con un sistema de ventilación forzada compuesto por 2 ventiladores axiales, uno en servicio y otro en reserva para funcionamiento de una sola turbina-generator, pero capaces de funcionar en conjunto para carga pico en la que funcionen ambas turbinas+generadores. Cada ventilador podrá introducir al edificio un flujo superior a 61.900 m³/h a través de los conductos de acero galvanizado y rejillas que distribuirán el aire por la sala. Se tiene dos conductos de sección variable para la distribución del aire, pero unidos entre sí a la salida de los ventiladores. Cada conducto dispone de una compuerta motorizada para que en caso del funcionamiento de una sola turbina se cierre el conducto dispuesto al lado contrario. el sistema se complementa con las rejillas de extracción instaladas en las fachadas del edificio, permitiendo la salida del aire caliente a través de un área libre total de 20 m². Además, la sala de oficina de la minicentral se encuentra climatizada mediante una bomba frío/calor.

La ubicación del edificio afecta a algunas instalaciones de los servicios propios de la presa. Actualmente, en la parte posterior a los desagües de fondo, dentro del cuerpo de presa, se encuentra el pupitre de accionamiento y el grupo oleohidráulico de la válvula de regulación, así como el trasmisor del caudalímetro de la conducción de vertido del caudal ecológico.



Desde este punto parten el conducto con el cableado para el posicionamiento de la válvula de regulación y la señal del caudalímetro, y los conductos del sistema oleohidráulico de la válvula. Todos estos se verán afectados por la implantación de la minicentral. Además, en el exterior de la presa y coincidiendo con la implantación del edificio y el relleno, existen dos conducciones de acero inoxidable 150mm para el vertido del agua de drenaje interno de la presa.

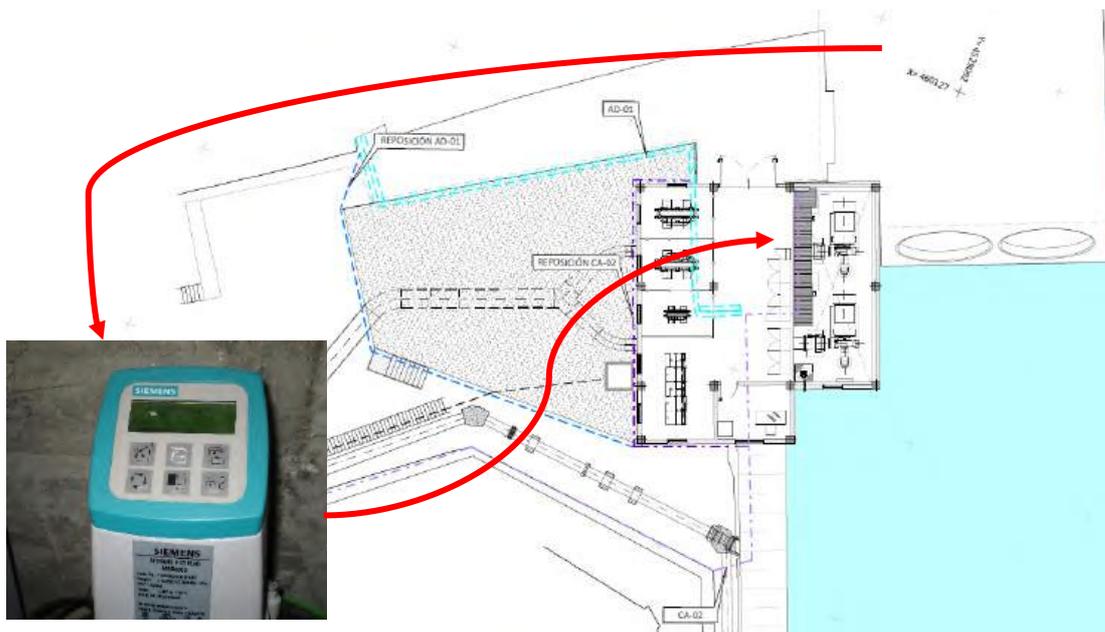


El sistema asociado a la válvula de regulación actual será desmontado, puesto que se prevé la sustitución de esta válvula por una nueva. De esta manera, tanto el pupitre como el grupo oleohidráulico se desmontará y será almacenado por el Canal. El sistema de conducciones oleohidráulico y el cable de posicionamiento se desmontará y será debidamente desechado conforme al plan de gestión de residuos.

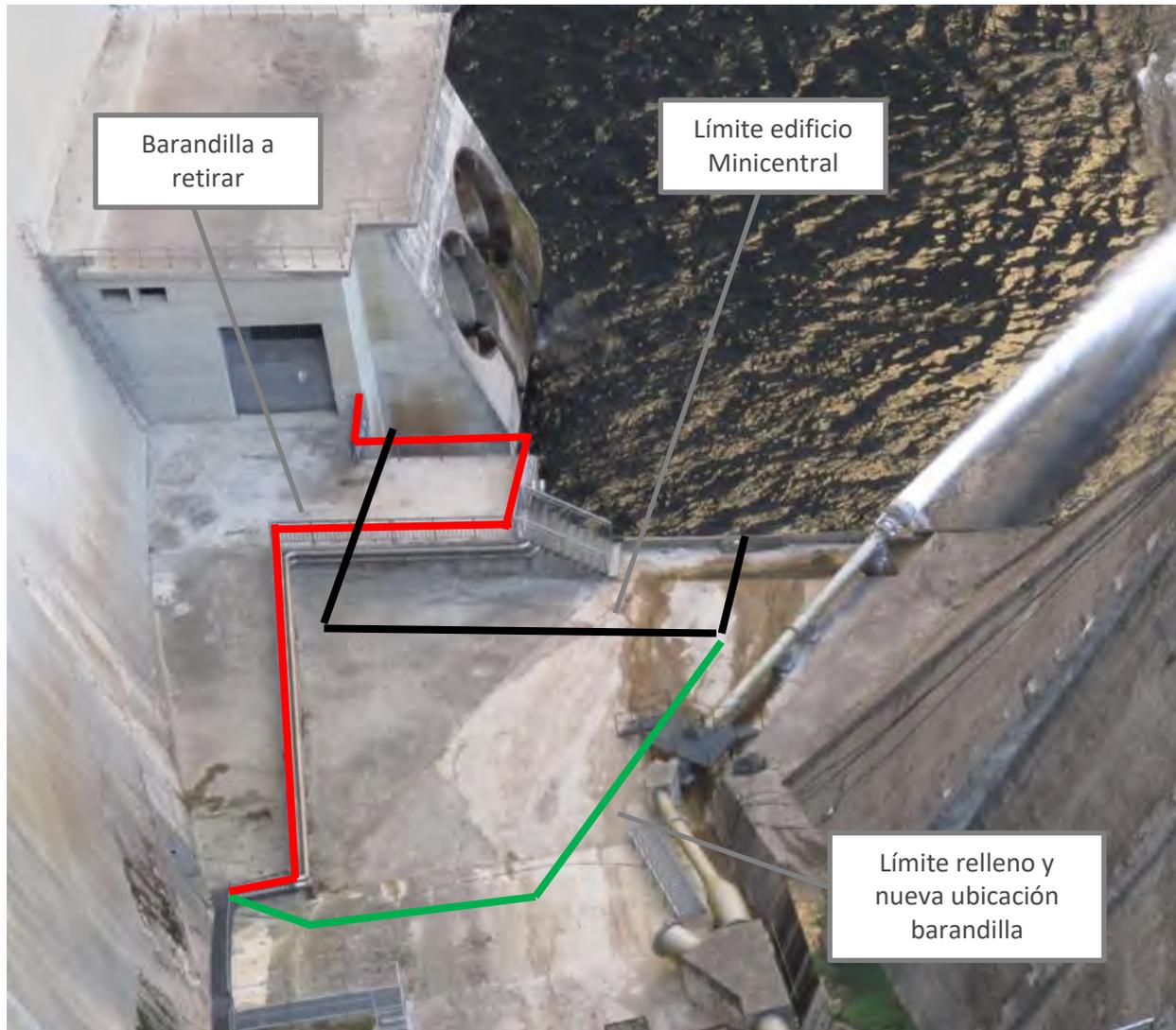
Los conductos de drenaje de la presa serán repuestos bordeando el exterior del relleno, en la parte final el vertido se hará con una forma de vela similar a la actual.



En el caso del cable de señal del caudalímetro este será repuesto por el exterior del edificio, mientras el transmisor del caudalímetro será trasladado al interior de la minicentral.

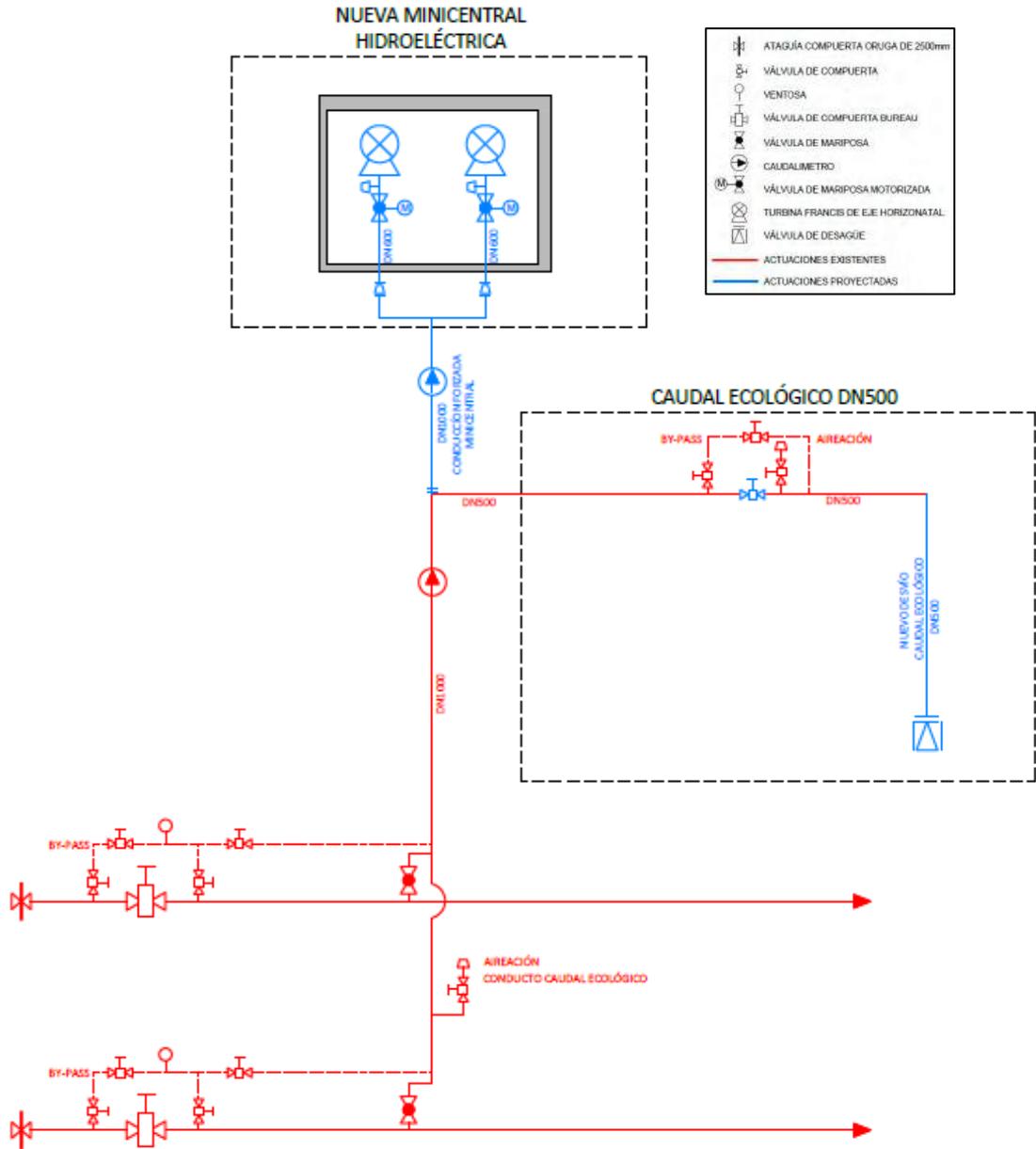


Finalmente, para permitir el acceso a todo el relleno y proteger frente a caídas, la barandilla existente en la zona de encuentro entre el futuro relleno y la losa actual será desmontada y reaprovechada en el nuevo límite del relleno.

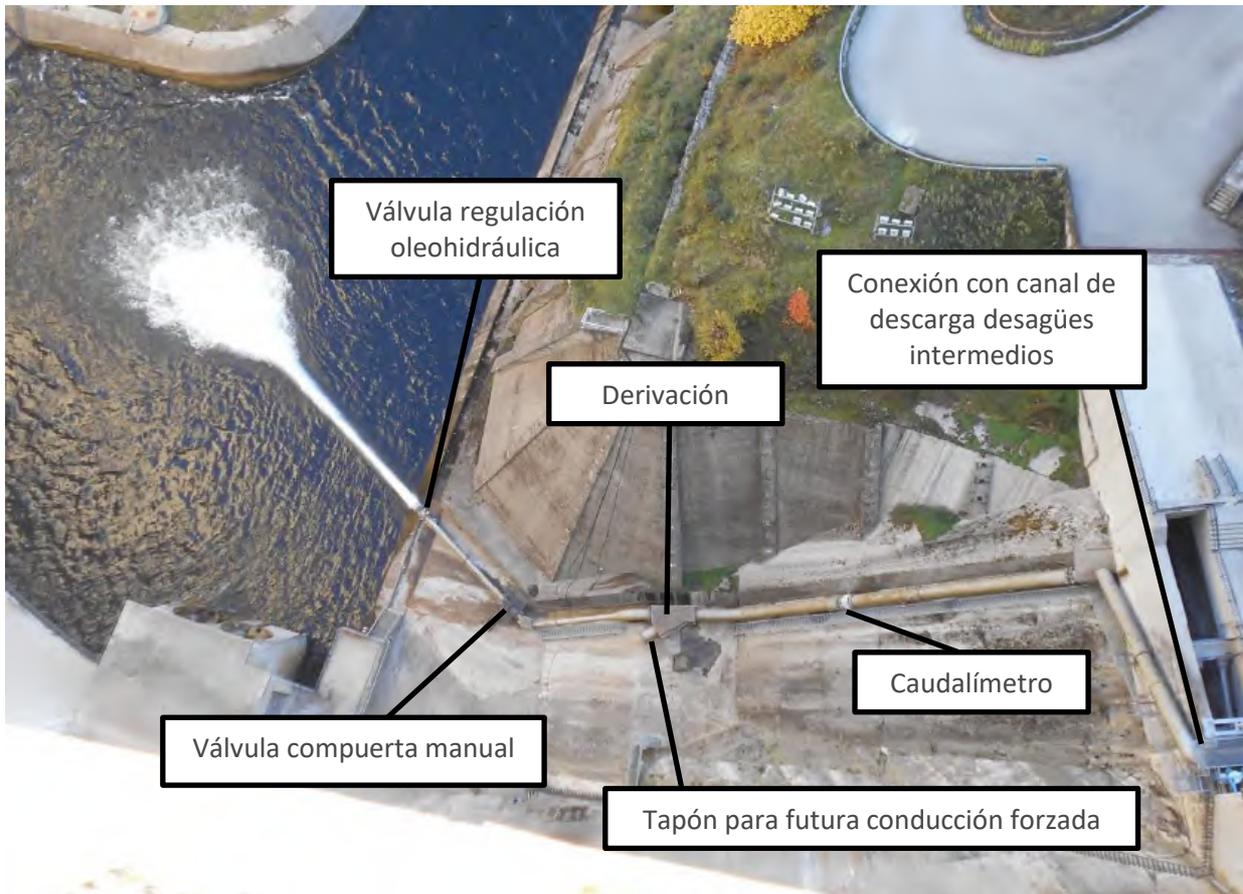


6.2 Conducciones

Como complemento a la minicentral se diseñan dos actuaciones relativas a conducciones. Por un lado, el tramo de conducción forzada que debe unir el circuito existente con las turbinas y el desvío de la conducción actual de vertido del caudal ecológico. En este último está previsto, además, sustituir la válvula de regulación y la válvula de compuerta previa.



Actualmente el caudal ecológico se descarga por una conducción de acero que parte de cada uno de los dos canales de descarga de los desagües intermedios de la presa. El primer tramo de cada conexión existe una válvula de mariposa que permite cerrar cada una de las tomas de conexión, posteriormente se unen en una única conducción de 1.000mm que baja adosada a la estructura del canal de descarga para posteriormente cambiar su dirección y dirigirse hacia el cuenco amortiguador del desagües de fondo. En este tramo se sitúa el caudalímetro existente y posteriormente se encuentra una derivación a dos conducciones de 1000 mm, en una de cuyas ramas se dejó prevista con un tapón a la espera de la construcción de la minicentral y en la otra se produce una reducción a 500 mm que finalmente vierte el caudal ecológico. En el tramo final de 500 mm existe una válvula de compuerta manual y el vertido final se regula mediante una válvula de chorro hueco de accionamiento oleohidráulico.

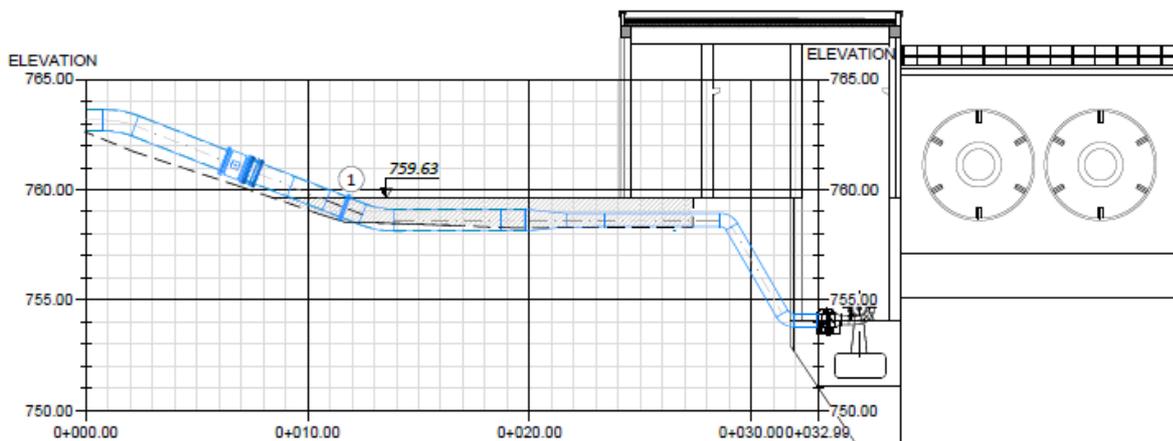
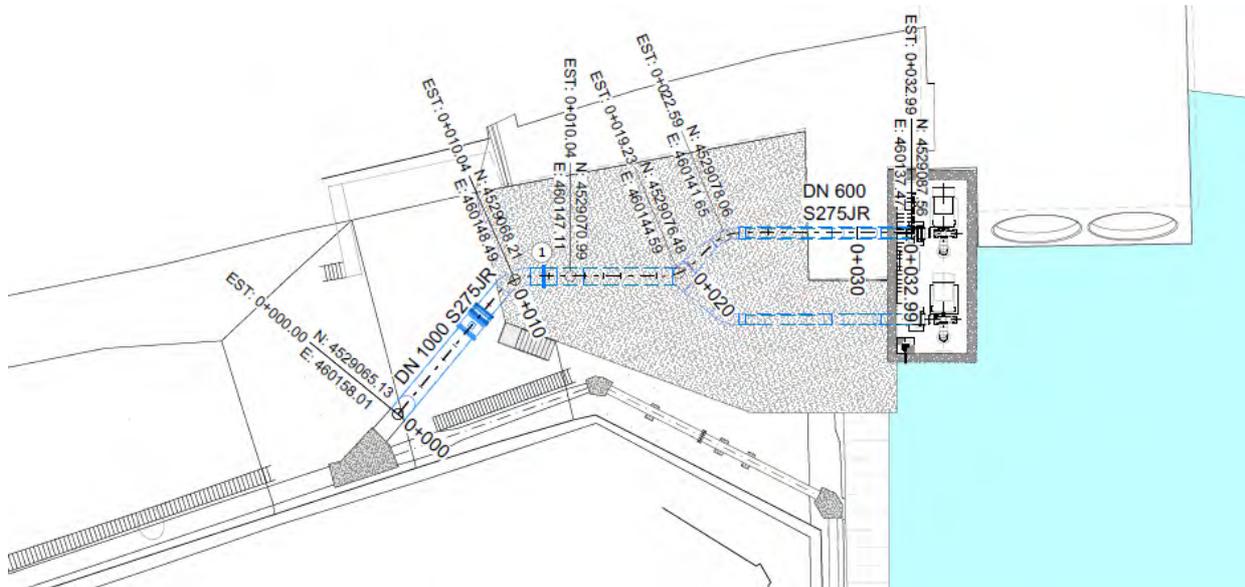


6.3 Conducción forzada de la minicentral

El circuito hidráulico de la minicentral se completa a partir del tapón previsto en la conducción actual del caudal ecológico. El tramo proyectado de conducción forzada es el comprendido entre este tapón aguas abajo de la derivación del caudal ecológico y cada una de las dos turbinas.

El primer tramo de la conducción se unirá a la conducción existente respetando el diámetro de 1000 mm y la alineación, tras bajar paralelo al paño de hormigón existente se introduce un codo horizontal para dirigir la conducción hacia la minicentral e inmediatamente aguas abajo un codo vertical. En la transición de los codos la conducción pasará de ir al aire a quedar embebida en el relleno exterior a la conducción. Tras unos 10 metros horizontales se diseña una derivación simétrica con reducción a diámetro 600 mm, posteriormente se sitúa un codo horizontal en cada rama para alinearlos en planta con las turbinas, tras lo cual cada rama baja hasta la cota prevista de conexión con las válvulas de mariposa previas a las turbinas.

El diámetro 600 mm de las derivaciones es coincidente con el diámetro de las válvulas de mariposa, mientras que en el tramo común se ha tratado de proyectar la mayor longitud posible en diámetro 1000 mm para minimizar las pérdidas hidráulicas en el circuito. El coste debido al mayor tamaño del primer tramo respecto al tamaño de llegada será compensado con el aumento de producción eléctrica.



La longitud en planta de la conducción forzada son aproximadamente 20 metros en diámetro 1000mm hasta la derivación y unos 13 m adicionales de cada rama hasta las turbinas. Toda la conducción forzada se proyecta en acero de grado S275JR, el tramo de diámetro 1000 mm tiene un espesor de 10 mm, mientras que los tramos de 600 mm el espesor será igual a 8 mm.

Tanto la derivación como cada uno de los codos tiene asociado su propio dado de anclaje para contrarrestar los empujes hidrostáticos. Los dados serán de hormigón armado (HA-30/B/20/Ila+H) y quedarán integrados en el relleno. En aquellos codos cuya resultante no se dirige hacia la losa existente se prevé la utilización de bulones de anclaje químico al hormigón existente.

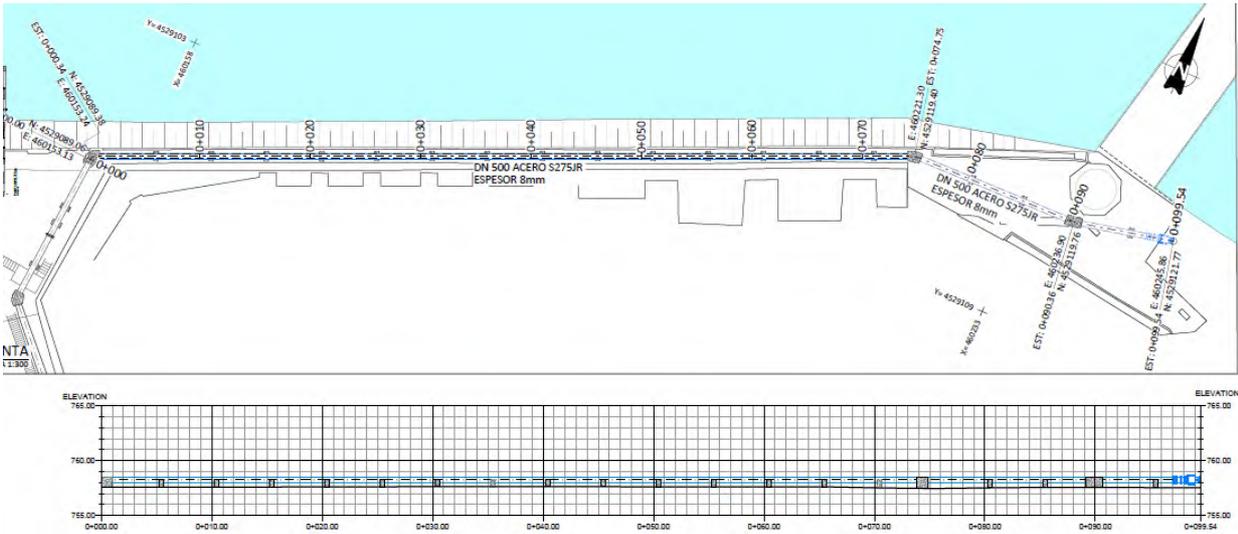
6.4 Desvío de la conducción existente de caudal ecológico

Tal y como se ha expuesto anteriormente, la ejecución del edificio de la minicentral requiere el vaciado del cuenco amortiguador sobre el que vierte actualmente la conducción del caudal ecológico. El cuenco amortiguador de los desagües de fondo finaliza en un vertedero que lo conecta con un segundo cuenco,

asociado a los canales de desagüe intermedios, tras el cual se produce la restitución al río. Se proyecta el desvío de la conducción actual por el pasillo existente en la margen derecha del cuenco amortiguador, hasta agua abajo del vertedero entre ambos cuencos.

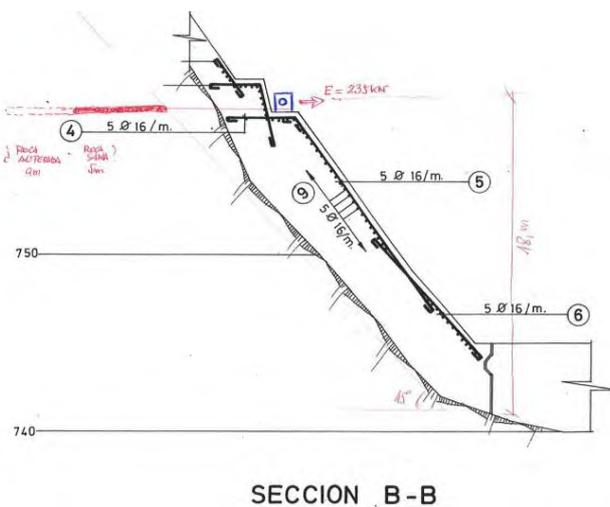


El trazado del desvío comienza en el punto donde actualmente se encuentra la válvula de regulación, tras cuyo desmontaje se instalará un codo horizontal para alinear la tubería al pasillo. En la parte final del cuenco, el pasillo llega a una plataforma donde existe un pozo en altura, por lo que el trazado evitará este obstáculo y se alinearán con la dirección de lanzamiento prevista hacia el punto de impacto de los canales de desagüe intermedios, aproximadamente coincidente con el centro geométrico del cuenco. El trazado es horizontal respetando la cota actual de la conducción existente y la conducción será aérea en todo el tramo, con apoyos de hormigón armado cada 5 metros. El desvío tiene la misma sección y material que la tubería existente, diámetro 500 mm y acero de grado S275JR, con un espesor mínimo de 8 mm conforme al cálculo mecánico realizado para la conducción. En total, el desvío tendrá una longitud de unos 100 metros.

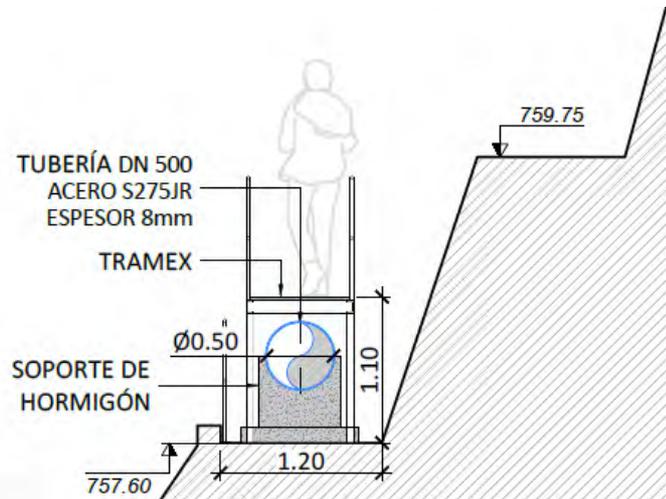


El trazado requiere en total tres (3) codos los cuales serán anclados nuevamente con dados de hormigón armado (HA-30/B/20/IIa+H).

En este caso, los dos primeros codos cuya resultante se dirige hacia el interior del cuenco será necesario anclarlos al terreno existente. En la misma ladera derecha del cuenco por el que se va realizar el desvío existe una obra de bulonado de la época de la construcción de la presa, con un hormigonado en el pie de la ladera y la colocación de costillas de hormigón armado ancladas contra el terreno probablemente con el objetivo de estabilizar la ladera. Como el empuje hidrostático de estos codos tiende a abrir la junta existente entre la roca y el hormigón del cuenco y debido al desconocimiento que se tiene del sistema de estabilización de la ladera se adopta el criterio de no transferir la fuerza del codo en el volumen de hormigón que conforma el cuenco. Se proyecta un anclaje que transfiera estas fuerzas al macizo rocoso soportado por las costillas bulonadas, bajo la suposición de que las cargas introducidas de forma puntual sean asumibles por esta obra de refuerzo en la ladera. Con este planteamiento, se dispondrá un sistema de anclaje de los macizos a la roca, mediante bulones pasivos.



El pasillo por el que se ejecutará el desvío resulta bastante estrecho por lo que una vez instalada la tubería no se podría acceder al fondo del cuenco. Para salvaguardar el paso se prevé la instalación de una estructura de tramex sobre la conducción.



Este desvío se dejará de manera definitiva para permitir en el futuro el vaciado del cuenco si fuera nuevamente necesario. El caudal ecológico una vez construida la minicentral se servirá por el canal de descarga de las turbinas y la conducción quedará como respaldo en caso de paradas por mantenimiento o reparación.

La conducción actual dispone de dos válvulas las cuales serán sustituidas dentro del alcance del proyecto:

- La válvula de regulación existente, que debe ser desmontada para ejecutar el desvío, es de accionamiento oleohidráulico y su reutilización en el nuevo punto de vertido implicaría prolongar el sistema de conducciones de aceite aproximadamente 100 metros, además de la sustitución de los conductos oleohidráulico existentes aumentando el diámetro de los mismos para compensar el aumento de pérdidas hidráulicas. Como estas conducciones se encontrarán a la intemperie y debido a la cercanía del cuenco y del propio río Lozoya, existe un riesgo de vertido de aceite con el consecuente impacto medioambiental. Igualmente, la DIA del proyecto no recoge esta circunstancia por lo que la realización de la consulta, considerando que la tramitación ambiental duró aproximadamente 6 años, podría prolongar sensiblemente los plazos planteado para llevar a cabo el proyecto. Por los motivos anteriores, se opta por instalar una nueva válvula de regulación DN500 mm, tipo Howell-Bunger, de accionamiento eléctrico evitando la exposición del entorno a posibles vertido de aceite. Esta válvula estará telemanda y alimentada desde la propia minicentral, para lo cual se llevará adosada a la misma la línea de alimentación y el cable de posicionamiento.
- Como respaldo para la válvula de regulación actual, existe una válvula de compuerta de accionamiento manual. Como parte de los alcances del proyecto, el Canal de Isabel II tenía previsto la motorización de esta válvula, sin embargo, analizando el coste de mercado de esta actuación se observa que no es mucha la diferencia económica con la sustitución por una nueva válvula de accionamiento eléctrico. Por lo tanto, se opta por el remplazo por una válvula de compuerta DN 500 de accionamiento eléctrico, que respete el bypass existente para equilibrar las presiones durante las operaciones de cierre y apertura. El accionamiento

de esta válvula se hará in-situ, evitando riesgos de operaciones incorrectas con el telemando, no obstante, se llevará hasta ella un cableado para su posicionamiento que discurrirá paralelo a la propia conducción.



6.5 Línea de evacuación de energía

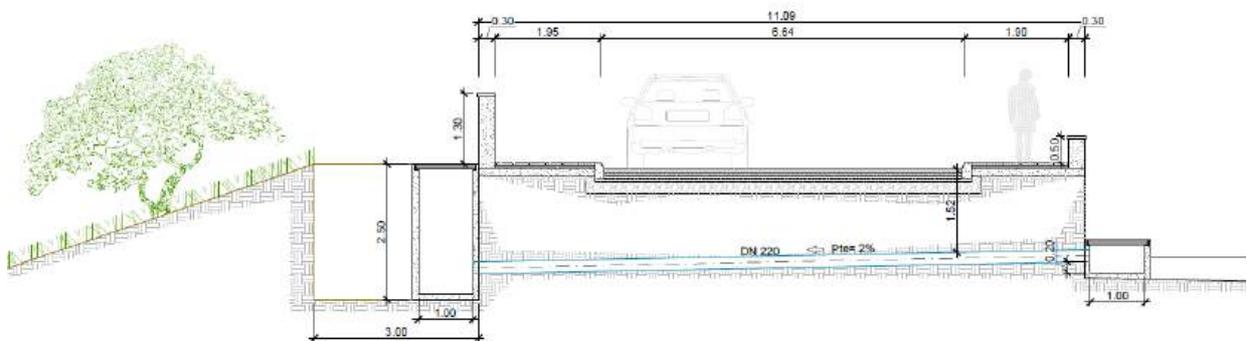
La energía producida por la minicentral será evacuada hasta el centro de transformación del estribo derecho de la presa a través de una línea de media tensión de 20 kV. Cabe destacar que el Canal de Isabel II tiene finalizado un proyecto para subir el centro de transformación situado actualmente en el cuerpo de presa hasta la coronación del estribo derecho, la ejecución de estas obras está cercana a su comienzo y se da por hecho que estarán finalizadas previa a la ejecución de la minicentral.

En el interior de la central la línea de evacuación parte de los generadores asociados a cada turbina con tres (3) conductores de 240 mm² (AL RHZ1-OL 12/20kV) hasta los transformadores de potencia 6/20kV de 2000 kVA. Cada transformador conecta con su celda mediante tres (3) de conductores de 150 mm² (AL RHZ1-OL 12/20kV). A partir de la celda de salida comenzará el trazado exterior a la minicentral.

La línea de evacuación compartirá trazado exterior con una línea de fibra óptica hasta el centro de transformación. La línea estará compuesta por tres (3) conductores de 150 mm² (AL RHZ1-OL 12/20kV) más un cuarto conductor de reserva. La línea de evacuación comienza en la celda de salida de 20kV de la minicentral, tras un pequeño tramo bajo el relleno de hormigón exterior a la minicentral, se introducirá en una bandeja que discurrirá bajo las escaleras existentes paralelas a la conducción del caudal ecológico. Cruzará el canal de desagüe de medio fondo a través de una pequeña galería existente bajo el mismo con salida en pozo y subirá por la losa de hormigón hasta el estribo de la presa.



El cruce bajo la carretera de coronación se hará a través de una perforación sobre el hormigón en masa que conforma el propio estribo de la presa. Se realizarán tres (3) perforaciones de 220 mm de diámetro, una para el paso de la línea de evacuación de energía, otra para la fibra óptica y una tercera de reserva para futuros usos. En el interior de cada perforación se albergará un tubo de PEAD DN200mm y en el interior de uno de ellos la línea eléctrica. La perforación se hará a una distancia mínima de 1,5m respecto a la rasante de la carretera y permitirá que el tráfico de la misma no se vea afectado. A ambos lados de la perforación se dejará previstas arquetas de registro y control.



El punto de cruce de la perforación se ha alineado con el murete existente en la explanada del estribo sobre la que se tenderá la línea atrás el cruce. Este tramo hasta el centro de transformación se realizará dentro de una tubería de PEAD 200mm que quedará embebida en un dado de hormigón que recrecerá el muro existente en la explanada. Para evitar la acumulación de agua en el muro se realizarán taladros de 20 mm cada 5 metros.



Finalmente, la entrada al futuro centro de transformación se hará por una arqueta existente sobre la acera de la explanada del estribo y allí se conectará a una celda que quedará prevista para tal fin. Desde este punto, la energía será evacuada hacia el centro de reparto a través de una línea área existente de 20 kV.

6.6 Línea de fibra óptica

Para las comunicaciones de la minicentral con la sala de control de la presa situada en la zona del embalse, en la margen derecha, se dispondrá de una línea de fibra óptica de 32 fibras monomodo. El trazado de la fibra óptica será común a la línea de energía hasta el centro de transformación. En el primer tramo bajo el relleno se situará un tritubo de 50mm, posteriormente en la canaleta la fibra óptica irá junto a la línea eléctrica separada por un tabique. El cruce de la carretera lo realizará por una de las perforaciones separada de la línea de evacuación de energía. En el tramo común sobre el murete de la explanada del estribo, la fibra óptica irá por encima de la tubería de PEAD que albergará la línea de energía donde se dispondrá de nuevo el tritubo de 50mm.

A partir del centro de transformación, el trazado de la fibra se bifurcará para continuar por el prisma de hormigón del murete con el tritubo de 50mm. Al finalizar el murete, se adosará una canaleta al muro perimetral de la carretera de acceso a las oficinas del Canal y la sala de control. La canaleta llegará hasta en saliente del muro, sobre el cual se disponen algunos equipos de medida de meteorológica de la presa, punto en el cual pasará a ir enterrada en una pequeña zanja de 0.30x0.50 m hasta la arqueta de entrada previa a la sala de control.



Una vez en la sala de control, la fibra se llevará hasta un nuevo cuadro repartidor que se ubicará en un hueco reservado en la sala para tal fin, del que se conectarán las fibras necesarias con el rack existente en la misma sala.

Adicionalmente, en la sala de control existe un separador galvánico de una salida, que recibe señal del caudalímetro del caudal ecológico. Este será sustituido por otro separador de 2 salidas, para poder reportar lectura también al PLC de la minicentral.

6.7 Actuaciones en el centro de conmutación automática y centro de reparto del cerro

En uno de los cerros de la margen derecha de la presa se ubica un centro de conmutación automática y un centro de reparto de energía. Este es el punto de entrada y evacuación de la energía a la presa. Actualmente existen dos posibles opciones de evacuación desde el cerro a la red, un alimentador propiedad del Canal (Valdetales) y otro alimentador de Iberdrola. La línea preferente y habitual de salida será de la de Canal.

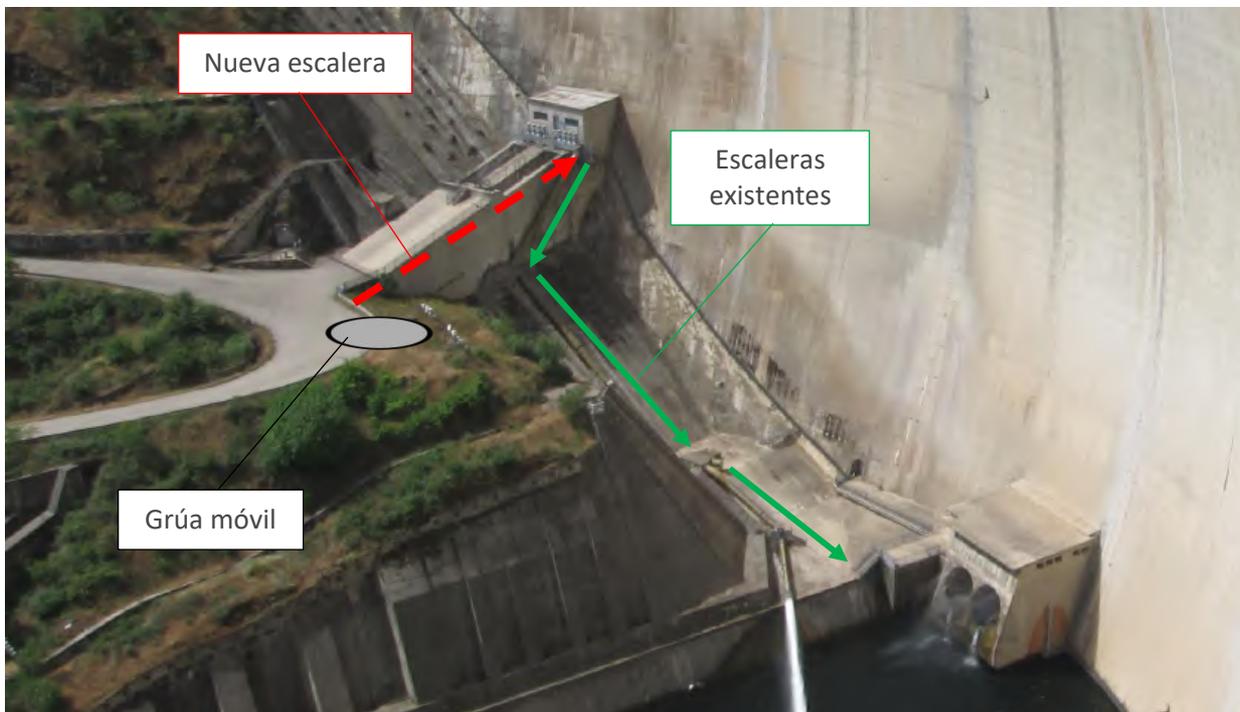
De las consultas realizadas a Iberdrola, se obtuvo respuesta negativa a que la minicentral exportase energía a través de su alimentador, cuando este estuviera en servicio. Por lo tanto, se proyecta la instalación de un relé antivertido para asegurar que la minicentral no exporte la energía a través del alimentador de Iberdrola, el cual estará alimentado desde el SAI de la sala de conmutación. Como complemento, se sustituirán los transformadores de tensión e intensidad (TTs y TIs) de la celda de medida del alimentador de Iberdrola por otros con devanado dedicado al relé, añadiendo otro adicional para el equipo de medida. Y finalmente, se instalará una periferia distribuida en el centro de conmutación automático que está comunicada con el PLC de la minicentral. Dicha periferia recogerá los estados digitales de la conmutación de alimentadores y evento de disparo del relé antivertido. Cabe destacar que la sala de control de la presa y el centro de reparto del cerro se encuentran comunicados mediante fibra óptica.

6.8 Otras actuaciones auxiliares

Por último, se destacan dos actuaciones de menor relevancia, pero importantes para garantizar la ejecución de las obras.

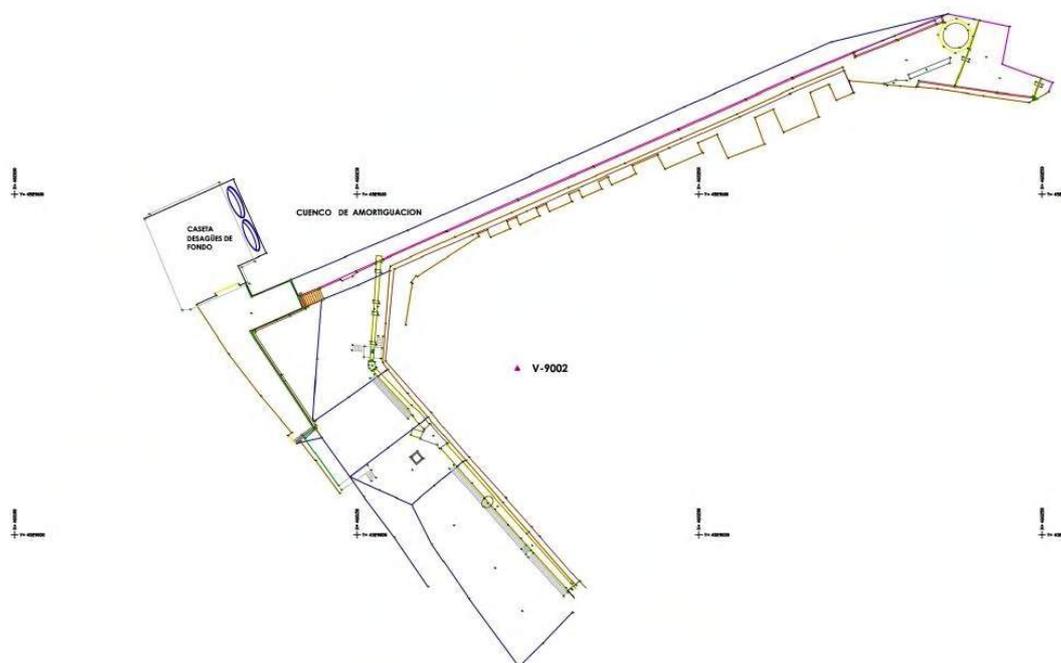
Para permitir el acceso durante las obras a la zona de implantación de la minicentral se proyecta la instalación de una nueva escalera metálica adosada al canal de descarga de los desagües de medio fondo de la presa. Este acceso, adicionalmente permitirá independizar los accesos de la presa y la minicentral, en previsión de que el personal de explotación de la minicentral no sea el mismo que el de presa. La escalera partirá de la carretera de acceso a los canales de desagüe intermedios e irá hasta el trames existente sobre la tubería del caudal ecológico, en ese punto se podrá acceder a través de las escaleras existentes.

Por otro lado, la ubicación de la minicentral a pie de presa tiene un acceso muy complicado por lo escarpado de la cerrada, sin que exista la posibilidad de ejecutar caminos de obra de un modo técnico y económicamente razonable. Por este motivo, como medio auxiliar para la ejecución de las obras destaca la necesidad de instalar una grúa que permita el acopio de materiales y maquinaria a pie de la minicentral. Se ha previsto la instalación de una grúa móvil durante las obras situada una curva de la carretera que cruza al río agua abajo de la presa, punto en el cual se han ubicado grúas en otras ocasiones para la realización de actuaciones en esta zona de la presa. La carretera sobre la que se propone ubicar está controlada por la seguridad del Canal y no se permite el tráfico libre.



7 TOPOGRAFÍA

Para el presente Proyecto se ha empleado como cartografía base un levantamiento a escala 1/500 del área de la futura implantación del edificio de la minicentral hidroeléctrica, junto a los desagües de fondo de la presa, realizado por encargo de CANAL DE ISABEL II, con fecha de diciembre de 2021.



La cartografía específica de proyecto se ha complementado con la cartografía oficial a Instituto Geográfico Nacional (IGN), así como los planos originales escaneados de los diferentes proyectos asociados a la construcción de la presa de El Atazar.

En **Anejo N°3: Cartografía y Topografía** se recogen la memoria de los trabajos topográficos realizados.

8 CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS

Debido a que los principales trabajos del Proyecto se sitúan sobre la losa de hormigón existe al pie la presa de El Atazar, no se considera necesario la realización de ensayos ni la elaboración de un estudio geológico y geotécnico.

Las actividades que potencialmente puedan requerir de mayor definición geotécnica serán las excavaciones sobre la losa de hormigón para ejecutar la minicentral y la tubería forzada, el anclaje al existente de los dados de los codos del desvío de la conducción del caudal ecológico y la perforación por debajo de la carretera en coronación. En todos estos casos el proyecto ha supuesto las condiciones del terreno conforme a la información existe, pero sin la realización de estudios específicos. Si durante los trabajos de ejecución de las obras se requiera otra información geotécnica deberán desarrollarse los ensayos y estudios pertinentes.

Finalmente, el presupuesto del proyecto prevé una partida a justificar para trabajos geotécnicos destinada a una potencial exigencia de estudios específicos de la zona del cruce de la carretera.

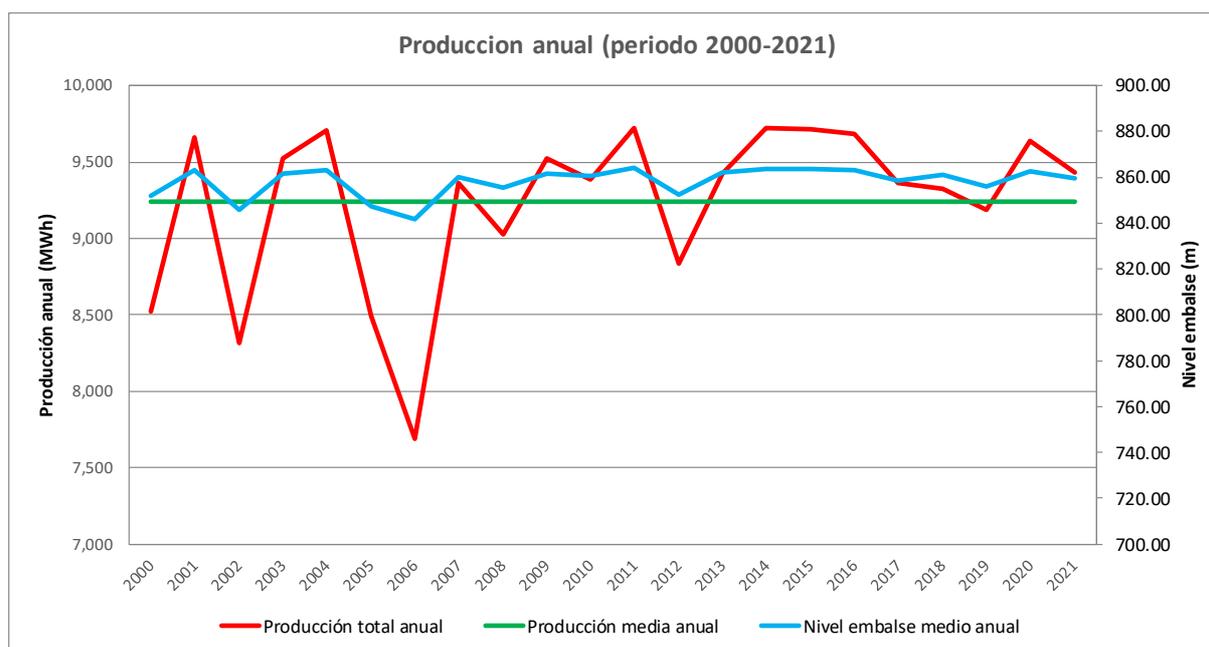
9 CÁLCULOS HIDRÁULICOS

Los principales cálculos hidráulicos realizados en el proyecto están relacionados con el cálculo de pérdidas de carga del circuito hidráulico de la conducción forzada de la minicentral y el posterior estudio de producciones.

Partiendo del circuito hidráulico proyectado para la minicentral y empleando los parámetros de pérdidas localizadas y continuas habituales se obtiene las pérdidas para el conjunto de los 4 caudales estacionales marcados por el Plan Hidrológico. Además, se considera la utilización de una o dos turbinas en función del valor del caudal y el rango habitual de funcionamiento. Los valores obtenidos de pérdidas son los siguientes:

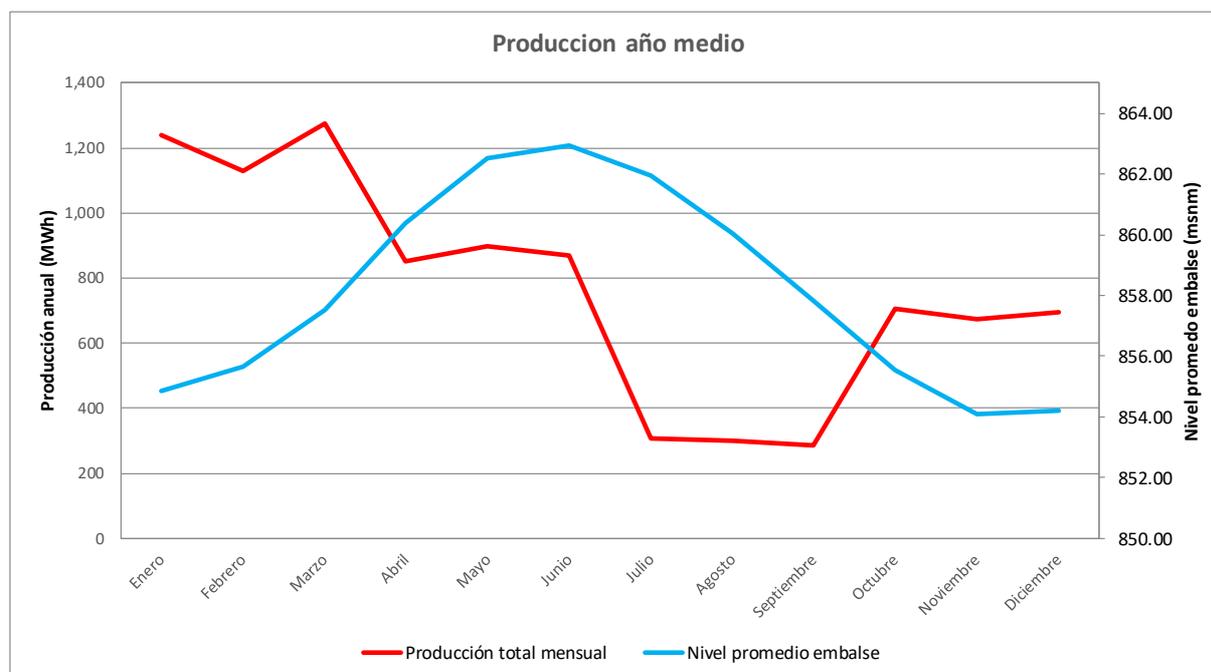
Q total	Nº Turbinas	Q turbina (m ³ /s)	Δh (m)
0.52	1	0.520	0.516
1.09	1	1.090	2.247
1.39	2	0.695	3.015
2.03	2	1.015	6.418

A partir de las pérdidas hidráulicas, de los rendimientos de turbinas facilitados por los fabricantes de equipos y del registro de alturas de los últimos 22 años completos (periodo 2000-2021) se calcula la **producción media anual de la minicentral de 9.200 MWh**.



Adicionalmente, tomando como referencia los niveles de embalse del periodo 2000-2021 se obtiene la altura promedio mensual con la cual se calcula la producción de un año medio. De este modo, debido a la variación estacional de caudales, el mes con menor producción sería septiembre con menos de 300 MWh y el mes de mayor producción marzo con caso 1.300 MWh. **La producción total anual del año medio es de unos 9.230 MWh.**

Mes	Qtotale (m³/s)	Nº Turb	Q turbina	Rto.	Nivel Emb (m)	Hbruta (m)	AH (m)	Hneta (m)	Prod (MWh)
Enero	2.03	2	1.0150	0.9237	854.86	100.86	6.42	94.44	1,240.77
Febrero	2.03	2	1.0150	0.9237	855.66	101.66	6.42	95.24	1,130.19
Marzo	2.03	2	1.0150	0.9238	857.50	103.50	6.42	97.09	1,275.67
Abril	1.39	2	0.6950	0.8727	860.37	106.37	3.01	103.36	850.14
Mayo	1.39	2	0.6950	0.8728	862.51	108.51	3.01	105.49	896.74
Junio	1.39	2	0.6950	0.8726	862.94	108.94	3.01	105.92	871.17
Julio	0.52	1	0.5200	0.7835	861.94	107.94	0.52	107.43	306.65
Agosto	0.52	1	0.5200	0.7823	860.03	106.03	0.52	105.52	300.76
Septiembre	0.52	1	0.5200	0.7820	857.82	103.82	0.52	103.31	284.84
Octubre	1.09	1	1.0900	0.9311	855.53	101.53	2.25	99.28	705.97
Noviembre	1.09	1	1.0900	0.9312	854.08	100.08	2.25	97.83	673.35
Diciembre	1.09	1	1.0900	0.9312	854.20	100.20	2.25	97.95	696.62
TOTAL									9.232,88



En **Anejo Nº5: Cálculos hidráulicos** se recogen con mayor detalle los cálculos hidráulicos realizados.

10 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Dentro de los cálculos eléctricos se ha realizado el diseño de la instalación de baja tensión del edificio en cuanto secciones de cables, canalizaciones interiores, cálculo de la red de puesta a tierra, etc. Se incluye además el diseño de la iluminación de la minicentral.

Por otro lado, se dimensiona la línea de evacuación de salida de la energía producida, la cual se compondrá de 3x150 RHZ1 12/20 KV Al + 1x150 de reserva conforme a las indicaciones dadas por Canal de Isabel II.

En cuanto a los transformadores, se tendrá un total de tres siendo todos ellos secos. Se prevé un transformador por cada grupo de generación de una potencia de 2000kVA y unas tensiones de 20/6kV, al que habrá que añadir un transformador de servicios auxiliares de 100kVA y 20/0,42 Kv.

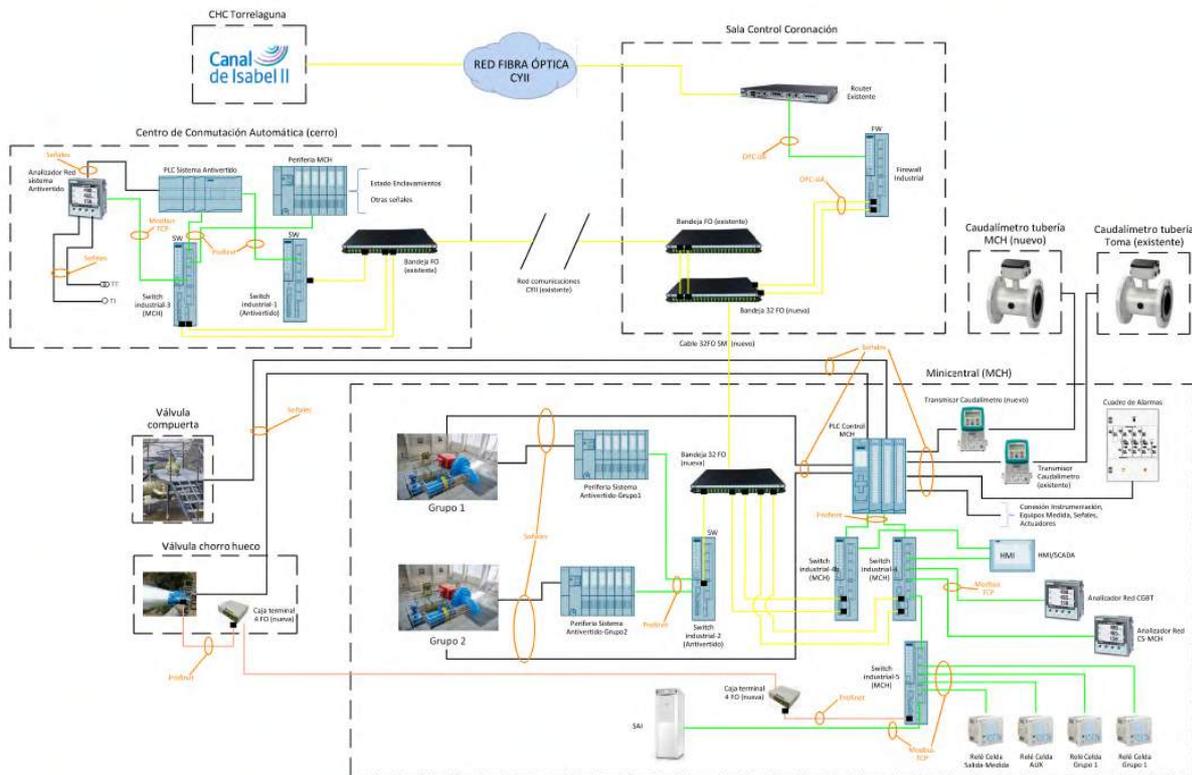
Finalmente, se describen otras actuaciones situadas fuera del ámbito estricto del proyecto pero necesarias para el funcionamiento completo, como son las actuaciones a realizar en el centro de reparto del cerro y en la sala de control de la presa.

En **Anejo N°8: Cálculos eléctricos** se muestran los cálculos eléctricos completos.

11 INSTRUMENTACION Y CONTROL

A partir de instrumentación existente en la presa, así como los nuevos equipos proyectados dentro del proyecto se establece la arquitectura de control de la futura minicentral, así como su conexión con los sistemas actuales del Canal de Isabel II tanto en la presa como a nivel global.

La arquitectura del sistema de instrumentación y control se fundamenta en el nivel de campo con la instrumentación prevista, a nivel de control con los PLCs, periféricas, etc., el nivel de control centralizado de toda la minicentral a partir del SCADA y la red de comunicaciones prevista a partir de la línea de fibra óptica de 32 fibras monomodo.



Por otro lado, se establecen los cuatro modos de funcionamiento de la minicentral y las secuencias de arranque asociados a cada uno de ellos.

- **Remoto-Automático:** será el modo habitual de funcionamiento. El Sistema estará controlado por el PLC principal de la Minicentral, que recogerá todas las señales de campo, las procesará según la programación de automatismos configurada y las consignas programadas en el SCADA y enviará las órdenes correspondientes a los elementos actuadores de campo.

- Remoto-Manual: el Sistema estará controlado por el PLC principal de la Minicentral, pero éste recibirá órdenes y/o consignas introducidas por el Operador en el SCADA (o a través de un HMI). En este caso, el PLC deberá verificar las condiciones de ejecución de las órdenes y los correspondientes enclavamientos para evitar situaciones que puedan poner en riesgo la integridad física de personas o de la instalación.
- Local-Manual: el Sistema estará controlado desde el Armario de Control, a través de botoneras. De nuevo, dichas señales pasarán a través del PLC para verificar las condiciones de ejecución de las órdenes y los correspondientes enclavamientos. Este modo se utilizará únicamente para realizar labores de Mantenimiento o en situaciones de Emergencia.
- Fuera de Servicio: el Sistema estará parado, por labores de Mantenimiento o por avería/fallo general o en alguno de los componentes principales de la instalación.

En **Anejo Nº9: Instrumentación y control** se recogen con mayor detalle el procedimiento de instrumentación y control propuesto para la minicentral.

12 CÁLCULOS MECÁNICOS

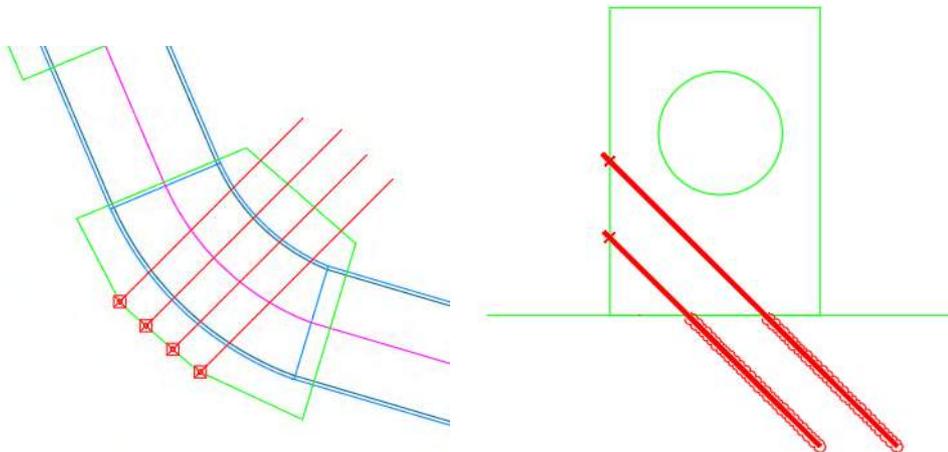
Los cálculos mecánicos realizados en el proyecto se centran en el dimensionamiento de la conducción forzada de la minicentral así como de la prolongación de la tubería de alivio del caudal ecológico.

Ambas conducciones se diseñan con el mismo material que las existentes, acero de grado S275JR, y se calcula el espesor mínimo por diferentes criterios: razones de transporte e instalación, condiciones de presión interna, valores mínimos comerciales y como elemento autoportante. El espesor finalmente seleccionando es el más restrictivo de todos los criterios:

- Tramo conducción forzada de diámetro 1000mm: 10 mm de espesor.
- Tramos conducción forzada de diámetro 600 mm: 8 mm de espesor.
- Desvío conducción actual de vertido del caudal ecológico de diámetro 500 mm: 8 mm de espesor.

Además, dentro del **Anejo N°7: Cálculos mecánicos** se recogen también los cálculos estructurales correspondientes a los anclajes de los codos de las conducciones y los apoyos de la tubería de desvío del caudal ecológico.

Las dimensiones y forma de los dados de anclaje han sido adecuados a los codos y piezas especiales de las conducciones, resaltando que en aquellos codos cuyo empuje resultante no se dirija hacia el terreno existente (losa de hormigón) se ha previsto la utilización de elementos de anclaje con bulones contra la solera de hormigón en masa para garantizar la estabilidad del macizo.

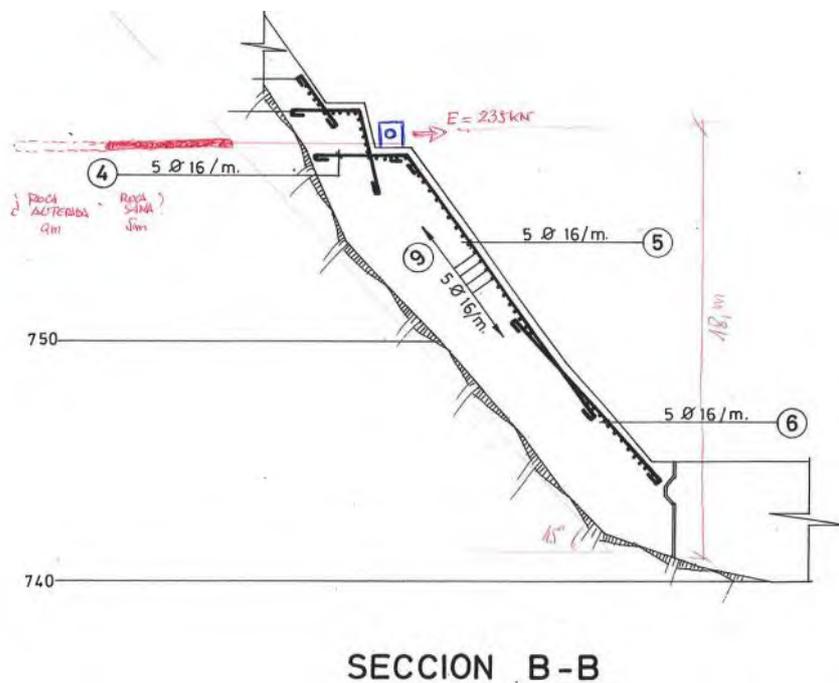


En el caso del desvío de la conducción de del caudal ecológico, considerando las condiciones geológicas de la ladera existente se ha observado que en la construcción de la presa han sido llevadas a cabo obras de bulonado en la margen derecha del cuenco amortiguador. Probablemente las obras de hormigonado en el pie de la ladera y la colocación de costillas de hormigón armado ancladas contra el terreno tuviesen el objetivo de estabilizar la ladera.

Debido a la magnitud de las acciones desestabilizadoras que induce la colocación de los codos horizontales de la tubería a presión cuya resultante del empuje hidrostático es hacia el cuenco amortiguador, se tendería a abrir la junta existente entre la roca y el hormigón del cuenco. Dado el desconocimiento que se tiene del sistema de estabilización de la ladera, con costillas de hormigón ancladas contra el terreno de adopta el criterio de no trasferir la fuerza del codo en el volumen de hormigón que conforma el cuenco se propone es anclar estas fuerzas en el macizo rocoso soportado por las costillas bulonadas, bajo la suposición de que las cargas introducidas de forma puntual sean asumibles por esta obra de refuerzo en la ladera.

El diseño detallado de estos elementos tendrá que efectuarse en la fase constructiva, cuando se pueda caracterizar convenientemente las características del terreno en el que deberán anclarse los bulones, pues en la actualidad se desconocen estos datos.

Se efectúa un prediseño con la finalidad de conocer la entidad de los anclajes. Para ello se considera que debe anclarse la carga de agotamiento de la sección de acero del bulón. la longitud del bulbo de anclaje para un bulón de diámetro $\varnothing 32$ resulta de 9.00 m para anclaje en roca alterada, y de 5.00m si las pizarras pueden considerarse de grado III o menor. En el proyecto se adopta el primera caso para estar de lado de la seguridad.

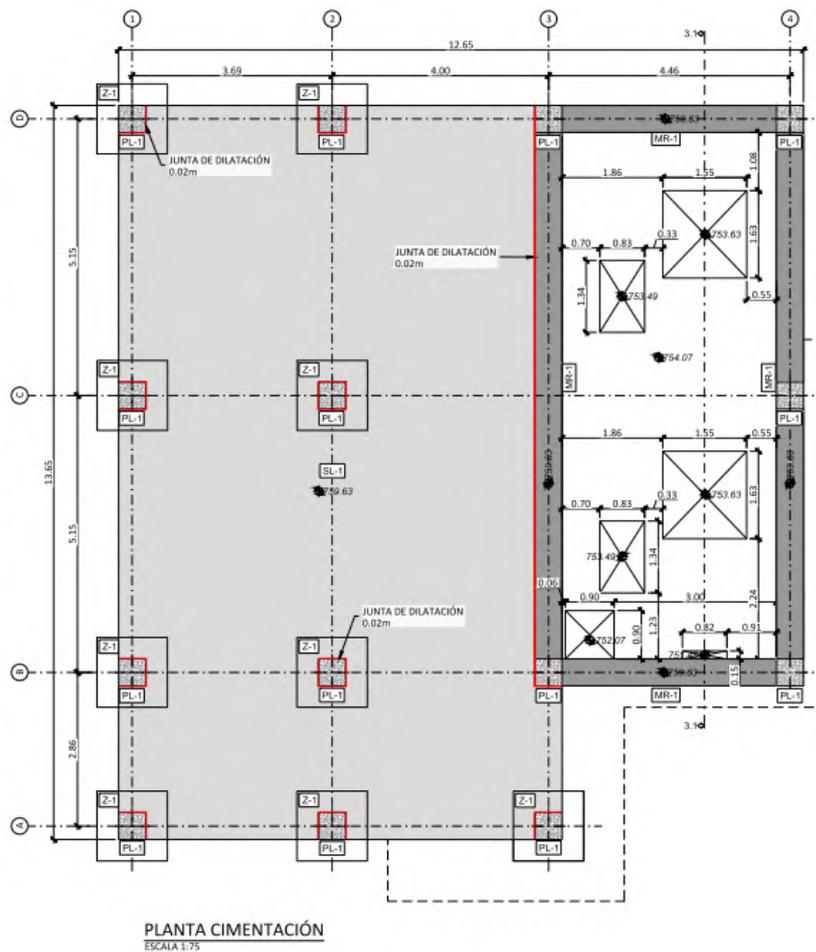


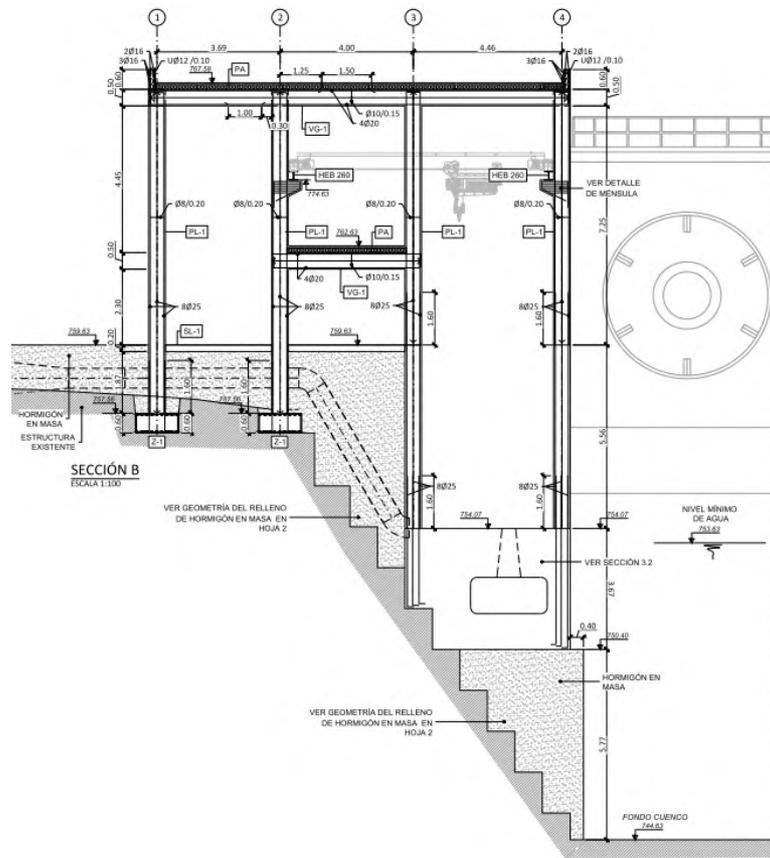
13 CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Los cálculos estructurales se centran en el diseño estructural del edificio de la Minicentral Hidroeléctrica del Atazar, así como en el procedimiento constructivo del mismo.

Las dimensiones geométricas en planta de la Minicentral son aproximadamente 12,65x13,65m, teniendo una altura en la zona de sótano de 5,56m y una altura de planta baja a cubierta de 7,75m. Es una estructura con cimentaciones, pilares, vigas, muros y solera de hormigón armado y con forjados de placas alveolares.

A continuación, se muestran unas imágenes de una planta y una sección de estructura de la Minicentral Hidroeléctrica del Atazar.

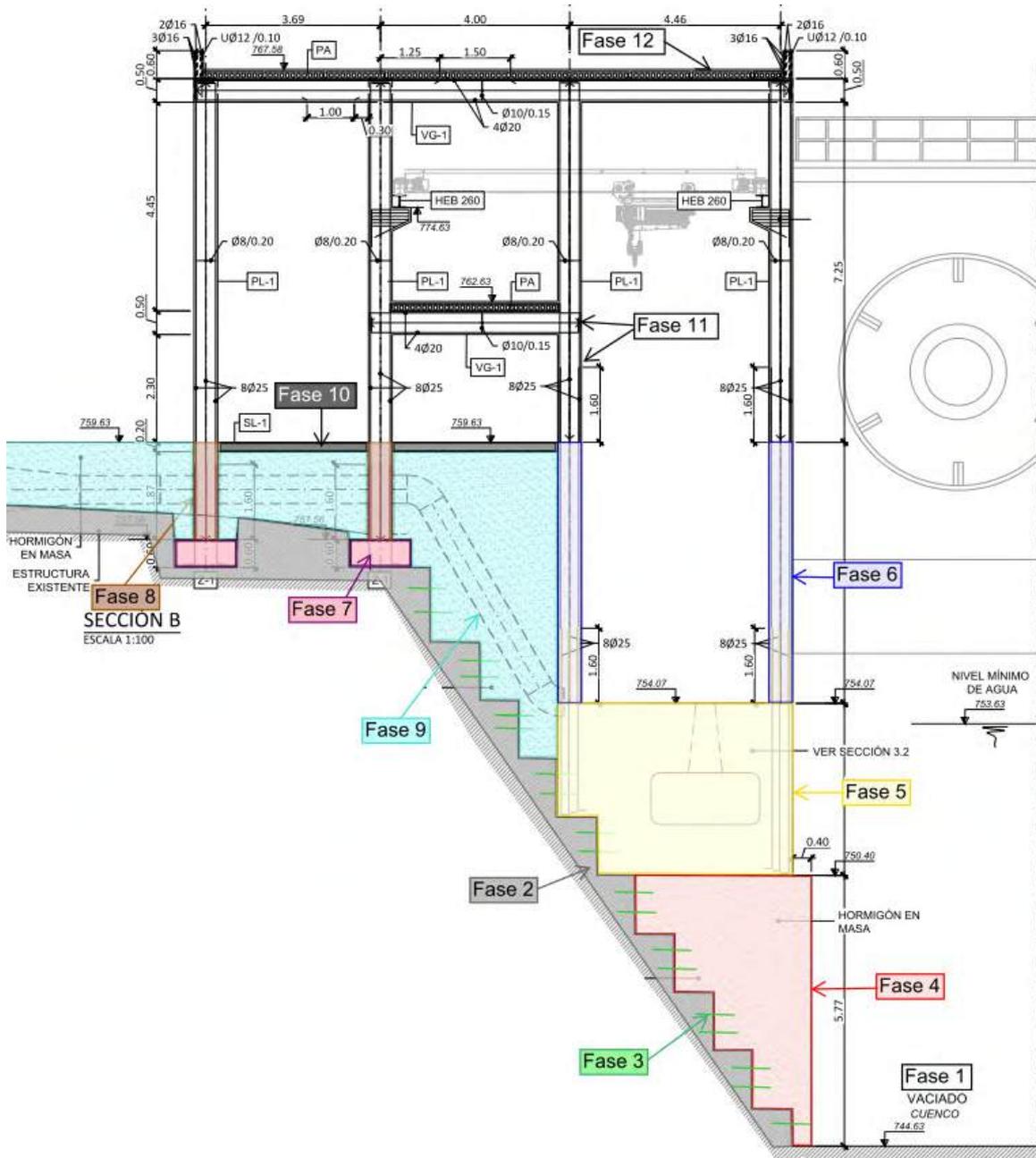




El proceso constructivo puede definirse en las siguientes fases:

- Fase 1: Situación actual con estructuras existentes y vaciado del cuenco.
- Fase 2: Ejecución de excavación del talud del cuenco, con la geometría de escalones definidos en planos, y ejecución de las excavaciones necesarias para las zapatas.
- Fase 3: Ejecución de los pernos de anclaje en la estructura existente.
- Fase 4: Ejecución del relleno de hormigón en masa, en tongadas de 0,5m hasta la cota 750,40.
- Fase 5: Ejecución de la losa de cimentación hasta la cota 754,07 dejando esperas para los muros.
- Fase 6: Ejecución de los muros hasta la cota 759,63 dejando esperas para las pilas.
- Fase 7: Ejecución de las zapatas hasta la cota 757,56 dejando esperas para las pilas.
- Fase 8: Ejecución de las pilas hasta la cota 759,63 dejando esperas para las pilas.
- Fase 9: Ejecución del relleno de hormigón en masa, en tongadas de 0,5m hasta la cota 759,43 en la zona de solera y hasta la cota 759,63 en la zona sin solera.
- Fase 10: Ejecución de la solera.
- Fase 11: Ejecución de pilares y vigas de los distintos niveles de forjados.
- Fase 12: Disposición de los forjados de placas alveolares en los distintos niveles.

A continuación, se muestra un croquis indicando las distintas fases.



Cabe destacar que, conforme a las indicaciones del Canal de Isabel II, el agua que sale de los desagües de fondo de presa no afecta al edificio de la Minicentral y por tanto no se ha tenido en cuenta su posible impacto en el diseño. Se recomienda que en futuras fases del proyecto esto sea comprobado, ya que en caso de que afectara se debería revisar el diseño como correspondiera.

En **Anejo N°6: Cálculos estructurales** se muestran los cálculos completos relacionados con esta disciplina.

14 OTROS ESTUDIOS AUXILIARES

14.1 Ventilación y climatización

La planta baja de edificio de la minicentral, donde se sitúan los grupos generadores, se encuentra dentro del cuenco amortiguador de la presa y no se pueden disponer de rejillas de ventilación al nivel de dicha planta, puesto que en caso de funcionamiento de los desagües de fondo o del aliviadero de la presa el nivel del cuenco podría subir y entrar al edificio. Por el motivo anterior no se puede asegurar la ventilación natural y se diseña para que tenga una ventilación forzada que produzca el movimiento de aire para el enfriamiento de equipos mecánicos y eléctricos.

El sistema consiste en un dos ventiladores axiales y dos conductos de sección variable reparten el aire por el edificio hasta llegar a los lados de los grupos de generación. Esta dimensionado para el funcionamiento de uno o dos ventiladores en función del funcionamiento de una o dos turbinas, pero para asegurar por lo menos un respaldo en caso de avería ambos ventiladores esta unidos al sistema. El caudal de aire externo del conjunto asegura el mínimo requerido de 102.000 m³/h. Cada ventilador podrá introducir al edificio un flujo superior a 61.900 m³/h a través de los conductos de acero galvanizado y rejillas que distribuirán el aire por la sala. El aire fresco se impulsará con un ventilador axial a las zonas donde se genera calor y luego por diferencia de presión el aire circulará hacia las rejillas de salida del edificio, que cuentan con una superficie de 20 m².

Por su parte, la sala de control u oficina de la minicentral dispone de un sistema de climatización con un "Split" de expansión directa con bomba de frío/calor para controlar la temperatura, con 2,5 kW de potencia refrigerante y 3,5 kW de potencia calefactora

En **Anejo N°28: Ventilación y climatización** recoge los cálculos justificativos de la especialidad

14.2 Protección contra incendios

El proyecto analiza la protección contra incendios del edificio de la minicentral en aplicación del Real Decreto 2267/2004 "Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales".

A partir de las características del edificio y su ubicación, se determina que el edificio tiene un nivel de riesgo intrínseco bajo frente a incendios. Tomando en consideración lo anterior, se analizan tanto los requisitos constructivos en cuanto al uso de materiales y la resistencia al fuego de cada elemento y se establece un sistema de protección contra incendios específico compuesto principalmente por sistemas de alarma, extintores de incendio (eficacia mínima del extintor 21 A).

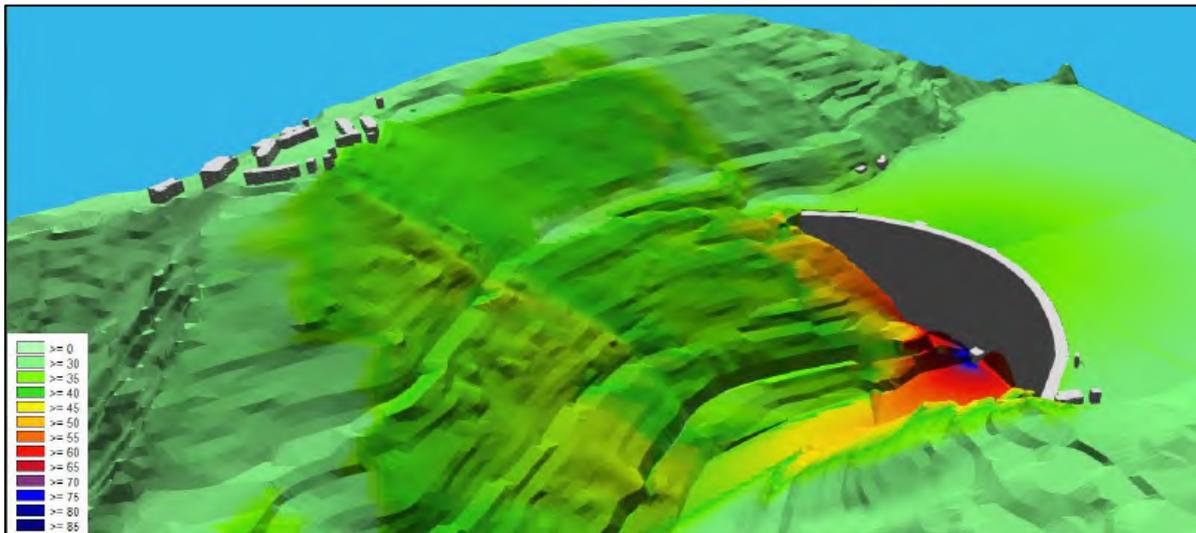
El presupuesto del proyecto contempla en el capítulo 6 la valoración del sistema de protección contra incendios, en el plano n°11 del Documento n°2 se presenta la ubicación de los elementos que componen

el sistema contra incendios y finalmente en el **Anejo N°25: Protección contra incendios** se muestra el análisis completo de la minicentral.

14.3 Ruido

En el **Anejo N°24: Protección frente al ruido** se analiza el impacto acústico que se producirá por la implantación de la nueva minicentral hidroeléctrica.

Tomando como base el terreno en el entorno de la minicentral y los niveles de ruido esperables en la misma, se ha desarrollado un modelo matemático de ruido (CADNA-A v2022) para determinar los niveles sonoros ambientales y su influencia sobre la zona residencial más cercana.



Con los resultados obtenidos se comprueba que los niveles sonoros esperados por el funcionamiento de los focos de la nueva minicentral hidroeléctrica, que estará situada en El Atazar (Madrid), no superan el límite de 50 dBA, permitidos en el ambiente exterior en horario nocturno en zona residencial conforme a la normativa vigente. Igualmente se verifica el cumplimiento de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) propia de la minicentral, en cuanto a requisitos de contaminación acústica.

14.4 Protección contra el rayo

En cuanto a la protección contra el rayo, en el **Anejo N°26: Protección frente al rayo** se presenta el estudio correspondiente al edificio de la minicentral donde tras una evaluación de riesgos y el análisis de la normativa aplicable, se verifica que no es necesario disponer de ningún elemento de protección frente al rayo.

15 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO Y PLAN DE OBRA

15.1 Condicionantes para la ejecución de las obras.

Tanto el proceso constructivo de la minicentral como el cronograma de ejecución viene determinado en gran medida por algunos de los condicionantes expuestos en el apartado 5 de la presente memoria.

Por un lado, se tiene que durante la ejecución de los trabajos deberá garantizarse en todo momento el vertido de caudal ecológico, siendo este el principal condicionante de las obras y el que determina el procedimiento constructivo propuesto.

Adicionalmente, para poder ejecutar la minicentral es necesario vaciar el cuenco amortiguador de los desagües de fondo (primer cuenco), sobre el que se situará la zona de la turbina y el generador. Para ello, como se ha expuesto con anterioridad resulta necesario el desvío de la conducción actual de vertido del caudal ecológico.

Otro condicionante importante consiste en la necesidad de ejecutar las actuaciones que requieran tener vacío el cuenco amortiguador de los desagües de fondo durante la época estival para minimizar el riesgo hidrológico (Etapa III, se presenta en el capítulo siguiente), puesto que el colchón de agua del cuenco también cumple la función de amortiguar el potencial vertido por el aliviadero de la presa en caso de avenida.

Finalmente, la DIA del proyecto (Declaración de Impacto Ambiental) establece como medida protectora de la avifauna no realizar tareas ruidosas durante la temporada de reproducción de las especies presentes en el entorno, establecida entre febrero y agosto. En este sentido el trabajo potencialmente más ruidoso será la perforación bajo la coronación de la presa y el tramo de trazado en zanja en las cercanías de la sala de control de la presa, ya que se producirán en la zona más alta de la presa y requieren de maquinaria ruidosa como la perforadora o el martillo neumático. De nuevo se trata de un condicionante más relevante respecto a los plazos de ejecución y como se aprecia en el cronograma propuesto en el Plan de Obra, el conjunto de canalizaciones exteriores se programa ejecutar a finales de septiembre, fuera del periodo establecido.

15.2 Etapas del procedimiento constructivo

Se propone un proceso de construcción dividido en etapas que asegure el cumplimiento de lo condicionantes del proyecto.

Se distinguen a efectos de programación cuatro etapas de actividades, que condicionan la operación de la evacuación de la presa del caudal ecológico:

- Etapa I: sin modificaciones en la operación actual del caudal ecológico, actuaciones previas.
- Etapa II: actuaciones a realizar mientras se vierte el caudal ecológico mediante la apertura del bypass existente junto al desagüe de fondo izquierdo.
- Etapa III: actuaciones a realizar al habilitar el desvío de la conducción del caudal ecológico actual y con el primer cuenco amortiguador vacío.
- Etapa IV: actuaciones a realizar tras el llenado del cuenco y vertiendo de nuevo el caudal ecológico mediante la apertura del bypass existente junto al desagüe de fondo izquierdo y hasta puesta en marcha.

Esta clasificación permite diferenciar los trabajos a realizar que no se pueden ejecutar en ciertos escenarios de operación, **siendo crítica la Etapa III, la cual deberá ejecutarse el periodo estival** por seguridad hidrológica al ser el momento del año con menos probabilidad de producirse lluvias abundantes o de gran intensidad que requirieran del uso de los desagües de fondo o del aliviadero de la presa. El uso de estos elementos de desagüe es incompatible con el vaciado del cuenco, lo cual imposibilitaría la ejecución de los trabajos de dicha fase.

ETAPA #	Nº en Plano	Descripción de actividad
ETAPA I	-	Trabajos previos, acopio de materiales e instalaciones auxiliares
	1	Ejecución tramo intermedio del desvío de la conducción del caudal ecológico actual y montaje de la nueva válvula de regulación de
	2	Cierre de válvula de compuerta auxiliar a la válvula actual de regulación.
ETAPA II	3	Apertura del respaldo de caudal ecológico situado junto al desagüe de
	4	Desmontaje válvula de regulación actual y ejecución de la conexión de la conducción existente y el nuevo tramo de desvío.
	5	Apertura válvula de compuerta y puesta en funcionamiento del desvío.
	6	Cierre del respaldo del caudal ecológico y vaciado del cuenco amortiguador mediante bombas de achique.
ETAPA III	7	Desvío provisional conducciones de desagüe drenaje galerías de la presa.
	8	Ejecución de la minicentral hidroeléctrica y tramo intermedio de la conducción forzada.
	10	Apertura del respaldo de caudal ecológico (desagüe de fondo) para llenado del cuenco.
ETAPA IV	11	Cierre de las válvulas de mariposa de la conducción actual del caudal ecológico situadas sobre el canal del desagüe intermedio.
	9	Desvío definitivo de las conducciones de desagüe del drenaje de galerías.
	12	Ejecución de la conexión de la conducción forzada con la derivación
	13	Sustitución por válvula de compuerta de accionamiento eléctrico
	-	Instalación de equipos electromecánicos.

	-	Actuaciones en el centro de reparto
	-	Ejecución de canalizaciones exteriores y conexión con equipos.
	-	Desmantelamiento instalaciones auxiliares de obra.
	14	Apertura de las válvulas de mariposa de la conducción actual del caudal ecológico (canal del desagüe intermedio). Vertido caudal ecológico por conducción
	15	Cierre del respaldo del caudal ecológico (desagüe de fondo).
		Pruebas de funcionamiento
	16	Comienzo funcionamiento minicentral hidroeléctrica y cierre nueva válvula de Howell

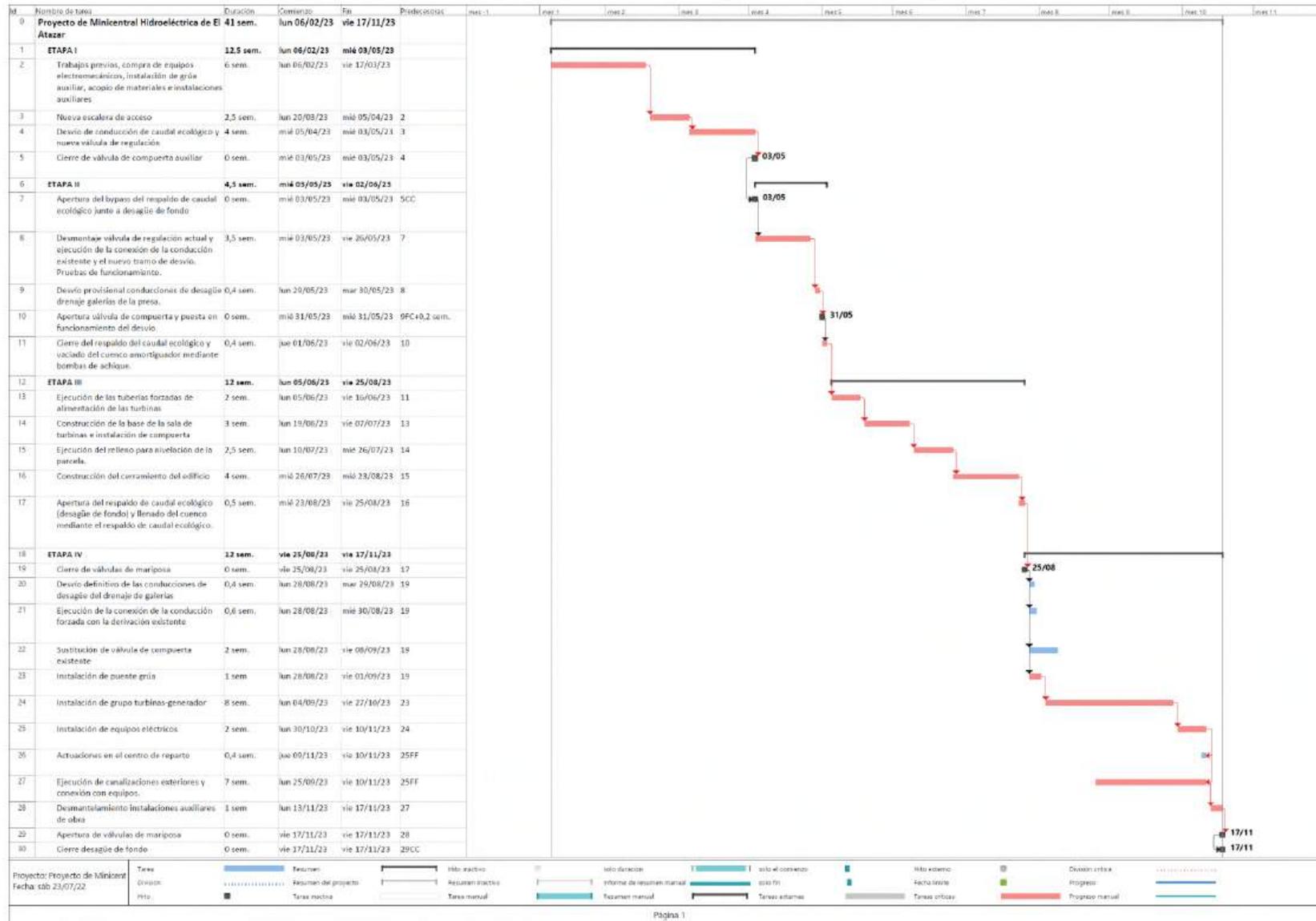
15.3 Plan de obra

Del mismo modo, el plan de obra tiene una correspondencia directa el procedimiento constructivo y el cumplimiento de los condicionantes relativos a los plazos como son el vaciado del cuenco en los meses de verano y la no realización de obras ruidosas durante el periodo reproductivo de las especies de avifauna presente en la zona, fijado entre febrero y agosto.

Partiendo de una fecha de inicio de obras a comienzos del mes de febrero, se establece un cronograma de 41 semanas (10,25 meses) dividido en:

- Etapa I: 12,5 semanas.
- Etapa II: 4.5 semanas.
- Etapa III: 12 semanas, correspondientes con el verano
- Etapa IV: 12 semanas

Se representa a continuación el diagrama de Gantt del Plan de obra previsto:



16 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Se presenta como Anejo a esta Memoria el Estudio de Seguridad y Salud (**Anejo Nº10: Estudio de seguridad y salud**), con el objeto de definir las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, así como las medidas preventivas adecuadas al riesgo que conlleve la ejecución de las obras objeto del Proyecto, de acuerdo con el R.D. 604/2006, que modifica el R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, así como la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.

En este estudio, se establecen las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidente y enfermedades profesionales, y a las instalaciones de higiene y bienestar, durante la construcción de las obras de referencia.

De acuerdo con el citado Real Decreto, los riesgos se agrupan en: evitables mediante medidas de carácter preventivas y, no evitables. Para la eliminación o disminución de los daños derivados de los riesgos no evitables se dispondrán en primer lugar medidas protectoras de tipo colectivo y, además, en aquellos casos en los que las protecciones colectivas no puedan garantizar la integridad de los trabajadores, se utilizarán Equipos de protección individual.

Se han considerado en este estudio los siguientes elementos:

- Medidas preventivas a introducir en la organización de los tajos y en los procedimientos constructivos para la eliminación de los riesgos evitables.
- Protecciones colectivas e individuales para los riesgos no evitables.
- Condiciones a cumplir por las instalaciones para la higiene y bienestar de los trabajadores.
- Normas de utilización de los elementos de seguridad.
- Instrucciones para el uso correcto y seguro de los útiles y maquinaria empleados en la obra.
- Dar indicaciones sobre aplicación de primeros auxilios y evacuación de heridos.
- Requerimientos de personal de seguridad en la obra.

Esto no quiere decir que puedan surgir otros riesgos, que deberán ser estudiados de la forma más profunda por el Servicio de Prevención de la empresa Contratista de las obras, que deberán recogerse en el preceptivo Plan de Seguridad y Salud.

En definitiva, se pretende cumplir con la legislación vigente y eliminar de la obra la siniestralidad laboral y la enfermedad profesional, elevando así el nivel de las condiciones de trabajo de esta construcción.

El presupuesto general del proyecto recoge en el capítulo 9 el presupuesto específico correspondiente con el estudio de seguridad y salud.

17 GESTIÓN DE RESIDUOS

El proyecto incluye un Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición redactado de acuerdo con el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Además, el Contratista de las obras estará obligado, según el Artículo 5 de dicho R.D., a presentar al director facultativo para su aprobación, un plan que refleje como llevar a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en obra, en particular las recogidas en el estudio indicado anteriormente. El coste de la gestión de los residuos de construcción y demolición será asumido por el Contratista.

Parte de las tierras procedentes de la excavación serán reutilizadas para rellenos, saneamientos o nivelaciones de terreno.

El volumen total de excavaciones es de 24 m³, siendo el aprovechable para los rellenos propios de xx m³. Dado que no es posible aprovechar más material en la propia obra, los 11.6 m³ sobrantes, deberán ser transportados a gestor autorizado.

Durante la construcción también se generan, residuos debido a los sobrantes de ejecución por excesos en los materiales usados, de los embalajes de los diferentes elementos empleados en la construcción, etc, que junto con los equipos e instalaciones desmantelados como chatarra y otros residuos identificados (escombros mezclados y lodos de decantadores) suponen un volumen de 57.20 m³ de residuos tipo II. Además, se ha previsto la generación de 1.16 m³ de residuos potencialmente peligrosos (amianto, reactivos a retirar, aerosoles, envases, residuos de material de oficina, etc).

Se ha incluido en el presupuesto general del Proyecto, dentro del **Capítulo 08. Gestión de Residuos**, la valoración de esta gestión.

En el **Anejo Nº18: Plan de Gestión de Residuos** se incluye el estudio completo realizado.

18 CONSIDERACIONES ADMINISTRATIVAS

18.1 Plazo de ejecución

El plazo de ejecución de las obras, a contar desde la firma del acta de comprobación de replanteo de las mismas está estimado en el presente Proyecto en 41 semanas (10.25 meses) contados a partir de la Aprobación del Acta de Replanteo, hasta la recepción y puesta en servicio de las instalaciones.

18.2 Revisión de precios

De conformidad con lo previsto en la **Ley 9/2017**, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público (artículo 103, apartado 5) que confirma los criterios de la Ley 2/2015, de 30 de marzo, de desindexación de la economía española; al tratarse de una obra con una duración inferior de 24 meses, **no será de aplicación** la revisión de precios.

“... cuando proceda, la revisión periódica y predeterminada de precios en los contratos del sector público tendrá lugar, en los términos establecidos en este capítulo, cuando el contrato se hubiese ejecutado, al menos, en el 20 por 100 de su importe y hubiesen transcurrido dos años desde su formalización. En consecuencia, el primer 20 por 100 ejecutado y los dos primeros años transcurridos desde la formalización quedarán excluidos de la revisión.”

18.3 Clasificación del contratista

Conforme al Real Decreto 1098/2001 de 12 de octubre por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, al Real Decreto Legislativo 9/2017, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público y a las modificaciones del Real Decreto 773/2015 de 28 de agosto por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, se establece la siguiente clasificación del contratista:

- GRUPO I: Instalaciones eléctricas
- SUBGRUPO 2: Centrales de producción de energía.
- CATEGORÍA 4: Cuantía de la anualidad media superior a 840.000 euros (máxima categoría para grupo I).

No obstante, será el futuro Pliego de cláusulas administrativas particulares de la licitación el que establezca definitivamente la clasificación necesaria.

19 PRESUPUESTO DE EJECUCION DE LAS OBRAS

De acuerdo con la justificación incluida en el Documento nº4 del presente Proyecto, el presupuesto para la ejecución de todas las obras comprendidas en el Proyecto es:

Resumen de presupuesto:

01	EDIFICIO MINICENTRAL HIDROELECTRICA	339.637,49 €
02	CONDUCCIONES	222.407,47 €
03	EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS.....	1.624.472,62 €
04	INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y TELECOMUNICACIONES.....	496.132,54 €
05	INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL.....	203.641,13 €
06	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	672,21 €
07	URBANIZACIÓN Y ACCESOS.....	34.990,20 €
08	PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	11.247,69 €
09	SEGURIDAD Y SALUD.....	43.531,71 €
10	RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y ADECUACIÓN PAISAJÍSTICA	805,56 €
11	ACTUACIONES IMPREVISTAS.....	102.000,00 €
12	REDACCIÓN DE PROYECTOS/INFORMES Y GESTIÓN PERMISOS/LIC.....	77.050,00 €
13	SERVICIOS AFECTADOS.....	21.766,17 €
14	MEDIOS AUXILIARES NO CONTEMPLADOS	229.030,33 €
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	3.407.385,12 €
	13% Gastos generales	442.960,07 €
	6% Beneficio industrial	204.443,11 €
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA	4.054.788,30 €
	21% IVA.....	851.505,54 €
	Presupuesto Base de Licitación con IVA.....	4.906.293,84 €

Asciende el presupuesto base de licitación, incluido el IVA, a la expresada cantidad de: CUATRO MILLONES NOVECIENTOS SEIS MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

20 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

DOCUMENTO Nº 1, MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

Anejo nº 1: Características Principales del Proyecto

Anejo nº 2: Estudio de Alternativas y Justificación de la Solución Adoptada

Anejo nº 3: Cartografía y Topografía

Anejo nº 4: Estudio Geológico y Geotécnico

Anejo nº 5: Cálculos Hidráulicos

Anejo nº 6: Cálculos Estructurales

Anejo nº 7: Cálculos Mecánicos

Anejo nº 8: Cálculos Eléctricos

Anejo nº 9: Instrumentación y Control

Anejo nº 10: Estudio Seguridad y Salud

Anejo nº 11: Tramitación Ambiental

Anejo nº 12: Descripción del Proceso Constructivo

Anejo nº 13: Plan de Obra

Anejo nº 14: Conexiones exteriores, Servicios Afectados y Consultas

Anejo nº 15: Autorizaciones Administrativas Necesarias

Anejo nº 16: Relaciones del Contratista con el Director de Obra

Anejo nº 17: Control de Calidad de las Obras

Anejo nº 18: Plan de Gestión de Residuos

Anejo nº 19: Medidas de prevención y seguridad en Instalaciones de Canal de Isabel II S.A.

Anejo nº 20: Señalización Corporativa para Instalaciones de Canal de Isabel II S.A.

Anejo nº 21: Justificación de Precios

Anejo nº 22: Reportaje Fotográfico

Anejo nº 23: Documentación a entregar por el Contratista

Anejo nº 24: Protección frente al ruido

Anejo nº 25: Protección contra incendios

Anejo nº 26: Protección contra el rayo

Anejo nº 27: Vigilancia y antintrusión

Anejo nº 28: Ventilación y climatización

DOCUMENTO Nº 2, PLANOS

1. Plano de Situación
2. Planta general de las actuaciones proyectadas
3. Minicentral hidroeléctrica
4. Conducciones
5. Equipamiento electromecánico
6. Electricidad
7. Instrumentación y control
8. Procedimientos constructivos e instalaciones auxiliares
9. Urbanización y accesos
10. Servicios afectados
11. Sistema de protección frente a incendios

DOCUMENTO Nº 3, PLIEGO DE PRESCRIPCIONES

1. Pliego de prescripciones técnicas generales
2. Pliego de prescripciones técnicas particulares
3. Especificaciones técnicas

DOCUMENTO Nº 4, PRESUPUESTO

1. Mediciones
2. Cuadro de precios nº 1
3. Cuadro de precios nº 2
4. Presupuestos parciales
5. Presupuesto de ejecución material
6. Presupuesto base de licitación

21 CONCLUSIÓN Y DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

El contenido del PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA DE EL ATAZAR cumple los requisitos exigidos en el artículo 233 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, por la que se traspone al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

Igualmente se hace constar que el PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA DE EL ATAZAR se refiere a una obra completa en el sentido establecido en los Artículos 125 y 127,2 del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, es decir, susceptible de ser entregada al uso general o al servicio correspondiente, sin perjuicio de las ulteriores ampliaciones de que posteriormente pueda ser objeto, dado que comprende todos y cada uno de los elementos precisos para su puesta en servicio una vez concluido el plazo de ejecución,

Madrid, Marzo de 2023

El Ingeniero Autor del Proyecto



Fdo.: José Luis Palencia Ortega

EL Director del Proyecto



Fdo.: Victor Manuel Pérez
Rodríguez

VºBº Coordinador Eléctrico de la
Subdirección de Proyectos



Fdo.: Javier Urquiza López

Canal
de Isabel II



ANEJO Nº 1.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO



Índice

1	OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES	5
2	DATOS BÁSICOS del DISEÑO	6
3	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	7
3.1	Edificio de la minicentral	7
3.2	Conducciones	14
3.2.1	Conducción forzada de la minicentral.....	16
3.2.2	Desvío de la conducción existente de caudal ecológico	18
3.3	Línea de evacuación de energía	21
3.4	Línea de fibra óptica.....	23
3.5	Actuaciones en el centro de conmutación automática y centro de reparto del cerro..	24
3.6	Otras actuaciones auxiliares	25
4	CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	26
5	PLAZO DE EJECUCIÓN	27
6	PRESUPUESTOS.....	28
6.1	Presupuesto de Ejecución Material	28
6.2	Presupuesto base de licitación.....	28
7	PLANOS	29

1 OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES

El Canal de Isabel II como organismo gestor del ciclo integral del agua, dispone de una red de presas y embalses para la captación del agua, entre las que se encuentran la presa de El Atazar, situada sobre el río Lozoya entre los términos municipales de El Atazar y Patones.

El principal objetivo de El Proyecto de Minicentral Hidroeléctrica de El Atazar es el aprovechamiento energético del caudal ecológico vertido aguas abajo de la presa.

Conforme a la definición del Plan Hidrológico Nacional (Ley 11/2005), el caudal ecológico de un río es aquel que permite mantener como mínimo la vida piscícola que de manera natural habitaría o pudiera habitar en el río, así como su vegetación de ribera. Este, además, debe contribuir al alcanzar el buen estado o potencial ecológico de las diferentes masas de agua.

Son las Confederaciones Hidrográficas las que a través de los Planes Hidrológicos de Cuenca establecen los caudales ecológicos y las condiciones de vertido en cada tramo de río. En el caso de la presa de El Atazar, en cumplimiento con las indicaciones del Plan Hidrológico Nacional de la Demarcación hidrográfica del Tago, el caudal ecológico se vierte al río mediante una conducción que conecta el embalse con el cuenco amortiguador inmediatamente aguas abajo de la presa. El vertido se realiza de manera continua en todo momento día, sin embargo, el valor del caudal varía de manera estacional a lo largo del año.

El vertido del caudal ecológico es perfectamente compatible con su aprovechamiento energético contribuyendo directamente con los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU, principalmente en cuanto a la gestión del agua y la generación de energía renovable. En la presa de El Atazar se dispone de un caudal ecológico de entre 0.5 y 2 m³/s y un rango habitual de altura de agua de 80 y 115 metros, lo que ofrece una energía potencial relevante que actualmente no está siendo empleada.

Por lo tanto, con el presente proyecto se busca aprovechar la energía hidráulica disponible a través de la construcción de una minicentral hidroeléctrica generadora y la correspondiente línea de evacuación de energía.

2 DATOS BÁSICOS del DISEÑO

Los caudales ecológicos que sirven como caudal de cálculo, han sido fijados en el tercer ciclo del *Plan Hidrológico de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo (2022-2027)* y son los siguientes:

Periodo	enero-marzo	abril-junio	julio-septiembre	octubre-diciembre
Caudales Proyecto (m ³ /s)	2.03	1.39	0.52	1.09

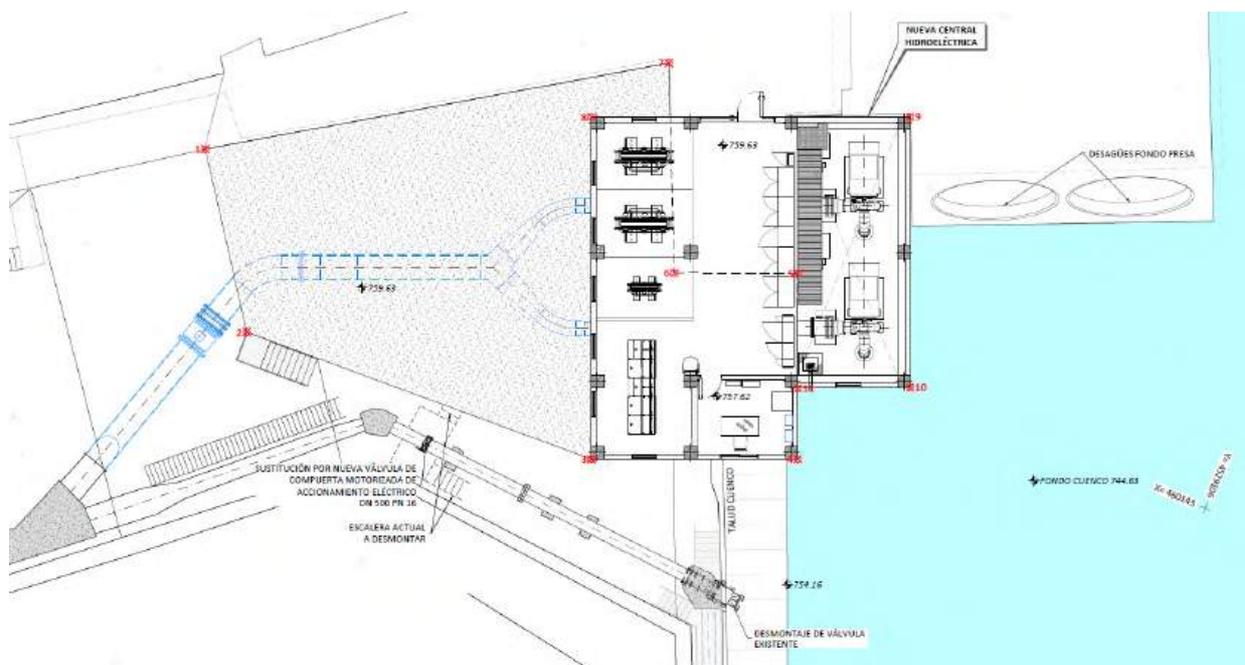
3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

A continuación se describen las obras proyectadas divididas conforme a los principales componentes del proyecto.

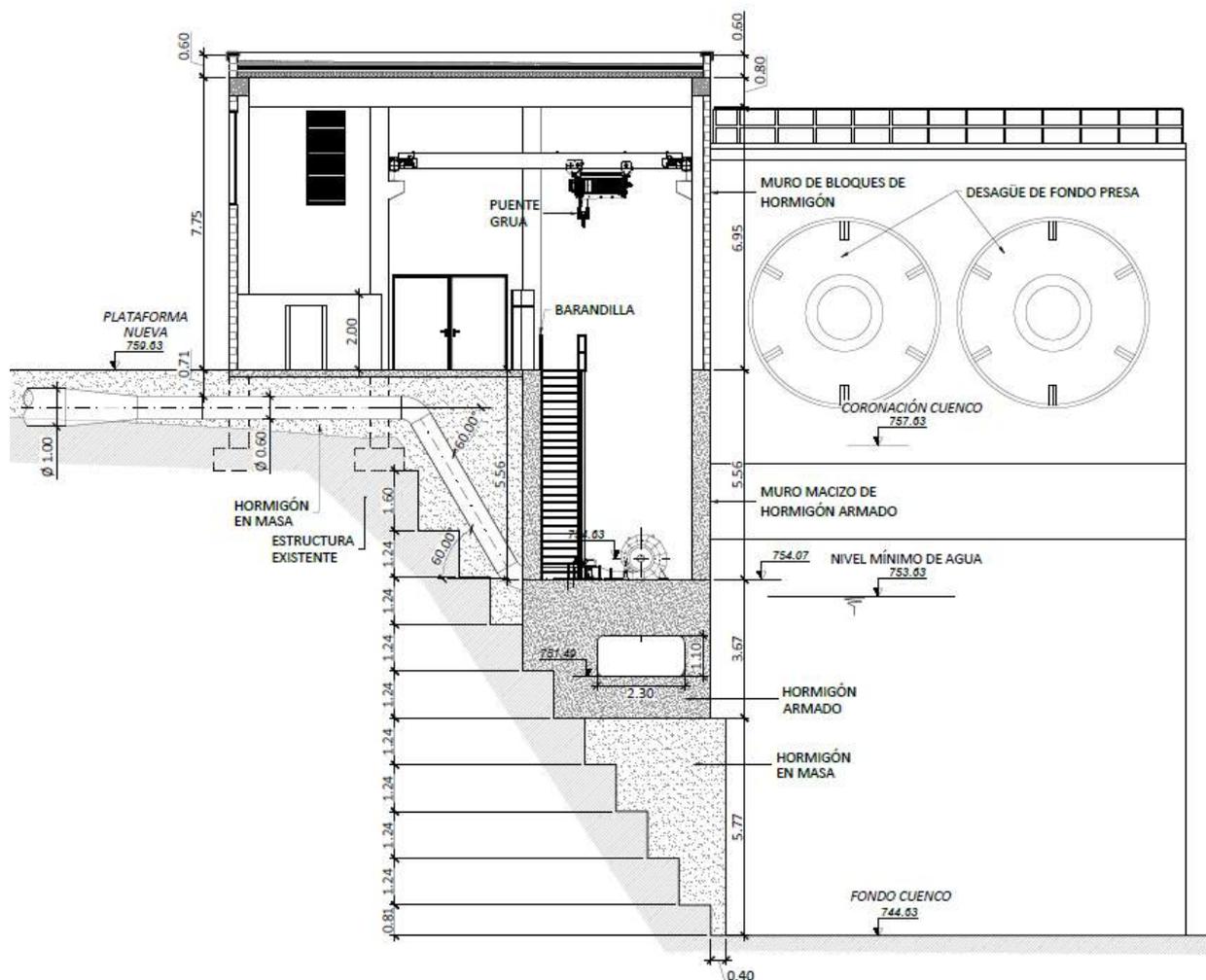
3.1 Edificio de la minicentral

La principal obra del proyecto consiste en la construcción del edificio de la minicentral que albergará los grupos de generación y el resto de equipos asociados para el control y evacuación de la energía producida.

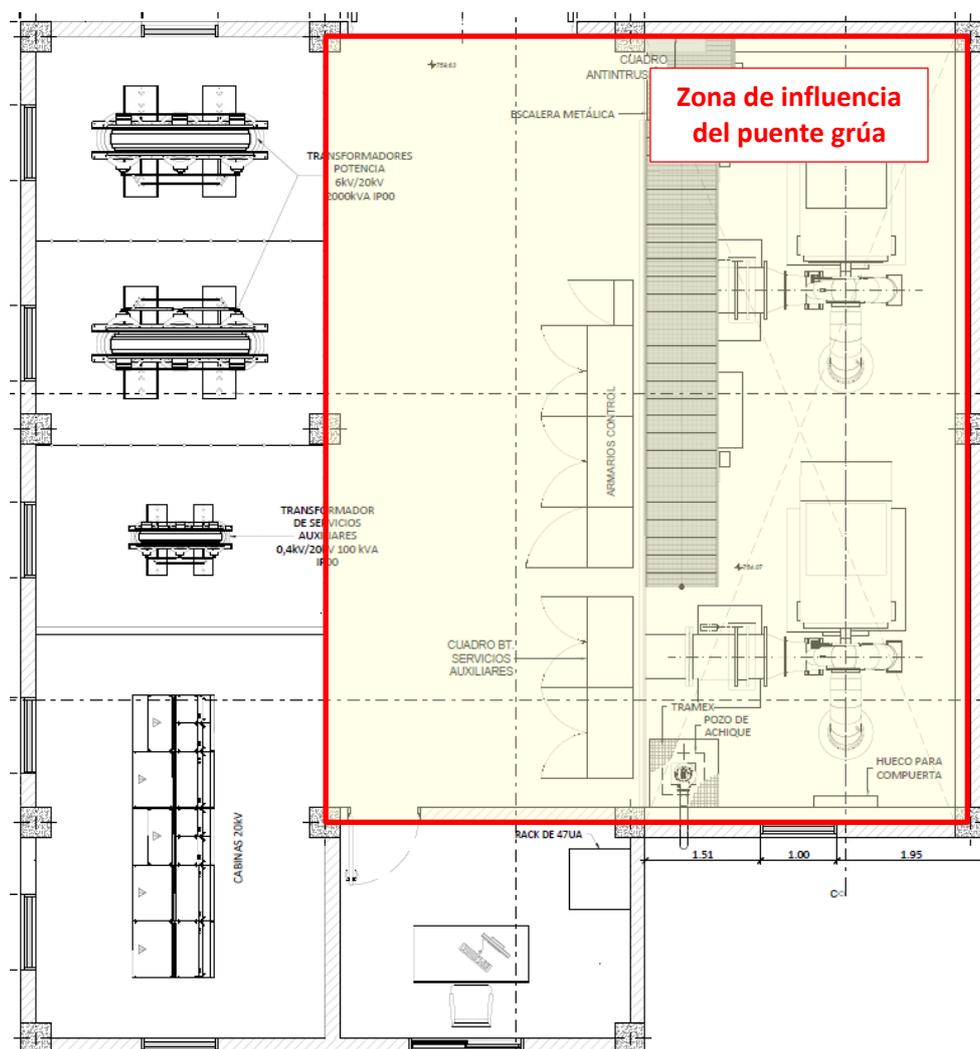
El edificio se ubica a pie de la presa de El Atazar, junto al macizo de hormigón que alberga los desagües de fondo de la presa. En esta zona existe un pequeño hueco en el cuenco amortiguador que será aprovechado para la ubicación de la primera de las turbinas, mientras que la segunda se ubicará aguas abajo de la anterior también dentro del cuenco. El resto del edificio apoyará sobre la losa de hormigón existente en la margen derecha del cuenco.



El edificio se divide en dos niveles. En la zona baja o sótano, a un nivel intermedio del cuenco amortiguador (cota 754.07 m), se sitúa la zona de generación donde se instalarán los grupos turbina-generador. Esta zona ocupará en planta algo menos de un tercio de la superficie total, siendo sus dimensiones aproximadamente de 11x4.5 metros. A nivel del terreno actual (cota 759.63 m) se ubicará la zona de equipos eléctricos y de control, esta zona ocupará los otros dos tercios de la planta (13.5x8m) y en ella se distinguen a su vez dos áreas de trabajo: en la zona más alejada del cuenco en un lateral del edificio se han situado la zona con los principales elementos en tensión, transformadores y celdas, mientras que en el resto se situarán los armarios de control, los cuadros de baja tensión y servicios auxiliares así como una pequeña sala de oficina. La planta total del edificio tiene una forma de L, ocupando algo más la planta principal situada a nivel y complementada por la zona baja situada sobre el cuenco. En total el edificio cuenta con una superficie aproximada de 160 m².



Ambos niveles se encuentran unidos por una escalera y la zona a nivel no cubre la planta baja para no impedir el acceso a los equipos de generación. Este acceso para el montaje de los grupos se realizará mediante un puente grúa, el cual barre la zona baja y parcialmente la planta a nivel. Se ha evitado con el diseño que el puente pase por encima de la zona de transformada y celdas, así como por encima de la oficina.



El edificio tendrá una estructura sustentada en pilares y vigas, mientras que el cerramiento exterior se hará mediante bloques de fábrica de hormigón. El acabado exterior se completa con un enfoscado monocromático que se asemeje al hormigón que compone la presa. Además, en varias de las fachadas se incluirán ventanas con rejillas que permitan la ventilación del edificio. La cubierta se realizará con placas alveolares e interiormente contará con un falso techo compuesto por placas de escayola. El acceso al edificio se realizará por la fachada suroeste, en la zona más cercano a la puerta de acceso a los desagües de fondo.

Como complemento al edificio y en busca de rellenar los huecos generados la nueva estructura y para homogeneizar los niveles existentes en el exterior se prevé ejecutar un relleno exterior a la cota actual, 759.63 m. Además, el relleno cubrirá el último tramo de la conducción forzada. La geometría del relleno tiene forma irregular, en la zona de mayor desnivel discurre sensiblemente paralela a la conducción actual de vertido del caudal ecológico y remata contra uno de los paños en pendiente de la losa de hormigón existente. La superficie aproximada del relleno será de unos 170 m² y su altura variará entre los 90 cm en la zona más próxima a la salida de los desagües de fondo y aproximadamente 2 metros en la zona cercana a la tubería de vertido del caudal ecológico.

Dentro del edificio se albergarán todos los equipos que realmente componen la minicentral desde el punto de vista funcional.

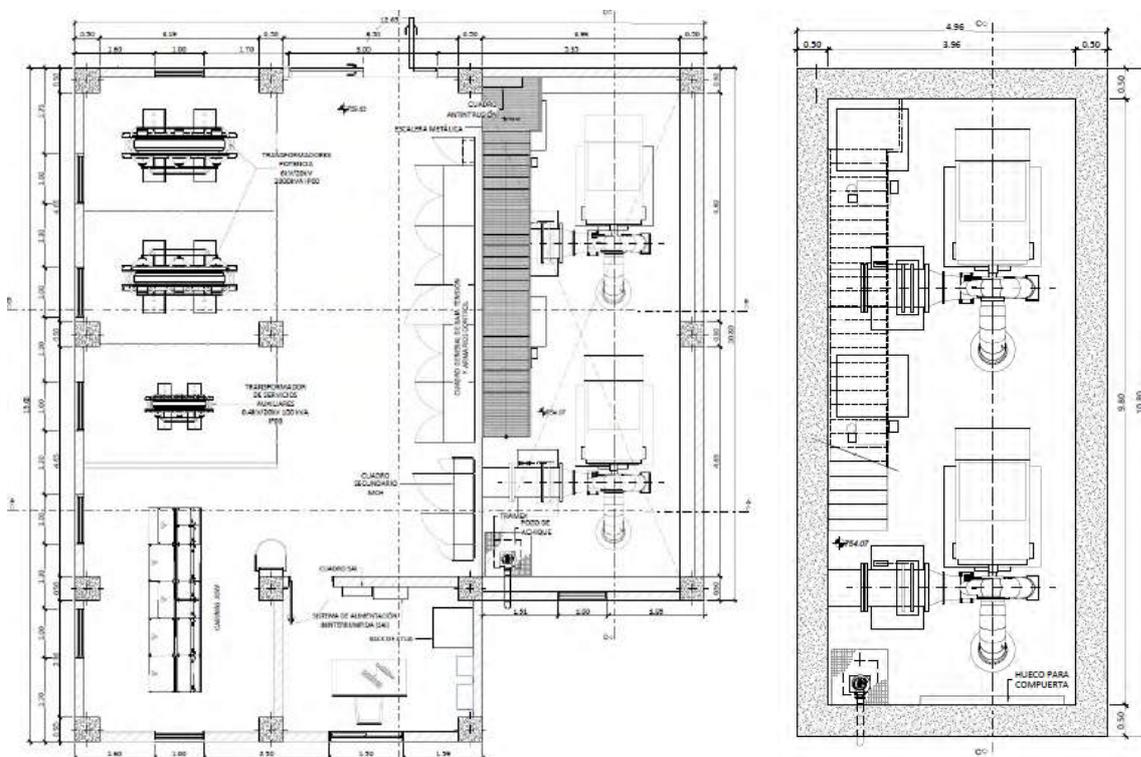
En la planta baja se encontrarán los grupos turbina-generador, el regulador hidráulico de la turbina (HPU – *Hydraulic Power Unit*) y los equipos de puesta a tierra asociados a cada generador (denominados en inglés como Generator NGR – *Neutral Grounding Resistor*).

Conforme a lo equipos empleados de referencia, cada uno de los dos grupos generadores están formados por una turbina tipo Francis de eje horizontal de 1.500 rpm con una potencia nominal de 1.33 MW con una sumergencia de 1 metro y un generador síncrono de 6 kV y 1400 kVA. Previo a la turbina se incluye una válvula de mariposa para el control hidráulico de diámetro 600 mm y PN16. De este modo, la potencia total instalada de la minicentral será de 2.66 MW.

En la planta superior, se situarán dos transformadores de potencia secos 6kV/20kV de 2000kVA (uno por cada grupo generador), un transformador de servicios auxiliares 20kV/0,42kV de 100 kVA, cinco (5) celdas de aire de 20kV (una por cada transformador, una celda de medida y la celda de salida), el cuadro BT de servicios auxiliares y los armarios de control compuestos por dos unidades de control y protección (una por grupo), una unidad común de control y protección y un sistema de medición de nivel de agua.

No obstante, las características finales de todos los equipos dependerán de aquellos finalmente seleccionados durante la ejecución de las obras.

El edificio cuenta con una pequeña sala de oficina de unos 11 metros cuadrados, donde se dispone un escritorio y se ubica un rack de 47UA para las telecomunicaciones.



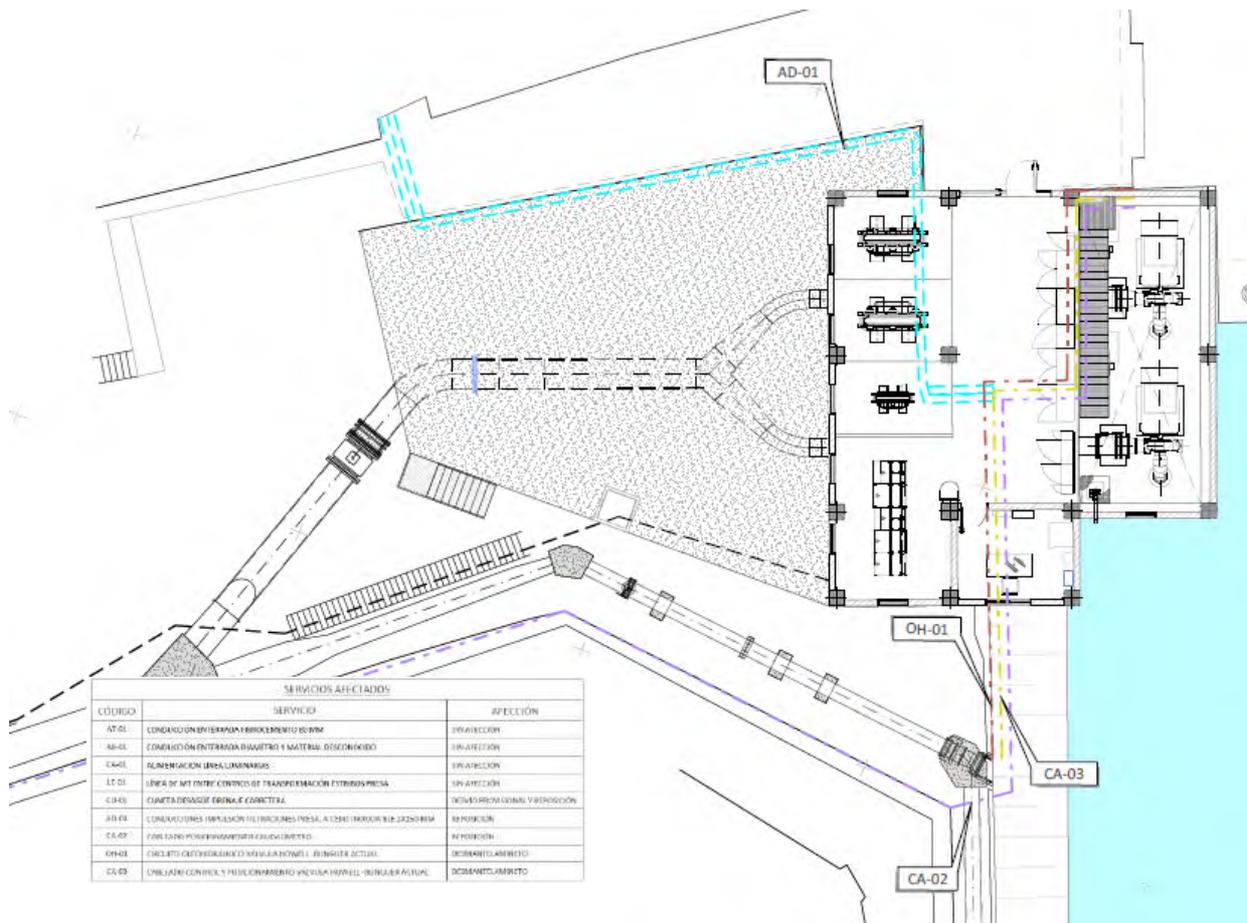
Además, la central alberga otros equipos auxiliares para facilitar la explotación de la minicentral:

- En primer lugar, las turbinas tienen un canal de descarga común que permite la restitución del caudal al cuenco amortiguador a una velocidad adecuada. Como la descarga se produce en carga, para aislar el canal del cuenco se ha previsto la instalación de una compuerta mural de 2.30x1.10 m (ancho x alto) con accionamiento eléctrico, que estará situada a la salida del canal sobre cara interior de la fachada más aguas abajo del cuenco, en la planta baja de la minicentral.
- En esta misma planta, se ha previsto un pequeño pozo de achique con una bomba sumergible que permita el desagüe del agua en caso de operaciones de mantenimiento en el circuito hidráulico.
- La minicentral cuenta además con un puente grúa previsto para operar sobre la zona de turbinas (planta baja) y aproximadamente en la mitad de la planta superior. Se trata de un puente grúa monoviga de 7,80m de luz y 10 Tn de capacidad de carga. Cabe destacar que la disposición de equipos dentro del edificio deja previsto un área en la zona más cercana a la puerta de acceso como playa para movimiento de equipos.
- El edificio cuenta con un sistema de ventilación forzada compuesto por 2 ventiladores axiales, uno en servicio y otro en reserva para funcionamiento de una sola turbina-generator, pero capaces de funcionar en conjunto para carga pico en la que funcionen ambas turbinas+generadores. Cada ventilador podrá introducir al edificio un flujo superior a 61.900 m³/h a través de los conductos de acero galvanizado y rejillas que distribuirán el aire por la sala. Se tiene dos conductos de sección variable para la distribución del aire, pero unidos entre sí a la salida de los ventiladores. Cada conducto dispone de una compuerta motorizada para que en caso del funcionamiento de una sola turbina se cierre el conducto dispuesto al lado contrario. el sistema se complementa con las rejillas de extracción instaladas en las fachadas del edificio, permitiendo la salida del aire caliente a través de un área libre total de 20 m². Además, la sala de oficina de la minicentral se encuentra climatizada mediante una bomba frío/calor.

La ubicación del edificio afecta a algunas instalaciones de los servicios propios de la presa. Actualmente, en la parte posterior a los desagües de fondo, dentro del cuerpo de presa, se encuentra el pupitre de accionamiento y el grupo oleohidráulico de la válvula de regulación, así como el trasmisor del caudalímetro de la conducción de vertido del caudal ecológico.



Desde este punto parten el conducto con el cableado para el posicionamiento de la válvula de regulación y la señal del caudalímetro, y los conductos del sistema oleohidráulico de la válvula. Todos estos se verán afectados por la implantación de la minicentral. Además, en el exterior de la presa y coincidiendo con la implantación del edificio y el relleno, existen dos conducciones de acero inoxidable 150mm para el vertido del agua de drenaje interno de la presa.

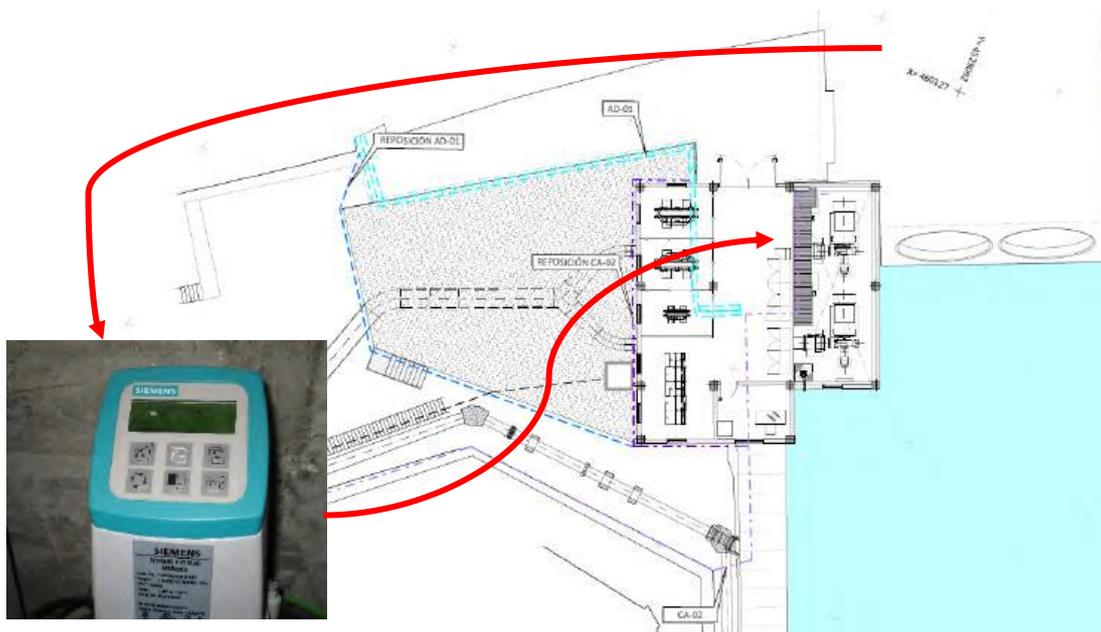


El sistema asociado a la válvula de regulación actual será desmontado, puesto que se prevé la sustitución de esta válvula por una nueva. De esta manera, tanto el pupitre como el grupo oleohidráulico se desmontará y será almacenado por el Canal. El sistema de conducciones oleohidráulico y el cable de posicionamiento se desmontará y será debidamente desechado conforme al plan de gestión de residuos.

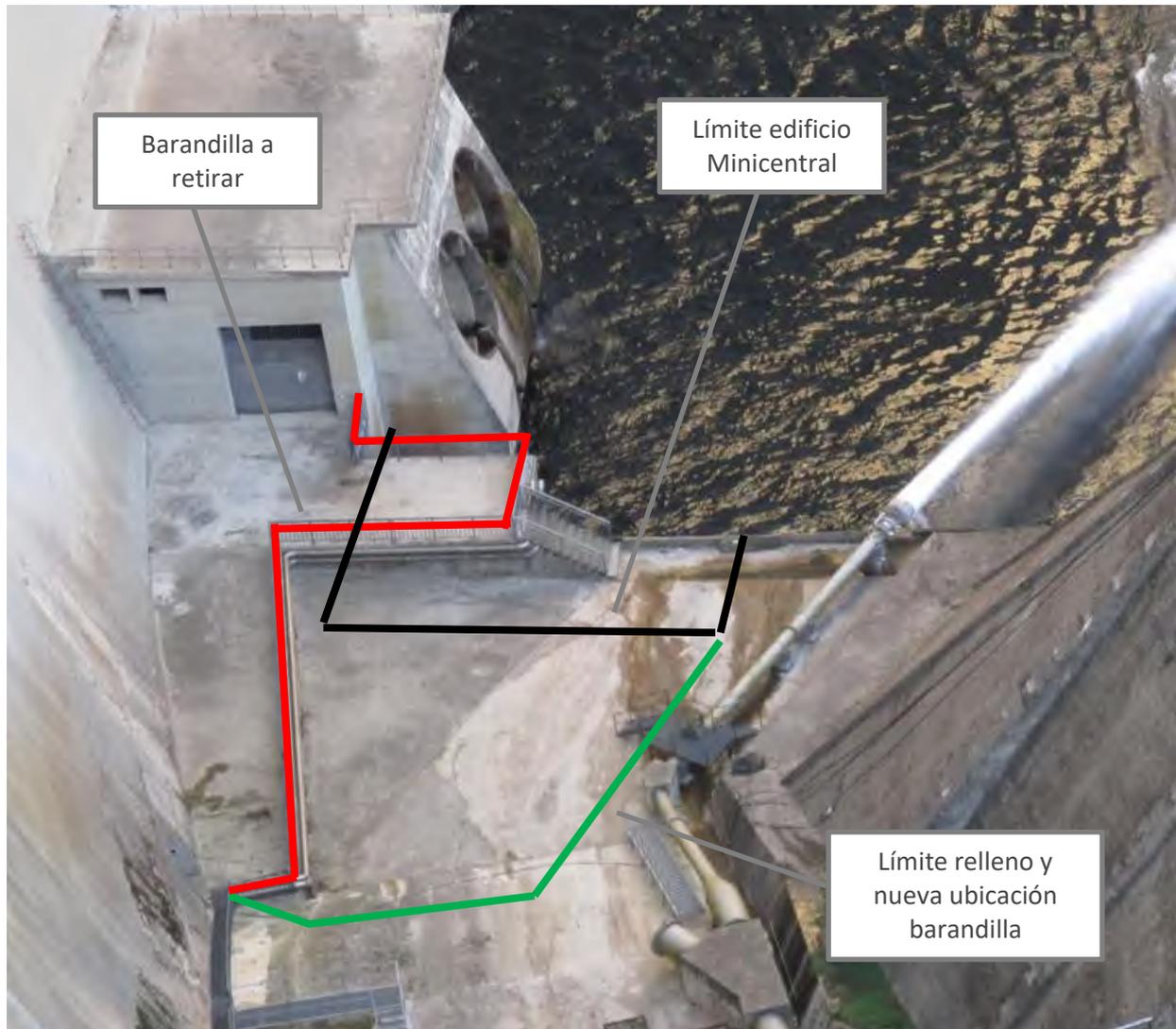
Los conductos de drenaje de la presa serán repuestos bordeando el exterior del relleno, en la parte final el vertido se hará con una forma de vela similar a la actual.



En el caso del cable de señal del caudalímetro este será repuesto por el exterior del edificio, mientras el transmisor del caudalímetro será trasladado al interior de la minicentral.

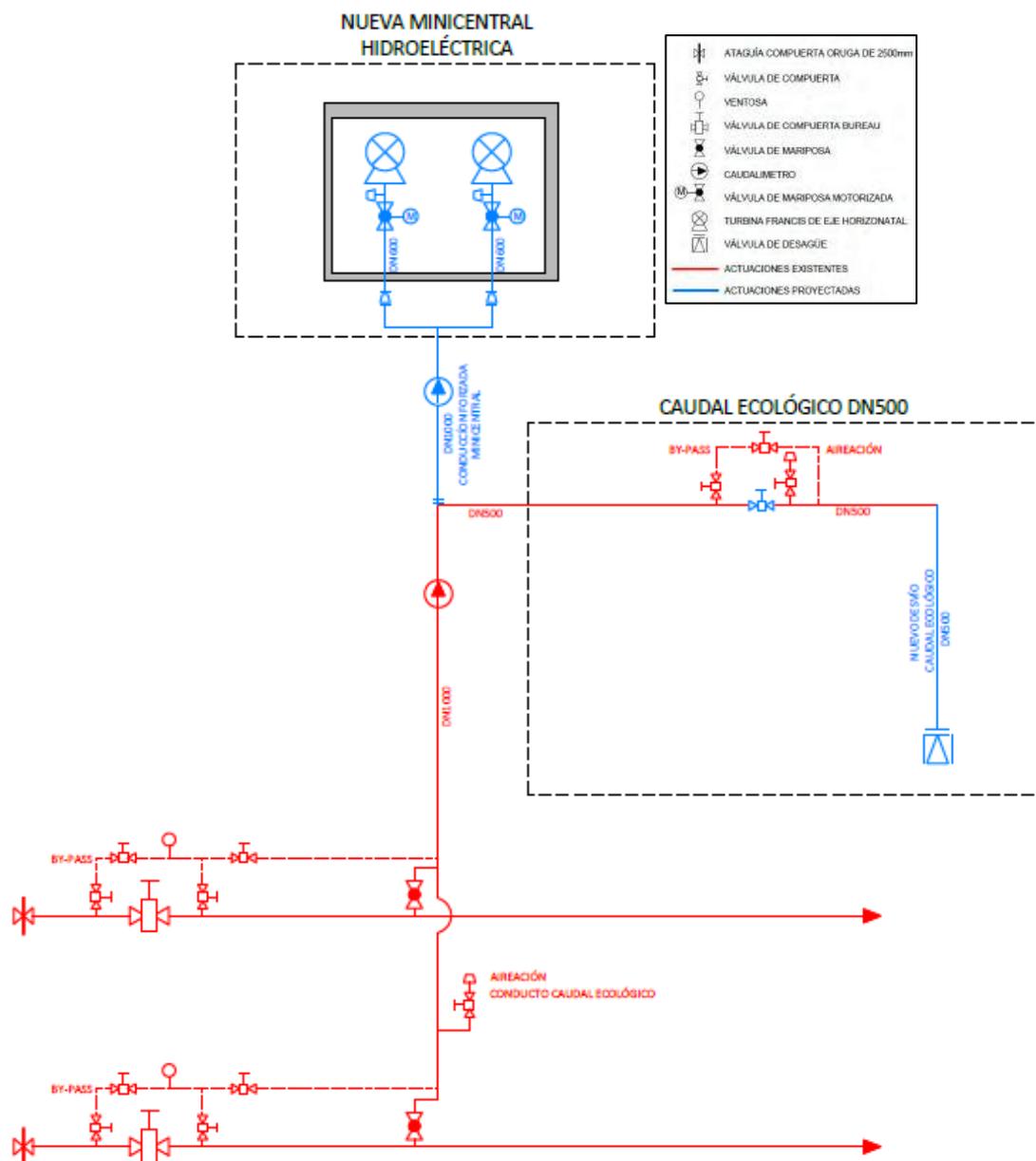


Finalmente, para permitir el acceso a todo el relleno y proteger frente a caídas, la barandilla existente en la zona de encuentro entre el futuro relleno y la losa actual será desmontada y reaprovechada en el nuevo límite del relleno.



3.2 Conducciones

Como complemento a la minicentral se diseñan dos actuaciones relativas a conducciones. Por un lado, el tramo de conducción forzada que debe unir el circuito existente con las turbinas y el desvío de la conducción actual de vertido del caudal ecológico. En este último está previsto, además, sustituir la válvula de regulación y la válvula de compuerta previa.



Actualmente el caudal ecológico se descarga por una conducción de acero que parte de cada uno de los dos canales de descarga de los desagües intermedios de la presa. El primer tramo de cada conexión existe una válvula de mariposa que permite cerrar cada una de las tomas de conexión, posteriormente se unen en una única conducción de 1.000mm que baja adosada a la estructura del canal de descarga para posteriormente cambiar su dirección y dirigirse hacia el cuenco amortiguador del desagües de fondo. En este tramo se sitúa el caudalímetro existente y posteriormente se encuentra una derivación a dos conducciones de 1000 mm, en una de cuyas ramas se dejó prevista con un tapón a la espera de la construcción de la minicentral y en la otra se produce una reducción a 500 mm que finalmente vierte el caudal ecológico. En el tramo final de 500 mm existe una válvula de compuerta manual y el vertido final se regula mediante una válvula de chorro hueco de accionamiento oleohidráulico.

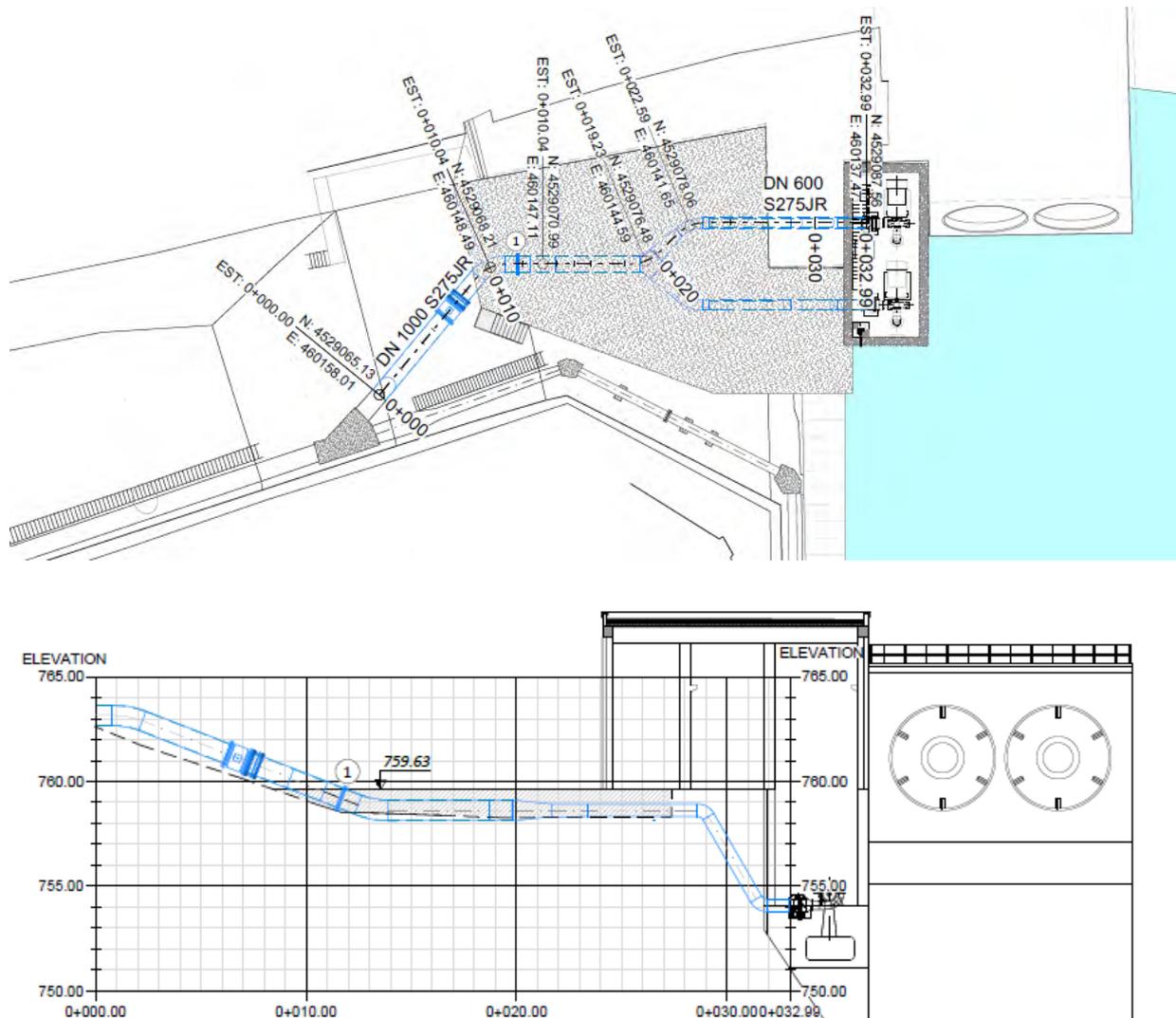


3.2.1 Conducción forzada de la minicentral

El circuito hidráulico de la minicentral se completa a partir del tapón previsto en la conducción actual del caudal ecológico. El tramo proyectado de conducción forzada es el comprendido entre este tapón aguas abajo de la derivación del caudal ecológico y cada una de las dos turbinas.

El primer tramo de la conducción se unirá a la conducción existente respetando el diámetro de 1000 mm y la alineación, tras bajar paralelo al paño de hormigón existente se introduce un codo horizontal para dirigir la conducción hacia la minicentral e inmediatamente aguas abajo un codo vertical. En la transición de los codos la conducción pasará de ir al aire a quedar embebida en el relleno exterior a la conducción. Tras unos 10 metros horizontales se diseña una derivación simétrica con reducción a diámetro 600 mm, posteriormente se sitúa un codo horizontal en cada rama para alinearlos en planta con las turbinas, tras lo cual cada rama baja hasta la cota prevista de conexión con las válvulas de mariposa previas a las turbinas.

El diámetro 600 mm de las derivaciones es coincidente con el diámetro de las válvulas de mariposa, mientras que en el tramo común se ha tratado de proyectar la mayor longitud posible en diámetro 1000 mm para minimizar las pérdidas hidráulicas en el circuito. El coste debido al mayor tamaño del primer tramo respecto al tamaño de llegada será compensado con el aumento de producción eléctrica.



La longitud en planta de la conducción forzada son aproximadamente 20 metros en diámetro 1000mm hasta la derivación y unos 13 m adicionales de cada rama hasta las turbinas. Toda la conducción forzada se proyecta en acero de grado S275JR, el tramo de diámetro 1000 mm tiene un espesor de 10 mm, mientras que los tramos de 600 mm el espesor será igual a 8 mm.

Tanto la derivación como cada uno de los codos tiene asociado su propio dado de anclaje para contrarrestar los empujes hidrostáticos. Los dados serán de hormigón armado (HA-30/B/20/IIa+H) y quedarán integrados en el relleno. En aquellos codos cuya resultante no se dirige hacia la losa existente se prevé la utilización de bulones de anclaje químico al hormigón existente.

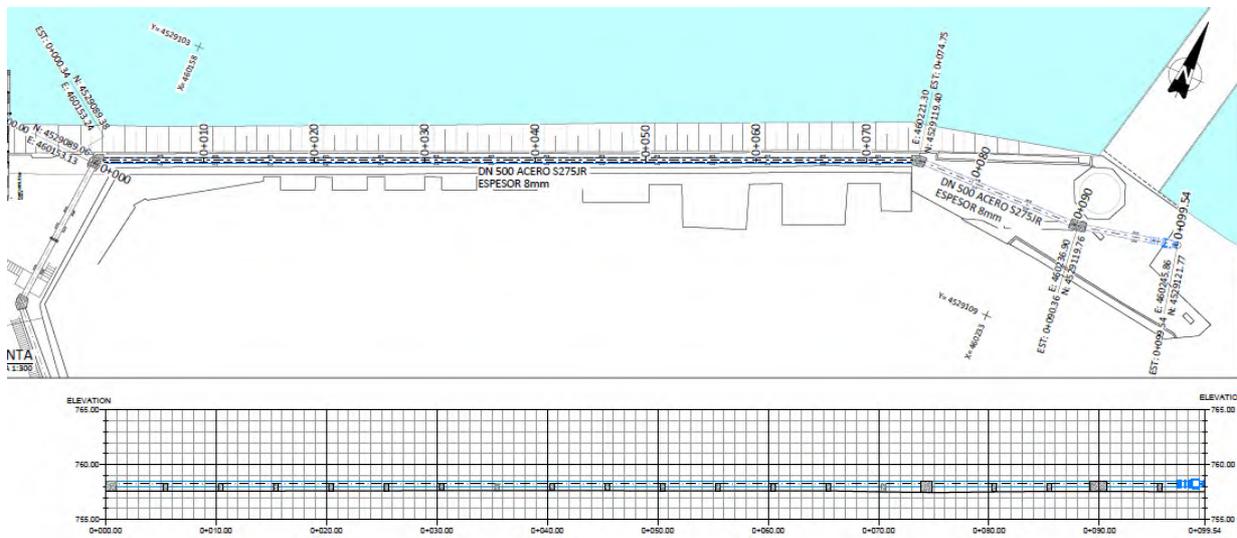
Se incluirá un nuevo caudalímetro en la conducción forzada hacia las turbinas, previo al pantalón que divide la conducción, para medir en todo momento el caudal turbinado.

3.2.2 Desvío de la conducción existente de caudal ecológico

Tal y como se ha expuesto anteriormente, la ejecución del edificio de la minicentral requiere el vaciado del cuenco amortiguador sobre el que vierte actualmente la conducción del caudal ecológico. El cuenco amortiguador de los desagües de fondo finaliza en un vertedero que lo conecta con un segundo cuenco, asociado a los canales de desagüe intermedios, tras el cual se produce la restitución al río. Se proyecta el desvío de la conducción actual por el pasillo existente en la margen derecha del cuenco amortiguador, hasta agua abajo del vertedero entre ambos cuencos.

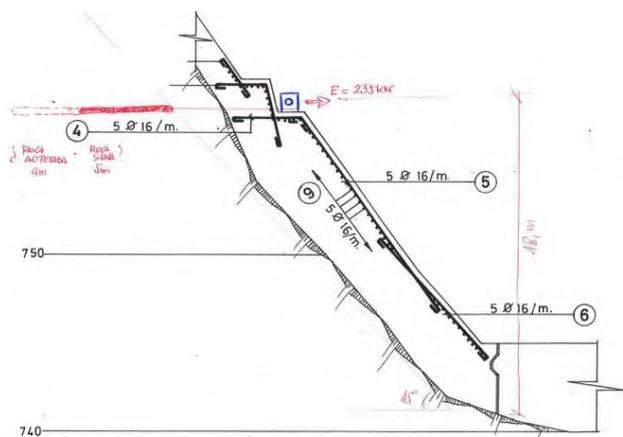


El trazado del desvío comienza en el punto donde actualmente se encuentra la válvula de regulación, tras cuyo desmontaje se instalará un codo horizontal para alinear la tubería al pasillo. En la parte final del cuenco, el pasillo llega a una plataforma donde existe un pozo en altura, por lo que el trazado evitará este obstáculo y se alinearán con la dirección de lanzamiento prevista hacia el punto de impacto de los canales de desagüe intermedios, aproximadamente coincidente con el centro geométrico del cuenco. El trazado es horizontal respetando la cota actual de la conducción existente y la conducción será aérea en todo el tramo, con apoyos de hormigón armado cada 5 metros. El desvío tiene la misma sección y material que la tubería existente, diámetro 500 mm y acero de grado S275JR, con un espesor mínimo de 8 mm conforme al cálculo mecánico realizado para la conducción. En total, el desvío tendrá una longitud de unos 100 metros.



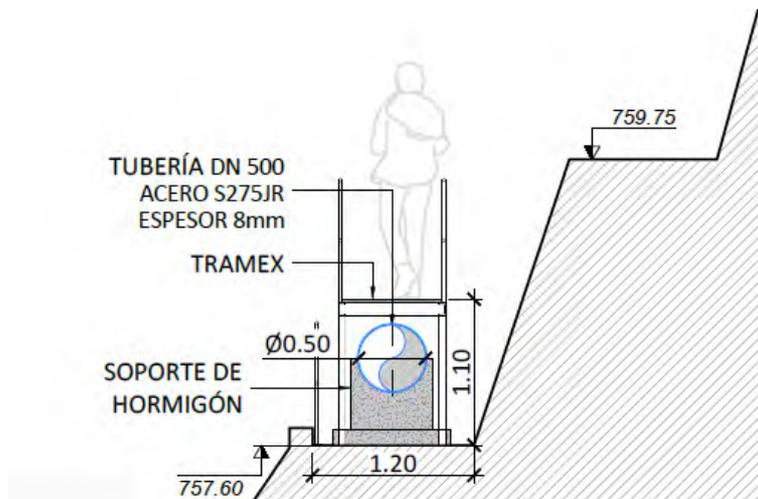
El trazado requiere en total tres (3) codos los cuales serán anclados nuevamente con dados de hormigón armado (HA-30/B/20/IIa+H).

En este caso, los dos primeros codos cuya resultante se dirige hacia el interior del cuenco será necesario anclarlos al terreno existente. En la misma ladera derecha del cuenco por el que se va realizar el desvío existe una obra de bulonado de la época de la construcción de la presa, con un hormigonado en el pie de la ladera y la colocación de costillas de hormigón armado ancladas contra el terreno probablemente con el objetivo de estabilizar la ladera. Como el empuje hidrostático de estos codos tiende a abrir la junta existente entre la roca y el hormigón del cuenco y debido al desconocimiento que se tiene del sistema de estabilización de la ladera se adopta el criterio de no transferir la fuerza del codo en el volumen de hormigón que conforma el cuenco. Se proyecta un anclaje que transfiera estas fuerzas al macizo rocoso soportado por las costillas bulonadas, bajo la suposición de que las cargas introducidas de forma puntual sean asumibles por esta obra de refuerzo en la ladera. Con este planteamiento, se dispondrá un sistema de anclaje de los macizos a la roca, mediante bulones pasivos.



SECCION B-B

El pasillo por el que se ejecutará el desvío resulta bastante estrecho por lo que una vez instalada la tubería no se podría acceder al fondo del cuenco. Para salvaguardar el paso se prevé la instalación de una estructura de tramex sobre la conducción.



Este desvío se dejará de manera definitiva para permitir en el futuro el vaciado del cuenco si fuera nuevamente necesario. El caudal ecológico una vez construida la minicentral se servirá por el canal de descarga de las turbinas y la conducción quedará como respaldo en caso de paradas por mantenimiento o reparación.

La conducción actual dispone de dos válvulas las cuales serán sustituidas dentro del alcance del proyecto:

- La válvula de regulación existente, que debe ser desmontada para ejecutar el desvío, es de accionamiento oleohidráulico y su reutilización en el nuevo punto de vertido implicaría prolongar el sistema de conducciones de aceite aproximadamente 100 metros, además de la sustitución de los conductos oleohidráulico existentes aumentando el diámetro de los mismos para compensar el aumento de pérdidas hidráulicas. Como estas conducciones se encontrarán a la intemperie y debido a la cercanía del cuenco y del propio río Lozoya, existe un riesgo de vertido de aceite con el consecuente impacto medioambiental. Igualmente, la DIA del proyecto no recoge esta circunstancia por lo que la realización de la consulta, considerando que la tramitación ambiental duró aproximadamente 6 años, podría prolongar sensiblemente los plazos planteado para llevar a cabo el proyecto. Por los motivos anteriores, se opta por instalar una nueva válvula de regulación DN500 mm, tipo Howell-Bunger, de accionamiento eléctrico evitando la exposición del entorno a posibles vertido de aceite. Esta válvula estará telemanda y alimentada desde la propia minicentral, para lo cual se llevará adosada a la misma la línea de alimentación y el cable de posicionamiento.
- Como respaldo para la válvula de regulación actual, existe una válvula de compuerta de accionamiento manual. Como parte de los alcances del proyecto, el Canal de Isabel II tenía previsto la motorización de esta válvula, sin embargo, analizando el coste de mercado de esta actuación se observa que no es mucha la diferencia económica con la sustitución por una nueva válvula de accionamiento eléctrico. Por lo tanto, se opta por el remplazo por una válvula de compuerta DN 500 de accionamiento eléctrico, que respete el bypass existente para equilibrar las presiones durante las operaciones de cierre y apertura. El accionamiento de esta válvula se hará in-situ, evitando riesgos de operaciones incorrectas con el telemandado, no obstante, se llevará hasta ella un cableado para su posicionamiento que discurrirá paralelo a la propia conducción.



3.3 Línea de evacuación de energía

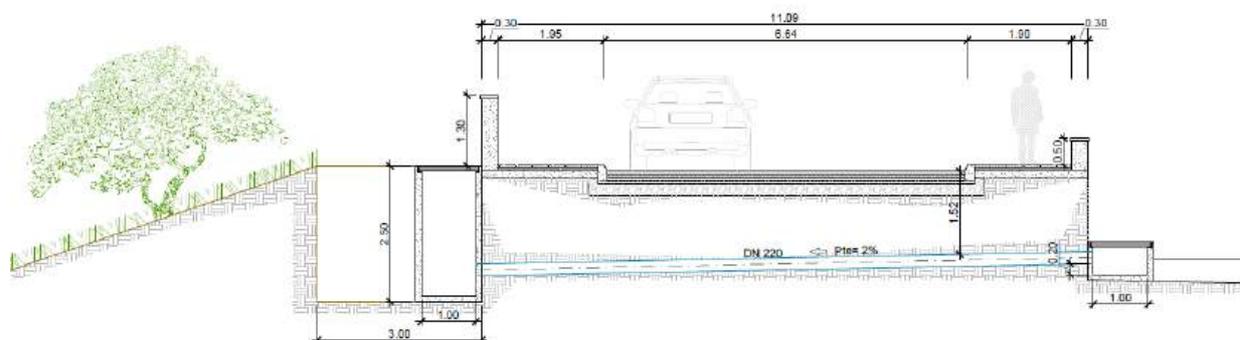
La energía producida por la minicentral será evacuada hasta el centro de transformación del estribo derecho de la presa a través de una línea de media tensión de 20 kV. Cabe destacar que el Canal de Isabel II tiene finalizado un proyecto para subir el centro de transformación situado actualmente en el cuerpo de presa hasta la coronación del estribo derecho, la ejecución de estas obras está cercana a su comienzo y se da por hecho que estarán finalizadas previa a la ejecución de la minicentral.

En el interior de la central la línea de evacuación parte de los generadores asociados a cada turbina con tres (3) conductores de 240 mm² (AL RHZ1-OL 12/20kV) hasta los transformadores de potencia 6/20kV de 2000 kVA. Cada transformador conecta con su celda mediante tres (3) de conductores de 150 mm² (AL RHZ1-OL 12/20kV). A partir de la celda de salida comenzará el trazado exterior a la minicentral.

La línea de evacuación compartirá trazado exterior con una línea de fibra óptica hasta el centro de transformación. La línea estará compuesta por tres (3) conductores de 150 mm² (AL RHZ1-OL 12/20kV) más un cuarto conductor de reserva. La línea de evacuación comienza en la celda de salida de 20kV de la minicentral, tras un pequeño tramo bajo el relleno de hormigón exterior a la minicentral, se introducirá en una bandeja que discurrirá bajo las escaleras existentes paralelas a la conducción del caudal ecológico. Cruzará el canal de desagüe de medio fondo a través de una pequeña galería existente bajo el mismo con salida en pozo y subirá por la losa de hormigón hasta el estribo de la presa.



El cruce bajo la carretera de coronación se hará a través de una perforación sobre el hormigón en masa que conforma el propio estribo de la presa. Se realizarán tres (3) perforaciones de 220 mm de diámetro, una para el paso de la línea de evacuación de energía, otra para la fibra óptica y una tercera de reserva para futuros usos. En el interior de cada perforación se albergará un tubo de PEAD DN200mm y en el interior de uno de ellos la línea eléctrica. La perforación se hará a una distancia mínima de 1,5m respecto a la rasante de la carretera y permitirá que el tráfico de la misma no se vea afectado. A ambos lados de la perforación de dejará previstas arquetas de registro y control.



El punto de cruce de la perforación se ha alineado con el murete existente en la explanada del estribo sobre la que se tenderá la línea atrás el cruce. Este tramo hasta el centro de transformación se realizará dentro de una tubería de PEAD 200mm que quedará embebida en un dado de hormigón que recrecerá el muro existente en la explanada. Para evitar la acumulación de agua en el muro se realizarán taladros de 20 mm cada 5 metros.



Finalmente, la entrada al futuro centro de transformación se hará por una arqueta existente sobre la acera de la explanada del estribo y allí se conectará a una celda que quedará prevista para tal fin. Desde este punto, la energía será evacuada hacia el centro de reparto a través de una línea área existente de 20 kV.

3.4 Línea de fibra óptica

Para las comunicaciones de la minicentral con la sala de control de la presa situada en la zona del embalse, en la margen derecha, se dispondrá de una línea de fibra óptica de 32 fibras monomodo. El trazado de la fibra óptica será común a la línea de energía hasta el centro de transformación. En el primer tramo bajo el relleno se situará un tritubo de 50mm, posteriormente en la canaleta la fibra óptica irá junto a la línea eléctrica separada por un tabique. El cruce de la carretera lo realizará por una de las perforaciones separada de la línea de evacuación de energía. En el tramo común sobre el murete de la explanada del estribo, la fibra óptica irá por encima de la tubería de PEAD que albergará la línea de energía donde se dispondrá de nuevo el tritubo de 50mm.

A partir del centro de transformación, el trazado de la fibra se bifurcará para continuar por el prisma de hormigón del murete con el tritubo de 50mm. Al finalizar el murete, se adosará una canaleta al muro perimetral de la carretera de acceso a las oficinas del Canal y la sala de control. La canaleta llegará hasta en saliente del muro, sobre el cual se disponen algunos equipos de medida de meteorológica de la presa, punto en el cual pasará a ir enterrada en una pequeña zanja de 0.30x0.50 m hasta la arqueta de entrada previa a la sala de control.



Una vez en la sala de control, la fibra se llevará hasta un nuevo cuadro repartidor que se ubicará en un hueco reservado en la sala para tal fin, del que se conectarán las fibras necesarias con el rack existente en la misma sala.

Adicionalmente, en la sala de control existe un separador galvánico de una salida, que recibe señal del caudalímetro del caudal ecológico. Este será sustituido por otro separador de 2 salidas, para poder reportar lectura también al PLC de la minicentral.

3.5 Actuaciones en el centro de conmutación automática y centro de reparto del cerro

En uno de los cerros de la margen derecha de la presa se ubica un centro de conmutación automática y un centro de reparto de energía. Este es el punto de entrada y evacuación de la energía a la presa. Actualmente existen dos posibles opciones de evacuación desde el cerro a la red, un alimentador propiedad del Canal (Valdentaes) y otro alimentador de Iberdrola. La línea preferente y habitual de salida será de la de Canal.

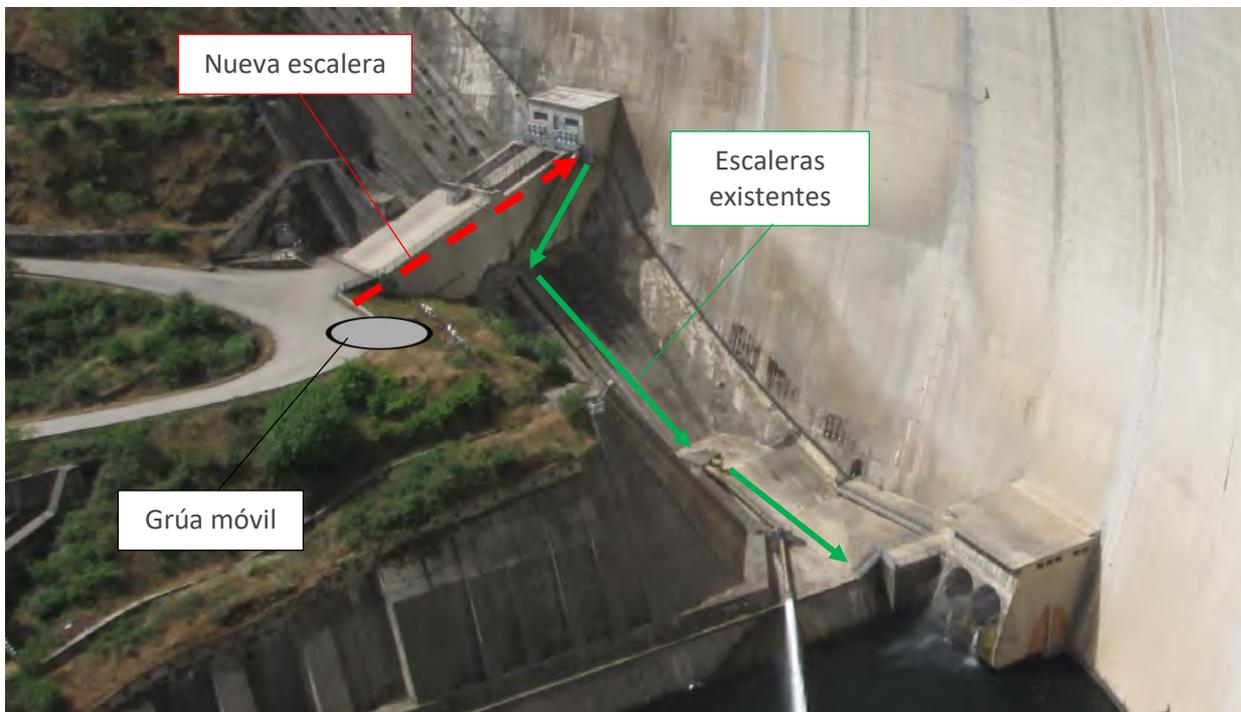
De las consultas realizadas a Iberdrola, se obtuvo respuesta negativa a que la minicentral exportase energía a través de su alimentador, cuando este estuviera en servicio. Por lo tanto, se proyecta la instalación de un relé antivertido para asegurar que la minicentral no exporte la energía a través del alimentador de Iberdrola, el cual estará alimentado desde el SAI de la sala de conmutación. Como complemento, se sustituirán los transformadores de tensión e intensidad (TTs y TIs) de la celda de medida del alimentador de Iberdrola por otros con devanado dedicado al relé, añadiendo otro adicional para el equipo de medida. Y finalmente, se instalará una periferia distribuida en el centro de conmutación automático que está comunicada con el PLC de la minicentral. Dicha periferia recogerá los estados digitales de la conmutación de alimentadores y evento de disparo del relé antivertido. Cabe destacar que la sala de control de la presa y el centro de reparto del cerro se encuentran comunicados mediante fibra óptica.

3.6 Otras actuaciones auxiliares

Por último, se destacan dos actuaciones de menor relevancia, pero importantes para garantizar la ejecución de las obras.

Para permitir el acceso durante las obras a la zona de implantación de la minicentral se proyecta la instalación de una nueva escalera metálica adosada al canal de descarga de los desagües de medio fondo de la presa. Este acceso, adicionalmente permitirá independizar los accesos de la presa y la minicentral, en previsión de que el personal de explotación de la minicentral no sea el mismo que el de presa. La escalera partirá de la carretera de acceso a los canales de desagüe intermedios e irá hasta el tramex existente sobre la tubería del caudal ecológico, en ese punto se podrá acceder a través de las escaleras existentes.

Por otro lado, la ubicación de la minicentral a pie de presa tiene un acceso muy complicado por lo escarpado de la cerrada, sin que exista la posibilidad de ejecutar caminos de obra de un modo técnico y económicamente razonable. Por este motivo, como medio auxiliar para la ejecución de las obras destaca la necesidad de instalar una grúa que permita el acopio de materiales y maquinaria a pie de la minicentral. Se ha previsto la instalación de una grúa móvil durante las obras situada una curva de la carretera que cruza al río agua abajo de la presa, punto en el cual se han ubicado grúas en otras ocasiones para la realización de actuaciones en esta zona de la presa. La carretera sobre la que se propone ubicar está controlada por la seguridad del Canal y no se permite el tráfico libre.



4 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Conforme al Real Decreto 1098/2001 de 12 de octubre por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, al Real Decreto Legislativo 9/2017, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público y a las modificaciones del Real Decreto 773/2015 de 28 de agosto por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, se establece la siguiente clasificación del contratista:

- GRUPO I: Instalaciones eléctricas
- SUBGRUPO 2: Centrales de producción de energía.
- CATEGORÍA 4: Cuantía de la anualidad media superior a 840.000 euros (máxima categoría para grupo I).

No obstante, será el futuro Pliego de cláusulas administrativas particulares de la licitación el que establezca definitivamente la clasificación necesaria.

5 PLAZO DE EJECUCIÓN

Se ha previsto un plazo de 41 semanas (10.25 meses) para la completa ejecución de las obras.

6 PRESUPUESTOS

De acuerdo con la justificación incluida en el Documento nº4, el presupuesto para la ejecución de todas las obras comprendidas en el proyecto es:

6.1 Presupuesto de Ejecución Material

01	EDIFICIO MINICENTRAL HIDROELECTRICA	339.637,49 €
02	CONDUCCIONES	222.407,47 €
03	EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS.....	1.624.472,62 €
04	INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y TELECOMUNICACIONES.....	496.132,54 €
05	INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL	203.641,13 €
06	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	672,21 €
07	URBANIZACIÓN Y ACCESOS.....	34.990,20 €
08	PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	11.247,69 €
09	SEGURIDAD Y SALUD.....	43.531,71 €
10	RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y ADECUACIÓN PAISAJÍSTICA	805,56 €
11	ACTUACIONES IMPREVISTAS.....	102.000,00 €
12	REDACCIÓN DE PROYECTOS/INFORMES Y GESTIÓN PERMISOS/LIC.	77.050,00 €
13	SERVICIOS AFECTADOS	21.766,17 €
14	MEDIOS AUXILIARES NO CONTEMPLADOS.....	229.030,33 €

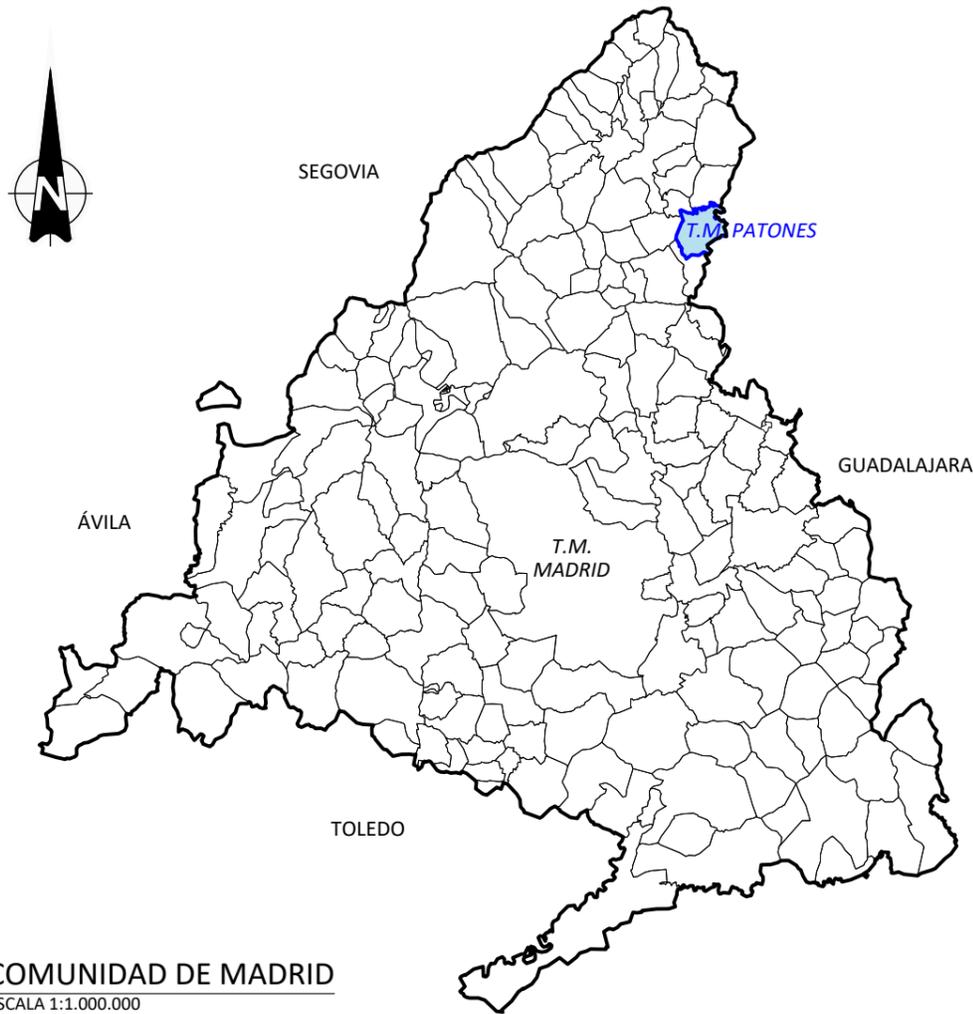
6.2 Presupuesto base de licitación

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	3.407.385,12 €
13% Gastos generales	442.960,07 €
6% Beneficio industrial	204.443,11 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA.....	4.054.788,30 €

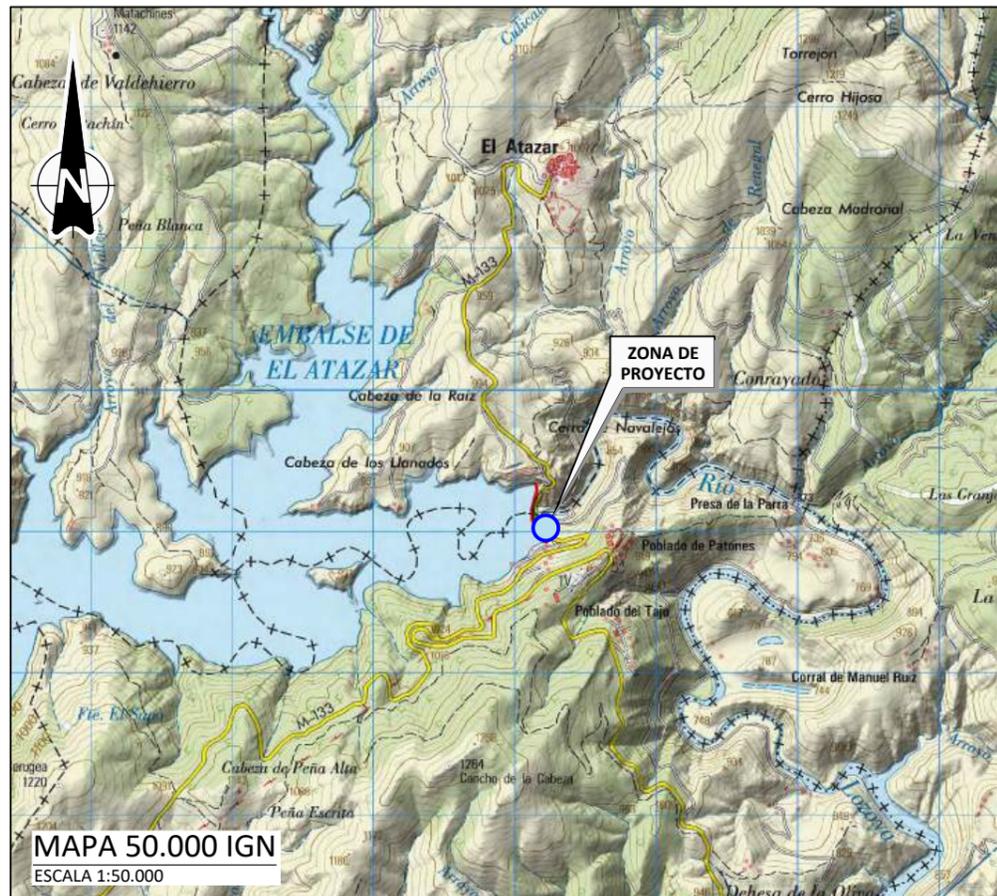
7 PLANOS

Se adjuntan, a continuación, los planos con la identificación de las actuaciones más importantes.

- Plano de situación
- Planta general de las actuaciones proyectadas
- Implantación y planta general
- Canalizaciones exteriores



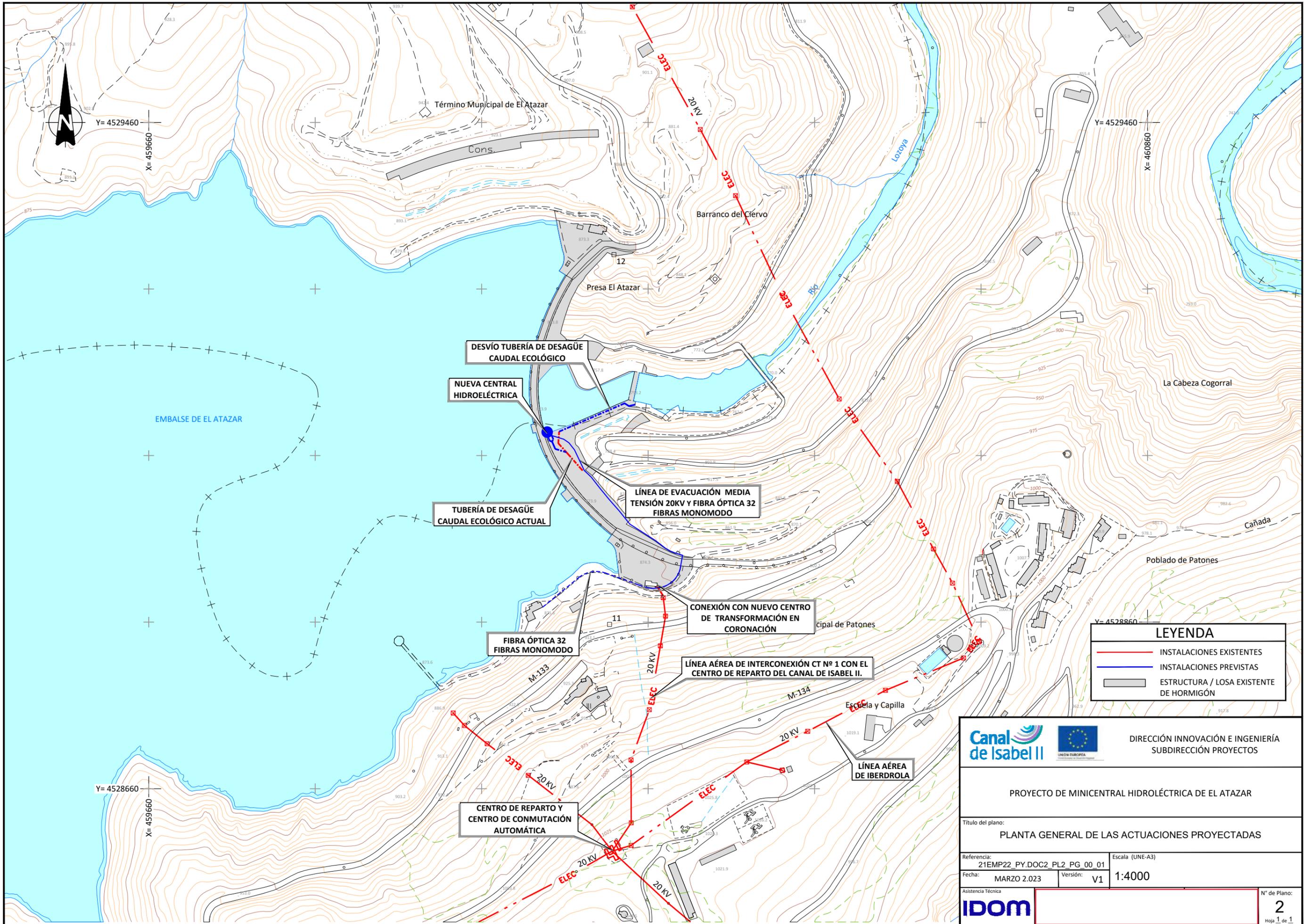
COMUNIDAD DE MADRID
ESCALA 1:1.000.000



ORTOFOTO
ESCALA 1:2.000

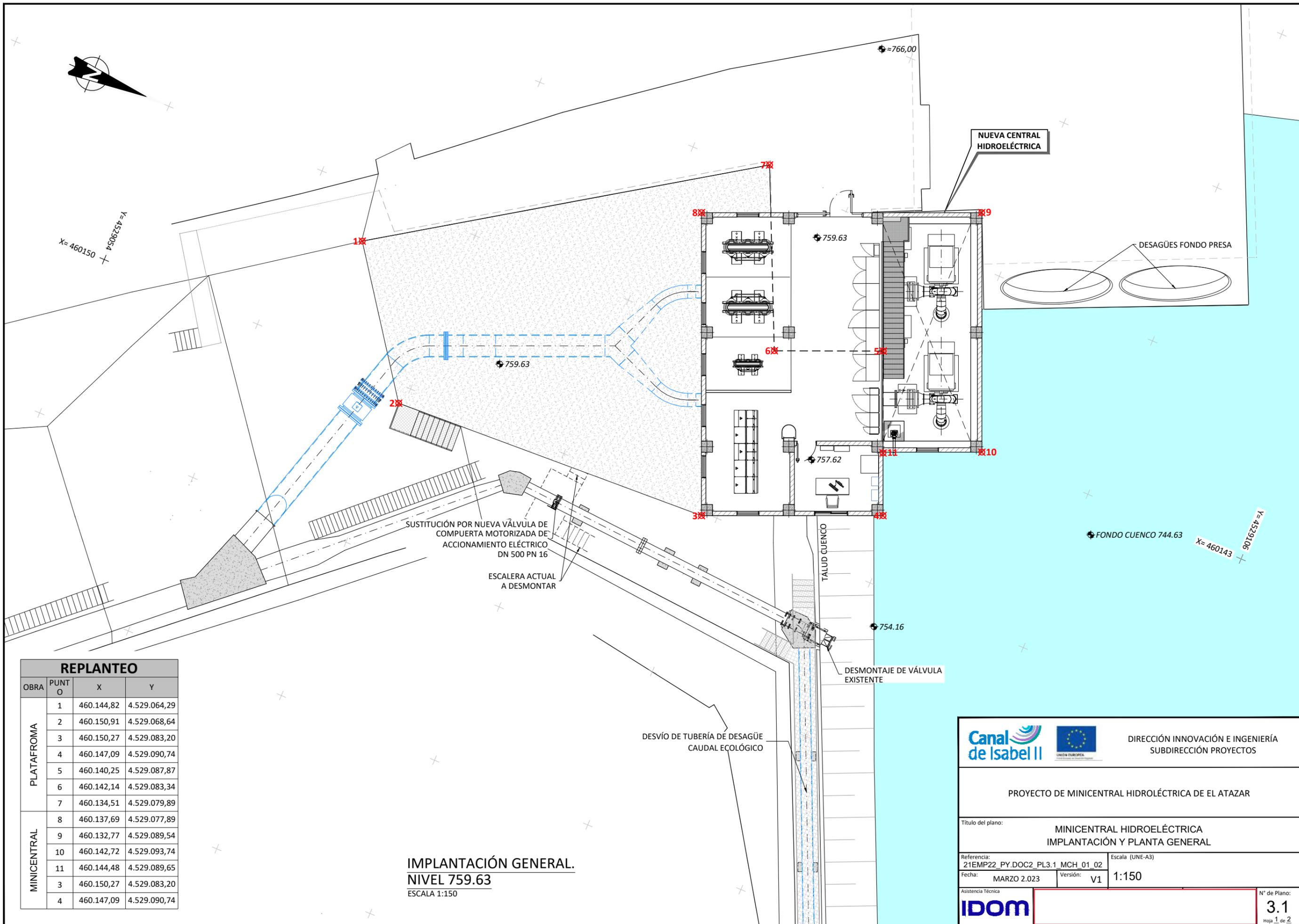
MAPA 50.000 IGN
ESCALA 1:50.000

 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano:		PLANTA GENERAL	
Referencia: 21EMP22_PY.DOC2_PL1_SIT_00_01	Escala (UNE-A3)		
Fecha: MARZO 2.023	Versión: V1	INDICADA	
Asistencia Técnica 			N° de Plano: 1 Hoja 1 de 1



LEYENDA	
	INSTALACIONES EXISTENTES
	INSTALACIONES PREVISTAS
	ESTRUCTURA / LOSA EXISTENTE DE HORMIGÓN

		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: PLANTA GENERAL DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS			
Referencia:	21EMP22_PY.DOC2_PL2_PG_00_01	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
		1:4000	
Asistencia Técnica		Nº de Plano:	
		2 Hoja 1 de 1	

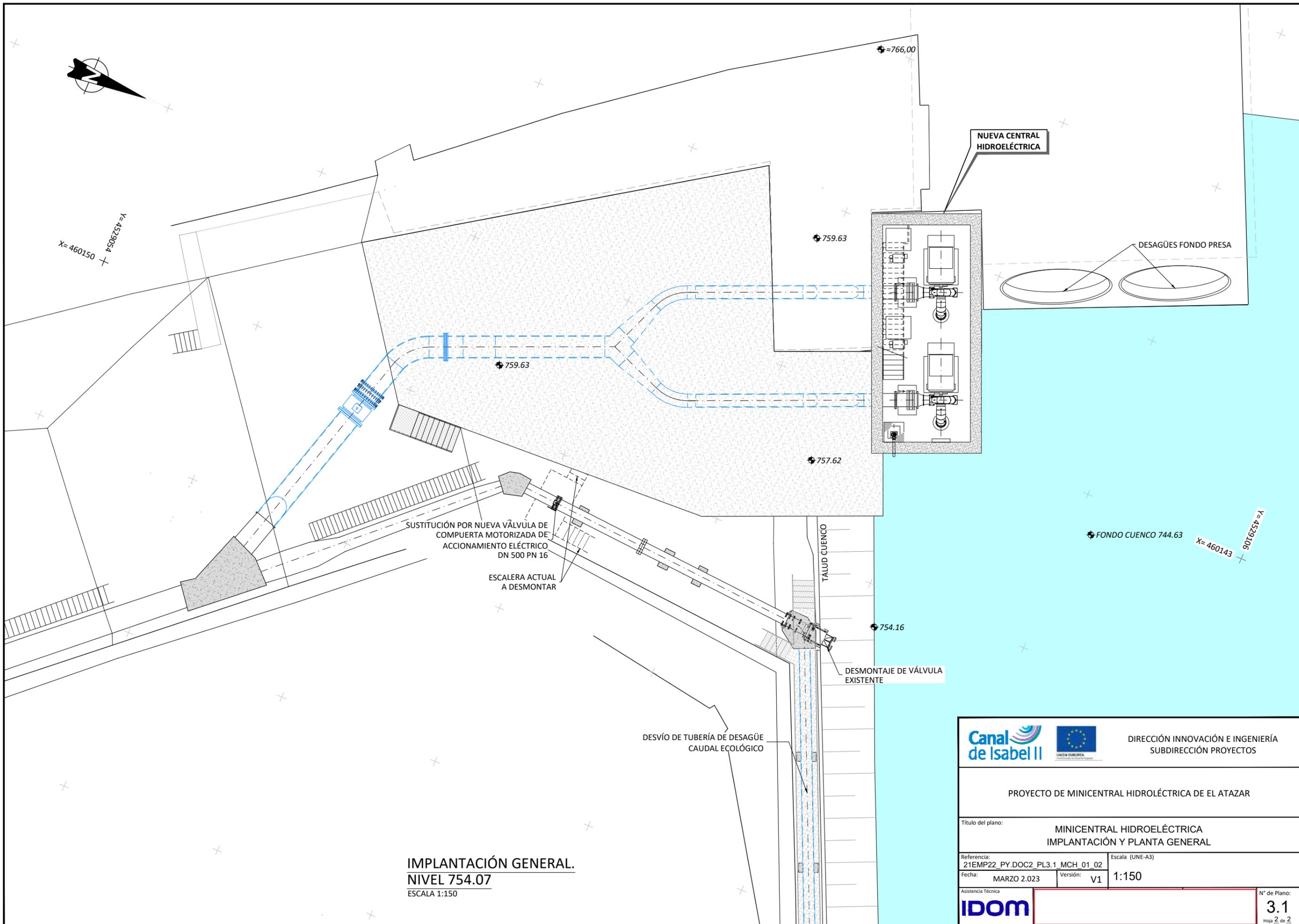


REPLANTEO

OBRA	PUNTO	X	Y
PLATAFORMA	1	460.144,82	4.529.064,29
	2	460.150,91	4.529.068,64
	3	460.150,27	4.529.083,20
	4	460.147,09	4.529.090,74
	5	460.140,25	4.529.087,87
	6	460.142,14	4.529.083,34
	7	460.134,51	4.529.079,89
MINICENTRAL	8	460.137,69	4.529.077,89
	9	460.132,77	4.529.089,54
	10	460.142,72	4.529.093,74
	11	460.144,48	4.529.089,65
	3	460.150,27	4.529.083,20
	4	460.147,09	4.529.090,74

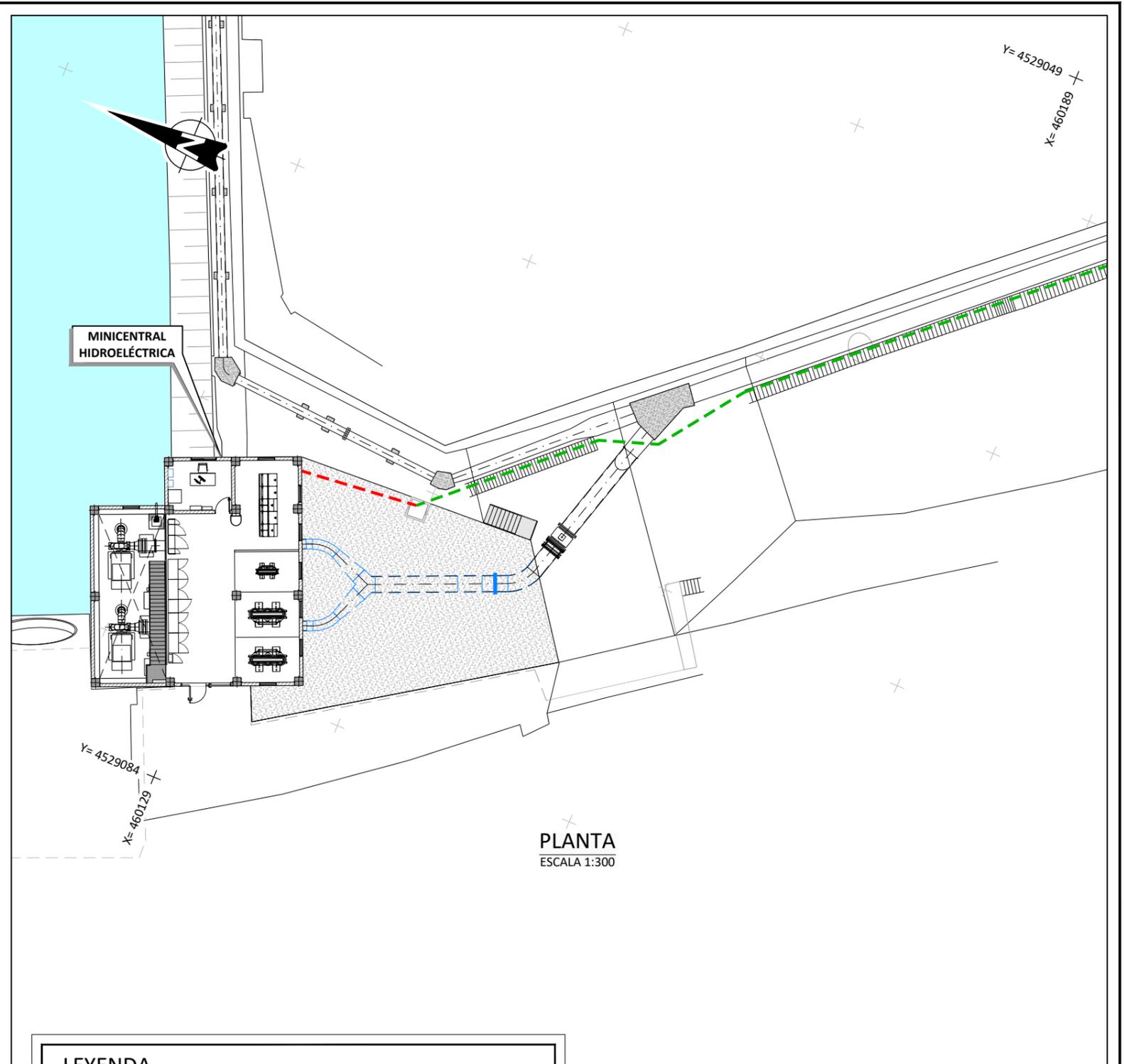
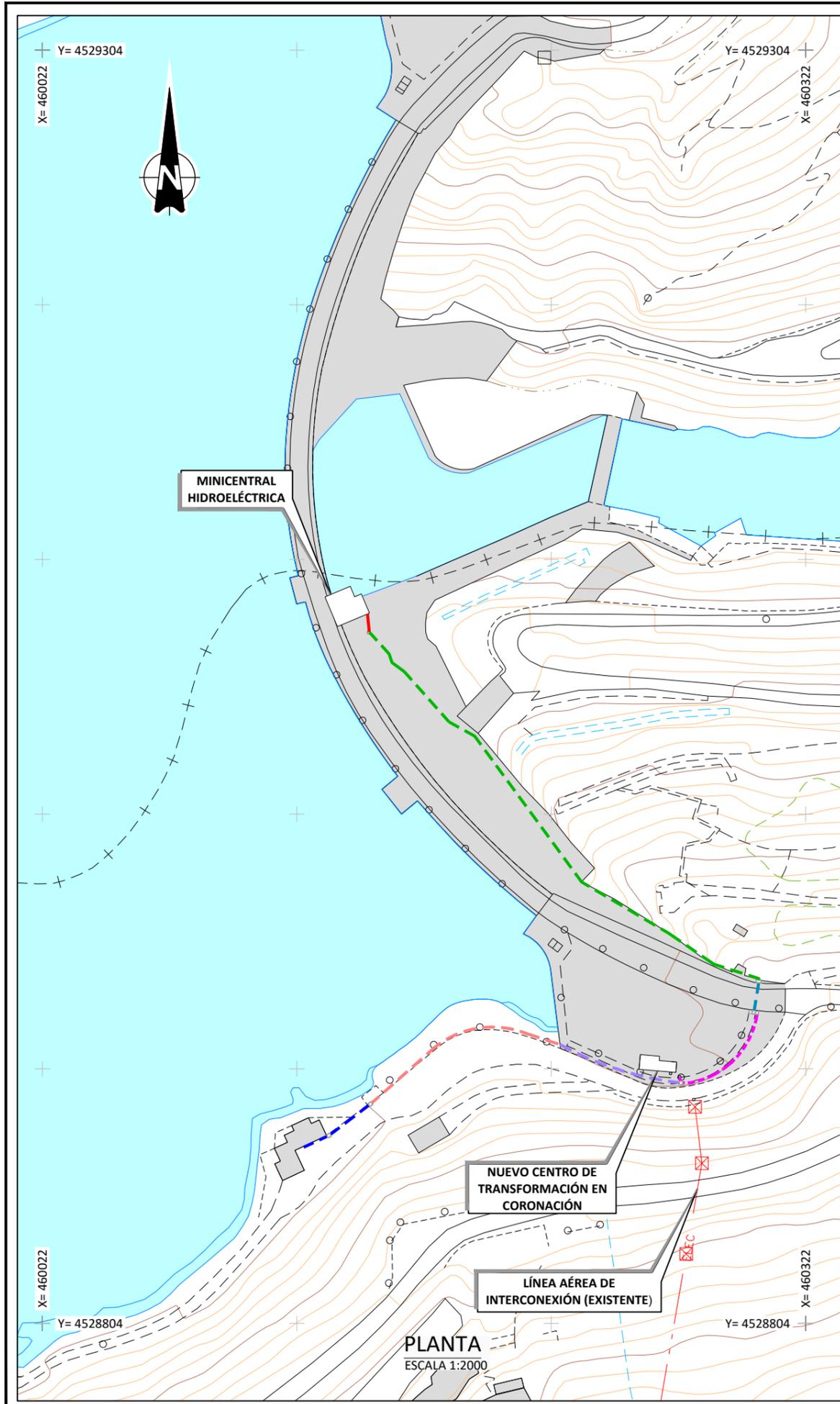
IMPLANTACIÓN GENERAL.
NIVEL 759.63
 ESCALA 1:150

		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano:		MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA IMPLANTACIÓN Y PLANTA GENERAL	
Referencia: 21EMP22_PY.DOC2_PL3.1_MCH_01_02	Escala (UNE-A3)		
Fecha: MARZO 2.023	Versión: V1	1:150	
Asistencia Técnica 			N° de Plano: 3.1 Hoja 1 de 2



IMPLANTACIÓN GENERAL.
NIVEL 754.07
 ESCALA 1:150

 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano:		MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA IMPLANTACIÓN Y PLANTA GENERAL	
Referencia: 21EMP22_PY.DOC2_PL3.1_MCH_01_02	Escala (UNE-A3)	1:150	
Fecha: MARZO 2.023	Versión: V1	1:150	
Asistencia Técnica 			N° de Plano: 3.1 Hoja 2 de 2



LEYENDA

- TRAMO ENTERRADO BAJO SOLERA HORMIGÓN 10m (VER DETALLE 1)
- TRAMO BAJO BANDEJA BORDEANDO PRESA 220m (VER DETALLE 2)
- TRAMO PERFORACIÓN BAJO CARRETERA 11m (VER DETALLE 3)
- TRAMO DADO DE HORMIGÓN 56m (VER DETALLE 4)
- TRAMO DADO DE HORMIGÓN FO 50m (VER DETALLE 5)
- TRAMO CANALETA FO 85m (VER DETALLE 6)
- TRAMO ZANJA FO 32m (VER DETALLE 7)
- ARQUETA

		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA DE EL ATAZAR		
Título del plano:		ELECTRICIDAD CANALIZACIONES EXTERIORES
Referencia: 21EMP22_PY.DOC2_PL6.4_EE_EC_01_07	Escala (UNE-A3)	
Fecha: MARZO 2.023	Versión: V1	INDICADA
Asistencia Técnica 	N° de Plano: 6.4 <small>Hoja 1 de 8</small>	



 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano:		ELECTRICIDAD CANALIZACIONES EXTERIORES	
Referencia: 21EMP22_PY.DOC2_PL6.4_EE_EC_01_07	Escala (UNE-A3)	INDICADA	
Fecha: MARZO 2.023	Versión: V1	N° de Plano: 6.4 <small>Hoja 2 de 8</small>	
			



TRAMO PERFORACIÓN
BAJO CARRETERA 12m



TRAMO DADO DE
HORMIGÓN 56m



DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA
SUBDIRECCIÓN PROYECTOS

PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR

Título del plano: **ELECTRICIDAD
CANALIZACIONES EXTERIORES**

Referencia: 21EMP22_PY.DOC2_PL6.4_EE_EC_01_07 Escala (UNE-A3)

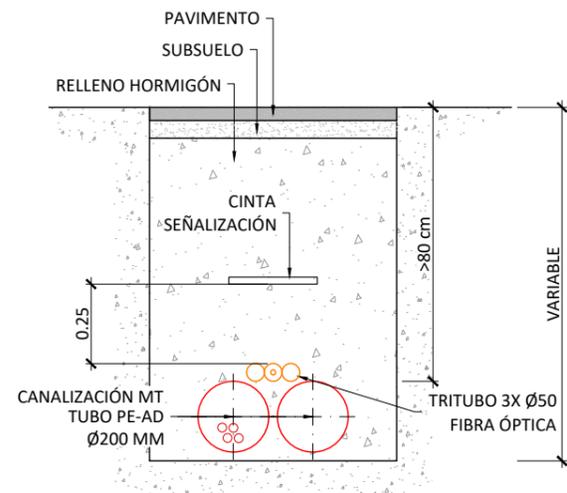
Fecha: MARZO 2.023 Versión: V1 INDICADA



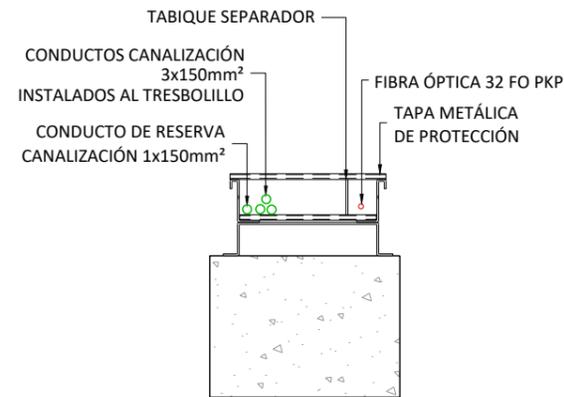
Nº de Plano:
6.4
Hoja 3 de 8



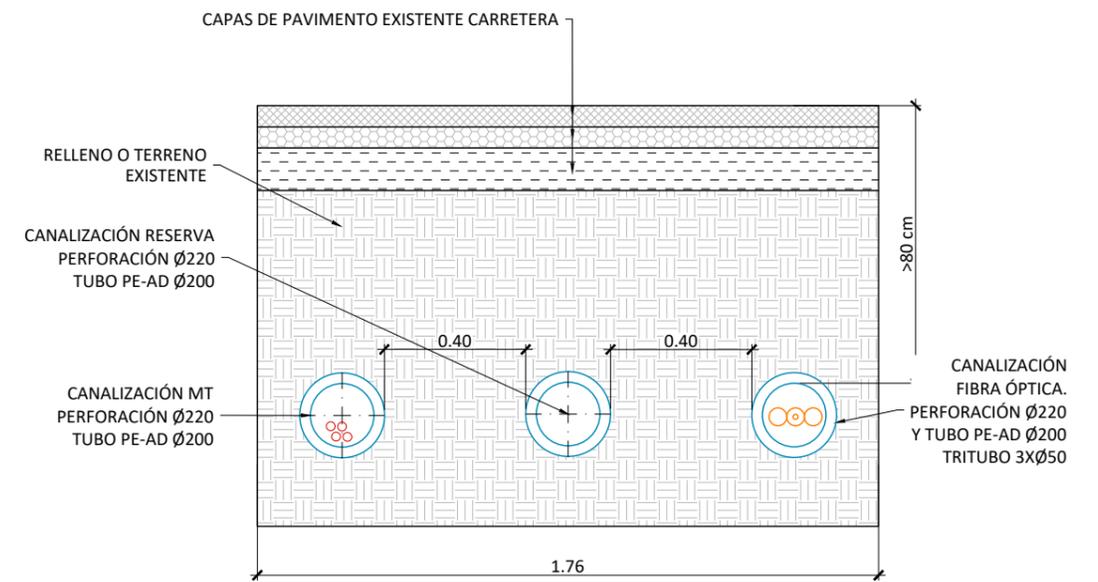
 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano:		ELECTRICIDAD CANALIZACIONES EXTERIORES	
Referencia: 21EMP22_PY.DOC2_PL6.4_EE_EC_01_07	Escala (UNE-A3)	INDICADA	
Fecha: MARZO 2.023	Versión: V1	N° de Plano: 6.4 <small>Hoja 4 de 8</small>	
			



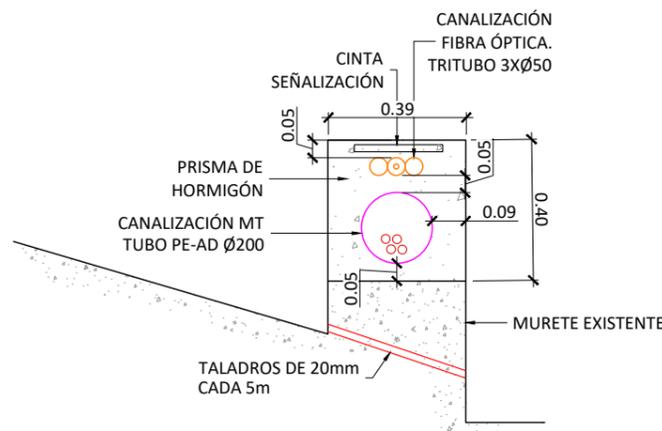
DETALLE 1.
CANALIZACIÓN ENTERRADA MT + F.O.
BAJO HORMIGON DE LA PRESA
ESCALA 1:20



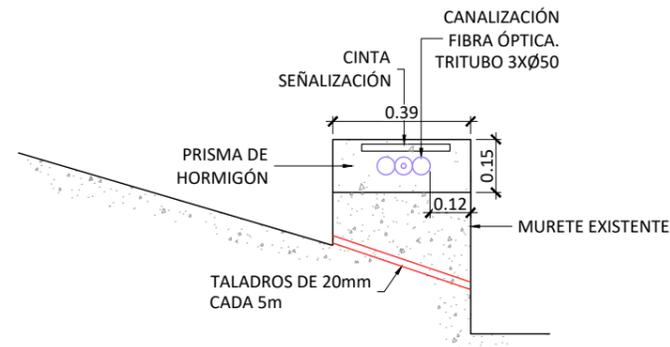
DETALLE 2.
CANALIZACIÓN MT + F.O. SOBRE
LOSA/PARED DE LA PRESA.
ESCALA 1:20



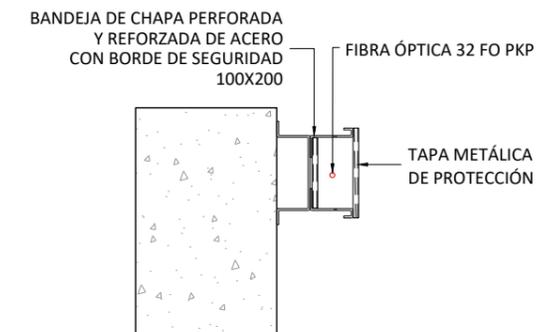
DETALLE 3.
CANALIZACIÓN ENTERRADA MT + F.O. POR PERFORACIÓN
BAJO CARRETERA
ESCALA 1:20



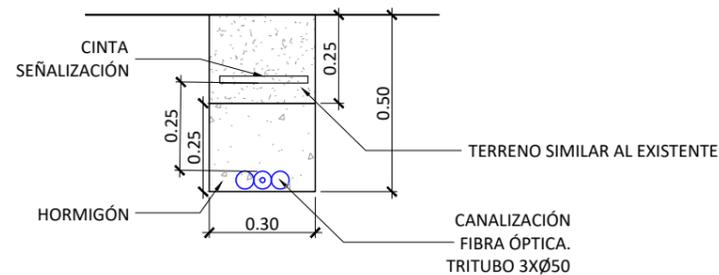
DETALLE 4.
CANALIZACIÓN MT + FO PRISMA HORMIGÓN
EN SUPERFICIE SOBRE MURETE
ESCALA 1:20



DETALLE 5.
CANALIZACIÓN FO PRISMA HORMIGÓN
EN SUPERFICIE
ESCALA 1:20

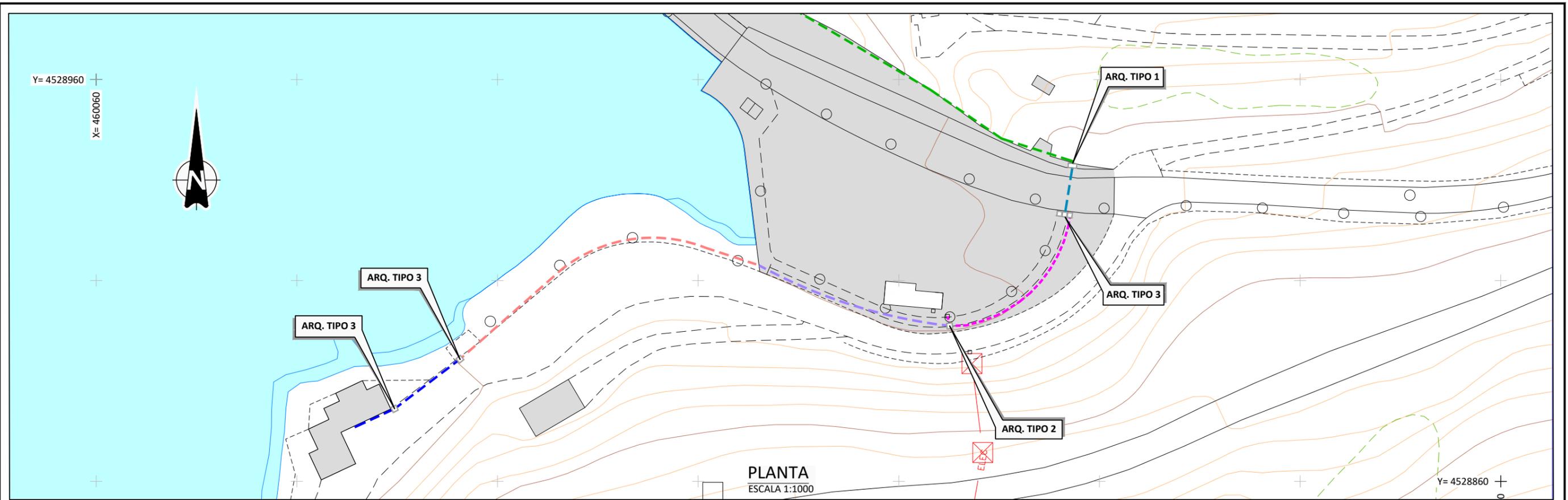


DETALLE 6.
CANALIZACIÓN F.O. SOBRE PARED
ESCALA 1:20

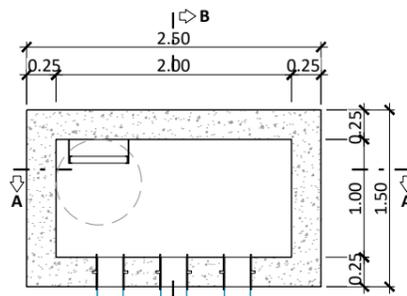


DETALLE 7.
CANALIZACIÓN FO ENTERRADA
ESCALA 1:20

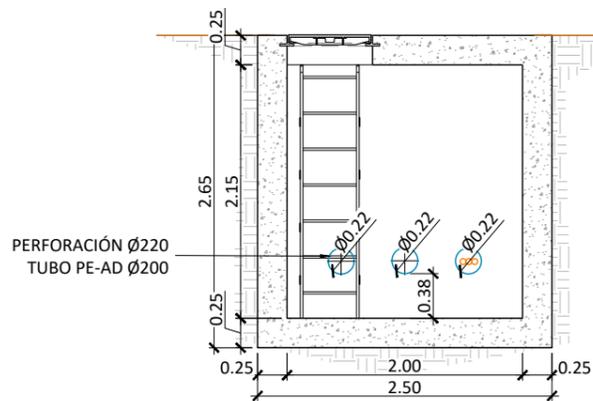
 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano:		ELECTRICIDAD CANALIZACIONES EXTERIORES	
Referencia: 21EMP22_PY.DOC2_PL6.4_EE_EC_01_07	Escala (UNE-A3)	INDICADA	
Fecha: MARZO 2.023	Versión: V1	N° de Plano:	
Asistencia Técnica IDOM		6.4 Hoja 5 de 8	



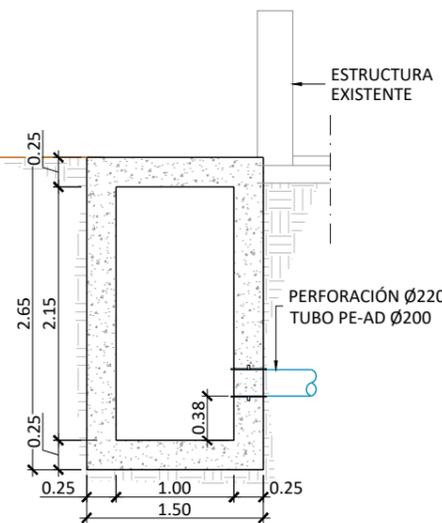
ARQUETA TIPO 1. IN SITU



PLANTA
ESCALA 1:60



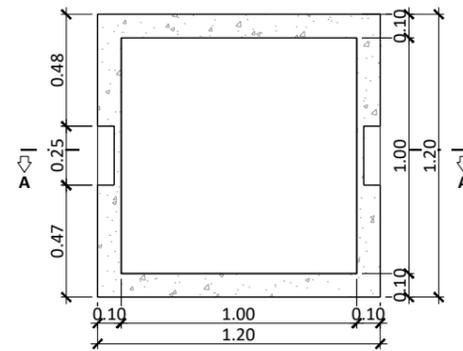
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:60



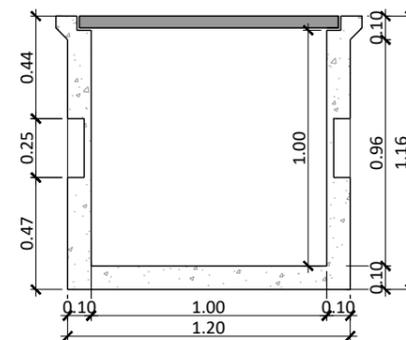
SECCIÓN B-B
ESCALA 1:60

ARQUETA DE HORMIGÓN IN SITU

ARQUETA TIPO 2. PREFABRICADA CANAL



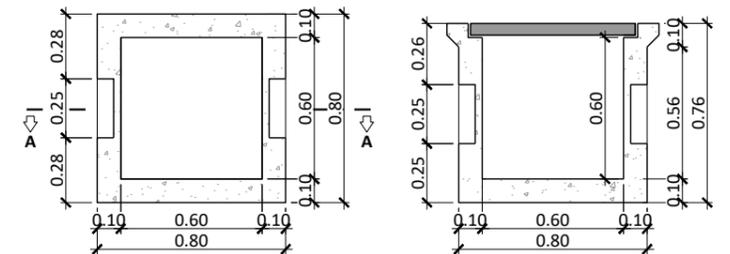
PLANTA
ESCALA 1:30



SECCIÓN A-A
ESCALA 1:30

ARQUETA DE HORMIGÓN PREFABRICADA PARA CANALIZACIÓN ELÉCTRICA DE 1,00x1,00x1,00m

ARQUETA TIPO 3. PREFABRICADA CANAL



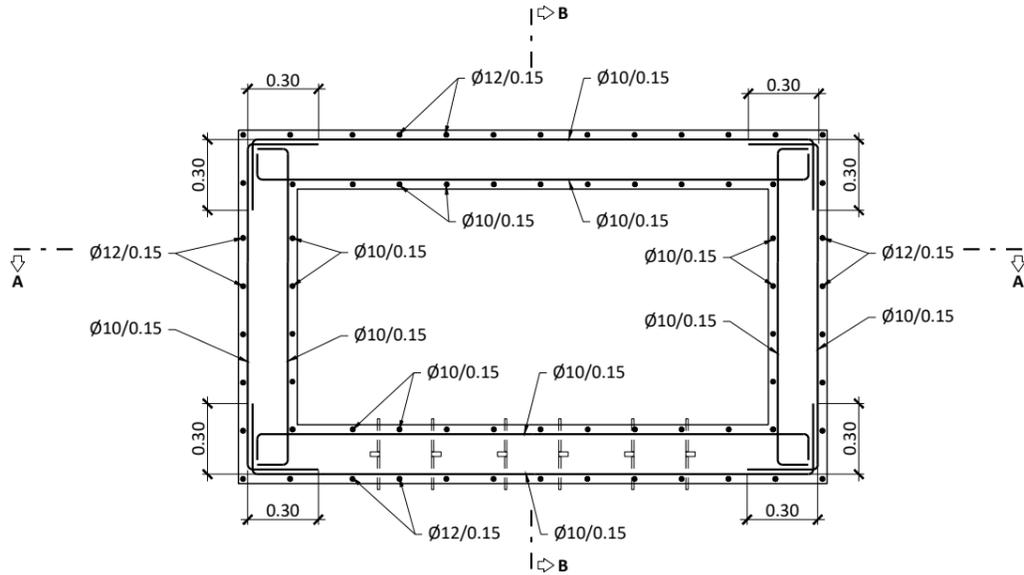
PLANTA
ESCALA 1:30

SECCIÓN A-A
ESCALA 1:30

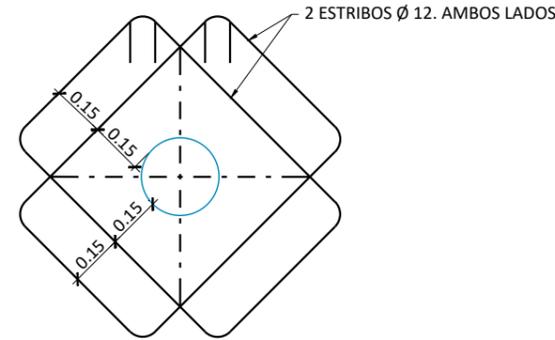
ARQUETA PREFABRICADA PARA TRITUBO DE HORMIGÓN CON FONDO DE 0.60x0.60x0.60m

		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano:		ELECTRICIDAD CANALIZACIONES EXTERIORES	
Referencia: 21EMP22_PY.DOC2_PL6.4_EE_EC_01_07	Escala (UNE-A3)	INDICADA	
Fecha: MARZO 2.023	Versión: V1	N° de Plano: 6.4 Hoja 6 de 8	
Asistencia Técnica IDOM			

ARQUETA TIPO 1. IN SITU PARA PERFORACIÓN BAJO CARRETERA



PLANTA
ESCALA 1:30

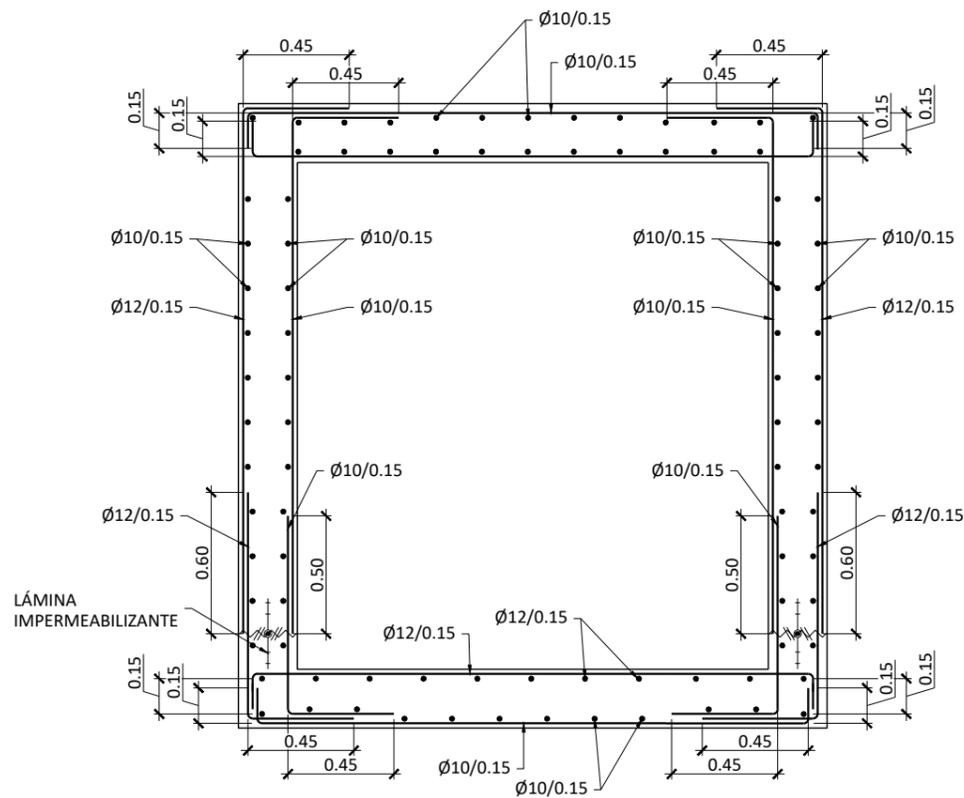


REFUERZO DE PERFORACIÓN
ESCALA 1:20

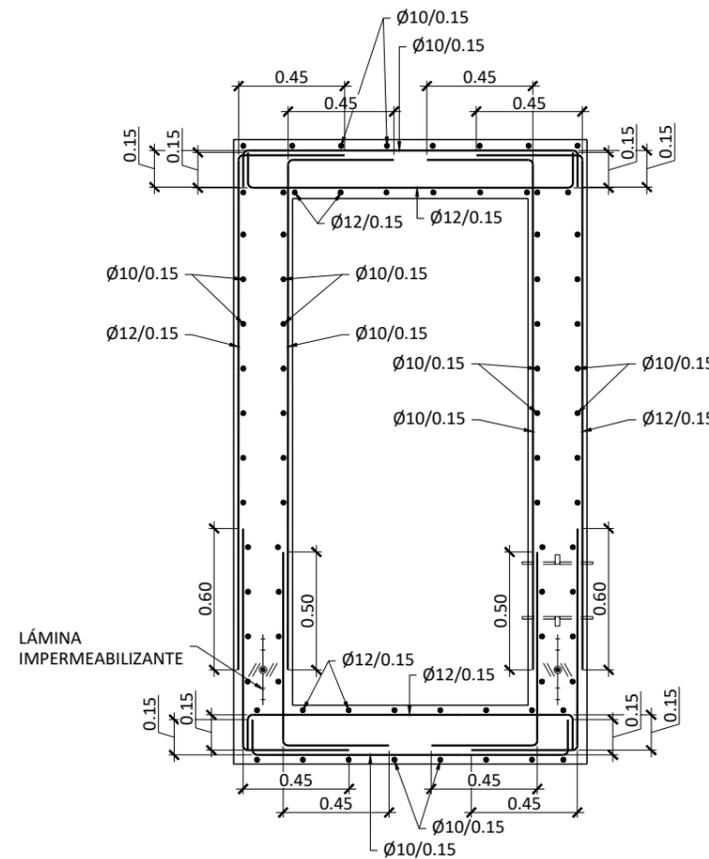
CUADRO DE MATERIALES. MINICENTRAL					
MATERIAL	ELEMENTO	TIPO	NIVEL DE CONTROL	γ	REC.NO M (mm)
HORMIGÓN	LIMPIEZA Y ELEVACIÓN	HM-20	-	-	-
	TODA LA OBRA	HA-30/F/20/XC1+XF1	ESTADISTICO	1,50	40
ACERO PASIVO	TODA LA OBRA	B-500-S	NORMAL	1,15	-
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA	-	INTENSO	γG=1.35 γQ=1.50	-
CEMENTOS	TODA LA OBRA	CEM III			

NOTAS

1. PARA ANCLAJES Y SOLAPES NO ESPECIFICADOS SE SEGUIRÁN LAS PRESCRIPCIONES CONTENIDAS EN EL CÓDIGO ESTRUCTURAL.
2. PARA ASEGURAR LOS RECUBRIMIENTOS SE USARÁN SEPARADORES DE MORTERO DE CEMENTO U OTRO SISTEMA ADECUADO.
3. INDEPENDIEMENTE DE LA RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DEL PROYECTO, EL HORMIGÓN DEBERÁ SEGUIR LOS REQUISITOS DE LIMITACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA Y CEMENTO INDICADOS EN EL CODIGO ESTRUCTURAL.

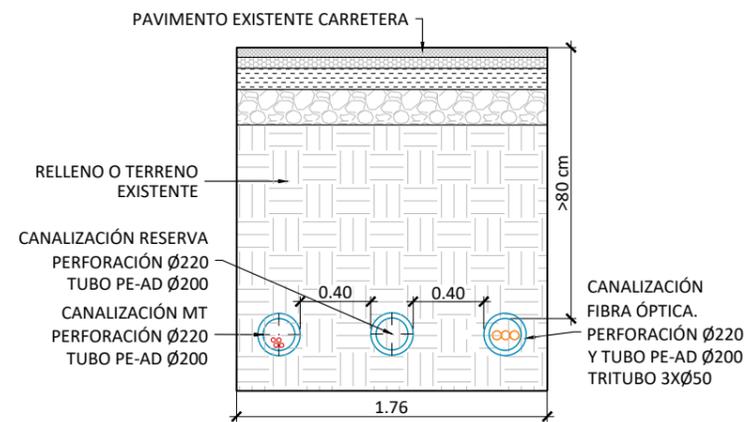
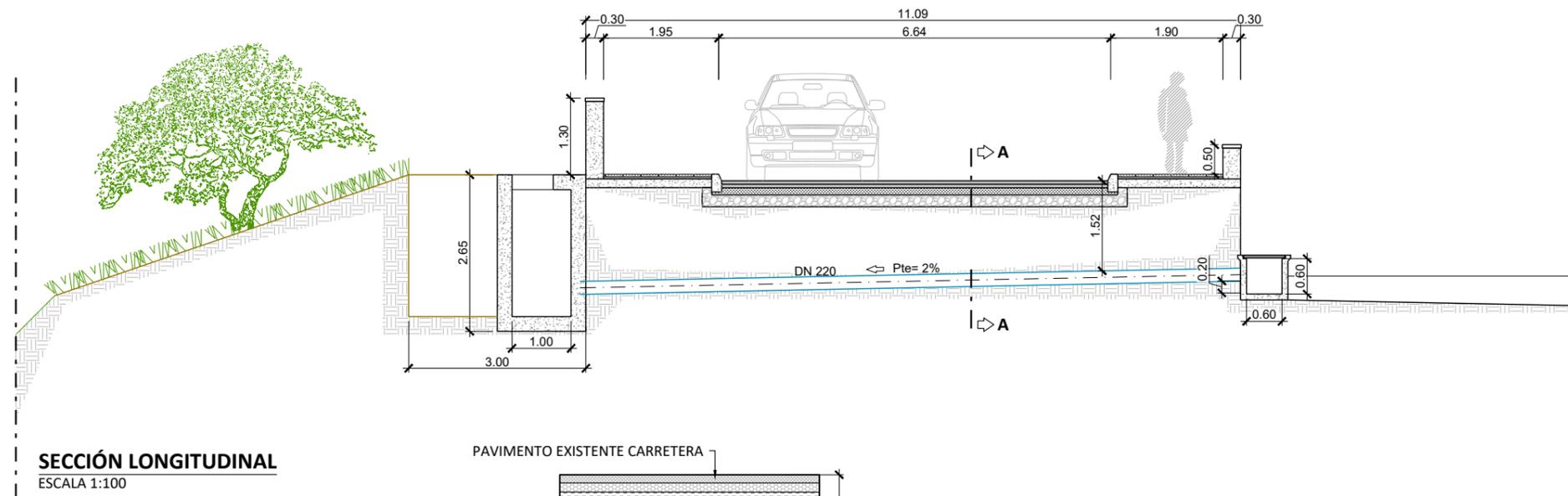
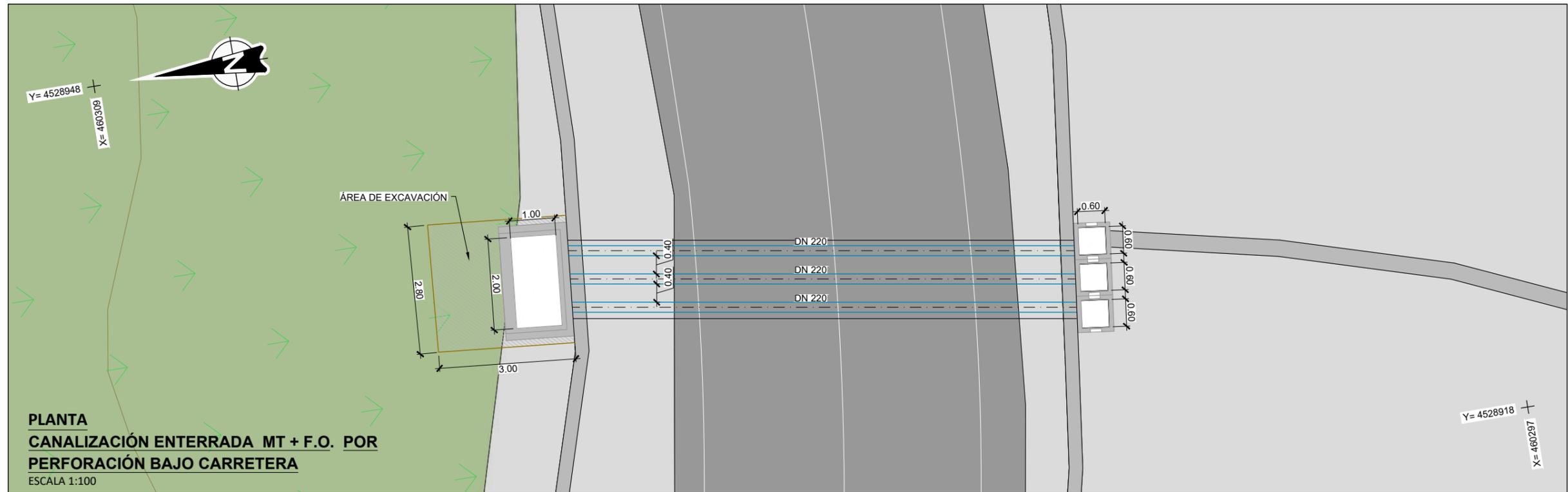


SECCIÓN A-A
ESCALA 1:30



SECCIÓN B-B
ESCALA 1:30

 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano:		ELECTRICIDAD CANALIZACIONES EXTERIORES	
Referencia: 21EMP22_PY.DOC2_PL6.4_EE_EC_01_07	Escala (UNE-A3)	INDICADA	
Fecha: MARZO 2.023	Versión: V1	N° de Plano:	
Asistencia Técnica 		6.4 Hoja 7 de 8	



		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano:		ELECTRICIDAD CANALIZACIONES EXTERIORES	
Referencia: 21EMP22_PY.DOC2_PL6.4_EE_EC_00_08	Escala (UNE-A3)	INDICADA	
Fecha: MARZO 2.023	Versión: V1	N° de Plano: 6.4 <small>Hoja 8 de 8</small>	
Asistencia Técnica 			

Canal
de Isabel II



ANEJO Nº2.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA



Índice

1	OBJETO	5
2	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	6
2.1	Criterios de análisis	8
2.2	Alternativas analizadas y caudales de cálculo.....	12
2.3	Resultados obtenidos.....	13
2.3.1	Hipótesis 1A: Turbina velocidad fija, sin variación diaria de caudal.....	13
2.3.2	Hipótesis 2A: Dos turbinas velocidad fija, sin variación diaria de caudal.....	14
2.3.3	Hipótesis 3A: Una turbina velocidad variable, sin variación diaria de caudal	15
2.3.4	Hipótesis 1B: Turbina velocidad fija, con variación diaria de caudal.....	16
2.3.5	Hipótesis 2B: Dos turbinas velocidad fija, con variación diaria de caudal.....	17
2.3.6	Hipótesis 2C: Dos turbinas velocidad fija, con variación diaria de caudal excepto Jul/Sept	19
2.3.7	Hipótesis 2D: Dos turbinas velocidad fija con caudal nominal ajustado a caudal máximo estacional, con variación diaria de caudal.	20
2.3.8	Hipótesis 2E: Dos turbinas velocidad fija con caudal nominal ajustado a caudal máximo estacional, con variación diaria de caudal excepto Ene/Mar	22
2.3.9	Hipótesis 3B: Una turbina velocidad variable, con variación diaria de caudal	23
2.3.10	Hipótesis 3C: Una turbina velocidad variable, con variación diaria de caudal excepto en Ene/Mar	24
3	COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	26
4	CONCLUSIONES.....	29
Apéndice 1	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL ANTEPROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA DE EL ATAZAR.....	31

1 OBJETO

El objeto del presente anejo es el estudio de alternativas para la ubicación y definición de la nueva central hidroeléctrica al pie de la presa de El Atazar.

Las distintas alternativas fueron valoradas y estudiadas en el Anteproyecto de esta nueva central, seleccionándose principalmente una ubicación de la misma y el tipo de turbina más adecuado en función de las características del salto. El análisis realizado concluye con la ubicación de la central en el cuenco de amortiguación de la presa de El Atazar y la selección de una turbina Francis de eje horizontal con 1.500 r.p.m. de velocidad de giro. En el anexo 1 del presente documento se recoge el Estudio de Alternativas del Anteproyecto.

A pesar de la volatilidad del precio actual de la energía y las posibles modificaciones en la estimación de la inversión necesaria, dado que se trataba de escoger entre distintas tecnologías, el análisis realizado en el anteproyecto se sigue considerando válido.

Los caudales de cálculo empleados en el Anteproyecto se correspondían con los caudales ecológicos existentes en aquel momento. A finales de abril de 2022, el borrador de la revisión del tercer ciclo del *Plan Hidrológico de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo (2022-2027)* recoge una modificación de los caudales ecológicos aplicables a la presa de El Atazar.

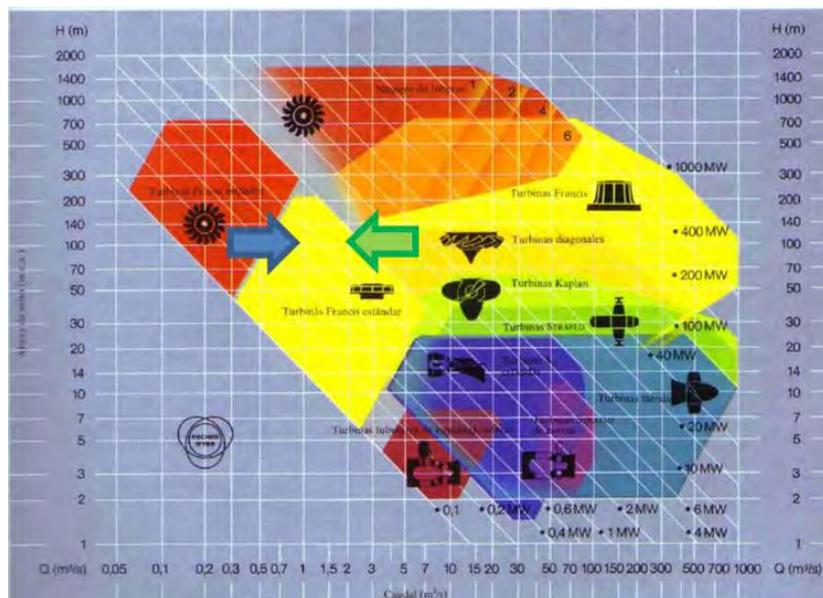
Derivado de lo anterior se hace necesario realizar un nuevo estudio de alternativas que compare las distintas opciones de turbinación para los nuevos caudales ecológicos, siendo este el objetivo principal del presente anejo.

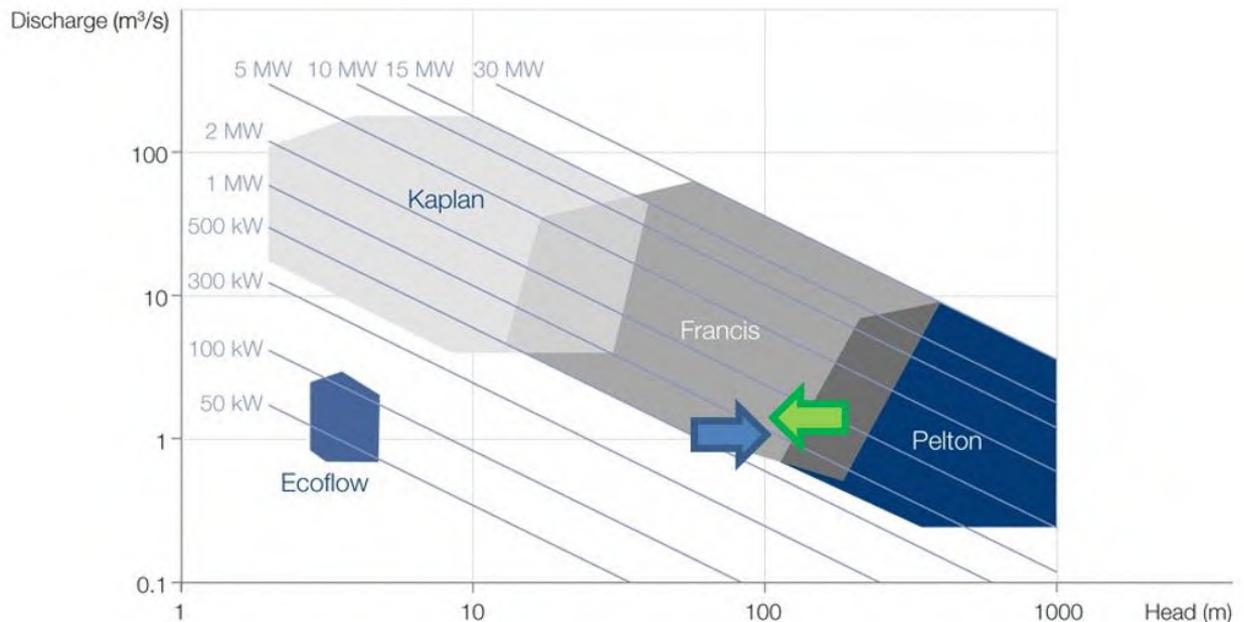
2 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Derivado del reciente cambio normativo en el *Plan Hidrológico de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Tago (2022-2027)* los caudales ecológicos, que sirven de base para el diseño de la Minicentral Hidroeléctrica de El Atazar, se han visto modificados respecto a los empleados en el Anteproyecto.

Periodo	enero-marzo	abril-junio	julio-septiembre	octubre-diciembre
Caudales Anteproyecto (m ³ /s)	0.90	1.12	0.52	0.82
Caudales Proyecto (m ³ /s)	2.03	1.39	0.52	1.09

Como se aprecia, las diferencias de caudales no son excesivas en valor absoluto, pasan de un máximo de 1.12m³/s a 2.03m³/s, manteniendo el mínimo en 0.52 m³/s. Si se acude a las gráficas generales de selección de equipos se siguen encontrando dentro de los rangos de aplicación de la turbina tipo Francis de modo que la tipología de turbina seleccionada en el Anteproyecto sigue considerándose adecuada.





Sin embargo, la modificación en el rango de caudales es más relevante en cuanto a la ratio entre los caudales máximos y mínimos que deben aprovechar la minicentral (pasan del rango de 0.52 a 1.12 m³/s a 0.52 a 2.03m³/s) lo cual supone un condicionante en cuanto al número de turbinas. Habitualmente una turbina permite un rango de trabajo del entorno del 40% del caudal máximo, mientras que con los nuevos caudales la proporción Q_{\min}/Q_{\max} se encuentra del entorno de 25% por lo tanto una sola turbina convencional no podrá aprovechar el rango completo de caudales.

Se analizan tres posibles alternativas de aprovechamiento de los caudales ecológicos variando el número de equipos de turbinas:

- Alternativa 1: Minicentral con una (1) turbina diseñada para los caudales estacionales mayores y que no permitiría turbinar los caudales menores. Se trataría de una turbina con velocidad fija a 1000 rpm.
- Alternativa 2: Minicentral con (2) dos turbinas que permitan alcanzar el rango total de caudales. Se tratarían de turbinas con una velocidad fija a 1.500 rpm.
- Alternativa 3: Minicentral con (1) una turbina similar a la primera (1000 rpm) pero con velocidad variable que permita turbinar con una máquina todo el rango de caudales previsto a costa de bajar los rendimientos. Cabe destacar que esta opción si bien teóricamente es viable, no es una solución convencional en equipos de turbinación.

Tomando los datos reales de nivel de embalse de los últimos años, para cada alternativa se realiza un estudio de producciones y un modelo financiero. Del estudio de producciones se obtienen datos medios anuales de producción, nº de días de turbinación, factor de planta y los ingresos previstos anuales. Mientras que del modelo financiero se obtiene algunos parámetros económicos básicos que ayudarán a la comparación de alternativas, como son el periodo de recuperación de la inversión, el TIN o el VAR.

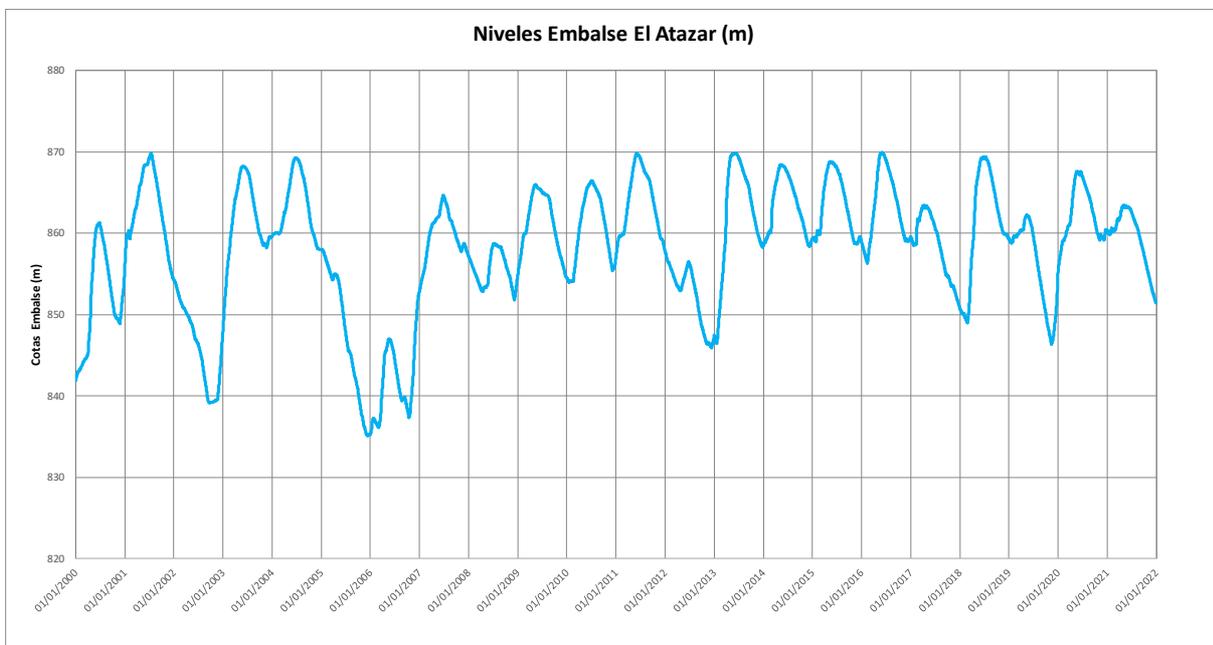
2.1 Criterios de análisis

Se describen a continuación los principales criterios empleados en el estudio de producciones y modelo financiero.

Periodo de cálculo

Se cuenta con el registro de los niveles diarios en el embalse del Atazar desde el 1 de enero de 2000 hasta la actualidad. Se toma como periodo de cálculo **los últimos 22 años completos**, desde el año 2000 al 2021 ambos inclusive.

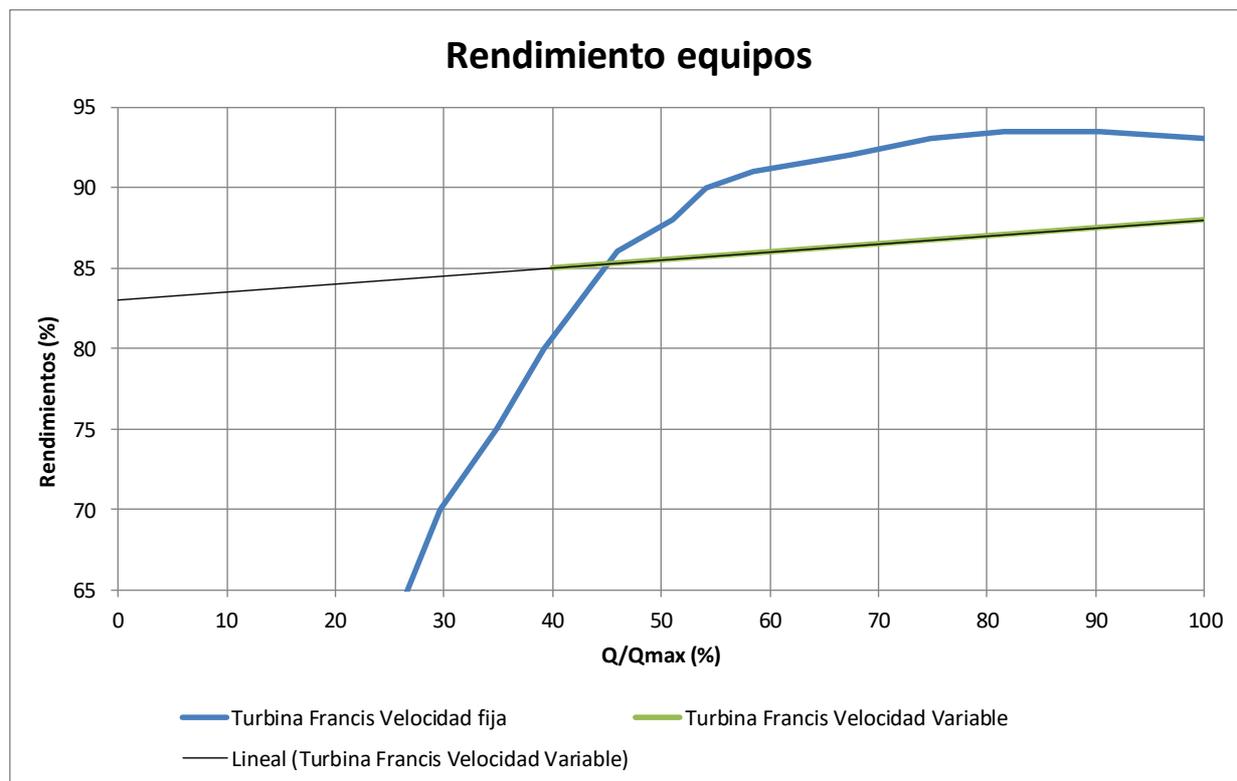
En este periodo las cotas han variado desde un mínimo de 835.09 m y un máximo 869.89 m. La siguiente imagen muestra la variación de niveles en el embalse:



Rendimiento turbina y alternador

Se toma de base la curva de rendimiento empleada en el anteproyecto, una curva tipo para turbina Francis (procedente de bibliografía) y ajustada aumentando los rendimientos máximos según los datos de reales rendimiento facilitados por los suministradores de equipo. Cabe destacar que las curvas tipo recogidas en la bibliografía suelen estar basadas en las turbinas tipo de la época y la mejora en los procesos constructivos permite que las turbinas modernas mejoren la eficiencia respecto de estas curvas.

En el caso de la turbina de velocidad variable, no hay unas curvas tipo puesto que no es una solución convencional, por lo que se ha consultado a los proveedores de equipos, que estimaron como orden de magnitud que los rendimientos máximos podían bajar hasta un 88% y para caudales menores estar del entorno de 85%. De este modo, se supone una variación lineal desde 88% para Q max y 85% para 40% del Qmax y se extrapola linealmente para caudales menores del 40% del Q max.



El rendimiento del alternador se supone del 96% en todas las hipótesis.

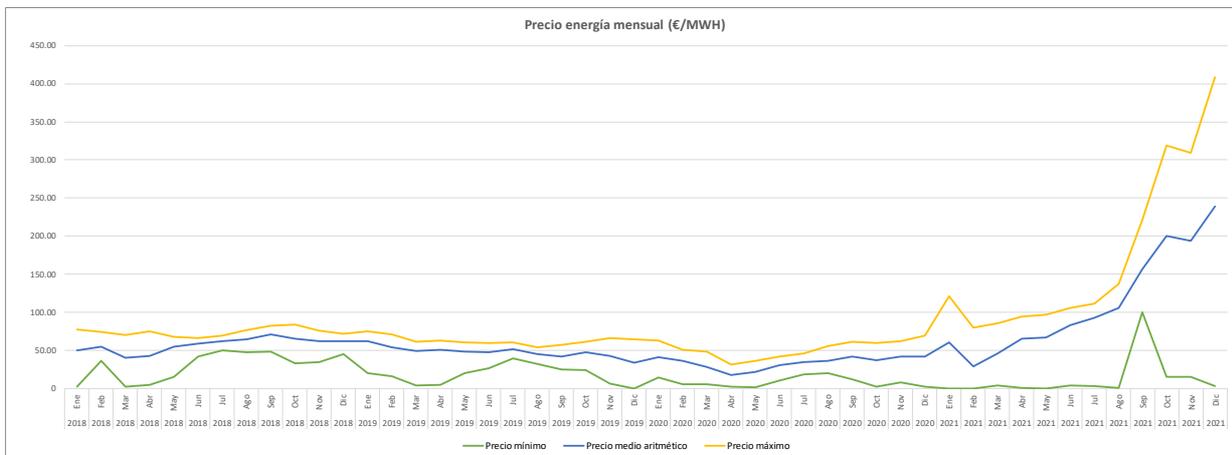
Pérdidas circuito hidráulico

Las pérdidas de carga en el salto se estiman en función del caudal turbinado. Se consideran todos los componentes del circuito existente (rejillas, canales, conducciones, codos, valvulería, etc.) y se estima un circuito para la parte todavía no existente desde la derivación de la conducción actual de vertido del caudal ecológico a la futura minicentral. Se aplican las mismas pérdidas hidráulicas para las tres alternativas.

Precios de la energía

Para el precio de venta de la energía se considera para el presente estudio la aplicación de los precios de casación del mercado libre diario del sistema eléctrico español al total de la producción eléctrica prevista de la central. Los precios históricos de este mercado, diarios, mensuales, anuales e interanuales pueden ser consultados en la página web de la OMIE (Organizador de Mercados Ibéricos de Electricidad www.omie.es).

Para obtener el valor promedio de venta del kWh del mercado libre diario a considerar, se toman como base los datos de venta de energía diarios y mensuales correspondientes de los últimos 4 años completos (2018-2021).



PROMEDIO 2018-2021. Mínimo, medio y máximo del			
Mes	Min	Medio	Max
Ene	8.99	53.31	84.04
Feb	14.15	43.31	68.90
Mar	3.88	40.54	66.28
Abr	3.21	43.94	65.60
May	9.01	47.92	65.22
Jun	20.70	54.89	68.27
Ago	24.99	62.86	80.94
Sep	46.22	77.87	105.21
Oct	18.56	87.23	130.99
Nov	15.83	84.88	128.22
Dic	12.45	94.19	153.53

Con la información del promedio mensual de los valores de venta de energía del periodo 2018-2021, considerando el precio medio, mínimo y máximo se discrimina cada día en tres periodos de 8 h (valle, llano y punta) se obtienen los siguientes valores mensuales promedio en Euros/MWh:

Precio venta promedio periodos diarios (€/MWh)			
Mes	valle	llano	punta
Ene	35.16	53.31	71.46
Feb	29.69	43.3125	56.94
Mar	25.42	40.5425	55.67
Abr	29.80	43.9375	58.08
May	35.95	47.92	59.89
Jun	45.28	54.8925	64.51
Jul	51.53	60.1	68.67
Ago	50.62	62.8575	75.09
Sep	63.20	77.87	92.54
Oct	60.50	87.2275	113.96
Nov	58.26	84.8825	111.51
Dic	59.80	94.185	128.57

Presupuesto de ejecución material

Se toma de base el precio facilitado por los suministradores para una sola turbina de 1500 rpm (885.000 €) y para el resto de partidas (obra civil y demás trabajos) se adopta la misma ratio que en el anteproyecto, donde el presupuesto total era aproximadamente el doble de los equipos. Es decir, PEM total = 2*PEM equipos.

Partiendo de lo anterior en cada alternativa se estima lo siguiente:

- Alternativa 1: Presupuesto equipos mayorado un 25% sobre la base por mayor turbina (1000 rpm). Presupuesto del resto de partidas igual al criterio general, es decir, presupuesto total el doble del precio de los equipos.

$$\text{PEM total} = \text{PEM equipos} + \text{PEM resto}$$

$$\text{PEM equipos} = 1.25 * \text{PEM equipos base}$$

$$\text{PEM resto} = \text{PEM equipos}$$

- Alternativa 2: Presupuesto equipos disminuido un 10% por factor de escala. Presupuesto del resto de partidas se disminuye un 25% respecto al precio de equipos puesto que tanto la obra civil como el resto de trabajos no se duplicara en la misma medida que las turbinas.

$$\text{PEM total} = \text{PEM equipos} + \text{PEM resto}$$

$$\text{PEM equipos} = 2 * \text{PEM equipos base} * 0.90$$

$$\text{PEM resto} = \text{PEM equipos} * 0.75$$

- Alternativa 3: Presupuesto equipos mayorado un 50% respecto a la alternativa 1 para considerar la variación de velocidad. Presupuesto del resto se considera igual a la hipótesis 1.

$$\text{PEM total} = \text{PEM equipos} + \text{PEM resto}$$

$$\text{PEM equipos} = 1.50 * \text{PEM equipos Alternativa1}$$

$$\text{PEM resto} = \text{PEM resto Alternativa1}$$

Con estos criterios se estiman los siguientes PEM:

Hipótesis	Coste equipos base (€)	% sobre base	Coste equipos alternativa (€)	% sobre equipos	Coste resto (€)	PEM estimado (€)
Alternativa 1: 1 turbina 1000 rpm	885,000 €	25%	1,106,250 €	0%	1,106,250 €	2,212,500 €
Alternativa 2: 2 turbinas 1500 rpm	885,000 €	-10%	1,593,000 €	-25%	1,194,750 €	2,787,750 €
Alternativa 3: 1 turbina vel. variable.	885,000 €	50%	1,659,375 €	-	1,106,250 €	2,765,625 €

Consideraciones modelo financiero

- Vida útil: 35 años
- Coste de inversión = PBL + 8% ingeniería y dirección obra + 5% imprevistos
- Coste mantenimiento = 2,5% del coste de inversión
- No se considera inflación ni en los ingresos, ni en los gastos, debido a la incertidumbre de la evolución de la inflación en estos momentos. De este modo quedarían equilibradas en gastos e ingresos.
- Impuestos sobre producción 7%
- Canon hidráulico 2.5%
- Impuesto sociedades 30%
- Tasa de descuento para el cálculo del VAN: 2.95%
- Financiación con fondos propios
- Subvención del 0% sobre la inversión

Otros

Se asume que toda la producción será vendida, es decir, no se descuenta de la producción el consumo propio de la presa.

2.2 Alternativas analizadas y caudales de cálculo

Partiendo de las 3 alternativas generales expuestas con anterioridad:

- Alternativa 1: Minicentral con una (1) turbina diseñada para los caudales estacionales mayores y que no permitiría turbinar los caudales menores. Se trataría de una turbina con velocidad fija a 1000 rpm.
- Alternativa 2: Minicentral con (2) dos turbinas que permitan alcanzar el rango total de caudales. Se tratarían de turbinas con una velocidad fija a 1.500 rpm.
- Alternativa 3: Minicentral con (1) una turbina similar a la primera (1000 rpm) pero con velocidad variable que permita turbinar con una máquina todo el rango de caudales previsto a costa de bajar los rendimientos. Cabe destacar que esta opción si bien teóricamente es viable, no es una solución convencional en equipos de turbinación.

Para cada alternativa se realizan una hipótesis base sin variación diaria de caudales y posteriormente una serie de variantes modificando los caudales en función de los periodos de precio de la energía diarios (valle, llano y punta) con el fin de comprobar si alguna alternativa aumentaba sustancialmente la producción y modifica el resultado.

Dentro de los caudales estacionales marcados se permiten pequeñas variaciones en los caudales instantáneos siempre y cuando el volumen total diario vertido sea el correspondiente al caudal ecológico marcado. De este modo, se fija un caudal mínimo instantáneo del 90% del caudal ecológico que se empleará en periodo valle y llano, permitiendo así aumentar al 120% en periodo punta donde el precio de la energía es mayor.

2.3 Resultados obtenidos

2.3.1 Hipótesis 1A: Turbina velocidad fija, sin variación diaria de caudal

Minicentral con una sola turbina ajustada a los caudales máximos y que por tanto no podrá alcanzar a generar durante el verano donde los caudales ecológicos son menores. No se realizan variaciones diarias de caudal acordes a los periodos valle, llano y punta.

Q max (m³/s) 2.03
Qmin - 40% (m³/s) 0.812

PERIODO ANUAL	Q (m3/s)	TURBINABLE?
Ene/Mar	2.03	VERDADERO
Abr/Jun	1.39	VERDADERO
Jul/Sept	0.52	FALSO
Oct / Dic	1.09	VERDADERO

Los resultados obtenidos evidencian buena producción debido a los rendimientos, si bien una cuarta parte del año dejaría de funcionar la minicentral. Se consiguen buenos valores financieros con un periodo de recuperación de 11 años.

Producción					TIR	VAN	Recuperación (años)
MWh anual	Nº Días/año	Factor planta	Nº horas	Ing. Anual €			
8,177.01	273.27	0.497	6558.55	467,633.84	8.18%	2,679,079 €	11.00

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Magnitudes principales	
Vida útil (años)	35
Periodo de construcción (meses)	inferior 24
Datos técnicos	
Salto Neto máximo (m)	115
Caudal de equipamiento (m ³ /s)	2.030
Potencia instalada (kW)	1,850
Producción año medio (MWh/año)	8,177.0
Costes de Inversión sin IVA (M.EUR)	2,975
Obra Civil	1,316.438
Equipos Electromecánicos	1,316.438
Ingeniería y Dirección de Obra	210.630
Otros (imprevistos)	131.644
Costes de Explotación (M.EUR/año)	2,5% s/inv
Costes de Operación y Mantenimiento	incluido
Costes de personal	incluido
Seguros y otros	incluido
Ingresos	
Ingresos anuales s/mercado diario	467,633.84
Tarifa media diaria (EUR/kWh)	0.06259
Impuesto sobre producción	7%

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Inflación	
Inflación ingresos	0%
Inflación costes	0.0%
Hipótesis macroeconómicas	
Periodo de amortización inversión (años)	35
IVA soportado	21%
Tipo impositivo	30%
Canon Hidráulico	2,2%
Estructura de financiación	F. propios
Ratios de la instalación	
Índice de Potencia (EUR/kW)	1,608
Índice de Energía (EUR/kWh/año)	0.36
Nº días al año de funcionamiento	273
Horas de funcionamiento instalación	6,559
Factor de Planta	
Resultados financieros	
Tasa de descuento aplicada	2.95%
VAN Proyecto	2,679,079 €
TIR Proyecto	8.18%
Periodo de Recuperación (años)	11.0

2.3.2 Hipótesis 2A: Dos turbinas velocidad fija, sin variación diaria de caudal

Se emplean dos turbinas ajustadas para que en conjunto alcance el caudal mínimo, de modo que se pueda turbinar el rango completo de caudales. No se realizan variaciones diarias de caudal acordes a los periodos valle, llano y punta.

	1 turbina	2 turbinas
Q max (m ³ /s)	1.30	2.60
Qmin - 40% (m ³ /s)	0.52	0.52

PERIODO	Q (m ³ /s)	TURBINABLE?	TURBINABLE?	Nº Turbinas	Q unit(m ³ /s)
Ene/Mar	2.03	FALSO	VERDADERO	2	1.015
Abr/Jun	1.39	FALSO	VERDADERO	2	0.695
Jul/Sept	0.52	VERDADERO	VERDADERO	1	0.52
Oct / Dic	1.09	VERDADERO	VERDADERO	1	1.09

En este caso se consigue turbinar durante todo el año pero los rendimientos bajan en los momentos donde el caudal por turbina es menor y se aleja del óptimo. Los indicadores financieros siguen siendo buenos si bien aumenta ligeramente el periodo de recuperación.

Producción					TIR	VAN	Recuperación (años)
MWh anual	Nº Días/año	Factor planta	Nº horas	Ing. Anual €			
9,097.56	365.00	0.864	8760.00	532,526.65	7.16%	2,639,757 €	12.30

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Magnitudes principales	
Vida útil (años)	35
Periodo de construcción (meses)	inferior 24
Datos técnicos	
Salto Neto máximo (m)	115
Caudal de equipamiento (m ³ /s)	2.600
Potencia instalada (kW)	2,400
Producción año medio (MWh/año)	9,097.6
Costes de Inversión sin IVA (M.EUR) 3,749	
Obra Civil	1,421.753
Equipos Electromecánicos	1,895.670
Ingeniería y Dirección de Obra	265.394
Otros (imprevistos)	165.871
Costes de Explotación (M.EUR/año) 2,5% s/inv	
Costes de Operación y Mantenimiento	incluido
Costes de personal	incluido
Seguros y otros	incluido
Ingresos	
Ingresos anuales s/mercado diario	532,526.65
Tarifa media diaria (EUR/kWh)	0.06259
Impuesto sobre producción	7%

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Inflación	
Inflación ingresos	0%
Inflación costes	0.0%
Hipótesis macroeconómicas	
Periodo de amortización inversión (años)	35
IVA soportado	21%
Tipo impositivo	30%
Canon Hidráulico	2,2%
Estructura de financiación	F. propios
Ratios de la instalación	
Indice de Potencia (EUR/kW)	1,562
Indice de Energía (EUR/kWh/año)	0.41
Nº días al año de funcionamiento	365
Horas de funcionamiento instalación	8,760
Factor de Planta	
Resultados financieros	
Tasa de descuento aplicada	2.95%
VAN Proyecto	2,639,757 €
TIR Proyecto	7.16%
Periodo de Recuperación (años)	12.3

2.3.3 Hipótesis 3A: Una turbina velocidad variable, sin variación diaria de caudal

Se emplea una sola turbina de velocidad variable que permita turbinar el rango completo de caudales. No se realizan variaciones diarias de caudal acordes a los periodos valle, llano y punta.

Q max (m ³ /s)	2.03
Qmin – sin limitación (m ³ /s)	0

PERIODO	Q (m3/s)	TURBINABLE?
Ene/Mar	2.03	VERDADERO
Abr/Jun	1.39	VERDADERO
Jul/Sept	0.52	VERDADERO
Oct / Dic	1.09	VERDADERO

De nuevo se consigue turbinar durante todo el año pero los rendimientos generales son inferiores a las dos opciones anteriores. De las tres opciones base es la que peores indicadores financieros arroja, con el mayor tiempo de recuperación.

Producción					TIR	VAN	Recuperación (años)
MWh anual	Nº Días/año	Factor planta	Nº horas	Ing. Anual €			
8,687.31	365.00	0.528	8760.00	506,963.30	6.75%	2,341,844 €	12.90

2.3.4 Hipótesis 1B: Turbina velocidad fija, con variación diaria de caudal

Se emplea una sola turbina ajustada a los caudales máximos y que por tanto no podrá alcanzar a generar durante el verano donde los caudales ecológicos son menores. Se ajusta la producción a la variación diaria en todas las estaciones excepto en Ene/Mar donde para asegurarse de turbinar los caudales máximos no se haría variación diaria, así se siguen sin alcanzar los caudales mínimos pero se optimizan la producción en caudales intermedios.

Q max (m³/s) 2.03
Qmin - 40% (m³/s) 0.812

PERIODO ANUAL	HORARIO	Q (m3/s)	TURBINABLE?
Ene/Mar	Valle	2.03	VERDADERO
	Llano	2.03	VERDADERO
	Punta	2.03	VERDADERO
Abr/Jun	Valle	1.251	VERDADERO
	Llano	1.251	VERDADERO
	Punta	1.668	VERDADERO
Jul/Sept	Valle	0.468	FALSO
	Llano	0.468	FALSO
	Punta	0.624	FALSO
Oct / Dic	Valle	0.981	VERDADERO
	Llano	0.981	VERDADERO
	Punta	1.308	VERDADERO

Disminuye ligeramente la producción anual respecto a la opción sin variación de caudal estacional pero aumenta los ingresos anuales debido a la optimización de periodos diarios conforme al precio de la energía. Se optimizan ligeramente los indicadores financieros.

Producción					TIR	VAN	Recuperación (años)
MWh anual	Nº Días/año	Factor planta	Nº horas	Ing. Anual €			
8,146.74	273.27	0.495	6558.55	475,099.01	8.35%	2,775,980 €	10.80

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Magnitudes principales	
Vida útil (años)	35
Periodo de construcción (meses)	inferior 24
Datos técnicos	
Salto Neto máximo (m)	115
Caudal de equipamiento (m ³ /s)	2.030
Potencia instalada (kW)	1.850
Producción año medio (MWh/año)	8,146.7
Costes de Inversión sin IVA (M.EUR) 2,975	
Obra Civil	1,316.438
Equipos Electromecánicos	1,316.438
Ingeniería y Dirección de Obra	210.630
Otros (imprevistos)	131.644
Costes de Explotación (M.EUR/año) 2,5% s/inv	
Costes de Operación y Mantenimiento	incluido
Costes de personal	incluido
Seguros y otros	incluido
Ingresos	
Ingresos anuales s/mercado diario	475,099.01
Tarifa media diaria (EUR/kWh)	0.06259
Impuesto sobre producción	7%

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Inflación	
Inflación ingresos	0%
Inflación costes	0.0%
Hipótesis macroeconómicas	
Periodo de amortización inversión (años)	35
IVA soportado	21%
Tipo impositivo	30%
Canon Hidráulico	2,2%
Estructura de financiación	F. propios
Ratios de la instalación	
Indice de Potencia (EUR/kW)	1,608
Indice de Energía (EUR/kWh/año)	0.37
Nº días al año de funcionamiento	273
Horas de funcionamiento instalación	6,559
Factor de Planta	
Resultados financieros	
Tasa de descuento aplicada	2.95%
VAN Proyecto	2,775,980 €
TIR Proyecto	8.35%
Periodo de Recuperación (años)	10.8

2.3.5 Hipótesis 2B: Dos turbinas velocidad fija, con variación diaria de caudal

Se emplean dos turbinas ajustadas para que en conjunto alcance el caudal mínimo, de modo que se pueda turbinar el rango completo de caudales. La producción se ajusta a la variación diaria en todas las estaciones.

	1 turbina	2 turbinas
Q max (m ³ /s)	1.30	2.60
Qmin - 40% (m ³ /s)	0.52	0.52

PERIODO ANUAL	HORARIO	Q (m3/s)	TURBINABLE?	TURBINABLE?	Nº Turbinas	Q unit(m3/s)
Ene/Mar	Valle	1.827	FALSO	VERDADERO	2	0.9135
	Llano	1.827	FALSO	VERDADERO	2	0.9135
	Punta	2.436	FALSO	VERDADERO	2	1.218
Abr/Jun	Valle	1.251	VERDADERO	VERDADERO	1	1.251
	Llano	1.251	VERDADERO	VERDADERO	1	1.251
	Punta	1.668	FALSO	VERDADERO	2	0.834
Jul/Sept	Valle	0.468	FALSO	FALSO	0	-
	Llano	0.468	FALSO	FALSO	0	-
	Punta	0.624	VERDADERO	VERDADERO	1	0.624
Oct / Dic	Valle	0.981	VERDADERO	VERDADERO	1	0.981
	Llano	0.981	VERDADERO	VERDADERO	1	0.981
	Punta	1.308	FALSO	VERDADERO	2	0.654

Con la variación horaria los caudales mínimos quedarían fuera del rango de funcionamiento de las turbinas, aunque la minicentral funcionaría a diario, quedarían fuera todas las horas de periodo valle y llano durante el verano. Por tanto, disminuye notablemente la producción anual y los ingresos medios

anuales, respecto a la opción sin variación de caudales. Como consecuencia de lo anterior empeoran las variables financieras.

Producción					TIR	VAN	Recuperación (años)
MWh anual	Nº Días/año	Factor planta	Nº horas	Ing. Anual €			
8,534.74	365.00	0.810	7265.09	508,502.31	6.71%	2,327,911 €	12.90

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Magnitudes principales	
Vida útil (años)	35
Periodo de construcción (meses)	inferior 24
Datos técnicos	
Salto Neto máximo (m)	115
Caudal de equipamiento (m ³ /s)	2.600
Potencia instalada (kW)	2,400
Producción año medio (MWh/año)	8,534.7
Costes de Inversión sin IVA (M.EUR)	3,749
Obra Civil	1,421.753
Equipos Electromecánicos	1,895.670
Ingeniería y Dirección de Obra	265.394
Otros (imprevistos)	165.871
Costes de Explotación (M.EUR/año)	2,5% s/inv
Costes de Operación y Mantenimiento	incluido
Costes de personal	incluido
Seguros y otros	incluido
Ingresos	
Ingresos anuales s/mercado diario	508,502.31
Tarifa media diaria (EUR/kWh)	0.06259
Impuesto sobre producción	7%

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Inflación	
Inflación ingresos	0%
Inflación costes	0.0%
Hipótesis macroeconómicas	
Periodo de amortización inversión (años)	35
IVA soportado	21%
Tipo impositivo	30%
Canon Hidráulico	2,2%
Estructura de financiación	F. propios
Ratios de la instalación	
Indice de Potencia (EUR/kW)	1,562
Indice de Energia (EUR/kWh/año)	0.44
Nº días al año de funcionamiento	365
Horas de funcionamiento instalación	7,265
Factor de Planta	
Resultados financieros	
Tasa de descuento aplicada	2.95%
VAN Proyecto	2,327,911 €
TIR Proyecto	6.71%
Periodo de Recuperación (años)	12.9

2.3.6 Hipótesis 2C: Dos turbinas velocidad fija, con variación diaria de caudal excepto Jul/Sept

Se emplean dos turbinas ajustadas para que en conjunto alcance el caudal mínimo, de modo que se pueda turbinar el rango completo de caudales. La producción se ajusta a la variación diaria en todas las estaciones a excepción del verano (Jul/Sept) para asegurar el funcionamiento en todo momento.

		1 turbina	2 turbinas			
Q max (m ³ /s)		1.30	2.60			
Qmin - 40% (m ³ /s)		0.52	0.52			
PERIODO ANUAL	HORARIO	Q (m3/s)	TURBINABLE?	TURBINABLE?	Nº Turbinas	Q unit(m3/s)
Ene/Mar	Valle	1.827	FALSO	VERDADERO	2	0.9135
	Llano	1.827	FALSO	VERDADERO	2	0.9135
	Punta	2.436	FALSO	VERDADERO	2	1.218
Abr/Jun	Valle	1.251	VERDADERO	VERDADERO	1	1.251
	Llano	1.251	VERDADERO	VERDADERO	1	1.251
	Punta	1.668	FALSO	VERDADERO	2	0.834
Jul/Sept	Valle	0.52	VERDADERO	VERDADERO	1	0.52
	Llano	0.52	VERDADERO	VERDADERO	1	0.52
	Punta	0.52	VERDADERO	VERDADERO	1	0.52
Oct / Dic	Valle	0.981	VERDADERO	VERDADERO	1	0.981
	Llano	0.981	VERDADERO	VERDADERO	1	0.981
	Punta	1.308	FALSO	VERDADERO	2	0.654

Con esta opción se consigue turbinar de nuevo a diario y en todas las horas. Mejora la producción a valores similares a la hipótesis 2A y los ingresos anuales por encima de esta debido a optimizar los caudales acordes a los precios de venta a lo largo del día. Con esto mejoran también las variables financieras.

Producción					TIR	VAN	Recuperación (años)
MWh anual	Nº Días/año	Factor planta	Nº horas	Ing. Anual €			
9,061.87	365.00	0.861	8760.00	539,040.39	7.28%	2,724,307 €	12.10

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Magnitudes principales	
Vida útil (años)	35
Periodo de construcción (meses)	inferior 24
Datos técnicos	
Salto Neto máximo (m)	115
Caudal de equipamiento (m ³ /s)	2.600
Potencia instalada (kW)	2,400
Producción año medio (MWh/año)	9,061.9
Costes de Inversión sin IVA (M.EUR)	3,749
Obra Civil	1,421.753
Equipos Electromecánicos	1,895.670
Ingeniería y Dirección de Obra	265.394
Otros (imprevistos)	165.871
Costes de Explotación (M.EUR/año)	2,5% s/inv
Costes de Operación y Mantenimiento	incluido
Costes de personal	incluido
Seguros y otros	incluido
Ingresos	
Ingresos anuales s/mercado diario	539,040.39
Tarifa media diaria (EUR/kWh)	0.06259
Impuesto sobre producción	7%

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Inflación	
Inflación ingresos	0%
Inflación costes	0.0%
Hipótesis macroeconómicas	
Periodo de amortización inversión (años)	35
IVA soportado	21%
Tipo impositivo	30%
Canon Hidráulico	2,2%
Estructura de financiación	F. propios
Ratios de la instalación	
Índice de Potencia (EUR/kW)	1,562
Índice de Energía (EUR/kWh/año)	0.41
Nº días al año de funcionamiento	365
Horas de funcionamiento instalación	8,760
Factor de Planta	
Resultados financieros	
Tasa de descuento aplicada	2.95%
VAN Proyecto	2,724,307 €
TIR Proyecto	7.28%
Periodo de Recuperación (años)	12.1

2.3.7 Hipótesis 2D: Dos turbinas velocidad fija con caudal nominal ajustado a caudal máximo estacional, con variación diaria de caudal.

Se analiza si una pequeña variación en el caudal nominal de cada turbina mejora los resultados. Se emplean dos turbinas ajustadas para que en conjunto alcance el caudal máximo estacional, a diferencia de los anteriores que se ajustaban al caudal mínimo. La producción se ajusta a la variación diaria en todas las estaciones.

	1 turbina	2 turbinas
Q max (m ³ /s)	1.170	2.34
Qmin - 40% (m ³ /s)	0.468	0.468

PERIODO ANUAL	HORARIO	Q (m3/s)	TURBINABLE?	TURBINABLE?	Nº Turbinas	Q unit(m3/s)
Ene/Mar	Valle	1.827	FALSO	VERDADERO	2	0.9135
	Llano	1.827	FALSO	VERDADERO	2	0.9135
	Punta	2.436	FALSO	FALSO	0	-
Abr/Jun	Valle	1.251	FALSO	VERDADERO	2	0.6255
	Llano	1.251	FALSO	VERDADERO	2	0.6255
	Punta	1.668	FALSO	VERDADERO	2	0.834
Jul/Sept	Valle	0.468	VERDADERO	VERDADERO	1	0.468
	Llano	0.468	VERDADERO	VERDADERO	1	0.468
	Punta	0.624	VERDADERO	VERDADERO	1	0.624
Oct / Dic	Valle	0.981	VERDADERO	VERDADERO	1	0.981
	Llano	0.981	VERDADERO	VERDADERO	1	0.981
	Punta	1.308	FALSO	VERDADERO	2	0.654

Como se aprecia al ajustar los caudales al máximo estacional, la variación horaria en periodo punta no entraría en el rango turbinable y quedaría sin aprovechar. Esto disminuye el número de horas turbinadas precisamente en el momento de mayores caudales y precios. Por lo tanto, la producción disminuye notablemente, con ello los ingresos anuales también disminuyen y empeoran las variables financieras.

Producción					TIR	VAN	Recuperación (años)
MWh anual	Nº Días/año	Factor planta	Nº horas	Ing. Anual €			
7,784.91	365.00	0.821	8044.36	464,593.82	5.86%	1,757,963 €	14.30

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Magnitudes principales	
Vida útil (años)	35
Periodo de construcción (meses)	inferior 24
Datos técnicos	
Salto Neto máximo (m)	115
Caudal de equipamiento (m ³ /s)	2.340
Potencia instalada (kW)	2,100
Producción año medio (MWh/año)	7,784.9
Costes de Inversión sin IVA (M.EUR)	
	3,749
Obra Civil	1,421.753
Equipos Electromecánicos	1,895.670
Ingeniería y Dirección de Obra	265.394
Otros (imprevistos)	165.871
Costes de Explotación (M.EUR/año)	
	2,5% s/inv
Costes de Operación y Mantenimiento	incluido
Costes de personal	incluido
Seguros y otros	incluido
Ingresos	
Ingresos anuales s/mercado diario	464,593.82
Tarifa media diaria (EUR/kWh)	0.06259
Impuesto sobre producción	7%

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Inflación	
Inflación ingresos	0%
Inflación costes	0.0%
Hipótesis macroeconómicas	
Periodo de amortización inversión (años)	35
IVA soportado	21%
Tipo impositivo	30%
Canon Hidráulico	2,2%
Estructura de financiación	F. propios
Ratios de la instalación	
Indice de Potencia (EUR/kW)	1,785
Indice de Energía (EUR/kWh/año)	0.48
Nº días al año de funcionamiento	365
Horas de funcionamiento instalación	8,044
Factor de Planta	
Resultados financieros	
Tasa de descuento aplicada	2.95%
VAN Proyecto	1,757,963 €
TIR Proyecto	5.86%
Periodo de Recuperación (años)	14.3

2.3.8 Hipótesis 2E: Dos turbinas velocidad fija con caudal nominal ajustado a caudal máximo estacional, con variación diaria de caudal excepto Ene/Mar

Caso similar al anterior, donde se emplean dos turbinas ajustadas para que en conjunto alcance el caudal máximo estacional, pero la producción se ajusta a la variación diaria en todas las estaciones excepto en invierno (Ene/Mar) para asegurarse de turbinar el máximo horario.

		1 turbina	2 turbinas			
Q max (m ³ /s)		1.170	2.34			
Qmin - 40% (m ³ /s)		0.468	0.468			
PERIODO ANUAL	HORARIO	Q (m3/s)	TURBINABLE?	TURBINABLE?	Nº Turbinas	Q unit(m3/s)
Ene/Mar	Valle	2.03	FALSO	VERDADERO	2	1.015
	Llano	2.03	FALSO	VERDADERO	2	1.015
	Punta	2.03	FALSO	VERDADERO	2	1.015
Abr/Jun	Valle	1.251	FALSO	VERDADERO	2	0.6255
	Llano	1.251	FALSO	VERDADERO	2	0.6255
	Punta	1.668	FALSO	VERDADERO	2	0.834
Jul/Sept	Valle	0.468	VERDADERO	VERDADERO	1	0.468
	Llano	0.468	VERDADERO	VERDADERO	1	0.468
	Punta	0.624	VERDADERO	VERDADERO	1	0.624
Oct / Dic	Valle	0.981	VERDADERO	VERDADERO	1	0.981
	Llano	0.981	VERDADERO	VERDADERO	1	0.981
	Punta	1.308	FALSO	VERDADERO	2	0.654

Con esta mejora en la producción se obtienen los mejores resultados en cuanto a producción e ingresos medios anuales. Se disminuyen las diferencias en las variables financieras respecto las hipótesis 1, hasta el punto de conseguir el mejor valor del VAN de todas las hipótesis analizadas.

Producción					TIR	VAN	Recuperación (años)
MWh anual	Nº Días/año	Factor planta	Nº horas	Ing. Anual €			
9,146.77	365.00	0.965	8760.00	543,718.25	7.36%	2,785,028 €	12.00

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Magnitudes principales	
Vida útil (años)	35
Periodo de construcción (meses)	inferior 24
Datos técnicos	
Salto Neto máximo (m)	115
Caudal de equipamiento (m ³ /s)	2.340
Potencia instalada (kW)	2,100
Producción año medio (MWh/año)	9,146.8
Costes de Inversión sin IVA (M.EUR)	
	3,749
Obra Civil	1,421.753
Equipos Electromecánicos	1,895.670
Ingeniería y Dirección de Obra	265.394
Otros (imprevistos)	165.871
Costes de Explotación (M.EUR/año)	
	2,5% s/inv
Costes de Operación y Mantenimiento	incluido
Costes de personal	incluido
Seguros y otros	incluido
Ingresos	
Ingresos anuales s/mercado diario	543,718.25
Tarifa media diaria (EUR/kWh)	0.06259
Impuesto sobre producción	7%

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Inflación	
Inflación ingresos	0%
Inflación costes	0.0%
Hipótesis macroeconómicas	
Período de amortización inversión (años)	35
IVA soportado	21%
Tipo impositivo	30%
Canon Hidráulico	2,2%
Estructura de financiación	F. propios
Ratios de la instalación	
Índice de Potencia (EUR/kW)	1,785
Índice de Energía (EUR/kWh/año)	0.41
Nº días al año de funcionamiento	365
Horas de funcionamiento instalación	8,760
Factor de Planta	
Resultados financieros	
Tasa de descuento aplicada	2.95%
VAN Proyecto	2,785,028 €
TIR Proyecto	7.36%
Periodo de Recuperación (años)	12.0

2.3.9 Hipótesis 3B: Una turbina velocidad variable, con variación diaria de caudal

Se emplea una sola turbina de velocidad variable que permita turbinar el rango completo de caudales. Se ajustan la producción a las variaciones diarias de caudal acordes a los periodos valle, llano y punta.

Q max (m ³ /s)	2.03
Qmin – sin limitación (m ³ /s)	0.00

PERIODO ANUAL	HORARIO	Q (m3/s)	TURBINABLE?
Ene/Mar	Valle	1.827	VERDADERO
	Llano	1.827	VERDADERO
	Punta	2.436	FALSO
Abr/Jun	Valle	1.251	VERDADERO
	Llano	1.251	VERDADERO
	Punta	1.668	VERDADERO
Jul/Sept	Valle	0.468	VERDADERO
	Llano	0.468	VERDADERO
	Punta	0.624	VERDADERO
Oct / Dic	Valle	0.981	VERDADERO
	Llano	0.981	VERDADERO
	Punta	1.308	VERDADERO

Esta alternativa no alcanza a turbinar los caudales máximos en el momento punta donde se dan los mayores precios, lo que sumado a los menores rendimientos del equipo de velocidad variable hace que la producción e ingresos anuales sean más bajos que en el resto de hipótesis.

Producción					TIR	VAN	Recuperación (años)
MWh anual	Nº Días/año	Factor planta	Nº horas	Ing. Anual €			
7,392.27	365.00	0.450	8044.36	440,960.40	5.46%	1,485,102 €	15.10

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Magnitudes principales	
Vida útil (años)	35
Periodo de construcción (meses)	inferior 24
Datos técnicos	
Salto Neto máximo (m)	115
Caudal de equipamiento (m ³ /s)	2.030
Potencia instalada (kW)	1,850
Producción año medio (MWh/año)	7,392.3
Costes de Inversión sin IVA (M.EUR)	
3,719	
Obra Civil	1,316.438
Equipos Electromecánicos	1,974.656
Ingeniería y Dirección de Obra	263.288
Otros (imprevistos)	164.555
Costes de Explotación (M.EUR/año)	
2,5% s/inv	
Costes de Operación y Mantenimiento	incluido
Costes de personal	incluido
Seguros y otros	incluido
Ingresos	
Ingresos anuales s/mercado diario	440,960.40
Tarifa media diaria (EUR/kWh)	0.06259
Impuesto sobre producción	7%

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Inflación	
Inflación ingresos	0%
Inflación costes	0.0%
Hipótesis macroeconómicas	
Periodo de amortización inversión (años)	35
IVA soportado	21%
Tipo impositivo	30%
Canon Hidráulico	2,2%
Estructura de financiación	F. propios
Ratios de la instalación	
Indice de Potencia (EUR/kW)	2,010
Indice de Energía (EUR/kWh/año)	0.50
Nº días al año de funcionamiento	365
Horas de funcionamiento instalación	8,044
Factor de Planta	
Resultados financieros	
Tasa de descuento aplicada	2.95%
VAN Proyecto	1,485,102 €
TIR Proyecto	5.46%
Periodo de Recuperación (años)	15.1

2.3.10 Hipótesis 3C: Una turbina velocidad variable, con variación diaria de caudal excepto en Ene/Mar

Por último, para mejorar la hipótesis anterior se plantea la opción de emplear una turbina de velocidad variable y ajustar la producción con las variaciones diarias de caudal acordes a los periodos valle, llano y punta en todas las estaciones excepto en invierno (Ene/Mar) de modo que asegure turbinar en todo momento.

Q max (m³/s) 2.03
Qmin – sin limitación (m³/s) 0.00

PERIODO ANUAL	HORARIO	Q (m3/s)	TURBINABLE?
Ene/Mar	Valle	2.03	VERDADERO
	Llano	2.03	VERDADERO
	Punta	2.03	VERDADERO
Abr/Jun	Valle	1.251	VERDADERO
	Llano	1.251	VERDADERO
	Punta	1.668	VERDADERO
Jul/Sept	Valle	0.468	VERDADERO
	Llano	0.468	VERDADERO
	Punta	0.624	VERDADERO
Oct / Dic	Valle	0.981	VERDADERO
	Llano	0.981	VERDADERO
	Punta	1.308	VERDADERO

Se mejora la producción y el ingreso medio anual, pero los menores rendimientos de la turbina de velocidad variable siguen haciendo que la hipótesis 3 se encuentre por debajo de la alternativas 1 y 2.

Producción					TIR	VAN	Recuperación (años)
MWh anual	Nº Días/año	Factor planta	Nº horas	Ing. Anual €			
8,677.91	365.00	0.528	8760.00	515,577.77	6.92%	2,453,664 €	12.60

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Magnitudes principales	
Vida útil (años)	35
Periodo de construcción (meses)	inferior 24
Datos técnicos	
Salto Neto máximo (m)	115
Caudal de equipamiento (m ³ /s)	2.030
Potencia instalada (kW)	1,850
Producción año medio (MWh/año)	8,677.9
Costes de Inversión sin IVA (M.EUR) 3,719	
Obra Civil	1,316.438
Equipos Electromecánicos	1,974.656
Ingeniería y Dirección de Obra	263.288
Otros (imprevistos)	164.555
Costes de Explotación (M.EUR/año) 2,5% s/inv	
Costes de Operación y Mantenimiento	incluido
Costes de personal	incluido
Seguros y otros	incluido
Ingresos	
Ingresos anuales s/mercado diario	515,577.77
Tarifa media diaria (EUR/kWh)	0.06259
Impuesto sobre producción	7%

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Inflación	
Inflación ingresos	0%
Inflación costes	0.0%
Hipótesis macroeconómicas	
Periodo de amortización inversión (años)	35
IVA soportado	21%
Tipo impositivo	30%
Canon Hidráulico	2,2%
Estructura de financiación	F. propios
Ratios de la instalación	
Indice de Potencia (EUR/kW)	2,010
Indice de Energía (EUR/kWh/año)	0.43
Nº días al año de funcionamiento	365
Horas de funcionamiento instalación	8,760
Factor de Planta	
Resultados financieros	
Tasa de descuento aplicada	2.95%
VAN Proyecto	2,453,664 €
TIR Proyecto	6.92%
Periodo de Recuperación (años)	12.6

3 COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS

Se resumen en la siguiente tabla las alternativas analizadas desde el punto de vista tanto productivo como económico-financiero.

En primer lugar, se muestran las alternativas base por separado:

Hipótesis	Producción					Costes						TIR	VAN	Periodo de recuperación (años)
	MWh anual	Nº Días/año	Factor planta	Nº horas	Ing Anual €	Coste equipos base (€)	% sobre base	Coste equipos alternativa (€)	% sobre equipos	Coste resto (€)	PEM estimado (€)			
Hip 1A: 1 turbina	8,177.01	273.27	0.497	6558.55	467,633.84	885,000 €	25%	1,106,250 €	0%	1,106,250 €	2,212,500 €	8.18%	2,679,079 €	11.00
Hip 2A: 2 turbinas	9,097.56	365.00	0.864	8760.00	532,526.65	885,000 €	-10%	1,593,000 €	-25%	1,194,750 €	2,787,750 €	7.16%	2,639,757 €	12.30
Hip 3A: 1 turbina vel. variable	8,687.31	365.00	0.528	8760.00	506,963.30	885,000 €	50%	1,659,375 €	-	1,106,250 €	2,765,625 €	6.75%	2,341,844 €	12.90

Y posteriormente el total de hipótesis analizadas.

Hipótesis	Producción					Costes						TIR	VAN	Periodo de recuperación (años)
	MWh anual	Nº Días/año	Factor planta	Nº horas	Ing Anual €	Coste equipos base (€)	% sobre base	Coste equipos alternativa (€)	% sobre equipos	Coste resto (€)	PEM estimado (€)			
Hip 1A: 1 turbina	8,177.01	273.27	0.497	6558.55	467,633.84	885,000 €	25%	1,106,250 €	0%	1,106,250 €	2,212,500 €	8.18%	2,679,079 €	11.00
Hip 1B: 1 turbina	8,146.74	273.27	0.495	6558.55	475,099.01	885,000 €	25%	1,106,250 €	0%	1,106,250 €	2,212,500 €	8.35%	2,775,980 €	10.80
Hip 2A: 2 turbinas	9,097.56	365.00	0.864	8760.00	532,526.65	885,000 €	-10%	1,593,000 €	-25%	1,194,750 €	2,787,750 €	7.16%	2,639,757 €	12.30
Hip 2B: 2 turbinas	8,534.74	365.00	0.810	7265.09	508,502.31	885,000 €	-10%	1,593,000 €	-25%	1,194,750 €	2,787,750 €	6.71%	2,327,911 €	12.90
Hip 2C: 2 turbinas	9,061.87	365.00	0.861	8760.00	539,040.39	885,000 €	-10%	1,593,000 €	-25%	1,194,750 €	2,787,750 €	7.28%	2,724,307 €	12.10
Hip 2D: 2 turbinas	7,784.91	365.00	0.821	8044.36	464,593.82	885,000 €	-10%	1,593,000 €	-25%	1,194,750 €	2,787,750 €	5.86%	1,757,963 €	14.30
Hip 2E: 2 turbinas	9,146.77	365.00	0.965	8760.00	543,718.25	885,000 €	-10%	1,593,000 €	-25%	1,194,750 €	2,787,750 €	7.36%	2,785,028 €	12.00
Hip 3A: 1 turbina vel. Variable	8,687.31	365.00	0.528	8760.00	506,963.30	885,000 €	50%	1,659,375 €	-	1,106,250 €	2,765,625 €	6.75%	2,341,844 €	12.90
Hip 3B: 1 turbina vel. Variable	7,392.27	365.00	0.450	8044.36	440,960.40	885,000 €	50%	1,659,375 €	-	1,106,250 €	2,765,625 €	5.46%	1,485,102 €	15.10
Hip 3C: 1 turbina vel. Variable	8,677.91	365.00	0.528	8760.00	515,577.77	885,000 €	50%	1,659,375 €	-	1,106,250 €	2,765,625 €	6.92%	2,453,664 €	12.60

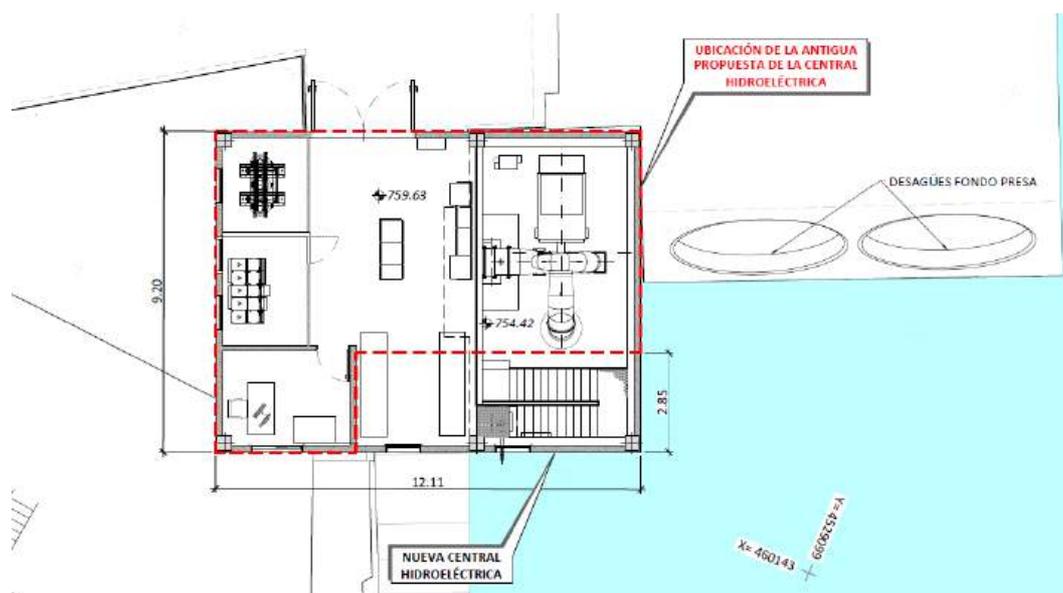
Como se observa, en las hipótesis base, la alternativa 1 es la que presenta mejores valores en los indicadores económicos, sin embargo, la producción y los ingresos anuales son mayores en las otras dos alternativas al alcanzar a turbinar la totalidad del rango de caudales ecológicos. Entre la alternativa 2 y 3 se aprecia como la opción de 2 turbinas tiene mayores valores de producción y mejores indicadores económicos, estando muy cercano en el VAN a la alternativa 1.

Analizando la totalidad de hipótesis se observa que en general la variación de caudales a lo largo del día para ajustarse al precio horario de la energía no es un factor relevante a la hora de diferenciar unas alternativas de otras. No obstante, permite comprobar cómo las hipótesis en las que se dejan de turbinar caudales en algún momento se ven penalizadas a la vez que se válida que las ganancias se pueden aumentar con una optimización de la producción.

En general las hipótesis C, con la turbina de velocidad variable quedaría descartada pues además de presentar peores valores que las otras dos alternativas, se trata de una tecnología no habitual en turbinas, donde la incertidumbre en cuanto a su rendimiento es elevada, lo cual puede ser relevante en cuanto a la producción esperada. Igualmente, para llevar a cabo esta alternativa se requiere introducir un elemento de electrónica de potencia importante, con un periodo de amortización técnica bajo (12-15 años), por lo que habría que sustituir varias veces durante la vida de la minicentral.

Entre las otras dos alternativas, las diferencias son menores. Como se ha dicho la alternativa 1 presenta mejores indicadores a la alternativa 2, aunque las diferencias no son excesivas e incluso en alguna hipótesis el VAN de la alternativa 2 mejor a la alternativa 1. Además, el hecho de que la alternativa 1 presente mejores valores económicos se debe en parte a la estimación en los costes de ejecución de la minicentral los cuales han sido estimados.

Por otro lado, la alternativa 1 requiere de mayores espacios en la parte baja de la minicentral en el hueco donde se instalará la turbina pues los equipos son de mayor tamaño. En este sentido, tomando de base las dimensiones facilitadas por los fabricantes para una turbina de 1000 rpm se ha verificado mediante una implantación preliminar que no es un factor excluyente, pues existe hueco suficiente para su ejecución si bien los espacios quedan mucho más ajustados.



Por su parte, la alternativa 2, si bien existe cierta incertidumbre respecto de los costes de ejecución, se tiene la certeza de que aumentará la producción global y los ingresos económicos gracias al aprovechamiento del caudal ecológico en todo momento. Además, cuenta con otras ventajas como la disponibilidad de dos equipos para repartir horas de funcionamiento, contar con el respaldo en caso de averías, facilidad en las labores de mantenimiento, etc. Otra ventaja no cuantitativa es hacer primar el criterio de eficiencia energética en cuanto a que se estaría aprovechando la energía potencial del vertido del caudal ecológico en todo momento, permitiendo la generación de energía renovable que en la alternativa 1 sería desechado. Siendo por tanto este un claro beneficio ambiental, en línea con los objetivos de sostenibilidad globales de Canal.

Finalmente, considerando que es probable que para la ejecución del proyecto se reciba alguna subvención europea que cubra un alto porcentaje de la inversión, del entorno al 40% o 50%, la diferencia entre los indicadores económicos de las distintas opciones perderían importancia, haciendo más relevante la generación de energía y los ingresos esperables.

Por lo tanto, se opta para el desarrollo del proyecto de la minicentral la alternativa 2 asociada a la generación con dos turbinas de velocidad fija que permitan el aprovechamiento completo de los caudales ecológicos estacionales.

4 CONCLUSIONES

Considerando el análisis realizado, se opta para el desarrollo del proyecto de la minicentral la alternativa 2 asociada a la generación con dos turbinas de velocidad fija que permitan el aprovechamiento completo de los caudales ecológicos estacionales.

La selección definitiva de los equipos de generación durante la ejecución de la obra ayudará a definir el modo de explotación más adecuado, siendo durante la explotación donde se deba optimizar el funcionamiento de planta conforme a los precios de la energía y los reglas que rijan el mercado energético en cada momento.

Apéndice 1 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL ANTEPROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA DE EL ATAZAR

ANEJO Nº 1

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

INDICE

1	OBJETO	3
2	EQUIPAMIENTO MECÁNICO	4
2.1	SELECCIÓN DEL TIPO DE EQUIPO DE GENERACIÓN	4
2.2	ALTERNATIVA A. 1 TURBINA FRANCIS.....	11
2.3	ALTERNATIVA B. 2 TURBINAS FRANCIS	19
2.4	ALTERNATIVA C. 1 TURBINA FRANCIS + 1 MICROTURBINA	25
2.5	ALTERNATIVA D. 2 MICROTURBINAS.....	30
2.6	ALTERNATIVA E. 3 MICROTURBINAS.....	35
2.7	COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	40
2.8	VELOCIDAD DE GIRO DEL EQUIPO DE GENERACIÓN.....	41
2.9	VÁLVULA DE PROTECCIÓN.....	45
3	UBICACIÓN.....	46
4	EVACUACIÓN DE ENERGÍA.....	49

APÉNDICE I: PLANOS

1 OBJETO

El objeto del presente documento es el estudio de alternativas para la ubicación y definición de la nueva central hidroeléctrica al pie de la presa de El Atazar.

2 EQUIPAMIENTO MECÁNICO

2.1 Selección del tipo de equipo de generación

Las características principales que definen el equipamiento mecánico de una central hidroeléctrica son básicamente su caudal y altura de diseño. No obstante, en algunas ocasiones puede ser válida más de una opción a la hora de seleccionar el tipo de turbina a instalar. En estos casos, otras características del salto o de su modo de explotación pueden ayudar a la elección.

Se ha de señalar que en este tipo de casos, con potencias pequeñas, menores de 1 / 1,5 MW, las posibilidades a la hora de escoger el tipo de equipo son mucho mayores que para turbinas convencionales, donde además del tipo de equipo, se introduce las variables de la disposición y la explotación, siendo en muchos casos válidas varias alternativas. Las características de explotación previstas para la central de El Atazar, con importante variabilidad tanto de caudales como de salto disponible, hace que se amplíen las posibilidades de selección del equipo más adecuado, y que éste dependa en gran parte precisamente de las citadas condiciones de explotación.

La minicentral hidráulica proyectada tiene como objeto el aprovechamiento energético del caudal vertido por los desagües intermedios de la presa de El Atazar. Para la definición del equipo mecánico de generación se ha supuesto un caudal de diseño estacional, con un rango de variación además del +/-10% en cada una de las 4 estaciones previstas.

	Ene/Mar	Abr/Jun	Jul/Sept	Oct / Dic
Q diseño m³/s	0,9	1,12	0,52	0,82

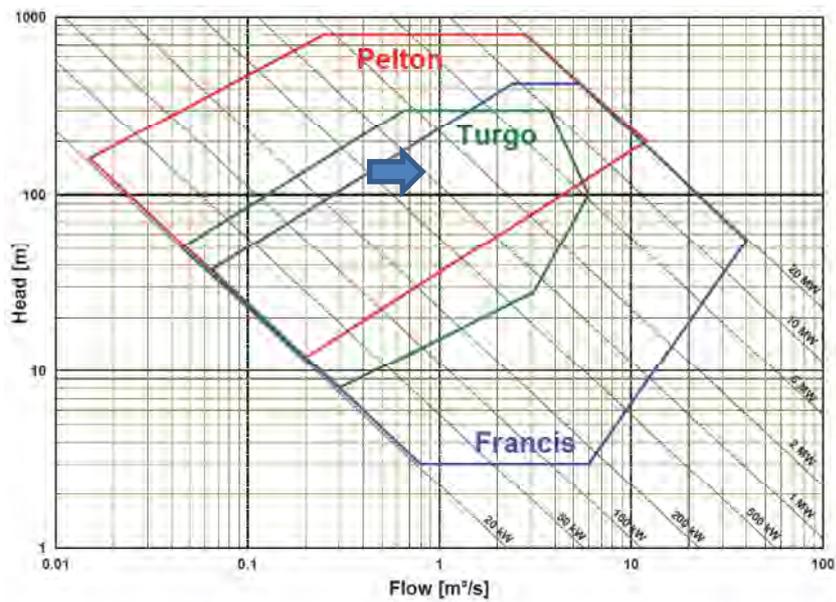
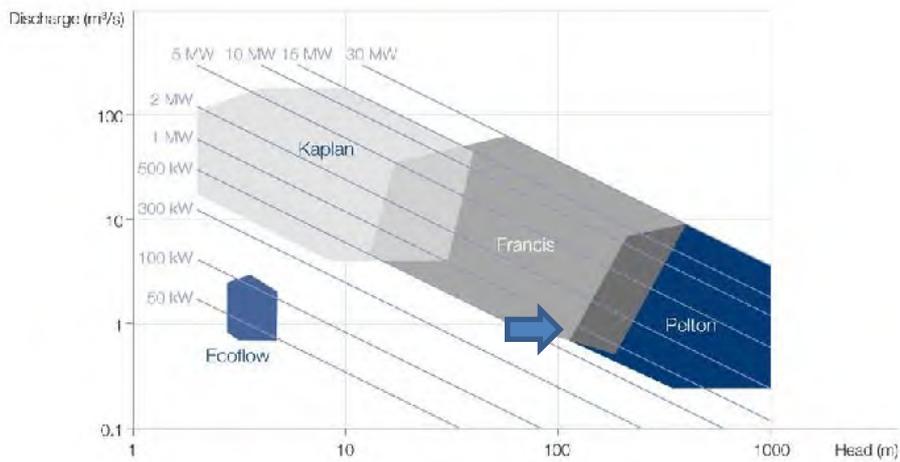
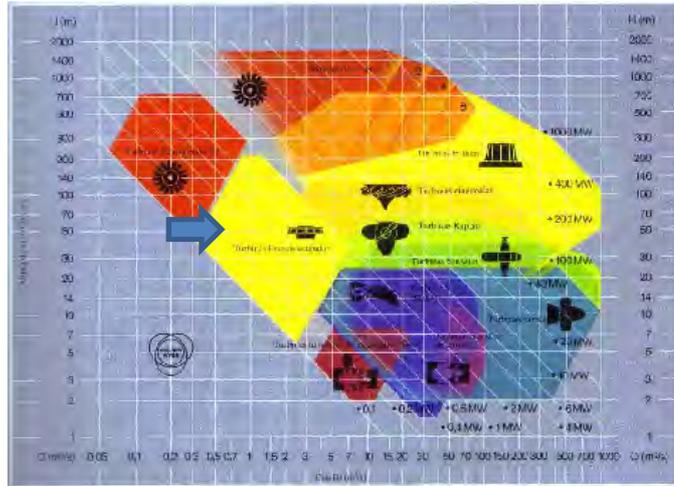
Así, la central trabajará en cada uno de los períodos estacionales presentados en la tabla con los caudales medios indicados en la misma, y con caudales mínimos instantáneos que no serán en ningún caso inferiores al 90% del caudal de diseño propuesto para cada período en base diaria. Con estos condicionantes, el régimen de explotación de la central será aquel que maximice su rentabilidad, teniendo en cuentas las fluctuaciones tanto diarias como mensuales que tiene el precio de venta de la energía en el mercado libre diario (generación). Los costes de venta de energía previstos en este análisis se justifican en el Anexo n.4 del presente Anteproyecto, y resultan ser los siguientes, suponiendo 3 períodos diarios (valle, punta y llano) de 8 h cada uno:

Precio (€) de venta promedio del MWH			
Mes	Valle	Llano	Punta
Ene	33,00	51,06	69,12
Feb	31,75	53,48	75,21
Mar	31,55	47,57	63,59
Abr	24,08	41,21	58,34
May	30,75	43,58	56,41
Jun	42,59	53,5	64,41
Jul	37,65	50,29	62,93
Ago	37,59	49,34	61,09
Sep	32,35	47,59	62,83
Oct	27,46	45,65	63,84
Nov	23,18	42,07	60,96
Dic	20,68	41,73	62,78

Además, el consumo propio de presa y embalse (autoconsumo), cuando la central está en funcionamiento se valora a un precio de 86,54 E/MWh (precio medio del consumo de Hidráulica Santillana). A efectos de esta valoración Canal de Isabel II Gestión ha facilitado los consumos de los servicios de presa y torre de toma, considerándose un valor continuo de 40 kWh a lo largo del día (valor medio de consumo).

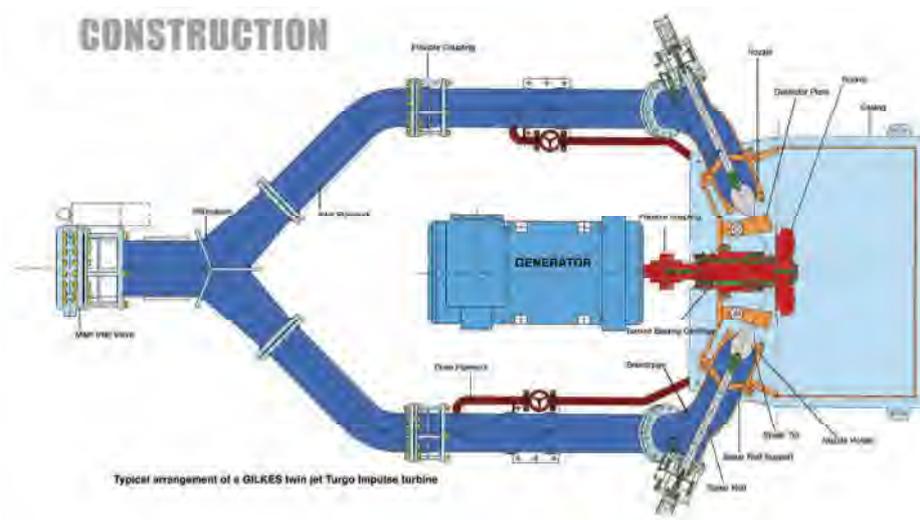
Con estas condiciones, el objetivo del presente documento es el seleccionar el equipamiento óptimo para la central, entendiéndose este como el que, siendo técnicamente adecuado, optimice la rentabilidad de la explotación de la misma.

Considerando un caudal medio de explotación del orden de los 0,84 m³/s, y un salto máximo bruto disponible de 116 m (es la diferencia de cota entre el labio del vertedero del cuenco de amortiguación de la presa, 754 msnm, y el NMN (Nivel Máximo Normal) del embalse, 870 msnm, se puede hacer una primera aproximación del tipo de equipamiento más adecuado para estas condiciones. Así, introduciendo estos valores en una gráfica de selección tipo de equipos, se obtendrá el tipo de equipo que mejor se adecúe a las características del aprovechamiento. Este tipo de gráficas son normalmente específicas de cada fabricante, por lo que se utilizarán varias de ellas, como contraste en la selección:



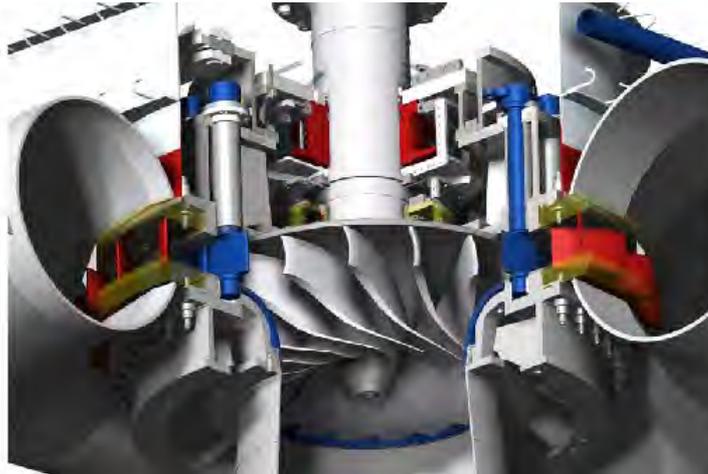
Por lo que se puede observar, en todas las gráficas, de fabricantes de gran experiencia en la fabricación de este tipo de equipos, el punto de funcionamiento se incluye claramente dentro del rango de las turbinas Francis convencionales. En la última de ellas, no obstante, el punto de funcionamiento entra también en el rango del funcionamiento del tipo Turgo.

Las tipo Turgo son de turbinas de acción, similares a las Pelton, de implantación mucho menor, ya que únicamente son fabricadas por una empresa, que además es la propietaria de la patente. Este tipo de turbinas también cuenta con una serie de inyectores que inciden sobre unas cazoletas que, en este caso y a diferencia de las Pelton, son asimétricas, y reciben el chorro de agua con una inclinación de 20° respecto al plano medio de la rueda, entrando por uno de los bordes y saliendo por el contrario.



Este tipo de equipos obtiene unos rendimientos menores que las Pelton, pero al trabajar con mayores velocidades de giro permite en algunos casos prescindir del multiplicador o reducir el número de grupos.

Dada la poca experiencia que existe en general con este tipo de equipos, se opta dentro de este dimensionamiento preliminar por una turbina tipo Francis, mucho más convencional y de comportamiento más contrastado.

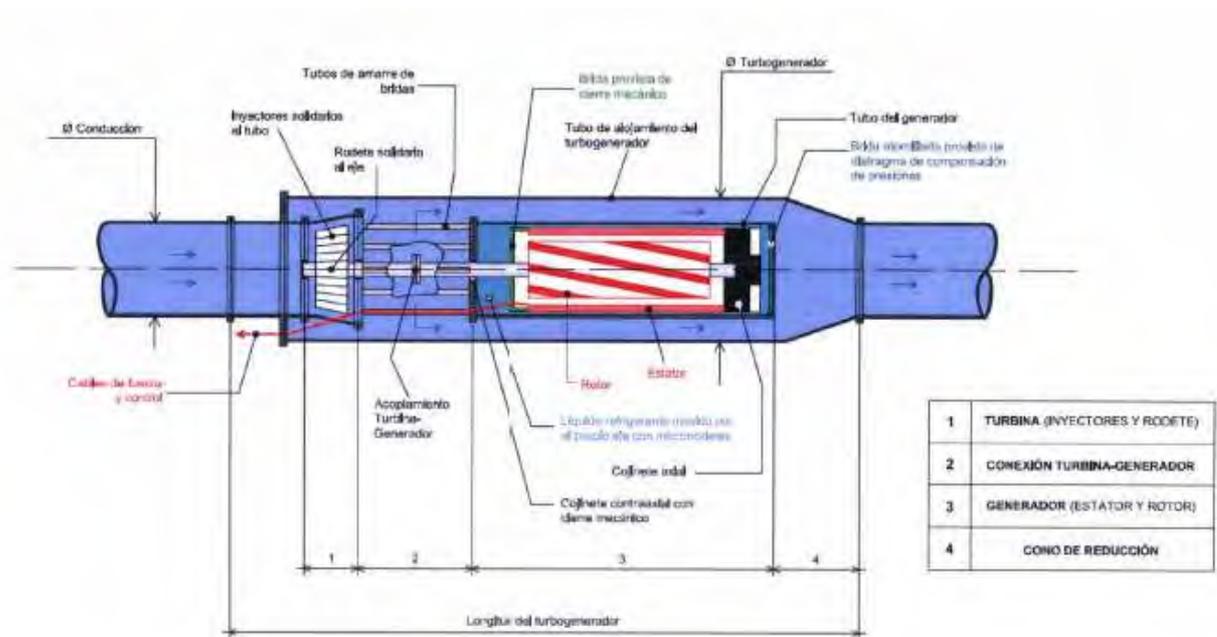


En cuanto a las turbinas Pelton, resulta claro que las características del salto no son las idóneas para este tipo de turbinas: la velocidad nominal sería muy baja, con velocidades específicas muy bajas. Un predimensionamiento previo de un equipo de este tipo ofrece una velocidad específica de 52 con velocidades de giro de 500 rpm, máquinas que requerirían un mínimo de 4 inyectores. De esta forma, las máquinas serían muy lentas y con número importante de chorros lo que conlleva una mayor complejidad y coste de los equipos (no sólo de la turbina, sino también del generador). Además esta opción, al necesitar descarga atmosférica, aunque en teoría puede mejorar algo los rendimientos frente a variación de caudales con respecto a una Francis, también es cierto que disminuye el salto disponible frente al tipo de turbina seleccionada. Por estas razones se descarta esta tipología de turbina como opción válida para la central del pie de presa de El Atazar.

Otro tipo de equipos a analizar, dados los condicionantes del salto (de escasa potencia y gran variabilidad tanto de caudal de diseño como de salto disponible), son las denominadas microturbinas hidráulicas, de las cuales el Canal de Isabel II Gestión tiene ya instalados varios equipos para consumo interno (Navacerrada, Q 0,344 m³/s H 23 m; Majadahonda, Q 0,325 m³/s H 46 m; Griñón, Q 0,200 m³/s H 70 m). Son máquinas pequeñas, de fácil instalación, desarrolladas fundamentalmente para aprovechar en determinadas condiciones la energía residual en redes de abastecimiento o infraestructuras hidráulicas a presión donde se puede mejorar la eficiencia de las instalaciones. En el presente Anteproyecto se valorará la posibilidad de instalación de estas microturbinas, bien como alternativa de funcionamiento con una o varias máquinas en paralelo, bien como complemento a otro tipo de turbina (Francis), que permita el

aprovechamiento de los caudales bajos que se salgan del rango de funcionamiento de la turbina principal.

Estas microturbinas las conforman equipos muy compactos de fácil instalación, que se colocan normalmente en sistemas de redes a presión en el interior de una tubería (turbina + generador), con fácil conexión a la red eléctrica. Están desarrolladas para alcanzar potencias de hasta 350 kW, admitiendo valores de contrapresión de hasta 15/20 bar. Sus rendimientos alcanzan hasta valores del 70%, siendo a este respecto poco competitivas frente a otro tipo de turbinas más convencionales como las Francis cuando estas son de aplicación.



Esquema de instalación de microturbina. Fuente: "Hydropower Spain"

De esta forma, se analizarán en el presente apartado las siguientes posibilidades de equipamiento para el aprovechamiento previsto a pie de presa de El Atazar:

1. Alternativa A. 1 Turbina Francis diseñada para la potencia máxima del aprovechamiento.
2. Alternativa B. 2 Turbinas Francis de la mitad de potencia, de forma que se pueda modular mejor su explotación, y con un mejor aprovechamiento de los caudales bajos (a costa de un mayor coste de inversión, tanto de equipamiento como de obra civil).
3. Alternativa C. 1 Turbina Francis + 1 Microturbina para aprovechamiento de los caudales bajos.
4. Alternativa D. Instalación de 2 Microturbinas hidráulicas.
5. Alternativa E. Instalación de 3 Microturbinas hidráulicas, de forma que se permita aprovechar el máximo de la energía posible, a costa de un incremento de inversión, principalmente de equipamiento en este caso.

Para cada una de estas alternativas, se estudiará su sistema de explotación óptimo, considerando como tal, aquel que, en función de los caudales disponibles para cada estación del año, y las variaciones del precio de venta de la energía (tanto mensuales como diarias), maximice tanto la producción como el rendimiento económico de la instalación.

En el caso de saltos de pequeña potencia, las turbinas suelen estar normalizadas o estandarizadas, en los que cada fabricante establece sus modelos y estándares particulares, por lo que para un mismo salto habrá diferencias entre las propuestas, aunque serán mínimas. Las fórmulas habituales utilizadas para su dimensionamiento (F. de Siervo, por ejemplo en el caso de las Francis) en este caso pueden servir para dimensionar de manera preliminar los equipos, aunque las dimensiones y características finales serán definidas por el fabricante.

En el presente Anteproyecto, para cada una de las tipologías en estudio, se han solicitado propuestas a proveedores habituales de este tipo de equipos para tener en cuenta en la valoración y predimensionamiento de los mismos, no solo sus costes, sino también sus tamaños, curvas de rendimientos y características de operación (limitaciones de funcionamiento, velocidades de giro, sumergencia, condiciones de cavitación, etc).

En los apartados posteriores se realiza un análisis de cada una de las alternativas consideradas en el Anteproyecto para selección de la más adecuada.

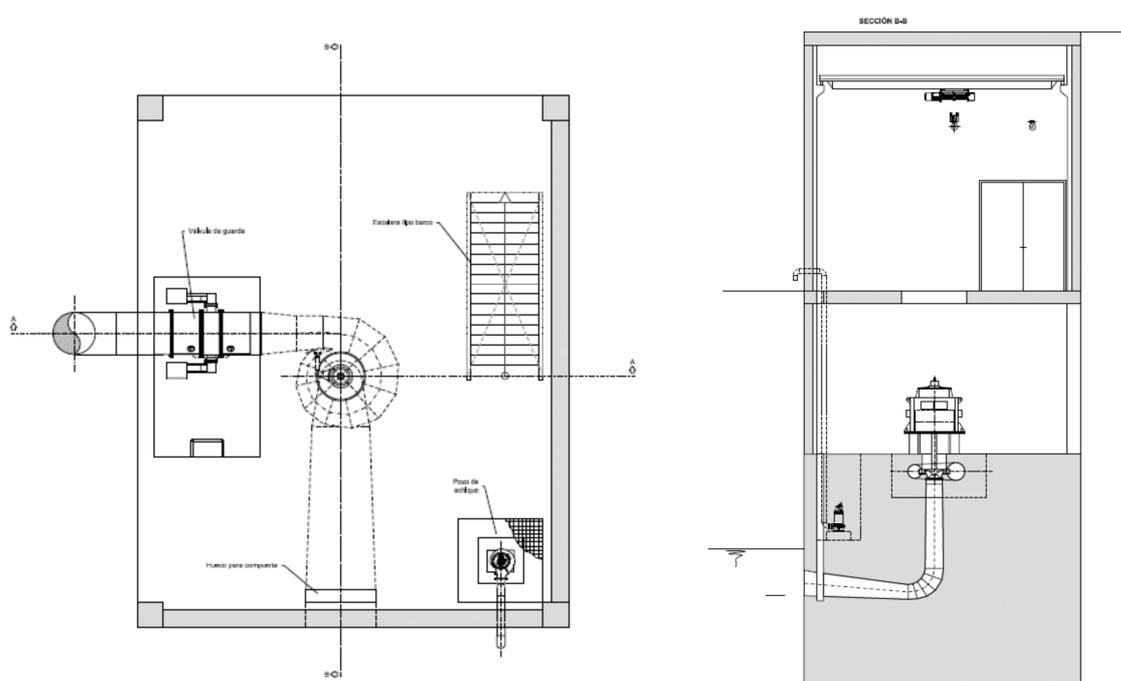
2.2 Alternativa A. 1 Turbina Francis

La primera de las alternativas considera la instalación de una turbina Francis de 1.250 kW de potencia a pie de presa de El Atazar. En este caso, en primer lugar, se ha de proceder a definir la disposición del mismo. En este sentido, se cuenta con dos posibilidades: Francis de eje vertical y Francis de eje horizontal.

El eje horizontal es la disposición más simple y la que proporciona un mantenimiento más sencillo, al asegurarse la accesibilidad a todas las partes de la turbina. Es la que se suele adoptar para los equipos de menor tamaño. No obstante, conforme la dimensión del equipo crece se adoptan las disposiciones verticales, ya que permiten reducir el espacio necesario y por lo tanto la obra civil, siendo la única alternativa para potencias superiores a 4-8 MW. En el caso de El Atazar, se han valorado ambas soluciones.

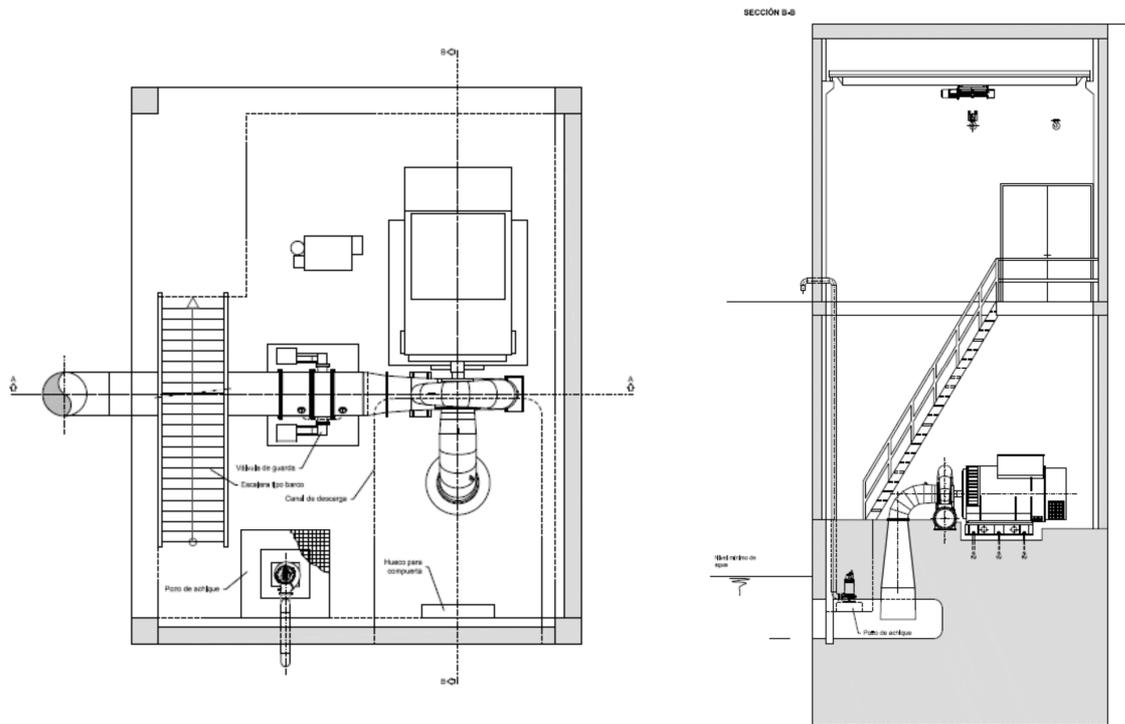
Disposición vertical

Esta disposición permite una ocupación menor en planta, pero su instalación es más compleja. La cámara espiral se encuentra embebida en la obra civil, por lo que no es accesible una vez instalada. Esto hace también que operaciones de reparación o mantenimiento en el rodete obliguen al desmontaje de el eje e incluso, dadas las dimensiones del caso particular del Atazar, del generador.



Disposición horizontal

Este tipo de instalaciones son más sencillas, y permiten un mejor mantenimiento ya que la totalidad del equipo es accesible. Por el contrario requieren más espacio para su instalación.



No obstante, dado que, aunque ajustado, se dispone del espacio necesario en la ubicación prevista, se opta por la disposición horizontal, por su simplicidad y facilidad de acceso a todas sus partes.

Una vez seleccionada la disposición horizontal de la máquina, se realiza una valoración de su rentabilidad en base a las siguientes hipótesis de funcionamiento:

- Costes, dimensiones y curvas de funcionamiento (rendimientos) obtenidas para las condiciones de diseño de proveedores habituales de este tipo de turbinas. A este respecto, se han obtenido unas curvas que ofrecen amplios rangos de funcionamiento, si bien en algunas ocasiones se limitan las horas de funcionamiento en determinadas condiciones de caudal y altura, por seguridad de la máquina (ruidos, vibraciones, etc). Estas limitaciones se tendrán en cuenta a la hora de valorar el sistema de explotación del equipo.

De acuerdo a las curvas facilitadas por los fabricantes, considerando un caudal máximo de diseño de 1,35 m³/s (un 20% superior al mayor de los caudales medios estacionales), suponemos la siguiente restricción en cuanto a caudales mínimos turbinables:

- Caudal mínimo de operación continua: $0,45 \cdot Q_{\max} = 0,6$ m³/s, que corresponde a rendimientos en el entorno del 80%.
 - Caudal mínimo de operación parcial: $0,3 \cdot Q_{\max} = 0,4$ m³/s. Se entiende por zona parcial de operación aquella que tiene limitación en tiempo de funcionamiento. En nuestro caso, consideraremos un máximo de 500 h de funcionamiento anual en esta zona de funcionamiento.
- En función de los caudales estacionales disponibles y de las variaciones del precio de venta de la energía (ver apartado 1.1), se selecciona el sistema de explotación que maximiza los ingresos por venta de energía de la central, y que en este caso resulta ser la siguiente:

Período	Q diseño			Qturb
Ene/Mar	0.9	Valle	90.00%	0.81
		Llano	90.00%	0.81
		Punta	120.00%	1.08
Abr/Jun	1.12	Valle	90.00%	1.008
		Llano	90.00%	1.008
		Punta	120.00%	1.344
Jul/Sept	0.52	Valle	90.00%	0.468
		Llano	90.00%	0.468
		Punta	120.00%	0.624
Oct / Dic	0.82	Valle	90.00%	0.738
		Llano	90.00%	0.738
		Punta	120.00%	0.984

- La cota de restitución es la del labio del vertedero del cuenco de amortiguación de la presa, 754 m.s.n.m., al cual desaguan los caudales turbinados en la central. Las pérdidas de carga en el salto se estiman en función del caudal turbinado (ver Anexo de cálculos hidráulicos) y los rendimientos de la turbina se extraen de las curvas de rendimientos facilitadas por los suministradores consultados. Se estima un rendimiento del alternador de 0,96.

Como es lógico, interesa concentrar los mayores caudales turbinados en los períodos punta del día. Se considera el caudal de 1,35 m³/s como caudal máximo de turbinación, y un funcionamiento de un máximo de 500 h anuales para caudales que se sitúen entre 0,4 y 0,6 m³/s.

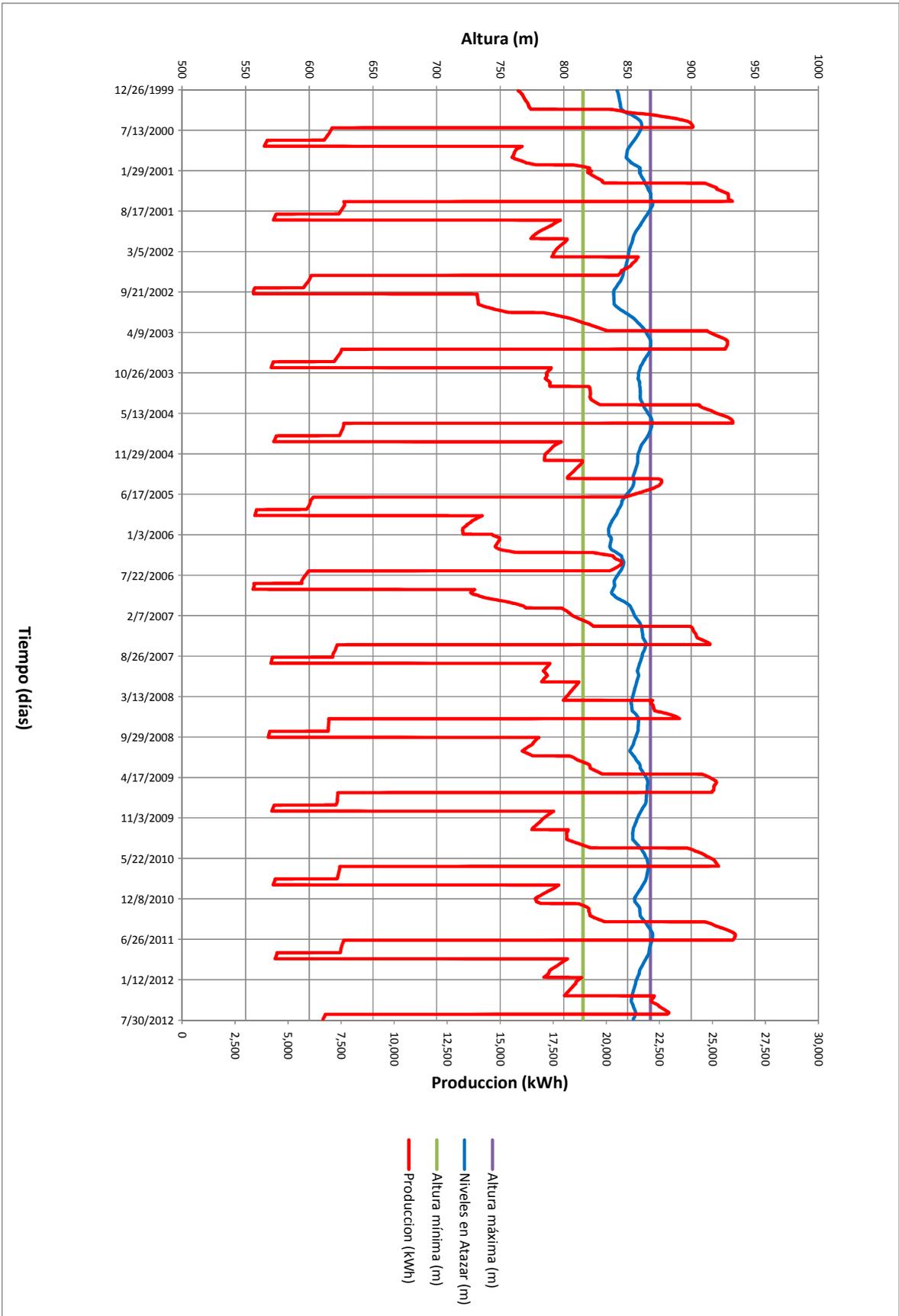
Con estas hipótesis de explotación, se realiza una simulación completa realizada con el registro de niveles diarios en el Atazar facilitados desde el año 2000 con la turbina seleccionada (1.250 kW de potencia), obteniéndose los siguientes valores medios anuales en cuanto a producción y venta de energía:

MWh anual	Nº Días/año	Factor planta	Nº horas	Ing Anual €
5,851.19	273.00	0.523	6552.00	300,288.96

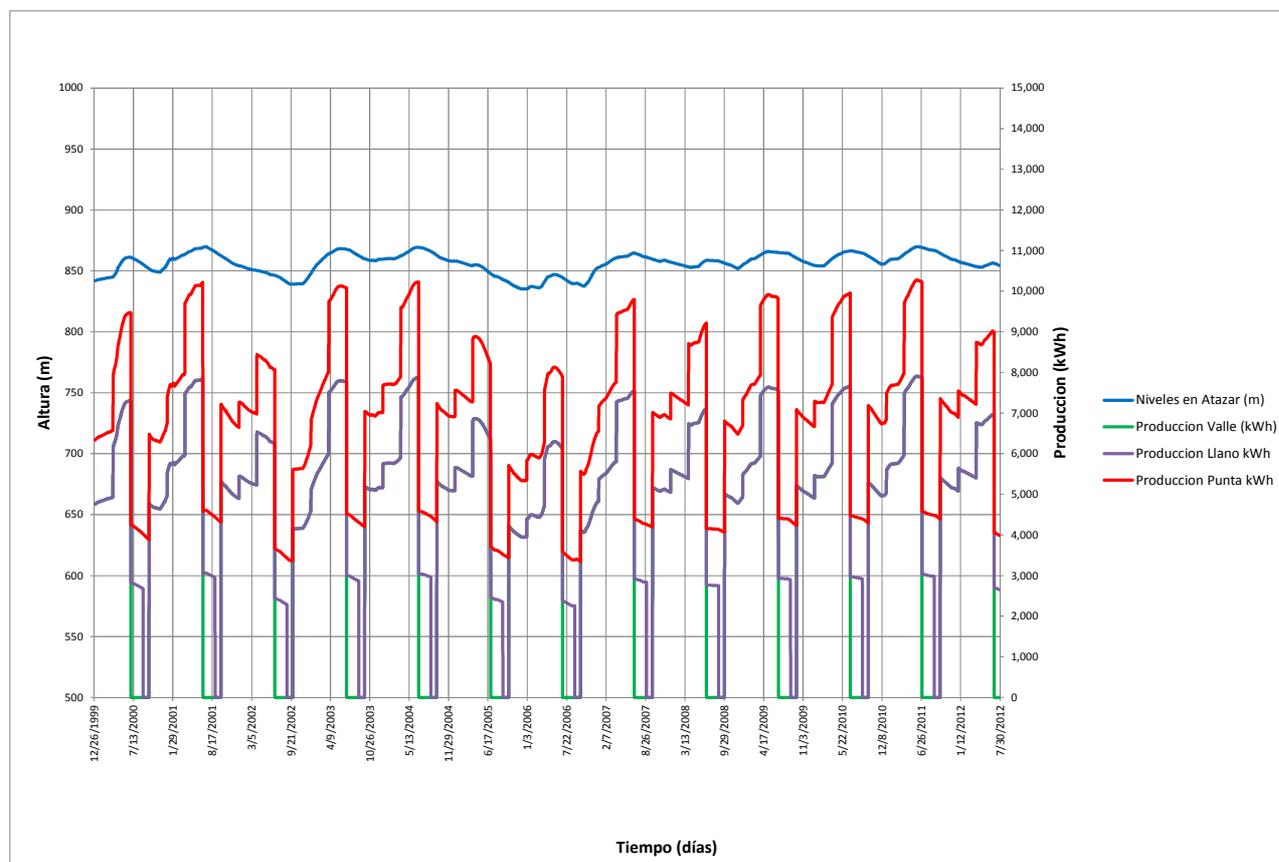
En el cálculo de los ingresos se considera (como ya se ha comentado) para el presente estudio, la aplicación de los precios de casación del mercado libre diario del sistema eléctrico español al total de la producción eléctrica prevista de la central., según la hipótesis de retribución considerada en el estudio económico-financiero (Anexo n. 4 del presente Anteproyecto).

El factor de planta es el cociente entre la energía real generada por la central eléctrica durante un año y la energía generada si hubiera trabajado a potencia nominal (condiciones de diseño de turbina) durante ese mismo período. Es una indicación de la utilización de la capacidad de la planta en el tiempo. Un factor de planta de 1 significaría un funcionamiento al 100% de la capacidad de generación de la central.

La gráfica que presenta la producción de energía (en kWh diarios) a lo largo del período de tiempo simulado, y relacionada con los niveles diarios en la presa de El Atazar, se presenta a continuación. Los valores de altura máxima y mínima representan el rango de alturas adecuado de utilización de la turbina seleccionada.

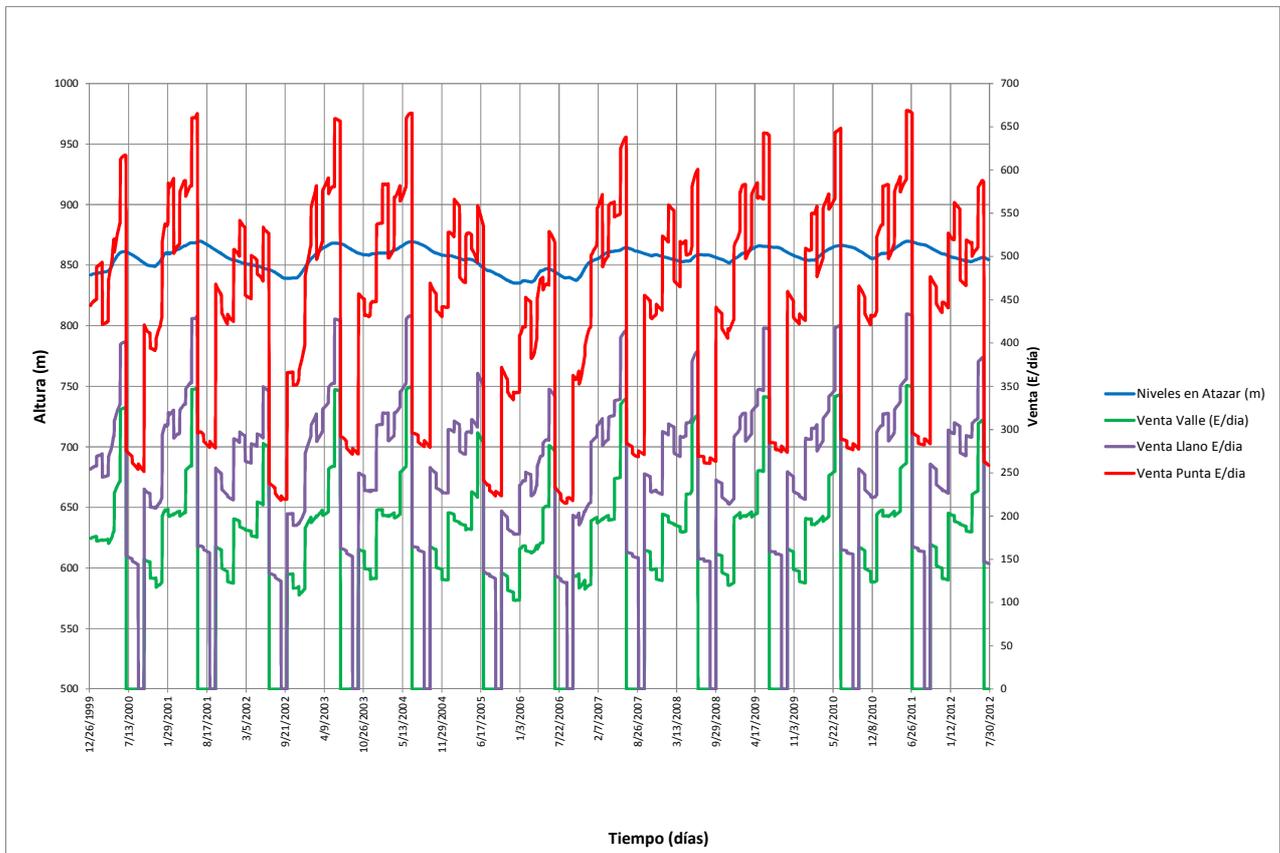
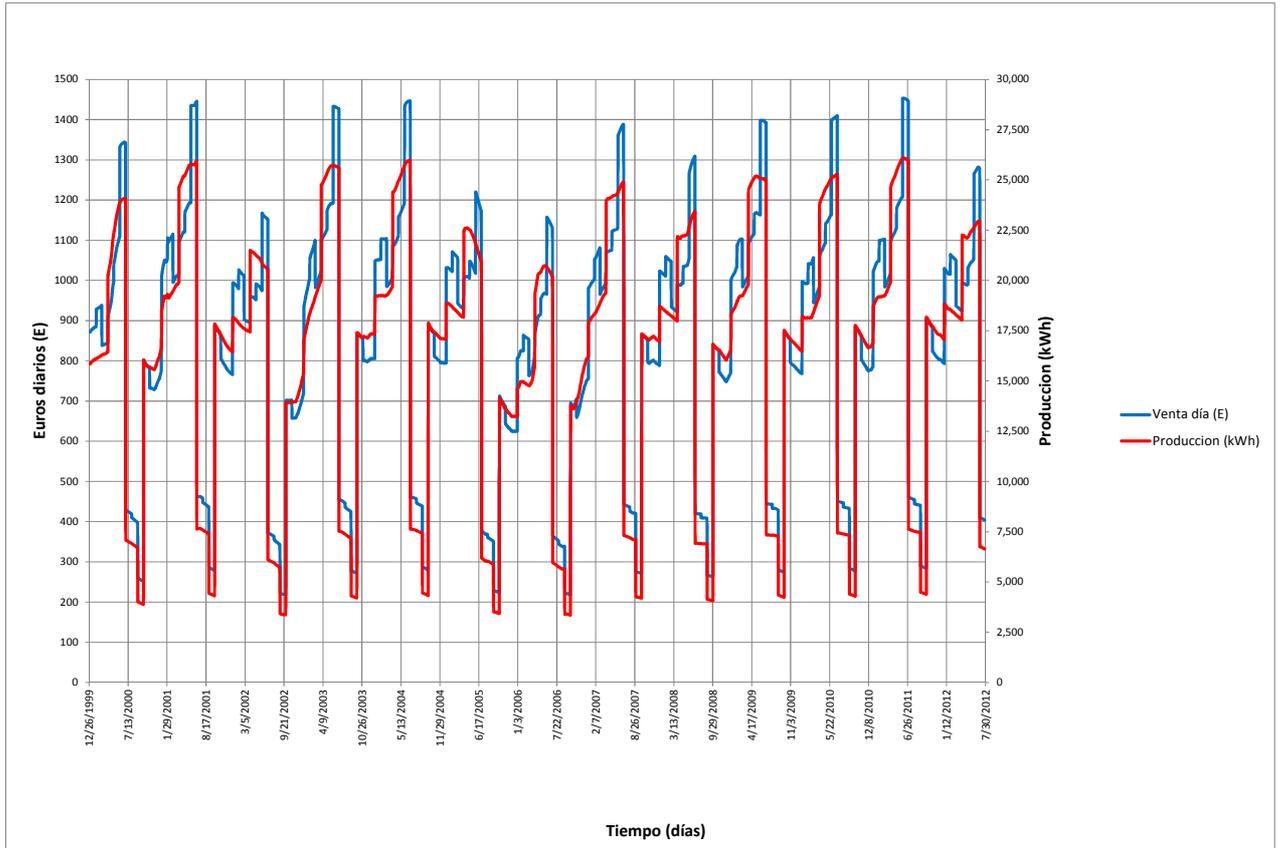


Discriminando entre producciones en períodos valle, llano y punta, podemos tener una idea de la importancia relativa de estos períodos en el global de producción de la central:



En la gráfica anterior se observa que la limitación de funcionamiento en continuo por debajo de caudales del orden de $0,45 \cdot Q_{\max}$ (rendimientos del 80%), obliga a dejar de turbinar en períodos valle y llano en algunos meses del año correspondientes a la estación seca (julio a septiembre), en la que el caudal medio de diseño es de $0,52 \text{ m}^3/\text{s}$. Esta restricción va a suponer paradas y arranques diarios de los equipos durante 3 meses al año, lo cual no supone ningún problema en cuanto a la explotación y/o mantenimiento / durabilidad de los equipos correspondientes (confirmado con los suministradores consultados al respecto).

También se observa que el grueso de la producción se concentra en los períodos punta, en los que se concentra el mayor caudal posible para turbinar. Transformando esta gráfica en ingresos, en función de los precios de venta de la energía estimados anteriormente (con sus variaciones tanto diarias como estacionales), se observa, incluso de manera más acusada la importancia de los períodos punta en la cuantificación de los ingresos producidos por la venta de la energía.



Con estos parámetros de explotación, y los costes de inversión asociados a esta alternativa, de acuerdo a las hipótesis económicas presentadas en el Anexo 4 de este Anteproyecto “Estudio Económico Financiero”, se obtienen los principales parámetros financieros de la actuación bajo esta alternativa.

Los costes de inversión en equipamiento se han basado en las estimaciones preliminares facilitadas por suministradores de equipos contrastados.

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Magnitudes principales	
Vida útil (años)	25
Periodo de construcción (meses)	inferior 24
Datos técnicos	
Salto Neto máximo (m)	115
Caudal de equipamiento (m ³ /s)	1,3
Potencia instalada (kW)	1.250
Producción año medio (MWh/año)	5.851,2
Costes de Inversión sin IVA (M.EUR)	2.214
Obra Civil	184,719
Equipos Electromecánicos	1.774,152
Ingeniería y Dirección de Obra	156,710
Otros (imprevistos)	97,944
Costes de Explotación (M.EUR/año)	2,5% s/inv
Costes de Operación y Mantenimiento	incluido
Costes de personal	incluido
Seguros y otros	incluido
Ingresos	
Ingresos anuales s/mercado diario	300.288,96
Tarifa media diaria (EUR/kWh)	0,04726
Impuesto sobre producción	7%

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Inflación	
Inflación ingresos	2%
Inflación costes	3%
Hipótesis macroeconómicas	
Periodo de amortización inversión (años)	25
IVA soportado	21%
Tipo impositivo	30%
Canon Hidráulico	2,2%
Estructura de financiación	F. propios
Ratios de la instalación	
Indice de Potencia (EUR/kW)	1.771
Indice de Energía (EUR/kWh/año)	0,38
Nº días al año de funcionamiento	365
Horas de funcionamiento instalación	6.552
Factor de Planta	
Resultados financieros	
Tasa de descuento aplicada	5,86%
VAN Proyecto	373.554 €
TIR Proyecto	7,49%
Periodo de Recuperación (años)	25

2.3 Alternativa B. 2 Turbinas Francis

La segunda de las alternativas analizadas considera la instalación de dos turbinas Francis a pie de presa de El Atazar, con aproximadamente la mitad de potencia que la prevista para la turbina de la alternativa A (700 kW cada turbina). Se considera para esta alternativa, un caudal nominal de funcionamiento de $0,75 \text{ m}^3/\text{s}$ por equipo, lo cual amplía ligeramente el rango de caudales turbinables también por encima (caudales máximos) con respecto a la alternativa A.

Con esta implantación, a costa de incrementar los costes de inversión, se consigue ampliar el rango de caudales de funcionamiento de la central, principalmente por abajo (caudales mínimos), de forma que se podrían turbinar todo el rango de caudales previstos en la explotación. La puesta en funcionamiento de una o dos turbinas dependerá de los caudales que turbinemos en cada momento, de acuerdo al siguiente esquema de explotación:

- Una turbina en funcionamiento con caudales inferiores a $1,1 \cdot Q_{\text{nom}} = 0,825 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Dos turbinas en funcionamiento con caudales superiores a $1,1 \cdot Q_{\text{nom}} = 0,825 \text{ m}^3/\text{s}$.

A partir de este valor, $1,1 Q_{\text{nom}}$, es claramente más eficiente el arranque de dos turbinas con la mitad de caudal cada una, que mantener una única turbina a máximo caudal. En este caso, la explotación que maximiza los ingresos por venta de energía, resulta ser la siguiente:

Período	Q diseño			Qturb	Operación nº turbinas
Ene/Mar	0.9	Valle	90.00%	0.81	1
		Llano	90.00%	0.81	1
		Punta	120.00%	1.08	2
Abr/Jun	1.12	Valle	90.00%	1.008	2
		Llano	90.00%	1.008	2
		Punta	120.00%	1.344	2
Jul/Sept	0.52	Valle	90.00%	0.468	1
		Llano	90.00%	0.468	1
		Punta	120.00%	0.624	1
Oct / Dic	0.82	Valle	90.00%	0.738	1
		Llano	90.00%	0.738	1
		Punta	120.00%	0.984	2

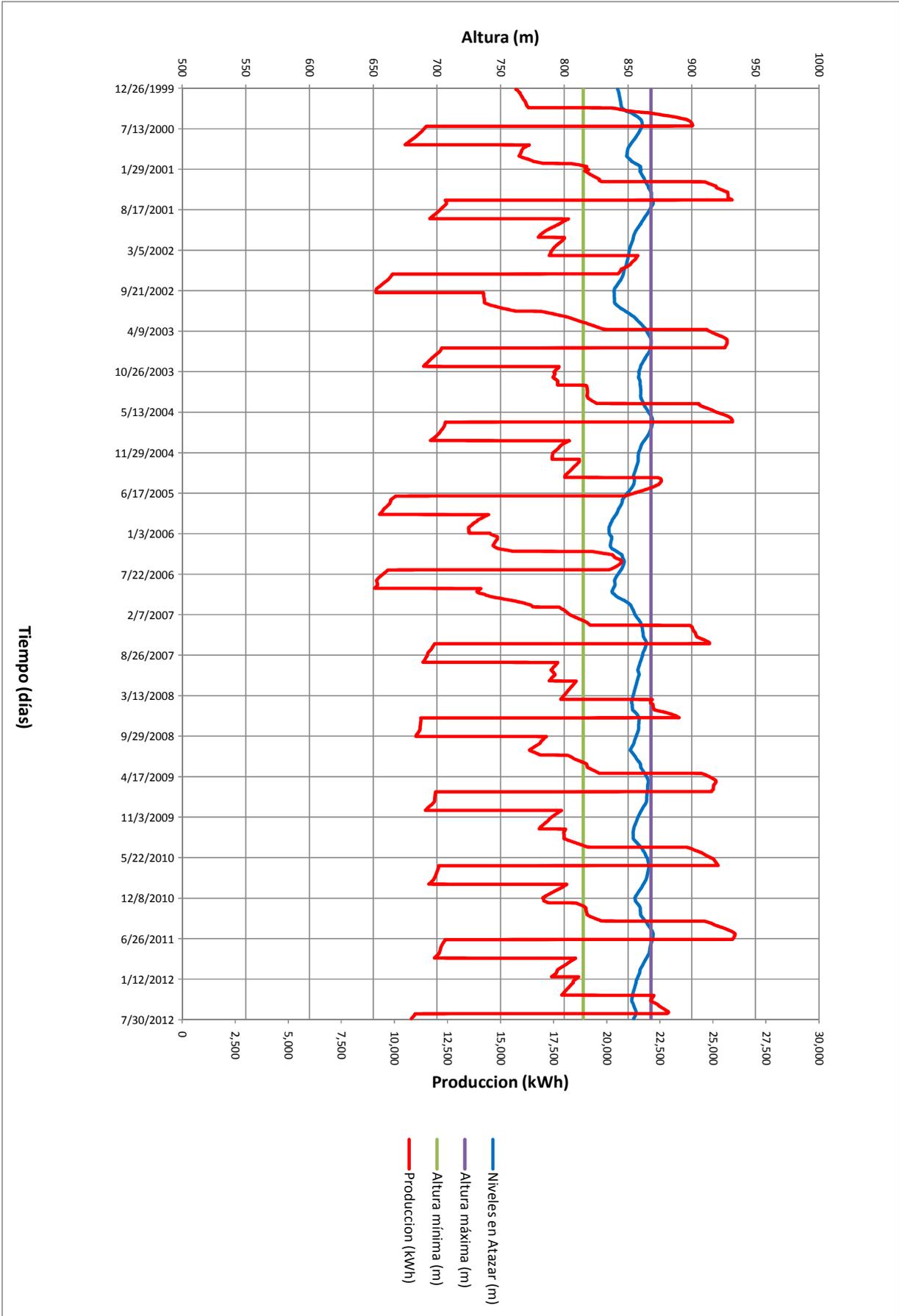
Con respecto a la alternativa A, se observa que se amplía el rango de caudales de funcionamiento, permitiendo la operación en continuo de caudales bajos, operando solo con una turbina hasta que no se superen los $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Al igual que en el caso anterior, interesa concentrar los mayores caudales turbinados en los períodos punta del día.

Con estas hipótesis de explotación, se realiza una simulación completa realizada con el registro de niveles diarios en el Atazar facilitados desde el año 2000 con las turbinas seleccionada (700 kW de potencia cada una), obteniéndose los siguientes valores medios anuales en cuanto a producción y venta de energía:

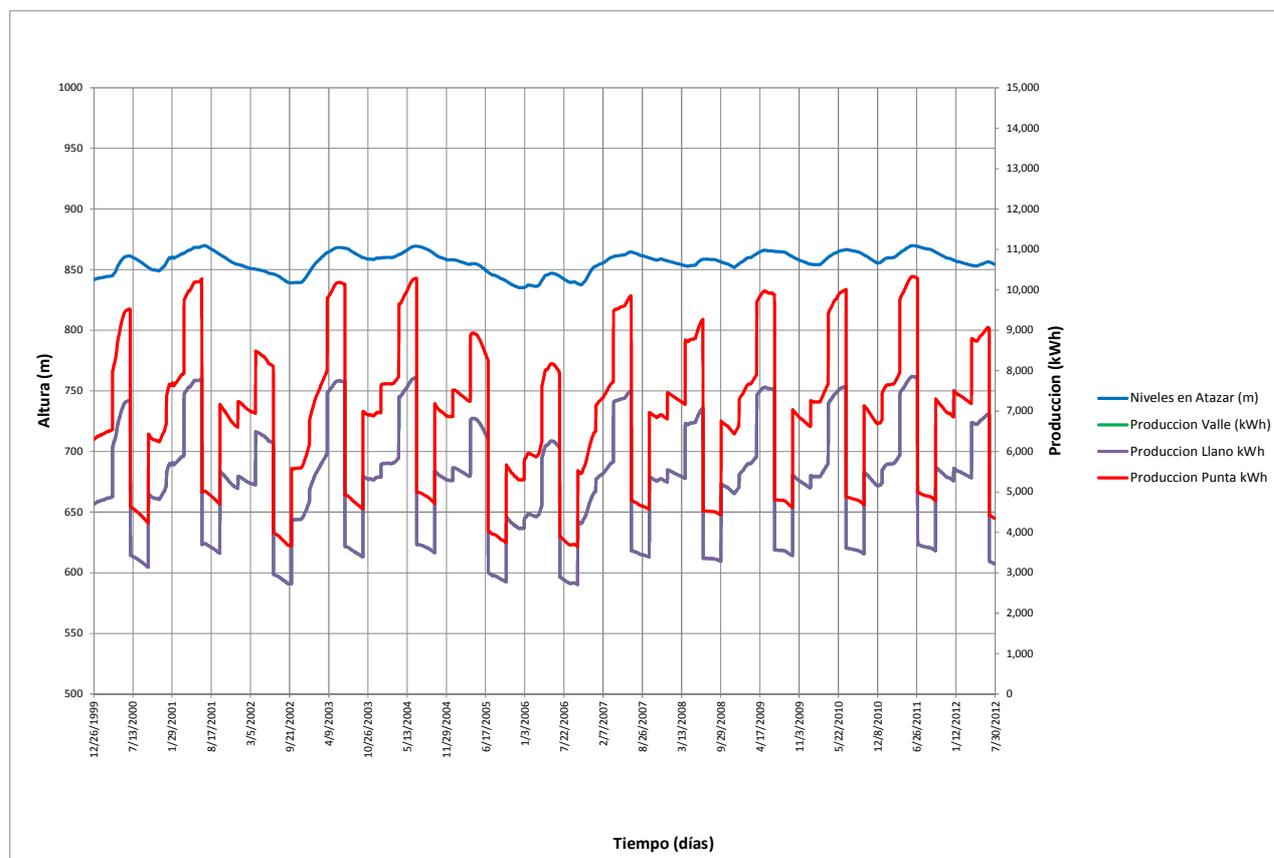
MWh anual	Nº Días/año	Factor planta	Nº horas	Ing Anual €
6,341.32	365.00	0.510	8760.00	322,051.84

Con esta opción ya evitamos la restricción de turbinación con caudales bajos, por lo que podrían turbinarse en cualquier período del año durante todo el día, sin embargo el factor de planta se reduce ligeramente respecto a la anterior alternativa. Con esta implantación, se aumentan en el entorno de un 10% respecto a la alternativa A los valores de producción anual e ingresos medios anuales.

La gráfica que presenta para esta alternativa la producción de energía (en kWh diarios) a lo largo del período de tiempo simulado, y relacionada con los niveles diarios en la presa de El Atazar, se presenta a continuación.

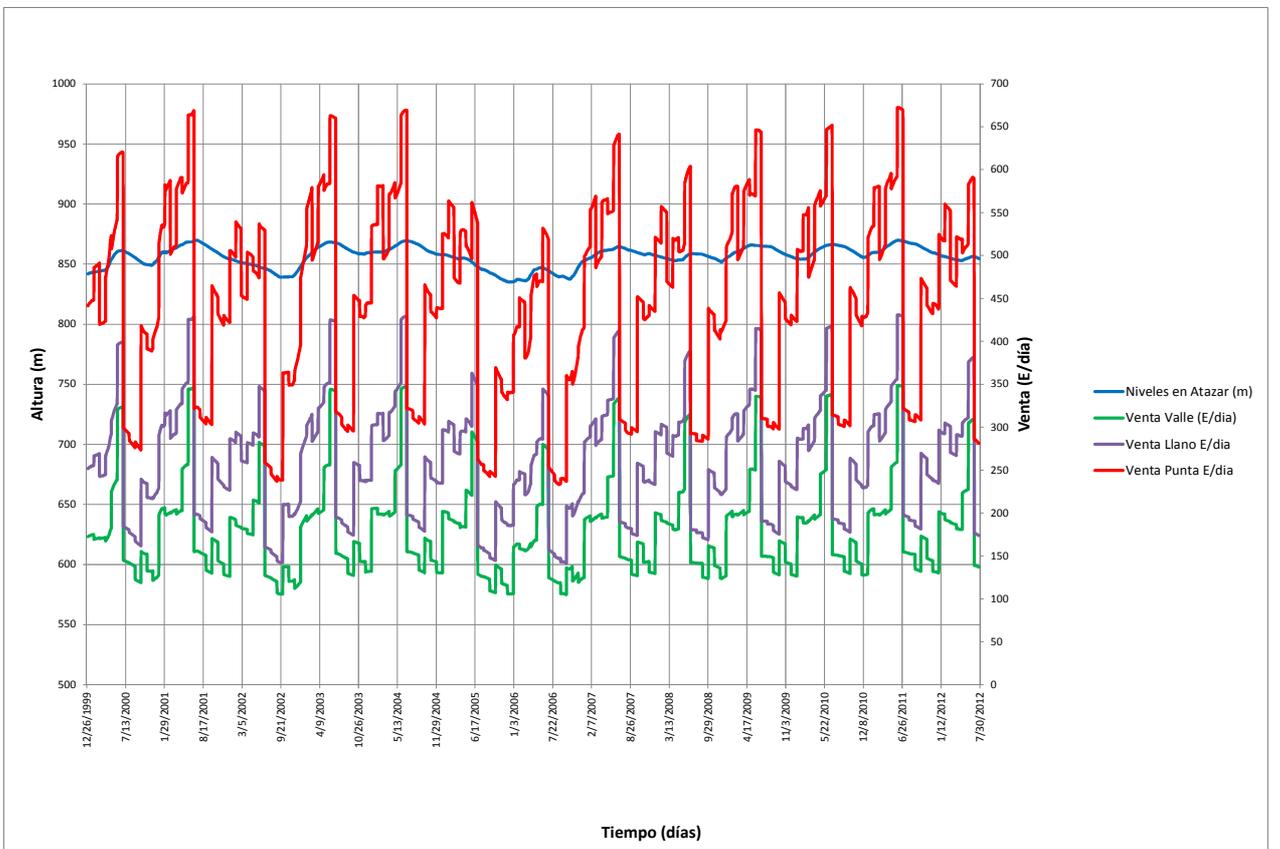
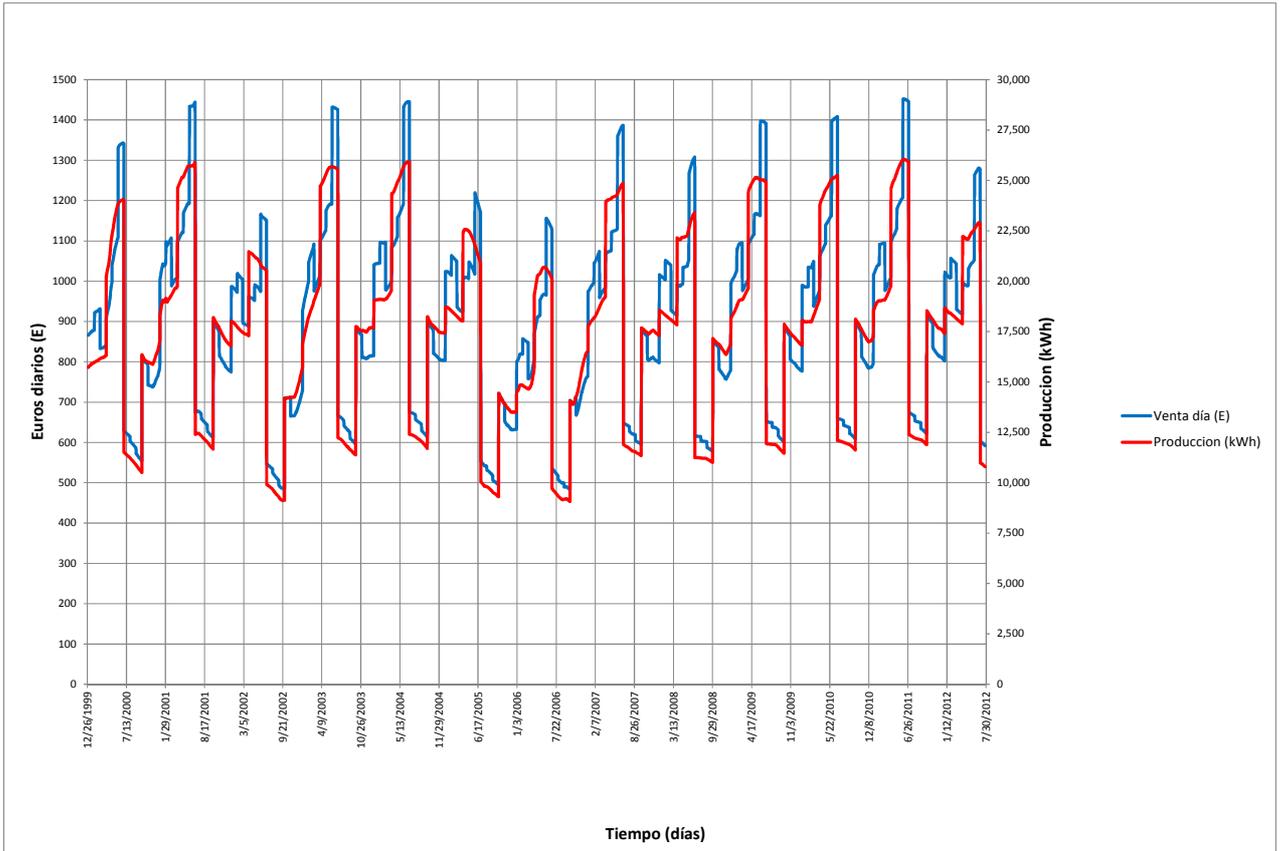


Discriminando entre producciones en períodos valle, llano y punta, podemos tener una idea de la importancia relativa de estos períodos en el global de producción de la central:



Al contrario que en la Alternativa A, en este caso podemos producir en cualquier momento del día (valle, llano o punta) y en cualquiera de los períodos estacionales considerados sin más que regular el número de turbinas en operación en función del caudal disponible.

También al igual que en la alternativa A, el grueso de la producción se concentra en los períodos punta, en los que se concentra el mayor caudal posible para turbinar. Transformando esta gráfica en ingresos, en función de los precios de venta de la energía estimados anteriormente (con sus variaciones tanto diarias como estacionales), se observa, incluso de manera más acusada la importancia de los períodos punta en la cuantificación de los ingresos producidos por la venta de la energía.



Con estos parámetros de explotación, y los costes de inversión asociados a esta alternativa, de acuerdo a las hipótesis económicas presentadas en el Anexo 4 de este Anteproyecto “Estudio Económico Financiero”, se obtienen los principales parámetros financieros de la actuación bajo esta alternativa.

Los costes de inversión en equipamiento se han basado en las estimaciones preliminares facilitadas por suministradores de equipos, que valoran el coste de dos equipos (turbina + válvula de guarda + alternador + equipos auxiliares) un 65% superior al coste de un único equipo con el doble de potencia de los anteriores (Alternativa A). No se han considerado los incrementos de coste necesarios en la obra civil (necesidad de más espacio), ni en las instalaciones eléctricas y de control.

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Magnitudes principales	
Vida útil (años)	25
Periodo de construcción (meses)	inferior 24
Datos técnicos	
Salto Neto máximo (m)	115
Caudal de equipamiento (m ³ /s)	1,3
Potencia instalada (kW)	1.400
Producción año medio (MWh/año)	6.341,3
Costes de Inversión sin IVA (M.EUR)	2.696
Obra Civil	184,719
Equipos Electromecánicos	2.201,004
Ingeniería y Dirección de Obra	190,858
Otros (imprevistos)	119,286
Costes de Explotación (M.EUR/año)	2,5% s/inv
Costes de Operación y Mantenimiento	incluido
Costes de personal	incluido
Seguros y otros	incluido
Ingresos	
Ingresos anuales s/mercado diario	322.051,84
Tarifa media diaria (EUR/kWh)	0,04726
Impuesto sobre producción	7%

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Inflación	
Inflación ingresos	2%
Inflación costes	3%
Hipótesis macroeconómicas	
Periodo de amortización inversión (años)	25
IVA soportado	21%
Tipo impositivo	30%
Canon Hidráulico	2,2%
Estructura de financiación	F. propios
Ratios de la instalación	
Indice de Potencia (EUR/kW)	1.926
Indice de Energía (EUR/kWh/año)	0,43
Nº días al año de funcionamiento	365
Horas de funcionamiento instalación	8.760
Factor de Planta	
Resultados financieros	
Tasa de descuento aplicada	5,86%
VAN Proyecto	66.783 €
TIR Proyecto	6,11%
Periodo de Recuperación (años)	33

2.4 Alternativa C. 1 Turbina Francis + 1 Microturbina

La alternativa C considera la instalación de una microturbina para turbinación de los caudales mínimos que quedan fuera del rango de explotación de la turbina Francis de 1.250 kW seleccionada en la alternativa A. Se prevé una microturbina de 250 kW, capaz de turbinar caudales de hasta 0,5 m³/s en las condiciones de este aprovechamiento.

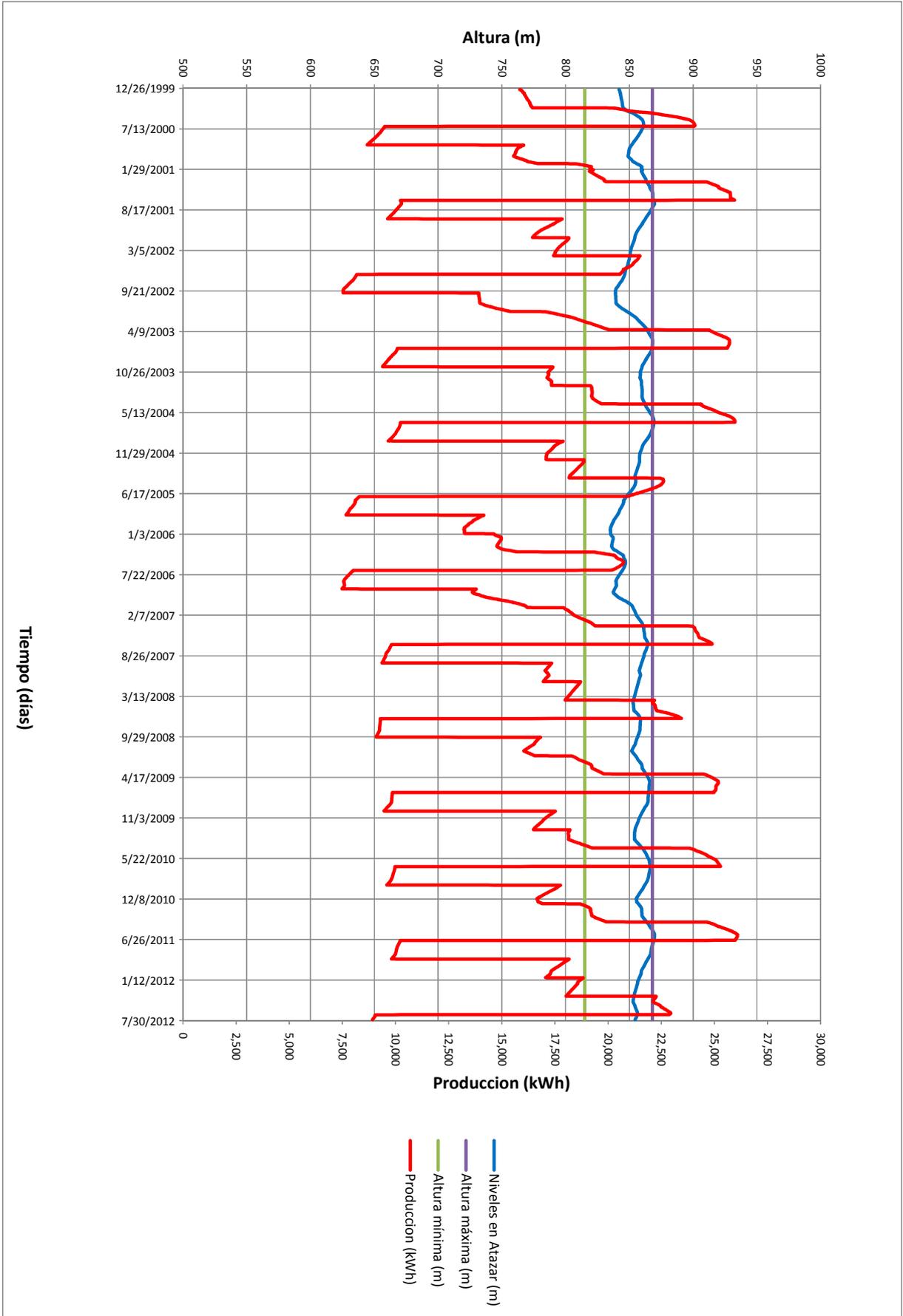
La microturbina se instalaría en una tubería de by-pass a la turbina principal (Francis), con descarga directa al cuenco de amortiguación de la presa, y sin necesidad de obra civil de relevancia. La microturbina entraría en funcionamiento con caudales por debajo del límite de operación continua de la turbina Francis (0,45*Q_{max}), y con un rendimiento estimado del 70%, según parámetros facilitados por la empresa suministradora de estos equipos "Hydropower Spain".

En este caso, la explotación que maximiza los ingresos por venta de energía, resulta ser la siguiente:

Período	Q diseño			Qturb	Turbina
Ene/Mar	0.9	Valle	90.00%	0.81	FRANCIS
		Llano	90.00%	0.81	FRANCIS
		Punta	120.00%	1.08	FRANCIS
Abr/Jun	1.12	Valle	90.00%	1.008	FRANCIS
		Llano	90.00%	1.008	FRANCIS
		Punta	120.00%	1.344	FRANCIS
Jul/Sept	0.52	Valle	90.00%	0.468	TURBO
		Llano	90.00%	0.468	TURBO
		Punta	120.00%	0.624	FRANCIS
Oct / Dic	0.82	Valle	90.00%	0.738	FRANCIS
		Llano	90.00%	0.738	FRANCIS
		Punta	120.00%	0.984	FRANCIS

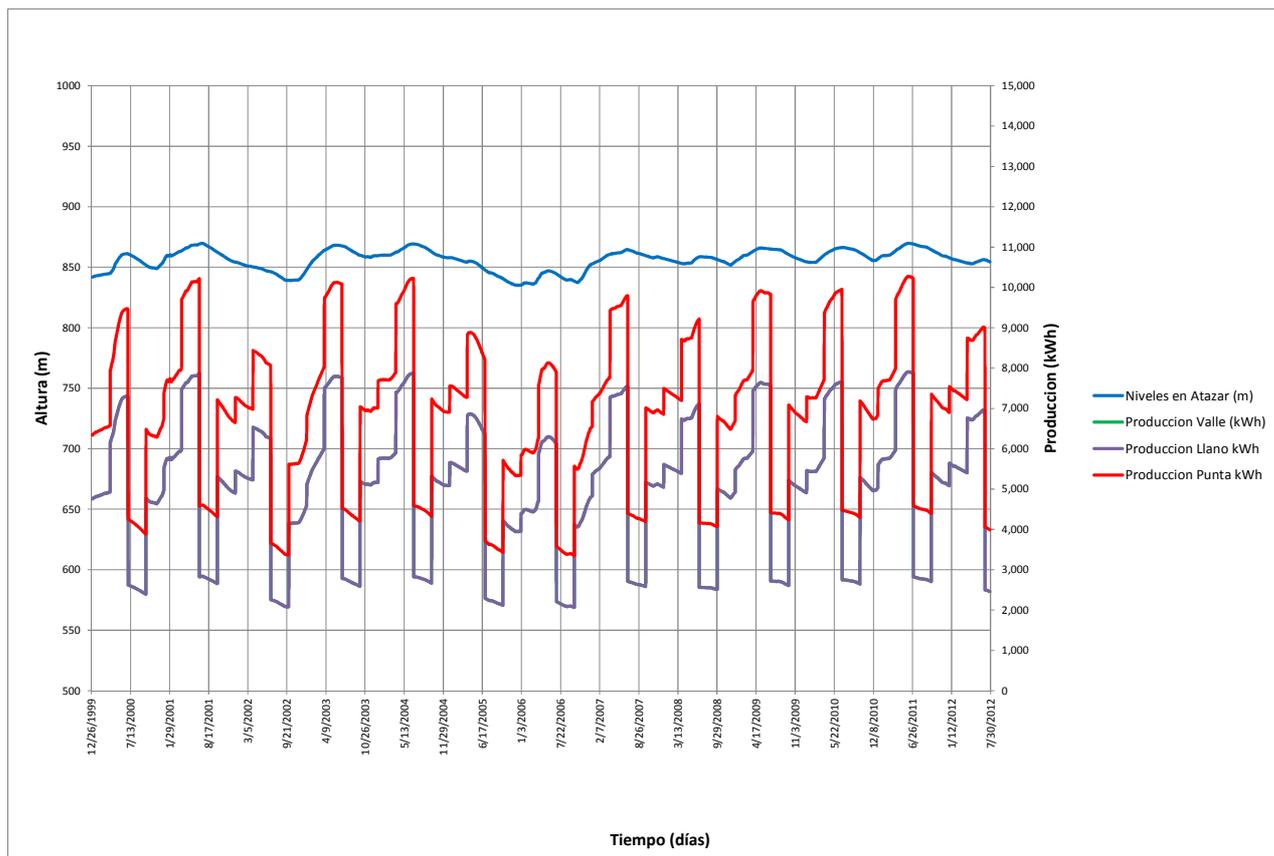
La microturbina entraría en funcionamiento en los períodos valle y llano de la estación de verano, meses de Julio, Agosto y Septiembre. La simulación completa realizada con el registro de niveles diarios en el Atazar desde el año 2000 con las turbinas seleccionadas (1.500 kW de potencia en total), ofrece los siguientes valores medios anuales en cuanto a producción y venta de energía:

MWh anual	Nº Días/año	Factor planta	Nº horas	Ing Anual €
6,148.30	365.00	0.467	8760.00	313,530.82

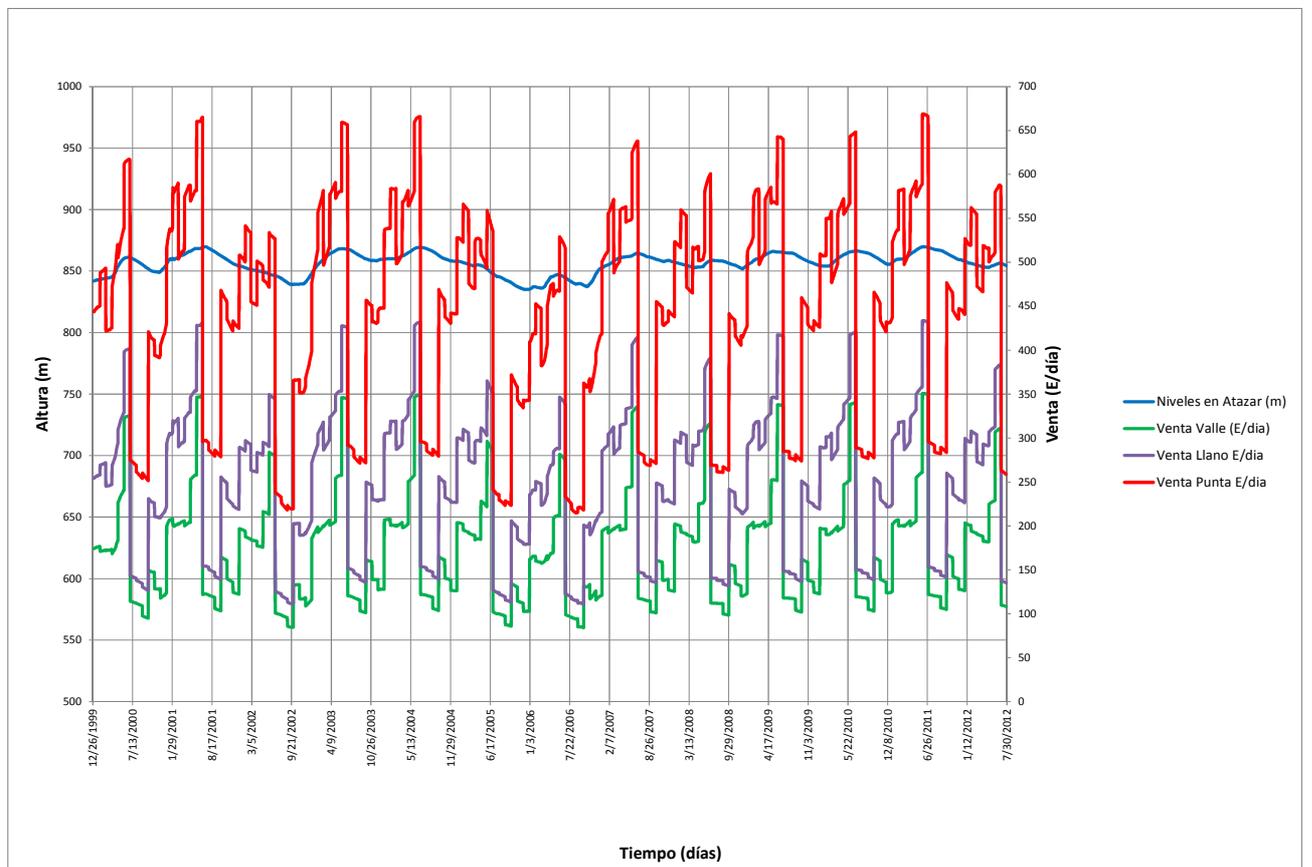
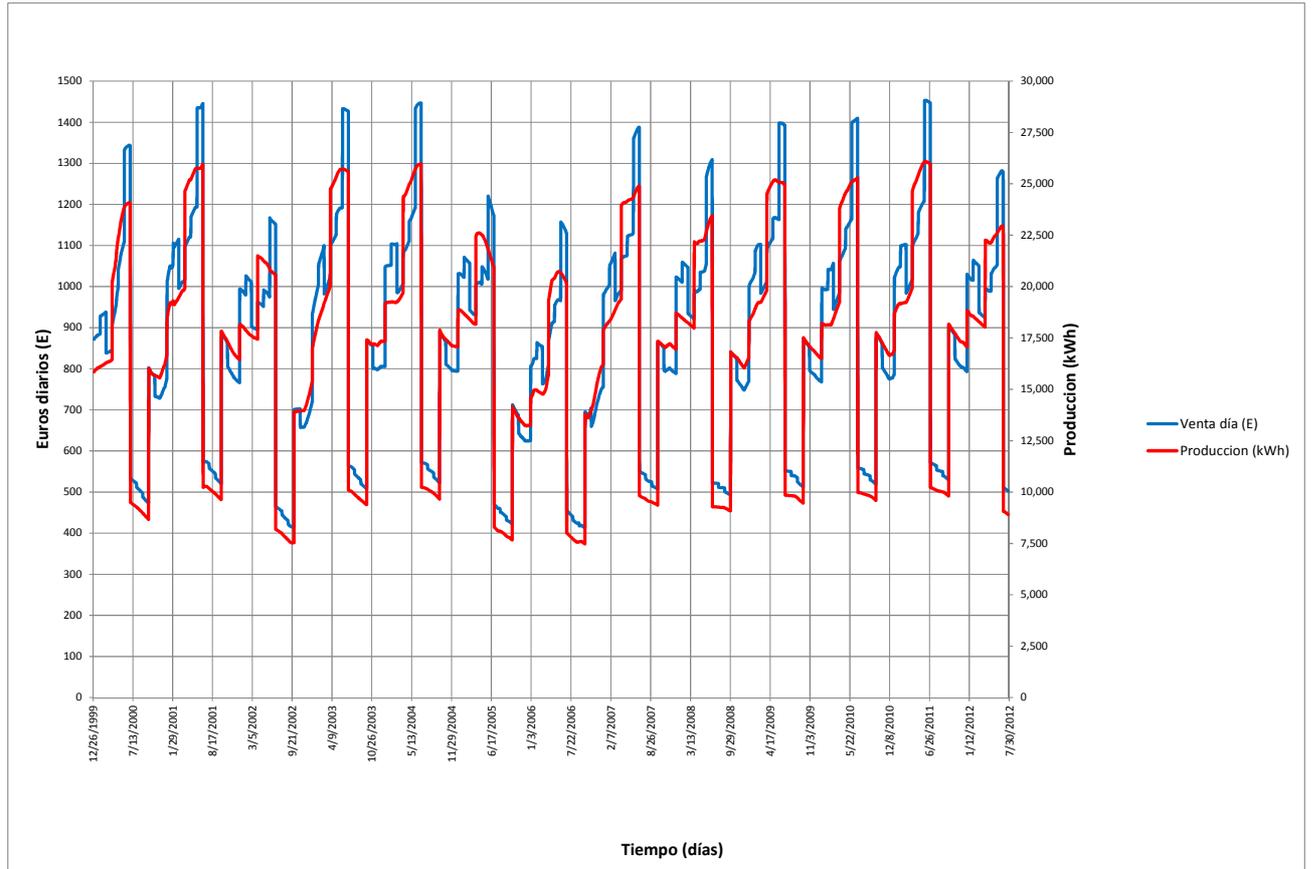


En la gráfica anterior, las líneas de alturas máxima y mínima corresponden al rango de funcionamiento de la turbina Francis.

Discriminando entre producciones en períodos valle, llano y punta, podemos tener una idea de la importancia relativa de estos períodos en el global de producción de la central:



También esta alternativa permite producir energía en cualquier momento del día (valle, llano o punta) y en cualquiera de los períodos estacionales considerados, con un nivel de rendimientos algo más bajo cuando entra en funcionamiento la microturbina (caudales bajos).



Con estos parámetros de explotación, y los costes de inversión asociados a esta alternativa, de acuerdo a las hipótesis económicas presentadas en el Anexo 4 de este Anteproyecto “Estudio Económico Financiero”, se obtienen los principales parámetros financieros de la actuación bajo esta alternativa.

A los costes de inversión en equipamiento de la Alternativa A, se le añade el coste de la microturbina + los cuadros de control correspondientes.

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Magnitudes principales	
Vida útil (años)	25
Periodo de construcción (meses)	inferior 24
Datos técnicos	
Salto Neto máximo (m)	115
Caudal de equipamiento (m ³ /s)	1,7
Potencia instalada (kW)	1.500
Producción año medio (MWh/año)	6.148,3
Costes de Inversión sin IVA (M.EUR)	2.973
Obra Civil	184,719
Equipos Electromecánicos	2.446,404
Ingeniería y Dirección de Obra	210,490
Otros (imprevistos)	131,556
Costes de Explotación (M.EUR/año)	2,5% s/inv
Costes de Operación y Mantenimiento	incluido
Costes de personal	incluido
Seguros y otros	incluido
Ingresos	
Ingresos anuales s/mercado diario	313.530,82
Tarifa media diaria (EUR/kWh)	0,04726
Impuesto sobre producción	7%

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Inflación	
Inflación ingresos	2%
Inflación costes	3%
Hipótesis macroeconómicas	
Periodo de amortización inversión (años)	25
IVA soportado	21%
Tipo impositivo	30%
Canon Hidráulico	2,2%
Estructura de financiación	F. propios
Ratios de la instalación	
Índice de Potencia (EUR/kW)	1.982
Índice de Energía (EUR/kWh/año)	0,48
Nº días al año de funcionamiento	365
Horas de funcionamiento instalación	8.760
Factor de Planta	
Resultados financieros	
Tasa de descuento aplicada	5,86%
VAN Proyecto	-296.524 €
TIR Proyecto	4,82%
Periodo de Recuperación (años)	46

2.5 Alternativa D. 2 Microturbinas

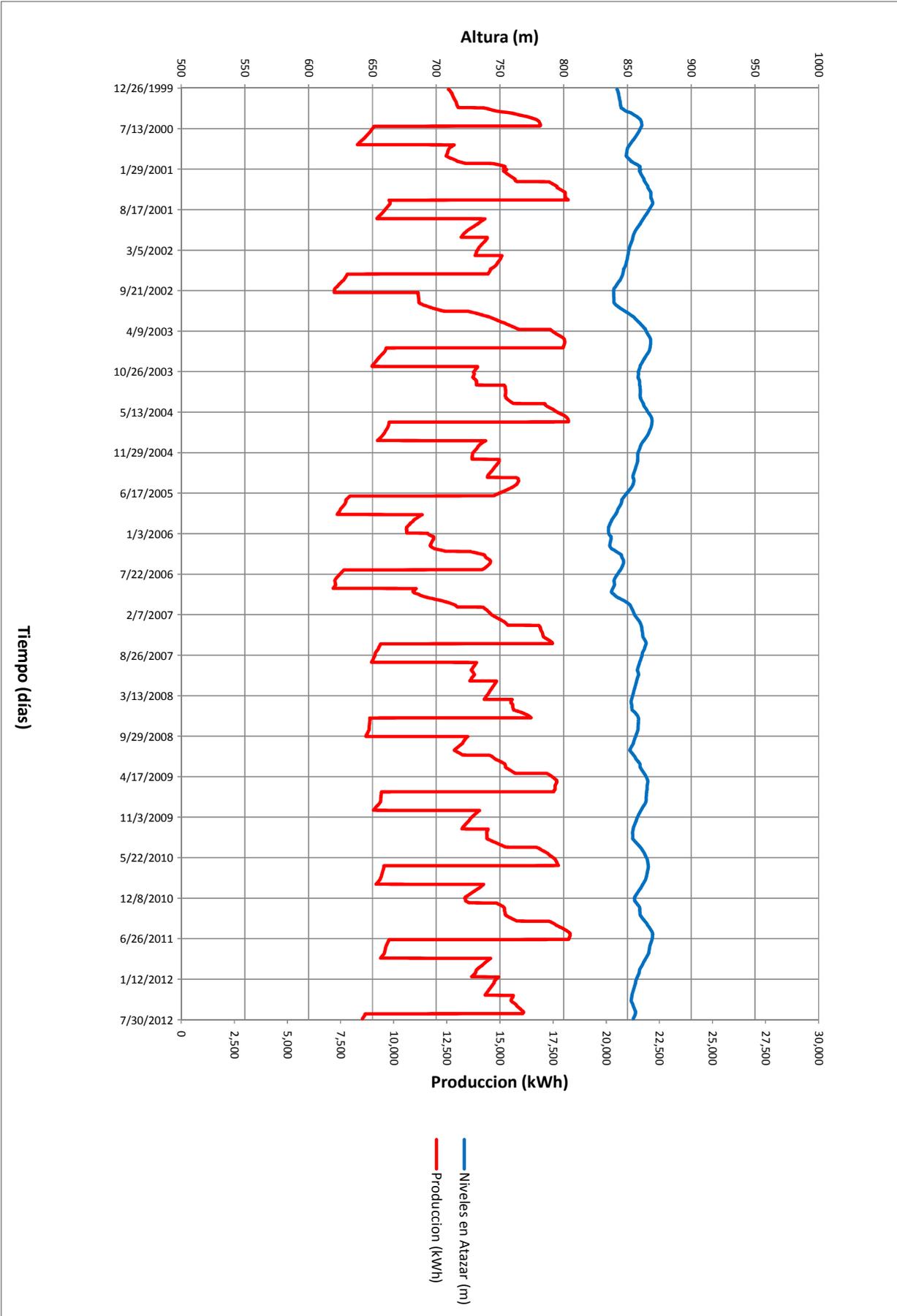
La alternativa D valora la posibilidad de instalar dos microturbinas en la central de la máxima potencia disponible para este tipo de equipos, 375 kW cada una, capaces de turbinar hasta 1 m³/s (0,50 m³/s por turbina). Por encima de este caudal, los caudales adicionales a este valor tendrían que derivarse al by-pass de la turbina, perdiéndose esta fracción en la producción de la central.

En este caso, la explotación que maximiza los ingresos por venta de energía, trata de limitar el desagüe de caudales superiores al medio de diseño en el período de máximo vertido (Abril a Junio):

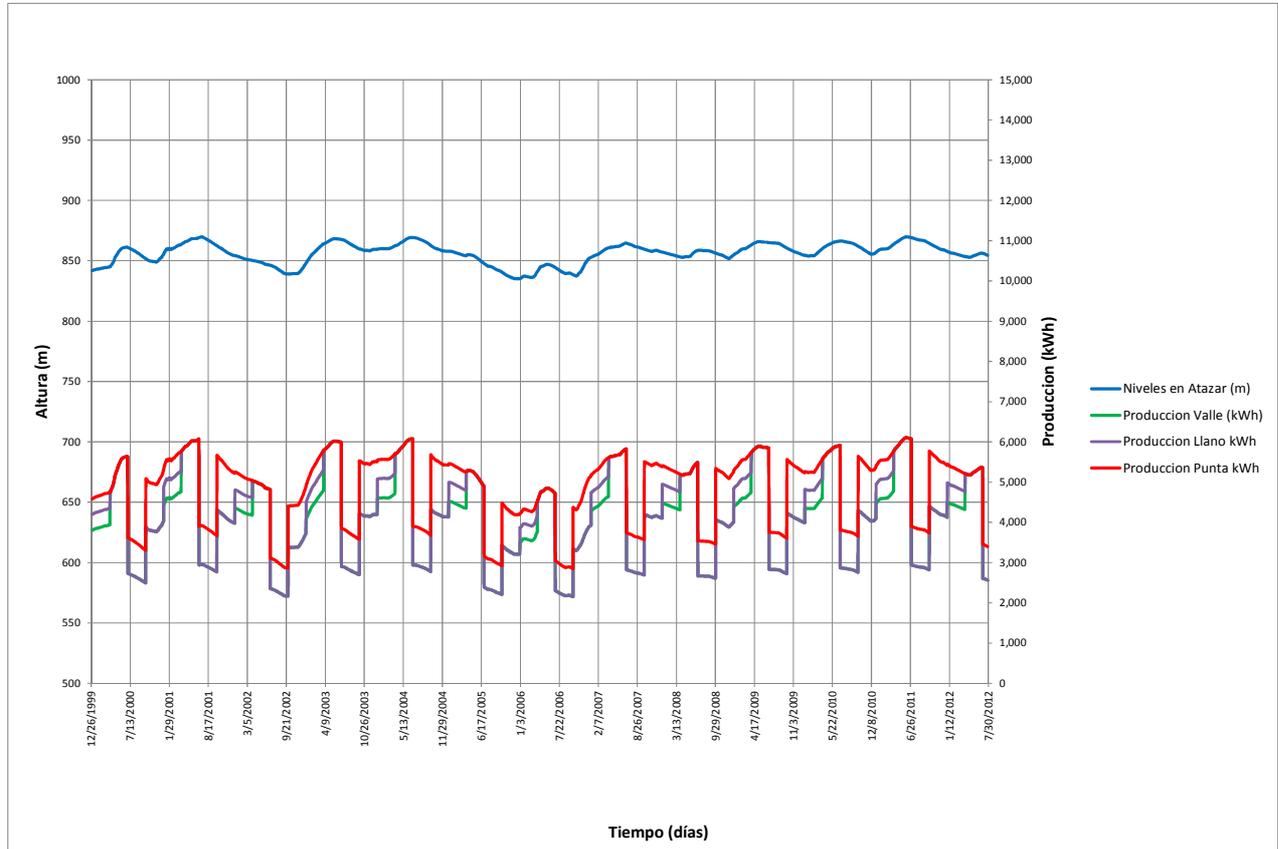
Período	Q diseño			Qturb	Operación nº turbinas
Ene/Mar	0.9	Valle	90.00%	0.81	2
		Llano	100.00%	0.9	2
		Punta	110.00%	0.99	2
Abr/Jun	1.12	Valle	100.00%	1.12	2
		Llano	100.00%	1.12	2
		Punta	100.00%	1.12	2
Jul/Sept	0.52	Valle	90.00%	0.468	1
		Llano	90.00%	0.468	1
		Punta	120.00%	0.624	2
Oct / Dic	0.82	Valle	90.00%	0.738	2
		Llano	90.00%	0.738	2
		Punta	120.00%	0.984	2

La simulación completa realizada con el registro de niveles diarios en el Atazar desde el año 2000 con las turbinas seleccionadas (750 kW de potencia en total, con un rendimiento estimado del 70% de los equipos), ofrece los siguientes valores medios anuales en cuanto a producción y venta de energía:

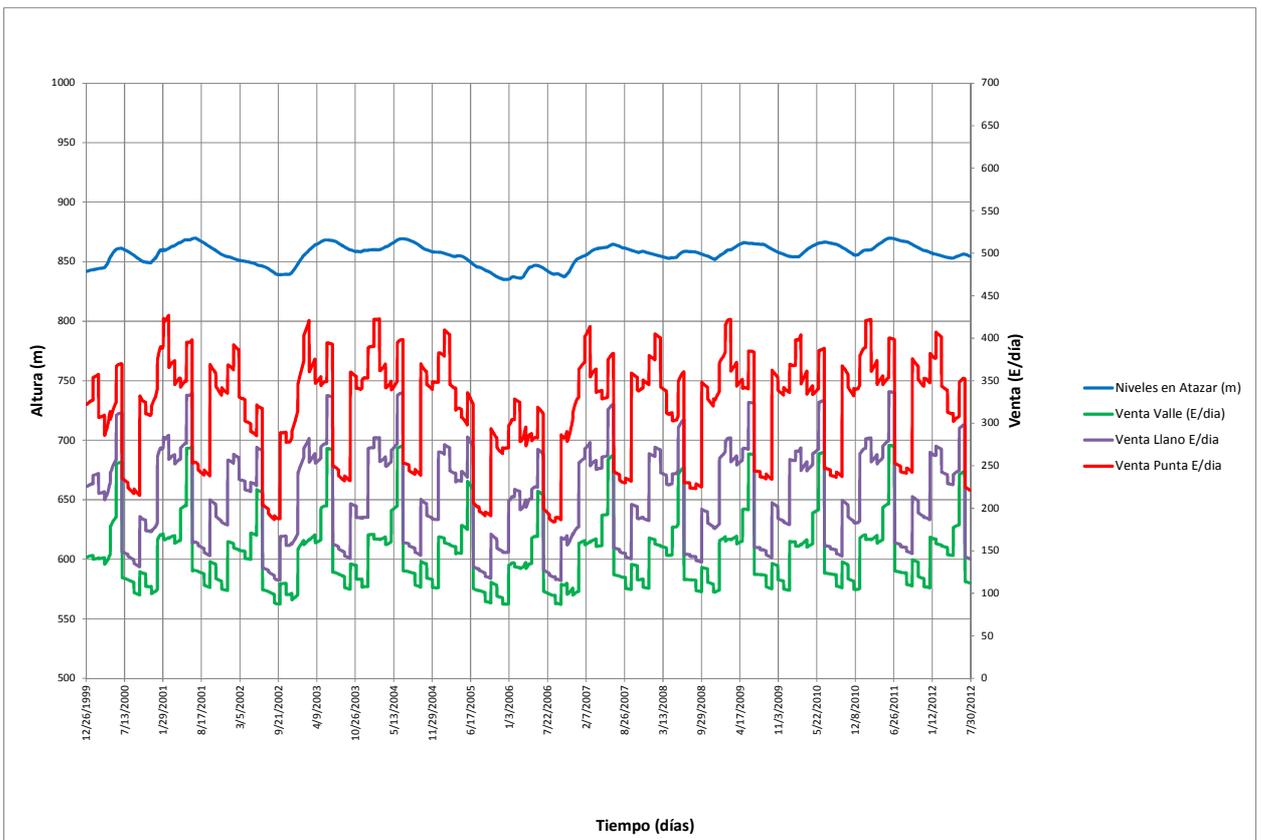
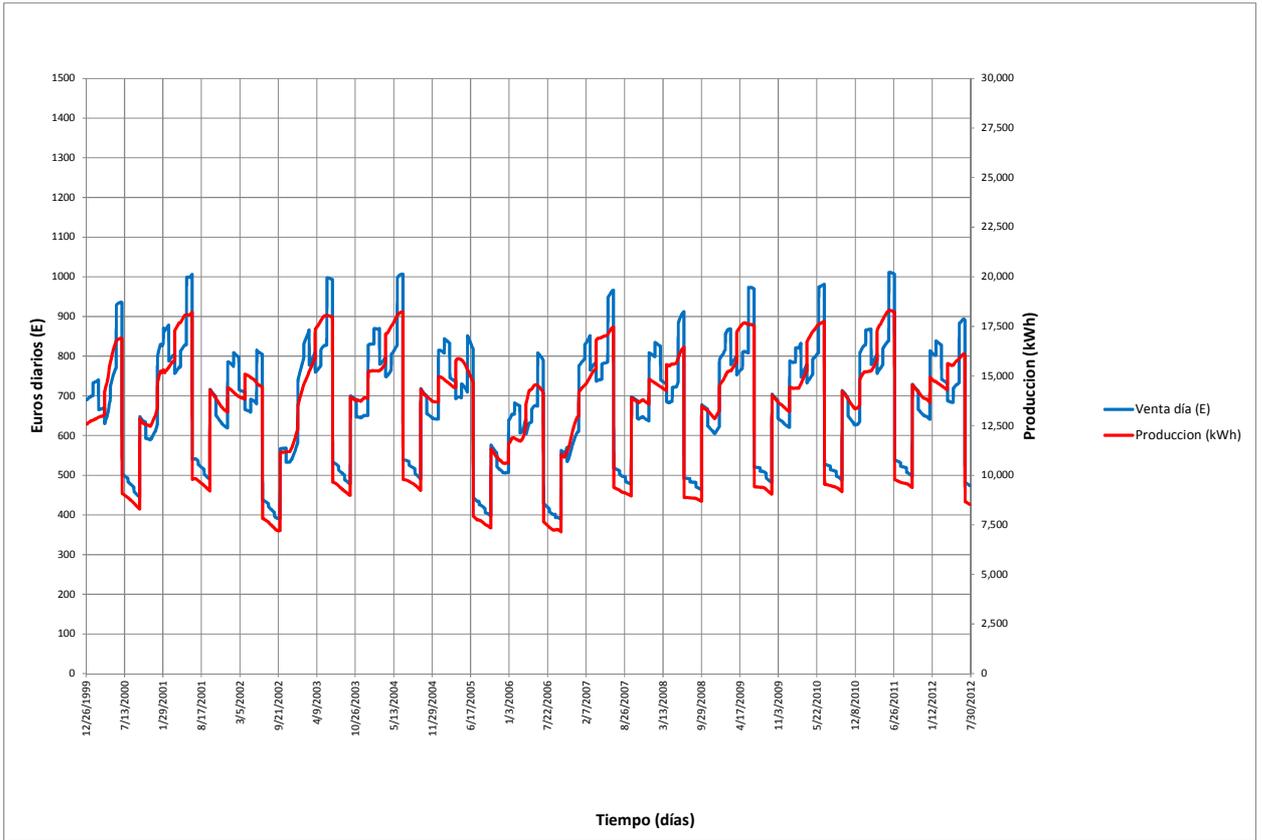
MWh anual	Nº Días/año	Factor planta	Nº horas	Ing Anual €
4,830.90	365.00	0.735	8760.00	246,060.13



Discriminando entre producciones en períodos valle, llano y punta, podemos tener una idea de la importancia relativa de estos períodos en el global de producción de la central:



También esta alternativa permite producir energía en cualquier momento del día (valle, llano o punta) y en cualquiera de los períodos estacionales considerados. Las producciones en esta alternativa se comprueban claramente inferiores a las alternativas anteriores, tanto por la limitación de caudal turbinado en la instalación como por la reducción en rendimiento de estos equipos frente a las turbinas Francis. Estos factores se traducen en una reducción de potencia y por tanto de producción en la central.



Con estos parámetros de explotación, y los costes de inversión asociados a esta alternativa, de acuerdo a las hipótesis económicas presentadas en el Anexo 4 de este Anteproyecto “Estudio Económico Financiero”, se obtienen los principales parámetros financieros de la actuación bajo esta alternativa.

Se han considerado los costes de equipamiento y obra civil asociados a este equipamiento facilitados por la empresa suministradora e instaladora de estos equipos, y que ha implantado ya varias turbinas similares para Canal de Isabel II Gestión.

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Magnitudes principales	
Vida útil (años)	25
Periodo de construcción (meses)	inferior 24
Datos técnicos	
Salto Neto máximo (m)	115
Caudal de equipamiento (m ³ /s)	1,0
Potencia instalada (kW)	750
Producción año medio (MWh/año)	4.830,9
Costes de Inversión sin IVA (M.EUR)	2.206
Obra Civil	120,000
Equipos Electromecánicos	1.832,000
Ingeniería y Dirección de Obra	156,160
Otros (imprevistos)	97,600
Costes de Explotación (M.EUR/año)	2,5% s/inv
Costes de Operación y Mantenimiento	incluido
Costes de personal	incluido
Seguros y otros	incluido
Ingresos	
Ingresos anuales s/mercado diario	246.060,13
Tarifa media diaria (EUR/kWh)	0,04726
Impuesto sobre producción	7%

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Inflación	
Inflación ingresos	2%
Inflación costes	3%
Hipótesis macroeconómicas	
Periodo de amortización inversión (años)	25
IVA soportado	21%
Tipo impositivo	30%
Canon Hidráulico	2,2%
Estructura de financiación	F. propios
Ratios de la instalación	
Indice de Potencia (EUR/kW)	2.941
Indice de Energía (EUR/kWh/año)	0,46
Nº días al año de funcionamiento	365
Horas de funcionamiento instalación	8.760
Factor de Planta	
Resultados financieros	
Tasa de descuento aplicada	5,86%
VAN Proyecto	-100.394 €
TIR Proyecto	5,39%
Periodo de Recuperación (años)	39

2.6 Alternativa E. 3 Microturbinas

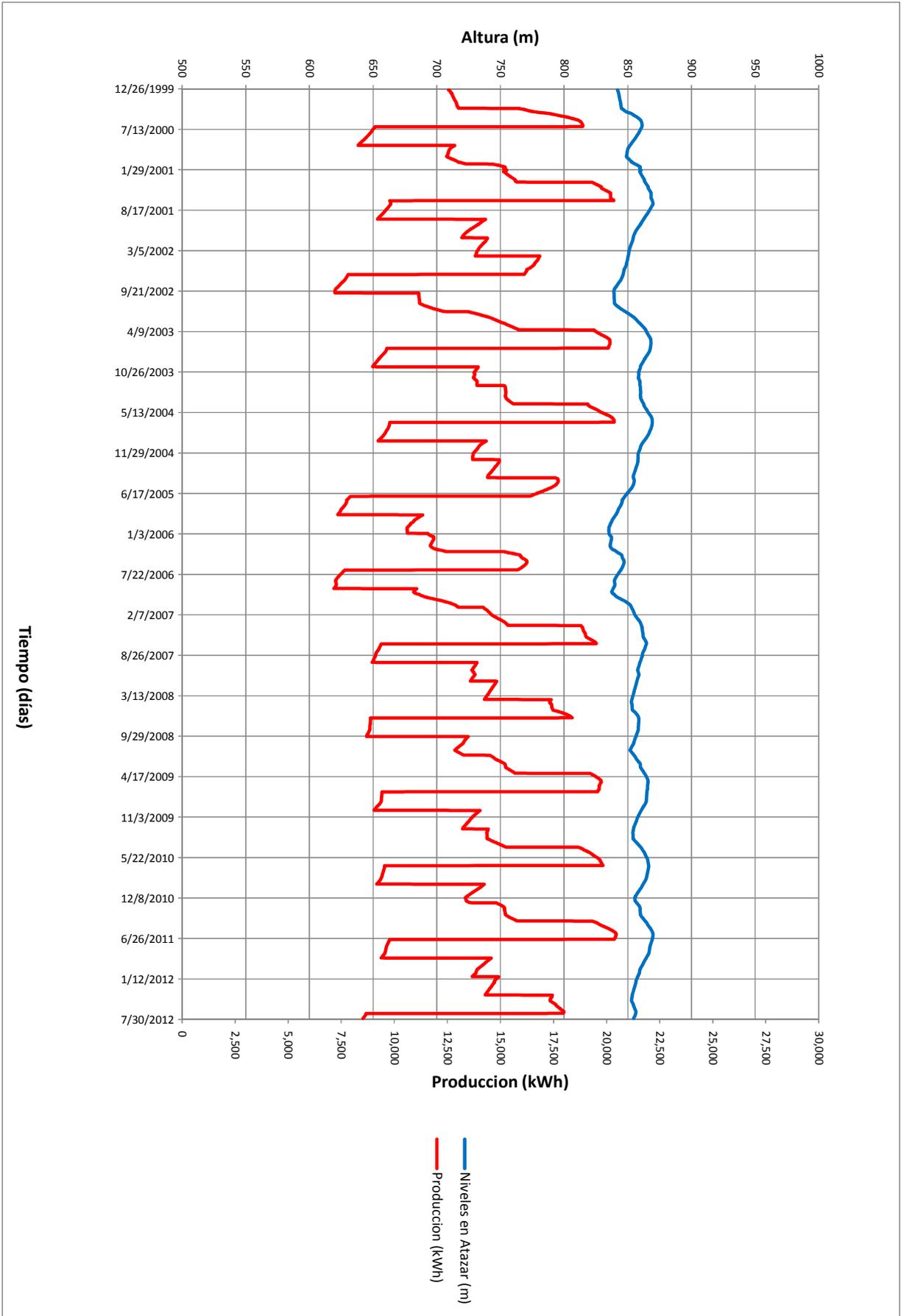
La alternativa E valora la posibilidad de instalar tres microturbinas en la central para aprovechar el total del caudal disponible para la explotación, con una potencia de 350 kW cada una, capaces de turbinar hasta 1,35 m³/s (0,45 m³/s por turbina).

En este caso, puede optimizarse la explotación elevando los caudales de turbinación hasta este valor en los períodos punta de los meses en los que tenemos mas disponibilidad de caudal:

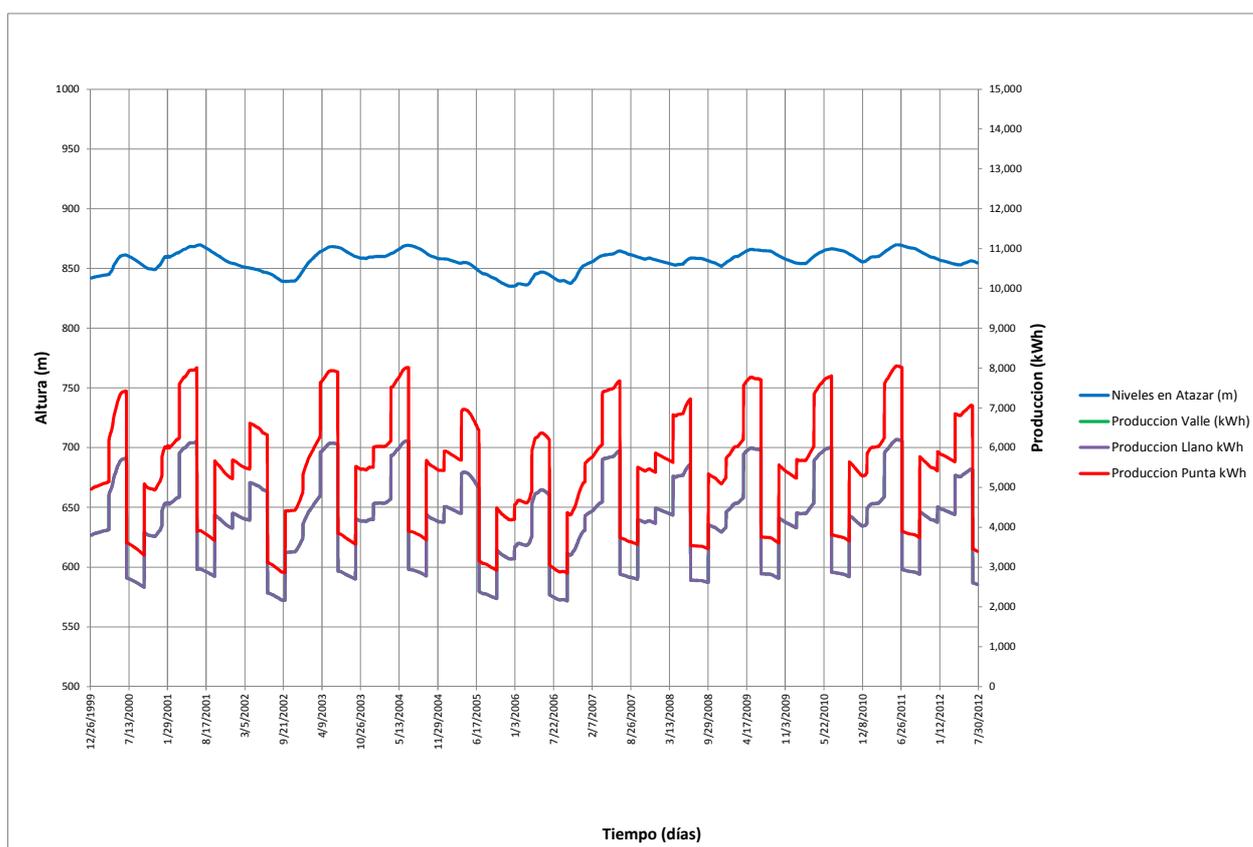
Período	Q diseño			Qturb	Operación nº turbinas
Ene/Mar	0.9	Valle	90.00%	0.81	2
		Llano	90.00%	0.81	2
		Punta	120.00%	1.08	3
Abr/Jun	1.12	Valle	90.00%	1.008	3
		Llano	90.00%	1.008	3
		Punta	120.00%	1.344	3
Jul/Sept	0.52	Valle	90.00%	0.468	2
		Llano	90.00%	0.468	2
		Punta	120.00%	0.624	2
Oct / Dic	0.82	Valle	90.00%	0.738	2
		Llano	90.00%	0.738	2
		Punta	120.00%	0.984	3

La simulación completa realizada con el registro de niveles diarios en el Atazar desde el año 2000 con las turbinas seleccionadas (1.050 kW de potencia en total, con un rendimiento estimado del 70% de los equipos), ofrece los siguientes valores medios anuales en cuanto a producción y venta de energía:

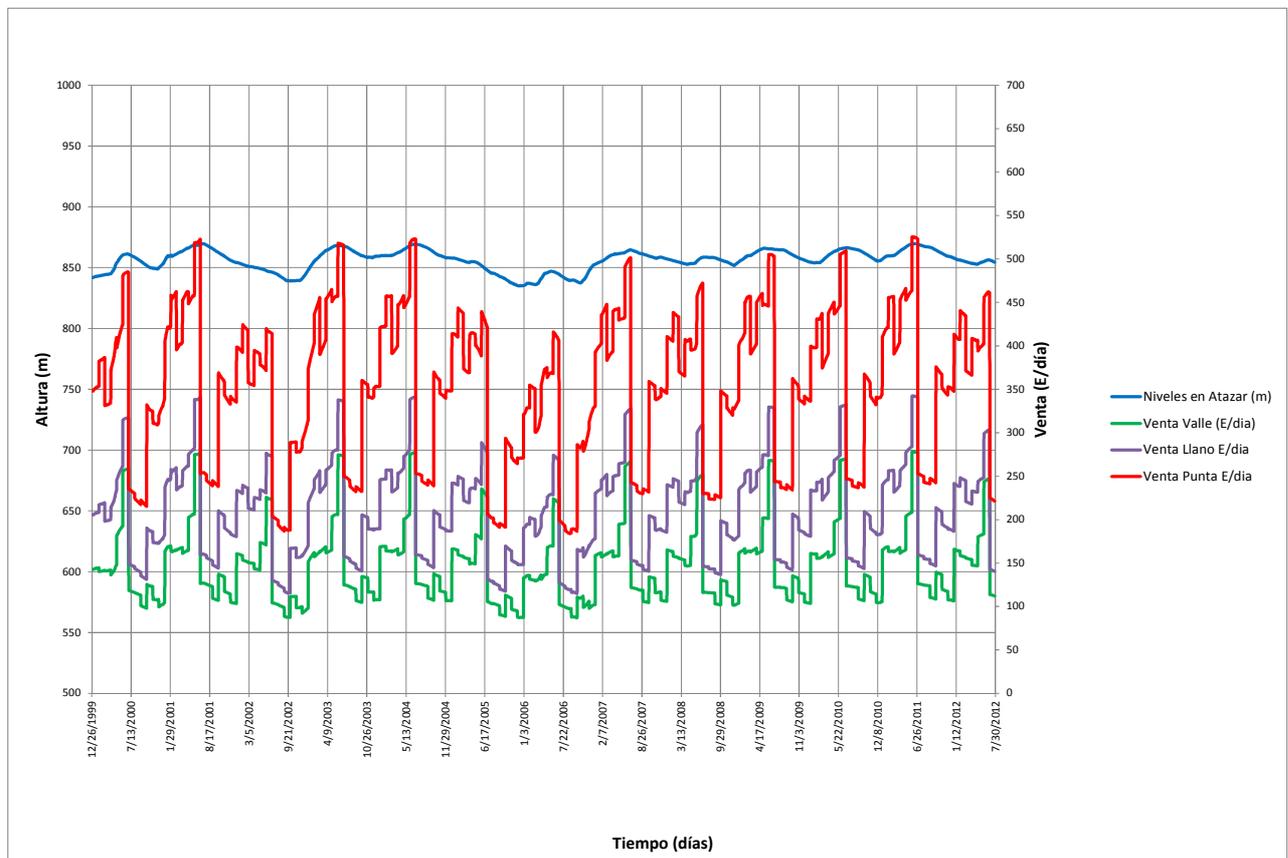
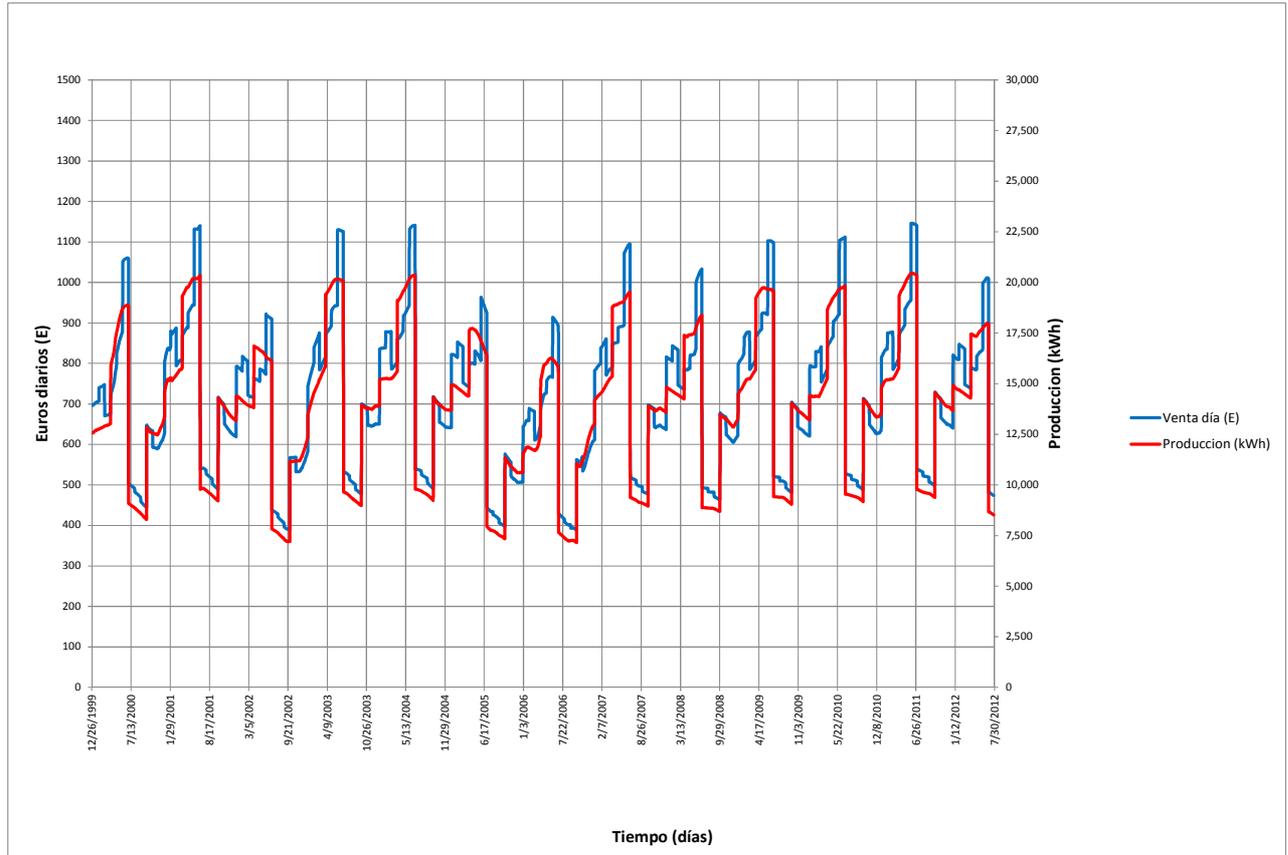
MWh anual	Nº Días/año	Factor planta	Nº horas	Ing Anual €
5,006.20	365.00	0.544	8760.00	256,923.22



Discriminando entre producciones en períodos valle, llano y punta, podemos tener una idea de la importancia relativa de estos períodos en el global de producción de la central:



También esta alternativa permite producir energía en cualquier momento del día (valle, llano o punta) y en cualquiera de los períodos estacionales considerados. Se mejoran ligeramente las producciones respecto a la Alternativa D, a costa de amentar los equipos y por tanto la potencia instalada en la central.



Con estos parámetros de explotación, y los costes de inversión asociados a esta alternativa, de acuerdo a las hipótesis económicas presentadas en el Anexo 4 de este Anteproyecto “Estudio Económico Financiero”, se obtienen los principales parámetros financieros de la actuación bajo esta alternativa.

Se han considerado los costes de equipamiento y obra civil asociados a este equipamiento facilitados por la empresa suministradora e instaladora de estos equipos, y que ha implantado ya varias turbinas similares para Canal de Isabel II Gestión.

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Magnitudes principales	
Vida útil (años)	25
Periodo de construcción (meses)	inferior 24
Datos técnicos	
Salto Neto máximo (m)	115
Caudal de equipamiento (m ³ /s)	1,35
Potencia instalada (kW)	1.050
Producción año medio (MWh/año)	5.006,2
Costes de Inversión sin IVA (M.EUR)	2.836
Obra Civil	120,000
Equipos Electromecánicos	2.390,000
Ingeniería y Dirección de Obra	200,800
Otros (imprevistos)	125,500
Costes de Explotación (M.EUR/año)	2,5% s/inv
Costes de Operación y Mantenimiento	incluido
Costes de personal	incluido
Seguros y otros	incluido
Ingresos	
Ingresos anuales s/mercado diario	256.923,22
Tarifa media diaria (EUR/kWh)	0,04726
Impuesto sobre producción	7%

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Inflación	
Inflación ingresos	2%
Inflación costes	3%
Hipótesis macroeconómicas	
Periodo de amortización inversión (años)	25
IVA soportado	21%
Tipo impositivo	30%
Canon Hidráulico	2,2%
Estructura de financiación	F. propios
Ratios de la instalación	
Índice de Potencia (EUR/kW)	2.701
Índice de Energía (EUR/kWh/año)	0,57
Nº días al año de funcionamiento	365
Horas de funcionamiento instalación	8.760
Factor de Planta	
Resultados financieros	
Tasa de descuento aplicada	5,86%
VAN Proyecto	-657.729 €
TIR Proyecto	3,31%
Periodo de Recuperación (años)	83

2.7 Comparación de Alternativas

Resumiendo en una tabla las alternativas analizadas desde el punto de vista económico financiero, se observa que es la alternativa A (1 turbina Francis a pie de presa, con desagüe al cuenco de amortiguación de la misma), la que ofrece la mayor rentabilidad a la instalación (la parte de autoconsumo de presa y torre de toma se ha valorado a un precio constante de 86,54 E/MWh. En la valoración se estima que la presa demanda un valor medio constante de 40 kWh a lo largo del día):

ALTERNATIVA	Inversión M,Euros	Nº días/año	Potencia Instalada kW	Factor de Planta	Producción media anual (MWh)	Ingresos Euros (media anual)	TIR	VAN
A 1 Turbina Francis 1,500 rpm	2.214	273	1.250	0,52	5.851,19	300.288,96	7,49%	373.554 €
B 2 Turbinas Francis	2.696	365	1.400	0,51	6.341,32	322.051,84	6,11%	66.783 €
C 2 Turbinas (Francis/Turbo)	2.973	365	1.500	0,47	6.148,30	313.530,82	4,82%	-296.524 €
D 2 Turbinas Turbo	2.206	365	750	0,74	4.830,90	246.060,13	5,39%	-100.394 €
E 3 Turbinas Turbo	2.836	365	1.050	0,54	5.006,20	256.923,22	3,31%	-657.729 €

- La instalación de dos turbinas Francis, aunque permite flexibilizar la operación de la central, y conseguir algo más de producción en la misma, lleva unos costes de inversión adicionales asociados que no compensa incremento de producción obtenido. Adicionalmente habría que valorar necesidades de incremento de espacio y obra civil, y de equipamiento eléctrico y de control para asumir la explotación de dos turbinas en paralelo en la central.
- La inclusión de una microturbina complementando a una Francis permite la turbinación sin límites de los caudales bajos en la central, con el consiguiente incremento en la producción de la misma. Este incremento es inferior a un 5% pues la microturbina entra solo en funcionamiento, y de forma parcial, en los meses de verano (Julio a Septiembre). El incremento de coste que supone la inclusión de este equipo no compensa el pequeño aumento de producción que representa, y que además se produce en períodos valle o llano, en los que el precio de venta de la energía es más bajo.
- Las opciones de implantar 2 o 3 microturbinas son claramente menos rentables que la opción de turbina Francis, tanto por los costes asociados a estas alternativas, como por la pérdida de rendimiento (pérdida de producción) de este tipo de turbinas frente a las Francis para este aprovechamiento

En base a esta comparativa, se selecciona la alternativa de instalación de una turbina Francis como la más adecuada para este aprovechamiento.

2.8 Velocidad de giro del equipo de generación

Una vez definido el tipo de turbina y su disposición, resta por determinar su velocidad de giro, de acuerdo a los parámetros de diseño del equipo ($H_{\text{diseño}} 110 \text{ m}$; $Q_{\text{diseño}} 1,35 \text{ m}^3/\text{s}$).

Para ello, primero se obtiene su velocidad específica, que se define como la velocidad en revoluciones por minuto de una turbina semejante a la turbina en estudio que, supuesta la misma eficiencia y un salto unidad, produzca una potencia unitaria. La expresión utilizada para estimar la velocidad específica de una turbina Francis de salto y caudales nominales H y Q es la siguiente:

$$N_s = \frac{3.740}{H^{0,625}} = 184 \text{rpm}$$

Que, considerando un rendimiento de 0,91, da una velocidad de giro de (P en CV):

$$N = \frac{N_s * H^{1,25}}{\sqrt{P}} = \frac{N_s * H^{1,25}}{\sqrt{9,8 * 0,91 * Q * H * 1,36}}$$

Que, en este caso resultaría ser de 1.802 rpm.

Por lo tanto, la velocidad de giro de la turbina por lo tanto debería estar cerca de ese valor para maximizar rendimientos. La velocidad de giro de la turbina deberá ser acorde en cualquier caso con la velocidad de sincronismo del generador, por lo que se adopta igual a 1.500 rpm.

No obstante, cabe la posibilidad de optar por una máquina de menor velocidad de giro, 1.000 rpm. Los puntos a favor de esta solución serían:

- Menor sumergencia requerida por el equipo, lo que se traduciría en una central menos profunda
- Mayor estabilidad de la máquina

Por el contrario, como desventajas cabe señalar las siguientes:

- Menor rendimiento

- Mayor tamaño del equipo (turbina + generador, que además deberá de ser de 6 polos), por lo que la central ha de ser también algo mayor.
- Mayor coste del equipo (turbina + alternador + válvula de guarda), alrededor de un 12,5% respecto a la solución de 1.500 rpm, según estimaciones de coste de suministradores.

Para la redacción del este estudio se han desarrollado ambas alternativas. En este caso, la solución de 1.000 rpm presenta el inconveniente añadido que el hueco existente previsto para la ubicación de la turbina quedaría muy ajustado, por lo que posiblemente habría que hacer una pequeña adecuación del lateral del cuenco. Con la valoración de la obra civil de las dos soluciones y el coste de los equipos, se realiza el estudio económico comparativo.

En cuanto a los rendimientos, el equipo de 1.000 rpm ofrece un rango de funcionamiento similar a la de 1.500, pero con rendimientos de entre 1 y 3% más bajos en la zona de mayor operación de la central. Para caudales bajos (inferiores a 0,6 m³/s), sin embargo, la turbina de 1.000 rpm ofrece rendimientos ligeramente superiores a la de 1.500 rpm

En cuanto a los costes se supone el incremento del 12,5% en el equipo correspondiente a 1.000 rpm con respecto al de 1.500. No se ha considerado para este análisis diferencia en cuanto a la obra civil por su escasa relevancia económica, si bien el equipo de 1.000 rpm necesitará algo más de espacio debido a sus dimensiones.

Con estas hipótesis, se estiman tanto las producciones e ingresos anuales medios de ambas alternativas, y se comparan los índices económico financieros correspondientes.

Para la solución de 1.500 rpm los resultados obtenidos son los ya presentados en la denominada como Alternativa A de este Anexo, mientras que para la máquina de 1.000 rpm se muestran a continuación:

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Magnitudes principales	
Vida útil (años)	25
Periodo de construcción (meses)	inferior 24
Datos técnicos	
Salto Neto máximo (m)	115
Caudal de equipamiento (m ³ /s)	1,3
Potencia instalada (kW)	1.250
Producción año medio (MWh/año)	5.790,46
Costes de Inversión sin IVA (M.EUR)	2.336
Obra Civil	184,719
Equipos Electromecánicos	1.882,448
Ingeniería y Dirección de Obra	165,373
Otros (imprevistos)	103,358
Costes de Explotación (M.EUR/año)	2,5% s/inv
Costes de Operación y Mantenimiento	incluido
Costes de personal	incluido
Seguros y otros	incluido
Ingresos	
Ingresos anuales s/mercado diario	297.473,33
Tarifa media diaria (EUR/kWh)	0,04726
Impuesto sobre producción	7%

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA EL ATAZAR	
Inflación	
Inflación ingresos	2%
Inflación costes	3%
Hipótesis macroeconómicas	
Periodo de amortización inversión (años)	25
IVA soportado	21%
Tipo impositivo	30%
Canon Hidráulico	2,2%
Estructura de financiación	F. propios
Ratios de la instalación	
Indice de Potencia (EUR/kW)	1.869
Indice de Energía (EUR/kWh/año)	0,40
Nº días al año de funcionamiento	365
Horas de funcionamiento instalación	6.552
Factor de Planta	
Resultados financieros	
Tasa de descuento aplicada	5,86%
VAN Proyecto	221.622 €
TIR Proyecto	6,79%
Periodo de Recuperación (años)	28

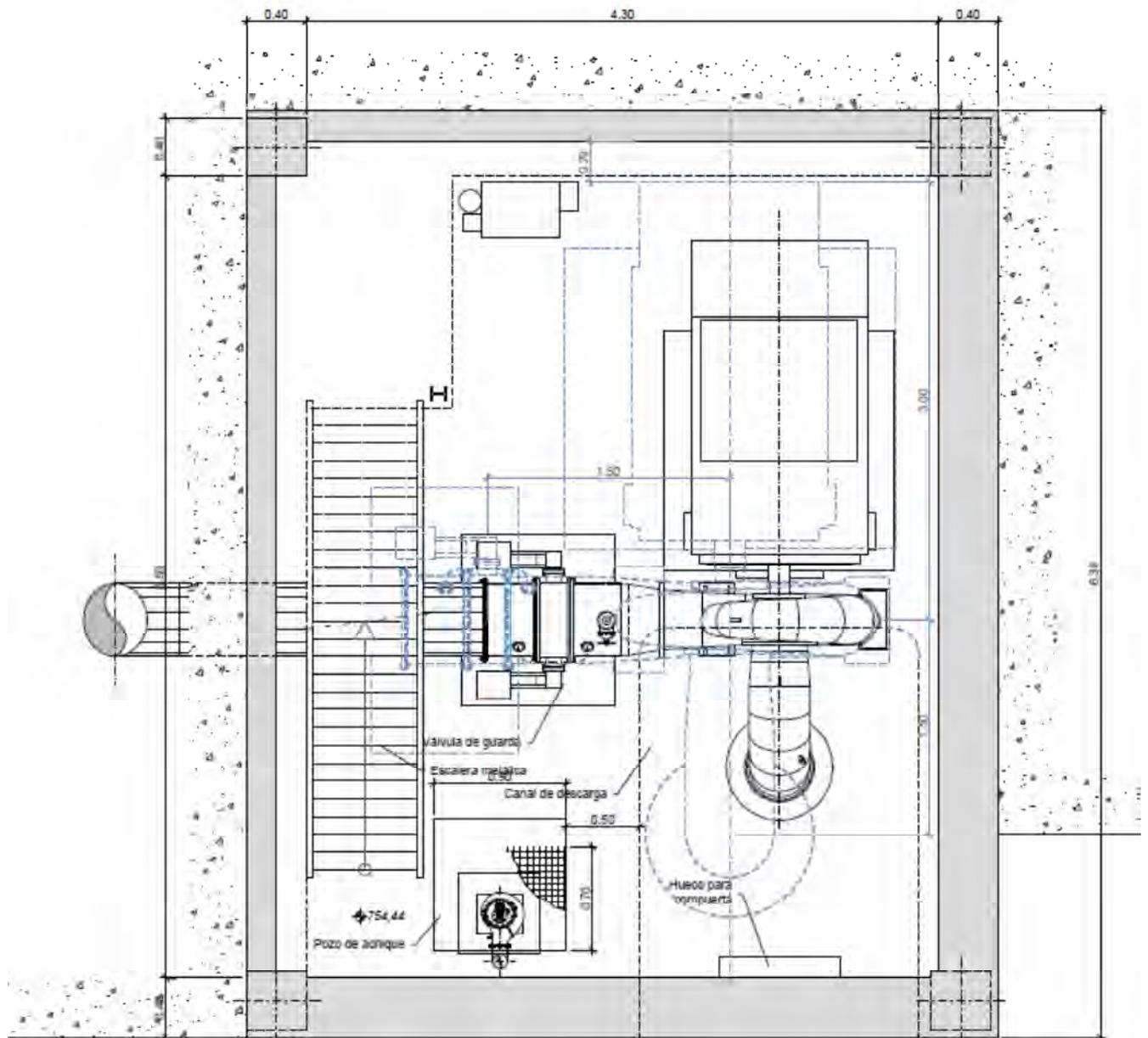
Lo que ofrece la siguiente comparativa entre ambas soluciones:

ALTERNATIVA	Inversión M,Euros	Nº días/año	Potencia Instalada kW	Factor de Planta	Producción media anual (MWh)	Ingresos Euros (media anual)	TIR	VAN
A 1 Turbina Francis 1,500 rpm	2.214	273	1.250	0,52	5.851,19	300.288,96	7,49%	373.554 €
F 1 Turbina Francis 1,000 rpm	2.336	273	1.250	0,52	5.790,46	297.473,33	6,79%	221.622 €

Como se puede ver, el TIR disminuye un 0,7 %, mientras que el VAN lo hace en casi 150.000 €, lo que representa más de un 30%.

Por lo tanto, teniendo en cuenta que el coste de inversión aumenta, el rendimiento de la máquina desciende y que los resultados económicos empeoran, añadido a la mayor necesidad de espacio del equipo de 1.000 rpm, se considera la solución de 1.500 rpm como la más adecuada para este aprovechamiento.

En la figura siguiente se representa la ocupación de espacio correspondiente a ambas opciones (en azul y discontinuo la correspondiente a un equipo que gira a 1.000 rpm). En ella se puede observar que la máquina de 1.500 se puede asegurar que, aunque ajustada tiene espacio suficiente en el hueco previsto para su ubicación, mientras que para la de 1.000 sería conveniente ampliar algo el hueco disponible para su implantación. Las medidas consideradas se han basado en las ofertas solicitadas a suministradores de equipos.



2.9 Válvula de protección

En la entrada al grupo de generación se colocará un elemento de protección del propio equipo.

Dada la altura del salto, menor de 250 m, la solución óptima desde el punto de vista técnico-económico es la mariposa frente a la esférica, los dos tipos más habituales en este tipo de instalación. Aunque el cierre es menos hermético y las pérdidas introducidas son mayores, requieren menos espacio y su construcción es más sencilla, por lo que resultan más manejables y económicas.

La válvula a instalar para la solución de 1.500 rpm se prevé de 500 mm de diámetro (600 mm para la alternativa de 1.000 rpm).

3 UBICACIÓN

La presa de El Atazar, cuya construcción finalizó en el año 1972, es de tipo bóveda de doble curvatura, con una altura sobre cauce de 134 m.

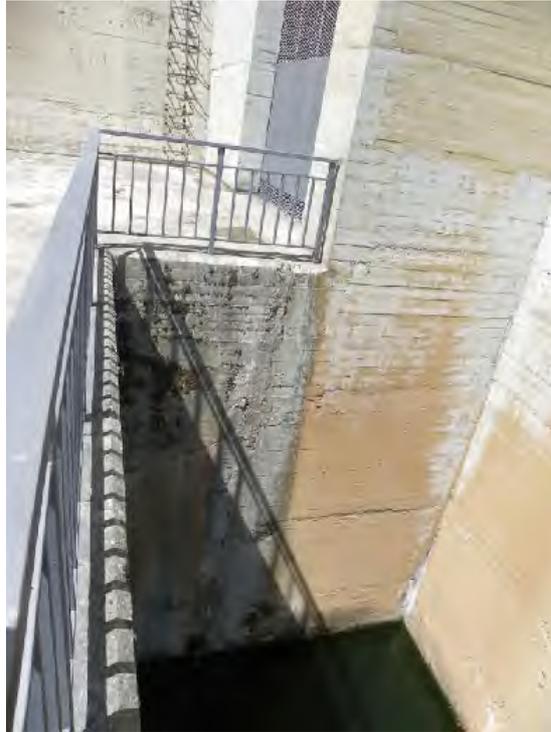
A la hora de buscar una ubicación se ha buscado aquella que tenga el espacio necesario y que las posibles afecciones a la presa sean las mínimas posibles. La ubicación deberá ser preferiblemente en la margen derecha de la presa, que es en la que se están construyendo los desagües de medio fondo que alimentarán a la central.

En este sentido, se localiza un espacio anexo a los desagües de fondo que en la actualidad se halla libre, tal y como se observa en la siguiente imagen:



En una primera aproximación se pueden obtener las dimensiones aproximadas de la turbina, que será el elemento que condicione el tamaño de toda la central. Para ello, aplicando las fórmulas de F. de Siervo, se obtiene que la dimensión de la cámara de espiral en planta es menor de 1.60 m, teniendo una altura total, sin considerar el alternador, de menos de 1.50 m. Por lo tanto, el espacio que necesita la turbina es muy reducido. Estas dimensiones son coherentes con las ofertas recibidas por distintos suministradores de equipos.

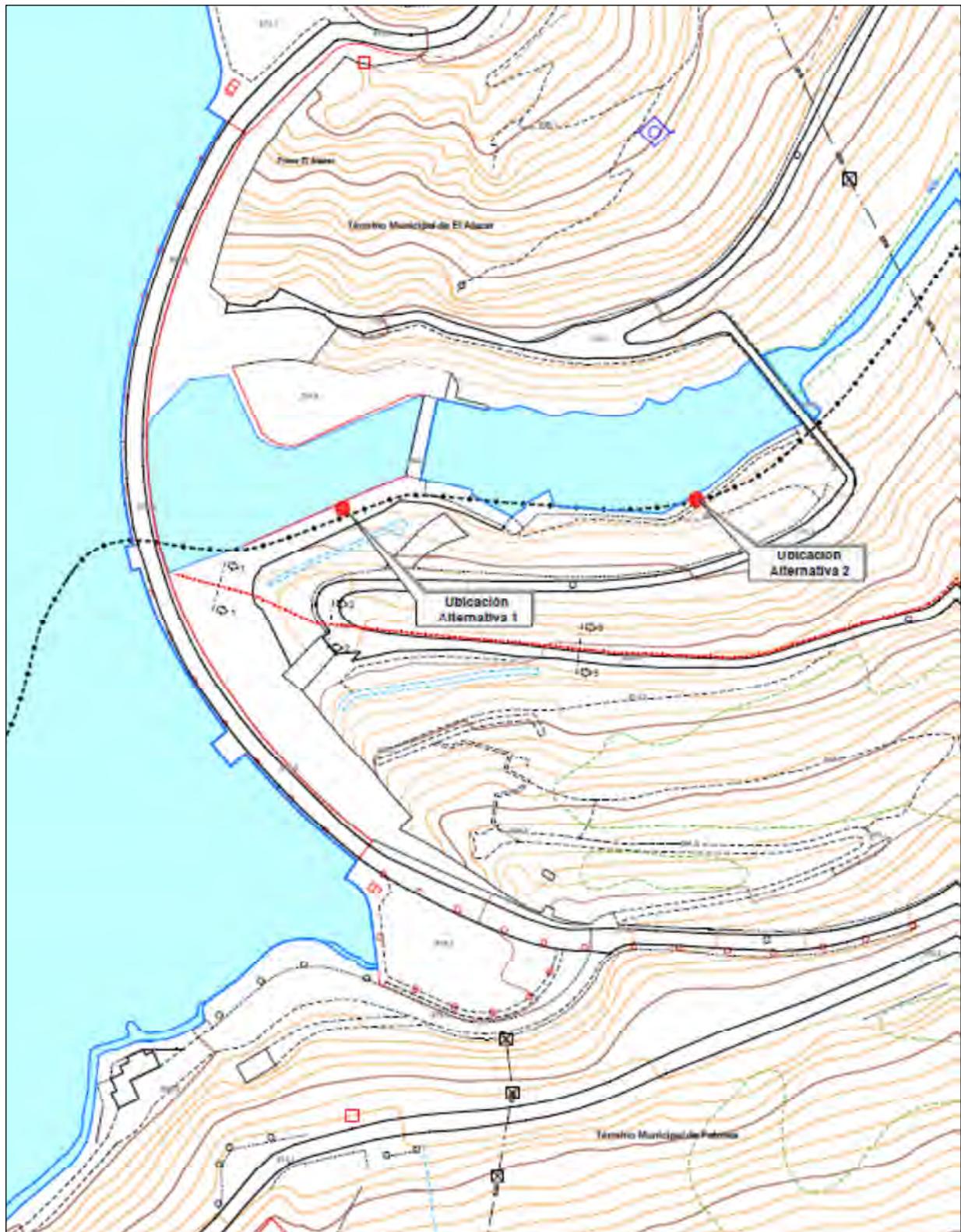
En este sentido, se localiza un espacio libre entre los desagües de fondo y la plataforma de la imagen, cuyas dimensiones en planta, 5.1 x 6.36 m, que permiten albergar la central (equipo de 1.500 rpm) sin ninguna duda.



Al situarse dentro del cuenco de amortiguación el nivel aguas abajo estará controlado por su vertedero. Esta ubicación, además, reduce por completo las posibles afecciones sobre el cuerpo de presa o su cimiento.

Se evaluaron y desecharon dos posibles alternativas a la ubicación de la central, también en el margen derecho del río:

- Alternativa de ubicación 1. Sobre el cuenco de amortiguación, aguas abajo de la ubicación elegida, en las proximidades del vertedero del propio cuenco. Esta alternativa aleja la central del cuerpo de presa, sin embargo presenta problemas de espacio para su ubicación, requiriendo trabajos de obra civil en el cuenco, además de requerir la prolongación de las conducciones de desagüe de medio fondo actualmente en construcción.
- Alternativa de ubicación 2. Aguas abajo del propio cuerpo, en el margen del cauce, ubicación en la que la central se aleja de la presa, pero con la necesidad de prolongar la conducción de desagüe, y la necesidad de crear una estructura adicional que mantenga la lámina de agua en el punto de vertido de la instalación.



4 EVACUACIÓN DE ENERGÍA

Con respecto a las alternativas para el punto de conexión de la Minicentral con la red eléctrica de distribución, la única factible es aguas abajo de la presa, ya que el RD 900/2015 limita la conexión con el cerro existente.

Se han planteado dos alternativas de trazado, técnicamente viables en cuanto a cómo conducir la energía desde la Minicentral hasta el punto de conexión de Iberdrola, aguas abajo de la presa: La primera alternativa (Alternativa 1) es hacerlo mediante una línea soterrada de media tensión hasta el centro de seccionamiento (CS), y mediante una línea aérea de un solo vano para conectar el apoyo E con el punto de entronque de Iberdrola. La segunda opción (Alternativa 2) es mediante línea aérea de 3 apoyos y dos vanos, desde la Minicentral hasta CS, y misma línea aérea que en la alternativa 1 desde CS hasta punto de conexión Iberdrola. Esta última línea debe ser aérea en ambas alternativas debido a lo escarpado del terreno y la naturaleza disgregada del mismo, que hace imposible tanto el uso de maquinaria como de medios manuales para la ejecución de la zanja. Cabe mencionar que en los dos casos será preciso tender fibra óptica entre el CS y la Minicentral, aunque dicha fibra se tenderá en la misma zanja que la línea de media tensión para la alternativa 1, y mediante vano entre apoyos para la alternativa 2.

ALTERNATIVAS LÍNEA ELÉCTRICA	
ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
<p>LÍNEA SOTERRADA 12/20 kv desde Minicentral a Centro de Seccionamiento (273 m longitud)</p> <p>FIBRA ÓPTICA: cable de 16 fibras multimodo bajo tritubo en la misma zanja</p>	<p>LÍNEA AÉREA desde Minicentral a Centro de Seccionamiento (258 m longitud): conductor LA56; apoyo A fin de línea de celosía, 12 metros altura sobre rasante y 2000 daN en punta, con seccionador XP y descargador de tensiones; apoyo B en ángulo de celosía, 14 metros altura sobre rasante y 1000 daN en punta; apoyo C fin de línea de celosía, 14 metros altura sobre rasante y 2000 daN en punta. Los tres apoyos serán de cabeza recta. El vano entre A y B será de 93 metros, con diferencia de cotas de 5 metros, y entre B y C de 160 metros con diferencia de cotas de 0 metros.</p> <p>Total 3 apoyos: A, B y C.</p> <p>FIBRA ÓPTICA: cable de 16 fibras mediante vano entre apoyos</p>
<p>LÍNEA AÉREA desde Centro de Seccionamiento a punto de conexión Iberdrola (184 m longitud): conductor LA56, apoyo fin de línea D de celosía, doble circuito, 18 metros altura sobre rasante y 3.000 daN. El apoyo fin de línea E será de similares características a las de E, pero de 18 metros altura sobre rasante. El vano entre apoyos tendrá una proyección horizontal de 165 metros y una diferencia de cotas de 130.</p> <p>Total 2 apoyos: D y E</p>	
LONGITUD TOTAL 457 m	LONGITUD TOTAL 442 m

La alternativa 1 tiene una longitud aproximada de 457 m (273 m soterrada entre minicentral y CS y 184 m aérea entre CS y conexión a Iberdrola) y la alternativa 2 de unos 442 m (Sólo aérea, 258 m entre minicentral y CS y 184 m entre CS y conexión a Iberdrola). Todas las actuaciones se realizarán en terrenos propiedad de Canal de Isabel

II Gestión. La alternativa 1 incluye 2 apoyos (D y E) y un Centro de Seccionamiento y la alternativa 2 requiere 5 apoyos (A, B, C, D y E) y un Centro de Seccionamiento.

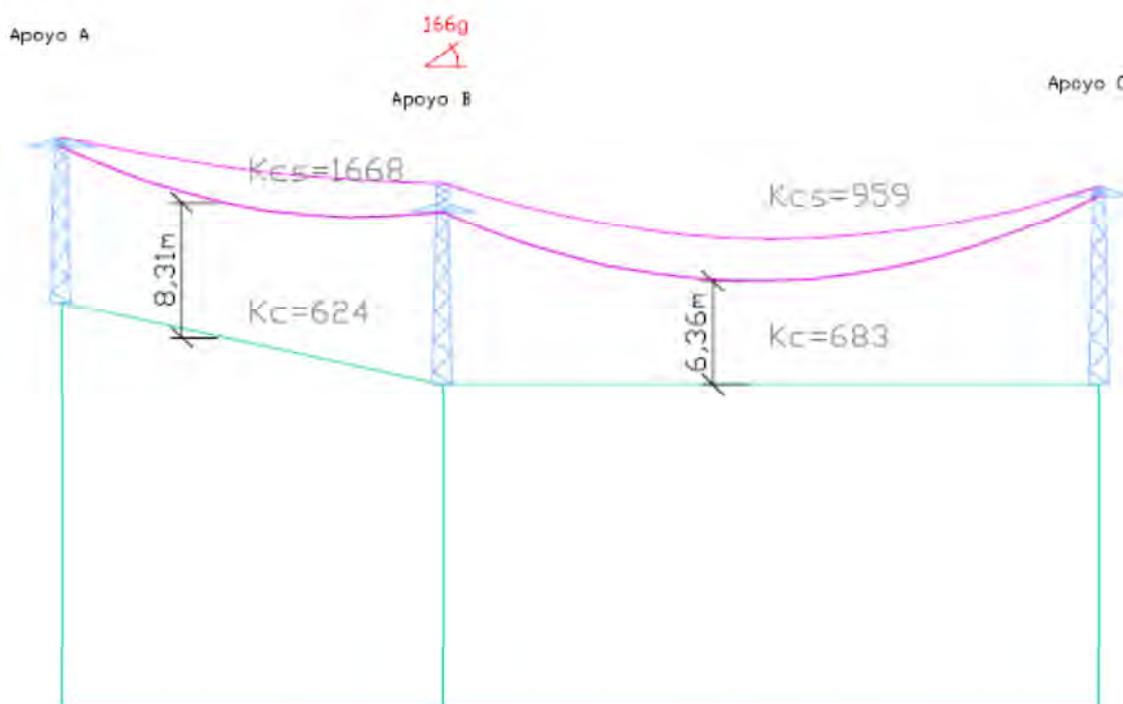
APOYOS LÍNEA AÉREA ALTERNATIVA 1					
APOYOS	COTA TERRENO (m)	ALTURA SOBRE RASANTE (m)	SUPERFICIE OCUPACIÓN PERMANENTE (m ²)	VOLUMEN EXCAVACIÓN (m ³)	VOLUMEN CIMENTACIÓN (m ³)
D	770	18	9	3,1	3,39
E	900	18	9	3,6	3,95
TOTAL			18	6,7	7,34

APOYOS LÍNEA AÉREA ALTERNATIVA 2					
APOYOS	COTA TERRENO (m)	ALTURA SOBRE RASANTE (m)	SUPERFICIE OCUPACIÓN PERMANENTE (m ²)	VOLUMEN EXCAVACIÓN (m ³)	VOLUMEN CIMENTACIÓN (m ³)
A	765	12	9	1,72	1,91
B	760	14	9	1,64	1,85
C	760	14	9	2,22	2,44
D	770	18	9	3,1	3,39
E	900	18	9	3,6	3,95
TOTAL			45	12,28	13,53

En el tramo comprendido entre la Minicentral y el Centro de Seccionamiento, la alternativa 1 implicará un volumen de excavación de unos 44 m³ para la instalación de la línea eléctrica soterrada. Durante la fase de funcionamiento, la línea eléctrica en la alternativa 1 no se verá al discurrir bajo tierra. En el caso de la alternativa 2, en ese mismo tramo el volumen de excavación para la colocación de los apoyos de la línea eléctrica aérea será de unos 5,58 m³ y el volumen de cimentación de unos 6,2 m³ (cimentación monobloque). Durante la fase de funcionamiento, la línea eléctrica aérea y los apoyos en la alternativa 2 se observarán en el entorno. En ambas alternativas los movimientos de tierra serán escasos.

LÍNEA ELÉCTRICA, TRAMO MINICENTRAL A CENTRO DE SECCIONAMIENTO (CS)			
	MOVIMIENTO DE	VOLUMEN MATERIAL	EN
ALTERNATIVA	44 m ³	5,58 m ³	No se observará
ALTERNATIVA	17,6 m ³	6,7 m ³	Se observará

Las dos alternativas posibles de trazado de la línea eléctrica se representan en planta y alzado los planos 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4, dentro del Apéndice I del presente Documento.



Apoyos A, B y C en Línea Aérea desde Minicentral a Centro de Seccionamiento. Alternativa 2

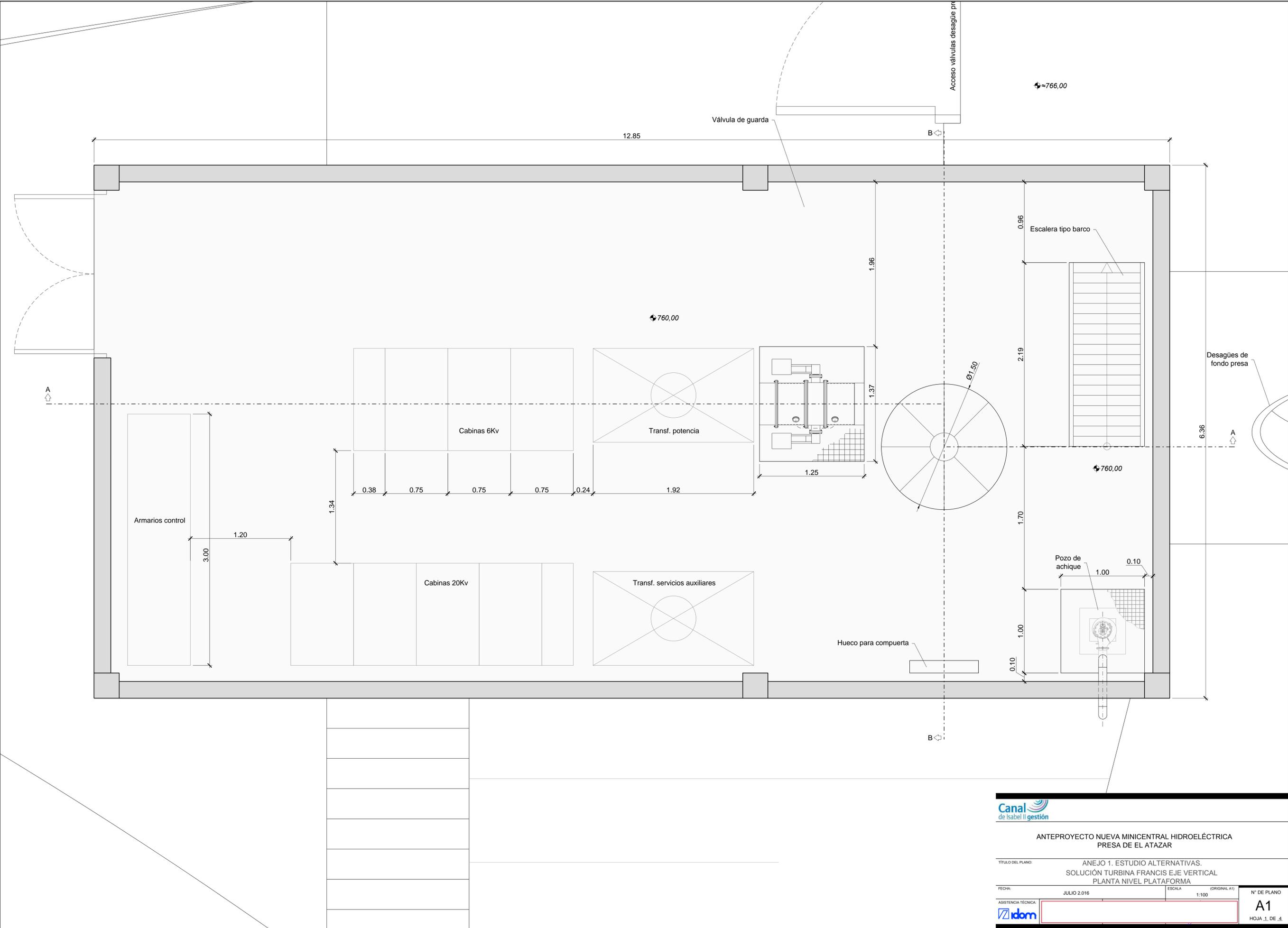


Apoyos D y E en Línea Aérea desde CS a Punto de Conexión de Iberdrola. Alternativas 1 y 2

El tramo que diferencia la alternativa 1 y la alternativa 2 para la línea eléctrica es el comprendido entre la Minicentral y el Centro de Seccionamiento. En ese tramo, la alternativa 1 para la línea eléctrica discurre sobre el paramento de la presa unos 163 m y soterrada unos 110 m. En la misma zanja discurre la fibra óptica. La superficie permanente de la canalización que quedará bajo tierra en la alternativa 1 es de 44 m². En el caso de la alternativa 2, la línea eléctrica discurre aérea en todo el tramo de 258 m y la fibra óptica mediante vano entre apoyos. La superficie permanente de los tres apoyos en la alternativa 2 es de 5,52 m².

La superficie de ocupación en ambas alternativas es muy pequeña. La alternativa 1 permanecerá bajo tierra mientras que en la alternativa 2 el tendido y los apoyos se mantendrán permanentemente. La magnitud del impacto es superior en la alternativa 2 ya que se observará durante la fase de funcionamiento, motivo por el que se selecciona la alternativa 1, a pesar de ser algo más cara.

APÉNDICE I: PLANOS (ALTERNATIVA FRANCIS EJE VERTICAL)





ANTEPROYECTO NUEVA MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA PRESA DE EL ATAZAR

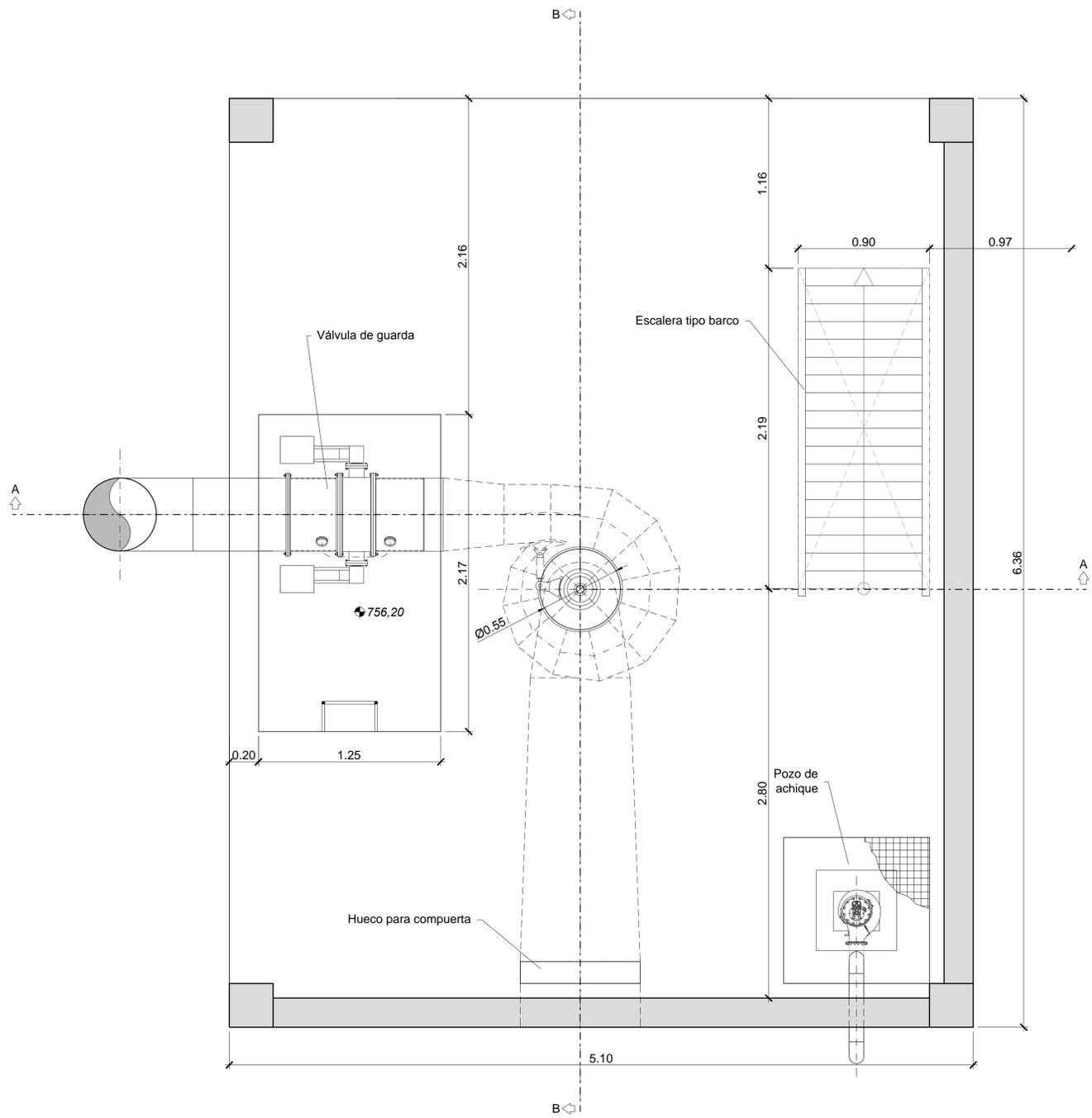
TÍTULO DEL PLANO: ANEJO 1. ESTUDIO ALTERNATIVAS. SOLUCIÓN TURBINA FRANCIS EJE VERTICAL. PLANTA NIVEL PLATAFORMA

FECHA: JULIO 2.016 ESCALA: 1:100 (ORIGINAL A1)

ASISTENCIA TÉCNICA: 

N° DE PLANO: **A1**
 HOJA 1 DE 4

Realizado	Fecha	Comprobado	Fecha	Aprobado	Fecha	Revisión
A.B.L.	13/06/2016		13/06/2016	J.L.P.	13/06/2016	0



ANTEPROYECTO NUEVA MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA
PRESA DE EL ATAZAR

TÍTULO DEL PLANO: ANEJO 1. ESTUDIO ALTERNATIVAS.
SOLUCIÓN TURBINA FRANCIS EJE VERTICAL
PLANTA NIVEL TURBINA

FECHA: JULIO 2.016 ESCALA: 1:20 (ORIGINAL A1)

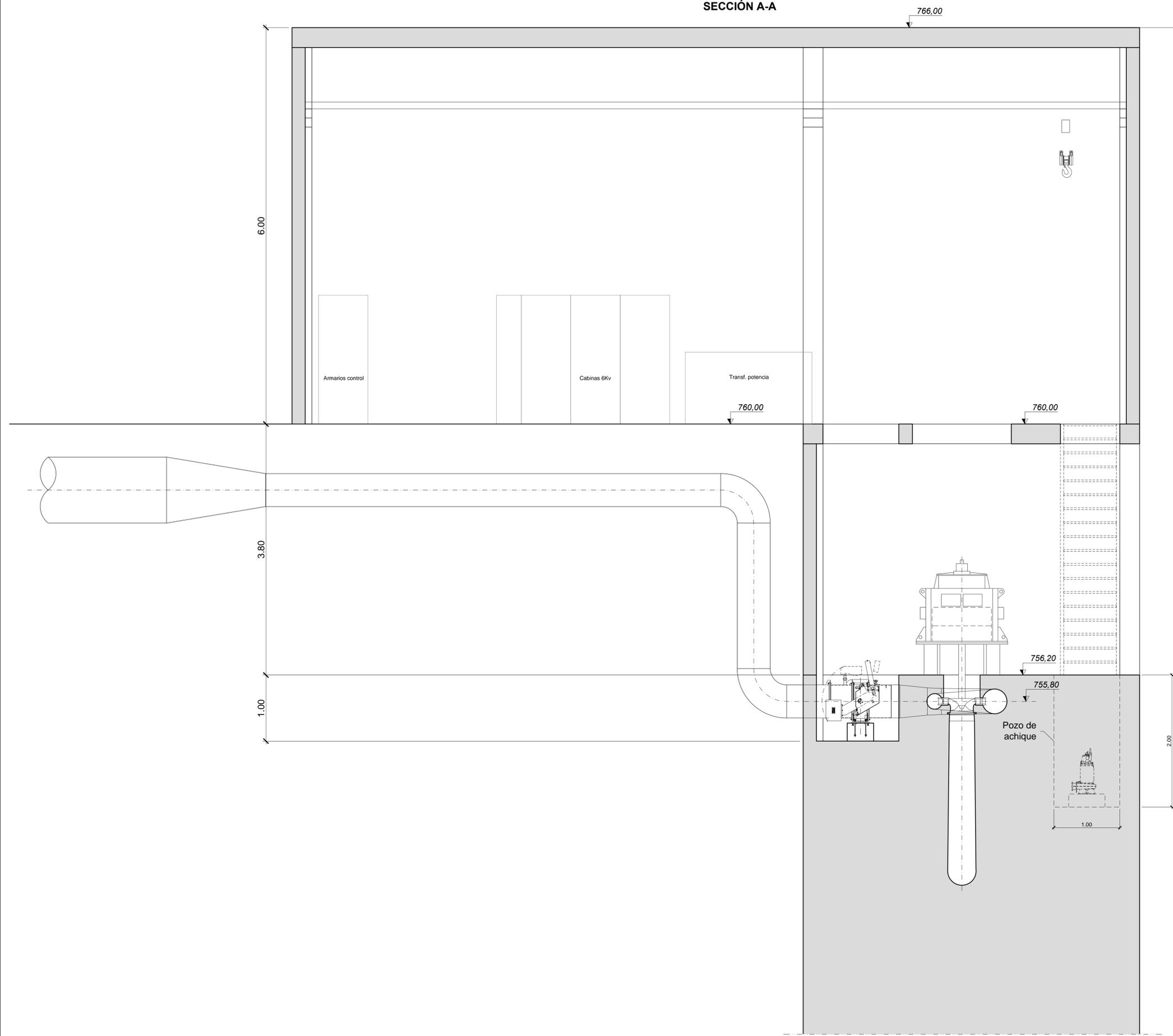
ASISTENCIA TÉCNICA:

Nº DE PLANO
A1
HOJA 2 DE 4

Realizado	Comprobado	Aprobado	Revisión
A.B.L.		J.L.P.	0
Fecha	Fecha	Fecha	Fecha
13/06/2016	13/06/2016	13/06/2016	13/06/2016

Planos de la obra de la central hidroeléctrica de El Atazar

SECCIÓN A-A



Canal de Isabel II gestión

ANTEPROYECTO NUEVA MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA
PRESA DE EL ATAZAR

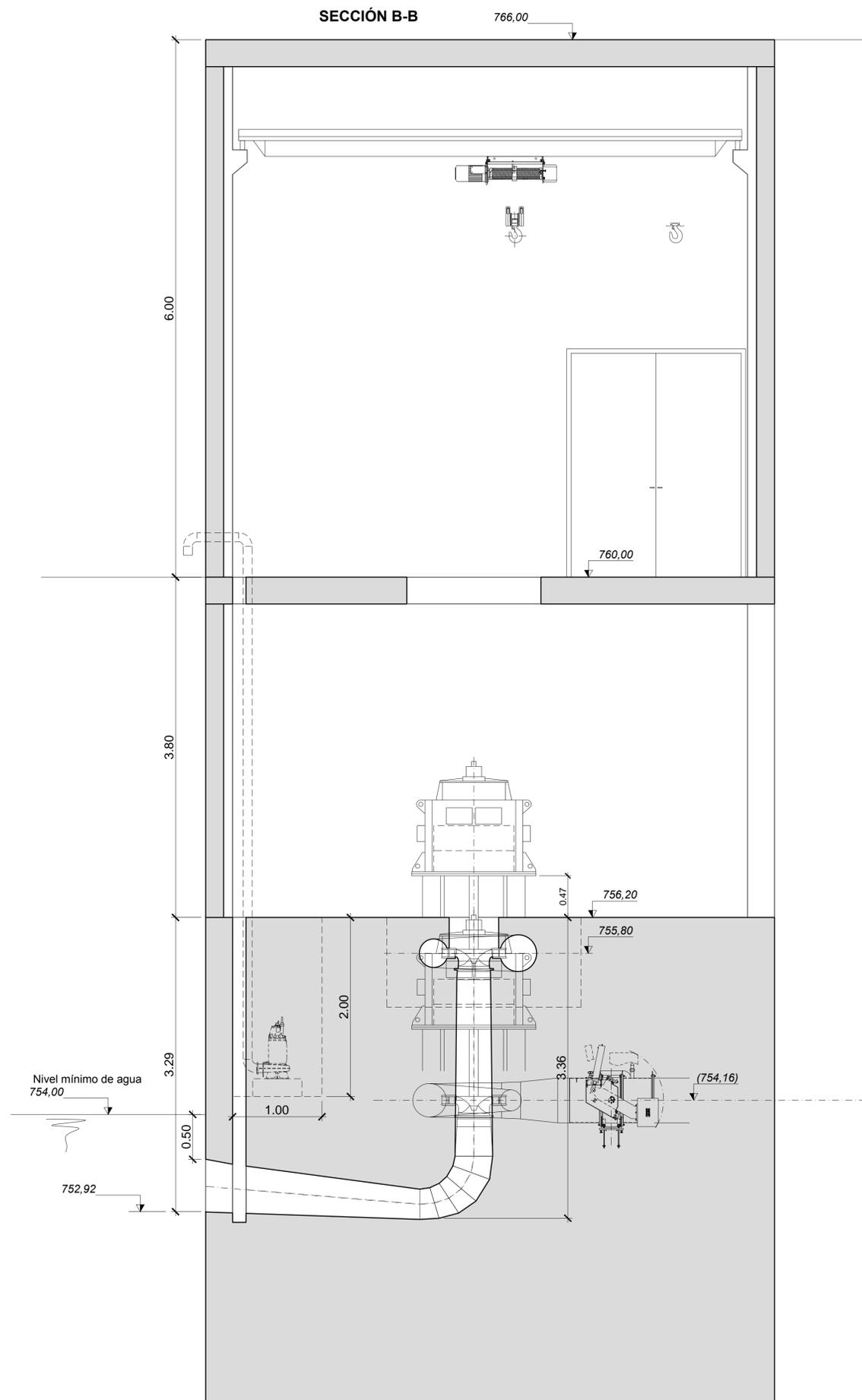
TÍTULO DEL PLANO: ANEJO 1. ESTUDIO ALTERNATIVAS.
SOLUCIÓN TURBINA FRANCIS EJE VERTICAL
SECCIONES

FECHA: JULIO 2.016 ESCALA: 1:25 (ORIGINAL A1)

ASISTENCIA TÉCNICA:

Nº DE PLANO: **A1**
HOJA 3 DE 4

Realizado	Comprobado	Fecha	Aprobado	Fecha	Revisión
A.B.L.		13/06/2016	J.L.P.	13/06/2016	0





ANEJO Nº 3.- CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA



Índice

1	INTRODUCCIÓN	5
Apéndice 1	MEMORIA TRABAJOS TOPOGRÁFICOS.....	7

1 INTRODUCCIÓN

Para el presente Proyecto se ha empleado como cartografía base el estudio topográfico realizado por la empresa Grusamar por encargo de CANAL DE ISABEL II, con fecha de diciembre de 2021. Estos trabajos topográficos han consistido en el levantamiento a escala 1/500 del área de la futura implantación del edificio de la minicentral hidroeléctrica, junto a los desagües de fondo de la presa. De igual manera, el levantamiento se extiende para incluir la tubería actual de vertido de caudal ecológico y el pantalón existente donde conectará la tubería de alimentación de la turbina, así como el pasillo paralelo al cuenco amortiguador por la margen derecha, por donde discurrirá el desvío de la tubería de vertido actual hasta aguas abajo del labio de vertido del cuenco amortiguador.

La cartografía específica de proyecto se ha complementado con la cartografía oficial a Instituto Geográfico Nacional (IGN), así como los planos originales escaneados de los diferentes proyectos asociados a la construcción de la presa de El Atazar.

En el Anexo 1 Memoria trabajos topográficos se incluye la memoria descriptiva de los trabajos topográficos realizados.

Apéndice 1 MEMORIA TRABAJOS TOPOGRÁFICOS

Nº de Expediente: 247/2017/LT03

Memoria de Encargo

03_LOTE 1 CM 247/2017

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y GEORREFERENCIACION EN ZONA DE DESAGÜES DE FONDO DE LA PRESA DEL ATAZAR, PARA LA UBICACION DE UNA MINICENTRAL ELECTRICA

INDICE

Contenido

INDICE.....	2
1. Introducción y objeto:.....	3
2. Trabajos realizados. Metodología:.....	3
3. Georreferenciación:	4
3.1 Aparatos utilizados:.....	5
4. Listado de coordenadas de las bases empleadas.....	5
5. Levantamiento Taquimétrico. Listado de puntos:	6
5.1 Listados de puntos:	7
6. Reseñas de los Vértices implantados:	19
7. Impresión del plano Taquimétrico y Fotografías de la zona implantados:	22

1. Introducción y objeto:

En la presa del ATAZAR, pegado al pie del muro, en la zona de los desagües de fondo, se va a realizar la construcción de una Minicentral Eléctrica.

Al mismo tiempo se va a desviar y prolongar la tubería de desagüe lateral, que desemboca en esa zona al cuenco de amortiguación.

El objeto del presente anejo es el de describir los trabajos de topografía para hacer un levantamiento topográfico de las zonas afectadas, así como dar coordenadas y cotas a las plataformas y taludes de hormigón donde se ubicará la Minicentral Eléctrica y se prolongará la tubería de desagüe lateral.

2. Trabajos realizados. Metodología:

El trabajo de campo se realizó el día 14 de diciembre de 2021, desarrollándose en las siguientes fases:

Realización del levantamiento taquimétrico en la zona de los desagües de fondo y en el pasillo de prolongación de la tubería de desagüe lateral hasta la final

Implantación y materialización de tres vértices en la zona del taquimétrico. Los Vértices 9001 y 9003 se han obtenido con técnicas GPS en tiempo real conectándose a la red GNSS del Instituto Geográfico Nacional (I.G.N.). El Vértice 9002 se ha obtenido por métodos trigonométricos desde la 9001 y 9003.

3. Georreferenciación:

Para la ejecución y cálculo de los trabajos se han utilizado coordenadas en la proyección Universal Transversa de Mercator (U.T.M.), huso 30.

Como sistema de referencia geodésico se ha empleado el sistema ETRS89, definido por el elipsoide GRS80 con origen de longitudes Greenwich y origen de latitudes referidas al Ecuador. En altimetría las cotas se han referenciado sobre el GEOIDE EGM2008-REDNAP referido a la red de nivelación de alta precisión con origen en el nivel medio del mar observado en el mareógrafo de Alicante.

3.1 Aparatos utilizados:

Para la ejecución de los trabajos de campo se ha utilizado el siguiente instrumental topográfico:

1 receptor GPS bifrecuencia, modelo M-6 de la marca CHCNAV con recepción de 4 constelaciones y dotado de sistema NTRIP para la obtención de correcciones diferenciales de las redes NGSS.

Estación total CHC CTS-112R4 r, de 0.0001 G de apreciación angular y de 2 mm+2PPM de precisión en distancias.

Material topográfico diverso.

4. Listado de coordenadas de las bases empleadas

Numero	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Código
9001	460207.912	4529192.133	775.674	9001
9002	460173.454	4529074.379	780.358	9002
9003	460416.360	4529123.397	770.378	9003

5. Levantamiento Taquimétrico. Listado de puntos:

Se ha optado por realizar un levantamiento taquimétrico de detalle por el método de Radiación con Estación Total.

Se han tomado los datos necesarios para la realización de este levantamiento, codificando todos los elementos levantados para su correcto tratamiento y estructuración en fichero CAD.

Como resultado final se ha obtenido un fichero CAD 3D del levantamiento. Al ser una zona construida con taludes y paramentos verticales de hormigón, se ha estimado no curvar el dibujo para no emborronarlo, por la acumulación de curvas en espacios mínimos. No obstante, todas las líneas de rotura, cabezas y pies de taludes, tienen cota real por estar apoyadas en puntos 3D y por lo que queda definido el relieve de los elementos.

5.1 Listados de puntos:

Numero	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Código
5	460154.166	4529075.527	759.636	MU
6	460155.447	4529089.016	759.617	MU
7	460166.766	4529093.974	759.753	MU
8	460174.815	4529097.492	759.811	MU
9	460182.849	4529101.169	759.758	MU
10	460195.618	4529106.770	759.549	MU
11	460205.899	4529111.333	759.502	MU
12	460213.226	4529114.696	759.460	MU
13	460221.140	4529118.096	759.367	MU
14	460222.555	4529114.877	759.408	MU
15	460220.024	4529113.825	759.444	PM
16	460218.976	4529116.073	759.419	PM
17	460216.257	4529114.891	759.490	PM
18	460217.535	4529111.333	759.514	PM
19	460212.356	4529109.073	759.423	PM
20	460210.838	4529112.476	759.451	PM
21	460208.135	4529111.239	759.490	PM
22	460209.553	4529107.328	759.442	PM
23	460204.174	4529105.253	759.604	PM
24	460202.587	4529108.743	759.540	PM
25	460199.839	4529107.514	759.554	PM
26	460200.503	4529106.030	759.568	PM
27	460195.037	4529103.647	759.636	PM
28	460193.937	4529105.746	759.585	PM
29	460190.248	4529104.152	759.650	PM

30	460190.758	4529102.973	759.658	PM
31	460187.186	4529101.412	759.678	PM
32	460186.656	4529102.532	759.692	PM
33	460185.752	4529100.778	759.751	PM
34	460182.898	4529099.547	759.741	PM
35	460182.396	4529100.596	759.741	PM
36	460180.992	4529099.995	759.732	PM
37	460181.457	4529098.910	759.706	PM
38	460178.146	4529097.470	759.814	PM
39	460177.651	4529098.538	759.812	PM
40	460176.220	4529097.906	759.825	PM
41	460176.693	4529096.825	759.769	PM
42	460173.803	4529095.527	759.792	PM
43	460173.314	4529096.596	759.790	PM
44	460171.930	4529096.008	759.786	PM
45	460172.353	4529094.905	759.780	PM
46	460169.506	4529093.650	759.739	PM
47	460169.036	4529094.736	759.757	PM
48	460167.619	4529094.131	759.749	PM
49	460167.785	4529093.759	759.739	PM
50	460158.839	4529087.934	759.696	PM
51	460158.636	4529087.992	759.671	PM
52	460157.899	4529087.030	759.671	PM
53	460158.106	4529086.880	759.665	PM
54	460157.119	4529080.789	759.608	PM
55	460153.762	4529075.297	758.474	PM
56	460154.179	4529080.956	758.189	PM
57	460154.852	4529089.425	757.599	PM
58	460164.242	4529093.664	757.587	PM
59	460172.513	4529097.274	757.631	PM
60	460180.913	4529100.999	757.645	PM
61	460189.110	4529104.478	757.648	PM

62	460197.309	4529108.119	757.606	PM
63	460205.477	4529111.745	757.595	PM
64	460213.631	4529115.487	757.608	PM
65	460220.931	4529118.622	757.450	PM
66	460221.875	4529116.618	757.466	PM
67	460226.984	4529116.183	757.556	PM
68	460227.046	4529116.070	757.652	PM
69	460231.691	4529115.664	757.699	PM
70	460231.931	4529115.718	757.683	PM
71	460234.831	4529115.432	757.671	PM
72	460241.514	4529114.435	757.662	PM
73	460248.235	4529113.474	757.701	PM
74	460250.940	4529114.975	757.587	PM
75	460251.542	4529116.346	757.568	CT
76	460244.299	4529119.058	757.538	CT
77	460245.358	4529124.622	757.523	CT
78	460240.181	4529125.681	757.524	CT
79	460240.065	4529125.721	757.533	CT
80	460236.409	4529126.491	757.525	CT
81	460235.564	4529126.119	757.523	CT
82	460235.393	4529126.059	757.525	CT
83	460226.801	4529122.555	757.490	CT
85	460222.590	4529120.891	757.471	CT
86	460222.663	4529120.791	757.654	CT
87	460222.816	4529120.287	757.689	CT
88	460228.787	4529122.654	757.657	CT
89	460228.536	4529123.198	757.656	CT
90	460234.640	4529125.049	757.656	CT
91	460234.465	4529125.484	757.655	CT
92	460235.640	4529125.343	757.534	MU
93	460235.891	4529125.169	757.531	POZ
94	460237.634	4529125.782	757.529	POZ

95	460239.323	4529124.944	757.534	POZ
96	460239.994	4529123.163	757.550	POZ
97	460239.209	4529121.411	757.551	POZ
98	460237.431	4529120.704	757.563	POZ
99	460235.753	4529121.635	757.558	POZ
100	460234.927	4529123.403	757.543	POZ
101	460235.999	4529124.291	758.497	TAP
102	460239.229	4529124.052	758.502	TAP
103	460238.042	4529121.500	758.532	TAP
104	460227.188	4529116.189	757.560	ZAP
105	460228.728	4529116.715	757.578	ZAP
106	460230.315	4529116.650	757.570	ZAP
107	460227.460	4529115.912	757.803	VIG
108	460228.400	4529116.280	757.634	VIG
109	460230.569	4529117.517	757.601	ZAP
110	460230.851	4529116.898	757.591	ZAP
111	460236.638	4529119.210	757.559	ZAP
112	460236.744	4529120.025	757.556	ZAP
113	460233.245	4529118.272	757.645	COTA
114	460232.121	4529116.632	757.586	MURETE
115	460232.228	4529116.456	757.625	MURETE
116	460237.374	4529115.863	757.572	MURETE
117	460237.406	4529115.690	757.572	MURETE
118	460243.504	4529114.937	757.666	MURETE
119	460243.538	4529114.804	757.669	MURETE
120	460248.752	4529114.317	757.603	MURETE
121	460248.737	4529114.151	757.610	MURETE
122	460249.211	4529114.024	757.606	MURETE
123	460249.092	4529113.960	757.709	MURETE
124	460248.832	4529113.876	757.723	TU20
125	460248.872	4529114.279	757.595	TU12
126	460249.931	4529116.930	757.564	TU12

127	460249.798	4529116.994	757.574	TU12
128	460249.858	4529115.666	757.574	ZAP
129	460250.016	4529116.075	757.586	ZAP
130	460249.055	4529116.451	757.588	ZAP
131	460237.502	4529115.863	757.581	TU12
132	460239.515	4529121.196	757.562	TU12
133	460240.991	4529125.542	757.532	TU12
134	460239.315	4529119.386	757.572	ZAP
135	460239.482	4529119.781	757.579	ZAP
136	460238.479	4529120.166	757.560	ZAP
137	460229.351	4529115.840	757.688	TU20
138	460235.722	4529125.196	757.537	MU
139	460234.765	4529124.897	757.542	MU
140	460229.041	4529122.570	757.519	MU
141	460222.718	4529120.051	757.465	MU
142	460222.480	4529120.664	757.475	MU
143	460213.674	4529116.902	757.584	MU
144	460213.611	4529117.091	757.583	CT
145	460206.847	4529113.823	757.611	MU
146	460206.734	4529113.972	757.613	CT
147	460197.046	4529109.387	757.630	MU
148	460196.962	4529109.574	757.618	CT
149	460184.602	4529103.931	757.627	MU
150	460184.453	4529104.053	757.643	CT
151	460173.552	4529099.073	757.600	MU
152	460173.402	4529099.240	757.608	CT
153	460163.129	4529094.476	757.572	MU
154	460162.919	4529094.576	757.572	CT
155	460153.811	4529090.328	757.595	MU
156	460153.778	4529090.477	757.599	CT
157	460153.527	4529090.064	757.579	TUBE
158	460153.009	4529083.464	757.944	TUBE

159	460152.384	4529075.419	758.418	TUBE
160	460151.889	4529075.453	758.394	TUBE
161	460152.464	4529083.121	757.956	TUBE
162	460152.865	4529090.133	757.587	TUBE
164	460152.711	4529090.018	757.595	CT
165	460152.705	4529089.810	757.597	MU
166	460149.807	4529088.722	757.602	CT
167	460149.909	4529088.506	757.631	MU
168	460149.291	4529087.953	757.617	MU
169	460147.781	4529087.287	757.617	MU
170	460147.542	4529087.470	757.622	MU
171	460144.501	4529086.109	757.670	MU
172	460144.451	4529086.251	757.680	CT
173	460152.687	4529088.935	757.595	ZAP
174	460153.498	4529088.468	757.591	ZAP
175	460152.374	4529084.401	757.855	ZAP
176	460153.227	4529083.925	757.903	ZAP
177	460152.246	4529082.740	757.981	ZAP
178	460153.096	4529082.224	758.035	ZAP
179	460151.965	4529078.424	758.275	ZAP
180	460152.795	4529077.910	758.328	ZAP
181	460151.720	4529075.470	758.398	ZAP
182	460151.654	4529074.896	758.408	ZAP
183	460151.766	4529074.449	758.436	ZAP
184	460152.152	4529074.054	758.477	ZAP
185	460152.784	4529074.576	758.478	ZAP
186	460152.572	4529075.375	758.425	ZAP
187	460152.202	4529074.858	759.648	COTA
188	460152.140	4529075.639	759.391	COTA
189	460152.566	4529074.256	759.447	COTA
190	460152.698	4529074.509	758.485	TUBO
191	460152.292	4529074.199	758.489	TUBO

192	460152.256	4529076.725	759.419	VAL
193	460152.283	4529077.162	759.419	VAL
194	460153.770	4529079.067	758.259	ESS
195	460153.035	4529079.136	758.259	ESS
196	460153.624	4529077.428	759.442	PLAT
197	460153.480	4529075.889	759.456	PLAT
198	460150.947	4529076.117	759.466	PLAT
199	460151.076	4529077.691	759.453	PLAT
200	460149.287	4529077.879	758.187	ESC
201	460149.198	4529077.105	758.187	ESC
202	460143.773	4529066.679	758.549	LR
203	460148.761	4529070.168	758.513	LR
204	460154.189	4529074.064	758.528	LR
205	460145.138	4529084.627	757.650	LR
206	460150.133	4529086.661	757.587	LR
207	460154.788	4529088.772	757.592	LR
209	460141.633	4529085.089	757.771	LR
210	460236.409	4529126.497	753.814	LR
211	460219.333	4529122.344	753.728	LR
212	460197.839	4529112.811	753.796	LR
213	460179.593	4529104.558	754.108	LR
214	460157.448	4529094.680	754.157	LR
215	460140.425	4529087.471	754.126	LR
216	460134.656	4529085.004	759.630	PLAT
222	460180.826	4529041.773	782.083	M
223	460182.496	4529043.167	782.088	M
224	460182.521	4529043.081	781.950	M
225	460175.502	4529051.176	774.425	M
226	460176.698	4529049.774	775.707	M
227	460171.732	4529055.424	770.455	M
228	460181.387	4529041.952	781.703	COTA
230	460175.581	4529048.422	775.580	COTA

231	460170.525	4529054.191	770.122	COTA
232	460181.497	4529038.598	781.875	LR
233	460177.160	4529034.028	782.371	LR
234	460173.688	4529030.593	782.675	LR
235	460166.345	4529040.662	773.945	LR
236	460160.940	4529048.619	767.173	LR
245	460125.557	4529083.052	767.039	TERRAZA
246	460134.224	4529086.859	766.758	TERRAZA
247	460133.114	4529089.295	766.766	TERRAZA
248	460135.044	4529090.154	766.723	TERRAZA
249	460129.811	4529101.749	766.689	TERRAZA
250	460119.638	4529097.082	767.079	TERRAZA
251	460118.914	4529096.363	767.509	TERRAZA
252	460124.446	4529083.002	767.530	TERRAZA
253	460136.750	4529091.319	754.765	CASD
254	460131.920	4529102.250	754.680	CASD
255	460132.644	4529089.493	756.480	CASD
256	460180.532	4529042.169	779.475	TUB
257	460181.318	4529042.815	779.448	TUB
258	460181.989	4529042.533	779.943	MU
259	460180.820	4529041.484	780.609	ESC
260	460180.202	4529040.990	780.608	ESC
261	460175.724	4529047.291	774.993	ESC
262	460175.007	4529046.677	774.959	ESC
263	460174.672	4529047.086	774.960	ESC
264	460175.381	4529047.678	774.953	ESC
265	460173.919	4529049.512	772.576	TUB
266	460174.784	4529050.166	772.539	TU
267	460172.071	4529051.440	770.651	PM
268	460174.704	4529048.448	774.000	ESC
269	460174.022	4529047.853	773.999	ESC
270	460170.136	4529053.763	768.650	TU

271	460169.062	4529054.662	768.094	ESC
272	460168.498	4529054.170	768.097	ESC
273	460166.761	4529057.547	765.132	TU
274	460164.077	4529060.243	762.701	ESC
275	460163.437	4529059.700	762.687	ESC
276	460164.607	4529060.002	762.693	TU
277	460161.289	4529057.175	762.675	LR
278	460158.028	4529054.446	762.741	LR
279	460153.237	4529056.532	762.692	LR
280	460148.944	4529058.506	762.600	LR
281	460154.480	4529062.731	762.631	LR
282	460159.033	4529066.366	762.602	TU
283	460158.167	4529067.371	762.040	TU
284	460157.477	4529068.478	761.274	TU
285	460153.051	4529073.240	758.549	TU
286	460171.297	4529054.771	768.610	PM
287	460157.394	4529070.739	760.294	PM
288	460160.403	4529067.241	762.634	PM
289	460165.908	4529060.938	762.749	PM
290	460166.354	4529061.396	764.732	PM
291	460163.172	4529063.489	762.724	ZP
292	460160.725	4529066.300	762.724	ZP
293	460160.567	4529066.319	762.675	TU
294	460160.849	4529067.920	764.481	MU
295	460163.048	4529063.376	762.702	TU
296	460165.422	4529060.717	762.725	TU
297	460158.094	4529059.519	762.650	COTA
298	460157.962	4529068.981	761.228	TU
299	460154.482	4529074.297	758.512	LR
300	460175.110	4529050.406	772.540	PM
301	460159.801	4529065.364	762.628	ZP
302	460159.267	4529064.091	762.641	ZP

303	460161.691	4529063.227	762.660	ZP
304	460162.093	4529062.666	762.663	ZP
305	460162.280	4529062.664	762.678	TU
306	460159.223	4529064.181	762.649	TU
307	460157.863	4529064.656	762.646	TU
308	460158.155	4529065.598	762.613	TU
309	460159.617	4529065.162	762.649	TU
310	460159.755	4529065.595	762.648	TU
311	460158.032	4529067.556	762.302	ESC
312	460157.434	4529066.989	762.317	ESC
313	460157.774	4529061.414	762.649	ARQ
314	460158.832	4529062.282	762.644	ARQ
315	460159.742	4529061.195	762.647	ARQ
316	460159.540	4529061.217	763.283	ARQ
317	460157.980	4529061.360	763.274	ARQ
318	460152.050	4529057.874	762.686	ESC
319	460152.742	4529058.375	762.683	ESC
320	460152.032	4529059.475	763.719	PLAT
321	460151.513	4529060.199	763.711	PLAT
322	460147.274	4529057.206	763.713	PLAT
323	460147.706	4529056.567	763.704	PLAT
324	460147.452	4529056.064	763.844	PT
325	460143.950	4529060.872	761.062	PT
326	460141.740	4529063.782	759.632	PM
327	460140.495	4529065.014	759.632	PM
328	460139.904	4529064.576	759.690	PU
329	460141.195	4529063.422	759.603	PU
330	460135.957	4529070.364	759.641	PM
331	460131.221	4529076.548	759.681	PM
332	460126.476	4529083.792	759.608	PM
333	460129.370	4529085.111	759.618	PU
334	460132.852	4529086.614	759.603	PU

335	460133.779	4529087.039	759.587	CASD
336	460134.522	4529082.505	759.626	COTA
337	460140.370	4529087.418	759.623	CT
338	460141.458	4529084.984	759.639	PLATA
339	460141.586	4529084.826	759.639	ESC
340	460142.187	4529083.367	759.630	ESC
341	460142.175	4529083.269	759.631	PLAT
342	460138.168	4529081.522	759.620	PLAT
343	460134.513	4529079.885	759.620	PLAT
344	460139.351	4529072.548	759.607	PLAT
345	460143.867	4529065.722	759.622	PLAT
346	460142.422	4529064.106	759.639	BARAN
347	460143.859	4529065.452	759.635	BARAN
348	460134.324	4529079.852	759.629	BARAN
349	460142.080	4529083.311	759.625	BARAN
350	460141.447	4529084.785	759.640	BARAN
351	460140.282	4529087.320	759.632	BARAN
352	460134.564	4529084.903	759.624	BARAN
353	460133.645	4529086.903	759.615	BARAN
354	460144.894	4529084.491	757.650	BARAN
355	460144.249	4529085.955	757.819	BARAN
356	460144.512	4529086.058	757.663	ESC
357	460145.111	4529084.620	757.651	ESC
358	460144.788	4529084.413	757.725	LR
359	460144.111	4529075.780	758.271	LR
360	460143.570	4529066.845	758.551	LR
361	460144.835	4529064.264	759.605	PLAT
362	460142.238	4529064.326	759.621	TU20
363	460141.913	4529064.694	759.615	TU20
364	460143.975	4529065.721	758.932	TU20
365	460143.963	4529066.100	758.795	TU20
366	460139.029	4529073.513	758.635	TU20

367	460135.036	4529079.612	758.709	TU20
368	460135.118	4529079.799	758.684	TU20
369	460140.202	4529082.059	758.120	TU20
370	460142.516	4529083.162	757.973	TU20
371	460142.869	4529083.449	757.936	TU20
372	460168.581	4529055.344	766.981	BOA
373	460169.535	4529054.263	768.120	BOA
374	460150.960	4529055.616	764.611	LR
375	460155.443	4529049.638	768.284	LR
376	460160.406	4529042.342	773.800	LR
377	460230.276	4529119.655	757.537	COTA
378	460243.902	4529116.998	757.602	COTA
379	460241.907	4529120.127	757.550	COTA
380	460161.179	4529064.560	764.330	COTA
381	460152.484	4529073.557	758.525	ESC
382	460151.891	4529072.989	758.525	ESC
383	460164.125	4529051.422	767.093	R
384	460170.132	4529045.087	773.261	R
385	460174.123	4529038.806	778.434	R
386	460143.935	4529065.627	758.930	PM
387	460134.550	4529079.834	758.700	PM
388	460134.600	4529079.859	759.560	CM
389	460142.217	4529083.262	757.994	PM
390	460142.211	4529083.274	759.570	CM
391	460141.503	4529085.028	759.580	CM
392	460140.085	4529082.297	758.150	PM
393	460135.018	4529080.039	758.680	PM
394	460138.817	4529073.386	758.630	PM
395	460138.196	4529081.469	759.560	PM
396	460140.400	4529087.492	759.560	CM
397	460134.674	4529085.077	759.570	CM

6. Reseñas de los Vértices implantados:

Se adjuntan las reseñas de los vértices de la red principal implantadas en la ejecución de los presentes trabajos.

RESEÑA DE VERTICE DE RED PRESA DEL ATAZAR-MINICENTRAL ELECTRICA

Nombre	COORDENADAS GEOGRAFICAS (WGS-84)			
	Latitud	Longitud	Cota elipsoidal	Ondulación EGM2008-REDNAP
V-9001	40° 54' 46.32529" N	-3° 28' 21.07544" W	828.698 m	53.024 m
Elipsoide: WGS84. Proyección: UTM ETRS89, HUSO 30 N				
X UTM	Y UTM	Cota Nivelación Trigonom.	Cota ORTO. EGM2008-REDNAP	Anamorfosis
460207.912	4529192.133		775.674	0.99961949

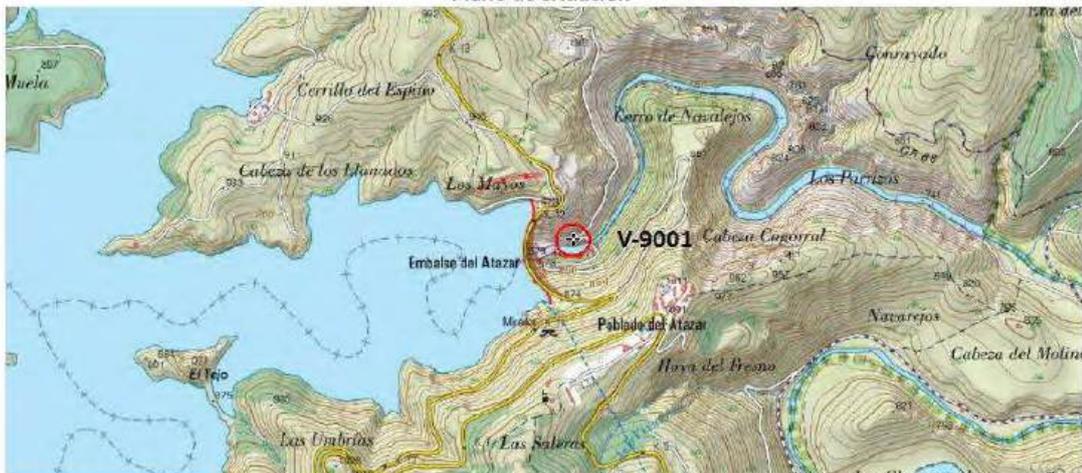
Situación

Situado en el margen izquierdo aguas abajo de la presa del ATAZAR, al final de la carretera de acceso restringido, a una caseta de servicios.

SEÑAL: Clavo de acero con arandela metálica remarcado de pintura amarilla.



Plano de situación



RESEÑA DE VERTICE DE RED PRESA DEL ATAZAR-MINICENTRAL ELECTRICA

Nombre	COORDENADAS GEOGRAFICAS (WGS-84)			
	Latitud	Longitud	Cota elipsoidal	Ondulación EGM2008-REDNAP
V-9002	40° 54' 42.50060"N	-3° 28' 22.52123" W	833.374 m	53.016 m
Elipsoide: WGS84. Proyección: UTM ETRS89, HUSO 30 N				
X UTM	Y UTM	Cota Nivelación Trigonom.	Cota ORTO. EGM2008-REDNAP	Anamorfosis
460173.454	4529074.379		780.358	0.99961952

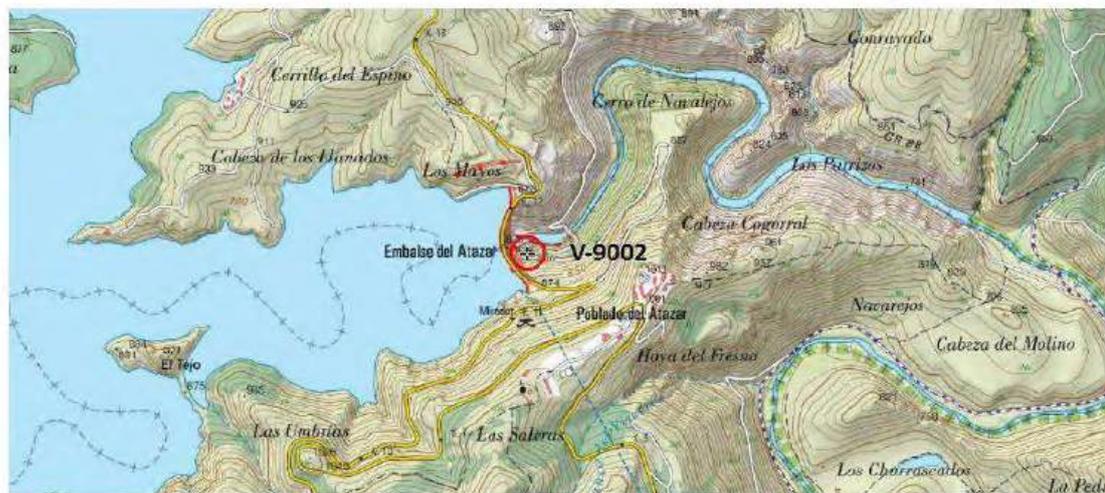
Situación

Situado en el margen derecho aguas abajo de la presa del ATAZAR, al borde de una plataforma, dando vista al pie de los taludes y a la caseta de desagües de fondo, a unos 20 m al W de la curva de la carretera restringida de acceso.

SEÑAL: Marca de pintura amarilla.



Plano de situación



RESEÑA DE VERTICE DE RED PRESA DEL ATAZAR-MINICENTRAL ELECTRICA

Nombre	COORDENADAS GEOGRAFICAS (WGS-84)			
	Latitud	Longitud	Cota elipsoidal	Ondulación EGM2008-REDNAP
V-9003	40° 54' 44.13266" N	-3° 28' 12.14898" W	823.400 m	53.022 m
Elipsoide: WGS84. Proyección: UTM ETRS89, HUSO 30 N				
X UTM	Y UTM	Cota Nivelación Trigonom.	Cota ORTO. EGM2008-REDNAP	Anamorfosis
460416.360	4529123.397		770.378	0.99961928

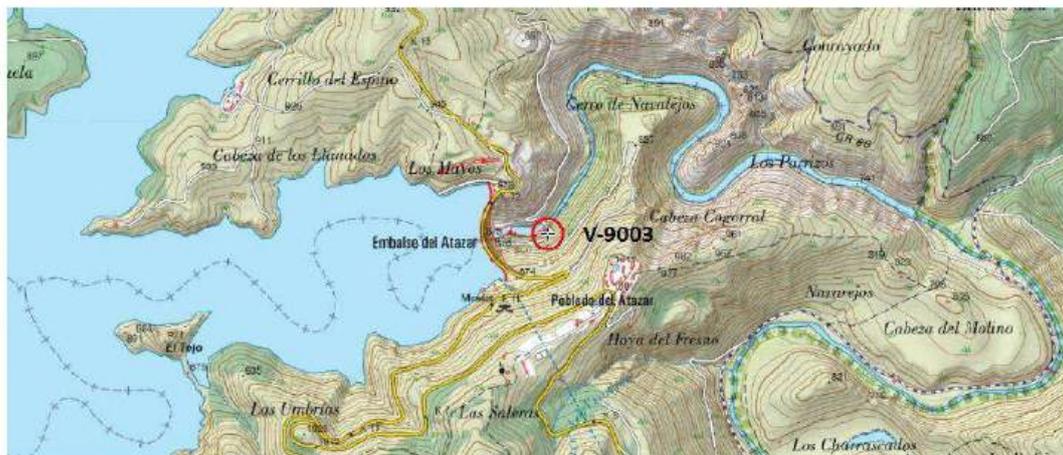
Situación

Situado en el margen izquierdo aguas abajo de la presa del ATAZAR, al borde W de la carretera de acceso restringido, poco antes del puente que une los dos márgenes..

SEÑAL: Pilar de observación de auscultación de la presa.

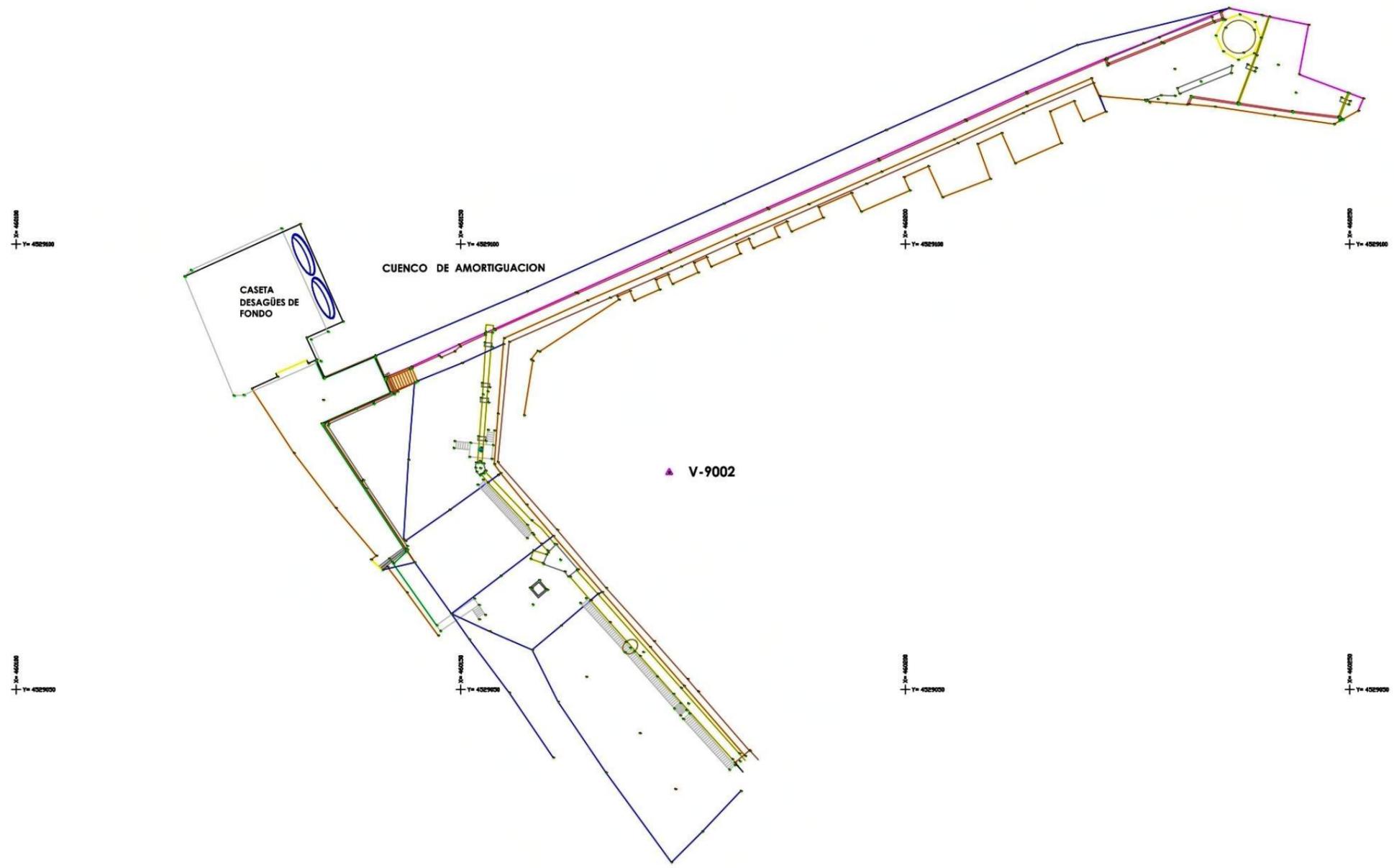


Plano de situación



7. Impresión del plano Taquimétrico y Fotografías de la zona:

PLANO PARA LA UBICACION DE MINICENTRAL ELECTRICA Y DESVIACION DE TUBERIA DE DESAGÜE LATERAL
PRESA DEL ATAZAR



COORDENADAS U.T.M. ETRS89 HUSO 30



Vista general desde el margen izquierdo .



Vista desde la escalera de bajada de la zona de trabajo



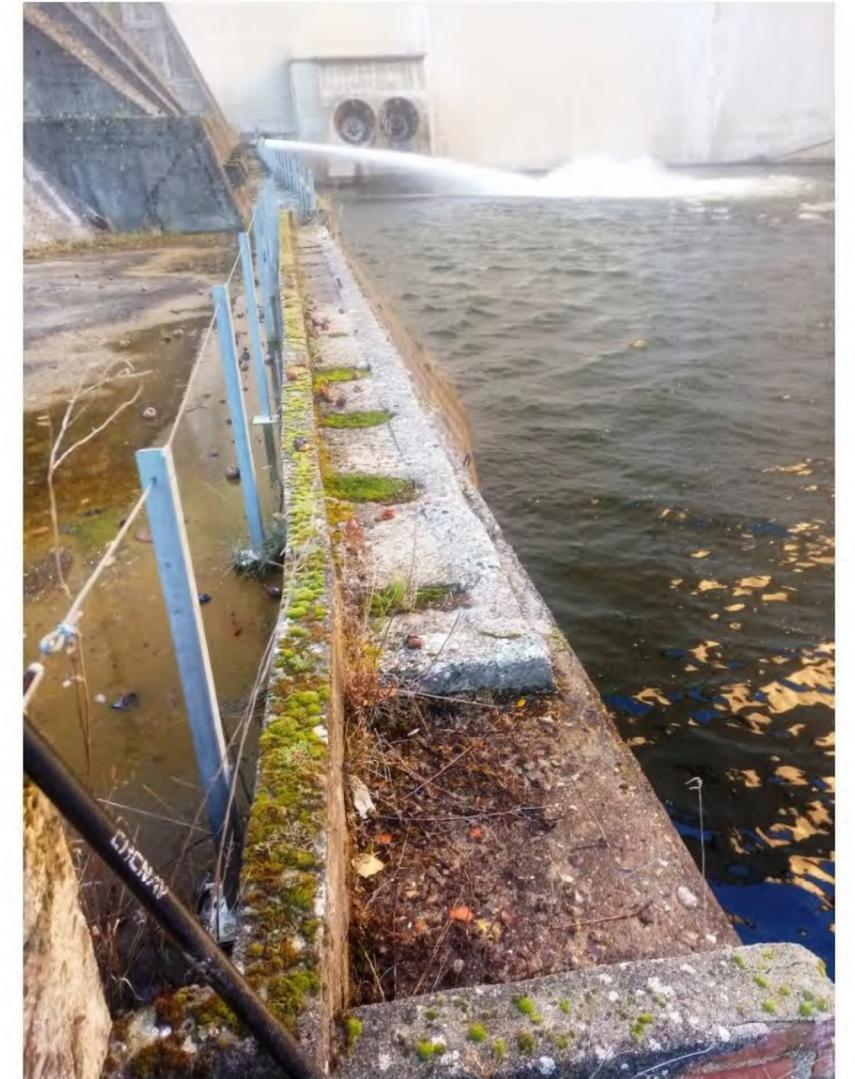
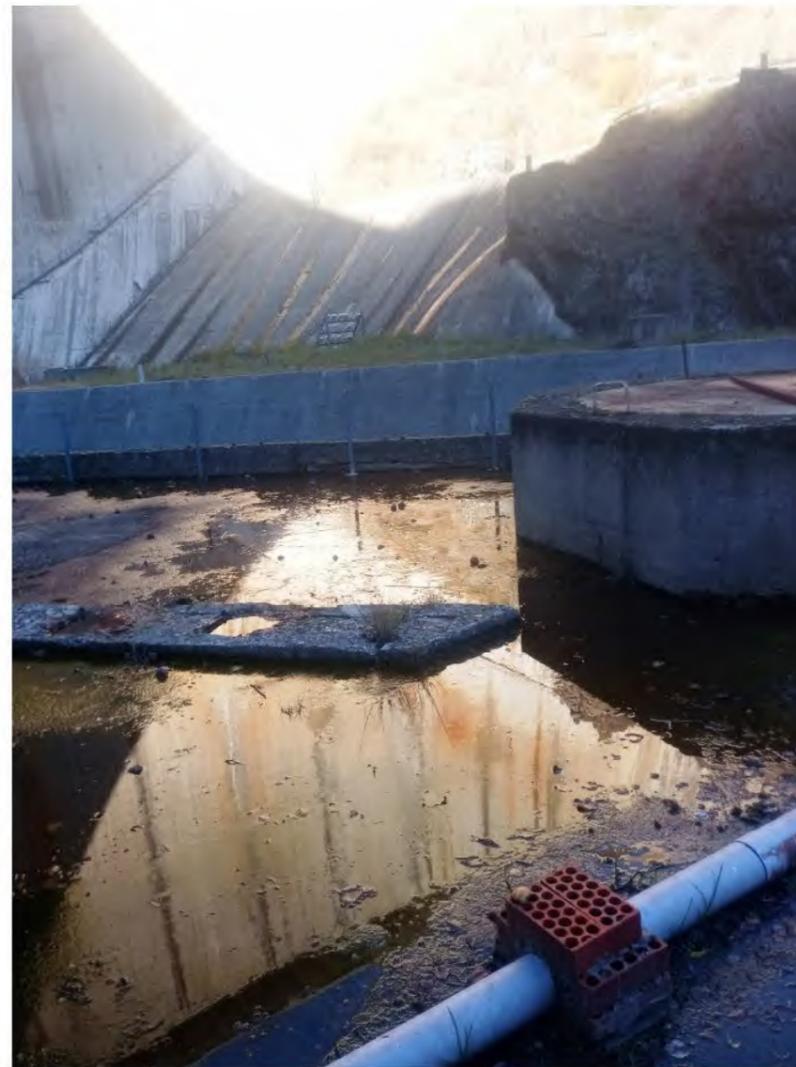
Vistas de la zona de ubicación de la minicentral eléctrica



Tubería de desagüe lateral



Pasillo para desviar y prolongar la tubería de desagüe lateral



Tres vistas de la plataforma donde acaba el pasillo de prolongación

En MADRID, Diciembre de 2.021

Canal
de Isabel II



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

ANEJO Nº4.- ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO



Índice

1	INTRODUCCIÓN	5
---	--------------------	---

1 INTRODUCCIÓN

Debido a que los principales trabajos del Proyecto se sitúan sobre la losa de hormigón existe al pie la presa de El Atazar, no se considera necesario la realización de ensayos ni la elaboración de un estudio geológico y geotécnico.



ANEJO Nº5.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS



Índice

1	INTRODUCCIÓN	5
2	CIRCUITO HIDRÁULICO	6
2.1	Descripción del circuito hidráulico	6
2.2	Bases de cálculo	9
	2.2.1 Pérdidas continuas.....	9
	2.2.2 Pérdidas localizadas.....	10
2.3	Cálculo de pérdidas	15
	2.3.1 Pérdidas continuas.....	15
	2.3.2 Pérdidas localizadas.....	16
	2.3.3 Curva de caudales vs pérdida de carga.....	16
2.4	Transitorios	17
2.5	Sumergencia.....	18
3	ESTUDIO DE PRODUCCIONES.....	19
	3.1.1 Registro de niveles.....	19
	3.1.2 Caudal de diseño.....	20
	3.1.3 Rendimientos.....	21
	3.1.4 Potencia	22
	3.1.5 Producción	22
4	DESVÍO CONDUCCIÓN ACTUAL CAUDAL ECOLÓGICO	26
4.1	Zona impacto de desagüe del desvío de la conducción actual	26

1 INTRODUCCIÓN

El presente anejo recoge los cálculos hidráulicos del circuito la minicentral Hidroeléctrica, el estudio de producciones asociado, así como el desvío de la conducción de actual del caudal ecológico.

Para ello, partiendo de la solución seleccionada en el estudio de alternativas se actualizan respecto al mismo los cálculos de las pérdidas de carga en el circuito hidráulico conforme a las longitudes y diámetros finalmente proyectados. Posteriormente, con los valores resultantes se realiza el cálculo de producciones tomando de referencia la colina de rendimientos facilitada por los fabricantes de turbina y los datos reales de altura de embalse del periodo 2000-2021.

Finalmente, el proyecto contempla el desvío de la conducción existente del caudal ecológico desde su posición actual, en la cual vierte al cuenco principal (situado inmediatamente aguas abajo de la presa y asociado al vertido de los desagües de fondo y el aliviadero), hasta el cuenco secundario, empleado para amortiguar el vertido de los desagües intermedios. Por lo tanto, el anejo recoge los cálculos hidráulicos asociados al desvío la tubería y la nueva ubicación de la descarga.

2 CIRCUITO HIDRÁULICO

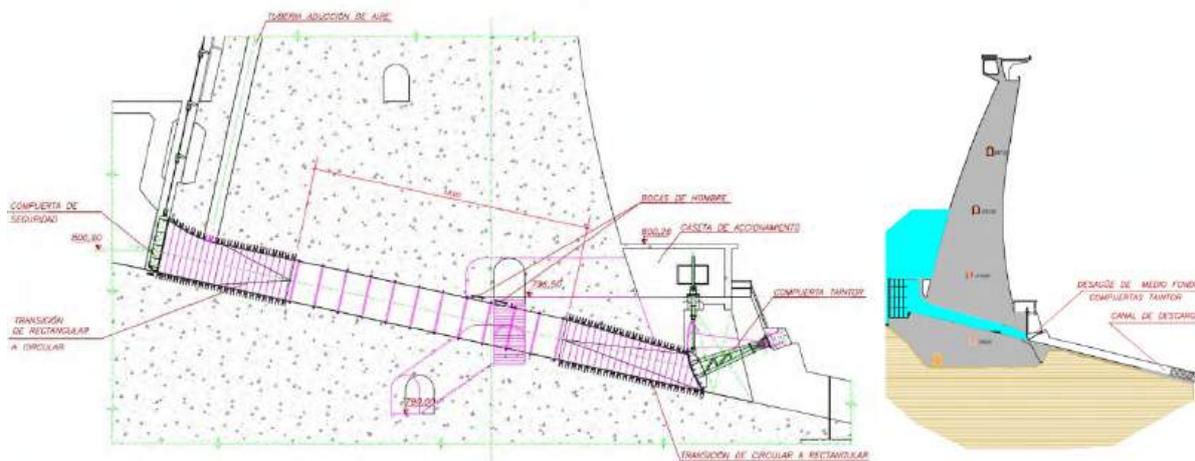
2.1 Descripción del circuito hidráulico

El circuito hidráulico completo de la minicentral está formado por un tramo de las conducciones de los desagües intermedios de la presa, la conducción existente de desagüe del caudal ecológico y el tramo de conducción forzada proyectado en el presente proyecto que unirá la derivación existente con la minicentral.

Los desagües intermedios o de medio fondo de la presa lo forman los siguientes tramos:

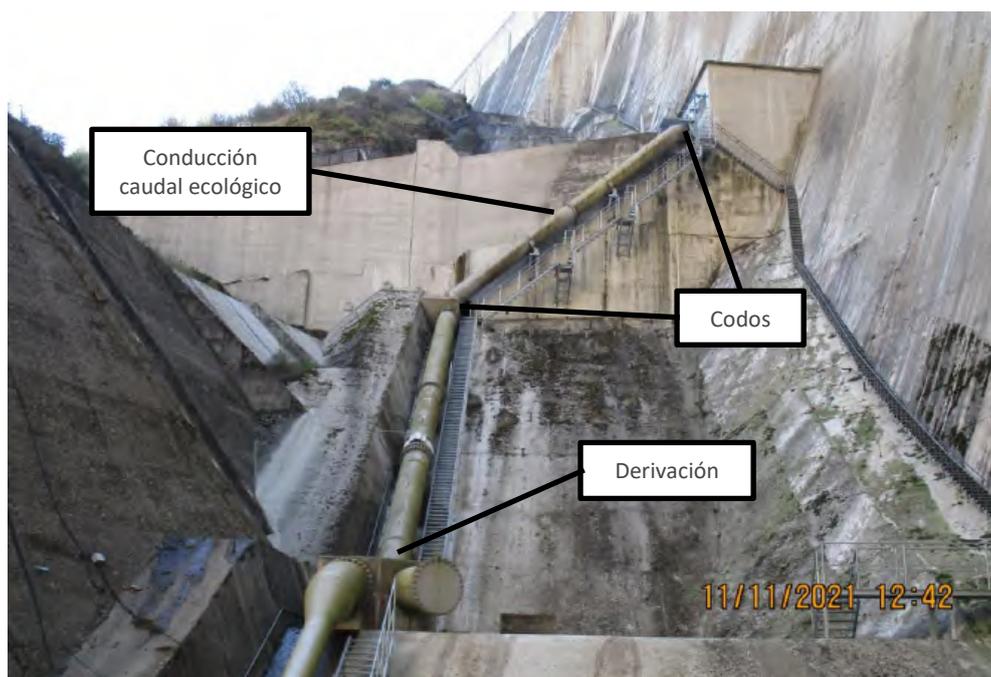
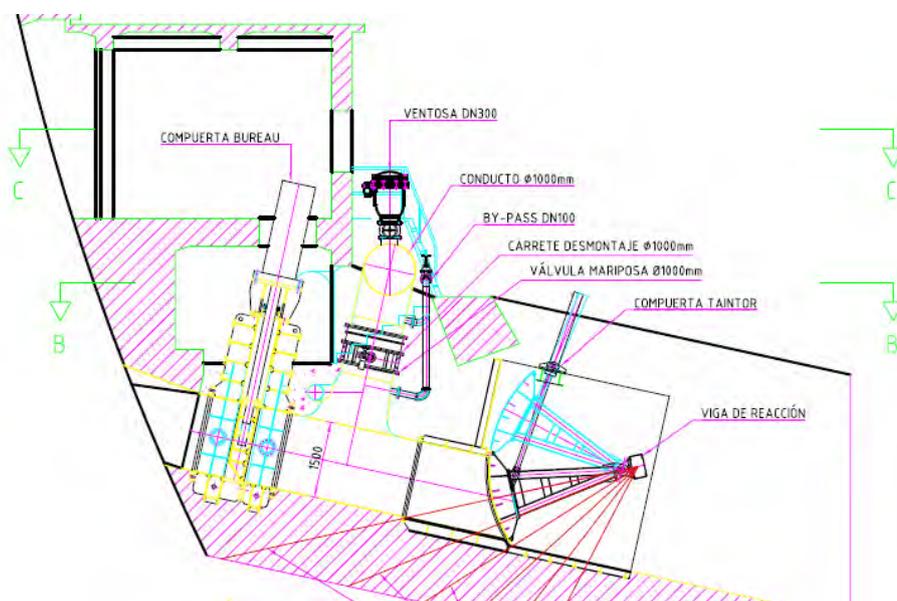
- Una entrada con forma abocinada tanto en perfil como en planta.
- Un tramo de sección rectangular
- Un tramo de sección rectangular a circular.
- Una galería de sección circular de 2,50 m de diámetro con curva en alzado
- Una transición de sección circular a rectangular
- Un canal de sección rectangular de 2,50 m de base, terminado en trampolín

De estos, el tramo que forma parte del circuito hidráulico de la minicentral será el comprendido desde la entrada hasta inmediatamente aguas arriba de la transición de circular a rectangular previa al canal de descarga, punto en el cual se conecta la conducción de desagüe del caudal ecológico. La siguiente imagen, obtenida del documento XYTZ de la presa, muestra el tramo inicial del circuito correspondiente a las conducciones de los desagües intermedios de la presa:

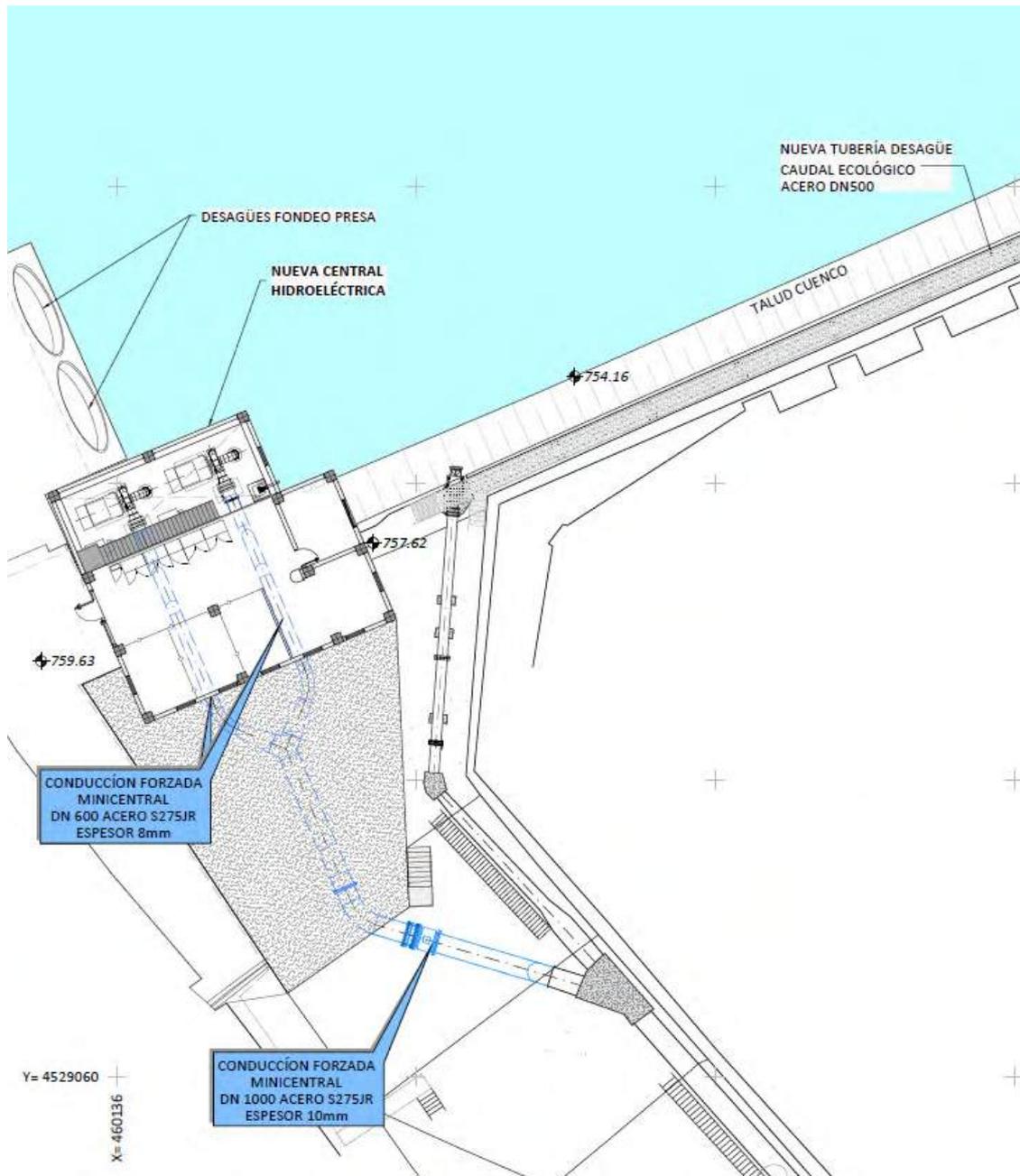


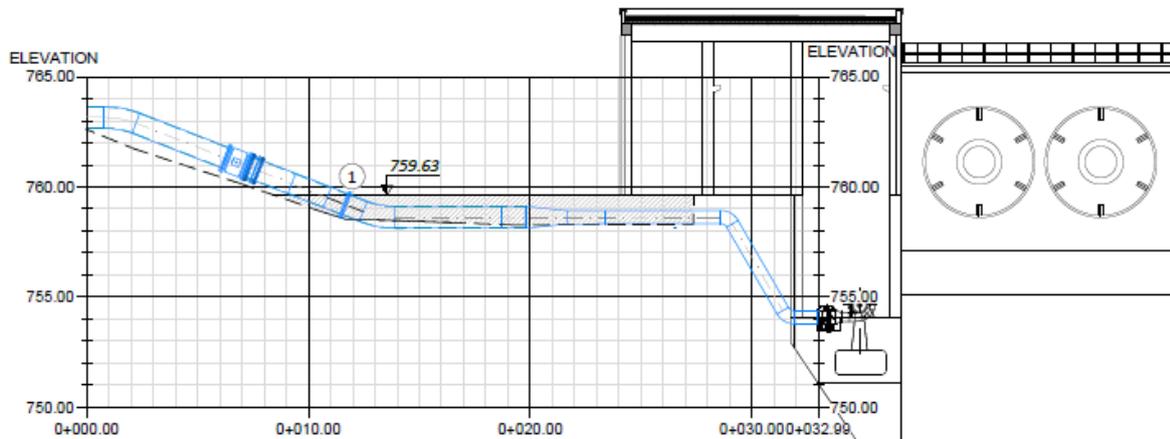
La ejecución de la reciente conducción de desagüe del caudal ecológico modificó el esquema anterior, retranqueando las compuertas Taintor aguas abajo de su posición e introduciendo unas nuevas compuertas tipo Bureau en su ubicación. Entre ambas compuertas se conecta la conducción del caudal ecológico de diámetro de 1000 mm, tras dos codos de 90º, discurre paralela al canal de descarga de los desagües durante un pequeño tramo, tras el cual existe otro codo de 90º y baja paralela al cuerpo de presa hasta una derivación en forma de pantalón que se dejó prevista para la conexión de la minicentral objeto del presente proyecto. En este tramo existe, además de las compuertas Taintor, una válvula de mariposa inmediatamente aguas abajo del punto de conexión.

Las siguientes imágenes muestran la conexión de la conducción de desagüe del caudal ecológico y su trazado aguas abajo:



Finalmente, el tramo de conducción forzada diseñado en este proyecto comienza en la derivación prevista en la conducción del caudal de medio fondo en un diámetro de 1000 mm. Posteriormente el trazado se alinea en planta con la minicentral mediante tres codos, posteriormente un distribuidor en forma de Y bifurca en dos conductos el circuito y reduce el diámetro a 600mm y un codo en planta por cada rama alinea las conducciones con cada una de las turbinas. Una vez bajo el edificio de la minicentral cada conducción contiene dos nuevos codos en alzado para bajar su cota hasta la cota del eje de las turbinas. Finalmente, previo a la entrada de cada turbina, se sitúa una válvula de mariposa que sirve de guarda de cada turbina en caso de parada repentina. Estas válvulas están integradas en suminsitro como parte de los equipos asociados a los grupos de generación pero sus pérdidas de carga no están incluidas dentro de los rendimientos de las turbinas.





Por lo tanto, en total el circuito hidráulico cuenta con los siguientes tramos de conducción:

- Desagüe de medio fondo existente, tramo inicial de transición rectangular a circular de 8 m de longitud y sección inicial de 2.50 x 2.50 m.
- Desagüe de medio fondo existente, tramo intermedio circular de 17 m de longitud y diámetro 2.50 m.
- Desagüe de medio fondo existente, tramo final de transición circular a rectangular de 10 m de longitud y sección final de 2.50 x 1.50 m.
- Conducción forzada formada por la conducción actual del caudal ecológico más el futuro tramo proyectado con una longitud total de 87 m y sección circular de 1.00 m de diámetro, hasta el nuevo distribuidor.
- Conducción forzada tramo proyectada bajo la central de 17 m cada rama y sección circular de 0.60 m.

2.2 Bases de cálculo

2.2.1 Pérdidas continuas

Para el cálculo de las pérdidas continuas, se emplea la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$J = \frac{\Delta H_c}{L} = \frac{f}{4 \cdot R_H} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Donde:

- J es la pérdida de carga continua por unidad de longitud, en m/m
- ΔH_c es la pérdida de carga continua

- L es la longitud de la tubería
- R_H es el radio hidráulico, igual al cociente entre la superficie y el perímetro mojado.
- v es la velocidad del agua en m/s
- g es la aceleración de la gravedad, en m/s^2 .
- f es el coeficiente de pérdida de carga por unidad de longitud (coeficiente de fricción), adimensional.

Para la determinación de este coeficiente de fricción se ha utilizado la expresión de Colebrook y White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{k_a}{3,71D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

2.2.2 Pérdidas localizadas

Para el cálculo de las pérdidas localizadas, de manera general se evaluarán siguiendo la siguiente fórmula:

$$\Delta h = K \frac{V^2}{2g}$$

Siendo:

- Δh = Pérdida de carga localizada (m)
- K = Coeficiente adimensional de pérdida de carga localizada, dependiendo de la singularidad considerada.

Para su definición se han seguido las recomendaciones recogidas en “Ingeniería de Presa. Obras de Toma, Descarga y Desviación”, de L.M. Suárez Villar. A continuación, se exponen los casos de pérdidas localizadas considerados.

Rejas

Se aplica la fórmula de Creager y Justin:

$$h_R = K_R \frac{V_n^2}{2g}$$

Siendo:

- K_R : Coeficiente de pérdidas en la rejilla, igual a :

$$K_R = 1.45 - 0.45 \frac{A_n}{A_t} - \left(\frac{A_n}{A_t} \right)^2$$

- Vn: Velocidad a través del área neta (libre) de la rejilla (m/s)
- An: Área neta (libre) que deja la rejilla, descontando del área total barrotes, hojas, palos, basura, etc (m²)
- At: Área total de la rejilla (m²)

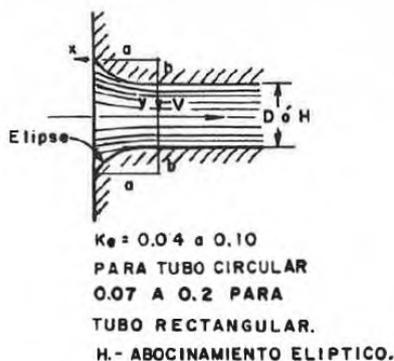
Ante la incertidumbre de las obstrucciones suele adoptarse un valor del 50% del área total, para el cual resulta una K_R de 0.975.

Entrada:

$$h_e = K_e \frac{V^2}{2g}$$

Siendo:

- V: Velocidad del flujo aguas abajo de la entrada (m/s)
- K_e: Coeficiente de pérdidas, según sea la entrada. Para este caso se ha tomado, asimilable a entrada con abocinamiento elíptico para tubo rectangular, cuyo valor está entre 0.07 y 0.2, seleccionando este último por dejar del lado de la seguridad.

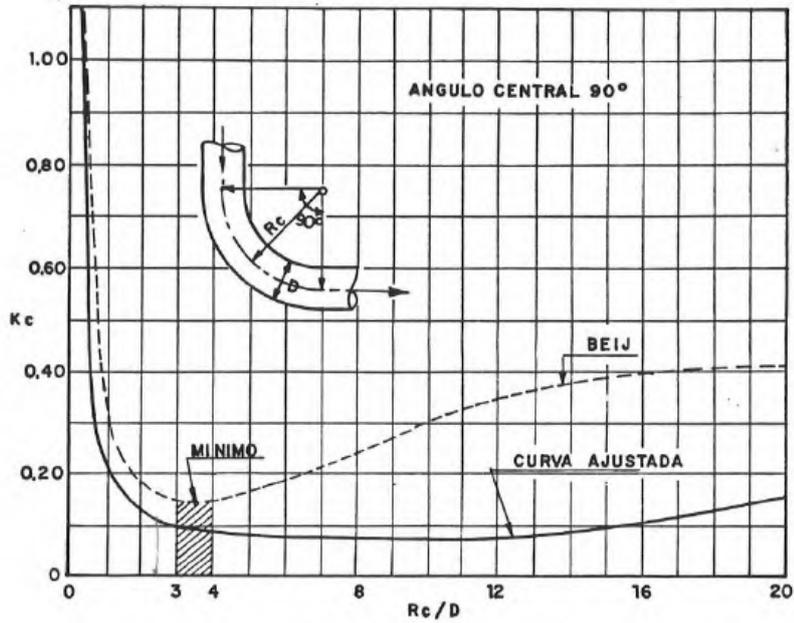


Curvas:

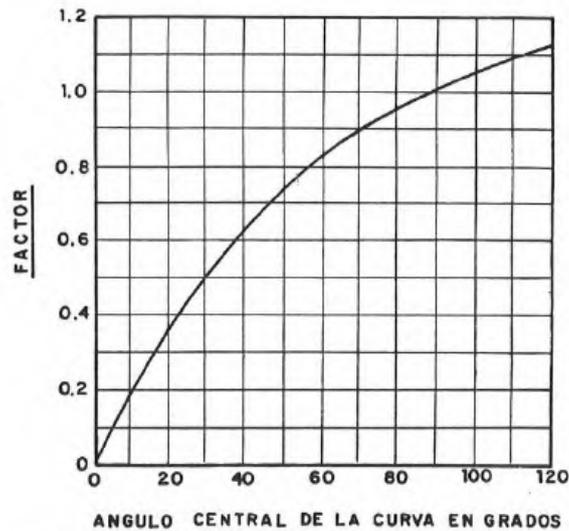
$$h_c = K_c \frac{V^2}{2g}$$

Siendo:

- V: Velocidad del flujo (m/s)
- K_c: Coeficiente de pérdidas, según las siguientes figuras:



A-- VALORES DE Kc PARA CURVAS CON ANGULOS CENTRALES DE 90°

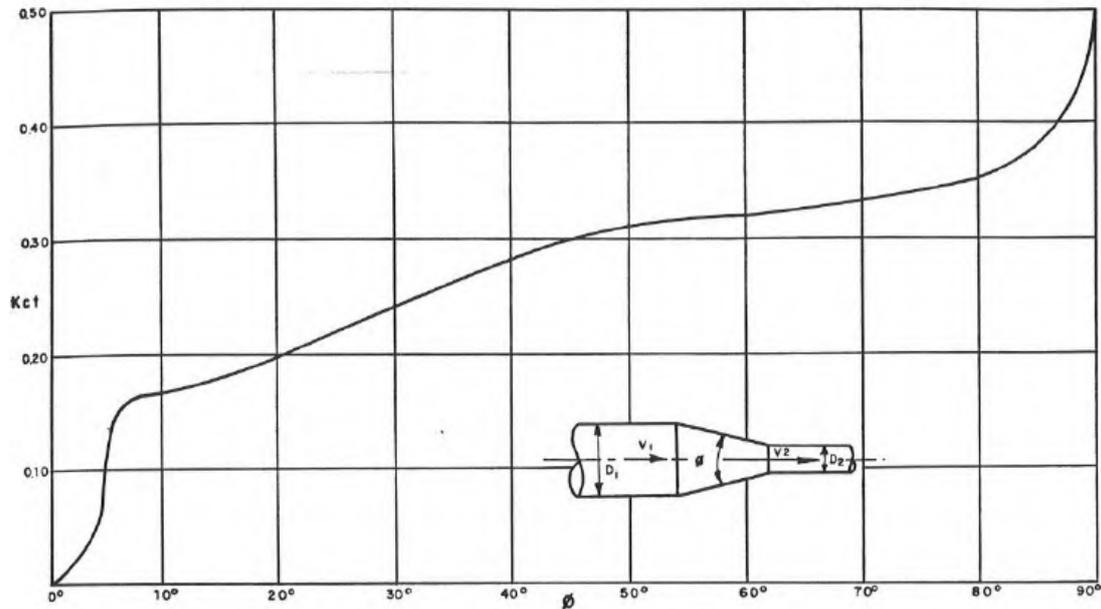


B-- FACTORES DE CORRECCION PARA DIFERENTES ANGULOS

Contracciones:

$$h_{ct} = K_{ct} \frac{V_2^2}{2g}$$

- V₂: Velocidad del flujo aguas abajo de la contracción (m/s)
- K_{ct}: Coeficiente de pérdidas, según valores de las siguientes figuras:



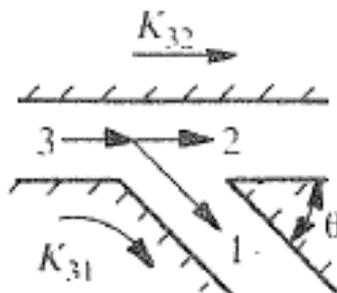
Derivaciones

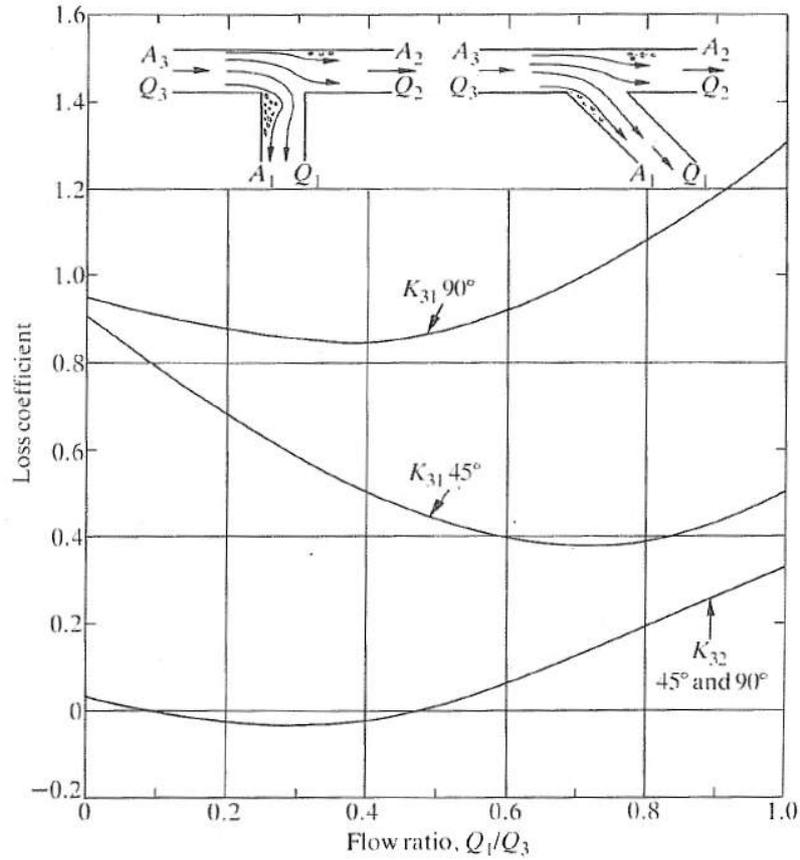
$$h_d = K_d \frac{V_3^2}{2g}$$

Donde:

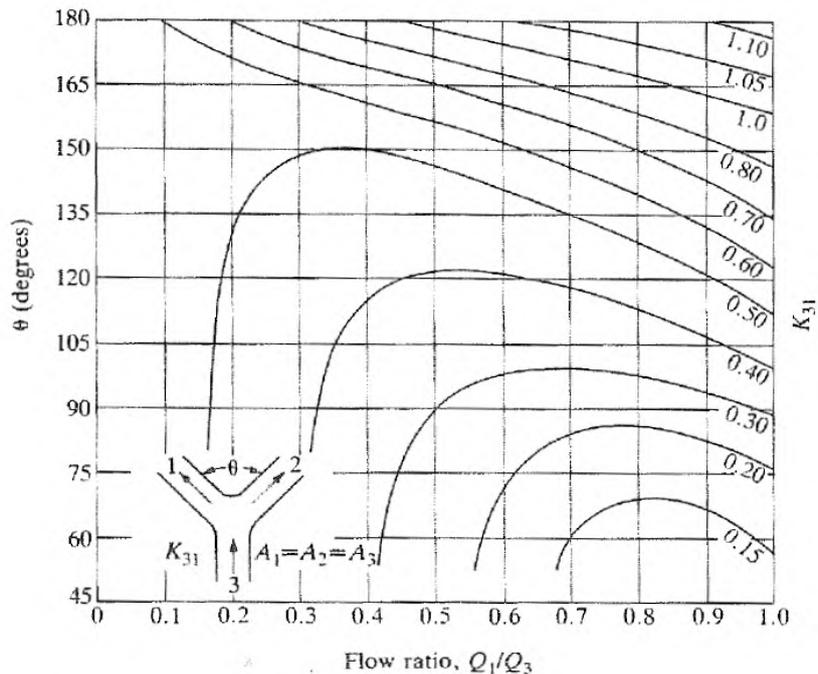
- V_3 : Velocidad en el conducto inmediatamente aguas arriba de la bifurcación (m/s)
- K_d : coeficiente de pérdidas asociado a cada situación.

Para la derivación existente es esquema es el siguiente y la pérdida se corresponde con la rama 1, por tanto $K_d=K_{31}$.





En el caso del nuevo distribuidor, se trata de una bifurcación simétrica donde $K_d=K_{31}=K_{32}$. Las pérdidas se obtienen del siguiente ábaco:



Válvulas y compuertas

$$h_v = \left(\frac{1}{C^2} - 1 \right) \frac{V_1^2}{2g}$$

Siendo:

- V1: Velocidad en el conducto inmediatamente aguas arriba de la válvula (m/s)
- C: coeficiente de descarga correspondiente al porcentaje de apertura de la válvula o compuerta. Variará según el elemento considerado. Para una compuerta deslizante (o ataguía) completamente abierta, este coeficiente se considera igual a 0.84. Para el caso de válvulas de mariposa, este coeficiente podrá variar entre 0.80 y 0.68, tomándose el valor más restrictivo.

2.3 Cálculo de pérdidas

Con las bases de cálculo anteriormente expuestas, se obtiene la curva que relaciona los caudales circulantes por el circuito hidráulico con las pérdidas de carga que generan estos caudales.

2.3.1 Pérdidas continuas

Para la evaluación de las pérdidas continuas, se divide el circuito hidráulico en los siguientes tramos:

- Desagüe de medio fondo existente, tramo de transición rectangular a circular de 8 m de longitud y sección inicial de 2.50 x 2.50 m.
- Desagüe de medio fondo existente, tramo circular de 17 m de longitud y diámetro 2.50 m.
- Desagüe de medio fondo existente, tramo transición circular a rectangular de 10 m de longitud y sección final de 2.50 x 1.50 m.
- Conducción forzada formada por la conducción actual del caudal ecológico más el futuro tramo proyectado con una longitud total de 91 m y sección circular de 1.00 m de diámetro
- Conducción forzada tramo proyectado bajo la central de 13 m y sección circular de 0.60 m.

Tramo	Longitud (m)	Forma / Dimensiones (m)	Rugosidad absoluta (mm)
Desagüe de medio fondo existente – tramo inicial	8	Rectangular/ 2.50x2.50m	0.1
Desagüe de medio fondo existente – tramo intermedio	17	Circular/ 2.50m	0.1
Desagüe de medio fondo existente – tramo final	10	Rectangular/ 2.50x1.50m	0.1

Conducción forzada tramo hasta bifurcación	86.73	Circular/ 1.00m	0.1
Conducción forzada desde bifurcador hasta cada turbina	17.00	Circular/ 0.60m	0.1

2.3.2 Pérdidas localizadas

Las pérdidas localizadas consideradas han sido las siguientes:

- Paso a través de las rejas previo a los desagües intermedios.
- Entrada al circuito hidráulico desagües intermedios.
- Válvula Bureau, situada aguas arriba de la bifurcación a la conducción de desagüe actual del caudal ecológico.
- Válvulas de mariposa, situadas inmediatamente aguas debajo de la bifurcación a la conducción de desagüe actual del caudal ecológico (DN 1000mm) desde los canales de desagüe intermedios y válvulas previas a cada turbina (DN 600).
- Curvas en el trazado, suman un total de 10 en todo el circuito.
- Derivación de la conducción de caudal ecológico a la tubería de entrada a la central y derivación mediante el distribuidor para bifurcar en cada conducto asociado a cada turbina.
- Contracciones del circuito existente y de entrada a la minicentral y al grupo. En total 3 contracciones en cada rama.
- Las pérdidas localizadas de los caudalímetros DN1000mm (uno existente sobre el tramo común y otro nuevo sobre el nuevo tramo de conducción forzada a la minicentral) se consideran despreciables al no haber disminución de diámetro.

2.3.3 Curva de caudales vs pérdida de carga

Los caudales a turbinar son los recogidos en el actual borrador del Plan Hidrológico de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Tago 2022-2027, facilitado por el Canal de Isabel II.

Periodo	enero-marzo	abril-junio	julio-septiembre	octubre-diciembre
Q (m ³ /s)	2.03	1.39	0.52	1.09

Para alcanzar a turbinar la totalidad del rango de caudales, tal y como se recogen en el estudio de alternativas, se opta por la implantación de dos turbinas. La entrada en funcionamiento de una o dos turbinas se selecciona conforme a la curva de rendimientos tomada como referencia y facilitada por los fabricantes, de modo que se asegure que se puede turbinar la totalidad del caudal en cada periodo

estacional y para cada altura de embalse. Se supone un funcionamiento equilibrado de cada turbina dividiendo en partes iguales el caudal total cuando sea necesario el funcionamiento de cada turbina.

En base a las pérdidas anteriores, y en función de los caudales circulantes se obtienen los siguientes valores de pérdidas de carga en función del caudal turbinado:

Q total	Nº Turbinas	Q turbina (m ³ /s)	Δh (m)
0.52	1	0.520	0.516
1.09	1	1.090	2.247
1.39	2	0.695	3.015
2.03	2	1.015	6.418

En las estimaciones de producción, al salto bruto disponible (función del nivel de embalse), habrá que restarle las pérdidas de carga, en función del caudal turbinado, para obtener la altura neta del salto.

Como se observa, para el caudal máximo previsto, del periodo Ene-Mar, las pérdidas de carga en el circuito serían de 6,42 m

2.4 Transitorios

Se calculan las sobrepresiones producidas por un posible cierre de la válvula de guarda de la turbina o la parada de la propia turbina o de la conducción del caudal ecológico.

La celeridad (velocidad de propagación de la onda) se puede calcular con la siguiente expresión:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K_c \frac{D_m}{e}}}$$

$$K_c = \frac{10^{10}}{E}$$

Siendo:

- a: celeridad (m/s)
- D_m: diámetro medio de la tubería (mm)
- e: espesor de la tubería (mm)
- E: módulo de elasticidad del material de la tubería (kg/m²)

Si se considera que el material de la conducción es acero, y se asume que el diámetro interior es constante e igual al menor de cada conducción (con lo que nos situamos con esta hipótesis del lado de la seguridad), tendríamos 600 mm para el circuito de la minicentral y 500 mm para la conducción de desagüe del caudal ecológico. Los espesores son de 10 mm para la conducción forzada de la minicentral

y 8mm para la conducción del caudal ecológico. Con estos datos se obtiene una celeridad de 1.156 m/s en ambas conducciones. Considerando una longitud de la conducción de 139 m, y un tiempo de cierre de la válvula de guarda estimado de 10 s para la conducción forzada de la minicentral y una longitud de 226 m y un tiempo mínimo de cierre de la válvula de desagüe del caudal ecológico de 20 s , se aplica la formulación de Michaud (conducción corta):

$$\Delta P = \pm \frac{2Lv}{gT}$$

Siendo:

- ΔP : sobrepresión debida al golpe de ariete (m)
- L: longitud de la tubería (m)
- v: velocidad de circulación del agua (m/s)
- T: tiempo efectivo de cierre (s)
- g: aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

Teniendo en cuenta el caudal máximo circulante de 2.03 l/s y los datos anteriores, se obtiene una sobrepresión máxima de 20.35 m.c.a para el circuito de la minicentral y 23.82 m.c.a para la conducción del caudal ecológico, por lo que no se consideran necesarios elementos complementarios que disminuyan los efectos de los transitorios en la conducción.

2.5 Sumergencia

La sumergencia o altura de aspiración de una turbina Francis es la diferencia de cota entre el eje del rodete y el nivel mínimo del agua en la descarga. Esta altura tiene signo negativo cuando el nivel mínimo en la descarga está por encima del rodete y positivo en el caso contrario, como es el caso del presente proyecto.

En las turbinas de reacción existe un valor máximo de sumergencia a partir del cual se producen problemas de cavitación. Este valor de sumergencia máximo condiciona la cota de solera de la sala de máquinas. El presente documento se ha elaborado en base un valor de sumergencia máximo permitido de 1,0 m, facilitado por los fabricantes de los equipos que han servido de referencia para la redacción del proyecto. Tomando de referencia este valor, se coloca el eje del rodete a la cota 754,63 (el nivel mínimo del agua en la restitución está a la cota 753,63, siendo está la cota del vertedero del cuenco una vez corregida conforme al levantamiento topográfico realizado para el presente proyecto), lo que determina como se ha comentado la cota de solera en la sala de máquinas (754,07 m).

Evidentemente, el valor de la sumergencia deberá ser replanteado en fase de obra según el requerimiento específico de la turbina finalmente instalada.

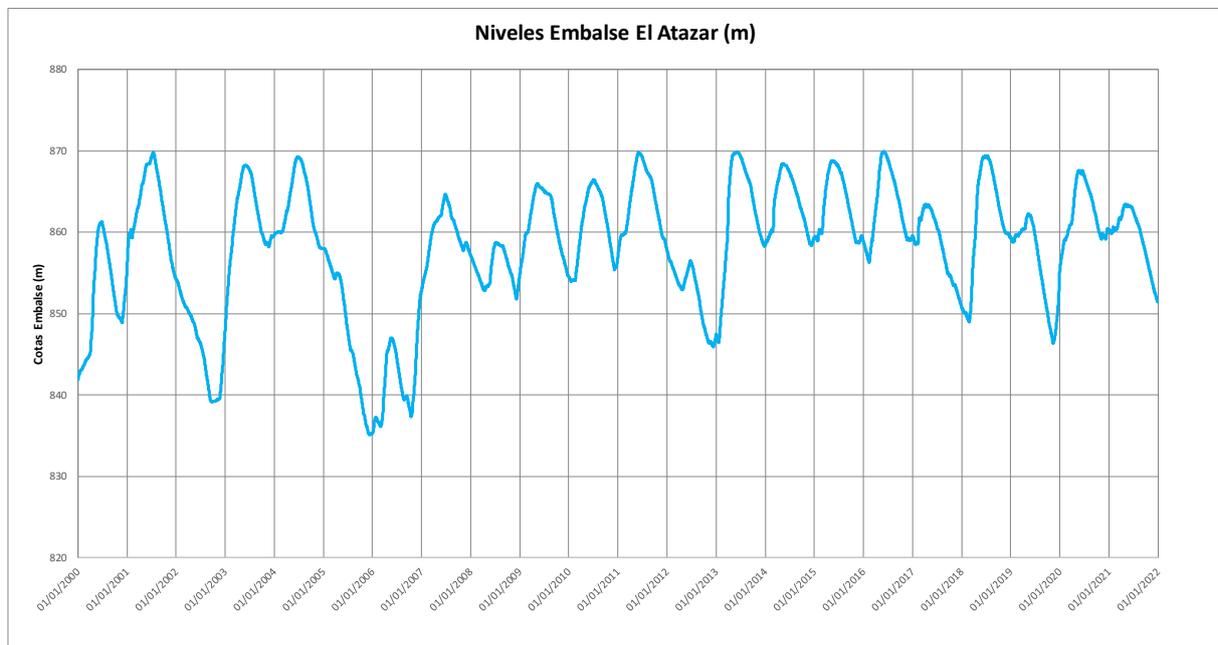
3 ESTUDIO DE PRODUCCIONES

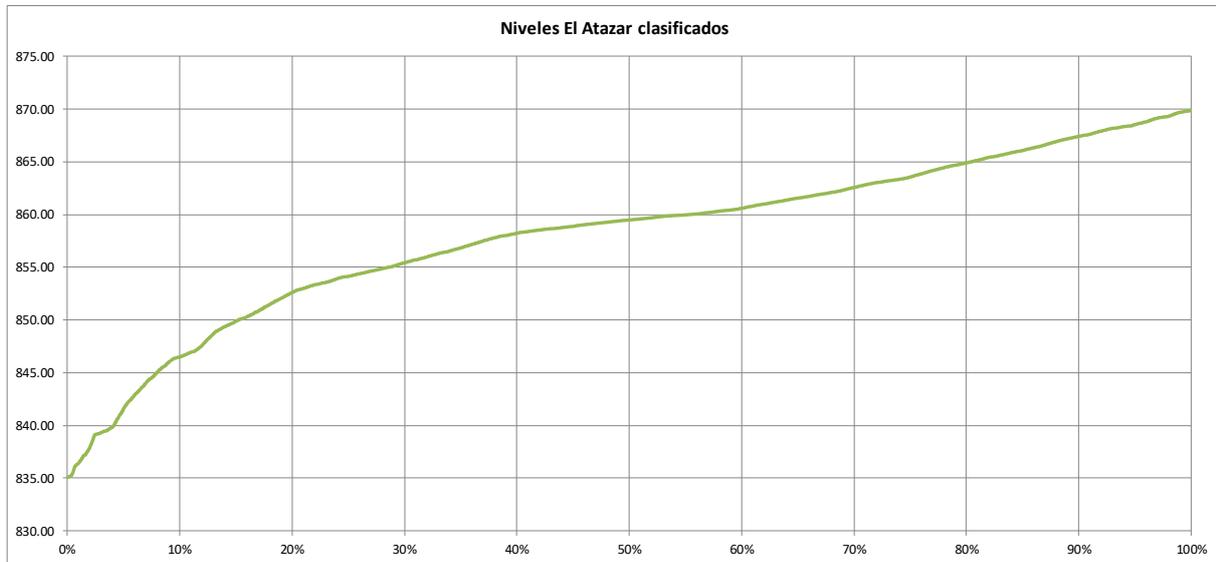
Para la realización del estudio de producciones se ha contado con los siguientes datos:

3.1.1 Registro de niveles

Se cuenta con el registro de los niveles diarios en el embalse del Atazar desde el 1 de enero de 2000 hasta la actualidad. Se toma como periodo de cálculo los últimos 22 años completos, desde el año 2000 al 2021 ambos inclusive.

En este periodo las cotas han variado desde un mínimo de 835.09 m y un máximo 869.89 m. La siguiente imagen muestra la variación de niveles en el embalse:





3.1.2 Caudal de diseño

Corresponde al caudal de diseño medio estacional fijado en el actual borrador del Plan Hidrológico de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo 2022-2027, facilitado por el Canal de Isabel II.

Periodo	enero-marzo	abril-junio	julio-septiembre	octubre-diciembre
Q (m ³ /s)	2.03	1.39	0.52	1.09

Para alcanzar a turbinar la totalidad del rango de caudales se emplean dos turbinas. La entrada en funcionamiento de una o dos turbinas se selecciona conforme a la curva de rendimientos tomada como referencia y facilitada por los fabricantes, de modo que se asegure que se puede turbinar la totalidad del caudal en cada periodo estacional y para cada altura de embalse. Se supone un funcionamiento equilibrado de cada turbina dividiendo en partes iguales el caudal total cuando sea necesario el funcionamiento de cada turbina.

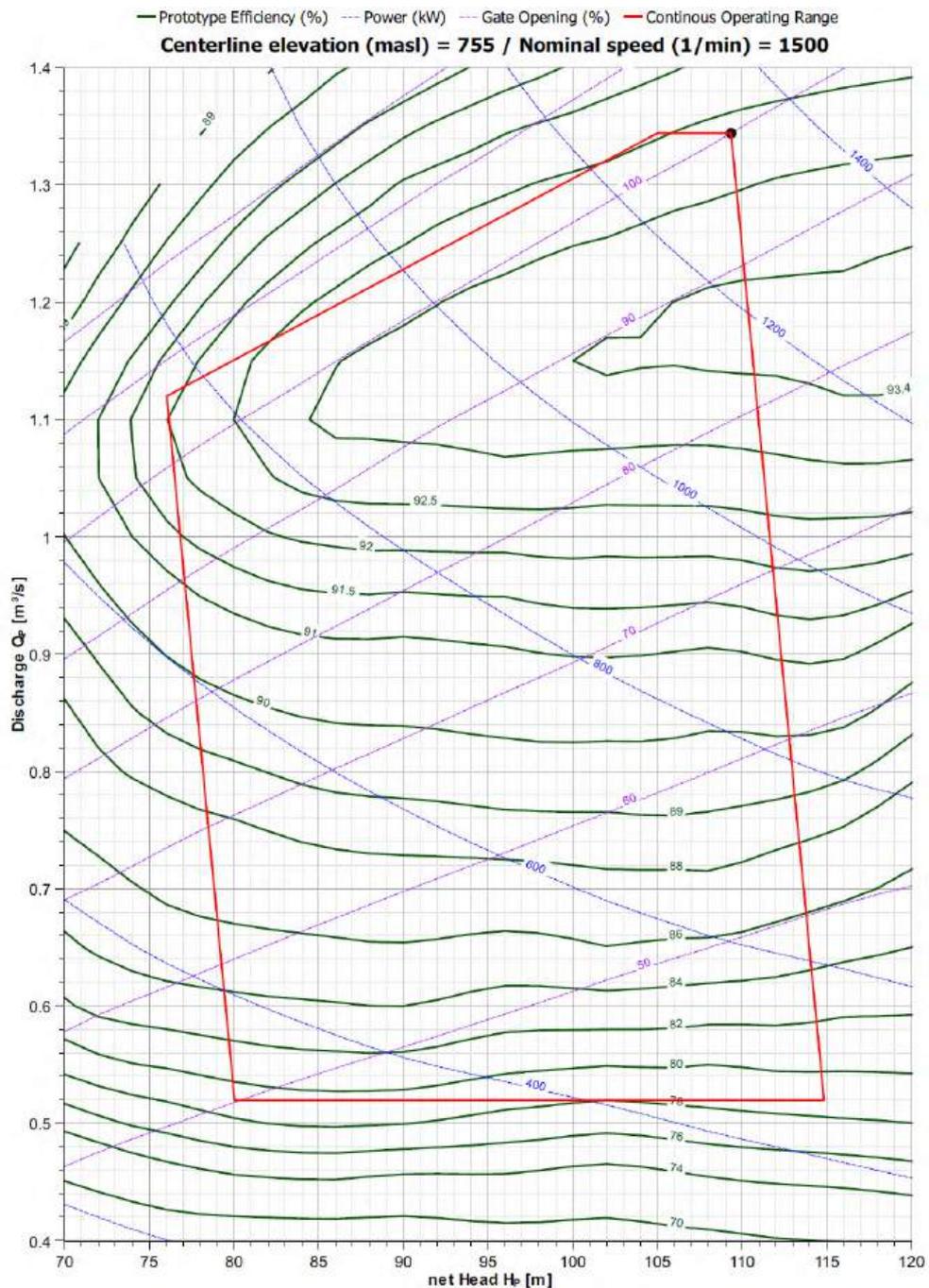
En base a las pérdidas anteriores, y en función de los caudales circulantes se obtienen los siguientes valores de pérdidas de carga en función del caudal turbinado:

Periodo	Q total	Nº Turbinas	Q turbina (m ³ /s)
enero-marzo	2.03	2	1.015
abril-junio	1.39	2	0.695
julio-septiembre	0.52	1	0.520
octubre-diciembre	1.09	1	1.090

3.1.3 Rendimientos

Para estimar las producciones de la central, es necesario conocer el rendimiento del equipo para calcular la potencia para cada condición de turbinación. Para estimar los rendimientos de la turbina, se han considerado gráficas de fabricantes reconocidos, que han ofertado las máquinas que mejor se adaptan a las condiciones de caudal y salto del presente aprovechamiento.

A continuación, se presenta la gráfica de uno de estos fabricantes que ha servido como base de partida para obtener los rendimientos de la turbina (en este caso, una Francis de eje horizontal girando a 1.500 rpm). El rendimiento del generador se ha considerado constante e igual a 0,96.



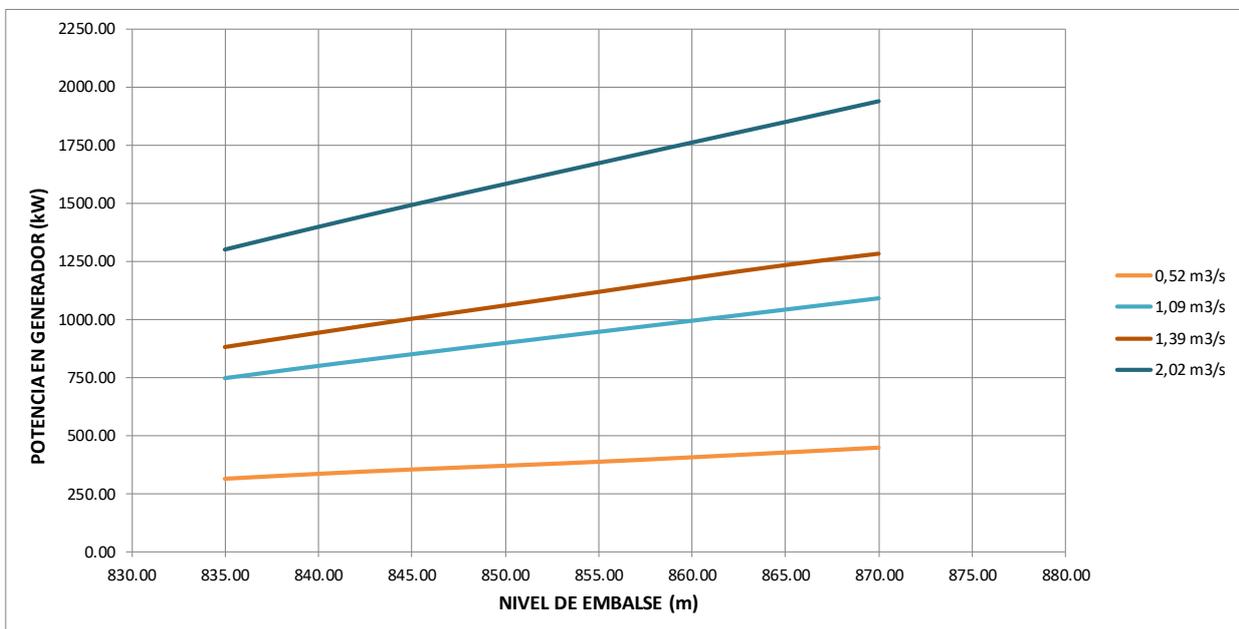
3.1.4 Potencia

Para el cálculo de la potencia en cada momento de producción, se hace uso de la expresión habitual siguiente:

$$P = 9.8 \cdot \eta \cdot Q \cdot H$$

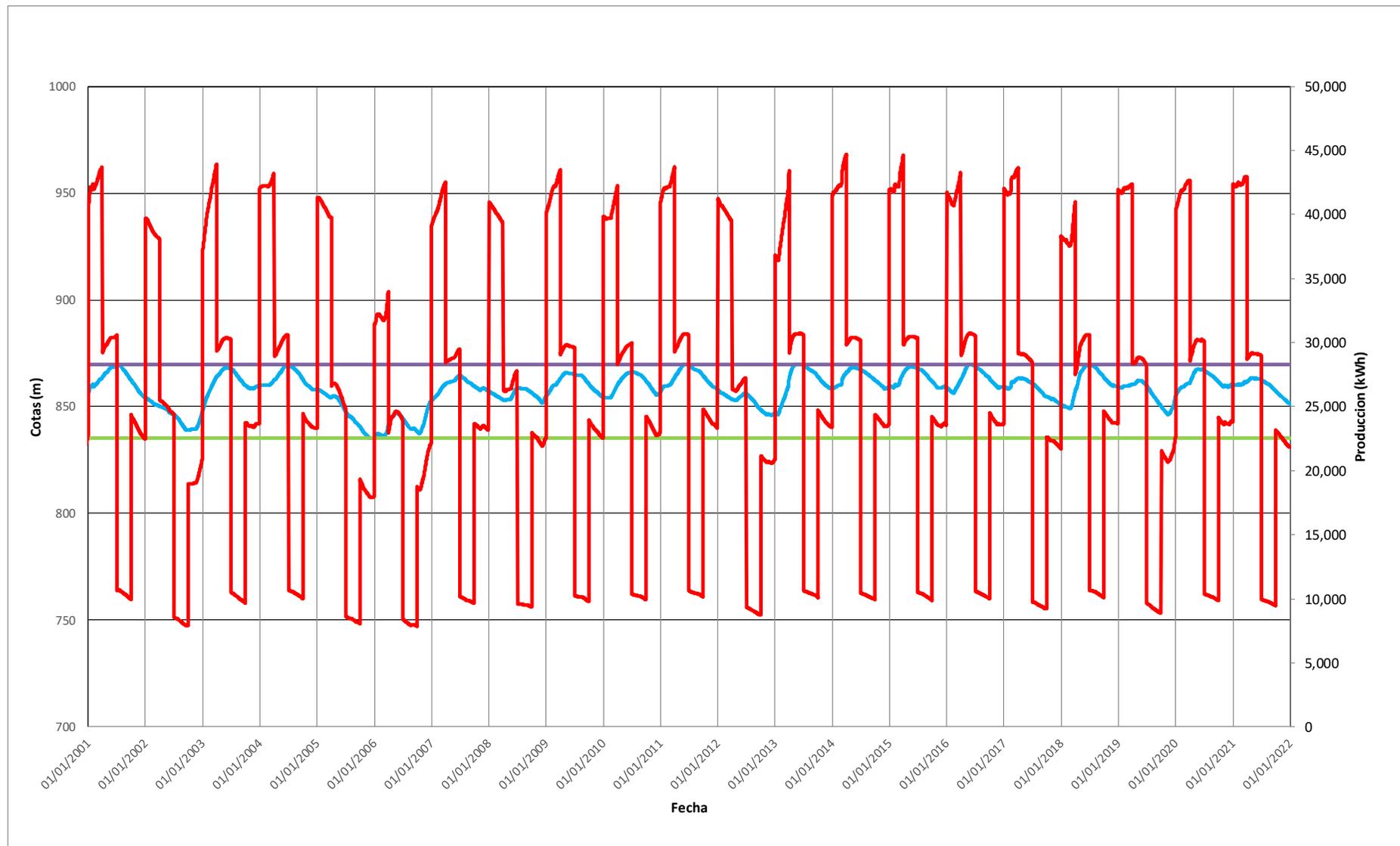
Siendo H la altura neta, que se obtiene de restar al salto bruto disponible en un determinado momento la pérdida de carga producida por el caudal que se esté turbinando en ese mismo momento.

Con todas estas premisas, se puede estimar para caudal y nivel de embalse la potencia producida en el generador. Para varios caudales fijos, estas potencias se muestran en la siguiente gráfica.



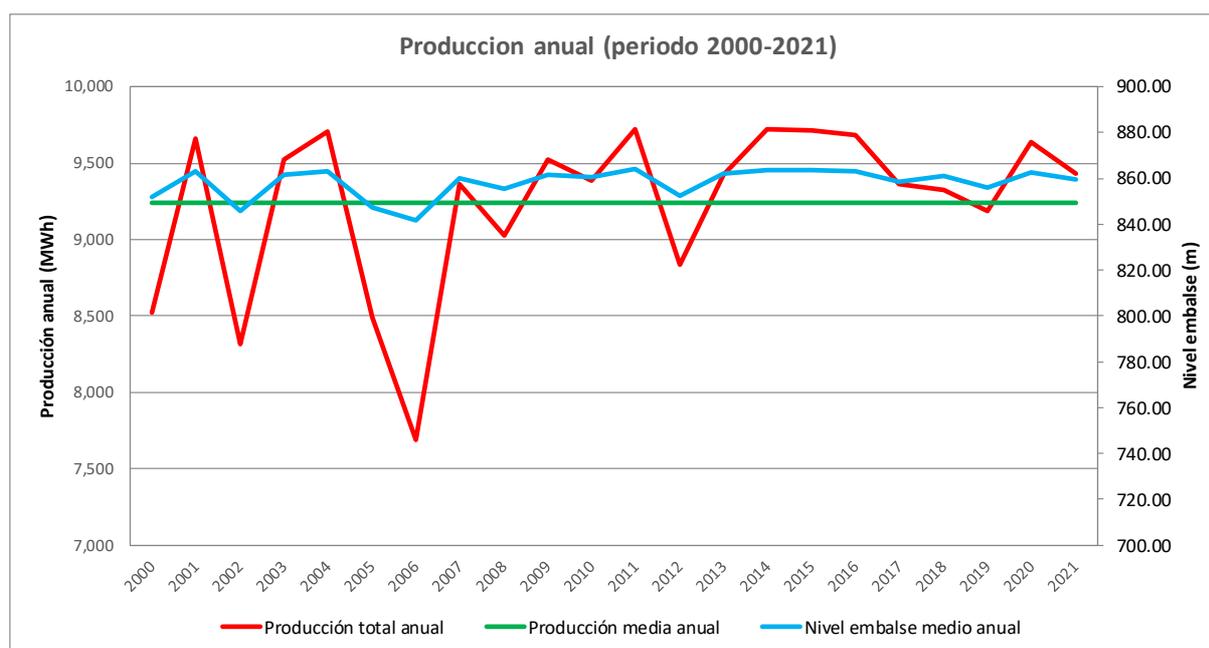
3.1.5 Producción

Multiplicando la potencia obtenida en el generador por el periodo de tiempo correspondiente, se obtiene la producción para el período de estudio. En la siguiente gráfica se muestra la simulación diaria completa realizada con el registro de niveles facilitados, y con las hipótesis comentadas en los apartados anteriores.



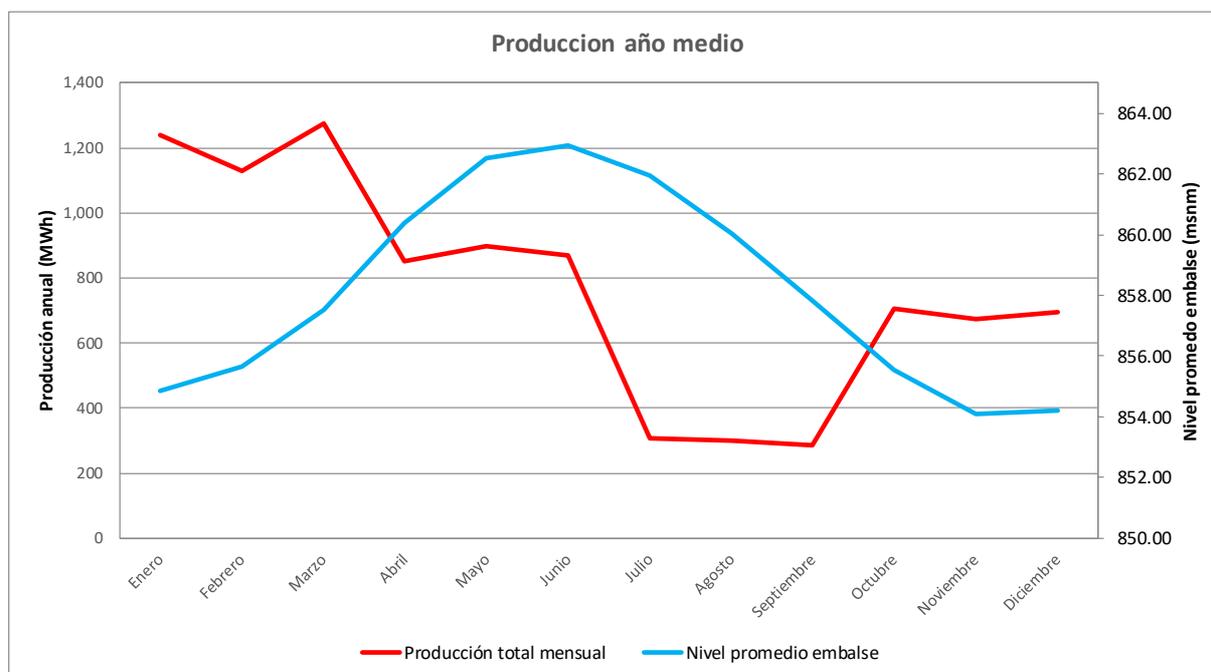
La producción anual en el periodo de simulación varía entre los 7.690 y 9.720 MWh, con un promedio de 9.240 MWh.

Año	Nivel medio embalse (msnm)	Producción anual (MWh)
2000	851.76	8,524.71
2001	863.11	9,658.32
2002	846.00	8,313.76
2003	861.80	9,522.27
2004	863.26	9,709.07
2005	847.42	8,494.28
2006	841.86	7,686.33
2007	859.87	9,365.64
2008	855.51	9,028.71
2009	861.35	9,521.26
2010	860.65	9,381.74
2011	863.99	9,720.06
2012	852.35	8,838.90
2013	862.16	9,425.06
2014	863.48	9,721.20
2015	863.47	9,713.94
2016	863.23	9,681.33
2017	858.42	9,366.15
2018	861.24	9,321.44
2019	856.08	9,185.70
2020	862.39	9,640.94
2021	859.50	9,428.15
PROMEDIO ANUAL		9,238.59



Adicionalmente, tomando como referencia los niveles de embalse del periodo 2000-2021 se obtiene la altura promedio mensual con la cual se calcula la producción de un año medio. De este modo, debido a la variación estacional de caudales, el mes con menor producción sería septiembre con menos de 300 MWh y el mes de mayor producción marzo con caso 1.300 MWh. La producción total anual del año medio es de unos 9.230 MWh.

Mes	Qtotal (m³/s)	Nº Turb	Q turbina	Rto.	Nivel Emb (m)	Hbruta (m)	AH (m)	Hneta (m)	Prod (MWh)
Enero	2.03	2	1.0150	0.9237	854.86	100.86	6.42	94.44	1,240.77
Febrero	2.03	2	1.0150	0.9237	855.66	101.66	6.42	95.24	1,130.19
Marzo	2.03	2	1.0150	0.9238	857.50	103.50	6.42	97.09	1,275.67
Abril	1.39	2	0.6950	0.8727	860.37	106.37	3.01	103.36	850.14
Mayo	1.39	2	0.6950	0.8728	862.51	108.51	3.01	105.49	896.74
Junio	1.39	2	0.6950	0.8726	862.94	108.94	3.01	105.92	871.17
Julio	0.52	1	0.5200	0.7835	861.94	107.94	0.52	107.43	306.65
Agosto	0.52	1	0.5200	0.7823	860.03	106.03	0.52	105.52	300.76
Septiembre	0.52	1	0.5200	0.7820	857.82	103.82	0.52	103.31	284.84
Octubre	1.09	1	1.0900	0.9311	855.53	101.53	2.25	99.28	705.97
Noviembre	1.09	1	1.0900	0.9312	854.08	100.08	2.25	97.83	673.35
Diciembre	1.09	1	1.0900	0.9312	854.20	100.20	2.25	97.95	696.62
TOTAL									9.232,88



4 DESVÍO CONDUCCIÓN ACTUAL CAUDAL ECOLÓGICO

Para llevar a cabo las obras de la minicentral hidroeléctrica es necesario dejar seco el primer cuenco amortiguador aguas abajo de la presa, lo que a su vez requiere desviar el vertido actual del caudal ecológico fuera de este cuenco. Para ello, se diseña la prolongación de la tubería actual de acero de diámetro 500 mm por el pasillo existente en la margen derecha hasta aguas abajo del vertedero del cuenco principal, de modo que el nuevo punto de impacto se produzca sobre el segundo cuenco.

El criterio fijado por el personal de operaciones del Canal de Isabel II es no afectar en ningún caso a la ladera izquierda del cuenco y en la medida de lo posible tratar de apuntar el chorro el punto de impacto de los desagües intermedios, situado aproximadamente en el centro geométrico del segundo cuenco.

La actuación supone la construcción de aproximadamente 100 metros de nueva conducción de acero y la inclusión de 3 nuevos codos. La actual válvula de regulación final, tipo Howell Bunger de DN 500 mm, será reutilizada montándola sobre la nueva ubicación al final del desvío.

Cabe destacar que la conducción actual de caudal ecológico, una vez en funcionamiento la minicentral, quedará como respaldo para el vertido del caudal ecológico durante las paradas de la turbina que fueran necesarias para llevar a cabo labores de mantenimiento o reparación. De este modo, si en el futuro se requiere del vaciado del cuenco principal para estas u otras labores, el vertido del caudal ecológico no sería un condicionante.

4.1 Zona impacto de desagüe del desvío de la conducción actual

Se calcula por tanto la zona de impacto del desagüe del caudal ecológico cuando este se produzca mediante el desvío de la conducción actual. Para ello se emplea las recomendaciones de la Guía Técnica Nº5 de CNEGP: Aliviaderos y Desagües.

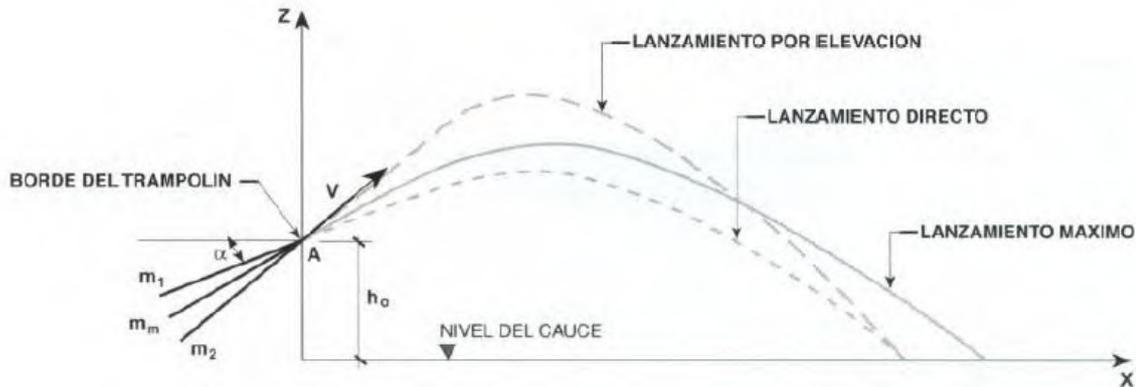
Según la Guía el lanzamiento de una válvula a la atmosfera es similar en sus leyes y efecto al de un trampolín de modo que se emplea la formulación para trampolines de lanzamiento propuesto en este mismo documento y a través de la cual se puede obtener la longitud de lanzamiento en función de la pendiente de salida y la altura inicial de lanzamiento.

La ecuación de la parábola de lanzamiento es:

$$z = h_0 + x \tan \alpha - \frac{g}{2v^2 \cos^2 \alpha} x^2$$

Donde:

- α es el ángulo de lanzamiento
- v la velocidad de salida del chorro
- h_0 la altura del borde del chorro sobre el agua
- g la aceleración de la gravedad



Para una pendiente $m = \tan \alpha$, el punto de impacto se encontrará a una distancia D para una $z=0$:

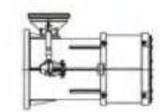
$$(1 - m^2)D^2 - \frac{2v^2}{g}mD - \frac{2v^2h}{g} = 0$$

Considerando que la altura del chorro en la nueva ubicación de la válvula de chorro hueco se encontrará aproximadamente 6.40 m por encima del nivel de la lámina de agua del segundo cuenco amortiguador que la velocidad máxima de salida, según la consulta realizada al fabricante de la válvula, es de 25 m/s, y que el ángulo de salida sea horizontal (como en la actualidad), el punto de impacto se producirá aproximadamente a 28.5 m del punto de salida. Esta distancia es muy similar a punto de impacto en la ubicación actual, tan solo ligeramente superior porque la altura al colchón de agua aumenta ligeramente, y queda suficientemente alejada de la ladera izquierda.

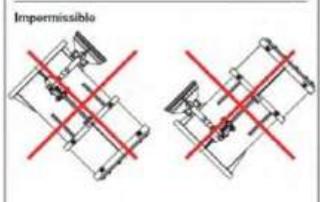
Si se quisiera alcanzar el punto de impacto de los desagües intermedios (el centro geométrico se sitúa aproximadamente a unos 80 metros) sería necesario darle una inclinación de salida a la válvula. El punto de lanzamiento máximo para la altura inicial viene determinado por un ángulo $42,40^\circ$ para el cual se conseguiría una distancia al punto de impacto de 70 metros, de modo que no se alcanzaría la zona de impacto de los desagües intermedios.

Adicionalmente, la información técnica de la válvula recoge que la instalación debe ser horizontal.

Permissible
Horizontal installation position



Impermissible



tutions.

4.3 Installation position

The VAG KSSplus Howell-Bunger® Discharge Valves must be installed in a horizontal position. Any other installation position is not permissible (see picture 4).

4.4 Assembly instructions and fittings

Check the valve for possible damage that it may have suffered during transport and storage. Protect the valve against dirt caused on the construction site by adequate covering until installation. Prior to installation, all components essential for proper function, such as the welded-on slide rails on the body shell, the guiding fins and the seal ring with rubber seal must be thoroughly cleaned to remove any dirt. The cylindrical sleeve must also be thoroughly cleaned to remove all dirt particles. VAG does not assume any liability for consequential damage caused by dirt, shot-blasting gravel residues etc.

The moving parts should be checked for proper operation prior to installation.

Should the valves be repainted later on, it must be ensured that no paint is applied to the moving parts. The identification plates must not be painted over either. If the equipment is sandblasted for cleaning prior to installation, these parts must be adequately covered. If solvents are used for cleaning, it must be ensured that the solvents do not destroy the seats of the pipeline or the valve.

For the assembly of the VAG KSSplus Howell-Bunger® Discharge Valve it must be ensured that proper load suspension devices as well as means of transport and lifting devices are available.

The valve must only be suspended via its body. Any other ways of suspension may cause damage.

De la consulta realizada al fabricante se obtiene que efectivamente la recomendación es instalarla en horizontal si bien podría llegarse a ejecutar con una ligera inclinación de máximo 15-20º. Con esta inclinación la distancia de lanzamiento serían unos 54 metros y su ejecución supondría la necesidad de incluir un nuevo codo vertical en la conducción y el consiguiente dado de anclaje para contrarrestar los empujes generados en el codo. De modo que, al no poder alcanzar el punto de impacto de los desagües intermedios, encarecer la ejecución y las dudas existentes a cerca de las recomendaciones de instalación, se descarta la opción de inclinar el lanzamiento.

Por lo tanto, se opta por diseñar un lanzamiento horizontal similar al actual, dirigido hacia la zona de impacto de los desagües intermedios, con el que se tendrá una distancia aproximada de lanzamiento de 28.5 m y se asegurará que no se verá afectada la ladera izquierda.

La siguiente imagen representa el punto aproximado de impacto tomando de referencia la pluma del impacto en la ubicación actual.



Canal
de Isabel II



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

ANEJO Nº 6.- CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Índice

1	INTRODUCCIÓN	5
2	INSTRUCCIONES Y NORMAS DE APLICACIÓN	7
3	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	8
3.1	Hormigones	8
3.2	Acero en armaduras	8
3.3	Vida útil	8
3.4	Tipo de ambiente	8
3.5	Cementos	8
4	COEFICIENTES DE SEGURIDAD	9
4.1	Coeficientes de seguridad parciales para los materiales	9
4.1.1	Hormigón armado	9
4.1.2	Acero estructural	9
4.2	Coeficientes de seguridad parciales para las acciones	10
4.2.1	Estado Límite Último	10
4.2.2	Estado Límite de Servicio	10
4.3	Coeficientes de simultaneidad	11
5	ACCIONES CONSIDERADAS	12
5.1	Cargas permanentes	12
5.1.1	Peso propio	12
5.1.2	Cargas muertas	12
5.2	Cargas permanentes de valor no constante	12
5.2.1	Empuje hidrostático del agua	12
5.3	Cargas variables	12
5.3.1	Sobrecargas de uso	12
5.3.2	Viento	13
5.3.3	Nieve	14
5.4	Cargas accidentales	14
5.4.1	Sismo	14
6	RESISTENCIA AL FUEGO	15
7	COMBINACIONES DE ACCIONES	18
7.1	Estado Límite Último	18
7.2	Estado Límite de Servicio	19

8	CUANTIAS MÍNIMAS Y MÁXIMAS	20
8.1	Vigas y losas macizas	20
8.1.1	Armadura longitudinal	20
8.1.2	Armadura de cortante	20
8.2	Pilares	21
8.2.1	Armadura longitudinal	21
8.3	Muros	21
8.3.1	Armadura vertical	21
8.3.2	Armadura horizontal	22
9	CONSIDERACIONES DEL CUMPLIMIENTO DE LOS ESTADOS LIMITE DE SERVICIO	23
9.1	Límites deformaciones. Estructuras de hormigón	23
9.2	Límites deformaciones. Estructuras de acero	23
10	SOFTWARES DE CALCULO	24
11	CALCULO ESTRUCTURAL	25
11.1	Modelo de cálculo	25
11.2	Cargas aplicadas	26
11.2.1	Peso propio	26
11.2.2	Cargas muertas	26
11.2.3	Empuje hidrostático del agua	28
11.2.4	Sobrecargas de uso	29
11.2.5	Viento	32
11.2.6	Nieve	35
11.3	Vigas 0.5x0.5 m	36
11.3.1	Resultados	36
11.3.2	Verificaciones	40
11.4	Vigas 0.5x0.8 m	46
11.4.1	Resultados	46
11.4.2	Verificaciones	49
11.5	Perfiles metálicos HEB260	58
11.5.1	Verificaciones	58
11.6	Pilares 0.5x0.5 m	61
11.6.1	Resultados	61
11.6.2	Verificaciones	65
11.6.3	Ménsulas cortas	70
11.7	Muros	71
11.7.1	Resultados	71
11.7.2	Verificaciones	78
11.8	Zapatas 1.3x1.3x0.6 m	85
11.8.1	Resultados	85
11.8.2	Verificaciones	92
11.9	Cimentación muros	97
12	PROCESO CONSTRUCTIVO	100
Apéndice 1	Combinaciones de acciones. Estado Límite Último	103
Apéndice 2	Combinaciones de acciones. Estado Límite de Servicio	123

1 INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se presentan el diseño de la Minicentral Hidroeléctrica del Atazar. Se describen las bases de diseño, materiales y modelos de cálculo empleados para definir el diseño de los distintos elementos estructurales.

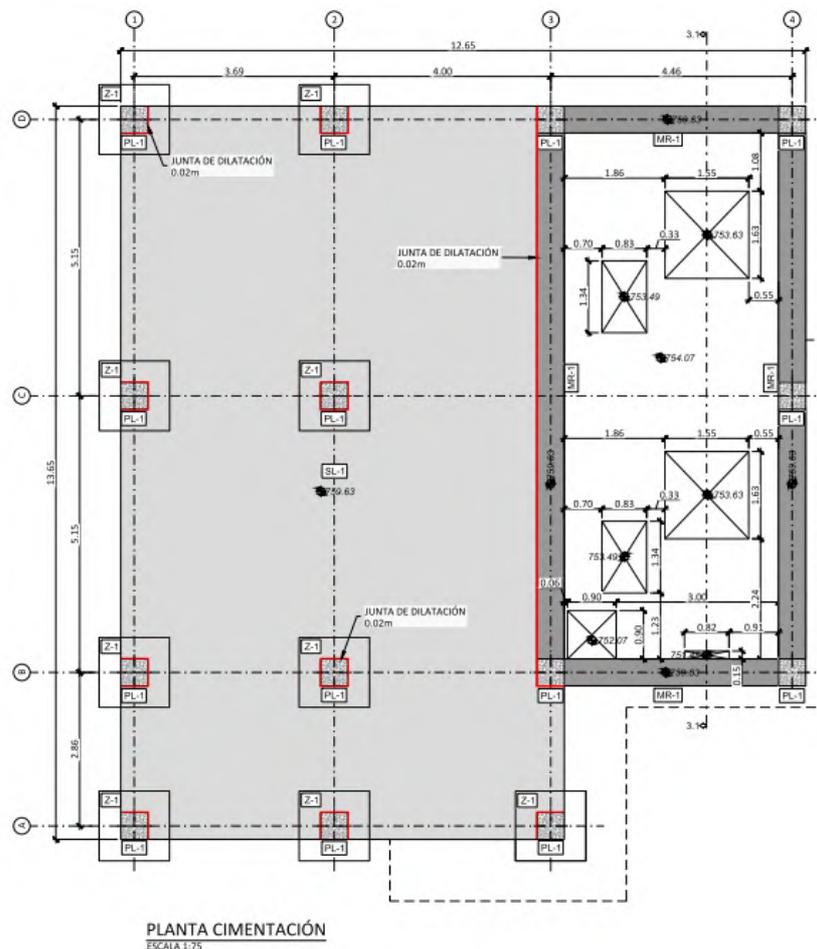
Las dimensiones geométricas en planta de la Minicentral son aproximadamente 12,65x13,65m, teniendo una altura en la zona de sótano de 5,56m y una altura de planta baja a cubierta de 7,75m.

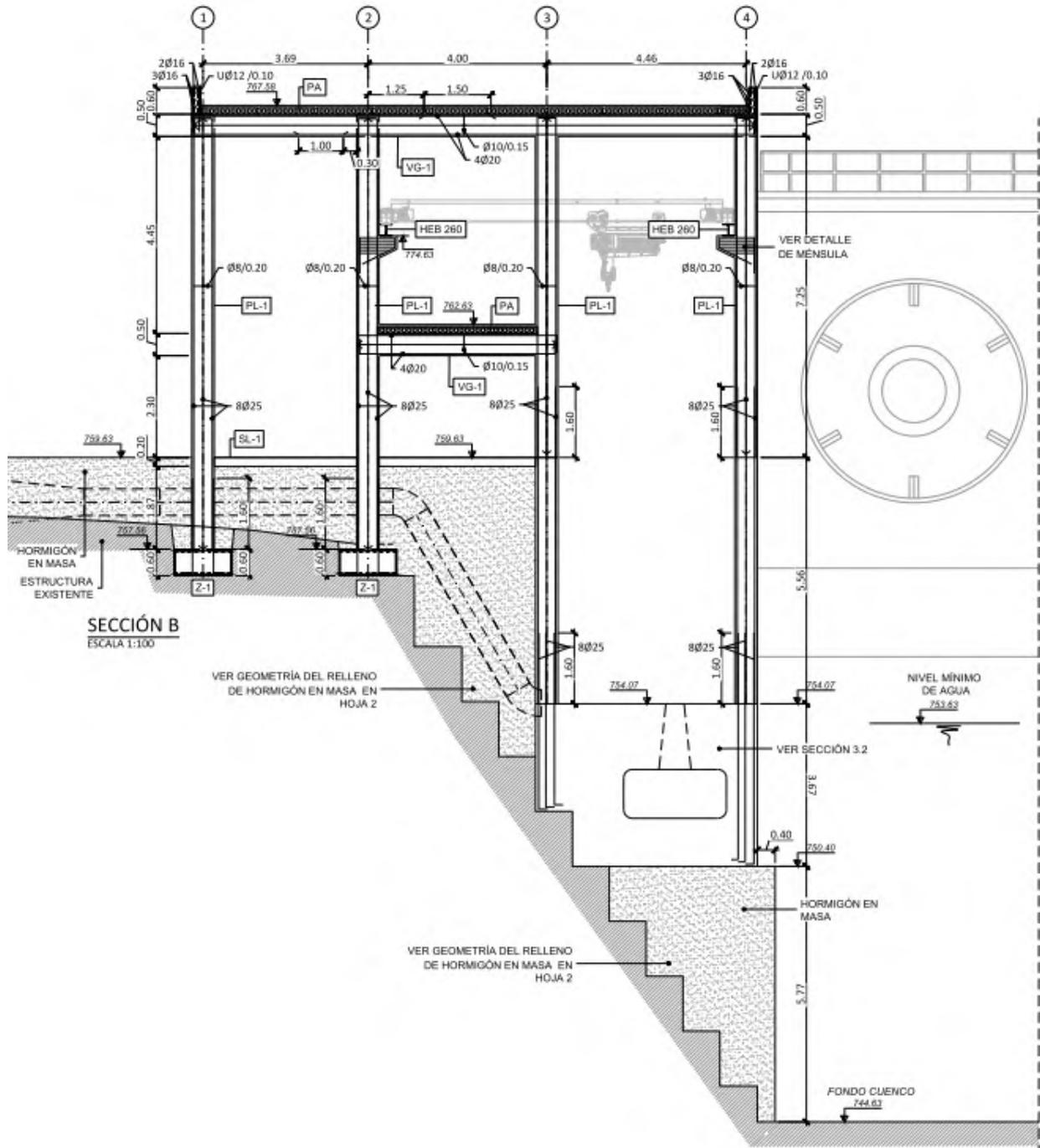
Es una estructura con cimentaciones, pilares, vigas, muros y solera de hormigón armado y con forjados de placas alveolares.

Cabe destacar que, conforme a las indicaciones del Canal de Isabel II, el agua que sale de los desagües de fondo de presa no afecta al edificio de la Minicentral y por tanto no se ha tenido en cuenta su posible impacto en el diseño.

Se recomienda que en futuras fases del proyecto esto sea comprobado, ya que en caso de que afectara se debería revisar el diseño como corresponda.

A continuación, se muestran unas imágenes de una planta y una sección de estructura de la Minicentral Hidroeléctrica del Atazar.





Debido a la particularidad y al gran peso específico que suponen las turbinas en el proyecto, se ha requerido para desarrollo de la solución técnica datos facilitados por fabricantes, en este caso del fabricante Voith. El contratista encargado de ejecutar la obra deberá recalcar la estructura de la Minicentral y todos los aspectos que puedan ser susceptibles de modificación en caso de prescribir turbinas de otro fabricante.

2 INSTRUCCIONES Y NORMAS DE APLICACIÓN

La normativa que se ha aplicado en la redacción del proyecto es la siguiente:

- Código Estructural 2021. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.
- CTE: Código Técnico de la Edificación. Ministerio de Vivienda.
- PG-3: Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes. Ministerio de Fomento.
- Guía de Cimentaciones en obras de Carretera. Ministerio de Fomento.
- NCSE-02: Norma de construcción sismorresistente. Ministerio de Fomento.
- IAP-11: Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. Ministerio de Fomento.
- UNE-EN-1990 Eurocódigo 0 Bases de cálculo de estructuras.
- UNE-EN-1991 Eurocódigo 1 Acciones en estructuras.
- UNE-EN-1992 Eurocódigo 2 Proyecto de estructuras de hormigón.
- UNE-EN-1993 Eurocódigo 3 Proyecto de estructuras de acero.
- UNE-EN-1994 Eurocódigo 4 Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero.
- UNE-EN-1997 Eurocódigo 7 Proyecto geotécnico.

3 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

3.1 Hormigones

- Hormigón en masa HM-20 ($f_{ck}=20\text{N/mm}^2$)
- Hormigón armado HA-30 ($f_{ck}=30\text{N/mm}^2$)

3.2 Acero en armaduras

- Armadura pasiva B 500 S ($f_y=500\text{N/mm}^2$)

3.3 Vida útil

Según el CTE "DB-SE" se considera 50 años la vida útil del proyecto.

3.4 Tipo de ambiente

Tipo de ambiente para los elementos de hormigón según el Código Estructural:

- Hormigón en masa HM-20/B/20/XC4+XF1
- Elementos con sequedad y humedad cíclica HA-30/F/20/XC4+XF1
- Resto de elementos HA-30/F/20/XC1+XF1

ELEMENTOS	CON SEQUEDAZ Y HUMEDAD CÍCLICA	RESTO DE ELEMENTOS
AMBIENTE	XC4+XF1	XC1+XF1
W_{MAX} (comb. cuasipermanente)	0.10 mm*	0.30 mm
REC MÍNIMO	35 mm	30 mm
REC NOMINAL	40 mm	35 mm
RESISTENCIA MÍNIMA HORM.	30 MPa	30 MPa
CONTENIDO MIN CEMENTO	300 kg/m ³	300 kg/m ³
A/C MAX	0.55	0.55

* Por razones de estanqueidad, en los elementos en contacto con el agua, se adoptará una $W_{MAX}=0.10$ mm.

3.5 Cementos

Según el Código Estructural:

- Para hormigones con clase de exposición XC1 y XC4 se utilizarán cementos CEM I.
- Para hormigones con clase de exposición XF1 se utilizarán cementos CEM III.

4 COEFICIENTES DE SEGURIDAD

4.1 Coeficientes de seguridad parciales para los materiales

4.1.1 Hormigón armado

Los coeficientes parciales de seguridad para los materiales para Estados Límites Últimos son los siguientes según el CTE:

Situación de proyecto	Hormigón γ_e	Acero pasivo y activo γ_s
Persistente o transitoria	1,5	1,15
Accidental	1,3	1,0

4.1.2 Acero estructural

Los coeficientes parciales de seguridad para la estructura de acero según el Código Estructural en el caso de edificación son:

- Coeficiente parcial de seguridad plastificación del material: $\gamma_{M0}=1.05$
- Coeficiente parcial de seguridad fenómenos inestabilidad: $\gamma_{M1}=1.05$
- Coeficiente parcial de seguridad resistencia última: $\gamma_{M2}=1.25$
- Coeficiente parcial de seguridad para las uniones, según la siguiente tabla:

Tabla A26.2.1 Coeficientes parciales de seguridad para las uniones

Resistencia de los elementos y las secciones transversales	γ_{M0} ; γ_{M1} ; γ_{M2} (véase el Anejo 22)
Resistencia de los tornillos	$\gamma_{M2}=1,25$
Resistencia de bulones	
Resistencia de soldaduras	
Resistencia de chapas	
Resistencia a deslizamiento	$\gamma_{M3}=1,25$ $\gamma_{M3,ser}=1,10$
- en estado limite ultimo (Categoría C) - en estado limite de servicio (Categoría B)	
Resistencia de un tornillo de inyección	$\gamma_{M4}=1,00$
Resistencia de uniones en vigas en celosía de perfiles tubulares	$\gamma_{M5}=1,00$
Resistencia de bulones en estado limite de servicio	$\gamma_{M6,ser}=1,00$
Precarga de tornillos de alta resistencia	$\gamma_{M7}=1,10$
Resistencia del hormigón	γ_c (véase el Anejo 19)

4.2 Coeficientes de seguridad parciales para las acciones

Los coeficientes parciales de seguridad para las acciones son los siguientes según el CTE:

4.2.1 Estado Límite Último

Tipo de acción	Situación persistente o transitoria		Situación accidental	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,50$	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Accidental	—	—	$\gamma_A = 1,00$	$\gamma_A = 1,00$

En particular, en el Estado Límite Último de Equilibrio para la parte favorable se adoptará un coeficiente $\gamma_G = 0.9$ y para la parte desfavorable un coeficiente $\gamma_G = 1.1$, para situaciones persistentes; ó $\gamma_G = 0.95$ para la parte favorable y $\gamma_G = 1.05$ para la parte desfavorable, para situaciones transitorias en fase de construcción.

4.2.2 Estado Límite de Servicio

Tipo de acción		Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente		$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	Armadura pretesa	$\gamma_P = 0,95$	$\gamma_P = 1,05$
	Armadura postesa	$\gamma_P = 0,90$	$\gamma_P = 1,10$
Permanente de valor no constante		$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
Variable		$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$

4.3 Coeficientes de simultaneidad

Se emplean los siguientes valores para los coeficientes de simultaneidad para las acciones variables según CTE “DB-SE”

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(¹)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

(¹) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

5 ACCIONES CONSIDERADAS

5.1 Cargas permanentes

5.1.1 Peso propio

Se ha considerado la carga correspondiente al peso propio de los elementos estructurales teniendo en cuenta los valores de densidades:

- Hormigón: 25 kN/m³
- Acero estructural: 78.5 kN/m³

5.1.2 Cargas muertas

Se consideran las siguientes cargas muertas:

- Cubierta:
 - Placas alveolares 2.5 kN/m²
 - Acabados, pendientes, capa de compresión 6.5 kN/m²
 - Equipos ventilación 1.0 kN/m
- Equipos:
 - Puente grúa 30 kN
 - Generadores 90 kN
 - Transformadores 46 kN
 - Ventilador 1,15kN

5.2 Cargas permanentes de valor no constante

5.2.1 Empuje hidrostático del agua

Se considera en base a una densidad del agua igual a 10 kN/m³.

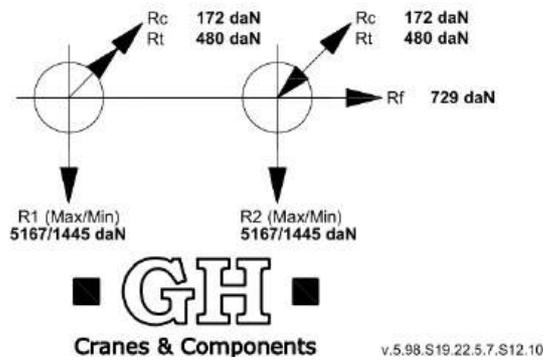
5.3 Cargas variables

5.3.1 Sobrecargas de uso

Se consideran las siguientes sobrecargas de uso:

- Cubierta: según CTE DB-SE-AE Categoría de uso G1. Cubiertas accesibles únicamente para conservación con inclinación inferior a 20°:
 - Carga uniforme: 1.0 kN/m².
 - Carga concentrada: 2.0 kN.
- Plantas: según CTE DB-SE-AE Categoría de uso B.
 - Carga uniforme: 2.0 kN/m².
 - Carga concentrada: 2.0 kN.

- Puente grúa. Se consideran las reacciones facilitadas por el suministrador del puente grúa, debidas a sobrecarga, frenado longitudinal y transversal.



5.3.2 Viento

La carga de viento sobre la estructura se obtiene según CTE DB-SE-AE, para una zona eólica A, grado de aspereza IV y altura máxima 7m.

$$q_e = q_b * C_e * C_p$$

siendo:

- q_b : presión dinámica. $q_b = 0,42 \text{ kN/m}^2$, para la zona eólica A.
- C_e : Coeficiente de exposición. $C_e = 2,6$, para grado de aspereza I y altura 7.75m.
- C_p : Coeficiente eólico de presión. $C_p = 1,2$, para paramentos verticales con área de exposición mayor a 10m^2 .

Por lo tanto, la acción del viento es igual a $q_e = 1,30 \text{ kN/m}^2$



Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento, v_b

5.3.3 Nieve

Como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, q_n , puede tomarse según CTE DB-SE-AE como:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

siendo:

- μ coeficiente de forma de la cubierta
- s_k el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal

Para Madrid el valor característico es $s_k = 0.6 \text{ kN/m}^2$; y para cubiertas con inclinación menor a 30° el coeficiente $\mu=1$.

Por tanto, la sobrecarga de nieves es igual a $q_n = 0.6 \text{ kN/m}^2$.

5.4 Cargas accidentales

5.4.1 Sismo

La carga de sismo no es de aplicación, ya que según la norma NCSE-2002 la aceleración sísmica básica en la zona de proyecto es inferior a $0,04g$.



6 RESISTENCIA AL FUEGO

Del estudio de Protección contra Incendios se indican que se deberá cumplir lo siguiente:

- Los elementos estructurales portantes deben cumplir con la estabilidad al fuego requerida para el nivel de riesgo intrínseco bajo, edificio tipo B, que es de R 90 (planta sótano) y R 60 (planta sobre rasante).
- La resistencia al fuego de toda medianería o muro colindante con otro establecimiento será, como mínimo de EI 120 para los que no tengan función portante y de REI 120 para los que sí la tengan.

Todos elementos estructurales cumplen con las comprobaciones dimensionales de las secciones transversales y los recubrimientos mecánicos a partir de hipótesis simplificadas y del lado de la seguridad, establecidas en el Anejo 20 del Código Estructural.

No es preciso realizar, si se utilizan los datos tabulados, comprobaciones adicionales relativas a la capacidad a cortante y torsión, ni los detalles constructivos de los anclajes.

A continuación, se indica en las siguientes tablas las dimensiones y recubrimientos que debe cumplir cada elemento, para sus respectivas resistencias al fuego definidas anteriormente.

- Losas:

Tabla A20.5.9 Dimensiones mínimas y recubrimientos mecánicos mínimos para losas planas sólidas de hormigón armado y pretensado

Resistencia al fuego normalizado	Dimensiones mínimas (mm)	
	Espesor de losa h_s	Recubrimiento mecánico a
1	2	3
REI 30	150	10*
REI 60	180	15*
REI 90	200	25
REI 120	200	35
REI 180	200	45
REI 240	200	50

* El recubrimiento geométrico requerido por el Anejo 19 del Código Estructural será, normalmente, el valor determinante.

- Vigas:

Tabla A20.5.6 Dimensiones mínimas y recubrimientos mecánicos mínimos para vigas continuas fabricadas con hormigón armado y pretensado (véase también la tabla A20.5.7)

Resistencia al fuego normalizado	Dimensiones mínimas (mm)						
	Combinaciones posibles de a y b_{min} donde a es el recubrimiento mecánico medio y b_{min} es la anchura de la viga				Espesor del alma b_w		
					Clase WA	Clase WB	Clase WC
1	2	3	4	5	6	7	8
R 30	$b_{min} = 80$ $a = 15'$	160 12'	-	-	80	80	80
R 60	$b_{min} = 120$ $a = 25$	200 12'	-	-	100	80	100
R 90	$b_{min} = 150$ $a = 35$	250 25	-	-	110	100	100
R 120	$b_{min} = 200$ $a = 45$	300 35	450 35	500 30	130	120	120
R 180	$b_{min} = 240$ $a = 60$	400 50	550 50	600 40	150	150	140
R 240	$b_{min} = 280$ $a = 75$	500 60	650 60	700 50	170	170	160
$a_{sd} = a + 10$ mm (véase la nota inferior)							
<p>Para las vigas pretensadas, se debería considerar un incremento del recubrimiento mecánico según el punto (5) del apartado 5.2.</p> <p>a_{sd} es el recubrimiento mecánico del paramento lateral de la viga para las barras de esquina (o tendón o cable) de vigas con una única capa de armadura. Para valores de b_{min} mayores que el dado en la columna 3 no se requiere un incremento de a_{sd}.</p> <p>* El recubrimiento geométrico requerido por el Anejo 19 del Código Estructural será, normalmente, el valor determinante.</p>							

Para vigas expuestas al fuego en todas sus caras además de las condiciones de la tabla deberá verificarse que el área de la sección transversal de la viga no sea inferior a $2 \cdot (b_{min})^2$.

- Pilares:

Tabla A20.5.2a Dimensiones mínimas del pilar y recubrimientos mecánicos medios para pilares con sección rectangular o circular

Resistencia al fuego normalizado	Dimensiones mínimas (mm)			
	Anchura del pilar b_{min} /recubrimiento mecánico de la armadura principal			
	Pilar expuesto en más de una cara			Expuesto en una cara
	$\mu_{fi} = 0,2$	$\mu_{fi} = 0,5$	$\mu_{fi} = 0,7$	$\mu_{fi} = 0,7$
1	2	3	4	5
R 30	200/25	200/25	200/32 300/27	155/25
R 60	200/25	200/36 300/31	250/46 350/40	155/25
R 90	200/31 300/25	300/45 400/38	350/53 450/40**	155/25
R 120	250/40 350/35	350/45** 450/40**	350/57** 450/51**	175/35
R 180	350/45**	350/63**	450/70**	230/55
R 240	350/61**	450/75**	–	295/70

** Mínimo 8 barras

Para los pilares pretensados, debería considerarse un incremento del recubrimiento mecánico de acuerdo al punto (5) del apartado 5.2.

NOTA: La tabla A20.5.2a se basa en el valor $\alpha_{cc} = 1,0$.

- Muros portantes

Tabla A20.5.4 Dimensiones mínimas y recubrimientos mecánicos mínimos para muros de carga de hormigón

Resistencia al fuego normalizado	Dimensiones mínimas (mm)			
	Espesor del muro/recubrimiento mecánico para			
	$\mu_{fi} = 0,35$		$\mu_{fi} = 0,7$	
	muro expuesto en una cara	muro expuesto en dos caras	muro expuesto en una cara	muro expuesto en dos caras
1	2	3	4	5
REI 30	100/10*	120/10*	120/10*	120/10*
REI 60	110/10*	120/10*	130/10*	140/10*
REI 90	120/20*	140/10*	140/25	170/25
REI 120	150/25	160/25	160/35	220/35
REI 180	180/40	200/45	210/50	270/55
REI 240	230/55	250/55	270/60	350/60

* El recubrimiento geométrico requerido por el Anejo 19 del Código Estructural será, normalmente, el valor determinante.

NOTA: Para la definición de μ_{fi} véase el punto (3) del apartado 5.3.2.

7 COMBINACIONES DE ACCIONES

7.1 Estado Límite Último

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones en Estado Límite Último se definirán de acuerdo con el Código Estructural:

- Situaciones permanentes o transitorias:

$$\sum_{j>1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j>1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{j>1} \gamma_{Q,j} \Psi_{0,j} Q_{k,j}$$

- Situaciones accidentales:

$$\sum_{j>1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j>1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \gamma_A A_k + \gamma_{Q,1} \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{j>1} \gamma_{Q,j} \Psi_{2,j} Q_{k,j}$$

- Situaciones sísmicas:

$$\sum_{j>1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j>1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \gamma_A A_{E,k} + \sum_{j>1} \gamma_{Q,j} \Psi_{2,j} Q_{k,j}$$

donde:

$G_{k,j}$	Valor característico de las acciones permanentes.
$G_{k,j}^*$	Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante.
P_k	Valor característico de la acción del pretensado.
$Q_{k,1}$	Valor característico de la acción variable determinante.
$\Psi_{0,j} Q_{k,j}$	Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes.
$\Psi_{1,1} Q_{k,1}$	Valor representativo frecuente de la acción variable determinante.
$\Psi_{2,j} Q_{k,j}$	Valores representativos cuasipermanentes de las acciones variables con la acción determinante o con la acción accidental.
A_k	Valor característico de la acción accidental.
$A_{E,k}$	Valor característico de la acción sísmica.

7.2 Estado Límite de Servicio

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones en Estado Límite de Servicio se definirán de acuerdo con la Código Estructural:

— Combinación poco probable o característica:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

— Combinación frecuente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

— Combinación cuasipermanente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

8 CUANTÍAS MÍNIMAS Y MÁXIMAS

Las cuantías mínimas y máximas para los distintos elementos estructurales son las siguientes, según el Código Estructural:

8.1 Vigas y losas macizas

8.1.1 Armadura longitudinal

El valor a utilizar de $A_{s,min}$ se establece mediante la expresión (9.1)

$$A_{s,min} = \frac{W f_{ctm,fl}}{z f_{yd}} \quad (9.1)$$

donde:

z	es el brazo mecánico en la sección en Estado Límite Último, que puede calcularse de forma aproximada como $z = 0,8h$
W	es el módulo resistente de la sección bruta relativo a la fibra más traccionada
$f_{ctm,fl}$	es la resistencia media a flexotracción
f_{yd}	es la resistencia de cálculo de las armaduras pasivas en tracción.

(3) El área de la sección de la armadura de tracción o de compresión no debe superar $A_{s,max} = 0,04 A_c$ fuera de las zonas de solape.

8.1.2 Armadura de cortante

(5) La cuantía de armadura de cortante se establece mediante la expresión (9.4):

$$\rho_w = A_{sw} / (s \cdot b_w \cdot \text{sen } \alpha) \quad (9.4)$$

donde:

ρ_w	es la cuantía de armadura de cortante; ρ_w no debe ser inferior a $\rho_{w,min}$,
$\rho_{w,min} = \frac{0,08\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$	(9.5)
A_{sw}	es el área de la armadura de cortante en la longitud s
s	es la separación entre las armaduras de cortante medidas a lo largo del eje longitudinal del elemento
b_w	es el ancho del alma del elemento
α	es el ángulo entre la armadura de cortante y el eje longitudinal (véase el apartado 9.2.2(1)).

8.2 Pilares

8.2.1 Armadura longitudinal

En el caso general, para las secciones sometidas a compresión simple o compuesta, se adoptan unas cuantías mínimas para las armaduras principales a compresión en cada cara que cumplan las expresiones siguientes y cuyo esquema está representado en la figura A19.9.11.

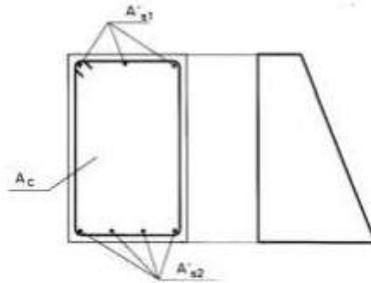


Figura A19.9.11 Armaduras longitudinales en pilares

$$A'_{s1,min} = \frac{0,05N_{Ed}}{f_{yc,d}}$$

$$A'_{s2,min} = \frac{0,05N_{Ed}}{f_{yc,d}}$$

donde:

$f_{yc,d}$	resistencia de cálculo del acero a compresión $f_{yc,d} = f_{yd} \geq 400 \text{ N/mm}^2$
N_{Ed}	esfuerzo axial de cálculo de compresión
f_{cd}	resistencia de cálculo del hormigón en compresión
A_c	área de la sección total de hormigón.

(3) El área de la armadura longitudinal no debe superar $A_{s,max} = 0,04A_c$, fuera de las zonas de solape, ni $0,08 A_c$ dentro de las mismas.

8.3 Muros

8.3.1 Armadura vertical

(1) El área de la armadura vertical debe estar comprendida entre $A_{s,vmin}$ y $A_{s,vmax}$.

Para la cuantía mínima de armadura vertical en muros, se adopta $A_{s,vmin} = 0,002A_c$ (colocando un 60% de la misma en la cara traccionada).

Para la cuantía máxima de armadura vertical en muros, se adopta $A_{s,vmax} = 0,04 A_c$.

(2) En el caso de que el cálculo obligue a disponer un valor de área mínima de armadura $A_{s,vmin}$, deberá disponerse la mitad de esta área en cada cara.

8.3.2 Armadura horizontal

(1) En cada cara del muro debe disponerse armadura horizontal en sentido longitudinal, paralela a las caras (y a los bordes libres). El área de estas armaduras no deberá ser inferior a $A_{s,hmin}$, cuyos valores se establecen a continuación.

$$A_{s,hmin} = 0,004 A_c \quad \text{si } f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{s,hmin} = 0,0032 A_c \quad \text{si } f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$$

La armadura horizontal deberá repartirse en las dos caras. Además, se adoptan las siguientes reglas sobre colocación:

- en el caso de muros vistos por ambas caras, deberá disponerse la mitad de la armadura en cada cara,
- en caso de muros con espesores superiores a 50 cm, se considerará un área efectiva de espesor máximo 50 cm, distribuidos en dos zonas de 25 cm en cada cara e ignorando la zona central que queda entre ambas zonas.

La cuantía mínima horizontal podrá reducirse a $A_{s,hmin} = 0,002 A_c$, en cualquiera de los siguientes casos:

- cuando la altura del fuste del muro sea superior a 2,5 m, y siempre que esta distancia no sea menor que la mitad de la altura del muro,
- cuando se dispongan juntas verticales de contracción a distancias inferiores a 7,5 m.

9 CONSIDERACIONES DEL CUMPLIMIENTO DE LOS ESTADOS LIMITE DE SERVICIO

9.1 Límites deformaciones. Estructuras de hormigón

Se adoptan los siguientes límites de flecha para las estructuras de hormigón, de acuerdo con el Código Estructural 2021, Anejo 19.

- La apariencia y funcionalidad general de la estructura pueden verse afectadas en el caso de que la flecha de una viga, losa o voladizo, bajo una combinación cuasi-permanente de cargas, supere el valor $L/250$. La flecha será evaluada en relación a los apoyos. Se puede utilizar una contra flecha para compensar una parte o la totalidad de la deformación, pero su valor no podrá exceder de $L/250$.
- Se deben limitar las deformaciones que pudieran dañar las partes adyacentes de la estructura. Las deformaciones diferidas para la combinación cuasi-permanente de cargas no debe superar, en general, el valor de $L/500$. Pueden considerarse otros límites, dependiendo de la sensibilidad de los elementos adyacentes.

Se adoptan los siguientes límites de deformaciones horizontales (desplomes) para las estructuras de hormigón, de acuerdo con el CTE- DB-SE Sección 4.3.3, ante cualquier combinación de acciones característica:

- Desplome total: $1/500$ de la altura total del edificio.
- Desplome local: $1/250$ de la altura de la planta, en cualquiera de ellas.

9.2 Límites deformaciones. Estructuras de acero

Se adoptan los límites de flecha y deformaciones horizontales para las estructuras de acero, de acuerdo con la información facilitada por el suministrador del puente grúa.

Para las vigas metálicas carrileras se adoptan los siguientes límites para la combinación cuasi-permanente en Estado Límite de Servicio:

- El límite de flecha: $L/750$.
- El límite de deformación horizontal: $L/1000$

10 SOFTWARES DE CALCULO

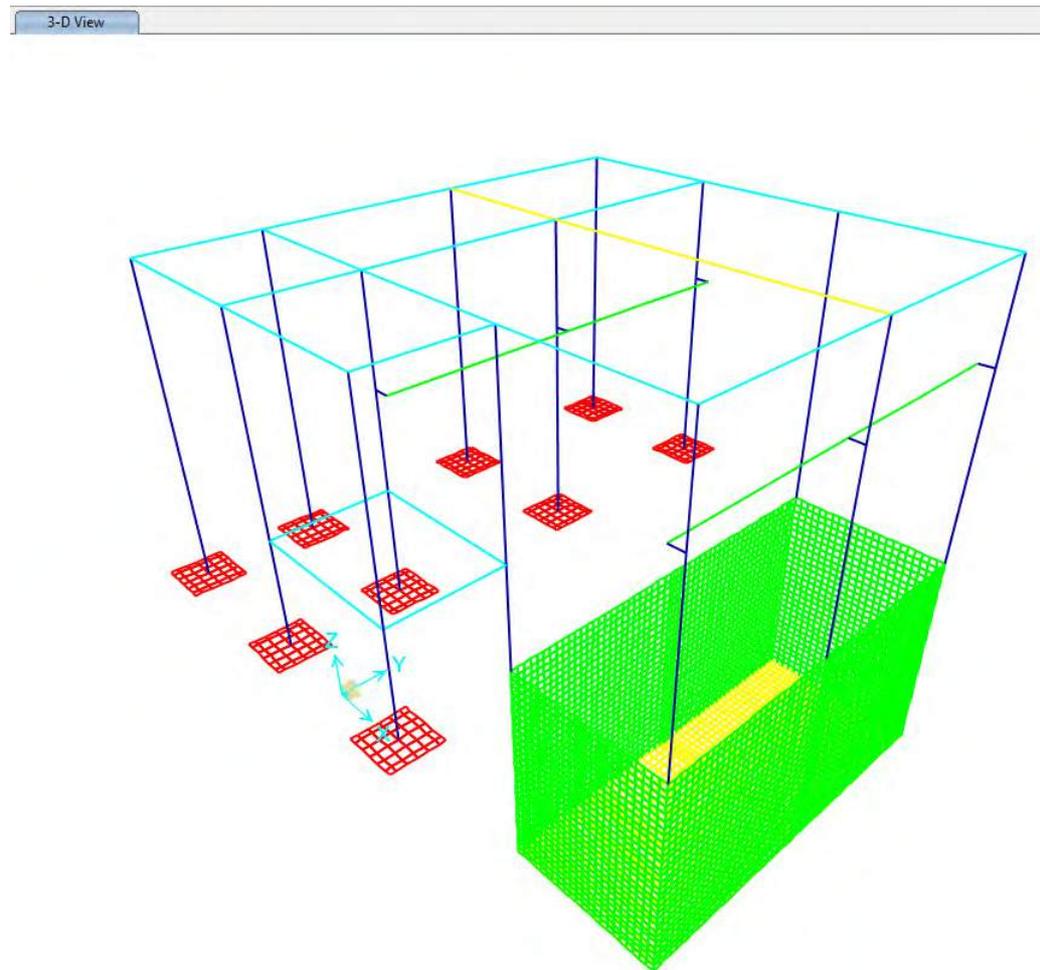
Los softwares de cálculo empleados son los siguientes:

- SAP2000 versión 23.3.1 (Structural Analysis Program): Programa matricial que calcula esfuerzos y deformaciones, en entramados bidimensionales y tridimensionales, incluso con elementos finitos tipo shell. El software permite análisis dinámicos, de historial de tiempo y no lineales.
- Fagus 8: Software desarrollado por CUBUS AG y es un programa de cálculo para el análisis y diseño de secciones transversales de cualquier material, incluido el hormigón armado y el hormigón pretensado.
- Prontuario Informático del Hormigón Estructural 3.1: Tercera edición del Prontuario informático del Hormigón realizado por el Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones, IECA.
- Hojas Excel de cálculo, de elaboración propia, para comprobaciones y cálculos simples.

11 CALCULO ESTRUCTURAL

11.1 Modelo de cálculo

Se realiza un modelo de cálculo 3D de placas y barras con el software SAP 2000.



Las dimensiones en planta son 11.8x10.8m, la altura de primera planta es de 6.70m y la altura de la planta sótano de 5.56m.

Las dimensiones de los elementos estructurales del modelo de cálculo son las siguientes:

- Zapatas: 1,3x1,3x0,6 m
- Pilares: 0,5x0,5 m
- Muros: espesor 0,5 m
- Vigas (color azul): 0,5x0,5 m
- Viga (color amarillo): 0,5x0,8 m
- Vigas metálicas (color verde): HEB-260

Se ha empleado un módulo de balasto vertical $K_v=100000\text{kN/m}^3$ en la losa y zapatas para simular el hormigón sobre el que apoyan.

11.2 Cargas aplicadas

En los siguientes apartados se muestran los nombres de los casos de cargas y las imágenes de las cargas aplicadas en el modelo de cálculo.

11.2.1 Peso propio

DEAD. Carga generada automáticamente por el software SAP 2000, considerando:

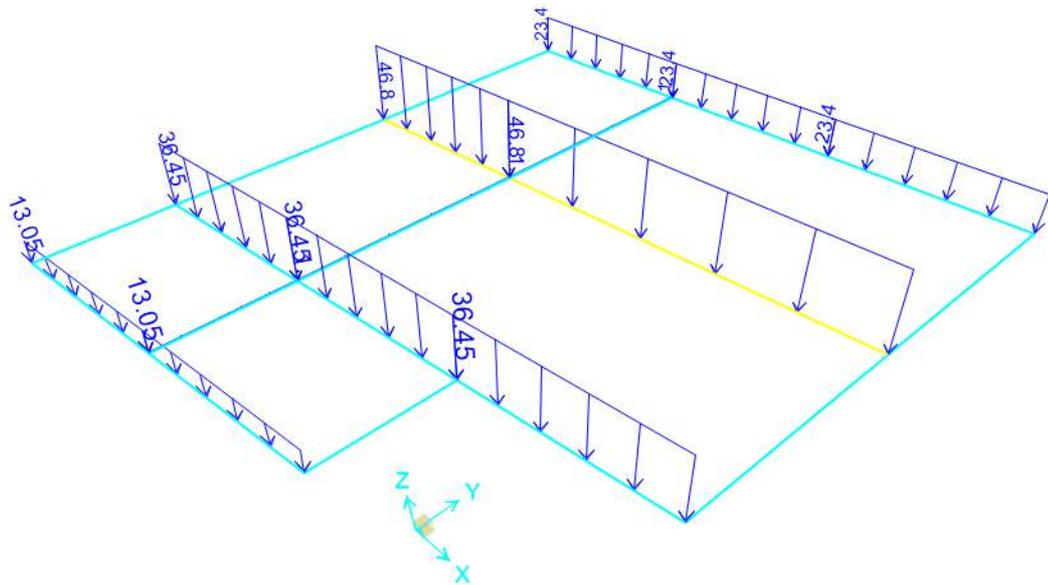
- Densidad del hormigón armado: 25 kN/m³.
- Densidad del acero: 78.5 kN/m³

11.2.2 Cargas muertas

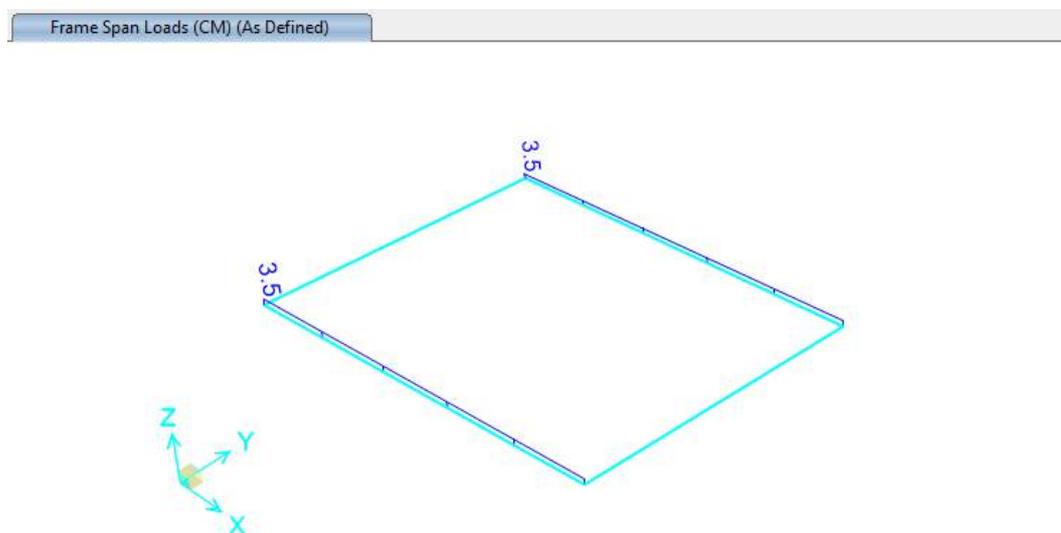
CM. Se aplican las siguientes cargas muerta:

- En las vigas de la cubierta, las cargas debidas a las placas alveolares unidireccionales, capa de compresión, ventilación, acabados y pendientes.

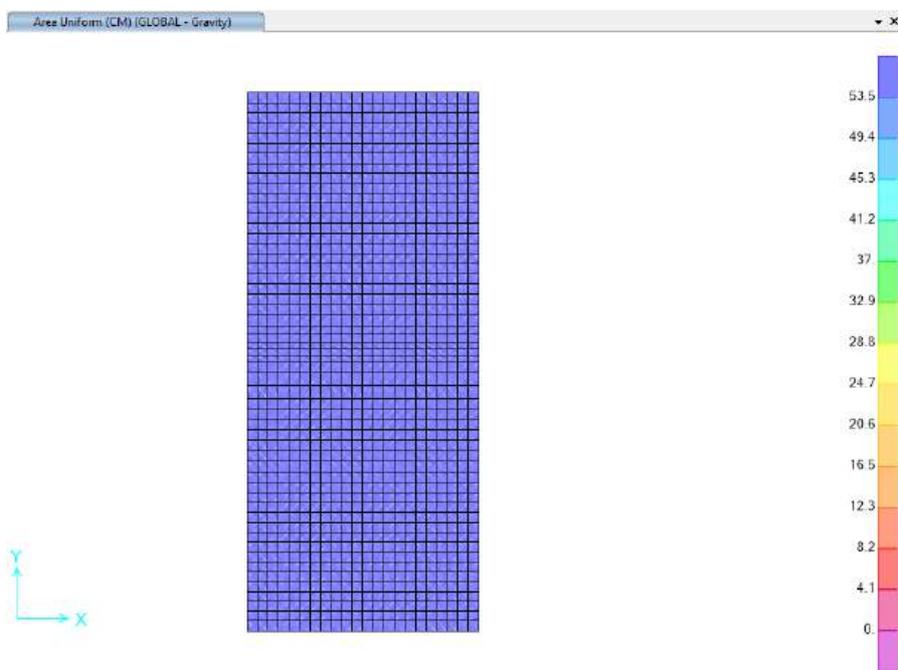
Frame Span Loads (CM) (As Defined)



- En las vigas del forjado intermedio, las cargas muertas debidas al ventilador.



- En la losa de la planta sótano, las cargas muertas debidas a los generadores.



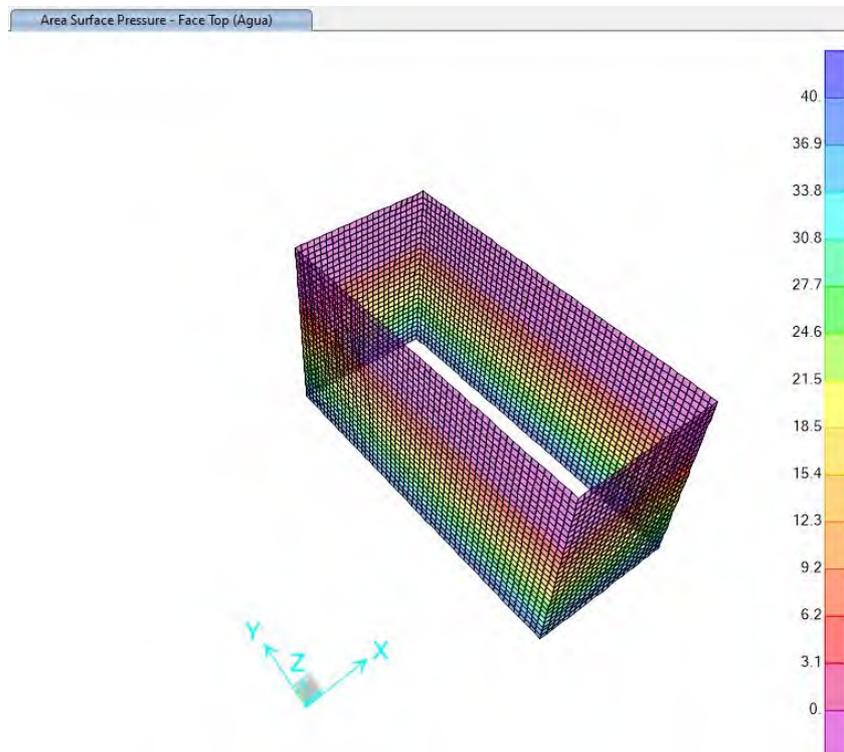
- En los perfiles metálicos, se aplica las cargas muertas debidas al puente grúa

11.2.3 Empuje hidrostático del agua

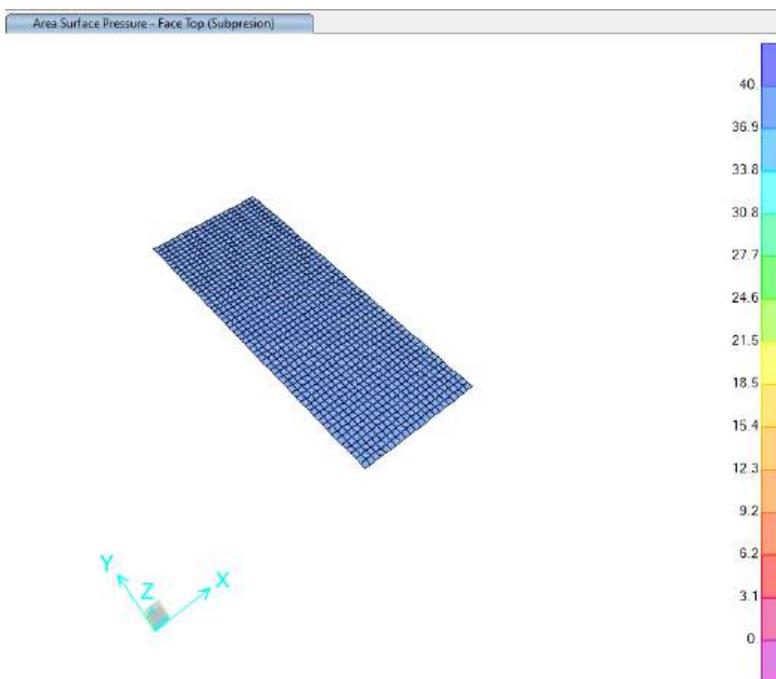
Se ha considerado el nivel máximo de agua posible a una altura de 4 m sobre el nivel mínimo de agua del cuenco. El valor de 4 metros se corresponde aproximadamente con la diferencia entre la cota del vertedero de aguas abajo del cuenco, que determina el nivel mínimo del agua, y la cota superior del cuenco que fijará el nivel máximo del agua. Por lo tanto, el criterio considera el nivel máximo del agua a cuenco lleno, estando así del lado de la seguridad. En concreto la cota mínima del cuenco (deducida a partir de levantamiento topográfico y la información disponible) es la 753'63 m y la cota máxima considerada la 757'63 m.

Se aplican las cargas definidas en las siguientes imágenes:

- Agua. Empuje hidrostático sobre muros



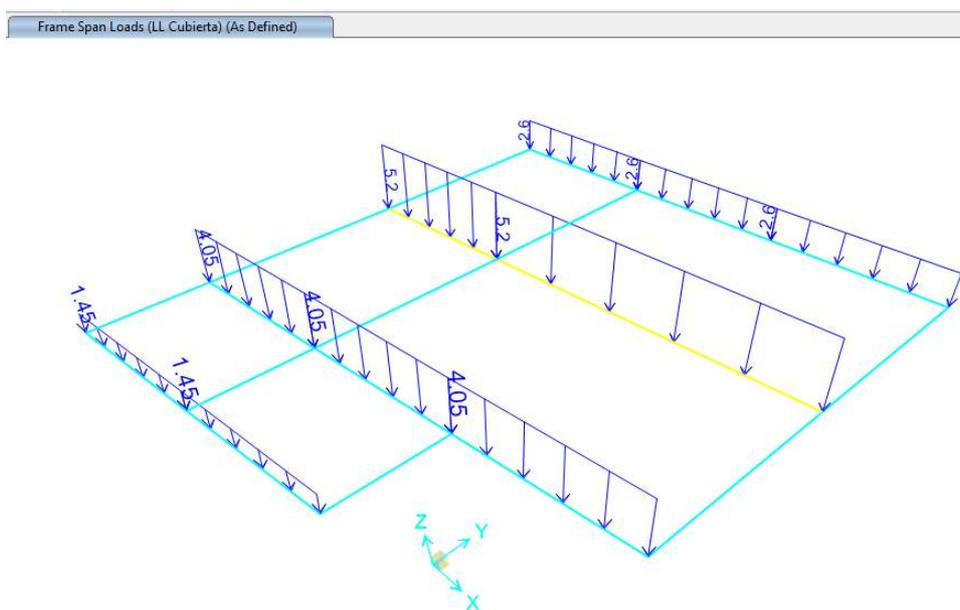
- Subpresión. Empuje hidrostático sobre losa



11.2.4 Sobrecargas de uso

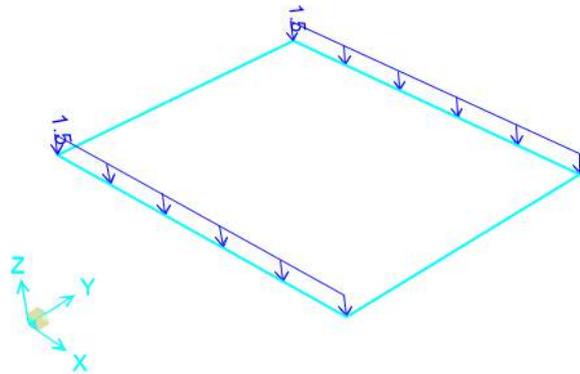
Se aplican las siguientes sobrecargas:

- LL Cubierta. Cargas debidas a sobrecarga de la categoría de uso G1, aplicadas en las vigas de la cubierta.



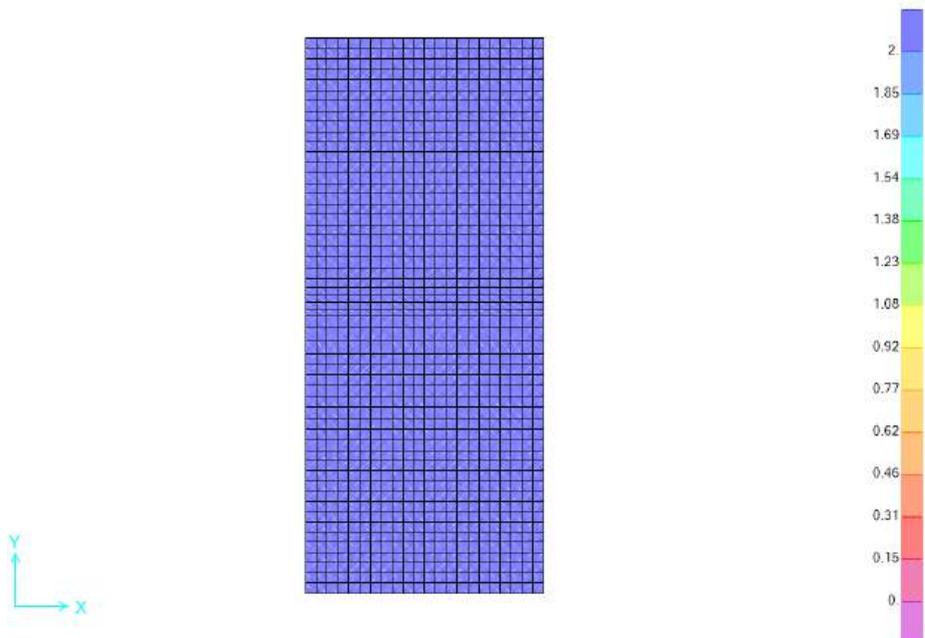
- LL Losa. Cargas debidas a sobrecarga de la categoría de uso G1, aplicadas en las vigas del forjado intermedio.

Frame Span Loads (LL Cubierta) (As Defined)

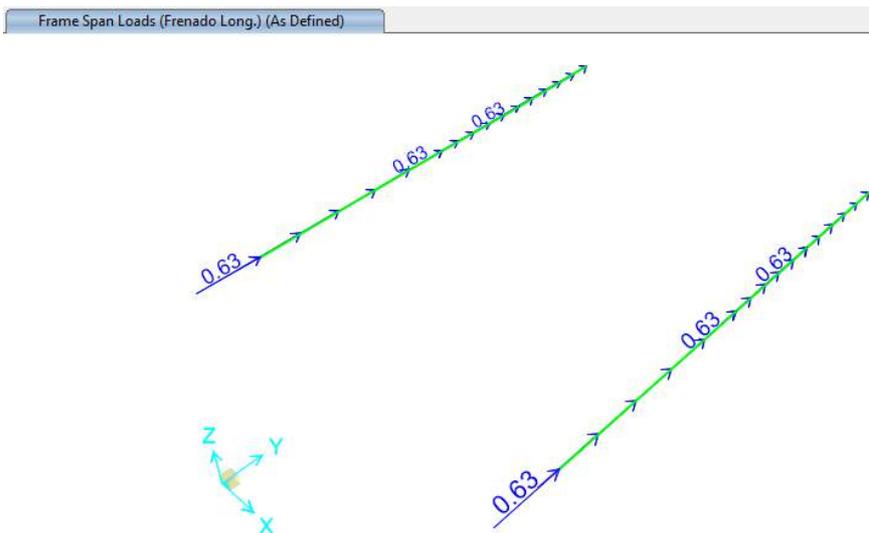


- LL Losa. Cargas debidas a sobrecarga de la categoría de uso B, aplicadas en la losa de sótano.

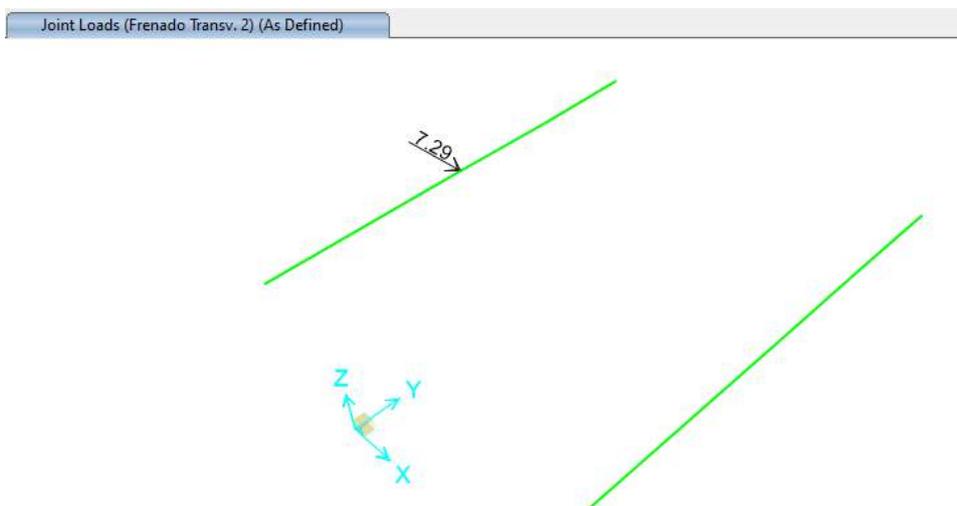
Area Uniform (LL Puente Grúa y Losa) (GLOBAL...)



- En los perfiles metálicos del puente grúa, se aplica las siguientes sobrecargas:
 - LL Puentes Grúa. Carga móvil, a lo largo de los perfiles, de la sobrecarga de uso de 100 kN, con un coeficiente de impacto de 1,2.
 - Frenado Long. Cargas de frenado longitudinal en ambos sentidos. A continuación, solo se muestra la imagen para el caso de un sentido.



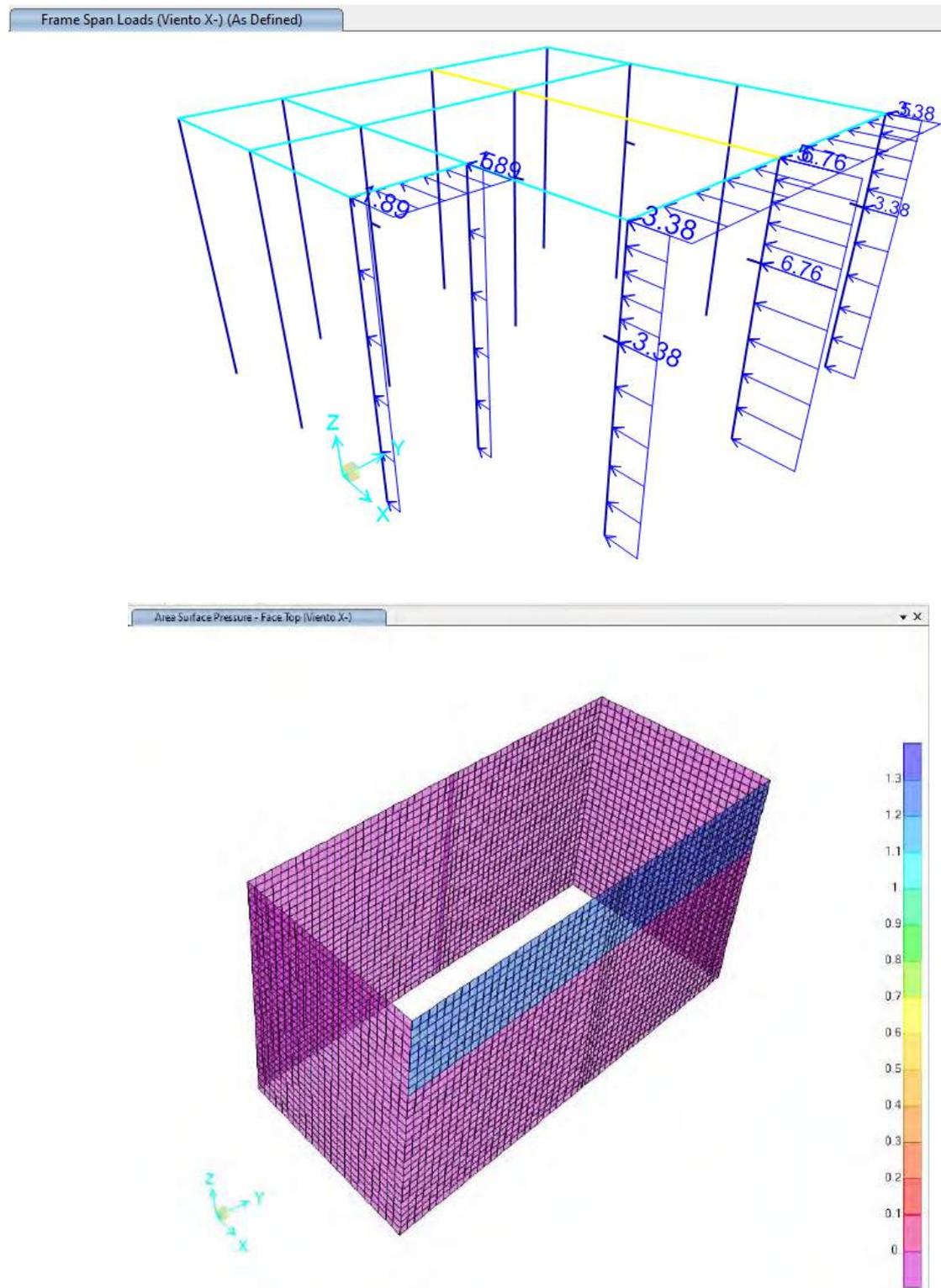
- Env Frenado Transv. Cargas de frenado transversal. Se estudia la envolvente de varios casos, que corresponden a aplicar la carga en los distintos apoyos y en los distintos centros de vano de los perfiles y en ambos sentidos. A continuación, solo se muestra la imagen de un caso.



11.2.5 Viento

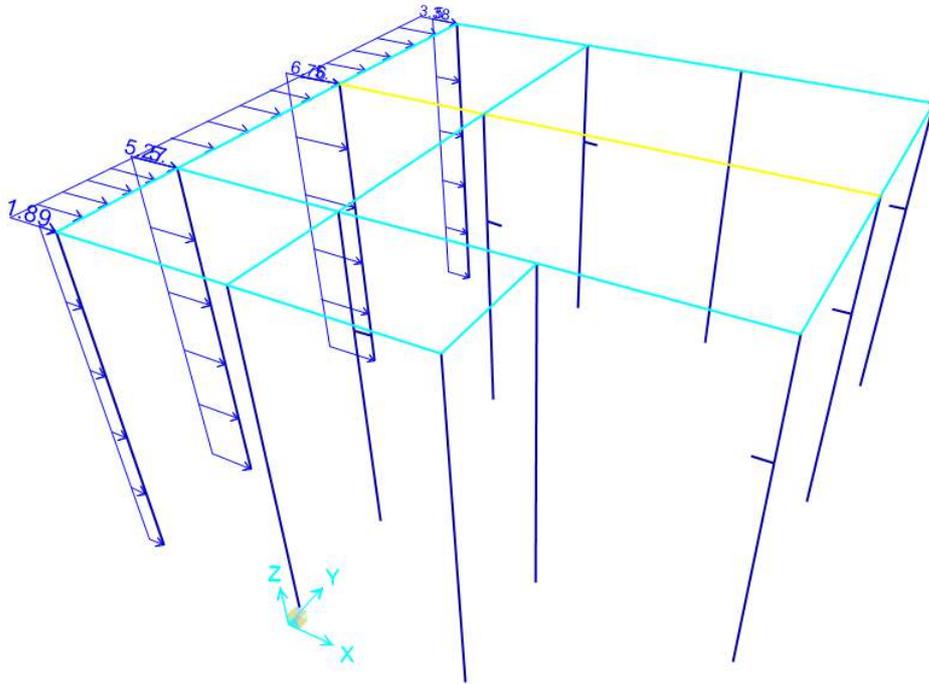
Se aplican las siguientes cargas de viento en los distintos pilares, vigas y muros.

Viento X-



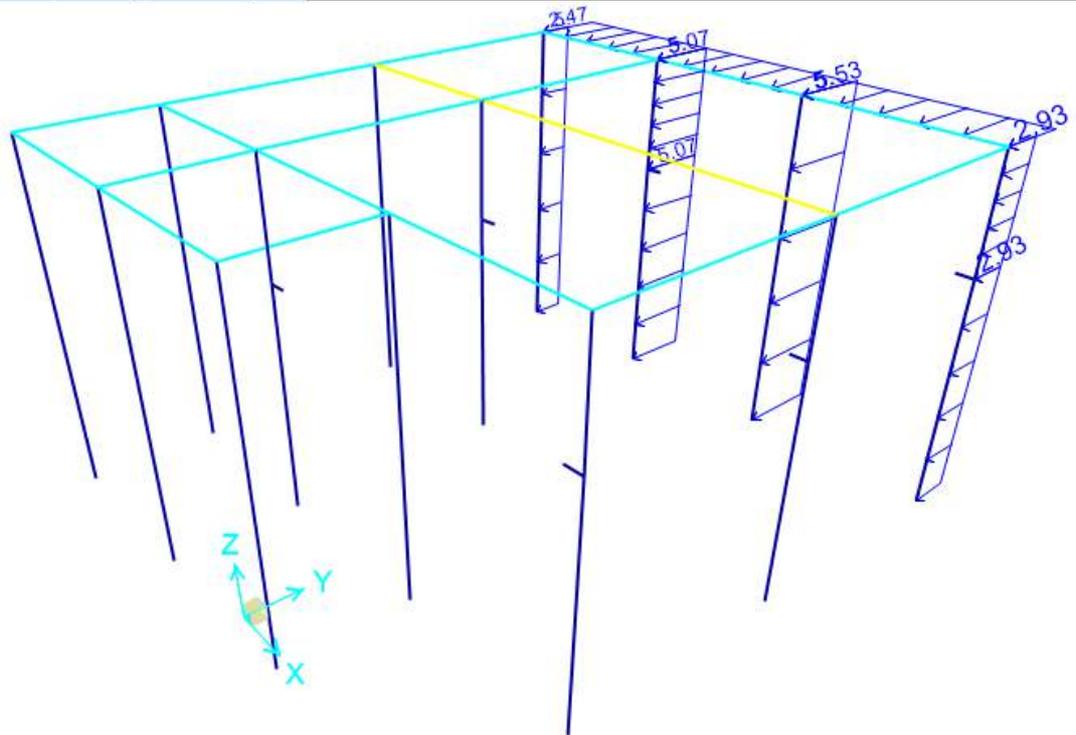
Viento X+

Frame Span Loads (Viento X+) (As Defined)

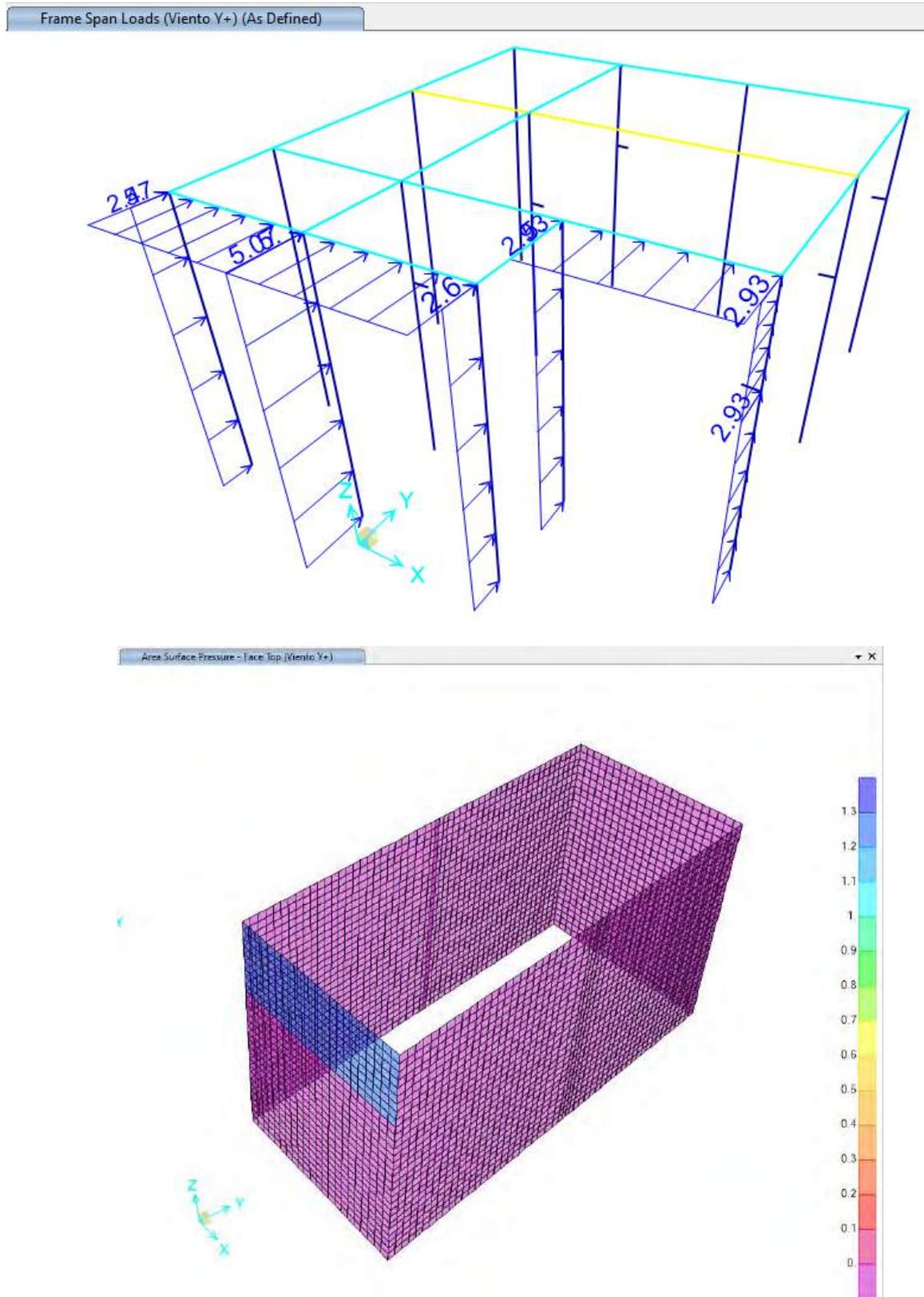


Viento Y-

Frame Span Loads (Viento Y-) (As Defined)

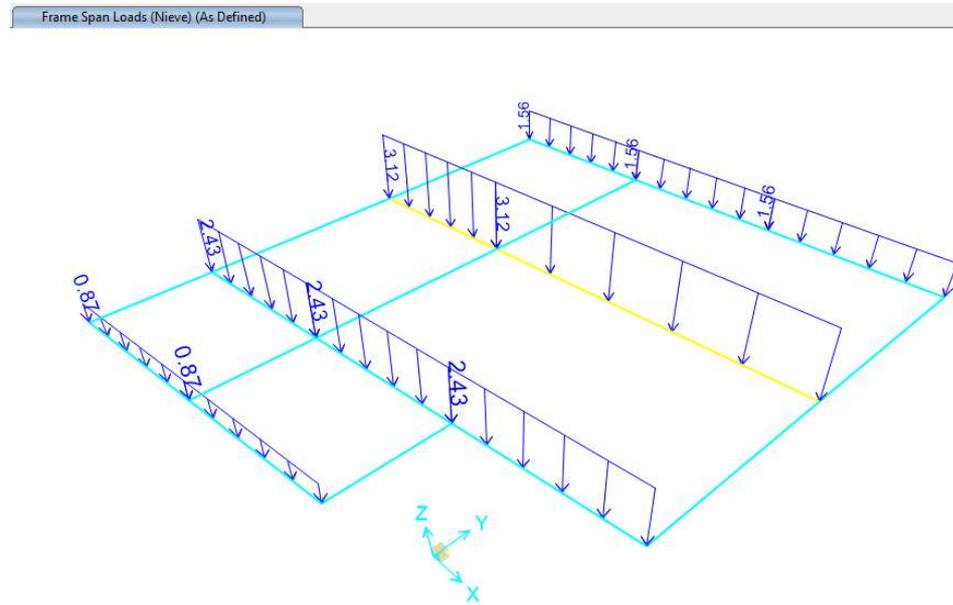


Viento Y+



11.2.6 Nieve

Nieve. Se aplican las siguientes cargas de nieve en las distintas vigas de la cubierta.



11.3 Vigas 0.5x0.5 m

11.3.1 Resultados

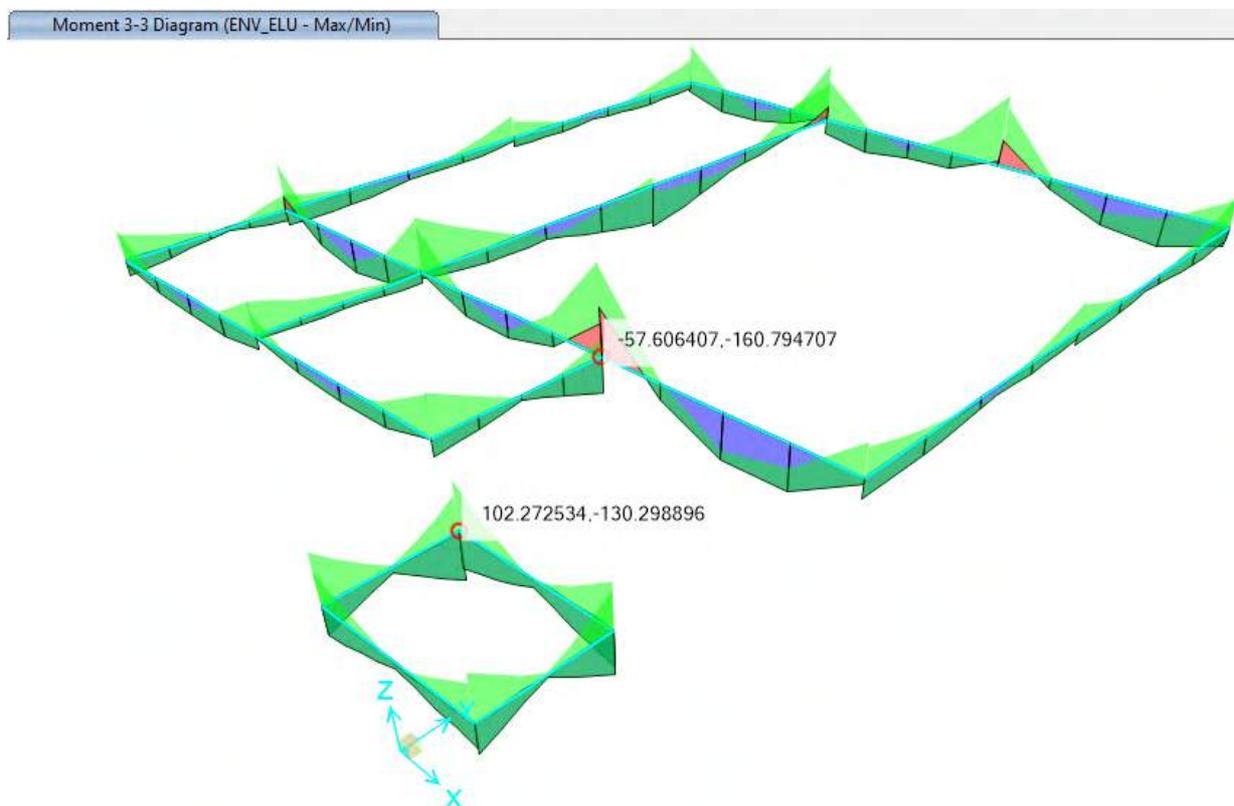
Los esfuerzos máximos obtenidos, para las envolventes de combinaciones de Estado Límite Último y Estado Límite de Servicio, son los siguientes:

ELLU	M33 (kNm)	Mmax	140
		Mmin	165
	M22 (kNm)	Mmax	75
		Mmin	60
Cortante (kN)			180
ELS_Cuasip	M33 (kNm)	Mmax	55
		Mmin	95
	M22 (kNm)	Mmax	15
		Mmin	10

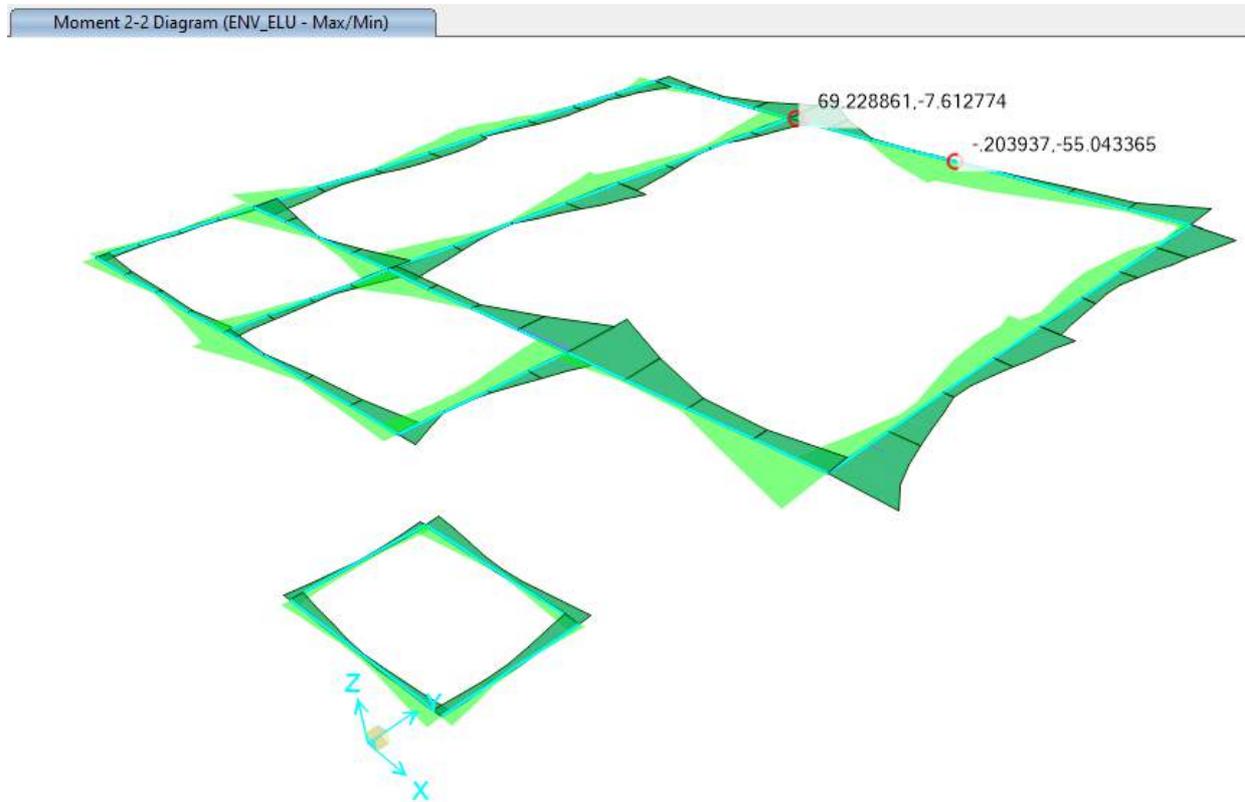
11.3.1.1 ELU

Las siguientes imágenes muestran los diagramas de esfuerzos máximos y mínimos para la envolvente de combinaciones de Estado Límite Último.

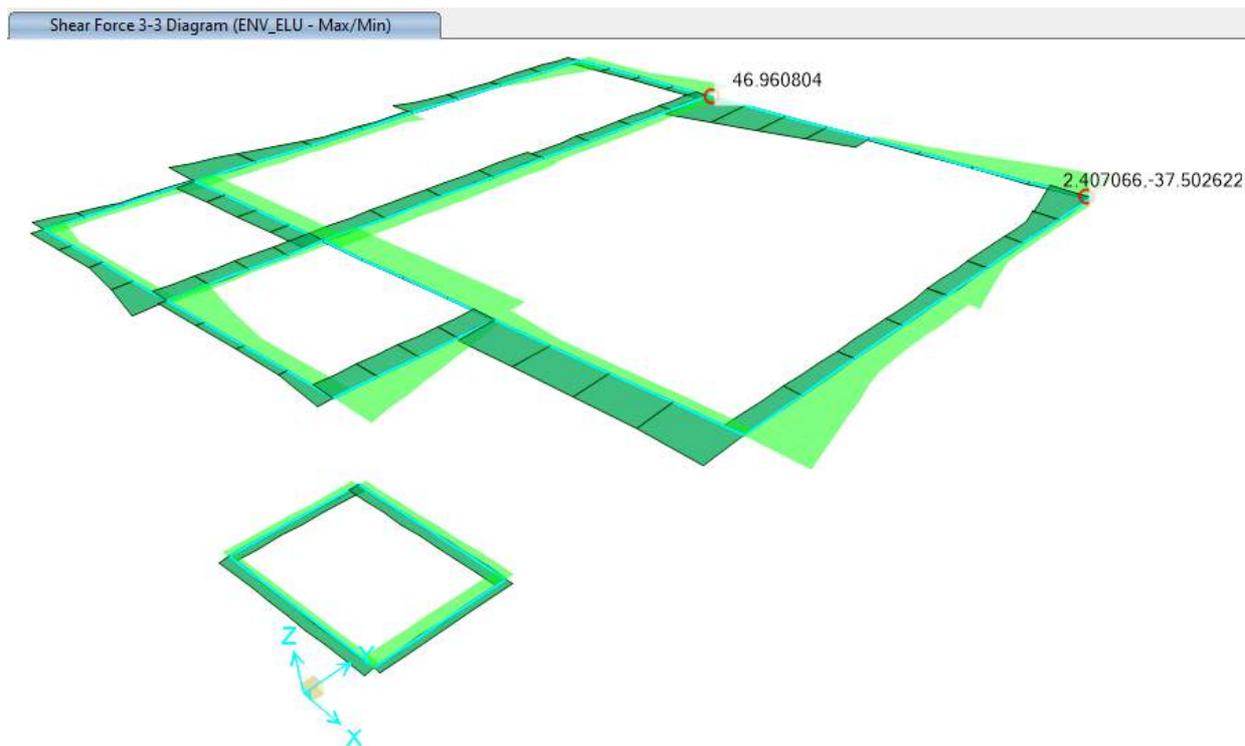
M33 Diagrama (ELU_Env Max/Min)



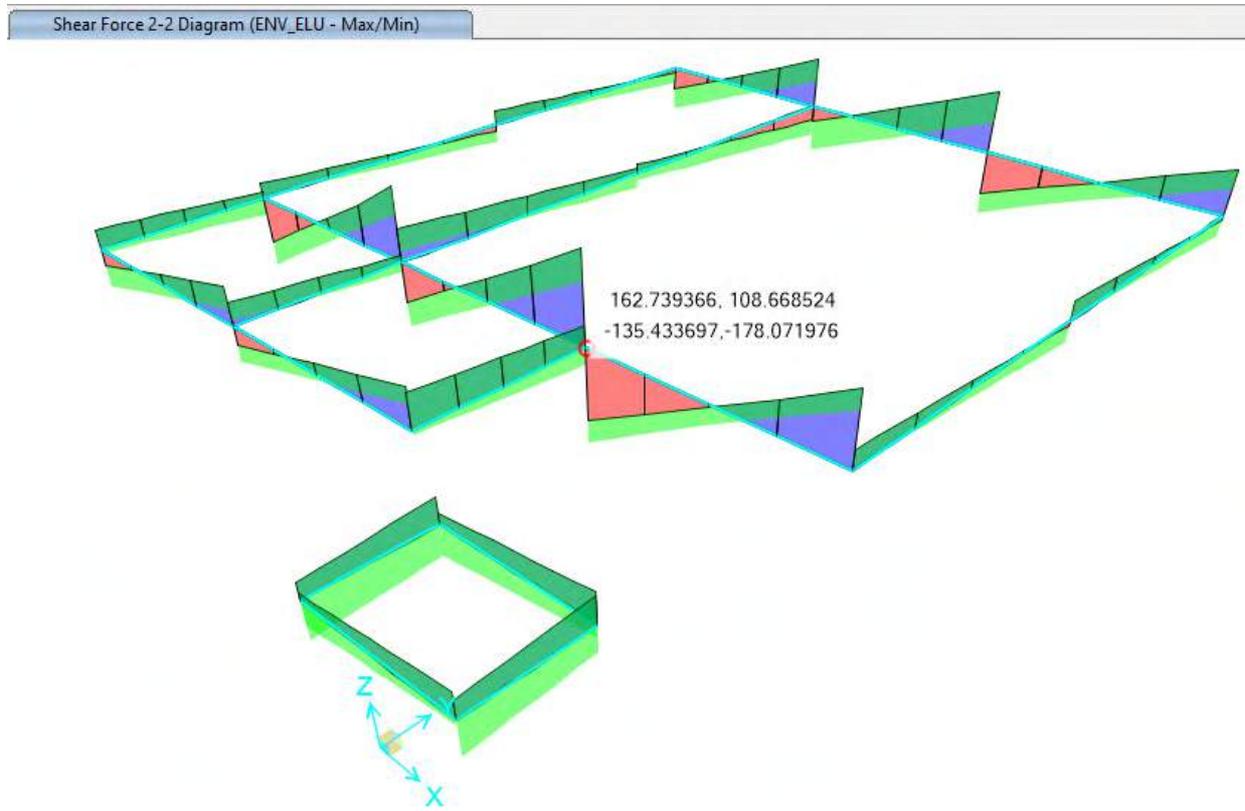
M22 Diagrama (ELU_Env Max/Min)



V33 Diagrama (ELU_Env Max/Min)



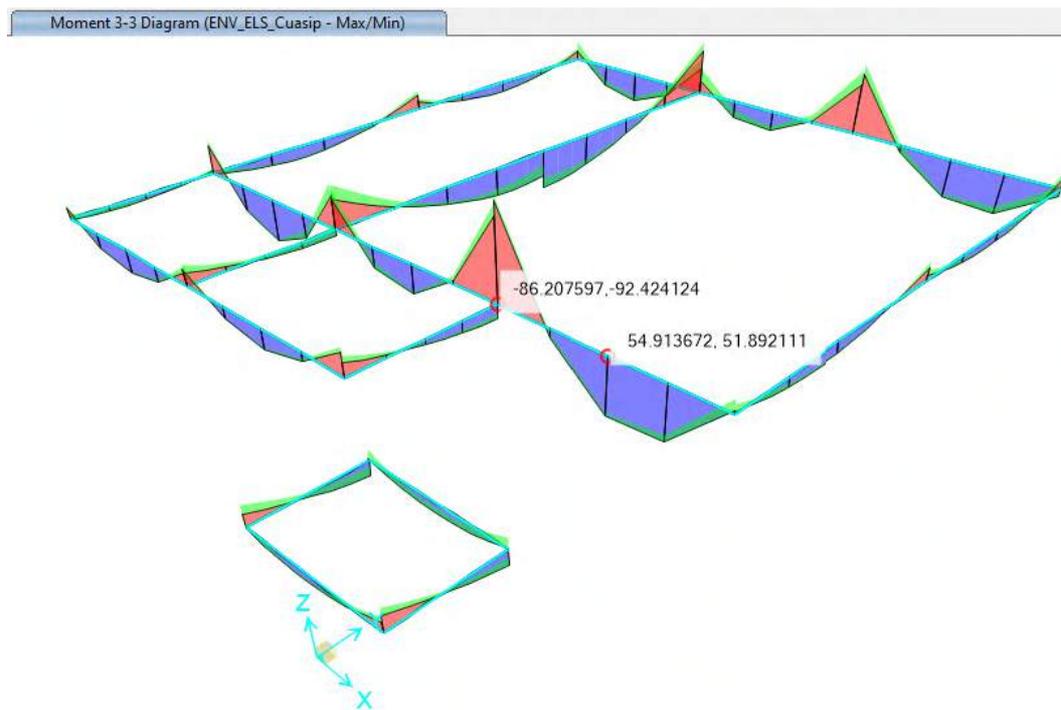
V22 Diagrama (ELU_Env Max/Min)



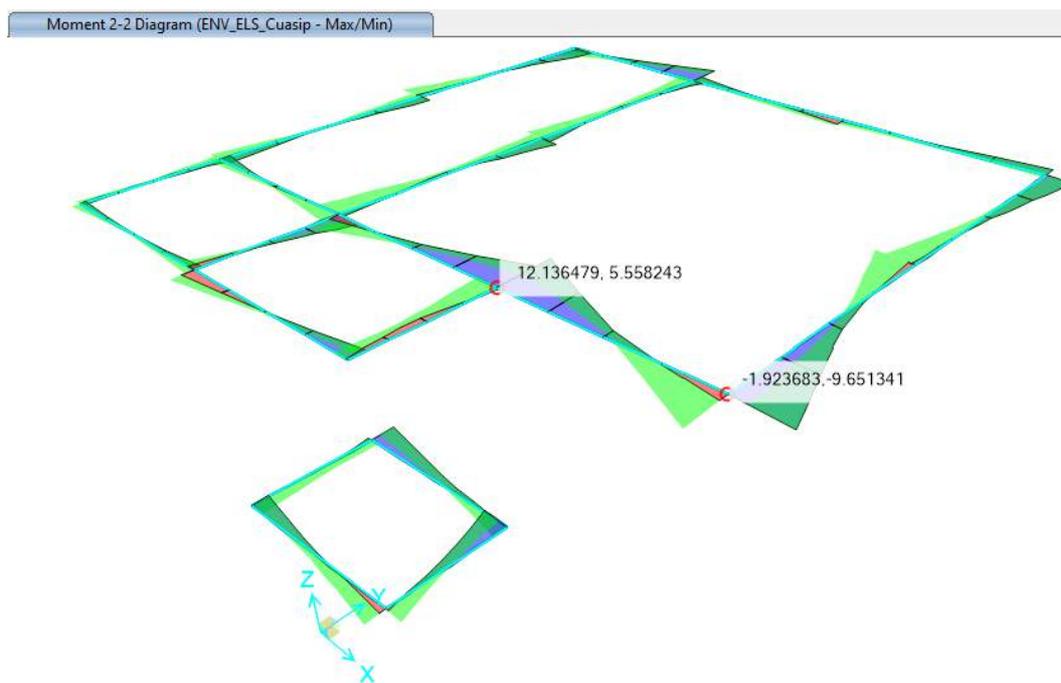
11.3.1.2 ELS

Las siguientes imágenes muestran los diagramas de esfuerzos máximos y mínimos para la envolvente de combinaciones Cuasi permanente de Estado Límite de Servicio

M33 Diagrama (ENV_ELS_Cuasip Max/Min)



M22 Diagrama (ENV_ELS_Cuasip Max/Min)



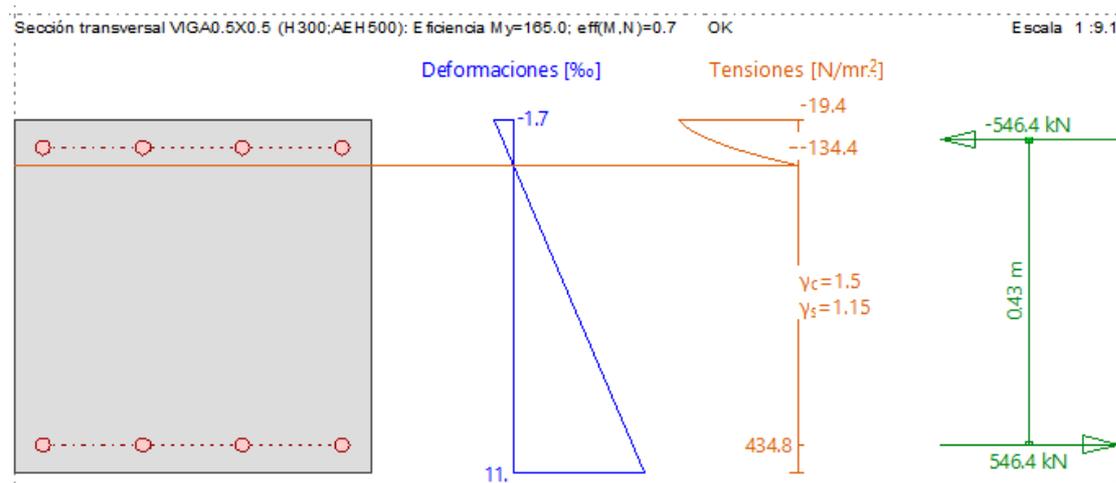
11.3.2 Verificaciones

11.3.2.1 ELU Flexión

Para los esfuerzos pésimos obtenidos se dispondrán las siguientes armaduras. Se cumplen siempre cuantías mínimas.

ELLU	M33 (kNm)	Armado		
		Mmax	140	4Ø20 (cara inf.)
		Mmin	165	4Ø20 (cara sup.)

A continuación, se muestran las comprobaciones para los esfuerzos pésimos:



Cálculo capacidad última Sección (Viga): VIGA0.5X0.5

Solicitaciones / Factores de eficiencia: $eff(M,N)=0.7$ OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal				Esfuerzos de corte y torsión				Sección completa $eff(M,N,V,T)$
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	$eff(M,N)$ [-]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	$eff(V,T)$ [-]	
1	!ELU		0	165.0	0	0.70					

Parámetros de análisis "ELU" Código: EHE-08. Instr. Hormigón Estruct.

ID	Diagrama		Límites de deformación			Factores de la resistencia			Otros valores	
	c	s	ϵ_{c2} [%]	ϵ_{cu3} [%]	ϵ_{ud} [%]	α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	θ [-]	ϕ [-]
!ELU	2/0	1	-2.	-3.5	10.	1.	1.5	1.15	45.	0.

θ : Inclinación de las bielas de compresión
 ϕ : Coef. de fluencia

Deformaciones y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_0 [m]	z_0 [m]	ϵ [%]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
R	H300	0.25	0.5	-1.7	-19.4	1.50
R	H300	-0.25	0.	11.	0.	1.50
R1	AEHS00	-0.21	0.46	-0.6	-134.4	1.15
R2	AEHS00	-0.21	0.04	10.	434.8	1.15

Estado Último "ELU"

N [kN]	Esfuerzos		Deformación y curvatura			Valores rigidez		
	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ϵ_x [%]	$\chi_{y,1}$ [km⁻¹]	$\chi_{z,2}$ [km⁻¹]	N/ϵ_x [kN]	$M_y/\chi_{y,1}$ [kNm²]	$M_z/\chi_{z,2}$ [kNm²]
0.	235.8	0.	4.7	25.3	-0.0	4.5	9307.6	9469.3

11.3.2.2 ELU Cortante

El máximo esfuerzo de cortante obtenido, 180 kN, es mayor al V_u sin armadura.

Por lo tanto, se dispondrá armadura transversal, cercos D10/150 (10.5 cm²/m).

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
 Tipo de acero : B-500-S
 f_{ck} [MPa] = 30.00
 f_{yk} [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Control del hormigón

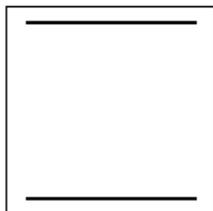
Control normal

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento con armadura a cortante

- Sección

Sección : VIGA0.5X0.5
 b_0 [m] = 0.50
 h [m] = 0.50



2 Comprobación

Tipo de armadura: cercos a 90.0°
 separación s_t [m] = 0.15
 ϕ [mm] = 10
 n° ramas : 2
 Area [cm²/m] = 10.5
 ρ_l [·1.E-3] = 3

Inclinación de las bielas θ [°] = 45
 N_d [kN] = 0.0
 $P_{comprimida}$ [·1.E-3] = 0.0
 σ_{yd} [MPa] = 0.0

V_{u1} [kN] = 1380.0
 V_{u2} [kN] = 252.8
 V_{cu} [kN] = 79.4
 V_{su} [kN] = 173.4

- Resistencia a cortante:
 V_u [kN] = 252.8

11.3.2.3 ELS Fisuración

Para los esfuerzos obtenidos y las armaduras dispuestas se obtienen las siguientes aberturas de fisura:

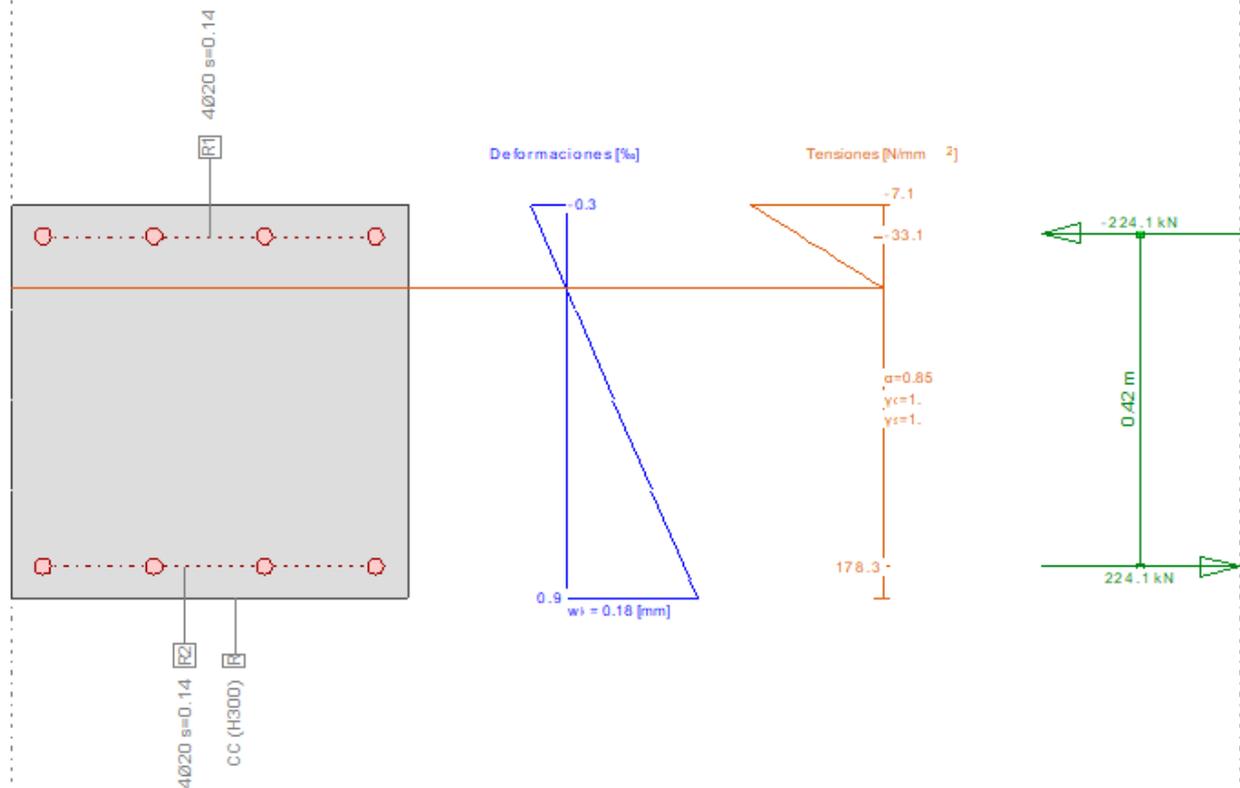
			Armado	Wk (mm)	
ELS_Cuasip	M33 (kNm)	Mmax	55	4Ø20 (cara inf)	0.11
		Mmin	95	4Ø20 (cara sup)	0.18

Todas las aberturas de fisura son menores o igual a la máxima abertura de fisuración permitida $W_{max}=0,30\text{mm}$.

A continuación, se muestran las comprobaciones para los esfuerzos pésimos:

Sección transversal VIGA0.5X0.5 (H300;AEH500): Análisis de tensiones dadas las fuerzas $M_y=95.0$;

Escala 1:9.1



Verif. estado de tens. Sección (Viga): VIGA0.5X0.5

Solicitaciones

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	
1	!ELS		0	95.0	0				-

Parámetros de análisis "!"ELS" Código: EHE-08. Instr.Hormigón Estruct.

ID	Diagrama			Límites de deformación			Factores de la resistencia				Otros valores	
	c	s		ϵ_{c2} [‰]	ϵ_{cu3} [‰]	ϵ_{ud} [‰]	σ_s [N/mm ²]	α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	θ [-]	ϕ [-]
!ELS	1/0	1					200.	0.85	1.	1.	45.	0.

θ : Inclinación de las bielas de compresión

ϕ : Coef. de fluencia

Deformaciones y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_0 [m]	z_0 [m]	ϵ [‰]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
R	H300	0.25	0.5	-0.3	-7.1	1.18
R	H300	-0.25	0.	0.9	0.	1.18
R1	AEH500	-0.21	0.46	-0.2	-33.1	1.00
R2	AEH500	-0.21	0.04	0.8	178.3	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coefficiente de homogeneización	y_0 [m]	z_0 [m]	$\sigma_{d,las}$ [N/mm ²]
R	1.	0.25	0.5	-4.6
R	1.	-0.25	0.	4.6

Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

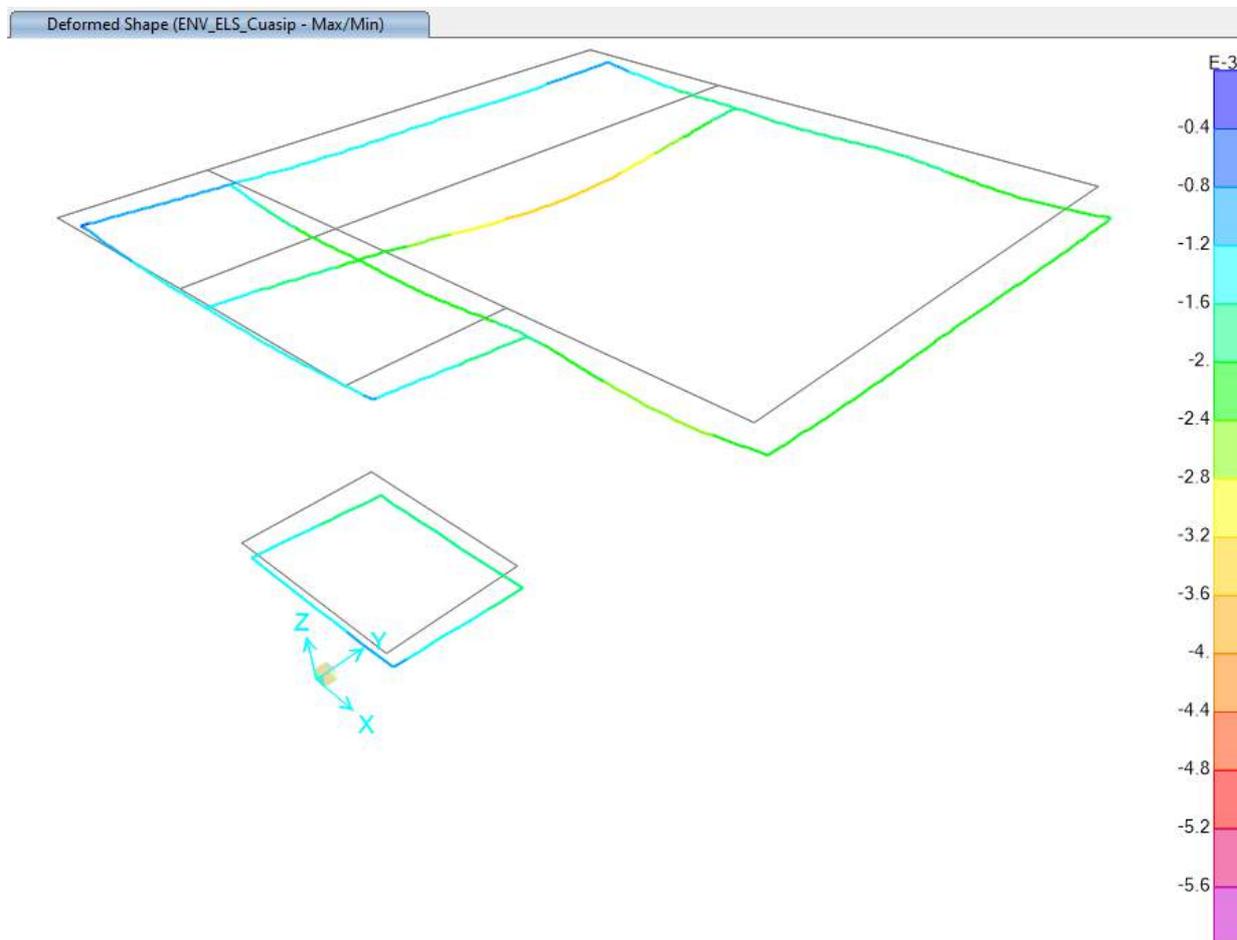
N [kN]	Esfuerzos		Deformación y curvatura			Valores rigidez		
	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ϵ_x [%]	χ_y [km ⁻¹]	χ_z [km ⁻¹]	N/ϵ_x [kN]	M_y/χ_y [kNm ²]	M_z/χ_z [kNm ²]
0.	95.	0.	0.3	2.4	-0.0	41.3	39634.96	1964.75

Verificación de las fisuras

Texto	Valor	Texto	Valor
Principios básicos	EN 1992-1-1 7.3		
Sección			
h	0.5 m	zona compresión (no fisurado)	0.25 m
d	0.46 m	h-d	0.04 m
Recubrimiento c	0.03 m	$h_{c,eff}$	0.08 m
$A_{c,eff}$ (zona de tracción)	41667 mm ²	= Min[2.5 (h-d) ; (h-x)/3 ; h/2]	
Hormigón		Parámetros adicionales	
E_c	33 kN/mm ²	Duración aplicación carga k_t	0.4
σ_{sq} (E_s/E_c)	6.364	Factor de adherencia k_1	0.8
Coef. de fluencia ψ	0.	Distribución de deformación	
ϵ_{ctm}	0. N/mm ²	k_3	3.4
$\epsilon_{ct,eff}$	0. N/mm ²	k_4	0.425
Armadura		Resultados	
E_s	210 kN/mm ²	Momento	95. kNm
A_s (zona de tracción)	1257 mm ²	Tensión en la armadura σ_s	178.3 N/mm ²
Diámetro \varnothing_{eq}	20 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ (7.9)	0.849 o/oo
ρ_{eff}	3.016 o/o	Separación de fisuras $s_{r,max}$	0.21 m
		Ancho de fisuras w_k (7.8)	0.18 mm

11.3.2.4 ELS Deformaciones

En la siguiente imagen se muestra el diagrama de deformaciones verticales para la envolvente de combinaciones Cuasi permanente de Estado Límite de Servicio.



A continuación, se muestra en la tabla que se cumplen los límites de flechas para la mayor deformación, considerando una longitud de vano $L=10.3\text{m}$.

		Luz/flecha	Límite	
Máxima flecha total a tiempo cero (mm)	4,12	2497	300	Cumple
Máxima flecha total tras disponer CM (mm)	13,45	766		
Máxima flecha total a tiempo infinito (mm)	24,50	420	250	Cumple
Máxima flecha activa sobre cargas muertas (mm)	11,05	932	500	Cumple
Flecha cargas vivas (mm)	1,24	8319	1000	Cumple

11.4 Vigas 0.5x0.8 m

11.4.1 Resultados

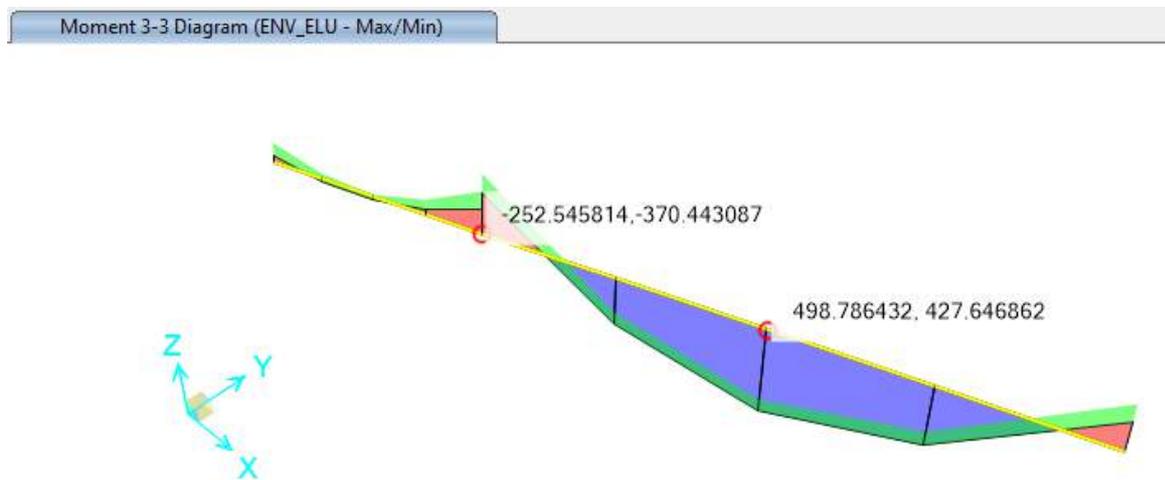
Los esfuerzos máximos obtenidos, para las envolventes de combinaciones de Estado Límite Último y Estado Límite de Servicio, son los siguientes:

ELLU	M33 (kNm)	Mmax	500
		Mmin	375
	M22 (kNm)	Mmax	20
		Mmin	20
Cortante (kN)			390
ELS_Cuasip	M33 (kNm)	Mmax	325
		Mmin	235
	M22 (kNm)	Mmax	10
		Mmin	35

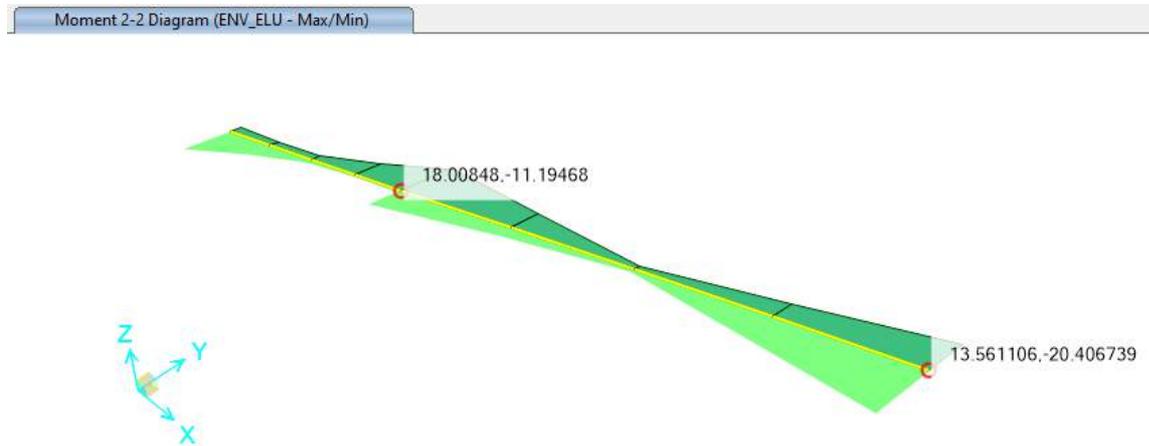
11.4.1.1 ELU

Las siguientes imágenes muestran los diagramas de esfuerzos máximos y mínimos para la envolvente de combinaciones de Estado Límite Último.

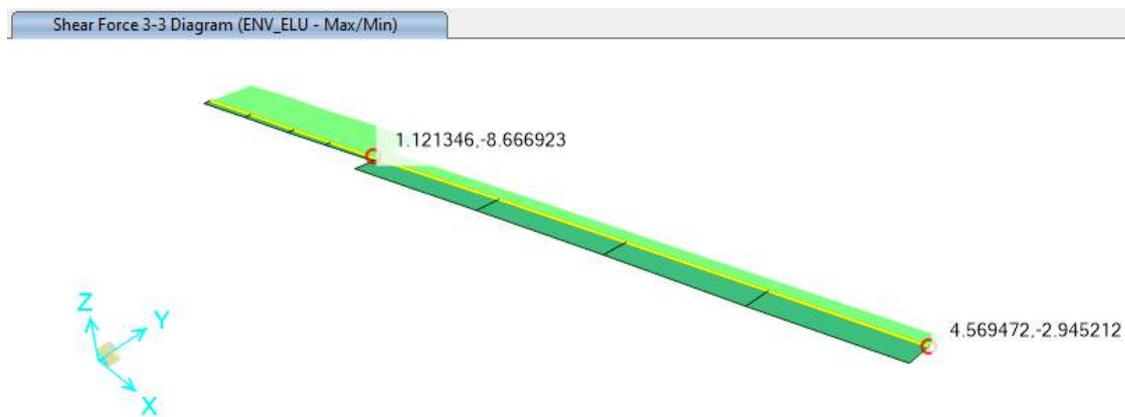
M33 Diagrama (ELU_Env Max/Min)



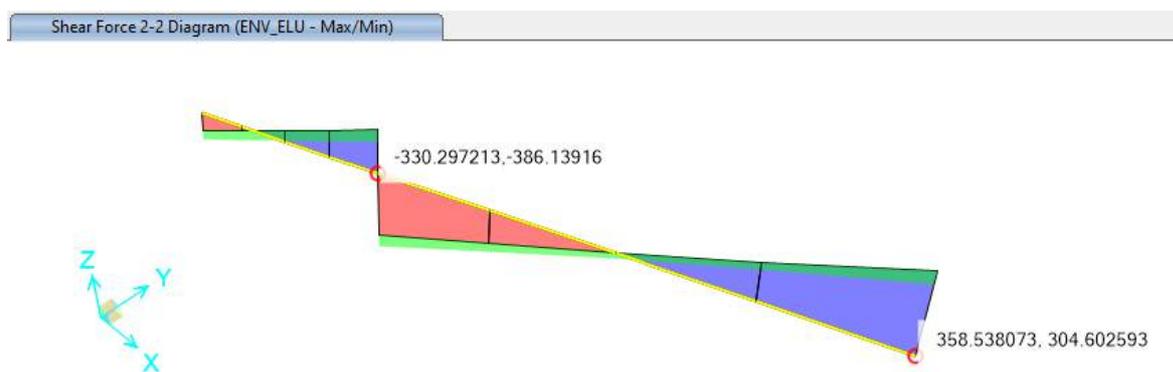
M22 Diagrama (ELU_Env Max/Min)



V33 Diagrama (ELU_Env Max/Min)



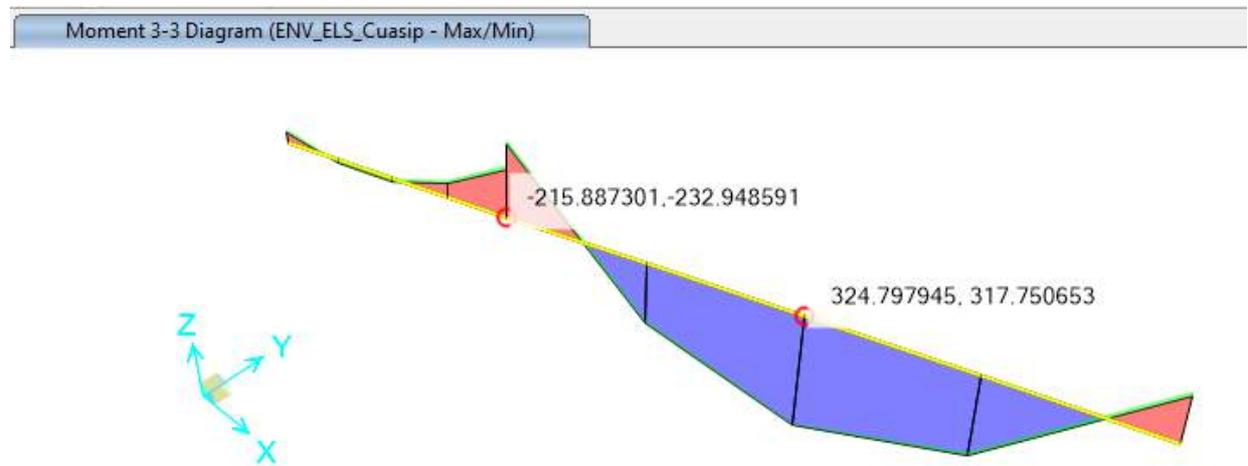
V22 Diagrama (ELU_Env Max/Min)



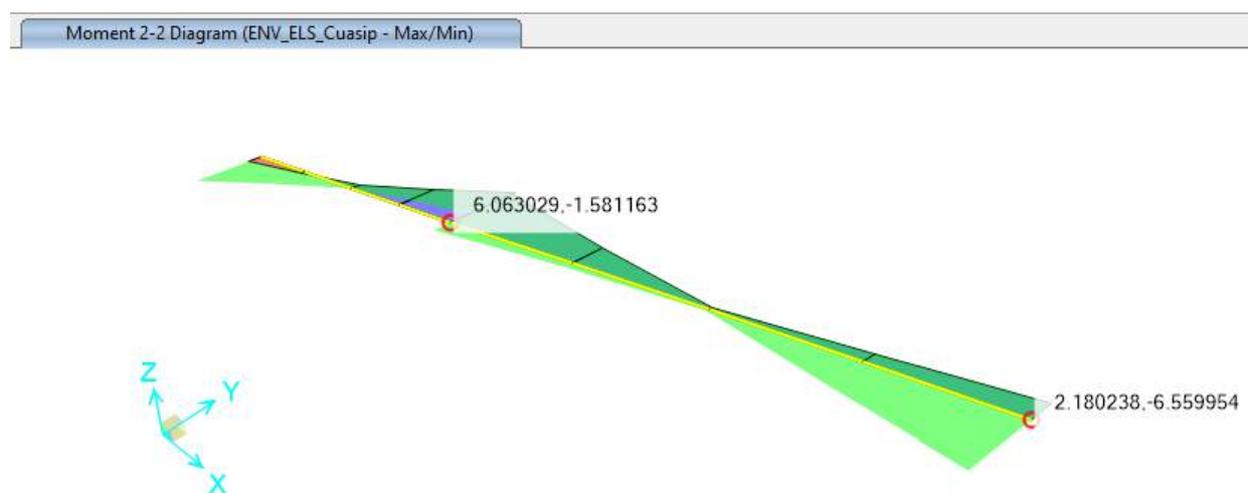
11.4.1.2 ELS

Las siguientes imágenes muestran los diagramas de esfuerzos máximos y mínimos para la envolvente de combinaciones Cuasi permanente de Estado Límite de Servicio

M33 Diagrama (ENV_ELS_Cuasip Max/Min)



M22 Diagrama (ENV_ELS_Cuasip Max/Min)



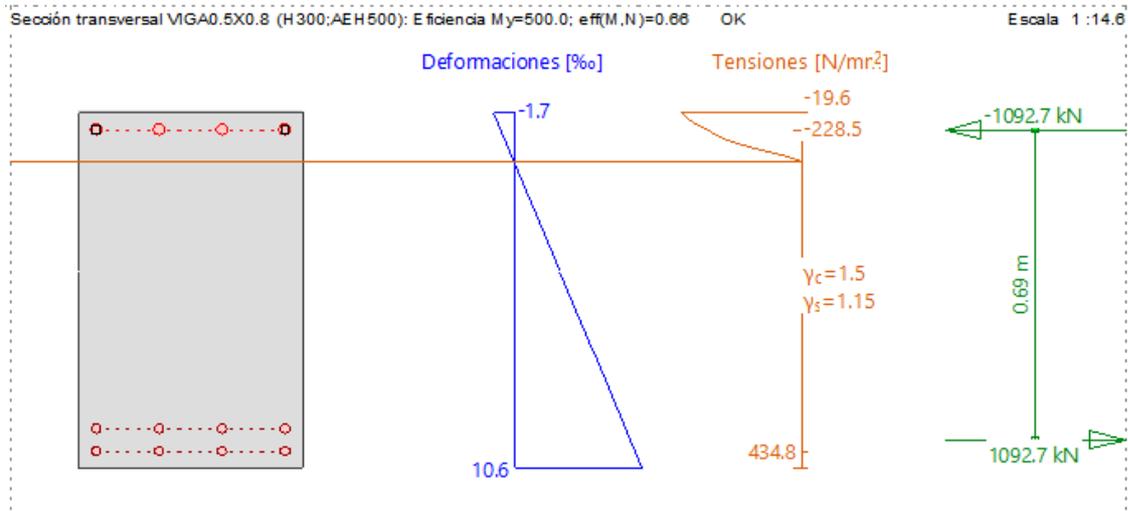
11.4.2 Verificaciones

11.4.2.1 ELU Flexión

Para los esfuerzos pésimos obtenidos se dispondrán las siguientes armaduras. Se cumplen siempre cuantías mínimas.

ELLU	M33 (kNm)	Armado		
		Mmax	500	4+4Ø20 (cara inf.)
		Mmin	375	4Ø25 (cara sup.)

A continuación, se muestran las comprobaciones para los esfuerzos pésimos:



Cálculo capacidad última Sección (Viga): VIGA0.5X0.8

Solicitaciones / Factores de eficiencia: $eff(M,N)=0.66$ OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal				Esfuerzos de corte y torsión				Sección completa $eff(M,N,V,T)$
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	$eff(M,N)$	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	$eff(V,T)$	
1	!ELU		0	500.0	0	0.66					

Parámetros de análisis "ELU" Código: EHE-08. Instr.Hormigón Estruct.

ID	Diagrama		Límites de deformación			Factores de la resistencia			Otros valores		
	c	s	ϵ_{c2} [%]	ϵ_{cu3} [%]	ϵ_{ud} [%]	σ_s [N/mm²]	α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	θ [-]	φ [-]
!ELU	2/0	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	45.	0.

θ : Inclinación de las bielas de compresión
 φ : Coef. de fluencia

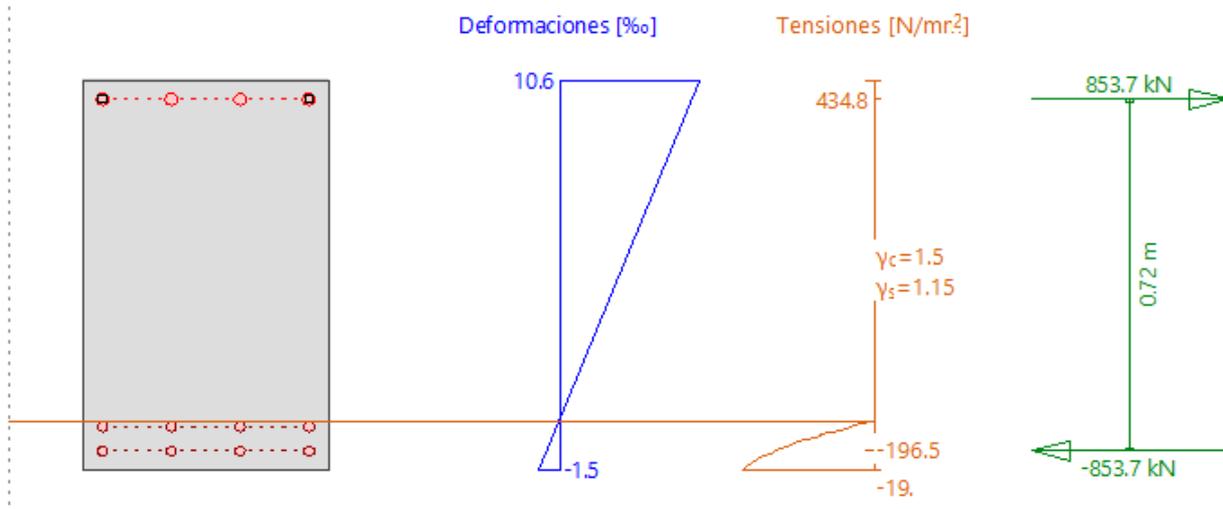
Deformaciones y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_c [m]	z_c [m]	ϵ [%]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
R	H300	0.25	0.8	-1.7	-19.6	1.50
R	H300	-0.25	0.	10.6	0.	1.50
R2	AEH500	-0.21	0.76	-1.1	-228.5	1.15
R3	AEH500	-0.21	0.04	10.	434.8	1.15

Estado Último "ELU"

N [kN]	Esfuerzos		Deformación y curvatura			Valores rigidez		
	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ϵ_x [%]	$\gamma_{y,1}$ [km⁻¹]	$\gamma_{z,1}$ [km⁻¹]	N/ϵ_x [kN]	$M_y/\gamma_{y,1}$ [kNm²]	$M_z/\gamma_{z,1}$ [kNm²]
0.	759.1	0.	4.5	15.4	-0.0	7.26	49289.74	6311.28

Sección transversal VIGA0.5X0.8 (H300;AEH500): E ficiencia $M_y=-375.0$; $eff(M,N)=0.61$ OK Escala 1:14.6



Cálc. capacidad última Sección (Viga): VIGA0.5X0.8

Solicitaciones / Factores de eficiencia: $eff(M,N)=0.61$ OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal				Esfuerzos de corte y torsión				Sección completa $eff(M,N,V,T)$
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	$eff(M,N)$	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	$eff(V,T)$	
1	!ELU		0	-375.0	0	0.61					

Parámetros de análisis "ELU" Código: EHE-08. Instr.Hormigón Estruct.

ID	Diagrama			Límites de deformación			σ_s [N/mm ²]	Factores de la resistencia			Otros valores		
	c	s		ϵ_{c2} [‰]	ϵ_{cu3} [‰]	ϵ_{ud} [‰]		α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	θ [-]	ϕ [-]	
!ELU	2/0	1		-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	45.	0.	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
 ϕ : Coef. de fluencia

Deformaciones y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_0 [m]	z_0 [m]	ϵ [‰]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
R	H300	-0.25	0.	-1.5	-19.	1.50
R	H300	0.25	0.8	10.6	0.	1.50
R3	AEH500	-0.21	0.04	-0.9	-196.5	1.15
R2	AEH500	-0.21	0.76	10.	434.8	1.15

Estado Último "ELU"

N [kN]	Esfuerzos		Deformación y curvatura			Valores rigidez		
	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ϵ_x [‰]	χ_y [km ⁻¹]	χ_z [km ⁻¹]	N/ϵ_x [kN]	M_y/χ_y [kNm ²]	M_z/χ_z [kNm ²]
0.	-614.4	0.	4.5	-15.2	-0.0	10.72	40452.5	25722.87

11.4.2.2 ELU Cortante

El máximo esfuerzo de cortante obtenido, 390 kN, es mayor al V_u sin armadura.

Por lo tanto, se dispondrá armadura transversal, cercos D10/150 (10.5 cm²/m).

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
 Tipo de acero : B-500-S
 f_{ck} [MPa] = 30.00
 f_{yk} [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Control del hormigón

Control normal

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento con armadura a cortante

- Sección

Sección : VIGA0.5X0.8
 b_0 [m] = 0.50
 h [m] = 0.80



2 Comprobación

Tipo de armadura: cercos a 90.0°
 separación s_t [m] = 0.15
 ϕ [mm] = 10
 nº ramas : 2
 Area [cm²/m] = 10.5
 ρ_l [·1.E-3] = 8

Inclinación de las bielas θ [°] = 45
 Nd [kN] = 0.0
 P_{comprimida} [·1.E-3] = 0.0
 σ_{yd} [MPa] = 0.0

Vu1 [kN] = 2280.0
 Vu2 [kN] = 452.4
 Vcu [kN] = 165.8
 Vsu [kN] = 286.5

- Resistencia a cortante:
 Vu [kN] = 452.4

11.4.2.3 ELS Fisuración

Para los esfuerzos obtenidos y las armaduras dispuestas se obtienen las siguientes aberturas de fisura:

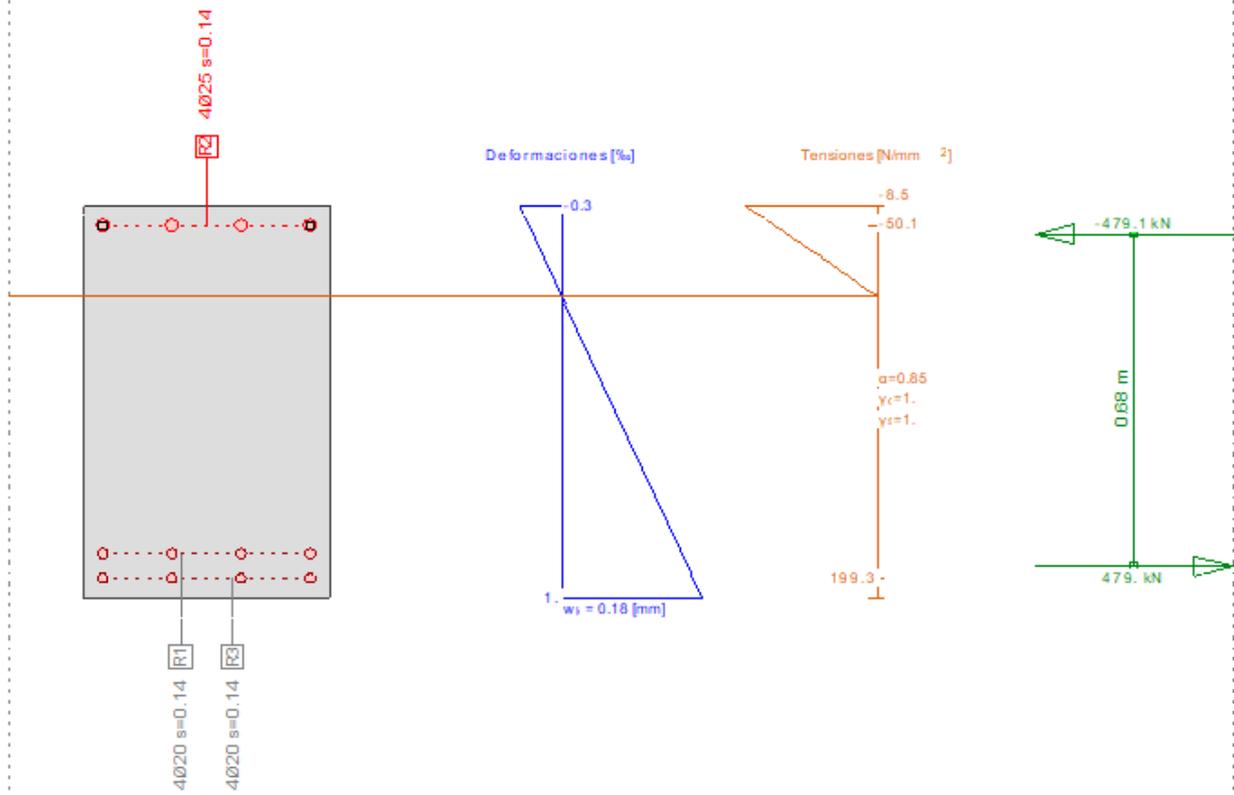
			Armado	Wk (mm)
ELS_Cuasip	M33 (kNm)	Mmax	325	4+4Ø20 (cara inf.) 0,18
		Mmin	235	4Ø25 (cara sup.) 0,16

Todas las aberturas de fisura son menores o igual a la máxima abertura de fisuración permitida $W_{max}=0,30\text{mm}$.

A continuación, se muestran las comprobaciones para los esfuerzos pésimos:

Sección transversal VIGA0.5X0.8 (H300;AEH500): Análisis de tensiones dadas las fuerzas $M_y=325.0$;

Escala 1:14.6



Verif. estado de tens. Sección (Viga): VIGA0.5X0.8

Solicitaciones

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	-
1	!ELS		0	325.0	0				

Parámetros de análisis "!"ELS" Código: EHE-08. Instr.Hormigón Estruct.

ID	Diagrama			Límites de deformación			σ_s [N/mm ²]	Factores de la resistencia			Otros valores	
	c	s		ϵ_{cu2} [%]	ϵ_{cu3} [%]	ϵ_{ud} [%]		α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	θ [-]	ϕ [-]
!ELS	1/0	1					200.	0.85	1.	1.	45.	0.

θ : Inclinación de las bielas de compresión

ϕ : Coef. de fluencia

Deformaciones y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_c [m]	z_c [m]	ϵ [%]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
R	H300	0.25	0.6	-0.3	-8.5	1.18
R	H300	-0.25	0.	1.	0.	1.18
R2	AEH500	-0.21	0.76	-0.3	-50.1	1.00
R3	AEH500	-0.21	0.04	0.9	199.3	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coefficiente de homogeneización	y_c [m]	z_c [m]	$\sigma_{elastic}$ [N/mm ²]
R	1.	0.25	0.6	-6.1
R	1.	-0.25	0.	6.1

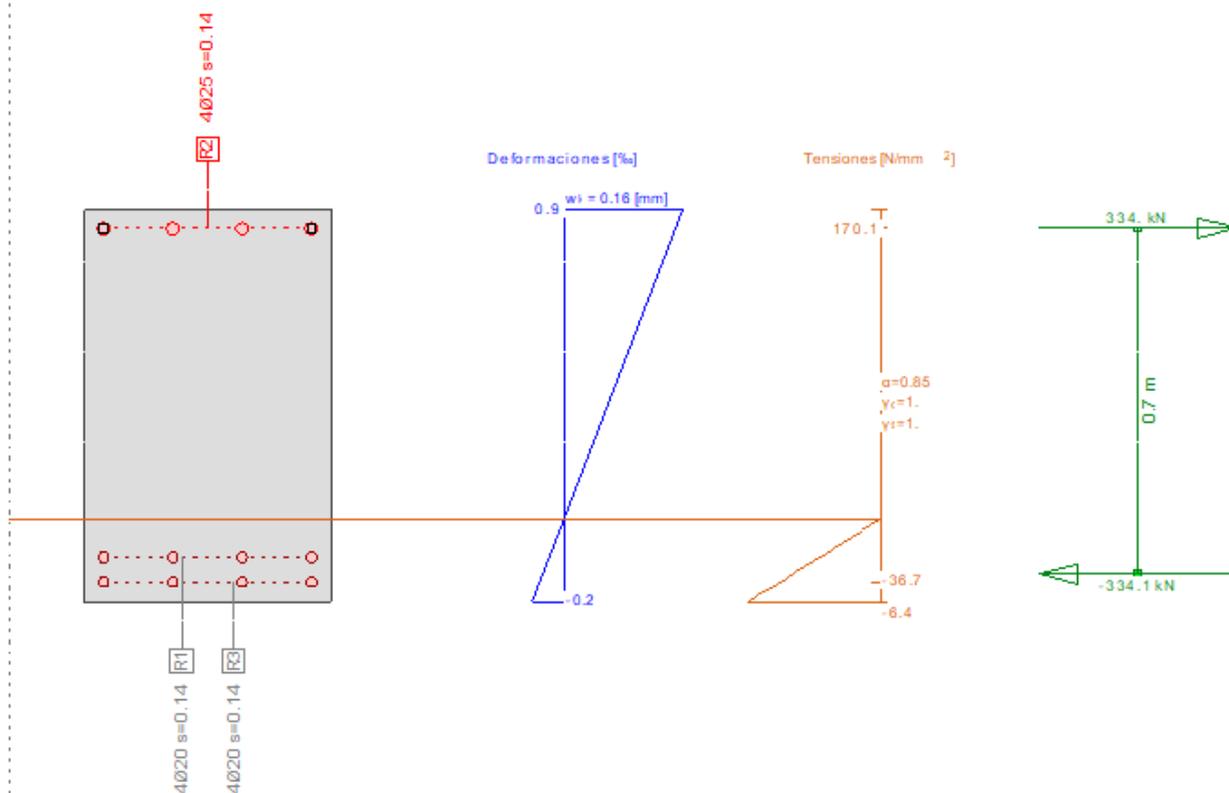
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

N [kN]	Esfuerzos		Deformación y curvatura			Valores rigidez		
	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ϵ_x [‰]	χ_y [km ⁻¹]	χ_z [km ⁻¹]	N/E_x [kN]	M_y/I_y [kNm ²]	M_z/I_z [kNm ²]
0.	325.	0.	0.4	1.6	-0.0	57.22	197.099.98	7763.75

Verificación de las fisuras

Texto	Valor	Texto	Valor
Principios básicos	EN 1992-1-1 7.3		
Sección			
h	0.8 m	zona compresión (no fisurado)	0.4 m
d	0.74 m	h-d	0.06 m
Recubrimiento c	0.03 m	$h_{c,eff}$	0.13 m
$A_{c,eff}$ (zona de tracción)	66667 mm ²	= Min[2.5 (h-d) ; (h-x) / 3 ; h/2]	
Hormigón		Parámetros adicionales	
E_c	33 kN/mm ²	Duración aplicación carga k_t	0.4
α_{ct} (E_s/E_c)	6.364	Factor de adherencia k_1	0.8
Coef. de fluencia ψ	0.	Distribución de deformación	0.5
ϵ_{ctm}	0. N/mm ²	k_3	3.4
$\epsilon_{ct,eff}$	0. N/mm ²	k_4	0.425
Armadura		Resultados	
E_s	210 kN/mm ²	Momento	325. kNm
A_s (zona de tracción)	2513 mm ²	Tensión en la armadura σ_s	199.3 N/mm ²
Diámetro \varnothing_{eq}	20 mm	$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$ (7.9)	0.949 o/oo
ρ_{eff}	3.77 o/o	Separación de fisuras $s_{r,max}$	0.19 m
		Ancho de fisuras w_k (7.8)	0.18 mm

Sección transversal VIGA0.5X0.8 (H300;AEH500): Análisis de tensiones dadas las fuerzas $M_y=-235.0$; Escala 1:14.6



Verif. estado de tens. Sección (Viga): VIGA0.5X0.8

Solicitaciones

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	
1	!ELS		0	-235.0	0				-

Parámetros de análisis "!"ELS" Código: EHE-08. Instr.Hormigón Estruct.

ID	Diagrama		Límites de deformación			σ_s [N/mm ²]	α_{cc} [-]	Factores de la resistencia			Otros valores	
	c	s	ϵ_{c2} [‰]	ϵ_{cu3} [‰]	ϵ_{ud} [‰]			γ_c [-]	γ_s [-]	θ [-]	φ [-]	
!ELS	1/0	1				200.	0.85	1.	1.		45.	0.

θ : Inclinación de las bielas de compresión

φ : Coef. de fluencia

Deformaciones y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ϵ [‰]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
R	H300	-0.25	0.	-0.2	-6.4	1.18
R	H300	0.25	0.8	0.9	0.	1.18
R3	AEH500	-0.21	0.04	-0.2	-36.7	1.00
R2	AEH500	-0.21	0.76	0.8	170.1	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coefficiente de homogeneización	y_q [m]	z_q [m]	σ_{elias} [N/mm ²]
R	1.	-0.25	0.	-4.4
R	1.	0.25	0.8	4.4

Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

N [kN]	Esfuerzos		Deformación y curvatura			Valores rigidez		
	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ϵ_x [‰]	$\chi_{y,1}$ [km ⁻¹]	χ_z [km ⁻¹]	N/ϵ_x [kN]	M_y/χ_y [kNm ²]	M_z/χ_z [kNm ²]
0.	-235.	0.	0.3	-1.4	0.0	59.82	171816.03	25260.07

Verificación de las fisuras

Texto	Valor	Texto	Valor
Principios básicos	EN 1992-1-1 7.3		
Sección			
h	0.8 m	zona compresión (no fisurado)	0.4 m
d	0.76 m	h-d	0.04 m
Recubrimiento c	0.03 m	$h_{c,off}$	0.1 m
$A_{c,eff}$ (zona de tracción)	50000 mm ²	= Min[2.5 (h-d) ; (h-x)/3 ; h/2]	
Hormigón		Parámetros adicionales	
E_c	33 kN/mm ²	Duración aplicación carga k_t	0.4
α_{ct} (E_s/E_c)	6.364	Factor de adherencia k_1	0.8
Coef. de fluencia ϕ	0.	Distribución de deformación	
f_{ctm}	0. N/mm ²	k_3	3.4
$f_{ct,eff}$	0. N/mm ²	k_4	0.425
Armadura		Resultados	
E_s	210 kN/mm ²	Momento	-235. kNm
A_s (zona de tracción)	1963 mm ²	Tensión en la armadura σ_s	170.1 N/mm ²
Diámetro \varnothing_{oq}	25 mm	$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$ (7.9)	0.81 o/o
ρ_{eff}	3.927 o/o	Separación de fisuras $s_{r,max}$	0.2 m
		Ancho de fisuras w_k (7.8)	0.16 mm

11.4.2.4 ELS Deformaciones

En la siguiente imagen se muestra el diagrama de deformaciones verticales para la envolvente de combinaciones Cuasi permanente de Estado Límite de Servicio.



A continuación, se muestra en la tabla que se cumplen los límites de flechas para la mayor deformación, considerando una longitud de vano $L=8.5\text{m}$.

		Luz/flecha	Límite	
Máxima flecha total a tiempo cero (mm)	5,39	1576	300	Cumple
Máxima flecha total tras disponer CM (mm)	17,52	485		
Máxima flecha total a tiempo infinito (mm)	30,50	279	250	Cumple
Máxima flecha activa sobre cargas muertas (mm)	14,14	601	500	Cumple
Flecha cargas vivas (mm)	1,16	7322	1000	Cumple

11.5 Perfiles metálicos HEB260

Los perfiles metálicos empleados como vigas carrileras del puente grúa son perfiles HEB260.

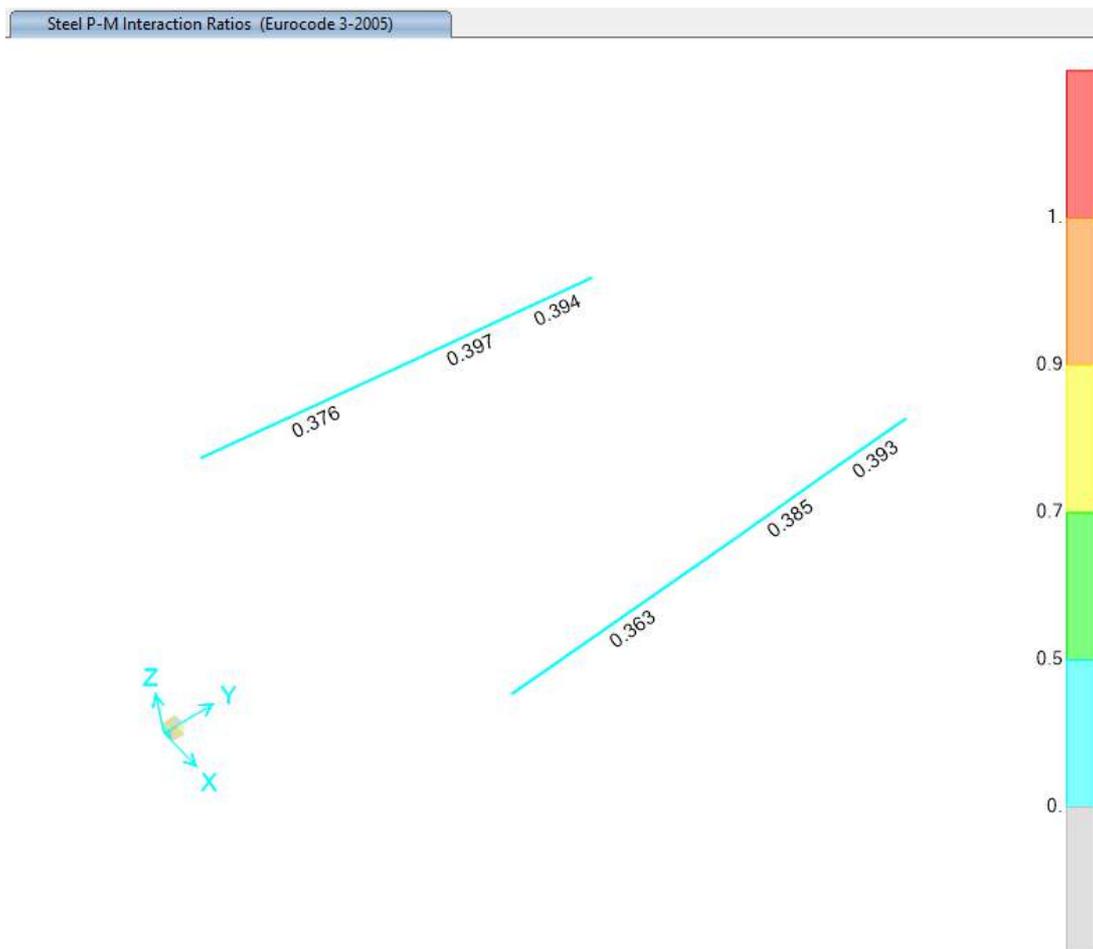
A continuación, se muestran las comprobaciones de dichos perfiles para las cargas a las que están solicitados.

11.5.1 Verificaciones

11.5.1.1 ELU

En la imagen se muestran los coeficientes esfuerzo/capacidad para la envolvente de combinaciones en Estado Límite Último, según las bases de diseño del Eurocódigo 3 -2005.

Todos los perfiles metálicos cumplen, siendo todos los coeficientes de esfuerzo/capacidad < 1 .



11.5.1.2 ELS Deformaciones

Deformaciones verticales

Se adoptan los límites de flecha de acuerdo con la información facilitada por el suministrador del puente grúa. El límite de flecha es $L/750$.

La siguiente imagen muestra el diagrama de flechas verticales para la envolvente de combinaciones de Estado Limite de Servicio. Las flechas obtenidas son menores que el límite definido, para $L=5.15$ m.



Deformaciones horizontales

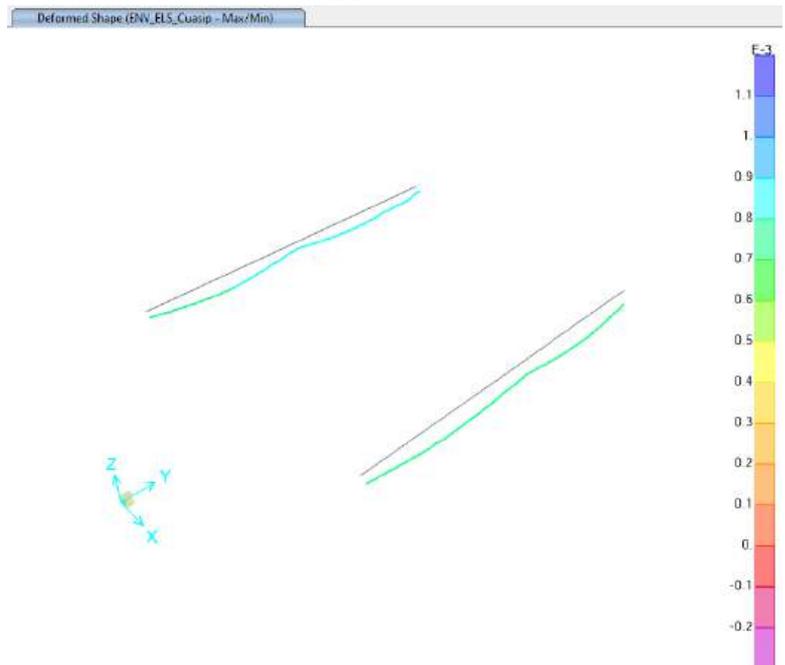
Se adoptan los límites de deformaciones horizontales de acuerdo con la información facilitada por el suministrador del puente grúa. El límite de deformación horizontal es $L/1000$.

La siguiente imagen muestra el diagrama de deformaciones horizontales para la envolvente de combinaciones de Estado Límite de Servicio. Las deformaciones obtenidas son menores que el límite definido, para $L=5.15$ m.

Deformaciones en dirección X



Deformaciones en dirección Y



11.6 Pilares 0.5x0.5 m

11.6.1 Resultados

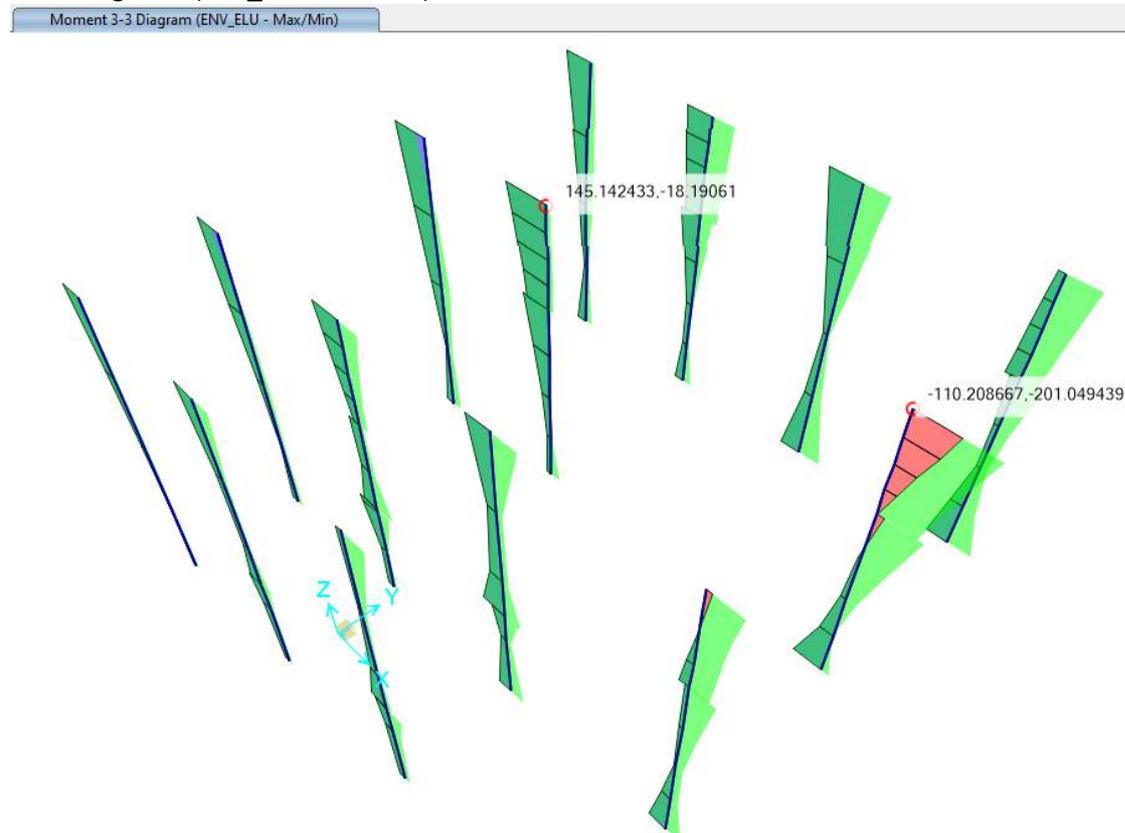
Los esfuerzos máximos obtenidos, para las envolventes de combinaciones de Estado Límite Último y Estado Límite de Servicio, son los siguientes:

ELLU	M33 (kNm)	Mmax	145
		Mmin	205
	M22 (kNm)	Mmax	100
		Mmin	105
Cortante (kN)			65
ELS_Cuasip	M33 (kNm)	Mmax	55
		Mmin	100
	M22 (kNm)	Mmax	50
		Mmin	35

11.6.1.1 ELU

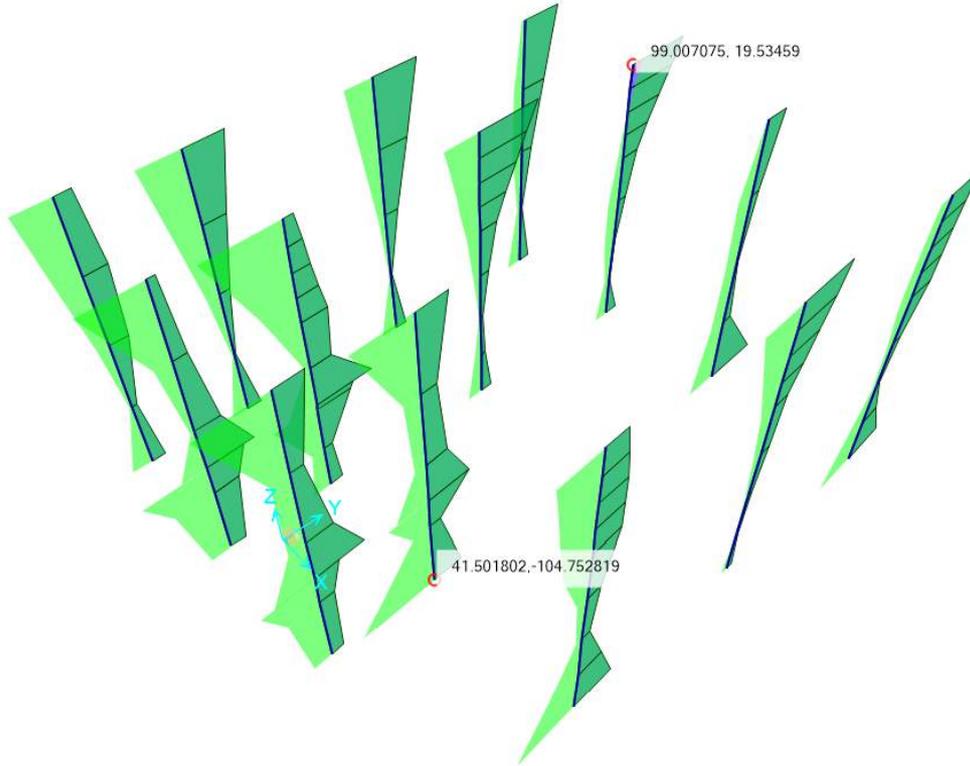
Las siguientes imágenes muestran los diagramas de esfuerzos máximos y mínimos para la envolvente de combinaciones de Estado Límite Último.

M33 Diagrama (ELU_Env Max/Min)



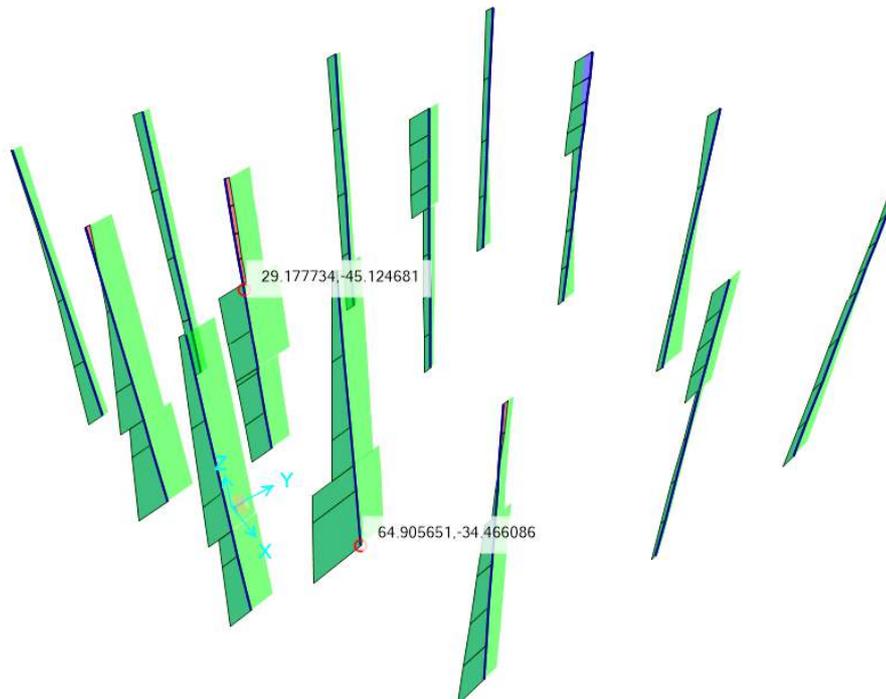
M22 Diagrama (ELU_Env Max/Min)

Moment 2-2 Diagram (ENV_ELU - Max/Min)



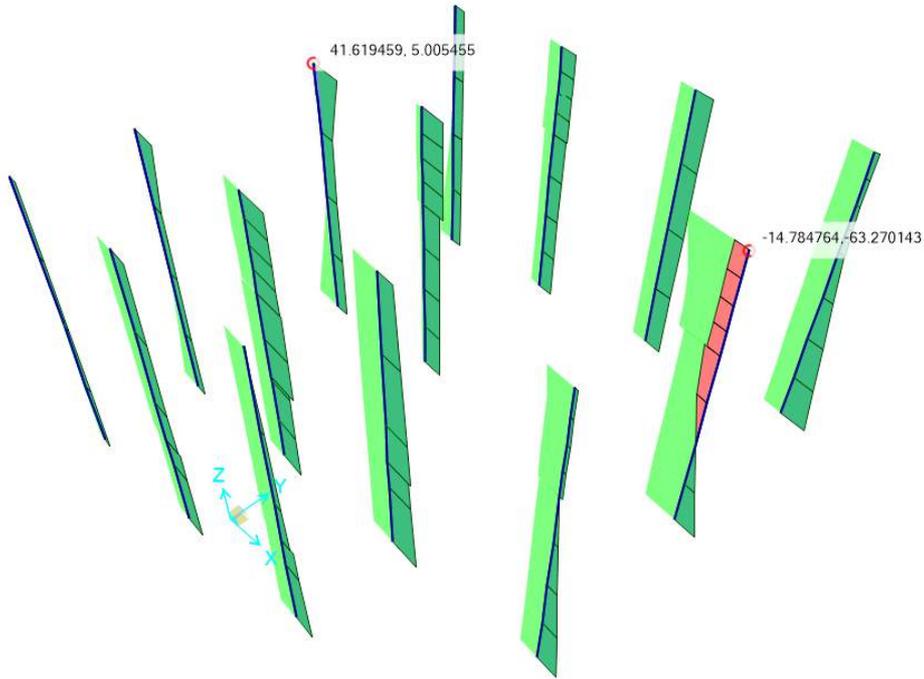
V33 Diagrama (ELU_Env Max/Min)

Shear Force 3-3 Diagram (ENV_ELU - Max/Min)



V22 Diagrama (ELU_Env Max/Min)

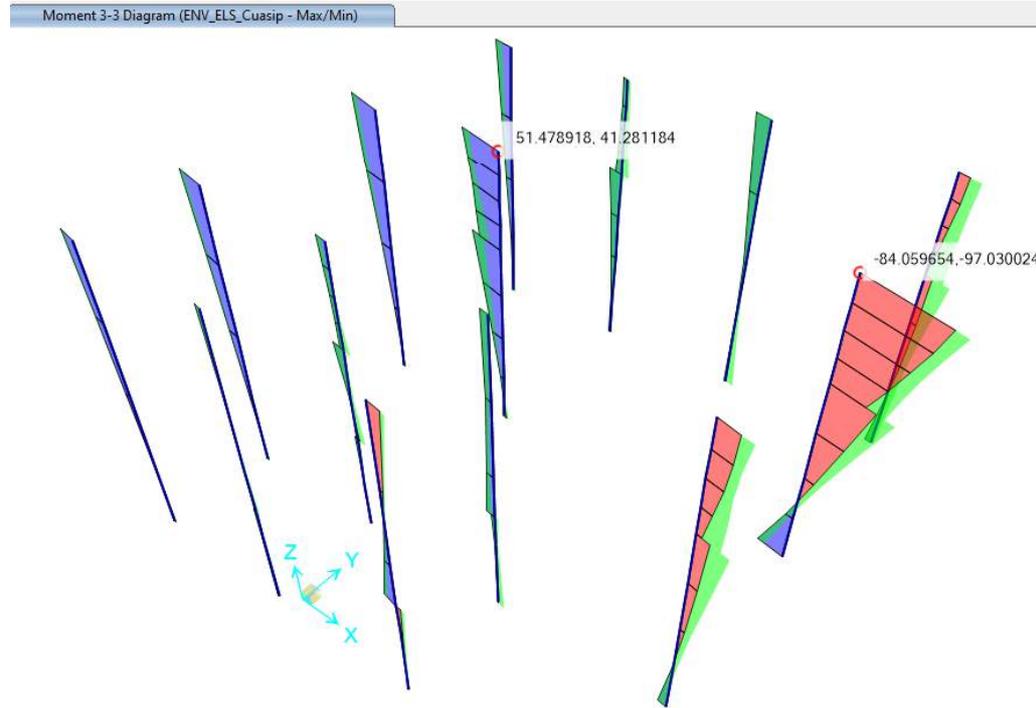
Shear Force 2-2 Diagram (ENV_ELU - Max/Min)



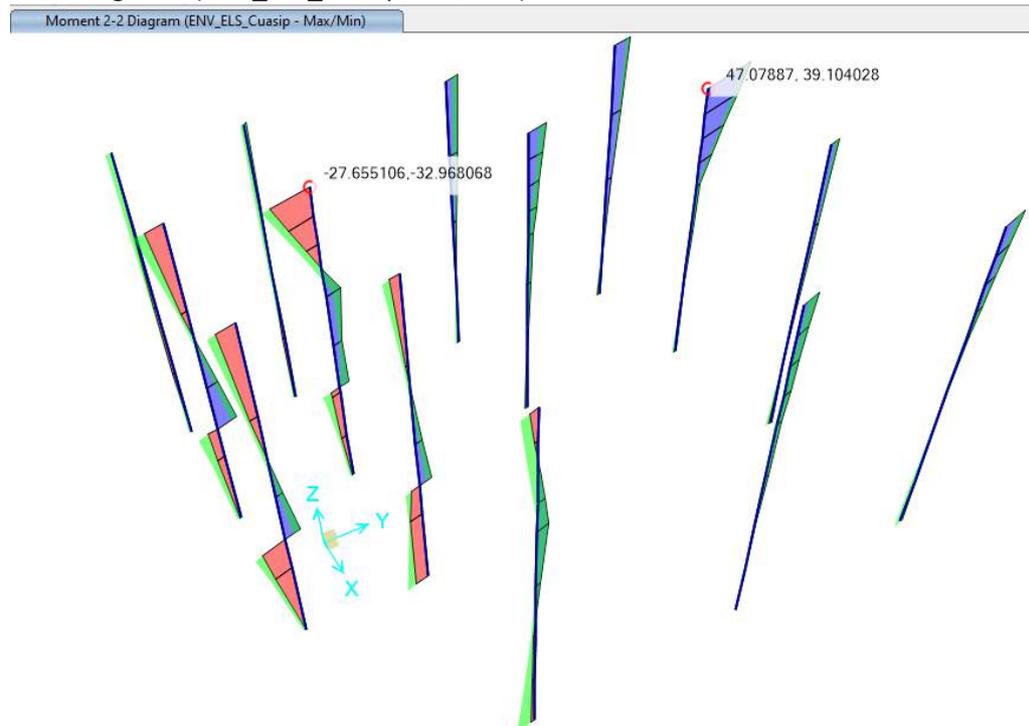
11.6.1.2 ELS

Las siguientes imágenes muestran los diagramas de esfuerzos máximos y mínimos para la envolvente de combinaciones Cuasi permanente de Estado Límite de Servicio

M33 Diagrama (ENV_ELS_Cuasip Max/Min)



M22 Diagrama (ENV_ELS_Cuasip Max/Min)



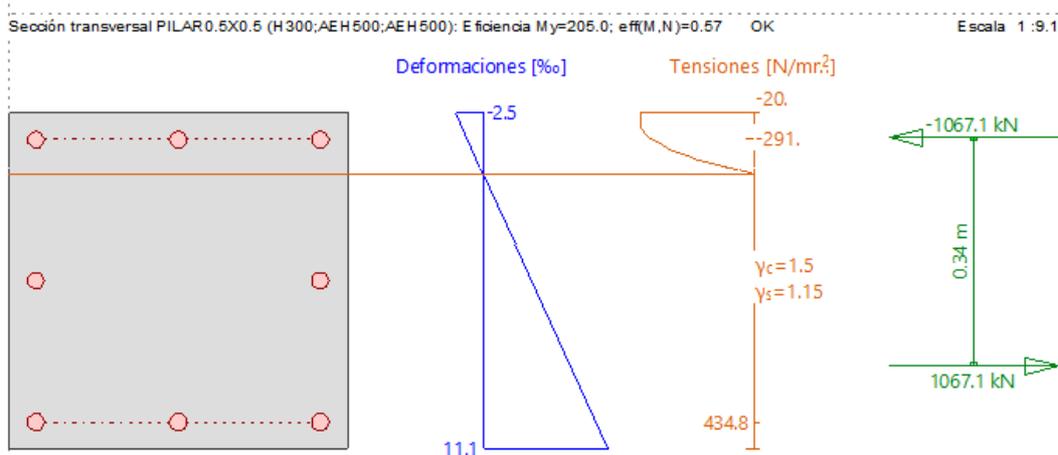
11.6.2 Verificaciones

11.6.2.1 ELU Flexión

Para los esfuerzos obtenidos se dispondrán las siguientes armaduras. Se cumplen siempre cuantías mínimas.

				Armado
ELLU	M33 (kNm)	Mmax	145	3Ø25 / cara
		Mmin	205	3Ø25 / cara
	M22 (kNm)	Mmax	100	3Ø25 / cara
		Mmin	105	3Ø25 / cara

A continuación, se muestran las comprobaciones para los esfuerzos pésimos:



Cálculo capacidad última Sección (Viga): PILAR0.5X0.5

Solicitaciones / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.57 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal				Esfuerzos de corte y torsión				Sección completa eff(M,N,V,T)
			N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	eff(M,N) [-]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	
1	!ELU		0	205.0	0	0.57					

Parámetros de análisis "ELU" Código: EHE-08. Instr.Hormigón Estruct.

ID	Diagrama		Límites de deformación			σ _s [N/mm ²]	α _{cc} [-]	Factores de la resistencia			Otros valores	
	c	s	ε _{cu2} [‰]	ε _{cu3} [‰]	ε _{ud} [‰]			γ _c [-]	γ _s [-]	θ [°]	φ [°]	
!ELU	2/0	1	-2.	-2.5	10.		1.	1.5	1.15	45.	0.	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia

Deformaciones y tensiones extremas

Nombre	Clase	y ₀ [m]	z ₀ [m]	ε [‰]	σ ₀ [N/mm ²]	γ [°]
R	H300	0.25	0.5	-2.5	-20.	1.50
R	H300	-0.25	0.	11.1	0.	1.50
R1	AEH500	0.21	0.46	-1.4	-291.	1.15
R2	AEH500	-0.21	0.04	10.	434.8	1.15

Estado Último "ELU"

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	ε _x [‰]	χ _{y1} [km ⁻¹]	χ _{z1} [km ⁻¹]	N/ε _x [kN]	M _y /χ _y [kNm ²]	M _z /χ _z [kNm ²]
0.	361.5	0.	4.3	27.1	0.0	3.12	12335.86	85295.21

11.6.2.2 ELU Cortante

El máximo esfuerzo de cortante obtenido, 65 kN, es menor al V_u sin armadura.

Por lo tanto, se dispondrá solamente la armadura mínima transversal, cercos D8/200 (5 cm²/m).

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
 Tipo de acero : B-500-S
 f_{ck} [MPa] = 30.00
 f_{yk} [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Control del hormigón

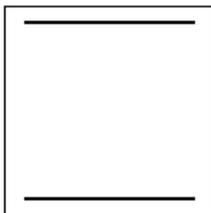
Control normal

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

Sección : PILA0.5X0.5
 b_0 [m] = 0.50
 h [m] = 0.50



2 Comprobación

ρ_l [.1.E-3] = 6
 N_d [kN] = 0.0

V_u [kN] = 134.6

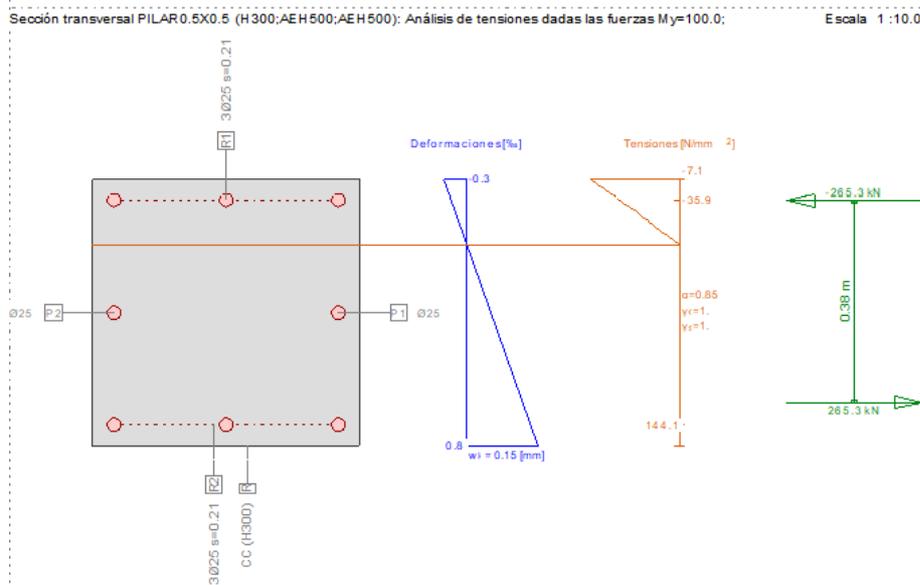
11.6.2.3 ELS Fisuración

Para los esfuerzos obtenidos y las armaduras dispuestas se obtienen las siguientes aberturas de fisura:

				Armado	Wk (mm)
ELS_Cuasip	M33 (kNm)	Mmax	55	3Ø25 / cara	0,08
		Mmin	100	3Ø25 / cara	0,15
	M22 (kNm)	Mmax	50	3Ø25 / cara	0,07
		Mmin	35	3Ø25 / cara	0,05

Todas las aberturas de fisura son menores o iguala a la máxima abertura de fisuración permitida para muros Wmax=0,30mm.

A continuación, se muestran las comprobaciones para los esfuerzos pésimos:



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PILAR0.5X0.5

Solicitaciones

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	Vy [kN]	Vz [kN]	T [kNm]	
1	!ELS		0	100.0	0				

Parámetros de análisis "ELS" Código: EHE-08. Instr.Hormigón Estruct.

ID	Diagrama		Límites de deformación			Factores de la resistencia					Otros valores	
	c	s	εs2 [%]	εcu3 [%]	εsd [%]	σs [N/mm²]	αcc [-]	γc [-]	γs [-]		θ [-]	φ [-]
!ELS	L/O	1				200.	0.85	1.	1.		45.	0.

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia

Deformaciones y tensiones extremas

Nombre	Clase	Y0 [m]	Z0 [m]	ε [%]	σd [N/mm²]	γ [-]
R	H300	0.25	0.5	-0.3		1.18
R1	H300	-0.25	0.	0.8		1.18
R1	AESH00	0.21	0.46	-0.2	-35.9	1.00
R2	AESH00	-0.21	0.04	0.7	144.1	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coefficiente de homogeneización	Y0 [m]	Z0 [m]	σelias [N/mm²]
R	1.	0.25	0.5	-4.8
R	1.	-0.25	0.	4.8

Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

N [kN]	Esfuerzos		Deformación y curvatura			Valores rigidez		
	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ϵ_x [‰]	χ_y [km ⁻¹]	χ_z [km ⁻¹]	N/ϵ_x [kN]	M_y/χ_y [kNm ²]	M_z/χ_z [kNm ²]
0.	100.	0.	0.3	2.0	0.0	167.65	48993.59	631500.97

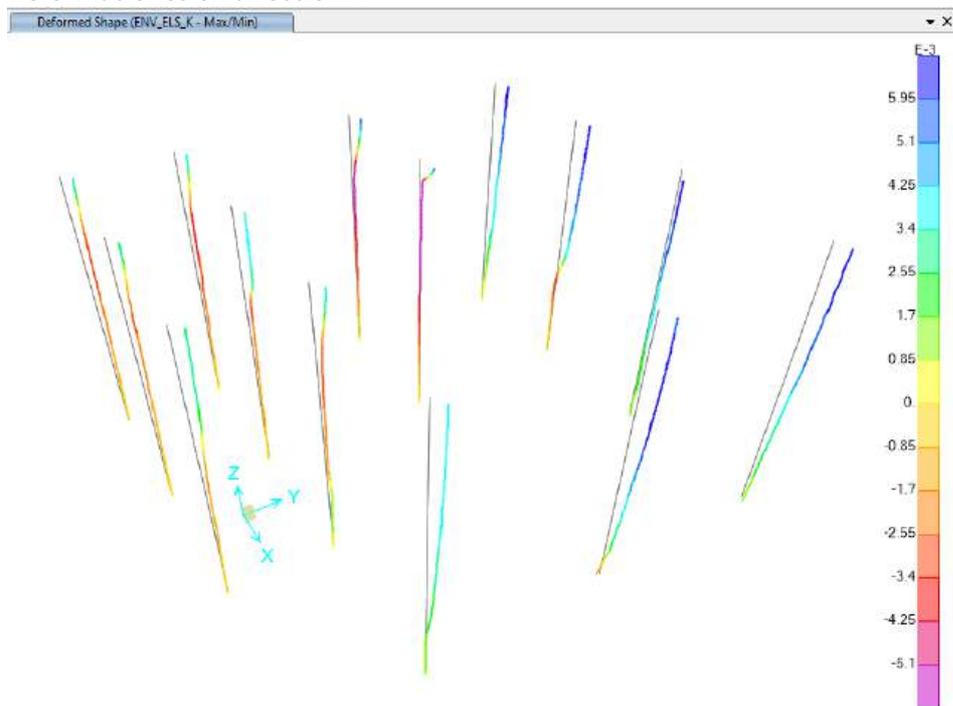
Verificación de las fisuras

Texto	Valor	Texto	Valor
Principios básicos	EN 1992-1-1 7.3		
Sección			
h	0.5 m	zona compresión (no fisurado)	0.25 m
d	0.42 m	h-d	0.08 m
Recubrimiento c	0.03 m	$h_{cr,eff}$	0.08 m
$A_{c,eff}$ (zona de tracción)	41667 mm ²	= Min[2.5 (h-d) ; (h-x)/3 ; h/2]	
Hormigón		Parámetros adicionales	
E_c	33 kN/mm ²	Duración aplicación carga k_t	0.4
α_{ct} (E_s/E_c)	6.364	Factor de adherencia k_l	0.8
Coef. de fluencia ϕ	0.	Distribución de deformación	0.5
ϵ_{ctm}	0. N/mm ²	k_3	3.4
$f_{ct,eff}$	0. N/mm ²	k_4	0.425
Armadura		Resultados	
E_s	210 kN/mm ²	Momento	100. kNm
A_s (zona de tracción)	1473 mm ²	Tensión en la armadura σ_s	144.1 N/mm ²
Diámetro \varnothing_{eq}	25 mm	$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$ (7.9)	0.686 o/oo
ρ_{eff}	3.534 o/o	Separación de fisuras $s_{r,max}$	0.21 m
		Ancho de fisuras w_k (7.8)	0.15 mm

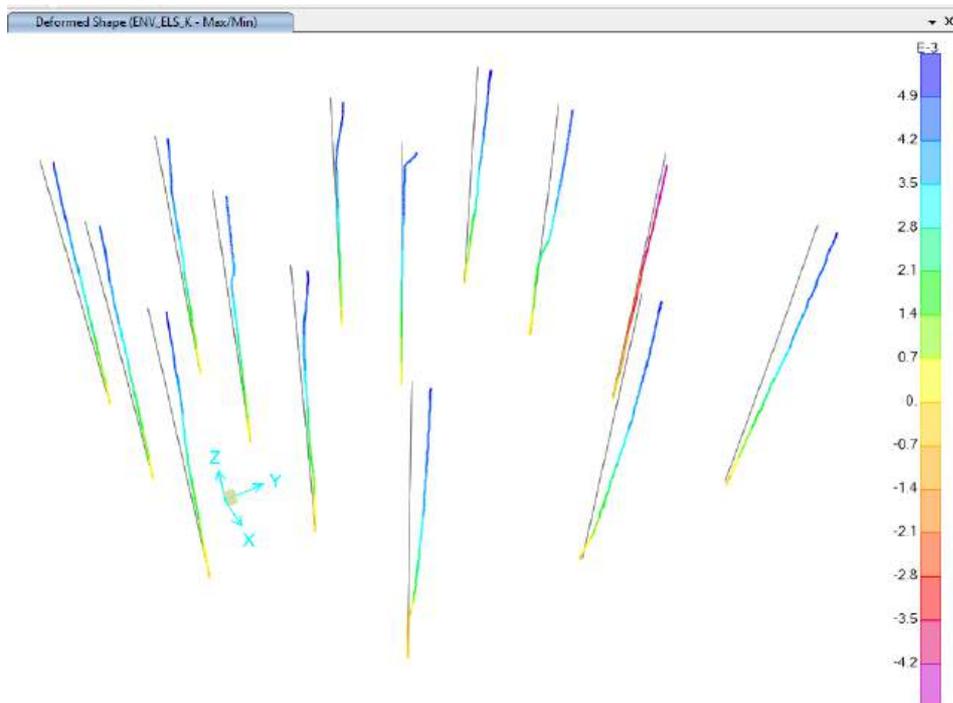
11.6.2.4 ELS Deformaciones

Las siguientes imágenes muestra el diagrama de deformaciones horizontales para la envolvente de combinaciones características de Estado Limite de Servicio. Las deformaciones son menores que el límite definido $L/500$, para $L=7.25$ m.

Deformaciones en dirección X



Deformaciones en dirección Y



11.6.3 Ménsulas cortas

Las pilas disponen de unas ménsulas cortas donde se apoya el puente grúa. El armado de dichas ménsulas se ha calculado mediante el método de bielas y tirantes, para las reacciones facilitados por el suministrador del puente grúa.

Geometría

H	0,5	m
a	0,2	m
b	0,2	m
h	0,3	m
d	0,46	m
recubrim	0,04	m
d1	0,26	m
cotθ	1	

$a > 0,85 \cdot \cot\theta$ OK

$d > 0,5d$ OK

Fuerzas

Fv (ELS)	51,67	kN
Fh (ELS)	7,29	kN

Fv (ELU)	77,505	kN
Fh (ELU)	10,935	kN

Materiales

fyk	500	Mpa
fyd	400	Mpa

Dimensionamiento

	As requerida	As dispuesta		
As	2,211	3D16	6	cm2
Ase	0,387525	4D8	2	cm2

Nudos y bielas

$F_h < 0,15 \cdot F_v$	11,62575	OK
------------------------	----------	----

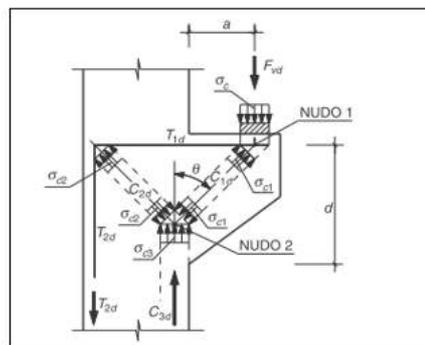
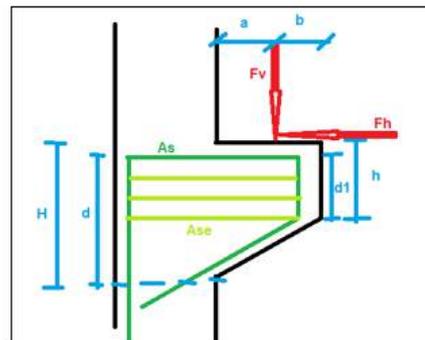
fck	30	N/mm2
fcd	17	N/mm2
f1cd	11,9	N/mm2

$C3 = T2d + Fv = 1,2Fv$	93,01	kN
-------------------------	-------	----

θ	45,00	º
cosθ	0,71	
Compresión nudo 1	131,53	kN

$\sigma_{c1} \leq f_{1cd}$ Compr Nudo 1 / Ac requerida < f1cd

Ac requerida	110,53	cm2
Longitud ménsula	0,5	m
Ac dispuesta	1500	cm2 OK



11.7 Muros

11.7.1 Resultados

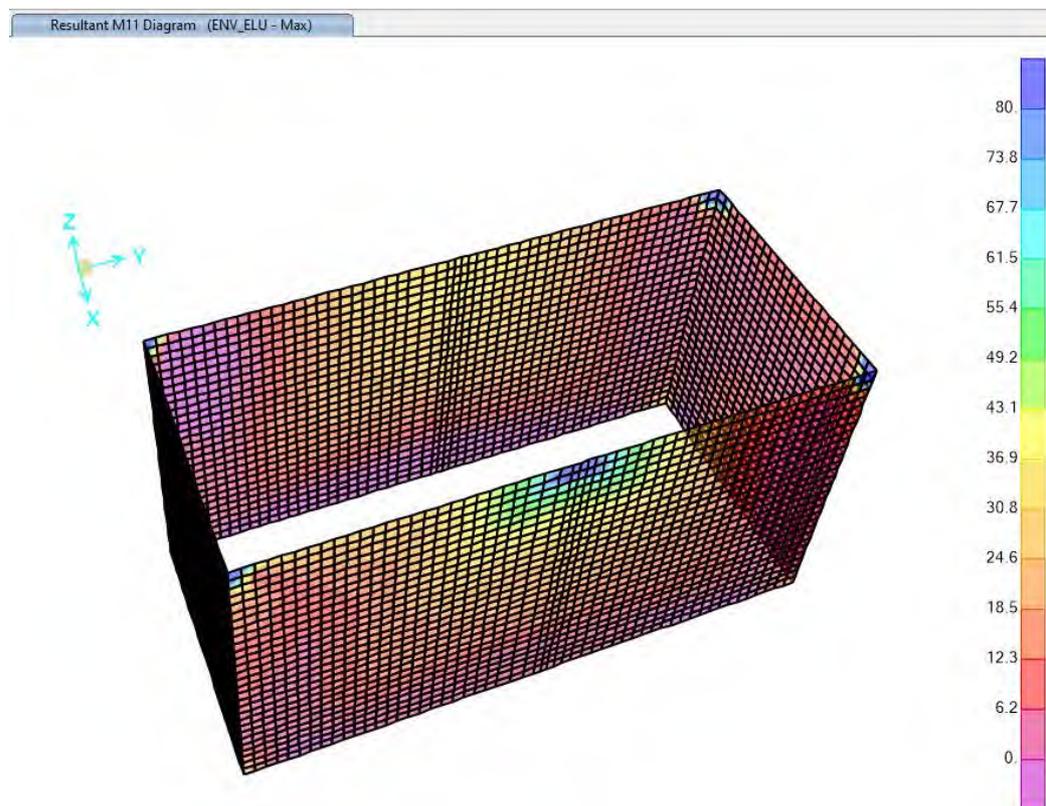
Los esfuerzos máximos obtenidos, para las envolventes de combinaciones de Estado Límite Último y Estado Límite de Servicio, son los siguientes:

ELLU	M11 (kNm) Arm. horizontal	Mmax (interior)	80
		Mmin (exterior)	70
	M22 (kNm) Arm. vertical	Mmax (interior)	80
		Mmin (exterior)	130
Cortante (kN)			200
ELS_Cuasip	M11 (kNm) Arm. horizontal	Mmax (interior)	25
		Mmin (exterior)	30
	M22 (kNm) Arm. vertical	Mmax (interior)	30
		Mmin (exterior)	70

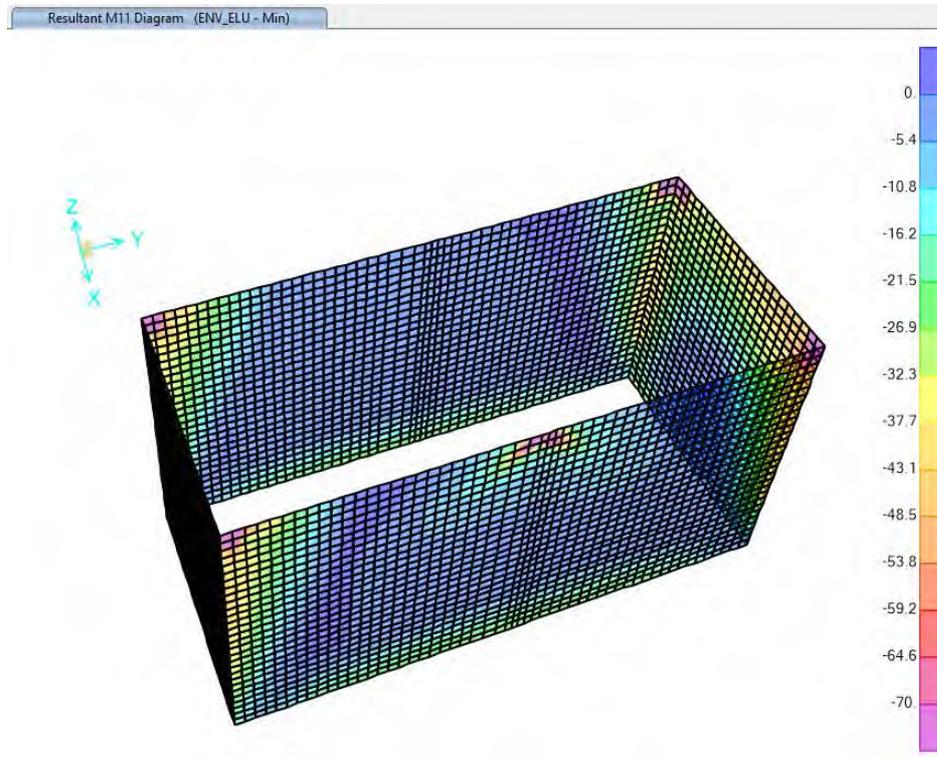
11.7.1.1 ELU

Las siguientes imágenes muestran los diagramas de esfuerzos para la envolvente de combinaciones de Estado Límite Último.

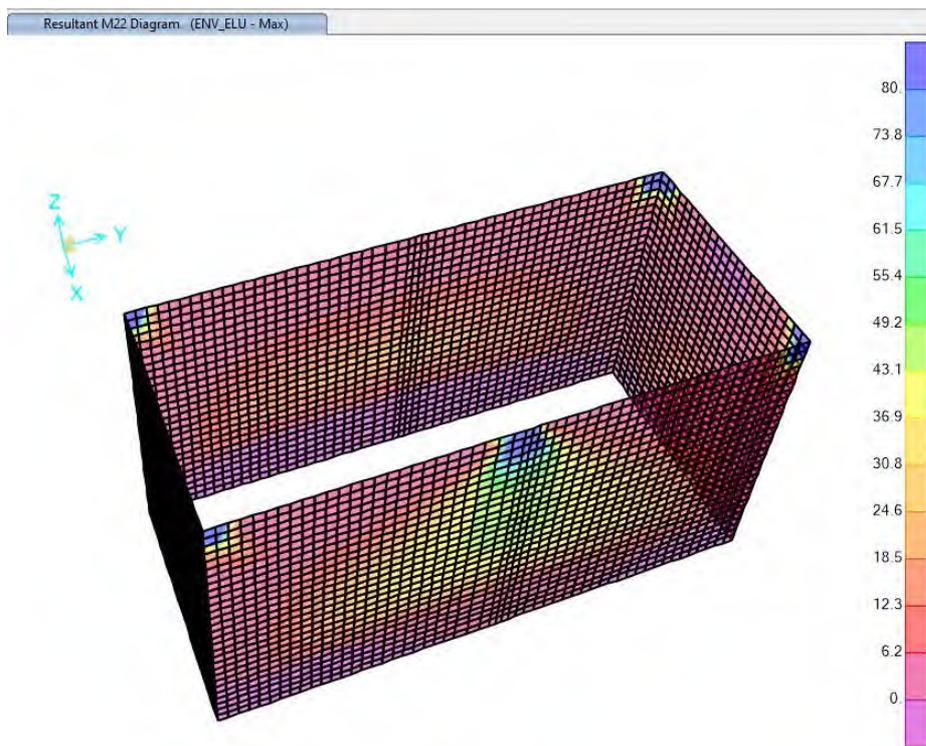
M11 Diagrama (ELU_Env - Máx)



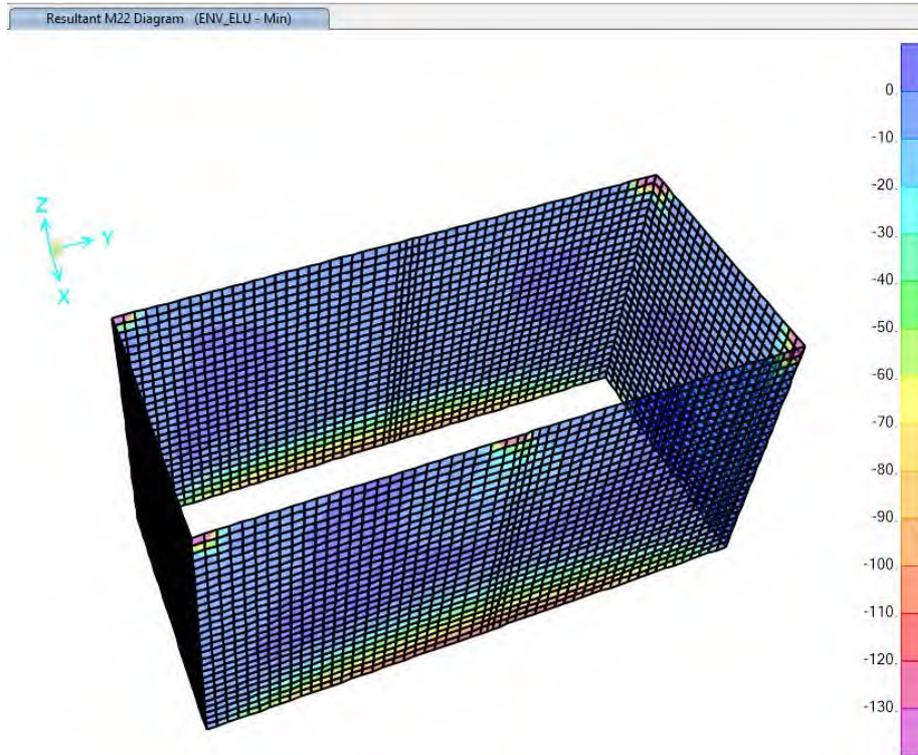
M11 Diagrama (ELU_Env - Min)



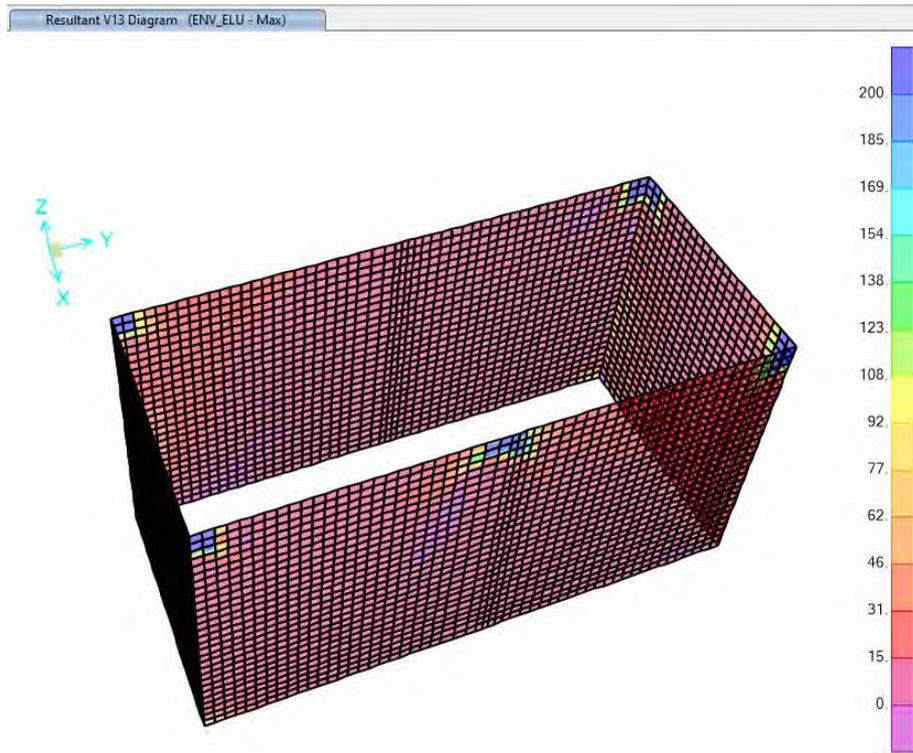
M22 Diagrama (ELU_Env - Máx)



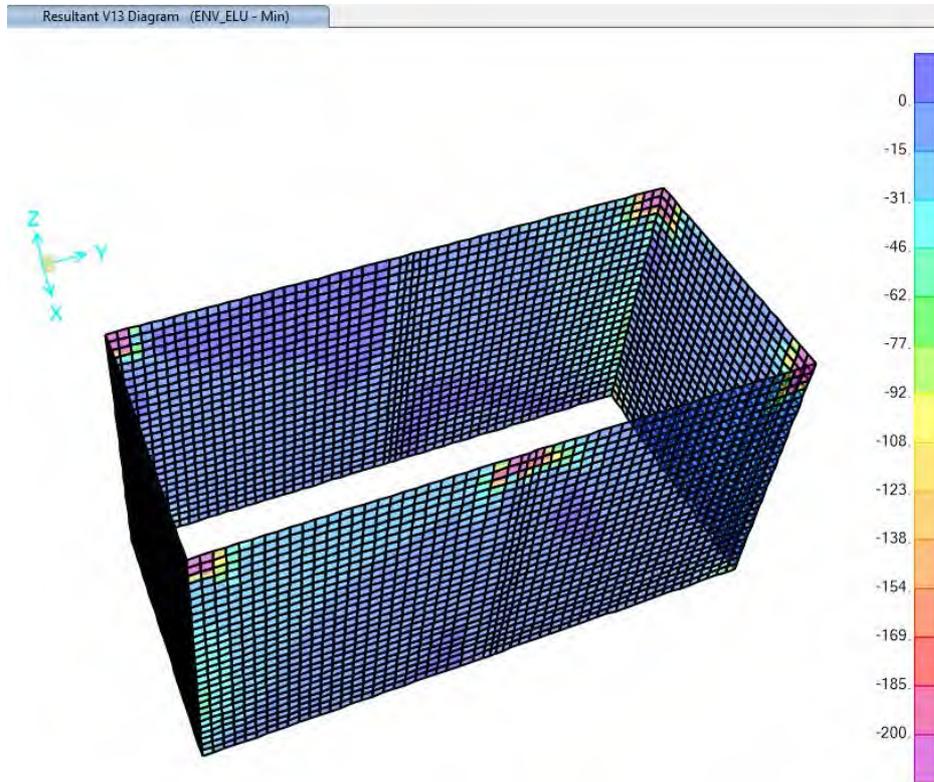
M22 Diagrama (ELU_Env - Min)



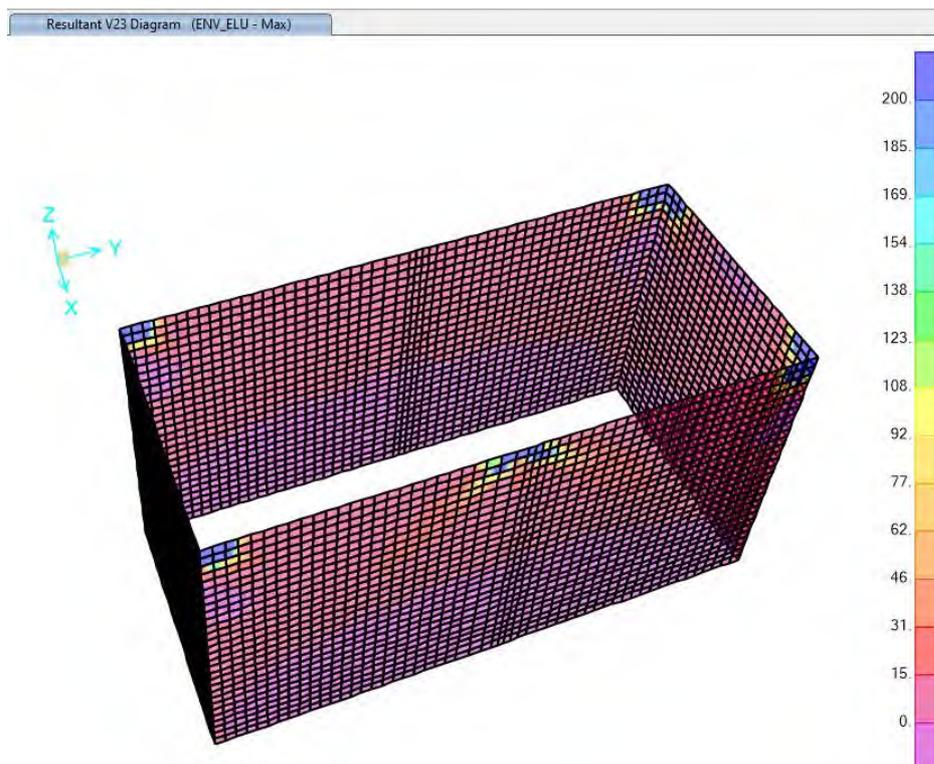
V13 Diagrama (ELU_Env - Máx)



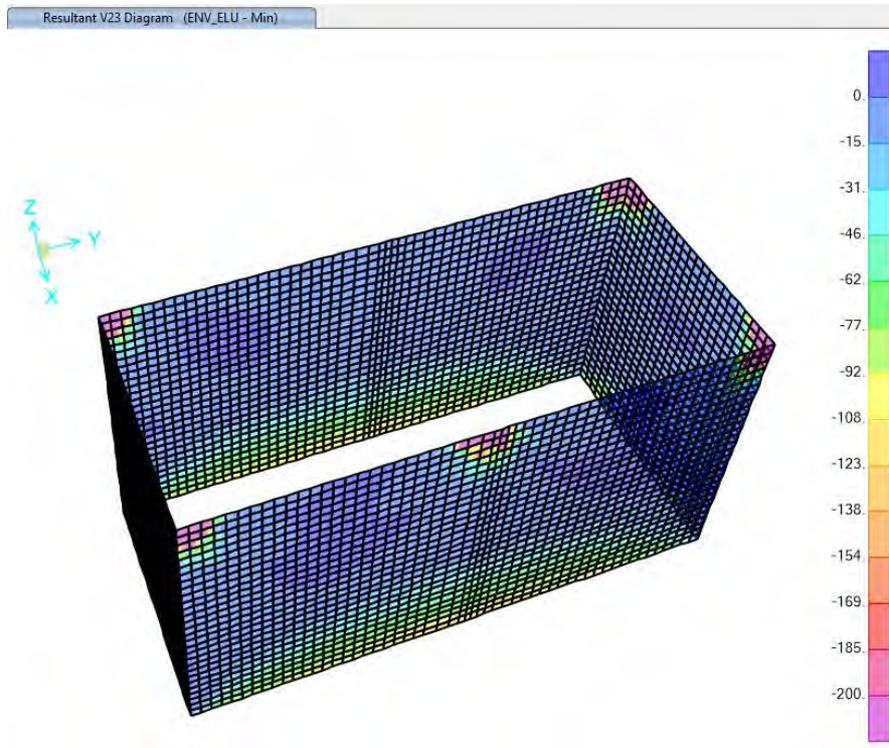
V13 Diagrama (ELU_Env - Min)



V23 Diagrama (ELU_Env - Máx)



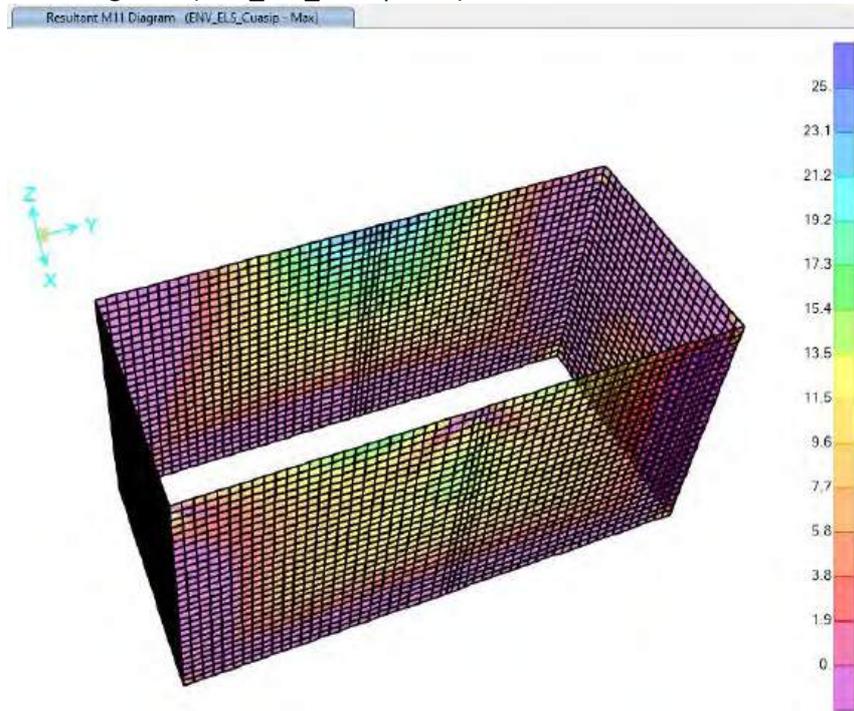
V23 Diagrama (ELU_Env - Min)



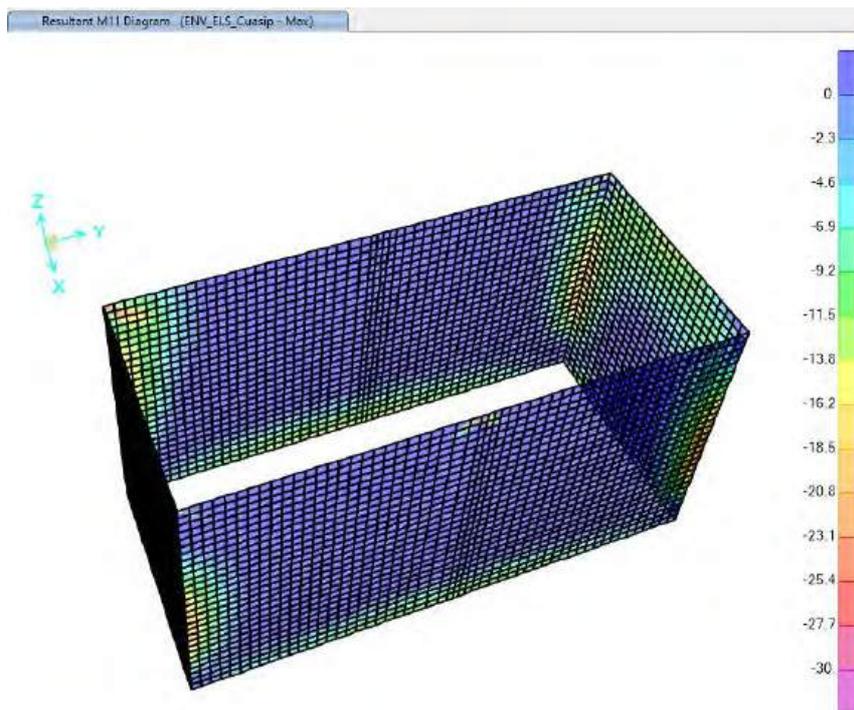
11.7.1.2 ELS

Las siguientes imágenes muestran los diagramas de esfuerzos para la envolvente de combinaciones Cuasi permanente de Estado Límite de Servicio

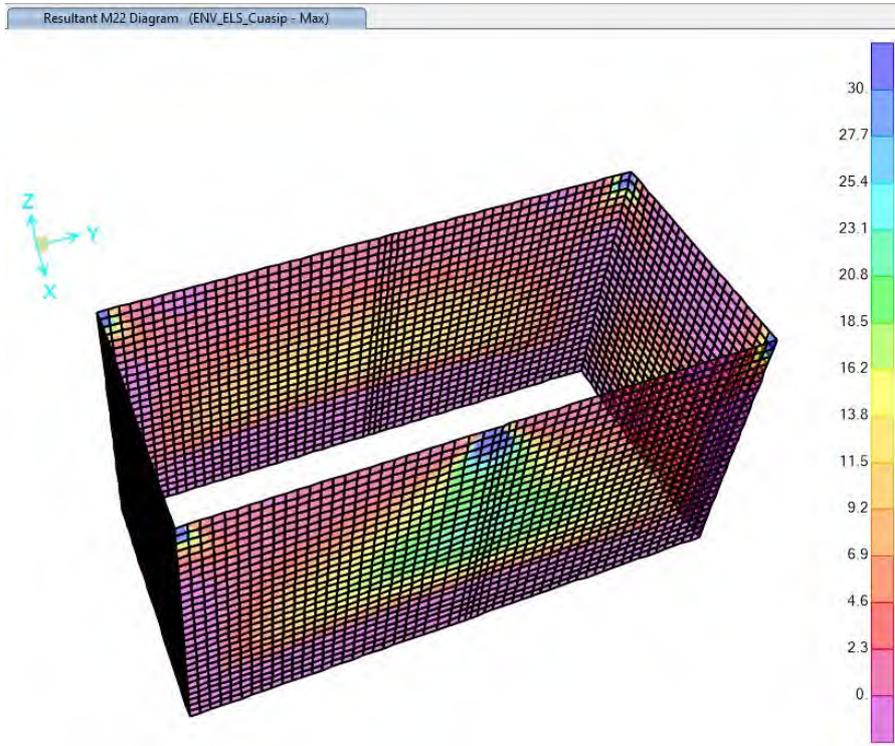
M11 Diagrama (ENV_ELS_Cuasip Max)



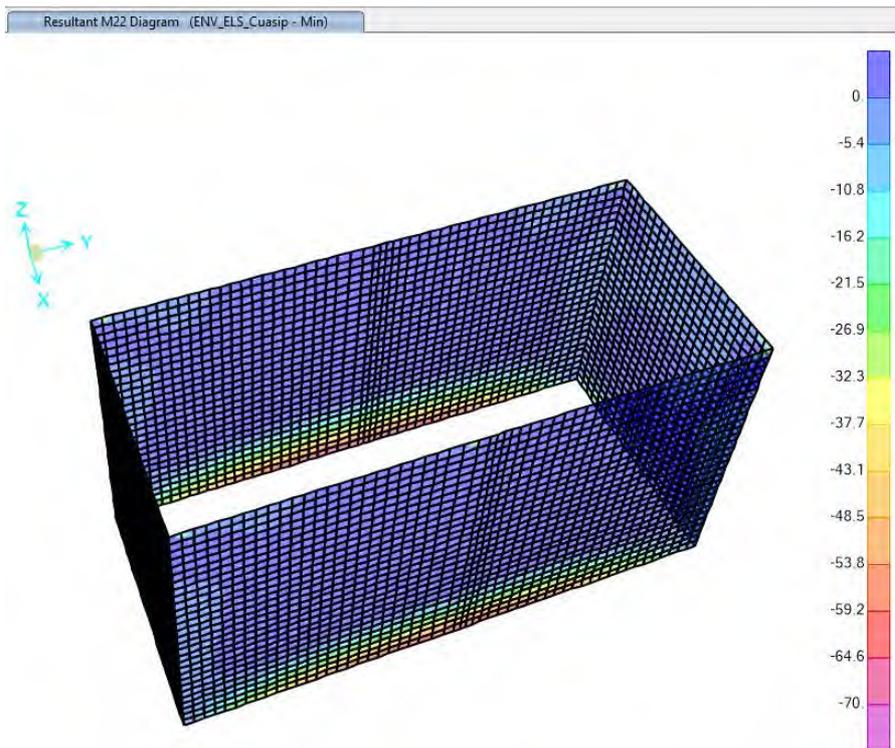
M11 Diagrama (ENV_ELS_Cuasip Min)



M22 Diagrama (ENV_ELS_Cuasip Max)



M22 Diagrama (ENV_ELS_Cuasip Min)



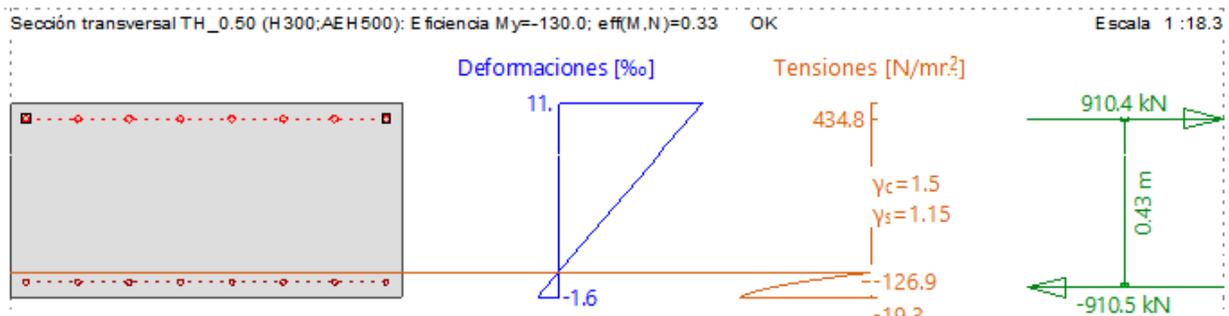
11.7.2 Verificaciones

11.7.2.1 ELU Flexión

Para los esfuerzos obtenidos se dispondrán las siguientes armaduras. Se cumplen siempre cuantías mínimas.

			Armado	As, dispuesta (mm ² /m)	
ELLU	M11 (kNm) Arm. horizontal	Mmax (interior)	80	Ø16 / 150	1340
		Mmin (exterior)	70	Ø16 / 150	1340
	M22 (kNm) Arm. vertical	Mmax (interior)	80	Ø16 / 150	1340
		Mmin (exterior)	130	Ø20 / 150	2094

A continuación, se muestran las comprobaciones para los esfuerzos pésimos:



Cálc. capacidad última Sección (Viga): TH_0.50

Solicitaciones / Factores de eficiencia: $eff(M,N) = 0.33$ OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal				Esfuerzos de corte y torsión				Sección completa $eff(M,N,V,T)$
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	$eff(M,N)$	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	$eff(V,T)$	
1	!ELU		0	-130.0	0	0.33					

Parámetros de análisis "ELU" Código: EHE-08. Instr.Hormigón Estruct.

ID	Diagrama		Límites de deformación			Factores de la resistencia				Otros valores		
	c	s	ϵ_{c2} [‰]	ϵ_{cu3} [‰]	ϵ_{ud} [‰]	σ_s [N/mm ²]	α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	θ [-]	ϕ [-]	
!ELU	2/0	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	45.	0.	

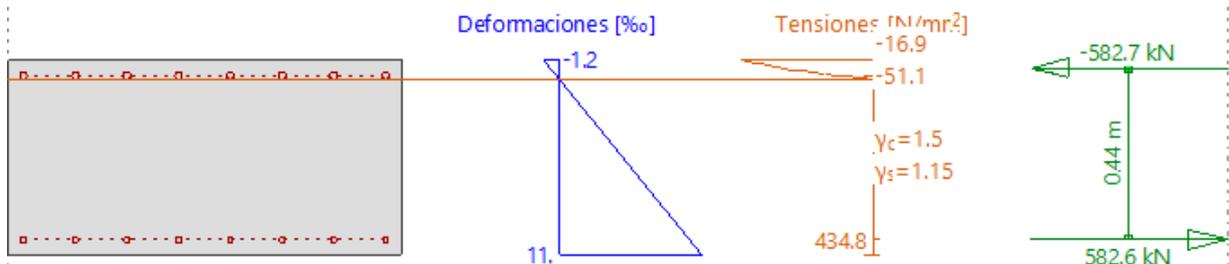
Deformaciones y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_0 [m]	z_0 [m]	ϵ [‰]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
R	H300	-0.5	0.	-1.6	-19.3	1.50
R	H300	0.5	0.5	11.	0.	1.50
R1	AEH500	-0.46	0.04	-0.6	-126.9	1.15
R2	AEH500	-0.46	0.46	10.	434.8	1.15

Estado Último "ELU"

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ϵ_x [‰]	χ_y [km ⁻¹]	χ_z [km ⁻¹]	N/ϵ_x [kN]	M_y/χ_y [kNm ²]	M_z/χ_z [kNm ²]
0.	-395.	0.	4.7	-25.2	-0.0	9.01	15645.35	117094.62

Sección transversal TH_0.50 (H300;AEH500): Eficiencia $M_y=70.0$; $eff(M,N)=0.27$ OK Escala 1:18.3



Cálc. capacidad última Sección (Viga): TH_0.50

Solicitaciones / Factores de eficiencia: $eff(M,N)=0.27$ OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal				$eff(M,N)$	Esfuerzos de corte y torsión			Sección completa $eff(M,N,V,T)$
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]			V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	
1	!ELU		0	70.0	0	0.27					

Parámetros de análisis "ELU" Código: EHE-08. Instr.Hormigón Estruct.

ID	Diagrama			Límites de deformación			σ_s [N/mm ²]	α_{cc} [-]	Factores de la resistencia			Otros valores	
	c	s		ϵ_{c2} [‰]	ϵ_{cu3} [‰]	ϵ_{ud} [‰]			γ_c [-]	γ_s [-]	θ [-]	ϕ [-]	
!ELU	2/0	1		-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15		45.	0.

Deformaciones y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ϵ [‰]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
R	H300	0.5	0.5	-1.2	-16.9	1.50
R	H300	-0.5	0.	11.	0.	1.50
R2	AEH500	-0.46	0.46	-0.2	-51.1	1.15
R1	AEH500	-0.46	0.04	10.	434.8	1.15

Estado Último "ELU"

N [kN]	Esfuerzos		Deformación y curvatura			Valores rigidez		
	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ϵ_x [‰]	χ_y [km ⁻¹]	χ_z [km ⁻¹]	N/ϵ_x [kN]	M_y/χ_y [kNm ²]	M_z/χ_z [kNm ²]
-0.1	255.5	0.	4.9	24.4	0.0	11.32	10476.96	368433.4

11.7.2.2 ELU Cortante

No es necesaria armadura de cortante ya que el máximo esfuerzo de cortante obtenido, 150 kN, es menor al V_u . sin armadura.

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
 Tipo de acero : B-500-S
 f_{ck} [MPa] = 30.00
 f_{yk} [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Control del hormigón

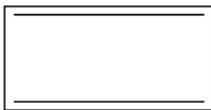
Control normal

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

Sección : ESPESOR0.5
 b_0 [m] = 1.00
 h [m] = 0.50



2 Comprobación

ρ_l [-1.E-3] = 2
 N_d [kN] = 0.0
 V_u [kN] = 269.3

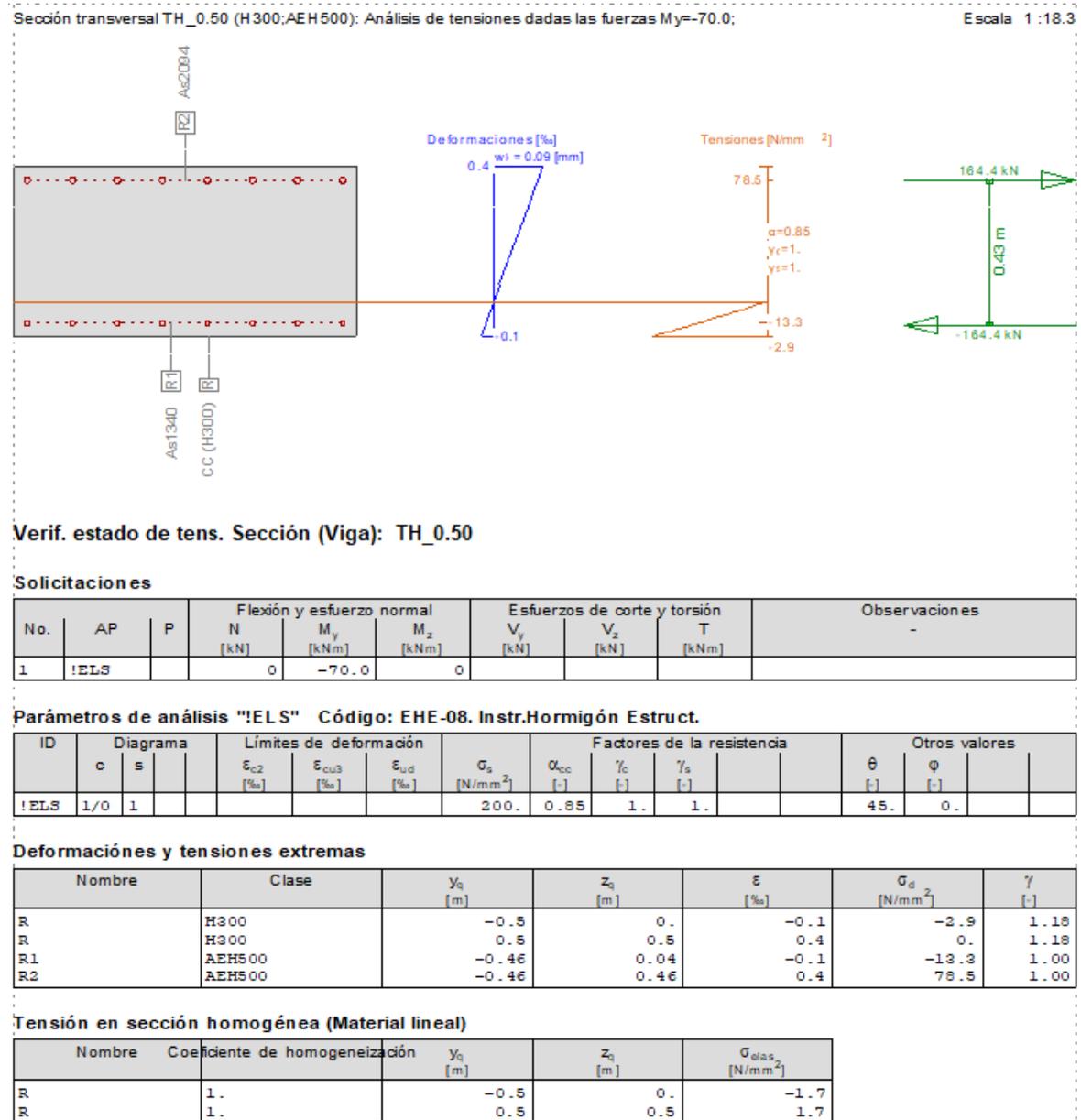
11.7.2.3 ELS Fisuración

Para los esfuerzos obtenidos y las armaduras dispuestas se obtienen las siguientes aberturas de fisura:

			Armado	Wk (mm)	
ELS_Cuasip	M11 (kNm) Arm. horizontal	Mmax (interior)	25	Ø16 / 200	0.05
		Mmin (exterior)	30	Ø16 / 200	0.07
	M22 (kNm) Arm. vertical	Mmax (interior)	30	Ø16 / 150	0.07
		Mmin (exterior)	70	Ø20 / 150	0.09

Todas las aberturas de fisura son menores o iguala a la máxima abertura de fisuración permitida para muros $W_{max}=0,10\text{mm}$.

A continuación, se muestran las comprobaciones para los esfuerzos pésimos:



Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

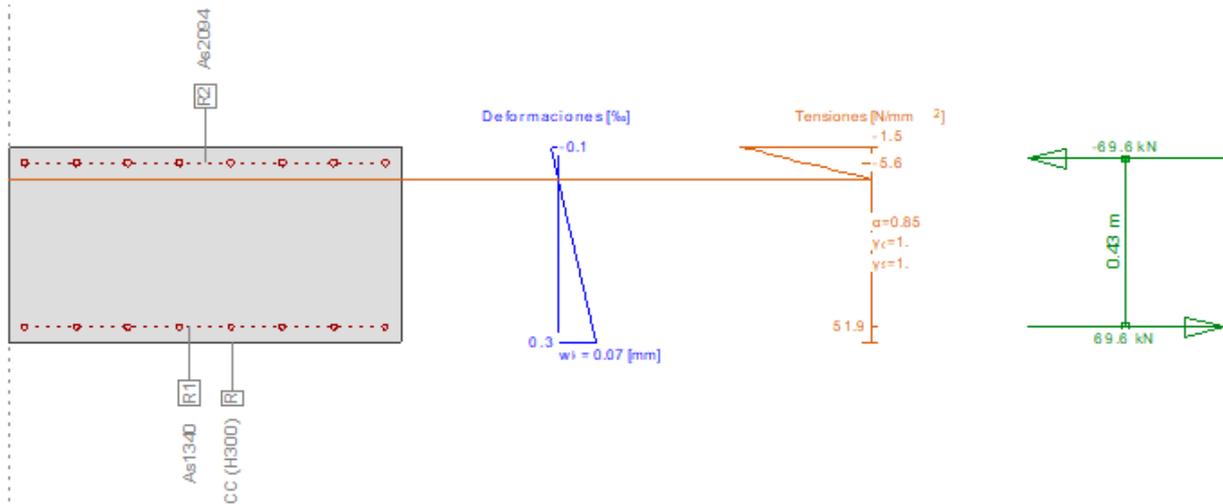
N [kN]	Esfuerzos		Deformación y curvatura			Valores rigidez		
	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ϵ_x [%]	χ_y [km ⁻¹]	χ_z [km ⁻¹]	N/ϵ_x [kN]	M_y/χ_y [kNm ²]	M_z/χ_z [kNm ²]
0.	-70.	0.	0.2	-1.0	-0.0	122.73	67217.68	110882.03

Verificación de las fisuras

Texto	Valor	Texto	Valor
Principios básicos	EN 1992-1-1 7.3		
Sección			
h	0.5 m	zona compresión (no fisurado)	0.25 m
d	0.46 m	h-d	0.04 m
Recubrimiento c	0.03 m	$h_{c,eff}$	0.08 m
$A_{s,eff}$ (zona de tracción)	83333 mm ²	= Min[2.5 (h-d); (h-x)/3; h/2]	
Hormigón		Parámetros adicionales	
E_c	33 kN/mm ²	Duración aplicación carga k_t	0.4
α_{ct} (E_s/E_c)	6.364	Factor de adherencia k_1	0.8
Coeff. de fluencia ϕ	0.	Distribución de deformación	0.5
f_{ctm}	0. N/mm ²	k_2	3.4
$f_{ct,eff}$	0. N/mm ²	k_4	0.425
Armadura		Resultados	
E_s	210 kN/mm ²	Momento	-70. kNm
A_s (zona de tracción)	2094 mm ²	Tensión en la armadura σ_s	78.5 N/mm ²
Diámetro \varnothing_{eq}	18 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ (7.9)	0.374 o/o
ρ_{eff}	2.513 o/o	Separación de fisuras $s_{f,max}$	0.23 m
		Ancho de fisuras w_k (7.8)	0.09 mm

Sección transversal TH_0.50 (H300;AEH500): Análisis de tensiones dadas las fuerzas $M_y=30.0$;

Escala 1:18.3



Verif. estado de tens. Sección (Viga): TH_0.50

Solicitaciones

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	
1	!ELS		0	30.0	0				-

Parámetros de análisis "!"ELS" Código: EHE-08. Instr.Hormigón Estruct.

ID	Diagrama			Límites de deformación			Factores de la resistencia				Otros valores		
	c	s		ϵ_{c2} [‰]	ϵ_{cu3} [‰]	ϵ_{ud} [‰]	σ_s [N/mm ²]	α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	θ [-]	ϕ [-]	
!ELS	1/0	1					200.	0.85	1.	1.	45.	0.	

Deformaciones y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_0 [m]	z_0 [m]	ϵ [‰]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
R	H300	0.5	0.5	-0.1	-1.5	1.18
R	H300	-0.5	0.	0.3	0.	1.18
R2	AEH500	-0.46	0.46	0.	-5.6	1.00
R1	AEH500	-0.46	0.04	0.2	51.9	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coefficiente de homogeneización	y_0 [m]	z_0 [m]	$\sigma_{el,as}$ [N/mm ²]
R	1.	0.5	0.5	-0.7
R	1.	-0.5	0.	0.7

Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	ε _x [‰]	χ _y [km ⁻¹]	χ _z [km ⁻¹]	N/ε _x [kN]	M _y /χ _y [kNm ²]	M _z /χ _z [kNm ²]
0.	30.	0.	0.1	0.7	-0.0	180.02	46033.6	136609.56

Verificación de las fisuras

Texto	Valor	Texto	Valor
Principios básicos	EN 1992-1-1 7.3		
Sección			
h	0.5 m	zona compresión (no fisurado)	0.25 m
d	0.46 m	h-d	0.04 m
Recubrimiento c	0.03 m	h _{c,eff}	0.08 m
A _{c,eff} (zona de tracción)	83333 mm ²	= Min[2.5 (h-d); (h-x)/3; h/2]	
Hormigón		Parámetros adicionales	
E _c	33 kN/mm ²	Duración aplicación carga k _t	0.4
α _{ti} (E _s /E _c)	6.364	Factor de adherencia k ₁	0.8
Coef. de fluencia φ	0.	Distribución de deformación	0.5
f _{ct,m}	0. N/mm ²	k ₃	3.4
f _{ct,eff}	0. N/mm ²	k ₄	0.425
Armadura		Resultados	
E _s	210 kN/mm ²	Momento	30. kNm
A _s (zona de tracción)	1340 mm ²	Tensión en la armadura σ _s	51.9 N/mm ²
Diámetro Ø _{eq}	15 mm	ε _{sm} -ε _{cm} (7.9)	0.247 o/oo
ρ _{eff}	1.608 o/o	Separación de fisuras s _{r,max}	0.27 m
		Ancho de fisuras w _k (7.8)	0.07 mm

11.8 Zapatas 1.3x1.3x0.6 m

11.8.1 Resultados

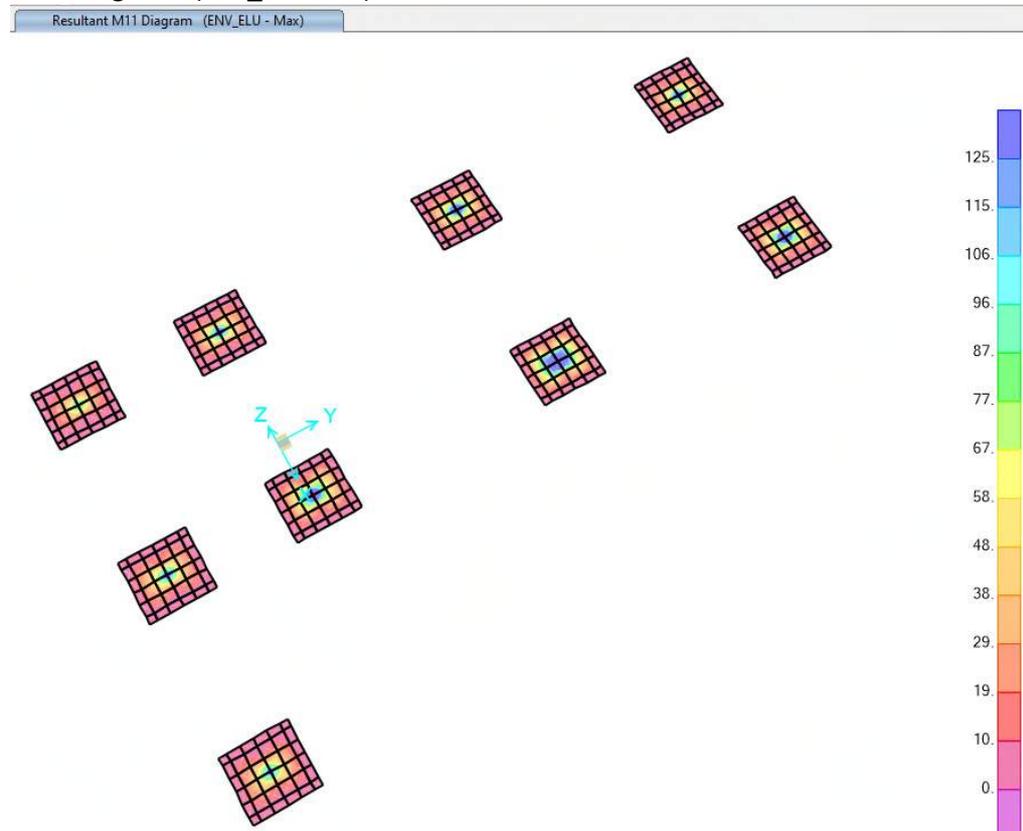
Los esfuerzos máximos obtenidos, para las envolventes de combinaciones de Estado Límite Último y Estado Límite de Servicio, son los siguientes:

ELLU	M11 (kNm)	Mmax (inferior)	125
		Mmin (superior)	20
	M22 (kNm)	Mmax (inferior)	125
		Mmin (superior)	15
Cortante (kN)			300
ELS_Cuasip	M11 (kNm)	Mmax (inferior)	65
		Mmin (superior)	0
	M22 (kNm)	Mmax (inferior)	60
		Mmin (superior)	0

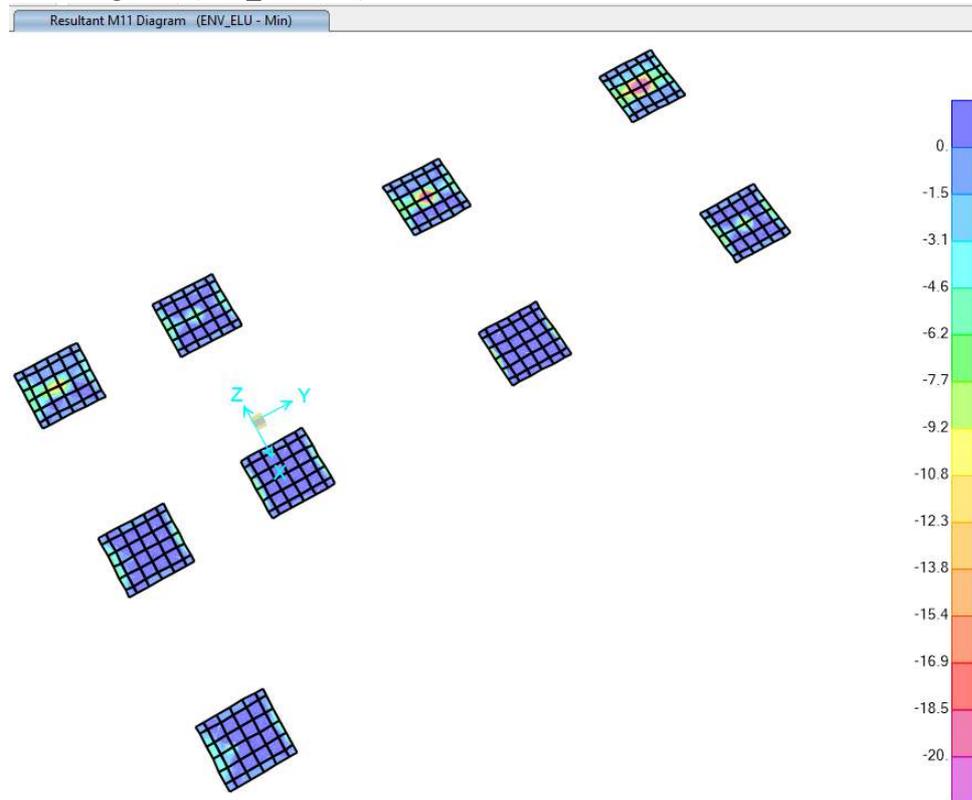
11.8.1.1 ELU

Las siguientes imágenes muestran los diagramas de esfuerzos máximos y mínimos para la envolvente de combinaciones de Estado Límite Último.

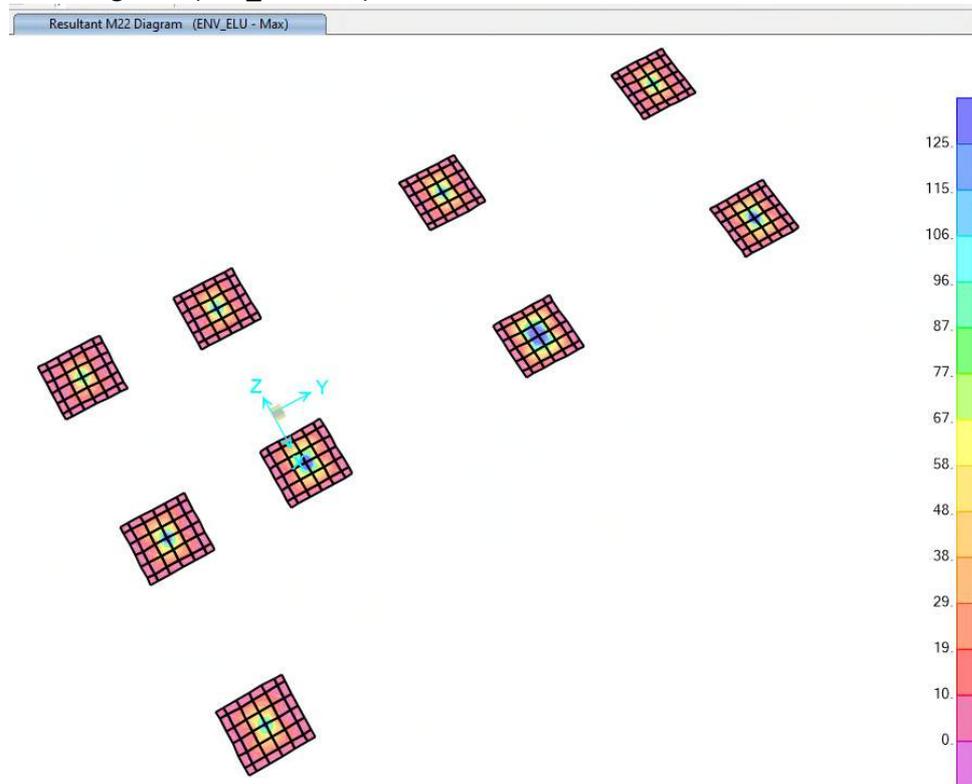
M11 Diagrama (ELU_Env Max)



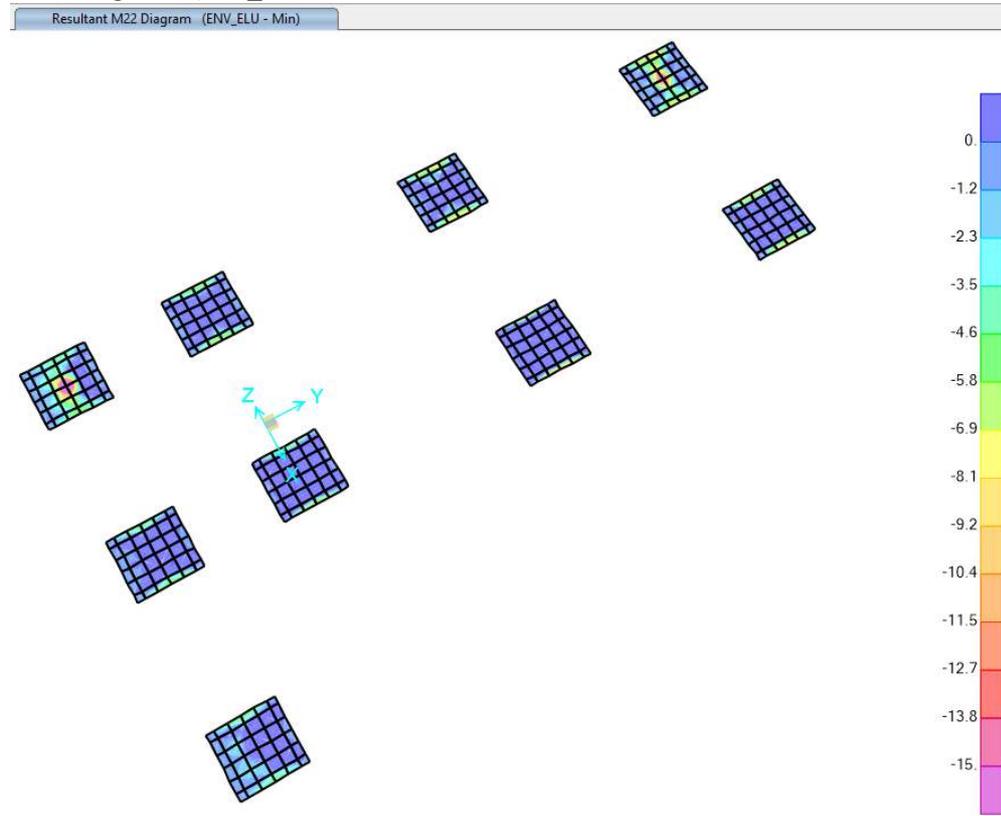
M11 Diagrama (ELU_Env Min)



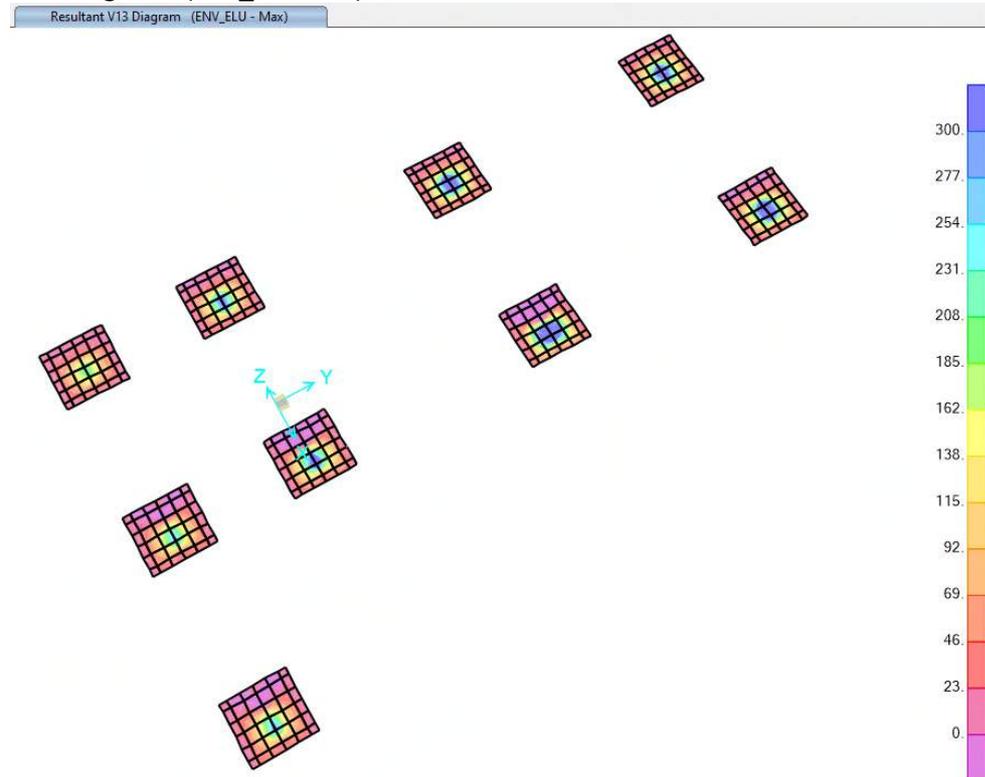
M22 Diagrama (ELU_Env Max)



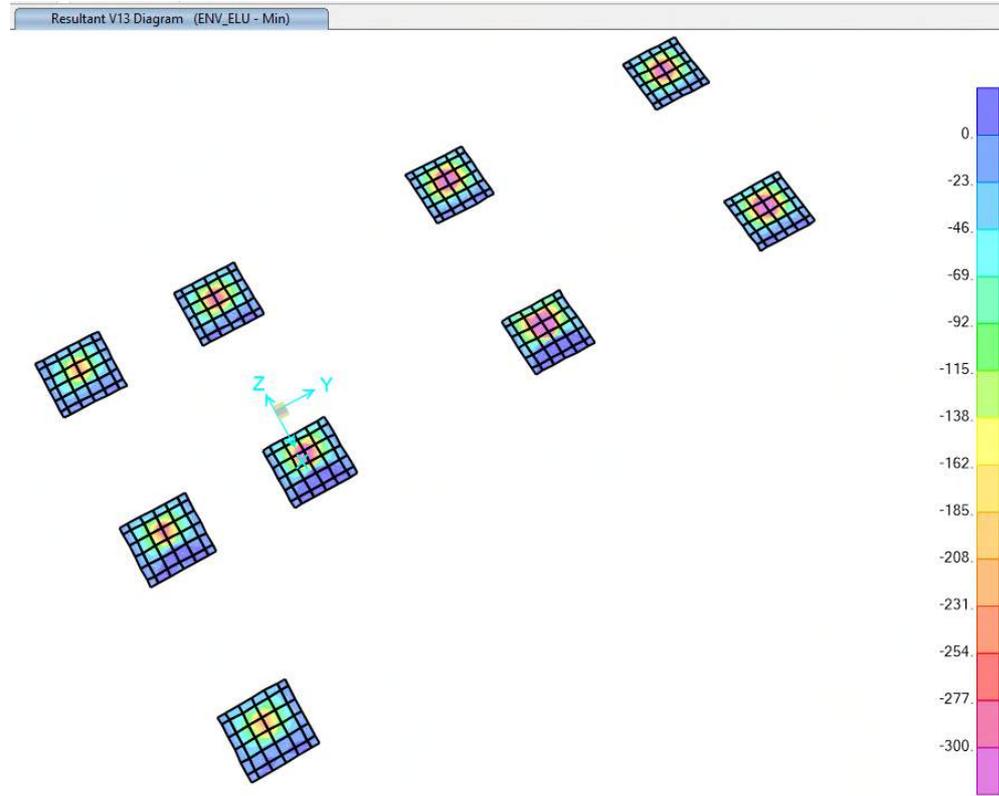
M22 Diagrama (ELU_Env Min)



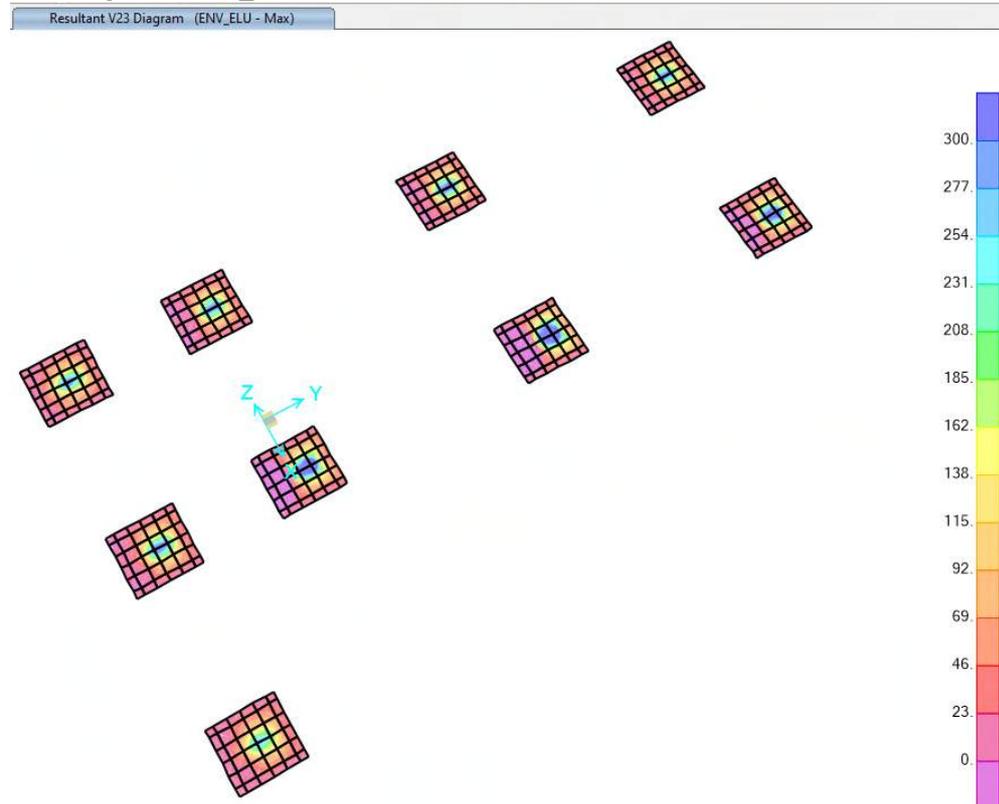
V13 Diagrama (ELU_Env Max)



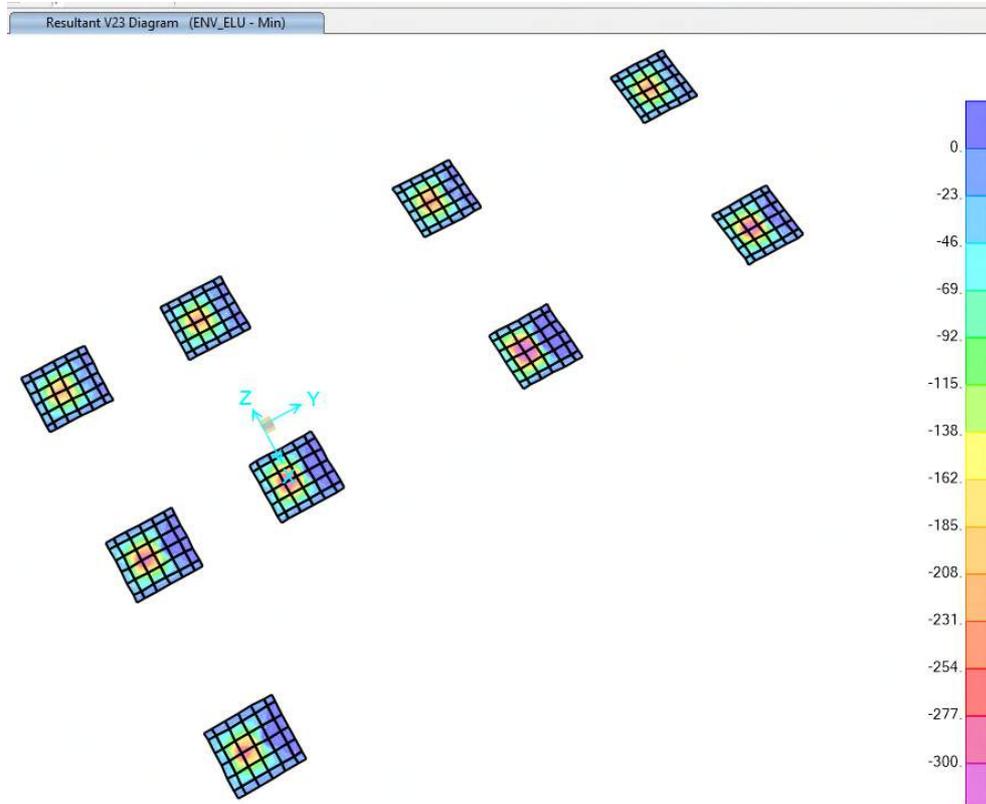
V13 Diagrama (ELU_Env Min)



V23 Diagrama (ELU_Env Max)



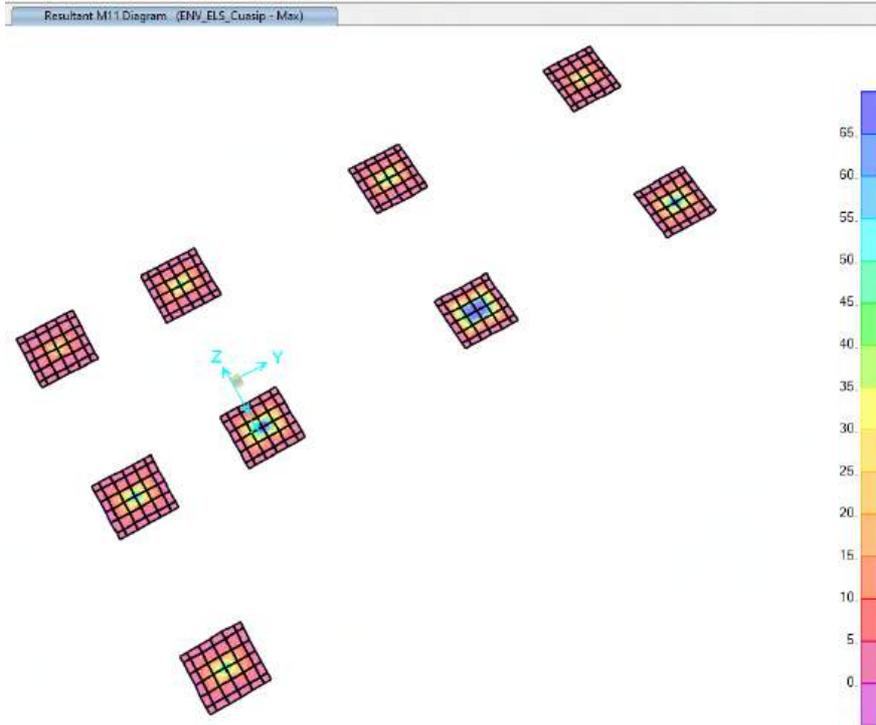
V23 Diagrama (ELU_Env Min)



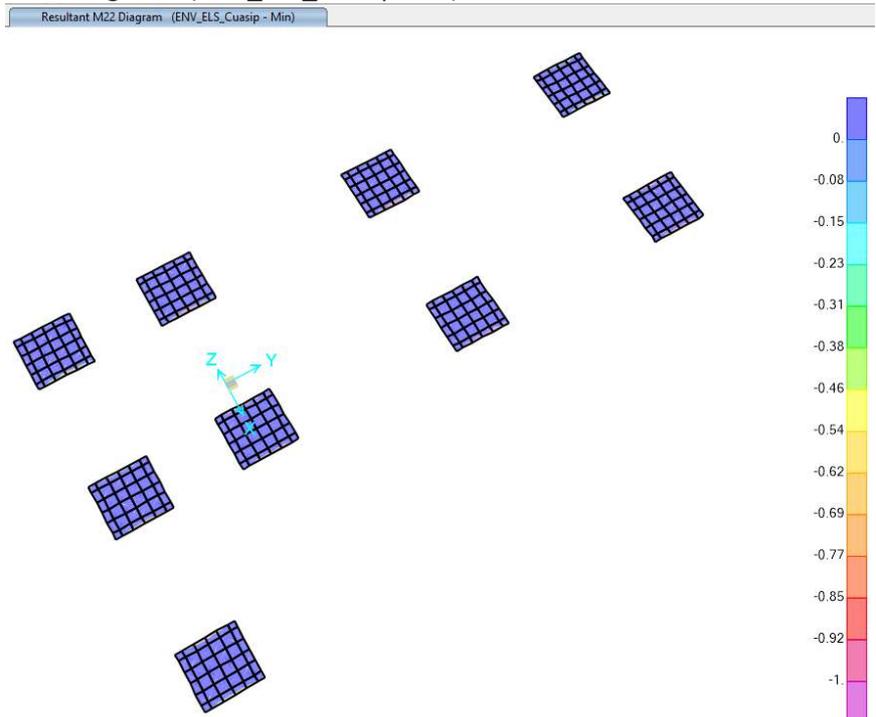
11.8.1.2 ELS

Las siguientes imágenes muestran los diagramas de esfuerzos máximos y mínimos para la envolvente de combinaciones Cuasi permanente de Estado Límite de Servicio

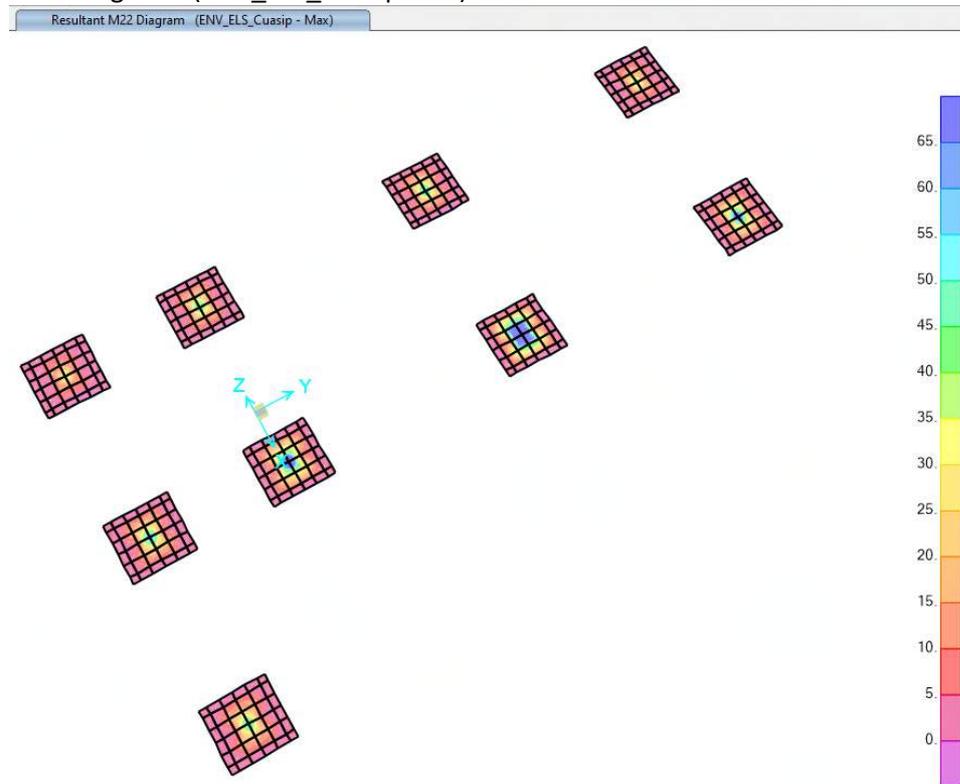
M11 Diagrama (ENV_ELS_Cuasip Max)



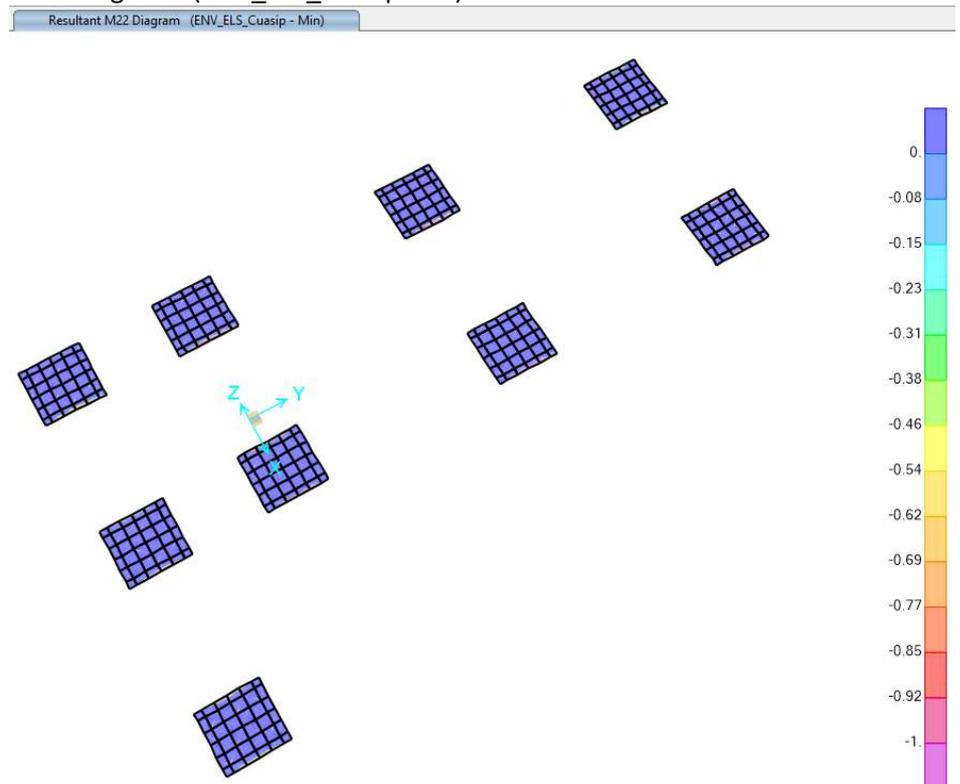
M11 Diagrama (ENV_ELS_Cuasip Min)



M22 Diagrama (ENV_ELS_Cuasip Max)



M22 Diagrama (ENV_ELS_Cuasip Min)



11.8.2 Verificaciones

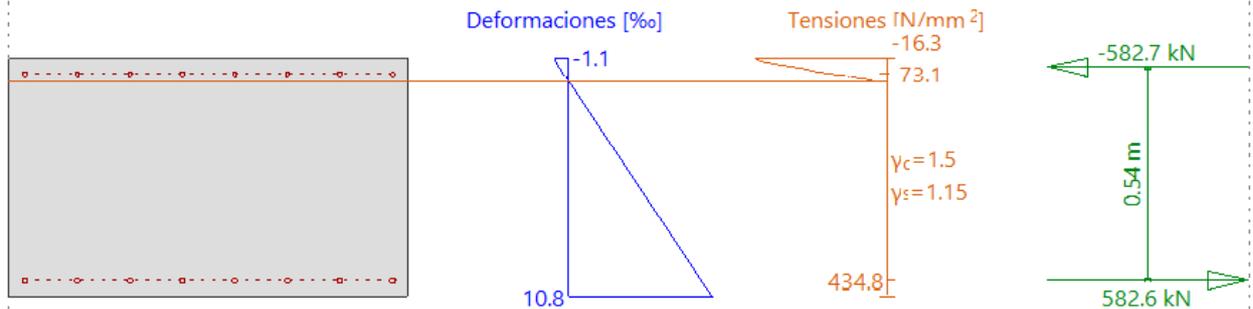
11.8.2.1 ELU Flexión

Para los esfuerzos obtenidos se dispondrán las siguientes armaduras. Se cumplen siempre cuantías mínimas.

			Armado	As, dispuesta (mm ² /m)	
ELLU	M11 (kNm)	Mmax (inferior)	125	Ø16 / 150	1340
		Mmin (superior)	20	Ø12 / 150	754
	M22 (kNm)	Mmax (inferior)	125	Ø16 / 150	1340
		Mmin (superior)	15	Ø12 / 150	754

A continuación, se muestran las comprobaciones para los esfuerzos pésimos:

Sección transversal TH_0.6 (H300;AEH500): Eficiencia My=125.0; eff(M,N)=0.4 OK Escala 1:18.3



Cálc. capacidad última Sección (Viga): TH_0.6

Solicitaciones / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.4 OK

No.	AP	P	N [kN]	Flexión y esfuerzo normal			eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión			Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
				My [kNm]	Mz [kNm]	eff(V,T) [-]		Vy [kN]	Vz [kN]	T [kNm]	
1	!ELU		0	125.0	0	0.40					

Parámetros de análisis "IELU" Código: EHE-08. Instr.Hormigón Estruct.

ID	Diagrama		Límites de deformación			Factores de la resistencia					Otros valores	
	c	s	εc2 [%]	εcu3 [%]	εud [%]	σs [N/mm ²]	αcc [-]	γc [-]	γs [-]		θ [-]	φ [-]
!ELU	2/0	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15		45.	0.

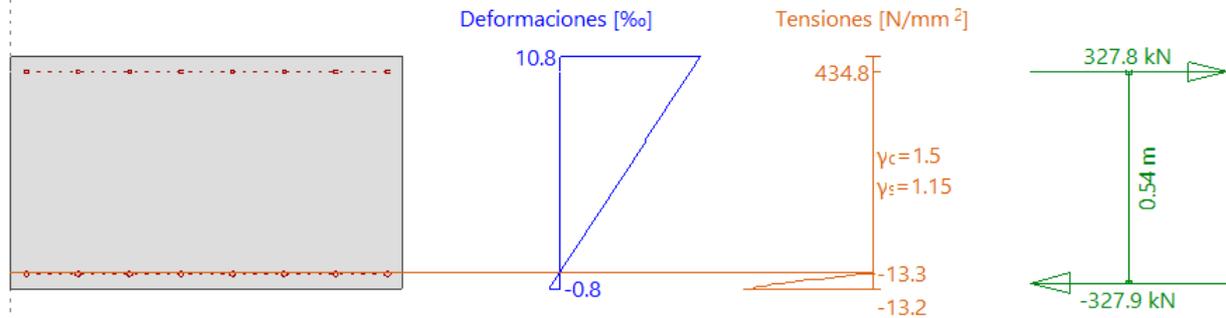
Deformaciones y tensiones extremas

Nombre	Clase	ya [m]	Za [m]	ε [%]	σd [N/mm ²]	γ [-]
R	H300	0.5	0.6	-1.1	-16.3	1.50
R	H300	-0.5	0.	10.8	0.	1.50
R2	AEH500	-0.46	0.56	-0.3	-73.1	1.15
R1	AEH500	-0.46	0.04	10.	434.8	1.15

Estado Último "IELU"

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	εx [%]	χy1 [1/m]	χz [1/m]	N/εx [kN]	My/χy [kNm ²]	Mz/χz [kNm ²]
-0.1	313.5	0.	4.8	19.9	0.0	27.91	15752.78	895264.2

Sección transversal TH_0.6 (H300;AEH500): Eficiencia $M_y = -20.0$; $eff(M,N) = 0.11$ OK Escala 1 : 18.3



Cálc. capacidad última Sección (Viga): TH_0.6

Solicitaciones / Factores de eficiencia: $eff(M,N) = 0.11$ OK

No.	AP	P	N [kN]	Flexión y esfuerzo normal			eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión			Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
				M_y [kNm]	M_z [kNm]			V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	
1	!ELU		0	-20.0	0	0.11					

Parámetros de análisis "IELU" Código: EHE-08. Instr.Hormigón Estruct.

ID	Diagrama			Límites de deformación			Factores de la resistencia				Otros valores	
	c	s		ϵ_{c2} [%]	ϵ_{cu3} [%]	ϵ_{ud} [%]	σ_s [N/mm²]	α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	θ [-]	φ [-]
!ELU	2/0	1		-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	45.	0.

Deformaciones y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_a [m]	z_a [m]	ϵ [%]	σ_a [N/mm²]	γ [-]
R	H300	-0.5	0.	-0.8	-13.2	1.50
R	H300	0.5	0.6	10.8	0.	1.50
R1	AEH500	-0.46	0.04	-0.1	-13.3	1.15
R2	AEH500	-0.46	0.56	10.	434.8	1.15

Estado Último "IELU"

N [kN]	Esfuerzos		Deformación y curvatura			Valores rigidez		
	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ϵ_x [%]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	N/ϵ_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
0.1	178.3	0.	5.0	19.4	0.0	13.41	9212.27	18833.73

11.8.2.2 ELU Cortante

Los máximos esfuerzos obtenidos de cortante, a una distancia de canto útil respecto de la cara exterior de la base de pilas en zapatas, son menor al V_u sin armadura.

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
 Tipo de acero : B-500-S
 f_{ck} [MPa] = 30.00
 f_{yk} [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Control del hormigón

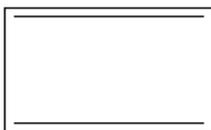
Control normal

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

Sección : ESPESOR0.6
 b_0 [m] = 1.00
 h [m] = 0.60



2 Comprobación

ρ_l [·1.E-3] = 2
 N_d [kN] = 0.0
 V_u [kN] = 309.7

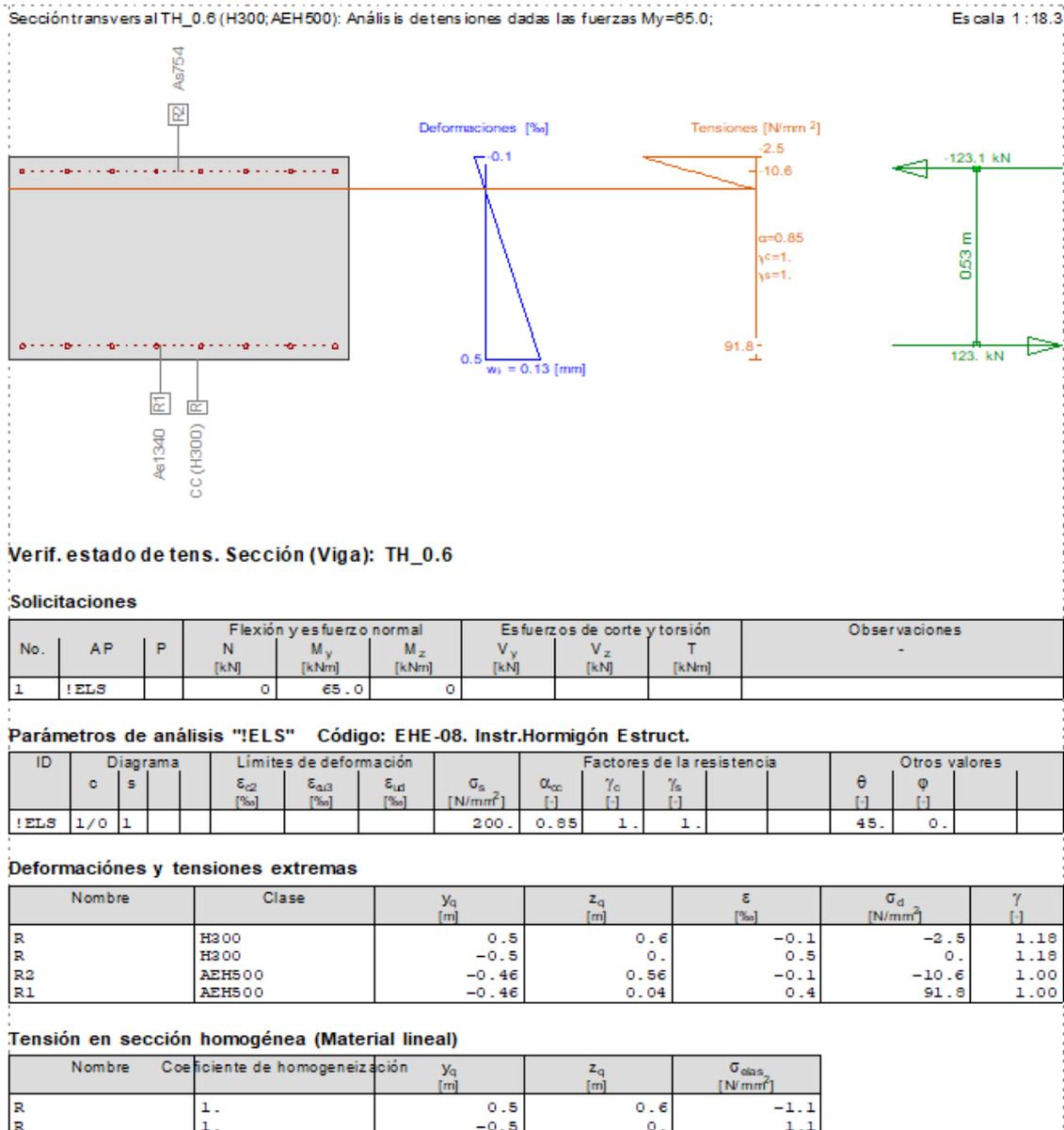
11.8.2.3 ELS Fisuración

Para los esfuerzos obtenidos y las armaduras dispuestas se obtienen las siguientes aberturas de fisura:

ELS_Cuasip	M11 (kNm)	Mmax (inferior)	65	Armado	Ø16 / 150	Wk (mm)	0,13
		Mmin (superior)	0		Ø12 / 150	0,00	
	M22 (kNm)	Mmax (inferior)	60		Ø16 / 150	0,12	
		Mmin (superior)	0		Ø12 / 150	0,00	

Todas las aberturas de fisura son menores o iguala a la máxima abertura de fisuración permitida para muros $W_{max} = 0,30\text{mm}$.

A continuación, se muestran las comprobaciones para los esfuerzos pésimos:



Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

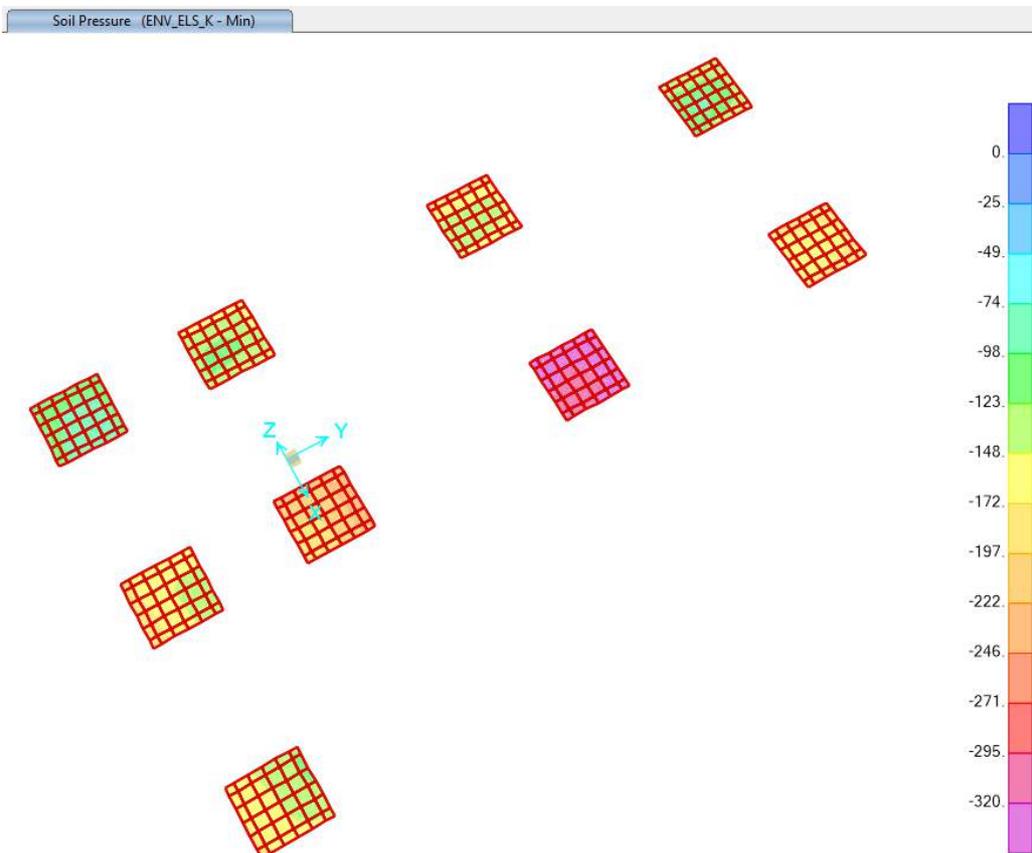
N [kN]	Esfuerzos		Deformación y curvatura			Valores rigidez		
	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ϵ_x [‰]	χ_y [km ⁻¹]	χ_z [km ⁻¹]	N/ϵ_x [kN]	M_y/χ_y [kNm ²]	M_z/χ_z [kNm ²]
-0.1	65.	0.	0.2	0.9	-0.0	368.41	69285.33	22062.79

Verificación de las fisuras

Texto	Valor	Texto	Valor
Principios básicos	EN 1992-1-1 7.3		
Sección			
h	0.6 m	zona compresión (no fisurado)	0.3 m
d	0.56 m	h-d	0.04 m
Recubrimiento c	0.03 m	$h_{ct,off}$	0.1 m
$A_{s,off}$ (zona de tracción)	100000 mm ²	= Min[2.5 (h-d) ; (h-x)/3 ; h/2]	
Hormigón		Parámetros adicionales	
E_c	33 kN/mm ²	Duración aplicación carga k_t	0.4
α_{ct} (E_s/E_c)	6.364	Factor de adherencia k_l	0.8
Coef. de fluencia ϕ	0.	Distribución de deformación	0.5
ϵ_{ctm}	0. N/mm ²	k_3	3.4
$\epsilon_{ct,off}$	0. N/mm ²	k_4	0.425
Armadura		Resultados	
E_s	210 kN/mm ²	Momento	65. kNm
A_s (zona de tracción)	1340 mm ²	Tensión en la armadura σ_s	91.8 N/mm ²
Diámetro ϕ_{eq}	15 mm	$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$ (7.9)	0.437 o/o
ρ_{eff}	1.34 o/o	Separación de fisuras $s_{f,max}$	0.3 m
		Ancho de fisuras w_k (7.8)	0.13 mm

11.8.2.4 ELS Tensiones

Los valores de máximas tensiones obtenidas en las zapatas se muestran en la siguiente imagen. Se deberá verificar en obra que el hormigón existente sobre el que apoyan dichas zapatas soporta estas tensiones.

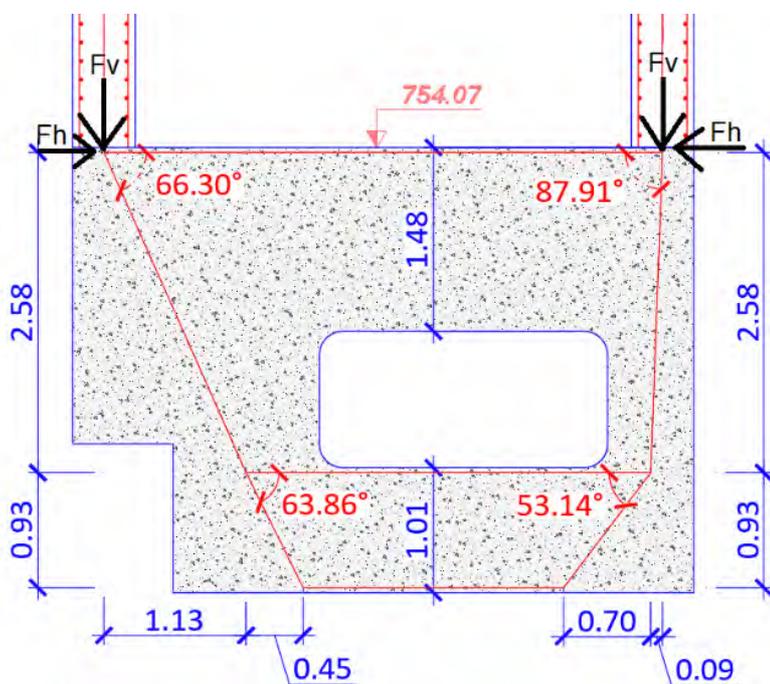


11.9 Cimentación muros

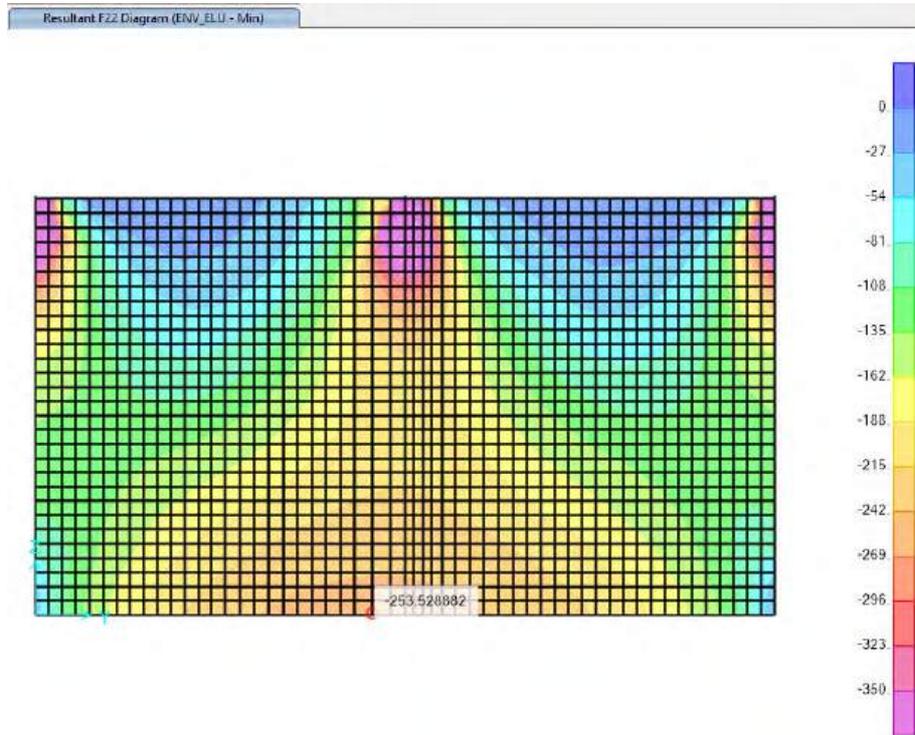
El bloque de hormigón armado, bajo los muros del nivel sótano, se ha calculado mediante un modelo de bielas y tirantes. La definición de este se ha hecho a partir de la geometría obtenida tras definir el escalonado del talud del cuenco, para apoyar el edificio sobre superficies planas.

La losa de cimentación de los muros que soportan el edificio estará armada hasta la cota 750.40. El resto del bloque es de hormigón en masa hasta la cota 744.63. Este hormigón en masa funciona como hormigón estructural, que transmite únicamente las fuerzas verticales al desmante del cuenco. La tipología de hormigón está definida según el tipo de ambiente para elementos en contacto con agua. Ante la posibilidad de fisuración, indicar que esta solo afecta a la durabilidad de las armaduras, por lo que en el bloque de hormigón en masa sin armadura no tendría afección.

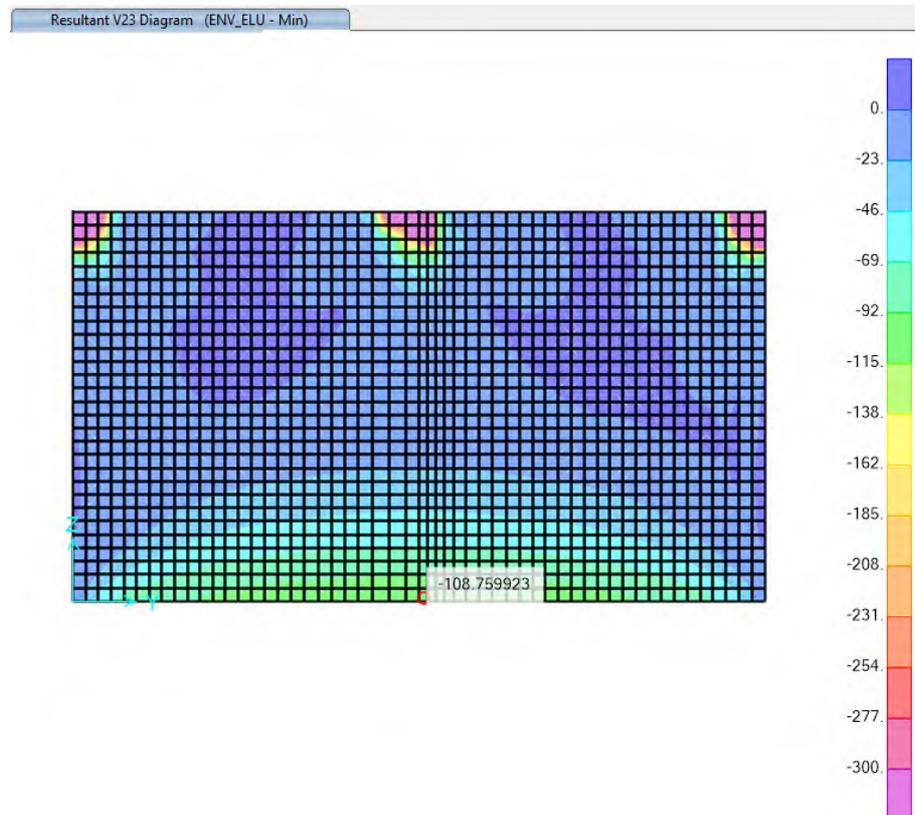
El modelo de bielas y tirantes para el bloque de hormigón armado se muestra a continuación:



Las fuerzas de cálculo se han obtenido a partir del modelo SAP2000 del edificio y de la siguiente forma. Tomándose 350kN/m como fuerza vertical, siendo la suma del peso propio del bloque, más el axil de los muros para la envolvente de combinaciones de Estado Límite Último, que se ve en la siguiente imagen.



Y tomándose 110kN/m como fuerza horizontal, el cortante de los muros para la envolvente de combinaciones de Estado Límite Último, que se ve en la siguiente imagen.



El armado obtenido para estas fuerzas según el modelo de bielas y tirantes es el siguiente:

Fv	350	kN/m	Fv	350	kN/m	Fv	350	kN/m	Fv	350	kN/m
Fh	110	kN/m	Fh	110	kN/m	Fh	110	kN/m	Fh	110	kN/m
a	2,58	m	a	2,58	m	a	0,93	m	a	0,93	m
b	1,13	m	b	0,09	m	b	0,45	m	b	0,7	m
tgθ	2,28		tgθ	28,67		tgθ	2,07		tgθ	1,33	
fyk	500	Mpa	fyk	500	Mpa	fyk	500	Mpa	fyk	500	Mpa
fyd	400	Mpa	fyd	400	Mpa	fyd	400	Mpa	fyd	400	Mpa
As req	6,58	cm2/m	As req	3,06	cm2/m	As req	6,98	cm2/m	As req	9,34	cm2/m

Por lo tanto, las armaduras principales traccionas que se dispondrán serán D20/150 estando del lado de la seguridad.

Por otro lado, para anclar a la estructura existente el bloque de hormigón armado de cimentación de los muros y el relleno de hormigón en masa, se emplearán pernos anclados con resina.

Para ello se dispondrán pernos $\Phi 16$ dispuestos cada 0,4x0,4m. Los cuales soportan unas fuerzas que son mayores a los esfuerzos horizontales de cálculo obtenidos del modelo.

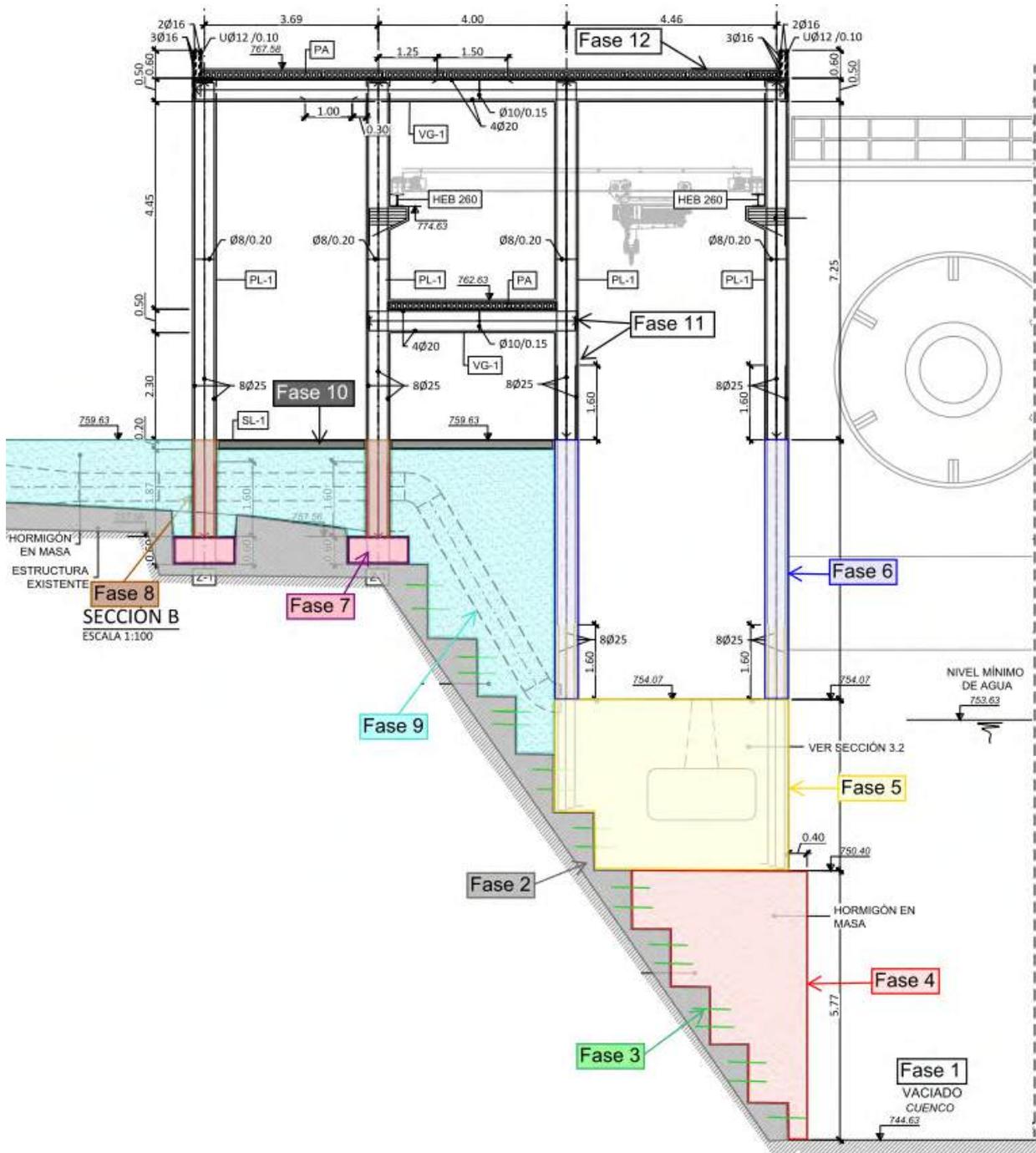
$$\pi * (2,01/2) * 50/1,15 * 1,25 * 1,25 = 125 \text{ kN/m}^2$$

12 PROCESO CONSTRUCTIVO

El proceso constructivo puede definirse en las siguientes fases:

- Fase 1: Situación actual con estructuras existentes y vaciado del cuenco.
- Fase 2: Ejecución de excavación del talud del cuenco, con la geometría de escalones definidos en planos, y ejecución de las excavaciones necesarias para las zapatas.
- Fase 3: Ejecución de los pernos de anclaje en la estructura existente.
- Fase 4: Ejecución del relleno de hormigón en masa, en tongadas de 0,5m hasta la cota 750,40.
- Fase 5: Ejecución de la losa de cimentación hasta la cota 754,07 dejando esperas para los muros.
- Fase 6: Ejecución de los muros hasta la cota 759,63 dejando esperas para las pilas.
- Fase 7: Ejecución de las zapatas hasta la cota 757,56 dejando esperas para las pilas.
- Fase 8: Ejecución de las pilas hasta la cota 759,63 dejando esperas para las pilas.
- Fase 9: Ejecución del relleno de hormigón en masa, en tongadas de 0,5m hasta la cota 759,43 en la zona de solera y hasta la cota 759,63 en la zona sin solera.
- Fase 10: Ejecución de la solera.
- Fase 11: Ejecución de pilares y vigas de los distintos niveles de forjados.
- Fase 12: Disposición de los forjados de placas alveolares en los distintos niveles.

A continuación, se muestra un croquis indicando las distintas fases.



Apéndice 1 Combinaciones de acciones. Estado Límite Último

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELU1	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU1		Linear Static	CM	1,35
ELU2	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU2		Linear Static	CM	1,35
ELU2		Linear Static	Agua	1,5
ELU2		Linear Static	Subpresion	1,5
ELU3	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU3		Linear Static	CM	1,35
ELU3		Linear Static	Agua	1,5
ELU3		Linear Static	LL Cubierta	1,5
ELU3		Linear Static	Nieve	0,75
ELU3		Linear Static	Viento X+	0,9
ELU3		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU3		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU3		Linear Static	Frenado Long.	1,05
ELU4	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU4		Linear Static	CM	1,35
ELU4		Linear Static	Agua	1,5
ELU4		Linear Static	LL Cubierta	1,5
ELU4		Linear Static	Nieve	0,75
ELU4		Linear Static	Viento X-	0,9
ELU4		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU4		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU4		Linear Static	Frenado Long.	1,05
ELU5	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU5		Linear Static	CM	1,35
ELU5		Linear Static	Agua	1,5
ELU5		Linear Static	LL Cubierta	1,5
ELU5		Linear Static	Nieve	0,75
ELU5		Linear Static	Viento Y+	0,9
ELU5		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU5		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU5		Linear Static	Frenado Long.	1,05
ELU6	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELU6		Linear Static	CM	1,35
ELU6		Linear Static	Agua	1,5
ELU6		Linear Static	LL Cubierta	1,5
ELU6		Linear Static	Nieve	0,75
ELU6		Linear Static	Viento Y-	0,9
ELU6		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU6		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU6		Linear Static	Frenado Long.	1,05
ELU7	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU7		Linear Static	CM	1,35
ELU7		Linear Static	Agua	1,5
ELU7		Linear Static	LL Cubierta	1,5
ELU7		Linear Static	Nieve	0,75
ELU7		Linear Static	Viento X+	0,9
ELU7		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU7		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05
ELU7		Linear Static	Frenado Long.-	1,05
ELU8	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU8		Linear Static	CM	1,35
ELU8		Linear Static	Agua	1,5
ELU8		Linear Static	LL Cubierta	1,5
ELU8		Linear Static	Nieve	0,75
ELU8		Linear Static	Viento X-	0,9
ELU8		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU8		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05
ELU8		Linear Static	Frenado Long.-	1,05
ELU9	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU9		Linear Static	CM	1,35
ELU9		Linear Static	Agua	1,5
ELU9		Linear Static	LL Cubierta	1,5
ELU9		Linear Static	Nieve	0,75
ELU9		Linear Static	Viento Y+	0,9
ELU9		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU9		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELU9		Linear Static	Frenado Long.-	1,05
ELU10	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU10		Linear Static	CM	1,35
ELU10		Linear Static	Agua	1,5
ELU10		Linear Static	LL Cubierta	1,5
ELU10		Linear Static	Nieve	0,75
ELU10		Linear Static	Viento Y-	0,9
ELU10		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU10		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05
ELU10		Linear Static	Frenado Long.-	1,05
ELU11	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU11		Linear Static	CM	1,35
ELU11		Linear Static	Agua	1,5
ELU11		Linear Static	LL Cubierta	1,5
ELU11		Linear Static	Nieve	0,75
ELU11		Linear Static	Viento X+	0,9
ELU11		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU11		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU11		Linear Static	Frenado Long.-	1,05
ELU12	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU12		Linear Static	CM	1,35
ELU12		Linear Static	Agua	1,5
ELU12		Linear Static	LL Cubierta	1,5
ELU12		Linear Static	Nieve	0,75
ELU12		Linear Static	Viento X-	0,9
ELU12		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU12		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU12		Linear Static	Frenado Long.-	1,05
ELU13	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU13		Linear Static	CM	1,35
ELU13		Linear Static	Agua	1,5
ELU13		Linear Static	LL Cubierta	1,5
ELU13		Linear Static	Nieve	0,75
ELU13		Linear Static	Viento Y+	0,9

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELU13		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU13		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU13		Linear Static	Frenado Long.-	1,05
ELU14	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU14		Linear Static	CM	1,35
ELU14		Linear Static	Agua	1,5
ELU14		Linear Static	LL Cubierta	1,5
ELU14		Linear Static	Nieve	0,75
ELU14		Linear Static	Viento Y-	0,9
ELU14		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU14		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU14		Linear Static	Frenado Long.-	1,05
ELU15	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU15		Linear Static	CM	1,35
ELU15		Linear Static	Agua	1,5
ELU15		Linear Static	LL Cubierta	1,5
ELU15		Linear Static	Nieve	0,75
ELU15		Linear Static	Viento X+	0,9
ELU15		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU15		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05
ELU15		Linear Static	Frenado Long.	1,05
ELU16	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU16		Linear Static	CM	1,35
ELU16		Linear Static	Agua	1,5
ELU16		Linear Static	LL Cubierta	1,5
ELU16		Linear Static	Nieve	0,75
ELU16		Linear Static	Viento X-	0,9
ELU16		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU16		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05
ELU16		Linear Static	Frenado Long.	1,05
ELU17	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU17		Linear Static	CM	1,35
ELU17		Linear Static	Agua	1,5
ELU17		Linear Static	LL Cubierta	1,5

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELU17		Linear Static	Nieve	0,75
ELU17		Linear Static	Viento Y+	0,9
ELU17		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU17		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05
ELU17		Linear Static	Frenado Long.	1,05
ELU18	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU18		Linear Static	CM	1,35
ELU18		Linear Static	Agua	1,5
ELU18		Linear Static	LL Cubierta	1,5
ELU18		Linear Static	Nieve	0,75
ELU18		Linear Static	Viento Y-	0,9
ELU18		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU18		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05
ELU18		Linear Static	Frenado Long.	1,05
ELU19	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU19		Linear Static	CM	1,35
ELU19		Linear Static	Agua	1,5
ELU19		Linear Static	Nieve	0,75
ELU19		Linear Static	Viento X+	0,9
ELU19		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,5
ELU19		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,5
ELU19		Linear Static	Frenado Long.	1,5
ELU20	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU20		Linear Static	CM	1,35
ELU20		Linear Static	Agua	1,5
ELU20		Linear Static	Nieve	0,75
ELU20		Linear Static	Viento X-	0,9
ELU20		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,5
ELU20		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,5
ELU20		Linear Static	Frenado Long.	1,5
ELU21	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU21		Linear Static	CM	1,35
ELU21		Linear Static	Agua	1,5
ELU21		Linear Static	Nieve	0,75

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELU21		Linear Static	Viento Y+	0,9
ELU21		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,5
ELU21		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,5
ELU21		Linear Static	Frenado Long.	1,5
ELU22	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU22		Linear Static	CM	1,35
ELU22		Linear Static	Agua	1,5
ELU22		Linear Static	Nieve	0,75
ELU22		Linear Static	Viento Y-	0,9
ELU22		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,5
ELU22		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,5
ELU22		Linear Static	Frenado Long.	1,5
ELU23	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU23		Linear Static	CM	1,35
ELU23		Linear Static	Agua	1,5
ELU23		Linear Static	Nieve	0,75
ELU23		Linear Static	Viento X+	0,9
ELU23		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,5
ELU23		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,5
ELU23		Linear Static	Frenado Long.-	1,5
ELU24	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU24		Linear Static	CM	1,35
ELU24		Linear Static	Agua	1,5
ELU24		Linear Static	Nieve	0,75
ELU24		Linear Static	Viento X-	0,9
ELU24		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,5
ELU24		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,5
ELU24		Linear Static	Frenado Long.-	1,5
ELU25	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU25		Linear Static	CM	1,35
ELU25		Linear Static	Agua	1,5
ELU25		Linear Static	Nieve	0,75
ELU25		Linear Static	Viento Y+	0,9
ELU25		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,5

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELU25		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,5
ELU25		Linear Static	Frenado Long.-	1,5
ELU26	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU26		Linear Static	CM	1,35
ELU26		Linear Static	Agua	1,5
ELU26		Linear Static	Nieve	0,75
ELU26		Linear Static	Viento Y-	0,9
ELU26		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,5
ELU26		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,5
ELU26		Linear Static	Frenado Long.-	1,5
ELU27	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU27		Linear Static	CM	1,35
ELU27		Linear Static	Agua	1,5
ELU27		Linear Static	Nieve	0,75
ELU27		Linear Static	Viento X+	0,9
ELU27		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,5
ELU27		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,5
ELU27		Linear Static	Frenado Long.-	1,5
ELU28	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU28		Linear Static	CM	1,35
ELU28		Linear Static	Agua	1,5
ELU28		Linear Static	Nieve	0,75
ELU28		Linear Static	Viento X-	0,9
ELU28		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,5
ELU28		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,5
ELU28		Linear Static	Frenado Long.-	1,5
ELU29	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU29		Linear Static	CM	1,35
ELU29		Linear Static	Agua	1,5
ELU29		Linear Static	Nieve	0,75
ELU29		Linear Static	Viento Y+	0,9
ELU29		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,5
ELU29		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,5
ELU29		Linear Static	Frenado Long.-	1,5

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELU30	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU30		Linear Static	CM	1,35
ELU30		Linear Static	Agua	1,5
ELU30		Linear Static	Nieve	0,75
ELU30		Linear Static	Viento Y-	0,9
ELU30		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,5
ELU30		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,5
ELU30		Linear Static	Frenado Long.-	1,5
ELU31	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU31		Linear Static	CM	1,35
ELU31		Linear Static	Agua	1,5
ELU31		Linear Static	Nieve	0,75
ELU31		Linear Static	Viento X+	0,9
ELU31		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,5
ELU31		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,5
ELU31		Linear Static	Frenado Long.	1,5
ELU32	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU32		Linear Static	CM	1,35
ELU32		Linear Static	Agua	1,5
ELU32		Linear Static	Nieve	0,75
ELU32		Linear Static	Viento X-	0,9
ELU32		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,5
ELU32		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,5
ELU32		Linear Static	Frenado Long.	1,5
ELU33	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU33		Linear Static	CM	1,35
ELU33		Linear Static	Agua	1,5
ELU33		Linear Static	Nieve	0,75
ELU33		Linear Static	Viento Y+	0,9
ELU33		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,5
ELU33		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,5
ELU33		Linear Static	Frenado Long.	1,5
ELU34	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU34		Linear Static	CM	1,35

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELU34		Linear Static	Agua	1,5
ELU34		Linear Static	Nieve	0,75
ELU34		Linear Static	Viento Y-	0,9
ELU34		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,5
ELU34		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,5
ELU34		Linear Static	Frenado Long.	1,5
ELU35	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU35		Linear Static	CM	1,35
ELU35		Linear Static	Agua	1,5
ELU35		Linear Static	Nieve	1,5
ELU35		Linear Static	Viento X+	0,9
ELU35		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU35		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU35		Linear Static	Frenado Long.	1,05
ELU36	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU36		Linear Static	CM	1,35
ELU36		Linear Static	Agua	1,5
ELU36		Linear Static	Nieve	1,5
ELU36		Linear Static	Viento X-	0,9
ELU36		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU36		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU36		Linear Static	Frenado Long.	1,05
ELU37	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU37		Linear Static	CM	1,35
ELU37		Linear Static	Agua	1,5
ELU37		Linear Static	Nieve	1,5
ELU37		Linear Static	Viento Y+	0,9
ELU37		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU37		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU37		Linear Static	Frenado Long.	1,05
ELU38	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU38		Linear Static	CM	1,35
ELU38		Linear Static	Agua	1,5
ELU38		Linear Static	Nieve	1,5

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELU38		Linear Static	Viento Y-	0,9
ELU38		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU38		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU38		Linear Static	Frenado Long.	1,05
ELU39	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU39		Linear Static	CM	1,35
ELU39		Linear Static	Agua	1,5
ELU39		Linear Static	Nieve	1,5
ELU39		Linear Static	Viento X+	0,9
ELU39		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU39		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05
ELU39		Linear Static	Frenado Long.-	1,05
ELU40	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU40		Linear Static	CM	1,35
ELU40		Linear Static	Agua	1,5
ELU40		Linear Static	Nieve	1,5
ELU40		Linear Static	Viento X-	0,9
ELU40		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU40		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05
ELU40		Linear Static	Frenado Long.-	1,05
ELU41	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU41		Linear Static	CM	1,35
ELU41		Linear Static	Agua	1,5
ELU41		Linear Static	Nieve	1,5
ELU41		Linear Static	Viento Y+	0,9
ELU41		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU41		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05
ELU41		Linear Static	Frenado Long.-	1,05
ELU42	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU42		Linear Static	CM	1,35
ELU42		Linear Static	Agua	1,5
ELU42		Linear Static	Nieve	1,5
ELU42		Linear Static	Viento Y-	0,9
ELU42		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELU42		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05
ELU42		Linear Static	Frenado Long.-	1,05
ELU43	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU43		Linear Static	CM	1,35
ELU43		Linear Static	Agua	1,5
ELU43		Linear Static	Nieve	1,5
ELU43		Linear Static	Viento X+	0,9
ELU43		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU43		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU43		Linear Static	Frenado Long.-	1,05
ELU44	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU44		Linear Static	CM	1,35
ELU44		Linear Static	Agua	1,5
ELU44		Linear Static	Nieve	1,5
ELU44		Linear Static	Viento X-	0,9
ELU44		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU44		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU44		Linear Static	Frenado Long.-	1,05
ELU45	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU45		Linear Static	CM	1,35
ELU45		Linear Static	Agua	1,5
ELU45		Linear Static	Nieve	1,5
ELU45		Linear Static	Viento Y+	0,9
ELU45		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU45		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU45		Linear Static	Frenado Long.-	1,05
ELU46	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU46		Linear Static	CM	1,35
ELU46		Linear Static	Agua	1,5
ELU46		Linear Static	Nieve	1,5
ELU46		Linear Static	Viento Y-	0,9
ELU46		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU46		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU46		Linear Static	Frenado Long.-	1,05

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELU47	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU47		Linear Static	CM	1,35
ELU47		Linear Static	Agua	1,5
ELU47		Linear Static	Nieve	1,5
ELU47		Linear Static	Viento X+	0,9
ELU47		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU47		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05
ELU47		Linear Static	Frenado Long.	1,05
ELU48	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU48		Linear Static	CM	1,35
ELU48		Linear Static	Agua	1,5
ELU48		Linear Static	Nieve	1,5
ELU48		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU48		Linear Static	Viento X-	0,9
ELU48		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05
ELU48		Linear Static	Frenado Long.	1,05
ELU49	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU49		Linear Static	CM	1,35
ELU49		Linear Static	Agua	1,5
ELU49		Linear Static	Nieve	1,5
ELU49		Linear Static	Viento Y+	0,9
ELU49		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU49		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05
ELU49		Linear Static	Frenado Long.	1,05
ELU50	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU50		Linear Static	CM	1,35
ELU50		Linear Static	Agua	1,5
ELU50		Linear Static	Nieve	1,5
ELU50		Linear Static	Viento Y-	0,9
ELU50		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU50		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05
ELU50		Linear Static	Frenado Long.	1,05
ELU51	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU51		Linear Static	CM	1,35

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELU51		Linear Static	Agua	1,5
ELU51		Linear Static	Nieve	0,75
ELU51		Linear Static	Viento X+	1,5
ELU51		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU51		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU51		Linear Static	Frenado Long.	1,05
ELU52	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU52		Linear Static	CM	1,35
ELU52		Linear Static	Agua	1,5
ELU52		Linear Static	Nieve	0,75
ELU52		Linear Static	Viento X-	1,5
ELU52		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU52		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU52		Linear Static	Frenado Long.	1,05
ELU53	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU53		Linear Static	CM	1,35
ELU53		Linear Static	Agua	1,5
ELU53		Linear Static	Nieve	0,75
ELU53		Linear Static	Viento Y+	1,5
ELU53		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU53		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU53		Linear Static	Frenado Long.	1,05
ELU54	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU54		Linear Static	CM	1,35
ELU54		Linear Static	Agua	1,5
ELU54		Linear Static	Nieve	0,75
ELU54		Linear Static	Viento Y-	1,5
ELU54		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU54		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU54		Linear Static	Frenado Long.	1,05
ELU55	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU55		Linear Static	CM	1,35
ELU55		Linear Static	Agua	1,5
ELU55		Linear Static	Nieve	0,75

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELU55		Linear Static	Viento X+	1,5
ELU55		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU55		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05
ELU55		Linear Static	Frenado Long.-	1,05
ELU56	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU56		Linear Static	CM	1,35
ELU56		Linear Static	Agua	1,5
ELU56		Linear Static	Nieve	0,75
ELU56		Linear Static	Viento X-	1,5
ELU56		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU56		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05
ELU56		Linear Static	Frenado Long.-	1,05
ELU57	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU57		Linear Static	CM	1,35
ELU57		Linear Static	Agua	1,5
ELU57		Linear Static	Nieve	0,75
ELU57		Linear Static	Viento Y+	1,5
ELU57		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU57		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05
ELU57		Linear Static	Frenado Long.-	1,05
ELU58	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU58		Linear Static	CM	1,35
ELU58		Linear Static	Agua	1,5
ELU58		Linear Static	Nieve	0,75
ELU58		Linear Static	Viento Y-	1,5
ELU58		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU58		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05
ELU58		Linear Static	Frenado Long.-	1,05
ELU59	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU59		Linear Static	CM	1,35
ELU59		Linear Static	Agua	1,5
ELU59		Linear Static	Nieve	0,75
ELU59		Linear Static	Viento X+	1,5
ELU59		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELU59		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU59		Linear Static	Frenado Long.-	1,05
ELU60	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU60		Linear Static	CM	1,35
ELU60		Linear Static	Agua	1,5
ELU60		Linear Static	Nieve	0,75
ELU60		Linear Static	Viento X-	1,5
ELU60		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU60		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU60		Linear Static	Frenado Long.-	1,05
ELU61	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU61		Linear Static	CM	1,35
ELU61		Linear Static	Agua	1,5
ELU61		Linear Static	Nieve	0,75
ELU61		Linear Static	Viento Y+	1,5
ELU61		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU61		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU61		Linear Static	Frenado Long.-	1,05
ELU62	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU62		Linear Static	CM	1,35
ELU62		Linear Static	Agua	1,5
ELU62		Linear Static	Nieve	0,75
ELU62		Linear Static	Viento Y-	1,5
ELU62		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU62		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1,05
ELU62		Linear Static	Frenado Long.-	1,05
ELU63	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU63		Linear Static	CM	1,35
ELU63		Linear Static	Agua	1,5
ELU63		Linear Static	Nieve	0,75
ELU63		Linear Static	Viento X+	1,5
ELU63		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1,05
ELU63		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05
ELU63		Linear Static	Frenado Long.	1,05

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELU64	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU64		Linear Static	CM	1,35
ELU64		Linear Static	Agua	1,5
ELU64		Linear Static	Nieve	0,75
ELU64		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	1,05
ELU64		Linear Static	Viento X-	1,5
ELU64		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05
ELU64		Linear Static	Frenado Long.	1,05
ELU65	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU65		Linear Static	CM	1,35
ELU65		Linear Static	Agua	1,5
ELU65		Linear Static	Nieve	0,75
ELU65		Linear Static	Viento Y+	1,5
ELU65		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	1,05
ELU65		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05
ELU65		Linear Static	Frenado Long.	1,05
ELU66	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,35
ELU66		Linear Static	CM	1,35
ELU66		Linear Static	Agua	1,5
ELU66		Linear Static	Nieve	0,75
ELU66		Linear Static	Viento Y-	1,5
ELU66		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	1,05
ELU66		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1,05
ELU66		Linear Static	Frenado Long.	1,05
ENV_ELU	Envelope	Response Combo	ELU1	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU2	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU3	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU4	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU5	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU6	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU7	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU8	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU9	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU10	1

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ENV_ELU		Response Combo	ELU11	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU12	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU13	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU14	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU15	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU16	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU17	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU18	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU19	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU20	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU21	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU22	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU23	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU24	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU25	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU26	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU27	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU28	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU29	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU30	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU31	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU32	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU33	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU34	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU35	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU36	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU37	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU38	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU39	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU40	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU41	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU42	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU43	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU44	1

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ENV_ELU		Response Combo	ELU45	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU46	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU47	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU48	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU49	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU50	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU51	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU52	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU53	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU54	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU55	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU56	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU57	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU58	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU59	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU60	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU61	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU62	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU63	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU64	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU65	1
ENV_ELU		Response Combo	ELU66	1

Apéndice 2 Combinaciones de acciones. Estado Límite de Servicio

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coeficiente
ELS1	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS1		Linear Static	CM	1
ELS2	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS2		Linear Static	CM	1
ELS2		Linear Static	Agua	1
ELS3	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS3		Linear Static	CM	1
ELS3		Linear Static	Agua	1
ELS3		Linear Static	LL Cubierta	1
ELS3		Linear Static	Nieve	0,5
ELS3		Linear Static	Viento X+	0,6
ELS3		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,7
ELS3		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7
ELS3		Linear Static	Frenado Long.	0,7
ELS4	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS4		Linear Static	CM	1
ELS4		Linear Static	Agua	1
ELS4		Linear Static	LL Cubierta	1
ELS4		Linear Static	Nieve	0,5
ELS4		Linear Static	Viento X-	0,6
ELS4		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,7
ELS4		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7
ELS4		Linear Static	Frenado Long.	0,7
ELS5	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS5		Linear Static	CM	1
ELS5		Linear Static	Agua	1
ELS5		Linear Static	LL Cubierta	1
ELS5		Linear Static	Nieve	0,5
ELS5		Linear Static	Viento Y+	0,6
ELS5		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,7
ELS5		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7
ELS5		Linear Static	Frenado Long.	0,7
ELS6	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS6		Linear Static	CM	1
ELS6		Linear Static	Agua	1

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELS6		Linear Static	LL Cubierta	1
ELS6		Linear Static	Nieve	0,5
ELS6		Linear Static	Viento Y-	0,6
ELS6		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,7
ELS6		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7
ELS6		Linear Static	Frenado Long.	0,7
ELS7	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS7		Linear Static	CM	1
ELS7		Linear Static	Agua	1
ELS7		Linear Static	LL Cubierta	1
ELS7		Linear Static	Nieve	0,5
ELS7		Linear Static	Viento X+	0,6
ELS7		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,7
ELS7		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS7		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS8	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS8		Linear Static	CM	1
ELS8		Linear Static	Agua	1
ELS8		Linear Static	LL Cubierta	1
ELS8		Linear Static	Nieve	0,5
ELS8		Linear Static	Viento X-	0,6
ELS8		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,7
ELS8		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS8		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS9	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS9		Linear Static	CM	1
ELS9		Linear Static	Agua	1
ELS9		Linear Static	LL Cubierta	1
ELS9		Linear Static	Nieve	0,5
ELS9		Linear Static	Viento Y+	0,6
ELS9		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,7
ELS9		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS9		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS10	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS10		Linear Static	CM	1

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELS10		Linear Static	Agua	1
ELS10		Linear Static	LL Cubierta	1
ELS10		Linear Static	Nieve	0,5
ELS10		Linear Static	Viento Y-	0,6
ELS10		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS10		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS10		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS11	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS11		Linear Static	CM	1
ELS11		Linear Static	Agua	1
ELS11		Linear Static	LL Cubierta	1
ELS11		Linear Static	Nieve	0,5
ELS11		Linear Static	Viento X+	0,6
ELS11		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS11		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7
ELS11		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS12	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS12		Linear Static	CM	1
ELS12		Linear Static	Agua	1
ELS12		Linear Static	LL Cubierta	1
ELS12		Linear Static	Nieve	0,5
ELS12		Linear Static	Viento X-	0,6
ELS12		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS12		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7
ELS12		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS13	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS13		Linear Static	CM	1
ELS13		Linear Static	Agua	1
ELS13		Linear Static	LL Cubierta	1
ELS13		Linear Static	Nieve	0,5
ELS13		Linear Static	Viento Y+	0,6
ELS13		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS13		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7
ELS13		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS14	Linear Add	Linear Static	DEAD	1

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELS14		Linear Static	CM	1
ELS14		Linear Static	Agua	1
ELS14		Linear Static	LL Cubierta	1
ELS14		Linear Static	Nieve	0,5
ELS14		Linear Static	Viento Y-	0,6
ELS14		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,7
ELS14		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7
ELS14		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS15	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS15		Linear Static	CM	1
ELS15		Linear Static	Agua	1
ELS15		Linear Static	LL Cubierta	1
ELS15		Linear Static	Nieve	0,5
ELS15		Linear Static	Viento X+	0,6
ELS15		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,7
ELS15		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS15		Linear Static	Frenado Long.	0,7
ELS16	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS16		Linear Static	CM	1
ELS16		Linear Static	Agua	1
ELS16		Linear Static	LL Cubierta	1
ELS16		Linear Static	Nieve	0,5
ELS16		Linear Static	Viento X-	0,6
ELS16		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,7
ELS16		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS16		Linear Static	Frenado Long.	0,7
ELS17	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS17		Linear Static	CM	1
ELS17		Linear Static	Agua	1
ELS17		Linear Static	LL Cubierta	1
ELS17		Linear Static	Nieve	0,5
ELS17		Linear Static	Viento Y+	0,6
ELS17		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,7
ELS17		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS17		Linear Static	Frenado Long.	0,7

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELS18	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS18		Linear Static	CM	1
ELS18		Linear Static	Agua	1
ELS18		Linear Static	LL Cubierta	1
ELS18		Linear Static	Nieve	0,5
ELS18		Linear Static	Viento Y-	0,6
ELS18		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS18		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS18		Linear Static	Frenado Long.	0,7
ELS19	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS19		Linear Static	CM	1
ELS19		Linear Static	Agua	1
ELS19		Linear Static	Nieve	0,5
ELS19		Linear Static	Viento X+	0,6
ELS19		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	1
ELS19		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1
ELS19		Linear Static	Frenado Long.	1
ELS20	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS20		Linear Static	CM	1
ELS20		Linear Static	Agua	1
ELS20		Linear Static	Nieve	0,5
ELS20		Linear Static	Viento X-	0,6
ELS20		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	1
ELS20		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1
ELS20		Linear Static	Frenado Long.	1
ELS21	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS21		Linear Static	CM	1
ELS21		Linear Static	Agua	1
ELS21		Linear Static	Nieve	0,5
ELS21		Linear Static	Viento Y+	0,6
ELS21		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	1
ELS21		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1
ELS21		Linear Static	Frenado Long.	1
ELS22	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS22		Linear Static	CM	1

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELS22		Linear Static	Agua	1
ELS22		Linear Static	Nieve	0,5
ELS22		Linear Static	Viento Y-	0,6
ELS22		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1
ELS22		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1
ELS22		Linear Static	Frenado Long.	1
ELS23	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS23		Linear Static	CM	1
ELS23		Linear Static	Agua	1
ELS23		Linear Static	Nieve	0,5
ELS23		Linear Static	Viento X+	0,6
ELS23		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1
ELS23		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1
ELS23		Linear Static	Frenado Long.-	1
ELS24	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS24		Linear Static	CM	1
ELS24		Linear Static	Agua	1
ELS24		Linear Static	Nieve	0,5
ELS24		Linear Static	Viento X-	0,6
ELS24		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1
ELS24		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1
ELS24		Linear Static	Frenado Long.-	1
ELS25	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS25		Linear Static	CM	1
ELS25		Linear Static	Agua	1
ELS25		Linear Static	Nieve	0,5
ELS25		Linear Static	Viento Y+	0,6
ELS25		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1
ELS25		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1
ELS25		Linear Static	Frenado Long.-	1
ELS26	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS26		Linear Static	CM	1
ELS26		Linear Static	Agua	1
ELS26		Linear Static	Nieve	0,5
ELS26		Linear Static	Viento Y-	0,6

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELS26		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	1
ELS26		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1
ELS26		Linear Static	Frenado Long.-	1
ELS27	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS27		Linear Static	CM	1
ELS27		Linear Static	Agua	1
ELS27		Linear Static	Nieve	0,5
ELS27		Linear Static	Viento X+	0,6
ELS27		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	1
ELS27		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1
ELS27		Linear Static	Frenado Long.-	1
ELS28	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS28		Linear Static	CM	1
ELS28		Linear Static	Agua	1
ELS28		Linear Static	Nieve	0,5
ELS28		Linear Static	Viento X-	0,6
ELS28		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	1
ELS28		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1
ELS28		Linear Static	Frenado Long.-	1
ELS29	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS29		Linear Static	CM	1
ELS29		Linear Static	Agua	1
ELS29		Linear Static	Nieve	0,5
ELS29		Linear Static	Viento Y+	0,6
ELS29		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	1
ELS29		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1
ELS29		Linear Static	Frenado Long.-	1
ELS30	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS30		Linear Static	CM	1
ELS30		Linear Static	Agua	1
ELS30		Linear Static	Nieve	0,5
ELS30		Linear Static	Viento Y-	0,6
ELS30		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	1
ELS30		Response Combo	ENV_Frenado Transv	1
ELS30		Linear Static	Frenado Long.-	1

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELS31	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS31		Linear Static	CM	1
ELS31		Linear Static	Agua	1
ELS31		Linear Static	Nieve	0,5
ELS31		Linear Static	Viento X+	0,6
ELS31		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1
ELS31		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1
ELS31		Linear Static	Frenado Long.	1
ELS32	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS32		Linear Static	CM	1
ELS32		Linear Static	Agua	1
ELS32		Linear Static	Nieve	0,5
ELS32		Linear Static	Viento X-	0,6
ELS32		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1
ELS32		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1
ELS32		Linear Static	Frenado Long.	1
ELS33	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS33		Linear Static	CM	1
ELS33		Linear Static	Agua	1
ELS33		Linear Static	Nieve	0,5
ELS33		Linear Static	Viento Y+	0,6
ELS33		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1
ELS33		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1
ELS33		Linear Static	Frenado Long.	1
ELS34	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS34		Linear Static	CM	1
ELS34		Linear Static	Agua	1
ELS34		Linear Static	Nieve	0,5
ELS34		Linear Static	Viento Y-	0,6
ELS34		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	1
ELS34		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	1
ELS34		Linear Static	Frenado Long.	1
ELS35	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS35		Linear Static	CM	1
ELS35		Linear Static	Agua	1

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELS35		Linear Static	Nieve	1
ELS35		Linear Static	Viento X+	0,6
ELS35		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS35		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7
ELS35		Linear Static	Frenado Long.	0,7
ELS36	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS36		Linear Static	CM	1
ELS36		Linear Static	Agua	1
ELS36		Linear Static	Nieve	1
ELS36		Linear Static	Viento X-	0,6
ELS36		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS36		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7
ELS36		Linear Static	Frenado Long.	0,7
ELS37	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS37		Linear Static	CM	1
ELS37		Linear Static	Agua	1
ELS37		Linear Static	Nieve	1
ELS37		Linear Static	Viento Y+	0,6
ELS37		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS37		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7
ELS37		Linear Static	Frenado Long.	0,7
ELS38	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS38		Linear Static	CM	1
ELS38		Linear Static	Agua	1
ELS38		Linear Static	Nieve	1
ELS38		Linear Static	Viento Y-	0,6
ELS38		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS38		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7
ELS38		Linear Static	Frenado Long.	0,7
ELS39	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS39		Linear Static	CM	1
ELS39		Linear Static	Agua	1
ELS39		Linear Static	Nieve	1
ELS39		Linear Static	Viento X+	0,6
ELS39		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELS39		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS39		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS40	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS40		Linear Static	CM	1
ELS40		Linear Static	Agua	1
ELS40		Linear Static	Nieve	1
ELS40		Linear Static	Viento X-	0,6
ELS40		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,7
ELS40		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS40		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS41	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS41		Linear Static	CM	1
ELS41		Linear Static	Agua	1
ELS41		Linear Static	Nieve	1
ELS41		Linear Static	Viento Y+	0,6
ELS41		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,7
ELS41		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS41		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS42	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS42		Linear Static	CM	1
ELS42		Linear Static	Agua	1
ELS42		Linear Static	Nieve	1
ELS42		Linear Static	Viento Y-	0,6
ELS42		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,7
ELS42		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS42		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS43	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS43		Linear Static	CM	1
ELS43		Linear Static	Agua	1
ELS43		Linear Static	Nieve	1
ELS43		Linear Static	Viento X+	0,6
ELS43		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,7
ELS43		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7
ELS43		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS44	Linear Add	Linear Static	DEAD	1

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELS44		Linear Static	CM	1
ELS44		Linear Static	Agua	1
ELS44		Linear Static	Nieve	1
ELS44		Linear Static	Viento X-	0,6
ELS44		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS44		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7
ELS44		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS45	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS45		Linear Static	CM	1
ELS45		Linear Static	Agua	1
ELS45		Linear Static	Nieve	1
ELS45		Linear Static	Viento Y+	0,6
ELS45		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS45		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7
ELS45		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS46	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS46		Linear Static	CM	1
ELS46		Linear Static	Agua	1
ELS46		Linear Static	Nieve	1
ELS46		Linear Static	Viento Y-	0,6
ELS46		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS46		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7
ELS46		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS47	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS47		Linear Static	CM	1
ELS47		Linear Static	Agua	1
ELS47		Linear Static	Nieve	1
ELS47		Linear Static	Viento X+	0,6
ELS47		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS47		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS47		Linear Static	Frenado Long.	0,7
ELS48	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS48		Linear Static	CM	1
ELS48		Linear Static	Agua	1
ELS48		Linear Static	Nieve	1

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELS48		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,6
ELS48		Linear Static	Viento X-	0,7
ELS48		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS48		Linear Static	Frenado Long.	0,7
ELS49	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS49		Linear Static	CM	1
ELS49		Linear Static	Agua	1
ELS49		Linear Static	Nieve	1
ELS49		Linear Static	Viento Y+	0,6
ELS49		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS49		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS49		Linear Static	Frenado Long.	0,7
ELS50	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS50		Linear Static	CM	1
ELS50		Linear Static	Agua	1
ELS50		Linear Static	Nieve	1
ELS50		Linear Static	Viento Y-	0,6
ELS50		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS50		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS50		Linear Static	Frenado Long.	0,7
ELS51	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS51		Linear Static	CM	1
ELS51		Linear Static	Agua	1
ELS51		Linear Static	Nieve	0,5
ELS51		Linear Static	Viento X+	1
ELS51		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS51		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7
ELS51		Linear Static	Frenado Long.	0,7
ELS52	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS52		Linear Static	CM	1
ELS52		Linear Static	Agua	1
ELS52		Linear Static	Nieve	0,5
ELS52		Linear Static	Viento X-	1
ELS52		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS52		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELS52		Linear Static	Frenado Long.	0,7
ELS53	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS53		Linear Static	CM	1
ELS53		Linear Static	Agua	1
ELS53		Linear Static	Nieve	0,5
ELS53		Linear Static	Viento Y+	1
ELS53		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS53		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7
ELS53		Linear Static	Frenado Long.	0,7
ELS54	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS54		Linear Static	CM	1
ELS54		Linear Static	Agua	1
ELS54		Linear Static	Nieve	0,5
ELS54		Linear Static	Viento Y-	1
ELS54		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS54		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7
ELS54		Linear Static	Frenado Long.	0,7
ELS55	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS55		Linear Static	CM	1
ELS55		Linear Static	Agua	1
ELS55		Linear Static	Nieve	0,5
ELS55		Linear Static	Viento X+	1
ELS55		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS55		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS55		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS56	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS56		Linear Static	CM	1
ELS56		Linear Static	Agua	1
ELS56		Linear Static	Nieve	0,5
ELS56		Linear Static	Viento X-	1
ELS56		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS56		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS56		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS57	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS57		Linear Static	CM	1

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELS57		Linear Static	Agua	1
ELS57		Linear Static	Nieve	0,5
ELS57		Linear Static	Viento Y+	1
ELS57		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,7
ELS57		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS57		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS58	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS58		Linear Static	CM	1
ELS58		Linear Static	Agua	1
ELS58		Linear Static	Nieve	0,5
ELS58		Linear Static	Viento Y-	1
ELS58		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,7
ELS58		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS58		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS59	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS59		Linear Static	CM	1
ELS59		Linear Static	Agua	1
ELS59		Linear Static	Nieve	0,5
ELS59		Linear Static	Viento X+	1
ELS59		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,7
ELS59		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7
ELS59		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS60	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS60		Linear Static	CM	1
ELS60		Linear Static	Agua	1
ELS60		Linear Static	Nieve	0,5
ELS60		Linear Static	Viento X-	1
ELS60		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,7
ELS60		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7
ELS60		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS61	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS61		Linear Static	CM	1
ELS61		Linear Static	Agua	1
ELS61		Linear Static	Nieve	0,5
ELS61		Linear Static	Viento Y+	1

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELS61		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS61		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7
ELS61		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS62	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS62		Linear Static	CM	1
ELS62		Linear Static	Agua	1
ELS62		Linear Static	Nieve	0,5
ELS62		Linear Static	Viento Y-	1
ELS62		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS62		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,7
ELS62		Linear Static	Frenado Long.-	0,7
ELS63	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS63		Linear Static	CM	1
ELS63		Linear Static	Agua	1
ELS63		Linear Static	Nieve	0,5
ELS63		Linear Static	Viento X+	1
ELS63		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS63		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS63		Linear Static	Frenado Long.	0,7
ELS64	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS64		Linear Static	CM	1
ELS64		Linear Static	Agua	1
ELS64		Linear Static	Nieve	0,5
ELS64		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	1
ELS64		Linear Static	Viento X-	0,7
ELS64		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS64		Linear Static	Frenado Long.	0,7
ELS65	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS65		Linear Static	CM	1
ELS65		Linear Static	Agua	1
ELS65		Linear Static	Nieve	0,5
ELS65		Linear Static	Viento Y+	1
ELS65		Moving Load	LL Puente Grúa y Losa	0,7
ELS65		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS65		Linear Static	Frenado Long.	0,7

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ELS66	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS66		Linear Static	CM	1
ELS66		Linear Static	Agua	1
ELS66		Linear Static	Nieve	0,5
ELS66		Linear Static	Viento Y-	1
ELS66		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,7
ELS66		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,7
ELS66		Linear Static	Frenado Long.	0,7
ENV_ELS_K	Envelope	Response Combo	ELS1	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS2	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS3	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS4	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS5	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS6	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS7	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS8	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS9	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS10	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS11	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS12	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS13	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS14	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS15	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS16	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS17	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS18	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS19	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS20	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS21	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS22	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS23	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS24	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS25	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS26	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS27	1

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coeficiente
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS28	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS29	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS30	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS31	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS32	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS33	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS34	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS35	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS36	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS37	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS38	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS39	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS40	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS41	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS42	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS43	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS44	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS45	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS46	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS47	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS48	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS49	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS50	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS51	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS52	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS53	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS54	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS55	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS56	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS57	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS58	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS59	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS60	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS61	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS62	1

Combinación	Tipo Combinación	Tipo de carga	Caso de carga	Coefficiente
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS63	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS64	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS65	1
ENV_ELS_K		Response Combo	ELS66	1
ELS_Cuasip 1	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS_Cuasip 1		Linear Static	CM	1
ELS_Cuasip 1		Linear Static	Agua	1
ELS_Cuasip 1		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,6
ELS_Cuasip 1		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,6
ELS_Cuasip 1		Linear Static	Frenado Long.	0,6
ELS_Cuasip 2	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS_Cuasip 2		Linear Static	CM	1
ELS_Cuasip 2		Linear Static	Agua	1
ELS_Cuasip 2		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,6
ELS_Cuasip 2		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,6
ELS_Cuasip 2		Linear Static	Frenado Long.-	0,6
ELS_Cuasip 3	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS_Cuasip 3		Linear Static	CM	1
ELS_Cuasip 3		Linear Static	Agua	1
ELS_Cuasip 3		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,6
ELS_Cuasip 3		Response Combo	ENV_Frenado Transv-	0,6
ELS_Cuasip 3		Linear Static	Frenado Long.	0,6
ELS_Cuasip 4	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
ELS_Cuasip 4		Linear Static	CM	1
ELS_Cuasip 4		Linear Static	Agua	1
ELS_Cuasip 4		Moving Load	LL Puente Grua y Losa	0,6
ELS_Cuasip 4		Response Combo	ENV_Frenado Transv	0,6
ELS_Cuasip 4		Linear Static	Frenado Long.-	0,6
ENV_ELS_Cuasip	Envelope	Response Combo	ELS_Cuasip 1	1
ENV_ELS_Cuasip		Response Combo	ELS_Cuasip 2	1
ENV_ELS_Cuasip		Response Combo	ELS_Cuasip 3	1
ENV_ELS_Cuasip		Response Combo	ELS_Cuasip 4	1

Canal
de Isabel II



ANEJO Nº 7.- CÁLCULOS MECÁNICOS



Índice

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETO	5
2	NORMATIVA DE REFERENCIA	7
3	CONDUCCIÓN FORZADA.....	8
3.1	Materiales	8
3.2	Tensiones admisibles	8
3.3	Espesores mínimos requeridos por razones de transporte e instalación	9
3.4	Espesores mínimos requeridos por presión interna	9
3.5	Espesores mínimos comerciales	10
3.6	Cálculo de la tubería como elemento autoportante.....	10
3.7	Determinación del espesor de las secciones.	14
4	MACIZOS DE ANCLAJE DE TUBERÍA EN CAMBIOS DE DIRECCIÓN O SECCIÓN	15
4.1	Materiales	17
4.2	Conducción de desvío del caudal ecológico.....	18
4.3	Conducción forzada minicentral.	24

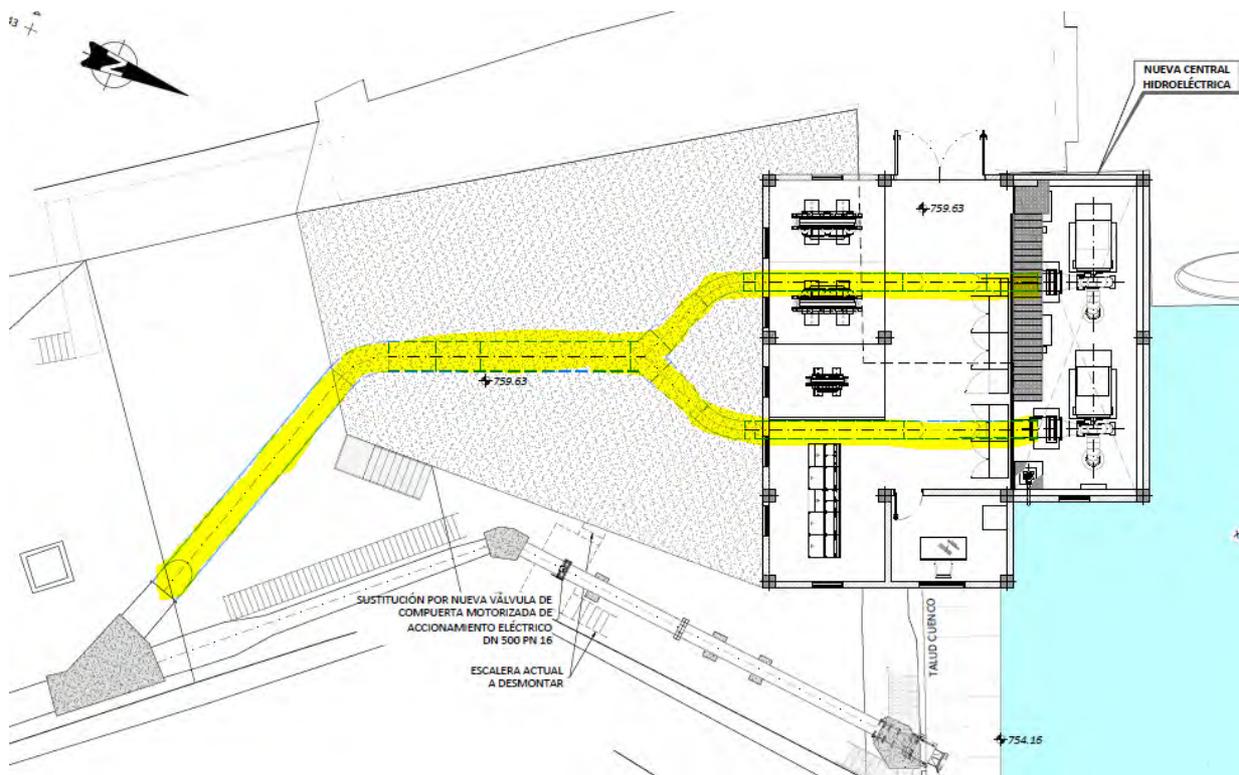
1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El objeto del presente documento es el de realizar un dimensionado de las tuberías a presión de la minicentral hidroeléctrica de El Atazar, así como de la prolongación de la tubería de alivio del caudal ecológico.

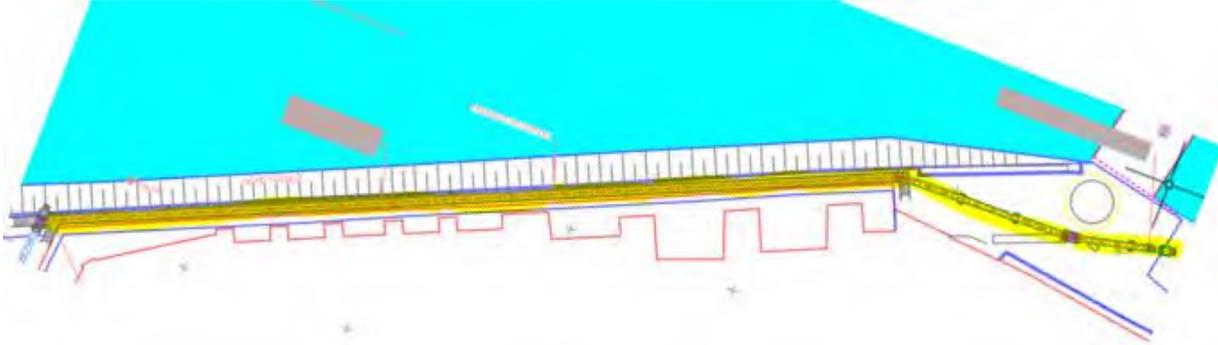
El cálculo estructural se realiza considerando las conducciones metálicas, exteriores, apoyadas sobre el terreno mediante pilastras.

Se diferencian dos tramos en la conducción a presión:

- El primero consiste en la derivación a la nueva minicentral eléctrica, que iniciará su trazado en una brida ciega existente en la actualidad. Comienza el trazado con una tubería de diámetro 1000 milímetros, que se bifurcará en dos secciones de 600 mm de diámetro hasta la central.



- El segundo tramo consiste en la conducción que garantiza el caudal ecológico, que se reubica, alejándose de la posición de la nueva minicentral eléctrica.



Esta tubería se inicia en la posición actual de la válvula de desagüe, con un trazado paralelo al cuenco, que traslada el final de la conducción aproximadamente 100m aguas abajo. El diámetro de este tramo de tubería será de 500 mm.

2 NORMATIVA DE REFERENCIA

El diseño de la conducción forzada para suministrar el caudal a los equipos de generación eléctrica ha considerado el siguiente conjunto normativo:

- ASCE 79. Steel Penstocks, 1993
- AWWA M11. Steel Water Pipe: A Guide for Design and Installation, 2004
- U.S. Army Corps of Engineers. EM 1110-2-2901, 1997. Tunnels and Shafts in Rock
- UNE-EN-13480-3, 2003. Tuberías Metálicas Industriales. Parte 3. Diseño y Cálculo
- UNE-EN-10025-3, 2006. Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 3. Condiciones Técnicas de Suministro de los Aceros Estructurales Soldables de Grano Fino en la condición de normalizado/laminado de normalización
- ASME. Boiler and Pressure Vessel Code
- ASME. Boiler and Pressure Vessel Code. Code Case N-284-2
- EHE-08. Instrucción Española de Hormigón Estructural.

3 CONDUCCIÓN FORZADA

3.1 Materiales

Acero estructural

El material seleccionado para el diseño de la conducción forzada es el acero de grado S275JR, que verifica la normativa EN 10025-2, de Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general.

La tabla siguiente muestra las propiedades mecánicas del grado S275JR

Espesor nominal, mm	Límite elástico mínimo, MPa	Límite de resistencia, MPa
<3	275	430-580
≥3 ≤ 16	275	410-560
> 16 ≤ 40	265	410-560
> 40 ≤ 63	255	410-560
> 63 ≤ 80	245	410-560
> 80 ≤ 100	235	410-560
> 100 ≤ 150	225	400-540
> 150 ≤ 200	215	380-540
> 200 ≤ 250	205	380-540
> 250 ≤ 400	195	380-540

3.2 Tensiones admisibles

Como se muestra, los valores de los límites elásticos dependen del espesor de la chapa empleada. Las tensiones admisibles para condiciones de diseño se obtienen a partir de estos límites elásticos aplicando un factor de seguridad.

La normativa AWA M11 asume un valor de 2 para este coeficiente, mientras que la norma ASCE-93 limita el valor de las tensiones como se indica:

$$\sigma_{adml} := \min\left(\frac{f_{yl}}{1.5}, \frac{f_u}{2.4}\right)$$

Se ha considerado además la condición que se adoptó en el pliego de prescripciones técnicas particulares del "PROYECTO DE DERIVACIÓN DESDE EL DESAGÜE INTERMEDIO DE LA PRESA DE EL ATAZAR", con el

fin de considerar condiciones de diseño similares a las de la conducción que se prolongará. En este documento se indicaba que las tensiones uniaxiales admisibles en el acero, en las condiciones de funcionamiento normal, se limitaban a un valor del 33,3 % del límite elástico.

Se adopta el menor valor de tensión tras la aplicación de estos criterios.:

Tensión admisible	170.83	MPa	ASCE 93- 3.5.3
(funcionamiento NORMAL)	137.50	MPa	AWA M11- 4.6
	91.67	MPa	PLIEGO Canal CYII
Adoptamos	91.67	MPa	

Para el dimensionamiento de los componentes que soportan la presión de las conducciones de agua se emplea el método de diseño en tensión admisible en el que todas a las cargas se les aplica factores de mayoración de carga iguales a 1,0 según ASCE-93, capítulo 3.2).

3.3 Espesores mínimos requeridos por razones de transporte e instalación

El espesor mínimo de la lámina de la galería blindada para facilitar operaciones de manejo e instalación de la tubería forzada se calcula utilizando las fórmulas de la Pacific Gas and Electric CoMPany (PG&E) y del U.S. Bureau of Reclamation (USBR).

PG&E formula: $t = \frac{D}{288}$

USBR formula: $t = \frac{D + 20}{400}$

Diámetro (mm)	t PGE (mm)	t USBR (mm)	Espesor mínimo requerido (mm)
1000	3.47	3.77	3.77
600	2.08	2.77	2.77
500	1.74	2.52	2.52

3.4 Espesores mínimos requeridos por presión interna

La determinación del espesor necesario por presiones interiores se realiza a través de la siguiente expresión:

$$e = \frac{P_{int} * D}{2 * \sigma_{adm}}$$

siendo:

- D Diámetro interior de la conducción forzada.
- P_{int} Presión interior de la conducción
- S_{adm} Tensión admisible del acero
- e Espesor de chapa del túnel blindado

Las tensiones de diseño por presión interna son de tipo circunferencial S_{CIR}

Las presiones obtenidas con el espesor elegido han de ser menores que la tensión admisible que soporta el acero de la conducción.

Las presiones resultantes del cálculo hidráulico han sido afectadas por un coeficiente mayoración de valor $K_{FACT}= 1.0$, conforme indica la referencia ASCE-93 en condiciones normales de operación.

Se acompaña tabla justificativa del cálculo realizado del espesor de la chapa de la conducción a presión para presiones interiores.

Sección	PINT (mca)	PINT (MPa)	D(mm)	f_y (MPa)	e (mm)
1	116,00	1,16	1000	91,67	6,33
2	116,00	1,16	600	91,67	3,80
3	112,00	1,12	500	91,67	3,05

3.5 Espesores mínimos comerciales

En el mercado se presentan tuberías de diferentes fabricantes con la calidad de acero requerida, diámetros exteriores similares y espesor de chapa variable, adaptándose a las necesidades de los diseños.

No obstante, existe para los tres diámetros que se aplican en el proyecto, un valor mínimo de espesor de pared de la conducción.

El menor espesor comercial que se ofrece en los catálogos de tubería es de 8 mm.

3.6 Cálculo de la tubería como elemento autoportante

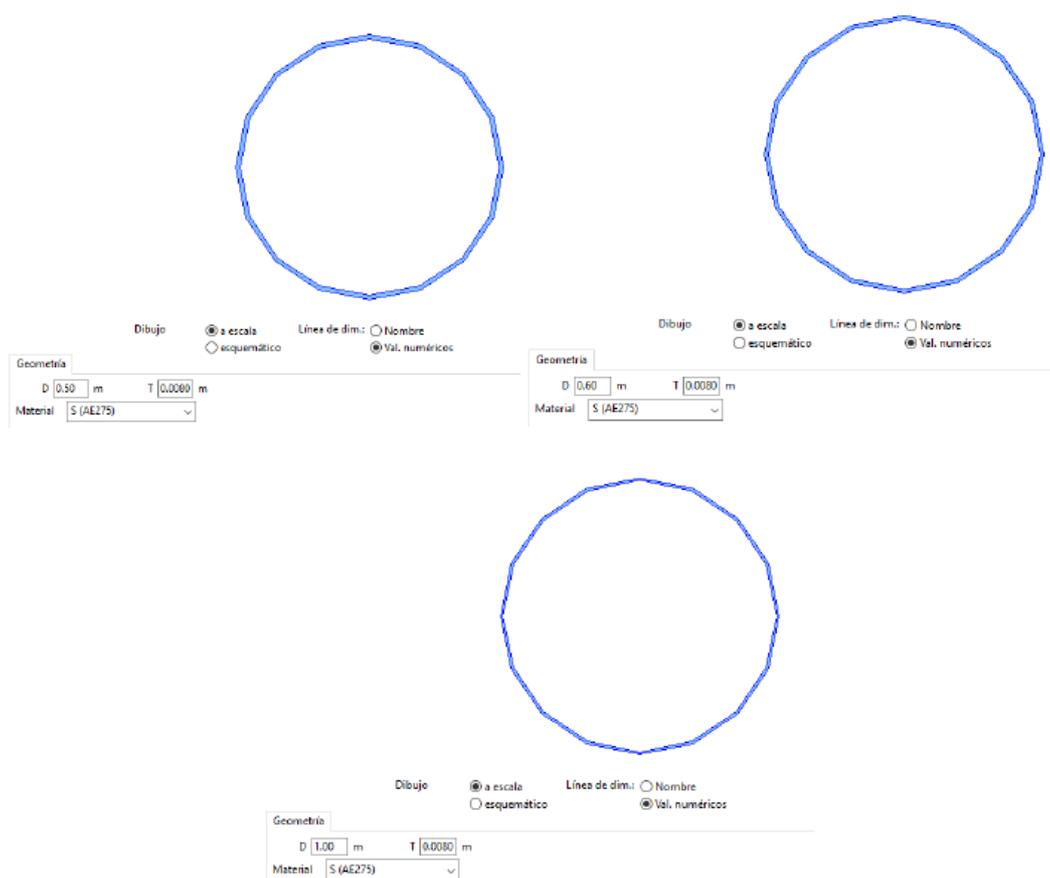
El diseño de la tubería de caudal ecológico considera la sección de acero autoportante entre las pilastras de apoyo, que se consideran cada 5 metros.

Se efectúa el cálculo estructural de un tramo típico, suponiendo que los vanos extremos son de 3 metros y el vano tipo de 5m. Se ha supuesto que la válvula de desagüe vuela 1m mas allá de la última pilastra.



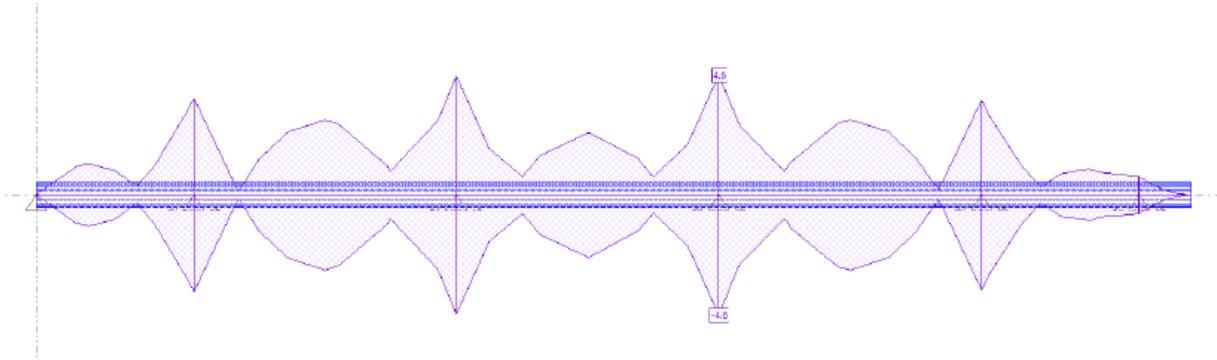
Se considera que las cargas actuantes sobre la sección son el peso propio del acero, el peso del agua interior, y una sobrecarga de mantenimiento de 1,15 KN/m actuando sobre la tubería. Cabe destacar que la pasarela de acceso peatonal prevista sobre la tubería es independiente a la misma y no generará cargas adicionales.

Este cálculo se ha realizado con los tres diámetros considerados en este tramo: 500mm, 600 mm y 1000mm, con el espesor mínimo comercial indicado en el punto anterior.



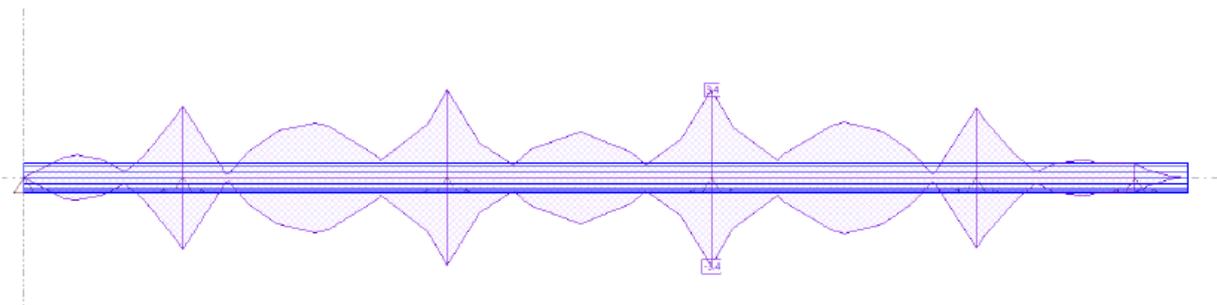
Las siguientes imágenes muestran las tensiones envolventes obtenidas en la sección de acero, para la combinación de acciones de E.L. de Servicio

Diámetro 500 mm



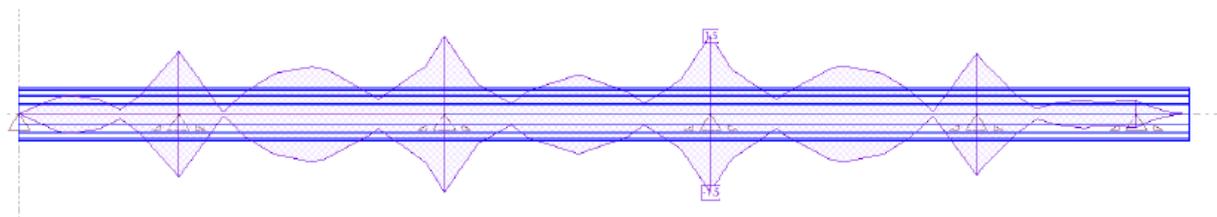
Valor de la tensión máxima 4.6 N/mm² [MPa]

Diámetro 600 mm



Valor de la tensión máxima 3.4 N/mm² [MPa]

Diámetro 1000 mm



Valor de la tensión máxima 1.5 N/mm² [MPa]

Comprobamos que, para la sección de tubería más solicitada, mediante la aplicación del criterio de Von Mises para la combinación de las tensiones radiales y longitudinales se debería considerar una reducción, en la tensión radial admisible (91.67 MPa) empleada para la determinación de los espesores necesarios por presión interior.

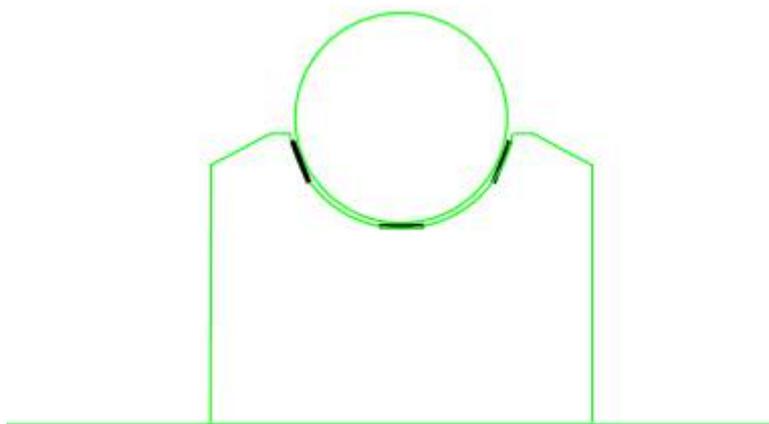
En la siguiente tabla se cuantifica la tensión que se produce para el espesor mínimo comercial en el anillo de acero, en las condiciones de diseño normales:

Sección	Presión interior (MPa)	Espesor mínimo	Tensión radial (MPa)
Φ1000	1.16	8,00	48.3
Φ 600	1.16	8,00	29.0
Φ 500	1.16	8,00	23.3

Como se observa, la consideración del espesor mínimo comercial conduce a valores en la tensión radial inferiores al valor empleado para el cálculo del espesor mínimo necesario por presión interior.

En consecuencia, no se necesita modificar el cálculo de espesores, pues la tensión de comparación, combinando las tensiones radial y longitudinal se verifica sobradamente.

Los muretes de apoyo cada 5 metros se configuran como secciones de hormigón armado de 40cm de canto, y 0.9m de ancho. La altura es la correspondiente el eje del tubo, dispuesto a 70cm sobre el paseo de servicio. Cada apoyo dispondrá en la cuna de apoyo de la conducción, de elementos metálicos que permitan el deslizamiento de la conducción sobre los muretes con la menor fricción posible. De esta forma se permitirá la libre dilatación del tubo debido a los efectos térmicos.



3.7 Determinación del espesor de las secciones.

En los elementos sujetos a corrosión y erosión se ha considerado un incremento de dos milímetros sobre el espesor necesario estructuralmente.

En conclusión, resumiendo los diferentes cálculos realizados, el espesor de diseño de las conducciones forzadas de la nueva Minicentral Hidroeléctrica de El Atazar y conducción de desvío del caudal ecológico, para las secciones consideradas debe ser:

Sección	Espesor manipulación	Espesor presión interior	Espesor MINIMO comercial	Incremento Corrosión	Espesor mínimo	Espesor (mm) ADOPTADO
Ø1000	3.77	6,33	8.00	2,00	8,33	10
Ø 600	2.77	3,80	8.00	2,00	8,00	8
Ø 500	2.52	3,05	8.00	2,00	8,00	8

4 MACIZOS DE ANCLAJE DE TUBERÍA EN CAMBIOS DE DIRECCIÓN O SECCIÓN

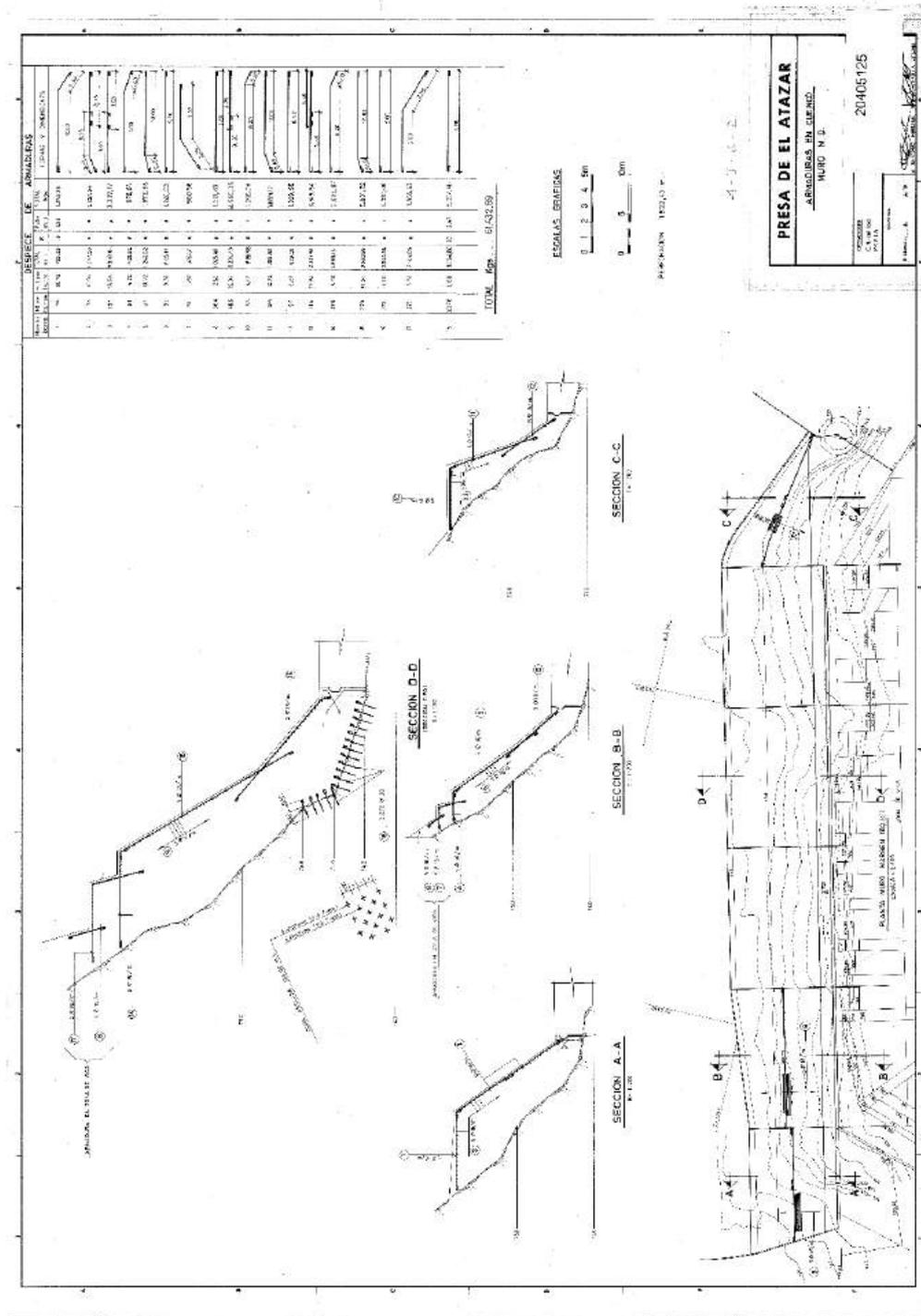
En los sistemas de conducciones a presión aparecen fuerzas no equilibradas de origen hidrostático e hidrodinámico, aunque estas últimas suelen ignorarse al ser su magnitud muy inferior a las primeras.

La presión hidrostática crea una componente axial que actúa en el plano perpendicular a la conducción. Cuando se producen variaciones en el trazado lineal de la tubería se producen desequilibrios de esta componente longitudinal entre las secciones, que originan unos empujes sobre el sistema, que es necesario anclar. Por tanto, debe prestarse atención al anclaje de la tubería en los siguientes casos: codos horizontales y verticales, derivaciones, conos de reducción o válvulas.

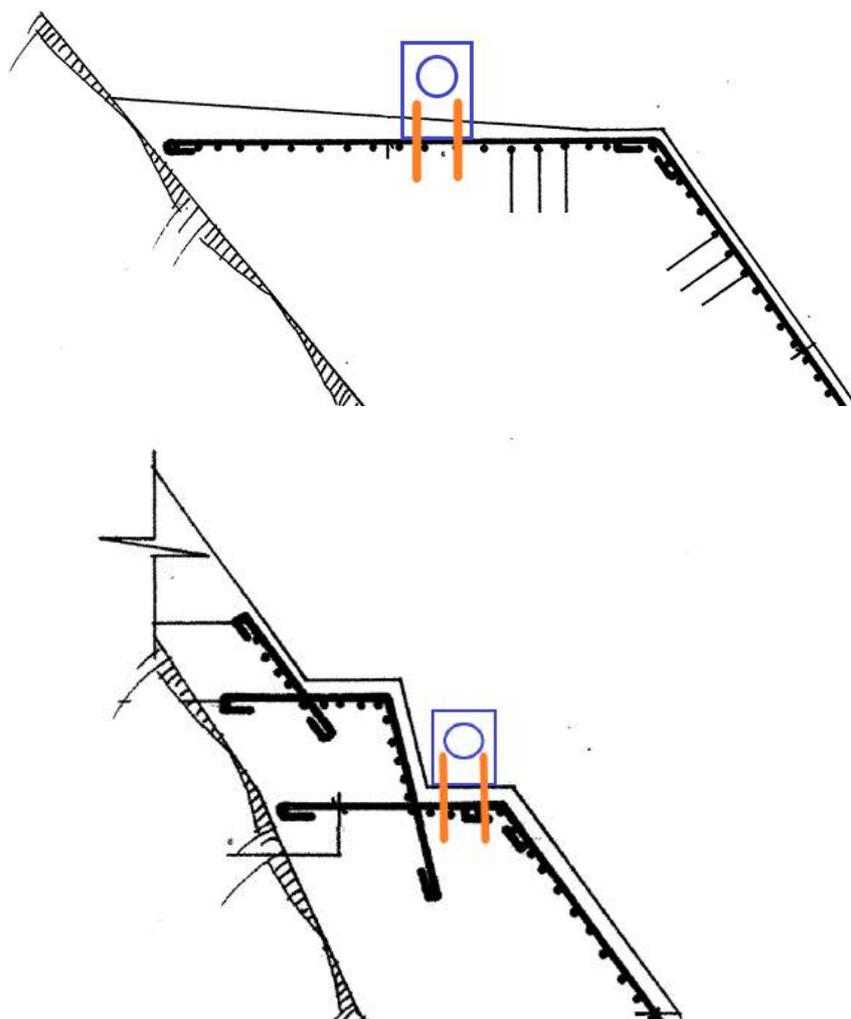
Para anclar la tubería se emplean grandes dados de hormigón, que mediante su peso y geometría garanticen el cumplimiento de las comprobaciones a deslizamiento y vuelco del elemento, a la vez que se transmiten tensiones admisibles por el terreno subyacente.

En el caso particular que nos ocupa, el anclaje de la tubería se realiza sobre la obra ejecutada del cuenco del aliviadero de la presa del Atazar. Se trata de un elemento masivo y monolítico de hormigón en masa, situado al pie de la presa, que estabiliza las laderas.

En la siguiente imagen se muestra el plano de armado del cuenco, tomado del proyecto de construcción.



Se asume que las condiciones de deslizamiento y vuelco quedarán garantizadas con el adecuado anclaje de las nuevas secciones al volumen de hormigón que le sirve de cimentación al elemento que se construirá en alzado, alrededor de la nueva conducción.



4.1 Materiales

Hormigón

El material seleccionado para el diseño de las tuberías forzadas es hormigón armado, conforme a los requerimientos de la instrucción EHE-08.

Para el diseño se ha considerado un hormigón:

HA-30/B/20/IIa+H

Acero de armar

Se adopta el empleo de acero B 500 SD en toda la obra, considerando sus características de soldabilidad y ductilidad.

4.2 Conducción de desvío del caudal ecológico.

Se han dispuesto tres cambios de dirección en este tramo de conducción. Todos ellos son codos horizontales.



La presión que se ha considerado en todo el tramo de conducción de diámetro 500mm es de 1160 kPa. La altura del eje de la tubería sobre el nivel del pasillo de instalación es de 0.65m.

La variación angular que se produce en cada uno de los casos se indica en la tabla, así como la fuerza de desvío producida (empuje):

	Ángulo (º)	Empuje (kN)	Momento volcador (mkN)
Codo 1	62.1	234.96	152.72
Codo 2	22.7	89.65	58.27
Codo 3	11.8	46.83	30.44

Se adopta un coeficiente de mayoración de acciones $\gamma F = 1.50$, y una separación entre el bloque comprimido y tracciones de 0.80 m.

Se calculan por tanto las secciones de hormigón, de 1 metro de longitud. Asumiendo que la geometría real se adaptará a la curva de la conducción, pero que la longitud mínima del bloque traccionado será de 1 m. Se adopta un armado mínimo de la sección de $\Phi 16$ a 0.20m

COMPROBACIÓN A FLEXIÓN SIMPLE - SECCIONES RECTANGULARES

[Volver al índice](#)

DATOS

Dimensiones de la sección

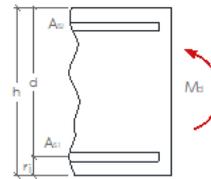
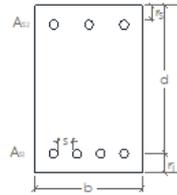
h	1	m
b	0.9	m
$f_{MEC,INF}$	0.05	m
$f_{MEC,SUP}$	0.05	m
d	0.95	m

Características de los materiales

f_{yk}	500	N/mm ²
f_{ck}	30	N/mm ²
T.M.A.	20	mm
γ_s	1.15	u
γ_c	1.5	u
α_{cc}	1	u
f_{td}	434.8	N/mm ²
f_{cd}	20.00	N/mm ²

Disposición de las armaduras

# b_{s1}	5	ud.
ϕ_{s1}	16	mm
A_{s1}	10.05	cm ²
# b_{s2}	8	ud.
ϕ_{s2}	20	mm
A_{s2}	25.13	cm ²



Se efectúa la comprobación de las diferentes secciones de empotramiento en la solera de hormigón existente:

Macizo Codo 1

Esfuerzos de cálculo

M_{kd}	229	m.kN
----------	-----	------

CÁLCULOS

Cálculos previos

U_{s1}	437.1	kN
U_{s2}	1092.728	kN

Valores límite (Diag. Rectangular)

$x_{l,LM}$	0.59	m
$y_{l,LM}$	0.47	m
$F_{c,LM}$	8438.6	kN
$M_{l,LM}$	6038.63	mkN

RESULTADO

Resultados

DOMINIO 1		
x_{real}	-0.05	m
y_{real}	-0.04	m
F_c	0.0	kN
M_{kd}	393.38	m.kN

Interpretación de resultados:

Cumple, no es necesario aumentar la armadura

Macizo Codo 2

Esfuerzos de cálculo

M_d	87.4	m-kN
-------	------	------

CÁLCULOS

Cálculos previos

U_{S1}	437.1	kN
U_{S2}	1092.728	kN

Valores límite (Diag. Rectangular)

x_{LIM}	0.59	m
y_{LIM}	0.47	m
$F_{C,LIM}$	8438.6	kN
M_{lim}	6038.63	mkN

RESULTADO

Resultados

DOMINIO 1		
x_{real}	-0.05	m
y_{real}	-0.04	m
F_c	0.0	kN
M_u	393.38	m-kN

Interpretación de resultados:

Cumple, no es necesario aumentar la armadura

Macizo Codo 3

Esfuerzos de cálculo

M_d	46	m-kN
-------	----	------

CÁLCULOS

Cálculos previos

U_{S1}	437.1	kN
U_{S2}	1092.728	kN

Valores límite (Diag. Rectangular)

x_{LIM}	0.59	m
y_{LIM}	0.47	m
$F_{C,LIM}$	8438.6	kN
M_{lim}	6038.63	mkN

RESULTADO

Resultados

DOMINIO 1		
x_{real}	-0.05	m
y_{real}	-0.04	m
F_c	0.0	kN
M_u	393.38	m-kN

Interpretación de resultados:

Cumple, no es necesario aumentar la armadura

DIMENSIONADO A RASANTE - SECCIONES RECTANGULARES

[Volver al índice](#)

DATOS

Disposiciones relativas a la sección

b	1.50	m
d	1.25	m
p	1.50	m ² /ml
L	1.00	m

Características de los materiales

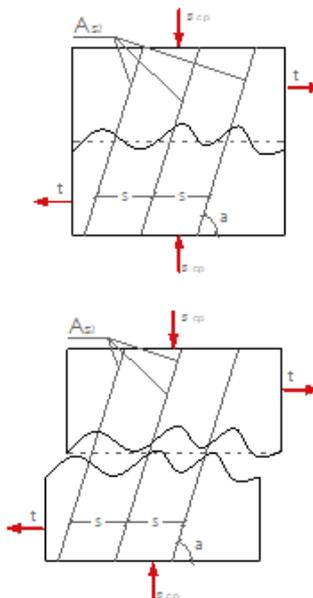
f_{ck}	25	N/mm ²
f_{yk}	500	N/mm ²
γ_c	1.50	
γ_s	1.15	
α_{cc}	1.00	
f_{ctd}	16.67	N/mm ²
$f_{ct,d}$	1.20	N/mm ²
$f_{yk,d}$	400.00	N/mm ²
Rugosidad	Baja	
Solicitación	Tipo dinámico	

Disposición de las armaduras

s	0.18	m
α	90	°

Esfuerzos de cálculo

ΔC o ΔT	353	kN
σ_{ed}	0	N/mm ²



CÁLCULOS

Coefficientes

β^1	0.20	Para cálculo sin armadura transversal
β^2	0.20	Para cálculo con armadura transversal
μ	0.30	

Cálculos previos

τ_{ed}	188.3	kN/m ²
-------------	-------	-------------------

Comprobación en secciones sin armadura transversal

τ_{ed}	167.58	kN/m ²	Requiere armadura
-------------	--------	-------------------	-------------------

Comprobación en secciones con armadura transversal

$2,5\beta(1,3-0,3\sigma_{ed}/25)f_{ctd}$	299.2	kN/m ²
--	-------	-------------------

RESULTADOS: DIMENSIONADO DE LA ARMADURA

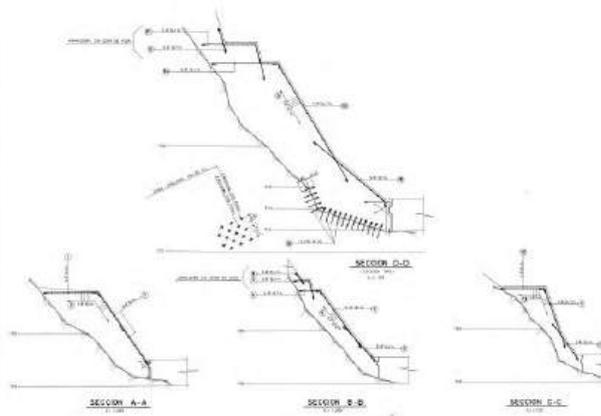
Armadura transversal

$A_{s1,min}$	2.70	cm ²
A_{s1}	91.06	cm ²

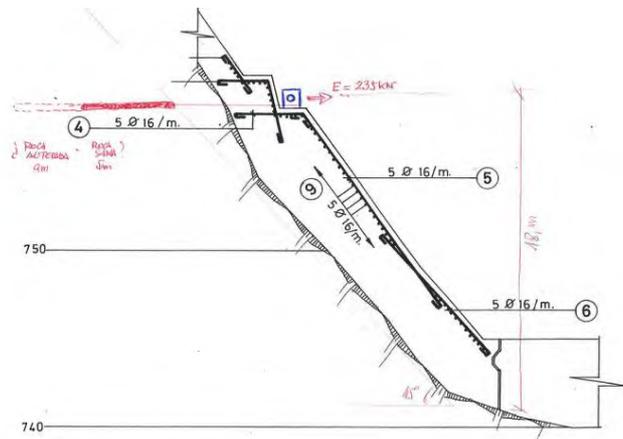
Dimensionado de la armadura (para 1ml)

# $B_{s,TOTAL}$	47.00	ud
ϕ_{s1}	16.00	mm

Analizando las condiciones geológicas de la ladera se ha observado que en la construcción de la presa han sido llevadas a cabo obras de bulonado en la margen derecha del cuenco amortiguador. Probablemente las obras de hormigonado en el pie de la ladera y la colocación de costillas de hormigón armado ancladas contra el terreno tuviesen el objetivo de estabilizar la ladera.



Los planos muestran el volumen de estas actuaciones, implicando el cosido en la zona de contacto de la ladera y el hormigón del cuenco.



SECCION B-B

En la imagen anterior de muestra la magnitud de las acciones desestabilizadoras que induce la colocación del codo horizontal de la tubería a presión.

En el caso de los codos 1 y 2, la resultante del empuje hidrostático es hacia el cuenco, tendiendo a abrir la junta existente entre la roca y el hormigón del cuenco. Dado el desconocimiento que se tiene del sistema de estabilización de la ladera, con costillas de hormigón ancladas contra el terreno se adopta el criterio de no transferir la fuerza del codo en el volumen de hormigón que conforma el cuenco.

Lo que se propone es anclar estas fuerzas en el macizo rocoso soportado por las costillas bulonadas, bajo la suposición de que las cargas introducidas de forma puntual (235 kN) sean asumibles por esta obra de refuerzo en la ladera.

Con este planteamiento, se dispondrá un sistema de anclaje de los macizos a la roca, mediante bulones pasivos.

	Fuerza por bulón (kN)	Unidades por macizo
Codo 1	176	2 x Ø32
Codo 2	68	2 x Ø25

El diseño detallado de estos elementos tendrá que efectuarse en la fase constructiva, cuando se pueda caracterizar convenientemente las características del terreno en el que deberán anclarse los bulones, pues en la actualidad se desconocen estos datos.

Se efectúa un prediseño con la finalidad de conocer la entidad de los anclajes. Para ello se considera que debe anclarse la carga de agotamiento de la sección de acero del bulón. Al tratarse de los elementos de anclaje, se adopta un coeficiente de mayoración de acciones de 1.50, de acuerdo a la normativa.

La caracterización del terreno se hace de forma referencial, adoptando valores de adherencia para roca con un grado de alteración III o menor (poco alterada), y un valor para roca alterada con grado IV o superior.

Se adoptan los valores indicados en la “Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera” del ministerio de Fomento, que indica para unas pizarras, una tensión límite de adherencia de 0.7MPa en el caso de no estar alteradas, y un valor de 0.35MPa cuando la alteración es significativa.

Se adopta un diámetro del bulbo de anclaje de 105mm y la caracterización como permanente de estos elementos, que motiva el empleo de un factor de seguridad de 1,60.

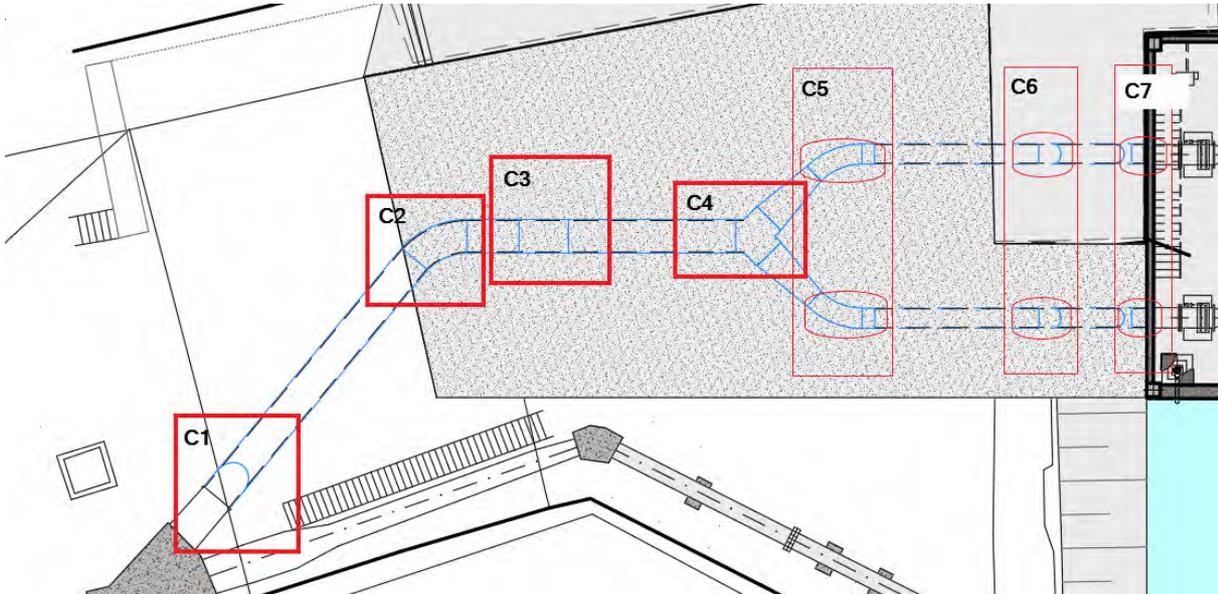
Con estos parámetros de diseño, la longitud del bulbo de anclaje para un bulón de diámetro Ø32 resulta de 9.00 m para anclaje en roca alterada, y de 5.00m si las pizarras pueden considerarse de grado III o menor.

Por otra parte, la posición del bulbo debe situarse por detrás de una cuña trazada a 45º desde la base del talud.

Del lado de la seguridad, se adopta como criterio de diseño la situación pésima, es decir suponer roca alterada para lo cual se dispondrá de anclajes de 9 metros. Estas consideraciones conducen a longitudes de barras de anclaje de 20 metros.

4.3 Conducción forzada minicentral.

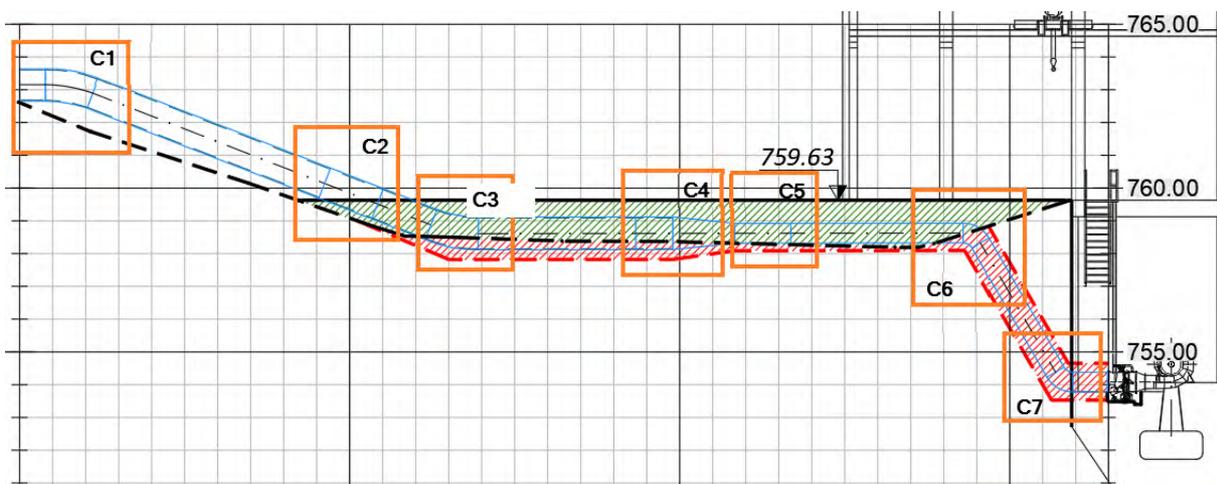
En este tramo de conducción se han dispuesto siete puntos en los que hay que prestar atención a los anclajes de la tubería a presión.

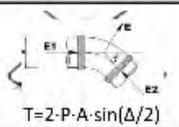
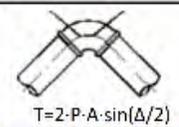
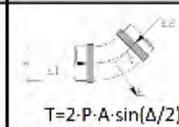
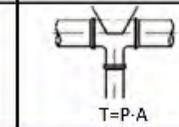


En la figura anterior se han denominado de C1 a C7, correspondiendo los casos C1, C3, C6 y C7 a codos verticales; Los casos C2 y C5 son modificaciones en horizontal, mientras que el caso C4 corresponde a una derivación con reducción de sección.

La presión considerada en todo el tramo de conducción ha sido de 1160 kPa.

En la página siguiente se muestran los cálculos del empuje resultante para cada una de las situaciones de diseño.

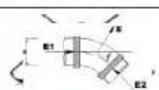


1. Acciones = Empuje hidrostático + Empuje hidrodinámico			CODO VERTICAL CONVEXO RESULTANTE HACIA ARRIBA	CODO HORIZONTAL	CODO VERTICAL CÓNCAVO RESULTANTE HACIA TERRENO	DERIVACIÓN
1.1 Empuje hidrostático		Notas	 T=2·P·A·sin(Δ/2)	 T=2·P·A·sin(Δ/2)	 T=2·P·A·sin(Δ/2)	 T=P·A
Presión interna, P	(kPa)	1 mca = 10 KPa (kN/m ²) 1 atm = 100 KPa (kN/m ²)	1160.00	1160.00	1160.00	1160.00
Diámetro de la conducción (interno), Dj	(m)		1.00	1.00	1.00	-
Diámetro de la reducción (interno), Djr	(m)	Djr < Dj	-	-	-	1.00
Angulo girado horizontal, Δ	(º)		-	50.50	-	-
Angulo girado vertical, ΔV	(º)		21.40	-	21.40	-
Angulo entrada con horizontal, Δ1	(º)	Positivo si baja (∨)	0.00	-	0.00	-
Area de la sección del tubo, A	(m ²)		0.79	0.79	0.79	0.79
Area de la sección del tubo reducido, Ar	(m ²)		-	-	-	-
Empuje hidrostático, T	(kN)	Formulación según el caso	338.31	777.26	338.31	911.06
1.2 Empuje hidrodinámico						
Empuje hidrodinámico	(kN)	Muy pequeño; Se ignora	0.00	0.00	0.00	0.00
1.3 Fuerza de empuje , T						
Empuje horizontal	(kN)		62.81	777.26	62.81	911.06
Empuje vertical	(kN)		-332.43	-	332.43	-

1. Acciones = Empuje hidrostático + Empuje hidrodinámico			CONO DE REDUCCIÓN	CODO HORIZONTAL	CODO VERTICAL CONVEXO RESULTANTE HACIA ARRIBA	CODO VERTICAL CÓNCAVO RESULTANTE HACIA TERRENO
1.1 Empuje hidrostático		Notas	 $I = P \cdot (A - A_r)$	 $T = 2 \cdot P \cdot A \cdot \sin(\Delta/2)$	 $T = 2 \cdot P \cdot A \cdot \sin(\Delta/2)$	 $T = 2 \cdot P \cdot A \cdot \sin(\Delta/2)$
Presión interna, P	(kPa)	1 mca = 10 KPa (kN/m ²) 1 atm = 100 KPa (kN/m ²)	116.00	1360.00	1360.00	1360.00
Diámetro de la conducción (interno), Dj	(m)		1.00	0.60	0.60	0.60
Diámetro de la reducción (interno), Djr	(m)	Djr < Dj	0.60	-	-	-
Angulo girado horizontal, Δ	(º)		-	45.00	-	-
Angulo girado vertical, ΔV	(º)		-	-	60.00	60.00
Angulo entrada con horizontal, Δ1	(º)	Positivo si baja (\)	-	-	0.00	0.00
Area de la sección del tubo, A	(m ²)		0.79	0.28	0.28	0.28
Area de la sección del tubo reducido, Ar	(m ²)		0.28	-	-	-
Empuje hidrostático, T	(kN)	Formulación según el caso	58.31	251.03	327.98	327.98
1.2 Empuje hidrodinámico						
Empuje hidrodinámico	(kN)	Muy pequeño; Se ignora	0.00	0.00	0.00	0.00
1.3 Fuerza de empuje, T						
Empuje horizontal	(kN)		58.31	251.03	163.99	163.99
Empuje vertical	(kN)		-	-	-284.04	284.04

MACIZO C1

Se trata de un codo vertical convexo, en el que la resultante de la acción hidrostática es de eje casi vertical, elevando la conducción.

			C1
1. Acciones = Empuje hidrostático + Empuje hidrodinámico			CODO VERTICAL CONVEXO RESULTANTE HACIA ARRIBA
1.1 Empuje hidrostático		Notas	 $T=2 \cdot P \cdot A \cdot \sin(\Delta/2)$
Presión interna, P	(kPa)	1 mca = 10 KPa (kN/m ²) 1 atm = 100 KPa (kN/m ²)	1160.00
Diámetro de la conducción (interno), Dj	(m)		1.00
Diámetro de la reducción (interno), Djr	(m)	Djr < Dj	-
Angulo girado horizontal, Δ	(º)		-
Angulo girado vertical, ΔV	(º)		21.40
Angulo entrada con horizontal, Δ1	(º)	Positivo si baja (\)	0.00
Area de la sección del tubo, A	(m ²)		0.79
Area de la sección del tubo reducido, Ar	(m ²)		-
Empuje hidrostático, T	(kN)	Formulación según el caso	338.31
1.2 Empuje hidrodinámico			
Empuje hidrodinámico	(kN)	Muy pequeño; Se ignora	0.00
1.3 Fuerza de empuje, T			
Empuje horizontal	(kN)		4.00
Empuje vertical	(kN)		-332.43
2.0 Geometría del macizo		Notas	
Dimensiones del macizo de anclaje			
Anchura del bloque hacia centro de curvatura, b _{INF}	(m)		2.00
Distancia transversal eje tubo hacia exterior del bloque, b _{EX}	(m)		0.75
Distancia transversal eje tubo hacia interior del bloque, b _{INT}	(m)		0.75
Canto del macizo de anclaje, H	(m)		2.50
b/H	(-)		0.80
			Macizo Rectangular
Angulo del bloque, Θ	(º)		90.00
Anchura de contacto con el terreno, b _{SUP}	(m)		2.00
Anchura interior vertical del bloque de hormigón, bi'	(m)		0.75
Profundidad del bloque de hormigón, d	(m)		1.50
2. Resistencia al empuje			
2.1 Diseño sólo con Fuerza de rozamiento y peso		Notas	
Coefficiente de rozamiento entre macizo y suelo, μ	(-)	Valores entre 0,25-0,50; (se considera 0,50 para rozamiento hormigón-suelo)	0.50
Diámetro de la conducción (interno), Dj	(m)		1.00
Profundidad EJE de tubería, dp (desde terreno final)	(m)	Si > 0, esta tapado por tierras Si < 0, sobresale del terreno	-1.10
Recubrimiento de tierras sobre el macizo, dt	(m)	Si > 0, esta tapado por tierras Si < 0, sobresale del terreno	-2.00
Densidad del hormigón, γc	(kN/m ³)		25.00
Densidad del fluido, γl	(kN/m ³)		10.00
Densidad del relleno de tierras, γs	(kN/m ³)	Valores entre 14-20	20.00
Peso del bloque de hormigón, Wc	(kN)		148.23
Posición del tubo respecto al macizo	(-)		La tubería está DENTRO del macizo
Longitud de la tubería en el bloque de hormigón, lp	(m)		2.00
Peso del fluido en la tubería, Ww	(kN)		15.71
Carga de la cubierta de tierra, We	(kN)		0.00
Carga horizontal por empuje de agua, Whw	(kN)		4.00
Carga vertical por empuje de agua, Wvw	(kN)		-332.43
Fuerza de rozamiento, Fd _{friction}	(kN)		-84.24
Factor de seguridad deslizamiento, FS	(-)		1.50
Fuerza de empuje en ELU; T _{ULS}	(kN)	T _{ULS} = T x FS	6.00

Para garantizar la estabilidad del macizo se estudia la disposición de elementos de anclaje contra la solera de hormigón en masa, de gran espesor, existente en la zona.

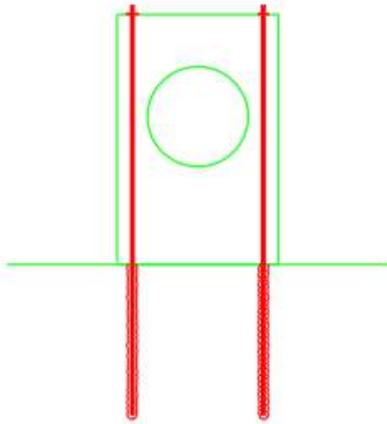
En la tabla anterior se ha justificado un peso total del bloque de hormigón y de la tubería embebida, rellena de agua, de 164kN, mientras que la fuerza ascensional provocada por la presión del agua en el codo es de 332kN.

Por tanto, se considera una fuerza en los anclajes pasivos de 350kN, de forma que se verifica:

$$CS = ((164+350) / 332 = 1.54$$

Se disponen dos barras verticales, de diámetro 32mm, con capacidad:

$$2 \times 8.04 \times 40 \times 0.6 = 385 \text{ kN}$$



Dimensiones básicas del macizo:

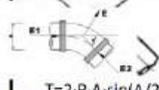
Longitud: 2.00

Anchura: 1.50

Altura: 2.50

MACIZO C2

Es un codo horizontal con la resultante de la acción hidrostática dirigida hacia la presa.

1. Acciones = Empuje hidrostático + Empuje hidrodinámico			CODO HORIZONTAL
1.1 Empuje hidrostático		Notas	 $T=2 \cdot P \cdot A \cdot \sin(\Delta/2)$
Presión interna, P	(kPa)	1 mca = 10 KPa (kN/m ²) 1 atm = 100 KPa (kN/m ²)	1160.00
Diámetro de la conducción (interno), Dj	(m)		1.00
Diámetro de la reducción (interno), Djr	(m)	Djr < Dj	-
Angulo girado horizontal, Δ	(º)		50.50
Angulo girado vertical, ΔV	(º)		-
Angulo entrada con horizontal, Δ1	(º)	Positivo si baja (∨)	-
Area de la sección del tubo, A	(m ²)		0.79
Area de la sección del tubo reducido, Ar	(m ²)		-
Empuje hidrostático, T	(kN)	Formulación según el caso	777.26
1.2 Empuje hidrodinámico			
Empuje hidrodinámico	(kN)	Muy pequeño; Se ignora	0.00
1.3 Fuerza de empuje, T			
Empuje horizontal	(kN)		777.26
Empuje vertical	(kN)		-
2.0 Geometría del macizo		Notas	
Dimensiones del macizo de anclaje			
Anchura del bloque hacia centro de curvatura, b _{MF}	(m)		1.25
Distancia transversal eje tubo hacia exterior del bloque, b _{ex}	(m)		0.75
Distancia transversal eje tubo hacia interior del bloque, b _{int}	(m)		0.75
Canto del macizo de anclaje, H	(m)		2.25
b/H	(-)		1.12
			Δ/2
Angulo del bloque, θ	(º)		25.25
Anchura de contacto con el terreno, b _{sup}	(m)		2.53
Anchura interior vertical del bloque de hormigón, bi'	(m)		0.68
Profundidad del bloque de hormigón, d	(m)		1.36
2.1 Resistencia al empuje			
2.1.1 Diseño sólo con Fuerza de rozamiento y peso		Notas	
Coeficiente de rozamiento entre macizo y suelo, μ	(-)	Valores entre 0,25-0,50; (se considera 0,50 para rozamiento hormigón-suelo)	0.50
Diámetro de la conducción (Interno), Dj	(m)		1.00
Profundidad EJE de tubería, dp (desde terreno final)	(m)	Si > 0, esta tapado por tierras Si < 0, sobresale del terreno	-0.15
Recubrimiento de tierras sobre el macizo, dt	(m)	Si > 0, esta tapado por tierras Si < 0, sobresale del terreno	-1.17
Densidad del hormigón, γc	(kN/m ³)		25.00
Densidad del fluido, γl	(kN/m ³)		10.00
Densidad del relleno de tierras, γs	(kN/m ³)	Valores entre 14-20	20.00
Peso del bloque de hormigón, Wc	(kN)		104.52
Posición del tubo respecto al macizo	(-)		La tubería está DENTRO del macizo
Longitud de la tubería en el bloque de hormigón, lp	(m)		2.02
Peso del fluido en la tubería, Ww	(kN)		15.88
Carga de la cubierta de tierra, We	(kN)		0.00
Carga horizontal por empuje de agua, Whw	(kN)		-
Carga vertical por empuje de agua, Wvw	(kN)		-
Fuerza de rozamiento, F _{fricción}	(kN)		60.20
Factor de seguridad deslizamiento, FS	(-)		1.50
Fuerza de empuje en ELU; T _{ULS}	(kN)	T _{ULS} = T x FS	1165.89

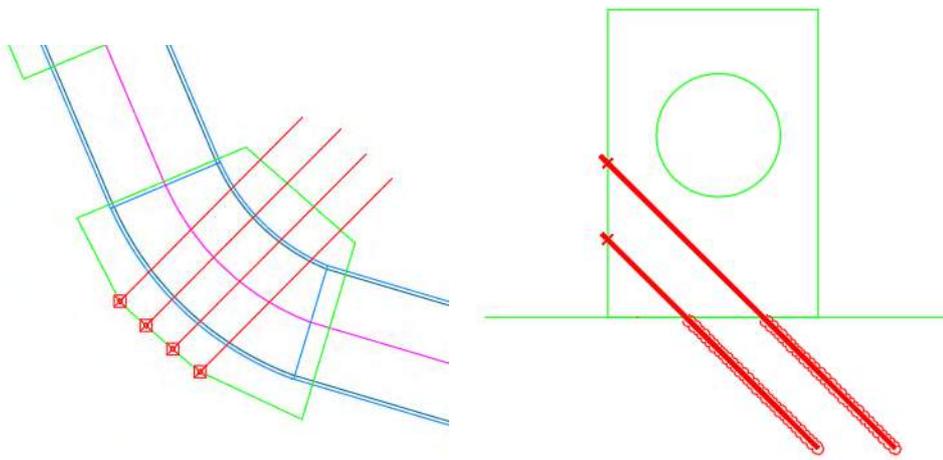
Se propone la colocación de elementos de anclaje contra la solera de hormigón para garantizar la estabilidad del macizo.

En la tabla anterior se ha justificado un peso total del bloque de hormigón y de la tubería embebida, rellena de agua, de 120kN, y que la fuerza provocada por la presión del agua es de 777kN.

Admitiendo un coeficiente de rozamiento de 0.70, se considera una fuerza horizontal en los anclajes pasivos de 1106kN, de forma que se verifica: $CS = ((120 \times 0.70 + 1082) / 777 = 1.50$

Se disponen barras inclinadas 45º con la vertical, por lo que la capacidad del acero deberá ser de $1082 / \text{seno}45 = 1530\text{kN}$. Colocando 8 bulones de diámetro 32mm, resulta

$$8 \times 8.04 \times 40 \times 0.6 = 1544 \text{ kN}$$



Dimensiones básicas del macizo:

Longitud:	1.25
Anchura:	1.50
Altura:	2.25

MACIZO C3

Se trata de un codo vertical cóncavo, en el que la resultante de la acción comprime la junta entre el macizo de anclaje y el terreno.

			C3
			CODO VERTICAL CÓNCAVO RESULTANTE HACIA TERRENO
1. Acciones = Empuje hidrostático + Empuje hidrodinámico			
1.1 Empuje hidrostático		Notas	 $T=2 \cdot P \cdot A \cdot \sin(\Delta/2)$
Presión interna, P	(kPa)	1 mca = 10 KPa (kN/m ²) 1 atm = 100 KPa (kN/m ²)	1160.00
Diámetro de la conducción (interno), Dj	(m)		1.00
Diámetro de la reducción (interno), Djr	(m)	Djr < Dj	-
Angulo girado horizontal, Δ	(º)		-
Angulo girado vertical, ΔV	(º)		21.40
Angulo entrada con horizontal, Δ1	(º)	Positivo si baja (∨)	0.00
Area de la sección del tubo, A	(m ²)		0.79
Area de la sección del tubo reducido, Ar	(m ²)		-
Empuje hidrostático, T	(kN)	Formulación según el caso	338.31
1.2 Empuje hidrodinámico			
Empuje hidrodinámico	(kN)	Muy pequeño; Se ignora	0.00
1.3 Fuerza de empuje, T			
Empuje horizontal	(kN)		62.81
Empuje vertical	(kN)		332.43
2.0 Geometría del macizo			Notas
Dimensiones del macizo de anclaje			
Anchura del bloque hacia centro de curvatura, b _{INT}	(m)		2.00
Distancia transversal eje tubo hacia exterior del bloque, b _{EX}	(m)		0.75
Distancia transversal eje tubo hacia interior del bloque, b _{INT}	(m)		0.75
Canto del macizo de anclaje, H	(m)		2.25
b/H	(-)		0.89
			Macizo Rectangular
Angulo del bloque, θ	(º)		90.00
Anchura de contacto con el terreno, b _{SUF}	(m)		2.00
Anchura interior vertical del bloque de hormigón, bi'	(m)		0.75
Profundidad del bloque de hormigón, d	(m)		1.50
2. Resistencia al empuje			
2.1 Diseño sólo con Fuerza de rozamiento y peso			Notas
Coeficiente de rozamiento entre macizo y suelo, μ	(-)	Valores entre 0.25-0.50. (se considera 0.50 para rozamiento hormigón-suelo)	0.50
Diámetro de la conducción (interno), Dj	(m)		1.00
Profundidad EJE de tubería, dp (desde terreno final)	(m)	Si > 0, esta tapado por tierras Si < 0, sobresale del terreno	0.90
Recubrimiento de tierras sobre el macizo, dt	(m)	Si > 0, esta tapado por tierras Si < 0, sobresale del terreno	0.00
Densidad del hormigón, γc	(kN/m ³)		25.00
Densidad del fluido, γl	(kN/m ³)		10.00
Densidad del relleno de tierras, γs	(kN/m ³)	Valores entre 14-20	20.00
Peso del bloque de hormigón, Wc	(kN)		129.48
Posición del tubo respecto al macizo	(-)		La tubería está DENTRO del macizo
Longitud de la tubería en el bloque de hormigón, lp	(m)		2.00
Peso del fluido en la tubería, Ww	(kN)		15.71
Carga de la cubierta de tierra, We	(kN)		0.00
Carga horizontal por empuje de agua, Whw	(kN)		62.81
Carga vertical por empuje de agua, Www	(kN)		332.43
Fuerza de rozamiento, F _{dfriction}	(kN)		238.81
Factor de seguridad deslizamiento, FS	(-)		1.50
Fuerza de empuje en ELU; T _{ULS}	(kN)	T _{ULS} = T x FS	94.22
Comprobación 1: F_{dfriction} > T_{ULS}	DESlizamiento	(-)	OK FS=3.8

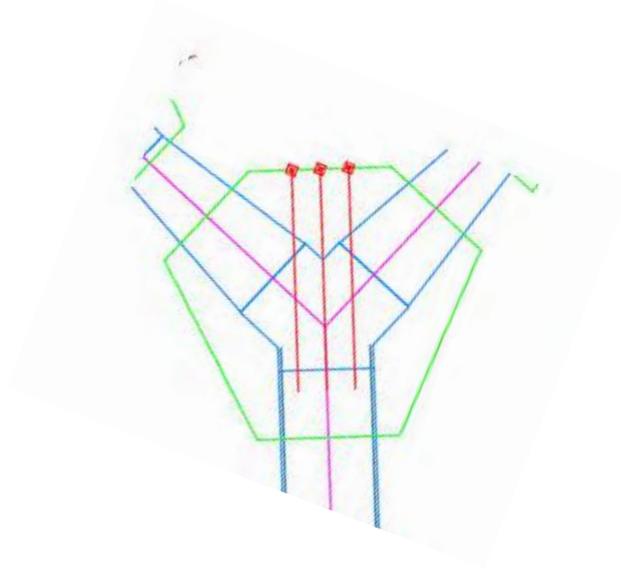
3. Resistencia al vuelco			
3.1 Diseño sólo con Fuerza de rozamiento		Notas	
Acciones estabilizadoras (Pesos)			
Distancia a punto de vuelco	(m)	Se adopta el del macizo, tanto para el peso de fluido como para el empuje	0.75
Momento estabilizador, Me	(mkN)		358.21
Acciones desestabilizadoras (Presión agua)			
Altura sobre el punto de vuelco	(m)		1.35
Momento volcador, Mv	(mkN)		84.80
Factor de seguridad vuelco, FS	(-)		1.80
Momento volcador en ELU; M _{ULS}	(mkN)	M _{ULS} = Mv x FS	152.63
Comprobación 2: Me > M_{ULS}	VUELCO	(-)	OK FS=4.22
4. Presión sobre el terreno			
4.1 Diseño con pesos		Notas	
Excentricidad de la acción, exc	(m)	exc = Mv / F	0.58
		Resultante en núcleo central e<B/6	NO
Área cobaricéntrica	(m2)	Fuera del núcleo central aplicamos Bcob = B - 2 · exc	0.66
Presión media sobre el suelo, σ	(kN/m2)		218.72
Tensión admisible segun informe geotécnico, σ _{adm}	(kN/m2)	1 MPa = 1000 kN/m2 1 kg/cm2 = 100 kN/m2	300.00
Comprobación 3: σ < σ_{adm}	TENSION EN CIN	(-)	OK

Dimensiones básicas del macizo:

Longitud: 2.00
Anchura: 1.50
Altura: 2.25

MACIZO C4

Se trata de un elemento bifurcador, al que llega una conducción de 1000mm, dividiéndose el flujo en la salida mediante dos tuberías de 600mm.



Se diseña un macizo hexagonal que envuelve todas las conducciones, estabilizando mediante su peso el empuje longitudinal que induce la división del caudal. Se ha mostrado anteriormente que el valor de esta fuerza es de 447kN

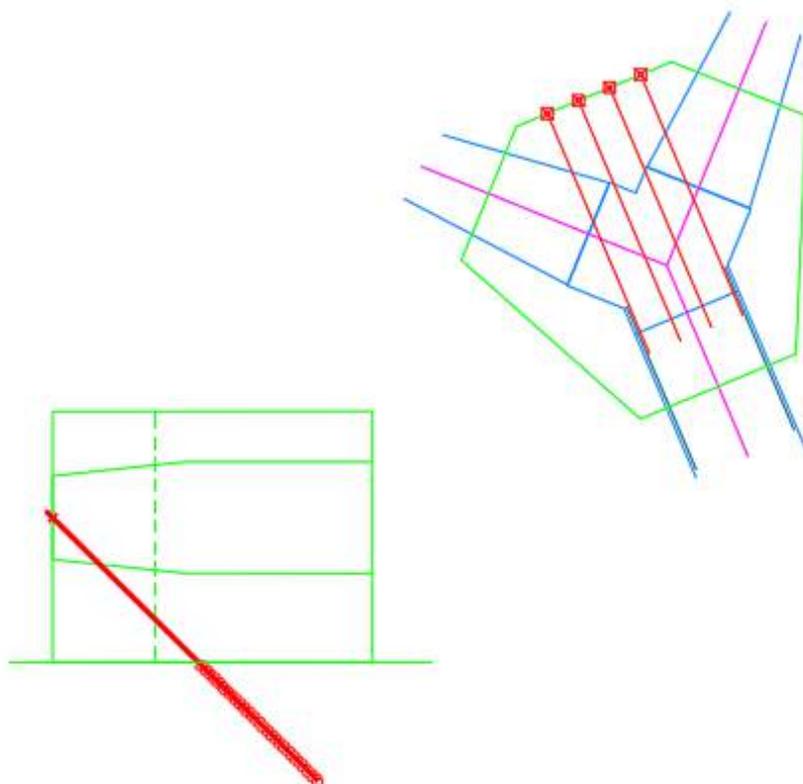
			C4
1. Acciones = Empuje hidrostático + Empuje hidrodinámico			DERIVACIÓN
1.1 Empuje hidrostático		Notas	 $T=P \cdot (A-2Ar \cdot \cos(b))$
Presión interna, P	(kPa)	1 mca = 10 KPa (kN/m ²) 1 atm = 100 KPa (kN/m ²)	1160.00
Diámetro de la conducción (interno), Dj	(m)		1.00
Diámetro de la reducción (interno), Djr	(m)	Djr < Dj	0.60
Angulo girado horizontal, Δ	(º)		45.00
Angulo girado vertical, ΔV	(º)		
Angulo entrada con horizontal, Δ1	(º)	Positivo si baja (√)	-
Area de la sección del tubo, A	(m ²)		0.79
Area de la sección del tubo reducido, Ar	(m ²)		0.28
Empuje hidrostático, T	(kN)	Formulación según el caso	447.22
1.2 Empuje hidrodinámico			
Empuje hidrodinámico	(kN)	Muy pequeño; Se ignora	0.00
1.3 Fuerza de empuje, T			
Empuje horizontal	(kN)		447.22
Empuje vertical	(kN)		-
2.0 Geometría del macizo			Notas
Dimensiones del macizo de anclaje			
Anchura del bloque hacia centro de curvatura, b _{INF}	(m)		2.85
Distancia transversal eje tubo hacia exterior del bloque, b _{EX}	(m)		1.20
Distancia transversal eje tubo hacia interior del bloque, b _{INT}	(m)		1.20
Canto del macizo de anclaje, H	(m)		2.25
b/H	(-)		1.27
			Macizo Rectangular
Angulo del bloque, Ø	(º)		90.00
Anchura de contacto con el terreno, b _{SUP}	(m)		2.85
Anchura interior vertical del bloque de hormigón, bl'	(m)		1.20
Profundidad del bloque de hormigón, d	(m)		2.40
2. Resistencia al empuje			
2.1 Diseño sólo con Fuerza de rozamiento y peso			Notas
Coefficiente de rozamiento entre macizo y suelo, μ	(-)	Valores entre 0,25-0,50; (se considera 0,50 para rozamiento hormigón-suelo)	0.50
Diámetro de la conducción (interno), Dj	(m)		1.00
Profundidad EJE de tubería, dp (desde terreno final)	(m)	Si > 0, esta tapado por tierras Si < 0, sobresale del terreno	0.95
Recubrimiento de tierras sobre el macizo, dt	(m)	Si > 0, esta tapado por tierras Si < 0, sobresale del terreno	0.00
Densidad del hormigón, γc	(kN/m ³)		25.00
Densidad del fluido, γl	(kN/m ³)		10.00
Densidad del relleno de tierras, γs	(kN/m ³)	Valores entre 14-20	20.00
Peso del bloque de hormigón, Wc	(kN)		328.79
Posición del tubo respecto al macizo	(-)		La tubería está DENTRO del macizo
Longitud de la tubería en el bloque de hormigón, lp	(m)		2.85
Peso del fluido en la tubería, Ww	(kN)		22.38
Carga de la cubierta de tierra, We	(kN)		0.00
Carga horizontal por empuje de agua, Whw	(kN)		-
Carga vertical por empuje de agua, Wvw	(kN)		-
Fuerza de rozamiento, F _{friction}	(kN)		175.59
Factor de seguridad deslizamiento, FS	(-)		1.50
Fuerza de empuje en ELU; T _{ULS}	(kN)	T _{ULS} = T x FS	670.84

En la tabla anterior se ha justificado un peso total del bloque de hormigón y de la tubería embebida, rellena de agua, de 351kN,

Admitiendo un coeficiente de rozamiento de 0.70, se considera una fuerza horizontal en los anclajes pasivos de 425kN, de forma que se verifica: $CS = ((351 \times 0.70 + 425) / 447 = 1.50$

Se disponen barras inclinadas 45º con la vertical, por lo que la capacidad del acero deberá ser de $425/\text{seno}45= 601\text{kN}$. Colocando 4 bulones de diámetro 32mm, resulta

$$4 \times 8.04 \times 40 \times 0.6 = 771 \text{ kN}$$

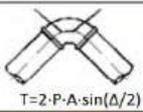


Dimensiones equivalentes peso del macizo:

Longitud:	2.85
Anchura:	2.40
Altura:	2.50

MACIZOS C5

Se trata de dos codos horizontales situadas en la conducción duplicada hacia la minicentral.

			C5
			CODO HORIZONTAL
1. Acciones = Empuje hidrostático + Empuje hidrodinámico			 $T=2 \cdot P \cdot A \cdot \sin(\Delta/2)$
1.1 Empuje hidrostático		Notas	
Presión interna, P	(kPa)	1 mca = 10 KPa (kN/m ²) 1 atm = 100 KPa (kN/m ²)	1160.00
Diámetro de la conducción (interno), Dj	(m)		0.60
Diámetro de la reducción (interno), Djr	(m)	Djr < Dj	-
Angulo girado horizontal, Δ	(º)		45.00
Angulo girado vertical, ΔV	(º)		
Angulo entrada con horizontal, Δ1	(º)	Positivo si baja (∨)	-
Area de la sección del tubo, A	(m ²)		0.28
Area de la sección del tubo reducido, Ar	(m ²)		-
Empuje hidrostático, T	(kN)	Formulación según el caso	251.03
1.2 Empuje hidrodinámico			
Empuje hidrodinámico	(kN)	Muy pequeño; Se ignora	0.00
1.3 Fuerza de empuje, T			
Empuje horizontal	(kN)		251.03
Empuje vertical	(kN)		-
2.0 Geometría del macizo			
Dimensiones del macizo de anclaje			
Anchura del bloque hacia centro de curvatura, b _{INF}	(m)		1.25
Distancia transversal eje tubo hacia exterior del bloque, b _{EX}	(m)		0.55
Distancia transversal eje tubo hacia interior del bloque, b _{INT}	(m)		0.55
Canto del macizo de anclaje, H	(m)		2.00
b/H	(-)		1.05
			Δ/2
Angulo del bloque, Θ	(º)		22.50
Anchura de contacto con el terreno, b _{SUP}	(m)		2.09
Anchura interior vertical del bloque de hormigón, bi'	(m)		0.51
Profundidad del bloque de hormigón, d	(m)		1.02
2. Resistencia al empuje			
2.1 Diseño sólo con Fuerza de rozamiento y peso			
Notas			
Coeficiente de rozamiento entre macizo y suelo, μ	(-)	Valores entre 0,25-0,50; (se considera 0,50 para rozamiento hormigón-suelo)	0.50
Diámetro de la conducción (interno), Dj	(m)		0.60
Profundidad EJE de tubería, dp (desde terreno final)	(m)	Si > 0, esta tapado por tierras Si < 0, sobresale del terreno	0.95
Recubrimiento de tierras sobre el macizo, dt	(m)	Si > 0, esta tapado por tierras Si < 0, sobresale del terreno	0.00
Densidad del hormigón, γc	(kN/m ³)		25.00
Densidad del fluido, γl	(kN/m ³)		10.00
Densidad del relleno de tierras, γs	(kN/m ³)	Valores entre 14-20	20.00
Peso del bloque de hormigón, Wc	(kN)		72.37
Posición del tubo respecto al macizo	(-)		La tubería está DENTRO del macizo
Longitud de la tubería en el bloque de hormigón, lp	(m)		1.77
Peso del fluido en la tubería, Ww	(kN)		5.02
Carga de la cubierta de tierra, We	(kN)		0.00
Carga horizontal por empuje de agua, Whw	(kN)		-
Carga vertical por empuje de agua, Wvw	(kN)		-
Fuerza de rozamiento, F _{dfriction}	(kN)		38.69
Factor de seguridad deslizamiento, FS	(-)		1.50
Fuerza de empuje en ELU; T _{ULS}	(kN)	T _{ULS} = T x FS	376.54

Se propone el anclaje de los macizos contra la solera de hormigón para garantizar la estabilidad del codo.

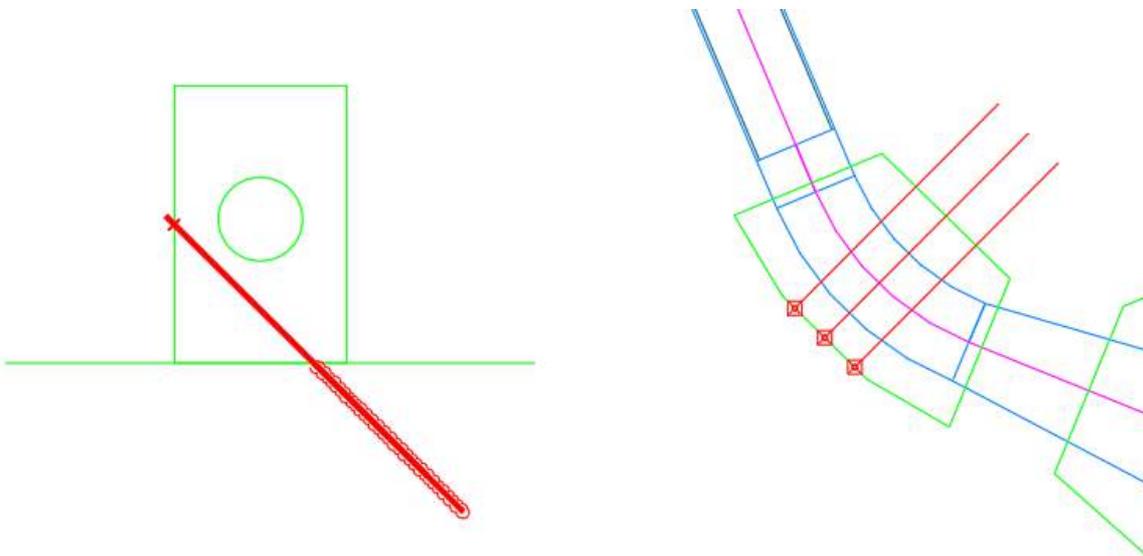
En la tabla anterior se ha justificado un peso total de un bloque de hormigón y de la tubería embebida, rellena de agua, de 77kN, y que la fuerza horizontal provocada por la presión del agua es de 251kN.

Admitiendo un coeficiente de rozamiento de 0.70, se considera una fuerza adicional horizontal en los anclajes pasivos que se dispongan, de 325kN, de forma que se verifica:

$$CS = ((77 \times 0.70 + 325) / 251) = 1.51$$

Se disponen barras inclinadas 45º con la vertical, por lo que la capacidad del acero deberá ser de $325 / \text{seno}45 = 460\text{kN}$. Colocando 3 bulones de diámetro 32mm, resulta

$$3 \times 8.04 \times 40 \times 0.6 = 578 \text{ kN}$$

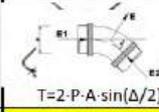


Dimensiones básicas del macizo:

Longitud:	1.25
Anchura:	1.10
Altura:	2.00

MACIZOS C6

Se trata de un codo vertical convexo, en el que la resultante de la acción hidrostática es de eje casi vertical, elevando la conducción.

			C6	
			CODO VERTICAL CONVEXO RESULTANTE HACIA ARRIBA	
1. Acciones = Empuje hidrostático + Empuje hidrodinámico			 <p>$T=2 \cdot P \cdot A \cdot \sin(\Delta/2)$</p>	
1.1 Empuje hidrostático				
Presión interna, P	(kPa)	1 mca = 10 KPa (kN/m ²) 1 atm = 100 KPa (kN/m ²)		1160.00
Diámetro de la conducción (interno), Dj	(m)			0.60
Diámetro de la reducción (interno), Djr	(m)	Djr < Dj		-
Angulo girado horizontal, Δ	(º)			-
Angulo girado vertical, ΔV	(º)			60,00
Angulo entrada con horizontal, Δ1	(º)	Positivo si baja (\)		0.00
Area de la sección del tubo, A	(m ²)			0.28
Area de la sección del tubo reducido, Ar	(m ²)			-
Empuje hidrostático, T	(kN)	Formulación según el caso		327.98
1.2 Empuje hidrodinámico				
Empuje hidrodinámico	(kN)	Muy pequeño; Se ignora		0.00
1.3 Fuerza de empuje, T				
Empuje horizontal	(kN)		163.99	
Empuje vertical	(kN)		-284.04	
2.0 Geometría del macizo				
Notas				
Dimensiones del macizo de anclaje				
Anchura del bloque hacia centro de curvatura, b _{INF}	(m)		2.50	
Distancia transversal eje tubo hacia exterior del bloque, b _{EX}	(m)		0.55	
Distancia transversal eje tubo hacia interior del bloque, b _{INT}	(m)		0.55	
Canto del macizo de anclaje, H	(m)		1.70	
b/H	(-)		1.47	
			Macizo Rectangular	
Angulo del bloque, Ø	(º)		90.00	
Anchura de contacto con el terreno, b _{SUP}	(m)		2.50	
Anchura interior vertical del bloque de hormigón, bi'	(m)		0.55	
Profundidad del bloque de hormigón, d	(m)		1.10	
2. Resistencia al empuje				
2.1 Diseño sólo con Fuerza de rozamiento y peso				
Notas				
Coefficiente de rozamiento entre macizo y suelo, μ	(-)	Valores entre 0.25-0.50; (se considera 0,50 para rozamiento hormigón-suelo)	0.50	
Diámetro de la conducción (interno), Dj	(m)		0.60	
Profundidad EJE de tubería, dp (desde terreno final)	(m)	Si > 0, esta tapado por tierras Si < 0, sobresale del terreno	0.95	
Recubrimiento de tierras sobre el macizo, dt	(m)	Si > 0, esta tapado por tierras Si < 0, sobresale del terreno	0.00	
Densidad del hormigón, γc	(kN/m ³)		25.00	
Densidad del fluido, γl	(kN/m ³)		10.00	
Densidad del relleno de tierras, γs	(kN/m ³)	Valores entre 14-20	20.00	
Peso del bloque de hormigón, Wc	(kN)		99.20	
Posición del tubo respecto al macizo	(-)		La tubería está DENTRO del macizo	
Longitud de la tubería en el bloque de hormigón, lp	(m)		2.50	
Peso del fluido en la tubería, Ww	(kN)		7.07	
Carga de la cubierta de tierra, We	(kN)		0.00	
Carga horizontal por empuje de agua, Whw	(kN)		163.99	
Carga vertical por empuje de agua, Wvw	(kN)		-284.04	
Fuerza de rozamiento, F _{friction}	(kN)		-88.88	
Factor de seguridad deslizamiento, FS	(-)		1.50	
Fuerza de empuje en ELU; T _{ULS}	(kN)	T _{ULS} = T x FS	245.99	

Para garantizar la estabilidad del macizo se estudia la ejecución de elementos de anclaje contra la solera de hormigón en masa, de gran espesor, existente en la zona.

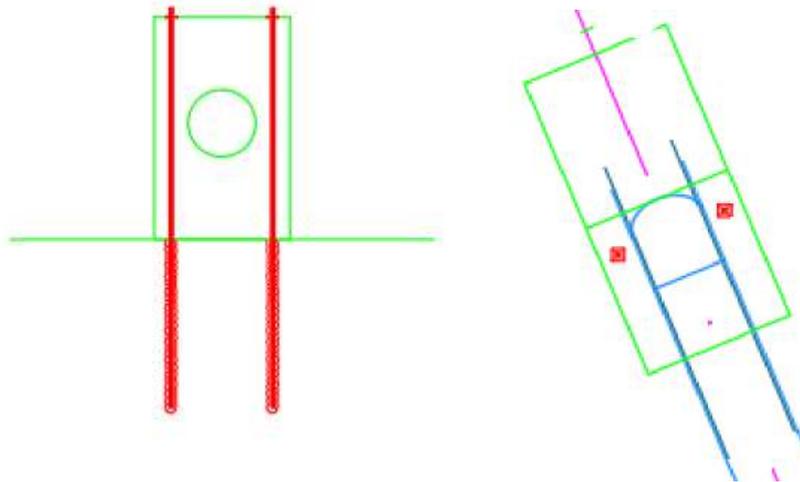
En la tabla anterior se ha justificado un peso total del bloque de hormigón y de la tubería embebida, rellena de agua, de 106kN, mientras que la fuerza ascensional provocada por la presión del agua en el codo es de 284kN.

Por tanto, se considera una fuerza en los anclajes pasivos de 320kN, de forma que se verifica:

$$CS = ((106+320) / 284 = 1.50$$

Se disponen dos barras verticales, de diámetro 32mm, con capacidad:

$$2 \times 8.04 \times 40 \times 0.6 = 385 \text{ kN}$$

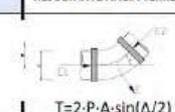


Dimensiones básicas del macizo:

Longitud:	2.50
Anchura:	1.10
Altura:	1.70

MACIZOS C7

Se trata de un codo vertical cóncavo, en el que la resultante de la acción comprime la junta entre el macizo de anclaje y el terreno.

			C7
1. Acciones = Empuje hidrostático + Empuje hidrodinámico			CODO VERTICAL CÓNCAVO RESULTANTE HACIA TERRENO
1.1 Empuje hidrostático		Notas	 $T=2 \cdot P \cdot A \cdot \sin(\Delta/2)$
Presión interna, P	(kPa)	1 mca = 10 KPa (kN/m ²) 1 atm = 100 KPa (kN/m ²)	1160.00
Diámetro de la conducción (interno), Dj	(m)		0.60
Diámetro de la reducción (interno), Djr	(m)	Djr < Dj	-
Angulo girado horizontal, Δ	(º)		-
Angulo girado vertical, ΔV	(º)		60.00
Angulo entrada con horizontal, Δ1	(º)	Positivo si baja (\)	0.00
Area de la sección del tubo, A	(m ²)		0.28
Area de la sección del tubo reducido, Ar	(m ²)		-
Empuje hidrostático, T	(kN)	Formulación según el caso	327.98
1.2 Empuje hidrodinámico			
Empuje hidrodinámico	(kN)	Muy pequeño; Se ignora	0.00
1.3 Fuerza de empuje, T			
Empuje horizontal	(kN)		163.99
Empuje vertical	(kN)		284.04
2.0 Geometría del macizo			Notas
Dimensiones del macizo de anclaje			
Anchura del bloque hacia centro de curvatura, b _{MF}	(m)		2.50
Distancia transversal eje tubo hacia exterior del bloque, b _{ex}	(m)		0.55
Distancia transversal eje tubo hacia interior del bloque, b _{int}	(m)		0.55
Canto del macizo de anclaje, H	(m)		1.70
b/H	(-)		1.47
			Macizo Rectangular
Angulo del bloque, Ø	(º)		90.00
Anchura de contacto con el terreno, b _{sup}	(m)		2.50
Anchura interior vertical del bloque de hormigón, b _i	(m)		0.55
Profundidad del bloque de hormigón, d	(m)		1.10
2. Resistencia al empuje			
2.1 Diseño sólo con Fuerza de rozamiento y peso			Notas
Coefficiente de rozamiento entre macizo y suelo, μ	(-)	Valores entre 0,25-0,50; (se considera 0,50 para rozamiento hormigón-suelo)	0.50
Diámetro de la conducción (interno), Dj	(m)		0.60
Profundidad EJE de tubería, dp (desde terreno final)	(m)	Si > 0, esta tapado por tierras Si < 0, sobresale del terreno	5.50
Recubrimiento de tierras sobre el macizo, dt	(m)	Si > 0, esta tapado por tierras Si < 0, sobresale del terreno	4.50
Densidad del hormigón, γc	(kN/m ³)		25.00
Densidad del fluido, γl	(kN/m ³)		10.00
Densidad del relleno de tierras, γs	(kN/m ³)	Valores entre 14-20	20.00
Peso del bloque de hormigón, Wc	(kN)		99.20
Posición del tubo respecto al macizo	(-)		La tubería está DENTRO del macizo
Longitud de la tubería en el bloque de hormigón, lp	(m)		2.50
Peso del fluido en la tubería, Ww	(kN)		7.07
Carga de la cubierta de tierra, We	(kN)		247.50
Carga horizontal por empuje de agua, Whw	(kN)		163.99
Carga vertical por empuje de agua, Wvw	(kN)		284.04
Fuerza de rozamiento, F _{d,friction}	(kN)		318.91
Factor de seguridad deslizamiento, FS	(-)		1.50
Fuerza de empuje en ELU; T _{ULS}	(kN)	T _{ULS} = T x FS	245.99
Comprobación 1: F_{d,friction} > T_{ULS}	DESPLAZAMIENTO	(-)	OK FS=1.94

3. Resistencia al vuelco			
3.1 Diseño sólo con Fuerza de rozamiento		Notas	
Acciones estabilizadoras (Pesos)			
Distancia a punto de vuelco	(m)	Se adopta el del macizo, tanto para el peso de fluido como para el empuje	0.55
Momento estabilizador, M_e	(mkN)		350.80
Acciones desestabilizadoras (Presión agua)			
Altura sobre el punto de vuelco	(m)		0.70
Momento volcador, M_v	(mkN)		114.79
Factor de seguridad vuelco, FS	(-)		1.80
Momento volcador en ELU; M_{ULS}	(mkN)	$M_{ULS} = M_v \times FS$	206.63
Comprobación 2: $M_e > M_{ULS}$	VUELCO	(-)	OK FS=3.05
4. Presión sobre el terreno			
4.1 Diseño con pesos		Notas	
Excentricidad de la acción, exc	(m)	$exc = M_v / F$	0.32
		Resultante en núcleo central $e < B/6$	NO
Área cobaricéntrica	(m ²)	Fuera del núcleo central aplicamos $B_{cob} = B - 2 \cdot exc$	1.13
Presión media sobre el suelo, σ	(kN/m ²)		313.75
Tensión admisible según informe geotécnico, σ_{adm}	(kN/m ²)	1 MPa = 1000 kN/m ² 1 kJ/cm ² = 100 kN/m ²	350.00
Comprobación 3: $\sigma < \sigma_{adm}$	TENSION EN CIN	(-)	OK

Dimensiones básicas del macizo:

Longitud: 2.50

Anchura: 1.10

Altura: 1.70

ANCLAJE DE BULONES

La longitud de anclaje de las barras de diámetro 32mm en el macizo de hormigón en masa se calculan considerando que el anclaje se produce en prolongación recta, y las barras se suponen en condiciones de adherencia buenas (posición I)

Se considera que el hormigón al que se ancla tiene una resistencia característica mínima de 25 MPa

La longitud básica de anclaje obtenida de forma simplificada es:

$$l_{bl} = m \cdot \Phi^2 \leq f_{yk} / 20 \cdot \Phi$$

Donde $\Phi = 32$ mm, $m = 1.5$ y $f_{yk} = 500$ MPa

Resultando $l_{bl} = 1536$ mm.

Se considera que los anclajes se realizarán mediante la perforación de orificios de diámetro 34mm, en los que se introducirá la barra pasiva, tras la limpieza del agujero, e inyección de resina epoxídica que garantice la tensión última de adherencia de 37.5kN/m². Con estas condiciones se admite una longitud de 1.50m para la perforación en el hormigón del macizo en el que se ancla.

RASANTE EN JUNTAS

En los codos donde la resultante de esfuerzos es principalmente horizontal se analiza la junta entre hormigones de diferente edad de la solera existente y el dado de hormigón que se ejecuta. Para ello se supone la actuación de cargas con efecto dinámico y asumiendo una rugosidad baja entre los dos hormigones.

MACIZO C2 (f 1000mm)

DIMENSIONADO A RASANTE - SECCIONES RECTANGULARES

[Volver al índice](#)

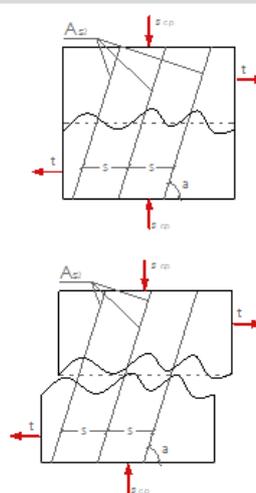
DATOS

Disposiciones relativas a la sección	
b	1.50 m
d	1.25 m
p	1.50 m ² /ml
L	1.00 m

Características de los materiales	
f_{ck}	25 N/mm ²
f_{yk}	500 N/mm ²
γ_c	1.50
γ_s	1.15
α_{cc}	1.00
f_{ctd}	16.67 N/mm ²
f_{ctd}	1.20 N/mm ²
f_{ytd}	400.00 N/mm ²
Rugosidad	Baja
Solicitación	Tipo dinámico

Disposición de las armaduras	
s	0.15 m
α	90 °

Esfuerzos de cálculo	
ΔC o ΔT	1166 kN
σ_{ed}	0 N/mm ²



CÁLCULOS

Coeficientes	
β^1	0.20 <i>Para cálculo sin armadura transversal</i>
β^2	0.20 <i>Para cálculo con armadura transversal</i>
μ	0.60

Cálculos previos	
τ_{ed}	621.9 kN/m ²

Comprobación en secciones sin armadura transversal	
τ_{ed}	167.58 kN/m ² <i>Requiere armadura</i>

Comprobación en secciones con armadura transversal	
$2,5\beta[1,3-0,3\sigma_{ed}/25]f_{ctd}$	299.2 kN/m ²

RESULTADOS: DIMENSIONADO DE LA ARMADURA

Armadura transversal		Dimensionado de la armadura (para 1ml)	
$A_{s,min}$	2.25 cm ²	# _{B,TOTAL}	67.00 ud
$A_{s,ed}$	39.06 cm ²	ϕ_w	10.00 mm

MACIZO C4 (f 1000mm)

DIMENSIONADO A RASANTE - SECCIONES RECTANGULARES

[Volver al índice](#)

DATOS

Disposiciones relativas a la sección

b	2.40	m
d	2.85	m
p	2.40	m ² /ml
L	1.00	m

Características de los materiales

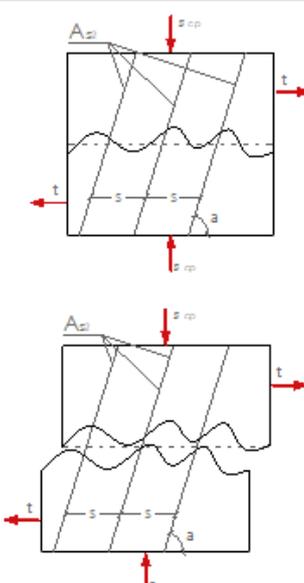
f_{ck}	25	N/mm ²
$f_{yk,k}$	500	N/mm ²
γ_c	1.50	
γ_s	1.15	
α_{cc}	1.00	
f_{ctd}	16.67	N/mm ²
$f_{ct,d}$	1.20	N/mm ²
$f_{yk,d}$	400.00	N/mm ²
Rugosidad	Baja	
Solicitación	Tipo dinámico	

Disposición de las armaduras

s	0.15	m
α	90	°

Esfuerzos de cálculo

ΔC o ΔT	443	kN
σ_{ed}	0	N/mm ²



CÁLCULOS

Coefficientes

β^1	0.20	Para cálculo sin armadura transversal
β^2	0.20	Para cálculo con armadura transversal
μ	0.30	

Cálculos previos

$\tau_{r,d}$	64.8	kN/m ²
--------------	------	-------------------

Comprobación en secciones sin armadura transversal

$\tau_{r,u}$	167.58	kN/m ² No requiere armadura
--------------	--------	--

Comprobación en secciones con armadura transversal

$2,5\beta(1,3-0,3\sigma_{ed}/25)f_{ctd}$	-	kN/m ²
--	---	-------------------

RESULTADOS: DIMENSIONADO DE LA ARMADURA

Armadura transversal

$A_{st,min}$	3.60	cm ²
A_{st}	121.41	cm ²

Dimensionado de la armadura (para 1ml)

# $_{st,TOTAL}$	107.00	ud
ϕ_{st}	14.00	mm

MACIZO C5 (f 600mm)

DIMENSIONADO A RASANTE - SECCIONES RECTANGULARES

[Volver al índice](#)

DATOS

Disposiciones relativas a la sección

b	1.25	m
d	1.10	m
p	1.25	m ² /ml
L	1.00	m

Características de los materiales

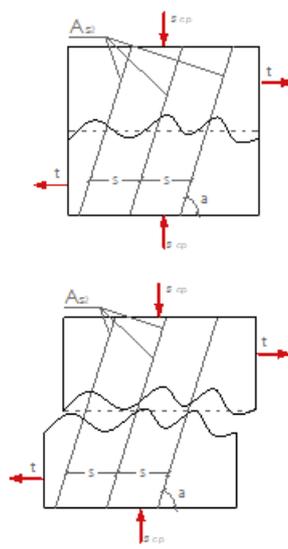
f_{tk}	25	N/mm ²
f_{yk}	500	N/mm ²
γ_c	1.50	
γ_s	1.15	
α_{cc}	1.00	
f_{td}	16.67	N/mm ²
f_{td}	1.20	N/mm ²
f_{yd}	400.00	N/mm ²
Rugosidad	Baja	
Solicitación	Tipo dinámico	

Disposición de las armaduras

s	0.15	m
α	90	°

Esfuerzos de cálculo

ΔC o ΔT	377	kn
σ_{td}	0	N/mm ²



CÁLCULOS

Coefficientes

β^1	0.20	Para cálculo sin armadura transversal
β^2	0.20	Para cálculo con armadura transversal
μ	0.30	

Cálculos previos

τ_{td}	274.2	kn/m ²
-------------	-------	-------------------

Comprobación en secciones sin armadura transversal

τ_{td}	167.58	kn/m ² <i>Requiere armadura</i>
-------------	--------	--

Comprobación en secciones con armadura transversal

$2,5\beta(1,3-0,3\alpha f_{td}/25)f_{td}$	299.2	kn/m ²
---	-------	-------------------

RESULTADOS: DIMENSIONADO DE LA ARMADURA

Armadura transversal		Dimensionado de la armadura (para 1ml)	
A_{sLmin}	1.88	$\#_{sLTOTAL}$	56.00 ud
A_{sL}	63.23	\varnothing_{sL}	12.00 mm

En todos los casos se dispondrá, como mínimo, una armadura pasante en la junta con barras de 14mm de diámetro separadas 150 mm. Con esta cuantía se cumple la demanda que se ha presentado en los cálculos anteriores.

ARMADO DE SECCIONES. SECCIÓN DE EMPOTRAMIENTO

Se considera para el dimensionamiento de la armadura de estas secciones el momento flector correspondiente al empuje horizontal del agua, supuesto actúa en el eje de la conducción. Este planteamiento, que corresponde al cálculo en los codos horizontales se generaliza para los demás macizos.

En la **conducción de 1 metro de diámetro**, la fuerza de servicio obtenida es de 777kN, que actúa a 1.45m del apoyo. Por tanto, el momento de cálculo considerado es de 1690mkN, para una sección de 1.25 m de ancho, con un canto de 1.50m.

Se dimensiona la sección, resultando necesario disponer f 20 @ 150mm

COMPROBACIÓN A FLEXIÓN SIMPLE - SECCIONES RECTANGULARES

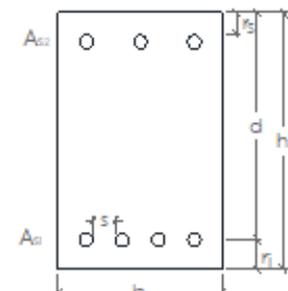
[Volver al índice](#)

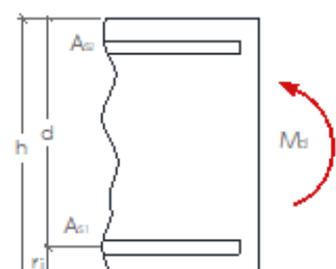
DATOS

Dimensiones de la sección		
h	1.75	m
b	1.25	m
r _{MEC,INF}	0.05	m
r _{MEC,SUP}	0.05	m
d	1.70	m

Características de los materiales		
f _{yk}	500	N/mm ²
f _{ck}	25	N/mm ²
T.M.A.	20	mm
γ _s	1.15	u
γ _c	1.5	u
α _{ce}	1	u
f _{yd}	434.8	N/mm ²
f _{cd}	16.67	N/mm ²

Disposición de las armaduras		
#b _{s1}	8	ud.
∅ _{s1}	20	mm
A _{s1}	25.13	cm ²
#b _{s2}	8	ud.
∅ _{s2}	20	mm
A _{s2}	25.13	cm ²





CÁLCULOS

Cálculos previos

U_{sq}	1092.7	kN
U_{sq}	1092.728	kN

Valores límite (Diag. Rectangular)

x_{LIM}	1.05	m
y_{LIM}	0.84	m
$F_{c,LIM}$	174.77.7	kN
M_{lim}	#####	mkN

RESULTADO

Resultados

DOMINIO 1		
x_{real}	0.00	m
y_{real}	0.00	m
F_c	0.0	kN
M_{sq}	1803.00	m-kN

Interpretación de resultados:

Cumple, no es necesario aumentar la armadura

La armadura f20 @ 150 se dispone en todos los macizos de anclaje del tramo de conducción de 1.00m de diámetro.

Para la **conducción de diámetro 600mm**, la fuerza horizontal en el elemento mas solicitado es de 295kN, y se considera actuado a 1 m sobre el plano de contacto con el terreno.

El momento de cálculo considerado en este caso es de 442.50mkN, para una sección de 1.10 m de ancho, con un canto de 1.25m.

Se diseña la armadura disponiendo f 16 @ 200mm en los elementos de apoyo de la tubería de 0.60m de diámetro.

COMPROBACIÓN A FLEXIÓN SIMPLE - SECCIONES RECTANGULARES

[Volver al índice](#)

DATOS

Dimensiones de la sección

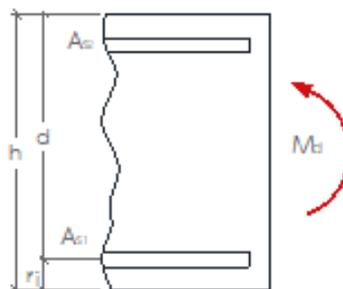
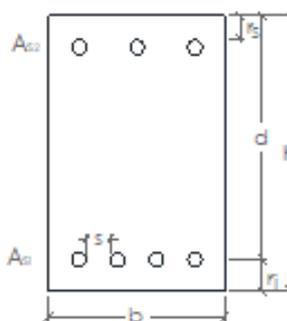
h	1.25	m
b	1.1	m
$r_{MEC,INF}$	0.05	m
$r_{MEC,SUP}$	0.05	m
d	1.20	m

Características de los materiales

f_{yk}	500	N/mm ²
f_{ck}	25	N/mm ²
T.M.A.	20	mm
γ_s	1.15	u
γ_c	1.5	u
α_{ce}	1	u
f_{yd}	434.8	N/mm ²
f_{td}	16.67	N/mm ²

Disposición de las armaduras

#b _{s1}	5	ud.
ϕ_{s1}	16	mm
A _{s1}	10.05	cm ²
#b _{s2}	8	ud.
ϕ_{s2}	20	mm
A _{s2}	25.13	cm ²



Esfuerzos de cálculo

M_{ij}	443	m-kN
----------	-----	------

CÁLCULOS

Cálculos previos

U_{SI}	437.1	kN
U_{SQ}	1092.728	kN

Valores límite (Diag. Rectangular)

x_{LIM}	0.74	m
y_{LIM}	0.59	m
$F_{C,LIM}$	10856.7	kN
M_{lim}	9813.46	mkN

RESULTADO

Resultados

DOMINIO 1		
x_{nod}	-0.04	m
y_{nod}	-0.04	m
F_c	0.0	kN
M_{ij}	502.65	m-kN

Interpretación de resultados:

Cumple, no es necesario aumentar la armadura

Por tanto, el anclaje del dado a la solera se realiza mediante barras f 16 @ 200mm.

Las armaduras horizontales y verticales de los diferentes elementos deberán cumplir con las cuantías mínimas establecidas en el artículo 42.3.5. de la EHE-08.

Se recomienda emplear armaduras de diámetro mínimo 12 mm (EHE-08. Art. 58.8.2).

Por otra parte, para establecer una malla para el reparto de las tracciones provocadas por las cargas concentradas de los bulones de anclaje se establece que la separación entre las barras horizontales de los dados de cimentación no sea superior a 15cm.

En consecuencia, se establece que la armadura mínima transversal debe ser de f 12 @ 150mm

Finalmente se obtiene la necesidad de armados tomando el caso pésimo de las comprobaciones realizadas. El siguiente croquis muestra los armados adoptados, que no obstante se recogen en los planos de estructuras correspondientes del Documento nº2.

Canal
de Isabel II



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

ANEJO Nº 8.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Índice

1. INTRODUCCIÓN	5
2. INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN	6
2.1 Reglamento y disposiciones consideradas.....	6
2.2 Instalación de media tensión en el interior de la minicentral	6
2.2.1 Características generales del emplazamiento	6
2.2.2 Cálculos justificativos.....	12
2.2.3 Características de los transformadores	15
2.3 Línea de evacuación de energía	16
2.3.1 Densidad máxima de corriente.....	16
2.3.2 Potencia máxima de transporte	17
2.3.3 Reactancia y resistencia.....	17
2.3.4 Caída de tensión	17
2.3.5 Pérdida de potencia.....	18
2.4 Intensidad de cortocircuito	19
3. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN	21
3.1 Reglamento y disposiciones consideradas.....	21
3.2 Esquema general de baja tensión	21
3.3 Potencia.....	22
3.4 Descripción de la minicentral.....	23
3.5 Instalaciones de enlace	23
3.5.1 Equipos de medida	23
3.5.2 Línea general de alimentación.....	23
3.6 Descripción de la instalación interior.....	24
3.6.1 Cuadro general de distribución	24
3.6.2 Cuadro Secundario de baja tensión.....	24
3.6.3 Clasificación y características de las instalaciones según riesgo de las dependencias de los locales.....	27
3.6.4 Características de la instalación.....	27
3.6.5 Receptores. Descripción de las condiciones reglamentarias que le afecten..	28
3.6.6 Iluminación	28
3.6.7 Fuerza, maniobra y protecciones	29
3.7 Suministros complementarios	30
3.8 Alumbrados de emergencia	31
3.9 Cálculos justificativos	32

3.9.1	Tensión nominal y caída de tensión máxima admisibles.....	32
3.9.2	Fórmulas utilizadas	32
3.9.3	Potencias.....	33
3.9.4	Cálculos luminotécnicos	35
3.9.5	Cálculos eléctricos: alumbrado y fuerza motriz.....	37
4.	JUSTIFICACIÓN DE LA PUESTA A TIERRA DE LA MINICENTRAL	45
4.1	Objeto.....	45
4.2	Normativa.....	45
4.3	Descripción del sistema propuesto	45
4.4	Datos iniciales e hipótesis de cálculo	46
4.4.1	Características del sistema eléctrico.....	46
4.4.2	Características del terreno y de los conductores de tierra.....	46
4.4.3	Características geométricas de la malla de tierras	47
4.4.4	Datos intensidad de cortocircuito	48
4.5	Metodología y herramienta utilizada.....	49
4.6	Cálculo de la red de tierras.....	49
4.6.1	Conductor de tierra	49
4.6.2	Máxima corriente de falta a tierra.....	50
4.6.3	Resistividad del terreno	51
4.6.4	Elevación del potencial de tierra (GPR)	52
4.6.5	Cálculo de las tensiones de paso y contacto admisibles (ITC-RAT-13)	52
4.6.6	Cálculo de las tensiones de paso y contacto transmitidas al terrero	54
4.7	Conclusión.....	56
5.	OTRAS ACTUACIONES	57
5.1	Señal caudalímetro del caudal ecológico	57
5.2	Caudal para aprovechamiento hidrológico	57
5.3	Actuaciones en el Centro de Reparto	58
Apéndice 1	Cuadros de características de las celdas de 20kV	63
Apéndice 2	Estudio Luminotécnico	73
Apéndice 3	Informe cálculo red de la red tierras – ETAP software	75

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se describen los cálculos eléctricos asociados a la Minicentral Hidroeléctrica de El Atazar.

Desde el punto de vista eléctrico, en el proyecto se pueden diferenciar claramente cuatro componentes los cuales marcan la organización de anejo. Estos son:

- La instalación eléctrica de media tensión asociada a la generación de los grupos turbina-generador. A su vez, el sistema de media tensión se compone de la instalación interior de la minicentral y de la línea de evacuación de la energía producida, la cual conectará la minicentral con un futuro centro de transformación situado en la coronación del estribo derecho de la presa. Cabe destacar que el centro de transformación de coronación ha sido diseñado en el ámbito de otro proyecto cuya ejecución está prevista antes de la minicentral y por tanto queda fuera del alcance del presente proyecto.
- La instalación de baja tensión asociada a la minicentral principalmente en cuanto a la alimentación de los diferentes equipos que compondrá la futura instalación, así como algunos elementos existentes que se integrarán en el sistema, tales como las válvulas e instrumentos de control del vertido del caudal ecológico.
- La justificación del sistema de puesta a tierra de la minicentral hidroeléctrica.
- Y finalmente la descripción de otras actuaciones situadas fuera del ámbito estricto del proyecto, pero necesarias para el funcionamiento completo del sistema.

2. INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN

2.1 Reglamento y disposiciones consideradas

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el **Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en instalaciones de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC RAT-01 a 23**, publicado en el B.O.E. .09- 06-2014).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el **Código Técnico de la Edificación**.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la **Salud y Seguridad de los Trabajadores** frente al riesgo eléctrico.(BOE de 21-06-2001)
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias ITC BT 01 a BT 51 según Decreto 84212002 de 2 de agosto (B.O.E. no 224 de 1 8/09/02).
- Criterios Generales de Protección del Sistema Eléctrico Peninsular Español.

2.2 Instalación de media tensión en el interior de la minicentral

2.2.1 Características generales del emplazamiento

Las instalaciones de media tensión de la minicentral se alojarán en el interior del edificio y estarán formadas por las celdas de media tensión, transformadores de potencia, cuadros de protecciones y medida todo conforme a las ETs del Canal Isabel II.

El centro de transformación de la minicentral se diseña en base al esquema unifilar de media tensión definido en los planos del Documento nº2 del Proyecto. Contará con una celda de línea a la entrada de la LSMT para acometer en barras el resto de la apartamenta. Las siguientes celdas serán de medida y las de protección de cada transformador.

Cada una de estas posiciones de 20kV estará debidamente equipada con los elementos de maniobra, medida y protección necesarios para su operación segura, según se determina en la ITC RAT 06 para enclavamientos entre celdas, transformadores y cuadros de baja tensión.

La tensión de suministro es de 20 KV a una frecuencia de 50 Hz

Las características principales de la zona de transformadores se resumen en el cuadro siguiente:

Número niveles de tensión	2
Tensiones	20/6 kV
Ejecución 20 kV	Interior

Número niveles de tensión	1
Tensiones	20/0,42 kV
Ejecución 20 kV	Interior

Finalmente, la potencia necesaria viene determinada, por la potencia generada por los generadores de las turbinas demandada de 1400 kW cada uno (2 uds) y el consumo del edificio de la minicentral Hidroeléctrica 88 kW instalados, con lo que los transformadores adecuados a estas necesidades serán de 2x2000 KVA 20/6kV + 1x100kVA 20/0,42 kV.

2.2.1.1 Obra civil

En el edificio se pueden diferenciar dos zonas claramente definidas:

- Instalación interior de celdas de MT: Con aproximadamente 20 m2 de forma rectangular, donde están ubicadas las celdas de MT.
- Instalación interior espacio de transformadores con aproximadamente 10 m2 cada uno de forma rectangular.

Será de las dimensiones necesarias para alojar las celdas correspondientes, respetándose en todo caso las distancias mínimas entre los elementos que se detallan en el vigente reglamento de alta tensión.

Las dimensiones del local, accesos, así como la ubicación de las celdas se indican en el plano

Se detallan a continuación las condiciones mínimas que debe cumplir el local para poder albergar la zona de transformadores.:

- Acceso de personas: El acceso estará restringido al personal autorizado, éste accederá a este local en todo momento por el acceso principal de la planta) y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal. La(s) puerta(s) se abrirá(n) hacia el exterior y tendrán como mínimo 2.10 m. de altura y 0.90 m. de anchura.
- Acceso de materiales: las vías para el acceso de materiales deberán permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos pesados hasta el local. Las puertas se abrirán hacia el exterior y tendrán una luz mínima de 2.30 m. de altura y de 1.40 m. de anchura.
- Dimensiones interiores y disposición de los diferentes elementos: ver planos correspondientes.

- Paso de cables A.T.: para el paso de cables de A.T. (acometida a la celda de llegada) se preverá un hueco en el forjado de dimensiones adecuadas cuyo trazado figura en los planos correspondientes, para la zona de 20 KV.
- Las dimensiones del HUECO en la zona de celdas 20 KV serán las siguientes: una anchura libre de 600 mm., y altura sobre el forjado que permita darles la correcta curvatura a los cables (radio de giro mayor o igual a 15 veces el diámetro del cable).
- Acceso a transformadores: la puerta de acceso a cada uno de los transformadores hará de protección e impedirá el acceso directo de personas a la zona de transformador. Dicha puerta de protección irá enclavada mecánicamente por cerradura con el seccionador de puesta tierra de la celda de protección correspondiente, de tal manera que no se pueda acceder al transformador sin haber cerrado antes el seccionador de puesta a tierra de la celda de protección. Además, se instalará un cerramiento de malla alrededor del transformador a fin de actuar como protección contra contactos directos y al mismo tiempo poder revisar la temperatura de éstos, de forma que se cree un pasillo al mismo tiempo, tal y como se aprecia en los planos. Este pasillo será de una anchura mínima de 1,00 m, ya que no existen elementos de maniobra en ninguno de los dos partes de éste.
- Ventilación: Al estar situado el transformador en el interior del local, dada la potencia que disipan, se detalla y se resuelve en la memoria de ventilación.

La zona de transformadores no contendrá otras canalizaciones ajenas al mismo y deberá cumplir las exigencias que se indican en el pliego de condiciones respecto a resistencia al fuego, condiciones acústicas, etc.

Las celdas se encuentran ubicadas encima de la bancada metálica mínimo 60 cm(en caso de ser menor de esta altura , se deberá hacer que el cable discurra por una canalización entubada con radio de giro adecuado y salida recta hacia la celda) de altura para permitir el radio de giro de los cables de entrada de línea como la salida de los puentes de MT , éstas descansarán sobre una estructura metálica destinada a tal fin , la estructura metálica estará realizada con perfiles HBE-100 soldados entre sí y con un acabado galvanizado en caliente.

Para el apoyo del transformador se instalarán unos railes tipo UPN adecuados al tamaño de las ruedas.

En cuanto a los cerramientos de la minicentral, la pared frontal se sitúan las puertas de acceso a peatones, puertas de transformador y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero galvanizado. Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de evitar aperturas intempestivas de las mismas y la violación del centro de transformación. Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180º hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90º con un retenedor metálico. Las rejillas están formadas por lamas en forma de "V" invertida, para evitar la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación, y rejilla mosquitera, para evitar la entrada de insectos.

Toda la minicentral deberá cumplir con las en las Ordenanzas Municipales y/o distintas legislaciones de las Comunidades Autónomas, de modo que no transmitan niveles sonoros superiores a los permitidos.

La cubierta está formada por placas alveolares, habiéndose diseñado de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre ésta, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

2.2.1.2 Instalación eléctrica

Se enumeran a continuación las características de los principales elementos de la instalación:

Red de alimentación

El suministro se realizará con suministro trifásico a 20 KV 50 Hz mediante una LSMT trifásica a 20 KV 3x1x150 AL RHZ1-2OL, diseñada dentro del proyecto.

Características de las celdas

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de las ET de Canal Isabel II:

- Módulo metálico de dimensiones aproximadas 1.600 mm. de alto, 375 mm. de ancho y 940 mm. de fondo, conteniendo en su interior el siguiente aparellaje:
- Interruptor – seccionador III: De 3 posiciones con corte en vacío o por aire comprimido.
- Intensidad asignada: 400 / 630 A.
- Tensión nominal: 24 KV
- Intensidad admisible de corta duración (1 s.): 16 KA

El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Los interruptores tienen tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada. Los enclavamientos pretenden que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

La conexión entre las celdas A.T. y el transformador se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco y terminales enchufables, con un radio de curvatura mínimo de $10(D+d)$, siendo "D" el diámetro del cable y "d" el diámetro del conductor. Estos serán de Al 150 mm² sección 12/20 Kv de tensión de aislamiento y tipo AL RHZ1-2OL.

En el apéndice 1 se muestran los cuadros de características de las celdas empleadas como referencia para la elaboración del Proyecto.

Transformadores

Se dispondrá de dos (2) unidades de transformadores secos para el vertido de la energía generada de 2.000kVA, 20/6kv, AN, IP00, ynd11, Ucc=6%, IEC60076-11:2018, EN5078 TIER2 y un (1) transformador seco para el suministro eléctrico propio de la Minicentral Hidroeléctrica de 100 kVA, 20/0.4kv, AN, IP21, Dyn11, Ucc=6%, IEC60076-11:2018, EN5078 TIER2.

Las características detalladas de los dos tipos de transformadores se muestran en las especificaciones técnicas correspondientes.

Conexión en el lado de alta tensión

Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco AL RHZ1-2OL, aislamiento 12/20 kV, de 150 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

Conexión en el lado de baja tensión

Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RZ1, aislamiento 0.6/1 kV, de 3x240 mm² Al para las fases y de 2x240 mm² Al para el neutro.

Dispositivo térmico de protección

Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobrecargas, instalados.

Embarrado general

Los embarrados principales y auxiliares serán elegidos de forma que las temperaturas máximas previstas no provoquen calentamientos por encima de 40º C sobre la temperatura ambiente. Asimismo, soportarán los esfuerzos electrodinámicos y térmicos de las corrientes de cortocircuito previstas, sin que se produzcan deformaciones permanentes. Se diseñarán de acuerdo a las intensidades nominales y de diseño, tanto en régimen permanente como en condiciones de cortocircuito con un margen de seguridad suficiente.

2.2.1.3 Medidas de la energía eléctrica

La medida se hace en el lado de 20 KV, en la celda de medida incluida en el diseño. La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

2.2.1.4 Instalaciones secundarias

Alumbrado

El alumbrado de los interiores de la sala técnica de MT se realiza con luminarias LED estancas IP65 dispuesta sobre techo/pared, para dejar libre el paso de maquinaria. Las luminarias seleccionadas son de tecnología led de tipo regleta, de distribución extensiva y tipo directo, por ser las más adecuadas para estos locales y para el tipo de trabajo a realizar.

Ventilación

La ventilación del centro de transformación se puede realizar mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto. Estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

Debido a la disposición de los grupos generadores en el edificio no se puede asegurar la ventilación natural y por tanto se prevé ventilación mecánica mediante dos ventiladores de 5,5 kW de potencia.

Medidas de seguridad y señalización

Las puertas de acceso exterior de los transformadores estarán señalizadas con señales de advertencia de riesgo eléctrico de alta tensión.

Asimismo, la sala donde está ubicada toda la aparamenta de 20 kV, existirán en las puertas de acceso al recinto de carteles y señales de riesgo eléctrico de alta tensión

Los conjuntos de celdas proyectadas estarán provistos de enclavamientos de tipo mecánica que relacionan entre sí los elementos que la componen.

Las medidas de seguridad por enclavamientos deben ser, como mínimo:

- La apertura del disyuntor general BT de cada transformador liberará una llave que permitirá el enclavamiento a tierra del seccionador de la cabina de protección del transformador correspondiente.
- El enclavamiento a tierra del seccionador de la cabina de protección de transformador liberará, a su vez, una llave que permitirá el acceso a la celda del correspondiente transformador.
- El disparo del interruptor de la cabina de protección de transformador provocará el disparo del disyuntor de BT del mismo transformador mediante enclavamiento eléctrico.
- El acceso a la cabina de medida solo se permitirá con corte aguas arriba y aguas abajo de la misma, mediante una llave. Dicha llave solo se liberará mediante el accionamiento simultáneo de las llaves de los seccionares a tierra de las cabinas de protección de todos los transformadores, más la llave del seccionador enclavado a tierra de la cabina de protección general.
- La cabina de salda hacia el CT1 de la coronación de presa será de seccionamiento, en lugar de solo remonte, a fin de tener un corte visible de AT a la entrada de la MCH.

Un dispositivo anti-reflex impedirá toda tentativa de reapertura inmediata de un interruptor.

Asimismo, es de destacar que la posición de puesta a tierra será visible, así como la instalación de dispositivos para la indicación de presencia de tensión.

El compartimento de los interruptores, totalmente estanco, será inaccesible mediante bloqueo mecánico en la posición de interruptor cerrado, siendo posible su apertura únicamente cuando éste se

sitúe en la posición de puesta a tierra y, en este caso, gracias a su metalización exterior, estará colocado a tierra todo el compartimento, garantizándose así la total ausencia de tensión cuando sea accesible.

2.2.2 Cálculos justificativos

2.2.2.1 Intensidad de alta tensión

En un sistema trifásico, la intensidad primaria (I_p) viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

- P potencia del transformador [kVA]
- U tensión primaria [kV] = 20
- I_p intensidad primaria [A]

Sustituyendo valores, tendremos:

Transformador	Potencia (kVA)	I_p (A)
1	2.000	57,7
2	2.000	57,7
3	100	2,88
TOTAL		118,28

2.2.2.2 Intensidad de media/baja tensión

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{P - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

donde:

- P potencia del transformador [kVA]
- W_{fe} Pérdidas en vacío [W]
- W_{cu} Pérdidas en carga [W]
- U tensión compuesta en carga del secundario [kV]

- I_s intensidad en el secundario [A]

Sustituyendo valores, tendremos:

Transformador	Potencia (kVA)	Wfe (W)	Wfe (W)	Pérdidas totales (kW)	U (kV)	I_s (A)
1	2.000	2.340	16.000	18,34	6	192
2	2.000	2.340	16.000	18,34	6	192
3	100	252	1800	2,05	0,42	144

2.2.2.3 Cortocircuitos

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde:

- S_{cc} potencia de cortocircuito de la red [MVA]
- U_p tensión primaria [kV]
- I_{ccp} intensidad de cortocircuito [kA]

Se obtienen los siguientes valores:

Transformador	Potencia (kVA)	S_{cc} (MVA)	U_p (kV)	I_{ccp} (kA)
1	2.000	500	20	14,4
2	2.000	500	20	3,2

Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de media/baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U_s}$$

Siendo:

- S Potencia del transformador en [kVA]

- Ucc Tensión porcentual de cortocircuito del transformador [%]
- Us Tensión secundaria en carga [V]
- Iccs Intensidad de cortocircuito secundaria en [kA]

Se tiene:

Transformador	Potencia (kVA)	Ucc(%)	Us(V)	Iccs (kA)
1	2.000	6	6000	3,2
2	2.000	6	6000	3,2
3	100	6	420	2,29

2.2.2.4 Dimensionado del embarrado

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por el circule una corriente igual a la corriente nominal máxima.

En nuestro caso para los cables utilizados en el lado de 20 KV cumplen. Las celdas están ensayadas de fabrica para este tipo de corrientes.

Comprobación por sollicitación electrodinámica

La comprobación por sollicitación electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fase.

Las celdas están ensayadas de fabrica para este tipo de corrientes.

2.2.2.5 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Selección de protecciones de alta tensión

Interruptor de protección del transformador un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre.

Dado que la celda de protección general es con interruptor automático, se calibrará la regulación del relé a esta intensidad de cálculo.

Selección de protecciones de baja tensión

La salida de Baja Tensión de cada transformador se protegerá mediante un interruptor automático.

La intensidad nominal y el poder de corte de dicho interruptor serán como mínimo iguales a los valores de intensidad nominal de Baja Tensión e intensidad máxima de cortocircuito de Baja Tensión.

Ajuste del dispositivo térmico o de los relés

El dispositivo térmico se ajustará como máximo conforme a los siguientes valores de temperatura, tomando como temperatura máxima ambiente de 40 °C.

Transformadores encapsulados aislamiento seco clase térmica F:

- Alarma 140°C.
- Disparo 150°C.

Los relés de sobreintensidad, se ajustarán conforme a los siguientes valores y tiempos de actuación, procurando mantener la selectividad con las protecciones aguas arriba y aguas abajo.

- Relé de sobreintensidad de fase (50-51):

- Intensidad de arranque un 40 % por encima de la intensidad primaria.
- Curva Inversa según IEC, con índice de tiempo o factor $K = 0.1$.
- Disparo Instantáneo por encima del valor de la corriente de inserción de los transformadores y del valor de la intensidad debida a un cortocircuito en el lado de baja tensión, y por debajo de la corriente de cortocircuito primaria. Por lo general se ajustará a 22 veces la intensidad nominal para potencias hasta 1000 kVA, y a 18 veces para potencias superiores.

- Relé de sobreintensidad de tierra (50N-51N):

- Intensidad de arranque al 40 % de la intensidad de arranque de fase para potencias hasta 1000 kVA y al 20 % para potencias superiores.
- Curva Inversa según IEC, con índice de tiempo o factor $K = 0.1$.
- Disparo Instantáneo ajustado a 4 veces la intensidad de arranque de tierra.

2.2.3 Características de los transformadores

La minicentral hidroeléctrica contará con varios transformadores, los cuales han sido dispuestos en una zona independiente separados por rejillas para asegurar su independencia física del resto de elementos que componen la minicentral. Se tienen 3 transformadores, 2 asociados a cada uno de los grupos de generación y uno para los servicios auxiliares, sus características son las siguientes:

- Dos (2) transformadores secos de 2.000kVA de potencia, aplicación generador step-up, 20/6kV. Su destino es verter en la red la energía generada por cada una de las turbinas hidroeléctricas.
- Un (1) transformador seco de 100kVA de potencia, aplicación generador step-up, 20/0,42kV. Su destino es el suministro eléctrico propio de la Minicentral Hidroeléctrica.

En ambos casos los transformadores serán secos conforme a las características reflejadas en las especificaciones técnicas ETE-TP-001 y ETE-TP-002.

El centro de transformación de la minicentral tiene la particularidad de que tanto los transformadores como las celdas de media tensión se encuentran dentro del mismo edificio de la minicentral, en un recinto independiente.

2.3 Línea de evacuación de energía

La línea eléctrica para la evacuación de la energía generada enlazará con un centro de transformación en la coronación de la presa, donde existe una celda de reserva prevista. Esta línea discurrirá en bandeja metálica con tapa en un tramo y enterrada en otros tramos, tendrá una longitud aproximada de 250 m y será propiedad de abonado en todo su recorrido. La sección de cable será de 3x1x150 Al 12/20 KV.

A continuación, se muestran los cálculos realizados para el dimensionamiento de la línea de evacuación de la energía producida en la minicentral.

2.3.1 Densidad máxima de corriente

Se trata de una línea de media tensión de 20 kV, conforme a los cálculos realizados los conductores serán de 1x150 RHZ1 12/20 KV Al, no obstante se destaca que conforme a las indicaciones del Canal se dejará un conductor de reserva para evitar el tendido del mismo en caso de resultar necesario en el futuro. Por lo tanto, la línea de evacuación de energía la compondrán 3x150 RHZ1 12/20 KV Al + 1x150 de reserva.

Con los datos facilitados por el fabricante del cable de 1x150 Y 1x95 mm² RHZ1 12/20 KV Al, y el existente en el tramo aéreo, LA-56, tendremos que:

Cable	I _{adm} Cable(A)	U Red (V)	Cos φ Red
RHZ1 1x150 Al	245	20.000	0,90
RHZ1 1x95 Al	235	20.000	0,90
LA-56	202	20.000	0,90

Se considera otro el coeficiente de reducción a aplicar para temperaturas distintas de 40°C, en proyecto se considerará 105°C temperatura servicio y una máxima de 80°C en la bandeja de ambiente, y por tanto I_{adm} será de.

- I_{adm} = 245 x 0,79 = 193,55 A como más desfavorable en todo el recorrido para el cable de 1x150 mm²
- I_{adm} = 235 x 0,79 = 185,65 A como más desfavorable en todo el recorrido para el cable de 1x95 mm²
- I_{adm} = 202 x 0,79 = 159,58 A como más desfavorable en todo el recorrido para el cable de LA-56

La potencia de cálculo de la instalación es de 4.000 KVA, por tanto, I_c = 115,47 A

Por tanto, esta sección será válida por cálculos de intensidad de corriente en el tramo bajante apoyo, subterráneo y también en el aéreo

2.3.2 Potencia máxima de transporte

La potencia máxima de transporte vendrá determinada por la potencia máxima que sea capaz de transportar el tramo más desfavorable de la línea, de entre los 3 diferentes tramos de los que dispone.

La potencia máxima de transporte se calcula según la expresión: $P = V_3 * I * U * \cos \phi$

Tramo RHZ1 1x150 Al

- $P = V_3 * I * U * \cos \phi = 1,732 * 193,55 * 20000 * 0,9 = 6.027 \text{ kW}$

Tramo RHZ1 1x95 Al

- $P = V_3 * I * U * \cos \phi = 1,732 * 185,65 * 20000 * 0,9 = 5.781 \text{ kW}$

Tramo LA-56

- $P = V_3 * I * U * \cos \phi = 1,732 * 159,58 * 20000 * 0,9 = 4.969 \text{ kW}$

Por tanto, la potencia máxima de transporte de la línea es de 4.969 kW

2.3.3 Reactancia y resistencia

Los datos facilitados por el fabricante son los siguientes:

Cable	Resistencia (Ω/km)	Reactancia (Ω/km)
RHZ1 1x150 Al	0,277 (a 90º)	0,13
RHZ1 1x95 Al	0,430 (a 90º)	0,125
LA-56	0,61 (a 20º)	0,31

2.3.4 Caída de tensión

La caída de tensión por resistencia y por reactancia de una línea (despreciando la influencia de la capacidad) viene dada por la ecuación:

$$\Delta U = I \cdot (R \cdot \cos \alpha + X \cdot \text{sen} \alpha) \cdot L$$

Donde:

- ΔU = Caída de tensión compuesta [V]
- I= Intensidad de la línea en [A]
- X= Reactancia por fase [Ω/km]

- R= Resistencia por fase [Ω/km]
- α = Ángulo de desfase.
- L= Longitud de la línea [km]

Cable	Resistencia (Ω/km)	Reactancia (Ω/km)	Longitud (Km)	ΔU (V)
RHZ1 1x150 Al	0,277	0,13	0,25	8,65
RHZ1 1x95 Al	0,430	0,125	0,02	0,97
LA-56	0,61	0,31	0,350	27.24
			TOTAL	36,86
			%	0,18

Como se aprecia en el cálculo, con las secciones adoptadas en el tramo y la distancia, podemos afirmar que la caída de tensión en todo el recorrido es inferior al 5%.

2.3.5 Pérdida de potencia

La pérdida de potencia en % viene dado por la siguiente expresión.

$$\Delta P\% = \frac{P.L.R}{10.U^2.\cos^2\alpha}$$

El valor de los parámetros para la línea proyecta son:

- P – Potencia= 4000000 W
- L - Longitud= 250 m
- R – Resistencia= 0,277 (Ω/km)
- U – Tensión= 20.000 V
- $\cos \alpha = 0,8$

Por lo que se obtiene una pérdida de potencia igual a:

$$\Delta P\% = 0,01$$

La pérdida de potencia, es despreciable, por la misma razón expuesta en el apartado anterior.

2.4 Intensidad de cortocircuito

Las intensidades de cortocircuito en la MCH que se pueden dar en los diferentes niveles de tensión de la instalación (400 V, 6.000 V, 20.000 V) son los siguientes:

- Embarrado 20 kV
 1. Hipótesis turbinas paradas:
 - Opción 1: Instalación conectada a la red de Iberdrola.

Esta conexión a la red de Iberdrola sólo se dará en los casos donde no estén funcionando ninguna de las dos turbinas, y, además, el alimentador principal que es Valdentaes no esté disponible.

Para este caso, los datos de los que se dispone por parte de compañía son:

Icc (A)	Trif.	Monof.
Max	832	500
Min	788	227

Por lo tanto, la potencia de cortocircuito será:

$$S_{cc} = V \cdot I_{cc} \cdot \sqrt{3} = 28,78 \text{ MVA}$$

Considerando que la distancia entre el punto de conexión con Iberdrola y la MCH es de aproximadamente 620 metros, divididos en 3 tramos (150 mm Al, 95 mm Al, LA-56), la máxima intensidad de cortocircuito en la MCH será muy pequeña.

- Opción 2: Instalación conectada a la red de CYII (alimentador Valdentaes)

Se considera que la red de CYII es más débil que la red de Iberdrola, por lo que la intensidad de cortocircuito aportada es menor que en el caso de conexión con Iberdrola.

2. Hipótesis de turbinas funcionando

Para este caso, no tenemos datos de la intensidad de cortocircuito aportada por los generadores de las turbinas.

Teniendo en cuenta que no hay embarrado común de 6 kV, sino que la salida de cada generador se conecta directamente a cada uno de los transformadores de potencia 6/20 kV de 2.000 kVA, se puede considerar que la máxima intensidad de cortocircuito en el embarrado de 20 kV proveniente de un eventual fallo en las turbinas, será únicamente de una de ellas, no la suma de la intensidad de cortocircuito de ambas.

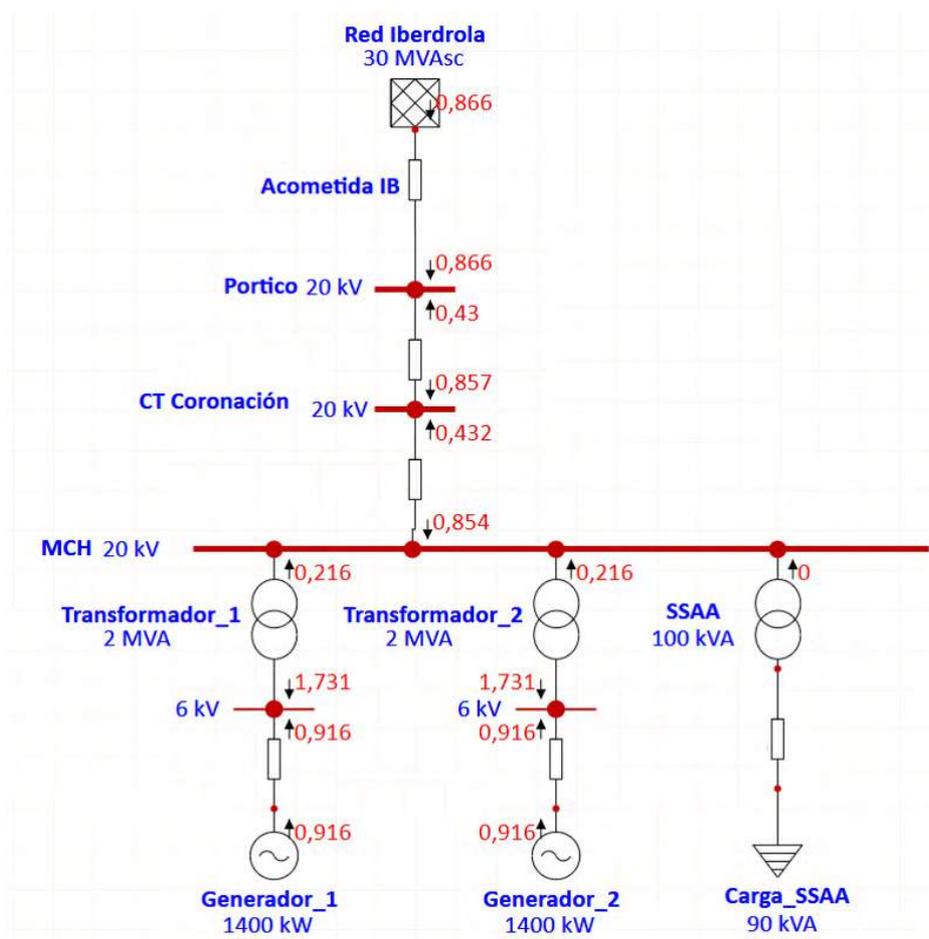
- Embarrado 6 kV

La parte de la instalación cuyo nivel de tensión es de 6 kV corresponde únicamente a la conexión que se efectúa entre el alternador de cada turbina con su transformador elevador de tensión 6/20 kV correspondiente (no existe embarrado común de 6 kV).

- Embarrado 400 V

Se considera despreciable la intensidad de cortocircuito que puede llegar a BT, teniendo en cuenta que ya en el embarrado de 20 kV se ha mencionado que estas intensidades serán relativamente bajas.

- Resultado del cálculo de las intensidades de cortocircuito con el software ETAP:



3. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

Se describen a continuación las características técnicas de la instalación eléctrica de baja tensión de la minicentral hidroeléctrica de El Atazar.

La tensión nominal de utilización será de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro. La distribución de energía eléctrica se realizará en circuito trifásico con neutro. La frecuencia nominal es de 50 Hz.

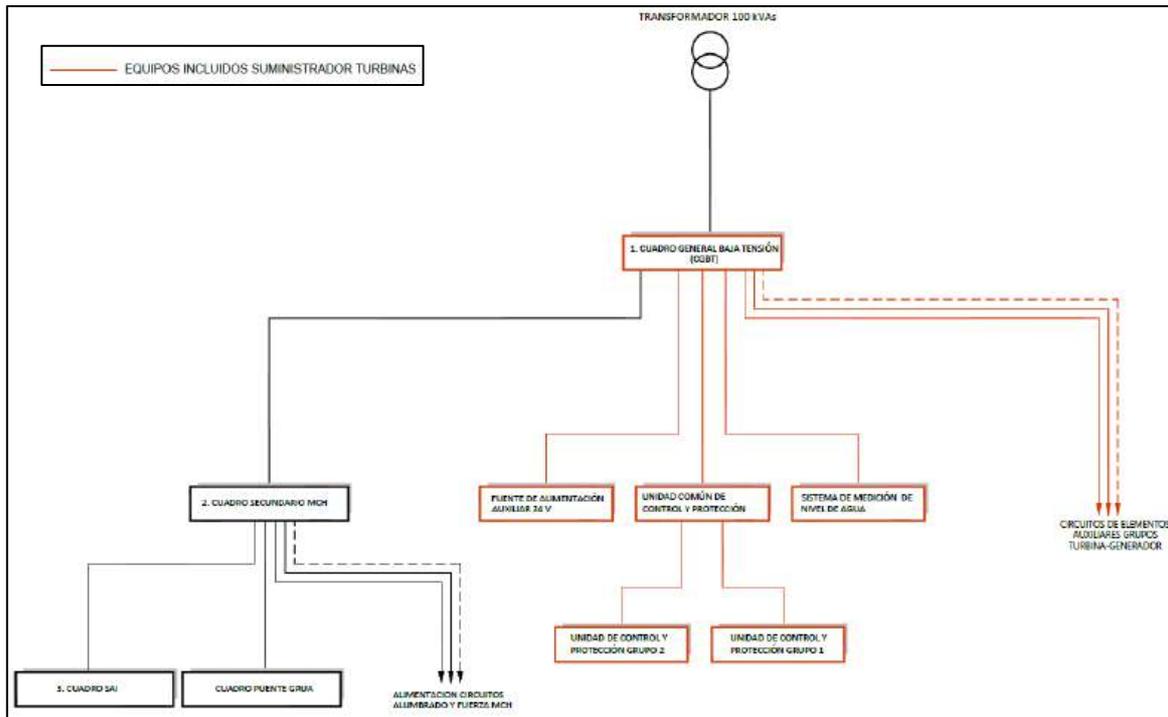
3.1 Reglamento y disposiciones consideradas

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT.
- Norma UNE-EN 12464-1:2003, Iluminación de los lugares de Trabajo, Parte 1: Lugares de Trabajo en Interiores.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de la Compañía Suministradora
- Especificaciones Técnicas de Canal de Isabel II para todos los elementos de la instalación.

3.2 Esquema general de baja tensión

El esquema de funcionamiento previsto para la baja tensión consiste en que el cuadro general de baja tensión (CGBT) asociado al suministro de las turbinas el que alimente al cuadro secundario de la minicentral (CS MCH) y este a su vez al resto de cuadros y servicios auxiliares de la minicentral.

La siguiente imagen muestra el esquema general para la baja tensión de la instalación:



3.3 Potencia

La potencia total instalada es de 88,35 kW mientras que la potencia demanda es de 59,63 kW.

A continuación, se muestran el resumen de las potencias de la instalación, por tipo de instalación:

Tipo	Potencia instalada (kW)	Coefficiente Simultaneidad	Potencia demandada (kW)
Alumbrado	3,94	0,9	3,54
Tomas de corriente	10,00	0,40	4
Fuerza	74,41	0,70	52,09
Total	88,35		59,63

Por su parte la potencia instalada dependiente de cada cuadro considerando en el esquema unifilar es:

Cuadro	Potencia instalada (kW)
CGBT MCH	88,35
Cuadro secundario MCH	59,14
Cuadro puente grúa	14
Cuadro SAI	14

3.4 Descripción de la minicentral

Se trata de un nuevo edificio, minicentral Hidroeléctrica (MCH) para el aprovechamiento energético del vertido del caudal ecológico de la presa. Para ello se instalarán dos turbinas de 1330 kW y dos generadores 1400 kVA a 6 kV. En la MCH se instalarán 2 transformadores secos de tensión de 2000 kVA que transformarán la energía generada 6kV/20 kV para su vertido a la red de distribución de media tensión. Además, habrá un tercer transformador de 100kVA 20/0,42kV para alimentar los servicios auxiliares de baja tensión de la MCH. El edificio contendrá todos los elementos mencionados, las celdas de protección y una pequeña oficina que servirá de sala de control.

Además, tendrá una única entrada, y constará de planta baja y la zona donde se ubican las turbinas que se situarán por debajo del nivel del suelo, dentro del hueco existente en el cuenco amortiguador de la presa.

3.5 Instalaciones de enlace

3.5.1 Equipos de medida

El equipo de medida toma señal de tensión y corriente de la celda de medida en media tensión.

3.5.2 Línea general de alimentación

La línea general de alimentación partirá de bornes del transformador de servicios auxiliares hasta el cuadro general de baja tensión, mediante canalización en bandeja.

Dicha línea está compuesta por una línea de $(4 \times 70) + 35 \text{ mm}^2$ Cu conductores unipolares de tipo RZ1-K (AS), tensión de aislamiento 0,6/1 kV.

Las dimensiones y el trazado de los tubos se encuentran reflejados en el plano de canalizaciones y cuadros. Se exponen a continuación las principales características:

- La longitud de la línea de alimentación general es de aproximadamente 20 metros.
- Las canalizaciones serán bandejas libres de halógenos de 60 x 100 mm.
- Los conductores serán unipolares de cobre, tipo RZ1-K (AS), tensión de aislamiento 0,6/1 kV.
- Los tubos protectores serán tubos corrugados de interior liso y exterior corrugado color rojo de polietileno alta densidad.
- Para la conexión de equipos de energía reactiva, junto al armario del cuadro general de baja tensión, se instalará una batería de condensadores según ET-BC-002 con compensación automática estándar para 40 kVAR de potencia reactiva, de 4 escalones con una relación de potencia entre condensadores de 1:2:2:2, para alimentación trifásica a 400 V de tensión y 50 Hz de frecuencia, compuesta por armario metálico con grado de protección IP 54, de 460x230x930 mm.

A continuación, se resume el cálculo de las baterías de condensadores:

Datos de partida	
Cos f inicial	0,80
Cos f final	1,00
Pot sim (P)	57,63

Potencias	Inicio	Compensado
Pot reactiva -Q - (kVAr)	44,72	4,72
Pot aparente -S - (kVA)	74,54	59,82

Pot bat. Cond. (kVAr)	44,72
-----------------------	-------

SELECCIÓN	
Núm. en paralelo	1
Bat condens. (kVAr)	40
Potencia Total (kVAr)	40
Cos f final - Recalculado	0,997

3.6 Descripción de la instalación interior

3.6.1 Cuadro general de distribución

El Cuadro General de Baja Tensión (CGBT), será el suministrado por la empresa proveedora de turbinas. El transformador de 100 kVA 0,4/ 20kV alimenta directamente a este cuadro. De este cuadro salen los circuitos que alimentan los aparatos y elementos internos necesarios para el funcionamiento de las turbinas, así como sus cuadros internos de control y protección.

Por otro lado, de este cuadro general, sale un circuito para alimentar al subcuadro para los servicios auxiliares de la minicentral hidráulica.

El cuadro general de baja tensión estará ubicado en la sala técnica en planta baja. La ubicación exacta aparece representada en el plano de canalizaciones y cuadros.

3.6.2 Cuadro Secundario de baja tensión

Del cuadro general de baja tensión, CGBT, se alimentará el cuadro de servicios auxiliares de la minicentral que hemos denominado "Cuadro Secundario MCH". Este cuadro alimenta los circuitos de alumbrado y fuerza del edificio de la minicentral hidráulica, así como el circuito que alimenta al cuadro que alimenta el puente grúa y el cuadro de los circuitos que alimenta el SAI.

El cuadro general de baja tensión estará ubicado en la sala técnica en planta baja, junto al resto de cuadros. El tipo de protecciones, calibre, poder de corte se puede ver en los esquemas unifilares correspondientes. La ubicación exacta aparece representada en el plano de canalizaciones y cuadros.

Para todos estos cuadros se tendrán en cuenta las siguientes características:

- Borneros para conexión del sistema de control de iluminación.
- Los armarios y cuadros de protección estarán compuestos por envolvente de chapa de acero, y por envolvente de material autoextinguible en el caso de cuadros pequeños.
- Los cuadros de protección se instalarán en recintos cerrados donde el público no tenga acceso. En el caso que se instalen cuadros de protección en zonas accesibles, éstos estarán dotados de cerradura.
- Los cuadros de protección tendrán todo el cableado de la aparamenta realizado con cables libres de halógenos y estarán totalmente rotulados, incluyendo una placa en la puerta con su identificación y el triángulo de riesgo eléctrico. En su interior se incluirá una bolsa porta planos para el esquema unifilar.

La concepción deberá permitir un mantenimiento fácil por lo que tanto el fondo como el techo y las paredes laterales se podrán extraer como elementos separados. Permitiendo, además, la ampliación por extensión de sus armaduras, sin perder continuidad al poder suprimir la pared lateral de que se trate y atornillar una nueva armadura cuando sea necesario.

Características eléctricas

La envolvente del cuadro deberá estar construida de chapa de acero de espesor 1mm de color blanco marfil (RAL 9001), con tratamiento por cataforesis más polvo de epoxy poliéster, polimerizado en caliente.

El Armario será de construcción funcional, formado por conjuntos de aparamenta que comprende todos los elementos mecánicos y eléctricos que contribuyen a la ejecución de una sola función (unidad funcional), interconectadas eléctricamente para la ejecución de sus funciones.

Conformidad con las normas

Deberá ser conforme a las siguientes normas:

- CEI 60.439-1
- CEI 60.529
- UNE-EN 60.439-1
- EN 50102

Características eléctricas

- Tensión asignada de empleo: 1.000 V
- Tensión asignada de aislamiento: 1.000 V
- Intensidad asignada de empleo (In): 630 A
- Corriente asignada de cresta admisible (Ipk): 53 kA

- Corriente asignada de corta duración admisible (I_{cw}): 25 kA ef/1 seg
- Frecuencia: 50/60 Hz
- Ejecución con puerta plena

Las protecciones y constitución de los distintos cuadros se indican en los esquemas unifilares recogidos en el documento nº2 del presente proyecto.

Cuadros secundarios y composición

Los cuadros de protección de la instalación y su ubicación son los que se muestran en la siguiente tabla:

Código Unifilar	Denominación	Localización
1	Cuadro secundario MCH	Zona central PB edificio
2	Cuadro SAI	Oficina
F4	Cuadro puente grúa	Junto a la entrada de la MCH (a confirmar en obra)

La ubicación exacta de los mismos está representada en el plano de canalizaciones y cuadros.

Sistema de instalación

El cableado desde el cuadro secundario de la MCH al resto de cuadros y receptores de alumbrado, fuerza y otros usos se realizará con cable 0,6/1 kV de tensión de trabajo, aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina ignífuga designación RZ1-K (AS), no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida y resistencia al fuego categoría PH 90, cuyas características vienen especificadas en la UNE-EN 21123-4,5 y UNE EN 50200.

Como regla general, el cableado desde las cajas de derivación a cada uno de los puntos de consumo de alumbrado y receptores de otros usos se realizará con cable 0,6/1 KV de tensión de trabajo, aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina ignífuga designación RZ1-K (AS), del tipo no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

Para los receptores de alumbrado, otros usos y fuerza de servicios de seguridad no autónomos o circuitos con fuentes autónomas centralizadas tales como grupo contra incendios, etc. se empleará cable 0,6/1 kV de tensión de trabajo, aislamiento especial de silicona y cubierta termoplástico de poliolefina ignífuga designación SZ1-K (AS+), del tipo no propagadores del incendio con emisión de humos, opacidad reducida y resistencia al fuego categoría PH 90, cuyas características vienen especificadas en la UNE-EN 21123-4,5 y UNE EN 50200.

Los cables tienen el aislamiento o cubierta de color verde (AS) ó naranja (AS+), todos iguales.

Los conductores se marcarán con la letra de fase y circuito, tanto a la entrada, como a la salida de los interruptores automáticos de cualquier aparato de corte, y en las cajas de conexión.

La distribución se efectuará en el interior de tubos protectores dispuestos superficialmente, enterrados, empotrados o en bandeja.

Para canalizaciones empotradas se empleará el tubo flexible LHC libre de halógenos, cuyas características vienen especificadas en la UNE EN 50086-2-2.

Para canalizaciones en superficie se empleará el tubo rígido blindado enchufable con manguito LHR libre de halógenos, cuyas características vienen especificadas en la UNE EN 50086-2-1.

La bandeja empleada en canalizaciones vistas y canalizaciones por falso techo se realizará con bandeja de chapa de acero galvanizada en caliente perforada con tapa.

Descripción: longitud, sección y diámetro del tubo

Los diámetros interiores nominales mínimos, en milímetros, para los tubos protectores en función del número clase y sección de los conductores que han de alojar, se indican en las tablas 2, 5, 7, 9 de la ITC-BT-21.

- En la tabla 2, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección interior será como mínimo igual a 2,5 veces la sección ocupada por los conductores.
- En la tabla 5, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección interior será como mínimo igual a 3 veces la sección ocupada por los conductores.
- En la tabla 7, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección interior será como mínimo igual a 4 veces la sección ocupada por los conductores.

Número de circuitos, destinos y puntos de utilización de cada circuito

El número de circuitos, potencia, denominación, así como los destinos y puntos de utilización vienen reflejados en el apartado 2.10.3 Potencia total instalada y demandada.

Conductor de protección

Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos.

La sección mínima de estos conductores será igual a la fijada por la tabla II en función de la sección de los conductores de fase de la instalación (ITC-BT-19).

3.6.3 Clasificación y características de las instalaciones según riesgo de las dependencias de los locales

La sala de turbinas estará clasificada como “locales húmedos conforme a la ITC-BT-30.

3.6.4 Características de la instalación

En función de la zona de instalación la ejecución se efectuará en el interior de tubos protectores dispuestos superficialmente o empotrados y/o en bandeja.

- Las bandejas empleadas en las canalizaciones eléctricas aéreas vistas, serán metálicas de acero galvanizada en caliente perforada con tapa. Las bandejas se dimensionarán para garantizar un 20% de espacio de reserva. Estarán unidas a tierra mediante conductor de cobre desnudo de 35 mm grapado a la bandeja, garantizando la continuidad.
- En las canalizaciones subterráneas se emplearán tubos de polietileno de alta densidad PE-AD.

Las secciones utilizadas serán como mínimo las siguientes:

- 1,5 mm² para todos los circuitos de alimentación de alumbrado y 2,5 mm² para todos los circuitos de alimentación de las tomas de corriente para otros usos.

Para conductores con aislamiento de 1.000 V, las secciones serán las indicadas en las ITC-BT-06,07.

3.6.5 Receptores. Descripción de las condiciones reglamentarias que le afecten

- Como prescripciones generales, será de aplicación la ITC-BT-43.
- Para los receptores de alumbrado les será de aplicación la ITC-BT-44.
- A los aparatos de caldeo les será de aplicación la ITC-BT-45.
- A los motores les será de aplicación la ITC-BT-47.
- A transformadores y condensadores se les aplicara la ITC-BT-48.

3.6.6 Iluminación

El estudio de iluminación se ha realizado teniendo en cuenta los criterios de Canal Isabel II.

La instalación de alumbrado está basada en las luminarias que se especifican y distribuyen en los planos correspondientes.

Se ha requerido de manera necesaria la inclusión de referencias comerciales para el desarrollo detallado del estudio de iluminación, sin perjuicio de que tengan que ser estos equipos los escogidos para la ejecución de la iluminación. El contratista deberá validar el estudio de iluminación con los modelos de luminarias finalmente escogidos, y siempre cumpliendo con las Especificaciones Técnicas de Canal de Isabel II

En zonas que requieran protección frente al polvo o agua se instalarán como mínimo luminarias estancas en superficie con grado de protección IP54 o empotradas con grado de protección IP44.

Las luminarias fijas o portátiles deberán incluir en su marcado la tensión nominal, frecuencia nominal, potencia máxima y tipo de lámpara que puede ser utilizada.

3.6.7 Fuerza, maniobra y protecciones

El sistema elegido para el encendido del alumbrado será mediante interruptores simples y conmutados según zonas.

La maniobra de puesta en marcha y paro de los extractores de ventilación se realizará en automático a través de señales de 2 termostatos ubicados en la sala, calibrados escalonadamente.

Tomas de corriente

Se dispondrá de tomas de corriente de diferentes tipos:

- Tomas schuko de 16 A/250V.
- Tomas schuko de 16 A/250V. IP44
- Tomas schuko de 16A/250V. IP55.
- Toma de corriente industrial 3P+N+T 16A 380-415V, IP44 IK08.

Se colocarán empotradas o de superficie, según las necesidades de cada sala.

Aparatos de maniobra y protección

En el cuadro de protección secundario MCH se instalarán todos los dispositivos de protección, como disyuntores magnetotérmicos, relés diferenciales e interruptores diferenciales de sensibilidad 30, 300, algunos de ellos superinmunizados y regulables en sensibilidad y tiempo.

También se instalarán sobre carril DIN todos los módulos de control de iluminación, maniobra y protección de motores (interruptor crepuscular, interruptores horarios, contactores, disyuntores, etc).

Sistema de protección contra contactos indirectos

El sistema de protección elegido frente a los contactos indirectos es el de puesta a tierra de las masas y empleo de interruptores diferenciales, teniendo en cuenta que la alimentación se realiza desde un transformador propio cuyo punto neutro está directamente unido a tierra. El sistema de puesta a tierra se justifica más adelante en un apartado específico.

Los interruptores diferenciales provocan el corte automático de tensión, cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor al menos igual a la sensibilidad del aparato.

El valor mínimo de la intensidad de defecto a partir del cual el interruptor debe abrir automáticamente en un tiempo conveniente (inferior a 0,2 segundos) la instalación a proteger determina el valor máximo que tendrá la sensibilidad del aparato de forma que la máxima tensión de contacto sea inferior a 50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos.

Los interruptores diferenciales deberán resistir la corriente de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de la instalación, de no ser así, estarán protegidos con cortacircuitos fusibles adecuados, y, además, responderán a las características que señala la Instrucción ITC-BT-24.

Todos los circuitos, tanto de alumbrado, como de fuerza motriz, llevarán el correspondiente circuito de toma de tierra.

Las luminarias, llevarán este conductor atornillado a su chasis y bancada metálica. Además de este circuito de tierra, se usarán los interruptores diferenciales que abren un circuito cuando la corriente de defecto llegue a un límite preestablecido.

En la cabecera de las líneas de alumbrado y otros usos se colocarán interruptores automáticos diferenciales instantáneos de clase AC de 30 mA de sensibilidad de disparo ante una corriente de defecto.

En la cabecera de las líneas de fuerza se colocarán interruptores automáticos diferenciales instantáneos de clase AC de 300 mA ó selectivos en sensibilidad y tiempo de 300 mA de sensibilidad de disparo ante una corriente de defecto.

Identificación de los conductores

Los conductores a emplear serán de los siguientes tipos:

- Cables de tensión de servicio 600/1.000 V y de tensión de ensayo 3.500 V. Este tipo de cables será no propagador del incendio, libre de halógenos, de reducida toxicidad y baja emisión de humos (Marcado RZ1-K 0,6/1kV AS).
- Cables de tensión de servicio 600/1.000 V y de tensión de ensayo 3.500 V. Este tipo de cables será no propagador del incendio, libre de halógenos, de reducida toxicidad y baja emisión de humos y resistencia al fuego categoría PH 90 (Marcado SZ1-K 0,6/1kV AS+).

Los conductores se marcarán con la letra de fase, tanto a la entrada, como a la salida de los interruptores automáticos de cualquier aparato de corte, y en las cajas y arquetas de conexión.

Se identificarán de la siguiente manera:

- Conductor de fase: marrón, negro o gris
- Conductor neutro: azul claro
- Conductor de tierra: amarillo y verde

3.7 Suministros complementarios

Habrá un SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida) ubicado en la sala oficina de la MCH para el accionamiento de motorización de interruptores e interruptores automáticos de las celdas, disyuntores automáticos, alimentación de relés de protección de media tensión y cuadro de alarmas, armario de PLC e instrumentación asociada.

El SAI será según las ET de Canal Isabel II ETE-SAI-001 de entrada trifásica y salida trifásica + neutro, tecnología VFI (On-line Doble Conversión) de 15kVA (15kW) de potencia mínima, formado por:

- Dos rectificadores-cargadores.
- Dos Onduladores-inversores.
- By-pass estático.
- By-pass de mantenimiento.
- Sistema de control a microprocesador.
- Baterías 10-12 años vida media. Tecnología: AGM (electrolito absorbido en el separador). Baterías Autonomía mínima de 82,76kW.h (6897Ah a 12V).
- Protección Eléctrica Disyuntor Curva "D" de 32 Amperios.
- Disipación de calor máxima del SAI: 1050W: Rendimiento mínimo del equipo del 96% en modo VFI (On Line Doble Conversión).

3.8 Alumbrados de emergencia

El alumbrado de seguridad estará constituido por bloques autónomos empotrados y estancos, IP44 e IP66, 1 hora autonomía, con lámpara fluorescente LED y distribuidas según se indica en el plano de alumbrado de emergencia. El flujo luminoso será de 1023 y 350 lúmenes aproximadamente.

En rutas de evacuación, deberá proporcionar a nivel del suelo y en el eje de los pasillos principales, una iluminancia mínima de 1 lux. En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios (extintor, pulsador) y cuadros de distribución, la iluminancia mínima será de 5 lux.

Entrará en funcionamiento automáticamente cuando falte el suministro normal, o cuando fallen los alumbrados generales por averías y por disparo de las protecciones, o cuando la tensión baje al 70 % de su valor normal.

Se instalarán en salidas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas (puertas, pasillos, escaleras, equipos de protección contra incendios, vestíbulos, etc.), en el cuadro general de baja tensión, en puertas y en los lugares adecuados para iluminar parte de los mismos.

Cumplirá con las funciones de alumbrado ambiental, alumbrado de circulación y alumbrado de reconocimiento de obstáculos.

El criterio para la colocación de estas luminarias según Canal Isabel II es el siguiente:

- Dotación: de 5 lúmenes/m² a nivel de suelo.
- Uniformidad media 40%
- Además se colocará una luminaria junto a cada extintor

3.9 Cálculos justificativos

Para los cálculos justificativos se debe considerar la selectividad entre interruptores para evitar disparos no deseados de protecciones aguas arriba, se tendrá en cuenta la coordinación de protecciones para ajustar los poderes de corte y para la protección y maniobra de motores se emplearán disyuntores magnetotérmicos y contactores.

3.9.1 Tensión nominal y caída de tensión máxima admisibles

La tensión nominal de utilización será de 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro.

La sección de los conductores a utilizar se determinará de manera que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 5% para la instalación de fuerza y del 3% para la del alumbrado. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

3.9.2 Fórmulas utilizadas

3.9.2.1 Intensidad

Para el cálculo de la intensidad se utilizarán las siguientes fórmulas.

Distribuciones monofásicas

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi}$$

Donde:

- I = Intensidad de corriente (A)
- P = Potencia activa (W)
- U = Tensión entre fase y neutro (230V)
- $\cos \varphi$ = Factor de potencia

Distribuciones trifásicas

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Siendo:

- U = Tensión entre fases (400 V)

3.9.2.2 Caída de tensión

Para el cálculo por caída de tensión

En líneas monofásicas

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot S \cdot U}$$

Siendo:

- U = Tensión entre fase y neutro

En líneas trifásicas

$$e = \frac{P \cdot L}{K \cdot S \cdot U}$$

Siendo:

- e = caída de tensión (V)
- S = sección del conductor (mm²)
- L = longitud de la canalización (m)
- K = conductividad (Cu = 56)
- U = tensión entre fases

3.9.3 Potencias

3.9.3.1 Relación de receptores de alumbrado y fuerza con indicación de su potencia eléctrica (kW)

Tag	Nombre de la Carga	Mono /trif	Tensión nominal	Potencia instalada	Factor potencia	Factor de simut.	Factor de utilización	Potencia absorbida (eléctrica)		
		M/T	V	W	cos (φ)	(x100)%	(x100)%	kW	kVAr	kVA
1. CUADRO GENERAL BAJA TENSION (CGBT)										
C1	Motor Grupo de regul. Grupo 1	T	400	2200,00	0,8	1	0,7	1,54	1,16	1,93
C2	Resist. Grupo de regul. Grupo 1	T	400	1000,00	0,8	1	0,7	0,70	0,53	0,88
C3	Motor Grupo de regul. Grupo 2	T	400	2200,00	0,8	1	0,7	1,54	1,16	1,93
C4	Resist. Grupo de regul. Grupo 2	T	400	1000,00	0,8	1	0,7	0,70	0,53	0,88
C5	Motores filtros y válvulas esq. Refrig.	T	400	540,00	0,8	1	0,7	0,38	0,28	0,47
C6	Bomba sumergible pozo de achique 1	T	400	5100,00	0,8	1	0,7	3,57	2,68	4,46
C7	Bomba sumergible pozo de achique 2	T	400	5100,00	0,8	1	0,7	3,57	2,68	4,46
C8	Grupo de lubric. Bomba Grupo 1	M	230	735,00	0,8	1	0,7	0,51	0,39	0,64

Tag	Nombre de la Carga	Mono /trif	Tensión nominal	Potencia instalada	Factor potencia	Factor de simut.	Factor de utilización	Potencia absorbida (eléctrica)		
		M/T	V	W	cos (φ)	(x100)%	(x100)%	kW	kVAr	kVA
C9	Grupo de lubric. Resist. Grupo 1	T	400	1000,00	0,8	1	0,7	0,70	0,53	0,88
C10	Gen.Caja de aux. Resist.s de caldeo Grupo 1	M	230	1200,00	0,8	1	0,7	0,84	0,63	1,05
C11	Gen.sist. de excitación Resist. Grupo 1	M	230	100,00	0,8	1	0,7	0,07	0,05	0,09
C12	Gen.sist. de excitación Transf. Grupo 1	T	400	2000,00	0,8	1	0,7	1,40	1,05	1,75
C13	Grupo de lubric. Bomba Grupo 2	M	230	735,00	0,8	1	0,7	0,51	0,39	0,64
C14	Grupo de lubric. Resist. Grupo 2	T	400	1000,00	0,8	1	0,7	0,70	0,53	0,88
C15	Gen.Caja de aux. Resist.s de caldeo Grupo 2	M	230	1200,00	0,8	1	0,7	0,84	0,63	1,05
C16	Gen.sist. de excitación Resist. Grupo 2	M	230	100,00	0,8	1	0,7	0,07	0,05	0,09
C17	Gen.sist. de excitación Transf.Grupo 2	T	400	2000,00	0,8	1	0,7	1,40	1,05	1,75
	FUENTE DE ALIMENTACIÓN AUXILIAR 24 V	M	230	500,00	0,8	1	0,7	0,35	0,26	0,44
	UNIDAD COMÚN DE CONTROL Y PROTECCIÓN	M	230	1000,00	0,8	1	0,7	0,70	0,53	0,88
	SISTEMA DE MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA	M	230	500,00	0,8	1	0,7	0,35	0,26	0,44
2.CUADRO SECUNDARIO MCH										
A1	Alumbrado transformadores y celdas	M	230	408,00	0,9	1	1	0,41	0,20	0,45
E1	Emergencias 1	M	230	500,00	0,9	1	1	0,50	0,24	0,56
A2	Alumbrado zona servicio eléctrico	M	230	527,00	0,9	1	1	0,53	0,26	0,59
E2	Emergencias 2	M	230	500,00	0,9	1	1	0,50	0,24	0,56
A3	Alumbrado zona turbinas 1	M	230	252,00	0,9	1	1	0,25	0,12	0,28
E3	Emergencias 3	M	230	500,00	0,9	1	1	0,50	0,24	0,56
A4	Alumbrado zona turbinas 2	M	230	252,00	0,9	1	1	0,25	0,12	0,28
E4	Emergencias 4	M	230	500,00	0,9	1	1	0,50	0,24	0,56
A5	Alumbrado Exterior	M	230	500,00	0,9	1	1	0,50	0,24	0,56
O1	Toma de corriente oficina	M	230	2000,00	0,8	1	0,4	0,80	0,60	1,00
O2	Toma de corriente generales	M	230	2000,00	0,8	1	0,4	0,80	0,60	1,00
O3	Toma de corriente industrial	M	230	6000,00	0,8	1	0,4	2,40	1,80	3,00
F1	Clima oficina	M	230	1200,00	0,8	1	0,7	0,84	0,63	1,05
F2	Bomba achique	M	230	2000,00	0,8	1	0,7	1,40	1,05	1,75
F3	Valvula de compuerta	M	230	2000,00	0,8	1	0,7	1,40	1,05	1,75
F4	CS Puente grua	T	400	14000,00	0,8	1	0,7	9,80	7,35	12,25
F5	Ventilador 1	T	400	5500,00	0,8	1	0,7	3,85	2,89	4,81
F6	Ventilador 2	T	400	5500,00	0,8	1	0,7	3,85	2,89	4,81
3.CUADRO SAI										
S1	Cuadro de alarmas	M	230	2000,00	0,8	1	0,7	1,40	1,05	1,75
S2	Rack comunicaciones	M	230	2000,00	0,8	1	0,7	1,40	1,05	1,75
S3	Cuadro control del sistema antivertido	M	230	2000,00	0,8	1	0,7	1,40	1,05	1,75
S4	Valvula Howell	M	230	2000,00	0,8	1	0,7	1,40	1,05	1,75
S5	Compuerta canal de descarga	M	230	2000,00	0,8	1	0,7	1,40	1,05	1,75

Tag	Nombre de la Carga	Mono /trif	Tensión nominal	Potencia instalada	Factor potencia	Factor de simult.	Factor de utilización	Potencia absorbida (eléctrica)		
		M/T	V	W	cos (φ)	(x100)%	(x100)%	kW	kVAr	kVA
S6	Maniobra celdas	M	230	2000,00	0,8	1	0,7	1,40	1,05	1,75
S7	Cuadro PLC MCH	M	230	2000,00	0,8	1	0,7	1,40	1,05	1,75
S8	Caudalímetro caudal turbinado	M	230	500,00	0,8	1	0,7	0,25	0,26	0,44
S9	Caudalímetro	M	230	500,00	0,8	1	0,7	0,35	0,26	0,44
TOTAL								59,68	43,71	73,97

3.9.3.2 Potencia total prevista

Se aplican los siguientes coeficientes de simultaneidad respecto a la potencia instalada, siendo la potencia total instalada 88,35 kW y la potencia demandada 59,68 kW.

Tipo	Potencia instalada (kW)	Coefficiente Simultaneidad	Potencia demandada (kW)
Alumbrado	3,94	0,9	3,54
Tomas de corriente	10,00	0,40	4
Fuerza	74,41	0,70	52,09
Total	88,35	-	59,63

3.9.3.3 Potencia máxima admisible

La potencia máxima prevista de la instalación viene limitada por el interruptor automático general del CGBT, siendo de 160A, 40 kA $I_r = 1 \times I_n$ obteniendo una potencia máxima instantánea de 88,68 KW.

3.9.4 Cálculos luminotécnicos

Se ha requerido de manera necesaria la inclusión de referencias comerciales para el desarrollo detallado del estudio de iluminación, sin perjuicio de que tengan que ser estos equipos los escogidos para la ejecución de la iluminación. El contratista deberá validar el estudio de iluminación con los modelos de luminarias finalmente escogidos, y siempre cumpliendo con las Especificaciones Técnicas de Canal de Isabel II.

Los estudios luminotécnicos de alumbrados interior y exterior según normas de seguridad y salud en el trabajo (nivel luminoso y uniformidad):

- Alumbrado exterior:

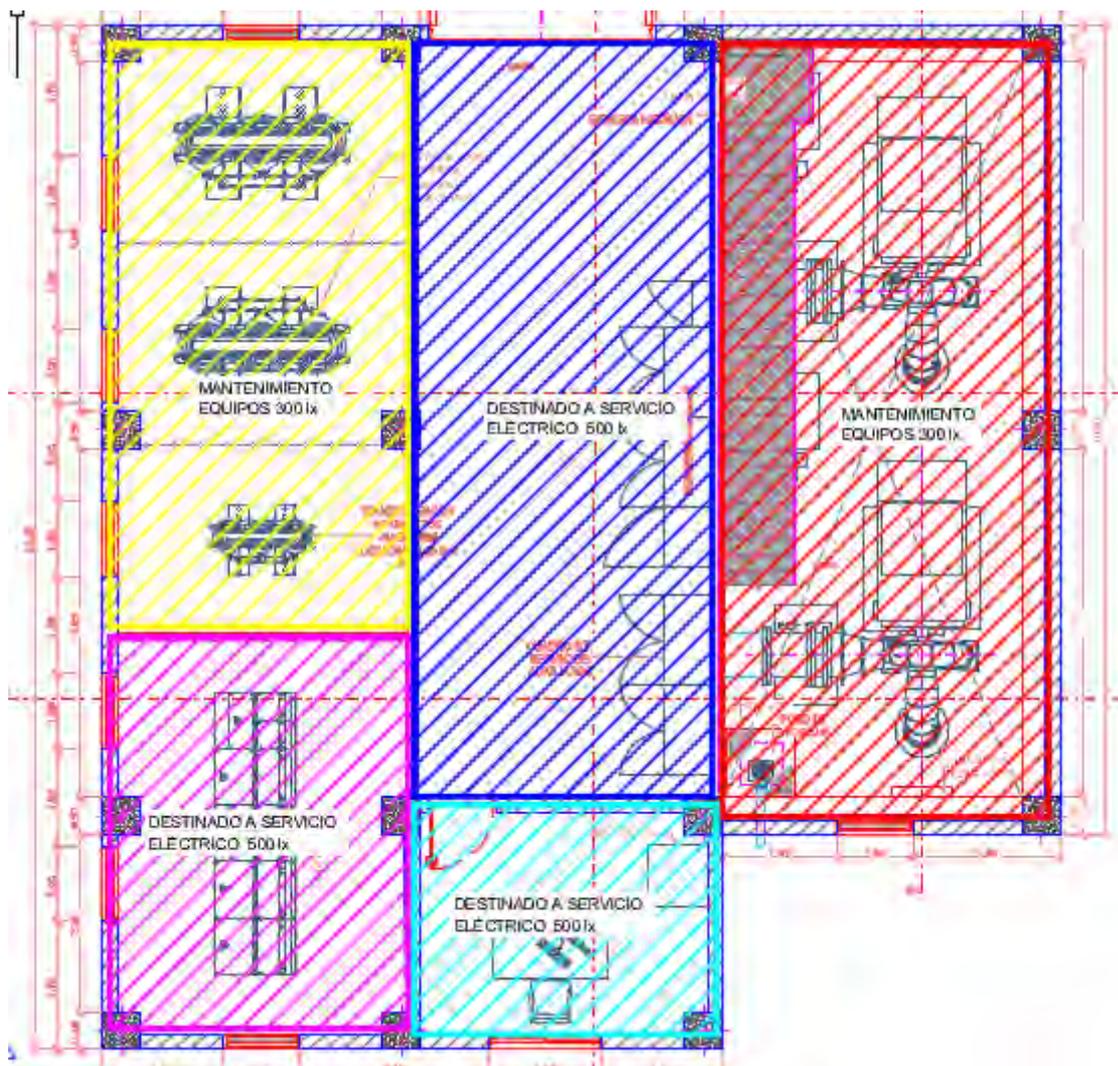
- Viales: Iluminación media (20) lux y uniformidad media (40 %).
- Zonas de equipos: Iluminación media (75) lux en escaleras y (50) lux en resto de zonas. Uniformidad media (50 %).

- Alumbrado interior:

- Edificio de control: Nivel mínimo de iluminación (400) lux a nivel del suelo.
- Edificios industriales: Nivel mínimo de iluminación (200) lux a nivel de suelo, discriminando:
 - Zonas de operación y mantenimiento de equipos (300) lux.
 - Salas destinadas al servicio eléctrico (500) lux.
 - Emergencias: Nivel mínimo de iluminación (5) lux a nivel del suelo.
 - Uniformidad media (40%).

Para el cálculo de la iluminación interior de los distintos locales de uso indeterminado se ha empleado el programa Dialux 4.1 con las fotometrías del fabricante de las luminarias empleadas.

Los niveles de iluminación media serán los siguientes:



Con todo ello y el método citado anteriormente se obtiene la distribución de luminarias que aparece en los planos de luminarias y mecanismos.

Para el alumbrado de emergencia se aplica el criterio para la colocación de estas luminarias del Canal Isabel II:

- Dotación: de 5 lúmenes/m² a nivel de suelo.
- Uniformidad media 40%
- Además se colocará una luminaria junto a cada extintor

Como resultado se obtiene la distribución de luminarias que se muestra en los planos de luminarias y mecanismos.

Los resultados y el cálculo justificativo de la iluminación requerida se adjuntan en un apéndice al final del documento.

3.9.5 Cálculos eléctricos: alumbrado y fuerza motriz

3.9.5.1 Cálculo de la sección de los conductores y diámetro de los tubos de canalización a utilizar en la línea de alimentación al cuadro general y secundarios

Esquemas	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Acometida a CGBT	80.00	0.80	20.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 70 + 1 G 35	201.6	144.3	0.38	0.38

1.Cuadro General de Baja Tensión – CGBT										
Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)	
C1-Motor Grupo de regul. Grupo 1	T	2.20	0.80	20.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 2.5	26.1	4.0	0.28	0.67	
C2-Resist. Grupo de regul. Grupo 1	T	1.00	0.80	20.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 2.5	26.1	1.8	0.13	0.51	
C3-Motor Grupo de regul. Grupo 2	T	2.20	0.80	20.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 2.5	26.1	4.0	0.28	0.67	
C4-Resist. Grupo de regul. Grupo 2	T	1.00	0.80	20.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 2.5	26.1	1.8	0.13	0.51	
C5-Motores filtros y válvulas esq. Refrig.	T	0.54	0.80	20.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 2.5	26.1	1.0	0.07	0.45	
C6-Bomba sistema de refrigeración. Grupo 1	T	6.38	0.80	20.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 2.5	26.1	11.5	0.82	1.20	
C7-Bomba sistema de refrigeración. Grupo 2	T	6.38	0.80	20.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 2.5	26.1	11.5	0.82	1.20	
C8-Grupo de lubric. Bomba Grupo 1	M	0.74	0.80	20.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 2.5	29.7	4.0	0.56	0.95	
C9-Grupo de lubric. Resist. Grupo 1	T	1.00	0.80	20.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 2.5	26.1	1.8	0.13	0.51	
C10-Gen.Caja de aux. Resist.s de caldeo Grupo 1	M	1.20	0.80	20.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 2.5	29.7	6.5	0.92	1.31	
C11-Gen.sist. de excitación Resist. Grupo 1	M	0.10	0.80	20.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 2.5	29.7	0.5	0.08	0.46	
C12-Gen.sist. de excitación Transf. Grupo 1	T	2.00	0.80	20.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 2.5	26.1	3.6	0.26	0.64	
C13-Grupo de lubric. Bomba Grupo 2	M	0.74	0.80	20.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 2.5	29.7	4.0	0.56	0.95	

C14-Grupo de lubric. Resist. Grupo 2	T	1.00	0.80	20.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 2.5	26.1	1.8	0.13	0.51
C15-Gen.Caja de aux. Resist.s de caldeo Grupo 2	M	1.20	0.80	20.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 2.5	29.7	6.5	0.92	1.31
C16-Gen.sist. de excitación Resist. Grupo 2	M	0.10	0.80	20.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 2.5	29.7	0.5	0.08	0.46
C17-Gen.sist. de excitación Transf.Grupo 2	T	2.00	0.80	20.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 2.5	26.1	3.6	0.26	0.64
Acometida a CS-1 MCH	T	40.00	0.80	10.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 35 + 1 G 16	129.6	72.2	0.19	0.57

2.Cuadro secundario MCH									
Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
A1-Alumbrado transformadores y celdas	M	0.73	0.90	24.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 1.5	21.6	3.5	1.12	1.69
E1-Emergencias	M	0.90	0.90	23.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 1.5	21.6	4.3	1.32	1.89
A2-Alumbrado zona servicio eléctrico	M	0.95	0.90	20.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 1.5	21.6	4.6	1.21	1.78
E2-Emergencias	M	0.90	0.90	17.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 1.5	21.6	4.3	0.98	1.55
A3-Alumbrado zona turbinas 1	M	0.45	0.90	20.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 1.5	21.6	2.2	0.58	1.15
E3-Emergencias	M	0.90	0.90	20.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 1.5	21.6	4.3	1.15	1.72
A4-Alumbrado zona turbinas 2	M	0.45	0.90	22.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 1.5	21.6	2.2	0.64	1.21
E4-Emergencias	M	0.90	0.90	20.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 1.5	21.6	4.3	1.15	1.72
A5-Alumbrado Exterior	M	0.90	0.90	25.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 1.5	21.6	4.3	1.43	2.01
O1-Toma de corriente oficina	M	2.00	0.80	15.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 2.5	29.7	10.8	1.15	1.72
O2-Toma de corriente generales	M	2.00	0.80	25.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 2.5	29.7	10.8	1.92	2.49
O3-Toma de corriente industrial	T	6.00	0.80	30.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 2.5	23.9	10.8	1.15	1.72
F1-Clima oficina	M	1.50	0.80	15.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 2.5	29.7	8.1	0.86	1.43
F2-Bomba achique	M	2.50	0.80	25.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 2.5	29.7	13.5	2.4	2.97
F3-Valvula de compuerta	M	2.50	0.80	50.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 4	40.5	13.5	2.99	3.56
F4-CS Puente grua	T	14.00	0.80	25.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 10	61.2	25.3	0.55	1.12
F5-Ventilador 1	T	6.88	0.80	15.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 2.5	26.1	12.4	0.66	1.23
F6-Ventilador 2	T	6.88	0.80	15.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 2.5	26.1	12.4	0.66	1.23
Control	M	0.50	0.80	30.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 1.5	21.6	2.7	0.96	1.53
SAI	T	10.00	0.80	10.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	44.1	18.0	0.27	0.84

3.Cuadro SAI									
Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
S1-Cuadro de alarmas	M	2.00	0.80	25.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 2.5	29.7	10.8	1.92	2.76
S2-Rack comunicaciones	M	2.00	0.80	25.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 2.5	29.7	10.8	1.92	2.76
S3-Cuadro control del sistema antivertido	M	2.00	0.80	25.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 2.5	29.7	10.8	1.92	2.76
S4-Valvula Howell	M	2.50	0.80	150.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 10	68.4	13.5	3.5	4.34
S5-Compuerta canal de descarga	M	2.50	0.80	30.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 2.5	29.7	13.5	2.88	3.72
S6-Maniobra celdas	M	2.00	0.80	30.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 2.5	29.7	10.8	2.3	3.14
S7-Cuadro PLC MCH	M	2.00	0.80	25.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 2.5	29.7	10.8	1.92	2.76
S8-Caudalímetro caudal turbinado	M	230	0.80	50.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 2.5	29.7	0.1	0.04	0.61
S9-Caudalímetro	M	0.03	0.80	45.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 2.5	29.7	0.1	0.04	0.61

3.9.5.2 Cálculo de las protecciones a instalar en las diferentes líneas generales y derivadas

Sobrecargas

Con el fin de evitar la sobrecarga en los circuitos eléctricos se instalará interruptores automáticos. Para determinar los parámetros eléctricos de un interruptor automático, tenemos en cuenta los siguientes valores:

- I_u = corriente de trabajo.
- I_c = corriente máxima del conductor según su clase y forma de instalación.
- $I_{máx}$ = corriente máxima demandada por el receptor asociado a la línea.
- $t_{máx}$ = duración de esa intensidad máxima.

Elegida de esta forma la protección cuando por un conducto circula una intensidad superior a la nominal de sus condiciones, la protección térmica asociada a esa línea actúa abriendo la totalidad de sus polos, liberando a la línea de toda carga e impidiendo que un sobrecalentamiento del conductor deteriore los aislamientos.

Cuando la sobre intensidad es debida a un cortocircuito la actuación de la protección magnética abre el interruptor cortando la corriente de la línea y aislando el cortocircuito.

En los planos se da relación de los disyuntores escogidos, su calibrado y capacidad de corte necesaria.

Cortocircuitos

Las protecciones contra cortocircuitos deben interrumpir la corriente antes de que la temperatura del conductor alcance valores que puedan dañar el aislamiento, el conductor, sus soportes o las conexiones.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito se han seguido las directrices de la VDE 0102, partes 1/11.71 y 2/11.75.

Entre fases:

$$I_{cc} = \frac{U_1}{\sqrt{3}} \cdot Z_t$$

Fase y neutro:

$$I_{cc} = \frac{U_f}{2 \cdot Z_t}$$

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- U_1 Tensión compuesta en V
- U_f Tensión simple en V
- Z_t Impedancia total en el punto de cortocircuito en mohm
- I_{cc} Intensidad de cortocircuito en kA

Los dispositivos de protección deberán tener un poder de corte mayor o igual a la intensidad de cortocircuito prevista en el punto de su instalación, y deberán actuar en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por los cables no supere la máxima permitida por el conductor.

Para que se cumpla esta última condición, la curva de actuación de los interruptores automáticos debe estar por debajo de la curva térmica del conductor, por lo que debe cumplirse la siguiente condición:

$$I^2 \cdot t \leq C \cdot \Delta T \cdot S^2$$

Para $0,01 \leq 0,1$ s y donde:

- I Intensidad permanente de cortocircuito en A.
- t Tiempo de desconexión en s.
- C Constante que depende del tipo de material.
- ΔT Sobretemperatura máxima del cable en °C.
- S Sección en mm²

Se tendrá también en cuenta la intensidad mínima de cortocircuito determinada por un cortocircuito fase - neutro y al final de la línea o circuito en estudio.

Dicho valor se necesita para determinar si un conductor queda protegido en toda su longitud a cortocircuito, ya que es condición imprescindible que dicha intensidad sea mayor o igual que la intensidad del disparador electromagnético. En el caso de usar fusibles para la protección del cortocircuito, su intensidad de fusión debe ser menor que la intensidad soportada por el cable sin dañarse, en el tiempo que tarde en saltar. En todo caso, este tiempo siempre será inferior a 5 seg.

Los valores de la corriente de cortocircuito se dan en las siguientes tablas.

Esquemas	Tipo	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
Acometida a CGBT	T	36.0	36.0	2.1 1.8	>= 5 >= 5	0.02 0.02

1. Cuadro General de Baja Tensión – CGBT

Esquemas	Tipo	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
CGBT	T	36.0	36.0	1.9 1.8	>= 5 >= 5	0.02 0.02
C1-Motor Grupo de regul. Grupo 1	T	100.0	100.0	1.9 0.5	< 0.1 0.62	- 0.02
C2-Resist. Grupo de regul. Grupo 1	T	100.0	100.0	1.9 0.5	< 0.1 0.62	- 0.02
C3-Motor Grupo de regul. Grupo 2	T	10.0	7.5	1.9 0.5	< 0.1 0.62	- 0.02
C4-Resist. Grupo de regul. Grupo 2	T	10.0	7.5	1.9 0.5	< 0.1 0.62	- 0.02
C5-Motores filtros y válvulas esq. Refrig.	T	10.0	7.5	1.9 0.5	< 0.1 0.62	- 0.02
C6-Bomba sistema de refrigeración. Grupo 1	T	10.0	7.5	1.9 0.5	< 0.1 0.62	- 0.02
C7-Bomba sistema de refrigeración. Grupo 2	T	10.0	7.5	1.9 0.5	< 0.1 0.62	- 0.02
C8-Grupo de lubric. Bomba Grupo 1	M	20.0	15.0	1.8 0.5	< 0.1 0.62	- 0.02
C9-Grupo de lubric. Resist. Grupo 1	T	10.0	7.5	1.9 0.5	< 0.1 0.62	- 0.02
C10-Gen.Caja de aux. Resist.s de caldeo Grupo 1	M	20.0	15.0	1.8 0.5	< 0.1 0.62	- 0.02
C11-Gen.sist. de excitación Resist. Grupo 1	M	20.0	15.0	1.8 0.5	< 0.1 0.62	- 0.02
C12-Gen.sist. de excitación Transf. Grupo 1	T	10.0	7.5	1.9 0.5	< 0.1 0.62	- 0.02
C13-Grupo de lubric. Bomba Grupo 2	M	20.0	15.0	1.8 0.5	< 0.1 0.62	- 0.02
C14-Grupo de lubric. Resist. Grupo 2	T	10.0	7.5	1.9 0.5	< 0.1 0.62	- 0.02
C15-Gen.Caja de aux. Resist.s de caldeo Grupo 2	M	20.0	15.0	1.8 0.5	< 0.1 0.62	- 0.02
C16-Gen.sist. de excitación Resist. Grupo 2	M	20.0	15.0	1.8 0.5	< 0.1 0.62	- 0.02
C17-Gen.sist. de excitación Transf. Grupo 2	T	10.0	7.5	1.9 0.5	< 0.1 0.62	- 0.02
Acometida a CS-1 MCH	T	10.0	7.5	1.9 1.7	>= 5 >= 5	0.02 0.02

2.Cuadro secundario MCH

Esquemas	Tipo	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
CS-1 MCH	T	36.0	36.0	1.8 1.7	>= 5 >= 5	0.02 0.02
A1-Alumbrado transformadores y celdas	M	20.0	15.0	1.7 0.3	< 0.1 0.73	- 0.02
E1-Emergencias	M	20.0	15.0	1.7 0.3	< 0.1 0.67	- 0.02
A2-Alumbrado zona servicio eléctrico	M	20.0	15.0	1.7 0.3	< 0.1 0.53	- 0.02
E2-Emergencias	M	20.0	15.0	1.7 0.3	< 0.1 0.41	- 0.02
A3-Alumbrado zona turbinas 1	M	20.0	15.0	1.7 0.3	< 0.1 0.53	- 0.02
E3-Emergencias	M	20.0	15.0	1.7 0.3	< 0.1 0.53	- 0.02
A4-Alumbrado zona turbinas 2	M	20.0	15.0	1.7 0.3	< 0.1 0.62	- 0.02
E4-Emergencias	M	20.0	15.0	1.7 0.3	< 0.1 0.53	- 0.02
A5-Alumbrado Exterior	M	20.0	15.0	1.7 0.2	< 0.1 0.78	- 0.02
O1-Toma de corriente oficina	M	20.0	15.0	1.7 0.5	< 0.1 0.43	- 0.02
O2-Toma de corriente generales	M	20.0	15.0	1.7 0.4	< 0.1 0.92	- 0.02
O3-Toma de corriente industrial	T	10.0	7.5	1.8 0.3	< 0.1 1.24	- 0.02
F1-Clima oficina	M	20.0	15.0	1.7 0.5	< 0.1 0.43	- 0.02
F2-Bomba achique	M	20.0	15.0	1.7 0.4	< 0.1 0.92	- 0.02
F3-Valvula de compuerta	M	20.0	15.0	1.7 0.3	0.12 3.35	0.02 0.02
F4-CS Puente grua	T	10.0	7.5	1.8 0.9	0.60 2.38	0.02 0.02
F5-Ventilador 1	T	10.0	7.5	1.8 0.5	< 0.1 0.43	- 0.02
F6-Ventilador 2	T	10.0	7.5	1.8 0.5	< 0.1 0.43	- 0.02
Control	M	20.0	15.0	1.7 0.2	< 0.1 1.07	- 0.02
SAI	T	10.0	7.5	1.8 1.1	0.22 0.63	0.02 0.02

3.Cuadro SAI						
Esquemas	Tipo	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
S1-Cuadro de alarmas	M	20.0	15.0	1.1 0.3	0.11 1.18	0.02 0.02
S2-Rack comunicaciones	M	20.0	15.0	1.1 0.3	0.11 1.18	0.02 0.02
S3-Cuadro control del sistema antivertido	M	20.0	15.0	1.1 0.3	0.11 1.18	0.02 0.02
S4-Valvula Howell	M	20.0	15.0	1.1 0.3	1.74 ≥ 5	0.02 0.02
S5-Compuerta canal de descarga	M	20.0	15.0	1.1 0.3	0.11 1.54	0.02 0.02
S6-Maniobra celdas	M	20.0	15.0	1.1 0.3	0.11 1.54	0.02 0.02
S7-Cuadro PLC MCH	M	20.0	15.0	1.1 0.3	0.11 1.18	0.02 0.02
S8- Caudalímetro caudal turbinado	M	20.0	15.0	1.7 0.2	< 0.1 2.48	- 0.02
S9-Caudalímetro	M	20.0	15.0	1.7 0.2	< 0.1 2.48	- 0.02

Armónicos

No se efectuará especial protección contra armónicos puesto que el número de aparatos a conectar susceptibles de introducir en la red, esta clase de corrientes es relativamente bajo, por lo que el nivel esperado no supera el 5% de la Tasa de Distorsión Armónica de la corriente (THDi).

4. JUSTIFICACIÓN DE LA PUESTA A TIERRA DE LA MINICENTRAL

4.1 Objeto

El presente apartado tiene como objeto realizar el cálculo de la red de tierras de la Minicentral Hidroeléctrica de El Atazar.

La minicentral dispondrá de una red de tierra diseñada de forma que en cualquier punto normalmente accesible del interior o exterior de la instalación eléctrica donde las personas puedan circular o permanecer, y exista el riesgo de que puedan estar sometidas a una tensión peligrosa durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la red unida a ella, estas queden protegidas.

El presente cálculo se tendrá en consideración la ITC-RAT-13 del “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión”.

4.2 Normativa

La Normativa a considerar será la siguiente:

- **IEEE 80-2013** Guide for Safety in AC Substation Grounding.
- **Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo**, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT-01 a 23.

4.3 Descripción del sistema propuesto

Debido a las condiciones de localización de la Minicentral Hidroeléctrica de El Atazar, ante la dificultad de disponer de una malla equipotencial bajo el edificio se opta por establecer una malla de tierras en terreno natural lo más próxima a la Minicentral.

Las tierras del edificio de la Minicentral estarán unidas a la misma malla de tierras que se ubicará en terreno natural bajo una capa de hormigón, constituyendo un único sistema de puesta a tierra general (sistema de tierras interconectadas). El sistema de puesta a tierra en la MCH tiene la finalidad de garantizar las condiciones de seguridad de los seres vivos y permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas, minimizando así daños en el sistema.

El sistema lo compone los siguientes elementos:

- Una red de tierras área (Cu aislado de 95mm² RZ1 0,6/1kV (AS) Cca-s1b,d1,a1) que recorre el perímetro interior del edificio al cual estarán unidos todos los equipos eléctricos (neutro de los

generadores, neutro de los transformadores, cuadros eléctricos, etc.) mediante latiguillos (Cu aislado de 95mm² RZ1 0,6/1kV (AS) Cca-s1b,d1,a1) así como cualquier otro componente metálico (puertas, cerramientos, armaduras, etc.).

- La red de tierras aérea de la minicentral se unirá con la malla de tierras enterrada exterior mediante dos cables exteriores de diferente trazado de modo que sea una conexión redundante, estos serán cable de Cu aislado de 95mm² RZ1 0,6/1kv (as) cca-s1b,d1,a1, tendido bajo tubo.
- Finalmente, la malla de tierras enterrada se ubicará en el terreno natural y se compondrá de un anillo rectangular de 6x6m, a una profundidad de 0.6m, con una sección de 50mm² de Cu desnudo. Se dispondrá de 4 picas de 2cm de diámetro, de 3 m de longitud y distancias 6 metros entre sí. Para poder cumplir con las tensiones de paso y de contacto se dispondrá sobre la malla de tierras enterrada una capa superficial con una resistividad de al menos 3.000 Ohm·m, que sobresaldrá un (1) metro en planta de la malla de tierras de la minicentral. Está capa se propone ejecutarla con hormigón en masa, con un espesor de 10 cm, si bien podría ser válido otros materiales mientras cumplan con la resistividad prevista.

En el plano correspondiente a la implantación PAT se muestra el sistema propuesto.

4.4 Datos iniciales e hipótesis de cálculo

4.4.1 Características del sistema eléctrico

Las características del Sistema eléctrico serán las siguientes:

- Relación de tensiones:..... 20 / 6 / 0,4 kV
- Frecuencia del sistema: 50 Hz
- Relación impedancias (X/R):..... 10
- Duración de la corriente de falta (tf):..... 0,2 s

4.4.2 Características del terreno y de los conductores de tierra

Las características del terreno y de los conductores de tierra serán las siguientes:

- Profundidad a la que está enterrada la malla (h):.....0,6 m
- Espesor de la capa superficial (hs):0,1 m
- Resistividad capa superficial (ps):..... 3.000 Ohm·m (1)
- Resistividad media del terreno natural (p):..... 1.000 Ohm m (2)
- Cable de tierra:..... Cu 50 mm²

(1) Resistividad estimada de acuerdo a la ITC-RAT-13.

(2) Resistividad estimada de acuerdo a los datos del tipo de terreno de la zona “pizarras compuestas de micas y cuarzo microcristalino: 800 ohm.m según REBT, y en terrenos con alteración de estas rocas dando lugar a presencia de arcillas, tipología de pizarras arcillosas donde el dato puede ir desde 300 hasta 3000 ohm.m, siendo un valor probable de resistividad en torno a 1.000 ohm.m.”

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Características del cable de cobre:

- Coeficiente térmico resistividad (20 °C) (α_r):.....0,00393 °C⁻¹
- Coeficiente (1/ α_0 a 0 °C) (K_0): 234 °C
- Resistividad 20 °C (ρ_r):1,72 $\mu\Omega/cm$
- Factor Capacidad Térmica (TCAP):3,42 J/cm³ / °C
- Temperatura máxima admisible (T_m): 300 °C

4.4.3 Características geométricas de la malla de tierras

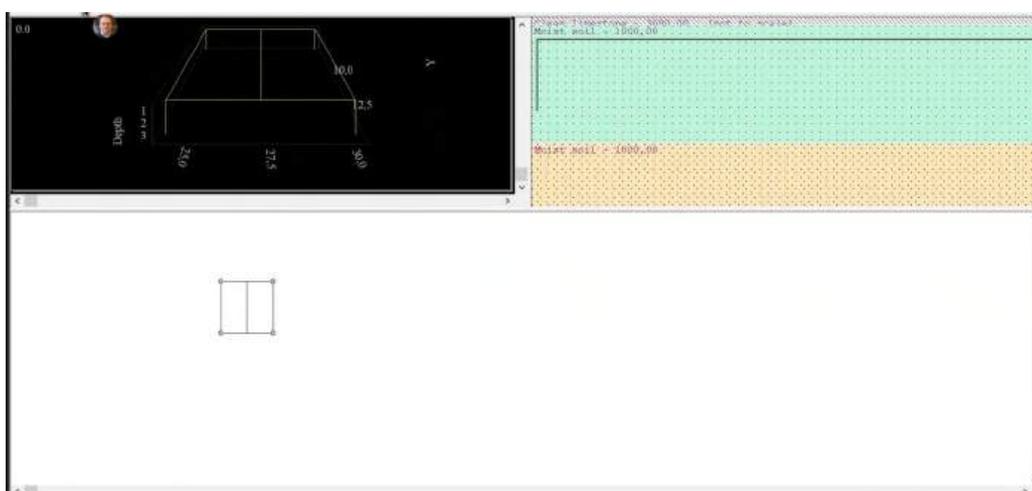
La malla de tierras tendrá la tipología que se indica a continuación:

- Longitud del lado mayor de la malla (L_x): 6 metros
- Longitud del lado menor de la malla (L_y): 6 metros
- Número de picas (e):4

- Longitud de las picas (Le): 3 metros

Debido a las condiciones de localización de la Minicentral Hidroeléctrica de El Atazar, la malla de tierras enterrada estará localizada lo más próxima a la Minicentral. En este caso, para poder cumplir con las tensiones de paso y de contacto se dispondrá sobre la malla de tierras enterrada una capa superficial con una resistividad de al menos 3.000 Ohm·m, que sobresaldrá un (1) metro en planta de la malla de tierras de la minicentral. Esta capa se propone ejecutarla con hormigón en masa, con un espesor de 10 cm, si bien podría ser válido otros materiales mientras cumplan con la resistividad prevista.

La siguiente figura muestra el detalle de la malla calculada:



4.4.4 Datos intensidad de cortocircuito

La intensidad de cortocircuito considerada para la malla de tierras de la Minicentral Hidroeléctrica de El Atazar tendrá en cuenta un horizonte temporal amplio para contemplar la evolución futura de la red, así como las aportaciones de las líneas que puede albergar en su desarrollo final.

De acuerdo a los datos disponibles, las intensidades de cortocircuito ($3I_0$) consideradas en cada nivel de tensión de la minicentral serán las siguientes:

- Sistema 20 kV (I_{cc}): 1 kA (Monofásico) - Rígido a tierra.
- Sistema 6 kV (I_{cc}): 0,3-0,6 kA (Monofásico) – Puesto a tierra mediante una impedancia limitadora (pendiente definir limitación de la corriente de falta a tierra).

Las intensidades de cortocircuito indicadas anteriormente se han obtenido considerando la intensidad máxima empírica, valor que, debería ser indicados por la compañía eléctrica.

Tal como puede extraerse de los datos anteriores, el valor de la intensidad de cortocircuito más crítica para ser considerado el cálculo de los conductores de puesta a tierra, así como para el cálculo de las tensiones de paso y contacto será el Sistema de 20 kV, debido a que el Sistema de 6 kV dispondrá de una impedancia que limitará la falta a tierra.

4.5 Metodología y herramienta utilizada

El método a emplear está basado en el programa ETAP Software versión 20.5.0.

El Software emplea diferentes módulos de cálculo basados en leyes físicas universalmente reconocidas. La base de cálculo principal es la resolución de las Ecuaciones de Maxwell empleando el método de elementos finitos. Estas ecuaciones son simplificadas (por ejemplo, no consideran la inductancia mutua entre conductores dado que son fenómenos de baja frecuencia).

Los datos obtenidos se contrastarán con los valores requeridos en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-RAT-13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre).

El proceso de cálculo será el siguiente:

- a) Diseño de la malla de tierra mediante el cálculo de las ecuaciones de Maxwell. 1º Solución inicial considerando los valores de contorno. 2º resolución matricial mediante las ecuaciones de Green empleando el método de las imágenes o la integración de Sommerfeld.
- b) Estudio de la intensidad de falta derivada a través de las líneas por conducción y por inducción mediante el método de elementos finitos.
- c) Determinación de las tensiones de paso y contacto.

4.6 Cálculo de la red de tierras

4.6.1 Conductor de tierra

Los valores considerados para el cálculo del conductor de la red de tierras serán los siguientes:

- Intensidad de falta a tierra ($3I_0$): 1 kA
- Duración de la corriente de falta a tierra (tf): 0,2 s
- Temperatura ambiente (T_a): 40 °C

Según el ITC-RAT-13, a efectos de dimensionado de las secciones, el tiempo mínimo a considerar para duración del defecto, a la frecuencia de la red será de un (1) segundo, no pudiéndose superar una densidad de corriente para el cobre de 160 A/mm². Este valor se puede incrementar en 1,2 para considerar que no haya riesgo de incendio (considerando que se admite un aumento de la temperatura final del cable de 200 a 300 °C). se obtiene, para el cobre:

$$S_{min} = \frac{3I_0}{160 \left(\frac{A}{mm^2}\right) \cdot 1,2} = 5,21 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto, se elige como sección para los conductores de puesta a tierra de estructuras, bajantes y aparatos, así como de la malla de tierra: $S = 50 \text{ mm}^2$.

4.6.2 Máxima corriente de falta a tierra

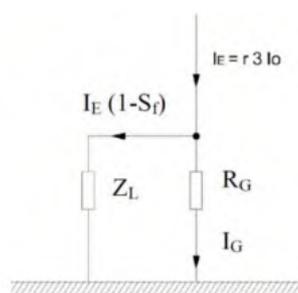
La intensidad aportada por el cortocircuito considerado en el sistema de 20 kV es 1 kA.

Para el caso de un sistema con neutro rígido a tierra, como es el caso que se estudia, se deberá de estudiar la intensidad derivada a la malla en caso de cortocircuito en función de la intensidad de retorno por los cables de tierra de las líneas aéreas y las pantallas de los cables de potencia de las acometidas subterráneas.

En caso de falta a tierra, la corriente que retorna a tierra, I_E , una parte lo hace por la conexión a tierra de los apoyos más cercanos a la minicentral (10 a 20 primeros), por supuesto de líneas que parten de ésta y cuyos hilos de guarda o hilos de acero de acompañamiento de la F.O., están conectados a la malla de tierra a través de los pórticos de entrada en caso de tener líneas con acometida en aéreo a la minicentral. En nuestro caso, las pantallas de los cables subterráneos de las salidas que sean subterráneas mediante cables aislados cuya pantalla está conectada a la red de tierras de la minicentral harán la misma función.

Únicamente la corriente que finalmente pasa a tierra a través de la malla (I_G) es la que contribuye a elevar el potencial de los elementos de la minicentral durante un defecto. Para hallar el valor de esta corriente, dado que la puesta a tierra de las líneas (o pantalla de cable + resistencia de puesta a tierra de la pantalla del cable en caso de líneas subterráneas) se comporta como una impedancia en paralelo con la resistencia de la malla de tierra, basta con aplicar un divisor de corriente entre las impedancias, también llamado factor divisor de corriente (S_f).

El esquema siguiente muestra el divisor de corriente a tierra (I_E) entre la malla (I_G) y las líneas.



$$I_G = I_E \cdot S_f \cdot D_f \cdot C_p = I_E \cdot \frac{Z_L}{R_G + Z_L}$$

Donde:

- I_G : Corriente que pasa a tierra a través de la malla en A.
- S_f : Factor divisor de corriente en p.u.
- D_f : Factor decremental para determinar la corriente de falta a tierra.

- C_p : Factor de crecimiento futuro (en este caso se ha considerado 1,2).
- Z_L : Impedancia equivalente de todos los hilos de guarda de cables aéreos y pantallas de cables subterráneos unidos a la malla de tierra de la instalación en Ω .
- R_G : Resistencia de la malla de tierra en Ω .

Para estimar el porcentaje de la intensidad de cortocircuito que deriva hacia la malla, se utilizará la siguiente gráfica de la Norma IEEE-80.

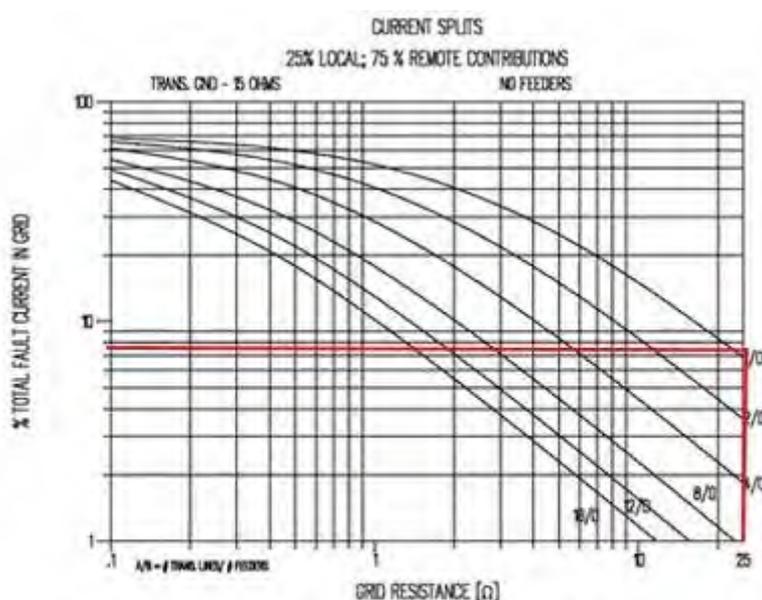


Figure C.17—Curves to approximate split factor S_f

Por el número de líneas aéreas y transformadores instalados en la minicentral se considera que, en caso de falta, la contribución a la falta será mayoritariamente remota (1 transformador / 1 líneas).

Con esas consideraciones, para 1/1 líneas y una resistencia de puesta a tierra de la malla superior a 25 Ω , se obtiene de la Tabla anterior, un factor de división de corriente de aproximadamente 0,08.

Por lo tanto, la corriente de falta tierra a través de la malla será:

$$I_G = 1 \text{ kA} \cdot 0,08 \cdot 1,077 \cdot 1,2 = 0,103 \text{ kA}$$

4.6.3 Resistividad del terreno

La resistividad ha sido estimada conforme al conocimiento general del terreno colindante a la instalación. El terreno de la zona de la presa son principalmente pizarras compuestas de micas y cuarzo microcristalino (conforme al REBT tendría una resistividad de 800 ohm m y en terrenos con alteración de estas rocas daría lugar a presencia de arcillas, estaríamos ante una tipología de pizarras arcillosas donde el dato puede ir desde 300 hasta 3000 ohm.m, siendo un valor probable de resistividad en torno a 1.000 ohm m. Por lo tanto, se toma como valor de cálculo 1.000 ohm m.

4.6.4 Elevación del potencial de tierra (GPR)

La elevación del potencial de tierra (GPR) vendrá dado por la expresión siguiente:

$$GPR = I_G \cdot R_g$$

Donde:

- I_G : Corriente que pasa a tierra a través de la malla en A.
- R_g : Resistencia de puesta a tierra en Ω .

Tal como se indica en el Anexo de Cálculos, el resultado del GPR será 6.232,6 V.

4.6.5 Cálculo de las tensiones de paso y contacto admisibles (ITC-RAT-13)

A continuación, se incluye una tabla con los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada U_{ca} en función de la duración de la corriente de falta t_f :

Duración de la corriente de falta t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible U_{ca} (V)
0,05	735
0,10	633
0,20	528
0,30	420
0,40	310
0,50	204
1,00	107
2,00	90
5,00	81
10,00	80
> 10,00	50

A efectos de los cálculos para el proyecto, para determinar las máximas tensiones de contacto y paso admisibles se emplearán las expresiones siguientes:

$$U_c = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 Z_B} \right] = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1}/2 + 1,5 \cdot \rho_s \cdot C_s}{1000} \right]$$

$$U_p = U_{pa} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 2 \cdot R_{a2}}{Z_B} \right] = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_s}{1000} \right]$$

$$U_{p \text{ acceso}} = U_{pa} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3\rho_S + 3\rho_S^*}{Z_B} \right] = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3\rho_S + 3\rho_S^*}{1000} \right]$$

Donde:

- **R_a**: Resistencia adicional total suma de las resistencias adicionales individuales.
- **R_{a1}**: Es, por ejemplo, la resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante. Se puede emplear como valor 2.000 Ω. Se considerará nula esta resistencia cuando las personas puedan estar descalzas, en instalaciones situadas en lugares tales como jardines, piscinas, campings, y áreas recreativas.
- **R_{a2}**: Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie. $R_{a2} = 3\rho_S$, donde ρ_S es la resistividad del suelo cerca de la superficie.
- **U_{ca}**: Tensión de contacto aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre una mano y los pies.
- **U_{pa}**: Tensión de paso aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies ($U_{pa} = 10 U_{ca}$).
- **U_c**: Tensión de contacto máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante).
- **U_p**: Tensión de paso máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante).
- **U_{p acceso}**: Tensión de paso máxima admisible en la instalación de una persona que pudiera estar pisando zonas de diferentes resistividades con cada pie.

Para calcular la resistividad superficial aparente del terreno en los casos en que el terreno se recubre de una capa adicional de elevada resistividad (grava, hormigón, etc.) se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor. El coeficiente reductor se obtendrá de la expresión siguiente:

$$C_S = 1 - 0,106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_S + 0,106} \right)$$

Donde:

- **C_S**: Coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial.
- **h_S**: Espesor de la capa superficial, en metros.
- **ρ**: Resistividad media del terreno natural.

- ρ^* : Resistividad de la capa superficial.

A continuación, se incluyen los resultados obtenidos:

- Coeficiente reductor (Cs):.....0,793
- Tensión de contacto máxima admisible en la instalación (Uc): 2.940,2 V
- Tensión de paso máxima admisible en la instalación (Up): 101.766,7 V
- Tensión de paso máxima de acceso (Upacceso): 79.923,4 V
- Resistencia de puesta a tierra (R_g):..... 60,302 Ω

4.6.6 Cálculo de las tensiones de paso y contacto transmitidas al terrero

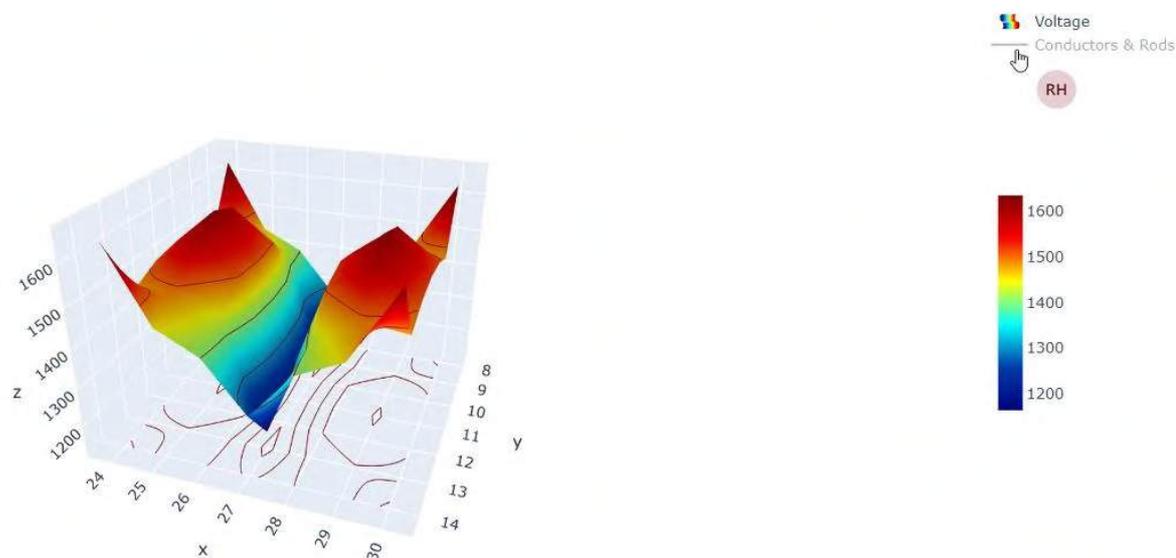
El cálculo de las tensiones de paso y contacto serán realizadas de acuerdo con la IEEE 80, usando el programa de cálculo ETAP Software. En el Anexo está incluido el Informe de Calculo donde se incluyen las tensiones de paso y contacto.

A continuación, se incluyen los resultados obtenidos:

- Tensión de contacto máxima transferida (Uc): 1.634,6 V
- Tensión de paso máxima transferida (Up): 1.050,2 V

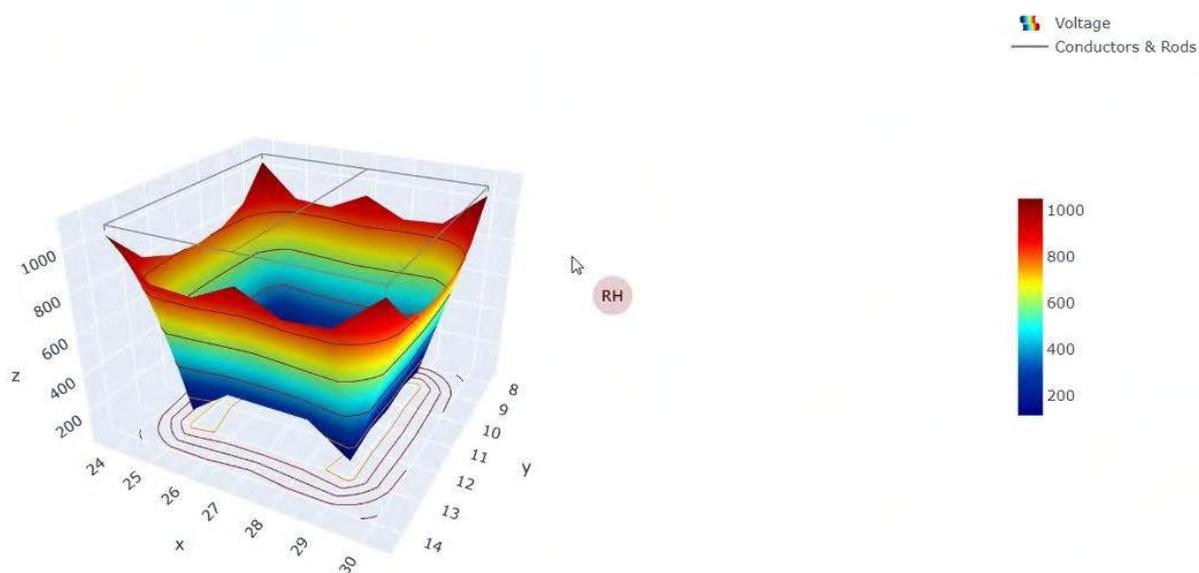
A continuación, se incluyen el gráfico con la tensión de contacto de la instalación:

Ground Grid Systems - Grid1_Untitled - Touch Potential Profile



Y el gráfico con la tensión de paso:

Ground Grid Systems - Grid1_Untitled - Step Potential Profile



4.7 Conclusión

El criterio a seguir será el siguiente: $U_C < U_{Cmax}$ y $U_P < U_{Pmas}$.

	CRITERIO	RESULTADOS	COMPROBACIÓN
U contacto	$U_c < U_{cmax}$	1.634,6 V < 2.940,2 V	CUMPLE REGLAMENTO
U paso	$U_p < U_{pmax}$	1.050,2 V < 101.766,7 V	CUMPLE REGLAMENTO
U pacceso	$U_{pacc} < U_{paccmax}$	1.050,2 V < 79.923,4 V	CUMPLE REGLAMENTO

5. OTRAS ACTUACIONES

Como complemento a la instalación eléctrica de la minicentral y la línea de evacuación de salida de la energía, es necesario realizar una serie de actuaciones secundarias en otras ubicaciones que estarán ligadas al sistema de evacuación y telecomunicación.

5.1 Señal caudalímetro del caudal ecológico

Por un lado, en la sala de control de la presa existe un separador galvánico de una salida, que recibe señal del caudalímetro del caudal ecológico.

En el marco de las actuaciones de la nueva MCH, este caudalímetro pasará de tener carácter puramente de telemetría, a considerarse una señal de proceso de la propia MCH, por lo tanto, la señal de este caudalímetro se integrará en el PLC de la Minicentral.

A su vez, esta señal se trasladará hacia la sala de Control de Coronación a través de la nueva conexión de fibra óptica que se ejecutará entre la MCH y la Sala de Control en Coronación.

La ubicación del transmisor, que actualmente se encuentra en la presa, por detrás de las válvulas del desagüe de fondo, se trasladará al interior del edificio de la Minicentral.

5.2 Caudal para aprovechamiento hidrológico

La concesión para el aprovechamiento hidroeléctrico es de 15 m³/s, turbinables actualmente en la minicentral de Valdentalés. Con la entrada en funcionamiento de la minicentral de El Atazar, el límite concesional seguirá siendo el mismo, solo que dicho caudal se repartirá entre los dos emplazamientos.

Por ello, se requiere un nuevo caudalímetro que mida el total del caudal turbinado en la nueva MCH El Atazar, de manera que se asegure que, en el conjunto de las dos minicentrales, no se superan los 15 m³/s concedidos.

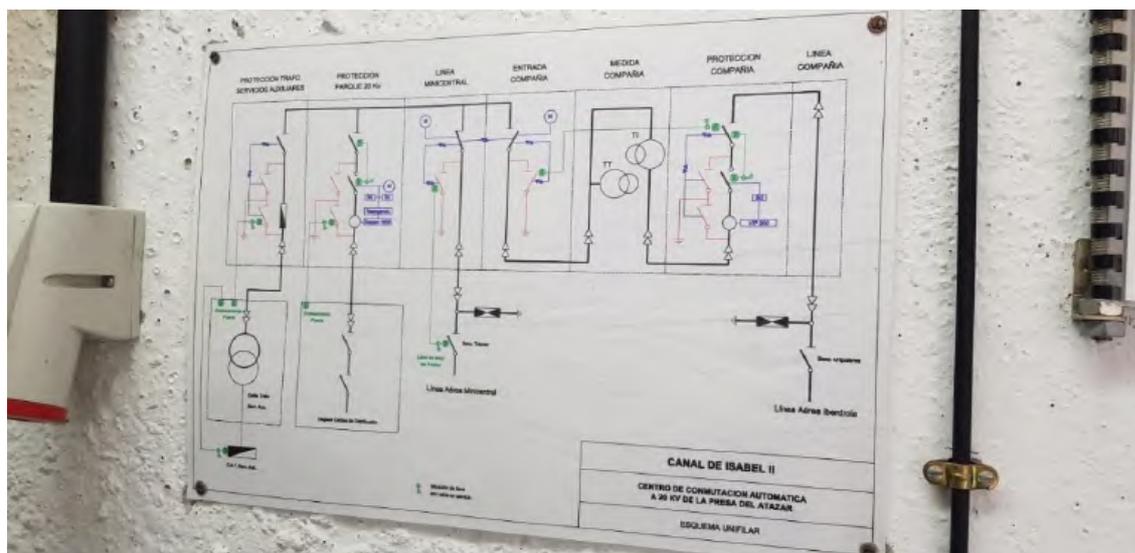
La lectura de este nuevo caudalímetro se incorporará en el PLC de la minicentral, para que sea transmitido al CHC. El trabajo para programación y la coordinación de los caudales turbinados en ambas instalaciones queda fuera del alcance del presente proyecto.

5.3 Actuaciones en el Centro de Reparto

En segundo lugar, es necesario llevar a cabo una serie de actuaciones en el centro de conmutación automática situado en el cerro de la margen derecha de la presa:

- El alimentador prioritario de los consumos asociados a la presa (Poblado, CT de torre de toma y Presa) es el de la minicentral de Valdetales, propiedad del Canal de Isabel II. Si este falla, entra el alimentador de Iberdrola. En el centro de conmutación existente, hay dos celdas NSM de Schneider de tipo red que conmutan automáticamente cuando se produce la pérdida de tensión de la red de alimentación principal (Valdetales), entrando entonces la alimentación de respaldo (red de Iberdrola). Existe una temporización en la conmutación automática de alimentadores. El estado de tensión del alimentador principal es reportado al PLC de la MCH. Cuando el alimentador en servicio es el de Iberdrola, la MCH no puede verter energía a la red de distribución a través de dicho alimentador, por expresa indicación de la compañía distribuidora.

En las siguientes imágenes se aprecian las celdas del centro de conmutación existente:







- Cuando hay una ausencia de tensión en el alimentador de Valdetales, las turbinas se desacoplan inmediatamente por su protección contra funcionamiento en isla. Permanecerán sin generar hasta que retorne la tensión en el alimentador de Valdetales y este entre en servicio al conmutar en el centro de reparto. En esto momento comenzará la secuencia de arranque de los grupos, Hay que tener presente que los grupos son asíncronos, por lo que solo podrán iniciar la secuencia de arranque acoplados a red.

Para asegurar que la minicentral no exporte la energía a través del alimentador de Iberdrola se instalará de un relé antivertido cuyas señales de tensión e intensidad se tomarán de los nuevos TTs y TIs de la celda de medida fiscal de dicho alimentador, que contarán con devanados dedicados en todos los transformadores de medida.

Un relé antivertido es un sistema de protección que controla constantemente los parámetros eléctricos de una línea para controlar el excedente de energía para que este sea cero y actúa para que no se vuelque de ninguna manera a la red eléctrica. El relé se comunicará con la MCH para parar la producción y evitar el vertido.

El relé estará alimentado desde el SAI de la sala de conmutación. Este relé será el homologado por Canal y Un sistema que evite el vertido de energía a la red, certificado de acuerdo a UNE 217001 IN, de manera que la instalación en su conjunto funcione en todo momento como consumidor.

- Sustitución de TTs y TIs de la celda de medida del alimentador de Iberdrola por otros con devanado dedicado al relé, añadiendo otro adicional para el equipo de medida. Los transformadores de tensión y de intensidad no cumplen las condiciones actuales para poder conectarse con el relé antivertido que se pretende instalar. Para ello se sustituirán para que puedan atender tanto al relé como a la medida.
- Instalación de periferia distribuida en el centro de conmutación automático, comunicada con el PLC de la minicentral a través de la red de comunicaciones existente de Canal. Dicha periferia recogerá los estados digitales de la conmutación de alimentadores, estado de tensión en alimentador de Valdetales y evento de disparo del relé antivertido.

Apéndice 1 Cuadros de características de las celdas de 20kV

1.5 Control y Comunicación

IEC61850: v. 2.0

GOOSE: ---

1.6 Accesorios Necesarios para el Cuadro

1	Palanca de maniobras Gsec
1	Ganchos para Elevación (para grúa)
1	Left end cover - 1700 mm, painted, IAC
1	Right end cover - 1700 mm, painted, IAC

1.3 Datos Adicionales

Alumbrado interno	No
Calefacción Anticondensación Autoregurable	Sí, en Compartimento de Cables
Sistema de Indicadores de Presencia de Tensión	Lámparas Fijas en la Celda
Tipo de Interbloques (si se seleccionan)	Giussani
Etiquetas en cada Celda	Sí
Ensayos Tipo, de Rutina	Sí
Plantilla de Esquemas Estándar de ABB	Sí
Color del Cuadro	RAL7035
Tratamiento de barras	

1.4 Circuitos Auxiliares y Cableado

Tensión Aux. para Control Local:	230VAC
Tensión Aux. para Carga de Muelles en I.A.:	230VAC
Sección circuitos de control	1 mm ²
Sección circuitos de tensión	1.5 mm ²
Sección circuitos de corriente	2.5 mm ²
Sección circuitos de tierra	2.5 mm ²
Sección circuitos de Interconexión	2.5 mm ²
Sección circuitos de alimentación auxiliar	4 mm ²
Tipo de cable circuitos aux.	Standard, PVC
ABB standard	0,45/0,75 Kv
Color del cable	STANDARD
Color cable circuitos CA	Black
Color cable circuitos CC	Black
Color cable circuitos de corriente	Black
Color cable circuitos de tensión	Black
Color cable de tierra	Yellow/Green

1.7 Composición del Cuadro: C. Gerador

Descripción	Cantidad	Peso (Kg)	Dimensiones Generales(*)		
			Anchura (mm)	Profundidad (mm)	Altura(mm)
C.Salida (630 A) HO1, HO3	2	625,57	750	1180	2000
UMP (630 A) HO2	1	309,57	750	1180	2000
C.Salida 1 (630 A) HO4, HO5	2	610,57	750	1180	2000
Laterales			54		
		2781,85	3804	1180	2000

1.1 General

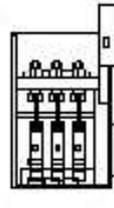
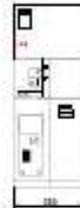
Tipo:	Cuadro
Aplicación:	Standard IEC 62271-200
Requisitos técnicos adicionales:	
Grado de Protección IP:	IP3X
Clasificación de Arco Interno (IAC):	Proteccion Frontal (AF)
ATTENTION: IAC A-F version - No access to rear and sides of the Swg while is in service. Installation distances to be respected.	
Tipo de Aparellaje:	Seccionador en SF6, Interruptor Automático en Vacío
Embalaje:	Caja de Madera Trans. Terrestre
Pruebas de Aceptación en Fábrica (FAT):	Sin FAT del Cliente
Temperatura Ambiente:	-5°C / 40°C
Temperatura Almacenamiento:	-5°C
Altura sobre el nivel del mar:	≤1000 m

1.2 Datos Eléctricos

Tensión Asignada:	24kV
Tensión de Servicio:	20kV
Tensión de Ensayo a Frec. Industrial:	50kV
BIL (ensayo aislamiento):	125kV
Frecuencia Asignada:	50HZ
Intensidad en Barras Asignada:	630A
Intensidad de Breve Duración Asignada:	16kA
Tiempo Asignado para Int. de Breve Duración:	1s
Intensidad de Pico:	40kA
Intensidad de Ensayo de Arco 1s (según IEC 62271-2):	16 kA

2.1 Cuadro: C.Salida

(630 A, 2-1HSL, 1N02)



1	Celda SBC, con seccionador en SF6 y Interruptor A, ancho 750 mm - LSC2A
1	Preparada para 1 cable por fase hasta 300 mm ² (single core)
1	Ind. Pres. Tensión, lámparas fijas
1	Calefacción Anticondensación en comp. Cables, 230Vca
1	Manuales de instalación y operación en Español
1	Gsec seccionador de 3 posiciones, mando manual de simple resorte
1	Contactos auxiliares para el seccionador
1	Contactos auxiliares para el seccionador puesta a tierra
	4 NA/NC
	4 NA/NC
1	Bloq. A Llave en pos. Cerrada
1	Seccionador de tierra inferior con poder de cierre
1	Enclavamiento mecánico con Gsec
1	Compartimento ampliado de Baja Tensión de 750 mm
1	Accesorios

1 Open/close signalling on low voltage box door

1 Interruptor Automático, tipo VD4/R-Sec (vacío) 24kV, 630A, 16kA

1 Pulsador mecánico de apertura
1 Pulsador mecánico de cierre
1 Tapa para botones de apertura / cierre
1 Señalización mecánica de carga de muelles
1 Señalización mecánica del interruptor automático
1 Contador de operaciones
1 Conjunto de 8NA/NC contactos aux.
1 bobina apertura 230 VAC
1 bobina cierre release 230 VAC
1 Motor carga resortes 230Vac

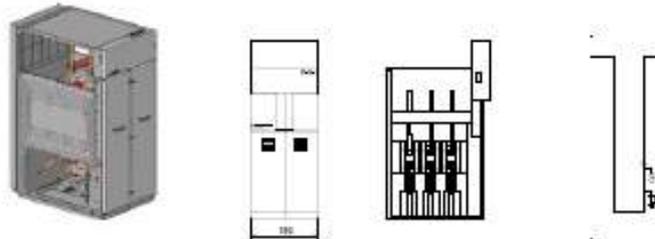
3 --- Standard proposal --- Ring current transformer, BD00-C - Ratio 800/1A, Ø:85mm, one core, load current 560-640A (set 1, Ip=600 A, Polarity: P1 on busbar side)

3 Secundario 1 : Is=1A; 2VA; 0.5/5P20
3 Divisor de tensión
Frequency: 50Hz

1 REF615-A (Non-directional overcurrent and directional earth-fault protection)

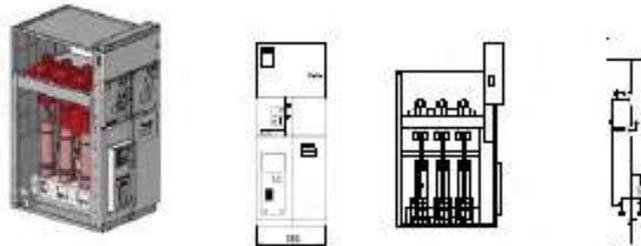
Protección de sobre intensidad trifásica instantánea (50)
Three-phase non-directional overcurrent, low stage (51P-1)
Three-phase non-directional overcurrent, high stage (51P-2)
Non-directional earth-fault, instantaneous stage (50N)
Residual overvoltage (59G)
Directional earth-fault, low stage (67N-1)
Directional earth-fault, high stage (67N-2)
Detector de intensidad interna trifásico (68)
Master trip TRPPTRCI Master Trip (94/86)
Circuit-breaker control (I <-> O CB)
Medida (3I)
Medida de Intensidad Residual
Residual voltage measurement (Vn)
Analog inputs and binary I/O option: 4I + Uo, Io 1/5 A + 3 BI + 6 BO
English and Spanish
Small LCD, (4 rows)
Directional earth-fault protection
Power supply: 48-250 Vdc, 100-240 Vac
Communication module: Ethernet 100Base-TX (3 x RJ-45)
Communication protocol: IEC 61850 + Modbus (for Ethernet or serial + Ethernet communication modules)

2.2 Cuadro: UMP (630 A, 1-1000)



1	Celda de medida de intensidad y tensión - LSC1
1	Ind. Pres. Tensión, lámparas fijas
1	Cerradura de puerta sellable
1	Calefacción Anticondensación en comp. Cables, 230Vca
1	Compartimento ampliado de Baja Tensión de 750 mm
1	Accesorios
3	Transformador de Intensidad tipo DIN 24kV, Ip=300-600 A, sec.reconn. (set 1, Ip=600 A, Polarité: P1 on busbar side)
3	Secundario 1 : Is=1A; 7.5VA; 0,2S; fs 5 Frequency: 50Hz
3	Voltage Transformer Phase-earth - TJC 6 - 20/V3
3	Secundario 1 : Us=0,11/V3 kV; 25 VA; 0,2
3	Secundario 2 : Us=0,11/3 kV; 50 VA; 6P Frequency: 50Hz
1	Resistencia antiferroresonante 600 W, 110 V = 27 Ohm

2.3 Cuadro: C.Salida 1
 (630 A, 2: N04, N05)



1	Celda SBC, con seccionador en SF6 y Interruptor A, ancho 750 mm - LSC2A
1	Preparada para 1 cable por fase hasta 300 mm ² (single core)
1	Ind. Pres. Tensión, lámparas fijas
1	Calefacción Anticondensación en comp. Cables, 230Vca
1	Gsec seccionador de 3 posiciones, mando manual de simple resorte
1	Contactos auxiliares para el seccionador
1	Contactos auxiliares para el seccionador puesta a tierra: 4 NA/NC 4 NA/NC
1	Bloq. A Llave en pos. Cerrada
1	Seccionador de tierra inferior con poder de cierre
1	Enclavamiento mecánico con Gsec
1	Compartimento ampliado de Baja Tensión de 750 mm
1	Accesorios
1	Open/close signalling on low voltage box door
1	Interruptor Automático, tipo VD4/R-Sec (vacío) 24kV, 630A, 16kA

- 1 Pulsador mecánico de apertura
- 1 Pulsador mecánico de cierre
- 1 Tapa para botones de apertura / cierre
- 1 Señalización mecánica de carga de muelles
- 1 Señalización mecánica del interruptor automático
- 1 Contador de operaciones
- 1 Conjunto de 9NA/NC contactos aux.
- 1 bobina apertura 230 VAC
- 1 bobina cierre release 230 VAC
- 1 Motor carga resortes 230Vac

3 --- Standard proposal --- Ring current transformer, BD00-C - Ratio 800/1A, Ø:85mm, one core, load current 560-640A (set 1, Ip=600 A, Polarity: P1 on busbar side)

- 3 Secundario 1 : Is=1A; 2VA; 0.5/5P20
- 3 Divisor de tensión
- Frequency: 50Hz

3 Voltage Transformer Phase-earth- TJC 6 - 20/V3

- 3 Secundario 1 : Us=0,11/√3 kV; 30 VA; 0.5
- 3 Secundario 2 : Us=0,11/3 kV; 30 VA; 3P
- Frequency: 50Hz
- 1 Resistencia antiferresonante 600 W, 110 V = 27 Ohm

1 REF615-H (Non-directional overcurrent and non-directional earth,fault prot.,ph-volt and freq based prot.,measure function,synchro-check)

Protección de sobre intensidad trifásica instantánea (50)
 Three-phase non-directional overcurrent, low stage (51P-1)
 Three-phase non-directional overcurrent, high stage (51P-2)
 Non-directional earth-fault, instantaneous stage (50N)
 Non-directional earth-fault protection, low stage (51N-1)
 Non-directional earth-fault protection, high stage (51N-2)
 Three-phase overvoltage (59)
 Residual overvoltage (59G)
 Detector de intensidad interna trifásico (68)
 Master trip TRPPTRC1 Master Trip (94/86)
 Circuit-breaker control (I <-> O CB)
 Disconnecter position indication (I <-> O DC)
 Earthing switch indication (I <-> O ES)
 Circuit-breaker condition monitoring (CBCM)
 Medida (3I)
 Medida de Intensidad Residual
 Three-phase voltage measurement (3U)
 Residual voltage measurement (Vn)
 Sequence voltage measurement (U1, U2, U0)
 Three-phase power and energy measurement (P, E)
 Frequency measurement (f)
 Analog inputs and binary I/O option: 4I, 1o 1/5 A + 5U + 16 BI + 10 BO
 English and Spanish
 Large LCD, (10 rows) with single line diagram (SLD)

Power supply: 48-250 Vdc, 100-240 Vac
 Communication module: Ethernet 100Base-TX (3 x RJ-45)
 Communication protocol: IEC 61850 + Modbus (for Ethernet or serial + Ethernet communication modules)

Apéndice 2 Estudio Luminotécnico

MCH PRESA ATAZAR - ILUMINACIÓN

"Se ha requerido de manera necesaria la inclusión de referencias comerciales para el desarrollo detallado del estudio de iluminación, sin perjuicio de que tengan que ser estos equipos los escogidos para la ejecución de la iluminación. El contratista deberá validar el estudio de iluminación con los modelos de luminarias finalmente escogidos, y siempre cumpliendo con las Especificaciones Técnicas de Canal de Isabel II."

Contacto:
N° de encargo:
Empresa:
N° de cliente:

Fecha: 28.09.2022
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

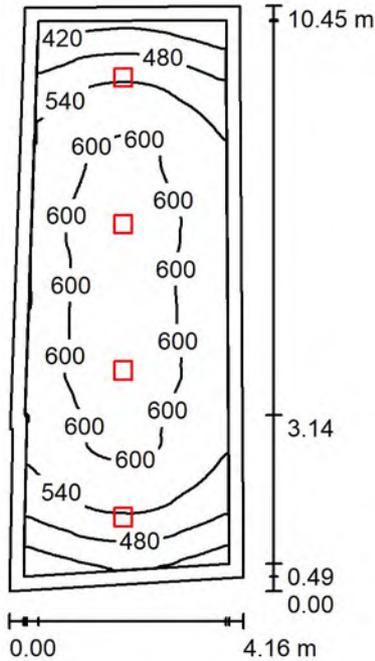
Índice

MCH PRESA ATAZAR - ILUMINACIÓN	
Portada del proyecto	1
Índice	2
MCH ZONA DESTINADA A SERVICIO ELÉCTRICO	
Resumen	3
Lista de luminarias	4
Rendering (procesado) de colores falsos	5
MCH ZONA DESTINADA A TURBINAS	
Resumen	6
Lista de luminarias	7
Rendering (procesado) de colores falsos	8
MCH ZONA DESPACHO	
Resumen	9
Lista de luminarias	10
Rendering (procesado) de colores falsos	11
MCH ZONA DESTINADA A CELDAS MT	
Resumen	12
Lista de luminarias	13
Rendering (procesado) de colores falsos	14
MCH ZONA DESTINADA A TRAFOS MT	
Resumen	15
Lista de luminarias	16
Rendering (procesado) de colores falsos	17



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

MCH ZONA DESTINADA A SERVICIO ELÉCTRICO / Resumen



Altura del local: 7.700 m, Altura de montaje: 7.700 m, Factor mantenimiento: 0.90

Valores en Lux, Escala 1:135

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	557	361	627	0.649
Suelo	69	483	303	561	0.626
Techo	70	68	56	95	0.819
Paredes (6)	14	273	48	1149	/

Plano útil:

Altura: 0.800 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.250 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS BY480P PSD HRO LED170S/840 NO (1.000)	16975	17000	120.0
			Total: 67901	Total: 68000	480.0

Valor de eficiencia energética: $11.62 \text{ W/m}^2 = 2.09 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 41.31 m^2)

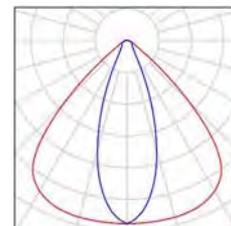


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

MCH ZONA DESTINADA A SERVICIO ELÉCTRICO / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS BY480P PSD HRO LED170S/840 NO
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 16975 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 17000 lm
Potencia de las luminarias: 120.0 W
Clasificación luminarias según UTE: 1.00A
Código CIE Flux: 84 96 99 100 100
Lámpara: 1 x LED170S/840 (Factor de corrección 1.000).

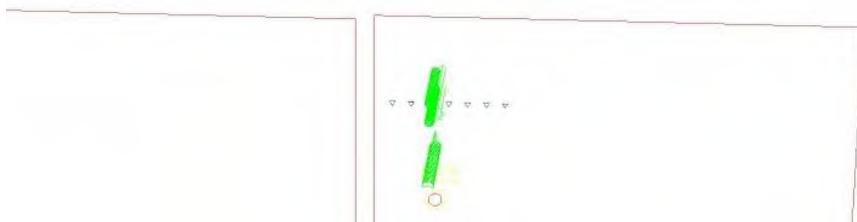
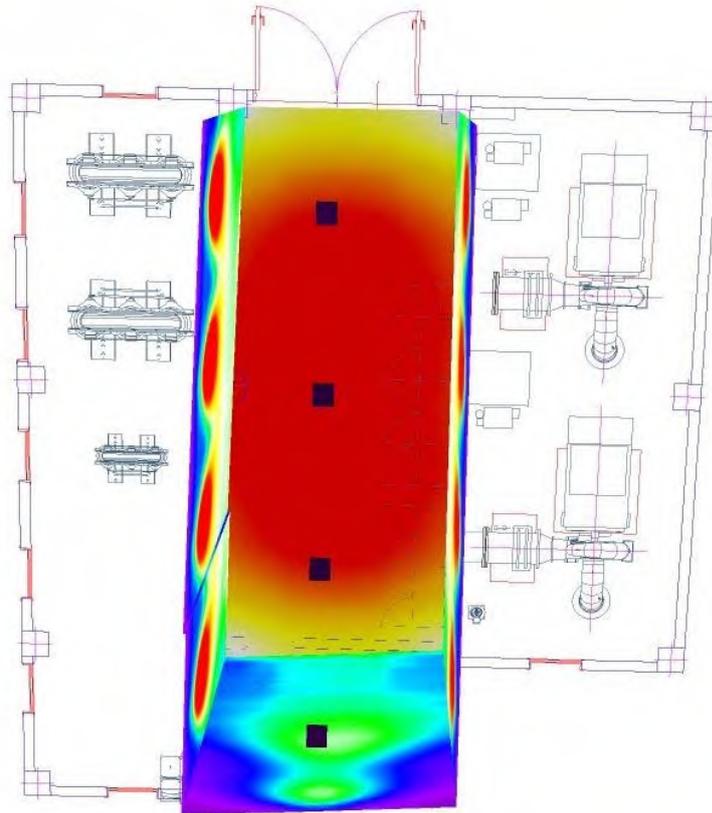
Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

MCH ZONA DESTINADA A SERVICIO ELÉCTRICO / Rendering (procesado) de colores falsos

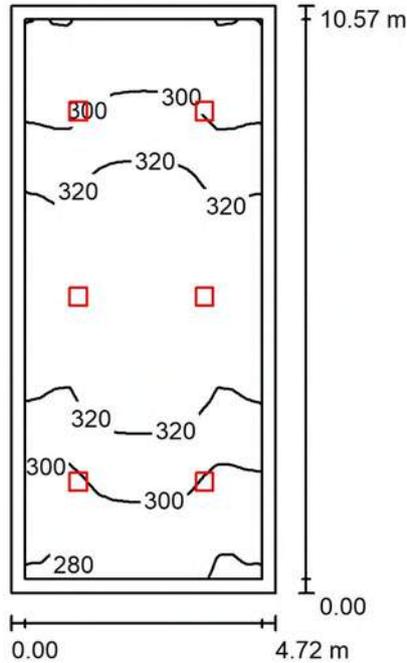


0 62.50 125 187.50 250 312.50 375 437.50 500 lx



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

MCH ZONA DESTINADA A TURBINAS / Resumen



Altura del local: 12.500 m, Altura de montaje: 12.500 m, Factor mantenimiento: 0.90

Valores en Lux, Escala 1:136

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	310	276	334	0.891
Suelo	20	277	244	299	0.882
Techo	70	171	107	200	0.630
Paredes (4)	50	295	105	954	/

Plano útil:

Altura: 0.800 m
Trama: 32 x 16 Puntos
Zona marginal: 0.250 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS BY480P PSD WB LED130S/840 NO (1.000)	12994	13000	84.0
			Total: 77965	Total: 78000	504.0

Valor de eficiencia energética: $10.10 \text{ W/m}^2 = 3.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 49.91 m^2)

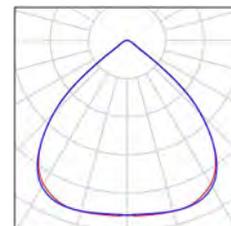


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

MCH ZONA DESTINADA A TURBINAS / Lista de luminarias

6 Pieza PHILIPS BY480P PSD WB LED130S/840 NO
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 12994 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 13000 lm
Potencia de las luminarias: 84.0 W
Clasificación luminarias según UTE: 1.00C
Código CIE Flux: 69 98 100 100 100
Lámpara: 1 x LED130S/840 (Factor de corrección 1.000).

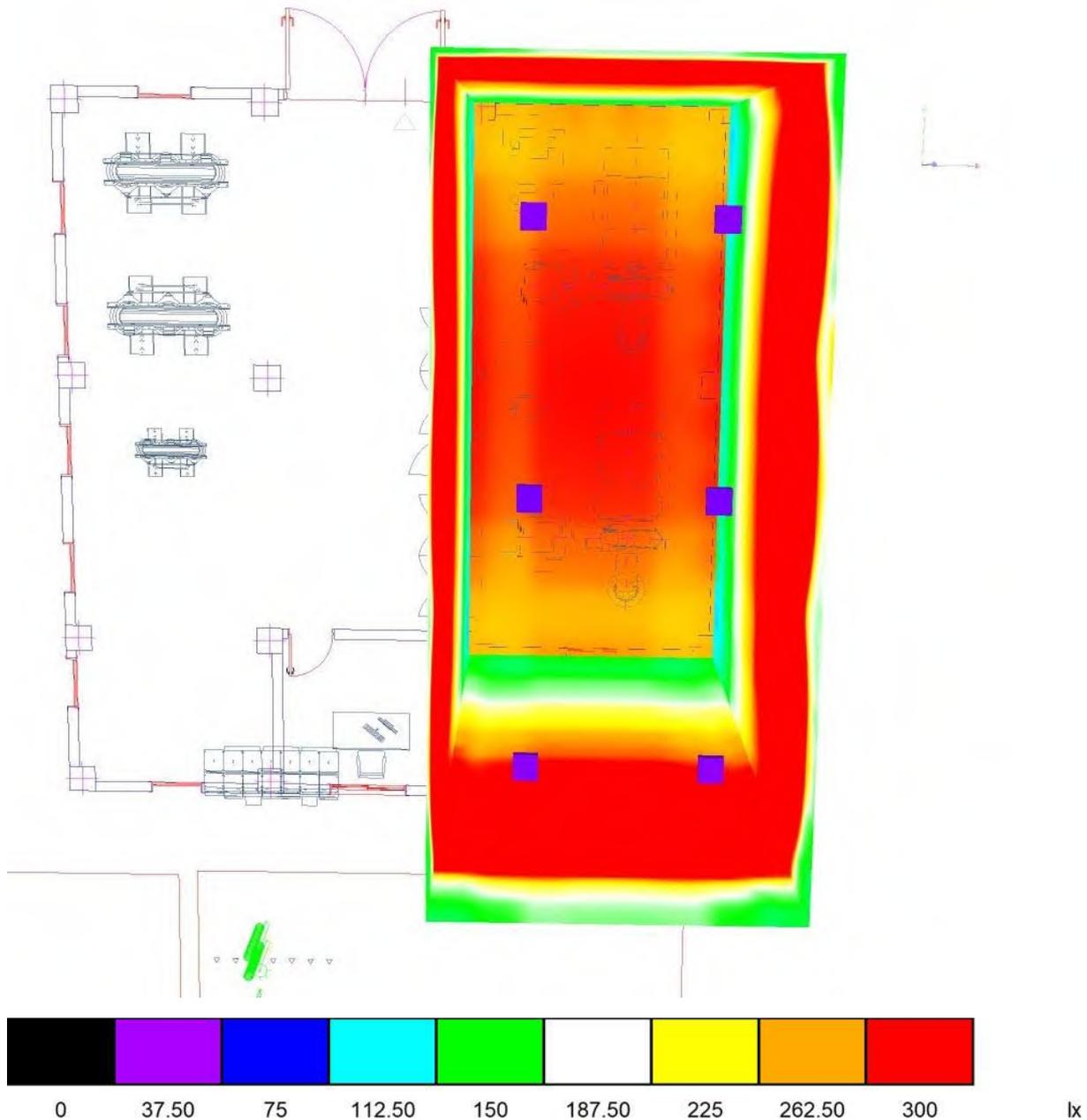
Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.





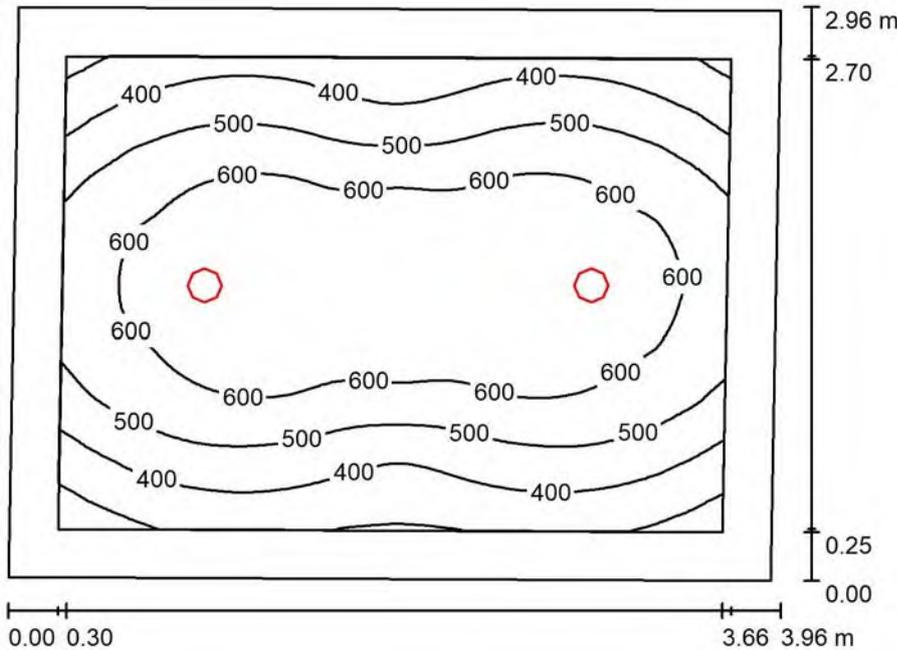
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

MCH ZONA DESTINADA A TURBINAS / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

MCH ZONA DESPACHO / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.90

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	525	239	699	0.456
Suelo	59	402	234	551	0.581
Techo	70	129	98	146	0.757
Paredes (4)	59	187	90	376	/

Plano útil:

Altura: 0.800 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.250 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS DN471B PSU-E P C LED30S/840 NO (1.000)	2997	3000	23.5
			Total: 5993	Total: 6000	47.0

Valor de eficiencia energética: $4.08 \text{ W/m}^2 = 0.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 11.51 m^2)

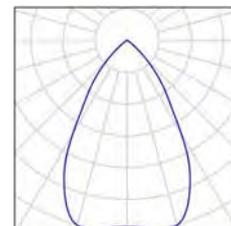


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

MCH ZONA DESPACHO / Lista de luminarias

2 Pieza PHILIPS DN471B PSU-E P C LED30S/840 NO
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2997 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3000 lm
Potencia de las luminarias: 23.5 W
Clasificación luminarias según UTE: 1.00A
Código CIE Flux: 89 99 100 100 100
Lámpara: 1 x LED30S/840 (Factor de corrección
1.000).

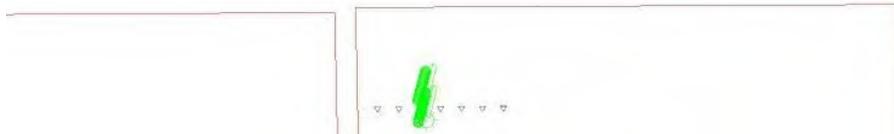
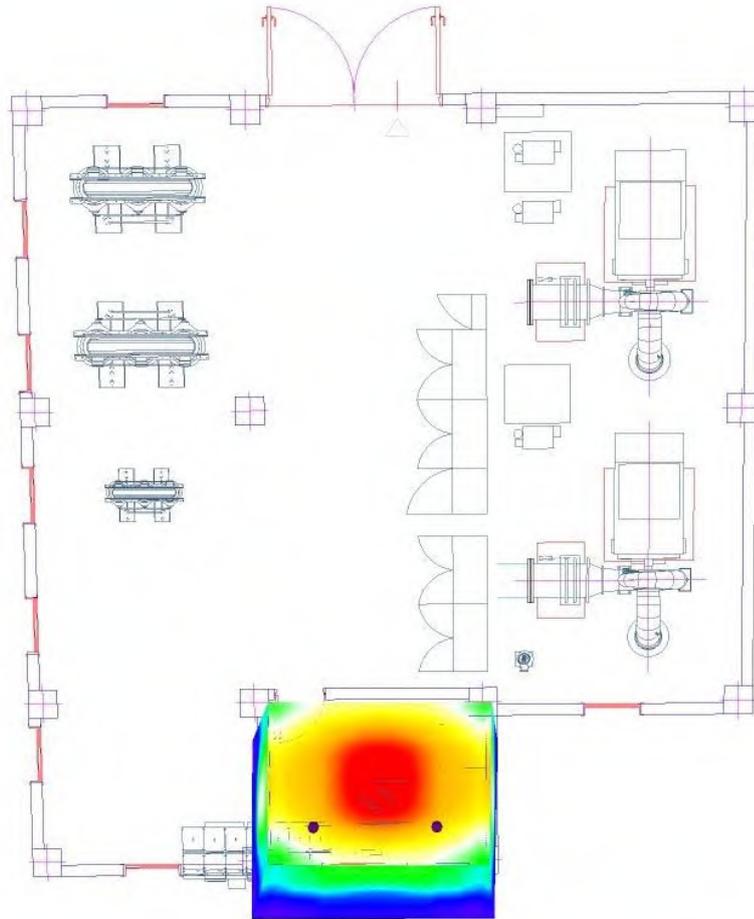
Dispone de una imagen
de la luminaria en
nuestro catálogo de
luminarias.





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

MCH ZONA DESPACHO / Rendering (procesado) de colores falsos



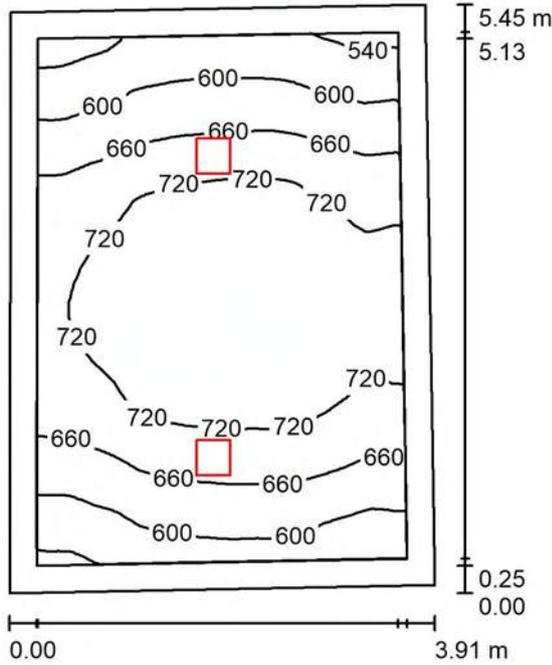
0 62.50 125 187.50 250 312.50 375 437.50 500

lx



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

MCH ZONA DESTINADA A CELDAS MT / Resumen



Altura del local: 7.700 m, Altura de montaje: 7.700 m, Factor mantenimiento: 0.90

Valores en Lux, Escala 1:70

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	676	512	778	0.757
Suelo	20	579	431	680	0.744
Techo	70	219	163	254	0.746
Paredes (4)	63	383	157	1263	/

Plano útil:

Altura: 0.800 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.250 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS BY480P PSD HRO LED170S/840 NO (1.000)	16975	17000	120.0
			Total: 33950	Total: 34000	240.0

Valor de eficiencia energética: $11.57 \text{ W/m}^2 = 1.71 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 20.74 m^2)

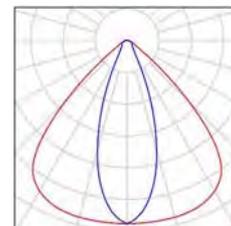


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

MCH ZONA DESTINADA A CELDAS MT / Lista de luminarias

2 Pieza PHILIPS BY480P PSD HRO LED170S/840 NO
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 16975 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 17000 lm
Potencia de las luminarias: 120.0 W
Clasificación luminarias según UTE: 1.00A
Código CIE Flux: 84 96 99 100 100
Lámpara: 1 x LED170S/840 (Factor de corrección 1.000).

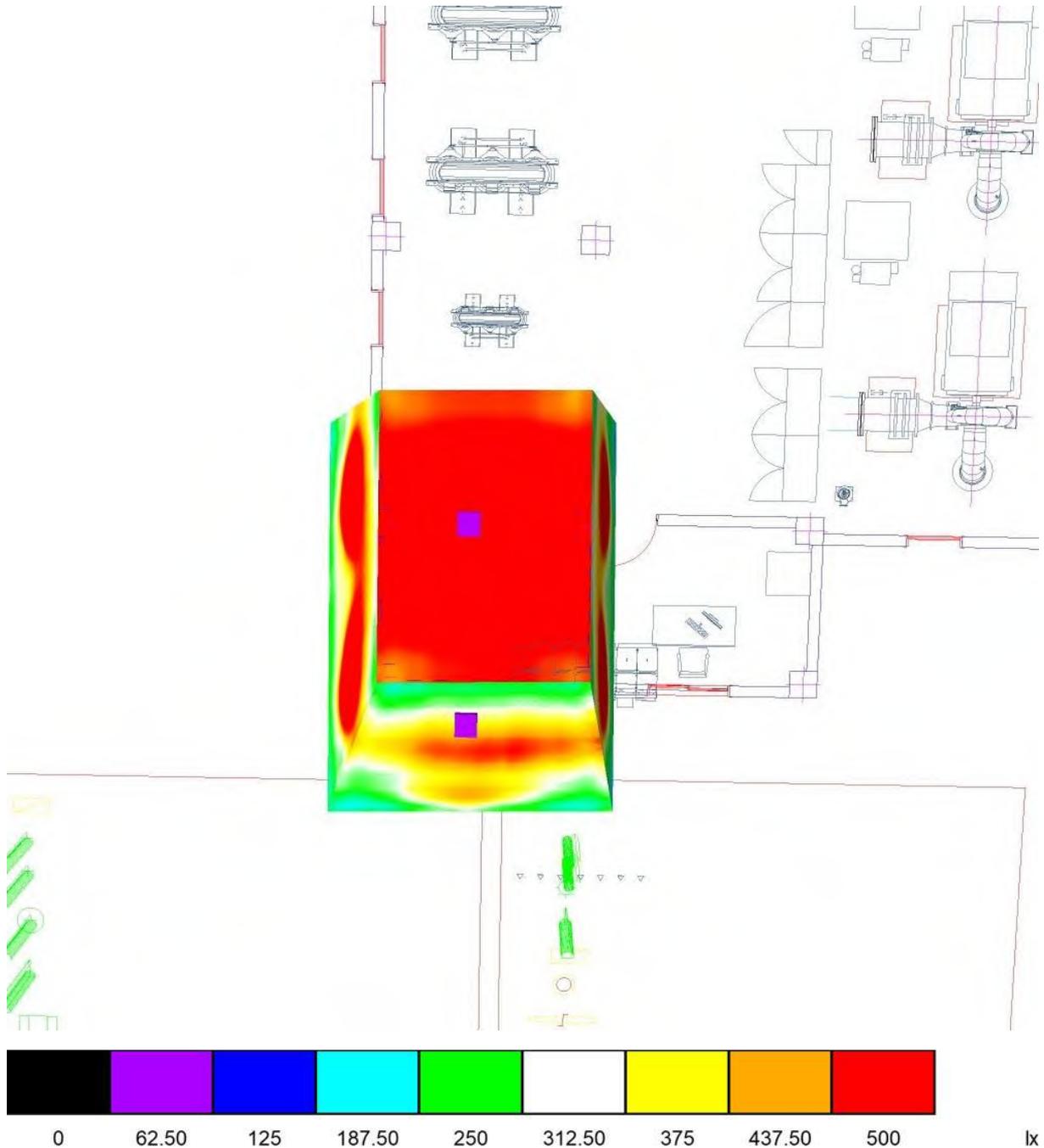
Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.





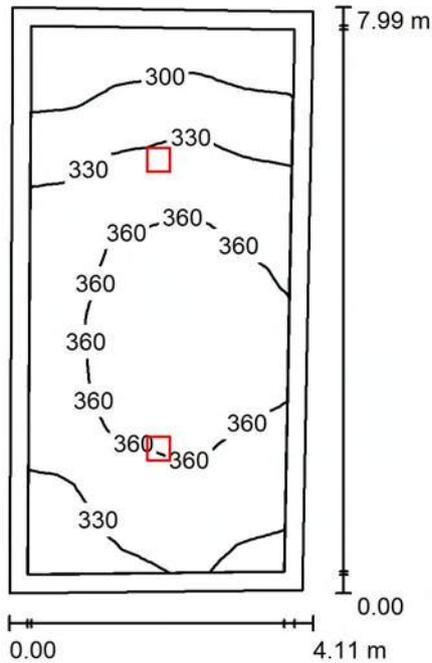
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

MCH ZONA DESTINADA A CELDAS MT / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

MCH ZONA DESTINADA A TRAFOS MT / Resumen



Altura del local: 7.700 m, Altura de montaje: 7.700 m, Factor mantenimiento: 0.90

Valores en Lux, Escala 1:103

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	340	273	378	0.802
Suelo	20	294	227	341	0.771
Techo	70	157	99	213	0.634
Paredes (4)	69	253	96	485	/

Plano útil:

Altura: 0.800 m
Trama: 16 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.250 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS BY480P PSD WB LED130S/840 NO (1.000)	12994	13000	84.0
			Total: 25988	Total: 26000	168.0

Valor de eficiencia energética: $5.27 \text{ W/m}^2 = 1.55 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 31.86 m^2)

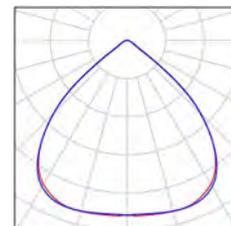


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

MCH ZONA DESTINADA A TRAFOS MT / Lista de luminarias

2 Pieza PHILIPS BY480P PSD WB LED130S/840 NO
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 12994 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 13000 lm
Potencia de las luminarias: 84.0 W
Clasificación luminarias según UTE: 1.00C
Código CIE Flux: 69 98 100 100 100
Lámpara: 1 x LED130S/840 (Factor de corrección 1.000).

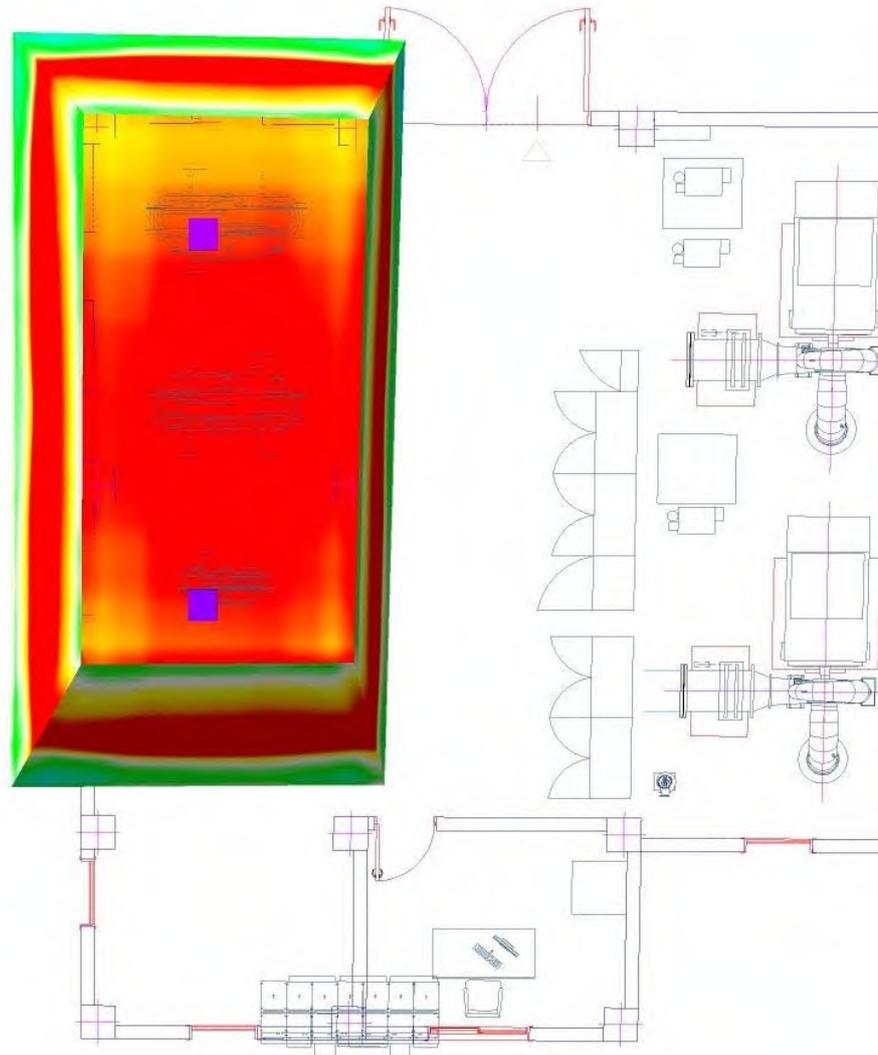
Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

MCH ZONA DESTINADA A TRAFOS MT / Rendering (procesado) de colores falsos



0 37.50 75 112.50 150 187.50 225 262.50 300 lx

MCH PRESA ATAZAR ILUMINACIÓN EXTERIOR

"Se ha requerido de manera necesaria la inclusión de referencias comerciales para el desarrollo detallado del estudio de iluminación, sin perjuicio de que tengan que ser estos equipos los escogidos para la ejecución de la iluminación. El contratista deberá validar el estudio de iluminación con los modelos de luminarias finalmente escogidos, y siempre cumpliendo con las Especificaciones Técnicas de Canal de Isabel II."

Contacto:
N° de encargo:
Empresa:
N° de cliente:

Fecha: 03.10.2022
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Índice

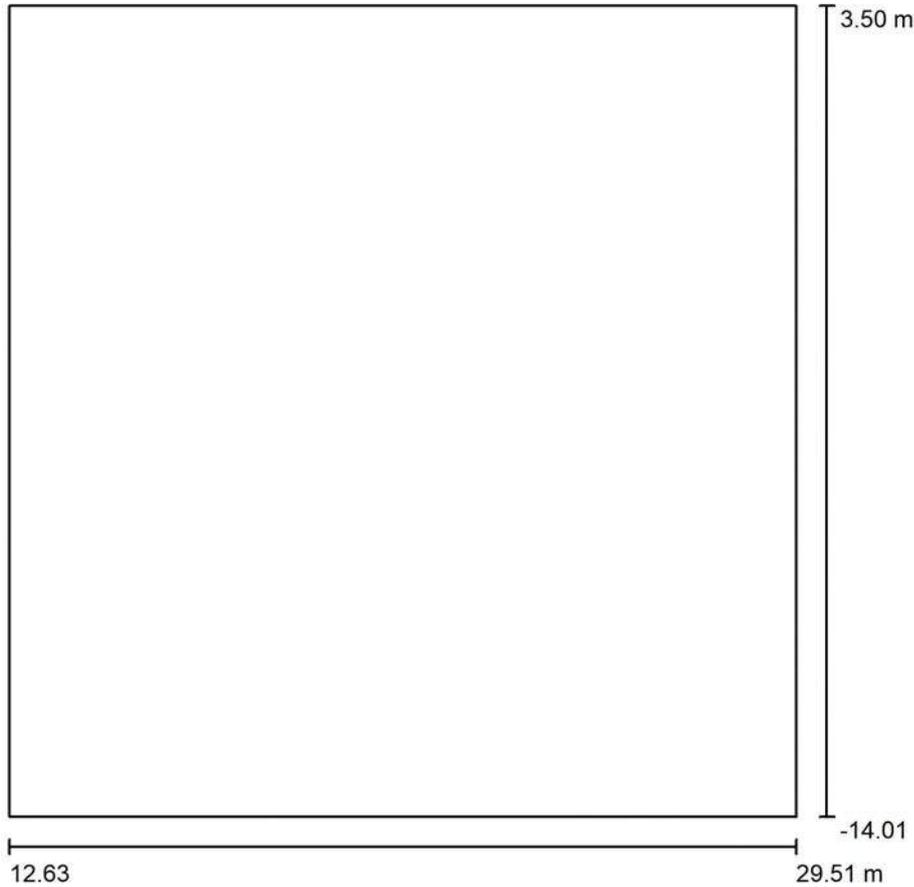
MCH PRESA ATAZAR ILUMINACIÓN EXTERIOR

Portada del proyecto	1
Índice	2
General	
Datos de planificación	3
Lista de luminarias	4
Rendering (procesado) de colores falsos	5
Superficies exteriores	
Elemento del suelo 1	
Superficie 1	
Isolíneas (E)	6
Lateral izquierdo	
Rendering (procesado) de colores falsos	7
Superficies exteriores	
Elemento del suelo 1	
Superficie 1	
Isolíneas (E)	8
Frente	
Rendering (procesado) de colores falsos	9
Superficies exteriores	
Elemento del suelo 1	
Superficie 1	
Isolíneas (E)	10



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

General / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.90, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:163

Lista de piezas - Luminarias

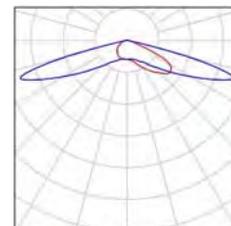
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS BRP776 FG T25 DW50 LED49/740 NO (1.000)	4039	4900	31.0
			Total: 24231	Total: 29400	186.0



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

General / Lista de luminarias

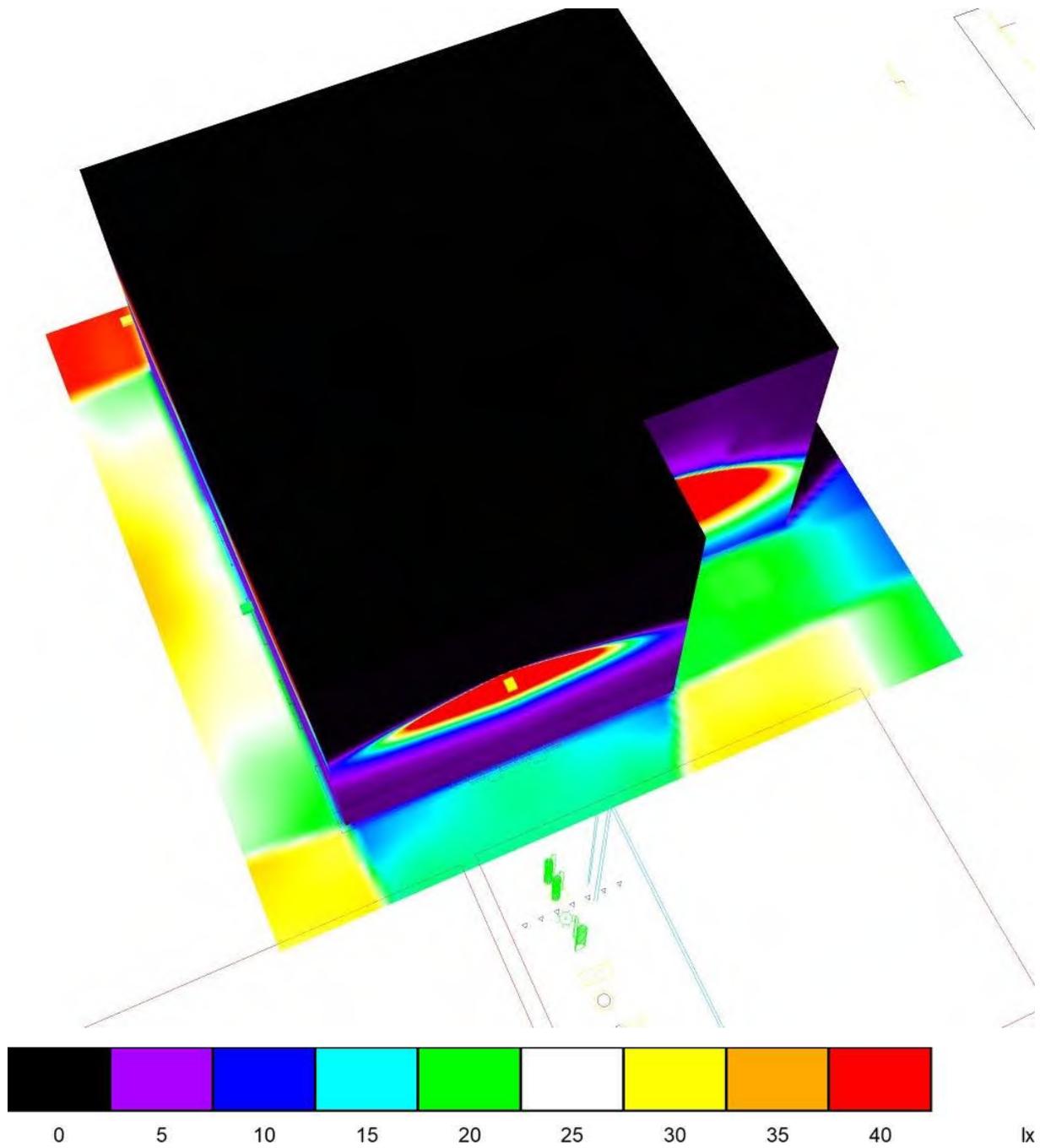
6 Pieza PHILIPS BRP776 FG T25 DW50 LED49/740 NO
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 4039 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4900 lm
Potencia de las luminarias: 31.0 W
Clasificación luminarias según UTE: 0.82l
Código CIE Flux: 23 59 95 100 82
Lámpara: 1 x LED49-4S/740 (Factor de corrección 1.000).
Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

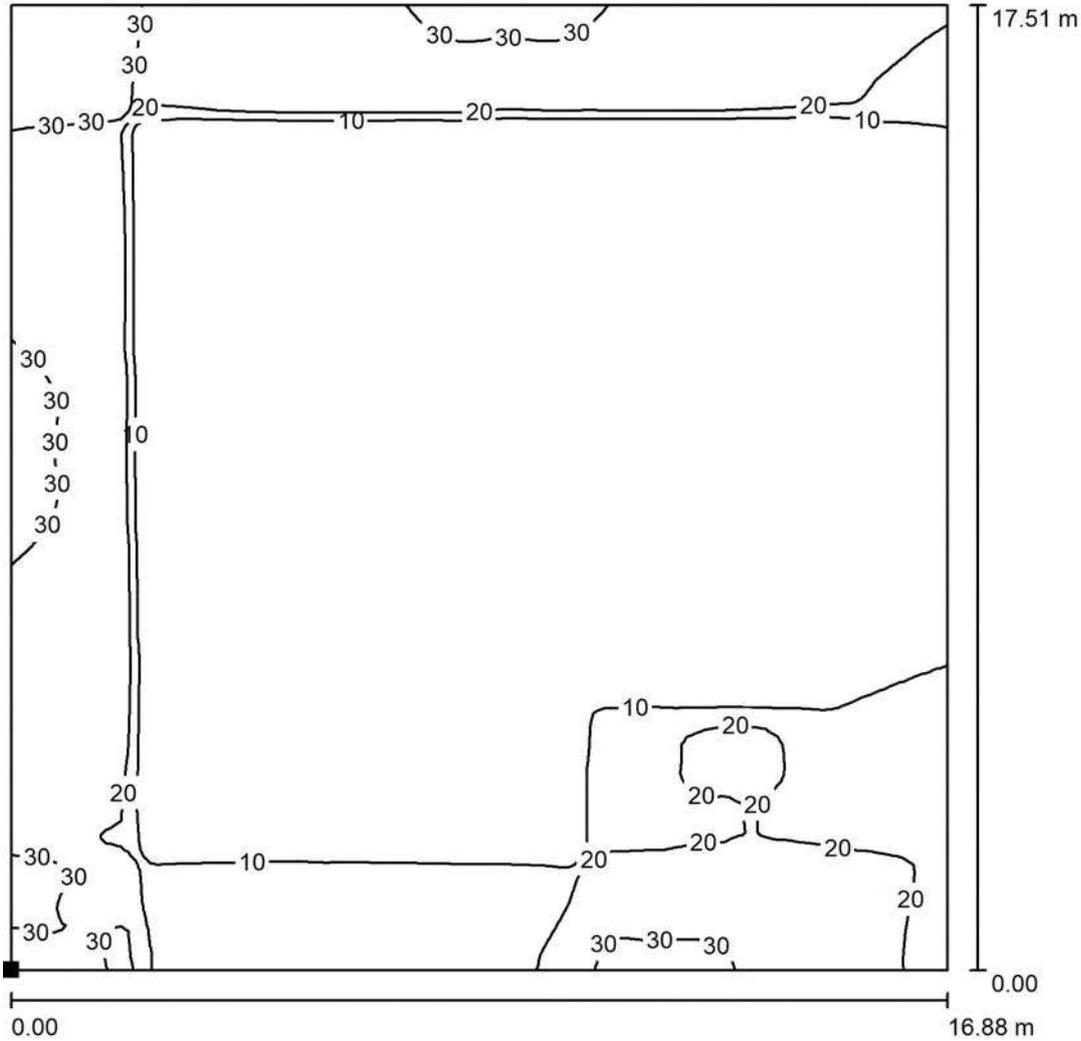
General / Rendering (procesado) de colores falsos





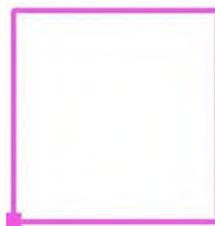
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

General / Elemento del suelo 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 137

Situación de la superficie en la
escena exterior:
Punto marcado:
(12.627 m, -14.012 m, 0.000 m)



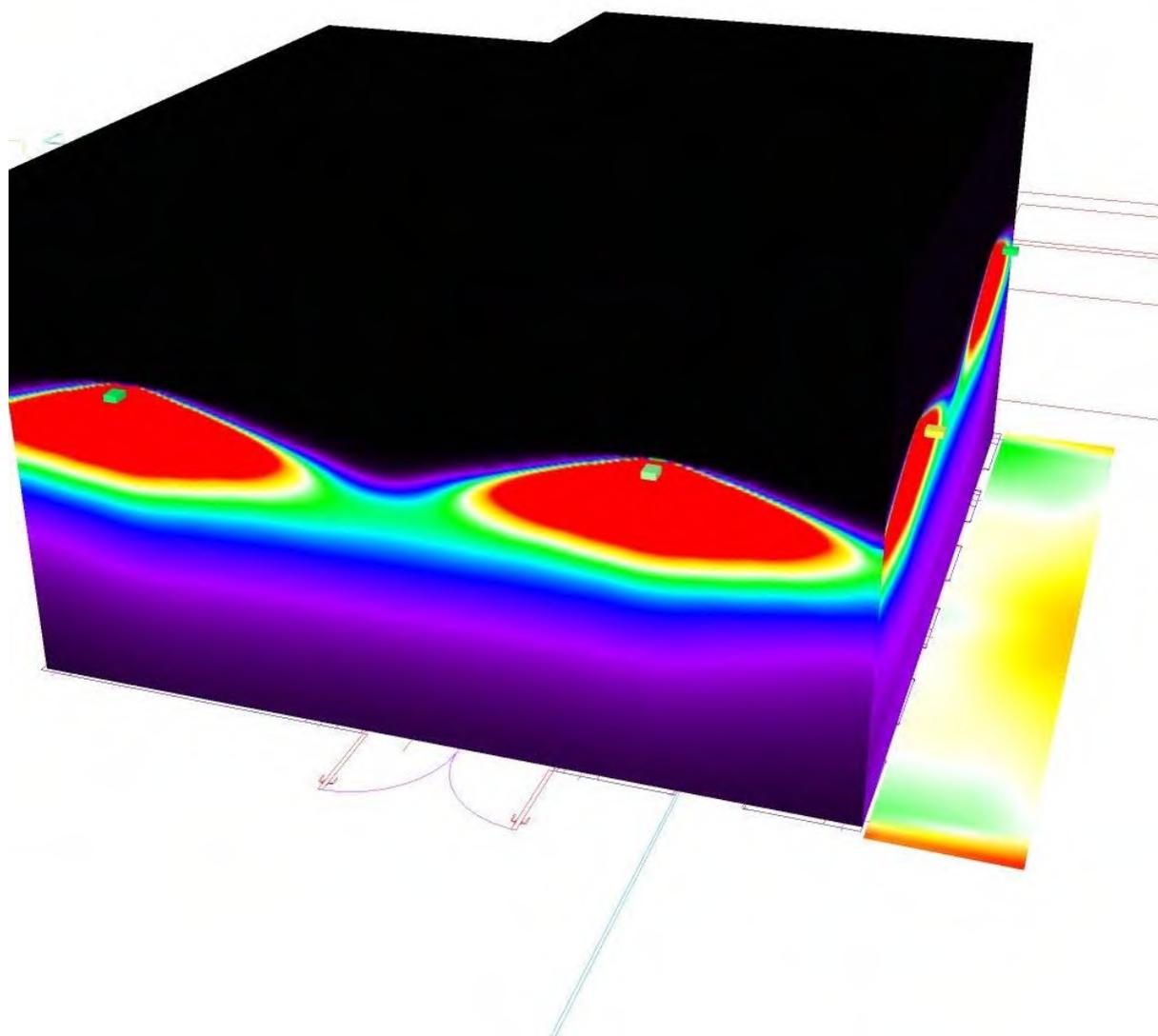
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
9.48	0.00	40	0.000	0.000



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Lateral izquierdo / Rendering (procesado) de colores falsos

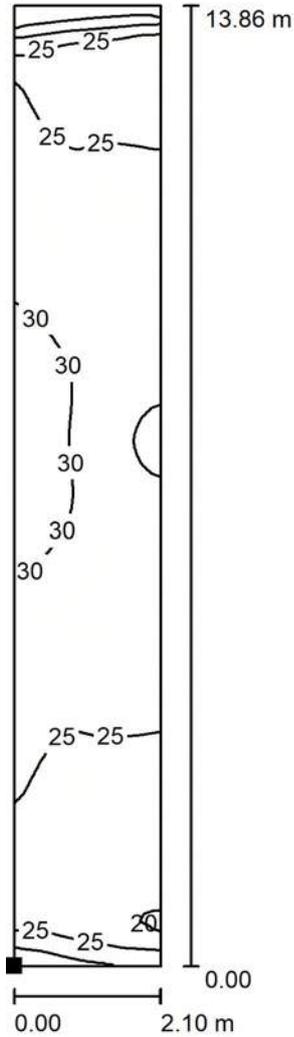


0 5 10 15 20 25 30 35 40 lx



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Lateral izquierdo / Elemento del suelo 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 109

Situación de la superficie en la
escena exterior:
Punto marcado:
(12.627 m, -12.186 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
26

E_{min} [lx]
19

E_{max} [lx]
40

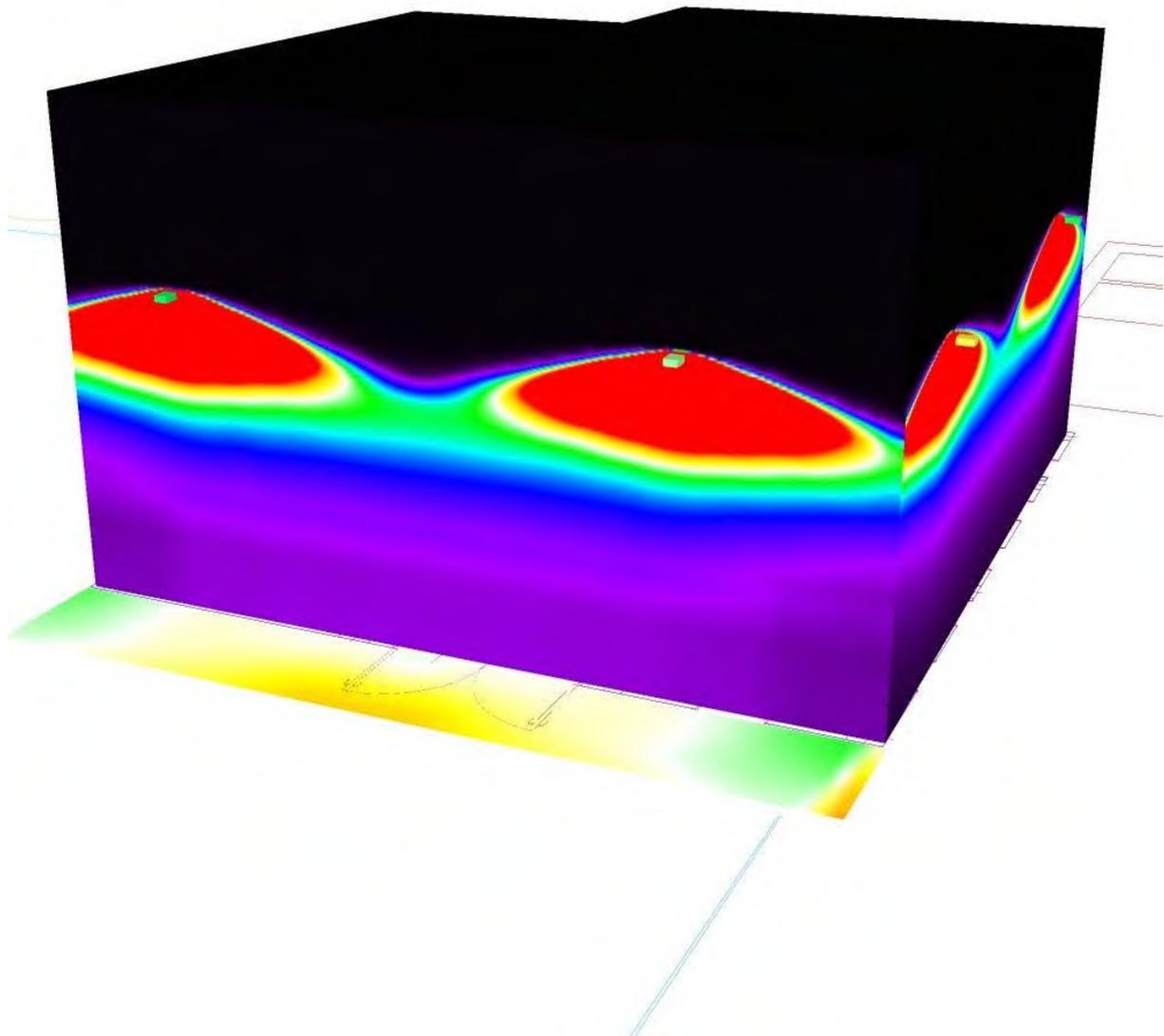
E_{min} / E_m
0.738

E_{min} / E_{max}
0.490



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Frente / Rendering (procesado) de colores falsos

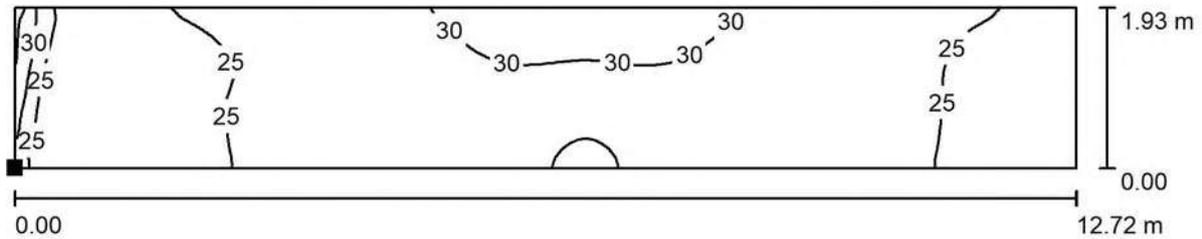


0 5 10 15 20 25 30 35 40 lx



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Frente / Elemento del suelo 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 91

Situación de la superficie en la
escena exterior:
Punto marcado:
(14.723 m, 1.569 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
26

E_{min} [lx]
20

E_{max} [lx]
37

E_{min} / E_m
0.781

E_{min} / E_{max}
0.555

MCH PRESA ATAZAR - ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

"Se ha requerido de manera necesaria la inclusión de referencias comerciales para el desarrollo detallado del estudio de iluminación, sin perjuicio de que tengan que ser estos equipos los escogidos para la ejecución de la iluminación. El contratista deberá validar el estudio de iluminación con los modelos de luminarias finalmente escogidos, y siempre cumpliendo con las Especificaciones Técnicas de Canal de Isabel II."

Contacto:
N° de encargo:
Empresa:
N° de cliente:

Fecha: 04.10.2022
Proyecto elaborado por:

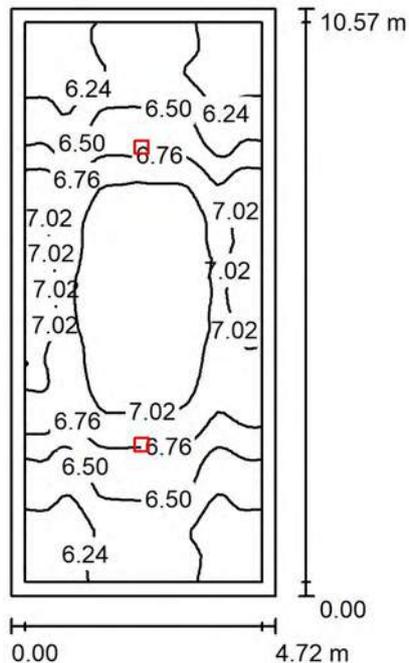
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Índice

MCH PRESA ATAZAR - ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA	
Portada del proyecto	1
Índice	2
MCH ZONA DESTINADA A TURBINAS	
Resumen	3
Lista de luminarias	4
MCH ZONA DESPACHO	
Resumen	5
Lista de luminarias	6
MCH ZONA DESTINADA A SERVICIO ELÉCTRICO	
Resumen	7
Lista de luminarias	8

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

MCH ZONA DESTINADA A TURBINAS / Resumen



Altura del local: 12.500 m, Altura de montaje: 11.856 m, Factor mantenimiento: 0.90

Valores en Lux, Escala 1:136

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	6.68	5.97	7.25	0.892
Suelo	20	5.91	5.20	6.48	0.879
Techo	70	4.20	2.72	4.93	0.649
Paredes (4)	50	8.06	2.42	28	/

Plano útil:

Altura: 0.800 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.250 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	DAISALUX ATRIA N22 A (AT,B) (1.000)	1023	1000	0.0
			Total: 2046	Total: 2000	0.0

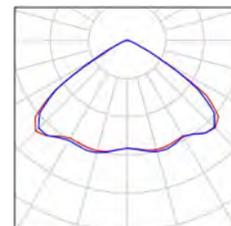
Valor de eficiencia energética: 0.00 W/m² = 0.00 W/m²/ lx (Base: 49.91 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

MCH ZONA DESTINADA A TURBINAS / Lista de luminarias

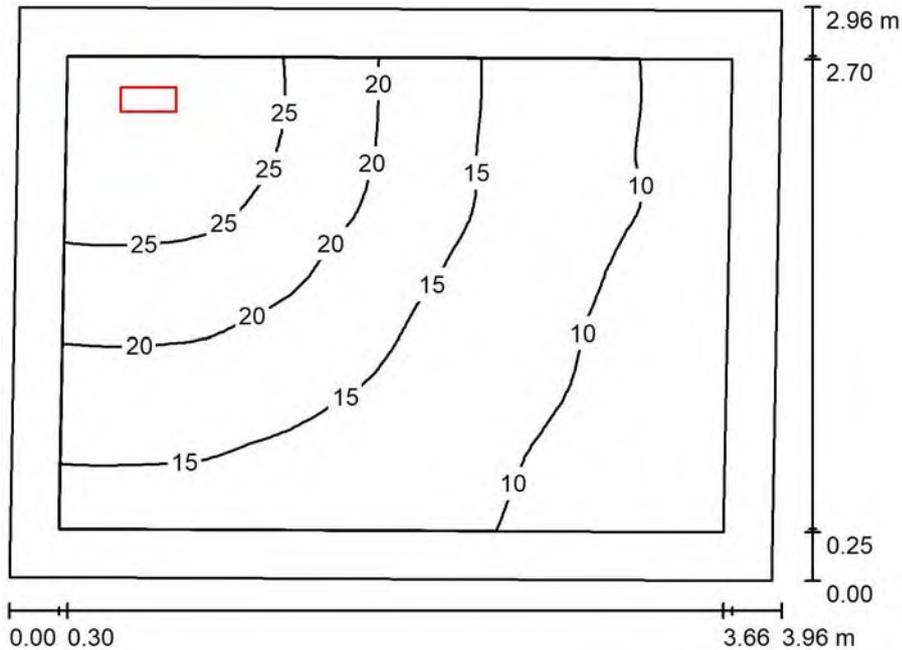
2 Pieza DAISALUX ATRIA N22 A (AT,B)
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 1023 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1000 lm
Potencia de las luminarias: 0.0 W
Clasificación luminarias según UTE: 1.02D
Código CIE Flux: 48 93 100 100 102
Lámpara: 1 x ATRIA N22 A (AT,B) (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

MCH ZONA DESPACHO / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.90

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	16	7.54	29	0.476
Suelo	59	12	7.36	18	0.597
Techo	70	9.15	4.51	165	0.493
Paredes (4)	59	14	4.38	186	/

Plano útil:

Altura: 0.800 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.250 m

Lista de piezas - Luminarias

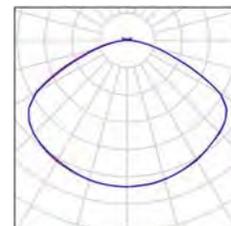
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	Legrand 662244 URA34LED 350LM-1H P IP42 ADR (1.000)	350	350	2.3
			Total: 350	Total: 350	2.3

Valor de eficiencia energética: $0.20 \text{ W/m}^2 = 1.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 11.51 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

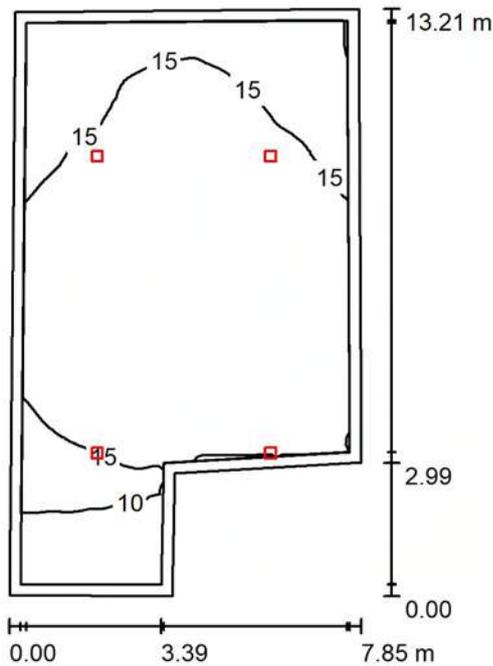
MCH ZONA DESPACHO / Lista de luminarias

1 Pieza	<p>Legrand 662244 URA34LED 350LM-1H P IP42 ADR N° de artículo: 662244 Flujo luminoso (Luminaria): 350 lm Flujo luminoso (Lámparas): 350 lm Potencia de las luminarias: 2.3 W Clasificación luminarias según UTE: 0.98E+0.02T</p> <p>Código CIE Flux: 41 77 96 98 100 Lámpara: 1 x leds (Factor de corrección 1.000).</p>	<p>Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.</p>
---------	--	---



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

MCH ZONA DESTINADA A SERVICIO ELÉCTRICO / Resumen



Altura del local: 7.700 m, Altura de montaje: 7.700 m, Factor mantenimiento: 0.90

Valores en Lux, Escala 1:170

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	16	6.91	19	0.443
Suelo	69	14	6.23	16	0.461
Techo	70	4.37	2.01	53	0.460
Paredes (6)	19	12	1.36	949	/

Plano útil:

Altura: 0.800 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.250 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	DAISALUX ATRIA N22 A (AT,B) (1.000)	1023	1000	0.0
			Total: 4092	Total: 4000	0.0

Valor de eficiencia energética: 0.00 W/m² = 0.00 W/m²/ lx (Base: 90.16 m²)

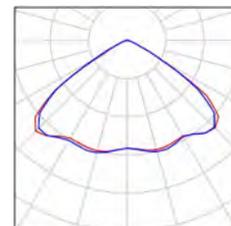
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

MCH ZONA DESTINADA A SERVICIO ELÉCTRICO / Lista de luminarias

4 Pieza

DAISALUX ATRIA N22 A (AT,B)
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 1023 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1000 lm
Potencia de las luminarias: 0.0 W
Clasificación luminarias según UTE: 1.02D
Código CIE Flux: 48 93 100 100 102
Lámpara: 1 x ATRIA N22 A (AT,B) (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Apéndice 3 Informe cálculo red de la red tierras – ETAP software

Project: **ETAP** Page: 1
Location: 20.5.0C Date: 01-10-2023
Contract: SN: IDOMINGC-2
Engineer: Study Case: GRD1 Filename: RED DE TIERRAS
CANAL ISABEL II

Electrical Transient Analyzer Program

Ground Grid Systems

Finite Element Method

Number of Ground Conductors: 5
Number of Ground Rods: 4
Total Length of Ground Conductors: 30.00 m
Total Length of Ground Rods: 12.00 m
Total Computational Time: 0.00 minutes

Frequency: 50,0

Unit System: Metric

Project Filename: RED DE TIERRAS CANAL ISABEL II

Output Filename: C:\Users\rcotareloh\Desktop\RED DE TIERRAS CANAL ISABEL II\Grid1_Untitled.GR1S

Ground Grid Input Data

System Data

Freq. Hz	Weight kg	Ambient Temp. °C	Short-Circuit Current			Fault Duration (Seconds)			Plot Step m	Extended Boundary Length m	
			Total Fault Current kA	Sf Division Factor %	Cp Projection Factor %	Tf for Total Fault Duration	Tc for Sizing Ground Conductors	Ts for Available Body Current			
50,0	70	40,00	1,000	10,00	8,0	120,0	0,20	0,20	0,20	1,0	0,00

Soil Data

Surface Material			Upper Layer Soil			Lower Layer Soil	
Material Type	Resistivity ohm.m	Depth m	Material Type	Resistivity ohm.m	Depth m	Material Type	Resistivity ohm.m
Clean limestone	3000,0	0,100	Moist soil	1000,0	5,00	Moist soil	1000,0

Material Constants

Conductor/Rod	Type	Conductivity %	α_r Factor @ 20 °C 1/°C	K0 @ 0 °C	Fusing Temperature °C	Resistivity of Ground Conductor @ 20°C micro ohm.cm	Thermal Capacity Per Unit Volume J/(cm³.°C)
Conductor	Copper, annealed soft-drawn	100,0	0,00393	234,0	1083,0	1,72	3,42
Rod	Copper, annealed soft-drawn	100,0	0,00393	234,0	1083,0	1,72	3,42

Conductor Data

Label	Type	mm²	From			To			Length m	Insulated Yes/No	Cost \$/m
			X	Y	Z	X	Y	Z			
C0	Copper, annealed soft-drawn	50	24,00	8,00	0,60	30,00	8,00	0,60	6,00	NO	10,00
C1	Copper, annealed soft-drawn	50	24,00	8,00	0,60	24,00	14,00	0,60	6,00	NO	10,00
C2	Copper, annealed soft-drawn	50	24,00	14,00	0,60	30,00	14,00	0,60	6,00	NO	10,00
C3	Copper, annealed soft-drawn	50	30,00	8,00	0,60	30,00	14,00	0,60	6,00	NO	10,00
C4	Copper, annealed soft-drawn	50	27,00	8,00	0,60	27,00	14,00	0,60	6,00	NO	10,00

Rod Data

Label	Type	Diameter cm	From			To			Length m	Insulated Yes/No	Cost \$/Rod
			X	Y	Z	X	Y	Z			
R0	Copper, annealed soft-drawn	2,000	24,00	8,00	0,60	24,00	8,00	3,60	3,00	NO	100,00
R1	Copper, annealed soft-drawn	2,000	24,00	14,00	0,60	24,00	14,00	3,60	3,00	NO	100,00
R2	Copper, annealed soft-drawn	2,000	30,00	8,00	0,60	30,00	8,00	3,60	3,00	NO	100,00
R3	Copper, annealed soft-drawn	2,000	30,00	14,00	0,60	30,00	14,00	3,60	3,00	NO	100,00

Project: **ETAP**
Location: 20.5.0C
Contract:
Engineer: Study Case: GRD1

Page: 3
Date: 01-10-2023
SN: IDOMINGC-2
Filename: RED DE TIERRAS
CANAL ISABEL II

Cost

Conductor			Rod			Total Cost
Total No.	Total Length m	Cost \$	Total No.	Total Length m	Cost \$	
5	30	300.00	4	12	400.00	700.00

Project: **ETAP**
 Location: **20.5.0C**
 Contract:
 Engineer: Study Case: GRD1

Page: 4
 Date: 01-10-2023
 SN: IDOMINGC-2
 Filename: RED DE TIERRAS
 CANAL ISABEL II

Ground Grid Summary Report

Rg Ground Resistance ohm	GPR Ground Potential Rise Volts	Maximum Touch Potential					Maximum Step Potential				
		Tolerable	Calculated		Coordinates (m)		Tolerable	Calculated		Coordinates (m)	
			Volts	Volts	%	X		Y	Volts	Volts	%
60.302	6232.6	1604.0	1634.6	101.9	24.0	8.0	5362.8	1050.2	19.6	24.00	8.00

Total Fault Current	1.000 kA	Reflection Factor (K):	-0.500
Maximum Grid Current:	0.103 kA	Surface Layer Derating Factor (Cs):	0.793
		Decrement Factor (Df):	1.077

Warnings:

The maximum Touch Voltage exceeds the tolerable limits.

Canal
de Isabel II



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

ANEJO Nº 9.- INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

Índice

1. INTRODUCCIÓN	5
2. NORMATIVA APLICABLE	6
3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL	7
3.1 Funciones Generales	7
3.2 Arquitectura del Sistema de Instrumentación y Control	8
3.2.1 Nivel de Campo	8
3.2.2 Nivel de Control	10
3.2.3 Nivel de Supervisión Centralizado	19
3.2.4 Nivel de Supervisión Centralizado Remoto (CHC)	19
3.2.5 Red de Comunicaciones.....	19
4. ALCANCE DE LOS TRABAJOS	20
4.1 Trabajos Previos e Ingeniería de Suministro	20
4.2 Suministro e Instalación de Instrumentación y Equipos	20
4.2.1 Válvula de corte de la conducción del caudal ecológico	21
4.2.2 Válvula de chorro hueco a la salida de la tubería de vertido del caudal ecológico	21
4.2.3 Transmisor del caudalímetro de la tubería del caudal ecológico	21
4.2.4 Caudalímetro para medición del caudal turbinado	21
4.2.5 Centro de Conmutación Automática del cerro	22
4.2.6 Minicentral.....	23
4.2.7 Sala de Control de coronación	25
4.2.8 Centro Hidrológico de Control (CHC).....	26
4.3 Pruebas y Puesta en Marcha	27
4.4 Formación	28
4.5 Documentación As-Built.....	28
5. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL	30
5.1 Modos de Funcionamiento	30
5.2 Secuencia de Arranque	31
5.2.1 Modo Automático.....	31
5.2.2 Modo Local-Manual o Remoto-Manual.....	31
5.3 Situaciones de Parada de Grupo	32
5.4 Secuencias	32
5.4.1 Turbina del Grupo	33

5.4.2	Generador del Grupo	35
5.4.3	Válvula de chorro hueco a la salida de la tubería de vertido del caudal ecológico	36

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se describe el Sistema de Instrumentación y Control asociado a la Minicentral Hidroeléctrica de El Atazar.

Dicho Sistema permitirá el control automatizado de dicha Minicentral, así como la realización de maniobras de arranque, parada u otras de forma segura, en función de las condiciones concretas de funcionamiento.

2. NORMATIVA APLICABLE

La normativa aplicable para el suministro, instalación y puesta en servicio del Sistema de Instrumentación y Control, junto con sus equipos asociados será la siguiente:

- ISA, Instrument Society of America.
- ANSI / ISA-S5.1, Instrumentation Symbols and Identification.
- ANSI / ISA-S51.1, Process Instrumentation Terminology.
- RP60.8, Electrical Guide for Control Centres.
- NEMA, National Electrical Manufacturers Association:
- ANSI / NEMA ICS 6, Enclosures for Industrial Controls and Systems.
- ANSI / NEMA ICS 2-230, Electromagnetic Interference.
- UNE 21-136-5 (CEI 255-5). Ensayos Eléctricos: rigidez dieléctrica, onda de choque, perturbación de alta frecuencia y resistencia de aislamiento.
- CEI 801-2, Nivel de severidad 4. Para ensayos de inmunidad frente a descargas electrostáticas.
- CEI 801-3, Nivel de severidad 4. Para ensayos de inmunidad frente a campos electromagnéticos radiados.
- CEI 801-4, Nivel de severidad 4. Para ensayos de inmunidad frente a ruidos de alta frecuencia.

Las normas y reglamentos indicados serán los correspondientes a la última edición.

3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

3.1 Funciones Generales

El Sistema de Instrumentación y Control de la nueva Minicentral Hidroeléctrica de El Atazar (en adelante MCH) deberá permitir como mínimo las siguientes funciones generales:

- Control Automatizado (Remoto-Automático) de los grupos de Turbinas-Generadores en base al caudal y altura disponible en cada momento en la conducción actual de caudal ecológico. Dicha conducción, en el tramo común previo a la derivación a la minicentral dispone de un caudalímetro.
- Maniobras de Arranque y Parada con control Remoto-Manual y Local-Manual, con las protecciones y enclavamientos correspondientes.
- Regulación y Control Automatizado (Remoto-Automático) de la válvula de chorro hueco que regula la salida de la tubería del caudal ecológico, en función del estado de la Minicentral, así como para maniobras periódicas de Mantenimiento
- Monitorización en tiempo real de estados de todos los equipos y componente, y en especial de los siguientes:
 - Turbinas y Grupo Generador
 - Protecciones Eléctricas
 - Medida Eléctrica (MT)
 - Compuertas de admisión a la Minicentral
 - Caudalímetro existente para la medida en la tubería de toma del caudal ecológico
 - Caudalímetro nuevo para la medida del caudal turbinado
 - Válvula de chorro hueco de vertido del caudal ecológico
 - Alimentador de Valdentaes
 - Alimentador de Iberdrola, incluyendo el Sistema Antivertido
- Maniobras de desconexión de la Red Eléctrica de Iberdrola en el caso de que saltan las protecciones de la conexión con la Red de Evacuación del Canal de Isabel II (línea de Valdentaes).

- Maniobras de protección o desconexión de las Redes Eléctricas en caso de fallo, derivación u otra situación que se considere de riesgo.

3.2 Arquitectura del Sistema de Instrumentación y Control

La Arquitectura del Sistema de Instrumentación y Control de la nueva Minicentral se describe en tres niveles:

- Nivel de Campo: compuesto principalmente por instrumentación, equipos de medida y actuadores.
- Nivel de Control: compuesto principalmente por los PLCs o autómatas de control, así como de periferia descentralizada para la conexión de la instrumentación, equipos de medida y actuadores.
- Nivel de Supervisión Centralizado: compuesto principalmente por el SCADA de la MCH y el puesto de operación ubicado en la Sala de Control de la misma.
- Nivel de Supervisión Centralizado Remoto: incluye la comunicación con el Centro Hidrológico de Control (en adelante CHC) de Torrelaguna.

Dicha Arquitectura, así como las características de los equipos que la componen deberán cumplir con las Normas y Especificaciones Técnicas del Canal de Isabel II que sean de aplicación.

Se incluye un diagrama de esta Arquitectura en el plano 7.1 Diagrama de arquitectura de control.

3.2.1 Nivel de Campo

En este nivel se incluyen los siguientes elementos:

- Válvula de corte de la tubería de baipás del caudal ecológico: válvula de compuerta eléctrica (reemplaza a la válvula de compuerta manual existente) de accionamiento in-situ (conforme a indicaciones del Canal) pero cuya posición será controlada.
- Caudalímetro electromagnético existente en la tubería del caudal ecológico, en el tramo común previo a la derivación hacia la minicentral: caudalímetro existente cuya señal llega hasta una sala en el edificio del desagüe de fondo de la presa, donde se encuentra el transmisor. Este transmisor se reubicará en la MCH, y las señales de salida de dicho transmisor (caudal instantáneo, como señal analógica y volumen totalizado, como señal digital por pulsos) se cablearán al PLC de la MCH, desde donde se transmitirá también al CHC.
- Caudalímetro electromagnético nuevo en el tramo posterior a la derivación hacia la minicentral, con el objetivo de medir el caudal turbinado. Las señales de dicho transmisor se cablearán al PLC de la MCH, desde donde se transmitirá también al CHC.

- Nueva válvula de chorro hueco de accionamiento eléctrico a la salida de la tubería de baipás del caudal ecológico: se deberá conectar a esta nueva válvula el cableado de alimentación y control para su control desde el PLC principal de la Minicentral.
- Protecciones del Alimentador de Valdetales en el Centro de Conmutación Automática del cerro: las señales de este equipamiento se conectarán a una nueva periferia descentralizada que se conectará con el PLC de la MCH
- Protecciones y Equipos de Medida del Alimentador de Iberdrola en el Centro de Conmutación Automática del cerro: se incluirá el sistema antivertido homologado, dado que la compañía no admite vertidos de energía con su alimentador en servicio. Aunque existirá un enclavamiento lógico que impedirá tal circunstancia, forzando la desconexión de los grupos turbina-alternador ante conmutación del alimentador de Valdetales, se prevé este sistema antivertido para mayor seguridad de la compañía distribuidora. La topología y funcionamiento del sistema antivertido se describe en el epígrafe 'Nivel de Control'
- Equipamiento de Instrumentación, Medida y Actuadores del Grupo Turbina-Generador: el Grupo Turbina-Generador incluirá toda la instrumentación y elementos de medida y actuación necesarios para su correcto funcionamiento garantizando la seguridad de las personas y la integridad de la instalación, así como de las infraestructuras externas a las que se conecta (Redes Eléctricas). A continuación, se relaciona un listado de equipos que se debieran incluir como mínimo para el control de la Minicentral:
 - Turbina:
 - Actuador de la válvula de entrada
 - Transmisor de presión de la tubería en carga
 - Transmisor de presión de la espiral
 - Válvula de entrada a la turbina
 - Válvula del bypass de la turbina
 - Distribuidor
 - Grupo Oleohidráulico:
 - Bomba del grupo oleohidráulico
 - Transmisores de presión del grupo oleohidráulico
 - Transmisor de temperatura de aceite
 - Presostato del circuito de aceite
 - Boyas de nivel del depósito de aceite
 - Resistencias de calentamiento del aceite

- Electroválvulas para el control de varios circuitos
- Centro de transformación de la MCH:
 - Cuadro de alarmas
 - Protecciones de la celda de entrada y de las celdas de los transformadores
 - Protecciones de las celdas de los transformadores
 - Equipo de Medida
- Cuadros de baja tensión:
 - Equipos de Medida (Analizadores de Redes)
 - Estado de protecciones de acometida a cuadro y de parte de los circuitos alimentados.
- Edificio:
 - Sensor de nivel de agua.
 - Sensores de temperatura en sala MCH.
- Cuadro de Alarmas

3.2.2 Nivel de Control

En este nivel se incluyen los siguientes elementos:

- Sistema Antivertido: dicho sistema impide el vertido de energía producida por la Minicentral Hidráulica hacia la red de Iberdrola, al enviar una orden de desconexión de los grupos generadores en el caso de se detecte un balance de consumo próximo a '0' en el Analizador de redes de la conexión de MT al Alimentador de Iberdrola cuando éste está activo. Dicho sistema se compone de los siguientes elementos:
 - En el Centro de Conmutación Automática del Cerro existirá un cuadro central antivertido que monitorizará el alimentador de Iberdrola, principalmente mediante un Analizador de Redes y un PLC (denominado PLC Antivertido).
 - Analizador de Redes: medirá de forma bidireccional la intensidad en ambos sentidos a la entrada del Alimentador de Iberdrola, a través de los correspondientes transformadores de tensión e intensidad. Dichas medidas, junto con la de Defecto del Analizador se conectarán al PLC que controla el Sistema Antivertido, denominado "PLC Antivertido" a través de un switch (switch Antivertido) mediante protocolo Modbus TCP para comunicar dichas señales de medida (Tensión, Intensidad, Potencia, etc..) del Alimentador de Iberdrola.
 - PLC Antivertido: interpreta en continuo las señales que le llegan del analizador de redes, y en caso necesario, cuando se alcance un umbral de la intensidad neta en el

Alimentados de Iberdrola próximo a 'O', enviará la orden a dos periferias descentralizadas ubicadas en la MCH, comunicándose a través de switches y de la red de fibra óptica de Canal para que ejecuten la desconexión de los grupos generadores. Por otro lado, el PLC Antivertido, se comunicará asimismo con el PLC de la MCH a través de la red de comunicaciones de Canal para comunicar las señales de disparo y alarmas, así como las señales de medida (Tensión, Intensidad, Potencia, etc..) del Alimentador de Iberdrola. Dicha conexión se realizará a través de la red de fibra óptica de Canal y de switches independiente del switch del Sistema Antivertido, según arquitectura homologada, mediante protocolo de comunicación Profinet basado en Ethernet.

- Periferia Sistema Antivertido (2 unidades, ubicadas ambas en la MCH): tal como se ha indicado, en el caso anteriormente descrito, ejecutarían la desconexión de los grupos generadores a través de señales digitales que dispararán los disyuntores de las cabinas de 6 kV correspondientes a cada grupo.
- Switches del Sistema Antivertido (1 unidad en el Centro de Conmutación Automático de El Cerro y 1 unidad en la Minicentral Hidráulica): permitirán la conexión entre el PLC Antivertido ubicado en el Centro de Conmutación Automática de El Cerro y las periferias descentralizadas ubicadas en la Minicentral Hidráulica mediante protocolo Profinet basado en Ethernet. También permitirá la conexión con el PLC de la Minicentral de acuerdo a lo establecido en los esquemas desarrollados, usando la conexión mediante fibra óptica habilitada entre ambos edificios gracias al nuevo tramo de cable de 32 fibras ópticas monomodo incluido en el presente proyecto
- Se incluye dentro del alcance del sistema antivertido todas las comunicaciones necesarias a ejecutar para el correcto funcionamiento de éste.
- PLC de Control Principal de la MCH:
 - En dicho PLC recaerán las funciones de control principal y completo de la Minicentral, la adquisición de señales de campo, el procesamiento de las mismas, la ejecución de las secuencias programadas.
 - Dicho PLC se instalará en el Cuadro de Control de la Minicentral.
 - A este PLC se conectarán, bien directamente o a través de periferia distribuida, mediante bus de comunicaciones basado en protocolo Profinet sobre Ethernet:
 - Todas las señales de campo de la Minicentral
 - Las señales de campo (telecontrol y telemando) de la válvula de chorro hueco de la tubería de vertido del caudal ecológico
 - Las señales de campo (telecontrol) de la válvula de compuerta de corte de la tubería de vertido del caudal ecológico
 - Las señales del transmisor del caudalímetro electromagnético existente en la tubería del caudal ecológico.
 - Las señales del transmisor del caudalímetro electromagnético nuevo en el tramo posterior a la derivación hacia la minicentral, con el objetivo de medir el caudal turbinado.
 - Los Relés de Protección de las celdas de protección de los trafos de los Grupos Generadores 1 y 2, el de Auxiliares, y el de Salida/Medida, a través de un switch

- Los Analizadores de Red de los cuadros de Baja Tensión (CGBT y CS-MCH), a través de un switch
 - El SAI, a través de un switch
 - La pantalla HMI, a través de un switch
 - Las señales del Sistema Antivertido, desde la periferia de la MCH ubicada en el Centro de Conmutación Automática, a través de la red de fibra óptica de Canal y el nuevo tramo de cable de 32 fibras ópticas que se incluye en el presente proyecto
- Desde este PLC se conectarán mediante señales de campo:
 - Al Cuadro de Alarmas:
 - Las señales de alarmas y disparos de trafos
 - Las señales de posición y disparos de los interruptores de las celdas de protección de los trafos y de la celda de protección general
 - Las señales de posición y disparos del interruptor general del cuadro general de baja tensión del trazo de Servicios Auxiliares
 - Dicho PLC estará suficientemente dimensionado (en CPU, y módulos de Entradas/Salidas) para conectar todas estas señales, manteniendo una capacidad de ampliación a futuro de al menos el 20%.
 - Este PLC se conectará con los equipos de campo con interfaz Ethernet a través de dos switches de comunicación industrial ubicados en la Minicentral.
 - Este PLC se conectará con la periferia de la MCH ubicada en el Centro de Conmutación Automática, a través de la red de fibra óptica de Canal y el nuevo tramo de cable de 32 fibras ópticas que se incluye en el presente proyecto
 - Asimismo, este PLC se conectará con el CHC de Torrelaguna a través de red de fibra óptica de Canal, mediante uno de los switches de la MCH, a través del nuevo tramo de cable de 32 fibras ópticas que se incluye en el presente proyecto. Para ello se prevé instalar un firewall industrial en la Sala de Control de Coronación. Dicho firewall se conectará, a su vez, al router que conecta con el CHC de Torrelaguna a través de la red existente de fibra óptica de Canal. En el PLC de la MCH estarán disponibles todas las señales que se requieran para poder ser comunicadas al CHC de Torrelaguna. Dicha comunicación se realizará mediante protocolo OPC-UA.
 - Dicho PLC, junto con el HMI y los switches de la Minicentral se instalarán en un nuevo Cuadro de Control incluido en el presente proyecto, que se ubicará en la sala de control de la Minicentral.
- HMI táctil de 22" de altas prestaciones:
 - Este HMI permitirá la visualización del estado de la Minicentral, así como establecer consignas, realizar maniobras o iniciar secuencias, con las adecuadas credenciales de control de accesos

- Este HMI se instalará en el Cuadro de Control de la Minicentral y se conectará al PLC de Control Principal de la Minicentral a través un switch industrial.
- Dicho HMI deberá incorporar un SCADA embebido para el control de la Minicentral, por lo que deberá tener las características apropiadas para ello, según las Especificaciones Técnicas que se definen en el presente proyecto. Dispondrá de licencia apropiada para poder realizar tareas de mantenimiento, como visualización de histórico de datos.
- Periferia descentralizada en el Centro de Conmutación Automática del cerro:
 - A esta periferia se conectarán las señales de estado de los alimentadores de Valdentaes y de Iberdrola, así como la alarmas y disparos del Sistema Antivertido para su comunicación hacia al PLC de la MCH, por lo que estará suficientemente dimensionada (en CPU, y módulos de Entradas/Salidas) para conectar todas estas señales, manteniendo una capacidad de ampliación a futuro de al menos el 20%. En concreto, se conectarán al menos las siguientes señales:
 - Estado del alimentador de Valdentaes
 - Estado del alimentador de Iberdrola
 - Evento de disparo de relé antivertido del alimentador de Iberdrola.
 - Disparo de la protección de alimentación al Analizador de Red del Sistema Antivertido.
 - Energía proveniente del alimentador de Iberdrola, para tener capacidad de regulación de la generación previo a una eventual orden de disparo de las generaciones ordenada por el sistema antivertido.
 - Dicha periferia se conectará con el PLC de la Minicentral a través de switches industriales, usando un par de fibras del cable de fibra óptica existente en el Centro de Conmutación Automática del cerro, conectadas a la red de comunicaciones de Canal.
- Firewall Industrial: realizará las funciones de Ciberseguridad de las comunicaciones de la Minicentral con redes exteriores par su conexión con el CHC de Torrelaguna. Este firewall deberá estar configurado para asegurar un acceso seguro al PLC de la MCH, garantizando que sólo usuarios debidamente acreditados puedan acceder a dicho PLC de la MCH.
- Switches Industriales: se utilizarán para interconectar los diferentes equipos de control que intervienen en el control de la Minicentral:
 - Centro de Conmutación Automática (Cerro): aparte del switch del Sistema Antivertido, se instalará otro switch industrial para interconectar el PLC Antivertido y la periferia de la MCH entre sí para compartir señales, y el Analizador y la periferia de la MCH con el PLC de la MCH, a través de la red de fibra óptica de Canal
 - Minicentral: aparte de los switches del Sistema Antivertido, se instalarán otros dos (2) switches industriales para interconectar los relés de protección y medida de las celdas

de MT de la Minicentral, así como los Analizadores de Red de los cuadros de BT y el SAI con el PLC de la MCH, así como este último con la periferia descentralizada del Centro de Conmutación Automático y con el firewall de la Sala de Control de Coronación.

- La comunicación entre equipos de control y switches se realizará mediante protocolo Profinet basado en Ethernet, ampliamente usados en el mercado.

Con el fin de asegurar que no se sobrepasa en ningún momento la concesión hidrológica para el aprovechamiento energético concedido, y que la medida del caudal se transfiera correctamente y con la máxima disponibilidad, se han previsto una serie de medidas, que se definen a continuación:

- La MCH de Valdetales considerará el caudal instantáneo turbinado en la MCH de El Atazar para modular su producción de forma que en ningún momento se exceda el límite máximo concesional.
- Para ello, la MCH de Valdetales y la de El Atazar recibirán lectura directa tanto del equipo de medida del caudal turbinado como del caudal ecológico.
- Tanto el autómatas programable de la MCH de El Atazar como la instrumentación de esta (que incluye los caudalímetros) dispondrán de un equipo de alimentación ininterrumpida (SAI) que asegurará su funcionamiento durante un tiempo no inferior a 6 horas, ante ausencia de tensión.
- Si falla la lectura del caudal turbinado de la MCH El Atazar, la MCH de Valdetales tomará como tal el caudal ecológico de aquella (que será mayor o igual que el turbinado).
- Si también falla la lectura del caudal ecológico se tomará como caudal turbinado el máximo permitido para la MCH de El Atazar (2,5 m³/s).
- Si hay un fallo en la red eléctrica exterior a la MCH de El Atazar, esta entrará en parada y el servicio de alimentación ininterrumpida (SAI) asegurará la lectura de los caudalímetros, que serán vistos en la MCH de Valdetales, y que tenderán a cero. En estas circunstancias, si se agota el SAI, se entenderá que el caudal en Atazar es nulo.
- Si hay un fallo eléctrico en la red interior de la MCH de El Atazar, el SAI asegurará la lectura de caudalímetros en la MCH de Valdetales y se procederá del mismo modo descrito en el punto anterior.
- Si el autómatas programable de la MCH de El Atazar deja de funcionar, la MCH de Valdetales recibirá señal de watch-dog o PLC muerto y los caudales tenderán a cero. La MCH de Valdetales podrá confirmar estos caudales al tener lectura directa de estos. Si se agota el SAI y se pierden señales, asumirá que los citados caudales siguen siendo nulos mientras no se reciba confirmación de PLC vivo.
- Si falla el switch en servicio que facilita la lectura de ambos caudalímetros a las dos MCH, el switch redundante previsto entrará como respaldo, facilitando las correspondientes lecturas.

Se incluyen a continuación los listados de señales conectados o comunicados a los diferentes equipos de control, diferenciados por equipos de campo.

LISTADO DE SEÑALES CENTRO DE CONMUTACIÓN AUTOMÁTICA (CERRO)		AI	DI	AO	DO	BUS	COMENTARIOS
EQUIPO	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN					
PLC ANTIVERTIDO							
ALIMENTADOR VALDENTALES		1					
ALIMENTADOR VALDENTALES ACTIVO		1	1				Enclavada con ED "ALIMENTADOR IBERDROLA ACTIVO" Enclava parada grupos generadores MCH
ALIMENTADOR IBERDROLA		1					
ALIMENTADOR IBERDROLA ACTIVO		1	1				Enclavada con ED "ALIMENTADOR VANDENTALES ACTIVO"
ANALIZADOR DE RED ALIMENTADOR IBERDROLA		1					
ALARMA VERTIDO ACOMETIDA IBERDROLA		1	1				Enclava parada grupos generadores MCH
ALARMA ANALIZADOR DE RED		1	1				Enclava parada grupos generadores MCH
MAGNETOTÉRMICO ALIMENTACIÓN ANALIZADOR DE RED SISTEMA ANTIVERTIDO DISPARADO		1	1				Enclava parada grupos generadores MCH
PERIFERIA MCH - CENTRO CONMUTACIÓN							
ALIMENTADOR VANDENTALES ACTIVO		1				1	DO comunicada por bus hacia PLC MCH
ALIMENTADOR IBERDROLA ACTIVO		1				1	DO comunicada por bus hacia PLC MCH
ALARMA VERTIDO ACOMETIDA IBERDROLA		1				1	DO comunicada por bus hacia PLC MCH
ALARMA ANALIZADOR DE RED		1				1	DO comunicada por bus hacia PLC MCH
MAGNETOTÉRMICO ALIMENTACIÓN ANALIZADOR DE RED SISTEMA ANTIVERTIDO DISPARADO		1				1	DO comunicada por bus hacia PLC MCH
PERIFERIA ANTIVERTIDO (MCH) - GENERADOR 1							
PARADA GENERADOR 1		1				1	DO comunicada por Bus hacia Periferia Antivertido (MCH) - Generador 1
PERIFERIA ANTIVERTIDO (MCH) - GENERADOR 2							
PARADA GENERADOR 2		1				1	DO comunicada por Bus hacia Periferia Antivertido (MCH) - Generador 2
PLC MCH (MINICENTRAL HIDRÁULICA)							
MEDIDA TENSIÓN FASE 1		1				1	AO comunicada por Bus
MEDIDA TENSIÓN FASE 2		1				1	AO comunicada por Bus
MEDIDA TENSIÓN FASE 3		1				1	AO comunicada por Bus
MEDIDA INTENSIDAD FASE 1		1				1	AO comunicada por Bus
MEDIDA INTENSIDAD FASE 2		1				1	AO comunicada por Bus
MEDIDA INTENSIDAD FASE 3		1				1	AO comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA ACTIVA FASE 1		1				1	AO comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA ACTIVA FASE 2		1				1	AO comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA ACTIVA FASE 3		1				1	AO comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA REACTIVA FASE 1		1				1	AO comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA REACTIVA FASE 2		1				1	AO comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA REACTIVA FASE 3		1				1	AO comunicada por Bus
MEDIDA FRECUENCIA		1				1	AO comunicada por Bus
MEDIDA FACTOR DE POTENCIA		1				1	AO comunicada por Bus
TOTAL			0	5	0	0	21

LISTADO DE SEÑALES CENTRO DE CONMUTACIÓN AUTOMÁTICA (CERRO)		AI	DI	AO	DO	BUS	COMENTARIOS
EQUIPO	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN					
PERIFERIA MCH - CENTRO CONMUTACIÓN							
PLC ANTIVERTIDO							
ALIMENTADOR VANDENTALES ACTIVO		1				1	DI comunicada por bus. Enclava parada grupos generadores MCH si se produce '0'
ALIMENTADOR IBERDROLA ACTIVO		1				1	DI comunicada por bus.
ALARMA VERTIDO ACOMETIDA IBERDROLA		1				1	DI comunicada por bus. Enclava parada grupos generadores MCH
ALARMA ANALIZADOR DE RED		1				1	DI comunicada por bus. Enclava parada grupos generadores MCH
MAGNETOTÉRMICO RELE ANTIVERTIDO DISPARADO		1				1	DI comunicada por bus. Enclava parada grupos generadores MCH
TOTAL			0	0	0	0	5

LISTADO DE SEÑALES MINICENTRAL HIDRÁULICA		AI	DI	AO	DO	BUS	COMENTARIOS
EQUIPO	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN					
PERIFERIA ANTIVERTIDO (MCH) - GENERADOR 1							
PLC ANTIVERTIDO							
PARADA GENERADOR 1		1				1	DI comunicada por Bus desde PLC Antivertido
ORDEN DESCONEJÓN GENERADOR 1		1			1		
TOTAL			0	0	0	1	1

LISTADO DE SEÑALES MINICENTRAL HIDRÁULICA		AI	DI	AO	DO	BUS	COMENTARIOS
EQUIPO	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN					
PERIFERIA ANTIVERTIDO (MCH) - GENERADOR 2							
PLC ANTIVERTIDO							
PARADA GENERADOR 2		1				1	DI comunicada por Bus desde PLC Antivertido
ORDEN DESCONEJÓN GENERADOR 2		1			1		
TOTAL			0	0	0	1	1

LISTADO DE SEÑALES MINICENTRAL HIDRÁULICA		AI	DI	AO	DO	BUS	COMENTARIOS
EQUIPO	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN					
PLC MCH (MINICENTRAL HIDRÁULICA)							
PERIFERIA MCH (CENTRO DE CONMUTACIÓN AUTOMÁTICA)	1						
ALIMENTADOR VANDIENTALES ACTIVO	1					1	DI comunicada por bus. Enclava parada grupos generadores MCH si se produce '0'
ALIMENTADOR IBERDROLA ACTIVO	1					1	DI comunicada por bus.
ALARMA VERTIDO ACOMETIDA IBERDROLA	1					1	DI comunicada por bus. Enclava parada grupos generadores MCH
ALARMA ANALIZADOR DE RED	1					1	DI comunicada por bus. Enclava parada grupos generadores MCH
MAGNETOTÉRMICO RELE ANTIVERTIDO DISPARADO	1					1	DI comunicada por bus. Enclava parada grupos generadores MCH
ANALIZADOR DE REDES SISTEMA ANTIVERTIDO (CENTRO DE CONMUTACIÓN AUTOMÁTICA)							
MEDIDA TENSIÓN FASE 1	1					1	AI comunicada por Bus
MEDIDA TENSIÓN FASE 2	1					1	AI comunicada por Bus
MEDIDA TENSIÓN FASE 3	1					1	AI comunicada por Bus
MEDIDA INTENSIDAD FASE 1	1					1	AI comunicada por Bus
MEDIDA INTENSIDAD FASE 2	1					1	AI comunicada por Bus
MEDIDA INTENSIDAD FASE 3	1					1	AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA ACTIVA FASE 1	1					1	AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA ACTIVA FASE 2	1					1	AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA ACTIVA FASE 3	1					1	AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA REACTIVA FASE 1	1					1	AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA REACTIVA FASE 2	1					1	AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA REACTIVA FASE 3	1					1	AI comunicada por Bus
MEDIDA FRECUENCIA	1					1	AI comunicada por Bus
MEDIDA FACTOR DE POTENCIA	1					1	AI comunicada por Bus
VÁLVULA CORTE TUBERÍA CAUDAL ECOLÓGICO							
ESTADO ABIERTA	1		1				
ESTADO CERRADA	1		1				
FALLO GENERAL	1		1				
VÁLVULA CHORRO HUECO SALIDA CAUDAL ECOLÓGICO							
ESTADO ABIERTA	1		1			1	DI comunicada por señal cableada y por Bus
ESTADO CERRADA	1		1			1	DI comunicada por señal cableada y por Bus
ESTADO GRADO DE APERTURA	1	1				1	AI comunicada por señal cableada y por Bus
SELECTOR EN LOCAL	1					1	DI comunicada por Bus
SELECTOR EN REMOTO	1					1	DI comunicada por Bus
FALLO GENERAL	1		1			1	DI comunicada por señal cableada y por Bus
FALLO EXCESO DE PAR CERRANDO	1					1	DI comunicada por Bus
FALLO EXCESO DE PAR ABRIENDO	1					1	DI comunicada por Bus
ORDEN ABRIR	1			1	1		DO comunicada por señal cableada y por Bus
ORDEN CERRAR	1			1	1		DO comunicada por señal cableada y por Bus
ORDEN PARAR	1			1	1		DO comunicada por señal cableada y por Bus
LIBERAR MODO MANUAL	1					1	DO comunicada por Bus
CONSIGNA GRADO APERTURA	1			1			AO comunicada por señal cableada y por Bus
CONSIGNA REGULADOR PID	1					1	AO comunicada por Bus
CAUDALÍMETRO TUBERÍA TOMA (EXISTENTE)							
CAUDAL INSTANTÁNEO	1	1					Señal 4-20 mA
VOLUMEN ACUMULADO	1		1				Señal de impulsos - contador
FALLO GENERAL	1		1				
CAUDALÍMETRO TUBERÍA ENTRADA MCH (NUEVO)							
CAUDAL INSTANTÁNEO	1	1					Señal 4-20 mA
VOLUMEN ACUMULADO	1		1				Señal de impulsos - contador
FALLO GENERAL	1		1				
GRUPO REGULACIÓN 1 (A confirmar por suministrador)							
PRESOSTATO BOMBA 1 EN MARCHA	1		1				1 = Bomba en marcha
PRESOSTATO BOMBA 2 EN MARCHA	1		1				1 = Bomba en marcha
PRESOSTATO PRESIÓN MÍNIMA ARRANQUE	1		1				1 = Presión superior a mínima
PRESOSTATO PRESIÓN MÍNIMA FUNCIONAMIENTO	1		1				1 = Presión superior a mínima
LS NIVEL ACEITE L	1		1				0 = Nivel Bajo
LS NIVEL ACEITE LL	1		1				0 = Nivel Muy Bajo
TEMPERATURA ACEITE	1	1					Controla Resistencia de Caldeo
TEMPERATURA ACEITE (REDUNDANTE)	1	1					Controla Resistencia de Caldeo
PRESOSTATO FILTRO 1 SUCIO	1		1				0 = Filtro sucio
PRESOSTATO FILTRO 2 SUCIO	1		1				0 = Filtro sucio
PRESOSTATO FILTRO RETORNO	1		1				0 = Filtro sucio
ELECTROVÁLVULA - ORDEN CIERRE EMERGENCIA DISTRIBUIDOR	1				1		0 VDC = cerrar distribuidor
SERVOVÁLVULA - CONSIGNA CONTROL DISTRIBUIDOR	1			1			4 mA = cerrar distribuidor
ELECTROVÁLVULA - AISLAMIENTO EJE 2 CIERRE EMERGENCIA	1				1		0 VDC = aislamiento eje 2
ELECTROVÁLVULA - ACCIONAMIENTO VÁLVULA BYPASS	1				1		0 VDC = cerrar bypass
ELECTROVÁLVULA - ACCIONAMIENTO VÁLVULA MARIPOSA	1				1		0 VDC = cerrar válvula mariposa
ELECTROVÁLVULA - OPERACIÓN FRENO	1				1		Señal pulsada
GRUPO REGULACIÓN 2 (A confirmar por suministrador)							
PRESOSTATO BOMBA 1 EN MARCHA	1		1				1 = Bomba en marcha
PRESOSTATO BOMBA 2 EN MARCHA	1		1				1 = Bomba en marcha
PRESOSTATO PRESIÓN MÍNIMA ARRANQUE	1		1				1 = Presión superior a mínima
PRESOSTATO PRESIÓN MÍNIMA FUNCIONAMIENTO	1		1				1 = Presión superior a mínima
LS NIVEL ACEITE L	1		1				0 = Nivel Bajo
LS NIVEL ACEITE LL	1		1				0 = Nivel Muy Bajo
TEMPERATURA ACEITE	1	1					Controla Resistencia de Caldeo
TEMPERATURA ACEITE (REDUNDANTE)	1	1					Controla Resistencia de Caldeo
PRESOSTATO FILTRO 1 SUCIO	1		1				0 = Filtro sucio
PRESOSTATO FILTRO 2 SUCIO	1		1				0 = Filtro sucio
PRESOSTATO FILTRO RETORNO	1		1				0 = Filtro sucio
ELECTROVÁLVULA - ORDEN CIERRE EMERGENCIA DISTRIBUIDOR	1				1		0 VDC = cerrar distribuidor
SERVOVÁLVULA - CONSIGNA CONTROL DISTRIBUIDOR	1			1			4 mA = cerrar distribuidor
ELECTROVÁLVULA - AISLAMIENTO EJE 2 CIERRE EMERGENCIA	1				1		0 VDC = aislamiento eje 2
ELECTROVÁLVULA - ACCIONAMIENTO VÁLVULA BYPASS	1				1		0 VDC = cerrar bypass
ELECTROVÁLVULA - ACCIONAMIENTO VÁLVULA MARIPOSA	1				1		0 VDC = cerrar válvula mariposa
ELECTROVÁLVULA - OPERACIÓN FRENO	1				1		Señal pulsada
TURBINA 1 (A confirmar por suministrador)							
PRESOSTATO PRESIONES EQUILIBRADAS	1		1				1 = Presiones equilibradas OK
FINAL CARRERA - DISTRIBUIDOR CERRADO	1		1				1 = distribuidor cerrado
POSICIÓN ANGULAR INSTANTÁNEA DISTRIBUIDOR	1	1					4 mA = distribuidor cerrado
FINAL CARRERA - BYPASS CERRADO	1		1				1 = bypass cerrado
FINAL CARRERA - BYPASS ABIERTO	1		1				1 = bypass abierto
FINAL CARRERA - VÁLVULA MARIPOSA CERRADA	1		1				1 = válvula cerrada
FINAL CARRERA - VÁLVULA MARIPOSA ABIERTA	1		1				1 = válvula abierta
DETECTOR INDUCTIVO PANDEO BIELA	1		1				1 = biela OK
TURBINA 2 (A confirmar por suministrador)							
PRESOSTATO PRESIONES EQUILIBRADAS	1		1				1 = Presiones equilibradas OK
FINAL CARRERA - DISTRIBUIDOR CERRADO	1		1				1 = distribuidor cerrado
POSICIÓN ANGULAR INSTANTÁNEA DISTRIBUIDOR	1	1					4 mA = distribuidor cerrado
FINAL CARRERA - BYPASS CERRADO	1		1				1 = bypass cerrado
FINAL CARRERA - BYPASS ABIERTO	1		1				1 = bypass abierto
FINAL CARRERA - VÁLVULA MARIPOSA CERRADA	1		1				1 = válvula cerrada
FINAL CARRERA - VÁLVULA MARIPOSA ABIERTA	1		1				1 = válvula abierta
DETECTOR INDUCTIVO PANDEO BIELA	1		1				1 = biela OK

LISTADO DE SEÑALES MINICENTRAL HIDRÁULICA	DESCRIPCIÓN	AI	DI	AO	DO	BUS	COMENTARIOS
EQUIPO		MEDICIÓN					
PLC MCH (MINICENTRAL HIDRÁULICA) - CONTINUACIÓN							
SISTEMA REFRIGERACIÓN (A confirmar por suministrador)							
	PRESOSTATO FILTRO 1 SUCIO	1	1				1 = Filtro sucio
	PRESOSTATO FILTRO 1 MUY SUCIO	1	1				1 = Filtro muy sucio
	PRESOSTATO FILTRO 2 SUCIO	1	1				1 = Filtro sucio
	PRESOSTATO FILTRO 2 MUY SUCIO	1	1				1 = Filtro muy sucio
	FINAL CARRERA - VÁLVULA DESCARGA LODOS FILTRO 1 ABIERTA	1	1				1= válvula abierta
	FINAL CARRERA - VÁLVULA DESCARGA LODOS FILTRO 1 CERRADA	1	1				1= válvula cerrada
	FINAL CARRERA - VÁLVULA DESCARGA LODOS FILTRO 2 ABIERTA	1	1				1= válvula abierta
	FINAL CARRERA - VÁLVULA DESCARGA LODOS FILTRO 2 CERRADA	1	1				1= válvula cerrada
	FINAL CARRERA - VÁLVULA AISLAMIENTO UNIDAD 1 ABIERTA	1	1				1= válvula abierta
	FINAL CARRERA - VÁLVULA AISLAMIENTO UNIDAD 1 CERRADA	1	1				1= válvula cerrada
	CAUDALÍMETRO - CAUDAL AGUA INTERCAMBIADOR GRUPO LUBRICACIÓN UNIDAD 1	1	1				1 = caudal OK
	CAUDALÍMETRO - CAUDAL AGUA JUNTA EJE UNIDAD 1	1	1				1 = caudal OK
	PRESOSTATO FILTRO MANUAL SUCIO UNIDAD 1	1	1				0 = Filtro sucio
	FINAL CARRERA - VÁLVULA AISLAMIENTO UNIDAD 2 ABIERTA	1	1				1= válvula abierta
	FINAL CARRERA - VÁLVULA AISLAMIENTO UNIDAD 2 CERRADA	1	1				1= válvula cerrada
	CAUDALÍMETRO - CAUDAL AGUA INTERCAMBIADOR GRUPO LUBRICACIÓN UNIDAD 2	1	1				1 = caudal OK
	CAUDALÍMETRO - CAUDAL AGUA JUNTA EJE UNIDAD 2	1	1				1 = caudal OK
	PRESOSTATO FILTRO MANUAL SUCIO UNIDAD 2	1	1				0 = Filtro sucio
POZO ACHIQUE (A confirmar por suministrador)							
	DETECTOR NIVEL AGUA POZO ACHIQUE - NIVEL MÍNIMO	1	1				1 = Nivel mínimo
	DETECTOR NIVEL AGUA POZO ACHIQUE - NIVEL MÁXIMO	1	1				0 = Nivel máximo
	DETECTOR NIVEL AGUA POZO ACHIQUE - NIVEL INUNDACIÓN	1	1				0 = Nivel inundación
	DETECTOR NIVEL AGUA POZO ACHIQUE - NIVEL ALTO INUNDACIÓN	1	1				0 = Nivel alto inundación
GRUPO LUBRICACIÓN UNIDAD 1 (A confirmar por suministrador)							
	CAUDALÍMETRO - COJINETE L A	1	1				1 = Caudal aceite OK
	CAUDALÍMETRO - COJINETE L O	1	1				1 = Caudal aceite OK
	TEMPERATURA ACEITE LUBRICACIÓN	1	1				Controla Resistencia de Caldeo
	TEMPERATURA ACEITE LUBRICACIÓN (REDUNDANTE)	1	1				Controla Resistencia de Caldeo
	LS NIVEL ACEITE GRUPO LUBRICACIÓN L	1	1				0 = Nivel Bajo
	LS NIVEL ACEITE GRUPO LUBRICACIÓN LL	1	1				0 = Nivel Muy Bajo
	LS NIVEL ACEITE GRUPO LUBRICACIÓN H	1	1				0 = Nivel Alto
	PRESOSTATO FILTRO 1 GRUPO LUBRICACIÓN SUCIO	1	1				0 = Filtro sucio
	PRESOSTATO FILTRO 2 GRUPO LUBRICACIÓN SUCIO	1	1				0 = Filtro sucio
GRUPO LUBRICACIÓN UNIDAD 2 (A confirmar por suministrador)							
	CAUDALÍMETRO - COJINETE L A	1	1				1 = Caudal aceite OK
	CAUDALÍMETRO - COJINETE L O	1	1				1 = Caudal aceite OK
	SENSOR TEMPERATURA ACEITE LUBRICACIÓN	1	1				Controla Resistencia de Caldeo
	SENSOR TEMPERATURA ACEITE LUBRICACIÓN (REDUNDANTE)	1	1				Controla Resistencia de Caldeo
	LS NIVEL ACEITE GRUPO LUBRICACIÓN L	1	1				0 = Nivel Bajo
	LS NIVEL ACEITE GRUPO LUBRICACIÓN LLL	1	1				0 = Nivel Muy Bajo
	LS NIVEL ACEITE GRUPO LUBRICACIÓN H	1	1				0 = Nivel Alto
	PRESOSTATO FILTRO 1 GRUPO LUBRICACIÓN SUCIO	1	1				0 = Filtro sucio
	PRESOSTATO FILTRO 2 GRUPO LUBRICACIÓN SUCIO	1	1				0 = Filtro sucio
GENERADOR 1 (A confirmar por suministrador)							
	TERMOSTATO GENERADOR	1	1				0 = Temperatura baja > arrancar resistencias caldeo
	TEMPERATURA DEVANADO U ESTÁTOR	1	1				
	TEMPERATURA DEVANADO V ESTÁTOR	1	1				
	TEMPERATURA DEVANADO W ESTÁTOR	1	1				
	TEMPERATURA L A COJINETE RADIAL	1	1				
	TEMPERATURA L A COJINETE EMPUJE	1	1				
	TEMPERATURA L A COJINETE CONTRA-EMPUJE	1	1				
	TEMPERATURA L O COJINETE RADIAL	1	1				
	DETECTOR INDUCTIVO - VELOCIDAD GENERADOR	1	1				Señal pulsos
	RELÉ TEMPORIZADOR SEÑAL CENTRIFUGO	1	1				0 = sobrevelocidad
	TEMPERATURA AIRE FRÍO ENTRADA	1	1				
	TEMPERATURA AIRE CALIENTE SALIDA	1	1				
GENERADOR 2 (A confirmar por suministrador)							
	TERMOSTATO GENERADOR	1	1				0 = Temperatura baja > arrancar resistencias caldeo
	TEMPERATURA DEVANADO U ESTÁTOR	1	1				
	TEMPERATURA DEVANADO V ESTÁTOR	1	1				
	TEMPERATURA DEVANADO W ESTÁTOR	1	1				
	TEMPERATURA L A COJINETE RADIAL	1	1				
	TEMPERATURA L A COJINETE EMPUJE	1	1				
	TEMPERATURA L A COJINETE CONTRA-EMPUJE	1	1				
	TEMPERATURA L O COJINETE RADIAL	1	1				
	DETECTOR INDUCTIVO - VELOCIDAD GENERADOR	1	1				Señal pulsos
	RELÉ TEMPORIZADOR SEÑAL CENTRIFUGO	1	1				0 = sobrevelocidad
	TEMPERATURA AIRE FRÍO ENTRADA	1	1				
	TEMPERATURA AIRE CALIENTE SALIDA	1	1				
TRAFO GRUPO 1							
	ALARMA TEMPERATURA TRAFO	1	1				
	DISPARO TEMPERATURA TRAFO	1	1				
TRAFO GRUPO 2							
	ALARMA TEMPERATURA TRAFO	1	1				
	DISPARO TEMPERATURA TRAFO	1	1				
TRAFO AUX							
	ALARMA TEMPERATURA TRAFO	1	1				
	DISPARO TEMPERATURA TRAFO	1	1				
RELÉ PROTECCIÓN CELDA TRAFO GRUPO 1							
	POSICIÓN INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CELDA	1				1	DI comunicada por Bus (0=Cerrado, 1=Abierto)
	DISPARO INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CELDA	1				1	DI comunicada por Bus (0=No Disparado, 1=Disparado)
RELÉ PROTECCIÓN CELDA TRAFO GRUPO 2							
	POSICIÓN INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CELDA	1				1	DI comunicada por Bus (0=Cerrado, 1=Abierto)
	DISPARO INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CELDA	1				1	DI comunicada por Bus (0=No Disparado, 1=Disparado)
RELÉ PROTECCIÓN CELDA TRAFO AUX							
	POSICIÓN INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CELDA	1				1	DI comunicada por Bus (0=Cerrado, 1=Abierto)
	DISPARO INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CELDA	1				1	DI comunicada por Bus (0=No Disparado, 1=Disparado)
RELÉ PROTECCIÓN CELDAS SALIDA - MEDIDA							
	POSICIÓN INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CELDA	1				1	DI comunicada por Bus (0=Cerrado, 1=Abierto)
	DISPARO INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CELDA	1				1	DI comunicada por Bus (0=No Disparado, 1=Disparado)
	MEDIDA TENSIÓN FASE 1	1				1	AI comunicada por Bus
	MEDIDA TENSIÓN FASE 2	1				1	AI comunicada por Bus
	MEDIDA TENSIÓN FASE 3	1				1	AI comunicada por Bus
	MEDIDA INTENSIDAD FASE 1	1				1	AI comunicada por Bus
	MEDIDA INTENSIDAD FASE 2	1				1	AI comunicada por Bus
	MEDIDA INTENSIDAD FASE 3	1				1	AI comunicada por Bus
	MEDIDA POTENCIA ACTIVA FASE 1	1				1	AI comunicada por Bus
	MEDIDA POTENCIA ACTIVA FASE 2	1				1	AI comunicada por Bus
	MEDIDA POTENCIA ACTIVA FASE 3	1				1	AI comunicada por Bus
	MEDIDA POTENCIA REACTIVA FASE 1	1				1	AI comunicada por Bus
	MEDIDA POTENCIA REACTIVA FASE 2	1				1	AI comunicada por Bus
	MEDIDA POTENCIA REACTIVA FASE 3	1				1	AI comunicada por Bus
	MEDIDA FRECUENCIA	1				1	AI comunicada por Bus
	MEDIDA FACTOR DE POTENCIA	1				1	AI comunicada por Bus

LISTADO DE SEÑALES	DESCRIPCIÓN	AI	DI	AO	DO	BUS	COMENTARIOS
MINICENTRAL HIDRÁULICA							
EQUIPO	MEDICIÓN						
PLC MCH (MINICENTRAL HIDRÁULICA) - CONTINUACIÓN							
CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN	1						
POSICIÓN INTERRUPTOR GENERAL DEL CUADRO	1		1				0=Cerrado, 1=Abierto
DISPARO INTERRUPTOR GENERAL DEL CUADRO	1		1				0=No Disparado, 1=Disparado
POSICIÓN INTERRUPTOR C1	1		1				0=Cerrado, 1=Abierto
POSICIÓN INTERRUPTOR C2	1		1				0=Cerrado, 1=Abierto
POSICIÓN INTERRUPTOR C3	1		1				0=Cerrado, 1=Abierto
POSICIÓN INTERRUPTOR C4	1		1				0=Cerrado, 1=Abierto
POSICIÓN INTERRUPTOR C5	1		1				0=Cerrado, 1=Abierto
POSICIÓN INTERRUPTOR C6	1		1				0=Cerrado, 1=Abierto
POSICIÓN INTERRUPTOR C7	1		1				0=Cerrado, 1=Abierto
POSICIÓN INTERRUPTOR C8	1		1				0=Cerrado, 1=Abierto
POSICIÓN INTERRUPTOR C9	1		1				0=Cerrado, 1=Abierto
POSICIÓN INTERRUPTOR C10	1		1				0=Cerrado, 1=Abierto
POSICIÓN INTERRUPTOR C11	1		1				0=Cerrado, 1=Abierto
POSICIÓN INTERRUPTOR C12	1		1				0=Cerrado, 1=Abierto
POSICIÓN INTERRUPTOR C13	1		1				0=Cerrado, 1=Abierto
POSICIÓN INTERRUPTOR C14	1		1				0=Cerrado, 1=Abierto
POSICIÓN INTERRUPTOR C15	1		1				0=Cerrado, 1=Abierto
POSICIÓN INTERRUPTOR C16	1		1				0=Cerrado, 1=Abierto
POSICIÓN INTERRUPTOR C17	1		1				0=Cerrado, 1=Abierto
POSICIÓN INTERRUPTOR C18	1		1				0=Cerrado, 1=Abierto
POSICIÓN INTERRUPTOR C19	1		1				0=Cerrado, 1=Abierto
POSICIÓN INTERRUPTOR C20 (ACOMETIDA CS-MCH)	1		1				0=Cerrado, 1=Abierto
CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (ANALIZADOR DE REDES)	1						
MEDIDA TENSIÓN FASE 1	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA TENSIÓN FASE 2	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA TENSIÓN FASE 3	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA INTENSIDAD FASE 1	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA INTENSIDAD FASE 2	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA INTENSIDAD FASE 3	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA ACTIVA FASE 1	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA ACTIVA FASE 2	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA ACTIVA FASE 3	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA REACTIVA FASE 1	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA REACTIVA FASE 2	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA REACTIVA FASE 3	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA FRECUENCIA	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA FACTOR DE POTENCIA	1				1		AI comunicada por Bus
CUADRO SECUNDARIO MINICENTRAL HIDRÁULICA (CS-MCH)	1						
POSICIÓN INTERRUPTOR GENERAL DEL CUADRO	1		1				0=Cerrado, 1=Abierto
DISPARO INTERRUPTOR GENERAL DEL CUADRO	1		1				0=No Disparado, 1=Disparado
CUADRO SECUNDARIO MINICENTRAL HIDRÁULICA (CS-MCH) (ANALIZADOR DE REDES)	1						
MEDIDA TENSIÓN FASE 1	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA TENSIÓN FASE 2	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA TENSIÓN FASE 3	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA INTENSIDAD FASE 1	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA INTENSIDAD FASE 2	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA INTENSIDAD FASE 3	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA ACTIVA FASE 1	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA ACTIVA FASE 2	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA ACTIVA FASE 3	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA REACTIVA FASE 1	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA REACTIVA FASE 2	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA REACTIVA FASE 3	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA FRECUENCIA	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA FACTOR DE POTENCIA	1				1		AI comunicada por Bus
SAI	1						
SAI EN CARGA RÁPIDA	1				1		DI comunicada por Bus
ALARMA FALTA TENSIÓN DE ALTERNA	1				1		DI comunicada por Bus
ALARMA AVERÍA MÓDULO RECTIFICADOR	1				1		DI comunicada por Bus
ALARMA SOBRECARGA	1				1		DI comunicada por Bus
EQUIPO EN DESCARGA	1				1		DI comunicada por Bus
ALARMA SOBRETENSIÓN DE BATERÍA	1				1		DI comunicada por Bus
ALARMA FALLO INVERSOR	1				1		DI comunicada por Bus
UNIDAD EN BYPASS MANUAL CON PASO POR '0'	1				1		DI comunicada por Bus
ALARMA URGENTE	1				1		DI comunicada por Bus
ALARMA NO URGENTE	1				1		DI comunicada por Bus
TENSIÓN DE ALTERNA DE ENTRADA MÓDULO RECTIFICADOR	1				1		AI comunicada por Bus
TENSIÓN DE SALIDA RECTIFICADOR	1				1		AI comunicada por Bus
INTENSIDAD DE SALIDA RECTIFICADOR	1				1		AI comunicada por Bus
INTENSIDAD DE CARGA-DESCARGA DE BATERÍA	1				1		AI comunicada por Bus
ANALIZADOR DE REDES SISTEMA ANTIVERTIDO (CENTRO DE CONMUTACIÓN AUTOMÁTICA)	1						
MEDIDA TENSIÓN FASE 1	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA TENSIÓN FASE 2	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA TENSIÓN FASE 3	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA INTENSIDAD FASE 1	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA INTENSIDAD FASE 2	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA INTENSIDAD FASE 3	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA ACTIVA FASE 1	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA ACTIVA FASE 2	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA ACTIVA FASE 3	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA REACTIVA FASE 1	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA REACTIVA FASE 2	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA POTENCIA REACTIVA FASE 3	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA FRECUENCIA	1				1		AI comunicada por Bus
MEDIDA FACTOR DE POTENCIA	1				1		AI comunicada por Bus
CUADRO DE ALARMAS	1						
ALARMA TEMPERATURA TRAF0 GRUPO 1	1			1			
DISPARO TEMPERATURA TRAF0 GRUPO 1	1			1			
ALARMA TEMPERATURA TRAF0 GRUPO 2	1			1			
DISPARO TEMPERATURA TRAF0 GRUPO 2	1			1			
ALARMA TEMPERATURA TRAF0 SERVICIOS AUXILIARES	1			1			
DISPARO TEMPERATURA TRAF0 SERVICIOS AUXILIARES	1			1			
POSICIÓN INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CELDA TRAF0 GRUPO 1	1			1			0=Cerrado, 1=Abierto
DISPARO INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CELDA TRAF0 GRUPO 1	1			1			0=No Disparado, 1=Disparado
POSICIÓN INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CELDA TRAF0 GRUPO 2	1			1			0=Cerrado, 1=Abierto
DISPARO INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CELDA TRAF0 GRUPO 2	1			1			0=No Disparado, 1=Disparado
POSICIÓN INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CELDA TRAF0 SERVICIOS AUXILIARES	1			1			0=Cerrado, 1=Abierto
DISPARO INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CELDA TRAF0 SERVICIOS AUXILIARES	1			1			0=No Disparado, 1=Disparado
POSICIÓN INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CELDA PROTECCIÓN GENERAL	1			1			0=Cerrado, 1=Abierto
DISPARO INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CELDA PROTECCIÓN GENERAL	1			1			0=No Disparado, 1=Disparado
POSICIÓN INTERRUPTOR GENERAL DEL CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (TRAF0 SERVICIOS AUXILIARES)	1			1			0=Cerrado, 1=Abierto
DISPARO INTERRUPTOR GENERAL DEL CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (TRAF0 SERVICIOS AUXILIARES)	1			1			0=No Disparado, 1=Disparado
TOTAL		31	114	3	29	111	

3.2.3 Nivel de Supervisión Centralizado

En este nivel se incluyen los siguientes elementos:

- SCADA de la Minicentral:
 - Se incluirá la instalación del software SCADA necesario para el control y supervisión de la Minicentral, embebido en el HMI.

3.2.4 Nivel de Supervisión Centralizado Remoto (CHC)

En este nivel se incluyen los siguientes elementos:

- Sistema de Control Centralizado Remoto desde CHC:
 - Se incluirá la instalación de las licencias software necesarias y los trabajos de desarrollo, configuración, parametrización, pruebas y en definitiva, todo lo necesario para la integración, el control y supervisión de la Minicentral desde el Sistema de Control Centralizado existente en CHC

3.2.5 Red de Comunicaciones

Para complementar la Arquitectura descrita, se incluye también en el Proyecto los siguientes componentes de la Red de Comunicaciones para comunicar los diferentes equipos de la Red de Control:

- Cable de 32 fibras ópticas monomodo PKP entre la Minicentral y la Sala de Control situada en coronación, en el estribo derecho de la presa:
 - Este cable se tenderá bajo tubería, siguiendo el trazado indicado en planos.
 - Se incluyen, asimismo, las cajas de terminación del cable de fibra, a ubicar en los nuevos armarios de cada extremo, así como la fusión de las fibras y las pruebas de comprobación.
- Latiguillos de fibra óptica y cobre necesarios para la interconexión de todos los equipos.

En el plano 7.1 Diagrama de arquitectura de control se incluye un diagrama de la Arquitectura del Sistema de Instrumentación y Control, mientras que en el plano 7.2 Diagrama típico regulación turbina, se incluye el esquema de regulación tipo de la turbina proyectado. Sin embargo, el diagrama definitivo deberá ser facilitado por el suministrador con los equipos finalmente seleccionados en obra.

4. ALCANCE DE LOS TRABAJOS

En ese epígrafe se describe el alcance de los trabajos incluidos en el presente Proyecto, relativos al sistema de Instrumentación y Control.

4.1 Trabajos Previos e Ingeniería de Suministro

El Contratista deberá incluir como parte de su alcance la realización de los siguientes trabajos:

- Trabajos previos: deberá realizarse un Replanteo in-situ para estudiar las condiciones de ejecución de los trabajos, así como para recabar la información de base necesaria para realizar el diseño de detalle del Sistema de Instrumentación y Control
- Ingeniería de Suministro: el Contratista deberá entregar un Diseño de Detalle del Sistema de Instrumentación y Control para su revisión y aprobación por parte del Canal de Isabel II antes de proceder a la instalación. Dicha documentación deberá incluir al menos:
 - Arquitectura detallada del Sistema de Instrumentación y Control
 - Descripción funcional del Sistema: secuencias, enclavamientos, algoritmos, etc...
 - Planos de ubicación en planta de armarios y equipos
 - Planos de detalle de los armarios de control
 - Listado de equipos y materiales
 - Fichas técnicas de los equipos y componentes
 - Protocolo de Pruebas de Aceptación.

4.2 Suministro e Instalación de Instrumentación y Equipos

Se incluye en el presente capítulo el suministro a pie de obra, incluyendo todos los gastos de transporte, impuestos y otros gastos asociados, la instalación de todo el material y equipamiento que se relaciona a continuación, incluyendo todo el cableado necesario y la configuración del mismo, siguiendo las especificaciones técnicas incluidas en el presente Proyecto, así como las recomendaciones del fabricante en cada caso, según aplique.

Todos los equipos y componentes deberán cumplir las especificaciones técnicas indiadas en el Pliego de Condiciones, así como en las Especificaciones Técnicas específicas de Canal de Isabel II que sean de aplicación.

4.2.1 Válvula de corte de la conducción del caudal ecológico

Se incluyen los siguientes trabajos:

- Suministro e Instalación de válvula de compuerta de accionamiento eléctrico, con todos los elementos mecánicos de acoplamiento necesarios
- Cableado de alimentación eléctrica del actuador desde el cuadro eléctrico que se designe en la Minicentral.
- Señales de estado de la válvula hasta el Cuadro de Control.
- Cabezal con botonera para accionamiento manual de la compuerta para accionamiento in-situ, incluyendo los enclavamientos que corresponda.

4.2.2 Válvula de chorro hueco a la salida de la tubería de vertido del caudal ecológico

Se incluyen los siguientes trabajos:

- Suministro, instalación y puesta en marcha de una nueva válvula tipo Howell-Bunguer de accionamiento eléctrico con sistema de regulación motorizado.
- Cableado de alimentación eléctrica de la válvula desde el cuadro eléctrico en la Minicentral.
- Cableado de señales de control de la válvula hasta el Cuadro de Control en la Minicentral, tanto de maniobra como de reporte de estado de apertura de la válvula
- Cableado de bus de control Profinet entre la válvula y uno de los switches industriales de la Minicentral, mediante cable de fibra óptica multimodo 62,5/125 μm OM1 (4 fibras ópticas) terminados en sus correspondientes cajas de terminación y conectadas en ambos extremos mediante los correspondientes latiguillos. La caja de terminación de fibra óptica del extremo de la válvula se instalará en el interior de un armario de intemperie. Todo el cableado estará protegido bajo tubo de polímero termoplástico en la parte principal del trazado, y mediante tubos flexibles en el tramo final de conexión a la válvula

4.2.3 Transmisor del caudalímetro de la tubería del caudal ecológico

Se incluyen los siguientes trabajos:

- Cableado de señales desde el transmisor del caudalímetro reubicado en la MCH hasta el PLC de Control de la Minicentral.

4.2.4 Caudalímetro para medición del caudal turbinado

La concesión para el aprovechamiento hidroeléctrico es de 15 m³/s, turbinables actualmente en la minicentral de Valdetales. Con la entrada en funcionamiento de la minicentral de El Atazar, el límite concesional seguirá siendo el mismo, solo que dicho caudal se repartirá entre los dos emplazamientos.

Por ello, se requiere un nuevo caudalímetro que mida el total del caudal turbinado en la nueva MCH El Atazar, de manera que se asegure que, en el conjunto de las dos minicentrales, no se superan los 15 m³/s concedidos.

La lectura de este nuevo caudalímetro se incorporará en el PLC de la minicentral, para que sea transmitido al CHC. El trabajo para programación y la coordinación de los caudales turbinados en ambas instalaciones queda fuera del alcance del presente proyecto.

El caudalímetro se ubicará físicamente en el primer tramo a partir de la nueva derivación hacia la MCH. El transmisor del caudalímetro se ubicará en la MCH.

4.2.5 Centro de Conmutación Automática del cerro

Se incluyen los siguientes trabajos:

- Suministro, instalación, configuración y puesta en marcha del equipamiento del Sistema Antivertido en un nuevo Armario de Control, incluyendo:
 - Analizador de Redes (dentro del alcance del Sistema Eléctrico), incluyendo, la instalación en nuevo armario, el cableado de los nuevos transformadores de tensión e intensidad, configuración, cableado de alimentación desde circuito protegido por SAI, cableado de alarmas de vertido y de fallo del analizador (señales de campo digitales) al PLC Antivertido y conexión a switch industrial (Red MCH) mediante interfaz Ethernet para la comunicación de datos de medida del Alimentador de Iberdrola
 - PLC Antivertido, incluyendo la instalación en nuevo armario, configuración, cableado de alimentación desde circuito protegido por SAI, cableado de alarmas de vertido y de fallo del analizador (señales de campo digitales) desde el Analizador de Redes del Sistema Antivertido, conexión a switch Antivertido mediante interfaz Ethernet para conexión con las periféricas del Sistema Antivertido (en la MCH) y conexión con el switch industrial (Red MCH) mediante interfaz Ethernet para la comunicación con el PLC de la MCH. Dicho PLC incluirá los siguientes componentes:
 - Fuente de alimentación comunicable 230Vac/24Vcc para alimentación de interfaces E/S.
 - CPU compacta con al menos 6 entradas digitales con sus separadores galvánicos pasivos e interfaz Ethernet con soporte para protocolos industriales Profinet y Modbus TCP
 - Periferia MCH, incluyendo la instalación en nuevo armario, configuración, cableado de alimentación desde circuito protegido por SAI, cableado de señales de estado de los Alimentadores de Vandentales e Iberdrola y conexión con el switch industrial (Red MCH) mediante interfaz Ethernet para la comunicación con el PLC de la MCH. Dicha periferia incluirá los siguientes componentes:
 - Fuente de alimentación comunicable 230Vac/24Vcc para alimentación de interfaces E/S.

- Módulo interfaz con al menos 1 interfaz Ethernet con soporte para protocolo Profinet.
 - Módulo de E/S equipado al menos para 8 entradas digitales con sus separadores galvánicos pasivos
- Switch Industrial Sistema Antivertido (Switch Industrial 1) con al menos 6 puertos Ethernet RJ-45 y dos puertos con interfaz en fibra óptica monomodo, incluyendo la instalación en nuevo armario, configuración, cableado de alimentación desde circuito protegido por SAI y conexión con el PLC Antivertido para la comunicación con las periféricas del Sistema Antivertido ubicadas en la MCH, así como con la bandeja de fibra óptica existente mediante el correspondiente latiguillo (ver diagrama de Arquitectura en plano 7.1). Este cable de fibra óptica llega hasta la Sala de Control de coronación mediante la red de fibra óptica de Canal existente.
 - Switch Industrial de la Red MCH (Switch Industrial 3) con al menos 6 puertos Ethernet RJ-45 y dos puertos con interfaz en fibra óptica monomodo. incluyendo la instalación en nuevo armario, configuración, cableado de alimentación desde circuito protegido por SAI y conexión con el Analizador de Redes del Sistema Antivertido, con el PLC Antivertido y con la periferia de la MCH mediante interfaz Ethernet para la interconexión entre ellos y con el PLC MCH. Asimismo, dicho switch se conectará con la bandeja de fibra óptica existente mediante el correspondiente latiguillo (ver diagrama de Arquitectura en plano 7.1). Este cable de fibra óptica llega hasta la Sala de Control de coronación mediante la red de fibra óptica de Canal existente.
 - Separadores galvánicos pasivos, si no están incorporados en tarjetas de E/S.
 - Relés de 24Vac y 24Vcc
 - Borneros de señales.

4.2.6 Minicentral

Se incluyen los siguientes trabajos:

- Suministro e instalación de toda la instrumentación requerida para el control y medida de los dos Grupos Turbina-Generador, Transformadores, Sistemas Auxiliares, en función de las especificaciones del suministrador de dicho equipamiento
- Suministro e instalación de Armario de Control según las Especificaciones Técnicas del presente Proyecto con dimensiones adecuadas, incluyendo:
 - Transformador de aislamiento 230Vac/230Vac.
 - Transformador de tensión de maniobra 230Vac/24Vac.
 - Protecciones eléctricas, con al menos un 15% de reserva.
 - Fuente de alimentación comunicable 230Vac/24Vcc para alimentación de diferentes equipos y componentes.

- PLC de Control de la MCH, al que se conectarán todas las señales de campo de la Minicentral (ver listado de señales de E/S incluido anteriormente). Este PLC se conectará a un switch industrial mediante interfaz Ethernet, y deberá soportar los protocolos industriales Profinet y Modbus TCP. Dicho PLC deberá incluir los siguientes componentes mínimos:
 - Fuente de alimentación 230 Vac / 24 Vcc
 - CPU con al menos 200 kbytes de memoria de programa y 1 MB de memoria de datos
 - Módulos de entradas y salidas, con capacidad para las señales a cablear en función de los requisitos del proveedor del equipamiento de la Minicentral, contando con un 20% de reserva equipada
 - Interfaces de comunicaciones dimensionado adecuadamente, incluyendo al menos un interfaz Ethernet con soporte para protocolos Profinet y Modbus TCP.
 - Separadores galvánicos para E/S en los módulos de E/S
- Switches industriales:
 - 2 switch industrial con al menos 6 puertos 10/100 Mbps con interfaz RJ-45 y dos puertos equipados con SFPs con interfaz en fibra óptica monomodo 9/125 μm . A este switch se conectarán los siguientes equipos:
 - PLC de Control de la Minicentral, mediante interfaz Ethernet con protocolo Profinet
 - Pantalla HMI, mediante interfaz Ethernet con protocolo Profinet,
 - Analizadores de Red de los cuadros CGBT y CS-MCH, mediante interfaz Modbus TCP (sólo uno de ellos)
 - Switch Industrial – 3 (MCH) del Centro de Conmutación Automática del Cerro, mediante interfaz Ethernet con protocolo Profinet, a través de fibra óptica monomodo 9/125 μm
 - Firewall Industrial en la Sala de Control de Coronación, mediante interfaz Ethernet con protocolo OPC-UA, a través de fibra óptica monomodo 9/125 μm
 - 1 switch industrial con al menos 6 puertos 10/100 Mbps con interfaz RJ-45 y un puerto equipado con interfaz en fibra óptica multimodo 62,5/125 μm OM1. A este switch se conectarán los siguientes equipos:
 - Relés de protección y medida de las celdas de MT de la Minicentral, mediante interfaz Modbus TCP
 - SAI de la Minicentral, mediante interfaz Modbus TCP

- Bus de control Profinet de la válvula de chorro hueco, mediante interfaz Ethernet con protocolo Profinet sobre fibra óptica multimodo 62,5/125 μm OM1
 - Ambos switches estarán conectados entre sí mediante una interfaz Ethernet 10/100 Mbps
- Separadores galvánicos pasivos, si no están incorporados en tarjetas de E/S.
- Relés de 24Vac y 24Vcc.
- Borneros de señales.
- Pantalla de operación HMI táctil de 22" con software SCADA embebido según Especificaciones Técnicas, con capacidad para al menos 300 tags, así como funcionalidades de control, almacenamiento de históricos, visualización de gráficas, conectividad con redes externas, así como soporte de protocolos, totalmente configurado y personalizado para el control de la Minicentral y para la monitorización el estado de los Alimentadores de Valdetales e Iberdrola, así como de las comunicaciones con del CHC.
- SAI 230Vac/230Vac.
- Tomas de corriente 2P+T 16A, iluminación, ventilación, etc.
- Cableado de alimentación de todas las fuentes de alimentación y de todos los equipos según especificaciones de cada fabricante desde circuito protegido por SAI
- Cableado de las nuevas señales de campo a conectar: protecciones, relés, equipos de medida, actuadores, etc... según el listado de señales incluido anteriormente
- Conexión del PLC de la Minicentral a uno de los switches industriales de la MCH, según arquitectura (ver plano 7.1).
- Conexión de los switches industriales de la red MCH entre sí mediante latiguillo Ethernet.
- Conexión de uno de los switches industriales de la red MCH a la bandeja del nuevo cable de fibra óptica entre la Minicentral y la Sala de Control de coronación.

4.2.7 Sala de Control de coronación

Se incluyen los siguientes trabajos:

- Suministro e instalación en armario de comunicaciones existente y configuración de Firewall Industrial con al menos un puerto con interfaz Ethernet 10/100/1000 Mbps y un puerto SFP con transceptor par fibra óptica monomodo 9/125 μm . Dicho Firewall realizará las funciones de Ciberseguridad de las comunicaciones de la Minicentral con redes exteriores par su conexión con el CHC de Torrelaguna. Este firewall deberá estar configurado para asegurar

un acceso seguro al PLC de la MCH, garantizando que sólo usuarios debidamente acreditados puedan acceder a dicho PLC de la MCH.

- Cableado de alimentación del nuevo Firewall desde circuito protegido por SAI
- Conexión del nuevo Firewall con la bandeja del nuevo cable de 32 fibras ópticas que conecta la Sala de Control de Coronación con la Minicentral, para permitir la comunicación entre el PLC de Control de la MCH con el CHC a través de dicho Firewall, utilizando para ello el protocolo OPC-UA
- Conexión del nuevo Firewall Industrial con el Router existente de salida hacia el CHC a través de la red de fibra óptica de Canal.
- Parcheo de fibra óptica en la Sala de Control de coronación entre la bandeja de fibra óptica del cable existentes procedente del Centro de Conmutación Automática (Cerro) y la nueva bandeja del cable de fibra óptica que conecta con la Minicentral mediante latiguillos de fibra óptica para continuar las siguientes conexiones:
 - Conexión entre el switch Antivertido del Centro de Conmutación Automática y el switch Antivertido de la MCH, para el envío de órdenes de desconexión de los grupos generadores de la Minicentral
 - Conexión entre el switch de la periferia de MCH del Centro de Conmutación Automática y uno de los switches de la red MCH de la Minicentral, para la conexión entre dicha periferia y el PLC de Control de la MCH

4.2.8 Centro Hidrológico de Control (CHC)

Se incluyen los siguientes trabajos:

- Suministro e instalación de las licencias software necesarias para la integración, el control y supervisión de la Minicentral desde el Sistema de Control Centralizado existente en CHC
- Trabajos de desarrollo, configuración, parametrización, pruebas y en definitiva, todo lo necesario para la integración, el control y supervisión de la Minicentral desde el Sistema de Control Centralizado existente en CHC

4.3 Pruebas y Puesta en Marcha

El Contratista deberá entregar como parte de la Ingeniería de Detalle una propuesta de Protocolo de Pruebas detallado para su revisión y aprobación por parte del Canal de Isabel II antes de proceder a la realización de dichas pruebas. Este protocolo deberá incluir al menos las siguientes comprobaciones:

- Comprobación visual de la instalación.
- Pruebas de Nivel 1: comprobación y diagnóstico del cableado de señales al PLC y a la periferia distribuida:
 - Deberá verificarse la correcta recepción de todas las señales de campo en los correspondientes dispositivos de control, así como el correcto almacenamiento de las mismas
 - Deberá verificarse la conectividad de los equipos conectados mediante interfaces tipo bus, así como la correcta recepción y almacenamiento de dichas señales en cada dispositivo de control
- Pruebas de Nivel 2:
 - Revisión de las configuraciones de equipos de control (programación, comunicaciones, seguridad, etc..)
 - Revisión de las configuraciones de equipos de comunicaciones (configuración de red, protocolos, seguridad, etc..)
 - Recepción de señales y envío de órdenes a nivel de PLC, incluyendo la comunicación desde el PLC hacia el SCADA.
 - Recepción correcta de alarmas y estados.
 - Ejecución correcta de maniobras y secuencias
 - Verificación de enclavamientos
- Pruebas de Nivel 3:
 - Comprobación de la correcta conexión entre la Minicentral y el CHC de Torrelaguna
 - Recepción de toda la información del PLC de la MCH en el CHC de Torrelaguna.

El Contratista deberá hacerse cargo de los siguientes aspectos:

- Elaboración de protocolos de pruebas detallados y sus procedimientos de ejecución para revisión y aprobación por parte de Canal de Isabel II.
- Aportación de todos los equipos, personal y materiales necesarios para realizar las pruebas.
- Ejecución de las pruebas.

- Resolución de reparos (si los hubiera) y repetición de las pruebas no conformes.
- Documentación de las pruebas y sus resultados.

4.4 Formación

El Contratista deberá realizar un curso de formación cuya duración se estima en 4 jornadas de 8 h cada una al personal que designe Canal de Isabel II, con el siguiente contenido mínimo:

- Instalación realizada en la nueva Minicentral: Arquitectura de Instrumentación y Control, características de Instrumentación, Equipos de Medida y Actuadores
- Sistema de Control: Arquitectura de Control, PLCs y periferia distribuida, programación
- Sistema SCADA: Arquitectura, software SCADA, implementación
- Control, Operación y Mantenimiento del Sistema de Control de la Minicentral

4.5 Documentación As-Built

El Contratista deberá entregar la documentación As-Built al finalizar los trabajos, que deberá incluir al menos:

- Memoria descriptiva.
- Arquitectura detallada del Sistema de Instrumentación y Control.
- Descripción funcional del Sistema: secuencias, enclavamientos, algoritmos, etc...
- Guía de Usuario del Sistema de Instrumentación y Control, tanto a nivel Operador como Administrador.
- Especificaciones Funcionales.
- Especificaciones Técnicas.
- Parámetros de Configuración de los equipos instalados.
- Planos de Planta, Alzados, Detalles, Esquemas, Diagramas de Arquitectura, etc..
- Resultados de las Pruebas.
- Relación de Repuestos recomendados.
- Certificados de Calidad y cumplimiento de normativa.
- Certificados de Garantía.

- Licencias software originales en formato digital.
- Código Fuente de los desarrollos realizados y de los objetos desplegados, en formato digital accesible.
- Manuales de Usuario de Instalación, Configuración, Mantenimiento y Operación.

5. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

5.1 Modos de Funcionamiento

El Sistema permitirá los siguientes modos de funcionamiento:

- Remoto-Automático: será el modo habitual de funcionamiento. El Sistema estará controlado por el PLC principal de la Minicentral, que recogerá todas las señales de campo, las procesará según la programación de automatismos configurada y las consignas programadas en el SCADA y enviará las órdenes correspondientes a los elementos actuadores de campo.
- Remoto-Manual: el Sistema estará controlado por el PLC principal de la Minicentral, pero éste recibirá órdenes y/o consignas introducidas por el Operador en el SCADA (o a través de un HMI). En este caso, el PLC deberá verificar las condiciones de ejecución de las órdenes y los correspondientes enclavamientos para evitar situaciones que puedan poner en riesgo la integridad física de personas o de la instalación.
- Local-Manual: el Sistema estará controlado desde el Armario de Control, a través de una botonera en el cuadro de baja tensión de la MCH. Dicha botonera incluirá al menos un pulsador de arranque, otro de continuación de secuencia (siempre que se cumplan los permisos de avance) y otro de parada para cada grupo. De nuevo, dichas señales pasarán a través del PLC para verificar las condiciones de ejecución de las órdenes y los correspondientes enclavamientos. Este modo se utilizará únicamente para realizar labores de Mantenimiento o en situaciones de Emergencia.
- Fuera de Servicio: el Sistema estará parado, por labores de Mantenimiento o por avería/fallo general o en alguno de los componentes principales de la instalación.

En todos los modos de funcionamiento el PLC gobernará las maniobras de operación con las seguridades y secuencias programadas y verificará las condiciones de ejecución de las órdenes y los correspondientes enclavamientos para evitar situaciones que puedan poner en riesgo la integridad física de personas o de la instalación.

El SCADA (HMI) dispondrá en la pantalla principal de un selector para poder cambiar el modo de funcionamiento entre Remoto-Automático y remoto-Manual.

El Cuadro de Control de la Minicentral dispondrá de un selector físico de 4 posiciones para poder cambiar el modo de funcionamiento a los estados que se acaban de definir. El cambio entre modos de funcionamiento se podrá realizar también desde la pantalla HMI táctil.

5.2 Secuencia de Arranque

5.2.1 Modo Automático

En modo automático, la operación será gobernada por el PLC principal de la Minicentral, a partir de las consignas establecidas desde el sistema SCADA de dicha Minicentral. La operación comenzará a partir de la orden de arranque en automático, generándose, a partir de este momento, todas las secuencias necesarias para la puesta en funcionamiento del nuevo grupo.

Como premisa requerida antes del inicio de la secuencia de arranque, deberá cumplirse el principal permisivo de dicha secuencia que será que el alimentador de Valdetales esté activo, de forma que la producción de la MCH se vierta en la red de CYII. En caso contrario, si dicho alimentador no estuviera activo y por lo tanto, el alimentador activo fuese el de Iberdrola, en ningún caso se podrá iniciar la secuencia de arranque.

De igual modo, en el caso de que esté activa alguna de las señales de disparo del relé antivertido o de fallo del Analizador de Red de dicho sistema antivertido, tampoco se podrá iniciar la secuencia.

En resumen, los pasos que se seguirían en este modo son:

1. Válvula de entrada de la central abierta y sin anomalías en los cuadros eléctricos de BT, CC, grupo oleohidráulico y sistemas de alta tensión.
2. Puesta en marcha del grupo oleohidráulico de la turbina; y con presión establecida.
3. Orden de apertura válvula de baipás de la válvula de guarda de la turbina y con la igualación de presiones aguas arriba y aguas abajo
4. Orden de apertura a la válvula de guarda de la turbina. Con ésta abierta:
5. Cierre progresivo, en su momento, de la válvula de chorro hueco.
6. Orden de apertura al regulador de la turbina, produciéndose el arranque del grupo bajo el control del regulador y alcanzado el 90% de la velocidad nominal,
7. Excitación del alternador y puesta en servicio del sincroacoplador y cuando se cumplan las condiciones de frecuencia, tensión y fase, el acoplador dará orden de cierre al disyuntor, quedando el grupo acoplado a la red.
8. La regulación del distribuidor pasará a realizarse por caudal a turbinar.

Alternativamente al modo de funcionamiento por consigna de caudal, se dispondrá también la forma de funcionamiento por carga o potencia.

5.2.2 Modo Local-Manual o Remoto-Manual

En modo manual, la operación será gobernada desde el cuadro general de control (modo Local-Manual), o desde la pantalla táctil y/o actuando el pulsador de arranque, o bien desde un pulsador similar en el SCADA de la Minicentral (Remoto-Manual).

El avance en la secuencia de Arranque será la misma que en el modo Automático, pero se irá confirmando paso a paso, mediante pulsador, y si los permisos de avance de secuencia lo permiten.

En este modo se temporizará el tiempo de permanencia en manual, siguiendo si se confirma en el SCADA dicha situación o se programará su retorno a automático de no confirmarse ésta.

5.3 Situaciones de Parada de Grupo

La parada de grupo se producirá por alguna de estas causas, independientemente del modo de operación seleccionado:

- Válvula general de entrada cerrada.
- Actuación del pulsador de parada (Modo Automático).
- Actuación del pulsador de parada del cuadro general de control (Modo Manual).
- Actuación ante orden de parada (Remoto-Manual).
- Actuación de la parada de emergencia.
- Actuación de las protecciones eléctricas o mecánicas programadas como parada de grupo.
- Fallo del PLC del grupo.
- Señal de fallo y/o conmutación de alimentador Valdentaes

El modo de funcionamiento habitual desde el punto de vista del punto de conexión a la red eléctrica será con el alimentador de Valdentaes conectado.

Si se diese un fallo en este alimentador, se producirá una conmutación al alimentador de emergencia, que es desde la red de Iberdrola. En este caso, se dará una orden de parada a las turbinas, de manera que no se podrá turbinar mientras estemos conectados a la red de Iberdrola en el Centro de Conmutación.

- Señal de evento de vertido en alimentador de Iberdrola (sistema antivertido).

Las tres últimas actuaciones, producirán la parada permanente hasta no haber subsanado la anomalía que produjo la parada. Después se podrá arrancar de la manera indicada para cada caso, además de generar los correspondientes eventos de alarma.

5.4 Secuencias

Las maniobras en la nueva Minicentral se realizarán por pasos. Cada paso tiene unos permisos del paso anterior, de forma que al cumplirse los de un escalón inferior dan progreso al paso siguiente.

Estos pasos definen las secuencias en el proceso de arranque / parada de la Minicentral.

El Sistema de Instrumentación y Control deberá realizar el control de las siguientes secuencias según se describe a continuación.

5.4.1 Turbina del Grupo

5.4.1.1 *Secuencia de Arranque*

Previamente al inicio de la secuencia de arranque el PLC comprobará que el estado de los diferentes equipos es el siguiente:

- Los servicios auxiliares de la central están en servicio.
- Las seguridades del grupo están en orden de marcha (no actuadas).
- El grupo oleohidráulico de regulación está parado.
- El PLC está permanentemente conectado a la alimentación continua de la central.
- El carga – velocidad está a cero.
- El accionamiento del distribuidor está desexcitado correspondiendo a:
 - Válvula baipás cerrada.
 - Válvula principal cerrada.
- Los posicionadores correspondiendo a:
 - Válvula de chorro hueco abierta.
 - Válvula de aislamiento abierta.

Tras realizar las anteriores comprobaciones, se iniciará la secuencia de Arranque en modo Automático, siguiendo los siguientes pasos:

Paso 1:

Orden de arranque automático en el SCADA. Esto produce a su vez las órdenes:

- Puesta en marcha del grupo oleohidráulicos de regulación.

Siempre y cuando la presión establecida en tubería indique que hay nivel suficiente.

Paso 2

Si se cumple que:

- Presión establecida en el circuito de regulación y distribución.

Paso 3

Se producen las órdenes de:

- Excitación distribuidor.
- Apertura válvula de baipás de la válvula de mariposa.

Paso 4

Si se confirma que:

- La válvula de baipás está abierta.
- Presión equilibrada aguas abajo.

Paso 5

Se producen las órdenes de:

- Apertura válvula mariposa de nuevo grupo.

Paso 6

Cuando se confirme que:

- La válvula mariposa está abierta.

Paso 7

Se producen las siguientes órdenes:

- Cierre de la válvula de baipás de la válvula de mariposa.

Paso 8

Confirmación de la válvula baipás de mariposa cerrado.

Paso 9

- Conexión de distribuidores.
- La cadena de velocidad es operativa (entendiéndose por esto, que todos los pasos previos, apertura válvula aislamiento, puesta en carga previa válvula guarda presión, apertura válvula equilibrado, puesta en carga aspiración de turbina y otras condiciones previas a empezar a girar turbina, están confirmadas).

Paso 10

Al llegar al 90% de la velocidad nominal; se realizan las siguientes operaciones y/o órdenes:

- Excitación del alternador y mecanismos de sincronización.
- El algoritmo de regulación actuará sobre el regulador de turbina para llegar a la velocidad de sincronismo.

Paso 11

Una vez alcanzadas condiciones de frecuencia, tensión y fase (sincronismo):

- Cierre del interruptor principal.

Paso 12

Una vez acoplado los diferentes controles pasarán a actuar de modo automático, en lo concerniente a regulación de velocidad, apertura, etc.

5.4.1.2 Parada Normal

Se producirá cuando actúen las seguridades programadas que provocan este paro o la orden de paro normal.

5.4.1.3 Parada de Emergencia

Se producirá cuando actúen las seguridades programadas a tal fin o la orden de paro de emergencia.

5.4.1.4 Maniobras en caso de Situación de Parada de Grupo

Las situaciones de Parada de Grupo indicadas anteriormente provocarán:

- Parada del grupo según se ha descrito en los apartados de Parada Normal o de Emergencia
- Señalización luminosa y sonora en Cuadro General de Control.
- Indicación en el SCADA. (tanto a nivel local como remoto)
- Registro en archivos Históricos y de Eventos.
- Emisión de informes de alarmas.

5.4.2 Generador del Grupo

El factor de potencia será ajustable a través de la excitación del generador, mediante consigna determinada en base a la medida de los transformadores de tensión e intensidad ubicados de la celda de medida.

5.4.2.1 *Secuencia de Arranque*

Previamente al inicio de la secuencia de arranque el PLC comprobará que el estado de los diferentes equipos es el siguiente:

- Los servicios auxiliares de la central están en servicio.
- El grupo de lubricación está parado, y la temperatura del aceite normal

Tras realizar las anteriores comprobaciones, se iniciará la secuencia de Arranque en modo Automático, siguiendo los siguientes pasos:

Paso 1:

Antes de arrancar el generador:

- Conexión del grupo de lubricación

La pérdida de suministro de aceite debe implicar una parada de emergencia del generador.

5.4.2.2 *Fuera de Servicio*

Con el grupo parado, en esta posición del selector principal, se dejará al sistema sin posibilidad de actuación a todos los elementos que lo componen.

5.4.3 **Válvula de chorro hueco a la salida de la tubería de vertido del caudal ecológico**

Se preverá una secuencia programada, para que de manera periódica se produzca una apertura y cierre de la válvula de chorro hueco (Howell), para el mantenimiento de la propia válvula.

ANEJO Nº 10.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Autor del Estudio de Seguridad y Salud



Fdo: Ángel Maza Rodríguez

Índice general

MEMORIA

PLANOS

PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

PRESUPUESTO



ANEJO Nº 10.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

MEMORIA

Índice

1. OBJETO	9
2. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO	10
3. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.....	11
3.1 Denominación del proyecto	11
3.2 Emplazamiento del proyecto	11
3.3 Promotor del proyecto.....	12
3.4 Autor del Proyecto y del Estudio de Seguridad y Salud	12
3.5 Presupuesto del proyecto	12
3.6 Plazo de ejecución.....	12
3.7 Personal previsto.....	12
4. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO	14
4.1 Descripción del proyecto.....	14
4.2 Localización del proyecto	15
4.3 Plan de obra	15
4.4 Actividades de obra.....	17
4.5 Maquinaria y equipos técnicos	18
4.6 Medios auxiliares	19
4.7 Afecciones y servicios afectados	19
5. IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DE ACTIVIDADES DE OBRA.....	20
5.1 Metodología de trabajo	20
5.2 Actividades de obra.....	21
5.2.1 Instalaciones de higiene y bienestar.....	21
5.2.2 Gestión de acopios y almacenamiento en obra	26
5.2.3 Instalación eléctrica provisional de obra	32
5.2.4 Instalaciones interiores provisionales de abastecimiento y saneamiento	39
5.2.5 Señalización provisional de obra	45
5.2.6 Control y accesos a obra	49
5.2.7 Instalación y retirada de protecciones colectivas.....	52
5.2.8 Montaje y desmontaje de líneas de vida y puntos de sujeción.....	57
5.2.9 Topografía, medición y control de obra	64
5.2.10 Despeje y desbroce del terreno.....	69
5.2.11 Gestión de residuos de construcción y demolición	74
5.2.12 Prevención de riesgos en las visitas a obra.....	79

5.2.13	Ensayos y control de calidad.....	83
5.2.14	<i>Demoliciones por medios mecánicos</i>	87
5.2.15	<i>Demoliciones por medios manuales</i>	94
5.2.16	<i>Excavación en zanjas y pozos</i>	101
5.2.17	Drenaje de aguas procedentes del nivel freático	108
5.2.18	Entibaciones.....	113
5.2.19	Soldadura por gases/ oxiacetilénica/ oxicorte.....	120
5.2.20	Soldadura eléctrica	126
5.2.21	Instalación de tuberías en conducciones.....	132
5.2.22	Instalación de valvulería, piezas especiales, accesorios y equipos en conducciones.....	142
5.2.23	Desmontaje de tuberías, equipos y accesorios en conducciones	149
5.2.24	Montaje de ferralla	156
5.2.25	Montaje de estructura metálica	163
5.2.26	Encofrados verticales.....	170
5.2.27	Encofrados horizontales o inclinados	176
5.2.28	Juntas, sellados e impermeabilizaciones en estructuras de hormigón	184
5.2.29	Hormigonado	191
5.2.30	Solera de hormigón.....	203
5.2.31	Montaje de elementos prefabricados	215
5.2.32	Colocación y montaje de cubiertas.....	221
5.2.33	Colocación de placas alveolares	228
5.2.34	<i>Forjados</i>	234
5.2.35	<i>Arquetas y pozos de registro “in situ” o prefabricados</i>	241
5.2.36	<i>Obras de fábrica (ladrillo, bloque, mampostería, etc.)</i>	248
5.2.37	<i>Señalización vial</i>	254
5.2.38	<i>Bordillos y ríogolas</i>	258
5.2.39	<i>Instalaciones eléctricas</i>	264
5.2.40	Instalación de alumbrado	272
5.2.41	<i>Instalaciones contra incendios</i>	279
5.2.42	<i>Fontanería</i>	286
5.2.43	<i>Albañilería y revestimientos</i>	292
5.2.44	<i>Pinturas</i>	298
5.2.45	<i>Carpintería metálica y de madera</i>	303
5.2.46	Montaje de plataformas, tramex, escaleras, pates y barandillas.....	310
5.2.47	Manipulación de materiales y cargas	316
5.2.48	Trabajos de limpieza de obra en general.....	323
5.2.49	<i>Pruebas de presión y estanqueidad</i>	329
5.2.50	<i>Trabajos de oficina</i>	332
5.2.51	Trabajos en altura	338
5.2.52	Trabajos en galerías de servicios	344
5.2.53	<i>Trabajos con riesgo de exposición al ruido</i>	350
5.2.54	Trabajos con riesgo de exposición a contacto eléctrico en baja y alta tensión.....	356
5.2.55	Trabajos con exposición a agentes meteorológicos extremos.....	361
5.2.56	Trabajos en horario nocturno	364
5.2.57	Trabajos verticales	368
5.2.58	Perforación hidráulica.....	379
5.3	Actividades con riesgos especiales.....	385

5.4	Trabajos posteriores y sus medidas preventivas	386
6.	IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DE MAQUINARIA Y EQUIPOS	387
6.1	Relación de maquinaria.....	387
6.2	Riesgos más comunes	388
6.3	Medidas preventivas generales	388
6.4	Equipos de Protección Colectiva	390
6.5	Equipos de Protección Individual	391
6.6	Medidas preventivas para trabajos auxiliares en la máquina.....	393
6.6.1	Cambios de equipo de trabajo.....	393
6.6.2	Averías en la zona de trabajo.....	393
6.6.3	Transporte de la máquina.....	393
6.6.4	Mantenimiento	394
6.7	Máquinas de movimiento de tierras.....	395
6.7.1	Riesgos asociados	396
6.7.2	Medidas preventivas generales	398
6.7.3	Medidas preventivas específicas	399
6.7.4	Equipos de protección colectiva	406
6.7.5	Equipos de protección individual.....	407
6.8	Maquinaria auxiliar y vehículos.....	408
6.8.1	Riesgos asociados	409
6.8.2	Medidas preventivas generales	410
6.8.3	Medidas preventivas específicas	411
6.8.4	Equipos de protección colectiva	421
6.8.5	Equipos de protección individual.....	421
6.9	Maquinaria-herramienta en general.....	423
6.9.1	Riesgos asociados	424
6.9.2	Medidas preventivas generales	425
6.9.3	Medidas preventivas específicas	426
6.9.4	Equipos de protección colectiva	435
6.9.5	Equipos de protección individual.....	436
7.	IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DE MEDIOS AUXILIARES	438
7.1	Relación de medios auxiliares de obra.....	438
7.2	Riesgos más comunes	439
7.3	Medidas preventivas generales	440
7.3.1	Andamios y torre escalera andamiada de acceso	441
7.3.2	Cables, cadenas, cuerdas y eslingas.....	443
7.3.3	Cajas y bolsas para muestras	444
7.3.4	Carretones o carretillas de mano	444
7.3.5	Carros portabotellas de gases licuados	445
7.3.6	Castilletes de hormigonado	446
7.3.7	Contenedores de escombros	447
7.3.8	Cubilotes de hormigonado	448
7.3.9	Equipos de topografía.....	449
7.3.10	Escaleras manuales.....	449
7.3.11	Espuertas	451
7.3.12	Manómetros	452
7.3.13	Plataformas de descarga.....	452

7.3.14	Plataformas móviles	453
7.3.15	Puntales	453
7.3.16	Torres de iluminación	455
7.3.17	Traspalés hidráulicos	455
7.3.18	Grúas Torre	456
7.4	Equipos de Protección Colectiva	461
7.5	Equipos de Protección Individual	461
8.	IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS	464
8.1	Conceptos generales	464
8.2	Riesgos.....	464
8.3	Medidas preventivas.....	465
8.4	Equipos de protección colectiva	466
9.	SERVICIOS AFECTADOS.....	468
9.1	Conceptos generales	468
9.2	Procedimiento para la detección de servicios	468
9.3	Medidas preventivas generales	468
9.4	Trabajos en proximidades de líneas eléctricas	469
9.4.1	Riesgos	470
9.4.2	Medidas preventivas generales	470
9.4.3	Equipos de protección colectiva	471
9.4.4	Equipos de protección individual.....	472
9.4.5	Líneas eléctricas aéreas	472
9.4.6	Líneas eléctricas subterráneas.....	473
9.5	Trabajos en proximidades de carreteras y caminos.....	474
9.5.1	Montaje de desvíos de tráfico rodado.....	474
9.5.2	Riesgos	474
9.5.3	Medidas preventivas específicas	475
9.5.4	Equipos de protección colectiva	475
9.5.5	Equipos de protección individual.....	475
9.6	Trabajos en proximidades de conducciones de agua y saneamiento.....	475
9.6.1	Riesgos	475
9.6.2	Medidas preventivas.....	476
9.6.3	Equipos de protección colectiva	476
9.6.4	Equipos de protección individual.....	476
9.7	Trabajos en proximidades de telecomunicaciones.....	477
9.7.1	Riesgos	477
9.7.2	Medidas preventivas.....	477
9.7.3	Equipos de protección colectiva	478
9.7.4	Equipos de protección individual.....	478
10.	INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	479
10.1	Conceptos generales	479
10.2	Servicios higiénicos y locales de descanso	479
10.2.1	Dimensionamiento de las instalaciones	479
10.2.2	Vestuarios, duchas, lavabos y retretes	479
10.2.3	Locales de descanso.....	480
10.2.4	Locales de primeros auxilios	480
10.2.5	Botiquines	481

10.2.6	Acometidas	481
11.	PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN	482
11.1	Medidas preventivas	482
11.2	Normas de actuación ante emergencias.....	483
11.3	Procedimientos de actuación en caso de accidente	483
11.3.1	Evacuación	485
11.3.2	Esquema secuencial de actuación	485
11.4	Rótulos informativos	485
11.5	Prevención y extinción de incendios.....	486
11.5.1	Conceptos generales.....	486
11.5.2	Medidas preventivas.....	487
11.5.3	Equipos de protección colectiva	488
11.5.4	Localización e instalación.....	488
Apéndice 1	NOMBRAMIENTO DEL AUTOR DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	490

1. OBJETO

El objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud es establecer las previsiones y medidas a adoptar en relación con la prevención de accidentes y enfermedades profesionales, al tiempo que se definen las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores, a adoptar durante el desarrollo de las actividades proyectadas. La redacción del presente documento se realizará conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, y la Ley 31 de 1995, de Prevención de riesgos laborales.

Asimismo, servirá de base al contratista que resulte adjudicatario de las obras para la redacción del Plan de Seguridad y Salud, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este Estudio en función de su propio sistema de ejecución, y que en ningún caso podrán suponer una disminución de los niveles de protección que se indican en el presente Documento.

2. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

Es de aplicación la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y el Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

Así mismo, se considera de obligatoria aplicación toda la legislación y normativa especificada en el apartado 2 del Pliego de Condiciones Particulares del presente Estudio de Seguridad y Salud.

En cumplimiento del artículo 4 del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, se establece, en el marco de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, la obligatoriedad de elaborar un Estudio de Seguridad y Salud en las obras. El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 €.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- En las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En este caso, dadas las características de las obras a realizar, éstas se incluyen entre los supuestos mencionados anteriormente.

Por tanto, conforme a la legislación vigente, se redacta el presente documento, en el que se recogen los riesgos laborales previsibles, así como las medidas preventivas a adoptar.

En aplicación del Estudio, una vez se adjudiquen las obras, el Contratista deberá presentar un Plan de Seguridad y Salud, que deberá ser aprobado, antes del inicio de las obras, por el Coordinador de Seguridad y Salud que, a tal efecto, se designe.

En el caso de obras de las Administraciones públicas, dicho Plan, acompañado del correspondiente informe del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución del proyecto, se elevará para su aprobación a la Administración pública que haya adjudicado las obras.

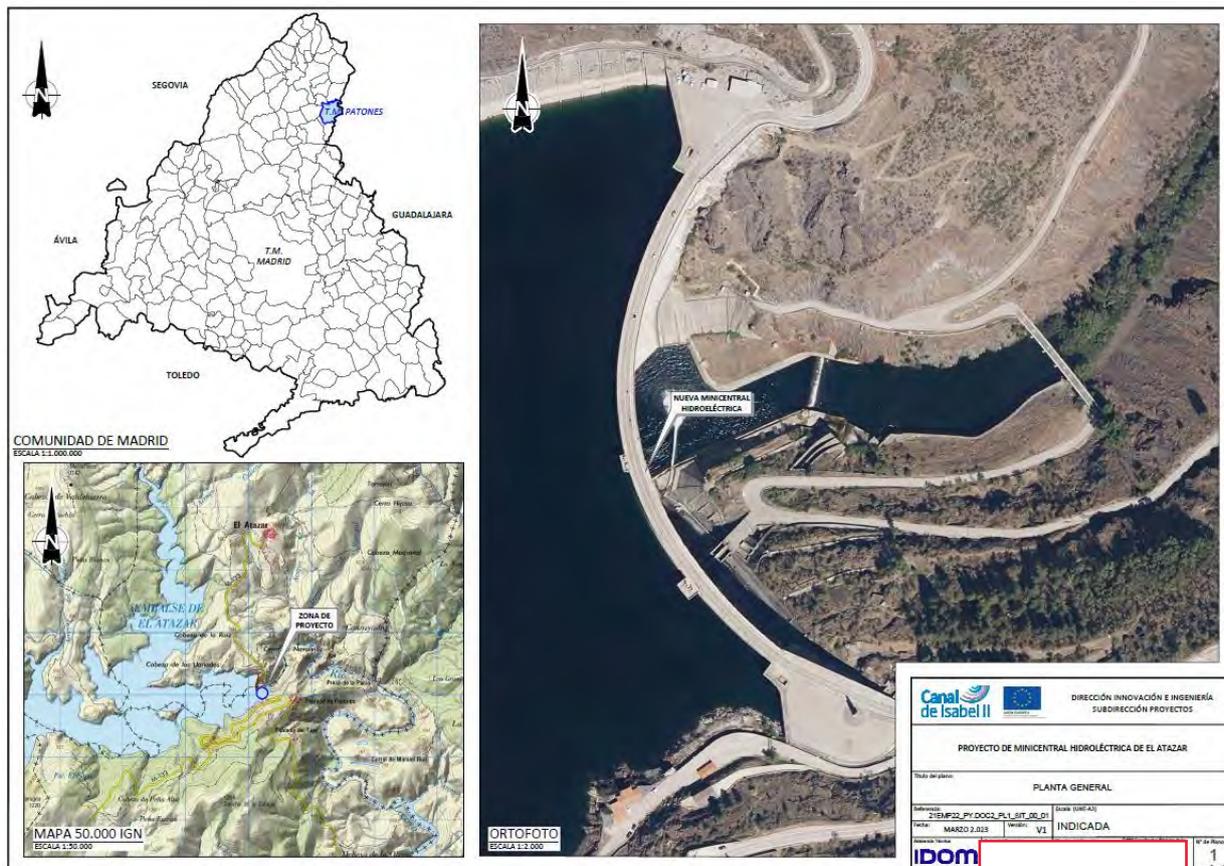
3. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

3.1 Denominación del proyecto

PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR

3.2 Emplazamiento del proyecto

El proyecto está emplazado al pie de la presa de El Atazar, en el término municipal de Patones (el cauce del río Lozoya marca la división entre los términos municipales de El Atazar y Patones), ubicándose todas sus instalaciones en terrenos de Canal de Isabel II Gestión, dentro de las instalaciones de la presa de El Atazar. La descarga de la central se efectúa al cuenco de amortiguación de la presa. Se muestra en el plano 1.1 la ubicación de las obras objeto del proyecto.



3.3 Promotor del proyecto

Canal de Isabel II.

3.4 Autor del Proyecto y del Estudio de Seguridad y Salud

El proyecto se realiza por José Luis Palencia Ortega (Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos) de la empresa IDOM

El presente Estudio de Seguridad y Salud se realiza por Ángel Maza Rodríguez (Ingeniero Industrial y Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales) de la empresa INGENIERÍA Y PREVENCIÓN DE RIESGOS, SL.

Se adjunta en el apéndice nº1 el documento de nombramiento del Autor del Estudio de Seguridad y Salud.

3.5 Presupuesto del proyecto

Presupuesto de ejecución material: 3.407.385,12 €

Presupuesto de licitación sin IVA: 4.054.788,30 €

3.6 Plazo de ejecución

41 semanas (10,25 meses)

3.7 Personal previsto

El número medio de trabajadores al día se ha estimado con la siguiente expresión:

$$N^{\circ} \text{ Medio de Trabajadores} = (\text{PEM} \times \text{MO}) / \text{CM}$$

Donde,

- PEM = Presupuesto de Ejecución Material (€)
- MO = Influencia del coste de la mano de obra en el PEM en tanto por uno (varía entre 0,2 y 0,3). Estimamos un 0,3 sobre el PEM.
- CM = Coste medio diario del trabajador de la construcción. El coste del trabajador varía entre 16 y 20 euros, tomando un valor de 19 euros, para un promedio de 8 horas al día y 22 días laborables al mes como valor medio. Se establece como M el plazo de ejecución de las obras, en meses.
 $\text{CM} = 18 \times 8 \times 22 \times M$ (€/trabajador)

Por lo tanto, el cálculo queda de la siguiente manera:

$$\text{Nº Medio de Trabajadores} = (\text{PEM} \times 0,2) / (22 \times 8 \times 19 \times \text{M})$$

Para PEM = 3.407.385,12 € (estimación) y M = 10,25 meses, se obtiene un valor de 19,9 trabajadores

Por lo tanto, el número medio diario de trabajadores durante todo el periodo de ejecución de la obra se estima en 20 trabajadores.

En este número, quedan englobadas todas las personas que intervienen en el proceso de esta construcción, independientemente de su afiliación empresarial o sistema de contratación.

4. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

4.1 Descripción del proyecto

El proyecto incluye la construcción de una minicentral hidroeléctrica de 1,3 MW en la base de la presa de El Atazar. El proyecto constructivo incluye de forma genérica, las siguientes actuaciones:

- Construcción del edificio de la minicentral, el cual incluirá dos grupos turbina-generator, celdas eléctricas, transformador, cuadros, líneas y demás componentes eléctricos, así como una pequeña sala de control.
- Construcción del tramo de conducción forzada desde la derivación existente en la conducción actual del caudal ecológico hasta las turbinas, incluyendo medición del caudal turbinado mediante la instalación de un nuevo caudalímetro en este tramo de la conducción.
- Desvío de la conducción actual de vertido de caudal ecológico. Se plantea la prolongación de la conducción actual por el pasillo existente en la margen derecha del cuenco amortiguador de los desagües de fondo, hasta sobrepasar el vertedero que lo separa del cuenco amortiguador del canal de descarga de los desagües de medio fondo. La válvula actual de regulación de accionamiento oleohidráulico será sustituida por una nueva válvula de regulación tipo Howell-Bunger con accionamiento eléctrico emplazada en el nuevo punto de vertido.

Además, esta conducción también dispone en la actualidad de una válvula de compuerta manual la cual también será sustituida por una nueva válvula de compuerta de accionamiento eléctrico.

- Línea de evacuación media tensión 20kV desde la minicentral hasta el futuro centro de transformación en coronación. Su trazado discurre en canaleta por la losa de hormigón aguas abajo de la presa hasta el estribo derecho por donde sube hasta coronación, se cruzará la carretera de coronación (M-133) mediante perforación hidráulica bajo la misma y posteriormente discurrirá hasta el futuro centro de transformación, canalizada en superficie y protegida mediante un prisma de hormigón.

Cabe resaltar que el futuro centro de transformación ha sido diseñado en el ámbito de otro proyecto cuya ejecución está prevista antes de la minicentral.

- Línea de comunicaciones de fibra óptica y armario de comunicaciones en la sala de control de la presa. El trazado de la línea de fibra óptica coincidirá con la línea de evacuación de media tensión hasta las cercanías del centro de transformación donde se bifurcará y trascurrirá adosado al muro en la margen derecha del embalse hasta la sala de control.
- Las actuaciones en el centro de conmutación automática situado en el cerro de la margen derecha de la presa y que tienen un carácter más eléctrico y de control que civil.

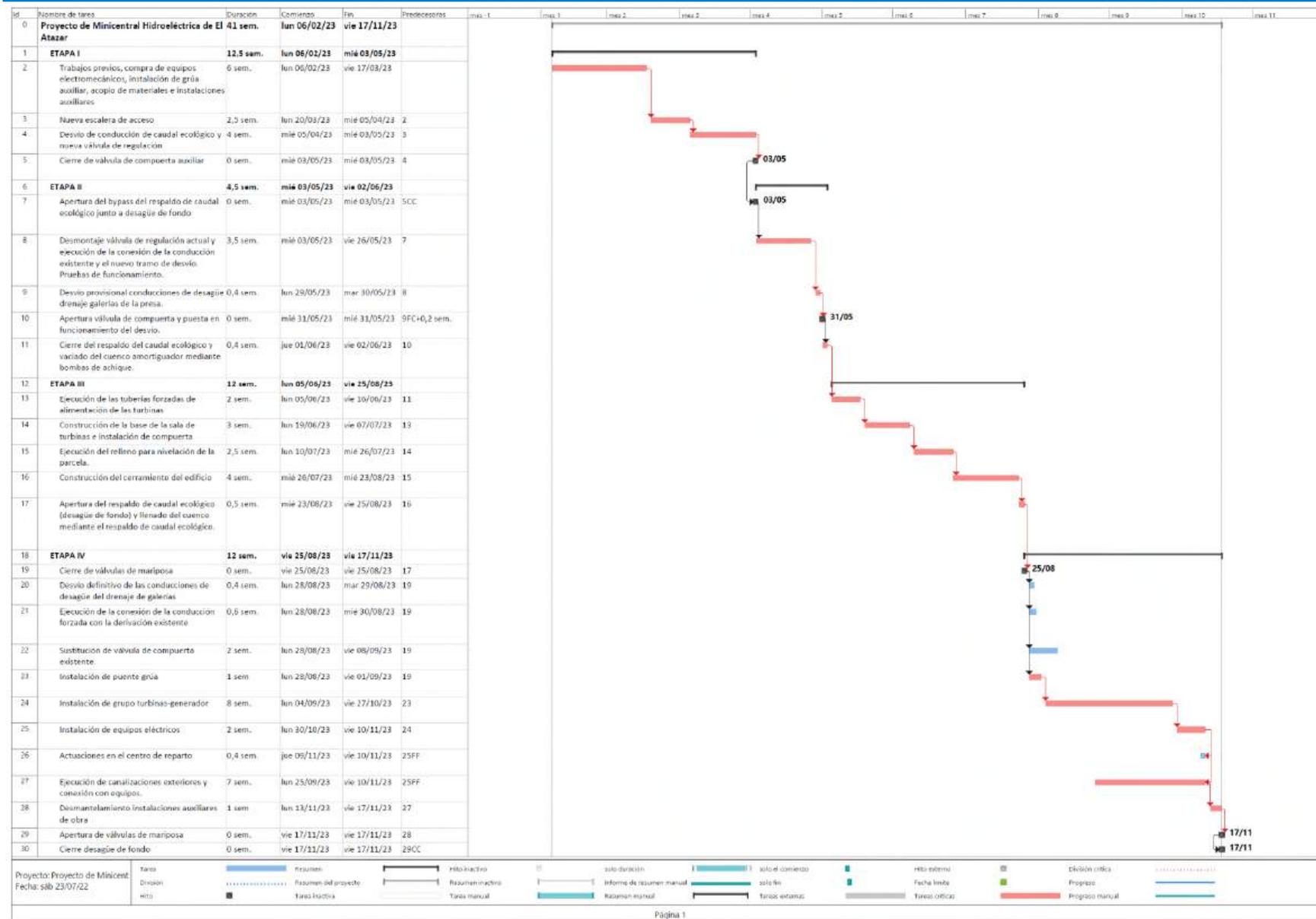
- o Instalación de periferia en el centro de conmutación automático (situado en el cerro de la margen derecha del embalse) conectada con los equipos existentes. Dicha periferia recogerá los estados digitales de la conmutación de alimentadores y evento de alarma del relé voltimétrico.
- o Sustitución de los actuales transformadores de tensión de la celda de medida de compañía, por otros de tres devanados, para llevar medida de tensión a medida fiscal, protección voltimétrica (en estrella) y máxima tensión homopolar (triángulo abierto)
- o Sustitución del separador galvánico existente para el caudalímetro, actualmente de una única salida, por otro con dos salidas, para llevar una señal del caudal de vertido ecológico al nuevo PLC de la minicentral.
- o Incorporando de un nuevo relé voltimétrico externo, para protección volimétrico, alimentado desde la SAI existente en esta sala de celdas de media tensión del centro de conmutación automática.
- Otras actuaciones auxiliares. Principalmente se contempla la instalación de una nueva escalera metálica adosada al canal de descarga de los desagües de medio fondo de la presa, la cual dará acceso al edificio de la minicentral tanto durante las obras como en su posterior explotación.

4.2 Localización del proyecto

El proyecto prevé su ejecución en el pie de la presa El Atazar, situada en el Término Municipal de Patones, Madrid; en el interior del cuenco de amortiguación, junto a los desagües de fondo de la presa.

4.3 Plan de obra

Se representa a continuación el diagrama de Gantt del Plan de obra previsto:



4.4 Actividades de obra

Para la ejecución del proyecto, se realizarán las actividades incluidas en el [apartado 5](#) de esta memoria.

- 5.2.1 Instalaciones de higiene y bienestar
- 5.2.2 Gestión de acopios y almacenamiento en obra
- 5.2.3 Instalación eléctrica provisional de obra
- 5.2.4 Instalaciones interiores provisionales de abastecimiento y saneamiento
- 5.2.5 Señalización provisional de obra
- 5.2.6 Control y accesos a obra
- 5.2.7 Instalación y retirada de protecciones colectivas
- 5.2.8 Montaje y desmontaje de líneas de vida y puntos de sujeción
- 5.2.9 Topografía, medición y control de obra
- 5.2.10 Despeje y desbroce del terreno
- 5.2.11 Gestión de residuos de construcción y demolición
- 5.2.12 Prevención de riesgos en las visitas a obra
- 5.2.13 Ensayos y control de calidad
- 5.2.14 Demoliciones por medios mecánicos
- 5.2.15 Demoliciones por medios manuales
- 5.2.16 Excavación en zanjas y pozos
- 5.2.17 Drenaje de aguas procedentes del nivel freático
- 5.2.18 Entibaciones
- 5.2.19 Soldadura por gases/ oxiacetilénica/ oxicorte
- 5.2.20 Soldadura eléctrica
- 5.2.21 Instalación de tuberías en conducciones
- 5.2.22 Instalación de valvulería, piezas especiales, accesorios y equipos en conducciones
- 5.2.23 Desmontaje de tuberías, equipos y accesorios en conducciones
- 5.2.24 Montaje de ferralla
- 5.2.25 Montaje de estructura metálica
- 5.2.26 Encofrados verticales
- 5.2.27 Encofrados horizontales o inclinados
- 5.2.28 Juntas, sellados e impermeabilizaciones en estructuras de hormigón
- 5.2.29 Hormigonado
- 5.2.30 Solera de hormigón

- 5.2.31 Montaje de elementos prefabricados
- 5.2.32 Colocación y montaje de cubiertas
- 5.2.33 Colocación de placas alveolares
- 5.2.34 Forjados
- 5.2.35 Arquetas y pozos de registro “in situ” o prefabricados, obras de fábrica (ladrillo, bloque, mampostería, etc.)
- 5.2.36 Obras de fábrica (ladrillo, bloque, mampostería, etc.)
- 5.2.37 Señalización vial
- 5.2.38 Bordillos y ríoglas
- 5.2.39 Instalaciones eléctricas
- 5.2.40 Instalación de alumbrado
- 5.2.41 Instalaciones contra incendios
- 5.2.42 Fontanería
- 5.2.43 Albañilería y revestimientos
- 5.2.44 Pinturas
- 5.2.45 Carpintería metálica y de madera
- 5.2.46 Montaje de plataformas, tramex, escaleras, pates y barandilla
- 5.2.47 Manipulación de materiales y cargas
- 5.2.48 Trabajos de limpieza de obra en general
- 5.2.49 Pruebas de presión y estanqueidad
- 5.2.50 Trabajos de oficina
- 5.2.51 Trabajos en altura
- 5.2.52 Trabajos en galerías de servicios
- 5.2.53 Trabajos con riesgo de exposición al ruido
- 5.2.54 Trabajos con riesgo de exposición a contacto eléctrico en baja y alta tensión
- 5.2.55 Trabajos con exposición a agentes meteorológicos extremos
- 5.2.56 Trabajos en horario nocturno
- 5.2.57 Trabajos verticales
- 5.2.58 Perforación horizontal

4.5 Maquinaria y equipos técnicos

Se presenta una relación de la maquinaria y equipos técnicos que serán empleadas para la ejecución de cada una de las unidades que componen la obra en el [apartado 6](#) del presente documento.

4.6 Medios auxiliares

Los medios auxiliares que se utilizarán en la obra son los contemplados en el [apartado 7](#) del presente documento.

4.7 Afecciones y servicios afectados

No se prevén afecciones a instalaciones existentes. No obstante, en caso de que se pueda afectar a instalaciones de abastecimiento, saneamiento, telefonía, instalaciones eléctricas o gas, se establecerá inicialmente comunicación con la empresa titular de la instalación antes de acometer los trabajos que pudieran afectarla.

5. IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DE ACTIVIDADES DE OBRA

5.1 Metodología de trabajo

Para la identificación y prevención de riesgos asociados a las actividades de obra del presente proyecto, se procede conforme a la siguiente metodología.

- Determinación de todas las actividades a realizar para la correcta ejecución del proyecto.
- Descripción de cada actividad.
- Procedimiento de ejecución de la misma.
- Maquinaria, medios auxiliares y otros equipos empleados.
- Determinación de la formación específica necesaria para la ejecución de la actividad.
- Indicaciones sobre la presencia del Recurso Preventivo
- Identificación de riesgos.
- Medidas preventivas de aplicación.
- Elementos de Protección Colectiva (EPC) y señalización.
- Equipos de Protección Individual (EPI).

El artículo 5.2 del RD 1627/1997 exige una primera clasificación entre riesgos evitables y riesgos no evitables. Sin embargo, no se han identificado riesgos totalmente evitables, ya que se entiende que ninguna medida preventiva adoptada frente a un riesgo la elimina por completo, dado que siempre podrá localizarse una situación por mal uso del sistema, actitudes imprudentes de los operarios u otras en que dicho riesgo no sea eliminado.

Una vez identificados los riesgos para cada actividad, se procede a determinar las medidas preventivas y los equipos de protección necesarios para eliminarlos o atenuar sus consecuencias, así como la señalización necesaria para advertir de su existencia a todas las personas afectadas por los mismos.

Con todo ello, para cada unidad de obra, se elabora una ficha técnica donde se incluya la información anterior.

5.2 Actividades de obra

El personal que participe en cada una de las actividades del proyecto deberá conocer los riesgos a los que puede estar sometido y se evitará la ejecución de trabajos en solitario.

Además, siempre que sea técnicamente posible, se utilizarán elementos de protección colectiva frente a los equipos de protección individual.

Se incluyen a continuación las actividades del presente proyecto.

5.2.1 Instalaciones de higiene y bienestar

5.2.1.1 Descripción

Las instalaciones de higiene y bienestar estarán formadas por vestuarios, locales de descanso, comedor y aseos, planteándose la posibilidad de que el comedor pueda verse sustituido por un acuerdo entre la empresa contratista y los centros de hostelería próximos a la obra. Para el montaje de las mismas se tendrán en cuenta los riesgos y medidas preventivas indicadas a continuación.

El Estudio de Seguridad y Salud determina la tipología y ubicación de las instalaciones de higiene y bienestar, teniendo para ello en consideración las prescripciones que se han establecido en la descripción del procedimiento de trabajo: El dimensionamiento no será realizado exclusivamente sobre la base del número de trabajadores, sino también del entorno de la zona de trabajos y la dispersión de los tajos, de forma que resulten fácilmente accesibles para todos los trabajadores. Además, los tajos de larga duración serán dotados de otras instalaciones que complementen a las indicadas (bien a base de baños químicos o similar).

Las instalaciones de higiene deberán tener una revisión periódica de su estado de conservación, y se hallarán en perfectas condiciones de limpieza. Están situadas en lugares ajenos a los riesgos propios de las zonas de trabajo, y fuera de la zona de influencia de otras posibles fuentes de riesgo, como líneas eléctricas, etc., disponiendo de la señalización necesaria.

5.2.1.2 Procedimiento

Se procederá a la instalación de las necesarias casetas e instalaciones de obra en función del número de trabajadores simultáneos. La secuencia de actividades será:

- Preparación de la superficie de asiento
- Colocación de bases de asiento
- Descarga de elementos
- Colocación y fijación de elementos

5.2.1.3 Maquinaria

- Camiones grúa
- Grúas autopropulsadas
- Manipuladores telescópicos
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.1.4 Medios auxiliares

- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Torres de iluminación

5.2.1.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

5.2.1.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.1.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas

- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.1.8 Medidas preventivas

- Todas las instalaciones se colocarán sobre un terreno horizontal, debidamente asentado, y con una resistencia necesaria para soportar las cargas que transmitan aquéllas, cerciorándose previamente de ello.
- Si existiesen zonas de relleno con una diferencia de cota mayor a 2 m, se instalará una barandilla de protección en su perímetro, a una distancia mínima de 1 m de la cabeza del talud.
- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Los pasos para el acceso de personal a la zona de casetas estarán delimitados y acondicionados correctamente. Se empleará valla para limitar los pasos y serán sobre superficie regular sin desnivel. En caso de existir desnivel se peldañearán correctamente.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Desbroce previo del área de obra.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.

- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Las instalaciones de higiene y bienestar deberán disponer de los oportunos extintores, de acuerdo a los tipos de fuego a extinguir. Se señalarán las zonas en que se habiliten los extintores.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados o similar.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a las caídas y tropiezos evitando o señalando los obstáculos.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Se dispondrá de información meteorológica y se controlarán indicadores tales como viento, temperatura, humedad, etc.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.

- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.
- Cada una de las instalaciones de obra se empleará de forma exclusiva para los fines con que inicialmente sea concebida.
- No se permitirá el almacenamiento de materiales en zonas reservadas al uso de aseos o vestuarios.
- Todos los productos especialmente peligrosos por su toxicidad, inflamabilidad etc., se almacenarán en otros lugares específicamente habilitados para ello, independientes de las zonas generales de almacén, instalaciones de higiene, acopios, etc.

5.2.1.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Detectores de redes y servicios
- Dispositivos de parada de emergencia
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Pórticos de limitación de gálibo
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistema de protección contra incendios

5.2.1.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección

- Cremas protectoras
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.2 Gestión de acopios y almacenamiento en obra

5.2.2.1 Descripción

En este apartado se consideran los acopios que se hacen en obra referidos a: tierras y áridos, tubos, piezas y otros elementos prefabricados y almacenamiento de pinturas, desencofrante y combustible, así como las medidas preventivas en la realización de descarga de material.

En cuanto a los acopios de tuberías, piezas, arquetas, etc., se consideran dos aspectos:

- Por un lado, la propia ejecución de las tareas (basada de forma casi exclusiva en el manejo de cargas, analizados en el correspondiente apartado del Estudio de Seguridad).
- Por otro, las condiciones bajo las cuales se habiliten los acopios, aspecto que se desarrollará especialmente en este apartado.

5.2.2.2 Procedimiento

Todos los acopios en la obra se definirán y localizarán de forma que se eviten todos los riesgos, tanto desde el punto de vista de las actividades realizadas en los mismos, como también en relación a las posibles interferencias que se pudieran generar con las restantes actividades de la obra.

Según el tipo de material o herramienta que se tenga que almacenar. Se procederá de los siguientes tipos: paletizado, apilado y amontonado.

Paletizado

Es de la forma que viene prácticamente todo el material a la obra. Se colocará en zonas planas y en caso de colocarlos unos encima de otros, estos deben coincidir para evitar vuelcos que puedan provocar aplastamientos y atrapamientos.

Apilado

Se apilará todo el material no paletizado para tener el tajo organizado y evitar tropiezos. Por ejemplo:

- Tubos: se apilan tumbados unos junto a otros con unas cuñas en los dos extremos que impidan abrirse, según subamos las hiladas se irán reduciéndose para que quede en forma triangular.
- Tablones, tablas y viguetas: se apilan también tumbados unos junto a otros, pero cada varias hiladas en la madera y en todas en las viguetas, se debe cruzar cabirones que arrosten y traben toda la pila.

En definitiva, hay que usar el sentido común para que los apilados que queden bien sujetos y no alcanzar grandes alturas para evitar que caiga.

Amontonado

Se acopiará con montones generalmente los áridos. Hay que amontonarlos lo mejor posible y regar ligeramente aquellos que sean volátiles, para evitar el impacto de partículas en ojos y cara en tiempo de vientos.

Nunca se acopiará en las orillas de desniveles de terreno ni en las de forjado. Podrían caerse provocando accidentes.

Recipientes especiales

Para no causar accidentes, se utilizarán al menos estos, para mejorar la organización y seguridad en la obra como:

- Contenedores para el acopio de escombros
- Jaulas para el acopio de puntales y elementos metálicos
- Bidones para líquidos
- Otros elementos útiles para tener los materiales y herramientas en orden y controladas

Las características de los acopios dependerán de la zona que se encuentren: cerrados, abiertos y en zonas de tránsito. También del producto almacenado, si es tóxico, inflamable, irritante, corrosivo etc. en cuyo caso además se debe señalar el riesgo.

- Sitios cerrados: se organizará al máximo para no tropezar ni golpearse. Si existen materiales de riesgo, se debe señalar de forma visible y clara cada uno de ellos.
- Sitios abiertos: se organizarán los acopios de forma que se vean claramente y utilizando el tipo más adecuado para evitar accidentes.
- Zonas de tránsito: respetar las medidas de seguridad para circular sin riesgo. En caso de no poder almacenar, se recomienda traer el material en pequeñas cantidades.

Si la obra no permite almacenar con seguridad, hay que llevar el material y herramientas en cantidades adecuadas al espacio disponible.

5.2.2.3 Maquinaria

- Camiones de suministro
- Camiones grúa
- Carretillas elevadoras

- Grúas autopropulsadas
- Manipuladores telescópicos
- Motovolquetes
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.2.4 Medios auxiliares

- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Escaleras manuales
- Torres de iluminación

5.2.2.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

5.2.2.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.2.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel

- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.2.8 *Medidas preventivas*

- El acopio de materiales será estable, evitando derrames o vuelcos, y no superará la altura que para cada situación especifique su suministrador o fabricante.
- No se permitirá que los trabajadores se encaramen sobre alturas de material acopiado en la medida en que la situación comentada implique que los trabajadores se vean expuestos a riesgo de caída al mismo o distinto nivel.
- Se prohibirá el acopio de materiales en las proximidades de taludes de excavación (bordes de zanjas, terraplenes, etc.) o en situaciones semejantes que aporten inestabilidad para el acopio.
- El acopio de tuberías se realizará de forma que quede asegurada su estabilidad, empleando para ello calzos preparados al efecto.
- En ningún momento se podrá trepar por los acopios, tanto en su ubicación de acopio, como en los camiones de transporte.
- Cualquier actuación a realizar para el eslingado de las piezas en el que fuera necesario el uso de escaleras de mano, queda prohibido salir de las mismas para otras actuaciones.
- En los acopios se tendrá en cuenta la resistencia de la base en la que se asienten, en función del peso de los materiales a acopiar. En función de su tamaño, los materiales se apilarán de mayor a menor, permaneciendo los más pesados o voluminosos en las zonas bajas.
- Los pasillos entre materiales acopiados deberán tener el ancho suficiente para la circulación holgada de los vehículos o maquinaria de movimiento.
- Se prohibirá el acopio de materiales en zonas que por interferencia o cualquier otra circunstancia implicaran un riesgo adicional a los intrínsecamente asociados con la descarga y manipulación de los

materiales. Por tanto, por ejemplo, deberá prohibirse el acondicionamiento de acopios en zonas próximas a líneas eléctricas.

- Los productos combustibles o tóxicos que hayan de emplearse en la obra se almacenarán separados del resto de otros productos en un almacén cubierto, cerrado y señalizado. A estos almacenes no se podrá acceder fumando, ni se podrán realizar en su interior labores que generen calor intenso, como soldaduras. Si existen materiales que desprendan vapores nocivos, deberán vigilarse periódicamente los orificios de ventilación del recinto. Los trabajadores que accedan a estos recintos dispondrán de filtros respiratorios. Los almacenes estarán equipados con extintores adecuados al producto inflamable en cuestión en número suficiente y correctamente mantenidos. En cualquier caso, habrá detenerse en cuenta y se cumplirá la normativa respecto a sustancias tóxicas y peligrosas.
- Durante la descarga de cualquier tipo de material desde camión, etc., se prohibirá que los operarios se encaramen sobre las cargas durante el proceso. Se evitará la presencia de operarios sujetos a riesgo de caída en altura o a distinto nivel, todo ello en función de los equipos empleados durante las descargas, las condiciones bajo las cuales se realice el suministro de materiales, tipo de materiales a descargar, dimensiones, etc.
- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Desbroce previo del área de obra.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- En ningún caso se circulará con el remolque en posición elevada.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.

- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Se dispondrá de información meteorológica y se controlarán indicadores tales como temperatura, humedad, etc.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.2.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Pórticos de limitación de gálibo
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista

5.2.2.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección

- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.3 Instalación eléctrica provisional de obra

5.2.3.1 Descripción

Se refiere a toda la instalación provisional de alimentación eléctrica a colocar en obra, tanto instalaciones fijas como móviles (grupos electrógenos).

5.2.3.2 Procedimiento

Todos los trabajos de instalación eléctrica, y sus mantenimientos, se realizarán por personal cualificado para los trabajos y en la medida de lo posible sin tensión.

Los principales pasos para la realización de la instalación fija eléctrica provisional de obra son los siguientes:

- Montaje de la línea repartidora
- Instalación del cuadro de distribución.
- Montaje de interruptor diferencial 30 mA.
- Montaje de interruptores automáticos magnetotérmicos.
- Instalación, en su caso, de transformadores de seguridad a 24 V
- Instalación de cableados
- Protección de cableados en zonas de tránsito.
- Montaje de cajas de bornes o bases de enchufe estanca (con toma de tierra).
- Conexión línea general de tierra.

Referente a los equipos móviles, cada vez que se conecten se debe revisar que la puesta a tierra está correctamente colocada.

5.2.3.3 Maquinaria

- Grupos electrógenos
- Polímetros
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.3.4 Medios auxiliares

- Escaleras manuales

5.2.3.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación en electricidad.

5.2.3.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.3.7 Riesgos

- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Incendio y explosión

5.2.3.8 Medidas preventivas

- Los trabajos en las instalaciones eléctricas solo pueden ser realizados por personal autorizado y cualificado. Las instalaciones serán revisadas periódicamente, y se dejará constancia documental de las mismas.

- Los cuadros eléctricos contarán con grado de protección mínimo IP-45. Estos cuadros deberán permanecer siempre cerrados, de modo que sólo se manipulen por el responsable de la instalación.
- Todas las conexiones se realizarán usando las clavijas adecuadas, y estará prohibido hacer empalmes improvisados en obra.
- Se preverán instalaciones de seguridad que se activen en caso de fallo de la alimentación normal de los circuitos y aparatos instalados.
- Las instalaciones eléctricas de obra cumplirán con los requisitos establecidos en el REBT, en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Plan de Seguridad y Salud.
- Prohibido realizar las conexiones a tierra a través de conducciones de agua, etc. Por lo tanto, no se permitirá "enganchar" a tuberías o a asimilables, como armaduras, etc.
- Prohibido el tránsito de los equipos y personas sobre mangueras eléctricas, ya que pueden pelarse y producir accidentes.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Está prohibido el tránsito bajo líneas eléctricas con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano...). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.
- No está permitido la anulación del hilo de tierra de las mangueras eléctricas, así como las conexiones directas cable-clavija de otra máquina.
- No está permitida la ubicación de cuadros de distribución o conexión eléctrica en los rellanos de las escaleras.
- Las mangueras no se desconectarán por el procedimiento del "tirón". La desconexión se realiza amarrando y tirando de la clavija enchufe.
- La ubicación de cuadros de distribución o de conexión eléctrica debe preverse en un lugar firme y seco.
- Deberá comprobarse diariamente el buen estado de los interruptores diferenciales automáticos al inicio de la jornada y tras la pausa dedicada para la comida, accionando el botón de test.
- Se dispondrá siempre en el almacén de interruptores automáticos y magnetotérmicos diferenciales de repuesto, con los que sustituir los que se pudieran averiar.
- Todas las instalaciones eléctricas se señalarán, advirtiendo del riesgo eléctrico a todos los trabajadores de la obra. Además, esta señalización se deberá mantener en perfecto estado de conservación y mantenimiento.

- Se debe considerar que la práctica totalidad de los casos, el empleo de equipos y de herramientas eléctricas se realizará en intemperie, motivo por el cual todos los cables, conexiones y equipos a emplear deberán contar con doble aislamiento.
- Se prohíbe el empleo de herramientas eléctricas en zonas húmedas o con presencia de agua, sustituyendo éstas por herramientas alimentados por batería y utilizando tensiones de seguridad (24 V).
- Los grupos electrógenos (para la alimentación de bombas de achique y todo tipo de herramientas eléctricas) dispondrán de su oportuna pica de toma de tierra, hincada en el terreno la longitud especificada por su fabricante.
- Deberá existir un extintor de incendios en las inmediaciones de la instalación eléctrica.
- Mantener en buen estado todas las señales de "peligro electricidad" que se hayan previsto para la obra.
- Los grupos electrógenos
 - Tendrán siempre la pica de puesta a tierra en buen estado y conectada.
 - Estarán insonorizados
 - La salida de corriente alimentará un cuadro general de obra con las debidas protecciones y tomas de corriente normalizadas, donde se conectarán los maquinas portátiles, vibradores de hormigón, etc.
- Todos los Cuadros cumplirán las siguientes medidas preventivas:
 - Serán metálicos o de material plástico, de tipo para la intemperie, con puerta y cerraja de seguridad (con llave), según norma UNE-20324, y pese a ser de tipo para la intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces, como protección adicional.
 - Tendrán la carcasa conectada a tierra y poseerá adherida en la puerta, una señal normalizada de "Peligro riesgo eléctrico".
 - Se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.
 - Poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie, en número determinado, según el cálculo realizado.
 - Se ubicarán siempre en lugares de fácil acceso y evitando si es posible colocarlos en lugares mojados o húmedos.
 - No se instalarán en el desarrollo de las rampas de acceso al fondo de la excavación (pueden ser arrancados por la maquinaria o camiones y provocar accidentes).
 - La instalación poseerá todos los interruptores automáticos definidos como necesarios; su cálculo será efectuado siempre aminorando, con el fin de que actúen dentro del margen de

- seguridad; es decir, antes de que el conductor al que protegen llegue a la carga máxima admisible.
- Los interruptores automáticos se hallarán instalados en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución, así como en las de alimentación de las máquinas, aparatos y máquinas-herramienta de funcionamiento eléctrico.
 - Todos los circuitos eléctricos se protegerán asimismo mediante interruptores automáticos diferenciales.
- Los interruptores a instalar provisionalmente cumplirán las siguientes medidas preventivas:
 - Se ajustarán expresamente a lo especificado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
 - Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
 - Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de "peligro, electricidad".
 - Las cajas de interruptores serán colgadas, bien de los paramentos verticales, bien de "pies derechos" estables.
 - Las tomas de corriente o enchufes para alimentación provisional cumplirán:
 - Las tomas de corriente irán provistas de interruptores de corte omnipolar que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.
 - Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos directos) y siempre que sea posible, con enclavamiento.
 - Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta.
 - La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar contactos eléctricos directos.
 - Las tomas de corriente no serán accesibles sin el empleo de los útiles especiales, o estarán incluidas bajo cubierta o armarios que proporcionen un grado similar de inaccesibilidad.
 - Con respecto al cableado se deberá tener en cuenta preventivamente lo siguiente:
 - El material habitual de los cables es el cobre revestido de una funda aislante y puede ser rígido o flexible, y se encuentra en el mercado con diferentes secciones normalizadas, 1.5, 2.5, 4, 6... mm², tanto en unifilares como en mangueras.
 - El calibre o sección del cableado será el especificado y de acuerdo a la carga eléctrica que ha de soportar, en función de la maquinaria e iluminación prevista.

- Todos los conductores utilizados de tensión nominal 1.000 Voltios como mínimo, serán aislados y sin defectos apreciables (rasgones, repelones o similares). No se admitirán tramos defectuosos en este sentido.
- La distribución desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios (o de planta) se efectuará, siempre que se pueda, mediante canalizaciones enterradas.
- El tendido de los cables para cruzar viales de obra, se efectuará enterrado, o mediante un protector de cable con rampa, de manera que los cables no sufran el paso de vehículos y maquinaria de obra
- En caso de efectuarse tendido de cables y mangueras este se realizará a una altura mínima de 2,50 m en los lugares peatonales y de 5 m en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- La interconexión de los cuadros secundarios se efectuará mediante canalizaciones enterradas, o bien mediante mangueras, en cuyo caso serán colgadas a una altura sobre el pavimento, en torno a los 2 m, para evitar accidentes por agresión a las mangueras por uso a ras de suelo.
- En caso de tener que efectuarse empalmes entre mangueras, se tendrá en cuenta:
 - Siempre estarán elevados. Sé prohíbe mantenerlos en el suelo.
 - Los empalmes provisionales entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas, estancas antihumedad.
 - Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizadas, estancas antihumedad.
 - Queda prohibida la realización de empalmes manuales de cables o mangueras eléctricas en obra con cinta aislante.
- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro de agua.
- La red general de tierra deberá ajustarse a las especificaciones detalladas en el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, particularmente éstas:
 - Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra. El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
 - La toma de tierra en una primera fase se efectuará a través de una pica o placa a ubicar junto al cuadro general, desde el que se distribuirá a la totalidad de los receptores de la instalación.
 - El hilo de toma de tierra siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde, está prohibido expresamente utilizarlo para otros usos, únicamente podrá utilizarse conductor o cable de cobre desnudo, de 95 mm² de sección, como mínimo, en los tramos enterrados horizontalmente y que será considerado como electrodo artificial de la instalación.

- Los receptores eléctricos dotados de sistema de protección por doble aislamiento y los alimentados mediante transformador de separación de circuitos carecerán de conductor de protección, a fin de evitar su referenciación a tierra. El resto de las carcasas de motores o máquinas se conectarán debidamente a la red general de tierra.
- Las tomas de tierra estarán situadas en el terreno de tal forma que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.
- Se procurará verter agua de forma periódica en los lugares de hincado de las picas de toma de tierra, pues mejora la conductividad del terreno.

5.2.3.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Detectores de corrientes eléctricas
- Dispositivos de parada de emergencia
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro
- Sistema de protección contra incendios

5.2.3.10 Equipos de protección individual

- Calzado dieléctrico
- Cascos de protección
- Cascos para usos especiales
- Cremas protectoras
- Guantes dieléctricos
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.4 Instalaciones interiores provisionales de abastecimiento y saneamiento

5.2.4.1 Descripción

Consiste en la ejecución de las instalaciones interiores provisionales de abastecimiento de agua potable y saneamiento de aguas negras a las locales de higiene y bienestar de la obra.

5.2.4.2 Procedimiento

Las principales fases del procedimiento serán:

- Replanteo de las conducciones
- Excavaciones en zanja para el alojamiento de las conducciones
- Ejecución de camas de apoyo
- Colocación de tuberías, equipos y conexiones
- Pruebas de la conducción
- Tapado de zanjas
- Demolición y levante de la conducción una vez finalizada la obra

Deberá solicitarse la acometida de cada una de las redes

5.2.4.3 Maquinaria

- Camiones basculantes
- Camiones grúa
- Compactadoras manuales
- Excavadoras hidráulicas
- Motovolquete
- Motosoldadoras
- Radiales
- Sierras
- Taladradoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.4.4 Medios auxiliares

- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carretón o carretilla de mano
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Torres de iluminación

5.2.4.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación en trabajos en redes de abastecimiento, saneamiento y pocería.

5.2.4.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.4.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas

- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Rotura/contacto con instalaciones enterradas
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Hundimientos y sepultamientos
- Inundación
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.4.8 Medidas preventivas

- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Antes de permitir el acceso al fondo de las excavaciones, se saneará el talud y borde de las zanjas. Se balizarán a lo largo de su longitud, y si fuese necesario (en función del tipo de excavación) se vallarán.
- Frente a la existencia de agua en las zanjas, se vigilará si pueden aparecer cavernas u otras zonas que denoten una posible inestabilidad. En caso de que se produzcan, se prohibirá la presencia de personal en las zanjas hasta que no se hayan saneado, se asegure la estabilidad de los taludes, y no lo autorice el encargado o recurso preventivo presente en el tajo.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Colocar tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.

- Desbroce previo del área de obra.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- En ningún caso se circulará con el remolque en posición elevada. Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) a una distancia inferior a la mitad de la profundidad de zanja, del borde de la zanja, como norma general y a una distancia inferior a la profundidad de la zanja en terrenos arenosos. Deberá estudiarse en función del tipo de terreno.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos, señalando los obstáculos.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Los taludes serán lo suficientemente estables según características geotécnicas, y en su defecto se procederá a su entibado.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Presencia de botiquín en obra.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.

- Recopilación de información y detección según la técnica adecuada de los distintos servicios afectados.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se colocarán los acopios de forma que esté a la menor altura posible.
- Se dispondrá de información meteorológica y se controlarán indicadores tales como temperatura, humedad, etc.
- Se establecerán medidas para garantizar una ventilación adecuada y reducir las partículas en suspensión.
- Se garantizará el drenaje del fondo de la excavación.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se proyectará, ejecutará y explotarán las instalaciones cumpliendo la normativa vigente, cumpliendo los protocolos en todas las fases del proyecto.
- Se recomienda rotar los puestos, funciones y tareas, así como realizar descansos, evitando o reduciendo exposiciones a agentes que en tiempo prolongado puedan resultar dañinos.
- Se señalará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se utilizarán aquellas máquinas o herramientas que produzcan un nivel de vibración más bajo.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Si fuese necesario pasar por encima de la zanja se colocará una pasarela con barandillas.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de cinturones porta herramientas
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.4.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Detectores de corrientes eléctricas
- Detectores de redes y servicios
- Pasarelas de acceso
- Pórticos de limitación de gálibo
- Protección de huecos horizontales
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistema de protección contra incendios
- Topes de desplazamiento de vehículos

5.2.4.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cinturones porta herramientas
- Cremas protectoras
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Botas impermeables

- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.5 Señalización provisional de obra

5.2.5.1 Descripción

Consiste en la colocación y retirada de la señalización provisional de obra en los viales afectados por la misma, de manera que su colocación advierta a los vehículos que utilizan los viales y proteja a los trabajadores de la obra.

También está incluida en este apartado la señalización a peatones, elementos de limitación (vallado) y la señalización de riesgos de los diferentes tajos de obra en ejecución.

5.2.5.2 Procedimiento

Se colocará la señalización de manera firme y segura, siguiendo los procedimientos estándar de colocación de señalización provisional en viales.

El modelo de señalización a implantar en cada caso siempre deberá cumplir el contenido de la Norma de Señalización Provisional 8.3.IC. Se tendrá en cuenta la necesidad de visibilidad de todos los elementos colocados en horario nocturno debiendo tener reflectancia y/o iluminación correspondiente.

El procedimiento de colocación y retirada de la señalización no implicará un riesgo añadido para los trabajadores responsables de dicha labor. Un vehículo existente en la obra se colocará de tal manera que los conductores lo vean antes que a los trabajadores, protegiéndolos en caso de invasión de la zona.

Los trabajadores encargados de la colocación de señalización provisional deberán conocer el orden correcto de colocación y retirada de las señales, que deberá ser tal como se explica a continuación:

- Si existe arcén y éste es suficientemente ancho, el vehículo que transporta la señalización accederá a él. Un operario firmemente sujeto colocará las señales desde el propio vehículo, que se desplazará despacio en el sentido de la marcha de su carril contiguo, poniendo un especial cuidado en no invadirlo.
- Si no existe arcén o éste es insuficiente, las señales se dejarán acopiadas previamente, sin invadir los carriles de circulación, y mostrando su reverso a los conductores, para que más tarde los trabajadores encargados de esta tarea las coloquen adecuadamente a pie. En función de las características de la vía, mientras se colocan las señales (siempre avanzando en el sentido del carril contiguo), un señalista provisto de una bandera roja indicará a todos los conductores que aminoren la velocidad al aproximarse a la primera señal, y que un vehículo aparcado en el arcén con la luz giratoria y las luces de emergencia conectadas los proteja.

La retirada de la señalización deberá hacerse en orden inverso a su colocación y siguiendo el mismo procedimiento que el explicado para su colocación, es decir:

- Primero se retirarán todas las señales de delimitación de la zona de obras (conos o similar), cargándolas en el vehículo de obras estacionado en el arcén derecho, si la zona de obras está en el carril de marcha normal.

- Una vez retiradas estas señales se procederá a retirar las de desviación del tráfico (sentido obligatorio, paneles direccionales, señales indicativas de desvío) con lo que la calzada quedará libre. Se desplazarán a continuación las señales de preaviso al extremo del arcén o mediana, de tal forma que no sean visibles para el tráfico, de donde serán recogidas más tarde por un vehículo. Se tomarán las mismas precauciones que en el caso anterior, permaneciendo siempre el operario en la parte de la calzada aislada al tráfico.

5.2.5.3 Maquinaria

- Camiones grúa
- Motovolquetes
- Maquinaria de pintado de marcas viales
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.5.4 Medios auxiliares

- Carretón o carretillas de mano
- Escaleras manuales

5.2.5.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

5.2.5.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.5.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria

- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.5.8 Medidas preventivas

- Con respecto a la señalización a peatones se debe tener en cuenta principalmente:
 - Se señalizarán siempre las zonas de trabajo con vallas para peatones cuando haya tránsito de personas cerca de la zona de trabajo, pero no haya riesgo de caída de personas dentro de zanjas, pozos, etc.
 - Se colocará valla metálica electrosoldada trasladable, de manera que haga de valla delimitadora de trabajos cuando haya zanjas, pozos, etc. cerca de la zona de paso de peatones.
 - Toda la señalización para terceras personas o vehículos será la que corresponda según el tipo de obra, indicando siempre la obligación de uso del casco y calzado de seguridad, así como la prohibición de acceso de terceras personas dentro de la obra. Además, se colocarán carteles indicando el paso más seguro de peatones por fuera de la obra. En caso de entrada y salida de camiones o maquinaria pesada quedará debidamente señalizado, sobre todo aquellas interferencias que afecten tránsito de vehículos o peatones directamente.
 - Cuando sea necesario adaptar pasarelas o caminos de acceso de peatones o coches dentro de inmuebles situados físicamente dentro de la obra, siempre quedarán protegidos con cinta o valla amarilla para peatones, y con tablones, placas metálicas de grueso suficiente, o planchas de plástico para salvar desniveles o tapar huecos, como zanjas o pozos. Se procurará no dejar zanjas o pozos abiertos durante la noche, en caso de ser así, quedarán tapados con planchas y señalizados. En fin de semana queda totalmente prohibido que queden abiertos.
- Queda totalmente prohibido descargar camiones o similar en zonas no dispuestas dentro de la obra para tal fin. En caso excepcional siempre se acotará la zona donde se debe disponer la carga, con la

oportuna señalización y vallado o valla para peatones, según el caso y a criterio del encargado o Jefe de Obra).

- Con respecto a la señalización en los tajos de los diversos riesgos, los carteles de seguridad serán los necesarios en cada tajo en función de los riesgos existentes.
- Si es necesario, se colocarán balizas luminosas en zonas donde haya poca visibilidad o circulación de vehículos.
- La circulación se hará por los viales públicos existentes o por el propio trazado, adoptándose las precauciones necesarias de acuerdo con la normativa de circulación, siendo las principales medidas preventivas a tener en cuenta:
 - Se separará la circulación de maquinaria y trabajadores en la medida de lo posible
 - Se limitará la velocidad a 10 km/h en el interior del recinto de obra
 - Se señalizarán los cruces y prioridades
 - Se regarán los caminos para evitar la generación de polvo
 - Se iluminarán los viales si hay circulación nocturna
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.5.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta, malla naranja, etc.)
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista

5.2.5.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Guantes de protección
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.6 Control y accesos a obra

5.2.6.1 Descripción

Se establecerá sistema o procedimiento para controlar el acceso a obra, ya que es necesario conocer qué personas se encuentran en la misma ante un control rutinario o ante una posible situación de emergencia.

Asimismo, el procedimiento de control de accesos a obra debe servir para que terceras personas ajenas puedan acceder a la misma.

5.2.6.2 Procedimiento

Principalmente comprenderá las siguientes actividades:

- Comprobar el correcto estado del vallado de cierre de obra y de la señalización de seguridad durante la jornada laboral y a la finalización de la misma
- El contratista establecerá el horario de trabajo y el responsable velará porque se cumpla
- Elaborar y mantener actualizado un listado diario del personal que acceda a la obra

- Evitar el acceso a toda persona ajena a la obra (sin autorización)
- Conocer los criterios establecidos en esta obra para la autorización de acceso a la misma
- Comprobar que todo el personal que trabaja tiene autorización de acceso
- Indicar a los suministradores el lugar donde tienen que acopiar o retirar el material, maquinaria o equipo de trabajo
- Otras de común acuerdo

5.2.6.3 Maquinaria

- No aplica

5.2.6.4 Medios auxiliares

- No aplica

5.2.6.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

5.2.6.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.6.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel

5.2.6.8 Medidas preventivas

- Se deberán establecer accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- La obra debe estar perfectamente vallada para que el acceso a la misma se realice por puntos controlados. Pudiera darse la situación de que en obras lineales o similares no sea posible cerrar toda la obra. En estos casos, el control se podrá establecer en otro lugar para mayor facilidad, como en el recinto de casetas de obra donde previsiblemente si se podría delimitar el perímetro mediante vallado.
- Todo el personal, trabajadores en especial, deberá pasar por dicho recinto antes de acceder a las zonas de trabajo.
- Junto al punto de acceso deberá colocarse y mantenerse de forma visible la señalización de seguridad y un cartel con un texto similar a "Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra".
- Se velará porque el vallado se encuentre en correctas condiciones, así como la señalización del mismo.
- El contratista deberá establecer un horario de trabajo y ser puesto en conocimiento de todas las personas que intervengan en obra. Si alguna empresa quisiera trabajar fuera del horario establecido, deberá contar con la autorización del contratista.
- Se debe controlar también que la obra se abra conforme al horario acordado y se asegurará de que quede perfectamente cerrada en el periodo de comida y al final de cada jornada laboral. Especial atención se pondrá los fines de semana y periodos vacacionales.
- El contratista elaborará y mantendrá actualizado un listado diario del personal que haya accedido a la obra, bien sean trabajadores o suministradores, miembros de la dirección facultativa, representantes de la promoción o de las empresas que intervienen en la obra, visitantes o representantes de organismos públicos.
- Las tareas del "Responsable del control de acceso a obra" serán preventivamente las siguientes:
 - Revisar diariamente el estado del vallado de cierre de obra, la señalización y balizamiento colocado.
 - Abrir y cerrar el vallado de obra al inicio y final de la jornada de trabajo.
 - Si se autoriza a alguna empresa a permanecer en la obra fuera del horario de trabajo establecido, exigir la designación de un responsable de dicha empresa que se encargue de cerrar el vallado cuando finalice su jornada laboral.
 - Mantener un listado diario del personal que ha accedido a la obra.
 - Indicar a los suministradores el lugar donde tienen que acopiar o retirar el material, maquinaria o equipo de trabajo.

- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Iluminación suficiente.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.6.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta, malla naranja, etc.)
- Pórticos de limitación de gálibo
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro
- Señalista

5.2.6.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.7 Instalación y retirada de protecciones colectivas

5.2.7.1 Descripción

Esta actuación comprende los trabajos de montaje y desmontaje de las diversas protecciones colectivas para la protección de los trabajadores.

5.2.7.2 Procedimiento

Se tiene muy en cuenta que para la colocación de las protecciones colectivas los riesgos a los que está expuesto el trabajador no están mitigados por éstas, al estar en proceso de colocación las mismas.

El primer aspecto a considerar es una buena previsión y organización en la implantación de las protecciones colectivas, que permita su permanencia mientras persista el riesgo, intentando evitar desmontajes innecesarios e interferencias con el desarrollo de la obra.

Antes de la colocación de las protecciones colectivas se comprobará que tienen la homologación y el marcaje adecuado.

Durante su colocación se vigilará especialmente que se montan según las instrucciones que facilita el fabricante, y que son adecuadas al riesgo a proteger.

Se programarán inspecciones periódicas del estado de conservación de las protecciones colectivas, aplicando criterios de las normativas específicas, así como de las instrucciones de los fabricantes de los equipos.

Cualquier protección colectiva a colocar en fachadas y cubiertas que impliquen el desarrollo de trabajos en altura, se realizará, preferiblemente, mediante cestas o grúas, debiéndose cumplir para su utilización con todas las medidas de seguridad propias de su manejo.

5.2.7.3 Maquinaria

- Camiones de suministro
- Camiones grúa
- Motovolquetes
- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.7.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carretón o carretilla de mano
- Escaleras manuales
- Torres de iluminación

5.2.7.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

5.2.7.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.7.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de cargas suspendidas
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos
- Ahogamiento por caída al agua

5.2.7.8 Medidas preventivas

- Todo elemento a instalar debe disponer de un marcado CE que sea permanente durante el período de servicio del producto que dé información sobre: identificación del fabricante, fecha de fabricación, clase, referencia norma, etc.
- Las barandillas a colocar estarán formadas por elementos normalizados que constituyen un guardacuerpos, dos listones y un rodapié.
- La distancia entra la parte más alta de la barandilla principal y la superficie de trabajo debe ser, al menos, de 1 m. Se deberá solicitar certificado de montaje.
- El borde superior del rodapié ha de estar, al menos, a 150 mm de la superficie de trabajo. Asimismo, tiene que evitarse aberturas entre el plinto y la superficie de trabajo.
- Si se emplean redes de seguridad como protección lateral, éstas deben ser del tipo U. Además del certificado del material se exigirá un certificado del montaje firmado por un técnico competente, en virtud del cual se acredite que las redes (o las barandillas, o la línea de vida) se han instalado de acuerdo con las instrucciones de su fabricante y que cumplen el contenido de las normas de aplicación.
- Todo elemento de protección colectiva dispondrá de manual de uso y montaje y se seguirá el mismo.
- No se deben emplear guardacuerpos de madera.
- No realizar estos trabajos cuando las condiciones atmosféricas sean adversas.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- Previo al desarrollo de los trabajos de instalación de barandillas de seguridad, se realizará la instalación de línea de vida en el perímetro para amarre del arnés de seguridad y sujetar el arnés de seguridad a la línea de vida (la cuerda del arnés deberá tener una longitud máxima de 1 m)
- Se debe establecer la señalización específica de advertencia y de obligación de uso de arnés en caso de riesgo de caída en altura más de 2 m.
- El desmontaje de las barandillas se realizará cuando ya no sea necesario el conjunto de los balaustres tipo sargento y barandillas debido a la ausencia de riesgo de caída en altura.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.

- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos, señalando los obstáculos.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se colocarán los acopios de forma que esté a la menor altura posible.
- Se dispondrá de información meteorológica y se controlarán indicadores tales como temperatura, viento, humedad, etc.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Uso de cinturones porta herramientas
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.7.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Pasarelas de acceso
- Protección de huecos horizontales
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación

5.2.7.10 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Dispositivos anticaídas (retráctiles o deslizantes)
- Equipos de ayuda a la flotabilidad
- Gafas de protección

- Guantes de protección
- Líneas de vida
- Rodilleras
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.8 Montaje y desmontaje de líneas de vida y puntos de sujeción

5.2.8.1 Descripción

Líneas de vida horizontales:

Comprende los trabajos de montaje y desmontaje de líneas de vida horizontales en obra.

En la obra, aunque siempre es prioritario el uso de protecciones colectivas a las individuales, en diferentes casos es necesario la instalación de líneas de vida para realizar ciertos trabajos como: colocación de encofrado perdido, colocación de vigas, ejecución de tejados, etc. y también para la protección en la colocación de las protecciones colectivas, como son redes y barandillas en estructuras con riesgo de caída en altura.

Líneas de vida verticales

Los trabajos considerados como verticales pueden ser necesarios en diversas operaciones entre las que se encuentran: desbroce y limpieza manual y mecánica de taludes, colocación de pantallas dinámicas, colocación de malla metálica, ejecución de bulones de sostenimiento (anclajes), trabajos de gunitado, etc.

La utilización de las técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas, se limitará a las circunstancias en las que la evaluación del riesgo indique que el trabajo puede ejecutarse de manera segura y en las que, además, la utilización de otro equipo de trabajo más seguro no esté justificada, dependiendo de:

- La frecuencia de circulación
- La altura a la que se deba subir
- La duración de la utilización
- El tiempo exposición de trabajadores al riesgo
- Las Condiciones Técnicas
- Las medidas de seguridad

Anclajes de sujeción. Puntos fijos

Comprende los trabajos de montaje y desmontaje de anclajes de sujeción para sistemas anticaída provisionales en obra.

Los anclajes son los puntos de sujeción que soportarán la fuerza generada en una caída sobre el sistema de seguridad.

Punto de anclaje: Elemento al que puede ser sujeto con total seguridad un equipo de protección individual o un equipo de trabajo, tras la instalación del dispositivo de anclaje.

Dispositivo de anclaje: Todo elemento o serie de elementos que incorporan uno o varios puntos de anclaje.

Anclaje estructural: Elemento o elementos fijados permanentemente a una estructura que reúne todos los requisitos de seguridad, al cual o a los cuales es posible sujetar un dispositivo de anclaje o un equipo de protección individual.

5.2.8.2 Procedimiento

En las instalaciones de líneas de vida es muy importante que las personas que van a realizar la instalación comprendan los conceptos técnicos necesarios para el montaje. Esto se consigue mediante una formación específica en un determinado sistema, por eso, se deben emplear instaladores homologados.

Aunque se pueden encontrar algunos sistemas que se comercializan sin instalación, siempre es aconsejable que el montaje lo realice un instalador homologado para asegurarnos que técnicamente se ejecuta de la manera más adecuada y para evitar que, en caso de que existiese algún fallo en el sistema, la responsabilidad recaiga sobre el propietario y/o usuario.

El instalador deberá facilitar la siguiente información:

- Datos del instalador
 - Documento acreditativo donde aparezca que es instalador homologado.
 - Seguro de responsabilidad civil.
- Certificación del sistema: declaración de conformidad de los componentes del sistema. Para que la certificación sea válida es imprescindible que todos los componentes de la línea de vida pertenezcan al mismo fabricante (puntos de anclaje, línea, absorbedor de energía y carro).
- Certificado de instalación donde se acredite que el sistema ha sido montado según las exigencias del fabricante y acorde con la normativa vigente.

5.2.8.3 Maquinaria

- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.8.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Escaleras manuales
- Plataformas de trabajo
- Plataformas móviles
- Torres de iluminación

5.2.8.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación para trabajos en altura.

5.2.8.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.8.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Exposición a agentes atmosféricos extremos

- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos
- Ahogamiento por caída al agua

5.2.8.8 Medidas preventivas

- La resistencia mínima en los extremos dependerá del estudio realizado y de las fuerzas que deba soportar. La cantidad de usuarios que usarán la línea será determinada por el instalador de la misma.
- Es necesario calcular la distancia libre de caída previamente a la instalación de la línea de vida o punto fijo, como la altura mínima que debe tener un sistema para evitar llegar al suelo en caso de un accidente.
- Asimismo, habrá que considerar que la posible caída no se desarrollará de manera vertical sino que tendrá una trayectoria circular, describiendo un péndulo donde el punto de giro será el anclaje al que nos encontramos amarrados. Por tanto tendremos que vigilar los posibles obstáculos que se encuentren en nuestra trayectoria de caída y no en nuestra vertical sólo.
- Cuando en un trabajo nos encontramos con un factor de caída alto, seleccionaremos el mejor mecanismo para reducirlo como pueden ser los cabos de anclaje con absorbedores de energía.
- En trabajos en altura (con altura suficiente) será necesario utilizar absorbedor de energía adecuado a la altura de caída.
- Se utilizarán cuerdas dinámicas con bajo coeficiente de alargamiento.
- Nunca podrá haber un solo trabajador en la zona de trabajos en altura, en previsión de posibles rescates.
- Uno de los trabajadores dispondrá de medio de comunicación.
- Los trabajadores dispondrán de formación específica sobre trabajos en altura.
- No se permitirán trabajos simultáneos en la misma vertical.
- La herramienta utilizada para el tesado de cables será el tractel. Las operaciones de tensado de cables se realizarán bajo las condiciones de fuerza mecánica indicadas por el fabricante.
- Tiene que disponer de un marcado permanente en aquellos componentes en los que la normativa vigente lo exija.
- Ha de disponer de manual de uso y montaje.

- Constar la adecuación estructural de todos los componentes que conforman el sistema de línea de vida.
- Durante el montaje y desmontaje de líneas de vida no podrá realizarse ningún trabajo en la vertical.
- El sistema de línea de vida vertical constará como mínimo de dos cuerdas de sujeción independientes, una como medio de acceso, de descenso y de apoyo (línea de trabajo) y la otra como medio de emergencia (línea de vida o seguridad). En caso de izado, descenso o sujeción de cargas se utilizará una tercera cuerda.
- La cuerda de trabajo estará equipada con un mecanismo seguro de ascenso y descenso y dispondrá de un sistema de bloqueo automático con el fin de impedir la caída en caso de que el usuario pierda el control de su movimiento.
- Para trabajos en líneas de vida verticales, se pueden usar cabos de posicionamiento ajustables que permitirán posicionarse de manera adecuada para realizar un trabajo en particular, utilizarlos para trabajar en semi-suspensión para liberar las manos y poder manipular herramientas con ellas.
- Los trabajos en zonas de talud vertical se realizarán con los operarios anclados a puntos fijos mediante arnés anticaída. El procedimiento de anclaje de los operarios estará previamente definido bajo una configuración normalizada y utilizando equipos de protección homologados para este tipo de trabajos.
- Las herramientas y demás accesorios que deba utilizar el trabajador tendrán que estar sujetos al arnés, al asiento del mismo o por otros medios adecuados.
- El trabajo deberá planificarse y supervisarse correctamente, de manera que en caso de emergencia, se pueda socorrer inmediatamente al trabajador.
- En los anclajes estructurales es necesario conocer su resistencia y que se realice una revisión por personal competente para asegurarnos que no están dañados.
- La colocación del anclaje será realizado mediante el uso de un arnés anticaída sujeto a un anclaje estructural, en caso de ausencia de protección colectiva.
- Revisar la homogeneidad y continuidad de los puntos de sujeción fijos de la línea a la estructura.
- Utilizar arnés anti-caídas en las operaciones de montaje y desmontaje de la protección sujeto a un punto fijo estructural.
- No realizar estos trabajos cuando las condiciones atmosféricas sean adversas.
- En caso de ser necesario, se emplearán medios auxiliares como andamio o plataforma elevadora para el montaje y desmontaje de las protecciones.
- Revisiones periódicas de la línea de vida y después de recibir cualquier impacto.
- Durante su utilización se debe evitar:

- Que la línea de vida trabaje sobre bordes afilados, sin una adecuada protección.
- Pisarla.
- Que entre en contacto con sustancias químicas.
- Que la línea se ensucie innecesariamente.
- Trabajar con la línea cerca de fuentes de calor.
- Para la conservación de los productos textiles se tendrá en cuenta lo siguiente:
 - Los productos textiles serán revisados en profundidad cada tres meses si el uso ha sido intensivo o en ambientes agresivos.
 - Seguir siempre las indicaciones establecidas por el fabricante.
 - Cualquier producto textil sucio debe ser lavado con agua fría utilizando detergentes neutros.
 - Se aclararán con abundante agua (máximo 30° C) eliminando de esta manera todo el detergente.
 - Posteriormente se secará en lugar sombreado, aireado y fresco.
 - Evitar el contacto con agentes químicos agresivos.
 - Evitar los rozamientos con materiales abrasivos o cortantes.
- Antes de utilizar cualquier equipo, realizar una comprobación de su estado, retirando todo aquel que se encuentre dañado o deteriorado. En el caso de cintas cosidas y arneses verificar el estado de las costuras.
- Respetar la vida útil de los equipos indicada por el fabricante (cuerdas 3 años y arneses 5 años). No obstante, hay que tener muy en cuenta el desgaste y deterioro de los mismos, lo que hace que su vida útil sea muy limitada.
- Después de su utilización debe ser guardado y almacenado en un lugar seco, limpio, protegido de la luz y del polvo.
- Nunca guardar un producto textil húmedo, porque los hongos generados en ambientes húmedos pueden degenerar los tejidos.
- Después de una caída es necesario revisar concienzudamente los materiales implicados, sobre todo los textiles, retirando el material a la menor sospecha de daño.
- Evitar que los materiales estén sometidos a presiones (en el almacenaje, no pisarlos...)
- No lavarlos jamás con máquinas de alta presión que dañarían las fibras textiles.
- Respecto a la conservación de productos metálicos:

- Evitar que los materiales sufran golpes. Un impacto puede provocar microfisuras internas no visibles a primera vista, que podrían desembocar en la fractura total con una carga ligera.
 - Desechar cualquier material que haya sufrido un golpe importante.
 - Vigilar posibles deformaciones, grietas, golpes...
 - Eliminar rápidamente cualquier producto corrosivo, barro, cemento...
 - Lubricar cierres y mecanismos para que funcionen correctamente.
- No manipular ni realizar ningún tipo de soldadura en los materiales.
 - Evitar la oxidación de las hebillas de los arneses y los conectores, ya que puede debilitar su resistencia.
 - Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
 - Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
 - Iluminación suficiente.
 - Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
 - La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a las caídas y tropiezos evitando o señalando los obstáculos.
 - No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
 - Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
 - Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos.
 - No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
 - Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
 - Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.

5.2.8.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Protección de huecos horizontales
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación

- Señales de salvamento y socorro

5.2.8.10 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Dispositivos anticaídas (retráctil o deslizante)
- Guantes de protección
- Equipos de ayuda a la flotabilidad
- Ropa de señalización de alta visibilidad
- Líneas de vida

5.2.9 Topografía, medición y control de obra

5.2.9.1 Descripción

Topografía

Estos trabajos se refieren principalmente al conjunto de operaciones que tienen por objeto trasladar fielmente al terreno, o a partes de una obra ya realizada, los datos geométricos (longitudes en planta y alzado, o niveles), indicados en los planos del proyecto como paso previo a la construcción.

Y posteriormente, durante la construcción, las operaciones referentes a la comprobación geométrica de los tajos en ejecución.

Medición y control de obra

Estos trabajos se refieren a las actividades de control y vigilancia de obra de los tajos en ejecución, como pueden ser:

- Control técnico
- Control cuantitativo
- Control de ejecución

5.2.9.2 Procedimiento

Esta actividad que se realiza desde el inicio de la obra hasta el final, comprende todas las labores, que un equipo de topografía y un equipo de vigilancia y control de obra realiza para el control geométrico, y cuantitativo de la ejecución de las obras.

Los topógrafos dejan hitos y medidas referenciadas principalmente en el terreno mediante elementos estables, que deberán permanecer fijas durante el proceso de construcción, definiendo todos los datos geométricos para poder llevar a cabo las actividades y ejecutar los elementos constructivos que componen la obra. Este equipo inicia su trabajo antes del comienzo de las actividades de la obra, realizando los replanteos previos generales y demás comprobaciones que permitan definir un encaje global. Durante todo el desarrollo de las obras es necesario complementar los trabajos de replanteo general con otros más específicos para la construcción de determinadas unidades de obra.

Par estos trabajos se deben prestar especial atención ya que recorren y tienen presencia en todos los tajos y actividades de la obra, a lo largo de la misma y durante toda su duración. Sin embargo, la necesidad de situar los aparatos de medición en sitios estratégicos y estables, hace que los riesgos del operador, sean bajos por estar normalmente apartado del movimiento de la obra (en vértices). Son los peones colaboradores, los que, por su aproximación a los tajos y su situación en los mismos, tienen un alto grado de riesgo de accidentes.

5.2.9.3 Maquinaria

- Vehículos de desplazamiento por obra
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.9.4 Medios auxiliares

- Equipos de topografía
- Escaleras manuales

5.2.9.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

5.2.9.6 *Presencia del Recurso Preventivo*

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.9.7 *Riesgos comunes*

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Sobreesfuerzos

5.2.9.8 *Medidas preventivas*

- El equipo se desplazará a los tajos en un vehículo de obra. Este vehículo deberá ir equipado con un botiquín, será revisado con periodicidad, y conducido normalmente por un mismo operario, que vendrá obligado a circular de forma ordenada por los viales de obra. Cuando sea necesario alejarse del vehículo de obra, éste habrá de ser aparcado en un lugar visible para el resto de personas de la obra.

- Los equipos de topografía en los vehículos de transporte se colocarán de forma ordenada y firmemente sujetos para evitar que puedan moverse y sean causa de lesiones a los propios ocupantes del vehículo.
- La localización de las nuevas bases de replanteo se realizará teniendo en cuenta la orografía del terreno, de modo que el acceso y permanencia del personal en la zona no suponga un riesgo.
- Los puntos de medida se determinarán de modo que los ayudantes y peones no tengan que exponerse a riesgos. Deberá evitarse el uso de los punteros que presenten deformaciones en la zona de golpeo, por presentar el riesgo de proyección de partículas de acero en cara y ojos.
- Se mantendrán las distancias de seguridad respecto a las líneas eléctricas (en caso de utilizarse jalones deberán ser de material dieléctrico) e incluso con las torres o postes de estas instalaciones, no debiendo servir éstos en ningún momento como bases o puntos de medida.
- Todo el personal de topografía tendrá prohibido situarse en el radio de acción de la maquinaria. Además, durante las labores de topografía se señalarán las zonas de trabajo en caso de situarse en zonas de tráfico rodado, y se circulará por la traza de acuerdo a las normas establecidas en la obra.
- Como norma general, los trabajos de replanteo se realizarán siempre antes que los propios de ejecución. No obstante, si por razones técnicamente justificadas resultara imprescindible lo contrario el encargado del tajo paralizará las actividades de ejecución hasta que los trabajos de replanteo finalicen, siempre con el fin de evitar interferencias.
- Especial precaución se deberá tener a la hora de realizar mediciones sobre estructuras o a borde de taludes, zanjas o desniveles. En estos casos, resultará obligado que todos los trabajadores que deban acceder a zonas con riesgo de caída en altura lo hagan cuando estas zonas dispongan de una protección colectiva homologada, sólida y rígida. En las situaciones en que no exista previamente esta protección colectiva, los trabajadores deberán hacer uso de arnés de seguridad anclado a un punto estable y resistente previamente consolidado. Al igual que los restantes trabajadores de la obra, durante las labores de topografía se respetarán las protecciones, y los balizamientos (a base de malla naranja de tipo “stopper”) instalados en las excavaciones y desniveles.
- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Balizar y señalar la presencia de líneas eléctricas.
- Evitar el solape de los trabajos de replanteo con otros de la obra en los que se generen ruido, polvo, proyecciones y otras agresiones físicas.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.

- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados o similar.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Técnica correcta de movimiento de ascenso y descenso entre distintos niveles.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.
- Cuando sea posible se utilizarán sistemas de medición que, instalados en el brazo de la retroexcavadora que realice los trabajos de excavación (en las zanjas, cimentaciones...), permitan la comprobación topográfica de su base sin necesidad de que los peones de topografía deban exponerse a riesgos innecesarios.
- Si fuera posible, se utilizarán sistemas de medición que, instalados en el brazo de la retroexcavadora que realice los trabajos de excavación (en las zanjas, cimentaciones...), permiten la comprobación topográfica de su base sin necesidad de que los peones de topografía deban acceder a su interior, evitando su exposición a situaciones de riesgo por sepultamiento, atropello etc.

5.2.9.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección

- Iluminación provisional
- Toldos de protección solar
- Pasarelas de acceso
- Protección de huecos horizontales
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de salvamento y socorro
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista

5.2.9.10 Equipos de protección individual

- Cascos de protección
- Calzado de seguridad
- Cremas protectoras
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.10 Despeje y desbroce del terreno

5.2.10.1 Descripción

Dentro de esta actividad se incluyen todas las actuaciones encaminadas a extraer y retirar de la superficie ocupada por la explanada, tierra vegetal, maleza, plantas, maderas caídas, etc.

5.2.10.2 Procedimiento

En la presente ficha se describen los riesgos, medidas preventivas y equipos de protección necesarios para llevar a cabo las labores de extracción y retirada de la capa de tierra vegetal existente en la superficie de terreno afectada por las obras de forma mecánica, con maquinaria de movimiento de tierras. En zonas de difícil acceso para la maquinaria descrita anteriormente, se podrán utilizar motosierras o herramientas manuales.

Los topógrafos estaquillarán las zonas afectadas por la obra, marcando claramente la zona de actuación, zonas de servidumbre y expropiaciones, cuyos vértices vienen definidos en los proyectos por coordenadas.

Se señalarán las zonas donde se encuentren los servicios afectados y se marcarán los árboles que se incluyen en el proyecto. Dichos servicios detectados antes, durante o después del desbroce, deberán estar señalizados con referencias externas a la traza.

Se indicarán claramente las zonas con materiales peligrosos o contaminantes.

La tierra vegetal resultante del despeje y desbroce se cargará en camión para su transporte a vertedero o se acopiara en caballón para su posterior uso en la reposición de la superficie afectada por las obras.

Finalmente se debe asegurar la capacidad de desagüe de la zona desbrozada y detectar posibles manantiales.

5.2.10.3 Maquinaria

- Buldóceres
- Camiones basculantes
- Cargadoras
- Motoniveladoras
- Desbrozadora manual
- Retroexcavadoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.10.4 Medios auxiliares

- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Motosierras
- Torres de iluminación

5.2.10.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica de operador de vehículos y maquinaria de movimiento de tierras.

5.2.10.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.10.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y/o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Enfermedades profesionales producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Incendio y explosión
- Picaduras y mordeduras
- Proyección de fragmentos o partículas
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Sobreesfuerzos

5.2.10.8 Medidas preventivas

- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- En cuanto a las interferencias con líneas de alta tensión, la medida fundamental es el mantenimiento de las distancias de seguridad, las cuales aumentan a medida que lo hace la tensión. En caso de posibles interferencias y de no poder mantener las distancias de seguridad, se procurará la anulación

temporal de la tensión de la línea o bien el desvío de la misma a la colocación de aislamientos por la Compañía Eléctrica. A la hora de establecer las distancias mínimas, hay que prever que los cables pueden desplazarse cuando hace viento. Se deben balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.

- Revisar el buen estado del terreno antes del inicio de los trabajos.
- Se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- Colocar tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se diversificará por tipología, garantizando la adecuada ventilación de las instalaciones en lugares destinados para dicho fin.
- En las operaciones de desbroce en zonas con rocas se evitará en la medida de lo posible el golpeo de éstas, pues pueden generar chispas que podrían provocar incendios.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad y no invadir el radio de acción de las máquinas.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Recopilación de información y detección según la técnica adecuada de los distintos servicios afectados.
- Respetar niveles máximos de carga.

- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se dispondrá de información meteorológica y se controlarán indicadores tales como temperatura, humedad, etc.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.10.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Detectores de redes y servicios
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Iluminación provisional
- Pasarelas de acceso
- Protección de huecos horizontales
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistema de protección contra incendios

5.2.10.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección

- Cremas protectoras
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Pantallas faciales
- Protecciones auditivas tipo orejeras
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.11 Gestión de residuos de construcción y demolición

5.2.11.1 Descripción

Se incluyen aquí las actividades correspondientes a la gestión de los residuos de construcción y demolición de las actividades de obra proyectadas.

5.2.11.2 Procedimiento

Se llevarán a cabo las medidas para minimizar la generación de residuos, no se puede evitar la producción de cierta cantidad de residuos, que deberán ser eliminados.

Para ello, el primer paso a adoptar será su clasificación y separación atendiendo a los siguientes tipos:

Residuos domésticos

Sus características les permiten ser gestionados junto a los residuos sólidos urbanos. Están constituidos fundamentalmente por restos orgánicos, papel, cartón, plástico y maderas. Se llevarán al vertedero de residuos urbanos autorizado que designe la entidad local.

Residuos de construcción y demolición (RCD)

Son residuos que provienen de la actividad de ejecución de las obras. Los excedentes de excavaciones, en caso de no poseer cualidades adversas para el medio ambiente, existe la posibilidad de que sean utilizados para el relleno de huecos en obras públicas, vertederos, etc.

Residuos tóxicos o peligrosos

Deberán ser tratados por un gestor autorizado, siendo preciso para su transporte contar también con un transportista autorizado. Se trata de aceites, excedentes de productos asfálticos, productos químicos, pinturas, barnices, etc. Más adelante se incluye una lista de gestores de residuos.

Al clasificar los residuos de esta manera, se facilita no solo su recogida sino también su gestión y eliminación. Para lograr este objetivo se instalarán puntos limpios en distintos lugares estratégicos del ámbito de actuación. Se entiende por puntos limpios las zonas destinadas al acopio ordenado, temporal y selectivo de los residuos generados durante las obras. Para crearlos bastará con ubicar en un área impermeabilizada una serie de contenedores claramente distinguibles entre sí, dispuestos de forma ordenada sobre el terreno, abiertos o cerrados según las necesidades, y debidamente señalizados para su correcta identificación y utilización, empleando el contenedor que corresponda a cada tipo de residuo.

5.2.11.3 Maquinaria

- Cargadoras
- Camiones grúa
- Camiones de transporte
- Excavadoras hidráulicas
- Motovolquetes
- Retroexcavadoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.11.4 Medios auxiliares

- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Bajante de escombros
- Contenedores de escombros
- Escaleras manuales

5.2.11.5 Espuertas Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

5.2.11.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.11.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamiento por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...).
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Exposición a sustancias químicas nocivas
- Intoxicación o asfixia
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Sobreesfuerzos

5.2.11.8 Medidas preventivas

- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.

- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- En ningún caso se circulará con el remolque en posición elevada.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos, señalando los obstáculos.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Los contenedores deberán estar correctamente identificados según el residuo, almacenados y protegidos en función de su tipología.
- Se separarán en origen los residuos peligrosos contenidos en los residuos de construcción y demolición.
- Se intentará usar envases aligerados y plegables.
- Se instalarán caseta de almacenaje de productos sobrantes reutilizables.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.

- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Recopilación de información y detección según la técnica adecuada de los distintos servicios afectados.
- Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se colocarán los acopios de forma que esté a la menor altura posible.
- Se establecerán medidas para garantizar una ventilación adecuada y reducir las partículas en suspensión.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se debe tener especial cuidado de no invadir el radio de acción de las máquinas.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de cinturones porta herramientas.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.11.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta, malla naranja, etc.)

- Pasarelas de acceso
- Protección de huecos horizontales
- Pórticos de limitación de gálibo
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación

5.2.11.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Máscaras o mascarillas y filtros
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.12 Prevención de riesgos en las visitas a obra

5.2.12.1 Descripción

En este apartado se describen las precauciones a adoptar cuando transiten por la obra personas ajenas a la misma que se encuentran de visita autorizada.

5.2.12.2 Procedimiento

Para que la visita se desarrolle con la seguridad suficiente, todos los visitantes deben ser informados sobre:

- Las normas básicas de seguridad de la obra.
- Los potenciales peligros presentes en las zonas de trabajo de obra y que pudieran afectar a las visitas.
- El uso de los equipos de protección individual necesarios. Las vías de evacuación, así como las señales en caso de emergencia, además de un número de teléfono para caso de urgencias.

La persona guía de la visita debe informar de los siguientes consejos antes de la visita:

- Permanezca con la persona autorizada durante toda la visita.

- Utilice todo aquel equipo de protección individual que le sea proporcionado durante la visita.
- Respete y cumpla las normas de seguridad cuando entre en un área.
- Camine, no corra. Circule siempre por las zonas habilitadas.
- Extreme las precauciones con la maquinaria.
- Esté atento al tráfico existente.
- En caso de incendio, así como de una posible evacuación, permanezca en todo momento con la persona autorizada, siguiendo las instrucciones que él mismo le dé.

5.2.12.3 Maquinaria

- No aplica

5.2.12.4 Medios auxiliares

- No aplica

5.2.12.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

5.2.12.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.12.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Caída de personas a distinto nivel.

- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas

5.2.12.8 Medidas preventivas

- Solo podrán acceder a la obra personas autorizadas para ello y siempre tras haber recibido formación e información de los riesgos existentes y las medidas preventivas a adoptar, así como haber recibido y emplear los equipos de protección individual que deberán utilizar.
- Se recomienda entregar un tríptico informativo sobre los riesgos, normas y medidas preventivas a seguir en la obra.
- Si fuera necesario, en función de las circunstancias, además de vallado de la zona de obras, se evitará el acceso de personas no autorizadas mediante vigilantes situados en los accesos.
- La iluminación será adecuada para la realización de la visita.
- En la entrada a la obra, se colocará un panel informativo con las señales de seguridad de Prohibición, Obligación y Advertencia más usuales.
- Los cuadros eléctricos generales y auxiliares de obra, tendrán las señales de riesgo eléctrico.
- En las zonas donde exista peligro de caída de altura y base de grúas torre estarán ubicadas las señales de peligro caídas a distinto nivel y utilización obligatoria del arnés de seguridad.
- Se instalarán de marquesinas rígidas, barandillas, pasos o pasarelas, redes verticales, redes horizontales, andamios, mallazos, tableros o planchas en huecos horizontales, escaleras auxiliares adecuadas, escaleras de acceso protegidas y carcasas o resguardos de protección de partes móviles de máquinas.
- Se limpiarán las zonas de trabajo y de tránsito.

- Deberá utilizarse la cinta balizadora para advertir de la señal de peligro en aquellas zonas donde exista riesgo (zanjas, vaciados, forjados sin desencofrar, etc.) y colocarse la señal de riesgo de caída a distinto nivel, hasta la instalación de la protección perimetral con elementos rígidos y resistentes.
- Se dispondrá de extintores portátiles en los lugares de acopio que lo requieran, como oficinas, almacenes, etc. Se tendrán en cuenta otros medios de extinción como agua, arena, herramientas de uso común, etc.
- Se dispondrá del teléfono de los bomberos junto a otros de urgencia, recogidos en una hoja normalizada de colores llamativos que se colocará en oficinas, vestuarios y otros lugares adecuados.
- Las vías de evacuación estarán libres de obstáculos, como uno de los aspectos del orden y limpieza que se mantendrá en todos los tajos y lugares de circulación y permanencia de trabajadores.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Se dispondrá de información meteorológica y se controlarán indicadores tales como temperatura, humedad, etc.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Si fuese necesario pasar por encima de la zanja se colocará una pasarela con barandillas.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.12.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Pasarelas de acceso
- Protección de huecos horizontales
- Regado de pistas
- Redes de protección

- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación

5.2.12.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.13 Ensayos y control de calidad

5.2.13.1 Descripción

Se define en este apartado la toma de muestras de diversos elementos de la obra para realizar los ensayos oportunos y el control de calidad. También están incluidos en esta actividad la ejecución de ensayos 'in situ'.

Únicamente se evalúan las actividades que tienen lugar en el recinto de obra, no las que se desarrollen en el laboratorio o lugar indicado donde se analicen las muestras recogidas.

5.2.13.2 Procedimiento

En la mayoría de los casos se recogerán las muestras necesarias y se transportarán a laboratorio para su correspondiente ensayo o análisis.

Principalmente las muestras a recoger serán:

- Muestras de materiales para su ensayo en laboratorio
- Probetas de hormigón para su rotura a compresión

Estas muestras recogidas serán trasladadas a laboratorio para su ensayo.

En otros casos el ensayo se realizará in situ en la propia obra, como por ejemplo:

- Cono de Abrams
- Placas de carga
- SPT
- Estanqueidad cubiertas o fachadas
- Ensayos destructivos y no destructivos (ultrasonidos)
- Otros

5.2.13.3 Maquinaria

- Herramientas manuales y eléctricas

5.2.13.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Camiones basculantes
- Escaleras manuales

5.2.13.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

5.2.13.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.13.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos

- Contactos térmicos
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Exposición a sustancias químicas nocivas
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.13.8 Medidas preventivas

- Como norma general, serán de aplicación las medidas preventivas concretas asociadas a la actividad que se esté desarrollando en el lugar de toma de muestras.
- Toda persona que acceda a la obra habrá sido previamente informada sobre los riesgos y las medidas preventivas aplicables. Estará obligado a usar los EPI's necesarios para el desarrollo de su actividad, así como los correspondientes por el medio donde se desarrollen.
- Se habilitarán accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Colocar tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de toma de muestras deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos, señalando los obstáculos.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.

- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Se debe tener especial cuidado de no invadir el radio de acción de las máquinas.
- Se señalará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.13.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Pasarelas de acceso
- Protección de huecos horizontales
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro

5.2.13.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección

- Cremas protectoras
- Guantes de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.14 Demoliciones por medios mecánicos

5.2.14.1 Descripción

Se incluyen aquí todas las acciones necesarias para la demolición de elementos realizada por medios mecánicos, excluidas las realizadas mediante voladuras.

Incluye las demoliciones de pavimentos, obras de fábrica, edificaciones, depósitos, pozos u otro tipo de construcciones realizados con medios mecánicos (retroexcavadora con todo tipo de accesorios).

5.2.14.2 Procedimiento

El procedimiento de ejecución para la demolición de elementos, consiste, básicamente, en la preparación del elemento a demoler, la demolición según los materiales que lo componen y la retirada de los mismos a vertedero o destino alternativo.

Las fases de ejecución son:

- Estudio inicial de la zona a demoler incluyendo servicios afectados, instalaciones, infraestructuras, así como todas las vías de circulación a todos los niveles, alturas y profundidades
- Preparación del elemento a demoler retirando las partes móviles si procede
- Independizar el elemento de otras partes fijas si existieran
- Demolición del elemento
- Acopio de los materiales a reutilizar si los hubiera
- Retirada y acopio de escombros
- Limpieza de los restos de obra
- Carga de los restos de obra sobre camión o contenedor

5.2.14.3 Maquinaria

- Camión basculante
- Cargadoras
- Cortadoras de juntas

- Camiones grúa
- Cizallas
- Compresores y bombas de vacío
- Equipos de demolición
- Equipos de soldadura por oxicorte
- Grúas autopropulsadas
- Manipuladores telescópicos.
- Martillos rompedores
- Motovolquetes
- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Radiales
- Retroexcavadoras
- Robots de demolición
- Sierras
- Taladradoras
- Trituradoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.14.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carro portabotellas de gases licuados
- Contenedores de escombros
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Torres de iluminación

- Plataformas de trabajo
- Puntales

5.2.14.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para trabajos de Demolición y Rehabilitación.

5.2.14.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.14.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos

- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Hundimientos y sepultamientos
- Incendio y explosión
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Rotura/contacto con instalaciones enterradas
- Sobreesfuerzos

5.2.14.8 *Medidas preventivas*

- Antes de proceder a la demolición de edificaciones se comprobará que han sido cortados todos los servicios, en especial el suministro de fluido eléctrico y la no existencia de tendido de líneas en fachada, salvo comunicación expresa de la compañía suministradora de haber sido cortados el suministro en tales líneas.
- El orden de demolición se efectuará, en general, de arriba hacia abajo de tal forma que la demolición se realice prácticamente al mismo nivel sin que haya personas situadas en la misma vertical ni en la proximidad de elementos que se abatan o vuelquen. No se suprimirán los elementos atirantados o de arriostamiento en tanto en cuanto no se supriman o contrarresten las tensiones que inciden sobre ellos.
- El corte o desmonte de un elemento se realizará manteniéndolo suspendido o apuntalado, evitando caídas bruscas y vibraciones que se transmitan al resto de los edificios o a los mecanismos de suspensión.
- El abatimiento de un elemento se realizará permitiendo el giro, pero no el desplazamiento de sus puntos de apoyo, mediante mecanismos que trabajen por encima de la línea de apoyo del elemento y permita el descenso lento.
- El vuelco solo podrá realizarse en aquellos elementos despiezables, no empotrados, situados en fachadas hasta una altura de dos plantas y todos los de planta baja. Será necesario previamente, atirantar y/o apuntalar el elemento, rozar inferiormente 1/3 de su espesor o anular los anclajes aplicando la fuerza por encima del centro de gravedad del elemento. Se dispondrá, en el lugar de caída, de suelo consistente y de una zona de lado no menor igual a la altura desde donde se lanza.
- Se prohíbe expresamente el empleo de palas mecánicas en el proceso de demolición, así como el derribo de muros u otros elementos por el sistema de vuelcos.

- Las palas mecánicas podrán ser utilizadas con toda generalidad para el acopio y transporte de escombros sin que el vehículo o los materiales que utilice se acerquen a menos de 1,50 metros de paredes colindantes.
- Los escombros se regarán adecuadamente para evitar la formación de polvaredas que produzcan incomodidad a los usuarios de los caminos y carreteras cercanas.
- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- En cuanto a las interferencias con líneas de alta tensión, la medida fundamental es el mantenimiento de las distancias de seguridad, las cuales aumentan a medida que lo hace la tensión. En caso de posibles interferencias y de no poder mantener las distancias de seguridad, se procurará la anulación temporal de la tensión de la línea o bien el desvío de la misma a la colocación de aislamientos por la Compañía Eléctrica. A la hora de establecer las distancias mínimas, hay que prever que los cables pueden desplazarse cuando hace viento. Se deben balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Colocar tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- En ningún caso se circulará con el remolque en posición elevada.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.

- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Recopilación de información y detección según la técnica adecuada de los distintos servicios afectados.
- Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se colocarán los acopios de forma que esté a la menor altura posible.
- Se dispondrá de información meteorológica y se controlarán indicadores tales como temperatura, humedad, etc.
- Se establecerán medidas para garantizar una ventilación adecuada y reducir las partículas en suspensión.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se debe tener especial cuidado de no invadir el radio de acción de las máquinas.
- Se señalará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se utilizarán aquellas máquinas o herramientas que produzcan un nivel de vibración más bajo.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de cinturones porta herramientas.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.14.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Detectores de redes y servicios
- Dispositivos de parada de emergencia
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Pantallas contra proyección de partículas
- Pasarelas de acceso
- Protección contra vertidos
- Regado de pistas y elementos a demoler
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistema de protección contra incendios
- Tapas de madera/chapa para huecos/arquetas
- Topes de desplazamiento de vehículos
- Ventilación o extracción

5.2.14.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección

- Cremas protectoras
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Máscaras o mascarillas y filtros
- Protecciones auditivas tipo orejera
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad
- Tapones

5.2.15 Demoliciones por medios manuales

5.2.15.1 Descripción

Trabajos necesarios para realizar las labores de demolición a cota del terreno realizada por medios manuales, principalmente con martillo rompedor manual.

Incluye las demoliciones de pequeños elementos de hormigón, pavimentos y descabezado de pilotes y pantallas y otras pequeñas demoliciones por medios manuales.

5.2.15.2 Procedimiento

Las demoliciones que se llevarán a cabo dentro de este procedimiento son las llevadas a cabo por pequeña herramienta, manual o automática.

Se corresponde fundamentalmente con pequeñas edificaciones o elementos de hormigón armado, cuya demolición por razones de tamaño o seguridad no se puede llevar a cabo con maquinaria pesada.

Se integran dentro de este apartado las obras de demolición y desescombro de los elementos superiores de las construcciones (losas, protecciones, pasarelas, etc.), las cuales se realizarán a mano con las debidas precauciones y, en cualquier caso, dentro de una planificación exhaustiva de las mismas.

Antes de proceder a la demolición se comprobará que han sido cortados todos los servicios públicos y servicios propios de la planta actual, en especial el suministro de fluido eléctrico y la no existencia de tendido de líneas en fachada, salvo comunicación expresa de la compañía suministradora de haber sido cortados el suministro en tales líneas.

El orden de demolición se efectuará, en general, de arriba hacia abajo de tal forma que la demolición se realice prácticamente al mismo nivel. No se suprimirán los elementos atirantados o de arriostramiento en tanto en cuanto no se supriman o contrarresten las tensiones que inciden sobre ellos.

Se prohibirá expresamente el empleo de palas mecánicas en el proceso de demolición, así como el derribo de muros u otros elementos por el sistema de vuelcos, ambos sistemas deberán requerir la autorización expresa de la Dirección Técnica de las obras que solamente se otorgará para elementos constructivos concretos y determinados y nunca de un modo general e indiscriminado.

El procedimiento de ejecución general será el siguiente:

- Acotar el área afectada y señalar la zona de intervención.
- Se descubrirán las acometidas y se eliminarán por las compañías suministradoras:
 - Electricidad: se solicitará a la compañía la retirada de fusibles de la acometida a los edificios.
 - Saneamiento: se taponará la conexión actuando en la arqueta sifónica o registro existente.
 - Telecomunicaciones: se solicitará a la compañía la desconexión de las líneas.
 - Agua: se dispondrá de una toma o de un depósito para utilizar este servicio como atenuante del polvo mediante riegos.
- Se eliminarán elementos que no sean considerados estructurales como tabiquería, rellenos, recubrimientos, petos, instalaciones, etc.
- Se procederá a la retirada y desescombro de los elementos demolidos, para lo que se podrá utilizar maquinaria si fuera posible.
- Acabada la demolición de la edificación y retirados los escombros al vertedero, se procederá al arranque de soleras y cimentaciones, realizando una explanación general de la zona afectada.

5.2.15.3 *Maquinaria*

- Cargadoras
- Cizallas
- Compresores y bombas de vacío
- Grupos de presión
- Motovolquetes
- Manipuladores telescópicos
- Minicargadoras de ruedas. Barredora
- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Equipos de agua a presión

- Equipos específicos de demolición
- Martillos rompedores
- Radiales
- Sierras
- Taladradoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.15.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Bajantes de escombros
- Carretón o carretillas de mano
- Contenedores de escombros
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Espuertas
- Puntales
- Torres de iluminación

5.2.15.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para trabajos de Demolición y Rehabilitación.

5.2.15.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o

modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.15.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Hundimientos y sepultamientos
- Incendio y explosión
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Rotura/contacto con instalaciones enterradas
- Sobreesfuerzos

5.2.15.8 Medidas preventivas

- En los trabajos de demoliciones de los elementos superiores con riesgo de caída desde altura se ejecutarán con los trabajadores sujetos con el arnés de seguridad a un punto firme y estable. Si es posible se antepondrá el uso de Plataforma Elevadora para la realización de estos trabajos.

- No se realizarán otros trabajos en torno a un martillo neumático en funcionamiento a distancias inferiores a 5m para evitar riesgos innecesarios.
- No se situarán trabajadores en cotas inferiores bajo un martillo neumático, en prevención de accidentes por desprendimiento.
- Los empalmes y las mangueras de presión de los martillos neumáticos, se revisarán al inicio de cada periodo de demolición, sustituyendo aquellos o los tramos de ellos defectuosos o deteriorados.
- Se procurará que los taladros se efectúen en contra del viento, en prevención de exposiciones a ambientes pulverulentos.
- Antes de iniciar los trabajos se conocerá si en la zona en la que se utiliza el martillo neumático existen conducciones de agua, gas, electricidad enterradas con el fin de prevenir los posibles accidentes por interferencia.
- El personal encargado del manejo de los martillos neumáticos conocerá el perfecto funcionamiento de la herramienta, la correcta ejecución del trabajo y los riesgos propios de la máquina.
- Verificar antes de su uso que los martillos neumáticos no presentan daños estructurales evidentes, fugas de aceite, y que las empuñaduras están limpias. Si dispone de silenciador de escape de aire, comprobar que se encuentra en buen estado. En caso de detectar alguna anomalía no debe utilizarse la herramienta. Comprobar cada 2 horas aproximadamente que el depósito de lubricante del martillo esté lleno.
- Se prohíbe dejar el puntero hincado al interrumpir el trabajo.
- Se prohíbe abandonar el martillo o taladro manteniendo conectado el circuito de presión.
- El personal que maneje martillos neumáticos en ambientes pulverulentos será objeto de atención especial en lo referente a las vías respiratorias en las revisiones médicas.
- En presencia de conducciones eléctricas que afloran en lugares no previstos, paralizarán los trabajos notificándose el hecho a la Entidad Gestora, con el fin de que proceda al corte de la corriente antes de reanudar los trabajos.
- No se consentirá el uso de martillos rompedores a pie de taludes o cortes inestables.
- Queda prohibido utilizar martillos rompedores dentro del radio de acción de la maquinaria para el movimiento de tierras y/o excavaciones.
- Colocar tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Iluminación suficiente.

- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos, señalando los obstáculos.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Recopilación de información y detección según la técnica adecuada de los distintos servicios afectados.
- Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos.
- Se dispondrá de información meteorológica y se controlarán indicadores tales como temperatura, humedad, etc.
- Se establecerán medidas para garantizar una ventilación adecuada y reducir las partículas en suspensión.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se recomienda rotar los puestos, funciones y tareas, así como realizar descansos, evitando o reduciendo exposiciones a agentes como el ruido o polvo en este caso que en tiempo prolongado puedan resultar dañinos.
- Se señalará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se utilizarán aquellas máquinas o herramientas que produzcan un nivel de vibración y ruido más bajo.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.15.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Detectores de redes y servicios
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Pantallas contra proyección de partículas
- Pasarelas de acceso
- Protección de huecos horizontales
- Regado de pistas y elementos a demoler
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistema de protección contra incendios
- Ventilación o extracción

5.2.15.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Gafas de protección
- Máscaras o mascarillas y filtros
- Equipos respiratorios

- Fajas y cinturones antivibratorios
- Guantes de protección
- Protecciones auditivas tipo orejera
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad
- Tapones

5.2.16 Excavación en zanjas y pozos

5.2.16.1 Descripción

Consiste en el conjunto de operaciones para abrir zanjas o pozos. Su ejecución incluye las operaciones de excavación por medios mecánicos en todo tipo de suelos, nivelación, formación de caballeros o carga en camión y evacuación del producto removido, así como su transporte. Se contemplará, según el Estudio Geotécnico, posibles entibaciones, cuyo análisis se realiza en el apartado correspondiente.

5.2.16.2 Procedimiento

Se señalará la traza o ubicación de la excavación a realizar. Se procederá a excavar mediante medios mecánicos según las dimensiones deseadas retirando el material removido.

Las zanjas para alojamiento de tubería serán lo más rectas posibles tanto en planta como en alzado. Además, la excavación se hará de tal forma que minimicen las líneas quebradas, procurando tramos de pendiente uniforme de la mayor longitud posible. El relleno de estas sobre-excavaciones, se efectuará preferentemente con el mismo material que constituya la cama o apoyo de la tubería

Sin embargo, la ejecución de la obra podría determinar que el contenido del Proyecto resultara insuficiente, bien porque se debieran ejecutar excavaciones no previstas en el mismo, porque las condiciones de ejecución se modificaran respecto al contenido del citado documento. El Plan de Seguridad deberá anticiparse a todos esos supuestos, y establecerá la obligación de que en la medida en que se modificara la previsión inicial del Proyecto resultará obligatorio que la empresa contratista acredite la estabilidad de los taludes ejecutados por medio de los correspondientes cálculos justificativos, que serán elaborados por un técnico competente en la materia.

En función de estas especificaciones del Estudio Geotécnico y de los taludes que se vayan a ejecutar, como norma general para las zanjas de profundidad igual o superior a 1,30 m. si no está garantizada la estabilidad del terreno, se procederá a entibar o a la realización de bermas intermedias.

Se seguirán siempre las recomendaciones del Estudio Geotécnico en cuanto a taludes estables, métodos de excavación, contención del terreno, entibaciones y pendiente de los taludes.

5.2.16.3 *Maquinaria*

- Camiones basculantes
- Cargadoras
- Motovolquetes
- Martillo rompedor
- Retroexcavadoras
- Rozadora para zanjas
- Zanjadoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.16.4 *Medios auxiliares*

- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Torres de iluminación

5.2.16.5 *Formación específica necesaria para ejecución de las actividades*

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica de Operador de vehículos y maquinaria de movimiento de tierras.

5.2.16.6 *Presencia del Recurso Preventivo*

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

Todas las actividades que se realicen en el interior de las zanjas deberán realizarse en presencia de un recurso preventivo de la empresa adjudicataria, puesto que los citados trabajos implican un riesgo de especial gravedad.

El recurso preventivo solo autorizará el acceso de los trabajadores al interior de las zanjas cuando haya comprobado que éstas se han ejecutado conforme a lo establecido en el Plan de Seguridad, y que además reúnen las condiciones de estabilidad necesarias para garantizar la seguridad de los trabajadores.

5.2.16.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamiento por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Hundimientos y sepultamientos
- Inundación
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Rotura/contacto con instalaciones enterradas
- Sobreesfuerzos

5.2.16.8 Medidas preventivas

- Antes de permitir el acceso al fondo de las excavaciones, se saneará el talud y borde de las zanjas. Se balizarán a lo largo de su longitud, y si fuese necesario (en función del tipo de excavación) se vallarán.

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionarán los tajos con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- Se prohíbe actuar en zonas con riesgo de derrumbamiento hasta que no se haya saneado o tratado el terreno para su asegurar su estabilidad.
- En régimen de lluvias y encharcamiento de las zanjas, resultará imprescindible realizar una revisión minuciosa y detallada antes de reanudar los trabajos.
- Frente a la existencia de agua en las zanjas, se vigilará si pueden aparecer cavernas u otras zonas que denoten una posible inestabilidad. En caso de que se produzcan, se prohibirá la presencia de personal en las zanjas hasta que no se hayan saneado, se asegure la estabilidad de los taludes, y no lo autorice el encargado o recurso preventivo presente en el tajo.
- Los procedimientos de trabajo que aplique la empresa contratista se deberán definir de forma que la presencia de los trabajadores en el interior de las excavaciones se reduzca en todo lo posible. Por tanto, deberán adoptarse los mecanismos que permitan que la realización de los trabajos se desarrolle en la medida de lo posible desde el exterior de las excavaciones.
- Si resultara necesario el empleo de entibaciones o blindajes, será necesario que el Adjudicatario incorpore los correspondientes procedimientos de montaje y desmontaje, riesgos asociados a los mismos, medidas preventivas y protecciones oportunas, compromiso de disponer de cálculo justificativo de resistencia y estabilidad.
- Todos los bordes de zanjas se señalarán mediante malla naranja de tipo stopper situada como mínimo a 1,50 m del borde y las oportunas señales o carteles que adviertan sobre el riesgo de caída.
- Todos los bordes de zanjas que superen los 2 m. de altura se protegerán mediante barandilla reglamentaria de 1 m de altura. Dicha barandilla, que se instalará a una distancia del borde de las excavaciones que no altere las condiciones de estabilidad de los taludes, definirá una zona restringida que no se podrá invadir salvo que previamente se hayan dispuesto otras protecciones adecuadas, tales como puntos fijos y estables a los que los operarios anclen su arnés de seguridad. Finalmente, la disposición de estos puntos estables o de las barandillas en ningún caso representará riesgo de caída en altura para los trabajadores intervinientes en dichas operaciones, ya que se colocarán a una distancia suficiente del borde para que los trabajadores no se vean expuestos a situaciones de riesgo.
- Se prohíbe la ejecución de trabajos de manera simultánea y en niveles superpuestos en el fondo y el exterior de las zanjas.

- Bajo ningún concepto podrán concurrir en la zona de trabajo las operaciones de replanteo, medición, toma de muestras etc. u otras que se debieran realizar a pie por los trabajadores, con las de apertura de zanjas. Si por cualquier motivo se debieran solapar, se detendrá toda la maquinaria de excavación, que no reanudará su actividad hasta que se realicen las citadas labores.
- El acceso y salida de una zanja, se efectuará bien mediante rampa debidamente acondicionada en una o ambas cabeceras o bien mediante una escalera de mano sólida, anclada en el borde superior de la excavación y apoyada sobre una superficie sólida. La escalera, cuya longitud no superará los 5 m., sobrepasará en 1 m, el borde de excavación.
- Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) a una distancia inferior a la mitad de la profundidad de zanja, del borde de la zanja, como norma general y a una distancia inferior a la profundidad de la zanja en terrenos arenosos. Deberá estudiarse en función del tipo de terreno.
- El acopio de material excavado solo se realizará a un lado de la excavación.
- Se instalará balizamiento mediante cinta o malla a una distancia mínima de seguridad de 1,0 m del borde de excavación, con intención de que se disponga siempre de un resguardo mínimo que en caso de traspaso evite la caída al interior de la excavación.
- Si los trabajos requieren iluminación se efectuará mediante torretas aisladas con toma a tierra, en las que se instalarán proyectores de intemperie, alimentados a través de un cuadro eléctrico general de obra, la alimentación de las lámparas se efectuará a 24 V., los portátiles estarán provistos de rejilla protectora y de carcasa-mango aislados eléctricamente.
- Para el mantenimiento de taludes que deberán quedar estables durante largo tiempo se podrá tender sobre la superficie de los mismos una malla de alambre galvanizado firmemente sujeta al terreno, mediante redondos de hierro de 1 m., de longitud hincados en el terreno. La malla metálica puede sustituirse por una red de las empleadas en edificación.
- Se hará una inspección continuada del comportamiento de la protección de los taludes, en especial, tras alteraciones climáticas o meteóricas.
- Se revisará el estado de cortes o taludes a intervalos regulares en aquellos casos en los que puedan recibir empujes exógenos por proximidad de caminos transitados por vehículos; y en especial si en la proximidad se establecen tajos con uso de martillos neumáticos, compactaciones por vibración o paso de maquinaria para el movimiento de tierras.
- No se admitirá trabajar en el interior de zanjas inundadas de agua, se procederá al achique y se revisará el estado del fondo y paramentos de la excavación antes de que se ejecute ningún trabajo en el interior.

- Se emplearán planchas salvazanjas para el paso de vehículos y peatones. Para la colocación de planchas de acero se deberá tener especial cuidado en su descarga, no poniendo pies o manos debajo de la plancha.
- Se utilizarán topes limitadores de avance, situados a una distancia mínima de seguridad del borde de zanja (mínimo 2 m) para camiones en las operaciones de retroceso para la carga y descarga de tierras.
- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- En cuanto a las interferencias con líneas de alta tensión, la medida fundamental es el mantenimiento de las distancias de seguridad, las cuales aumentan a medida que lo hace la tensión. En caso de posibles interferencias y de no poder mantener las distancias de seguridad, se procurará la anulación temporal de la tensión de la línea o bien el desvío de la misma a la colocación de aislamientos por la Compañía Eléctrica. A la hora de establecer las distancias mínimas, hay que prever que los cables pueden desplazarse cuando hace viento. Se deben balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Desbroce previo del área de obra.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- En ningún caso se circulará con el remolque en posición elevada.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a las caídas y tropiezos evitando o señalando los obstáculos.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.

- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Recopilación de información y detección según la técnica adecuada de los distintos servicios afectados.
- Se garantizará el drenaje del fondo de la excavación.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se señalará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se utilizarán aquellas máquinas o herramientas que produzcan un nivel de vibración más bajo.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Si fuese necesario pasar por encima de la zanja se colocará una pasarela con barandillas.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de cinturones porta herramientas
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.16.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Detectores de redes y servicios
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Pasarelas de acceso
- Protección de huecos horizontales
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria

- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistema de protección contra incendios
- Topes de desplazamiento de vehículos

5.2.16.10 Equipos de protección individual

- Botas impermeables
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Máscaras o mascarillas y filtros
- Protecciones auditivas tipo orejera
- Ropa de señalización de alta visibilidad
- Tapones

5.2.17 Drenaje de aguas procedentes del nivel freático

5.2.17.1 Descripción

Consiste en el conjunto de operaciones para drenar de la excavación, las aguas procedentes del nivel freático.

5.2.17.2 Procedimiento

Se señalizará la ubicación de afluentes de agua.

Se colocarán bombas en los puntos bajos, cerciorándose que las mangueras de desalojo vierten el agua en un lugar adecuado y no se vuelve a meter en la excavación.

5.2.17.3 Maquinaria

- Bombas de achique de agua

- Camiones grúa
- Grupos electrógenos
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.17.4 Medios auxiliares

- Escaleras manuales
- Pasarelas de obra
- Torres de iluminación

5.2.17.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

5.2.17.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.17.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamiento por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas

- Contactos eléctricos
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Hundimientos y sepultamientos
- Incendio y explosión
- Inundación
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.17.8 Medidas preventivas

- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Los pasos para el acceso de personal al tajo estarán delimitados y acondicionados correctamente. Se empleará valla para limitar los pasos y serán sobre superficie regular sin desnivel. En caso de existir desnivel se peldañearán correctamente.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Colocar tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Desbroce previo del área de obra.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.

- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos, señalando los obstáculos.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Los taludes serán lo suficientemente estables según características geotécnicas, y en su defecto se procederá a su entibado.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- No colocar nada sobre las mangueras que puedan producir obstrucciones.
- No se deben doblar las mangueras cuando las bombas estén en funcionamiento.
- Desaguar en lugares adecuados que no desentrañen ningún peligro.
- Se vigilará la presión de las bombas.
- Presencia de botiquín en obra.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Recopilación de información y detección según la técnica adecuada de los distintos servicios afectados.
- Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos.

- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se colocarán los acopios de forma que esté a la menor altura posible.
- Se dispondrá de información meteorológica y se controlarán indicadores tales como temperatura, humedad, etc.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se proyectará, ejecutará y explotarán las instalaciones cumpliendo la normativa vigente, cumpliendo los protocolos en todas las fases del proyecto.
- Se señalará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Si fuese necesario pasar por encima de la zanja se colocará una pasarela con barandillas.
- Solo será permitido el uso de móviles mediante manos libres durante la conducción de maquinaria.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de cinturones porta herramientas
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.17.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Pasarelas de acceso

- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Tapones de plástico tipo “seta” para armaduras

5.2.17.10 Equipos de protección individual

- Botas impermeables
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Protecciones auditivas tipo orejera
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad
- Tapones

5.2.18 Entibaciones

5.2.18.1 Descripción

Consiste. Conjunto de componentes prefabricados destinados a sostener provisionalmente las paredes verticales de la zanja. Evita el desprendimiento del terreno y consta de tablonces de madera o elementos metálicos reforzadas con elementos de soporte como travesaños o codales. En ocasiones se pueden tensar mediante husillos, que son unos mecanismos que permiten el tensado de las barras mediante la aplicación de un giro a un elemento con rosca.

Cuando no sea posible emplear taludes como medida de protección contra el desprendimiento de tierras en la excavación de zanjas y haya que realizar éstas mediante cortes verticales de sus paredes, se deberán entibar éstas en zanjas iguales o mayores a 1,3 m de profundidad. Igual medida se deberá tomar si no alcanzan esta profundidad en terrenos no consistentes o si existe solicitud de cimentación próxima o vial.

5.2.18.2 Procedimiento

En la ejecución de las obras será necesario realizar excavaciones utilizando sistemas de entibación, bien por inestabilidad del terreno en grandes profundidades de excavación, o por espacios reducidos de trabajo en los que no se podrá realizar excavaciones convencionales.

La entibación se creará mediante tablonces de madera o elementos metálicos y placas metálicas. Hay también paneles de mayores dimensiones ya montados para su uso directo.

Existen varios tipos de entibaciones, pero de entre ellos se emplearán principalmente en la obra los siguientes:

Sistemas con Guías Deslizantes:

Son elementos de entibación para obras subterráneas con profundidades aproximadas de entre los 1,5 y 7 m. Por su seguridad y calidad de su construcción es especialmente indicado para suelos poco compactos y para entibaciones para conducciones puesto que evita las fugas de agua. Se refuerza con una estructura con guías laterales que posibilita el deslizamiento de paneles de acero. La subdivisión del apuntalamiento en un determinado número de niveles (simple, doble y triple), reduce el rozamiento de los paneles con el terreno y por tanto su adhesión al mismo y hace innecesario el uso de maquinaria adicional para la recuperación posterior de los paneles y pórticos formados por las guías. Cada módulo se conforma por un pórtico (2 guías y puntales) y paneles, por ejemplo, de 3,5 m de largo y 2,4 m de altura, lo que puede llevarse a 4,8 y 6,1 m de profundidad. Mediante el uso de paneles en planos distintos que los superiores, es posible lograr mayores profundidades y de dimensión variable. Además, esto permite extraer los paneles inferiores sin mover los superiores, lo que involucra una gran eficiencia en el proceso de rellenos compactados.

Sistemas de Cajones

Es un elemento de entibación para obras subterráneas con profundidades medias entre 1,5 a 6 m, aproximadamente. Las riostras o puntales estándar para entibaciones y sus elementos de extensión, junto con los paneles, forman un conjunto de entibaciones que puede instalarse con una excavadora de 20 tn (la misma que hace la excavación), permitiendo instalar tuberías de hasta 3 m de largo sin procedimientos especiales y de mayor longitud con vigas de refuerzo, que evitan puntales intermedios. Cada módulo tiene 3,5 m de largo y 2,4 m de altura, lo que puede llevarse a 3,9 y 5,4 m de profundidad mediante el uso de extensiones verticales. El ancho es variable y extensible, entre 1 m y 3 m o más.

Sistemas con madera

Una vez realizada la excavación se procede a entibar las paredes de la zanja si así lo estipula el Estudio Geotécnico. Se colocan los tablonces de madera y se refuerzan con sistemas de sujeción y anclaje entre ellas siguiendo las instrucciones de instalación reflejadas en los planos. Dependiendo de las cargas soportadas y del tipo de terreno su disposición será cuajada, semicujada o ligera.

5.2.18.3 Maquinaria

- Camiones grúa
- Camiones de suministro
- Compactadoras manuales
- Grúas móviles
- Cargadoras
- Manipuladores telescópicos.
- Motovolquete
- Retroexcavadoras
- Sierras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.18.4 Medios auxiliares

- Bombas de achique de agua
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Escaleras manuales
- Pasarelas de obra
- Torres de iluminación

5.2.18.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para ejecución de túneles y sostenimiento de las excavaciones subterráneas y de los taludes.

5.2.18.6 *Presencia del Recurso Preventivo*

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.18.7 *Riesgos comunes*

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Enfermedades profesionales producidas por agentes físicos (ruido, temperaturas extremas, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Hundimientos y sepultamientos
- Inundación
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.18.8 Medidas preventivas

- La profundidad máxima permitida sin entibar, desde la parte superior de la zanja, supuesto que el terreno sea suficientemente estable y no sean establecidos taludes seguros, no será superior a 1,3 m.
- Siempre es necesario entibar a tiempo y el material previsto para ello debe estar a pie de obra en cantidad suficiente, con la debida antelación, habiendo sido revisado y con la garantía de que se encuentra en buen estado.
- Las entibaciones estarán formadas únicamente por elementos normalizados.
- El izado y colocación del módulo de entibación será realizado mediante grúa o, en caso de disponer de una retroexcavadora homologada para el izado de cargas, se utilizará dicha máquina para evitar la confluencia de diferentes máquinas en la zona de trabajo así como para evitar el riesgo de vuelco y carga al terreno ejercido por una grúa.
- Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) a una distancia inferior a la mitad de la profundidad de zanja, del borde de la zanja, como norma general y a una distancia inferior a la profundidad de la zanja en terrenos arenosos. Deberá estudiarse en función del tipo de terreno.
- El acopio de material excavado solo se realizará a un lado de la excavación.
- La carga y movimiento de camiones y maquinaria será controlada por los señalistas en las situaciones que así se requiera.
- La maquinaria no se posicionará al borde de la excavación y hará uso de los elementos de estabilización necesarios.
- Durante la realización de los trabajos se vigilará el estado de las zanjas y sobre todo después de lluvias, no permitiendo el trabajo en zanjas con agua hasta que no se revise su estabilidad.
- Durante la colocación de los paneles, los trabajadores no permanecerán bajo la carga suspendida.
- Se utilizarán elementos de sujeción de la carga de acuerdo con su peso y volumen. Si fuera necesario se puede guiar la carga para su colocación mediante cuerdas guías.
- La carga se sujetará de manera que se evite en lo posible el balanceo durante su movimiento. Si los paneles vienen con elementos de sujeción, se utilizarán estos medios.
- El panel no se soltará de la excavadora hasta que no esté garantizada su estabilidad en el terreno.
- El trabajador que retire los elementos de sujeción de la carga transportada lo hará, si no llegara desde el fondo, desde una escalera de mano que estará posicionada de manera estable en el fondo de la zanja. Queda prohibido trepar y desplazarse por los paneles para realizar esta operación.
- Para los paneles, cuyo extremo superior quede próximo a cota de terreno se intentará realizar la retirada de los elementos de sujeción desde este punto.

- Para la retirada de los elementos de entibación, una vez sujetos éstos a la maquinaria que los vaya a retirar, los trabajadores se mantendrán a una distancia de seguridad para evitar accidentes por el posible movimiento de la carga durante su elevación.
- En casos de poca visibilidad, habrá un señalista que indicará las maniobras a seguir al maquinista para la colocación y retirada de paneles.
- Para el movimiento de puntales, guías y resto de elementos que conforman la entibación se pueden utilizar cajones o en el caso de puntales, se sujetarán con eslingas de manera que no se produzca deslizamiento entre ellos y caída durante la maniobra de desplazamiento.
- El acceso y salida de una zanja, se efectuará mediante una escalera de mano sólida, anclada en el borde superior de la zanja y apoyada sobre una superficie sólida. La escalera sobrepasará en 1 m, el borde de excavación.
- Será necesario proteger el borde superior de la entibación debido al riesgo de caída en altura. Esto será posible en caso de poder dejar un tramo de 1 m de alto que sobresalga de la cota de terreno o bien acoplado barandilla de borde provisional en ambas caras de los módulos de entibación.
- Cuando la profundidad de una zanja sea inferior a los 2 m, puede instalarse balizamiento mediante cinta o malla a una distancia mínima de seguridad de 1 m del borde de excavación, con intención de que se disponga siempre de un resguardo mínimo que en caso de traspaso evite la caída al interior de la excavación.
- Si los trabajos requieren iluminación se efectuará mediante torretas aisladas con toma a tierra, en las que se instalarán proyectores de intemperie, alimentados a través de un cuadro eléctrico general de obra, la alimentación de las lámparas se efectuará a 24 V, los portátiles estarán provistos de rejilla protectora y de carcasa-mango aislados eléctricamente.
- Se evitará golpear la entibación durante operaciones de excavación.
- Los codales o elementos de la misma no se utilizarán para el descenso o ascenso ni se usarán para la suspensión de conducciones o cargas, debiendo suspenderse de elementos expresamente calculados y situados en la superficie.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados o similar.

- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad. No permanecer en el radio de acción de la maquinaria.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- No utilizar los codales de la entibación como escalera.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se garantizará el drenaje del fondo de la excavación.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.

5.2.18.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Detectores de corrientes eléctricas
- Dispositivos de parada de emergencia
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta, malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Iluminación provisional

- Pasarelas de acceso
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistema de protección contra incendios
- Topes de desplazamiento de vehículos

5.2.18.10 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Botas impermeables
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Guantes de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.19 Soldadura por gases/ oxiacetilénica/ oxicorte

5.2.19.1 Descripción

Este apartado comprende la utilización de equipos de soldadura por gas y oxicorte. Los procedimientos de soldadura y corte habituales son los siguientes:

Soldadura por gas con metal de aportación:

Unión de piezas metálicas mediante el calor aportado por la llama procedente de la combustión de un gas en un equipo denominado soplete, pudiendo utilizar o no metal de aportación.

La llama más usada es la oxiacetilénica en la que se alcanzan temperaturas de unos 3200 °C, aunque también se pueden utilizar llamas de oxipropano, oxihidrógeno u oxigas natural.

Oxicorte:

Calentamiento de una pieza de acero a una temperatura entre 800 y 900 °C y proyección de un chorro de oxígeno a la pieza calentada que se quemará violentamente, siendo el calor desarrollado en este proceso de oxidación tan grande que la combustión proseguirá a través de la pieza a cortar.

5.2.19.2 Procedimiento

Soldadura por gases/ Oxiacetilénica

El proceso de soldadura oxiacetilénica consiste en una llama dirigida por un soplete, obtenida por medio de la combustión de los gases oxígeno-acetileno. El intenso calor de la llama funde la superficie del metal base para formar una poza fundida.

Con este proceso se puede soldar con o sin material de aporte. El metal de aporte es agregado para cubrir biseles y orificios.

A medida que la llama se mueve a lo largo de la unión, el metal base y el metal de aporte se solidifican para producir el cordón.

Al soldar cualquier metal se debe escoger el metal de aporte adecuado, que normalmente posee elementos desoxidantes para producir soldaduras de buena calidad. En algunos casos se requiere el uso de fundente para soldar ciertos tipos de metales.

Oxicorte

La técnica del oxicorte comienza con el precalentamiento. Para ello, con el soplete utilizando parte del oxígeno y el gas combustible crea una llama de precalentamiento formada por un anillo perimetral en la boquilla de corte.

Acercando la llama de precalentamiento a la pieza, ésta se calienta hasta alcanzar la temperatura de combustión (aproximadamente 870 °C). Se sabe que la pieza ha alcanzado esta temperatura porque el acero va adquiriendo tonalidades anaranjadas brillante.

Una vez alcanzada la temperatura de ignición en la pieza, se actúa sobre el soplete para permitir la salida por el orificio central de la boquilla del chorro de oxígeno puro, con lo que se consigue enriquecer en oxígeno la atmósfera que rodea la pieza precalentada, y así, utilizando la llama de precalentamiento como agente iniciador, dar lugar a la combustión.

Como toda combustión, la oxidación del acero es una reacción altamente exotérmica, y es precisamente esta gran energía desprendida la que actúa a su vez como agente iniciador en las áreas colindantes, que las lleva a la temperatura de ignición y por tanto, hacer continuar el proceso de corte.

El óxido resultante de la combustión fluye por la ranura del corte, a la vez que sube la temperatura de las paredes, ayudando a mantener el proceso. La acción física del chorro de oxígeno ayuda a evacuar el óxido fundido y parte del acero de la pieza originando la ranura del corte. La propiedad del acero de que sus óxidos fundan a temperatura inferior a la del metal base es lo que hace posible utilizar el oxicorte.

Esta es una propiedad intrínseca del acero, porque la mayoría de los metales funden a temperaturas menores que sus óxidos, y por tanto no pueden ser cortados por este proceso.

Operación de encendido

En la operación de encendido, el soldador deberá seguir la siguiente secuencia de actuación:

1. Abrir lentamente y ligeramente la válvula del soplete correspondiente al oxígeno.
2. Abrir la válvula del soplete correspondiente al acetileno alrededor de 3/4 de vuelta.
3. Encender la mezcla con un encendedor o llama piloto.
4. Aumentar la entrada del combustible hasta que la llama no despida humo.
5. Acabar de abrir el oxígeno según necesidades
6. Verificar el manorreductor.

En la operación de apagado, el soldador cerrará primero la válvula del acetileno y después de la del oxígeno.

En caso de retorno de la llama el soldador deberá seguir los siguientes pasos:

- Cerrar la llave de paso del oxígeno interrumpiendo la alimentación a la llama interna.
- Cerrar la llave de paso del acetileno y después las llaves de alimentación de ambas botellas.

5.2.19.3 Maquinaria

- Equipos de soldadura por oxicorte
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.19.4 Medios auxiliares

- Carro portabotellas de gases licuados

5.2.19.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para trabajos de soldadura por gases y oxicorte.

5.2.19.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.19.7 Riesgos comunes

- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos térmicos
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a sustancias químicas nocivas
- Intoxicación o asfixia
- Incendio y explosión.
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas

5.2.19.8 Medidas preventivas

- El suministro y transporte interno de obra de las botellas (o bombonas) de gases licuados, se efectuará según las siguientes condiciones:
 - Estarán las válvulas de corte protegidas por la correspondiente caperuza protectora.
 - No se mezclarán botellas de gases distintos.
 - Se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas para evitar vuelcos durante el transporte.
 - Los puntos anteriores se cumplirán tanto para bombonas o botellas llenas como para bombonas vacías.
- El traslado y ubicación para uso de botellas de gases licuados se efectuará únicamente mediante carros portabotellas de seguridad.

- Se prohíbe acopiar o mantenerlas botellas de gases licuados al sol.
- Se prohíbe la utilización de botellas (o bombonas) de gases licuados en posición horizontal (al menos habrá un desnivel de 40 cm entre la ojiva y el punto de apoyo).
- Se prohíbe el abandono antes o después de su utilización de las botellas (o bombonas) de gases licuados.
- Las botellas de gases licuados se almacenarán separadas (oxígeno, acetileno, butano, propano), con distinción expresa de lugares de almacenamiento para las ya agotadas y las llenas.
- El almacén de gases licuados se ubicará en el exterior de la obra (o en un lugar alejado de elementos estructurales que pudieran ser agredidos por accidente), con ventilación constante y directa. Sobre la puerta de acceso, dotada de cerradura de seguridad (o de un buen candado), se instalarán las señales de "peligro explosión" y "prohibido fumar".
- Una persona competente y autorizada controlará que en todo momento durante el almacenaje, se mantengan en posición vertical todas las botellas de gases licuados.
- Cada equipo debe tener una válvula anti-retroceso de las llamas en cada una de las dos líneas de gas de los cilindros, ubicadas a la salida de los manómetros y una en cada entrada del soplete.
- Una persona competente y autorizada controlará las posibles fugas de las mangueras de suministro de gases licuados.
- No utilizar mangueras de igual color para gases diferentes. En caso de emergencia, la diferencia de color ayudará a controlar la situación.
- No utilizar acetileno para soldar o cortar materiales que contengan cobre; por poco que le parezca que contienen, será suficiente para que se produzca una reacción química y se forme un compuesto explosivo, el acetiluro de cobre.
- Para soldar sobre elementos pintados, o cortarlos, se debe hacer al aire libre o en un local bien ventilado. Los gases desprendidos pueden intoxicar.
- Está prohibido fumar en toda la operación de soldadura, transporte y en el almacén de botellas.
- El oxígeno nunca debe usarse como elemento de limpieza para soplar cañerías o limpiar ropa.
- Para detectar fugas en mangueras se debe utilizar una solución de jabón, nunca utilizar aceites, grasa u otros elementos derivados del petróleo.
- Antes de comenzar el tajo debe revisarse que todas las válvulas están en buenas condiciones, sin daños o desperfectos, los manómetros en buen estado de uso y mantenimiento, las mangueras y uniones en perfectas condiciones.
- Mantener las botellas a una distancia no inferior a 10 m del lugar donde se trabaja, así se evitará que las chispas o el metal fundido puedan alcanzarlas o dañar a las mangueras. Esta distancia puede ser de 5 m si se usan protecciones contra las radiaciones del calor o en trabajos en el exterior.

- Si el trabajo se ejecuta en un espacio confinado las botellas deberán estar fuera de él.
- Cuando una botella se vacíe o no se haya de usar más, se cerrará la válvula y se desmontará el regulador inmediatamente
- En equipos de oxicorte, no tape las boquillas, no restrinja el flujo de los gases, pruebe el sistema antes de encender, abra las válvulas lentamente, sólo permita la reparación del equipo por personal autorizado y nunca se enrolle las mangueras en el cuerpo.
- Mantener cerca del lugar de labor de oxicorte un extintor de incendio operativo.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Iluminación suficiente.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos, señalando los obstáculos.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos.
- Se establecerán medidas para garantizar una ventilación adecuada y reducir las partículas en suspensión.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Uso de cinturones porta herramientas.

5.2.19.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Iluminación provisional
- Pantallas contra proyección de partículas
- Protección de huecos horizontales
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación

- Señalización de salvamento y socorro
- Sistemas de protección contra incendios
 - Extintores
 - Mantas ignífugas
- Tapones de plástico tipo “seta” para armaduras
- Ventilación o extracción

5.2.19.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Chalecos, chaquetas y mandiles de protección
- Cremas protectoras
- Equipos respiratorios
- Guantes de soldador
- Máscaras o mascarillas y filtros
- Manguitos y mangas
- Pantallas de soldador
- Polainas de soldador
- Ropa de soldador

5.2.20 Soldadura eléctrica

5.2.20.1 Descripción

Consiste en hacer pasar la corriente eléctrica entre dos conductores, el electrodo y las piezas a soldar (también llamadas masa).

El arco salta, por tanto, entre las piezas a unir y el electrodo metálico que, a su vez, actúa como metal de aportación.

Las temperaturas que se alcanzan pueden superar los 3.500 °C, fundiéndose el metal del electrodo y depositándose sobre las piezas y los bordes de las piezas a unir. Se obtiene de esta forma un baño de metal fundido que al solidificar proporciona la unión entre las piezas

5.2.20.2 *Procedimiento*

Soldar es cubrir una junta con un hilo de metal o unir una pieza con otra.

El proceso empieza ajustando y asegurando apropiadamente las piezas, o metales a soldar, que se van a unir. Para piezas gruesas, tal vez se deba limar un bisel para después rellenarlo con los puntos de soldadura y formar una superficie sólida de unión. Estos son los pasos básicos para completar una soldadura sencilla:

Producir el arco

Este es el proceso de crear un arco eléctrico “entre” la punta del electrodo y la pieza a trabajar. Si el electrodo simplemente se “pega” permitiendo a la corriente pasar directamente a la pieza con la pinza de masa, no se producirá suficiente calor como para derretir el electrodo y no se fundirán los metales.

Mover el arco para crear un punto o gota de soldadura

La “gota” o punto de soldadura es la forma de metal que se produce cuando el electrodo y el metal de base se funden juntos. Así se rellena el espacio entre las piezas que se están uniendo y quedan soldadas.

Da forma a la soldadura

Esto se hace moviendo el arco atrás y adelante sobre la zona a soldar, en zigzag o en movimiento de 8, de forma que el metal se distribuya por todo lo ancho del espacio entre las piezas para que la soldadura quede de manera adecuada.

Pulir y cepillar la soldadura entre una pasada y otra

Cada vez que se complete una “pasada”, o vuelta de un extremo a otro de la soldadura, es necesario quitar la escoria o pedazos de electrodo derretido que queden en la superficie del punto de soldadura, de modo que solo quede el metal más sólido antes de proceder con la siguiente pasada.

5.2.20.3 *Maquinaria*

- Grupos electrógenos
- Equipos de soldadura por arco eléctrico
- Motosoldadoras
- Plataformas elevadoras. PEMP
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.20.4 Medios auxiliares

- Escaleras manuales
- Torres de iluminación

5.2.20.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para soldadura eléctrica.

5.2.20.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.20.7 Riesgos comunes

- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...).
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Intoxicación o asfixia

- Incendio y explosión
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.20.8 *Medidas preventivas*

- El izado de materiales de longitud considerable se realizará eslingadas de dos puntos, de forma tal, que el ángulo superior a nivel de la argolla de cuelgue que forman las dos hondillas de la eslinga sea igual o menor que 90°, para evitar los riesgos por fatiga del medio auxiliar.
- El izado de estos materiales se guiará mediante cuerdas hasta su “presentación”, nunca directamente con las manos, para evitar los empujones, corte y atrapamientos.
- No se elevará en esta obra una nueva altura, hasta haber concluido el cordón de soldadura de la cota punteada, para evitar situaciones inestables de la estructura.
- La soldadura de elementos estructurales no se realizará a una altura superior a una planta. Se ejecutará el trabajo desde una PEMP. El soldador irá provisto de arnés de seguridad y se le suministrará los necesarios puntos de anclaje cómodo y "cables de circulación" todo ello para evitar caídas de altura.
- Se suspenderán los trabajos de soldadura en esta obra (montaje de estructuras) con vientos iguales o superiores a 60 Km/h.
- Se suspenderán los trabajos de soldadura a la intemperie bajo el régimen de lluvias, en prevención del riesgo eléctrico.
- Se tenderán entre puntos fijos y resistentes, de forma horizontal, cables de seguridad firmemente anclados, por los que se deslizarán los “mecanismos paracaídas” de los cinturones de seguridad, cuando se camine sobre zonas con riesgo de caída desde altura.
- Las escaleras de mano a utilizar durante el montaje de la estructura serán metálicas con ganchos en cabeza y en los largueros para inmovilización, en prevención de caídas por movimientos indeseables.
- Los portaelectrodos a utilizar, tendrán el soporte de manutención en material aislante de la electricidad.

- Las operaciones de soldadura a realizar en zonas húmedas muy conductoras de la electricidad no se realizarán con tensiones superiores a 50 voltios. El grupo de soldadura estará en el exterior del recinto en el que se efectuó la operación de soldar.
- Las operaciones de soldadura, no se realizarán con tensiones superiores a 150 voltios si los equipos están alimentados por corriente continua.
- El banco para soldadura fija tendrá aspiración forzada instalada junto al punto de soldadura.
- En caso de trabajar en un taller se utilizarán mamparas de separación de puestos de trabajo para proteger al resto de operarios. El material ha de ser opaco o translúcido robusto y debe estar a una distancia del suelo mínima de 50 cm para facilitar la ventilación.
- El taller de soldadura se limpiará diariamente eliminando del suelo, clavos, fragmentos y recortes, en prevención de los riesgos de pisadas sobre materiales, tropezones o caídas.
- El taller de soldadura de esta obra estará dotado de un extintor de polvo químico seco y sobre la hoja de la puerta, señales normalizadas de “riesgo eléctrico” y “riesgo de incendios”.
- Durante la soldadura no mirar nunca directamente al arco voltaico.
- No cebar el arco de soldadura cerca de personas que no estén dotadas de la protección visual adecuada.
- Antes de empezar, inspeccionar todo el equipo, la máquina debe estar en un lugar limpio, despejado donde haya buena ventilación y que no haya humedad; los cables de alimentación de energía deben estar en buenas condiciones, el encauchado no debe tener averías y el enchufe en buenas condiciones.
- La máquina debe tener una conexión a tierra externa y visible para evitar choques eléctricos al hacer contacto el cuerpo del operario con la carcasa.
- Las pinzas porta electrodos y para hacer masa a tierra deben tener buena elasticidad para que queden ajustadas y no se recalienten por mal contacto.
- Los cables deben quedar tendidos en suelos secos y no se deben arrastrar ni ser pisados, deben colocarse siempre a lo largo de su ruta de trabajo siempre que sea posible.
- Antes de iniciar la soldadura debe inspeccionarse el área adyacente para evitar que haya elementos combustibles al alcance de las chispas producidas por el electrodo.
- El elemento a soldar debe estar libre de cualquier elemento combustible.
- No dejar la máquina funcionando en caso de que se tenga que ausentar del puesto de trabajo.
- No permitir uso del equipo a personas que no estén autorizadas por la empresa.
- Mantener un extintor cerca para prevenir un incendio.

- Desconectar la máquina al terminar la tarea.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Iluminación suficiente.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados o similar.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se establecerán medidas para garantizar una ventilación adecuada.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se recomienda rotar los puestos, funciones y tareas, así como realizar descansos, evitando o reduciendo exposiciones a agentes que en tiempo prolongado puedan resultar dañinos.
- Se señalará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Uso de cinturones porta herramientas

5.2.20.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Iluminación provisional

- Pantallas contra la proyección de partículas
- Protección de huecos horizontales
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalización de salvamento y socorro
- Sistema de protección contra incendios
 - Extintores
 - Mantas ignífugas
- Ventilación o extracción

5.2.20.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cremas protectoras
- Equipos respiratorios
- Guantes de soldador
- Máscaras o mascarillas y filtros
- Pantallas de soldador
- Polainas de soldador
- Ropa de soldador

5.2.21 Instalación de tuberías en conducciones

5.2.21.1 Descripción

Instalación de tuberías para conducciones de cualquier material colocada en zanja o vaciado por medios manuales y mecánicos.

Los materiales más habituales para abastecimiento son fundición dúctil, hormigón armado con camisa de chapa, hormigón pretensado con camisa de chapa, acero, polietileno, PVC orientado y PRFV.

Los materiales más habituales en conducciones de saneamiento son hormigón armado, PVC-U no plastificado, polietileno estriado o liso, polipropileno, gres vitrificado, fundición dúctil, PVC orientado y PRFV.

La actividad incluye las labores de preparación de superficie, colocación, conexión y la nivelación de la canalización. Además, incluye los medios auxiliares para realizar la conexión (soldadores, eslingas, tracteles, etc.) y el montaje y desmontaje de los apeos y arriostramientos.

5.2.21.2 Procedimiento

Transporte y acopio de los tubos

Una vez fabricado el tubo, es preciso transportarlo hasta su punto de empleo. En esta operación se debe tomar las debidas precauciones para que los tubos no sufran esfuerzos superiores a aquellos para los que han sido calculados.

Descargado el tubo en la obra, se procede primero al almacenaje y luego a la instalación de la tubería. De la correcta ejecución de las operaciones señaladas depende, en gran parte, del buen funcionamiento de la conducción a lo largo del tiempo, debiendo minimizarse tanto el tiempo de almacenaje de la tubería como del tiempo que se deje la zanja abierta. La estanqueidad de la tubería viene condicionada por la integridad de los extremos del tubo, motivo por el cual estos deben manejarse adecuadamente para evitarles golpes en las zonas terminales.

Se dispondrá en obra de un emplazamiento estratégico para el acopio de tubería y desde el cual se irá suministrando tubería a los distintos equipos. Este acopio se realizará mediante el apilado de los palés con los tubos ordenándolos por diámetros y cumpliendo las exigencias del fabricante en cuando a carga, descarga y almacenaje. Asimismo se recomienda taparlos mediante lonas para evitar que la incidencia de los rayos de sol sobre los tubos pueda provocar deformaciones.

Bajada del tubo a la zanja

Las tuberías, antes de bajarse a la zanja, se acopiarán a lo largo de la misma, ocupando más o menos la posición que ocuparán definitivamente. A la vez que se realiza el acopio individual de los tubos se realizará una inspección individualizada con objeto de rechazar tubos con colores anormales, deformados o con desperfectos.

Se comprobará sobre todo que las uniones no hayan sufrido deformación o golpes durante la manipulación en fábrica, transporte y obra o descarga en la misma, haciendo una verificación visual.

En cuanto al enganche de las tuberías se deberá realizar de manera que se garantice la total estabilidad de las cargas suspendidas. Para ello, todas las tuberías deben ser enganchadas desde dos puntos. Además, se deberá analizar la longitud de eslingas necesarias para garantizar que el ángulo que éstas formen en el gancho se encuentre comprendido entre los 60° y 90°. Los accesorios de izado deberán seleccionarse en función de las cargas, puntos de presión, dispositivo de enganche y la modalidad y la configuración del amarre, debiendo estar normalizados.

Una vez así, se procederá a colocar un aparejo de ganchos protegidos con gomas en los extremos de la tubería y el otro extremo se sujetará al brazo hidráulico de la pluma en el caso de tuberías de diámetros grandes.

Para el caso de diámetros pequeños, estos se manipularán manualmente de manera que se agilice el montaje, ya que la bajada de tubos y acoplamiento de ellos se realizará manualmente.

Emboquillado y uniones

Las tuberías deberán tenderse de acuerdo con la línea y el nivel especificados en el proyecto. Cualquier ajuste de nivelación deberá realizarse mediante la reducción o incremento del espesor de la cama de asiento, siempre asegurando que la tubería quede en contacto en toda su superficie con el material de relleno a lo largo de toda su longitud.

Una vez que el tubo esté en el interior de la zanja, se limpiarán perfectamente los elementos de unión, antes de aplicar el jabón neutro o el lubricante, para que la junta pueda ser totalmente estanca. Se tendrá especial cuidado en no forzar las juntas lateralmente pues puede ser causa de la aparición de fugas. Se tratará de instalar los tubos lo más alineados posible.

Principalmente existen tres tipos de unión de tuberías:

- Enchufadas: enchufe y campana
- Embridadas: uniones atornilladas con bridas
- Soldadas: metálicas o plásticas por electrofusión

Uniones enchufadas

En el caso de las uniones enchufadas, una vez la tubería en la zanja, se procederá a su emboquillado. Alineando los extremos de los tubos a unir manteniéndose así con ayuda de una palanca o un travesaño de madera. Se encajarán perfectamente el tubo aplicando una fuerza axial progresiva mediante un dispositivo adecuado (tráctel, tirador mecánico o hidráulico, etc.). Cuando se trate de tubería de pequeño diámetro, se podrán encajar manualmente.

Cuando los tubos no puedan ensamblarse de forma manual, se deberá recurrir a la ayuda de equipos adicionales. Una práctica usual es mediante el uso de correas rodeando el perímetro de los dos caños a unir y un tráctel haciendo fuerza entre ellas, o bien entre la tubería y la estructura de entibado de la zanja. En este caso deberá cuidarse la magnitud de la fuerza ejercida, de manera de no comprometer estructuralmente los tubos de pared perfilada.

Otra práctica generalizada en las obras de este tipo es ayudar al encastre en uniones enchufadas mediante el empuje de la tubería con el cazo de la retroexcavadora que se utiliza para excavar la zanja. En este caso, se debe colocar una estructura de protección entre el borde de la tubería y el cazo. Además, se deberá tener mucho cuidado de efectuar el empuje en forma progresiva, controlando muy bien la presión efectuada y sin dar golpes con la pala.

En cada junta deben proporcionarse agujeros en la cama de asiento para las campanas de los tubos, pero no deben ser más grandes de lo necesario para el ensamble de las juntas y para asegurarse de que el cuerpo del tubo se recueste plano sobre el fondo de la zanja. Las juntas automáticas requieren sólo una depresión mínima para los agujeros de las campanas. La tubería normalmente deberá tenderse mediante la instalación de la espiga (extremo liso) del tubo en la campana previamente tendida.

Uniones embridadas

En el caso de las uniones embreadas se deben aproximar y calzar ambos extremos perfectamente e introducir la junta de estanquidad y los tornillos de unión, que se irán apretando progresivamente de manera alternativa.

Uniones soldadas

Las uniones soldadas también requieren de una aproximación y sujeción perfectas, para proceder al soldeo de la unión con plena seguridad en su ejecución.

Con objeto de disponer de una trazabilidad de toda la obra, se anotarán los números de serie de cada tubo, el número de lote, el emplazamiento y el día de su colocación.

5.2.21.3 Maquinaria

- Bombas de achique de agua
- Camiones grúa
- Camiones de suministro
- Manipuladores telescópicos
- Equipos de soldadura oxicorte
- Equipos de soldadura por arco eléctrico
- Retroexcavadoras
- Tiendetubos
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.21.4 Medios auxiliares

- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Pasarelas de obra
- Torres de iluminación

5.2.21.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para trabajos de redes de abastecimiento y saneamiento y pocería.

5.2.21.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.21.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Hundimientos y sepultamientos

- Inundación
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.21.8 Medidas preventivas

- Antes de permitir el acceso al fondo de las excavaciones, se saneará el talud y borde de las zanjas. Se balizarán a lo largo de su longitud, y si fuese necesario (en función del tipo de excavación) se vallarán.
- Se prohíbe el paso y/o estancia de personal bajo el radio de acción de tuberías, paquetes, o accesorios izados, tanto en el interior de la excavación como en el exterior.
- Se acopiarán los materiales únicamente a un lado y a una distancia no inferior a la mitad de la profundidad de zanja, del borde de la zanja, como norma general y a una distancia no inferior a la profundidad de la zanja en terrenos arenosos. Deberá estudiarse en función del tipo de terreno.
- Los recorridos para el acceso de personal al tajo estarán delimitados y acondicionados correctamente. Se empleará valla para limitar los pasos y serán sobre superficie regular sin desnivel. En caso de existir desnivel se peldañearán correctamente.
- El acceso al fondo de la excavación se realizará por medio de escaleras de mano dotadas de elementos antideslizantes, fijadas superiormente y de longitud adecuada (sobrepasarán en 1 m. el borde de la zanja).
- Las zonas de trabajo se mantendrán siempre limpias y ordenadas y, si las características del terreno o la profundidad de la zanja lo exigieran, se procederá a su entibación, para prevenir desprendimientos del terreno. Se tendrá en cuenta el Estudio Geotécnico del proyecto si lo hubiese.
- Para pasos de personal sobre zanjas abiertas se instalarán pasarelas de ancho mínimo de 0,6 m, protegidas con barandillas rígidas superior e intermedia y rodapié, de una altura mínima de 1m.
- El acopio de tuberías se realizará de forma que quede asegurada su estabilidad, empleando para ello calzos preparados al efecto.
- El transporte aéreo de tubos mediante grúa se ejecutará suspendiendo la carga de dos puntos separados mediante útiles adecuados y homologados que se revisarán periódicamente, con el fin de garantizar su perfecto estado de empleo.
- Quedará prohibida la ubicación de personal bajo cargas y toda maniobra de transporte se realizará bajo la vigilancia y dirección de personal especializado y conocedor de los riesgos que estas operaciones conllevan.

- En caso necesario, la ubicación de tuberías en el fondo de la zanja se realizará con ayuda de cuerdas guía u otros útiles preparados al efecto, no empleando jamás las manos o los pies para el ajuste fino de estos elementos en su posición.
- No se accederá nunca a zanjas inundadas, se procederá a efectuar achique, reconducción de aguas o cualquier otra actuación auxiliar que garantice, eliminación o retención de agua o corrientes.
- Se revisará el estado de la base de paramentos antes de acceder a la zanja o excavación para su rectificación si fuera preciso ante lavado o arrastre de tierras en la base que pudieran provocar socavamientos inferiores y alterar la estabilidad de taludes o paramentos de excavación.
- Se mantendrá una actuación coordinada de las operaciones de excavación, de montaje de entibación en su caso, y del montaje de conducciones y accesorios ante la posible intervención de distintas empresas.
- En zanjas de profundidad mayor de 1,3 m, siempre que existan operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de reten en el exterior, que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.
- Se acotarán las distancias mínimas de separación entre operarios dentro de la zanja, en función de las herramientas que empleen.
- Todo pozo, cámara o arqueta estará dotada de una tapa definitiva o provisional en el momento de su construcción o, cuando menos, se rodeará la zona de riesgo de caída con cordón de balizamiento. Siempre que un elemento sea destapado por necesidades de trabajo, será protegido con vallado provisional o señalizada con cordón de balizamiento y restituida la tapa, una vez que el trabajo finalice.
- En caso de emplear eslingas, éstas han de estar en correcto estado y su capacidad de carga ha de ser adecuada a la pieza a mover, teniendo en cuenta el ángulo de izado y el horcado alrededor de la pieza.
- Si se emplea la retroexcavadora para colocar los tubos, debe tener gancho y pestillo de seguridad y estar habilitada para tal fin.
- Queda prohibido el transporte aéreo de tubos en posición vertical. Se transportarán suspendidos a baja altura y sujetos de dos puntos mediante eslingas hasta llegar próximos al lugar de ubicación, depositándose en el suelo.
- El acercamiento de la maquinaria a los bordes de zanjas para descenso de material se realizará manteniendo la máxima distancia posible en función del peso del elemento y la capacidad de la máquina.
- En caso de utilizar maquinaria de ruedas, han de estar colocados los estabilizadores para cualquier trabajo de levantamiento de cargas.
- Antes de hormigonar cualquier zanja o canalización (en su caso) se examinarán los bordes y el estado de la zanja. En cualquier caso los camiones hormigoneros nunca se aproximarán al borde de la zanja sin contar con un tope de desplazamiento.

- Durante la operación de corte de un elemento no podrá haber otros operarios en la zona de trabajo en previsión de posibles proyecciones.
- Los desperdicios de tubos se recogerán en lugar adecuado, sin interferir en el tránsito por la obra, para su posterior carga y transporte al vertedero.
- Los elementos a montar se transportarán al punto de ubicación, suspendidos del gancho de la grúa mediante eslingas (o balancín) de dos puntos distantes para evitar desplazamientos no deseados.
- Una fase crítica del proceso es la recepción de los tubos en el interior de la zanja (la cual tendrá unas dimensiones mínimas que permitan la movilidad del trabajador). El operario nunca se colocará bajo la vertical del tubo y en caso necesario podrá utilizar un cabo para su guiado.
- No será retirada la eslinga o útil hasta que el tubo esté correctamente asentado y la máquina no ejerza ninguna fuerza.
- Se evitará en todo momento la simultaneidad de trabajos en la misma vertical, de tal modo que el trabajador situado en el interior de la zanja no se encuentre en ningún momento bajo la vertical de la carga.
- En el interior de la zanja permanecerá el número imprescindible de trabajadores, no más.
- Es fundamental el orden y la limpieza de la zona, tanto en el interior de la zanja como en la “cota cero” del terreno.
- En la mayor parte de los casos se recurrirá al uso de cuñas de madera. Estas no se pueden hacer en la obra mediante sierras de corte circular. Se deberán comprar listas para utilizar o realizarlas mediante sierras manuales tipo caladora.
- La carga se sustentará de manera segura evitando que pueda girar sobre sí misma. Se evitará que únicamente haya un punto de sujeción recomendándose el empleo de una cuerda guía.
- Para la ejecución de las juntas tendremos que tener en cuenta diferentes aspectos según el tipo de material.
- En el empleo de productos químicos para las juntas, será necesario disponer de las fichas de seguridad del producto con objeto de informar a los trabajadores y disponer de los equipos de protección adecuados.
- Los tubos encajados serán empujados y guiados con la ayuda de algún útil para evitar atrapamientos de manos o dedos en la propia junta.
- Se deberán paralizar los trabajos de colocación y montaje de tuberías para velocidades de viento superiores a 60 km/h.
- Una vez instalados los tubos, se repondrán las protecciones y/o señalización en los bordes de la zanja hasta su tapado definitivo.

- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de cinturones porta herramientas.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.

- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.21.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Pasarelas de acceso
- Pórticos de limitación de gálibo
- Protección de huecos horizontales
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Sistema de protección contra incendios
- Tapón de plástico para protección de armaduras tipo 'seta'
- Topes de desplazamiento de vehículos

5.2.21.10 Equipos de protección individual

- Botas impermeables
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Guantes de protección

- Rodilleras
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.22 Instalación de valvulería, piezas especiales, accesorios y equipos en conducciones

5.2.22.1 Descripción

Instalación de valvulería, piezas especiales, equipos y demás accesorios de cualquier material colocados en zanja por medios mecánicos y manuales. Incluye las labores de colocación conexión y los medios auxiliares para realizar la unión (soldadores, tráctel, etc.) y el montaje y desmontaje de los apeos y arriostramientos que fueran necesarios.

Los componentes se podrán instalar al mismo tiempo que se montan las tuberías o una vez se haya montado el tramo.

Se incluyen en actividad las válvulas de seccionamiento y control (aeración y regulación), codos, té, reducciones, carretes de desmontaje, filtros, bombas, equipos de medición de caudal, presión, temperatura y nivel y equipos de control

5.2.22.2 Procedimiento

Se dispondrá en obra de un emplazamiento estratégico, lo más cercano posible del lugar de empleo, para el acopio de los materiales y desde el cual se irá suministrando a los distintos equipos de trabajo. Este acopio se realizará cumpliendo las exigencias del fabricante en cuando a su carga, descarga y almacenaje. Asimismo se recomienda tapar mediante lonas para evitar la incidencia de los rayos de sol sobre y provocar deformaciones en las piezas.

Se comprobarán que las bridas y las boquillas del enchufe, macho hembra, no hayan sufrido deformación o golpes durante la manipulación en fábrica, transporte y obra o descarga en la misma, haciendo una verificación visual de los mismos, se limpiarán perfectamente antes de aplicar el jabón neutro o el lubricante, para garantizar la estanqueidad de la unión.

Se tendrá especial cuidado en no forzar las juntas lateralmente ni deformar la planeidad de las bridas, pues puede ser causa de la aparición de fugas. Se tratará de instalar los tubos lo más alineados posible.

Las piezas especiales de conexión, las piezas de calderería, las válvulas, etc., se instalarán al mismo tiempo que las tuberías, para realizar las pruebas de manera conjunta. De este modo quedarán mejor presentadas las piezas respecto a las tuberías, evitando que se produzcan tensiones no aconsejables en las mismas. Esto es particularmente importante en las uniones en T, que se utilizarán principalmente para la conexión de las tuberías.

El montaje de las piezas especiales, codos, tes, reducciones, etc., es una actividad que exige mucho tiempo y cuidado ya que deben montarse con mucha precisión para evitar fugas en dichos puntos. Una vez la pieza en la zanja, se procederá a su emboquillado. Se mantendrá así con ayuda de una palanca y un travesaño de madera y disponiendo de tráctel o similar se encajarán perfectamente el tubo a colocar

con el anterior, para el caso de tuberías de pequeño diámetro se encajaran manualmente mediante un golpe de riñones del oficial montador

Para la ejecución de las juntas se tendrán en cuenta diferentes aspectos según el tipo de material.

5.2.22.3 Maquinaria

- Bombas de achique de agua
- Retroexcavadoras
- Camiones grúa
- Camiones de suministro
- Manipulador telescópico
- Soldadoras de tubos
- Equipos de Topografía
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.22.4 Medios auxiliares

- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Pasarelas de obra
- Torres de iluminación

5.2.22.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para trabajos de redes de abastecimiento y saneamiento y pocería.

5.2.22.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.22.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Hundimientos y sepultamientos
- Inundación
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.22.8 Medidas preventivas

- Antes de permitir el acceso al fondo de las excavaciones, se saneará el talud y borde de las zanjas. Se balizarán a lo largo de su longitud, y si fuese necesario (en función del tipo de excavación) se vallarán.
- Se prohíbe el paso y/o estancia de personal bajo el radio de acción de equipos izados, tanto en el interior de la excavación como en el exterior.
- Se acopiarán los materiales únicamente a un lado y a una distancia no inferior a la mitad de la profundidad de zanja, del borde de la zanja, como norma general y a una distancia no inferior a la profundidad de la zanja en terrenos arenosos. Deberá estudiarse en función del tipo de terreno.
- Los pasos para el acceso de personal al tajo estarán delimitados y acondicionados correctamente. Se empleará valla para limitar los pasos y serán sobre superficie regular sin desnivel. En caso de existir desnivel se peldañearán correctamente.
- El acceso al fondo de la excavación se realizará por medio de escaleras de mano dotadas de elementos antideslizantes, fijadas superiormente y de longitud adecuada (sobrepasarán en 1 m. el borde de la zanja).
- Las zonas de trabajo se mantendrán siempre limpias y ordenadas y, si las características del terreno o la profundidad de la zanja lo exigieran, se procederá a su entibación, para prevenir desprendimientos del terreno. Se tendrá en cuenta el Estudio Geotécnico del proyecto si lo hubiese.
- Para pasos de personal sobre zanjas abiertas se instalarán pasarelas de ancho mínimo de 0,6 m, protegidas con barandillas rígidas superior e intermedia y rodapié, de una altura mínima de 1m.
- El acopio de equipos y accesorios se realizará de forma que quede asegurada su estabilidad, empleando para ello calzos preparados al efecto.
- El transporte aéreo de los equipos y accesorios mediante grúa se ejecutará suspendiendo la carga de dos puntos separados mediante útiles adecuados y normalizados que se revisarán periódicamente, con el fin de garantizar su perfecto estado de empleo.
- Quedará prohibida la ubicación de personal bajo cargas y toda maniobra de transporte se realizará bajo la vigilancia y dirección de personal especializado y conocedor de los riesgos que estas operaciones conllevan.
- En caso necesario, la ubicación de equipos y accesorios en el fondo de la zanja se realizará con ayuda de cuerdas guía u otros útiles preparados al efecto, no empleando jamás las manos o los pies para el ajuste fino de estos elementos en su posición.
- No se accederá nunca a zanjas inundadas, se procederá a efectuar achique, reconducción de aguas o cualquier otra actuación auxiliar que garantice, eliminación o retención de agua o corrientes.
- Se revisará el estado de la base de paramentos antes de acceder a la zanja o excavación para su rectificación si fuera preciso ante lavado o arrastre de tierras en la base que pudieran provocar socavamientos inferiores y alterar la estabilidad de taludes o paramentos de excavación.

- Se mantendrá una actuación coordinada de las operaciones de excavación, de montaje de entibación en su caso, y del montaje de conducciones y accesorios ante la posible intervención de distintas empresas.
- En zanjas de profundidad mayor de 1,3 m, siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de reten en el exterior, que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.
- Se acotarán las distancias mínimas de separación entre operarios dentro de la zanja, en función de las herramientas que empleen.
- Las zonas de trabajo se mantendrán siempre limpias y ordenadas.
- Toda arqueta estará dotada de una tapa definitiva o provisional en el momento de su construcción o, cuando menos, se rodeará la zona de riesgo de caída con cordón de balizamiento.
- Siempre que una arqueta o pozo sea destape por necesidades de trabajo, será protegida con barandilla o señalizada con cordón de balizamiento y restituida la tapa, una vez que el trabajo finalice.
- En caso de emplear eslingas, éstas han de estar en correcto estado y su capacidad de carga ha de ser adecuada a la pieza a mover, teniendo en cuenta el ángulo de izado y el horcado alrededor de la pieza.
- Los equipos y accesorios podrán ser colocados en su posición con grúa, camión grúa o mediante el empleo de una retroexcavadora con gancho y pestillo de seguridad, habilitada para tal fin con objeto de minimizar el peligro de aumentar el peso transmitido al terreno por varias máquinas.
- El acercamiento de la maquinaria a los bordes de zanjas para descenso de material se realizará manteniendo la máxima distancia posible en función del peso del elemento y la capacidad de la máquina.
- En caso de utilizar maquinaria de ruedas, han de estar colocados los estabilizadores para cualquier trabajo de levantamiento de cargas.
- Quedará prohibida la ubicación de personal bajo cargas y toda maniobra de transporte se realizará bajo la vigilancia y dirección de personal especializado y conocedor de los riesgos que estas operaciones conllevan.
- Los elementos a montar se transportarán al punto de ubicación, suspendidos del gancho de la grúa mediante eslingas (o balancín) de dos puntos distantes para evitar desplazamientos no deseados.
- No será retirada la eslinga o útil hasta que el tubo esté correctamente asentado y la máquina no ejerza ninguna fuerza.
- Se evitará en todo momento la simultaneidad de trabajos en la misma vertical, de tal modo que el trabajador situado en el interior de la zanja no se encuentre en ningún momento bajo la vertical de la carga.

- En el interior de la zanja permanecerá el número imprescindible de trabajadores, no más.
- Es fundamental el orden y la limpieza de la zona, tanto en el interior de la zanja como en la “cota cero” del terreno.
- En la mayor parte de los casos se recurrirá al uso de cuñas de madera. Estas no se pueden hacer en la obra mediante sierras de corte circular. Se deberán comprar listas para utilizar o realizarlas mediante sierras manuales tipo caladora.
- La carga se sustentará de manera segura evitando que pueda girar sobre sí misma. Se evitará que únicamente haya un punto de sujeción, se recomienda el empleo de una cuerda guía.
- En el empleo de productos químicos para las juntas, será necesario disponer de las fichas de seguridad del producto con objeto de informar a los trabajadores y disponer de los equipos de protección adecuados.
- Los equipos encajados serán empujados y guiados con la ayuda de algún útil para evitar atrapamientos de manos o dedos en la propia junta.
- Se deberán paralizar los trabajos de colocación y montaje de equipos para velocidades de viento superiores a 60 km/h.
- Una vez instalados los equipos y accesorios, se repondrán las protecciones y/o señalización en los bordes de la zanja hasta su tapado definitivo.
- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Balizar y señalar la presencia de líneas eléctricas.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.

- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de cinturones porta herramientas.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.22.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de delimitación y protección
- Iluminación provisional
- Pasarelas de acceso
- Pórticos de limitación de gálibo
- Protección de huecos horizontales
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro
- Señales de ordenación de tráfico

- Señalista
- Sistema de protección contra incendios
- Tapón de plástico para protección de armaduras tipo 'seta'
- Topes de desplazamiento de vehículos

5.2.22.10 Equipos de protección individual

- Botas impermeables
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Guantes de protección
- Rodilleras
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.23 Desmontaje de tuberías, equipos y accesorios en conducciones

5.2.23.1 Descripción

Se incluyen aquí todas las acciones necesarias para la retirada de conducciones de diferentes materiales según el diámetro de la tubería, su presión y su aplicación.

Los materiales más habituales para abastecimiento son fundición dúctil, hormigón armado con camisa de chapa, hormigón pretensado con camisa de chapa, acero, polietileno, PVC orientado y PRFV.

Los materiales más habituales en conducciones de saneamiento son hormigón armado, PVC-U no plastificado, polietileno estriado o liso, polipropileno, gres vitrificado, fundición dúctil, PVC orientado, y PRFV.

Incluye las labores de desmontaje y retirada de la conducción y todos sus equipos y accesorios.

5.2.23.2 Procedimiento

El procedimiento de ejecución para el desmontaje de tubos, consiste, básicamente, en la extracción y retirada de tubería de la zanja existente, además de anular las uniones de las conducciones conectadas a la instalación, acopio de los materiales a reutilizar, y la posterior retirada, acopio y limpieza de escombros de la obra.

Las principales fases de procedimiento son:

- Anulación de la tubería y conexiones
- Excavación en zanja para descubrir la conducción, equipos y accesorios
- Dependiendo del material, demolición de la tubería o extracción de la misma
- Retirada de la tubería, equipos y accesorios a su contenedor
- Relleno y limpieza

5.2.23.3 Maquinaria

- Bombas de achique de agua
- Camiones de suministro
- Camiones grúa
- Manipulador telescópico
- Motovolquete
- Retroexcavadoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.23.4 Medios auxiliares

- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Escaleras manuales
- Pasarelas de obra
- Torres de iluminación

5.2.23.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para trabajos de redes de abastecimiento y saneamiento y pocería.

5.2.23.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.23.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Hundimientos y sepultamientos

- Inundación
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.23.8 Medidas preventivas

- No se prevé afección a amianto en este proyecto. No obstante, en el caso de tuberías que puedan contener amianto hay que seguir el procedimiento indicado en Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- Antes de permitir el acceso al fondo de las excavaciones, se saneará el talud y borde de las zanjas. Se balizarán a lo largo de su longitud, y si fuese necesario (en función del tipo de excavación) se vallarán.
- Se prohíbe el paso y/o estancia de personal bajo el radio de acción de tuberías, paquetes, o accesorios izados, tanto en el interior de la excavación como en el exterior.
- Se acopiarán los materiales desmontados únicamente a un lado y a una distancia no inferior a la mitad de la profundidad de zanja, del borde de la zanja, como norma general y a una distancia no inferior a la profundidad de la zanja en terrenos arenosos. Deberá estudiarse en función del tipo de terreno.
- El acceso al fondo de la excavación se realizará por medio de escaleras de mano dotadas de elementos antideslizantes, fijadas superiormente y de longitud adecuada (sobrepasarán en 1 m el borde de la zanja).
- Las zonas de trabajo se mantendrán siempre limpias y ordenadas y, si las características del terreno o la profundidad de la zanja lo exigieran, se procederá a su entibación, para prevenir desprendimientos del terreno. Se tendrá en cuenta el Estudio Geotécnico del proyecto si lo hubiese.
- Para pasos de personal sobre zanjas abiertas se instalarán pasarelas de ancho mínimo de 0,6 m, protegidas con barandillas rígidas superior e intermedia y rodapié, de una altura mínima de 1 m.
- El acopio de tuberías retiradas se realizará de forma que quede asegurada su estabilidad, empleando para ello calzos preparados al efecto.
- El transporte aéreo de tubos mediante grúa se ejecutará suspendiendo la carga de dos puntos separados mediante eslingas.
- El transporte de tuberías se realizará empleando útiles adecuados que impidan el deslizamiento y caída de los elementos transportados.

- Estos útiles se revisarán periódicamente, con el fin de garantizar su perfecto estado de empleo.
- Quedará prohibida la ubicación de personal bajo cargas y toda maniobra de transporte se realizará bajo la vigilancia y dirección de personal especializado y conocedor de los riesgos que estas operaciones conllevan.
- Se revisará el estado de la base de paramentos antes de acceder a la zanja o excavación para su rectificación si fuera preciso ante lavado o arrastre de tierras en la base que pudieran provocar socavamientos inferiores y alterar la estabilidad de taludes o paramentos de excavación.
- Se mantendrá una actuación coordinada de las operaciones de excavación, de montaje de entibación en su caso, y del montaje de conducciones y accesorios ante la posible intervención de distintas empresas.
- En zanjas de profundidad mayor de 1,3 m, siempre que existan operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de reten en el exterior, que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.
- Se acotarán las distancias mínimas de separación entre operarios dentro de la zanja, en función de las herramientas que empleen.
- Toda arqueta estará dotada de una tapa definitiva o provisional en el momento de su construcción o, cuando menos, se rodeará la zona de riesgo de caída con cordón de balizamiento. Siempre que una arqueta o pozo sea destapado por necesidades de trabajo, será protegida con barandilla o señalizada con cordón de balizamiento y restituida la tapa, una vez que el trabajo finalice.
- La manipulación de tubos será realizada únicamente con útiles homologados para tal fin.
- En caso de emplear eslingas, éstas han de estar en correcto estado y su capacidad de carga ha de ser adecuada a la pieza a mover, teniendo en cuenta el ángulo de izado y el horcado alrededor de la pieza.
- Los tubos podrán ser retirados mediante grúa, camión grúa o mediante el empleo de una retroexcavadora con gancho y pestillo de seguridad, habilitada para tal fin con objeto de minimizar el peligro de aumentar el peso transmitido al terreno por varias máquinas.
- El acercamiento de la maquinaria a los bordes de zanjas para descenso de material se realizará manteniendo la máxima distancia posible en función del peso del elemento y la capacidad de la máquina.
- En caso de utilizar maquinaria de ruedas, han de estar colocados los estabilizadores para cualquier trabajo de levantamiento de cargas.
- Los desperdicios de tubos se recogerán en lugar adecuado, sin interferir en el tránsito por la obra, para su posterior carga y transporte al vertedero.
- Para la retirada del tubo realizar izados a una altura lo más posible cercana al suelo.

- En la descarga no será retirada la eslinga o útil hasta que el tubo esté correctamente asentado y la máquina no ejerza ninguna fuerza.
- Se evitará en todo momento la simultaneidad de trabajos en la misma vertical, de tal modo que el trabajador situado en el interior de la zanja no se encuentre en ningún momento bajo la vertical de la carga.
- Se deberán paralizar los trabajos de desmontaje de tuberías para velocidades de viento superiores a 60 km/h.
- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.

- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de cinturones porta herramientas
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.

5.2.23.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Pasarelas de acceso
- Pórticos de limitación de gálibo
- Protección de huecos horizontales
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señales de ordenación de tráfico
- Señales de salvamento y socorro
- Señalista
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Sistema de protección contra incendios
- Topes de desplazamiento de vehículos

5.2.23.10 Equipos de protección individual

- Botas impermeables

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Guantes de protección
- Rodilleras
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.24 Montaje de ferralla

5.2.24.1 Descripción

Actividad que incluye todas las acciones con barras metálicas, ferralla, desde que es suministrada hasta que queda montada en su posición definitiva en obra.

5.2.24.2 Procedimiento

Los trabajos consisten en la maniobra con la ferralla suministrada, desde el acopio, manipulación, modificación “in situ” para adecuarla a su ubicación, y finalmente su montaje y colocación de forma estable y resistente, incluyendo la soldadura o atado de barras, replanteo, nivelación, instalación de separadores y protección de los extremos punzantes.

Previo a la elaboración y montaje del acero corrugado la oficina técnica de obra realizará el despiece de las armaduras representadas en los planos, a partir de las dimensiones de los elementos estructurales de hormigón armado y de las longitudes precisas para el montaje: separadores, pates, etc., teniendo en cuenta los recubrimientos, las longitudes de anclaje, y las longitudes de empalmes por solapes, indicadas en los planos y en su defecto calculadas según la norma.

Para una correcta ejecución de estos trabajos, el hierro será elaborado en taller y colocado en obra. Durante la colocación de la ferralla se colocarán también los tubos o conducciones de desagües y drenajes del elemento si procediera la misma.

El montaje de las piezas que forman la armadura de elementos estructurales se podrá realizar en el taller de ferralla, siempre que se cumplan los siguientes requisitos:

- La configuración de este no impida la colocación de elementos completos.
- La rigidez del elemento montado permita su transporte sin deformaciones.
- Las dimensiones del elemento montado; peso o volumen, no impida su transporte, izado o colocación in situ.

El replanteo se realizará mediante líneas topográficas pintadas con tiza, o marcas topográficas fijadas, en los encofrados o elementos estructurales hormigonados, la cota del hormigón de limpieza y la cota de la armadura superior y de la superficie superior del hormigón, la situación en planta, la separación entre las barras el final de barras, y demás señales que aseguren la correcta colocación de las armaduras según los planos del Proyecto.

Se colocan los separadores y calzos de mortero o plástico, firmemente sujetos a las barras para que no se muevan durante la puesta en obra del hormigón, de un tamaño que asegure el recubrimiento establecido en los planos de Proyecto, y a una separación adecuada a la rigidez de la armadura, que asegure el mantenimiento del espesor del recubrimiento durante la puesta en obra del hormigón.

La armadura colocada y montada se fija respecto a los encofrados, de modo que se impida el desplazamiento de la armadura respecto al encofrado, durante la puesta en obra del hormigón.

Se colocan las esperas de forma que no sea preciso desplazarlas (grifado) para realizar correctamente los empalmes por solapo con las armaduras de los elementos estructurales de las siguientes fases del hormigonado, con los recubrimientos adecuados.

Los cortes de armaduras y los refuerzos suplementarios para huecos o elementos embebidos, se realizan según detalles constructivos expresamente preparados por la Oficina Técnica de Obra para cada caso.

Finalizada la colocación de las armaduras y previamente a la puesta en obra del hormigón, se realiza la limpieza del fondo del encofrado. Si por la geometría del elemento estructural el fondo del encofrado queda inaccesible al final del montaje, se realizará la limpieza en fases anteriores.

5.2.24.3 *Maquinaria*

- Camiones grúa
- Cizallas
- Dobladoras
- Enderezadoras
- Estribadoras
- Equipos de soldadura
- Grúas torre
- Grupos electrógenos
- Mesas de corte
- Radiales
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.24.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Escaleras de mano
- Torres de iluminación

5.2.24.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para ferrallado.

5.2.24.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.24.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamiento por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contacto eléctrico

- Contactos térmicos
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...).
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.24.8 *Medidas preventivas*

- Se habilitará en obra un espacio dedicado al acopio clasificado de los redondos de ferralla próximo al lugar de montaje de armaduras.
- Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores a 1,5 m.
- No sobrecargar las plataformas de andamios con excesiva carga de redondos durante el ferrallado.
- El transporte aéreo de paquetes de armaduras mediante grúa se ejecutará suspendiendo la carga de dos puntos separados.
- No utilizar alambre o cercos de cierre para el izado de los paquetes. Horcar correctamente la carga mediante cadena.
- La ferralla montada se transportará al punto de ubicación suspendida del gancho de la grúa mediante cadenas que la sujetarán de dos puntos distantes para evitar deformaciones y desplazamientos no deseados.
- No se emplearán eslingas textiles, ya que pueden ser cortadas fácilmente por los rebordes de armaduras. Se emplearán cables o cadenas.
- Los fragmentos sueltos de ferralla, se transportarán apilados ordenadamente en el interior de plataformas con zócalos alrededor, vigilando que no puedan caer os objetos por desplome durante el transporte a gancho.
- Se prohíbe el transporte vertical de armaduras de pilares o vigas, sólo se permitirá la elevación vertical de pilares para la colocación en su lugar, una vez transportado al tajo.
- La ferralla montada se almacenará en los lugares designados a tal efecto separado del lugar de montaje.

- Los desperdicios o recortes de hierro y acero, se recogerán acoplándose en el lugar determinado para su posterior carga y posterior transporte a vertedero.
- Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco de trabajo.
- Las herramientas usadas para cortar y doblar se mantendrán en correcto estado de uso; tendrán protegidas todas sus partes peligrosas, y específicamente estarán dotadas de las protecciones adecuadas para evitar el accidente de tipo eléctrico, en aquellas que funcionan con este tipo de energía.
- Se prohíbe trepar por armaduras verticales, en cualquier caso.
- Se instalarán caminos de tablonos que permitan la circulación sobre solera o cimientos en fase de armado (o tendidos de mallazo de reparto).
- Las armaduras antes de su colocación estarán completamente terminadas, reduciéndose así al mínimo tiempo imprescindible el acceso de personal al fondo de zanjas y pozos de cimentación.
- Las esperas en zonas de paso de operarios, así como las esperas verticales con posibilidad de caída de operarios estarán protegidas.
- En caso de premontar la ferralla en obra, será necesario utilizar estructuras auxiliares de soporte correctamente diseñadas y fabricadas (siempre metálicas).
- El izado y colocación de la ferralla premontada será realizado, en caso necesario mediante balancines adecuados al uso.
- En caso de corte o pinchazo con ferralla acudir de inmediato a la mutua para su evaluación y en caso necesario vacunación.
- El ferrallado de muros, pilares y elementos verticales que no sea mediante ferralla premontada será realizado mediante andamio modular correctamente instalado.
- Queda prohibido como instalación de obra los cables de alimentación de las máquinas del taller que no estén debidamente protegidas de los efectos mecánicos, bajo tubo u otras medidas similares, no permitiéndose en ningún caso que permanezcan los conductores por la ferralla.
- Las maniobras de ubicación “in situ” de ferralla montada se guiará mediante un equipo de tres hombres, dos guiarán mediante sogas o cabos en dos direcciones la pieza a situar, siguiendo las instrucciones del tercero que procederá manualmente a efectuar las correcciones de aplomado.
- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Adecuar el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Balizar y señalar la presencia de líneas eléctricas.

- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por delante y por detrás de las pasarelas y encofrados.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad.
- Montaje de línea de vida anclada a los encofrados o elementos resistentes.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No se soltarán los enganches de grupos de barras hasta no estar en posición nivelada y estable y nunca tras ellas en pendiente.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento
- No transportar cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Planificación preventiva del acceso durante las diferentes fases del ferrallado.
- Planificación de los recorridos aéreos de la ferralla.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.

- Respetar niveles máximos de carga.
- Se señalará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.24.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de riesgos
- Señalista
- Sistema de protección contra incendios
- Tapón de plástico para protección de armaduras tipo “seta”

5.2.24.10 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras

- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Líneas de vida
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.25 Montaje de estructura metálica

5.2.25.1 Descripción

Esta actividad corresponde a las operaciones de construcción de elementos sustentantes, verticales y horizontales, utilizando como material principal el acero. Las principales operaciones consisten en realizar trabajos de soldadura en altura y ensamblajes de estructuras metálicas, vigas, pilares, etc.

5.2.25.2 Procedimiento

Las obras consistirán en la ejecución de las estructuras de acero, y de las partes de acero correspondientes a las estructuras mixtas de acero y hormigón.

Normalmente se cumplirán estos hitos:

- Ejecución en taller de la estructura.
- Expedición, transporte y montaje de la misma.
- Prestación y erección de todos los andamios y elementos de elevación y auxiliares que sean necesarios, tanto para el montaje como para la realización de la función inspectora.

La estructura metálica será, provisional y cuidadosamente, montada en blanco en el taller, para asegurarse de la perfecta coincidencia en el taladro de los diversos elementos que han de unirse, o de la exacta configuración geométrica de los elementos concurrentes.

Cuando la estructura sea de tamaño excepcional, no siendo suficientes los medios habituales y corrientes de que se puede disponer para el manejo y colocación de los diversos elementos de la misma, se realizará el montaje por separado de los elementos principales y secundarios.

El proceso de montaje será el previsto en los Planos. Antes del montaje en blanco en el taller, o del definitivo en obra, todas las piezas y elementos metálicos que constituyen la estructura serán fuertemente raspados con cepillos metálicos, para separar del metal toda huella de oxidación y cuantas materias extrañas pudiera tener adheridas.

Las manipulaciones necesarias para la carga, descarga, transporte, almacenamiento a pie de obra y montaje, se realizarán con el cuidado suficiente para no provocar sollicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura, y para no dañar ni a las piezas ni a la pintura. Se cuidarán especialmente,

protegiéndolas si fuera necesario, las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, cables o ganchos a utilizar en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura.

Se corregirá cuidadosamente, antes de proceder al montaje, cualquier abolladura, comba o torcedura que haya podido provocarse en las operaciones de transporte. Si el defecto no puede ser corregido, o se presume que, después de corregido, puede afectar a la resistencia o estabilidad de la estructura, la pieza en cuestión será rechazada; marcándola debidamente para dejar constancia de ello.

Durante su montaje, la estructura se asegurará provisionalmente mediante pernos, tornillos, calzos, apeos, o cualquier otro medio auxiliar adecuado; debiendo quedar garantizadas, con los que se utilicen, la estabilidad y resistencia de aquélla, hasta el momento de terminar las uniones definitivas.

En el montaje, se prestará la debida atención al ensamble de las distintas piezas, con el objeto de que la estructura se adapte a la forma prevista en el Proyecto; debiéndose comprobar, cuantas veces fuese necesario, la exacta colocación relativa de sus diversas partes.

No se comenzará el roblonado, atornillado definitivo, o soldeo de las uniones de montaje, hasta que no se haya comprobado que la posición de las piezas a que afecta cada unión coincide exactamente con la definitiva; o, si se han previsto elementos de corrección, que su posición relativa es la debida, y que la posible separación de la forma actual, respecto de la definitiva, podrá ser anulada con los medios de corrección disponibles.

Las placas de asiento de los aparatos de apoyo sobre los macizos de fábrica y hormigón se harán descansar provisionalmente sobre cuñas, y se inmovilizarán una vez conseguidas las alineaciones y aplomos definitivos; no procediéndose a la fijación última de las placas mientras no se encuentren colocados un número de elementos suficientes para garantizar la correcta disposición del conjunto.

5.2.25.3 Maquinaria

- Camiones grúa
- Equipos de soldadura por oxicorte
- Equipos de soldadura por arco eléctrico
- Grúas móviles
- Grúas torre
- Grupos electrógenos
- Manipuladores telescópicos.
- Motosoldadoras
- Plataformas elevadoras
- Radiales

- Taladradoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.25.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Transpaletas hidráulicas
- Torres de iluminación

5.2.25.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para montaje de estructuras metálicas.

5.2.25.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.25.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamiento por objetos
- Caída de objetos y herramientas

- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Enfermedades profesionales producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos.
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.25.8 Medidas preventivas

- La perfilería se transportarán de manera que el traqueteo, las sacudidas, los golpes o el peso de las cargas no pongan en peligro la estabilidad de las piezas, o del vehículo, debiendo estar firmemente sujetas las bridas o eslingas a las piezas.
- El almacenaje o acopio de los elementos se ubicará en una zona en la que los recorridos de la grúa que los va a elevar para proceder a su montaje no afecte a posibles trabajos bajo el área de acción de las cargas suspendidas.
- El lugar donde se almacenen será capaz de resistir el peso de las piezas, siendo horizontal.
- Para las operaciones de enganche se ha de comprobar que los anclajes que traen las piezas estén en correctas condiciones, comprobándose que las piezas no presentan zonas deterioradas con el consiguiente peligro de desprendimiento al izarse.
- Los cables empleados en las operaciones de izado deberán ser revisados periódicamente, desechándose cuando presenten el menor defecto.
- Empleo de ganchos y grilletes con cierres de seguridad.
- Las tenazas, abrazaderas u otros accesorios utilizados para el izado serán de forma y dimensiones que puedan garantizar una sujeción firme sin dañar al elemento, debiendo llevar marcada la carga máxima admisible en las condiciones más desfavorables de izado.
- La grúa o aparato de elevación será adecuado a las cargas a elevar.

- Se prohíbe el izado y montaje de elementos prefabricados pesados en régimen de fuertes vientos (más de 50 km/h).
- Si la zona de operaciones no queda dentro del campo visual del operador de grúa, se emplearán señalistas y cuantos trabajadores sean precisos, no permaneciendo ninguno de ellos bajo la vertical de la carga suspendida.
- Señalizar y acotar los posibles desniveles.
- El trabajo en altura se hará desde plataformas o andamios, si no fuera posible se empleará redes de protección, arnés de seguridad, sujetos a elementos fijos o a líneas de vida.
- Se revisarán las eslingas, grilletes y útiles de izado.
- Se utilizarán cuerdas (cabos y estrobos) para guiar las cargas suspendidas.
- La colocación de las piezas en su posición definitiva se hará en descenso vertical y lo más lentamente posible.
- Se fijarán los perfiles mediante tirantes u otros medios antes de proceder al desenganchado de las eslingas.
- Los perfiles en el momento de su colocación estarán exentos de hielo y nieve.
- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Colocación de elementos provisionales como cables, puntales, etc., para garantizar la estabilidad.
- Colocar tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Elevar la carga lo suficiente para evitar obstáculos.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.

- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad.
- Nivelación y compactación de suelos antes de utilizar maquinaria de elevación.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Pestillos de seguridad en ganchos.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Recopilación de información y detección según la técnica adecuada de los distintos servicios afectados.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Solo será permitido el uso de móviles mediante manos libres durante la conducción de maquinaria.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Técnica correcta de movimiento de ascenso y descenso entre distintos niveles.
- Tensión previa de los cables una vez enganchada la carga.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.

- Verificación del suelo sobre el que apoya la plataforma.
- Se adoptarán todas las medidas preventivas descritas en el presente Estudio para los trabajos de soldadura.

5.2.25.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Protección de huecos horizontales
- Redes de protección
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Sistema de protección contra incendios

5.2.25.10 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Dispositivos anticaídas (retráctil o deslizante)
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección

- Líneas de vida
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.26 Encofrados verticales

5.2.26.1 Descripción

Trabajos necesarios para el montaje y desmontaje de encofrados en cimentación o alzados a una o dos caras, rectos o curvos verticales. Incluye las labores de apeo y arriostamiento de los encofrados. Además, incluye la colocación de pasamuros.

5.2.26.2 Procedimiento

En este tipo de encofrados se utilizarán distintos tipos de elementos y/o materiales en función de la zona a encofrar. Así pues, en zonas con pequeñas alturas de encofrado (tales como zapatas, recrecidos de muros, etc.) se utilizará un tipo de encofrado tradicional formado por tabloncillos, tablas y puntales, aunque se estudiará la viabilidad de este tipo de encofrados debido a su bajo rendimiento y su costo.

En zonas en las que la altura ya sea considerable y se requiera un encofrado más resistente se usarán encofrados prefabricados como son paneles, estabilizadores, ménsulas de trabajo y mordazas de izado.

El montaje de los encofrados se basará en la unión entre diversos paneles unitarios modulados hasta conseguir el conjunto deseado tanto en longitud como en altura, incluyendo plataformas de trabajo, accesos, etc. incluyendo las unidades de montaje, traslado y colocación.

Habrà que realizar en el suelo el mayor número de operaciones de montaje posibles incluido el de las plataformas de trabajo, previas a la colocación “in situ” de los encofrados.

Los paneles serán colocados en su posición mediante la utilización de grúas y la unión entre paneles se realizará mediante cuñas rápidas.

Se acodalarán los paneles al terreno mediante barras estabilizadoras asegurando la verticalidad de los mismos mediante plomadas o niveles laser.

Una vez que estén colocados los paneles de una de las caras del muro, se colocarán los paneles de la otra cara, alineándose rápidamente mediante los tirantes que sujetarán las dos caras del encofrado.

Posteriormente si la altura de encofrado lo requiere se montará la plataforma de trabajo mediante los anclajes especialmente preparados para tal actividad.

5.2.26.3 Maquinaria

- Camiones grúa

- Grúas torre
- Grúas autopropulsadas
- Manipuladores telescópicos
- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Radiales
- Taladradoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.26.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carretón o carretilla de mano
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Puntales
- Torres de iluminación

5.2.26.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para encofrados.

5.2.26.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.26.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.26.8 Medidas preventivas

- No se permitirá la presencia de personal en las zonas de batida del encofrado ni en aquellos otros espacios que puedan verse afectados por una eventual caída, balanceo, etc.
- La orientación de los paneles de encofrado suspendidos se realizará mediante cuerdas guías amarradas a sus laterales y serán manipuladas por tantos trabajadores como sean necesarios y su longitud será tal que permita a estos permanecer alejados de la zona de batida o caída.
- Las labores de ajuste y nivelación se realizarán con los encofrados lo más cerca posible del suelo y siempre desde los lugares que presenten menor riesgo para los trabajadores que los manipulen en caso de caída fortuita o balanceo de la carga.
- Una vez acoplados y alineados los encofrados y antes de soltarlos de la grúa, se procederá a arriostrarlos adecuadamente.

- No se soltará el panel de la grúa hasta que no esté garantizada su estabilidad. En función de la altura a la cual quede posicionado el panel, el trabajador encargado de soltar la carga utilizará el sistema de protección correspondiente que le proteja, si existiera, del riesgo de caída en altura.
- En función de la altura del encofrado se dispondrán de andamiajes o plataformas de trabajo para el ascenso y descenso de personal a la zona de trabajo.
- En los encofrados en los cuales no se requiera la colocación de plataformas de trabajo o andamios de encofrado, se utilizarán escaleras de mano, pero nunca se trepará directamente por el encofrado.
- Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas movimiento de cargas durante las operaciones de izado de tabloncillos, tabloncillos, tablas y puntales. Igualmente se procederá durante la elevación de paneles, estabilizadores, ménsulas de trabajo, etc.
- Previamente al izado de módulos de encofrado suspendidos por medio de un gancho de grúa, se comprobará que los accesorios están en perfecto estado de utilización, son acordes con la carga y están correctamente cogidos a la misma.
- Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de los elementos estructurales que puedan verse afectados por la realización de estos trabajos, para impedir la caída al vacío de las personas.
- Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos.
- Una vez concluido un determinado tajo, limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará en un lugar conocido para su posterior retirada.
- El desencofrado se realizará siempre con ayuda de uñas metálicas realizándose siempre desde el lado del que no pueda desprenderse el panel, es decir desde el ya desencofrado.
- Antes del vertido de hormigón se comprobará la buena estabilidad del conjunto por un técnico cualificado.
- Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la rectificación de la situación barandillas de protección, líneas de vida para el enganche del mosquetón del arnés de seguridad.
- Se instalarán líneas de vida o cables fiadores para el enganche del mosquetón del arnés de seguridad, para zonas de difícil acceso.
- Si se van a necesitar plataformas de trabajo, los soportes se pueden colocar con el propio encofrado, para luego, preferentemente con una Plataforma elevadora de personal, instalar barandillas y plataformas.
- Se ha de priorizar la PEMP frente a otros medios como escaleras y andamios.
- Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán, o se remacharán. Posteriormente se eliminarán mediante un barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.

- Los recipientes para productos de desencofrado, se clasificarán rápidamente para su utilización o eliminación; en el primer caso, para su transporte y en el segundo para su vertido. En todo momento los recipientes de productos químicos estarán debidamente etiquetados.
- Las operaciones de desencofrado o descimbrado no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido durante y después del desencofrado o descimbrado.
- Se prestará especial atención en los elementos a desencofrar en los que el operario se tenga que situar en la misma trayectoria de salida de la punta. En esas ocasiones siempre se procederá a aflojar los paneles encofrados mediante palanca previamente. El operario debe colocarse de tal modo que no exponga la mitad superior del torso y la cabeza a la proyección.
- Se prohíbe terminantemente trepar por los encofrados
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos, señalando los obstáculos.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.

- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se señalará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de cinturones porta herramientas
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.26.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Pórticos de limitación de gálibo
- Protección de huecos horizontales
- Redes de protección
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalista
- Tapón de plástico para protección de armaduras tipo 'seta'

5.2.26.10 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cinturones portaherramientas
- Cremas protectoras
- Dispositivos anticaídas (retráctil o deslizante)
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Líneas de vida
- Rodilleras
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.27 Encofrados horizontales o inclinados

5.2.27.1 Descripción

Trabajos necesarios para el montaje y desmontaje de encofrados de losas (horizontales o inclinadas) y forjados (de planta y cubierta), así como capas de compresión situados a cualquier altura. Se incluyen los apeos y arriostramientos necesarios, montaje y desmontaje de pasarelas, barandillas, redes y elementos preventivos, escaleras de acceso a las pasarelas. Se excluye el montaje de cimbras o sistemas especiales de sujeción de los encofrados (sistema paraguas). Además, incluye la colocación de pasamuros.

5.2.27.2 Procedimiento

Como ejemplo de encofrado horizontal se puede destacar las estructuras con losas o forjados.

De forma particular, por ser de entre todos el más completo, el procedimiento constructivo para la ejecución del encofrado de la losa de forjado será el siguiente:

- Colocación de sopandas, portasopandas y puntales o premontaje de estructura de grandes superficies (mesas).
- Estabilizar conjunto (rigidizar mediante arriostramiento adecuado a pilares).

- Colocación de redes horizontales
- Preparar accesos a superficie de encofrado, ya que para el encofrado de estos forjados se realiza a alturas superiores a las habituales, lo que implica estudio específico de elementos auxiliares (andamios, escaleras especiales).
- Configurar área que permita preparar acopios sobre la superficie encofrada.
- Colocar superficie encofrante siguiendo el contorno diseñado.
- Colocación de barandillas y tabicas.
- Aplicación de desencofrante.
- Ferrallado.
- Hormigonado.
- Retirada de red.
- Desencofrado.
- Desmontaje de encofrado.

5.2.27.3 Maquinaria

- Camiones grúa
- Grúas torre
- Grúas autopropulsadas
- Manipuladores telescópicos
- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Radiales
- Taladradoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.27.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carretón o carretilla de mano

- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Puntales
- Torres de iluminación

5.2.27.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica encofrados.

5.2.27.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.27.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)

- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.27.8 Medidas preventivas

- Previo al montaje de estos elementos se instalarán redes de protección horizontal en las zonas que por motivos de seguridad sean necesarias.
- El montaje de las redes de seguridad se realizará desde un medio auxiliar que garantice la seguridad de los trabajadores (plataforma elevadora, andamio, torre de andamio, etc.).
- Solo permanecerán en la zona de montaje los trabajadores que lo realicen.
- Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de las losas horizontales con riesgo de caída al vacío de las personas.
- No se admitirá caminar o pisar directamente sobre las sopandas. Se tenderán recorridos que actúen de caminos seguros y se circulará sujetos a cables fiadores con arnés de seguridad si no fuera viable otro tipo de protección.
- Los bordes de forjado y huecos de escalera deben dotarse de barandillas de protección tipo sargento, de 1 m de altura con listón intermedio y rodapié de 15 a 30 cm de altura, dejando libres los desembarcos de las zancas.
- Para los huecos de distintos tamaños (pasos de instalaciones, etc.), se utilizarán tapas de resistencia garantizada, y que no puedan desplazarse con facilidad.
- En escaleras se procurará construir el peldaño definitivo que facilite el acceso de trabajadores a las distintas plantas o tajos, evitando recurrir a la colocación de peldaños metálicos prefabricados, o la utilización de escaleras de mano.
- El personal dispondrá de arnés de seguridad durante toda la ejecución de los trabajos, incluso durante el montaje y desmontaje de otros elementos de protección, cuando no se disponga de una protección colectiva.
- No se permitirá la presencia de personal en las zonas de batida del encofrado ni en aquellos otros espacios que puedan verse afectados por una eventual caída, balanceo, etc.
- La orientación de los paneles de encofrado suspendidos se realizará mediante cuerdas guías amarradas a sus laterales y serán manipuladas por tantos trabajadores como sean necesarios y su longitud será tal que permita a estos permanecer alejados de la zona de batida o caída.

- Las labores de ajuste y nivelación se realizarán con los encofrados lo más cerca posible del suelo y siempre desde los lugares que presenten menor riesgo para los trabajadores que los manipulen en caso de caída fortuita o balanceo de la carga.
- Una vez acoplados y alineados los encofrados y antes de soltarlos de la grúa, se procederá a arriostrarlos adecuadamente.
- No se soltará el panel de la grúa hasta que no esté garantizada su estabilidad. En función de la altura a la cual quede posicionado el panel, el trabajador encargado de soltar la carga utilizará el medio auxiliar correspondiente que le proteja, si existiera, del riesgo de caída en altura.
- En función de la altura del encofrado se dispondrán de andamiajes o plataformas de trabajo para el ascenso y descenso de personal a la zona de trabajo.
- En los encofrados en los cuales no se requiera la colocación de plataformas de trabajo o andamios de encofrado, se utilizarán escaleras de mano, pero nunca se trepará directamente por el encofrado.
- Previamente al izado de módulos de encofrado suspendidos por medio de un gancho de grúa, se comprobará que los accesorios están en perfecto estado de utilización, son acordes con la carga y están correctamente cogidos a la misma.
- Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de los elementos estructurales que puedan verse afectados por la realización de estos trabajos, para impedir la caída al vacío de las personas.
- Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos.
- Una vez concluido un determinado tajo, limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará en un lugar conocido para su posterior retirada.
- El desencofrado se realizará siempre con ayuda de uñas metálicas realizándose siempre desde el lado del que no pueda desprenderse el panel, es decir desde el ya desencofrado.
- Los recipientes para producto de desencofrado, se clasificarán para su correcta utilización o eliminación, en el primer caso, para su transporte y en el segundo para su vertido.
- Antes del vertido de hormigón se comprobará la buena estabilidad del conjunto por un técnico cualificado.
- Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la rectificación de la situación barandillas de protección, cables fiadores para el enganche del mosquetón del arnés de seguridad.
- Se instalarán líneas de vida o cables fiadores para el enganche del mosquetón del arnés de seguridad, para zonas de difícil acceso.
- Si se van a necesitar plataformas de trabajo, los soportes se pueden colocar con el propio encofrado, para luego, preferentemente con una Plataforma elevadora de personal, instalar barandillas y plataformas.

- Se ha de priorizar la PEMP frente a otros medios como escaleras y andamios.
- Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán, o se remacharán. Posteriormente se eliminarán mediante un barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.
- Los recipientes para productos de desencofrado, se clasificarán rápidamente para su utilización o eliminación; en el primer caso, para su transporte y en el segundo para su vertido. En todo momento los recipientes de productos químicos estarán debidamente etiquetados.
- Las operaciones de desencofrado o descimbrado no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido durante y después del desencofrado o descimbrado.
- Se prestará especial atención en los elementos a desencofrar en los que el operario se tenga que situar en la misma trayectoria de salida de la punta. En esas ocasiones siempre se procederá a aflojar los paneles encofrados mediante palanca previamente. El operario debe colocarse de tal modo que no exponga la mitad superior del torso y la cabeza a la proyección.
- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a las caídas y tropiezos evitando o señalando los obstáculos.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No transportar cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.

- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de cinturones porta herramientas
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.27.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Pórticos de limitación de gálibo
- Protección de huecos horizontales
- Redes de protección
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación

- Señalista
- Tapón de plástico para protección de armaduras tipo ‘seta’

5.2.27.10 Equipos de protección individual

- Arnese y anclajes
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cinturones portaherramientas
- Cremas protectoras
- Dispositivos anticaídas (retráctil o deslizante)
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Guantes de protección
- Líneas de vida
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.27.11 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Protección de huecos horizontales
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro
- Tapón de plástico para protección de armaduras tipo “seta”
- Topes de desplazamiento de vehículos

5.2.27.12 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Botas impermeables
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.28 Juntas, sellados e impermeabilizaciones en estructuras de hormigón

5.2.28.1 Descripción

Comprende los trabajos para el tratamiento de juntas, sellados e impermeabilizaciones en las diversas estructuras.

Existen diferentes tipos de juntas:

- Junta por Discontinuidad de Diseño: estas juntas tienen movimientos poco apreciables. Por ejemplo: juntas entre marcos de ventanas y puertas. etc.
- Junta de Construcción: las juntas de construcción son las que se originan por interrupciones previstas o no en la puesta en obra.
- Junta de Contracción: las juntas de contracción evitan el agrietamiento de los elementos de la junta.
- Junta de Dilatación o Expansión: Las juntas de expansión son aquellas que se forman en obra dejando una luz en toda su sección de la estructura entre elementos contiguos; para ello se emplean rellenos que permiten la expansión de esos elementos.

Referente al sellado de las juntas, es colocar un producto adecuado en una junta para impedir la penetración de humedad o aire por ese espacio entre elementos.

Las juntas deben sellarse para conservar ese espacio donde se producirán los movimientos, para impedir que penetre agua u otro elemento y para proteger los bordes del deterioro por impacto de cargas puntuales.

Referente a la impermeabilización de las estructuras de hormigón, se realizarán con una o varias capas de pintura bituminosa impermeable.

5.2.28.2 Procedimiento

Juntas y sellados en obras de hormigón

La junta se montará de acuerdo con las instrucciones del fabricante, poniendo especial atención a su anclaje al elemento estructural y al enrase con su superficie.

Antes de montar la junta, se ajustará su abertura inicial cortando y demoliendo la zona que ocupará la junta, en función de la temperatura media de la estructura en ese momento y de los acortamientos diferidos previstos.

Posteriormente se fijarán los elementos necesarios de fijación y se sellará enrasando con la superficie.

Las partes vistas llevarán una capa de pintura protectora.

El proceso de colocación no producirá desperfectos estructurales, ni modificará las condiciones exigidas al material.

Impermeabilizaciones en obras de hormigón

La superficie de la estructura, cuya edad será siempre superior a veintiocho días (28 d), no debe presentar cavidades ni elementos salientes. Se eliminará mediante barrido y/o aspiración todo material y polvo suelto, con la ayuda si fuera preciso de un lavado con agua a presión.

Una vez obtenida la superficie convenientemente uniforme, llana y limpia, totalmente seca, se procederá a la aplicación de una capa de imprimación bituminosa. La aplicación se realizará sobre toda la superficie y en la altura correspondiente. La aplicación y secado se realizará a una temperatura ambiente y del soporte igual o superior a cinco grados centígrados (5°C). Si es necesario se podrá repetir la operación con una segunda capa de pintura impermeabilizante.

5.2.28.3 Maquinaria

- Motovolquetes
- Camiones grúa
- Camiones de suministro
- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Sopletes
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.28.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas

- Carretón o carretilla de mano
- Carro portabotellas de gases licuados
- Escaleras manuales
- Torres de iluminación

5.2.28.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica de trabajos de aislamiento e impermeabilización.

5.2.28.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.28.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos térmicos

- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Exposición a sustancias químicas nocivas
- Intoxicación o asfixia
- Incendio y explosión
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.28.8 Medidas preventivas

- Antes de utilizar cualquier producto químico se ha de leer detenidamente la Ficha de Datos de Seguridad del mismo.
- Se ha de tener en cuenta las indicaciones existentes en la etiqueta del envase del producto químico (pictograma, frases R de riesgo y frases S de consejos de seguridad).
- La zona de trabajo con productos químicos ha de estar convenientemente ventilada.
- Cumplir siempre la prohibición de no fumar ni encender fuego.
- No utilizar recipientes inadecuados para el manejo de productos químicos.
- Mantener todos los envases de productos cerrados, almacenados en lugares frescos y ventilados, lejos de fuentes de calor.
- Almacenar todos los productos ordenadamente, separando unos de los otros, para evitar mezclas que pudiesen producir reacciones peligrosas.
- Se dispondrá, como mínimo, de un extintor de polvo seco de seis kilos al lado del soplete, en su caso.
- Se limpiarán de inmediato los derrames de productos que se produzcan.
- En los puestos o lugares de trabajo, sólo se depositará la cantidad estrictamente necesaria para el proceso de fabricación de una jornada de trabajo, retirando una vez terminada, cualquier recipiente, residuo, derrame, etc.
- Las impermeabilizaciones en zonas de espacio reducido (pozos, interior de tableros, etc.) han de realizarse mediante la ventilación forzada necesaria del lugar. Establecer procedimiento de trabajo similar a espacio confinado, en caso de ser necesario.

- Las bombonas de gases tendrán su almacén propio. Se almacenarán a la sombra y en posición vertical.
- Se revisarán las válvulas, mangueras y sopletes para evitar fugas de gases.
- Se retirarán las botellas de gas de las proximidades de toda fuente de calor, protegiéndolas del sol.
- Los rollos de material para impermeabilizaciones se acopiarán en lugares apropiados para ello.
- Los acopios de material nunca se dispondrán de forma que puedan obstaculizar el tránsito de maquinaria y personal, para evitar accidentes derivados de ello.
- Se prohíbe expresamente abandonar y dejar encendidos los mecheros, sopletes o cualquier otro utensilio utilizado para la ejecución de la soldadura de láminas. Una vez utilizados se apagarán inmediatamente, para evitar posibles incendios.
- Durante el empleo de colas, productos bituminosos y disolventes se mantendrá constantemente una “corriente de aire” suficiente como para la renovación constante y evitar atmósferas tóxicas. Se trata de una medida a tener en cuenta en zonas de anclaje a obras de fábrica y otros elementos en los que pudieran crearse atmósferas reducidas, puesto que, al tratarse de montaje de láminas al aire libre queda asegurada una atmósfera suficientemente ventilada.
- Se establecerá, en un lugar apropiado, un almacén para colas, productos bituminosos y disolventes. En este almacén se deberán adoptar las medidas específicas establecidas para ello, en función de la peligrosidad de las sustancias almacenadas.
- Se prohíbe mantener y almacenar colas, productos bituminosos y disolventes en recipientes sin estar perfectamente cerrados, para evitar la formación de atmósferas nocivas.
- Los rollos de láminas impermeabilizantes, geotextiles, etc. se almacenarán separados de los disolventes y las colas, con el fin de evitar el aumento de dimensión de posibles incendios.
- Se instalarán extintores de polvo químico seco, ubicados junto al punto de acopio de cada material (el de disolventes y colas y el de rollos de lámina y geotextil), en número suficiente en función de la cantidad de material almacenado.
- Se prohíbe abandonar directamente sobre el suelo los cortantes, tijeras, cuchillas o cualquier otro utensilio o maquinaria necesaria para la ejecución de las uniones entre rollos, con el fin de evitar tropiezos, cortes o pinchazos.
- Debe evitarse la coincidencia en una misma línea de caída de tajos a distintos niveles.
- Se prohíbe expresamente fumar, comer o beber cerca del producto.
- Lavarse las manos y/o cara antes de las pausas y al finalizar el trabajo. Evitar el contacto prolongado con los ojos y con la piel.

- Se evitará en lo posible el contacto directo de pinturas bituminosas con la piel, para lo cual se dotará a los trabajadores que realicen la imprimación de prendas de trabajo adecuadas, que les protejan de salpicaduras y permitan su movilidad
- El vertido de pinturas y materias primas sólidas como pigmentos, cementos, otros, se llevará a cabo desde poca altura para evitar salpicaduras y nubes de polvo.
- Cuando se apliquen imprimaciones que desprendan vapores orgánicos los trabajadores deberán estar dotados de adaptador facial que debe cumplir con las exigencias legales vigentes, a este adaptador facial irá acoplado su correspondiente filtro químico o filtro mecánico cuando las pinturas contengan una elevada carga pigmentaria y sin disolventes orgánicos que eviten la ingestión de partículas sólidas.
- Cuando se apliquen pinturas con riesgos de inflamación se alejarán del trabajo las fuentes radiantes de calor, como trabajos de soldadura u otros, teniendo previsto en las cercanías del tajo un extintor.
- El almacenamiento de pinturas susceptible de emanar vapores inflamables deberá hacerse en recipientes cerrados alejándolos de fuentes de calor y en particular cuando se almacenen recipientes que contengan nitrocelulosa se deberá realizar un volteo periódico de los mismos, para evitar el riesgo de inflamación. Se instalarán extintores de polvo químico seco al lado de la puerta de acceso al almacén de pinturas.
- La impermeabilización de elementos en altura será realizada mediante el empleo de andamio modular o plataforma elevadora móvil. Nunca desde escaleras.
- No se podrán realizar trabajos en la vertical de la impermeabilización.
- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos.

- Se señalará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Uso de cinturones porta herramientas
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.

5.2.28.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro
- Sistema de protección contra incendios
- Ventilación o extracción

5.2.28.10 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Dispositivos anticaídas (retráctil o deslizante)
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Máscaras o mascarillas y filtros
- Líneas de vida

- Rodilleras
- Ropa de protección
- Pantallas faciales
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.29 Hormigonado

5.2.29.1 Descripción

Trabajos necesarios para el hormigonado de elementos horizontales (zapatas, vigas, losas, forjados, cubiertas y capas de compresión), inclinados (cubiertas, losas de escaleras o rampas) o verticales (muros, pilares, etc.) situados a cualquier cota.

Se incluye el montaje de los medios auxiliares y equipos de protección en encofrados y aceros), así como las labores de colocación de maestras y berenjenos, incorporación de fibras de refuerzo al hormigón o colorantes, vertido (directo, con cubilote o con bomba), ejecución de juntas de hormigonado, vibrado (con vibrador o regla vibrante) y extendido de tratamientos de endurecimiento o curado con el hormigón fresco.

5.2.29.2 Procedimiento

Fabricación y transporte del hormigón

Para el transporte del hormigón se utilizarán procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua del amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.

Entrega del hormigón

La entrega del hormigón deberá regularse de manera que su puesta en obra se efectúe de forma continua. El tiempo transcurrido entre entregas no podrá rebasar lo indicado en la Norma EHE.

Vertido de hormigón

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a 2 m quedando prohibido verterlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillos, o hacerlo avanzar más de 1 m dentro de los encofrados. Se procurará siempre que la distribución del hormigón se realice en vertical, evitando proyectar el chorro de vertido sobre armaduras o encofrados.

Al verter el hormigón, se vibrará para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente las zonas en que exista gran cantidad de ellas, y manteniendo siempre los recubrimientos y separaciones de las armaduras especificadas en los planos.

Compactación del hormigón

El Director de las Obras aprobará, a propuesta del Contratista, el espesor de las tongadas de hormigón, así como la secuencia, distancia y forma de introducción y retirada de los vibradores.

Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones locales ni fugas importantes de lechada por las juntas de los encofrados. La compactación será más cuidadosa e intensa junto a los paramentos y rincones del encofrado y en las zonas de fuerte densidad de armaduras, hasta conseguir que la pasta refluya a la superficie.

La distancia entre puntos de inmersión será la adecuada para dar a toda la superficie de la masa vibrada un aspecto brillante; como norma general será preferible vibrar en muchos puntos por poco tiempo a vibrar en pocos puntos prolongadamente.

Cuando se empleen vibradores de inmersión deberá darse la última pasada de forma que la aguja no toque las armaduras.

Antes de comenzar el hormigonado, se comprobará que existe un número de vibradores suficiente para que, en caso de que se averíe alguno de ellos, pueda continuarse el hormigonado hasta la próxima junta prevista.

En el caso del hormigón pretensado la compactación se efectuará siempre mediante vibrado. Se pondrá el máximo cuidado en que los vibradores no toquen las vainas para evitar su desplazamiento o su rotura y consiguiente obstrucción. Durante el vertido y compactado del hormigón alrededor de los anclajes, deberá cuidarse de que la compactación sea eficaz, para que no se formen huecos ni coqueras y todos los elementos del anclaje queden bien recubiertos y protegidos.

Juntas

Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción y/o dilatación. Las de dilatación estarán definidas en los planos del Proyecto. Las de contracción y hormigonado se fijarán de acuerdo con el plan de obra y las condiciones climatológicas, pero siempre con antelación al hormigonado.

Curado del hormigón

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento, se someterá al hormigón a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo adecuado en el que, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del hormigón. Para lo cual deberá curarse mediante procedimientos que no produzcan ningún tipo de daño en superficie, cuando esta haya de quedar vista, ni suponga la aportación de sustancias perjudiciales para el hormigón.

5.2.29.3 Maquinaria

- Retroexcavadoras
- Motovolquetes
- Bombas de hormigón autopropulsadas
- Camiones grúa
- Camiones de suministro
- Camiones hormigonera
- Fratasadoras
- Grúas torre
- Grúas autopropulsadas
- Grupos electrógenos
- Hormigoneras móviles
- Manipulador telescópico
- Minicargadoras
- Miniexcavadoras
- Vibradores
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.29.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carretón o carretilla de mano
- Castilletes de hormigonado
- Cubilote para hormigonado
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales

- Pasarelas de obra
- Puntales
- Torres de iluminación

5.2.29.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

5.2.29.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.29.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos

- Exposición a sustancias químicas nocivas
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.29.8 Medidas preventivas

- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá quedar protegida frente a caídas por huecos, ya sean pozo, vaciados o similares; o tropiezos con obstáculos, estableciendo la correcta señalización y quipos de protección.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.

- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Uso de cinturones porta herramientas
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.
- Los contactos dérmicos con el hormigón serán limpiados con agua abundante en el momento. En caso de existir quemadura acudir de inmediato a asistencia médica.
- En caso de contacto del hormigón con los ojos limpiar con agua y acudir siempre a asistencia médica.
- Para hormigonar sobre losas han de establecerse pasarelas mediante tablonas a modo de pasillos.
- Queda prohibido situarse en el lugar de hormigonado, hasta que el camión hormigonera no esté en posición de vertido.
- Está prohibido el cambio de posición del camión hormigonera al tiempo que se vierte el hormigón. Esta maniobra deberá efectuarse en su caso con la canaleta fija para evitar movimientos incontrolados y los riesgos de atrapamiento o golpes a los trabajadores.
- En la fase de compactación y vibración, cuando los vibradores estén sujetos a los encofrados, se vigilará la rigidez de la unión entre ambos.

Vertido mediante canaleta

- Los camiones hormigonera se situarán a una distancia mínima de seguridad de los bordes de excavaciones, mínimo 2 m.
- No está permitido el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a los 2 m.
- Los operarios de apoyo a las operaciones de vertido no se situarán detrás del camión hormigonera en las operaciones de retroceso del mismo
- El vertido en pilares y vigas de altura intermedia se realizará desde puntos de permanencia que garanticen la seguridad de los trabajadores.
- La maniobra de vertido será dirigida por un capataz o persona autorizada que vigilará que no se realicen maniobras inseguras.

- Los operarios nunca se deben situar detrás de los camiones hormigonera durante el retroceso.
- La maniobra de vertido será dirigida por un operario, en aquellos casos en los que exista riesgo de vuelco, atropello, etc.
- Se debe de acondicionar el camino de acceso de la hormigonera y planificar las pendientes.
- Las rampas de acceso a los tajos serán tales que las hormigoneras podrán acceder a las mismas en función de la máxima pendiente del manual de las máquinas.
- Si la zona de parada de la hormigonera es en pendiente se deben de prever la colocación de topes de desplazamiento para evitar el posible movimiento de la hormigonera.
- La hormigonera no debe tener partes salientes que puedan golpear a los operarios.
- No subirse a la cuba de la hormigonera en marcha.
- Para la visibilidad de las partes de la hormigonera en horas nocturnas deberán disponer de iluminación y vinilos reflectantes.
- El vehículo debe poseer frenos hidráulicos con doble circuito independiente tanto para el eje trasero como delantero.
- Los elementos para subir o bajar del camión han de ser antideslizantes.
- El camión hormigonera debe poseer los dispositivos de señalización que marca el código de la circulación.
- Las cabinas deben ser de una resistencia tal y estar instaladas de manera que ofrezcan una protección adecuada al conductor contra la caída de objetos.
- Las cabinas deben poseer sistema de ventilación y calefacción.
- La cabina debe estar provista de un asiento fijo para el conductor y para los pasajeros autorizados para viajar en ella.
- Los asientos deben estar contruidos de forma que absorban en medida suficiente las vibraciones, tener respaldo y un apoyo para los pies y ser cómodos.
- Los camiones deben llevar los siguientes equipos: un botiquín de primeros auxilios, un extintor de incendios de nieve carbónica o componentes halogenados con una capacidad mínima de 5 kg., herramientas esenciales para reparaciones en carretera, lámparas de repuesto, luces intermitentes, reflectores, etc.
- Para desplegar la canaleta se deberán quitar los tornillos de bloqueo haciéndola girar hacia posición de descarga; una vez allí, se quitará la cadena de seguridad y se cogerá por el extremo haciendo girar hasta la posición desplegada. Hay que evitar poner las manos entre las uniones de las canaletas en el momento del despliegue.

- Al desplegar la canaleta nunca se debe situar el operario en la trayectoria de giro de la misma para evitar cualquier tipo de golpes.
- Las canaletas auxiliares deben de ir sujetas al bastidor del camión mediante cadenas de cierre y con seguro de cierre.
- Después de cada paso de hormigón se deben limpiar las canaletas con una descarga de agua.
- La limpieza de la cuba y canaletas se efectuará en lugares señalados para tal labor.
- No realizar la limpieza de la canaleta situado en altura sobre la máquina.
- No realizar la limpieza en zonas cercanas a conductores eléctricos, cuadros, generadores, etc.
- Ha de realizarse el correcto mantenimiento preventivo de los camiones hormigonera por parte de taller.

Vertido directo mediante cubo

- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible.
- La apertura del cubo para el vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables.
- Se evitará golpear los encofrados y/o entibaciones.
- Del cubo penderán cabos de guía para ayudar a su correcta posición de vertido.
- No se guiará directamente con las manos o libremente para prevenir caídas por movimiento pendular del cubo.
- La tolva no debe tener partes salientes de las que pueda caer el hormigón acumulado en ellas, así como se debe comprobar el cierre perfecto de la boca para evitar el desparramamiento del material a lo largo de su trayectoria.
- La tolva debe estar suspendida de la grúa por medio de gancho provisto de pestillo de seguridad y su movimiento se dirigirá mediante código de señales evitando toda arrancada o parada brusca.
- Es importante que haya alguien que indique la maniobra al gruista para realizar las tareas.
- El movimiento de la tolva en la zona de vertido del hormigón, deberá ser vertical al bajar hasta los operarios y no en forma de barrido (horizontal a baja altura).
- En operaciones de vertido manual de los hormigones mediante carretilla, la superficie por donde pasen las mismas estará limpia y sin obstáculos.
- En caso necesario, el cubo será manejado mediante cabos de guiado.
- No introducir las manos ni ninguna parte del cuerpo en las trampillas ni partes móviles del cubo.

- No podrá haber trabajadores situados en la vertical de los trabajos.
- El hormigonado se realizará desde plataformas de trabajo de 60 cm. de ancho protegidas por barandillas de 100 cm de altura formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié.
- El acceso a dichas plataformas se realizará desde escaleras de mano o de tiros y mesetas en función de su altura, correctamente ancladas a la estructura.

Vertido mediante bombeo

- Antes de iniciar el bombeo del hormigón, se comprobará que las ruedas de la bomba están bloqueadas mediante topes de desplazamiento y los gatos estabilizadores es posición con el enclavamiento mecánico o hidráulico instalado.
- La zona de bombeo (en casco urbano) quedará totalmente aislada de los viandantes.
- Se comprobará periódicamente, antes del inicio del suministro, el estado de desgaste interno de la tubería de transporte mediante medidor de espesores.
- Antes de iniciar el suministro se asegurará que todos los acoplamientos de palanca tienen en posición de inmovilización los pasadores.
- Antes de verter el hormigón en la tolva se asegurará que está instalada la parrilla.
- Si se debe bombear a gran distancia, antes de suministrar el hormigón, se probarán los conductos bajo la presión de seguridad.
- Serán realizadas las pruebas de limpieza de la tubería según lo especificado en el manual del fabricante.
- Antes de iniciar el hormigonado se lubricará la tubería de transporte de hormigón (prueba de lechada). Esto se consigue con una lechada constituida por dos partes de cemento, una parte de arena fina y la cantidad de agua necesaria para formar una mezcla con una consistencia fluida. No emplear hormigón con agua para esta comprobación.
- El brazo de elevación de la manguera, únicamente podrá ser utilizado para la misión a la que ha sido dedicado por su diseño.
- El terminal flexible no se conectará con otras tuberías de distribución. Una posición intermedia del terminal flexible es el origen de atascamientos.
- Justo al iniciar el bombeo el terminal de goma debe colgar libremente y no debe haber ningún trabajador en el radio de acción de la manguera en caso de quedar libre. Una vez realizado esto, se procede a sujetar la manguera por parte de 2 operarios. Se evita de esta forma los accidentes originados por golpes del terminal flexible y por proyecciones de hormigón.
- En caso de atascamientos durante los trabajos no se insistirá en el bombeo. El operador de la bomba realizará ciclos de aspiración para retirar la presión de la tubería y facilitar que se elimine el tapón. Durante los ciclos de aspiración permanecerá en marcha el mezclador de la tolva de alimentación

para homogeneizar el hormigón. Igualmente que en el arranque, se dejará la terminal libre y sin operarios en el radio de acción durante esta operación. Si tras aplicar esta medida persiste el tapón, se paralizará el bombeo y se desmontará el tramo de tubería atascado.

- Los dispositivos de seguridad del equipo de bombeo, estarán siempre en perfectas condiciones de funcionamiento, se prohíbe expresamente, su modificación o manipulación.
- Nunca debe apoyarse el terminal de goma de manera que este se pliegue. Podría causar obstrucciones con proyecciones violentas del material y latigazos cuando comienza de nuevo el bombeo. Este mismo efecto se produce cuando se hunde el terminal de goma en el hormigón vertido (por ejemplo, en pilas) o cuando se introduce la terminal entre zonas angostas.
- No se tocará nunca directamente con las manos la tolva o el tubo oscilante si la máquina está en marcha.
- Si se efectuarán trabajos en la tolva o en el tubo oscilante, primero se para el motor de accionamiento, se purga la presión del acumulador a través del grifo, y luego se efectúa la tarea que se requiera.
- En la zona de barrido de la manguera sólo estarán los trabajadores necesarios para el manejo de la misma y vibrado.
- Está prohibido bombear un hormigón que haya superado el tiempo máximo para su descarga (hora límite de uso).
- Vigilar el emplazamiento de la bomba y de los trabajadores: apoyo de los estabilizadores en terreno resistente, presencia de líneas eléctricas aéreas y no situar el brazo de la bomba sobre zonas de paso de peatones o trabajadores. Si el bombeo es realizado sobre forjados de edificación, los trabajos en el piso inferior de dicho forjado han de evitarse, asimismo el número de trabajadores en la zona de bombeo será el mínimo necesario, en previsión de potenciales derrumbes.
- Se prohíbe introducir o accionar la pelota de limpieza de la bomba de hormigón sin antes instalar la “redcilla” de recogida a la salida de la manguera tras el recorrido total del circuito. En caso de detención de la bola, se paralizará la máquina, se reducirá la presión a cero y se desmontará a continuación la tubería.
- Los operarios, amarrarán la manguera terminal antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza, a elementos sólidos, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.
- El hormigonado de elementos verticales, se ejecutará gobernando la manguera desde castilletes o plataformas de trabajo de hormigonado, protegiendo con barandilla de 100 cm. con barra superior, intermedia y rodapié los riesgos de caída en altura.
- Esta plataforma de trabajo nunca será móvil y ha de estar correctamente arriostrada a la estructura.
- Las plumas y estabilizadores accionados hidráulicamente deben ir cerrados o bloqueados mecánicamente en la posición de transporte.
- La operación de vibrado, se realizará siempre desde una posición estable.

- La manguera de alimentación del vibrador desde el cuadro eléctrico estará protegida si discurre por zonas de paso.
- Tener precaución con tendidos eléctricos y obstáculos.
- Comprobar el funcionamiento de control a distancia.
- Hay que observar todas las limitaciones en la posición de la pluma señaladas por el fabricante de la bomba.
- Quitar las llaves de contacto cuando se trabaja en la bomba o vehículo.
- No desatender la máquina cuando esté funcionando; el movimiento de un pescante podría hacerla volcar.
- Cuando se trabaja en sitios cercanos al tráfico deben erigirse barreras y ponerse avisos.
- Asegurarse de poseer espacio libre cuando un camión hormigonera va hacia la bomba en marcha atrás y dar señales claras que faciliten la maniobra al conductor.
- Utilizar una iluminación adecuada al trabajo.
- Una vez concluido el hormigonado se lavará y limpiará el interior de los tubos de toda la instalación, en prevención de accidentes por la aparición de “tapones” de hormigón.
- Se exigirá que el lugar de ubicación de la bomba cumpla por lo menos:
 - Que sea horizontal
 - Que no diste menos de 2 m. del borde de un talud (como norma general), zanja o corte del terreno.
 - No exceder la carga que puede soportar el terreno; repartir la carga con durmientes en caso de duda, colocándolos debajo de los estabilizadores.
- Se respetará siempre el texto de las placas de aviso instaladas en la máquina.
- Si el motor de la bomba es eléctrico:
 - Antes de abrir el cuadro general de mando hay que asegurar su total desconexión.
 - No se modificará o puentearán los mecanismos de protección eléctrica; si se hace, se pueden causar algún accidente al reanudar el servicio.

5.2.29.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)

- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Protección de huecos horizontales
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro
- Tapón de plástico para protección de armaduras tipo “seta”
- Topes de desplazamiento de vehículos

5.2.29.10 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Botas impermeables
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.30 Solera de hormigón

5.2.30.1 Descripción

Las soleras de hormigón son elementos no estructurales destinados a proporcionar un firme horizontal en determinadas zonas de las edificaciones, ya sea como acabado definitivo o como base para recibir otro tipo de pavimentos.

Las soleras de hormigón no tienen en principio misión estructural, normalmente la escasa resistencia a flexotracción del hormigón es suficiente para resistir los esfuerzos que recibe, por lo que la misión del armado es la de resistir las tensiones de tracción que se producen por fenómenos higrotérmicos.

5.2.30.2 Procedimiento

1.1.1.1.1 Preparación de la superficie

Se limpiará adecuadamente la capa de asiento de la solera.

1.1.1.1.2 Colocación de lámina

Sobre la superficie de asiento es conveniente colocar una lámina de polietileno antes de verter el hormigón de la solera.

La misión de esta capa de polietileno es, por un lado, permitir el libre movimiento de la masa de hormigón sobre el soporte, reduciendo el rozamiento entre ambas capas y por otro lado evitar la pérdida de lechada de la masa de hormigón y el posible ascenso de humedades de capilaridad, aunque también puede tener el inconveniente de no drenar adecuadamente el agua que provenga desde el exterior hacia la subbase.

1.1.1.1.3 Colocación de la armadura

Sobre los separadores adecuadamente distribuidos se colocará el mallazo necesario.

1.1.1.1.4 Fabricación y transporte del hormigón

Para el transporte del hormigón se utilizarán procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua del amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.

1.1.1.1.5 Entrega del hormigón

La entrega del hormigón deberá regularse de manera que su puesta en obra se efectúe de forma continua. El tiempo transcurrido entre entregas no podrá rebasar lo indicado en la Norma EHE.

1.1.1.1.6 Vertido de hormigón

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a 2 m, quedando prohibido verterlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillos, o hacerlo avanzar más de 1 m dentro de los encofrados. Se procurará siempre que la distribución del hormigón se realice en vertical, evitando proyectar el chorro de vertido sobre armaduras o encofrados.

Al verter el hormigón, se vibrará para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente las zonas en que exista gran cantidad de ellas, y manteniendo siempre los recubrimientos y separaciones de las armaduras especificadas en los planos.

1.1.1.1.7 Compactación del hormigón

El Director de las Obras aprobará, a propuesta del Contratista, el espesor de las tongadas de hormigón, así como la secuencia, distancia y forma de introducción y retirada de los vibradores.

Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones locales ni fugas importantes de lechada por las juntas de los encofrados. La compactación será más cuidadosa e intensa junto a los paramentos y rincones del encofrado y en las zonas de fuerte densidad de armaduras, hasta conseguir que la pasta refluya a la superficie.

La distancia entre puntos de inmersión será la adecuada para dar a toda la superficie de la masa vibrada un aspecto brillante; como norma general será preferible vibrar en muchos puntos por poco tiempo a vibrar en pocos puntos prolongadamente.

Cuando se empleen vibradores de inmersión deberá darse la última pasada de forma que la aguja no toque las armaduras.

Antes de comenzar el hormigonado, se comprobará que existe un número de vibradores suficiente para que, en caso de que se averíe alguno de ellos, pueda continuarse el hormigonado hasta la próxima junta prevista.

En el caso del hormigón pretensado la compactación se efectuará siempre mediante vibrado. Se pondrá el máximo cuidado en que los vibradores no toquen las vainas para evitar su desplazamiento o su rotura y consiguiente obstrucción. Durante el vertido y compactado del hormigón alrededor de los anclajes, deberá cuidarse de que la compactación sea eficaz, para que no se formen huecos ni coqueras y todos los elementos del anclaje queden bien recubiertos y protegidos.

1.1.1.1.8 Juntas

Uno de los puntos más importantes a tener en cuenta para ejecutar correctamente una solera de hormigón es la colocación de juntas, de manera que se permita el movimiento de la masa de hormigón en cualquier sentido y evitar así fisuración superficial. Los tipos de juntas son:

- De separación
- De pilares
- De retracción

- Estructurales

1.1.1.1.9 Fratasado

Después del vertido y compactación se procede, en su caso, al fratasado superficial de la solera. Se espolvorea el material en polvo, que normalmente es cuarzo-corindón y se pasan las fratasadoras mecánicas hasta dejar la solera en condiciones óptimas.

1.1.1.1.10 Curado del hormigón

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento, se someterá al hormigón a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo adecuado en el que, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del hormigón. Para lo cual deberá curarse mediante procedimientos que no produzcan ningún tipo de daño en superficie, cuando esta haya de quedar vista, ni suponga la aportación de sustancias perjudiciales para el hormigón.

5.2.30.3 *Maquinaria*

- Retroexcavadoras
- Motovolquetes
- Bombas de hormigón autopropulsadas
- Camiones grúa
- Camiones de suministro
- Camiones hormigonera
- Fratasadoras
- Grúas torre
- Grúas autopropulsadas
- Grupos electrógenos
- Hormigoneras móviles
- Manipulador telescópico
- Minicargadoras
- Miniexcavadoras
- Vibradores
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.30.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carretón o carretilla de mano
- Castilletes de hormigonado
- Cubilote para hormigonado
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Pasarelas de obra
- Puntales
- Torres de iluminación

5.2.30.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

5.2.30.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.30.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos

- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Exposición a sustancias químicas nocivas
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.30.8 Medidas preventivas

- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.

- La superficie de trabajo deberá quedar protegida frente a caídas por huecos, ya sean pozo, vaciados o similares; o tropiezos con obstáculos, estableciendo la correcta señalización y quipos de protección.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Se tendrá especial cuidado al caminar cuando la solera esté con la armadura colocada.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Uso de cinturones porta herramientas
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.
- Los contactos dérmicos con el hormigón serán limpiados con agua abundante en el momento. En caso de existir quemadura acudir de inmediato a asistencia médica.
- En caso de contacto del hormigón con los ojos limpiar con agua y acudir siempre a asistencia médica.
- Para hormigonar sobre losas han de establecerse pasarelas mediante tablonos a modo de pasillos.
- Queda prohibido situarse en el lugar de hormigonado, hasta que el camión hormigonera no esté en posición de vertido.
- Está prohibido el cambio de posición del camión hormigonera al tiempo que se vierte el hormigón. Esta maniobra deberá efectuarse en su caso con la canaleta fija para evitar movimientos incontrolados y los riesgos de atrapamiento o golpes a los trabajadores.

- En la fase de compactación y vibración, cuando los vibradores estén sujetos a los encofrados, se vigilará la rigidez de la unión entre ambos.

1.1.1.1.11 Vertido mediante canaleta

- Los camiones hormigonera se situarán a una distancia mínima de seguridad de los bordes de excavaciones, mínimo 2 m.
- No está permitido el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a los 2 m.
- Los operarios de apoyo a las operaciones de vertido no se situarán detrás del camión hormigonera en las operaciones de retroceso del mismo.
- • La maniobra de vertido será dirigida por un capataz o persona autorizada que vigilará que no se realicen maniobras inseguras. Se tendrá especial cuidado en aquellos casos en los que exista riesgo de vuelco, atropello, etc. Los operarios nunca se deben situar detrás de los camiones hormigonera durante el retroceso.
- Se debe de acondicionar el camino de acceso de la hormigonera y planificar las pendientes.
- Las rampas de acceso a los tajos serán tales que las hormigoneras podrán acceder a las mismas en función de la máxima pendiente del manual de las máquinas.
- Si la zona de parada de la hormigonera es en pendiente se deben de prever la colocación de topes de desplazamiento para evitar el posible movimiento de la hormigonera.
- La hormigonera no debe tener partes salientes que puedan golpear a los operarios.
- No subirse a la cuba de la hormigonera en marcha.
- Para la visibilidad de las partes de la hormigonera en horas nocturnas deberán disponer de iluminación y vinilos reflectantes.
- El vehículo debe poseer frenos hidráulicos con doble circuito independiente tanto para el eje trasero como delantero.
- Los elementos para subir o bajar del camión han de ser antideslizantes.
- El camión hormigonera debe poseer los dispositivos de señalización que marca el código de la circulación.
- Las cabinas deben ser de una resistencia tal y estar instaladas de manera que ofrezcan una protección adecuada al conductor contra la caída de objetos.
- Las cabinas deben poseer sistema de ventilación y calefacción.
- La cabina debe estar provista de un asiento fijo para el conductor y para los pasajeros autorizados para viajar en ella.

- Los asientos deben estar contruidos de forma que absorban en medida suficiente las vibraciones, tener respaldo y un apoyo para los pies y ser cómodos.
- Los camiones deben llevar los siguientes equipos: un botiquín de primeros auxilios, un extintor de incendios de nieve carbónica o componentes halogenados con una capacidad mínima de 5 kg., herramientas esenciales para reparaciones en carretera, lámparas de repuesto, luces intermitentes, reflectores, etc.
- Para desplegar la canaleta se deberán quitar los tornillos de bloqueo haciéndola girar hacia posición de descarga; una vez allí, se quitará la cadena de seguridad y se cogerá por el extremo haciendo girar hasta la posición desplegada. Hay que evitar poner las manos entre las uniones de las canaletas en el momento del despliegue.
- Al desplegar la canaleta nunca se debe situar el operario en la trayectoria de giro de la misma para evitar cualquier tipo de golpes.
- Las canaletas auxiliares deben de ir sujetas al bastidor del camión mediante cadenas de cierre y con seguro de cierre.
- Después de cada paso de hormigón se deben limpiar las canaletas con una descarga de agua.
- La limpieza de la cuba y canaletas se efectuará en lugares señalados para tal labor.
- No realizar la limpieza de la canaleta situado en altura sobre la máquina.
- No realizar la limpieza en zonas cercanas a conductores eléctricos, cuadros, generadores, etc.
- Ha de realizarse el correcto mantenimiento preventivo de los camiones hormigonera por parte de taller.

1.1.1.1.12 Vertido directo mediante cubo

- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible.
- La apertura del cubo para el vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables.
- Se evitará golpear los encofrados y/o entibaciones.
- Del cubo penderán cabos de guía para ayudar a su correcta posición de vertido.
- No se guiará directamente con las manos o libremente para prevenir caídas por movimiento pendular del cubo.
- La tolva no debe tener partes salientes de las que pueda caer el hormigón acumulado en ellas, así como se debe comprobar el cierre perfecto de la boca para evitar el desparramamiento del material a lo largo de su trayectoria.

- La tolva debe estar suspendida de la grúa por medio de gancho provisto de pestillo de seguridad y su movimiento se dirigirá mediante código de señales evitando toda arrancada o parada brusca.
- Es importante que haya alguien que indique la maniobra al gruista para realizar las tareas.
- El movimiento de la tolva en la zona de vertido del hormigón, deberá ser vertical al bajar hasta los operarios y no en forma de barrido (horizontal a baja altura).
- En operaciones de vertido manual de los hormigones mediante carretilla, la superficie por donde pasen las mismas estará limpia y sin obstáculos.
- En caso necesario, el cubo será manejado mediante cabos de guiado.
- No introducir las manos ni ninguna parte del cuerpo en las trampillas ni partes móviles del cubo.
- No podrá haber trabajadores situados en la vertical de los trabajos.
- El hormigonado se realizará desde plataformas de trabajo de 60 cm. de ancho protegidas por barandillas de 100 cm de altura formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié.
- El acceso a dichas plataformas se realizará desde escaleras de mano o de tiros y mesetas en función de su altura, correctamente ancladas a la estructura.

1.1.1.1.13 Vertido mediante bombeo

- Antes de iniciar el bombeo del hormigón, se comprobará que las ruedas de la bomba están bloqueadas mediante topes de desplazamiento y los gatos estabilizadores es posición con el enclavamiento mecánico o hidráulico instalado.
- La zona de bombeo (en casco urbano) quedará totalmente aislada de los viandantes.
- Se comprobará periódicamente, antes del inicio del suministro, el estado de desgaste interno de la tubería de transporte mediante medidor de espesores.
- Antes de iniciar el suministro se asegurará que todos los acoplamientos de palanca tienen en posición de inmovilización los pasadores.
- Antes de verter el hormigón en la tolva se asegurará que está instalada la parrilla.
- Si se debe bombear a gran distancia, antes de suministrar el hormigón, se probarán los conductos bajo la presión de seguridad.
- Serán realizadas las pruebas de limpieza de la tubería según lo especificado en el manual del fabricante.
- Antes de iniciar el hormigonado se lubricará la tubería de transporte de hormigón (prueba de lechada). Esto se consigue con una lechada constituida por dos partes de cemento, una parte de arena fina y la cantidad de agua necesaria para formar una mezcla con una consistencia fluida. No emplear hormigón con agua para esta comprobación.

- El brazo de elevación de la manguera, únicamente podrá ser utilizado para la misión a la que ha sido dedicado por su diseño.
- El terminal flexible no se conectará con otras tuberías de distribución. Una posición intermedia del terminal flexible es el origen de atascamientos.
- Justo al iniciar el bombeo el terminal de goma debe colgar libremente y no debe haber ningún trabajador en el radio de acción de la manguera en caso de quedar libre. Una vez realizado esto, se procede a sujetar la manguera por parte de 2 operarios. Se evita de esta forma los accidentes originados por golpes del terminal flexible y por proyecciones de hormigón.
- En caso de atascamientos durante los trabajos no se insistirá en el bombeo. El operador de la bomba realizará ciclos de aspiración para retirar la presión de la tubería y facilitar que se elimine el tapón. Durante los ciclos de aspiración permanecerá en marcha el mezclador de la tolva de alimentación para homogeneizar el hormigón. Igual que en el arranque, se dejará la terminal libre y sin operarios en el radio de acción durante esta operación. Si tras aplicar esta medida persiste el tapón, se paralizará el bombeo y se desmontará el tramo de tubería atascado.
- Los dispositivos de seguridad del equipo de bombeo, estarán siempre en perfectas condiciones de funcionamiento, se prohíbe expresamente, su modificación o manipulación.
- Nunca debe apoyarse el terminal de goma de manera que este se pliegue. Podría causar obstrucciones con proyecciones violentas del material y latigazos cuando comienza de nuevo el bombeo. Este mismo efecto se produce cuando se hunde el terminal de goma en el hormigón vertido (por ejemplo, en pilas) o cuando se introduce la terminal entre zonas angostas.
- No se tocará nunca directamente con las manos la tolva o el tubo oscilante si la máquina está en marcha.
- Si se efectuarán trabajos en la tolva o en el tubo oscilante, primero se para el motor de accionamiento, se purga la presión del acumulador a través del grifo, y luego se efectúa la tarea que se requiera.
- En la zona de barrido de la manguera sólo estarán los trabajadores necesarios para el manejo de la misma y vibrado.
- Está prohibido bombear un hormigón que haya superado el tiempo máximo para su descarga (hora límite de uso).
- Vigilar el emplazamiento de la bomba y de los trabajadores: apoyo de los estabilizadores en terreno resistente, presencia de líneas eléctricas aéreas y no situar el brazo de la bomba sobre zonas de paso de peatones o trabajadores. Si el bombeo es realizado sobre forjados de edificación, los trabajos en el piso inferior de dicho forjado han de evitarse, asimismo el número de trabajadores en la zona de bombeo será el mínimo necesario, en previsión de potenciales derrumbes.
- Se prohíbe introducir o accionar la pelota de limpieza de la bomba de hormigón sin antes instalar la “redcilla” de recogida a la salida de la manguera tras el recorrido total del circuito. En caso de detención de la bola, se paralizará la máquina, se reducirá la presión a cero y se desmontará a continuación la tubería.

- Los operarios, amarrarán la manguera terminal antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza, a elementos sólidos, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.
- El hormigonado de elementos verticales, se ejecutará gobernando la manguera desde castilletes o plataformas de trabajo de hormigonado, protegiendo con barandilla de 100 cm. con barra superior, intermedia y rodapié los riesgos de caída en altura.
- Esta plataforma de trabajo nunca será móvil y ha de estar correctamente arriostrada a la estructura.
- Las plumas y estabilizadores accionados hidráulicamente deben ir cerrados o bloqueados mecánicamente en la posición de transporte.
- La operación de vibrado, se realizará siempre desde una posición estable.
- La manguera de alimentación del vibrador desde el cuadro eléctrico estará protegida si discurre por zonas de paso.
- Tener precaución con tendidos eléctricos y obstáculos.
- Comprobar el funcionamiento de control a distancia.
- Hay que observar todas las limitaciones en la posición de la pluma señaladas por el fabricante de la bomba.
- Quitar las llaves de contacto cuando se trabaja en la bomba o vehículo.
- No desatender la máquina cuando esté funcionando; el movimiento de un pescante podría hacerla volcar.
- Cuando se trabaja en sitios cercanos al tráfico deben erigirse barreras y ponerse avisos.
- Asegurarse de poseer espacio libre cuando un camión hormigonera va hacia la bomba en marcha atrás y dar señales claras que faciliten la maniobra al conductor.
- Utilizar una iluminación adecuada al trabajo.
- Una vez concluido el hormigonado se lavará y limpiará el interior de los tubos de toda la instalación, en prevención de accidentes por la aparición de “tapones” de hormigón.
- Se exigirá que el lugar de ubicación de la bomba cumpla por lo menos:
 - Que sea horizontal
 - Que no diste menos de 2 m. del borde de un talud (como norma general), zanja o corte del terreno.
 - No exceder la carga que puede soportar el terreno; repartir la carga con durmientes en caso de duda, colocándolos debajo de los estabilizadores.

- Se respetará siempre el texto de las placas de aviso instaladas en la máquina.
- Si el motor de la bomba es eléctrico:
 - Antes de abrir el cuadro general de mando hay que asegurar su total desconexión.
 - No se modificará o puentearán los mecanismos de protección eléctrica; si se hace, se pueden causar algún accidente al reanudar el servicio.

1.1.1.1.14 Fratasado

- Utilizar fratasadoras con el marcado CE prioritariamente o adaptadas al RD 1215/1997.
- Es necesaria formación específica para la utilización del equipo de fratasado y siempre siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Deben evitarse o minimizarse las posturas forzadas y los sobreesfuerzos durante el trabajo de fratasado.
- No abandonar el equipo de fratasado mientras esté en funcionamiento.
- Se tienen que sustituir inmediatamente las palas de fratarar gastadas o agrietadas.
- Si se detecta alguna anomalía en el armazón de protección de las hélices para evitar atrapamientos, parar inmediatamente y solucionarlo.
- No debe haber ningún trabajador en el radio de acción de la máquina fratasadora salvo el propio operario que la maneja.

5.2.30.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Protección de huecos horizontales
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro

- Tapón de plástico para protección de armaduras tipo “seta”
- Topes de desplazamiento de vehículos

5.2.30.10 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Botas impermeables
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.31 Montaje de elementos prefabricados

5.2.31.1 Descripción

Consiste en las operaciones necesarias para el transporte desde la propia obra y colocación en su posición definitiva de vigas, losas, marcos, pilares, paneles y otros elementos prefabricados de hormigón armado o pretensado.

5.2.31.2 Procedimiento

1.1.1.1.15 Verificación del material

Antes de proceder a la descarga del material, verificar que la mercancía recibida se corresponde con lo indicado en el albarán de entrega y comprobar que el material ha llegado en perfectas condiciones.

1.1.1.1.16 Descarga

La descarga se realizará con los útiles y maquinaria adecuados y con el respeto debido a las normas de seguridad, comprobando que los medios que se empleen, estén en buen estado y funcionen correctamente e impidiendo el tránsito o la presencia de personas bajo el radio de acción de la carga.

Si en la descarga se utiliza una carretilla elevadora, se cuidará que la superficie por donde circule esté perfectamente nivelada y compactada de forma que el material, en su desplazamiento, no sufra golpes que puedan afectarle. Nunca se sobrepasará el límite de carga de la carretilla.

1.1.1.1.17 Acopio

En el caso de acopio de material en obra, el terreno deberá constituir una superficie llana, compacta y nivelada, sobre la que se colocarán los elementos prefabricados apoyados en sus extremos y en toda su anchura sobre dos durmientes de madera, los cuales quedarán perfectamente alineados en sentido vertical y procurando que no se produzcan en este caso vuelos superiores a 0,50 m. El acopio se realizará cumpliendo las exigencias del fabricante en cuando a carga, descarga y almacenaje. Un acopio incorrecto puede producir la rotura del material.

1.1.1.1.18 Colocación

Para la colocación de los elementos prefabricados será necesaria la participación de dos operarios que controlen desde los dos extremos el correcto posicionamiento, verificando que la longitud de apoyo en caso de vigas sea la indicada. Se recomienda una longitud mínima de apoyo de 10 cm para asegurar la estabilidad del sistema hasta tanto no esté completada la sección con la capa de compresión.

1.1.1.1.19 Uso del útil de montaje

El útil de montaje de vigas debe ser revisado tras su uso en obra, si bien se debe de comprobar continuamente en obra su buen funcionamiento y verificar que los componentes, mecanismos y soldaduras se mantienen en buen estado de uso.

La pinza debe ser centrada en la longitud del elemento de forma que el conjunto pinza-elemento quede nivelado y su desplazamiento se haga en posición horizontal.

5.2.31.3 *Maquinaria*

- Camiones de suministro
- Camiones grúa
- Grúas autopropulsadas
- Grúas torre
- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.31.4 *Medios auxiliares*

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas

- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Útiles especiales de agarre de elementos prefabricados
- Torres de iluminación

5.2.31.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formaciones específicas para trabajos de montaje de prefabricados de hormigón en obra.

5.2.31.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.31.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Exposición a agentes atmosféricos extremos

- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Sobreesfuerzos

5.2.31.8 *Medidas preventivas*

- Las operaciones de manejo y transporte de piezas prefabricadas, deberán realizarse con el máximo cuidado posible, manteniendo, en el caso de vigas o elementos muy esbeltos, el alma en posición vertical. En ningún caso se producirán impactos ni sollicitaciones de torsión.
- En general, las vigas y losas se transportarán y almacenarán de forma que los puntos de apoyo y la dirección de los esfuerzos sean aproximadamente los mismos que los que tales elementos tendrán en su posición final en la obra.
- Si el montaje afectase al tráfico de peatones o vehículos, el Contratista presentará, con la debida antelación, para su aprobación, el programa de corte, restricción o desvío de tráfico
- Para el montaje de vigas el acceso a la cubierta se realizará por medio auxiliar adecuado andamio tipo europeo o escalera manual bien fijada y superando 1 m.
- El personal que interviene en la ejecución nunca estará solo, debiendo ser experto en este tipo de trabajo.
- El perímetro de la cubierta en caso de vigas y placas pretensadas estará protegido o con barandilla y/o redes suficientemente altas como para evitar la caída, con plataforma de trabajo acondicionada con barandilla y redes, o con módulos de andamio tubular que sobrepasen suficientemente la altura del entronque de la cubierta con la fachada.
- Cuando exista riesgo de caída de más de 2 m desde los elementos de cubierta al forjado inmediatamente inferior, se colocará red horizontal o plataformas o sistema equivalente bajo la zona donde se estén realizando los trabajos, tales como colocación de paneles, etc. Además, para protección contra caída en altura por el perímetro se preverá el montaje de barandillas perimetrales con listón intermedio y rodapié o sistema equivalente.
- Dada la dificultad de la realización de remates de las cubiertas, se harán bien desde una plataforma de trabajo colocada desde el último piso, o desde plataformas eléctricas telescópicas. Si existiera andamio tubular tipo europeo, se colocará desde una plataforma con barandilla acondicionada en este.
- Todos los huecos del forjado sobre el que se levante la cubierta estarán protegidos con barandilla o cubiertos o en su defecto se habrán elevado los petos definitivos.
- En caso de existir peligro de caída desde una cota superior, los huecos estarán protegidos con redes, mallazo o tablones. Se colocarán ganchos en la cumbrera de la cubierta, en aleros u otros elementos estructurales, donde puedan colocarse líneas de vida donde se enganchen los arneses de seguridad

para realizar trabajos puntuales como colocación y retirada de protecciones colectivas, o aquellos que no puedan ser protegidos por estas, cuando esto sea necesario.

- Para acceso a zonas de trabajo que obliguen a pasar por zonas de piso inclinado, se dispondrán de pasarelas sólidamente unidas a la estructura y protegidas con barandilla.
- Queda terminantemente prohibido trabajar o tener materiales en cubierta cuando sople viento con velocidad superior a 50 Km /h., debiéndose suspender igualmente los trabajos en caso de heladas, lluvias o nevadas.
- La maniobra de acercamiento del gancho al camión se realizará lentamente para evitar golpes. Se colocarán eslingas en la carga que se quiere descargar y se enganchará con cuidado y de forma segura.
- El operario bajará del camión por el lugar previsto para ello prohibiéndose saltar directamente desde la caja del camión al suelo y entonces se procederá a iniciar la descarga.
- El izado de cargas se guiará con dos cuerdas de control seguro para evitar penduleos, oscilaciones y choques con partes de la construcción. Así se eliminan los riesgos de golpes, atrapamientos y empujones por la carga que puedan hacer caer desde altura.
- Se prestará especial atención a que las cargas no sean izadas por zonas donde haya operarios trabajando. De ser estrictamente necesario, se advertirá a los trabajadores, quienes se ausentarán de su zona de trabajo mientras es trasladada la carga.
- Si se manejan elementos planos de gran tamaño se prestará especial atención a la hora de trabajar con ellas al posible efecto vela que pueda producirse.
- Debido a que la colocación de las piezas se puede realizar en los bordes de la estructura, los operarios encargados de su colocación tendrán bien sujeto el arnés de seguridad a elementos fijos y resistentes, debiendo de estar colocados en lugares visibles en que no puedan quedar atrapados.
- Siempre que sea posible, en la recepción de los elementos, los trabajadores estarán en superficies con protección contra caída en altura (barandilla, listón intermedio y rodapié)
- Los elementos prefabricados se suspenderán siempre de los enganches previstos al efecto por el fabricante y con los útiles de sujeción por él recomendados.
- La elevación de paneles se hará suspendiéndolos de las cuatro esquinas mediante cuatro cables provistos de gancho.
- Las piezas prefabricadas se descargarán de los camiones y se acopiarán en los lugares señalados en los planos para tal menester o en aquellos que, tras su autorización por la Dirección de Obra, resulten óptimos. Una vez allí se pondrá especial cuidado en asegurar su estabilidad hasta la colocación.
- Los elementos se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas estableciendo capas hasta una altura no superior a 1,5 m, estando los elementos clasificados en función de sus dimensiones y estabilidad en capas horizontales, disponiendo la capa superior perpendicular a la inmediatamente inferior.

- Si alguna pieza llegara a su sitio de instalación girando sobre sí misma, se detendrá utilizando exclusivamente los cabos de gobierno. Se prohíbe intentar detenerla directamente con el cuerpo o alguna de sus extremidades.
- En la construcción de estructuras prefabricadas, una vez presentado en el sitio de instalación el prefabricado, se procederá, sin descolgarlo del gancho de la grúa, al montaje definitivo, atornillando todas las uniones.
- En las zonas elevadas a las que se tendrá que acceder que no dispongan de protecciones colectivas, deberá utilizar siempre el arnés de seguridad.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.31.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)

- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Redes de protección
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalización de salvamento y socorro
- Señalista

5.2.31.10 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Dispositivos anticaídas (retráctil o deslizante)
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Líneas de vida
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.32 Colocación y montaje de cubiertas

5.2.32.1 Descripción

Son los trabajos de formación de elementos constructivos que constituyen el cerramiento superior de un edificio y que lo protege de las acciones de agentes externos, garantizando la impermeabilidad, el confort térmico y acústico, y la evacuación del agua. Por extensión, puede incluir la estructura sustentante de dicha cubierta.

Se diferencian por su pendiente en: azoteas o cubiertas planas, cubiertas inclinadas, y bóvedas y cúpulas.

Las cubiertas planas se pueden clasificar por su ventilación (fría o caliente), por la disposición del aislante (invertida o tradicional) o por su acabado (transitable, no transitable, ajardinada o inundable).

En las cubiertas inclinadas cabe distinguir dos grandes tipologías por el peso de los materiales de cobertura: pesadas y ligeras.

5.2.32.2 Procedimiento

Las cubiertas tienen distintos elementos estructurales (vigas, forjados, cerchas, correas, etc.), de protección (barandillas, balaustradas, antepechos, líneas de vida, puntos de anclajes) o elementos diversos para uso del edificio (chimeneas, salidas de ventilación, antenas, claraboyas, lucernarios) y elementos de evacuación de aguas (desagües, canalón, tuberías, etc.).

Como norma general en este tipo de trabajos se va a producir una gran simultaneidad de oficios, lo que habrá que tener en cuenta al evaluar los riesgos.

En cubiertas planas, a ejecutar sobre el último forjado del edificio, y una vez construidos los petos perimetrales, se incluirán todas o parte de las siguientes labores: formación de pendientes, aislamiento, impermeabilización, capa de terminación (transitable o no transitable), sumideros, canalones o elementos de recogida de agua, etc.

Las cubiertas inclinadas pesadas se podrán ejecutar directamente sobre forjados inclinados, o previa formación de un tablero con pendiente variable apoyado sobre elementos de fábrica de ladrillo, hormigón prefabricado, o metálicos, con o sin aprovechamiento del espacio generado bajo el mismo. Las cubiertas inclinadas ligeras están formadas por una estructura de vigas, cerchas y correas, normalmente metálica o de hormigón prefabricado, no cuajada, sobre la que apoyan placas de grandes dimensiones que desempeñan simultáneamente las labores de cierre, impermeabilización y, a veces, de protección termo-acústica; y que no están preparadas para soportar el tránsito de personas ni el acopio de materiales. Estas placas, en la actualidad, suelen ser de chapa metálica, pero existen construcciones antiguas en la que se empleó otro tipo de materiales de cobertura, más frágiles, que habitualmente no resisten el peso normal de una persona (placas translúcidas de resina de poliéster, de cloruro de vinilo o de materiales termoplásticos), que son especialmente peligrosas en labores de mantenimiento y/o desmontaje.

5.2.32.3 Maquinaria

- Bombas de hormigón autopropulsada
- Camiones grúa
- Camiones de suministro
- Camiones hormigonera
- Grúas autopropulsadas

- Grúas móviles
- Grúas torre
- Hormigoneras
- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Sopletes
- Taladradoras
- Vibradores
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.32.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Escaleras manuales
- Equipos de topografía
- Puntales
- Transpaletas hidráulicas
- Torres de iluminación

5.2.32.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para colocación de materiales de cubrición.

5.2.32.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que

se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.32.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamiento por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contacto eléctrico
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Hundimientos y sepultamientos
- Incendio y explosión
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.32.8 Medidas preventivas

- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Adecuar el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.

- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Como norma general se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o exista viento con una velocidad superior a 50 km/h.
- Con fuertes vientos deberán retirarse los materiales y herramientas que puedan desprenderse.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se diversificará por tipología en lugares destinados a dicho fin., garantizando la adecuada ventilación de las instalaciones.
- El material que haya que emplear en los trabajos se transportará con los medios adecuados para evitar que pueda haber caídas de objetos, derrames, etc.
- El material transportado con grúa se gobernará mediante cabos amarrados a la base de la plataforma de elevación, nunca directamente con las manos, evitando así mismo el balanceo de las cargas para su posicionamiento definitivo o los movimientos bruscos.
- En cubiertas inclinadas las tejas u otros elementos sueltos se depositarán en los faldones sobre plataformas enjauladas horizontales montadas sobre plintos en cuña que absorban la pendiente, evitando que se desplacen o resbalen mediante los sistemas de sujeción adecuados.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Evitar acopios de materiales muy concentrados y estudiar la forma de distribución en la superficie de la cubierta o forjado para evitar sobrecargas que pudieran afectar a la estabilidad estructural.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- La evacuación de escombros no se realizará por lanzamiento libre desde los niveles superiores. Se emplearán preferiblemente tubos de descarga hasta un contenedor

que evite la dispersión del acopio, señalizando y balizando la zona de posible riesgo de proyección de fragmentos.

- Las zonas de trabajo deberán quedar protegidas frente a la caída por huecos o bordes de forjado o cubierta mediante barandilla homologada y certificada de 100 cm de altura.
- Los medios de elevación, así como todos los elementos accesorios (ganchos, cadenas, eslingas, plataformas de descarga, etc.), deberán revisarse con la periodicidad necesaria para su perfecto estado.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transportar cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se colocarán los acopios de forma que esté a la menor altura posible.
- Se dispondrá de información meteorológica y se controlarán indicadores tales como temperatura, humedad, etc.
- Se establecerá y cumplirá un protocolo específico de trabajos eléctricos.
- Se establecerán medidas para garantizar una ventilación adecuada y reducir las partículas en suspensión.
- Se habilitarán almacenes para productos bituminosos e inflamables. Las bombonas de gases de los sopletes utilizados para el sellado de materiales bituminosos, se almacenarán separadas de éstos en posición vertical y a la sombra.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se señalará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.

- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
 - Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
 - Todas las herramientas se llevarán en cinturones portaherramientas.
 - Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
 - Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.32.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Pasarelas de acceso
- Protección de huecos horizontales
- Redes de protección
- Señales acústicas y luminosas de aviso de maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalista
- Sistemas de protección contra incendios
- Tapón de plástico para protección de armaduras tipo 'seta'

5.2.32.10 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Calzado de protección

- Cascos de protección
- Cinturones portaherramientas
- Cremas protectoras
- Dispositivos anticaídas (retráctil o deslizante)
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Líneas de vida
- Rodilleras
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.33 Colocación de placas alveolares

5.2.33.1 Descripción

La placa alveolar es un elemento superficial plano de hormigón pretensado, con canto constante, aligerado mediante alvéolos longitudinales.

Suelen tener una anchura estándar de 1,2 m y puede fabricarse con cantos que van desde los 160 mm hasta los 1.000 mm, según las necesidades técnicas para las que se haya diseñado.

Las placas se emplean para la construcción de elementos horizontales tales como cubiertas o forjados, o para la construcción de paramentos verticales como cerramientos.

5.2.33.2 Procedimiento

Verificación del material

Antes de proceder a la descarga del material, verificar que la mercancía recibida se corresponde con lo indicado en el albarán de entrega y comprobar que los tipos de armado de las distintas placas alveolares son los solicitados así como si el material ha llegado o no en perfectas condiciones.

Descarga

La descarga se realizará con los útiles y maquinaria adecuados y con el respeto debido a las normas de seguridad, comprobando que los medios que se empleen, estén en buen estado y funcionen correctamente e impidiendo el tránsito o la presencia de personas bajo el radio de acción de la carga.

Si en la descarga se utiliza una carretilla elevadora, se cuidará que la superficie por donde circule esté perfectamente nivelada y compactada de forma que el material, en su desplazamiento, no sufra golpes que puedan afectarle. Así mismo, se comprobará que las placas alveolares no sobresalgan lateralmente más de 1,20 m de las palas, pues de ser así podrían fisurarse en su cara superior por efecto del peso propio de los vuelos laterales.

Acopio

En el caso de acopio de material en obra, el terreno deberá constituir una superficie llana, compacta y nivelada, sobre la que se colocarán las placas alveolares apoyadas en sus extremos y en toda su anchura sobre dos durmientes de madera, los cuales quedarán perfectamente alineados en sentido vertical y procurando que no se produzcan en este caso vuelos superiores a 0,50 m. El acopio se realizará en pilas inferiores a 6 hileras y cumpliendo las exigencias del fabricante en cuando a carga, descarga y almacenaje. Un acopio incorrecto puede producir la rotura del material.

Colocación

Para la colocación de placas alveolares será necesaria la participación de dos operarios que controlen desde los dos extremos el correcto posicionamiento, verificando que la longitud de apoyo sea la indicada. Se recomienda una longitud mínima de apoyo de 10 cm para asegurar la estabilidad del sistema hasta tanto no esté completada la sección con la capa de compresión. Deben ser colocadas sobre apoyos firmes y nivelados de forma que el contacto de la placa alveolar en el apoyo sea efectivo en toda su superficie.

Uso del útil de montaje

El útil de montaje de placas alveolares facilitado es revisado en nuestras instalaciones tras su uso en obra, si bien se debe de comprobar continuamente en obra su buen funcionamiento y verificar que los componentes, mecanismos y soldaduras se mantienen en buen estado de uso. Ante cualquier incidencia detectada deben ponerse en contacto con nosotros inmediatamente para facilitarles un nuevo útil.

La pinza debe ser centrada en la longitud de la placa de forma que el conjunto pinza-placa quede nivelado y su desplazamiento se haga en posición horizontal.

5.2.33.3 Maquinaria

- Camiones de suministro
- Camiones grúa
- Grúas autopropulsadas

- Grúas torre
- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.33.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Torres de iluminación

5.2.33.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formaciones específicas para trabajos de montaje de prefabricados de hormigón en obra y colocación de materiales de cubrición.

5.2.33.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.33.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos

- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Sobreesfuerzos

5.2.33.8 Medidas preventivas

- El acceso a la cubierta se realizará por medio auxiliar adecuado andamio tipo europeo o escalera manual bien fijada y superando 1 m.
- El personal que interviene en la ejecución, nunca estará solo, debiendo ser experto en este tipo de trabajo.
- El perímetro de la cubierta estará protegido o con barandilla y/o redes suficientemente altas como para evitar la caída, con plataforma de trabajo acondicionada con barandilla y redes, o con módulos de andamio tubular que sobrepasen suficientemente la altura del entronque de la cubierta con la fachada.
- Cuando exista riesgo de caída de más de 2 m desde los elementos de cubierta al forjado inmediatamente inferior, se colocará red horizontal o plataformas o sistema equivalente bajo la zona donde se estén realizando los trabajos, tales como colocación de placas, paneles, etc. Además, para protección contra caída en altura por el perímetro se preverá el montaje de barandillas perimetrales con listón intermedio y rodapié o sistema equivalente.
- Dada la dificultad de la realización de remates de las cubiertas, se harán bien desde una plataforma de trabajo colocada desde el último piso, o desde plataformas eléctricas telescópicas. Si existiera andamio tubular tipo Europeo, se colocará desde una plataforma con barandilla acondicionada en este.
- Todos los huecos del forjado sobre el que se levante la cubierta estarán protegidos con barandilla o cubiertos o en su defecto se habrán elevado los petos definitivos.
- En caso de existir peligro de caída desde una cota superior, los huecos estarán protegidos con redes, mallazo o tablones. Se colocarán ganchos en la cumbrera de la cubierta, en aleros u otros elementos estructurales, donde puedan colocarse líneas de vida donde se enganchen los arneses de seguridad

para realizar trabajos puntuales como colocación y retirada de protecciones colectivas, o aquellos que no puedan ser protegidos por estas, cuando esto sea necesario.

- Para acceso a zonas de trabajo que obliguen a pasar por zonas de piso inclinado, se dispondrán de pasarelas sólidamente unidas a la estructura y protegidas con barandilla.
- Queda terminantemente prohibido trabajar o tener materiales en cubierta cuando sople viento con velocidad superior a 50 Km /h., debiéndose suspender igualmente los trabajos en caso de heladas, lluvias o nevadas.
- La maniobra de acercamiento del gancho al camión se realizará lentamente para evitar golpes. Se colocarán eslingas en la carga que se quiere descargar y se enganchará con cuidado y de forma segura.
- El operario bajará del camión por el lugar previsto para ello prohibiéndose saltar directamente desde la caja del camión al suelo y entonces se procederá a iniciar la descarga.
- El izado de cargas se guiará con dos cuerdas de control seguro para evitar penduleos, oscilaciones y choques con partes de la construcción. Así se eliminan los riesgos de golpes, atrapamientos y empujones por la carga que pueden hacerle caer desde altura.
- Se prestará especial atención a que las cargas no sean izadas por zonas donde haya operarios trabajando. De ser estrictamente necesario, se advertirá a los trabajadores, quienes se ausentarán de su zona de trabajo mientras es trasladada la carga.
- Si se manejan placas de gran tamaño se prestará especial atención a la hora de trabajar con ellas al posible efecto vela que pueda producirse
- Debido a que la colocación de las piezas se puede realizar en los bordes de la estructura, los operarios encargados de su colocación tendrán bien sujeto el arnés de seguridad a elementos fijos y resistentes, debiendo de estar colocados en lugares visibles en que no puedan quedar atrapados.
- Siempre que sea posible, en la recepción de las placas y viguetas los trabajadores estarán en superficies con protección contra caída en altura (barandilla, listón intermedio y rodapié)
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.

- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.33.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Redes de protección
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalización de salvamento y socorro
- Señalista

5.2.33.10 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Calzado de protección
- Cascos de protección

- Cremas protectoras
- Dispositivos anticaídas (retráctil o deslizante)
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Líneas de vida
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.34 Forjados

5.2.34.1 Descripción

Son los trabajos para la formación del elemento constructivo superficial plano que, constituyendo parte de la estructura, se dispone para dividir un edificio en plantas, generalmente en posición horizontal (a veces inclinado), predominando dos de sus dimensiones (ancho y largo) sobre la tercera (grueso o canto). Apoya sobre diferentes componentes estructurales como vigas, muros o pilares, a los que transmite las solicitaciones verticales y/u horizontales a las que está sometido. Se le pueden atribuir también otras funciones complementarias de colaboración en cuanto a protección acústica, térmica, frente a humedad y al fuego, del espacio cubierto.

Los forjados, por su forma de transmisión de cargas pueden clasificarse en unidireccionales y bidireccionales; por el tipo de material resistente que los conforman en forjados de hormigón armado, acero, madera o mixtos.

Como solución constructiva para los forjados en este proyecto se ha seleccionado el **forjado unidireccional de hormigón armado** prefabricadas, aligeradas, denominadas también prelosas o losas alveolares pretensadas. Suele ser un montaje mucho más rápido e industrial y puede necesitar o no capa de compresión superior, y armadura de reparto y de refuerzo, según los casos.

5.2.34.2 Procedimiento

Para que un conjunto de placas pueda considerarse como un forjado, es necesario darle una continuidad transversal que establezca la colaboración de unas placas con otras y se redistribuyan, asegurando además las condiciones de aislamiento acústico, térmico y estanquidad requeridas. Esto se consigue mediante macizado con hormigón de las juntas entre placas consecutivas.

En los forjados de placas alveolares puede prescindirse de la losa superior compuesta por un mallazo (denominada armadura de reparto) y hormigón vertido in situ, siempre que se comprueben las

condiciones resistentes y de deformación. En caso de ser necesaria, por razones de acciones laterales importantes o refuerzo de algunas prestaciones del forjado (como la rigidez, la acción diafragma, la resistencia frente a sobrecargas concentradas o la mejor redistribución de cargas puntuales móviles), el espesor mínimo de la losa ronda habitualmente los 40-50 mm.

La colocación de las placas se realiza con grúa autopropulsada o grúa torre, requiriendo de la ayuda de uno o dos trabajadores colocados en la viga de apoyo que recibe el elemento. Los trabajadores dispondrán de medidas de seguridad frente al riesgo de caída en altura en todo momento. Sólo si no es posible la colocación previa de redes de protección horizontal, se usarán líneas de vida ancladas previamente a las vigas con arnés de seguridad. Asimismo, se usarán cabos para el manejo de cargas.

5.2.34.3 Maquinaria

- Bombas de hormigón autopropulsada
- Camiones hormigonera
- Camiones grúa
- Camiones suministro
- Dobladoras mecánicas de ferralla.
- Equipos de soldadura
- Grúa autopropulsada
- Grúas torre
- Manipulador telescópico
- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Radiales
- Taladradoras
- Vibradores
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.34.4 Medios auxiliares

- Andamios.
- Bajantes de escombros
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas

- Castilletes de hormigonado
- Carretón o carretilla de mano
- Contenedores de escombros
- Cubilotes de hormigonado
- Escaleras manuales
- Equipos de topografía
- Puntales
- Torres de iluminación

5.2.34.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para trabajos en altura y colocación de materiales de cubrición.

5.2.34.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.34.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamiento por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel

- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contacto eléctrico
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Hundimientos y sepultamientos
- Incendio y explosión
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.34.8 Medidas preventivas

- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Adecuar el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Colocar tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Como norma general se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o exista viento con una velocidad superior a 50 km/h.
- Con fuertes vientos deberán retirarse los materiales y herramientas que puedan desprenderse.
- Correcta instalación de encofrados y apuntalamientos, respetando los tiempos mínimos de desencofrados.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.

- Cuando sea necesario realizar trabajos en niveles superpuestos, o para el acceso al edificio, se protegerán a los trabajadores de los niveles inferiores con marquesinas rígidas, pasarelas o elementos equivalentes.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se diversificará por tipología, garantizando la adecuada ventilación de las instalaciones.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- El material que haya que emplear en los trabajos se transportará con los medios adecuados para evitar que pueda haber caídas de objetos, derrames, etc.
- El material transportado con grúa se gobernará mediante cabos amarrados a la base de la plataforma de elevación, nunca directamente con las manos, evitando así mismo el balanceo de las cargas para su posicionamiento definitivo o los movimientos bruscos.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Evitar acopios de materiales y elementos auxiliares muy concentrados y estudiar la forma de distribución en la superficie de la cubierta o forjado, en construcción, para evitar sobrecargas que pudieran afectar a la estabilidad estructural.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- Las zonas de trabajo deberán quedar protegidas frente a la caída por huecos o bordes de forjado o cubierta.
- Los forjados contarán con medios de protección adecuada frente a la caída en altura, según la tipología y fase de construcción, que cubran la totalidad de la superficie de actuación. Se colocará barandilla perimetral homologada y certificada de 100 cm de altura.
- Los medios de elevación, así como todos los elementos accesorios (ganchos, cadenas, eslingas, plataformas de descarga, etc.), deberán revisarse con la periodicidad necesaria para su perfecto estado.
- Mantener las distancias de seguridad.

- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
 - No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
 - No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
 - Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
 - Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
 - Respetar niveles máximos de carga.
 - Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
 - Se colocarán los acopios de forma que esté a la menor altura posible.
 - Se dispondrá de información meteorológica y se controlarán indicadores tales como temperatura, humedad, etc.
 - Se emplearán plataformas de tránsito para el paso de personas sobre elementos de forjado.
 - Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
 - Se proyectará, ejecutará y explotarán las instalaciones cumpliendo la normativa vigente, cumpliendo los protocolos en todas las fases del proyecto.
 - Se recomienda rotar los puestos, funciones y tareas, así como realizar descansos, evitando o reduciendo exposiciones a agentes que en tiempo prolongado puedan resultar dañinos.
 - Se señalará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
 - Se utilizarán aquellas máquinas o herramientas que produzcan un nivel de vibración más bajo.
 - Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
 - Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.

- Sujeción correcta de la manguera durante los trabajos de bombeo de hormigón, teniendo especial cuidado cuando se produzcan atascos; y coordinación entre el operario de la bomba y el que maneja la manguera.
- No concentrar las cargas de hormigón en un solo punto, verterlo con suavidad y en superficies amplias.
- Se prohíbe cargar cualquier elemento en los forjados antes de su desencofrado.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Técnica correcta de movimiento de ascenso y descenso entre distintos niveles.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.34.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Pasarelas de acceso
- Protección contra vertidos
- Protección de huecos horizontales
- Redes de protección
- Señales acústicas y luminosas de aviso de maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalización de salvamento y socorro.
- Señalista
- Sistemas de protección contra incendios

- Tapón de plástico para protección de armaduras tipo ‘seta’

5.2.34.10 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cinturones portaherramientas
- Cremas protectoras
- Dispositivos anticaídas (retráctil o deslizante)
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Líneas de vida
- Rodilleras
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.35 Arquetas y pozos de registro “in situ” o prefabricados

5.2.35.1 Descripción

Ejecución de pozos o arquetas en hormigón in situ o con piezas prefabricadas de hormigón, PE, PVC o PRFV en cualquier formato colocada en zanja o vaciado por medios mecánicos.

Incluye las labores de colocación, conexión y la nivelación de la colocación por medios mecánicos y remates manuales. Además, incluye los medios auxiliares para realizar la conexión (soldadores, tráctel, etc.) y el montaje y desmontaje de los apeos y arriostramientos.

Para acceder al interior de los pozos una vez construidos, se seguirán las premisas e instrucciones de acceso a espacios confinados.

5.2.35.2 Procedimiento

Se realizarán las arquetas y pozos de registro in situ o con materiales prefabricados, y se seguirán principalmente los siguientes pasos.

Para todas ellas la secuencia de los trabajos será la siguiente:

- Excavación con perfilado manual del fondo de las mismas.
- Realización de soleras, cimentaciones o bases de arquetas o pozos
- Construcción (in situ) y colocación (prefabricadas) de arquetas o pozos
- Remates, juntas, impermeabilizaciones
- Rellenos de trasdós

5.2.35.3 Maquinaria

- Bandejas vibrantes
- Bombas de hormigón autopropulsada
- Bombas de achique de agua
- Camiones basculantes
- Camiones grúa
- Camiones de suministro
- Camiones hormigonera
- Compresores y bombas de vacío
- Grúas autopropulsadas
- Grúa torre
- Grupos electrógenos
- Hormigoneras móviles
- Manipulador telescópico
- Motovolquetes
- Radiales
- Retroexcavadoras

- Taladradoras
- Vibradores
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.35.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carretón o carretilla de mano
- Carro portabotellas de gases licuados
- Castilletes de hormigonado
- Cubilote para hormigonado
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Pasarelas de obra
- Puntales
- Torres de iluminación

5.2.35.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica de: albañilería, encofrados, ferrallado, aislamiento e impermeabilización, montaje de prefabricados de hormigón en obra y trabajos en espacios confinados.

5.2.35.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que

se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.35.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Exposición a sustancias químicas nocivas
- Hundimientos y sepultamientos
- Inundación
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Rotura/contacto con instalaciones enterradas
- Sobre esfuerzos

5.2.35.8 Medidas preventivas

- A continuación, se relacionan una serie de medidas preventivas generales, pero para esta actividad se tendrán en cuenta las indicaciones realizadas en los siguientes apartados del Estudio, que no se duplican por su volumen y extensión:
 - Excavación en zanjas y pozos
 - Entibaciones
 - Drenaje de aguas procedentes del nivel freático
 - Montaje de ferralla
 - Encofrado
 - Hormigonado
 - Juntas, sellados e impermeabilizaciones
 - Manipulación de materiales y cargas
- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Los pasos para el acceso de personal al tajo estarán delimitados y acondicionados correctamente. Se empleará valla para limitar los pasos y serán sobre superficie regular sin desnivel. En caso de existir desnivel se peldañearán correctamente.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Colocar tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- En ningún caso se circulará con el remolque en posición elevada.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.

- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por los huecos de pozos o arquetas.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Los taludes serán lo suficientemente estables según características geotécnicas, y en su defecto se procederá a su entibado.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Recopilación de información y detección según la técnica adecuada de los distintos servicios afectados.
- Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se garantizará el drenaje del fondo de la excavación.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se utilizarán aquellas máquinas o herramientas que produzcan un nivel de vibración más bajo.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.

- Si fuese necesario pasar por encima de la zanja se colocará una pasarela con barandillas.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de cinturones porta herramientas.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.35.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Detectores de redes y servicios
- Dispositivos de parada de emergencia
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Pasarelas de acceso
- Pórticos de limitación de gálibo
- Protección de huecos horizontales
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistema de protección contra incendios

- Tapón de plástico para protección de armaduras tipo “seta”
- Topes de desplazamiento de vehículos
- Ventilación o extracción

5.2.35.10 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Botas impermeables
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Detectores de gases portátiles
- Dispositivos anticaídas (retráctil o deslizante)
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Líneas de vida
- Rodilleras
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.36 Obras de fábrica (ladrillo, bloque, mampostería, etc.)

5.2.36.1 Descripción

Se entiende por obra de fábrica todo elemento de obra constituido por colocación de ladrillos, bloques, piedras de cantera u otros elementos, unos juntos con los otros y sobre otros, ordenadamente y solapados de acuerdo con unas determinadas leyes de trabajo. Las piezas que forman los muros de fábrica son pequeñas comparadas con el elemento constructivo a realizar.

Para lograr un comportamiento resistente homogéneo (unitario), se ha de cohesionar entre sí con un material aglomerante, el mortero, evitando la formación de planos débiles por donde se podría romper la fábrica cuando entrara en carga.

Las obras de fábrica corresponden en su mayoría a la ejecución de pozos, cámaras, cerramientos exteriores y tabiquerías.

5.2.36.2 Procedimiento

Una vez recepcionado y acopiado el material, se procede al replanteo en seco de la estructura, y en el caso de corresponder a tabiquería o cerramiento exterior, se colocan los premarcos. A continuación, se procede a colocar la primera hilada.

Las piezas irán extendidas con material de agarre, en toda su superficie y se dispondrán juntas entre elementos de al menos 1 cm de espesor. A medida que se van colocando las piezas, se procede a limpiar las rebabas que hayan podido quedar antes de que se endurezcan. Finalizando, comprobar que se encuentre aplomada, plana, que no se haya roto ningún ladrillo, cuidando la horizontalidad de las hiladas y libres de rebabas.

A fin de aumentar la resistencia en muros esbeltos, se puede proceder a ejecutar el muro con armadura interior.

5.2.36.3 Maquinaria

- Camiones de suministro
- Camiones grúa
- Carretilla elevadora
- Grupos electrógenos
- Hormigoneras móviles
- Manipuladores telescópicos
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.36.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Bajantes de escombros
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Espuertas
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas

- Carretón o carretilla de mano
- Espuertas
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.36.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica de albañilería.

5.2.36.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.36.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamiento por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contacto eléctrico
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)

- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Hundimientos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Sobreesfuerzos

5.2.36.8 *Medidas preventivas*

- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Los pasos para el acceso de personal al tajo estarán delimitados y acondicionados correctamente. Se empleará valla para limitar los pasos y serán sobre superficie regular sin desnivel. En caso de existir desnivel se peldañearán correctamente.
- Adecuar el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- El material a utilizar se tiene que repartir de manera uniforme sobre los andamios. Sobre el forjado siempre se realizará cerca de pilares y paredes de carga.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Colocar tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Desbroce previo del área de obra.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se diversificará por tipología en lugares destinados a dicho fin, garantizando la adecuada ventilación de las instalaciones.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.

- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados o similar.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Recopilación de información y detección según la técnica adecuada de los distintos servicios afectados.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se colocarán los acopios de forma que esté a la menor altura posible.
- Se dispondrá de información meteorológica y se controlarán indicadores tales como temperatura, humedad, etc.
- Se establecerán medidas para garantizar una ventilación adecuada y reducir las partículas en suspensión.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se recomienda rotar los puestos, funciones y tareas, así como realizar descansos, evitando o reduciendo exposiciones a agentes que en tiempo prolongado puedan resultar dañinos.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.

- Se utilizarán aquellas máquinas o herramientas que produzcan un nivel de vibración más bajo.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Técnica correcta de movimiento de ascenso y descenso entre distintos niveles.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.36.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación
- Pasarelas de acceso
- Redes de protección
- Señales acústicas y luminosas de aviso de maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalista
- Sistemas de protección contra incendios
- Tapón de plástico para protección de armaduras tipo 'seta'

5.2.36.10 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cinturones portaherramientas
- Cremas protectoras

- Dispositivos anticaídas (retráctil o deslizante)
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Líneas de vida
- Rodilleras
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.37 Señalización vial

5.2.37.1 Descripción

Trabajos necesarios para señalización provisional o definitiva horizontal y vertical, y reposición de pintura de los viales.

5.2.37.2 Procedimiento

Señalización horizontal

Es condición indispensable para la aplicación de pintura sobre cualquier superficie, que ésta se encuentre completamente limpia, exenta de material suelto o mal adherido, y perfectamente seca.

Para eliminar la suciedad, y las partes sueltas o mal adheridas, que presenten las superficies de morteros u hormigones, se emplearán cepillos de púas de acero; pudiéndose utilizar cepillos con púas de menor dureza en las superficies bituminosas.

La limpieza del polvo de las superficies a pintar se llevará a cabo mediante un lavado intenso con agua, continuándose el riego de dichas superficies hasta que el agua escurra totalmente limpia.

La pintura se aplicará sobre superficies rugosas que faciliten su adherencia; por lo que las excesivamente lisas de morteros u hormigones se tratarán previamente mediante chorro de arena, frotamiento en seco con piedra abrasiva de arenilla gruesa, o solución de ácido clorhídrico al cinco por ciento (5%), seguida de posterior lavado con agua limpia.

Si la superficie presentara defectos o huecos notables, se corregirán los primeros, y se rellenarán los últimos, con materiales de análoga naturaleza que los de aquélla, antes de proceder a la extensión de la pintura.

En ningún caso se aplicará la pintura sobre superficies de morteros u hormigones que presenten eflorescencias. Para eliminarlas una vez determinadas y corregidas las causas que las producen, se humedecerán con agua las zonas con eflorescencias que se deseen limpiar; aplicando a continuación con brocha una solución de ácido clorhídrico al veinte por ciento (20%); y frotando, pasados cinco minutos (5 min), con un cepillo de púas de acero; a continuación, se lavará abundantemente con agua.

El Sistema airless, utilizado para grandes trabajos de señalización en carretera, autovía, autopista y pistas de aeropuerto. De gran versatilidad en cuanto a materiales, aplica todo tipo de pinturas en frío, así como termoplásticos en frío en dos componentes y marcas en relieve. La maquinaria está equipada con sistema electrónico para tres pistolas automáticas de pintura, es de fácil manejo y gran precisión en su desempeño. Permite acometer cualquier tipo de marca vial con rapidez y excelencia y la adaptación de KITS especiales.

Señalización vertical

Principalmente se resumen en las siguientes operaciones:

- Replanteo
- Apertura de huecos para cimentación
- Colocación de la señal, banderola o pórtico con sus postes.
- Hormigonado de la cimentación

5.2.37.3 Maquinaria

- Máquinas de pintado de marcas viales
- Camiones cisterna para riegos
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.37.4 Medios auxiliares

- Carretón o carretilla de mano
- Torres de iluminación

5.2.37.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica de Pintura.

5.2.37.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.37.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...).
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Exposición a sustancias químicas nocivas
- Intoxicación o asfixia
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.37.8 Medidas preventivas

- Prohibición de permanencia del personal en el radio de acción de máquinas en movimiento.
- Se dispondrá de una copia de la/s ficha/s de seguridad a mano de los productos químicos utilizados.
- Evitar manipular pinturas con las manos.

- Todos los envases (depósitos, bidones, sacos o similares) que contengan productos químicos, deberán estar debidamente etiquetados por los fabricantes, distribuidores e importadores, para que los trabajadores estén informados de su contenido y puedan adoptar las medidas de prevención adecuadas.
- Previamente a los trabajos se colocará la señalización de forma que se trabaje bajo la protección de la señalización precedente. Si es necesario se ordenará el tránsito alternativo mediante señalistas dotados con aparatos para comunicarse entre ellos. La retirada de la señalización se realizará en orden inverso a su colocación.
- La organización de los trabajos debe realizarse de manera que ningún operario ocupe la carretera durante la ejecución de las tareas sin estar correctamente señalizado. Señalización fija o móvil según la norma 8.3. IC.
- En la zona de trabajo sólo permanecerán los trabajadores implicados en las tareas a realizar.
- Se señalarán las zonas recién pintadas para evitar resbalones de otros trabajadores.
- Si fuera necesario por exigencias del trabajo el corte total o parcial de la calzada, todos los medios de trabajo y los materiales deberán agruparse en el arcén.
- Se prohibirá específicamente fumar o encender fuego en las proximidades del almacén de pinturas y disolventes, así como durante las tareas de pintado.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Iluminación suficiente.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.

- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.37.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Sistema de protección contra incendios

5.2.37.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Máscaras o mascarillas y filtros
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.38 Bordillos y ríogolas

5.2.38.1 Descripción

Trabajos necesarios para el montaje por medios manuales de bordillos y ríogolas para encintado de firmes, aceras o jardines.

Los bordillos son hileras de bloques de piedra, de hormigón o ladrillos que separan la acera de la calzada o delimitan zonas ajardinadas. Se considera ríogolas, a la franja de adoquines, losetas u otro material en forma de canaleta que se coloca generalmente junto al bordillo de las aceras, a fin de conducir las aguas pluviales favoreciendo el drenaje superficial.

5.2.38.2 Procedimiento

Esta unidad se refiere al de bordillos y rigolas, se colocan a medida que se ha ido colocando la capa de subbase en las aceras y firmes, se termina la base en calzadas y se han terminado las diferentes redes.

Antes de proceder a la descarga del material, verificar que la mercancía recibida se corresponde con lo indicado en el albarán de entrega y comprobar que los tipos de material son los solicitados así como si el material ha llegado o no en perfectas condiciones.

El proceso a seguir para la ejecución de los bordillos es:

- Se ponen clavos cada 5 m aproximadamente excepto en las curvas, que serán más abundantes, ajustadas en alineación y rasante a lo fijado en Proyecto.
- Se cuidarán muy especialmente las alineaciones rectas de gran longitud.
- Se extiende el hormigón de cimientado en el exterior de los clavos y con la altura correspondiente.
- A continuación se procede a la colocación de los bordillos, rellenándose posteriormente las juntas con mortero sin sobrepasar en 1 cm la anchura de los mismos. Las líneas definidas por la arista superior deberán ser rectas y en su caso las curvas responderán a las figuras prefijadas y ajustadas a las rasantes fijadas.

Se comenzará con la colocación de bordillos que delimitará las aceras con la calzada. Para su puesta en obra se establecerá previamente mediante topografía, una serie de puntos de referencia que marcarán su cota y situación final.

A medida que se colocan los bordillos y quedan perfectamente definidas las áreas a pavimentar, se realizará la solera de las aceras mediante el extendido de hormigón o arena para posteriormente pavimentar con baldosa o adoquín respectivamente según la zona a pavimentar.

Se prestará atención en establecer las pendientes oportunas en las aceras a fin de garantizar la evacuación de las aguas que viertan en las aceras.

La pavimentación se realizará de forma simultánea a la ejecución de firmes de modo que las obras vayan avanzando progresivamente y se vayan cerrando zonas ya ejecutadas.

5.2.38.3 Maquinaria

- Motovolquetes
- Camiones grúa
- Camiones de suministro
- Camiones hormigonera
- Hormigoneras móviles
- Manipulador telescópico

- Martillos rompedores
- Miniexcavadoras
- Radiales
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.38.4 Medios auxiliares

- Bajante de escombros
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carretón o carretilla de mano
- Contenedores de escombros
- Escaleras manuales
- Espuertas
- Equipos de topografía
- Pinzas para colocación de bordillos
- Torres de iluminación

5.2.38.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para montaje de prefabricados de hormigón en obra y/o solados y alicatados.

5.2.38.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.38.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.38.8 Medidas preventivas

- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- El corte de piezas se ejecutará en la medida de lo posible en vía húmeda para evitar de lesiones por trabajar en atmósferas pulverulentas.
- El corte de piezas de pavimento en vía seca con sierra circular, se efectuará situándose el cortador a sotavento, para evitar en lo posible respirar los productos del corte en suspensión.
- Los huecos en el suelo permanecerán constantemente protegidos con las protecciones colectivas establecidas en la fase de estructura.

- Los bordillos se transportarán correctamente apilados dentro de las cajas de suministro que no se romperán hasta la hora de utilizar su contenido. El conjunto se flejará o atará a la plataforma de izado o transporte para evitar los accidentes por derrames de la carga.
- Las cajas o paquetes de pavimento, nunca se dispondrán de forma que obstaculicen los lugares de paso.
- Los tajos se limpiarán de recortes y desperdicios de pasta, apilando los escombros ordenadamente para su evacuación mediante bajantes de escombros (en su caso).
- Se adoptarán medidas para evitar el golpe de calor: beber líquido con frecuencia; descansos frecuentes tomando alimento y agua; utilizar ropas frescas, transpirables y cubrirse la cabeza.
- La organización de los trabajos debe realizarse de manera que ningún operario ocupe la carretera durante la ejecución de las tareas sin estar correctamente señalizado. Señalización fija o móvil según la norma 8.3. IC.
- Todos los huecos horizontales tales como pozos, arquetas, etc han de estar tapados con elementos resistentes que soporten el paso de vehículos pesados de obra.
- Se procurará realizar con medios mecánicos toda aquella operación de manejo de cargas, elevación o transporte que por sus características (peso, volumen, forma, etc.) ofrezca mayores riesgos en caso de ser realizada de forma manual.
- En caso de manipulación manual de las piezas, será obligatorio el uso de utillaje de garras para el levantamiento y posicionamiento de bordillos, entre dos personas.
- Bajo ningún concepto se levantarán bordillos manualmente por un solo trabajador con pesos superiores a 25 kg.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.

- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.38.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Protección de huecos horizontales
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Sistema de protección contra incendios
- Topes de desplazamiento de vehículos
- Tapón de plástico para protección de armaduras tipo 'seta'

5.2.38.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Rodilleras

- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.39 Instalaciones eléctricas

5.2.39.1 Descripción

Son el conjunto de circuitos eléctricos que, colocados en un lugar específico, tienen como objetivo dotar de energía eléctrica y de datos a infraestructuras. Incluye los equipos necesarios para asegurar su correcto funcionamiento y la conexión con los aparatos eléctricos correspondientes.

Las instalaciones eléctricas, si se realizan sin conexión a la red pueden no tener riesgo eléctrico. El riesgo eléctrico se produce en toda tarea que implique actuaciones sobre instalaciones eléctricas de baja y alta tensión, utilización, manipulación y reparación del equipo eléctrico de las máquinas, así como utilización de aparatos eléctricos en entornos para los cuales no han sido diseñados.

Se concretan los siguientes trabajos con riesgo eléctrico:

- Trabajar en instalaciones en tensión.
- Realizar maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones eléctricas.
- Trabajar en proximidad de elementos en tensión (incluidas las líneas eléctricas aéreas o subterráneas).
- Trabajar en emplazamientos con riesgos de incendio o explosión, o en los que pueda producirse una acumulación peligrosa de carga electrostática

Se considera riesgo eléctrico a todo aquel que es originado por la energía eléctrica durante la realización de un trabajo en instalaciones eléctricas o en sus proximidades. Se incluyen específicamente los siguientes:

- Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto).
- Quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico.
- Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.
- Incendios o explosiones originados por la electricidad.

5.2.39.2 Procedimiento

Antes de comenzar cualquier trabajo eléctrico, es necesario establecer por escrito la secuencia de las operaciones a desarrollar para la realización de cualquier trabajo en instalaciones eléctricas o en sus proximidades, incluyendo los medios materiales (de trabajo o de protección) y humanos (cualificación o formación de personal) necesarios para llevarlo a cabo.

Cualquier trabajo con riesgo eléctrico debe ser realizado por un “trabajador autorizado”.

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico, deberá efectuarse sin tensión, a excepción de:

- Las operaciones elementales, tales como por ejemplo conectar y desconectar, en instalaciones de baja tensión con material eléctrico concebido para su utilización inmediata y sin riesgos por parte del público en general. En cualquier caso, estas operaciones deberán realizarse por el procedimiento normal previsto por el fabricante y previa verificación del buen estado del material manipulado.
- Los trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de las mismas y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura. En caso contrario, el procedimiento de trabajo establecido deberá asegurar la correcta identificación de la instalación y evitar los cortocircuitos cuando no sea posible proteger al trabajador frente a los mismos.
- Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija, tales como por ejemplo la apertura y cierre de interruptores o seccionadores, la medición de una intensidad, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico, o la comprobación de la concordancia de fases.
- Los trabajos en, o en proximidad de instalaciones cuyas condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran.

Para dejar la instalación eléctrica sin tensión, antes de realizar el trabajo, y para la reposición de la tensión, al finalizarlo, se seguirán las disposiciones generales establecidas.

Supresión de la tensión

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a continuación, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

1. Desconectar.
2. Prevenir cualquier posible realimentación.
3. Verificar la ausencia de tensión.
4. Poner a tierra y en cortocircuito.
5. Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo

5.2.39.3 Maquinaria

- Retroexcavadoras
- Compactadoras manuales

- Motovolquetes
- Camiones grúa
- Camiones de suministro
- Manipulador telescópico
- Miniexcavadoras
- Radiales
- Taladradoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.39.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carretón o carretilla de mano
- Contenedores de escombros
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Torres de iluminación

5.2.39.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para trabajos de electricidad.

5.2.39.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que

se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.39.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Incendio y explosión
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Rotura/contacto con instalaciones enterradas
- Sobreesfuerzos

5.2.39.8 Medidas preventivas

- Realización de la evaluación de riesgos correspondiente cuando los trabajos impliquen exposición a riesgo eléctrico.

- Se garantizará la formación e información a los trabajadores sobre las tareas a desarrollar, procedimientos establecidos a seguir y posibles riesgos durante la ejecución de las mismas.
- Se seguirá lo establecido en la legislación vigente sobre protección de trabajadores frente a riesgo eléctrico.
- Todas las zonas con riesgo de contacto eléctrico, estarán correctamente señalizadas.
- Los trabajos de mantenimiento o reparación de las instalaciones eléctricas o equipos eléctricos solo serán realizadas por personal cualificado.
- Para la realización de trabajos con tensión se tendrá en cuenta:
 - Los trabajos en tensión deberán seguir un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión.
 - El método de trabajo empleado y los equipos y materiales de trabajo y de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de materiales.
- Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas.
- En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado posible de ella que el trabajo permita.
- Deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:
 - El número de elementos en tensión.
 - Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envoltentes o protecciones aislantes.
- Si, a pesar de las medidas adoptadas, siguen existiendo elementos en tensión cuyas zonas de peligro sean accesibles, se deberá:
 - Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro.
 - Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro.
- Se seguirán las medidas preventivas frente al riesgo por contacto eléctrico directo:
 - No manipular la instalación sin efectuar previo corte.
 - Disponer de formación específica adecuada.
 - Colocar la señalización adecuada.

- Equipos con tomas de corriente adecuada.
- Uso de tensión de seguridad (24 V).
- Herramientas portátiles provistas de doble aislamiento.
- Evitar que los conductores discurran tirados por el suelo.
- Disponer de suficiente número de enchufes.
- Separar las partes activas de la instalación a una distancia de la zona de trabajo o de circulación de manera que sea imposible un contacto voluntario o accidental.
- Interposición de obstáculos o barreras entre las partes activas de la instalación eléctrica y el hombre de manera que no se pueda producir un contacto accidental (armarios para cuadros eléctricos, celdas de transformación, seccionadores de alta tensión, tapa de interruptores y enchufes...).
- Recubrimiento o aislamiento de las partes activas de la instalación eléctrica con material aislante de manera que la corriente de contacto quede limitada a un valor no superior de 1mA (cables eléctricos recubiertos, herramientas con material aislante...).
- Se seguirán las medidas preventivas frente al riesgo por contacto eléctrico indirecto:
 - Las instalaciones contarán con la correspondiente puesta a tierra de las masas.
 - Instalaciones con neutro aislado de tierra.
 - Instalación de interruptores diferenciales de corte automático con la sensibilidad adecuada y que controlen todos los circuitos, tanto de fuerza como de alumbrado. En las zonas donde no haya puesta a tierra solo se pueden utilizar interruptores diferenciales con una sensibilidad no superior a 30mA (Reglamento BT)
 - Realización de uniones equipotenciales.
 - Separación de circuitos
 - Empleo de pequeñas tensiones de seguridad (24V en locales húmedos)
- Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medios de aislamientos de protección:
 - Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas.
 - Recubrimiento de masas con aislamientos de protección.
 - Conexiones equipotenciales.
 - Puesta a tierra de masas y dispositivo de corte por intensidad de defecto.
 - Puesta a neutro de las masas con dispositivo de corte por intensidad de defecto.

- Puesta a tierra de las masas y dispositivo de corte por tensión de defecto.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Iluminación suficiente.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados o similar.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se señalará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de cinturones porta herramientas

- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.39.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Detectores de corrientes eléctricas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Protección de huecos horizontales
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalización de salvamento y socorro
- Sistema de protección contra incendios

5.2.39.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Calzado dieléctrico
- Cinturones portaherramientas
- Cascos de protección
- Cascos dieléctricos
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Guantes de protección
- Guantes dieléctricos
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.40 Instalación de alumbrado

5.2.40.1 Descripción

Se refiere esta actividad a la instalación de todos los elementos correspondientes al alumbrado e iluminación de una instalación, como son: canalizaciones, arquetas, báculos, farolas, proyectores, puntos de luz, bandejas, cableados, interruptores, etc.

5.2.40.2 Procedimiento

1.1.1.1.20 Canalizaciones y arquetas

En primer lugar, se realizará la obra civil de las instalaciones de alumbrado, que principalmente comprenderán la apertura de pequeñas zanjas para las canalizaciones y arquetas en caso de ser instalaciones enterradas.

1.1.1.1.21 Tubos y bandejas

En caso de ser instalaciones aéreas el cable normalmente irá grapado a la pared, en tubos o en bandejas.

En caso de ir enterrados, generalmente irán dentro de tubos corrugados.

1.1.1.1.22 Elementos de alumbrado

Seguidamente se ejecutarán las cimentaciones de los báculos o farolas y de los puntos de luz, colocándose a continuación toda la aparamenta.

1.1.1.1.23 Cableados

Se tirarán todos los cableados de la instalación aislada. Los cables se introducirán en los tubos pasando primero las guías que llevarán el cable de un punto a otro a través del tubo.

1.1.1.1.24 Conexiones eléctricas

Será la última operación y antes de comenzar cualquier trabajo con riesgo eléctrico, es necesario establecer por escrito la secuencia de las operaciones a desarrollar para la realización de cualquier trabajo en instalaciones eléctricas o en sus proximidades, incluyendo los medios materiales (de trabajo o de protección) y humanos (cualificación o formación de personal) necesarios para llevarlo a cabo.

Cualquier trabajo con riesgo eléctrico debe ser realizado por un “trabajador autorizado”.

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico, deberá efectuarse sin tensión. Para dejar la instalación eléctrica sin tensión, antes de realizar el trabajo, y para la reposición de la tensión, al finalizarlo, se seguirán las disposiciones generales establecidas.

5.2.40.3 Maquinaria

- Compactadoras manuales

- Motovolquetes
- Camiones grúa
- Camiones de suministro
- Grúas autopropulsadas
- Manipulador telescópico
- Miniexcavadoras
- Motovolquetes
- Radiales
- Retroexcavadoras
- Taladradoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.40.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Torres de iluminación

5.2.40.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para trabajos de Electricidad.

5.2.40.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.40.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Incendio y explosión
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Rotura/contacto con instalaciones enterradas
- Sobreesfuerzos

5.2.40.8 Medidas preventivas

- Se seguirá lo establecido en la legislación vigente sobre protección de trabajadores frente a riesgo eléctrico.
- Todas las zonas con riesgo de contacto eléctrico estarán correctamente señalizadas.
- Se realizará la evaluación de riesgos correspondiente cuando los trabajos impliquen exposición a riesgo eléctrico.
- Se garantizará la formación e información a los trabajadores sobre las tareas a desarrollar, procedimientos establecidos a seguir y posibles riesgos durante la ejecución de las mismas.
- Los trabajos de mantenimiento o reparación de las instalaciones eléctricas o equipos eléctricos solo serán realizados por personal cualificado.
- Para la realización de trabajos con tensión se tendrá en cuenta:
 - Los trabajos en tensión deberán seguir un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión.
 - El método de trabajo empleado, los equipos y materiales de trabajo de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de materiales.
- Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas.
- En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado posible de ella que el trabajo permita.
- Deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:
 - El número de elementos en tensión.
 - Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envoltentes o protecciones aislantes.
- En los trabajos de conexionado a la tensión y pruebas, se seguirán las medidas preventivas frente al riesgo por contacto eléctrico directo:
 - No manipular la instalación sin efectuar previo corte.
 - Disponer de formación específica adecuada.
 - Colocar la señalización adecuada.
 - Equipos con tomas de corriente adecuada.

- Uso de tensión de seguridad (24 V).
- Herramientas portátiles provistas de doble aislamiento.
- Evitar que los conductores discurran tirados por el suelo.
- Disponer de suficiente número de enchufes.
- Separar las partes activas de la instalación a una distancia de la zona de trabajo o de circulación de manera que sea imposible un contacto voluntario o accidental.
- Interposición de obstáculos o barreras entre las partes activas de la instalación eléctrica y el hombre de manera que no se pueda producir un contacto accidental (armarios para cuadros eléctricos, celdas de transformación, seccionadores de alta tensión, tapa de interruptores y enchufes...).
- Recubrimiento o aislamiento de las partes activas de la instalación eléctrica con material aislante de manera que la corriente de contacto quede limitada a un valor no superior de 1mA (cables eléctricos recubiertos, herramientas con material aislante...).
- Se seguirán las medidas preventivas frente al riesgo por contacto eléctrico indirecto:
 - Las instalaciones contarán con la correspondiente puesta a tierra de las masas.
 - Instalaciones con neutro aislado de tierra.
 - Instalación de interruptores diferenciales de corte automático con la sensibilidad adecuada y que controlen todos los circuitos, tanto de fuerza como de alumbrado. En las zonas donde no haya puesta a tierra solo se pueden utilizar interruptores diferenciales con una sensibilidad no superior a 30mA (Reglamento BT)
 - Realización de uniones equipotenciales.
 - Separación de circuitos
 - Empleo de pequeñas tensiones de seguridad (24V en locales húmedos)
- Toda canalización eléctrica existente en el emplazamiento de la obra se identificará antes del comienzo de los trabajos recabando la información precisa. No podrán manipularse las canalizaciones, si no es con la autorización de la Compañía Suministradora.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Iluminación suficiente.

- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados, arquetas o similar.
- En las excavaciones para zanjas y arquetas o cimentaciones, los taludes serán lo suficientemente estables según características geotécnicas, y en su defecto se procederá a su entibado.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transportar cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se señalará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de cinturones porta herramientas
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.40.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra

- Detectores de corrientes eléctricas
- Detectores de redes y servicios
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Pasarelas de acceso
- Protección de huecos horizontales
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalización de salvamento y socorro
- Señales de ordenación de tráfico
- Sistema de protección contra incendios
- Topes de desplazamiento de vehículos

5.2.40.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Calzado dieléctrico
- Cascos de protección
- Cascos dieléctricos
- Cinturones portaherramientas
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Guantes dieléctricos
- Ropa de protección

- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.41 *Instalaciones contra incendios*

5.2.41.1 *Descripción*

Las principales instalaciones contra Incendios que habitualmente se instalan son las siguientes:

- Extintores
- Columna Seca
- Hidrantes exteriores (CHE)
- Bocas de incendio equipadas (BIEs)
- Rociadores de agua
- Detectores

5.2.41.2 *Procedimiento*

Extintores

Los extintores son aparatos portátiles cuyo agente extintor se encuentra contenido en su interior, y posee el peso y las dimensiones convenientes para su manipulación rápida y eficaz.

Se colocará colgado en el lugar indicado con el elemento de sujeción atornillado al paramento.

Columna Seca

Se llama Columna Seca al sistema de extinción para uso exclusivo de los bomberos, está formada por una canalización de acero compuesta de los siguientes elementos:

- Toma de Alimentación: se ubica sobre la fachada del edificio para acoplarle las mangueras que permitan la alimentación de la canalización por el tanque de bomberos.
- Distribuidor: es la canalización que va desde la toma de alimentación hasta cada columna. Posee un diámetro de 80 mm, cualquiera sea el número de plantas del inmueble.
- Columna: la columna sale del distribuidor y llega hasta las bocas en los pisos. Posee un diámetro de 80 mm, cualquiera sea el número de plantas del inmueble. Se instalan tantas columnas como cajas de escaleras sobrepasen las 7 plantas.
- Boca de columna seca: se conecta a la columna, está situada en la pared de embarque de escalera, permite el acoplamiento de las mangueras de bomberos.

- Boca de columna seca con llave de sección: se conecta a la columna, está situada en la pared de embarque de escalera, para el acoplamiento de mangueras de bomberos y para corte del paso de agua a plantas superiores.

Hidrantes exteriores (CHE)

Instalación fija de extinción para uso exclusivo de los bomberos; está compuesta por:

- Toma de la Red General de Agua por medio de una canalización de sección 80 mm.
- Boca de Incendio, está conectada a la canalización y alojada en arqueta.
- Permite el acoplamiento de mangueras de bomberos.

Bocas de incendio equipadas (BIEs)

Instalación de extinción compuesta por una conducción independiente, siempre en carga compuesta por:

- Distribuidor: es la conducción que va desde la toma de la red general hasta el pie de la columna, con su llave de paso y válvula de retención.
- Columna: conducción que va desde el distribuidor hasta las derivaciones.
- Derivación: conducción desde columna hasta los ramales, con su llave de paso a la salida de la columna.
- Ramal: conducción desde la derivación hasta el equipo de manguera.
- Equipo de Manguera: se conecta directo al ramal. Puede ser utilizado por cualquier persona.
- Toma de Alimentación: la toma de alimentación se sitúa en la fachada del edificio. Alimenta la instalación mediante una canalización a tanque de bomberos en caso de corte de suministro de la red general de agua. Esta canalización es de igual diámetro que la columna y lleva su respectiva llave de paso y válvula de retención.

Rociadores de Agua

Los rociadores o sprinklers son dispositivos de disparo individual y automático, conectados a una tubería de agua a presión; poseen una cabeza con un caño obturado con un tapón sujeto por una cápsula rellena por un líquido que al llegar a punto de ebullición, a una temperatura denominada temperatura de disparo, se conecta a un dispersor.

Al producirse la elevación de temperatura ambiente como producto del fuego, hierve el líquido rompiendo la cápsula, iniciando así la salida del agua a presión en forma de rociador.

También existen modelos de sprinklers automatizados y conectados a un detector de incendios, que envían la orden para activar el sistema.

Los rociadores serán conectados a una conducción de agua fría independiente.

La instalación está compuesta por:

- Distribuidor: es la conducción horizontal que discurre desde la toma o depósito hasta el pie de la columna, lleva su correspondiente llave de paso y válvula de retención.
- Columna: es la conducción vertical desde el distribuidor hasta las derivaciones.
- Derivación: es la conducción propia de cada planta que va desde la columna hasta los rociadores.
- Rociador: se une a la derivación, no se instalan más de 4 rociadores por línea, para no perder la presión de agua.
- Toma de Alimentación: se sitúa en la fachada del edificio. Permite alimentar la instalación, mediante canalizaciones, desde el tanque de bomberos en caso de corte de suministro de agua de la red general. La sección de esta canalización será de diámetro igual al de la columna, llevará su correspondiente llave de paso y válvula de retención.

Detectores

Los Detectores constituyen una instalación de detección automática compuesta por una red eléctrica independiente de la red del edificio.

Está formada por las siguientes partes:

- Toma de la Red General Eléctrica: Para la alimentación de la central de señalización de detectores.
- Central de Señalización de Detectores: Se conecta con los detectores para su alimentación y recepción de información por medio de líneas de señalización.
- Detector: El detector al percibir la presencia de humos o el incremento de la temperatura ambiente, emite una señal eléctrica que avisa.

5.2.41.3 Maquinaria

- Camiones de suministro
- Carretilla elevadora
- Grupos electrógenos
- Manipulador telescópico
- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Radiales
- Taladradoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.41.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Carretón o carretilla de mano
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Plataformas móviles
- Torres de iluminación

5.2.41.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

5.2.41.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.41.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas

- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.41.8 Medidas preventivas

- Se mantendrán limpios de cascotes y recortes los lugares de trabajo. Se limpiarán conforme se avance, apilando el escombros para su vertido para evitar el riesgo de pisadas sobre objetos.
- Iluminación suficiente.
- La iluminación eléctrica mediante portátiles se efectuará mediante -mecanismos estancos de seguridad- con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla.
- Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.
- Se prohíbe abandonar los mecheros y sopletes encendidos.
- Se controlará la dirección de la llama durante las operaciones de soldadura para evitar incendios.
- Las máquinas portátiles a usar en estos trabajos tendrán doble aislamiento.
- No usar como toma de tierra las tuberías de agua.
- Se prohíbe soldar con plomo en los lugares cerrados.
- Al lado de la puerta del almacén de gases licuados se instalará un extintor de polvo químico seco.
- Los elementos de tubería se transportarán de manera que el traqueteo, las sacudidas, los golpes o el peso de las cargas no pongan en peligro la estabilidad de las piezas, y/o del vehículo, debiendo estar firmemente sujetas las bridas o eslingas a las piezas.
- En caso de que se hiciera necesario el almacenaje o acopio de los elementos de tubería se ubicarán en una zona en la que los recorridos de la grúa que los va a elevar para proceder a su montaje no afecten a posibles trabajos bajo el área de acción de las cargas suspendidas.
- El lugar donde se almacenen será capaz de resistir el peso de las piezas, siendo horizontal, evitando así riesgos que se puedan volcar o deslizar.

- Para las operaciones de enganche se ha de comprobar que los anclajes que traen las piezas estén en correctas condiciones, comprobándose que no presentan zonas deterioradas con el consiguiente peligro de desprendimiento al izarse.
- Los cables, cadenas, eslingas, bridas, etc., empleados en las operaciones de izado deberán ser revisados periódicamente, desechándose cuando presenten algún defecto. Todos estos elementos soportarán el mismo peso máximo admisible.
- Empleo de ganchos y grilletes con cierres de seguridad.
- Las tenazas, abrazaderas u otros accesorios utilizados para el izado serán de forma y dimensiones que puedan garantizar una sujeción firme sin dañar al elemento, debiendo llevar marcada la carga máxima admisible en las condiciones más desfavorables de izado.
- Se prohíbe el izado y montaje de elementos pesados en régimen de fuertes vientos.
- Si la zona de operaciones no queda dentro del campo visual del operador de grúa, se emplearán señalistas y cuántos trabajadores sean precisos, no permaneciendo ninguno de ellos bajo la vertical de la carga suspendida.
- El trabajo en altura se hará desde plataformas elevadoras o andamios, si no fuera posible se empleará arnés de seguridad, sujetos a elementos fijos o a líneas de vida.
- Se utilizarán cuerdas para guiar las cargas suspendidas, no admitiéndose el posicionamiento y guiado con las manos y/o pies.
- La colocación de las piezas en su posición definitiva se hará en descenso vertical y lo más lentamente posible.
- No se conectará la instalación de detección de incendios a la red eléctrica hasta su completa finalización y únicamente para las pruebas necesarias.
- Colocar tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Iluminación suficiente.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados o similar.

- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transitar por zonas con inestabilidad.
- No transportar cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se proyectará, ejecutará y explotarán las instalaciones cumpliendo la normativa vigente, cumpliendo los protocolos en todas las fases del proyecto.
- Se señalará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Uso de cinturones porta herramientas
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.

5.2.41.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Iluminación provisional
- Protección de huecos horizontales
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalización de salvamento y socorro

5.2.41.10 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Calzado de protección
- Cinturones portaherramientas
- Cascos de protección
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad
- Líneas de vida

5.2.42 Fontanería

5.2.42.1 Descripción

La fontanería es el oficio de trabajar con tubos, tuberías y accesorios para sistemas de agua potable y el drenaje de los edificios.

5.2.42.2 Procedimiento

El procedimiento constructivo de estas instalaciones es el que sigue:

- Ya marcado el recorrido de la tubería, hacer las rozas en las paredes. Colocar los soportes en las zonas donde haya falso techo.
- Indicación para tuberías de agua fría con peligro de condensación, y para tuberías de agua caliente, de los tramos con aislamiento, espesor y barrera de vapor.
- Colocar los pasamuros y a continuación montar y fijar las tuberías y las válvulas correspondientes.
- La distancia entre soportes está condicionada por el tipo de tubería y diámetro.
- Para tubería empotrada, los tramos deben protegerse con cartón ondulado, cinta, pintura o PVC corrugado.
- Antes de recubrir las tuberías, realizar una prueba de estanqueidad.

5.2.42.3 Maquinaria

- Camiones grúa

- Camiones de suministro
- Grupos electrógenos
- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Soldadora de tubos
- Equipos de soldadura eléctrica
- Motosoldadoras
- Radiales
- Taladradoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.42.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carretón o carretilla de mano
- Contenedores de escombros
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Transpaletas hidráulicas
- Torres de iluminación

5.2.42.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para trabajos de fontanería.

5.2.42.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.42.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Rotura/contacto con instalaciones enterradas
- Sobreesfuerzos

5.2.42.8 Medidas preventivas

- Se mantendrán limpios de cascotes y recortes los lugares de trabajo. Se limpiarán conforme se avance, apilando el escombro para su vertido para evitar el riesgo de pisadas sobre objetos.
- Iluminación suficiente. La iluminación eléctrica mediante portátiles se efectuará mediante - mecanismos estancos de seguridad- con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla.
- Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.

- Se prohíbe abandonar los mecheros y sopletes encendidos.
- Se controlará la dirección de la llama durante las operaciones de soldadura para evitar incendios.
- Las máquinas portátiles a usar en estos trabajos tendrán doble aislamiento.
- No usar como toma de tierra las tuberías de agua.
- Al lado de la puerta del almacén de gases licuados se instalará un extintor de polvo químico seco.
- Los elementos de tubería se transportarán de manera que el traqueteo, las sacudidas, los golpes o el peso de las cargas no pongan en peligro la estabilidad de las piezas, y/o del vehículo, debiendo estar firmemente sujetas las bridas o eslingas a las piezas.
- En caso de que se hiciera necesario el almacenaje o acopio de los elementos de tubería se ubicarán en una zona en la que los recorridos de la grúa que los va a elevar para proceder a su montaje no afecten a posibles trabajos bajo el área de acción de las cargas suspendidas.
- El lugar donde se almacenen será capaz de resistir el peso de las piezas, siendo horizontal, evitando así riesgos que se puedan volcar o deslizar.
- Para las operaciones de enganche se ha de comprobar que los anclajes que traen las piezas estén en correctas condiciones, comprobándose que no presentan zonas deterioradas con el consiguiente peligro de desprendimiento al izarse.
- Los cables, cadenas, eslingas, bridas, etc., empleados en las operaciones de izado deberán ser revisados periódicamente, desechándose cuando presenten el menor defecto. Todos estos elementos soportarán el mismo peso máximo admisible.
- Empleo de ganchos y grilletes con cierres de seguridad.
- Las tenazas, abrazaderas u otros accesorios utilizados para el izado serán de forma y dimensiones que puedan garantizar una sujeción firme sin dañar al elemento, debiendo llevar marcada la carga máxima admisible en las condiciones más desfavorables de izado.
- Se prohíbe el izado y montaje de elementos pesados en régimen de fuertes vientos.
- Si la zona de operaciones no queda dentro del campo visual del operador de grúa, se emplearán señalistas y cuántos trabajadores sean precisos, no permaneciendo ninguno de ellos bajo la vertical de la carga suspendida.
- El trabajo en altura se hará desde plataformas elevadoras o andamios, si no fuera posible se empleará arnés de seguridad, sujetos a elementos fijos o a líneas de vida.
- Se utilizarán cuerdas para guiar las cargas suspendidas, no admitiéndose el posicionamiento y guiado con las manos y/o pies.
- La colocación de las piezas en su posición definitiva se hará en descenso vertical y lo más lentamente posible.

- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Colocar tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados o similar.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se señalará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Uso de cinturones porta herramientas.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.42.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra

- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Pasarelas de acceso
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalización de salvamento y socorro
- Sistema de protección contra incendios

5.2.42.10 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cinturones portaherramientas
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Guantes de soldador
- Líneas de vida
- Máscaras o mascarillas y filtros
- Pantalla de soldador
- Polainas de soldador
- Rodilleras
- Ropa de protección

- Ropa de señalización de alta visibilidad
- Ropa de soldador

5.2.43 Albañilería y revestimientos

5.2.43.1 Descripción

Esta actividad contempla todos los trabajos de albañilería necesarios para la realización del cerramiento de las edificaciones, así como las divisiones interiores y revestimientos. Se tienen en cuenta todos los trabajos de acabados en general para la realización de los mismos.

Los cerramientos o divisiones consisten en la realización de elementos verticales que delimitan espacios de mayor o menor superficie destinados a distinto uso. A estos elementos se les denomina "tabiques".

Algunas divisiones, además de separar el espacio, pueden soportar cargas que se encuentran apoyadas en las mismas. En este caso se denominan "muros de carga".

Los tabiques se pueden realizar utilizando métodos tradicionales, es decir, ladrillos cerámicos, unidos con pasta de yeso o mortero de cemento o bien con bloque de hormigón o con materiales prefabricados tipo cartón yeso.

Los revestimientos son las terminaciones superficiales, que otorgan continuidad, y sirven de decoración y protección, ofreciendo seguridad ante eventuales desprendimientos. Pueden ser de tipología continua los cuales se realizan colocando capas con pastas obtenidas de mezclas variadas de aglomerantes (cal, cemento, yeso, etc.) o de tipología discontinua a base de piezas que conforman la piel de la estructura (azulejos, ladrillos etc.).

5.2.43.2 Procedimiento

Para realizar os cerramientos o divisiones interiores de las edificaciones se procederá de la siguiente manera:

Habiendo concluido el replanteo, se disponen las miras aplomadas, verticales, guardando entre sí una distancia no mayor de 4 m.

Se colocan los premarcos cuidando que concuerden las medidas tomadas del tabique en ejecución.

Con los ladrillos, bloques o elementos prefabricados previamente humedecidos, se coloca la primera hilada.

En estos tabiques de albañilería es suficiente con colocar hilos horizontales cada tres hiladas de ladrillos. Estos hilos se sujetan a las miras, donde ya se ha marcado la medida de las hiladas, para mantener la horizontalidad.

Se extenderá el material de agarre (mortero o yeso) sobre toda la superficie del ladrillo y en la cabeza a unir con el ladrillo colocado anteriormente, cuidando de formar juntas de 1 cm de espesor. A medida que se colocan los ladrillos, se van limpiando las rebabas de mortero.

Para la última hilada, se dejará una holgura de 2 cm antes de llegar al forjado, que será rellenada luego, antes de la aplicación de los yesos. De esta manera, se previene de probables fisuras en las uniones de tabique y forjado por los movimientos normales que los forjados tienen al ir cargándolos con las fábricas de ladrillos.

Para ejecutar la unión entre tabiques, se realizará mediante enjarjes o trabazones, ejecutando dos hiladas no y una sí.

Finalizando, se comprobará que se encuentre aplomada, plana, que no se haya roto ningún ladrillo, cuidando la horizontalidad de las hiladas y libres de rebabas.

Para la ejecución de los revestimientos se procede a humedecer la superficie sobre la cual se va a trabajar, pudiéndose colocar posteriormente unas guías que ayudan a mantener un espesor constante, para posteriormente proceder a aplicar el mortero regularizador de superficie tratando de lograr una capa uniforme, rellenando aquellas partes que puedan quedar sin mortero con espátula. Esta capa podrá ser definitiva o servir de capa de fijación y regularizadora para la siguiente que puede ser de tipología continua o discontinua. En el caso de tabiquería se debe de verificar la nivelación del espesor, guardando una correcta ortogonalidad de superficie.

5.2.43.3 Maquinaria

- Motovolquetes
- Camiones grúa
- Camiones de suministro
- Camiones hormigonera
- Carretillas elevadoras
- Grúas torre
- Grupos electrógenos
- Hormigoneras móviles
- Manipuladores telescópicos
- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Radiales
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.43.4 Medios auxiliares

- Andamios

- Bajantes de escombros
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carretón o carretilla de mano
- Contenedores de escombros
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Espuertas
- Puntales
- Plataformas móviles
- Transpaletas hidráulicas
- Torres de iluminación

5.2.43.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para trabajos de albañilería.

5.2.43.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.43.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria

- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.43.8 *Medidas preventivas*

- Organizar un Plan de Orden y Limpieza, almacenando los materiales en lugares establecidos, ordenando las herramientas y útiles de trabajo y retirando los escombros diariamente. Estos escombros se evacuarán mediante bajantes de escombros que desemboquen en contenedores o recintos señalizados correctamente.
- Se peldañearán las rampas de escalera con peldaños provisionales.
- Los palets de ladrillos se almacenarán junto a los pilares.
- Se transportarán los palets adecuadamente para evitar desprendimientos.
- Se deben evitar los trabajos junto a los tabiques recientemente levantados. Para efectuar trabajos en presencia de cemento, se utilizarán guantes de protección. Nunca se manipulará el cemento o mortero con las manos.
- Se prohíbe expresamente, construir muros de fábrica de gran superficie bajo régimen de vientos fuertes.
- Queda prohibido “reclamar material” desde el borde de huecos sin protección y entre las guías de montacargas, cables de maquinillos o grúas. Esto evita el riesgo intolerable de caída por el hueco por empujón, resbalón o pérdida de equilibrio.
- Se prohíbe expresamente:
 - Montar andamios de borriquetas sobre otros andamios

- Realizar trabajos sobre andamios colgados, sin inmovilizar con elementos rígidos, (tubos rectangulares; tubos cilíndricos o puntales), amarrándolos a sitios seguros y firmes de la construcción.
 - Retirar las protecciones colectivas.
 - Los trabajos en la vertical de otras tareas, sin interposición de viseras resistentes de recogida de objetos.
 - Trabajar al lado de huecos existentes en el suelo que no permanezcan cerrados con tapas fijas al forjado, para impedir caídas.
 - Destapar todos los huecos de una vertical (bajante por ejemplo) para el aplomado correspondiente, concluido el cual, se comenzará el cerramiento definitivo del hueco y no volver a cubrirlo o aislarlo.
 - Saltar del forjado, peto de cerramiento o alféizares, a los andamios colgados o viceversa, si estos no están sujetos a la fachada con elementos rígidos para evitar balanceos y caídas por esta causa.
- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
 - Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
 - Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
 - Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
 - Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
 - Iluminación suficiente.
 - Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
 - Mantener las distancias de seguridad.
 - No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
 - No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
 - Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
 - No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
 - Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.

- Se señalará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Uso de cinturones porta herramientas.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.43.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Protección de huecos horizontales
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalización de salvamento y socorro
- Sistema de protección contra incendios
- Tapón de plástico para protección de armaduras tipo ‘seta’

5.2.43.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cinturones portaherramientas
- Cremas protectoras
- Fajas y cinturones antivibratorios

- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Rodilleras
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.44 Pinturas

5.2.44.1 Descripción

Se trata de los trabajos necesarios para realizar los acabados en pintura de todo tipo de paramentos y elementos.

5.2.44.2 Procedimiento

Limpiar cuidadosamente toda la superficie con escobillado y estropajeado, se limpian los nudos de madera, se eliminan sustancias grasas, aceites y óxidos de las superficies metálicas.

Se realiza el lijado para eliminar rugosidades y asperezas; se efectúa el plastecido y lijado a fin de tapan huecos y ondulaciones, hasta obtener una superficie completamente lisa.

Luego se dará una imprimación o mano de fondo para tapan poros y servir de fondo a la pintura.

Finalmente se aplica el tratamiento de pintura final especificado en proyecto. Normalmente dos manos.

Respetar las indicaciones del fabricante durante y después de pintar, no se deben utilizar medios artificiales para acelerar el proceso de secado.

Se procurará no realizar actividades que desprendan polvo o partículas en cercanías de las superficies recién pintadas.

Al final de cada jornada de trabajo, se tapan y protegen los envases y se limpia todo el utillaje empleado.

Las temperaturas extremas son enemigas de un buen acabado, por ello no se recomienda pintar con temperaturas superiores a 28° C a la sombra, ó inferiores a 6° C.

5.2.44.3 Maquinaria

- Camiones de suministro
- Carretilla elevadora
- Compresores y bombas de vacío
- Manipulador telescópico
- Plataformas elevadoras (PEMP)

- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.44.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Carretón o carretilla de mano
- Escaleras manuales
- Plataformas móviles
- Torres de iluminación

5.2.44.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para trabajos de pintura.

5.2.44.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.44.7 Riesgos

- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Exposición a sustancias químicas nocivas

- Intoxicación o asfixia
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.44.8 *Medidas preventivas*

- Pedir siempre la ficha de seguridad de los productos a emplear, y no manejar sustancias de las que no sepamos su composición y utilización (dosis, forma de aplicación), riesgos y medidas de protección para su empleo seguro.
 - Utilizar siempre guantes y calzado impermeable, gafas y ropa adecuada que evite el contacto con la piel y los ojos.
 - Llevar, como mínimo, mascarilla de filtro mecánico para evitar la inhalación de polvo de las sustancias y, en el caso de que alguna sea tóxica, utilizar mascarilla específica recomendada en la ficha de seguridad.
 - No manejar los productos en locales cerrados, mal ventilados o en presencia de sustancias inflamables o corrosivas, siguiendo, en este sentido, las indicaciones de la ficha de seguridad.
 - Utilizar recipientes debidamente señalizados, incluso cuando se haga trasvase del producto.
 - No traspasar nunca los productos a recipientes de alimentos o bebidas, pues podría dar lugar a intoxicaciones involuntarias.
 - Si se van a mezclar varios productos, conocer antes qué riesgos tiene el producto resultante y las medidas de protección a tomar ante los posibles riesgos.
 - Almacenar los productos en un lugar apropiado, según las recomendaciones de la ficha de seguridad, y evitar o minimizar en lo posible los daños en caso de fuga o derrame.
 - Eliminar los envases y residuos en lugares apropiados para su recogida posterior por gestor autorizado, no dejando los residuos en cualquier lugar en que pueda afectar a otros trabajadores.
- Los trabajos de pintura, se efectuarán habitualmente desde andamios tubulares certificados que se montarán frente al paramento a cubrir.
- Se restringirá el paso de personas bajo las zonas de vuelo, durante las operaciones de manutención de materiales mediante el empleo de grúa colocándose señales y balizas.

- En locales cerrados se dispondrá de mascarillas buconasales de protección con filtros recambiables y elegidos en función del tipo de pintura a aplicar y los riesgos derivados de los productos utilizados siendo normalmente utilizados los filtros contra vapores orgánicos.
- Se prohíbe fumar y el uso de mecheros junto a materiales empleados en los trabajos de pinturas.
- Mantener un correcto estado de orden y limpieza los lugares de trabajo.
- Se limpiarán conforme se avance, para evitar el riesgo de resbalamiento y caídas.
- El trabajo en altura se hará principalmente desde plataformas elevadoras o andamios, si no fuera posible se empleará arnés de seguridad, sujetos a elementos fijos o a líneas de vida.
- Se utilizarán cuerdas para guiar las cargas suspendidas, no admitiéndose el posicionamiento y guiado con las manos y/o pies.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados o similar.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Se establecerán medidas para garantizar una ventilación adecuada de las zonas pintadas.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se recomienda rotar los puestos, funciones y tareas, así como realizar descansos, evitando o reduciendo exposiciones a agentes que en tiempo prolongado puedan resultar dañinos.
- Se señalará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.

- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.44.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Dispositivos anticaídas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Tapas de madera/chapa para huecos/arquetas
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Sistema de protección contra incendios
- Ventilación o extracción

5.2.44.10 Equipos de protección individual

- Arnese y anclajes
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Dispositivos anticaídas (retráctil o deslizante)
- Equipos respiratorios
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección

- Máscaras o mascarillas y filtros
- Líneas de vida
- Rodilleras
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.45 Carpintería metálica y de madera

5.2.45.1 Descripción

Se definen en esta actividad los trabajos necesarios para la colocación de carpintería metálica y carpintería de madera, ya que su fabricación se realizará en taller, no siendo objeto de esta actividad.

Se pueden considerar como carpintería metálica los trabajos de montaje en obra de puertas, rejas, mamparas, cerramientos, celosías y ventanas de productos principalmente de aluminio, hierro y acero inoxidable.

Respecto a la carpintería de madera comprende los trabajos de montaje de todo elemento de madera, principalmente puertas, ventanas y barandillas.

5.2.45.2 Procedimiento

Carpintería de madera

La primera labor será comprobar que las medidas de los huecos coincidan con las solicitadas, poniéndose la máxima atención en que la carpintería no entre forzada. Los huecos estarán totalmente planos y aplomados.

Una vez realizada esta operación, se marcarán en los muros los cajetines para la fijación de los premarcos mediante las patillas de fijación. Después se rellenarán los mismos con mortero de cemento, teniendo que poner atención en humedecer los mismos, para asegurar la buena unión de los premarcos con los muros. Posteriormente se procede al sellado de todo el contorno para que no queden poros.

Una vez colocados los premarcos, se procederá a la colocación de la carpintería, teniendo muy en cuenta la colocación de pernios y bisagras.

En caso de llevar cabeceros, estos se ejecutarán empotrados en la propia albañilería.

La luz libre de los premarcos será superior en 1 cm a la medida de los marcos, acuñándose y rellenándose con espuma de poliuretano y llevarán junquillos.

En la unión del cerco y precerco se deberá usar un material con suficiente elasticidad para absorber las dilataciones diferenciales, de forma que no se generen presiones que puedan producir deformaciones, tales como alabeos, descuadres y abombados de los perfiles. Éste material deberá impedir la entrada o estancamiento de agua.

En el diseño de los precercos y su unión al hueco, debe contemplarse la necesidad de no generar obstáculos que puedan entorpecer el montaje de la carpintería.

Las uniones entre la carpintería, el precerco y la obra, quedarán ocultas.

Carpintería metálica

Previo al inicio de las actividades, se comprobará la correcta ejecución del muro en el que habrá de anclarse la carpintería, así como también, se verificará que el elemento no entra forzado en el hueco, rebajando el perímetro si fuera necesario.

Seguidamente, se replantea el hueco en el muro y se comprueban alineaciones, desplomes y niveles.

- Puertas

Se replanteará y formará el cajeadado en el perímetro del hueco para alojar los elementos de fijación del marco, que se presentará, acuñará, nivelará y aplomará.

Luego, se rellenarán con mortero, o atornillan los elementos de fijación del marco retirando riostras y rastreles.

Se sellarán las juntas, se colocarán los herrajes de colgar, y finalmente la hoja.

Por último, se limpiará la zona y se protegerá la carpintería de golpes producidos por acarreo de materiales, salpicaduras de mortero, etc.

- Ventanas

Se replanteará y formará el cajeadado en el perímetro del hueco para alojar los elementos de fijación del marco, con las hojas de la ventana colocadas y cerradas.

El acuñado deberá realizarse siempre debajo de los ángulos del cerco, y el canal exterior del perfil del marco relleno de mezcla de mortero y cemento.

Se rellenará con mortero y se atornillarán los elementos de fijación del marco, retirando las cuñas una vez seco el mortero.

Luego, se sellarán las juntas perimetrales y se limpiará la zona y protegerá la carpintería de golpes producidos por acarreo de materiales, salpicaduras de mortero, etc.

Deben evitarse las operaciones de corte en obra porque son causantes de incrustaciones de partículas metálicas. Se protegerán de rayados y desconchados en la capa de lacado.

5.2.45.3 Maquinaria

- Motovolquetes
- Camiones grúa
- Camiones de suministro

- Carretillas elevadoras
- Equipos de soldadura por oxicorte
- Equipos de soldadura por arco eléctrico
- Grúas torre
- Grúas autopropulsadas
- Grupos electrógenos
- Manipulador telescópico
- Plataformas elevadoras (PEMP)Radiales
- Taladradoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.45.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carretón o carretilla de mano
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Puntales
- Torres de iluminación

5.2.45.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

5.2.45.6 *Presencia del Recurso Preventivo*

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.45.7 *Riesgos*

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.45.8 *Medidas preventivas*

- Los elementos de chapa metálica o tablones de madera se transportarán de manera que el traqueteo, las sacudidas, los golpes o el peso de la cargas no pongan en peligro la estabilidad de las piezas, y/o del vehículo, debiendo estar firmemente sujetas las bridas o eslingas a las piezas.
- En caso de que se hiciera necesario el almacenaje o acopio de los elementos se ubicarán en una zona en la que los recorridos de la grúa que los va a elevar para proceder a su montaje no afecten a posibles trabajos bajo el área de acción de las cargas suspendidas.

- El lugar donde se almacenen las puertas y ventanas será capaz de resistir el peso de las piezas, siendo horizontal, evitando así riesgos que se puedan volcar o deslizar.
- Para las operaciones de enganche se ha de comprobar que los anclajes que traen las piezas estén en correctas condiciones, comprobándose que no presentan zonas deterioradas con el consiguiente peligro de desprendimiento al izarse.
- Los cables, cadenas, eslingas, bridas, etc., empleados en las operaciones de izado deberán ser revisados periódicamente, desechándose cuando presenten el menor defecto. Todos estos elementos soportarán el mismo peso máximo admisible.
- Es obligatorio el empleo de ganchos y grilletes con cierres de seguridad.
- Las tenazas, abrazaderas u otros accesorios utilizados para el izado serán de forma y dimensiones que puedan garantizar una sujeción firme sin dañar al elemento, debiendo llevar marcada la carga máxima admisible en las condiciones más desfavorables de izado.
- La grúa o aparato de elevación será adecuado a las cargas a elevar.
- Se prohíbe el izado y montaje de elementos pesados en régimen de fuertes vientos (más de 50 km/h).
- Si la zona de operaciones no queda dentro del campo visual del operador de grúa, se emplearán señalistas y cuántos trabajadores sean precisos, no permaneciendo ninguno de ellos bajo la vertical de la carga suspendida.
- El trabajo en altura se hará desde plataformas elevadoras o andamios, si no fuera posible se empleará arnés de seguridad, sujetos a elementos fijos o a líneas de vida.
- Se utilizarán cabos para guiar las cargas suspendidas, no admitiéndose el posicionamiento y guiado con las manos y/o pies.
- La colocación de las piezas de carpintería en su posición definitiva se hará en descenso vertical y lo más lentamente posible.
- Los elementos, en el momento de su colocación estarán exentos de hielo, nieve o de agua de lluvia o humedad.
- Se evitará dejar herramientas en puntos altos, para lo que se dispondrá de cinturones portaherramientas.
- A priori cabe la posibilidad de colocar redes horizontales, aun empleándose en este caso andamiajes, plataformas de trabajo y plataformas elevadoras para personas, así como la disposición de líneas de vida o carretes antiácidas, dispuestas a lo largo de las vigas sobre las que se sustentará la cubierta, y no admitiéndose en ningún momento el tránsito, permanencia de personal, o la realización de cualquier tipo de trabajo bajo el radio de acción de las cargas suspendidas.
- Siempre que lo permita el desarrollo de los trabajos, en función de la disposición de la estructura, piezas a colocar y medios a utilizar, se podrá considerar la colocación de redes horizontales y

verticales para cubrir el riesgo de caída al vacío de objetos y personas, siempre que ello no suponga un impedimento para el montaje y no se generen nuevos riesgos, quedando debidamente justificada la solución adoptada.

- Colocar topes de desplazamiento en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Iluminación suficiente.
- No transitar por zonas con inestabilidad.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Uso de cinturones porta herramientas.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.

5.2.45.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)

- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Protección de huecos horizontales
- Redes de protección
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Sistema de protección contra incendios

5.2.45.10 *Topes de desplazamiento de vehículos Equipos de protección individual*

- Arnéses y anclajes
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cinturones portaherramientas
- Cremas protectoras
- Dispositivos anticaídas (retráctil o deslizante)
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Líneas de vida
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.46 Montaje de plataformas, tramex, escaleras, pates y barandillas

5.2.46.1 Descripción

Consiste en el montaje de obra de plataformas, tramex, escaleras, pates y barandillas, fabricadas previamente en taller.

Son elementos fijos empleados en pozos o plantas de tratamiento para ascenso y descenso, y están realizados principalmente en fundición, acero galvanizado, acero inoxidable, plástico PP, PRFV, poliéster y otros.

5.2.46.2 Procedimiento

Programa de Montaje

Se redactará un programa de montaje detallando lo siguiente:

- Descripción de la ejecución en fases, el orden asignado y los tiempos de montaje de los elementos de cada fase.
- Descripción del equipo a emplear en el montaje de cada fase.
- Cimbras, apeos y todo elemento empleado para sujeción provisional.
- Listado del personal asignado para realizar cada fase con especificación de su calificación profesional.
- Elementos de seguridad y protección del personal.
- Control y verificación de los replanteos.
- Control y verificación de aplomos, nivelaciones y alineaciones.

Recepción, almacenamiento y manipulación

El almacenamiento y depósito de los elementos que integran la obra se debe hacer guardando un orden estricto y en forma sistemática, a fin de no generar demoras o errores en el montaje.

Las manipulaciones para la carga, descarga, transporte, almacenamiento a pie de obra y montaje deben efectuarse con el cuidado suficiente para no producir sollicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura y para no dañar las piezas o la pintura.

Deben protegerse las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, ganchos o cables que se utilicen en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura.

Antes de realizar el montaje, se deberá corregir con cuidado cualquier abolladura, torcedura o comba que haya aparecido durante las operaciones de transporte. Si el defecto no se puede corregir, o se presume que después de corregido puede afectar la resistencia o estabilidad de la estructura, se rechaza la pieza marcándola debidamente para dejar constancia de ello.

Montaje

Sobre las cimentaciones o soleras previamente ejecutadas se apoyan las bases de las barandillas o de los primeros pilares o pórticos en plataformas y escaleras. Estas bases se nivelan con cuñas de acero.

Las sujeciones provisionales de los elementos durante fase de montaje se aseguran para resistir cualquier esfuerzo que se produzca durante los trabajos.

En el montaje se realiza el ensamble de los distintos elementos, a fin de que la estructura se adapte a la forma prevista en los planos de taller con las tolerancias establecidas.

No se comienza el atornillado definitivo o soldeo de las uniones de montaje hasta haber comprobado que la posición de los elementos de cada unión coincida con la posición final.

Las uniones atornilladas o soldadas deben realizarse según las especificaciones de la normativa en vigor.

Los entramados metálicos suelen fabricarse en taller y llegan a obra listos para ser montados salvo pequeñas modificaciones. El procedimiento contaría con las siguientes fases:

- Presentación de las estructuras
- Realización de taladros de anclaje
- Introducción de tacos y apriete de tornillos de sujeción

La colocación de pates se realizará conforme a las siguientes instrucciones:

- Realización de taladros
- Introducción de la resina o mortero epoxi en los taladros (en su caso)
- Presentación del pate y golpeo hasta su colocación definitiva.

5.2.46.3 Maquinaria

- Camiones grúa
- Camiones de suministro
- Camiones hormigonera
- Carretillas elevadoras
- Compresores y bombas de vacío
- Grúas torre
- Grúas autopropulsadas
- Grupos electrógenos

- Manipulador telescópico
- Equipos de soldadura por arco eléctrico
- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Radiales
- Taladradoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.46.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carretón o carretilla de mano
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Torres de iluminación

5.2.46.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para trabajos de montaje de estructuras tubulares.

5.2.46.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.46.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.46.8 Medidas preventivas

- Se tendrá especial precaución por las mañanas si hay rocío o si el tiempo se vuelve húmedo o hay riesgo de helada, pues todo ello puede provocar accidente.
- Una vez concluido un determinado tajo, se limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará en un lugar destinado a dicho fin para su posterior retirada.
- Los trabajos de montaje y colocación de las barandillas los deberán realizar personas conocedoras de la técnica. Se priorizará el montaje de barandillas con PEMP.
- Al realizar el montaje en el suelo de las barandillas se deberá tener cuidado de evitar atrapamientos de manos y pies.
- Las barandillas se descargarán de los camiones y se acopiarán en zonas horizontales y limpias.
- Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas, en prevención del riesgo de desplome.

- Las barandillas serán izadas del gancho de la grúa preferentemente mediante el auxilio de balancines.
- La suspensión del balancín se guiará mediante cabos sujetos a los laterales de la pieza mediante un equipo formado por tres hombres. Dos de ellos gobernarán la pieza mediante los cabos mientras un tercero guiará la maniobra.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a las caídas por huecos, señalando los obstáculos.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transitar por zonas con inestabilidad.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se colocarán los acopios de forma que esté a la menor altura posible.

- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Uso de cinturones porta herramientas.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.46.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Protección de huecos horizontales
- Redes de protección
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Sistema de protección contra incendios
- Topes de desplazamiento de vehículos

5.2.46.10 Equipos de protección individual

- Arnés y anclajes
- Calzado de protección

- Cascos de protección
- Cinturones portaherramientas
- Cremas protectoras
- Dispositivos anticaídas (retráctil o deslizante)
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Guantes de soldador
- Líneas de vida
- Pantallas de soldador
- Polainas de soldador
- Rodilleras
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad
- Ropa de soldador

5.2.47 Manipulación de materiales y cargas

5.2.47.1 Descripción

Comprende los trabajos necesarios para realizar operaciones de movimiento y colocación de cargas, ya sea manual o mecánica, como actividad de apoyo en multitud de operaciones y actividades en la obra.

5.2.47.2 Procedimiento

Se llevará a cabo la manipulación de materiales y cargas con el fin de transportar de un lugar a otro de la obra los diversos elementos, ya sea para su acopio o para su colocación.

Comprobaciones previas

El atado de la carga mediante estobos, cables, eslingas se realizará de forma segura, evitando aristas y sin forzar estos elementos.

Los materiales se transportarán en embalajes seguros o recipientes adecuados. No rebosarán en ningún caso los recipientes y se evitará la presencia de elementos sueltos sobre la carga a izar. De esta forma se evita la posibilidad de desprendimiento de la carga.

Se vigilará la estabilidad de la carga a izar. El izado y transporte de piezas largas se hará con dos puntos de sustentación, manteniendo dichos elementos en equilibrio estable y lejos del tránsito de personas.

En el caso de que la maquinaria de elevación se apoye sobre estabilizadores, se comprobará previamente la adecuada resistencia del terreno sobre el que se asientan recurriendo a su refuerzo en caso de ser necesario.

Principio de operación

Se tensarán los cables una vez enganchada la carga.

A continuación, se elevará ligeramente, para permitir que la carga adquiera su posición de equilibrio.

Se asegurará de que los cables no patinen y de que los ramales estén tendidos por igual.

Si el despegue de la carga presenta una resistencia anormal, no se insistirá en ello. La carga podría haberse enganchado en algún posible obstáculo, y es necesario desengancharla antes.

Nunca se sujetarán ni la carga ni los cables, eslingas o cadenas en el momento de ponerlos en tensión, con el fin de evitar que las manos queden atrapadas.

Izado

El movimiento de izado debe realizarse solo.

La elevación se efectuará lentamente, en directriz vertical.

Se asegurará de que la carga no golpeará con ningún obstáculo al adquirir su posición de equilibrio.

Se deberá retener por medio de cables o cuerdas, nunca directamente con las manos sobre la carga.

Desplazamiento con carga

Debe realizarse el desplazamiento cuando la carga se encuentre lo bastante alta para no encontrar obstáculos.

Si el recorrido es bastante grande, debe realizarse el transporte a poca altura y a marcha moderada.

Debe procederse al desplazamiento de la carga teniendo a la vista al maquinista de la grúa.

Descenso y colocación de cargas:

El descenso se efectuará lentamente, en directriz vertical.

No ordenar el descenso a ras del suelo hasta cuando la carga haya quedado inmovilizada.

Las cargas se depositarán las cargas en lugares sólidos y se comprobará la estabilidad de la carga en el suelo, aflojando un poco los cables.

En caso necesario se calzará la carga que pueda rodar, utilizando calzos cuyo espesor sea de 1/10 el diámetro de la carga.

Debe mantenerse una distancia de seguridad. Por este motivo, cuando sea necesario, el guiado de las cargas para el descenso se realizará con la ayuda de cuerdas o pértigas.

5.2.47.3 Maquinaria

- Camiones grúa
- Grúas torre
- Grúas autopropulsadas
- Manipulador telescópico
- Retroexcavadoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.47.4 Medios auxiliares

- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas

5.2.47.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

5.2.47.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.47.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos

- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...).
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Sobreesfuerzos

5.2.47.8 Medidas preventivas

- Se estudiará la carga a transportar para la elección del elemento de sujeción más apropiado a la misma. No se emplearán eslingas o cuerdas textiles para movimiento de cargas metálicas, ni cargas pesadas ni materiales con bordes cortantes.
- No se realizarán operaciones de elevación de cargas en condiciones atmosféricas adversas de lluvia persistente.
- Se deberán paralizar los trabajos de colocación y montaje de prefabricados, tuberías y equipos electromecánicos para velocidades de viento superiores a 60 km/h.
- Balizar y señalizar completamente la zona y la presencia de líneas eléctricas.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Desbroce previo del área de obra.
- Se prepararán zonas de la obra compactadas para facilitar la circulación de camiones de transporte de prefabricados.

- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- En las máquinas para elevación de cargas deberá figurar una indicación claramente visible de su carga nominal y, en su caso, una placa de carga que estipule la carga nominal de cada configuración de la máquina.
- Iluminación suficiente.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos, señalando los obstáculos.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se colocarán los acopios de forma que esté a la menor altura posible.
- Queda prohibido circular cargas por encima de personal que se encuentra trabajando, zonas de paso o lugares donde la caída pueda producir graves destrozos materiales.
- Queda prohibido balancear las cargas para depositarlas más lejos.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Se instalarán señales de “peligros, paso de cargas suspendidas” bajo los lugares destinados a su paso.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

- Se procurará realizar con medios mecánicos toda aquella operación de manejo de cargas, elevación o transporte que por sus características (peso, volumen, forma, etc.) ofrezca mayores riesgos en caso de ser realizada de forma manual.
- Los accesorios de elevación deberán estar marcados de tal forma que se puedan identificar las características esenciales para un uso seguro.
- No emplear cables ni cadenas atados.
- En la carga que haya que elevar, se escogerán los puntos de fijación que no permitan el deslizamiento de las eslingas, teniendo cuidado que estos puntos se encuentren dispuestos de una forma adecuada en relación con el centro de gravedad de la carga.
- La carga permanecerá en equilibrio estable, empleando si es preciso un pórtico para equilibrar las fuerzas de las eslingas.
- Utilización de balancines adecuados a la carga a elevar, en caso necesario.
- Cuando las cargas a suspender tengan aristas o cantos vivos, es preciso proteger los estrobos y eslingas con defensas de madera blanda o goma de neumático.
- No abandonar nunca una carga suspendida.
- Se prohíbe arrastrar cargas por el suelo.
- En todo caso la maquinaria utilizada dispondrá de alarma luminosa y acústica de marcha atrás.
- Los equipos de trabajo para la elevación de cargas deberán estar instalados firmemente cuando se trate de equipos fijos, o disponer de los elementos o condiciones necesarias en los casos restantes, para garantizar su solidez y estabilidad durante el empleo, teniendo en cuenta, en particular, las cargas que deben levantarse y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación a las estructuras.
- Se prohíbe la manipulación manual de cargas suspendidas. A los elementos que sea necesario manipular en suspensión para ubicarlos en la obra, se les amarrarán antes de proceder a su izado los cabos de guía, para realizar las maniobras sin riesgos.
- La maquinaria de manipulación de cargas deberá trabajar con todas sus patas de estabilidad extendidas y correctamente apoyadas sobre terreno firme, en caso de terreno no competente emplear placas o elementos de apoyo adecuados.
- Todo medio de elevación estará perfectamente identificado (material, carga, máxima de utilización, etc.) y deberá contar con marcado CE.
- Únicamente se utilizarán grilletes que no estén deformados, ni tengan el bulón torcido. El bulón ha de llevar rosca. Se apretará a tope.
- Para eliminarles la suciedad a las cuerdas deben lavarse y secarse antes de su almacenamiento.

- Los cables tendrán un coeficiente mínimo de seguridad de 6.
- Los cables se deberán engrasar periódicamente y se revisaran periódicamente y siempre antes de su utilización, comprobando que no existen nudos, cocas, alambres rotos, corrosión, etc.
- Las cintas y eslingas sintéticas tendrán un coeficiente de seguridad de 6 a 9 y se revisaran periódicamente y siempre antes de su utilización, comprobando que no existen deficiencias.
- Las eslingas y estrobos no deben dejarse abandonados ni tirados por el suelo, para evitar que la arena y la grava penetren entre sus cordones.
- Las cadenas a emplear serán de hierro forjado o acero con un factor de seguridad será al menos de cinco para la carga nominal máxima.
- Los anillos, ganchos, eslabones o argollas de los extremos de las cadenas serán del mismo material que las cadenas a las que van fijados.
- Las cadenas se mantendrán libres de nudos y torceduras.
- Las cadenas se enrollarán únicamente en tambores, ejes o poleas que estén provistas de ranuras que permitan el enrollado sin torceduras.
- Está prohibido acortar o empalmar cadenas de izar insertando tornillos entre eslabones, atando éstos con alambre, etc.
- Los ganchos serán de acero o hierro forjado y estarán equipados con pestillos u otros dispositivos de seguridad para evitar que las cargas puedan salirse.
- Con respecto al manejo manual de cargas se debe tener en cuenta:
 - Mantener la columna vertebral siempre recta.
 - Sujetar la carga firmemente con las dos manos, lo más cerca posible del cuerpo, con las piernas flexionadas en las caderas y en las rodillas y los pies separados hasta las verticales de los hombros.
 - Levantar la carga estirando las piernas.
 - La espalda y el cuello se mantendrán rectos.
 - Para la descarga se actúa de forma inversa.
 - Se evitará realizar giros bruscos en el proceso de carga.
 - Cargar el cuerpo simétricamente.

5.2.47.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)

- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Pórticos de limitación de gálibo
- Protección de huecos horizontales
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Topes de desplazamiento de vehículos

5.2.47.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Fajas y cinturones lumbares
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.48 Trabajos de limpieza de obra en general

5.2.48.1 Descripción

Comprende los trabajos de limpieza en las instalaciones y zonas de obra, realizadas de forma manual principalmente y mediante el empleo de útiles y productos de limpieza.

Son las labores finales de obra que se realizan antes de la entrega de la misma con objeto de dejarla recogida y limpia para entrar en servicio.

5.2.48.2 *Procedimiento*

Se realizarán operaciones de limpieza de manera manual, con elementos, útiles y productos de limpieza en caso necesario.

Entre otros elementos se deberán mantener recogidos y limpios los embalajes y restos de obra.

Durante la obra se procurará que en los acopios los materiales no se salgan de las zonas delimitadas y que no haya perforaciones en los sacos contenedores.

La limpieza final de obra eliminará las manchas y restos de cemento, yeso, virutas de madera, capas de polvo, cristales, embalajes u otros elementos que conservan las adhesivos y protecciones de fábrica, restos de pintura, etc., suciedad en general que queda oculta por la cantidad de herramientas y materiales usados.

5.2.48.3 *Maquinaria*

- Motovolquete autopropulsado.
- Minicargadora de ruedas. Barredora
- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Sopladores
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.48.4 *Medios auxiliares*

- Contenedores de escombros
- Carretón o carretilla de mano
- Escaleras manuales
- Espuertas
- Pasarelas de obra
- Plataformas de descarga
- Torres de iluminación

5.2.48.5 *Formación específica necesaria para ejecución de las actividades*

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

5.2.48.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.48.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...).
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Exposición a agentes biológicos
- Exposición a sustancias químicas nocivas
- Intoxicación o asfixia
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas

- Sobreesfuerzos

5.2.48.8 *Medidas preventivas*

- Colocar tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Dejar libres de obstáculos las zonas de paso y de trabajo.
- Prever accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Prestar atención a los desniveles, las irregularidades o los desperfectos del suelo durante la limpieza y barrido.
- Evitar limpiar cualquier equipo conectado a la corriente eléctrica con sprays o con líquidos, a menos que sea apropiado.
- Disponer de las fichas de seguridad de los productos químicos de limpieza y seguir siempre sus recomendaciones de uso.
- Realizar la limpieza, siempre que sea posible, en locales ventilados.
- Tener siempre la ficha de seguridad de los productos a emplear, y no manejar sustancias de las que no sepamos su composición y utilización (dosis, forma de aplicación), riesgos y medidas de protección para su empleo seguro.
 - Utilizar siempre guantes y calzado impermeable, gafas y ropa adecuada que evite el contacto con la piel y los ojos.
 - Llevar, como mínimo, mascarilla de filtro mecánico para evitar la inhalación de polvo de las sustancias y, en el caso de que alguna sea tóxica, utilizar mascarilla específica recomendada en la ficha de seguridad.
 - No manejar los productos en locales cerrados, mal ventilados o en presencia de sustancias inflamables o corrosivas, siguiendo, en este sentido, las indicaciones de la ficha de seguridad.
 - Utilizar recipientes debidamente señalizados, incluso cuando se haga trasvase del producto.
 - No traspasar nunca los productos a recipientes de alimentos o bebidas, pues podría dar lugar a intoxicaciones involuntarias.
 - Si se van a mezclar varios productos, conocer antes qué riesgos tiene el producto resultante y las medidas de protección a tomar ante los posibles riesgos.
 - Almacenar los productos en un lugar apropiado, según las recomendaciones de la ficha de seguridad, y evitar o minimizar en lo posible los daños en caso de fuga o derrame.

- Eliminar los envases y residuos en lugares apropiados para su recogida posterior por gestor autorizado, no dejando los residuos en cualquier lugar en que pueda afectar a otros trabajadores.
- En caso de realizar limpiezas en zonas con presencia de maquinaria, acotar correctamente la zona de trabajo y planificar los trabajos para evitar afecciones.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos, señalando los obstáculos.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Se establecerán medidas para garantizar una ventilación adecuada y reducir las partículas en suspensión.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se estén realizando labores de limpieza.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

5.2.48.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas

- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Detectores de corrientes eléctricas
- Detectores de gases
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Pasarelas de acceso
- Protección contra vertidos
- Protección de huecos horizontales
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalización de salvamento y socorro
- Señales de ordenación de tráfico
- Ventilación o extracción

5.2.48.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Detectores de gases portátiles
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Máscaras o mascarillas y filtros
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.49 Pruebas de presión y estanqueidad

5.2.49.1 Descripción

Conjunto de operaciones en campo que se realizan con objeto de determinar la estanqueidad y resistencia de la tubería instalada. La prueba se realizará conforme a la metodología general de la norma UNE-EN 805.

5.2.49.2 Procedimiento

Antes de empezar la prueba deben estar colocados en su posición definitiva todos los tubos, las piezas especiales, las válvulas y demás elementos de la tubería, debiendo comprobarse que las válvulas existentes en el tramo a ensayar se encuentran abiertas, que las piezas especiales están ancladas y las obras de fábrica con la resistencia debida. Cuando la tubería se disponga enterrada, la zanja debe estar parcialmente rellena, dejando las uniones descubiertas. Asimismo, debe comprobarse que el interior de la conducción está libre de escombros, raíces o de cualquier otra materia extraña.

A efectos de seguridad, es importante la comunicación a todo el personal afectado que se está realizando una prueba, no debiendo permitirse el acceso al tramo ni el trabajo en los tajos cercanos. Es importante que la colocación de los manómetros sea tal que permita la lectura de los mismos desde el exterior de la zanja.

Se comienza por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abierto todos los elementos que puedan dar salida al aire, lo cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba. Debe procurarse dar entrada al agua por la parte baja del tramo en la prueba, para así facilitar la salida del aire por la parte alta.

El resultado de la prueba de presión se considera apta al cumplirse lo especificado en la normativa vigente del Canal de Isabel II

5.2.49.3 Maquinaria

- Camiones grúa
- Compresores y/o bombas
- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.49.4 Medios auxiliares

- Manómetros
- Escaleras de mano

5.2.49.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

5.2.49.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.49.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento por objetos
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Hundimientos
- Inundación
- Picaduras y mordeduras
- Proyección de fragmentos o partículas

5.2.49.8 Medidas preventivas

- Dado que las distancias entre los distintos lugares de trabajo serán grandes, se aconseja disponer de algún medio de comunicación, ya sea teléfono móvil o walkie talkie (en caso de no haber cobertura telefónica) y haber diseñado convenientemente un plan de evacuación y emergencia.
- Antes de empezar la prueba deben de estar colocados en su posición definitiva todos los accesorios de la conducción.

- Es recomendable que se lleve a cabo una inspección visual de la conducción y se compruebe que ésta se encuentra perfectamente calzada.
- La bomba para la presión hidráulica podrá ser manual o mecánica, pero en este último caso deberá estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Se colocará en el punto más bajo de la tubería que se ha de ensayar.
- Los puntos extremos del tramo que se quiere probar se cerrarán convenientemente con piezas especiales que se apuntalarán para evitar deslizamientos de las mismas o fugas de agua, y deben de ser fácilmente desmontables para poder continuar el montaje de la tubería. Se comprobará cuidadosamente que las llaves intermedias en el tramo de prueba, de existir, se encuentran bien abiertas.
- Los cambios de dirección, piezas especiales, etc., deberán estar anclados y sus fábricas con la resistencia debida.
- Durante la fase de prueba se aconseja que se prohíba el acceso a la zanja.
- Han de considerarse puntos de peligro las juntas, bomba y válvulas. Se deben acotar y delimitar estas zonas.
- Durante la duración de las pruebas ningún trabajador debe permanecer en las cercanías o inmediaciones de la tubería ensayada.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados o similar.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Técnica correcta de movimiento de ascenso y descenso entre distintos niveles.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.

5.2.49.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de limitación y protección
- Pasarelas de acceso
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalista

5.2.49.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.50 Trabajos de oficina

5.2.50.1 Descripción

Se refiere a todos los puestos de trabajo que desempeñan su labor en la oficina, principalmente ante pantallas de visualización de datos, recepción de llamadas y asistencia a reuniones.

5.2.50.2 Procedimiento

Se realizarán las actividades propias de oficina de obra, consistentes principalmente en la edición de documentos e informes técnicos, presupuestos, planos y otros gráficos.

5.2.50.3 Maquinaria

- No aplica

5.2.50.4 Medios auxiliares

- Material informático

5.2.50.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

5.2.50.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.50.7 Riesgos

- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personal al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Sobreesfuerzos
- Fatiga mental
- Problemas visuales

5.2.50.8 Medidas preventivas

Diseño del puesto

- El puesto de trabajo deberá tener una dimensión suficiente y estar acondicionado de manera que permita los movimientos y favorezca los cambios de postura.

- Es conveniente dejar libre el perímetro de la mesa para aprovechar bien la superficie de trabajo y permitir la movilidad del trabajador.
- Detrás de la mesa debe quedar un espacio de al menos 115 cm y una superficie de al menos
 - 2 m².
- Deberá tenerse en cuenta al diseñar los locales de trabajo, en especial para que no se perturbe la atención ni la inteligibilidad de la palabra a causa del ruido.
- Toda radiación, excepción hecha de la parte visible del espectro electromagnético, deberá reducirse a niveles insignificantes de emisiones.

Pantalla

- Caracteres e imagen de la pantalla con un determinado tamaño y sin fenómenos de destellos, centelleos u otras formas de inestabilidad.
- La pantalla no deberá tener reflejos ni reverberaciones que puedan molestar al usuario.
- La pantalla deberá ser orientable e inclinable a voluntad.
- Respecto a la colocación de la pantalla:
 - Situarla a una distancia superior a 40 cm.
 - A una altura tal que pueda ser visualizada dentro del espacio comprendido entre la línea de visión horizontal y la trazada a 60° bajo la horizontal. Así se evita posiciones forzadas del cuello.

Teclado.

- Deberá ser inclinable e independiente de la pantalla para permitir que el trabajador adopte una postura cómoda que no provoque cansancio en los brazos o las manos.
- Tendrá que haber espacio suficiente delante del teclado para que el usuario pueda apoyar en la mesa brazos y manos. De esta forma se evita fatiga y otras lesiones posturales.
- Los brazos deben estar doblados en un ángulo de 90-110°.
- La superficie del teclado deberá ser mate para evitar los reflejos.
- La disposición del teclado y las características de las teclas deberán tender a facilitar su utilización.
- Los símbolos de las teclas deberán resaltar suficientemente y ser legibles desde la posición normal de trabajo.
- No colocar el teclado en el borde de la mesa. Así no podrás apoyar las muñecas y sufrirás cansancio muscular y otras posibles patologías. Entre el teclado y el borde de la mesa debe quedar un espacio de al menos 10 cm, pero se recomienda poder apoyar todo el antebrazo.

- Si su teclado es demasiado alto, coloque una almohadilla de apoyo para mejorar la posición de las muñecas.

Mesa o superficie de trabajo.

- Las mesas serán poco reflectantes.
- Tener dimensiones suficientes.
- Deben permitir una colocación flexible de la pantalla, del teclado, de los documentos y del material accesorio.
- El espacio deberá ser suficiente para permitir a los trabajadores una posición cómoda.
- Procure reservar las zonas más accesibles de la mesa para colocar el ordenador y el atril, o para dejar espacio libre para trabajar.
- Los elementos accesorios (teléfono, fax, impresoras, bandeja para documentos, etc.) deben colocarse en la zona de cajones o en las partes que no resultan útiles para trabajar.
- Evite que se acumulen demasiados papeles sobre la mesa, ya que le restarán espacio para trabajar con comodidad. Encima de la mesa sólo deben estar los documentos con los que esté trabajando en cada momento. Para guardar papeles que no utilice debe usar las estanterías, armarios o archivadores. Pierda unos minutos en ordenar su mesa antes de acabar la jornada de trabajo.

Asiento de trabajo

- Estable, proporcionando al usuario libertad de movimiento y procurándole una postura confortable.
- La altura del mismo deberá ser regulable.
- El respaldo deberá ser reclinable y su altura ajustable, recomendable con una suave prominencia para dar apoyo a la zona lumbar.
- Se pondrá un reposapiés a disposición de quienes lo deseen.
- Es recomendable, aunque no obligatorio:
 - Profundidad del asiento regulable, de tal forma que el usuario pueda utilizar el respaldo sin que el borde del asiento le presione las piernas.
 - Se recomienda la utilización de sillas dotadas de 5 apoyos para el suelo.
 - También deberían incluir ruedas, especialmente cuando se trabaje sobre superficies muy amplias. El reposapiés se hace necesario en los casos donde no se puede regular la altura de la mesa y la altura del asiento no permite al usuario descansar sus pies en el suelo.
- Consulte las instrucciones de su silla y compruebe que una vez efectuado el ajuste su apoyo lumbar resulta cómodo y efectivo. A veces una inclinación hacia delante del respaldo favorece una fuerza

en sentido contrario de los músculos de la espalda del trabajador lo que produce, una vez acostumbrado a esta sensación, un fortalecimiento de la musculatura lumbar.

Iluminación.

- La iluminación general y la iluminación especial (lámparas de trabajo), cuando sea necesaria, deberán garantizar unos niveles adecuados de iluminación y unas relaciones adecuadas de luminancias entre la pantalla y su entorno.
- Deberán evitarse los deslumbramientos y los reflejos molestos en la pantalla u otras partes del equipo.
- Los puestos de trabajo deberán instalarse de tal forma que las fuentes de luz no provoquen deslumbramiento directo ni produzcan reflejos molestos en la pantalla
- Las ventanas deberán ir equipadas con un dispositivo de cobertura adecuado y regulable para atenuar la luz del día que ilumine el puesto de trabajo.

Temperatura y humedad.

- Deberá crearse y mantenerse una humedad y temperatura aceptables.

Situaciones de fatiga mental

- Situaciones de sobrecarga o subcarga de trabajo.
- La repetitividad que pueda provocar monotonía e insatisfacción.
- La presión indebida de tiempos.
- Las situaciones de aislamiento que impidan el contacto social en el lugar de trabajo.

Para este caso concreto la mayoría de acciones preventivas deben enfocarse desde la perspectiva de una buena organización del trabajo:

- Adecuar el puesto de trabajo a las necesidades intelectuales del trabajador.
- Ritmos de trabajo y contenidos de la tarea adecuados.
- Evitar la monotonía y repetitividad en las tareas.
- Implicar al trabajador en la tarea que realiza.
- Reconocimiento del trabajo.
- Proporcionar niveles de autonomía en el trabajo.
- Sueldo justo.
- Seguridad del empleo.

- Información y formación a los trabajadores.

Situaciones de fatiga visual

Se puede experimentar situaciones como ojos llorosos, ojos secos, visión borrosa, doble visión, ardor, dolores de cabeza y otras sensaciones dependiendo de la persona.

La causa más olvidada de fatiga visual en las oficinas es el contraste, usualmente una pantalla oscura rodeada por un color de fondo claro. La mejor solución es oscurecer el área alrededor de la pantalla.

Los ojos se fatigan más por mirar muy de cerca que por mirar de lejos. La distancia correcta para monitores y documentos depende completamente de la distancia a la que el trabajador lee bien la pantalla. La regla general es mantener el material de lectura tan lejos como sea posible, con tal de que se pueda leer fácilmente.

Se deben tener presentes las siguientes medidas preventivas:

- Utilizar filtros de alta calidad, ya que puede minimizar el brillo, incrementar el contraste y reducir el parpadeo de la pantalla.
- Es buena idea seguir la regla 20/20, cada 20 minutos, mire a una distancia de 20 m durante 20 segundos.
- Establecer pausas de unos 10 minutos por cada 90 minutos de trabajo con la pantalla.
- Utilizar colirios sin medicina.
- Relajar los ojos de vez en cuando mientras trabajamos.
- Parpadear a menudo y mirar a lo lejos.
- Cerrar los ojos y girar el globo ocular hacia el techo. Mantener esta posición durante dos respiraciones. Después repetir el proceso mirando al suelo. Hacer lo mismo girando la vista hacia la derecha y luego hacia la izquierda. Luego abrir los ojos y relajarlos unos segundos. Cerrarlos de nuevo y describir con el globo ocular un círculo en el sentido de las agujas del reloj y viceversa.
- Contraer los músculos del rostro en un gesto, conservar la posición tres segundos, y luego relajarse. Se podrá comprobar que la visión es más nítida y más vivos los ojos.

5.2.50.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- No aplica

5.2.50.10 Equipos de protección individual

- No aplica

5.2.51 Trabajos en altura

5.2.51.1 Descripción

Se entienden por trabajos en altura aquellos trabajos que son realizados a distancias del suelo superiores a 2 m. Dentro de éstos se pueden citar: trabajos en andamios, escaleras, cubiertas, postes, plataformas, vehículos, así como trabajos en profundidad, excavaciones, pozos, etc.

Son numerosas las actuaciones que requieren la realización de trabajos en altura tales como tareas de mantenimiento, reparación, construcción, restauración de edificios, montaje de estructuras, limpiezas especiales, etc.

5.2.51.2 Procedimiento

La realización de estos trabajos con las condiciones de seguridad apropiadas incluye tanto la utilización de equipos de trabajo seguros, como una información y formación teórico-práctica específica de los trabajadores.

Se deberán observar las siguientes fases previas al trabajo en altura:

- Identificar el riesgo de caída
- Control del riesgo:
 - Siempre que sea posible se debe eliminar el riesgo de caída evitando el trabajo en altura, por ejemplo, mediante el diseño de los edificios o máquinas que permita realizar los trabajos de mantenimiento desde el nivel del suelo o plataformas permanentes de trabajo.
 - Cuando no pueda eliminarse el riesgo, las medidas a tomar deben ir encaminadas a reducir el riesgo de caída, adoptando medidas de protección colectiva, mediante el uso de andamios, plataformas elevadoras, instalación de barandillas, etc.
 - El uso de sistema anticaídas se limitará a aquellas situaciones en las que las medidas indicadas anteriormente no sean posibles o como complemento de las mismas.

5.2.51.3 Maquinaria

- Otras herramientas manuales y eléctricas
- Plataformas elevadoras (PEMP)

5.2.51.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Escaleras manuales

- Plataformas móviles

5.2.51.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación para trabajos en altura

5.2.51.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.51.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Proyección de fragmentos o partículas

- Sobreesfuerzos

5.2.51.8 Medidas preventivas

- Antes de cada bajada, se revisarán cuerdas, arneses, anclajes y los amarres para comprobar su estado de seguridad.
- No se permitirá la bajada si alguno de los elementos no está totalmente seguro.
- Los trabajadores elevados deberán disponer de un medio de comunicación seguro (teléfono móvil operativo o walki-talkie).
- Se comprobará “in situ” la inexistencia de líneas eléctricas de alta o media tensión, que puedan afectar a la seguridad de los trabajos.
- Cuando se trabaje en presencia de líneas eléctricas aéreas, se deberán tener en cuenta las normas de actuación referentes al riesgo de contacto eléctrico.
- No se realizarán trabajos en condiciones meteorológicas adversas, con tormentas magnéticas, nevadas, niebla intensa, heladas, nieve fundida ni otras condiciones desfavorables susceptibles de incrementar el riesgo de los trabajos a realizar.
- No se trabajará en condiciones de fuerte insolación y con elevada temperatura.
- Los accesos al tajo, tendrán las condiciones necesarias y suficientes para que los equipos móviles puedan acceder de forma segura a la zona de obra, habilitándose en caso necesario una pista de acceso.
- Extremar las precauciones en zonas extra plomadas, revisando bien el estado del material previamente al inicio de trabajos en dichas zonas. Prestar especial atención en caso de detectarse grietas, fisuras, alternancia de materiales.
- Mantener el orden y limpieza tanto en la obra como en las inmediaciones durante todo el periodo de ejecución de la obra.
- Evitar la carga de pesos excesivos ni grandes volúmenes.
- Permanecer asegurado en todo momento incluso antes de acercarse al borde / coronación.
- No se permitirá que dos operarios trabajen colgados en la misma vertical simultáneamente.
- No se realizarán descensos de manera excesivamente rápida.
- A la hora de elegir los componentes del equipo a utilizar, se tendrán en cuenta las compatibilidades entre los mecanismos (información que suministran los fabricantes de cada uno de ellos).
- Después de una caída, se repondrán las cuerdas, poleas, cintas y anillas, aunque, aparentemente, estén en buen estado.

- El equipo de trabajo contará con 2 personas especialistas como mínimo.
- Se vigilará el estado de toda la pared comprobando que no exista posibilidad de desprendimientos o caídas de objetos por el roce de la cuerda, material inestable, etc. realizando una inspección ocular previa diariamente.
- Inspeccionar previamente la zona de trabajos. Sanear y eliminar todo el material que ofrezca riesgo de desprenderse.
- Colocar las cuerdas en zonas donde el movimiento de estas no pueda activar el desprendimiento de material.
- Extremar las medidas de precaución cuando se acceda a la base del talud, evitando en lo posible la permanencia de personal, materiales, grupos electrógenos, compresores, mesas de corte, uso de herramientas y realización de tareas
- Se balizará y señalizará la zona con riesgo de caída de objetos, materiales o herramientas.
- Cada trabajador llevará puesto, en todo momento, el cinturón portaherramientas.
- Se acotará la vertical de los trabajos para impedir el paso de personas y vehículos.
- Las cargas, herramientas o equipos auxiliares pesados irán asegurados convenientemente en otro anclaje y otra cuerda diferente a la que se utilice para asegurar al trabajador.
- Se organiza el trabajo disponiéndose los trabajadores en forma de que nadie se coloque en el radio de proyección de material.
- Las herramientas y demás accesorios que deba utilizar el trabajador deberán estar sujetos al arnés o al asiento del trabajador o sujetos por otros medios adecuados (cuerdas y mosquetones).
- Los materiales utilizados deberán ser homologados, tener el marcado CE y haber pasado los ensayos correspondientes.
- Todos los elementos llevarán un pictograma que muestre las cargas máximas en kN que pueden ser aplicadas.
- Se establecerá una norma de renovación de material, en la cual se tendrá en cuenta las fechas de caducidad y fabricación de los materiales, así como del tiempo de uso recomendado por el fabricante.
- El material será asignado a cada trabajador de manera personalizada. Cada operario se encargará de mantener en buen estado su material.
- Todo trabajador dispondrá del arnés de su talla y será el más adecuado a su tarea. Se verificará su estado diariamente.
- Se desecharán todos los elementos metálicos (anillas, mosquetones, bloqueadores, etc.) que presenten rebabas.

- La longitud del elemento de amarre será inferior a 1 m.
- En anclajes estructurales se protegerán las cuerdas del roce.
- Los anclajes las indicaciones de seguridad e instalación del fabricante.
- No se colocarán anclajes en elementos de resistencia desconocida, como, por ejemplo: muros o fachadas de ladrillo...).
- Los anclajes se colocarán por persona competente especialista en este tipo de trabajos y serán inspeccionados antes de cada trabajo.
- La forma de realizar la conexión al elemento constructivo es rodeándolo con un anillo de cuerda cerrado mediante un nudo en ocho. Todas las cuerdas (suspensión y seguridad) se conectan mediante mosquetones al anillo de anclaje. En las aristas se deben instalar cantoneras de protección. También se pueden utilizar cintas planas que reparten mejor la fuerza y resisten mejor los rozamientos con las aristas. Todo lo anterior se debe realizar por partida doble tanto para la cuerda de suspensión como para la cuerda de seguridad.
- Una vez colocadas todas las piezas de la unión, se unirán con cuerda dinámica que repartirá la fuerza de la caída entre todas las piezas. Se empleará un triángulo de fuerzas bloqueado con un ángulo máximo de 60 grados.
- Los dispositivos automáticos anticaídas y bloqueadores de ascenso y descenso deberán llevar marcado el diámetro de la cuerda o cordino con el cual se puede utilizar. Se utilizarán con las cuerdas indicadas
- Durante las técnicas de ascenso-descenso por cuerda, los puntos de suspensión estarán formados por dos o más anclajes; se unirán con cordino dinámico y triángulo de fuerzas bloqueado con un ángulo máximo de 90°. Los puntos de suspensión de la cuerda para ascenso-descenso y la cuerda de seguridad serán diferentes.
- No se suspenderán trabajadores del mismo anclaje del que se utilice para suspender herramientas pesadas o equipos.
- Los puntos de progresión o de aseguramiento serán capaces de soportar caídas de factor 2; en cualquier caso, se garantizará que la altura de caída sea mínima.
- Se respetarán los periodos de secado de las resinas empleadas con los anclajes químicos respetando las instrucciones del fabricante.
- Se utilizarán siempre los anclajes más fiables (dependiendo del tipo de pared o superficie).
- Una vez extendida la cuerda esta llegará hasta el suelo. Si es imposible por las condiciones de trabajo, esta dispondrá de sistema de tope de seguridad que evite la caída al llegar el trabajador al cabo final.
- El sistema constará como mínimo de dos cuerdas con sujeción independiente, una como medio de acceso, de descenso y de apoyo (cuerda de trabajo) y la otra como medio de emergencia (cuerda de

seguridad). En el caso de que haya que suspender equipos o herramientas se utilizará una tercera cuerda.

- En circunstancias muy excepcionales en las que la utilización de una segunda cuerda haga más peligroso el trabajo, podrá admitirse la utilización de una sola cuerda, siempre que se justifiquen las razones técnicas que lo motiven y siempre tomando medidas adecuadas adicionales para garantizar la seguridad.
- Los cables de acero jamás estarán en contacto directo con cintas, cordinos o cualquier otro elemento sintético.
- Queda prohibido usar el cable metálico, por su menor elasticidad para la tensión en caso de caída.
- Se deberán eliminar los objetos punzantes encontrados.
- Comprobar la efectividad de los nudos realizados en la atadura antes de iniciar el descenso por el talud.
- Siempre se dispondrá de elementos para poder realizar un rescate de un trabajador suspendido (cuerda, tractel, etc.).
- Nunca se utilizarán cuerdas estáticas para detener caídas de personas ni cable metálico.

5.2.51.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Cuerdas auxiliares
- Iluminación provisional
- Redes de protección
- Señalización
- Pasarelas de obra

5.2.51.10 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Calzado de protección
- Cascos de protección

- Cinturón portaherramientas
- Dispositivos anticaídas (retráctil o deslizante)
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Líneas de vida
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.52 Trabajos en galerías de servicios

5.2.52.1 Descripción

Las galerías de servicios están compuestas por una parte transitable (dotada de ventilación natural y con refuerzo de ventilación forzada en algunos tramos) y canalizaciones de unión con los distintos edificios que no son transitables por la altura reducida de las mismas y carecer de ventilación tanto natural como forzada.

Normalmente están conformadas por túneles prefabricados de hormigón por los que discurren líneas de servicios en sus laterales, por el suelo; estando estas ancladas, en bandejas, colgadas, etc. Principalmente los servicios son electricidad, telecomunicaciones, abastecimiento de agua o saneamiento, instalaciones de protección contra incendios, etc. En ella se encuentran también bombas de achique para evitar inundaciones.

El motivo principal por el que se accede a estos espacios es el de efectuar trabajos de nueva instalación, reparación, limpieza, construcción, pintura e inspección.

5.2.52.2 Procedimiento

Normalmente las galerías de servicios son espacios confinados, por lo tanto, sólo podrán acceder a ellas aquellos trabajadores que tengan la correspondiente Autorización de Trabajos Especiales, y que cumplan los requisitos necesarios para ello y hayan sido formados e informados de los riesgos y las medidas preventivas necesarios para la realización de los trabajos.

1.1.1.1.25 Instrucciones previas para trabajos en galerías de servicios

- Verificar que se dispone de Autorización de Trabajo cumplimentada.
- Instrucciones a los trabajadores y toma de conocimiento de los riesgos y su prevención. Los trabajadores tienen que estar formados e informados del procedimiento de trabajo, los riesgos y las medidas preventivas a adoptar.
- Verificar que se dispone de los equipos de trabajo necesarios.

- Verificar que el área de trabajo está ordenada y limpia. Evitar riesgos que puedan proceder de zonas o sistemas adyacentes.
- Ventilar el espacio mediante sistema de renovación forzada de aire, si este ha contenido sustancias peligrosas.
- Verificar el estado de la atmósfera interior, para asegurarse que ésta es respirable. Utilizar equipo de medición portátil de lectura directa. Medir siempre: O₂, CO, H₂S, CH₄.
- Utilizar obligatoriamente la señalización normalizada de que se están realizando trabajos en el interior.

1.1.1.1.26 Instrucciones durante realización de trabajos en galerías de servicios

- Revisión de equipos y útiles de trabajo a utilizar.
- Utilización de escaleras de acceso seguras o medios de acceso que faciliten la entrada y salida lo más cómoda posible.
- No es aconsejable que una sola persona trabaje en el interior de la galería.
- En el exterior permanecerá mientras duren los trabajos un equipo de apoyo, de al menos dos personas.
- Acceder al interior mediante arnés, amarrado mediante un cabo a un sistema deslizante de retenida. Deberá haber personal de apoyo en el exterior.
- Medición continua de la atmósfera interior. Medir siempre: O₂, CO, H₂S, CH₄.
- Ventilación continuada en el interior del espacio cuando no existan plenas garantías de inocuidad del ambiente.
- Conocimiento del personal sobre la planificación frente a un eventual rescate o emergencia.
- En condiciones extremas, donde pueda existir deficiencia de oxígeno para la respiración, se hace necesario la utilización de un equipo de respiración autónoma. Deben poseer presión positiva y caracterizarse por su confort, ligereza y resistencia, con atalajes de colocación sencilla y de fácil ajuste.
- Finalizados los trabajos, retirada de equipos, útiles y limpieza del entorno.
- Comunicación de la finalización de los trabajos al mando superior.

5.2.52.3 Maquinaria

- Otras herramientas manuales y eléctricas

5.2.52.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Escaleras manuales
- Espuertas
- Torres de iluminación
- Trípode de descenso

5.2.52.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para trabajos en espacios confinados.

5.2.52.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.52.7 Riesgos comunes

- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas

- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes biológicos
- Exposición a sustancias químicas nocivas
- Intoxicación o asfixia
- Incendio y explosión
- Inundación
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

5.2.52.8 Medidas preventivas

- Queda totalmente prohibido intervenir sin Autorización de Trabajo.
- Comprobar estado de atmósfera interior y si fuera necesario, ventilar o utilizar equipos de respiración autónomos.
- Señalización exterior de realización de trabajos en la galería.
- Asegurarse que los equipos reúnen los requisitos de seguridad establecidos.
- Es de suma importancia el correcto calibrado de los equipos de medida.
- Recurrir a ventilación forzada si la natural es insuficiente, hasta que los parámetros del detector de gases sean adecuados para realizar el trabajo.
- Obligatorio el control del trabajo en el interior desde el exterior.
- Realizar mediciones de atmósfera desde el exterior, cuando puedan generarse contaminantes en el interior, mientras duren los trabajos.
- La o las personas del exterior deben estar perfectamente instruidas para mantener una continuada comunicación visual o por radio con el trabajador o trabajadora que se encuentre en el interior.

- Los trabajadores que accedan a las galerías deberán haber sido formados sobre los procedimientos de trabajo y las actuaciones a seguir en su interior y en caso de emergencia.
- Medición y evaluación de la atmósfera interior desde el exterior con empleo de aparatos de detección automática de gases explosivos, tóxicos y asfixiantes, y niveles de oxígeno.
- Medición continuada, una vez se accede al interior del espacio, de los parámetros ambientales descritos.
- Se debe tener especial cuidado en la apertura y cierre de las galerías. Las tapas de fundición, abisagradas o no, sólo se abrirán y cerrarán con los útiles de manejo adecuados.
- Caminar por el centro de los pasillos, para evitar golpes con los soportes de bandejas.
- El acceso a los recintos de servicio eléctrico está reservado a los trabajadores cualificados o autorizados RD 614/2001. Para el resto del personal el acceso sólo está permitido si se cumple una doble condición:
 - Que hayan recibido la información previa sobre los riesgos existentes y las precauciones que es preciso adoptar antes y durante el acceso.
 - Que estén permanentemente bajo la vigilancia de algún trabajador cualificado o autorizado.
- No acceder a las celdas de los transformadores.
- No abrir los armarios y demás envolventes de material eléctrico.
- No utilizar utensilios con mangos largos que pudieran alcanzar el interior de las celdas.
- No derramar o mojar el suelo con agua.
- Prohibido utilizar la galería como zona de almacenamiento.
- No acceder a la galería de servicios en días de fuerte lluvia con riesgo de inundaciones.
- Utilizar calzado con suela antideslizante. Extremar las precauciones en las zonas encharcadas.
- Evitar acceder a la galería de servicios desde los accesos con pendiente pronunciada.
- La instalación de cables, conductos, etc. debe realizarse evitando que crucen zonas de paso. Cuando no sea posible, se deberán proteger y señalizar para evitar riesgos de golpes o caída. Extremar las precauciones al transitar por estas zonas.
- Recoger los restos de materiales, herramientas, etc. al terminar los trabajos. No dejar abandonados en la galería de servicios.
- Utilización de tensiones de seguridad de 24 V. en el interior de la galería de servicios, con protecciones antideflagrantes y su correspondiente toma de tierra conectadas a elementos metálicos conductores situados en el exterior.

- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos, señalando los obstáculos.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- Prohibición de acceso a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Uso de cinturones porta herramientas
- Deberá planificarse la realización de actuaciones especiales que puedan modificar la calidad de la atmósfera interior en la galería de servicios: soldadura, pintura, oxicorte, comprobación bombas achique, etc. En todo momento se asegurará una ventilación adecuada del interior. Para la realización de tareas susceptibles de alterar las condiciones de la atmósfera interior de la galería de servicios y/o provocar incendios o explosión, así como el acceso a las zonas no transitables de la galería de servicios y demás trabajo de especial riesgo.

5.2.52.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Detectores de gases
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Iluminación provisional
- Señalización de riesgos
- Sistema de protección contra incendios
- Tapas de madera/chapa para huecos/arquetas

- Ventilación o extracción

5.2.52.10 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Botas impermeables
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Detectores de gases portátiles
- Dispositivos anticaídas (retráctil o deslizante)
- Equipos respiratorios
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Guantes de protección
- Máscaras o mascarillas y filtros
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad
- Sistemas de comunicación portátiles

5.2.53 Trabajos con riesgo de exposición al ruido

5.2.53.1 Descripción

El ruido es a menudo definido como un sonido desagradable, un sonido no deseado. Por tanto, hay que diferenciar sonido de ruido:

- **Sonido:** Sensación auditiva agradable producida por la vibración de un objeto de forma rítmica y armónica. Ejemplos de sonidos podrían ser el canto de un pájaro, el fluir de un río, etc.
- **Ruido:** Sonido no deseado, desagradable y molesto que perjudica la capacidad de trabajar.

El ruido siempre constituye un factor importante de los ambientes de trabajo no sólo por las molestias que ocasiona, sino por los riesgos de sordera, las perturbaciones en las comunicaciones verbales, y otros efectos fisiológicos y psicológicos. El ruido se incorpora al mundo laboral “como algo normal” pero, sin embargo, en exceso puede menoscabar día a día la salud del trabajador/a.

Según sea su duración en el tiempo, los ruidos pueden ser continuos o de impacto.

- Los ruidos continuos son aquellos que, aun presentando variaciones en su intensidad, permanecen en el tiempo (martillos neumáticos, molinos, etc.). Suelen dar lugar a exposiciones continuadas en el tiempo que implican la aparición de daños en la salud a largo plazo.
- Los ruidos de impacto son aquellos que tienen un máximo de intensidad muy alto pero que decrecen y desaparecen en muy corto intervalo de tiempo, no habiendo otro máximo de energía hasta el siguiente impacto (escapes de aire comprimido, disparos de arma de fuego, golpes de martillo, etc.). Son especialmente peligrosos, pues implican exposiciones muy breves, que pueden dar lugar a graves daños que impliquen pérdida de audición total. Por ejemplo, una explosión o un martillazo.

5.2.53.2 Procedimiento

No aplica

5.2.53.3 Maquinaria

- No aplica

5.2.53.4 Medios auxiliares

- No aplica

5.2.53.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

5.2.53.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.53.7 Riesgos

- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)

5.2.53.8 Medidas preventivas

- La información y formación adecuadas para enseñar a los trabajadores a utilizar correctamente el equipo de trabajo con vistas a reducir al mínimo su exposición al ruido.
- Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos al ruido.
- Reducción del ruido aéreo, por ejemplo, por medio de pantallas, cerramientos, recubrimientos con material acústicamente absorbente.
- Reducción del ruido transmitido por cuerpos sólidos, por ejemplo, mediante amortiguamiento o aislamiento.
- Utilización de otros métodos de trabajo que reduzcan la necesidad de exponerse al ruido.
- Elección de equipos de trabajo adecuados que generen el menor nivel de ruido posible, habida cuenta del trabajo al que están destinados, incluida la posibilidad de proporcionar a los trabajadores equipos de trabajo cuyo objetivo o resultado sea limitar la exposición al ruido.
- Limitación del tiempo de exposición del trabajador al ruido en función de la intensidad de éste.
- Utilización de señalización adecuada “peligro ruido” en las zonas afectadas por este riesgo.

5.2.53.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Señalización de advertencia, prohibición y obligación

5.2.53.10 Equipos de protección individual

- Cascos anti ruido
- Protecciones auditivas tipo orejera
- Tapones

Trabajos con exposición a agentes meteorológicos extremos

5.2.53.11 Descripción

Consiste en trabajar bajo a agentes meteorológicos anormales, ya sea temperatura alta, temperatura baja, lluvia, tormentas, nieve o viento.

5.2.53.12 Procedimiento

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

5.2.53.13 Maquinaria

- No aplica

5.2.53.14 Medios auxiliares

- No aplica

5.2.53.15 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia. Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

5.2.53.16 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.53.17 Riesgos

- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...).
- Exposición a agentes atmosféricos extremos

5.2.53.18 Medidas preventivas

- Se dispondrá en obra de información meteorológica actualizada con objeto de planificar la ejecución de los trabajos.
- Se procurará que los locales de descanso, vestuarios, aseos y comedores dispongan de aire acondicionado y/o calefacción.
- La temperatura en locales cerrados, donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares, deberán mantenerse temperaturas entre 17°C y 24°C en invierno; y de 23°C a 27°C en verano.
- En jornadas con previsión de condiciones climatológicas adversas por bajas temperaturas se tomarán las siguientes medidas:
 - o Realizar una aclimatación previa y llevar ropa interior cálida que permita la transpiración (tejidos naturales como algodón y lana) y ropa de abrigo e impermeable que aisle y proteja de las bajas temperaturas, la humedad e impida la pérdida de calor.
 - o Disponer de un local con calefacción (no sobrecalentado) ofreciendo la posibilidad de consumir bebidas calientes, con posibilidad de secado de ropa húmeda y también con armarios con ropa de repuesto.
 - o Establecer pausas para calentarse (son preferibles pausas largas y menos frecuentes, que cortas y frecuentes).
 - o Evitar las corrientes de aire frío y los lugares húmedos, alejando o apantallando los equipos que puedan provocar frío o corrientes de aire.
 - o Se dispondrá de mecanismos automáticos que reduzcan la carga de trabajo manual.
 - o Si por causa justificada hubiera que realizar operaciones en presencia de nieve o temperaturas bajo cero, se limpiarán los accesos diariamente y se extenderá la tarde anterior sal, en prevención de formación de placas de hielo.
 - o Instalar dispositivos localizados de calor radiante en los puestos de trabajo más expuestos.
- En jornadas con previsión de condiciones climatológicas adversas por presencia de tormentas o fuertes lluvias, se tomarán las siguientes medidas:
 - o En el caso de ser sorprendidos por una tormenta eléctrica, buscar un lugar resguardado y evitar los árboles o postes y elementos metálicos o el contacto con agua o lugares húmedos.
 - o Los trabajos en cercanías de bordes de río serán suspendidos.
 - o Si por causa justificada hubiera que realizar trabajos en días especialmente lluviosos, se mantendrán las zonas de paso y los tajos especialmente drenados.

- o La maquinaria eléctrica, en especial la de gran potencia no podrá utilizarse en caso de tormentas con aparato eléctrico.
- o Los trabajos en zanjas profundas con riesgo de hundimiento serán suspendidos en caso de lluvias intensas.
 - En jornadas con previsión de condiciones climatológicas adversas por vientos intensos, se tomarán las siguientes medidas:
 - o No se podrán realizar trabajos en elementos a gran altura (pilas, viaductos, andamios, etc.)
 - o No estará permitida la utilización de grúas ni la manipulación mecánica de cargas.
 - o Si la velocidad del viento supera los 45km/h se tendrá especial precaución al realizar los trabajos y, en caso de que la velocidad del viento sea superior a 60km/h, se suspenderán los trabajos.
 - o El vallado y acopios de obra serán revisados y reforzados, en caso de ser necesario, en jornadas con fuertes vientos.
 - o Se tendrá especial cuidado en las zonas donde se pueda levantar mucho polvo realizando riegos para evitarlo.
 - En jornadas con previsión de altas temperaturas se tendrán en cuenta las siguientes medidas:
 - o Los trabajadores se hidratarán adecuadamente.
 - o No se permanecerá al sol durante largos periodos y se turnarán los equipos.
 - o Evitar en lo posible las exposiciones en las horas centrales del día.
 - o Establecer periodos de descanso en zonas sombreadas y ventiladas.
 - o Se dispondrá de mecanismos automáticos que reduzcan la carga de trabajo manual.
 - En aquellas situaciones de condiciones extremadamente severas, los trabajos en obra con algún tipo de riesgo derivado de estas inclemencias serán suspendidos.
 - Planificar las actividades en exteriores considerando la previsión meteorológica.
 - Se dispondrá de previsión de bombas de achique en caso de trabajos en zanjas, pozos, sótanos, etc.

5.2.53.19 Equipos de protección colectiva y señalización

- Regado de pistas
- Toldos de protección solar
- Ventilación o extracción

5.2.53.20 Equipos de protección individual

- Botas impermeables
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Guantes de protección
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.54 Trabajos con riesgo de exposición a contacto eléctrico en baja y alta tensión

5.2.54.1 Descripción

El riesgo eléctrico se produce en toda tarea que implique actuaciones sobre instalaciones eléctricas de baja y alta tensión, utilización, manipulación y reparación del equipo eléctrico de las máquinas, así como utilización de aparatos eléctricos en entornos para los cuales no han sido diseñados.

Los riesgos originados por la energía eléctrica se agrupan en tres ámbitos:

Instalaciones: Se establece las características generales y la forma de utilización y mantenimiento de los equipos e instalaciones eléctricas, para proteger fundamentalmente a los trabajadores usuarios de dichos equipos e instalaciones. Para la regulación específica se remite a la reglamentación electrotécnica.

Técnicas y procedimientos de trabajo: Se establece de forma detallada los métodos seguros para trabajar en instalaciones eléctricas o en sus proximidades. Son medidas para proteger a los trabajadores que tienen que manipular la propia instalación eléctrica o su entorno, y no tanto los usuarios de la misma.

Información y formación: Será diferente en función del tipo de instalación eléctrica, de la relación del trabajador con dicha instalación y del tipo de trabajo a realizar en la misma.

5.2.54.2 Procedimiento

Las cinco reglas de oro:

1. Desconectar. La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación.
2. Prevenir cualquier posible realimentación. Los dispositivos utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y deberá colocarse, una señalización para prohibir la maniobra.
3. Verificar la ausencia de tensión. La ausencia de tensión deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en la zona de trabajo.

4. Poner a tierra y en cortocircuito. Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar deben ponerse a tierra y en cortocircuito.
5. Proteger frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Si hay elementos de una instalación próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer en tensión, deberán adoptarse medidas de protección adicionales, que se aplicarán antes de iniciar el trabajo.

En principio, todo trabajo en una instalación eléctrica o en su proximidad que conlleve un riesgo eléctrico deberá efectuarse sin tensión, salvo en los siguientes casos:

- Las operaciones elementales (por ejemplo, conectar y desconectar) en instalaciones de baja tensión diseñadas para su uso por el público en general. Estas operaciones deberán realizarse por el procedimiento previsto por el fabricante y previa verificación del buen estado del material.
- Los trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, siempre que su identificación sea clara y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura.
- Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija, tales como por ejemplo la apertura y cierre de interruptores o seccionadores, la medición de una intensidad, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico, etc.
- Los trabajos en instalaciones, o en su proximidad, cuyas condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran.

5.2.54.3 Maquinaria

- No aplica

5.2.54.4 Medios auxiliares

- No aplica

5.2.54.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación para trabajos de electricidad

5.2.54.6 *Presencia del Recurso Preventivo*

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.54.7 *Riesgos*

- Contactos eléctricos

5.2.54.8 *Medidas preventivas*

- Se garantizará la formación e información a los trabajadores sobre las tareas a desarrollar, procedimientos establecidos a seguir y posibles riesgos durante la ejecución de las mismas.
- Todas las zonas con riesgo de contacto eléctrico, estarán correctamente señalizadas.
- Los trabajos de mantenimiento o reparación de las instalaciones eléctricas o equipos eléctricos solo serán realizados por personal cualificado.
- Para la realización de trabajos con tensión se tendrá en cuenta:
 - Deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión.
 - Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones sólo podrán ser realizados por trabajadores autorizados.
 - El método de trabajo empleado y los equipos y materiales de trabajo y de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de materiales.
 - Entre los equipos y materiales de protección se encuentran: accesorios aislantes para el recubrimiento de partes activas o masas, útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.), pértigas aislantes, dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras) y los equipos de protección individual (pantallas, guantes, gafas, cascos, etc.).
 - Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas.
- Para la realización de trabajos en zonas próximas a riesgo eléctrico:

- Sólo podrán ser realizados por trabajadores autorizados.
- En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado posible de ella que el trabajo permita.
- Deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:
 - El número de elementos en tensión.
 - Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envoltentes o protecciones aislantes.
- Si, a pesar de las medidas adoptadas, siguen existiendo elementos en tensión cuyas zonas de peligro son accesibles, se deberá:
 - Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro.
 - Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro.
 - Cuando las medidas adoptadas no sean suficientes para proteger a los trabajadores frente al riesgo eléctrico, los trabajos serán realizados, una vez tomadas las medidas de delimitación e información, por trabajadores autorizados o bajo la vigilancia de uno de éstos.
- Se seguirán las medidas preventivas frente al riesgo por contacto eléctrico directo:
 - No manipular la instalación sin efectuar previo corte.
 - Disponer de formación específica adecuada.
 - Colocar la señalización adecuada.
 - Equipos con tomas de corriente adecuadas.
 - Uso de tensión de seguridad (24 V).
 - Herramientas portátiles provistas de doble aislamiento.
 - Evitar que los conductores discurran tirados por el suelo.
 - Disponer de suficiente número de enchufes.
 - Separación por distancia o alejamiento de partes activas.
 - Separar las partes activas de la instalación a una distancia de la zona de trabajo o de circulación de manera que sea imposible un contacto voluntario o accidental.
 - Colocación de obstáculos o barreras entre las partes activas de la instalación eléctrica y el hombre de manera que no se pueda producir un contacto accidental (armarios para cuadros

eléctricos, celdas de transformación, seccionadores de alta tensión, tapa de interruptores y enchufes...).

- Recubrimiento o aislamiento de las partes activas de la instalación eléctrica con material aislante de manera que la corriente de contacto quede limitada a un valor no superior de 1mA (cables eléctricos recubiertos, herramientas con material aislante...).
- Se seguirán las medidas preventivas frente al riesgo por contacto eléctrico indirecto:
 - Las instalaciones contarán con la correspondiente puesta a tierra de las masas.
 - Instalaciones con neutro aislado de tierra.
 - Instalación de interruptores diferenciales de corte automático con la sensibilidad adecuada y que controlen todos los circuitos, tanto de fuerza como de alumbrado. En las zonas donde no haya puesta a tierra solo se pueden utilizar interruptores diferenciales con una sensibilidad no superior a 30mA (Reglamento BT).
 - Realización de uniones equipotenciales.
 - Separación de circuitos
 - Empleo de pequeñas tensiones de seguridad (24V en locales húmedos)
 - Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medios de aislamientos de protección.
 - Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas.
 - Recubrimiento de masas con aislamientos de protección.
 - Conexiones equipotenciales.
 - Puesta a tierra de masas y dispositivo de corte por intensidad de defecto.
 - Puesta a neutro de las masas con dispositivo de corte por intensidad de defecto.
 - Puesta a tierra de las masas y dispositivo de corte por tensión de defecto.

5.2.54.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Detectores de corrientes eléctricas
- Detectores de redes y servicios
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de limitación y protección
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación

- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistema de protección contra incendios

5.2.54.10 Equipos de protección individual

- Cascos de protección dieléctrico
- Calzado dieléctrico
- Gafas de protección
- Guantes de protección dieléctricos
- Ropa de protección dieléctrica
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.55 Trabajos con exposición a agentes meteorológicos extremos

5.2.55.1 Descripción

Consiste en trabajar bajo a agentes meteorológicos anormales, ya sea temperatura alta, temperatura baja, lluvia, tormentas, nieve o viento.

5.2.55.2 Procedimiento

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

5.2.55.3 Maquinaria

- No aplica

5.2.55.4 Medios auxiliares

- No aplica

5.2.55.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

5.2.55.6 *Presencia del Recurso Preventivo*

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.55.7 *Riesgos*

- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...).
- Exposición a agentes atmosféricos extremos

5.2.55.8 *Medidas preventivas*

- Se dispondrá en obra de información meteorológica actualizada con objeto de planificar la ejecución de los trabajos.
- Se procurará que los locales de descanso, vestuarios, aseos y comedores dispongan de aire acondicionado y/o calefacción
- La temperatura en locales cerrados, donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares, deberán mantenerse temperaturas entre 17°C y 24°C en invierno; y de 23°C a 27°C en verano.
- En jornadas con previsión de condiciones climatológicas adversas por **bajas temperaturas** se tomarán las siguientes medidas:
 - Realizar una aclimatación previa y llevar ropa interior cálida que permita la transpiración (tejidos naturales como algodón y lana) y ropa de abrigo e impermeable que aisle y proteja de las bajas temperaturas, la humedad e impida la pérdida de calor.
 - Disponer de un local con calefacción (no sobrecalentado) ofreciendo la posibilidad de consumir bebidas calientes, con posibilidad de secado de ropa húmeda y también con armarios con ropa de repuesto.
 - Establecer pausas para calentarse (son preferibles pausas largas y menos frecuentes, que cortas y frecuentes).

- Evitar las corrientes de aire frío y los lugares húmedos, alejando o apantallando los equipos que puedan provocar frío o corrientes de aire.
- Se dispondrá de mecanismos automáticos que reduzcan la carga de trabajo manual.
- Si por causa justificada hubiera que realizar operaciones en presencia de nieve o temperaturas bajo cero, se limpiarán los accesos diariamente y se extenderá la tarde anterior sal, en prevención de formación de placas de hielo.
- Instalar dispositivos localizados de calor radiante en los puestos de trabajo más expuestos.
- En jornadas con previsión de condiciones climatológicas adversas por presencia de **tormentas o fuertes lluvias**, se tomarán las siguientes medidas:
 - En el caso de ser sorprendidos por una tormenta eléctrica, buscar un lugar resguardado y evitar los árboles o postes y elementos metálicos o el contacto con agua o lugares húmedos.
 - Los trabajos en cercanías de bordes de río serán suspendidos.
 - Si por causa justificada hubiera que realizar trabajos en días especialmente lluviosos, se mantendrán las zonas de paso y los tajos especialmente drenados.
 - La maquinaria eléctrica, en especial la de gran potencia no podrá utilizarse en caso de tormentas con aparato eléctrico.
 - Los trabajos en zanjas profundas con riesgo de hundimiento serán suspendidos en caso de lluvias intensas.
- En jornadas con previsión de condiciones climatológicas adversas **por vientos intensos**, se tomarán las siguientes medidas:
 - No se podrán realizar trabajos en elementos a gran altura (pilas, viaductos, andamios, etc.)
 - No estará permitida la utilización de grúas ni la manipulación mecánica de cargas.
 - Si la velocidad del viento supera los 45km/h se tendrá especial precaución al realizar los trabajos y, en caso de que la velocidad del viento sea superior a 60km/h, se suspenderán los trabajos.
 - El vallado y acopios de obra serán revisados y reforzados, en caso de ser necesario, en jornadas con fuertes vientos.
 - Se tendrá especial cuidado en las zonas donde se pueda levantar mucho polvo realizando riegos para evitarlo.
- En jornadas con previsión **de altas temperaturas** se tendrán en cuenta las siguientes medidas:
 - Los trabajadores se hidratarán adecuadamente.
 - No se permanecerá al sol durante largos periodos y se turnarán los equipos.

- Evitar en lo posible las exposiciones en las horas centrales del día.
- Establecer periodos de descanso en zonas sombreadas y ventiladas.
- Se dispondrá de mecanismos automáticos que reduzcan la carga de trabajo manual.
- En aquellas situaciones de condiciones extremadamente severas, los trabajos en obra con algún tipo de riesgo derivado de estas inclemencias serán suspendidos.
- Planificar las actividades en exteriores considerando la previsión meteorológica.
- Se dispondrá de previsión de bombas de achique en caso de trabajos en zanjas, pozos, sótanos, etc.

5.2.55.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Regado de pistas
- Toldos de protección solar
- Ventilación o extracción

5.2.55.10 Equipos de protección individual

- Botas impermeables
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Guantes de protección
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.56 Trabajos en horario nocturno

5.2.56.1 Descripción

Consiste en la realización de trabajos en horario nocturno, distinto al habitual horario diurno en las obras.

Los horarios de empleo nocturno son indispensables en algunas actividades y, por lo tanto, es un aspecto fundamental la adecuada iluminación de los tajos.

Las jornadas de trabajo comprendidas entre las 9 de la noche y las 6 de la mañana pueden afectar la cantidad de horas de sueño y, sobre todo, la calidad de estas últimas.

La baja actividad del organismo durante la noche y la posibilidad de que los trabajadores nocturnos acumulen fatiga por un sueño deficiente hacen que se den una serie de repercusiones negativas sobre la realización del trabajo: acumulación de errores, dificultad de mantener la atención, de percibir correctamente la información o de actuar con rapidez.

Generalmente en el turno de noche se obtiene un menor rendimiento y una menor calidad del trabajo realizado, especialmente entre las 3 y las 6 de la madrugada, ya que en estas horas la capacidad de atención y toma de decisiones, así como la rapidez y precisión de los movimientos es más reducida.

Teniendo en cuenta estos factores, es importante destacar el papel de la prevención para los trabajos realizados en horario nocturnos para establecer las medidas necesarias para lograr la protección de la salud del trabajador.

5.2.56.2 Procedimiento

No aplica

5.2.56.3 Maquinaria

- Grupos electrógenos

5.2.56.4 Medios auxiliares

- Torres de iluminación

5.2.56.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

5.2.56.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que

se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.56.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Rotura/contacto con instalaciones enterradas
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas

5.2.56.8 Medidas preventivas

- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux medidos a una altura sobre el pavimento en torno a 1,5 m y siempre será suficiente para realizar las tareas a ejecutar.
- La iluminación de los tajos será siempre la adecuada para realizar los trabajos con seguridad. Ésta se hará mediante proyectores ubicados sobre "pies derechos" firmes y de manera cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros. En lugares especialmente peligrosos se instalará una iluminación especial.

- Al realizar el diseño de la iluminación se incluirá un sistema de iluminación de emergencia. Todos los frentes de trabajo y caminos de acceso a dichas áreas se iluminarán a lo largo de toda su longitud en intervalos de no más de 20 m., usando lámparas de más de 100 W.
- Delimitación con elementos “reflectantes” de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Importancia de la revisión de funcionamiento de las señales luminosas de la maquinaria.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.
- Con el fin de evitar el sueño en este tipo de trabajos se deberán realizar, si es posible, pequeños descansos para socializar. Estos descansos ayudan a mejorar el rendimiento mental y disminuyen la somnolencia.
- Cualquier área de trabajo o de mantenimiento se señalizará mediante luces intermitentes. Toda máquina de perforación, carga o transporte debe tener una iluminación adecuada para realizar el trabajo con comodidad y exactitud. Además, debe llevar otro tipo de iluminación secundaria para alertar de la presencia de la máquina y de las posibles maniobras que pueda realizar.
- Cuando se usa maquinaria estacionaria, el área se debe iluminar de tal manera que puedan verse las partes móviles.
- Cuando hay instalación eléctrica alimentada por un grupo electrógeno autónomo, la protección que se adoptará contra los riesgos de contactos indirectos deberá hacerse extensiva además de todos los receptores, equipos y masas de la instalación, a las masas del grupo y sus equipos auxiliares susceptibles de adquirir tensiones peligrosas respecto a tierra al nivel exigido para los receptores.

5.2.56.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalización de salvamento y socorro
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista

5.2.56.10 Equipos de protección individual

- Calzado de seguridad
- Cascos de protección
- Guantes de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

5.2.57 Trabajos verticales

5.2.57.1 Descripción

Se denominan “técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas” (trabajos verticales), a las técnicas para realizar trabajos temporales en altura que se componen de una cuerda o línea de trabajo y de una cuerda o línea de seguridad, fijadas a una estructura, soporte o superficie de forma independiente, y que, junto con otros equipos, dispositivos y accesorios específicos, permite al usuario poder acceder, realizar un determinado trabajo a cierta altura y salir.

Se consideran trabajos verticales únicamente aquellos trabajos en altura, en los que el trabajador está suspendido de la cuerda de trabajo (con su cuerda de seguridad) y a diferencia de aquellos en los que el trabajador ejecuta su trabajo también en altura utilizando cuerdas, u otro tipo de sistema de protección anticaídas, pero como medida de seguridad frente a caídas de altura a distinto nivel.

El sistema de trabajo está basado en el empleo de técnicas y en la utilización de equipos y dispositivos específicos, que permiten el desplazamiento en la vertical a través de las cuerdas instaladas (línea de trabajo y línea de seguridad). La combinación correcta de la cuerda de trabajo (como medio de acceso-descenso y como apoyo) y de la cuerda de seguridad (como medio de emergencia), ambas con sujeción independiente y compatible, será la que garantice una situación de trabajo segura, evitando por tanto los riesgos inherentes de caídas en altura.

Entre las actividades y tareas en las que puede ser necesario aplicar estas técnicas en el presente proyecto están: montajes y desmontaje de líneas de vida, anclajes de sujeción, sistemas de protección y seguridad en altura, montaje de canalizaciones sobre pared para tendido de cableado, trabajos en estructuras de fuerte pendiente, etc..

5.2.57.2 Procedimiento

Antes de proceder al montaje de las instalaciones de cabecera, se debe realizar una inspección previa a la utilización de elementos estructurales como anclajes de cabecera (en base al art. 4.1 RD 1215/1997); dicha inspección la debe realizar un técnico competente y con capacidad (art. 4.3 RD 1215/1997) para juzgar la adecuación del punto/s de los elementos estructurales que pudieran ser utilizados como anclajes de cabecera, debiendo realizarse las pruebas de resistencia necesarias para comprobar su idoneidad y fiabilidad por medio de los equipos adecuados. Asimismo, deben registrarse documentalmente los datos obtenidos, conjuntamente con otros datos como: los del fabricante del dispositivo; del sistema o método de fijación; de la planificación y distribución; del análisis y cálculo de resistencia del soporte o substrato; del técnico instalador; de las revisiones en su caso; etc.

La inspección deberá estar documentada (art. 4.4 RD. 1215/1997). Además, todo esto se debe reflejar en el documento de planificación del trabajo que hay que adoptar en base al punto 4.4.1.e) del anexo II del RD. 1215/1997. La instalación de los sistemas de sujeción debe llevarla a cabo personal con experiencia y formación adecuada.

El proceso de la instalación de las cabeceras, así como de ambos tendidos, seguridad y trabajo, debe llevarse a cabo atendiendo a los procedimientos de trabajo que se determinen en cada situación, siendo imprescindibles la utilización de los equipos de protección individual y colectiva previstos. La utilización de los mismos vendrá determinada por las características del lugar de trabajo en altura (cubierta, muro perimetral, plano inclinado), debiendo por tanto utilizarse los sistemas de protección individual contra caídas establecidos conforme a la norma UNE-EN 363.

Una vez realizada la instalación de la cabecera, que es la responsable de la sujeción inicial, se procede a la instalación de la cuerda de trabajo y de la cuerda de seguridad, que permitirán al trabajador acceder a la zona de trabajo en vertical, es decir, le permiten acceder y posicionarse en un lugar de trabajo en altura. Previamente al acceso a esta zona de trabajo en vertical, el trabajador deberá haberse puesto el equipo necesario para el acceso con cuerda, que se compone de diferentes elementos y dispositivos para poder progresar por las cuerdas con total seguridad.

En la instalación de ambas cuerdas trabajo y seguridad es imprescindible aplicar y seguir algunas normas y procesos de seguridad específicos con objeto de protegerlas de los rozamientos que se puedan producir con aristas, bordes, filos, cantos u otros elementos, los cuales pueden provocar el corte o deterioro de las mismas. Para ello, se utilizan diferentes sistemas, técnicas o elementos tales como: fraccionamientos, desviaciones, protecciones antiroce, trípodes, pescantes, etc. Además de la protección de las cuerdas, se deben proteger los bordes cortantes, afilados, abrasivos o que puedan quemar las cuerdas instalando sobre ellos distintos sistemas de protección que eviten la fricción o roce de las cuerdas.

Una vez la cuerda de trabajo y la de seguridad se han anclado a la instalación de cabecera, debe mantenerse entre ellas una distancia, de 1 m a 1,5 m aproximadamente, con el objetivo de facilitar las tareas que realiza el trabajador vertical y de protegerla la cuerda de seguridad de las posibles agresiones que pueda sufrir como consecuencia de esos trabajos. Esto no es óbice para que la cuerda de trabajo también se proteja, a fin de garantizar una mayor seguridad en la ejecución de los trabajos verticales.

Es muy recomendable utilizar cuerdas de diferentes colores, que permita diferenciar entre la cuerda de trabajo y la de seguridad.

Anclajes

En el caso de los sistemas de acceso con cuerda, generalmente se pueden encontrar como más habituales los siguientes elementos y dispositivos como parte de los sistemas de anclaje:

Elementos constructivos

Son los que ofrece la propia estructura del edificio (por ejemplo: vigas metálicas, soportes de instalaciones, etc.). La decisión de utilizar alguno de estos elementos para anclar las cuerdas debe tomarla un técnico competente con conocimientos de resistencia de materiales en el caso en que se trate de trabajos con proyecto y memoria.

Para los casos de trabajos de pequeña duración o trabajos que no requieren proyecto, la determinación de la capacidad de resistencia de los anclajes la realiza el técnico que vaya a realizar el trabajo o responsable de la empresa. Además, se debe realizar una inspección ocular para comprobar que no están dañados o debilitados por grietas u otras patologías. En caso de duda se deben realizar pruebas de carga, a nivel del suelo, debiendo garantizar una carga tres veces superior al peso que va a soportar durante su utilización, incluida la posible fuerza de choque provocada por una caída.

Dispositivos de anclaje estructurales (para permanecer en la estructura)

En estos casos se suelen encontrar según la forma de fijación: anclajes mecánicos y químicos.

El anclaje mecánico se fija al soporte por la presión que ejerce el mecanismo de expansión sobre las paredes del orificio taladrado sobre el soporte, substrato o superficie.

El anclaje químico funciona mediante la adherencia de la resina inyectada en el agujero creado por la perforación realizada con un taladro sobre un soporte, substrato o superficie, sin casi presión o tensión a este, por lo que se puede emplear más cerca de los bordes, siendo más adecuado para soportes poco compactos o perforados como el hormigón de baja resistencia o la piedra poco compacta, así como sobre el ladrillo macizo, ladrillo de hueco simple o doble, o similares.

Los dispositivos de anclaje según la UNE-EN 795 más utilizados en los sistemas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas son los denominados como Tipo A y Tipo B

- Los dispositivos de Tipo A necesitan de un elemento de fijación (puede quitarse de la estructura, por ejemplo, un tornillo pasante) o un anclaje estructural.
- Los dispositivos Tipo B: son aquellos que no requieren de un elemento de fijación o anclaje estructural para ser unido a la estructura. Se suelen caracterizar por su “provisionalidad”, es decir se instalan para realizar el trabajo y se retiran una vez finalizado este. Son considerados EPI. En estos casos la propia estructura del edificio (por ej. vigas metálicas) sirve para instalar el dispositivo de anclaje directamente. Ejemplos típicos son las cintas o eslingas de anclaje.

Disposición y número de anclajes

Es imprescindible que las instalaciones de cabecera, sean capaces de soportar cargas de 12 kN como mínimo, especialmente cuando la calidad del sustrato no es la óptima, no se debe fiar toda la seguridad del sistema a un solo anclaje. Lo más conveniente es instalar un segundo anclaje, de ese modo se sobredimensiona el sistema y queda fuera de toda duda su capacidad de soportar una caída.

Cuando se utilizan dispositivos de anclaje estructurales, hay que tener en cuenta que tanto los químicos como los mecánicos (de expansión), generan un cono de presiones sobre el substrato. Es por esto que la distancia mínima de seguridad entre anclajes instalados debe ser, como mínimo, de 30 cm para tensores de 10 cm de longitud.

Esta distancia se puede reducir disminuyendo la longitud del tensor, respetando las cargas. Es necesario mantener esta distancia de seguridad cuando el anclaje vaya instalado cerca de un borde o una esquina de la pared.

5.2.57.3 Maquinaria

- Grupo electrógeno
- Herramientas manuales
- Pequeña herramienta eléctrica

5.2.57.4 Medios auxiliares

- Cuerdas y eslingas

5.2.57.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Los trabajadores deberán contar con formación específica en las técnicas de trabajos verticales de conformidad con lo dispuesto en el RD. 1215/1997, Anexo II 4.4.1 f), así como estar informado de los riesgos y las medidas preventivas inherentes a los trabajos que realizan, entre los que cabe destacar los necesarios para evitar este riesgo de caídas a distinto nivel.

5.2.57.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

5.2.57.7 Riesgos comunes

- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos

- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos y posturas forzadas

5.2.57.8 *Medidas preventivas*

(Listado de las medidas preventivas a tomar en consideración aplicables a la actividad de obra).

- Todos los elementos, dispositivos, equipos, etc., deben estar correctamente instalados y sujetos para evitar que los mismos se puedan caer durante la realización de trabajos verticales, así como realizar las operaciones de ascenso y descenso con precaución de que ningún equipo del sistema caiga al vacío.
 - En concreto, con respecto a la carga:
 - Se encontrará perfectamente asegurada/sujeta mediante conectores u otros medios auxiliares a dispositivos que permitan un desplazamiento seguro por la cuerda auxiliar.
 - La sujeción del sistema de suspensión de objetos o cargas será independiente del sistema de sujeción de las cuerdas (de seguridad y trabajo).
 - Las de menores dimensiones podrán ser transportadas mediante cestas portaherramientas, cubos y/o cajas, sujetas al trabajador en los puntos de enganche adecuados, o bien a la silla o asiento de trabajo, mediante conectores u otro sistema seguro (peso < 10kg).
 - Si no es posible que la carga sea transportada por el trabajador que está desarrollando el trabajo vertical, será suministrada mediante otros medios y por terceras personas. En este caso, si se utiliza una cuerda para el transporte de objetos pesados tendrá que estar también asegurada su sujeción.
 - Para la instalación del sistema de suspensión de objetos o cargas se observarán las mismas medidas preventivas que para la instalación del sistema de sujeción de las cuerdas.
 - Igualmente, se ejecutarán procedimientos e instalarán sistemas de protección que garanticen la seguridad de terceras personas en las tareas de abastecimiento.
 - Se tendrá especial precaución con no dejar una herramienta conectada suspendida del cable de suministro de energía. Las conexiones se realizarán de tal forma que no sea posible una desconexión accidental.

- En caso de transporte de líquidos o sustancias corrosivas:
 - Los recipientes que contengan líquidos deben estar cerrados perfectamente y serán los adecuados para cada tipo.
 - No se llenarán hasta el límite de su capacidad (recomendación no más de un tercio).
 - Proteger las cuerdas frente a posibles contactos con sustancias corrosivas o abrasivas.
- Cuerdas
 - El empresario y los trabajadores velarán por el perfecto estado de conservación y uso de las cuerdas, consultando estos últimos cualquier duda sobre su correcta utilización.
 - Se solicitarán nuevas cuerdas en caso de deterioro o ante cualquier duda razonable sobre su correcto funcionamiento o grado de seguridad.
 - Las cuerdas deben revisarse diariamente, almacenarse correctamente dentro de un recipiente adecuado que se disponga para ello, o en un lugar seco al abrigo de luz directa del sol.
 - Las cuerdas deben disponer de una marca e identificación que permita conocer las fechas y personas que las hayan utilizado, con el fin de controlar su uso correcto y vida útil.
 - Las cuerdas deterioradas, rotas, rozadas, etc., o superada su vida útil deben ser desechadas, no pudiendo utilizarse en ningún caso para realizar trabajos verticales.
 - Es recomendable la utilización de cuerdas de colores distintos para diferenciar la cuerda de trabajo de la de seguridad, ya que la primera es la que sufre mayor desgaste por la fricción de los aparatos de progresión de cuerda para el descenso y ascenso por ella, mientras que la cuerda de seguridad no lo padece, con el consiguiente menor desgaste y mayor duración en cuanto a su uso y vida útil.
 - Cuando el trabajador haga uso de herramientas que generen llama o herramientas de corte, utilice elementos corrosivos o abrasivos, deberá proceder a proteger las cuerdas, principalmente la cuerda de seguridad, separándola lo más posible de los mismos.
 - En caso de que no pudiera procederse a una separación y/o protección adecuada de las cuerdas, el trabajador debe utilizar cables de acero (5 mm diámetro) o cadenas metálicas, en los últimos 2 metros por encima suyo. Esta medida de protección se puede realizar mediante la colocación de un dispositivo de regulación de cuerda Tipo B en la cuerda de trabajo del cual se sujetará el cable o la cadena, estando el trabajador anclado de este elemento al final.
 - Instalación y mantenimiento del sistema de sujeción de las cuerdas

- El montaje de los sistemas de sujeción de las cuerdas debe cumplir con los requerimientos y exigencias de los fabricantes para aquellos dispositivos de anclaje a instalar o instalados. Ambas cuerdas (trabajo y seguridad) deben tener una sujeción independiente y compatible.
- En el caso de que estos se instalen sobre elementos estructurales, se deben realizar los cálculos de resistencia de los mismos por un técnico competente.
- Es conveniente realizar pruebas de resistencia y proceder al registro y documentación de los resultados conforme se indica en la norma de referencia (UNE-EN 795).
- Utilización de EPI adecuados para esta actividad
 - Los trabajadores deben utilizar un arnés de seguridad adecuado, que disponga de un enganche anticaídas para conectarlo a la cuerda de seguridad y de un enganche ventral para conectarlo a la cuerda de trabajo.
 - Se deben utilizar los dispositivos de regulación de cuerda adecuados para cada cuerda. La cuerda de trabajo debe estar equipada con un mecanismo seguro de ascenso y descenso, y disponer de un sistema de bloqueo automático con el fin de impedir la caída en caso de que el usuario pierda el control de su movimiento. La cuerda de seguridad debe estar equipada con un dispositivo de regulación de cuerda que siga los desplazamientos del trabajador.
- Longitud de las cuerdas y realización del nudo final de cuerda en cada una de ellas.
 - Las cuerdas, tanto la de trabajo como de seguridad, deben tener la medida o longitud necesaria, en función de la altura del edificio, nave, estructura, etc., es decir, que una vez ancladas a la instalación de cabecera, estas lleguen sobradamente al suelo.
 - Además, las cuerdas deben tener en su parte final un nudo de final de cuerda, para evitar que los dispositivos de regulación se puedan salir de las mismas. Es necesario además que, para el correcto funcionamiento de los dispositivos de regulación de cuerda, sobre todo del dispositivo de la cuerda de seguridad, que las cuerdas se encuentren lastradas, es decir, que en su parte final, tengan un peso que las haga estar en tensión.
- Sistemas de protección colectiva e instalación de sistemas de protección individual contra caídas conforme la norma UNE-EN 363.
 - En función de las características de lugar o zona de trabajo en altura, y de acuerdo con la evaluación de riesgos puede ser necesarios instalar los sistemas de protección colectiva adecuados para evitar la caída a distinto nivel de los trabajadores verticales.
 - Igualmente deben instalarse los sistemas de protección individual contra caídas para los trabajadores que asisten a los trabajadores verticales, conforme

dispone la UNE-EN 363 (retención, sujeción, etc.), que eviten la caída de personas a distinto nivel, cuando no haya sistemas de protección colectiva, o estos resulten insuficientes para evitar la caída.

- La maquinaria y equipos de trabajo deben guardar una separación suficiente respecto a los elementos cercanos que permita una circulación segura a su alrededor.
- Los materiales, maquinaria y herramientas deben ser almacenados hasta su utilización en un lugar habilitado para ello y delimitado claramente.
- Evitar dejar herramientas, maquinaria o materiales en el suelo, por lugares donde puedan transitar personas.
- Señalizar y habilitar vías de circulación restringida para el acceso a lugares con riesgo de caída, así como en lugares de trabajo con suelo irregular o resbaladizo.
- Señalizar y delimitar las zonas donde se realicen las instalaciones de cabecera, así como las zonas por las cuales transcurran las líneas de trabajo (cuerda de trabajo) y línea de seguridad (cuerda de seguridad).
- Señalizar e informar de la restricción de acceso a la zona de trabajo o área de trabajo a toda persona ajena a la obra.
- La zona de trabajo se debe limpiar periódicamente de residuos, escombros, restos de materiales y líquidos, debiendo ser almacenados en los depósitos correspondientes hasta su retirada.
- Utilizar calzado de seguridad adecuado para el tipo de suelo o tipo de superficie.
- Los trabajadores deben recibir la formación e información necesaria para el mantenimiento de un adecuado orden, limpieza y adecuación de las zonas de trabajo.
- Utilizar EPI de protección tales como guantes, pantallas de protección, cascos de seguridad, gafas de protección, calzado de seguridad, etc., adecuados conforme la normativa vigente de aplicación en cuanto a marcado, normas técnicas, etc.
- No deben manipularse, alterarse las máquinas o herramientas a utilizar, quitar los resguardos, las protecciones o sus sistemas de seguridad.
- Seleccionar la herramienta/máquina correcta para el trabajo a realizar, asignando la utilización de las mismas a aquellos trabajadores con la suficiente formación, capacitación y conocimiento de su manejo.
- Las herramientas no deben utilizarse para fines distintos de los previstos, ni sobrepasar las prestaciones para las que están diseñadas.
- Comprobar que los mangos no estén astillados o rajados y estén perfectamente acoplados y sólidamente fijados a la herramienta (martillos, destornilladores, sierras, limas, etc.).

- Verificar que las mordazas, bocas y brazos de las herramientas de apriete, sujeción, etc., no presentan deformaciones o falta de algún componente (llaves, alicates, tenazas, destornilladores, etc.).
- Comprobar que las herramientas de corte y de bordes filosos estén perfectamente afiladas (cuchillos, tijeras, cinceles, etc.), y son almacenadas con sus protectores.
- Se debe evaluar el entorno y área de trabajo con el fin de utilizar la maquinaria o herramienta más adecuada al objeto de facilitar su manipulación y uso.
- Se debe mantener el orden y limpieza en el lugar de trabajo, y en particular mantener adecuadamente almacenadas las herramientas y maquinaria a utilizar, con el objeto de evitar su deterioro.
- Se debe realizar un control y revisiones periódicas sobre el estado de la maquinaria y herramientas, que permitan mantener un estado óptimo y adecuado de las mismas.
- Formar e informar a los trabajadores sobre el uso de las herramientas y maquinaria, siguiendo las instrucciones de cada fabricante.
- Con carácter previo se debe comprobar si existen líneas eléctricas aéreas en las proximidades de las zonas de trabajo previstas y planificar los trabajos en consecuencia.
- El procedimiento a seguir para realizar trabajos en proximidad de líneas eléctricas es: Solicitar la desconexión de la línea mientras duren los trabajos, cuando la distancia durante los trabajos sea o pueda ser menor de 5 m.
- Para el caso líneas eléctricas aéreas, si la desconexión no es posible hay que adoptar las siguientes medidas:
 - Señalar y delimitar la zona de influencia de la línea.
 - Mantener una distancia de seguridad según lo establecido en el Real Decreto 614/2001.
- En el caso de utilización de maquinaria, se debe seleccionar la máquina eléctrica más adecuada para el trabajo a realizar, la cual debe estar en buen estado.
- No se deben manipular los componentes de la máquina, ni alterar las conexiones a los puntos de suministro eléctrico, resguardos, sistemas de parada y de emergencia, etc.
- Debe hacerse un uso correcto de las máquinas respetando las instrucciones del fabricante.
- Respetar las instrucciones y medidas de seguridad indicadas para las conexiones a cuadros eléctricos o puntos de suministro eléctrico.
- El mantenimiento general de las herramientas/máquinas manuales deberá ser realizado por trabajadores cualificados y siempre siguiendo las instrucciones del fabricante, evitando en todo caso efectuar reparaciones provisionales.

- Se deben utilizar los EPI, tales como guantes de aislamiento, casco de seguridad, etc., específicos frente al riesgo de contacto eléctrico.
- Los cables de maquinaria y mangueras de alimentación deben estar en perfecto estado, no teniendo empalmes.
- Las pequeñas herramientas eléctricas y maquinaria se deberán conectar mediante clavijas normalizadas y no directamente con los cables a los cuadros eléctricos.
- El generador eléctrico deberá disponer de cuadro eléctrico con diferenciales y magnetotérmicos, así como contar con pica de tierra.
- Utilizar equipos de trabajo que generen bajos niveles de ruido
- Ubicar los equipos ruidosos lejos de la zona de trabajo y su puede ser en estancia independiente.
- Utilización de equipos de protección individual, orejeras y tapones que cumplan con UNE EN 352-1 y 352-2 respectivamente.
- Utilización de ropa de trabajo adecuada al trabajo a realizar y a la estación del año en la que se realicen los trabajos.
- Protección solar en trabajos en los que se esté expuestos al sol en época estival, utilizando sombras, protección solar, ropa ligera, etc.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- Inspeccionar la zona de trabajo antes de iniciarlo ante la posible presencia de insectos u otros animales que puedan picar o morder.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Los trabajadores alérgicos a picaduras deberán llevar siempre consigo los antídotos, así como tener a mano los teléfonos de urgencias.
- No acercarse ni alterar las zonas de anidación de insectos u otros animales.
- No deben manipularse, ni alterarse los elementos de seguridad y resguardos de las máquinas o herramientas a utilizar.
- Utilizar los EPI adecuados contra el impacto de partículas, tales como gafas, guantes, casco, etc.
- Evitar esfuerzos inútiles, usar medios mecánicos y solicitar ayuda cuando puntualmente cuando haya que mover algún objeto pesado.
- Mantener la espalda recta, evitar posturas forzadas y giros del tronco
- Sujetar las cargas con firmeza con ambas manos, procurando mantenerlas lo más cerca posible del cuerpo.

- Para levantar cargas, flexionar las rodillas sin doblar la espalda y elevarlas estirando las rodillas
- Realizar los trabajos utilizando asientos en vez de estar colgados directamente del arnés de seguridad.
- Realizar pausas periódicas para descansar el cuerpo, estirar y cambiar de postura periódicamente.

5.2.57.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas a tierra
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de limitación y protección
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación

5.2.57.10 Equipos de protección individual

- Casco para usos especiales (casco con barbuquejo)
- Tapones o protecciones auditivas tipo orejeras.
- Gafas de protección
- Mascarillas y máscaras completas autofiltrantes.
- Guantes de protección contra agresiones mecánicas.
- Calzado de protección
- Cinturones portaherramientas
- Cremas protectoras
- Ropa de señalización de alta visibilidad
- Arnéses
- Anclajes
- Líneas de vida
- Dispositivos anticaídas deslizantes
- Dispositivos anticaídas retráctil

5.2.58 Perforación hidráulica

5.2.58.1 Descripción

La canalización de red mediante perforación hidráulica, se realiza para la instalación de canalización subterránea evitando abrir zanja. Si las distancias de perforación son altas, se usan perforaciones dirigidas que permiten un control absoluto de la trayectoria.

Tanto la perforación hidráulica como la perforación dirigida al no requerir la apertura de zanjas reducen los movimientos de tierras y evitan la alteración del tráfico en las infraestructuras de transporte.

Los operarios responsables de la ejecución de la perforación deben guardar la distancia de seguridad mínima a maquinaria, evitando así daños humanos.

La ubicación de la máquina estará delimitada mediante vallas de seguridad, para evitar atropellos a personas u otros vehículos. También se delimitarán las calas de entrada y salida de la perforación. Cuando las calas de perforación no sean rellenadas de inmediato se protegerá la zona mediante palastros

La técnica de Perforación Hidráulica es un procedimiento constructivo de instalación de tubería sin apertura de zanja que cuenta con las siguientes limitaciones:

- En cuanto al terreno: plantea problemas en terrenos heterogéneos de baja consistencia como gravas o bolos.
- En cuanto al diámetro: No aconsejable para diámetros superiores a 1.200 mm.
- En cuanto al tipo de tubería. Al introducirse la tubería traccionando, ésta debe tener uniones robustas: acero o polietileno soldado a tope, actualmente se están desarrollando tuberías de fundición con juntas acerrojadas especiales.

5.2.58.2 Procedimiento

El proceso de una Perforación Hidráulica se basa en tres etapas principales: perforación guía, ensanchado e introducción de la tubería.

La perforación horizontal se inicia con un taladro guía ejecutado con una plataforma perforadora que va empalmado y empujando y rotando varillaje de perforación. Una vez finalizada la guía, se procede a la introducción de sucesivos conos ensanchadores para ampliar el túnel al diámetro necesario para introducir la tubería. Finalizado y estabilizado el túnel, se procede a la introducción de la tubería.

a.) PERFORACION GUÍA.

La perforación guía, es una perforación de pequeño diámetro (un poco mayor al varillaje de la perforadora empleada) que sigue fielmente la trayectoria teórica proyectada y diseñada.

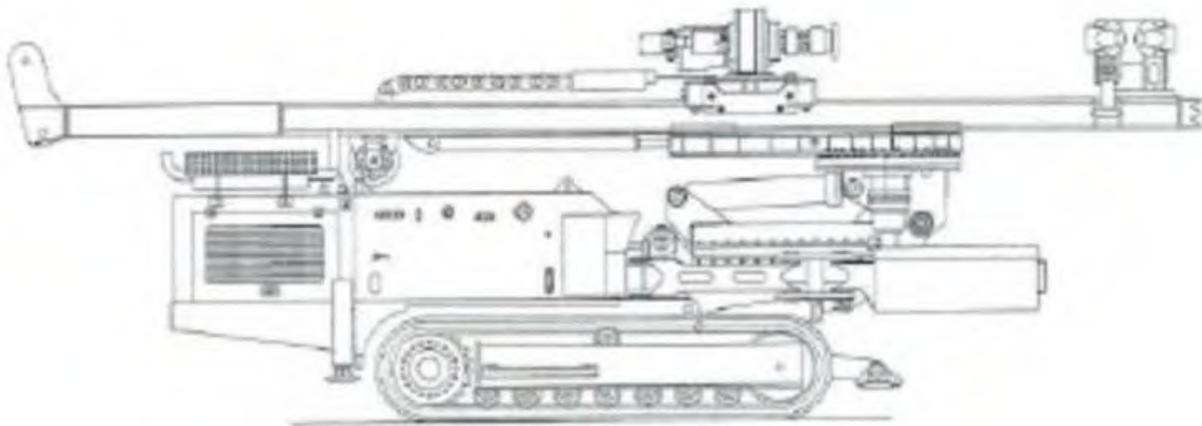
b.) ENSANCHADO DEL TÚNEL.

Una vez realizada la perforación guía, se desmontará el cabezal de perforación y en su lugar se montará un cono escariador para aumentar el diámetro del túnel de la perforación. Este proceso se realizará en sentido inverso, es decir por tracción desde la máquina adicionalmente al giro continuo, con lo que se progresa en el ensanche la perforación anterior hasta alcanzar el diámetro deseado. La repetición sucesiva de estas operaciones de escariado, con diámetros crecientes, concluye con la tunelación al diámetro deseado.

c.) INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA.

Una vez que se haya logrado el diámetro del túnel deseado con la ayuda de los ensanchadores, se procede a la introducción de la tubería. La tubería, previamente soldada en su longitud total, se alinea con la perforación y se conecta al varillaje de perforación, ya introducido en el túnel. En ese momento la perforadora tira de ella a través del varillaje, introduciéndola en el túnel progresivamente.

5.2.58.3 *Maquinaria:*



5.2.58.4 *Maquinaria y elementos para la perforación hidráulica.*

- Plataforma de perforación: Unidad de rotación y empuje
- Grupo hidráulico: Para suministro de caudal hidráulico a la plataforma.
- Bomba de lodos: Para inyectar el lodo con alto caudal y presión al frente de excavación a través del varillaje.
- Mezcladora de lodos: Donde se mezcla la bentonita con el agua convirtiéndolo en el lodo de perforación.
- Varillaje de perforación: De dimensiones variables, transmite los esfuerzos de rotación y empuje o tiro.

5.2.58.5 Medios auxiliares.

- Escalera de mano de altura superior en un metro al plano de desembarco.
- Grupo electrógeno.
- Elementos de izado, cables, cadenas, eslingas, etc.
- Herramientas manuales.
- Herramientas portátiles eléctricas.
- Cuerdas auxiliares para dirigir la colocación de elementos.

5.2.58.6 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el VI Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

5.2.58.7 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

En la ejecución de estas actuaciones estará presente un recurso preventivo permanentemente debido a la concurrencia de actuaciones que se realizan simultanea o sucesivamente, y además pueden existir situaciones de afección, como son la presencia de líneas eléctricas aéreas, la existencia de carreteras o viales abiertos al tráfico, excavaciones, etc. que requieren la presencia del recurso preventiva. Además, ante la existencia de desniveles, la presencia del recurso preventivo se hace estrictamente necesaria.

5.2.58.8 Riesgos

- Caídas de personal al mismo nivel durante los traslados en la obra.
- Caídas de altura.
- Caída de equipos y herramientas durante su manipulación.
- Caída de cargas en izado.
- Aplastamientos.

- Cortes, golpes y proyecciones durante la manipulación de herramientas, materiales y equipos.
- Atropellos y/o atrapamientos con la maquinaria móvil o elementos mecánicos en movimiento.
- Atrapamientos con materiales.
- Vuelcos y deslizamientos de materiales.
- Golpes, contusiones y heridas en la manipulación del material.
- Contactos eléctricos indirectos por equipos de trabajo alimentados eléctricamente.
- Sobreesfuerzos.

5.2.58.9 *Medidas preventivas*

(Listado de las medidas preventivas a tomar en consideración aplicables a la actividad de obra).

En el proceso de montaje de equipos y selección del lugar de acopios:

- Se seleccionará conjuntamente con la dirección de obra el espacio que será acondicionado para el acopio. Este espacio se adecuará horizontalmente para asegurar el acopio vertical de materiales.
- El personal que realiza estas actividades tiene una cualificación adecuada y es conocedor de los materiales objeto del trabajo a realizar.
- No se sobrepasarán los 2m de altura en el apilamiento y se ubicarán en zonas separadas del pozo de salida.
- Durante los trabajos con grúa, el personal no se situará bajo la carga que se manipula.
- Los paquetes de materiales se fijarán de forma que se evite el posible deslizamiento durante su traslado. Se izarán por los puntos previstos.
- Se comprobará el buen estado y la idoneidad de las eslingas, bragas, ganchos, grilletes y demás material utilizable en la manipulación y traslado de materiales.

Previo al comienzo del procedimiento de hinca:

- Se señalará la obra con carteles informativos de los riesgos y los EPI a emplear.
- Se comprobará el estado de la maquinaria.
- Se dispondrá de medios de elevación y descarga para la tubería.
- Se dispondrá de iluminación en caso de trabajos con poca luz natural.

Intrínsecas de la actividad:

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra.

- Todo el equipo debe utilizar calzado adecuado para evitar caídas por resbalones al mismo nivel.
- Se utilizará escalera para bajar a la cala. La escalera sobrepasará al menos 1 metro la cota de desembarco para los casos en los que el ataque o salida de la perforación requiere la ejecución de excavaciones previas.
- Todas las calas deberán vallarse o delimitarse convenientemente y señalizarse con elementos reflectantes o luminosos de acuerdo a lo especificado en las ordenanzas municipales y en la reglamentación del Organismo competente.
- Se deberá señalizar y balizar correctamente la balsa de lodos con el fin de evitar posibles caídas.
- Todo el equipo debe utilizar guantes y calzado adecuado para evitar los cortes y aplastamiento producidos por las herramientas o materiales sobre el cuerpo humano.
- Se señalará mediante protección colectivas, como vallas, la ubicación de la máquina.
- Se colocarán carteles informando y señalizando los posibles riesgos de atrapamiento y/o atropellamiento de la máquina perforadora.
- Se prohíbe permanecer observando en la zona de entrada de la perforación. Esta zona será debidamente acotada.
- Conforme se vaya realizando, la perforación producirá polvo, siendo necesaria la utilización de mascarilla para la protección de las vías respiratorias del operario.
- Utilización de la ropa adecuada en trabajo en cada caso.
- Hidratación adecuada del cuerpo.
- Todo el personal deberá usar protección auditiva, sobre todo en las cercanías de la máquina perforadora.
- La cabina de control de mandos debe estar insonorizada. Se colocarán altavoces, se usarán walkies para una mejor comunicación entre el operador de la máquina perforadora y el resto del personal.
- Se prohíbe permanecer en la zona prevista de salida de la cabeza perforadora. Esta zona será debidamente acotada.
- El operador de la máquina perforadora no comenzará la maniobra de acoplamiento sin verificar que todo el personal se ha retirado de la zona de peligro de atrapamientos.
- El operador de la máquina perforadora no comenzará la maniobra de empuje del varillaje sin verificar que todo el personal se ha retirado de la zona de peligro de atropello.
- Para colocar las columnas sobre los rodillos, todo el personal deberá permanecer retirado. Se prohíbe situarse entre dos columnas de tubos.

- Las maniobras de movimientos de columnas e introducción de la tubería en la perforación las dirigirá una sola persona con el grado de profesionalidad adecuado.
- En todo momento debe existir una perfecta coordinación entre la persona que dirige la maniobra de arrastre de la tubería y la que dirige las maniobras de introducción de la tubería en la perforación.
- Deberán supervisarse el estado de los cables y eslingas, tanto para la descarga del varillaje, como para la introducción de la tubería en la perforación.
- La zona de maniobras de introducción de la tubería por la perforación será acotada para que solamente el personal involucrado esté en la zona de acción.
- Se hará un buen control y mantenimiento de los hidráulicos y de las mangueras, tanto de la toma de agua, como las de bentonita, y en general de toda la maquinaria.
- Las columnas de tubos se apoyarán sobre tacadas debidamente colocadas, para evitar su caída.
- El operario que manipule las barras de perforación, puede sufrir cortes en las manos debiendo utilizar guantes de protección mecánica.

5.2.58.10 Equipos de protección colectiva y señalización

- Protecciones de borde.
- Cono reflectante.
- Malla de polietileno tipo Stopper.
- Señales de tráfico.
- Balizamiento luminoso.
- Barandilla provisional.
- Cartel informativo.
- Chapón/tapa.
- Valla de contención de peatones.
- Extintor.

5.2.58.11 Equipos de protección individual

- Ropa de trabajo acorde a las condiciones climáticas.
- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad e impermeables.

- Mascarillas y filtros auto-filtrantes.
- Botas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Trajes de agua.
- Chalecos reflectantes.
- Calzado de seguridad con puntera y suela reforzada.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo.
- Botas impermeables.
- Cinturón anti-vibratorio.

5.3 Actividades con riesgos especiales

Conforme al Anexo II del RD 1627/97, y dentro del ámbito de actuación del Proyecto, se considera la siguiente relación de actividades con riesgos especiales para la seguridad de los trabajadores.

- Trabajos con riesgos especialmente graves, de sepultamiento, hundimiento o caída de altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.
 - Montaje y desmontaje de líneas de vida en los trabajos situados en grandes desniveles de la presa y para trabajos verticales, así como la colocación de barandillas y redes en lugares con riesgo de caída en altura.
 - Despeje y desbroce del terreno en la zona de salida de la perforación horizontal dirigida por el riesgo de caída en altura en esta zona.
 - Reposición de conducciones de telecomunicaciones y eléctricas durante la instalación en el trazado previsto por el riesgo de caída a distinto nivel.
- Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión.
 - Trabajos en centro de transformación donde se conectan los cables de la energía producida por las turbinas en la zona de coronación de la presa.
- Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.
 - Montaje y desmontaje de encofrados por el riesgo de golpes, atrapamientos y aplastamientos durante la manipulación de elementos prefabricados pesados en los trabajos de hormigonados de muros, pilares y forjados en los edificios previstos

5.4 Trabajos posteriores y sus medidas preventivas

Los trabajos posteriores al presente Proyecto, que aseguren la correcta operación de las instalaciones, así como sus medidas preventivas correspondientes, se encuentran incluidas en el Anejo 19 de Medidas de prevención y seguridad en Instalaciones de Canal de Isabel II S.A.

Con relación a los trabajos posteriores, se establece necesario disponer de accesos adecuados para los trabajos de mantenimiento necesarios, así como la necesidad de acceso para solventar posibles averías. En este sentido, se mantendrán los anclajes que se instalen en las paredes de la presa, así como aquellos necesarios para la instalación de las líneas de vida. El uso de estos anclajes se considera puntual, por lo que no se prevé la comprobación periódica de la resistencia de estos elementos, pero sí se establece como obligatoria la comprobación previa de las condiciones de resistencia de los anclajes según la norma EN795.

En cuanto a la nueva escalera metálica instalada en la pared del desagüe de medio fondo, se considera definitiva y deberá establecerse un mantenimiento periódico para que esté en condiciones de uso en cualquier momento. Esta escalera metálica se diseña para un uso permanente.

En cuanto a las barandillas, se establecen también definitivas, de manera que una vez termine la obra, siga protegiendo de riesgo de caída a trabajadores que requieran acceder a zonas con riesgo de caída en altura.

6. IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DE MAQUINARIA Y EQUIPOS

6.1 Relación de maquinaria

MAQUINARIA
Bombas de achique de agua
Bombas de hormigón autopropulsadas
Camiones basculantes
Camiones se suministro
Camiones grúa
Camiones hormigonera
Carretillas elevadoras
Cizallas
Compresores y bombas de vacío
Cortadoras de juntas
Dobladoras mecánicas de ferralla
Dúmpers extraviales
Equipos de soldadura por arco eléctrico
Equipos de soldadura por oxicorte
Fratadora
Gatos hidráulicos
Grúas autopropulsadas
Grupos electrógenos
Grupos de presión
Hormigoneras móviles
Manipulador telescópico
Martillos rompedores
Mezcladoras móviles de suspensión y emulsión
Minicargadoras y miniexcavadoras
Motovolquetes
Otras herramientas manuales y eléctricas
Plataformas elevadoras (PEMP)
Polímetros
Radiales o amoladoras
Soldadora de tubos
Sopletes
Sierras
Taladradoras
Vibradores

6.2 Riesgos más comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Caída de personas a distinto nivel
- Contactos eléctricos
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Incendio y explosión
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

6.3 Medidas preventivas generales

- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- La maquinaria auxiliar deberá poseer el marcado CE o, en su defecto, el certificado de conformidad de acuerdo con el RD 1215/1997.
- La maquinaria estará matriculada si circula por vía pública, debiendo disponer de seguro y la ITV al día.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se diversificará por tipología, garantizando la adecuada ventilación de las instalaciones.
- El uso de maquinaria será solo por personal formado y en su caso, además autorizado.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Las máquinas-herramientas se ubicarán en los lugares reseñados para tal efecto en los "planos de organización de obra".

- La maquinaria a utilizar dispondrá de señales visuales y sonoras de marcha atrás.
- La superficie de trabajo se deberá quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean pozos, vaciados o similar.
- Los taludes serán lo suficientemente estables según características geotécnicas, y en su defecto, se procederá a su consolidación o su protección mediante entibación.
- Los caminos de circulación interna del proyecto se cuidarán para evitar blandones y exceso de barro que reduzcan la seguridad de la circulación de la maquinaria.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No se circulará a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No se transitará por zonas con peligro de desprendimiento.
- No se transportará cargas, que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se adecuará el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Se balizará y señalará la presencia de líneas eléctricas.
- Se colocarán topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Se colocará tomas de tierra y aislamientos eléctricos
- Se delimitará las zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Se dispondrá de botiquín en obra.
- Se dispondrá de equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos.
- Se dispondrá de manual de instrucciones y de documentación necesaria de la maquinaria.
- Se entregará al personal que deba manejar maquinaria y/o herramientas, las normas y exigencias de seguridad.
- Se establecerán accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Se establecerán medidas para garantizar una ventilación adecuada y reducir las partículas en suspensión.

- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se fijarán de forma segura los objetos y equipos presentes en la obra.
- Se informará de presencia de fauna y flora local que pueda producir accidentes.
- Se mantendrá las distancias de seguridad con la maquinaria.
- Se prohíbe la circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Se prohíbe la realización de replanteos o de mediciones en las zonas donde están operando las máquinas. Antes de proceder a las tareas enunciadas, será preciso parar la maquinaria, o alejarla a otros tajos.
- Se prohíbe el acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Se prohíbe la utilización de vestimentas sin ceñir y complementos (cadenas, relojes o anillos), que puedan engancharse en las herramientas, salientes, o en controles.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la maquinaria con el motor en marcha.
- Se realizará una técnica correcta de ascenso y descenso a la maquinaria.
- Se recopilará información y se detectará según la técnica adecuada de los distintos servicios afectados.
- Se respetarán los niveles máximos de carga.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Se trabajará con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Se usará señalista para accesos y/o maniobras específicas.
- Se utilizarán aquellas máquinas o herramientas que produzcan un nivel de vibración más bajo.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Solo será permitido el uso de móviles mediante manos libres durante la conducción de maquinaria.
- Subir y bajar de la maquinaria únicamente por la escalera prevista por el fabricante.

6.4 Equipos de Protección Colectiva

- Aislamientos y tomas de tierra

- Barandillas
- Dispositivos de parada de emergencia
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Señales acústicas y luminosas de aviso a maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistemas de protección contra incendios
- Topes de desplazamiento de vehículos
- Ventilación o extracción

6.5 Equipos de Protección Individual

- Protección de la cabeza
 - Casco de protección
 - Casco eléctricamente aislante
- Protecciones auditivas
 - Tapones
 - Protecciones auditivas tipo orejeras
 - Casco anti-ruido
- Protecciones faciales y oculares
 - Gafas de protección
 - Pantallas faciales
 - Protectores oculares y faciales de malla
 - Pantallas para soldadura
- Protecciones de las vías respiratorias

- Filtros de partículas, de gases y combinados
- Mascarillas y máscaras completas autofiltrantes
- Equipos respiratorios aislantes
- Equipos respiratorios para soldadura
- Protectores de manos y brazos
 - Guantes de protección contra agresiones mecánicas
 - Guantes de protección contra agresiones químicas
 - Guantes de protección contra el frío
 - Guantes para soldadores
 - Guantes dieléctrico
- Protecciones de pies y piernas
 - Calzado de protección
 - Calzado dieléctrico
 - Botas impermeables
 - Polainas
- Protecciones del tronco y el abdomen
 - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones mecánicas
 - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones químicas
 - Fajas y cinturones antivibratorios
- Protección total del cuerpo
 - Ropa de protección
 - Ropa de protección contra el frío
 - Ropa de protección contra la lluvia
 - Ropa de señalización de alta visibilidad
 - Equipos de ayuda a la flotabilidad

- Ropa de soldador
- Protección contra caídas
 - Arnéses y anclajes
 - Líneas de vida
 - Dispositivos anticaídas (deslizante y retráctil)

6.6 Medidas preventivas para trabajos auxiliares en la máquina

6.6.1 Cambios de equipo de trabajo

- Elegir un emplazamiento llano y bien despejado.
- Las piezas desmontadas se evacuarán del lugar de trabajo.
- Seguir escrupulosamente las indicaciones del fabricante.
- Antes de desconectar los circuitos hidráulicos bajar la presión de los mismos.
- Para el manejo de las piezas utilizar guantes.
- Si el conductor necesita un ayudante, le explicará con detalle qué es lo que debe hacer y lo observará en todo momento.

6.6.2 Averías en la zona de trabajo

- Bajar el equipo al suelo, parar el motor y colocar el freno, siempre que esto sea posible.
- Colocar las señales adecuadas indicando la avería de la máquina.
- Si se para el motor, parar inmediatamente la máquina, ya que se corre el riesgo de quedarse sin frenos ni dirección.
- Para cualquier avería releer el manual del fabricante.
- No hacerse remolcar nunca para poner el motor en marcha.
- No servirse nunca de la pala, cuchilla, escarificador u otro elemento móvil para levantar la máquina.
- Para cambiar un neumático colocar una base firme para subir la máquina.

6.6.3 Transporte de la máquina

- Estacionar el remolque en zona llana.

- Comprobar que la longitud de remolque es la adecuada para transportar la máquina.
- Comprobar que las rampas de acceso pueden soportar el peso de la máquina.
- Bajar la cuchara, martillo u otros elementos móviles en cuanto se haya subido la máquina al remolque.
- Si la cuchara, martillo u otros elementos móviles no cabe en la longitud del remolque, se desmontará.
- Quitar la llave de contacto.
- Sujetar fuertemente las ruedas a la plataforma del terreno.

6.6.4 Mantenimiento

6.6.4.1 En la zona de trabajo

- Colocar la máquina en terreno llano. Bloquear las ruedas o las cadenas.
- Cambiar el aceite del motor y del sistema hidráulico en frío.
- Desconectar la batería para impedir un arranque súbito de la máquina.
- Los líquidos de la batería desprenden gases inflamables. Si hay que manipularlos, no fumar ni acercar fuego.
- No colocar nunca una pieza metálica encima de los bornes de la batería.
- No quedarse entre las ruedas o sobre las cadenas, bajo los elementos móviles de las máquinas.
- No levantar en caliente la tapa del radiador. Los gases desprendidos de forma incontrolada pueden causar quemaduras.
- Utilizar un medidor de carga para verificar la batería.
- No utilizar nunca un mechero o cerillas para ver dentro del motor.
- Aprender a utilizar los extintores.
- Conservar la máquina en buen estado de limpieza.

6.6.4.2 En el taller

- Antes de empezar las reparaciones, es conveniente limpiar la zona a reparar.
- No limpiar nunca las piezas con gasolina. Trabajar en un local ventilado.

- No fumar.
- Antes de empezar las reparaciones, quitar la llave de contacto, bloquear la máquina y colocar letreros indicando que no se manipulen los mecanismo.
- Si varios mecánicos trabajan en la misma máquina, sus trabajos deberán ser coordinados y conocidos entre ellos.
- Dejar enfriar el motor antes de quitar el tapón del radiador.
- Bajarla presión del circuito hidráulico antes de quitar el tapón de vaciado, así mismo cuando se realice el vaciado del aceite vigilar que no esté quemando.
- Si se tiene que dejar elevado el brazo y la cuchara, se procederá a su inmovilización antes de empezar el trabajo.
- Realizar la evacuación de los gases del tubo de escape directamente al exterior del local.
- Cuando se arregle la tensión de las correas del motor, éste estará parado.
- Antes de arrancar el motor, comprobar que no se haya dejado ninguna herramienta encima del mismo.
- Utilizar guantes y zapatos de seguridad.

6.6.4.3 Mantenimiento de los neumáticos

- Para cambiar una rueda, colocar los estabilizadores.
- No utilizar nunca la pluma o la cuchara para levantar la máquina.
- Utilizar siempre una caja de inflado, cuando la rueda no está sobre la máquina.
- Cuando se esté inflando una rueda no permanecer enfrente de la misma sino en el lateral.
- Durante el llenado de aire de los neumáticos, situarse tras la banda de rodadura, apartado del punto de conexión. El reventón de la manguera de suministro o la rotura de la boquilla, puede actuar como un látigo.
- No cortar ni soldar encima de una llanta con el neumático inflado.

6.7 Máquinas de movimiento de tierras.

En el concepto de máquinas de movimientos de tierras se incluirán los siguientes 2 grupos:

Grupo 1

- Buldóceres

- Camiones basculantes
- Cargadoras
- Dúmpers extraviales
- Excavadoras hidráulicas
- Minicargadoras y miniexcavadoras
- Retroexcavadoras

Grupo 2

- Motoniveladoras
- Rozadora para zanjas
- Traíllas
- Tiendetubos
- Zanjadoras

6.7.1 Riesgos asociados

Grupo 1

- Atrapamiento
- Atrapamientos por objetos
- Atropellos
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de cargas suspendidas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos

- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Incendio y explosión
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

Grupo 2

- Atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Hundimientos y sepultamientos
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Incendio y explosión
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

6.7.2 Medidas preventivas generales

- Antes de iniciar vaciados a media ladera con vertido hacia la pendiente, se inspeccionará detenidamente la zona, en prevención de desprendimientos o aludes sobre las personas o cosas.
- Antes del inicio de trabajos con la maquinaria del proyecto, se inspeccionarán aquellos materiales (árboles, arbustos, rocas), inestables, que pudieran desprenderse accidentalmente sobre el tajo. Una vez saneado, se procederá al inicio de los trabajos a máquina.
- Como norma general, se prohíbe la utilización de la maquinaria en las zonas de esta obra con pendientes muy pronunciadas.
- En ningún caso se circulará con el remolque en posición elevada.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- La cuchara, durante los transportes de tierras, permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse con la máxima estabilidad.
- Las cabinas antivuelco montadas sobre la maquinaria a utilizar no presentarán deformaciones de haber resistido algún vuelco.
- Los ascensos o descensos en carga de la máquina se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.
- No se admitirán en la obra maquinaria desprovista de cabinas antivuelco y anti impactos, y serán las indicadas por el fabricante.
- Se acotará a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador, el entorno de la máquina.
- Se colocarán los acopios de forma que estén a la menor altura posible.
- Se controlará y seguirá visualmente el avance de perforación.
- Se establecerá y cumplirá un protocolo específico de trabajos eléctricos.
- Se garantizará el drenaje del fondo de la excavación.
- Se garantizará, cuando sea necesario, la comunicación entre el conductor y el encargado.
- Se prohíbe el abandono de la máquina sin haber antes apoyado sobre el suelo la cuchilla, escarificador, pala o lo que corresponda.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se prohíbe encaramarse sobre la maquinaria durante la realización de cualquier movimiento.

- Se prohíbe realizar trabajos en el interior de las trincheras o zanjas, en la zona de alcance del brazo de la retro.
- Se recomienda rotar los puestos, funciones y tareas, así como realizar descansos, evitando o reduciendo exposiciones a agentes que en tiempo prolongado puedan resultar dañinos.
- Se utilizará maquinaria específica para la introducción de piezas, tuberías, etc., en el interior de las zanjas.
- Se verificará que la altura máxima de la maquinaria es la adecuada para evitar interferencias con elementos de la obra.
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor para evitar que en la cabina se reciban gases nocivos.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina sin estabilizarla previamente y apoyar el cazo o útil de trabajo en el suelo.
- Se prohíbe utilizar el brazo articulado o las cucharas para izar personas y acceder a trabajos puntuales.
- Se prohíbe realizar maniobras de movimientos de tierras sin antes haber puesto en servicio los apoyos hidráulicos de inmovilización.
- Se prohíbe el acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.

6.7.3 Medidas preventivas específicas

6.7.3.1 Grupo 1

- No se pondrá en funcionamiento la máquina si presenta anomalías que puedan afectar a la seguridad de las personas.
- Mantener limpios los rótulos de seguridad instalados en la máquina y reemplazar los que falten.
- El mantenimiento, revisiones y reparaciones generales sólo serán efectuados por personal autorizado.
- Respetar en todo momento la señalización de la obra.
- No se manipularán los dispositivos de seguridad bajo ningún concepto.
- Asegurar el correcto alumbrado en trabajos nocturnos o en zonas de escasa iluminación.

- El mantenimiento de la máquina puede ser peligroso si no se hace de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
- Usar ropa de trabajo ajustada. No llevar anillos, brazaletes, cadenas, etc.
- La limpieza y mantenimiento se harán con equipo parado y sin posibilidad de movimiento o de funcionamiento.
- No fijar la vista en objetos móviles (nubes, vehículos, etc.) especialmente cuando se trabaje en puentes o pasos superiores, para evitar perder el sentido de la orientación.
- Mantener la máquina y su entorno limpios de grasa, barro, hormigón y obstáculos.
- Está prohibido utilizar la máquina para transportar personas, o elevarlas sin los implementos homologados.
- Subir o bajar de la máquina de forma frontal utilizando los peldaños y asideros. No saltar de la máquina.
- Agarrarse con ambas manos. No subir o bajar de la máquina con materiales y herramientas en la mano.
- Cuando exista riesgo de caída de altura igual o mayor de 2 metros, se comprobará la existencia de barandillas.
- Durante el desplazamiento del vehículo ninguna persona deberá ir de pie o sentada en lugar peligroso.
- Mientras la máquina esté en movimiento, no intentar subir o bajar de la misma.
- Se prohíbe el paso debajo de elementos que contengan material con riesgo de caída.
- Mantener acotado el terreno circundante si existe riesgo de caída de material.
- Está prohibido utilizar la cuchara para transportar materiales distintos de los propios del trabajo de la máquina.
- No cargar los elementos de elevación o transporte por encima de su carga máxima.
- No elevar nunca cargas que no estén bien sujetas ni cargas eslingadas con medios no adecuados.
- Si se tiene que llevar una carga a un punto sin visibilidad directa, la maniobra la dirigirá una persona capacitada (señalista).
- No dejar carga en suspensión en ausencia del operador y no permanecer nunca debajo de la carga.
- Si en la zona de trabajo hay riesgos de desprendimientos, debe sanearse previamente.

- Antes de descargar materiales comprobar que no hay peligro para terceras personas.
- Mantener el área de trabajo ordenada y limpia de materiales, herramientas, utensilios, etc.
- Prestar atención en los desplazamientos para evitar torceduras y llevar el calzado adecuado.
- Prestar atención a cualquier elemento que se esté moviendo en la propia zona de trabajo.
- Prestar especial atención a los propios movimientos.
- Guardar los equipos que no se estén utilizando en los lugares asignados a tal efecto.
- Utilizar las herramientas en buen uso y sólo para los trabajos para los que fueron concebidas (no guardar en los bolsillos).
- No guardar las herramientas afiladas con los filos de corte sin cubrir.
- La limpieza y mantenimiento se harán con equipo parado y sin posibilidad de movimiento o de funcionamiento.
- Comprobar que todas las rejillas, carcasas y protecciones de los elementos móviles están bien instaladas.
- Nunca se debe desconectar una manguera o conducto bajo presión.
- Comprobar que nadie se encuentra en el radio de acción del equipo o zona de actuación de los propios órganos de trabajo.
- La limpieza y mantenimiento se harán con equipo parado y sin posibilidad de movimiento o de funcionamiento.
- Comprobar el buen funcionamiento de los dispositivos de seguridad de las ventanas, puertas y registros.
- Comprobar que nadie se encuentra en el radio de acción del equipo o zona de actuación de los propios órganos de trabajo.
- Las rejillas y chapas de protección que evitan el contacto con piezas móviles deben permanecer bien ajustadas.
- Los gatos hidráulicos se colocarán sobre una base firme y dispondrán de mecanismos que eviten el descenso brusco.
- Utilizar el cinturón de seguridad si el equipo dispone del mismo.
- No trabajar sobrepasando los límites de inclinación especificados por el fabricante.
- Trabajar con los estabilizadores extendidos y apoyados en terreno firme.

- No abrir la tapa de llenado del circuito de refrigeración con el motor caliente.
- Usar guantes protectores durante la sustitución o abastecimiento del aceite lubricante.
- Evitar el contacto con las partes calientes de la máquina.
- Evitar la exposición a las emisiones de gases del equipo, pueden producir quemaduras.
- Las tapas de bornes no deben estar descubiertas.
- Asegurar que no existan interferencias con líneas eléctricas. Mantener al menos una distancia libre de 5 m
- En caso de contacto de la máquina con un cable bajo tensión, no salir de la cabina si se encuentra dentro, o no acercarse a la máquina si se encuentra fuera.
- Usar guantes y gafas protectoras durante el relleno de baterías.
- No tener en funcionamiento la máquina sin asegurar la correcta ventilación y arrastre de los gases de escape.
- Tomar precauciones adecuadas al manipular sustancias peligrosas (cementos, aditivos, fluidos refrigerantes, anticongelantes, etc.)
- Repostar combustible con el motor parado, en lugares ventilados, tener cuidado en el llenado y evitar derrames.
- No fumar ni usar teléfono móvil durante la operación de repostado.
- No comprobar nunca el nivel de la batería, combustible, etc. fumando ni alumbrándose con mechero o cerillas.
- Comprobar que no existe ninguna fuga de combustible. No hacerlo con cerillas o mecheros.
- No soldar ni aplicar calor cerca del sistema de combustible o aceite.
- Evitar tener trapos impregnados de grasa, combustible, aceite u otros materiales inflamables.
- En caso de derrames de aceite, combustible o líquidos inflamables, parar la máquina y avisar a su superior.
- No soldar o cortar con soplete tuberías o depósitos que contengan o hayan contenido líquidos inflamables.
- Asegurar que el sistema de extinción de incendios funciona correctamente.
- Comprobar la existencia y fiabilidad del extintor si el equipo lo tiene incorporado.
- Está prohibido almacenar productos inflamables o combustibles en el equipo o instalación.

- Manipular la botella de nitrógeno con precaución y mantenerla en posición vertical.
- Comprobar que nadie se encuentra en el radio de acción del equipo o zona de actuación de los órganos de trabajo.
- Circular con los implementos de forma que no resten visión y/o en su posición de traslado.
- Ajustar convenientemente los espejos retrovisores y demás elementos de visualización de que disponga la máquina.
- Permanecer atento al tráfico que circula en la misma vía o colindantes.
- El personal al servicio del tajo estará pendiente de los movimientos de todos los equipos en operación.
- Respetar en todo momento la señalización.
- Utilizar protectores si el puesto de trabajo lo requiere.

6.7.3.2 Grupo 2

- El peso total de los equipos remolcados no debe exceder la capacidad máxima de frenado del vehículo tractor.
- No se pondrá en funcionamiento la máquina si presenta anomalías que puedan afectar a la seguridad de las personas.
- Mantener limpios los rótulos de seguridad instalados en la máquina y reemplazar los que falten.
- El mantenimiento, revisiones y reparaciones generales sólo serán efectuados por personal autorizado.
- Respetar en todo momento la señalización de la obra.
- No se manipularán los dispositivos de seguridad bajo ningún concepto.
- Asegurar el correcto alumbrado en trabajos nocturnos o en zonas de escasa iluminación.
- El mantenimiento de la máquina puede ser peligroso si no se hace de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
- Usar ropa de trabajo ajustada. No llevar anillos, brazaletes, cadenas, etc.
- La velocidad máxima del vehículo tractor no puede exceder la velocidad máxima más baja de los equipos remolcados.
- La limpieza y mantenimiento se harán con equipo parado y sin posibilidad de movimiento o de funcionamiento.

- No fijar la vista en objetos móviles (nubes, vehículos, etc.) especialmente cuando se trabaje en puentes o pasos superiores, para evitar perder el sentido de la orientación.
- No arrancar si el sistema de corte no está separado del frente de excavación, éste debe girar libremente.
- Cuando los equipos vayan montados sobre máquinas portantes se deberán seguir las instrucciones de éstas.
- Mantener la máquina y su entorno limpios de grasa, barro, hormigón y obstáculos.
- Está prohibido utilizar la máquina para transportar personas, o elevarlas sin los implementos homologados.
- Subir o bajar de la máquina de forma frontal utilizando los peldaños y asideros. No saltar de la máquina.
- Agarrarse con ambas manos. No subir o bajar de la máquina con materiales y herramientas en la mano.
- Cuando exista riesgo de caída de altura igual o mayor de 2 metros, se comprobará la existencia de barandillas.
- Durante el desplazamiento del vehículo ninguna persona deberá ir de pie o sentada en lugar peligroso.
- Mientras la máquina esté en movimiento, no intentar subir o bajar de la misma.
- Mantener el área de trabajo ordenada y limpia de materiales, herramientas, utensilios, etc.
- Prestar atención en los desplazamientos para evitar torceduras y llevar el calzado adecuado.
- Prestar atención a cualquier elemento que se esté moviendo en la propia zona de trabajo.
- Prestar especial atención a los propios movimientos.
- Guardar los equipos que no se estén utilizando en los lugares asignados a tal efecto.
- Utilizar las herramientas en buen uso y sólo para los trabajos para los que fueron concebidas (no guardar en los bolsillos).
- No guardar las herramientas afiladas con los filos de corte sin cubrir.
- La limpieza y mantenimiento se harán con equipo parado y sin posibilidad de movimiento o de funcionamiento.
- Comprobar que todas las rejillas, carcasas y protecciones de los elementos móviles están bien instaladas.

- Nunca se debe desconectar una manguera o conducto bajo presión.
- Comprobar que nadie se encuentra en el radio de acción del equipo o zona de actuación de los propios órganos de trabajo.
- Comprobar el estado y sujeción de útiles, herramientas, accesorios y si son los adecuados.
- Comprobar el estado y sujeción de los portapicas y picas.
- No retirar los resguardos, las pantallas protectoras, y demás elementos de protección instalados.
- La limpieza y mantenimiento se harán con equipo parado y sin posibilidad de movimiento o de funcionamiento.
- Comprobar el buen funcionamiento de los dispositivos de seguridad de las ventanas, puertas y registros.
- Comprobar que nadie se encuentra en el radio de acción del equipo o zona de actuación de los propios órganos de trabajo.
- Las rejillas y chapas de protección que evitan el contacto con piezas móviles deben permanecer bien ajustadas.
- Utilizar el cinturón de seguridad si el equipo dispone del mismo.
- No trabajar sobrepasando los límites de inclinación especificados por el fabricante.
- No abrir la tapa de llenado del circuito de refrigeración con el motor caliente.
- Usar guantes protectores durante la sustitución o abastecimiento del aceite lubricante.
- Evitar el contacto con las partes calientes de la máquina.
- Evitar la exposición a las emisiones de gases del equipo, pueden producir quemaduras.
- Cuando se repongan picas tener en cuenta que pueden estar a elevada temperatura.
- Las tapas de bornes no deben estar descubiertas.
- En caso de contacto de la máquina con un cable bajo tensión, no salir de la cabina si se encuentra dentro, o no acercarse a la máquina si se encuentra fuera.
- Usar guantes y gafas protectoras durante el relleno de baterías.
- No tener en funcionamiento la máquina sin asegurar la correcta ventilación y arrastre de los gases de escape.
- En ambiente polvoriento se debe usar mascarilla de protección.

- Tomar precauciones adecuadas al manipular sustancias peligrosas (cementos, aditivos, fluidos refrigerantes, anticongelantes, etc.)
- Repostar combustible con el motor parado, en lugares ventilados, tener cuidado en el llenado y evitar derrames.
- No fumar ni usar teléfono móvil durante la operación de repostado.
- No comprobar nunca el nivel de la batería, combustible, etc. fumando ni alumbrándose con mechero o cerillas.
- Comprobar que no existe ninguna fuga de combustible. No hacerlo con cerillas o mecheros.
- No soldar ni aplicar calor cerca del sistema de combustible o aceite.
- Evitar tener trapos impregnados de grasa, combustible, aceite u otros materiales inflamables.
- En caso de derrames de aceite, combustible o líquidos inflamables, parar la máquina y avisar a su superior.
- No soldar o cortar con soplete tuberías o depósitos que contengan o hayan contenido líquidos inflamables.
- Comprobar la existencia y fiabilidad del extintor si el equipo lo tiene incorporado.
- Está prohibido almacenar productos inflamables o combustibles en el equipo o instalación.
- Comprobar que nadie se encuentra en el radio de acción del equipo o zona de actuación de los órganos de trabajo.
- Ajustar convenientemente los espejos retrovisores y demás elementos de visualización de que disponga la máquina.
- Permanecer atento al tráfico que circula en la misma vía o colindantes.
- El personal al servicio del tajo estará pendiente de los movimientos de todos los equipos en operación.
- Respetar en todo momento la señalización.
- Utilizar protectores si el puesto de trabajo lo requiere.

6.7.4 Equipos de protección colectiva

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Detectores de corrientes eléctricas

- Detectores de redes y servicios
- Dispositivos de parada de emergencia
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de delimitación y protección
- Iluminación provisional
- Redes de protección
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas de aviso a maquinaria
- Señalización de advertencia, obligación y prohibición
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistemas de protección contra incendios
- Topes de desplazamiento de vehículos

6.7.5 Equipos de protección individual

- Protección de la cabeza
 - Casco de protección
- Protecciones auditivas
 - Tapones
 - Protecciones auditivas tipo orejeras
 - Casco anti-ruido.
- Protecciones faciales y oculares
 - Gafas de protección
- Protecciones de las vías respiratorias
 - Filtros de partículas, de gases y combinados

- Mascarillas y máscaras completas autofiltrantes
- Protectores de manos y brazos
 - Guantes de protección contra agresiones mecánicas
 - Guantes de protección contra el frío
 - Guantes dieléctrico
- Protecciones de pies y piernas
 - Calzado de protección
 - Botas impermeables
- Protecciones del tronco y el abdomen
 - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones mecánicas
 - Fajas y cinturones antivibratorios
- Protección total del cuerpo
 - Ropa de protección
 - Ropa de protección contra el frío
 - Ropa de protección contra la lluvia
 - Ropa de señalización de alta visibilidad

6.8 Maquinaria auxiliar y vehículos

En el concepto de maquinaria auxiliar y vehículos se incluirán:

- Bombas de hormigón autopropulsadas
- Bombas de achique de agua
- Bombas de inyección
- Camiones de suministro
- Camiones grúa
- Camiones hormigonera
- Carretillas elevadoras

- Compactadoras manuales (ranas)
- Compresores y bombas de vacío
- Curvadoras de tubos
- Dobladoras mecánicas de ferralla
- Fratasadora
- Gatos hidráulicos
- Grúas autopropulsadas
- Grupos de presión
- Grupos electrógenos
- Hormigoneras móviles
- Manipulador telescópico
- Motovolquetes
- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Vehículos de desplazamiento por obra

Debido a la heterogeneidad de las máquinas y herramientas de este apartado, se especificarán unas medidas preventivas generales y se detallarán por grupos las medidas preventivas más específicas.

6.8.1 Riesgos asociados

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamiento por objetos
- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Choques, golpes y/o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Enfermedades profesionales producidas por agentes físicos (ruido, temperaturas extremas, polvo, vibraciones, radiaciones...)

- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Hundimientos y sepultamientos
- Incendios y explosiones
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

6.8.2 Medidas preventivas generales

- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- La maquinaria auxiliar deberá poseer el marcado CE o, en su defecto, el certificado de conformidad de acuerdo con el RD 1215/1997.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- La botonera de mandos eléctricos de las máquinas-herramientas serán de accionamiento estanco cuando sea necesario.
- Los taludes serán lo suficientemente estables según características geotécnicas, y en su defecto se procederá a su entibado.
- Los trabajadores recibirán instrucciones concretas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar.
- Se colocarán los acopios forma que esté a la menor altura posible.
- Se colocarán topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Se establecerá y cumplirá un protocolo específico de trabajos eléctricos.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor para evitar que en la cabina se reciban gases nocivos.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina sin estabilizarla previamente y apoyar el útil de trabajo en el suelo.
- Se prohíbe el acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.

6.8.3 Medidas preventivas específicas

6.8.3.1 Bombas de hormigón autopropulsadas

- Se debe realizar una prueba de puesta en marcha para verificar el correcto funcionamiento de la bomba.
- Se tendrá en cuenta el horario permisible a entrada de vehículos pesados al lugar de la obra y, en su caso, solicitar de la Administración local su ampliación, nocturnidad, cortes de vía pública, cambios de sentido de circulación etc.
- Serán tenidas en cuenta (y suministrada esta información a la subcontrata de bombeo de hormigón) las distancias horizontales y de altura máxima de suministro, procurándose el máximo acercamiento al tajo.
- Serán muy tenidas en cuenta las líneas eléctricas al alcance o situadas a menor distancia de la estipulada de seguridad en función de su potencialidad que puedan tener incidencia en los movimientos del equipo y demás componentes de la máquina, elementos complementarios y otras consideraciones de vertido.
- La bomba de hormigonado debe disponer de un dispositivo de bloque de seguridad con llave que habrá que accionar para supuesta en marcha.
- En su disposición de trabajo siempre estará fijada al suelo mediante sus estabilizadores delanteros y traseros, dispuestos éstos sobre firme o durmientes repartidores.
- Cuando se utilice mástil de distribución deberá prestarse especial atención a su radio de influencia, tanto vertical como horizontal. Para este sistema es fundamental asegurar su estabilidad en la base del vehículo que lo porta.

6.8.3.2 Bombas de inyección, bombas de achique de agua y grupos de presión

- Las mangueras a utilizar estarán en perfectas condiciones de uso, sin grietas ni desgastes para evitar reventones, protegiéndose en los cruces de caminos.
- Deberá disponer de puntos de enganche cuando el peso exceda de 25kg y tenga que se transportada mediante aparatos de elevación.
- La bomba de achique de agua solo será empleada para su uso previsto (extracción y/o evacuación de aguas y lodos en general).
- El cable de entrada a la bomba debe ser estanco y encontrarse en condiciones adecuadas.
- Se colocaran las mangueras de modo tal que no impliquen riesgos para la circulación de las personas.
- Los equipos a utilizar serán los más silenciosos posible para evitar la contaminación acústica.

- Se posicionarán los equipos en terreno horizontal y estable.
- Situarse en contrapendiente al moverlo.

6.8.3.3 Camiones grúa y camiones de suministro

- El gancho de la grúa estará dotado de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de la carga.
- En la lubricación de resortes mediante vaporización o atomización, el trabajador permanecerá alejado del chorro de lubricación, que se sedimenta con rapidez, procurando en todo momento no dirigirlo a otras personas.
- Las cargas en suspensión, para evitar golpes y balanceos se guiarán mediante cabos de gobierno.
- Las rampas de acceso a la zona de trabajo no superarán pendientes mayores del 20%.
- Se prohíbe arrastrar cargas con el camión grúa (el remolcado se efectuará según características del camión).
- Se prohíbe estacionar (o circular con), el camión grúa a distancias inferiores a 2 m., (como norma general), del corte del terreno, en previsión de los accidentes por vuelco.
- Se prohíbe expresamente, sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa, en función de la longitud en servicio del brazo.
- Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga, en previsión de los accidentes por vuelco.
- Se prohíbe realizar tirones sesgados de la carga.
- Se prohíbe utilizar la grúa para realizar tiros sesgados de la carga ni para arrastrarla, por ser maniobras no seguras.
- Si la superficie de apoyo de la grúa está inclinada, la suspensión de cargas de forma lateral se hará desde el lado contrario a la inclinación de la superficie.

6.8.3.4 Camión hormigonera

- La tolva de carga del camión hormigonera tendrá las dimensiones adecuadas para evitar las proyecciones de partículas de hormigón sobre elemento y personas cercanas en el proceso de descarga de hormigón
- Las cargas en suspensión, para evitar golpes y balanceos se guiarán mediante cabos de gobierno.
- Las rampas de acceso a la zona de trabajo no superarán pendientes mayores del 20%.

- En caso de contacto del hormigón con los ojos limpiar con agua y acudir siempre a asistencia médica.
- Para hormigonar sobre losas han de establecerse pasarelas mediante tabloneros a modo de pasillos.
- Queda prohibido situarse en el lugar de hormigonado, hasta que el camión hormigonero no esté en posición de vertido.
- Está prohibido el cambio de posición del camión hormigonero al tiempo que se vierte el hormigón. Esta maniobra deberá efectuarse en su caso con la canaleta fija para evitar movimientos incontrolados y los riesgos de atrapamiento o golpes a los trabajadores.

6.8.3.5 Carretillas elevadoras

- Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la carretilla elevadora responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, neumáticos, cinturón de seguridad, ausencia de fugas de aceite, etc.
- La carretilla elevadora no puede utilizarse como medio para transportar personas.
- Mantener el contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.
- Circular a una velocidad moderada, disminuyendo la velocidad en cruces, zonas de paso de peatones y lugares de poca visibilidad.
- Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe.
- Cuando se realicen transportes con cargas que superen la altura del respaldo de carga, es necesario atarlas.
- Los trabajos de carga/descarga de material o equipos muy pesados cuya maniobra implique especial dificultad y riesgo importante (grandes tuberías, válvulas, bombas, motores u otros equipos, que impliquen la presencia de trabajadores de apoyo), así como el uso excepcional de cestas para elevar personas, requerirán la presencia de un Recurso Preventivo en el centro de trabajo para que supervise y vigile los trabajos.
- Colocar la carga lo más cerca posible del mástil, con el centro de gravedad lo más centrado posible.
- No circular con las palas u horquillas levantadas, éstas deberán ir a unos 15 cm. sobre el suelo, con el centro de gravedad de la carga lo más bajo posible y con el mástil completamente inclinado hacia atrás, tanto si se circula en carga o en vacío.
- No sobrecargar nunca la máquina, respetando la tabla o diagrama de cargas de la misma. En ningún caso se pueden añadir contrapesos.

- No permitir que nadie se sitúe cerca de la carga levantada y mucho menos que circule bajo ella.
- Se comprobará que no hay ninguna persona en las inmediaciones de la máquina, previa a la ubicación o desubicación de mercancía en previsión de un posible desplome accidental de la misma.
- En caso de encontrar palés o cajones en mal estado o defectuosos se debe proceder a su retirada inmediata.
- Si una carga voluminosa reduce la visibilidad o se ha de bajar por una rampa, se circulará marcha atrás. Siempre se mirará en el sentido de la marcha sin asomar el cuerpo fuera del contorno protegido de la máquina.
- Con carácter excepcional, sólo se podrán elevar personas con la carretilla si se utilizan cestas o plataformas de trabajo que dispongan de marcado CE, lo autoriza el fabricante, son compatibles con la carretilla, resistentes, protegidas contra la caída de personas y objetos, provistas de pantalla o resguardos que impidan alcanzar los órganos de transmisión de la carretilla y con un sistema de amarre eficaz a las horquillas.
- Se prohíbe desplazarse con el mástil inclinado hacia adelante, o con la carga en posición elevada.
- Una vez finalizado el trabajo, dejar la horquilla en contacto con el suelo.
- Uso obligatorio del cinturón de seguridad durante la utilización de la carretilla.

6.8.3.6 Curvaturas de tubos y dobladoras mecánicas de ferralla

- La manguera de alimentación eléctrica de la dobladora se llevará hasta esta de forma enterrada para evitar los deterioros por roce y aplastamiento durante el manejo de la ferralla.
- Las descargas de la dobladora y su ubicación “in situ”, se realizará suspendiéndola de cuatro puntos, (los 4 ángulos), mediante eslingas; de tal forma, que se garantice su estabilidad durante el recorrido.
- Se acotará mediante señales de peligro sobre pies derechos la superficie de barrido de redondos durante las maniobras de doblado para evitar que se realicen tareas y acopios en el área sujeta al riesgo de golpes por las varas.
- Se efectuará un barrido periódico del entorno de la dobladora de ferralla.
- Se instalará en torno a la dobladora mecánica de ferralla un entablado de tabla de 5 cm, sobre una capa de gravilla, con una anchura de 3 m, en su entorno.

6.8.3.7 Fratasadora

- Alternar la utilización continuada del equipo con otras operaciones que no generen vibraciones o parar en torno a 10 minutos cada hora, al objeto de bajar la exposición a vibraciones mano-brazo.

- Solo se usara en lugares cerrados cuando exista buena ventilación.
- No utilizar nunca la fratasadora en atmósferas potencialmente explosivas.
- Antes de comenzar a trabajar, comprobar que las palas elegidas son las correspondientes al trabajo a desarrollar (alisado, pulido o mixtas) y que están correctamente montadas respecto al sentido de giro del motor
- Se repostará la fratasadora preferentemente al aire libre o en lugares bien ventilados. Se debe limpiar y dejar evaporar cualquier líquido derramado antes de encender de nuevo.
- Se debe apretar perfectamente el tapón del depósito ya que se puede desenrosacar debido a las vibraciones.
- Verificar que las palas no están en contacto con ningún objeto y que la palanca de aceleración se encuentra en posición neutra antes de encender el motor.
- Antes de invertir el sentido de desplazamiento comprobar que haya espacio suficiente y que no existan zanjas, bordillos, obstáculos, etc.
- No introducir ninguna parte del cuerpo dentro de la cubierta de protección de las palas durante el funcionamiento de la fratasadora.
- Repostar combustible con el motor parado y frío y la llave de combustible cerrada.

6.8.3.8 Gatos hidráulicos

- Se dispondrán los gatos en paralelo, con válvulas de seguridad y el resto de elementos que aseguren que en caso de que falle uno, no se colapse el sistema.
- Se debe asegurar el correcto calzado y direccionamiento de los gatos dentro de la fosa, para conseguir un trabajo sincronizado y paralelo.
- Prever elementos de fijación del elemento que se esté desplazando en previsión de avería del sistema.
- En la manipulación de los diferentes componentes, los operarios, antes de iniciar su levantamiento, tienen que asegurarse de que mantienen los pies separados a una distancia equivalente a la anchura de los hombros. Asimismo, deben agacharse doblando las rodillas, nunca la espalda.
- Los gatos hidráulicos y sus elementos han de estar en perfectas condiciones de mantenimiento, prestando especial atención a los manómetros.

6.8.3.9 Grúas autopropulsadas y manipuladores telescópicos

- Respetar los niveles máximos de carga en función de la extensión de la pluma de la grúa contempladas en las tablas de trabajo.

- El emplazamiento de la máquina se efectuará evitando las irregularidades del terreno y explanando su superficie si fuera preciso.
- El gancho, o doble gancho, de la grúa atopropulsada estará dotada de pestillo de seguridad.
- La nivelación que deberá ser verificada antes de iniciarse los trabajos.
- En casos de transmisión de cargas a través de neumáticos, la suspensión del vehículo portante debe ser bloqueada.
- Se recomienda que la grúa esté siempre apoyada sobre los estabilizadores aun cuando el peso de la carga a elevar permita hacerlo sobre neumáticos.
- Se dispondrá de tablonos (o placas de palastro) de dimensiones y resistencia adecuada, para ser utilizadas como plataforma de reparto de cargas de los gatos estabilizadores cuando el apoyo se realiza sobre terrenos blandos.
- Se prohíbe el uso de la grúa para el arrastre de cargas. Siempre se realizará el movimiento de manera que la carga quede suspendida en el aire.
- Cuando la grúa móvil trabaja sobre los brazos estabilizadores deberán encontrarse extendidos en su máxima longitud, manteniéndose la correcta horizontalidad de la máquina y se accionarán los gatos para conseguir la elevación necesaria para que los neumáticos queden totalmente separados del suelo.
- En presencia de líneas eléctricas debe evitarse que el extremo de la pluma, cables o la propia carga se aproxime a los cables conductores.
- Se prohíbe que los trabajadores se encuentren bajo cargas suspendidas.

6.8.3.10 Grupos electrógenos, compresores y bombas de vacío

- El transporte en suspensión se efectuará mediante un eslingado a 4 puntos del equipo, para garantizar la seguridad de la carga.
- Antes de empezar a trabajar, limpiar los posibles derrames de aceite o combustible que puedan existir.
- Los empalmes de cables conectadores serán adecuados.
- Las conexiones siempre serán macho-hembra
- Las mangueras a utilizar estarán en perfectas condiciones de uso, sin grietas ni desgastes para evitar reventones, protegiéndose en los cruces de caminos.
- Los compresores y grupos electrógenos a utilizar serán silenciosos para evitar la contaminación acústica.

- No se pondrá en funcionamiento el grupo electrógeno en locales cerrados. En caso de resultar inevitable se dará salida al exterior al tubo de escape.
- Colocar los frenos para evitar desplazamientos innecesarios.
- Posicionar máquina en terreno horizontal.
- Sacar llave contacto al final jornada.
- Situarse en contrapendiente al moverlo.
- Antes de de desenganchar la herramienta y la manguera de la válvula de salida de aire, hacerla funcionar un tiempo suficiente para aliviar la presión del sistema.
- Las operaciones de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado, en prevención de incendios o de explosión.

6.8.3.11 Hormigoneras móviles

- Se comprobará el estado de los cables, palanca y accesorios con regularidad, así como los dispositivos de seguridad.
- Estará situada en una superficie llana y horizontal.
- Las partes móviles estarán protegidas por carcasas.
- Deberá tener toma de tierra conectada a la general.
- Bajo ningún concepto, se introducirá el brazo o la pala en el tambor con movimiento.
- Deberá dejarse inmovilizada por el mecanismo correspondiente una vez terminados los trabajos.
- No se ubicará a distancias inferiores a tres metros del borde de excavación, para evitar riesgos de caída a otro nivel.

6.8.3.12 Motovolquetes

- No remontar rampas que no sean uniformes, con peligro de deslizamiento o con fuertes pendientes.
- Se respetarán los niveles máximos de carga del motovolquete.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer o que sobresalgan de la tolva.
- Fijar bien la carga a transportar. No transportar cargas que sobresalgan por los laterales.
- Mantener el contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.

- La velocidad junto a los tajos, no será superior a 10 Km/h.
- Parar el vehículo siempre en lugares seguros para su estacionamiento, tanto para el conductor como para el resto de los usuarios del camino, traza o carretera.
- Eliminar del suelo los elementos cortantes o lacerantes para evitar pinchazos.
- Con el vehículo cargado bajar las rampas marcha atrás, despacio y evitando frenazos bruscos.
- Moderar la velocidad en las zonas de suelos húmedos o resbaladizos.
- Si ocasionalmente se debe circular marcha atrás, se extremarán las precauciones y se usará preferentemente señalista.
- El asiento del operador estará dotado de suspensión y será anatómico y regulable en altura y horizontalmente. Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad.
- Con tolvas de vertido con mando hidráulico, el vertido se debe realizar de forma progresiva para mantener la estabilidad del vehículo.
- No se debe verter el contenido de una tolva cerca de un talud sin consolidar y sin que exista un tope de seguridad para las ruedas a una distancia suficiente del borde. La altura del tope no debiera ser inferior a 1/3 del diámetro de la rueda.
- El motovolquete no se utilizará como medio para transportar a personas.

6.8.3.13 Plataformas elevadoras (PEMP)

- Al circular con la plataforma autopulsada se ha de asegurar que:
 - Los estabilizadores no están bajados ni extendidos (si los tuviera).
 - Circular siempre a velocidad moderada y respetando las distancias de seguridad.
 - Cuando sea preciso subir o bajar bordillos, se deberán prever rampas.
- Antes de comenzar a trabajar, se comprobará el tipo de terreno, presencia de líneas eléctricas, zonas con riesgo de caída próximas (zanjas o muelles) y puntos donde puedan existir restricciones de altura, anchura o peso.
- Antes de utilizar la plataforma se realizará una inspección visual de la misma, comprobar que ésta se encuentra situada en la posición más baja posible, que no presenta daños estructurales evidentes, el correcto estado de las ruedas, nivel de agua de las baterías y que no haya trabajadores en su radio de acción.
- Antes de elevar la plataforma comprobar que no puede chocar contra obstáculos situados encima de la máquina. Mantener distancias de seguridad y dejar espacio libre suficiente sobre la cabeza.

- Al finalizar el trabajo, descender la plataforma hasta su posición más baja y estacionarla sobre una superficie resistente y lo más nivelada posible, donde no estorbe el paso de otros vehículos o personas.
- Asegurar la inmovilidad del brazo de la cesta antes de iniciar ningún desplazamiento. Poner en la posición de viaje.
- Cuando se deba transitar sobre cobijas o tapas de registros, ya sean metálicas, de hormigón o de material plástico, se comprobará antes si éstas soportan el peso de la plataforma. Queda prohibido circular sobre tramex.
- El Recurso Preventivo, según su criterio y atendiendo a la entidad y peligrosidad de los trabajos, si procede, autorizará y, además, vigilará y/o coordinará la preparación y realización de los mismos, comprobando antes de iniciar que el personal implicado conoce los riesgos, las medidas a adoptar y dispone de los EPIs necesarios.
- En condiciones normales, se requerirá la presencia de un Recurso Preventivo en el centro de trabajo para que autorice, supervise y vigile cuando se realicen:
 - Trabajos donde se requieran desplazamientos cortos en el lugar de la tarea con la plataforma elevada (siempre que así lo permita el modelo utilizado).
 - Trabajos en proximidad de líneas eléctricas aéreas en alta tensión.
 - Trabajos en zonas ATEX.
- En cualquier caso, siempre que se vaya a utilizar una plataforma elevadora, se comunicará con la debida antelación al Recurso Preventivo, informándole del tipo de trabajo a realizar.
- En ningún momento se sobrecargará la plataforma ni se excederá el número autorizado de personas.
- Evitar el uso de la plataforma en recintos cerrados si esta funciona con motor de combustión, salvo que estén bien ventilados.
- Evitar pasar el brazo de la cesta, con carga o sin ella sobre el personal.
- Limpiar los zapatos de barro o grava antes de subir a la plataforma.
- No alterar, modificar o desconectar los dispositivos de seguridad (limitador de carga, sistema antivuelco, estabilizadores, etc.).
- No añadir elementos sobre la plataforma que puedan aumentar la resistencia a la fuerza del viento (carteles, lonas, etc.). No dar marcha atrás sin la ayuda de un señalista.
- No emplear la máquina si se detecta cualquier anomalía.
- No hacer por sí mismo maniobras en espacios angostos.

- No remontar rampas que no sean uniformes y que superen la pendiente del 20%.
- No saltar nunca directamente al suelo desde la máquina si no es por un inminente riesgo para la integridad física.
- No utilizar la plataforma en condiciones climatológicas adversas o con fuertes rachas de viento.
- Prohibido el uso de andamios de borriqueta, escaleras manuales o elementos similares apoyados sobre la plataforma para alcanzar un punto de mayor altura.
- Prohibido sentarse o subirse sobre la barandilla.
- Prohibido subir y bajar de la plataforma cuando esté elevada trepando por la estructura o empleando escaleras o cualquier otro sistema de acceso no estipulado por el fabricante.
- Prohibido utilizar la plataforma como montacargas, grúa o ascensor en ninguna circunstancia. Tampoco se fijarán aparatos para la elevación de cargas sobre la misma.

6.8.3.14 Vehículos para desplazamiento por obra

- Eliminar del suelo los elementos cortantes o lacerantes para evitar pinchazos.
- Todos los vehículos, serán manejados por conductores con Permiso de Conducir Clase B, como mínimo.
- La velocidad junto a los tajos, no será superior a 20 km/h.
- Se respetará escrupulosamente la señalización interna de la traza de obra.
- Tanto dentro del recinto de la obra como en las vías abiertas al tráfico rodado a todos los ciudadanos, no está permitido transportar en el interior de vehículo a más personas que las admitidas por ello por su fabricante.
- Se respetarán en todo momento las normas de circulación y la señalización presente.
- Está prohibido el uso de teléfono móvil y la manipulación del GPS por parte del conductor.
- Se tendrá especial precaución ante la presencia de otros trabajadores, peatones, ciclistas y motorista.
- Se realizarán descansos aproximadamente a las dos horas de conducción continuada.
- Antes de iniciar el trayecto el conductor comprobará la colocación correcta de los espejos retrovisores, la posición del asiento y el uso de los cinturones de seguridad.
- Sólo estará permitido transportar remolques de cualquier tipo si el vehículo cuenta con amarre específico para ello y el objeto a mover está provisto de la señalización vial que requiere la reglamentación vigente.

- Se parará el vehículo siempre en lugares seguros para su estacionamiento, tanto para el conductor como para el resto de los usuarios del camino, traza o carretera.

6.8.4 Equipos de protección colectiva

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Detectores de corrientes eléctricas
- Dispositivos de parada de emergencia
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de delimitación y protección
- Iluminación provisional
- Pórticos de limitación de gálibo
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas de aviso a maquinaria
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Señalización de advertencia, obligación y prohibición
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistemas de protección contra incendios
- Topes de desplazamiento de vehículos
- Ventilación o extracción

6.8.5 Equipos de protección individual

- Protección de la cabeza
 - Casco de protección
 - Casco eléctricamente aislante
- Protecciones auditivas

- Tapones
- Protecciones auditivas tipo orejeras
- Casco anti-ruido.
- Protecciones faciales y oculares
 - Gafas de protección
 - Pantallas faciales
 - Protectores oculares y faciales de malla
- Protecciones de las vías respiratorias
 - Filtros de partículas, de gases y combinados
 - Mascarillas y máscaras completas autofiltrantes
 - Equipos respiratorios aislantes
- Protectores de manos y brazos
 - Guantes de protección contra agresiones mecánicas
 - Guantes de protección contra agresiones químicas
 - Guantes de protección contra el frío
 - Guantes dieléctrico
- Protecciones de pies y piernas
 - Calzado de protección
 - Calzado dieléctrico
 - Botas impermeables
- Protecciones del tronco y el abdomen
 - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones mecánicas
 - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones químicas
 - Fajas y cinturones antivibratorios
- Protección total del cuerpo

- Arnese
 - Ropa de protección
 - Ropa de protección contra el frío
 - Ropa de protección contra la lluvia
 - Ropa de señalización de alta visibilidad
 - Equipos de ayuda a la flotabilidad
- Protección contra caídas
- Arnese y anclajes
 - Dispositivos anticaídas (deslizante y retráctil)

6.9 Maquinaria-herramienta en general

En este apartado se consideran globalmente los riesgos de prevención derivados de la utilización de maquinaria-herramienta tales como:

- Brocas
- Cizallas
- Equipos de agua a presión
- Equipos de demolición
- Equipos de generación de calor
- Equipos de soldadura por arco eléctrico
- Equipos de soldadura por oxicorte
- Escariadores
- Explosores
- Martillos rompedores
- Motosierra
- Motosoldadoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

- Penetrómetros
- Polímetros
- Radiales o amoladoras
- Robots de demolición
- Sierras
- Soldadoras de tubos
- Sopladores
- Sopletes
- Taladradoras
- Vibradores

6.9.1 Riesgos asociados

- Atrapamiento por objetos
- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Choques, golpes y/o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Enfermedades profesionales producidas por agentes físicos (ruido, temperaturas extremas, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Hundimientos y sepultamientos
- Incendio y explosión
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

6.9.2 Medidas preventivas generales

- Antes de operar sobre la pieza comprobar que no tiene clavos, tornillos, nudos o fallos que hagan peligroso el trabajo.
- Asegurar la adecuada sujeción y apoyo de la pieza sobre la que actúa la máquina. Nunca la sujete con las manos.
- Comprobar la estanquidad de botoneras y mandos eléctricos.
- Compruebe el estado y sujeción de útiles, herramientas, accesorios y si son los adecuados.
- Compruebe que las palancas y mandos de la máquina tienen mango o material aislante.
- Evite la entrada de humedad en los componentes eléctricos.
- Las máquinas-herramienta con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa anti proyecciones.
- Las tomas de corriente serán de tipo industrial y adecuadas para el uso a la intemperie.
- Las transmisiones motrices por correas, estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz.
- Los motores eléctricos de las máquinas-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato, para evitar los riesgos de atrapamientos, o de contacto con la energía eléctrica.
- No retirar los resguardos, las pantallas protectoras, y demás elementos de protección instalados.
- No retirar virutas o recortes con la mano, hágalo con gancho y guantes, y siempre con la máquina parada.
- No utilizar mangueras eléctricas peladas o en mal estado.
- Parar la máquina para comprobar, medir y cambiar de posición la pieza de trabajo.
- Se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, o en marcha aunque sea con movimiento residual.
- Se prohíbe puentear componentes de las instalaciones.
- Se protegerán eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Use ropa de trabajo ajustada. No lleve anillos, brazaletes, cadenas, etc.

- Utilice un empujador adecuado para piezas pequeñas, nunca con los dedos próximos al elemento cortante.
- Verifique la existencia de las protecciones eléctricas necesarias.

6.9.3 Medidas preventivas específicas

6.9.3.1 Brocas

- No entrar en contacto con el accesorio de giro en rotación.
- Se tiene que disponer de empuñadura auxiliar para una mejor sujeción y de interruptor con freno de inercia, de forma que al dejar de apretar se pare la máquina de manera automática.
- Las operaciones de limpieza y mantenimiento se han de efectuar previa desconexión de la red eléctrica o de la batería.
- Desconectar el equipo de la red eléctrica o extraer la batería, cuando no se utilice.
- El cambio del accesorio tiene que realizarse con el equipo parado y desenchufado o con la batería extraída.
- Se ha de escoger la broca adecuada para el material que se tenga que perforar.
- Se tienen que sustituir inmediatamente las herramientas gastadas o agrietadas.

6.9.3.2 Cizallas

- Las cizallas se utilizaran solamente en las tareas para las cuales están destinadas.
- Para el cambio de cuchilla o cualquier revisión del equipo, siempre se realizarán con la máquina desconectada.
- Señalizar y balizar toda la zona de operación, teniendo en cuenta las posibles proyecciones de partículas a terceros al realizar los cortes.
- Cuando se mecanicen piezas se ha de asegurar la correcta sujeción de éstas, utilizando siempre que sea posible gatos, prensas, mordazas, sargentos o similar.
- Se evitará la adopción de posturas forzadas durante la utilización de las herramientas.

6.9.3.3 Equipos de agua a presión

- No desconectar mangueras o conductos bajo presión.
- Antes de la utilización de los equipos se realizara:
 - Las inspecciones que indique el fabricante.

- La comprobación del correcto funcionamiento de los sistemas de seguridad.
- Una inspección visual de ausencias de pérdidas en los circuitos hidráulicos y del buen estado de los aislamientos eléctricos.
- Se tendrá precaución manteniendo la distancia de seguridad adecuada a la proyección del chorro de agua. Pueden proyectarse partículas debido a la fuerza del agua.
- Se delimitará la zona de trabajo.
- Los cables y mangueras deberán estar desenrollados correctamente.
- Nunca pisar, presionar o doblar las mangueras que llevan el agua a presión.
- No intentar acoplar tramos de tubería o conductos con arreglos provisionales. Las uniones se harán con elementos adecuados que soporten con seguridad las presiones de trabajo.
- No dirigir el chorro de agua contra personas.

6.9.3.4 Equipos de generación de calor

- Antes de la utilización de los equipos se realizará:
 - Las inspecciones que indique el fabricante.
 - La comprobación del correcto funcionamiento de los sistemas de seguridad.
 - La comprobación del buen estado de las rejillas de protección y aislamientos eléctricos.
- No se emplearán estos equipos en locales cerrados sin una fuente de humedad en los que permanezcan personas dado que el aire seco y caliente produce afecciones respiratorias.
- Se tendrá especial cuidado con los equipos que funcionen con gas butano cerrando la válvula cuando se apague el aparato, comprobando las correctas conexiones de los tubos de alimentación y almacenando las bombonas llenas en lugares ventilados.

6.9.3.5 Equipos de soldadura por oxiacorte

- Antes de encender el mechero, compruebe que están correctamente hechas las conexiones de las mangueras y que están instaladas las válvulas anti-retroceso.
- El traslado y ubicación para uso de las botellas de gases licuados se efectuará mediante carros portabotellas de seguridad.
- Evitar los golpes en las botellas.
- Las botellas de gases licuados se acopiarán separadas (oxígeno, acetileno, butano, propano), con distinción expresa de lugares de almacenamiento para las agotadas y las llenas.

- No fumar cuando esté soldando o cortando, ni cuando se manipule los mecheros y botellas; ni tampoco cuando se encuentre en el almacén de botellas.
- No utilizar acetileno para soldar o cortar materiales que contengan cobre, se producirá una reacción química y se formará un compuesto explosivo, el acetiluro de cobre.
- No utilizar mangueras de igual color para gases diferente. En caso de emergencia, la diferencia de colocación le ayudará a controlar la situación.
- Se prohíbe acopiar o mantener las botellas de gases licuados al sol.
- Se prohíbe la utilización de botellas de gases licuados en posición inclinada.

6.9.3.6 Equipos de soldadura por arco eléctrico y motosoldadores

- El banco para soldadura fija, tendrá aspiración forzada instalada junto al punto de soldadura.
- Las operaciones de soldadura a realizar en condiciones normales no se realizarán con tensiones superiores a 150 V, si los equipos están alimentados por corriente continua.
- Las operaciones de soldadura a realizar en zonas muy conductoras (húmedas), no se realizarán con tensiones superiores a 50 V El grupo de soldadura estará en el exterior del recinto en el que se efectúe la operación de soldar.
- Las vigas y pilares "presentados", quedarán fijados e inmovilizados mediante husillos de inmovilización, (codales, eslingas, etc.) hasta concluido el punteo de soldadura.
- No se elevará una nueva altura, hasta haber concluido el cordón de soldadura de la cota punteada.
- Se suspenderán los trabajos de soldadura a la intemperie bajo régimen de lluvias.
- Se suspenderán los trabajos de soldadura en montaje de estructuras con vientos iguales o superiores a 60 Km/h.
- Se tenderán entre los pilares, de forma horizontal, cables de seguridad anclados, por los que se deslizarán los mecanismos para caídas de los arneses de seguridad, cuando se camine sobre las jácenas o vigas de la estructura.
- Se tenderán redes ignífugas horizontales entre las crujías que se estén montando, ubicadas por debajo de la cota de montaje.

6.9.3.7 Escariadores

- No entrar en contacto con el accesorio de giro en rotación.
- Se tiene que disponer de empuñadura auxiliar para una mejor sujeción y de interruptor con freno de inercia, de forma que al dejar de apretar se pare la máquina de manera automática.

- Las operaciones de limpieza y mantenimiento se han de efectuar previa desconexión de la red eléctrica o de la batería.
- Se ha de escoger la broca adecuada para el material que se tenga que agujerear.
- Se tienen que sustituir inmediatamente las herramientas gastadas o agrietadas.
- Desconectar el equipo de la red eléctrica o extraer la batería, cuando no se utilice.
- El cambio del accesorio tiene que realizarse con el equipo parado y desenchufado o con la batería extraída.

6.9.3.8 Explosores

- Utilizar únicamente elementos homologados.
- Permanecer a la distancia mínima que marque el plan de voladuras.

6.9.3.9 Martillos neumáticos

- Antes de desarmar un martillo, se ha de cortar el aire. Es muy peligroso cortar el aire doblando la manguera; puede volverse contra uno mismo o un compañero.
- Asegurarse del buen acoplamiento de la herramienta de ataque con el martillo, ya que si no está sujeta, puede salir disparada como un proyectil.
- Los martillos reompedores se utilizaran solamente en las tareas para las cuales están destinadas.
- Cualquier revisión o reparación del equipo se realizará siempre herramienta apagada y desconectada.
- Al realizar los trabajos se tendrá especial precaución con la posible proyección de los partículas delimitando la zona de trabajo correctamente y apantallando si fuera necesario.
- Cuando se utilicen martillos neumáticos, se alternará la utilización continuada del equipo de trabajo con otras operaciones que no generen vibraciones o parar en torno a 10 minutos cada dos horas, al objeto de bajar la exposición a vibraciones mano-brazo.
- Se conocerá previamente al comienzo del trabajo el lugar de la operación y la disposición de posibles conducciones de gas y electricidad cuyo trazado esté próximo al punto de operación.
- Señalizar y balizar toda la zona de operación, teniendo en cuenta las posibles proyecciones de partículas a terceros.
- No se podrá utilizar el martillo neumático más de 3 horas al día por el mismo operario.
- La manguera de aire comprimido debe situarse de forma que no se tropiece con ella, ni que pueda ser dañada por vehículos que pasen por encima.

- Manejar el martillo agarrado a la altura de la cintura-pecho. Si por la longitud de barrena coge mayor altura, utilizar andamio.
- No apoyarse con todo el peso del cuerpo sobre el martillo; puede deslizarse y caer de cara contra la superficie que se esté trabajando.
- No se debe hacer esfuerzo de palanca con el martillo en marcha.
- Poner mucha atención en no apuntar, con el martillo, a un lugar donde se encuentre otra persona. Si posee un dispositivo de seguridad, usarlo siempre que no se trabaje con él.
- Verificar las fugas de aire que puedan producirse por juntas, acoplamientos defectuosos o roturas de mangas o tubos.

6.9.3.10 *Motosierra*

- Antes de empezar a trabajar, limpiar los posibles derrames de aceite o combustible que puedan existir.
- Antes de iniciar los trabajos, hay que comprobar el estado de tensión de la cadena de corte y la barra guía.
- Al finalizar los trabajos, es necesario limpiar la cadena de corte y la barra guía, comprobar los ángulos de los dientes de corte y su afilado, y comprobar el estado de engrasado.
- Se prohíbe utilizar la máquina sobre los hombros o la cabeza.
- La conexión o suministro eléctrico, en su caso, se tiene que realizar con manguera antihumedad.
- No abandonar el equipo mientras esté en funcionamiento.
- No cortar zonas poco accesibles ni en posiciones forzadas.
- No tocar la cadena después de utilizar la motosierra.
- Se tienen que sustituir inmediatamente las herramientas gastadas o agrietadas.

6.9.3.11 *Polímetros*

- Emplearlo siempre con guantes dieléctricos y no manipular los elementos en tensión.
- Colocar el selector en la escala correcta, de acuerdo con lo que desea medir.
- Nunca exceder los valores límites de protección indicados en las especificaciones por cada rango de medición.

- En las mediciones, es imprescindible comprobar el correcto funcionamiento de los equipos de medida, especialmente los verificadores de ausencia de tensión inmediatamente antes y después de su utilización.
- Precaución durante la realización de mediciones, manteniendo distancias de seguridad al medir con pinzas, prestando atención a sus puntas.
- Durante la realización de maniobras o mediciones, cuando en la proximidad a la zona de trabajo existan elementos en tensión sin proteger o con grado de protección inferior a IP2X. Se procederá antes a la colocación de protecciones o envoltentes aislantes adicionales para recubrir las partes activas o sustituir los equipos por otros con un adecuado IP.
- Las maniobras o mediciones en las zonas de peligro con riesgo evidente de contacto en tensión en las que se requiera retirar protecciones o apantallamientos para poder maniobrar o medir, únicamente podrán operar trabajadores cualificados mediante procedimientos conocidos como trabajos en tensión.
- El personal que no intervenga directamente en las maniobras o mediciones se mantendrá alejado hacia alguno de los lados o fuera de la zona donde se vayan a ejecutar.

6.9.3.12 Radiales o amoladoras

- Alternar la utilización continuada del equipo con otras operaciones que no generen vibraciones o parar en torno a 10 minutos cada dos horas.
- Desconectar la máquina de la alimentación eléctrica si no se está utilizando.
- Dispondrá de empuñadura con pulsador del tipo “hombre muerto” que, al dejar de pulsarlo, pare automáticamente la radial.
- La herramienta será adecuada al tipo de trabajo a realizar.
- Se escogerán los discos de corte (tipo y tamaño) en función de material a mecanizar y la finalidad del trabajo.
- Se comprobará la compatibilidad de los discos y de la velocidad (rpm) con la radial.
- No se emplearán discos caducados.
- No golpear el disco al mismo tiempo que se corta.
- No sujetar nunca la radial por el cable.
- No se deben retirar nunca las protecciones.
- No tocar el disco tras la operación de corte o amolado.
- No usar en zonas poco accesibles ni en posición inclinada lateralmente, puesto que el disco se puede romper y provocar lesiones por proyección de partículas.

- La colocación del disco solo admite una posición y vienen marcado, tanto en la máquina como en el disco, el sentido de giro del corte que deben coincidir.
- Evitar el contacto con zonas de los materiales recién cortadas o desbastadas.
- Evitar la adopción de posturas forzadas durante la utilización de la radial.
- La radial estará sometida a controles periódicos y a un correcto mantenimiento.
- Observar el sentido de giro para que las chipas no caigan sobre el cuerpo, otras personas o material inflamable.
- Sustituir inmediatamente los discos gastados o agrietados.
- Se seguirá siempre lo indicado en el manual de instrucciones.
- El cambio de accesorios se tiene que realizar con el equipo desconectado de la red eléctrica, o con la batería extraída.
- No se utilizarán discos de corte para desbastar o limar superficies.
- Se revisarán las protecciones originales de la máquina, el disco y su fijación previamente a su uso.
- Utilizar ropa de trabajo ajustada evitando bufandas, pañuelos o cualquier accesorio que pueda engancharse en las partes móviles de la herramienta.
- Una vez finalizada la tarea esperar a que el disco se haya detenido por completo antes de dejar la herramienta.

6.9.3.13 Robots y equipos de demolición

- No debe permanecer ningún trabajador en las inmediaciones de la máquina.
- Los dispositivos de seguridad del equipo han de estar siempre en perfectas condiciones de funcionamiento. Se prohíbe expresamente su modificación o mala manipulación.
- La manipulación del robot debe hacerse desde un lugar sin riesgos y con buena visibilidad de las operaciones.
- Se emplearán las herramientas adecuadas (martillos, trituradoras, pinzas, cortadores de acero, etc.) dependiendo de la aplicación en la que se esté trabajando.
- No se accionará el brazo con los soportes/pala topadora de la máquina levantados.
- Se colocará la máquina tan cerca del objeto de trabajo como sea posible.
- No se acoplará la máquina a objetos fijos, tales como paredes, para aumentar la fuerza en el objeto de trabajo. Tanto la máquina como la herramienta pueden sufrir una sobrecarga.

6.9.3.14 *Sierras*

- Antes de empezar a trabajar, limpiar los posibles derrames de aceite o combustible que puedan existir.
- No se deben retirar nunca las protecciones.
- Se deben extraer todos los clavos o partes metálicas de la madera que se quiere cortar.
- Las maderas que se tienen que cortar han de estar en buen estado de conservación y sin restos de humedad.
- Comprobar que el cuchillo divisor está bien montado.
- Comprobar diariamente el estado de los discos de corte y verificar la ausencia de oxidación, grietas y dientes rotos.
- El disco ha de estar perfectamente alineado con el cuchillo divisor.
- La hoja de la sierra se tiene que sujetar correctamente para evitar vibraciones y movimientos no previstos, que den lugar a proyecciones.
- El sistema de accionamiento tiene que permitir su detención total con seguridad.
- Los pulsadores de puesta en marcha y detención han de estar protegidos de la intemperie, lejos de las zonas de corte y en zonas fácilmente accesibles.
- El corte de piezas pequeñas se debe realizar siempre con el empujador.
- Nunca abandonar el equipo mientras esté en funcionamiento.
- Los equipos de trabajo con superficies punzantes o cortantes se transportarán de forma segura, ya sea en una caja o bolsa de herramientas. En ningún caso se introducirán en los bolsillos salvo que dispongan de funda de protección.

6.9.3.15 *Sopletes y soldadoras de tubos*

- Comprobar antes de iniciar los trabajos, que todos los elementos del equipo estén en buen estado, sin grietas, conexiones, etc.
- Una vez encendida la llama, no acercarla a ninguna parte del cuerpo.
- Una vez finalizados los trabajos, evitar tocar la boquilla del soplete; hay que dejar que se enfríe en un lugar seguro.
- No abandonar el soplete cuando esté encendido.
- No mezclar bombonas llenas con vacías.

6.9.3.16 *Sopladores*

- Ajustarse perfectamente el manillar y el arnés, para no sufrir lesiones ergonómicas en su uso.
- Trabajar en posición cómoda, flexionando las piernas y manteniendo siempre la espalda recta.
- Realizar una inspección previa del lugar analizando pendientes irregulares, raíces de árboles, tocones, zanjas y agujeros que puedan hacer perder el equilibrio, prestando especial atención en esas zonas.
- No arrancar la máquina si se detectan fugas de combustible o si hay riesgo de chispas.
- No manejar la máquina si el silenciador no está operativo.
- Se repostará el soplador preferentemente al aire libre o en lugares bien ventilados. Se debe limpiar y dejar evaporar cualquier líquido derramado antes de encender de nuevo el soplador.
- Se debe apretar perfectamente el tapón del depósito ya que se puede desenrosacar debido a las vibraciones.
- Se debe trabajar asegurándose de que se tiene buena estabilidad, los pies firmes y sujetando correctamente el soplador.
- Alternar la utilización continuada del equipo con otras operaciones que no generen vibraciones o parar en torno a 10 minutos cada hora, al objeto de bajar la exposición a vibraciones mano-brazo.
- Se tratarán de evitar zonas resbaladizas con hielo, nieve o suelo mojado.

6.9.3.17 *Taladradoras*

- Manejar la taladradora agarrada a la altura de la cintura-pecho.
- No apoyarse con todo el peso del cuerpo sobre la taladradora; puede deslizarse y caer de cara contra la superficie que se esté trabajando.
- Desconectar el equipo de la red eléctrica o extraer la batería, cuando no se utilice.
- Los equipos de trabajo con superficies punzantes o cortantes se transportarán de forma segura, ya sea en una caja o bolsa de herramientas. En ningún caso se introducirán en los bolsillos salvo que dispongan de funda de protección.
- Realizar estas operaciones con equilibrio estable, colocando de forma correcta los pies.
- Se ha de escoger la broca adecuada para el material que se tenga que perforar.
- Verificar que las brocas están en perfecto estado antes de su colocación.

6.9.3.18 Vibradores de hormigón

- Las operaciones de vibrado se realizarán siempre sobre posiciones estables.
- El cable de alimentación del vibrador deberá estar protegido, sobre todo si discurre por zonas de paso de los operarios.
- Realizar estas operaciones con equilibrio estable, colocando de forma correcta los pies poniendo especial atención a la posición de las armaduras.
- Nunca abandonar el equipo mientras esté en funcionamiento.
- Alternar la utilización continuada del equipo con otras operaciones que no generen vibraciones o parar en torno a 10 minutos cada hora, al objeto de bajar la exposición a vibraciones mano-brazo.

6.9.4 Equipos de protección colectiva

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Detectores de corrientes eléctricas
- Detectores de redes y servicios
- Dispositivos de parada de emergencia
- Elementos de delimitación y protección
- Iluminación
- Pasarelas de acceso
- Redes de protección
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalización de advertencia, obligación y prohibición
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Señalización de lucha contra incendios
- Sistemas de protección contra incendios
- Ventilación o extracción

6.9.5 Equipos de protección individual

- Protección de la cabeza
 - Casco de protección
 - Casco eléctricamente aislante
- Protecciones auditivas
 - Tapones
 - Protecciones auditivas tipo orejeras
 - Casco anti-ruido.
- Protecciones faciales y oculares
 - Gafas de protección
 - Pantallas faciales
 - Protectores oculares y faciales de malla
 - Pantallas para soldadura
- Protecciones de las vías respiratorias
 - Filtros de partículas, de gases y combinados
 - Mascarillas y máscaras completas autofiltrantes
 - Equipos respiratorios aislantes
 - Equipos respiratorios para soldadura
- Protectores de manos y brazos
 - Guantes de protección contra agresiones mecánicas
 - Guantes de protección contra agresiones químicas
 - Guantes de protección contra el frío
 - Guantes para soldadores
 - Guantes dieléctrico
- Protecciones de pies y piernas

- Botas impermeables
- Calzado de protección
- Calzado dieléctrico
- Rodilleras
- Protecciones del tronco y el abdomen
 - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones mecánicas
 - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones químicas
 - Fajas y cinturones antivibratorios
- Protección total del cuerpo
 - Ropa de protección
 - Ropa de protección contra el frío
 - Ropa de protección contra la lluvia
 - Ropa de señalización de alta visibilidad
 - Ropa de soldador
- Protección contra caídas
 - Arneses y anclajes
 - Líneas de vida
 - Dispositivos anticaídas (deslizante y retráctil)

7. IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DE MEDIOS AUXILIARES

A continuación, se identifican los riesgos, las medidas preventivas tipo y equipos de protección, tanto colectiva como individual, asociados a los medios auxiliares que se utilizarán en la obra.

7.1 Relación de medios auxiliares de obra

En el concepto de medios auxiliares se incluirán:

- Andamios, incluida torre andamiada de acceso con escaleras
- Bajantes de escombros
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Cajas y bolsas para muestras
- Carretón o carretillas de mano
- Carros porta-botellas de gases licuados
- Castilletes de hormigonado
- Contenedores de escombros
- Coronas de perforación
- Cubilotes para hormigonado
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Espuertas
- Georradars
- Manómetros
- Pinzas para colocación de bordillos
- Plataformas móviles

- Puntales
- Torres de iluminación
- Traspales hidráulicos
- Trípodes de descenso

7.2 Riesgos más comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Hundimientos y sepultamientos
- Incendio y explosión
- Ahogamiento por caída al agua
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

7.3 Medidas preventivas generales

- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se diversificará por tipología, garantizando la adecuada ventilación de las instalaciones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados o similar.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transitar por zonas con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Presencia de botiquín en obra.
- Se adecuará el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Se colocará tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Se delimitará las zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Se dispondrá de equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos.
- Se establecerá accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Se establecerá y cumplirá un protocolo específico de trabajos eléctricos.
- Se establecerán medidas adecuadas para garantizar una ventilación adecuada y reducir las partículas en suspensión.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se fijarán de forma segura los objetos y equipos presentes en la obra.
- Se informará de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- Se mantendrá las distancias de seguridad con la maquinaria.

- Se prohíbe el acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se prohíbe la circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Se proyectará, ejecutará y explotarán las instalaciones cumpliendo la normativa vigente, cumpliendo los protocolos en todas las fases del proyecto.
- Se recomienda rotar los puestos, funciones y tareas, así como realizar descansos, evitando o reduciendo exposiciones a agentes que en tiempo prolongado puedan resultar dañinos.
- Se recopilará información y se detectará según la técnica adecuada de los distintos servicios afectados.
- Se respetarán los niveles máximos de carga.
- Se señalará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se señalará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

7.3.1 Andamios y torre escalera andamiada de acceso

- Antes de su primera utilización, todo andamio será sometido a la práctica de un reconocimiento y una prueba a plena carga por persona competente delegada de la Dirección técnica de la obra, o por ésta misma, en su caso.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Deberán ser inspeccionados por una persona competente, antes de su puesta en servicio, a intervalos regulares en lo sucesivo y después de cualquier modificación, periodo de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.
- El reconocimiento y rectificación sobre andamios se hará en la forma reglamentaria dispuesta. Se dará cuenta a la Inspección de Trabajo del comienzo de toda obra en que se empleen andamios, al propio tiempo que se remita a dicho Organismo la certificación.

- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- La distancia entre un andamio y el paramento vertical de trabajo no será superior a 30 cm.
- Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm de anchura.
- Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.
- Las plataformas de trabajo, ubicadas a una altura de 2 m o más, poseerán barandillas perimetrales completas de 1 m. de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio o rodapié.
- Los andamios deberán proyectarse, construirse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente, cumpliendo toda la normativa legal vigente, así como las instrucciones para su montaje, pruebas de carga y mantenimiento.
- Los andamios deberán ser capaces de soportar cuatro veces la carga máxima prevista.
- Los reconocimientos se repetirán diariamente, y las pruebas, después de un periodo de mal tiempo o una interrupción prolongada de los trabajos, y siempre que, como resultado de aquellos se tema por la seguridad del andamiaje.
- Los tabloneros que formen las plataformas de trabajo estarán sin defectos visibles, con buen aspecto y sin nudos que mermen su resistencia. Estarán limpios, de tal forma que puedan apreciarse los defectos por uso y no resbalen.
- No habrá en el andamio más personal del estrictamente necesario.
- No se depositarán pesos violentamente ni se realizarán movimientos violentos sobre los andamios.
- No se iniciará un nuevo nivel sin haber concluido el nivel de partida con todos los elementos de estabilidad.
- No se realizarán trabajos simultáneos a distinto nivel y en la misma vertical.
- No se sobrecargará el andamio con materiales.
- No se trabajará en la andamiada bajo régimen de vientos fuertes, lluvia intensa o nieve.
- Nunca efectuará trabajos sobre andamios un solo operario, siempre habrá otro fuera del andamio que controle los trabajos y pueda ayudar en caso de accidente.
- Se adecuará el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Se fijarán de forma segura los objetos y equipos presentes en la obra.

- Se limitará el acceso a cualquier andamiada, exclusivamente al personal que haya de trabajar en él.
- Se prohíbe abandonar en las plataformas de trabajo materiales o herramientas.
- Se prohíbe arrojar escombros directamente desde los andamios. El escombros se recogerá y se descargará de planta en planta, o bien se verterá a través de trompas.
- Se prohíbe correr o saltar sobre los andamios y saltar de la plataforma andamiada al interior del edificio o viceversa; el paso se realizará mediante una pasarela instalada para tal efecto.
- Se prohíbe fabricar morteros directamente sobre las plataformas de los andamios.
- Se protegerá el riesgo de caída de objetos sobre la vía pública, mediante redes tensas verticales.
- Se respetarán los niveles máximos de carga.
- Se tenderán cables de seguridad anclados a “puntos fuertes” de la estructura en los que amarrar el fiador del cinturón de seguridad, necesario para la permanencia o paso por los andamios.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

7.3.2 Cables, cadenas, cuerdas y eslingas

- Antes de utilizar un cable que ha estado expuesto al frío, debe calentarse.
- Cuando se rompa un cordón, el cable se retirará inmediatamente.
- Deberán conservarse en lugar seco, bien ventilado, al abrigo y resguardo de emanaciones ácidas.
- Elíjanse cables suficientemente largos para que el ángulo formado por los ramales no sobrepase los 90°.
- Es muy conveniente destruir las eslingas y estobos que resulten dudosos.
- Es preciso esforzarse en reducir este ángulo al mínimo.
- Es preciso evitar los cables a la intemperie en el invierno debido a que el frío puede hacer frágil al acero.
- Evítese la formación de cocas.
- Las eslingas y estobos no deben dejarse abandonados ni tirados por el suelo.

- Las eslingas y estrobos serán examinados con detenimiento y periódicamente, con el fin de comprobar si existen deformaciones, alargamiento anormal, rotura de hilos, desgaste, corrosión, etc., que hagan necesaria la sustitución.
- Los cables se retirarán de servicio cuando se compruebe que en la zona más deteriorada hayan aparecido más de un hilo roto.
- No se transportará cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- No someter nunca, de inmediato, un cable nuevo a su carga máxima. Utilícese varias veces bajo una carga reducida, con el fin de obtener un asentamiento y tensión uniforme de todos los hilos que lo componen.
- No utilizar cables demasiado débiles para las cargas que se vayan a transportar.
- Para cargas prolongadas, utilícese balancín.
- Se balizará y señalará la presencia de líneas eléctricas.
- Se cepillarán y engrasarán periódicamente.
- Se colgarán de soportes adecuados.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se mantendrá las distancias de seguridad con la maquinaria.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

7.3.3 Cajas y bolsas para muestras

- Adecuar el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Deben evitarse o minimizarse las posturas forzadas y los sobreesfuerzos durante el trabajo.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.

7.3.4 Carretones o carretillas de mano

- El camino de circulación con las carretillas de mano debe mantenerse limpio para evitar chocar y volcar el contenido.
- Flexionar ligeramente las piernas ante la carretilla y sujetar firmemente los mangos guía, levantándose de manera uniforme para que no se desequilibre y vuelque.

- La pasarela debe tener como mínimo 60 cm de anchura. Una plataforma más estrecha para salvar desniveles, puede hacer que se pierda el equilibrio necesario para mover la carretilla.
- La superficie de trabajo se deberá quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean pozos, vaciados o similar.
- La conducción de las carretillas que transporten objetos que sobresalgan por los lados, es peligrosa ya que se puede chocar en el trayecto y accidentarse.
- Para descargar, repetir la misma maniobra descrita en el punto anterior, sólo que en el sentido inverso.
- Por seguridad, se deben utilizar los siguientes equipos de protección individual: casco de seguridad, guantes, botas de seguridad, ropa de trabajo y chaleco reflectante para que en cualquier parte del trayecto, se sea fácilmente detectable en especial si se transita por lugares en los que están trabajando con máquinas.
- Se cargará la carretilla de manera uniforme para garantizar su equilibrio.
- Se establecerán accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Se delimitará las zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se informará de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- Se prohíbe el acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Se respetarán los niveles máximos de carga.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Si deben salvarse obstáculos o diferencias de nivel, se preparará una pasarela sobre el obstáculo o diferencia de nivel, con un ángulo de inclinación lo más suave posible.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

7.3.5 Carros portabotellas de gases licuados

- Adecuar el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado

- Cuando sea preciso elevar botellas, la operación se efectuará conjuntamente con el portabotellas o en jaulas adecuadas. No se emplearán cuerdas o electroimanes, por la posibilidad de fallo y consiguiente riesgo de caída de la botella.
- Debido a que el carro suele tener un peso elevado y el suelo de la obra no es uniforme, se moverá mediante arrastre frontal.
- El camino de circulación con los carros portabotellas de gases licuados cargados, debe mantenerse lo más limpio posible para evitar choques y vuelcos.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Las botellas se sujetarán al carro con las cadenas o flejes rígidos de inmovilización.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados o similar.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se trabajará con iluminación suficiente
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Se cargará el carro con las botellas de manera uniforme para garantizar su equilibrio. Las botellas deben quedar equilibradas y esto sólo puede lograrse si tienen formatos parecidos y contienen las mismas o parecidas cantidades de gases.
- Se usará señalista para accesos y/o maniobras específicas.
- Si hay que salvar obstáculos o diferencias de nivel, debe prepararse una pasarela sólida sobre el obstáculo o diferencia de nivel, con un ángulo de inclinación lo más suave posible.
- Si como consecuencia de un choque o golpe accidental una botella quedase deformada, marcada o presentase alguna hendidura o corte, se devolverá al suministrador del gas, sin utilizarse.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

7.3.6 Castilletes de hormigonado

- Deben evitarse o minimizarse las posturas forzadas y los sobreesfuerzos durante el trabajo.

- Situar el castillete en lugar estable y utilizar los métodos de estabilización disponibles.
- Las plataformas presentarán unas dimensiones mínimas de 1,10 x 1,10 m.
- La plataforma de trabajo tiene que ser de madera sana, seca y sin nudos, o de chapa metálica antideslizante.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Prohibir utilizar castilletes de hormigonado de construcción improvisada.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Se fijarán de forma segura los objetos y equipos presentes en la obra.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.

7.3.7 Contenedores de escombros

- Apartarse a un lugar seguro antes de ordenar el inicio de la maniobra de descarga. El contenedor quedará depositado sobre el suelo.
- Cargar el contenedor sin colmo, enrasando la carga.
- Comprobar el correcto enganche y desenganche de las cadenas al contenedor antes de subir al basculante.
- Cualquier cambio en las condiciones y características deberá estar debidamente homologado.
- Evitar sobrecargar el contenedor por encima de su capacidad.
- El contenedor debe cubrirse con una lona contra los vertidos accidentales de la carga.
- El encargado de la maniobra, controlará los movimientos de descarga para que se realicen según las instrucciones de operaciones del camión de transporte.
- Llevar la carga cubierta con lona de tapado para evitar derrames durante la elevación y el transporte.
- La maniobra de depositado en el suelo del contenedor se suele realizar por empuje humano directo del contenedor, debiéndose instalar un tráctel amarrado por un extremo a un punto fuerte y por el otro al contenedor y se moverá por este procedimiento.
- No se transportará cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Se balizará y señalará la presencia de líneas eléctricas.

- Se delimitará las zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Se usará señalista para accesos y/o maniobras específicas.
- Se delimitará las zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Se establecerán accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Se usará señalista para accesos y/o maniobras específicas.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.

7.3.8 Cubilotes de hormigonado

- Se adaptará a la carga máxima que pueda elevar la grúa y se revisará periódicamente la zona de amarre y la boca de salida de hormigón, para garantizar la hermeticidad durante el transporte.
- Para evitar los accidentes por interferencias, las órdenes de llenado se darán por el capataz en comunicación con el maquinista.
- La salida del cubilote del punto de carga, la ordenará expresamente el capataz de hormigonado. Evitará la paralización del cubilote, durante el trayecto, como medida adicional para obligarse a coordinar lo mejor posible las maniobras.
- No se transportará cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Para evitar los riesgos por penduleo de la carga o atrapamiento del trabajador que debe recibir el cubilote del hormigón para su descarga, se le dotará de una cuerda de control seguro de cargas, de unos 3 m de longitud.
- Para evitar los riesgos por penduleo del cubilote, el capataz de bloque de hormigonado, ordenará su detención sobre el punto de descarga a una altura de unos 3 m.
- Se balizará y señalará la presencia de líneas eléctricas.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.

- Se respetarán los niveles máximos de carga.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Se usará señalista.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.

En la descarga del hormigón:

- Aproximar el cubilote al lugar de vertido del hormigón mediante una maniobra sumamente lenta.
- Se cerciorará de que no existe nada que pueda atrapar a las personas durante la maniobra de descarga del hormigón (el cubilote asciende con la descarga de peso).
- Se tendrá en cuenta el rápido ascenso que experimenta el cubilote cuando pierde peso por la descarga.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

7.3.9 Equipos de topografía

- Deben evitarse o minimizarse las posturas forzadas y los sobreesfuerzos durante el trabajo.
- Adecuar el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Se informará de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- Percatarse del tráfico de maquinaria existente antes de comenzar los trabajos
- Las herramientas manuales se transportarán en cajas o bolas portaherramientas.
- No se transitará por zonas con peligro de desprendimiento.

7.3.10 Escaleras manuales

- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- El acceso de operarios, a través de las escaleras de mano, se realizará de uno en uno. Se prohíbe la utilización al unísono de la escalera a dos o más operarios.
- El ascenso y descenso y trabajo a través de las escaleras de mano de esta obra, se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando.

- La escalera debe ser de longitud suficiente para ofrecer, en todas las posiciones en las que deba ser utilizada, un apoyo a las manos y a los pies, para lo que, en caso de tener que trabajar sobre ella, deberá haber como mínimo cuatro escalones libres por encima de la posición de los pies.
- Estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.
- Las escaleras de mano a utilizar, estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso.
- Las escaleras de mano a utilizar, sobrepasarán en 1 m la altura a salvar.
- Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo aproximado de 75° con la horizontal.
- Las tareas que se realicen con escaleras por encima de 3,50 m de altura sobre el nivel del suelo, deberán contar con protecciones suplementarias (uso de arnés o cinturón de seguridad).
- Se adecuará el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se fijarán de forma segura los objetos y equipos presentes en la obra.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano de esta obra, sobre lugares u objetos poco firmes que pueden mermar la estabilidad de este medio auxiliar.
- Se prohíbe la utilización de escaleras de mano para salvar alturas superiores a 5 m cuya estabilidad no esté garantizada.
- Se prohíbe transportar pesos a mano (o a hombro), iguales o superiores a 25 kg sobre las escaleras de mano.
- Se respetarán los niveles máximos de carga.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Siempre sobresaldrá la escalera un 1 m sobre la superficie a alcanzar para facilitar el acceso a la escalera.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

7.3.10.1 Escaleras metálicas

- No estarán suplementadas con uniones soldadas.
- Estarán pintadas con pintura antioxidación que las preserven de las agresiones de la intemperie.

- Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.

7.3.10.2 Escaleras de tijera

Son de aplicación las condiciones enunciadas en el apartado anterior para las calidades de "metal" en las escaleras de tijera. Además, se tendrán en cuenta las siguientes medidas preventivas:

- Las escaleras de tijera a utilizar, estarán dotadas en su articulación superior, de topes de seguridad de apertura.
- Las escaleras de tijera estarán dotadas hacia la mitad de su altura, de cadenilla (o cable de acero) de limitación de apertura máxima.
- Las escaleras de tijera en posición de uso, estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura.
- Las escaleras de tijera nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo.
- Las escaleras de tijera no se utilizarán, si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo, obliga a ubicar los pies en los 3 últimos peldaños.
- Las escaleras de tijera se utilizarán montadas siempre sobre pavimentos horizontales y abriendo ambos largueros.

7.3.11 Espuertas

- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados o similar.
- Las espuertas pueden caerse desde los andamios o desde las plataformas, para evitarlo, no se deben situar al borde de las mismas.
- Los objetos transportados en el interior de las espuertas, pueden salirse de ellas durante el transporte a mano y caer; hay que pensar que al coger las dos asas se reduce el volumen de la espuerta.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Para elevar la espuerta a mano, situarse paralelo a la misma, flexionar las piernas, tomar con la mano las asas y levantarse uniformemente para transportarla al nuevo lugar de utilización.
- Respetar niveles máximos de carga.

- Se adecuará el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar
- Se delimitará las zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Si se debe mover la espuerta cargada, se debe utilizar una faja de protección contra sobreesfuerzos apretada alrededor de la cintura.
- Se recomienda llenar la espuerta a media capacidad para evitar que sea demasiado pesada.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Se tendrá en cuenta que las espuestas se deforman y alargan, produciéndose dos bocas por las cuales pueden derramarse los líquidos o los objetos transportados.

7.3.12 Manómetros

- No permanecer cerca del manómetro, salvo para efectuar las lecturas, ya que al ser un punto débil y estar en pruebas puede ser un elemento de riesgo.
- Nunca se fijará un manómetro sujetándolo de la caja ya que puede provocar su rotura.
- Al poner en marcha un manómetro se debe tener la precaución de abrir la válvula de aislación de forma gradual para evitar que el fluido irrumpa de forma brusca al interior del manómetro.
- En soldadura por oxicorte, antes de la conexión de una botella a un manómetro o canalización, se abrirá el grifo ligera y brevemente, a fin de eliminar el polvo o impurezas en el acoplamiento. Para ello, el operario se situará en el lado opuesto a la salida del gas y no dirigirá el chorro hacia personas o focos de ignición.

7.3.13 Plataformas de descarga

- Al cambiar de ubicación la plataforma se inspeccionará bien el lugar de apoyo, sus anclajes y su estabilidad.
- En caso de aproximación mediante grúa, la aproximación será a velocidad lenta y con desplazamiento vertical.
- Se adecuará el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.

- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se fijarán de forma segura los objetos y equipos presentes en la obra.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Se respetarán los niveles máximos de carga.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

7.3.14 Plataformas móviles

- Al cambiar de ubicación la plataforma se inspeccionará bien el lugar de apoyo y su estabilidad.
- Se adecuará el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Se prohíbe mover la plataforma con personal subido en ella.
- Balizar y señalar la presencia de líneas eléctricas.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se fijarán de forma segura los objetos y equipos presentes en la obra.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Se respetarán los niveles máximos de carga.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

7.3.15 Puntales

- El reparto de la carga sobre las superficies apuntaladas se realizará uniformemente repartido.
- La estabilidad de las torretas de acopio de puntales, se asegurará mediante la hincada de "pies derechos" de limitación lateral.

- Las hileras de puntales se dispondrán sobre durmientes de madera, nivelados y aplomados en la dirección exacta en la que deban trabajar.
- Los puntales de tipo telescópico se transportarán a brazo u hombro con los pasadores y mordazas instaladas en posición de inmovilidad de la capacidad de extensión o retracción de los puntales.
- Los puntales se acopiarán ordenadamente por capas horizontales de un único puntal en altura y fondo el que desee, con la única salvedad de que cada capa se disponga de forma perpendicular a la inmediata inferior.
- Los puntales se clavarán al durmiente y a la sopanda, para conseguir una mayor estabilidad.
- Los puntales se izarán (o descenderán) a las plantas en paquetes uniformes sobre bateas en paquetes flejados.
- Los tablones durmientes de apoyo de los puntales que deben trabajar inclinados con respecto a la vertical serán los que se acuñaran. Los puntales, siempre apoyarán de forma perpendicular a la cara del tablón.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Se adecuará el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se prohíbe expresamente, la carga a hombro de más de dos puntales por un solo hombre en prevención de sobreesfuerzos.
- Se prohíbe expresamente, tras el desencofrado, el amontonamiento irregular de los puntales.
- Se respetarán los niveles máximos de carga.
- Se prohíbe expresamente las sobrecargas puntuales.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

7.3.15.1 Puntales metálicos

- Carecerán de deformaciones en el fuste (abolladuras o torcimientos).
- Estarán dotados en sus extremos de las placas para apoyo y clavazón.

- Estarán en perfectas condiciones de mantenimiento (ausencia de óxido, pintados, con todos sus componentes, etc.).
- Los tornillos sin fin los tendrán engrasados en prevención de esfuerzos innecesarios.
- Tendrán la longitud adecuada para la misión a realizar.

7.3.16 Torres de iluminación

- Al cambiar de ubicación la torre de iluminación se inspeccionará bien el lugar de apoyo, sus anclajes y su estabilidad.
- En caso de aproximación mediante grúa, la aproximación será a velocidad lenta y con desplazamiento vertical.
- Se adecuará el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Revisión de toda la instalación, previa a su puesta en marcha y vigilancia continua durante el transcurso de ésta.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Se establecerá y cumplirá un protocolo específico de trabajos eléctricos.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

7.3.17 Traspalés hidráulicos

- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Mantener distancias de seguridad.
- Se adecuará el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Se fijarán de forma segura los objetos y equipos presentes en la obra.
- Se trabajará con iluminación suficiente.

- Se respetarán los niveles máximos de carga.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

7.3.18 Grúas Torre

- Está previsto el uso de una grúa torre de 65 m. de pluma y 10 Tm.
- El montaje, uso y desmontaje de la grúa torre se ajustará a lo establecido en el Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-2" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
- Controlar al inicio de la jornada los apoyos de la grúa y el aplomado de la misma.
- Controlar las excavaciones o terraplenes próximos a la fundación de la grúa
- Verificar al inicio de la jornada el lastre y contrapeso de la grúa, su estado y fijación.
- Comprobar que la estructura y el entorno de la grúa esta protegido de posibles golpes o colisiones por otras máquinas o vehículos
- Comprobar que se realizan correctamente las verificaciones periódicas, cada 4 meses (ITC-MIE-AEM2 Art.7) y las comprobaciones correspondientes por personal competente debidamente documentadas siguiendo lo indicado en el art. 4 del RD 1215/1997 cada vez que se instala. Además se debe comprobar que se realizan las inspecciones extraordinarias cada 2 años en el caso en que la instalación se mantenga durante un tiempo prolongado. (ITC-MIEAEM-2 Art. 11).
- Comprobar que las verificaciones son realizadas solo por personal reconocido explícitamente por el fabricante para cada tipo de grúa debiendo el contratista comprobar la competencia de los operarios.
- Verificar periódicamente el estado de la estructura, bulones, reapretado de tornillos y en especial el estado de los tirantes y la corona de giro de la grúa, cuyos tornillos deben ser apretados con llave dinamométrica.
- Si la grúa dispone de sistema de arriostamiento, sus tensores se deben controlar y reapretar periódicamente para que trabajen correctamente.
- Realizar siempre correctamente la puesta fuera de servicio de la grúa, especialmente la puesta en veleta de la grúa, desplazarla al lugar de seguridad y amarrarla a la vía si dispone de ella.

- Comprobar que el anemómetro funciona correctamente (sonido intermitente con vientos de 50 Km/h y continuo a los 70 Km/h) y suspender el trabajo con la grúa en cuanto el anemómetro emita la señal de aviso de manera continua.
- Comprobar que no se coloquen en la estructura de la grúa elementos ajenos a la misma, no autorizados por el fabricante, como carteles en la torre, en la pluma o banderas en la cúspide.
- La grúa torre solo puede ser manipulada por personal que disponga del carné oficial de operador de grúa torre y sea designado para el manejo por el usuario. En su manipulación se deberán seguir las siguientes recomendaciones:
 - No manejar las cargas sin visibilidad, puesto que pueden engancharse o chocar en algún lugar. En el caso de tener que hacer maniobras sin visibilidad se dispondrá de un «encargado de las señales» formado, designado por el usuario e identificado de manera inequívoca. Se utilizarán las señales gestuales indicadas en punto 5 de este documento.
 - No realizar tracciones oblicuas.
 - No elevar cargas adheridas al suelo.
 - No elevar nunca cargas superiores a las especificadas por el fabricante.
 - No balancear las cargas.
 - No dejar nunca las cargas u otros objetos colgados del gancho, en ausencia del gruista.
 - No chocar con otras grúas que estén próximas, para ello se establecerán las prioridades de maniobra en el manual del usuario y se respetarán las distancias de seguridad.
 - No trabajar con la grúa averiada o si le falla algún dispositivo de seguridad.
- El gruista comprobará dentro de sus verificaciones diarias el estado del pestillo de seguridad y si no esta en las debidas condiciones pondrá la grúa fuera de servicio. En el mantenimiento asignado al gruista, este velará por el buen estado de conservación del pestillo de seguridad.
- Se recomienda colocar en la grúa un gancho de seguridad existente en el mercado, que al romper el cable de elevación, bloquea los dos ramales que pasan por las poleas del mismo y evita la caída del gancho y de la carga.
- El gruista debe comprobar diariamente el estado de los cables de acero, así como el paso por las poleas y el enrollado en el tambor.
- El mantenimiento que está asignado al gruista, contempla que quincenalmente se realizará el de cables y poleas.
- Evitar que el cable roce en la estructura del edificio o cualquier otra superficie que pueda dañar el mismo y, en caso de ser imprescindible, colocar previamente protecciones adecuadas.

- Todo aquel cable que presente deformación o estrangulamiento debe ser sustituido, así como los que presenten un cordón o varios hilos rotos, en cuyo caso el gruista pondrá la grúa fuera de servicio.
- Evitar que el gancho apoye en el suelo y afloje el cable de elevación, ya que puede provocar la salida del cable de alguna de las poleas y también el mal enrollamiento en el cabrestante, dañando de esta manera el mismo.
- No elevar cargas superiores a las indicadas por el fabricante para las condiciones de montaje y el tipo de reenvío de la grúa
- Después de utilizar los estrobos, eslingas, cadenas, bateas, jaulas, plataformas, paletas, contenedores, pinzas, calderos, etc., se deben inspeccionar para detectar posibles deterioros en los mismos y proceder en consecuencia antes de su reutilización.
- Las verificaciones diarias del gruista incluyen la comprobación de los accesorios de elevación.
- Se comprobará que todos los accesorios tienen marcado CE.
- Se deben conocer y respetar las limitaciones de carga.
 - Debe estar prohibido:
 - Utilizar la grúa para el transporte de personal.
 - Elevar cargas superiores a las especificadas por el fabricante.
 - Trabajar con vientos superiores a los indicados por el fabricante (70 Km/h) o con tormentas eléctricas próximas.
 - Se debe evitar:
 - Transportar las cargas por encima del personal.
 - Realizar más de tres rotaciones completas en el mismo sentido.
 - Trabajar con accesorios en mal estado.
 - Trabajar fuera de los límites señalizados de la zona de trabajo.
- El espacio libre mínimo para el paso de personal, entre las partes más salientes de la grúa y cualquier obstáculo, debe ser de 0,6 m de ancho por 2,50 m de alto. En caso de imposibilidad, se prohibirá el acceso.
- Utilizar ropa de trabajo ajustada al cuerpo y evitar llevar anillos, medallas, etc....
- Las operaciones de mantenimiento se realizarán siempre con la grúa consignada.
- Las poleas, tambores y engranajes tendrán la protección adecuada.

- No manipular o soltar los accesorios de elevación apalancándolo
- La zona de trabajo estará debidamente señalizada y el personal informado del riesgo.
- No colocarse debajo de la carga para recepcionarla.
- No tratar de empujar las cargas a lugares donde no llega la grúa mediante balanceo.
- Todo el personal afectado, debe utilizar calzado de seguridad.
- La zona de trabajo estará debidamente señalizada y el personal informado del riesgo.
- Atender mientras se camina, a los posibles obstáculos que pudieran existir en las superficies de tránsito.
- Evitar caminar mientras se desplaza la carga con el mando a distancia, pues una caída o tropiezo del gruista, puede originar un movimiento incontrolado de la carga.
- Mantener el orden y la limpieza de la zona de trabajo. La zona de trabajo estará debidamente señalizada y el personal informado del riesgo.
- El acceso al puesto de mando estará siempre debidamente iluminado.
- El gruista no deberá cruzar ningún espacio sobre el vacío, en el trayecto que debe recorrer para acceder o dejar su puesto de trabajo.
- Todas las plataformas o pasarelas con riesgo de caída donde debe situarse el gruista, deben estar provistas de barandillas de materiales rígidos de una altura mínima de 90 cm, barra intermedia y rodapiés que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.
- Si la grúa dispone de cabina se debe cumplir lo siguiente:
 - El espacio próximo a la escalera de acceso a la cabina, debe estar nivelado y libre de todo objeto que pueda ser un obstáculo.
 - La escala estará protegida con anillos de seguridad, que el RD 486/1997 (Anexo I-A.8.4) indica que se debe instalar como mínimo cuando tengan una altura superior a los cuatro metros desde el suelo, lo recomendable desde el punto de vista técnico preventivo es instalarla a partir de los dos metros de altura, para proteger del riesgo de caída; además dispondrá de descansos cada 9 m y cambio de vertical en cada tramo. Por otro lado es muy recomendable la instalación de una línea de anclaje vertical fija interior donde anclar el arnés de seguridad tanto a la subida como a la bajada.
- El suelo de servicio y las demás plataformas deberán ser de material antideslizante, resistente y difícilmente inflamables.
- En las tareas de mantenimiento se debe disponer a lo largo de la pluma y la contrapluma de una línea de vida horizontal a la que se pueda sujetar el mosquetón del arnés de seguridad.

- Para la recepción de cargas, se instalarán en las plantas de los edificios plataformas en voladizo, dotadas de barandillas, barras intermedias y rodapiés para la descarga de los materiales.
- Todo el personal afectado, usará arnés de seguridad
- Al desarrollar generalmente el trabajo en las obras de construcción, hay que tener presente el riesgo de caída de objetos relacionados con la obra y también el de alguna pieza de la propia grúa, para lo cual se debe utilizar siempre casco de seguridad.
- En caso de existir un puesto de mando al pie de la grúa, estará provisto de un techo de protección capaz de absorber un impacto de 120 J/cm² (Norma UNE 58101-92/1. Pto.7.1)
- Se tomarán las medidas necesarias, para que en ningún momento cualquier parte de la grúa, así como las cargas suspendidas, puedan entrar en contacto con líneas eléctricas. Si existen líneas de alta tensión existirá siempre un espacio de seguridad de 5 m mínimo, medido en su proyección vertical.
- Se utilizarán protecciones o apantallamientos sólidos y robustos para preservar las líneas eléctricas que se encuentren en el área de influencia de la grúa. Ver NTP 72 (1983)
- En la medida que sea posible se soterrarán las líneas eléctricas, presentes en la obra.
- Nunca manejar la grúa desde el cuadro eléctrico, permaneciendo siempre cerrado con llave.
- No existirán cables desnudos con tensión.
- Comprobar que la instalación general de la obra está realizada con el preceptivo proyecto eléctrico y posterior dirección técnica de un Ingeniero Técnico competente, necesario para la conexión de un aparato elevador como es la grúa torre, según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus ITC's BT- 04 y BT- 32.
- Una puesta a tierra sola se puede considerar válida y eficaz si se ha procedido a medirla con un telurómetro y sus valores son los exigidos por la normativa vigente.
- El gruista comprobará dentro de sus verificaciones diarias el estado correcto de la puesta a tierra de la vía, si dispone de ella, la correcta continuidad entre las uniones de los raíles sea atornillada o soldada, el cable de alimentación eléctrica al cuadro de la grúa y el correcto estado del cable de puesta a tierra de la estructura y el cuadro.
- El interruptor diferencial será de 300 mA de sensibilidad mínima, y se comprobará una vez al mes por lo menos el correcto funcionamiento del mismo pulsando el botón de prueba, comprobando si dispara.
- Siempre que el gruista abandone la máquina, pondrá la grúa fuera de servicio, bloqueará con candado el interruptor y entregará la llave al jefe de obra.
- En la base de la torre de la grúa en lugar bien visible, se colocarán señales en forma de panel relacionadas con la actividad del gruista según lo indicado en el Anexo III del RD 485/1997 sobre señalización. Ver Cuadro 1. Por otra parte las señales gestuales seguirán como mínimo lo

indicado en el Anexo VI del RD 485/1997 sobre señalización. Estas señales gestuales, pueden ampliarse y complementarse según lo indicado en el punto 3 del Anexo VI del RD 485/1997 por la norma UNE-58000-2003 que es más específica para las operaciones de elevación y transporte de pesos. Su uso conllevará el conocimiento por parte del gruista de las señales empleadas por el "encargado de las señales".

7.4 Equipos de Protección Colectiva

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Detectores de corrientes eléctricas
- Detectores de gases
- Elementos de delimitación y protección
- Iluminación provisional
- Pasarelas de acceso
- Redes de protección
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas de aviso a maquinaria
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Señalización de advertencia, obligación y prohibición
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Señalización de lucha contra incendios
- Sistemas de protección contra incendios
- Ventilación o extracción

7.5 Equipos de Protección Individual

- Protección de la cabeza
 - Casco de protección

- Casco eléctricamente aislante
- Protecciones auditivas
 - Tapones
 - Protecciones auditivas tipo orejeras
 - Casco anti-ruido.
- Protecciones faciales y oculares
 - Gafas de protección
 - Pantallas faciales
 - Protectores oculares y faciales de malla
 - Pantallas para soldadura
- Protecciones de las vías respiratorias
 - Filtros de partículas, de gases y combinados
 - Mascarillas y máscaras completas autofiltrantes
 - Equipos respiratorios aislantes
 - Equipos respiratorios para soldadura
- Protectores de manos y brazos
 - Guantes de protección contra agresiones mecánicas
 - Guantes de protección contra agresiones químicas
 - Guantes de protección contra el frío
 - Guantes para soldadores
 - Guantes dieléctrico
- Protecciones de pies y piernas
 - Calzado de protección
 - Calzado dieléctrico
 - Botas impermeables

- Polainas
- Rodilleras
- Protecciones del tronco y el abdomen
 - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones mecánicas
 - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones químicas
 - Fajas y cinturones antivibratorios
- Protección total del cuerpo
 - Ropa de protección
 - Ropa de protección contra el frío
 - Ropa de protección contra la lluvia
 - Ropa de señalización de alta visibilidad
 - Equipos de ayuda a la flotabilidad
 - Ropa de soldador
- Protección contra caídas
 - Arnéses y anclajes
 - Líneas de vida
 - Dispositivos anticaídas (deslizante y retráctil)

8. IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

8.1 Conceptos generales

Los riesgos que se derivan de los daños a terceros son consecuencia de la afección de las obras, a las propiedades e infraestructuras colindantes, cuya modificación obliga a los usuarios a variar sus respectivas costumbres, o los somete a determinadas limitaciones (desvíos, pasarelas, cortes de tráfico, etc.).

Para evitar posibles accidentes a terceros, se colocarán las oportunas señales de advertencia de salida de camiones, maquinaria y delimitación de velocidad en la carretera, a las distancias reglamentarias. Se señalarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso de toda persona ajena a la misma.

Toda la señalización que se coloque debe cumplir el Real Decreto 485/1997, la Norma de carreteras 8.3-IC “Señalización de obras” y el “Manual de ejemplos de señalización de obras fijas” de la Dirección General de carreteras (Ministerio de Fomento).

Se tratará de asegurar el mantenimiento de tráfico en todo momento durante la ejecución de las obras, a menos que esto no sea posible; con la señalización necesaria y de acuerdo con las vigentes normas.

Se señalará la existencia de zanjas abiertas, para impedir el acceso a ellas a todas las personas ajenas a la obra y se vallará toda zona peligrosa. Se debe establecer la vigilancia necesaria, en especial por la noche, para evitar daños al tráfico y a las personas que hayan de atravesar la zona de las obras. Se colocarán paneles informativos (sobre riesgos, modificación de trayectos de vehículos y personas, itinerarios alternativos, etc.). También avisos de riesgos de las zonas de trabajo que generan polvo o de aquellas en las que éste pueda interferir o afectar a terceros.

Por las características de la obra, no se prevé afección a los accesos a viviendas y garajes ni a accesos a centros de salud, comercios, centros culturales, centros deportivos, industrias y demás lugares de pública concurrencia. Tampoco se prevén afecciones y/o desplazamiento de paradas de transporte público y alteraciones de rutas ni a reducción de aparcamientos durante la ejecución de la obra.

Se ha tenido en consideración los riesgos y medidas preventivas en:

- Reducción de anchura en aceras y en la calzada
- Restricciones o desviaciones de tráfico

8.2 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria

- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Hundimientos y sepultamientos
- Incendio y explosión
- Inundaciones
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas

8.3 Medidas preventivas

- Antes de iniciar las excavaciones, cerciorarse de los posibles daños que se pudieran producir en las edificaciones colindantes.
- Se trabajará en el horario que esté permitido según normativas municipales y dependiendo de la naturaleza de la actividad a realizar.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se diversificará por tipología, garantizando la adecuada ventilación de las instalaciones.
- Las máquinas-herramientas se ubicarán en los lugares reseñados para tal efecto en los "planos de organización de obra".

- No se portarán materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No se circulará a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No se transportarán cargas, que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Se establecerán accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Se colocarán tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Se delimitarán las zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se fijarán de forma segura los objetos y equipos presentes en la obra.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Se colocarán los acopios de forma que estén a la menor altura posible.
- Se establecerá y cumplirá un protocolo específico de trabajos eléctricos.
- Se establecerán las medidas oportunas para garantizar una ventilación adecuada y reducir las partículas en suspensión.
- Se prohíbe el acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Se recopilará información y se detección según la técnica adecuada de los distintos servicios afectados.
- Se respetarán los niveles máximos de carga.
- Se señalarán y se mantendrán actualizadas en cada fase de la obra, los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se utilizarán aquellas máquinas o herramientas que produzcan un nivel de vibración más bajo.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.

8.4 Equipos de protección colectiva

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Carteles informativos

- Detectores de corrientes eléctricas
- Detectores de gases
- Elementos de delimitación y protección
- Iluminación
- Limpieza de vías de circulación
- Pasarelas de acceso
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas de aviso a maquinaria
- Señales de advertencia de peligro
- Señales de obligación
- Señales de ordenación de tráfico
- Señales de prohibición
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Señalización de luchas contra incendios
- Sistemas de protección contra incendios
- Ventilación o extracción

9. SERVICIOS AFECTADOS

9.1 Conceptos generales

No se prevén afecciones a instalaciones existentes. No obstante, en caso de que se pueda afectar a instalaciones de abastecimiento, saneamiento, telefonía, instalaciones eléctricas o gas, se establecerá inicialmente una consulta a los correspondientes órganos responsables o gestores cuando se vayan a ejecutar las obras y se tratará de restituir los servicios afectados con la mayor rapidez para interferir lo menos posible.

En todos los casos se seguirán las prescripciones establecidas por los órganos responsables o gestores de la infraestructura en lo relativo a medidas de seguridad y salud.

Antes de comenzar los trabajos se deberán localizar los servicios que puedan resultar afectados, tales como:

- Líneas eléctricas.
- Carreteras y caminos.
- Conducciones de abastecimiento, saneamiento y alcantarillado.

9.2 Procedimiento para la detección de servicios

Es fundamental conocer la ubicación de los servicios para evitar riesgos como contactos eléctricos o explosiones, o el propio corte de suministro del servicio. Por ese motivo hay que realizar los procedimientos de detección de servicios que sean necesarios para realizar las actividades con la mayor seguridad posible.

9.3 Medidas preventivas generales

- Antes de iniciar las excavaciones, cerciorarse de los posibles daños que se pudieran producir en las edificaciones colindantes.
- Se establecerán accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Se colocarán tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.

- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Se delimitarán las zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se fijarán de forma segura los objetos y equipos presentes en la obra.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- No se portarán materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No se circulará a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No se transportarán cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Se establecerá y cumplirá un protocolo específico de trabajos eléctricos.
- Se establecerán las medidas oportunas para garantizar una ventilación adecuada y reducir las partículas en suspensión.
- Se prohíbe el acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Se verificará la información de los distintos servicios afectados.
- Se respetarán los niveles máximos de carga.
- Se señalarán y se mantendrán actualizadas en cada fase de la obra, los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se trabajará en el horario que esté permitido según normativas municipales y dependiendo de la naturaleza de la actividad a realizar.
- Se utilizarán aquellas máquinas o herramientas que produzcan un nivel de vibración más bajo.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.

9.4 Trabajos en proximidades de líneas eléctricas

Será necesario conocer la ubicación de las líneas eléctricas que interfieran en la obra, su voltaje, la altura de maquinaria que puede pasar y el gálibo o profundidad en cada punto, para prevenir riesgos de contactos eléctricos.

Se subdividirá los procedimientos de prevención de riesgos en dos categorías:

- Líneas eléctricas aéreas

- Líneas eléctricas subterráneas

9.4.1 Riesgos

- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Choques, golpes y/o cortes por objetos y herramientas
- Contacto eléctrico
 - Directo
 - Indirecto
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Incendio y explosión
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes

9.4.1.1 Riesgos específicos

- Los derivados de caídas de tensión en la instalación por sobrecarga (abuso o incorrecto cálculo de la instalación).
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Mal comportamiento de las tomas de tierra.

9.4.2 Medidas preventivas generales

- Los trabajos se realizarán preferentemente sin tensión.
- No trabajar junto o en las proximidades de líneas eléctricas existentes (a 3 m de cables de Baja Tensión y a 5 metros de los de alta tensión y si son días de mucha humedad). En todos los casos se avisará a la compañía eléctrica para que corte el suministro y se tomarán las precauciones reglamentarias.

- No utilizar aparatos eléctricos sin protección especial, que estén mojados o cuando se tengan las manos o los pies en zona muy húmeda.
- Cuando vaya a realizar un trabajo en tensión, nunca deberá llevar objetos metálicos (anillos, cremalleras, etc.)
- Comprobar antes de comenzar los trabajos, y previa comunicación del vigilante de la compañía suministradora, la desaparición del riesgo eléctrico.
- Los movimientos de los brazos de la maquinaria se harán tomando las precauciones necesarias para no invadir la zona de seguridad.
- Los recorridos de giro de los brazos de las grúas quedarán bloqueados de forma que no invadan la zona de seguridad.
- No se podrá almacenar material sobre conducciones de ningún tipo.
- Se ha de informar a los trabajadores que puedan estar en las proximidades de forma previa a que se produzca la realimentación automática de la línea.
- Con carácter general se seguirán las siguientes prescripciones:
 - Desconectar todas las posibles fuentes de tensión.
 - Bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte y señalización del mando.
 - Verificación de la ausencia de tensión.
 - Puesta a tierra y en cortocircuito, de todas las posibles fuentes de tensión.
 - Asegurarse contra posibles contactos con partes cercanas en tensión, mediante su recubrimiento o delimitación.

9.4.3 Equipos de protección colectiva

- Aislamientos y tomas de tierra
- Detectores de corrientes eléctricas
- Detectores de redes y servicios
- Dispositivos de parada de emergencia
- Iluminación provisional
- Pórticos de limitación de gálibo
- Señales de advertencia de peligro
- Señales de advertencia, prohibición y obligación

- Señalización de líneas eléctricas

9.4.4 Equipos de protección individual

- Protección de la cabeza
 - Casco de protección
 - Casco dieléctrico
- Protectores de manos y brazos
 - Guantes dieléctrico
 - Manguitos aislantes
- Protecciones de pies y piernas
 - Calzado dieléctrico
- Protecciones del cuerpo y abdomen
 - Ropa aislante de la electricidad

9.4.5 Líneas eléctricas aéreas

En el caso de las líneas eléctricas aéreas, se deben tomar las siguientes medidas:

- Las barreras de protección estarán compuestas por dos largueros colocados verticalmente y anclados sólidamente, unidos por un larguero horizontal a la altura de paso máximo admisible o en su lugar se puede utilizar un cable de retención bien tenso, provisto de señalizaciones.
- La altura de paso máximo bajo líneas eléctricas aéreas debe señalizarse a cada lado de la línea aérea con paneles adecuados fijados a la barrera de protección.
- La dimensión de los elementos de las barreras de protección debe ser determinada en función de la fuerza de los vientos que soplan en la zona.
- Las entradas del paso deben señalizarse en ambos lados.
- Se señalarán las zonas que no deban ser traspasadas, interponiendo barreras que impidan un posible contacto.
- Las distancias de seguridad de proximidad máxima alcanzable en torno a la línea eléctrica que interfiere en los trabajos serán:

DISTANCIAS LIMITE DE LAS ZONAS DE TRABAJO (cm)*				
U_n	D_{PEL-1}	D_{PEL-2}	D_{PROX-1}	D_{PROX-2}
≤ 1	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

Siendo:

U_n = tensión nominal de la instalación (kV)

D_{PEL-1} = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).

D_{PEL-2} = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

D_{PROX-1} = distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

D_{PROX-2} = distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

* Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.

9.4.6 Líneas eléctricas subterráneas

Para las líneas eléctricas subterráneas, se deberán tomar las medidas indicadas a continuación:

- Se dejarán los cables sin tensión antes de iniciar los trabajos.
- En caso de duda se considerará los cables subterráneos como si tuvieran tensión.
- Se prohíbe tocar o intentar alterar la posición de ningún cable.
- El tendido de los cables para cruzar viales de obra se efectuará preferentemente enterrado o debidamente protegido. Se señalará el "paso del cable" mediante una cubrimiento permanente que tendrán por objeto el de proteger mediante reparto de cargas y señalar la

existencia del "paso eléctrico" a los vehículos. El cable irá además protegido en el interior de un tubo rígido.

- Si algún cable fuera dañado se informará inmediatamente a la Compañía propietaria y se alejará a todas las personas del mismo con objeto de evitar posibles accidentes.
- No se utilizarán picos, barras, clavos, horquillas o utensilios metálicos puntiagudos en terrenos blandos donde pueden estar situados cables subterráneos.

9.5 Trabajos en proximidades de carreteras y caminos

En ocasiones las actividades de obra pueden ocasionar cortes temporales de carreteras o caminos, o la necesidad de desvíos. Se realizará cortes de carril en la carretera M-130 de coronación de la presa en situaciones puntuales para el cruce de la canalización eléctrica y de telecomunicaciones.

El objetivo principal es evitar que se produzcan accidentes de tráfico como choques o atropellos y, además, no bloquear el paso a determinadas zonas en las cercanías de la obra a terceras personas.

Se deberán establecer alternativas a las rutas afectadas y señalar los desvíos. Toda la señalización que se coloque deberá cumplir el Real Decreto 485/1997, la Norma de carreteras 8.3-IC "*Señalización de obras*" y el "*Manual de ejemplos de señalización de obras fijas*" de la Dirección General de carreteras (Ministerio de Fomento).

9.5.1 Montaje de desvíos de tráfico rodado

Para evitar las interferencias que pueda generar el tráfico durante la ejecución de la obra, antes del comienzo de cualquier actividad, se localizarán todos los caminos y carreteras que generan riesgo en la ejecución de los trabajos.

Si es necesario el corte al tráfico se establecerá un itinerario alternativo y se intentará que dicha situación de corte sea del menor tiempo posible. Se señalarán de forma correcta los desvíos mediante señales de tráfico, y si fuera necesario, se dispondrá de un señalista.

A la hora de colocar la señalización se tomarán las medidas necesarias para reducir los riesgos como pueden ser usar vehículos con señales luminosas como protección, colocar conos y vallas, etc.

Una vez terminadas las actividades de la obra que ocasionaban el desvío de tráfico, se debe recoger toda la señalización.

9.5.2 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria y vehículos
- Sobreesfuerzos

9.5.3 Medidas preventivas específicas

- En el caso de que se deba cruzar un camino o carretera se dispondrá a ambos lados de señalistas que garanticen un cruce seguro.
- Si la zona de afección es de poca visibilidad dichos señalistas deberán ir provistos de walkie-talkie.
- Las zonas de interferencia con el camino o carretera estarán señalizadas mediante malla naranja.

9.5.4 Equipos de protección colectiva

- Elementos de delimitación y protección
- Señales acústicas y luminosas de aviso a maquinaria
- Señales de obligación
- Señales de ordenación de tráfico
- Señales de prohibición
- Señalista

9.5.5 Equipos de protección individual

- Protección de la cabeza
 - Casco de protección
- Protecciones de pies y piernas
 - Calzado de protección
- Protección total del cuerpo
 - Ropa de señalización de alta visibilidad

9.6 Trabajos en proximidades de conducciones de agua y saneamiento

Antes de iniciar las obras hay que conocer las trazas tanto de conducciones de abastecimiento como de saneamiento y alcantarillado. Para ello se verificará la información disponible de la Entidad Gestora y se analizarán los datos obtenidos para conocer las conducciones que afectan a la obra.

9.6.1 Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel

- Caída de personas al mismo nivel
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Hundimientos y sepultamientos
- Ahogamiento por caída al agua

9.6.2 Medidas preventivas

- Se prohíbe manipular o utilizar cualquier aparato, válvula o instrumento de la instalación en servicio.
- Queda prohibido utilizar las tuberías, válvulas, etc., como puntos de apoyo para suspender o levantar cargas.
- No se podrá almacenar material sobre conducciones de ningún tipo.
- En caso de no ser posible el desvío o supresión de la conducción de agua, se señalará su traza y profundidad en las zonas que interfieran con áreas de excavación u otros trabajos que pudieran afectar a las conducciones.
- Como norma general a distancias menores de 1 m se realizan catas a mano hasta descubrir la generatriz superior de la tubería. Generalmente a distancias mayores de 1 m de la tubería se podrá comenzar la excavación con maquinaria hasta el punto anterior.

9.6.3 Equipos de protección colectiva

- Detectores de gases
- Iluminación
- Pasarelas de acceso
- Redes de protección
- Señales de prohibición
- Sistemas de protección contra incendios

9.6.4 Equipos de protección individual

- Protección de la cabeza
 - Casco de protección
- Protecciones de pies y piernas

- Calzado de protección
- Botas impermeables
- Protección total del cuerpo
 - Ropa de protección
 - Ropa de señalización de alta visibilidad

9.7 Trabajos en proximidades de telecomunicaciones

Antes de iniciar las obras hay que conocer la traza de los cables de telecomunicaciones. Para ello se verificará la información disponible de la Entidad Gestora y se analizarán los datos obtenidos para conocer las conducciones que afectan a la obra.

9.7.1 Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Hundimientos y sepultamientos
- Ahogamiento por caída al agua

9.7.2 Medidas preventivas

- Se prohíbe manipular o utilizar cualquier elemento de la instalación en servicio.
- Queda prohibido utilizar las conducciones como puntos de apoyo para suspender o levantar cargas.
- No se podrá almacenar material sobre conducciones de ningún tipo.
- En caso de no ser posible el desvío o supresión de la conducción de telecomunicaciones, se señalará su traza y profundidad en las zonas que interfieran con áreas de excavación u otros trabajos que pudieran afectar a las conducciones.
- Como norma general a distancias menores de 1 m se realizan catas a mano hasta descubrir la generatriz superior de la canalización. Generalmente a distancias mayores de 1 m de la tubería se podrá comenzar la excavación con maquinaria hasta el punto anterior.

9.7.3 Equipos de protección colectiva

- Detectores de gases
- Iluminación
- Pasarelas de acceso
- Redes de protección
- Señales de prohibición
- Sistemas de protección contra incendios

9.7.4 Equipos de protección individual

- Protección de la cabeza
 - Casco de protección
- Protecciones de pies y piernas
 - Calzado de protección
 - Botas impermeables
- Protección total del cuerpo
 - Ropa de protección

Ropa de señalización de alta visibilidad

10. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

10.1 Conceptos generales

Dentro de este apartado se incluyen las medidas higiénicas que contribuyen a un mejor estado sanitario de las obras y las que han de adoptarse para que las actividades de los trabajadores puedan desarrollarse en unas condiciones adecuadas.

Se considerará la instalación de casetas moduladas para ubicar instalaciones como aseos, vestuarios y comedor en función del número de trabajadores de la obra, estableciendo procedimientos seguros para su montaje.

10.2 Servicios higiénicos y locales de descanso

10.2.1 Dimensionamiento de las instalaciones

La superficie y elementos necesarios para estas instalaciones vienen determinadas en función del número máximo de trabajadores que, de forma simultánea, desempeñen tareas en la obra.

El proyecto cuenta con 10 trabajadores por lo que serán necesarias las siguientes dotaciones:

- 1 caseta de vestuario con:
 - Lavabos: 1
 - Espejos: 1
 - Calentadores de agua: 1
 - Duchas: 1
 - Retretes: 1
- 1 caseta de comedor y zona de descanso con una superficie mínima de 36 m².

10.2.2 Vestuarios, duchas, lavabos y retretes

- Los lugares de trabajo dispondrán de vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo y no se les pueda pedir, por razones de salud o decoro, que se cambien en otras dependencias.

- Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. En tales casos, se suministrarán a los trabajadores los medios especiales de limpieza que sean necesarios.
- Cuando los vestuarios no sean necesarios, los trabajadores deberán disponer de colgadores o armarios para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.
- Los lugares de trabajo dispondrán de retretes, dotados de lavabos, situados en las proximidades de los puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de los locales de aseo, cuando no estén integrados en éstos últimos.
- Los servicios higiénicos deberán ser complementados con elementos auxiliares como: toalleros, jaboneras, botiquines, etc.
- En el caso de tener necesidades puntuales se podrán utilizar baños químicos estándar móviles en determinadas zonas de las obras en las que por su lejanía a la zona de vestuarios y por su duración en el tiempo hacen arduo ir y volver.

10.2.3 Locales de descanso

Se considerará como local de descanso cualquier lugar de fácil acceso que tenga las condiciones apropiadas para el descanso, aunque no esté específicamente destinado a tal fin.

- Se establecerán locales de descanso cuando la seguridad o la salud de los trabajadores lo exijan, en particular en razón del tipo de actividad o del número de trabajadores, éstos dispondrán de un local de descanso de fácil acceso.
- Cuando no existan este tipo de locales se deberá poner a disposición del personal otro tipo de instalaciones para que puedan ser utilizadas durante la interrupción del trabajo.
- No se aplicarán cuando el personal trabaje en despachos o en lugares de trabajo similares que ofrezcan posibilidades de descanso equivalentes durante las pausas.
- Las trabajadoras embarazadas y madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.
- Los lugares de trabajo en los que, sin contar con locales de descanso, el trabajo se interrumpa regular y frecuentemente, dispondrán de espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, si su presencia durante las mismas en la zona de trabajo supone un riesgo para su seguridad o salud o para la de terceros.

10.2.4 Locales de primeros auxilios

Será responsabilidad del Adjudicatario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. La aplicación de primeros auxilios se realizará a través de la instalación de los elementos adecuados (botiquines, teléfonos, etc.). Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad lo requieran, deberá contarse con uno o varios locales para primeros auxilios.

Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.

10.2.5 Botiquines

- Todo lugar de trabajo deberá disponer, como mínimo, de un botiquín portátil que contenga: desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.
- Se instalarán botiquines de emergencia en lugares estratégicos. Así mismo, todos los mandos de la obra (incluidos los intermedios) llevarán uno en sus vehículos, de forma que ningún tajo se encuentre a una distancia superior a 90 m del botiquín más próximo.
- Estos botiquines se repondrán cuando sea necesario.

10.2.6 Acometidas

Para la obra se instalará acometida de agua potable, saneamiento, electricidad y telefonía para suministro a las casetas de obra y de instalaciones de higiene y bienestar que se montarán en la zona de obra. Así mismo se deberán colocar en la zona más próxima a la obra un baño químico portátil para uso por los trabajadores, así como la posibilidad de grupos electrógenos si en la zona de obra no hay instalaciones eléctricas fijas.

11. PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN

El Adjudicatario de la obra está obligado a redactar un Plan de Emergencia y Evacuación de manera pormenorizada en el Plan de Seguridad y Salud.

Toda obra de construcción deberá incluir un procedimiento de actuación ante las eventuales situaciones de emergencia (accidentes e incidentes) que puedan revestir cierta gravedad por su magnitud, características y afección a los trabajadores, que habrá de ser actualizado y adecuado a la magnitud, a la situación y a las necesidades de la obra.

Es importante que dicho procedimiento analice tanto la naturaleza de dichas situaciones como el propio entorno y la localización de la obra para después disponer las medidas de emergencia previstas.

Del mismo modo este procedimiento deberá incluir las especificaciones y requisitos a cumplir por parte de las citadas medidas, los protocolos de actuación previstos en cada caso, los medios humanos y materiales (personal responsable de toma de decisiones, botiquín, necesidad de camillas y caseta de primeros auxilios, etc.), las funciones y responsabilidades de los miembros del organigrama de emergencia así como las vías de colaboración y protocolos a establecer en su caso con organismos oficiales y externos.

A continuación, se contemplan unas normas y procedimientos generales en caso de emergencia.

11.1 Medidas preventivas

- Se instalarán una serie de rótulos con caracteres visibles a 2 m de distancia, en el que se facilite a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria relativa a organismos de emergencia y centros asistenciales.
- Se identificará el emplazamiento de los diferentes Centros Médicos próximos, donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento, en función de su gravedad, el tipo de accidente, urgencia, etc.
- Se deberá incluir, al menos, un itinerario recomendado para evacuar a los posibles accidentados, con el fin de evitar errores en situaciones límite que pudieran agravar las posibles lesiones producidas.
- Se preparará y colocará en sitio bien visible una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros Médicos, servicio de ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido traslado de los posibles accidentados a los centros de asistencia.
- Se dará la información relativa a la situación sanitaria de los trabajadores al hacerles la revisión médica y se les informará de las medidas sanitarias de las que se disponen en la obra.

- Se realizarán de manera periódica, controles higiénicos y sanitarios.

11.2 Normas de actuación ante emergencias

- Se actuará con calma. No se deben provocar situaciones de pánico.
- Todos los movimientos deben realizarse deprisa, pero sin correr, ni empujar a los demás.
- Se comunicará, al personal de seguridad, cualquier tipo de emergencia que se produzca en la obra.
- Se advertirá de las situaciones de peligro a aquellas personas que estén situadas en las zonas más aisladas.
- El personal el cual no sea necesaria su presencia no permanecerá en la zona de conflicto.

11.3 Procedimientos de actuación en caso de accidente

Ante una situación crítica de accidente, se actuará de forma rápida siguiendo estas indicaciones:

1º Proteger

Para ayudar al accidentado, en primer lugar, se le debe proteger del riesgo que le está afectando. Para ello hay que protegerse primero uno mismo para no sufrir el mismo accidente.

En un accidente eléctrico, se tiene que utilizar materiales no conductores (tabla u otros materiales que no conduzcan la electricidad) para separar el cable.

Para socorrer a una persona que permanece inconsciente en el interior de pozos o cámaras, se debe usar el equipo de protección respiratoria adecuada y trípode de descenso.

2º Avisar

Se debe avisar a los servicios externos necesarios: ambulancia, bomberos, etc., a través del número de emergencias 112; y al responsable de la obra.

3º Socorrer

El trabajador que esté capacitado, deberá aplicar los primeros auxilios necesarios a la víctima.

En caso de quemadura: sumergir la parte quemada en un recipiente de agua fría, lo más rápidamente posible, no colocarlo sobre un chorro pues puede causar dolor.

En caso de fractura: inmovilizar para evitar que los fragmentos óseos puedan dañar los tejidos.

En caso de heridas y hemorragias: taponar la herida y tratar de cohibir la hemorragia, aplicando un apósito compresivo realizado con lo que se tenga más a mano

En caso de accidente producido por la electricidad de alta tensión:

- Se cortará la corriente, accionando u ordenando accionar los aparatos de corte visibles a ambos lados del lugar del accidente. Si esta operación no se puede realizar, se intentará lo siguiente:
 - Puesta a tierra y en cortocircuito de los conductores, arrojando una cadena o cable metálico conectado a tierra, por encima de los conductores y adoptando las siguientes precauciones: que el cable o cadena sean lo suficientemente gruesos para que no se fundan, que el socorredor suelte la cadena o cable arrojado, antes de que éste toque los conductores sobre los que se arroja y que esté aislado del suelo
- Si ninguna de las maniobras anteriores puede realizarse, cabe aún recurrir a provocar un cortocircuito entre los conductores, arrojándoles una barra metálica que, aunque sea por breves instantes, los ponga en contacto y haga saltar el disyuntor automático de la estación de distribución. En este caso, como en los anteriores, es preciso prevenirse del arco que pueda originarse, cubriéndose cuando sea posible con capucha o ropa incombustible.

En caso de accidente producido por la electricidad de *baja tensión*:

- Se cortará la corriente, accionando u ordenando accionar los interruptores, procurando desconectar todas las fuentes de alimentación del circuito. Se separará al accidentado del conductor o viceversa, subiéndose el salvador en algo que le aisle del suelo (cajón de madera) y utilizando un elemento aislante separador como por ejemplo una tabla o una rama.
 - A veces, es posible cortar el conductor a ambos lados del accidentado mediante un golpe de hacha, actuando el salvador subido en una banqueta y con sus manos enfundadas en guantes aislantes.
 - En accidentes en alturas y soportes hay que prever siempre que al cortar la corriente el accidentado puede caer al suelo, por lo que en estas circunstancias hay que tratar de aminorar el golpe de caída con colchones, ropa, goma o manta manteniéndola tensa entre varias personas.

En caso de accidente en los ojos:

- En caso de que se haya introducido algún cuerpo extraño, o un golpe, habrá que lavar abundantemente el ojo colocándolo debajo de un chorro de agua, pero que ésta salga a baja presión.
- A menos que se haya sufrido una herida y esté sangrando, un ojo no debe taparse nunca para así evitar infecciones.
- Si las molestias continúan, acudir lo antes posible a un servicio médico.

En caso de no tener formación en Primeros auxilios, se puede ayudar al accidentado de la siguiente forma:

- No tocar al accidentado, ni permitir que otros lo hagan si tampoco saben aplicar los primeros Auxilios.
- Cubrir con una manta u otra prenda para mantener su temperatura
- No moverle

- No darle de beber
- Evitar aglomeraciones del personal
- Esperar la llegada de los especialistas a los que se acaba de avisar

11.3.1 Evacuación

En caso de que sea necesaria la evacuación de la obra, se cumplirán las siguientes normas:

- Se informará a los responsables del número total de trabajadores que en el momento de producirse la emergencia se pueden encontrar presentes en la obra, así como de los posibles heridos y de su estado de salud a efectos de realizar su evacuación.
- Todo el personal presente en la obra en el momento de producirse la alarma se encaminará al punto de reunión.

11.3.2 Esquema secuencial de actuación

Se considera Emergencia General, aquella que no es controlable por el personal presente en la obra, y que comporta las siguientes actuaciones:

- Alerta a los servicios externos de ayuda
- Evacuación parcial de la obra
- Evacuación total de la obra

11.4 Rótulos informativos

Se deberán instalar una serie de rótulos con caracteres visibles a 2 m de distancia, en el que se facilite a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria relativa a organismos de emergencia y centros asistenciales.

El rótulo de organismos de emergencia incluirá:

EN CASO DE EMERGENCIA:

Teléfono de emergencias generales: 112 (Válido para toda España. Coordina servicios médicos de urgencias, bomberos, policía nacional, policía local, guardia civil, protección civil, etc.)

Nombre del organismo

Dirección

Teléfono

Plano de localización

El rótulo de centros asistenciales contendrá como mínimo los datos siguientes:

EN CASO DE ACCIDENTE:

Teléfono de emergencias generales: 112 (Válido para toda España. Coordina servicios médicos de urgencias, bomberos, policía nacional, policía local, guardia civil, protección civil, etc.)

Nombre del centro asistencial:

Dirección:

Teléfono de ambulancias:

Teléfono de urgencias:

Teléfono de información hospitalaria:

Plano de localización

Rutas de acceso

El Adjudicatario instalará los rótulos anteriores de forma obligatoria en los siguientes lugares de la obra como mínimo:

- En los accesos
- En las oficinas de obra
- En los vestuarios y aseos del personal
- En el comedor
- En el interior de cada maletín botiquín de primeros auxilios (tamaño DIN A4)

11.5 Prevención y extinción de incendios

11.5.1 Conceptos generales

En cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, se deberá prever un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y, si fuere necesario, de detectores de incendios y de sistemas de alarma en función de las características de la obra y según las dimensiones y el uso de los locales, los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales que se hallen presentes, así como el número máximo de personas que puedan hallarse en ellos.

Dichos dispositivos de lucha contra incendios y sistemas de alarma deberán verificarse y mantenerse con regularidad, y se realizarán, a intervalos regulares, pruebas y ejercicios adecuados.

Además, se debe garantizar que los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación.

El uso de maquinaria en terrenos forestales en época de peligro medio y alto de incendios viene contemplado en el Plan de protección Civil de Emergencia por Incendios Forestales en la Comunidad de Madrid (INFOMA). En él se contempla que solamente será necesaria la comunicación previa para poder usar maquinaria y equipos cuyo funcionamiento puede generar deflagraciones, chispas o descargas eléctricas.

Los dispositivos de extinción de incendios, extintores, hidrantes de incendios, bocas de incendio equipadas (BIE's), columnas secas, rociadores, etc., deberán cumplir los requisitos establecidos en el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.

11.5.2 Medidas preventivas

- En las dependencias y lugares de trabajo con alto riesgo de incendio se prohibirá terminantemente fumar o introducir cerillas, mecheros o útiles de ignición. Esta prohibición se indicará con carteles visibles a la entrada y en los espacios libres de tales lugares o dependencias.
- Se prohibirá igualmente al personal introducir o emplear útiles de trabajo no autorizados por la empresa y que puedan ocasionar chispas por contacto o proximidad a sustancias inflamables.
- Para las épocas de peligro medio y alto de incendios, comprendidas entre el 16 de mayo y el 31 de octubre, se tomarán las siguientes medidas preventivas para la prevención de incendios en obras y tareas de mantenimiento:
 - Todas las máquinas y equipos deberán estar provisto de dispositivos preventivos que eviten la deflagración, la producción de chipas y/o descargas eléctricas.
 - En los trabajos siempre estará presente un responsable con comunicación comprobada con la Central de Emergencias 112 de Madrid.
 - Se dispondrá de un equipo de extinción en cada punto de la obra, que como mínimo, estará compuesto por:
 - 2 batefuegos
 - 2 palas
 - 2 extintores de mochila cargados de agua
 - 2 extintores de polvo
 - Se realizará una correcta limpieza y mantenimiento de equipos y maquinaria, realizando estas tareas, así como la de repostaje de combustible, en zonas de seguridad con las precauciones adecuadas que garanticen la no deflagración.

- Se cumplirán las condiciones de seguridad recogidas en la reglamentación y normativa al respecto, y en concreto las recogidas en el Decreto 3769/72, Capítulo III, Art. 25, puntos c) y h).
- Además de en aquellos puntos donde usen maquinaria que genere chispas (radiales, grupos de soldadura u oxicorte, etc.) se dispondrá obligatoriamente de un vehículo con capacidad mínima de 300 L. Mientras duren todas estas operaciones deberá permanecer una persona como observador por si se produjera la ignición de vegetación.
- En caso de vientos se suspenderán todas las operaciones que conlleven la producción de chispas.
- Se comunicará diariamente al departamento de quemas las ubicaciones de las máquinas trabajando mediante el correo usofuego@madrid.org.

11.5.3 Equipos de protección colectiva

- Elementos de limitación y protección
- Mantas ignífugas
- Señales de advertencia
- Señales de prohibición
- Señales de salvamento o socorro
- Sistemas de protección contra incendios

11.5.4 Localización e instalación

El emplazamiento de los extintores permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio, a ser posible próximos a las salidas de evacuación y preferentemente sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede, entre 80 cm y 120 cm sobre el suelo.

Lugares de obra en los que se instalarán los extintores de incendios son:

- Junto al cuadro eléctrico (de CO₂)
- Vestuario y aseo del personal de la obra
- Acopios especiales con riesgo de incendio
- ...

Estará prevista, además, la existencia y utilización de extintores móviles para trabajos de soldaduras capaces de originar incendios.

13 de marzo de 2023

EL AUTOR DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



Fdo.: Ángel Maza Rodríguez

AUTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Jose Luis Palencia Ortega

Apéndice 1 NOMBRAMIENTO DEL AUTOR DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Madrid, 13 de enero de 2022

Asunto: NOMBRAMIENTO DEL AUTOR DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Ref.: P/102237 – A.T. Infraestructuras Hidráulicas y aprovechamientos energéticos CYII

Por la siguiente se designa a D. ÁNGEL MAZA RODRÍGUEZ, Ingeniero Industrial y Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales de la empresa INGENIERÍA Y PREVENCIÓN DE RIESGOS, SL. para la elaboración /redacción del Estudio de Seguridad y Salud perteneciente al PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR.



Fdo.: José Luis Palencia Ortega
AUTOR DEL PROYECTO



ANEJO Nº 10.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PLANOS



ÍNDICE GENERAL DE PLANOS

0.- PLANO ÍNDICE 1 hoja

1.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO 1 hoja

2.- PLANTA GENERAL

2.1.- TRAZADO	1 hoja
2.2.- SERVICIOS AFECTADOS	2 hojas
2.3.- VALLADO	1 hoja
2.4.- VÍAS DE ACCESO, TRÁNSITO Y EVACUACIÓN	1 hoja
2.5.- ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS	1 hoja
2.6.- INSTALACIONES AUXILIARES	1 hoja
2.7.- RUTAS DE EVACUACIÓN, EMERGENCIAS Y CENTROS SANITARIOS	1 hoja

Total por grupo: 8 hojas

3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN

3.1. - SEÑALIZACIÓN DE ORDENACIÓN DEL TRÁFICO	4 hojas
3.2. - SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD	2 hojas
3.3. - DISTANCIAS DE SEGURIDAD A LINEAS ELÉCTRICAS EXISTENTES	1 hoja
3.4. - CERRAMIENTOS	2 hojas
3.5. - PROTECCIÓN CONTRA CAÍDA DE OBJETOS	1 hoja
3.6. - PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS	7 hojas
3.7. - LÍNEAS DE VIDA	2 hojas
3.8. - PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	1 hoja
3.9. - PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	3 hojas
3.10.- PLANTAS DE UBICACIÓN EN OBRA DE SEÑALIZACIÓN	1 hoja
3.11.- PLANTAS DE UBICACIÓN EN OBRA DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	3 hojas
3.12.- ZONAS CON RIESGOS ESPECIALES	1 hoja
3.13.- ZONAS DE TRABAJOS VERTICALES	1 hoja

Total por grupo: 29 hojas

4.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

4.1.- PROTECCIÓN DE LA CABEZA	1 hoja
4.2.- PROTECCIONES AUDITIVAS	1 hoja
4.3.- PROTECCIONES FACIALES Y OCULARES	1 hoja
4.4.- PROTECCIÓN DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS	1 hoja
4.5.- PROTECCIÓN DE LAS MANOS	1 hoja
4.6.- PROTECCIÓN DE PIES Y PIERNAS	1 hoja
4.7.- PROTECCIÓN DEL CUERPO	1 hoja
4.8.- PROTECCIONES PARA TRABAJOS EN ALTURA	1 hoja
4.9.- PROTECCIONES PARA EL SOLDADOR	1 hoja

Total por grupo: 9 hojas

5.- MEDIOS AUXILIARES

5.1. - ANDAMIOS	2 hojas
5.2. - PLATAFORMAS MÓVILES	2 hojas
5.3. - ESLINGAS Y ESTROBOS	2 hojas
5.4. - ESCALERA DE MANO	1 hoja
5.5. - CARRETILLA DE MANO, CUBILOTE DE HORMIGONADO Y TRANSPALETA HIDRÁULICA	1 hoja
5.6. - CARRO PORTABOTELLAS DE GASES LICUADOS	1 hoja
5.7. - TRÍPODE DE DESCENSO	1 hoja
5.8. - PUNTALES	1 hoja
5.9. - SISTEMA DE ILUMINACIÓN PROVISIONAL	1 hoja
5.10.-TORRE DE ESCALERA DE ANDAMIO PARA ACCESO AL CUENCO 1	1 hoja

Total por grupo: 13 hojas

6.- PROTECCIONES ESPECÍFICAS

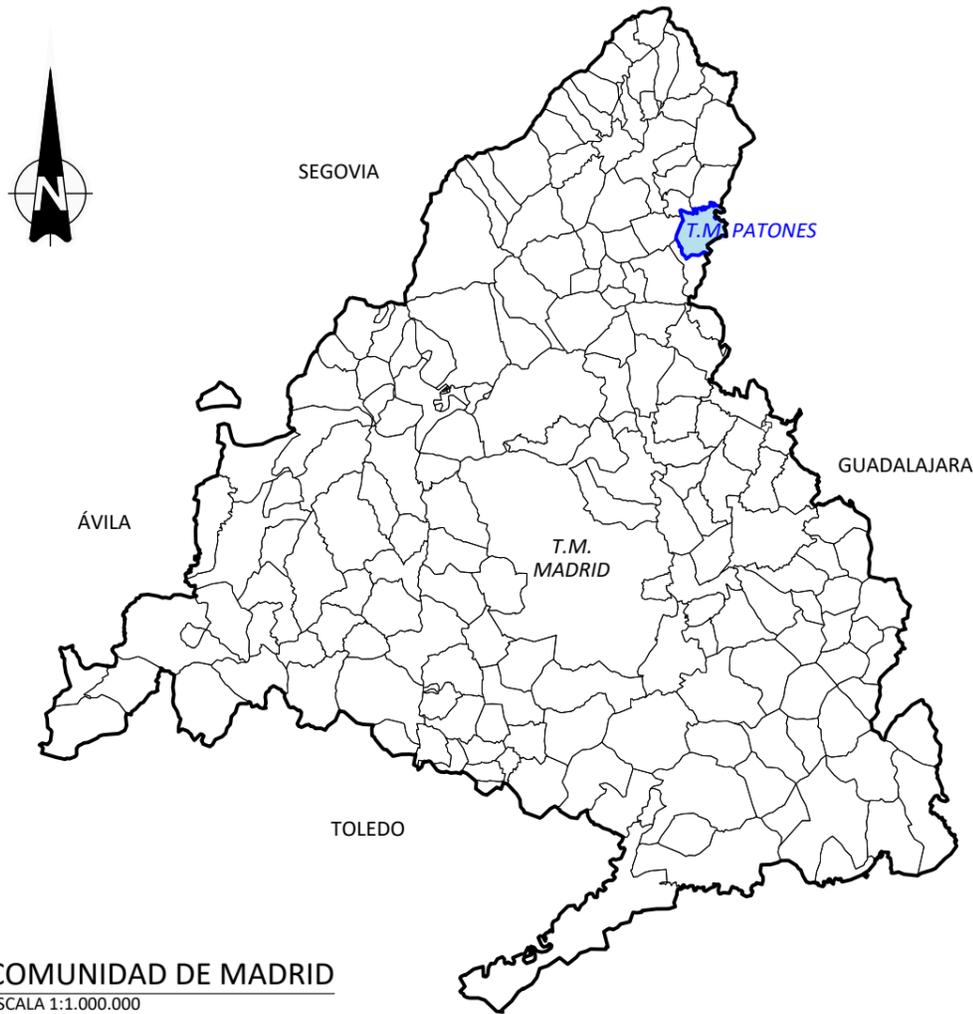
6.1. - EXCAVACIONES Y ZANJAS	3 hojas
6.2. - DESCARGA Y ACOPIO DE TUBOS	1 hoja
6.3. - HORMIGONADOS	1 hoja
6.4. - PRECAUCIÓN EN TRABAJOS DE SOLDADURA	1 hoja
6.5. - TRABAJOS DE OXICORTE	1 hoja
6.6. - TRABAJOS CON RIESGO ELÉCTRICO	3 hojas
6.7. - DISTANCIAS A LÍNEAS ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN. LEBT	1 hoja
6.8. - DISTANCIAS A LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN. LEAT	1 hoja
6.9. - MOVIMIENTO MANUAL DE CARGAS	1 hoja
6.10.- CÓDIGO DE SEÑALES DE MANIOBRA	1 hoja
6.11.- REVISIÓN Y USO CORRECTO DE HERRAMIENTAS	1 hoja
6.12.- PRIMEROS AUXILIOS BÁSICOS EN OBRA	1 hoja

Total por grupo: 16 hojas

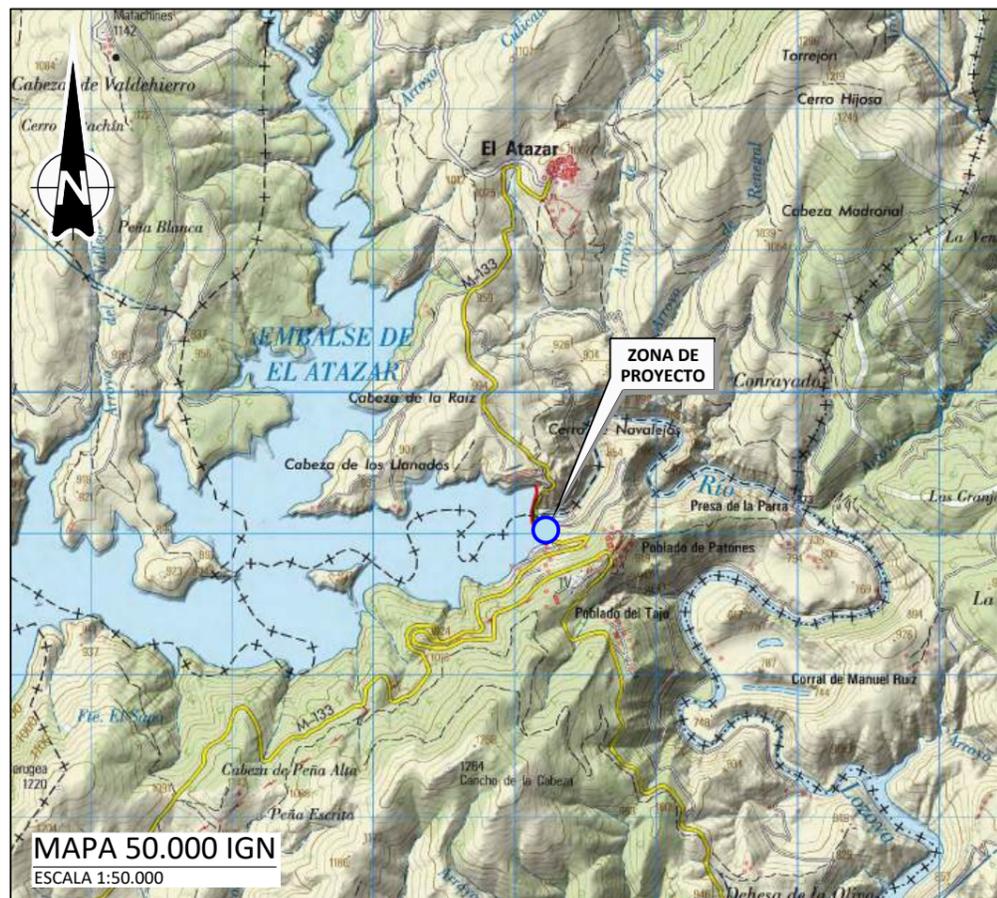
7.- INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR 2 hojas

NOTA : EL PROYECTISTA COMPLETARÁ, MODIFICARÁ Y AÑADIRÁ LOS PLANOS QUE CONSIDERE NECESARIOS EN CONVENIENCIA CON LA OBRA PROYECTADA.

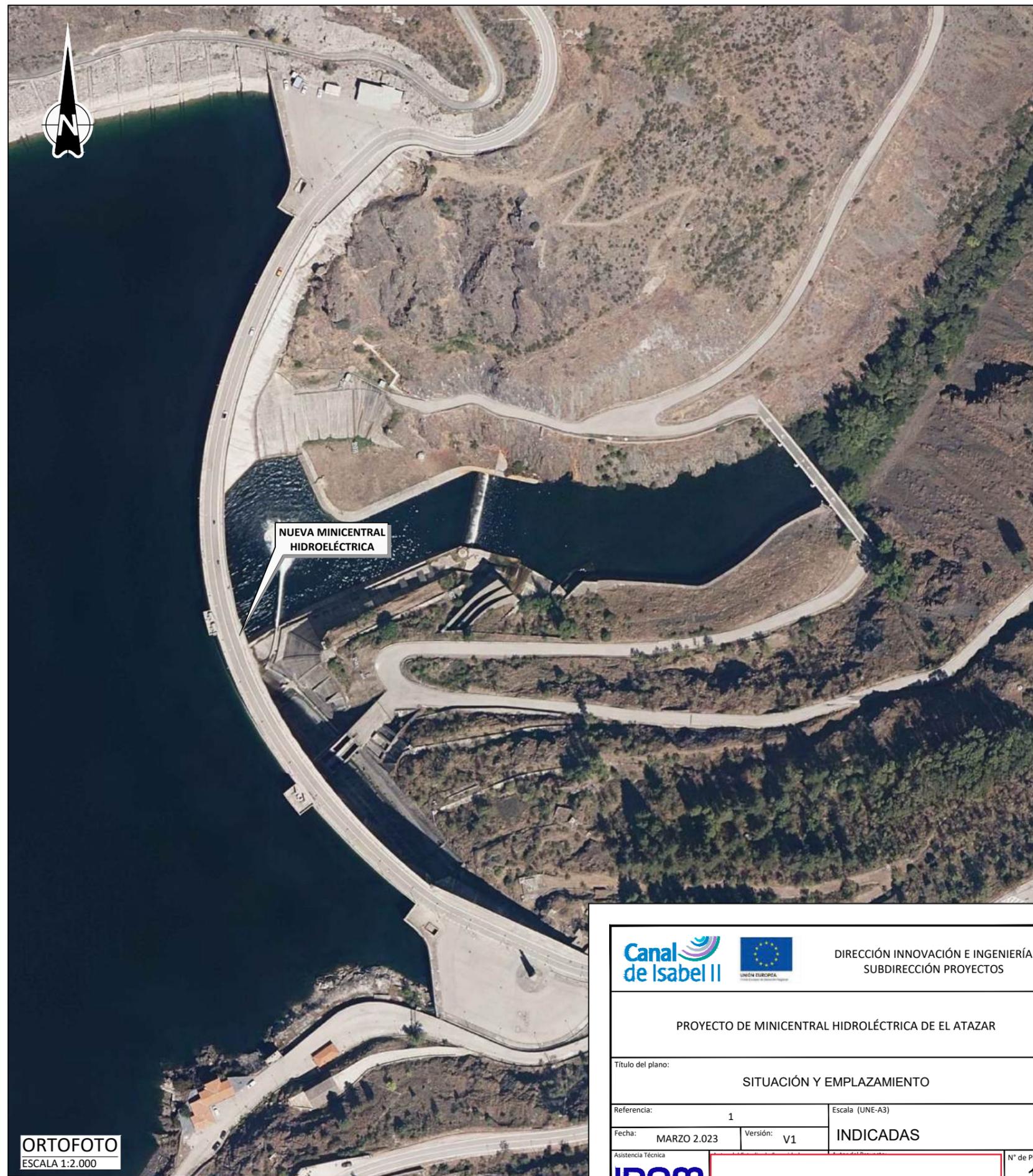
 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano:			
ÍNDICE			
Referencia:		Escala (UNE-A3)	
0 INDICE		S/E	
Fecha:	Versión:	S/E	
MARZO 2.023	V1	S/E	
Asistencia Técnica			N° de Plano:
			0
			Hoja 1 de 1



COMUNIDAD DE MADRID
ESCALA 1:1.000.000

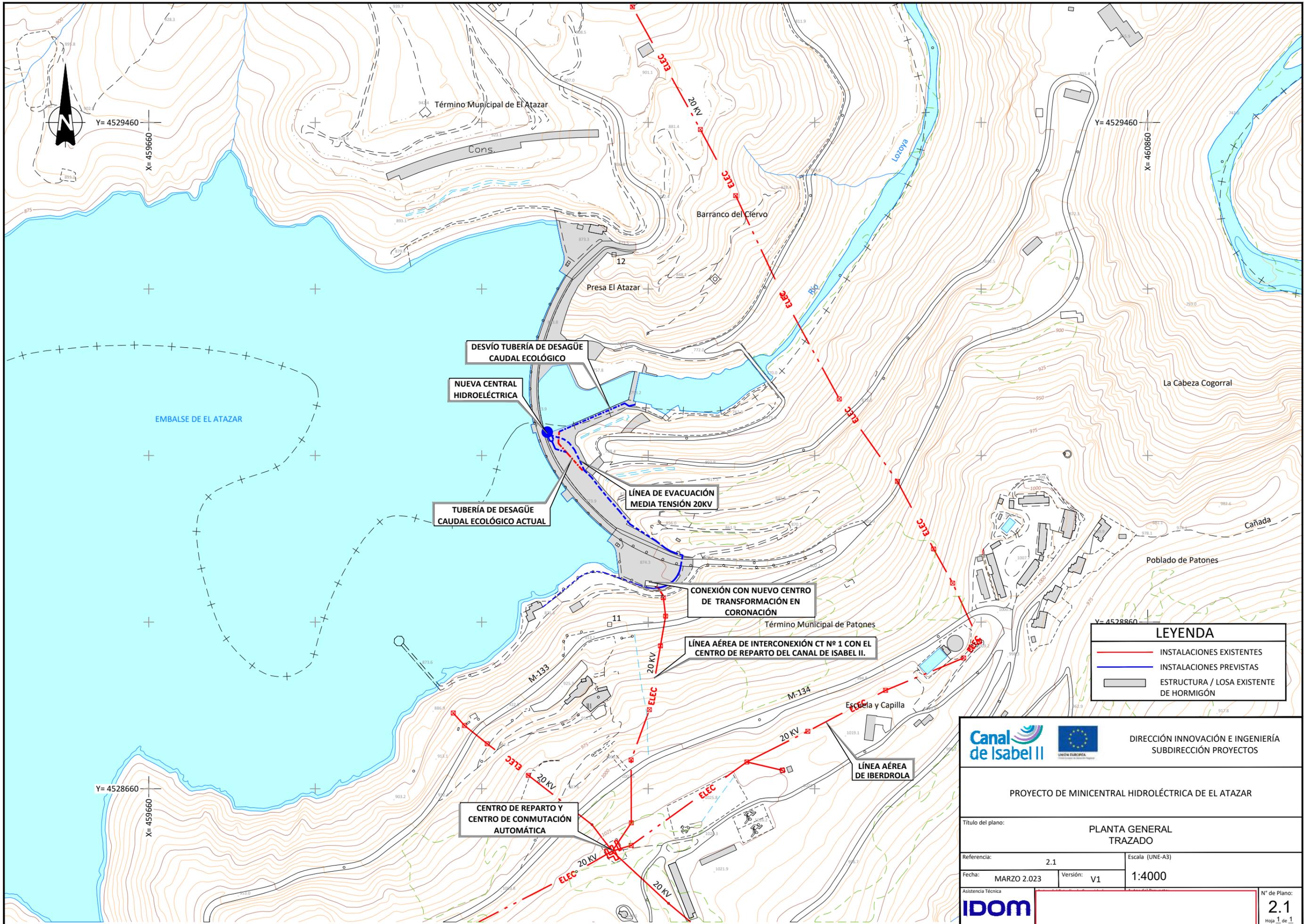


MAPA 50.000 IGN
ESCALA 1:50.000



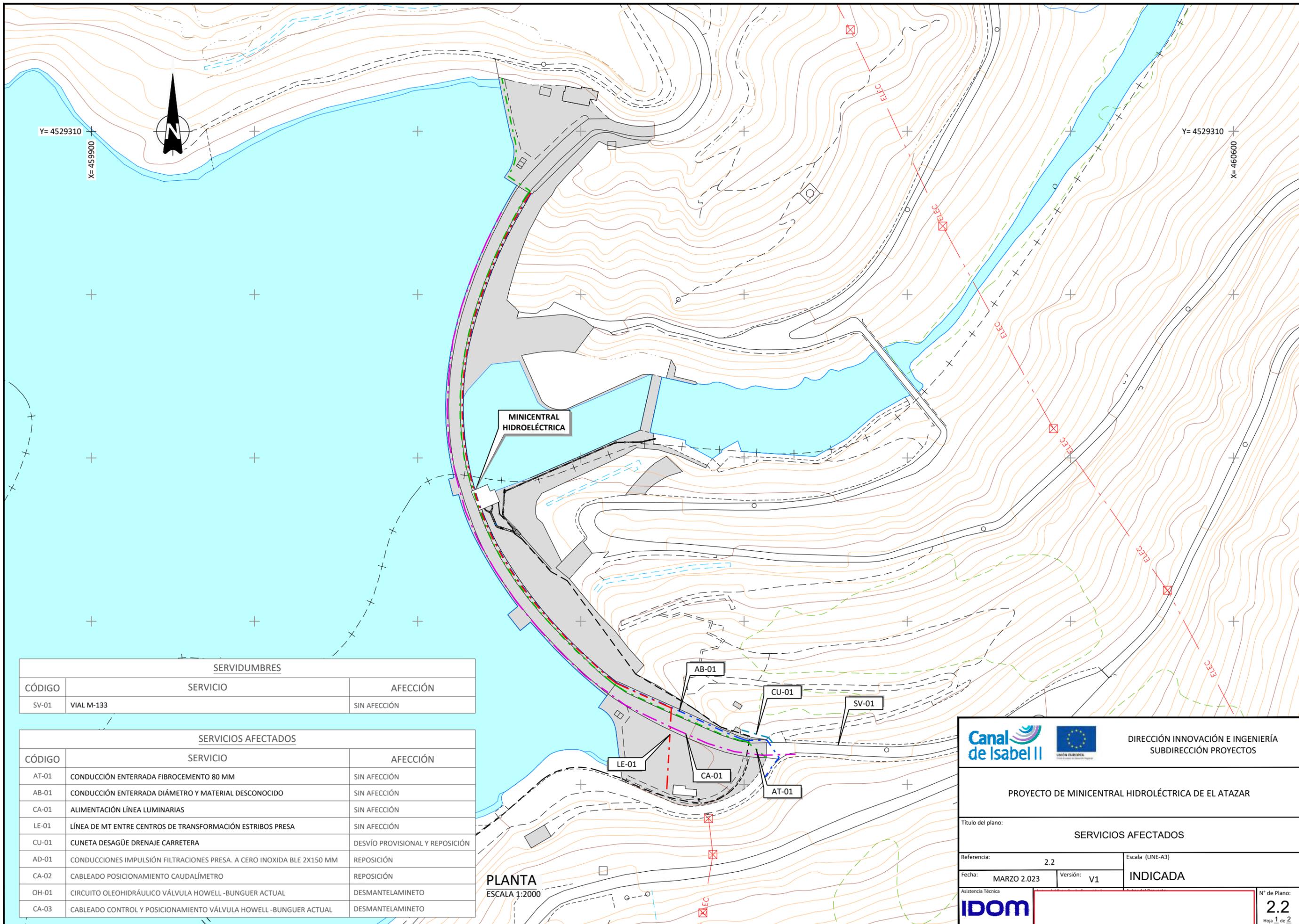
ORTOFOTO
ESCALA 1:2.000

		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano:			
SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO			
Referencia:	1	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
Asistencia Técnica 			INDICADAS
N° de Plano:			1 Hoja 1 de 1



LEYENDA	
	INSTALACIONES EXISTENTES
	INSTALACIONES PREVISTAS
	ESTRUCTURA / LOSA EXISTENTE DE HORMIGÓN

		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano:		PLANTA GENERAL TRAZADO	
Referencia:	2.1	Escala (UNE-A3)	1:4000
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
Asistencia Técnica:			N° de Plano:
			2.1 Hoja 1 de 1

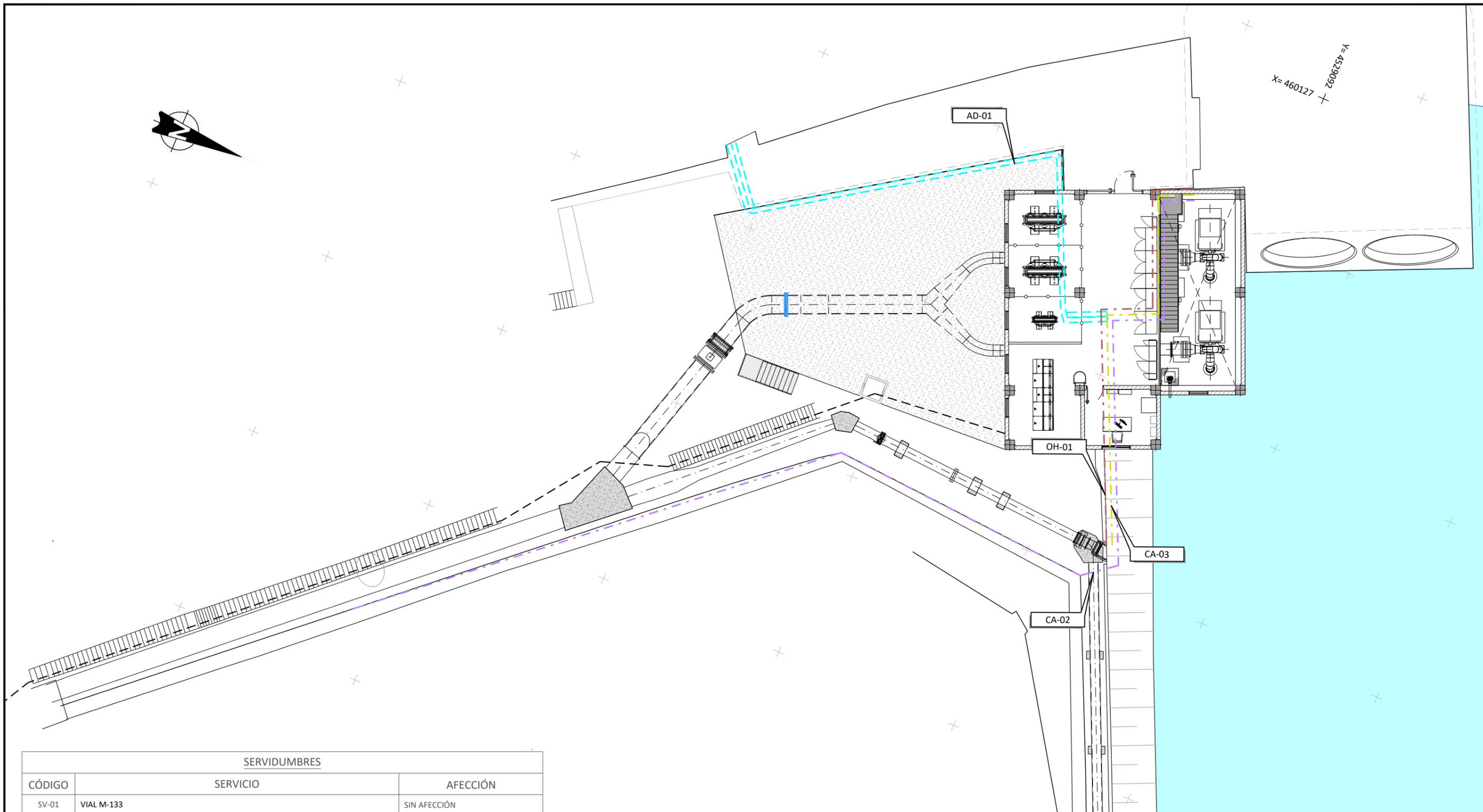


SERVIDUMBRES		
CÓDIGO	SERVICIO	AFECCIÓN
SV-01	VIAL M-133	SIN AFECCIÓN

SERVICIOS AFECTADOS		
CÓDIGO	SERVICIO	AFECCIÓN
AT-01	CONDUCCIÓN ENTERRADA FIBROCEMENTO 80 MM	SIN AFECCIÓN
AB-01	CONDUCCIÓN ENTERRADA DIÁMETRO Y MATERIAL DESCONOCIDO	SIN AFECCIÓN
CA-01	ALIMENTACIÓN LÍNEA LUMINARIAS	SIN AFECCIÓN
LE-01	LÍNEA DE MT ENTRE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN ESTRIBOS PRESA	SIN AFECCIÓN
CU-01	CUNETAS DESAGÜE DRENAJE CARRETERA	DESvíO PROVISIONAL Y REPOSICIÓN
AD-01	CONDUCCIONES IMPULSIÓN FILTRACIONES PRESA. A CERO INOXIDA BLE 2X150 MM	REPOSICIÓN
CA-02	CABLEADO POSICIONAMIENTO CAUDALÍMETRO	REPOSICIÓN
OH-01	CIRCUITO OLEOHIDRÁULICO VÁLVULA HOWELL -BUNGUER ACTUAL	DESMANTELAMINETO
CA-03	CABLEADO CONTROL Y POSICIONAMIENTO VÁLVULA HOWELL -BUNGUER ACTUAL	DESMANTELAMINETO

PLANTA
ESCALA 1:2000

 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: SERVICIOS AFECTADOS			
Referencia:	2.2	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
		INDICADA	
Asistencia Técnica			Nº de Plano: 2.2 Hoja 1 de 2

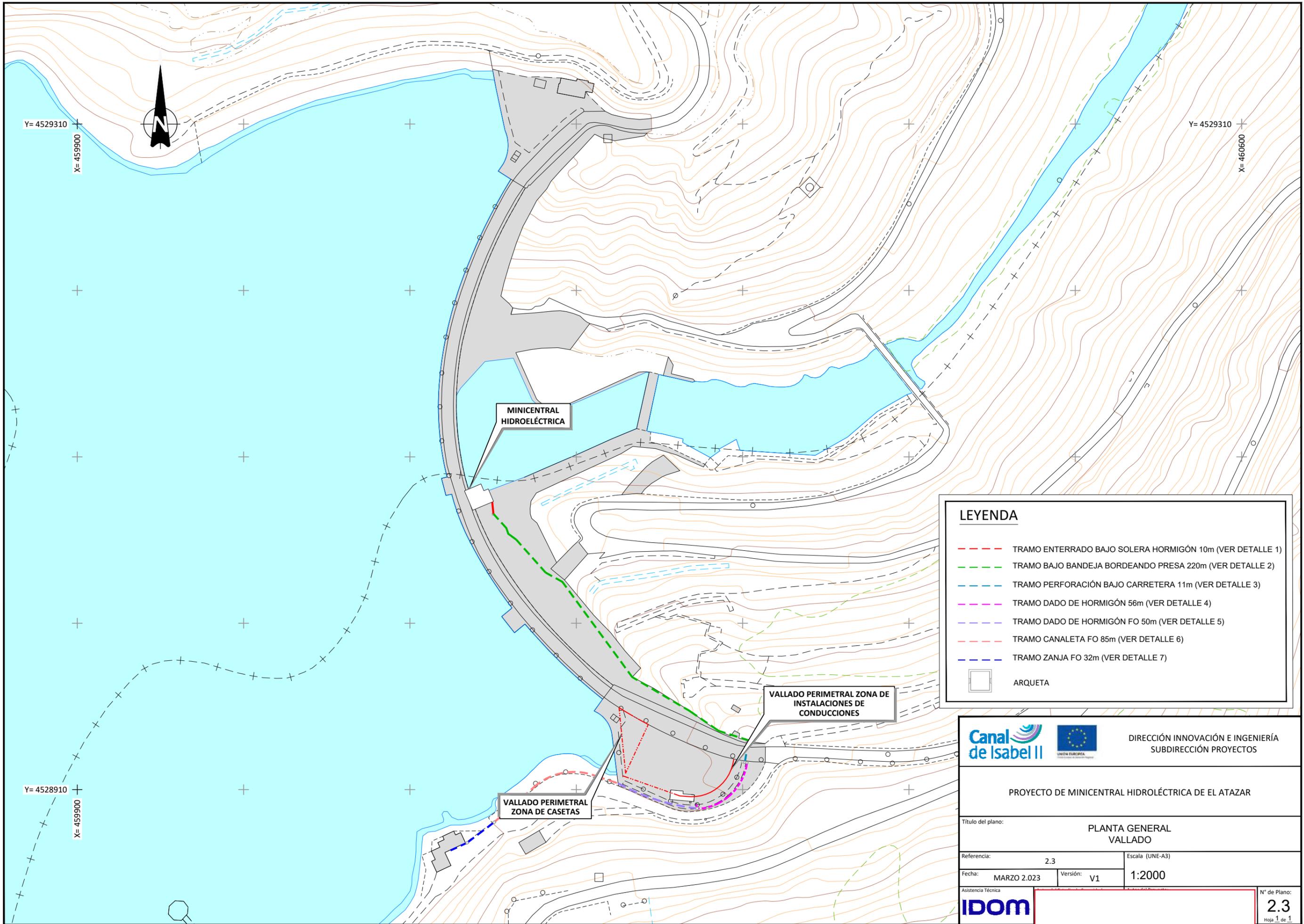


SERVIDUMBRES		
CÓDIGO	SERVICIO	AFECCIÓN
SV-01	VIAL M-133	SIN AFECCIÓN

SERVICIOS AFECTADOS		
CÓDIGO	SERVICIO	AFECCIÓN
AT-01	CONDUCCIÓN ENTERRADA FIBROCEMENTO 80 MM	SIN AFECCIÓN
AB-01	CONDUCCIÓN ENTERRADA DIÁMETRO Y MATERIAL DESCONOCIDO	SIN AFECCIÓN
CA-01	ALIMENTACIÓN LÍNEA LUMINARIAS	SIN AFECCIÓN
LE-01	LÍNEA DE MT ENTRE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN ESTRIBOS PRESA	SIN AFECCIÓN
CU-01	CUNETA DESAGÜE DRENAJE CARRETERA	DESVÍO PROVISIONAL Y REPOSICIÓN
AD-01	CONDUCCIONES IMPULSIÓN FILTRACIONES PRESA. A CERO INOXIDA BLE 2X150 MM	REPOSICIÓN
CA-02	CABLEADO POSICIONAMIENTO CAUDALÍMETRO	REPOSICIÓN
OH-01	CIRCUITO OLEOHIDRÁULICO VÁLVULA HOWELL -BUNGUER ACTUAL	DESMANTELAMINETO
CA-03	CABLEADO CONTROL Y POSICIONAMIENTO VÁLVULA HOWELL -BUNGUER ACTUAL	DESMANTELAMINETO

PLANTA
ESCALA 1:200

 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: SERVICIOS AFECTADOS			
Referencia:	2.2	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
Asistencia Técnica IDOM		INDICADA	N° de Plano: 2.2 Hoja 2 de 2

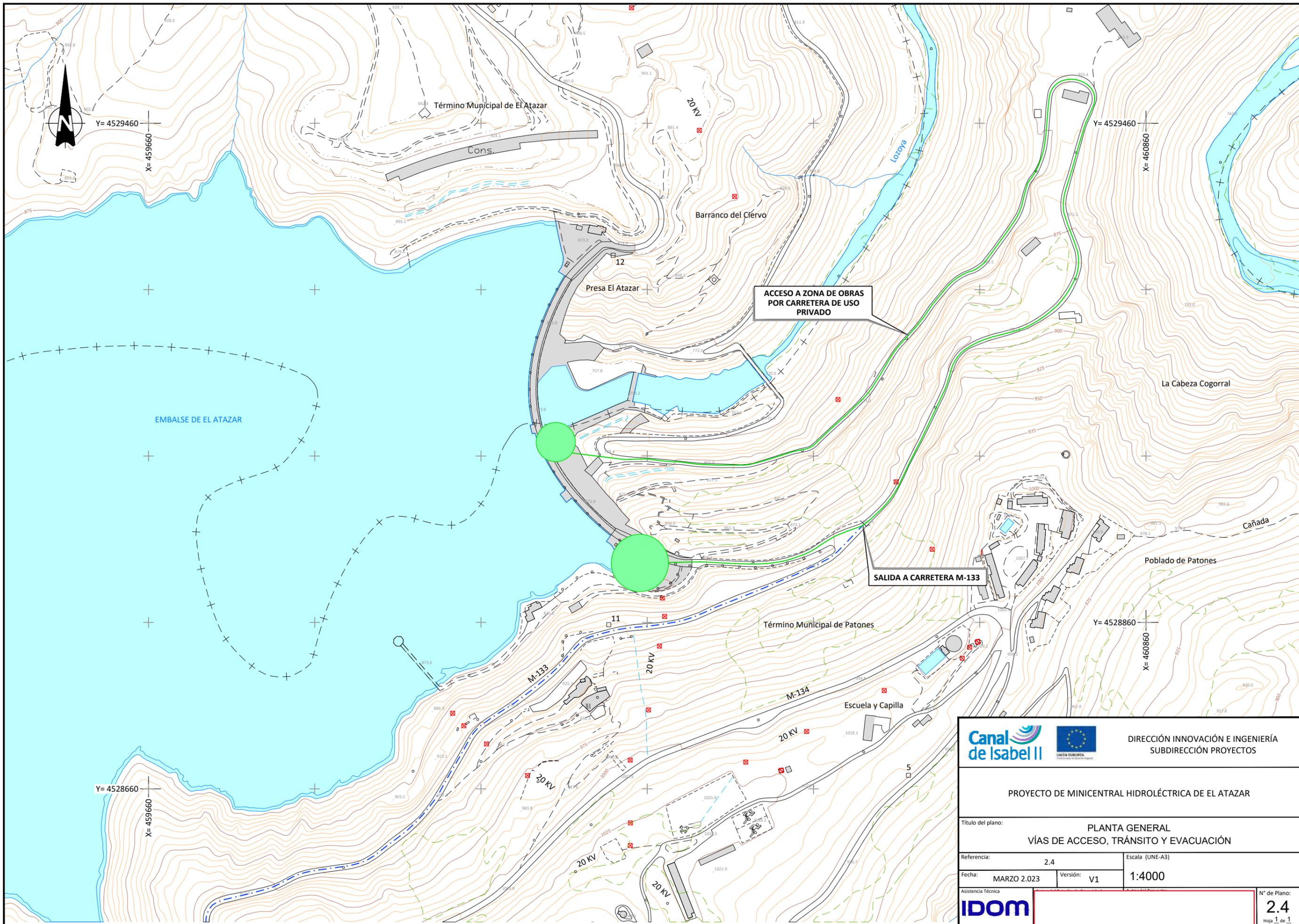


LEYENDA

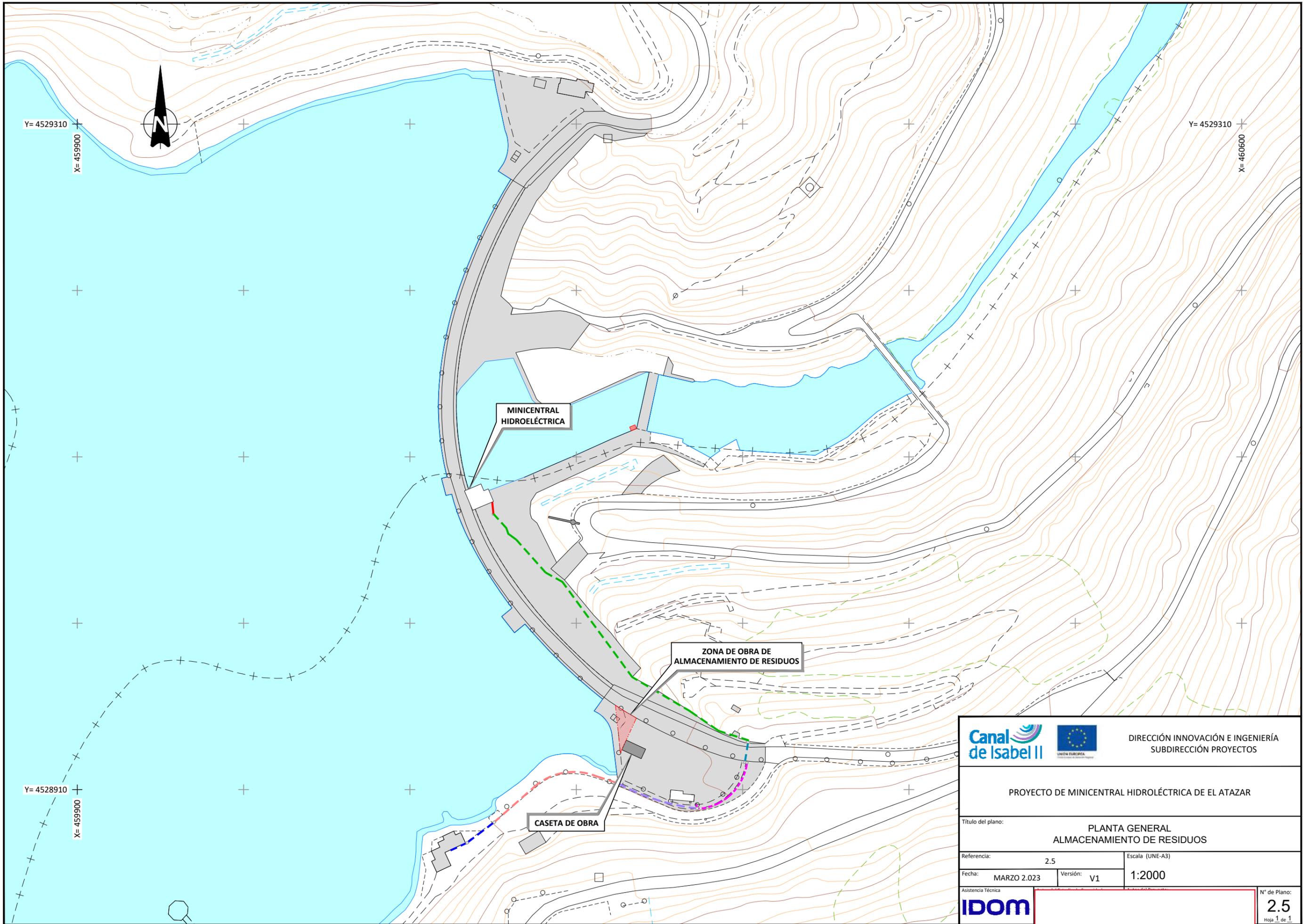
- TRAMO ENTERRADO BAJO SOLERA HORMIGÓN 10m (VER DETALLE 1)
- TRAMO BAJO BANDEJA BORDEANDO PRESA 220m (VER DETALLE 2)
- TRAMO PERFORACIÓN BAJO CARRETERA 11m (VER DETALLE 3)
- TRAMO DADO DE HORMIGÓN 56m (VER DETALLE 4)
- TRAMO DADO DE HORMIGÓN FO 50m (VER DETALLE 5)
- TRAMO CANALETA FO 85m (VER DETALLE 6)
- TRAMO ZANJA FO 32m (VER DETALLE 7)

ARQUETA

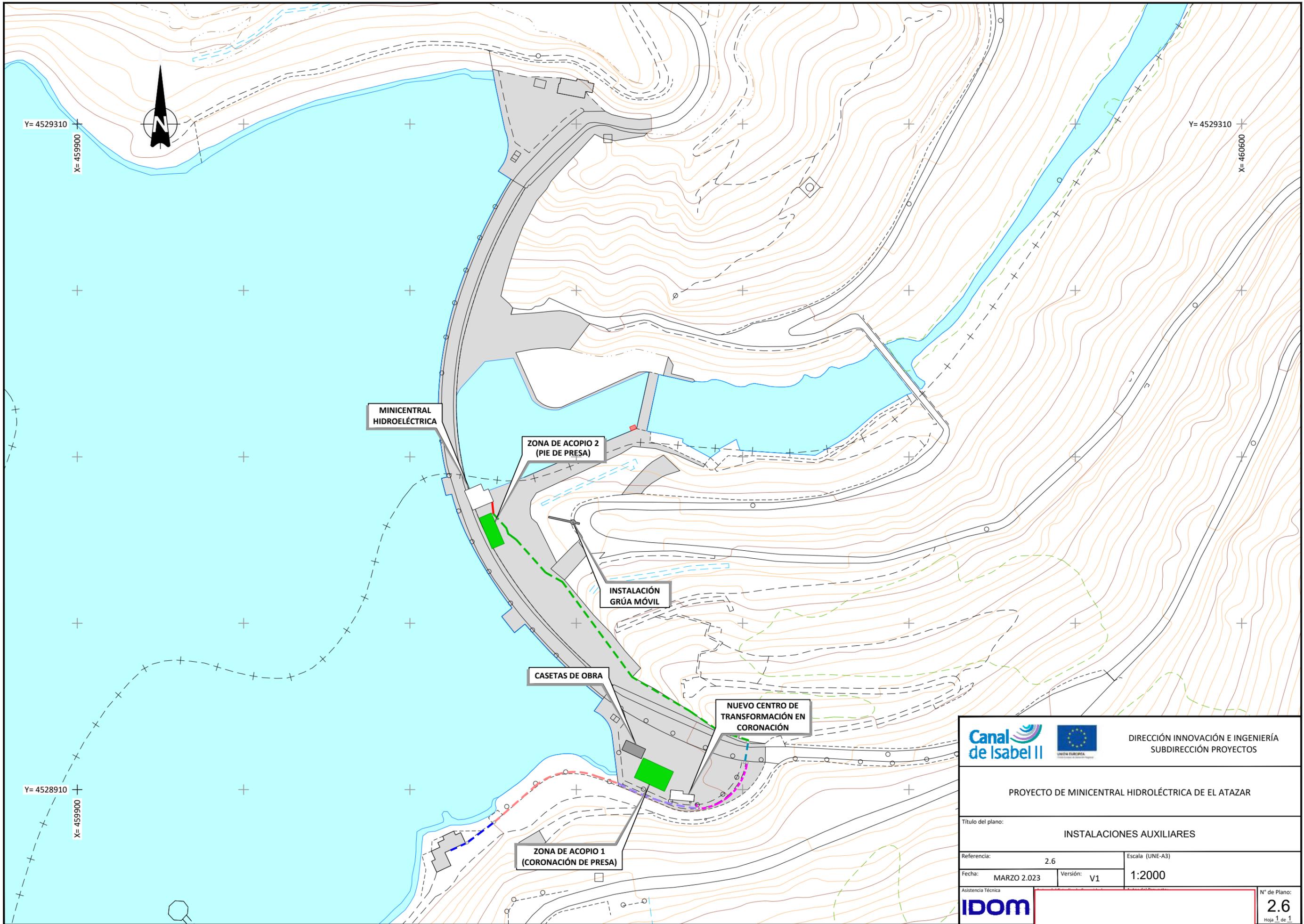
	DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR	
Título del plano: PLANTA GENERAL VALLADO	
Referencia: 2.3	Escala (UNE-A3)
Fecha: MARZO 2.023	Versión: V1
1:2000	
	N° de Plano: 2.3 <small>Hoja 1 de 1</small>



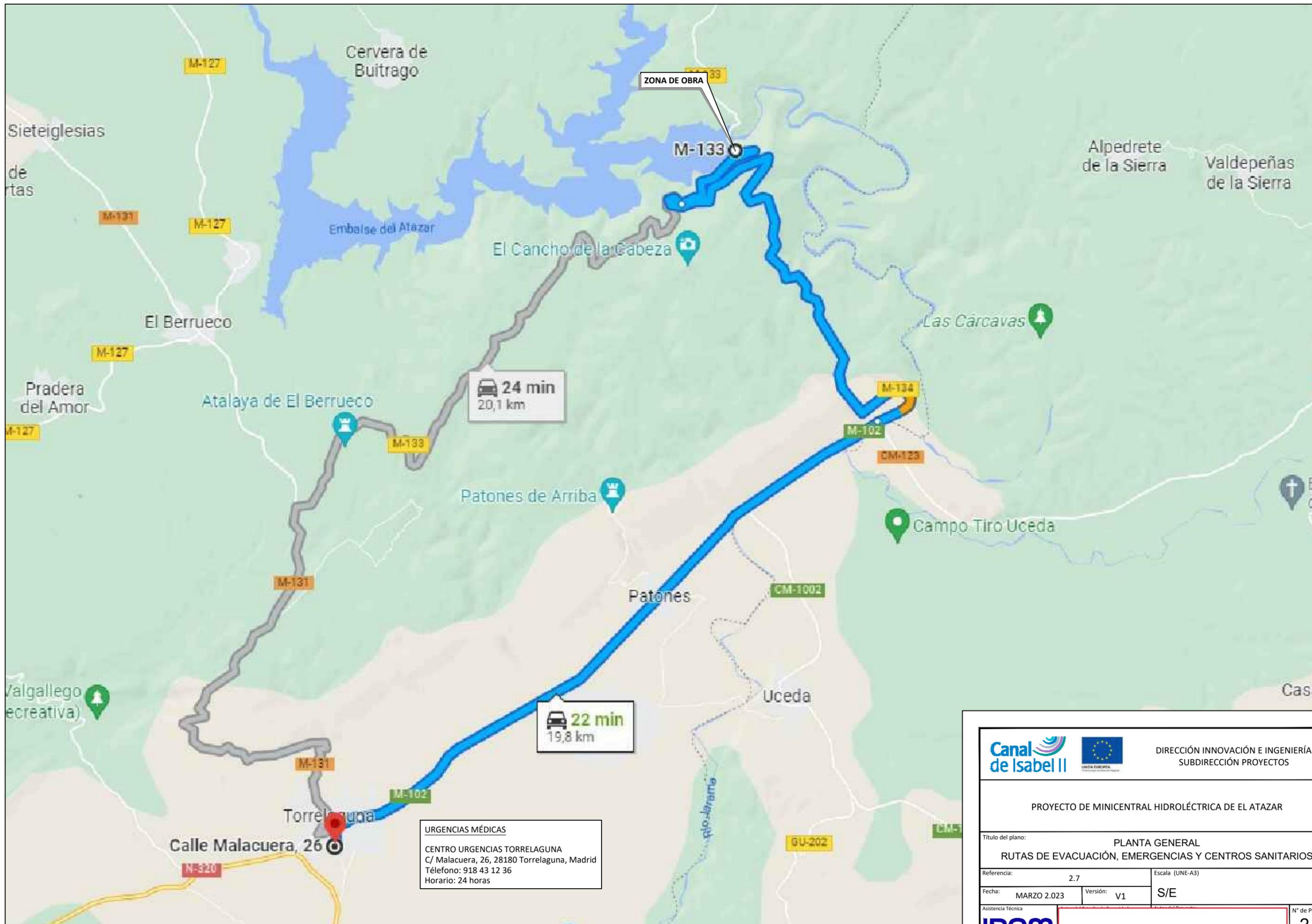
 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano:		PLANTA GENERAL VÍAS DE ACCESO, TRÁNSITO Y EVACUACIÓN	
Referencia:	2.4	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
		1:4000	
Asistencia Técnica 		N° de Plano: 2.4 Hoja 1 de 1	



 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano:		PLANTA GENERAL ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS	
Referencia:	2.5	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
		1:2000	
Asistencia Técnica 		N° de Plano: 2.5 Hoja 1 de 1	



 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano:		INSTALACIONES AUXILIARES	
Referencia:	2.6	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
		1:2000	
Asistencia Técnica			Nº de Plano:
			2.6 <small>Hoja 1 de 1</small>



URGENCIAS MÉDICAS
 CENTRO URGENCIAS TORRELAGUNA
 C/ Malacuera, 26, 28180 Torrelaguna, Madrid
 Teléfono: 918 43 12 36
 Horario: 24 horas

		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano:		PLANTA GENERAL RUTAS DE EVACUACIÓN, EMERGENCIAS Y CENTROS SANITARIOS	
Referencia:	2.7	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
Asistencia Técnica:			Nº de Plano: 2.7 Hoja 1 de 1

ELEMENTOS DE BALIZAMIENTO		
CLAVE	SEÑAL	DENOMINACIÓN
TB-1		PANEL DIRECCIONAL ALTO
TB-2		PANEL DIRECCIONAL ESTRECHO
TB-3		PANEL DOBLE DIRECCIONAL ALTO
TB-4		PANEL DOBLE DIRECCIONAL ESTRECHO
TB-5		PANEL DE ZONA EXCLUIDA AL TRÁFICO
TB-6		CONO
TB-7		PANEL VERTICAL
TB-8		PANEL VERTICAL ALTO

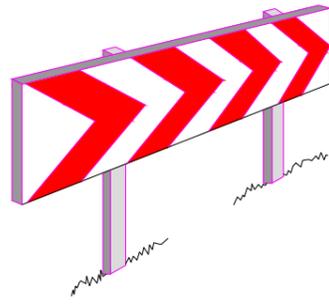
ELEMENTOS LUMINOSOS		
CLAVE	SEÑAL	DENOMINACIÓN
TL-7		LINEA DE LUCES AMARILLAS FIJAS
TL-8		CASCADA LUMINOSA (MÓVIL)
TL-10		LUZ AMARILLA FIJA
TL-11		LUZ ROJA FIJA
TL-12		SEMÁFORO

SEÑALIZACIÓN DE ORDENACIÓN DEL TRÁFICO Y PRIORIDAD		
CLAVE	SEÑAL	DENOMINACIÓN
TR-205		LIMITACIÓN DE ALTURA
TR-301		VELOCIDAD MÁXIMA
TR-302		GIRO A LA DERECHA PROHIBIDO
TR-303		GIRO A LA IZQUIERDA PROHIBIDO
TR-305		ADELANTAMIENTO PROHIBIDO
TR-306		ADELANTAMIENTO PROHIBIDO A CAMIONES
TR-5		PRIORIDAD AL SENTIDO CONTRARIO
TR-400a		SENTIDO OBLIGATORIO
TR-400b		SENTIDO OBLIGATORIO
TR-401a		PASO OBLIGATORIO
TR-401b		PASO OBLIGATORIO
TR-500		FIN DE PROHIBICIONES

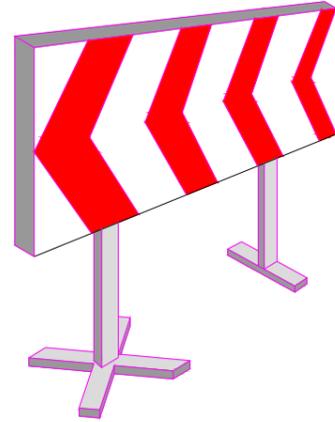
SEÑALES MANUALES		
CLAVE	SEÑAL	DENOMINACIÓN
TM-1		DISCO AZUL DE PASO PERMITIDO
TM-2		DISCO DE STOP O PASO PROHIBIDO

SEÑALES DE PELIGRO		
CLAVE	SEÑAL	DENOMINACIÓN
TP-15a		RESALTO
TB-15b		BADÉN
TP-17		ESTRECHAMIENTO DE CALZADA
TP-17a		ESTRECHAMIENTO DE CALZADA DERECHA
TP-17b		ESTRECHAMIENTO DE CALZADA IZQUIERDA
TP-18		OBRAS
TP-19		CONGESTIÓN
TP-20		SEMÁFORO
TP-50		OTROS PELIGROS
TS-55		REDUCCIÓN DE CARRIL POR LA IZQUIERDA (2 EN 1)
TS-52		REDUCCIÓN DE CARRIL POR LA IZQUIERDA (3 EN 2)
TP-8		PASO A NIVEL SIN BARRERAS
R-2		DETENCIÓN OBLIGATORIA

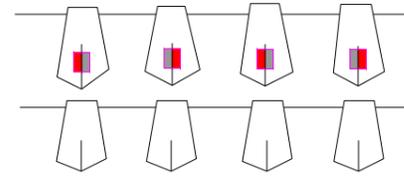
		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR		
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN SEÑALIZACIÓN DE ORDENACIÓN DEL TRÁFICO		
Referencia:	3.1	Escala (UNE-A3)
Fecha:	MARZO 2.023	Versión: V1
Asistencia Técnica		S/E
Nº de Plano:	3.1	
	Hoja 1 de 4	



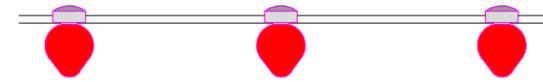
PANELES DIRECCIONALES ANCLADOS



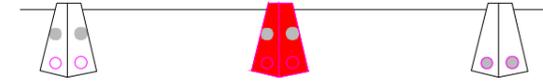
PANELES DIRECCIONALES PROVISIONALES DE OBRAS



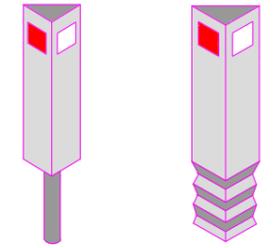
GUIRNALDA DE BALIZAMIENTO



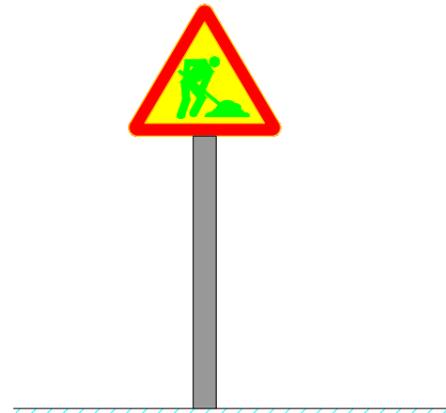
PORTALÁMPARAS DE PLÁSTICO



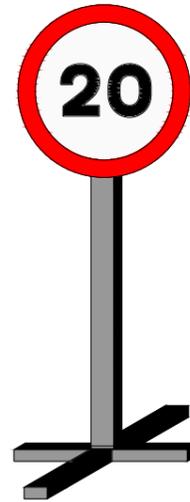
GUIRNALDA DE BALIZAMIENTO NORMAL Y REFLEXIVO



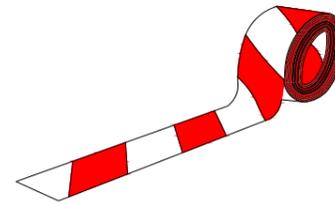
HITOS CAPTAFAROS PARA SEÑALIZACIÓN LATERAL DE AUTOPISTAS EN POLIETILENO



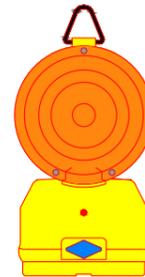
SEÑAL CON ANCLAJE DE HORMIGÓN



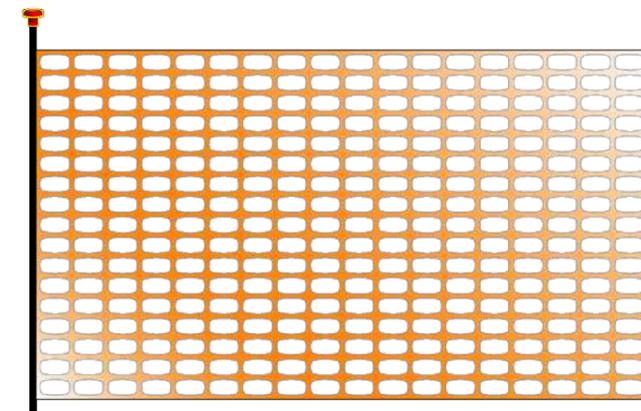
PIE CRUCETA PARA SEÑALES PROVISIONALES



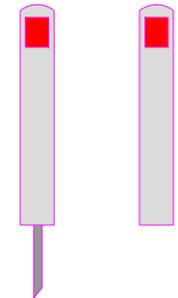
CINTA BALIZAMIENTO PLÁSTICO



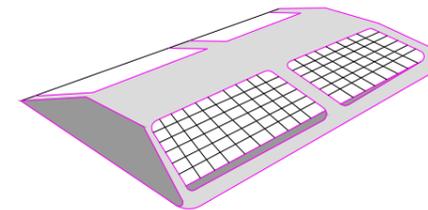
LÁMPARA FIJA INTERMITENTE CON BATERÍA O PILAS



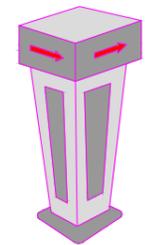
MALLA DE POLIETILENO TIPO STOPPER



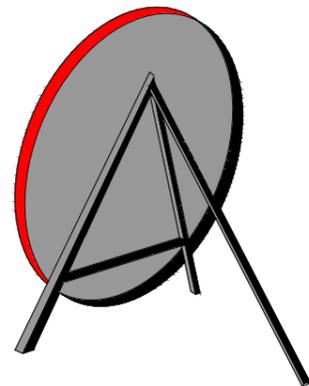
HITOS DE P.V.C.



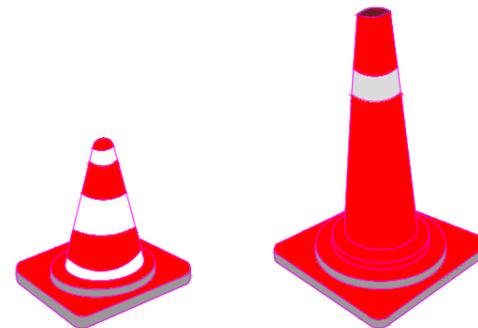
CAPTAFAROS HORIZONTAL (OJO DE GATO)



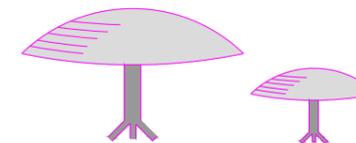
HITOS LUMINOSOS



TRÍPODE DE ACERO GALVANIZADO

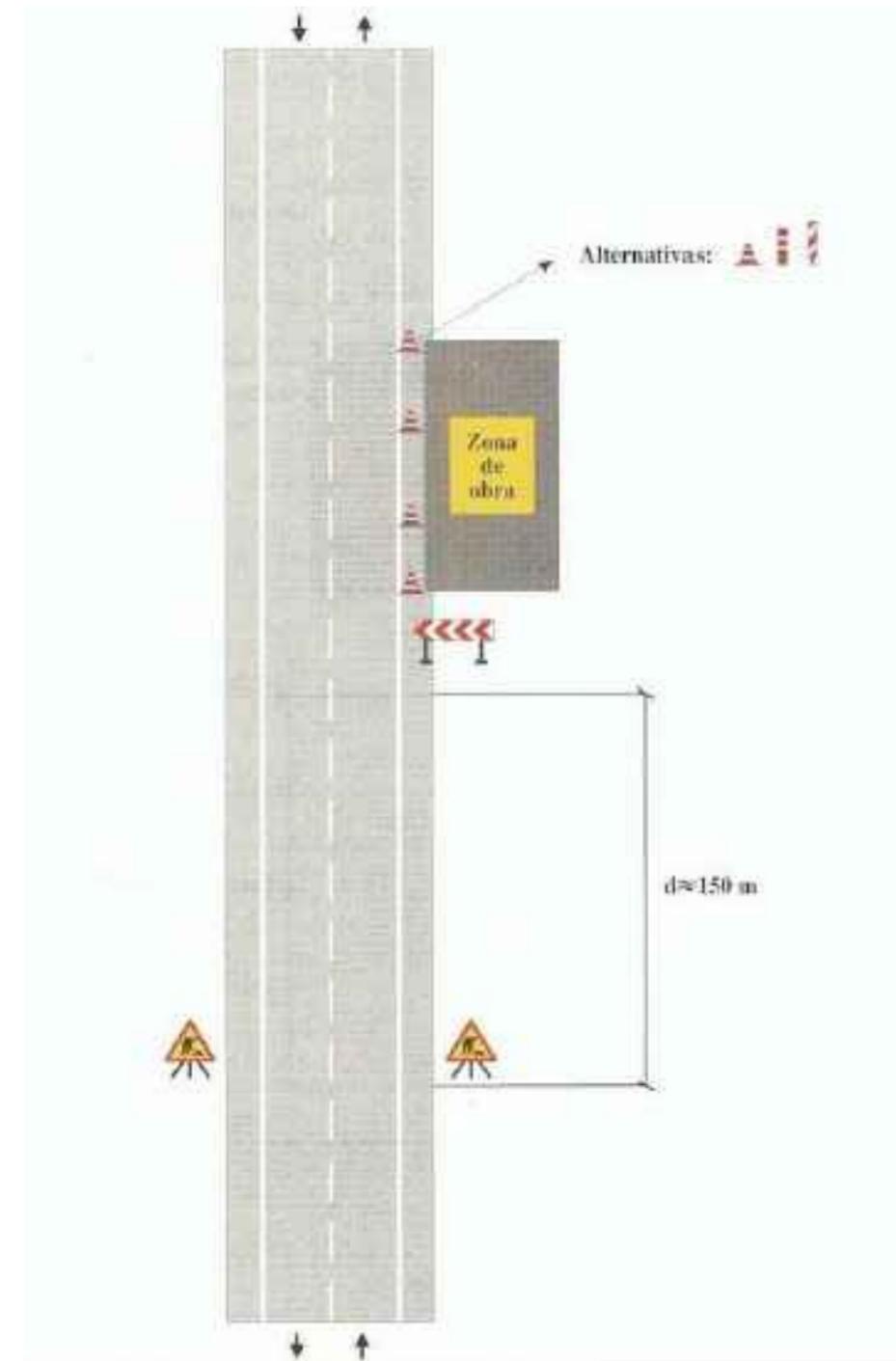
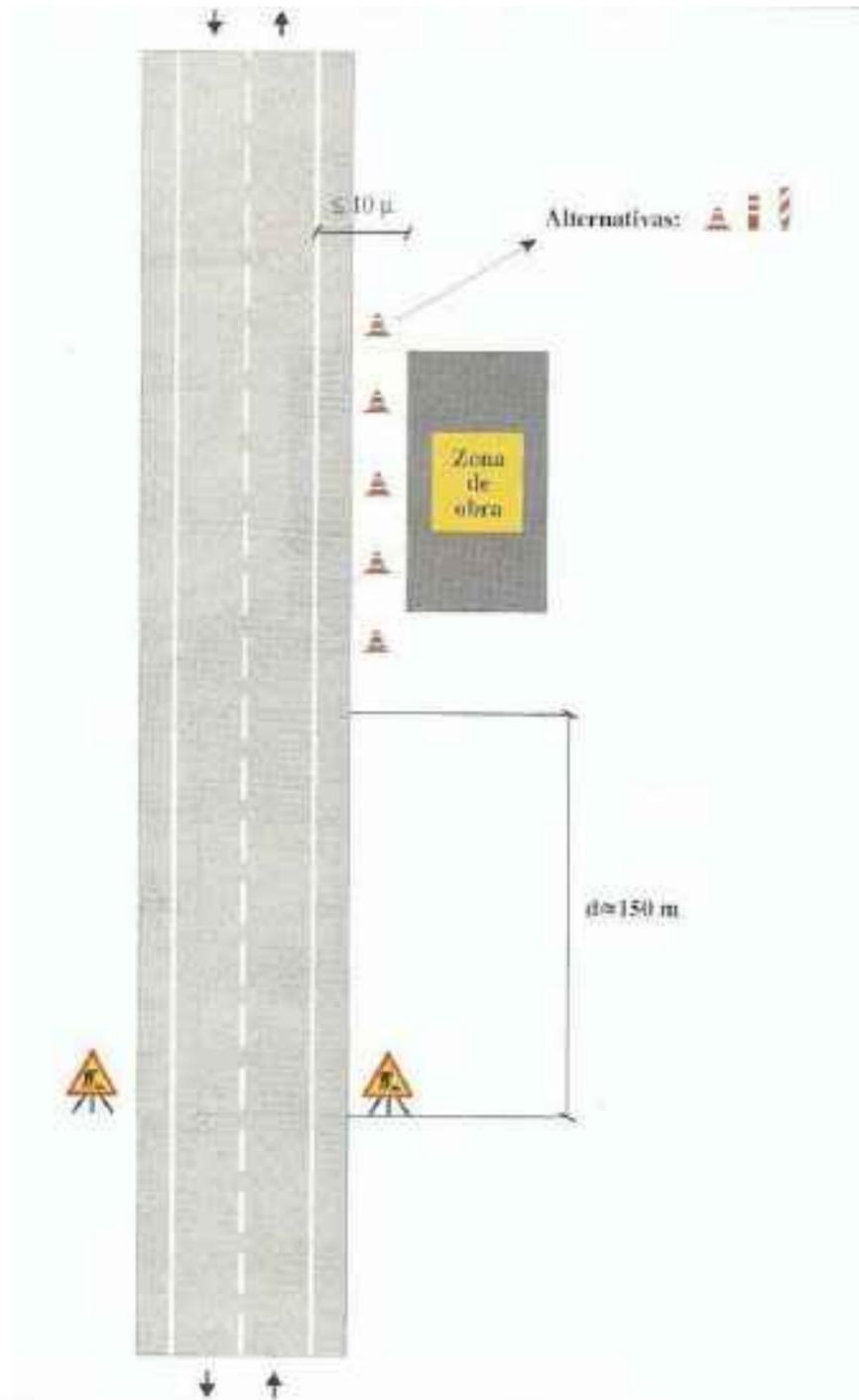


CONOS DE GOMA DE 50 Y 70 cm

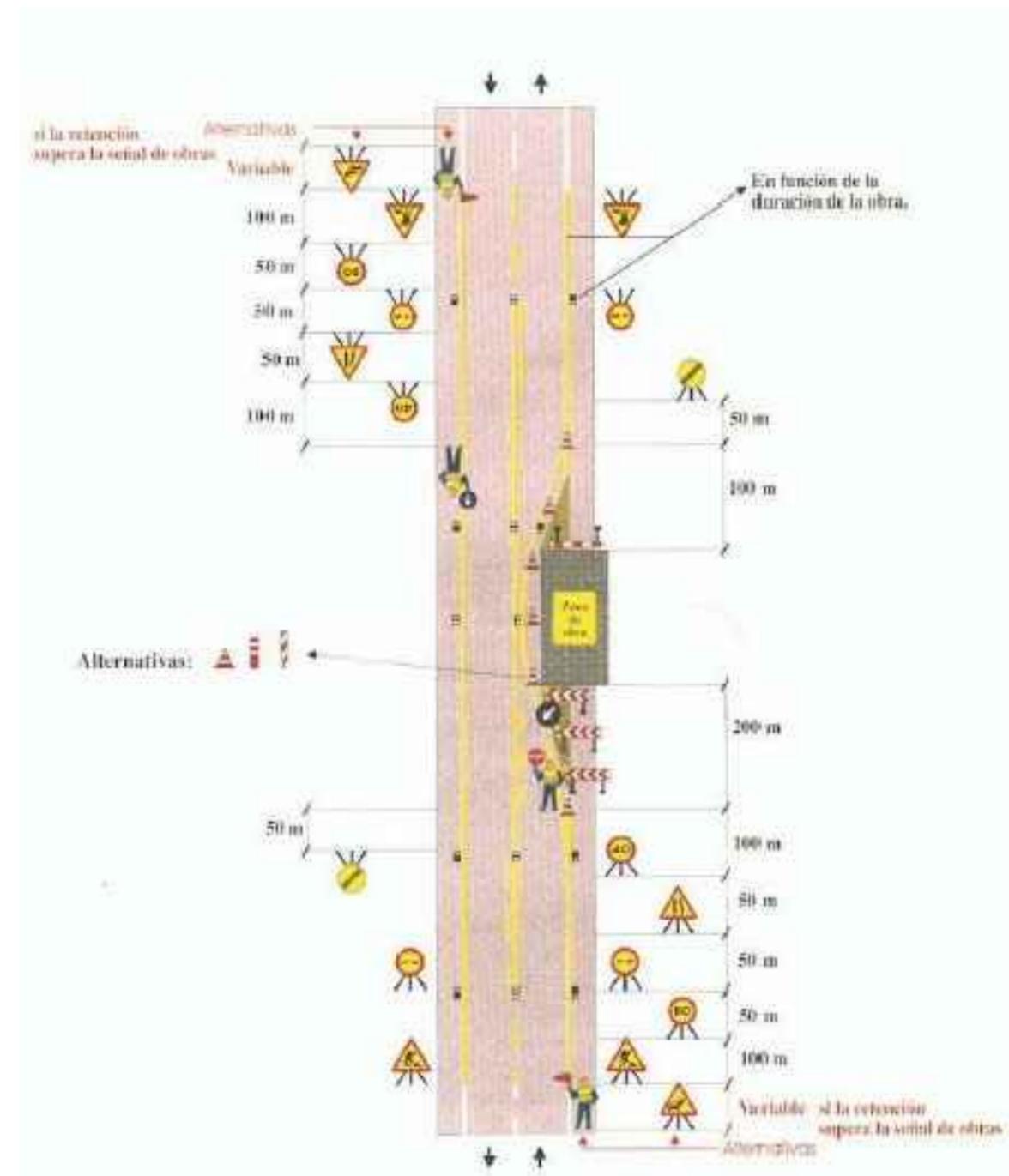
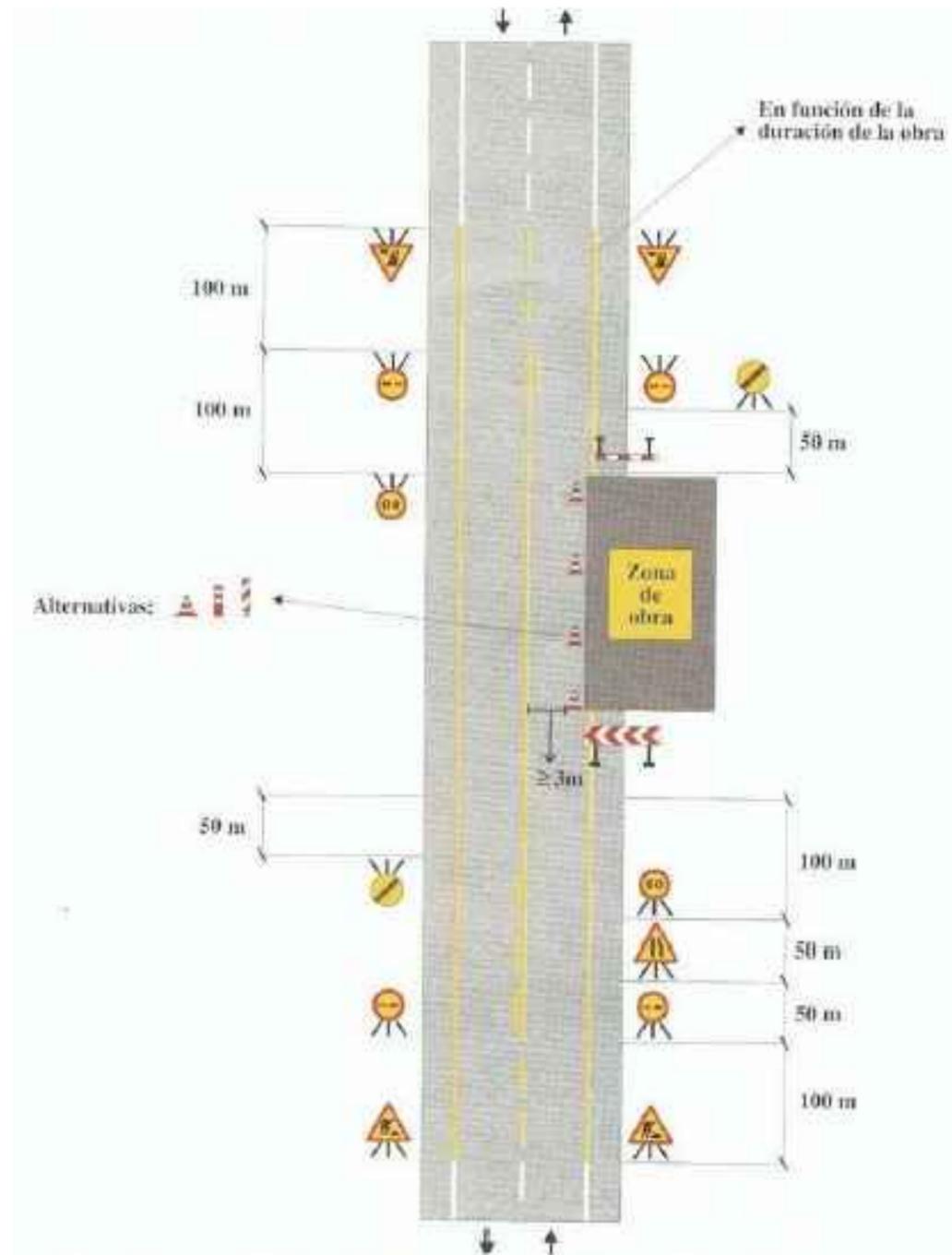


CLAVOS DE DESACELERACIÓN

 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN DE ORDENACIÓN DEL TRÁFICO			
Referencia:	3.1	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
		S/E	
Asistencia Técnica 		N° de Plano: 3.1 Hoja 2 de 4	



 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN SEÑALIZACIÓN DE ORDENACIÓN DEL TRÁFICO			
Referencia:	3.1	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
		S/E	
Asistencia Técnica 		N° de Plano: 3.1 Hoja 3 de 4	



 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN SEÑALIZACIÓN DE ORDENACIÓN DEL TRÁFICO			
Referencia:	3.1	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
		S/E	
Asistencia Técnica 		N° de Plano: 3.1 Hoja 4 de 4	

SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO



SEÑALES DE EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS



Dirección que debe seguirse en caso de alarma de incendios (señal indicativa adicional a las anteriores)

SEÑALES DE OBLIGACIÓN



SEÑALES DE EVACUACIÓN, SALVAMENTO Y SOCORRO



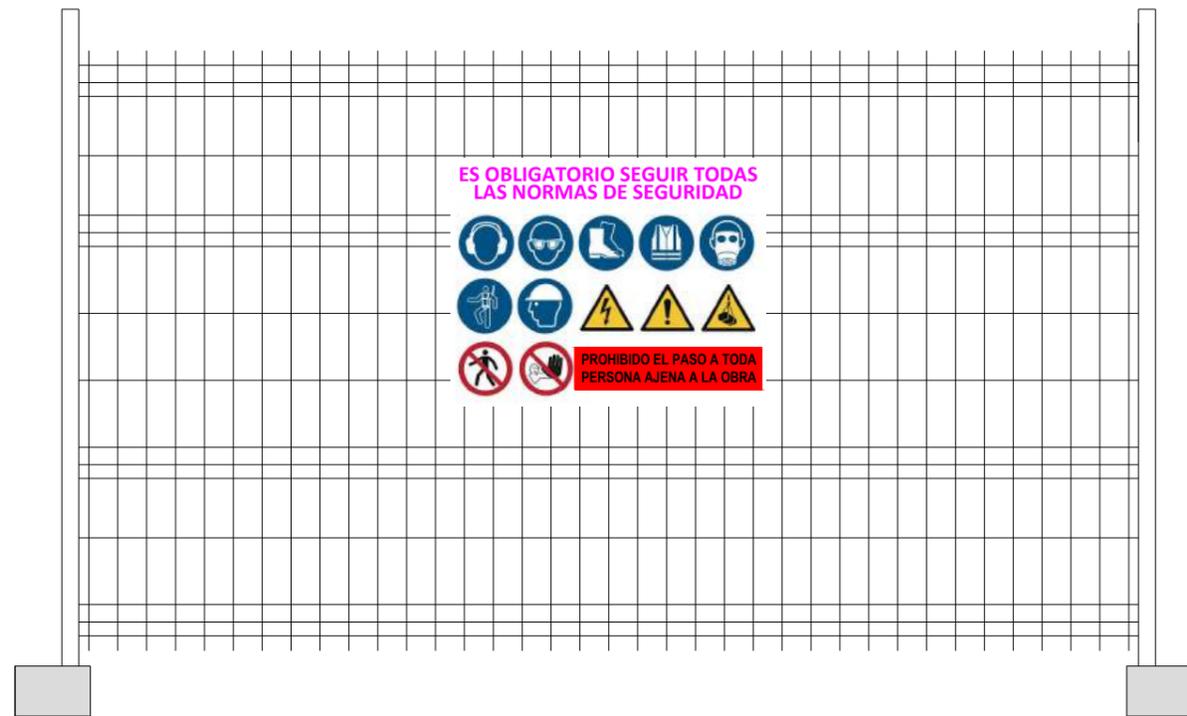
Dirección que debe seguirse (señal indicativa adicional a las siguientes)

SEÑALES DE PROHIBICIÓN

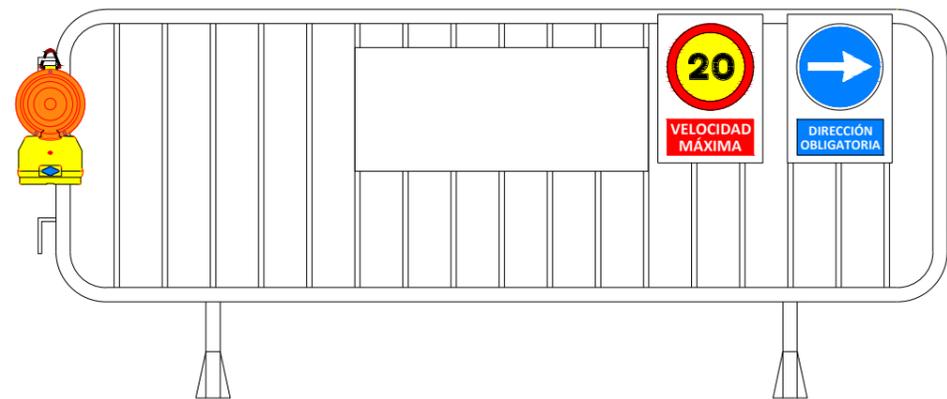


		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD			
Referencia:	3.2	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
Asistencia Técnica 		S/E	
N° de Plano: 3.2			Hoja 1 de 2

VALLA METÁLICA ELECTROSOLDABLE



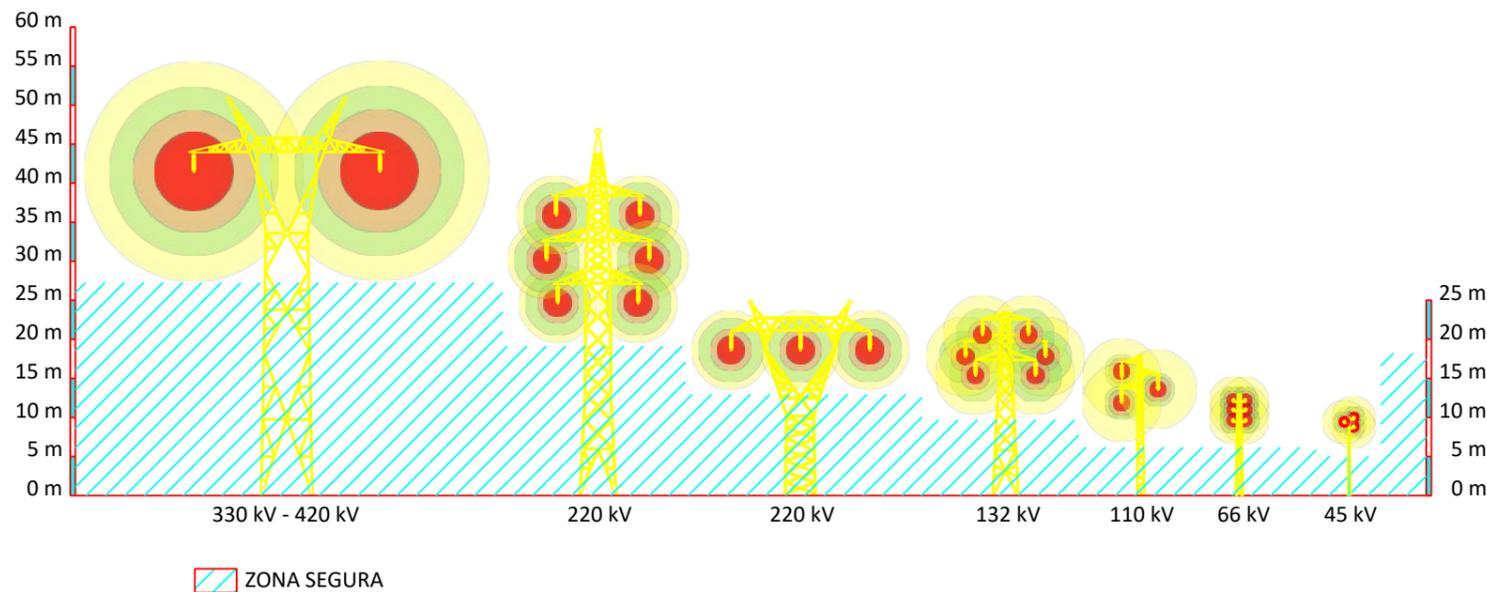
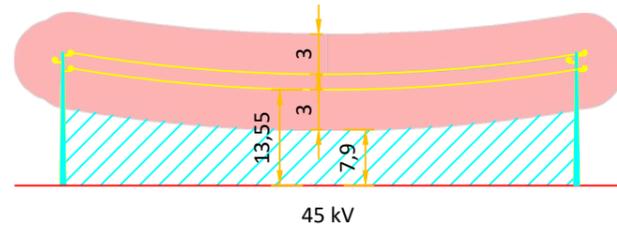
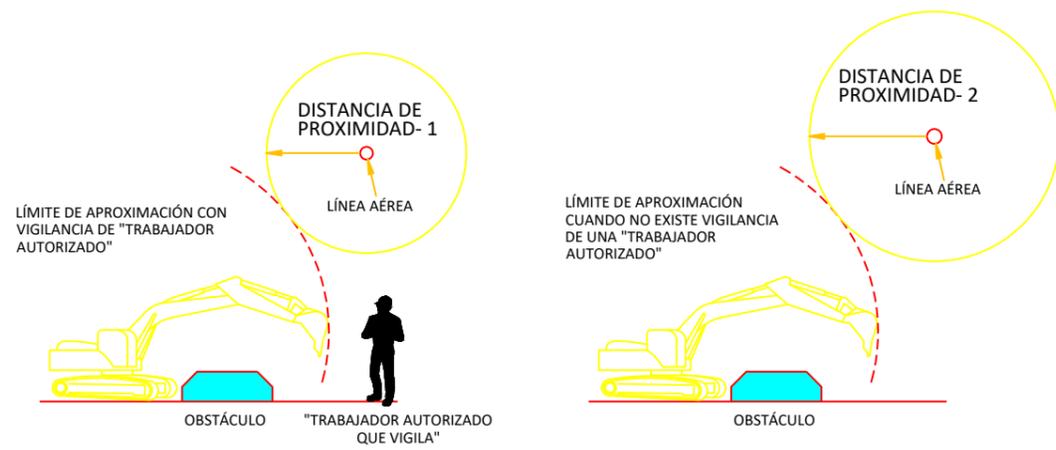
VALLA MÓVIL DE PROTECCIÓN Y PROHIBICIÓN DE PASO



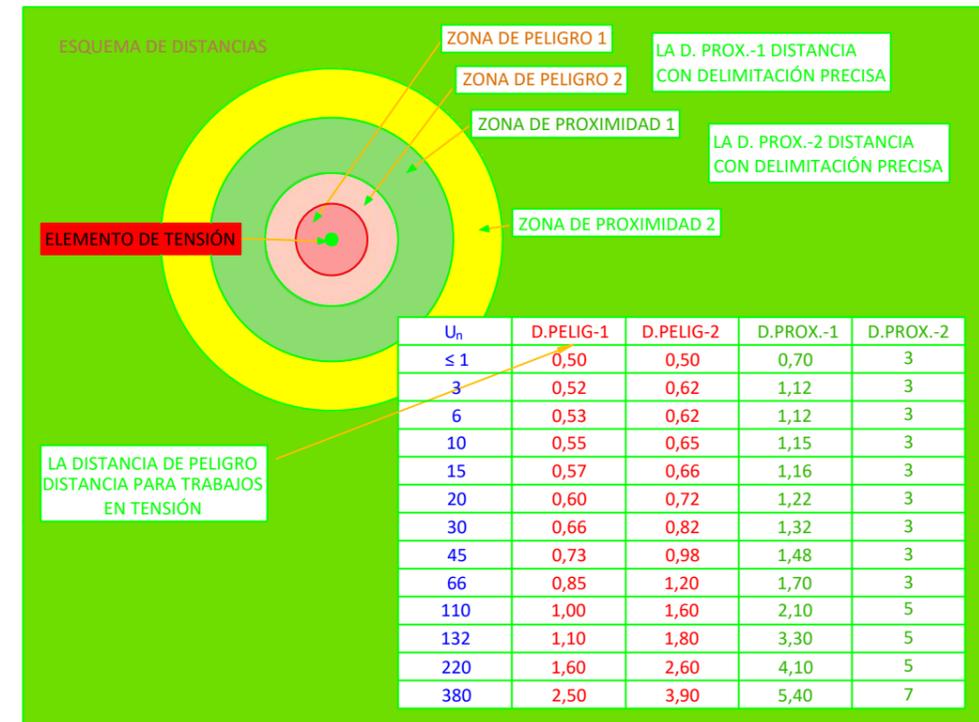
NOTA: SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO SEGÚN LAS CIRCUNSTANCIAS EN CUMPLIMIENTO DEL I.C.-8.3

 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD			
Referencia:	3.2	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
		S/E	
Asistencia Técnica			Nº de Plano: 3.2 <small>Hoja 2 de 2</small>

PÓRTICO DE BALIZAMIENTO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS



DISTANCIAS LÍMITE DE LAS ZONAS DE TRABAJO



U_n = TENSION NOMINAL DE LA INSTALACION (kV).

DISTANCIA DE PELIGRO -1 = DISTANCIA HASTA EL LÍMITE EXTERIOR DE LA ZONA DE PELIGRO CUANDO EXISTA RIESGO DE SOBRETENSION POR RAYO (m).

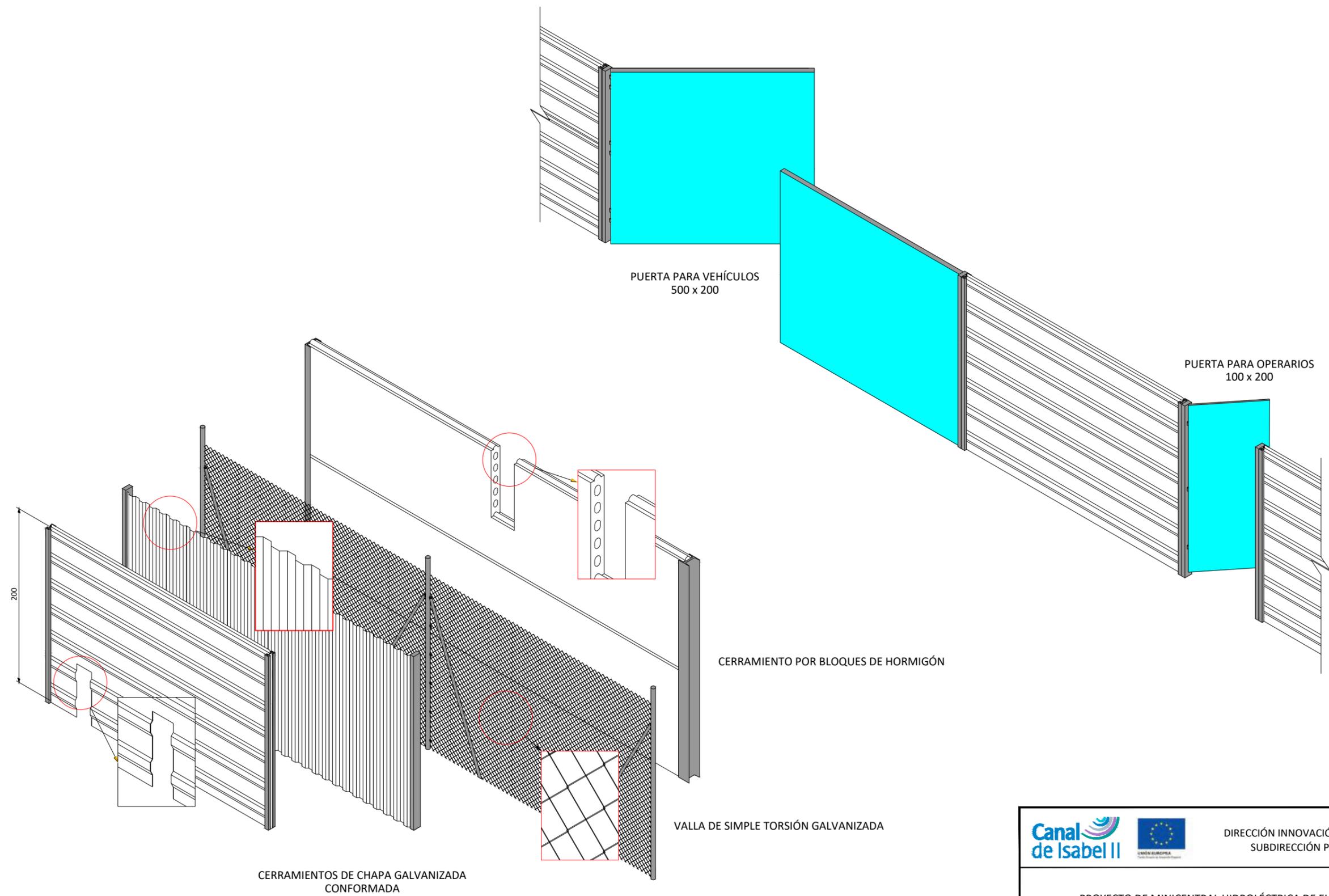
DISTANCIA DE PELIGRO -2 = DISTANCIA HASTA EL LÍMITE EXTERIOR DE LA ZONA DE PELIGRO CUANDO NO EXISTA EL RIESGO DE SOBRETENSION POR RAYO (m).

DISTANCIA DE PROXIMIDAD -1 = DISTANCIA HASTA EL LÍMITE EXTERIOR DE LA ZONA DE PROXIMIDAD CUANDO RESULTE POSIBLE DELIMITAR CON PRECISIÓN LA ZONA DE TRABAJO Y CONTROLAR QUE ÉSTA NO SE SOBREPASA DURANTE LA REALIZACIÓN DEL MISMO (m).

DISTANCIA DE PROXIMIDAD -2 = DISTANCIA HASTA EL LÍMITE EXTERIOR DE LA ZONA DE PROXIMIDAD CUANDO NO RESULTE POSIBLE DELIMITAR CON PRECISIÓN LA ZONA DE TRABAJO Y CONTROLAR QUE ÉSTA NO SE SOBREPASA DURANTE LA REALIZACIÓN DEL MISMO (m).

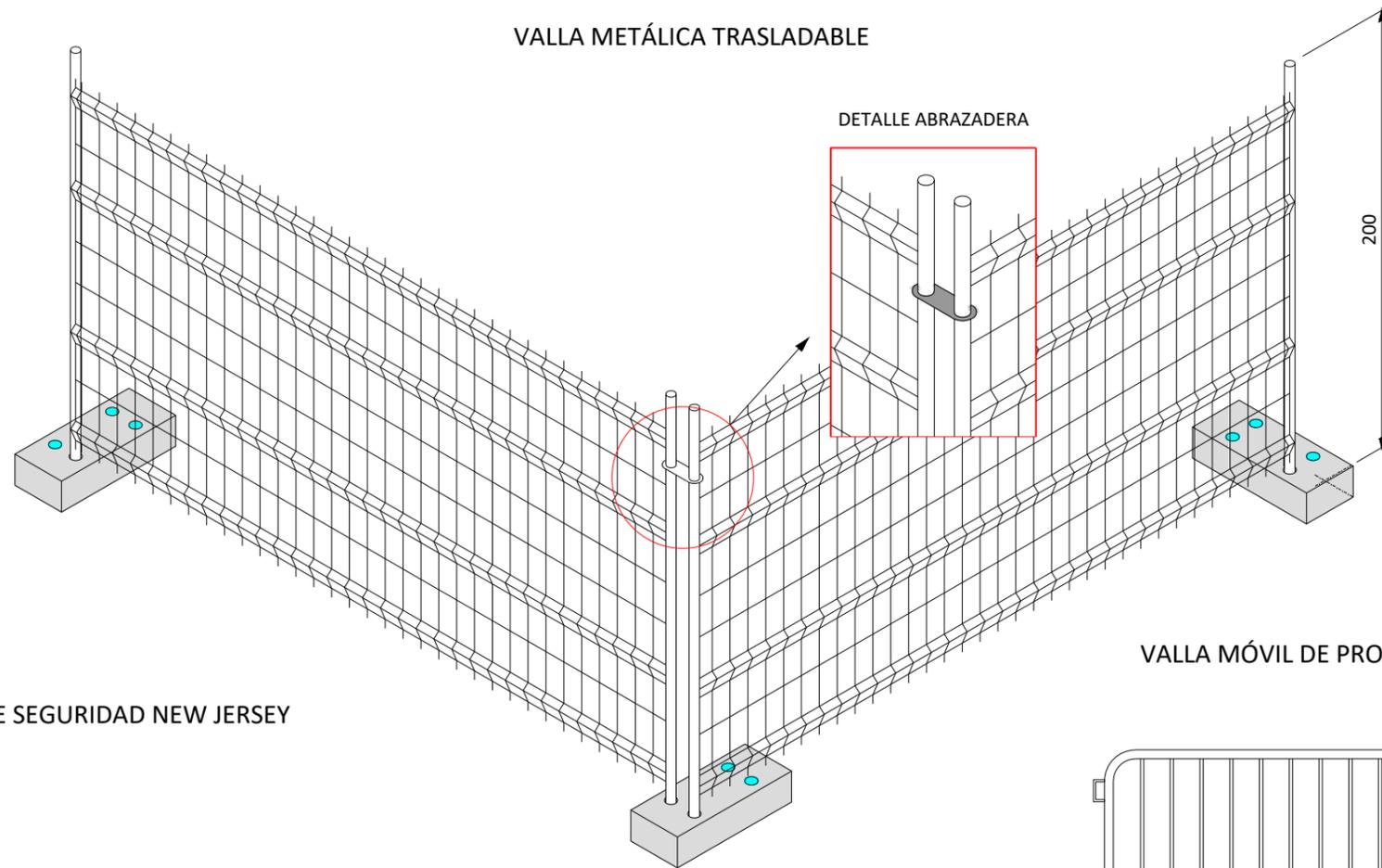
NOTA: LAS DISTANCIAS PARA VALORES DE TENSION INTERMEDIOS SE CALCULARÁN POR INTERPOLACIÓN LINEAL.

		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN DISTANCIAS DE SEGURIDAD A LÍNEAS ELÉCTRICAS EXISTENTES			
Referencia:	3.3	Escala: (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
S/E (cotas en m)			Nº de Plano:
			3.3 Hoja 1 de 1

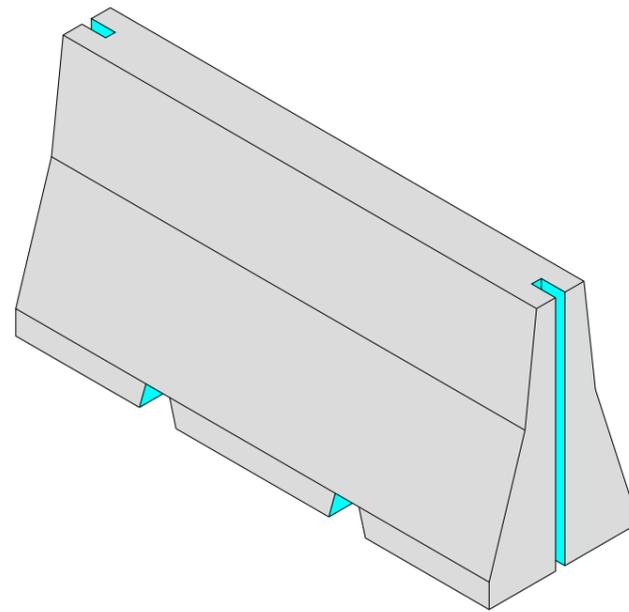


 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN CERRAMIENTOS			
Referencia:	3.4	Escala: (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
S/E (cotas en cm)			Nº de Plano:
			3.4 <small>Hoja 1 de 2</small>

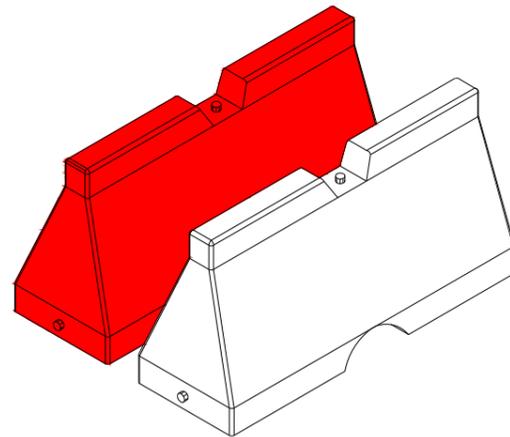
VALLADO MÓVIL
VALLA METÁLICA TRASLADABLE



BARRERAS DE SEGURIDAD NEW JERSEY

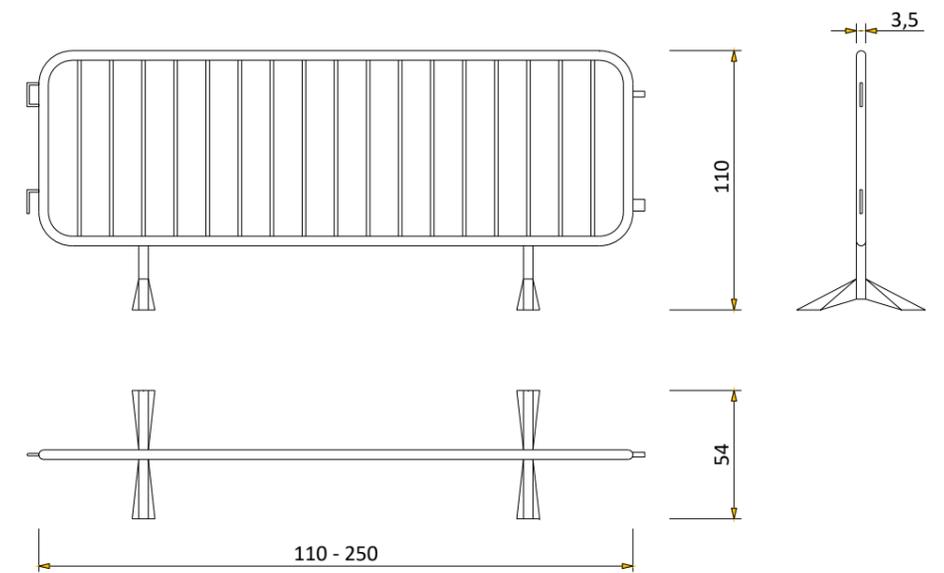


BARRERAS DE SEGURIDAD NEW JERSEY DE HORMIGÓN



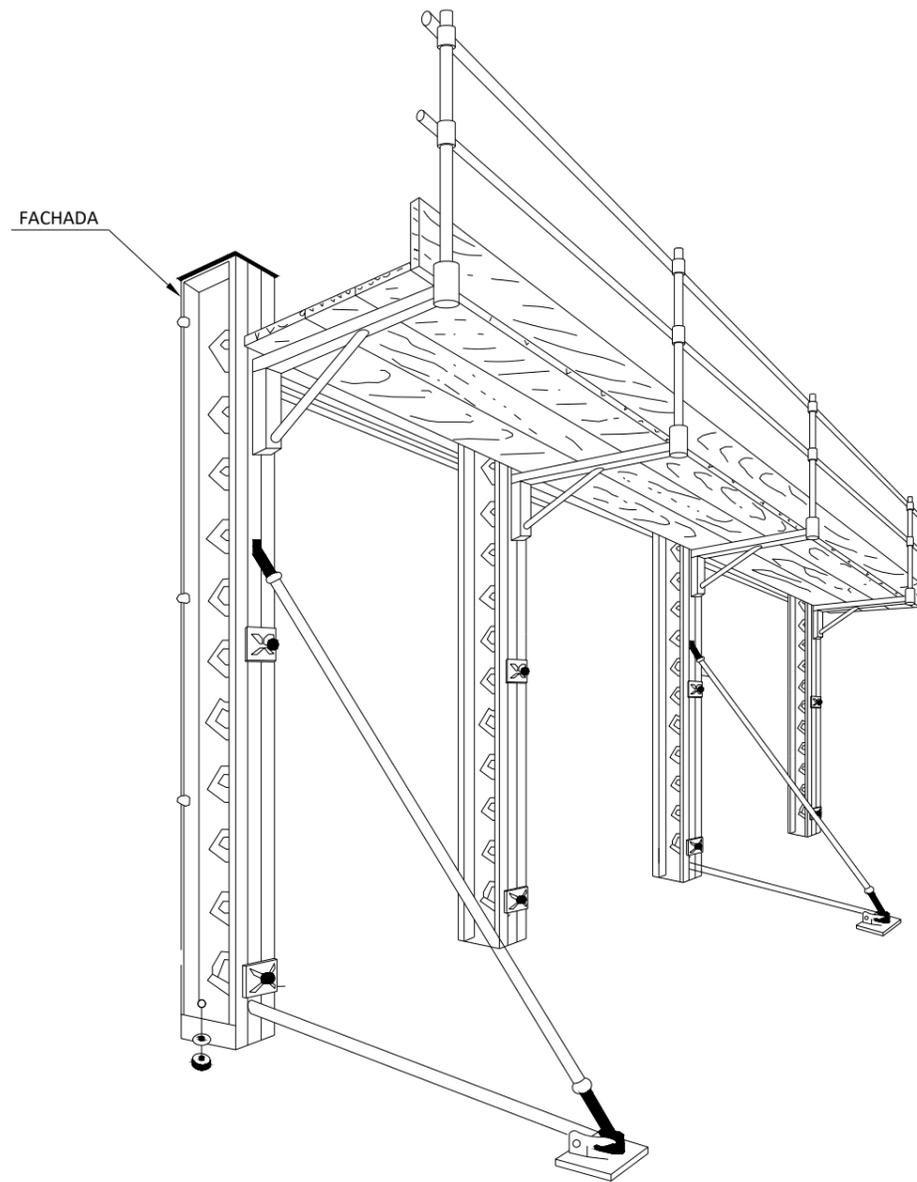
BARRERAS DE SEGURIDAD NEW JERSEY DE PLÁSTICO RELLENABLES DE AGUA

VALLA MÓVIL DE PROTECCIÓN Y PROHIBICIÓN DE PASO

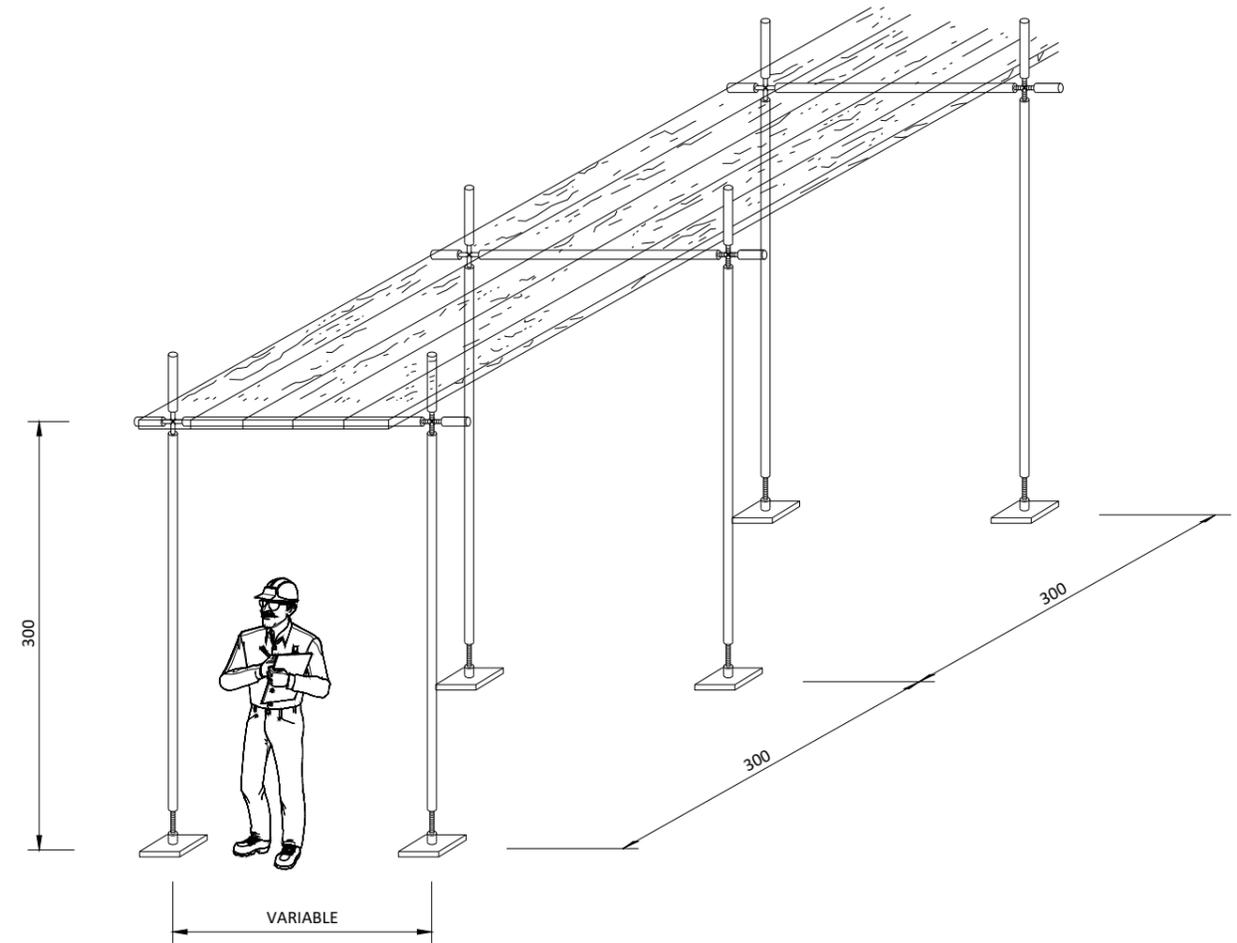


 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN CERRAMIENTOS			
Referencia:	3.4	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
S/E (cotas en cm)			Nº de Plano:
			3.4 Hoja 2 de 2

VISERA DE PROTECCIÓN PARA FACHADAS



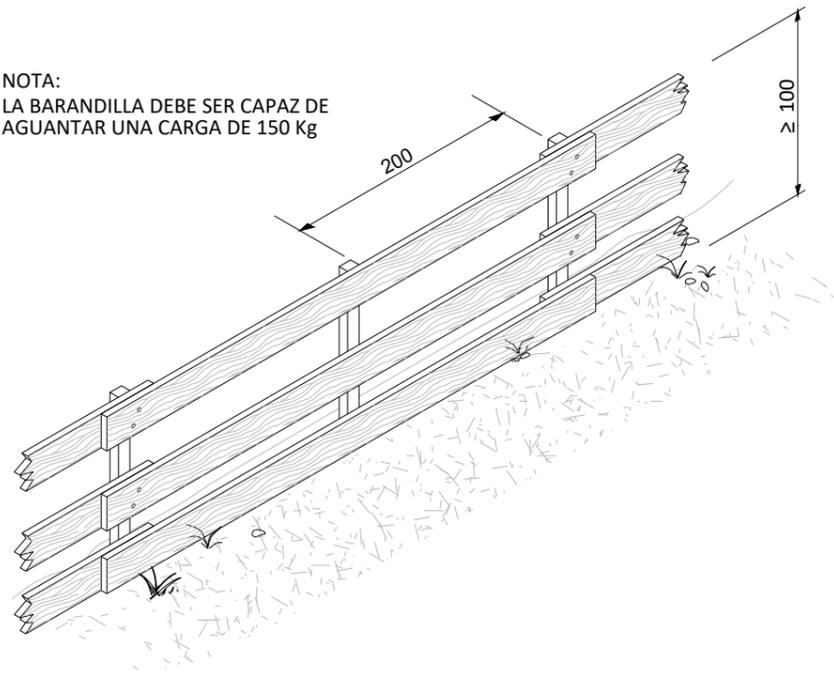
PASO PROTEGIDO POR MARQUESINA PROTECCIÓN FACHADAS



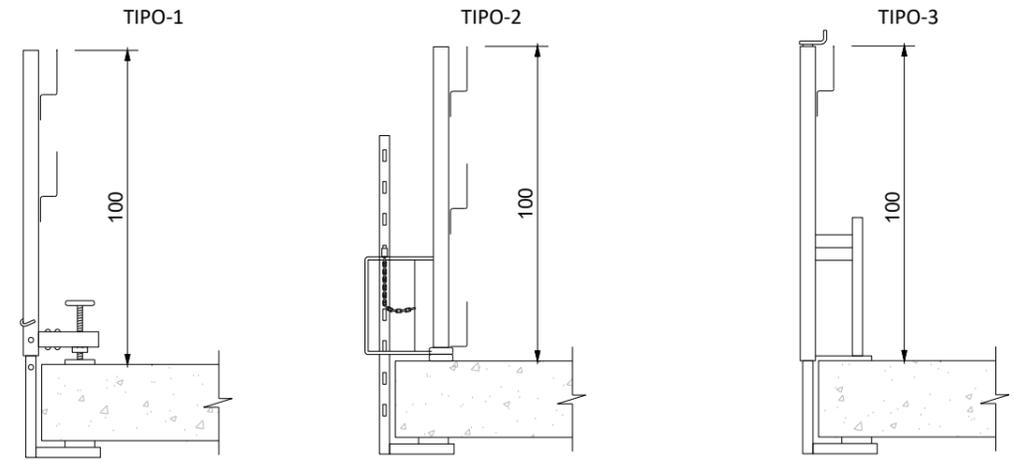
 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN PROTECCIÓN CONTRA CAÍDA DE OBJETOS			
Referencia:	3.5	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
S/E (cotas en cm)			Nº de Plano:
			3.5 Hoja 1 de 1

BARANDILLA DE PROTECCIÓN DE MADERA

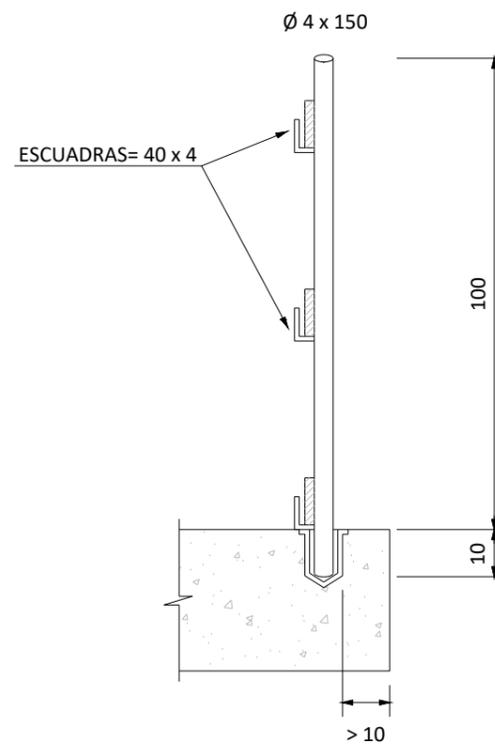
NOTA:
LA BARANDILLA DEBE SER CAPAZ DE AGUANTAR UNA CARGA DE 150 Kg



BARANDILLA CON SOPORTE TIPO "SARGENTO"

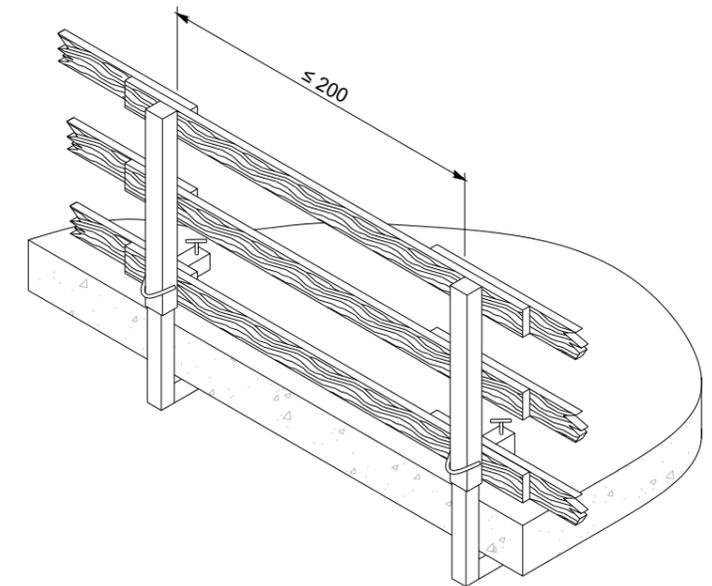
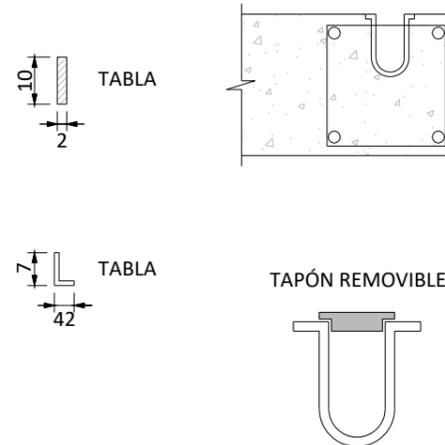


BARANDILLA DE PROTECCIÓN EMBEBIDA EN FORJADO, ESTRUCTURA Ó CUBIERTA



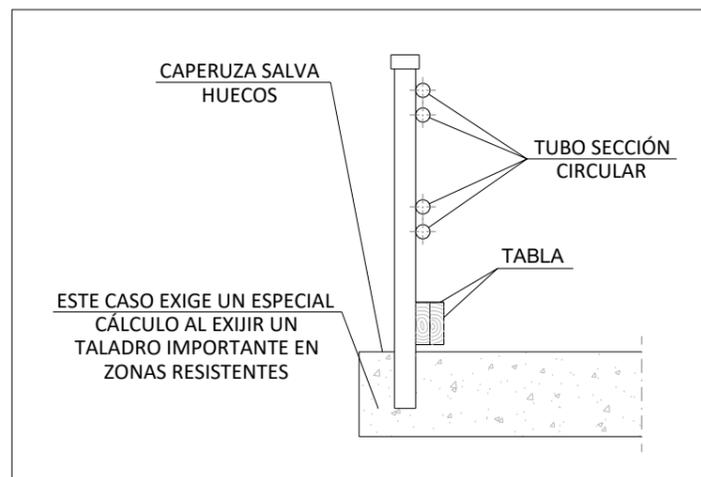
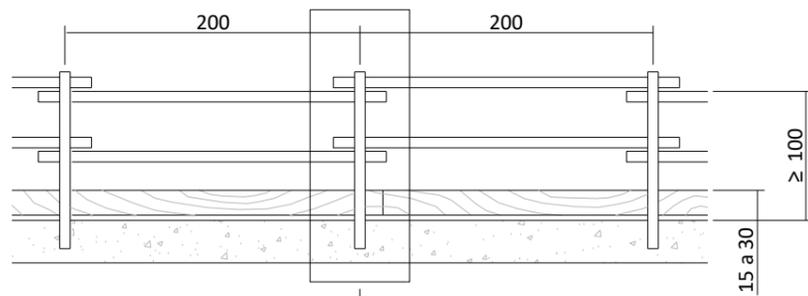
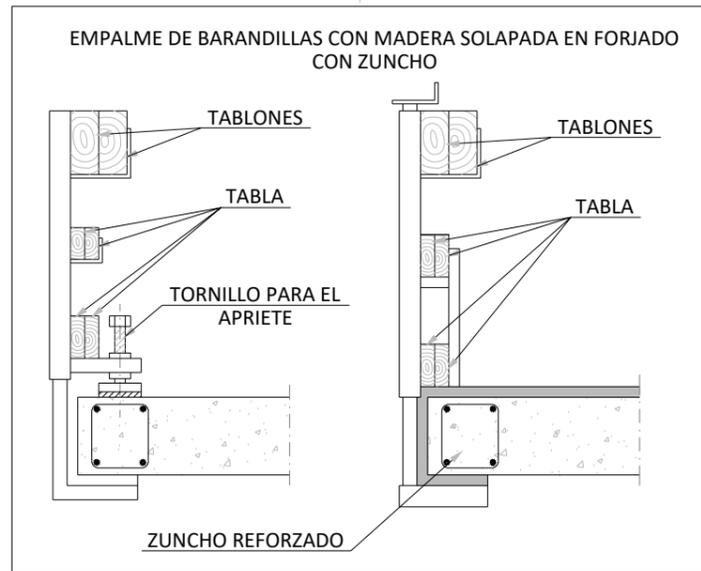
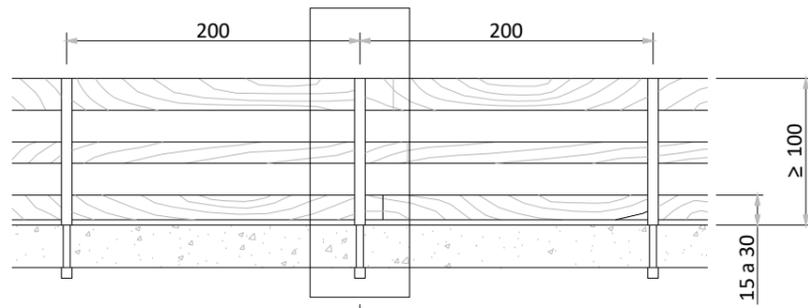
LA MENOR POSIBLE HOLGURA ENTRE CARTUCHO Y TUBO
(1 mm RECOMENDABLE)

EN CUALQUIER CASO DETRÁS DE LA ARMADURA LONGITUDINAL DEL ZUNCHO



 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS			
Referencia:	3.6	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
S/E (cotas en cm)			Nº de Plano:
			3.6 Hoja 1 de 2

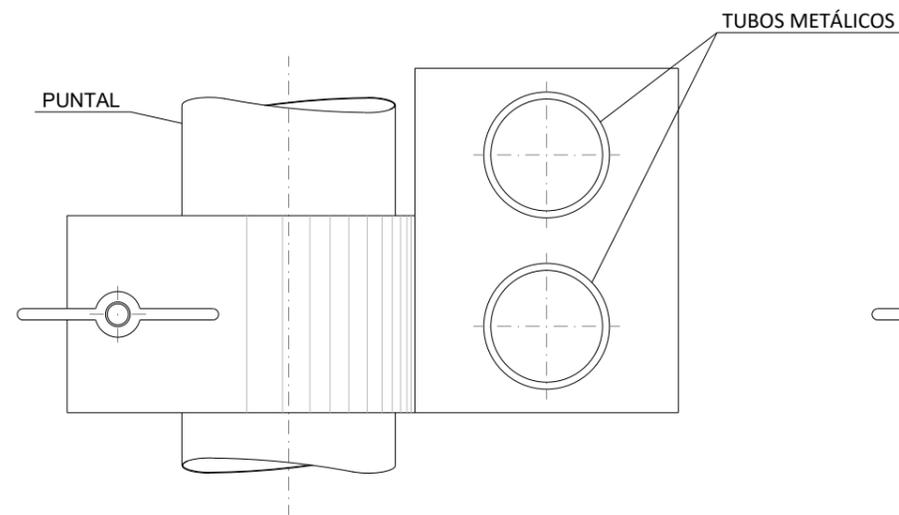
BARANDILLAS



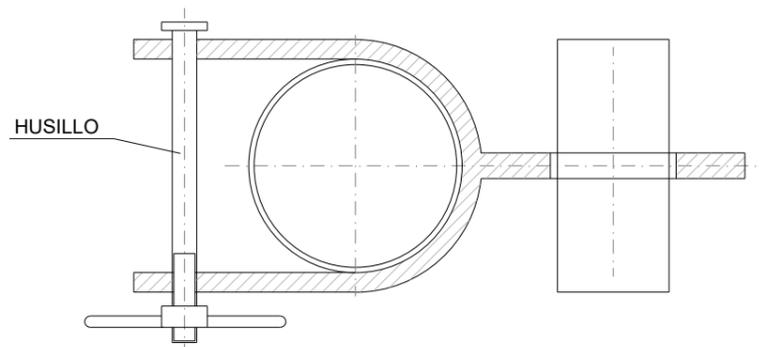
BRIDAS PARA FORMAR BARANDILLAS

ALZADOS

BRIDA PARA FORMAR BARANDILLAS TUBULARES CON TUBO METÁLICO

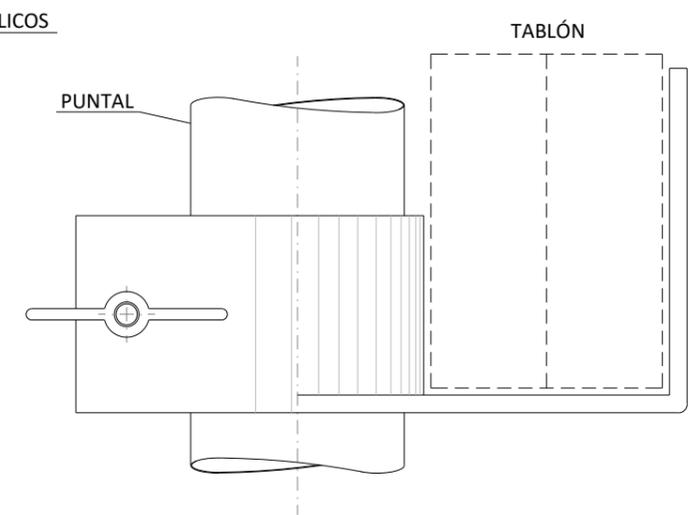


SECCIÓN

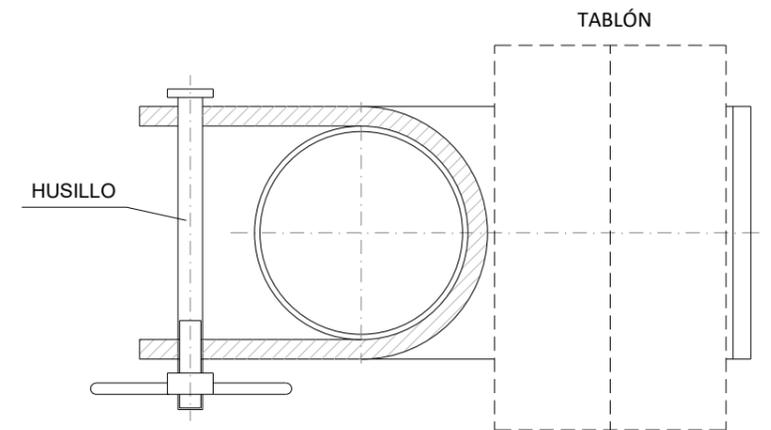


ALZADOS

BRIDA PARA FORMAR BARANDILLAS TUBULARES CON TABLÓN DE MADERA

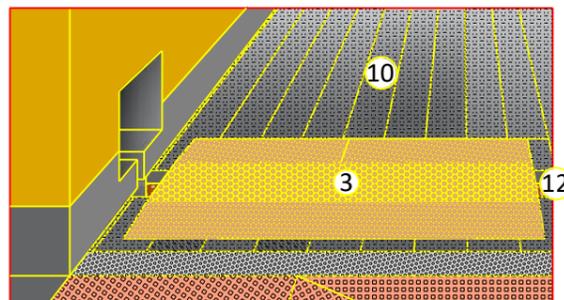
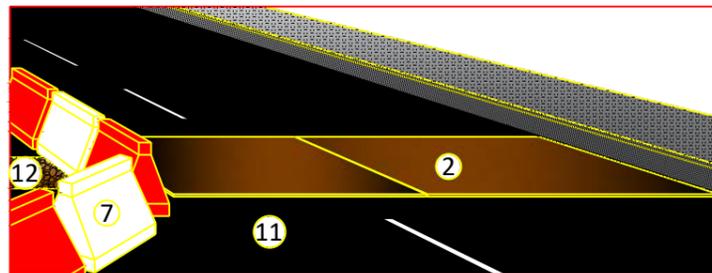
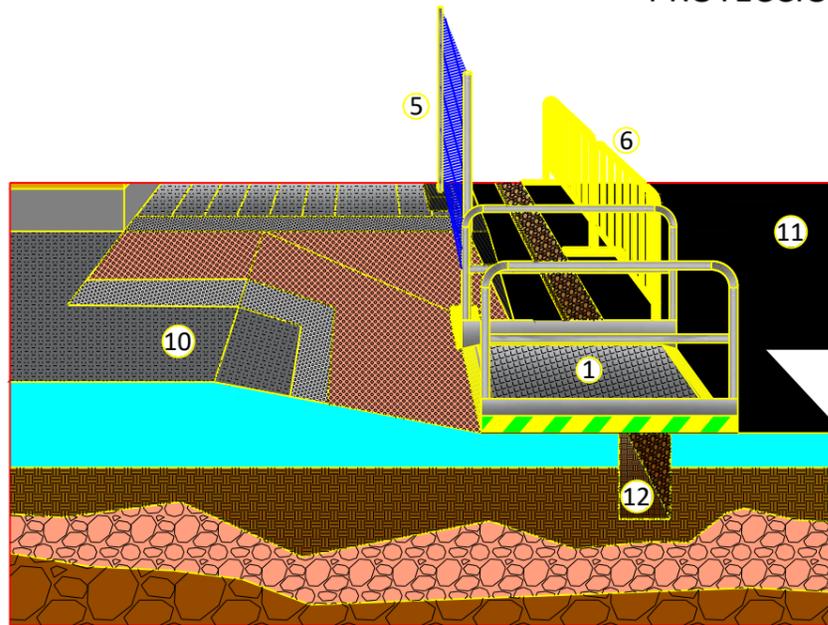


SECCIÓN



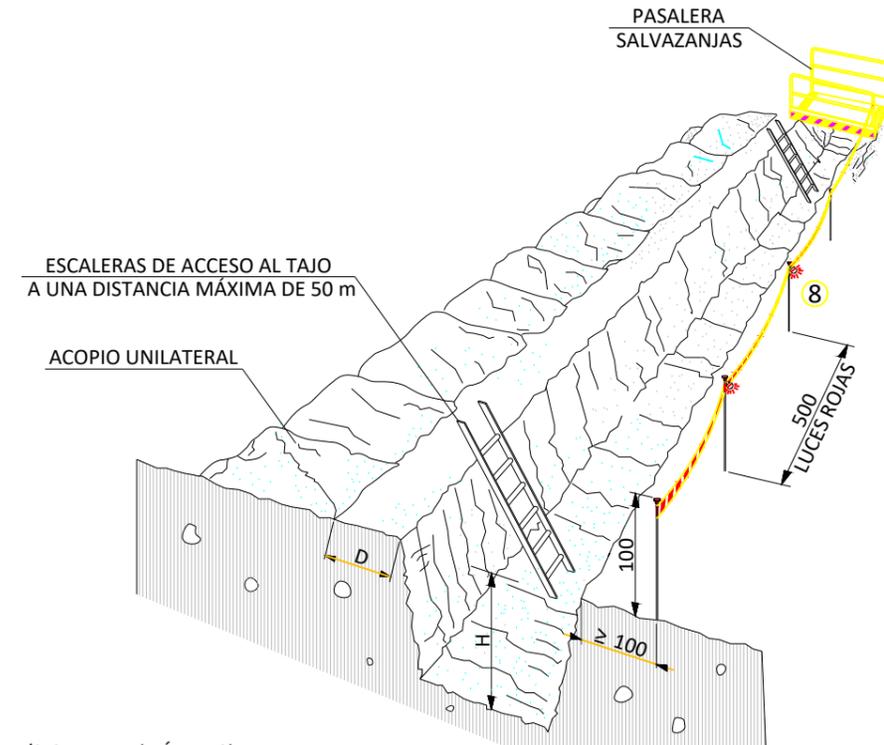
		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS			
Referencia:	3.6	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
S/E (cotas en cm)			Nº de Plano:
			3.6 Hoja 2 de 2

PROTECCIONES EN ZANJAS, HUECOS Y APERTURAS

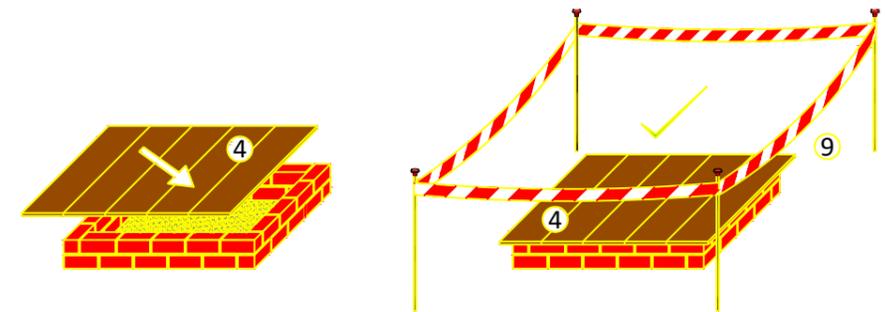


- 1- PASARELA METÁLICA SALVAZANJAS PARA PEATONES CON BARANDILLA
- 2- PLANCHA DE ACERO SALVAZANJAS PARA VEHÍCULOS
- 3- PLANCHA PLÁSTICA PARA PASO DE PEATONES
- 4- TABLONES DE MADERA
- 5- VALLA DE MALLA DE ACERO ELECTROSOLDADA CON PIE DE HORMIGÓN ZANJA
- 6- VALLA DE CONTENCIÓN DE PEATONES
- 7- BARRERA PLÁSTICA TIPO NEW JERSEY
- 8- BALIZA LUMINOSA INTERMITENTE
- 9- CINTA DE BALIZAMIENTO DE PLÁSTICO
- 10-ACERA
- 11-CALZADA
- 12-ZANJA

NOTA: LA SEÑALIZACIÓN DEBERÁ CUMPLIR LO ESPECIFICADO EN LA NORMA 8.3. IC (SEÑALIZACIÓN DE OBRA).
EL TIPO DE PROTECCIONES PERIMETRALES Y BALIZAMIENTO SE SELECCIONARÁ EN FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CADA OBRA.



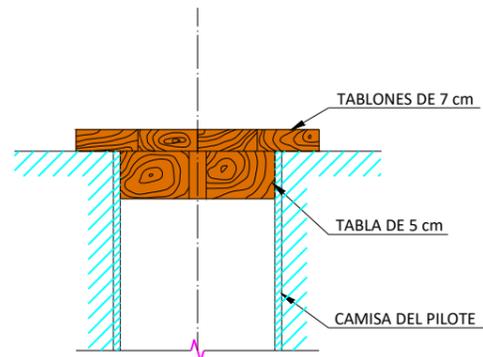
$D \geq H/2$ GENERAL (MÍN. 150)
 $D \geq H$ (TERRENOS ARENOSOS)



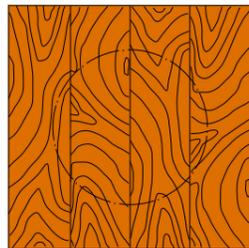
 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS			
Referencia:	3.6	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
		S/E (cotas en cm)	
Asistencia Técnica			Nº de Plano: 3.6 Hoja 3 de 7

PROTECCIÓN DE HUECOS EN MADERA, ACERO Y COMPOSITE

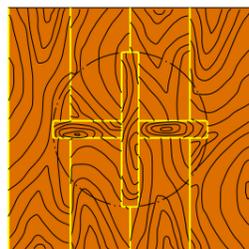
SECCIÓN POZO SIN ARMAR



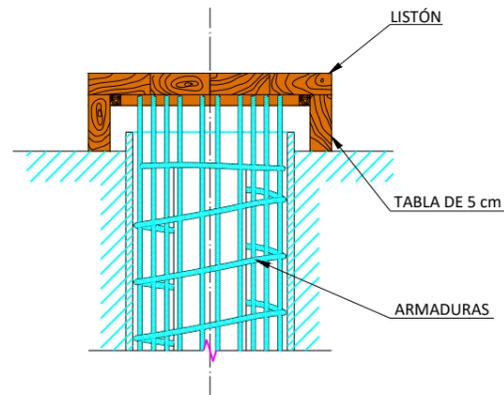
CARA SUPERIOR



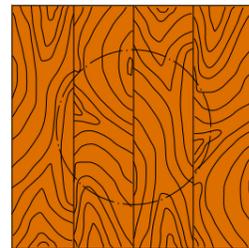
CARA INFERIOR



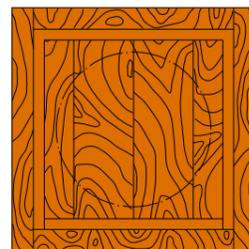
SECCIÓN POZO ARMADO



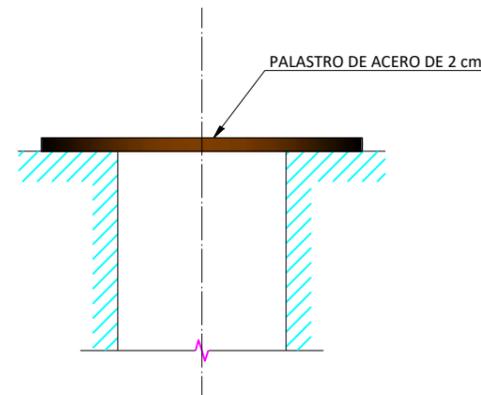
CARA SUPERIOR



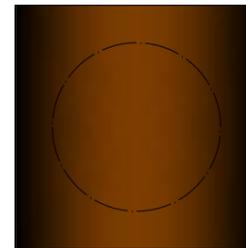
CARA INFERIOR



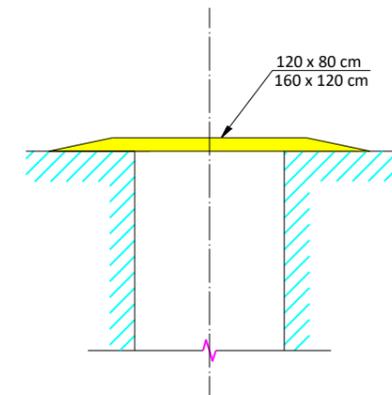
EN HUECOS Y ABERTURAS



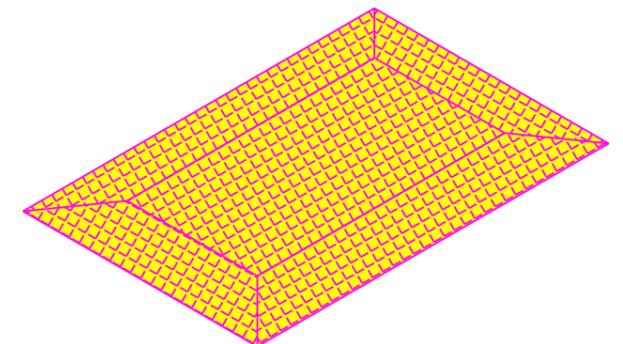
CARA SUPERIOR E INFERIOR



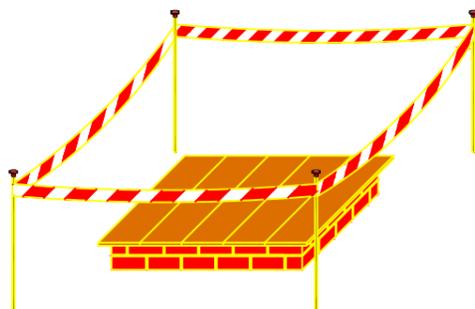
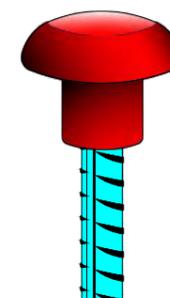
SALVAZANJAS PARA PEATONES



PLANCHA PLÁSTICA



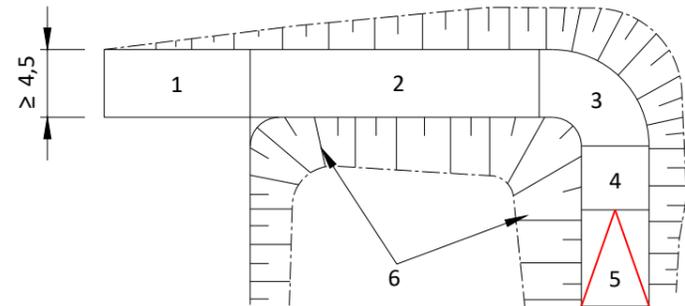
DETALLE PROTECCIÓN ARMADURA " TIPO SETA "



 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS. PROTECCIÓN DE HUECOS HORIZONTALES			
Referencia:	3.6	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
		S/E	
Asistencia Técnica:			Nº de Plano: 3.6 Hoja 4 de 7

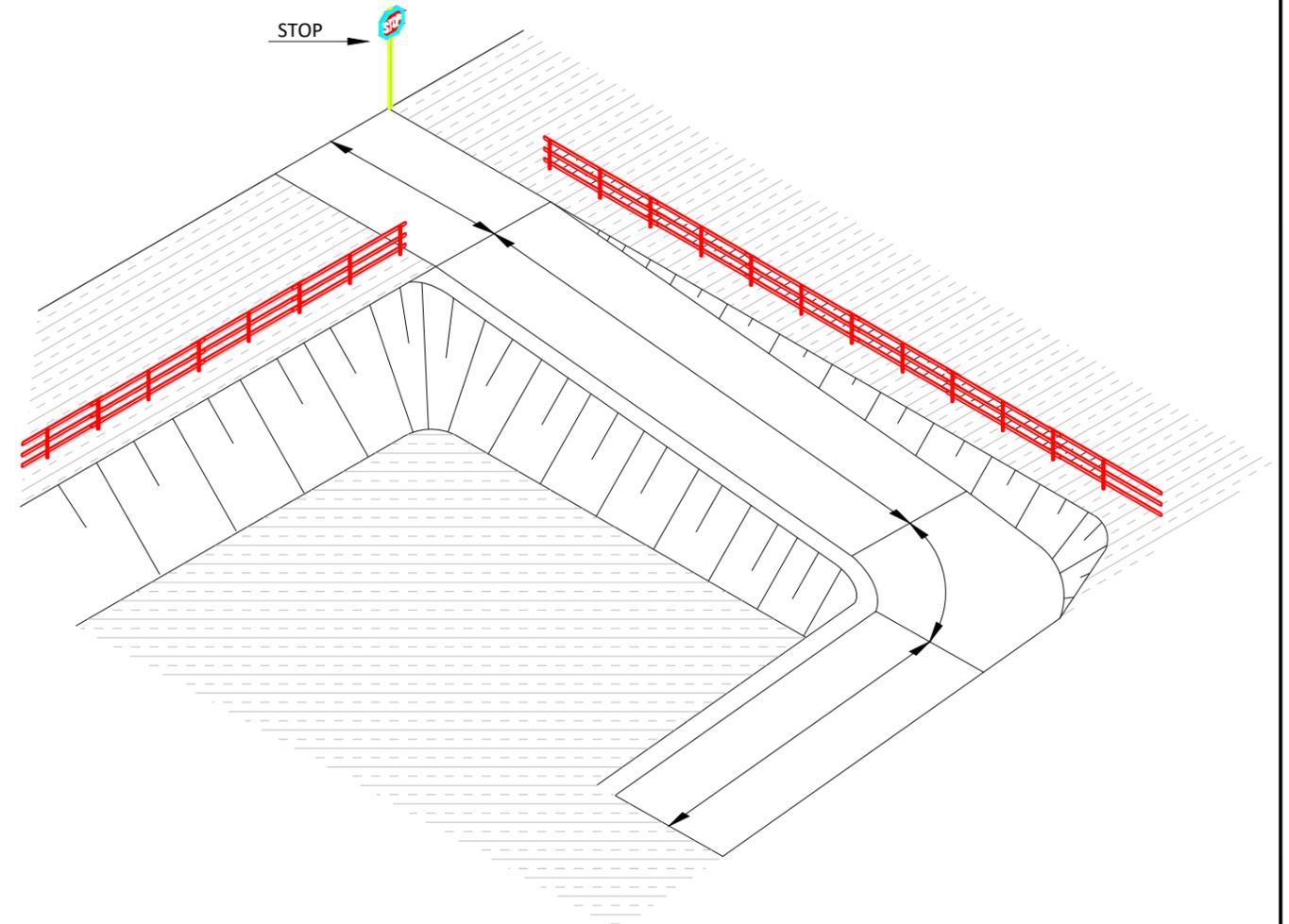
ACCESOS A OBRA

RECOMENDACIONES DE DIMENSIONES PARA RAMPAS DE ACCESO A OBRA

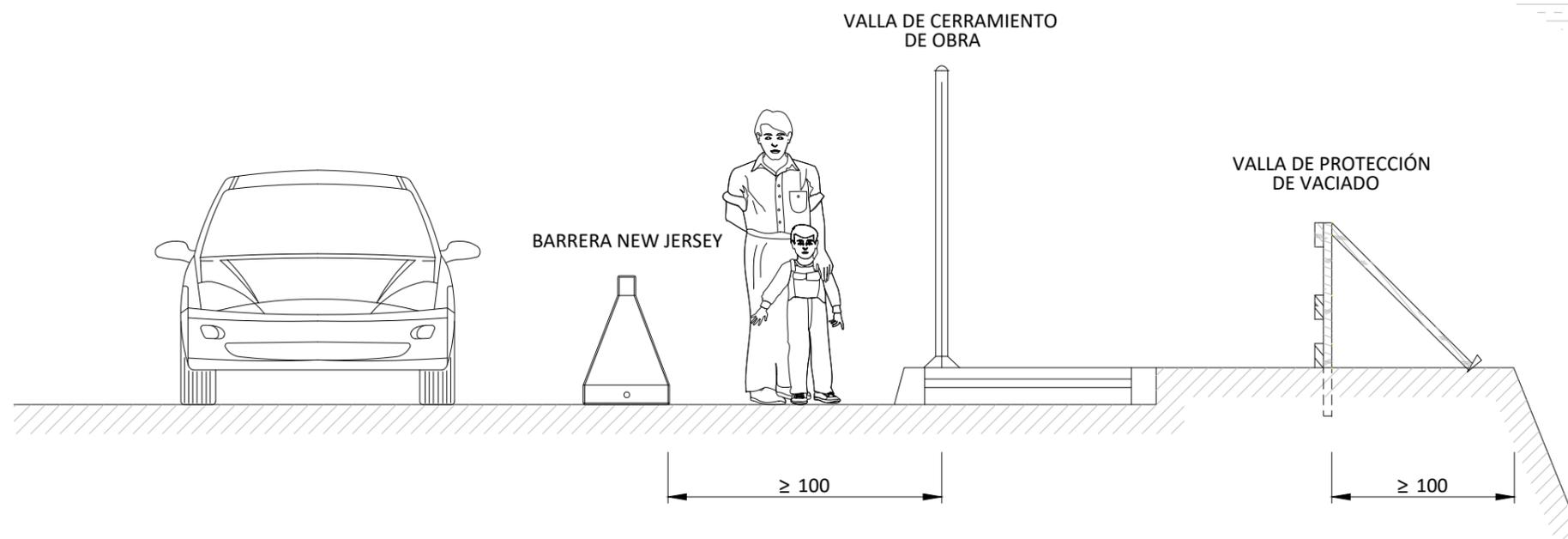


- 1: ZONA HORIZONTAL
- 2: $\leq 12\%$ PENDIENTE EN TRAMOS RECTOS
- 3: $\leq 8\%$ PENDIENTE EN TRAMOS CURVOS
- 4: $\leq 12\%$ PENDIENTE EN TRAMOS RECTOS
- 5: ≥ 6 m INICIACIÓN DE SUBIDA
- 6: TALUDES

PLANTA

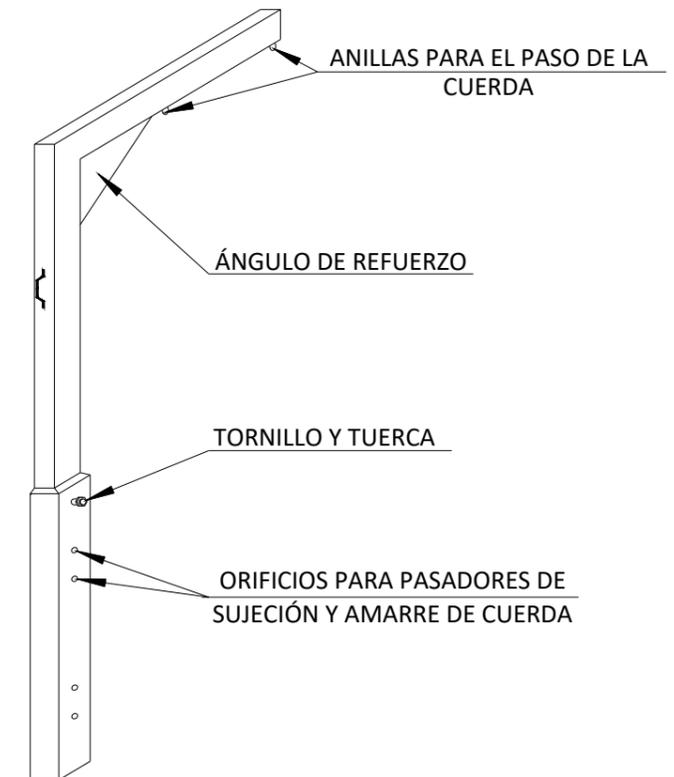
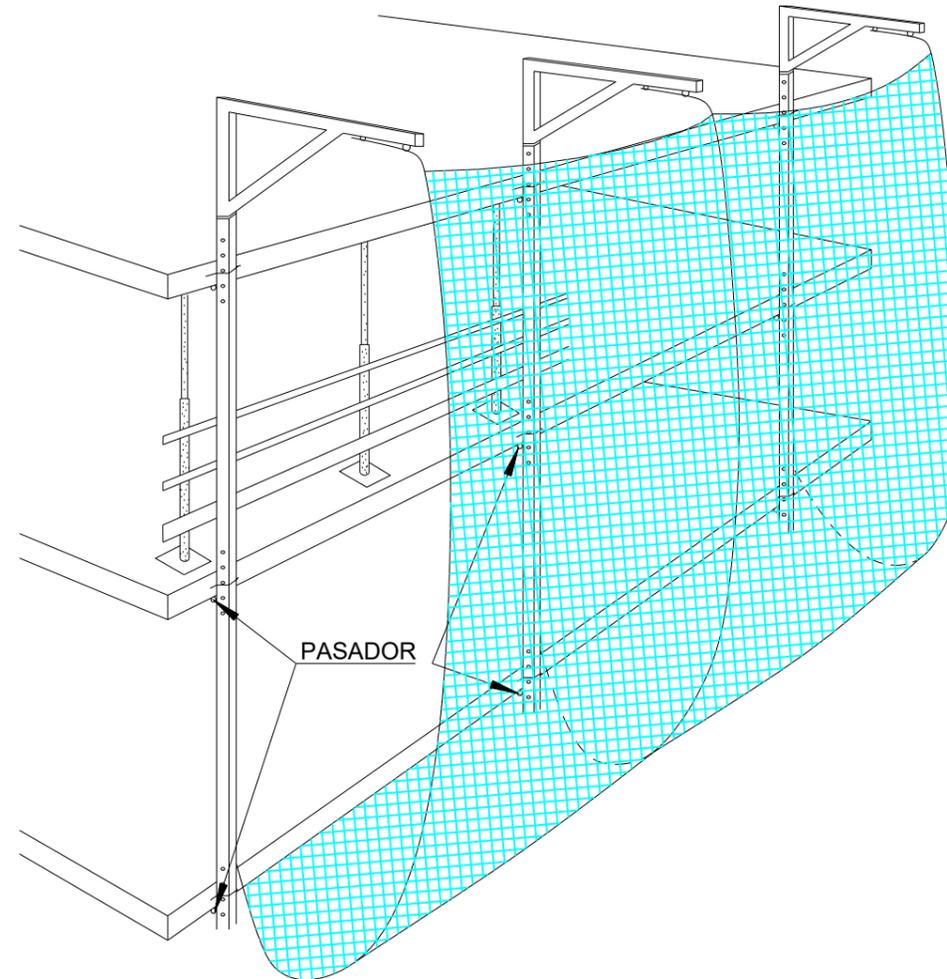
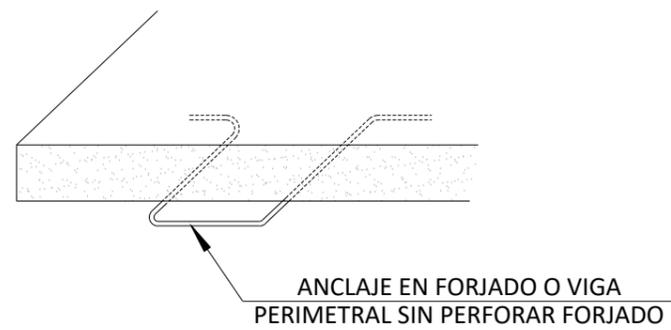
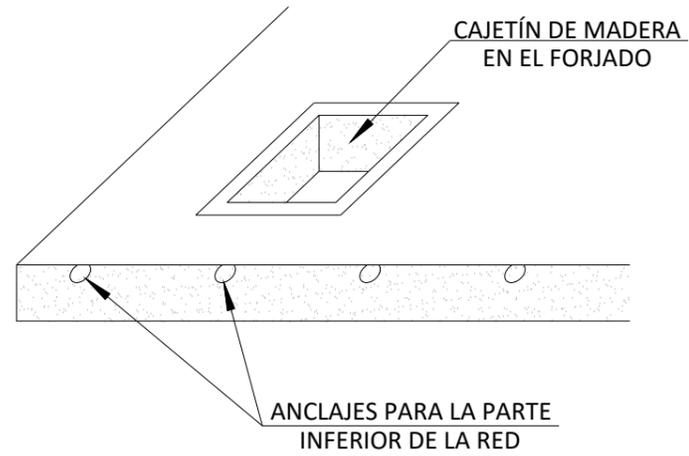


COLOCACIÓN DE VALLAS

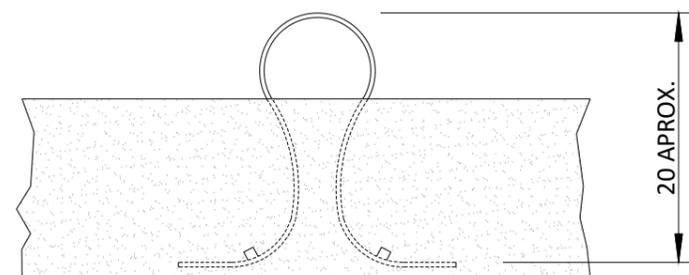


 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS. VALLADOS EN ACCESOS			
Referencia:	3.6	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
S/E (cotas en cm)			Nº de Plano:
			3.6 Hoja 5 de 7

SUJECIÓN DE RED TIPO HORCA

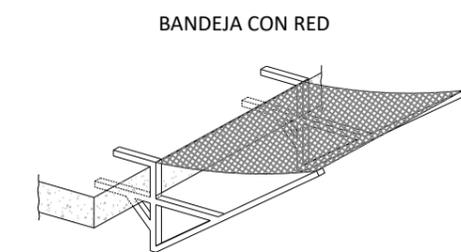
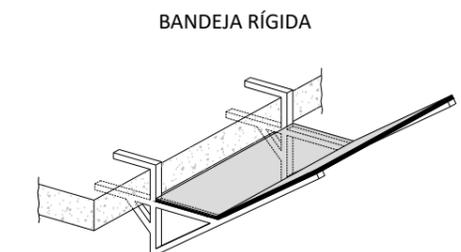
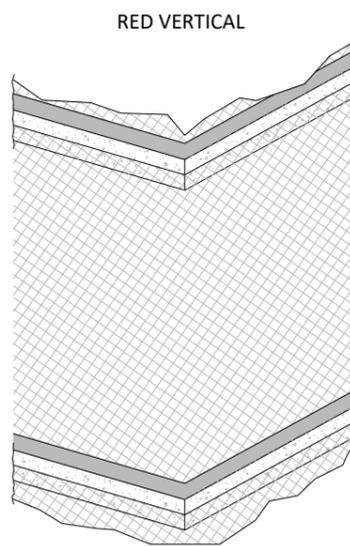
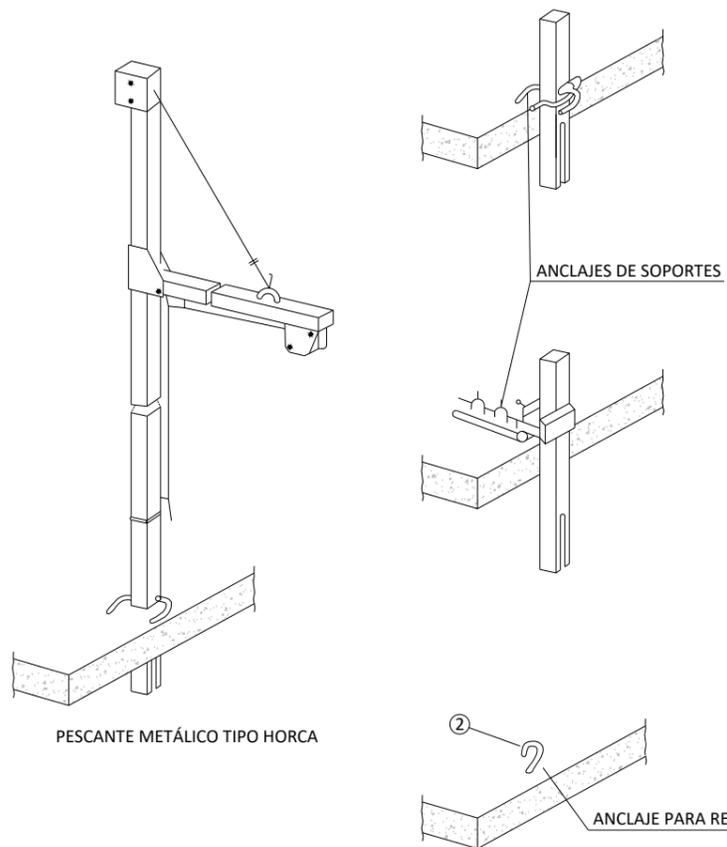


DETALLE DE ANCLAJE DE RED



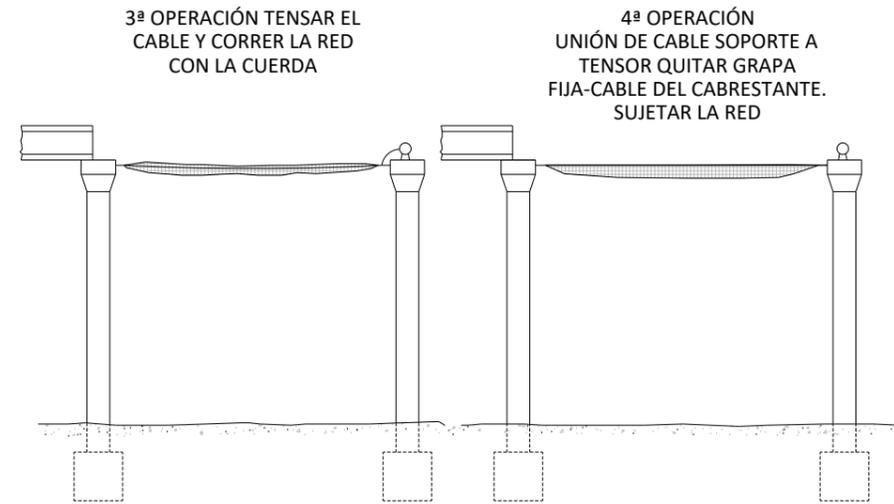
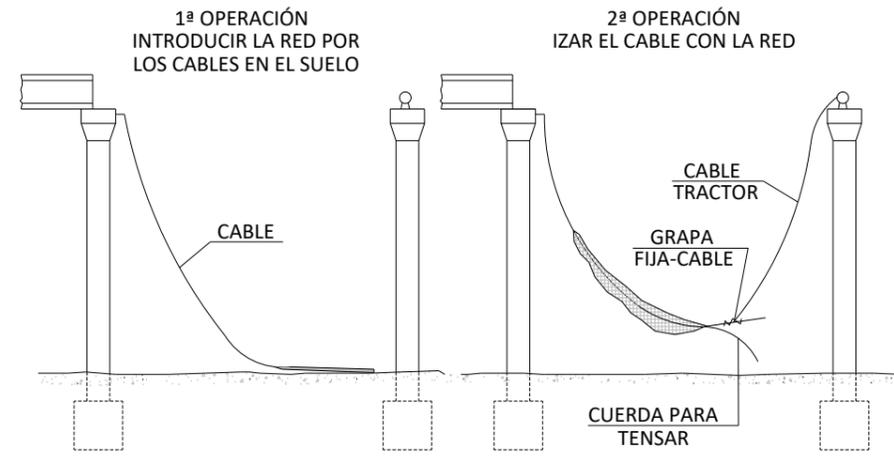
 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS. RED TIPO HORCA			
Referencia:	3.6	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
S/E (cotas en cm)			Nº de Plano:
			3.6 Hoja 6 de 7

ANCLAJES A FORJADOS PARA RED DE PROTECCIÓN

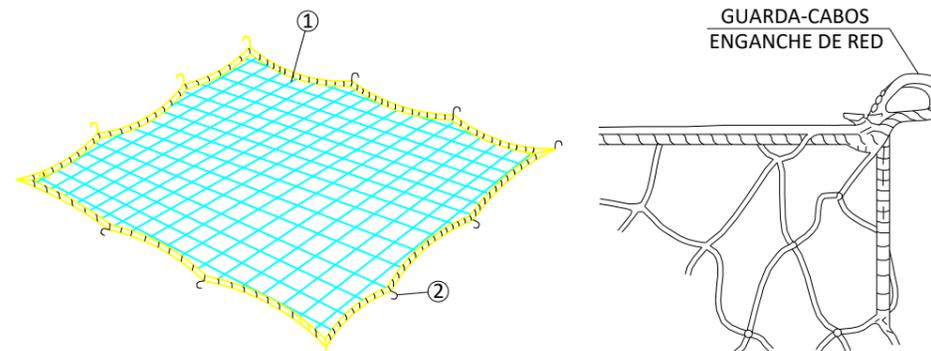


PROTECCIÓN CON RED DE VANOS HORIZONTALES

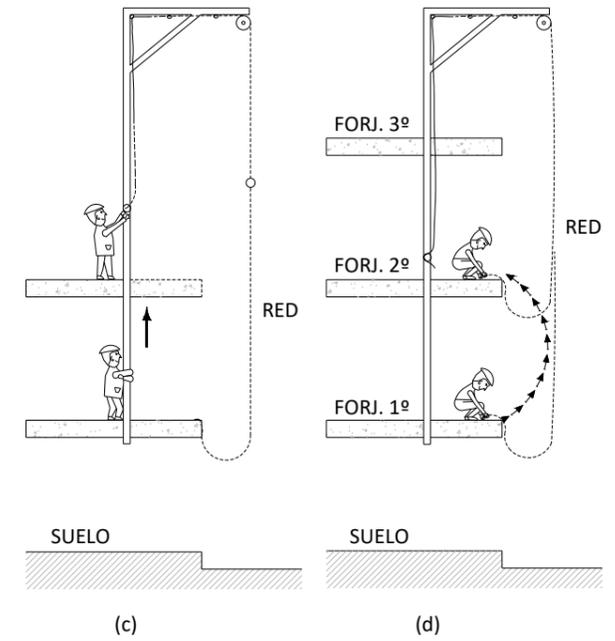
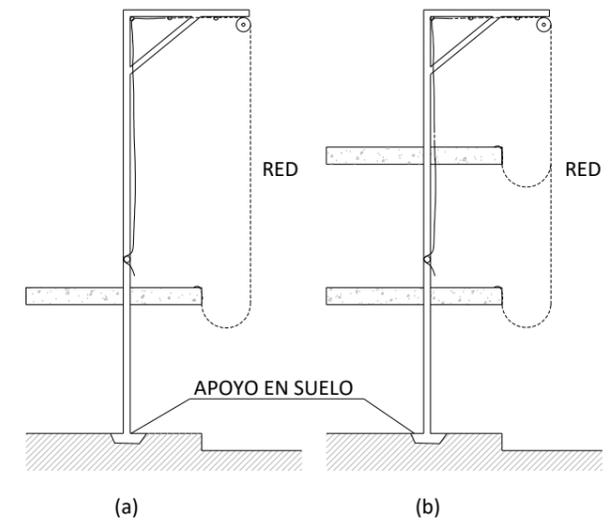
SECUENCIA DE MONTAJE



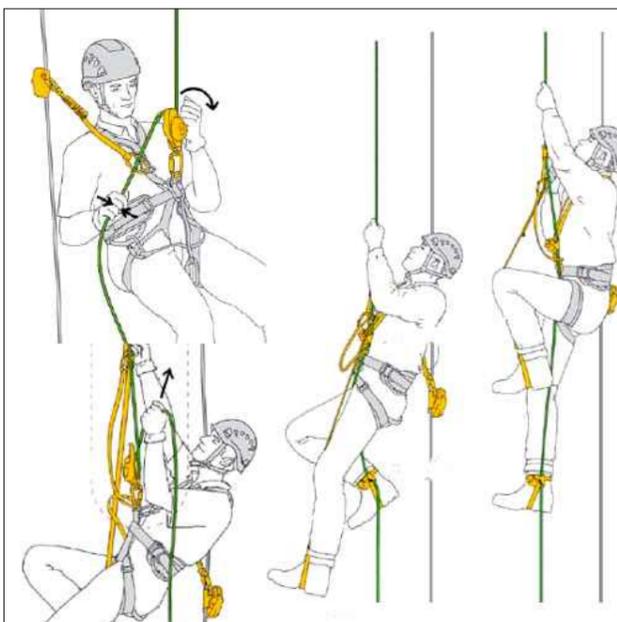
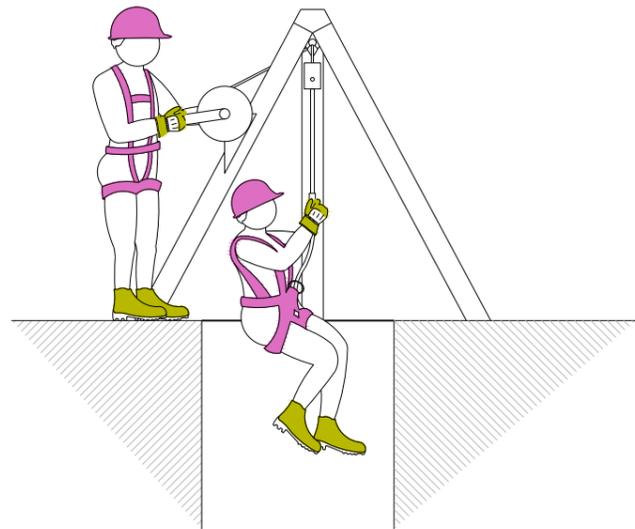
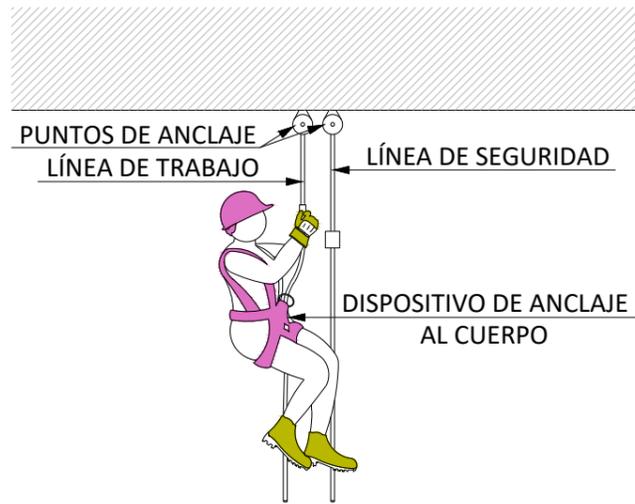
- ① RED DE POLAMIDA DE HILO DE 4 mm DE DIÁMETRO
- ② GANCHOS INCORPORADOS AL FORJADO AL ECHAR EL HORMIGÓN



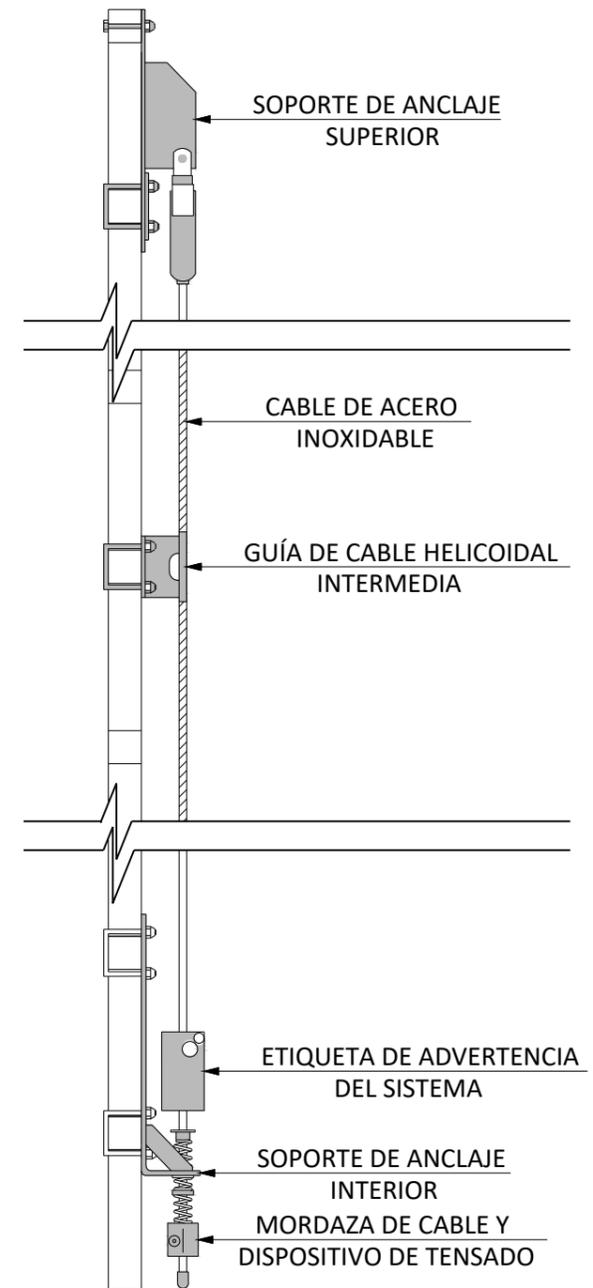
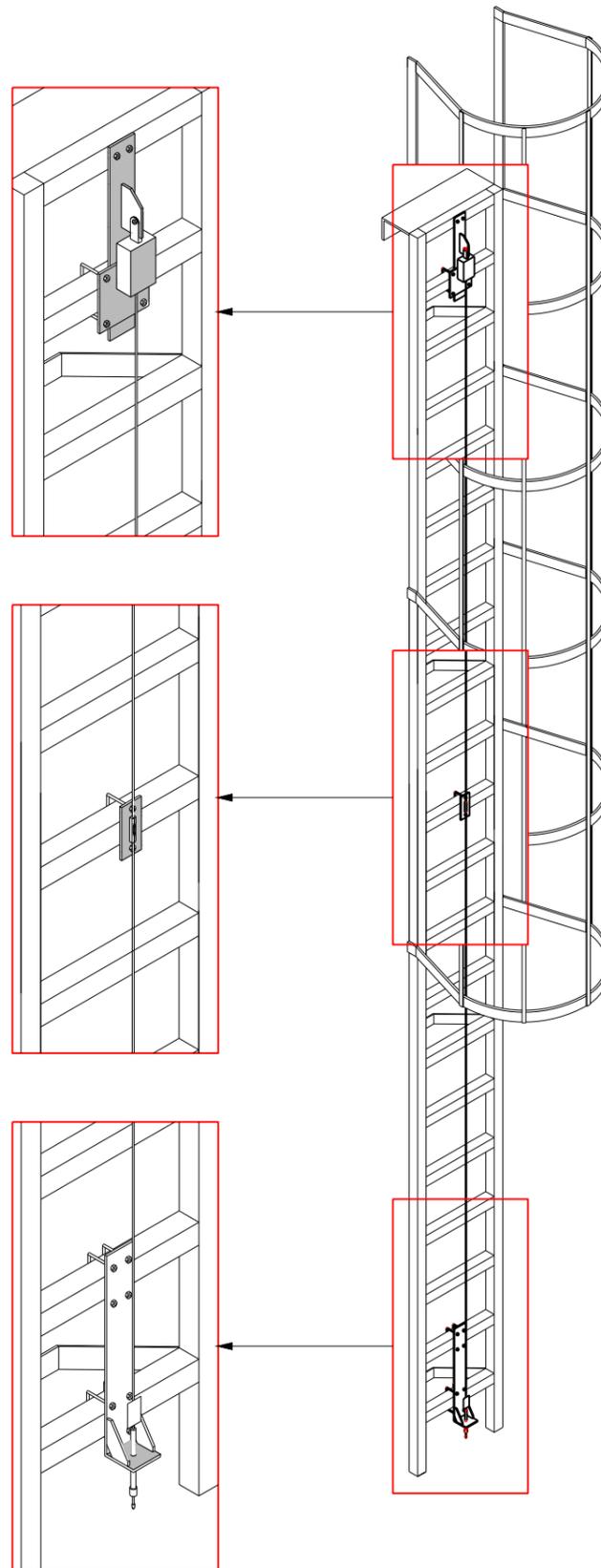
ASCENSO DE LA RED (TIPO HORCA)



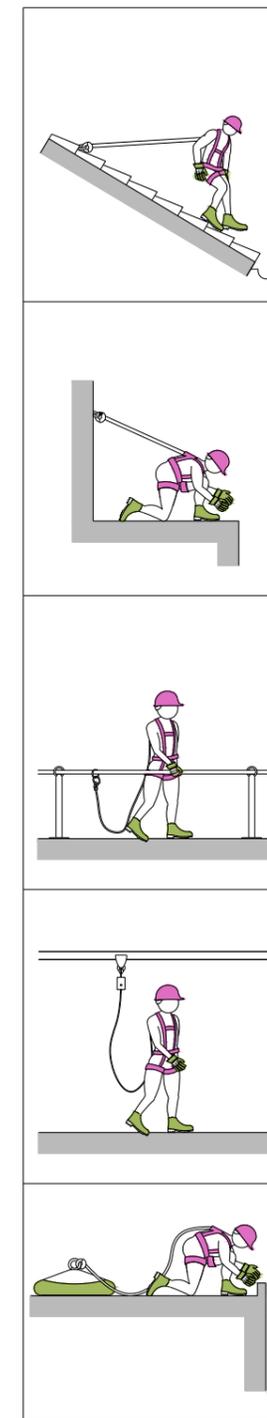
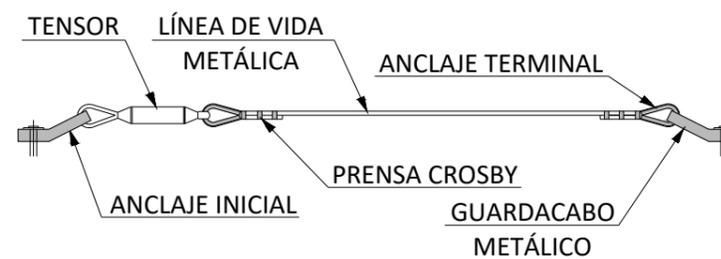
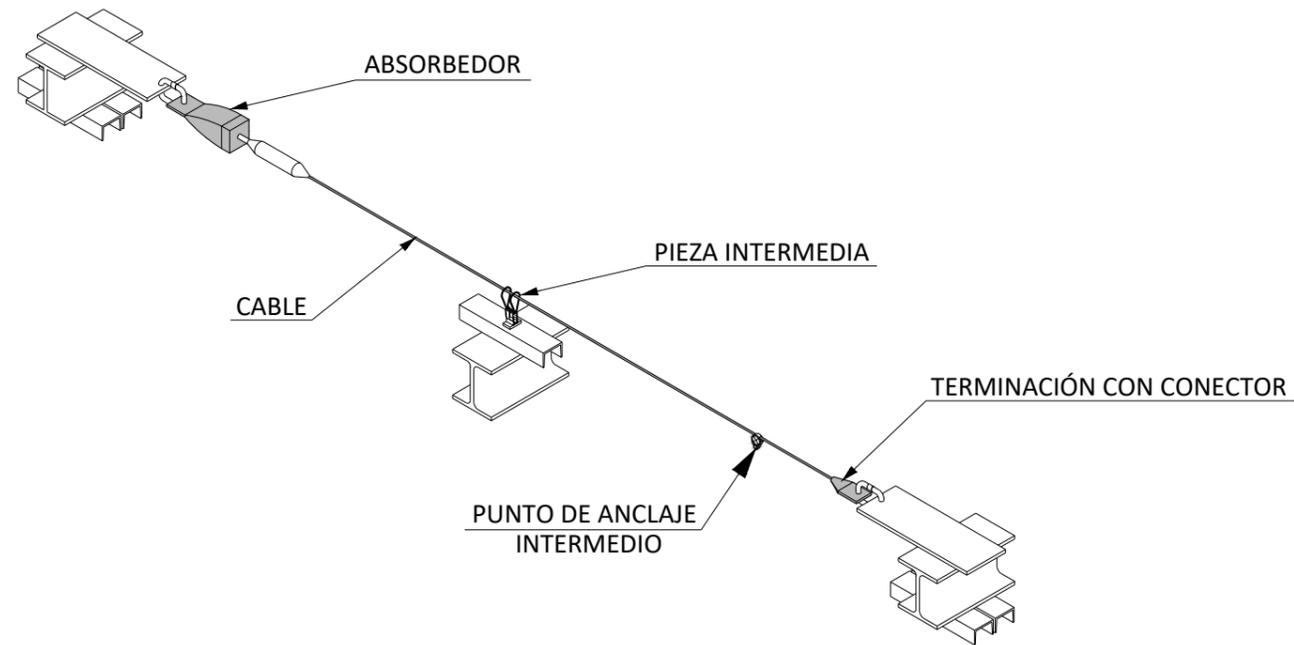
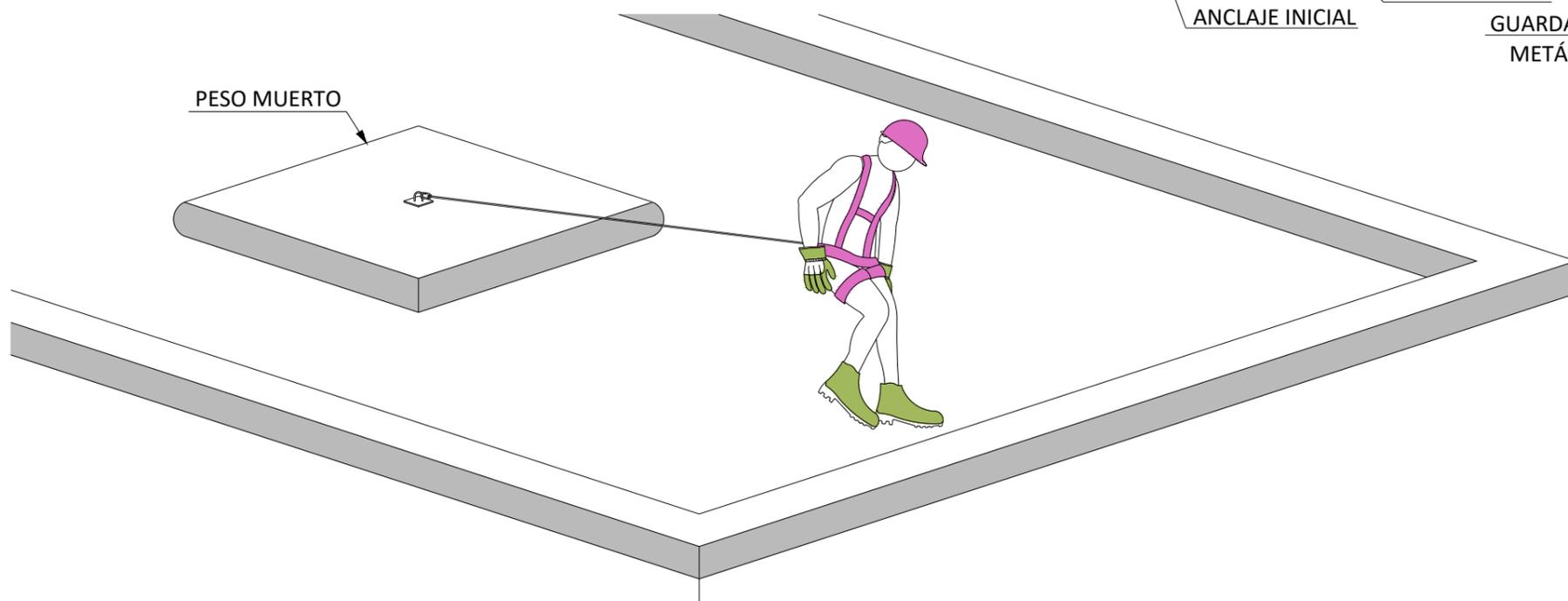
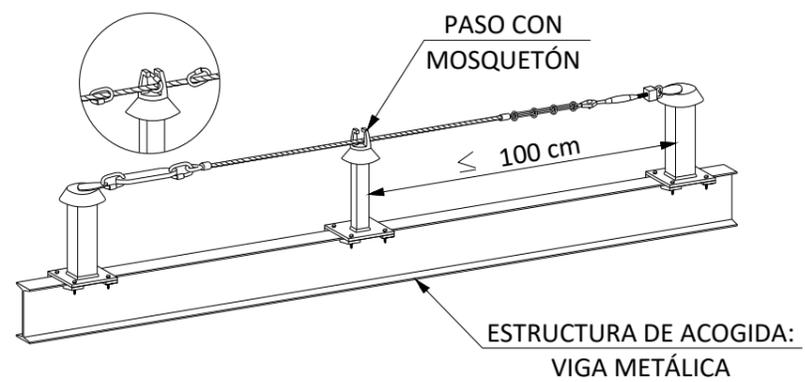
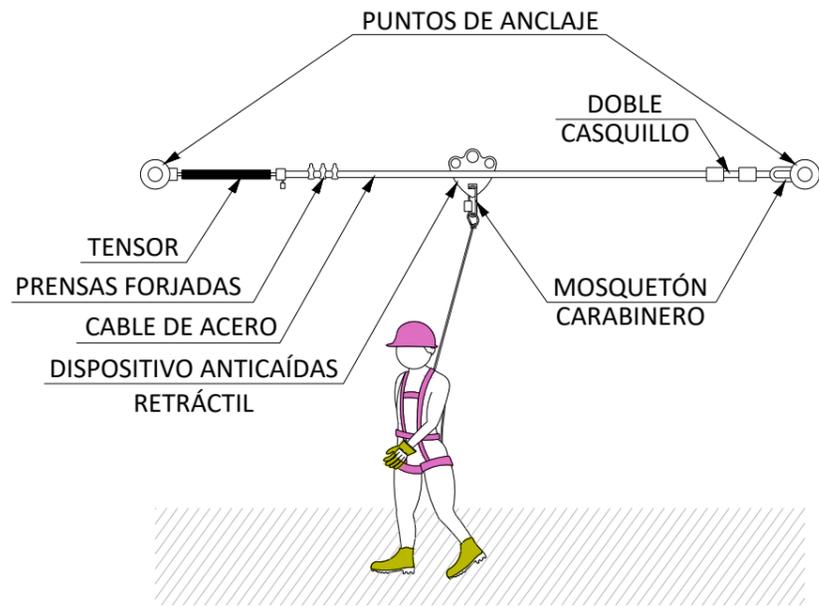
		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS. RED DE PROTECCIÓN			
Referencia:	3.6	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
		S/E	
Asistencia Técnica:			Nº de Plano: 3.6 Hoja Z de Z



LÍNEA DE VIDA VERTICAL
EN ESCALERAS CON PROTECCIÓN PERIMETRAL

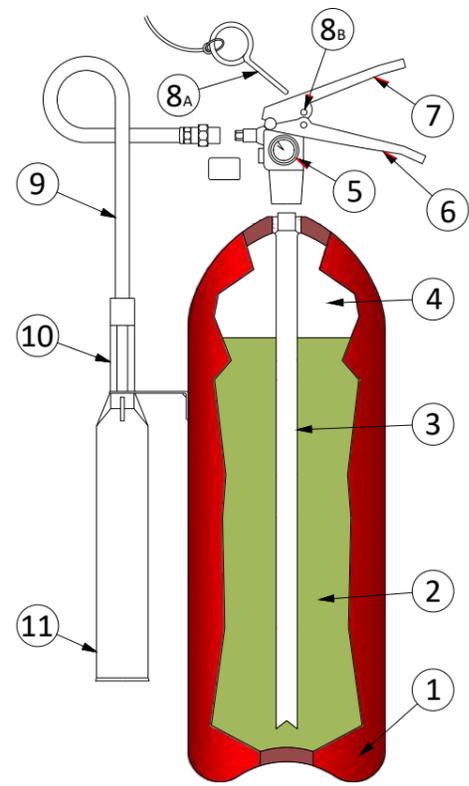


		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN LÍNEAS DE VIDA. VERTICALES			
Referencia:	3.7	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
		S/E	
Asistencia Técnica		Nº de Plano:	
		3.7 Hoja 1 de 2	



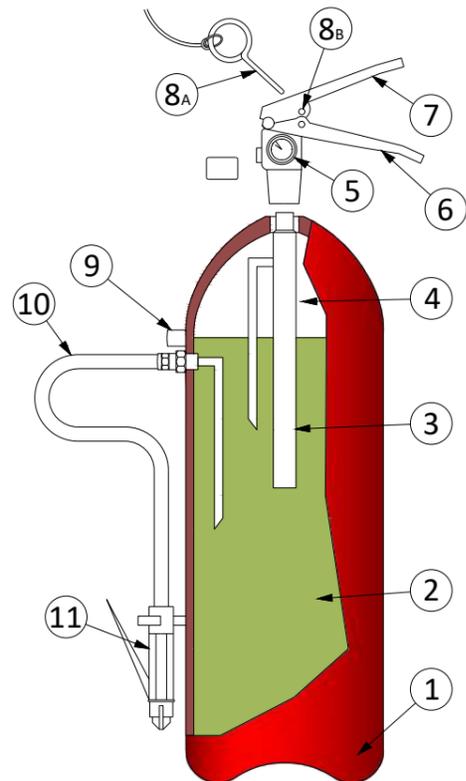
		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN LÍNEAS DE VIDA. VERTICALES			
Referencia:	3.7	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
		S/E	
Asistencia Técnica 		N° de Plano: 3.7 Hoja 2 de 2	

EXTINTOR DE INCENDIOS DE PRESIÓN PERMANENTE



1. CUERPO DEL EXTINTOR
2. AGENTE EXTINTOR
3. TUBO SONDA DE SALIDA
4. AGENTE IMPULSOR
5. MANÓMETRO
6. MANETA FIJA
7. MANETA PALANCA DE ACCIONAMEINTO
8. A- PASADOR DE SEGURIDAD
B- OJAL
9. MANGUERA
10. MANGO
11. DIFUSOR

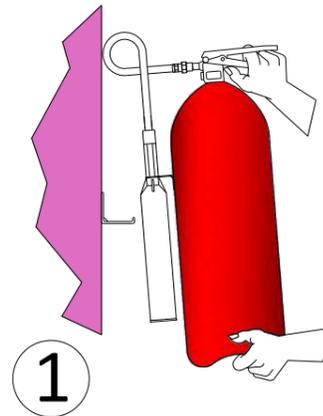
EXTINTOR DE INCENDIOS DE PRESIÓN NO PERMANENTE CON BOTELLÍN INTERIOR



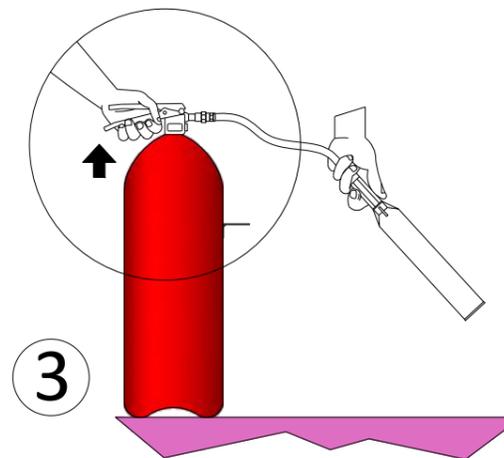
1. CUERPO DEL EXTINTOR
2. AGENTE EXTINTOR
3. BOTELLÍN DE AGENTE IMPULSOR
4. CÁMARA DE GASES
5. MANÓMETRO
6. MANETA FIJA
7. MANETA PALANCA DE ACCIONAMEINTO
8. A- PASADOR DE SEGURIDAD
B- OJAL
9. VÁLVULA DE SEGURIDAD
10. MANGUERA
11. MANGO CON DIFUSOR Y PALANCA DE ACCIONAMIENTO

REGLAS GENERALES DE USO DE UN EXTINTOR DE INCENDIOS PORTÁTIL

PASO 1: DESCOLGAR EL EXTINTOR SUJETÁNDOLO POR LA MANETA O ASA FIJA Y DEJÁNDOLO SOBRE EL SUELO EN POSICIÓN VERTICAL.



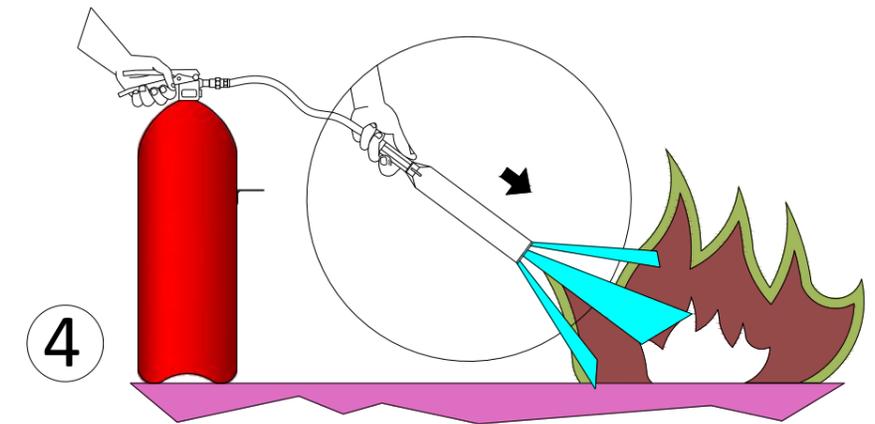
PASO 3: PRESIONAR LA PALANCA DE LA CABEZA DEL EXTINTOR Y EN CASO DE QUE EXISTA APRETAR LA PALANCA DE LA BOQUELLO REALIZANDO UNA PEQUEÑA DESCARGA DE COMPROBACIÓN



PASO 2: SACAR LA BOQUILLA DE LA MANGUERA DEL EXTINTOR Y COMPROBAR, EN CASO QUE EXISTA, QUE LA VÁLVULA O DISCO DE SEGURIDAD ESTÁ EN POSICIÓN SIN RIESGO PARA EL USUARIO. SACAR EL PASADOR DE SEGURIDAD TIRANDO DE SU ANILLA.



PASO 4: DIRIGIR EL CHORRO A LA BASE DE LAS LLAMAS CON MOVIMIENTO DE BARRIDO. EN CASO DE INCENDIOS DE LÍQUIDOS PROYECTAR SUPERFICIALMENTE EL AGENTE EXTINTOR EFECTUANDO UN BARRIDO EVITANDO QUE LA PROPIA PRESIÓN DE IMPULSIÓN PROVOQUE DERRAME DEL LÍQUIDO INCENDIADO. APROXIMARSE LENTAMENTE AL FUEGO HASTA UN MÁXIMO DE UNA METRO.

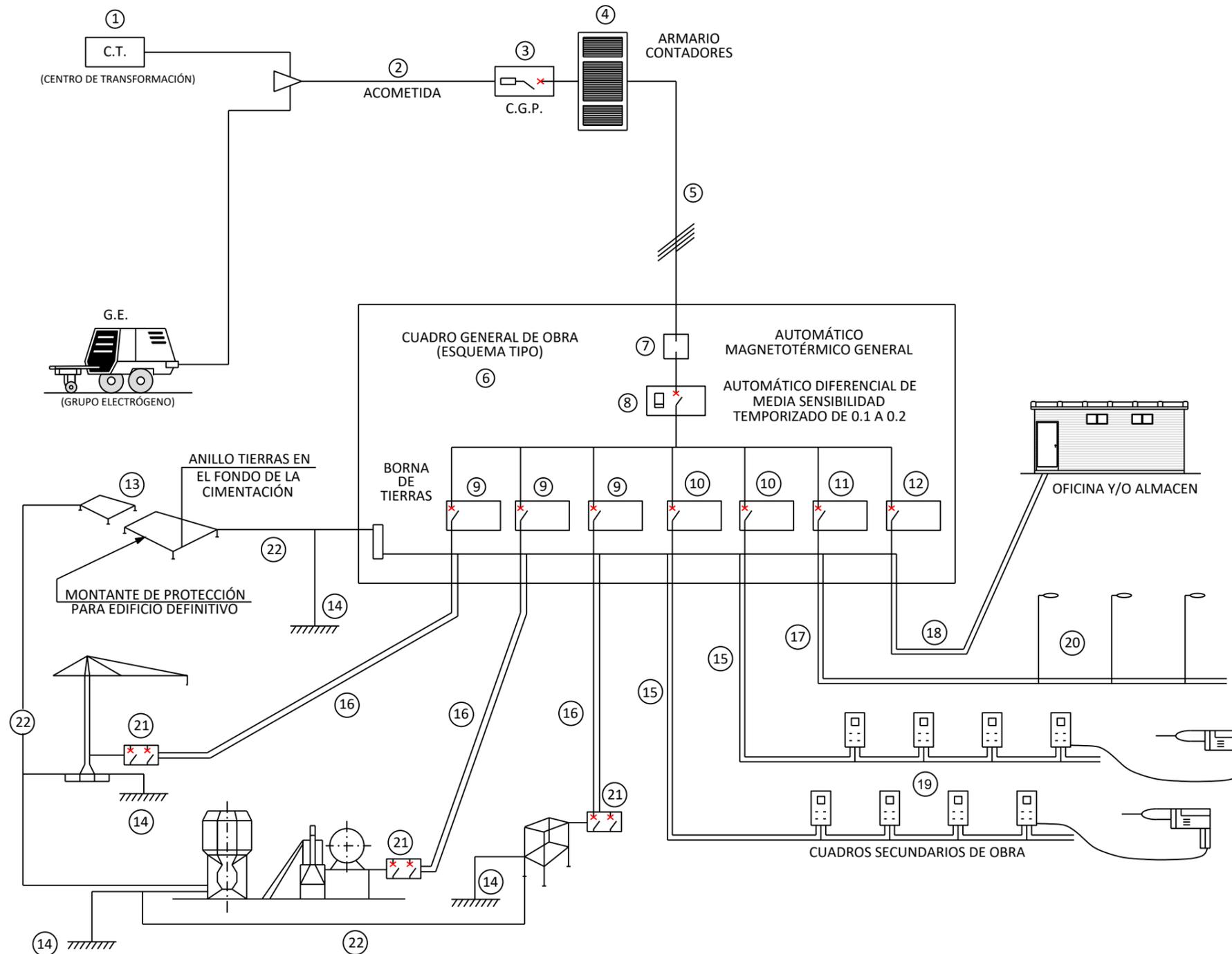


 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. MEDIDAS DE EXTINCIÓN			
Referencia:	3.8	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
		S/E	
Asistencia Técnica IDOM		N° de Plano: 3.8 <small>Hoja 1 de 1</small>	

INSTALACIÓN PROVISIONAL DE OBRA

ESQUEMA BÁSICO

LEYENDA



- 1 - PUNTO DE ENTREGA DE LA ENERGÍA (HIDROELÉCTRICA).
- 2 - ACOMETIDA.
- 3 - C.G.P. (CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN).
- 4 - ARMARIO DE CONTADORES.
- 5 - DERIVACIÓN INDIVIDUAL.
- 6 - ARMARIO-CUADRO GENERAL DE OBRA.
- 7 - AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO GENERAL.
- 8 - INTERRUPTOR: DIFERENCIAL GENERAL (RETARDADO).
- 9 - AUTOMÁTICOS MAGNETOTÉRMICOS PARA GRANDES RECEPTORES.
- 10 - AUTOMÁTICOS MAGNETOTÉRMICOS PARA LÍNEAS DE CUADROS SECUNDARIOS
- 11 - AUT. MAGNETOTÉRMICO Y DIFERENCIAL PARA ALUMBRADO OBRA.
- 12 - AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO LÍNEA A OFICINA OBRA.
- 13 - RED GENERAL DE TIERRAS ENTERRADA BAJO CIMENTACIONES.
- 14 - TOMAS DE TIERRA INDIVIDUALES (PICAS O PLACAS).
- 15 - DERIVACIONES INDIVIDUALES A GRANDES RECEPTORES.
- 16 - DERIVACIONES INDIV. Y DISTRIBUCIÓN CUADROS SECUNDARIOS.
- 17 - DERIVACIÓN INDIV. Y DISTRIBUCIÓN ALUMBRADO OBRA.
- 18 - DERIVACIÓN INDIVIDUAL PARA CASETA OFICINA OBRA.
- 19 - CUADROS SECUNDARIOS DE DISTRIBUCIÓN.
- 20 - LUMINARIAS ALUMBRADO NOCTURNO OBRA.
- 21 - CUADRO PROTECCIÓN CON INT. DIFERENCIAL Y MAGNETOTÉRMICO.
- 22 - RED SECUNDARIA DE TIERRAS.

EN CASO DE ACCIDENTE ELÉCTRICO
"CORTAR CORRIENTE"

TENER LOS EXTINTORES A PUNTO

Canal de Isabel II



DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA
SUBDIRECCIÓN PROYECTOS

PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR

Título del plano:
EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN
PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA. ESQUEMA BÁSICO

Referencia: 3.9 Escala (UNE-A3)

Fecha: MARZO 2.023 Versión: V1 S/E

Asistencia Técnica

IDOM N° de Plano: **3.9**
Hoja 1 de 3

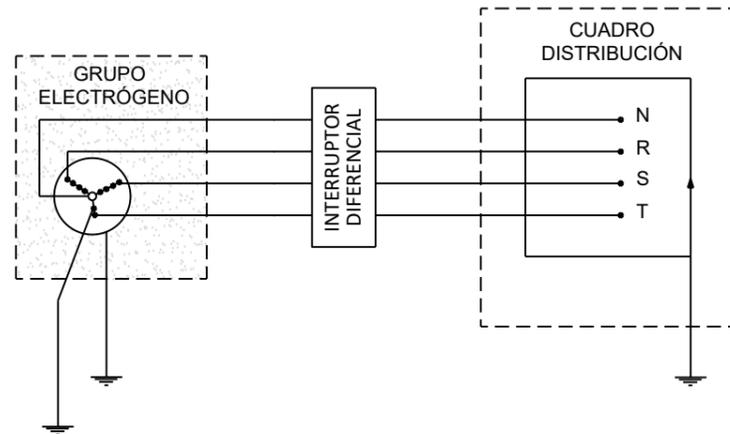
ESQUEMA TÍPICO DEL CUADRO DE OBRA

INTENSIDAD POR TOMA DE FUERZA TRIFÁSICA: 32 A
INTENSIDAD POR TOMA DE FUERZA MONOFÁSICA: 16 A

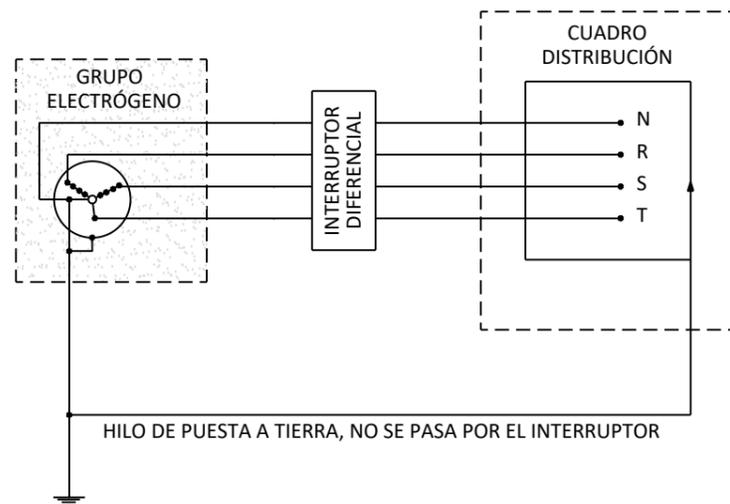
GRUPOS ELECTRÓGENOS

ESQUEMA DE UNA INSTALACIÓN CONECTADA A UN GRUPO ELECTRÓGENO EN ESTRELLA

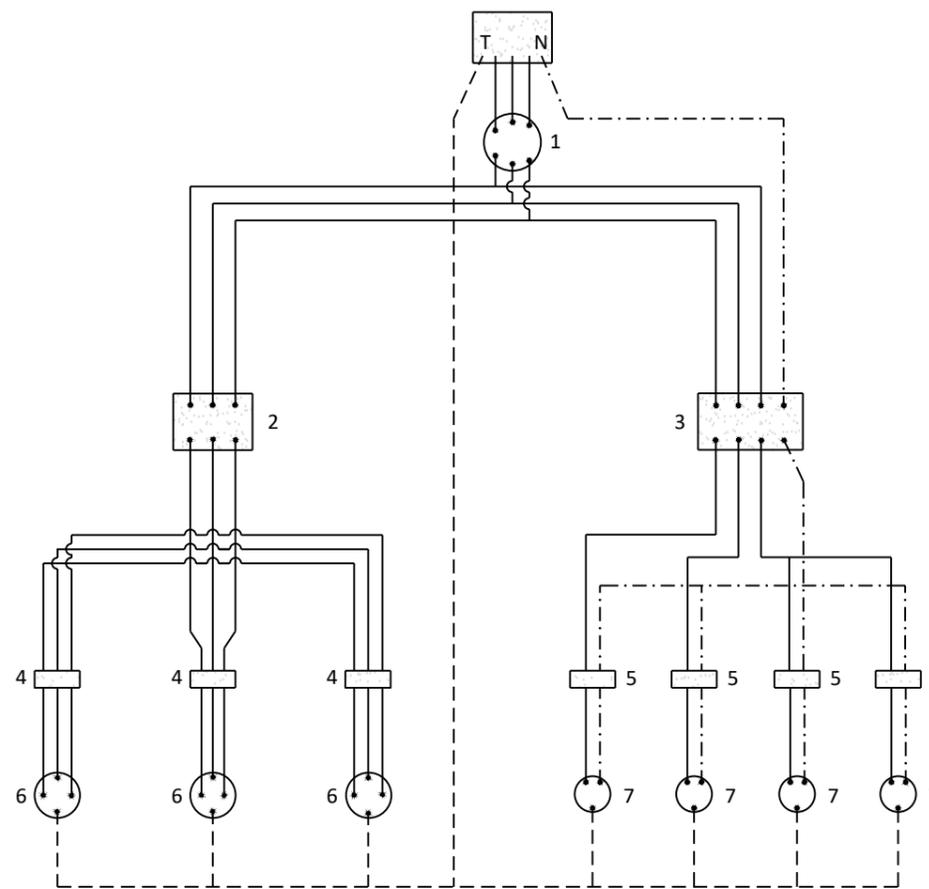
A) ESQUEMA TT



B) ESQUEMA TN



- LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS TENDRÁN EL NEUTRO ACCESIBLE Y CON POSIBILIDAD DE SER DISTRIBUIDO.
- EL NEUTRO ESTARÁ CONEXIONADO A TIERRA, ANTES DEL DIFERENCIAL.



NOTA: SECCIONES DE ALIMENTACIÓN SEGÚN CÁLCULOS REALIZADOS

LEYENDA

- CABLEADO FASES
- - - CABLEADO NEUTRO
- - - CABLEADO TIERRA

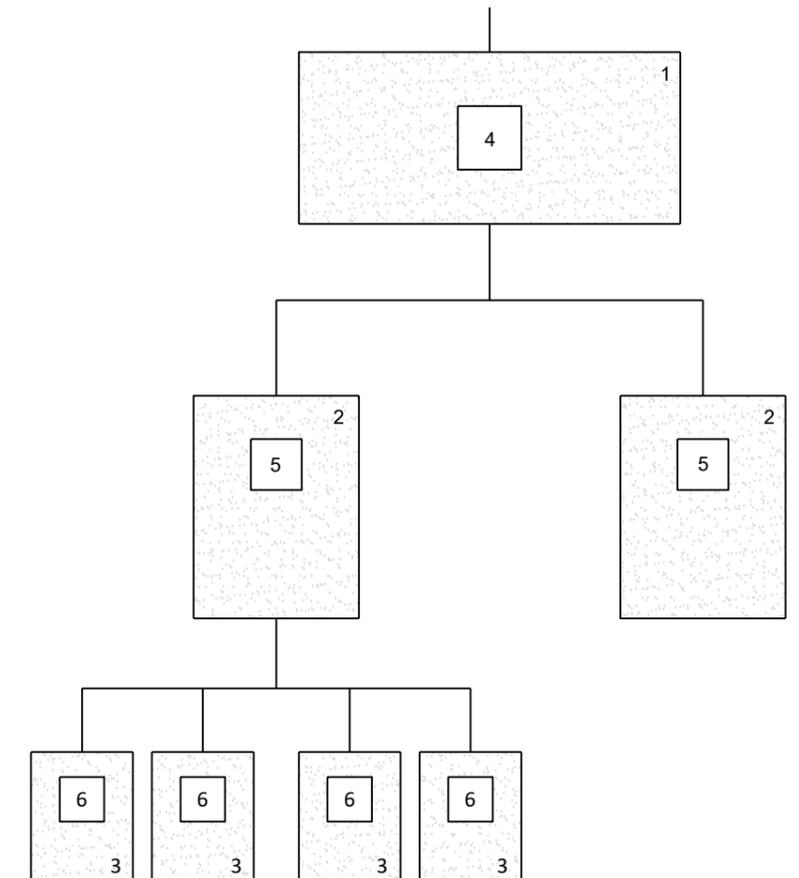
LEYENDA

- 1.- INTERRUPTOR MANUAL 4 x 63 A
 - 2.- DIFERENCIAL 4 x 63 A 300 mA
 - 3.- DIFERENCIAL 4 x 25 A 30 mA
 - 4.- AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO 3 x 25 A
 - 5.- AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO 3 x 15 A
 - 6.- BASES TIPO CETACT III+I= 32 A
 - 7.- BASES TIPO CETACT II+I= 16 A
- CUADRO ELÉCTRICO PROVISIONAL DE OBRA
CON ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN Y SOPORTE
CABLEADO CON CABLE 0,6/1 KV

NOTA:

ESTE SISTEMA DE INSTALACIÓN SE EMPLEA PARA EVITAR EL DISPARO SIMULTANEO DE VARIOS DIFERENCIALES AL PRODUCIRSE UN DEFECTO.

DIFERENCIALES EN CASCADA



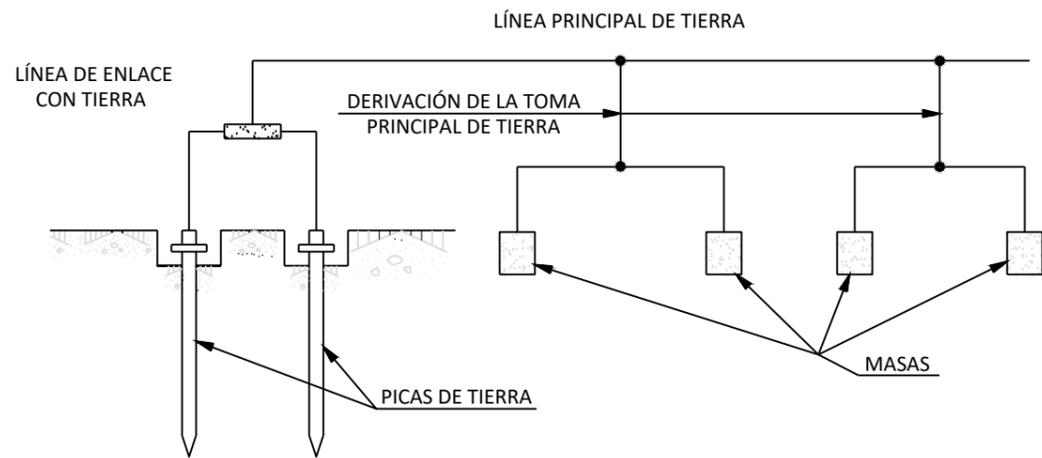
- | | |
|-----------------------------|---|
| 1.- CUADRO DE ENTRADA | 4.- DIFERENCIAL DE 500 O 1000 mA CON RETARDO DE 0.5 |
| 2.- CUADROS DE DISTRIBUCIÓN | 5.- DIFERENCIAL DE 300 O 500 mA CON RETARDO DE 0.2 |
| 3.- CUADROS DE TAJO | 6.- DIFERENCIAL DE 30 O 300 mA SIN RETARDO |

SENSIBILIDAD DE LOS DIFERENCIALES ADECUADA A LA RESISTENCIA MÁX. DE PUESTA A TIERRA PARA UNA TENSIÓN DE CONTACTO MÁXIMA DE 24 V

	DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR	
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA. GRUPOS Y CUADROS	
Referencia: 3.9	Escala (UNE-A3)
Fecha: MARZO 2.023	S/E
Asistencia Técnica:	Nº de Plano: 3.9
	Hoja 2 de 3

PROTECCIONES ELÉCTRICAS (NORMAS GENERALES)

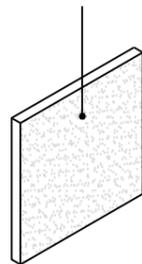
ESQUEMA DE UN CIRCUITO DE PUESTA A TIERRA



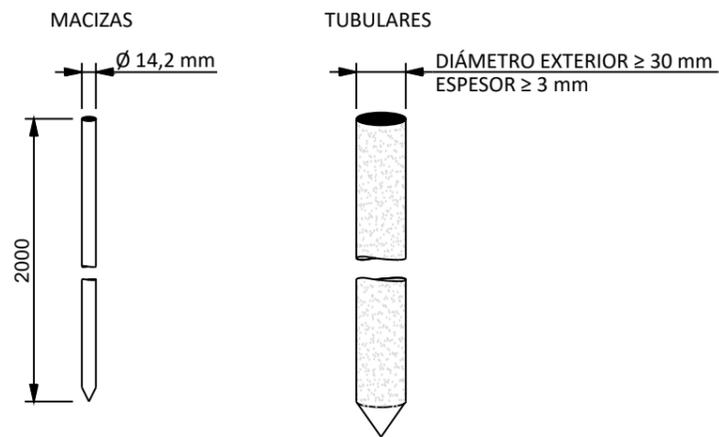
ELECTRODOS

PLACAS DE COBRE

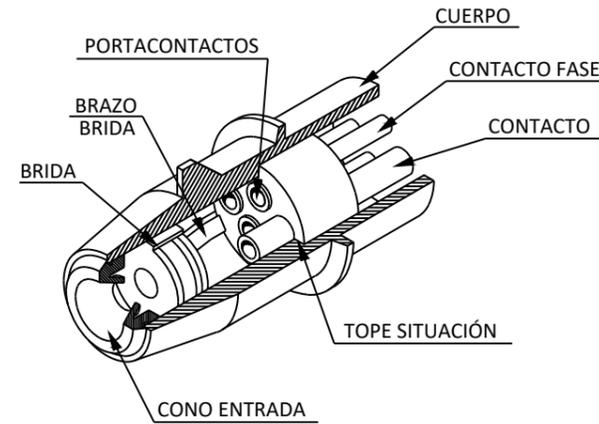
DIMENSIONES MÍNIMAS DE LA PLACA DE COBRE
RECTANGULAR 1 X 0,5 m
CUADRADO 1 X 1 m
ESPESOR ≥ 2 mm



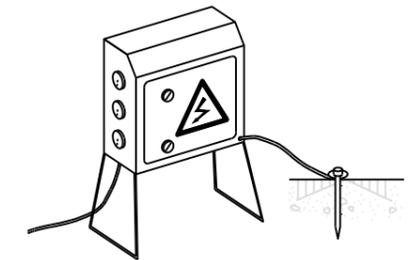
PICAS COBRE



PROLONGADOR TOMA-CORRIENTE
(CLAVIJA)

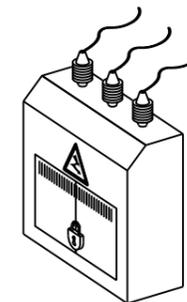


CUADRO ELÉCTRICO PROVISIONAL DE OBRA

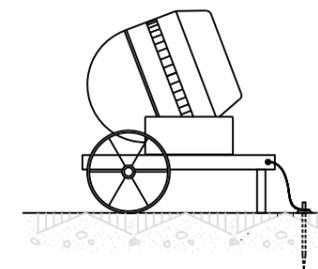


NOTA: CERRADOS BAJO LLAVE Y DOTADOS DE TOMA DE TIERRA

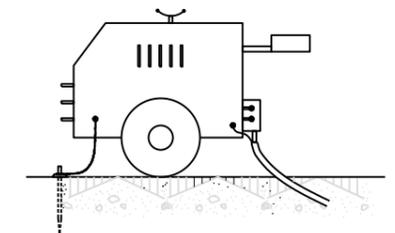
CUADRO GENERAL FIJO



EN MAQUINARIA ELÉCTRICA

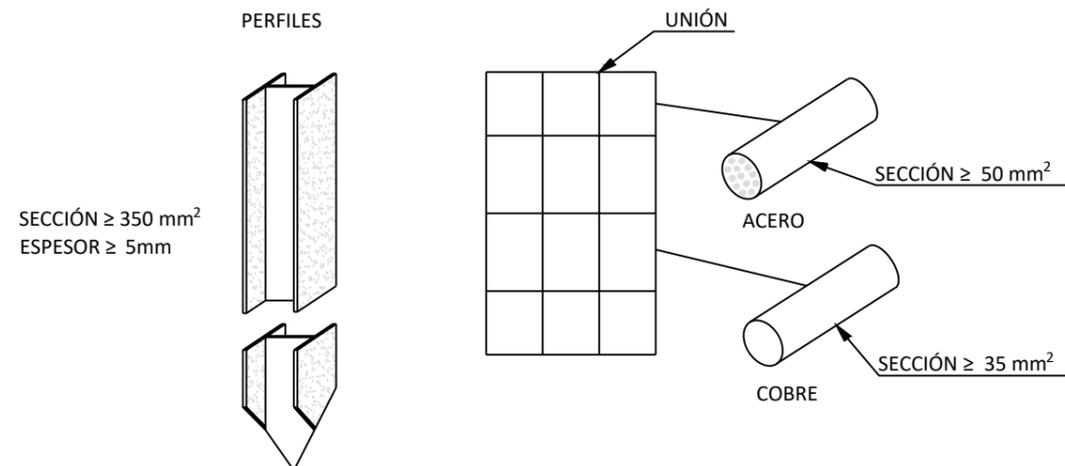


EN GRUPO ELECTRÓGENO



NOTA: IMPRESCINDIBLE INSTALAR LA TOMA DE TIERRA, CABLE DE MASA Y SE EVITARÁN ZONAS HÚMEDAS

CABLE ENTERRADO



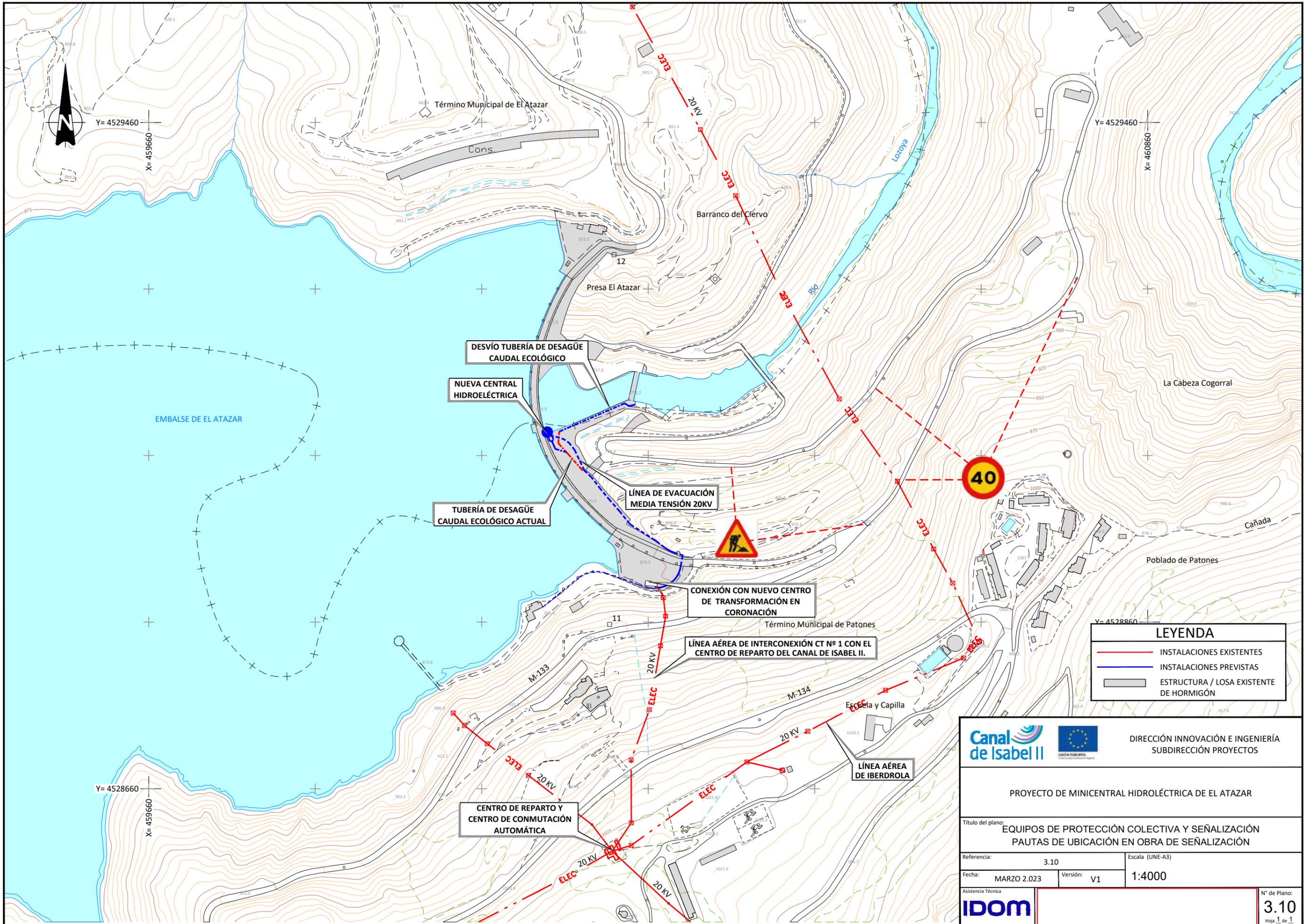
PUESTAS A TIERRA
TABLA 1

ELECTRODO	RESISTENCIA DE TIERRA EN Ω
PLACA ENTERRADA	$R = 0,8 \frac{\rho}{P}$
PLACA VERTICAL	$\Omega = \frac{\rho}{L}$
CONDUCTOR ENTERRADO HORIZONTALMENTE	$\Omega = \frac{20}{L}$

ρ . RESISTIVIDAD DEL TERRENO (Ω - m)
 P . PERÍMETRO DE LA PLACA (m)
 L . LONGITUD DE LA PICA O DEL CONDUCTOR (m)

LA RESISTENCIA DE TIERRA DEBE SER DE TAL VALOR QUE LA CORRIENTE DE FUGA NO PUEDA DAR LUGAR A TENSIONES DE CONTACTO SUPERIORES A:
 - 24 V PARA LOCALES CONDUCTORES
 - 50 V PARA LOCALES AISLANTES

		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA. PROTECCIONES			
Referencia:	3.9	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
		S/E	
Asistencia Técnica 		N° de Plano: 3.9 Hoja 3 de 3	



LEYENDA	
	INSTALACIONES EXISTENTES
	INSTALACIONES PREVISTAS
	ESTRUCTURA / LOSA EXISTENTE DE HORMIGÓN



 DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA
 SUBDIRECCIÓN PROYECTOS

PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR

Título del plano:
**EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN
 PAUTAS DE UBICACIÓN EN OBRA DE SEÑALIZACIÓN**

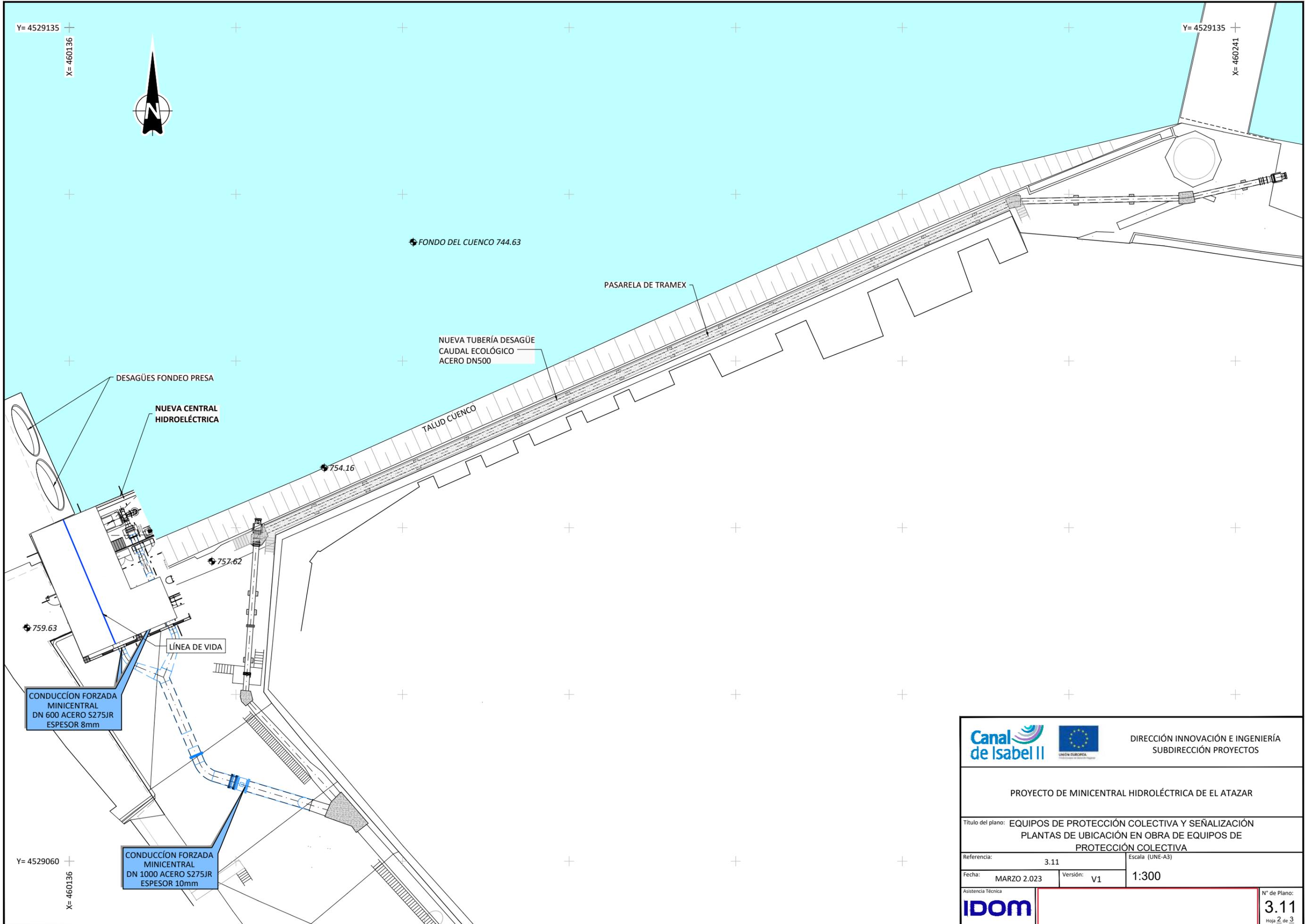
Referencia: 3.10 Escala (UNE-A3)
 Fecha: MARZO 2.023 Versión: V1 1:4000

Asistencia Técnica

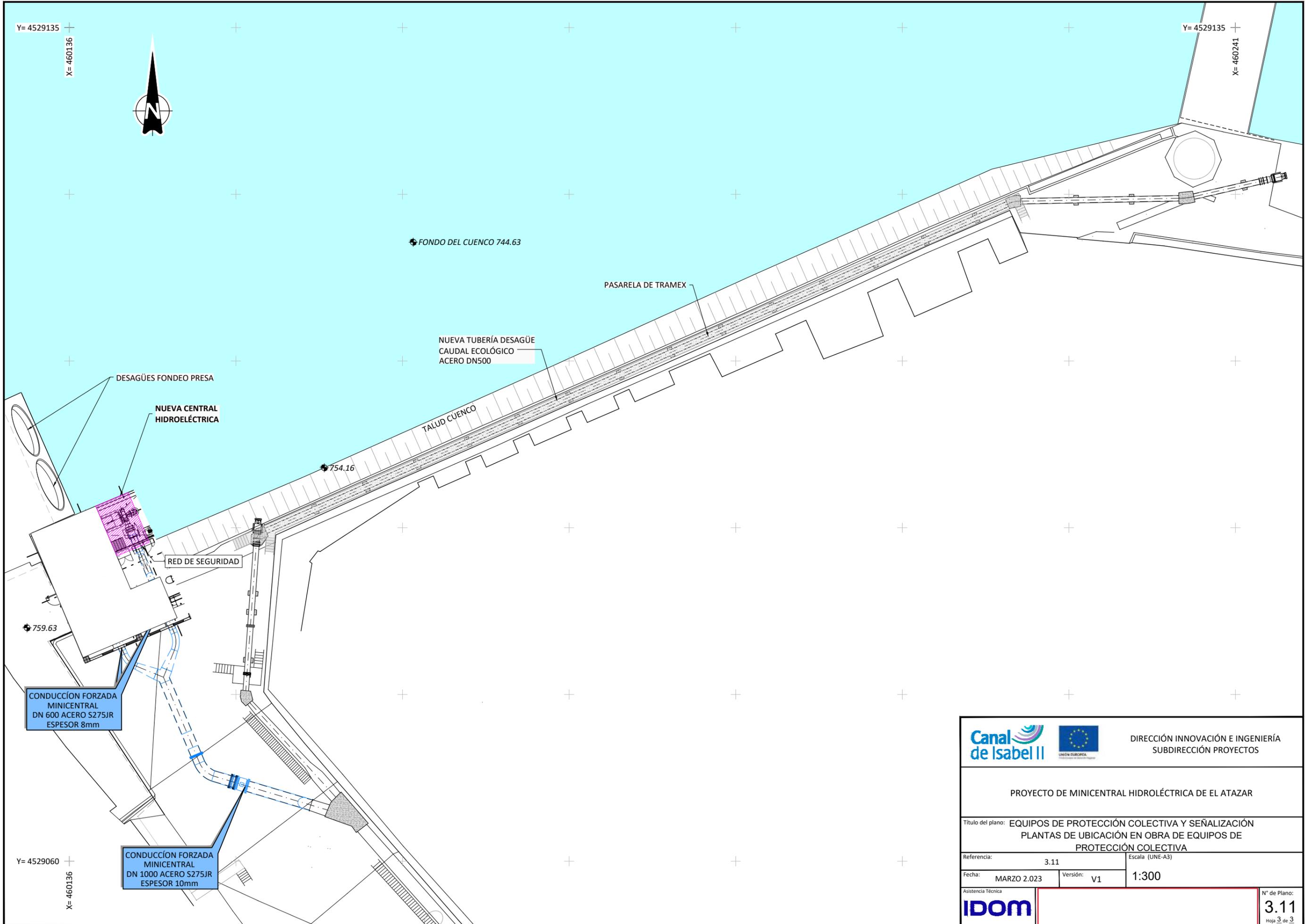

 N° de Plano:
3.10
 Hoja 1 de 1



 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN PLANTAS DE UBICACIÓN EN OBRA DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA			
Referencia:	3.11	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
		1:300	
Asistencia Técnica			Nº de Plano:
			3.11 Hoja 1 de 3



 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN PLANTAS DE UBICACIÓN EN OBRA DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA			
Referencia:	3.11	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
		1:300	
Asistencia Técnica			Nº de Plano:
			3.11
			Hoja 2 de 3



 		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS	
PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROLÉCTRICA DE EL ATAZAR			
Título del plano: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN PLANTAS DE UBICACIÓN EN OBRA DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA			
Referencia:	3.11	Escala (UNE-A3)	
Fecha:	MARZO 2.023	Versión:	V1
		1:300	
Asistencia Técnica			Nº de Plano:
			3.11
			Hoja 3 de 3