

MEMORIA

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	5
2. OBJETO DEL PROYECTO	6
3. JUSTIFICACIÓN DE LAS NECESIDAD DE LA OBRA	7
4. ÁMBITO GEOGRÁFICO	9
5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	10
5.1 MATERIAL, DIÁMETRO Y PRESIONES	10
5.2 TRAZADO	11
5.3 SECCIÓN TIPO	11
5.3.1 Sección tipo en zanja (Secciones tipo I y II)	11
5.3.2 Sección tipo sobre azud (Sección Tipo III)	12
5.3.3 Sección tipo sobre las pasarelas metálicas (Sección Tipo IV)	13
5.4 VENTOSAS, DESAGÜES Y VÁLVULAS DE CORTE	14
5.5 CÁMARAS DE CONTROL Y MANIOBRA	14
5.6 CONEXIONES CON LA CONDUCCIÓN ACTUAL	15
5.7 PASARELA SOBRE LA ESCOTADURA DEL AZUD	15
5.8 PASARELA SOBRE EL CANAL DE DESCARGA	16
5.9 LOSA PILOTADA	17
5.10 DRENAJE DEL MURO	17
6. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA	18
7. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	19
8. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y SOLUCIÓN ADOPTADA	24
8.1 ANÁLISIS DE LA TIPOLOGÍA DE PASARELA	24
8.2 ANÁLISIS EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSTRUCTIVO	24
8.3 SOSTENIMIENTO DEL MURO DE MAMPOSTERÍA	25
9. TRAZADO Y REPLANTEO	27
10. CÁLCULOS HIDRÁULICOS	28
10.1 SELECCIÓN DEL MATERIAL	28
10.2 DIÁMETRO DE LA TUBERÍA A INSTALAR	28
10.3 PRESIÓN DE CÁLCULO	28
10.4 AERACIÓN	28
11. CÁLCULOS ESTRUCTURALES	30
11.1 ANCLAJES PARA LA CONDUCCIÓN SOBRE EL AZUD	30
11.2 ANCLAJES DE LA TUBERÍA EN ZANJA	31

11.3PASARELA SOBRE LA ESCOTADURA DEL AZUD	31
11.4PASARELA SOBRE EL CANAL DE DESCARGA	33
11.5PASARELA DE ACCESO EN CORONACIÓN	34
11.6LOSA MICROPILOTADA	34
12.PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	36
13.PLAN DE OBRA	37
14.SERVICIOS AFECTADOS	38
15.EXPROPIACIONES	40
16.GESTIÓN DE RESIDUOS	41
17.TRAMITACIÓN AMBIENTAL	42
18.TRAMITACIÓN ARQUEOLÓGICA	43
19.TRAMITACIÓN URBANÍSTICA	44
20.AUTORIZACIONES ADMINISTRATIVAS NECESARIAS Y CERTIFICACIONES	45
21.RELACIONES DEL CONTRATISTA CON LA DIRECCIÓN DE OBRA	46
22.DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR POR EL CONTRATISTA	47
23.MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD	48
24.CONTROL DE CALIDAD	49
25.SEGURIDAD Y SALUD	50
26.CONSIDERACIONES ADMINISTRATIVAS	51
26.1PLAZO DE EJECUCIÓN	51
26.2PERIODO DE GARANTÍA	51
26.3REVISIÓN DE PRECIOS	51
26.4CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	51
27.PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	53
28.DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO	54
29.CONCLUSIÓN	56
30.CONSIDERACIONES FINALES	57

1. ANTECEDENTES

La Ley 17/1984 reguladora del abastecimiento y saneamiento del agua en la Comunidad de Madrid, establece que los servicios de aducción y depuración son de interés de la Comunidad Autónoma de Madrid, a la que corresponde la planificación general con formulación de esquemas de infraestructuras y definición de criterios, en orden a dotar a todos sus ciudadanos de un abastecimiento con garantía de calidad y cantidad, así como de un saneamiento que minimice el impacto de los vertidos en los ríos. De acuerdo con estas directrices, el Canal de Isabel II aborda, en el marco de su planificación, la renovación del tramo de la conducción de la Jara entre la Presa del Tenebroso y el Depósito de la Corta.

La conducción de la Jara es una tubería de aducción de fundición dúctil de diámetro variable entre 250 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.

Con motivo de mejorar el abastecimiento a Puentes Viejas, Berzosa del Lozoya, Robledillo de la Jara y Cervera de Buitrago y garantizar el suministro por gravedad a techo de planeamiento desde el depósito de Nuevo Portachuelo, se plantea la renovación de la conducción de la Jara en su tramo entre la presa del Tenebroso y el depósito de La Corta.

Canal de Isabel II licitó los trabajos de consultoría SERVICIOS DE ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA REDACCIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS Y APROVECHAMIENTOS ENERGÉTICOS, donde se encuentran enmarcados los servicios correspondientes a este proyecto.

2. OBJETO DEL PROYECTO

Es objeto de este proyecto el diseño, definición, medición y valoración de las obras de “Renovación de la conducción de La Jara entre la presa del Tenebroso y el depósito de La Corta”, de acuerdo con los Pliegos generales y particulares de la licitación y la normativa en vigor.

3. JUSTIFICACIÓN DE LAS NECESIDAD DE LA OBRA

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 fundición 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.

Por otra parte, el aumento de la población previsto para el año horizonte 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.

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.

4. ÁMBITO GEOGRÁFICO

La conducción a renovar forma parte de la tubería de aducción de la Jara, que suministra a diversas poblaciones de la Sierra Norte de Madrid desde los depósitos de Portachuelo.

Se proyecta la renovación del tramo que discurre entre el azud del Tenebroso, sobre el río Lozoya, y el Depósito de la Corta, al noreste del embalse del Villar. Esta conducción, en la zona del azud, discurre en superficie colgada del paramento de aguas arriba del azud.

En la siguiente imagen se muestra la zona en la que se ubica la conducción actual, indicando el ámbito de actuación de las obras.

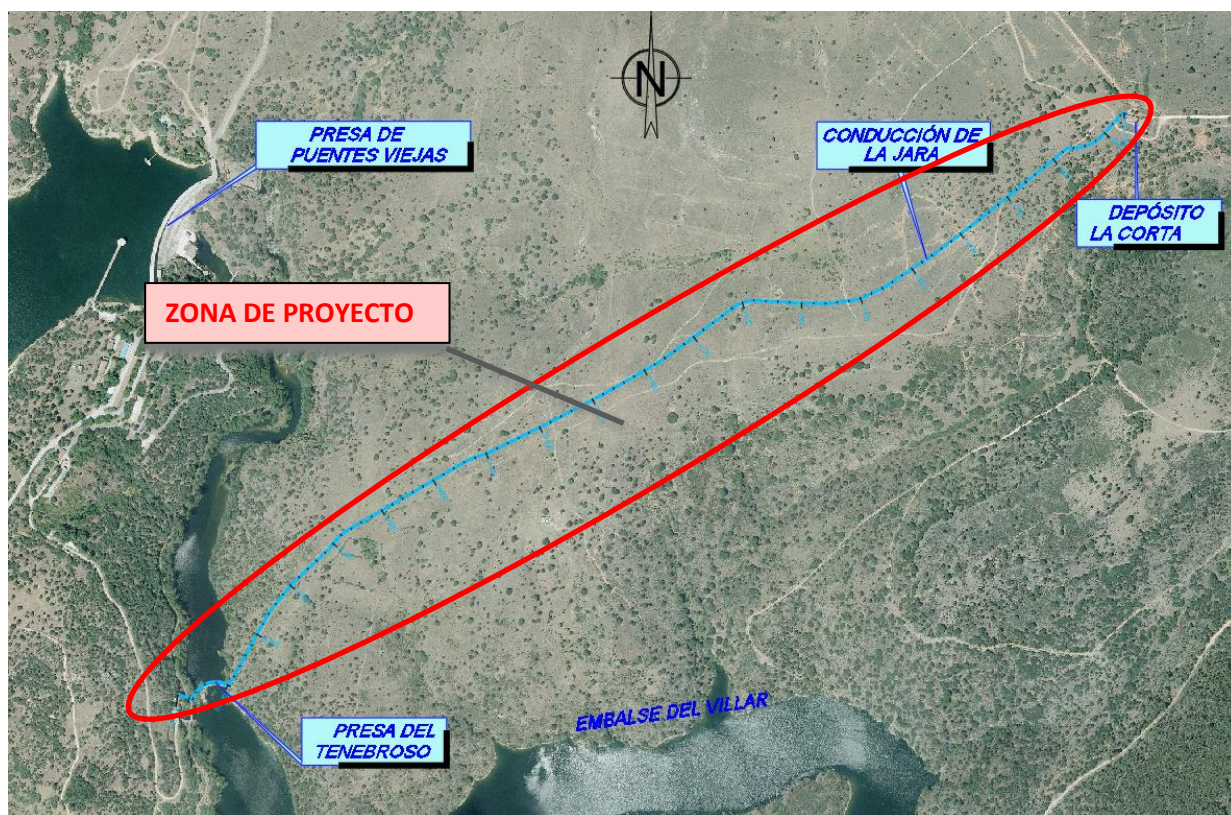


Figura 3.- Ámbito de actuación de las obras

5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

La tubería a renovar es de fundición gris de 150 mm de diámetro y unos 2.000 m de longitud. La mayor parte de esta tubería discurre en zanja, excepto en el tramo de paso sobre el embalse del Villar, que se realiza colgada del paramento del azud del Tenebroso, como ya se ha comentado anteriormente.

Para minimizar la afección a fincas particulares el trazado discurrirá paralelo a la conducción existente. Ésta no se sustituye pues no se puede dejar sin servicio al no existir alternativa de suministro.

El cruce del embalse del Villar se realizará por encima del azud del Tenebroso, al igual que la conducción existente.

Para el cruce sobre el embalse del Villar se realizarán dos pasarelas metálicas peatonales, de ancho 1,05 m, igual al ancho libre de la coronación del azud (entre barandillas), de las que colgará la nueva tubería y que mejorarán el acceso del personal de explotación. Estas pasarelas se ubicarán en:

- Una primera pasarela en la margen derecha para cruzar desde el canal de alimentación procedente de la presa de Puentes Viejas, hasta el cuerpo del azud del Tenebroso, (longitud de vano= 11,50 m) y que sustituye a la estructura metálica que soporta actualmente la tubería.
- Una segunda pasarela para cruzar la escotadura del cuerpo del azud (longitud de vano= 16,90 m)

A lo largo del azud del Tenebroso, la nueva tubería se apoyará sobre la coronación del azud, colocándose una plataforma sobre ésta con una barandilla, que facilitará su mantenimiento a la vez que aumentará la seguridad del personal de explotación. Para proteger la tubería frente a las variaciones térmicas, se dispondrá una capa de lana de roca y una chapa metálica.

Para la ejecución de las pasarelas y la colocación de la tubería sobre la coronación azud, es necesario disponer maquinaria pesada en la plataforma existente en su estribo derecho, la cual es sostenida por un muro de mampostería. Con el objetivo de minimizar la transmisión de esfuerzos al muro se proyecta una losa pilotada en la plataforma, de forma que la maquinaria apoye sobre ésta y los esfuerzos sean transmitidos directamente al estrato de roca situado en la cimentación.

Asimismo, para mejorar los problemas de drenaje existentes en el muro, se propone una actuación doble: la continuación de la cuneta del camino a lo largo de la coronación del talud, conduciendo el agua hasta su salida al talud y la ejecución de mechinales en la base del muro.

5.1 MATERIAL, DIÁMETRO Y PRESIONES

El material de sustitución será tubería de Fundición Dúctil de 200 mm de diámetro. Se instalará tubería con junta acerrojada en el tramo inicial, debido a su elevada pendiente (37,39%) y en el paso sobre el azud, para asegurar una adecuada transmisión de esfuerzos en los elementos singulares. En el siguiente cuadro se resumen las principales características de la conducción a renovar:

Tramo	DN (mm)	Longitud (m)	Material	Acerrojado	Situación	Tipo*
Arqueta inicio	200	3,50	FD	Sí	Zanja	Tipo I
PK 0+000 – PK 0+013	200	13	FD	Sí	Zanja	Tipo I

Tramo	DN (mm)	Longitud (m)	Material	Acerrojado	Situación	Tipo*
PK 0+013 – PK 0+026	200	13	FD	Sí	Superficie	Tipo IV
PK 0+026 – PK 0+048	200	22	FD	Sí	Superficie	Tipo III
PK 0+048 – PK 0+060	200	12	FD	Sí	Superficie	Tipo IV
PK 0+060 – PK 0+102	200	42	FD	Sí	Superficie	Tipo III
PK 0+102 – PK 0+360	200	258	FD	Entre PK 0+102 y PK 0+216	Zanja	Tipo I
PK 0+360 – PK 0+550	200	190	FD	No	Zanja	Tipo II
PK 0+550 – PK 1+350	200	800	FD	No	Zanja	Tipo I
PK 1+350 – PK 1+947	200	597	FD	No	Zanja	Tipo II

Siendo:

Tipo-I; sección tipo general 1H:5V

Tipo-II; sección tipo general 1H:3V

Tipo III; tubo de 4 ó 6 m sobre 2 apoyos de hormigón armado prefabricados.

Tipo IV; tubo de 6 m apoyado sobre 2 cordones transversales de la pasarela.

Dadas las condiciones geométricas de la conducción se adopta como presión nominal para definir la clase del tubo 40 bares.

5.2 TRAZADO

El trazado en planta de la conducción se ha intentado mantener paralelo al trazado de la tubería actual, excepto en la parte final, en la que se desvía un poco al sur para evitar una zona de encinar recogida en la documentación ambiental, así como un yacimiento arqueológico mencionado en la tramitación arqueológica.

El cruce sobre el embalse del Villar se plantea colocando la tubería sobre la coronación del azud del Tenebroso, salvando el canal de descarga y la escotadura del azud colgando la tubería de dos nuevas pasarelas metálicas peatonales.

En cuanto al trazado en alzado, dado que el terreno sobre el que se plantea la traza es en su mayor parte roca, se ha intentado minimizar la excavación, evitando la creación de puntos altos y bajos en la medida de lo posible.

5.3 SECCIÓN TIPO

5.3.1 Sección tipo en zanja (Secciones tipo I y II)

La sección tipo para la conducción en zanja consiste en una sección trapezoidal con un talud en la zona inferior de 1H/5V o 1H/3V, en función del tipo de material que atravesase, y de 1H/1V en los últimos 30 cm, con una anchura mínima en la base de 80 cm.

La tubería apoya sobre una cama de arena de 10 cm de espesor mínimo.

El relleno de protección consistirá en material seleccionado con tamaño máximo de 30 mm y se colocará en capas de pequeño espesor hasta alcanzar un grado de compactación no menor del 95% del Próctor Normal. Este relleno de protección se extenderá hasta 30 cm por encima de la generatriz superior del tubo.

El relleno de recubrimiento será material adecuado con tamaño máximo de 150 mm con un grado de compactación no menor del 100% del Próctor Normal.

Se preverá una banda de señalización de Agua potable, según indican las especificaciones técnicas de Canal de Isabel II, a 0,50 m sobre la clave de la tubería.

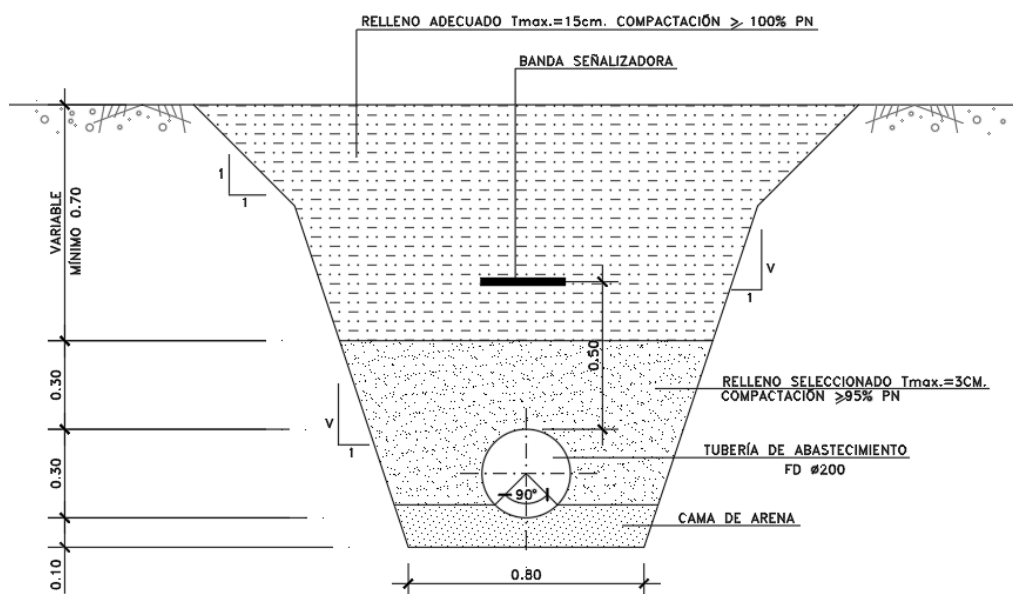


Figura 4.- Sección tipo en zanja

En el paso bajo caminos, el relleno de protección se extenderá hasta 37 cm por debajo de la cota del terreno, colocando a continuación una capa de 30 cm de hormigón en masa HM-20 y reponiendo el firme con una capa de zahorra artificial de 7 cm de espesor.

5.3.2 Sección tipo sobre azud (Sección Tipo III)

El paso de la conducción sobre el embalse del Villar se realiza en superficie, colocando la tubería sobre la coronación del azud del Tenebroso.

La tipología de colocación de tubería será aérea, apoyada en elementos prefabricados. Se colocarán 2 apoyos por tubo, uno a cada lado de la junta. Estos apoyos son unas piezas prefabricadas de hormigón de calidad mínima exigida HA-25. El ángulo de apoyo de la tubería es de valor 120°.

La tubería va apoyada en el macizo y fijada al mismo mediante una abrazadera de acero que se une a la pieza mediante dos pernos de anclaje.

Para permitir un apoyo uniforme del tubo sobre el soporte se debe interponer una cama de banda de neopreno. La pieza prefabricada quedará apoyada sobre una base de mortero de nivelación de 2,5 centímetros colocado sobre la coronación del azud.

Para proteger la tubería frente a las variaciones térmicas de la zona, se colocará sobre el tubo una capa de lana de roca y, sobre ésta, una chapa metálica.

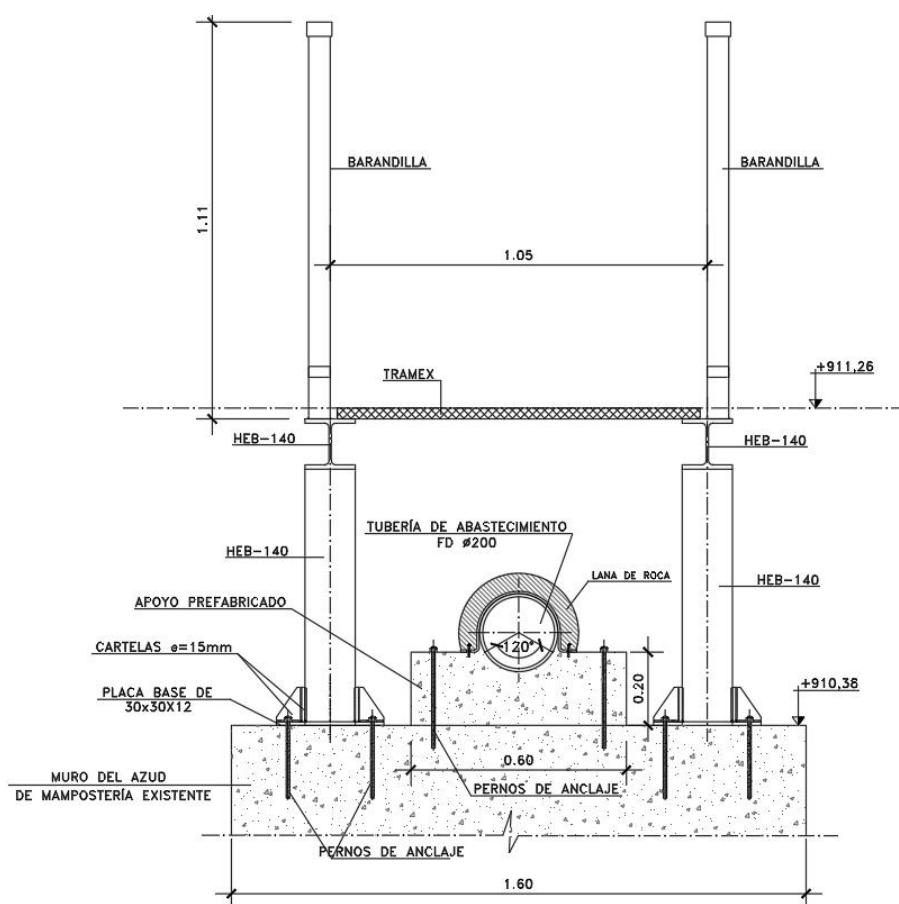


Figura 5.- Sección tipo sobre azud

5.3.3 Sección tipo sobre las pasarelas metálicas (Sección Tipo IV)

La tubería se coloca en un cajón colgado de las nuevas pasarelas proyectadas, apoyada en los cordones transversales inferiores sobre una banda de neopreno y fijada a los mismos mediante abrazaderas metálicas soldadas.

El cajón se diseña disponiendo cordones a ambos lados de la junta, de forma que se creen 2 apoyos por tubo.

Para la protección de la tubería frente a las variaciones térmicas se dispone el mismo recubrimiento que en el caso de la tubería sobre el azud, una capa de lana de roca y chapa metálica.

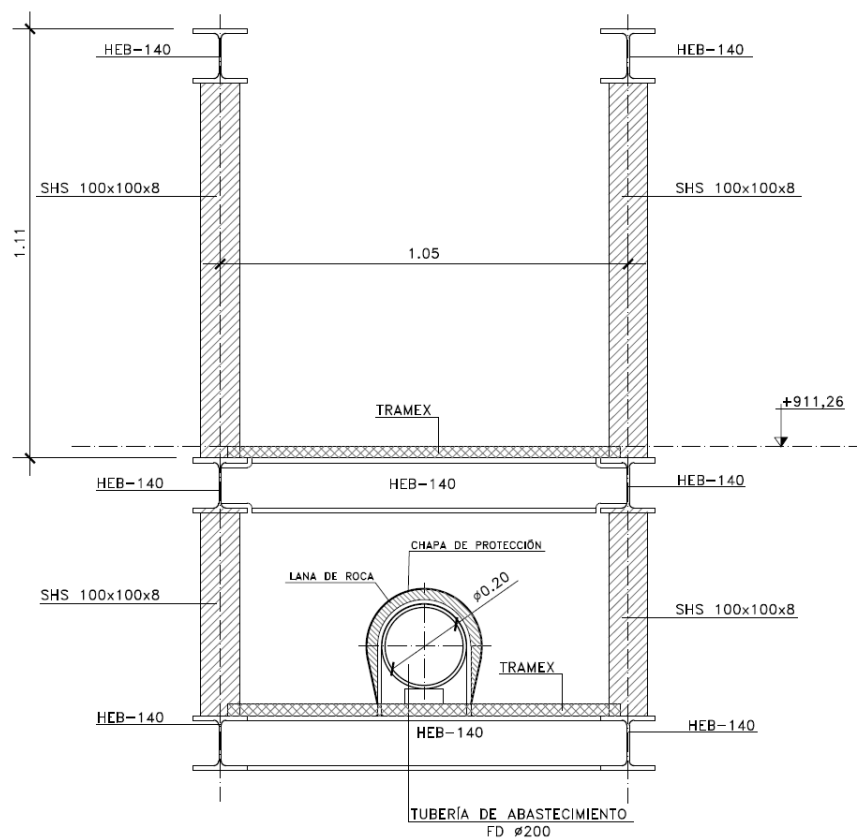


Figura 6.- Sección tipo sobre pasarela

5.4 VENTOSAS, DESAGÜES Y VÁLVULAS DE CORTE

A continuación se incluye una tabla donde quedarán reflejados los elementos válvulas – ventosas – desagües incluidos en la conducción a renovar.

PK	Φ tubería (mm)	Elemento	Φ elemento (mm)
Arqueta inicial	200	Válvula corte + Ventosa	200/50
0 + 014	200	Desagüe	80
0 + 106	200	Ventosa + Válvula corte + Desagüe	50/200/80
0 + 396	200	Ventosa	50
1 + 083	200	Válvula corte + Ventosa	200/50
1 + 091	200	Desagüe	80
1 + 715	200	Ventosa	50

5.5 CÁMARAS DE CONTROL Y MANIOBRA

Los elementos de control y maniobra se alojarán en registros de hormigón armado tipo Canal de Isabel II, adaptando sus dimensiones a los esfuerzos de cálculo, excepto el desagüe situado en el PK 0+014, que se alojará en un registro en el estribo derecho de la pasarela sobre el canal de descarga.

Las dimensiones de los macizos de anclaje y los armados adoptados para cada uno de ellos serían:

PK	Φ tubería (mm)	Elemento	H (m)	L1 (m)	L2 (m)	S (m)	P (m)	S ₁ (cm ²)	S ₂ (cm ²)	S* ₁ (cm ²)	Φ x/y
0 + 014	200	Desagüe	EN ESTRIBO DE PASARELA SOBRE CANAL DE DESCARGA								
0 + 106	200	VT+VC+DE	1,60	3,20	3,20	0,65	0,40	Φ12/0,15	Φ12/0,15	—	Φ12/0,10
0 + 396	200	Ventosa	0,30	2,00	2,00	-	-	—	—	—	Φ12/0,10
1 + 083	200	VC + VT	1,35	2,70	2,60	0,65	0,40	Φ12/0,15	Φ12/0,15	—	Φ12/0,10
1 + 091	200	Desagüe	0,45	2,00	2,00	0,65	0,40	Φ12/0,10	Φ12/0,15	□	Φ12/0,10
1 + 715	200	Ventosa	0,30	2,00	2,00	-	-	—	—	—	Φ12/0,10

5.6 CONEXIONES CON LA CONDUCCIÓN ACTUAL

Las conexiones con la conducción actual se realizan en los puntos siguientes:

- Al inicio del trazado, en la arqueta de válvulas existente en la margen derecha del azud del Tenebroso, después del desagüe, se colocará una T de derivación 250 mm/200 mm donde se conectará la tubería actual. Se renovará el desagüe existente y se instalará una válvula de corte y una ventosa en la nueva conducción. Una vez instalada la nueva tubería, se condenará la actual mediante una brida ciega.
- Al final del trazado, en la arqueta de entrada al depósito de La Corta. La conexión se realiza en el interior de la arqueta, antes de la ventosa existente. Se ejecutará una ventana en el muro y se renovará el pasamuros, reparando el muro posteriormente. Se eliminará el cono de reducción existente, dado que el diámetro de la nueva tubería es igual al de la conducción de entrada al depósito, 200 mm.

5.7 PASARELA SOBRE LA ESCOTADURA DEL AZUD

Para salvar el paso sobre la escotadura del azud del Tenebroso se plantea una pasarela metálica de 16,90 m de luz libre.

La pasarela apoya sobre estribos de hormigón armado HA-30 de dimensiones 1,40x1,35x0,665 m (1.A) y 1,30x1,25x0,665 m (2.A), los cuales se disponen sobre la coronación del azud. La superficie de apoyo se trata mediante un picado y saneado de la mampostería y un mortero de adherencia, de forma que se asegura el buen funcionamiento de la junta. El azud se refuerza en las zonas de apoyo de la pasarela mediante barras roscadas de 16 mm de diámetro en sentido longitudinal y transversal.

La tubería queda alojada en un cajón colgado de la propia pasarela de 14,54 m de longitud y 0,53 m de altura libre.

Tanto la pasarela como el cajón están conformados por perfiles metálicos normalizados S275, siendo los cordones perfiles HEB 140 y los montantes y diagonales perfiles cuadrados SHS de sección 100x100x8 mm.

La pasarela se modula en tramos de 1,20 m, mientras que el cajón inferior en tramos de 2,40 m. No obstante, en el cajón se disponen cordones transversales inferiores a cada lado de la junta del tubo, de forma que el tubo quede sujeto a éstos mediante unas abrazaderas metálicas.

Para el paso de peatones se dispone un trámex antideslizante sobre el cajón inferior y otro bajo la tubería, que facilita las labores de reparación y mantenimiento.

Para proteger la tubería frente a las variaciones térmicas, se colocará un aislante formado por una capa de lana de roca y una chapa metálica.

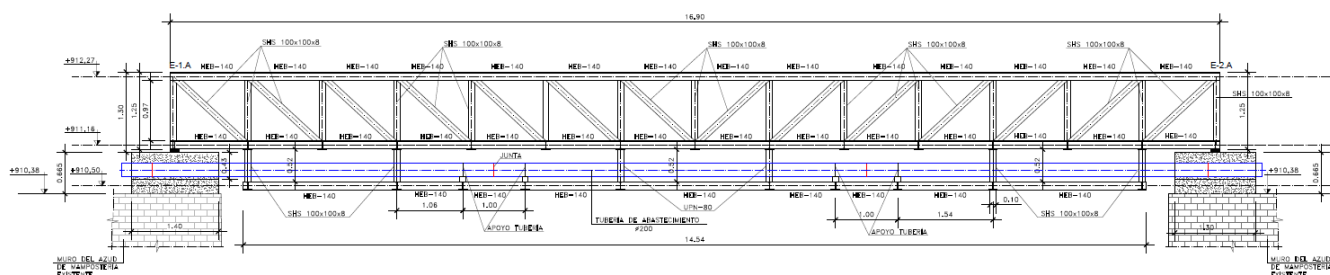


Figura 7.- Pasarela sobre la escotadura del azud

5.8 PASARELA SOBRE EL CANAL DE DESCARGA

Se diseña una segunda pasarela para cruzar el canal de descarga de características similares a la pasarela sobre la escotadura. Se trata de una pasarela metálica de 11,50 m de luz libre, con un cajón colgado de 9,34 m de longitud y 0,57 m de altura libre donde se aloja el tubo, conformada por perfiles normalizados tipo HEB 140 en los cordones y perfiles tubulares SHS 100x100x8 en los montantes y diagonales.

La pasarela y el cajón se modulan en tramos de 1,15 m. En el cajón se disponen cordones transversales inferiores a ambos lados de la junta del tubo para sujetarlo a éstos mediante abrazaderas metálicas.

La pasarela apoya sobre estribos de hormigón armado HA-30. El estribo derecho, de dimensiones 2,30x1,65x2,73 m (1.B), cimenta sobre el macizo rocoso de la cerrada del azud, al cual se le aplica un tratamiento mediante bulones pasivos $\phi 32$ mm en una malla de 1,5x1,5 m y 4 m de longitud para evitar desprendimientos. El estribo izquierdo, de dimensiones 1,60x5,00x1,20 m (2.B), cimenta sobre el propio azud, quedando el apoyo de la pasarela en el borde del estribo, por lo que se realiza un cajeado de 0,55 m en el azud para asegurar el buen funcionamiento del apoyo. Asimismo, este estribo se ancla al propio azud mediante pernos $\phi 16/0,20$.

Al igual que en la pasarela sobre la escotadura del azud, se dispone un trámex antideslizante sobre el cajón para el paso de peatones y otro bajo la tubería para facilitar su reparación y mantenimiento, y se protege la tubería mediante una capa de lana de roca y una chapa metálica.

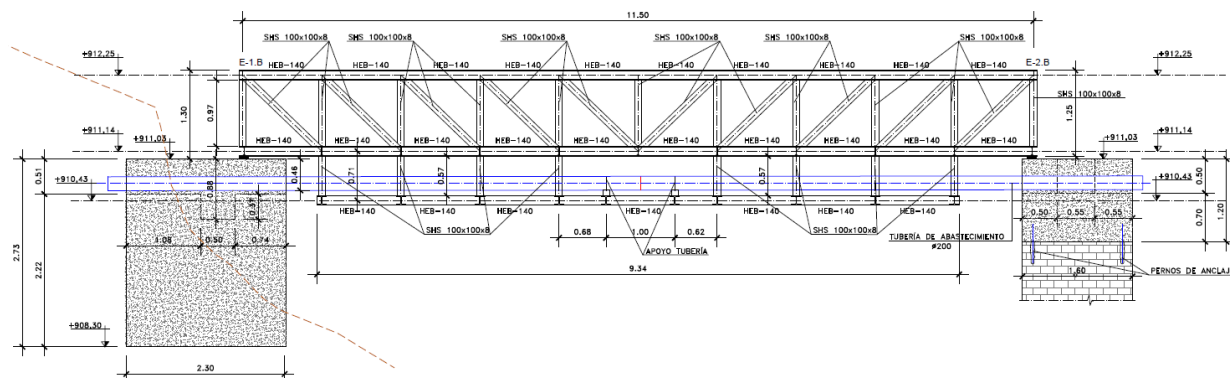


Figura 8.- Pasarela sobre el canal de descarga

5.9 LOSA PILOTADA

Se proyecta una losa pilotada en la plataforma del estribo derecho del azud con el objetivo de proteger el muro de mampostería que la sostiene.

La losa se prolonga a lo largo de la zona del muro en la que podrían posicionarse las patas de la grúa, 13,85 m, con una anchura de 2,00 m y un espesor de 0,40 m. Estas dimensiones se han adecuado para adaptarla a las posibles ubicaciones reales de las patas de la grúa y para evitar afecciones a la tubería de abastecimiento actual. El armado propuesto consiste en armadura longitudinal $\phi 25/0,125$ y armadura transversal $\phi 20/0,10$ en ambas caras, excepto en los bordes de la losa, en los que las 4 barras extremas aumentan a $\phi 32/0,10$.

La cimentación consiste en una doble pantalla de micropilotes al tresbolillo de 7 m de longitud media, con una longitud mínima de empotramiento en la roca sana de 5,00 m, y 180 mm de diámetro de perforación, con un espaciamiento 1,15 m entre centros, tubería de diámetro exterior $\varnothing_e=114,3$ mm y un espesor de $t=7,1$ mm.

5.10 DRENAJE DEL MURO

Para la mejora en el drenaje del muro de mampostería del estribo derecho se propone la ejecución de una cuneta de guarda en la coronación que conecte con la existente en el camino de acceso. Se mantiene la sección de la cuneta existente, tipo trapecial de 0,25 m de anchura en la base, 0,40 m en la parte superior y 0,15 m de altura, revestida de hormigón.

Asimismo, para evitar que el agua quede embolsada tras el paramento del muro, se ejecutarán 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.

6. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

La cartografía y topografía utilizados en este proyecto han sido facilitados por Canal de Isabel II.

Previo a la redacción de presente proyecto, con fecha de marzo de 2017, la empresa NORTE TOPOGRAFÍA, por encargo de Canal de Isabel II, realizó un levantamiento topográfico a escala 1:500 de la traza propuesta para la nueva conducción.

La cartografía específica de proyecto se ha complementado con la cartografía oficial a escala 1/5.000 de la Comunidad de Madrid y las cartografías 1/25.000 y 1/50.000 del IGN.

En el Anejo nº 2 Cartografía y Topografía se incluye la descripción detallada de los trabajos realizados.

7. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Previo a la redacción del presente proyecto, el 21 de mayo de 2018, la UTE CONURMA INGENIEROS CONSULTORIOS / GEOPROVI GEOTECNIA Y SONDEOS, por encargo de Canal de Isabel II, redactó ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE RENOVACIÓN DE LA CONDUCCIÓN DE LA JARA. PRESA DEL TENEBROSO”.

El estudio define someramente el alcance de la actuación proyectada especificando los aspectos geotécnicos a definir en base a las obras a proyectar. Igualmente se describe el marco geológico – geotécnico en el que se sitúa, para a definir la campaña de investigación geotécnica. Con toda esta información se lleva a cabo una caracterización geotécnica para cada una de las unidades geológico-geotécnicas existentes y concluye con las consideraciones geotécnicas a tener en cuenta para la definición del proyecto y el establecimiento de las bases de diseño en cuanto a taludes de zanja, apoyo de las pasarelas y sostenimiento del muro de mampostería.

La documentación completa de los trabajos realizados se incluye en el Anejo nº 3 Geología y Geotecnia. A continuación, se incluye un resumen de los trabajos realizados y principales conclusiones.

- Marco geológico

La zona de estudio se sitúa en la vertiente sur del Sistema Central, geológicamente en el denominado complejo de Guadarrama, que se caracteriza fundamentalmente por la presencia de rocas metamórficas de alto grado (gneises) preordovícicas.

Los materiales que se presentan en la zona de estudio corresponden con rocas gneísicas, en el inicio afloran ortogneises bandeados biotíticos, y ya al otro lado del azud se muestran paragneises y esquistos. Se constatan buzamientos de la foliación suaves hacia el este.

Hacia el final del trazado se entra en unos materiales detríticos muy característicos que geológicamente se les conoce como “raña”, y que corresponde con bloques y cantos (bolos y grava) de cuarcita en matriz arenoarcillosa de tonalidad rojiza.

También se presentan rellenos localizados en junto a la conducción existente.

Geomorfológicamente la zona de estudio discurre sobre zonas de monte bajo, con pendientes de moderadas a algo fuertes, que se acentúan con el encajamiento de la red hidrográfica. También es destacado desde el punto de vista geomorfológico, los surcos erosivos sobre el material de raña, que de manera incipiente tiende a morfologías acarcavadas.

Hidrogeológicamente hay que destacar la prácticamente nula permeabilidad del sustrato rocoso, al que únicamente se le puede asignar cierta permeabilidad por fracturación, si bien los suelos eluviales que se generan por meteorización del sustrato rocoso sí presentan cierta permeabilidad, especialmente los horizontes superficiales más meteorizados. Debido a este fuerte contraste de permeabilidades entre el sustrato más sano y el más alterado, se puede llegar a presentar algún delgado nivel saturado subsuperficial en dicho contacto, cuya significación está muy vinculada al régimen de precipitaciones, llegando a no presentarse en época de estiaje.

Por último, en alusión al aspecto sísmico, según la Norma Sísmica NCSE-02, la zona de estudio se sitúa dentro del rango de aceleración sísmica básica inferior a 0,04g. Por tanto, la acción del sismo no es necesaria considerarla.

- Campaña de investigación geotécnica

Con objeto de determinar la naturaleza, características y espesor de los materiales que se verán afectados por las obras, se han realizado cuatro (4) calicatas a lo largo de la traza. A las muestras extraídas se les realizan ensayos de laboratorio para la caracterización de los materiales.

Para la cimentación de las pasarelas, se ha realizado una inspección de los muros del azud y se ha realizado una perforación mediante máquina Hilti en la zona próxima a las compuertas, aplicándose un ensayo de carbonatación al testigo obtenido.

También se ha llevado a cabo una estación geomecánica sobre el macizo rocoso que constituye el sustrato donde se proyecta el primer apoyo de la pasarela sobre el canal de descarga, mediante la medida y estudio de las discontinuidades rocosas, para poder comprobar la estabilidad global de dicho apoyo.

Asimismo, para la caracterización del estado del muro de sostenimiento de la plataforma del estribo derecho del azud, se han llevado a cabo dos sondeos geotécnicos de 8 m de profundidad cada uno, realizando ensayos de laboratorio a las muestras extraídas, cinco (5) perfiles de sísmica de refracción, dos de ellos longitudinales al muro, de 43,5 m cada uno, y 3 perfiles transversales, de unos 10 m de longitud cada uno. Además, se ha procedido a la detección del trazado de una tubería de fundición dúctil de 250 mm de diámetro dentro de la plataforma, mediante perfiles de georadar y detector de radiofrecuencia.

- Caracterización geotécnica de las unidades

Para la conducción se habían definido y cartografiado tres litologías bien diferenciadas:

- ✓ **A-** Roca aflorante, donde los paragneises y esquistos presentan un perfil de meteorización muy reducido, básicamente en su totalidad en grado IV, o directamente la roca grado III se presenta en superficie.
- ✓ **B-** Suelos de alteración del sustrato rocoso, donde el perfil de meteorización supera claramente los 1,5 m que van a ser excavados para la ejecución de la conducción. Correspondería con grados de alteración IV, V y VI (ISRM, 1981).
- ✓ **C-** “Raña”, entendidos como suelos granulares gruesos de bolos, cantos y grava con matriz arenoarcillosa en estado fundamentalmente denso.

El sustrato rocoso (A) que aparece a lo largo de la conducción corresponde con esquistos y paragneises. Se trata de rocas de resistencia media a dura según la ISRM (1981), con valores de resistencia a compresión simple de la matriz rocosa “sana” en torno a los 50 MPa, si bien se trata de rocas con una fábrica muy marcada, representada por una foliación muy penetrativa y poco espaciada, que penaliza de manera muy significativa la resistencia del macizo rocoso en su conjunto. Según el PG-3 se podría clasificar como pedraplén, si bien, y aunque se trata de un material estable, resulta probable que no cumpliera con la denominada “forma de las partículas”. De igual modo sucede si el material se clasificara granulométricamente como “todo-uno”.

Los suelos de alteración del sustrato rocoso (B) se diferencian según su tipología:

- Los suelos de grado IV se identifican como suelos granulares con pocos finos (<10%), presencia significativa de gruesos (>40%), que puede ser aún más notable cuando aparecen núcleos de roca alterada aunque no disgregada (SW-GW). Se trata de suelos no plásticos, sin capacidad de cambio volumétrico, ni de hinchamiento ni de colapso. No son suelos evolutivos, pues presentan un contenido de sales solubles muy marginal (<0,2%), sin materia orgánica, salvo en los niveles edáficos superiores que suelen estar poco desarrollados (<15-20 cm). Estos suelos podrían clasificarse según el PG-3 como suelos adecuados e incluso seleccionados. Tienen una densidad máxima (PM) superior a 2,00 t/m³, con humedades óptimas del orden del 7-8%.
- Los suelos de grado V y VI se identifican como arenas gruesas y medias con escasos finos (<10%) y con un contenido de gruesos significativo, en torno al 20% (SW). Son suelos no plásticos, no evolutivos, con contenido en sales solubles inferiores al 0,2%, sin yesos y con escasa materia orgánica (<0,2%). Presenta índices de colapsabilidad muy reducidos, muy inferiores al 1%, con humedades naturales del orden del 8%. Tienen una densidad máxima (PM) ligeramente superior a 2,00 t/m³ con humedades óptimas sensiblemente inferiores al 7%.

Los suelos denominados como “raña” se corresponden con suelos arenoarcillosos con bastante grava. Se podrían clasificar según la nomenclatura geotécnica como GC. Los niveles arcillosos registran algo de plasticidad, con límites líquidos próximos a 40 y con índices de plasticidad del orden de 12-13, aunque en los niveles más granulares y con menos finos llegan a ser clasificados como no plásticos. Pueden llegar a presentar un hinchamiento de hasta el 1% para los niveles más finos. Su capacidad de colapso es muy baja. Se ha registrado un contenido en materia orgánica muy reducido (0,16%), siendo su contenido en yeso (0,06%) y en sales solubles (0,1%) también muy bajo, con lo que los suelos pueden ser clasificados según el PG-3 al menos como “Tolerables”, incluso “Adecuados”. Con respecto a su compactación se registran densidades máximas del orden 2,1 t/m³ con humedades óptimas del 7,5%.

Para el apoyo de las pasarelas se ha caracterizado el cuerpo del azud y el macizo rocoso.

El conjunto del muro que conforma el azud está compuesto por bloques de roca estable y dura con recebo básicamente homogéneo y continuo de mortero que se encuentra en condiciones de carbonatación aceptables, por lo que se podría deducir unas buenas características resistentes y deformacionales del conjunto.

El macizo rocoso está formado por los ortogneises ya descritos, como roca no evolutiva a la que se le puede atribuir una resistencia moderadamente dura a dura según la ISRM, 1981. Se registra un importante y variado número de discontinuidades.

En el ámbito del muro de contención de tierras existente en la plataforma de acceso al azud del Tenebroso, se pueden distinguir los siguientes materiales conforme a las prospecciones realizadas:

- Sustrato rocoso de ortogneises (5,00 - >8,10 m): Se aprecia un grado de alteración III, con juntas con óxidos de hierro, clasificándose según la ISRM como una roca moderadamente dura a dura
- Suelos de alteración del sustrato rocoso (3,00 – 5,00 m): Suelos producto de la alteración del macizo gneísico en grado V-IV
- Rellenos trasdosados (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%).

Unidad Litológica	Espesor (m): mín-máx	Densidad (t/m ³)	Φ (°)	Cohesión (t/m ²)
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

- Consideraciones geotécnicas para el proyecto

Para la conducción:

- Excavabilidad: Tanto los suelos B como los C son excavables mediante medios convencionales. En la unidad A se estima que únicamente podrá ser excavada en torno al 30-40% del volumen, siendo necesario para el resto el empleo de marcillo neumático picador. Es decir, que aproximadamente el 20-25% del volumen total a excavar para la conducción puede ser catalogado como “no excavable”, debiéndose utilizar el martillo.
- Sobreexcavación: a lo largo del sector A puede estimarse en torno al 25% respecto a la sección teórica. En la unidad C no se espera más de un 10% de sobre excavación, mientras que en la unidad B la sobre excavación debe ser mínima.
- Estabilidad: no debe quedar comprometida en ninguno de los tres suelos, aunque siempre es recomendable tender a un talud 1H:1V los últimos 30 cm de suelo vegetal.
- Nivel freático: únicamente es esperable que aparezca agua en la unidad de suelos de alteración (B) si las obras finalmente se llevan a cabo en época de lluvias importantes.
- Aprovechamiento:

Unidad Litológica	Descripción	Clasificación PG-3	Aprovechamiento*
A	Roca	Todo-uno / Pedraplén	Condicionado **
A'	Grado-IV	Adecuado	Sí
B	Grados: IV-V-VI	Tolerable-Adecuado***	Sí
C	Raña	Tolerable-Adecuado	Sí

* Aprovechamiento para relleno de zanja

** Condicionado, pues habría que controlar la forma de las partículas en su puesta en obra

***Incluso seleccionado

- Esponjamiento:

Unidad Litológica	Densidad Origen	Densidad en Zanja (95% PM)	Esponjam.	Densidad sin compactar	Esponjam. material excedente (vertedero)
A	2,55	1,995	1,28	1,82	1,40
A'	2,25	1,973	1,14	1,87	1,20
B	1,95	1,915	1,02	1,80	1,08
C	2,00	1,995	1,00	1,83	1,09

- Agresividad, expansividad: todas las unidades litológicas descritas son estables, de naturaleza silíceas y, por lo tanto, no solubles, sin hinchamiento ni retracción y no son suelos colapsables.

Para las pasarelas, los apoyos en el azud no deben presentar problemas, debiendo alejarse del borde si es posible. Para el apoyo en el macizo rocoso resulta conveniente tomar las siguientes recomendaciones:

- Ejecutar el apoyo lo más alejado posible de la coronación del talud, alargando en la manera de posible la longitud de la pasarela sobre el canal de descarga. De este modo, se situaría fuera de la zona de influencia de las inestabilidades existentes. Bastaría tan sólo con distanciar el borde de la zapata unos 2-3 m de la coronación del talud.
- Otra opción consiste en reforzar el talud con bulones pasivos. Sería suficiente con disponerlos en una malla de 1,5x1,5 m al tresbolillo y que alcancen una longitud de unos 3-4 m, consiguiendo así “atar” todas las posibles inestabilidades descritas. Para su dimensionamiento se puede contar con adherencias superiores a 4 Kp/cm².

Para el muro de contención de tierras de la plataforma del azud cabe destacar que, aunque su estado general es bueno, se aprecian dos grietas que se abren en cabeza y se propagan verticalmente hacia el pie, por lo que se deberá realizar un estudio de estabilidad frente a las cargas a las que se vaya a ver sometido durante la ejecución de las obras.

8. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y SOLUCIÓN ADOPTADA

El estudio de alternativas se centra en la tipología de las pasarelas a proyectar y el procedimiento constructivo a seguir.

Para el análisis de la solución óptima se han tenido en cuenta las particularidades del proyecto en cuanto a los condicionantes impuestos por:

- Acceso de la maquinaria al estribo derecho.
- Estado del muro de mampostería de contención de tierras de la plataforma del azud.
- Batimetría del embalse.

Las alternativas planteadas son:

1. Según la tipología de pasarela:
 - Pasarela tipo Warren con montantes superiores.
 - Pasarela en celosía metálica.
 - Pasarela biapoyada de hormigón armado.
 - Pasarela de hormigón pretensado.
 - Pasarela de PRFV
2. Alternativas planteadas en función del método constructivo:
 - Cimbra cuajada metálica fija, grúa de 120 t y grúa araña.
 - Grúa autopropulsada de 300 t en estribo derecho.
 - Combinación de grúa autopropulsada de 300 t y de 60 t.
 - Blondín.
 - Helicóptero y grúa de 120 t.
 - Pontona y grúa de 120 t.

8.1 ANÁLISIS DE LA TIPOLOGÍA DE PASARELA

Del análisis realizado se descartan las siguientes tipologías:

- 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.
- Pasarela de vigas de hormigón armado prefabricado debido a la dificultad de encontrar una grúa capaz de izar las vigas.
- Pasarela de vigas de hormigón pretensado debido a la dificultad de encontrar una grúa capaz de izar las vigas.
- Dentro de las dos pasarelas metálicas (tipo Warren y celosía), se selecciona la pasarela en celosía metálica por tener menor canto y producir un menor impacto visual.

8.2 ANÁLISIS EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSTRUCTIVO

Se analizan los siguientes aspectos de cada una de las alternativas estudiadas:

- Proceso constructivo

- Tiempo de ejecución
- Coste estimado
- Ocupación del espacio fluvial

Del análisis de los distintos aspectos se concluye que:

- Es más económico y más rápido ejecutar el grueso de las obras sobre el azud mediante la grúa autopropulsada de 300 t. 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.
- El proceso constructivo con blondín es extremadamente caro.
- El 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
- El uso de helicóptero presenta las desventajas de estar sujeto a la disponibilidad del medio, depender de la climatología y existir menor experiencia en el sector, por lo que tampoco resulta recomendable.

Por tanto, se considera más adecuado utilizar una grúa de 120 t sobre el estribo derecho del azud y acondicionar el canal de descarga hasta la zona de la escotadura como plataforma de trabajo y de acopio de materiales.

En cuanto a la tipología de pasarela, dado que la alternativa de hormigón armado supone un mayor impacto visual, el proceso de hormigonado resulta complejo por ser el camino de acceso insuficiente para el cruce de dos camiones y desde el punto de vista medioambiental es más desfavorable, se considera más adecuada la ejecución de pasarelas metálicas.

8.3 SOSTENIMIENTO DEL MURO DE MAMPOSTERIA

Según el procedimiento constructivo seleccionado, se deberá disponer una grúa de 120 t en la plataforma del estribo derecho, con lo que, para evitar superar la capacidad del muro de contención de tierras, se estudian posibles sostenimientos del mismo:

- Colocación de puntales metálicos
- Red de cables + Malla + Bulonaje
- Gunitado + Mallazo + Bulonaje
- Pantalla de micropilotes
- Cimentación profunda de los apoyos de la grúa
- Demolición del muro existente y reconstrucción con muro de escollera hormigonada
- Excavación de la cabecera del talud, ampliando la plataforma existente

De estas alternativas se descartan 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.

9. TRAZADO Y REPLANTEO

La conducción se ha proyectado teniendo en cuenta los siguientes criterios generales:

- El nuevo trazado se plantea paralelo a la conducción actual siempre que sea posible, teniendo en cuenta la situación en planta de las zonas de protección, el arbolado existente y los afloramientos de roca, de forma que se minimicen las afecciones a las fincas particulares.
- El cruce del embalse del Villar se realizará por encima del azud del Tenebroso, al igual que la conducción existente.

En el trazado en alzado se han seguido los siguientes criterios:

- Se fija una pendiente mínima del 0,3% tanto en sentido ascendente como descendente.
- La arista superior de la tubería debe situarse como mínimo a 1,00 m de la superficie del terreno.
- Evitar la creación de puntos altos y bajos en la medida de lo posible.

10. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

La conducción objeto del presente proyecto está incluida en sistema de abastecimiento por gravedad a Puentes Viejas, Berzosa de Lozoya, Robledillo de la Jara y Cervera de Buitrago desde el depósito de Nuevo Portachuelo, con una presión estática de 1.225 m.s.n.m.

Actualmente, la conducción existente entre la presa del Tenebroso y el depósito de la Corta es una tubería de fundición gris de 150 mm de diámetro en todo el trazado, siendo su capacidad inferior a la necesaria para garantizar el suministro por gravedad a las poblaciones anteriormente citadas a techo de planeamiento.

Por tanto, se propone renovar este tramo, de unos 2 km de longitud, y sustituirlo por una conducción de mayor diámetro.

10.1 SELECCIÓN DEL MATERIAL

La presión máxima de diseño de la conducción en el tramo a renovar es de 38 bares, siendo la de prueba de 40 bares. Dadas estas presiones, se selecciona tubería de fundición dúctil de clase mínima C-50.

10.2 DIÁMETRO DE LA TUBERÍA A INSTALAR

El caudal máximo previsto en el tramo es de 13,73 l/s. La arqueta de la que parte la conducción se sitúa a la cota 917 y el depósito de la Corta a la 1075. En este punto final se exige, por condicionantes aguas abajo, una presión mínima de 100 m.c.a.

A partir de estos datos se realiza un cálculo de las pérdidas de carga en la conducción mediante la fórmula de Darcy-Weisbach, suponiendo una tubería de fundición dúctil y un diámetro de 200 mm, y se comprueba la idoneidad de esta elección.

10.3 PRESIÓN DE CÁLCULO

A fin de determinar la máxima presión de diseño (MDP), se realiza un estudio de transitorios en la conducción. En una conducción por gravedad, el transitorio hidráulico se genera cuando se produce un cierre de las válvulas de corte.

La presión máxima en la conducción será igual a la presión estática más la sobrepresión debida al golpe de ariete. Se comprueba que la presión máxima es de 38 bares, por lo que se adopta una presión de cálculo de 40 bares.

10.4 AERACIÓN

Se ha calculado el diámetro que deben tener las ventosas a instalar. Para ello, se ha realizado un cálculo de la aeración, con los siguientes criterios:

- Cálculo del orificio de entrada de aire en el proceso de vaciado. Se ha analizado:

- Rotura franca de la conducción. Se toma la hipótesis de que las ventosas deben evacuar un caudal equivalente al 30% de la rotura franca.
- Vaciado por desagüe.
- Cálculo del orificio de salida de aire en presión. La estimación del aire en la conducción se determina con un valor del 2% del caudal de circulación por la misma.

Se han obtenido ventosas de 50 mm de diámetro.

PK	Φ tubería (mm)	Φ Ventosa (mm)	Orificio Purga
0 + 106	200	50	1/32"
0 + 396	200	50	1/32"
1 + 083	200	50	1/32"
1 + 715	200	50	1/32"

11. CÁLCULOS ESTRUCTURALES

En el Anejo nº7. Cálculos Estructurales, se realiza el cálculo de las estructuras incluidas en el presente proyecto constructivo, tratándose de las pasarelas metálicas sobre el canal de descarga y la escotadura del azud, los anclajes de la conducción y la losa pilotada para la protección del muro de contención de tierras.

Se ha tenido en cuenta la Normativa siguiente:

- Instrucción de hormigón estructural EHE-08.
- Código Técnico de la Edificación CTE SE Seguridad estructural.
- Código Técnico de la Edificación CTE SE AE Acciones en la edificación.
- Código Técnico de la Edificación CTE SE C Seguridad estructural cimientos.
- Código Técnico de la Edificación CTE SE A Seguridad estructural acero.
- Norma NCSE-02 Norma de Construcción Sismorresistente.

Para el diseño de las estructuras se han utilizado los materiales de las siguientes características:

- HA-30, Hormigón para armar en estructura de Hormigón Armado.
- HNE-20, Hormigón no estructural para rellenos.
- HL-150, Hormigón en masa para hormigón de nivelación o limpieza.
- B 500 S, Armaduras de acero corrugado.
- S 275 JR, Acero en estructuras

Las resistencias de cálculo para comprobación de los estados límites últimos, son:

- Hormigón: $f_{ck} = 250 \text{ kp/cm}^2$ $\gamma_c = 1,50$
- Acero corrugado: $f_{yk} = 5100 \text{ kp/cm}^2$ $\gamma_k = 1,15$
- Acero estructural: $f_{yk} = 2750 \text{ kp/cm}^2$ $\gamma_k = 1,15$

11.1 ANCLAJES PARA LA CONDUCCIÓN SOBRE EL AZUD

Al inicio del tramo de conducción a sustituir, entre la arqueta de la que parte la conducción hasta su paso sobre el azud, la pendiente de la tubería es muy elevada, 38%, lo que hace necesario anclar la tubería para evitar su deslizamiento. Para ello, se decide disponer un único macizo de anclaje en la cabecera del tramo y colocar tubería con junta acerrojada.

Se calcula el dado de anclaje necesario obteniéndose una longitud mínima del mismo de 1,33 m.

En el resto del tramo sobre el azud se coloca tubería de fundición dúctil con junta acerrojada, anclada al azud mediante abrazaderas metálicas, de forma que el esfuerzo se transmite a lo largo de la tubería y ésta lo transmite al azud al estar anclada al mismo mediante las abrazaderas metálicas.

11.2 ANCLAJES DE LA TUBERÍA EN ZANJA

En los elementos singulares se dispondrán anclajes tradicionales de hormigón armado. El dimensionamiento de los mismos se ha realizado siguiendo las Normas para redes de abastecimiento de Canal de Isabel II.

A continuación, se presenta un cuadro resumen de los elementos especiales existentes en la tubería especificando las dimensiones y armado dispuestos para cada uno de ellos:

- Anclajes para elementos singulares

ELEMENTO*	P.K.	DIÁMETRO (mm)	H (m)	L1 (m)	L2 (m)	S (m)	P (m)	S ₁ (cm ²)	S ₂ (cm ²)	S* ₁ (cm ²)
Codo 22º30'	0+009	200	0,85	1,70	1,70	0,65	0,4	Φ16/0,15	Φ12/0,25	—
Codo 90º PN40	Sobre azud	200	1,60	3,20	3,20	0,65	0,4	Φ16/0,15	Φ12/0,25	—
Codo 11,15º PN40**	0+119	200	0,65	1,30	1,30	0,65	0,4	Φ16/0,15	Φ12/0,25	—
Codo 30º PN20	1+830	200	0,80	1,60	1,60	0,65	0,4	Φ16/0,15	Φ12/0,25	—
Codo 45º PN20	1+943	200	0,90	1,80	1,80	0,65	0,4	Φ16/0,15	Φ12/0,25	—

* Los anclajes de los codos de la parte de la conducción situada sobre el azud, se ejecutarán mediante abrazaderas ancladas al propio azud

** Codos de 11º15' en estribo 1 A de pasarela de canal descarga (PK 0+014) y en arqueta de válvula de seccionamiento (PK 0+106)

- Anclajes bajo registros (válvulas de seccionamiento y desagües)

ELEMENTO	P.K.	DIÁMETRO (mm)	H (m)	L1 (m)	L2 (m)	S (m)	P (m)	S ₁ (cm ²)	S ₂ (cm ²)	S* ₁ (cm ²)	Φ x/y
VÁLVULA CORTE PN 40	0+106	200	1,60	3,20	3,20	0,65	0,40	Φ12/0,15	Φ12/0,15	—	Φ12/0,10
VÁLVULA CORTE PN27,5	1+083	200	1,35	2,70	2,70	0,65	0,40	Φ12/0,15	Φ12/0,15	—	Φ12/0,10
DESAGÜE	1+091	80	0,45	2,00	2,00	0,65	0,40	Φ12/0,15	Φ12/0,15	—	Φ12/0,10

11.3 PASARELA SOBRE LA ESCOTADURA DEL AZUD

La pasarela sobre la escotadura se ha planteado como una celosía de la que cuelga una plataforma para el apoyo de la tubería.

La celosía tiene una longitud de 16,9 m, un canto de 1,25 m y montantes separados 1,20 m entre ejes. Los cordones superiores e inferiores están formados por cordones HEB 140, las diagonales y los montantes por perfiles tubulares cuadrados de 100 x 100 x 8 mm, y los perfiles transversales inferiores por perfiles HEB 140. En los cordones inferiores se apoya un trámex de pletinas de 30 x 3 mm en malla de 20 x 20 mm. Para dar rigidez transversal a la estructura y permitir el acceso a la plataforma de apoyo de la tubería se han diseñado dos tipos de uniones entre los perfiles transversales y los cordones

inferiores. El primer tipo es una unión rígida mediante soldaduras a tope, y el segundo tipo es una unión atornillada articulada. Los huecos de la celosía quedan cerrados por una malla según se indica en planos.

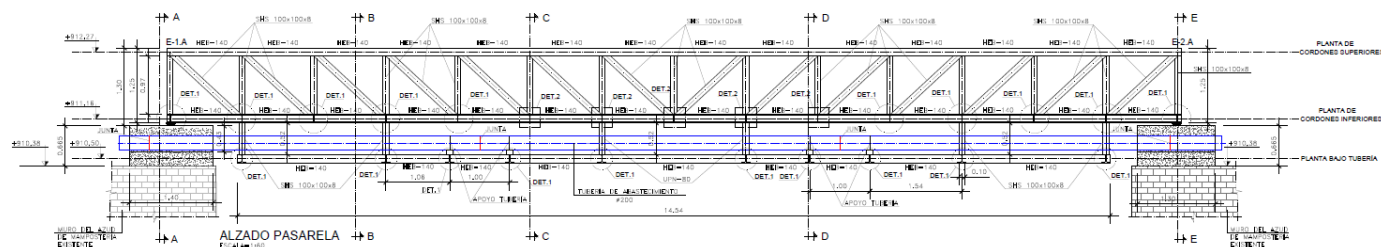


Figura 9.- Alzado pasarela sobre escotadura

La plataforma de apoyo de la tubería tiene una longitud de 14,54 m y un ancho de 1,19 m. Está formada por 2 perfiles HEB 140 longitudinales y 10 perfiles HEB 140 transversales. Esta plataforma cuelga de la celosía mediante perfiles tubulares de 100 x 100 x 10 mm excepto en la zona de mayor desviación transversal de la tubería, donde los perfiles son UPN 80. En este caso, todas las uniones son rígidas.

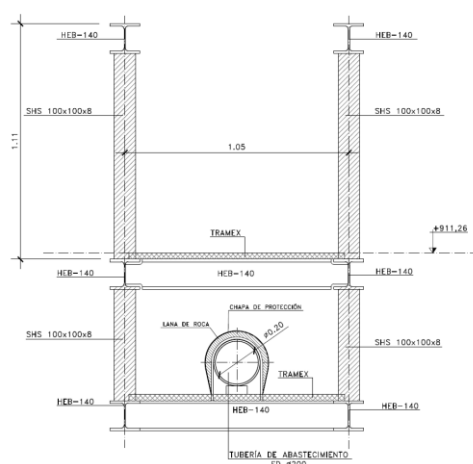


Figura 10.- Sección transversal

La pasarela se apoya en dos zapatas de hormigón armado mediante 4 apoyos de neopreno anclado de 120 x 100 x 3 (5+2) con placas de 150 x 130 x 15 mm.

La zapata correspondiente al estribo 1.A, tiene unas dimensiones de 1,35 x 1,4 x 0,66 m, con un cajado interior de 0,65 x 0,43 m que permite el paso de la tubería.

La zapata correspondiente al estribo 2.A tiene unas dimensiones de 1,25 x 1,30 x 0,66 m. Al igual que en el caso anterior, se ha realizado un cajado de 0,65 x 0,43 m para no dejar embebida la tubería.

Las zapatas transmiten una tensión máxima de 1,86 kg/cm² al azud.

En la zona de apoyo de las zapatas se refuerza el azud mediante anclajes dywidag con resina sintética con barras roscadas a izquierdas $\phi 16$ mm en ambos sentidos del azud, 8 barras de 3,5 m de longitud en 4 filas separadas 0,40 m en sentido longitudinal y 12 barras en 3 filas intercaladas con las anteriores, de longitud igual al espesor del azud.

El acero de los perfiles es S 275 JR. Las zapatas son de hormigón HA-30 y acero B 500 S.

11.4 PASARELA SOBRE EL CANAL DE DESCARGA

La pasarela sobre el canal de descarga se ha planteado de forma análoga a la pasarela sobre la escotadura, es decir, como una celosía de la que cuelga una plataforma para el apoyo de la tubería.

La celosía tiene una longitud de 11,5 m, un canto de 1,3 m y montantes separados 1,15 m entre ejes. Los cordones superiores e inferiores están formados por cordones HEB 140, las diagonales y los montantes por perfiles tubulares cuadrados de 100 x 100 x 8 mm, y los perfiles transversales inferiores por perfiles HEB 140. En los cordones inferiores se apoya un trámex de pletinas de 30 x 3 mm en malla de 20 x 20 mm. Para dar rigidez transversal a la estructura y permitir el acceso a la plataforma de apoyo de la tubería se han diseñado dos tipos de uniones entre los perfiles transversales y los cordones inferiores. El primer tipo es una unión rígida mediante soldaduras a tope, y el segundo tipo es una unión atornillada articulada. Los huecos de la celosía quedan cerrados por una malla según se indica en planos.

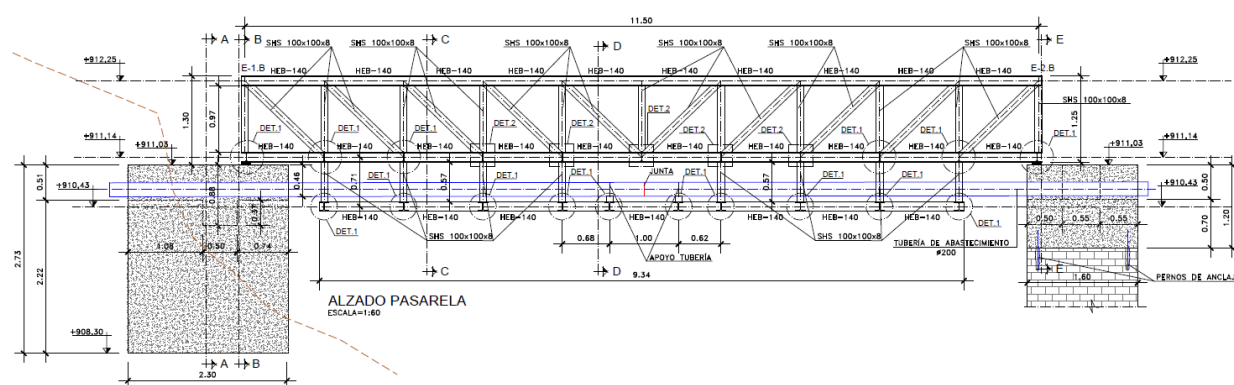


Figura 11.- Alzado pasarela sobre canal de descarga

La plataforma de apoyo de la tubería tiene una longitud de 9,34 m y un ancho de 1,19 m. Está formada por 2 perfiles HEB 140 longitudinales y 10 perfiles HEB 140 transversales. Esta plataforma cuelga de la celosía mediante perfiles tubulares de 100 x 100 x 10 mm. En este caso, todas las uniones son rígidas.

La pasarela se apoya en dos zapatas de hormigón armado mediante 4 apoyos de neopreno anclado de 100 x 100 x 2 (5+2) con placas de 130 x 130 x 15 mm.

La zapata correspondiente al estribo 1.B, tiene unas dimensiones de 1,65 x 2,3 x 2,73 m, con un cajeado interior que permite el paso de la tubería y el desagüe. El tamaño de esta zapata se debe a la necesidad de estabilizar el empuje en el codo, el del desagüe, y de llegar a una cota de cimentación adecuada en la ladera.

La zapata correspondiente al estribo 2.B se apoya directamente sobre el azud y tiene unas dimensiones de 5,0 x 1,60 x 1,20 m. Al igual que en el caso anterior, se ha realizado un cajeado para no dejar embebida la tubería. Debido a la limitación de espacio es necesario anclar la zapata al azud mediante pernos $\phi 16$ cada 20 cm.

El estribo 2 transmite una tensión máxima de $2,43 \text{ kg/cm}^2$ al azud.

El acero de los perfiles es S 275 JR. Las zapatas son de hormigón HA-30 y acero B 500 S.

11.5 PASARELA DE ACCESO EN CORONACIÓN

El acceso de la pasarela del canal de descarga a la pasarela sobre la escotadura no puede realizarse directamente sobre la coronación por la existencia de la tubería. Para permitir el paso se va a disponer un trámex de pletinas de 30 x 3 mm en malla de 20 x 20 mm apoyado en dos perfiles HEB 140 que a su vez apoyan en unos pequeños pilares HEB 140. Estos pilares se anclan directamente al azud mediante placas de anclaje de 400 x 300 y pernos $\phi 16$.

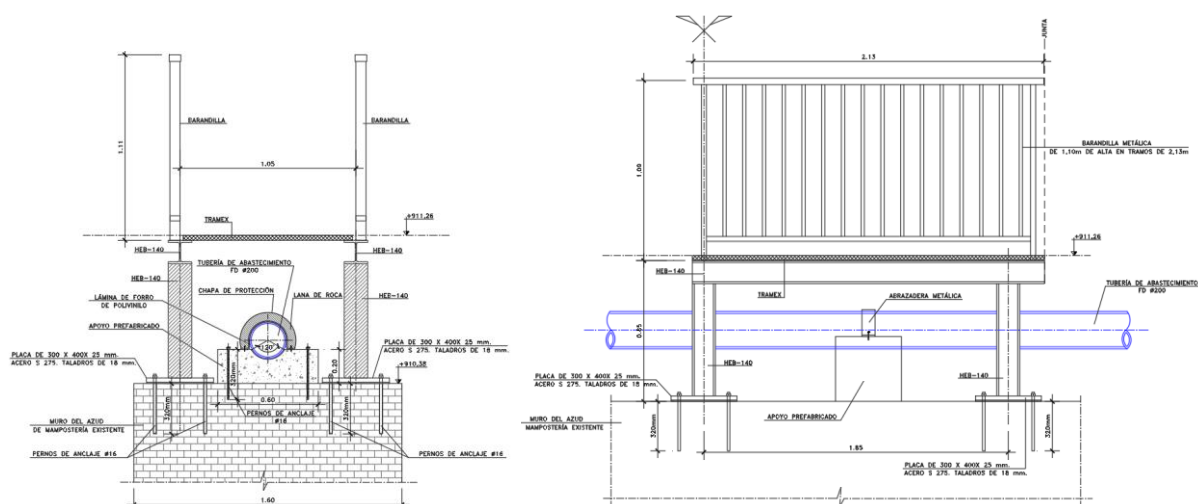


Figura 12.- Pasarela de acceso

11.6 LOSA MICROPILOTADA

Para la ejecución de las obras se va a utilizar una grúa capaz de transmitir cargas puntuales de 510 kN al terreno. Esta grúa se va a colocar en el terreno del trasdós de un muro en el cuál se han detectado grietas. Para evitar la afección a dicho muro se va a disponer una losa micropilotada que transmita directamente las cargas a la roca sana.

La losa tiene unas dimensiones de 13,85 x 2,0 x 0,4 m. Está apoyada en dos filas de micropilotes dispuestos al tresbolillo a una distancia entre ejes de 1,15 m longitudinalmente y 1,0 m transversalmente. El hormigón utilizado es HA-25, y el acero B 500 S.

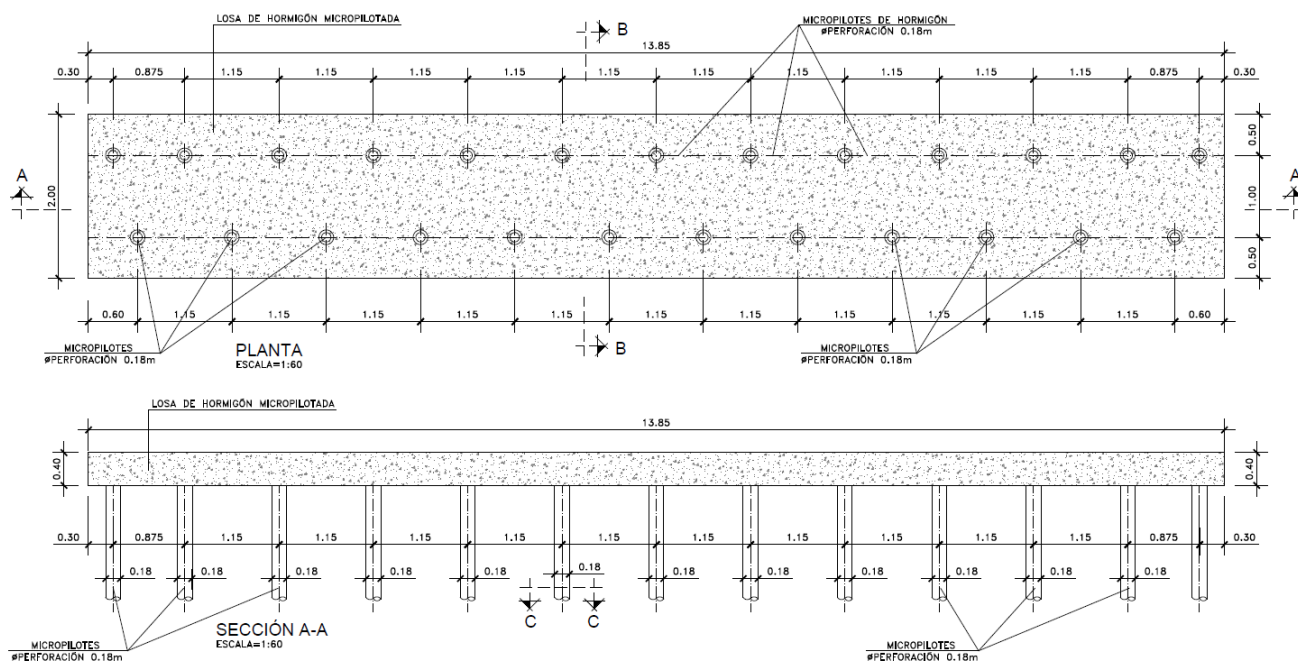


Figura 13.- Losa micropilotada

Los micropilotes se han diseñado de forma que cada uno de ellos pueda transmitir la carga puntual de la grúa. Las características son:

- Diámetro de perforación: 0,18 m
- Tubo de 114,3 x 7,1 mm y acero S-550
- Lechada de $f_{ck} = 25$ MPa
- Longitud mínima de empotramiento en roca sana: 5 m.

12. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

En el Anejo nº10. Procedimientos constructivos se desarrolla el proceso constructivo a seguir para la ejecución de las obras. Partiendo de un planteamiento general de ejecución de obra, se describen los métodos constructivos a aplicar, tanto de manera general, como aquellos particulares, que pudieran ser necesarios en zonas de trabajo complejas.

Asimismo, se detallan los equipos básicos de maquinaria que intervendrán durante la ejecución de la obra.

El método constructivo propuesto para la ejecución de las obras en la zona del azud consiste en la ocupación del canal de descarga, de forma que se acometa el grueso de las obras desde ahí. Esto supone la necesidad de acondicionamiento del canal mediante una plataforma a base de escollera y zahorra, que se prolongará hasta el final de la escotadura, dejando unos tubos bajo la misma para posibilitar el paso de agua.

Asimismo, para la ejecución de estas obras será necesaria la disposición de una grúa principal de 120 tn ubicada en el estribo derecho del azud y una grúa tipo araña o similar en el canal de descarga.

Para el posicionamiento de la grúa se deberá tener la precaución de colocar las patas del lateral más cercano al muro de mampostería sobre la losa pilotada construida previamente para evitar afecciones a dicho muro.

Dado que la tubería de abastecimiento actual discurre por la plataforma del estribo derecho, se deberá detectar su ubicación antes de la ejecución de la losa, replanteando los pilotes fuera de la traza de la misma.

La metodología propuesta implica que, durante la ejecución de las obras, el nivel del embalse deberá estar por debajo de la cota del canal de descarga, 902,50. Como protección, se ha de ejecutar una pequeña ataguía de materiales sueltos para impedir que el agua entre en el canal durante su uso y poder trabajar en seco.

13. PLAN DE OBRA

Las principales actividades de obra determinantes para la fijación del plazo son:

Actividades iniciales

- Actividades administrativas
- Replanteo de la conducción
- Balizamiento de la franja de ocupación
- Acondicionamiento del camino de acceso a la plataforma del estribo derecho del azud
- Ejecución de losa pilotada en plataforma de estribo derecho
- Colocación de barandilla en la coronación del azud

Ejecución de conducción con excavación en zanja

- Excavación de zanja hasta cota de rasante
- Ejecución de arquetas y anclajes
- Extensión de capa de arena de río y colocación de tubería
- Relleno y compactación de con material seleccionado hasta cota de terreno natural
- Conexión de la nueva tubería con la conducción actual y pruebas

Paso de la tubería sobre el canal de descarga y sobre el azud

- Planos de taller de pasarelas metálicas.
- Fabricación en taller de las pasarelas.
- Llegada y montaje grúa.
- Ejecución de ataguía.
- Achique de agua en canal de descarga.
- Ejecución de 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 el azud.
- Transporte de la pasarela metálica de fábrica a obra.
- Bajada del material de la pasarela sobre el azud al canal de descarga.
- Montaje in situ de pasarela sobre azud.
- Transporte y montaje de pasarela sobre canal de descarga en obra.
- Montaje de tubería y apoyos.
- Desmontaje de cimbra sobre la escotadura del azud.
- Retirada de la tubería colgada en el paramento del azud
- Excavación de la plataforma ejecutada en canal de descarga y retirada de ataguía.
- Desmontaje de grúa.

Dadas las características del Proyecto y el importe del Presupuesto, se propone un plazo para la total ejecución de las Obras CINCUENTA Y CUATRO SEMANAS (54), de acuerdo con el rendimiento medio y asignación de recursos, reflejados en el programa que se adjunta como Anejo nº 11 a esta Memoria.

14. SERVICIOS AFECTADOS

El presente proyecto se desarrolla en una zona rural, por lo que la afección a servicios se reduce notablemente.

La información referente a cada servicio se representa en los planos del Anejo nº8 y del Documento nº2, elaborada a partir del trabajo de campo y de los datos suministrados por la empresa propietaria o encargada de su explotación.

Durante la ejecución de las obras se identificará cada uno de los servicios afectados, procediendo a su reposición teniendo en cuenta las prescripciones de las entidades propietarias de los servicios, o encargadas de su explotación.

En el Anejo nº 8 se incluyen las afecciones a los servicios de los distintos organismos y compañías. Como resumen, se presenta el cuadro siguiente:

CÓDIGO DE AFECCION	UBICACIÓN DE LA AFECCION	CLASE DE SERVICIO	REPOSICIÓN
AYUNTAMIENTO DE PUENTES VIEJAS			
AY-VP-01	Pk – 1+600	Ocupación de caminos municipales Polígono 6 Parcelas 9012	Camino municipal catastrales, sin uso. Domínio Publico municipal – terreno de monte bajo.
AY-VP-02	Pk – 1+600 Pk – 1+785	Polígono 6 Parcelas 9010	Camino municipal catastrales, sin uso. Domínio Publico municipal – terreno de monte bajo.
CANAL DE ISABEL II			
INFRAESTRUCTURAS			
CYII-NF-01	--	Camino de acceso al Azud del Tenebroso	Acondicionamiento para el acceso de maquinaria del Azud del tenebroso
CYII-NF-02	--	Infraestructura del Azud del Tenebroso	Infraestructura del azud del tenebroso, escalera y plataforma.
CYII-NF-03	--	Conducción existente	Infraestructura de abastecimiento de agua de DN 150 mm con una longitud aproximada de 2 km
COMUNIDAD DE MADRID / VIAS PECUARIAS / MEDIO AMBIENTE			
CM-VP-01	PK - 0+110 Conducción abastecimiento	Vía Pecuaria Cordel del Hoyuelo (pol 7 par 9701) TM- Puentes Viejas -Paredes de Buitrago)	Cruce de la conducción en zanja de 200 mm con Vía Pecuaria Afección a monte bajo.
CM-VP-02	PK – 0+900 Conducción abastecimiento	Vía Pecuaria Cordel del Carrascal (pol 7 par 9701) TM- Puentes Viejas -Manjirón)	Cruce de la conducción en zanja de 200 mm con Vía Pecuaria Afección a monte bajo.
CM-VP-03	Sobreancho camino de acceso al azud del tenebroso.	Vía Pecuaria Cañada del vado de paredes (pol 7 par 9701) TM- Puentes Viejas -Paredes de Buitrago)	Afección a vía pecuaria producida por el sobreancho a ejecutar en el camino de acceso al azud del tenebroso.
CM-MA-01	Conducción y accesos	Desbroces y corta de arbolado	Definición de trasplantes y desbroces, así como proyecto de reforestación de superficie no inferior a 22.702 m ²

CODIGO DE AFECCION	UBICACIÓN DE LA AFECCION	CLASE DE SERVICIO	REPOSICION
CONFEDERACIÓN HIDROGÁFICA DEL TAJO			
CHT-DPH-01	Azud del tenebroso	Ocupación temporal del cauce para realización de plataforma de instalación de la pasarela	Retirada de la plataforma una vez concluidas las obras y reposición de cauce a su estado natural.
AFECCIÓN A PRIVADOS			
PR-CM-01	Conducción Pk – 1+100 a 1+380 Pk – 1+680 a 1+840	Ocupación de caminos forestales,	580 ml y 160 ml (1.750 m2 de ocupación de caminos forestales privados)

Tabla 1.- Relación de afecciones

15. EXPROPIACIONES

Para llevar a cabo el proyecto de renovación de la conducción de La Jara entre la presa del Tenebroso y el depósito de La Corta, es preciso afectar una serie de parcelas para ejecutar las obras. Por ello, se redacta el anejo que sirve de documento que inicia procedimiento expropiatorio, conforme con la legislación de aplicación vigente, definida en la Ley 9/2001, de 17 de julio, del Suelo de la Comunidad de Madrid en su sección 5ª, el RDL 7/2015 de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del suelo y rehabilitación urbana, definido en el título V Y VI y la Ley de expropiación Forzosa. del 16 de diciembre de 1954.

Debido a la ejecución del proyecto se ven afectadas un total de 70 parcelas. Los tipos de afección que se producen son 2, ocupación temporal, ocupación permanente o en pleno dominio.

Del estudio de las obras propuestas y de las afectaciones necesarias para la correcta ejecución de éstas, se estiman las siguientes ocupaciones según los criterios definidos.

- OCUPACIONES PERMANENTES (Expropiación en pleno dominio)

ACTUACIÓN	SUPERFICIE
Arquetas	93,00 m ²
Traza	11.342,65 m ²
TOTAL OCUPACIONES PERMANENTES	11.435,65 m²

Tabla 2.- Ocupaciones Permanentes

- OCUPACIONES TEMPORALES

ACTUACIÓN	SUPERFICIE
Acopio de materiales e instalaciones auxiliares	20.000,00 m ²
Otras instalaciones auxiliares	9.299,75m ²
TOTAL OCUPACIONES TEMPORALES	29.299,75m²

Tabla 3.- Ocupaciones temporales

En el Apéndice 1 del Anejo 12 de Expropiaciones se incluyen los planos parcelarios del Proyecto de renovación de la conducción de La Jara entre la presa del Tenebroso y el depósito de La Corta, que se ajustan al tazado definitivo recogido en el presente Proyecto de Construcción.

16. GESTIÓN DE RESIDUOS

En el Anejo nº 9 se incluye el estudio de gestión de residuos de construcción y demolición dando cumplimiento a lo establecido en la *Orden 2726/2009, de 16 de julio*, de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid, y al RD 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición.

En este anejo se detallan todos y cada uno de los residuos a generar en el transcurso de las obras objeto del presente proyecto, con indicación de las cantidades estimadas de cada uno de ellos, clasificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos, publicada por Orden MAM/304/2002 del Ministerio de Medio Ambiente, de 8 de febrero.

El Presupuesto de Ejecución Material de la Gestión de Residuos asciende a CUARENTA Y SIETE MIL SETECIENTOS DOS EUROS CON DOCE CÉNTIMOS (47.702,12€).

17. TRAMITACIÓN AMBIENTAL

La tramitación ambiental se inicia como consecuencia del Plan Especial del Proyecto de Renovación de la Conducción de la Jara entre la Presa del Tenebroso y el depósito de la Corta, del que Canal de Isabel II tiene por objeto la renovación de un tramo de tubería de aproximadamente 2 km de longitud y sustituirlo (en operatividad) por una conducción de 200 mm de diámetro paralelo a la conducción actual, que no se retira. Todo ello para la mejora del abastecimiento de los municipios de la Jara y Cervera de Buitrago y garantía de suministro a techo de planeamiento.

El proyecto objeto, está sometido a estudio caso por caso para la determinación del procedimiento ambiental de aplicación.

Con fecha de 27 de mayo de 2015 y código SEA 2.43/14 – 10oie-299.3/14 se recibe documento de aprobación ambiental favorable, en el que se resuelve que, a los solos efectos ambientales, con la aplicación de las medidas preventivas y correctoras propuestas por el promotor y las contenidas en la presente resolución, las cuales prevalecerán frente a las anteriores en caso de discrepancia, y sin perjuicio de la obligatoriedad de cumplir con la normativa aplicable y de contar con las autorizaciones de los distintos órganos competentes en el ejercicio de sus respectivas atribuciones, no se considera necesario someter el proyecto a ninguno de los procedimientos ambientales en la legislación vigente. Siempre que se cumplan una serie de condicionantes definidos en el documento de aprobación ambiental.

En el Anejo nº 14. Tramitación ambiental se adjunta la documentación relativa a la tramitación ambiental.

Asimismo, Canal de Isabel II presentará ante la Subdirección General de Conservación del Medio Natural de la Dirección General de Medio Ambiente un proyecto de reforestación no inferior a 22.702 m² de conformidad con lo dispuesto en el art. 43 de la Ley 16/1995 de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid. Dicho proyecto de reforestación será licitado junto al proyecto como documento adjunto.

18. TRAMITACIÓN ARQUEOLÓGICA

Con fecha de diciembre de 2013 se redacta el informe final de intervención arqueológica y prospección arqueológica de cobertura total del proyecto de Renovación del Tramo de la Conducción de la Jara Entre la Presa del Tenebroso y el Depósito de la Corta.

El objeto del documento arqueológico se centra en la afección a posibles yacimientos arqueológicos superficiales. La actuación ha estado encaminada a la localización, documentación y caracterización de las facies cronoculturales de los yacimientos afectados mediante la realización de una prospección intensiva de cobertura total, así como en establecimiento posterior de las medidas correctoras y/o compensatorias que permitan compatibilizar la obra con la protección al Patrimonio Arqueológico y/o Paleontológico.

Los criterios metodológicos adoptados para su realización responden a dos condicionamientos básicos, el territorio y el proyecto de construcción.

Con fecha 25 de marzo de 2014 y registro 201400123776 Dest. U12000 se recibe en Canal de Isabel II resolución Favorable RES/0260/2013 – 09/011623.9/14 de la Dirección General de Patrimonio Histórico, de la Consejería de Empleo, Turismo y Cultura de la Comunidad de Madrid con fecha 20 de marzo de 2014.

Dicha resolución propone Medidas Preventiva a ejecutar en fase de obras y paralelamente a las mismas y Medidas Compensatorias.

- Medidas preventivas.
 - Seguimiento intensivo de los movimientos de tierras realizados en las zonas donde presumiblemente aparezcan restos arqueológicos de trincheras de Guerra Civil Española (Trincheras de la Corta y Trinchera de las Quebradas), restos constructivos de la misma época (Restos constructivos El Carrascal) y elementos etnográficos (Encerraderos de ganado)
- Medidas compensatorias.
 - Se propone la limpieza y documentación (fotográfica y planimetría) de los restos constructivos documentados que presenten una afección directa en fase de obra, Trincheras de La corta, Yacimiento arqueológico; Restos constructivos Carrascal, Yacimiento Arqueológico; Encerraderos de ganado, Elemento etnográfico.

En el Anejo nº 15. Tramitación arqueológica se adjunta la documentación relativa a la tramitación arqueológica.

El Presupuesto del Seguimiento Arqueológico asciende a CATORCE MIL EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS (14.000,40€).

19. TRAMITACIÓN URBANÍSTICA

Con fecha de noviembre de 2014 Canal de Isabel II redacta el Plan Especial del Proyecto de Renovación de la Conducción de la Jara entre la Presa del Tenebroso y el Depósito de la Corta (T.M. Puentes Viejas).

El Plan Especial tiene por objeto definir las actuaciones previstas para mejorar el abastecimiento a Puentes Viejas, Berzosa de Lozoya, Robledillo de la Jara y Cervera de Buitrago y garantizar el suministro por gravedad a techo de planeamiento.

El Plan Especial se redactó de acuerdo con los artículos de la Ley 9/2001 de 17 de julio, del suelo de la Comunidad de Madrid, en los que, entre otras cosas, se determina la función de los planes especiales en cuanto a la definición, ampliación o protección de cualesquiera elementos integrantes de las redes públicas de infraestructuras, equipamientos y servicios, así como la complementación de sus condiciones de ordenación con carácter previo para legitimidad su ejecución.

La Comisión de Urbanismo de Madrid, de acuerdo con el artículo 6.1.c de la citada Ley 9/2001, será el órgano competente para la aprobación definitiva de los Planes Especiales, así como sus modificaciones, que tenga por objeto la ordenación de infraestructuras, equipamientos y servicios públicos que corran a cargo de la Comunidad de Madrid.

En el Anejo nº 15. Tramitación urbanística, se incluye el documento del Plan Especial del proyecto de Renovación de la Conducción de la Jara Entre la Presa del Tenebroso y el Depósito de la Corta. (T.M. Puentes Viejas).

20. AUTORIZACIONES ADMINISTRATIVAS NECESARIAS Y CERTIFICACIONES

En el anejo nº18 se adjuntan los modelos de los siguientes certificados:

- Declaración de obra completa,
- Viabilidad geométrica,
- Ordenación urbanística,
- Certificado inclusión prescripciones EsIA y DIA.

Además, se incluye en el anejo nº25 los documentos necesarios para realizar la Solicitud de autorización a la Confederación Hidrográfica del Tago para la ejecución de las obras en el entorno del río Lozoya.

21. RELACIONES DEL CONTRATISTA CON LA DIRECCIÓN DE OBRA

En el Anejo nº 19 se establecen las relaciones que el contratista debe mantener con la Dirección de Obra en materia de controles y documentación.

Este procedimiento tiene por objeto fijar las normas de envío y aprobación de planos y documentación entre el Canal de Isabel II y la empresa adjudicataria.

22. DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR POR EL CONTRATISTA

El contratista elaborará y entregará 6 documentos distintos en función de la instalación, a saber:

1. Proyecto de liquidación
2. Documentación final de obra ejecutada para la actualización del GIS de Canal de Isabel II
3. Manual de Operación y Mantenimiento (MOM)
4. Documentación de Calidad
5. Documentación de Puesta en Marcha
6. Legalizaciones

Además, se completarán dos listados para el control de la documentación, que igualmente serán entregados a la Dirección de Obra:

- Lista de comprobación de documentación
- Extracto de la lista de comprobación

23. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

Se garantizará que las instalaciones encomendadas a Canal de Isabel II cumplan con todos los requisitos de seguridad y salud establecidos en la normativa vigente en materia de prevención de riesgos laborales y de seguridad industrial.

Por tanto, se establecerán las pautas generales de identificación de los principales riesgos que pueden darse en las diversas instalaciones de Canal de Isabel II, así como las medidas de prevención y seguridad frente a los mismos.

24. CONTROL DE CALIDAD

El Control de calidad, incluido en el Anejo nº 23, recoge el Plan que garantiza que todos los requisitos técnicos incluido el P.B.E. se cumplan, realicen y se controlen convenientemente tanto durante la fase de fabricación, como de montaje a través del Departamento de Control de Calidad del Canal de Isabel II.

El Canal de Isabel II o en su caso la Dirección de la Obra tendrá en todo momento información detallada del Aprovisionamiento, fabricación y montaje de los equipos técnicos de la instalación a fin de que directamente o a través de una "Autorizada de Inspección" pueda controlar, seguir y aprobar en su caso que todo el Plan de Control de Calidad se cumple según las exigencias pre-establecidas.

El Plan propuesto comprende:

- Control de Subpedidos y Subproveedores.
- Control de Certificado de Materiales de Equipos y Componentes.
- Control de Materiales y Equipos aceptados.
- Control de inspección durante la fabricación.
- Control de Materiales y Equipos no conformes.
- Control de procedimientos de soldaduras.
- Control de homologación de soldadores.
- Control de ensayos no destructivos.
- Control de instrumento de medida para pruebas.
- Control de Montaje.
- Control de Prueba y ensayos y sus certificados.
- Control de inspección final, protección, pintura y preparación de envío.
- Confección y seguimiento de los Programas de Puntos de Inspección.
- Control de Documentos Técnicos de fabricación.
- Certificados de Cumplimiento.
- Confección del Dossier final de Control de Calidad.
- Confección de Manual de Servicio para puesta en marcha y mantenimiento de la instalación.

25. SEGURIDAD Y SALUD

Al encontrarse la actuación prevista dentro los supuestos incluidos en artículo 4, apartado 1, del R.D. 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, se ha redactado un Estudio de Seguridad y Salud (incluido como Anejo nº 20 de esta Memoria) que servirá como base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en función de los sistemas de ejecución a emplear y la normativa legal vigente.

El Presupuesto de Ejecución Material del Estudio de Seguridad y Salud asciende a CUARENTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS CON VEINTIDÓS CÉNTIMOS (45.682,22 €).

26. CONSIDERACIONES ADMINISTRATIVAS

26.1 PLAZO DE EJECUCIÓN

De acuerdo con el Plan de Obra, que figura en el Anejo nº 11: Plan de Obra, del presente Proyecto, el plazo total estimado para la ejecución de las obras es de CINCUENTA Y CUATRO (54) SEMANAS, comenzando a contar a partir del día siguiente de la firma del Acta de Comprobación del Replanteo. Todo ello sin menoscabo del plazo que fije el Pliego de Cláusulas Administrativas del contrato.

26.2 PERIODO DE GARANTÍA

En aplicación de lo indicado por el Artículo 235 del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, el plazo de garantía se establecerá en el pliego de cláusulas administrativas particulares atendiendo a la naturaleza y complejidad de la obra y no podrá ser inferior a un año salvo casos especiales.

Durante el periodo señalado, correrá a cargo del contratista la conservación de todas las obras construidas y cuantas reparaciones se motiven y ordenen por defectos de ejecución de las mismas.

26.3 REVISIÓN DE PRECIOS

Según las modificaciones introducidas en el TRLCSP por la *Ley 2/2015, de 30 de marzo, de Desindexación de la Economía Española*, para contratos licitados posteriores al 1 de abril de 2015, los dos primeros años desde la formalización están exentos de revisión de precios.

26.4 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

El *Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto*, modifica determinados preceptos del *Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre*. Con dicha norma se modifican las categorías de clasificación de los contratos de obras (art. 26), que pasan a denominarse 1 a 6 (antes A a F), modificando asimismo sus cuantías: la mínima de cuantía inferior a 150.000 euros (antes 60.000) y la máxima de cuantía superior a 5 millones de euros (antes 2.400.000 euros), disponiéndose un régimen transitorio de equivalencias aplicable hasta el 1 de enero de 2020. Para evitar confusiones, en el presente proyecto se clasifica según las dos normativas.

Para determinar la clasificación que deben poseer los contratistas que opten a la ejecución de las obras del presente Proyecto, se siguen las disposiciones recogidas en el Reglamento General de Contratación, que enumera 11 grupos o clases de obra, con sus correspondientes subgrupos. Puede requerirse clasificación para un determinado tipo de obra cuando ésta alcance el 20 % dentro del Presupuesto Base de Licitación.

Por tratarse, en su naturaleza, de una obra hidráulica destinada al abastecimiento se clasifica en:

- Grupo E Subgrupo 1 Abastecimiento y saneamiento

La determinación de la categoría se realiza en base a la anualidad media aplicable:

$$A = \frac{PL \times 12}{Plazo} = \frac{795.395,98 \times 12}{9} = 1.060.527,97 < 2.400.000,00\text{€}$$

Esta anualidad resulta ser superior a 840.000 € e inferior a 2.400.00,00 € como límite superior para la categoría 4, por lo que será ésta la exigida al Contratista.

Asimismo, el capítulo de “estructuras” supera el 20% del Presupuesto Base de Licitación, por lo que se clasifica en:

- Grupo C Subgrupo 3 Estructuras metálicas.

La determinación de la categoría se realiza en base a la anualidad media aplicable a los trabajos de estructuras:

$$A = \frac{PL \times 12}{Plazo} = \frac{303.713,17 \times 12}{3} = 1.214.852,68 < 2.400.000,00\text{€}$$

Esta anualidad resulta ser superior a 840.000 € e inferior a 2.400.00,00 € como límite superior para la categoría 4, por lo que será ésta la exigida al Contratista.

De esta manera, la clasificación exigible al Contratista será:

- | | |
|----------------------|-------------|
| - Grupo E Subgrupo 1 | Categoría 4 |
| - Grupo C Subgrupo 3 | Categoría 4 |

27. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Según queda detallado en el Documento Nº 4, el Presupuesto de Ejecución Material asciende a 923.621,13€. (NOVECIENTOS VEINTITRÉS MIL SEISCIENTOS VEINTIÚN EUROS con TRECE CÉNTIMOS).

El Presupuesto Base de Licitación asciende a UN MILLÓN NOVENTA Y NUEVE MIL CIENTO NUEVE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS (1.099.109,15€).

El presupuesto se ha obtenido en base a los precios recogidos en el cuadro de precios de Canal de Isabel II de diciembre de 2016.

28. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

El presente proyecto está integrado por los siguientes documentos:

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJO Nº 1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO

ANEJO Nº 2. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

ANEJO Nº 3. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

ANEJO Nº 4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

ANEJO Nº 5. TRAZADO Y REPLANTEO

ANEJO Nº 6. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

ANEJO Nº 7. CÁLCULOS ESTRUCTURALES

ANEJO Nº 8. SERVICIOS AFECTADOS

ANEJO Nº 9. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

ANEJO Nº 10: PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

ANEJO Nº 11. PLAN DE OBRA

ANEJO Nº 12. EXPROPIACIONES

ANEJO Nº 13. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

ANEJO Nº 14: TRAMITACIÓN AMBIENTAL

ANEJO Nº 15: TRAMITACIÓN ARQUEOLÓGICA

ANEJO Nº 16: TRAMITACIÓN URBANÍSTICA

ANEJO Nº 17. SEÑALIZACIÓN CORPORATIVA

ANEJO Nº 18. AUTORIZACIONES ADMINISTRATIVAS

ANEJO Nº 19. RELACIONES DEL CONTRATISTA CON LA DIRECCIÓN DE OBRA

ANEJO Nº 20. DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR POR EL CONTRATISTA

ANEJO Nº 21. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEJO Nº 22. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

ANEJO Nº 23: CONTROL DE CALIDAD DE LAS OBRAS

ANEJO Nº 24. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEJO Nº 25. DOCUMENTO DE SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE ACTUACIONES EN ZONA DE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO Y ZONA DE POLICÍA A CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO

DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

1. PLANO DE SITUACIÓN

2. PLANTA GENERAL DE LAS OBRAS

3. CONDUCCIÓN PROYECTADA

3.1. PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

3.2. PLANTA DE REPLANTEO

3.3. PLANTA DE EXCAVACIONES

3.4. PLANTA DE LA CONDUCCIÓN SOBRE EL AZUD

3.5. SECCIONES TIPO

- 3.6. ARQUETAS
- 3.7. ANCLAJES
- 3.8. DETALLES
 - 3.8.1. CONEXIÓN EN ARQUETA DE INICIO CONDUCCIÓN
 - 3.8.2. TRAMO ARQUETA-AZUD
 - 3.8.3. CONEXIÓN EN ARQUETA DE ENTRADA A DEPÓSITO
- 3.9. PASO SOBRE CORONACIÓN DE AZUD
- 4. PASARELA SOBRE ESCOTADURA
 - 4.1. PLANTA GENERAL
 - 4.2. PLANTAS Y ALZADO
 - 4.3. SECCIONES
 - 4.4. DETALLES
 - 4.5. ZAPATAS
 - 4.6. REFUERZO AZUD EN ZONA DE APOYO DE LOS ESTRIBOS
- 5. PASARELA SOBRE CANAL DE DESCARGA
 - 5.1. PLANTA GENERAL
 - 5.2. PLANTAS Y ALZADO
 - 5.3. SECCIONES
 - 5.4. DETALLES
 - 5.5. ZAPATAS
- 6. REFUERZO DEL MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRAS
 - 6.1. PLANTA Y DEFINICIÓN DEL DRENAJE
 - 6.2. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA
 - 6.3. ARMADURAS
- 7. ACONDICIONAMIENTO CAMINO DE ACCESO, PLATAFORMA DE TRABAJO Y ATAGUÍA
 - 7.1. PLANTA
 - 7.2. PLATAFORMA DE TRABAJO Y ATAGUÍA. PLANTA Y DETALLES
 - 7.3. ATAGUÍA. DETALLES
- 8. SERVICIOS AFECTADOS
- 9. EXPROPIACIONES
- 10. GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO Nº 3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES
- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO

- MEDICIONES
- CUADRO DE PRECIOS Nº1
- CUADRO DE PRECIOS Nº2
- PRESUPUESTOS PARCIALES
- PRESUPUESTOS GENERALES

29. CONCLUSIÓN

El contenido del presente Proyecto cumple los requisitos exigidos en el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre de 2011.

Igualmente se hace constar que el presente proyecto se refiere a una obra completa en el sentido establecido en los Artículos 125 y 127.2 del Reglamento General de la ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el real decreto 1098/2001, de 12 de octubre, es decir, susceptible de ser entregada al uso general o al servicio correspondiente, sin perjuicio de las ulteriores ampliaciones de que posteriormente pueda ser objeto, dado que comprende todos y cada uno de los elementos precisos para su puesta en servicio una vez concluido el plazo de ejecución.

30. CONSIDERACIONES FINALES

Con todo lo expuesto, se ha desarrollado el presente Proyecto suficientemente y de acuerdo con la legislación vigente, por lo que se somete a la mejor consideración y juicio de la superioridad para su aprobación.

MADRID, MARZO DE 2019

AUTORA DEL PROYECTO



Fdo. Isabel Martínez Cerezo

DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo. Beatriz Lafuente Fernández

VºBº JEFA DEL ÁREA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO



Fdo. Miriam Fernández Lara