



PROYECTO CONSTRUCTIVO DE: DIQUES DE LAMINACIÓN EN EL BARRANCO DE ARRÁEZ DE ZARAGOZA

DOCUMENTO 01. MEMORIA Y ANEJOS



Historial de revisión						
Rev.	Fecha	Descripción	Autor	Revisor	Observaciones	Aprobación del cliente
1	Febrero 2026	Documento 01. Memoria	Eduardo Lastrada Marcén	Guillermo Cobos Campos	Entrega Final	José Ángel Navamuel Aparicio
2						
3						
4						
5						

Declaración Responsable:

SPESA INGENIERÍA, S.A. y los autores responsables de la preparación y elaboración de este informe declaran no tener, ni esperar tener un derecho de usufructo en el área de estudio de este proyecto y la voluntad de no beneficiarse de ninguna de las recomendaciones formuladas en este informe.

La preparación de este informe ha estado de acuerdo con la información e indicaciones proporcionados por el cliente y se ha confiado en la información, los datos y los resultados previstos o recogidos de las fuentes.

Toda la información contenida en este informe está preparada para el uso exclusivo del cliente y no debe ser utilizado para ningún otro propósito o por cualquier otra persona o entidad sin su consentimiento. No debe confiarse en la información contenida en este informe para cualquier otro propósito aparte de los expuestos en él.

SPESA INGENIERÍA, S.A., no asume ninguna responsabilidad por cualquier pérdida, daño o inconveniente que surja de cualquier persona o entidad que utilice la información de este estudio para fines distintos a los indicados anteriormente.



SPESA INGENIERIA S.A.
CIF A50098722
Av.César Augusto 3, 10ºC
50.004 Zaragoza (España)
Tel. (+34) 976 41 01 47
spesa@spesa.es
www.spesa.es

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Antecedentes y objeto del proyecto.....	12
1.2. Antecedentes técnicos.....	13
2. ÁMBITO DEL PROYECTO.....	14
2.1. Ámbito de estudio. Definición de la cuenca	14
3. ESTUDIO HISTÓRICO Y GEOMORFOLÓGICO	23
3.1. Configuración Histórica.....	23
3.2. Situación actual.....	25
4. ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO.....	27
4.1. Caracterización geotecnia.....	27
4.2. Análisis de estabilidad.....	27
5. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	31
5.1. Resultados del análisis y justificación de la solución adoptada	32
5.1.1. <i>Dique inferior del barranco de Arráez y acondicionamiento del Bco. de Arráez</i>	32
5.1.1.1. Método PATTERN	32
5.1.1. <i>Dique superior del barranco de Arráez; Arráez oeste</i>	32
5.1.1.1. Método PATTERN	32
5.1.2. <i>Dique superior del barranco de Arráez; Arráez este</i>	33
5.1.2.1. Método PATTERN	33
6. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES	34
6.1. Introducción.....	34
6.2. Trabajos previos.....	35
6.3. Ejecución del dique inferior en el barranco de Arráez.....	35
6.3.1. <i>Revestimiento del dique de laminación</i>	41
6.3.1. <i>Ejecución del cuenco amortiguador</i>	41
6.1. Aliviadero del dique de laminación.....	42
6.2. Desagüe del dique de laminación	49
6.3. Acondicionamiento del barranco de Arráez	53
6.3.1. <i>Obras complementarias</i>	56
6.3.1.1. Umbral de retención de sedimentos y peine de desbaste y reja de desbaste en la embocadura de la ODT bajo la Av. Puerto Venecia	56
6.3.1.1. Retirada de rellenos	58
6.4. Dique superior oeste del barranco de Arráez	58
6.4.1. <i>Estado actual del dique</i>	58
6.4.2. <i>Justificación de la no ejecución de actuaciones</i>	60
6.5. Dique superior este del barranco de Arráez	60

6.5.1.	<i>Reducción de la sección hidráulica de la conducción de \varnothing 1800 mm de desagüe del dique</i>	63
6.6.	Obras complementarias	66
6.6.1.	<i>Vallado perimetral</i>	66
6.6.2.	<i>Vallado de poste y cuerdas</i>	66
6.6.1.	<i>Cuneta perimetral</i>	67
7.	REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS	68
8.	ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO	69
8.1.	Hidrogramas y caudales punta	71
8.1.1.	<i>Dique inferior</i>	71
8.1.2.	<i>Dique superior oeste</i>	73
8.1.3.	<i>Dique superior este</i>	75
8.2.	Curva característica de los diques	77
8.3.	Diseño del aliviadero (dique inferior)	80
8.4.	Diseño del desagüe de fondo (dique inferior y diques superiores)	81
8.4.1.	<i>Diseño del desagüe de fondo del dique inferior</i>	81
8.4.2.	<i>Desagüe de fondo del dique superior oeste</i>	82
8.4.3.	<i>Diseño del desagüe de fondo del dique superior este</i>	83
8.5.	Resultados del estudio hidráulico. Estudio de laminación	85
8.5.1.	<i>Dique inferior</i>	85
8.5.2.	<i>Dique superior este</i>	86
9.	CÁLCULO DE ESTRUCTURAS	86
10.	DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS	87
11.	CONSIDERACIONES AMBIENTALES	88
12.	ARQUEOLOGÍA Y PALEONTOLOGÍA	88
13.	PROTECCIÓN Y REPOSICIÓN DE ARBOLADO	89
14.	SEGURIDAD Y SALUD	90
15.	GESTIÓN DE RESIDUOS	90
16.	PROGRAMA DE TRABAJOS	90
16.1.	Plazo de ejecución y programa definitivo	91
16.2.	Diagrama de Gantt	91
17.	CONTROL DE CALIDAD	93
18.	PLANOS	93
19.	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	93
20.	JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS	93
21.	PRESUPUESTO	93

21.1.	Presupuesto de seguridad y salud	93
21.2.	Presupuesto de gestión de residuos	93
21.3.	Presupuesto de protección y reposición de arbolado	93
21.4.	Presupuesto de Ejecución Material	94
21.5.	Presupuesto Base de Licitación (SIN IVA).....	94
21.6.	Presupuesto Base de Licitación.....	94
22.	CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.....	94
23.	FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS.....	95
24.	DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PROYECTO.....	96
24.1.	Control de versiones	97
25.	EQUIPO REDACTOR	98
26.	CONCLUSIÓN Y FIRMAS.....	99

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Antigua O.D.T. en el antiguo trazado del Canal Imperial sobre el barranco de la Muerte.	13
Ilustración 2. Mapa de situación. Fuente: CHE.	15
Ilustración 3. Cuenca de aportación del Barranco de la Muerte.	16
Ilustración 4. Plano de situación.	17
Ilustración 5. Dique “inferior” en el Barranco de Arráez.	18
Ilustración 6. Emplazamiento del nuevo dique inferior de laminación. Al fondo, vial de la Av. de Puerto Venecia.	18
Ilustración 7. Acondicionamiento del barranco de Arráez. A la izquierda, Obra de Drenaje Transversal bajo el vial de la Av. de Puerto Venecia. A la derecha, vista hacia aguas arriba del ‘canal’ del barranco de Arráez.	19
Ilustración 8. Ortofoto de la zona de actuación “dique superior este” del barranco de Arráez.	19
Ilustración 9. Vista de detalla del emplazamiento del “dique superior este”.	20
Ilustración 10. Vista desde la coronación del dique hacia aguas abajo (Z-40 y Zaragoza).	20
Ilustración 11. A la izquierda, sección de aguas arriba de la conducción existente de 1800 mm de DN. A la derecha, sección de aguas abajo. Dique superior este.	21
Ilustración 12. Ortofoto de la zona de actuación “dique superior oeste” del barranco de Arráez.	21
Ilustración 13. Vista desde aguas abajo del dique superior oeste del barranco de Arráez desde el carril de aceleración de la Z-40. Al fondo, línea ferroviaria.	22
Ilustración 14. A la izquierda, sección de aguas arriba de la conducción existente de 1800 mm de DN. A la derecha, sección de aguas abajo. Dique superior oeste.	22
Ilustración 15. Configuración de la red hidrográfica en 1927 (izquierda), con el barranco de la Muerte en rojo, el barranco del Camino de Arráez en verde y el barranco del Platero en amarillo, y la situación actual (derecha), con el barranco de la Muerte en azul y el barranco del Arráez aguas arriba de Parque Venecia en rojo.	23
Ilustración 16. Configuración del barranco de Arráez en 1927 (Fotoplano de 1927 de CEFTA para la, entonces, Confederación Sindical del Ebro).	25
Ilustración 17. Evolución del barranco de Arráez y su entorno entre 1999 y 2012.	26
Ilustración 18. Cálculo de estabilidad para sollicitación accidental (arriba) y extrema (abajo) del dique proyectado.	29
Ilustración 19. Cálculo de estabilidad para solicitud ordinaria (arriba) y extrema (abajo) del paramento recedido de la canalización del tramo del barranco de Arráez situado inmediatamente aguas arriba de la Av. Puerto Venecia.	30
Ilustración 20. Vista en planta de actuaciones del dique inferior de laminación y del acondicionamiento del barranco de Arráez.	36
Ilustración 21. Curva característica del dique inferior en el barranco de Arráez.	37
Ilustración 22. Líneas de nivel de superficie y volúmenes almacenados.	38
Ilustración 23. Perfil longitudinal del dique inferior de laminación.	38
Ilustración 24. Sección tipo del dique inferior de laminación. P.K.0+000 a 0+023,50. Secciones del dique paralelo a la Avenida Puerto Venecia.	39
Ilustración 25. Sección tipo del dique inferior de laminación. P.K.0+24,50 a 0+42,50. Secciones del aliviadero.	40
Ilustración 26. Sección tipo de disipadores del cuenco amortiguador.	41

Ilustración 27. Planta de replanteo del cuenco amortiguador.	42
Ilustración 28. Planta de la losa del cuenco amortiguador.	42
Ilustración 29. Croquis en planta del aliviadero y peine de desbaste.	44
Ilustración 30. Sección transversal del aliviadero.	45
Ilustración 31. Semi sección A-A'.	45
Ilustración 32. Sección A-A' del aliviadero del dique inferior. Losa de 0,20 m de espesor pigmentada. Armadura a una cara de $\varnothing 10c/20$	47
Ilustración 33. Planta del aliviadero del dique inferior. Losa de 0,20 m de espesor pigmentada. Armadura a una cara de $\varnothing 10c/20$	47
Ilustración 34. Alzado de las escaleras del dique inferior.	48
Ilustración 35. Vista en planta de las escaleras del dique inferior.	48
Ilustración 36. Escalera ejecutada en el Canal Perimetral del Barranco de la Muerte, fase I del proyecto.	49
Ilustración 37. Sección de la reja en la embocadura de la conducción de DN500.	50
Ilustración 38. Alzado de la reja de desbaste en la embocadura de la conducción de DN500.	50
Ilustración 39. Caudal desaguado a través de la conducción de 500 mm de DN.	51
Ilustración 40. Sección transversal del peine de desbaste.	52
Ilustración 41. Alzado del peine de desbaste.	52
Ilustración 42. Detalles de los tubos que conforman el peine de desbaste.	52
Ilustración 43. Vista desde la Av. de Puerto Venecia del canal del barranco de Arráez.	53
Ilustración 44. Vista desde aguas arriba del canal y obra de fábrica de la conducción de 1800 mm de DN.	54
Ilustración 45. Acondicionamiento del dique del barranco de Arráez. Sección tipo.	55
Ilustración 46. Sección transversal P.K. 0+105. Embocadura de la conducción de 1800 mm.	55
Ilustración 47. Peine de desbaste en el acondicionamiento del Barranco de Arráez.	56
Ilustración 48. Alzado y transversal de la reja de desbaste.	57
Ilustración 49. Vista del aplacado de los marcos y aletas del canal perimetral del barranco de la muerte (fase I del proyecto).	57
Ilustración 50. Lengua de sedimentos aguas arriba de la obra de fábrica y conducción de $\varnothing 1800$ mm de diámetro nominal.	58
Ilustración 51. Dique superior oeste. Barranco de Arráez. Líneas de nivel de superficie y volúmenes de laminación.	59
Ilustración 52. Dique superior este. Barranco de Arráez.	61
Ilustración 53. Líneas de nivel de superficie y volumen máximo de capacidad de laminación del dique superior este.	62
Ilustración 54. Líneas de nivel y volumen máximo para el evento asociado a la T500 años.	62
Ilustración 55. Caudal desaguado a través de la conducción de 1800 mm de DN. Dique superior este.	63
Ilustración 56. Caudal desaguado a través de la conducción de sección reducida del dique superior este.	64
Ilustración 57. Vista en planta de la instalación de la chapa de acero de reducción de la sección.	64
Ilustración 58. Alzado de la chapa de acero para la reducción de la sección de la conducción existente.	65
Ilustración 59. Anclajes de la chapa de acero a la conducción existente.	65
Ilustración 60. Barandilla de madera 'tejana'.	66
Ilustración 61. Detalle del vallado de postes y cuerdas.	67
Ilustración 62. Cuneta perimetral de escollera. P.K. 0+000 a P.K.0+020.	67

Ilustración 63. Cuneta perimetral de escollera. P.K. 0+020 a P.K.0+030.	68
Ilustración 64. Planta general de actuaciones planteadas.	69
Ilustración 65. Mapa de calados máximos. T500. Situación actual. Hoja 1.	70
Ilustración 66. Mapa de calados máximos. T500. Situación actual. Hoja 2.	70
Ilustración 67. Hidrograma de avenida T100 años del dique inferior.	71
Ilustración 68. Hidrograma de avenida T500 años del dique inferior.	71
Ilustración 69. Hidrograma de avenida T100 años del dique superior oeste.	73
Ilustración 70. Hidrograma de avenida T500 años del dique superior oeste.	73
Ilustración 71. Hidrograma de entrada de avenida T100 años del dique superior este.	75
Ilustración 72. Hidrograma de entrada de avenida T500 años del dique superior este.	75
Ilustración 73. Curva característica del dique inferior.	79
Ilustración 74. Curva característica del dique superior oeste.	79
Ilustración 75. Curva característica del dique superior este.	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de valoración de las actuaciones.....	32
Tabla 3. Resumen de valoración de las actuaciones.....	32
Tabla 3. Resumen de valoración de las actuaciones.....	33
Tabla 6. Coordenadas y cotas del aliviadero del dique inferior de laminación.	46
Tabla 7. Coordenadas y cotas de las escaleras de acceso al aliviadero del dique inferior de laminación.	46
Tabla 8. Curva característica del dique inferior en el barranco de Arráez.....	59
Tabla 9. Curva característica del dique superior este en el barranco de Arráez.	61
Tabla 10. Volumen de hidrograma de entrada de avenida T100 años del dique inferior.	72
Tabla 11. Volumen de hidrograma de entrada de avenida T500 años del dique inferior.	72
Tabla 12. Volumen de hidrograma de entrada de avenida T100 años del dique superior oeste.....	74
Tabla 13. Volumen de hidrograma de entrada de avenida T500 años del dique superior oeste.....	74
Tabla 14. Volumen de hidrograma de avenida T100 años del dique superior este.	76
Tabla 15. Volumen de hidrograma de avenida T500 años del dique superior este.	76
Tabla 16. Curva característica del dique inferior.	77
Tabla 17. Curva característica del dique superior oeste.	78
Tabla 18. Curva característica del dique superior este.	78
Tabla 19. Curva de gasto del aliviadero.	80
Tabla 20. Capacidad de desagüe en régimen de lámina libre de la conducción propuesta de DN 500 mm.	81
Tabla 21. Capacidad de desagüe en régimen de presión de la conducción propuesta de DN 500 mm.	82
Tabla 26. Capacidad de desagüe en régimen de lámina libre de la nueva sección de desagüe del dique superior este.	83
Tabla 27. Capacidad de desagüe en régimen de presión de la nueva sección de desagüe del dique superior este.	84
Tabla 28. Curva de llenado-vaciado del dique inferior.	85
Tabla 30. Curva de llenado-vaciado del dique superior este.	86
Tabla 31. Resumen de parcelas afectadas.	87

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes y objeto del proyecto

El evento hidrológico excepcional ocurrido en Zaragoza el día 6 de julio de 2023 afectó a la mayor parte de la ciudad, y de forma destacada a la zona urbana de Parque Venecia y Ronda Hispanidad donde tuvo su mayor impacto en los elementos vulnerables. Se produjeron importantes afecciones materiales y humanas (heridos), con un riesgo especialmente grave para las personas en el CEIP María Zambrano, el equipamiento comercial situado al este del colegio y los viarios de las avenidas de la Policía Local, Tiziano y Ronda de la Hispanidad y su entorno, dónde se llevaron a cabo actuaciones de rescate por parte del Servicio contra incendios, de salvamento y protección civil. Esto puso de manifiesto el elevado riesgo de inundación, potencialmente significativo del citado barranco.

Con motivo de dicho evento, el Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza encargó a SPESA INGENIERÍA en julio de 2023 la elaboración del ESTUDIO DEL RIESGO DE INUNDACIÓN DEL BARRANCO DE LA MUERTE (fecha de 7 de septiembre de 2023), que plantea las siguientes Fases de ejecución;

- **Fase de ejecución nº1.** Reducción del riesgo de inundación de elementos más vulnerables (CEIP M^a Zambrano...).
 - Derivado de ese estudio se plantea la realización de un canal perimetral de alivio que derive gran parte del caudal minimizando las afecciones en los elementos más vulnerables que actualmente se ven afectados (CEIP María Zambrano, centro comercial, viales de acceso a Parque Venecia-Av. Tiziano y accesos a la Policía Local de Zaragoza). De esta manera, se incrementa la afección en un pequeño tramo de la Z-30 ya de por sí afectado en la actualidad, aguas arriba de la glorieta de acceso al barrio, siendo el riesgo de inundación global ampliamente minimizado.
 - Con fecha de 15 de julio de 2024 se redacta el PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL CANAL PERIMETRAL DE ALIVIO DEL BARRANCO DE LA MUERTE, EN EL T.M. DE ZARAGOZA (ZARAGOZA), visado por el Colegio de Caminos, Canales y Puertos de Aragón con número de expediente 2024/02519/01 y se remite al Ayuntamiento de Zaragoza.
 - A fecha de entrega del presente Proyecto las obras de URBANIZACIÓN DEL CANAL PERIMETRAL DE ALIVIO DEL BARRANCO DE LA MUERTE correspondiente a la Fase I de ejecución han finalizado.
- **Fase de ejecución nº 2.** Reducción del riesgo de inundación en Z-30 y resto.
 - Con fecha de octubre de 2024 SPESA INGENIERÍA redacta el ESTUDIO EJECUTIVO DE ACTUACIONES EN EL BARRANCO DE LA MUERTE EN EL T.M. DE ZARAGOZA (ZARAGOZA) con objeto de valorar las actuaciones necesarias para la implementación de la Fase 2 de actuaciones contempladas en el Estudio para la reducción del riesgo de inundación del barranco de la Muerte, en el T.M. de Zaragoza.
 - Depósitos o tanques de tormenta en los campos de fútbol junto al cementerio de Torrero.
 - Dique de laminación inmediatamente aguas arriba del existente en el parque del barranco.
 - **Diques de laminación aguas arriba de la Z-40 (Inferior, Intermedio y superior).**

- **Dique de laminación inferior (aguas abajo de la Z-40) del barranco del Camino de Arráez.**
- **Acondicionamiento de diques de laminación superiores (aguas arriba de la Z-40) del barranco del Camino de Arráez.**

Ante esta situación, y con el objeto de prever lo antes posible actuaciones que disminuyan el riesgo de inundación del CEIP María Zambrano y su entorno, el Ayuntamiento de Zaragoza, en contacto con la Confederación Hidrográfica del Ebro y el resto de agentes sociales y administrativos implicados, se redacta, entre otros, el presente; **Proyecto Constructivo de "DIQUES DE LAMINACIÓN EN EL BARRANCO DE ARRÁEZ DE ZARAGOZA"**.

Las actuaciones del proyecto consisten esencialmente en la ejecución de sendos diques de laminación de caudales para reducir el riesgo de inundación. Los diques permitirán laminar los caudales provenientes del Barranco de la Arráez aguas arriba de la Z-30 (Arráez superior este y Arráez superior oeste) e inmediatamente aguas arriba de la Avenida de Puerto Venecia (dique inferior y acondicionamiento del canal del barranco).

Las actuaciones en los diques superiores no implican la ejecución de nuevos diques, si no la adaptación y adecuación de los existentes y de las conducciones que los atraviesan.

El dique inferior aprovecha el confinamiento orográfico en el entorno de la Avenida maximizando la capacidad de laminación y minimizando la afección al pinar.

Las diferentes actuaciones permiten reducir el riesgo de inundación en el barranco de Arráez y finalmente, en el barranco de la Muerte, complementándose con el resto de actuaciones de la consideradas Fases de ejecución nº 1 y Fase nº 2.

1.2. Antecedentes técnicos

El barranco de la Muerte no aparece cartografiado por el Instituto Geográfico Nacional en la cartografía 1:25.000 vectorial, ni en los mapas Ráster. Tampoco aparece identificado en la cartografía 1:25.000 vectorial elaborada por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Sí que aparece citado el barranco de la Muerte por diversos acontecimientos de índole histórica en diversa documentación histórica.

Desde el punto de vista hidráulico, es importante comentar dos aspectos. En primer lugar, la existencia de una Obra de Drenaje Transversal en el antiguo trazado del Canal Imperial y que a día de hoy aún se conserva. Se trata de una sección abovedada de 4.0 m de altura y 2.70 m de altura, lo que supone una sección de aproximadamente 9.1 m².



Ilustración 1. Antigua O.D.T. en el antiguo trazado del Canal Imperial sobre el barranco de la Muerte.

En segundo lugar, conviene mencionar que este barranco sufrió un evento excepcional de lluvias el 3 de octubre de 2007, recogido en un reciente INFORME DEL EVENTO DE LLUVIAS DEL 3 DE OCTUBRE DE 2007. POSIBLE AFECCIÓN AL BARRANCO DE LA MUERTE, elaborado por C. H. del Ebro. En el mismo, se expone:

“[...] las cantidades registradas en ambos eventos (2007 y 2023) fueron también similares, de modo que, el periodo de retorno de las lluvias, en los pluviómetros de Casablanca y Sagasta, fueron muy parecidos también.

Ahora bien, esto no significa que el evento de lluvias de octubre de 2007 diese lugar a una crecida similar en el barranco de la Muerte dado que, al tratarse de fenómenos tormentosos, la distribución y extensión geográfica de estos eventos es relativamente pequeña y no pueden ser detectados perfectamente con la información pluviométrica disponible en 2007. Se debe tener en cuenta que el pluviómetro de la AEMet en Valdespartera no existía en 2007, siendo este el pluviómetro que más registró en el evento de 2023. Del mismo modo, tampoco existía toda la red de pluviómetros de aficionados, como el existente en Cuarte de Huerva, que, aunque no son utilizados, sí sirven de apoyo para definir el campo de precipitaciones.

A continuación, se enumeran diversos estudios antecedentes realizados hasta la fecha en el ámbito del presente trabajo. Al margen de estos trabajos, se encuentran los correspondientes a la construcción de la Z-40 y del ramal de la línea de ff.cc del AVE. De los siguientes, destaca el realizado en febrero de 2009 para el desagüe del Barranco de la Muerte.

- **PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR 88/3-1 “PARQUE VENECIA”**. Octubre de 2002.
- **PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR 88/1 CANAL IMPERIAL-PINARES DE TORRERO**. Julio de 2003.
- **ESTUDIO HIDROLÓGICO, HIDRÁULICO Y DE REGULACIÓN DEL BARRANCO DE LA MUERTE**. Noviembre de 2006.
- **ESTUDIO DEL DESAGÜE DEL BARRANCO DE LA MUERTE**. Febrero de 2009.
- **ESTUDIO DEL RIESGO DE INUNDACIÓN DEL BARRANCO DE LA MUERTE EN EL T.M. DE ZARAGOZA**, tras el evento ocurrido el 6 de Julio de 2023 (septiembre de 2023).
- **PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL CANAL PERIMETRAL DE ALIVIO DEL BARRANCO DE LA MUERTE, EN EL T.M. DE ZARAGOZA (ZARAGOZA)**, 15 de julio de 2024.
- **ESTUDIO EJECUTIVO DE ACTUACIONES EN EL BARRANCO DE LA MUERTE EN EL T.M. DE ZARAGOZA (FASE II) (2025)** octubre de 2024.
- **PROYECTO CONSTRUCTIVO DE: DEPÓSITO DE TORMENTAS JUNTO AL CEMENTERIO DE TORRERO EN EL T.M. DE ZARAGOZA**. Octubre de 2025.

2. ÁMBITO DEL PROYECTO

2.1. Ámbito de estudio. Definición de la cuenca

La cuenca de aportación del denominado barranco de la Muerte se encuentra ubicada al sur-sureste del núcleo urbano de Zaragoza. Recoge el agua de lluvia de una superficie total de aproximadamente 9.25 km² hasta el cruce con el nuevo paso elevado del Canal Imperial y drenando en la llanura de aguas abajo del acceso con la Z-40.

Su divisoria Oeste linda con los barrancos de margen derecha del río Huerva. Su divisoria Este linda con el barranco del Platero.

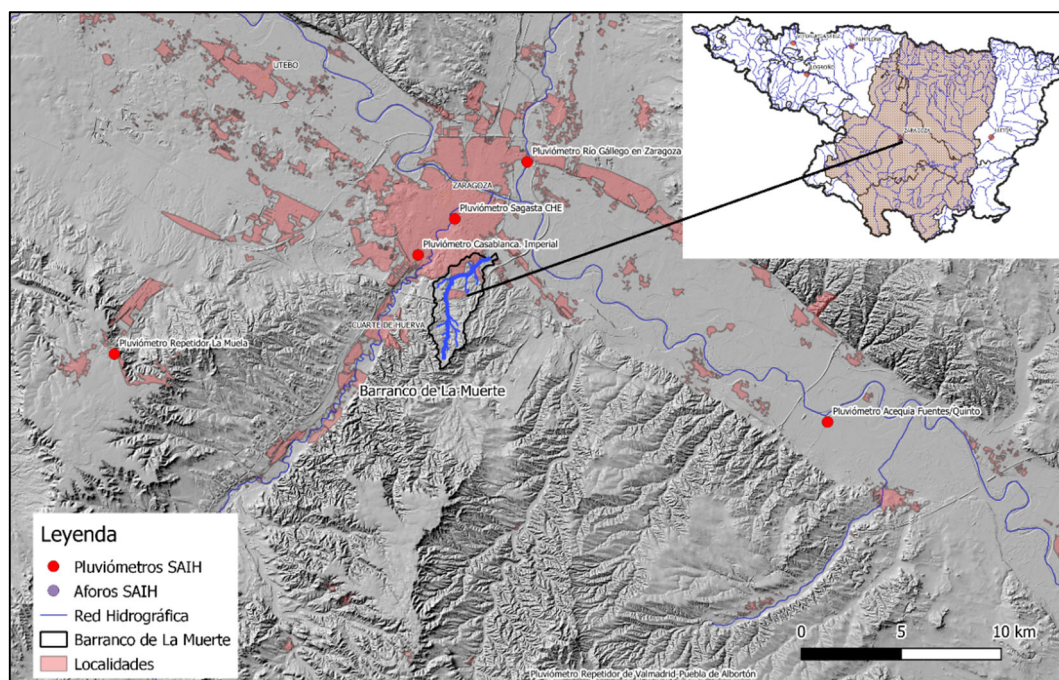


Ilustración 2. Mapa de situación. Fuente: CHE.

Esta cuenca es atravesada aproximadamente en su centro geométrico por dos infraestructuras lineales de gran entidad (ramal de la línea de ff.cc. de alta velocidad y Z-40, nombrados de aguas arriba a aguas abajo).

El barranco de la Muerte se divide a su vez en dos cuencas que confluyen en la Av. de la Policía Local / Av. Tiziano a la altura del CEIP María Zambrano. La de mayor entidad, y que por tanto daría nombre al barranco de la Muerte, comienza en el cabezo de las Zorras, a 401 msnm de altitud, con una pendiente media elevada, de aproximadamente un 2.5% y una longitud de cauce de 7.5 km, con un área aproximada de 3.85 km² hasta el cruce con la Z-40 y con un área de 2.41 km² hasta la citada confluencia con la cuenca secundaria. Inmediatamente aguas abajo de la confluencia, por su margen izquierda, se añaden las aguas provenientes del cementerio de Torrero y Z-30, con una cuenca de 0.5 km².

La cuenca secundaria, recoge las aguas entre el Acampo de Arráez y la Cuenta del Royo a una cota de 337 msnm hasta llegar a la Av. de la Policía Local / Av. Tiziano con una superficie de 2.05 km² y de aproximadamente 1.14 km² hasta la confluencia con la Z-40. Esta cuenca, como se verá en el epígrafe posterior, fue desviada recientemente.

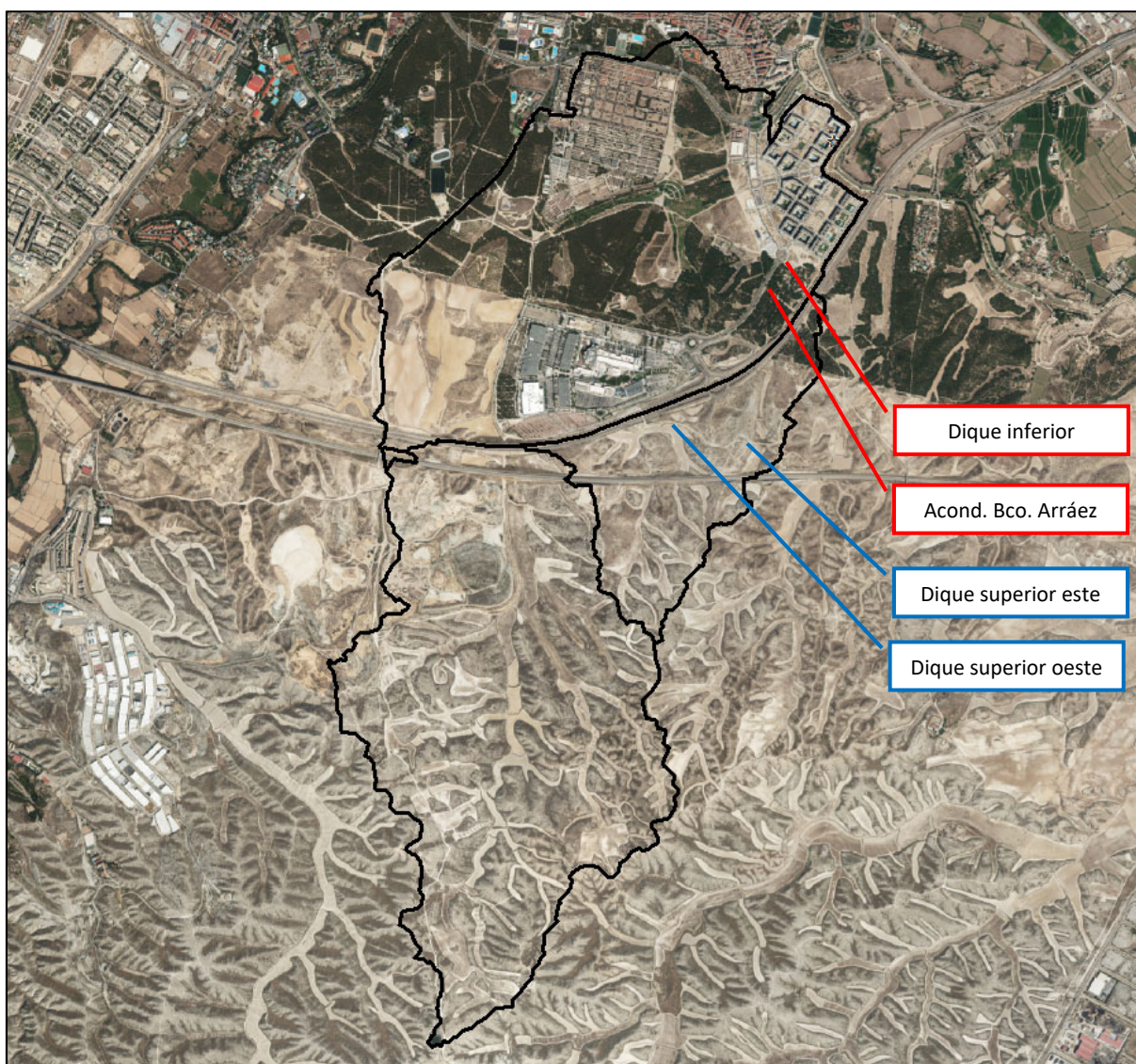


Ilustración 3. Cuenca de aportación del Barranco de la Muerte.

Las actuaciones incluidas en el presente proyecto consisten en la ejecución de:

- **Dique inferior del barranco de Arráez y Acondicionamiento del barranco de Arráez**
 - o Situidos ambos en el pinar comprendido entre la Av. De Puerto Venecia y la Z-40.
- **Diques superiores del barranco de Arráez (Arráez este y Arráez oeste)**
 - o Situado entre la Z-40 y la línea del Ferrocarril.
 - o El dique oeste se analizará en epígrafes y anejos a esta memoria, quedando descartado por motivos de eficacia hidráulica.



Ilustración 4. Plano de situación.

- **Dique “inferior” en el Barranco de Arráez y acondicionamiento del barranco de Arráez**, situados ambos en el pinar existente al este de la Av. De Puerto Venecia y al oeste de la Z-40, en el camino de la Paridera de Arráez que discurre perpendicular entre ambos elementos hasta su entronque en una ODT que cruza la Av. De Puerto Venecia.

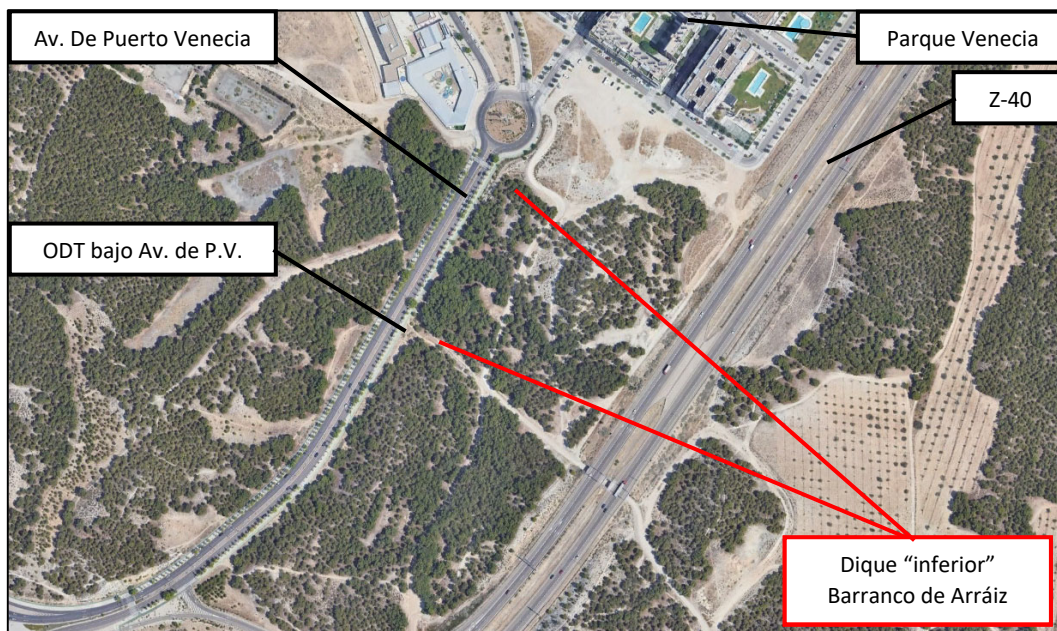


Ilustración 5. Dique “inferior” en el Barranco de Arráez.



Ilustración 6. Emplazamiento del nuevo dique inferior de laminación. Al fondo, vial de la Av. de Puerto Venecia.



Ilustración 7. Acondicionamiento del barranco de Arráez. A la izquierda, Obra de Drenaje Transversal bajo el vial de la Av. de Puerto Venecia. A la derecha, vista hacia aguas arriba del ‘canal’ del barranco de Arráez.

- **Acondicionamiento del dique del barranco de Arráez al sur de la Z-40.**



Ilustración 8. Ortofoto de la zona de actuación “dique superior este” del barranco de Arráez.

- **Acondicionamiento del dique “superior este” del barranco de Arráez**, situado de la misma manera que el anterior al sur de la Z-40 y al norte de la línea ferroviaria. Las coordenadas de la ODT de DN 1800 mm bajo el terraplén son las siguientes ETRS89 Huso 30N: X=676.490,34 // Y=4.608.181,92.



Ilustración 9. Vista de detalla del emplazamiento del “dique superior este”.

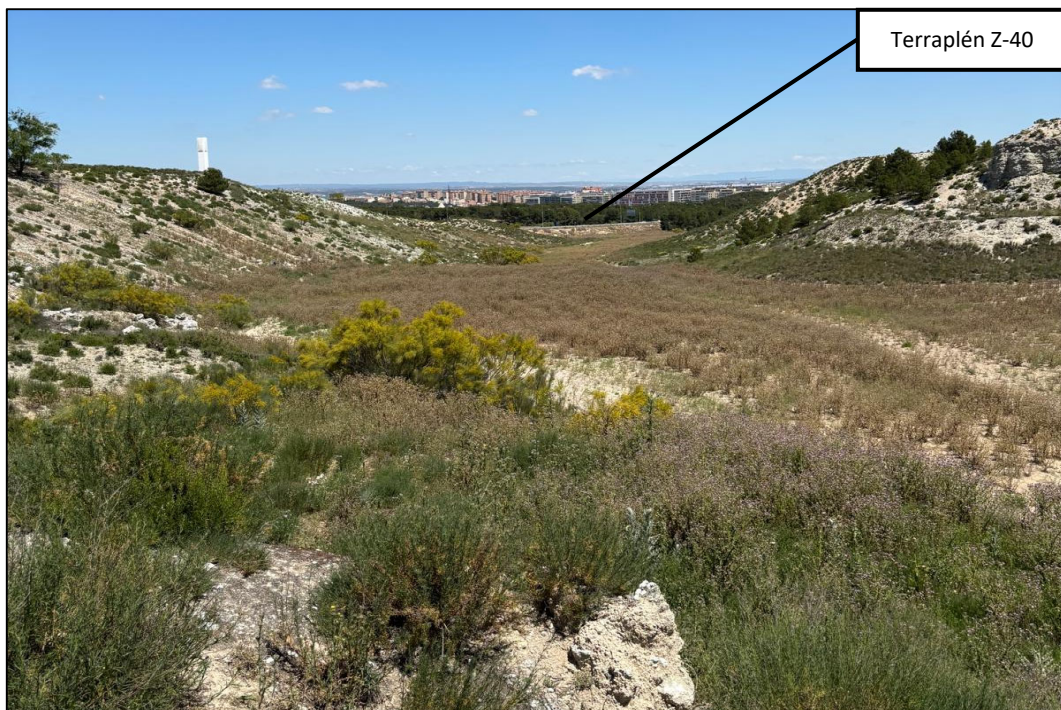


Ilustración 10. Vista desde la coronación del dique hacia aguas abajo (Z-40 y Zaragoza).



Ilustración 11. A la izquierda, sección de aguas arriba de la conducción existente de 1800 mm de DN. A la derecha, sección de aguas abajo. Dique superior este.

- **Acondicionamiento del dique “superior oeste” del barranco de Arráez**, situado al sur de la Z-40, al otro lado del Centro Comercial Puerto Venecia y al norte de la línea ferroviaria. Las coordenadas de la ODT de DN 1800 mm bajo el terraplén son las siguientes ETRS89 Huso 30N: X=676.490,34 // Y=4.608.181,92



Ilustración 12. Ortofoto de la zona de actuación “dique superior oeste” del barranco de Arráez.



Ilustración 13. Vista desde aguas abajo del dique superior oeste del barranco de Arráez desde el carril de aceleración de la Z-40. Al fondo, línea ferroviaria.



Ilustración 14. A la izquierda, sección de aguas arriba de la conducción existente de 1800 mm de DN. A la derecha, sección de aguas abajo. Dique superior oeste.

3. ESTUDIO HISTÓRICO Y GEOMORFOLÓGICO

3.1. Configuración Histórica

El conocido como Barranco de la Arráez se sitúa al sur del área urbana de la ciudad de Zaragoza. Se trata de un barranco con rasgos similares a los de otros muchos que jalonan las márgenes del Ebro en este sector de su cuenca, de funcionamiento ocasional ligado a eventos de precipitación extraordinarios, con sus cabeceras abiertas en los pequeños relieves que enmarcan el curso del Ebro y que moría al llegar al fondo del valle, sin llegar a alcanzar el cauce del río principal. En la actualidad, su curso bajo ha sido desviado y captado al alcanzar el área urbana de Zaragoza en Parque Venecia, de forma que ya no desemboca directamente el fondo del valle del Ebro, sino que lo hace soterrado y mediante tubería en el barranco de la Muerte.

La cuenca del barranco de Arráez recoge las aguas entre el Acampo de Arráez y la Cuenta del Royo, a una cota de 337 msnm, hasta llegar a la Av. de la Policía Local / Av. Tiziano, donde es captado y desviado. Tiene una cuenca vertiente con una superficie de 2,05 km², de los cuales aproximadamente 1,14 km² se localizan aguas arriba de su confluencia con la Z-40.

Como se desprende de lo expuesto, la configuración actual de la cuenca del Barranco de Arráez no es la original, siendo resultado de las modificaciones introducidas progresivamente en el territorio a partir de, aproximadamente, el año 2001 como consecuencia de la aprobación y posterior desarrollo del PGOU de Zaragoza, en concreto, del Plan Parcial del Sector 88/1 (Canal Imperial-Pinares de Torrero), y la construcción de los distintos cinturones de circunvalación de Zaragoza (Z-30 y Z-40) y el by-pass del AVE. Como resultado de ello, el Barranco de Arráez vio como desaparecía su curso bajo como tal al ser captado y desviado mediante una tubería hacia el barranco de la Muerte, con el que confluye en la actualidad de forma soterrada a la altura del colegio María Zambrano.

Desde el punto de vista morfológico, el barranco de Arráez y el resto de tributarios menores del barranco de la Muerte responden a valles de fondo plano, conocidos como “vales” en Aragón. Se trata de valles o vaguadas poco o moderadamente encajadas en el terreno cuyo fondo, formado por limos con algunas intercalaciones de arenas y gravas, presenta una morfología sensiblemente plana, sin cauce definido propiamente dicho. Como consecuencia de ello, en situaciones de precipitaciones intensas es todo el fondo del valle el que entra en carga.

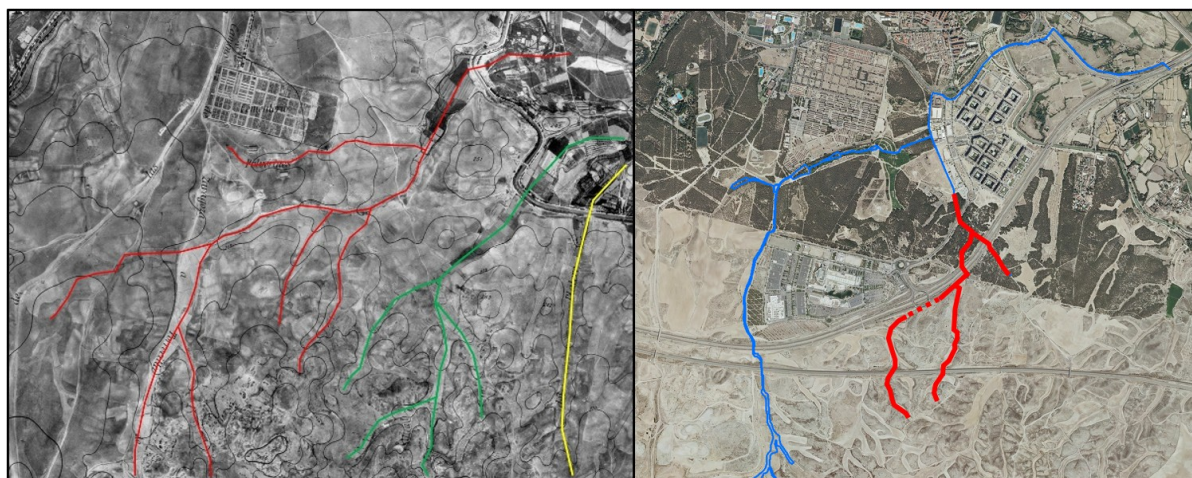


Ilustración 15. Configuración de la red hidrográfica en 1927 (izquierda), con el barranco de la Muerte en rojo, el barranco del Camino de Arráez en verde y el barranco del Platero en amarillo, y la situación actual (derecha), con el barranco de la Muerte en azul y el barranco del Arráez aguas arriba de Parque Venecia en rojo.

En este caso, las cuencas tanto del barranco de la Muerte como la del camino de Arráez se abren en terrenos yesíferos terciarios y sólo aguas abajo de la autovía de circunvalación Z-40 aparecen recubrimientos cuaternarios significativos bajo la forma de antiguos depósitos de glacis que, en las inmediaciones del contacto con el fondo del valle del Ebro, pasan a ser, junto a los de varios niveles de terrazas con los que se imbrican, los materiales dominantes. Además, en los fondos de ambos barrancos también se identificaban los denominados depósitos de fondo de valle, a la sazón formaciones asimilables genéticamente a los aluviales fluviales.

Entre estas formaciones cuaternarias, desde el punto de vista litológico, hay que diferenciar entre los glacis y terrazas por un lado y los depósitos de fondo de valle por otro. Los antiguos glacis y los niveles de terraza están formados por materiales granulares gruesos con matriz fina en proporción variable, por lo que su permeabilidad varía entre media-alta (glacis) a muy alta (terrazas). Por su parte, los depósitos de estos fondos de valle responden a rellenos fundamentalmente limosos con gravas dispersas, de forma que el tamaño de grano de las partículas dominantes (limos) reduce significativamente su permeabilidad, pudiéndose calificar como baja, pero nunca como nula.

Por tanto, se puede considerar que, en condiciones naturales, las zonas de cabecera y del tramo medio de las cuencas de los dos barrancos presentarían una permeabilidad baja a muy baja, mientras que los sectores correspondientes a sus cursos bajos tendrían unas permeabilidades que irían creciendo en sentido del flujo desde valores medios a muy altos.

Sin entrar en su origen natural o artificial, actualmente todos los barrancos y vaguadas significativas de este sector tienen esta morfología de valle de fondo plano o “val”. Sin embargo, la documentación gráfica histórica disponible (fotoplanos aéreos de CEFTA del año 1927 y los vuelos americanos de los años 1946 y 1956) muestran que el barranco de la Muerte presentaba en la mayor parte de su curso bajo, desde lo que es en la actualidad la ampliación del cementerio de Torrero (antiguos terrenos de los polvorines del ejército) hasta alcanzar el fondo del valle del Ebro, un cauce funcional bien desarrollado con, incluso, llanura de inundación asociada, signo inequívoco de funcionamiento hidráulico relativamente frecuente.

En el caso del barranco de Arráez, que corría de forma paralela al barranco de la Muerte y sin confluir con él en ningún momento, la morfología presente era la de val de fondo plano, sin poderse identificar cauce alguno bien definido.

La red hidrográfica asociada al barranco de Arráez discurre ligeramente encajada en materiales yesíferos terciarios y depósitos de antiguos glacis cuaternarios hasta alcanzar los frentes de terraza del Ebro. Una vez alcanzados estos materiales, el barranco pasaba a circular sobre ellos. En la actualidad, poco después de alcanzar las terrazas del Ebro, este curso es captado mediante tubería y desviado de forma soterrada hacia el barranco de la Muerte. Como ya se ha indicado, tanto los glacis como las terrazas están formados por materiales granulares de permeabilidad alta o muy alta, circunstancia que favorecía una acusada infiltración en el terreno de las aguas circulantes, conllevando ello la progresiva pérdida de identidad de cursos como los barrancos de Arráez o de la Muerte, que no llegaban a alcanzar en ningún caso el Ebro, y la consiguiente deposición de los sedimentos que pudieran transportar al alcanzar el fondo del valle de este río, donde generaban conos de deyección relativamente amplios.



Ilustración 16. Configuración del barranco de Arráez en 1927 (Fotoplano de 1927 de CEFTA para la, entonces, Confederación Sindical del Ebro).

3.2. Situación actual

El entorno de los barrancos de la Muerte y del Camino de Arráez comenzó a sufrir modificaciones significativas a finales de la década de 1960. El motivo de ello fue, en primera instancia, la intensificación de la extracción de áridos que ya tenía lugar en esta zona, desmantelándose una parte significativa de los niveles de terraza y de los frentes de los glacis localizados en torno a la salida del barranco de la Muerte al fondo del valle del Ebro y afectando en mayor o menor medida a los depósitos localizados a oriente del Cementerio de Torrero.

Además de esa circunstancia, tras el cese de la actividad extractiva a finales de los años 70 del pasado siglo se procedió a completar el rellenado del fondo del valle del barranco de la Muerte y de algunas de sus barranqueras tributarias por margen derecha con rechazos de las antiguas explotaciones y no pocos escombros procedentes de demoliciones y de vertidos no controlados. El resultado de ello fue la adopción por el barranco de la Muerte de una configuración similar a la de los vales característicos de la comarca, perdiendo el cauce y ribera sus rasgos naturales originales.

En el caso del barranco de Arráez, en su entorno prosiguió la actividad de las graveras hasta, aproximadamente, 2005, con la explotación de los niveles más altos hasta enrasar la superficie de estas últimas explotaciones con el techo de las antiguas, ya total o parcialmente regularizadas con los rechazos disponibles. Entre 2005 y 2010 se procede al cierre definitivo de las graveras, a la completa regularización de las antiguas superficies de explotación y se procede a la urbanización y desarrollo promocional de lo que es en la actualidad Parque Venecia, con la construcción de la Av. de la Policía Local / Av. Tiziano y, en 2009, la primera de las promociones que configuran en la actualidad este barrio zaragozano. Durante este proceso, también entró en funcionamiento la Z-40, que supuso el consiguiente desvío del barranco de Arráez y su entubado desde su entronque con la nueva Av. Puerto Venecia.

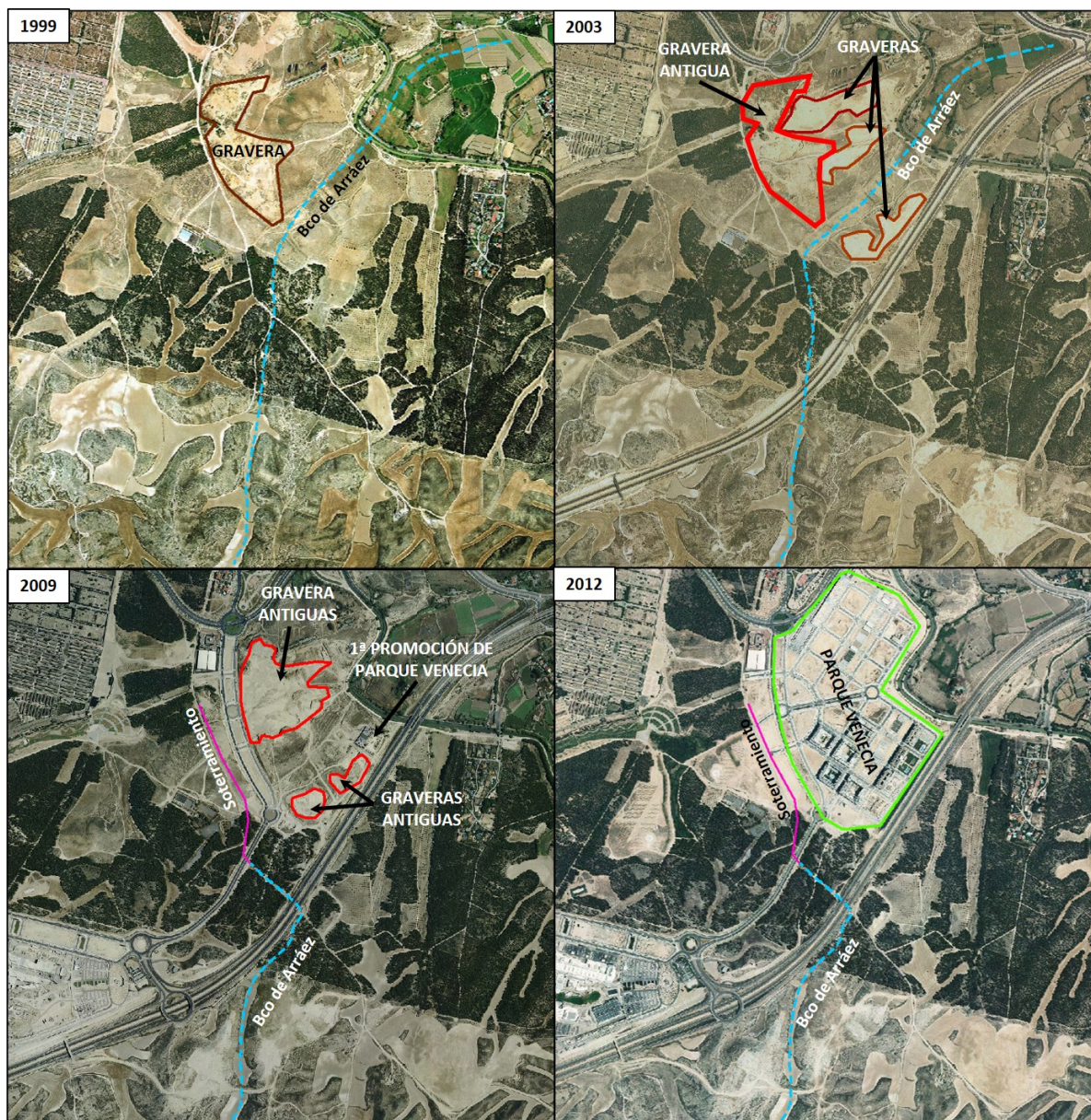


Ilustración 17. Evolución del barranco de Arráez y su entorno entre 1999 y 2012.

4. ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

4.1. Caracterización geotecnia

Para la caracterización geotécnica de los materiales presentes en la zona de actuación se han llevado a cabo una serie de trabajos específicos de reconocimiento a lo largo de la misma. Estos trabajos, que incluyen tanto labores de campo como de laboratorio, se han realizado con la colaboración de la firma Control 7, S.A.U., empresa especializada en estas labores y debidamente acreditada y certificada por las administraciones competentes.

La campaña de prospección se ejecutó a lo largo del mes de mayo de 2025, y consistió en la realización de dos sondeos a rotación con recuperación continua de testigo, una calicata mecánica y dos penetraciones dinámicas, repartido todo ello a lo largo de tres emplazamientos diferentes.

Ambos sondeos han arrojado resultados similares: el sondeo S1 ha detectado la presencia de un relleno antrópico, que corresponde al terraplén del camino agrícola y está formado por limos con cantos yesíferos de diámetro variable. Este relleno tiene un espesor de 3,40 m (altura sobre cimientos del terraplén) y están dispuesto sobre un relleno natural de 3,0 m de potencia formado por limos yesíferos marrones. Estos limos se apoyan sobre el sustrato terciario, formado aquí por una alternancia de arcillas grises duras con intercalaciones de yesos fibrosos, sacaroideos y nodulares y de arcillas marrón verdosas relativamente blandas.

En el caso del sondeo S2, el resultado fue similar, con un relleno antrópico, correspondiente al terraplén del camino agrícola con un espesor de 4,6 m, dispuesto sobre 4,0 m de limos yesíferos marrones y estos sobre el sustrato terciario, conformado por las arcillas grises duras con intercalaciones de yesos fibrosos, sacaroideos y nodulares.

Durante las perforaciones se procedió a la toma de muestras inalteradas mediante hincas en los niveles de rellenos antrópico, limoso y arcilloso, así como la realización de ensayos SPT. Los golpes obtenidos en rellenos y limos han puesto de manifiesto que los primeros tienen una consistencia entre firme y moderadamente firme, mientras que el depósito de limos la tiene entre moderadamente blanda y moderadamente dura.

Por lo que respecta a la calicata abierta en las cercanías de la rotonda de la que parte la Av. Puerto Venecia, al pie del pequeño macizo yesífero aflorante junto a la propia rotonda, ésta ha puesto de manifiesto la existencia de un sustrato que, bajo las formaciones edáficas relativamente bien desarrolladas (0,50 m de espesor), está formado por limos arenosos con gravas dispersas. De estos limos se procedió a la toma de una muestra alterada. Todo el material es fácilmente ripable y las paredes de la cata eran estables en condiciones secas.

En ninguna de las prospecciones efectuadas se ha llegado a detectar la presencia de agua freática.

En el **Anejo 03. Geología y Geotecnia** se recogen y se detallan con mayor profundidad los aspectos mencionados.

4.2. Análisis de estabilidad

La ejecución del dique de laminación reseñado exigirá levantar un terraplén de menos de 2,5 m de altura máxima con espaldones delimitados por taludes de tipo 2H/1V y protegido frente a las erosiones mediante un manto de escollera de 0,40 m de espesor.

Tendrá unos 58,00 m de longitud y una capacidad máxima ligeramente superior a 12.500 m³. Por tanto, se trata de una pequeña presa que no requiere clasificación en función del riesgo.

La remodelización de los espaldones de la canalización abierta actual del barranco de Arráez no implicará aumentar su altura, quedando limitada la actuación a incrementar su anchura y dotarlos de una pendiente exterior (la canalización propiamente dicha no se modifica) de tipo 2H/1V y de un manto superficial de escollera de 0,40 m de espesor que minimice el riesgo de erosión por desbordamiento.

En el caso del dique, se trata de una pequeña presa que no requiere clasificación en función del riesgo dada su reducida altura sobre cimientos y pequeña capacidad de regulación. No obstante, ello no es óbice para que se analicen sus condiciones de estabilidad durante la construcción y tras su entrada en servicio.

Para ello se ha tomado como referencia la sección pésima, que es la descrita. En el caso del espaldón de la conducción objeto de actuación se procederá a analizar exclusivamente la situación pésima posible, la correspondiente a la del propio espaldón completamente saturado, dado que en el resto de situaciones la canalización actual se ha demostrado estable frente al deslizamiento.

Para el dique se ha considerado como sollicitación normal el embalse vacío y sin presencia efectiva de nivel piezométrico, situación equivalente al estado pésimo durante su construcción. Como sollicitación accidental se prevé el dique lleno en la situación de avenida; es decir, con el agua al NMN (en este caso coronación) y con su cuerpo parcialmente saturado. En el caso de la sollicitación extrema se ha considerado la situación derivada de un desembalse (vaciado) rápido con el dique completamente saturado. Para estas sollicitaciones no se ha tenido en cuenta el efecto sísmico dado que, como se expone en el apartado siguiente, Zaragoza se localiza en una zona de muy baja sismicidad.

En las simulaciones se ha tenido en cuenta la naturaleza de los materiales intervinientes; es decir, un dique, formado por un forro exterior de escollera con un cuerpo construido en base a un todo uno granular con matriz fina y debidamente compactado, al menos, al 98% del Proctor modificado, dispuesto sobre el terreno de la cerrada, constituido por un horizonte superficial de limos de, al menos, 4,0 m de espesor, que se apoya sobre el sustrato terciario, que actúa como horizonte rocoso.

Para estos análisis se ha aplicado uno de los métodos de cálculo tradicionales para este tipo de problemas, el método Morgenstern-Price. Para el cálculo se ha empleado uno de los paquetes informáticos especializados más utilizados para estos problemas, GeoStudio 2018.

Al tratarse de un dique simétrico, sólo se ha analizado la estabilidad de uno de los paramentos en los casos de embalse vacío y de desembalse rápido con el cuerpo del dique saturado, dado que el comportamiento de ambos debería ser idéntico. Para la situación de embalse lleno con dique parcialmente saturado, se ha analizado sólo el paramento de aguas abajo, dado que éste es el que se encuentra en la peor situación posible al contar el de aguas arriba con la propia lámina de agua como elemento estabilizador.

Para la situación de embalse vacío, con el nivel piezométrico situado muy por debajo de la rasante del terreno, el factor de seguridad (FS) es muy superior a 2,0; en concreto, 2,458, valor claramente por encima del mínimo exigible a estructuras de importancia significativa ($FS > 1,5$) y al mínimo recogido por la normativa para presas de materiales sueltos (FS igual o superior a 1,4 en el peor de los casos). Por tanto, se considera que el dique es estable durante las fases de construcción y en estado de no funcionamiento (sin agua embalsada).

Para la situación de sollicitación accidental, se ha considerado que el nivel de llenado alcanza la coronación del dique y que su paramento de aguas arriba está completamente saturado, con la línea piezométrica alcanzando, desde coronación, el pie del espaldón de aguas arriba. En estas condiciones, la simulación efectuada ha puesto de manifiesto que el paramento de aguas arriba, el que se encontraría en una situación más precaria, presentaría un FS próximo a 2,0 ($FS = 1,89$), cifra claramente superior al mínimo exigible para una presa de materiales sueltos (1,3 en el peor de los casos).

Por último, para una condición extrema, con el dique habiendo sufrido un desembalse rápido completo y con su cuerpo de presa completamente saturado, el factor de seguridad resultante ha sido de 1,494, cuando la normativa sólo exige que dicho factor sea superior a 1.

Por tanto, desde el punto de vista de la seguridad frente al deslizamiento, el dique proyectado cumple sobradamente con los requisitos exigidos por la actual normativa, debiéndose considerar estable bajo cualquier previsión de las condiciones de trabajo que no supongan modificación de la geometría de la obra y de la naturaleza de los materiales empleados en su construcción.

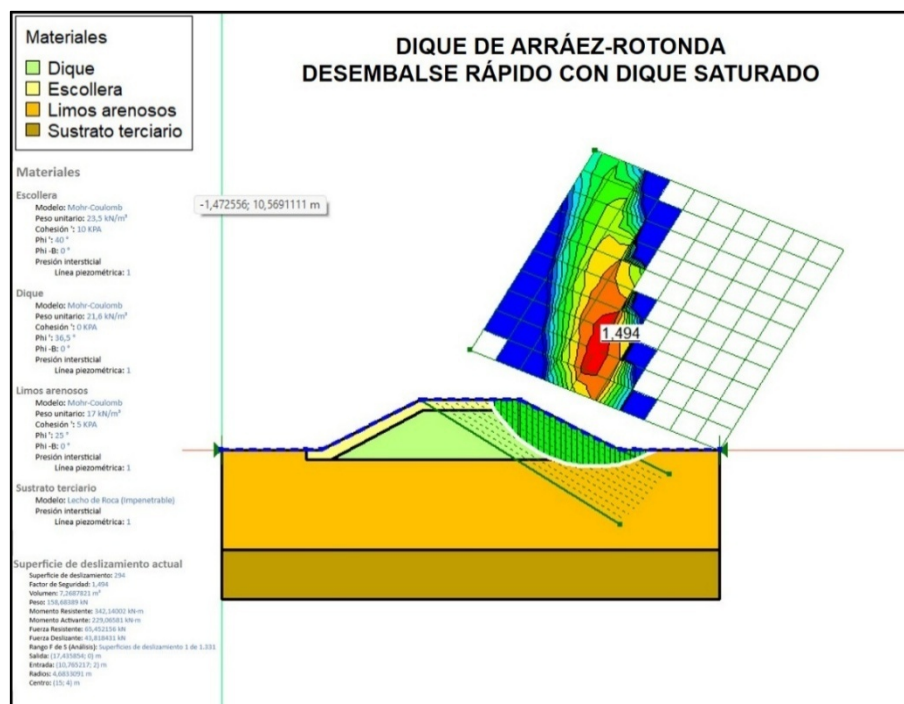


Ilustración 18. Cálculo de estabilidad para solicitación accidental (arriba) y extrema (abajo) del dique proyectado.

En relación con el encauzamiento del barranco de Arráez localizado inmediatamente aguas arriba de la Av. Puerto Venecia, se ha procedido a analizar la estabilidad del recrecimiento proyectado en condiciones secas, que serían las existentes a la conclusión del recrecimiento, y con la totalidad del paramento saturado, que sería la situación extrema esperable en caso de desbordamiento.

Para ambas situaciones, los resultados obtenidos han arrojado unos FS de, respectivamente, 2,443 y 1,507, valores sensiblemente superiores a los exigibles de a un elemento, terraplén en este caso, de importancia ordinaria, que sería de 1,3. Por tanto, el recrecimiento del actual paramento de la canalización cumpliría con las condiciones de estabilidad exigibles a este tipo de estructuras.

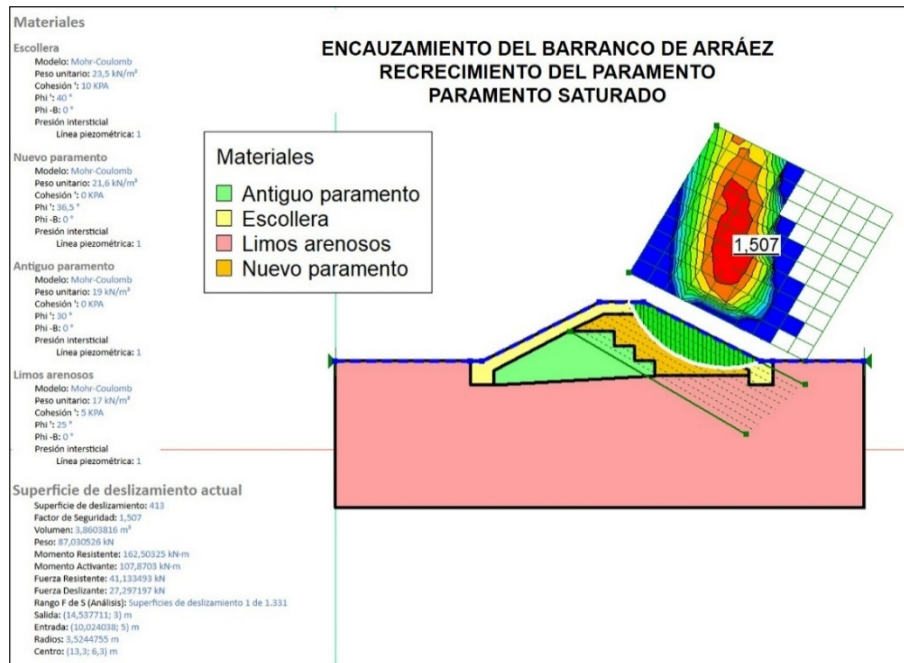


Ilustración 19. Cálculo de estabilidad para solicitud ordinaria (arriba) y extrema (abajo) del paramento recrecido de la canalización del tramo del barranco de Arráez situado inmediatamente aguas arriba de la Av. Puerto Venecia.

En el **Anejo 03. Geología y Geotecnia** se recoge el resumen de los cálculos efectuados, en los apéndices a dicho documento.

5. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

En el *Anejo 05* del presente Proyecto se aborda el planteamiento de alternativas y su análisis multicriterio, basándose en el análisis y diagnóstico del medio, la cartografía disponible, los resultados del estudio hidrológico-hidráulico realizado y el coste estimado de las actuaciones.

La finalidad del Anejo reside en analizar las diferentes opciones capaces de mejorar la problemática existente bajo diferentes criterios. Es importante señalar que las diferentes actuaciones que se plantean no constituyen diferentes alternativas puesto que no son sustitutivas, sino aditivas. Sin embargo, en el análisis como alternativas es importante valorar su importancia y priorizar unas sobre otras.

El estudio de alternativas se desarrolla en tres etapas consecutivas: en la primera etapa se definen los criterios de análisis de las alternativas planteadas, en la segunda se realiza el análisis multicriterio de cada una de las posibles alternativas evaluándolas criterio a criterio y en la tercera y última etapa se define el peso ponderal que se asigna a cada criterio de evaluación y se determina la puntuación final de cada alternativa.

La elección de los criterios de análisis responde a la necesidad de comprender cada alternativa desde diversos puntos de vista, de forma que pueda formarse una imagen de conjunto de la de la misma en la que queden reflejados sus puntos fuertes y sus puntos débiles; sus ventajas y sus inconvenientes. Por otra parte, los criterios deben permitir la diferenciación de las distintas alternativas estudiadas, de modo que la valoración de éstas con respecto a aquellos conlleve la elección directa de la que, en conjunto, resulte ser la mejor alternativa.

Se realiza el análisis multicriterio de las alternativas propuestas atendiendo a los criterios de análisis medioambiental, técnico-hidráulico, funcional y económico.

Este análisis plantea varias alternativas para las actuaciones de proyecto. Las alternativas planteadas suponen 'variantes' de soluciones comunes para cada caso estudiado, por lo que las alternativas, a nivel constructivo, guardan similitud entre sí.

Se plantean 6 alternativas, 2 para cada caso de estudio; Dique inferior del barranco de Arráez, Dique superior este del barranco de Arráez y Dique superior oeste del barranco de Arráez:

- **Alternativa 0.** No realizar ninguna actuación (común a todas)

Dique inferior del barranco de Arráez y Acondicionamiento del barranco de Arráez.

- **Alternativa 1.1** Ejecución de un dique de laminación.
- **Alternativa 1.2.** Ejecución de un dique de laminación y acondicionamiento del barranco de Arráez.

Dique superior del barranco de Arráez; Arráez oeste

- **Alternativa 2.1.** Reducción de la sección hidráulica.
- **Alternativa 2.2.** Reducción de la sección hidráulica y ejecución de un aliviadero en coronación.

Dique superior del barranco de Arráez; Arráez este.

- **Alternativa 3.1.** Reducción de la sección hidráulica.
- **Alternativa 3.2.** Reducción de la sección hidráulica y ejecución de un aliviadero en coronación.

5.1. Resultados del análisis y justificación de la solución adoptada

5.1.1. Dique inferior del barranco de Arráz y acondicionamiento del Bco. de Arráz

5.1.1.1. Método PATTERN

TABLA DE VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS. MÉTODO PATTERN				
CRITERIO	PESO (A)	PUNTUACIÓN (B)		
		ACTUACIONES		
		Alt. 0	Alt. 1.1	Alt. 1.2
CRITERIO TÉCNICO-HIDRÁULICO	3,50	0,00	7,00	9,00
CRITERIO MEDIOAMBIENTAL	3,50	5,00	5,00	5,00
CRITERIO ECONÓMICO	2,00	10,00	7,00	5,00
CRITERIO FUNCIONAL-SOCIAL	1,00	5,00	6,00	6,50
PUNTUACIÓN		4,25	6,20	6,55

Tabla 1. Resumen de valoración de las actuaciones.

Por tanto, en base al análisis anterior, la alternativa mejor valorada y por tanto desarrollada en el presente Proyecto es la **Alternativa 1.2.**

5.1.1. Dique superior del barranco de Arráz; Arráz oeste

5.1.1.1. Método PATTERN

TABLA DE VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS. MÉTODO PATTERN				
CRITERIO	PESO (A)	PUNTUACIÓN (B)		
		ACTUACIONES		
		Alt. 0	Alt. 2.1	Alt. 2.2
CRITERIO TÉCNICO-HIDRÁULICO	3,50	0,00	3,00	5,00
CRITERIO MEDIOAMBIENTAL	3,50	5,00	4,00	3,00
CRITERIO ECONÓMICO	2,00	10,00	5,00	3,00
CRITERIO FUNCIONAL-SOCIAL	1,00	5,00	6,00	6,00
PUNTUACIÓN		4,25	4,05	4,00

Tabla 2. Resumen de valoración de las actuaciones.

Por tanto, en base al análisis anterior, la alternativa mejor valorada y por tanto desarrollada en el presente Proyecto es la **Alternativa 0.** No realizar ninguna actuación.

5.1.2. Dique superior del barranco de Arráez; Arráez este

5.1.2.1. Método PATTERN

TABLA DE VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS. MÉTODO PATTERN				
CRITERIO	PESO (A)	PUNTUACIÓN (B)		
		ACTUACIONES		
		Alt. 0	Alt. 3.1	Alt. 3.2
CRITERIO TÉCNICO-HIDRÁULICO	3,50	0,00	9,50	5,00
CRITERIO MEDIOAMBIENTAL	3,50	5,00	5,00	4,00
CRITERIO ECONÓMICO	2,00	10,00	7,00	5,00
CRITERIO FUNCIONAL-SOCIAL	1,00	5,00	6,00	6,00
PUNTUACIÓN		4,25	7,075	4,75

Tabla 3. Resumen de valoración de las actuaciones.

Por tanto, en base al análisis anterior, la alternativa mejor valorada y por tanto desarrollada en el presente Proyecto es la **Alternativa 3.1**

6. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES

6.1. Introducción

A continuación, se describen las actuaciones objeto del Proyecto, consistentes en la ejecución de un dique de laminación de caudales, el acondicionamiento del barranco de Arráez, situadas estas actuaciones en el pinar comprendido entre la Av. De Puerto Venecia y la Z-40, así como el acondicionamiento de del dique superior (aguas arriba de la Z-40 - Arráez este), mediante la reducción de la sección hidráulica de la conducción que atraviesa el terraplén del dique, situados entre la Z-40 y la línea del Ferrocarril.

Las actuaciones permiten regular parte de los caudales y disminuir el riesgo de inundación del barranco de Arráez y posteriormente en el barranco de la Muerte, reduciendo las afectaciones en los elementos más vulnerables de la Av. Tiziano (i.e. CEIP María Zambrano, accesos de la Policía Local, centro comercial, viales de la Av. Tiziano).

Las principales actuaciones que comprenden las actuaciones del proyecto y que son descritas en apartados posteriores son las siguientes;

- **Trabajos previos y replanteos;**
 - Balizado y señalización de la obra, replanteo de la obra, identificación de los servicios existentes, adecuación y confección de los accesos, instalaciones auxiliares, protección del arbolado, despeje y desbroce.
- **Dique inferior en el barranco de Arráez**
 - Excavación y saneo de la cimentación del dique,
 - Instalación de la conducción del desagüe de fondo del dique,
 - Ejecución del cuerpo del dique,
 - Protección de escollera en el dique,
 - Obras complementarias (cuneta, umbral para retención de sedimentos, peine de desbaste, etc.)
 - Mobiliario, vallado y señalización,
 - Restitución y adecuación de los accesos.
- **Acondicionamiento del barranco de Arráez**
 - Excavación y saneo de rellenos,
 - Retirada de tramos con protección de escollera en estado de deterioro,
 - Recrecimiento y confección del cajero de margen derecha del barranco,
 - Protección de escollera en los cajeros,
 - Protección de escollera en la superficie de coronación del cajero de margen izquierda
 - Obras complementarias (umbral de retención de sedimentos, peine de desbaste, reja de desbaste, etc.)
- **Dique superior este del barranco de Arráez**
 - Adecuación de la sección de la embocadura de la conducción existente de Ø1800,

- Restitución y adecuación de los accesos.

Como se ha comentado, el dique “inferior” en el Barranco de Arráez y acondicionamiento del barranco de Arráez, se sitúan ambos en el pinar existente al este de la Av. De Puerto Venecia y al oeste de la Z-40. El acondicionamiento del dique “superior este” del barranco de Arráez por la reducción de la sección hidráulica del tubo se realiza en el camino de la Paridera de Arráez al sur de la Z-40 y al norte de la línea ferroviaria.

6.2. Trabajos previos

Las actuaciones iniciales a realizar consistirán en el balizado y señalización de la obra, el replanteo de las obras, la identificación y señalización de los servicios existentes y el establecimiento de las instalaciones temporales de obra y los accesos a la misma.

Las instalaciones auxiliares comprenden las áreas que, con carácter temporal, son necesarias durante la fase de construcción para la ubicación de parques de maquinaria, instalaciones auxiliares, servicios de personal, almacenes, oficinas y acopios de materiales.

Las zonas de actuación se delimitarán para minimizar afecciones y para el acceso se utilizarán los caminos existentes, por lo que no será necesaria la apertura de nuevas vías de acceso. Puede ser precisa, de manera puntual, la adecuación de alguno de estos caminos para el paso de maquinaria de obra mediante una mejora del firme con adición de material seleccionado.

Se delimitarán **las zonas de protección del arbolado** existente en la zona de proyecto, estableciendo medidas de protección físicas frente a eventuales daños mecánicos como golpes, heridas y otros daños a la corteza el tronco, las ramas o las raíces conforme a lo establecido en el **Anejo 14. Estudio de protección del arbolado**. De la misma manera se incorporan medidas específicas de prevención y protección frente al riesgo de incendio forestal.

6.3. Ejecución del dique inferior en el barranco de Arráez

Consiste en la ejecución de un dique de 58,00 metros de longitud para la reducción del riesgo de inundación y contención de los arrastres y coladas de sedimentos provenientes de los terrenos de la Paridera de Arráez hacia Parque Venecia.

La coronación del dique se sitúa a la cota 249,50 m con un aliviadero en la parte central situado a la cota 249,00 m. Las cotas de la rasante del terreno son variables, situándose la menor cota del pie del dique a la 247,00 m.

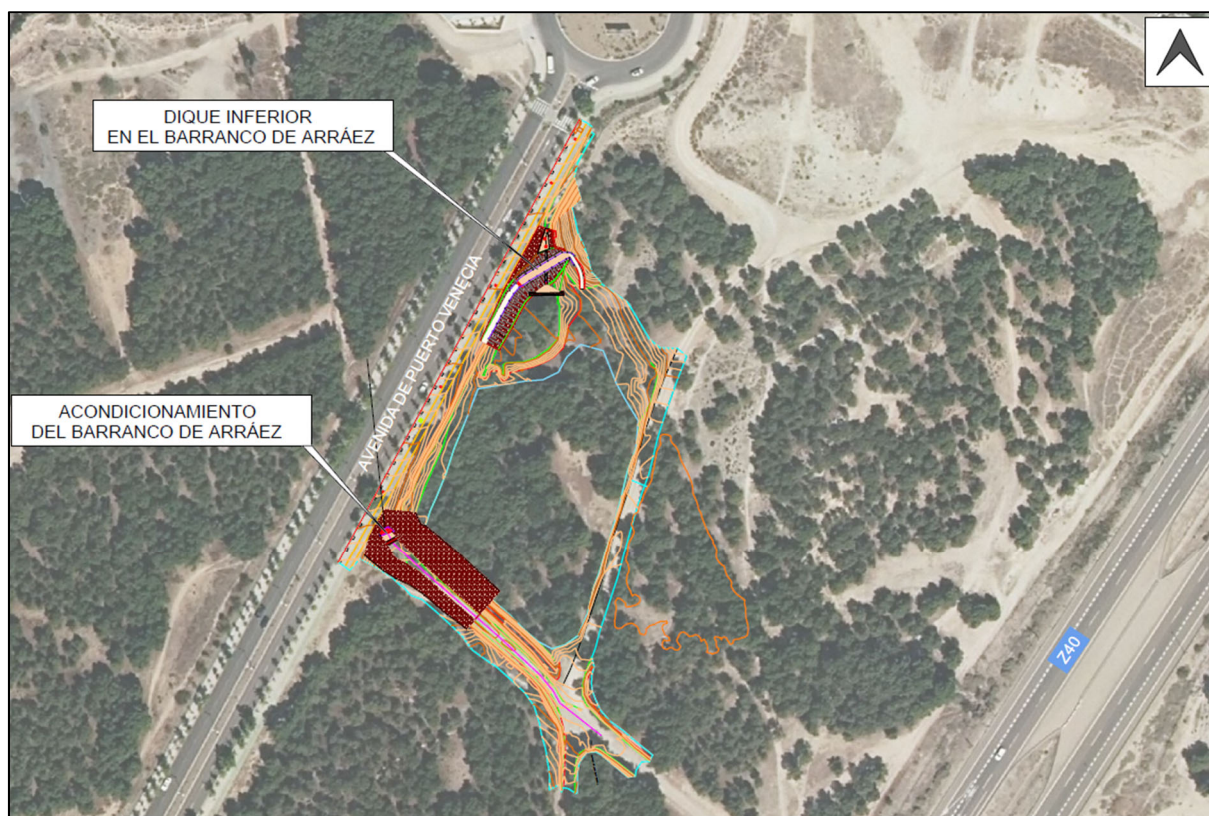


Ilustración 20. Vista en planta de actuaciones del dique inferior de laminación y del acondicionamiento del barranco de Arráez.

Las actuaciones consisten en el desbroce previo del emplazamiento del nuevo dique, retirando la capa de tierra vegetal superficial y rellenos en un espesor de 0,50 metros. Tras la retirada, se procura su acopio y mantenimiento al objeto de evitar la degradación de los volúmenes.

Adicional a esta excavación se realiza el **saneo** en una profundidad adicional de 0,50 m, procurando una superficie adecuada de asiento y cimentación del dique de laminación. **El plano de fundación resultante se compactará al 98% del P.M. previo a la ejecución del dique.**

En el caso de que el terreno existente no cumpla las condiciones para la ejecución de la cimentación y cuerpo de dique, se realizará la excavación hasta alcanzar terreno competente.

En total, la cimentación del dique de laminación tiene una profundidad de 1,00 metros bajo la rasante del terreno.

Preparada la cimentación se ejecuta el cuerpo del dique. El material será extendido en tongadas de máximo 0,30 metros de espesor, manteniendo la humedad óptima mediante riego, compactadas hasta alcanzar una densidad mínima exigida del 98% del Proctor Modificado en cada tongada y realizando el perfilado de rasantes.

La escollera se colocará tanto sobre sus taludes como en coronación, de manera continua, incluida la zanja de anclaje aguas arriba y la prolongación aguas abajo. La escollera se ejecuta hormigonada con un pigmento de color RAL 1002. **Previo a la ejecución de las obras se realizarán pruebas de pigmento que quedarán como referencia de pigmento durante toda la duración de la obra en las proximidades (instalaciones auxiliares) de la misma.**

Por último, se realiza el extendido y apisonado de zahorras (husos ZA(20)/ZA(25)) en coronación, hasta conseguir un grado de compactación del 95% del Proctor Normal. Las zahorras se extienden en un espesor de 0,10 metros y un ancho de 1,50 metros a lo largo de la coronación del dique, salvo en las secciones del aliviadero.

En las secciones en las que se ejecuta el aliviadero, la sección tipo difiere en su acabado en coronación. En lugar de la protección de escollera se ejecuta la solera de hormigón pigmentado. De la misma manera, tampoco se dispone la capa de zahorras de coronación.

La sección del dique se define por una caja trapezoidal, de anchura de base variable determinada por la proyección de sendos taludes laterales H:V de 2:1, hasta alcanzar el terreno existente respecto de la cota de coronación del dique de 249,50 msnm.

De manera aproximada, la ejecución del dique implica la excavación de 1.148,37 m³ de excavación. El terraplenado del dique implica un volumen de tierras de 1.623,45 m³ y un volumen de escollera hormigonada de 773,82 m³.

El dique, para la geometría propuesta, tiene la siguiente curva característica:

CURVA CARACTERÍSTICA DEL DIQUE INFERIOR DE LAMINACIÓN DEL BARRANCO DE ARRÁEZ		
COTA (msnm)	VOLUMEN (m ³)	% LLENADO
247,00	0,00	---
247,50	279,25	2 %
248,00	1.063,50	8 %
248,50	3.129,75	25 %
249,00	6.918,50	55%
249,50	12.679,75	100 %

Ilustración 21. Curva característica del dique inferior en el barranco de Arráez.

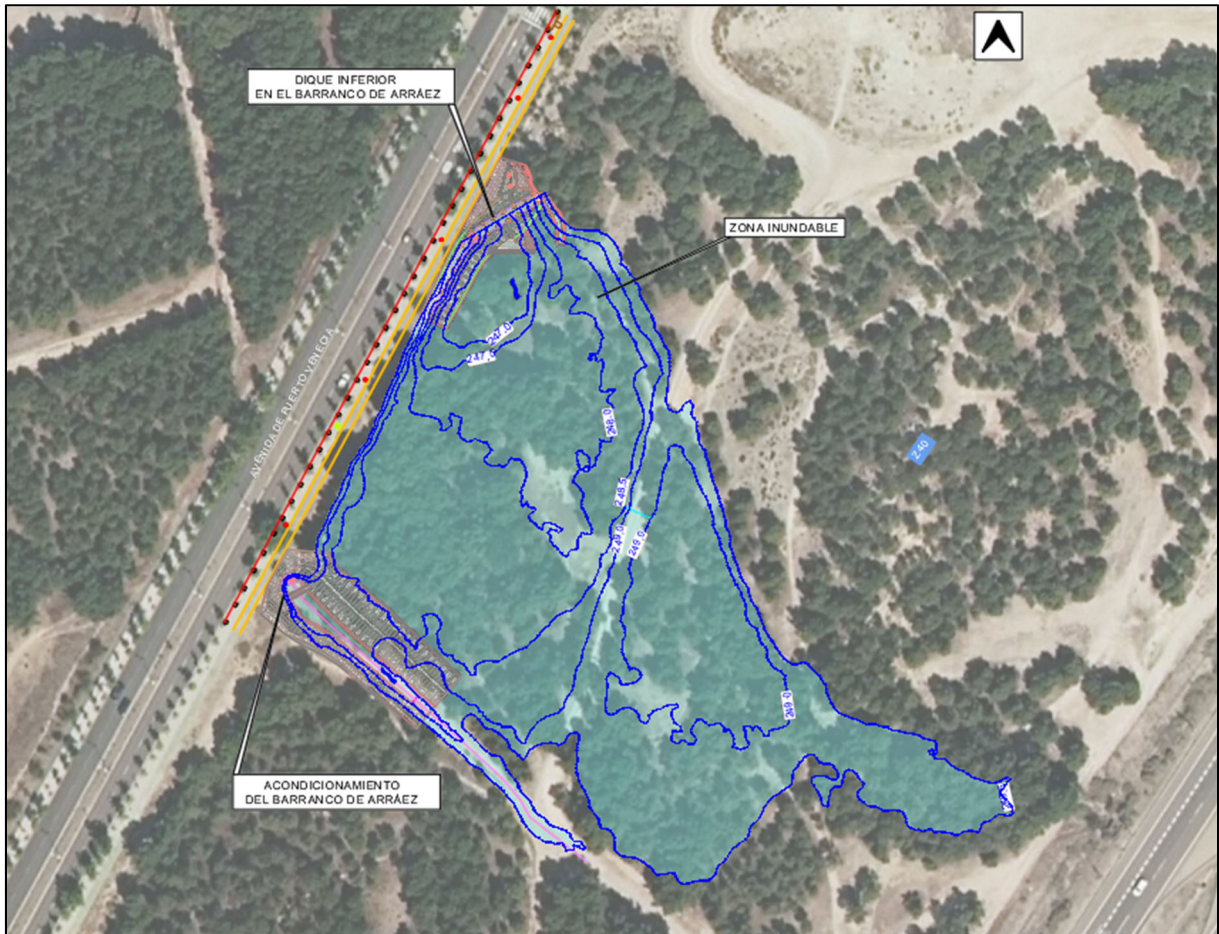


Ilustración 22. Líneas de nivel de superficie y volúmenes almacenados.

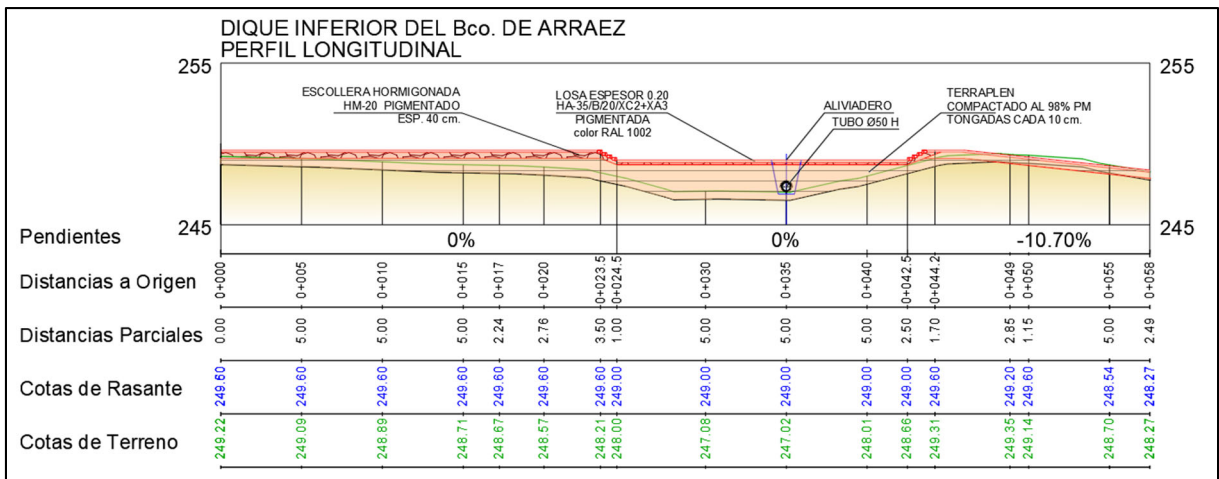


Ilustración 23. Perfil longitudinal del dique inferior de laminación.

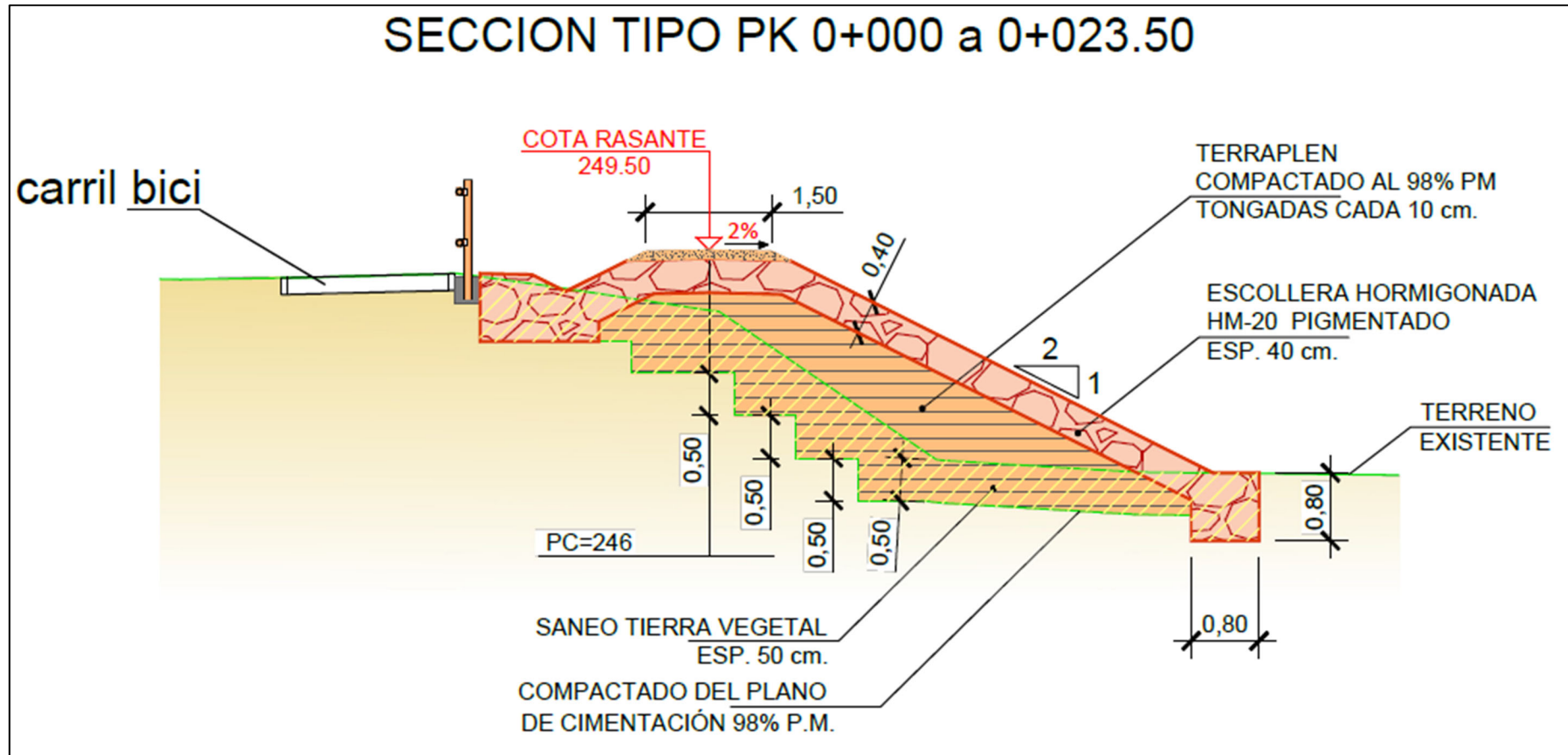


Ilustración 24. Sección tipo del dique inferior de laminación. P.K.0+000 a 0+023,50. Secciones del dique paralelo a la Avenida Puerto Venecia.

SECCION TIPO PK 0+024.50 a 0+042.50

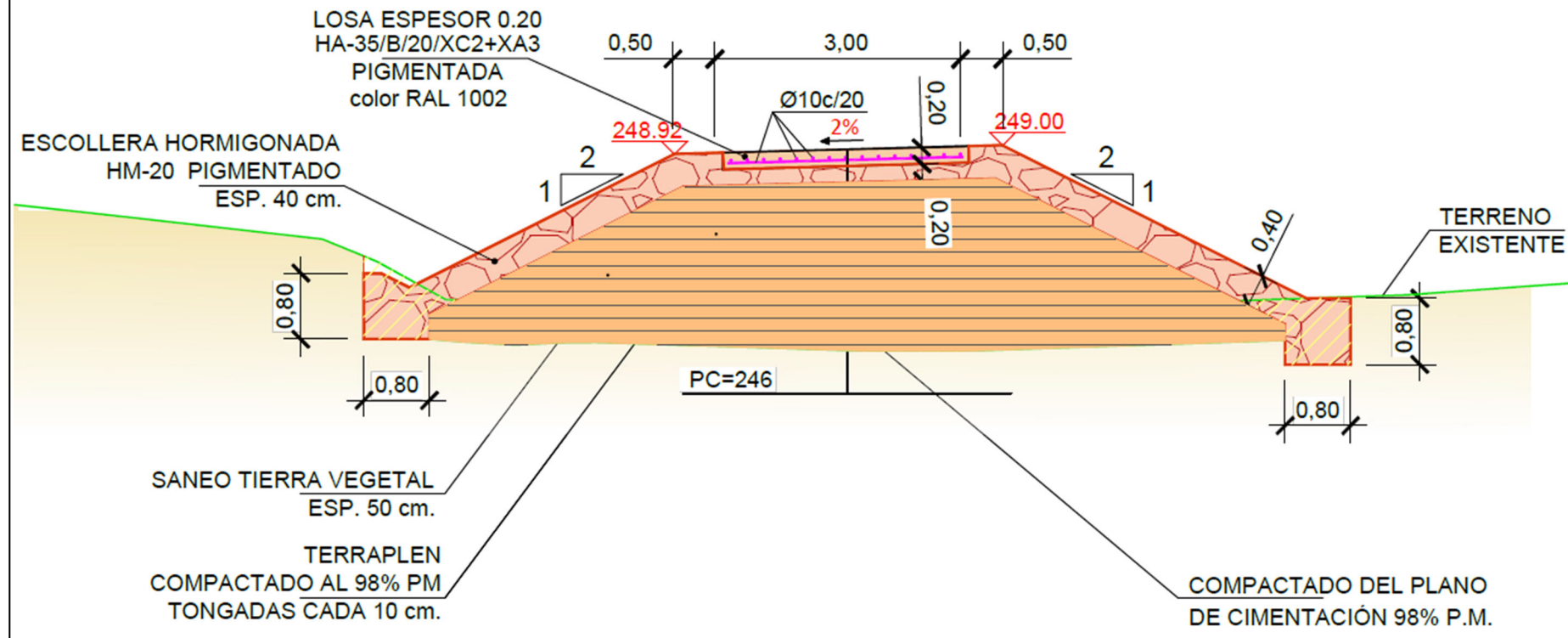


Ilustración 25. Sección tipo del dique inferior de laminación. P.K.0+24,50 a 0+42,50. Secciones del aliviadero.

6.3.1. Revestimiento del dique de laminación

Tal como se ha comentado, el dique de laminación cuenta con sus taludes y coronación revestidos, conformando una **protección continua de escollera hormigonada pigmentada terminada de color RAL 1002**.

Ambos taludes guardan una relación H:V de 2:1. La coronación cuenta con un bombeo del 2% para favorecer la evacuación de caudales hacia aguas abajo.

La protección de ambos taludes y la coronación del dique es continua, con un espesor de 0,40 m de aplacado de escollera hormigonada.

Adicional a lo anterior, el paramento de aguas arriba cuenta con un **tacón de 0,80 m de longitud medida en planta y 1,00 m de profundidad** respecto de la rasante del terreno.

Por su parte, el paramento de aguas abajo cuenta con una **prolongación del manto de escollera en 1,80 m de longitud con un espesor de 0,40 m**.

La coronación del dique tiene una anchura total de 1,50 metros. Es sobre estos 1,50 metros en los sobre la protección de escollera se dispone la zorra en el espesor mencionado.

Sobre los 1,50 metros de la rodadura de coronación se dispone un relleno de zorra artificial de 0,20 m de espesor, quedando enrasado con la prolongación de los taludes a la cota 249,50 msnm.

En las secciones del aliviadero, el revestimiento de escollera se sustituye por la ejecución de una losa de hormigón armado de 0,20 m de espesor.

6.3.1. Ejecución del cuenco amortiguador

Aguas abajo del desagüe de fondo del dique inferior de laminación se ejecuta un cuenco amortiguador de caudales. Este cuenco lo conforma una solera de hormigón pigmentado con un color RAL 1002 (terminada) con árido lavado, de 0,20 m de espesor en la que se colocan piedras de escollera colocadas alternas 'al tresbolillo' separadas entre sí 3,00 metros a modo de disipadores de energía.

La losa cuenta con una armadura de piel de $\varnothing 10c/20$.

La losa del cuenco amortiguador se dispone sobre 0,15 m de HNE-15.

Las piedras de los disipadores tienen unas dimensiones medias de 0,80 m de diámetro. Estas se colocan embebidas en la nueva solera del cuenco amortiguador 0,20 m. Por tanto, sobresalen sobre la rasante de la solera en torno a 0,60 m.

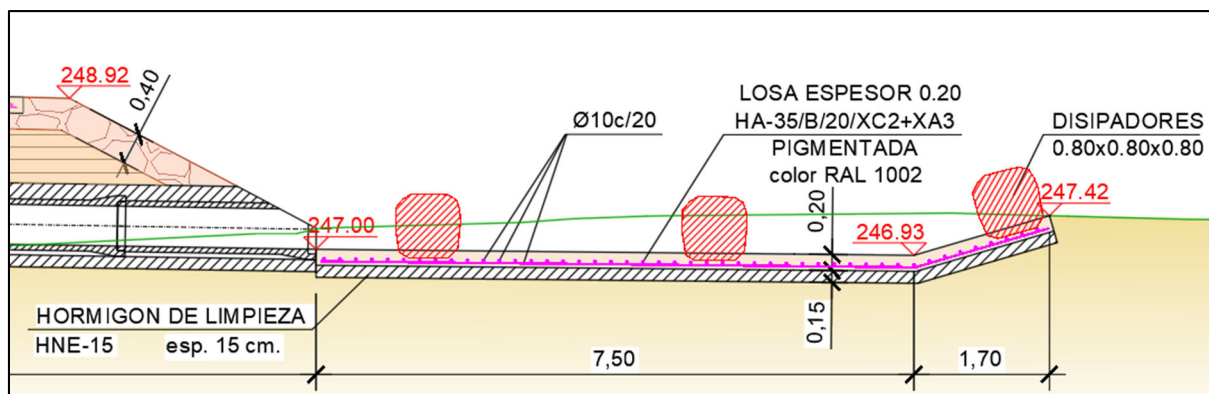


Ilustración 26. Sección tipo de disipadores del cuenco amortiguador.

La geometría del cuenco amortiguador es de 7,50 metros de longitud y ancho variable, ajustándose al confinamiento orográfico del terreno existente. El ancho máximo, a la salida de la conducción del desagüe de fondo es de 4,70 m, mientras que en la sección final el ancho se reduce a 1,50 m.

La superficie total del cuenco amortiguador es de 22,00 m².

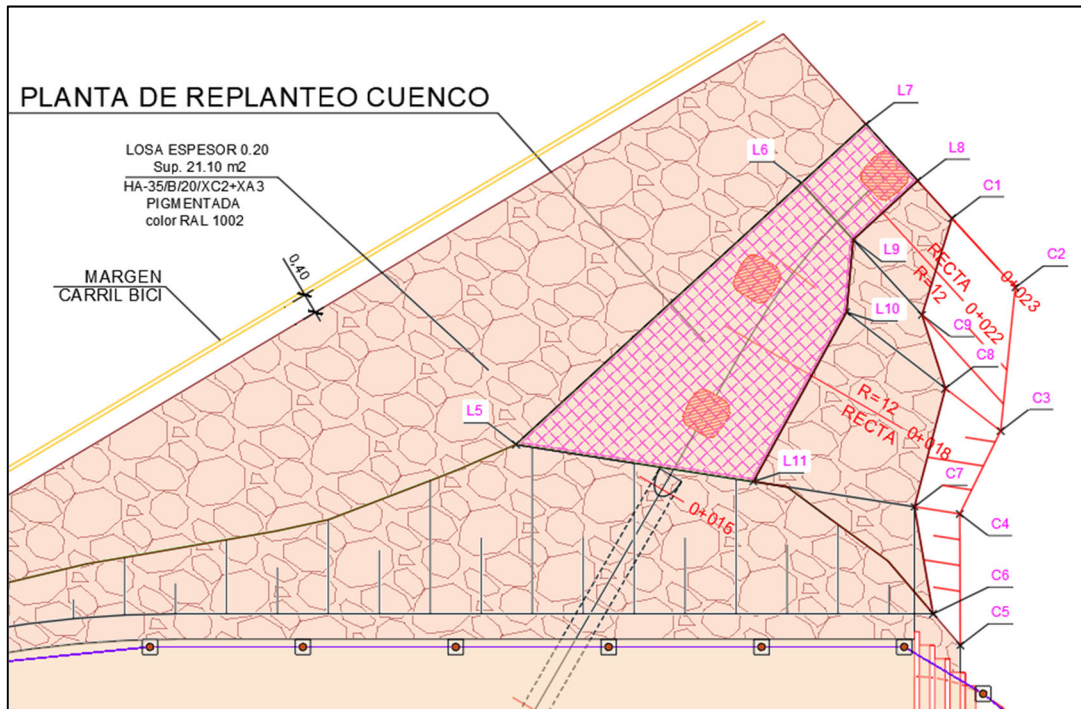


Ilustración 27. Planta de replanteo del cuenco amortiguador.

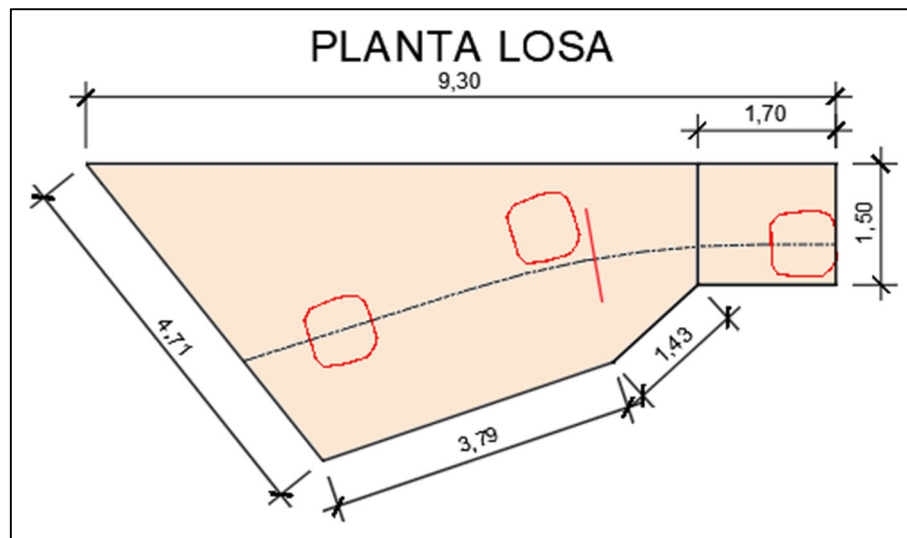


Ilustración 28. Planta de la losa del cuenco amortiguador.

6.1. Aliviadero del dique de laminación

El aliviadero es el órgano de seguridad del dique de laminación encargado de evacuar el caudal correspondiente a un episodio de lluvia extraordinario, manteniendo así el nivel de la lámina de agua en el interior dentro de un rango tal que evite el desbordamiento por coronación.

El dique de laminación se ejecuta en su mayoría en terraplén, con una altura máxima de 2,50 m sobre la rasante actual del terreno, si bien, el emplazamiento del dique aprovecha el confinamiento orográfico a ambos lados del cauce permitiendo reducir la longitud de la cerrada y la altura del dique en los extremos.

El aliviadero se diseña de manera que, junto con el resto de órganos de desagüe, el dique permita evacuar los caudales máximos instantáneos correspondientes a la T50 (12,78 m³/s) sin verter por coronación

Definido el caudal de cálculo, la anchura del paño central del aliviadero y la altura del mismo se establecen en base a la siguiente expresión:

$$Q = 0,385 b \sqrt{2g} h^{3/2} = 1,70 b h^{3/2}$$

Donde:

Q = Caudal,

b = Longitud efectiva de coronación,

h = altura de la lámina vertiente sobre coronación,

g = aceleración de la gravedad.

Por tanto, para desaguar el volumen mencionado se ha establecido una longitud de la base del **paño central del aliviadero de 18,00 metros y 0,50 m de altura máxima**. La sección del aliviadero es rectangular con sendos escalones entre la rasante del aliviadero y la coronación del dique.

El aliviadero proyectado permitirá evacuar por sí mismo un caudal máximos instantáneo de 10,82 m³/s, en el caso en que el desagüe de fondo del dique no se encuentre operativo.

La losa del aliviadero tiene un **canto de 0,20 m y se armará con microfibras de polipropileno** de 12 mm para refuerzo del hormigón. El aliviadero tiene una pendiente del 2 % hacia el paramento de aguas abajo del dique. La losa del aliviadero tiene un acabado superficial de hormigón cepillado. El aliviadero se dispone sobre una capa de hormigón de limpieza HNE-15 de 0,10 metros de espesor. (sin pigmentar).

El aliviadero se ejecuta mediante **hormigón pigmentado** HA-35/P/20/XC4+XA3. El acabado del aliviadero se corresponde con un color RAL 1002.

El aliviadero vierte sobre en la totalidad de su longitud sobre el cuenco amortiguador conformado por una solera de hormigón con bolos y piezas de escollera incrustadas a modo de disipadores de energía.

Previo al vertido del aliviadero sobre el cuenco amortiguador, los caudales se vierten sobre el espaldón del dique, que este cuenta con una protección de escollera recibida con hormigón. El revestimiento de escollera es continuo en la totalidad del espaldón de aguas abajo y tiene un espesor de 0,40 m. La escollera se ejecuta hormigonada (hormigón pigmentado RAL 1002).

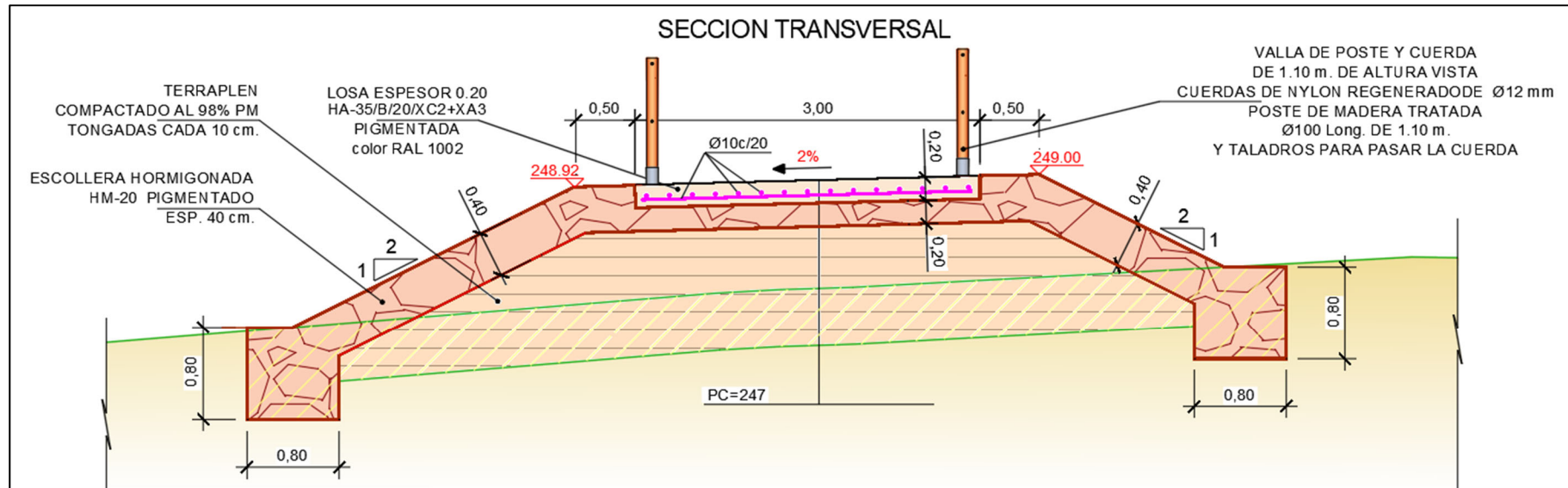


Ilustración 30. Sección transversal del aliviadero.

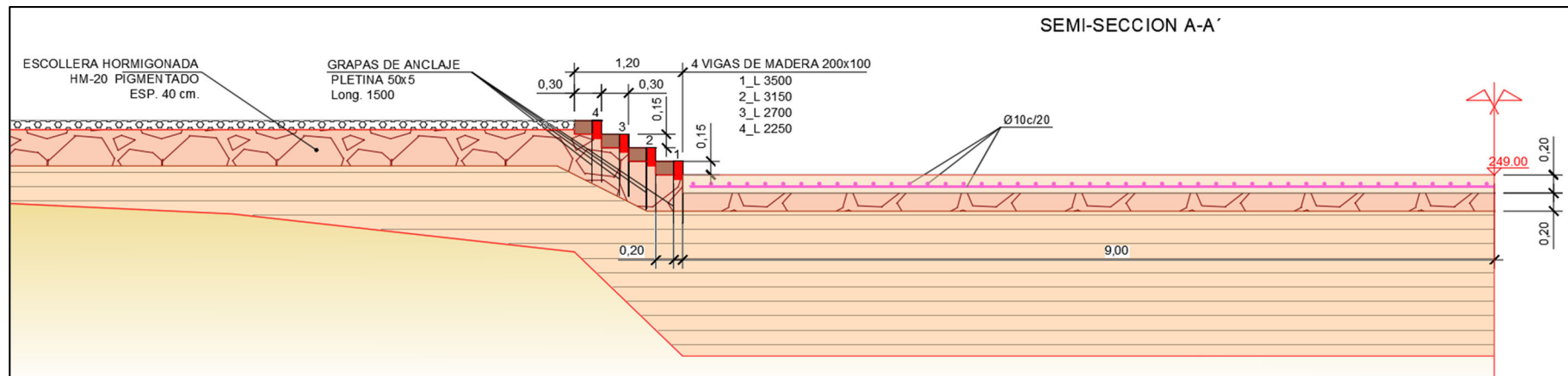


Ilustración 31. Semi sección A-A'.

Las coordenadas del replanteo del aliviadero proyectado son las siguientes (ETRS89 huso 30):

Punto	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada Z
A1	677.040,56	4.609.026,16	249,00
A2	677.040,23	4.609.026,54	248,99
A3	677.048,27	4.609.028,81	248,93
A4	677.047,95	4.609.029,19	248,92
A5	677.041,11	4.609.031,46	248,92
A6	677.041,36	4.609.031,03	248,93
A7	677.042,87	4.609.028,44	248,99
A8	677.043,12	4.609.028,01	249,00
A9	677.055,60	4.609.035,39	249,00
A10	677.055,35	4.609.035,82	248,99
A11	677.053,82	4.609.038,40	248,93
A12	677.053,56	4.609.038,83	248,92

Tabla 4. Coordenadas y cotas del aliviadero del dique inferior de laminación.

Las coordenadas del replanteo de las escaleras de acceso al aliviadero proyectado son las siguientes (ETRS89 huso 30):

Punto	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada Z
E1	677.038,11	4.609.029,00	249,15
E2	677.038,05	4.609.028,62	249,30
E3	677.037,92	4.609.028,31	249,45
E4	677.037,85	4.609.027,92	249,60
E5	677.039,29	4.609.026,26	249,60
E6	677.039,68	4.609.026,26	249,45
E7	677.040,01	4.609.026,34	249,30
E8	677.040,40	4.609.026,35	249,15
E9	677.055,52	4.609.035,51	249,15
E10	677.055,74	4.609.035,74	249,30
E11	677.055,90	4.609.036,05	249,45
E12	677.056,07	4.609.036,36	249,60
E13	677.054,92	4.609.038,30	249,60
E14	677.054,53	4.609.038,37	249,45
E15	677.054,14	4.609.038,45	249,30
E16	677.053,82	4.609.038,40	249,15

Tabla 5. Coordenadas y cotas de las escaleras de acceso al aliviadero del dique inferior de laminación.

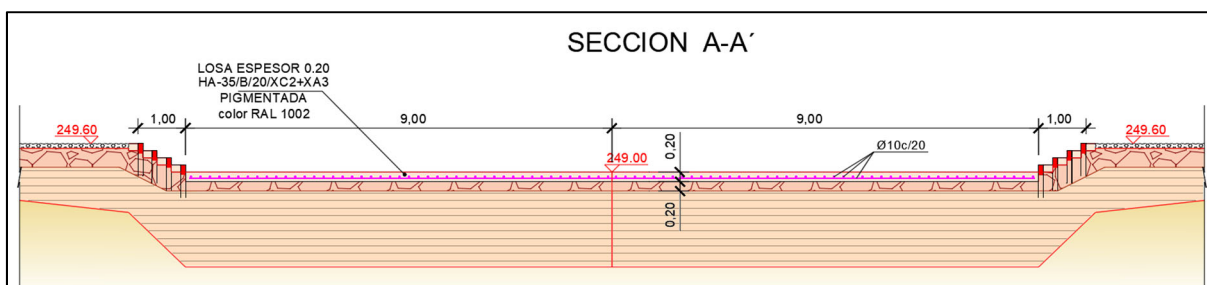


Ilustración 32. Sección A-A' del aliviadero del dique inferior. Losa de 0,20 m de espesor pigmentada. Armadura a una cara de $\varnothing 10c/20$.

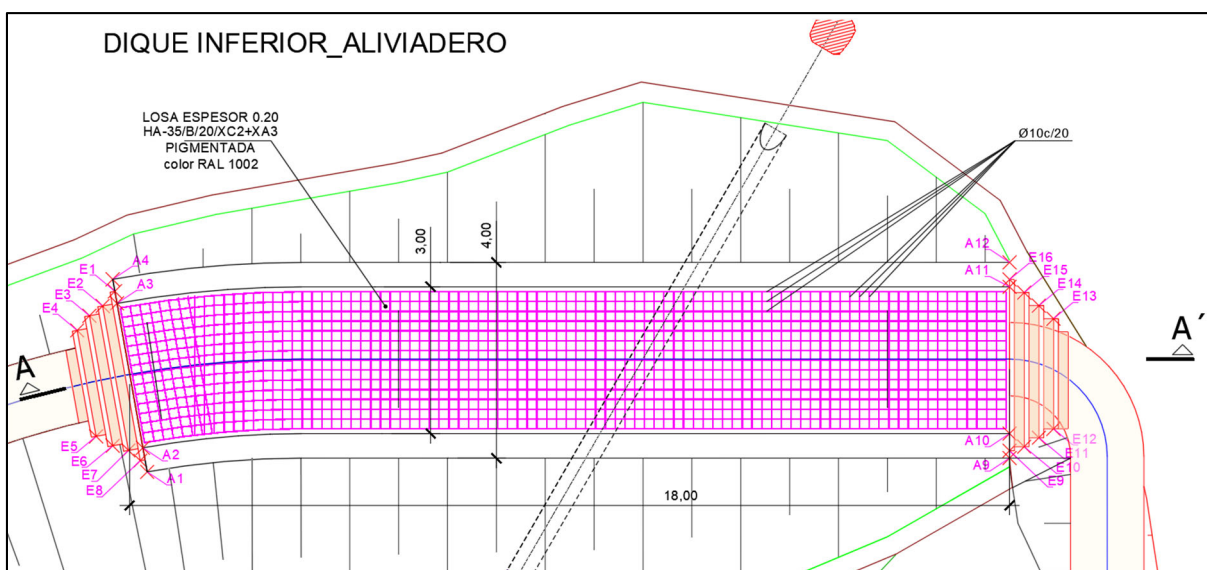


Ilustración 33. Planta del aliviadero del dique inferior. Losa de 0,20 m de espesor pigmentada. Armadura a una cara de $\varnothing 10c/20$.

El desnivel entre la rasante del aliviadero y la coronación del dique (0,50 m) se salva mediante sendos escalones conformados por vigas de madera de pino de 200 x 100 mm³ y longitud variable (desde 1,50 m de ancho en coronación hasta 4,00 m en la rasante del aliviadero) tratadas con autoclave clase IV y pletinas a modo de grapas de anclaje de acero inoxidable de 0,10 m x 0,05 m, ancladas 0,70 m y 5 mm de espesor (ver detalle de planos), de color negro.

Los peldaños tendrán 0,30 m de huella y 0,17 m de contrahuella. De esta manera las escaleras laterales tienen un desarrollo en planta (longitud) de 0,90 metros.

Entre las vigas de madera se dispone un relleno de hormigón en masa pigmentado en un ancho de 0,20 m (huella menos canto de la viga de madera) y un espesor de 0,15 m. La escalera se encofrará lateralmente para la confección de los taludes verticales.

El acabado final de los escalones guardará especial similitud con la estética de la escalera ejecutada en el Canal Perimetral, considerada la fase I del proyecto.

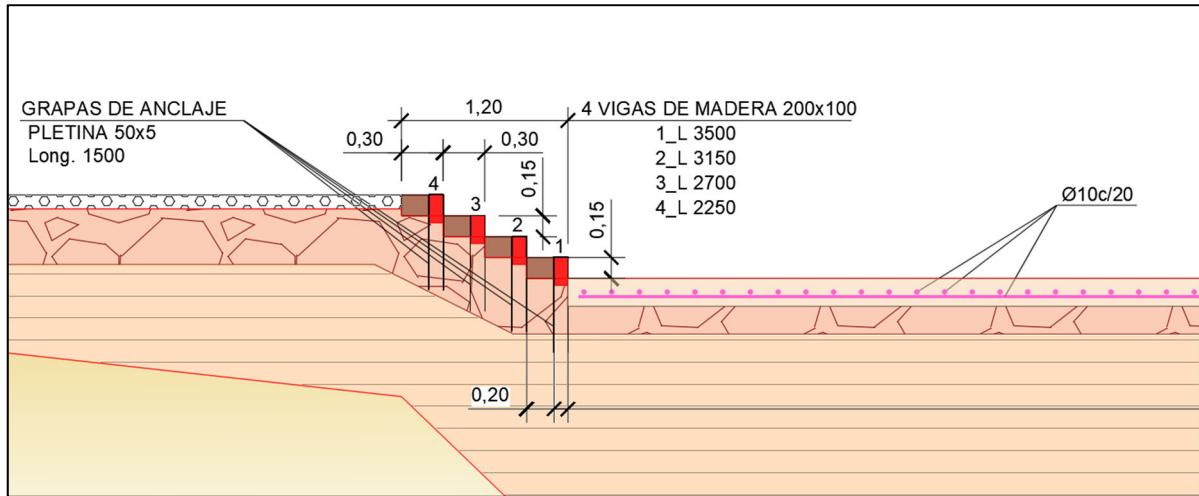


Ilustración 34. Alzado de las escaleras del dique inferior.

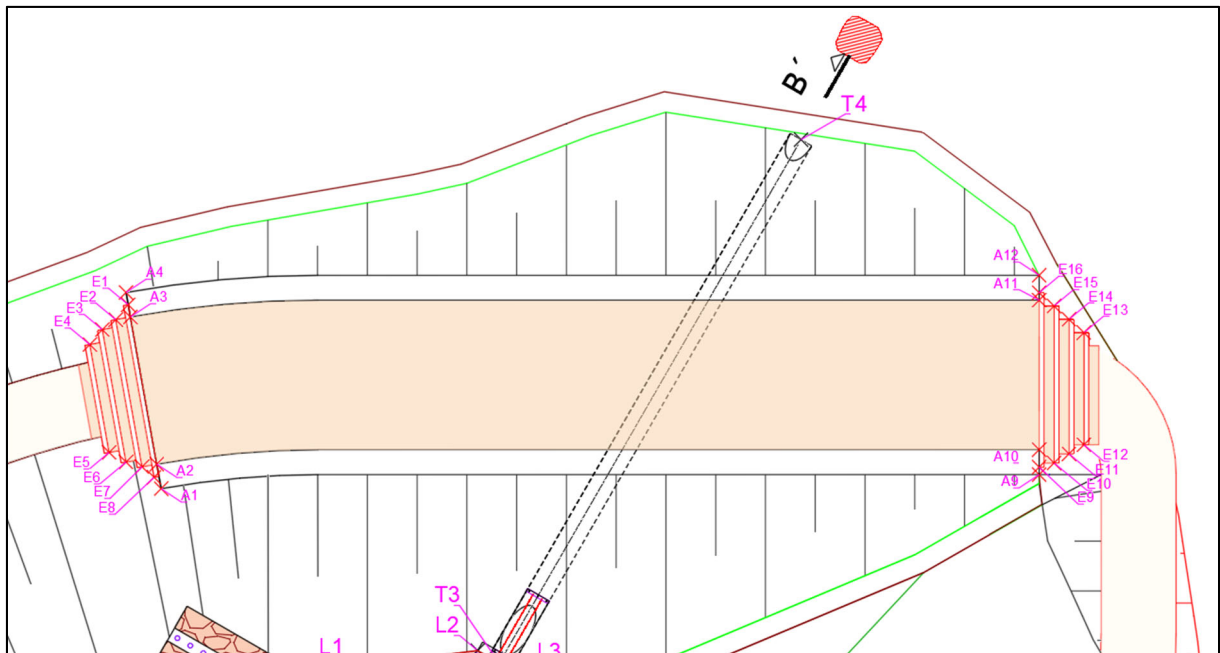


Ilustración 35. Vista en planta de las escaleras del dique inferior.

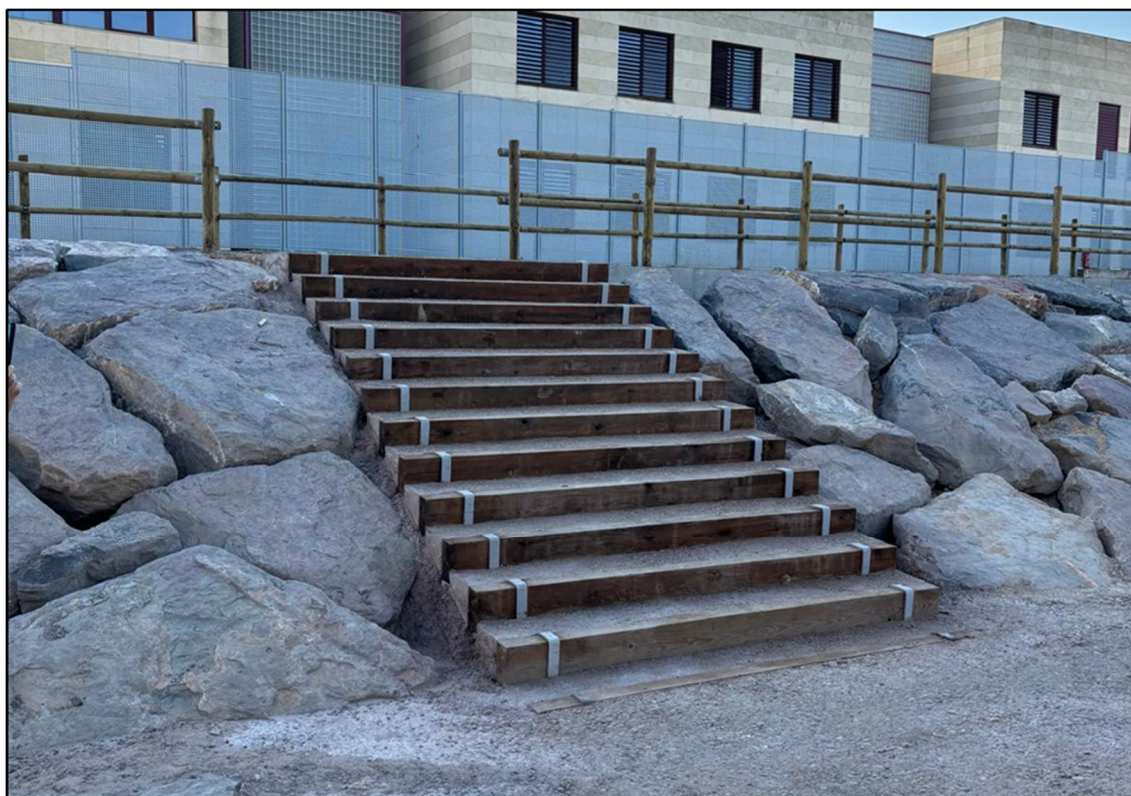


Ilustración 36. Escalera ejecutada en el Canal Perimetral del Barranco de la Muerte, fase I del proyecto.

6.2. Desagüe del dique de laminación

En el emplazamiento del nuevo dique inferior de laminación se instala una conducción de \varnothing 500 mm de Diámetro Nominal.

La conducción propuesta tiene su embocadura a la cota 247,20 msnm, mientras que su desembocadura está a la cota 247,00. Su longitud en planta es de 11,90 m por lo que desarrolla una pendiente del 2,00%.

El dique por tanto desagua en régimen de lámina libre para calados por debajo de la cota 247,70 msnm. A partir de este umbral el desagüe funciona en régimen de presión.

El desagüe de fondo en conjunto con el aliviadero deben permitir la laminación de los caudales máximos instantáneos del hidrograma de la T=50 años sin verter por coronación.

La conducción de DN500 cuenta con una sección libre de 0,20 m² y un perímetro mojado de 1,57 m (RH = 0,13). En base a la pendiente de los tubos y el coeficiente n de Manning se obtiene una **capacidad máxima de desagüe de 0,41 m³/s en régimen de lámina libre**. El desagüe de fondo **desagua a presión** para alturas de la lámina de agua superiores a la cota 247,70 msnm **hasta un máximo de 0,97 m³/s** (instante previo a verter por coronación).

Inmediatamente aguas arriba de las conducciones se dispone un tramo de una reja de desbaste de \varnothing 20 cada 0,20 m para el tubo de \varnothing 500 mm, soldadas a sendas llantas de acero galvanizado. Estas llantas se atornillan tanto a la estructura de la obra de fábrica como a la solera del canal.

La reja de desbaste tiene una longitud real de 1,50 m. La reja se coloca inclinada con la parte superior apoyada en la obra de fábrica hasta una altura de 0,75 m. La reja tiene la misma inclinación que los taludes del dique (H:V 2:1).

Las llantas de acero se anclarán a la solera y obra de fábrica existente mediante pernos de anclaje.

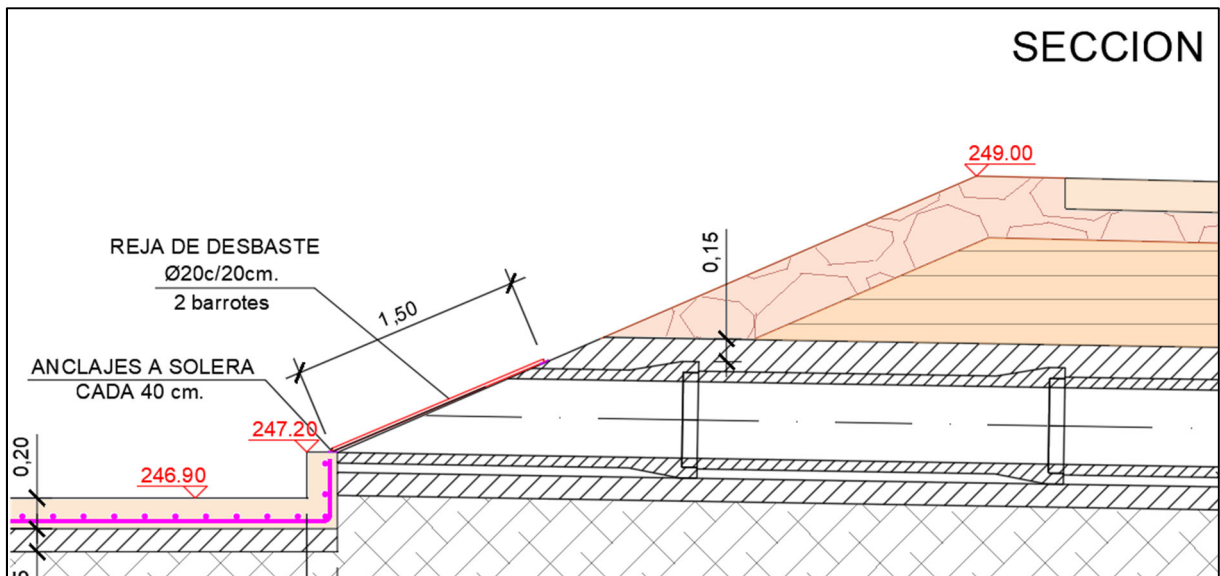


Ilustración 37. Sección de la reja en la embocadura de la conducción de DN500.

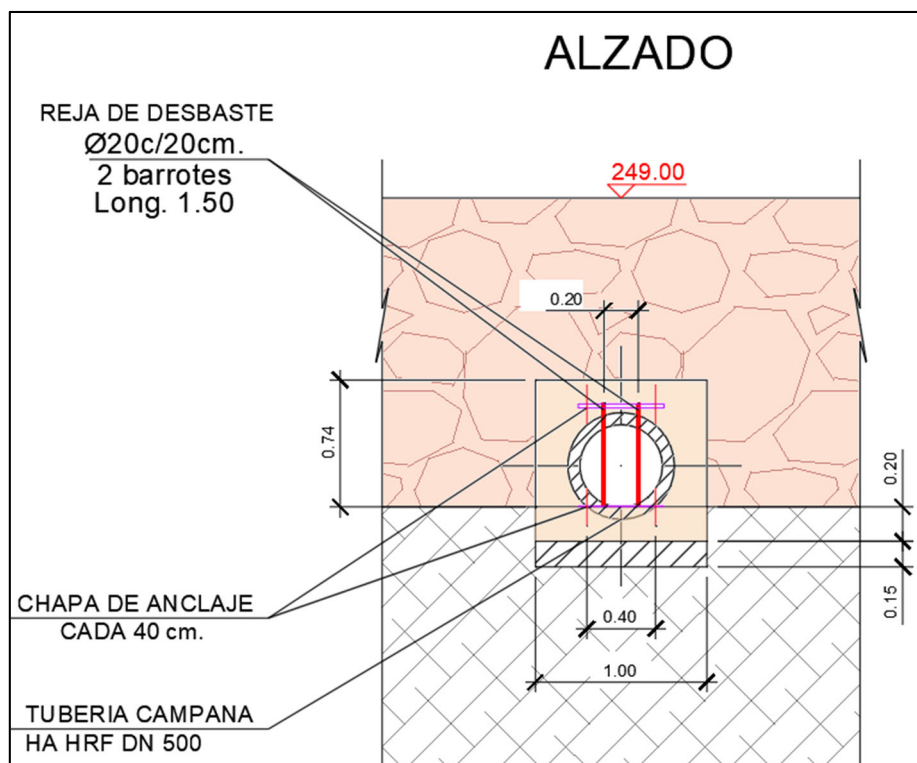


Ilustración 38. Alzado de la reja de desbaste en la embocadura de la conducción de DN500.

A continuación, se muestra la capacidad hidráulica de vaciado de la conducción:

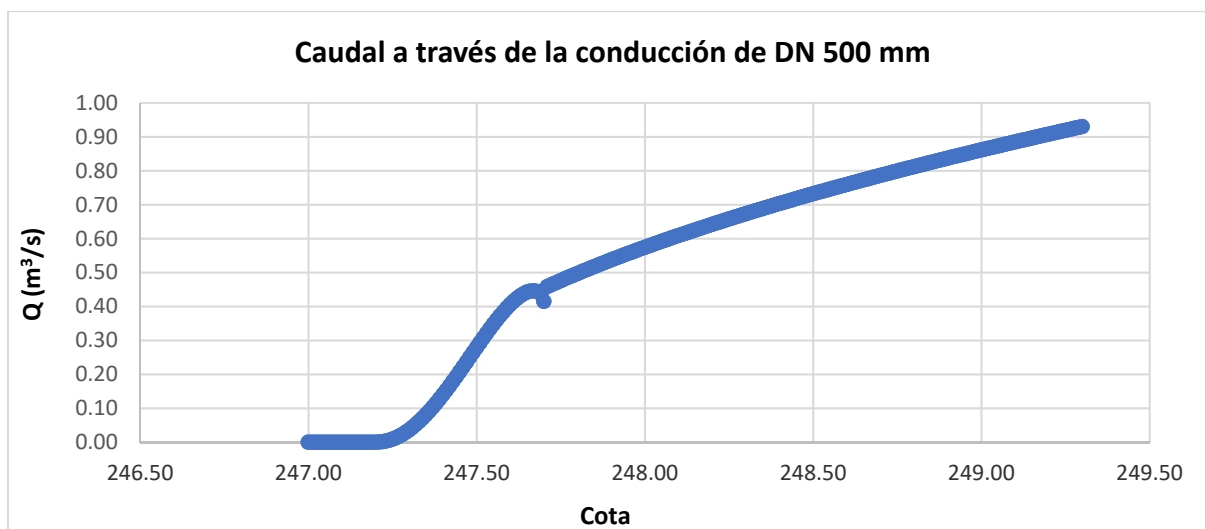


Ilustración 39. Caudal desaguado a través de la conducción de 500 mm de DN.

Adicional a lo anterior, se dispone un umbral a modo de trampa de sedimentos para acumular la escorrentía fangosa y arrastres de sedimentos evitando su circulación a través de las conducciones para evitar o mitigar la pérdida de capacidad de las mismas por aterramiento.

Este umbral se dispone paralelo a la sección de las conducciones, a 5,00 metros de distancia aguas arriba y consiste en la ejecución de un dintel hormigonado embebido 0,30 m en el terreno, de 0,50 m de alto x 0,30 m de ancho. De esta manera supone un umbral de 0,20 m sobre la rasante del terreno. El umbral se ejecuta sobre una capa de 0,15 m de HNE-15.

El dintel de hormigón se ejecuta mediante hormigón pigmentado para una mejor integración en el entorno, conforme a un color RAL 1002. Adicional a lo anterior, se dispone un cordón de escollera semienterrados de manera análoga al dintel de hormigón (0,30 m bajo rasante, 0,20 m sobre terreno). La escollera y dintel se solidarizan mediante HM-20 pigmentado.

Dadas las características del entorno en el que se ubica el dique de laminación, los episodios de lluvia y las consiguientes escorrentías pueden producir arrastres de material vegetal depositado o presente sobre el sustrato se dispone un sistema de desbaste tipo peine destinado a retener los elementos sólidos de mayor tamaño.

El peine de desbaste se instala embebido en el umbral hormigonado, con una altura total de 1,10 m. La altura sobre la rasante del terreno es de 1,10 m. El peine se compone de barrotos de acero galvanizado de $\varnothing 100$ mm de diámetro separados 0,30 m entre ejes. Los barrotos se encuentran embebidos en el dintel. Para garantizar la adherencia se soldarán sendas pletinas a los barrotos en el tramo embebido.

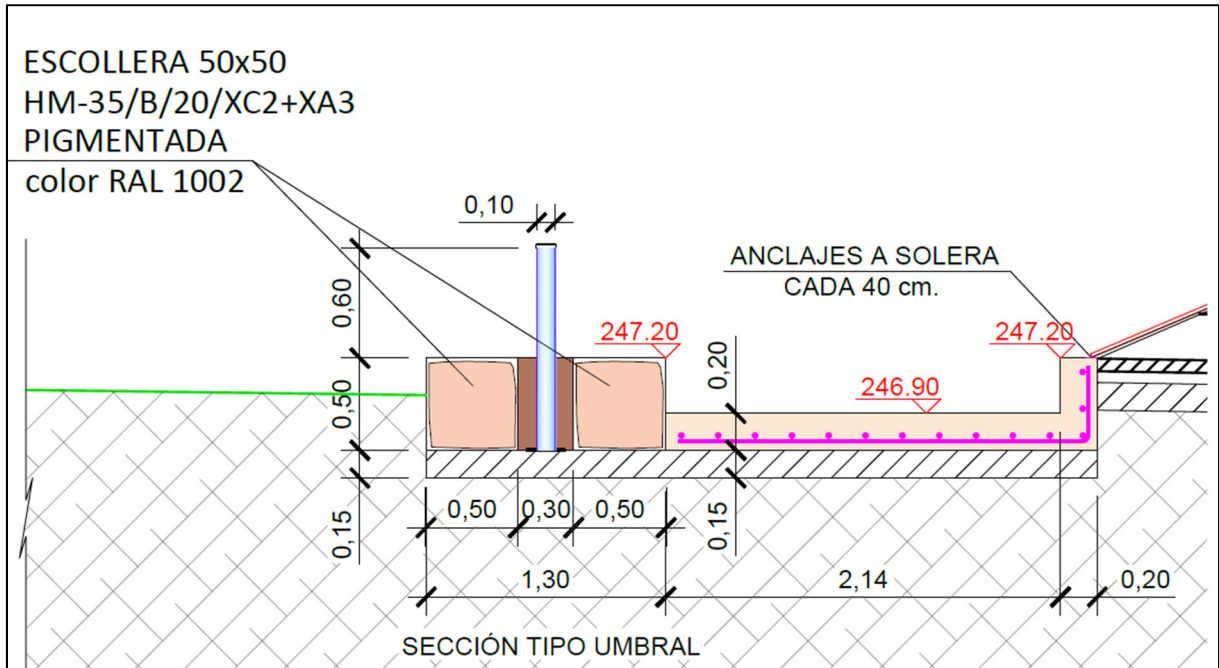


Ilustración 40. Sección transversal del peine de desbaste.

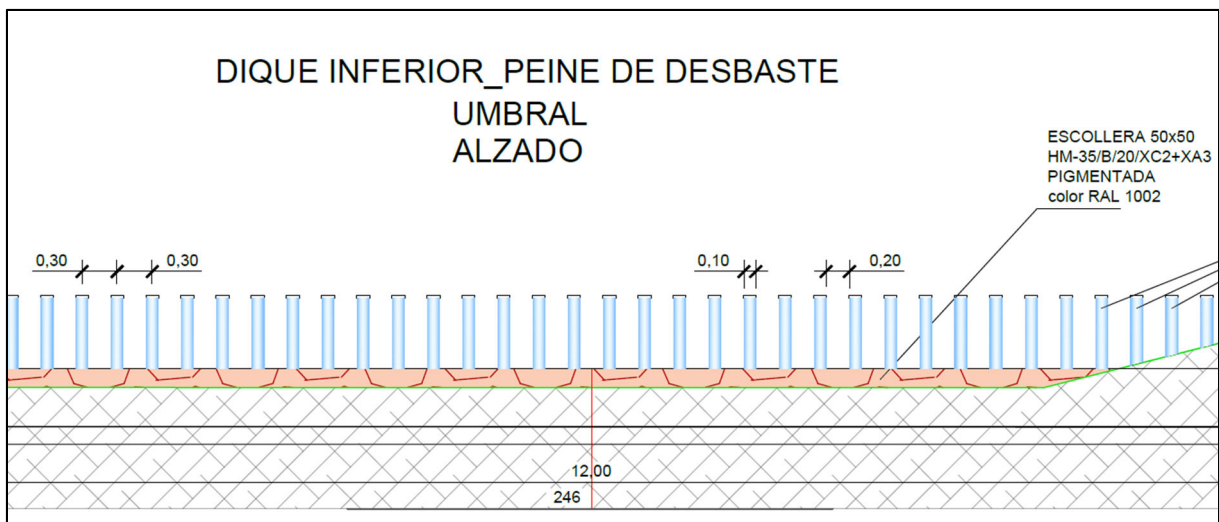


Ilustración 41. Alzado del peine de desbaste.

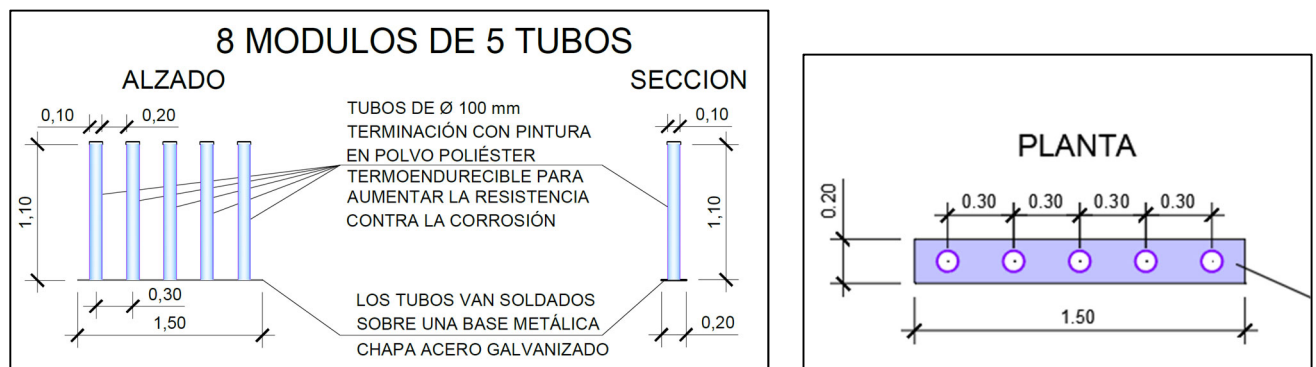


Ilustración 42. Detalles de los tubos que conforman el peine de desbaste.

6.3. Acondicionamiento del barranco de Arráez

Las actuaciones relativas al acondicionamiento del barranco de Arráez consisten esencialmente en la protección de taludes y coronación del 'canal' en las inmediaciones de la Av. de Puerto Venecia al objeto de reducir las erosiones provocadas por las escorrentías de los caudales que desembocan en el 'canal' así como las producidas por el desbordamiento del mismo por su margen derecha.

Para ello, se realiza el desbroce previo de los taludes y coronación de los cajeros del canal en una longitud de 45,00 metros medida en el eje del 'canal' desde la embocadura de la ODT, retirando la capa de tierra vegetal superficial y rellenos en un espesor de 0,50 metros. Tras la retirada, se procura su acopio y mantenimiento al objeto de evitar la degradación de los volúmenes.

Realizado el saneo de los rellenos se ejecuta recrecimiento del cajero de margen derecha y el perfilado de rasantes.

La cota superior de la estructura de la obra de fábrica se sitúa a la cota 250,25 msnm, mientras que la cota de coronación de los taludes es variable a lo largo del tramo objeto de estudio.

El cajero de margen derecha en los primeros 15,00 metros desde la obra de fábrica se sitúa de media a la cota 250,23 msnm. A partir de esta sección, el promedio se sitúa a la cota 250,15 msnm, con el máximo a la cota 250,30 msnm y el mínimo a la cota 249,90 msnm.

El cajero de margen izquierda se encuentra sobreelevado respecto de la margen derecha.

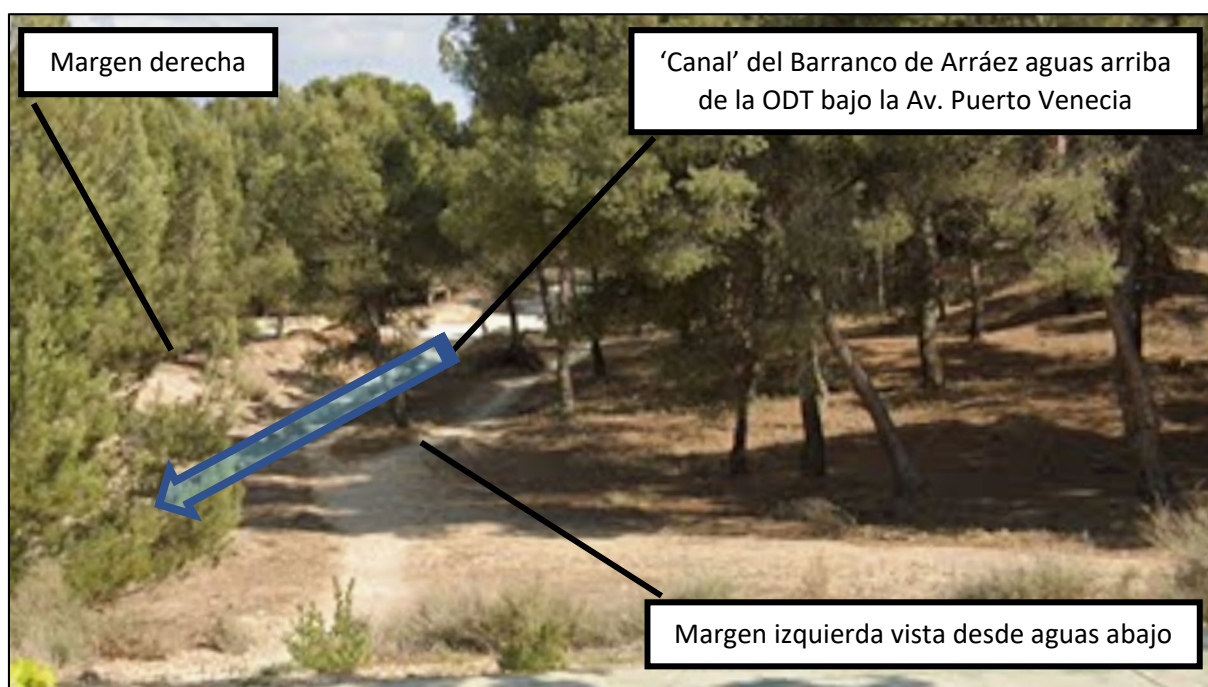


Ilustración 43. Vista desde la Av. de Puerto Venecia del canal del barranco de Arráez.



Ilustración 44. Vista desde aguas arriba del canal y obra de fábrica de la conducción de 1800 mm de DN.

El cajero de margen derecha se reviste de escollera en su totalidad en la mencionada longitud de 45,00 m. La escollera se colocará tanto sobre sus taludes como en coronación, de manera continua. La escollera se ejecuta hormigonada con un pigmento de color RAL 1002. **Previo a la ejecución de las obras se realizarán pruebas de pigmento que quedarán como referencia de pigmento durante toda la duración de la obra en las proximidades (instalaciones auxiliares) de la obra.**

Adicional a lo anterior, la protección de escollera se prolonga por todo el frontal de la obra de fábrica existente de la ODT, así como en la explanada superior situada en el cajero de margen izquierda en las inmediaciones de la Av. Puerto Venecia y la ODT.

La protección de ambos taludes y la coronación del dique es continua, con un espesor de 0,40 m de aplacado de escollera hormigonada.

Adicionalmente, ambos taludes cuentan con **sendos tacones de escollera de 0,80 m de longitud medida en planta y 0,80 m de profundidad** respecto de la rasante del terreno.

Dada la geometría del cajero de margen izquierda, únicamente se reviste de escollera la coronación y el talud interior del canal. El revestimiento se ejecuta de manera análoga al de margen derecha, en la misma longitud.

Por su parte, la conducción de la ODT tiene un diámetro interior de 1800 mm, con la embocadura a la cota 248,27 msnm y la clave del tubo a la 250,07 msnm.

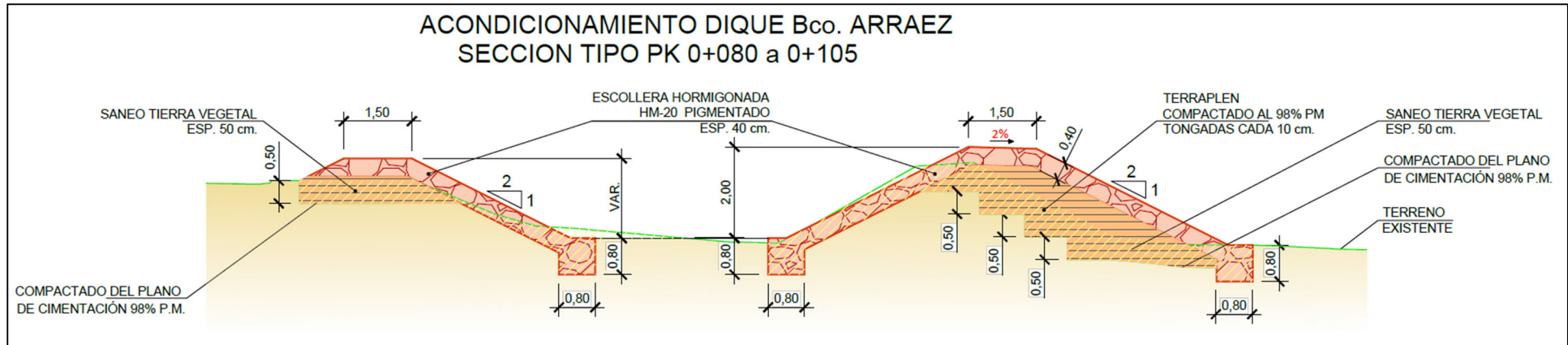


Ilustración 45. Acondicionamiento del dique del barranco de Arráez. Sección tipo.

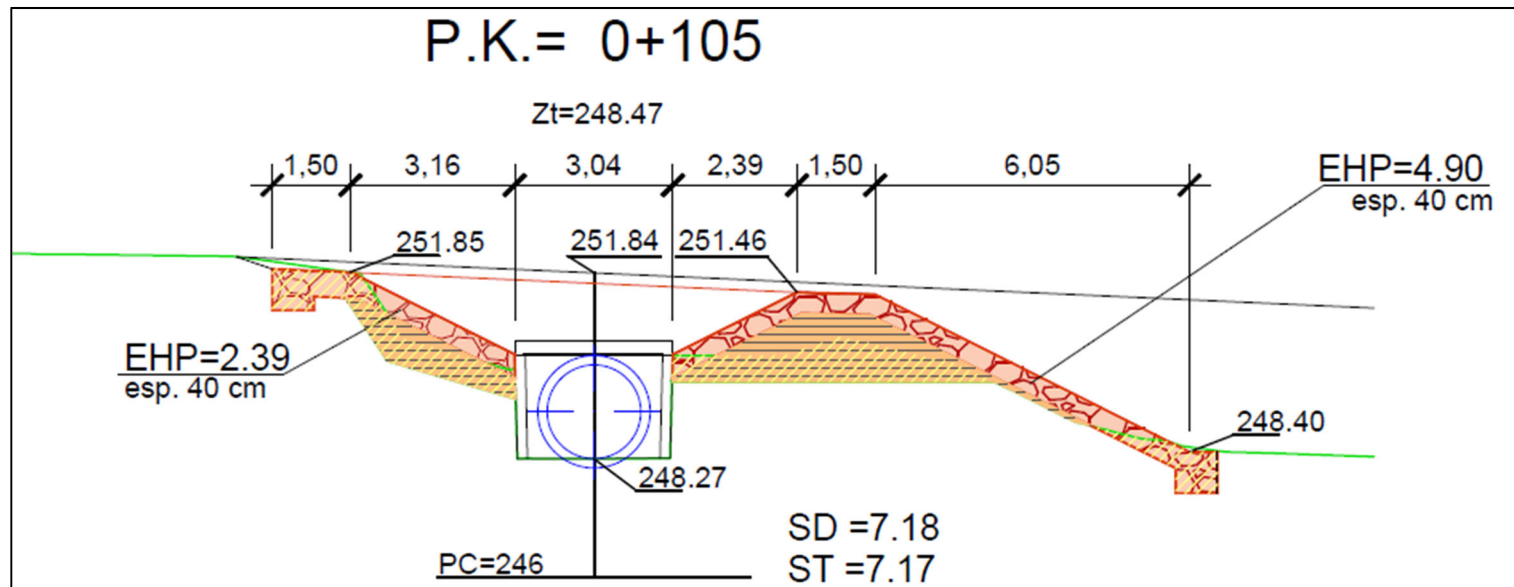


Ilustración 46. Sección transversal P.K. 0+105. Embocadura de la conducción de 1800 mm.

6.3.1. Obras complementarias

6.3.1.1. Umbral de retención de sedimentos y peine de desbaste y reja de desbaste en la embocadura de la ODT bajo la Av. Puerto Venecia

De manera análoga al dique inferior de laminación, se dispone un umbral a modo de trampa de sedimentos para acumular la escorrentía fangosa y arrastres de sedimentos evitando su circulación a través de las conducciones para evitar o mitigar la pérdida de capacidad de las mismas por aterramiento previo a la embocadura de la Obra de Drenaje Transversal bajo la Av. de Puerto Venecia.

Este umbral se dispone paralelo a la sección de la conducción existente, a 5,00 metros de distancia aguas arriba y consiste en la ejecución de un dintel hormigonado embebido 0,20 m en el terreno, de 0,50 m de alto x 0,30 m de ancho. De esta manera supone un umbral de 0,30 m sobre la rasante del terreno. El umbral se ejecuta sobre una capa de 0,15 m de HNE-15.

El dintel de hormigón se ejecuta mediante hormigón pigmentado para una mejor integración en el entorno, conforme a un color RAL 1002. Adicional a lo anterior, se dispone un cordón de escollera semienterrados de manera análoga al dintel de hormigón (0,20 m bajo rasante, 0,30 m sobre terreno). La escollera y dintel se solidarizan mediante HM-20 pigmentado.

Dadas las características del entorno en el que se ubica el dique de laminación, los episodios de lluvia y las consiguientes escorrentías pueden producir arrastres de material vegetal depositado o presente sobre el sustrato se dispone un sistema de desbaste tipo peine destinado a retener los elementos sólidos de mayor tamaño.

El peine de desbaste se instala embebido en el umbral hormigonado, con una altura sobre el mismo de 1,00 metros. La altura sobre la rasante del terreno es de 1,30 m. El peine se compone de barrotes de acero galvanizado de $\varnothing 100$ mm de diámetro separados 0,30 m entre ejes. Los barrotes se encuentran embebidos en el dintel. Para garantizar la adherencia se soldarán sendas pletinas a los barrotes en el tramo embebido.

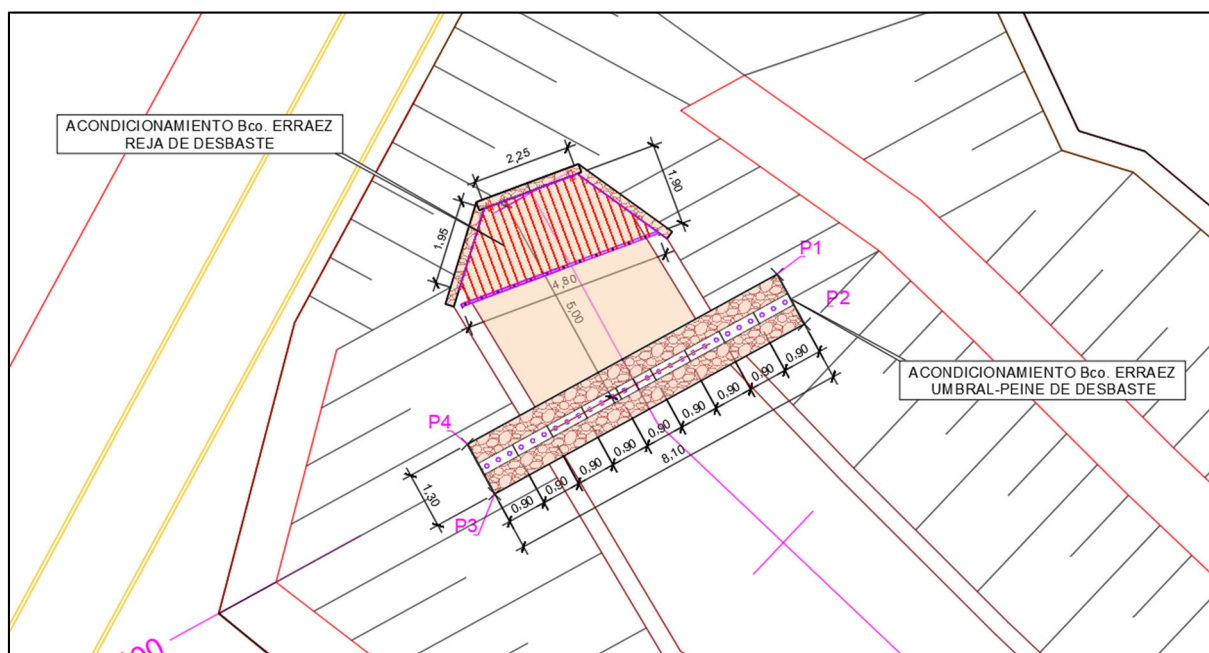


Ilustración 47. Peine de desbaste en el acondicionamiento del Barranco de Arráez.

Inmediatamente aguas arriba de la conducción se dispone una reja de desbaste de $\varnothing 20$ cada 0,20 m para el tubo de $\varnothing 1.800$ mm, soldada a sendas llantas de acero galvanizado. Estas llantas se atornillan tanto a la estructura de la obra de fábrica como a la solera del canal.

La reja de desbaste tiene una altura de 1,30 m y se coloca inclinada con la parte superior apoyada en la obra de fábrica. De esta manera deja 0,50 m libre hasta la clave de la conducción. La base de la reja se sitúa a 1,80 m respecto del paramento de la obra de fábrica existente, guardando la misma inclinación que las aletas de la obra de fábrica. Las llantas de acero se anclarán a la solera y obra de fábrica existente mediante pernos de anclaje.

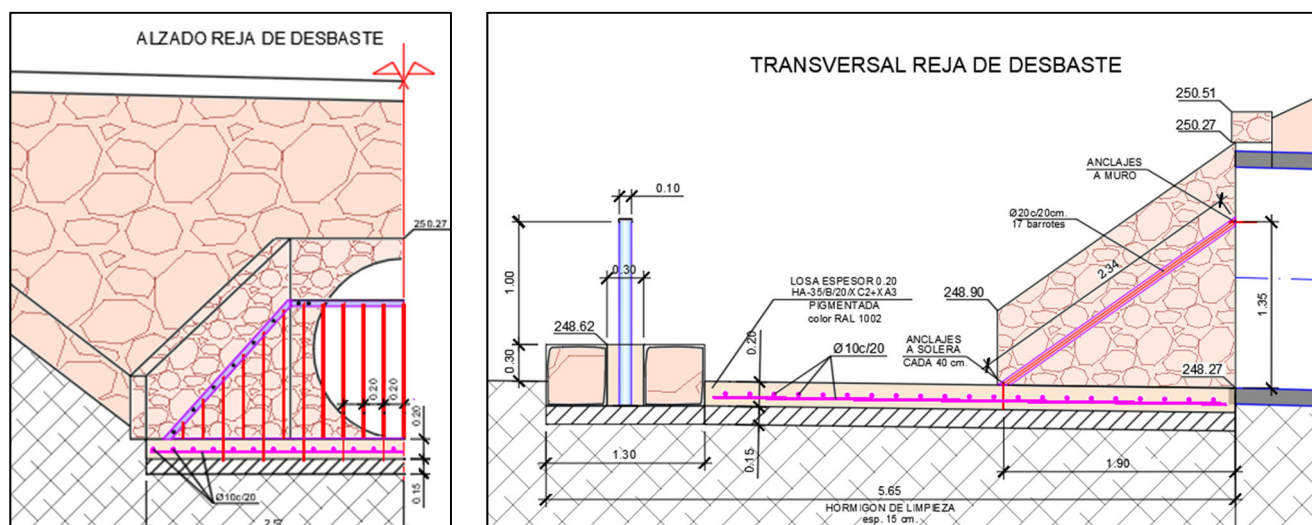


Ilustración 48. Alzado y transversal de la reja de desbaste.

El frontal de la obra de fábrica de la ODT se reviste el paramento mediante el aplacado de piedra natural para lograr una mayor integración de este y la protección de escollera de los taludes, de manera análoga al aplacado ejecutado en los marcos y aletas del canal perimetral del barranco de la muerte (fase I del proyecto).



Ilustración 49. Vista del aplacado de los marcos y aletas del canal perimetral del barranco de la muerte (fase I del proyecto).

6.3.1.1. Retirada de rellenos

De las diferentes visitas de campo, se observa una lengua de sedimentos aguas arriba de la sección de la embocadura de la obra de fábrica.

Se estima que la lengua de sedimentos aguas arriba tiene una potencia de 0,20 metros en una longitud de 80,00 metros y 3,00 metros de ancho (superficie de 240 m² aproximadamente), lo que implica un volumen en torno a 48,00 m³.



Ilustración 50. Lengua de sedimentos aguas arriba de la obra de fábrica y conducción de Ø1800 mm de diámetro nominal.

6.4. Dique superior oeste del barranco de Arráez

6.4.1. Estado actual del dique

El dique superior oeste del barranco de Arráez tiene una altura mínima de 2,70 metros, de los cuales únicamente 2,20 m son útiles para el almacenamiento y laminación de volúmenes, debido a que, en las inmediaciones de la embocadura de la conducción existente en la sección central del dique, el terreno se encuentra deprimido respecto del terreno aledaño.

Dada la escasa entidad de esta superficie deprimida, el volumen asociado no se tiene en cuenta en el cálculo de la capacidad del dique.

La conducción se sitúa en la parte central del dique, donde la coronación del dique es sensiblemente horizontal en una longitud de 30 metros aproximadamente. Es en esta longitud donde se registra la cota mínima de la coronación del dique.

A partir de dicha longitud, los laterales del dique oeste conforman sendas rampas, aumentando progresivamente de cota. La cota mínima de coronación del dique se sitúa a la 276,20 msnm.

Por tanto, el pie del terraplén del dique en su sección central se sitúa a la cota 273,50 msnm. Como se ha comentado, es en este mismo punto en el que se emplaza la conducción existente de DN 1800 mm que atraviesa el dique. La embocadura de la sección se sitúa a la cota 273,35 msnm y su desembocadura a la 274,40 msnm. La longitud del tubo es de 11,72 metros lo que implica una pendiente del tubo de 8,10%.

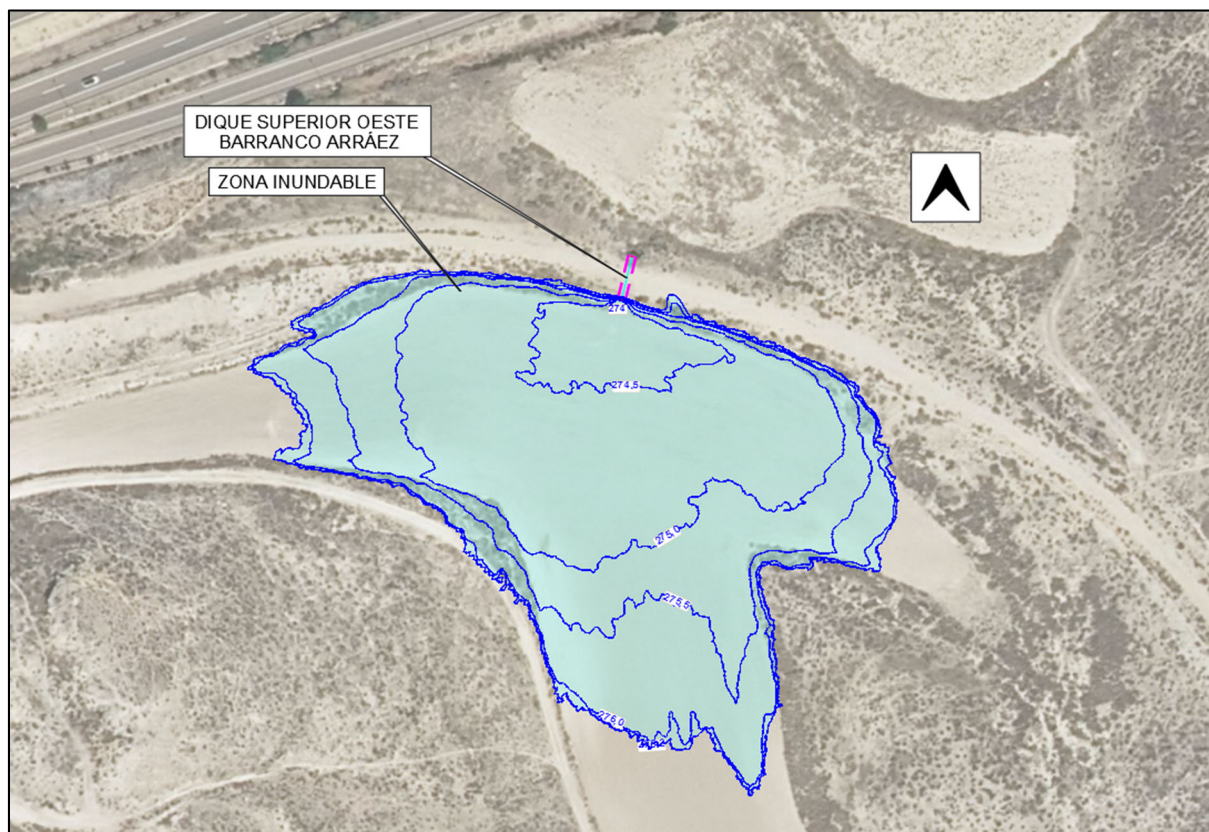


Ilustración 51. Dique superior oeste. Barranco de Arráez. Líneas de nivel de superficie y volúmenes de laminación.

La sección del dique se define por una caja trapezoidal, de anchura de base variable determinada por la proyección de sendos taludes laterales H:V de 2:1 (promedio), hasta alcanzar el terreno existente respecto de la cota de coronación del dique de 249,50 msnm.

El dique tiene la siguiente curva característica:

CURVA CARACTERÍSTICA DEL DIQUE SUPERIOR OESTE DE LAMINACIÓN DEL BARRANCO DE ARRÁEZ		
COTA (msnm)	VOLUMEN (m ³)	% LLENADO
273,50	0,00	---
274,00	0,01	---
274,50	422,50	3 %
275,00	2.103,13	16 %
275,50	5.777,56	43 %
276,00	10.937,90	81 %
276,20	13.500,00	100 %

Tabla 6. Curva característica del dique inferior en el barranco de Arráez.

En el emplazamiento del dique superior oeste de laminación del barranco de Arráez se identifica una conducción de hormigón de 1800 mm de Diámetro Nominal que atraviesa el cuerpo del terraplén del camino.

De acuerdo con el estado actual, la conducción permite desaguar **caudales máximos de 15,22 m³/s en régimen de presión**.

Estos caudales son superiores a los asociados a un **periodo de retorno de 500 años** (0,02 de probabilidad anual) de máximo instantáneo igual a **15,07 m³/s**.

6.4.2. Justificación de la no ejecución de actuaciones

Del análisis hidráulico realizado, cuyos resultados se recogen en el Anejo hidráulico, se han evaluado sendas hipótesis de reducción de la sección de la conducción de 1800 mm que atraviesa el dique con el objetivo de incrementar su capacidad de laminación. No obstante, los resultados obtenidos ponen de manifiesto que la capacidad de laminación del dique es limitada, debido fundamentalmente a su reducida capacidad de almacenamiento.

Para alcanzar un efecto laminador significativo para distintos periodos de retorno, en base a los distintos casos estudiados, se induce el vertido por coronación del dique, circunstancia que no resulta recomendable desde el punto de vista de la seguridad estructural ni de la funcionalidad de la infraestructura, dado que el dique no fue concebido ni dimensionado para esta circunstancia.

Asimismo, debe tenerse en cuenta la existencia de una conducción de 1.000 mm de diámetro situada aguas abajo del dique objeto de estudio, en el terraplén de la Z40, que ya desempeña una función de laminación de caudales, contribuyendo de manera eficaz a la reducción de los picos de avenida.

La actuación propuesta no aportaría una mejora significativa adicional respecto a la situación actual.

En consecuencia, a la vista de la escasa eficacia hidráulica de las actuaciones analizadas, de los condicionantes técnicos asociados a su ejecución y de la existencia de elementos de laminación operativos aguas abajo, **se considera que la alternativa más adecuada desde el punto de vista técnico y funcional es la no ejecución de actuaciones sobre el dique.**

6.5. Dique superior este del barranco de Arráez

El dique superior este del barranco de Arráez tiene una altura mínima de 4,00 metros en la sección central del dique, (respecto del punto más bajo del vaso del dique) en una anchura de 15 metros aproximadamente. A partir de dicha longitud, los laterales del dique oeste conforman sendas rampas, aumentando progresivamente de cota. La cota mínima de coronación del dique se sitúa a la cota 281,50 msnm.

Por tanto, el pie del terraplén del dique en su sección central se sitúa a la cota 277,50 msnm. Es en este mismo punto en el que se emplaza la conducción existente de DN 1800 mm que atraviesa el dique. La embocadura de la sección se sitúa a la cota 277,00 msnm y su desembocadura a la 276,70. La longitud del tubo es de 13,80 metros lo que implica una pendiente del tubo de 2,20%.

La sección del dique se define por una caja trapezoidal, de anchura de base variable determinada por la proyección de sendos taludes laterales H:V de 2,20:1 (promedio), hasta alcanzar el terreno existente respecto de la cota de coronación del dique de 281,50 msnm.

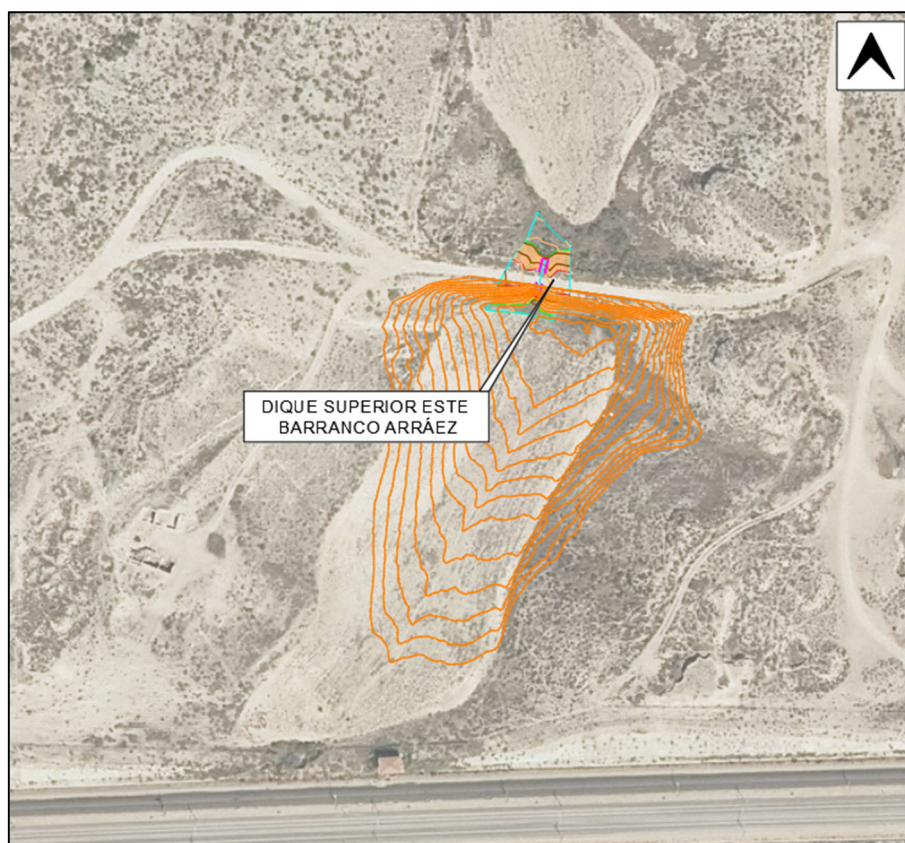


Ilustración 52. Dique superior este. Barranco de Arráez.

El dique, para la geometría propuesta, tiene la siguiente curva característica:

CURVA CARACTERÍSTICA DEL DIQUE SUPERIOR ESTE DE LAMINACIÓN DEL BARRANCO DE ARRÁEZ		
COTA (msnm)	VOLUMEN (m³)	% LLENADO
277,50	0,00	---
278,00	289,81	3%
278,50	904,47	8%
279,00	1.810,05	16%
279,50	3.032,66	26%
280,00	4.579,75	40%
280,50	6.463,79	56%
281,00	8.724,89	76%
281,50	11.461,51	100%

Tabla 7. Curva característica del dique superior este en el barranco de Arráez.

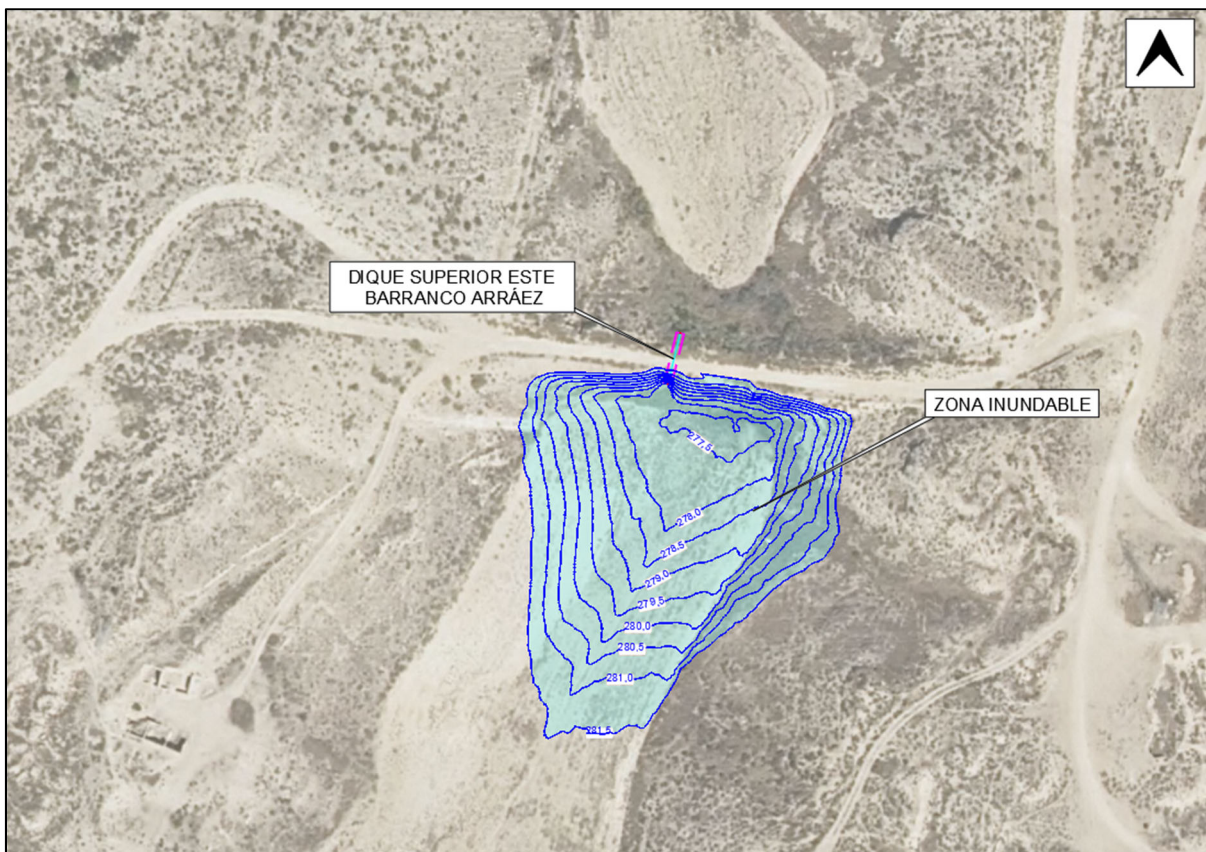


Ilustración 53. Líneas de nivel de superficie y volumen máximo de capacidad de laminación del dique superior este.

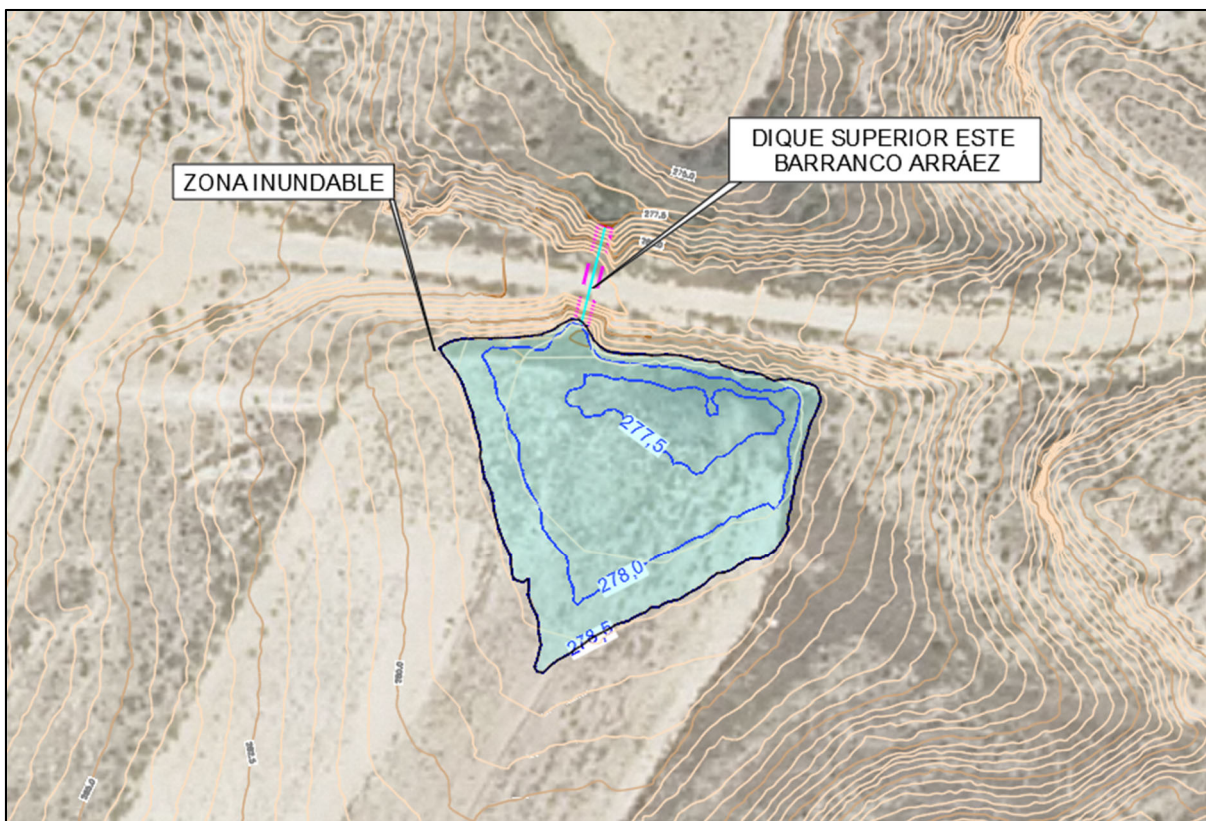


Ilustración 54. Líneas de nivel y volumen máximo para el evento asociado a la T500 años.

6.5.1. Reducción de la sección hidráulica de la conducción de \varnothing 1800 mm de desagüe del dique

En el emplazamiento del dique superior oeste de laminación del barranco de Arráez se identifica una conducción de hormigón de 1800 mm de Diámetro Nominal que atraviesa el cuerpo del terraplén del camino.

Tal como se ha comentado, la embocadura de la conducción se sitúa a la cota 277,00 msnm y su desembocadura a la cota 276,70 msnm. La longitud del tubo es de 13,80 metros lo que implica una pendiente del tubo de 2,20%.

De acuerdo con el estado actual, la conducción actual **permite desaguar caudales máximos de 13,95 m³/s en régimen de lámina libre (94% llenado de la conducción) y un caudal máximo de 19,33 m³/s en régimen de flujo en presión.**

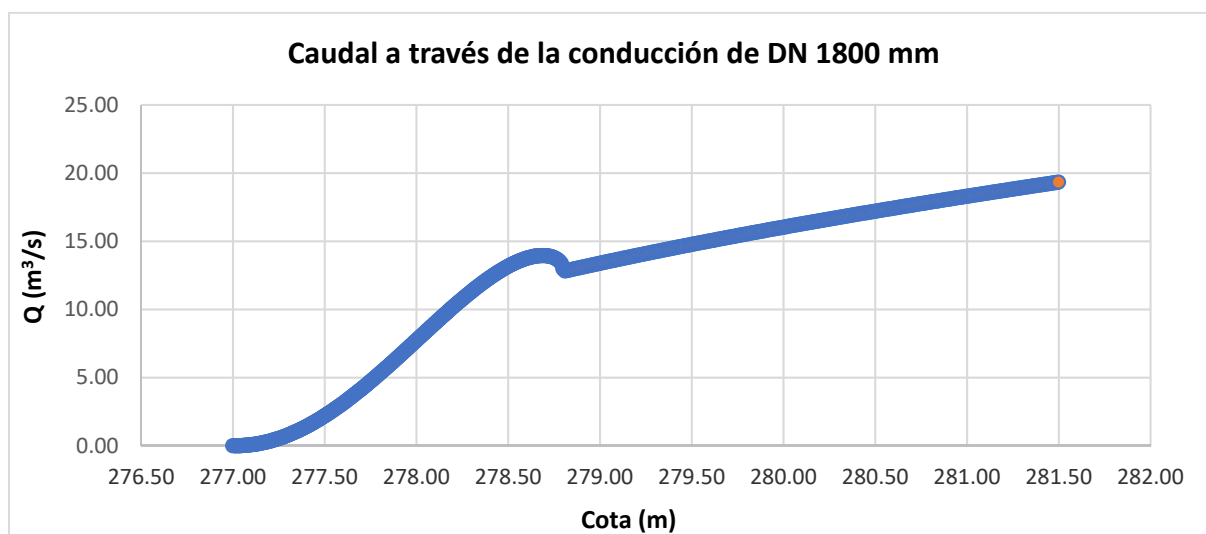


Ilustración 55. Caudal desagüado a través de la conducción de 1800 mm de DN. Dique superior este.

Estos caudales son excesivos, y muy superiores a los asociados a un periodo de retorno de **T500 años** (0,002 de probabilidad anual) de **máximo instantáneo igual a 1,05 m³/s. Adicionalmente, dada la escasa entidad de la cuenca drenante, el volumen de la avenida es escaso.**

Como criterio de diseño se establece que el dique y su órgano de desagüe debe laminar caudales para periodo de retorno de 500 años sin verter por coronación, reduciendo la capacidad de la conducción existente.

Por tanto, la actuación planteada reside en la reducción de la sección hidráulica de la conducción de \varnothing 1800. El dique realizará la laminación 'desde la primera gota'. Esto implica que la reducción de la sección implica también la ejecución de un umbral, de manera que la embocadura de la nueva sección se ejecuta sobreelevada respecto de su posición actual, dejando la abertura libre por encima de la rasante del terreno aguas arriba del dique.

La embocadura actual se sitúa a la cota 277,00 msnm.

Se realiza el tapado de 1,30 m de la conducción desde el fondo del tubo. Por tanto, quedan libres los 0,50 m superiores del tubo original de \varnothing 1800 mm.

La nueva sección tiene una superficie libre de 0,57 m² frente a los 2,54 m² iniciales y un perímetro mojado de 3,61 m (RH = 0,16). En base a la pendiente del tubo y el coeficiente n de Manning se obtiene una **capacidad máxima de desagüe de 1,46 m³/s en régimen de lámina libre.** En régimen de **flujo en presión** se alcanza una **capacidad máxima de desagüe de un caudal de 3,64 m³/s, que sigue siendo superior al caudal punta de T=500 años de periodo de retorno.**

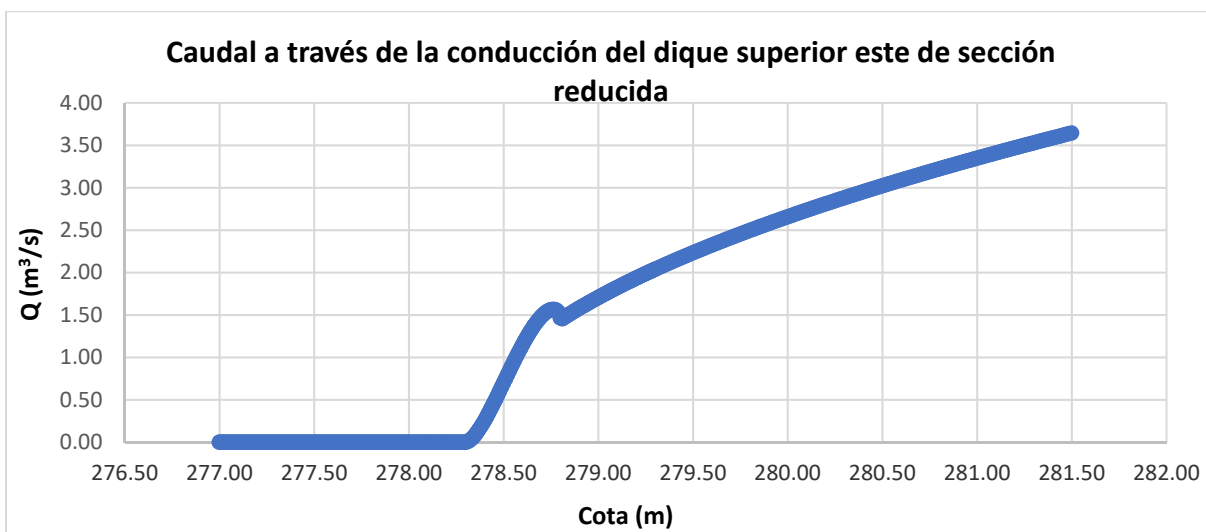


Ilustración 56. Caudal desaguado a través de la conducción de sección reducida del dique superior este.

La reducción de la sección hidráulica se realiza mediante la instalación de una chapa de acero de 8 mm de espesor. La chapa tendrá forma circular, de 1900 mm de diámetro, ajustándose a la conducción existente.

La conducción existente consiste en módulos de hormigón de 1800 mm de diámetro interior machihembrados. El diámetro exterior es de 2200 mm. En la sección de aguas arriba, la disposición de los módulos permite la colocación de la chapa de acero apoyando en el interior del machihembrado.

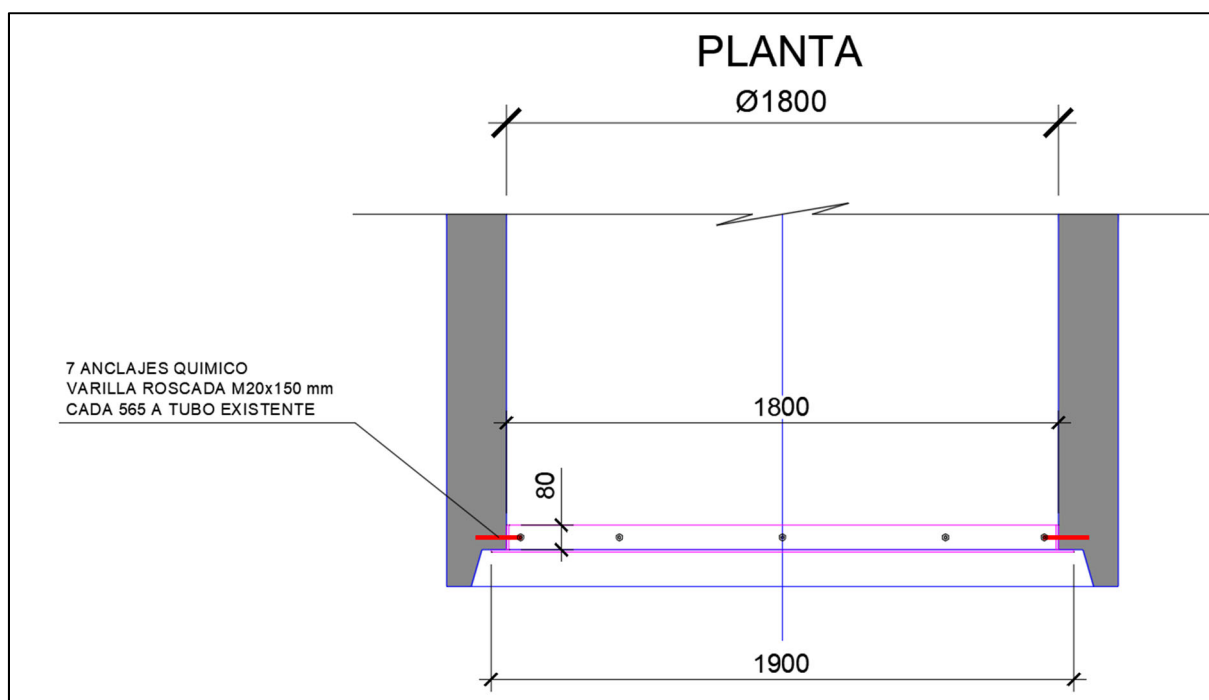


Ilustración 57. Vista en planta de la instalación de la chapa de acero de reducción de la sección.

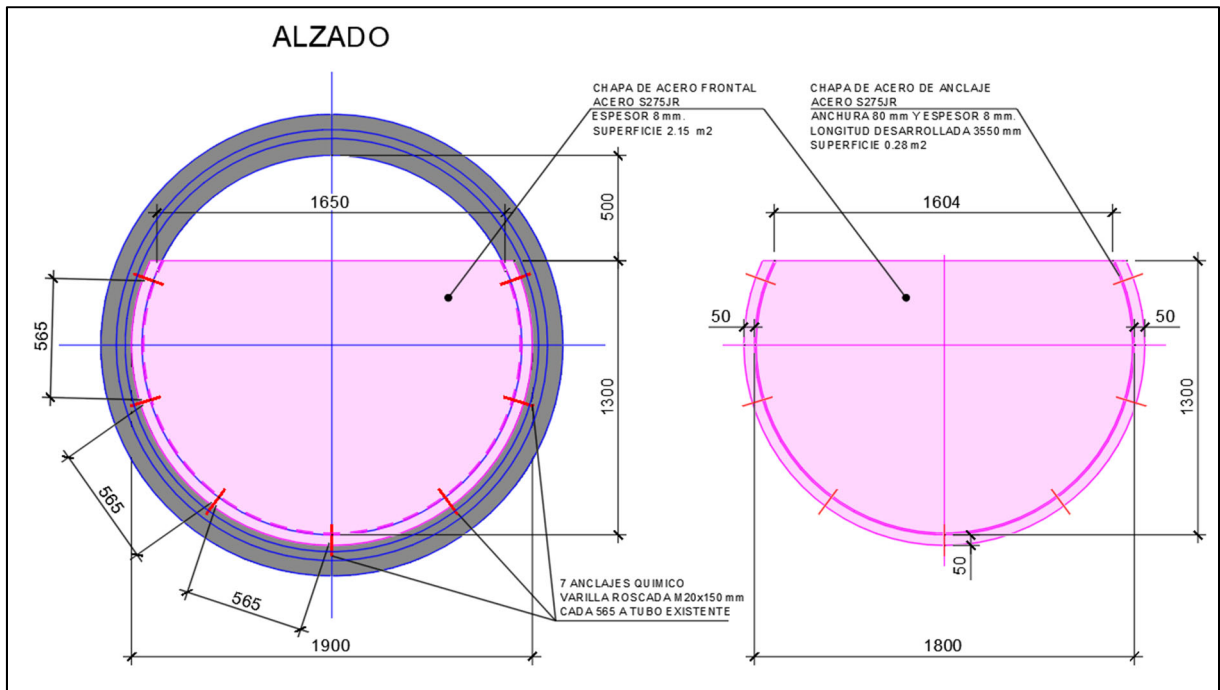


Ilustración 58. Alzado de la chapa de acero para la reducción de la sección de la conducción existente.

La chapa de acero cuenta con una pletina soldada de manera perpendicular en la que se instalan 7 pernos de anclaje químico con varilla roscada para el anclaje de la chapa al interior de la sección de la conducción existente.

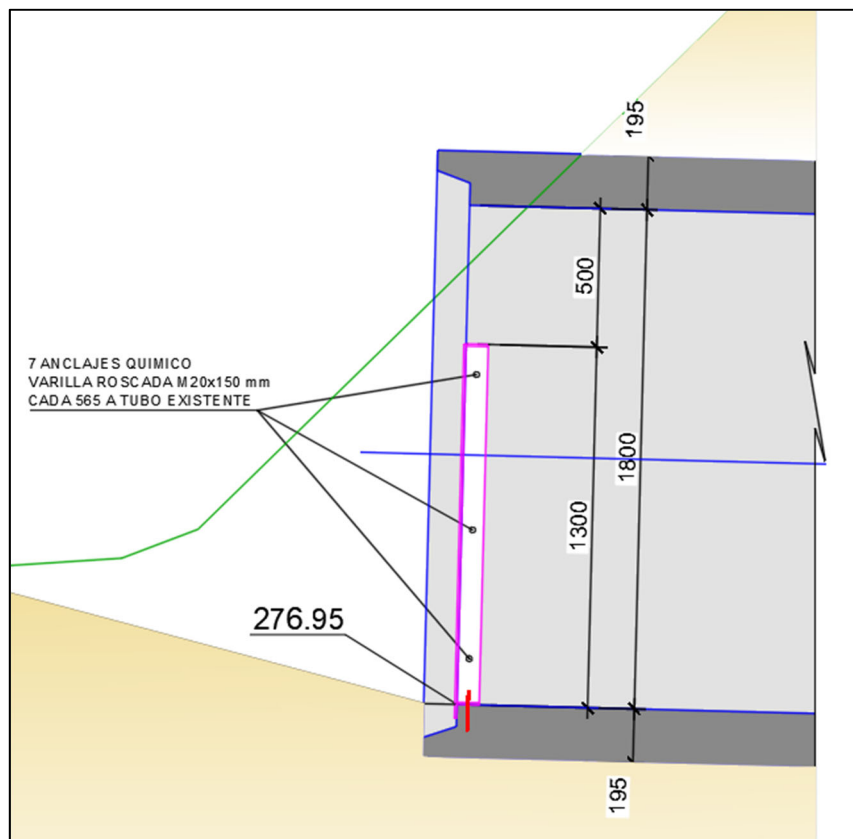


Ilustración 59. Anclajes de la chapa de acero a la conducción existente.

De esta manera, para un periodo de retorno asociado a la T500 años:

- La lámina de agua se sitúa a la cota 278,50 msnm (0,15 m sobre el umbral de la nueva sección)
- El volumen máximo almacenado, teniendo en cuenta la laminación y vertido de caudales a través del umbral de la nueva sección reducida es de 1.290 m³ (lo que implica un llenado máximo del 11% de la capacidad del vaso del dique).

6.6. Obras complementarias

6.6.1. Vallado perimetral

Aledaño al carril bici situado en el extremo exterior de la acera de la Av. de Puerto Venecia se dispone un vallado perimetral con objeto de separar mediante una barrera física el carril bici de la cuneta revestida de escollera del dique inferior.

Se dispondrán protecciones mediante barandillas de madera “valla tejana” de dos travesaños de madera de pino tratada en autoclave para clase de uso IV (según norma UNE-EN 335), compuesta por montantes verticales \varnothing 100 mm y dos travesaños horizontales de \varnothing 80 mm, sujetos mediante abrazaderas y tornillería de acero. La altura efectiva de la misma sobre la rasante del terreno será de 1,10 m. Los postes se anclan al terreno mediante dados de hormigón. En total, se disponen 48,00 metros de vallado “valla tejana”.

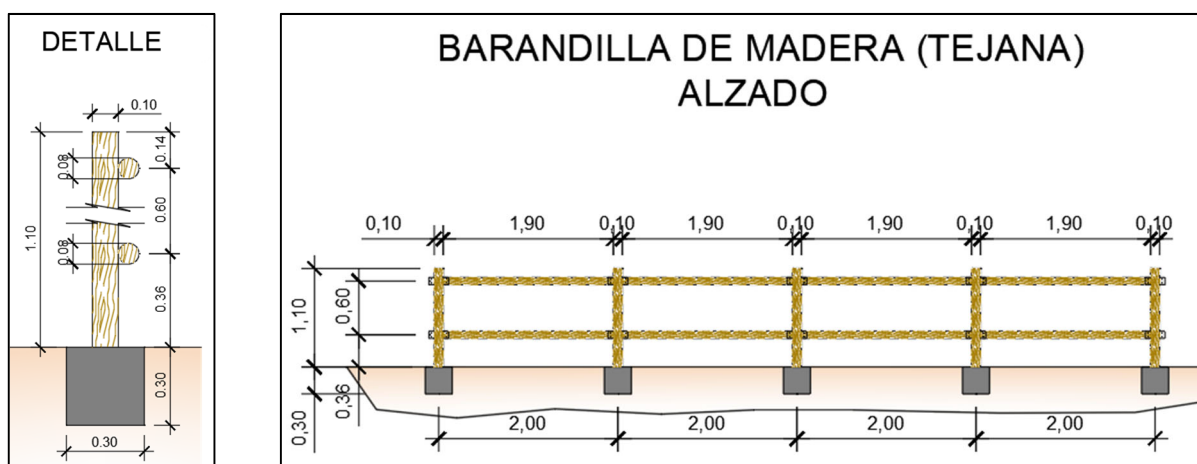


Ilustración 60. Barandilla de madera ‘tejana’.

6.6.2. Vallado de poste y cuerdas

A ambos lados de la coronación del dique inferior se dispone un vallado consistente en postes de madera de pino tratada en autoclave para clase de uso IV (según norma UNE-EN 335), compuesta por montantes verticales \varnothing 100 mm. Los postes se taladran a 0,55 m y 1,05 m para el paso de dos cuerdas a modo de travesaños de la valla.

La altura efectiva de la misma sobre la rasante del terreno será de 1,10 m. Los postes se anclan al terreno mediante dados de hormigón. En total, se disponen 78,00 metros de vallado de postes y cuerdas.

Esta solución permite una mejor integración paisajística por los materiales empleados y su estética natural, mejorando la seguridad del tránsito peatonal reduciendo el riesgo de caídas, pero sin generar un efecto barrera o sensación de encierro o fragmentación del espacio natural.

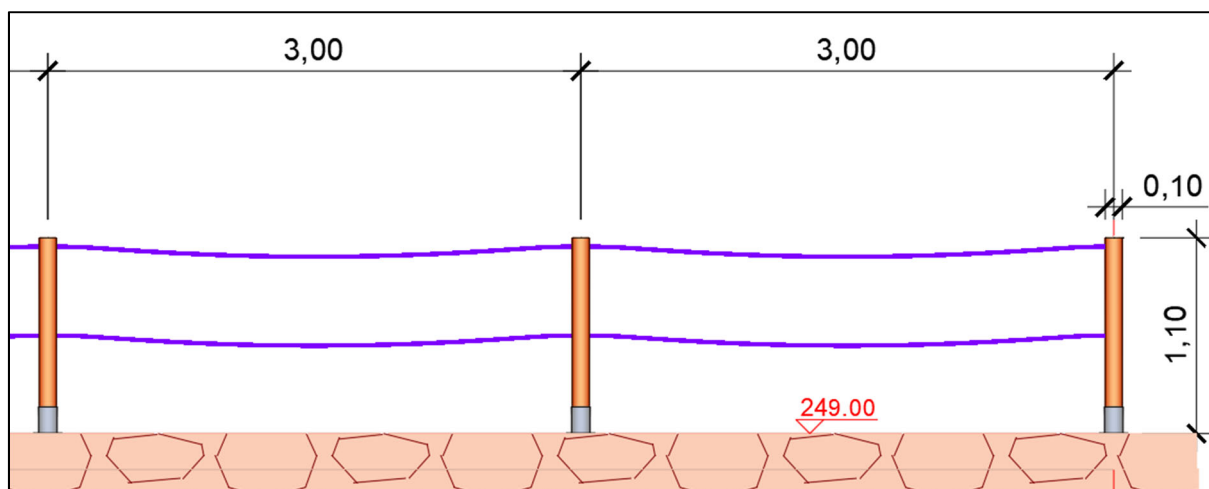


Ilustración 61. Detalle del vallado de postes y cuerdas.

6.6.1. Cuneta perimetral

Aledaño al carril bici situado en el extremo exterior de la acera de la Av. de Puerto Venecia y del vallado perimetral mediante una valla tejana se ejecuta una cuneta de derivación de caudales.

El inicio de la cuneta perimetral coincide con el del dique de laminación inferior, en el punto en el que la coronación del dique se encuentra a una cota superior a la de la Av. de Puerto Venecia.

La cuneta tiene una sección triangular de 0,35 m de alto y ancho de coronación variable 0,85 – 1,15 m bien definida entre los P.K. 0+000 y 0+020. A partir de esta sección la cuneta se ‘abre’ entre el talud natural del terreno y el del dique de laminación hasta el P.K.0+030. A partir de dicha sección el dique se separa del terraplén de la Av. de Puerto Venecia desembocando la cuneta en el cuenco amortiguador al pie del dique.

Por tanto, la cuneta revestida de escollera tiene una longitud total de 30,00 m.

La cuneta se ejecuta revestida mediante un aplacado de escollera de manera continua. La escollera se ejecuta hormigonada con un pigmento de color RAL 1002. **Previo a la ejecución de las obras se realizarán pruebas de pigmento que quedarán como referencia de pigmento durante toda la duración de la obra en las proximidades (instalaciones auxiliares) de la obra.**

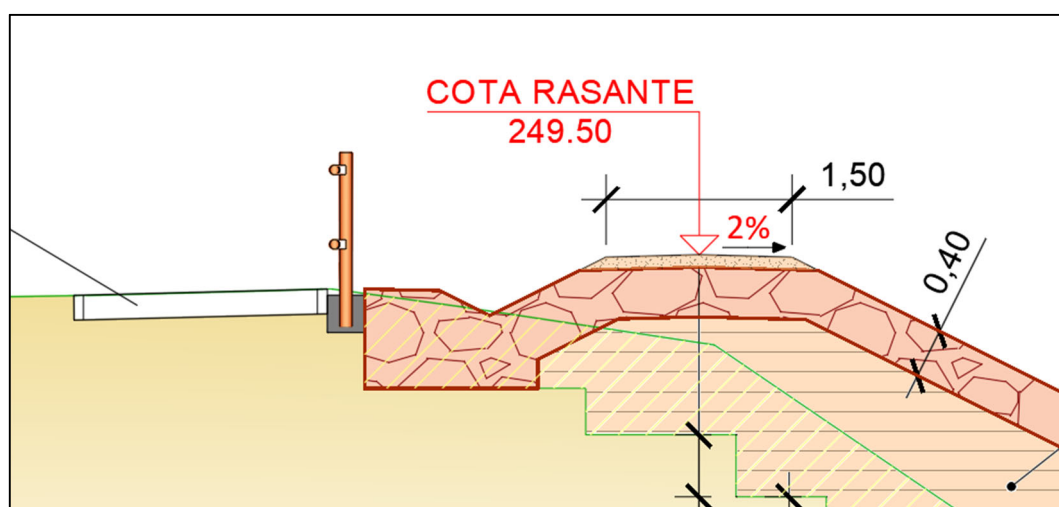


Ilustración 62. Cuneta perimetral de escollera. P.K. 0+000 a P.K.0+020.

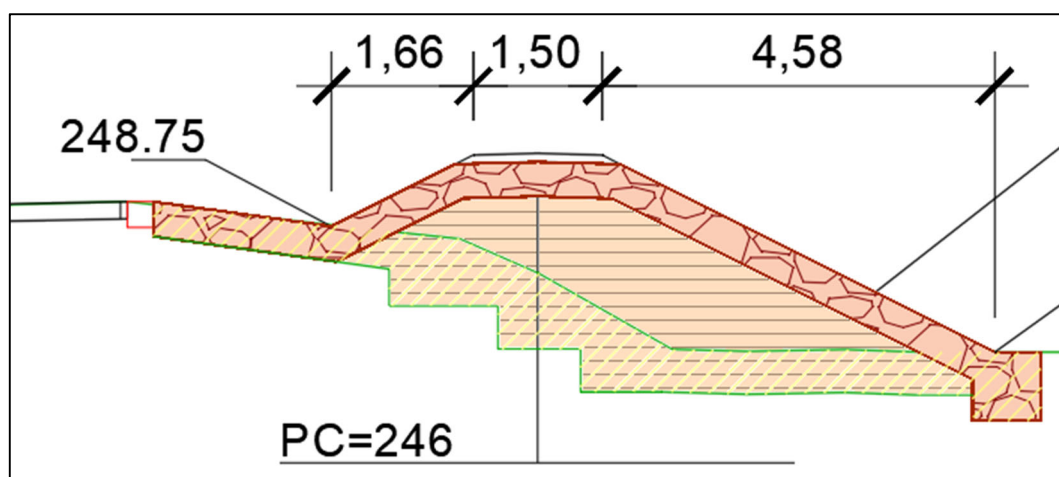


Ilustración 63. Cuneta perimetral de escollera. P.K. 0+020 a P.K.0+030.

7. REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS

- Infraestructuras y servicios:

Tras el análisis de la zona de actuación y de la documentación disponible, se constata que en el ámbito de las obras no existen servicios afectados por la ejecución de los trabajos. La ejecución de las obras, por tanto, no requerirá reposiciones de servicios, desvíos o interferir con infraestructuras existentes.

No obstante, durante la fase de obra se mantendrá la vigilancia habitual para detectar la posible aparición de servicios no documentados, actuando conforme a la normativa vigente en caso de producirse dicha circunstancia.

- Reposición de caminos:

Aquellas vías en las que la afección estimada reside únicamente en la modificación de los niveles de servicio, no se plantean actuaciones adicionales.

En caso de que el tránsito de la maquinaria pueda llegar a producir desperfectos se procederá a su reparación y reposición.

8. ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO

El evento hidrológico excepcional ocurrido en Zaragoza el día 6 de julio de 2023 y que tuvo su mayor impacto en los elementos vulnerables situados en el barranco de la Muerte, ocasionó cuantiosos daños materiales y humanos (heridos), poniendo de manifiesto el elevado riesgo de inundación, potencialmente significativo del citado barranco.

Con motivo de dicho evento, el Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza encargó a SPESA INGENIERÍA en julio de 2023 la elaboración del ESTUDIO DEL RIESGO DE INUNDACIÓN DEL BARRANCO DE LA MUERTE, cuyos objetivos eran, entre otros:

1. Representar el evento ocurrido mediante un modelo pluviométrico-hidráulico bidimensional (gemelo digital pluviométrico-hidráulico).
2. Caracterizar el evento del día 6 de julio en términos probabilísticos.
3. Estudiar posibles actuaciones con el fin de minimizar el riesgo de inundación existente.

, con el fin de realizar un estudio para la reducción del riesgo de inundación del barranco de la Muerte, en el T.M. de Zaragoza.

Derivado de ese estudio se plantea la realización de diversas actuaciones, entre las que se encuentra el dique de laminación en el parque del barranco. De esta manera, lamina parte del caudal procedente del barranco de la muerte.



Ilustración 64. Planta general de actuaciones planteadas.

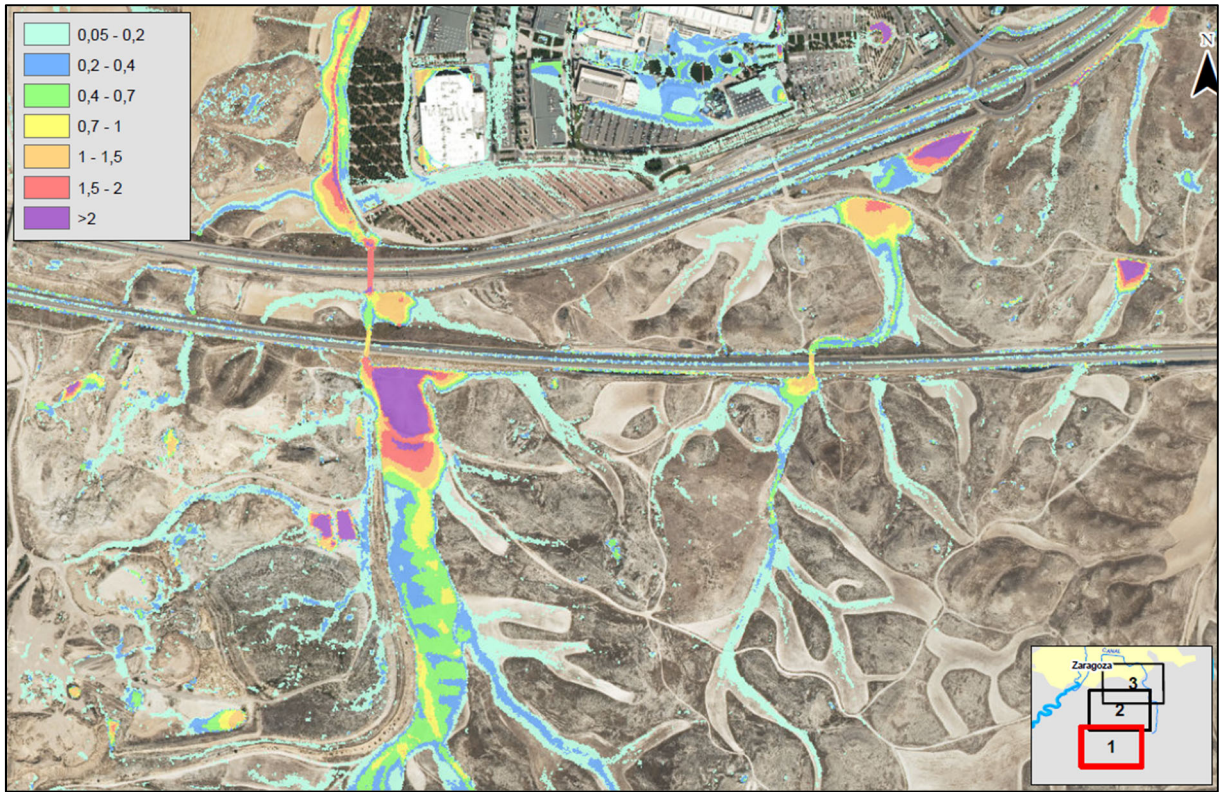


Ilustración 65. Mapa de calados máximos. T500. Situación actual. Hoja 1.

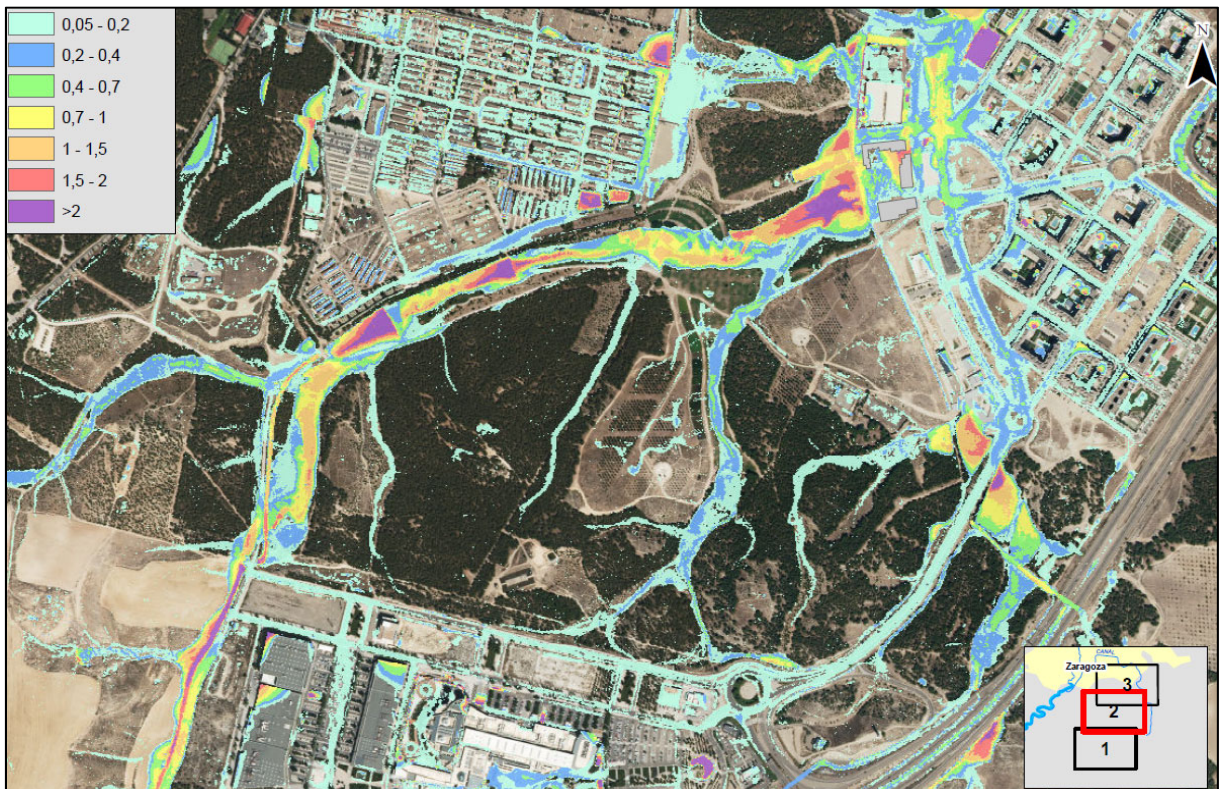


Ilustración 66. Mapa de calados máximos. T500. Situación actual. Hoja 2.

8.1. Hidrogramas y caudales punta

En el citado estudio se incluyen los hidrogramas de avenida para las secciones de los diferentes diques estudiados, para los siguientes periodos de retorno. Los caudales punta son:

8.1.1. Dique inferior

- Q T100 = 13,40 m³/s
- Q T500 = 18,40 m³/s

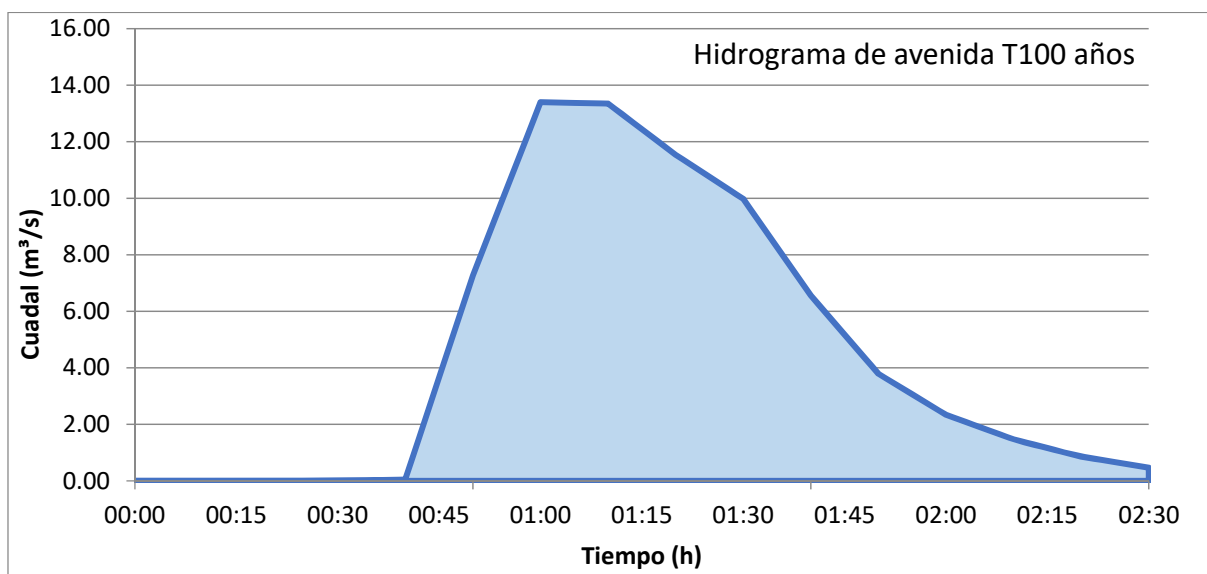


Ilustración 67. Hidrograma de avenida T100 años del dique inferior.

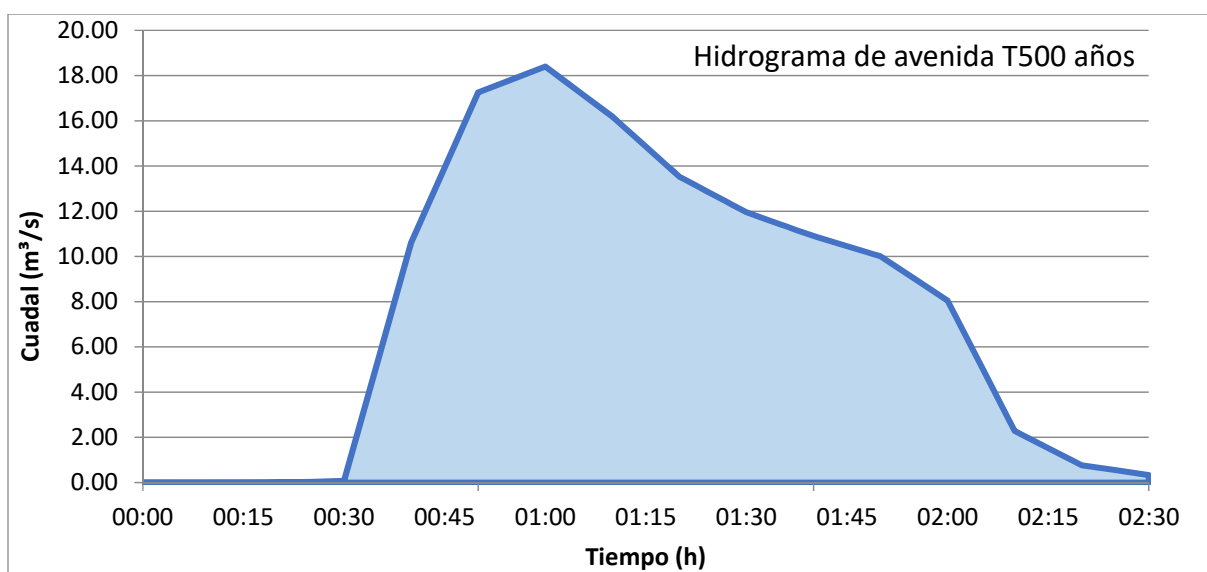


Ilustración 68. Hidrograma de avenida T500 años del dique inferior.

t(min)	Q (m ³ /s)	Volumen (m ³)	Vol. Acumulado (m ³)
0:00	0,00	0,00	0,00
0:10	0,00	0,00	0,00
0:20	0,00	0,00	0,00
0:30	0,01	3,00	3,00
0:40	0,05	18,00	21,00
0:50	7,27	2.196,00	2.217,00
1:00	13,40	6.201,00	8.418,00
1:10	13,35	8.025,00	16.443,00
1:20	11,54	7.467,00	23.910,00
1:30	9,98	6.456,00	30.366,00
1:40	6,56	4.962,00	35.328,00
1:50	3,79	3.105,00	38.433,00
2:00	2,34	1.839,00	40.272,00
2:10	1,47	1.143,00	41.415,00
2:20	0,86	699,00	42.114,00
2:30	0,47	399,00	42.513,00
TOTAL, VOLUMEN ACUMULADO			42.513,00

Tabla 8. Volumen de hidrograma de entrada de avenida T100 años del dique inferior.

t(min)	Q (m ³ /s)	Volumen (m ³)	Vol. Acumulado (m ³)
0:00	0,00	0,00	0,00
0:10	0,00	0,00	0,00
0:20	0,00	0,00	0,00
0:30	0,08	24,24	24,24
0:40	10,61	3.207,84	3.232,08
0:50	17,25	8.359,87	11.591,95
1:00	18,40	10.695,82	22.287,77
1:10	16,19	10.375,53	32.663,30
1:20	13,53	8.914,73	41.578,03
1:30	11,95	7.644,86	49.222,89
1:40	10,90	6.856,52	56.079,42
1:50	10,01	6.271,92	62.351,34
2:00	8,05	5.416,53	67.767,86
2:10	2,28	3.099,88	70.867,75
2:20	0,76	914,29	71.782,03
2:30	0,34	329,95	72.111,98
TOTAL, VOLUMEN ACUMULADO			72.111,98

Tabla 9. Volumen de hidrograma de entrada de avenida T500 años del dique inferior.

8.1.2. Dique superior oeste

- Q T100 = 9,67 m³/s
- Q T500 = 15,07 m³/s

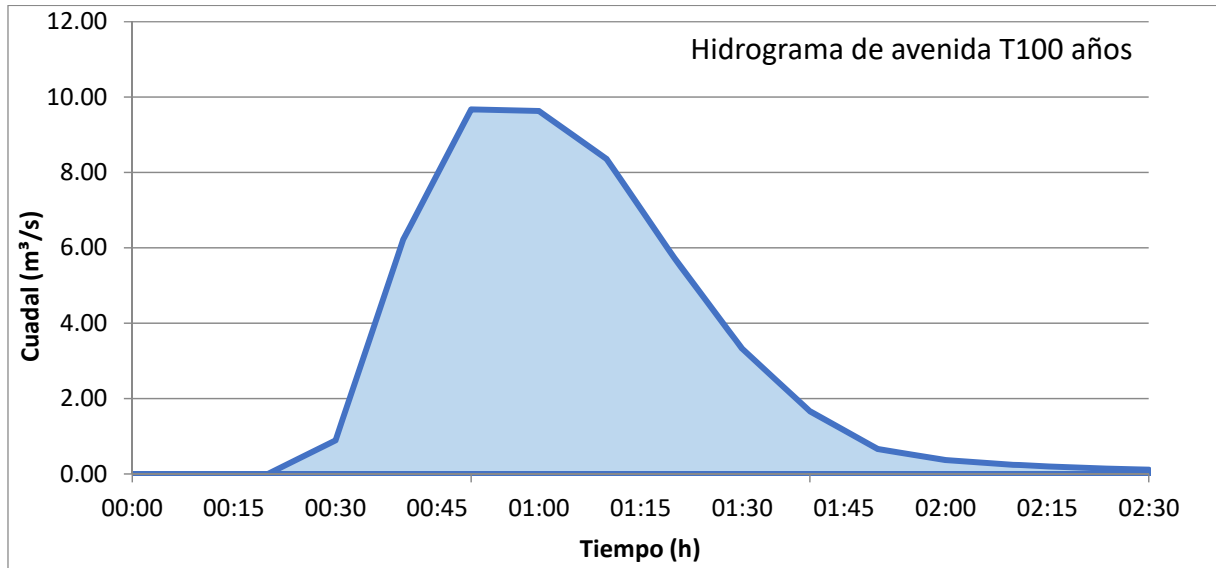


Ilustración 69. Hidrograma de avenida T100 años del dique superior oeste.

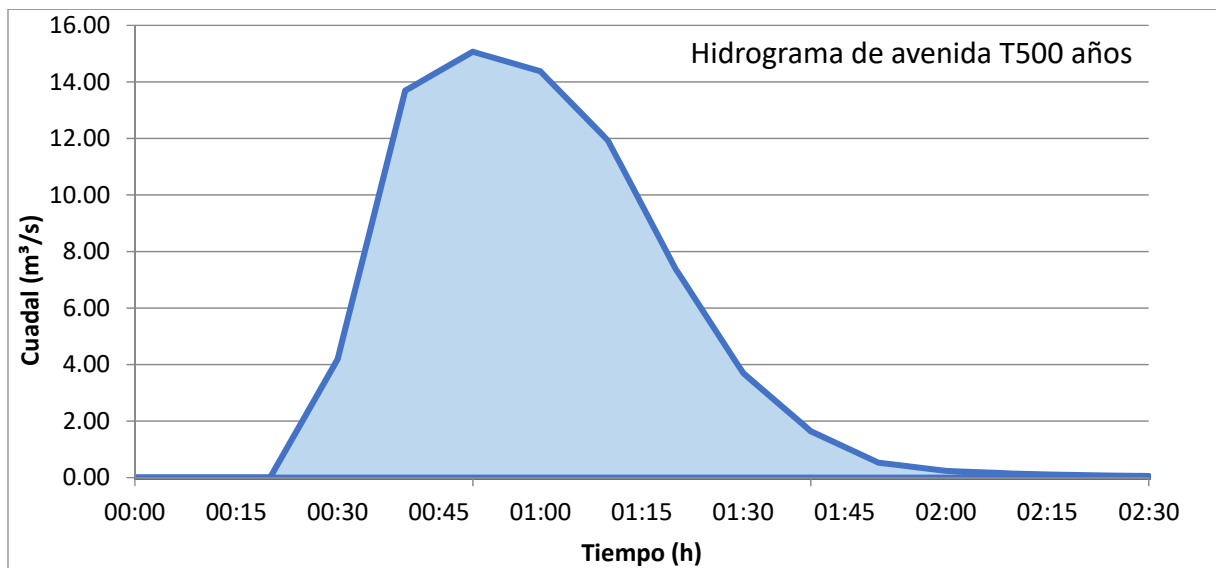


Ilustración 70. Hidrograma de avenida T500 años del dique superior oeste.

t(min)	Q (m ³ /s)	Volumen (m ³)	Vol. Acumulado (m ³)
0:00	0,00	0,00	0,00
0:10	0,00	0,00	0,00
0:20	0,00	0,00	0,00
0:30	0,89	267,80	267,80
0:40	6,23	2.135,83	2.403,63
0:50	9,67	4.769,82	7.173,45
1:00	9,63	5.791,54	12.964,99
1:10	8,36	5.397,72	18.362,71
1:20	5,73	4.226,42	22.589,13
1:30	3,32	2.715,60	25.304,73
1:40	1,66	1.496,39	26.801,12
1:50	0,66	698,11	27.499,23
2:00	0,37	309,29	27.808,52
2:10	0,24	183,64	27.992,16
2:20	0,16	121,72	28.113,88
2:30	0,12	83,15	28.197,03
TOTAL, VOLUMEN ACUMULADO			28.197,03

Tabla 10. Volumen de hidrograma de entrada de avenida T100 años del dique superior oeste.

t(min)	Q (m ³ /s)	Volumen (m ³)	Vol. Acumulado (m ³)
0:00	0,00	0,00	0,00
0:10	0,00	0,00	0,00
0:20	0,00	0,00	0,00
0:30	4,19	1.257,46	1.257,46
0:40	13,70	5.366,00	6.623,47
0:50	15,07	8.629,15	15.252,62
1:00	14,37	8.831,89	24.084,50
1:10	11,92	7.888,36	31.972,86
1:20	7,38	5.792,29	37.765,15
1:30	3,70	3.324,79	41.089,94
1:40	1,64	1.601,35	42.691,29
1:50	0,53	650,98	43.342,27
2:00	0,24	230,66	43.572,92
2:10	0,15	115,05	43.687,97
2:20	0,09	70,32	43.758,29
2:30	0,06	44,59	43.802,87
TOTAL, VOLUMEN ACUMULADO			43.802,87

Tabla 11. Volumen de hidrograma de entrada de avenida T500 años del dique superior oeste.

8.1.3. Dique superior este

- Q T100 = 0,30 m³/s
- Q T500 = 1,05 m³/s

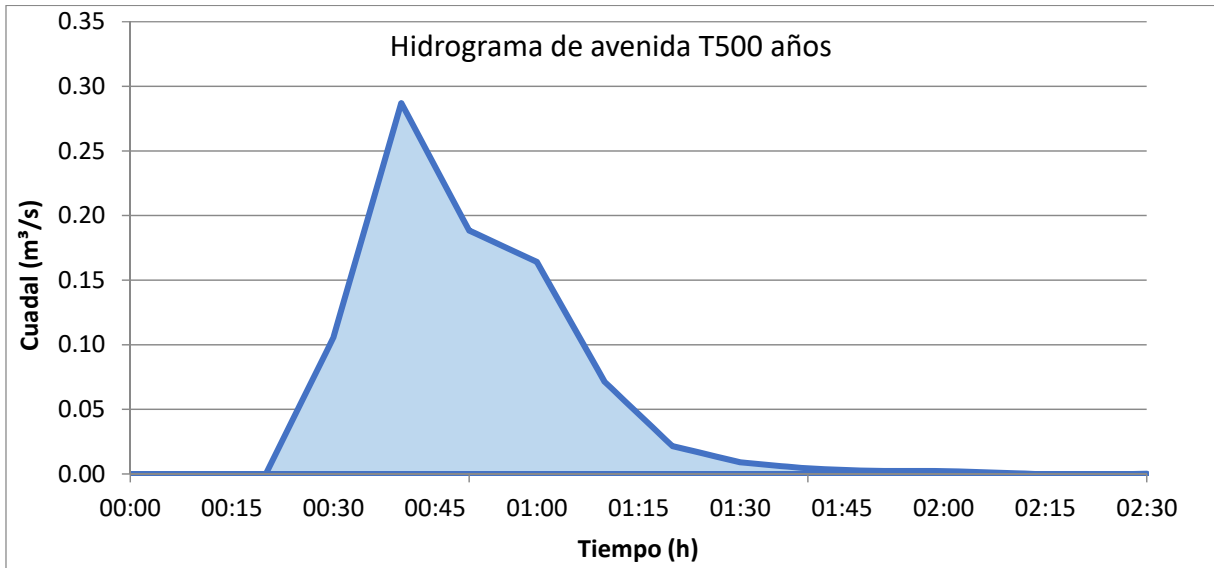


Ilustración 71. Hidrograma de entrada de avenida T100 años del dique superior este.

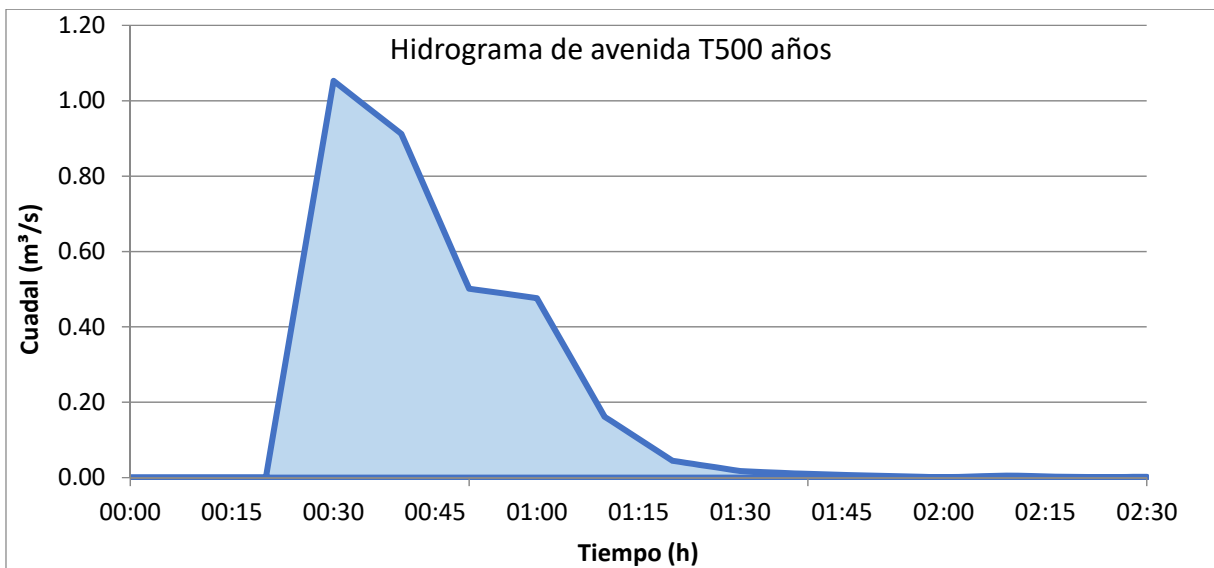


Ilustración 72. Hidrograma de entrada de avenida T500 años del dique superior este.

t(min)	Q (m ³ /s)	Volumen (m ³)	Vol. Acumulado (m ³)
0:00	0,00	0,00	0,00
0:10	0,00	0,00	0,00
0:20	0,00	0,00	0,00
0:30	0,11	31,76	31,76
0:40	0,29	117,86	149,62
0:50	0,19	142,64	292,26
1:00	0,16	105,75	398,01
1:10	0,07	70,61	468,62
1:20	0,02	27,86	496,48
1:30	0,01	9,18	505,66
1:40	0,00	3,97	509,63
1:50	0,00	1,94	511,57
2:00	0,00	1,38	512,95
2:10	0,00	0,90	513,85
2:20	0,00	0,00	513,85
2:30	0,00	0,00	513,85
TOTAL, VOLUMEN ACUMULADO			513,85

Tabla 12. Volumen de hidrograma de avenida T100 años del dique superior este.

t(min)	Q (m ³ /s)	Volumen (m ³)	Vol. Acumulado (m ³)
0:00	0,00	0,00	0,00
0:10	0,00	0,00	0,00
0:20	0,00	0,00	0,00
0:30	1,05	315,83	315,83
0:40	0,91	589,53	905,36
0:50	0,50	424,13	1.329,49
1:00	0,48	293,27	1.622,76
1:10	0,16	191,32	1.814,08
1:20	0,04	61,93	1.876,00
1:30	0,02	18,68	1.894,68
1:40	0,01	8,15	1.902,83
1:50	0,01	4,52	1.907,35
2:00	0,01	1,90	1.909,25
2:10	0,01	2,07	1.911,32
2:20	0,00	2,12	1.913,44
2:30	0,00	1,08	1.914,51
TOTAL, VOLUMEN ACUMULADO			1.914,51

Tabla 13. Volumen de hidrograma de avenida T500 años del dique superior este.

En el anejo 04. Estudio Hidrológico-Hidráulico se justifican hidráulicamente las soluciones adoptadas para los distintos diques estudiados y sus elementos de desagüe:

- 1) Curva característica de los diques (dique inferior y diques superiores).
- 2) Diseño del aliviadero (dique inferior).
- 3) Diseño del desagüe de fondo (dique inferior y diques superiores).

8.2. Curva característica de los diques

En base al emplazamiento de los diques, su geometría y la de la cerrada que generan, se han obtenido las siguientes curvas características cota-volumen:

CURVA CARACTERÍSTICA. DIQUE INFERIOR			
VOLUMEN (m³)	COTA (msnm)	VOLUMEN (m³)	COTA (msnm)
0	247,00	3.130	248,50
280	247,50	3.880	248,60
430	247,60	4.630	248,70
590	247,70	5.380	248,80
750	247,80	6.130	248,90
900	247,9	6.980	249,00
1.080	248,00	8.030	249,10
1.480	248,10	9.280	249,20
1.880	248,20	10.330	249,30
2.284	248,30	11.580	249,40
2.734	248,40	12.730	249,50

Tabla 14. Curva característica del dique inferior.

CURVA CARACTERÍSTICA. DIQUE SUPERIOR OESTE			
VOLUMEN (m³)	COTA (msnm)	VOLUMEN (m³)	COTA (msnm)
0	274,00	3.300	275,20
10	274,10	3.950	275,30
50	274,20	4.700	275,40
125	274,30	5.500	275,50
250	274,40	6.400	275,60
425	274,50	7.400	275,70
650	274,60	8.400	275,80
925	274,70	9.600	275,90

CURVA CARACTERÍSTICA. DIQUE SUPERIOR OESTE

VOLUMEN (m ³)	COTA (msnm)	VOLUMEN (m ³)	COTA (msnm)
1.275	274,80	10.800	276,00
1.675	274,90	12.100	276,10
2.150	275,00	13.500	276,20
2.700	275,10		

Tabla 15. Curva característica del dique superior oeste.
CURVA CARACTERÍSTICA. DIQUE SUPERIOR ESTE

VOLUMEN (m ³)	COTA (msnm)	VOLUMEN (m ³)	COTA (msnm)
0	277,50	3.350	279,60
50	277,60	3.650	279,70
110	277,70	3.950	279,80
170	277,80	4.275	279,90
230	277,90	4.580	280,00
290	278,00	4.950	280,10
415	278,10	5.350	280,20
535	278,20	5.700	280,30
660	278,30	6.100	280,40
785	278,40	6.464	280,50
905	278,50	6.900	280,60
1.080	278,60	7.350	280,70
1.275	278,70	7.800	280,80
1.450	278,80	8.275	280,90
1.625	278,90	8.725	281,00
1.810	279,00	9.250	281,10
2.050	279,10	9.800	281,20
2.300	279,20	10.350	281,30
2.550	279,30	10.900	281,40
2.800	279,40	11.461	281,50
3.033	279,50		

Tabla 16. Curva característica del dique superior este.

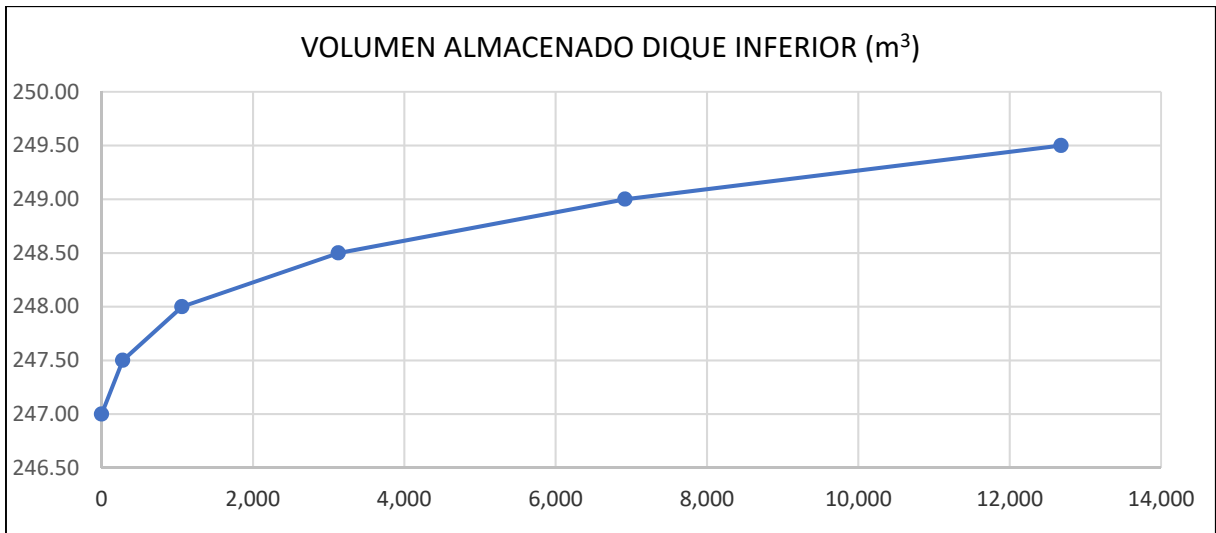


Ilustración 73. Curva característica del dique inferior.

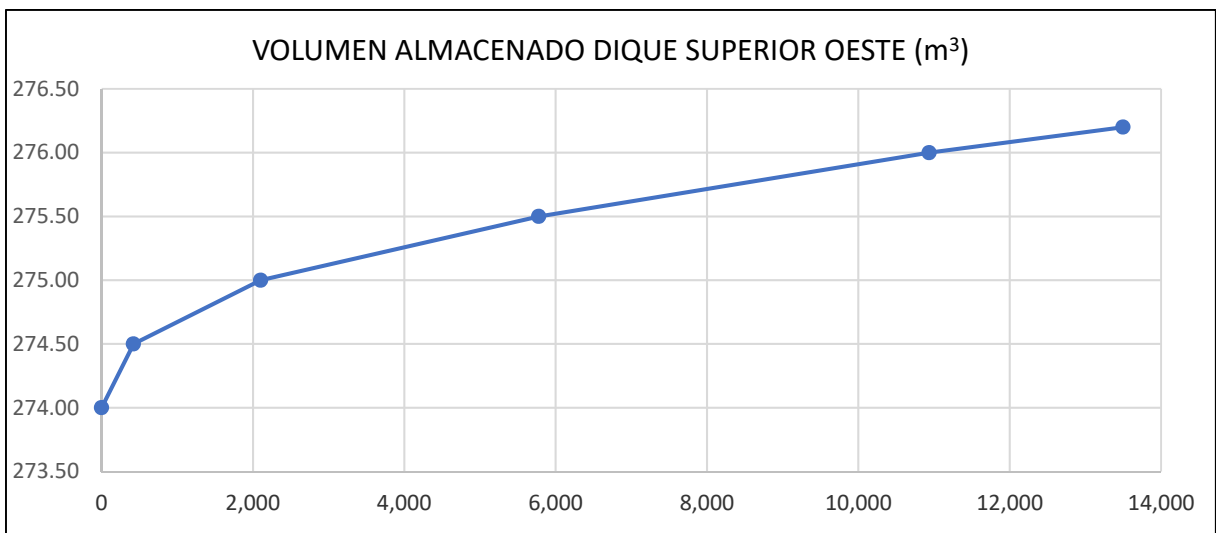


Ilustración 74. Curva característica del dique superior oeste.

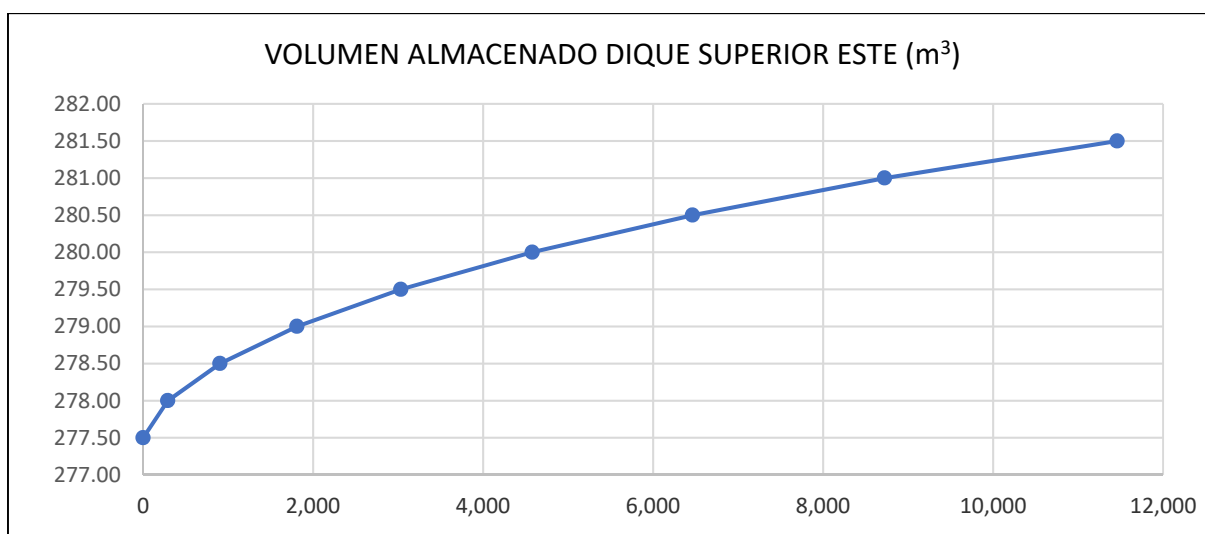


Ilustración 75. Curva característica del dique superior este.

8.3. Diseño del aliviadero (dique inferior)

El aliviadero se diseña de manera que, junto con el resto de órganos de desagüe, el dique permita evacuar los caudales máximos instantáneos correspondientes a la T50 (12,78 m³/s) sin verter por coronación.

El aliviadero proyectado permitirá evacuar por sí mismo un caudal máximos instantáneo de 10,82 m³/s, en el caso en que el desagüe de fondo del dique no se encuentre operativo.

Para desaguar el volumen mencionado se ha establecido una longitud de la base del **pañó central del aliviadero de 18,00 metros y 0,50 m de altura máxima**. La sección del aliviadero es rectangular con sendos escalones entre la rasante del aliviadero y la coronación del dique.

A continuación, se muestra una tabla con la curva de gasto de este aliviadero:

CURVA DE GASTO DEL ALIVIADERO			
COTA EMBALSE (msnm)	H ALIVIADERO (m)	B ALIVIADERO (m)	CAUDAL desaguado (m ³ /s)
249.00	0,00	18,00	0,00
249.05	0,05		0,34
249.10	0,10		0,97
249.15	0,15		1,78
249.20	0,20		2,74
249.25	0,25		3,83
249.30	0,30		5,03
249.35	0,35		6,34
249.40	0,40		7,74
249.45	0,45		9,24
249.50	0,50		10,82

Tabla 17. Curva de gasto del aliviadero.

8.4. Diseño del desagüe de fondo (dique inferior y diques superiores).

8.4.1. Diseño del desagüe de fondo del dique inferior

El desagüe de fondo del dique inferior se sitúa a la cota 247,20 y tiene un Diámetro Nominal de 500 mm, por lo que el dique desagua en régimen de lámina libre para calados hasta la cota 247,70. A partir de este umbral el desagüe funciona en régimen de presión. El desagüe de fondo tiene una longitud total de 11,90 metros y desarrolla una pendiente del 2,00%.

El desagüe de fondo en conjunto con el aliviadero deben permitir la laminación de los caudales máximos instantáneos del hidrograma de la T=50 años sin verter por coronación.

La sección del desagüe de fondo cuenta con una sección libre de 0,20 m² y un perímetro mojado de 1,57 m (RH = 0,13). En base a la pendiente de los tubos y el coeficiente n de Manning se obtiene una **capacidad máxima de desagüe de 0,41 m³/s en régimen de lámina libre.**

El desagüe de fondo desagua a presión para alturas de la lámina de agua superiores a la cota 247,70 m hasta un máximo de 0,97 m³/s (instante previo a verter por coronación).

Régimen en lámina libre:

$$Q = V * A$$

$$V = \frac{1}{n} * \left(\frac{A}{Pm} \right)^{\frac{2}{3}} * i^{1/2}$$

Donde;

Q = Caudal,
 V = Velocidad,
 A = Área de la sección,
 Pm = Perímetro mojado,
 i = pendiente.

Régimen en presión:

$$Q = C * \sqrt{2 * g * \Delta h} * D^2 * \frac{\pi}{4}$$

Donde;

Q = Caudal,
 C = Coeficiente de descarga,
 g = Aceleración de la gravedad,
 Δh = Diferencia de alturas entre la cota del agua almacenada y la cota en la sección de vertido,
 D = Diámetro de la conducción.

A continuación, se muestra la capacidad hidráulica de vaciado de la conducción:

CAPACIDAD DE DESAGÜE (LÁMINA LIBRE)	
COTA	CAUDAL (m ³ /s)
247,00	0,00
247,05	0,00
247,10	0,00
247,15	0,00
247,20	0,00
247,25	0,01
247,30	0,04
247,35	0,08

CAPACIDAD DE DESAGÜE (LÁMINA LIBRE)	
COTA	CAUDAL (m ³ /s)
247,40	0,14
247,45	0,21
247,50	0,28
247,55	0,35
247,60	0,41
247,65	0,44
247,70	0,41

Tabla 18. Capacidad de desagüe en régimen de lámina libre de la conducción propuesta de DN 500 mm.

CAPACIDAD DE DESAGÜE (PRESIÓN)		CAPACIDAD DE DESAGÜE (PRESIÓN)	
COTA	CAUDAL (m ³ /s)	COTA	CAUDAL (m ³ /s)
247,80	0,50	248,70	0,79
247,85	0,52	248,75	0,80
247,90	0,54	248,80	0,81
247,95	0,56	248,85	0,82
248,00	0,57	248,90	0,84
248,05	0,59	248,95	0,85
248,10	0,61	249,00	0,86
248,15	0,63	249,05	0,87
248,20	0,64	249,10	0,88
248,25	0,66	249,15	0,90
248,30	0,67	249,20	0,91
248,35	0,69	249,25	0,92
248,40	0,70	249,30	0,93
248,45	0,72	249,35	0,94
248,50	0,73	249,40	0,95
248,55	0,75	249,45	0,96
248,60	0,76	249,50	0,97
248,65	0,77		

Tabla 19. Capacidad de desagüe en régimen de presión de la conducción propuesta de DN 500 mm.

8.4.2. Desagüe de fondo del dique superior oeste

El desagüe de fondo del dique superior oeste se sitúa a la cota 273,50 msnm y tiene un Diámetro Nominal de 1.800 mm, por lo que el dique desagua en régimen de lámina libre para calados hasta la cota 278,80. A partir de este umbral el desagüe funciona en régimen de presión. El desagüe de fondo tiene una longitud total de 11,70 metros y desarrolla una pendiente del 8,10%.

El desagüe de fondo en su configuración actual no realiza la laminación de caudales, puesto que su capacidad de desagüe es significativamente superior a los caudales máximos instantáneos del hidrograma de la T=500 años.

Como se ha comentado anteriormente, se han evaluado sendas hipótesis de reducción de la sección de la conducción de 1800 mm que atraviesa el dique con el objetivo de incrementar su capacidad de laminación. No obstante, los resultados obtenidos ponen de manifiesto que la capacidad de laminación del dique es limitada, debido fundamentalmente a su reducida capacidad de almacenamiento.

Para alcanzar un efecto laminador significativo para distintos periodos de retorno, en base a los distintos casos estudiados, se induce el vertido por coronación del dique, circunstancia que no resulta recomendable desde el punto de vista de la seguridad estructural ni de la funcionalidad de la infraestructura, dado que el dique no fue concebido ni dimensionado para esta circunstancia, máxime teniendo en cuenta que inmediatamente aguas abajo se encuentra un conducto de diámetro 1000 mm.

A la vista de la escasa eficacia hidráulica de las actuaciones analizadas, de los condicionantes técnicos asociados a su ejecución y de la existencia de elementos de laminación operativos aguas abajo, **se considera que**

la alternativa más adecuada desde el punto de vista técnico y funcional es la no ejecución de actuaciones sobre el dique.

8.4.3. Diseño del desagüe de fondo del dique superior este

El desagüe de fondo del dique superior este se sitúa a la cota 277,00 msnm y tiene un Diámetro Nominal de 1.800 mm, por lo que el dique desagua en régimen de lámina libre para calados hasta la cota 278,80 msnm. A partir de este umbral el desagüe funciona en régimen de presión. El desagüe de fondo tiene una longitud total de 13,80 metros y desarrolla una pendiente del 2,20%.

El desagüe de fondo en su configuración actual no realiza la laminación de caudales, puesto que su capacidad de desagüe es significativamente superior a los caudales máximos instantáneos del hidrograma de la T=500 años.

La reducción de la sección implica que el **nuevo umbral de vertido se sitúa a la cota 278,30 msnm**. La nueva sección cuenta con una sección libre de 0,57 m² y un perímetro mojado de 3,61 m (RH = 0,16). En base a la pendiente de los tubos y el coeficiente n de Manning se obtiene una **capacidad máxima de desagüe de 1,46 m³/s en régimen de lámina libre**.

El nuevo desagüe de fondo desagua a presión para alturas de la lámina de agua superiores a la cota 278,30 msnm hasta un máximo de 3,64 m³/s (instante previo a verter por coronación).

A continuación, se muestra la capacidad hidráulica de vaciado de la conducción:

CAPACIDAD DE DESAGÜE (LÁMINA LIBRE)		CAPACIDAD DE DESAGÜE (LÁMINA LIBRE)	
COTA	CAUDAL (m ³ /s)	COTA	CAUDAL (m ³ /s)
277,00	0,00	277,95	0,00
277,05	0,00	278,00	0,00
277,10	0,00	278,05	0,00
277,15	0,00	278,10	0,00
277,20	0,00	278,15	0,00
277,25	0,00	278,20	0,00
277,30	0,00	278,25	0,00
277,35	0,00	278,30	0,00
277,40	0,00	278,35	0,08
277,45	0,00	278,40	0,25
277,50	0,00	278,45	0,47
277,55	0,00	278,50	0,70
277,60	0,00	278,55	0,93
277,65	0,00	278,60	1,15
277,70	0,00	278,65	1,33
277,75	0,00	278,70	1,48
277,80	0,00	278,75	1,56
277,85	0,00	278,80	1,46
277,90	0,00		

Tabla 20. Capacidad de desagüe en régimen de lámina libre de la nueva sección de desagüe del dique superior este.

CAPACIDAD DE DESAGÜE (PRESIÓN)		CAPACIDAD DE DESAGÜE (PRESIÓN)	
COTA	CAUDAL (m ³ /s)	COTA	CAUDAL (m ³ /s)
278,85	1,51	280,20	2,81
278,90	1,58	280,25	2,84
278,95	1,64	280,30	2,88
279,00	1,70	280,35	2,92
279,05	1,76	280,40	2,95
279,10	1,82	280,45	2,99
279,15	1,88	280,50	3,02
279,20	1,93	280,55	3,05
279,25	1,98	280,60	3,09
279,30	2,04	280,65	3,12
279,35	2,09	280,70	3,15
279,40	2,14	280,75	3,19
279,45	2,18	280,80	3,22
279,50	2,23	280,85	3,25
279,55	2,28	280,90	3,28
279,60	2,32	280,95	3,32
279,65	2,37	281,00	3,35
279,70	2,41	281,05	3,38
279,75	2,45	281,10	3,41
279,80	2,49	281,15	3,44
279,85	2,54	281,20	3,47
279,90	2,58	281,25	3,50
279,95	2,62	281,30	3,53
280,00	2,66	281,35	3,56
280,05	2,69	281,40	3,59
280,10	2,73	281,45	3,61
280,15	2,77	281,50	3,64

Tabla 21. Capacidad de desagüe en régimen de presión de la nueva sección de desagüe del dique superior este.

8.5. Resultados del estudio hidráulico. Estudio de laminación

Finalmente, se muestra el volumen de llenado y el volumen almacenado para los tres diques de laminación, teniendo en cuenta el volumen desaguado simultáneamente.

8.5.1. Dique inferior

HIDROGRAMA T=50 años							
t(min)	Q entrante (m ³ /s)	Vol, Embalse inicio (m ³)	Q Aliviadero (m ³ /s)	Q desagüe fondo (m ³ /s)	Q saliente total (m ³ /s)	Vol, Embalse fin (m ³)	Nivel embalse (msnm)
0:00	0,00	0,00	---	---	0,00	0,00	247,00
0:10	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	247,00
0:20	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	247,00
0:30	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	247,00
0:40	0,03	7,29	0	0,00	0,00	9,00	247,02
0:50	5,40	1.200,51	0	0,58	0,58	1.473,60	248,10
1:00	12,07	5.627,01	0	0,82	0,82	6.282,00	248,92
1:10	12,78	11.173,53	6,61	0,93	7,54	11.485,80	249,40
1:20	11,15	12.509,91	10,18	0,93	11,11	12.517,20	249,49
1:30	8,52	12.070,11	8,93	0,93	9,86	11.997,60	249,44
1:40	5,40	11.083,44	6,61	0,93	7,54	10.964,40	249,35
1:50	3,49	10.054,47	4,29	0,92	5,22	9.956,40	249,26
2:00	2,24	9.228,45	2,74	0,91	3,64	9.148,20	249,19
2:10	1,41	8.509,11	1,60	0,89	2,50	8.446,20	249,13
2:20	0,82	7.914,63	0,83	0,88	1,71	7.863,00	249,08
2:30	0,45	7.448,49	0,34	0,87	1,21	7.404,00	249,04
2:40	0,00	6.870,90	0	0,86	0,86	6.819,30	248,99
2:50	0,00	6.359,70	0	0,84	0,84	6.309,30	248,92
3:00	0,00	5.858,70	0	0,83	0,83	5.808,90	248,85
3:10	0,00	5.367,90	0	0,81	0,81	5.319,30	248,79
3:20	0,00	4.885,50	0	0,79	0,79	4.838,10	248,73
3:30	0,00	4.413,90	0	0,78	0,78	4.367,10	248,66
3:40	0,00	3.951,30	0	0,76	0,76	3.905,70	248,60
3:50	0,00	3.498,90	0	0,75	0,75	3.453,90	248,54
4:00	0,00	3.056,70	0	0,73	0,73	3.012,90	248,47

Tabla 22. Curva de llenado-vaciado del dique inferior.

8.5.2. Dique superior este

HIDROGRAMA T=500 años					
t(min)	Q entrante (m ³ /s)	Vol, Embalse inicio (m ³)	Q desagüe fondo (m ³ /s)	Vol, Embalse fin (m ³)	Nivel embalse (msnm)
0:00	0,00	0.00	---	0.00	277.50
0:10	0,00	0.00	0.00	0.00	277.50
0:20	0,00	0.00	0.00	0.00	277.50
0:30	1,05	255.82	0.00	315.83	277.76
0:40	0,91	850.20	0.00	905.36	278.19
0:50	0,50	1,247.77	0.34	1,258.69	278.43
1:00	0,48	1,289.32	0.47	1,289.76	278.45
1:10	0,16	1,244.24	0.34	1,234.48	278.41
1:20	0,04	1,171.56	0.15	1,165.60	278.37
1:30	0,02	1,130.35	0.06	1,127.88	278.34
1:40	0,01	1,107.82	0.04	1,106.03	278.33
1:50	0,01	1,095.82	0.02	1,094.95	278.32
2:00	0,00	1,085.97	0.01	1,085.45	278.31
2:10	0,01	1,081.78	0.01	1,081.52	278.31
2:20	0,00	1,078.15	0.01	1,077.64	278.31
2:30	0,00	1,073.18	0.01	1,072.71	278.31

Tabla 23. Curva de llenado-vaciado del dique superior este.

9. CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

Atendiendo a la naturaleza y características de las actuaciones restantes que comprenden el presente Proyecto, enumeradas y desarrolladas en el Documento 01. Memoria y anejos y en el Documento 02. Planos, las principales actuaciones del Proyecto y por tanto susceptibles de ser objeto de un análisis estructural de las mismas son las siguientes:

- Dique inferior en el barranco de Arráez
- Acondicionamiento del barranco de Arráez
- Reducción de la sección hidráulica de la conducción bajo el dique superior este del barranco de Arráez

El cuerpo del dique de laminación se ejecuta mediante material granular. Los cálculos de estabilidad del dique inferior y del acondicionamiento del barranco de Arráez se recogen en el Anejo 03. Geología y geotecnia. Los cálculos son relativos a las siguientes hipótesis:

- Dique inferior de laminación:
 - o Solicitud ordinaria: embalse vacío
 - o Solicitud accidental: embalse a Nivel máximo
 - o Solicitud extrema: desembalse rápido con paramentos saturados
- Recrecimiento de los paramentos del encauzamiento

- Paramento recrecido
- Paramento recrecido saturado

Las estructuras de hormigón armado hormigonadas in-situ se armarán asegurando los recubrimientos y cuantías mínimas de acuerdo a la normativa vigente.

En todo caso se seguirán los documentos técnicos y normativa vigente, así como las prescripciones incluidas en el Documento 03. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Estas actuaciones no precisan de un análisis estructural pormenorizado, por lo que NO se considera necesaria la elaboración de un Anejo Estructural específico.

10. DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS

Las parcelas afectadas por las distintas actuaciones se encuentran representadas en los planos incluidos en el presente anejo. Se trata de parcelas de naturaleza rústica, tanto de titularidad pública como privada, localizadas íntegramente en el término municipal de Zaragoza (Zaragoza).

Los terrenos necesarios para la correcta ejecución de las actuaciones deberán ser puestos a disposición antes del inicio de las obras. Estos serán facilitados por el promotor de las mismas. Se identifican ocupaciones tanto temporales como definitivas.

Los planos parcelarios se han elaborado a partir de la cartografía generada específicamente para la redacción del proyecto. La identificación catastral de las parcelas afectadas se ha realizado mediante el uso de la cartografía catastral disponible en la sede electrónica del Catastro, complementada con los trabajos de campo efectuados.

La única parcela afectada por la ejecución del Proyecto es en la que se emplaza el dique superior este del barranco de Arráez.

PARCELAS AFECTADAS POR LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO DE: DIQUES DE LAMINACIÓN EN EL BARRANCO DE ARRÁEZ DE ZARAGOZA							
REFERENCIA CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA	CLASE	USO	SUPERFICIE PARCELA (m ²)	SUPERFICIE OCUPACIÓN TEMPORAL (m ²)	SUPERFICIE OCUPACIÓN DEFINITIVA (m ²)
50900A085003010000YH	85	301	Rústico	Agrario	432.907	700,00	0,00

Tabla 24. Resumen de parcelas afectadas.

Las coordenadas ETRS89 Huso 30N de la embocadura de la conducción objeto de actuación situada en la parcela de Ref. Catastral 50900A085003010000YH son las siguientes:

- X = 676.957,44
- Y = 4.608.063,98

11. CONSIDERACIONES AMBIENTALES

En el **Anejo 08. Documento Ambiental** se incluye la descripción del sistema fluvial y las relaciones que se establecen entre los elementos del medio de modo que ha sido posible desarrollar una línea de actuación con las máximas garantías de éxito. Asimismo, dentro de dicho Anejo se detallan las medidas necesarias para realizar una correcta Integración Ambiental de las zonas donde se realizarán las actuaciones objeto de este proyecto.

El principal objetivo de este trabajo es la realización de una prospección y estudio de flora y fauna, para identificar las especies presentes en la zona afectada por las obras del Proyecto, así como la descripción y evaluación de los posibles efectos significativos, la adopción de medidas preventivas (haciendo hincapié en la prevención frente a incendios) y en su caso, correctoras y compensatorias con carácter previo al inicio de las obras.

12. ARQUEOLOGÍA Y PALEONTOLOGÍA

Consultada la cartografía disponible (ICEARAGON) no se tiene constancia de la existencia en la zona de actuación, o sus inmediaciones, de elemento alguno perteneciente al Patrimonio Cultural o inventariado como elemento de interés cultural, arquitectónico, arqueológico y paleontológico.

Las actuaciones incluidas en el presente Proyecto se realizan próximas a la ciudad de Zaragoza, por lo que han de determinarse y preverse los procedimientos de actuación en caso de hallazgos de restos a causa de las obras.

En todo caso, si se procederá a la paralización de la obra y a informar al Organismo competente (Servicio de Protección Conservación y Restauración del Patrimonio Cultural, Dirección General de Patrimonio Cultural).

Las acciones a realizar en caso de descubrimientos o hallazgos es el siguiente:

1. **Detener las actividades de inmediato:** Cualquier trabajo que pueda alterar o destruir los restos debe suspenderse.
2. **Comunicar el hallazgo:** Es obligatorio notificar el descubrimiento a las autoridades competentes en un plazo máximo de 48 horas.
3. **Proteger el hallazgo:** Asegurar que el área donde se encontraron los restos esté protegida y se evite el acceso de personal no autorizado o la contaminación del sitio. Si es posible, marca la zona con cinta de obra o algún tipo de señalización de precaución.
4. **No manipular ni mover los restos:** Es fundamental no mover las piezas ni intentar limpiarlas, ya que su posición y los materiales circundantes (tierra, pigmentos, etc.).
5. **Documentación preliminar (si es posible y seguro):** Realizar fotografías o descripciones detalladas del contexto del hallazgo en el momento del mismo, sin manipulación de los restos.
6. **Seguimiento y supervisión arqueológica:** La presencia de un arqueólogo o equipo técnico especializado es esencial para la correcta actuación posterior al hallazgo, ya sea para la investigación, documentación, o incluso para el rescate arqueológico si la magnitud del hallazgo lo amerita.

13. PROTECCIÓN Y REPOSICIÓN DE ARBOLADO

El **Anejo 14** del presente Proyecto realiza un análisis de la situación actual del arbolado, el inventario de la vegetación existente al objeto de determinar la compatibilidad entre los ejemplares identificados y las obras del proyecto realizando el cálculo de distancias y áreas de afección de los ejemplares arbóreos que pese a no coincidir espacialmente con las obras resultan igualmente afectados y las medidas de protección previas al comienzo, y durante la ejecución de las obras.

Se han realizado varias visitas de campo para la determinación del inventario de la vegetación existente. Únicamente las actuaciones de ejecución del desagüe de fondo y adecuación de la desembocadura del mismo suponen la retirada de ejemplares de arbolado. **Se estima la retirada de 38 ejemplares**, de los cuales:

- 31 árboles se retiran en el emplazamiento del dique inferior
 - o 10 árboles con diámetro menor que 30 cm
 - o 21 árboles con diámetro mayor que 30 cm
- 4 árboles se retiran en el emplazamiento del acondicionamiento del canal del barranco de Arráez
 - o 3 árboles con diámetro menor que 30 cm
 - o 1 árbol con diámetro mayor que 30 cm.
- 3 árboles se retiran en la confección de accesos
 - o 3 árboles con diámetro mayor que 30 cm.

Las afecciones a los ejemplares que supongan la retirada de los mismos supondrán su reposición al término de las actuaciones. La tasa de reposición de los mismos se estima de 1 ejemplar por cada anillo del tronco de los árboles afectados. Esto supone **la reposición de 856 ejemplares de pinos**.

Las plantaciones deberían llevarse a cabo dentro del periodo de reposo vegetativo de las distintas especies a instaurar, preferiblemente dentro del periodo otoño-invierno comprendido entre los meses de octubre y marzo, por lo que, de realizarse en el periodo de ejecución de las actuaciones, encontrarían serias dificultades para su crecimiento y desarrollo.

Las actuaciones incluidas en el presente Proyecto se emplazan en una masa forestal, por lo que se incorporan medidas específicas de prevención y protección frente al riesgo de incendio forestal. La presencia de vegetación continua y combustible natural conlleva un riesgo inherente de ignición derivado de actividades propias de la obra (uso de maquinaria, herramientas térmicas, acumulación de residuos vegetales, etc.). En aplicación del Real Decreto 1627/1997, y atendiendo a la normativa local y autonómica de prevención de incendios, se establecen disposiciones preventivas orientadas a minimizar dicho riesgo, proteger al personal interviniente y evitar impactos ambientales o afecciones a terceros (*Anejo 14*).

14. SEGURIDAD Y SALUD

El *Estudio de Seguridad y Salud* queda recogido en el *Anejo 09* a esta memoria. En aplicación de la legislación vigente, es necesaria la redacción de un Estudio de Seguridad y Salud para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras en Construcción, dentro del marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

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

El número máximo previsto de trabajadores empleados simultáneamente en los tajos de la obra durante la dirección prevista de las obras para su ejecución es de DIEZ (10).

15. GESTIÓN DE RESIDUOS

En el *Anejo 10. Gestión de residuos* se incluye un estudio de gestión de residuos de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición y la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, entre otras especificadas en el citado Anejo.

Los principales residuos que se prevé se van a generar durante las actuaciones englobadas en el presente proyecto son productos de excavación (excedentes no aprovechables) destinados a vertedero de inertes y en menor medida residuos de hormigones, metales y residuos de la silvicultura. La generación de residuos se ha cuantificado el peso y volúmenes por deducción directa de las mediciones de proyecto.

- **Cuantificación de los residuos.**

A continuación, se identifican los tipos de residuos identificados:

- Residuos de silvicultura
- Productos de excavación destinados a vertedero de inertes,
- Residuos de hormigón,
- Residuos de envases y embalajes,
- Otro tipo de residuos.

16. PROGRAMA DE TRABAJOS

Según lo dispuesto en el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre), se adjunta el estudio para la planificación y la programación de las obras objeto del presente proyecto. Este estudio considera, centro cada una de las zonas de actuación, para cada actividad proyectada sus tiempos de desarrollo atendiendo a las distintas fases constructivas planteadas, las cuales están condicionadas por la compatibilidad entre las distintas unidades de obra y sus procesos constructivos, así como por el lógico orden natural de ejecución.

Este Programa de Trabajo, cuya descripción se haya pormenorizada en el *Anejo 09. Plan de Obra*, no establece una metodología de ejecución determinada, salvo aquello expresamente mencionado en los condicionantes y la que se pueden derivar del diseño de los diferentes elementos constructivos que aparecen en este Proyecto, por lo que la misma puede variar si así lo estima la Dirección Facultativa de cada una de las Obras.

16.1. Plazo de ejecución y programa definitivo

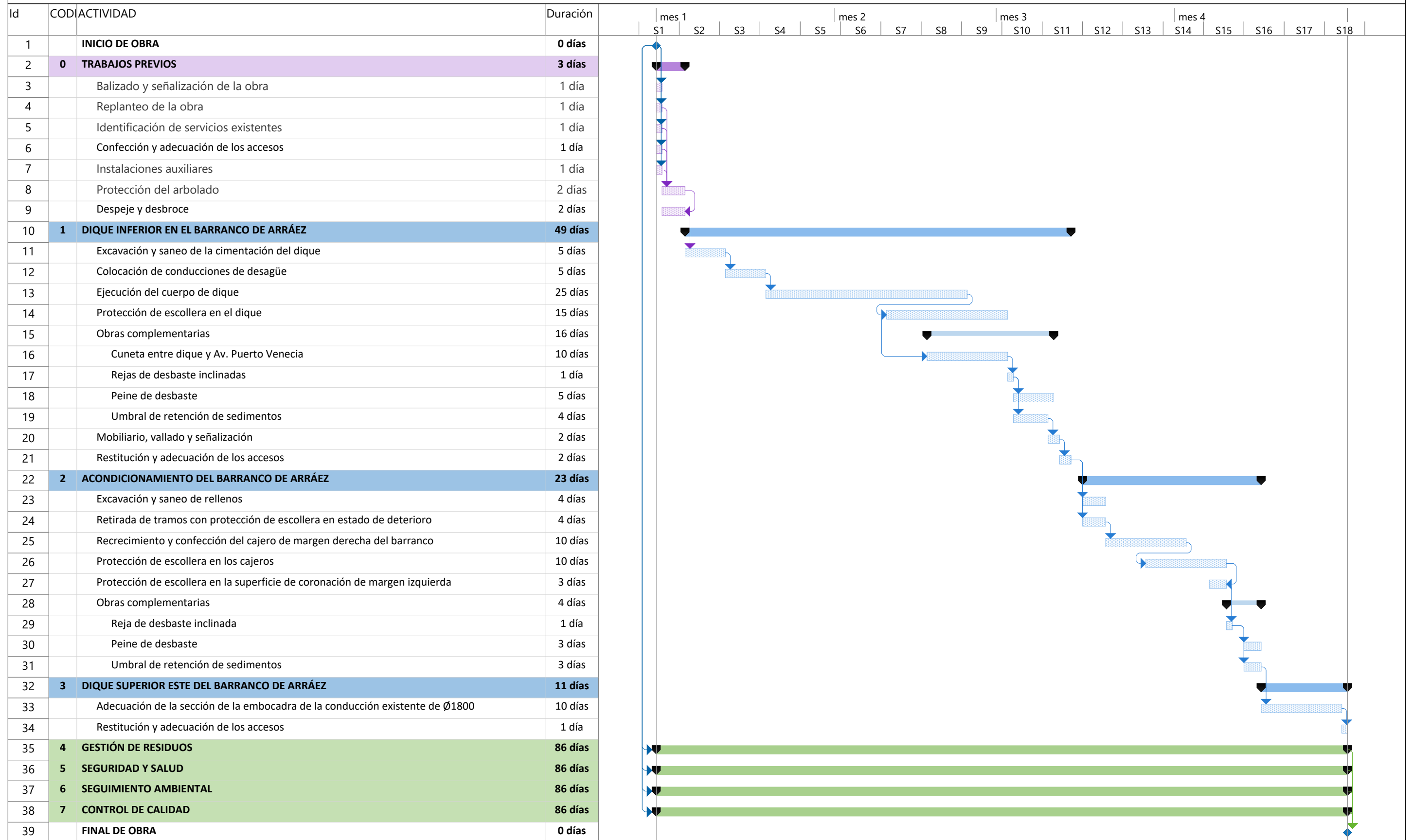
El PLAZO TOTAL DE EJECUCIÓN, determinado y justificado en el *Anejo 09. Plan de Obra*, de las obras contempladas en del **PROYECTO CONSTRUCTIVO DE: DIQUES DE LAMINACIÓN EN EL BARRANCO DE ARRÁEZ DE ZARAGOZA** es de **CUATRO (4) meses**.

Pese a que como se ha indicado en apartados anteriores, el presente Plan de obra no representa una directiva regida en cuanto a tiempos parciales de ejecución, según el artículo 144 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, y si así se estipulase en el pliego de cláusulas administrativas particulares, el adjudicatario de la obra deberá presentar una propuesta detallada del plan de obra, adaptada a sus medios concretos, que deberá ser aprobado por la Administración y la D. Facultativa.

16.2. Diagrama de Gantt

En este apartado se representa el diagrama de Gantt correspondiente al plan de obra que se propone para la ejecución del Proyecto constructivo:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE: DIQUES DE LAMINACIÓN EN EL BARRANCO DE ARRÁEZ DE ZARAGOZA



17. CONTROL DE CALIDAD

En el *Anejo 12. Control de Calidad* se recoge el Programa de Control de Calidad, en el cual habrá de basarse el Plan de Aseguramiento de la Calidad que el Contratista adjudicatario de las obras habrá de desarrollar.

El Plan de Aseguramiento de la Calidad a desarrollar por el Contratista se realizará conforme a las "Recomendaciones sobre actividades mínimas a exigir al Contratista para el autocontrol de las obras" (*Nota de servicio 9/2014*).

18. PLANOS

En los planos del *DOCUMENTO N° 2* quedan reflejadas y definidas las actuaciones de proyecto, así como las diferentes láminas recogidas como resultado de la elaboración de los Anejos que componen el proyecto.

19. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

En el *Documento 03* del presente Proyecto se incluye el *Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares* correspondiente a las obras diseñadas. Para su redacción se han utilizado las normativas vigentes, las normas de buena práctica habituales y específicas de experiencias anteriores.

20. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

La *Justificación de precios* figura en el *Anejo 13* a esta memoria, cuyos precios están recogidos en los Cuadros de Precios nº1 y 2 del Presupuesto.

21. PRESUPUESTO

Los presupuestos contienen todas las mediciones de la obra. Aplicando los precios unitarios de las diferentes unidades de obra, calculados en la justificación de precios, a las mediciones, se obtienen los presupuestos recogidos en los epígrafes siguientes.

En el *DOCUMENTO 04*. de este proyecto se recogen las Mediciones, Cuadros de Precios y Presupuesto.

En la determinación de los precios que se aplican a las diferentes unidades de obra se han tenido en cuenta los costos actuales de mano de obra, maquinaria y materiales básicos, así como los rendimientos obtenidos en las obras de similares características. Presupuesto de ejecución material

21.1. Presupuesto de seguridad y salud

Asciende el presupuesto de ejecución material asignado a Seguridad y Salud en las obras a la expresada cantidad de **DIEZ MIL SETECIENTOS VEINTINUEVE EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS (10.729,62 €)**.

21.2. Presupuesto de gestión de residuos

Asciende el presupuesto de ejecución material asignado a la gestión de residuos de construcción y demolición a la expresada cantidad de **VEINTISIETE MIL DOSCIENTOS VEINTICINCO EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS (27.225,58 €)**

21.3. Presupuesto de protección y reposición de arbolado

Asciende el presupuesto de ejecución material asignado a Seguridad y Salud en las obras a la expresada cantidad de **VEINTE MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON DOCE CÉNTIMOS (20.989,12 €)**

21.4. Presupuesto de Ejecución Material

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de **QUINIENTOS NUEVE MIL OCHOCIENTOS QUINCE EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS (509.815,95 €)**

21.5. Presupuesto Base de Licitación (SIN IVA)

Incrementando el Presupuesto de Ejecución Material en un 13% y un 6% en concepto de, respectivamente, Gastos Generales y Beneficio Industrial, asciende el Presupuesto Base de Licitación SIN IVA a la expresada cantidad de **SEISCIENTOS SEIS MIL SEISCIENTOS OCHENTA EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS (606.680,98 €)**

21.6. Presupuesto Base de Licitación

Incrementando el Presupuesto Base de Licitación (SIN IVA) en un 21% en concepto de Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA), asciende el Presupuesto de Ejecución por Contrata a la expresada cantidad de **SETECIENTOS TREINTA Y CUATRO MIL OCHENTA Y TRES EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS (734.083,99 €)**

22. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Según el Artículo 77, apartado 1. A), Exigencia y efectos de la clasificación, de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, se indica lo siguiente:

Artículo 77. Exigencia y efectos de la clasificación.

1. La clasificación de los empresarios como contratistas de obras o como contratistas de servicios de los poderes adjudicadores será exigible y surtirá efectos para la acreditación de su solvencia para contratar en los siguientes casos y términos:

a) Para los contratos de obras cuyo valor estimado sea igual o superior a 500.000 euros será requisito indispensable que el empresario se encuentre debidamente clasificado como contratista de obras de los poderes adjudicadores. Para dichos contratos, la clasificación del empresario en el grupo o subgrupo que en función del objeto del contrato corresponda, con categoría igual o superior a la exigida para el contrato, acreditará sus condiciones de solvencia para contratar.

Para los contratos de obras cuyo valor estimado sea inferior a 500.000 euros la clasificación del empresario en el grupo o subgrupo que en función del objeto del contrato corresponda, y que será recogido en los pliegos del contrato, acreditará su solvencia económica y financiera y solvencia técnica para contratar. En tales casos, el empresario podrá acreditar su solvencia indistintamente mediante su clasificación como contratista de obras en el grupo o subgrupo de clasificación correspondiente al contrato o bien acreditando el cumplimiento de los requisitos específicos de solvencia exigidos en el anuncio de licitación o en la invitación a participar en el procedimiento y detallados en los pliegos del contrato. Si los pliegos no concretaran los requisitos de solvencia económica y financiera o los requisitos de solvencia técnica o profesional, la acreditación de la solvencia se efectuará conforme a los criterios, requisitos y medios

recogidos en el segundo inciso del apartado 3 del artículo 87, que tendrán carácter supletorio de lo que al respecto de los mismos haya sido omitido o no concretado en los pliegos.

Atendiendo a dicho requerimiento, a las características de las obras proyectadas y de acuerdo con las categorías de clasificación aún vigentes (**artículos 25 y 26 del Real Decreto 1098/2001** de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas), se propone que en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares figure que el contratista habrá de poseer las clasificaciones siguientes:

- Grupos y subgrupos en la clasificación de contratistas de obras. (Art 25)
 - o **Grupo E (Hidráulicas)**, Subgrupo 5 (Defensas de márgenes y encauzamientos).
- Categoría de clasificación de los contratos de obras. (Art 26)
 - o **Categoría 3**, si su cuantía es superior a 360.000 euros e inferior o igual a 840.000 euros.

23. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

En cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 103 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, en su artículo 103 indica que:

“...cuando proceda, la revisión periódica y predeterminada de precios en los contratos del sector público tendrá lugar en los términos establecidos en este capítulo, cuando el contrato se hubiese ejecutado, al menos, en el 20 por ciento de su importe y hubiesen transcurrido dos años desde su formalización. En consecuencia, el primer 20 por ciento ejecutado y los dos primeros años transcurridos desde la formalización quedarán excluidos de la revisión. No obstante, la condición relativa al porcentaje de ejecución del contrato no será exigible a efectos de proceder a la revisión periódica y predeterminada en los contratos de concesión de servicios.”

Habida cuenta de que el plazo previsto de ejecución de la obra es de CINCO (5) MESES, tal como queda recogido en el apartado y Anejo homónimo: *Plan de Obra*, se entiende que **NO procede la revisión de precios en este proyecto.**

24. DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PROYECTO

El presente Proyecto consta de los siguientes documentos:

DOCUMENTO 01. MEMORIA Y ANEJOS

Memoria

Anejos

Anejo 01. Antecedentes y condicionantes Administrativos

Anejo 02. Cartografía y topografía

Anejo 03. Geología y geotecnia

Anejo 04. Estudio hidrológico-hidráulico

Anejo 05. Estudio de alternativas

Anejo 06. Estructuras

Anejo 07. Servicios afectados

Anejo 08. Documento ambiental

Anejo 09. Estudio de seguridad y salud

Anejo 10. Estudio de gestión de residuos

Anejo 11. Plan de obra

Anejo 12. Control de calidad

Anejo 13. Justificación de precios

Anejo 14. Estudio de protección del arbolado

Anejo 15. Fotográfico

DOCUMENTO 02. PLANOS

DOCUMENTO 03. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO 04. PRESUPUESTO

24.1. Control de versiones

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE: DIQUES DE LAMINACIÓN EN EL BARRANCO DE ARRÁEZ DE ZARAGOZA	Revisión: 1	Revisión: 2
- DOCUMENTO 01. MEMORIA Y ANEJOS	<i>Febrero 2026</i>	-----
MEMORIA	<i>Febrero 2026</i>	-----
ANEJOS	<i>Febrero 2026</i>	-----
<i>Febrero 2026</i>	<i>Diciembre 2025</i>	-----
<i>Febrero 2026</i>	<i>Diciembre 2025</i>	-----
<i>Febrero 2026</i>	<i>Junio 2025</i>	-----
Anejo 04. Estudio hidrológico-hidráulico	<i>Febrero 2026</i>	-----
Anejo 05. Estudio de alternativas	<i>Febrero 2026</i>	-----
Anejo 06. Estructuras	<i>Febrero 2026</i>	-----
Anejo 07. Servicios afectados	<i>Febrero 2026</i>	-----
Anejo 08. Documento ambiental	<i>Febrero 2026</i>	-----
Anejo 09. Estudio de seguridad y salud	<i>Febrero 2026</i>	-----
Anejo 10. Estudio de gestión de residuos	<i>Febrero 2026</i>	-----
Anejo 11. Plan de obra	<i>Febrero 2026</i>	-----
Anejo 12. Control de calidad	<i>Febrero 2026</i>	-----
Anejo 13. Justificación de precios	<i>Febrero 2026</i>	-----
Anejo 14. Estudio de protección del arbolado	<i>Febrero 2026</i>	-----
Anejo 15. Fotográfico	<i>Febrero 2026</i>	-----
- DOCUMENTO 02. PLANOS	<i>Febrero 2026</i>	-----
- DOCUMENTO 03. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES	<i>Febrero 2026</i>	-----
- DOCUMENTO 04. PRESUPUESTO	<i>Febrero 2026</i>	-----

25. EQUIPO REDACTOR

El presente **PROYECTO CONSTRUCTIVO DE: DIQUES DE LAMINACIÓN EN EL BARRANCO DE ARRÁEZ DE ZARAGOZA** ha sido redactado por el siguiente personal técnico.

El equipo de trabajo lo componen:

- **Autores del proyecto:**

- D. Guillermo Cobos Campos Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
- D. Eduardo Lastrada Marcén Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
- D. Martín Villagrasa Lupón Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

- **Equipo técnico:**

- D. Iván Usán Ruíz Ingeniero Técnico de Obras Públicas
- D. Juan Fernando Gutiérrez Argul Ldo. CC. Geológicas
- D. Manuel Villalta Aina Delineación
- D. José Manuel Ballano Delineación

26. CONCLUSIÓN Y FIRMAS

Con la presente Memoria y demás documentos que se acompañan, se considera el **PROYECTO CONSTRUCTIVO DE: DIQUES DE LAMINACIÓN EN EL BARRANCO DE ARRÁEZ DE ZARAGOZA**, justificado y acorde con los fines perseguidos, por lo que se presenta a la superioridad para su tramitación y efectos oportunos, si procede.

Zaragoza, a fecha de firmas electrónicas,

Los autores del Proyecto:

Firmado electrónicamente

Firmado electrónicamente

Fdo. D. Eduardo Lastrada Marcén
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Nº Colegiado – 24.176

Fdo. D. Guillermo Cobos Campos
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Nº Colegiado – 13.327