

## **ANEJO Nº 4.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**



## ÍNDICE

<b>1. OBJETO</b>	<b>7</b>
<b>2. ANTECEDENTES</b>	<b>8</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LA CONDUCCIÓN ACTUAL</b>	<b>9</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA LA TUBERÍA</b>	<b>11</b>
<b>5. DESCRIPCIÓN DE POSIBLES TIPOLOGÍAS DE PASARELA PARA PASO SOBRE AZUD</b>	<b>12</b>
<b>6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LAS TIPOLOGÍAS DE PASARELA PLANTEADAS.</b>	<b>16</b>
<b>7. CONDICIONANTES DEL ENTORNO DE LA OBRA</b>	<b>17</b>
7.1. ACCESO DE MAQUINARIA AL ESTRIBO DERECHO	19
7.2. ESTADO DEL MURO DE SOSTENIMIENTO DE LA PLATAFORMA	20
7.3. BATIMETRÍA DEL EMBALSE	24
<b>8. DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS CONSTRUCTIVAS</b>	<b>27</b>
8.1. FABRICACIÓN EN TALLER DE LAS PASARELAS SEGÚN SU TIPOLOGÍA	27
8.2. PREPARACIÓN DEL CANAL DE DESCARGA	27
8.3. COLOCACIÓN DE BARANDILLA	28
8.4. EJECUCIÓN DE LOS APOYOS DE LAS PASARELAS	29
8.5. TRANSPORTE A OBRA Y PREMONTAJE	29
8.6. POSICIONAMIENTO DE PASARELA. VENTAJAS Y DESVENTAJAS.	29
<b>8.6.1.</b> Cimbra cuajada metálica fija, grúa de 120 t y grúa araña.	30
<b>8.6.2.</b> Grúa autopropulsada de 300 t en estribo derecho	31
<b>8.6.3.</b> Combinación de grúa autopropulsada de 300 t y de 60 t	31
<b>8.6.4.</b> Blondín	31
<b>8.6.5.</b> Helicóptero y Grúa de 120 t	31
<b>8.6.6.</b> Pontona y Grúa de 120 t	32
8.7. MONTAJE Y UNIÓN DEFINITIVA DE LAS PASARELAS	32
8.8. COLOCACIÓN DE LA TUBERÍA	32
<b>9. SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS VIABLES</b>	<b>34</b>
9.1. ALTERNATIVAS DESCARTADAS PARA EL PASO SOBRE EL AZUD	34
9.2. ALTERNATIVAS VIABLES PARA EL PASO SOBRE EL AZUD	34
<b>10. ANALISIS DE LAS ALTERNATIVAS</b>	<b>36</b>
10.1. PROCESO CONSTRUCTIVO	36

10.1.1.	Alternativa 1: Pasarela metálica colocada con grúa autopropulsada de 300 t en estribo derecho del azud.	36
10.1.2.	Alternativa 2: Colocación de pasarela metálica con Grúa autopropulsada de 300 t y grúa de 60 t en canal de descarga.	36
10.1.3.	Alternativa 3: Instalación de pasarela metálica mediante blondín.	37
10.1.4.	Alternativa 4: Instalación de pasarela metálica mediante un helicóptero.	37
10.1.5.	Alternativa 5: Instalación de pasarela metálica mediante grúa sobre pontona.	38
10.1.6.	Alternativa 6: Ejecución de pasarela de viga cajón de hormigón armado in situ cimbrada.	38
10.1.7.	Alternativa 7: Montaje de pasarela metálica cimbrada con grúa de 120 t	39
10.2.	TIEMPO DE EJECUCIÓN	40
10.2.1.	Alternativa 1: Pasarela metálica colocada con grúa autopropulsada de 300 t en estribo derecho del azud.	40
10.2.2.	Alternativa 2: Colocación de pasarela metálica con Grúa autopropulsada de 300 t y grúa de 60 t en canal de descarga.	40
10.2.3.	Alternativa 3: Instalación de pasarela metálica mediante blondín.	41
10.2.4.	Alternativa 4: Instalación de pasarela metálica mediante un helicóptero.	42
10.2.5.	Alternativa 5: Instalación de pasarela metálica mediante grúa sobre pontona.	43
10.2.6.	Alternativa 6: Pasarela de viga cajón de hormigón armado in situ cimbrada.	43
10.2.7.	Alternativa 7: Montaje de pasarela metálica cimbrada con grúa de 120 tn.	44
10.3.	COSTE ESTIMADO	44
10.3.1.	Costes de puesta en obra	44
10.3.2.	Costes de la pasarela	52
10.4.	OCUPACIÓN DEL ESPACIO FLUVIAL	53
10.4.1.	Alternativa 1: Pasarela metálica colocada con grúa autopropulsada de 300 t en estribo derecho del azud.	53
10.4.2.	Alternativa 2: Colocación de pasarela metálica con Grúa autopropulsada de 60 t en canal de descarga.	54
10.4.3.	Alternativa 3: Instalación de pasarela metálica mediante blondín.	55
10.4.4.	Alternativa 4: Instalación de pasarela metálica mediante un helicóptero.	56
10.4.5.	Alternativa 5: Instalación de pasarela metálica mediante grúa sobre pontona y grúa de 120 t.	56
10.4.6.	Alternativa 6: Pasarela de viga cajón de hormigón armado in situ cimbrada.	57
10.4.7.	Alternativa 7: Montaje de pasarela metálica cimbrada con grúa de 120 t.	57
11.	ALTERNATIVA SELECCIONADA	59
11.1.	SELECCIÓN DE TIPOLOGÍA DE PASARELA	59



11.2.	SELECCIÓN DEL MÉTODO CONSTRUCTIVO	59
11.2.1.	<i>Cuadro resumen de las alternativas estudiadas</i>	59
11.2.2.	<i>Justificación de la alternativa seleccionada</i>	60
<b>12.</b>	<b>ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE LA LADERA-MURO DE MAMPOSTERÍA</b>	<b>62</b>
12.1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETO	62
12.2.	INFORMACIÓN PREVIA. ANTECEDENTES	65
12.3.	DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	65
12.4.	ENCUADRE GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO. TRABAJOS REALIZADOS	71
12.4.1.	<i>Encuadre geológico general</i>	71
12.4.2.	<i>Encuadre geológico-geotécnico de detalle</i>	74
12.4.3.	<i>Descripción de los trabajos efectuados</i>	80
12.5.	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y PROYECTADA	90
12.6.	PLANTEAMIENTO DE POSIBLES SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS	103
12.7.	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS CONSTRUCTIVAS DE ESTABILIZACIÓN	104
12.7.1.	<i>Alternativa 1. Colocación de puntales metálicos</i>	104
12.7.2.	<i>Alternativa 2: Red de cables+Malla+Bulonaje</i>	117
12.7.3.	<i>Alternativa 3: Gunitado+Mallazo+Bulonaje+Drenes</i>	123
12.7.4.	<i>Alternativa 4: Pantalla de micropilotes</i>	128
12.7.5.	<i>Alternativa 5: Cimentación profunda de los apoyos de la grúa</i>	133
12.7.6.	<i>Alternativa 6: Demolición del muro existente y reconstrucción con muro de escollera hormigonada</i>	136
12.7.7.	<i>Alternativa 7: Excavación de la cabecera del talud, ampliando la plataforma existente</i>	141
12.8.	RESUMEN Y CONCLUSIONES. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS	142
12.9.	ALTERNATIVA SELECCIONADA	145
<b>APÉNDICE Nº1:</b>	<b>CALCULO DE ESTRUCTURAS</b>	<b>147</b>
<b>1.</b>	<b>OBJETO</b>	<b>149</b>
<b>2.</b>	<b>NORMAS Y MATERIALES</b>	<b>149</b>
2.1.	PASARELAS METÁLICAS	149
2.2.	PASARELAS DE HORMIGÓN	149
<b>3.</b>	<b>ACCIONES</b>	<b>149</b>
<b>4.</b>	<b>CÁLCULOS</b>	<b>150</b>
4.1.	PASARELAS METÁLICAS	150

4.1.1.	PASARELA TIPO WARREN CON MONTANTES SUPERIORES.	150
4.1.2.	PASARELA EN CELOSÍA METÁLICA	157
4.2.	PASARELAS DE HORMIGÓN	162
4.2.1.	PASARELA DE HORMIGÓN ARMADO	162
4.2.2.	PASARELA DE HORMIGÓN PRETENSADO	166
<b>APÉNDICE Nº2: PLANOS</b>		<b>169</b>

## 1. OBJETO

El presente documento tiene por objeto el análisis de las diferentes alternativas propuestas para el paso sobre el azud del Tenebroso de la nueva conducción de abastecimiento de Puentes Viejas. Para facilitar las labores de mantenimiento de la conducción, se contempla la construcción de una pasarela sobre el azud y la colocación de la tubería sobre la misma.

## 2. ANTECEDENTES

La conducción de la Jara es una tubería de aducción de fundición dúctil de diámetro variable entre 250 mm y 150 mm, que parte de los depósitos de Portachuelo y abastece por gravedad a las poblaciones de Puentes Viejas, Berzosa del Lozoya, Robledillo de la Jara y Cervera de Buitrago.

El aumento de la población hace necesaria la renovación de la tubería existente, de forma que se aumente su capacidad y se garantice el suministro a techo de planeamiento desde el depósito de Nuevo Portachuelo.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LA CONDUCCIÓN ACTUAL

La tubería de aducción actual parte del depósito Nuevo Portachuelo a la cota 1225, hasta el depósito de Cervera de Buitrago en Cervera, con un desnivel total de 275 m. El material que compone la tubería es de función dúctil de diámetro variable entre los 150 mm y 250 mm.

El tramo que se propone renovar discurre desde la presa del Tenebroso al depósito de la Corta (Puentes Viejas). Tiene aproximadamente 2,0 km de longitud y un diámetro de 150 mm. La cota de la conducción sobre el azud es la 910, por lo que la presión nominal es de 40 bares.

La primera parte del trazado discurre en zanja desde la arqueta de válvulas hasta la margen del cauce del río, donde sale a la superficie y cruza el canal de descarga mediante una estructura auxiliar metálica en celosía, siguiendo su recorrido colgada por el lateral del azud como se muestra en la imagen.



Figura 1.- Paso de la tubería sobre el canal de descarga

Para salvar la escotadura del azud, la tubería se embebe en el hormigón, descendiendo en vertical hasta la altura del cauce, protegiéndola de este modo de la corrosión producida por las aguas del río. La tubería continúa su trazado por la zona sumergida del azud hasta el final de la escotadura, donde vuelve a subir y sale del hormigón para discurrir nuevamente por el lateral del azud hasta alcanzar la otra margen del río.



Figura 2.- Detalle de la tubería embebida en el hormigón del azud

A partir de este punto la tubería se sitúa en zanja hasta llegar al depósito de La Corta.

Dadas las condiciones de la tubería a su paso por el azud, donde la presión de funcionamiento es muy elevada y se sitúa a la intemperie, por lo que se ve sometida a fuertes heladas en invierno, se producen roturas frecuentes en la conducción. La reparación de estas roturas y las labores de mantenimiento son complejas, debido a que, al estar la tubería colgada del azud, se sitúa en una zona de difícil acceso.

Mediante el presente proyecto se pretende dar solución a los dos problemas descritos, capacidad insuficiente de la conducción e inaccesibilidad en el paso por el azud del Tenebroso, por lo que se propone la renovación de la conducción actual con una tubería de diámetro mayor y el paso de la escotadura del azud sobre una pasarela transitable de nueva construcción.

Asimismo, el paso sobre el canal de descarga se resolverá con otra pasarela similar a la existente pero transitable.

#### 4. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA LA TUBERÍA

La tubería se diseña para el cumplimiento de las velocidades máximas que se indican en las Normas de Abastecimiento de Canal de Isabel II y para garantizar el abastecimiento por gravedad para el horizonte de 2027.

Adoptándose como caudal de cálculo 13,73 l/s, que es el caudal correspondiente al año horizonte 2027, se obtiene que el diámetro necesario para la aducción es de 200 mm.

Dada la presión de diseño, 40 bares, únicamente se puede utilizar fundición dúctil o acero. Dado el diámetro de la tubería, 200 mm, se considera que el material más adecuado es fundición dúctil, ya que el acero, además de no ser competitivo en precio para estos diámetros, no se puede soldar interiormente, por lo que no se puede asegurar la adecuada puesta en obra.

En la primera parte del trazado, la tubería desciende desde la arqueta al azud con una pendiente de 45º, quedando luego en superficie a lo largo de la coronación del azud. En esta primera parte, debido a la elevada pendiente de la conducción y para asegurar la transmisión de esfuerzos a los anclajes, la tubería será con junta acerojada. De esta forma, en la coronación del azud, la tubería se anclará a éste, haciéndolo funcionar como anclaje de la propia tubería.

## 5. DESCRIPCIÓN DE POSIBLES TIPOLOGÍAS DE PASARELA PARA PASO SOBRE AZUD

Para dar solución a la problemática planteada por el paso de la conducción sobre la escotadura del azud, se plantea la construcción de una pasarela transitable, adoptándose una solución similar para resolver el paso sobre el canal de descarga.

Se estudian 5 posibles tipologías de pasarela que se describen a continuación. En concreto, se ha estudiado la pasarela sobre la escotadura por tener una mayor luz libre, 15 m.

### 1. Pasarela tipo viga Warren con montantes

Se plantea una pasarela metálica de dimensiones 2,60 x 1,54 x 15,4 m, siendo Alto x Ancho x Longitud respectivamente, formada por un doble cajón. El cajón inferior albergará la tubería, de modo que ésta sea accesible para futuras actividades de mantenimiento. Se propone un cajón de 0,8 m de altura para que quepa la tubería y su protección. El paso de las personas se realizará por el cajón superior.

La pasarela se diseña conforme a lo especificado en las normas Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A y para una categoría de uso tipo C, acceso público.

Los perfiles metálicos utilizados son HEB 100 para las diagonales y HEB 120 para el resto de elementos que conforman la estructura. El acero empleado es S275 cuyas características se muestran en la tabla.

Materiales utilizados						
Material		E	$\nu$	G	$f_y$	$\alpha_t$
Tipo	Designación	(kp/cm <sup>2</sup> )		(kp/cm <sup>2</sup> )	(kp/cm <sup>2</sup> )	(m/m°C)
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad $\nu$ : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura $f_y$ : Límite elástico $\alpha_t$ : Coeficiente de dilatación $\gamma$ : Peso específico						

Las cargas consideradas en el cálculo son:

- Peso Propio
- Sobrecarga de Uso
- Sobrecarga de la tubería.

Se comprueba la pasarela para las situaciones de Estado Limite Último y se restringe la flecha máxima permitida a lo establecido por la norma siendo esta de 250/L.



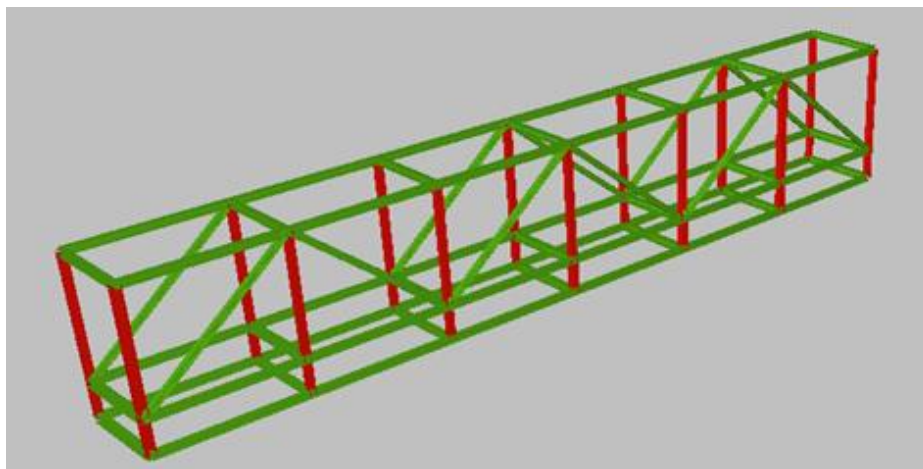


Figura 3.- Modelo de la pasarela tipo viga Warren

## 2. Pasarela en celosía metálica

Se diseña una pasarela similar a la del apartado anterior diferenciándose en el cajón superior. En este caso se elimina el cajón, disponiéndose una barandilla con función resistente de 1,20 m de altura.

Las consideraciones tomadas para el diseño y las comprobaciones realizadas para esta pasarela son las mismas que para la anterior, ya que ambas son muy similares.

Al eliminarse los arriostramientos superiores debido al aumento de la esbeltez de la estructura, los perfiles han sido reforzados, siendo HEB 100 para las diagonales y HEB 140 para el resto de componentes.

El acero empleado, al igual que en la anterior, es el S275.

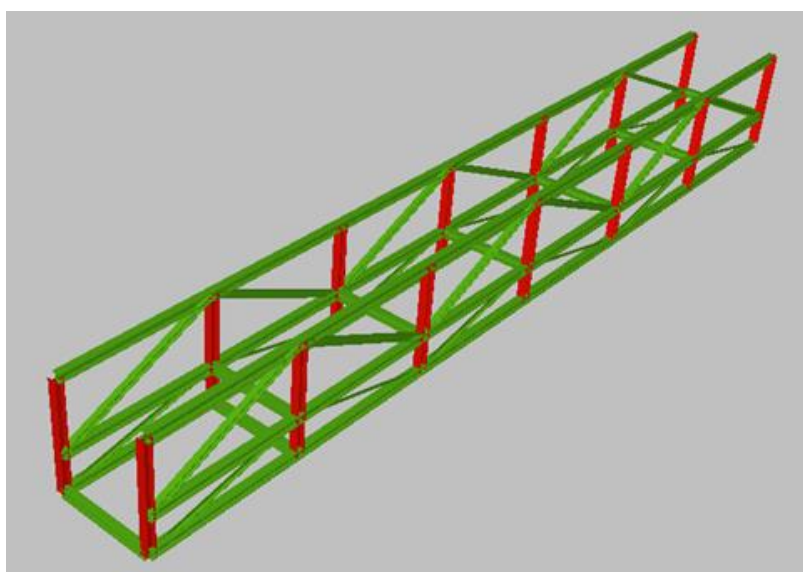


Figura 4.- Modelo de la pasarela en celosía metálica

### 3. Pasarela biapoyada de hormigón armado

La tercera alternativa propuesta consiste en una pasarela de hormigón armado formada por dos vigas de dimensiones 0,8 x 0,25 x 15,4 m, siendo alto x ancho x longitud respectivamente, con un tablero de hormigón sobre el que apoyará la tubería y un trámex superior para el paso de las personas.

La pasarela se ha prediseñado conforme a la Instrucción Española de Hormigón Estructural EHE 08.

Para el cálculo de las vigas se ha tenido en cuenta el peso propio de las vigas, el tablero y la tubería, además de las sobrecargas de uso.

El funcionamiento de la estructura se simplifica al cálculo de las vigas como biapoyadas. Teniendo en cuenta las cargas descritas anteriormente será necesario un armado de 7  $\phi$  20 repartido en dos capas.

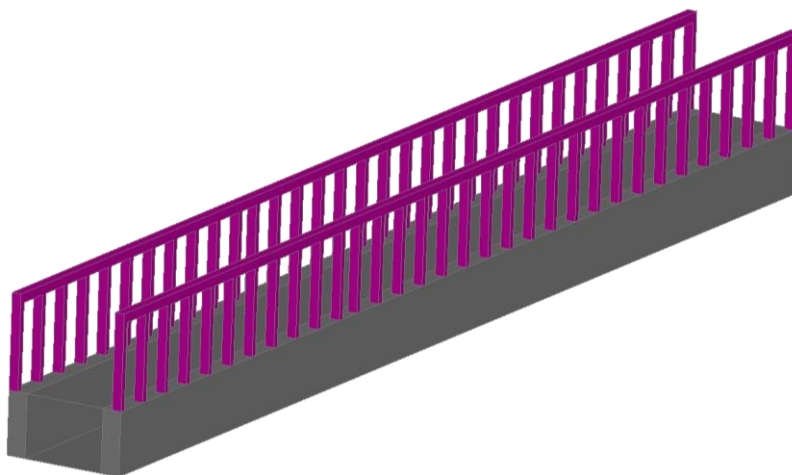


Figura 5.- Modelo de la pasarela de hormigón armado

Se plantea otra opción geométrica para pasarela de hormigón armado que consiste en una viga cajón formada por dos vigas laterales de 0,8 x 0,4 x 15 m de alto x ancho x longitud y un tablero inferior de 0,6 x 1 x 15 m (alto x ancho x longitud).

La viga cajón aloja la tubería y su funcionamiento estructural es similar al de la opción anterior, como viga biapoyada. Sobre las vigas laterales se colocará un trámex para el paso de personas y fácil acceso a la conducción en caso de futuras labores de mantenimiento.

### 4. Pasarela de hormigón pretensado

Se plantea una pasarela de hormigón similar a la de la alternativa anterior, pero disponiendo vigas de hormigón pretensado, un trámex superior para el tránsito de personas y un trámex inferior para el apoyo de la tubería.

Se proponen dos vigas de hormigón pretensado de tipo SP, de dimensiones 0,55 m de canto, 0,29 de ancho de cabeza y 0,6 m de base.

La pasarela se ha prediseñado conforme a la Instrucción Española de Hormigón Estructural EHE 08.

Las características de los materiales empleados son las siguientes:

- Cables Y1860S7 tesados a 192,2KN
- Armadura pasiva B500S
- Hormigón HP-50
- Resistencia característica en el instante de la transferencia hasta 40 MPa

Se establece el número de cables en 1 fijo situado desde el canto hasta 0,05 m, desde la base y un mínimo de 6 cables con un recubrimiento de 0,05 m.

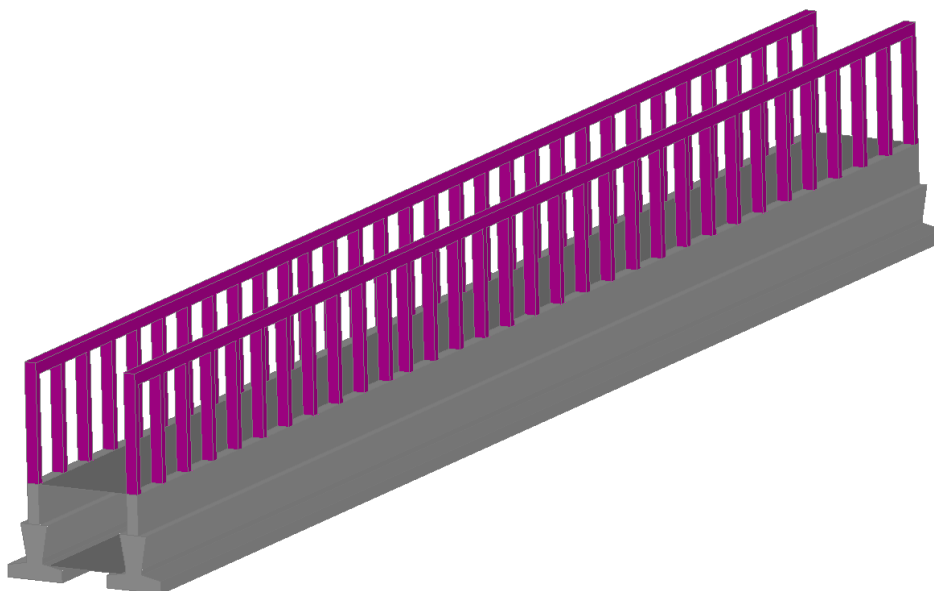


Figura 6.- Modelo de la pasarela de hormigón pretensado

#### 5. Pasarela PRFV.

Se plantea una pasarela con perfiles equivalentes a los de acero laminado, pero con material extruido de PRFV. La diferencia respecto a la estructura metálica es que las uniones son atornilladas, con la consiguiente pérdida de sección neta por los taladros y la obligación de realizar un mantenimiento de las uniones a lo largo del tiempo. Dadas las características del paso sobre la escotadura y tras consultar a las empresas del sector, se concluye que, para luces cercanas a los 16 m y para las cargas solicitantes, no es posible recurrir exclusivamente a perfiles extruidos y sería necesario hacer una estructura mixta con perfiles laminados, por lo que no presenta ventajas con respecto a las pasarelas metálicas y se descarta esta alternativa.

## 6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LAS TIPOLOGÍAS DE PASARELA PLANTEADAS.

A continuación, se analizan los diferentes parámetros de las alternativas en función de los aspectos estructurales.

### 1. Pasarela tipo Warren con montantes superiores.

La disposición de los montantes superiores mejora el comportamiento estructural permitiendo a la estructura actuar como un cajón, soportando una mayor carga de las solicitaciones perpendiculares al eje de la misma producida por la acción del viento. Además, en caso de fallo de una de las vigas que componen la estructura, este tipo de vigas permiten la reorganización de las cargas dando una mayor seguridad estructural. La disposición de montantes verticales permite una reducción de la esbeltez del cordón superior comprimido y reduce las flexiones en el cordón inferior.

### 2. Pasarela en celosía metálica

Al igual que en la anterior, los montantes verticales permiten reducir la esbeltez de los cordones superiores, reduciendo la sección necesaria de los mismo y reduce la flexión en el cordón inferior. Sin embargo, al no poseer montantes superiores, el comportamiento frente a solicitaciones de viento es significativamente peor que en la alternativa anterior.

### 3. Pasarela biapoyada de hormigón armado.

El hormigón armado tiene un buen comportamiento en zonas de elevada humedad, creando una protección sobre el armado que impide la corrosión del mismo. Estructuralmente se comporta satisfactoriamente para las solicitaciones a las que está sometida.

### 4. Pasarela de hormigón pretensado

El hormigón pretensado ofrece las características resistentes a compresión del hormigón, mejorando las características resistentes a tracción del mismo lo que permite una reducción del canto de las vigas.

La prefabricación de las vigas ofrece una mejora de las resistencias de las mismas frente a ataques químicos, ya que en el proceso de fabricación se realiza el curado al vapor.

### 5. Pasarela de PRFV

El material de PRFV aporta una gran resistencia química, siendo resistente a la corrosión y la intemperie (agua, altas temperaturas, etc.). Además, su peso es reducido, lo que limita el peso total de la pasarela y, por lo tanto, el tamaño de los perfiles necesarios.

Los materiales fabricados con PRFV muestran una gran versatilidad, ya que se puede crear cualquier tipo de molde. Sin embargo, debido a las cargas solicitantes sobre la estructura, no es posible la realización de la misma íntegramente de PRFV.

## 7. CONDICIONANTES DEL ENTORNO DE LA OBRA

El proceso constructivo viene condicionado por el entorno en el que se encuentra la obra. Se trata de una zona de difícil acceso en la que no existe prácticamente espacio para el acopio de materiales. Tampoco es posible acceder con una maquinaria hasta la zona de la escotadura, donde se ubicará la nueva pasarela, pudiendo llegar únicamente a una plataforma de unos 20 m de largo por 10,5 m de ancho en el estribo derecho del azud, sostenida por un muro de mampostería y situada 8,00 m por encima de la cota de coronación del azud. Desde esta plataforma se accede al azud a través de unas escaleras de hormigón que llegan a la zona de compuertas.

A cota del azud se puede descender por una escalera situada a la derecha de la plataforma, pero se accede a la zona en la que se sitúa la pasarela metálica por la que la tubería actual cruza el canal de descarga, no a la coronación del azud, tal y como se muestra en la fotografía de la figura 1.



Figura 7.- Plataforma en estribo derecho del azud, sostenida por muro de mampostería





Figura 8.- Escalera de acceso desde la plataforma a la zona de compuertas



Figura 9.- Escotadura del azud

## 7.1. ACCESO DE MAQUINARIA AL ESTRIBO DERECHO

Para cualquiera de los métodos constructivos que se planteen en apartados posteriores será necesario el acceso de maquinaria a esta plataforma, bien para acopio de materiales, bien para la colocación de la maquinaria de izado de éstos. Por ello, a continuación, se analiza detalladamente este punto.

Se comprueba que el camino existente tiene radios de curvatura de más de 25 m, por lo que en este sentido una grúa de 300 t o el tráiler que traslada sus contrapesos, que son de los vehículos considerados los de mayores dimensiones, podrán acceder.

La anchura del camino es suficiente para el paso de esos vehículos, excepto en la última curva, que bastaría con abrirla hacia el exterior, acondicionando la explanada existente en ese punto. Igualmente, en la entrada desde la carretera que cruza la coronación de la presa de Puentes Viejas (Calle la Cerradilla), se puede acondicionar una cuña en la parte opuesta a las edificaciones existentes, que facilite la entrada y salida de la maquinaria al camino de acceso al azud.

El problema reside en que no hay espacio para que los transportes especiales den la vuelta en la explanada, por lo que tendrían que salir marcha atrás.

Por otra parte, dadas las dimensiones de una grúa de 300t, se comprueba si es posible su disposición en la plataforma del estribo derecho.

En la siguiente figura se presenta una grúa de 300 t, con sus dimensiones reales, ubicada en la plataforma, comprobándose que, es posible su posicionamiento, con las patas totalmente extendidas.

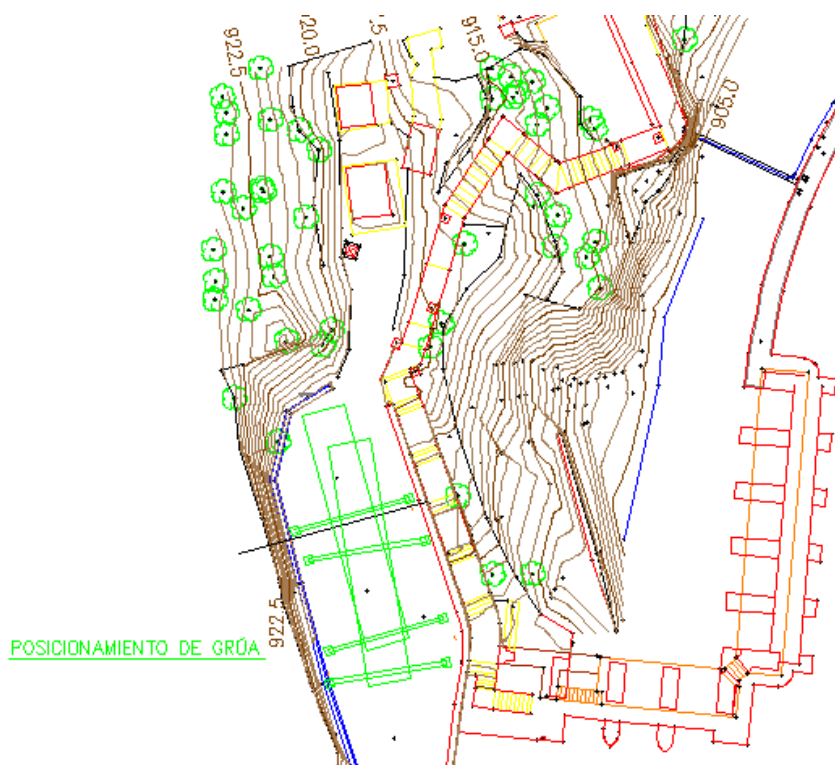


Figura 10.- Posicionamiento de la grúa 300 t en la plataforma existente

Se observa que la grúa queda muy cerca del muro de contención de la plataforma por lo que, de cara a minimizar la afección a éste, dado que en esa zona aflora el granito sano, se podría reperfilar verticalmente el talud con un martillo picador en caso de ser necesario. No obstante, esta actividad no es estrictamente necesaria para la colocación de la grúa.

Por el contrario, el acondicionamiento del camino será necesario en cualquiera de las alternativas para el acceso de maquinaria y vehículos de transportes de materiales.

Para la elección de la alternativa constructiva se tendrá en cuenta que, cuanto menores dimensiones tengan la maquinaria y los vehículos de transporte de materiales más sencilla será la entrada y la salida por dicho camino.

## 7.2. ESTADO DEL MURO DE SOSTENIMIENTO DE LA PLATAFORMA

El estado del muro de mampostería que sostiene la plataforma al final del acceso al azud del Tenebroso, debe ser tenido en cuenta como uno de los condicionantes constructivos. La maquinaria y vehículos que se posicionen en la plataforma provocarán esfuerzos en el terreno que se transmitirán parcialmente al muro.

El estado general actual del muro es bueno, pero es de destacar la existencia de grietas, con lo que se plantea la necesidad de un refuerzo estructural que colabore en el momento si este muro va a estar solicitado.

Se observan tres grietas en su pretil, de las cuales una de ellas no tiene continuidad en el muro. La posición de las grietas es la siguiente:

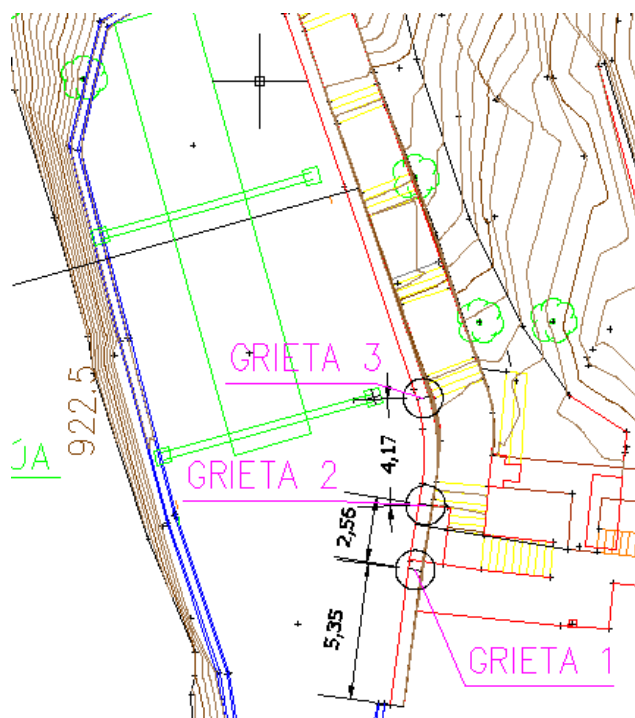


Figura 11.- Ubicación de las grietas en planta.



La grieta 1 es la que presenta mayor entidad y tiene continuidad desde el pretil al paramento del muro. Se observa que se colocó un testigo el 15/07/2008 el cual está fisurado.



Figura 12.- Fotografía de la grieta 1 en el pretil del muro desde la plataforma.



Figura 13.- Fotografía de la grieta 1 desde la parte inferior del muro.

La segunda grieta tiene una entidad más de fisura que de grieta y no tiene una continuidad clara en el extradós.



Figura 14.- Fotografía de la grieta 2 en el pretil del muro realizada desde la plataforma.

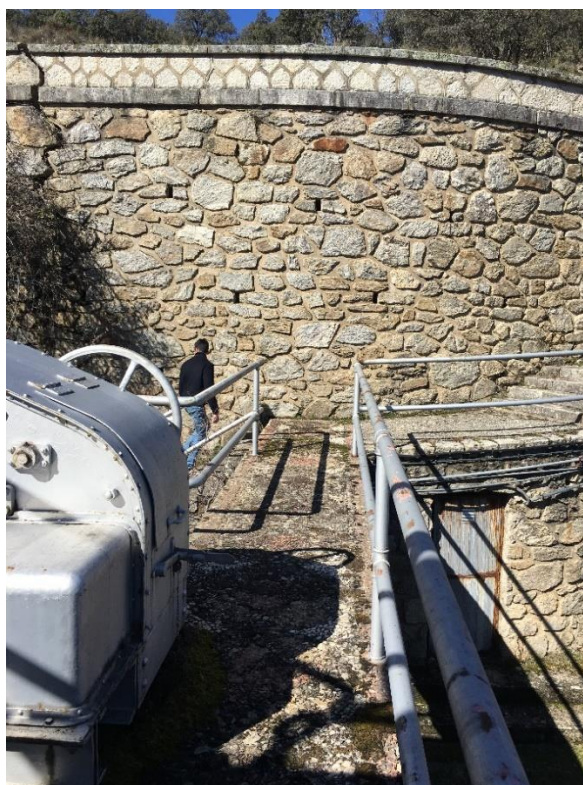


Figura 15.- Fotografía del extradós del muro en zona de la grieta 2.



La tercera grieta es la más cercana a la posición de una de las patas de una posible grúa o rueda de vehículo. No se percibe continuidad clara de la grieta en la cara externa del muro.



Figura 16.- Fotografía de la grieta 3 en el pretil del muro realizada desde la plataforma.

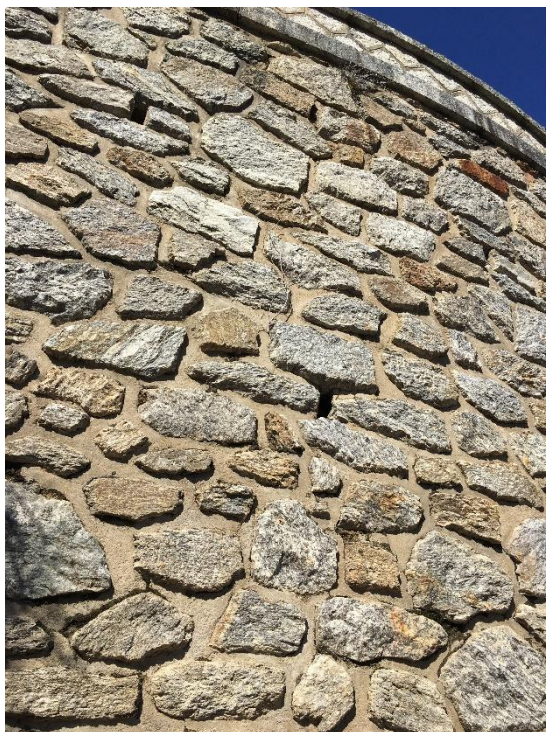


Figura 17.- Fotografía del paramento del muro en zona de la grieta 3.

De los tres puntos anteriores, por la posible posición de los medios de izado de las pasarelas o vehículos de transporte, la zona del muro de la grieta 3 será la más afectada.

El minimizar la afección al muro condiciona el proceso constructivo en cuanto a la elección de medios de izado, los cuales deberían ser lo más ligeros posible y ajustados a las cargas a elevar.

Según la alternativa constructiva elegida para las pasarelas se analizará, en apartados posteriores del presente estudio, si es necesario ejecutar un refuerzo del muro y que opción es la óptima para éste.

### 7.3. BATIMETRÍA DEL EMBALSE

En alguno de los métodos constructivos, la altura del nivel de agua y la batimetría del embalse es un dato influyente en su viabilidad.

La cota máxima del nivel de agua del embalse es la 905 y la mínima es de 861. En la temporada en la que el nivel de agua del embalse es bajo, es posible acceder a la escotadura (ver fotografía de la figura 18).

En esos momentos, se puede observar que la superficie del terreno rocoso aflora junto a la escotadura, lo que coincide con los datos batimétricos que indican la proximidad del fondo del embalse a la superficie del agua en este punto.

Sin embargo, hay otros momentos en los que esto no es posible (ver fotografía de la figura 9) por la cantidad de agua que vierte.

De igual manera, se observa que hay temporadas en las que el canal de descarga está inundado y otras en las que está casi seco (figuras 19 y 20).





Figura 18.- Escotadura del azud sin agua



Figura 19.- Canal de descarga con agua



Figura 20.- Canal de descarga sin agua

## 8. DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS CONSTRUCTIVAS

Independientemente del tipo de pasarela elegido, se distinguen las siguientes etapas constructivas:

- Fabricación en taller de pasarelas
- Preparación del canal de descarga
- Colocación de barandilla
- Ejecución de los apoyos de pasarelas
- Transporte a obra
- Premontaje en obra
- Posicionamiento de la pasarela en su ubicación definitiva
- Montaje o unión definitiva de las pasarelas
- Montaje de Tubería

Según la alternativa constructiva será necesario o no incluir todas las etapas anteriores.

### 8.1. FABRICACIÓN EN TALLER DE LAS PASARELAS SEGÚN SU TIPOLOGÍA

A continuación se describen someramente los trabajos de fabricación previos a la instalación en obra para las pasarelas metálicas y de hormigón armado y pretensado.

#### 1. Pasarela tipo Warren con montantes superiores

La unión entre perfiles se realizará mediante soldadura. Dado que el ensamblaje de las piezas mediante soldadura exige técnicos cualificados, el montaje se realizará en taller, dejando únicamente la soldadura entre los distintos tramos en los que se divida para su transporte para su montaje en obra. De esta forma, la mayor parte de las soldaduras se realizan en condiciones controladas, por lo que se asegura un buen acabado.

#### 2. Pasarela en celosía metálica

El proceso es el mismo que el de la pasarela tipo Warren, por lo que vendrá montada de taller en partes.

#### 3. Pasarela de hormigón armado o pretensado

La fabricación de las vigas de hormigón ya sea armado o pretensado es recomendable que sea en taller por realizarse en condiciones controladas.

Para el caso de ejecutar una pasarela de hormigón armado in situ (viga cajón) no es necesaria esta etapa.

### 8.2. PREPARACIÓN DEL CANAL DE DESCARGA

Esta etapa será necesaria si por el proceso constructivo elegido se requiere trabajar desde el canal de descarga. En este caso, el canal se habilitará para el acopio y transporte de materiales y el tránsito de la maquinaria.

Se requiere achicar el agua que quede remansada en él y regularizar la superficie del canal, que actualmente se encuentra excavado sobre el terreno natural. Será aconsejable la ejecución de una capa de enchado de bolos de tamaño entre 80 y 150 mm y, sobre ésta, la extensión de una capa de zahorras.

El material y la maquinaria para extendido del árido grueso y la zahorra y compactado de la zahorra, colocación de la cimbra etc., deberán trasladarse al canal de descarga desde la plataforma situada junto al estribo derecho del azud.

### 8.3. COLOCACIÓN DE BARANDILLA

Sea cual sea la solución constructiva elegida, previa a la colocación de tubería a lo largo del azud se instalará una barandilla a ambos lados de la coronación del azud, la cual quedará como definitiva tras la ejecución de las obras, reponiéndose la parte que pudiera dañarse durante la ejecución.

Los elementos que constituyen la barandilla serán transportables a mano, por lo que no se requerirán medios auxiliares para su montaje.

Debido a la longitud de los postes de la barandilla y la estructura de apoyo auxiliar, cada poste será transportado por dos trabajadores que emplearán una línea de vida hasta la completa colocación de la tubería.

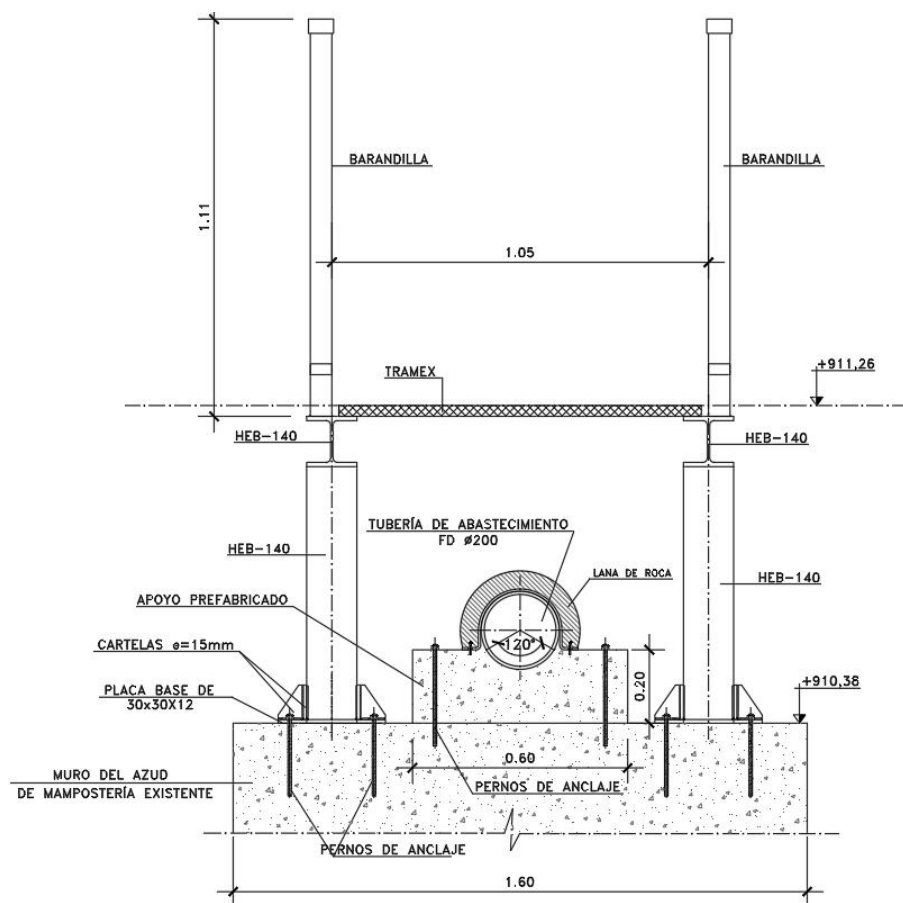


Figura 21.- Sección transversal de barandilla y tubería sobre el azud

En lugar de la instalación de la barandilla definitiva desde el inicio, se baraja la posibilidad de colocar unas consolas laterales arriostradas al azud, con el fin de ampliar la superficie de trabajo. Se descarta



esta opción por no considerarse necesarias y limitar de igual forma el transporte de la tubería a lo largo del azud.

#### 8.4. EJECUCIÓN DE LOS APOYOS DE LAS PASARELAS

En el caso de la pasarela sobre el canal de descarga, uno de los estribos se ejecutará contra el terreno natural y el otro sobre el azud. Se deberá cajea el terreno natural para obtener una superficie de apoyo del estribo competente y regular sobre la que realizar el hormigonado del estribo. El segundo estribo se realizará sobre la pared de mampostería del azud, que habrá que picar para crear espacio para el apoyo.

En el caso de la pasarela sobre la escotadura del azud, para la ejecución de los estribos se realizarán cajeos en las paredes del azud contiguas a la escotadura, los cuales no afectarán a la tubería existente.

#### 8.5. TRANSPORTE A OBRA Y PREMONTAJE

Si la pasarela es metálica, se propone el transporte hasta el azud en el número de tramos que requiera el método de montaje (helicóptero, blondín, grúa, ...), realizándose la unión de los tramos posteriormente, bien en la plataforma de acopio de materiales de forma que se eleve premontada a su ubicación, bien una vez ya colocados en su posición final.

Si la pasarela es de vigas de hormigón prefabricado, se transportará cada una de las vigas prefabricadas hasta el final del camino de acceso a la plataforma, para su posterior colocación en su ubicación definitiva.

Comentar en este punto que el acceso del vehículo de transporte de las vigas prefabricadas, sean armadas o pretensadas, a la plataforma será más complicado por la longitud y peso de las mismas, al no poder ser colocadas en tramos.

#### 8.6. POSICIONAMIENTO DE PASARELA. VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

Se enumeran a continuación los posibles medios para el posicionamiento de las pasarelas y montaje posterior de la tubería.

- Cimbra cuajada metálica fija, grúa de 120 t y grúa araña.
- Grúa autopulsada de 300 t
- Combinación de grúa autopulsada de 300 t y de 60 t
- Blondín
- Helicóptero y Grúa de 120 t
- Pontona y Grúa de 120 t

Se pretende en este apartado describirlos brevemente y realizar una valoración inicial de las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos.

**No será posible emplear todos los métodos para los cuatro tipos de pasarela.** Este punto se analizará en el apartado 9 en el que se conjuga la tipología de pasarela con el método de posicionamiento y montaje en obra.

#### 8.6.1. *Cimbra cuajada metálica fija, grúa de 120 t y grúa araña.*

Según la tipología de la pasarela y el proceso constructivo elegido, es posible que se requiera la colocación de una cimbra metálica cuajada, bien sobre el canal de descarga, bien sobre la escotadura del azud, o en ambos sitios. Dicha cimbra será útil como base para encofrados o para el montaje de la pasarela metálica.

Por otro lado, se baraja, en este apartado dedicado a la cimbra, la posibilidad de generar una plataforma de trabajo a todo lo largo del azud mediante una cimbra lateral adyacente a éste.

Se observa en el terreno que la roca que aflora por el lado de aguas arriba es irregular por lo que, aunque por su capacidad portante admita la cimbra, habría que picarla para preparar una plataforma llana. Además, el terreno de aguas abajo, a priori, habría que mejorarlo si fuera necesario apoyar en él parte de la cimbra. La preparación de esta plataforma implica afección al cauce y ocupación de éste.

Dada la posibilidad de colocar la barandilla definitiva para trabajar en la colocación de la tubería sobre la coronación del azud y los necesarios trabajos de regularización para la cimentación de la cimbra, se descarta la colocación de la cimbra longitudinal adyacente al azud. De esta manera, se evita un mayor coste y una mayor afección medioambiental.

Para la ejecución o montaje de la pasarela en el canal de descarga se puede colocar la cimbra sobre éste, para lo que se debería estudiar su capacidad portante, que probablemente arroje la necesidad de hacer un saneo y posterior construcción de la plataforma con materiales de cantera.

La cimbra para la pasarela que salva la escotadura del azud se puede apoyar sobre la misma escotadura. En este caso, se requiere que el canal de descarga sea una zona de acopio y tránsito de maquinaria, para poder transportar los materiales de la cimbra y pasarela hasta la escotadura.

Para que este método constructivo sea viable es necesario mantener en todo momento un nivel del embalse por debajo de la cota inferior de la escotadura, de forma que se pueda trabajar sobre ésta y el canal de descarga esté seco.

Por tanto, el uso de cimbra/s implica preparar una plataforma de trabajo en el canal de descarga que permita acopio de materiales, mejore la accesibilidad a la zona de la pasarela sobre la escotadura y/o pueda ser el apoyo de cimbra para la pasarela del canal de descarga. Esta actuación posibilita dos alternativas constructivas con la cimbra como elemento de posicionamiento de pasarela:

- Pasarelas de hormigón armado in-situ.
- Pasarela metálica montada sobre cimbra.

Se empleará como medio auxiliar una grúa de 120 t para trasladar la maquinaria y materiales desde la plataforma, junto al estribo derecho del azud, al canal de descarga. Si la tipología de pasarela elegida resulta metálica, se aprovechará esta grúa para la colocación de la pasarela metálica completa sobre el canal de descarga. Para el montaje de cimbra y tubería (y el izado de las piezas de la pasarela metálica en la segunda posibilidad) se empleará una grúa araña en el canal de descarga.

La ventaja principal de este método reside en que es un método en el cual se tiene amplia experiencia en el sector, además de no requerir una grúa de gran tonelaje, con lo que se minimiza el impacto sobre el muro de mampostería que sostiene la plataforma. Las desventajas son la ocupación y modificaciones

al cauce y la necesidad de trabajar sin agua. Para esto último es aconsejable adecuar el programa de trabajos a aquellas temporadas en las que el nivel de embalse sea menor.

#### **8.6.2. Grúa autopropulsada de 300 t en estribo derecho**

Con la grúa posicionada en la plataforma junto al estribo derecho se colocarían las pasarelas y los tramos de tubería. Para el acceso de la grúa se habrá de acondicionar el camino.

Como ventajas de este método cabe destacar la mínima afección al cauce, que se puede trabajar en cualquier época del año, independientemente del nivel de agua del embalse y que se utiliza un único sistema para todo, lo que simplifica la puesta en obra.

El peso del material a elevar y la distancia a transportarlo son los factores que se consideran para elegir el tipo de grúa y determinar qué tipologías de pasarela se pueden colocar con éste método (ver apartado 9.1).

A priori, pudiera parecer que el precio de esta grúa es alto y, por tanto, una desventaja, por lo que este factor se incluirá en apartados posteriores para dirimir si es o no una alternativa a considerar.

El empleo de esta grúa en comparación con otras de menor tonelaje implica una mayor dificultad en el acceso y mayor transmisión de esfuerzos a través del terreno al muro que sostiene la plataforma por lo que, aunque se estudie esta alternativa, a priori parece desaconsejable.

#### **8.6.3. Combinación de grúa autopropulsada de 300 t y de 60 t**

Esta solución de izado de cargas consiste en el empleo de la grúa de 300 t en la plataforma del estribo derecho para la colocación de la pasarela sobre la escotadura y de una grúa de menor tonelaje en el canal de descarga para colocación de pasarela sobre el canal de descarga e izado y colocación de la tubería y sus apoyos a lo largo de todo el azud, sin necesidad de emplear medios auxiliares sobre el mismo.

La ventaja que parece tener este método frente al anterior es el empleo de medios mecánicos proporcionales a las cargas y distancias a superar. Pero continúa siendo una desventaja el empleo de la grúa de 300 t por las mismas razones que se comentaron en el apartado anterior.

La ocupación del canal de descarga hace necesaria la construcción de una plataforma de trabajo, lo que implica la alteración del lecho y ocupación de esta zona del espacio fluvial.

#### **8.6.4. Blondín**

Mediante un sistema de cableado se pueden colocar tanto las pasarelas como la tubería. Una de las ventajas de este método es la mínima afección medioambiental que conlleva. Sin embargo, es un método que se emplea en obras de gran envergadura, lo que puede sugerir que, en este caso, el precio lo haga poco aconsejable.

#### **8.6.5. Helicóptero y Grúa de 120 t**

Para la colocación de la pasarela sobre la escotadura se emplearía el helicóptero, el cual la transportaría en tramos por las limitaciones de peso que el propio helicóptero tiene. Dado que el montaje se realizaría por tramos, sería necesaria la colocación de una cimbra.

El resto de elementos (pasarela sobre el canal de descarga y tubería) se colocarían con una grúa de 120 t posicionada en el estribo derecho del azud.

Una de las desventajas de este medio de izado a considerar es que se requiere ocupación del canal de descarga para llevar el material de la cimbra hasta la escotadura del azud.

#### **8.6.6. Pontona y Grúa de 120 t**

La pontona se plantea emplearla tan solo para la colocación de la pasarela sobre la escotadura del azud.

Para la aproximación de la pontona a la escotadura se requiere de un calado mínimo en el que el agua esté a la cota 900. Esto implica que este método está condicionado por el nivel de llenado del embalse, lo que puede ser considerado como una desventaja.

Una de las ventajas de la pontona es que el medio sobre el que trabaja es conocido y no requiere averiguar capacidad portante del terreno. Eso sí, para trabajar desde la pontona es necesaria su estabilidad en la que influyen las condiciones climáticas, por lo que, antes de su empleo se deberá consultar la previsión meteorológica.

La pasarela sobre el canal de descarga y la tubería se colocaría mediante una grúa de 120 t colocada en el estribo derecho del azud.

#### **8.7. MONTAJE Y UNIÓN DEFINITIVA DE LAS PASARELAS**

- Pasarela de vigas prefabricadas de hormigón armado. Una vez colocadas las vigas, mediante la colocación de un encofrado se hormigonará “in situ” el tablero. Posteriormente se colocará el trámex superior.
- Pasarela de hormigón pretensado. Una vez colocadas las vigas, se dispondrá en obra el trámex inferior, en el que se dispondrá la tubería, y el superior, para el paso de personas.
- Pasarela metálica: según el medio de posicionamiento la pasarela se podrá posicionar completa o seccionada en tramos.  
Si se utiliza una grúa autopropulsada de 300 t, el blondín o la pontona para colocar la pasarela que irá sobre la escotadura, se podrán soldar las partes en las que venga dividida la pasarela de fábrica en la plataforma de acopio y será puesta en obra en toda su longitud de una vez.  
Sin embargo, si se emplea un helicóptero o grúa de 120 t se habrán de colocar los tramos de pasarela que tolere y soldar una vez posicionados.

#### **8.8. COLOCACIÓN DE LA TUBERÍA**

Tras la ejecución de las pasarelas se colocará la tubería sobre éstas y sobre el azud. Se realizará con uno de los medios empleados para colocar las pasarelas o cimbras. Además, según el alcance de estos medios, puede hacer falta un carrito para desplazarla sobre el azud hasta su ubicación final.



Figura 22.- Carrito para el desplazamiento de tubería sobre el azud

## 9. SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS VIABLES

### 9.1. ALTERNATIVAS DESCARTADAS PARA EL PASO SOBRE EL AZUD

Tras el estudio en apartados anteriores de los condicionantes de trabajo existentes y el análisis de las posibles tipologías de pasarela, se ha descartado la ejecución de:

- Pasarela de PRFV, porque al no ser posible recurrir exclusivamente a perfiles extruidos y ser necesario hacer una estructura mixta con perfiles laminados, no presenta ventajas con respecto a las pasarelas metálicas.

Por otro lado, a continuación se descarta razonadamente el empleo de pasarelas con vigas de hormigón prefabricadas por el análisis del medio de posicionamiento:

- Pasarela de vigas prefabricadas de hormigón armado. Para la colocación de las vigas de hormigón se consideran factores como su peso, sus dimensiones y facilidad de manipulación.

El peso de cada una de las vigas calculadas para la pasarela es de 8.100 kg. La distancia a la que se encuentra el estribo más alejado es de unos 70 m. Sin embargo, la grúa de mayores dimensiones que es posible disponer en el estribo derecho (de 300 t) no es capaz de mover este peso a esa distancia, siendo su limitación para 8.700 kg de 50 m.

Para cualquier otro método constructivo (blondines, pontona, ...) el transportar las vigas frente a transportar la pasarela metálica implicaría un mayor dimensionamiento por su mayor peso (8.100 kg frente a 5.500 kg) y, por tanto, un mayor coste.

Debido a la dificultad de encontrar una grúa capaz de izar las vigas y a que la pasarela metálica cumple igualmente la función se descarta esta tipología de pasarela de hormigón prefabricado.

- Pasarela de vigas de hormigón pretensado. La problemática es similar al anterior. El peso de cada una de las vigas calculadas para la pasarela es de 6.915,09 kg, por lo que se trata del mismo caso que el de la pasarela de vigas prefabricadas de hormigón armado.

Por otra parte, existe la dificultad añadida de colocar el trámex inferior con las vigas dispuestas sobre el azud.

Por tanto, debido a la dificultad constructiva y a la selección de la grúa adecuada para su montaje, se descarta esta tipología.

### 9.2. ALTERNATIVAS VIABLES PARA EL PASO SOBRE EL AZUD

A continuación se describen las alternativas viables para ejecutar las obras en la zona de paso sobre el azud. Se esboza, además, con qué medio se colocará la pasarela sobre el canal de descarga y la tubería:

- Alternativa 1: Pasarela metálica colocada mediante grúa de 300 t desde estribo derecho del azud. El material se colocará desde la plataforma del estribo derecho. Para ello, se propone la utilización de una grúa autopropulsada que permita elevar una pasarela metálica de 5,5 t y demás

elementos hasta la escotadura. Con esta grúa se realizarían el grueso de los trabajos de ejecución de la tubería, la colocación de la pasarela sobre el canal de descarga y de la tubería sobre el azud.

- Alternativa 2: Pasarela metálica colocada mediante grúa de 300 t desde estribo derecho del azud y acondicionamiento de una plataforma de trabajo en el canal de descarga, en la que se ubicará un camión grúa, se dispondrá una zona de acopio y desde donde se realizarán el grueso de los trabajos de colocación de tubería. Es necesaria igualmente la grúa autopropulsada, ya que será necesaria para iniciar la creación de la plataforma, bajar y subir la máquina mixta y grúa al canal de descarga y colocar la pasarela metálica sobre la escotadura.
- Alternativa 3: Instalación de pasarela mediante un blondín. Este método se plantea para las pasarelas metálicas, descartándose las de hormigón por tener mayor peso. La instalación de la pasarela sobre el azud mediante el sistema de blondines consistirá en el montaje de un sistema de cableado, anclado a ambos lados de la cerrada, para el transporte de los materiales desde la zona de acopio hasta el punto de instalación en la escotadura del azud. También se empleará el blondín para la colocación de la pasarela sobre el canal de descarga y la colocación de la tubería a lo largo del azud.
- Alternativa 4: Instalación de pasarela metálica mediante helicóptero. Consistirá en el traslado de los materiales desde la zona de acopio hasta el punto de instalación en la escotadura del azud mediante un helicóptero. En este caso, para la colocación de la pasarela sobre el canal de descarga y de la tubería a lo largo del azud se empleará una grúa de 120 t situada en el estribo derecho del azud.
- Alternativa 5: Instalación de pasarela mediante grúa sobre pontona. Desde una pontona modular colocada en el Embalse del Villar se montaría la pasarela sobre la escotadura con ayuda de una grúa montada sobre ella. En este caso, la pasarela podría ser de hormigón o metálica. Al ser la pasarela metálica de menor peso, con el fin de abaratar la puesta en obra y mejorar la estabilidad de la pontona, se descarta la de hormigón. Al igual que en la alternativa anterior, se empleará una grúa de 120 t situada en el estribo derecho del azud para el izado de la pasarela sobre el canal de descarga y de la tubería.
- Alternativa 6: Ejecución de pasarela de hormigón armado in situ formada por viga cajón (dos vigas laterales y un tablero inferior) en la que se alojará la tubería. Sobre las vigas se colocará un trámex superior para posibilitar el paso de personas y el fácil acceso a la conducción para labores de mantenimiento. Se preparará una plataforma en el canal de descarga y que se prolongará hasta la escotadura, que permita el cimbrado de la pasarela sobre él, acopio de materiales y movimiento de maquinaria. Se colocará una segunda cimbra metálica sobre la escotadura del azud. Para el traslado de los materiales y la maquinaria desde la plataforma al canal de descarga es necesaria una grúa de 120 t en el estribo derecho del azud. El montaje de las cimbras y de la tubería tendrá como medio auxiliar una grúa araña o similar en ubicada en el canal de descarga.
- Alternativa 7: Montaje de pasarela metálica sobre cimbra en la escotadura del azud con grúa de 120 t y grúa araña auxiliar. Al igual que en la alternativa anterior, se preparará una plataforma en el canal de descarga y que se prolongará hasta la escotadura. La pasarela metálica sobre la escotadura del azud se montará en obra sobre una cimbra metálica cuajada con ayuda de la grúa araña. La pasarela sobre el canal de descarga se fabricará en taller, se unirán los tramos en los

que se haya transportado en la plataforma y se colocará en su posición con la ayuda de la grúa de 120 t posicionada en el estribo derecho del azud.

## 10. ANALISIS DE LAS ALTERNATIVAS

### 10.1. PROCESO CONSTRUCTIVO

A continuación, se describen los procedimientos constructivos particulares de cada una de las alternativas planteadas.

Destacar que, en todas las alternativas, previo a los trabajos sobre la coronación del azud, se instalará la barandilla definitiva.

#### 10.1.1. *Alternativa 1: Pasarela metálica colocada con grúa autopropulsada de 300 t en estribo derecho del azud.*

En esta alternativa se propone ejecutar las obras en la zona del azud utilizando una grúa autopropulsada de 300 t ubicada en el estribo derecho del azud.

En primer lugar se ejecutarán las pasarelas sobre el canal de descarga y la escotadura, de forma que se facilite el acceso a lo largo de la coronación del azud, y, posteriormente, se colocarán los apoyos prefabricados de la conducción y la tubería.

Las pasarelas metálicas se transportarán desde fábrica por tramos hasta la zona del camino de acceso junto a la plataforma, los tramos se soldarán allí y, una vez montadas, se colocarán en su posición definitiva con la grúa. Para ello, los apoyos de la pasarela en el azud y en el terreno, se habrán ejecutado previamente.

Como elemento auxiliar y en época de estiaje se podrán colocar sobre la escotadura un sistema de andamiaje con escaleras que permitan el paso a lo largo de todo el azud accediendo desde el estribo derecho.

Una vez dispuestas las pasarelas, se irán colocando los apoyos de hormigón prefabricado de la tubería a lo largo del azud y la propia tubería. Para optimizar el tiempo de ejecución, inicialmente sólo se posicionarán los apoyos, anclándolos al azud tras la colocación de todo el tramo de la conducción. En la zona de las pasarelas, la tubería irá anclada a la celosía.

#### 10.1.2. *Alternativa 2: Colocación de pasarela metálica con Grúa autopropulsada de 300 t y grúa de 60 t en canal de descarga.*

En este caso, en vez de utilizar en todo momento la grúa especial de 300 t para la ejecución de las obras en la zona del azud, se propone acondicionar la zona del canal de descarga como una plataforma de trabajo y bajar una grúa de 60 t con la que se realizará el grueso de la obra.

Para el acondicionamiento del canal de descarga, en primer lugar, se ejecutará una ataguía y se achicará el agua que quede retenida, utilizándose la grúa de 300 t.

Para la construcción de la ataguía se deberá traer material seleccionado de cantera, ya que no se dispone de material en los alrededores, y bajarlo hasta el canal. Para poder aumentar el rendimiento en la



colocación del material, el material necesario se dispondrá en sacas, las cuales serán transportadas mediante grúa hasta el emplazamiento definitivo del material.

Una vez finalizada la construcción de la ataguía, se extenderá material en el fondo del canal de descarga para generar la plataforma. La primera parte de la plataforma se ejecutará desde arriba con la ayuda de la grúa de 300 t y una máquina mixta en el canal para el extendido del material.

Una vez conseguida una explanada lo suficientemente grande para que la grúa de 60 t pueda trabajar, se podrá bajar.

Para bajar y subir la máquina mixta y la grúa de 60 t y colocar las pasarelas se necesitará la grúa de 300 t, desmontándose después y dejando la plataforma del estribo derecho libre para que puedan acceder hasta la plataforma los camiones de transporte de tubos y apoyos.

Con la grúa de 60 t en el canal de descarga se instalará toda la conducción sobre el azud, izando los materiales hasta la coronación azud y utilizando un carrito para moverlos sobre éste.

Una vez finalizada la conducción, se deberá instalar nuevamente la autogrúa de 300 t para sacar la grúa y la máquina mixta del canal de descarga y eliminar la ataguía y la plataforma.

#### **10.1.3. Alternativa 3: Instalación de pasarela metálica mediante blondín.**

Consiste en la instalación de un sistema de cableado anclado a ambos lados de la cerrada para el transporte de los materiales desde la zona de acopio hasta el punto de la instalación en la escotadura del azud.

Se plantea el transporte desde la plataforma de acopio de la pasarela montada, con el objetivo de reducir los tiempos de instalación. Para ello, se colocaría un blondín de “carga al gancho” 6 t y luz máxima entre ejes de amarres al terreno en ambos márgenes de 200 m. El blondín estará compuesto por elementos de línea, cabrestantes y equipo de accionamiento, mando y control.

Para su funcionamiento será necesario disponer de suministro eléctrico, por lo que se requiere la instalación de un centro de transformación.

Se necesita además obra civil inicial para la ejecución de las cimentaciones de los amarres, la sala de máquinas, el muelle de carga y el contrapeso de hormigón.

Una vez colocado el blondín se procedería a la colocación de las dos pasarelas metálicas (sobre la escotadura del azud y sobre el canal de descarga).

Tras esto se irán transportando los tramos de tubería a lo largo del azud para posteriormente anclarlos.

Por motivos de seguridad el acceso a las instalaciones del blondín debe estar restringido a personas no cualificadas por lo que se habrá de colocar un vallado.

#### **10.1.4. Alternativa 4: Instalación de pasarela metálica mediante un helicóptero.**

Dado que el peso máximo que soportan los helicópteros comerciales disponibles en España está en una horquilla de 800-1200 kg, se descarta el transportar la pasarela ya montada.

La pasarela que irá sobre la escotadura se recibirá en obra fabricada en módulos. Con ayuda de un helicóptero y en varios viajes se transportarán los módulos desde el acopio. Una vez ubicadas las piezas de la pasarela en su posición final se procederá a su unión in situ. Este trabajo de soldadura y montaje se realizará sobre una cimbra previamente montada sobre la escotadura del azud.

La pasarela sobre el canal de descarga se colocará con una grúa de 120 t, que servirá también para el manejo de la tubería y colocación de los apoyos. Los tramos de tubería se irán transportando mediante un sistema de guiado a lo largo del azud o carritos bajo la tubería para posteriormente anclarla.

La grúa de 120 t estará posicionada en la plataforma del estribo derecho del azud durante todo el montaje, para traslado de material sobre coronación de azud en zona cercana a escotadura.

#### **10.1.5. Alternativa 5: Instalación de pasarela metálica mediante grúa sobre pontona.**

La pontona llegaría a obra dividida en partes montadas sobre camión. Una vez ensambladas, se cargaría con un camión grúa de un peso aproximado de 26 t y las piezas de la pasarela metálica que irá sobre la escotadura.

Se descarta desde el primer momento el premontaje de la pasarela metálica por implicar una grúa de mayores dimensiones y, por lo tanto, una mayor pontona.

La pontona navegaría por el Embalse del Villar hasta la base del azud, zona desde la cual se acometería la colocación de las piezas para su posterior unión.

Tras esto, se colocará la pasarela sobre el canal de descarga con una grúa de 120 t y, también con ella, se irán transportando los apoyos y los tramos de tubería al sistema de guiado a lo largo del azud. Finalmente se anclarán los tramos de tubería.

Al igual que en el caso anterior, la grúa de 120 t estará posicionada en la plataforma del estribo derecho del azud durante todo el montaje, para traslado de material sobre coronación de azud en zona cercana a escotadura.

#### **10.1.6. Alternativa 6: Ejecución de pasarela de viga cajón de hormigón armado in situ cimbrada.**

En esta alternativa se plantea la construcción de dos pasarelas con tablero de hormigón armado conformado por una “viga cajón” (doble viga +tablero). Para ello, se colocaría una cimbra sobre la escotadura del azud y otra sobre el canal de descarga que soportasen el encofrado y posterior hormigonado. Esto supone la necesidad de creación de una plataforma de trabajo en el canal de descarga que se prolongue hasta la escotadura.

Esta plataforma se haría previamente mediante el extendido y compactado de una capa de bolos y de zahorras con una máquina mixta y un rodillo vibratorio tándem pequeño. Para el traslado de la maquinaria y materiales de la plataforma de acceso al canal de descarga se empleará una grúa de 120 t en el estribo derecho del azud.

Para el hormigonado, los camiones hormigonera estacionarán en la plataforma desde la que se trasladará el hormigón con cubilote a las pasarelas. Se descarta la posibilidad de instalar bomba de hormigón estacionaria, opción que a priori parece más apropiada para grandes volúmenes de hormigón,

o la de emplear una autobomba de hormigón, pues por la distancia a la escotadura del azud sería necesaria una autobomba de dimensiones excesivas para el camino de acceso.

Además, para el montaje de las cimbras y tubería se pretende emplear una grúa araña auxiliar y un carrito de transporte para el traslado sobre el azud.

Tras la ejecución de las obras se deberá devolver el cauce a su estado original, excavando el material (zahorras y bolos) con el que se generó la plataforma.

Esta alternativa constructiva solo es viable si se mantiene en todo momento el nivel del embalse por debajo de la cota inferior de la plataforma y el canal de descarga seco.

#### **10.1.7. Alternativa 7: Montaje de pasarela metálica cimbrada con grúa de 120 t**

Se trata de dos pasarelas metálicas, de las cuales, la pasarela sobre la escotadura del azud se montará en obra sobre una cimbra y la pasarela sobre el canal de descarga vendrá montada en tramos desde el taller y, tras unirlos en la plataforma, se colocará la pasarela completa con la grúa de 120 t.

El canal de descarga se habilitará para el acopio y transporte de materiales y el tránsito de la maquinaria. Se requiere achicar el agua que quede remansada en él y regularizar la superficie del canal, que actualmente se encuentra excavado sobre el terreno natural. Será aconsejable la ejecución de una capa de enchado de bolos de tamaño entre 80 y 150 mm y, sobre éste, extender una capa de zahorras, que se prolongará hasta la zona de la escotadura.

El material y la maquinaria, para extendido del árido grueso y la zahorra y compactado de la zahorra, colocación de la cimbra, etc., deberán trasladarse al canal de descarga desde la plataforma situada junto al estribo derecho del azud.

Previo al inicio de los trabajos de colocación de tubería, se colocará la barandilla a ambos lados de la coronación del azud, la cual quedará como definitiva tras la ejecución de las obras.

Sobre la escotadura del azud se colocará una cimbra metálica cuajada, que servirá de base para el montaje de la pasarela metálica. Llegará la pasarela en partes montadas desde taller con un peso inferior a la capacidad máxima de la grúa araña utilizada en el canal de descarga.

En primer lugar, se colocarán las vigas y, posteriormente, tramos montados de tablero, los cuales deberán soldarse o atornillarse en obra. En caso de solución soldada, se deberá realizar el control de calidad del 100% de las soldaduras, por tratarse de soldaduras en ambiente húmedo.

En el caso de la pasarela sobre el canal de descarga, se transportará la pasarela montada desde taller, colocándose con la grúa de 120 t sobre los estribos ejecutados previamente. Si por el transporte se ha de dividir en tramos, éstos se soldarán antes de posicionarla en su ubicación final. Para evitar interferencias con tránsito de la maquinaria por el canal de descarga, se colocará tras la finalización del montaje de la pasarela sobre la escotadura.

Para la devolución a su estado original de la superficie del canal de descarga se debe excavar el material (zahorras y bolos) con el que se generó la plataforma.

Esta alternativa constructiva solo es viable si se mantiene en todo momento el nivel del embalse por debajo de la cota inferior de la escotadura y el canal de descarga seco.

## 10.2. TIEMPO DE EJECUCIÓN

Se estima en este apartado el tiempo de ejecución para cada una de las alternativas planteadas según el procedimiento constructivo para las actividades de colocación de la pasarela y puesta en obra del tramo de conducción sobre el azud.

Las actividades previas de acondicionamiento del camino de acceso, reperfilado del talud, preparación de los apoyos de las pasarelas y colocación de barandilla sobre la coronación del azud no se han incluido en el cronograma, ya que son similares en todas las alternativas.

### 10.2.1. Alternativa 1: Pasarela metálica colocada con grúa autopropulsada de 300 t en estribo derecho del azud.

Las principales actividades que se han tenido en cuenta son las siguientes:

- Elaboración de los planos de taller de ambas pasarelas.
- Fabricación en taller de pasarelas metálicas.
- Llegada y montaje de la grúa de 300 t (en la plataforma existente).
- Transporte de pasarela metálica de fábrica a obra.
- Transporte y montaje de la pasarela sobre canal de descarga en obra (se iza con la grúa de 300 t la pasarela completa).
- Transporte y montaje de la pasarela sobre el azud en obra (se iza con la grúa de 300 t la pasarela completa).
- Posicionamiento de apoyos y montaje de tubería: se han de disponer 15 tubos sobre las pasarelas y el azud por lo que, adoptando un rendimiento de 4 tubos/día, se estima un tiempo de ejecución de 4 días.
- Desmontaje de la grúa de 300 t.

ALTERNATIVA 1

ACTIVIDAD	DÍAS																																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
Planos de taller de pasarelas metálicas																																		
Fabricación en taller de las pasarelas metálicas																																		
Llegada y montaje grúa 300t																																		
Transporte de la pasarela metálica de fábrica a obra																																		
Transporte y montaje de pasarela sobre canal de descarga en obra																																		
Transporte y montaje de pasarela sobre azud en obra																																		
Montaje de tubería y apoyos																																		
Desmontaje de grúa 300t																																		

El tiempo estimado para la ejecución de las obras sobre el azud es de siete semanas de las cuales tres se trabajará en la obra.

### 10.2.2. Alternativa 2: Colocación de pasarela metálica con Grúa autopropulsada de 300 t y grúa de 60 t en canal de descarga.

Las principales actividades que se han tenido en cuenta son las siguientes:

- Elaboración de los planos de taller de ambas pasarelas.
- Fabricación en taller de pasarelas metálicas.

- Llegada y montaje de la grúa. En esta alternativa se han de montar dos grúas diferentes: una de 300 t y otra de 60t.
- Ejecución de ataguía.
- Achique del agua en el canal de descarga.
- Ejecución de la plataforma en canal de descarga.
- Transporte de pasarela metálica de fábrica a obra.
- Transporte y montaje en obra de la pasarela sobre el azud (se iza completa desde la plataforma hasta la escotadura con la grúa de 300t).
- Descarga de la pasarela al canal de descarga.
- Transporte y montaje de la pasarela sobre el canal de descarga desde éste (se iza completa con la grúa de 60t).
- Posicionamiento de apoyos y montaje de tubería con la grúa de 60 t: se han de disponer 15 tubos sobre las pasarelas y el azud por lo que, adoptando un rendimiento de 4 tubos/día, se estima un tiempo de ejecución de 4 días.
- Retirada de la ataguía y excavación de la plataforma ejecutada en el canal de descarga.
- Desmontaje de la grúa (sea de 300t o de 60t).

ALTERNATIVA 2																																								
ACTIVIDAD	DÍAS																																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Planos de taller de pasarelas metálicas																																								
Fabricación en taller de las pasarelas metálicas																																								
Llegada y montaje grúa de 300t																																								
Ejecución de ataguía																																								
Achique de agua en canal de descarga																																								
Ejecución de plataforma en canal de descarga																																								
Transporte de la pasarela metálica de fábrica a obra																																								
Transporte y montaje de pasarela sobre azud en obra																																								
Llegada y montaje grúa de 60t																																								
Transporte y descarga de la pasarela al canal de descarga																																								
Desmontaje de grúa 300t																																								
Transporte y montaje de pasarela sobre canal de descarga en obra																																								
Montaje de tubería y apoyos																																								
Excavación de la plataforma ejecutada en canal de descarga y retirada de ataguía																																								
Desmontaje de grúa de 60t																																								

El tiempo estimado para la ejecución de las obras sobre el azud es de ocho semanas de las cuales seis son en obra.

### 10.2.3. Alternativa 3: Instalación de pasarela metálica mediante blondín.

Las actividades a considerar son las siguientes:

- Elaboración de los planos de taller de ambas.
- Fabricación en taller de pasarelas metálicas.
- Colocación de torres o elementos de amarre en ambos lados (cimentación incluida).
- Construcción de centro de transformación para suministro eléctrico.
- Ejecución de la sala de máquinas.
- Ejecución del muelle de carga.
- Colocación del cableado del blondín.
- Vallado de la instalación por motivos de seguridad.
- Transporte de la pasarela metálica desde la fábrica a la obra.
- Transporte y montaje de la pasarela sobre canal de descarga en obra con el blondín.
- Transporte y montaje de la pasarela sobre el azud en obra con el blondín.
- Posicionamiento de apoyos y montaje de tubería mediante el blondín: se han de disponer 15 tubos sobre las pasarelas y el azud por lo que, adoptando un rendimiento de 5 tubos/día, se estima un tiempo de ejecución de 3 días.
- Desmontaje del blondín.



[illegible]

El tiempo estimado para la ejecución de las obras sobre el azud es de siete semanas, de las cuales en obra se trabaja casi cinco semanas.

#### 10.2.4. Alternativa 4: Instalación de pasarela metálica mediante un helicóptero.

Las actividades a considerar son las siguientes:

- Elaboración de los planos de taller de ambas.
- Fabricación en taller de pasarelas metálicas.
- Llegada y montaje de la grúa.
- Ejecución de ataguía.
- Achique del agua en el canal de descarga.
- Ejecución de la plataforma en canal de descarga.
- Transporte de material y maquinaria al canal de descarga.
- Transporte por el canal de descarga y montaje de cimbra sobre azud.
- Transporte de la pasarela metálica de fábrica a obra.
- Colocación en obra con helicóptero de la pasarela sobre el azud y montaje (incluye la soldadura de las partes).
- Transporte y montaje de la pasarela sobre canal de descarga con grúa de 120t.
- Posicionamiento de apoyos y colocación de tubería mediante la grúa de 120 t: se han de disponer 15 tubos sobre las pasarelas y el azud por lo que, adoptando un rendimiento de 4 tubos/día, se estima un tiempo de ejecución de 4 días.
- Desmontaje de cimbra.
- Excavación de la plataforma ejecutada sobre el canal de descarga y retirada de la ataguía.
- Desmontaje de grúa.

[illegible]

El tiempo estimado para la ejecución de las obras sobre el azud es de ocho semanas, de las cuales siete semanas son en obra.

#### 10.2.5. Alternativa 5: Instalación de pasarela metálica mediante grúa sobre pontona.

Las actividades a considerar son las siguientes:

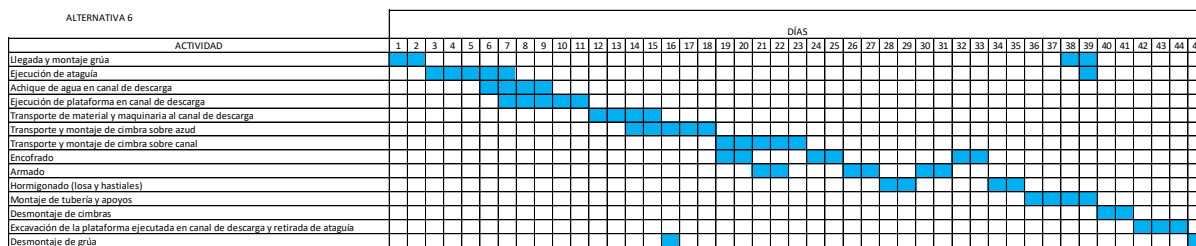
- Elaboración de los planos de taller de ambas.
- Fabricación en taller de pasarelas metálicas.
- Montaje de grúa de 120 t en estribo derecho.
- Transporte, descarga y montaje de pontona en embalse del Villar
- Transporte de pasarela metálica de fábrica a obra.
- Carga y navegación de la pontona por el embalse hacia el azud.
- Puesta en obra y montaje de la pasarela sobre el azud con la grúa sobre pontona.
- Navegación de la pontona hasta la orilla.
- Desmontaje de la pontona.
- Transporte y montaje de la pasarela sobre el canal de descarga.
- Posicionamiento de apoyos y colocación de tubería: se han de disponer 15 tubos sobre las pasarelas y el azud por lo que, adoptando un rendimiento de 4 tubos/día, se estima un tiempo de ejecución de 4 días.
- Desmontaje de grúa.

ALTERNATIVA 5	DÍAS																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
ACTIVIDAD																																	
Planos de taller de pasarelas metálicas																																	
Fabricación en taller de las pasarelas metálicas																																	
Transporte, descarga y montaje de pontona en embalse del Villar																																	
Transporte de la pasarela metálica de fábrica a obra																																	
Carga y navegación de la pontona por el embalse hacia el azud																																	
Puesta en obra y montaje de la pasarela sobre el azud																																	
Navegación de la pontona hasta la orilla																																	
Desmontaje de la pontona																																	
Unión de tramos de pasarela colocados sobre azud																																	
Llegada y montaje grúa																																	
Transporte y montaje de pasarela sobre canal de descarga en obra																																	
Montaje de tubería y apoyos																																	
Desmontaje de grúa																																	

El tiempo estimado para la ejecución de las obras sobre el azud es de seis semanas, de las cuales en obra se trabajan casi cuatro.

#### 10.2.6. Alternativa 6: Pasarela de viga cajón de hormigón armado in situ cimbrada.

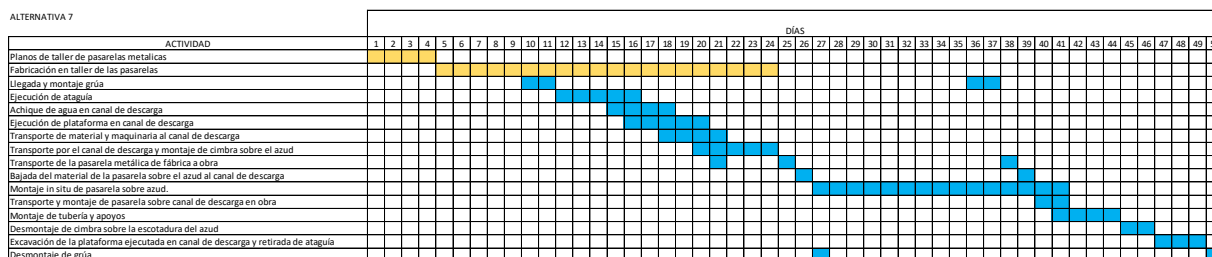
- Llegada y montaje de la grúa.
- Ejecución de ataguía.
- Achique del agua en el canal de descarga.
- Ejecución de la plataforma en canal de descarga.
- Transporte de materiales y maquinaria al canal de descarga.
- Montaje de las cimbras y encofrado.
- Encofrado, Armado y Hormigonado in situ.
- Desencofrado y descimbrado.
- Montaje de tubería y apoyos.
- Retirada de la ataguía y excavación de la plataforma ejecutada en el canal de descarga.
- Desmontaje de grúa.



El tiempo estimado para la ejecución de las obras sobre el azud es de nueve semanas.

#### 10.2.7. Alternativa 7: Montaje de pasarela metálica cimbrada con grúa de 120 tn.

- Fabricación en taller de pasarelas
- Achique del agua en el canal de descarga.
- Preparación del canal de descarga
- Colocación de la cimbra
- Transporte de pasarelas metálicas de fábrica a obra
- Montaje de la pasarela sobre la escotadura in situ
- Montaje de la pasarela sobre el canal de descarga
- Descimbrado
- Retirada de la ataguía y excavación de la plataforma ejecutada en el canal de descarga.



El tiempo estimado para la ejecución de las obras sobre el azud es de diez semanas, de las cuales ocho semanas se trabaja en obra.

### 10.3. COSTE ESTIMADO

#### 10.3.1. Costes de puesta en obra

Se han estimado los costes de cada una de las alternativas planteadas según el procedimiento constructivo. En todos los casos se ha de acondicionar el camino de acceso actual y, existe la posibilidad de tener que reperfilar el talud de la plataforma del estribo derecho para ganar espacio, por lo que se ha incluido en el presupuesto de todas.

No se ha incluido en el presupuesto de cada alternativa los costes de las pasarelas por estudiarse aparte en el apartado “10.3.2.- Costes de la pasarela” del presente estudio.

Respecto al coste de la barandilla sobre el azud no se ha incluido por ser igual en todas las alternativas y no influir en el proceso de selección de alternativa.

A continuación se muestra el desglose de las actividades contempladas y el presupuesto estimado:

**ALTERNATIVA 1:** GRÚA AUTOPROPULSADA DE 300 TM EN ESTRIBO DERECHO DEL AZUD. ALQUILER DIARIO

Ud	Descripción	Medición	Precio unitario	Coste (€)
m <sup>2</sup>	Desbroce del terreno con medios mecánicos y carga sobre camión	520,00	1,32	686,40
m <sup>3</sup>	Excavación de cimientos en terrenos de consistencia dura, por medios mecánicos, con carga sobre camión basculante del material sobrante, incluso transporte de tierras a vertedero, a una distancia entre 10 y 30 km, considerando ida y vuelta, incluso canon de vertedero y p.p. de medios auxiliares	205,00	19,15	3.925,75
m <sup>2</sup>	Acondicionamiento del terreno, incluyéndose el desmonte (espesor 15 cm) y terraplén necesario, rasanteo de la plataforma obtenida, formación de la plataforma y retirada de material sobrante a vertedero	625,00	11,85	7.406,25
m <sup>2</sup>	Zahorra natural, huso ZA(25), de 15 cm de espesor, con índice de plasticidad cero, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento	1.145,00	12,85	14.713,25
ud	Desplazamiento de grúa principal de 300 tn, ida y vuelta, incluido el transporte de los contrapesos, tijera y plumines abatibles, desplazamiento, montaje y desmontaje de grúa auxiliar.	1,00	15.520,00	15.520,00
ud	Plan de izados	1,00	150,00	150,00
ud	Alquiler diario de autogrúa de 300 TM	14,00	2.240,00	31.360,00
<b>TOTAL</b>				<b>73.761,65</b>

**ALTERNATIVA 2:** GRÚA DE 60 TM EN CANAL DE DESCARGA. ALQUILER DIARIO

Ud	Descripción	Medición	Precio unitario	Coste (€)
m <sup>2</sup>	Desbroce del terreno con medios mecánicos y carga sobre camión	520,00	1,32	686,40
m <sup>3</sup>	Excavación de cimientos en terrenos de consistencia dura, por medios mecánicos, con carga sobre camión basculante del material sobrante, incluso transporte de tierras a vertedero, a una distancia entre 10 y 30 km, considerando ida y vuelta, incluso canon de vertedero y p.p. de medios auxiliares	205,00	19,15	3.925,75
m <sup>2</sup>	Acondicionamiento del terreno, incluyéndose el desmonte (espesor 15 cm) y terraplén necesario, rasanteo de la plataforma obtenida, formación de la plataforma y retirada de material sobrante a vertedero	625,00	11,85	7.406,25
m <sup>2</sup>	Zahorra natural, huso ZA(25), de 15 cm de espesor, con índice de plasticidad cero, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento	1.145,00	12,85	14.713,25
m <sup>3</sup>	Terraplén formado con suelos seleccionados procedentes de préstamos, para formación de ataguía.	80,00	16,62	1.329,60
h	Bombeo de achique del canal de descarga.	40,00	25,00	1.000,00
m <sup>3</sup>	Base granular con bolo, Ø80/150 mm, y compactación al 98% del Proctor Modificado con medios mecánicos, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98% del Proctor Modificado de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, para mejora de las propiedades resistentes del terreno.	265,55	30,52	8.104,71
m <sup>2</sup>	Zahorra natural, huso ZA(25), de 15 cm de espesor, con índice de plasticidad cero, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento.	66,39	12,85	853,09
ud	Desplazamiento de grúa principal de 300 tn, ida y vuelta, incluido el transporte de los contrapesos, tijera y plumines abatibles, desplazamiento, montaje y desmontaje de grúa auxiliar.	2,00	15.520,00	31.040,00
ud	Desplazamiento de autogrúa 60 TM (ida y vuelta)	1,00	1.330,00	1.330,00
ud	Plan de izados	1,00	150,00	150,00
ud	Alquiler diario de autogrúa de 300 TM	22,00	2.240,00	49.280,00
ud	Alquiler diario de autogrúa de 60 TM	14,00	1.500,00	21.000,00
m <sup>3</sup>	Excavación a cielo abierto, por medios mecánicos, en terreno blando (suelo con golpeo en el ensayo SPT menor o igual que 10 golpes / 30 cm), medido sobre perfil.	411,94	2,41	992,78
m <sup>3</sup>	Carga, transporte y descarga a vertedero, fuera de la obra, para distancias entre 10 y 30 km y por cualquier medio, de los productos resultantes de excavaciones o demoliciones, medido sobre perfil sin incluir canon de vertedero.	494,33	13,93	6.886,03
<b>TOTAL</b>				<b>148.697,86</b>



**ALTERNATIVA 3: INSTALACIÓN MEDIANTE BLONDÍN**

Ud	Descripción	Medición	Precio unitario	Coste (€)
m <sup>2</sup>	Desbroce del terreno con medios mecánicos y carga sobre camión	520,00	1,32	686,40
m <sup>3</sup>	Excavación de cimientos en terrenos de consistencia dura, por medios mecánicos, con carga sobre camión basculante del material sobrante, incluso transporte de tierras a vertedero, a una distancia entre 10 y 30 km, considerando ida y vuelta, incluso canon de vertedero y p.p. de medios auxiliares	205,00	19,15	3.925,75
m <sup>2</sup>	Acondicionamiento del terreno, incluyéndose el desmonte (espesor 15 cm) y terraplén necesario, rasanteo de la plataforma obtenida, formación de la plataforma y retirada de material sobrante a vertedero	625,00	11,85	7.406,25
m <sup>2</sup>	Zahorra natural, huso ZA(25), de 15 cm de espesor, con índice de plasticidad cero, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento	1.145,00	12,85	14.713,25
ud	Blondín de 6 t de carga al gancho	1,00	775.000,00	775.000,00
ud	Centro de transformación y acometida eléctrica.	1,00	10.000,00	10.000,00
ud	Cimentación de los amarres.	2,00	4.372,85	8.745,71
ud	Muelle de carga.	1,00	3.840,62	3.840,62
<b>TOTAL</b>				<b>824.317,98</b>

**ALTERNATIVA 4: INSTALACIÓN CON HELICOPTERO Y GRÚA DE 120 T**

Ud	Descripción	Medición	Precio unitario	Coste (€)
m <sup>2</sup>	Desbroce del terreno con medios mecánicos y carga sobre camión	520,00	1,32	686,40
m <sup>3</sup>	Excavación de cimientos en terrenos de consistencia dura, por medios mecánicos, con carga sobre camión basculante del material sobrante, incluso transporte de tierras a vertedero, a una distancia entre 10 y 30 km, considerando ida y vuelta, incluso canon de vertedero y p.p. de medios auxiliares	205,00	19,15	3.925,75
m <sup>2</sup>	Acondicionamiento del terreno, incluyéndose el desmonte (espesor 15 cm) y terraplén necesario, rasanteo de la plataforma obtenida, formación de la plataforma y retirada de material sobrante a vertedero	625,00	11,85	7.406,25
m <sup>2</sup>	Zahorra natural, huso ZA(25), de 15 cm de espesor, con índice de plasticidad cero, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento	1.145,00	12,85	14.713,25
m <sup>3</sup>	Terraplén formado con suelos seleccionados procedentes de préstamos, para formación de atagüa.	80,00	16,62	1.329,60
h	Bombeo de achique del canal de descarga.	32,00	25,00	800,00
m <sup>3</sup>	Base granular con bolo, Ø80/150 mm, y compactación al 98% del Proctor Modificado con medios mecánicos, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98% del Proctor Modificado de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, para mejora de las propiedades resistentes del terreno.	265,55	30,52	8.104,71
m <sup>2</sup>	Zahorra natural, huso ZA(25), de 15 cm de espesor, con índice de plasticidad cero, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento.	66,39	12,85	853,09
ud	Desplazamiento de grúa de 120tn, ida y vuelta, incluido el transporte de los contrapesos, tijera y plumines abatibles, desplazamiento, montaje y desmontaje de grúa auxiliar.	1,00	13.800,00	13.800,00
ud	Plan de izados	1,00	150,00	150,00
ud	Alquiler diario de autogrúa de 120tn	36,00	2.040,00	73.440,00
m <sup>3</sup>	Cimbra cuajada i/ proyecto, preparación de la superficie de apoyo, nivelación y apuntalamiento de la cimbra, pruebas de carga, transportes, montaje y desmontaje, totalmente terminada y montada.	112,50	25,01	2.813,11
Ud	Izado y posicionamiento de la pasarela con helicóptero	1,00	20.880,00	20.880,00
m <sup>3</sup>	Excavación a cielo abierto, por medios mecánicos, en terreno blando (suelo con golpeo en el ensayo SPT menor o igual que 10 golpes / 30 cm), medido sobre perfil.	411,94	2,41	992,78
m <sup>3</sup>	Carga, transporte y descarga a vertedero, fuera de la obra, para distancias entre 10 y 30 km y por cualquier medio, de los productos resultantes de excavaciones o demoliciones, medido sobre perfil sin incluir canon de vertedero.	494,33	13,93	6.886,03
<b>TOTAL</b>				<b>156.780,97</b>

**ALTERNATIVA 5: INSTALACIÓN CON PONTONA Y GRÚA DE 120 T**

Ud	Descripción	Medición	Precio unitario	Coste (€)
m <sup>2</sup>	Desbroce del terreno con medios mecánicos y carga sobre camión	520,00	1,32	686,40
m <sup>3</sup>	Excavación de cimientos en terrenos de consistencia dura, por medios mecánicos, con carga sobre camión basculante del material sobrante, incluso transporte de tierras a vertedero, a una distancia entre 10 y 30 km, considerando ida y vuelta, incluso canon de vertedero y p.p. de medios auxiliares	205,00	19,15	3.925,75
m <sup>2</sup>	Acondicionamiento del terreno, incluyéndose el desmonte (espesor 15 cm) y terraplén necesario, rasanteo de la plataforma obtenida, formación de la plataforma y retirada de material sobrante a vertedero	625,00	11,85	7.406,25
m <sup>2</sup>	Zahorra natural, huso ZA(25), de 15 cm de espesor, con índice de plasticidad cero, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento	1.145,00	12,85	14.713,25
ud	Desplazamiento de grúa de 120tn, ida y vuelta, incluido el transporte de los contrapesos, tijera y plumines abatibles, desplazamiento, montaje y desmontaje de grúa auxiliar.	1,00	13.800,00	13.800,00
ud	Alquiler diario de autogrúa de 120tn	9,00	2.040,00	18.360,00
ud	Desplazamiento de autogrúa (sobre pontona)	1,00	1.150,00	1.150,00
ud	Plan de izados	1,00	150,00	150,00
ud	Alquiler diario de autogrúa (sobre pontona)	5,00	1.100,00	5.500,00
Ud	Alquiler semanal de pontona incluido desplazamiento desde y a fábrica y montaje y desmontaje con grúa auxiliar.	2,00	53.700,00	107.400,00
<b>TOTAL</b>				<b>173.091,65</b>

Ud	Descripción	Medición	Precio unitario	Coste (€)
m <sup>2</sup>	Desbroce del terreno con medios mecánicos y carga sobre camión.	520,00	1,32	686,40
m <sup>3</sup>	Excavación de cimientos en terrenos de consistencia dura, por medios mecánicos, con carga sobre camión basculante del material sobrante, incluso transporte de tierras a vertedero, a una distancia entre 10 y 30 km, considerando ida y vuelta, incluso canon de vertedero y p.p. de medios auxiliares	205,00	19,15	3.925,75
m <sup>2</sup>	Acondicionamiento del terreno, incluyéndose el desmonte (espesor 15 cm) y terraplén necesario, rasanteo de la plataforma obtenida, formación de la plataforma y retirada de material sobrante a vertedero.	625,00	11,85	7.406,25
m <sup>2</sup>	Zahorra natural, huso ZA(25), de 15 cm de espesor, con índice de plasticidad cero, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento.	1145,00	12,85	14.713,25
m <sup>3</sup>	Terraplén formado con suelos seleccionados procedentes de préstamos, para formación de atagüa.	80,00	16,62	1.329,60
h	Bombeo de achique del canal de descarga	32,00	25,00	800,00
m <sup>3</sup>	Base granular con bolo, Ø80/150 mm, y compactación al 98% del Proctor Modificado con medios mecánicos, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98% del Proctor Modificado de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, para mejora de las propiedades resistentes del terreno.	265,55	30,52	8.104,71
m <sup>2</sup>	Zahorra natural, huso ZA(25), de 15 cm de espesor, con índice de plasticidad cero, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento.	66,39	12,85	853,09
ud	Desplazamiento de grúa de 120 tn, ida y vuelta, incluido el transporte de los contrapesos, tijera y plumines abatibles, desplazamiento, montaje y desmontaje de grúa auxiliar.	2,00	13800,00	27.600,00
ud	Alquiler diario de grúa de 120 TM	24,00	2040,00	48.960,00
ud	Plan de izados	1,00	150,00	150,00
m <sup>3</sup>	Cimbra cuajada i/ proyecto, preparación de la superficie de apoyo, nivelación y apuntalamiento de la cimbra, pruebas de carga, transportes, montaje y desmontaje, totalmente terminada y montada.	189,00	25,01	4.726,02
m <sup>3</sup>	Excavación a cielo abierto, por medios mecánicos, en terreno blando (suelo con golpeo en el ensayo SPT menor o igual que 10 golpes / 30 cm), medido sobre perfil.	411,94	2,41	992,78
m <sup>3</sup>	Carga, transporte y descarga a vertedero, fuera de la obra, para distancias entre 10 y 30 km y por cualquier medio, de los productos resultantes de excavaciones o demoliciones, medido sobre perfil sin incluir canon de vertedero.	494,33	13,93	6.886,03
<b>TOTAL</b>				<b>127.133,88</b>

**ALTERNATIVA 7:** GRÚA DE 120 TM y CIMBRA PARA MONTAJE IN SITU DE PASARELA METÁLICA  
SOBRE ESCOTADURA

Ud	Descripción	Medición	Precio unitario	Coste (€)
m <sup>2</sup>	Desbroce del terreno con medios mecánicos y carga sobre camión.	520,00	1,32	686,40
m <sup>3</sup>	Excavación de cimientos en terrenos de consistencia dura, por medios mecánicos, con carga sobre camión basculante del material sobrante, incluso transporte de tierras a vertedero, a una distancia entre 10 y 30 km, considerando ida y vuelta, incluso canon de vertedero y p.p. de medios auxiliares	205,00	19,15	3.925,75
m <sup>2</sup>	Acondicionamiento del terreno, incluyéndose el desmonte (espesor 15 cm) y terraplén necesario, rasanteo de la plataforma obtenida, formación de la plataforma y retirada de material sobrante a vertedero.	625,00	11,85	7.406,25
m <sup>2</sup>	Zahorra natural, huso ZA(25), de 15 cm de espesor, con índice de plasticidad cero, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento.	1.145,00	12,85	14.713,25
m <sup>3</sup>	Terraplén formado con suelos seleccionados procedentes de préstamos, para formación de ataguía	80,00	16,62	1.329,60
h	Bombeo de achique del canal de descarga	32,00	25,00	800,00
m <sup>3</sup>	Base granular con bolo, Ø80/150 mm, y compactación al 98% del Proctor Modificado con medios mecánicos, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al al 98% del Proctor Modificado de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, para mejora de las propiedades resistentes del terreno.	265,55	30,52	8.104,71
m <sup>2</sup>	Zahorra natural, huso ZA(25), de 15 cm de espesor, con índice de plasticidad cero, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento.	66,3885	12,85	853,09
ud	Desplazamiento de grúa de 120 tn, ida y vuelta, incluido el transporte de los contrapesos, tijera y plumines abatibles, desplazamiento, montaje y desmontaje de grúa auxiliar.	2,00	13.800,00	27.600,00
ud	Alquiler diario de grúa de 120 TM	33,00	2.040,00	67.320,00
ud	Plan de izados	1,00	150,00	150,00
m <sup>3</sup>	Cimbra cuajada i/ proyecto, preparación de la superficie de apoyo, nivelación y apuntalamiento de la cimbra, pruebas de carga, transportes, montaje y desmontaje, totalmente terminada y montada.	112,50	25,01	2.813,11
m <sup>3</sup>	Excavación a cielo abierto, por medios mecánicos, en terreno blando (suelo con golpeo en el ensayo SPT menor o igual que 10 golpes / 30 cm), medido sobre perfil.	411,94	2,41	992,78
m <sup>3</sup>	Carga, transporte y descarga a vertedero, fuera de la obra, para distancias entre 10 y 30 km y por cualquier medio, de los productos resultantes de excavaciones o demoliciones, medido sobre perfil sin incluir canon de vertedero.	494,33	13,93	6.886,03
<b>TOTAL</b>				<b>143.580,97</b>

En resumen, se obtienen unos presupuestos estimados de:

	Alternativa 1 Metálica Grúa 300tn	Alternativa 2 Metálica Grúa 300 tn y 60 tn	Alternativa 3 Metálica Blondín	Alternativa 4 Metálica Helicóptero y Grúa 120 tn	Alternativa 5 Metálica Pontona y Grúa 120 tn	Alternativa 6 viga cajón HA Grúa 120 tn+2 cimbras	Alternativa 7 Metálica Grúa de 120 tn+ cimbra escotadura
Plazo (días hábiles)	33	40	35	43	32	45	50
Presupuesto (€)	73.761,65	148.697,86	824.317,98	156.780,97	173.091,65	127.133,88	143.580,97

Era de esperar que el montaje mediante el blondín resultase excesivamente caro, por ser una instalación compleja, que tan solo se podría amortizar si los trabajos fuesen de mayor envergadura. Descartando



esta alternativa, se obtiene un presupuesto medio aproximado de 137.174 euros siendo la horquilla presupuestaria de 73.761,65 a 173.091,65 euros.

### 10.3.2. Costes de la pasarela

A continuación se estima un coste para cada tipología de pasarela según los materiales y puesta en obra:

- Pasarela tipo Warren con montantes superiores  
A partir del número y sección de los perfiles empleados se obtienen los kilos de acero necesarios. Tomando como precio unitario de 2€/kilo de acero en perfiles incluyendo su puesta en obra, se determina el presupuesto estimado para la pasarela.

#### PASARELA TIPO WARREN CON MONTANTES SUPERIORES

Ud	Descripción	Medición	Precio Unitario	Coste (€)
kg	Material y puesta en obra de Perfiles HEB	5336.43	2	10672.86
h	Operario cualificado para operación de soldado de ambas mitades	8	16	128
h	Ayudante	8	14	112
kg	Minio electrolítico	0.1	10	1
<b>Total</b>				<b>10913.86</b>

Se obtiene un presupuesto estimado para la pasarela de **10.913,86€**.

El mayor canto para la construcción de la sección aumenta la longitud de los perfiles, además de aumentar el número de vigas necesarias para la disposición de los montantes superiores, lo que aumenta el coste de la pasarela.

- Pasarela en celosía metálica  
Siguiendo el mismo criterio expuesto en la alternativa anterior, se estima el coste de la pasarela en celosía metálica:

#### PASARELA EN CELOSÍA METÁLICA

Ud	Descripción	Medición	Precio Unitario	Coste (€)
kg	Material y puesta en obra de Perfiles HEB	5215.36	2	10430.72
h	Operario cualificado para operación de soldado de ambas mitades	8	16	128
h	Ayudante	8	14	112
kg	Minio electrolítico	0.1	10	1
<b>Total</b>				<b>10671.72</b>

La reducción del canto de la sección permite reducir la longitud de los perfiles HEB empleados. Asimismo, la eliminación de los montantes superiores reduce el número de vigas a disponer. Sin embargo, del cálculo se obtiene que son necesarios perfiles superiores. Por tanto, los kilos de acero a disponer en la alternativa de viga Warren y celosía son prácticamente iguales, obteniéndose un presupuesto estimado muy similar al de la alternativa anterior, de **10.671,72€**.

- Pasarela viga cajón

Para la estimación de las mediciones de la viga de hormigón armado se consideran las siguientes dimensiones:

<i>Dimensiones de la viga cajón</i>		
<i>Seccion transversal</i>	<i>ancho losa</i>	<i>1 m</i>
	<i>canto losa</i>	<i>0,6 m</i>
	<i>ancho hastiales</i>	<i>0,4 m</i>
	<i>altura hastiales</i>	<i>0,8 m</i>
<i>Longitudes</i>	<i>longitud canal de descarga</i>	<i>8,5 m</i>
	<i>longitud escotadura</i>	<i>15 m</i>
<i>Cuántia</i>	<i>kg acero/m3 de hormigón</i>	<i>180 kg/m3</i>
<i>estribos</i>		<i>10,69 m3</i>

Resultando un presupuesto de **16.152,26** euros:

m <sup>3</sup>	Hormigón HA-30/B/20/IIa fabricado en central con Distintivo de calidad Oficialmente Reconocido (D.O.R.), y vertido con bomba, para formación de losa maciza.	39,83	119,33	4.752,91
kg	Acero UNE-EN 10080 B 500 S para elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y montaje en losa maciza	7.169,40	1,59	11.399,35
m <sup>2</sup>	Encofrado	126,90	27,33	3.468,18
<b>TOTAL</b>				<b>16.152,26</b>

## 10.4. OCUPACIÓN DEL ESPACIO FLUVIAL

### 10.4.1. Alternativa 1: Pasarela metálica colocada con grúa autopropulsada de 300 t en estribo derecho del azud.

La grúa se posicionará en la plataforma antrópica existente en el estribo derecho del azud. En este punto se acopiarán las pasarelas a izar, así como, se irán descargando los tramos de tubería que se colocarán sobre éstas y en la cabeza del azud. (Ver planta en Figura 23)

Dicha plataforma se encuentra en zona de policía, por lo que se habrá de solicitar permiso a Confederación Hidrográfica del Tago. (Ver croquis acotado en Figura 24)

La nueva conducción ocupará la parte superior del azud y su posicionamiento se realizará con la grúa.

Para permitir el paso a la zona izquierda del azud desde la plataforma del estribo derecho se colocará sobre la escotadura un sistema de andamiaje con escaleras, por lo que se verá ocupada esta zona del cauce durante la ejecución de las obras, debiendo solicitar los permisos pertinentes a la Confederación Hidrográfica del Tago.

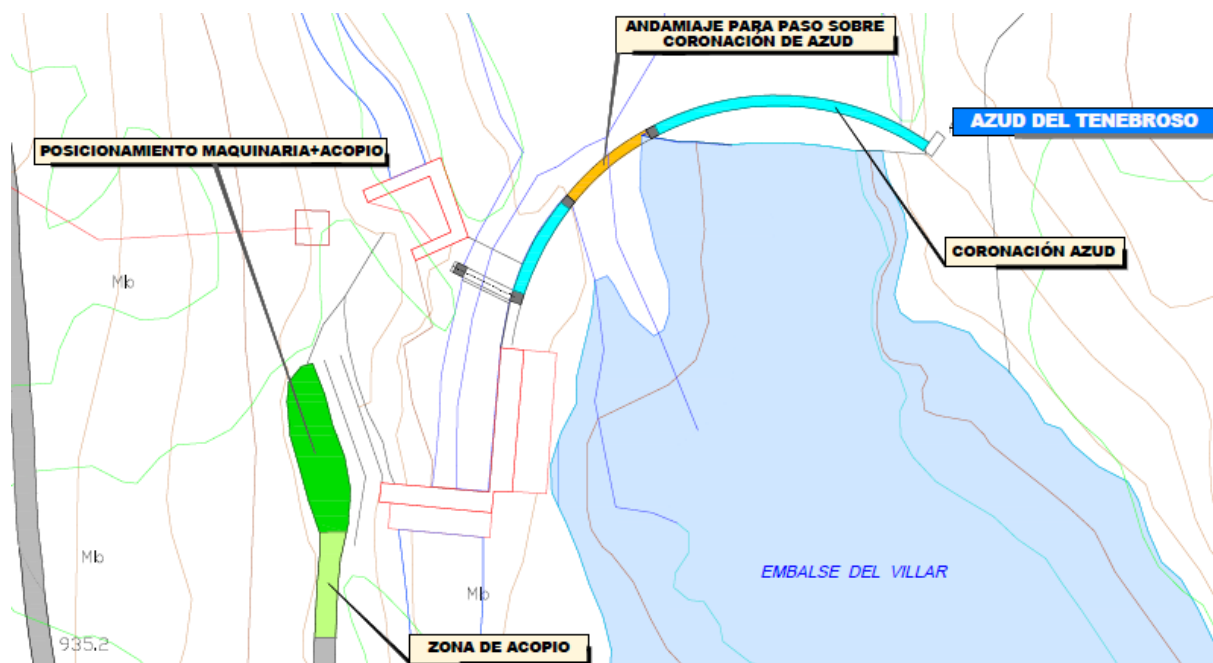


Figura 23.- Alternativa 1: Planta de ocupación.

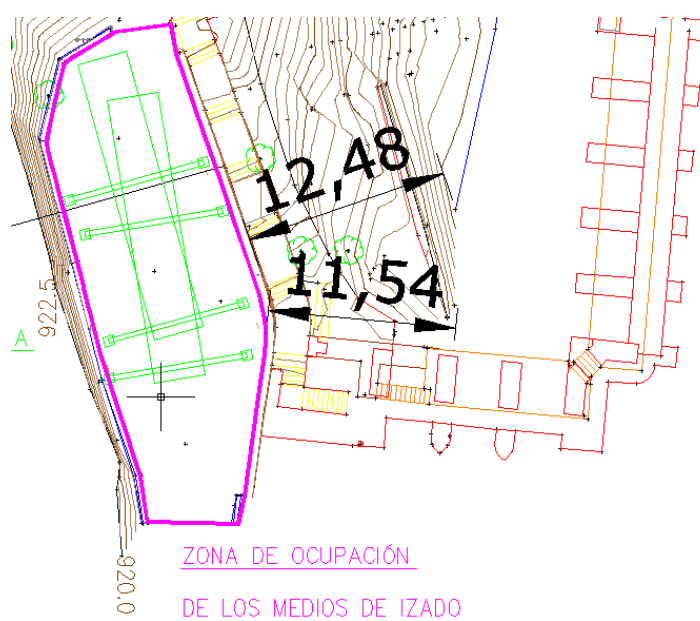


Figura 24.- Alternativa 1: Distancia mínima de la plataforma a la línea de agua del canal de descarga.

#### 10.4.2. Alternativa 2: Colocación de pasarela metálica con Grúa autopropulsada de 60 t en canal de descarga.

En esta alternativa la ocupación de la plataforma en el estribo derecho coincide con el caso anterior y además se ha de ocupar el canal de descarga que está en el cauce.

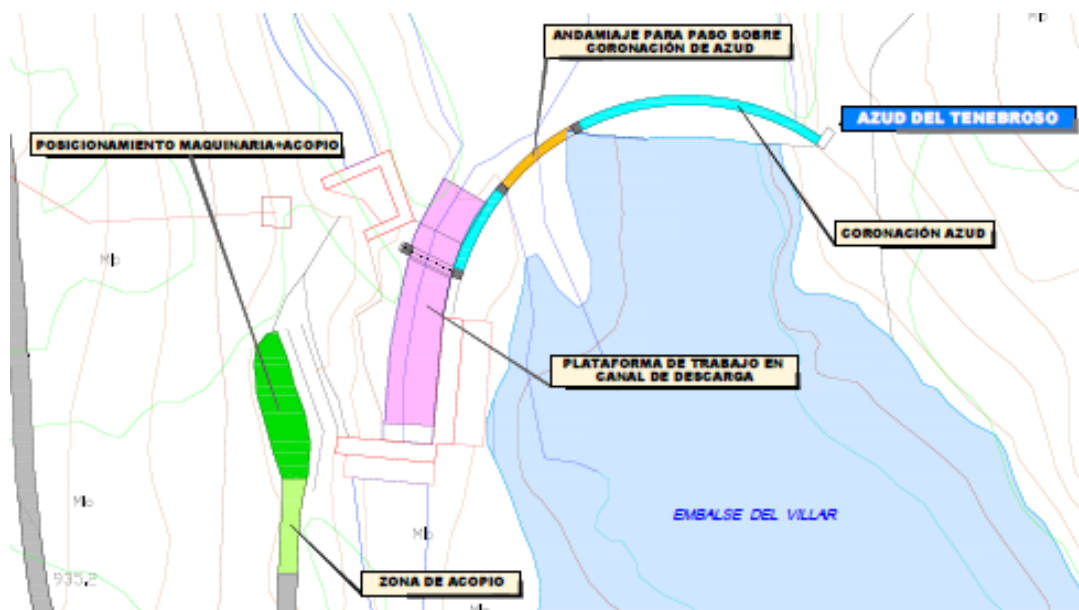


Figura 25.- Alternativa 2: Planta de ocupación.

Al igual que en la alternativa anterior, se dispondrá un sistema de andamiaje con escaleras sobre la escotadura para facilitar el paso a lo largo de la coronación del azud.

Por tanto, la zona de afección en el cauce se corresponderá con el canal de descarga y la escotadura, debiendo solicitar permiso a Confederación Hidrográfica del Tago para su ocupación.

#### 10.4.3. Alternativa 3: Instalación de pasarela metálica mediante blondín.

En este caso la ocupación se reduce a la colocación de las cimentaciones de los amarres, cuyas dimensiones podrán variar según las de las torres que sustentan. Las cimentaciones se colocarán en ambos extremos de la cerrada y estarán en zona de policía.

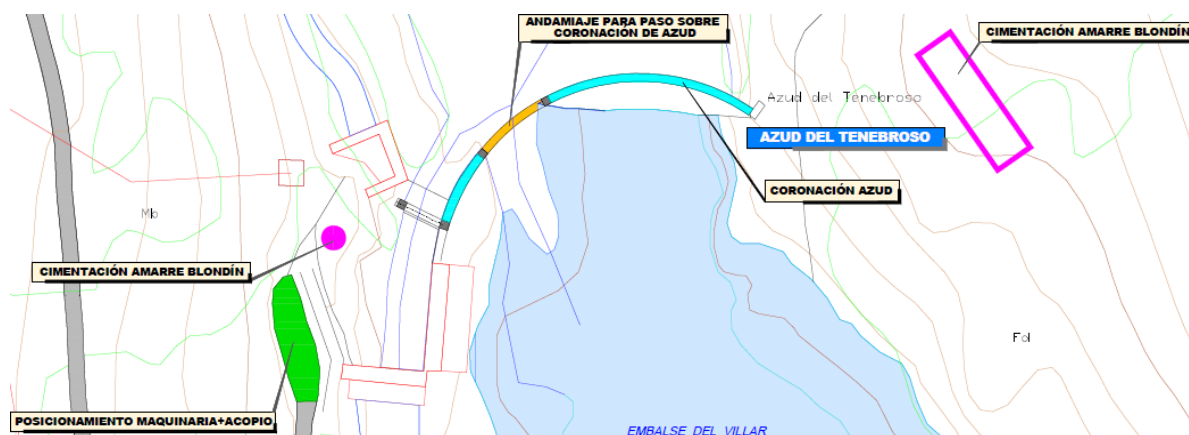


Figura 26.- Alternativa 3: Planta de ocupación.

#### 10.4.4. Alternativa 4: Instalación de pasarela metálica mediante un helicóptero.

En esta alternativa se ocupará la plataforma del estribo derecho bien para posicionamiento de la grúa bien para acopio de materiales.

Por su parte el helicóptero provocará ocupación del dominio público hidráulico necesaria para la colocación de la cimbra.

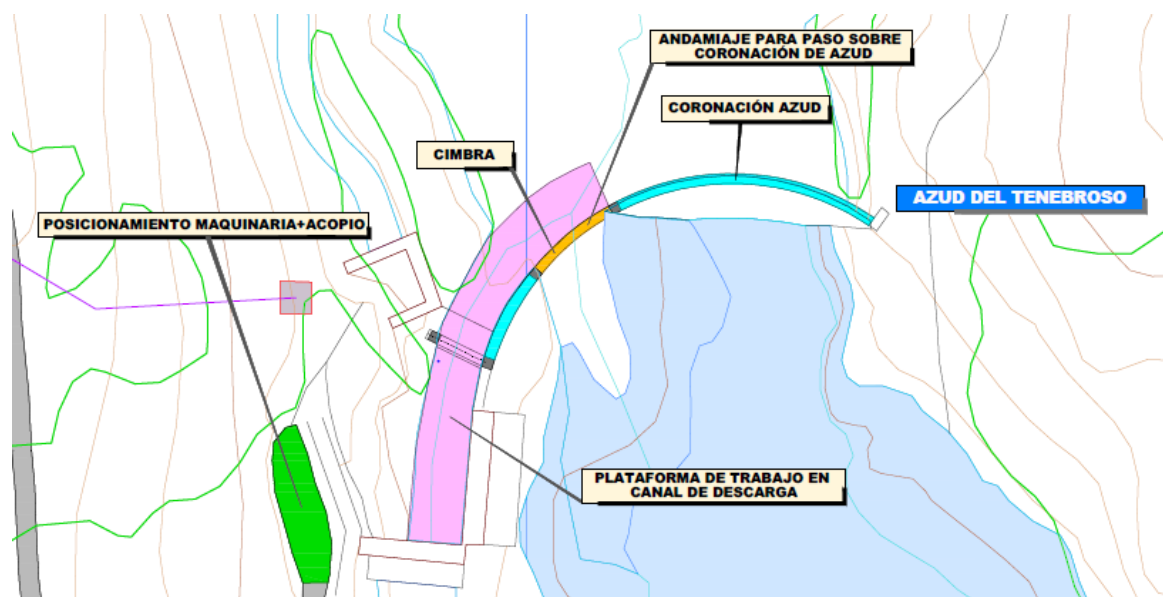


Figura 27.- Alternativa 4: Planta de ocupación.

#### 10.4.5. Alternativa 5: Instalación de pasarela metálica mediante grúa sobre pontona y grúa de 120 t.

Se necesita descargar la pontona en una zona cercana a la orilla para proceder a su montaje en el embalse. Se plantea realizar esta operación en el embalse del Villar junto a la Cañada Real del Vado de Paredes, en el acceso a la torre de toma, desde donde navegará y acercará al azud para la colocación de la pasarela. Se estudia en la siguiente figura las posibles posiciones de la pontona para colocar ambas pasarelas, a pesar de haberse decidido que la pasarela sobre el canal de descarga se colocará con la ayuda de una grúa de 120t.



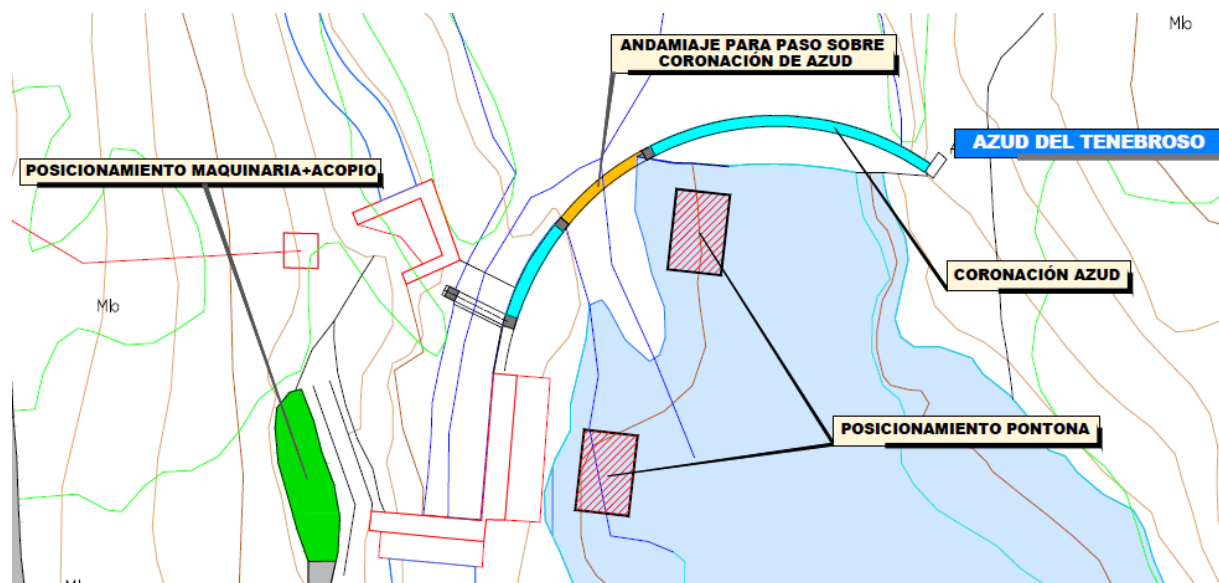


Figura 28.- Alternativa 5: Planta de ocupación.

#### 10.4.6. Alternativa 6: Pasarela de viga cajón de hormigón armado in situ cimbrada.

La ocupación en este caso es la misma que la de la alternativa 7 por lo que se incluye en el apartado siguiente.

#### 10.4.7. Alternativa 7: Montaje de pasarela metálica cimbrada con grúa de 120 t.

En las alternativas 6 y 7 la ocupación coincide con la propuesta para la alternativa 2, pero prolongando la zona ocupada en el cauce desde el canal de descarga hasta la escotadura.

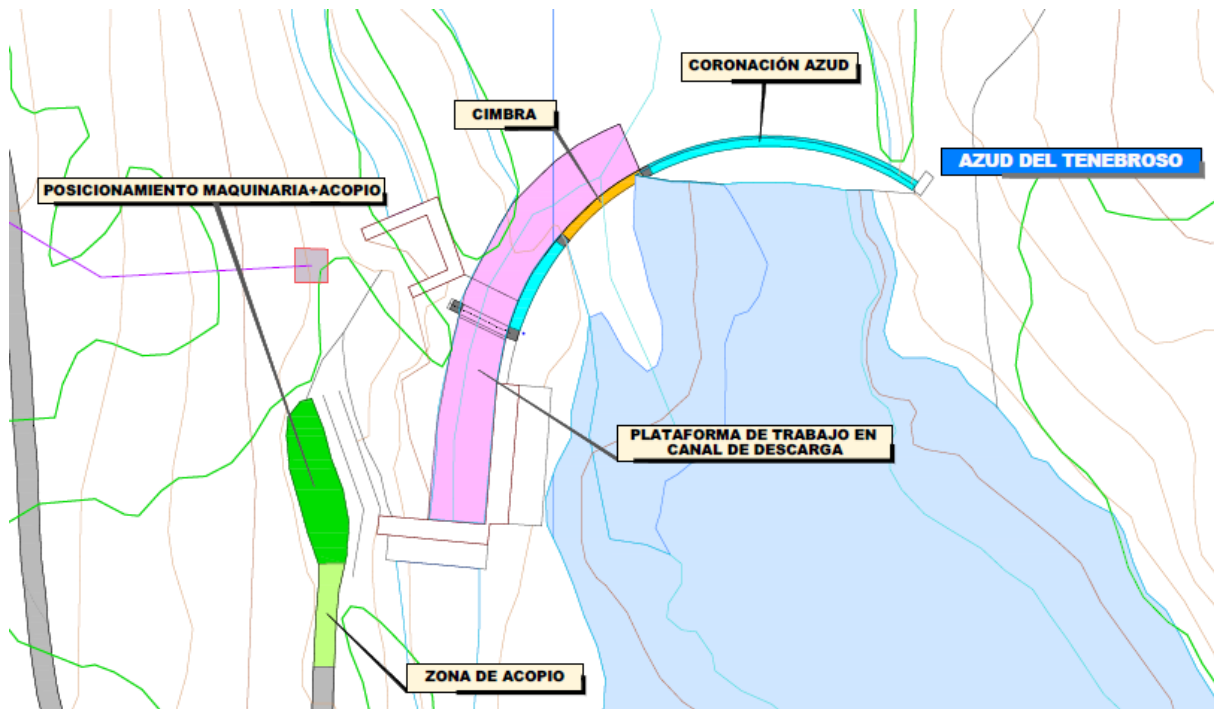


Figura 29.- Alternativas 6 o 7: Planta de ocupación.

## 11. ALTERNATIVA SELECCIONADA

### 11.1. SELECCIÓN DE TIPOLOGÍA DE PASARELA

Respecto a la tipología de la pasarela en apartados anteriores se ha descartado razonadamente:

- Pasarela de PRFV: dado que para luces cercanas a los 16 m y para las cargas solicitantes, no es posible recurrir exclusivamente a perfiles extruidos y sería necesario hacer una estructura mixta con perfiles laminados, por lo que no presenta ventajas con respecto a las pasarelas metálicas.
- Pasarela de vigas prefabricadas de hormigón armado o pretensado: ambas requieren medios de transporte y de izado superiores a las tipologías metálicas por sus dimensiones y peso y no es posible su posicionamiento en la plataforma existente en el estribo derecho del azud.

Por otro lado, dentro de las dos pasarelas metálicas (tipo Warren y celosía), dada la similitud en el presupuesto de ambas, se selecciona la pasarela en celosía metálica por tener menor canto y producir un menor impacto visual.

Por ello, la elección se reduce a las tipologías de **viga cajón de hormigón armado y celosía metálica**.

### 11.2. SELECCIÓN DEL MÉTODO CONSTRUCTIVO

#### 11.2.1. Cuadro resumen de las alternativas estudiadas

En el siguiente cuadro se recogen los conceptos de interés que servirán para la posterior elección del método constructivo idóneo dados los condicionantes existente en el presente proyecto:

	Alt 1 Metálica Grúa 300tn	Alt 2 Metálica Grúa 300 tn y 60 tn	Alt 3 Metálica Blondín	Alt 4 Metálica Helicóptero y Grúa 120 tn	Alt 5 Metálica Pontona y Grúa 120 tn	Alt 6 Viga cajón HA Grúa 120 tn+2 cimbras	Alt 7 Metálica Grúa de 120 tn+ cimbra escotadura
Plazo (días hábiles)	33	40	35	40	31	45	50
Presupuesto (€)	73.761,65	148.697,86	824.317,98	156.780,97	173.091,65	127.133,88	143.580,97
Calidad (fabricación/soldadura)	Mínimo número de soldaduras en obra	-	Mínimo número de soldaduras en obra	Máximo número de soldaduras en obra	-	No ha de presentar problemas (ensayos y acreditación planta)	-
Ocupación del canal de descarga	NO	SI	NO	SI	NO	SI	SI
Condicionantes entorno: Dependencia del nivel del Embalse	NO	SI, bajo cota de canal de descarga (904)	NO	SI, bajo cota de escotadura (902,5)	SI, ha de estar a cota 900 mínimo.	SI, bajo cota de escotadura (902,5)	SI, bajo cota de escotadura (902,5)
Condicionantes entorno: Grado de afección al muro	MÁXIMO	MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Condicionantes entorno: Dificultad de acceso	MÁXIMA, los trailers que transportan contrapesos y aparellaje de grúa de 300 tn llevan máxima carga.	MÁXIMA, los trailers que transportan contrapesos y aparellaje de grúa de 300 tn llevan máxima carga.	MEDIA	MEDIA	MÁXIMA	MEDIA	MINIMA

### 11.2.2. Justificación de la alternativa seleccionada

En cuanto al proceso constructivo, es más económico y más rápido ejecutar el grueso de las obras sobre el azud mediante la grúa autopropulsada de 300 t en la alternativa 1. Sin embargo, por el impacto que esta grúa puede provocar en el muro de mampostería debido a las grietas existentes, no es aconsejable el empleo de esta máquina de izado, descartándose las alternativas 1 y 2.

Respecto al uso de pontona, se trata de la alternativa más cara de las estudiadas (a excepción del blondín), además de ser una metodología poco convencional y estar condicionada por el nivel de llenado del embalse, por lo que tampoco se considera una opción adecuada.

De la alternativa 4, colocación de pasarela sobre escotadura mediante helicóptero, cabe resaltar las siguientes desventajas respecto a las alternativas 6 y 7:

- Está sujeta a la disponibilidad de este medio: Al no ser de uso habitual, no es fácil el suministro.
- Depende de la climatología.
- Existe menor experiencia en el sector.

La anterior exposición no hace recomendable la selección de la alternativa 4.

Por tanto, queda tan solo valorar las alternativas 6 y 7.

Considerando únicamente el presupuesto, sumando el coste estimado para el proceso constructivo y el coste de la pasarela, resulta una diferencia muy pequeña, de un 10%, con lo que no se considera un factor decisivo.

	Alternativa 6 viga cajón HA grúa 120 tn+2 cimbras	Alternativa 7 Metálica Grúa de 120 tn+ cimbra escotadura
proceso constructivo	127.133,88	143.580,97
pasarela	11.877,00	10.671,72
Total	139.010,88	154.252,69

Teniendo en cuenta que:

- La alternativa de hormigón armado supone un mayor impacto visual.
- Resulta complejo el proceso de hormigonado por ser el camino de acceso insuficiente para el cruce de dos camiones hormigonera (entrada y salida).
- Desde el punto de vista medioambiental, el hormigonado es un proceso ruidoso que puede afectar a la fauna, perteneciendo el entorno a parque regional.

Se considera que la mejor alternativa es la 7, consistente en **pasarelas metálicas** sobre el canal de descarga y la escotadura del azud, utilizando una **grúa de 120 t** sobre el estribo derecho del azud y  **acondicionando el canal de descarga hasta la zona de la escotadura** como plataforma de trabajo y de acopio de materiales.



## 12. ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE LA LADERA-MURO DE MAMPOSTERÍA

### 12.1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El presente apartado tiene por objeto analizar la estabilidad de la ladera (talud y zona terraplenada sostenida por muro de mampostería con juntas recebadas de mortero) y, en su caso, desarrollar las diferentes alternativas de tratamiento, refuerzo, y mejora del citado muro de mampostería, localizado en la zona de plataforma al final del acceso al azud del Tenebroso, en su estribo derecho (W), donde prevé ubicar la grúa que permitirá ejecutar los trabajos previstos en el proyecto de renovación de la conducción.



Figura 30.- Vista aérea de la plataforma de trabajo en el estribo derecho del Azud de “El Tenebroso”.



Figura 31.- Panorámica de la carretera de acceso al azud de “El Tenebroso” y plataforma.





Figura 32.- Panorámica de la zona de plataforma y del muro de mampostería, en el estribo derecho del azud de "El Tenebroso".



Figura 33.- Fotografía general del muro de mampostería, plataforma y talud en roca superior, así como del apoyo en roca en la base.





Figura 34.- Fotografía general de la sección transversal del muro de mampostería y pretil.



Figura 35.- Detalle de los mampuestos del muro de mampostería, con juntas recebadas de mortero parcialmente.

## 12.2. INFORMACIÓN PREVIA. ANTECEDENTES

La redacción del presente apartado del estudio de alternativas, ha contado para su elaboración con la siguiente documentación recibida, recopilada o facilitada:

- Parte de la memoria de Liquidación de las Obras Controladas de los Caminos de Servicio de Puentes Viejas a la Presa del Tenebroso.
- Perfiles transversales, planta y alzado del año 1.935.
- Visita a la zona de estudio el día 16/05/2018, incluyendo: reportaje fotográfico actual del muro y toma de datos geomecánicos del terreno.
- Estudio geotécnico para el Proyecto de renovación de la conducción de la Jara. Presa del Tenebroso – Depósito de la Corta. Redactado por Conurma&Geoproví, con fecha 1/06/2018.

## 12.3. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

En los apartados anteriores de este documento, se plantea como solución más aconsejable la colocación de las pasarelas metálicas y tuberías sobre el azud empleando una grúa de 120 t (Alternativa 7), desde la plataforma del estribo derecho (W) del azud.

Se propone la utilización de una grúa autopropulsada de 120 t, que permita elevar montada la pasarela metálica sobre el canal de descarga y bajar maquinaria a dicho canal, para, desde éste, montar la pasarela por tramos sobre la escotadura y la conducción sobre la coronación del azud.

La grúa se posicionaría según la siguiente planta:

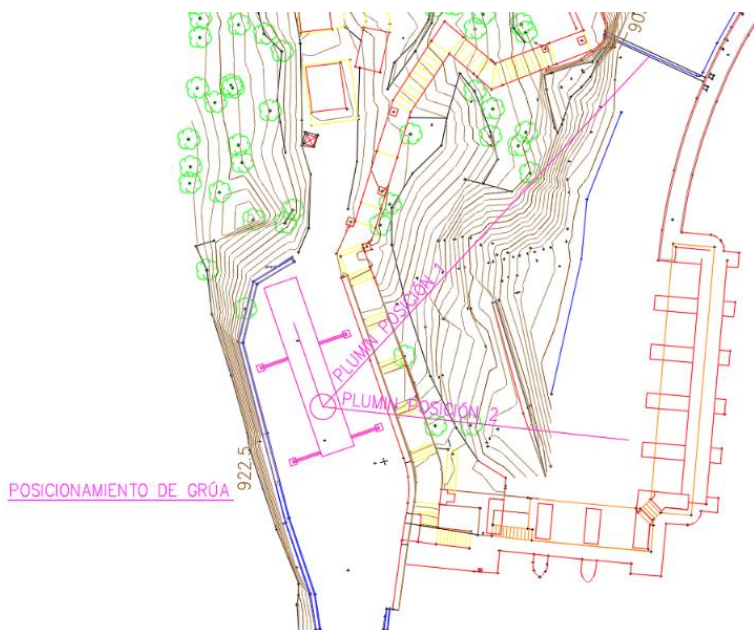


Figura 36.- Posicionamiento de la grúa en la plataforma existente.

Y durante los 41 días (aproximadamente 8 semanas laborables) estimados para la Alternativa 7 en los que estaría posicionada la grúa, se provocarían esfuerzos en el terreno que se transmitirían parcialmente al muro de mampostería que sostiene actualmente la plataforma.

El dato facilitado por el suministrador de la grúa de 120 t, para la hipótesis más desfavorable, transportando maquinaria, pasarela, etc., corresponde al caso de una pata cargada con 51 t, que se reparte sobre una placa de la grúa de 0,55x0,55 m, lo que equivale a una carga de trabajo transmitida al terreno de  $169 \text{ t/m}^2$ , equivalente a  $16,9 \text{ kp/cm}^2$  ( $51 \text{ t} / (0,55 \text{ m} \times 0,55 \text{ m})$ ). Dado que esto provocaría unas cargas puntuales muy elevadas sobre el terreno, y dado la problemática inviable a priori sobre un relleno de trasdós de un muro con patologías detectadas, en primer lugar, se recomienda repartir dichas cargas de las patas, sobre unas placas de acero de  $2 \times 2 \text{ m}$  de área, de modo que la carga de trabajo pasaría a  $12,75 \text{ t/m}^2$ , equivalente a  $1,275 \text{ kp/cm}^2$  ( $51 \text{ t} / (2 \text{ m} \times 2 \text{ m})$ ). Ésta será la hipótesis de carga más desfavorable que se tomará en los cálculos.



Figura 37.- Fotografía ejemplo de reparto de carga de las patas de la grúa en placas de aprox. 2x2 m.



Aunque aparentemente el actual estado general en el exterior del muro es bueno, se ha detectado la existencia de grietas, por lo que se plantea el análisis de estabilidad y consiguiente necesidad de un refuerzo estructural-geotécnico en su caso, que colabore en el momento en que la grúa esté trabajando en la plataforma.

El muro de mampostería con juntas recebadas de mortero va ganando altura desde el extremo N, mínimo, hacia el extremo S, donde supera los 6 m de altura, rematándose en cabecera con un murete de sillería.

Se han reconocido tres (3) grietas en el pretil del muro, siendo la posición de las grietas la recogida en la siguiente figura. De las tres grietas, por la posición de las patas de la grúa y del brazo cuando esté posicionando la pasarela metálica, maquinaria y material, la zona del relleno-muro correspondiente a la grieta nº 3 podría ser la más afectada.

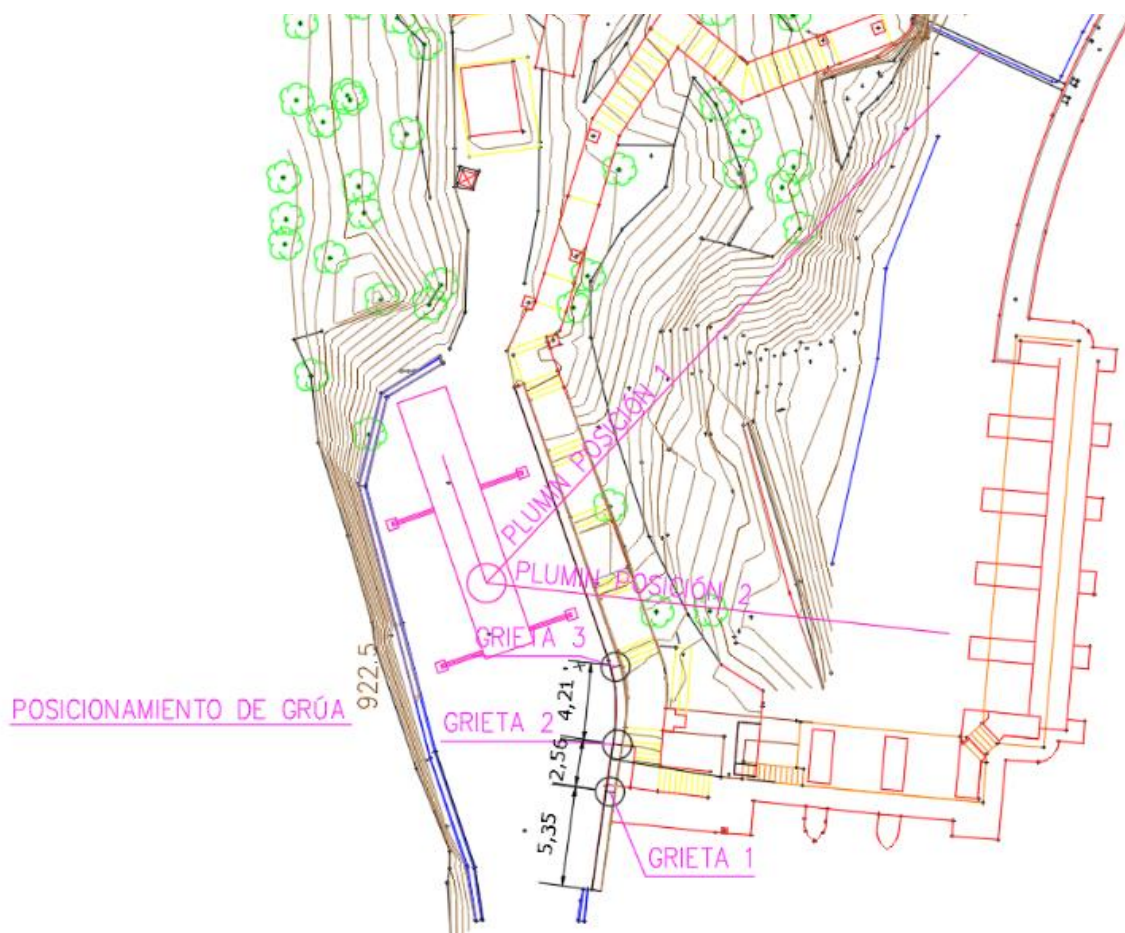


Figura 38.- Ubicación de las grietas en la planta de la plataforma.

La denominada grieta nº 1, es la que presenta una mayor entidad, es espaciado y desplazamiento, manteniendo su continuidad desde la zona superior del pretil a la zona frontal del paramento del muro. Se pudo apreciar en la visita la existencia de un testigo colocado el 15/07/2008, que se encuentra fisurado.



Figura 39.- Fotografía de la grieta nº 1, desde la plataforma.



Figura 40.- Fotografía de la grieta nº 1, cambio de alineación en el pretil.



La denominada grieta nº 2, se trata más de una fisura que de una grieta, no habiéndose detectado una clara continuidad en el extradós, paramento exterior del muro.



Figura 41.- Fotografía de la grieta nº 2, desde la plataforma.



Figura 42.- Fotografía de la incipiente grieta nº 2, desde la zona inferior del pie del talud-muro (a la izquierda grieta nº 1 de cierta importancia).



Finalmente, la denominada grieta nº 3, que a priori sería la más cercana a la posición de la pata de la grúa prevista, tampoco tiene una entidad de grieta, si no de fisura ligera en el pretil, y sin una continuidad en el extradós, paramento exterior del muro.



Figura 43.- Fotografía de la grieta nº 3, desde la plataforma.



Figura 44.- Fotografía de la grieta nº 3, inapreciable, desde la zona inferior del pie del talud-muro (a la izquierda se aprecia la grieta nº 1 de cierto desarrollo).

## 12.4. ENCUADRE GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO. TRABAJOS REALIZADOS

### 12.4.1. *Encuadre geológico general*

#### 12.4.1.1. *Marco geológico*

La zona de estudio se sitúa en la vertiente S de la sierra de Guadarrama, la cual constituye junto con la sierra de Ayllón, el sector oriental del Sistema Central Español, en adelante (SCE). Concretamente se ubica en el extremo NE de la Hoja de Buitrago del Lozoya, nº 484 del mapa topográfico a escala 1/50.000.

Una de las características primordiales a señalar (desde un punto de vista geológico) es la cercanía a la zona de fractura de Berzosa. Este es un accidente tectónico de primer orden que sirve para individualizar dos sectores dentro del SCE. Esta importante fractura de orientación nortada se localiza a apenas unos kilómetros al este de la zona de estudio y se prolonga a lo largo de bastantes kilómetros hasta el otro lado del SCE en las inmediaciones de Riaza. Toda esta región se encuentra muy tectonizada y es afectada por las orogenias Hercínica y Alpina. Así al este de esta falla se señala el Dominio de Somosierra-Ayllón, mientras que la oeste quedaría el **Dominio Guadarrama**.

La orogenia hercinica es la responsable de los principales eventos tectonicos, metamórficos e ígneos que afectan a los materiales precámbrico-paleozoicos, que se enclavan dentro de la Zona Centro-Ibérica, (ZCI) en el sentido de JULIVERT et al. (1972), y cuyas características estratigráficas más significativas son:

- Precámbrico constituido por neises «Ollo de Sapo» y similares y una serie muy potente de esquistos y grauvacas (Complejo Esquisto-Grauváquico, CEG), cuya edad podría abarcar en parte el Cámbrico inferior.
- Ordovícico de carácter transgresivo y discordante. Conglomerado en la base.
- Silúrico constituido por pizarras negras principalmente, con intercalaciones de cuarcitas y en ocasiones calizas y liditas.
- Devónico inferior poco potente, al igual que el Westfaliense superior y el Estefaniense.

En la figura adjunta se ha representado un esquema regional en el que se ha remarcado el borde de la hoja Nº 484, Buitrago, y se puede observar claramente como existen dos coincidencias notables:

- La falla de Berzosa discurre prácticamente por el borde de la hoja.
- La traza de esta falla en su parte más meridional coincide también con la presa del Atazar. Este hecho puede ser uno de los que contribuyen a las inestabilidades observadas, concretamente en el estribo oriental, que queda afectado por la falla.

Por tanto, la zona estudiada queda situada dentro del Dominio Guadarrama, pero en su extremo más oriental, limítrofe con la citada falla de Berzosa-Riaza.



## ESQUEMA REGIONAL

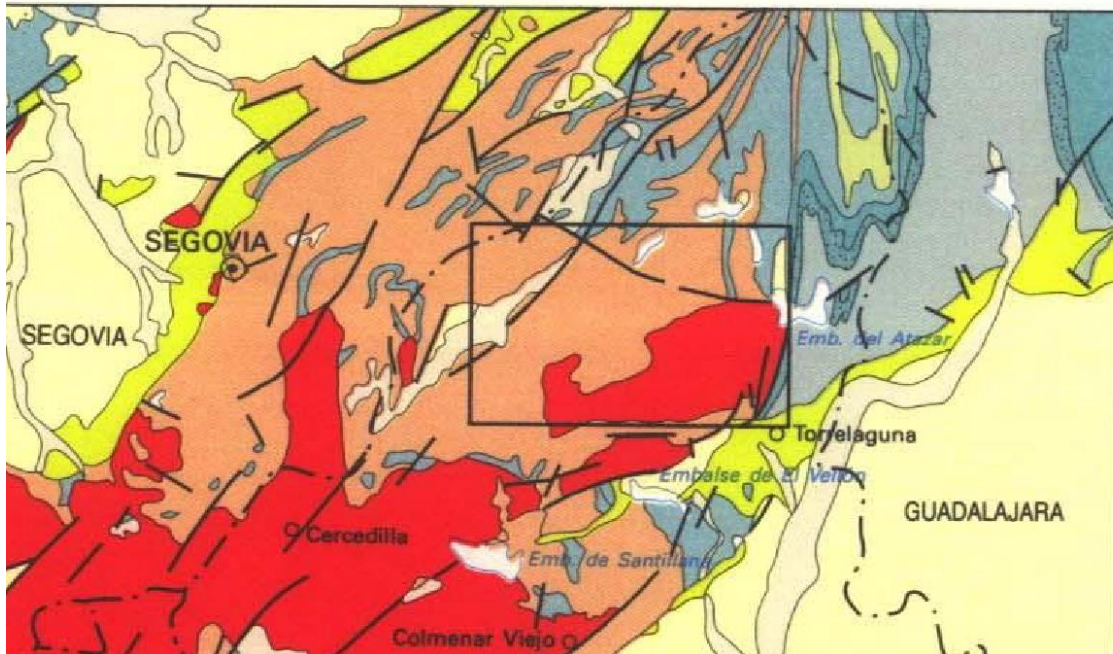


Figura 45.- Esquema geológico regional de la hoja nº 484, Buitrago, con los principales elementos tectónicos.

En esta zona predominan los ortoneises, los cuerpos graníticos y en menor medida los afloramientos de rocas de silicatos cálcicos.

Concretamente en la zona de borde del Azud, donde se plantea ubicar la grúa, se observa una masa de estas rocas, de aspecto muy tectonizado y afectada por varias esquistosidades.

### 12.4.1.2. Tectónica

La tectónica de esta región es bastante compleja, puesto que existen manifestaciones de las orogénias Alpina y Hercínica. La primera afecta a la mayoría de los materiales observados, y da lugar a la fracturación del basamento precámbrico-paleozoico en bloques, y a la adaptación de éstos, ya sea mediante pliegues o fallas.

La orogenia Hercínica es la responsable de los principales eventos tectónicos y metamórficos, así como de las rocas ígneas.

Tanto en las imágenes de Google, como en el mapa geológico de la zona se observan algunas fracturas, aparte de la mencionada falla de Berzosa que queda fuera de la imagen anterior. Las dos directrices principales son la NE-SW y otra N20°W (NNW-SSE)

Según la división del Sistema Central de BELLIDO et al. (1981), la casi totalidad de la zona estudiada se incluiría en el llamado dominio central, cuyas características son el afloramiento exclusivo de materiales preordovícicos afectados por un metamorfismo regional intenso (en grados alto (predominantemente) y medio), gran extensión de áreas que alcanzan el grado de anatexia y presencia de gran número de

cuerpos intrusivos (granitoides tardihercánicos). Solo su extremo oriental, al O de la falla de Berzosa, se situaría en el dominio oriental, en el que es característico el predominio en superficie de series ordovícicas y postordovícicas, un grado metamórfico bajo que puede alcanzar en algunas áreas el medio, y la ausencia de cuerpos plutónicos de granitoides tardihercánicos.

CAPOTE et al. (1982) subdividen a su vez el Sistema Central entre grandes unidades o complejos estructurales cuyos límites vienen definidos por importantes cabalgamientos dúctiles vergentes al N y NE, de segunda fase hercínica de deformación. La zona de trabajo correspondería casi en concreto al límite entre ambos complejos. Guadarrama, al oeste y hacia el este quedaría el Complejo y/o Unidad de Somosierra-Ayllón.

La **primera fase** de deformación ( $D_1$ ) se manifiesta por una deformación muy penetrativa continua que afecta a todos los materiales metamórficos. Esta fase de deformación da lugar a la foliación principal ( $S_1$ ), poco reconocible en campo, se puede observar en láminas delgadas, en los cristales de granate y estaurolita deformados.

La **segunda fase** de deformación ( $D_2$ ) se caracteriza por una deformación muy heterogénea que da lugar a bandas de cizalla dúctiles. Se manifiesta como una foliación ( $S_2$ ), sobre todo en los neises bandeados. En concreto, en los metasedimentos del Embalse de Puentes-Viejas también se observan pliegues de esta fase de escala métrica.

Durante la **tercera fase de deformación** ( $D_3$ ) se produce un replegamiento de las estructuras que da lugar a una intensa deformación de carácter muy penetrativo. Una de las características del metamorfismo de esta fase, es la aparición de las condiciones de la sillimanita y feldespato potásico (lo cual da idea del alto grado alcanzado). Los pliegues generados durante esta fase presentan vergencia al oeste, siendo el buzamiento del plano axial de unos  $30^\circ$  a  $70^\circ$  al Este. Estos pliegues suelen ser asimétricos, con un importante engrosamiento de las charnelas. En general suelen ser muy apretados y a veces casi isoclinales. Ejemplos de estos pliegues serían las sinformas de Piñuecar-Buitrago y de Cincovillas.

Durante la **cuarta fase** de deformación ( $D_4$ ) se repliegan suavemente las estructuras anteriores originando pliegues de gran longitud de onda y pequeña amplitud. Presentan direcciones de tendencia N-S y planos axiales subverticales.

La **relación entre la cuarta y la quinta fase de deformación** ( $D_5$ ) no está clara y además es posible que existe cierta simultaneidad entre ambas. Una de las particularidades de esta fase es que es la responsable de un giro de las estructuras. Así mientras en esta zona predominan las orientaciones de la foliación (N  $140$ - $160^\circ$ E), hacia el norte dentro de la hoja geológica de Prádena, esta foliación se orienta según una directriz N  $20$ - $30^\circ$ E.

La denominada **Etapla Malagón** es la responsable de los haces de diques de pórfido que en esta zona muestran direcciones N  $90$ -  $140^\circ$ E, predominando la dirección entre N  $115$ - $135^\circ$ E

La **Etapla Hiendelaencina** es típicamente tardihercínica y es la responsable de la inyección de los diques de cuarzo y de las fracturas normales. Las orientaciones de estas estructuras muestran la existencia de dos familias, una con fallas N- $15$ - $35^\circ$ E y otra entre N  $70$ - $90^\circ$ E

Las etapas de deformación de la Orogenia Alpina son las responsables del gran "Horst" inverso del Valle del Lozoya, se pueden distinguir las etapas Ibérica y Guadarrama.

### 12.4.2. Encuadre geológico-geotécnico de detalle

En el entorno del azud se han cartografiado las siguientes unidades aflorantes:

- Ortoneises
- Rocas de silicatos cálcicos.
- Diques de pórfidos y de rocas básicas
- Paraneises, esquistos y metasamitas.

En el mapa geológico adjunto corresponden con las unidades nº: 10, 13, 1 y 12, respectivamente.

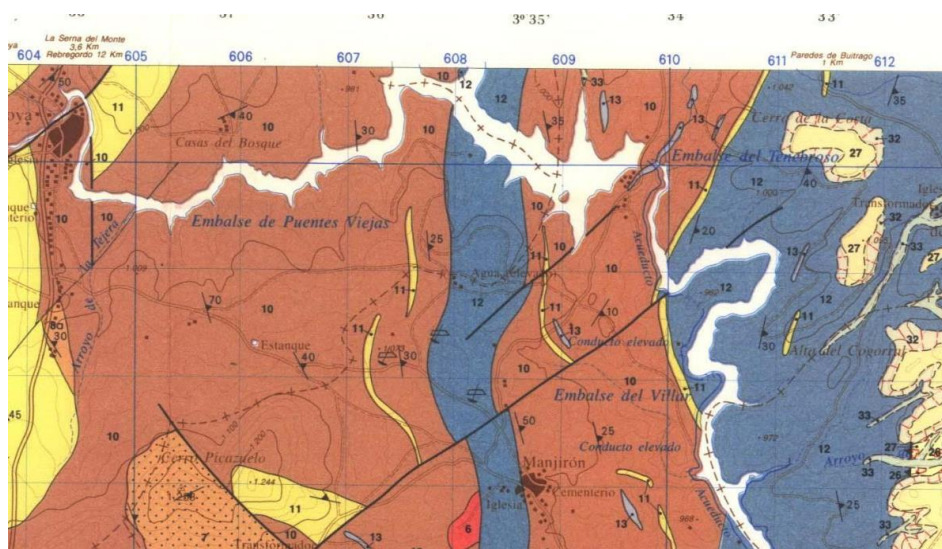


Figura 46.- Mapa geológico de la zona (plan MAGNA del IGME, autores GEOPRIN-EGEO).

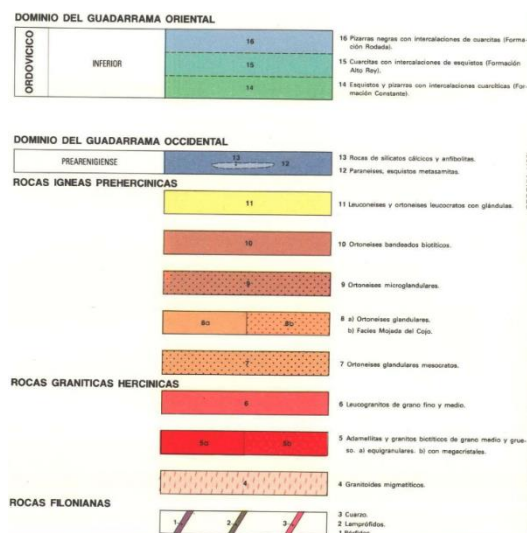


Figura 47.- Leyenda de la Hoja geológica de Buitrago de Lozoya (nº 484, MAGNA IGME).



Los **ortoneises** (10) son los materiales que afloran más ampliamente, su edad es anterior al Ordovícico. Se trata de rocas metamórficas que muestran una estructura planar regular muy característica, con bandas biotítico-sillimaníticas, alternando con otras cuarzofeldespáticas. La foliación dominante es de fase II, observándose indicios de una esquistosidad más antigua en forma de microlitos locales. Pueden llegar a constituir casi migmatitas.

Afloran ampliamente en el talud donde se pretende colocar la grúa. Es una roca muy sana que da lugar a planchones similares a los de las rocas graníticas y presenta un talud estable subvertical



Figura 48.- Fotografía panorámica del afloramiento de ortogneises.



Figura 49.- Fotografía general del talud superior de la plataforma, excavado en ortogneises.



Figura 50.- Detalle de la textura e intensa deformación sufrida por las rocas tipo ortoneises.



Figura 51.- Fotografía panorámica de los planos de esquistosidad de tendencia suhorizontal.



Por otra parte, las **rocas de silicatos cálcicos** (13), afloran por debajo del talud, donde se pretende colocar la grúa. Se trata de un afloramiento alargado en dirección norteada, muy estrecho que presenta contactos mecanizados con los ortoneises a modo de pseudo-enclave. Se observa un diaclasado mucho más apretado, y una partición y alteración mayor. Así como colores de alteración diferentes. En la foto adjunta se aprecia el contacto con un dique de rocas básicas en la parte derecha de la fotografía.



Figura 52.- Afloramiento de rocas de silicatos cálcicos, bajo el transformador.

Asimismo, el grado de fracturación y alteración de estos materiales es mayor que el de los ortoneises. Es frecuente observar una arenización de su parte superior.



Figura 53.- Panorámica del afloramiento de rocas de silicatos cálcicos.



Figura 54.- Fotografía de detalle de un fragmento de rocas de silicatos cálcicos.

Se han observado sendos **diques** de orientación N-110°E, encajando en las rocas de silicatos cálcicos, justo debajo del transformador. Es un afloramiento difícil de observar, pues existe mucha vegetación, pero en muestra de mano se observa que uno es claramente un pórfido, y el otro es una roca básica muy densa de color grisáceo.



Figura 55.- Fotografía de detalle de los diques aflorando bajo el transformador y encajando en las rocas de silicatos cálcicos.



Los **paraneises** (12) afloran ligeramente al este de la zona estudiada, si bien se observa otra banda de paraneises en los alrededores de Manjirón.

En lo referente a los **Rellenos antrópicos**, en la parte inicial de la zona estudiada se observa que el camino se apoya sobre una zona de cantos y bloques de ortoneises que aparentemente no han sido compactados, si bien, no se aprecian signos de inestabilidad.



Figura 56.- Fotografía general del camino, con el relleno de bloques de ortoneises bajo el.



Figura 57.- Detalle del relleno de bloques de ortoneises bajo el camino.

### 12.4.3. Descripción de los trabajos efectuados

#### 12.4.3.1. Visita de campo-obra

Con fecha 16/05/2018, se realizó una visita a la zona de campo/obra, por parte de dos técnicos del Dpto. de Geología y Geotecnia de Prointec, durante la ejecución de la campaña geotécnica.

Se desarrolló una revisión de la cartografía geológica de la zona, así como un detallado estudio de las imágenes históricas aéreas disponibles en Google Earth, que permitieron tener una idea de las principales fracturas y lineamientos.

Se ha efectuado un análisis del talud, tomando datos geomecánicos, que han permitido reconocer las principales familias de discontinuidades (esquistosidad S1 y tres familias de juntas J1, J2 y J3). La esquistosidad se encuentra crenulada, como se ha podido observar en la textura de los ortoneises.



Figura 58.- Fotografía de detalle de los planos de esquistosidad con suaves buzamientos.

En la base del talud se observa una pequeña cuneta para recoger las aguas de escorrentía. Una de las cuestiones que se perciben en campo es la abundancia de vegetación de juncos en la parte alta del talud, que indican inequívocamente signos de humedad. También se ha observado que la parte norte del talud de la foto se encuentra con rezumes de agua muy importantes. Todo esto puede tener implicaciones en cuanto a la posible existencia de acumulaciones de agua en el trasdós del muro.





Figura 59.- Fotografía panorámica de la zona de aparcamiento próxima al Azud.



Figura 60.- Fotografía de detalle del pie del talud en la zona Norte de la plataforma del azud en su estribo derecho.

En el lado del aparcamiento más cercano al muro y del lado del valle, también se observa una cuneta de obra que presenta algunas deficiencias que han debido favorecer la erosión de la ladera, bien por insuficiencia en algunos puntos, o bien porque el tubo de desagüe queda muy próximo al talud y no existe ninguna bajante que encauce las aguas de escorrentía.

En las siguientes fotografías se muestra que la cuneta ha sido reparada en su parte más cercana al muro, pero aun así sigue siendo insuficiente para épocas de lluvias intensas como las del pasado invierno. Esto provoca que en algunos momentos el agua se infiltre indiscriminadamente a lo largo del muro de mampostería, provocando empujes e inestabilidades. Asimismo, el tubo de salida de la misma es muy corto y contribuye al deterioro y erosión de la ladera. Se debería plantear la ejecución de una bajante y/o encachado de piedras para la protección de esta ladera.



Figura 61.- Fotografía de detalle de la erosión bajo la cuneta.



Figura 62.- Fotografía de detalle de la terminación de la cuneta y tubo de desagüe con reducida longitud.



Adicionalmente, en el apoyo sur del muro (que es la zona con mayores problemas geotécnicos), se observa que sobre los ortoneises glandulares hay toda una zona alterada de color amarillento que parece corresponderse con las rocas de silicatos cálcicos, que también aparecen en la zona del transformador. Este material tiene un peor comportamiento geotécnico y localmente se encuentra alterado a un suelo residual, mientras que los ortoneises son una roca muy sana y con un elevado valor de resistencia a compresión simple.



Figura 63.- Fotografía del apoyo Sur del muro y grieta abierta en el muro en la zona izquierda.

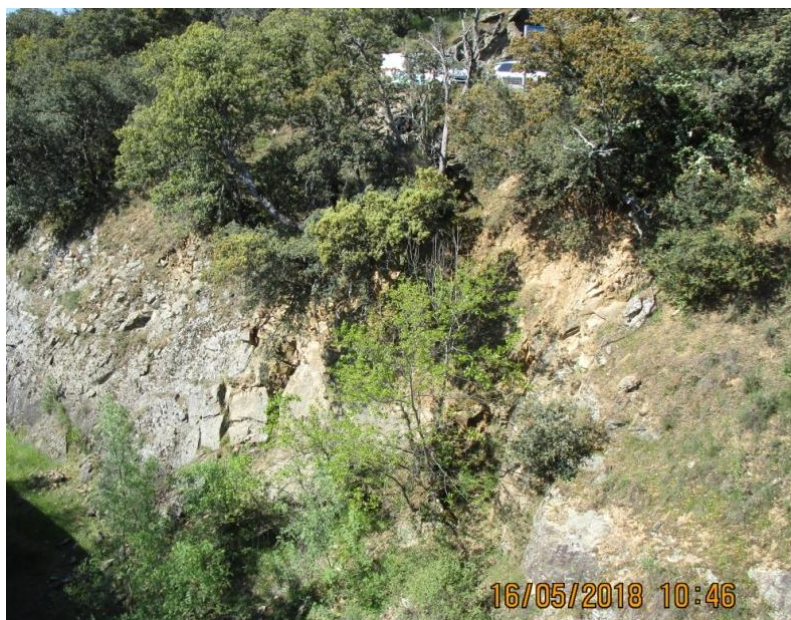


Figura 64.- Fotografía de detalle del contacto mecánico entre los ortoneises en el canal de desvío, y la zona de alteración de rocas de silicatos cálcicos (RSC).



Como se ha introducido previamente, existen muchos indicios de que el agua está circulando en el trasdós del muro, sobre todo en la parte sur que es la que parece que presenta mayores problemas. Así, en la siguiente fotografía se observa la parte final de la grieta, ya en contacto con el terreno, y el desarrollo de musgo entre los mampuestos, así como exudaciones de arenas entre los mismos.



Figura 65.- Fotografía de detalle de la base de la zona inferior a la Grieta nº 1, en la zona de contacto del muro con el terreno.



Figura 66.- Fotografía de detalle del proceso de arenización entre los mampuestos.

#### 12.4.3.2. Estudio geotécnico

Se ha facilitado a Prointec un estudio-informe desarrollado para el presente proyecto denominado “Estudio geotécnico para el Proyecto de renovación de la conducción de la Jara. Presa del Tenebroso – Depósito de la Corta. Redactado por Conurma&Geoprovi, con fecha 1/06/2018”, realizado dentro del contrato marco que la UTE Conurma-Geoprovi tiene con Canal de Isabel II, para la ejecución de trabajos geotécnicos necesarios en la redacción de proyectos y ejecución de obras de infraestructuras hidráulicas.

Dicho estudio geotécnico comprende tanto la campaña geotécnica, como una serie de recomendaciones geotécnicas para la estabilidad de la ladera-muro de la plataforma y, adicionalmente, cubre aspectos relacionados con la traza de la conducción y el apoyo-cimentación de las pasarelas.

Con aplicación práctica a este proyecto, destaca la estación geomecánica llevada a cabo en el apoyo de la pasarela-1, denomina EG-1, y que resulta extrapolable por su proximidad a la ladera y muro de mampostería en estudio. Tras el correspondiente análisis de las discontinuidades con el programa Dips, se resumen en la siguiente tabla, las principales familias de discontinuidades obtenidas.

Junta	Dirección (°)	Buzamiento (°)	Sentido Buzamiento (°)
J1	160 - 340	67	250
J2	147 - 327	46	057
J3	041 - 221	80	131
J4	107 - 287	86	017

En la estación geomecánica que se presenta quedan caracterizadas las discontinuidades, siendo frecuente que se presenten óxidos de hierro, la presencia de agua no parece muy relevante, presentándose secas o a lo sumo húmedas. Con aperturas en el rango de parcialmente abiertas (0,25-0,5 mm) y abiertas (0,5-2,5 mm), probablemente debido al sistema en fueron excavadas, y con rugosidades planas-rugosas, que pueden traducirse en un JRC del orden de 6-10. Los espaciados suelen estar entre moderadamente juntas (200-600 mm) y separadas (600-2.000 mm), situándose las continuidades en el rango de los 3-10 m, en alguna junta se puede superar ligeramente este umbral entrando en el rango 10-20, y por el contrario, en la discontinuidades menos presentes hablaríamos de rangos de persistencia de 1-3 m.

Adicionalmente, se cita haberse desarrollado una estación geomecánica EG-2 al pie del muro, pero debido a la dificultad de acceso al afloramiento, solo se ha podido determinar una junta, con un desarrollo paralelo al talud y que podría suponer un plano desfavorable a deslizamiento planar, pero se desconoce su continuidad y espaciado. (No se adjunta en el estudio geotécnico dicha estación geomecánica EG-2, que se dice encontrarse en el Anejo-5).

En concreto, para la plataforma de trabajo futura de la grúa, se ha llevado a cabo:

- Campaña geofísica, consistente en:
  - 5 perfiles de tomografía sísmica, 2 longitudinales al muro (de 43,5 m de longitud cada uno) y 3 transversales (de unos 10 m de longitud cada uno). Los perfiles transversales,



no han sido de gran ayuda, dado que por su reducida longitud no ha sido posible profundizar.

- Perfiles de georadar y detector de radiofrecuencia, para la detección del trazado de una tubería de fundición dúctil de 250 mm de diámetro ubicada dentro de la plataforma.
- 2 sondeos geotécnicos, con recuperación continua de testigo, toma de muestras y los correspondientes ensayos de laboratorio.



Figura 67.- Planta de campaña geotécnica ejecutada en la futura plataforma de trabajo de la grúa, zona superior del muro de mampostería con patologías detectadas.

Se concluye que, en el ámbito de la ladera y muro de mampostería de la plataforma, el perfil de materiales que se presenta es el siguiente:



- 0,00-3,00 m: Rellenos de bloques, cantos y grava de naturaleza ortogneísica y morfologías irregulares y angulosas, con tamaños máximos de hasta 6 cm. Tiene una matriz arenosa (25-30%) con escasos finos (<10%), que en su conjunto representa algo menos de la mitad que la fracción gruesa. Se muestra en un estado de compacidad de flojo a medianamente denso, y relativamente húmedo. Lógicamente se trata de suelos no plásticos y sin presencia de sulfatos. En el sondeo S-2, a partir de 1,30 m se perforan bloques de roca de ortogneis que aportan longitudes de testigo entre 10 y 20 cm que parece coincidir con la posición de un muro previo al actual, habiéndose detectado mortero en buen estado que une bloques a unos 2,75 m.
- 3,00-5,00 m (5,50 m en el S-1 y 4,25 m en el S-2): Suelos producto de la alteración del macizo gneísico en grado V-IV. En la primera mitad suelen presentarse en grado V, identificándose como arena media y gruesa cuarzofeldespática con significativa presencia de mica, con bastantes fragmentos de roca gneísica tamaño gravilla y grava (<5 cm) y morfología angulosa. Con algo de fracción fina limoarcillosa. Se presenta en un estado medianamente denso a denso, con humedad reconocible (incluso mojado). Mientras en la mitad inferior, se identifica más con un grado IV, siendo más patentes los pedazos de roca de ortogneis alterados, tamaño grueso (incluso deducibles algún bolo), de morfología irregular y angulosa con matriz arenosa y fracción fina limoarcillosa reducida. Se presentan en un estado denso a muy denso, y se detecta cierto grado de humedad. Como en el caso anterior, se trata de suelos no plásticos y sin presencia de sulfatos.
- 5,00->8,10 m: Sustrato rocoso de ortogneises como roca glandular cuarzofeldespático con bandeado biotítico, siendo también apreciables bandas leucosomáticas de cuarzo, con foliación subhorizontal. Se aprecia un grado de alteración III, con juntas con óxidos de hierro, clasificándose según la ISRM como una roca moderadamente dura a dura, si bien, en estos metros tan someros la alteración hace que las resistencias sean algo menores a las esperables para estas rocas. Presentan valores del RQD del orden del 20-25% en el sondeo S-1, mejorando en S-2 entre 35-70%. Se le asigna un RMR del orden del 45-50, calidad media (clase IV).

El desarrollo de los rellenos trasdosados, es mínimo en el extremo Norte (final de la plataforma) y máximo en el extremo Sur (inicio de la plataforma), e igualmente, los rellenos son mínimos en el margen izquierdo u W de la plataforma y máximos en el E o margen derecho, coincidiendo con la posición del muro.

Se presenta la siguiente tabla de propuesta de parámetros geotécnicos por unidades reconocidas y espesores detectados.

Unidad Litológica	Espesor (m): mín-máx	Densidad (t/m³)	$\Phi$ (°)	Cohesión (t/m²)
Rellenos	1,5 - 4,5	1,95	35	0
G. IV-V	1,5 - 2,5	2,10	36	2
Roca G.III	> 3	2,60	25	20

(Nota.- a efectos de cálculo, se reducirá en las hipótesis posteriores de Prointec, el ángulo de rozamiento interno de los rellenos de 35 a 30°).

Se comenta como en la zona de la grieta nº 1, el informe geofísico ha detectado una zona de posible fractura o debilidad en el macizo.

Se comenta como no se trata de una cimentación de hormigón convencional, pero se supone que la mampostería quedó apoyada sobre un lecho de hormigón. En las secciones ejecutadas no se aprecia contrapendiente en el apoyo, que siempre beneficia la estabilidad al deslizamiento.

Se realizan una serie de comentarios al respecto de mecanismos de rotura, descartándose a priori el fallo por hundimiento, o el deslizamiento por el cimientto, y no quedando claro el fallo por estabilidad global.

Se cuenta con el proyecto de liquidación de las obras del muro del año 1.935, donde se puede apreciar según las secciones que se muestran (ver anejo-8 del estudio geotécnico), que se encaja tras uno existente para ampliar la plataforma, y que muestra alturas y anchuras irregulares de una sección a otra. El ancho en cabeza es de unos 60 cm, siendo la máxima anchura en el pie de hasta 1,60 m, con alturas máximas de 5,1 m, que coinciden con la sección donde se localiza la grieta principal. Dicha sección, numerada en proyecto como nº-3, presenta un ancho en su base de tan sólo 0,5 con un sobre ancho en la parte de central que llega a los 0,7-0,8 m. Ya la siguiente sección (nº-4) presenta anchos significativamente mayores, siendo la sección nº-6 la que, con una configuración de anchos progresivamente crecientes en profundidad, alcanza los 1,60 m, para alturas de muro de 4,6 m (considerablemente menor que la sección nº-3).

Se adjuntan en las figuras siguientes la planta y perfiles transversales del citado muro y proyecto del año 1935.

Es lógico concluir que estas diferentes configuraciones, con importantes cambios de sección en escasos metros, lleva implícito un marcado cambio en la rigidez del conjunto. Ésta puede ser una de las causas por la que el muro presenta esa importante grieta.

Otro de los motivos a los que se apunta, para que el muro este sufriendo no solo un desplazamiento hacia el intradós, sino un movimiento longitudinal hacia el inicio de este, sea como consecuencia de la socavación y pérdida de confinamiento en la zona inicial (producido por el deterioro del material consecuencia del vertido directo de agua del drenaje superficial) y que se haya traducido en la importante grieta apreciable, coincidiendo con el cambio notable de la sección y rigidez del muro.

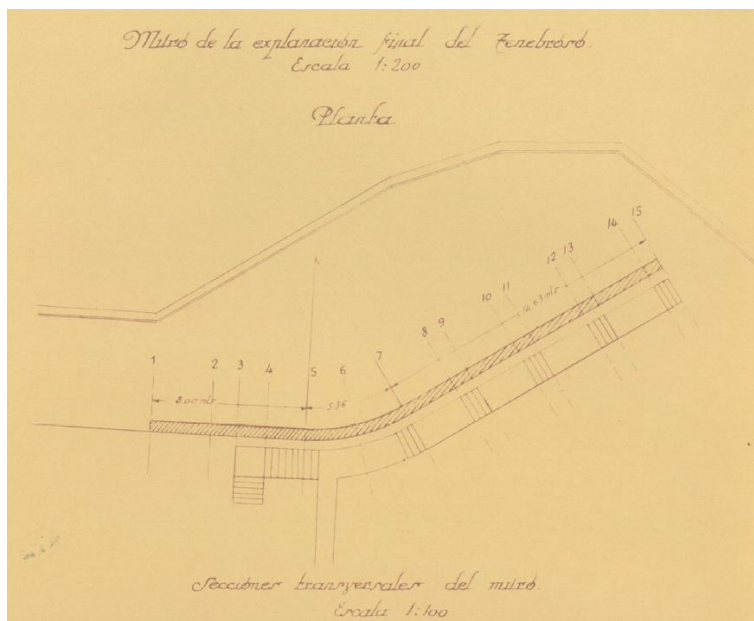


Figura 68.- Planta del muro, proyecto 1935.

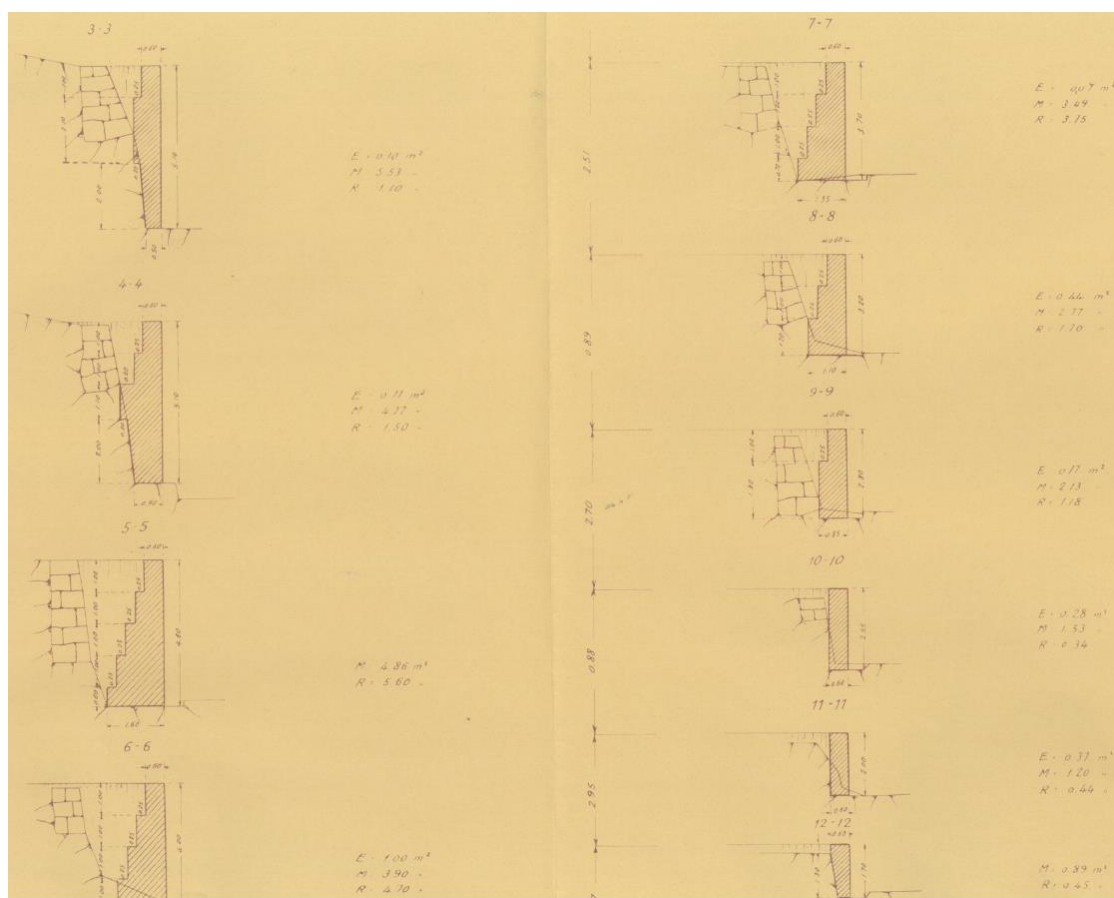


Figura 69.- Perfiles del muro, proyecto 1935.

## 12.5. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y PROYECTADA

Una vez realizada una revisión de toda la documentación previa recopilada de la zona de proyecto, así como del estudio geotécnico efectuado de forma particularizada en el emplazamiento, parece concluirse que las causas de las patologías detectadas en el muro (grietas, movimientos, ...) no tienen una explicación clara o única, pudiendo situarse dentro del abanico que se expone seguidamente:

- Cambio de rigidez, por diferente geometría entre secciones tipo del muro a lo largo del desarrollo longitudinal de este (según planos y perfiles de proyecto de 1935).
- Deslizamiento planar a favor de una familia de discontinuidades con orientación desfavorable en el macizo rocoso. A priori no parecen discontinuidades muy penetrativas o con rellenos, que pudieran ocasionar un importante movimiento en masa de la ladera.
- Deterioro del plano de cimentación del macizo rocoso en su sector situado más al S, en las inmediaciones de la grieta nº 1, consecuencia de un sistema de drenaje deficiente, que introduce agua en el trasdós (lavando material y deteriorando el mortero de las juntas, obstruyendo drenajes, ...), y en el plano de apoyo del muro en la roca.
- Fallo a estabilidad global, entre mampuestos, consecuencia de un posible plano paralelo del cimientto del muro sin contrapendiente, así como de un deterioro del mortero. El muro de mampostería que se describe en el proyecto original con juntas recebadas de mortero, si bien es cierto en gran parte del paramento, en la sección transversal más al S del muro, y en el pie de la zona correspondiente a la grieta nº 1, donde se han detectado humedades, filtraciones y cierto proceso de lavado y arenización, podría indicar que los bloques-mampuestos de roca tipo ortoneises, presentan un recebo que podría no ser tan homogéneo y continuo como en su origen, o bien que haya sufrido un proceso de carbonatación el mortero, lo cual en conclusión reduzca la cohesión que este material otorga al muro de mampostería.

Hubiera sido recomendable haber dejado instalado un sistema de inclinómetros en los sondeos ejecutados, para controlar en el tiempo la evolución de la ladera-muro, en términos de desplazamientos, tal y como Prointec recomendó al plantear la campaña geotécnica.

En este contexto, se va a proceder como punto de partida, a realizar un análisis de estabilidad global del conjunto ladera-muro, para conocer su estado actual en términos de Factor de Seguridad, así como para la situación prevista en proyecto, de sobrecarga temporal por la grúa. Partiendo de esto, en una segunda fase, se analizarían las posibles soluciones de tratamientos de refuerzos dentro de un conjunto plausible.

Para ello, en primer lugar, se han elaborado una serie de perfiles geológico-geotécnicos, interpretando la campaña geotécnica facilitada, transversales a la plataforma, incluyendo la topografía actual, y las geometrías de muro, tanto el visible hoy día, como el embebido en el relleno del trasdós original según los planos de 1935, los cuales se incluyen seguidamente.

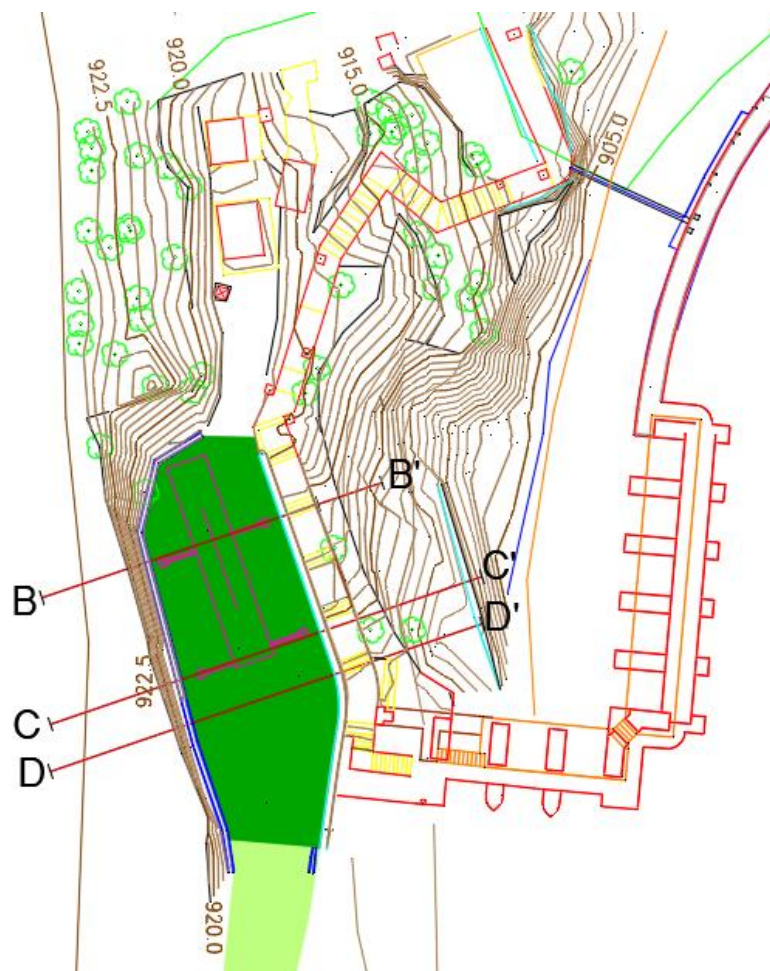


Figura 70.- Planta de perfiles geológico-geotécnicos elaborados.



V-2

Sección B-B' prox. al n.º 12  
(Entre 60 y 61)

Perfil Longitudinal: 2  
Escala - V: 500 H: 500

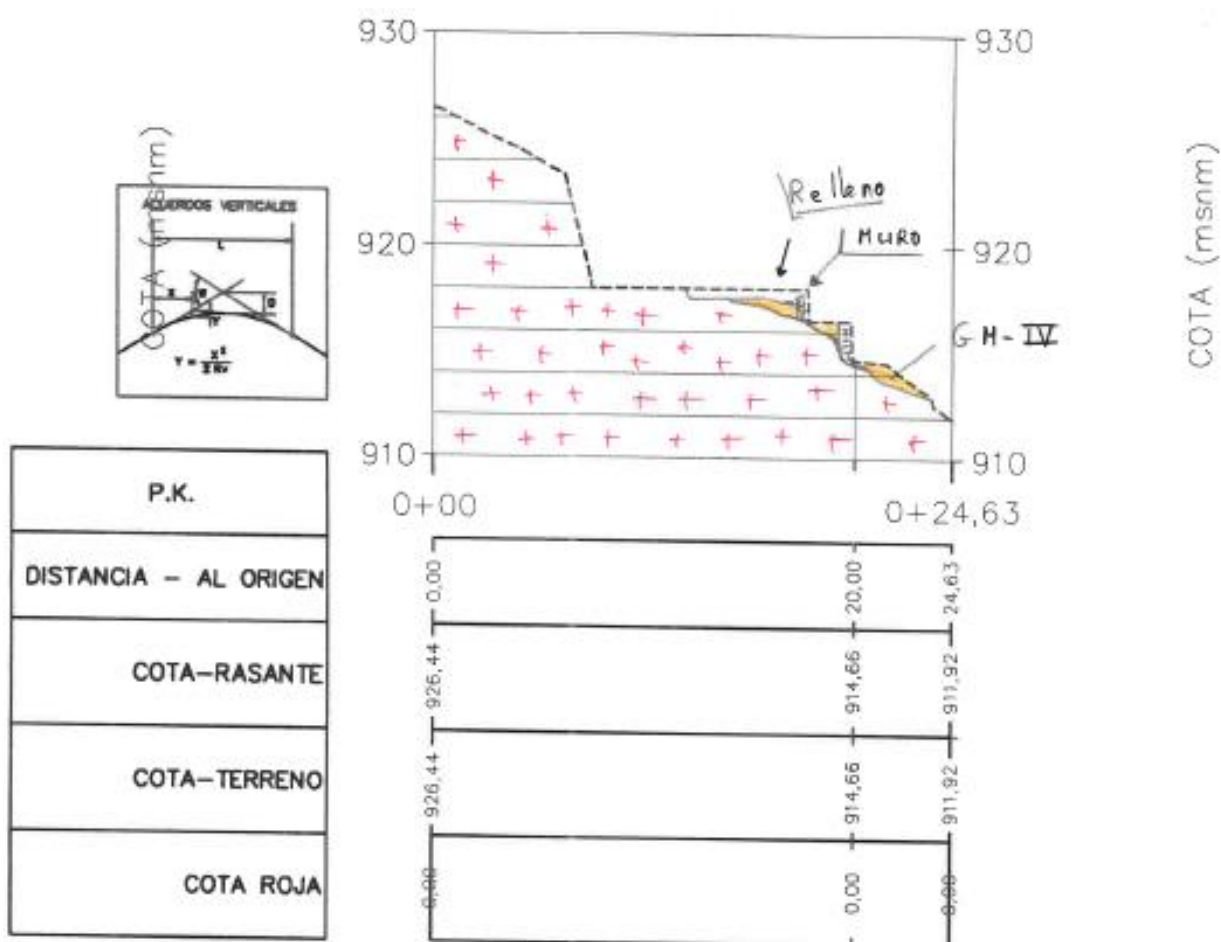


Figura 71.- Perfil geológico-geotécnico B-B'.

Versión V-2  
Corregido

Sección C-C' prox a (8-8') año 1935.

S-L

Perfil Longitudinal: 3  
Escala - V: 500 H: 500

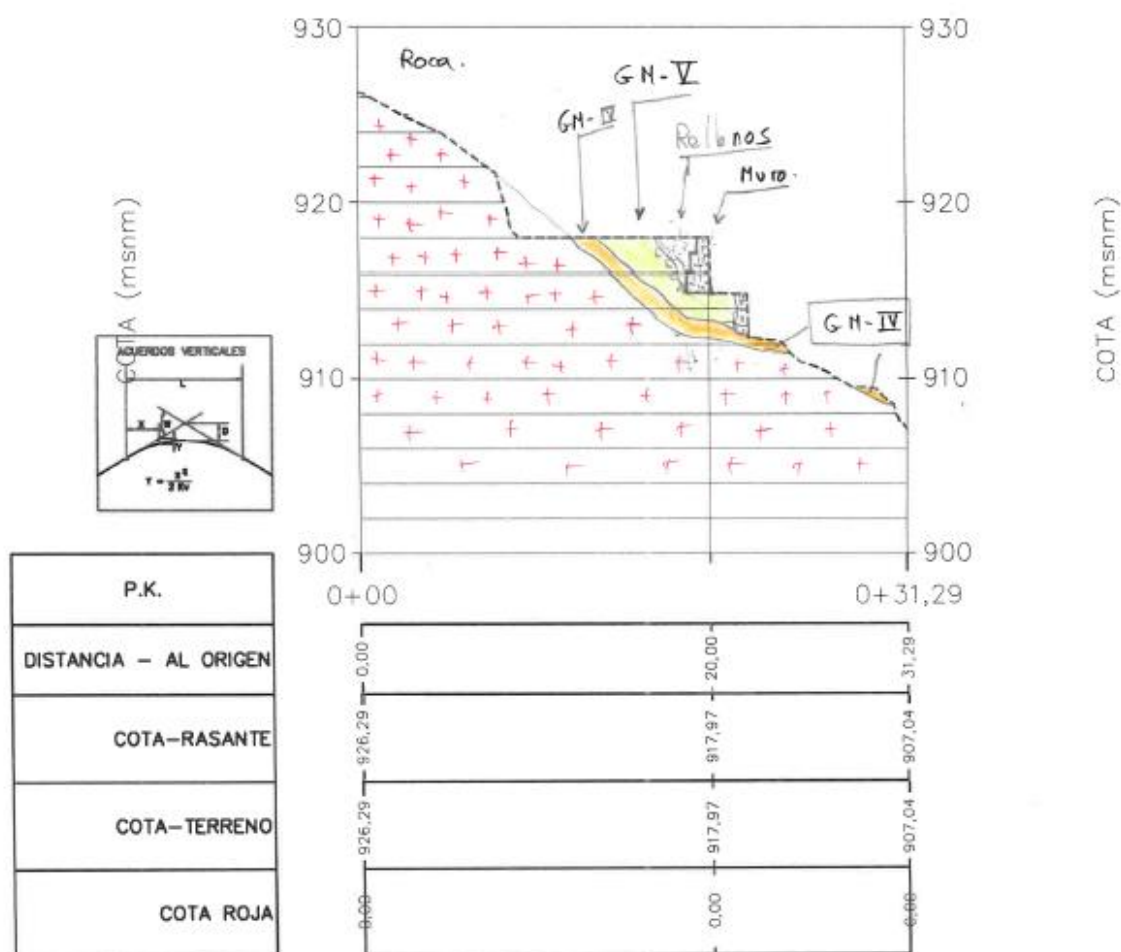


Figura 72.- Perfil geológico-geotécnico C-C'.

V-2  
Gragale

$\left[ \begin{matrix} n^{\circ} 5-5 \\ n^{\circ} 6-6 \end{matrix} \right]$   
 $D-D' \equiv n^{\circ} 58 (1935)$

Perfil Longitudinal: 4 (por la grieta)  
Escala - V: 500 H: 500

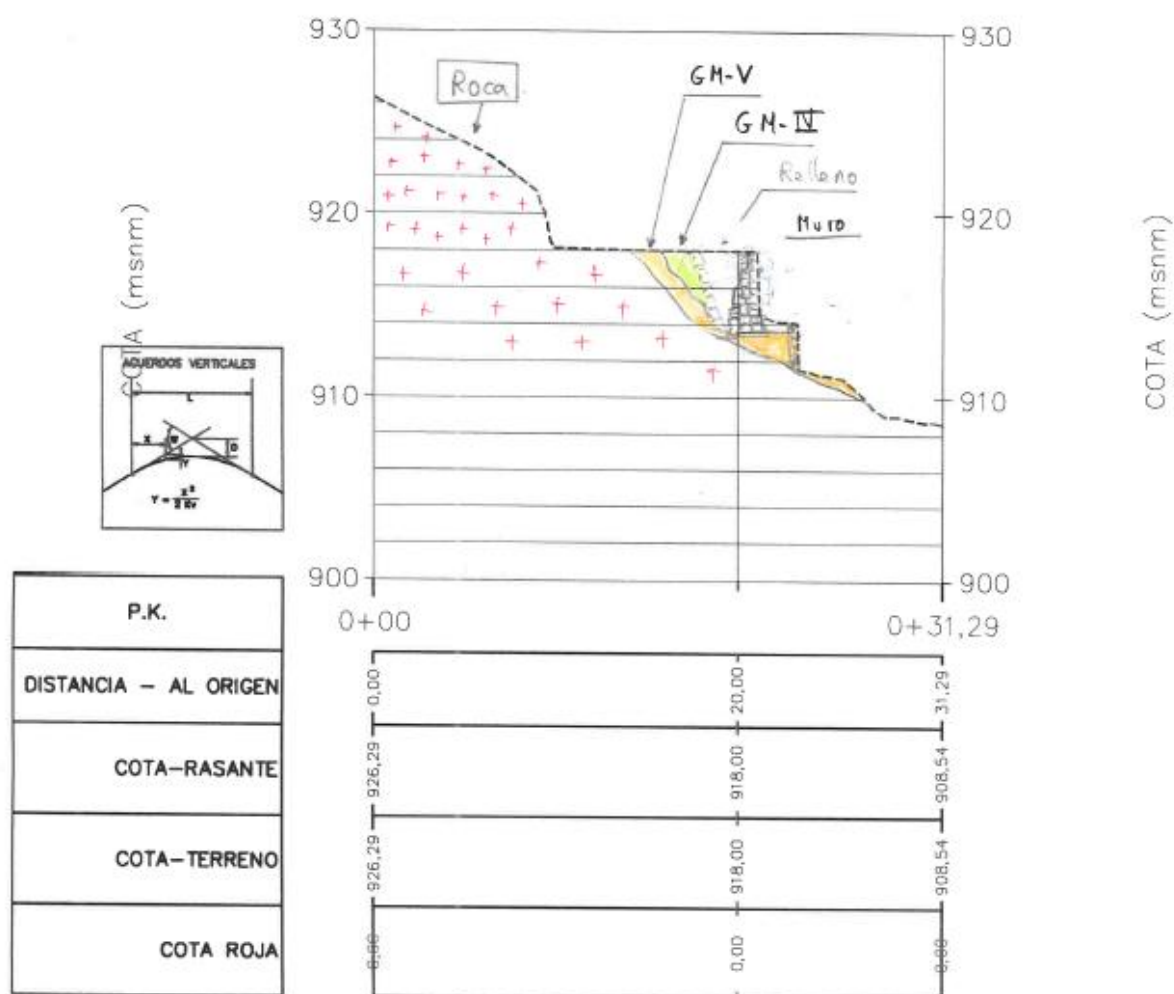


Figura 73.- Perfil geológico-geotécnico D-D'.

Se ha escogido para el análisis de estabilidad el perfil D-D', por considerarse el más desfavorable a efectos de cálculo.

La metodología de cálculo empleada para los cálculos de estabilidad, ha consistido en analizar modelos de rotura aproximadamente circular. Para su estudio se ha empleado el programa de cálculo de Rocscience Inc., denominado Slide.

Slide permite el cálculo mediante el método de equilibrio límite (considerando que el equilibrio límite tiene un coeficiente de seguridad de  $F.S. = 1$ ), utilizando el método de Morgenstern-Price u otros (Bishop, Jambu), y calculando el factor de seguridad por el método de las rebanadas. Genera las superficies de deslizamiento más desfavorables que pueden ser circulares o irregulares de contorno arbitrario con sus correspondientes factores de seguridad, aplicable a los materiales encontrados. También genera las superficies de deslizamiento más desfavorables con sus correspondientes factores de seguridad, pudiendo analizar unos 5000 círculos de rotura por talud en unos segundos. Estas superficies pueden ser circulares o configurarse irregulares de contorno arbitrario. El programa tiene en cuenta la influencia del agua en el talud mediante la introducción el nivel freático o el coeficiente de presión intersticial de uno o varios materiales.

Para el análisis de la posible rotura-fallo del talud-muro, se ha empleado el criterio de Möhr-Coulomb. Los parámetros geotécnicos para cada una de las unidades involucradas se han tomado del estudio geotécnico realizado, y recopilado en apartados anteriores las principales conclusiones.

El talud se considera estable para un Factor de Seguridad  $FS > 1,5$  para excavaciones definitivas, a largo plazo y  $F.S > 1,3$  para excavaciones temporales y definitivas a corto plazo y en situaciones temporales (como podría ser en este caso el apoyo de la grúa en la cabecera del talud). Así, de forma esquemática, se tendría:

- $F.S. > 1,3$ , para excavaciones temporales, a corto plazo. (Situaciones transitorias de corto plazo).
- $F.S. > 1,4$  a  $1,5$ , para excavaciones definitivas, a largo plazo. (Situaciones persistentes y transitorias de largo plazo).
- $F.S > 1,1$ , para excavaciones temporales y definitivas a corto plazo y a largo plazo en situaciones accidentales.

Este criterio se basa en los valores frecuentes de los factores de seguridad parciales mínimos dados por Brinch Hansen y Lundgren, 1.960, (siguiente tabla) habiéndose obtenido valores superiores a estos en los cálculos efectuados. Estos valores coinciden con los recomendados por las diversas normativas, “Guía de Cimentaciones en Obras de Carreteras”, del Ministerio de Fomento (2.002), o en la ROM 0.5-05.

Se han analizado los siguientes casos de estabilidad, que se adjuntan seguidamente, tanto la salida gráfica, como una tabla resumen de resultados.



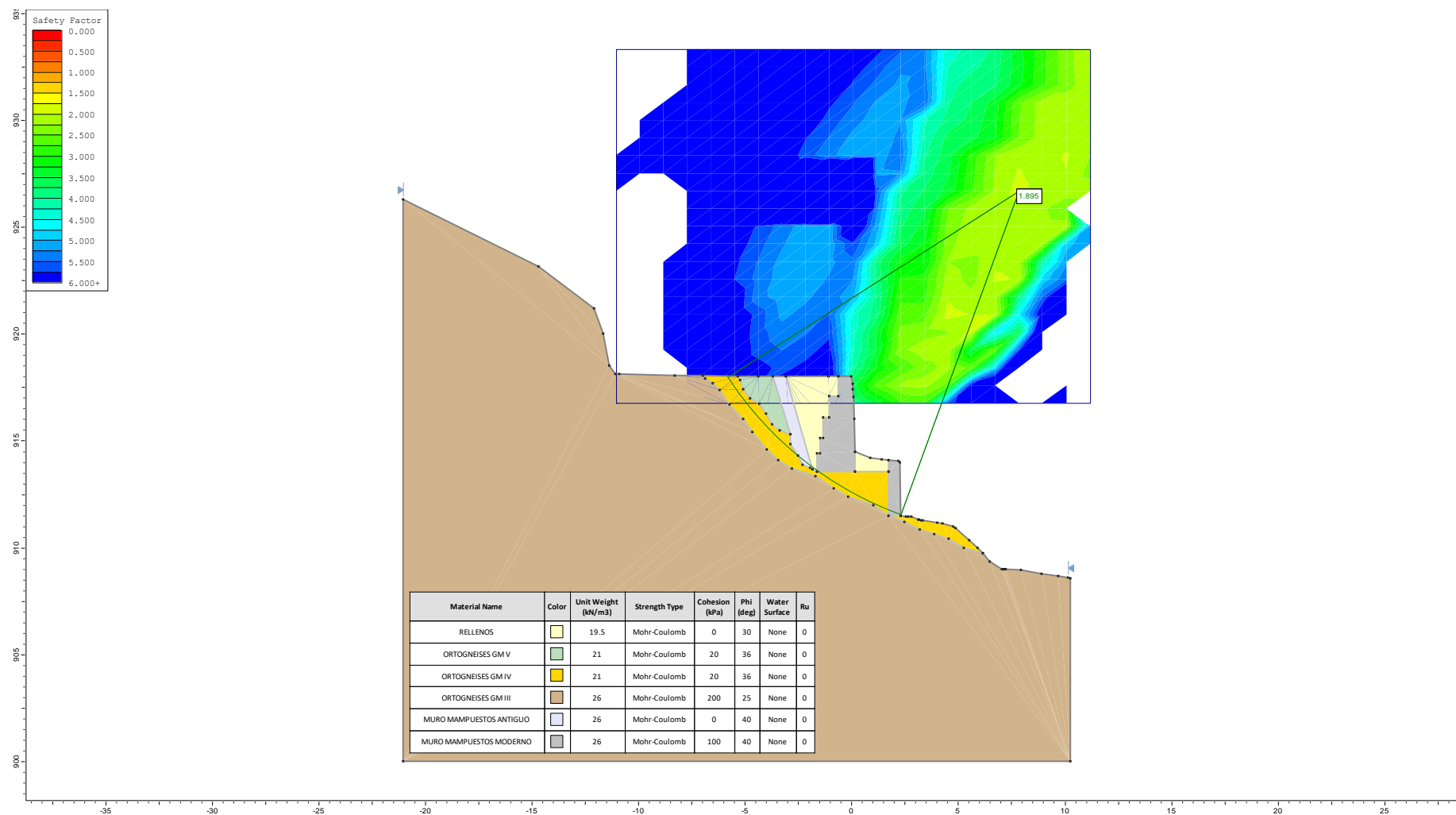


Figura 74.- Caso 01\_SITUACIÓN ACTUAL ESC ISOTROPA.

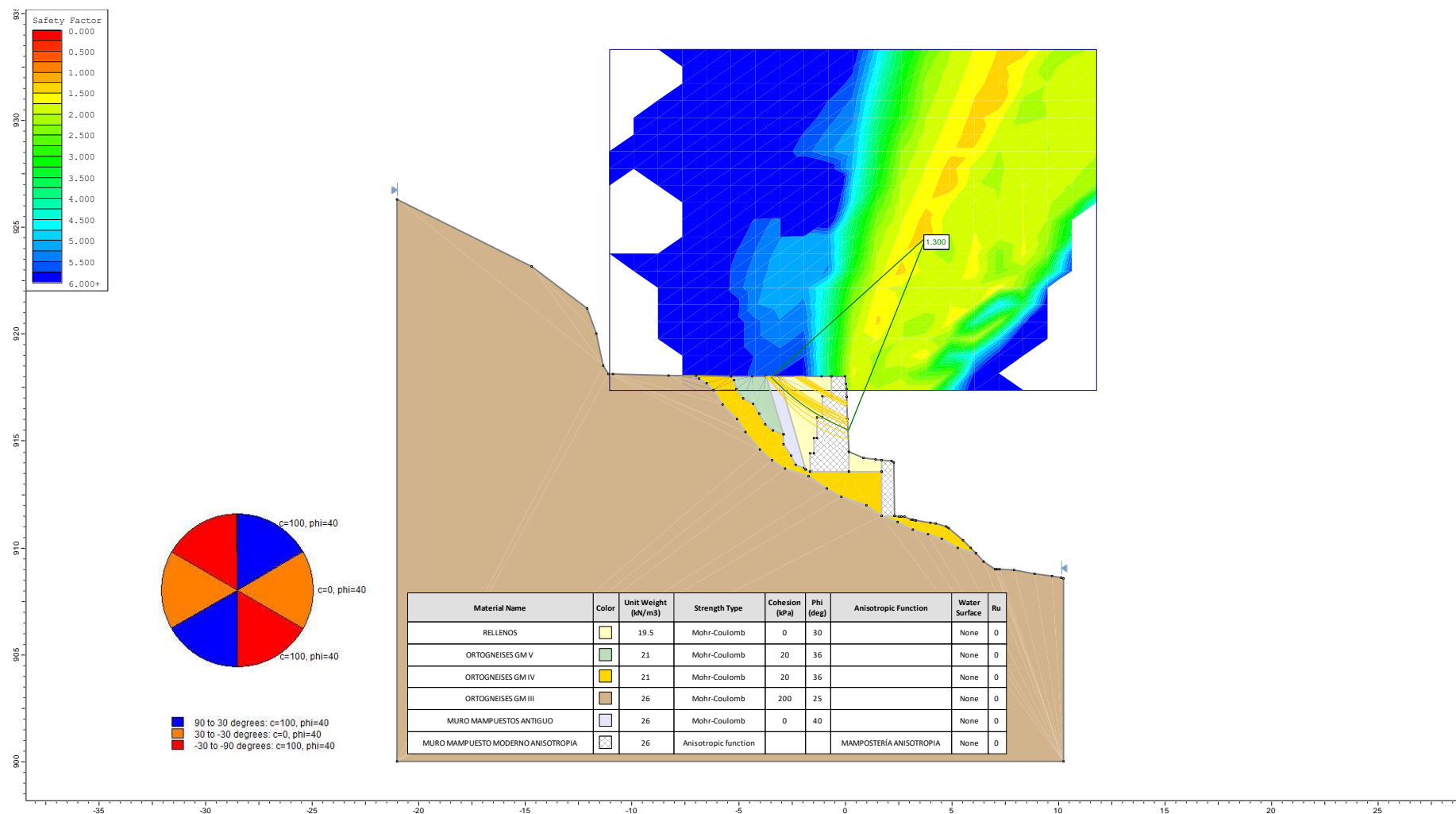


Figura 75.- Caso 02\_SITUACIÓN ACTUAL ESC ANISOTROPIA.

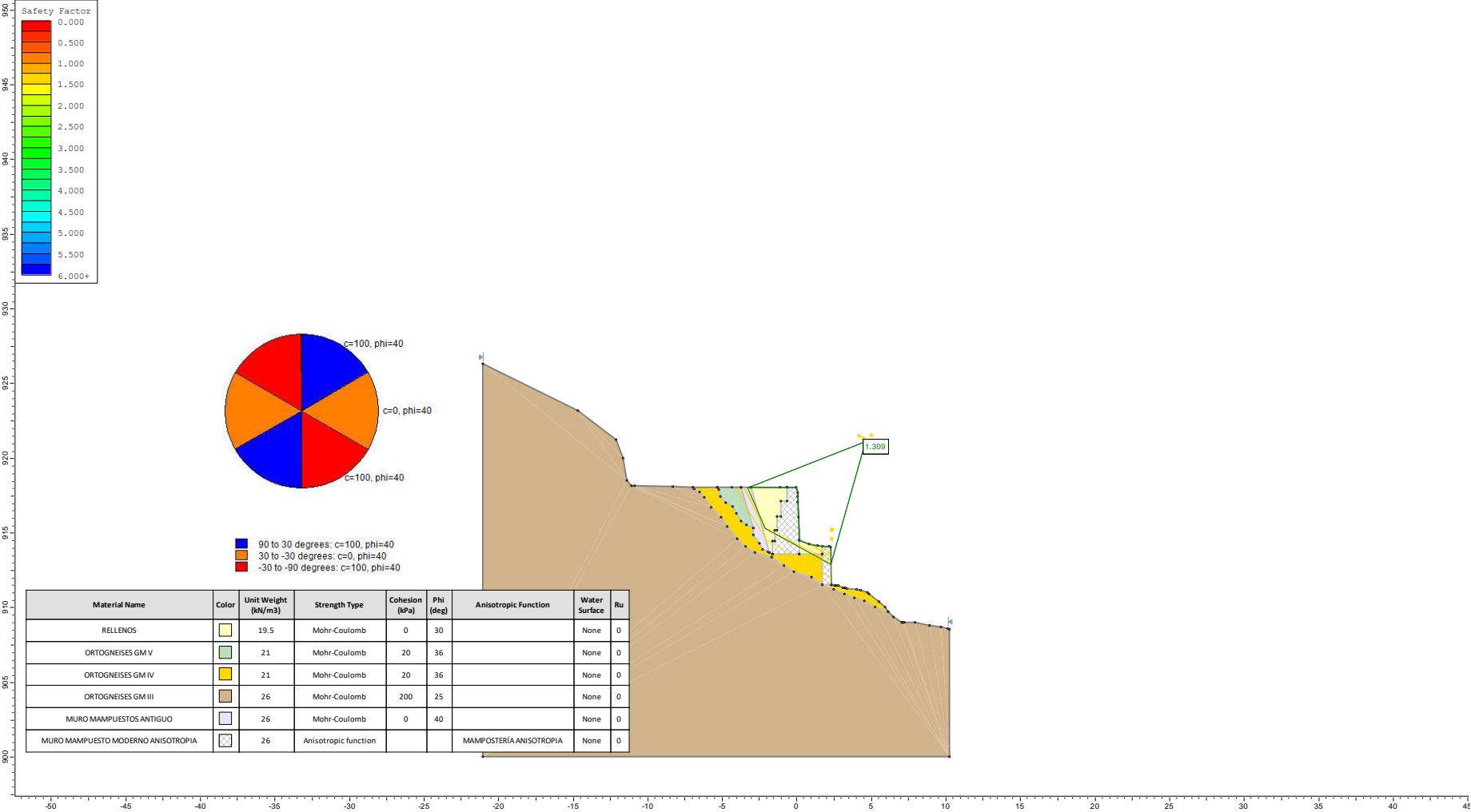


Figura 76.- Caso 02'\_SITUACIÓN ACTUAL ESC ANISOTROPIA\_PLANAR.

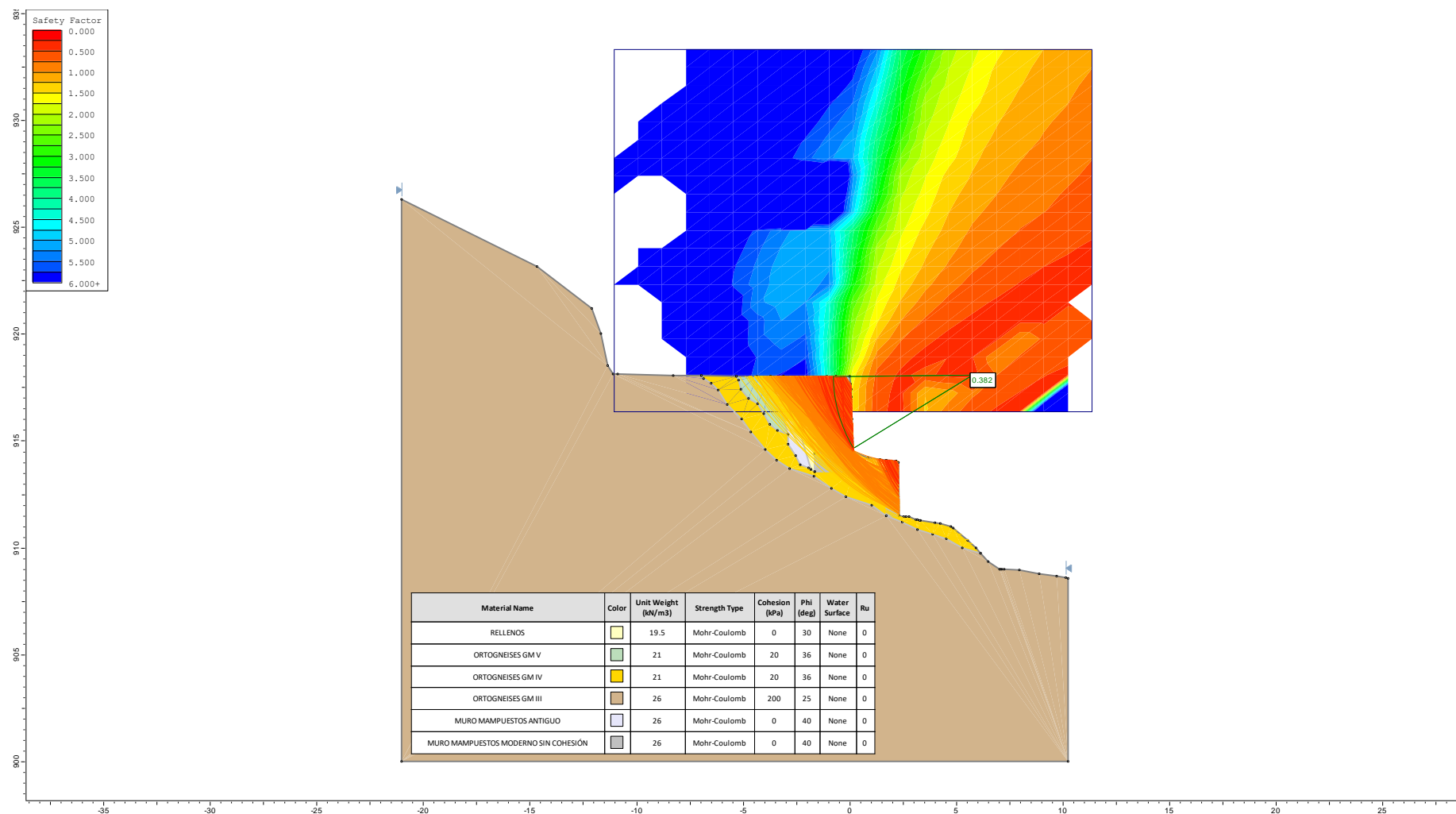


Figura 77.- Caso 03\_SITUACIÓN ACTUAL ESC ISOTROPA SIN COHESION ESC.



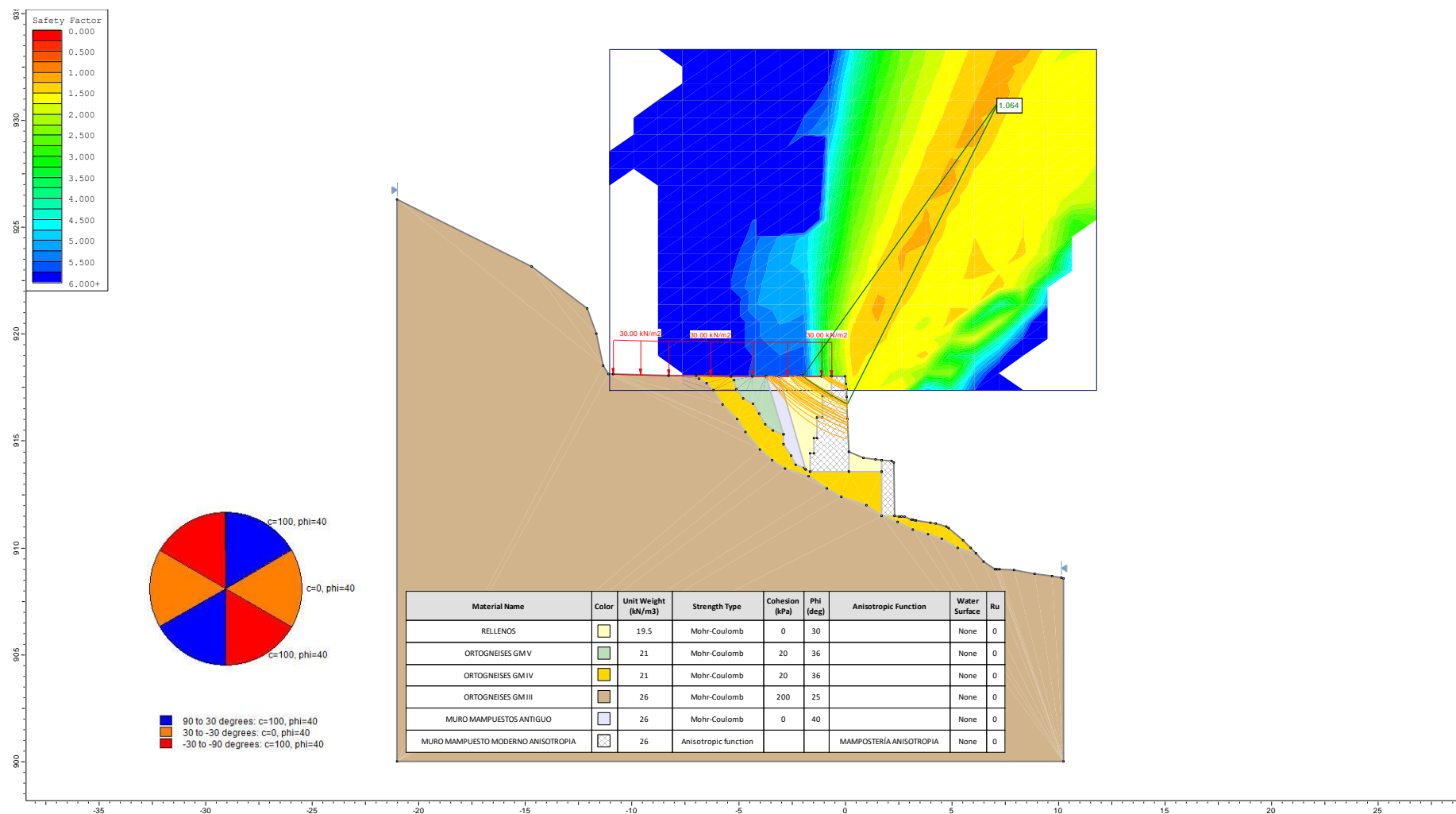


Figura 78.- Caso 04\_SITUACIÓN ACTUAL ESC ANISOTROPIA\_SOBRECARGAS.

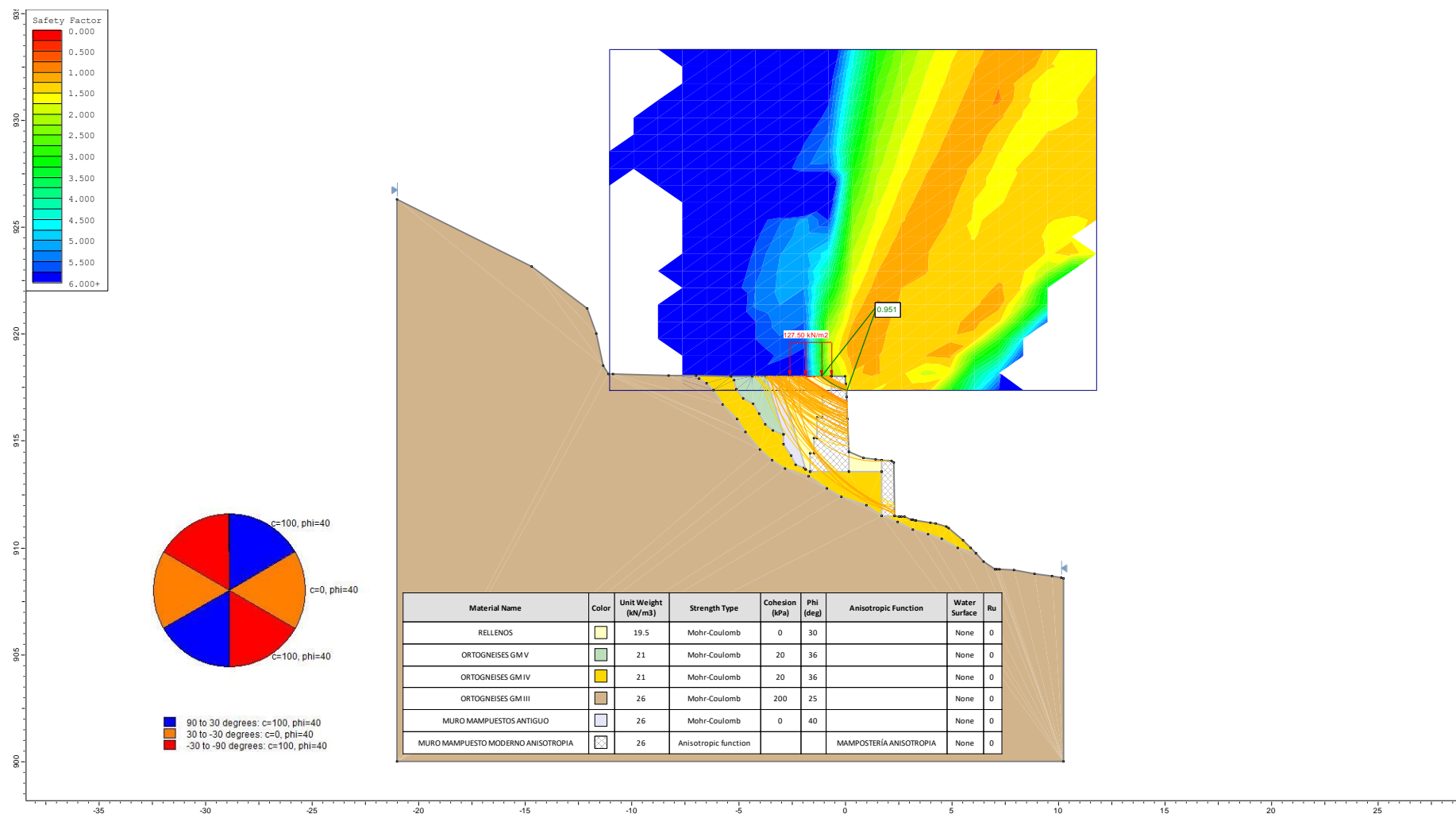


Figura 79.- Caso 05\_SITUACIÓN ACTUAL ESC ANISOTROPIA\_SOBRECARGA GRUA.

CASO	DESCRIPCIÓN	F.S. REQUERIDO	F.S. CALCULADO
01_SITUACIÓN ACTUAL ESC ISOTROPA	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Análisis de estabilidad global.</li> <li>· Rotura de geometría circular.</li> <li>· Situación Actual. Modelo con escollera isótropa, en la cual los mampuestos mantienen completamente el mortero en las juntas.</li> </ul>		1,895
02_SITUACIÓN ACTUAL ESC ANISOTROPIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Análisis de estabilidad global.</li> <li>· Rotura de geometría circular.</li> <li>· Situación Actual. Modelo con escollera con función de anisotropía, en la cual los mampuestos han perdido parcialmente el mortero en las juntas, según posibles planos sub-paralelos al plano de cimentación del muro o de colocación de los mampuestos.</li> </ul>		1,300
02'_SITUACIÓN ACTUAL ESC ANISOTROPIA_PLANAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Análisis de estabilidad global.</li> <li>· Rotura de geometría planar.</li> <li>· Situación Actual. Modelo con escollera con función de anisotropía, en la cual los mampuestos han perdido parcialmente el mortero en las juntas, según posibles planos sub-paralelos al plano de cimentación del muro o de colocación de los mampuestos.</li> </ul>		1,309
03_SITUACIÓN ACTUAL ESC ISOTROPA SIN COHESION ESC	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Análisis de estabilidad global.</li> <li>· Rotura de geometría planar.</li> <li>· Situación Actual. Modelo con escollera con función de anisotropía, en la cual los mampuestos han perdido totalmente el mortero en las juntas. (Situación Máxima, Conservadora, no detectada en la realidad de la obra).</li> </ul>		0,382
04_SITUACIÓN ACTUAL ESC ANISOTROPIA_SOBRECAR GAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Análisis de estabilidad global.</li> <li>· Rotura de geometría circular.</li> <li>· Modelo con escollera, en el cual la plataforma soporta una sobrecarga uniformemente repartida de 3 t/m<sup>2</sup>, correspondiente al tránsito de los equipos pesados tipo grúa (sobre sus ruedas).</li> </ul>	1,3	1,064
05_SITUACIÓN ACTUAL ESC ANISOTROPIA_SOBRECAR GA GRUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Análisis de estabilidad global.</li> <li>· Rotura de geometría circular.</li> <li>· Modelo con escollera, en el cual la plataforma soporta una sobrecarga de la pata de la grúa más desfavorable repartida sobre placas de 2x2 m, siendo la carga de trabajo de 1,275 kp/cm<sup>2</sup>.</li> </ul>	1,3	0,951

A raíz de los resultados obtenidos puede concluirse:

- La situación actual de la ladera-muro de mampostería, para el estado del muro en que mantiene su integridad, especialmente en lo referente al recebado de mortero de las juntas, permite obtener unos factores de seguridad adecuados en la situación actual (Caso 1).
- La problemática del muro, en cuanto a reducir su Factor de Seguridad, se va incrementando cuando se pierde el mortero de las juntas, de forma que no se presenta una cierta cohesión, y pudieran desencadenarse roturas puntuales del muro, y grietas a favor de planos paralelos a las líneas de colocación de los mampuestos, o según planos paralelos al cimiento (Casos 2 y 3, donde el máximo exponente sería perder totalmente el mortero, de modo que se produciría la rotura del talud-muro).
- Cuando se introducen en el modelo las cargas correspondientes a la grúa prevista, tanto en tránsito sobre sus ejes-ruedas, como una vez estacionado al abrir y desplegar sus patas sobre las placas de reparto previstas de 2x2 m, se obtienen factores de seguridad <1,3, en incluso para la carga puntual <1, lo cual produciría la rotura del muro y, por tanto, se justifica la necesidad de buscar una solución constructiva para la estabilización del muro.

## 12.6. PLANTEAMIENTO DE POSIBLES SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

Con la finalidad de impedir un riesgo de rotura del muro de mampostería y/o de la plataforma y ladera por los esfuerzos que le produzca alguna de las patas de la grúa cargada, se enumeran seguidamente varias soluciones factibles, las cuales serán desarrolladas en apartados posteriores, exponiéndose finalmente las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas, a nivel de un estudio de alternativas.

Como una primera etapa, lo primero que debería considerarse es si se quiere efectuar una solución provisional o definitiva para la estabilización de la ladera y en concreto del muro, es decir, si se quiere realizar una solución y una inversión provisional-temporal únicamente para la situación de sobrecargas que genere la grúa a ubicarse en la plataforma (sus patas) garantizando un adecuado factor de seguridad o bien si se quiere realizar una solución definitiva de reparación de la ladera-muro, incluso reparando los daños actuales (grietas, ...).

En un segundo paso, en principio, se han dividido las soluciones en dos grandes grupos, en función de si son soluciones que emplearán materiales provisionales que serán retirados al finalizar las obras previstas de renovación de la conducción o si son soluciones cuyos materiales y actuaciones permanecerán en el tiempo una vez finalizadas las obras previstas.

### 1. SOLUCIONES PROVISIONALES-TEMPORALES. Colocación de puntales metálicos

### 2. SOLUCIONES DEFINITIVAS

#### 2.1. Red de cables+Malla+Bulonaje

#### 2.2. Gunitado+Mallazo+Bulonaje

#### 2.3. Pantalla de micropilotes

#### 2.4. Cimentación profunda de los apoyos de la grúa



2.5. Demolición del muro existente y reconstrucción con muro de escollera hormigonada

2.6. Excavación de la cabecera del talud, ampliando la plataforma existente

## 12.7. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS CONSTRUCTIVAS DE ESTABILIZACIÓN

En este apartado se procede a desarrollar cada posible solución de forma particularizada:

- Alternativa 1: Colocación de puntales metálicos
- Alternativa 2: Red de cables + Malla + Bulonaje
- Alternativa 3: Gunitado + Mallazo + Bulonaje
- Alternativa 4: Pantalla de micropilotes
- Alternativa 5: Cimentación profunda de los apoyos de la grúa
- Alternativa 6: Demolición del muro existente y reconstrucción con muro de escollera hormigonada
- Alternativa 7: Excavación de la cabecera del talud, ampliando la plataforma existente

### 12.7.1. Alternativa 1. Colocación de puntales metálicos

Se plantea como solución provisional la disposición un apuntalamiento metálico en el intradós del muro, próximo a la zona cargada por la pata de la grúa, durante el tiempo en el que ésta esté trabajando en la plataforma del estribo derecho del azud.

Para el prediseño y cálculo del puntal se toman datos geométricos de dos fuentes, del levantamiento topográfico realizado y de la geometría definida en el proyecto original:

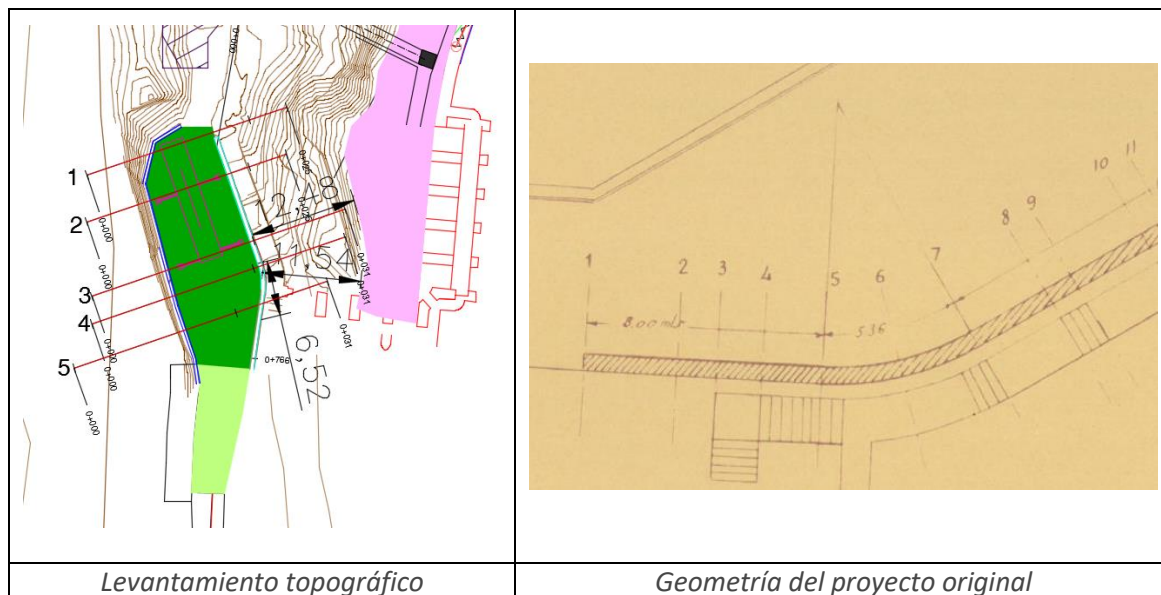
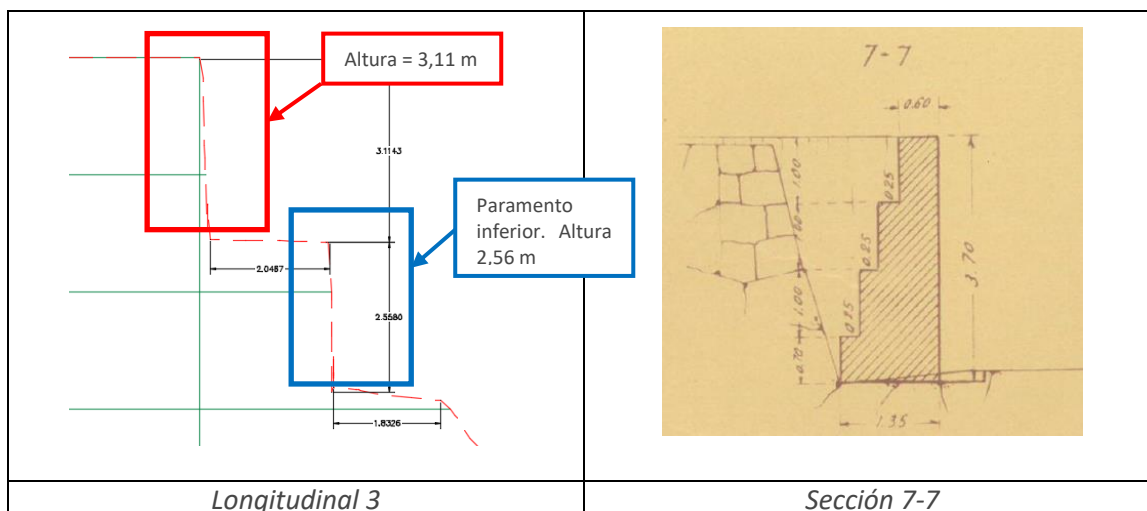


Figura 80.- Geometría zona de apuntalamiento

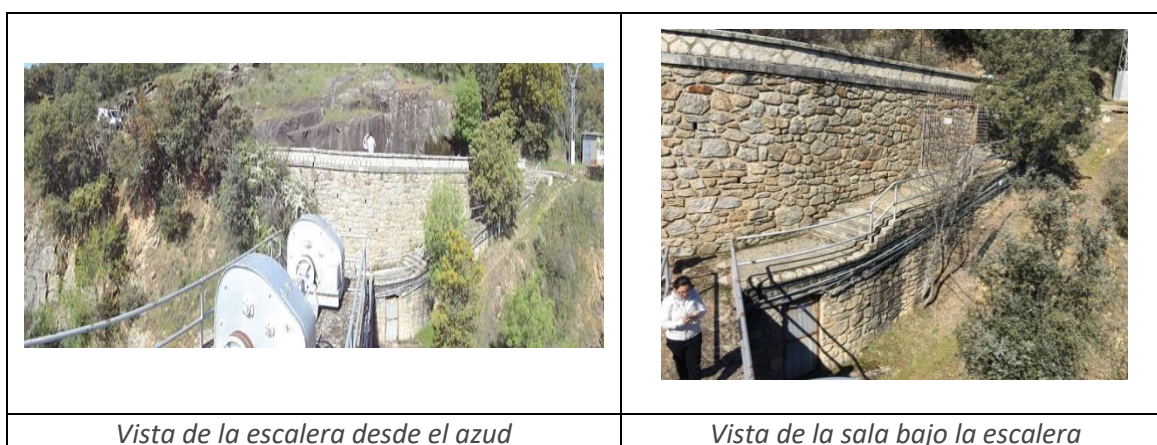
Como se puede observar, la pata de la grúa queda situada aproximadamente en el longitudinal 3 del levantamiento y en la sección 7-7 del proyecto original.

### 1. Apoyo inferior del puntal

El muro superior del longitudinal 3 tiene una altura de 3,11 m, que se corresponde aproximadamente con la altura del muro que aparece en la sección 7-7:



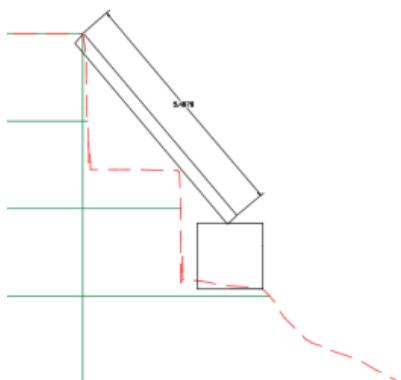
Del paramento inferior del longitudinal 3 únicamente se sabe que tiene 2,56 m de altura y que, en base a las siguientes fotos, alberga una sala:



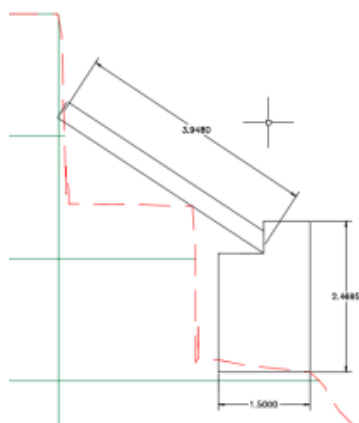
De cara a apoyar los puntales sería necesario conocer la distribución de la sala, el tipo de forjado, las características geométricas y mecánicas, y confirmar si el muro de escollera arranca a la misma altura que el forjado. Debido a estas incertidumbres se descarta utilizar un puntal que apoye sobre la sala existente, debiendo apoyarse directamente en el terreno.

El apoyo del puntal directamente en el terreno es complejo debido a dos condicionantes. En primer lugar, la existencia de las escaleras, que obliga a disponer los puntales muy tendidos y, en segundo lugar, la pendiente del terreno, que obligaría a bajar hasta el cauce para no apoyar en ladera. Las posibilidades del apoyo inferior son las siguientes:

- En caso de disponerse el puntal en cabeza se tendría lo siguiente:



- En caso de disponerse el puntal a media altura hay dos opciones:
  - Puntal y dado de hormigón de unos 2,5 m de altura:



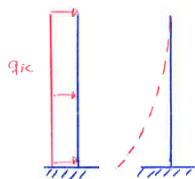
- Estructura metálica apoyada en zapata:

<p><i>Puntal en un plano</i></p>	<p><i>Puntal apoyado en patas en Y</i></p>

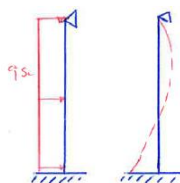
## 2. Apoyo superior del puntal

Desde el punto de vista estructural es preferible que el puntal se encuentre a media altura, no en cabeza:

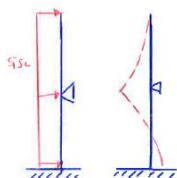
- El muro sin puntal trabaja en ménsula, lo que hace que el trasdós esté siempre traccionado y el intradós comprimido. El máximo valor del flector se presenta en la base, donde según las secciones del proyecto original presenta el mayor canto:



- El muro con puntal en cabeza trabaja como una viga apoyada – empotrada. Esto da lugar a que aparezcan tracciones en el intradós:



- El muro con puntal intermedio da lugar a que se reduzca el flector en la base, pudiendo llegar a traccionarse el trasdós.



Debido a que el canto del muro es mucho mayor en la base, se considera mejor opción disponer el puntal a media altura.

Una vez definida la geometría más adecuada del puntal a disponer, se procede al predimensionamiento de éste:

- a) Empuje del terreno debido a la sobrecarga de la pata

Para estudiar el empuje del terreno debido a la sobrecarga se va a suponer que ésta es puntual.

De acuerdo con el apartado 3.3.4 del libro “Muros de contención y muros de sótano”, de José Calavera y editado por INTEMAC, las presiones sobre un muro debido a una carga puntual son las siguientes:



a) Método basado en la teoría de la elasticidad

En este caso la distribución de presiones no sólo es variable con la altura sino también a lo largo del muro.

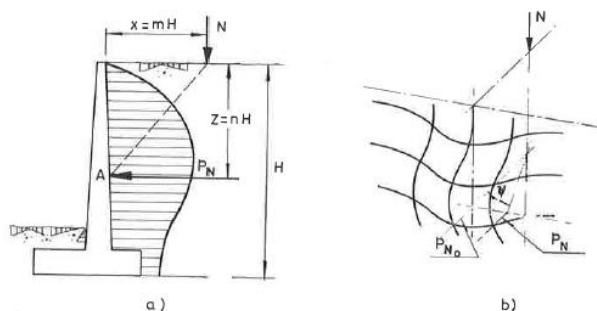


Figura 3-12

En el plano vertical perpendicular al trasdós del muro pasando por el eje de la carga, las presiones son máximas para cada profundidad  $z$  considerada (figs. 3-12 a y b), y la variación en dicho plano, de acuerdo con las notaciones de la figura 3-12 b, viene dada por las fórmulas siguientes:

$$\text{Si } m < 0,4 \quad p_{N0} = 0,28 \frac{N}{H^2} \cdot \frac{n^2}{(0,16 + n^2)^3} \quad [3.28]$$

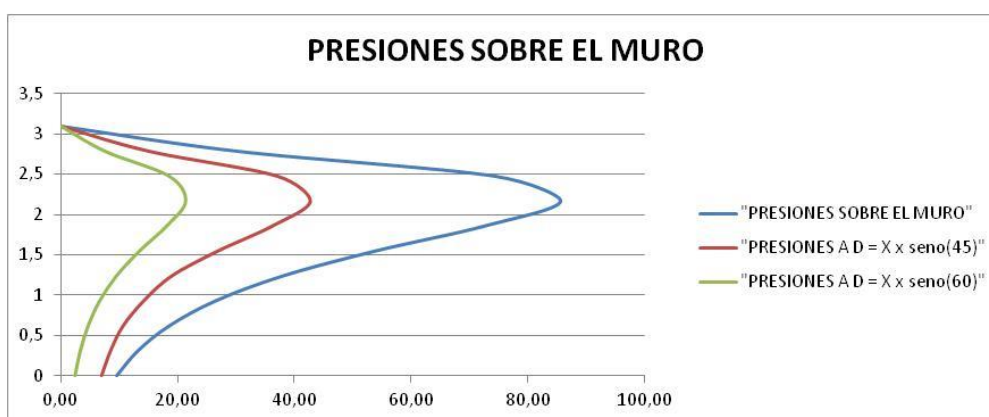
$$\text{Si } m \geq 0,4 \quad p_{N0} = 1,77 \frac{N}{H^2} \cdot \frac{m^2 n^2}{(m^2 + n^2)^3} \quad [3.29]$$

Tomando como altura de muro 3,1 m (sección 7-7), las presiones sobre el terreno en función de la distancia de la pata y el ángulo de apertura son:

N	510	kN								
H	3,1	m								
x	1,1	m								
m = x / H	0,35483871									
$\psi =$	0	Presiones sobre el muro según la distancia de la carga puntual al muro, en kN/m2								
m = x / H		0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	
n	H	0,31	0,93	1,55	2,17	2,79	3,41	4,03	4,65	ENV
0	3,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,1	2,79	30,25	30,25	13,36	3,68	1,38	0,63	0,32	0,18	30,25
0,2	2,48	74,30	74,30	38,51	12,37	4,96	2,33	1,23	0,70	74,30
0,3	2,17	85,59	85,59	53,77	21,23	9,39	4,66	2,53	1,48	85,59
0,4	1,86	72,56	72,56	54,52	26,82	13,34	7,07	4,01	2,42	72,56
0,5	1,55	53,90	53,90	46,97	28,40	15,97	9,13	5,44	3,38	53,90
0,6	1,24	38,04	38,04	37,25	26,98	17,10	10,57	6,63	4,28	38,04
0,7	0,93	26,51	26,51	28,40	23,96	16,97	11,34	7,51	5,03	26,51
0,8	0,62	18,57	18,57	21,32	20,42	15,97	11,49	8,03	5,60	18,57
0,9	0,31	13,19	13,19	15,97	16,97	14,50	11,17	8,23	5,97	13,19
1	0	9,52	9,52	12,02	13,91	12,83	10,53	8,16	6,16	9,52

$\psi =$	45	Presiones sobre el muro según la distancia de la carga puntual al muro, en kN/m2								
m = x / H		0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	
n	H	0,31	0,93	1,55	2,17	2,79	3,41	4,03	4,65	ENV
0	3,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,1	2,79	15,12	15,12	6,68	1,84	0,69	0,31	0,16	0,09	15,12
0,2	2,48	37,15	37,15	19,26	6,18	2,48	1,16	0,61	0,35	37,15
0,3	2,17	42,80	42,80	26,89	10,62	4,70	2,33	1,27	0,74	42,80
0,4	1,86	36,28	36,28	27,26	13,41	6,67	3,54	2,01	1,21	36,28
0,5	1,55	26,95	26,95	23,48	14,20	7,99	4,57	2,72	1,69	26,95
0,6	1,24	19,02	19,02	18,62	13,49	8,55	5,29	3,32	2,14	19,02
0,7	0,93	13,26	13,26	14,20	11,98	8,48	5,67	3,75	2,52	14,20
0,8	0,62	9,29	9,29	10,66	10,21	7,99	5,74	4,02	2,80	10,66
0,9	0,31	6,59	6,59	7,99	8,48	7,25	5,58	4,11	2,99	8,48
1	0	4,76	4,76	6,01	6,96	6,42	5,27	4,08	3,08	6,96

$\psi =$	60	Presiones sobre el muro según la distancia de la carga puntual al muro, en kN/m <sup>2</sup>								
$m = x / H$		0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	
n	H	0,31	0,93	1,55	2,17	2,79	3,41	4,03	4,65	ENV
0	3,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,1	2,79	7,56	7,56	3,34	0,92	0,34	0,16	0,08	0,05	7,56
0,2	2,48	18,57	18,57	9,63	3,09	1,24	0,58	0,31	0,18	18,57
0,3	2,17	21,40	21,40	13,44	5,31	2,35	1,16	0,63	0,37	21,40
0,4	1,86	18,14	18,14	13,63	6,70	3,33	1,77	1,00	0,60	18,14
0,5	1,55	13,48	13,48	11,74	7,10	3,99	2,28	1,36	0,85	13,48
0,6	1,24	9,51	9,51	9,31	6,75	4,28	2,64	1,66	1,07	9,51
0,7	0,93	6,63	6,63	7,10	5,99	4,24	2,83	1,88	1,26	6,63
0,8	0,62	4,64	4,64	5,33	5,10	3,99	2,87	2,01	1,40	4,64
0,9	0,31	3,30	3,30	3,99	4,24	3,62	2,79	2,06	1,49	3,30
1	0	2,38	2,38	3,01	3,48	3,21	2,63	2,04	1,54	2,38



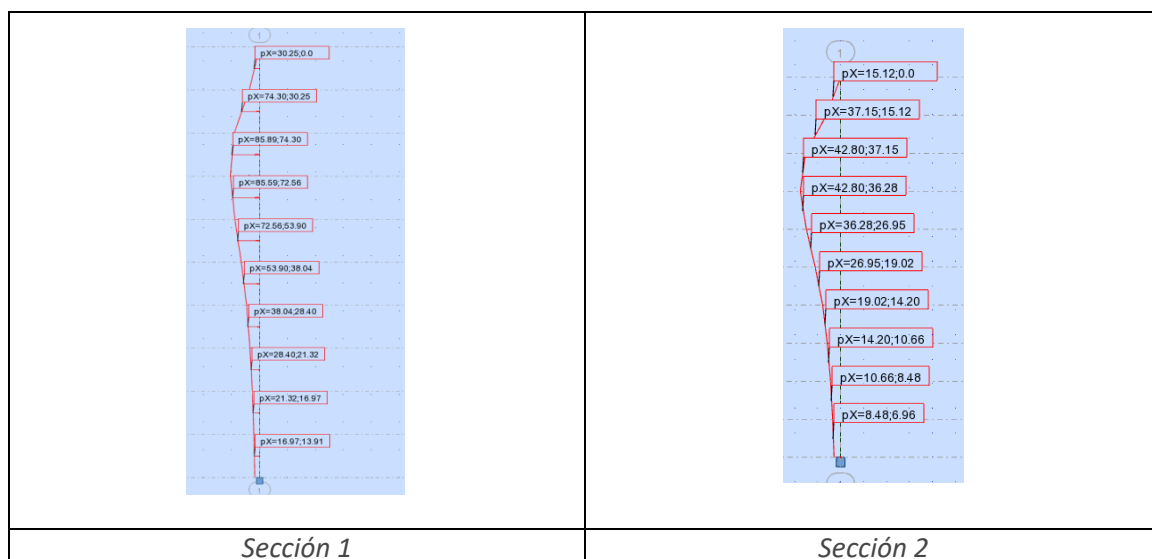
La línea azul representa la envolvente de presiones en el plano perpendicular al muro que contiene la carga puntual. Las líneas roja y verde representan las envolventes de presiones en los planos perpendiculares al muro situados a  $x = m \cdot H \cdot \text{seno}(45)$  y  $x = m \cdot H \cdot \text{seno}(60)$  de la carga puntual respectivamente.

#### b) Cálculo de la reacción en el puntal

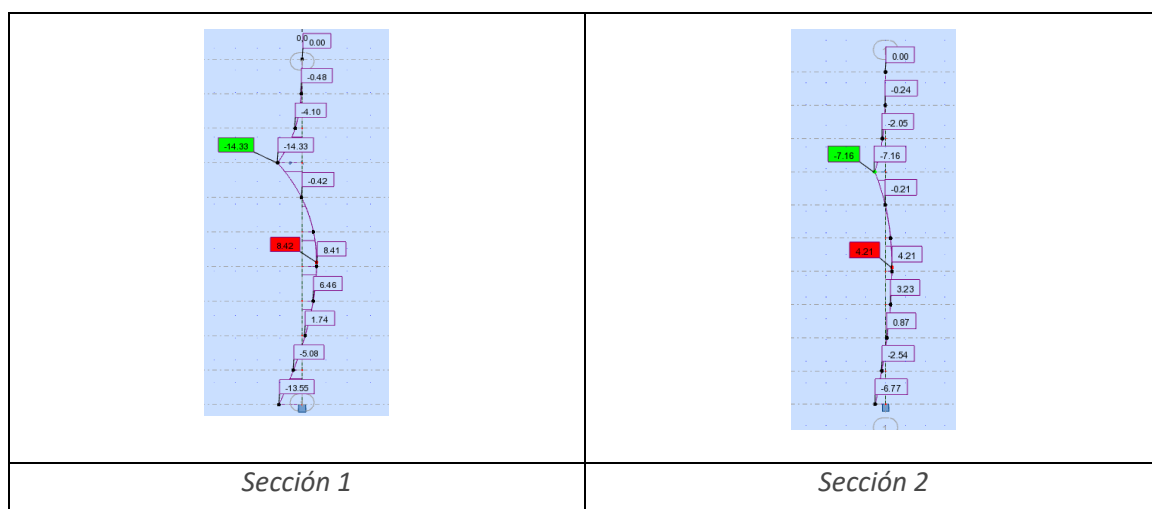
A continuación se muestra el cálculo de las reacciones para los dos casos mostrados anteriormente:

- Sección 1: sección perpendicular al muro que contiene la carga. Altura de muro de 3,1 m
- Sección 2: sección perpendicular al muro situada a  $x = m \cdot H \cdot \text{seno}(45)$  de la sección anterior. Se toma esta sección porque los empujes en el plano situado a  $x = m \cdot H \cdot \text{seno}(60)$  son inferiores

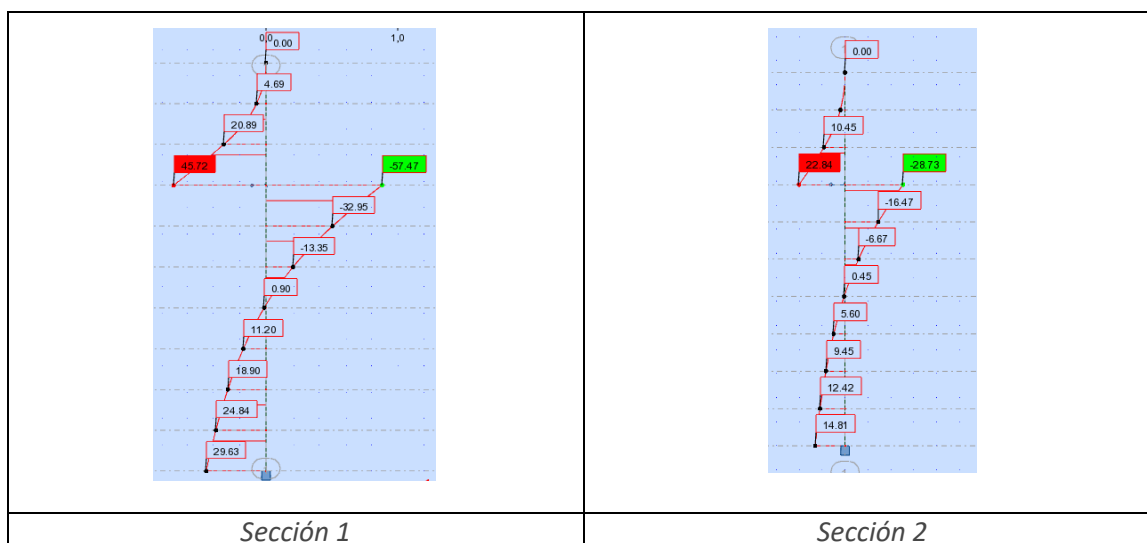
Presiones sobre el muro:



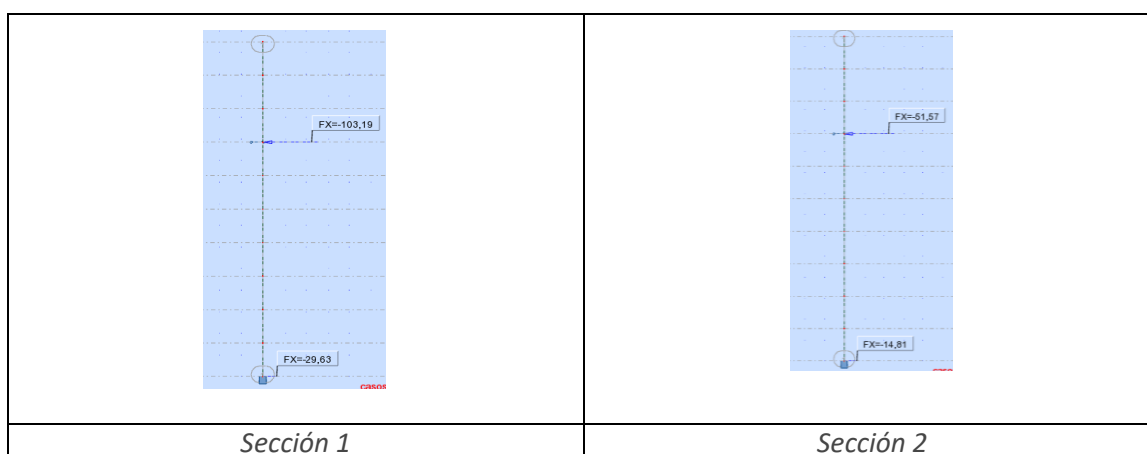
Leyes de flectores:



Leyes de cortantes:



Reacciones:



La reacción máxima horizontal en la sección 1 es de 103,2 kN, y en la sección 2 de 51,6 kN.

c) Comprobación a vuelco

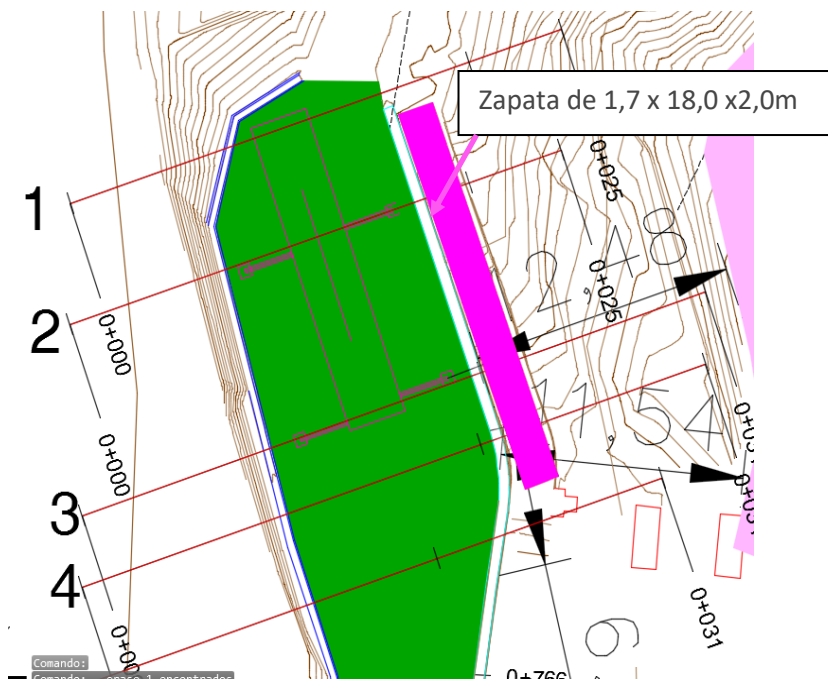
Tomando las reacciones anteriores, considerando un coeficiente de seguridad al vuelco de 1,5 y que el ancho máximo de la zapata es de 1,7 m, podemos hacer una estimación del tamaño de la zapata:



Fuerza desestabilizadora					
Rpc	105	kN, reacción en puntal central			
Rpl	51,57	kN, reacción en puntal lateral			
N	208,14	kN			
altura	4,85	m			
Mdes	1009,479	kNm, momento desestabilizador			
Fuerza estabilizadora					
$\gamma$	25	kN/m3			
h	2	m, altura de la zapata			
B	1,7	m, ancho de la zapata			
A	18	m, longitud de la zapata			
P	1530	kN, peso de la zapata			
Comprobación de vuelco					
$\gamma_v$	1,5				
Mest	1530	kNm			
Mdes	1009,479	kNm			
Mest/Mdes	1,52		OK, Mest > g x Mdes		
Comprobación de deslizamiento					
$\Phi$	30				
$0,8 \cdot \tan \Phi$	0,46188022				
$\gamma_d$	1,5				
Fest	706,68	kN			
Fdest	208,14	kN			
Fest/Fdes	3,40		OK, Fest > g x Fdes		
Zapata de 2 m de canto					

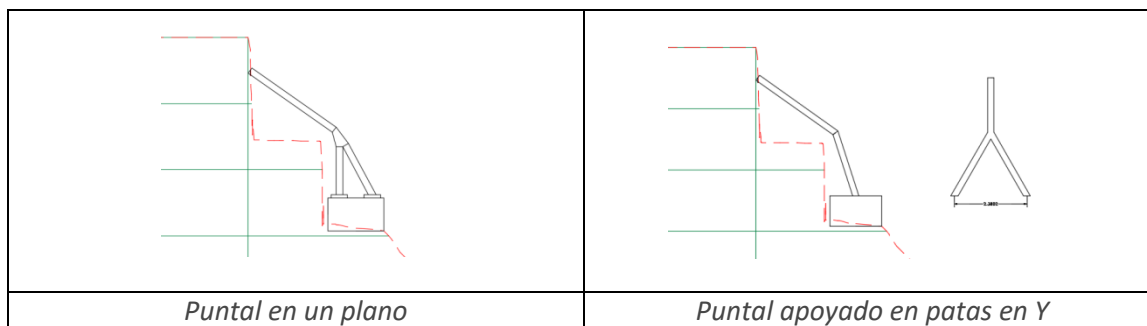
Fuerza desestabilizadora					
Rpc	105	kN, reacción en puntal central			
Rpl	51,57	kN, reacción en puntal lateral			
N	208,14	kN			
altura	4,85	m			
Mdes	1009,479	kNm, momento desestabilizador			
Fuerza estabilizadora					
$\gamma$	25	kN/m3			
h	2,5	m, altura de la zapata			
B	1,7	m, ancho de la zapata			
A	15	m, longitud de la zapata			
P	1593,75	kN, peso de la zapata			
Comprobación de vuelco					
$\gamma_v$	1,5				
Mest	1593,75	kNm			
Mdes	1009,479	kNm			
Mest/Mdes	1,58		OK, Mest > g x Mdes		
Comprobación de deslizamiento					
$\Phi$	30				
$0,8 \cdot \tan \Phi$	0,46188022				
$\gamma_d$	1,5				
Fest	736,12	kN			
Fdest	208,14	kN			
Fest/Fdes	3,54		OK, Fest > g x Fdes		
Zapata de 2,5 m de canto					

Es decir, con una zapata de 2,0 m de canto se necesita una longitud de 18 m, y con una zapata de 2,5 m de canto, una longitud de 15 m.



d) Cálculo del puntal

Anteriormente se ha comentado que hay dos formas de apoyar la estructura metálica:

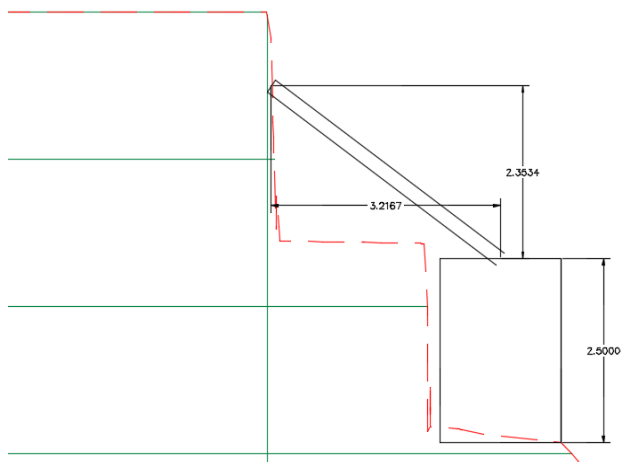


Según se desprende de los cálculos del empuje el efecto de la carga puntual pierde importancia según la distancia al muro y el ángulo de apertura  $\Psi$ :

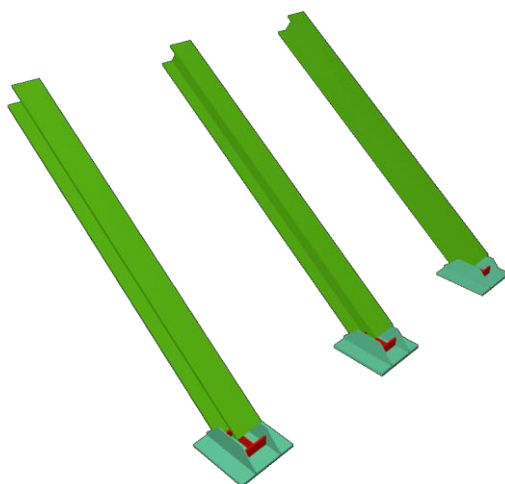
- Los valores de las envolventes están entre  $m = 0,1$  y  $m = 0,7$ . Es decir, que la distancia pésima de la carga al muro está entre  $0,1 \times 3,1 = 0,31$  m y  $0,7 \times 3,1 = 2,17$  m.
- Para un ángulo de  $45^\circ$  el empuje es la mitad que para un ángulo de  $0^\circ$ , y para un ángulo de  $60^\circ$  es la mitad que para un ángulo de  $45^\circ$ .

Por estas razones se considera que los puntales deben colocarse a una distancia máxima de 2,2 m.

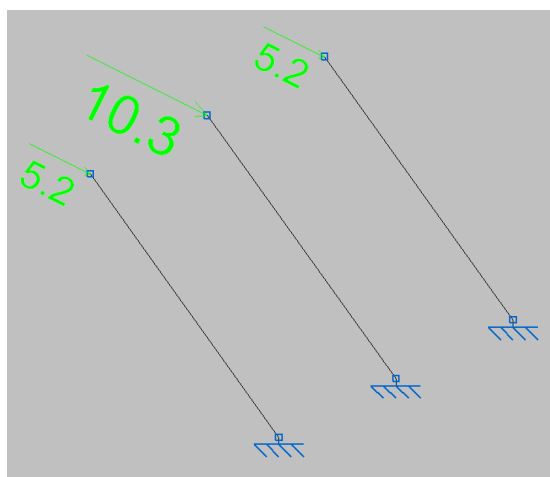
A continuación, teniendo en cuenta las dimensiones de la zapata por vuelco, se va a tantear la siguiente solución:



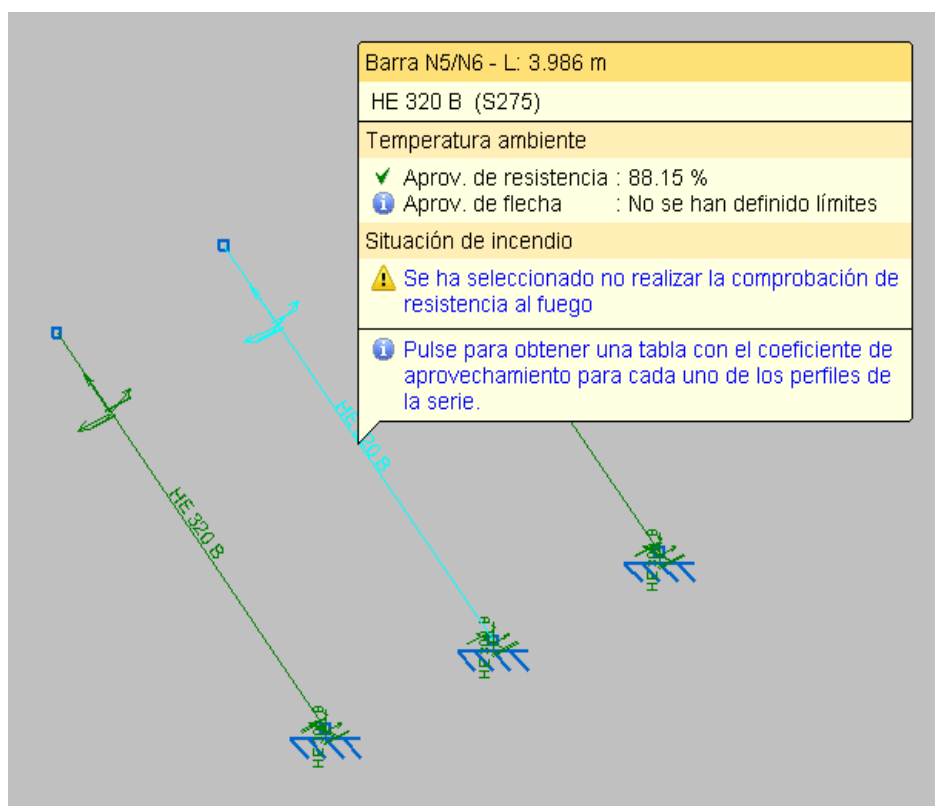
Se disponen 3 perfiles HEB 320:



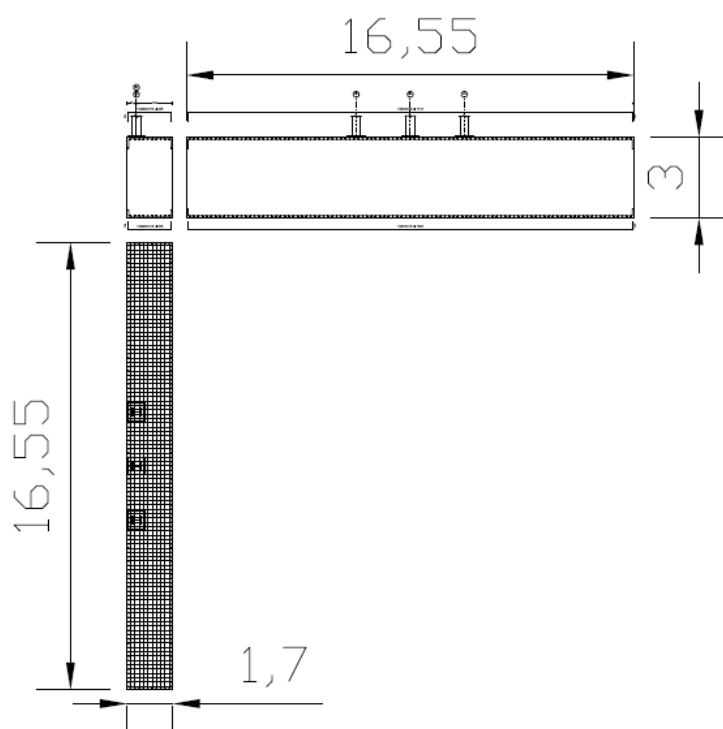
Se cargan horizontalmente:



El coeficiente de aprovechamiento máximo es del 86%:

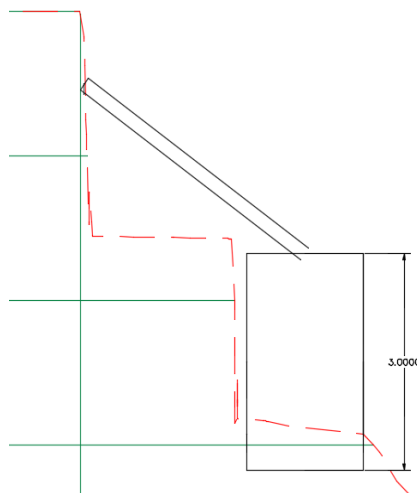


La zapata obtenida con CYPE tiene unas dimensiones de 1,7 x 16,55 x 3,0 m:





Para mantener el esquema mostrado más arriba sería necesario excavar 0,5 m.



Disponiendo 3 puntales HEB 320 m, separados 2,20 m, apoyados una zapata de 1,7 x 16,55 x 3,0 m y una chapa de distribución de cargas, se obtiene la siguiente valoración económica para esta solución:

UNIDAD	PARTIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
m <sup>3</sup>	Excavación de cimientos en terrenos de consistencia dura, por medios mecánicos, con carga sobre camión basculante del material sobrante, incluso transporte de tierras a vertedero, a una distancia menos de 10 km, considerando ida y vuelta, incluso canon de vertedero y p.p. de medios auxiliares.	14,07	18,02	253,50
m <sup>3</sup>	Hormigón HA-30/B/20/IIa fabricado en central con Distintivo de calidad Oficialmente Reconocido (D.O.R.), y vertido con bomba, para formación de losa maciza.	84,41	119,33	10.072,05
kg	Acero UNE-EN 10080 B 500 S para elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y montaje en losa maciza	6.752,40	1,59	10.736,32
kg	Suministro y colocación de acero laminado tipo S275 JR en estructuras (pilares, vigas, cerchas, etc.) según peso teórico incluso parte proporcional de despuntes, soldadura, montaje, dos manos de pintura antioxidante. Totalmente terminado.	1.524,00	2,24	3.413,76
kg	Suministro y colocación de acero laminado tipo S 275 JR, en chapas cortadas y preparadas para placas de anclaje o de apoyo sobre hormigón de fábrica, incluso barras de anclaje, recibido, nivelación y parte proporcional de pintura antioxidante, recortes y material de soldadura.	211,95	2,14	453,57
m <sup>3</sup>	Carga, transporte y descarga a vertedero, fuera de la obra, para distancias entre 10 y 30 km y por cualquier medio, de los productos resultantes de excavaciones o demoliciones, medido sobre perfil sin incluir canon de vertedero.	14,07	13,93	195,96
			TOTAL ESTIMADO:	25.125,15

A la vista de los resultados obtenidos, se observa la necesidad de una zapata de grandes dimensiones para apoyo de los puntales, la cual habría que ejecutar en la ladera de roca, por lo que se considera inviable la solución de un apuntalamiento de una zona del muro. Por otra parte, dado que el muro es de mampostería, para que el funcionamiento del puntal fuese correcto, la cementación entre los

mampuestos debería ser buena ya que, en caso contrario, podrían desprenderse partes del muro y llevar a un problema de estabilidad general del mismo. Esta situación se podría mejorar colocando un chapón de reparto, que cubriese la superficie del muro en la que se apoyasen los puntales. No obstante, dada la incertidumbre en el funcionamiento del muro existente y la cimentación necesaria para la colocación de los puntales, **se desestima esta alternativa.**

### 12.7.2. Alternativa 2: Red de cables+Malla+Bulonaje

Se plantea un sistema de estabilización mediante membrana (tipo Malla de Alambre Reforzada o equivalente con igual soporte unitario y FS) la cual ofrezca un soporte unitario de hasta 30 kN/m<sup>2</sup> para un FS > 1,67. Membrana formada por un alambre de 3 mm de acero de alto límite elástico (1770- 2020 N/mm<sup>2</sup>) de forma romboidal (dimensiones del rombo 83x143 mm), con una resistencia la punzonamiento de 180 KN y una resistencia a tracción directa de 150 KN/m. Se instalará lo más ceñidamente posible a la superficie de la ladera o talud de desmonte-muro. Las bandas de malla que se obtienen al extender los rollos se unirán verticalmente mediante grapa especial de acero o mediante cable de acero de 8 mm de diámetro. La malla estará anclada y adosada al terreno mediante anclajes de barras de acero autorroscables tipo GEWI de diámetro 40 mm distribuidos a tresbolillo, en líneas longitudinales espaciadas en sentido vertical Sy = 2,5 m y espaciados horizontalmente en cada línea Sx = 5 m (un anclaje cada 12,5 m<sup>2</sup>) colocados preferiblemente en zonas deprimidas del talud-muro. La longitud de anclaje estará en general entre 6 y 8 m, se definirá en cada emplazamiento y dependerá de las condiciones geotécnicas del mismo. La lechada de cemento para las inyecciones deberá garantizar una resistencia mínima de 30 N/mm<sup>2</sup>, ejecutada mediante el sistema de inyección IU. Estará sujeta en el perímetro por un cable que se fijará a anclajes flexibles de doble cable espiral GA 7001, Tipo II-III, de diámetro 14,5-18,5 mm (extremos de coronación y pie).

Se procede a la justificación analítica del sistema para unas hipótesis de partida, posteriormente se emplearán métodos de equilibrio límite:

#### a) Soporte requerido en función de la geometría de los bloques inestables-posible masa deslizada.

En estos sectores se han detectado bloques del muro y ladera inestables, con una geometría tipo de:

$$1,00 \text{ m} \cdot 1,00 \text{ m} \cdot 0,50 \text{ m} \approx 0,50 \text{ m}^3$$

Para una densidad del material de 2,6 t/m<sup>3</sup> del lado de la seguridad para los ortogneises, se tiene un peso del bloque, material movilizado de 0,50 m<sup>3</sup> · 2,6 t/m<sup>3</sup> ≈ 1,3 t

De modo que el esfuerzo repartido sobre el talud sería:

$$1,3 \text{ t} / (1,00 \text{ m} \cdot 0,50 \text{ m}) \approx 2,60 \text{ t/m}^2 \approx 26,0 \text{ kN/m}^2$$

#### b) Revisión de la membrana

Datos: red de cables con una resistencia a tracción directa 150 kN/m

patrón de anclajes 5·2,5m (12,5 m<sup>2</sup>)

$$\text{FS} = 1,67$$

$$1/FS = 1/1,67 = 0,6$$

$$Q_{serv\_red} = (150 \cdot 5 \cdot 0,6) / 5 \cdot 2,5 = 35,93 \text{ kN/m}^2 > 30 \text{ kN/m}^2; \text{ correcto-cumple}$$

c) *Revisión del diámetro de la barra de anclaje*

Datos: barra tipo Gewi o equivalente 40mm

patrón de anclajes 5-2,5m (12,5 m<sup>2</sup>)

$$FS = 1,67$$

$$1/FS = 1/1,67 = 0,6$$

$$T_{serv\_barra \phi 40} = 202 \cdot \pi \cdot 500 \cdot 10^{-3} \cdot 0,6 = 377 \text{ kN}$$

$$Q_{serv\_barra \phi 40} = 377 / 12,5 = 30,16 \text{ kN/m}^2 > 30 \text{ kN/m}^2; \text{ correcto-cumple}$$

d) *Revisión de la longitud de la barra de anclaje*

$$L_{min} = T_{serv\_barra \phi 40} / \pi \cdot D \cdot \tau_u$$

D = diámetro de perforación => 89mm

$\tau_u$  = Resistencia media al arrancamiento (300-1000 kN/m<sup>2</sup>) => 400 kN/m<sup>2</sup>

$$L_{min} = 377 / \pi \cdot 0,089 \cdot 400 = 3,37 \text{ m}$$

$L_{propuesta \text{ barra } \phi 40} = 12 \text{ m}$  (se propondrá en pliego de 8-12 m, en función de la ubicación del bulón de cabecera a pie de talud-muro, siendo en todos los casos la longitud del bulbo-adherencia en roca de 6 m según perfiles geológico-geotécnicos, a confirmar en ejecución de obra).

$$FS = 6 / 3,37 = 1,78 ; \text{ correcto-cumple}$$

En la siguiente figura se adjunta un esquema tipo del tratamiento.

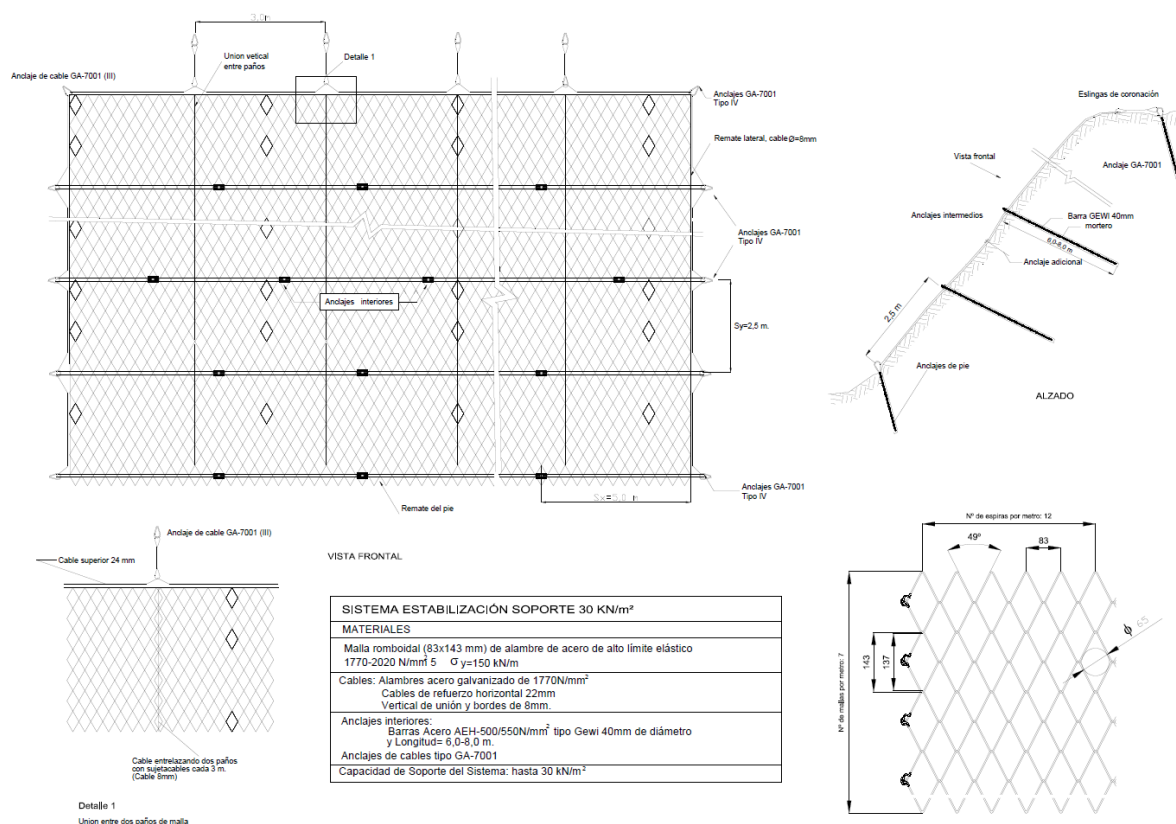


Figura 81.- Esquema, sección-tipo del tratamiento de redes de cables+mallas+bulones.

Se ha comprobado el sistema propuesto, empleando el modelo de cálculo establecido en apartados anteriores, y aplicando una fuerza equivalente de sostenimiento de 30 kN/m² en el frente del muro-ladera, obteniéndose Factores de Seguridad que garantizarían desde el punto de la estabilidad global una situación provisional-temporal como la correspondiente a las sobrecargas puntuales de las grúas ( $FS > 1,3$ ).

Se recogen en la siguiente tabla y figuras los resultados obtenidos.

CASO	DESCRIPCIÓN	F.S. REQUERIDO	F.S. CALCULADO
06_SITUACIÓN PROYECTADA_SOBRECARG AS_REDES	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Análisis de estabilidad global.</li> <li>· Rotura de geometría circular.</li> <li>· Modelo con escollera, en el cual la plataforma soporta una sobrecarga uniformemente repartida de 3 t/m<sup>2</sup>, correspondiente al tránsito de los equipos pesados tipo grúa (sobre sus ruedas).</li> <li>· Tratamiento de estabilización consistente en red de cables+mall+bulonaje.</li> </ul>	1,3	1,781
07_SITUACIÓN PROYECTADA_SOBRECARG A GRUA_REDES	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Análisis de estabilidad global.</li> <li>· Rotura de geometría circular.</li> <li>· Modelo con escollera, en el cual la plataforma soporta una sobrecarga de la pata de la grúa más desfavorable repartida sobre placas de 2x2 m, siendo la carga de trabajo de 1,275 kp/cm<sup>2</sup>.</li> <li>· Tratamiento de estabilización consistente en red de cables+mall+bulonaje.</li> </ul>	1,3	1,337



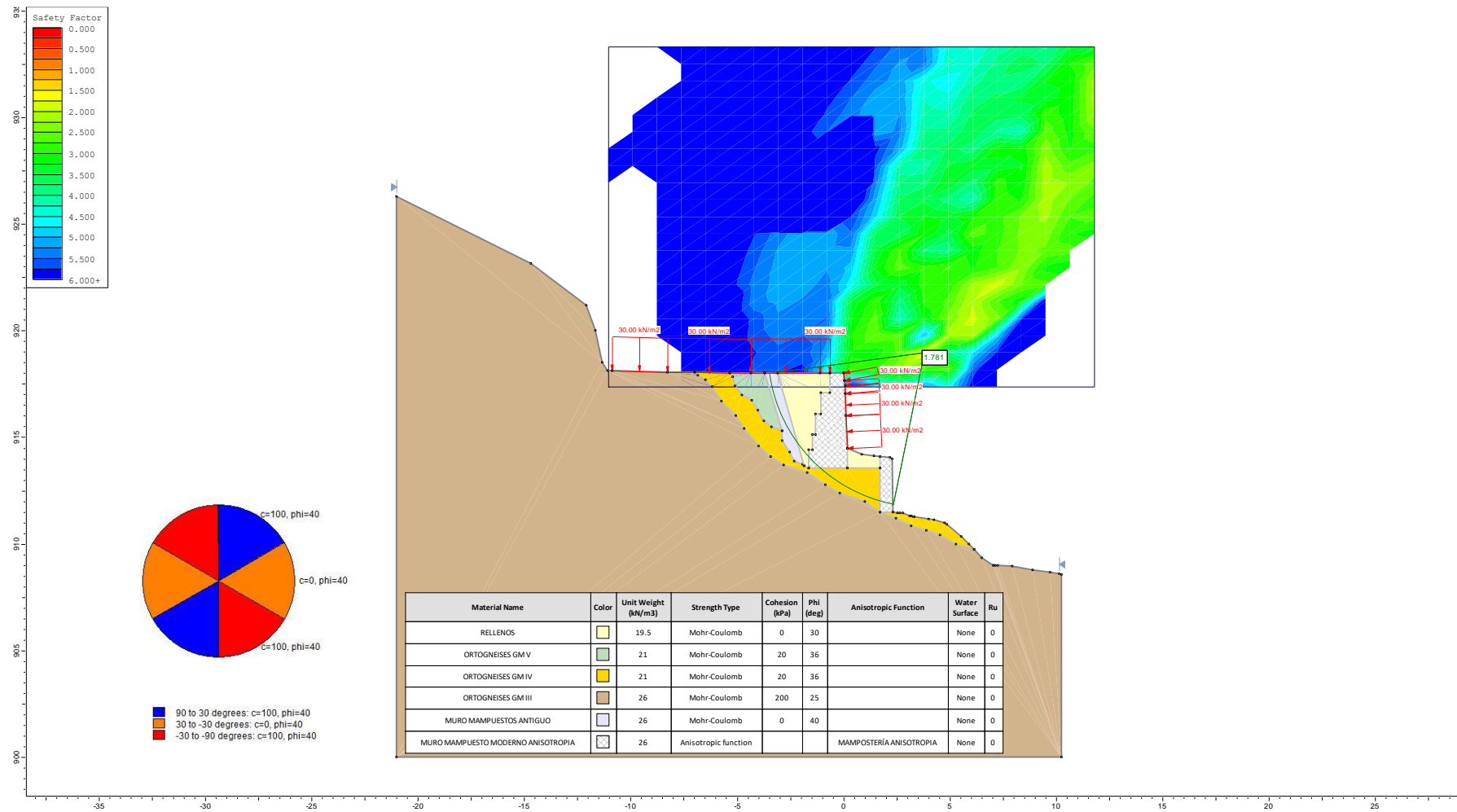


Figura 82.- Caso 06\_SITUACIÓN PROYECTADA\_SOBRECARGAS\_REDES.

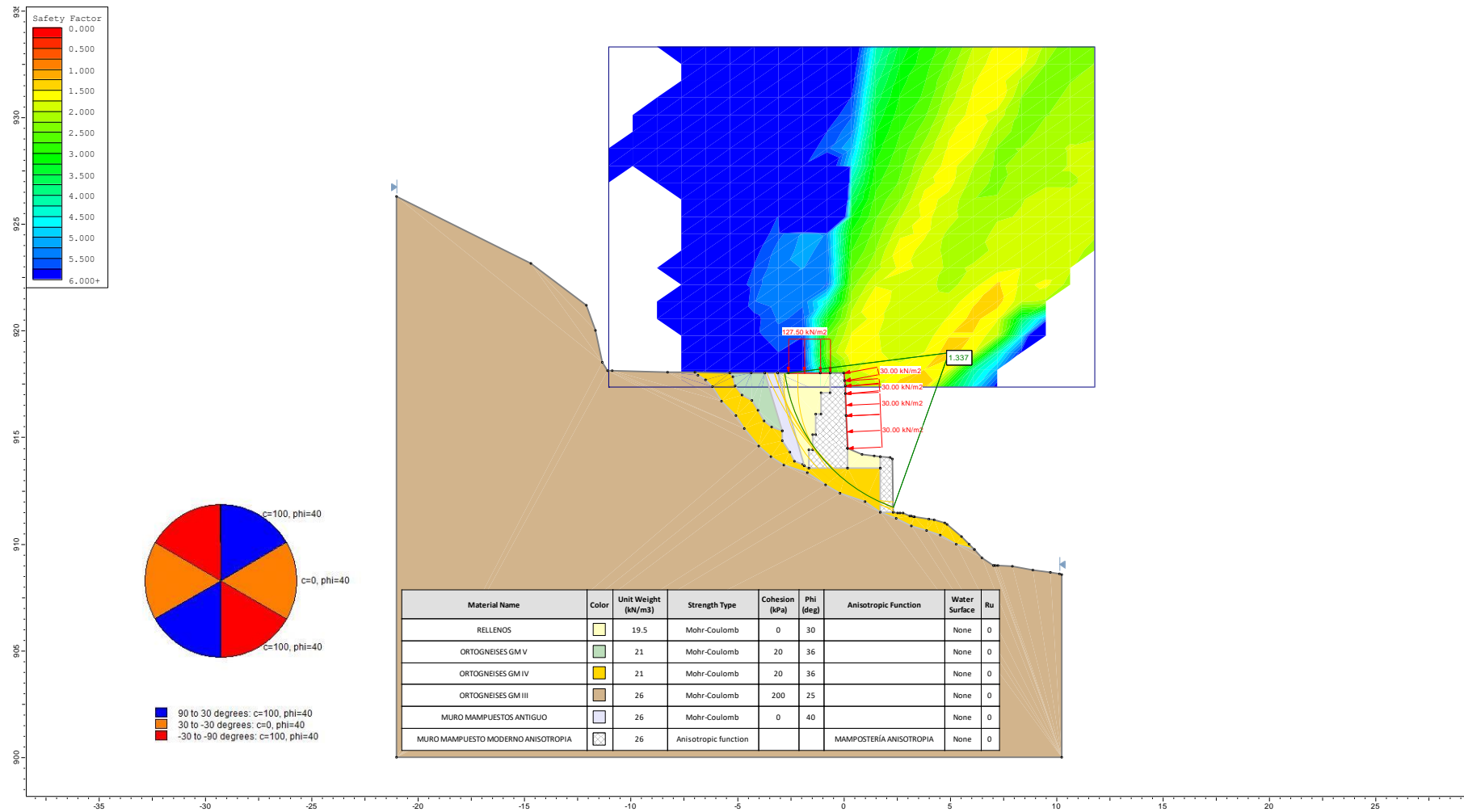


Figura 83.- Caso 07\_SITUACIÓN PROYECTADA\_SOBRECARGA GRUA\_REDES.

Se ha realizado una estimación económica del tratamiento que se recoge en la siguiente tabla.

UNIDAD	PARTIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
m <sup>2</sup>	Sistema de estabilización mediante membrana (tipo Malla de Alambre Reforzada o equivalente) la cual ofrezca un soporte unitario de hasta 30 kN/m <sup>2</sup> para un FS > 1,67. Membrana formada por un alambre de 3 mm de acero de alto límite elástico (1770-2020 N/mm <sup>2</sup> ) de forma romboidal (dimensiones del rombo 83x143 mm), con una resistencia a punzonamiento de 180 KN y una resistencia a tracción directa de 150 KN/m. La membrana llevará una protección anticorrosiva supercoating. Se instalará lo más ceñidamente posible a la superficie de la ladera o talud de desmonte. Las bandas de malla que se obtienen al extender los rollos se unirán verticalmente mediante grapa especial de acero o mediante cable de acero de 8mm de diámetro. La malla estará anclada y adosada al terreno mediante anclajes de barras de acero autorroscables tipo GEWI de diámetro 40 mm distribuidos a tresbolillo, en líneas longitudinales espaciadas en sentido vertical Sy = 2,5 m y espaciados horizontalmente en cada línea Sx = 5 m (un anclaje cada 12,5 m <sup>2</sup> ) colocados preferiblemente en zonas deprimidas del talud. La longitud de anclaje estará en general entre 6 y 8 m, se definirá en cada emplazamiento y dependerá de las condiciones geotécnicas del mismo. Estará sujeta en el perímetro por un cable que se fijará a anclajes flexibles de doble cable espiral GA 7001, Tipo II-III, de diámetro 14,5-18,5 mm (extremos de coronación y pie). Coste de suministro de material, instalación de red, con perforación de todos los bulones y tesado de cables, totalmente terminados.	95,80	72,50	6.945,50
<b>TOTAL ESTIMADO:</b>				6.945,50

Esta solución se desestima, ya que si bien garantiza la estabilidad global de la ladera-muro en situación temporal a modo de un talud, conlleva que para trabajar se produzca una cierta deformación-movilización del terreno, lo que no resulta recomendable en este caso, que se produjeran deformaciones y movimientos en la grúa durante el proceso de izado de las pasarelas, maquinaria, etc., siendo la principal finalidad de estos tratamientos evitar el desprendimiento y caída de materiales al pie del talud.

### 12.7.3. Alternativa 3: Gunitado+Mallazo+Bulonaje+Drenes

Se propone un doble mallazo + gunitado (5+10+5 cm) + bulones activos fi 25 mm en malla de 2,25 m<sup>2</sup>, 1,5 (Horizontal) x 1,5 (Vertical) m y L= 12 m + drenes en malla 3x3 m y L= 2 m. Estos bulones al ser activos y permanentes, se tesarán al 60% de su Límite Elástico (nunca menos del 50%), así, para bulones tipo GEWI fi 25, su Límite Elástico se sitúa en 25 t, siendo su tesado al 60%, un valor de aproximadamente 15 t el que habría que aplicar.

Para realizar el cálculo, es necesario conocer las características técnicas de los materiales que componen las distintas soluciones, la gunita, bulones, mechas drenantes, para así poder definir correctamente unos parámetros de cálculo ajustados al modelo Mohr-Coulomb.

#### Características técnicas de la Gunita

La gunita es una masa constituida por árido/arena, cemento y agua. En este caso, la gunita será un hormigón proyectado con mortero tipo GUNITE D-400, cemento CEM I-42,5 N y los aditivos necesarios que se requieran.

La mezcla de hormigón proyectado utilizada debe presentar una resistencia característica a la compresión a los 28 días no inferior a 210 Kg/cm<sup>2</sup>, aplicándose el proceso de mezcla en seco (vía seca).

El principal motivo de la elección es la dificultad de acceso a la zona, debido a que las obra se encuentran dentro de la zona final del camino de acceso al azud. El equipo es menos voluminoso, de mantenimiento sencillo, alimentación mediante tolvas y evita la entrada continua de camiones hormigoneras.

El proceso de mezcla en seco consistirá en un mezclado intensivo a máquina de los materiales sólidos, transporte de estos materiales por medio de aire comprimido hasta una boquilla especial e introducción del agua a través de dicha boquilla. A continuación, la mezcla se proyectará a alta velocidad con un chorro de aire desde esta boquilla sobre la superficie a gunitar.

Una proporción de mezcla que puede utilizarse para la gunita es la siguiente:

<u>Materiales</u>	<u>Peso por m<sup>3</sup> de hormigón proyectado mezclado (Kg)</u>
Agua	166
Cemento I 42,5 N	416
Áridos combinados	1.700
Microfibras de polipropileno	1,2

$$a/c < 0,4$$

#### Características técnicas de la Mallas electrosoldadas

Las mallas electrosoldadas a emplear serán del tipo B 500 S de acuerdo a la Instrucción E.H.E. vigente, siendo sus dimensiones de 150x150x8 mm, para el hormigón proyectado. Las mallas irán solapadas como mínimo una cuadrícula con las mallas contiguas.

#### Características técnicas de los Bulones

El anclaje a emplear será de acero y estará formado por barras tipo GW BST-500, tuercas tipo GW 25 mm y contratuercas tipo GW 25 mm. Su longitud y empotramiento no será inferior a 12 m (se propondrá entre 8 y 12 m en función de la ubicación del bulón de cabecera a pie de talud-muro, siendo en todos los casos la longitud del bulbo-adherencia en roca de 6 m según perfiles geológico-geotécnicos, a confirmar en ejecución de obra) y estarán colocados con una separación variable entre ellos según zona.

#### Características técnicas de las tuberías de drenaje

La tubería a colocar para el drenaje del talud será de PEAD de Ø 80 mm con ranuras de 2 mm de espesor en 2/3 partes del desarrollo de la misma, se colocarán a una distancia entre ellas de 3 m. aproximadamente, correspondiendo un drenaje cada 9 m<sup>2</sup> de talud aproximadamente. La longitud de estos mechinales será de 2 m. aproximadamente y su terminación deberá de ser en pico de flauta.

Así, a partir de las características técnicas de la gunita, bulones y malla electrosoldada, bibliografía consultada y experiencia en proyectos similares, se ha adoptado un modelo soil nailing en el programa de equilibrio límite slide, incluyéndose seguidamente los resultados obtenidos.

A continuación, se presenta una sección tipo de la solución propuesta.

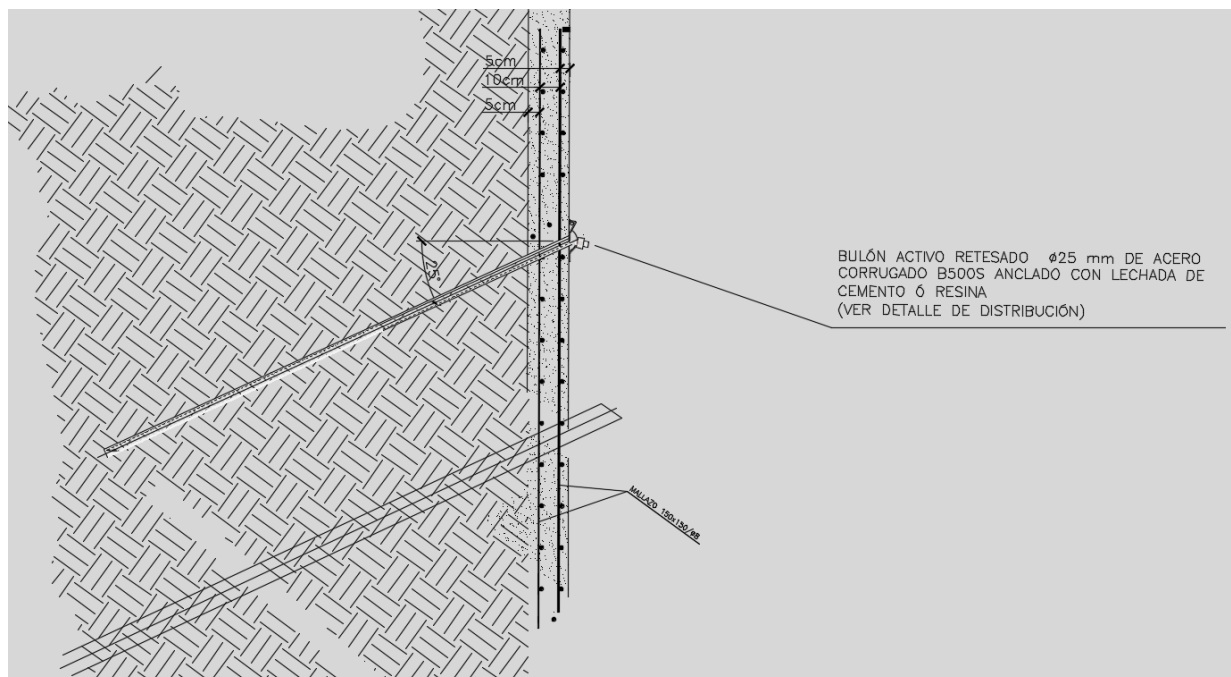


Figura 84.- Esquema, sección-tipo del tratamiento de gunitado+mallazo+bulonaje+drenes.

Se recogen en la siguiente tabla y figuras los resultados obtenidos.

CASO	DESCRIPCIÓN	F.S. REQUERIDO	F.S. CALCULADO
08_SITUACIÓN PROYECTADA_SOBRECARG AS_BULONES GUN MALL	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Análisis de estabilidad global.</li> <li>· Rotura de geometría circular.</li> <li>· Modelo con escollera, en el cual la plataforma soporta una sobrecarga uniformemente repartida de 3 t/m<sup>2</sup>, correspondiente al tránsito de los equipos pesados tipo grúa (sobre sus ruedas).</li> <li>· Tratamiento de estabilización consistente en gunitado+mallazo+bulonaje.</li> </ul>	1,3	2,294
09_SITUACIÓN PROYECTADA_SOBRECARG A GRUA_BULONES GUN MALL	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Análisis de estabilidad global.</li> <li>· Rotura de geometría circular.</li> <li>· Modelo con escollera, en el cual la plataforma soporta una sobrecarga de la pata de la grúa más desfavorable repartida sobre placas de 2x2 m, siendo la carga de trabajo de 1,275 kp/cm<sup>2</sup>.</li> <li>· Tratamiento de estabilización consistente en gunitado+mallazo+bulonaje.</li> </ul>	1,3	1,540



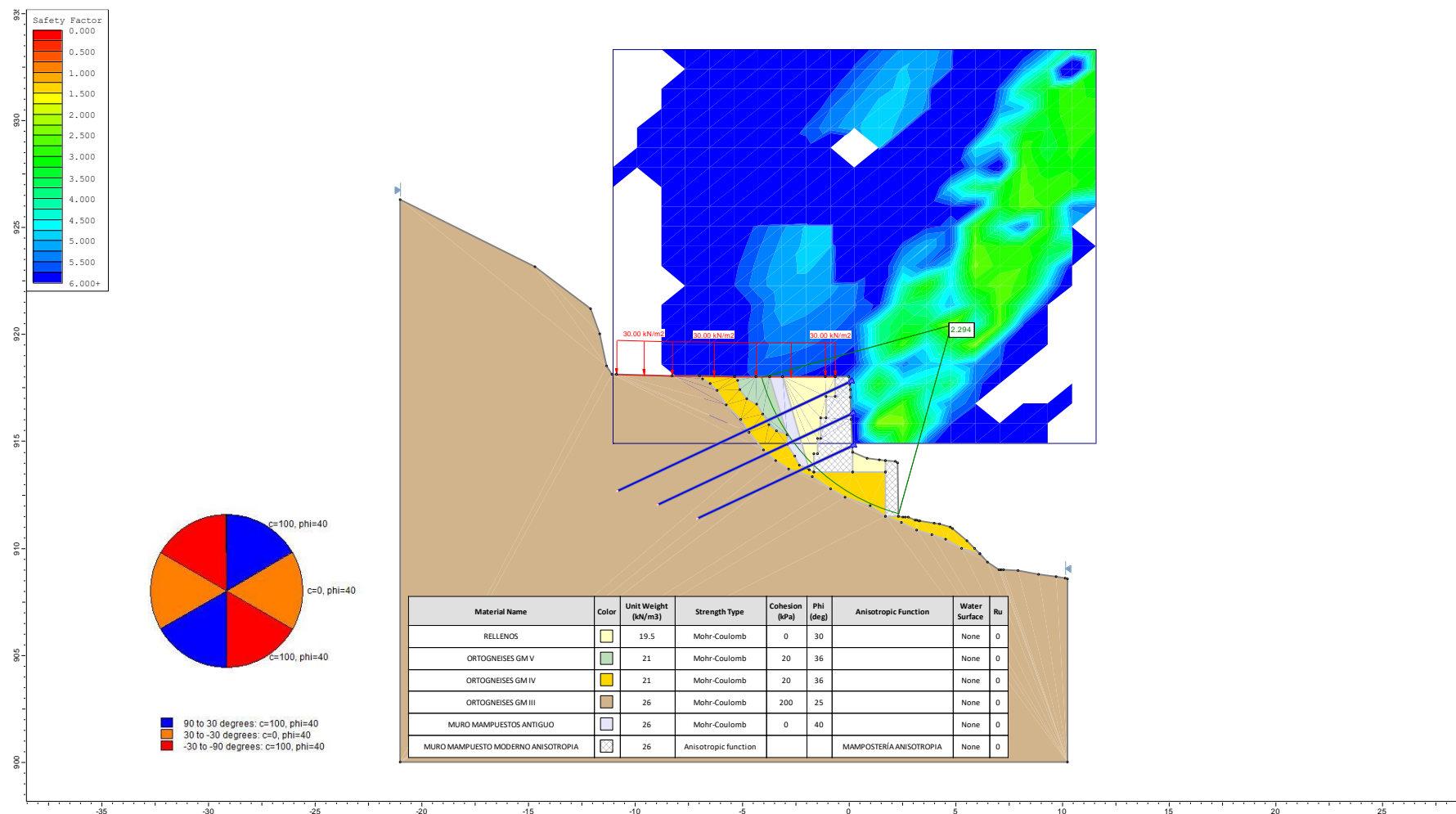


Figura 85.- Caso 08\_SITUACIÓN PROYECTADA\_SOBRECARGAS\_BULONES GUN MALL.

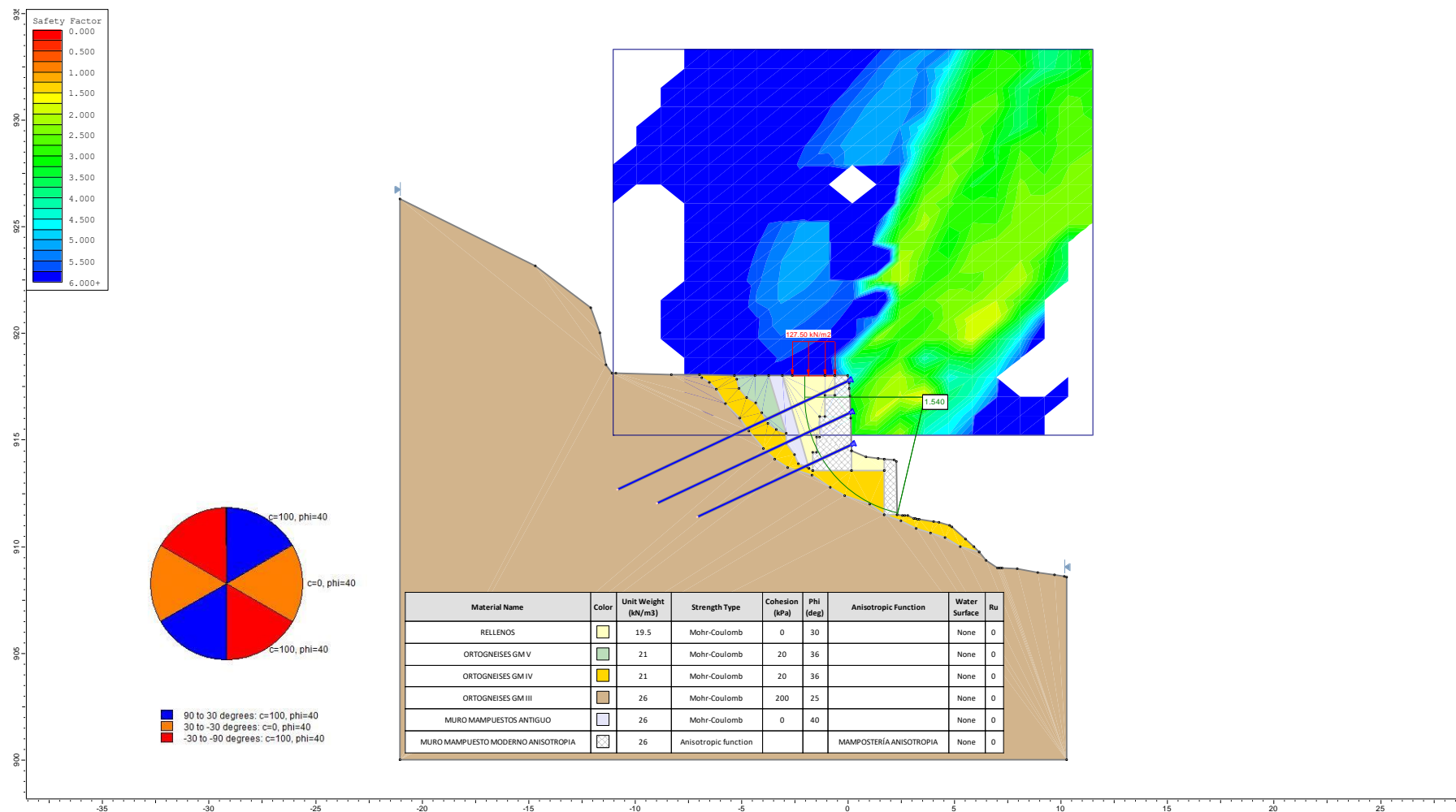


Figura 86.- Caso 09\_SITUACIÓN PROYECTADA\_SOBRECARGA GRUA\_BULONES GUN MALL.

Se ha realizado una estimación económica del tratamiento que se recoge en la siguiente tabla.

UNIDAD	PARTIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
m <sup>2</sup>	Malla electrosoldada de 15x15 y barras d=08 mm. de 6x2,2 Suministro y colocación de doble mallazo de acero electrosoldado B-500S, de límite elástico 510N/mm <sup>2</sup> , con barras de ø8 mm., formando cuadrícula de 15x15 cm. Incluso parte proporcional de recortes, atados, grifados, tronzados, montaje en taller, transporte, elevación y colocación. Totalmente acabado.	95,80	52,60	5.039,08
m	Bulón activo para protección de taludes de 25 mm de diámetro, tesado, colocado en estabilización de taludes, i/perforación del taladro, inyección con cemento de alta resistencia inicial y tesado del bulón con llave dinamométrica.	510,93	125,00	63.866,67
ud	Mechinal de 2 m. de longitud de tubo PEAD. Mechinal de 2 metros de longitud de tubo PEAD de 80 mm ranurado de simple pared Incluido fieltro de geotextil de poliester de 150 gr/m2 que envolverá los mechinales. La inclinación no será inferior a 5º. La terminación final será en forma de pico flauta.	10,64	88,86	945,87
m <sup>2</sup>	Hormigón Projectado en seco de espesor medio / planos Hormigón Projectado en seco de espesor medio / según planos y espesor mínimo de 20 cm.	95,80	71,19	6.820,01
<b>TOTAL ESTIMADO:</b>				<b>76.671,63</b>

Se trata de una solución que resuelve de forma definitiva la problemática del talud-muro con inestabilidades y la situación temporal de la grúa en la cabecera del talud, si bien se traducirá en fuerte impacto ambiental-visual, por el paramento resultante de hormigón en bruto proyectado. Adicionalmente, debe tenerse en cuenta el despliegue de materiales y maquinaria para la ejecución de este tratamiento que, por otra parte, transmitiría cargas al muro sin haber sido reforzado, lo que no se considera aconsejable.

#### 12.7.4. Alternativa 4: Pantalla de micropilotes

Esta alternativa consiste en ejecutar una pantalla de micropilotes paralela a la posición del muro actual, que será tanto más efectiva cuanto más próxima al muro existente se ejecute. Consistiría en la perforación de micropilotes desde la superficie, empotrados en la roca, y atados en cabeza por una viga de coronación. Esta solución necesita, en las secciones de máxima altura de, al menos, un elemento de arriostamiento en coronación, para poder garantizar su estabilidad. Este arriostamiento podría ser mediante anclajes, que fijarían la pantalla desde la viga de coronación hasta la roca, o mediante la disposición de un elemento tipo "muerto" en el trasdós de la pantalla.

La primera de las opciones obligaría a desmontar parcialmente los primeros metros del muro existente y dejar al descubierto la pantalla de micropilotes para ejecutar los anclajes y realizar la correspondiente viga de reparto. Esta demolición debería de llevarse a cabo a lo largo de más de la mitad del muro a proteger. Presenta, además los inconvenientes constructivos debidos a la ejecución de los anclajes desde la plataforma, mediante jaula colgada o similar.

La solución podría consistir en una pantalla de micropilotes de 150 mm de diámetro de perforación con tubería interior de acero de 88,9mm y 7 mm de espesor, con separación de 0,20 m entre ejes. Los anclajes serían activos de barra de ø25 mm y pretensados a 5t, anclados a la roca con una longitud de bulbo mínima de 3,00 m. Los anclajes serán de tipo permanente por lo que deberán dimensionarse todos los elementos necesarios para asegurar la protección frente a la corrosión, tanto de la barra como de la placa y cabeza del anclaje.

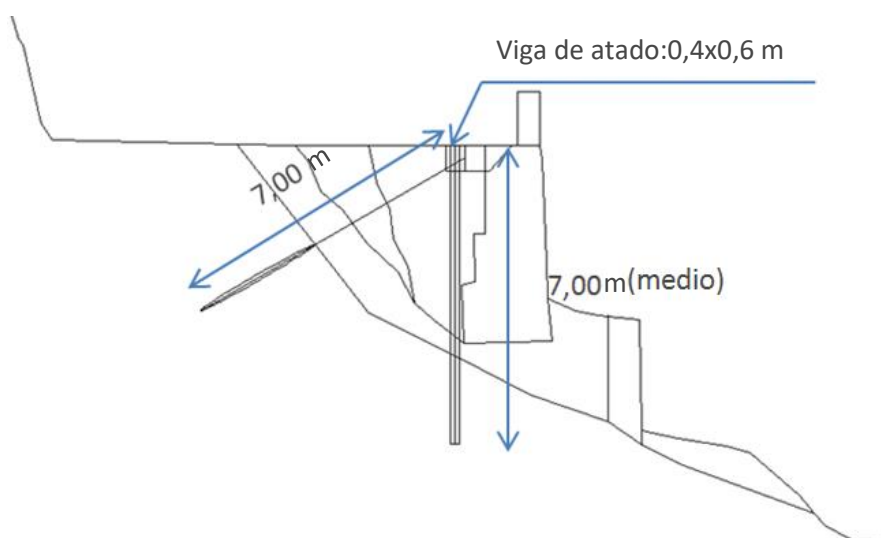


Figura 87.- Croquis en alzado de la solución de pantalla de micropilotes anclada.

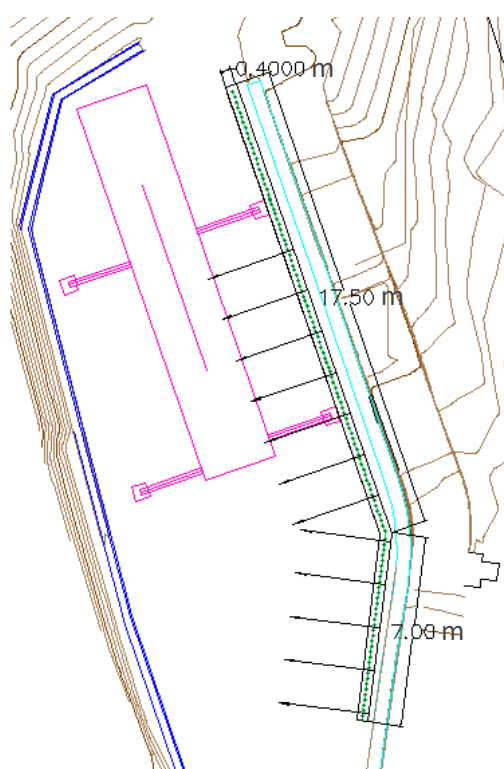


Figura 88.- Croquis en planta de la solución de pantalla de micropilotes anclada.

Se recoge en la siguiente figura la comprobación de la pantalla de micropilotes propuesta:

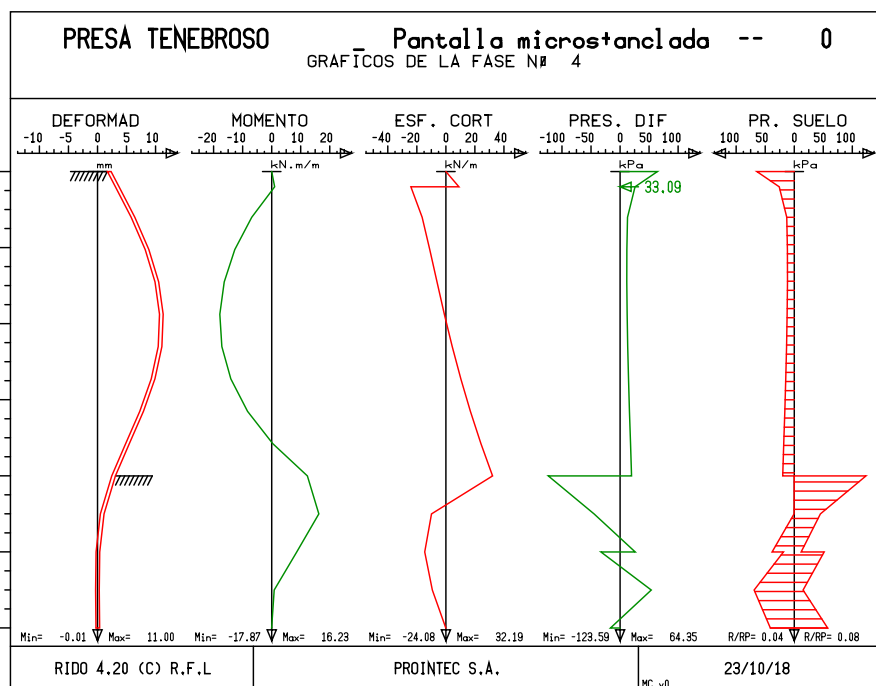


Figura 89.- Comprobación pantalla de micropilotes de 150 mm

Se ha realizado una estimación económica del tratamiento que se recoge en la siguiente tabla.

UNIDAD	PARTIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
m <sup>3</sup>	Excavación a cielo abierto, por medios mecánicos, en terreno de transición entre medio y duro (suelo con golpeo en el ensayo SPT entre 30 y 50 golpes / 30 cm), medido sobre perfil.	10,32	3,00	30,96
m	Micropilote fabricado "in situ" de diámetro exterior de 150 mm, armado con tubo de acero de 89,00 mm de diámetro interior, de 7,00 mm de espesor, incluso parte proporcional de transporte de equipo mecánico, trabajos auxiliares. Totalmente terminado.	865,00	87,88	76.016,20
m	Anclaje permanente de barra 25 mm (IU)	70,00	80,85	5.659,50
m <sup>3</sup>	Suministro y puesta en obra de hormigón HA-30/B/20/IIa o HP-30/B/20/IIb, elaborado en central y vertido desde camión en elementos horizontales de estructura (cimentaciones, soleras, vigas, etc.), incluso compactación, vibrado, curado y acabado. Según EHE vigente.	6,00	98,31	589,86
kg	Suministro y colocación de acero para armaduras en barras corrugadas B 500 S, incluso cortado, doblado y recortes, según peso teórico.	540,00	0,97	523,80
m <sup>3</sup>	Carga, transporte y descarga a vertedero, fuera de la obra, para distancias entre 10 y 30 km y por cualquier medio, de los productos resultantes de excavaciones o demoliciones, medido sobre perfil sin incluir canon de vertedero.	10,32	13,93	143,76
TOTAL ESTIMADO:				82.964,08

Una alternativa a la pantalla anclada sería la disposición de una doble fila de micropilotes, de manera que una de ellas actúe como elemento "anclador" a la roca. Esta opción mejora la solución anterior al permitir su ejecución completa directamente desde la plataforma, aunque posiblemente fuera necesaria



la demolición parcial del pretil. Como contrapartida, la viga de atado será de mayores dimensiones por lo que su posición y la excavación para su ejecución deberá estudiarse con detenimiento para no afectar a los metros superiores de la coronación del muro.

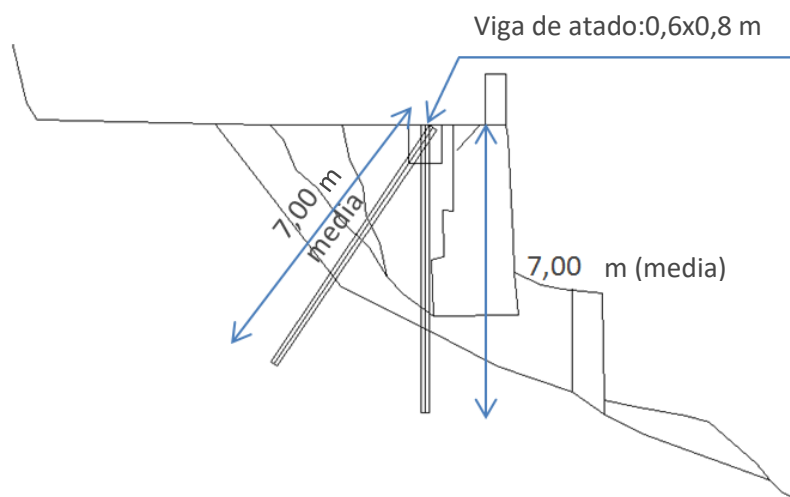


Figura 90.- Croquis en alzado de la solución de pantalla de micropilotes doble-anclada.

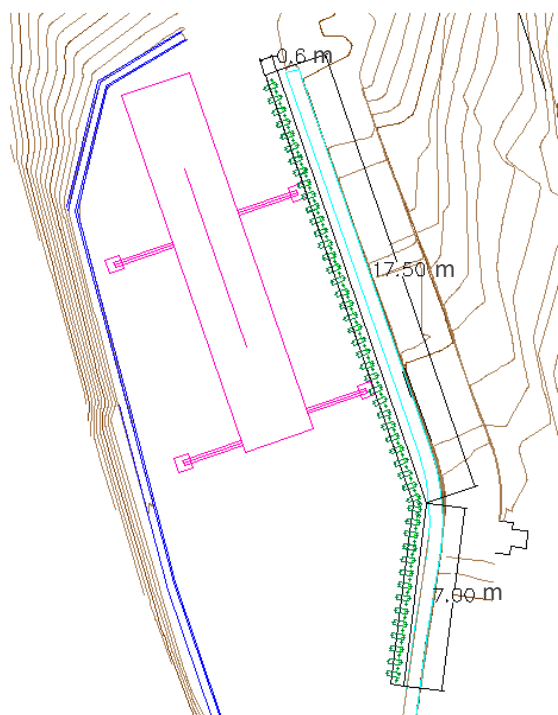


Figura 91.- Croquis en planta de la solución de pantalla de micropilotes doble-anclada.

El prediseño consistiría en 1 fila de micropilotes verticales de 185 mm de diámetro de perforación y tubería de acero de 88,9 mm de diámetro exterior y espesor 7 mm, con separación de 0,40 m entre ejes. La 2ª fila se dispondría al tresbolillo con la primera, con una inclinación de 55-60 ° con respecto a la

horizontal y las mismas características. La profundidad alcanzará como mínimo los 2,00m de empotramiento en la roca sana.

Se recoge en la siguiente figura la comprobación de la doble pantalla de micropilotes propuesta:

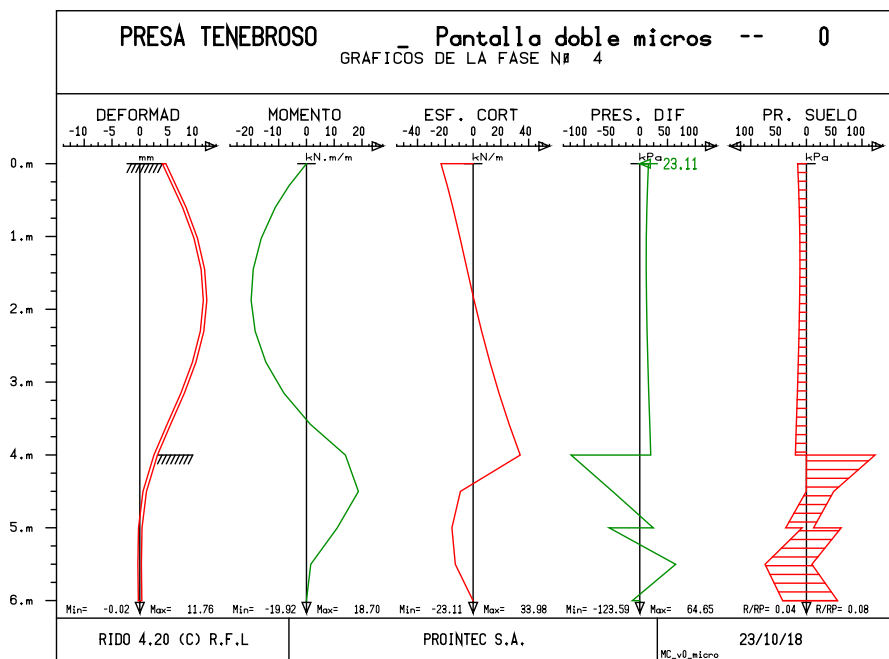


Figura 92.- Comprobación de la doble pantalla de micropilotes de 185 mm

Se ha realizado una estimación económica del tratamiento que se recoge en la siguiente tabla.

UNIDAD	PARTIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
m <sup>3</sup>	Excavación a cielo abierto, por medios mecánicos, en terreno de transición entre medio y duro (suelo con golpeo en el ensayo SPT entre 30 y 50 golpes / 30 cm), medido sobre perfil.	25,00	3,00	75,00
m	Micropilote fabricado "in situ" de diámetro exterior de 185 mm, armado con tubo de acero de 89,00 mm de diámetro interior, de 7,00 mm de espesor, incluso parte proporcional de transporte de equipo mecánico, trabajos auxiliares. Totalmente terminado.	692,00	98,87	68.418,04
m <sup>3</sup>	Suministro y puesta en obra de hormigón HA-30/B/20/IIa o HP-30/B/20/IIb, elaborado en central y vertido desde camión en elementos horizontales de estructura (cimentaciones, soleras, vigas, etc.), incluso compactación, vibrado, curado y acabado. Según EHE vigente.	25,00	98,31	2.457,75
kg	Suministro y colocación de acero para armaduras en barras corrugadas B 500 S, incluso cortado, doblado y recortes, según peso teórico.	2.500,00	0,97	2.425,00
m <sup>3</sup>	Carga, transporte y descarga a vertedero, fuera de la obra, para distancias entre 10 y 30 km y por cualquier medio, de los productos resultantes de excavaciones o demoliciones, medido sobre perfil sin incluir canon de vertedero.	25,00	13,93	348,25
TOTAL ESTIMADO:				73.724,04

Estas soluciones, tanto la pantalla anclada, como la doble fila de micropilotes, permitirían absorber los sobreempujes debidos a la grúa, siempre que la pantalla se sitúe por delante de los apoyos, además de servir de cosido de posibles superficies de rotura o inestabilidad a través del relleno del muro o en las superficies de transición, actualmente no confirmadas. Sin embargo, esta solución no garantiza la integridad del muro de mampostería existente, e incluso es posible que su ejecución pudiera provocar la inestabilidad de algunos mampuestos escasamente soldados, al tener que ejecutar la pantalla muy cerca del trasdós del muro.

La opción de anclaje mediante un elemento tipo "muerto" en su trasdós, se desestima por considerarse poco efectiva técnicamente y económicamente desfavorable.

#### 12.7.5. Alternativa 5: Cimentación profunda de los apoyos de la grúa

Esta alternativa consiste en realizar una cimentación profunda bajo los apoyos de las dos patas de la grúa que se dispondrán más próximas al borde del muro, de manera que las sobrecargas ejercidas se transmitan directamente al sustrato sin afectar al muro existente. Los otros dos apoyos se suponen apoyados directamente en la roca, por lo que no sería necesario realizar ninguna actuación particular a excepción de la disposición habitual de una placa de reparto bajo cada apoyo.

Realizando una estimación preliminar en base únicamente a las cargas verticales, se tendría:

Carga Vertical grúa: 510 kN

Peso encepado:  $2,00 \times 2,00 \times 0,4 \times 25 = 40$  kN

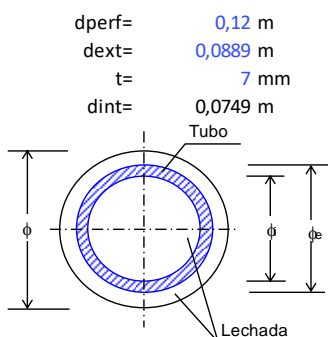
Factor de mayoración de cargas: 1,5

$N_d = (510 + 40) \times 1,5 = 825$  kN

Axil de compresión por micropilote (4 micropilotes):  $N_c, E_d \approx 825 / 4 = 206,25$  kN

Resistencia máxima a compresión de los micropilotes:  $N_c, R_d = 253,67$  kN > 206,25 ; ok

#### CAPACIDAD ESTRUCTURAL DE MICROPILOTES ("Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera" MFOM)



Aa=	0,0018 m <sup>2</sup>	Ape=	0,0113 m <sup>2</sup>
Ah=	0,0095 m <sup>2</sup>		
re=	1,2 mm	reducción armadura por corrosión	
Fu,c=	1	factor tipo unión	
Apr=	0,0015 m <sup>2</sup>		
fy=	550 Mpa	ya =	1,1
fk=	25 MPa	yc =	1,5
fy,d=	400,00 Mpa		
fc,d=	16,67 MPa		

<b>Compresión</b>	<b>Nc,Rd= 253,67 kN</b>	<b>Flexión</b>	<b>Mc,Rd= 18,92 kNm</b>
factor pandeo	R= 0,53 ≤ 1		clase acero: 1 o 2
	CR= 20		Wpl= 3,8E-05 m3
	Fe= 1,3		Wel= 2,8E-05 m3
<b>Tracción</b>	<b>Nt,Rd= 534,71 kN</b>	<b>Cortante</b>	<b>Vc,Rd= 270,23 kN</b>
			Vpl,Rd= 270,23 kN
			Apr= 0,0015 m2

Se estima la longitud necesaria de empotramiento en la roca de los micropilotes para que la carga de hundimiento no sea inferior al valor indicado.

$$R_{e,d} = A_{L,e} \cdot f_{e,d} + A_{p,e} \cdot q_{p,e,d}$$

donde:

$R_{e,d}$ : Resistencia de cálculo en el empotramiento en roca.

$A_{L,e}$ : Área lateral del micropilote en el empotramiento en roca.

$f_{e,d}$ : Resistencia unitaria por fuste de cálculo en el empotramiento en roca.

$A_{p,e}$ : Área de la sección recta de la punta en el empotramiento en roca.

$q_{p,e,d}$ : Resistencia unitaria por punta de cálculo en el empotramiento en roca.

CARACT. EMPOTRAMIENTO	ROCA (ortogneis)	GM ≤ III		
	$f_{e,d} =$	0,2 Mpa		
	$q_{p,e,d} =$	3,5 MPa		
	Long empotramiento (>=6D)		2,5 m	
	$R_{p,e,d} =$	39,58 kN		
	$R_{f,e,d} =$	188,50 kN		
	<b><math>R_{c,d} = R_{e,d} =</math></b>	<b>228,08 kN</b>		

Para una longitud de empotramiento de 2,5 m en roca sana de grado de meteorización GM ≤ III, se obtiene una carga de hundimiento del micropilote de 228,08 kN > Nc,Ed = 206,25 kN.

Luego, la cimentación consistiría en 4 micropilotes de 120-150 mm de diámetro con un encepado de hormigón armado de 2x2x0,4 m, por cada apoyo. Los micropilotes se ejecutarían desde la superficie de terreno actual y se extenderían hasta empotrar en el sustrato rocoso sano (GM ≤ III) una longitud de 2 a 2,5 m.

Si no se tiene certeza sobre la disposición final de la grúa en planta, se podría prever la ejecución de una losa de ancho y espesor idénticos, extendida a lo largo de la posible zona de apoyo, con una orientación más o menos paralela al muro actual (18,5 x 2,00 x 0,4 m). Se dispondrían micropilotes de 150 mm de diámetro de perforación y tubería de acero de diámetro exterior 88,9 mm y 7 mm de espesor, dispuestos en dos filas, al tresbolillo, con separación de 1,10-1,20 m entre ejes.

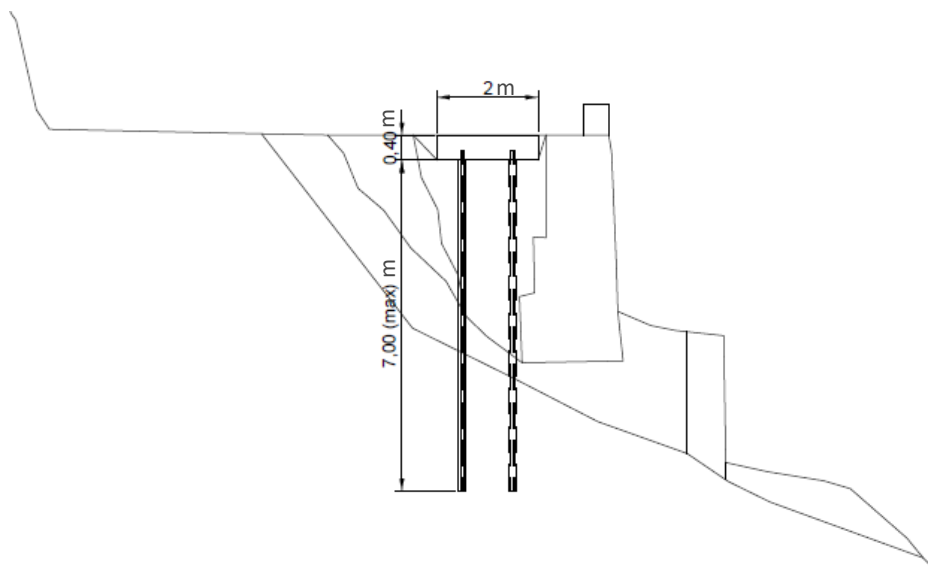


Figura 93.- Croquis en alzado de la solución de cimentación profunda de los apoyos de la grúa.

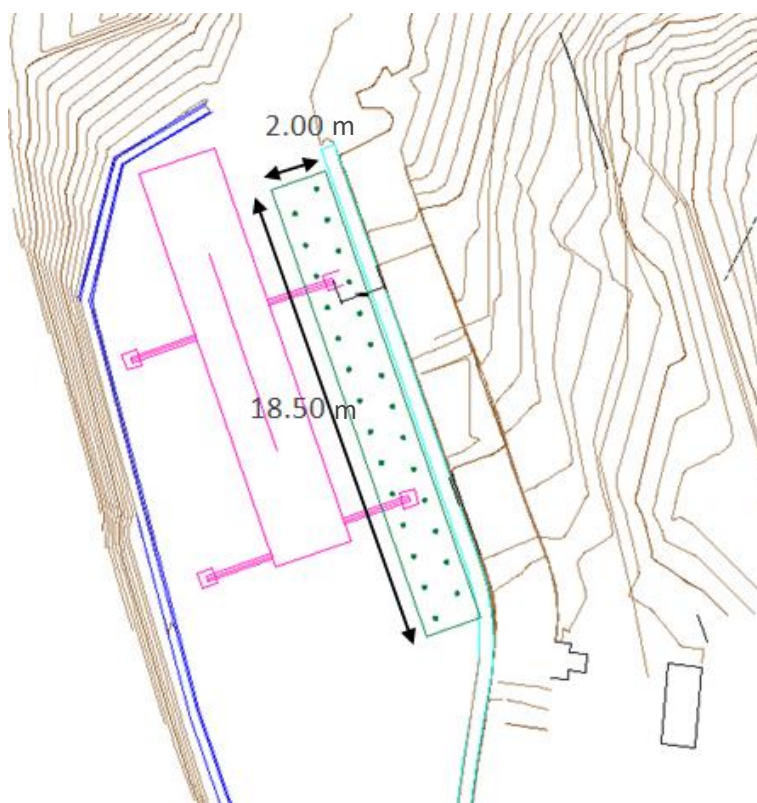


Figura 94.- Croquis en planta de la solución de cimentación profunda de los apoyos de la grúa.

Se ha realizado una estimación económica del tratamiento que se recoge en la siguiente tabla.



UNIDAD	PARTIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
m <sup>3</sup>	Excavación a cielo abierto, por medios mecánicos, en terreno de transición entre medio y duro (suelo con golpeo en el ensayo SPT entre 30 y 50 golpes / 30 cm), medido sobre perfil.	18,50	3,00	55,50
m	Micropilote fabricado "in situ" de diámetro exterior de 150 mm, armado con tubo de acero de 89,00 mm de diámetro interior, de 7,00 mm de espesor, incluso parte proporcional de transporte de equipo mecánico, trabajos auxiliares. Totalmente terminado.	188,00	87,88	16.521,44
m <sup>3</sup>	Suministro y puesta en obra de hormigón de limpieza HL-150/B/12 o HL-150/B/20, elaborado en central y vertido desde camión o bomba, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, colocado a cualquier profundidad. Según EHE vigente.	3,70	72,95	269,92
m <sup>3</sup>	Suministro y puesta en obra de hormigón HA-30/B/20/IIa o HP-30/B/20/IIb, elaborado en central y vertido desde camión en elementos horizontales de estructura (cimentaciones, soleras, vigas, etc.), incluso compactación, vibrado, curado y acabado. Según EHE vigente.	14,80	86,70	1.283,16
kg	Suministro y colocación de acero para armaduras en barras corrugadas B 500 S, incluso cortado, doblado y recortes, según peso teórico.	740,00	0,97	717,80
m <sup>3</sup>	Carga, transporte y descarga a vertedero, fuera de la obra, para distancias entre 10 y 30 km y por cualquier medio, de los productos resultantes de excavaciones o demoliciones, medido sobre perfil sin incluir canon de vertedero.	18,50	13,93	257,71
TOTAL ESTIMADO:				19.105,52

Esta solución exige conocer con anterioridad o, en su defecto, acotar a un espacio determinado la posición final de la grúa en la situación de servicio. Como ventaja, esta alternativa resolvería el problema del apoyo de la grúa sin penalizar el estado actual del muro, además de favorecer la estabilidad global de la grúa, reduciendo la posibilidad de que se produzcan movimientos diferenciales no deseados al tenerse dos de los apoyos sobre roca y los otros dos, previsiblemente, sobre los materiales de relleno del muro.

Por otra parte, al disponerse los micropilotes más separados del paramento y con menos continuidad que en la alternativa anterior, la posibilidad de afección al muro se reduce de manera considerable.

Esta alternativa desvincula el problema de la grúa del de la estabilidad del muro, de manera que las actuaciones a realizar no empeoran la situación existente pero no resuelve el problema de las actuales inestabilidades del muro.

#### 12.7.6. Alternativa 6: Demolición del muro existente y reconstrucción con muro de escollera hormigonada

Se trataría de plantear una demolición del muro y sanear la zona de alteración sobre la que se apoya, para ejecutar de nuevo un muro de escollera hormigonada. Esta se trataría de una solución definitiva y a largo plazo. Ahora bien, serían necesarios movimientos de tierras de cierta entidad, y compatibilizarlo con la tubería existente en la plataforma, así como con las escaleras de bajada al azud que se adosan al muro existente (y del que no se tiene datos de su geometría y disposición).

La escollera hormigonada, se ubicarían reemplazando al actual muro de mampuestos, al relleno de trasdós y si fuera posible al muro de mampostería antiguo cubierto, de modo que en cualquier caso se

garantice siempre un ancho en coronación de 2,5 m, ejecutando toda la escollera colocando las distintas hiladas en contrapendiente aproximadamente 3H:1V.

La escollera se ejecutará hormigonada (para reforzar y para evitar la acumulación de agua en el cimientto), colocada en contrapendiente con una profundidad mínima de 1 m. Para lograr esto es imprescindible que se realice en primer lugar la puesta en obra del hormigón con una consistencia lo suficientemente fluida como para permitir hincar la escollera en él, de esta forma se evitan la mayor parte de los huecos que podría generar la colocación de la escollera y el posterior vertido de hormigón, garantizándose el hormigonado contra las paredes de la excavación del cimientto.

Se recogen en la siguiente tabla y figuras los resultados obtenidos, donde se aprecia la geometría de la solución propuesta.

CASO	DESCRIPCIÓN	F.S. REQUERIDO	F.S. CALCULADO
10_SITUACIÓN PROYECTADA_SOBRECARG AS_ESCOLLERA	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Análisis de estabilidad global.</li> <li>· Rotura de geometría circular.</li> <li>· Modelo con escollera, en el cual la plataforma soporta una sobrecarga uniformemente repartida de 3 t/m<sup>2</sup>, correspondiente al tránsito de los equipos pesados tipo grúa (sobre sus ruedas).</li> <li>· Tratamiento de estabilización consistente en demolición del muro actual y reconstrucción de un nuevo muro de escollera hormigonada.</li> </ul>	1,3	2,009
11_SITUACIÓN PROYECTADA_SOBRECARG AS GRUA_ESCOLLERA	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Análisis de estabilidad global.</li> <li>· Rotura de geometría circular.</li> <li>· Modelo con escollera, en el cual la plataforma soporta una sobrecarga de la pata de la grúa más desfavorable repartida sobre placas de 2x2 m, siendo la carga de trabajo de 1,275 kp/cm<sup>2</sup>.</li> <li>· Tratamiento de estabilización consistente en demolición del muro actual y reconstrucción de un nuevo muro de escollera hormigonada.</li> </ul>	1,3	1,457

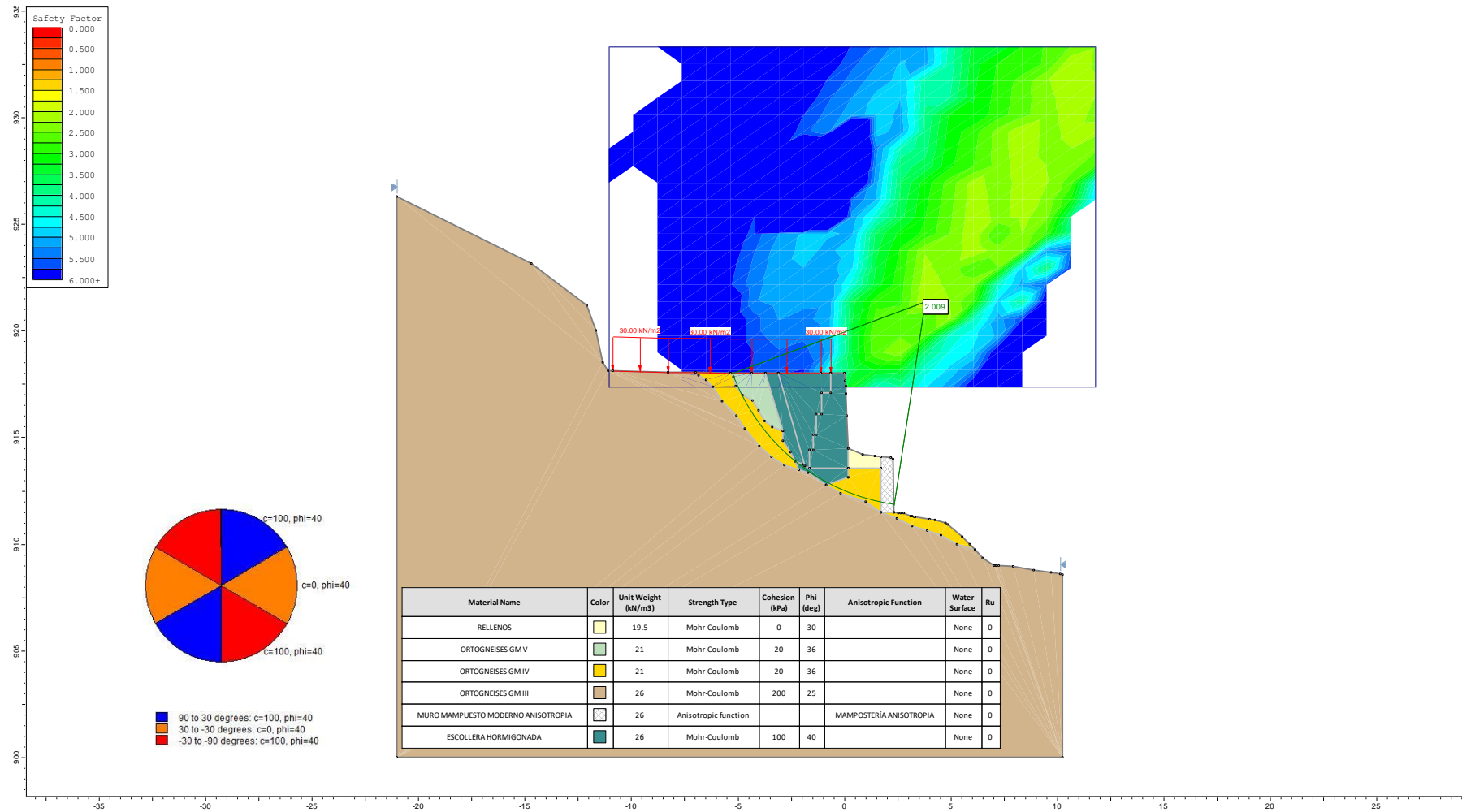


Figura 95.- Caso 10\_SITUACIÓN PROYECTADA\_SOBRECARGAS\_ESCOLLERA.

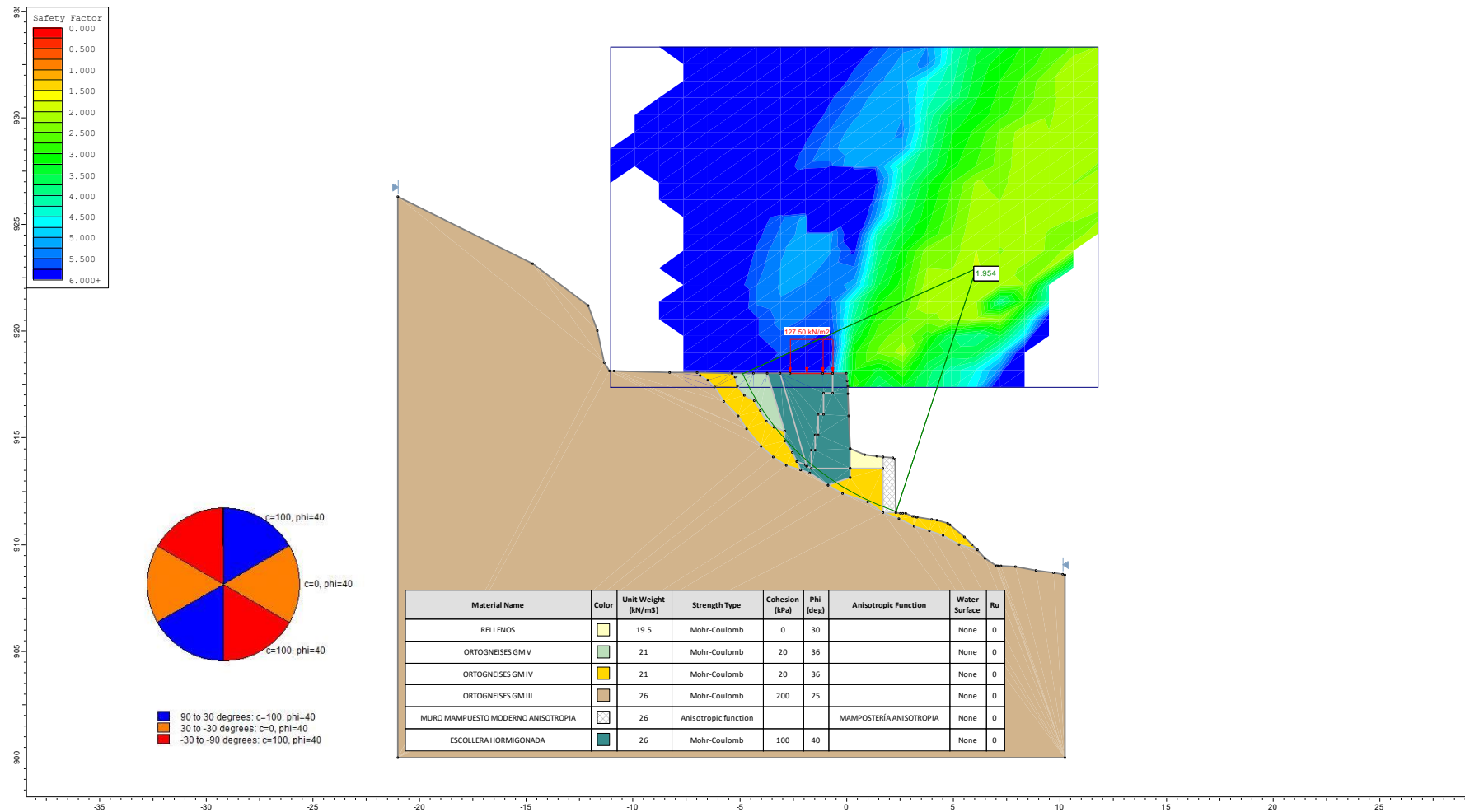


Figura 96.- Caso 11\_SITUACIÓN PROYECTADA\_SOBRECARGAS GRUA\_ESCOLLERA.

Se ha realizado una estimación económica del tratamiento que se recoge en la siguiente tabla, en la que se incluye también la demolición y construcción de la escalera de acceso al azud:

UNIDAD	PARTIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
m <sup>3</sup>	Excavación/ Demolición cimentación de mampostería con martillo compresor, incluyendo retirada de escombros, medido sobre perfil	424,00	43,26	18.342,24
m <sup>3</sup>	Demolición de cimentación de hormigón con martillo compresor, incluyendo retirada de escombros, medido sobre perfil.	12,00	77,72	932,64
m <sup>3</sup>	Excavación a cielo abierto, por medios mecánicos, en terreno blando (suelo con golpeo en el ensayo SPT menor o igual que 10 golpes / 30 cm), medido sobre perfil.	175,00	2,41	421,75
m <sup>3</sup>	Terraplén formado con suelos seleccionados procedentes de excavación, incluso aportación, nivelación y compactación al 95% P.M., medido sobre perfil.	175,00	4,46	780,50
m <sup>3</sup>	Muro de escollera hormigonada de bloques de 800 a 1200 kg i/material necesario. Escollera formada por bloques de piedra granítica de 800 a 1200 kg colocadas con medios mecánicos, incluso preparación de la base y asiento correcto de los bloques de acuerdo con la especificación técnica. Disposición de los medios de seguridad y protección reglamentarios, herramientas y medios auxiliares. El precio incluye escollera hormigonada.	424,00	52,26	22.158,24
m <sup>3</sup> -km	Suplemento por m3 y km de carga y transporte de escollera con camión, cargado a máquina, incluso descarga, para distancias mayores de 10 km. Disposición de los medios de seguridad y protección reglamentarios, limpieza del lugar de trabajo, herramientas y medios auxiliares.	4.240,00	0,52	2.204,80
m	Tubo dren de PVC de diámetro 125 mm ranurado con p.p. de medios auxiliares colocado	43,00	5,73	246,39
m <sup>2</sup>	Suministro y colocación de geotextil no tejido tipo 7 como protección/filtro, formado 100% por fibras de polipropileno virgen unidas mecánicamente por un proceso de agujado con una posterior termofusión que cumpla con las siguientes propiedades físicas: resistencia a la tracción longitudinal desde 21,12 kN/m hasta 27,9 kN/m, resistencia a la tracción transversal desde 24,8 kN/m hasta 31,6 kN/m, elongación longitudinal en rotura hasta 60%, elongación transversal en rotura hasta 65%, punzonamiento estático (CBR) desde 3930 N hasta 5260 N, perforación dinámica (caída cono) desde 10 mm hasta 6 mm, permeabilidad perpendicular al plano entre 31 y 20 l/m2/s. Inluido parte proporcional de solapes y alineación. Disposición de los medios de seguridad y protección reglamentarios, herramientas y medios auxiliares.	135,80	4,24	575,79
m <sup>3</sup>	Hormigón HA-30/B/20/IIa fabricado en central con Distintivo de calidad Oficialmente Reconocido (D.O.R.), y vertido con bomba, para formación de losa maciza.	12,00	119,33	1.431,96
kg	Acero UNE-EN 10080 B 500 S para elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y montaje en losa maciza	960,00	1,59	1.526,40
m <sup>3</sup>	Carga, transporte y descarga a vertedero, fuera de la obra, para distancias entre 10 y 30 km y por cualquier medio, de los productos resultantes de excavaciones o demoliciones, medido sobre perfil sin incluir canon de vertedero.	733,20	13,93	10.213,48
TOTAL ESTIMADO:				58.834,19



Esta solución, permite alcanzar unos valores de coeficientes de seguridad que garantizan la estabilidad global, tanto temporal como definitivamente, asegurando la estabilidad de la grúa para la obra objeto de este estudio, así como la integridad de la ladera con un nuevo muro. No obstante, conlleva un gran movimiento de tierras en la zona y un consiguiente impacto ambiental-visual. Adicionalmente, sería necesario en fases posteriores, tener un adecuado conocimiento de los servicios afectados en la zona, incluyendo estructuras próximas.

#### 12.7.7. Alternativa 7: Excavación de la cabecera del talud, ampliando la plataforma existente

Se podría plantear una ampliación del lado del talud en roca, retranqueando el talud-ladera en paralelo, con un ángulo de talud de excavación similar al anterior, y generándose una mayor superficie de plataforma, que permitiría a la grúa situarse ella y sus patas en zona de roca, alejada del trasdós del muro de mampostería.

Según las medidas efectuadas, con ampliar unos 3,5-4 m en planta sería suficiente para que el apoyo de la grúa, de sus patas, no afecte a la zona inestable del muro y de sus grietas.

Un primer tanteo, tomando datos de cotas existentes, permite estimar unos 600 m<sup>3</sup> de excavación-movimiento de tierras.

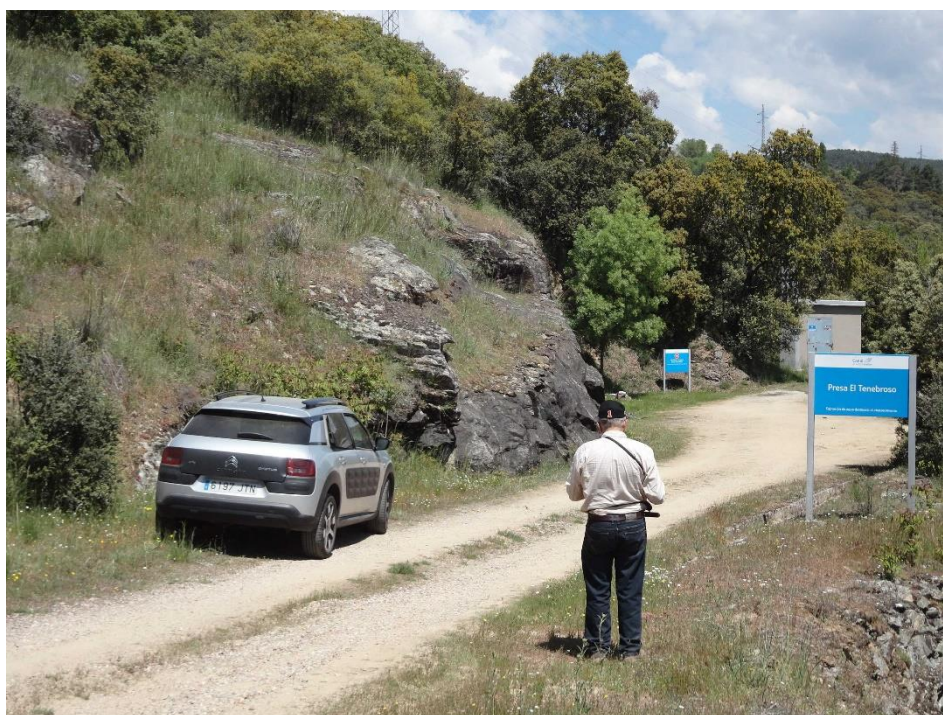


Figura 97.- Fotografía general del talud de cabecera de la plataforma, que sería necesario excavar y retranquear para ampliar la plataforma de trabajo de la grúa.



Figura 98.- Fotografía de detalle del talud de cabecera de la plataforma, que sería necesario excavar y retranquear para ampliar la plataforma de trabajo de la grúa.

Se ha realizado una estimación económica del tratamiento que se recoge en la siguiente tabla.

UNIDAD	PARTIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
m <sup>3</sup>	Excavación a cielo abierto, con voladura, en rocas de resistencia media y alta (comprensión simple superior a 15 MPa), medido sobre perfil.	600,00	33,08	19.848,00
TOTAL ESTIMADO:				19.848,00

UNIDAD	PARTIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
m <sup>3</sup>	Excavación a cielo abierto, con cementos expansivos, incluso perforación y aplicación del cemento, medido sobre perfil.	600,00	154,33	92.598,00
TOTAL ESTIMADO:				92.598,00

Esta solución, admite dos variantes, en función de si la excavación se realiza mediante explosivos, o mediante cementos expansivos, que permiten eliminar los ruidos y vibraciones en la zona, reduciendo así el impacto ambiental-visual. No obstante, supone un importante impacto ambiental la creación de un nuevo desmonte en la zona con roca expuesta nuevamente, así como la consiguiente generación de material que deberá ser enviado a vertedero. Pero, por otra parte, se garantizaría que la grúa realizaría todos sus apoyos sobre material rocoso, eliminándose cualquier posible deformación-asiento, así como cualquier efecto parásito sobre el muro existente.

Dado que la obra se sitúa en un espacio protegido, no es posible realizar un cambio de consideración en el entorno, por lo que se desestima esta alternativa.

## 12.8. RESUMEN Y CONCLUSIONES. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS

En este apartado se exponen a modo de tabla-resumen las principales conclusiones del estudio, estableciendo de forma comparativa las ventajas e inconvenientes de cada una.

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS			COSTES (€)	VENTAJAS	INCONVENIENTES	GRÁFICO
SOLUCIÓN PROVISIONAL	Alternativa 1	Colocación de puntales metálicos <u>Esta solución se desestima</u>	25.125,15 €	Es una opción sencilla para solucionar la problemática de las cargas transmitidas por la grúa al talud-muro.	La cimentación necesaria para los puntales es desmesurada. Posible desprendimiento de los mampuestos, que conllevaría a una inestabilidad general del muro.	
SOLUCIONES DEFINITIVAS	Alternativa 2	Red de cables+Malla+Bulonaje <u>Esta solución se desestima</u>	6.945,50 €	Garantiza la estabilidad global de la ladera-muro, a modo de un talud.	Para trabajar necesita que se produzca una cierta deformación-movilización del terreno, por lo cual no sería viable que se produjeran movimientos en la grúa durante el proceso de izado de las pasarelas, maquinaria, etc., siendo la principal finalidad de estos tratamientos evitar el desprendimiento y caída de materiales al pie del talud.	
	Alternativa 3	Gunitado+Mallazo+Bulonaje	76.671,63 €	Resuelve la problemática del talud-muro con inestabilidades y la situación temporal de la grúa en la cabecera del talud.	Tiene un fuerte impacto ambiental-visual, por el paramento resultante de hormigón en bruto proyectado. Deben tenerse en cuenta el despliegue de materiales y maquinaria para la ejecución de este tratamiento y las cargas transmitidas durante su construcción.	
	Alternativa 4.1	Pantalla de micropilotes anclada	82.964,08 €	Permite absorber los sobre empujes debidos a la grúa, siempre que la pantalla se sitúe por delante de los apoyos.	Obliga a desmontar parcialmente los primeros metros del muro y dejar al descubierto la pantalla de micropilotes para ejecutar los anclajes y la correspondiente viga de reparto. Será necesaria una jaula colgada para su ejecución. No garantiza la integridad del muro de mampostería existente, si no que se puede comprometer la estabilidad de ciertos mampuestos.	
	Alternativa 4.2	Pantalla de micropilotes doble-anclada	73.724,04 €	Mejora la solución anterior al permitir su ejecución completa directamente desde la plataforma.	Posiblemente requiera la demolición parcial del pretil. La viga de atado será de mayores dimensiones que el caso anterior, por lo que su posición y la excavación para su ejecución deberá estudiarse con detenimiento para no afectar a los metros superiores de la coronación del muro. No garantiza la integridad del muro de mampostería existente, si no que se puede comprometer la estabilidad de ciertos mampuestos.	
	Alternativa 5	Cimentación profunda de los apoyos de la grúa (losa pilotada)	19.105,52 €	Las sobrecargas ejercidas se transmiten directamente al sustrato. No penaliza el estado actual del muro, además de favorecer la estabilidad global de la grúa, reduciendo la posibilidad de que se produzcan movimientos diferenciales no deseados al tenerse dos de los apoyos sobre roca y los otros dos, previsiblemente, sobre los materiales de relleno del muro.	No resuelve el problema de las actuales inestabilidades del muro	
	Alternativa 6.1	Demolición del muro existente y reconstrucción con muro de escollera hormigonada <u>Esta solución se desestima</u>	58.834,19 €	Permite alcanzar unos valores de coeficientes de seguridad que garantizan la estabilidad global, tanto temporal como definitivamente, asegurando la estabilidad de la grúa para la obra objeto de este estudio, así como la integridad de la ladera con un nuevo muro.	Conlleva un gran movimiento de tierras en la zona. Impacto ambiental-visual.	
	Alternativa 6.2	Excavación de la cabecera del talud, empleando explosivos <u>Esta solución se desestima</u>	19.848,00 €	Permitiría a la grúa y a sus patas situarse en zona de roca, alejada del trasdós del muro de mampostería.	Importante impacto ambiental, implica la creación de un nuevo desmonte en la zona con roca expuesta nuevamente y generación de material. Impacto por vibraciones y ruido. No resuelve la situación actual del muro.	
	Alternativa 7	Excavación de la cabecera del talud, empleando cementos expansivos <u>Esta solución se desestima</u>	92.598,00 €	Idem anterior. Permite eliminar los ruidos y vibraciones en la zona.	Genera un fuerte impacto ambiental. No resuelve la situación actual del muro.	



## 12.9. ALTERNATIVA SELECCIONADA

Tras el análisis de las distintas alternativas estudiadas se han descartado las que se consideran inviables desde el punto de vista constructivo (puntales provisionales debido a la zapata necesaria), funcional (red de cables por permitir movimientos del terreno) y ambiental (soluciones de ampliación de la plataforma, que requieren una modificación del entorno considerable en un espacio protegido).

En cuanto a las soluciones de pantallas de micropilotes ejecutadas junto al muro existente, podrían llevar a una inestabilidad del mismo, por lo que no se consideran adecuadas.

Del resto, dado que el muro en la actualidad no ha presentado problemas de estabilidad y que únicamente se requiere una solución provisional para que éste no se vea afectado por las cargas de la grúa durante la ejecución de las obras, se considera que la mejor solución es la de la ejecución de una losa pilotada en la zona en la que se prevé el apoyo de las patas de la grúa. Se trata de la solución más económica, de mayor facilidad constructiva y se asegura que los esfuerzos provocados por la grúa se transmiten directamente al cimiento de roca, sin afectar al muro de mampostería.

Para mejorar los problemas de drenaje existentes en el muro, se propone la continuación de la cuneta del camino a lo largo de la coronación del talud, conduciendo el agua hasta su salida al talud. Asimismo, se podrían ejecutar 2 hileras de mechinales al tresbolillo con tubos de polietileno de 110 mm de diámetro separados 1,50 m en vertical y 3,00 m en horizontal.





## APÉNDICE Nº1: CALCULO DE ESTRUCTURAS



## 1. OBJETO

En este apéndice se presentan los cálculos necesarios para la definición y comprobación de cada una de las alternativas planteadas para el paso sobre el Azud del Tenebroso proyectados.

## 2. NORMAS Y MATERIALES

### 2.1. PASARELAS METÁLICAS

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

### 2.2. PASARELAS DE HORMIGÓN

Las Normas consideradas en el proyecto actual son:

Norma: EHE-08 (España)

Euro código 2

Código Técnico de la Edificación

Los Materiales elegidos son

Hormigón: HA-30,  $Y_c=1,5$

Acero de barras: B 500 S,  $Y_s=1,15$

Tipo de ambiente: Clase IIa

Recubrimiento en el intradós del muro: 3,0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 3,0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5,0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 5,0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7,0 cm

Tamaño máximo del árido: 20 mm

Juntas de estanqueidad tipo water-stop.

## 3. ACCIONES

Peso propio de la estructura.

Peso de la tubería. 0.75 t/m

Sobrecarga de uso 0.30t/m

## 4. CÁLCULOS

### 4.1. PASARELAS METÁLICAS

#### 4.1.1. PASARELA TIPO WARREN CON MONTANTES SUPERIORES.

##### 4.1.1.1. Geometría

###### - Barras

###### ○ Materiales utilizados

Materiales utilizados						
Material		E	$\nu$	G	$f_y$	$\alpha_t$
Tipo	Designación	(kp/cm <sup>2</sup> )		(kp/cm <sup>2</sup> )	(kp/cm <sup>2</sup> )	(m/m°C)
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i><math>\nu</math></i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i><math>f_y</math></i> : Límite elástico <i><math>\alpha_t</math></i> : Coeficiente de dilatación <i><math>\gamma</math></i> : Peso específico						

###### ○ Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2, N4/N3, N1/N5, N5/N6, N6/N7, N2/N7, N9/N10, N11/N10, N3/N11, N5/N12, N8/N11, N33/N23, N23/N13, N13/N18, N28/N18, N34/N28, N33/N34, N6/N9, N35/N36, N36/N29, N29/N19, N14/N19, N24/N14, N35/N24, N37/N25, N25/N15, N15/N20, N30/N20, N39/N26, N31/N21, N16/N21, N26/N16, N17/N22, N41/N27 y N7/N10
2	N2/N3, N1/N4, N4/N8, N8/N9, N5/N8, N23/N28, N24/N29, N37/N38, N38/N30, N25/N30, N39/N40, N26/N31, N40/N31, N27/N32, N32/N22, N27/N17, N41/N42, N42/N32, N12/N11, N43/N44, N43/N45, N44/N46, N45/N47, N58/N53, N53/N48, N54/N49, N59/N54, N60/N55, N55/N50, N61/N56, N56/N51, N57/N52, N62/N57, N64/N63, N64/N65, N65/N66, N68/N67, N63/N68, N65/N68, N74/N69, N79/N74, N80/N75, N75/N70, N81/N76, N76/N71, N82/N77, N77/N72, N78/N73, N83/N78, N66/N69, N69/N70, N70/N71, N71/N72, N72/N73, N73/N67, N45/N84, N84/N48, N48/N49, N49/N50, N50/N51, N51/N52, N52/N46, N43/N64, N58/N79, N53/N74, N54/N75, N55/N76, N56/N77, N57/N78 y N47/N68
3	N8/N18, N29/N18, N29/N20, N31/N20, N31/N22, N11/N22, N5/N13, N24/N13, N24/N15, N26/N15, N26/N17, N12/N17, N45/N48, N54/N48, N54/N50, N56/N50, N56/N52, N47/N52, N65/N69, N75/N69, N75/N71, N77/N71, N77/N73 y N68/N73
4	N64/N74, N80/N74, N80/N76, N82/N76, N82/N78, N63/N78, N44/N57, N61/N57, N61/N55, N59/N55, N59/N53 y N43/N53

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	Avy (cm <sup>2</sup> )	Avz (cm <sup>2</sup> )	Iyy (cm <sup>4</sup> )	Izz (cm <sup>4</sup> )	It (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 120 B, (HEB)	34.00	19.80	5.73	864.40	317.50	13.84



Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vy</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vz</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
		2	HE 140 B, (HEB)	43.00	25.20	7.31	1509.00	549.70	20.06
		3	HE 100 B, (HEB)	26.00	15.00	4.32	449.50	167.30	9.25
		4	L 60 x 60 x 5, (L)	5.82	2.75	2.75	19.37	19.37	0.48
<b>Notación:</b> Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal A <sub>vy</sub> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' A <sub>vz</sub> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' I <sub>yy</sub> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' I <sub>zz</sub> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' I <sub>t</sub> : Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

○ Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m <sup>3</sup> )	Serie (m <sup>3</sup> )	Material (m <sup>3</sup> )	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 120 B	138.900			0.472			3707.24		
			HE 140 B	161.300			0.694			5444.68		
			HE 100 B	75.483			0.196			1540.60		
					375.683			1.362			10692.53	
			L 60 x 60 x 5	32.605			0.019			148.96		
		L			32.605			0.019			148.96	
						408.288			1.381			10841.49

#### 4.1.1.2. Resultados

- Barras

Se realiza el análisis del comportamiento de los perfiles metálicos en estado límite último.

○ Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{w, \max}$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N1/N33	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 2.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 13.1$	x: 0 m $\eta = 15.7$	x: 0 m $\eta = 2.6$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 29.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 29.0$
N33/N35	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 5.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 2.65 m $\eta = 6.3$	x: 2.65 m $\eta = 8.8$	x: 0 m $\eta = 1.5$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 19.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 19.0$
N35/N37	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 7.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 2.9$	x: 2.65 m $\eta = 3.3$	x: 0 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 11.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 11.9$
N37/N39	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 7.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 2.65 m $\eta = 2.7$	x: 0 m $\eta = 2.9$	x: 2.65 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 11.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 11.3$
N39/N41	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 5.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 6.2$	x: 0 m $\eta = 9.3$	x: 2.65 m $\eta = 1.5$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 19.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 19.4$
N41/N2	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 2.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 2.65 m $\eta = 12.9$	x: 2.65 m $\eta = 15.7$	x: 0 m $\eta = 2.6$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 28.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 28.7$
N2/N3	N.P. <sup>(4)</sup>	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 3.8$	x: 1.6 m $\eta = 11.0$	x: 0 m $\eta = 3.1$	$\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 14.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 14.5$
N4/N34	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 2.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 13.1$	x: 0 m $\eta = 16.3$	x: 0 m $\eta = 2.6$	$\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 27.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 27.7$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_F$	$M_Z$	$V_Z$	$V_F$	$M_V V_Z$	$M_Z V_F$	$N_M M_Z$	$N_M M_Z V_V V_Z$	$M_t$	$M_V V_Z$	$M_t V_F$	
N34/N36	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 5.2$	$\eta = 0.3$	x: 2.65 m $\eta = 6.1$	x: 2.65 m $\eta = 7.8$	x: 0 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 15.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 15.4$
N36/N38	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 6.7$	$\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 2.7$	x: 2.271 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 9.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 9.5$
N38/N40	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 6.7$	$\eta = 0.6$	x: 2.65 m $\eta = 2.7$	x: 2.65 m $\eta = 2.4$	x: 2.65 m $\eta = 0.7$	x: 2.65 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 9.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 9.9$
N40/N42	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 5.1$	$\eta = 0.6$	x: 2.65 m $\eta = 6.8$	x: 2.65 m $\eta = 8.8$	x: 2.65 m $\eta = 1.6$	x: 2.65 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 17.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 17.2$
N42/N3	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 2.2$	$\eta = 0.2$	x: 2.65 m $\eta = 12.4$	x: 2.65 m $\eta = 16.3$	x: 2.65 m $\eta = 2.5$	x: 2.65 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 27.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 27.1$
N1/N4	N.P. <sup>(4)</sup>	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 4.0$	x: 1.6 m $\eta = 11.1$	x: 0 m $\eta = 3.2$	$\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 14.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 14.7$
N1/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 11.5$	x: 0.6 m $\eta = 16.1$	x: 0 m $\eta = 12.2$	$\eta = 12.7$	$\eta = 2.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 37.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 37.2$
N5/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 4.6$	x: 0 m $\eta = 10.3$	$\eta = 0.5$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 14.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 14.6$
N6/N13	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 2.082 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 11.8$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 13.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 13.0$
N13/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 43.8$	x: 2.082 m $\eta = 1.3$	x: 2.65 m $\eta = 7.8$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 51.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 51.7$
N14/N15	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 43.7$	x: 1.136 m $\eta = 1.3$	x: 2.65 m $\eta = 4.5$	x: 2.65 m $\eta = 0.3$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 47.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 47.4$
N15/N16	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 43.8$	x: 1.514 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 4.0$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 47.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 47.1$
N16/N17	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 43.8$	x: 0.379 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 7.1$	x: 2.65 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 51.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 51.3$
N17/N7	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.189 m $\eta = 1.3$	x: 2.65 m $\eta = 10.4$	x: 2.65 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 11.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 11.7$
N2/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 11.5$	x: 0.6 m $\eta = 15.7$	x: 0 m $\eta = 11.6$	$\eta = 12.4$	$\eta = 1.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 36.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 36.2$
N12/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 4.4$	x: 0 m $\eta = 11.0$	$\eta = 0.4$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 15.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 15.0$
N4/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 8.3$	x: 0.6 m $\eta = 13.1$	x: 0 m $\eta = 6.2$	$\eta = 11.8$	x: 0 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 25.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta = 11.3$	x: 0.6 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 25.5$
N8/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.1 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 5.5$	x: 0 m $\eta = 9.0$	$\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 12.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 12.3$
N9/N18	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 12.3$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 13.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 13.6$
N18/N19	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 44.1$	x: 2.271 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 7.4$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 51.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 51.8$
N19/N20	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 44.5$	x: 0.946 m $\eta = 1.3$	x: 2.65 m $\eta = 3.5$	x: 2.65 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 48.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 48.5$
N20/N21	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 44.5$	x: 1.704 m $\eta = 1.3$	x: 2.65 m $\eta = 3.0$	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 2.65 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 48.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 48.0$
N21/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 44.1$	x: 0.379 m $\eta = 1.3$	x: 2.65 m $\eta = 6.9$	x: 2.65 m $\eta = 0.5$	x: 2.65 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 51.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 51.4$
N22/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 0.379 m $\eta = 1.1$	x: 2.65 m $\eta = 10.9$	x: 2.65 m $\eta = 0.5$	x: 2.65 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 12.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 12.2$
N11/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.1 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 3.9$	x: 0 m $\eta = 10.3$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 12.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 12.5$
N3/N11	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 10.8$	x: 0.6 m $\eta = 14.8$	x: 0 m $\eta = 7.6$	$\eta = 11.8$	x: 0 m $\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 30.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 30.8$
N5/N23	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 8.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 11.5$	x: 0 m $\eta = 16.1$	x: 0 m $\eta = 2.3$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 33.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 33.1$
N23/N24	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 6.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 2.65 m $\eta = 5.9$	x: 2.65 m $\eta = 10.8$	x: 0 m $\eta = 1.4$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 21.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 21.4$
N24/N25	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 13.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 2.5$	x: 2.65 m $\eta = 3.8$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 18.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 18.3$
N25/N26	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 13.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 2.65 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 3.1$	x: 2.65 m									

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_F$	$M_Z$	$V_Z$	$V_F$	$M_F V_Z$	$M_Z V_F$	$N_M M_Z$	$N_M M_Z V_F V_Z$	$M_t$	$M_F V_Z$	$M_t V_F$	
N28/N18	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.1 m $\eta = 3.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 2.1 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 3.7$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 7.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 7.0$
N34/N28	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 0.6 m $\eta = 1.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.6 m $\eta = 15.8$	x: 0.6 m $\eta = 11.3$	$\eta = 13.8$	$\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 28.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	$\eta = 13.3$	x: 0.6 m $\eta = 1.7$	CUMPLE $\eta = 28.1$
N33/N34	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 4.6$	x: 0 m $\eta = 20.0$	x: 0 m $\eta = 5.7$	$\eta = 1.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 24.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 24.5$
N6/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta < 0.1$	x: 1.6 m $\eta = 5.8$	x: 1.6 m $\eta = 12.3$	x: 0 m $\eta = 1.9$	$\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.6 m $\eta = 18.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 18.1$
N5/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 7.2$	x: 1.6 m $\eta = 11.3$	x: 0 m $\eta = 6.2$	$\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 18.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 18.4$
N23/N28	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 0.9$	x: 0.8 m $\eta = 7.0$	x: 0 m $\eta = 16.5$	x: 0 m $\eta = 9.8$	$\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 21.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 21.8$
N35/N36	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 4.5$	x: 1.6 m $\eta = 10.0$	x: 0 m $\eta = 5.7$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 14.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 14.2$
N36/N29	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 0.6 m $\eta = 1.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.6 m $\eta = 9.6$	x: 0.6 m $\eta = 11.3$	$\eta = 8.0$	$\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 22.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	$\eta = 7.7$	x: 0.6 m $\eta = 1.7$	CUMPLE $\eta = 22.0$
N29/N19	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 2.8$	$\eta = 0.1$	x: 2.1 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 4.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 4.5$
N14/N19	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 1.6 m $\eta = 10.2$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 11.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 11.0$
N24/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 3.1$	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 4.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 4.9$
N35/N24	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 0.6 m $\eta = 1.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.6 m $\eta = 10.0$	x: 0.6 m $\eta = 11.7$	$\eta = 8.4$	$\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 22.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	$\eta = 8.4$	$\eta = 1.8$	CUMPLE $\eta = 22.7$
N24/N29	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 0.9$	x: 0.8 m $\eta = 7.0$	x: 1.6 m $\eta = 8.8$	x: 0 m $\eta = 9.6$	$\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 13.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 13.2$
N37/N38	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.8 m $\eta = 3.1$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 4.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0.8 m $\eta = 3.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 4.8$
N38/N30	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 0.6 m $\eta = 0.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.6 m $\eta = 0.3$	x: 0.6 m $\eta = 8.7$	$\eta = 0.2$	x: 0.6 m $\eta = 1.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 9.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 9.7$
N25/N30	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 0.9$	x: 0.8 m $\eta = 6.8$	x: 1.6 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 9.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0.8 m $\eta = 7.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 9.5$
N37/N25	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 0.6 m $\eta = 1.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.6 m $\eta = 0.3$	x: 0.6 m $\eta = 12.1$	$\eta = 0.3$	$\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 13.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 13.3$
N25/N15	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.1 m $\eta = 3.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 3.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 6.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 6.5$
N15/N20	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 1.7$
N30/N20	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.1 m $\eta = 3.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 2.6$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 5.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 5.9$
N39/N40	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.8 m $\eta = 3.1$	x: 1.6 m $\eta = 7.3$	x: 0 m $\eta = 4.9$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 10.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 10.2$
N39/N26	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 0.6 m $\eta = 1.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.6 m $\eta = 9.6$	x: 0.6 m $\eta = 12.4$	$\eta = 8.0$	$\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 23.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 23.0$
N26/N31	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 0.9$	x: 0.8 m $\eta = 6.8$	x: 1.6 m $\eta = 7.4$	x: 0 m $\eta = 9.5$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 12.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 12.0$
N40/N31	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 0.6 m $\eta = 0.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.6 m $\eta = 7.1$	x: 0.6 m $\eta = 8.6$	$\eta = 7.2$	$\eta = 1.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 16.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 16.5$
N31/N21	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 2.6$	$\eta = 0.2$	x: 2.1 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 4.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 4.6$
N16/N21	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 1.6 m $\eta = 9.1$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 9.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 9.8$
N26/N16	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 2.9$	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 4.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 4.6$
N27/N32	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 0.8$	x: 0.8 m $\eta = 6.6$	x: 0 m $\eta = 15.1$	x: 0 m $\eta = 9.8$	$\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 20.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 20.8$
N32/N22	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.1 m $\eta = 2.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0 m $\eta = 2.9$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 7.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 7.3$
N17/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 15.2$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 17.7$					

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{w, \max}$	$N_E$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N_M M_z$	$N_M M_z V_y V_z$	$M_c$	$M_c V_z$	$M_c V_y$	
N31/N20	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.211 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 18.5$	x: 1.691 m $\eta = 1.1$	x: 1.691 m $\eta = 3.9$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0.211 m $\eta < 0.1$	x: 0.211 m $\eta < 0.1$	x: 1.691 m $\eta = 21.9$	x: 0.211 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 21.9$
N31/N22	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.211 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	x: 3.381 m $\eta = 10.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.691 m $\eta = 1.1$	x: 1.691 m $\eta = 3.9$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0.211 m $\eta < 0.1$	x: 0.211 m $\eta < 0.1$	x: 1.691 m $\eta = 14.0$	x: 0.211 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 14.0$
N11/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.211 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 91.2$	x: 1.691 m $\eta = 1.1$	x: 1.691 m $\eta = 3.9$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0.211 m $\eta < 0.1$	x: 0.211 m $\eta < 0.1$	x: 1.691 m $\eta = 95.0$	x: 0.211 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 95.0$
N5/N13	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.211 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 93.0$	x: 1.691 m $\eta = 1.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.211 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 1.479 m $\eta = 93.7$	x: 0.211 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 93.7$
N24/N13	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.211 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	x: 3.381 m $\eta = 11.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.691 m $\eta = 1.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.211 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 1.691 m $\eta = 12.0$	x: 0.211 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 12.0$
N24/N15	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.211 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 18.9$	x: 1.691 m $\eta = 1.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.211 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 1.479 m $\eta = 19.4$	x: 0.211 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 19.4$
N26/N15	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.211 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 18.4$	x: 1.691 m $\eta = 1.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.211 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 1.479 m $\eta = 19.0$	x: 0.211 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 19.0$
N26/N17	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.211 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	x: 3.381 m $\eta = 10.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.691 m $\eta = 1.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.211 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 1.691 m $\eta = 12.0$	x: 0.211 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 12.0$
N12/N17	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.211 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 93.2$	x: 1.691 m $\eta = 1.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.211 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 1.479 m $\eta = 93.8$	x: 0.211 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 93.8$
N43/N58	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 7.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 15.8$	x: 0 m $\eta = 23.2$	x: 0 m $\eta = 3.9$	$\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 42.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 3.9$	$\eta = 0.6$	CUMPLE $\eta = 42.3$
N58/N59	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 10.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 2.65 m $\eta = 4.8$	x: 0 m $\eta = 8.5$	x: 0 m $\eta = 1.1$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 19.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.1$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 19.6$
N59/N60	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 13.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.325 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 5.8$	x: 2.65 m $\eta = 0.3$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.189 m $\eta = 18.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 18.1$
N60/N61	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 12.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 3.0$	x: 2.65 m $\eta = 3.5$	x: 2.65 m $\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 17.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 17.7$
N61/N62	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 8.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 7.2$	x: 0 m $\eta = 3.6$	x: 2.65 m $\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 17.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 17.2$
N62/N44	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 5.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 2.65 m $\eta = 11.2$	x: 0 m $\eta = 3.0$	x: 2.65 m $\eta = 2.8$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 16.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 2.65 m $\eta = 2.8$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 16.7$
N43/N45	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 8.9$	x: 0.6 m $\eta = 17.7$	x: 0 m $\eta = 3.8$	$\eta = 18.1$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 27.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 4.4$	$\eta = 18.3$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 27.1$
N44/N47	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 6.8$	x: 0.6 m $\eta = 13.4$	x: 0.6 m $\eta = 16.5$	$\eta = 13.3$	$\eta = 1.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 33.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.8$	$\eta = 13.4$	$\eta = 1.3$	CUMPLE $\eta = 33.8$
N47/N46	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 1.2 m $\eta = 3.4$	x: 0 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.2 m $\eta = 3.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 3.6$
N45/N53	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 13.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 15.0$	x: 2.65 m $\eta = 9.3$	x: 0 m $\eta = 3.8$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 33.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 3.8$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 33.2$
N53/N54	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 4.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 2.65 m $\eta = 5.0$	x: 2.65 m $\eta = 14.1$	x: 0 m $\eta = 1.2$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 22.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.2$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 22.2$
N54/N55	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 8.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.946 m $\eta = 1.5$	x: 2.65 m $\eta = 7.9$	x: 2.65 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 15.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 15.3$
N55/N56	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 9.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 2.9$	x: 0 m $\eta = 5.3$	x: 2.65 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 16.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 16.3$
N56/N57	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 0.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 7.3$	x: 0 m $\eta = 14.0$	x: 2.65 m $\eta = 1.9$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 20.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 1.9$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 20.9$
N57/N47	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 8.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 2.65 m $\eta = 10.4$	x: 2.65 m $\eta = 22.2$	x: 2.65 m $\eta = 2.7$	$\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 38.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 2.65 m $\eta = 2.7$	$\eta = 0.6$	CUMPLE $\eta = 38.4$
N58/N53	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	x: 0.6 m $\eta = 4.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 15.6$	x: 0 m $\eta = 30.1$	$\eta = 15.8$	$\eta = 5.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 49.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	$\eta = 15.8$	$\eta = 5.1$	CUMPLE $\eta = 49.9$
N53/N48	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	x: 1.2 m $\eta = 6.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.2 m $\eta = 6.5$	x: 0 m $\eta = 0.8$	$\eta = 2.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 1.2 m $\eta = 12.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.9$	$\eta = 2.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 12.8$
N54/N49	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	x: 1.2 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.7$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 1.6$
N59/N54	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 1.0$	x: 0.6 m $\eta = 4.8$	x: 0.6 m $\eta = 3.9$	$\eta = 4.7$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 8.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.0$	$\eta = 4.8$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 8.6$
N60/N55	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	x: 0.6 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0.6 m $\eta = 0.7$	$\eta = 2.3$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 2.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta = 2.3$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 2.6$
N55/N50	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	x: 1.2 m $\eta = 2.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.2 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 1.2 m $\eta = 3.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 3.1$
N61/N56	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0.6 m $\eta = 9.3$	x: 0.6 m $\eta = 0.3$	$\eta = 9.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.3 m $\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 10.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	$\eta = 9.9$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 10.3$
N56/N51	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	x: 1.2 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 1.2 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 1.2 m $\eta = 2.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 2.3$
N57/N52	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	x: 1.2 m $\eta = 1.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.2 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta = 2.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.2 m $\eta = 7.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	$\eta = 2.0$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 7.2$
N62/N57	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	x: 0.6 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 14.3$	x: 0.6										

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_F$	$M_Z$	$V_Z$	$V_F$	$M_V V_Z$	$M_Z V_F$	$N_M M_Z$	$N_M M_Z V_F V_Z$	$M_t$	$M_V V_Z$	$M_t V_F$	
N54/N50	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.208 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 8.2$	x: 1.455 m $\eta = 1.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 1.247 m $\eta = 8.7$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 8.7$
N56/N50	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.208 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 29.9$	x: 1.455 m $\eta = 1.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 1.247 m $\eta = 30.5$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 30.5$
N56/N52	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.208 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.909 m $\eta = 11.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.455 m $\eta = 1.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 1.455 m $\eta = 12.0$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 12.0$
N47/N52	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.208 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 74.9$	x: 1.455 m $\eta = 1.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 1.455 m $\eta = 75.6$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 75.6$
N64/N79	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 7.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 16.3$	x: 0 m $\eta = 23.8$	x: 0 m $\eta = 4.0$	x: 0 m $\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 41.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 3.9$	x: 0 m $\eta = 0.7$	CUMPLE $\eta = 41.6$
N79/N80	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 9.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 2.65 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 8.5$	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 15.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 15.9$
N80/N81	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 12.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.325 m $\eta = 1.4$	x: 0.568 m $\eta = 4.7$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 2.65 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.136 m $\eta = 15.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 2.65 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 15.0$
N81/N82	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 11.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 1.514 m $\eta = 3.7$	x: 2.65 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.568 m $\eta = 14.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 14.9$
N82/N83	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 7.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 6.8$	x: 0.757 m $\eta = 3.4$	x: 2.65 m $\eta = 1.7$	x: 2.65 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 15.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 15.2$
N83/N63	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 5.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 2.65 m $\eta = 10.5$	x: 0.757 m $\eta = 1.8$	x: 2.65 m $\eta = 2.6$	x: 2.65 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 15.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 2.65 m $\eta = 2.4$	x: 2.65 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 15.5$
N64/N65	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 8.6$	x: 0.6 m $\eta = 16.6$	x: 0 m $\eta = 7.4$	$\eta = 17.7$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 28.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.2$	$\eta = 17.5$	x: 0 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 28.2$
N65/N66	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 1.2 m $\eta = 5.4$	x: 0 m $\eta = 3.3$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 7.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 7.1$
N68/N67	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 1.2 m $\eta = 3.4$	x: 0 m $\eta = 4.0$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 5.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.1$	$\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 5.4$
N63/N68	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 6.4$	x: 0.6 m $\eta = 12.3$	x: 0.6 m $\eta = 10.6$	$\eta = 12.3$	x: 0 m $\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 23.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.5$	$\eta = 11.5$	x: 0 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 23.5$
N65/N74	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 13.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 12.0$	x: 2.65 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 2.4$	x: 2.65 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 25.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.4$	x: 2.65 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 25.5$
N74/N75	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 4.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 5.4$	x: 2.65 m $\eta = 9.9$	x: 2.65 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 14.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 14.0$
N75/N76	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 7.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.514 m $\eta = 1.2$	x: 2.65 m $\eta = 7.8$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 13.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 13.1$
N76/N77	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 8.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta = 4.9$	x: 2.65 m $\eta = 0.8$	x: 2.65 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 12.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 12.9$
N77/N78	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 7.0$	x: 0 m $\eta = 13.3$	x: 2.65 m $\eta = 1.8$	x: 2.65 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 19.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 19.2$
N78/N68	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 8.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 2.65 m $\eta = 9.8$	x: 2.65 m $\eta = 22.5$	x: 2.65 m $\eta = 2.5$	x: 2.65 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 35.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 2.65 m $\eta = 2.4$	x: 2.65 m $\eta = 0.6$	CUMPLE $\eta = 35.2$
N74/N69	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.2 m $\eta = 6.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.2 m $\eta = 5.1$	x: 0 m $\eta = 8.8$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 16.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.0$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 16.9$
N79/N74	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 0.6 m $\eta = 4.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 16.5$	x: 0 m $\eta = 27.6$	$\eta = 11.4$	$\eta = 4.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 48.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.7$	$\eta = 11.3$	x: 0.6 m $\eta = 4.4$	CUMPLE $\eta = 48.2$
N80/N75	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 4.6$	x: 0.6 m $\eta = 1.4$	$\eta = 4.6$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 5.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.2$	$\eta = 4.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 5.6$
N75/N70	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.2 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 5.1$	$\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 6.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.9$	$\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 6.7$
N81/N76	x: 0 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 0.6 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 0.6 m $\eta = 2.7$	$\eta = 1.7$	x: 0.6 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	x: 0.3 m $\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 3.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 3.3$
N76/N71	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.2 m $\eta = 2.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.2 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 7.0$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 8.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 8.9$
N82/N77	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0.6 m $\eta = 8.5$	x: 0.6 m $\eta = 1.6$	$\eta = 9.0$	x: 0.6 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	x: 0.3 m $\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 9.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	$\eta = 8.3$	x: 0.6 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 9.4$
N77/N72	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.2 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 1.2 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 5.5$	$\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 5.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	$\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 5.7$
N78/N73	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.2 m $\eta = 1.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.2 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 7.6$	$\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 0.4$ </								



Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_e$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N_M M_z$	$N_M M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_y V_z$	$M_t V_y$	
N66/N69	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 6.1$	x: 1.704 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 6.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 6.6$
N69/N70	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 41.6$	x: 2.082 m $\eta = 2.6$	x: 1.704 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.082 m $\eta = 44.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 44.9$
N70/N71	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 41.4$	x: 0 m $\eta = 2.4$	x: 1.893 m $\eta = 4.2$	x: 2.65 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.325 m $\eta = 45.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 45.5$
N71/N72	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 34.9$	x: 1.514 m $\eta = 1.8$	x: 0.757 m $\eta = 4.2$	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 2.65 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.946 m $\eta = 39.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 2.65 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 39.1$
N72/N73	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 34.7$	x: 0 m $\eta = 3.6$	x: 1.514 m $\eta = 3.3$	x: 2.65 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.568 m $\eta = 38.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 38.6$
N73/N67	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 3.4$	x: 0.379 m $\eta = 2.6$	x: 2.65 m $\eta = 1.1$	x: 2.65 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 5.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 2.65 m $\eta = 1.1$	x: 2.65 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 5.1$
N45/N84	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 1.2 m $\eta = 5.9$	x: 0 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.9$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.2 m $\eta = 6.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	$\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 6.3$
N84/N48	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 0.3$	x: 2.65 m $\eta = 7.0$	x: 2.65 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 1.9$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 8.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.9$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 8.8$
N48/N49	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 42.2$	x: 2.65 m $\eta = 2.8$	x: 2.65 m $\eta = 3.2$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.461 m $\eta = 46.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 46.4$
N49/N50	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 42.1$	x: 0.189 m $\eta = 2.4$	x: 2.65 m $\eta = 3.7$	x: 2.65 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.136 m $\eta = 46.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 46.3$
N50/N51	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 35.5$	x: 1.325 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 3.7$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.325 m $\eta = 39.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 39.9$
N51/N52	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 35.3$	x: 0 m $\eta = 3.6$	x: 0 m $\eta = 3.6$	x: 2.65 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 40.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 40.9$
N52/N46	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 3.4$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 2.65 m $\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 4.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 2.65 m $\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 4.0$
N43/N64	N.P. <sup>(4)</sup>	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.2 m $\eta = 4.0$	x: 1.6 m $\eta = 24.0$	x: 0 m $\eta = 3.1$	$\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.6 m $\eta = 27.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 3.1$	$\eta = 1.1$	CUMPLE $\eta = 27.6$
N58/N79	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 2.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.8 m $\eta = 17.7$	x: 0 m $\eta = 30.2$	x: 0 m $\eta = 25.7$	$\eta = 2.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 44.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 25.7$	$\eta = 1.3$	CUMPLE $\eta = 44.6$
N53/N74	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 10.2$	x: 0 m $\eta = 19.8$	x: 0 m $\eta = 14.9$	$\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 30.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 14.9$	$\eta = 0.5$	CUMPLE $\eta = 30.8$
N54/N75	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	x: 0.8 m $\eta = 11.6$	x: 0 m $\eta = 18.4$	x: 0 m $\eta = 10.0$	$\eta = 1.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 20.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 20.7$
N55/N76	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0.8 m $\eta = 12.6$	x: 1.6 m $\eta = 2.9$	x: 0 m $\eta = 9.7$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.8 m $\eta = 12.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 12.8$
N56/N77	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 0.3$	x: 0.8 m $\eta = 12.5$	x: 1.6 m $\eta = 15.7$	x: 0 m $\eta = 9.7$	$\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.6 m $\eta = 17.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 17.8$
N57/N78	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0.8 m $\eta = 12.0$	x: 0 m $\eta = 31.3$	x: 0 m $\eta = 9.8$	$\eta = 2.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.6 m $\eta = 34.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 34.2$
N47/N68	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 8.4$	x: 1.6 m $\eta = 23.0$	x: 0 m $\eta = 6.5$	$\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 31.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 31.2$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>	
N64/N74	$\bar{\lambda} \geq 2.0$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 257.3$	x: 2.717 m $\eta = 20.4$	x: 2.717 m $\eta = 11.7$	x: 2.717 m $\eta = 0.3$	$\eta = 0.2$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	x: 0.194 m $\eta = 2$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 26.2$
N80/N74	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 2.717 m $\eta = 23.7$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.359 m $\eta = 2.5$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.2$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 1.359 m $\eta = 26.2$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 26.2$
N80/N76	$\bar{\lambda} \geq 2.0$	x: 2.717 m $\eta = 7.9$	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 1.359 m $\eta = 2.5$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.2$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 1.359 m $\eta = 10.4$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 28.5$
N82/N76	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 2.717 m $\eta = 1.7$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.359 m $\eta = 2.5$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.2$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 1.359 m $\eta = 4.2$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 4.2$
N82/N78	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 2.717 m $\eta = 24.1$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.359 m $\eta = 2.5$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.2$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 1.359 m $\eta = 26.6$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 26.6$
N63/N78	$\bar{\lambda} \geq 2.0$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 173.2$	x: 1.359 m $\eta = 2.5$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.2$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 3.9$
N44/N57	$\bar{\lambda} \geq 2.0$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 185.8$	x: 1.359 m $\eta = 2.5$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.2$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 11.9$
N61/N57	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 2.717 m $\eta = 26.0$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.359 m $\eta = 2.5$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.2$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 1.359 m $\eta = 28.5$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 28.5$
N61/N55	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 2.717 m $\eta = 1.4$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.359 m $\eta = 2.5$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.2$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 1.359 m $\eta = 3.9$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 3.9$
N59/N55	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 2.717 m $\eta = 9.4$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.359 m $\eta = 2.5$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.2$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 1.359 m $\eta = 11.9$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 11.9$
N59/N53	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 2.717 m $\eta = 22.8$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.359 m $\eta = 2.5$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.2$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 1.359 m $\eta = 25.3$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 25.3$
N43/N53	$\bar{\lambda} \geq 2.0$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 244.8$	x: 1.359 m $\eta = 2.5$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.2$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 28.5$

**Notación:**

$\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez  
 $\lambda_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  
 $N_t$ : Resistencia a tracción  
 $N_c$ : Resistencia a compresión  
 $M_y$ : Resistencia a flexión eje Y  
 $M_z$ : Resistencia a flexión eje Z  
 $V_z$ : Resistencia a corte Z  
 $V_y$ : Resistencia a corte Y  
 $M_yV_z$ : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  
 $M_zV_y$ : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  
 $NM_yM_z$ : Resistencia a flexión y axil combinados  
 $NM_yM_zV_yV_z$ : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  
 $M_t$ : Resistencia a torsión  
 $M_tV_z$ : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  
 $M_tV_y$ : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  
 $x$ : Distancia al origen de la barra  
 $\eta$ : Coeficiente de aprovechamiento (%)  
 N.P.: No procede

**Comprobaciones que no proceden (N.P.):**

- (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
- (2) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- (3) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- (4) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
- (5) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
- (6) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
- (7) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- (8) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Errores:**

- (1) Se ha producido un error, ya que la esbeltez de la barra es mayor que la esbeltez límite.
- (2) El axil de compresión es excesivo y supera los axiles críticos de pandeo.

#### 4.1.2. PASARELA EN CELOSÍA METÁLICA

##### 4.1.2.1. Geometría

- Barras

o Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm <sup>2</sup> )	$\nu$	G (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$\alpha_t$ (m/m°C)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
<b>Notación:</b> $E$ : Módulo de elasticidad $\nu$ : Módulo de Poisson $G$ : Módulo de cortadura $f_y$ : Límite elástico $\alpha_t$ : Coeficiente de dilatación $\gamma$ : Peso específico							

o Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2, N1/N3, N2/N4, N3/N5, N16/N11, N11/N6, N12/N7, N17/N12, N18/N13, N13/N8, N19/N14, N14/N9, N15/N10, N20/N15, N22/N21, N22/N23, N23/N24, N26/N25, N21/N26, N23/N26, N32/N27, N37/N32, N38/N33, N33/N28, N39/N34, N34/N29, N40/N35, N35/N30, N36/N31, N41/N36, N24/N27, N27/N28, N28/N29, N29/N30, N30/N31, N31/N25, N3/N42, N42/N6, N6/N7, N7/N8, N8/N9, N9/N10, N10/N4, N1/N22, N16/N37, N11/N32, N12/N33, N13/N34, N14/N35, N15/N36 y N5/N26
2	N3/N6, N12/N6, N12/N8, N14/N8, N14/N10, N5/N10, N23/N27, N33/N27, N33/N29, N35/N29, N35/N31 y N26/N31
3	N22/N32, N38/N32, N38/N34, N40/N34, N40/N36, N21/N36, N2/N15, N19/N15, N19/N13, N17/N13, N17/N11 y N1/N11

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	Avy (cm <sup>2</sup> )	Avz (cm <sup>2</sup> )	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 140 B, (HEB)	43.00	25.20	7.31	1509.00	549.70	20.06
		2	HE 100 B, (HEB)	26.00	15.00	4.32	449.50	167.30	9.25
		3	L 60 x 60 x 5, (L)	5.82	2.75	2.75	19.37	19.37	0.48
<p><b>Notación:</b> Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' It: Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.</p>									

○ Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m <sup>3</sup> )	Serie (m <sup>3</sup> )	Material (m <sup>3</sup> )	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 140 B	133.400			0.574			4502.92		
			HE 100 B	34.908			0.091			712.48		
					168.308			0.664			5215.40	
			L 60 x 60 x 5	32.605			0.019			148.96		
		L			32.605			0.019			148.96	
						200.913			0.683			5364.36

#### 4.1.2.2. Resultados

- Barras

Se realiza el análisis del comportamiento de los perfiles metálicos en estado límite último.

○ Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_y V_z$	$M_z V_y$		
N1/N16	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$\eta = 7.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 15.8$	x: 0 m $\eta = 23.2$	x: 0 m $\eta = 3.9$	$\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 42.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 3.9$	$\eta = 0.6$	CUMPLE $\eta = 42.3$	
N16/N17	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$\eta = 10.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 2.65 m $\eta = 4.8$	x: 0 m $\eta = 8.5$	x: 0 m $\eta = 1.1$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 19.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.1$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 19.6$	
N17/N18	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$\eta = 13.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.325 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 5.8$	x: 2.65 m $\eta = 0.3$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.189 m $\eta = 18.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 18.1$	
N18/N19	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$\eta = 12.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 3.0$	x: 2.65 m $\eta = 3.5$	x: 2.65 m $\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 17.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 17.7$	
N19/N20	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$\eta = 8.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 7.2$	x: 0 m $\eta = 3.6$	x: 2.65 m $\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 17.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 17.2$	
N20/N2	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$\eta = 5.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 2.65 m $\eta = 11.2$	x: 0 m $\eta = 3.0$	x: 2.65 m $\eta = 2.8$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 16.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 2.65 m $\eta = 2.8$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 16.7$	
N1/N3	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 8.9$	x: 0.6 m $\eta = 17.7$	x: 0 m $\eta = 3.8$	$\eta = 18.1$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 27.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 4.4$	$\eta = 18.3$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 27.1$	
N2/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 6.8$	x: 0.6 m $\eta = 13.4$	x: 0.6 m $\eta = 16.5$	$\eta = 13.3$	$\eta = 1.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 33.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.8$	$\eta = 13.4$	$\eta = 1.3$	CUMPLE $\eta = 33.8$	
N5/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 1.2 m $\eta = 3.4$	x: 0 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.2 m $\eta = 3.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 3.6$	
N3/N11	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$\eta = 13.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 15.0$	x: 2.65 m $\eta = 9.3$	x: 0 m $\eta = 3.8$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 33.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 3.8$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 33.2$	
N11/N12	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$\eta = 4.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 2.65 m $\eta = 5.0$	x: 2.65 m $\eta = 14.1$	x: 0 m $\eta = 1.2$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 22.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.2$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 22.2$	
N12/N13	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$\eta = 8.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.946 m $\eta = 1.5$	x: 2.65 m $\eta = 7.9$	x: 2.65 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 15.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 15.3$	
N13/N14	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$\eta = 9.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 2.9$	x: 0 m $\eta = 5.3$	x: 2.65 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 16.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 16.3$	
N14/N15	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$\eta = 0.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 7.3$	x: 0 m $\eta = 14.0$	x: 2.65 m $\eta = 1.9$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 20.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 1.9$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 20.9$	
N15/N5	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$\eta = 8.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 2.65 m $\eta = 10.4$	x: 2.65 m $\eta = 22.2$	x: 2.65 m $\eta = 2.7$	$\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 38.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 2.65 m $\eta = 2.7$	$\eta = 0.6$	CUMPLE $\eta = 38.4$	
N16/N11	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	x: 0.6 m $\eta = 4.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 15.6$	x: 0 m $\eta = 30.1$	$\eta = 15.8$	$\eta = 5.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 49.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	$\eta = 15.8$	$\eta = 5.1$	CUMPLE $\eta = 49.9$	
N11/N6	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	x: 1.2 m $\eta = 6.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.2 m $\eta = 6.5$	x: 0 m $\eta = 0.8$	$\eta = 2.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.2 m $\eta = 12.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.9$	$\eta = 2.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 12.8$	
N12/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	x: 1.2 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.7$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 1.6$	
N17/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 1.0$	x: 0.6 m $\eta = 4.8$	x: 0.6 m $\eta = 3.9$	$\eta = 4.7$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 8.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.0$	$\eta = 4.8$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 8.6$	
N18/N13	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	x: 0.6 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0.6 m $\eta = 0.7$	$\eta = 2.3$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 2.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta = 2.3$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 2.6$	
N13/N8	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	x: 1.2 m $\eta = 2.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.2 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.2 m $\eta = 3.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 3.1$	
N19/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0.6 m $\eta = 9.3$	x: 0.6 m $\eta = 0.3$	$\eta = 9.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.3 m $\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 10.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	$\eta = 9.9$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 10.3$
N14/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	x: 1.2 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 1.2 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 1.2 m $\eta = 2.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 2.3$
N15/N10	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	x: 1.2 m $\eta = 1.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.2 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta = 2.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.2 m $\eta = 7.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	$\eta = 2.0$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 7.2$	
N20/N15	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	x: 0.6 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 14.3$	x: 0.6 m $\eta = 0.6$	$\eta = 14.7$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 14.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.1$	$\eta = 14.8$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 14.8$	
N3/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.208 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 119.5$	x: 1.455 m $\eta = 1.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(7)</sup>	x: 1.455 m $\eta = 120.2$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 14.8$	
N12/N6	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.208 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	x: 2.909 m $\eta = 5.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.455 m $\eta = 1.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(7)</sup>	x: 1.455 m $\eta = 6.3$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 6.3$	
N12/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.208 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 8.2$	x: 1.455 m $\eta = 1.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(7)</sup>	x: 1.247 m $\eta = 8.7$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 8.7$	
N14/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.208 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 29.9$	x: 1.455 m $\eta = 1.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(7)</sup>	x: 1.247 m $\eta = 30.5$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 30.5$	
N14/N10	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.208 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	x: 2.909 m $\eta = 11.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.455 m $\eta = 1.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(7)</sup>							

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
$\bar{\lambda}$	$\lambda_{w\bar{\lambda}}$	$N_L$	$N_C$	$M_F$	$M_Z$	$V_Z$	$V_F$	$M_F V_Z$	$M_Z V_F$	$N M_F M_Z$	$N M_F M_Z V_F V_Z$	$M_L$	$M_F V_Z$	$M_L V_F$		
N40/N41	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 7.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 6.8$	x: 0.757 m $\eta = 3.4$	x: 2.65 m $\eta = 1.7$	x: 2.65 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 15.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 15.2$
N41/N21	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 5.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 2.65 m $\eta = 10.5$	x: 0.757 m $\eta = 1.8$	x: 2.65 m $\eta = 2.6$	x: 2.65 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 15.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 2.65 m $\eta = 2.4$	x: 2.65 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 15.5$
N22/N23	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 8.6$	x: 0.6 m $\eta = 16.6$	x: 0 m $\eta = 7.4$	$\eta = 17.7$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 28.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.2$	$\eta = 17.5$	x: 0 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 28.2$
N23/N24	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 1.2 m $\eta = 5.4$	x: 0 m $\eta = 3.3$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 7.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 7.1$
N26/N25	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 1.2 m $\eta = 3.4$	x: 0 m $\eta = 4.0$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 5.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.1$	$\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 5.4$
N21/N26	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 6.4$	x: 0.6 m $\eta = 12.3$	x: 0.6 m $\eta = 10.6$	$\eta = 12.3$	x: 0 m $\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 23.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.5$	$\eta = 11.5$	x: 0 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 23.5$
N23/N32	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 13.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 12.0$	x: 2.65 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 2.4$	x: 2.65 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 25.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 2.65 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 25.5$
N32/N33	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 4.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 5.4$	x: 2.65 m $\eta = 9.9$	x: 2.65 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 14.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 14.0$
N33/N34	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 7.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.514 m $\eta = 1.2$	x: 2.65 m $\eta = 7.8$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 13.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 13.1$
N34/N35	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 8.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta = 4.9$	x: 2.65 m $\eta = 0.8$	x: 2.65 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 12.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 12.9$
N35/N36	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 7.0$	x: 0 m $\eta = 13.3$	x: 2.65 m $\eta = 1.8$	x: 2.65 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 19.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 19.2$
N36/N26	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 8.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 2.65 m $\eta = 9.8$	x: 2.65 m $\eta = 22.5$	x: 2.65 m $\eta = 2.5$	x: 2.65 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 35.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 2.65 m $\eta = 2.4$	x: 2.65 m $\eta = 0.6$	CUMPLE $\eta = 35.2$
N32/N27	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.2 m $\eta = 6.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.2 m $\eta = 5.1$	x: 0 m $\eta = 8.8$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 16.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.0$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 16.9$
N37/N32	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 0.6 m $\eta = 4.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 16.5$	x: 0 m $\eta = 27.6$	$\eta = 11.4$	$\eta = 4.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 48.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.7$	$\eta = 11.3$	x: 0.6 m $\eta = 4.4$	CUMPLE $\eta = 48.2$
N38/N33	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 4.6$	x: 0.6 m $\eta = 1.4$	$\eta = 4.6$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 5.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.2$	$\eta = 4.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 5.6$
N33/N28	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.2 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 5.1$	$\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 6.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.9$	$\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 6.7$
N39/N34	x: 0 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 0.6 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 0.6 m $\eta = 2.7$	$\eta = 1.7$	x: 0.6 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	x: 0.3 m $\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 3.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 3.3$
N34/N29	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.2 m $\eta = 2.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.2 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 7.0$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 8.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 8.9$
N40/N35	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0.6 m $\eta = 8.5$	x: 0.6 m $\eta = 1.6$	$\eta = 9.0$	x: 0.6 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	x: 0.3 m $\eta < 0.1$	x: 0.6 m $\eta = 9.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	$\eta = 8.3$	x: 0.6 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 9.4$
N35/N30	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.2 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 1.2 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 5.5$	$\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 5.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	$\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 5.7$
N36/N31	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.2 m $\eta = 1.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.2 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 7.6$	$\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 10.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.1$	$\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 10.7$
N41/N36	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 0.6 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 13.4$	x: 0.6 m $\eta = 2.2$	$\eta = 13.7$	x: 0.6 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 13.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.9$	$\eta = 12.7$	x: 0.6 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 13.7$
N23/N27	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.208 m $\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 118.8$	x: 1.455 m $\eta = 1.0$	x: 1.455 m $\eta = 2.9$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	x: 1.455 m $\eta = 120.4$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 24.5$
N33/N27	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.909 m $\eta = 6.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.455 m $\eta = 1.0$	x: 1.455 m $\eta = 2.9$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	x: 1.455 m $\eta = 8.6$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 8.6$
N33/N29	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.208 m $\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 8.0$	x: 1.455 m $\eta = 1.0$	x: 1.455 m $\eta = 2.9$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	x: 1.455 m $\eta = 10.8$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 10.8$
N35/N29	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.208 m $\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 29.1$	x: 1.455 m $\eta = 1.0$	x: 1.455 m $\eta = 2.9$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	x: 1.455 m $\eta = 31.0$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 31.0$
N35/N31	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.208 m $\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.909 m $\eta = 10.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.455 m $\eta = 1.0$	x: 1.455 m $\eta = 2.9$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	x: 1.455 m $\eta = 13.4$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 13.4$
N26/N31	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.208 m $\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 73.5$	x: 1.455 m $\eta = 1.0$	x: 1.455 m $\eta = 2.9$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	x: 1.455 m $\eta = 76.1$	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 76.1$
N24/N27	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	$\eta = 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 6.1$	x: 1.704 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 6.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 6.6$
N27/N28	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	$\eta = 41.6$	x: 2.082 m $\eta = 2.6$	x: 1.704 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.082 m $\eta = 44.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 44.9$
N28/N29	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	$\eta = 41.4$	x: 0 m $\eta = 2.4$	x: 1.893 m $\eta = 4.2$	x: 2.65 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.325 m $\eta = 45.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 2.65 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 45.5$
N29/N30	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	$\eta = 34.9$	x: 1.514 m $\eta = 1.8$	x: 0.757 m $\eta = 4.2$	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 2.65 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.946 m $\eta = 39.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 2.65 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 39.1$
N30/N31	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\bar{\lambda}} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	$\eta = 34.7$	x: 0 m $\eta = 3.6$	x: 1.514 m $\eta = 3.3$	x: 2.65 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.568 m $\eta = 38.6$	$\eta < 0.1$				



Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	$M_t$	
N8/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	$\eta = 35.5$	x: 1.325 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 3.7$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.325 m $\eta = 39.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$ x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$ <b>CUMPLE</b> $\eta = 39.9$
N9/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	$\eta = 35.3$	x: 0 m $\eta = 3.6$	x: 0 m $\eta = 3.6$	x: 2.65 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 40.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup> <b>CUMPLE</b> $\eta = 40.9$
N10/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 3.4$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 2.65 m $\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 4.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$ x: 2.65 m $\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$ <b>CUMPLE</b> $\eta = 4.0$
N1/N22	N.P. <sup>(8)</sup>	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 1.2 m $\eta = 4.0$	x: 1.6 m $\eta = 24.0$	x: 0 m $\eta = 3.1$	$\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.6 m $\eta = 27.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$ x: 0 m $\eta = 3.1$	$\eta = 1.1$ <b>CUMPLE</b> $\eta = 27.6$
N16/N37	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 2.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.8 m $\eta = 17.7$	x: 0 m $\eta = 30.2$	x: 0 m $\eta = 25.7$	$\eta = 2.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 44.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$ x: 0 m $\eta = 25.7$	$\eta = 1.3$ <b>CUMPLE</b> $\eta = 44.6$
N11/N32	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	$\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 10.2$	x: 0 m $\eta = 19.8$	x: 0 m $\eta = 14.9$	$\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 30.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$ x: 0 m $\eta = 14.9$	$\eta = 0.5$ <b>CUMPLE</b> $\eta = 30.8$
N12/N33	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	x: 0.8 m $\eta = 11.6$	x: 0 m $\eta = 18.4$	x: 0 m $\eta = 10.0$	$\eta = 1.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 20.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup> <b>CUMPLE</b> $\eta = 20.7$
N13/N34	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0.8 m $\eta = 12.6$	x: 1.6 m $\eta = 2.9$	x: 0 m $\eta = 9.7$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.8 m $\eta = 12.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup> <b>CUMPLE</b> $\eta = 12.8$
N14/N35	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	$\eta = 0.3$	x: 0.8 m $\eta = 12.5$	x: 1.6 m $\eta = 15.7$	x: 0 m $\eta = 9.7$	$\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.6 m $\eta = 17.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup> <b>CUMPLE</b> $\eta = 17.8$
N15/N36	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0.8 m $\eta = 12.0$	x: 0 m $\eta = 31.3$	x: 0 m $\eta = 9.8$	$\eta = 2.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.6 m $\eta = 34.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup> <b>CUMPLE</b> $\eta = 34.2$
N5/N26	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 8.4$	x: 1.6 m $\eta = 23.0$	x: 0 m $\eta = 6.5$	$\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 31.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup> <b>CUMPLE</b> $\eta = 31.2$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>	
N22/N32	$\bar{\lambda} \geq 2.0$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m η = 257.3	x: 2.717 m η = 20.4	x: 2.717 m η = 11.7	x: 2.717 m η = 0.3	η = 0.2	x: 0.194 m η < 0.1	x: 0.194 m η < 0.1	x: 0.194 m	x: 0.194 m η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE η = 22.5
N38/N32	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 2.717 m η = 23.7	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.359 m η = 2.5	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m η = 0.2	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0.194 m η < 0.1	N.P. <sup>(7)</sup>	x: 1.359 m η = 26.2	x: 0.194 m η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE η = 26.2
N38/N34	$\bar{\lambda} \geq 2.0$ Cumple	x: 2.717 m η = 7.9	x: 0 m η = 0.6	x: 1.359 m η = 2.5	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m η = 0.2	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0.194 m η < 0.1	N.P. <sup>(7)</sup>	x: 1.359 m η = 10.4	x: 0.194 m η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE η = 22.5
N40/N34	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 2.717 m η = 1.7	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.359 m η = 2.5	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m η = 0.2	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0.194 m η < 0.1	N.P. <sup>(7)</sup>	x: 1.359 m η = 4.2	x: 0.194 m η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE η = 4.2
N40/N36	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 2.717 m η = 24.1	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.359 m η = 2.5	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m η = 0.2	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0.194 m η < 0.1	N.P. <sup>(7)</sup>	x: 1.359 m η = 26.6	x: 0.194 m η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE η = 26.6
N21/N36	$\bar{\lambda} \geq 2.0$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m η = 173.2	x: 1.359 m η = 2.5	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m η = 0.2	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0.194 m η < 0.1	N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.194 m	x: 0.194 m η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE η = 22.5
N2/N15	$\bar{\lambda} \geq 2.0$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m η = 185.8	x: 1.359 m η = 2.5	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m η = 0.2	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0.194 m η < 0.1	N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.194 m	x: 0.194 m η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE η = 22.5
N19/N15	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 2.717 m η = 26.0	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.359 m η = 2.5	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m η = 0.2	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0.194 m η < 0.1	N.P. <sup>(7)</sup>	x: 1.359 m η = 28.5	x: 0.194 m η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE η = 28.5
N19/N13	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 2.717 m η = 1.4	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.359 m η = 2.5	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m η = 0.2	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0.194 m η < 0.1	N.P. <sup>(7)</sup>	x: 1.359 m η = 3.9	x: 0.194 m η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE η = 3.9
N17/N13	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 2.717 m η = 9.4	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.359 m η = 2.5	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m η = 0.2	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0.194 m η < 0.1	N.P. <sup>(7)</sup>	x: 1.359 m η = 11.9	x: 0.194 m η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE η = 11.9
N17/N11	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 2.717 m η = 22.8	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.359 m η = 2.5	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m η = 0.2	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0.194 m η < 0.1	N.P. <sup>(7)</sup>	x: 1.359 m η = 25.3	x: 0.194 m η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE η = 25.3
N1/N11	$\bar{\lambda} \geq 2.0$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m η = 244.8	x: 1.359 m η = 2.5	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m η = 0.2	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0.194 m η < 0.1	N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.194 m	x: 0.194 m η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	CUMPLE η = 22.5

#### Notación:

$\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez  
 $\lambda_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  
 $N_t$ : Resistencia a tracción  
 $N_c$ : Resistencia a compresión  
 $M_y$ : Resistencia a flexión eje Y  
 $M_z$ : Resistencia a flexión eje Z  
 $V_z$ : Resistencia a corte Z  
 $V_y$ : Resistencia a corte Y  
 $M_y V_z$ : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  
 $M_z V_y$ : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  
 $NM_y M_z$ : Resistencia a flexión y axil combinados  
 $NM_y M_z V_y V_z$ : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  
 $M_t$ : Resistencia a torsión  
 $M_t V_z$ : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  
 $M_t V_y$ : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  
 $x$ : Distancia al origen de la barra  
 $\eta$ : Coeficiente de aprovechamiento (%)  
 $N.P.$ : No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
- <sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- <sup>(3)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- <sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
- <sup>(5)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
- <sup>(6)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- <sup>(7)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- <sup>(8)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Errores:

- <sup>(1)</sup> Se ha producido un error, ya que la esbeltez de la barra es mayor que la esbeltez límite.
- <sup>(2)</sup> El axil de compresión es excesivo y supera los axiles críticos de pandeo.

## 4.2. PASARELAS DE HORMIGÓN

### 4.2.1. PASARELA DE HORMIGÓN ARMADO

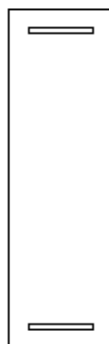
Utilizando el Prontuario de la norma se dimensiona a Flexión la sección de la viga Sección de 80 cm de alto x 25 cm de ancho, y recubrimientos de 5 cm.

- Materiales

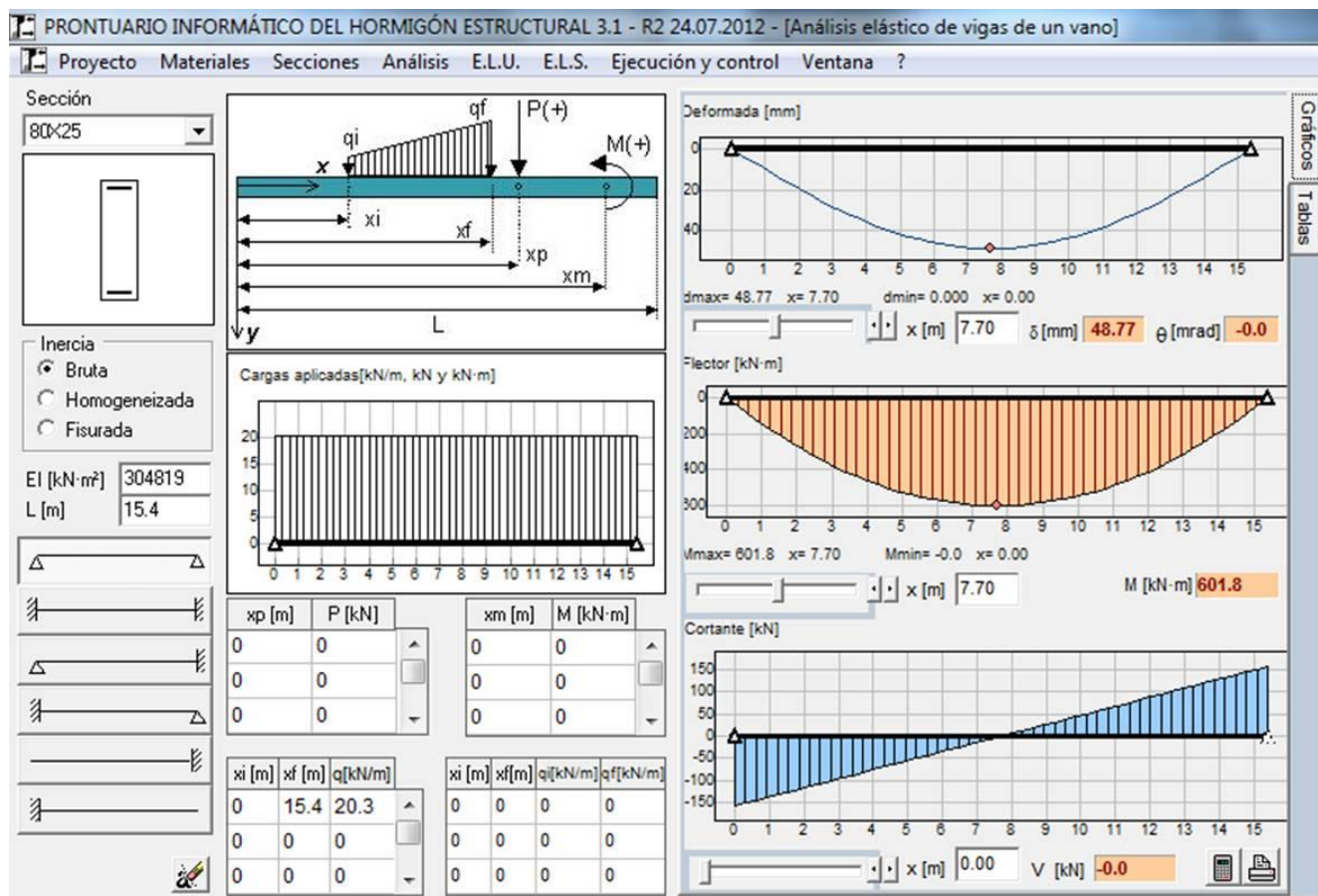
Tipo de hormigón : HA-30  
Tipo de acero : B-500-S  
fck [MPa] = 30.00  
fyk [MPa] = 500.00  
 $\gamma_c$  = 1.50  
 $\gamma_s$  = 1.15

- Sección

Sección : 80X25  
b [m] = 0.25  
h [m] = 0.80  
ri [m] = 0.050  
rs [m] = 0.050  
A<sub>i</sub> [cm<sup>2</sup>] = 20.00  
A<sub>s</sub> [cm<sup>2</sup>] = 20.00



A partir de las cargas solicitantes se determina el momento de diseño, siendo el mismo de 601,8Kn·



De este modo para la carga descrita y una longitud total de vano se obtiene un Momento de diseño de 601,8 Kn·m.

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 - R2 24.07.2012 - [TN1. Flexión simple]

Proyecto Materiales Secciones Análisis E.L.U. E.L.S. Ejecución y control Ventana ?

Sección: 80x25

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

At [cm²] = 21.1

	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø	—	—	—	7	5
nº de capas	—	—	—	2	2
At[cm²]	—	—	—	22.0	24.5
wk [mm] *	—	—	—	0.28	0.26

Ac [cm²] = 0.0

	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac[cm²]					

(\*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN·m] 601.8

El armado seleccionado para soportar las cargas solicitantes es de 7 Ø20 en dos capas.

A continuación se comprueba que la estructura cumpla la apertura de fisura.

Sección: 80x25

Definición específica del armado

nº de capas: 2

Ø [mm]: 20

As [cm²]: 22.0

Ac,eficaz [cm²]: 505.4

Recubrimiento de la armadura longitudinal: c [mm]: 25

Solicitación: Flexión simple

Mk [kN·m]: 601

Separación media entre fisuras:  $s_m$  [mm]: 83.0

Deformación media de las armaduras:  $\varepsilon_{sm}$  [‰]: 2.10

Tensión en las armaduras en el instante de fisuración del hormigón:  $\sigma_{sr}$  [MPa]: 54.1

Tensión en las armaduras en servicio:  $\sigma_s$  [MPa]: 424.0

Abertura característica de fisura: wk [mm]: 0.30

Valores máximos de la abertura de fisura

Clase de exposición	w max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2¹
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Descompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

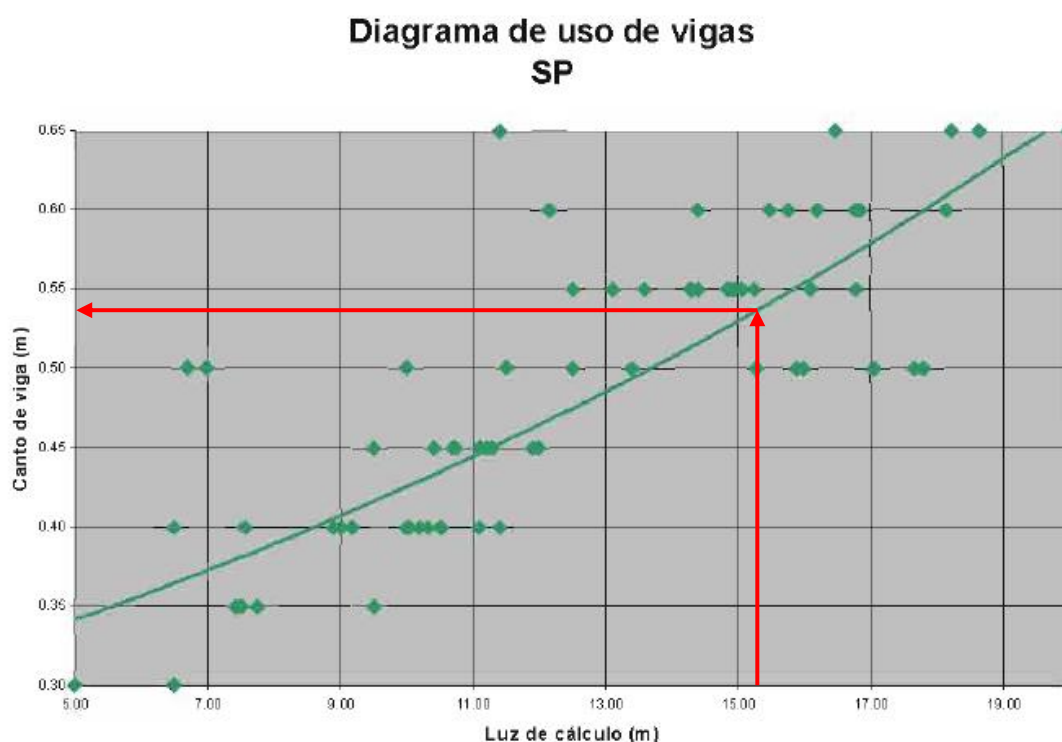
(1) Adicionalmente deberá comprobarse que las armaduras activas se encuentran en la zona comprimida de la sección, bajo la combinación de acciones cuasipermanentes

Cumple para la clase de exposición exigida.



#### 4.2.2. PASARELA DE HORMIGÓN PRETENSADO

Para la selección de la viga pretensada se ha empleado el Catálogo de vigas Precón. Debido a que las cargas solicitantes sobre la estructura son similares a las aplicadas en los puentes de carreteras, se ha empleado las gráficas aportadas por el mismo, seleccionando la tipología de la viga en función de la luz de cálculo.

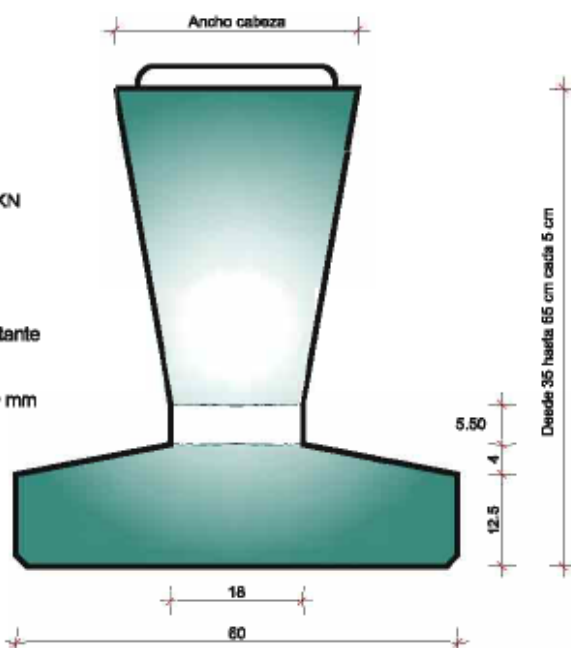


Para una luz de cálculo de 15,4 metros es necesario un canto de esta tipología de viga superior a 0,50 m.

# Viga SP

## Características de materiales

- Cables Y1860S7 tesados a 192.2 KN
- Armadura pasiva B500S
- Hormigón HP-50
- Resistencia característica en el instante de la transferencia hasta 40 MPa
- Recubrimiento nominal: de 20 a 30 mm según EHE



## Pretensado

COTA DESDE BASE VIGA		Nº CABLES POR FILA	
Fila superior	Canto - 5 cm	Fijo	1
Fila 1	5 cm	Mínimo	6
		Máximo recomendado	10
		Máximo posible	11
Fila 2	10 cm	Mínimo	0
		Máximo recomendado	10
		Máximo posible	11
Capacidad máxima tesado en pista 5000 kN			

Escala 1:7.5

## Cuadro de Dimensiones

Canto (cm)	30	35	40	45	50	55	60	65
Cabeza (cm)	20.79	22.53	24.28	26.02	27.77	29.41	31.26	33.00
Peso (kg/m)	289	317	346	377	411	447	484	525
Área (m <sup>2</sup> )	0.1154	0.1266	0.1383	0.1509	0.1643	0.1786	0.1938	0.2099
Hormigón m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> (*)	0.158	0.193	0.224	0.253	0.281	0.308	0.333	0.357

(\*) Volumen de hormigón a disponer "in-situ" en los senos entre vigas y sobre ellas para un intersejo de vigas de 61 cm y un espesor de losa sobre viga de 5 cm.

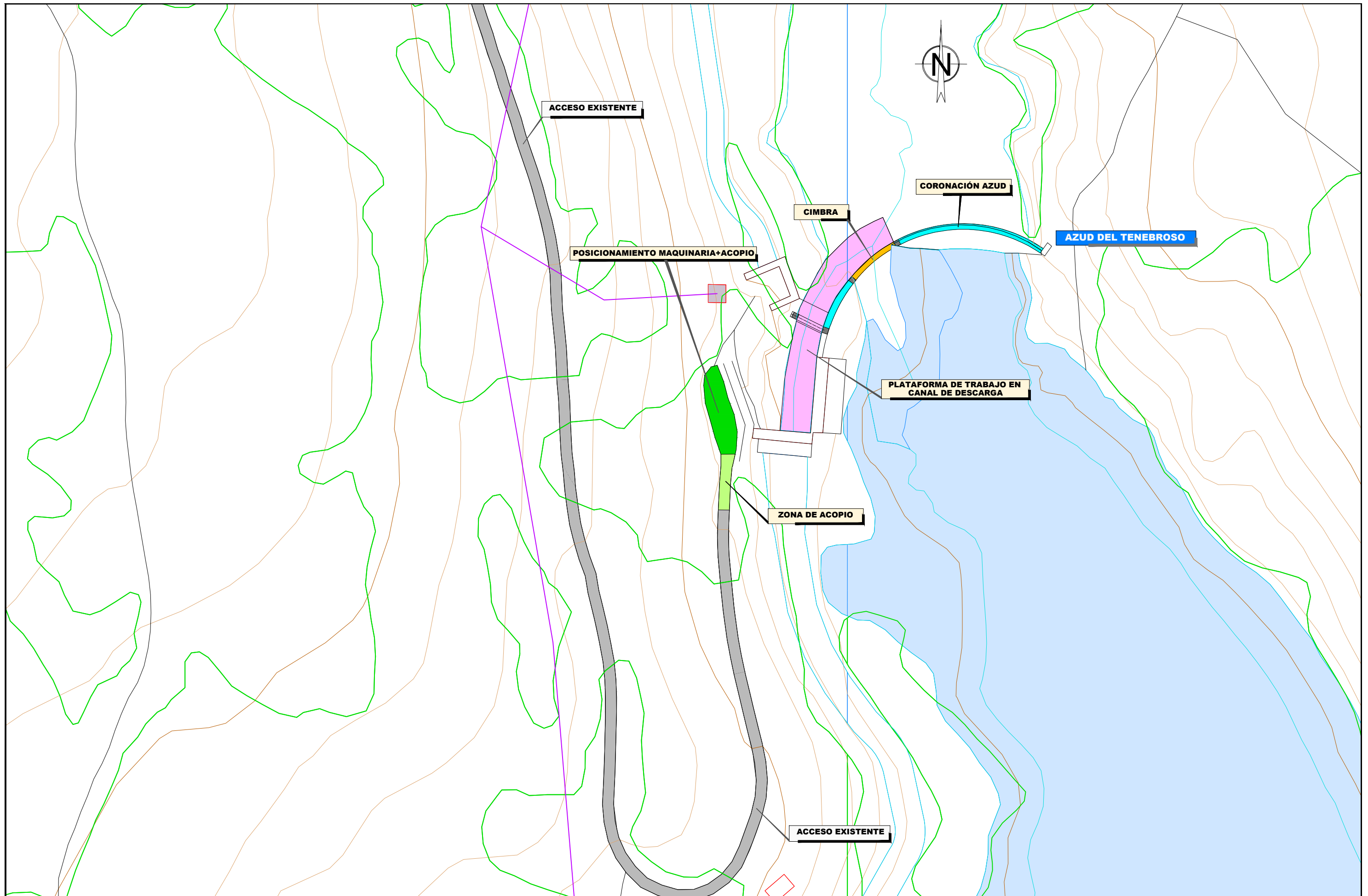
## Notas

- Intersejo entre 61 y 64 cm para permitir el sellado del espacio entre vigas con fondo de junta.
- Huecos para peso de armadura transversal inferior de losa cada 50 cm.
- Recubrimiento de hormigón de losa por encima de viga entre 5 y 10 cm.

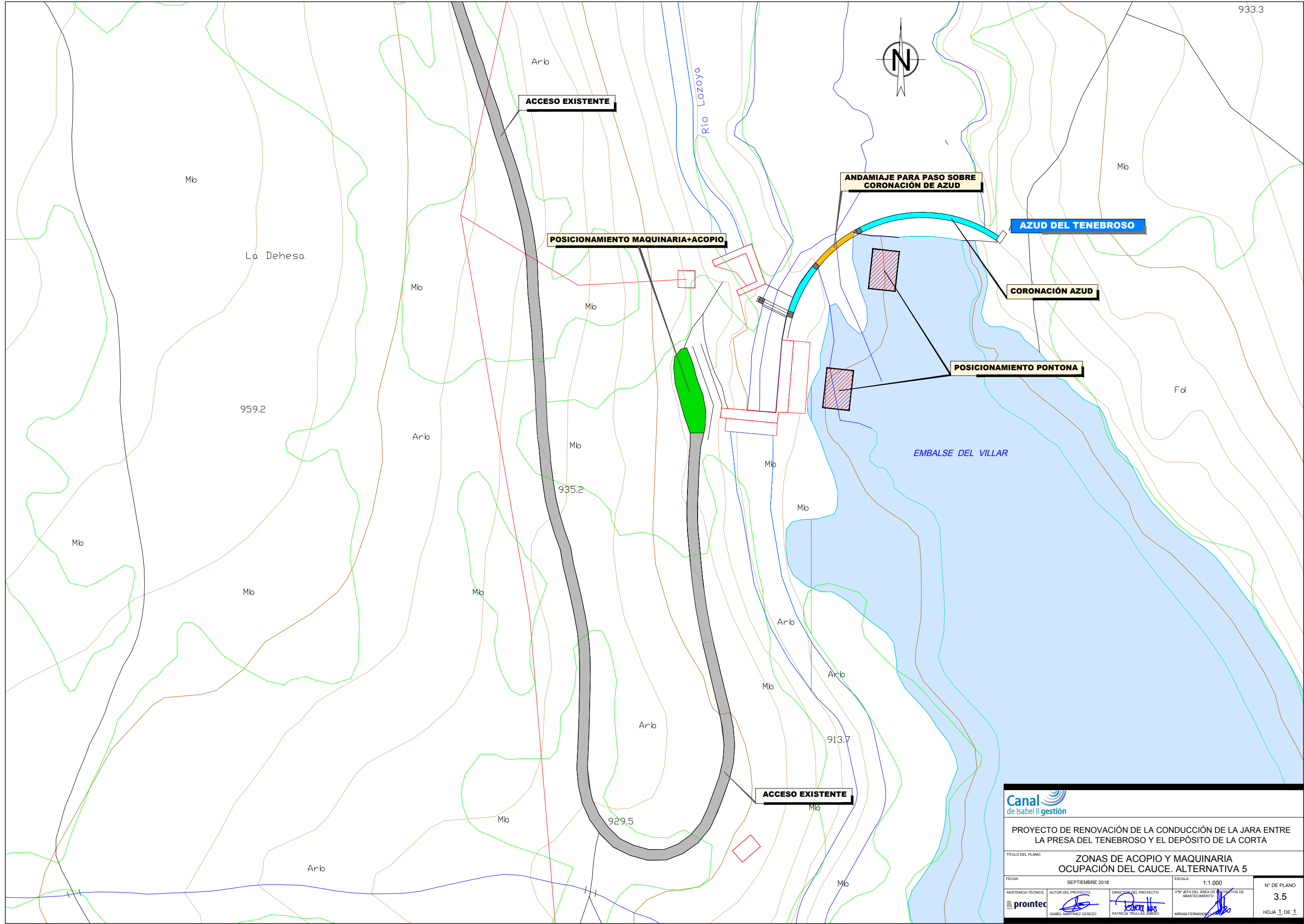
Se selecciona por tanto una viga SP de dimensiones de canto 55 cm




## APÉNDICE Nº2: PLANOS









de Isabel II gestión

PROYECTO DE RENOVACIÓN DE LA CONDUCCIÓN DE LA JARA ENTRE LA PRESA DEL TENEBROSO Y EL DEPÓSITO DE LA CORTA


TÍTULO DEL PLANO:

ZONAS DE ACOPIO Y MAQUINARIA  
OCUPACIÓN DEL CAUCE. ALTERNATIVA 5


FECHA:

SEPTIEMBRE 2018


ASISTENCIA TÉCNICA:

  
ISABEL MARTÍNEZ CEREZO


AUTOR DEL PROYECTO:

  
PATRICIA TRULLAS JIMENO

DIRECTOR DEL PROYECTO:

  
MIRIAM FERNÁNDEZ

VP/ JEFA DEL ÁREA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO:

  
MIRIAM FERNÁNDEZ

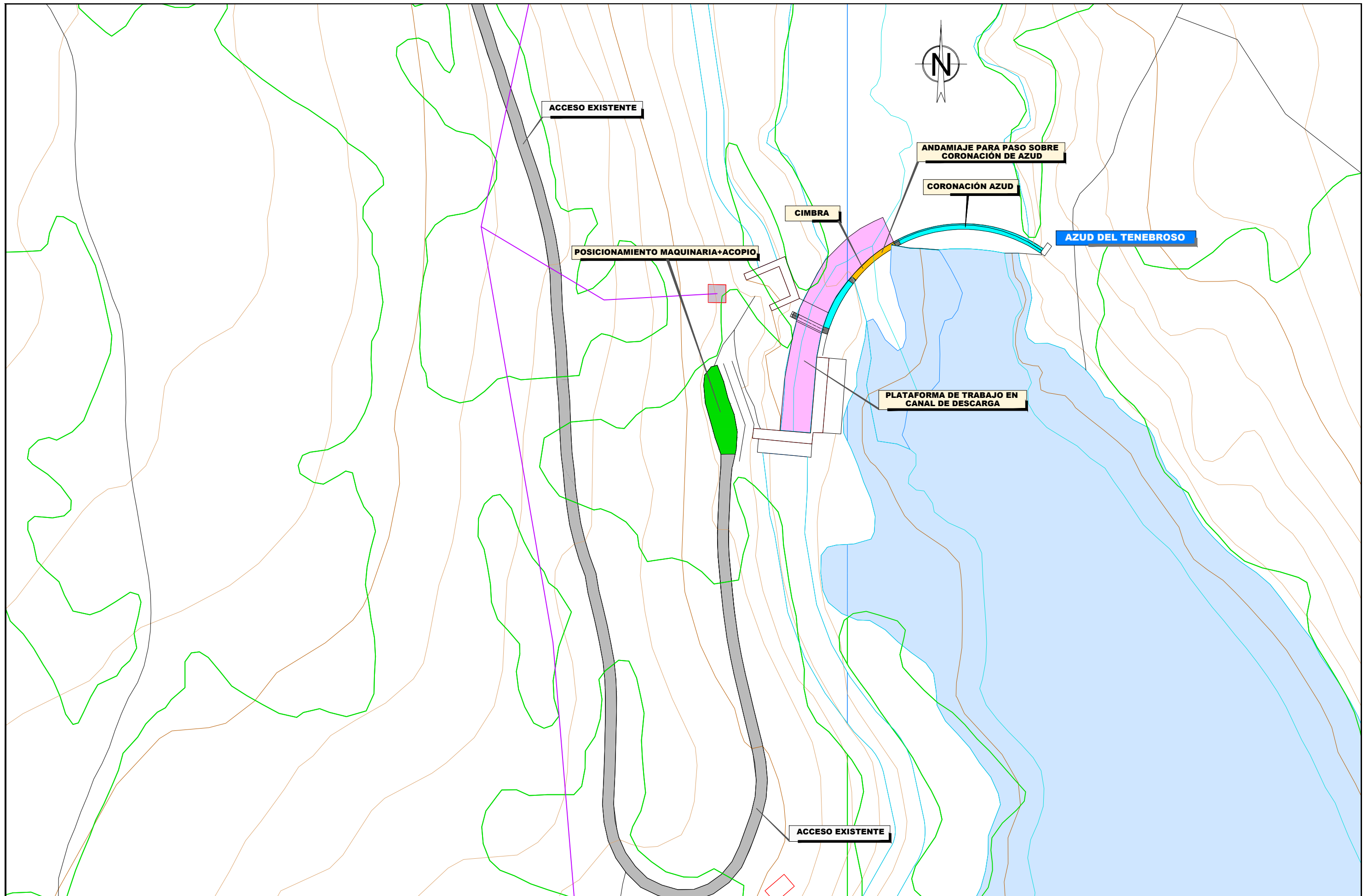
ESCALA:

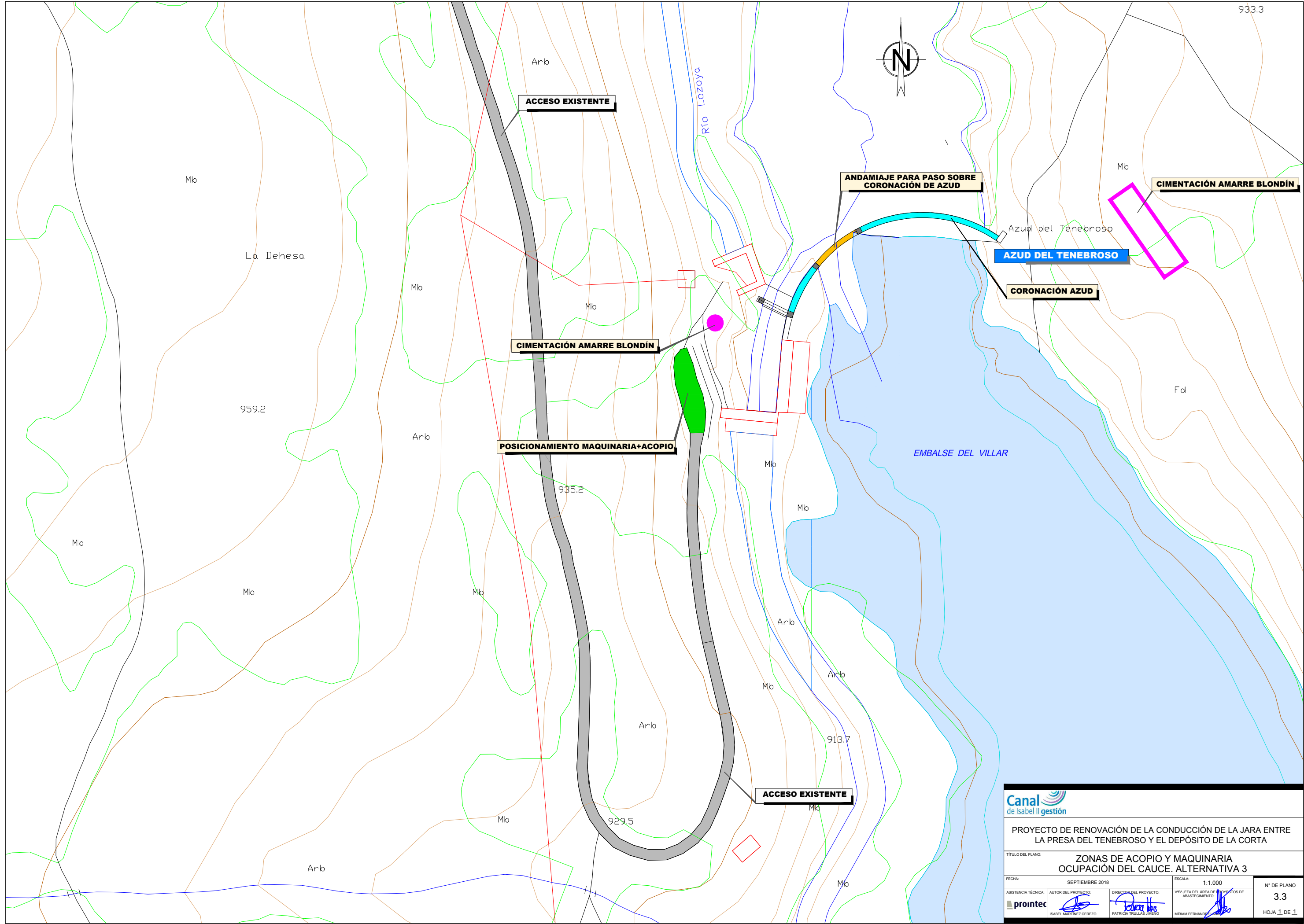
1:1.000


Nº DE PLANO:

3.5

HOJA 1 DE 1










PROYECTO DE RENOVACIÓN DE LA CONDUCCIÓN DE LA JARA ENTRE LA PRESA DEL TENEBROSO Y EL DEPÓSITO DE LA CORTA

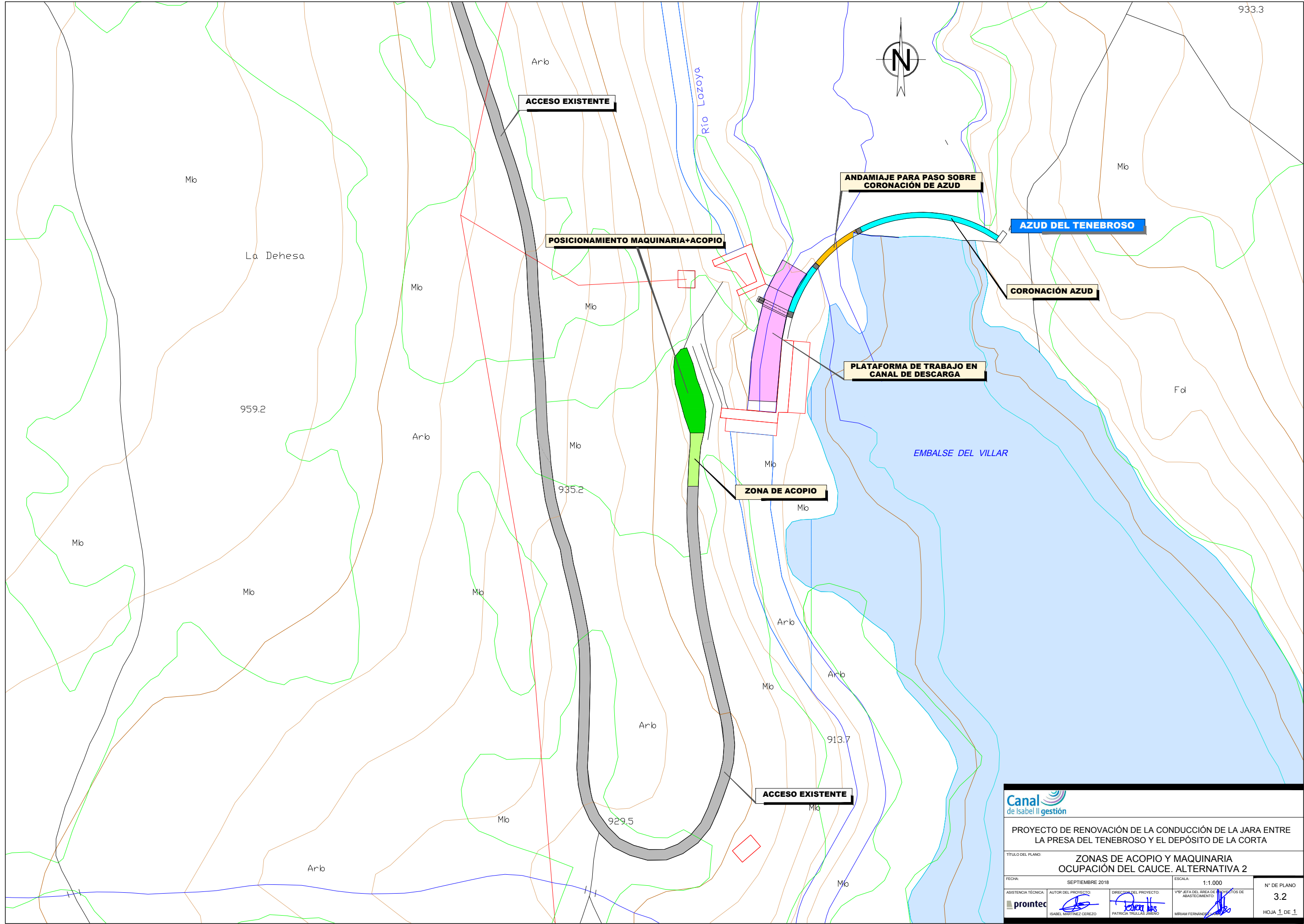
TÍTULO DEL PLANO:


ZONAS DE ACOPIO Y MAQUINARIA  
OCUPACIÓN DEL CAUCE. ALTERNATIVA 3

FECHA: <div>SEPTIEMBRE 2018</div>	ESCALA: <div>1:1.000</div>	Nº DE PLANO: <div>3.3</div>
ASISTENCIA TÉCNICA: <div> ISABEL MARTÍNEZ CEREZO</div>	AUTOR DEL PROYECTO: <div> PATRICIA TRILLAS JIMENO</div>	DIRECTOR DEL PROYECTO: <div> MIRIAM FERNÁNDEZ</div>

HOJA 1 DE 1








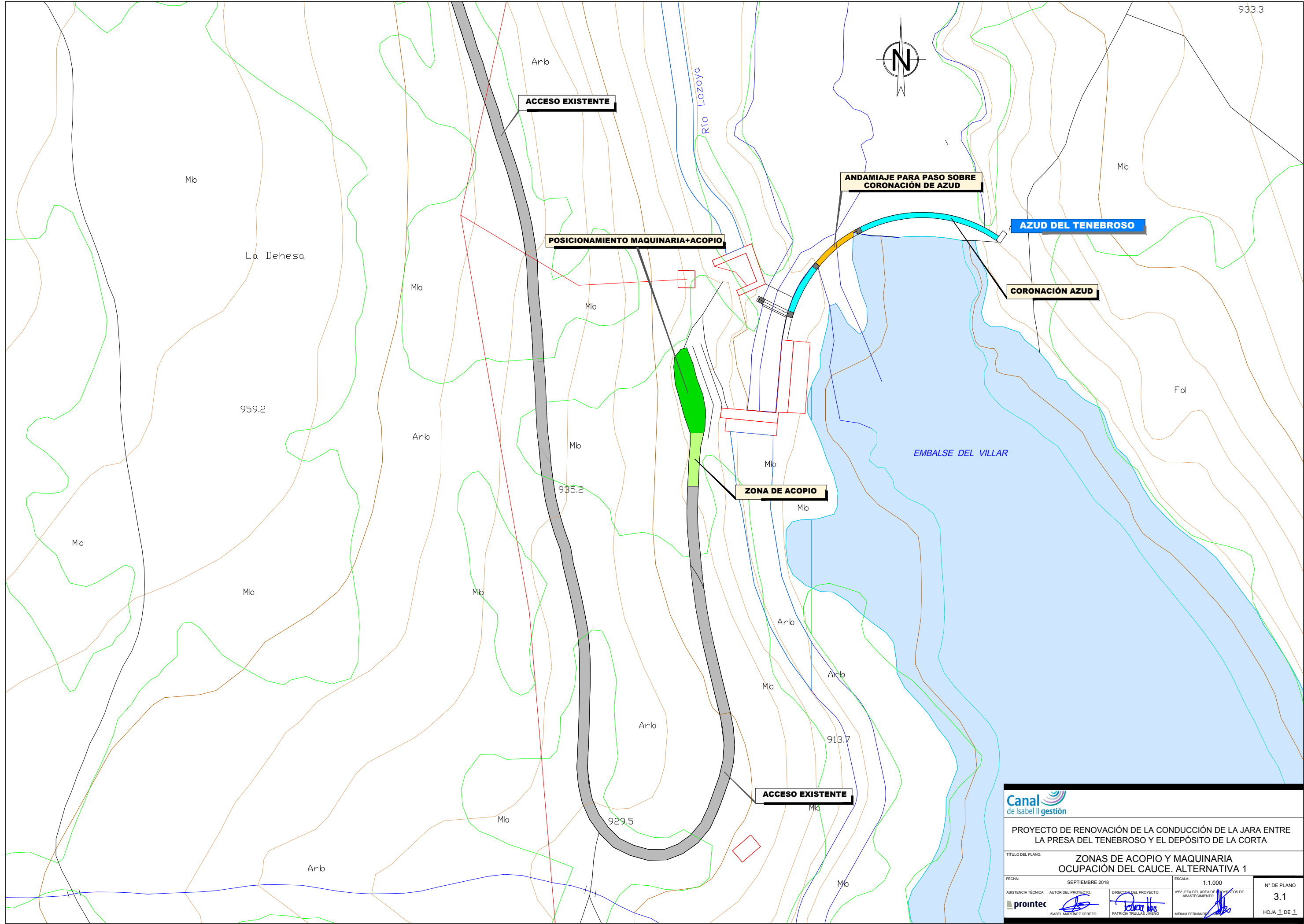



PROYECTO DE RENOVACIÓN DE LA CONDUCCIÓN DE LA JARA ENTRE LA PRESA DEL TENEBROSO Y EL DEPÓSITO DE LA CORTA

TÍTULO DEL PLANO: ZONAS DE ACOPIO Y MAQUINARIA OCUPACIÓN DEL CAUCE. ALTERNATIVA 2

FECHA: SEPTIEMBRE 2018	ESCALA: 1:1.000	Nº DE PLANO: 3.2
ASISTENCIA TÉCNICA:  ISABEL MARTÍNEZ CEREZO	AUTOR DEL PROYECTO:  PATRICIA TRULLAS JIMENO	DIRECTOR DEL PROYECTO:  MIRIAM FERNÁNDEZ

HOJA 1 DE 1








de Isabel II gestión

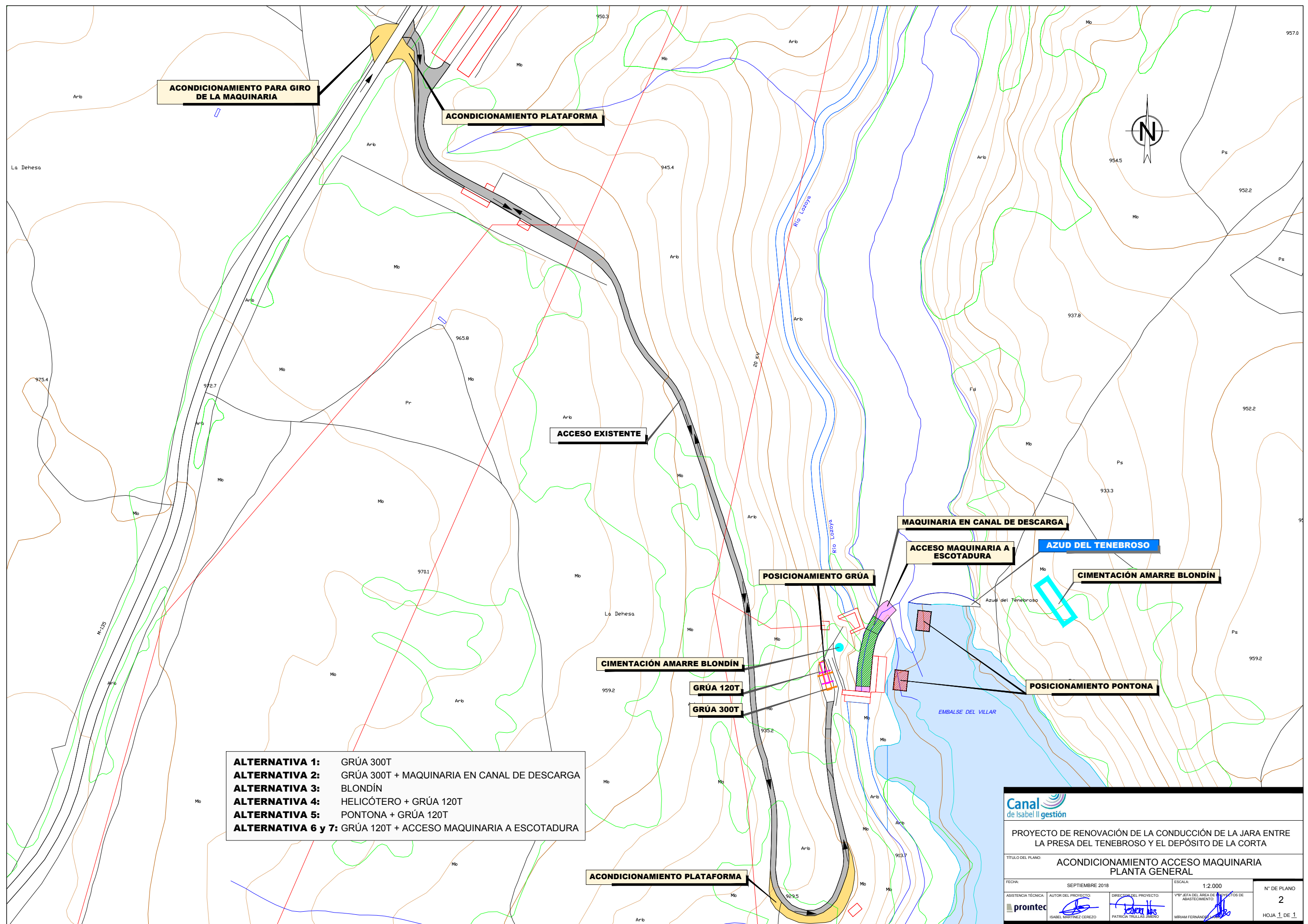
PROYECTO DE RENOVACIÓN DE LA CONDUCCIÓN DE LA JARA ENTRE LA PRESA DEL TENEBROSO Y EL DEPÓSITO DE LA CORTA

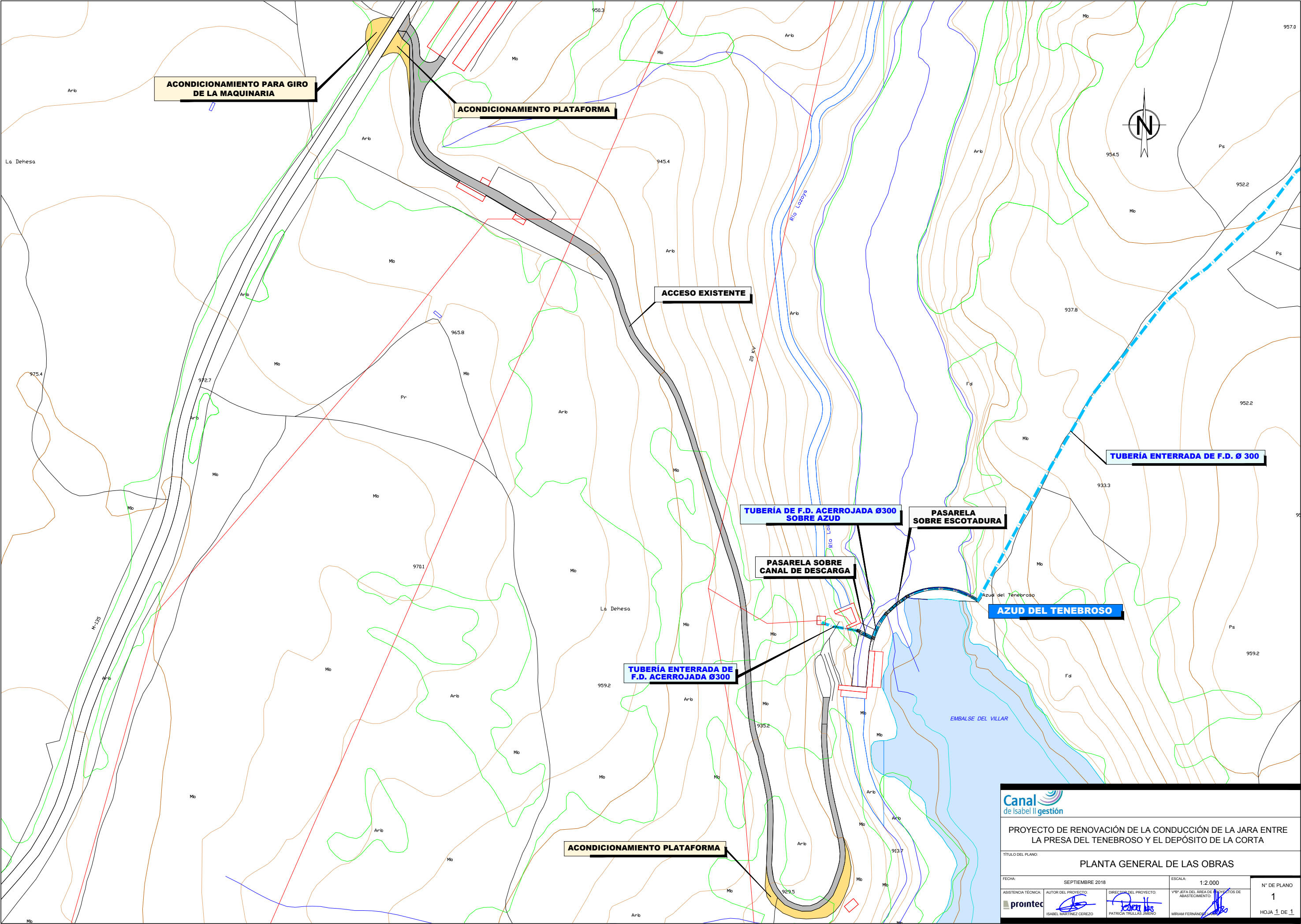
TÍTULO DEL PLANO: ZONAS DE ACOPIO Y MAQUINARIA OCUPACIÓN DEL CAUCE. ALTERNATIVA 1


FECHA: SEPTIEMBRE 2018	ESCALA: 1:1.000	Nº DE PLANO: 3.1
ASISTENCIA TÉCNICA:  ISABEL MARTÍNEZ CEREZO	AUTOR DEL PROYECTO:  PATRICIA TRILLAS JIMENO	DIRECTOR DEL PROYECTO:  MIRIAM FERNÁNDEZ

HOJA 1 DE 1












PROYECTO DE RENOVACIÓN DE LA CONDUCCIÓN DE LA JARA ENTRE LA PRESA DEL TENEBROSO Y EL DEPÓSITO DE LA CORTA

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL DE LAS OBRAS

FECHA: SEPTIEMBRE 2018	ESCALA: 1:2.000	Nº DE PLANO: 1
ASISTENCIA TÉCNICA:  ISABEL MARTÍNEZ CEREZO	AUTOR DEL PROYECTO:  PATRICIA TRULLAS JIMENO	DIRECTOR DEL PROYECTO:  MIRIAM FERNÁNDEZ

HOJA 1 DE 1

