

# ANEJO N° 11. DRENAJE

## ÍNDICE

<b>11. ANEJO Nº 11. DRENAJE .....</b>	<b>3</b>
<b>11.1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
11.1.1. ANTECEDENTES.....	3
11.1.2. CONDICIONANTES DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	3
<b>11.2. DRENAJE TRANSVERSAL .....</b>	<b>4</b>
11.2.1. INTRODUCCIÓN .....	4
11.2.2. OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL PROYECTADAS .....	4
11.2.2.1. Dimensionamiento y cálculo hidráulico de las obras de drenaje transversal .....	5
11.2.2.2. Metodología seguida.....	5
11.2.2.3. Cálculo hidráulico de las obras de drenaje transversal .....	6
11.2.2.4. Cálculo de la erosión y riesgo de aterramiento.....	9
11.2.2.4.1. Erosión evolutiva .....	9
11.2.2.4.2. Erosión localizada .....	9
11.2.2.4.3. Aterramiento de las obras de drenaje .....	10
11.2.3. ELEMENTOS ESPECIALES DE DRENAJE TRANSVERSAL.....	13
<b>11.3. DRENAJE LONGITUDINAL .....</b>	<b>17</b>
11.3.1. INTRODUCCIÓN .....	17
11.3.1.1. Cálculo de caudales .....	18
11.3.2. CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO .....	18
11.3.2.1. Criterios básicos en drenaje superficial.....	18
11.3.2.2. Criterios generales a tener en cuenta en el diseño del drenaje longitudinal .....	18
11.3.2.3. Elementos de drenaje longitudinal .....	18
11.3.2.4. Cálculo Hidráulico .....	21
11.3.2.5. Elementos puntuales.....	23
<b>11.4. DRENAJE PROFUNDO .....</b>	<b>24</b>
11.4.1. DRENAJE DE LAS CAPAS DE FIRME Y DE LA EXPLANADA .....	24
11.4.2. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO .....	24
11.4.3. TIPOLOGÍA Y UBICACIÓN DEL DREN PROFUNDO.....	25
11.4.3.1. Recorrido de las aguas infiltradas .....	25
11.4.3.2. Detalles de drenaje para la sección tipo .....	26
11.4.4. CÁLCULO HIDRÁULICO .....	27
11.4.5. INSTALACIÓN DE LA RED.....	29
<b>11.5. CONSERVACIÓN DE LA RED DE DRENAJE .....</b>	<b>29</b>
11.5.1. CONSERVACIÓN DEL DRENAJE SUPERFICIAL.....	29
11.5.2. CONSERVACIÓN DEL DRENAJE PROFUNDO .....	30
<b>11.6. DRENAJE PROVISIONAL.....</b>	<b>30</b>

11.6.1. PRIMER ANÁLISIS:.....	30
11.6.2. SEGUNDO ANÁLISIS: .....	31
11.6.3. CONCLUSIÓN .....	31
11.6.4. DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN.....	31
<b>11.7. ESTUDIO DE LOS CAUCES PRINCIPALES .....</b>	<b>37</b>
11.7.1. CUENCA DEL RÍO JERTE.....	37
11.7.1.1. Introducción.....	37
11.7.1.2. Delimitación del Dominio Público Hidráulico y del Cauce de Avenida Extraordinaria .....	37
11.7.1.2.1. Cálculo de caudal de avenidas.....	38
11.7.1.2.2. Caudal asociado a la Máxima Crecida Ordinaria .....	38
11.7.1.3. Estudio hidráulico .....	38
11.7.1.3.1. Metodología .....	38
11.7.1.3.2. Objetivos .....	39
11.7.1.3.3. Breve descripción del programa.....	39
11.7.1.3.4. Datos de partida.....	39
11.7.1.3.5. Resultados .....	40
11.7.1.4. Conclusiones .....	41
11.7.1.5. Vegetación de ribera .....	45
<b>APÉNDICES .....</b>	<b>48</b>
<b>APÉNDICE 1. COMPROBACIÓN HIDRÁULICA OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL.....</b>	<b>49</b>
<b>APÉNDICE 2. CÁLCULO MECÁNICO DE LOS TUBOS DE HORMIGÓN ARMADO .....</b>	<b>57</b>
<b>APÉNDICE 3. CONTACTOS CON CONFEDERACIONES Y ORGANISMOS COMPETENTES.....</b>	<b>67</b>
<b>APÉNDICE 4. ESTUDIO HIDRAULICO RIO JERTE.....</b>	<b>76</b>
<b>4.1. SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>77</b>
<b>MÁXIMA CRECIDA ORDINARIA (M.C.O.) .....</b>	<b>78</b>
<b>ZONA DE FLUJO PREFERENTE (Q 100 AÑOS).....</b>	<b>88</b>
<b>ZONA INUNDABLE CON PROBABILIDAD BAJA O EXCEPCIONAL (Q 500 AÑOS) .....</b>	<b>98</b>
<b>4.2. SITUACIÓN FUTURA .....</b>	<b>108</b>
<b>ZONA DE FLUJO PREFERENTE (Q 100 AÑOS).....</b>	<b>109</b>
<b>ZONA INUNDABLE CON PROBABILIDAD BAJA O EXCEPCIONAL (Q 500 AÑOS) .....</b>	<b>119</b>
<b>4.3. COMPARATIVA .....</b>	<b>129</b>
<b>ZONA DE FLUJO PREFERENTE (Q 100 AÑOS).....</b>	<b>130</b>
<b>ZONA INUNDABLE CON PROBABILIDAD BAJA O EXCEPCIONAL (Q 500 AÑOS) .....</b>	<b>133</b>
<b>4.4. PLANOS .....</b>	<b>136</b>
<b>APÉNDICE 5. FICHAS DE CONSERVACIÓN .....</b>	<b>137</b>

## 11. ANEJO Nº 11. DRENAJE

### 11.1. INTRODUCCIÓN

El agua es, en ocasiones, la causa de destrucción, directa o indirecta, de las obras lineales. El objetivo del drenaje es proveer de un sistema de protección que evite que el agua de escorrentía tanto superficial como subterránea produzca efectos negativos en la autovía y sus ramales, garantizando su seguridad.

El objeto de este anejo es definir una red de drenaje necesaria para desaguar la escorrentía interceptada por el trazado proyectado, considerando los criterios hidrológicos expuestos en el Anejo 5, *Climatología e Hidrología*. Así, se definen los elementos del drenaje tanto superficial como profundo, que han de construirse con el fin de canalizar las aguas recogidas por el pavimento del tronco como los ramales y/o caminos, y al mismo tiempo, evacuar la escorrentía que, procedente del terreno natural o de la plataforma se recoja con los distintos elementos de drenaje existentes.

En el Anejo 5, *Climatología e Hidrología*, se expone los cálculos hidrológicos correspondientes a la zona de estudio. Este estudio es la base para la definición de la red de drenaje que se expone en el presente anejo.

El estudio del drenaje se estructura en bloques principales:

- Recopilación de datos, presentando de forma resumida los condicionantes que afecten a la definición del drenaje.
- Estudio del drenaje transversal.
- Estudio del drenaje longitudinal.
- Estudio de los elementos de drenaje singulares.
- Estudio preliminar hidrológico de los cauces de los ríos.

#### 11.1.1. ANTECEDENTES

Para la elaboración de los datos básicos de la zona de estudio, se ha recopilado y analizado la siguiente información:

- ESTUDIO INFORMATIVO VARIANTE DE CABEZUELA DEL VALLE
- DOCUMENTO AMBIENTAL PROYECTO DE TRAZADO Y CONSTRUCCIÓN “NUEVO PUENTE DE LA CARRETERA N-110 EN CABEZUELA DEL VALLE”

#### 11.1.2. CONDICIONANTES DE LA ZONA DE ESTUDIO

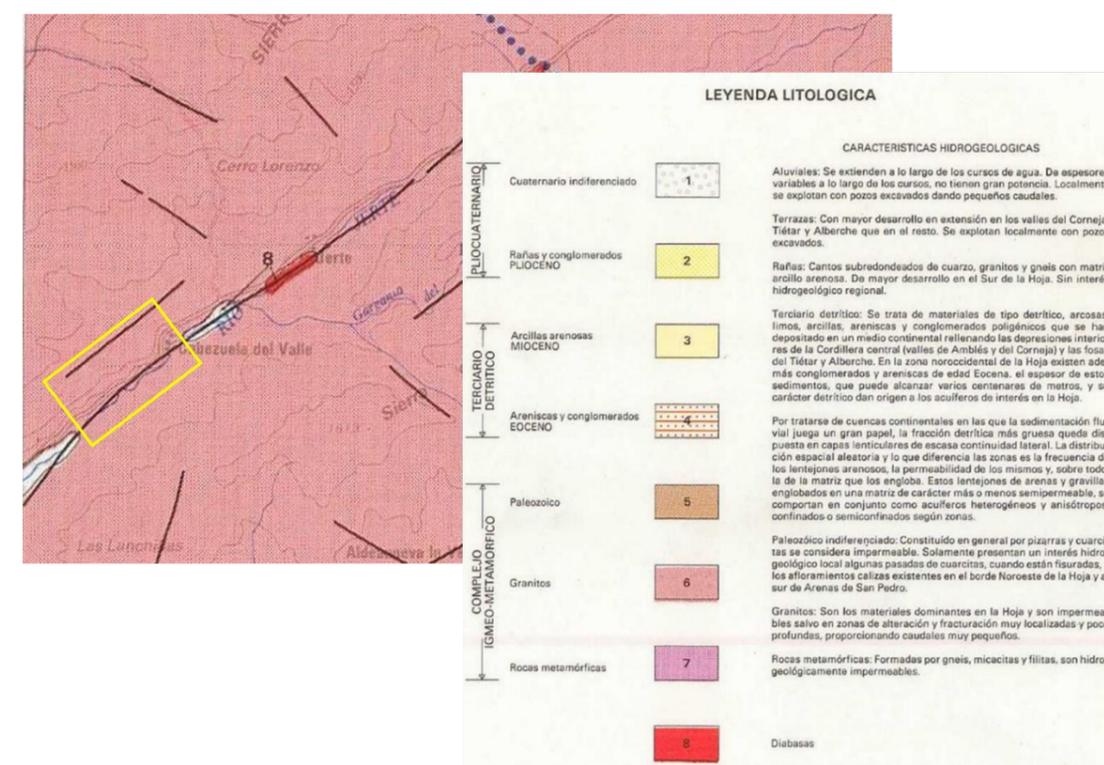
Geológicamente, Cabezuela del Valle se localiza en la zona meridional de la Zona Centro Ibérica, dentro del dominio del Complejo Esquisto Grauvaquico, con una importante presencia de rocas graníticas. La

falla senestra Alentejo-Plasencia de dirección NE-SO, afecta a los materiales del entorno. Asociados a las zonas de escarpes y pendientes, se desarrollan depósitos coluviales y conos de deyección formados por cantos, arenas y arcillas.

Caben destacar en el área de estudio, los depósitos de terraza del río Jerte, constituidos por arenas, gravas y bolos, de gran tamaño, debido a la alta energía de sus aguas en épocas torrenciales.

Para conocer la hidrogeología del área de estudio, se ha realizado un reconocimiento de superficie en busca de pozos, manantiales y zonas húmedas, que nos indiquen la existencia de niveles saturados en el terreno, no detectándose ninguna surgencia dentro del ámbito de estudio.

Según el Mapa de reconocimiento hidrogeológico de la Península, Baleares y Canarias, la zona estudiada pertenece a la Cuenca Hidrográfica del Tago, dentro de la cual se pueden diferenciar dos sistemas de acuíferos diferentes según el grado de permeabilidad de los materiales que los componen:



Mapa Hidrogeológico. Hoja 44 escala 1:200.000 Ávila (MAGNA)

Debido al carácter impermeable de las rocas plutónicas graníticas del entorno, no hay un sistema acuífero asociado en el entorno y los granitos son rocas muy impermeables, salvo puntualmente de manera superficial, que pueden contener pequeños caudales asociados a fracturación.

En discordancia se disponen materiales cuaternarios de tipo coluvial, aluvial y de conos de deyección, que tienen por lo general poca extensión y desarrollo. Están constituidos por gravas y arenas con matriz limo arcillosa. Estos materiales forman acuíferos superficiales de escasa entidad, cuya principal recarga se produce por precipitación atmosférica directa o por filtración debida a los sistemas de riego.

En el caso de los aluviales, el nivel freático está asociado al nivel del cauce de río Jerte, teniendo este nivel escasa continuidad lateral debido al encajamiento de este.



Detalle del aluvial del río Jerte.

## 11.2. DRENAJE TRANSVERSAL

### 11.2.1. INTRODUCCIÓN

La finalidad del estudio hidráulico, una vez determinados los caudales de referencia de las cuencas interceptadas por el trazado de la carretera, es predimensionar las obras de drenaje de la vía.

El drenaje transversal tiene por objeto principal restituir la continuidad de la red de drenaje natural del terreno (vaguadas, cauces, arroyos, ríos) que se vean interrumpidos por la presencia de una carretera, mediante su eventual acondicionamiento y la construcción de obras de drenaje transversal.

Las obras de drenaje transversal deberán perturbar lo menos posible la circulación del agua por el cauce natural, sin excesivas sobreelevaciones del nivel de agua, que puedan provocar aterramientos aguas arriba, ni aumentos de velocidad que puedan provocar erosiones aguas abajo, pudiendo peligrar su estabilidad de no adoptarse medidas adecuadas.

De acuerdo con el análisis de las cuencas que interceptan el trazado proyectado incluido en el anejo de Climatología e Hidrología que se incluyen en este documento, se muestra a continuación las cuencas que serán interceptadas por el trazado:

CUENCA	AREA (m <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Cota mín (m)	Cota máx (m)	Pendiente %	Q 100 años (m <sup>3</sup> /s)	Q 500 años (m <sup>3</sup> /s)
C-1	191,164.919	851.162	490.000	739.000	29.250	4.82	6.27
C-2	23,504.245	422.628	508.040	645.890	32.620	0.49	0.63
C-3	41,679.986	610.598	507.670	710.000	33.140	1.23	1.6
C-4	10,216.011	166.297	520.000	561.460	24.930	0.3	0.39
C-5	420,935.699	1,252.941	525.000	927.000	32.080	9.58	12.45
C-6	6,829.000	157.067	508.000	550.000	26.740	0.17	0.22

\* Para la cuenca del río Jerte, cuenca de tamaño mayor a 50 km<sup>2</sup>, se han considerado los caudales remitidos por Confederación Hidrográfica del Tago. Dicha información se incluye en el apéndice 5.2 del anejo de Climatología e Hidrología y los caudales obtenidos son que se muestran en la siguiente tabla:

Río	Caudal en (m <sup>3</sup> /s) para los distintos periodos de retorno - SNZI				
	DPH	10 años	50 años	100 años	500 años
Jerte	185.00	365.00	613.00	766.00	1,117.00

### 11.2.2. OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL PROYECTADAS

En primer lugar, se han analizado las cuencas interceptadas para detectar las obras de drenaje transversales existentes dentro del tramo de la vía en estudio.

Se ha detectado que, en la zona de actuación, se presenta la particularidad de que existen varios cauces fluviales de menor importancia o efímeros a los que les corresponde una cuenca hidrográfica definida, en los que no se ha proyectado su cruce con la vía mediante una obra de drenaje transversal o puente, y han sido conducidos hacia los elementos de drenaje de la plataforma.

Esta singularidad dada en los cauces fluviales *efímeros* se debe a que por sus cursos por sólo circulan caudales durante episodios de lluvia intensa.

La identificación de dichos cauces puede no ser muy evidente en campo, debido a que se les ha modificado su geomorfología natural como resultado de la presión antrópica en sus inmediaciones, como son los bancales de los campos de cerezos, y tierras de labor.

Cuenca	Superficie (km <sup>2</sup> )	Q cálculo		Desagüe existente mediante:
		Q T <sub>100</sub>	Q T <sub>500</sub>	
C-1	0.191	4.82	6.27	Cuenca desagua fuera del trazado proyectado
C-2	0.024	0.49	0.63	ODT 01 A- Tubo Ø 1800 mm ODT 01 B- Tubo Ø 1800 mm
C-3	0.042	1.23	1.60	ODT 02 - Tubo Ø 1800 mm
C-4	0.010	0.3	0.39	ODT 03 - Tubo Ø 1800 mm

Cuenca	Superficie (km <sup>2</sup> )	Q cálculo		Desagüe existente mediante:
		Q T <sub>100</sub>	Q T <sub>500</sub>	
C-5	0.421	9.58	12.45	Encauzamiento + Bajante +ODT 04 – Marco 2,5x2,5 m
C-6	0.007	0.17	0.22	Cuenca desagua fuera del trazado proyectado

Se ha evaluado la capacidad hidráulica de las ODT, con el objeto de sentar las bases de las posibles actuaciones para acondicionar estas obras a la normativa y recomendaciones vigentes en materia hidráulica de obras de drenaje de infraestructuras viales.

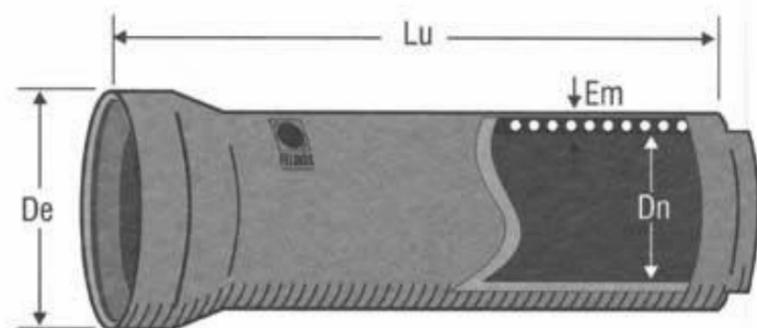
### 11.2.2.1. Dimensionamiento y cálculo hidráulico de las obras de drenaje transversal

Las obras de drenaje transversal que se han proyectado de acuerdo con Norma 5.2. - IC, cuentan con una sección suficientemente amplia para desaguar los caudales de las cuencas de vertido dando unas alturas de agua a la entrada inferiores a la altura de las obras. Además de tener en cuenta los cálculos hidráulicos estas obras han sido proyectadas para facilitar la limpieza de las mismas dando el diámetro en función de la longitud que disponen.

Las obras que se han prediseñado han sido de dos tipos:

#### a) Tubos de Hormigón Armado

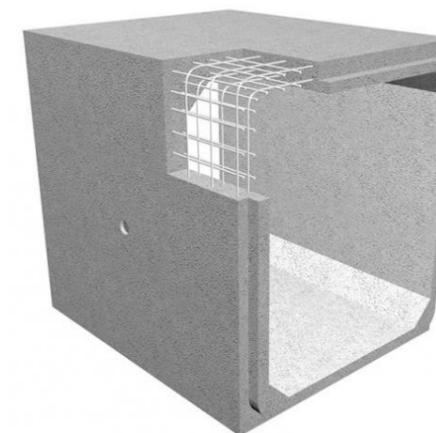
Los tubos s de hormigón armado que se han proyectado son tubos de 1,80 metros.



#### b) Cajones

Los cajones o marcos se han utilizado para desaguar caudales de mayor importancia que las obras de drenaje anteriores siendo diseñados con las siguientes dimensiones internas:

- Cajones de 2,50 x 2,50 m



En los planos de planta, así como en los perfiles longitudinales se han situado las obras de drenaje transversal proyectadas.

En cualquier caso, se ha analizado adaptar todas las obras de drenaje transversal con un lado seco. No obstante, puesto que las obras de drenaje se han proyectado con entrada en pozo con alturas superiores a los 2,50m, no serán adaptables pasos de fauna a estas obras.

En los dos subapartados que siguen describimos la metodología seguida de los cálculos realizados.

#### 11.2.2.2. Metodología seguida

El criterio general seguido para dimensionar las pequeñas obras de drenaje ha consistido en perturbar lo menos posible la circulación del agua por el cauce natural. Para ello se han seguido las pautas indicadas de la Norma 5.2.-IC, tanto las incluidas en las generalidades como las concretas para obras de drenaje transversal.

Con fecha de 21 de abril de 2020, se recibe respuesta por parte de la Confederación Hidrográfica del Tajo, referente a criterios de diseño técnico, indicando lo siguientes:

- Se deben tener en cuenta los condicionantes indicado en la comunicación establecida con este Organismo en fecha 23 de noviembre de 2016 (*IPL-0127/2016 (372616/16)*), en relación a las zonas de dominio público hidráulico y zona de policía del Río Jerte, en base a la información contenida en el Sistema Nacional de Zonas Inundables.
- Se debe tener en cuenta la actualización de RD 638/2016 de 9 de diciembre de Dominio Público Hidráulico, concretamente en el art. 126 en los apartados 3 y 6, que establecen los criterios a

tener en cuenta en el diseño y conservación de puentes, pasarelas y obras de drenaje transversal.

En el Apéndice 3, se encuentran con contactos mantenidos con los distintos Organismos.

Además de estos criterios, se han tenido los indicados en la Norma de drenaje 5.2. – IC, que pueden resumirse en los siguientes puntos:

- a) La dimensión mínima libre de la sección transversal de la obra será de 600mm y se define en función de la longitud de la obra entre embocaduras de entrada y salida. Su valor se determina a partir de la tabla 4.1 de la Norma.
- b) Velocidad de la corriente: se limitará superiormente a 6,0 m/s en obras de hormigón para evitar erosiones. Sin embargo, se respetarán las condiciones de las obras existentes aguas arriba para no afectar al régimen hidráulico, dejando que la velocidad sea superior cuando sea inevitable.
- c) Nivel de agua: el resguardo libre existente hasta la plataforma será superior a 0,5 m, para evitar interrupciones en el funcionamiento de la propia carretera y de vías contiguas.
- d) Sobreelevación del nivel de la corriente: los daños a terceros producibles por la inundación de zonas aledañas a la carretera debido a la sobreelevación del nivel de la corriente en el cauce, provocada por la presencia de una obra de desagüe transversal, no deberán tener la consideración de catastróficos y, entre los que no la tengan, deberán ser admisibles. Este valor debe ser el menor de los dos siguientes:
  - Cincuenta centímetros (50 cm)
  - La correspondiente a la altura de la lámina de agua a la entrada del conducto inferior a 1,2 veces la altura del conducto libre ( $H_E > 1,2 H$ )
- e) Posibilidad de distribuir la anchura del cauce entre varios vanos o conductos. En estos casos se ha repartido el caudal proporcionalmente entre el número de conductos.
- f) La cota roja sobre el fondo del cauce.
- g) Condiciones de cimentación.
- h) Posibilidades de aterramiento o de erosión: se procurará respetar el trazado en planta y el perfil original del cauce, siempre que para ello no resulte una longitud excesiva para la obra de drenaje. En el caso contrario se tomarán medidas adecuadas en el diseño que eviten erosiones y aterramientos.
- i) Sección de las obras de drenaje: se utilizarán dimensiones que garanticen capacidad suficiente para el caudal a desaguar.
- j) Embocaduras: influyen en las condiciones de desagüe de las obras de drenaje.

Una vez realizado el dimensionamiento se comprueba el funcionamiento hidráulico viendo dónde se produce la sección de control del régimen de desagüe. El control se producirá en la sección de entrada al conducto si se cumplen las condiciones siguientes:

- 1) El conducto es recto, y su sección y pendiente son constantes.
- 2) La diferencia del nivel de agua en el cauce a la salida del conducto con la cota de la solera en ésta es inferior, tanto a la altura del conducto como al calado crítico en él.
- 3) Cuando la pendiente J del conducto fuera superior al 4,0 % se realizarán las comprobaciones de compatibilidad de control de entrada y salida con el funcionamiento supuesto.

Si no se cumplieran todas las condiciones anteriores, será preciso calcular el valor mínimo del nivel de agua a la entrada del conducto exigido por el posible control de salida, adoptándolo como definitivo si fuera mayor que el correspondiente al control de entrada.

### 11.2.2.3. Cálculo hidráulico de las obras de drenaje transversal

El resumen de los cálculos realizados y los resultados obtenidos siguiendo la metodología anterior se reflejan en la tabla adjunta.

Los valores comunes para todas las obras de drenaje son:

- Sección: La sección general será circular o rectangular, variando en función de su longitud según establece la Norma 5.2.-IC
- Coeficiente de Manning: En general **0,015** para hormigón de vida media; **0,032** en encachados, pero se estudia según cada obra
- Obra de hormigón con muro de acompañamiento o aletas a más de 30º en el eje del conducto.

Para el cálculo del régimen hidráulico y el dimensionamiento de las obras de drenaje se puede diferenciar:

#### Control de entrada

En la mayoría de los casos prácticos, las alturas de lámina vienen determinadas por las características de la entrada de la obra (geometría y tipo de embocadura), y el cálculo de la ley de capacidad se reduce a la aplicación directa de unas curvas de desagüe obtenidas experimentalmente.

El número de Manning utilizado ha sido **n=0,015** para los conductos de hormigón y **n=0,035** para el cauce.

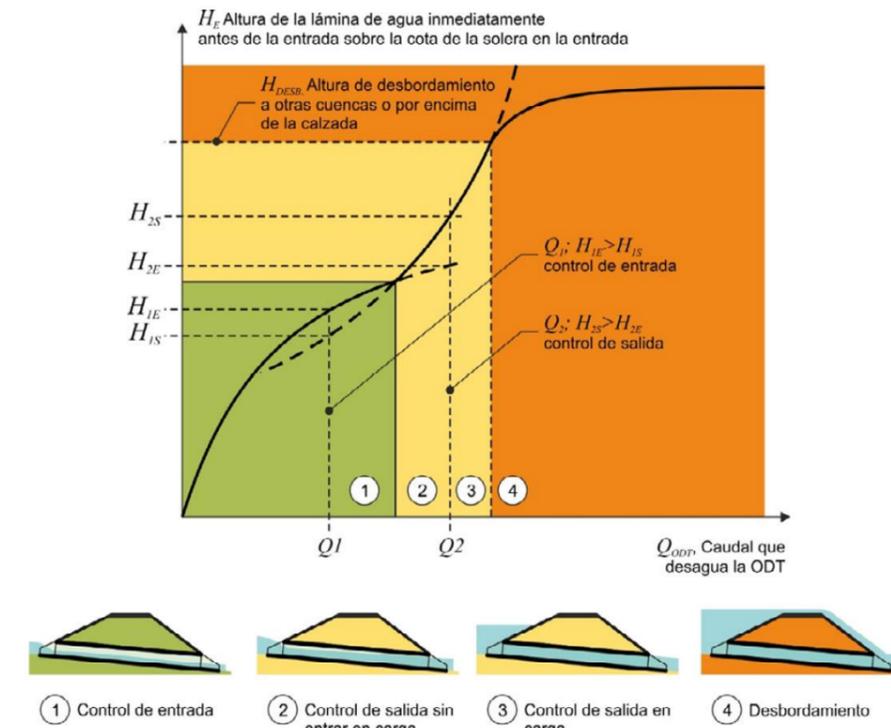
#### Control de salida

En general es suficiente el proceso de cálculo realizado mediante las leyes de control de entrada ya comentadas anteriormente, y en el caso de las pequeñas obras de desagüe del proyecto sólo podría ser necesario complementarlo con cálculos de control de salida cuando los niveles de agua del cauce a la salida del conducto sean singularmente altos por la presencia en sus inmediaciones de fuertes estrechamientos, azudes, cruces con caminos u otras vías de comunicación, etc.

El significado de las variables que figuran en las tablas es el siguiente:

- $Z_E$  = Cota de la rasante de la obra a la entrada en metros
- $Z_S$  = Cota de la rasante de la obra a la salida en metros
- $J$  (%) = pendiente de la obra en tanto por ciento
- $L$  = longitud del conducto en m
- $\eta$  = coeficiente de rugosidad de la obra
- $Q$  = caudal que hay que desaguar en  $m^3/s$
- $V$  = velocidad de la corriente en m/s
- $Y$  = calado en metros para el caudal  $Q$
- $Y_c$  = calado crítico en metros para el caudal  $Q$
- $L$  = longitud de la conducción en metros
- $S_m$  = superficie mojada ( $m^2$ )
- $P_m$  = perímetro mojado (m)
- $R_h$  = radio hidráulico (m)
- $R$  = Resguardo en m
- $R_e$  = Resguardo a la entrada en m
- $(L/J)_{lim}$  = límite de la razón longitud/pendiente para control de entrada en tubos
- $L/J$  = es la razón longitud/pendiente para la obra proyectada.
- $(H_e)_{max}$  = nivel máximo a la entrada para control de entrada
- $Q_{esp}$  = caudal específico, obtenido de aplicar la expresión:
 
$$\frac{Q}{\sqrt{g} \cdot D^{5/2}} \quad \text{para tubos}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g} \cdot B \cdot H^{3/2}} \quad \text{para marcos}$$
- $H_e$  = nivel específico a la entrada (fig. 4.23 de la Norma)



El cálculo completo de las obras se presenta en el Apéndice nº 1, resumiéndose en la tabla adjunta los valores principales:

**CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL**

ODT	Eje	P.K.	Tipo	B (m)	H (m)	Cuenca	L (m)	Coef. Manning $\eta$	$Z_E$ (m)	Entrada	$Z_s$ (m)	Salida	J (%)	(L/J)	$H_{e_{max}}$ (m)	$H_e$ (m)	$Q_p$ (m <sup>3</sup> /s)	$H_e/D$ He/H	$\gamma$ (m)	$\gamma_c$ (m)	$S_m$ (m <sup>2</sup> )	$P_m$ (m)	$R_h$ (m)	$V$ (m/s)	Control	Nº Froude	R (m)	Entrada	Re (m)	% Llen
ODT - 01A	2	00+066	TUBO H.A.	1.80	1.80	C-02	24.88	0.015	494.290	Pozo	493.290	Pozo ODT 01B	4.019	6.190	2.160	0.870	0.630	0.483	0.22	0.38	0.18	1.28	0.14	4.44	Entrada	2.03	1.58	Libre	0.93	12.20
ODT - 01B	2	00+112	TUBO H.A.	1.80	1.80	C-02	14.50	0.015	493.082	Pozo	492.500	Aletas	4.014	3.613	2.160	0.870	0.630	0.483	0.22	0.38	0.18	1.28	0.14	4.44	Entrada	2.03	1.58	Libre	0.93	12.20
ODT - 02	9 y 10	00+031 00+001	TUBO H.A.	1.80	1.80	C-03	13.34	0.015	494.640	Pozo	494.294	Aletas	2.594	5.143	2.160	1.210	1.600	0.672	0.38	0.61	0.40	1.73	0.23	4.87	Entrada	1.44	1.42	Libre	0.59	21.30
ODT - 03	1	00+244	TUBO H.A.	1.80	1.80	C-04	19.54	0.015	497.036	Pozo	496.430	Aletas	3.101	6.301	2.160	0.590	0.390	0.328	0.19	0.30	0.14	1.18	0.12	5.01	Entrada	3.01	1.61	Libre	1.21	10.30
ODT - 04	1	00+154	MARCO H.A.	2.50	2.50	C-05	15.38	0.015	500.900	Pozo	500.710	Aletas	1.235	12.450	3.000	2.270	12.450	0.908	1.00	1.36	2.49	4.49	0.55	5.00	Entrada	1.60	1.50	Libre	0.23	39.80

**Cumplimientos**

ODT	Eje	P.K.	Tipología	B (m)	H (m)	$H_e$ (m)	$V$ (m/s)	Nº Froude	% Llenado	$v < 6$ m/s (m/s)	$H_e < 1,2xH$	Dimensión mínima (mm)	Cumple Dimensión mínima
ODT - 01A	2	00+056	TUBO H.A.	1.80	1.80	0.870	4.44	2.03	12.20	CUMPLE	CUMPLE	1800.00	CUMPLE $\varnothing$ mín.
ODT - 01B	2	00+056	TUBO H.A.	1.80	1.80	0.870	4.44	2.03	12.20	CUMPLE	CUMPLE	1500.00	CUMPLE $\varnothing$ mín.
ODT - 02	9 y 10	00+031	TUBO H.A.	1.80	1.80	1.210	4.87	1.44	21.30	CUMPLE	CUMPLE	1500.00	CUMPLE $\varnothing$ mín.
ODT - 03	1	00+244	TUBO H.A.	1.80	1.80	0.590	5.01	3.01	10.30	CUMPLE	CUMPLE	1800.00	CUMPLE $\varnothing$ mín.
ODT - 04	1	00+154	MARCO H.A.	2.50	2.50	2.270	5.00	1.60	39.80	CUMPLE	CUMPLE	--	--

**Comentarios:**

- Todas las obras proyectadas cumplen con la dimensión mínima recomendada en la Norma de drenaje 5.2. I.C., (Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero).
- Con carácter general, las obras desaguan al cauce del río Jerte. Se ha comprobado que las salidas de las obras no alcanzan las llanuras asociadas a la máxima crecida ordinaria, a la media probabilidad de ocurrencia (100 años) ni baja probabilidad de ocurrencia (500 años).
- En la ODT - 1\_B, se ha proyectado la salida con una rejilla y una válvula antirretorno debido a su proximidad a la llanura de 500 años. Estas válvulas son utilizadas exclusivamente para prevenir el retroceso del fluido en el sistema. L

**11.2.2.4. Cálculo de la erosión y riesgo de aterramiento**

Para el cálculo de la erosión se utiliza el método expuesto en la Norma de Drenaje Superficial 5.2. I.C.

Según la anterior instrucción la erosión puede ser de dos tipos:

- Evolutiva
- Localizada

**11.2.2.4.1. Erosión evolutiva**

Para el caso que nos ocupa la erosión evolutiva está controlada debido a que tienen pendientes medias en relación a este fenómeno, y no se aprecian procesos erosivos que tiendan a modificar el perfil longitudinal, por lo que no es necesario establecer medidas contra dicho tipo de erosión.

**11.2.2.4.2. Erosión localizada**

A efectos de dimensionar las características de la erosión localizada se consideran tres tipos de nivel de agua a la salida:

- Alto, si excediera del límite  $\delta$  dado por la figura 5.19. de la Instrucción.
- Medio, si estuviera comprendido entre  $\delta$  y  $\delta/2$
- Bajo, si fuera inferior a  $\delta/2$ .

La fórmula que recomienda la Instrucción para estimar las máximas erosiones en tubos es la siguiente:

En tubos:

$$\frac{e}{D} = 2 * [Q_{esp}]^{3/8}$$

En marcos:

$$\frac{e}{H} = 2 * \exp\left(\frac{-H}{3 \cdot B}\right) [Q_{esp}]^{3/8}$$

Siendo:

- e: la erosión máxima previsible.
- g: la aceleración de la gravedad (9,8 m/s<sup>2</sup>).
- D: el diámetro del tubo.
- H: altura del marco.

- B: Anchura del marco.
- Q<sub>esp</sub>: el caudal específico, siendo.

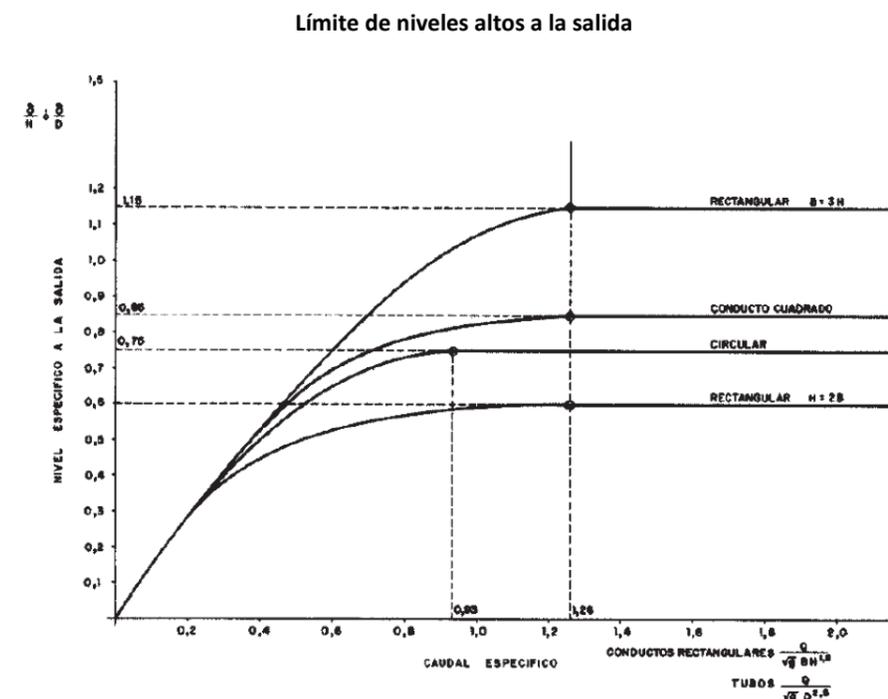


Figura 5.19

$$\frac{Q}{\sqrt{g} \cdot D^{5/2}} \quad \text{para tubos}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{g} \cdot B \cdot H^{3/2}} \quad \text{para marcos}$$

Según la clasificación del nivel del agua aguas abajo la instrucción recomienda la adopción de las siguientes medidas:

- Con niveles altos, disponer un rastrillo vertical con una profundidad mínima de 0,25 \* e.
- Con niveles medios, se puede disponer bien una solera de hormigón de longitud mínima 1,2\*e y rematada con un rastrillo vertical de 0,25\*e de profundidad, o bien un manto de escollera con una longitud de 1,6 \* e y un espesor mínimo de 2,5 veces el tamaño mínimo definido por la siguiente fórmula:

Tubos

$$\mu * Q_{esp} = 0,4 + 3 * \frac{d}{D} \text{ (válida para } Q_{esp} \geq 0,55)$$

Marcos

$$\mu * Q_{esp} = 0,82 \left(\frac{H}{5B}\right) \cdot \left(0,6 + \frac{10 \cdot d}{3H}\right) \text{ (válida para un } Q_{esp} \geq 0,80)$$

siendo:

$\mu$  : un coeficiente igual a :

1 si  $Ht \geq \delta$  (figura anterior)

$Ht/\delta$  si  $Ht < \delta$

Ht: el nivel del agua en el cauce de salida

Q: el caudal

H: altura del marco.

B: Anchura del marco.

g: la aceleración de la gravedad (9,8 m/s<sup>2</sup>)

D: el diámetro del tubo.

d: el mínimo tamaño medio de la escollera.

Dado que los caudales específicos son inferiores a los indicados, se empleará para el cálculo del tamaño y peso de la escollera la siguiente fórmula:

$$d_{30} = 0,192 \cdot y \cdot Fr^{2,5}$$

Siendo:

D30: Diámetro teórico para un mínimo del 30% de la escollera.

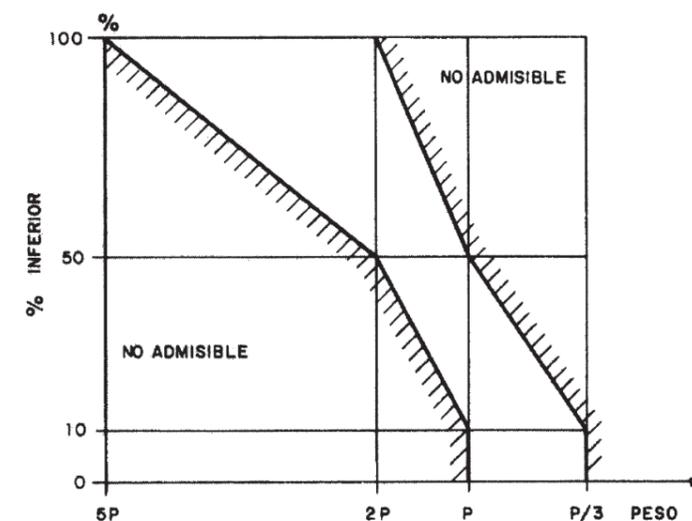
y: Calado del elemento (m)

Fr: Número de Froude

Después se considera el peso teórico de esos elementos, para una densidad de 2,65 t/m<sup>3</sup> y un volumen teórico equivalente a  $\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3$  siendo  $R = d_{30}/2$

Aplicando la figura 5.18 de la Instrucción se obtendrá el valor P para  $d_{50}$ .

Límites de la curva granulométrica de escollera



NOTA: P es el peso de un elemento de tamaño d

Figura 5.18

En los cálculos del Apéndice N.º 4 se calculan las alternativas de protección frente a las posibles erosiones.

#### 11.2.2.4.3. Aterramiento de las obras de drenaje

El riesgo de aterramientos se fija en función de un parámetro definido por la siguiente fórmula:

$$i = L/H * (J-j)$$

Donde:

i = parámetro de riesgo

L = longitud del conducto

H = altura del conducto

j = pendiente del conducto

J = pendiente de equilibrio

La pendiente de equilibrio J viene determinada por la siguiente expresión.

$$J = J_0 \cdot \sqrt{\alpha}$$

J<sub>0</sub> = pendiente del cauce

$\alpha$  = relación entre la anchura del cauce y la del conducto, siempre mayor o igual que 1

Cuando  $i \leq 0,1$  no se producirán aterramientos y cuanto  $i > 0,1$  si existe riesgo de aterramiento.

Para aquellas obras con riesgo de aterramiento se disponen las siguientes medidas de prevención:

- Instalación de areneros en las arquetas a la entrada de la obra.
- Cuencos enchachados de piedra a la entrada, formando escalón con respecto a la solera de la boquilla.

Para el cálculo hidráulico adjunto en el Apéndice N° 4 se tiene en cuenta el coeficiente de pérdida de carga en la embocadura, de acuerdo con la siguiente tabla

VALORES DE  $K_e$

<b>Tubo de hormigón:</b>	
Exento	0,6
Con muro de acompañamiento	0,4
Con aletas	0,3
<b>Otros conductos de hormigón:</b>	
Exento	0,6
Con muro de acompañamiento	0,4
Con aletas	0,2
<b>Tubo corrugado:</b>	
Exento	0,8
Ataluzado	0,7
Con muro de acompañamiento	0,6
Con aletas	0,3

El cálculo completo de las erosiones y aterramientos se incluye a continuación:

## CÁLCULO DE EROSIONES Y ATERRAMIENTOS

P.K.	Eje	Tipología			Longitud (m)	J (%)	He (m)	Total (m <sup>3</sup> /s)	Ys (m)	V (m/s)	QESP (m <sup>3</sup> /s/m <sup>2</sup> )	Límite Nivel específico de Salida (Fig. 5.19)	FIG. 5.19	Nivel de Salida d	Nivel de salida cauce	Nivel de agua salida	e	Tipo de protección	Protección mediante hormigón		Protección mediante escollera				Froude	d50
		Tipo	B	H															Profundidad Rastrillo (m)	Longitud Solera (m)	Espesor Escollera (m)	Diámetro mín. 30% (m)	Peso mínimo del 30% escollera	Peso Mínimo del 50% escollera (P)		
ODT - 01_A	2	TUBO H.A.	1.80	1.80	24.88	4.02	0.87	0.63	0.16	4.44	0.05	0.07	0.27	0.48	0.16	BAJO	1.14	solera+Rastrillo	0.28	1.36	1.46	0.73	530.91	707.70	3.54	0.80
ODT - 01_B	2	TUBO H.A.	1.80	1.80	14.50	4.01	0.87	0.63	0.16	4.44	0.05	0.07	0.27	0.48	0.16	BAJO	1.14	solera+Rastrillo	0.28	1.36	1.46	0.73	530.91	707.70	3.54	0.80
ODT - 02	9 y 10	TUBO H.A.	1.80	1.80	13.34	2.59	1.21	1.60	0.28	4.87	0.12	0.17	0.27	0.48	0.28	MEDIO	1.61	solera+Rastrillo	0.40	1.94	1.61	0.80	697.96	930.39	2.94	0.88
ODT - 03	1	TUBO H.A.	1.80	1.80	19.54	3.10	0.59	0.39	0.12	5.01	0.03	0.04	0.27	0.48	0.12	BAJO	0.95	solera+Rastrillo	0.24	1.14	2.14	1.06	1,629.79	2,172.51	4.62	1.16
ODT - 04	1	MARCOH.A.	2.00	2.00	15.38	1.24	2.27	12.45	0.94	5.00	0.40	0.50	0.19	0.48	0.94	ALTO	3.55	Rastrillo vertical	0.89	-	-	-	-	-	1.65	-

\*\* La ODT – 01\_B, y la ODT – 02 tienen su salida a través de muros proyectados, por lo que no se proyecta en salida protección mediante escollera.

I.D.	P.K.	Eje	Tipología			Longitud (m)	J (%)	Qtotal (m <sup>3</sup> /s)	Calado uniforme (m)	Calado salida (m)	Velocidad (m/s)	a	Pendiente equilibrio J	Parámetro de riesgo i	RIESGO	Medidas a tomar
			Tipo	Ancho	Alto											
ODT - 01_A	00+056	2	TUBO H.A.	1.80	1.80	24.88	4.02	0.630	0.220	0.16	4.44	1.00	4.02	0.00	NO	-
ODT - 01_B	00+056	2	TUBO H.A.	1.80	1.80	14.50	4.01	0.630	0.220	0.16	4.44	1.00	4.01	0.00	NO	-
ODT - 02	00+031	9 y 10	TUBO H.A.	1.80	1.80	13.34	2.59	1.60	0.380	0.28	4.87	1.00	2.59	0.00	NO	-
ODT - 03	00+244	1	TUBO H.A.	1.80	1.80	19.54	3.1	0.390	0.190	0.12	5.01	1.00	3.10	0.00	NO	-
ODT - 04	00+154	1	MARCOH.A.	2.00	2.00	15.38	1.24	12.450	1.00	0.94	5.00	1.00	1.24	0.00	NO	-

11.2.3. ELEMENTOS ESPECIALES DE DRENAJE TRANSVERSAL

Los criterios con los que se ha proyectado la vía han exigido el diseño de una bajante escalonada a la entrada de la ODT – 04, obra proyectada en la cuenca 05, para encauzar un arroyo existente hasta la embocadura de la obra.



*Imagen del torrente a encauzar*

Como puede comprobarse en la imagen, el torrente discurre a través del talud, el cual es bastante vertical y el material que lo compone es en general roca.



*Detalles de paso del torrente bajo el paseo fluvial*



*Detalles de la entrada del paso del torrente bajo el paseo fluvial*

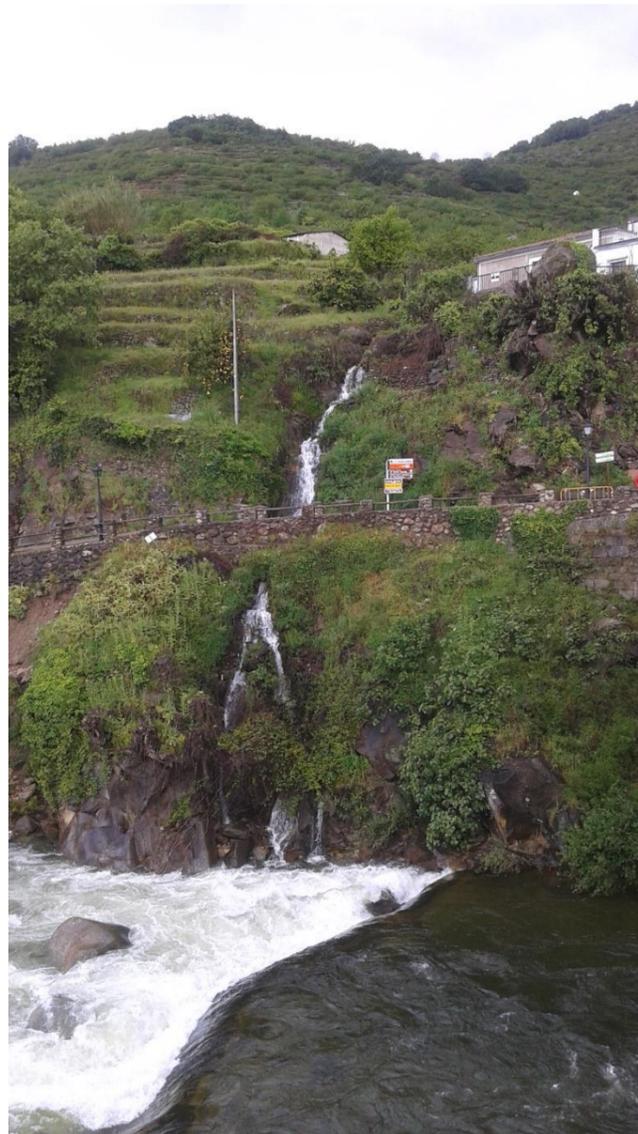


Imagen del torrente a encauzar y salida bajo el paseo fluvial hasta desagüe al río Jerte

Puesto que se ha intentado perturbar lo menos posible la circulación del agua por el cauce natural intentando mejorar o adaptar su perfil al cauce natural, evitando cambios bruscos en su trazado en planta que pudieran provocar erosiones y sedimentaciones no deseadas, se ha proyectado con dos secciones diferentes:

- El primer tramo: desde el camino que cruza el arroyo hasta la coronación del desmonte, se ha diseñado un encauzamiento de sección trapezoidal en escollera, compuesto por dos escalones con una pendiente aproximada del 6%.

Se ha decidido proyectar una sección trapezoidal, ya que en este tramo se debe rectificar ligeramente el cauce y se pretende mantener una sección lo más parecida a la que presenta actualmente. Esta sección se mantiene hasta llegar al desmonte del eje 1, dónde empieza la bajante escalonada.

- El segundo tramo: se inicia en la coronación del desmonte y se mantiene hasta la arqueta de entrada de la ODT – 04, punto en el que desagua su caudal.

La bajante proyectada, es una bajante escalonada con cuenco amortiguador en la cual también se proyectará a posteriori un encachado. Esta bajante desaguará a la arqueta de entrada de la ODT – 04 (marco de 2,5x2,5) que contará con unas dimensiones de 3x4 m con una altura de casi 6m.

A continuación, se indica las características de la bajante:

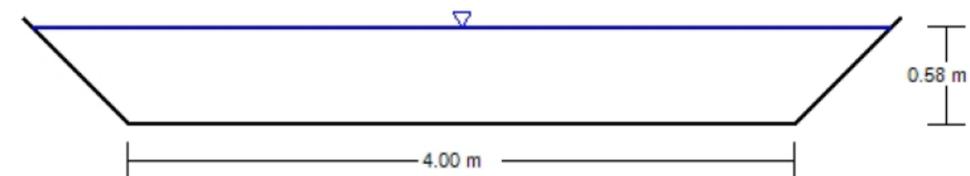
SECCIÓN	ID	Q (m³/s)	Longitud (M)	Pendiente (%)	Tipo De Geometría	Base	Nº Escalones	Material	Taludes	Ubicación
01	Encauzamiento	12.45	16.40	6.00	Trapezoidal	4.00	2.00	Escollera	1H:1V	C 05 A/arriba Bajante
02	Bajante escalonada	12.45	13.65	Variable	Rectangular	4.00	4.00	Hormigón y encachado de piedra	0H:1V	A/arriba ODT-04

A continuación, se incluye el cálculo hidráulico justificativo de la geometría proyectada para el encauzamiento y para la bajante:

La pendiente del encauzamiento será del 6,00% y está compuesto por escollera:

**Encauzamiento ODT-04**

Project Description	
Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth
Input Data	
Roughness Coefficient	0.032
Channel Slope	6.000 %
Normal Depth	0.58 m
Left Side Slope	1.000 H:V
Right Side Slope	1.000 H:V
Bottom Width	4.00 m
Discharge	12.45 m³/s



**Encauzamiento ODT-04**

Project Description	
Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth
<b>Input Data</b>	
Roughness Coefficient	0.032
Channel Slope	6.000 %
Left Side Slope	1.000 H:V
Right Side Slope	1.000 H:V
Bottom Width	4.00 m
Discharge	12.45 m <sup>3</sup> /s
<b>Results</b>	
Normal Depth	0.58 m
Flow Area	2.7 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	5.65 m
Hydraulic Radius	0.47 m
Top Width	5.17 m
Critical Depth	0.92 m
Critical Slope	1.288 %
Velocity	4.65 m/s
Velocity Head	1.10 m
Specific Energy	1.69 m
Froude Number	2.063
Flow Type	Supercritical
<b>GVF Input Data</b>	
Downstream Depth	0.00 m
Length	0.00 m
Number Of Steps	0
<b>GVF Output Data</b>	
Upstream Depth	0.00 m
Profile Description	N/A
Profile Headloss	0.00 m
Downstream Velocity	Infinito m/s
Upstream Velocity	Infinito m/s
Normal Depth	0.58 m
Critical Depth	0.92 m
Channel Slope	6.000 %
Critical Slope	1.288 %

Entre los dos escalones del encauzamiento se ha proyectado una rampa con una pendiente del 21% aproximadamente, la cual se ha proyectado con la escollera en riprap constituida por trozos de roca suelta, colocada sobre una superficie preparada, de manera que se aumenta la rugosidad de la superficie y se reduce la velocidad.

**Encauzamiento ODT-04 (Zona Rip-rap)**

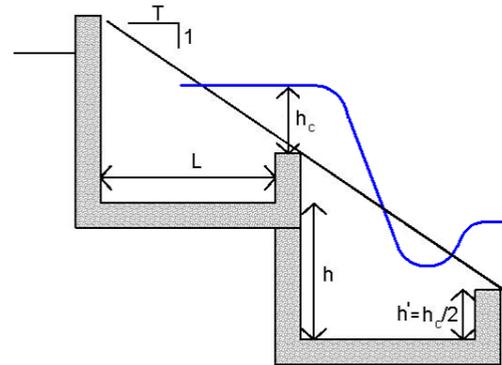
Project Description	
Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth
<b>Input Data</b>	
Roughness Coefficient	0.069
Channel Slope	21.300 %
Left Side Slope	1.000 H:V
Right Side Slope	1.000 H:V
Bottom Width	4.00 m
Discharge	12.450 m <sup>3</sup> /s
<b>Results</b>	
Normal Depth	0.63 m
Flow Area	2.93 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	5.79 m
Hydraulic Radius	0.51 m
Top Width	5.27 m
Critical Depth	0.92 m
Critical Slope	5.988 %
Velocity	4.25 m/s
Velocity Head	0.92 m
Specific Energy	1.55 m
Froude Number	1.818
Flow Type	Supercritical
<b>GVF Input Data</b>	
Downstream Depth	0.00 m
Length	0.00 m
Number Of Steps	0
<b>GVF Output Data</b>	
Upstream Depth	0.00 m
Profile Description	N/A
Profile Headloss	0.00 m
Downstream Velocity	Infinito m/s
Upstream Velocity	Infinito m/s
Normal Depth	0.63 m
Critical Depth	0.92 m
Channel Slope	21.300 %
Critical Slope	5.988 %

La bajante debe tener una serie de saltos verticales para conseguir salvar un desnivel importante y llegar a la cota de descarga, que será en la ODT- 04, sin forzar excesivamente la pendiente.

Su funcionamiento está basado en el principio del 'resalto hidráulico', según el cual, la velocidad del agua alcanza la velocidad crítica al pasar por cada labio de rebose e inmediatamente queda amortiguada con la sumersión del choque en la siguiente balsa.

Para su dimensionamiento se sigue el procedimiento desarrollado en las normas BAT. Para ello se utilizará el ábaco de la figura adjunta, donde se indican unas líneas oblicuas relativas a diversos taludes que limitan las posibilidades de aplicación de este sistema. Es decir, que, para cada talud, solo es posible aplicar las condiciones de h y hc que se encuentran por encima de la línea correspondiente.

Aunque su ejecución se hace dificultosa a partir de  $h > 1,5$  m., pueden, no obstante, ser usadas alturas hasta 2,4 m. En nuestro caso, los saltos son de 1,0 m y por consiguiente es aplicable.



La profundidad crítica ( $h_c$ ) en el escalonamiento se deduce de la siguiente expresión:

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

Con la utilización del ábaco adjunto y de ambas fórmulas se ha confeccionado el cuadro adjunto, donde quedan indicados el caudal específico máximo ( $q$ ) y la altura crítica máxima ( $h_c$ ) correspondientes a cada talud y diferentes alturas de caída.

**DATOS DE PARTIDA**

<b>CAUDAL</b>	( m <sup>3</sup> /s )	Q =	12.45
<b>PENDIENTE</b>	( % )	i =	6.00
<b>ANCHO DE LA BAJANTE</b>	( m )	a =	4.00
<b>TALUD DEL PERFIL</b>	( H:V )	T =	0.67
<b>ESPESOR DE LA PARED</b>	( m )	e =	0.30

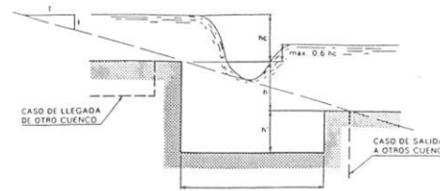
**CÁLCULO DE LA ALTURA hc**

<b>ALTURA DE AGUA</b>	( m )	hc =	0.996
<b>COEF. DE MANNING</b>		n =	0.030
<b>VALOR</b>		S= ( a x hc ) ^ ( 5/3 )	10.009
<b>VALOR</b>		P= ( a+2 hc ) ^ ( 2/3 )	3.299
<b>CAUDAL CALCULADO</b>	( m3/s )	Q1 =	24.774
<b>VELOCIDAD</b>	( m/s )	V1 =	6.220

**CÁLCULO DE LA BAJANTE ESCALONADA**

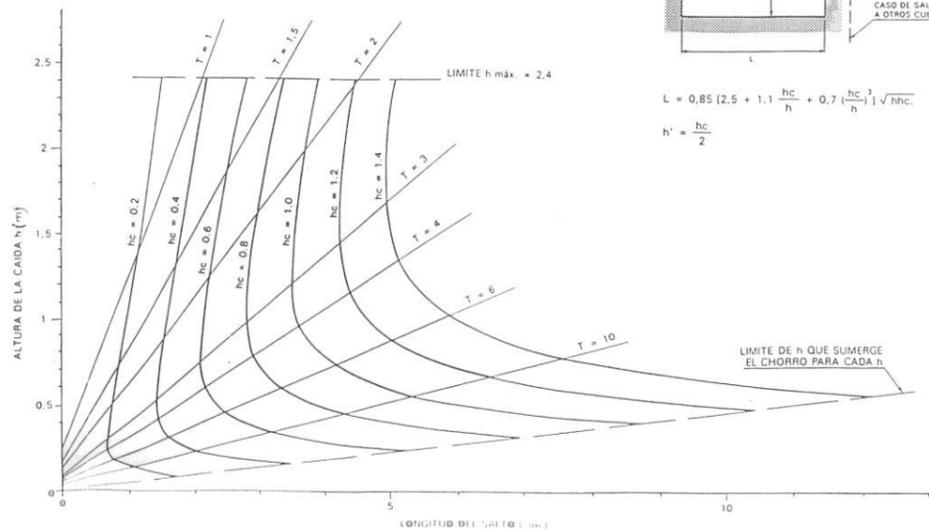
<b>ALTURA DEL ESCALÓN</b>	h =	2.00
<b>ALTURA A ESCALÓN SIGUIENTE</b>	h' =	0.500
<b>ALTURA DEL RESALTO</b>	h1 =	0.597
<b>VALOR</b>	K1=1,1 * (hc/h)	0.548
<b>VALOR</b>	K2=0,7*(hc/h)^3	0.086
<b>VALOR</b>	K3=(hc*h)^0,5	1.411
<b>LONGITUD MÍNIMA DEL ESCALÓN</b>	L=	3.760
<b>ESPESOR DEL RECRECIDO</b>	e=	0.500
<b>TALUD DE LA BAJANTE</b>	T1=	2.150

NOTAS: - El valor de L que se obtiene es el mínimo que controla el salto, su valor para  $q > 1,35$  m<sup>3</sup>/s/m. no deberá exceder a éste en más de 0,15 m. Para q inferiores el exceso de L no presenta inconvenientes.  
- En la zona superior de cada línea T se encuentran las condiciones máximas posibles de una bajante escalonada para cada talud de terraplén.



$$L = 0,85 \left( 2,5 + 1,1 \frac{h_c}{h} + 0,7 \left( \frac{h_c}{h} \right)^3 \right) \sqrt{h h_c}$$

$$h' = \frac{h_c}{2}$$



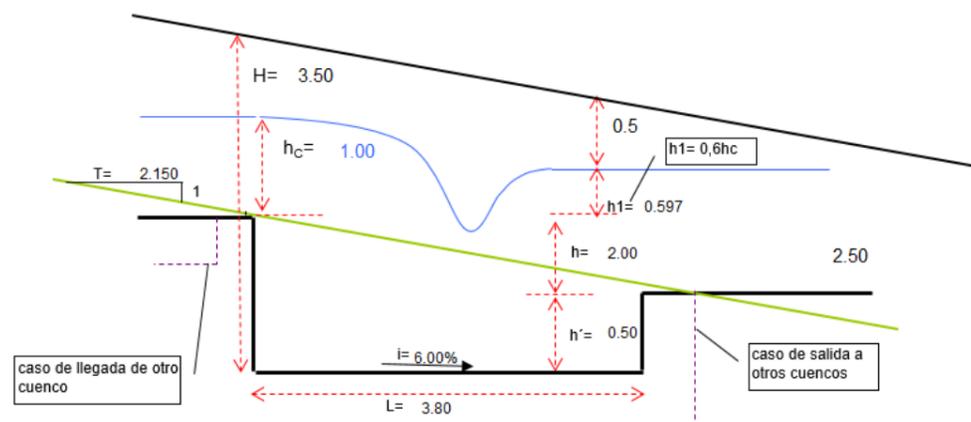
Los caudales totales dependen del ancho de la bajante, siendo:  $Q = q \cdot B$

Donde:

$Q$  = capacidad total (m<sup>3</sup>/s)

$q$  = capacidad específica (m<sup>3</sup>/s/m)

Considerando los cálculos, las dimensiones mínimas del resalto serán:



**COMPROBACIÓN DE LAS CONDICIONES A CUMPLIR:**

• $h > 0,4 \cdot hc$ :	✓		
• $h \leq 2,4 \text{ m}$ :	✓		
• $h' = hc / 2$ :	$h' =$	0.50	

De acuerdo con los cálculos, las dimensiones mínimas de la bajante van a ser:

- Sección de la bajante es rectangular de 4.00m de ancho base
- Se han proyectado 4 escalones de longitud y altura variable para poder adaptarnos al terreno, manteniendo las siguientes dimensiones mínimas:
  - o Longitud mínima: 3.50m
  - o Altura mínima: 2.50m
- Altura de los hastiales de los paramentos laterales es de 4.00m
- Altura del resalto es de 0,50m
- Los escalones tienen una pendiente del 6.00%.

**11.3. DRENAJE LONGITUDINAL**

11.3.1. INTRODUCCIÓN

La finalidad perseguida con el diseño de los distintos elementos que forman parte del drenaje longitudinal es la recogida de las aguas pluviales procedente de la explanación de la carretera y demás viales incluidos en el proyecto y su posterior evacuación a cauces naturales, así como encauzar la escorrentía de las áreas adyacentes que inciden hacia la vía evitando que se dañen los taludes.

En primer lugar, es necesario evacuar el agua recogida directamente por la plataforma de los viales, lo que se realiza principalmente por escorrentía superficial, ya que los firmes de calidad que requieren los viales proyectados son muy cerrados, e impiden en gran manera la infiltración del agua de escorrentía a través de ellos. El agua es enviada a los laterales de las calzadas, donde es recogida por las correspondientes cunetas.

En esta fase del diseño es fundamental atender al juego de pendientes longitudinales y peraltes transversales de manera que no se formen puntos bajos dentro de las calzadas y que se verifique que en todo momento exista una pendiente superior al 0,5% que provoque el movimiento del agua hacia los elementos de drenaje longitudinal.

La parte de agua que de cualquier manera se infiltra a través del firme es recogida por la subbase ya que en relación con las demás capas de firme y de las obras de tierra es la más drenante.

En los terraplenes, el agua recogida por la subbase después de los períodos de aguaceros se evacúa lentamente a través del talud del mismo.

En los desmontes el drenaje de la subbase del firme puede realizarse de dos maneras:

a) Por gravedad, cuando el fondo de la cuneta se encuentra por debajo de las capas del firme de forma que el caudal que tiene previsto desaguar la cuneta no llegue a mojar las capas del firme. En este caso, el agua recogida por la subbase del firme tiene salida directa a la cuneta a través del talud de la misma.

b) Mediante un sistema de drenes situados por debajo del firme que captan el agua que se pueda ir acumulando en la subbase del firme.

A continuación, el agua recogida en las cunetas y/o drenes, mediante pozos y arquetas se desagua a colectores a través de los cuales se envía al exterior de la explanación de los viales.

Cuando el agua de escorrentía superficial de la calzada es enviada hacia el talud de terraplén, para evitar la erosión de éste el agua se recoge mediante caces formados por bordillos, y desagua, en puntos localizados, mediante una bajante sobre el talud se envía al exterior de la plataforma.

En las zonas en que el agua de escorrentía del terreno puede afectar a los taludes de desmonte o terraplén, estos se protegen mediante cunetas de guarda situadas en la coronación del desmonte o a pie de terraplén con la misión de captar el agua y enviarla a cauces naturales o bien, en algunos casos de desmontes, mediante bajantes sobre el talud a la cuneta del vial.

En esta fase, se procede al diseño preliminar de la red de drenaje longitudinal, que se verá reflejado en los planos correspondientes incluidos en el Plano de Planta de Drenaje (apéndice. Planos).

### 11.3.1.1. Cálculo de caudales

El criterio de elección del periodo de retorno T, es el que recoge la Norma 5.2-IC, apartado 1.3, de la misma. Según esta, se tomará como periodo de retorno para elementos del drenaje superficial de la plataforma y márgenes 25 años.

Tipo de elemento de drenaje	Periodo de retorno
- Elementos del drenaje superficial de plataforma y márgenes	25 años
- Elementos del drenaje superficial de plataforma y márgenes con bombeo	50 años
- Paso inferior con dificultad para desaguar por gravedad	100 años
- Obras de drenaje transversal	>100 años

Para las condiciones de tráfico del proyecto y la geometría del trazado proyectado se adopta un periodo de retorno de T=25 años.

Al igual que en el cálculo de los caudales de cuencas adyacentes (transversales), para el cálculo de los caudales de escorrentía de la plataforma, se seguirá lo indicado en el presente Anejo.

### 11.3.2. CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO

Los elementos de drenaje superficial deberán cumplir las condiciones establecidas en la Norma 5.2-IC.

#### 11.3.2.1. Criterios básicos en drenaje superficial

Los elementos de drenaje superficial deberán cumplir las condiciones referentes a los siguientes criterios funcionales:

- Velocidad de la corriente: para que no se causen daños ni por erosión ni por aterramiento.
- Nivel de agua: para que no afecte a la vialidad de la propia carretera o vías contiguas.
- Sobreelevación del nivel de la corriente: para que no produzca daños a terceros por la inundación de zonas aledañas a la carretera, por la sobreelevación producida por la presencia de una obra de drenaje.
- El resguardo de la calzada. Se diseñará drenaje de plataforma y márgenes en los puntos donde el resguardo de la plataforma sea mayor o igual a 5 cm.



Figura 3.2. Norma 5.2. I.C. Resguardo de la calzada

Asimismo, deberá tener en cuenta:

- Los daños en el elemento de drenaje superficial por la velocidad máxima del agua.
- La afeción al tráfico en caso de incidente.
- Los daños a terceros.

#### 11.3.2.2. Criterios generales a tener en cuenta en el diseño del drenaje longitudinal

En general se proyectarán salidas de las cunetas con una distancia máxima de 500 m. Las salidas se resolverán mediante arquetas y desagües por medio de bajantes, o bien a través de OTDL (Obra transversal de drenaje longitudinal), habilitadas al efecto.

La cota inferior del vértice de la cuneta deberá estar como mínimo 30 cm. por debajo de la cota del borde inferior de la última capa drenante. En caso contrario se deberá estudiar la necesidad de disponer de una red de subdrenaje de las capas del firme.

Se proyectarán tramos de cuneta revestida, en aquellas zonas en las que lo aconsejen las circunstancias topográficas (fuertes pendientes, amplia superficie de talud en desmonte, etc.). En este caso, se estudiará la posibilidad de colocar cuneta rebasable, por las ventajas que tienen desde el punto de vista de la seguridad vial, colocándose pocillos, separados de la cuneta rebasable.

La incorporación de las cunetas a la arqueta de entrada de las OTDL, se revestirán a ambos lados en una longitud mínima de 5 m.

#### 11.3.2.3. Elementos de drenaje longitudinal

Los elementos de drenaje longitudinal empleados son los siguientes:

- Cunetas laterales de plataforma
- Cunetas de guarda o coronación
- Canaletas
- Bordillos
- Bajantes

- Colectores
- Imbornales y acometidas
- Pozos
- OTDLs

Los elementos del drenaje longitudinal se describen a continuación:

11.3.2.3.1. Cunetas

11.3.2.3.1.1. Criterios generales

a) Drenaje de la plataforma

Para conseguir la evacuación de los caudales que inciden sobre la obra proyectada y evitar los efectos negativos que el agua de lluvia produce sobre la calzada (reducción del coeficiente de rozamiento y de las características resistentes del firme y explanación) se proyectan los siguientes dispositivos de drenaje sobre la plataforma:

- Cuneta de borde de calzada: se disponen en aquellos tramos en que la escorrentía vierta hacia el exterior de la calzada, y en tramos en los que el trazado discorra en desmonte, para evitar que el agua de los taludes vierta sobre la calzada. Estas cunetas se desaguarán directamente a la red del drenaje del terreno, en ocasiones a través de las cunetas de pie de terraplén. En el caso en que la sección de la cuneta se agote, se desaguarán previamente en un colector de evacuación bajo la propia cuneta.
- Canaleta: se disponen en aquellos tramos en que la escorrentía vierta hacia el exterior de la calzada, siempre que el trazado discorra en terraplén, y se haya proyectado un muro. Este elemento tiene como objetivo evitar que el agua vierta directamente a través del muro, provocando erosiones en el mismo. Se desaguarán cada 30 m – 40 m coincidiendo con las obras de drenaje transversal. Se proyectan con una rejilla ranurada de acero galvanizado.
- Bordillo en borde de calzada: se disponen en la glorieta para recoger el agua que vierta hacia el exterior de la calzada. Este elemento tiene como objetivo encauzar el agua para conducirla hasta un imbornal.

b) Drenaje de las márgenes

La escorrentía superficial de las márgenes se recoge con los dispositivos que se indican a continuación:

- Cunetas de guarda: cuando las márgenes viertan hacia la carretera se dispondrá una cuneta de coronación o cuneta de guarda, que impida que el agua fluya directamente al talud y alcance la plataforma. Siempre que sea posible, estas cunetas se desaguarán hacia los extremos del desmonte. Se dispondrán bajantes hacia la cuneta de borde de calzada en los puntos bajos, si los hubiera, o en aquellos puntos donde se produjese el

agotamiento de la cuneta de guarda. Estas cunetas irán revestidas para evitar infiltraciones que puedan comprometer la estabilidad del talud.

- Cunetas de pie de terraplén: en los tramos en terraplén se dispondrá una cuneta de pie de terraplén cuando la escorrentía natural del terreno vierta sobre el propio talud y cuando sea necesario dirigir el caudal desaguado por otros elementos de drenaje de la plataforma.

Tanto la cuneta de guarda como la de pie de terraplén se dispondrán a una distancia de al menos 1 m respecto a la cabeza del desmonte o el pie de terraplén respectivamente para evitar el descabezado del talud o la erosión del pie del terraplén.

11.3.2.3.2. Tipología y predimensionamiento de los elementos de la red de drenaje longitudinal

a) **Cunetas laterales de borde de calzada (BC)**

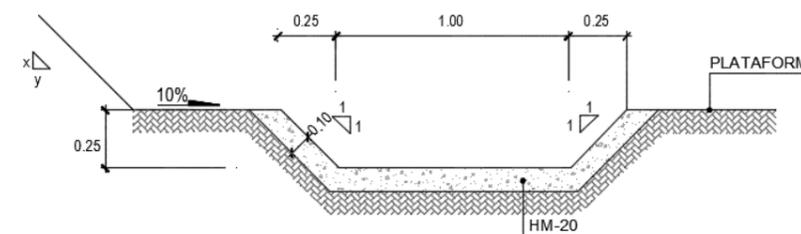
Las características de las cunetas de borde de calzada se han fijado teniendo en cuenta fundamentalmente la pendiente longitudinal de la carretera proyectada, los caudales a desaguar en cada caso y las características de la zona. Además, sus dimensiones deberán acomodarse a la geometría de la sección tipo y coordinarse con los elementos que la componen (barreras de seguridad, bermas, etc.).

La pendiente longitudinal de las cunetas se ajustará a la rasante del borde de calzada, revistiéndose con una capa de hormigón en masa de 10 cm de espesor.

Los taludes a adoptar deberán ser compatibles con las indicaciones de la Norma 5.2 IC y la O.C. 35/2014 “Sobre Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos”.

La velocidad en las cunetas de hormigón se limitará a 6 m/s. Por otro lado, se deberá mantener un resguardo mínimo de 5 cm. entre el calado calculado y la profundidad de la cuneta.

La cuneta proyectada en el tronco es de sección trapezoidal simétrica de taludes 1H:1V. El calado es de 0.25m, el ancho de la base es de 1.00 m, y el ancho total es de 1.50 m, y estará revestida 10 cm con hormigón en masa.



Anexo a esta cuneta se dispondrá de una berma de ancho variable de al menos 0.50 m respecto del pie del desmonte mantenido una pendiente hacia la cuneta del 10 %, para evitar que posibles desprendimientos del talud puedan colapsar la cuneta.

Esta cuneta contará con un dren de 150mm para capacitación de las aguas infiltradas en las capas del firme.

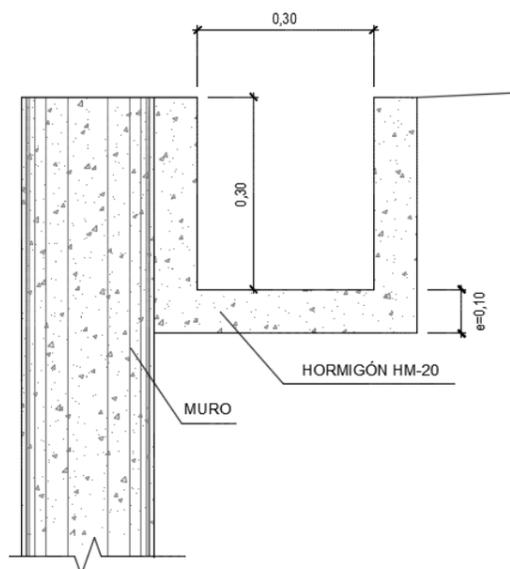
La geometría esta cuneta ha sido impuesta por la Dirección de Proyecto al comienzo de los trabajos, debido al conocimiento y experiencia del funcionamiento de dicha tipología en otros proyectos en el entorno. Además, en las visitas realizadas a campo, se observó que las cunetas eran ligeramente insuficientes, encontrándose en casos anegadas y con elementos desprendidos.

La cuneta proyectada en la glorieta es de sección triangular asimétrica de taludes 2H:1V y 1.5H:1V. El calado es de 0.30m y el ancho total es de 1.05 m.

#### b) Canaleta lateral en coronación de muro

Se diseña este tipo de canales cuando las áreas de la calzada viertan hacia el borde exterior del terraplén coincidiendo con la cabeza de coronación de muros, de forma que se evite el vertido del caudal procedente de la calzada sobre el muro.

Se proyecta una canaleta rectangular con una base de 0,30 m, una profundidad de 0,30m y un revestimiento de 10 cm de hormigón HM-20.



#### c) Cunetas de coronación de desmontes o de guarda (CG):

En aquellas zonas por donde discurre el trazado en desmonte se puede considerar como terrenos erosionables y con presencia de márgenes vertientes con fuertes pendientes, se proyecta una cuneta de guarda, que impida que el agua fluya directamente al talud y alcancen la plataforma.

Estas cunetas desaguarán por lo general hacia los extremos del desmonte, excepto en los puntos bajos, donde se dispondrá bajantes sobre el talud hasta las cunetas laterales de la calzada, así como en aquellos puntos en los que se produzca el agotamiento de la cuneta.

Las cunetas de guarda se dimensionarán mediante la fórmula de Manning, empleándose un caudal de cálculo obtenido a partir de un porcentaje del caudal de las cuencas interceptadas por el trazado.

Se dispondrán como mínimo a 1,00 m de la coronación del desmonte., de forma que se evite el posible descabezado del talud del desmonte y para permitir la correcta implantación de los elementos de contención de desprendimientos proyectados.

La cuneta proyectada es trapecial simétrica de taludes 1H:1V en. El calado es de 0,30 m y el ancho de la base es de 0.30 m.

#### d) Cunetas de Pie de Terraplén (PT):

Donde los caudales procedentes de la plataforma y el terraplén no puedan evacuarse directamente al terreno sin daños a las parcelas colindantes, o donde el terreno contiguo vierta hacia la carretera, se dispondrá una cuneta de pie de terraplén, la cual se colocará a una distancia mínima de 1 m, para evitar las posibles erosiones en el pie del talud.

La cuneta proyectada es triangular simétrica de taludes 2H:1V. El calado es de 0,25 m y el ancho en la coronación es de 1,00 m.

Esta cuneta se proyecta especialmente en caminos.

#### e) Bordillos

Se han proyectado bordillos para evitar que las aguas precipitadas sobre la calzada discurran incontroladamente por la calzada o se queden estancadas formando planicies. El bordillo dispuesto es montable de tipo 17 x 28 cm, altura libre 14 cm.

#### f) Bajantes

Son elementos del drenaje longitudinal situados en taludes de desmonte ejecutados en hormigón para soportar la erosión del agua a velocidades elevadas.

La distancia máxima adoptada para las bajantes en terraplén es de 30 m – 40 m para evitar que la presencia de cualquier obstáculo en el arcén (residuos sólidos, escombros, troncos de pequeños arbustos, etc.) pueda provocar el encharcamiento de la calzada y para evitar que el agua circule libremente por los taludes.

La bajante proyectada es una bajante prefabricada de hormigón de 0,70 m de ancho interior.

#### g) Arquetas

Son los elementos que sirven de recogida de agua de las cunetas hasta los colectores, asegurando, a la vez, la inspección y conservación de los dispositivos enterrados de desagüe.

Van situadas en los puntos de encuentro de colectores, en puntos bajos y en cambio de dirección de la tubería en planta y alzado. Se construirán de hormigón armado, de forma cuadrada o rectangular.

Las dimensiones mínimas de las arquetas en planta y alzado dependen del tamaño del colector e irán dotadas de un arenero de profundidad mínima de 0,20 m.

**h) Colectores**

También se han proyectado colectores de PVC de diámetro mínimo de 400 mm para desaguar los sumideros de los tableros.

**i) Obras transversales de drenaje longitudinal (OTDLs)**

Las obras transversales de drenaje longitudinal se diseñan cuando se agota la capacidad hidráulica de la cuneta, de manera que se recogerá el agua mediante arquetas dispuestas en la cuneta y será conducida mediante el colector por debajo de la plataforma hasta el punto de desagüe a través de los terraplenes dando continuidad con una bajante prefabricada en caso necesario

Los colectores estarán formados por piezas prefabricadas de hormigón, de diámetro mínimo 600 mm, según recomienda la Norma 5.2-IC.

Se evitarán los tramos con poca pendiente, que favorezcan el depósito de sedimentos. En este sentido se adopta una pendiente mínima del 0,30%. La pendiente máxima viene limitada por la velocidad del agua que no debe sobrepasar el valor de 6 m/s.

También se han proyectado colectores de PVC de diámetro mínimo de 400 mm para desaguar los sumideros de los tableros.

**11.3.2.4. Cálculo Hidráulico**

*11.3.2.4.1. Emplazamiento, justificación de la tipología y criterios de implantación*

Para el cálculo de la capacidad de las cunetas y colectores que forman el drenaje longitudinal se utilizará la fórmula de Manning y la de continuidad:

Fórmula de Manning:

$$V = \frac{1}{n} R_H^{2/3} j^{1/2}$$

Ecuación de continuidad:

$$Q = V \cdot S$$

Combinando ambas fórmulas se obtiene el caudal capaz de transportar en lámina libre un elemento con unas dimensiones y pendiente determinados:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot S \cdot R_H^{2/3} \cdot j^{1/2}$$

Siendo:

- n: Coeficiente de rugosidad. Tubos y cunetas de hormigón 0,015. Tubos PVC 0,010
- R<sub>H</sub>: Radio hidráulico
- j: Pendiente (m/m)
- S: Sección (m<sup>2</sup>)
- Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)

Por tanto, se deben de definir los valores de cada uno de estos factores:

Como ya se ha comentado anteriormente la capacidad mínima de las cunetas y colectores viene dada por la pendiente mínima de las mismas que se establece en un 0.50%.

La pendiente máxima de las mismas vendrá dada por los valores máximos de velocidad admisibles. Según esto atendiendo a la normativa 5.2.I.C. que fija dichas velocidades en función de la facilidad para erosionarse de los distintos materiales. El siguiente cuadro ha sido extraído de la Norma y recoge las velocidades máximas admisibles:

Naturaleza de la superficie	Máxima velocidad admisible (m/s)
Terreno sin vegetación arenoso o limoso	0,20-0,60
Terreno sin vegetación arcilloso	0,60-0,90
Terreno sin vegetación en arcillas duras y margas blandas	0,90-1,40
Terreno sin vegetación en gravas y cantos	1,20-2,30
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0,60-1,20
Terreno con vegetación herbácea permanente	1,20-1,80
Rocas blandas	1,40-3,00
Mampostería, rocas duras	3,00-5,00
Hormigón	4,50-6,00

En nuestro caso las cunetas estarán revestidas de hormigón y por lo tanto, la velocidad máxima estará comprendida entre 4,5 y 6 m/s.

Respecto a los calados máximos utilizados para los diferentes tipos de elementos serán los siguientes:

- En el caso de los colectores para el correcto funcionamiento del colector se establece el criterio de no sobrepasar el 80% de diámetro del mismo.
- Para las cunetas, se estable un calado máximo tal que el resguardo mínimo frente al desbordamiento de la cuneta sea del 5cm.

Por último, queda por determinar el coeficiente de Manning a utilizar en los cálculos. El coeficiente n se establece para el hormigón entre valores de 0,013 y 0,016 en función de la calidad de la ejecución del mismo y la conservación de la cuneta. Para el presente Proyecto se tomará un valor de n= 0,015 estando de esta manera del lado de la seguridad.

Para esta fase de proyecto el Equipo Redactor consideró adecuado y suficiente dimensionar los elementos de drenaje longitudinal a caudal máximo, considerando como caudal de diseño Q<sub>ud</sub> por metro lineal, el caudal máximo que debería ser capaz de transportar la cuneta lateral (o resto de

elementos), siendo la suma del Qud (calzada) el Qud (cuneta) y el Qud (taludes). No obstante, en la siguiente entrega se completará un estudio particularizado para cada elemento obteniendo los caudales unitarios.

Las cunetas de borde de calzada son los elementos que mayor aporte de caudal van a tener, se ha realizado el siguiente predimensionamiento:

Pd cálculo	PERÍODO DE RETORNO							
	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	200 años	500 años
	99.42	124.76	142.98	167.63	187.10	207.40	228.60	258.05

Datos de Partida	
Coeficiente de escorrentía	
Calzada	<b>1</b>
Taludes	<b>0.9</b>
Cuneta	<b>0.8</b>
Tiempo de concentración	
Calzada (h)	<b>0.083</b>
Taludes (h)	<b>0.083</b>
Cuneta (h)	<b>0.083</b>
<b>K<sub>T</sub></b>	<b>1.003187929</b>
<b>Pd (mm)</b>	<b>168</b>
<b>I1/Id</b>	<b>10</b>
<b>Fa</b>	<b>36.0057</b>
<b>I(T,t<sub>c</sub>)</b>	<b>251.4848121</b>

Precipitación máxima diaria	T = 25 años
Cabezuela del Valle	<b>Pd (mm)</b> 168

**Formulación Método Racional**

$$Q = \frac{K_T \times I(T, t_c) \times C_i \times A_i}{3,6}$$

CALZADA	K <sub>T</sub>	I(T,t <sub>c</sub> )	Qud
	1.003	251.485	
	I(T,t <sub>c</sub> )	C	I/s/m <sup>2</sup>
	T= 25 años		
	167.63	1.00	<b>0.07007</b>
Ancho calzada	Qud		
9.0	I/s/m		0.63063

(a)

CUNETAS	K <sub>T</sub>	I(T,t <sub>c</sub> )	Qud
	1.003	251.485	
	I(T,t <sub>c</sub> )	C	I/s/m <sup>2</sup>
	T= 25 años		
	167.63	0.80	<b>0.05605</b>
Ancho calzada cuneta	Qud		
1.5	I/s/m		0.08408

(b)

TALUDES	K <sub>T</sub>	I(T,t <sub>c</sub> )	Qud
	1.003	251.485	
	I(T,t <sub>c</sub> )	C	I/s/m <sup>2</sup>
	T= 25 años		
	167.63	0.90	<b>0.06306</b>
altura talud	Qud		
18.0	I/s/m		1.13508

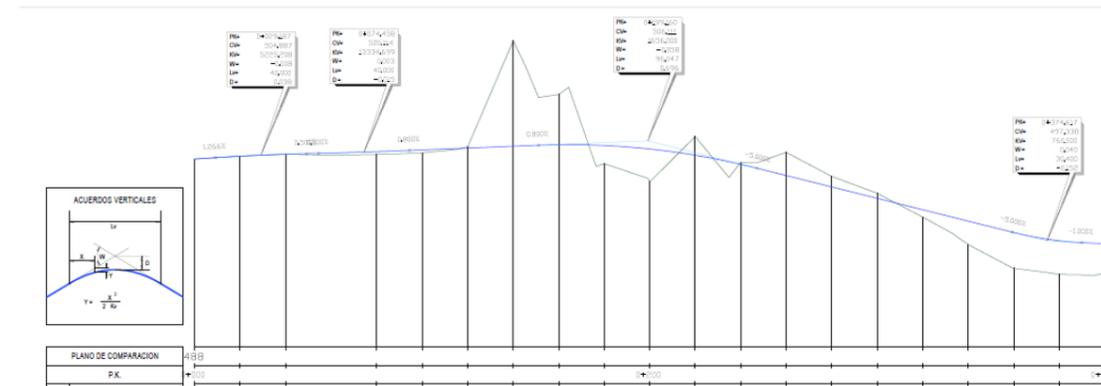
(c) altura talud media

Por tanto, el Qud por metro lineal que deberá ser capaz de transportar la cuneta lateral será la suma del Qud (calzada) el Qud (cuneta) y el Qud (taludes):

$$1.850 \text{ l/s/m} \quad (1) = (a) + (b) + (c)$$

(caso más desfavorable, donde la calzada también vierte hacia la cuneta)

A continuación, se incluye el perfil longitudinal del eje 1.  
El punto alto (P.A.) se sitúa en el p.k. 0+199; y el punto bajo (P.B.) se sitúa en el p.k. 0+374



Según la siguiente comprobación (fórmula de Manning), con esta pendiente será capaz de desaguar: 285.925 l/s (2)

El caudal por metro lineal: 1.850 l/s/m (1)

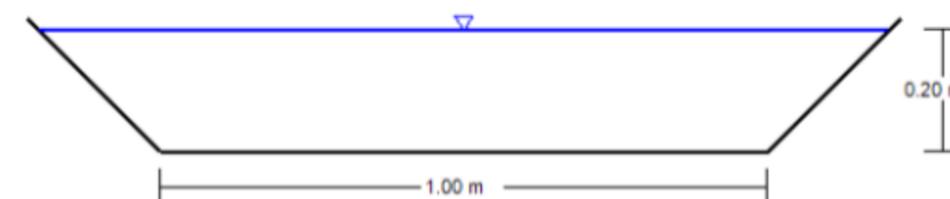
Por tanto esta cuneta, tiene capacidad hidráulica en una longitud: 154.572 m (3)= (1) / (2)

De lo que se concluye, que la cuneta lateral tiene la capacidad hidráulica necesaria, según los parámetros establecidos

(2) Obtención de la capacidad hidráulica de la cuneta con una pendiente longitudinal de 0,50 %

**Cuneta j=0,50%**

Project Description	
Friction Method	Manning Formula
Solve For	Discharge
Input Data	
Roughness Coefficient	0.017
Channel Slope	0.500 %
Normal Depth	0.20 m
Left Side Slope	1.000 H:V
Right Side Slope	1.000 H:V
Bottom Width	1.00 m
Discharge	285.925 L/s



Desde el p.k. 0+199 (punto alto del trazado) al p.k. 0+374, la cuneta tendrá una pendiente media del 5,00%

Según la siguiente comprobación (fórmula de Manning),  
con esta pendiente será capaz de desaguar: 904.740 l/s (4)  
El caudal por metro lineal: 1.850 l/s/m (1)

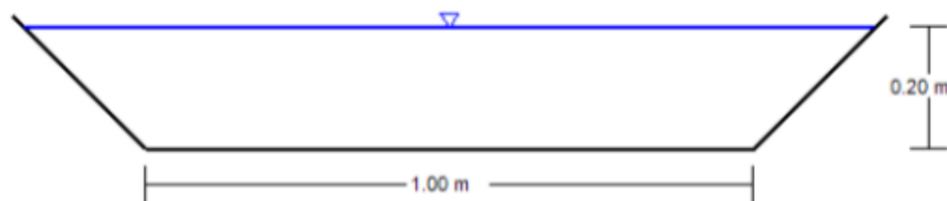
Por tanto esta cuneta,  
tiene capacidad hidráulica en una longitud: 489.105 m (5)=(1) / (4)

De lo que se concluye, que la cuneta lateral tiene la capacidad hidráulica necesaria, según los parámetros establecidos

(4) Obtención de la capacidad hidráulica de la cuneta con una pendiente longitudinal de 5%

**Cuneta j=5,00%**

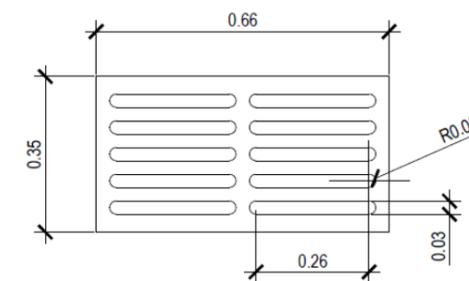
Project Description	
Friction Method	Manning Formula
Solve For	Discharge
Input Data	
Roughness Coefficient	0.017
Channel Slope	5.000 %
Normal Depth	0.20 m
Left Side Slope	1.000 H:V
Right Side Slope	1.000 H:V
Bottom Width	1.00 m
Discharge	904.174 L/s



$$Q = \frac{L \cdot H^{1.5}}{60}$$

Siendo:

- H (cm): la profundidad del agua hasta el borde interior de la abertura, medida en su centro (se consideran 10 cm).
- L (cm); la anchura libre (35,0 cm en el caso del sumidero proyectado)



- Q (l/s): El caudal que desagua el sumidero

La eficacia del sumidero se ve mermada por la componente longitudinal de la corriente, por lo que la capacidad de desagüe dada por la fórmula anterior deberá afectarse por un coeficiente igual a:

$$\frac{1}{1+15J}$$

Dónde:

J (m/m): la pendiente longitudinal

Así, la capacidad de desagüe de cada sumidero deberá ser tal, que pueda absorber al menos el 70% del caudal de referencia que circule por la cuneta.

A continuación, se adjunta una tabla en la que se indica el caudal desaguado para el rango de pendientes longitudinales comprendido entre 0 – 8%:

Longitud (cm)	Calado (cm)	Caudal evacuado (l/s)	P (m/m)	Factor Reducción por pendiente	Caudal evacuado final (l/s)	Caudal evacuado final (m³/s)
35.00	10.00	18.45	0.000	1.00	<b>18.45</b>	<b>0.018</b>
35.00	10.00	18.45	0.005	0.93	<b>17.16</b>	<b>0.017</b>
35.00	10.00	18.45	0.010	0.87	<b>16.04</b>	<b>0.016</b>
35.00	10.00	18.45	0.015	0.82	<b>15.06</b>	<b>0.015</b>

**11.3.2.5. Elementos puntuales**

**11.3.2.5.1. Arquetas - Sumideros**

Respecto al dimensionamiento hidráulico de estos elementos, se siguen los criterios expuestos en el apartado 3.4.6., *Sumideros*, de la Norma 5.2-IC "Drenaje Superficial" y se determina el caudal de desagüe usando la fórmula del vertedero:

Longitud (cm)	Calado (cm)	Caudal evacuado (l/s)	P (m/m)	Factor Reducción por pendiente	Caudal evacuado final (l/s)	Caudal evacuado final (m <sup>3</sup> /s)
35.00	10.00	18.45	0.020	0.77	<b>14.19</b>	<b>0.014</b>
35.00	10.00	18.45	0.025	0.73	<b>13.42</b>	<b>0.013</b>
35.00	10.00	18.45	0.030	0.69	<b>12.72</b>	<b>0.013</b>
35.00	10.00	18.45	0.035	0.66	<b>12.10</b>	<b>0.012</b>
35.00	10.00	18.45	0.040	0.63	<b>11.53</b>	<b>0.012</b>
35.00	10.00	18.45	0.045	0.60	<b>11.01</b>	<b>0.011</b>
35.00	10.00	18.45	0.050	0.57	<b>10.54</b>	<b>0.011</b>
35.00	10.00	18.45	0.055	0.55	<b>10.11</b>	<b>0.010</b>
35.00	10.00	18.45	0.060	0.53	<b>9.71</b>	<b>0.010</b>
35.00	10.00	18.45	0.065	0.51	<b>9.34</b>	<b>0.009</b>
35.00	10.00	18.45	0.070	0.49	<b>9.00</b>	<b>0.009</b>
35.00	10.00	18.45	0.075	0.47	<b>8.68</b>	<b>0.009</b>
35.00	10.00	18.45	0.080	0.45	<b>8.38</b>	<b>0.008</b>

#### 11.3.2.5.2. Imbornales en estructuras.

El drenaje de las estructuras se realiza por medio de imbornales colocados en los extremos de la calzada en la margen hacia la que vierten las aguas de escorrentía por efecto de la pendiente transversal del peralte.

La escorrentía del tablero dirige fuera de la calzada mediante una adecuada disposición de las pendientes de la superficie pavimentada, recojiéndola mediante caces con vertido a imbornales dispuestos de forma que se cumplen las condiciones de resguardo de la calzada.

Los imbornales proyectados constan de un elemento de captación y un tubo, de manera que vierten al exterior de la estructura. El elemento de captación consta de una cazoleta y una rejilla; tanto la cazoleta como el tubo, se deben sellar para evitar la entrada de agua al elemento estructural.

En el desagüe de estos elementos se hace directamente al cauce de río Jerte.

A continuación, se adjunta una tabla en la que se indica el caudal desaguado para el rango de pendientes longitudinales comprendido entre 0 – 8%:

Longitud (cm)	Calado (cm)	Caudal evacuado (l/s)	P (m/m)	Factor Reducción por pendiente	Caudal evacuado final (l/s)	Caudal evacuado final (m <sup>3</sup> /s)
50.00	10.00	26.35	0.000	1.00	26.35	0.026
50.00	10.00	26.35	0.005	0.93	24.51	0.025
50.00	10.00	26.35	0.010	0.87	22.92	0.023
50.00	10.00	26.35	0.015	0.82	21.51	0.022
50.00	10.00	26.35	0.020	0.77	20.27	0.020
50.00	10.00	26.35	0.025	0.73	19.17	0.019
50.00	10.00	26.35	0.030	0.69	18.17	0.018
50.00	10.00	26.35	0.035	0.66	17.28	0.017

Longitud (cm)	Calado (cm)	Caudal evacuado (l/s)	P (m/m)	Factor Reducción por pendiente	Caudal evacuado final (l/s)	Caudal evacuado final (m <sup>3</sup> /s)
50.00	10.00	26.35	0.040	0.63	16.47	0.016
50.00	10.00	26.35	0.045	0.60	15.73	0.016
50.00	10.00	26.35	0.050	0.57	15.06	0.015
50.00	10.00	26.35	0.055	0.55	14.44	0.014
50.00	10.00	26.35	0.060	0.53	13.87	0.014
50.00	10.00	26.35	0.065	0.51	13.34	0.013
50.00	10.00	26.35	0.070	0.49	12.85	0.013
50.00	10.00	26.35	0.075	0.47	12.40	0.012
50.00	10.00	26.35	0.080	0.45	11.98	0.012

La definición de estos elementos se realiza en los planos de detalles.

## 11.4. DRENAJE PROFUNDO

### 11.4.1. DRENAJE DE LAS CAPAS DE FIRME Y DE LA EXPLANADA

Previo al dimensionamiento de la red de drenaje de firme es necesario estudiar y analizar según la sección transversal del tronco, glorieta, o ramales de acceso, los posibles recorridos de las aguas infiltradas tanto vertical como horizontalmente.

### 11.4.2. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

El diseño y dimensionamiento de la red de drenaje profundo se realiza de acuerdo con los criterios recogidos en la O.C. 17/2003 “Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera”, que constituyen un complemento de lo recogido en la Norma 6.1-IC “Secciones de firme”.

Estas recomendaciones se basan en dos principios generales:

- Se debe evitar, o al menos disminuir todo lo posible, la penetración del agua superficial por infiltración a través de la calzada, arcenes, bermas o medianas. Asimismo, se protegerá a la explanada de eventuales aportes de aguas subterráneas.
- Debe facilitarse la evacuación del agua que, por cualquier circunstancia, se hubiera podido infiltrar.

Así, el drenaje subterráneo a proyectar deberá cumplir las siguientes funciones:

- a) Interceptar y desviar las corrientes subterráneas antes de que lleguen a la base del firme.
- b) Hacer descender el nivel freático.
- c) Sanear las capas de firme.

La infiltración puede producirse de dos modos diferentes:

- a) Infiltración vertical. Al tratarse de una carretera nueva con firme bituminoso, se considera que la parte asfaltada es esencialmente impermeable, limitándose la infiltración a la que se produce a través de las partes no revestidas, fundamentalmente bermas y mediana.
- b) Infiltración horizontal, que se presenta en zonas llanas y cuando la altura del terraplén es inferior a 1,00 metro.

Para evitar la infiltración vertical a través de la berma se dispondrá, en la parte superior de la misma, de un “relleno para impermeabilización de bermas”. Está constituido por una capa, de espesor no inferior a 20 cm, de suelos cuyo cernido (tamiz #0,080) sea superior al 25% en peso de suelo tolerable, adecuado o seleccionado. Su base inferior se dota de una pendiente no inferior del 2% hacia el exterior. Dado que el proyecto está ubicado en la zona pluviométrica “lluviosa” (zonas 1 a 4 de la fig. 2.2 de la O.C.), será necesario revestir la berma.



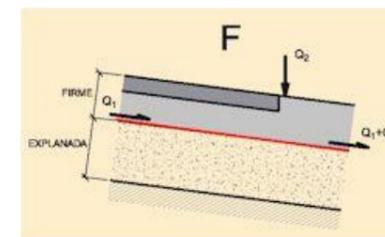
Con respecto a esta infiltración vertical se distinguen los bordes laterales de la calzada. Un segundo criterio de selección lo determina el sentido de la pendiente transversal de la calzada. En base a ambos condicionantes se selecciona la tipología final del elemento drenante a diseñar.

### 11.4.3. TIPOLOGÍA Y UBICACIÓN DEL DREN PROFUNDO

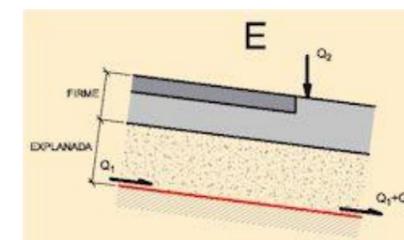
#### 11.4.3.1. Recorrido de las aguas infiltradas

A continuación, se estudia, para cada una de las secciones transversales tipo incluidas en el proyecto, los posibles recorridos de las aguas infiltradas, considerando solo la infiltración vertical, según los tres casos esquematizados en la figura 2.3 de la OC 17/2003:

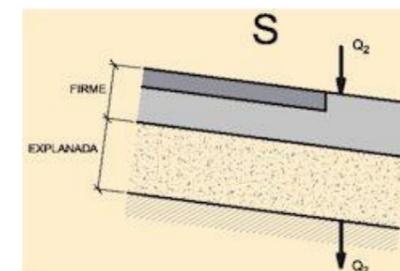
- Caso F: Explanada de baja permeabilidad:



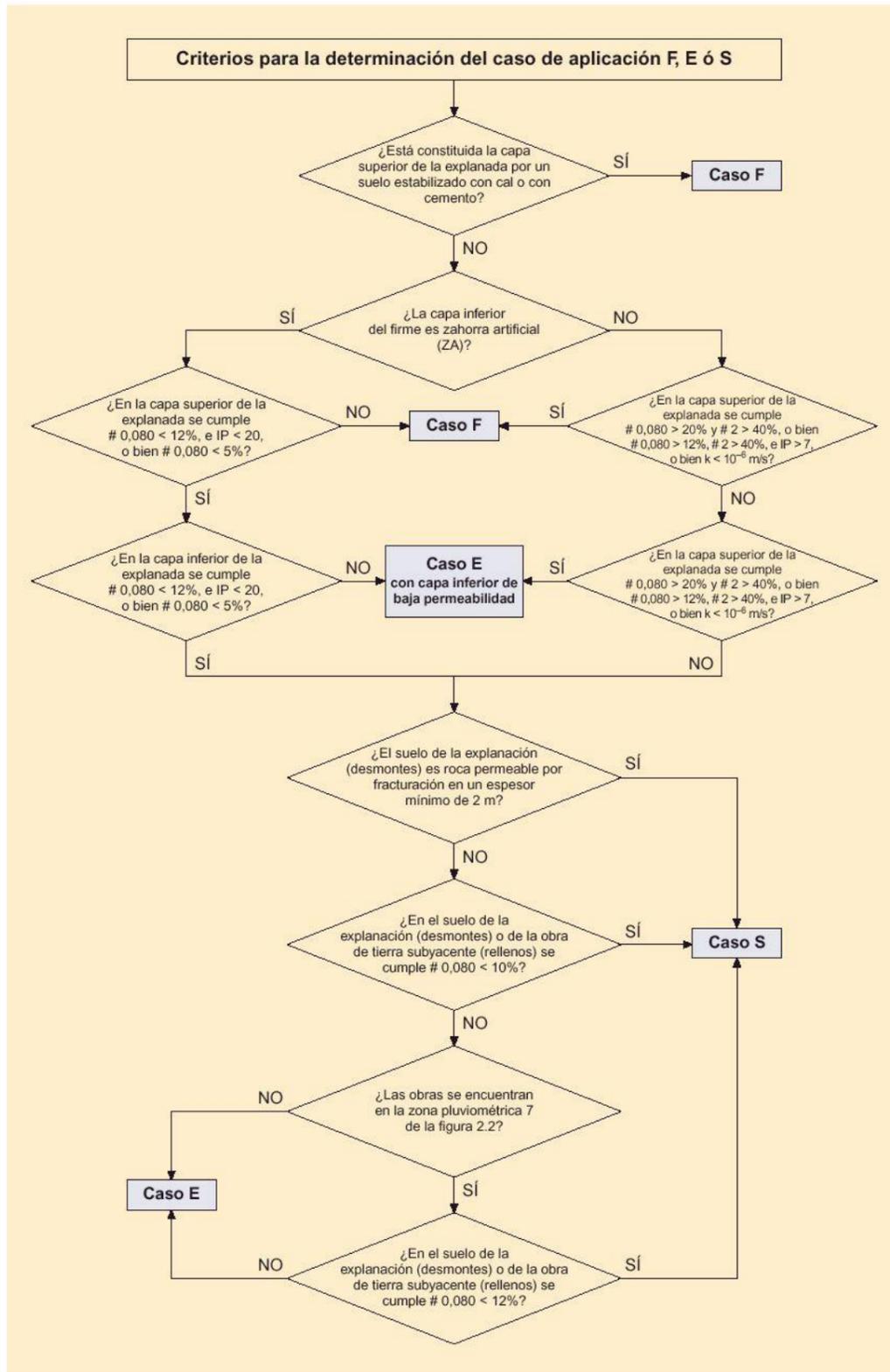
- Caso E: Explanada permeable y suelo de la explanación (desmontes) o de la obra de tierra subyacente (rellenos) de baja permeabilidad:



- Caso S: Explanada permeable y suelo de la explanación (desmontes) o de la obra de tierra subyacente (rellenos) permeable:



La selección del caso de aplicación se realiza según los criterios recogidos en el diagrama de flujo de la figura 2.4 de la OC 17/2003.



Por lo tanto, según el diagrama de flujo, tendremos el Caso F. Que está caracterizado por una “Explanada de baja permeabilidad”, en la que el agua infiltrada circula subhorizontalmente (según la línea de máxima pendiente) tanto por el firme, a través de las interfaces entre sus capas, como fundamentalmente por la superficie de contacto entre éste y la explanada.

**11.4.3.2. Detalles de drenaje para la sección tipo**

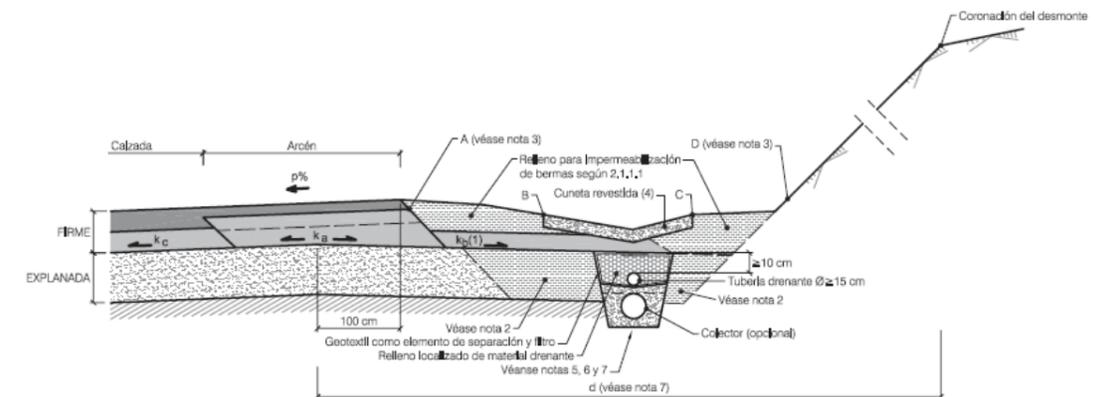
En la tabla 2.1 de la OC 17/2003 se incluye la relación de las diferentes tipologías de dren profundo, a disponer según las características de la sección considerada y su punto de colocación.

Dado que el trazado proyectado consiste en una única calzada se ha previsto disponer el dren profundo en el borde de calzada de los tramos en desmonte. De entre las tipologías a emplear se selecciona aquella cuyas características cumplen las condiciones establecidas en el Apéndice-2 de la O.C.:

		DESMONTE (D)
<b>EXPLANADA DE BAJA PERMEABILIDAD (F)</b>	Pendiente transversal de la calzada a favor	FD11: Dren profundo bajo cuneta
		FD12: Dren profundo bajo capa de firme
		FD13: Supresión del dren profundo
		FD14: Vertido directo a cuneta
		FD15: Infiltración al terreno
	Contrapendiente	FD01: Dren profundo bajo cuneta
		FD02: Dren profundo bajo capa de firme
		FD03: Supresión del dren profundo
		FD04: Vertido directo a cuneta
		FD05: Infiltración al terreno

Sombreado en amarillo, la sección tipo de drenaje profundo que se utiliza.

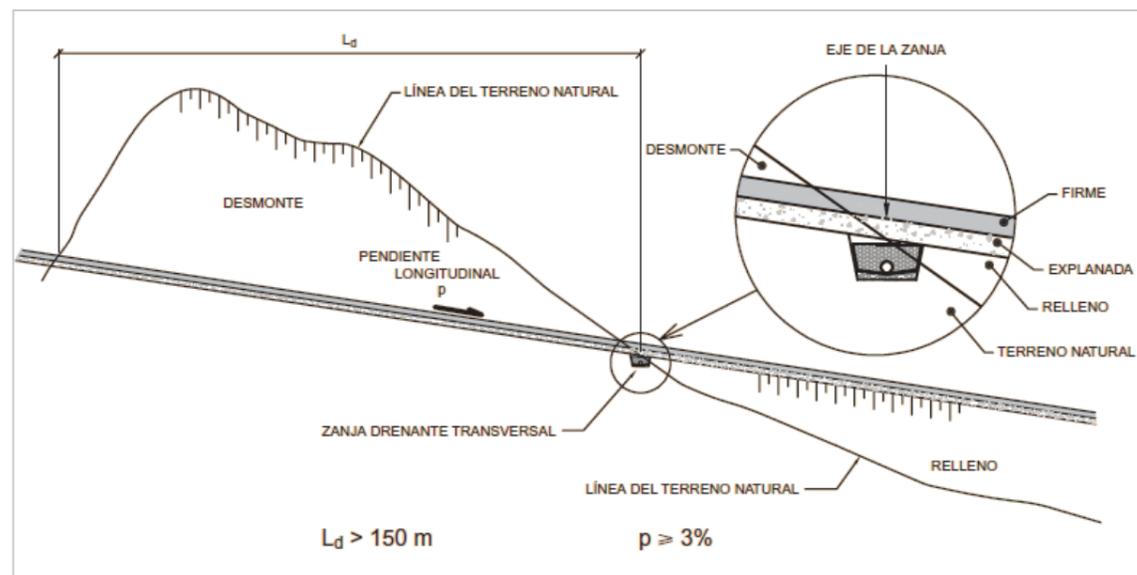
Esquemáticamente, la sección escogida (FD01), se define como:



La disposición utilizada se encuentra definida en los planos de detalle y planta de drenaje.

Se incluye drenaje de firme anexo a las canaletas ubicadas en tramos con muro, en tramos de terraplén.

Para captar estos flujos, cuando la pendiente longitudinal de la carretera sea igual o superior al tres por ciento (3%), y el desmonte aguas arriba presente una longitud superior a ciento cincuenta metros (150 m), se proyectan zanjas drenantes transversales a la misma en las transiciones desmonte – terraplén, tal y como se indica en la siguiente figura:



En el caso de este proyecto la longitud de los desmontes es considerable, para el caso de estudio serán necesarias.

Por otra parte, y dado que existe flujo subhorizontal, para favorecer la salida de las aguas se dispondrá una pendiente transversal del 2 %, como mínimo, de la capa de firme de baja permeabilidad, así como de la explanada, una vez refinada y terminada.

**11.4.4. CÁLCULO HIDRÁULICO**

Para la determinación del cálculo del caudal de infiltración se consideran dos posibilidades de interceptación del flujo subterráneo:

- a) Tubería drenante por encima del nivel freático.
- b) Tubería drenante por debajo del nivel freático.

En el presente proyecto, no se ha detectado la presencia de un nivel freático alto, por lo que la red de drenaje proyectado se situará por encima del mismo, limitándose por tanto su cometido a la interceptación y desagüe de las aguas procedentes de la infiltración vertical.

Esta infiltración vertical determina el criterio de selección del estado de impermeabilidad:

- a) Estado de impermeabilidad superficial alto
- b) Estado de impermeabilidad superficial medio
- c) Estado de impermeabilidad superficial bajo

En nuestro caso, tendremos un “estado de impermeabilidad superficial alto”, ya que, para la sección transversal del tronco principal, se cumplen simultáneamente las dos condiciones:

- Las cunetas están revestidas
- Las superficies no revestidas (bermas) < 15% del área transversal.

Según la clasificación de la permeabilidad de la explanada indicada en el apartado anterior, el caudal unitario de infiltración para el cálculo de tuberías drenantes es de 10<sup>-5</sup> l/m<sup>2</sup>/s, correspondiente a un estado de impermeabilidad alto. No obstante, debido principalmente a la existencia de grandes desmontes sin revestir, aunque todas las cunetas estén revestidas, se va a considerar un “estado de impermeabilidad superficial medio”.

El caudal unitario de infiltración para el cálculo de tuberías drenantes se obtendrá a partir de la tabla 2.2 de la OC 17/2003:

ESTADO DE IMPERM. SUPERFICIE.	ALTO	MEDIO	BAJO
CAUDAL UNITARIO (l/m <sup>2</sup> .s)	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-2</sup>

El caudal de cálculo de la tubería drenante se obtendrá como:

$$Q_L = q \cdot B \cdot L$$

donde:

$Q_L$  = Caudal de cálculo de la tubería drenante.

$q$  = Caudal unitario de infiltración.

$L$  = Longitud entre puntos desagüe.

$B$  = Anchura de cálculo.

Según la Orden Circular 17/2003, el diámetro mínimo interior de los tubos será de ciento cincuenta milímetros (150 mm), nominal 200 mm, que deberán ser registrados mediante arquetas dispuestas cada 50 m colocadas en el caso de las cunetas laterales lo más alejadas posible del punto bajo de la cuneta para evitar que el caudal procedente del flujo superficial pueda incorporarse al profundo. En este proyecto desaguarán a través de las obras de drenaje transversal.

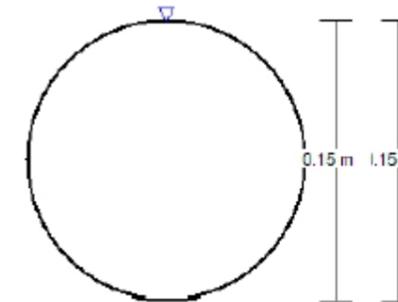
A continuación, se incluye el cálculo hidráulico justificativo:

Por un lado se comprueba el caudal de cálculo de la tubería drenante mediante la expresión anteriormente indicada  $Q_L = q \cdot B \cdot L$ , donde se ha considerado una longitud de desagüe de 100m y una anchura de cálculo media de 10 m, correspondiente a dos carriles de 3,50m y arcenes de 1,50m:

<b>DATOS:</b>	<b>Dren de firme bajo cuneta lateral de calzada</b>
<b>Eje:</b>	<b>Tronco</b>
Caudal unitario de infiltración (según tabla 2.2. O.C. 17/2003)(l/m <sup>2</sup> s) =	<b>0.00010</b> 1.00E-04
Caudal unitario de infiltración (según tabla 2.2. O.C. 17/2003)(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> s) =	1.000E-07
Caudal de la tubería drenante (l/s) por m <sup>2</sup> =	<b>0.00010</b> 1.00E-04
Caudal de la tubería drenante (m <sup>3</sup> /s) por m <sup>2</sup> =	1.000E-07
Ancho medio (m) =	<b>10.00</b>
Caudal de la tubería drenante (l/s) por m =	<b>0.00100</b> 1.00E-03
Caudal de la tubería drenante (m <sup>3</sup> /s) por m =	1.000E-06
Longitud de desagüe (m) =	<b>100.00</b>
Caudal de la tubería drenante (l/s) =	<b>0.10000</b>
Caudal de la tubería drenante (m <sup>3</sup> /s) =	1.000E-04

Por otro lado comprobamos la capacidad máxima del tubo dren para la pendiente mínima de 0,50%, siendo el caudal asociado al tubo lleno de **0,014 m<sup>3</sup>/s**.

<b>Tubo dren a capacidad máxima</b>	
Project Description	
Friction Method	Manning Formula
Solve For	Discharge
Input Data	
Roughness Coefficient	0.010
Channel Slope	0.500 %
Normal Depth	0.15 m
Diameter	0.15 m
Discharge	0.014 m <sup>3</sup> /s



V: 1  
H: 1

Puesto que el trazado del tronco, la pendiente es variable, por ello se presenta un cálculo iterativo de la capacidad de desagüe con pendientes variables de 0- 6%, y se comprueba que, en cualquier caso, su capacidad es superior a la de las áreas que vierten sobre ellos, y la velocidad del flujo es inferior a 6m/s.

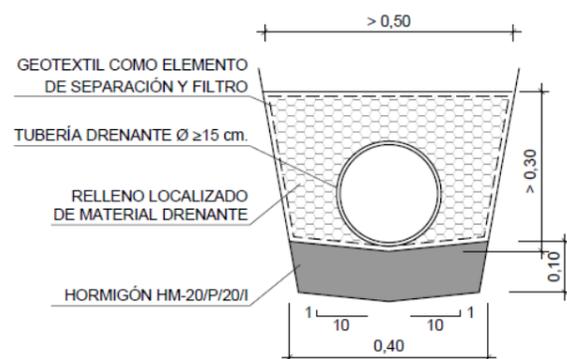
**Dren 150mm**

Project Description					
Friction Method	Manning Formula				
Solve For	Normal Depth				
Input Data					
Roughness Coefficient	0.010				
Channel Slope	0.500 %				
Diameter	0.15 m				
Discharge	0.01 m <sup>3</sup> /s				
Channel Slope (%)	Normal Depth (m)	Velocity (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Wetted Perimeter (m)	Top Width (m)
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.500	0.12	0.90	0.02	0.34	0.12
1.000	0.09	1.21	0.01	0.27	0.15
1.500	0.08	1.42	0.01	0.25	0.15
2.000	0.07	1.59	0.01	0.24	0.15
2.500	0.07	1.72	0.01	0.23	0.15
3.000	0.07	1.84	0.01	0.22	0.15
3.500	0.06	1.95	0.01	0.21	0.15
4.000	0.06	2.05	0.01	0.21	0.15
4.500	0.06	2.14	0.01	0.20	0.15
5.000	0.06	2.22	0.01	0.20	0.15
5.500	0.06	2.30	0.01	0.20	0.15
6.000	0.06	2.38	0.01	0.20	0.14

Como se puede comprobar en los cálculos, el tubo de 150mm sería válido para el rango de pendientes indicado, puesto que caudal a sección llena (0,014m<sup>3</sup>/s) es superior al caudal de infiltración para el cálculo de tuberías drenantes obtenido a partir de la tabla 2.2 de la OC 17/2003 (0,00010 m<sup>3</sup>/s). Incluso si se considerara que la zona de proyecto se encontrara en una zona de permeabilidad baja, el tubo seguiría siendo válido.

**11.4.5. INSTALACIÓN DE LA RED.**

El criterio seguido para la ubicación de los drenes es bajo las cunetas en desmote y tendrán una profundidad mínima de 0,60 m. contados desde la cota de la explanación. Para los drenes de borde de arcén esta profundidad se reduce a 0,30 m., contados desde la última capa de firme.



El dren de borde de calzada proyectado puede desaguar directamente al terreno natural, para lo cual, y una vez sobrepasada la línea de desmote, hay que continuar con el dren por el terraplén hasta conseguir cota suficiente para desaguar.

El empalme de los drenes se realizará mediante la utilización de un manguito, de forma que una vez acoplado no pueda desunirse y la flexibilidad axial del tubo será suficiente para acoplarse a la curvatura de la zanja, y permitirá desvíos de hasta 45º.

La pendiente longitudinal será la misma que tenga la cuneta de borde de calzada.

Si se diera la circunstancia de zonas de rasante horizontal con pendiente longitudinal muy reducida y pendiente transversal escasa por transición al peralte, se dispondrán drenes transversales, además de los longitudinales.

Para impedir la contaminación del material filtrante de la zanja por las partículas finas del terreno adyacente se dispondrá la instalación de una malla de geotextil.

Para evitar el peligro de colmatación de los tubos de plástico por el material filtro se deberá cumplir que  $D_{85}$  del filtro > Diámetro de orificios o tamaño de las juntas del tubo

Para prevenir cambios en la composición granulométrica o segregación, el relleno deberá cumplir un coeficiente de uniformidad:

$$\frac{D_{60}}{D_{10}} < (20)$$

**Para que el agua alcance fácilmente el dren:**

$$\frac{D_{15\text{ filtro}}}{D_{15\text{ suelo}}} > 5$$

**11.5. CONSERVACIÓN DE LA RED DE DRENAJE**

**11.5.1. CONSERVACIÓN DEL DRENAJE SUPERFICIAL**

Con carácter general y habiendo quedado claro que el objetivo que el drenaje persigue, es decir la eliminación por escorrentía del agua de los pavimentos tan pronto como sea posible, pueden establecerse las siguientes normas de carácter general.

El mantenimiento y conservación del drenaje se hará de manera permanente bien mediante operaciones de vigilancia y limpieza, o bien mediante la realización de pequeñas obras que amplíen, mejoren o arreglen los elementos del sistema de drenaje.

En el primer caso las operaciones a realizar se centrarán en el mantenimiento de la impermeabilidad del firme, en la intensificación de la vigilancia del drenaje, en la retirada de los materiales que obstruyan su funcionamiento, en la limpieza periódica de los aterramientos, etc.

En el segundo caso, las operaciones tenderán a evitar el estancamiento del agua en calzadas y arcenes bien corrigiendo los perfiles longitudinales y/o transversales de la plataforma, o bien impermeabilizando los arcenes revistiéndolos de un material bituminoso.

Generalmente las operaciones a realizar podrán encuadrarse dentro de dos categorías:

- Las que requieren una atención rápida porque los efectos encontrados representan un inmediato o inminente peligro para el usuario o existe un riesgo a corto plazo de deterioro estructural.
- Las que pueden ser retrasadas hasta un máximo de seis meses ya que los defectos encontrados no necesitan una pronta atención.

Las primeras deben ser realizadas, a poder ser, en el momento de la inspección, sino debe señalarse el peligro existente mediante la adecuada señalización. En cualquier caso, las operaciones de conservación deberán efectuarse, al menos provisionalmente, dentro de las primeras 24 horas y definitivamente dentro de los primeros 28 días en los que las anomalías hayan sido detectadas.

Las segundas, deben estar incluidas en un programa semestral de obras y operaciones, y relacionadas con el resto de los trabajos de conservación a realizar.

Todas las operaciones que se efectúen deben de ser debidamente detalladas y reportadas, archivándolas por un plazo de 6 años.

Las operaciones de conservación que se comentarán y que vienen definidas por la labor a realizar son:

- Limpieza y reparación de caces
- Limpieza y reparación de cunetas
  - o Limpieza y reparación de cunetas
  - o Formación y construcción de cunetas

- Limpieza y reparación de sumideros
- Limpieza y reparación de obras de drenaje
  - o Limpieza de tubos de drenaje longitudinal
  - o Reparación de tubos de drenaje longitudinal
  - o Limpieza de tubos de drenaje transversal
  - o Reparación de tubos de drenaje transversal
- Limpieza y reparación de bermas
- Limpieza y reparación de desagües e imbornales
- Protección de cunetas y cursos de agua.

#### 11.5.2. CONSERVACIÓN DEL DRENAJE PROFUNDO

Este segundo grupo de actividades de conservación se centrará fundamentalmente en la observación y vigilancia de los sistemas de drenaje enterrados, instalados previamente, comprobando que sobre todo después de fuertes lluvias el agua fluye por las arquetas y a la salida de las tuberías en cantidad suficiente.

En el caso de que se observen deficiencias importantes en el sistema y que originen movimiento en los arcenes y baches de calzada deben comprobarse sus causas, obstrucción o fuga de los drenes y proceder a su reparación y/o reconstrucción.

Las operaciones de conservación que se comentarán y que vienen definidas por la labora a realizar son:

1. Limpieza de arquetas y pozos de registros
2. Limpieza y reparación de drenes subterráneos y de intercepción

### 11.6. DRENAJE PROVISIONAL

Con el objeto de dar continuidad a la circulación natural del agua durante las fases de ejecución del encauzamiento y bajante por el que circulará el arroyo de la cuenca 05, es necesario definir un sistema de drenaje provisional, que garantice durante el periodo de estiaje la circulación de los caudales ecológicos del propio arroyo.

Para determinar la geometría del sistema de drenaje provisional, el cual estará en servicio el tiempo que tarde en construirse la bajante, el encauzamiento y la obra ODT - 04 se tomará como caudal de diseño el que tenga un periodo adaptado a una obra provisional.

Para considerar este parámetro de diseño, el Equipo Redactor ha contactado con Confederación Hidrográfica del Tajo para establecer los criterios de diseño oportunos y definir el periodo de retorno a considerar para obras provisionales con tiempo inferior a un año, no obstante, a fecha de redacción

de proyecto no se ha recibido contestación, por lo que se han realizados los siguientes cálculos y se han comparado:

- 1<sup>er</sup> análisis: Se han analizado los periodos de estiaje y se ha considerado el caudal de cálculo de la cuenca 05, para el periodo de retorno de 500 años.
- 2<sup>o</sup> análisis: Se ha considerado como caudal de cálculo el asociado al periodo de retorno de los caudales ecológicos, similar el de la Máxima crecida Ordinaria.

#### 11.6.1. PRIMER ANÁLISIS:

Se ha considerado la serie de precipitaciones de la AEMET de la estación 3514E Cabezuela del Valle, de la cual se han discretizado para los meses comprendidos entre julio y septiembre, entendiendo esta franja como época de estiaje.

Con esta serie se ha realizado un ajuste de las distribuciones de Gumbel y SQRT-ET máxima en la serie de máximas precipitaciones discretizadas a los meses de menos precipitación. Obteniendo la siguiente precipitación de cálculo:

Estación Pluviométrica		Proceso de cálculo	Precipitaciones 24 h (mm)							
Código	Nombre		T = 2 años	T = 5 años	T = 10 años	T = 25 años	T = 50 años	T = 100 años	T = 500 años	T = 1000 años
3514E	Cabezuela del Valle	Caudales Ecológicos	23.08	35.08	44.20	57.03	67.49	78.65	107.41	121.03

Obtenida la precipitación de cálculo, se ha procedido al cálculo de caudales, considerando la siguiente caracterización de las cuencas principales:

CUENCA	AREA (m <sup>2</sup> )	AREA (km <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Longitud (km)	Cota mín (m)	Cota máx (m)	Pendiente (m/m)	%	t <sub>c</sub>
C-5	420.935.699	0.421	1.252.941	1.253	525.000	927.000	0.321	32.080	0.442

En cuanto a los parámetros considerados para el cálculo de caudales, se comentan:

- El grupo hidrológico considerado es B de Infiltración moderada. Textura franco arenosa - arcillosa - limosa. Drenaje bueno a moderado
- La zona de estudio se sitúa en la región de índice de torrencialidad I1/ Id = 10.

Una vez analizados todos los parámetros involucrados en el cálculo de caudales mediante el Método Racional expuesto en la Norma 5.2-IC "Drenaje Superficial", se obtiene los siguientes caudales ecológicos:

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA CUENCA	CUENCA	C-5
	ÁREA (km <sup>2</sup> )	0.421
Q (DT) [m <sup>3</sup> /s]	Q 2	0.040
	Q 5	0.260
	Q 10	0.470
	Q 25	0.790
	Q 50	1.080
	Q 100	1.420
	<b>Q 500</b>	<b>2.390</b>

El caudal de aportación de la cuenca para 500 años es de **2,39 m<sup>3</sup>/s**. Puesto que esta red tiene exclusivamente un periodo de vida coincidente con el de ejecución de la obra de drenaje 04, la bajante y el encauzamiento, una vez ejecutada la misma, se desmontará, y se retirarán los elementos adecuando la zona a la red proyectada.

#### 11.6.2. SEGUNDO ANÁLISIS:

En el segundo análisis para determinar el caudal de cálculo a considerar para el diseño del drenaje provisional en la cuenca 05, consiste en determinar el período de retorno (T) de los caudales ecológicos que van a discurrir por el torrente en la época de estiaje, el cual se puede asimilar al de la Máxima Crecida Ordinara (MCO) y se puede estimar equivalente a cinco veces el coeficiente de variación:

$$T_{MCO}(\text{años}) = 5 \cdot Cv$$

Siendo Cv el coeficiente de variación dependiente de la zona estudiada (Véase el anejo de Climatología el Hidrología)

$$T_{MCO}(\text{años}) = 5 \cdot 0.354 = 1,77 \approx 2 \text{ años}$$

Por redondear se considera 2 años de periodo de retorno, para el cual el caudal mediante el Método Racional expuesto en la Norma 5.2-IC "Drenaje Superficial", es el siguiente:

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA CUENCA	CUENCA	C-5
	ÁREA (km <sup>2</sup> )	0.421
Q (DT) [m <sup>3</sup> /s]	<b>Q 2</b>	<b>3.610</b>
	Q 5	5.080
	Q 10	6.070
	Q 25	7.400
	Q 50	8.460
	Q 100	9.580
	Q 500	12.450

#### 11.6.3. CONCLUSIÓN

Comparando los dos análisis realizados, se comprueba que los caudales en la época de estiaje son inferiores a los obtenidos por el segundo análisis realizado, incluso el asociado al periodo de retorno de 500 años que es el que se ha empleado para el dimensionamiento del drenaje transversal en el proyecto, es muy inferior al obtenido para el periodo asociado a la MCO del torrente (2,39 m<sup>3</sup>/s << 3,60 m<sup>3</sup>/s).

Por tanto, para estar del lado de la seguridad se ha considerado emplear como caudal de cálculo el obtenido del segundo análisis.

#### 11.6.4. DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

En el entorno del PK. 0+150 del eje 1 se define la conexión provisional. Dicha conexión consiste en una red compuesta por varios elementos proyectados en conjunto para desviar provisionalmente el torrente que discurre en la cuenca 05 durante la ejecución de las obras.

Dicha red se compone de un tubo de 1000mm de diámetro (tubo provisional 01) que comienza en la conexión del torrente con el camino existente. Dicho tubo desaguará a un encauzamiento rectangular revestido en encachado de piedra con una base de 2m y con altura y pendiente variable.

Para ejecutar el cruce con el segundo camino existente, se proyecta otro tubo de 1000mm de diámetro (tubo provisional 02) que desaguará a una bajante prefabricada y ésta al río a través de una OTDL existente.

De acuerdo con el anejo de drenaje del proyecto consultado "Proyecto Complementario Nº1. Actuaciones En Travesías, Accesibilidad, Estabilidad De Taludes Y Medidas Ambientales Compensatorias En La N-110. Tramo: Navaconcejo (Norte) Tornavacas (Sur)", la OTDL existente se trata de una batería de 3 tubos de 800 mm de diámetro.

Para su análisis hidráulico se considera una pendiente crítica de 1,50% de acuerdo con las cotas observadas en planos.



Nº ODE	P.K.	TIPO
13	3+693	3 TUBOS DE 800

*Detalle de la obra existente en el tramo de estudio*

Los resultados del cálculo hidráulico son los siguientes:

SECCIÓN	ID	Q (m³/s)	Pendiente (%)	Tipo De Geometría	Diámetro/ Base	Material	Taludes	Ubicación
Tubo	Provisional 01	3.61	2.69	Tubo H.A.	1.00	Hormigón	--	C 05
Encauzamiento	Tramo I	3.61	8.98	Rectangular	2.00	Encachado	0H:1V	C 05
Encauzamiento	Tramo II	3.61	14.46	Rectangular	2.00	Encachado	0H:1V	C 05
Encauzamiento	Tramo III	3.61	25.48	Rectangular	2.00	Encachado	0H:1V	C 05
Encauzamiento	Tramo IV	3.61	7.98	Rectangular	2.00	Encachado	0H:1V	C 05
Tubo	Provisional 02	3.61	4.03	Tubo H.A.	1.00	Hormigón	--	C 05
Tubo	Obra existente	3.61 (1,20/tubo)	1,50	3 x Tubo H.A.	0.80	Hormigón	--	--

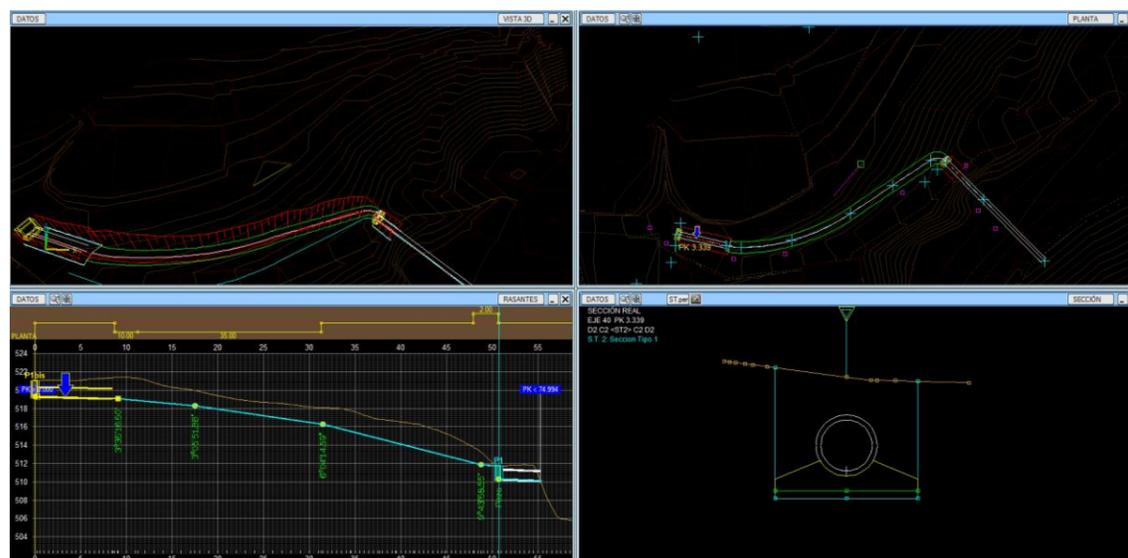
El caudal de aportación de la cuenca es de 3,610 m³/s.

Una vez ejecutado el sistema compuesto para desaguar el encauzamiento, la bajante y la ODT - 04 sobre el Río Jerte, se desmontará.

A continuación, se incluye el cálculo de los elementos proyectados para la red de drenaje provisional:

MEMORIA DE VARIABLES

<i>Imput Data:</i>	<i>Datos de Entrada</i>
<i>Roughness Coefficient:</i>	<i>Coeficiente De Rugosidad</i>
<i>Channel Slope:</i>	<i>Pendiente Del Cauce</i>
<i>Diameter:</i>	<i>Diámetro</i>
<i>Discharge:</i>	<i>Caudal</i>
<i>Results:</i>	<i>Resultados</i>
<i>Normal Depth:</i>	<i>Calado</i>
<i>Flow Area:</i>	<i>Área mojada</i>
<i>Wetted Perimeter:</i>	<i>Perímetro mojado</i>
<i>Hydraulic Radius:</i>	<i>Radio Hidráulico</i>
<i>Percent Full:</i>	<i>Porcentaje de Llenado</i>
<i>Critical Slope:</i>	<i>Pendiente Crítica</i>
<i>Velocity:</i>	<i>Velocidad</i>
<i>Velocity Head:</i>	<i>Velocidad de Entrada</i>
<i>Froude Number:</i>	<i>Número de Froude</i>
<i>Maximum Discharge:</i>	<i>Caudal Máximo</i>
<i>Discharge Full:</i>	<i>Caudal Llenado</i>
<i>Slope Full:</i>	<i>Pendiente de Llenado</i>
<i>Flow Type:</i>	<i>Tipo de Régimen</i>

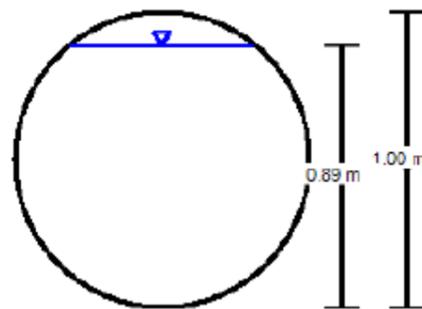


4 vistas de la geometrización de la batería de tubos

**Tubo Provisional\_01**

Project Description	
Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

Input Data	
Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	2.690 %
Normal Depth	0.89 m
Diameter	1.00 m
Discharge	3.610 m <sup>3</sup> /s



Results	
Normal Depth	0.89 m
Flow Area	0.74 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	2.46 m
Hydraulic Radius	0.30 m
Top Width	0.63 m
Critical Depth	0.97 m
Percent Full	88.8 %
Critical Slope	2.649 %
Velocity	4.90 m/s
Velocity Head	1.22 m
Specific Energy	2.11 m
Froude Number	1.447
Maximum Discharge	3.666 m <sup>3</sup> /s
Discharge Full	3.408 m <sup>3</sup> /s
Slope Full	3.018 %
Flow Type	Supercritical

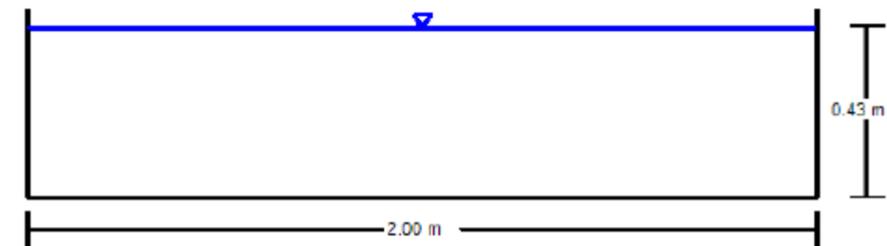
GVF Input Data	
Downstream Depth	0.00 m
Length	0.00 m
Number Of Steps	0

GVF Output Data	
Upstream Depth	0.00 m
Profile Description	N/A
Profile Headloss	0.00 m
Average End Depth Over Rise	0.0 %
Normal Depth Over Rise	88.8 %
Downstream Velocity	Infinito m/s
Upstream Velocity	Infinito m/s
Normal Depth	0.89 m
Critical Depth	0.97 m
Channel Slope	2.690 %
Critical Slope	2.649 %

**Drenaje Provisional\_encauzamiento\_TI\_Rect**

Project Description	
Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

Input Data	
Roughness Coefficient	0.032
Channel Slope	8.980 %
Normal Depth	0.43 m
Bottom Width	2.00 m
Discharge	3.610 m <sup>3</sup> /s



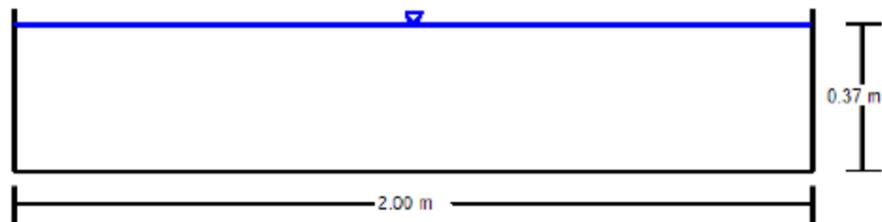
Results	
Normal Depth	0.43 m
Flow Area	0.86 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	2.86 m
Hydraulic Radius	0.30 m
Top Width	2.00 m
Critical Depth	0.69 m
Critical Slope	2.289 %
Velocity	4.20 m/s
Velocity Head	0.90 m
Specific Energy	1.33 m
Froude Number	2.047
Flow Type	Supercritical

GVF Input Data	
Downstream Depth	0.00 m
Length	0.00 m
Number Of Steps	0

GVF Output Data	
Upstream Depth	0.00 m
Profile Description	N/A
Profile Headloss	0.00 m
Downstream Velocity	Infinito m/s
Upstream Velocity	Infinito m/s
Normal Depth	0.43 m
Critical Depth	0.69 m
Channel Slope	8.980 %
Critical Slope	2.289 %

**Drenaje Provisional\_encauzamiento\_TII\_Rect**

Project Description	
Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth
<b>Input Data</b>	
Roughness Coefficient	0.032
Channel Slope	14.460 %
Normal Depth	0.37 m
Bottom Width	2.00 m
Discharge	3.610 m <sup>3</sup> /s



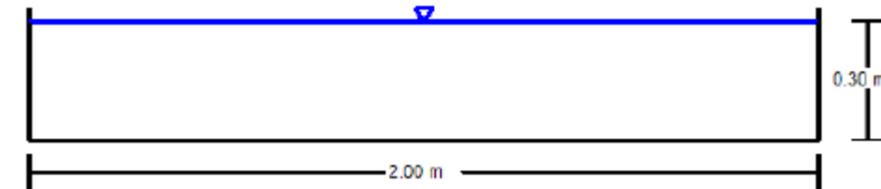
Results	
Normal Depth	0.37 m
Flow Area	0.73 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	2.73 m
Hydraulic Radius	0.27 m
Top Width	2.00 m
Critical Depth	0.69 m
Critical Slope	2.289 %
Velocity	4.94 m/s
Velocity Head	1.24 m
Specific Energy	1.61 m
Froude Number	2.606
Flow Type	Supercritical

GVF Input Data	
Downstream Depth	0.00 m
Length	0.00 m
Number Of Steps	0

GVF Output Data	
Upstream Depth	0.00 m
Profile Description	N/A
Profile Headloss	0.00 m
Downstream Velocity	Infinito m/s
Upstream Velocity	Infinito m/s
Normal Depth	0.37 m
Critical Depth	0.69 m
Channel Slope	14.460 %
Critical Slope	2.289 %

**Drenaje Provisional\_encauzamiento\_TIII\_Rect**

Project Description	
Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth
<b>Input Data</b>	
Roughness Coefficient	0.032
Channel Slope	25.480 %
Normal Depth	0.30 m
Bottom Width	2.00 m
Discharge	3.610 m <sup>3</sup> /s



Results	
Normal Depth	0.30 m
Flow Area	0.61 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	2.61 m
Hydraulic Radius	0.23 m
Top Width	2.00 m
Critical Depth	0.69 m
Critical Slope	2.289 %
Velocity	5.96 m/s
Velocity Head	1.81 m
Specific Energy	2.12 m
Froude Number	3.461
Flow Type	Supercritical

GVF Input Data	
Downstream Depth	0.00 m
Length	0.00 m
Number Of Steps	0

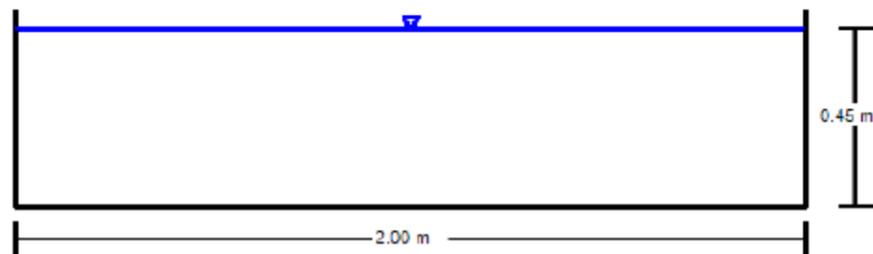
GVF Output Data	
Upstream Depth	0.00 m
Profile Description	N/A
Profile Headloss	0.00 m
Downstream Velocity	Infinito m/s
Upstream Velocity	Infinito m/s
Normal Depth	0.30 m
Critical Depth	0.69 m
Channel Slope	25.480 %
Critical Slope	2.289 %

**Drenaje Provisional\_encauzamiento\_TIV\_Rect**

Project Description	
Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

---

Input Data	
Roughness Coefficient	0.032
Channel Slope	7.980 %
Normal Depth	0.45 m
Bottom Width	2.00 m
Discharge	3.610 m <sup>3</sup> /s



Results	
Normal Depth	0.45 m
Flow Area	0.89 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	2.89 m
Hydraulic Radius	0.31 m
Top Width	2.00 m
Critical Depth	0.69 m
Critical Slope	2.289 %
Velocity	4.04 m/s
Velocity Head	0.83 m
Specific Energy	1.28 m
Froude Number	1.927
Flow Type	Supercritical

GVF Input Data	
Downstream Depth	0.00 m
Length	0.00 m
Number Of Steps	0

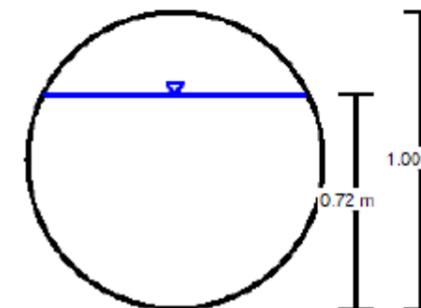
GVF Output Data	
Upstream Depth	0.00 m
Profile Description	N/A
Profile Headloss	0.00 m
Downstream Velocity	Infinito m/s
Upstream Velocity	Infinito m/s
Normal Depth	0.45 m
Critical Depth	0.69 m
Channel Slope	7.980 %
Critical Slope	2.289 %

**Tube Provisional\_02**

Project Description	
Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

---

Input Data	
Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	4.030 %
Normal Depth	0.72 m
Diameter	1.00 m
Discharge	3.610 m <sup>3</sup> /s



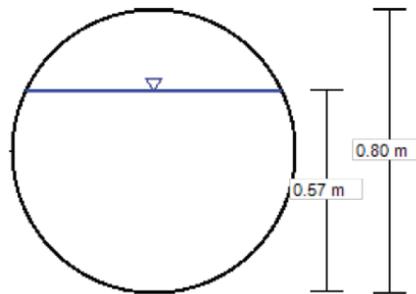
Results	
Normal Depth	0.72 m
Flow Area	0.60 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	2.02 m
Hydraulic Radius	0.30 m
Top Width	0.90 m
Critical Depth	0.97 m
Percent Full	71.8 %
Critical Slope	2.649 %
Velocity	5.98 m/s
Velocity Head	1.82 m
Specific Energy	2.54 m
Froude Number	2.330
Maximum Discharge	4.487 m <sup>3</sup> /s
Discharge Full	4.171 m <sup>3</sup> /s
Slope Full	3.018 %
Flow Type	Supercritical

GVF Input Data	
Downstream Depth	0.00 m
Length	0.00 m
Number Of Steps	0

GVF Output Data	
Upstream Depth	0.00 m
Profile Description	N/A
Profile Headloss	0.00 m
Average End Depth Over Rise	0.0 %
Normal Depth Over Rise	71.8 %
Downstream Velocity	Infinito m/s
Upstream Velocity	Infinito m/s
Normal Depth	0.72 m
Critical Depth	0.97 m
Channel Slope	4.030 %
Critical Slope	2.649 %

**Drenaje provisional\_Obra exist Bateria 3 THA 800**

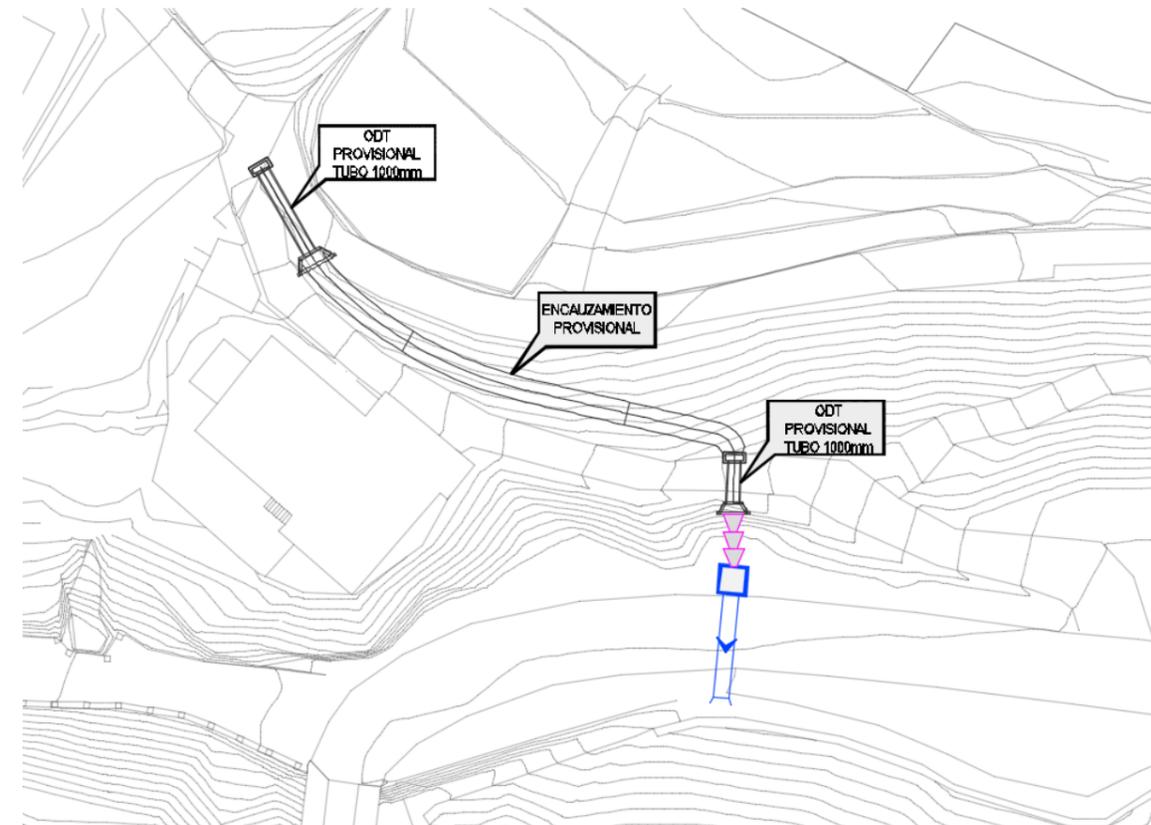
Project Description	
Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth
Input Data	
Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	1.500 %
Normal Depth	0.57 m
Diameter	0.80 m
Discharge	1.203 m <sup>3</sup> /s



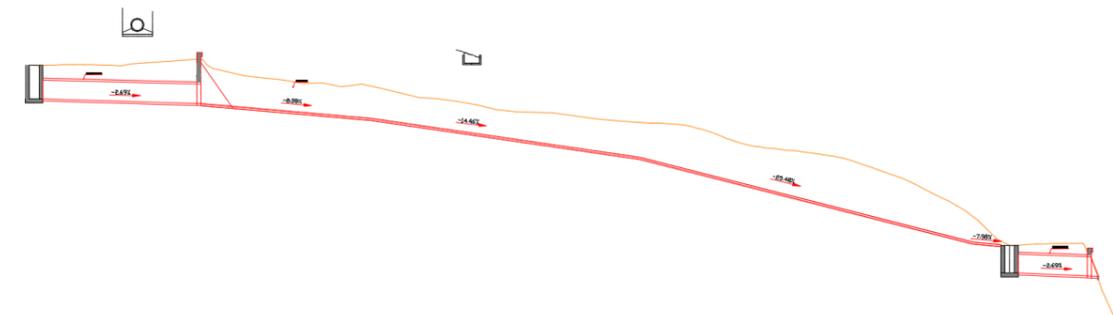
Results	
Normal Depth	0.57 m
Flow Area	0.38 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	1.61 m
Hydraulic Radius	0.24 m
Top Width	0.72 m
Critical Depth	0.66 m
Percent Full	71.3 %
Critical Slope	1.078 %
Velocity	3.14 m/s
Velocity Head	0.50 m
Specific Energy	1.07 m
Froude Number	1.377
Maximum Discharge	1.510 m <sup>3</sup> /s
Discharge Full	1.404 m <sup>3</sup> /s
Slope Full	1.102 %
Flow Type	Supercritical

GVF Input Data	
Downstream Depth	0.00 m
Length	0.00 m
Number Of Steps	0

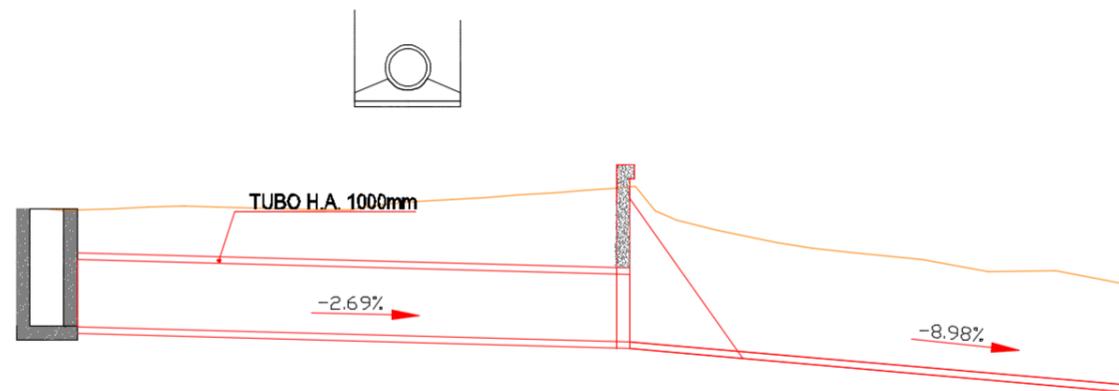
GVF Output Data	
Upstream Depth	0.00 m
Profile Description	N/A
Profile Headloss	0.00 m
Average End Depth Over Rise	0.0 %
Normal Depth Over Rise	71.3 %
Downstream Velocity	Infinito m/s
Upstream Velocity	Infinito m/s
Normal Depth	0.57 m
Critical Depth	0.66 m
Channel Slope	1.500 %
Critical Slope	1.078 %



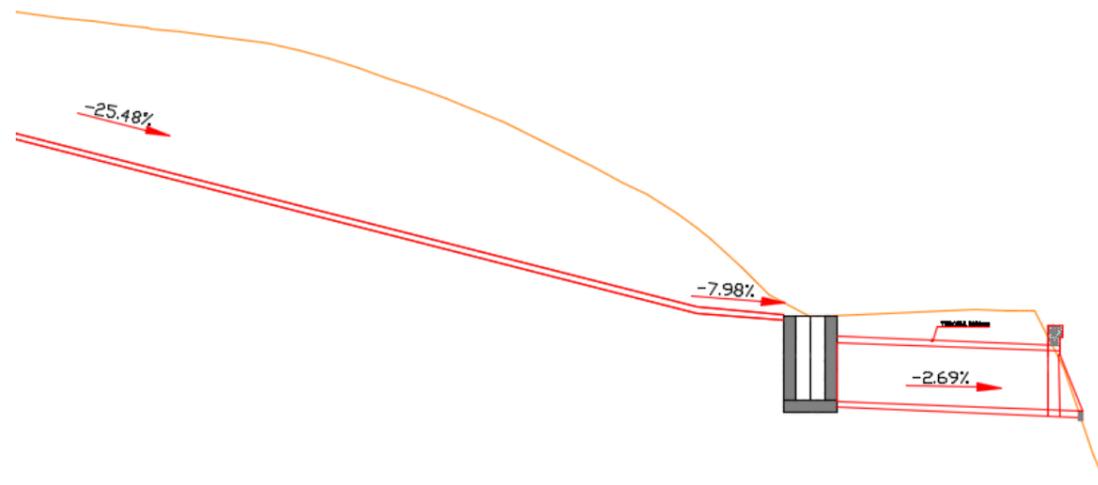
Representación de planta de la red de drenaje provisional proyectada.



Perfil longitudinal la red de drenaje provisional proyectada.



Tubo provisional 01



Tubo provisional 02

### 11.7. ESTUDIO DE LOS CAUCES PRINCIPALES

#### 11.7.1. CUENCA DEL RÍO JERTE

##### 11.7.1.1. Introducción

En este apartado se estudia la afección del nuevo puente y del nuevo tramo de la carretera N-110 sobre el régimen natural del río Jerte.

Se definen a continuación los límites de Dominio Público Hidráulico (DPH) y se obtiene la situación del viaducto respecto del mismo.

Según la Ley de Aguas (MMA, 1996), se define como Cauce natural al terreno cubierto por las aguas en la Máximas Crecidas Ordinarias. Al exterior de los límites del cauce público se extiende la “franja de servidumbre”, constituida por los 5 metros adyacentes al cauce. También se obtiene el caudal y lámina de agua para la Avenida de 100 y 500 años de periodo de retorno, estudiándose la afección en la sobreelevación de la lámina de agua y el efecto de esta sobre el cuerpo de presa.

El estudio del río Jerte se ha realizado con el programa HEC RAS, de amplio reconocimiento para este tipo de estudios. Las salidas de los cálculos hidráulicos de HEC RAS se muestran en el Apéndice 4.



Imagen del río Jerte a su paso por Cabezuela del Valle

##### 11.7.1.2. Delimitación del Dominio Público Hidráulico y del Cauce de Avenida Extraordinaria

El objetivo del presente estudio es establecer el régimen de avenidas en el río Jerte en su cruce con carretera y el puente proyectado. Las avenidas quedarán definidas según su caudal máximo, en función del período de retorno, y, posteriormente, calcular las láminas de inundación. Asimismo, se

determinará la Máxima Crecida Ordinaria, la cual se utilizará para, en un estudio hidráulico fluvial, la determinación del Dominio Público Hidráulico.

**11.7.1.2.1. Cálculo de caudal de avenidas**

En el anejo 5 de Climatología e Hidrología se presenta el cálculo de los caudales de avenida por varios métodos, concluyendo que los caudales de proyecto utilizados son los remitidos por Confederación Hidrográfica del Tajo, que coinciden con los publicado en el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables.

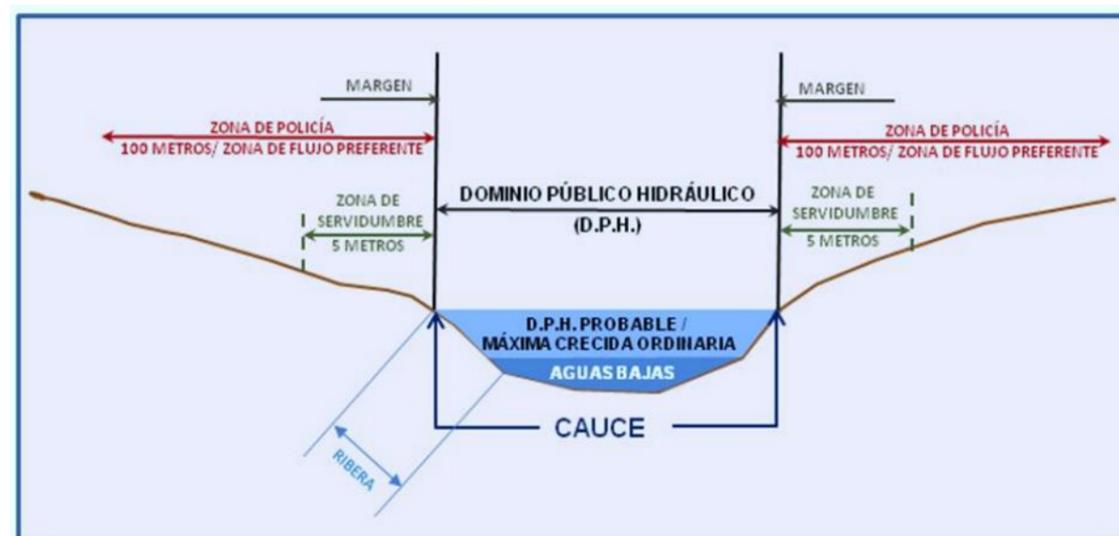
Río	Caudal en (m³/s) para los distintos periodos de retorno - SNZI				
	DPH	10 años	50 años	100 años	500 años
Jerte	185.00	365.00	613.00	766.00	1,117.00

**11.7.1.2.2. Caudal asociado a la Máxima Crecida Ordinaria**

Según el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RD 894/1986, modificado por RD9/2008), se define el cauce natural en su artículo 4 como:

*“1. Álveo o cauce natural de una corriente continua o discontinua es el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias (artículo 4 del texto refundido de la Ley de Aguas). La determinación de ese terreno se realizará atendiendo a sus características geomorfológicas, ecológicas y teniendo en cuenta las informaciones hidrológicas, hidráulicas, fotográficas y cartográficas que existan, así como las referencias históricas disponibles.*

*2. Se considerará como caudal de la máxima crecida ordinaria la media de los máximos caudales anuales, en su régimen natural producidos durante diez años consecutivos, que sean representativos del comportamiento hidráulico de la corriente y que tengan en cuenta lo establecido en el apartado 1.”*



*Zonificación de los cauces*

Por lo tanto, de manera inicial el cauce está definido por la Máxima Crecida Ordinaria ( $Q_{MCO}$ ).

Los caudales utilizados para el cálculo de la MCO son:

Río	Caudal en (m³/s) para los distintos periodos de retorno - SNZI
	MCO
Jerte	185.00

**11.7.1.3. Estudio hidráulico**

El objeto del presente apartado es el estudio del comportamiento actual y futuro del cauce y la vega de avenidas del río Jerte, en caso de que se produzcan fenómenos meteorológicos que ocasionen caudales de avenida. La situación actual, lógicamente, hace referencia a la topografía y elementos del cauce, tal y como se encuentran en estos momentos. La situación futura se refiere al comportamiento una vez construida la N-110 por su nuevo trazado y el nuevo puente.

En este análisis, se parte del estudio hidráulico en situación actual facilitado por Confederación Hidrográfica Tajo el cual se puede visualizar en el visor cartográfico del Sistema Nacional de zonas inundables (<https://sig.mapama.gob.es/snczi/>), con clave de expediente 13CO0009NG que cuenta con información referente a la inundación asociada a los periodos de retorno de 5, 10, 50, 100 y 500 años, así como el DPH cartografiado y la Zona de Flujo preferente.

El estudio de desarrollo de las zonas inundables del río Jerte facilitado por Confederación tiene fecha de 01/09/2015 y se ha elaborado con una precisión cartográfica optima, empleando un modelo digital del terreno de 1x1 procedente de un vuelo lidar PNOA (IGN).

**11.7.1.3.1. Metodología**

Para este informe se parte de los datos geométricos procedentes de los perfiles transversales obtenidos en campo en trabajos ejecutados y de la cartografía disponible.

Dichas secciones deben representar el avance del flujo de avenidas en su corte con el cauce. En la infraestructura modelizada se toman perfiles adicionales, tanto aguas arriba como aguas abajo, a partir de la cartografía generada para el trazado de carretera, con lo que se obtiene una modelización más fiel de la zona estudiada.

Para la evaluación del comportamiento del cauce se realizarán dos modelos matemáticos, uno en la situación actual y el otro en la situación futura. Ambos con los caudales de diseño mencionados anteriormente en el Estudio Hidrológico.

La metodología utilizada para abordar el estudio hidráulico es la modelización matemática de los tramos a través del modelo de simulación hidráulica HEC- RAS, desarrollado por el U.S Army Corps of Engineers. Este modelo surge como evolución del conocido y ampliamente utilizado HEC-2, con varias

mejoras con respecto a éste, entre las que destaca el análisis tanto en régimen lento como rápido, y la interface gráfica de usuario que facilita las labores de pre-proceso y post-proceso.

El modelo numérico incluido en este programa y utilizado en el presente estudio permite realizar el análisis del flujo permanente en lámina libre.

Se compararán los parámetros más significativos de ambos modelos, con el fin de valorar la variación que supone la construcción del viaducto de la línea de alta velocidad, con respecto a la situación actual en caso de avenidas. Finalmente, se extraerán las conclusiones pertinentes.

#### 11.7.1.3.2. Objetivos

El objetivo principal del presente estudio es conocer los peligros a que están sujetas las áreas confrontadas con el Río Jerte, y la influencia que puede suponer la actuación del presente documento sobre las estructuras del existentes en cauce y sobre las áreas anexas al mismo, y qué zonas a lo largo de su trazado se verán potencialmente afectadas, como primer paso para la protección los espacios ya ocupados y la planificación urbanística de los que aún no lo están.

#### 11.7.1.3.3. Breve descripción del programa

El programa HEC-RAS simula un flujo gradualmente variado en estado estacionario en canales abiertos, con condiciones de contorno rígidas. Se admite la hipótesis de que la pérdida de altura por fricción en una sección es la misma que tendría un flujo uniforme que tuviese la misma velocidad y radio hidráulico que el correspondiente a la sección.

Se considera conocida la altura de la superficie del agua y el caudal en una determinada sección transversal.

- La energía del flujo se calcula conociendo la geometría de la sección transversal.
- La geometría de la sección es también conocida en la siguiente sección, al igual que la longitud del tramo entre ambas.
- Se supone un régimen inicial de funcionamiento.
- La pérdida de altura debida a la fricción, se calcula conociendo el caudal, longitud del tramo y geometría de la sección, aplicando la fórmula de pérdida de carga de Manning para un cierto valor de "n".
- La altura de velocidad ponderada, se calcula en la sección siguiente y se halla la diferencia entre ambas.
- Se calculan las pérdidas por expansión o contracción a partir de la diferencia anterior y de los coeficientes aplicados.
- La diferencia de alturas de la superficie del agua entre las dos secciones se calcula como la suma de la diferencia en alturas de velocidad, las pérdidas de fricción y por contracción o expansión.

- La elevación de la lámina de agua en la segunda sección se calcula como la suma de la altura inicial de la superficie de agua asumida y la diferencia obtenida.
- Se calcula el error en la segunda sección entre la altura asumida y la calculada.
- Si el error es aceptable, menor de 1 cm, el procedimiento se repite para la siguiente sección, considerando los nuevos valores como conocidos. Si el error no es aceptable se repite el proceso.

#### 11.7.1.3.3.1. Datos Necesarios

Los datos requeridos para la ejecución del programa son los siguientes:

- Régimen de flujo
- Condición de contorno
- Caudal
- Coeficientes de pérdidas
- Geometría de las secciones
- Longitud entre las secciones

Para cada una de las fases o subfases se confecciona una GEOMETRÍA, un estudio de FLUJO y, asociado a estos ficheros, un PLAN o una hipótesis de estudio.

El programa crea una serie de Reports o ficheros y resultados, además, de unas salidas gráficas diseñadas por el programa y parcialmente modificables por el usuario, que permiten observar fácilmente la evolución de la lámina de agua a lo largo del cauce, e incluso, editar simulaciones tridimensionales del cauce y las obras de fábrica modeladas.

En cada caso, se aportan los resultados más importantes que, en líneas generales se concretan en los perfiles próximos o, en el entorno de los puntos singulares.

Con los datos de partida anteriores y las condiciones de contorno impuestas, se procede a realizar el cálculo hidráulico, considerando las condiciones geométricas y de contorno que se describen en el apartado siguiente.

#### 11.7.1.3.4. Datos de partida

##### 11.7.1.3.4.1. Zonas inundables publicadas por el SNCZI

Consultado el Sistema Nacional de cartografía de zonas inundables, se comprobó que en la zona objeto de proyecto existe un estudio hidráulico con clave de expediente 13CO0009NG que cuenta con información referente a la inundación asociada a los periodos de retorno de 5, 10, 50, 100 y 500 años, así como el DPH cartografiado y la Zona de Flujo preferente en situación actual que ha sido facilitado por Confederación Hidrográfica Tajo.

Dicho estudio es del año 2015 y se ha elaborado con una precisión cartográfica óptima, empleando un modelo digital del terreno de 1x1 procedente de un vuelo lidar PNOA (IGN).

#### 11.7.1.3.4.2. Caudales de cálculo

Los caudales obtenidos, y su justificación se presentan en el anejo 5 figurando en la tabla adjunta los valores que se utilizarán para el estudio:

Río	Caudal en (m <sup>3</sup> /s) para los distintos periodo de retorno - SNZI				
	DPH	10 años	50 años	100 años	500 años
Jerte	185.00	365.00	613.00	766.00	1,117.00

#### 11.7.1.3.4.3. Datos Geométricos

Los perfiles se han tomado de la cartografía.

La numeración de las secciones transversales es descendente siguiendo el flujo del agua y los puntos que definen cada sección se toman de izquierda a derecha, tal y como se han de introducir en HEC-RAS para su modelación.

Además, se ha supuesto un coeficiente de Manning uniforme en todo el tramo, de 0,045 en el cauce de aguas bajas, que se corresponde con cursos naturales sinuosos y con vegetación, y 0,035 en las planicies de inundación que se correspondería a zonas con características de vegetación medias caracterizado por la existencia de matorrales.

Los coeficientes de contracción y expansión del flujo para los cálculos entre las secciones son los correspondientes a transiciones graduales, para la contracción 0,1 y para la expansión 0,3.

#### 11.7.1.3.5. Resultados

Con la información disponible se realiza una primera simulación (*Situación Actual*) para los caudales de 500 años, 100 años de periodo de retorno y para la MCO, en un escenario actual.

Para esta simulación, se superpone el trazado proyectado (*Trazado Proyectado sobre Situación Actual*), para comprobar la interferencia con las llanuras de inundación asociadas a la MCO, al ZFP y a la avenida de 500 años.

Seguidamente se realiza una nueva modelización (*Situación Futura*) con los mismos condicionantes hidráulicos, pero en un escenario futuro con la nueva infraestructura, comparándose los resultados.

De este modo, en los apartados siguientes, se realiza el estudio hidráulico del cauce del río, que se estructura de la siguiente forma:

#### - Análisis de la situación actual:

- Delimitación de los espacios fluviales:
  - Dominio público hidráulico (DPH).
  - Zona de servidumbre (ZS).
  - Zona de Policía (ZP).
- Delimitación de las zonas inundables:
  - Zonas inundables a 10, 100 y 500 años de periodo de retorno.
  - Zona de Flujo preferente (ZFP).

Para el análisis de esta situación se ha empleado el modelo del río Jerte facilitado por CHT, el modelo denominado Situación Actual, en el apéndice 4.

#### - Análisis de la situación futura o proyectada:

- Delimitación de las zonas inundables:
  - Zonas inundables a 10, 100 y 500 años de periodo de retorno.
  - Zona de Flujo preferente (ZFP).
- Comparación entre la situación actual y proyectada.
  - Comprobación de sobreelevaciones a 100 y 500 años.
  - Resguardo entre la lámina de agua y la clave de la obra.
  - Comprobación de la ocupación para la ZFP. Dentro o fuera de la ZP.

Adjunto a este estudio, se incluye la tabla de resultados obtenidos para cada modelo. Los datos que se presentan en las tablas son los siguientes:

- River Sta: Número de sección transversal, corresponde a la sección en la que se están midiendo el resto de los parámetros que aparecen en la tabla.
- Min Ch El: Rasante hidráulica (m), es la cota más baja del fondo del cauce en la sección que aparece en la primera columna.
- W.S. Elev: Cota lámina de agua, altura que alcanza la lámina del agua en la sección.
- E.G. Elev: Cota línea de energía (m), altura que alcanza la lámina del agua en cada sección, sumando el componente dinámico de velocidad del agua.
- E.G. Slope: Pendiente motriz (m/m), representa la pendiente de la línea de energía.
- Vel Chnl: Velocidad cauce (m/s), velocidad alcanzada por el agua en la parte del cauce por la que fluye principalmente el agua, denominada cauce central.
- Froude # Chl: Nº de Froude, número de Froude en la sección de referencia, indica si el régimen del agua cuando circula por esa sección es lento, cuando el número de Froude es menor que

la unidad; crítico, siempre que el número de Froude es igual a la unidad o rápido, cuando el número Froude es superior a la unidad.

- Top Width: Anchura lámina (m), anchura de la inundación provocada por el agua en esa sección para el caudal modelado. HEC-RAS da la anchura total de inundación, en el caso de que en el perfil coexistan zonas inundadas con zonas no inundadas, la anchura que aparece es la suma de las anchuras de cada una de las zonas inundadas.

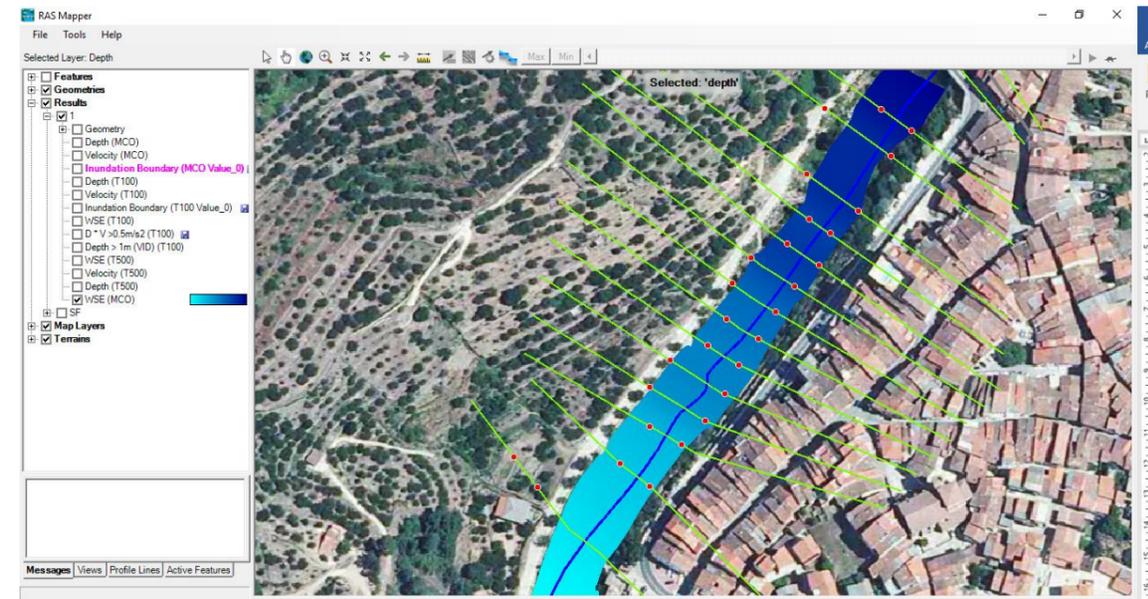
Posteriormente, se realiza un cuadro resumen con la comparativa de datos correspondientes al escenario actual y al escenario futuro.

Este análisis se incluye en el Apéndice 4 del presente anejo.

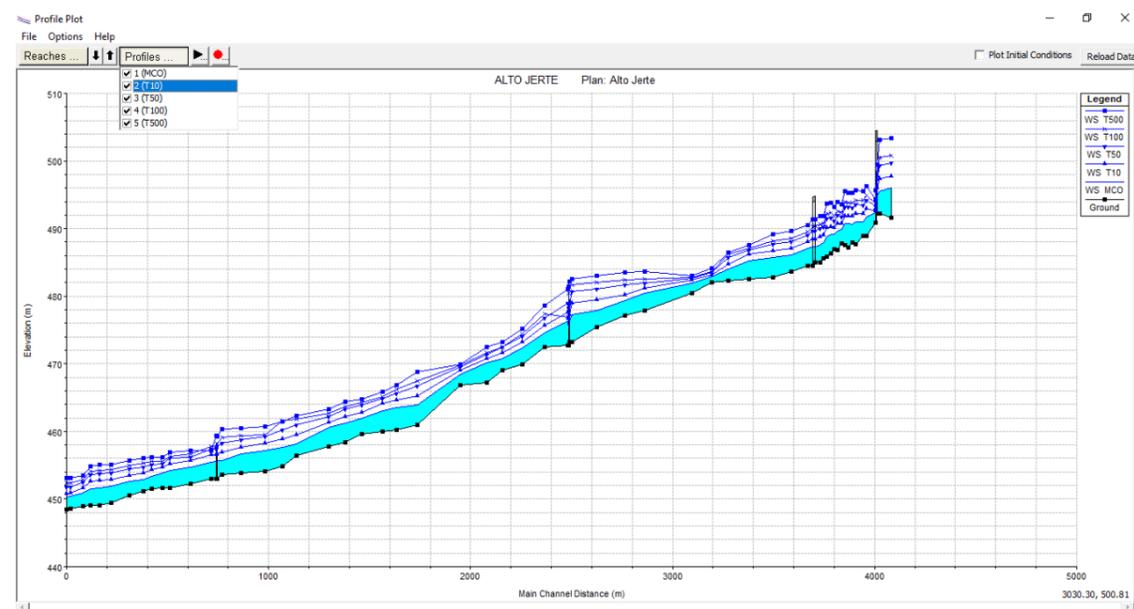
**11.7.1.4. Conclusiones**

Tras analizar el modelo del río Jerte facilitado por CHT, el modelo denominado **Situación Actual**, se comprueba lo siguiente:

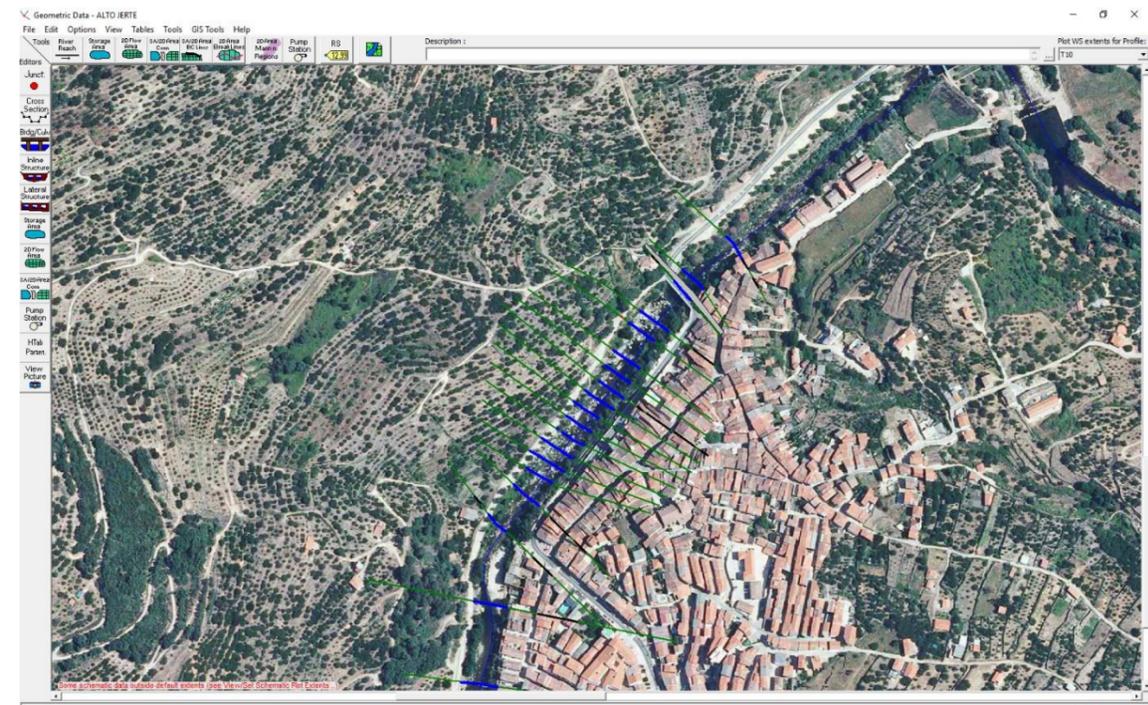
- El modelo facilitado cuenta con información referente a la inundación asociada a los periodos de retorno de 5, 10, 50, 100 y 500 años y las llanuras asociadas a estos periodos de retorno coinciden con las descargadas de SNZI.



Llanuras de inundación mediante la aplicación GIS de Hec. – Ras (Ras Mapper). Situación Actual.



Perfil longitudinal del Modelo Hec. - Ras. Situación Actual



Planta del Modelo Hec. - Ras. Situación Actual.

- Se ha comprobado en el modelo facilitado que, para los periodos de retorno asociados a las avenidas de 50, 100 y 500 años, las estructuras existentes no tienen capacidad

suficiente, produciéndose laminación inmediatamente aguas arriba o bien desbordamiento sobre la plataforma.

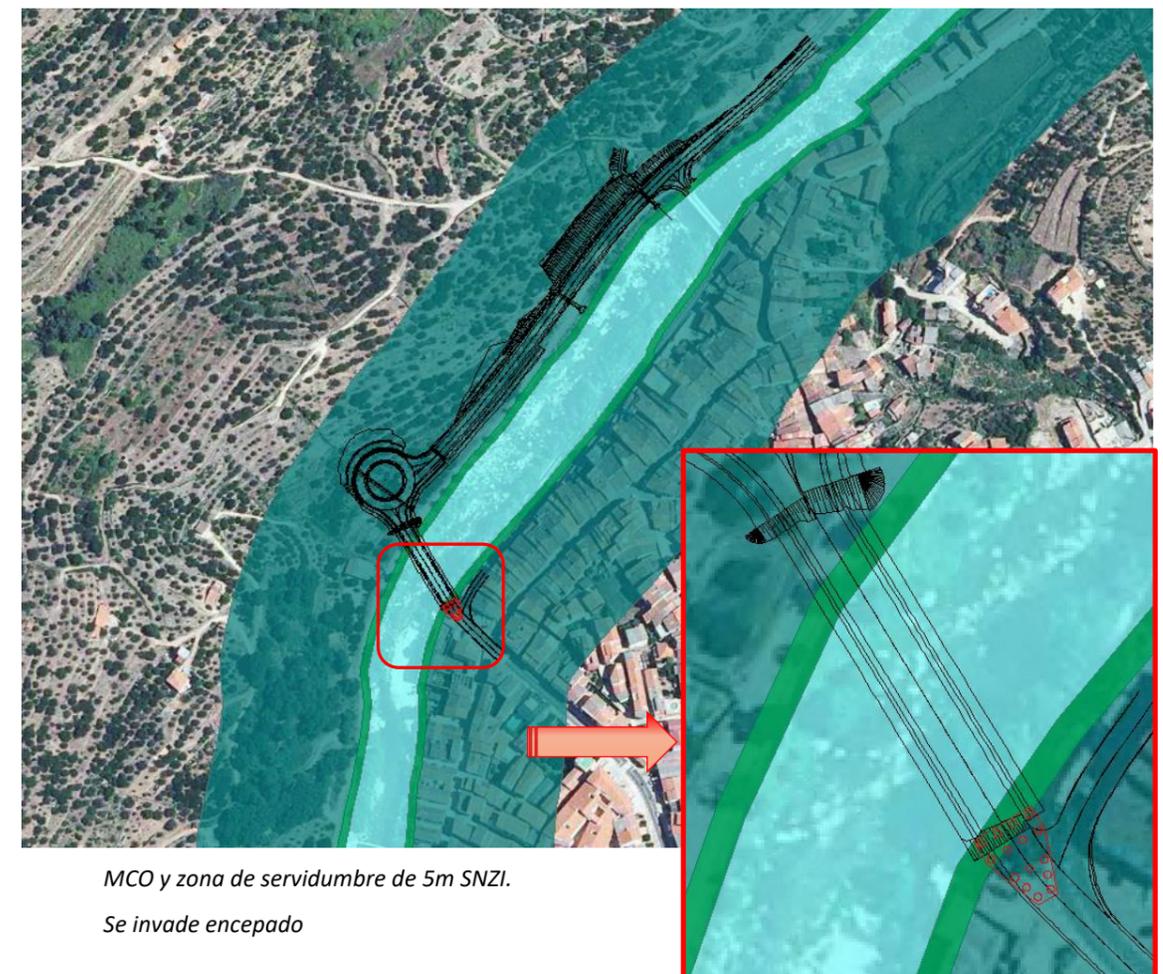
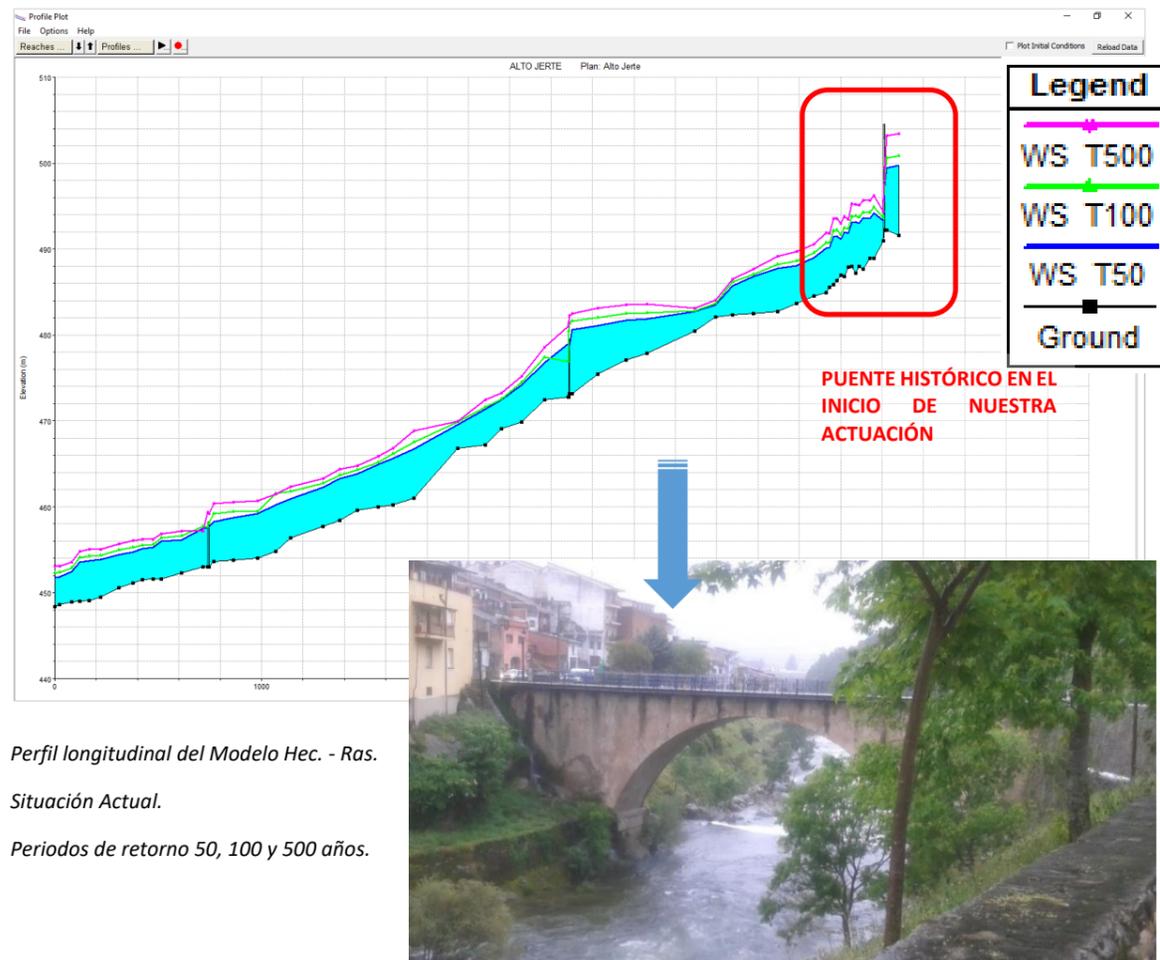
- En la zona objeto de Proyecto existe DPH cartografiado, en el que se incluye la franja de los 5m de servidumbre (ZS) y la franja de 100m a ambos lados del cauce, definida como zona de policía (ZP).
- Para la avenida de 50 años, el puente histórico donde comienza nuestra actuación, no tiene capacidad suficiente y la llanura de 50 años produce una laminación natural, sin alcanzar la rasante, de manera que se crea un cuello de botella a la entrada del puente, aumentando las velocidades del flujo una vez sobrepasada.

Cómo se observa en el perfil longitudinal, el resto de estructuras no tienen capacidad y las llanuras terminan invadiendo parcelas y zona de edificaciones hasta desbordar por encima de la carretera.

- La línea de energía de la llanura asociada a la avenida de los 500 años de periodo de retorno toca la clave del puente histórico aguas arriba de nuestra actuación.

Una vez analizada la situación actual se superpone el trazado proyectado, para comprobar la interferencia con las llanuras de inundación asociadas a la MCO, al ZFP y a la avenida de 500 años, este modelo se ha denominado **Trazado Propyectado sobre Situación Actual**, y se ha comprobado lo siguiente:

- En la zona objeto de Proyecto existe DPH cartografiado. Se comprueba que, al superponer el trazado proyectado, interfiere el encepado del estribo del puente lado pueblo sobre la zona de servidumbre, definida por la franja lateral de 5m a cada lado del cauce (franja de color verde).



- Para la avenida de 100 y 500 años: en general las estructuras existentes no tienen capacidad suficiente, produciéndose desbordamiento por encima de la rasante.



Margen lado pueblo dónde se proyectará el encepado del estribo del nuevo puente

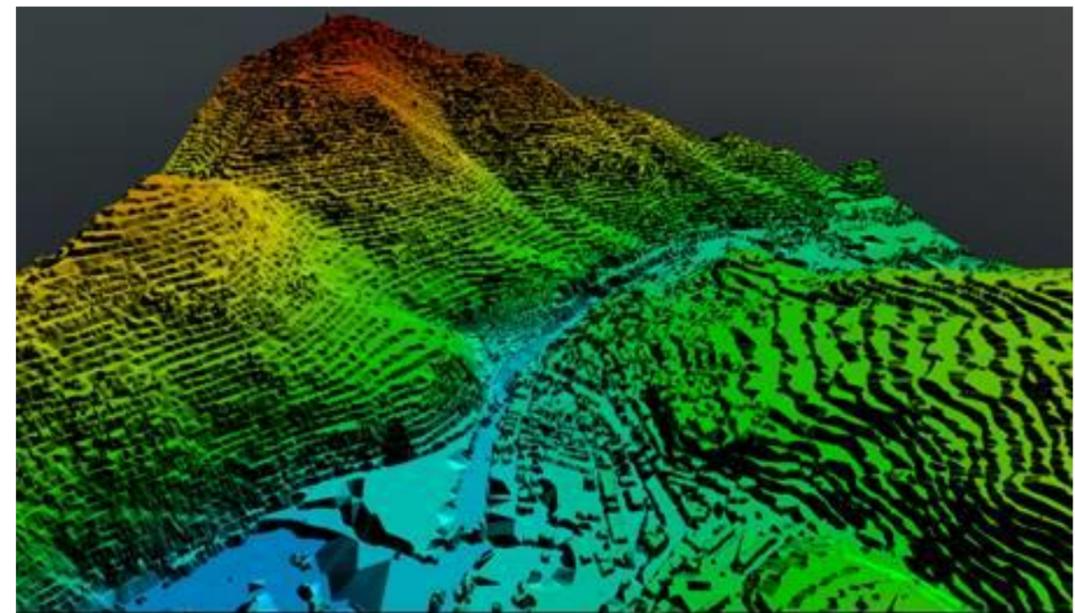
No obstante, se ha revisado dicha llanura y se ha comprobado que esta no se ciñe fielmente al terreno, existiendo un desvío en el ajuste de la misma de acuerdo con las líneas de nivel, así mismo, en las ortofotos se muestran infraestructuras existentes en el cauce como escaleras, miradores, etc y la llanura los está obviando.

Además, debido a la fecha en la que se realizó dicho estudio hidráulico del río Jerte facilitado por CHT, no se consideraba una pasarela peatonal proyectada en la margen contraria a esta actuación, definida en el “Proyecto complementario Nº1, para el Acondicionamiento de la N-110 entre Navaconcejo y Tornavacas”, de la Demarcación de Carreteras del Estado en Extremadura, la cual ya se ha proyectado invadiendo la franja de DPH definida en el modelo facilitado por CHT.



Imagen de la pasarela peatonal proyectada en la margen izquierda del Río Jerte

Por ese motivo, el Equipo redactor ha realizado un nuevo modelo hidráulico empleando un modelo del terreno de gran definición, siendo este un MDT 0.5x0.5 a partir de un vuelo lidar IGN PNOA máxima actualidad y complementando con la cartografía de uso en el proyecto, consiguiendo de esta manera una mayor definición del terreno en la zona de estudio.

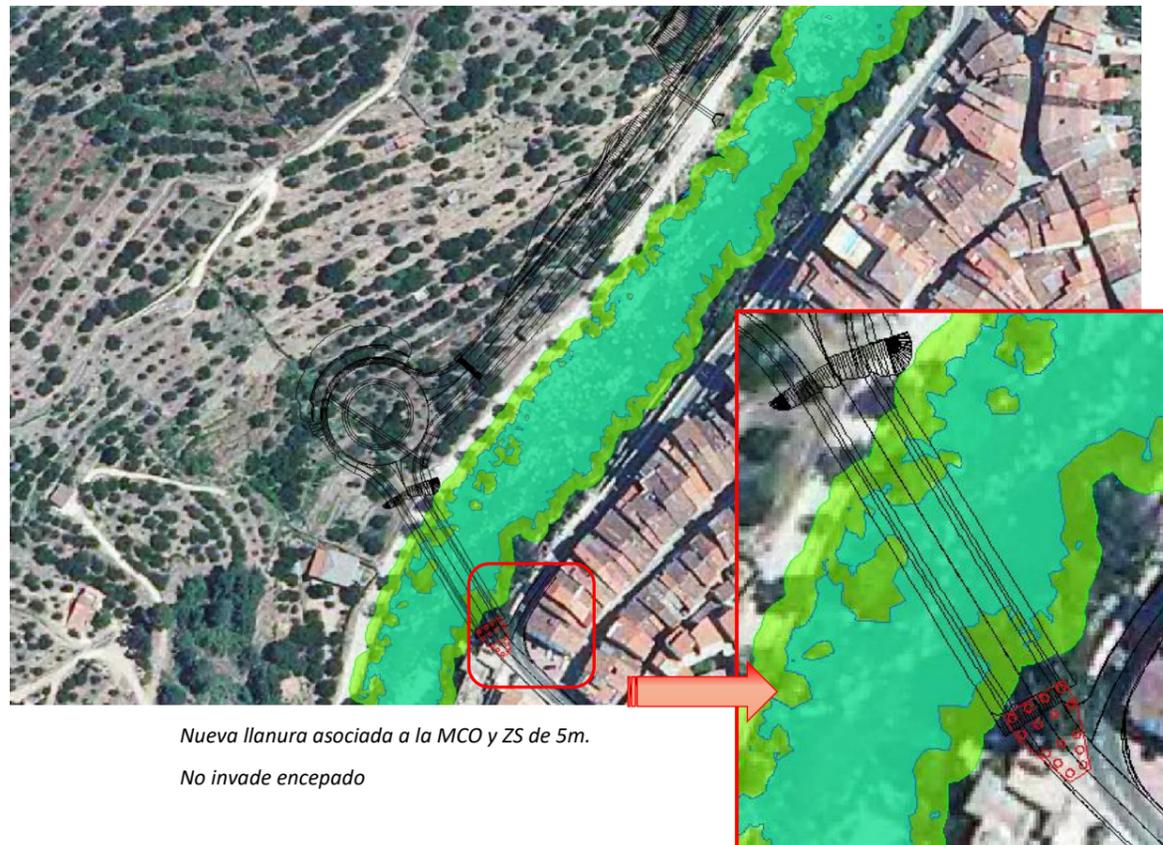


MDT generado para el nuevo modelo hidráulico

Este nuevo modelo hidráulico, también desarrollado con el software HecRAS, en su versión 5.07, que incluye un módulo de GIS (Ras Mapper) útil para procesamiento geométrico GIS, sin tener que recurrir a otros softwares externos.

Para la simulación del modelo hidráulico, se ha empleado los caudales facilitados por CHT y se ha comprobado que la llanura asociada a la máxima crecida ordinaria (MCO) se reduce, y, por consiguiente, la franja lateral de 5m de ancho también, adaptándose a las curvas de terreno y considerando irregularidades existentes en el cauce y anexas al mismo.

De este modo, el encepado proyectado no invadiría esta zona y la servidumbre de paso se mejora sustancialmente, ya que cómo puede comprobarse en la imagen anterior, el estado actual de la servidumbre no permite el paso.



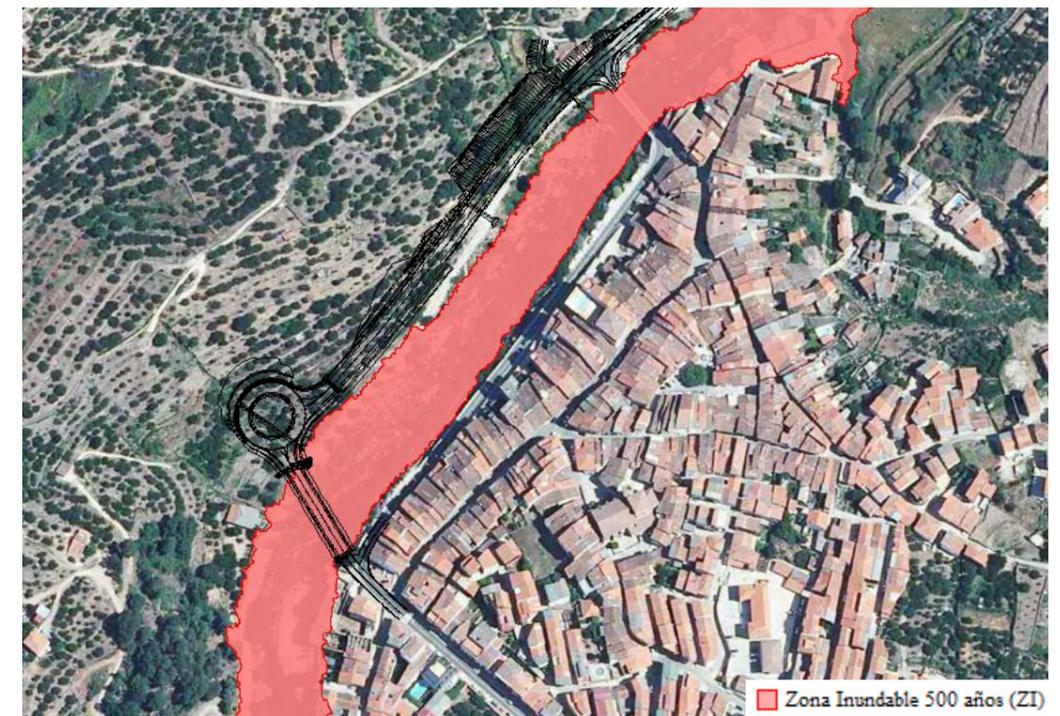
Nueva llanura asociada a la MCO y ZS de 5m.  
No invade encepado

- Existe una zona inundable con probabilidad media u ocasional (T=100 años). La zona inundable definida como Zona de Flujo Preferente es paralela al trazado del vial proyectado, sin afectar a taludes ni otros elementos de la infraestructura.

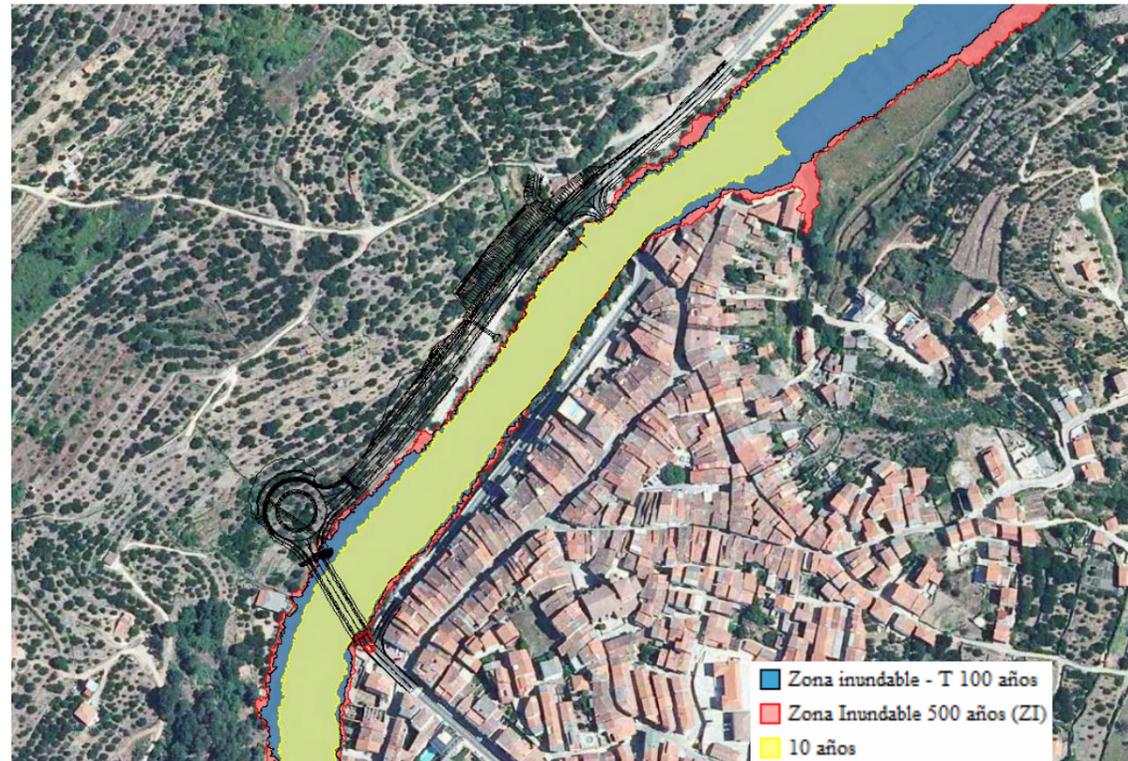


Trazado Projectado sobre Zona de Flujo Preferente

- Hay una zona inundable con probabilidad baja o excepcional (T=500 años). La zona inundable definida es paralela al trazado proyectado, intercepta en ciertos puntos en el paseo fluvial y en los muros anexas al puente proyectado. No obstante, la afección que produce cumple con el resguardo y sobre elevación que marca la Norma de drenaje.



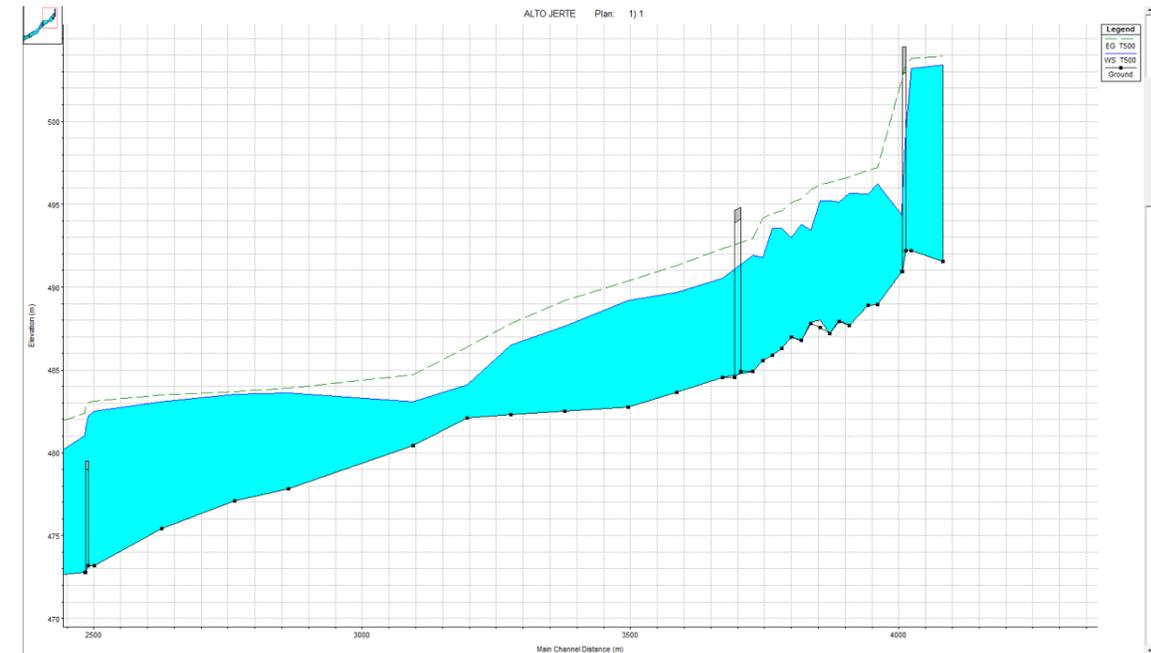
Trazado Projectado sobre Zona inundable de 500 años



Trazado Projectado sobre Zonas inundables

Seguidamente se realiza una nueva modelización, **Situación Futura**, con los mismos condicionantes hidráulicos, pero en un escenario futuro con la nueva infraestructura, comparándose los resultados, y se ha comprobado:

- Se comprueba que el régimen hidráulico no se altera para el caudal correspondiente al periodo de retorno de 10 años.
- La línea de energía de las llanuras asociadas a las avenidas de los 100 y 500 años de periodo de retorno no tocan la clave del nuevo puente proyectado.
- El paso de la avenida de 500 años queda garantizado tras la implantación de la estructura.
- La sobrelevación para el paso de la avenida de 500 es inferior a 0.50m
- Se cumple con lo establecido en la Instrucción 5.2-IC "Drenaje Superficial", donde se menciona que la sobrelevación del nivel de la corriente provocada por la presencia del puente no exceda de 50 cm.
- Por otro lado, el resguardo de la lámina de agua respecto de la cara inferior del tablero cumple con los límites impuestos en la Instrucción 5.2-IC, es decir la sobrelevación producida entre la situación actual y la futura no supera los 50 cm y que el resguardo entre el intradós del tablero y la lámina de agua son de 1,5 y 1,0 m para las avenidas de 100 y 500 años respectivamente.



Perfil longitudinal del Modelo Hec. - Ras. Situación Actual. Periodos de retorno 50, 100 y 500 años.

#### 11.7.1.5. Vegetación de ribera

La vegetación de ribera es, probablemente, la vegetación más intensamente transformada por la actividad humana y la menos conocida.

Las características de estas zonas son tales que, en casi todos aquellos valles en los que la accesibilidad es suficiente, los bosques riparios han sido eliminados, fragmentados o profundamente modificados y reducidos a una estrecha franja junto al cauce.

Entre las principales amenazas para la conservación de esta vegetación se encuentra su sustitución por cultivos agrícolas y forestales, el encauzamiento de los tramos sobre los que se asientan, la construcción de infraestructuras hidráulicas y la contaminación por especies invasoras. La estrecha relación que la vegetación de ribera tiene con el estado del medio fluvial convierte las alteraciones de estos sistemas en serios problemas para el mantenimiento de las dimensiones y diversidad de los sotos.

Las propiedades más significativas que convierten a la vegetación de ribera en formaciones bien diferenciadas y de gran valor son su alta diversidad biológica, su alta productividad y el elevado dinamismo de los hábitats que acogen. Todo ello como consecuencia de sus particulares condiciones hídricas, que favorecen el refugio de especies propias de zonas climáticas frescas y húmedas en áreas más cálidas y secas.

En el ámbito del proyecto predomina el cultivo de cerezo en las laderas y la vegetación ligada al cauce del río. Para evitar su afección, se minimizará la ocupación y los estribos no afectarán a la vegetación de ribera.

Concretamente en nuestro tramo de río donde se implantará el nuevo puente esta vegetación de ribera se encuentra muy condicionada por la presión antrópica. Actualmente justo en esa zona hay una playa fluvial y las comunidades vegetales presentes son poco densas y con medio-bajo valor de conservación.



1

*Estado actual de la vegetación en el emplazamiento del estribo noroeste*

*(Paseo fluvial existente)*



2

*Estado actual de la vegetación de ribera en el entorno del futuro puente.*



Ubicación de los estribos del futuro puente.



## **APÉNDICE 1. COMPROBACIÓN HIDRÁULICA OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL**

**MEMORÍA DE VARIABLES:**

En la tabla siguiente se incluye un resumen de los resultados de las comprobaciones realizadas, donde se incluyen las siguientes variables:

- B = Ancho de la obra de drenaje en metros
- H = Alto de la obra de drenaje entrada en metros
- $Z_e$  = Cota de la rasante de la obra a la entrada en metros
- $Z_s$  = Cota de la rasante de la obra a la salida en metros
- J (%) = pendiente de la obra en tanto por ciento
- L = longitud del conducto en m
- $\eta$  = coeficiente de rugosidad de la obra
- Q = caudal que hay que desaguar en  $m^3/s$
- V = velocidad de la corriente en m/s
- Y = calado en metros para el caudal Q
- $Y_c$  = calado crítico en metros para el caudal Q
- L = longitud de la conducción en metros
- $S_m$  = superficie mojada ( $m^2$ )
- $P_m$  = perímetro mojado (m)
- $R_h$  = radio hidráulico (m)
- R = Resguardo en m
- $R_e$  = Resguardo a la entrada en m
- L/J = es la razón longitud/pendiente para la obra proyectada.

**CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL**

ODT	Eje	P.K.	Tipo	B (m)	H (m)	Cuenca	L (m)	Coef. Manning $\eta$	$Z_E$ (m)	Entrada	$Z_s$ (m)	Salida	J (%)	(L/J)	$H_{e\ max}$ (m)	$H_e$ (m)	$Q_p$ (m <sup>3</sup> /s)	$H_e/D$ He/H	Y (m)	$Y_c$ (m)	Sm (m <sup>2</sup> )	Pm (m)	Rh (m)	V (m/s)	Control	Nº Froude	R (m)	Entrada	Re (m)	% Llen
ODT - 01A	2	00+066	TUBO H.A.	1.80	1.80	C-02	24.88	0.015	494.290	Pozo	493.290	Pozo ODT 01B	4.019	6.190	2.160	0.870	0.630	0.483	0.22	0.38	0.18	1.28	0.14	4.44	Entrada	2.03	1.58	Libre	0.93	12.20
ODT - 01B	2	00+112	TUBO H.A.	1.80	1.80	C-02	14.50	0.015	493.082	Pozo	492.500	Aletas	4.014	3.613	2.160	0.870	0.630	0.483	0.22	0.38	0.18	1.28	0.14	4.44	Entrada	2.03	1.58	Libre	0.93	12.20
ODT - 02	9 y 10	00+031 00+001	TUBO H.A.	1.80	1.80	C-03	13.34	0.015	494.640	Pozo	494.294	Aletas	2.594	5.143	2.160	1.210	1.600	0.672	0.38	0.61	0.40	1.73	0.23	4.87	Entrada	1.44	1.42	Libre	0.59	21.30
ODT - 03	1	00+244	TUBO H.A.	1.80	1.80	C-04	19.54	0.015	497.036	Pozo	496.430	Aletas	3.101	6.301	2.160	0.590	0.390	0.328	0.19	0.30	0.14	1.18	0.12	5.01	Entrada	3.01	1.61	Libre	1.21	10.30
ODT - 04	1	00+154	MARCO H.A.	2.50	2.50	C-05	15.38	0.015	500.900	Pozo	500.710	Aletas	1.235	12.450	3.000	2.270	12.450	0.908	1.00	1.36	2.49	4.49	0.55	5.00	Entrada	1.60	1.50	Libre	0.23	39.80

**Cumplimientos**

ODT	Eje	P.K.	Tipología	B (m)	H (m)	$H_e$ (m)	V (m/s)	Nº Froude	% Llenado	$v < 6$ m/s (m/s)	$H_e < 1,2 \times H$	Dimensión mínima (mm)	Cumple Dimensión mínima
ODT - 01A	2	00+056	TUBO H.A.	1.80	1.80	0.870	4.44	2.03	12.20	CUMPLE	CUMPLE	1800.00	CUMPLE $\varnothing$ mín.
ODT - 01B	2	00+056	TUBO H.A.	1.80	1.80	0.870	4.44	2.03	12.20	CUMPLE	CUMPLE	1500.00	CUMPLE $\varnothing$ mín.
ODT - 02	9 y 10	00+031	TUBO H.A.	1.80	1.80	1.210	4.87	1.44	21.30	CUMPLE	CUMPLE	1500.00	CUMPLE $\varnothing$ mín.
ODT - 03	1	00+244	TUBO H.A.	1.80	1.80	0.590	5.01	3.01	10.30	CUMPLE	CUMPLE	1800.00	CUMPLE $\varnothing$ mín.
ODT - 04	1	00+154	MARCO H.A.	2.50	2.50	2.270	5.00	1.60	39.80	CUMPLE	CUMPLE	--	--

**Comentarios:**

- Todas las obras proyectadas cumplen con la dimensión mínima recomendada en la Norma de drenaje 5.2. I.C., (Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero).
- Con carácter general, las obras desaguan al cauce del río Jerte. Se ha comprobado que las salidas de las obras no alcanzan las llanuras asociadas a la máxima crecida ordinaria, a la media probabilidad de ocurrencia (100 años) ni baja probabilidad de ocurrencia (500 años).
- En la ODT - 1\_B, se ha proyectado la salida con una rejilla y una válvula antirretorno debido a su proximidad a la llanura de 500 años. Estas válvulas son utilizadas exclusivamente para prevenir el retroceso del fluido en el sistema. L

**ODT-01**

Project Description

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

Input Data

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	4.02000 %
Diameter	1.80 m
Discharge	0.63 m <sup>3</sup> /s

Results

Normal Depth	0.22 m
Flow Area	0.18 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	1.28 m
Hydraulic Radius	0.14 m
Top Width	1.18 m
Critical Depth	0.38 m
Percent Full	12.2 %
Critical Slope	0.00422 m/m
Velocity	3.56 m/s
Velocity Head	0.65 m
Specific Energy	0.87 m
Froude Number	2.94
Maximum Discharge	21.49 m <sup>3</sup> /s
Discharge Full	19.97 m <sup>3</sup> /s
Slope Full	0.00004 m/m
Flow Type	SuperCritical

GVF Input Data

Downstream Depth	0.00 m
Length	0.00 m
Number Of Steps	0

GVF Output Data

Upstream Depth	0.00 m
Profile Description	
Profile Headloss	0.00 m
Average End Depth Over Rise	0.00 %
Normal Depth Over Rise	12.18 %
Downstream Velocity	Infinito m/s
Upstream Velocity	Infinito m/s
Normal Depth	0.22 m
Critical Depth	0.38 m
Channel Slope	4.02000 %
Critical Slope	0.00422 m/m

**ODT-01**

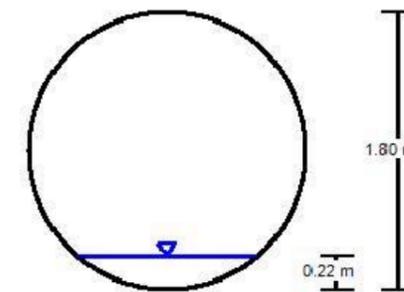
Project Description

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

Input Data

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	4.02000 %
Normal Depth	0.22 m
Diameter	1.80 m
Discharge	0.63 m <sup>3</sup> /s

Cross Section Image



V: 1  
H: 1

**ODT-02**

Project Description

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

Input Data

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	2.59000 %
Diameter	1.80 m
Discharge	1.60 m³/s

Results

Normal Depth	0.38 m
Flow Area	0.40 m²
Wetted Perimeter	1.73 m
Hydraulic Radius	0.23 m
Top Width	1.47 m
Critical Depth	0.61 m
Percent Full	21.3 %
Critical Slope	0.00415 m/m
Velocity	4.03 m/s
Velocity Head	0.83 m
Specific Energy	1.21 m
Froude Number	2.48
Maximum Discharge	17.25 m³/s
Discharge Full	16.03 m³/s
Slope Full	0.00026 m/m
Flow Type	SuperCritical

GVF Input Data

Downstream Depth	0.00 m
Length	0.00 m
Number Of Steps	0

GVF Output Data

Upstream Depth	0.00 m
Profile Description	
Profile Headloss	0.00 m
Average End Depth Over Rise	0.00 %
Normal Depth Over Rise	21.34 %
Downstream Velocity	Infinito m/s
Upstream Velocity	Infinito m/s
Normal Depth	0.38 m
Critical Depth	0.61 m
Channel Slope	2.59000 %
Critical Slope	0.00415 m/m

**ODT-02**

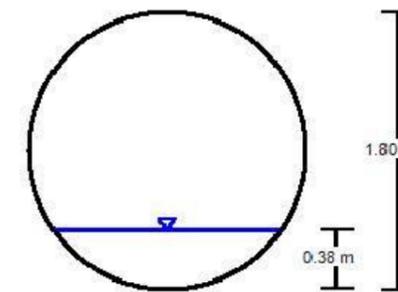
Project Description

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

Input Data

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	2.59000 %
Normal Depth	0.38 m
Diameter	1.80 m
Discharge	1.60 m³/s

Cross Section Image



V: 1  
H: 1

**ODT-03**

**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	3.10000 %
Diameter	1.80 m
Discharge	0.39 m <sup>3</sup> /s

**Results**

Normal Depth	0.19 m
Flow Area	0.14 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	1.18 m
Hydraulic Radius	0.12 m
Top Width	1.09 m
Critical Depth	0.30 m
Percent Full	10.3 %
Critical Slope	0.00438 m/m
Velocity	2.82 m/s
Velocity Head	0.40 m
Specific Energy	0.59 m
Froude Number	2.53
Maximum Discharge	18.87 m <sup>3</sup> /s
Discharge Full	17.54 m <sup>3</sup> /s
Slope Full	0.00002 m/m
Flow Type	SuperCritical

**GVF Input Data**

Downstream Depth	0.00 m
Length	0.00 m
Number Of Steps	0

**GVF Output Data**

Upstream Depth	0.00 m
Profile Description	
Profile Headloss	0.00 m
Average End Depth Over Rise	0.00 %
Normal Depth Over Rise	10.31 %
Downstream Velocity	Infinito m/s
Upstream Velocity	Infinito m/s
Normal Depth	0.19 m
Critical Depth	0.30 m
Channel Slope	3.10000 %
Critical Slope	0.00438 m/m

**ODT-03**

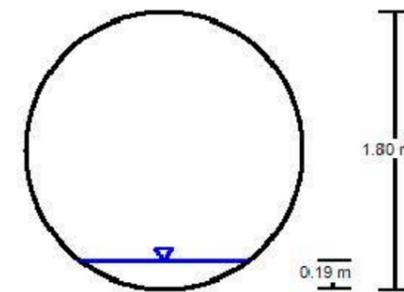
**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	3.10000 %
Normal Depth	0.19 m
Diameter	1.80 m
Discharge	0.39 m <sup>3</sup> /s

**Cross Section Image**



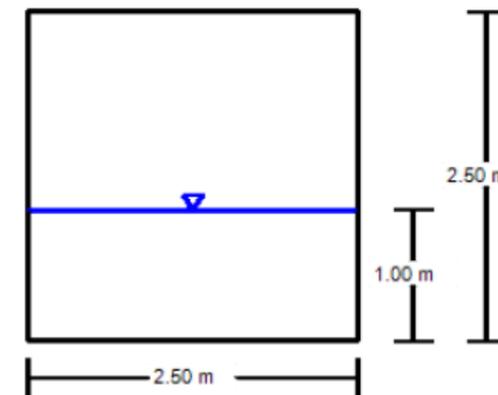
V: 1  
H: 1

**ODT-04**

Project Description	
Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth
Input Data	
Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	1.235 %
Height	2.50 m
Bottom Width	2.50 m
Discharge	12.450 m <sup>3</sup> /s
Results	
Normal Depth	1.00 m
Flow Area	2.49 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	4.49 m
Hydraulic Radius	0.55 m
Top Width	2.50 m
Critical Depth	1.36 m
Percent Full	39.8 %
Critical Slope	0.532 %
Velocity	5.00 m/s
Velocity Head	1.27 m
Specific Energy	2.27 m
Froude Number	1.600
Discharge Full	33.849 m <sup>3</sup> /s
Slope Full	1.235 %
Flow Type	Supercritical
GVF Input Data	
Downstream Depth	0.00 m
Length	0.00 m
Number Of Steps	0
GVF Output Data	
Upstream Depth	0.00 m
Profile Description	N/A
Profile Headloss	0.00 m
Average End Depth Over Rise	0.0 %
Normal Depth Over Rise	39.8 %
Downstream Velocity	Infinito m/s
Upstream Velocity	Infinito m/s
Normal Depth	1.00 m
Critical Depth	1.36 m
Channel Slope	1.235 %
Critical Slope	0.532 %

**ODT-04**

Project Description	
Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth
Input Data	
Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	1.235 %
Normal Depth	1.00 m
Height	2.50 m
Bottom Width	2.50 m
Discharge	12.450 m <sup>3</sup> /s


 V: 1  
 H: 1

## APÉNDICE 2. CÁLCULO MECÁNICO DE LOS TUBOS DE HORMIGÓN ARMADO

### Memoria de Cálculos

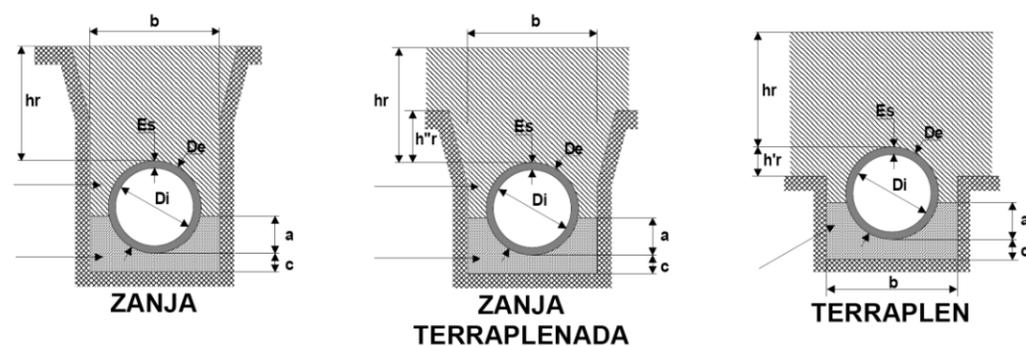
El procedimiento para realizar los cálculos, seguido en el Anexo A de la norma UNE-EN 1916:2020, es el siguiente:

1. Determinación de acciones actuantes sobre el tubo (carga producida por relleno, carga producida por el tráfico, carga puntual, carga uniformemente distribuida en superficie).
2. Obtención del Factor de apoyo mínimo recomendado, según las condiciones de instalación.
3. Determinación de la clase resistente exigible al tubo según las acciones actuantes y las condiciones de instalación.

### Tipos de instalación

Se consideran tres tipos de instalación: zanja, zanja terraplenada y terraplén:

- Zanja
- Zanja terraplenada
- Terraplén



### Relleno

La Norma clasifica las tierras del relleno en uno de los siguientes cinco tipos:

Clase de relleno	$l m'$	$gr(kN/m^3)$
1 Arcilla plástica	0,110	21,0
2 Arcilla ordinaria	0,130	19,2
3 Arena arcillosa	0,150	19,2
4 Arenas y gravas	0,165	17,6
5 Mat. gran. sin cohesión (zahorras)	0,192	19,0

Donde

$gr =$  Peso específico del terreno, en  $kN/m^3$

$l =$  Coeficiente de Rankine =  $tg^2 (45^\circ - j/2)$

$j =$  es el ángulo de rozamiento interno del relleno;

$m' = tg j'$  es el coeficiente de rozamiento del relleno contra los paramentos de la zanja.

### Determinación de la carga producida por el relleno:

El efecto favorable del rozamiento negativo tanto en zanja como en zanja terraplenada, disminuye a medida que aumenta la anchura de la zanja, lo que obliga a calcular también el peso del relleno como si la tubería estuviera colocada en terraplén y considerar como real el menor de ambos, ya que la carga para el caso de tubería colocada en terraplén es la mayor que se puede producir para una altura de relleno determinada. Este doble cálculo resulta obligado para cualquier tipo de zanja incluso la terraplenada.

Las anteriores consideraciones contempladas en la Instrucción de Tubos de Hormigón Armado y Pretensado del Instituto Eduardo Torroja no se explicitan en el Apéndice de Cálculo de la Norma UNE-EN 1916:2020, si bien el Programa de Cálculo lo tiene en cuenta y realiza automáticamente la comparación dando como resultado el valor inferior.

### 1. Instalación en zanja

Carga producida por el relleno:

$$q_r = C_z \cdot g_r \cdot h_r \cdot b$$

Donde

$$C_z = \frac{1 - e^{-2\lambda\mu'(h_r/b)}}{2\lambda\mu'(h_r/b)}$$

### 2. Instalación en terraplén

Carga producida por el relleno:

$$q_r = C_t \cdot g_r \cdot h_r \cdot D_e$$

El valor de  $C_t$  depende del tipo de base de apoyo y se obtiene por :

Para  $h_r \leq h_o$

$$C_t = \frac{e^{2\lambda\mu(h_r/D_e)} - 1}{2\lambda\mu(h_r/D_e)}$$

Para  $h_r > h_o$

$$C_t = \frac{e^{2\lambda\mu(h_o/D_e)} - 1}{2\lambda\mu(h_r/D_e)} + \frac{h_r - h_o}{h_r} e^{2\lambda\mu(h_o/D_e)}$$

Los valores de  $h_o$  se obtienen de la siguiente tabla:

- Tipo de base  $h_o/D_e$
- Roca o suelo rígido (no asentable) 2,026
- Suelo compacto (ordinario) 1,475
- Suelo natural (asentable) 1,170

### 3. Instalación en zanja terraplenada

La carga producida por el relleno se obtiene de:

$$q_r = C_{zt} \cdot g_r \cdot h_r \cdot b$$

El valor de  $C_{zt}$  se obtiene por:

Para  $h_r \leq h_o$

$$C_{zt} = \frac{1 - e^{-2\lambda\mu(h_r/b)}}{2\lambda\mu(h_r/b)}$$

Para  $h_r > h_o$

$$C_{zt} = \frac{1 - e^{-2\lambda\mu(h_o/b)}}{2\lambda\mu(h_r/b)} + \frac{h_r - h_o}{h_r} e^{-2\lambda\mu(h_o/b)}$$

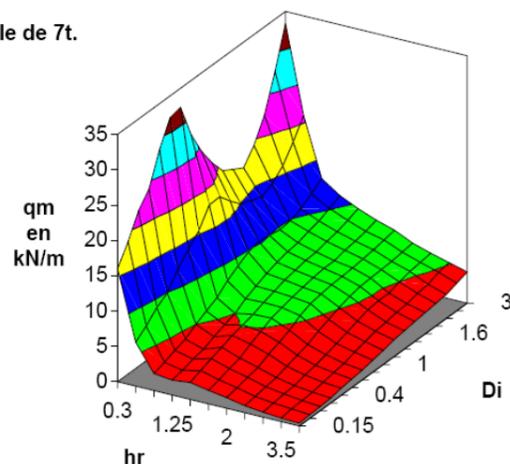
Los valores de  $h_o$  se obtienen de la tabla siguiente, donde  $h''r$  es la distancia entre el plano de clave del tubo y la base del terraplén:

$h''r/b$	$h_o/b$
$\leq 0,5$	0,600
$0,5 < h''r/b \leq 1$	1,520
$1 < h''r/b \leq 1,5$	2,515
$1,5 < h''r/b$	4,460

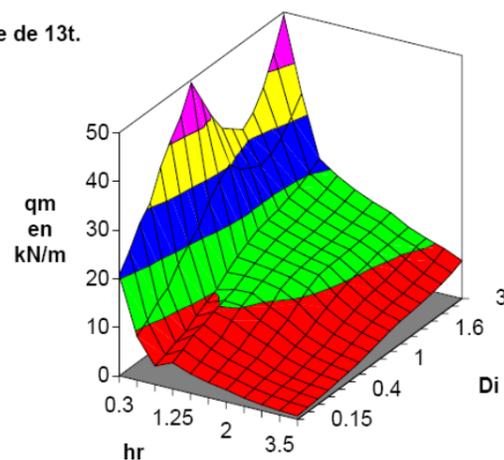
**Determinación de la carga producida por el tráfico**

La norma considera tres tipos de vehículos:

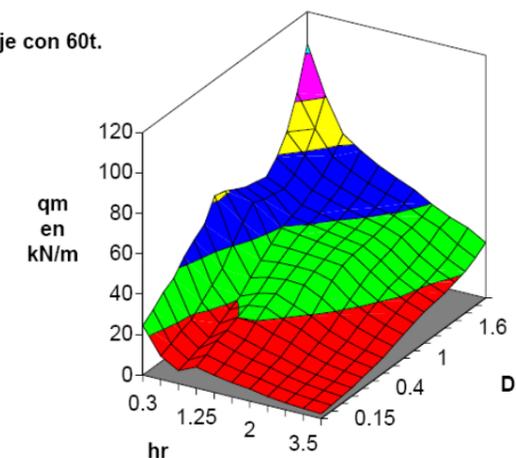
Eje Simple de 7t.



Eje Simple de 13t.



Triple Eje con 60t.



Los valores de las cargas producidas sobre el tubo se obtienen de las gráficas, que representan las tablas mostradas en la Norma:

Para profundidades superiores a los 4 m, no se considerarán cargas de tráfico, mientras que para profundidades inferiores a 1 m y en los casos de eje simple de 7t y eje triple de 13t, los valores indicados consideran un coeficiente de impacto, según los valores indicados en la tabla siguiente:

<u>hr (m)</u>	<u>Coefficiente de impacto</u>
≤ 0,30	1,30
0,30 < hr ≤ 0,60	1,20
0,60 < hr ≤ 0,90	1,10
0,90 < hr < 1,00	1,00

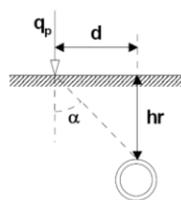
**Otras cargas**

**Cargas puntuales**

La acción que se produce debido a una carga puntual **qp** cuyo eje de aplicación se sitúa a una distancia mínima d del eje del tubo, se evalúa según la teoría de Boussinesq:

Donde:

$$\cos \alpha = \frac{hr}{(hr^2 + d^2)^{1/2}}$$



**Cargas uniformemente distribuidas en superficie**

Para instalación en zanja, la repercusión sobre el tubo se calcula de la forma (donde  $q_s$  es la carga por metro cuadrado):

$$b \cdot q_s \cdot e^{-2\lambda \cdot \mu (hr/b)}$$

Si la instalación es en terraplén o zanja terraplenada, se asimila a un sobreexpesor de relleno de valor equivalente a (donde  $g$  = Peso específico del terreno y  $q_s$  es la carga por metro cuadrado de superficie):

$$q_s / g$$

**Factores de apoyo**

**1. Factores de apoyo en zanja y zanja terraplenada**

APOYO EN HORMIGÓN EN MASA  $f_{ck} \geq 15 \text{ N/mm}^2$

Relleno Compactado, apoyo de 180º	4,0
Relleno Seleccionado sin compactar, apoyo de 180º	3,0
Relleno Compactado, apoyo de 120º	2,8
Relleno Seleccionado sin compactar, apoyo de 120º	2,2
Relleno Compactado, apoyo de 90º	2,3
Relleno Seleccionado sin compactar, apoyo de 90º	2,0

APOYO GRANULAR

Relleno y apoyo de material granular compactado	2,1
Relleno Compactado, apoyo de 180º	1,9
Relleno Compactado, apoyo de 90º	1,7
Relleno seleccionado sin compactar, apoyo de 180º	1,5

APOYO DIRECTO (NO RECOMENDADO) 1,1

En todos los casos, los valores de  $c$  dependen del terreno y se obtienen de la siguiente tabla, según sea el valor de  $D_i$  :

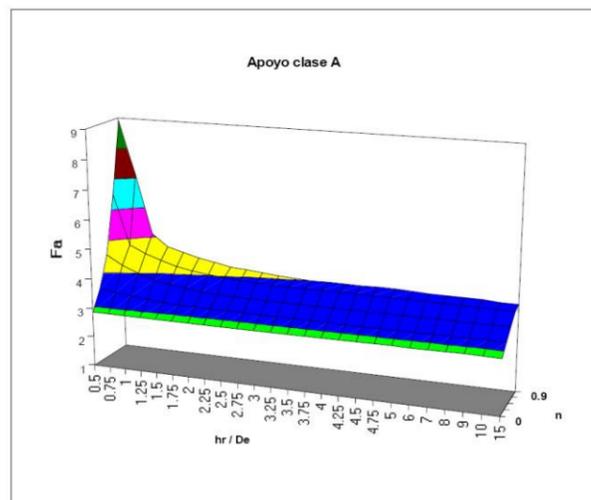
	<u><math>\leq 0,7</math></u>	<u>0,7 a 1,5</u>	<u><math>\geq 1,5</math></u>
Suelo	0,08	0,10	0,15
Roca	0,15	0,23	0,30

**2. Factores de Apoyo en Terraplén**

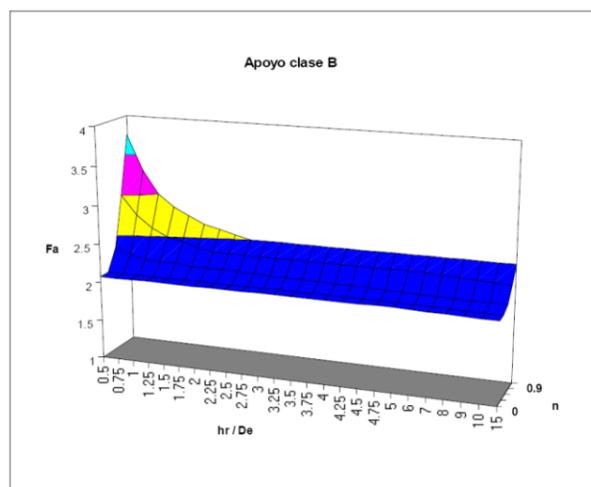
Los factores de apoyo (  $F_{ap}$  ), en función del tipo de instalación, se obtienen según norma de las siguientes gráficas, en función del factor  $n$  ( tal que  $n \cdot De = h \cdot r$ ), y del cociente  $hr/De$  (para  $hr/De < 0,5$ , se toma 0,5).

- Tipo A: Base de hormigón.
- Tipo B: Base de material granular compactado. ( $n \leq 0,6$ )
- Tipo C: Base de material granular compactado. ( $n \leq 0,83$ )

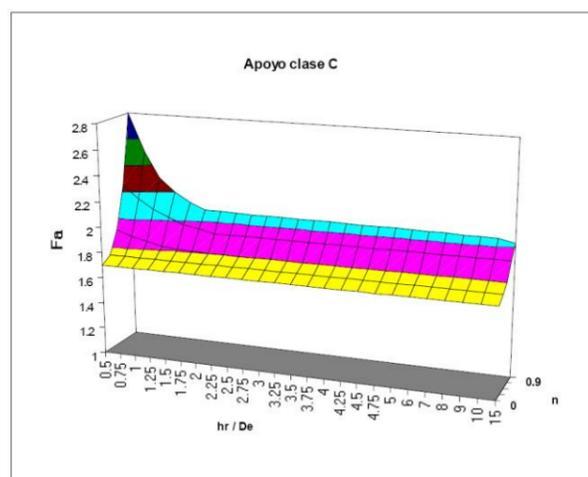
Tipo A:  
Base de Hormigón.



Tipo B:  
Base de material granular compactado. (n ≤ 0,6)



Tipo C:  
Base de material granular compactado. (n ≤ 0,83)



**DETERMINACIÓN DE LA CLASE EXIGIBLE AL TUBO**

La carga de cálculo se obtendrá de la siguiente expresión:

$$\text{CARGA DE CÁLCULO (kN/m}^2\text{)} = \frac{1,5 \cdot Q_{total}}{F_{ap} \cdot D_i}$$

Dónde: **q<sub>total</sub>** = es la suma de la carga del relleno, la carga del tráfico, el efecto de la carga puntual y el efecto de la carga uniformemente distribuida, expresadas en kN/m

La clase exigible al tubo se obtendrá, partiendo de la carga de cálculo mínima y según el tipo de tubo, de la siguiente tabla:

	Tubo de hormigón en masa	Tubo de hormigón armado y tubo de hormigón con fibra de acero
Carga de cálculo ≤ 60	CLASE N	CLASE 60
60 < Carga de cálculo ≤ 90	"	CLASE 90
90 < Carga de cálculo ≤ 135	CLASE R	CLASE 135
135 < Carga de cálculo ≤ 180		CLASE 180

**Cálculo de la Clase resistente según UNE-EN 1916:2008**

Partiendo de la carga de cálculo obtenida de la siguiente expresión:

$$\text{CARGA DE CÁLCULO (kN/m}^2\text{)} = \frac{1,5 \cdot Q_{total}}{F_{ap} \cdot D_i}$$

Donde **q<sub>total</sub>** es la suma de las cargas calculadas actuantes sobre el tubo, expresada en kN/m; **F<sub>ap</sub>** expresa el Factor de Apoyo y **D<sub>i</sub>** el diámetro interior del tubo, se calcula la clase resistente mediante la tabla siguiente, escogiendo la mayor posible:

Clase	I	II	III	IV	V
Carga de cálculo	60 kN/m <sup>2</sup>	75 kN/m <sup>2</sup>	100 kN/m <sup>2</sup>	150 kN/m <sup>2</sup>	175 kN/m <sup>2</sup>

**NOTAS ADICIONALES:**

Para alturas de recubrimiento inferiores a un metro se recomienda el uso de vibradores ligeros para no dañar los tubos.

En caso contrario se necesita un estudio especial. Se prestará especial cuidado en la ejecución del relleno en las proximidades del tubo.

ODT 01

## Cálculo zanja en V

Según UNE 127 916: 2020

### DATOS DE SERVICIO

Diámetro interior, Di	1800 mm
Espesor, e	180 mm
Diámetro Exterior, De	2160 mm
Altura de relleno, hr	2.5 m
Ancho de zanja mínimo UNE-EN 1610	3.16 m
Ancho de zanja, b	3 m
Factor de apoyo terraplén	4
Factor de apoyo progresivo	4
Talud de la zanja	90 °

**Tipo de apoyo**

Apoyo en hormigón 180° con relleno compactado 95% PN  
Factor de apoyo fijo zanja 4

La instalación se calculará en condición de zanja con Factor de apoyo variable

### Carga puntual

Carga	0 t
Distancia	1 m

### Carga distribuida

Carga	5 t/m <sup>2</sup>
-------	--------------------

### Terreno

Tipo de terreno	Arena arcillosa
$\lambda\mu'$	0.15
$\lambda$	0.33
Peso específico, $\gamma_r$	19.2 kN/m <sup>3</sup>
Tipo de base	Suelo Natural Ordinario

### Cargas de tráfico

Tráfico automovilístico	Triple eje de 60 t
Tráfico ferroviario	Ninguna
Velocidad de proyecto	Velocidad no mayor de 120 km/h
Tráfico de aeronaves	Ninguno

### CÁLCULOS FINALES

#### Identificación de proyecto

Cliente M. Fomento  
Obra Nuevo puente en la carretera N-110. Cabezueta

#### Carga total

Zanja y zanja progresiva	278.99 kN/m
Terraplén	315.69 kN/m

#### Carga mínima de rotura

En condición de zanja (tradicional)	58.12 kN/m <sup>2</sup>
En condición de zanja (FA progresivo)	58.12 kN/m <sup>2</sup>
En condición de terraplén	65.77 kN/m <sup>2</sup>

La instalación se calculará en condición de zanja con Factor de apoyo variable

#### Carga mínima de fisuración

En condición de zanja (tradicional)	38.75 kN/m <sup>2</sup>
En condición de zanja (FA progresivo)	38.75 kN/m <sup>2</sup>
En condición de terraplén	43.85 kN/m <sup>2</sup>

#### Clase resistente (clasificación tipo A)

Zanja	CLASE I
-------	---------

#### Clase resistente (clasificación tipo E)

Zanja	CLASE 60
-------	----------

**AVISO:** Esta Asociación no se responsabiliza del uso inadecuado de este programa de cálculo. Los resultados deben ser revisados por un técnico competente.

### CÁLCULOS INTERMEDIOS

Espesor de la cama, c	0.15 m
Resguardo mínimo según UNE-EN 1610	0.5 m
Razón de asentamiento, $\delta$	0.5
Razón de proyección, $\eta$	0.5
Anchura de transición	3.4 m
Altura del plano de igual asentamiento terraplén	2.7 m
Carga debida al tráfico, $q_m$	34.76 kN/m
Coefficiente de carga zanja, $C_z$	0.88
Coefficiente de carga terraplén, $C_T$	1.33

#### Carga debida al terreno

Zanja	127.41 kN/m
Terraplén	137.6 kN/m

#### Cargas puntuales en superficie

Carga	0 kN/m
-------	--------

#### Cargas distribuidas en superficie

Carga (zanja)	116.82 kN/m
Altura adicional (terraplén)	2.6 m
Carga (terraplén), $q_m$	143.33 kN/m

ODT 02

## Cálculo zanja en V

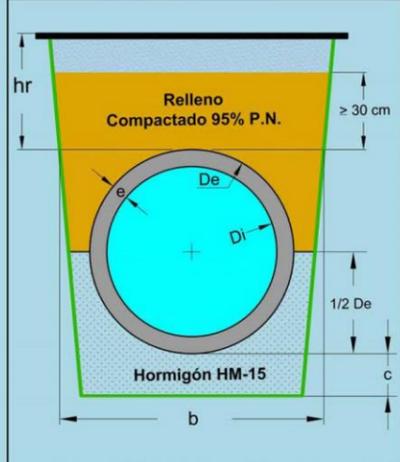
Según UNE 127 916: 2020



### DATOS DE SERVICIO

Diámetro interior, Di	1800 mm
Espesor, e	180 mm
Diámetro Exterior, De	2160 mm
Altura de relleno, hr	0.5 m
Ancho de zanja mínimo UNE-EN 1610	3.16 m
Ancho de zanja, b	3.2 m
Factor de apoyo terraplén	4
Factor de apoyo progresivo	4
Talud de la zanja	90 °

**Tipo de apoyo**  
Apoyo en hormigón 180° con relleno compactado 95% PN  
Factor de apoyo fijo zanja 4



*Se supera la anchura de transición. La instalación se calcula en condición de terraplén*

<b>Carga puntual</b>	
Carga	0 t
Distancia	1 m
<b>Carga distribuida</b>	
Carga	5 t/m <sup>2</sup>
<b>Terreno</b>	
Tipo de terreno	Arena arcillosa
λμ'	0.15
λ	0.33
Peso específico, γ <sub>r</sub>	19.2 kN/m <sup>3</sup>
Tipo de base	Suelo Natural Ordinario
<b>Cargas de tráfico</b>	
Tráfico automovilístico	Triple eje de 60 t
Tráfico ferroviario	Ninguna
Velocidad de proyecto	Velocidad no mayor de 120 km/h
Tráfico de aeronaves	Ninguno

### CÁLCULOS FINALES

**Identificación de proyecto**  
Cliente M. Fomento  
Obra Nuevo puente en la carretera N-110. Cabezuela

**Carga total**

Zanja y zanja progresiva	237.31 kN/m
Terraplén	214.87 kN/m

**Carga mínima de rotura**

En condición de zanja (tradicional)	44.77 kN/m <sup>2</sup>
En condición de zanja (FA progresivo)	44.77 kN/m <sup>2</sup>
En condición de terraplén	44.77 kN/m <sup>2</sup>

*Se supera la anchura de transición. La instalación se calcula en condición de terraplén*

**Carga mínima de fisuración**

En condición de zanja (tradicional)	29.84 kN/m <sup>2</sup>
En condición de zanja (FA progresivo)	29.84 kN/m <sup>2</sup>
En condición de terraplén	29.84 kN/m <sup>2</sup>

**Clase resistente (clasificación tipo A)**  
Zanja CLASE I

**Clase resistente (clasificación tipo E)**  
Zanja CLASE 60

**AVISO:** Esta Asociación no se responsabiliza del uso inadecuado de este programa de cálculo. Los resultados deben ser revisados por un técnico competente.

### CÁLCULOS INTERMEDIOS

Espesor de la cama, c	0.15 m
Resguardo mínimo según UNE-EN 1610	0.5 m
Razón de asentamiento, δ	0.5
Razón de proyección, η	0.5
Anchura de transición	2.84 m
Altura del plano de igual asentamiento terraplén	2.7 m
Carga debida al tráfico, q <sub>m</sub>	54.62 kN/m
Coefficiente de carga zanja, C <sub>Z</sub>	0.98
Coefficiente de carga terraplén, C <sub>T</sub>	1.24

**Carga debida al terreno**

Zanja	30.01 kN/m
Terraplén	25.81 kN/m

**Cargas puntuales en superficie**  
Carga 0 kN/m

**Cargas distribuidas en superficie**

Carga (zanja)	152.67 kN/m
Altura adicional (terraplén)	2.6 m
Carga (terraplén), q <sub>m</sub>	134.44 kN/m

ODT 03

Según UNE 127 916: 2020

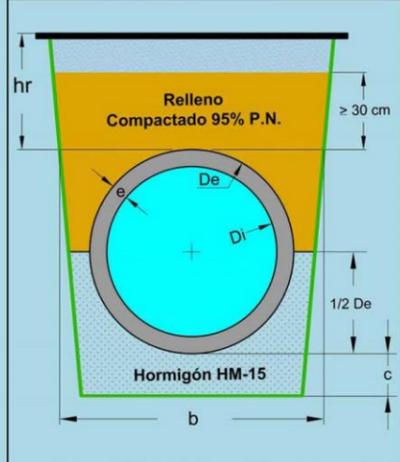


## Cálculo zanja en V

### DATOS DE SERVICIO

Diámetro interior, Di	1800 mm
Espesor, e	180 mm
Diámetro Exterior, De	2160 mm
Altura de relleno, hr	4.5 m
Ancho de zanja mínimo UNE-EN 1610	3.16 m
Ancho de zanja, b	3.2 m
Factor de apoyo terraplén	4
Factor de apoyo progresivo	4
Talud de la zanja	90 °

**Tipo de apoyo**  
Apoyo en hormigón 180° con relleno compactado 95% PN  
Factor de apoyo fijo zanja 4



*La instalación se calculará en condición de zanja con Factor de apoyo variable*

**Carga puntual**

Carga	0 t
Distancia	1 m

**Carga distribuida**

Carga	5 t/m <sup>2</sup>
-------	--------------------

**Terreno**

Tipo de terreno	Arena arcillosa
$\lambda\mu'$	0.15
$\lambda$	0.33
Peso específico, $\gamma_r$	19.2 kN/m <sup>3</sup>
Tipo de base	Suelo Natural Ordinario

**Cargas de tráfico**

Tráfico automovilístico	Triple eje de 60 t
Tráfico ferroviario	Ninguna
Velocidad de proyecto	Velocidad no mayor de 120 km/h
Tráfico de aeronaves	Ninguno

### CÁLCULOS FINALES

**Identificación de proyecto**  
Cliente M. Fomento  
Obra Nuevo puente en la carretera N-110. Cabezuela

**Carga total**

Zanja y zanja progresiva	346.46 kN/m
Terraplén	417.57 kN/m

**Carga mínima de rotura**

En condición de zanja (tradicional)	72.18 kN/m <sup>2</sup>
En condición de zanja (FA progresivo)	72.18 kN/m <sup>2</sup>
En condición de terraplén	86.99 kN/m <sup>2</sup>

*La instalación se calculará en condición de zanja con Factor de apoyo variable*

**Carga mínima de fisuración**

En condición de zanja (tradicional)	48.12 kN/m <sup>2</sup>
En condición de zanja (FA progresivo)	48.12 kN/m <sup>2</sup>
En condición de terraplén	58 kN/m <sup>2</sup>

**Clase resistente (clasificación tipo A)**

Zanja	CLASE II
-------	----------

**Clase resistente (clasificación tipo E)**

Zanja	CLASE 90
-------	----------

**AVISO:** Esta Asociación no se responsabiliza del uso inadecuado de este programa de cálculo. Los resultados deben ser revisados por un técnico competente.

### CÁLCULOS INTERMEDIOS

Espesor de la cama, c	0.15 m
Resguardo mínimo según UNE-EN 1610	0.5 m
Razón de asentamiento, $\delta$	0.5
Razón de proyección, $\eta$	0.5
Anchura de transición	3.76 m
Altura del plano de igual asentamiento terraplén	2.7 m
Carga debida al tráfico, $q_m$	15.96 kN/m
Coefficiente de carga zanja, $C_z$	0.82
Coefficiente de carga terraplén, $C_T$	1.36

**Carga debida al terreno**

Zanja	225.56 kN/m
Terraplén	254.39 kN/m

**Cargas puntuales en superficie**

Carga	0 kN/m
-------	--------

**Cargas distribuidas en superficie**

Carga (zanja)	104.93 kN/m
Altura adicional (terraplén)	2.6 m
Carga (terraplén), $q_m$	147.22 kN/m

**RESUMEN DE RESULTADOS:**

En el presente Apéndice se presentan la clase mínima exigida para los tubos de hormigón armado con las características de nuestro trazado.

De acuerdo con la orografía de la carretera, de los datos de IMD, el servicio de la misma, y las acciones externas que actuarán sobre el tubo, se considera apropiado adoptar como mínimo el inmediatamente superior al obtenido en los cálculos.

OBRA	TIPOLOGÍA	CLASE RESISTENTE CÁLCULO	CLASE RESISTENTE PROYECTADA
<b>ACTUACIÓN 01</b>			
ODT 01	T.H.A. 1800mm	60	90
ODT 02	T.H.A. 1800mm	60	90
ODT 03	T.H.A. 1800mm	90	90

## **APÉNDICE 3. CONTACTOS CON CONFEDERACIONES Y ORGANISMOS COMPETENTES**

**CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO**

**Correspondencia enviada**

FIRMADO



MINISTERIO DE TRANSPORTES,  
MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

MITMA U.C. CACERES

Salida

Nº. 202020100000173

07-02-2020 12:12:68

DIRECCIÓN GENERAL  
DE CARRETERAS

DEMARCACIÓN DE CARRETERAS  
DEL ESTADO EN EXTREMADURA

**O F I C I O**

S/REF.:

N/REF.: T8/28-CC-3530

Fecha: 5 de febrero de 2019

Asunto: Solicitud de información y estudios previos

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO  
Oficinas Centrales  
Comisaría de aguas  
Avenida de Portugal, 81  
28071 MADRID

Actualmente la Demarcación de Carreteras del Estado en Extremadura está redactando el Proyecto de Trazado y Construcción de clave T8/28-CC-3530, del "Nuevo Puente de la carretera N-110 en Cabezuela del Valle (Cáceres)".

Para la redacción de los anejos de Climatología, Hidrología y Drenaje, sería de interés que nos indicaran las recomendaciones y normativa a aplicar.

En el caso de los cruces con ríos o arroyos interceptados por la actuación del Proyecto (destaca entre ellos el río Jerte), sería de interés que nos facilitasen datos foronómicos, información hidrológica y/o estudios hidráulicos.

Como antecedentes se indica que en el año 2016 se tramitó con esa Confederación un Informe de planeamiento con referencia **AGDPH-IPL-0127/2016 (372616/16)**, y de cara al nuevo desarrollo de los trabajos de diseño, se quiere actualizar los contactos con ese Organismo y solicitarles la información de que dispongan en la zona de proyecto, referente al río Jerte y a los criterios de diseño y construcción.

En este sentido, se ha consultado el visor cartográfico del Sistema Nacional de Zonas Inundables (<https://sig.mapama.gob.es/snczi/>) y se ha comprobado que en el entorno de la actuación existe un estudio de inundabilidad HecRAS del Río Jerte, con clave de expediente 13CO009NG que cuenta con información referente a la inundación asociada a los periodos de retorno de 5, 10, 50, 100 y 500 años, así como el DPH cartografiado y la Zona de Flujo Preferente, el cual les solicitamos que nos faciliten mediante esta vía.

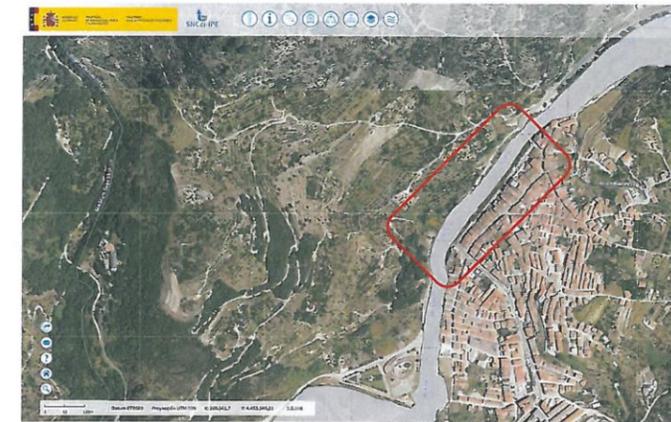
Con el fin de facilitarles la localización del citado proyecto, se adjuntan imágenes geolocalizadas de la situación de la zona del proyecto. Si lo precisan podemos enviar planos más detallados.

Unidad de Carreteras de Cáceres  
Avda. Rujía Plata, 13.  
10071 Cáceres  
TEL: 927 24 95 00  
FAX: 927 22 28 39

FIRMADO

FIRMADO por: MURIEL BARRIUO, ANTONIO MARIA. A fecha: 07/02/2020 11:46 AM.  
Total folios: 4 (1 de 4) - Código Seguro de Verificación: MFOJMOZSE9218901C894FC0A8E43  
Verificable en <https://sede.tomento.gob.es/> O.M. de 24/7/2011

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

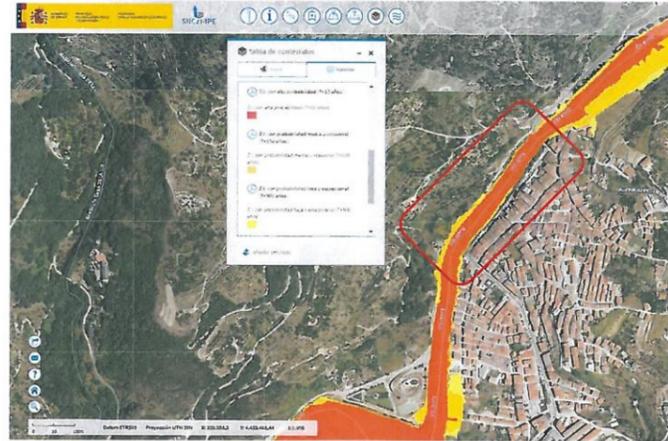


Zona de Flujo Preferente	
Id Zona	8809_ZPP_31_26_02
Nombre zona	8809_ZPP_31_26_02
Tipo zona	ZONA DE FLUJO PREFERENTE
Demarcación	TAJO
Cauce	RIO JERTE
Longitud (Km)	24,35
Hipótesis	1/3 de marea de sequía. Zona de prados de río
Método hidrológico	PROCEDENTE DE OTROS ESTUDIOS
Proyección cartográfica	UTM 11N PROCEDENTE DE UDAN SIN PEDA
Método hidráulico	HECRAS
Estudio	INICIO DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO. ZONAS INUNDABLES DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE EXTREMADURA
Tipo estudio	ESTUDIO DE DESARROLLO DEL ENCAJE
Escala representación	PLANOS DIO TAJOS SIN ESCALA
Documento	PLANOS DIO TAJOS SIN ESCALA DE DOMINIO PÚBLICO HIDROGRÁFICO Y PLANOS DE REPERFORACIÓN Y REESTRUCTURACIÓN DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE EXTREMADURA EN EL ÁMBITO TERRITORIAL DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO. Tomados del Plan de Ordenación del Territorio de Extremadura
Fecha documento	01/06/2015
Organismo	MINISTERIO DE AGRICULTURA, RUSTICACIÓN Y MEDIO AMBIENTE
Clave expediente	13CO009NG
Caudal (m³/s)	104,747 (Máx) 12,14 (Mín)
Tiempo UTILIZADO	

MINISTERIO DE TRANSPORTES,  
MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

FIRMADO

FIRMADO por: MURIEL BARRIUSO, ANTONIO MARIA. A Fecha: 07/07/2020 11:46 AM.  
 Total folios: 4 (3 de 4) - Código Seguro de Verificación: MFDU03ED921B901CB84F1C0A8E43  
 Verificable en <https://sede.fomento.gob.es/> O.M. de 24/7/2011



Zona Inundable con Probabilidad Baja o Excepcional (T=500 años)	
N. Zona	EE001_TAU021_U02
Numero zona	EE001_TAU021_U02
Tipo zona	ZI. PROBABILIDAD BAJA (500 AÑOS)
Cauce	RIO JARTE
Longitud (Km)	24,30
Zona inundable	EE001_TAU021
dirección de inundaciones	
Mapas	0000_0gimen_182016
Método hidrológico	PROCEDENTE DE OTROS ESTUDIOS
Precisión cartográfica	NO SEY PROCEDENTE DE UN SIG
Método hidráulico	-EC-RAS
Estado	ENCLAVE DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAU. ZONAS INUNDABLES DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE EXTREMADURA
Tipo estado	ESTUDIO DE DESEMPEÑO DEL ENCLAVE
Estado representación	PLANOS DIGITALES EN ESCALA
Documento	ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES Y MAPAS DE PELIGRO Y RIESGO DE INUNDACIÓN EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE EXTREMADURA. EN EL ÁMBITO TERRITORIAL DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAU. Colaboración Fomento
Fecha documento	01/08/2016
Organismo	MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE
Clave expediente	1300002016
Demarcación	TAU
Caudal (m³/s)	990 (08/10/1976 1942 1948)

MINISTERIO DE TRANSPORTES,  
 MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

FIRMADO

FIRMADO por: MURIEL BARRIUSO, ANTONIO MARIA. A Fecha: 07/07/2020 11:46 AM.  
 Total folios: 4 (3 de 4) - Código Seguro de Verificación: MFDU03ED921B901CB84F1C0A8E43  
 Verificable en <https://sede.fomento.gob.es/> O.M. de 24/7/2011



Les agradeceríamos que en la medida de lo posible envíen la información en formato digital, bien en CD o bien a través de correo electrónico poniéndose en contacto con:

**Antonio Muriel Barriuso**  
*Jefe de Servicio de Planeamiento, Proyectos y Obras*  
*Demarcación de Carreteras del Estado en Extremadura*  
 Avda. Ruta de la Plata, 13, 10071 Cáceres  
 Telf.: 927 249500  
 Email: [ammuriel@fomento.es](mailto:ammuriel@fomento.es)

Agradecemos de antemano la colaboración prestada.

Sin otro particular, y a la espera de sus noticias, le saluda atentamente:

El Ingeniero Director del Proyecto:

Fdo.: Antonio Muriel Barriuso

MINISTERIO DE TRANSPORTES,  
 MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

Correspondencia recibida

**Morán Ruiz, Almudena**

**De:** Sanz Palomero Alfonso <Alfonso.Sanz@chtajo.es>  
**Enviado el:** viernes, 13 de marzo de 2020 14:20  
**Para:** ammuriel@fomento.es; Morán Ruiz, Almudena  
**CC:** Moral Agúndez, Antonio  
**Asunto:** MODELO HEC-RAS RIO JERTE. CABEZUELA DEL VALLE (CÁCERES)  
**Datos adjuntos:** HEC\_RAS\_CABEZUELA\_DEL\_VALLE.zip

Buenos días Antonio y Almudena,

En contestación a vuestros escritos (Dirección General de Carreteras. Demarcación de Carreteras del Estado en Extremadura, de 7 de febrero de 2020; Almudena Morán Ruiz de 25 de febrero y 4 de marzo de 2020), relacionados con el PROYECTO DE TRAZADO Y CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO PUENTE DE LA CARRETERA N-110 EN CABEZUELA DEL VALLE (CÁCERES), en los que solicitáis información hidrológica e hidráulica del río Jerte así como información sobre los criterios de diseño y construcción; os adjunto el modelo HEC-RAS del río Jerte en Cabezucla del Valle que se elaboró con motivo de los trabajos de implantación de la Directiva de Inundaciones en la Demarcación Hidrográfica del Tajo, Comunidad Autónoma de Extremadura.

En la zona del puente, los caudales de cálculo son los siguientes (m3/s):

QMCO	Q10	Q50	Q100	Q500
185	365	613	766	1.117

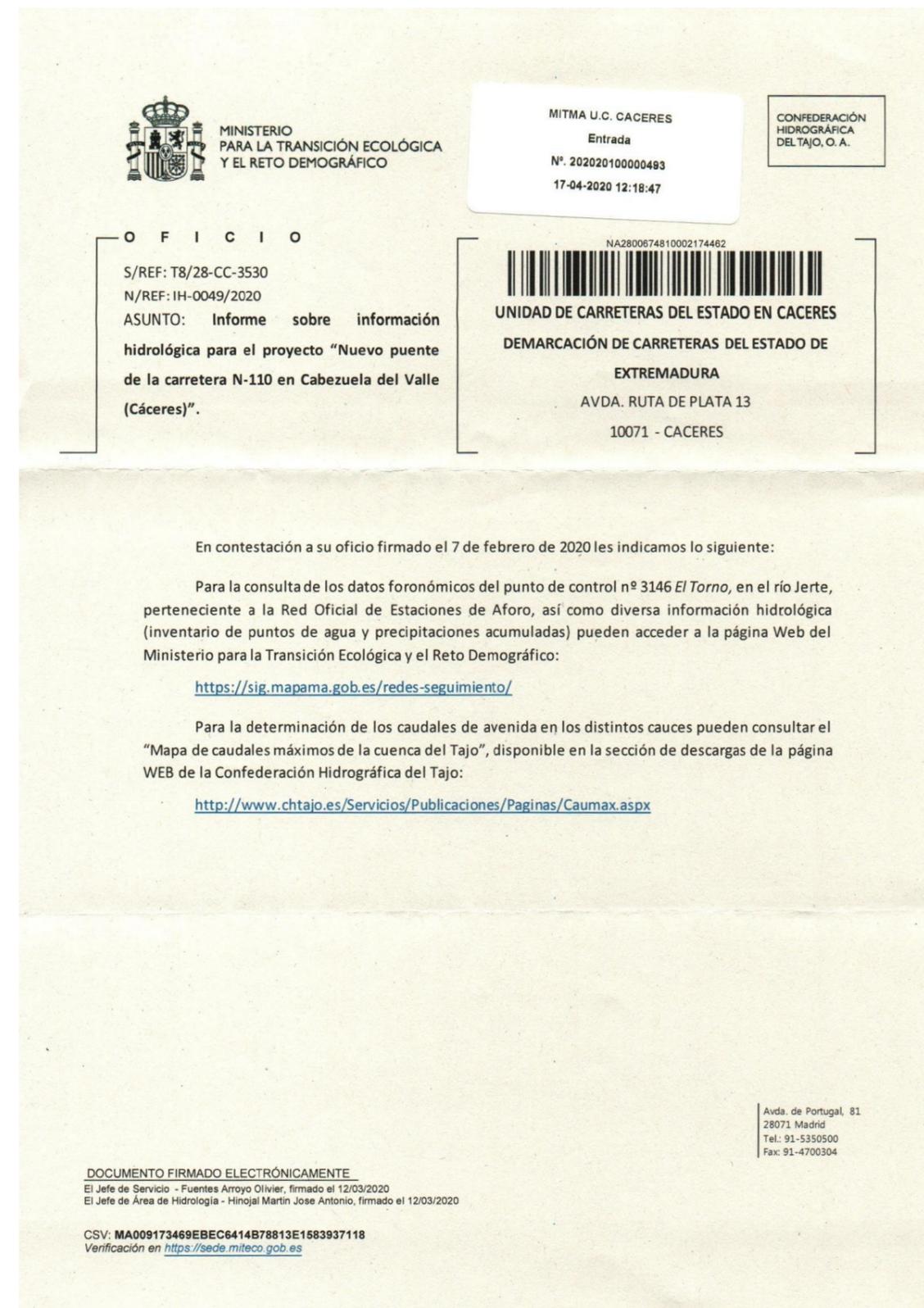
Todo ello, con independencia de los criterios de diseño y recomendaciones que desde el Servicio del Área de Gestión del Dominio Público Hidráulico de la Oficina del Organismo en Cáceres se establezcan.

Saludos.

Alfonso Sanz

Jefe Servicio Gabinete Técnico

Comisaría de Aguas



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

MITMA U.C. CACERES  
 Entrada  
 Nº. 20202010000493  
 17-04-2020 12:18:47

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO, O. A.

**O F I C I O**

S/REF: T8/28-CC-3530  
 N/REF: IH-0049/2020  
 ASUNTO: Informe sobre información hidrológica para el proyecto "Nuevo puente de la carretera N-110 en Cabezucla del Valle (Cáceres)".

NA2800674810002174462  
  
 UNIDAD DE CARRETERAS DEL ESTADO EN CACERES  
 DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO DE EXTREMADURA  
 AVDA. RUTA DE PLATA 13  
 10071 - CACERES

En contestación a su oficio firmado el 7 de febrero de 2020 les indicamos lo siguiente:

Para la consulta de los datos foronómicos del punto de control nº 3146 *El Torno*, en el río Jerte, perteneciente a la Red Oficial de Estaciones de Aforo, así como diversa información hidrológica (inventario de puntos de agua y precipitaciones acumuladas) pueden acceder a la página Web del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico:

<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>

Para la determinación de los caudales de avenida en los distintos cauces pueden consultar el "Mapa de caudales máximos de la cuenca del Tajo", disponible en la sección de descargas de la página WEB de la Confederación Hidrográfica del Tajo:

<http://www.chtajo.es/Servicios/Publicaciones/Paginas/Caumax.aspx>

Avda. de Portugal, 81  
 28071 Madrid  
 Tel.: 91-5350500  
 Fax: 91-4700304

DOCUMENTO FIRMADO ELECTRÓNICAMENTE  
 El Jefe de Servicio - Fuentes Arroyo Olivier, firmado el 12/03/2020  
 El Jefe de Área de Hidrología - Hinojal Martín Jose Antonio, firmado el 12/03/2020

CSV: MA009173469EBEC6414B78813E1583937118  
 Verificación en <https://sede.miteco.gob.es>



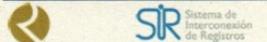
GOBIERNO DE ESPAÑA



SERVICIOS COMUNES



GEISER  
GESTIÓN INTEGRADA DE SERVICIOS DE REGISTRO



SIR  
Sistema de Interconexión de Registros

### JUSTIFICANTE DE REGISTRO EN OFICINA DE REGISTRO

Oficina:	Oficina Madrid Registro General de la Confederación Hidrográfica del Tajo - O0002136		
Fecha y hora de registro en	19/03/2020 14:05:45 (Horario peninsular)		
Fecha presentación:	19/03/2020 14:05:45 (Horario peninsular)		
Número de registro:	O00002136s2000007746		
Tipo de documentación física:	Documentación adjunta en soporte PAPEL (u otros soportes)		
Enviado por SIR:	No		

**Interesado**

Identificación:	Nombre:	Unidad de Carreteras del Estado En Cáceres Demarcación de Carreteras del Estado	
Pais:	Municipio:	Cáceres	
Provincia:	Dirección:	Avda. Ruta de Plata 13	
Código Postal:	Teléfono:	10071	
Canal Notif:	Correo:	Dirección postal	
	Observaciones:		

**Información del registro**

Tipo Asiento:	Salida		
Resumen/Asunto:	Informes Área de Gestión Medioambiental		
Unidad de tramitación origen/Centro directivo:	Confederación Hidrográfica del Tajo - EA0022973 / Confederación Hidrográfica del Tajo		
Ref. Externa:	214180-S989900		
Nº. Expediente:	IH-0049/2020		

**Adjuntos**

Nombre:	Oficio.xsig.pdf		
Tamaño (Bytes):	502.895		
Validez:	Copia Electrónica Auténtica		
Tipo:	Documento Adjunto		
CSV:	GEISER-3917-bd65-9fd6-4881-914b-b25e-9319-6052		
Hash:	AC7A5C1E0C79673758CE2BF442D92912E10D613D795B09EA7F3519A9BB4F9033F796923B9A56F7B8BFF134F94054599C16A F0009DF0968C1CA0AB9CEB181382D		
Observaciones:			

El registro realizado está amparado en el Artículo 16 de la Ley 39/2015.

De acuerdo con el art. 31.2b) de la Ley 39/15, a los efectos del cómputo de plazo fijado en días hábiles, y en lo que se refiere al cumplimiento de plazos por los interesados, la presentación en un día inhábil se entenderá realizada en la primera hora del primer día hábil siguiente salvo que una norma permita expresamente la recepción en día inhábil.

ÁMBITO-PREFIJO	CSV	FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO
GEISER	GEISER-8bd7-21ae-cfe2-4bb6-8c10-3348-51d0-aa92	19/03/2020 14:05:45 (Horario peninsular)
Nº REGISTRO	DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN	VALIDEZ DEL DOCUMENTO
O00002136s2000007746	<a href="https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida">https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida</a>	Original

Código seguro de Verificación: GEISER-8bd7-21ae-cfe2-4bb6-8c10-3348-51d0-aa92 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: <https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>



CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DELTAJO, O. A.

**O F I C I O**

S/REF:  
N/REF: INF-0064/2020  
(373610/20)  
ASUNTO: CONTESTACIÓN A SOLICITUD INFORME DE  
OTRAS ADMINISTRACIONES/PARTICULARES

NA2800674810002173914



UNIDAD DE CARRETERAS DEL ESTADO EN  
CACERES  
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL  
ESTADO DE EXTREMADURA  
AVDA. RUTA DE PLATA 13  
10071 - CACERES

En respuesta a la solicitud de informe que se identifica a continuación:

- Referencia expediente: INF-0064/2020 (373610/20)
- Fecha de solicitud: 13 de febrero de 2020 y 25 de febrero de 2020
- Número de registro: O00002136e2000006202 y O00002136e2000007709
- Solicitante : Unidad de Carreteras del Estado en Cáceres Demarcación de Carreteras del Estado de Extremadura , y Almudena Moran Ruiz en nombre de Ingeniería y Economía del Transporte SA (INECO)
- Tipo de solicitud: Informe
- Descripción de la solicitud: Informe relativo criterios de diseño del proyecto del "Nuevo Puente de la carretera N-110 en Cabezuela del Valle (Cáceres)"
- Término municipal donde se localiza la actuación: Cabezuela del Valle (Cáceres)

Considerando que el 23 de noviembre de 2016 esta Confederación Hidrográfica del Tajo en el expediente IPL-0127/2016 (372616/16) tramitado a instancias de INECO se contestó sobre los condicionantes a tener en cuenta parara el desarrollo de las actuaciones del proyecto del "Nuevo Puente de la carretera N-110 en Cabezuela del Valle (Cáceres)" en relación a las zonas de dominio público hidráulico y zona de policía del río Jerte, en base a la información contenida en el Sistema Nacional de Zonas Inundables.

Considerando que ahora se solicita información sobre los criterios de diseño del proyecto del "Nuevo Puente de la carretera N-110 en Cabezuela del Valle (Cáceres)

**Se le informa lo siguiente:**

El Real Decreto 638/2016 de 9 de diciembre (publicado en el BOE número 314 de 29 de diciembre de 2016) modificó (entre otros) el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, añadiendo el art. 126 ter que en los apartados 3 y 6 establece los criterios, a tener en cuenta, en el diseño y conservación de los puentes, pasarelas y obras de drenaje transversal.

Es cuanto al respecto cabe informar, significando que deberán igualmente tenerse en cuenta los condicionantes comunicados el 23 de noviembre de 2016 (IPL-0127/2016 (372616/16))

DOCUMENTO FIRMADO ELECTRÓNICAMENTE  
El Comisario de Aguas - Diaz Regañon Jimenez Javier, firmado el 19/03/2020

Avda. de Portugal, 81  
28071 Madrid  
Tel.: 91-5350500  
Fax 91-4700304

CSV: MA0091546966C9029A070D6A8E1584623817  
Verificación en <https://sede.miteco.gob.es>



## JUSTIFICANTE DE REGISTRO EN OFICINA DE REGISTRO

Oficina: Oficina Madrid Registro General de la Confederación Hidrográfica del Tajo - O00002136  
 Fecha y hora de registro en: 21/04/2020 11:00:09 (Horario peninsular)  
 Fecha presentación: 21/04/2020 11:00:09 (Horario peninsular)  
 Número de registro: O00002136s2000009848  
 Tipo de documentación física: Documentación adjunta en soporte PAPEL (u otros soportes)  
 Enviado por SIR: No

### Interesado

Identificación:   
 País: España   
 Provincia: Cáceres   
 Código Postal: 10071   
 Canal Notif: Dirección postal   
 Nombre: Unidad de Carreteras del Estado En Cáceres   
 Demarcación de Carreteras del Estado   
 Municipio: Cáceres   
 Dirección: Avda. Ruta de Plata 13   
 Teléfono:   
 Correo:   
 Observaciones:

### Información del registro

Tipo Asiento: Salida   
 Resumen/Asunto: Informe   
 Unidad de tramitación origen/Centro directivo: Confederación Hidrográfica del Tajo - EA0022973 / Confederación Hidrográfica del Tajo   
 Ref. Externa: 215487-S991733   
 Nº. Expediente: INF-0064/2020

### Adjuntos

Nombre: Contestación a solicitud informe de otras administracionesparticulares.xsig.pdf   
 Tamaño (Bytes): 370.705   
 Validez: Copia Electrónica Auténtica   
 Tipo: Documento Adjunto   
 CSV: GEISER-4bc5-739a-cf16-4e19-b8f4-154c-79f3-7bb3   
 Hash: D5A8CE233782C595460A0917B988E5D4E40CFB7EDFA23E1F0BAF8BFFD6F5794A5EBF9951B47E5572A54C064B3BF045A8E46DCDFB89DF7132E4E7F86EC7A41179   
 Observaciones:

El registro realizado está amparado en el Artículo 16 de la Ley 39/2015.   
 De acuerdo con el art. 31.2b de la Ley 39/15, a los efectos del cómputo de plazo fijado en días hábiles, y en lo que se refiere al cumplimiento de plazos por los interesados, la presentación en un día inhábil se entenderá realizada en la primera hora del primer día hábil siguiente salvo que una norma permita expresamente la recepción en día inhábil.

ÁMBITO-PREFIJO	CSV	FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO
GEISER	GEISER-a43f-89ac-eb96-4cb5-b0d3-4786-2e11-3562	21/04/2020 11:00:09 (Horario peninsular)
Nº REGISTRO	DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN	VALIDEZ DEL DOCUMENTO
O00002136s2000009848	https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida	Original

Código seguro de Verificación: GEISER-a43f-89ac-eb96-4cb5-b0d3-4786-2e11-3562 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida

Correspondencia recibida en la comunicación establecida con este Organismo en fecha 23 de noviembre de 2016 (IPL-0127/2016 (372616/16))



CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL TAJO

**I N F O R M E**

S/REF:

N/REF: IPL-0127/2016 (372616/16)

ASUNTO: INFORME SECTORIAL RELATIVO AL "PROYECTO DE TRAZADO Y PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO PUEBLO DE LA CARRETERA N-110", EN EL T.M. DE CABEZUELA DEL VALLE (CÁ CERES)



INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S  
C/ BELTRÁN BÁGUENA 5 10  
46009 - VALENCIA (VALENCIA/VALENCIA)

En esta Confederación Hidrográfica del Tajo se ha recibido la siguiente solicitud de informe:

- Referencia expediente: IPL-0127/2016 (372616/16)
- Solicitante: Ingeniería y Economía del Transporte, S.A. (C.I.F.: A28220168)
- Tipo de solicitud: Informe de Planeamiento
- Descripción: Informe Sectorial relativo al "Proyecto de Trazado y Proyecto de Construcción. Nuevo puente de la carretera N-110 en Cabezueta del Valle"
- Término municipal donde se localiza la actuación: Cabezueta del Valle (Cáceres)

Según los estudios de inundabilidad y deslinde realizados por el Ministerio de Medio Ambiente y sus Organismos de cuenca publicados en el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI), se comprueba que la actuación se localiza dentro de la zona de dominio público hidráulico y de la zona de policía del río Jerte, y además se encuentra dentro de la zona inundable del río Jerte para las avenidas de periodo de retorno de 10, 100 y 500 a su paso por la localidad de Cabezueta del Valle.



Imagen 1: Zona de Dominio Público Hidráulico, Servidumbre y Zona de Policía

DOCUMENTO FIRMADO ELECTRÓNICAMENTE  
El Comisario de Aguas - Ballarín Iribarren Ignacio, firmado el 23/11/2016  
CSV: MA0091F0AFB593093951BD799A1479817606  
Verificación en <https://sede.magrama.gob.es>

Auda. de Portugal, 81  
28071 Madrid  
Tel.: 91-5350500  
Fax: 91-4700304



Ref.: IPL-0127/2016  
(372616/16)  
-2-



Imagen 2: Zona inundable para T=10 años.



Imagen 3: Zona inundable para T=100 años.

DOCUMENTO FIRMADO ELECTRÓNICAMENTE  
El Comisario de Aguas - Ballarín Iribarren Ignacio, firmado el 23/11/2016  
CSV: MA0091F0AFB593093951BD799A1479817606  
Verificación en <https://sede.magrama.gob.es>

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA,  
ALIMENTACIÓN Y  
MEDIO AMBIENTE  
CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL TAJO

  
 Ref.: IPL-0127/2016  
 (372616/16)  
 -3-

  
 Ref.: IPL-0127/2016  
 (372616/16)  
 -4-



Imagen 3: Zona inundable para T=500 años.

ESTA CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL TAJO, una vez analizada la documentación aportada, le informa que para el desarrollo Informe Sectorial relativo al "Proyecto de Trazado y Proyecto de Construcción. Nuevo puente de la carretera N-110 en Cabezuela del Valle", en T.M. de Cabezuela del Valle (Cáceres) deberán tenerse en consideración los siguientes:

**CONDICIONANTES GENERALES**

**Actuaciones en terrenos de dominio público hidráulico**

- Las actuaciones deben desarrollarse sin afectar negativamente a los cauces que pudieran existir en el ámbito de actuación.
- Los cauces que se pudieran afectar deberán mantenerse de la manera más natural posible, manteniéndolos a cielo abierto y evitando cualquier tipo de canalización o regularización del trazado que intente convertir el río en un canal, y afectando lo menos posible a sus características físicas de modo que no se produzca una disminución de la capacidad hidráulica del mismo.
- En ningún caso se autorizarán dentro del dominio público hidráulico la construcción, montaje o ubicación de instalaciones destinadas a albergar personas, aunque sea con carácter provisional o temporal, de acuerdo con lo contemplado en el artículo 51.3 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico.
- Toda actuación que se realice en zona de dominio público hidráulico y en particular las obras de paso sobre cauces y acondicionamiento o encauzamiento de los mismos, deberán contar con la

DOCUMENTO FIRMADO ELECTRÓNICAMENTE  
 El Comisario de Aguas - Ballarín Iribarren Ignacio, firmado el 23/11/2016  
 CSV: MA0091F0AFB593093951BD799A1479817606  
 Verificación en <https://sede.magrama.gob.es>

MINISTERIO  
 DE AGRICULTURA,  
 ALIMENTACIÓN Y  
 MEDIO AMBIENTE  
 CONFEDERACIÓN  
 HIDROGRÁFICA  
 DEL TAJO

preceptiva autorización de este Organismo. Para poder otorgar la autorización de las obras correspondientes, se deberá aportar proyecto suscrito por técnico competente de las actuaciones a realizar.

- El definitivo Proyecto de Construcción: "Proyecto de Trazado y Proyecto de Construcción. Nuevo puente de la carretera N-110 en Cabezuela del Valle" deberá incluir la delimitación del dominio público hidráulico de los cauces afectados mediante estudio hidrológico donde se determinará la máxima crecida ordinaria definida en el artículo 4 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico y los cálculos hidráulicos correspondientes.
- El proyecto mencionado deberá contemplar que las obras respeten la capacidad de desagüe correspondiente a avenidas extraordinarias de 500 años de período de retorno, sin provocar afecciones a los terrenos colindantes.

El citado documento deberá analizar la sobreelevación provocada por las obras de fábrica en el nivel del agua inmediatamente aguas arriba de la misma y proponer las medidas de actuación con objeto de solucionar los posibles rebasamientos de calzada y la afección a los terrenos colindantes.

- Si durante la ejecución de las obras se precisara ocupar provisionalmente el dominio público hidráulico o realizar actuaciones que pudieran suponer un obstáculo a la normal circulación de las aguas, el interesado estará obligado a solicitar de la Confederación Hidrográfica del Tajo la oportuna autorización de las obras provisionales, aportando para ello documento suscrito por técnico competente en el que se analicen las incidencias de las citadas obras provisionales respecto a las avenidas antes mencionadas.
- Conveniencia de ejecutar las estructuras con tablero horizontal y con el mínimo esvaje respecto al eje del cauce y con los apoyos orientados en el sentido de la corriente. Si fuese necesario ejecutarla de manera esviada se deberá analizar su efecto sobre las zonas inundables.
- Respetar la vegetación de ribera en el tramo de afección realizando las actuaciones oportunas fuera del área donde se ubica dicha vegetación.
- Se adoptarán las medidas que resulten precisas para evitar las alteraciones sobre la vegetación del cauce afectado y sus márgenes.
- Los tramos de los cauces afectados por las obras deberán ser restituidos a su estado inicial así como el cauce y las riberas en toda la zona de influencia mediante limpieza, protección con materiales apropiados para evitar la erosión, plantaciones con especies adecuadas o cualquier otra actuación que se considere necesaria por este Organismo.

**Actuaciones en zona de policía**

- Los terrenos que lindan con los cauces están sujetos en toda su extensión longitudinal a una zona de servidumbre de 5 metros de anchura para uso público y una zona de policía de 100 metros de anchura. La existencia de estas zonas únicamente significa que en ellas se condicionará el uso del suelo y las actividades que se desarrollen, con la finalidad de conseguir los objetivos de preservar el estado del dominio público hidráulico, prevenir el deterioro de los ecosistemas acuáticos, contribuyendo a su mejora, y proteger el régimen de las corrientes en avenidas, favoreciendo la función de los terrenos colindantes con los cauces en la laminación de caudales y carga sólida transportada
- Toda actuación que se realice en la zona de policía de cualquier cauce público, definida por 100 m de anchura medidos horizontalmente a partir del cauce, deberá contar con la preceptiva autorización de este Organismo según establece la vigente legislación de aguas, y en particular las actividades

DOCUMENTO FIRMADO ELECTRÓNICAMENTE  
 El Comisario de Aguas - Ballarín Iribarren Ignacio, firmado el 23/11/2016  
 CSV: MA0091F0AFB593093951BD799A1479817606  
 Verificación en <https://sede.magrama.gob.es>

MINISTERIO  
 DE AGRICULTURA,  
 ALIMENTACIÓN Y  
 MEDIO AMBIENTE  
 CONFEDERACIÓN  
 HIDROGRÁFICA  
 DEL TAJO



Ref.: IPL-0127/2016  
(372616/16)  
-5-

mencionadas en el Art. 9 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril y modificado por Real Decreto 606/2003 de 23 de mayo.

- En la zona de servidumbre de cinco metros de anchura para uso público, con carácter general, no se podrá realizar ningún tipo de construcción salvo que resulte conveniente o necesaria para el uso del dominio público hidráulico o para su conservación o restauración.
- Se comprobará la afección que producirían las actuaciones a la zona de flujo preferente, entendida como la envolvente de la vía de intenso desagüe y la zona de inundación peligrosa, tal y como se definen en el artículo 9, párrafo segundo, del Reglamento del Dominio Público Hidráulico. En estas zonas o vías de flujo preferente sólo podrán ser autorizadas por el organismo de cuenca aquellas actividades no vulnerables frente a las avenidas y que no supongan una reducción significativa de la capacidad de desagüe de dicha vía.

Es todo cuanto esta Confederación Hidrográfica del Tajo tiene que informar respecto al asunto mencionado.

**Contacto**

Para cualquier consulta relativa a su solicitud o a la tramitación del expediente dispone de:

Teléfono: 91 3541934

Email: [informacion@chtajo.es](mailto:informacion@chtajo.es), incluyendo la referencia "AGDPH-IPL-0127/2016 (372616/16)" en el asunto

**DOCUMENTO FIRMADO ELECTRÓNICAMENTE**

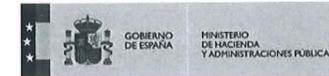
El Comisario de Aguas - Ballarín Iribarren Ignacio, firmado el 23/11/2016

CSV: MA0091F0AFB593093951BD799A1479817606

Verificación en <https://sede.magrama.gob.es>

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE  
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO

Código seguro de Verificación : GEISER-5058-3c2f-c91a-9222-141b-3f7e-b44d-e1e3 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : <https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>



**JUSTIFICANTE DE REGISTRO EN OFICINA DE REGISTRO**

Oficina: Oficina Madrid Registro General de la Confederación Hidrográfica del Tajo - O00002136  
 Fecha y hora de registro en: 01/12/2016 10:35:49 (Horario peninsular)  
 Fecha presentación: 01/12/2016 10:35:49 (Horario peninsular)  
 Número de registro: O00002136s1600002112  
 Tipo de documentación física: Acompaña documentación física (u otros soportes) requerida  
 Enviado por SIR: No

**Interesado**

CIF: A28220168	Nombre: Ingeniería y Economía del Transporte, S.A.
País: España	Municipio: Valencia
Provincia: València/Valencia	Dirección: C/ Beltrán Báguena 5 10
Código: 46009	Teléfono:
Canal Notif: DIRECCION_POSTAL	Correo
	Observaciones:

**Información del registro**

Tipo Asiento: Salida  
 Resumen/Asunto: Informe de Planeamiento  
 Unidad de tramitación origen/Centro: Confederación Hidrográfica del Tajo - E00134403 / Confederación Hidrográfica del Tajo  
 directivo:  
 Ref. Externa: 20508-S661341  
 Nº. Expediente: IPL-0127/2016

**Adjuntos**

Nombre: Informe carreteras.xsig.pdf  
 Tamaño (Bytes): 50  
 Validez: ORIGINAL  
 Tipo: DOCUMENTO\_ADJUNTO  
 Hash: DB21FC16C1F89040F85B9DE779B909EF86F93E980DA7889854E946DE01518397B627456FBA47162B00046B880474E89CBF0258ED9B53AF9163835CAA0E99DB20  
 Observaciones:

El registro realizado está amparado en el Artículo 16 de la Ley 39/2015. De acuerdo con el art. 31.2b) de la Ley 39/15, a los efectos del cómputo de plazo fijado en días hábiles, y en lo que se refiere al cumplimiento de plazos por los interesados, la presentación en un día inhábil se entenderá realizada en la primera hora del primer día hábil siguiente salvo que una norma permita expresamente la recepción en día inhábil.

ÁMBITO- PREFIJO	CSV	FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO
GEISER	GEISER-5058-3c2f-c91a-9222-141b-3f7e-b44d-e1e3	01/12/2016 10:35:49 Horario peninsular
Nº registro	DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN	CIF
O00002136s1600002112	<a href="https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida">https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida</a>	A28220168

GEISER-5058-3c2f-c91a-9222-141b-3f7e-b44d-e1e3

## **APÉNDICE 4. ESTUDIO HIDRAULICO RIO JERTE**

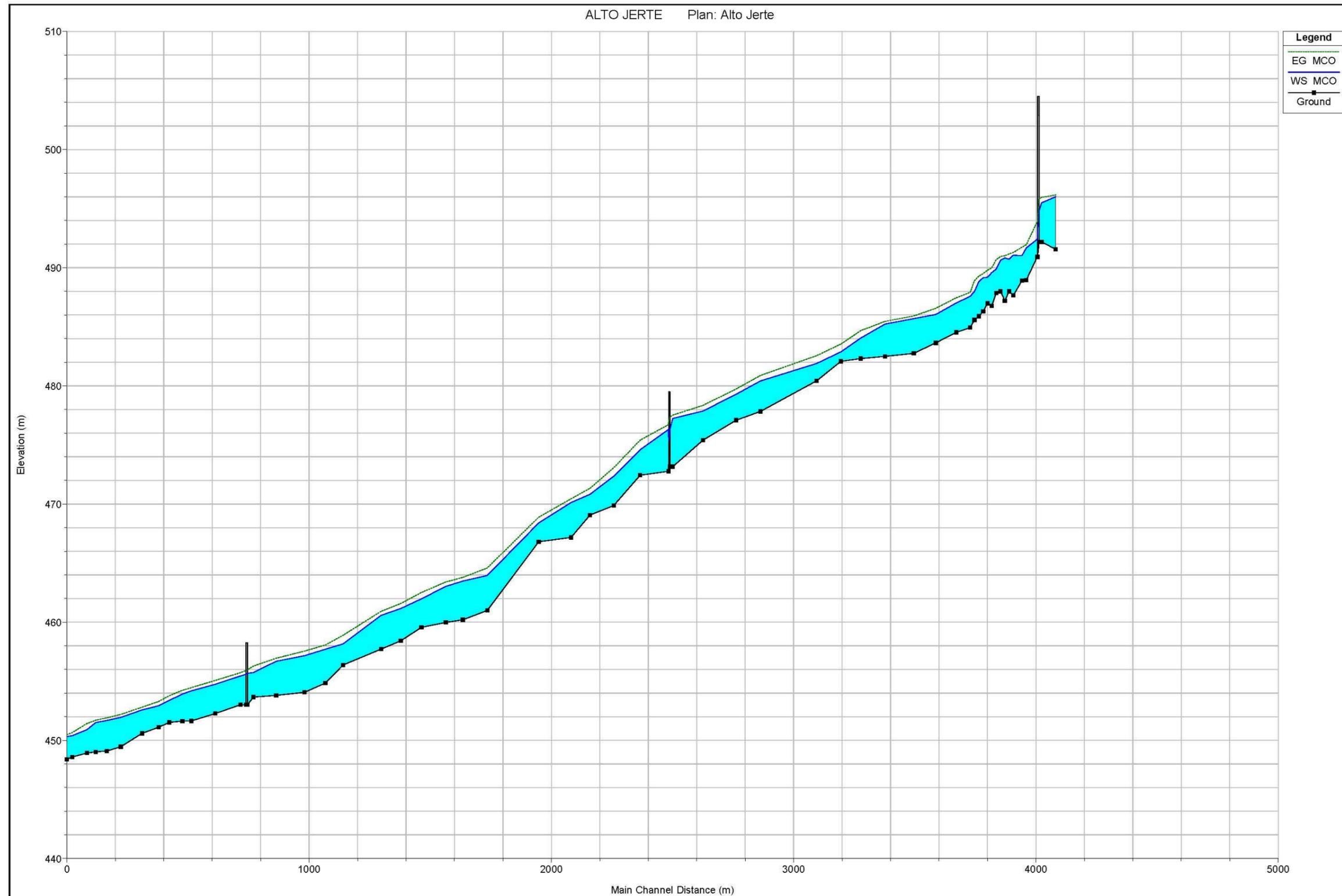
## **4.1. SITUACIÓN ACTUAL**

**MÁXIMA CRECIDA ORDINARIA (M.C.O.)**

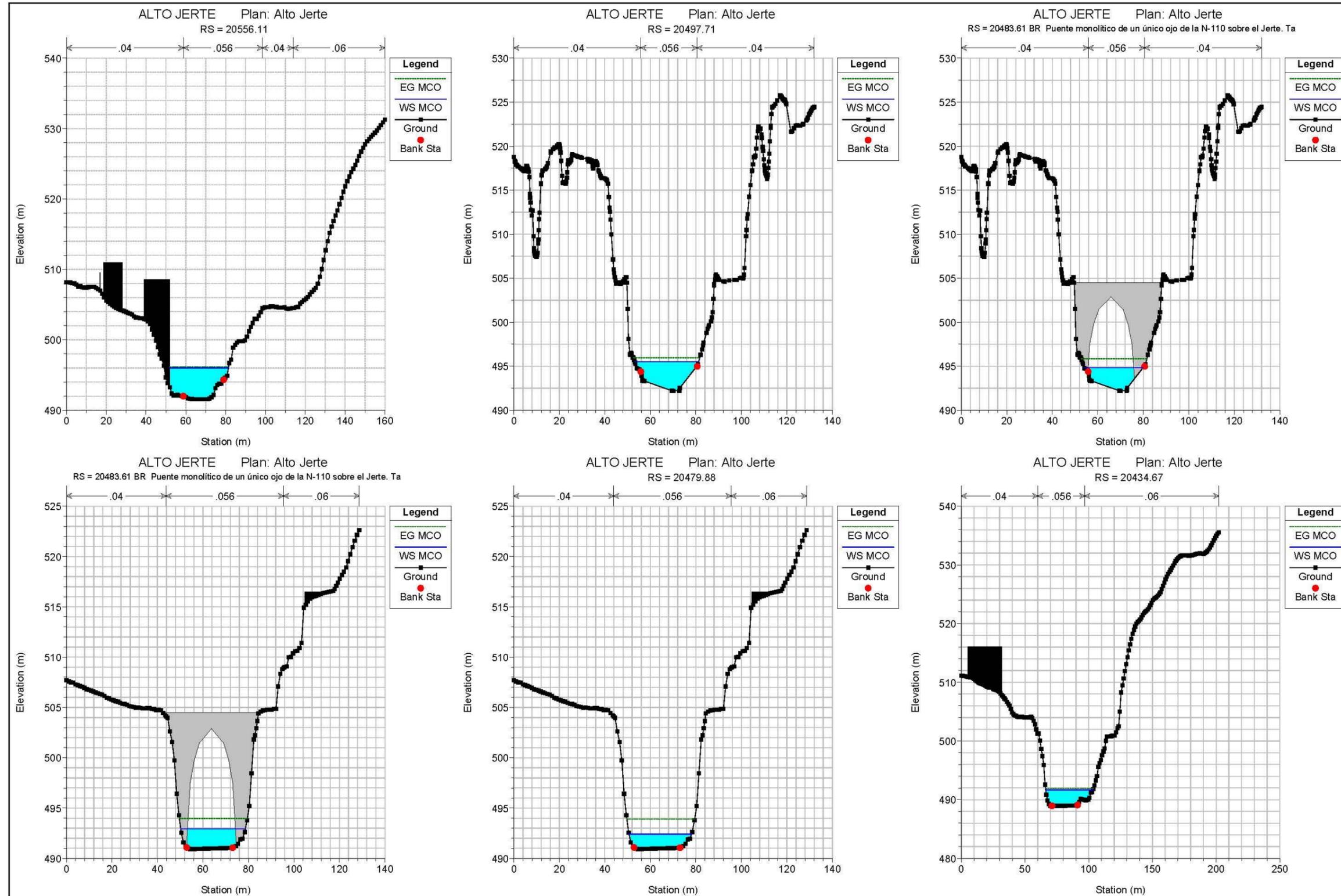
LLANURA DE INUNDACIÓN

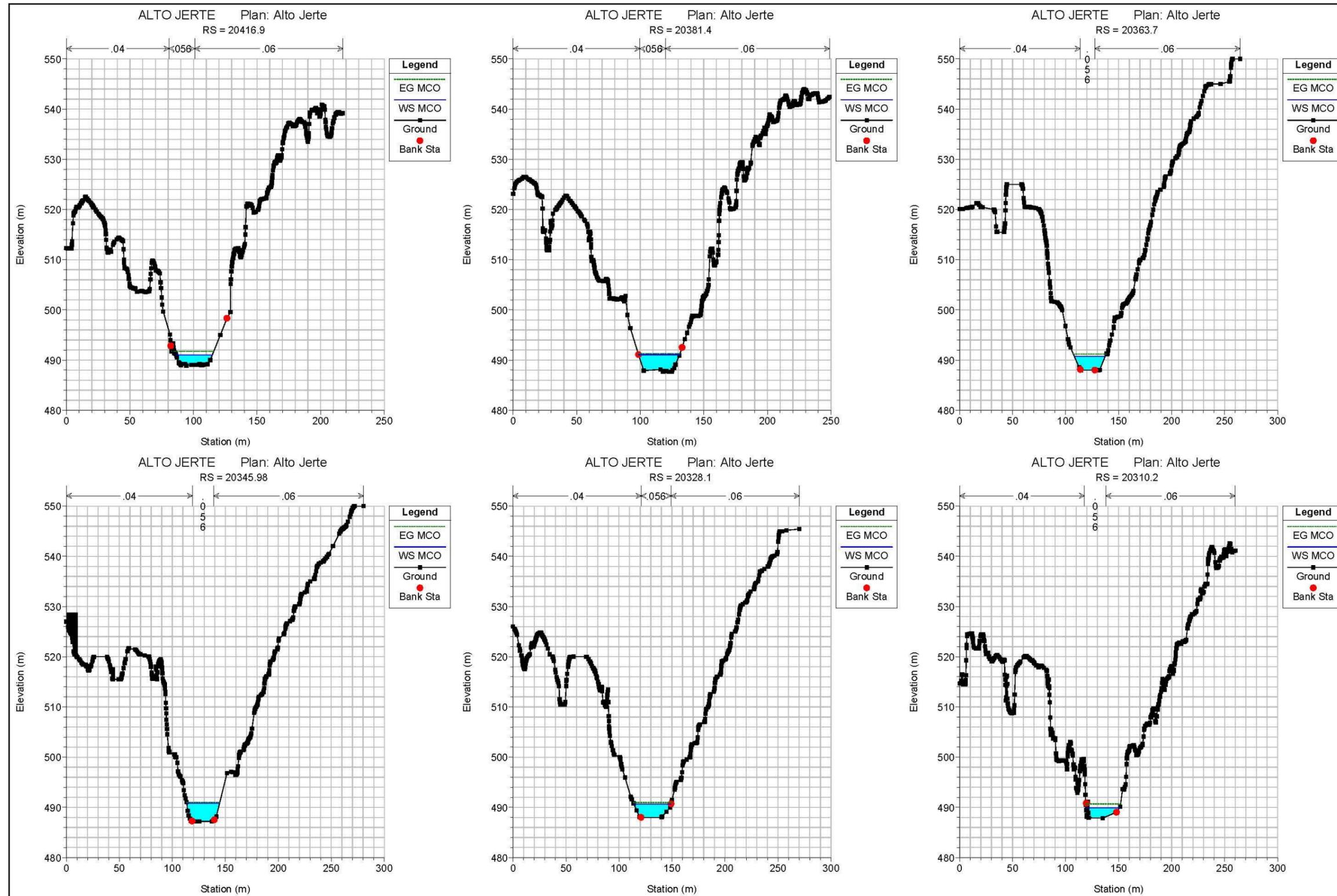


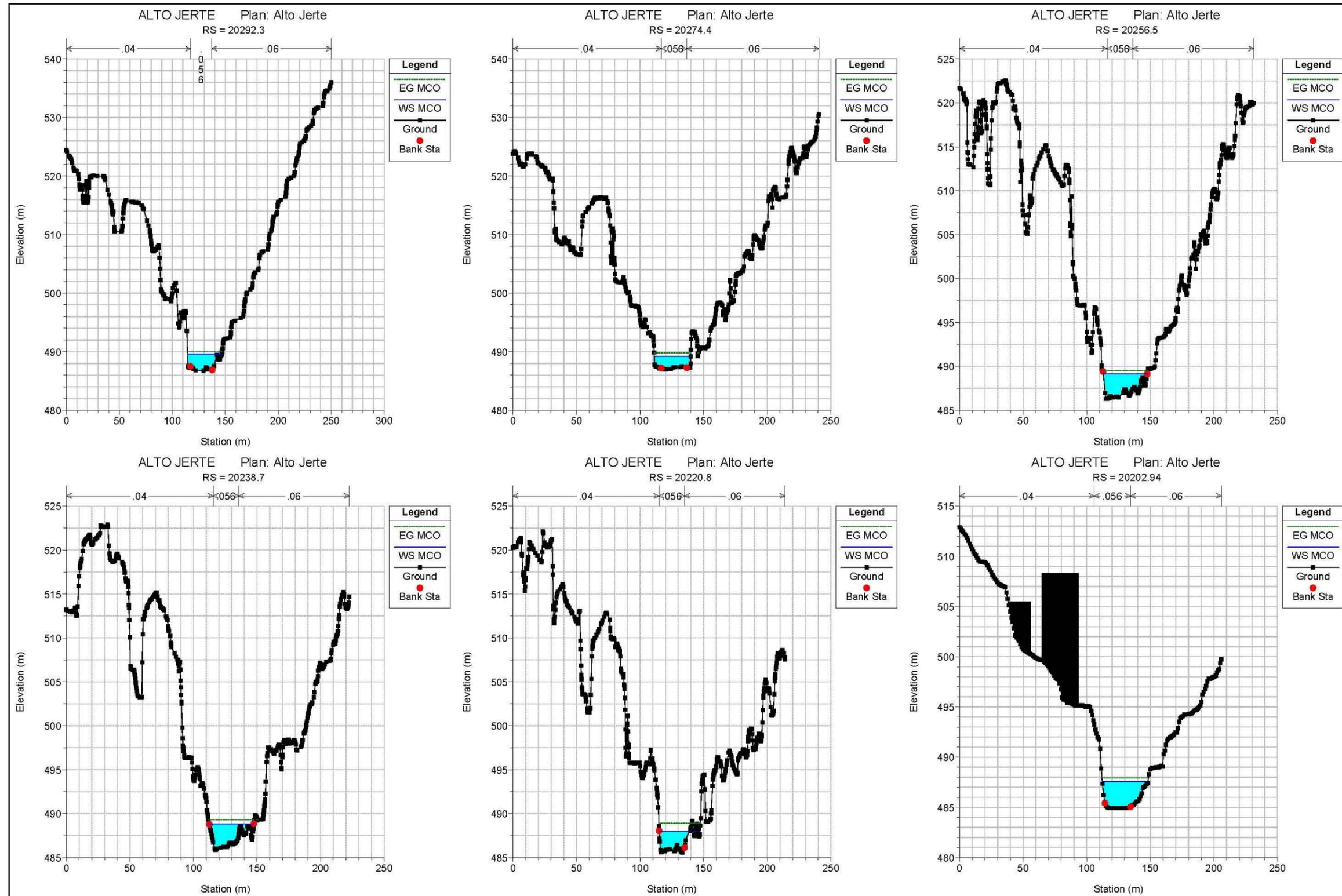
PERFIL LONGITUDINAL

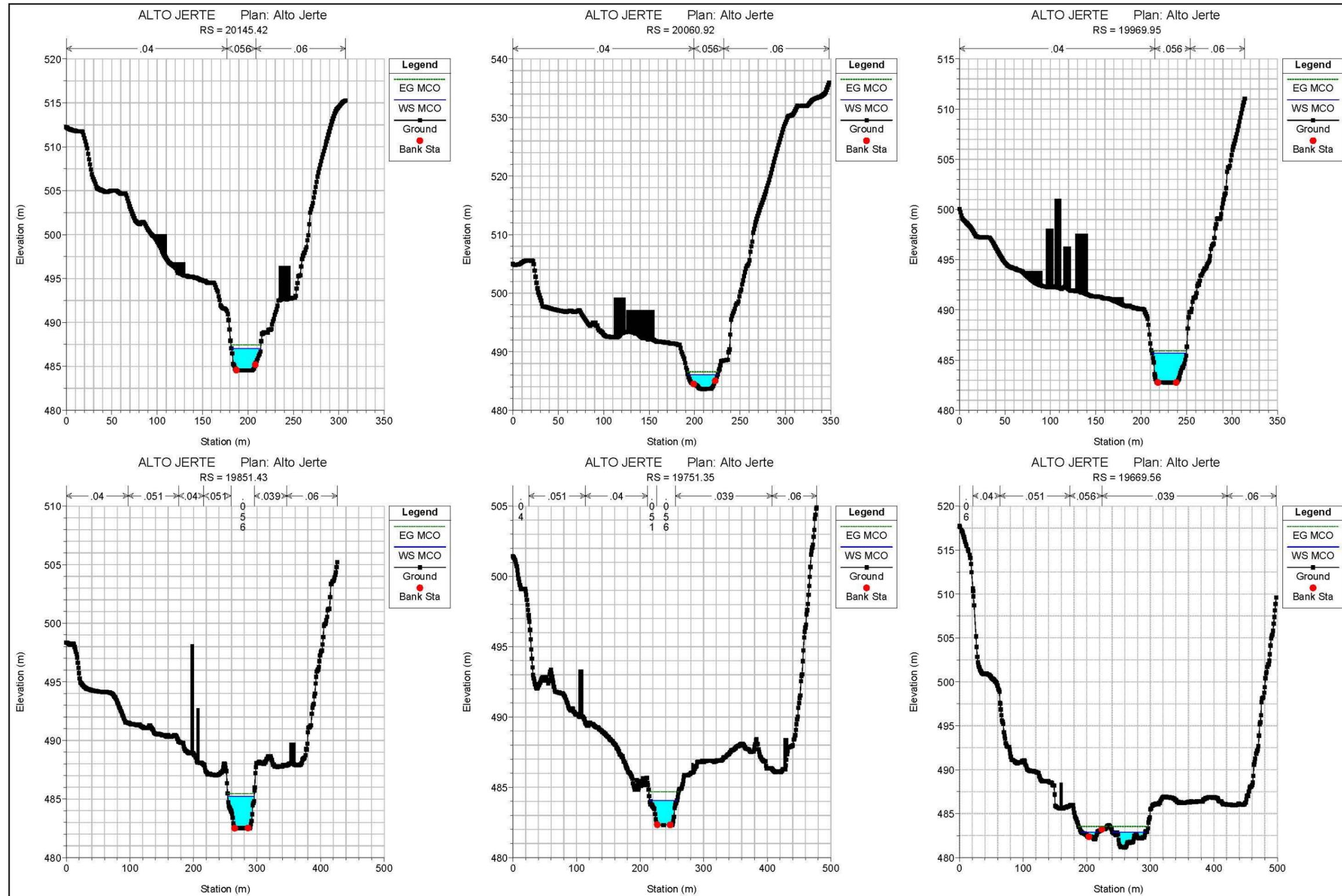


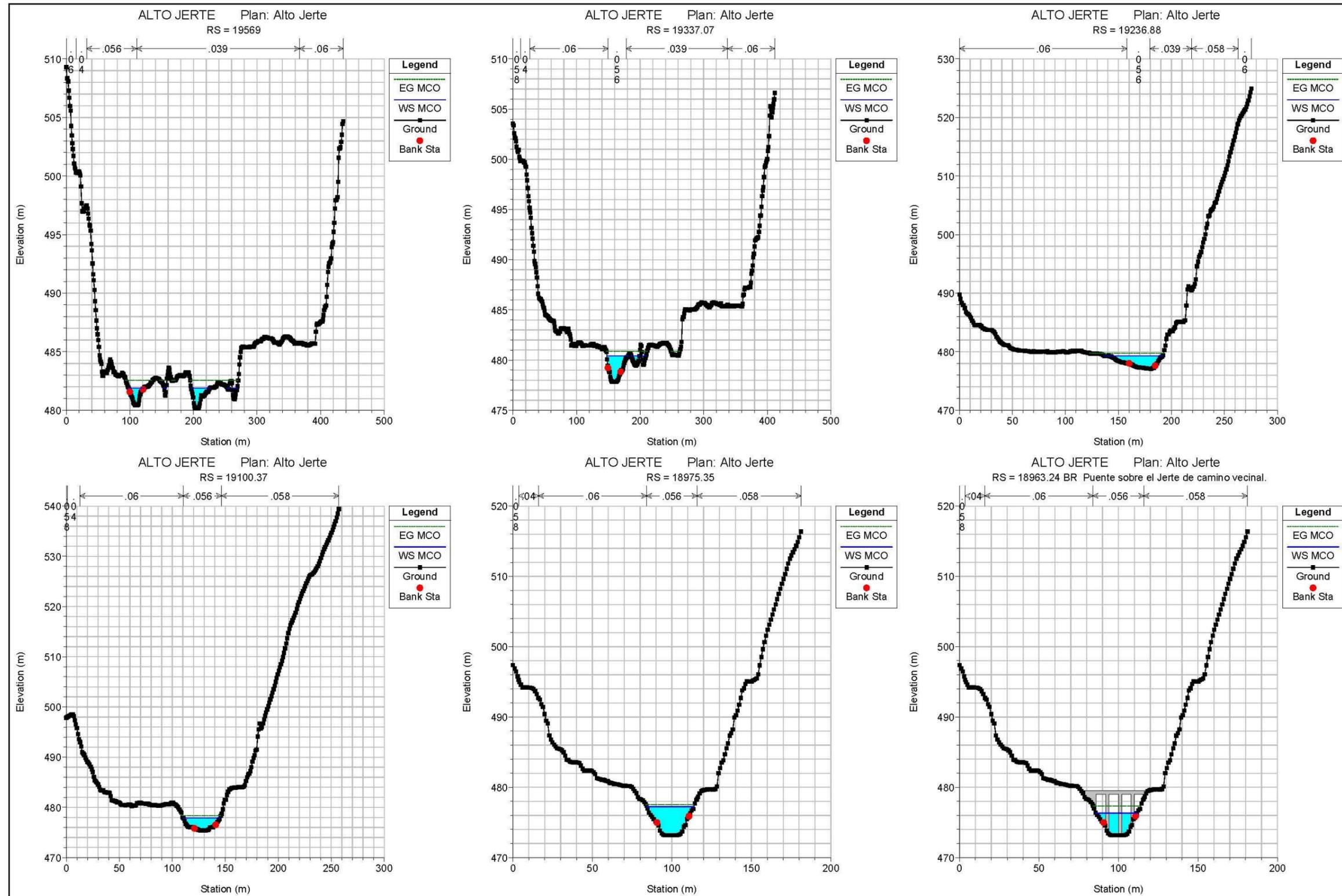
**PERFILES TRANSVERSALES**

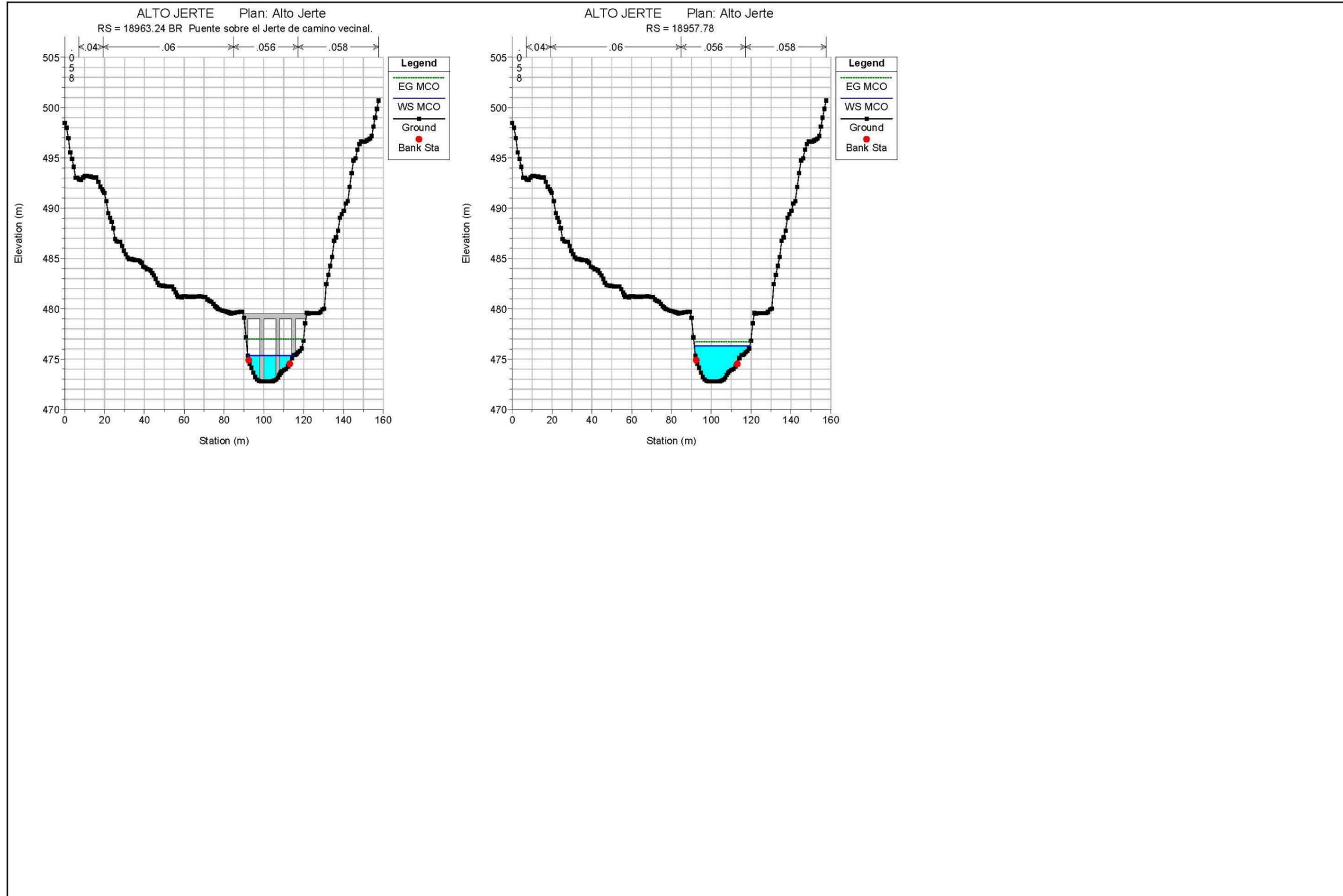












**TABLA DE RESULTADOS**

MODELO: SITUACIÓN ACTUAL

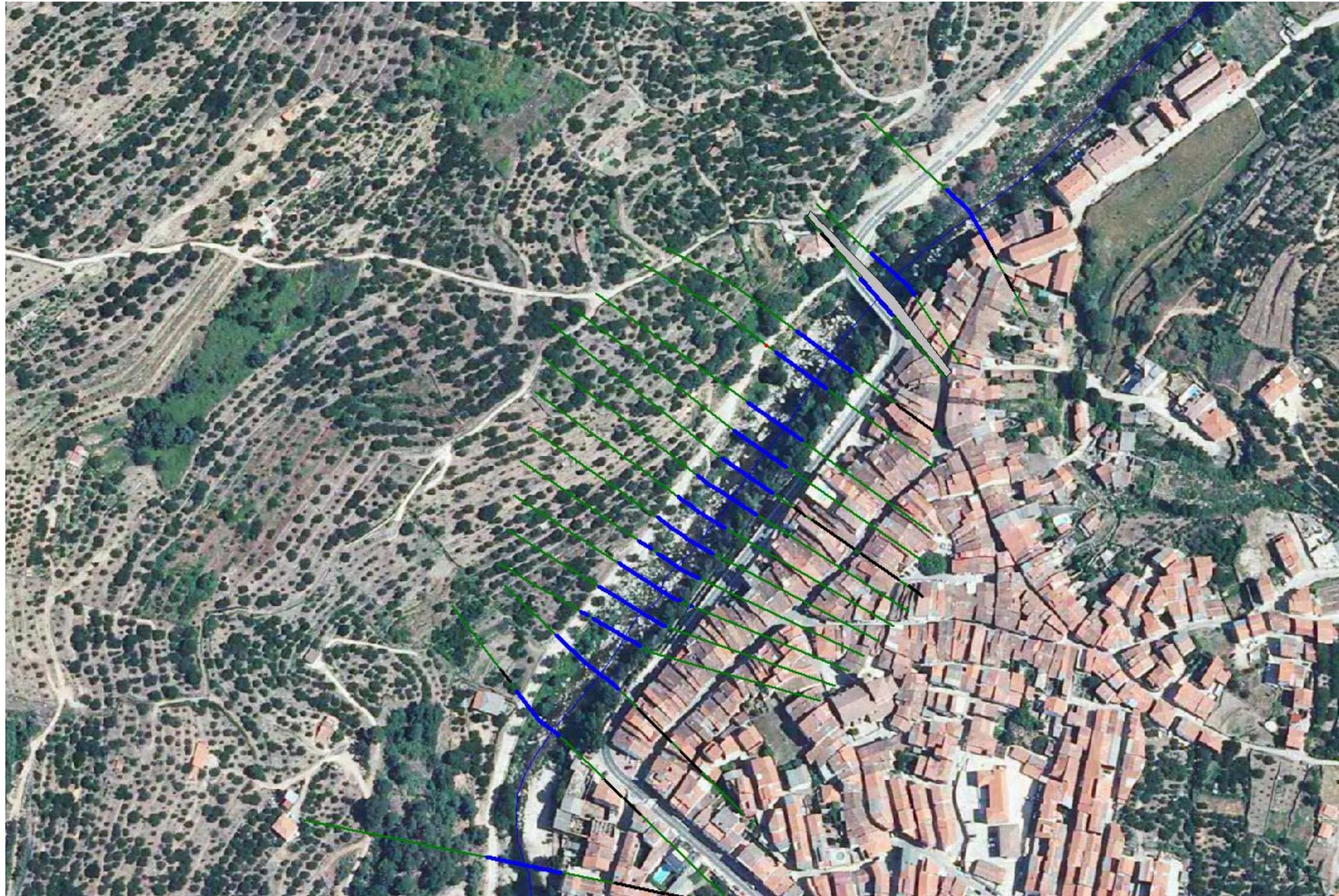
RÍO: JERTE

Periodo 2.50 (MCO)

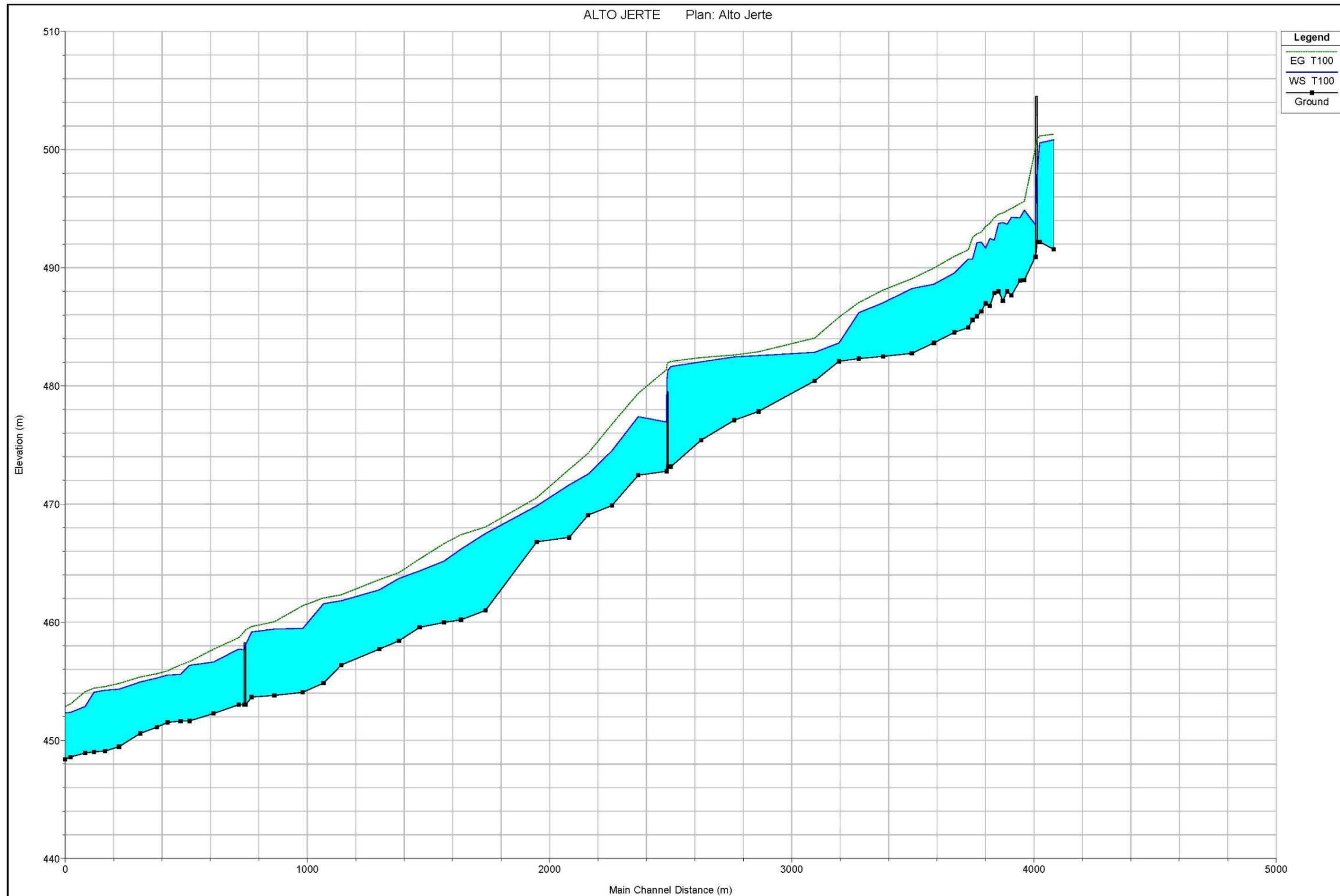
Río	Estación	Periodo (años)	Q Total (m3/s)	Calado min. (m)	Calado (m)	Calado crit. (m)	Elev. Línea energ. (m)	Pte. (m/m)	Vel (m/s)	Área mojada (m2)	Ancho lámina (m)	Nº Froude
JERTE	20556.11	MCO	185.000	491.56	496.01	493.74	496.16	0.00	1.72	107.10	29.45	0.28
JERTE	20497.71	MCO	185.000	492.20	495.50	494.84	495.95	0.01	3.00	62.59	28.06	0.61
JERTE	20483.61	Puente Histórico										
JERTE	20479.88	MCO	185.000	490.92	492.41	492.83	493.90	0.06	5.61	35.02	27.49	1.50
JERTE	20434.67	MCO	185.000	488.95	491.67	490.79	491.96	0.01	2.53	82.24	37.04	0.49
JERTE	20416.9	MCO	185.000	488.92	491.03	490.90	491.74	0.02	3.73	49.57	28.59	0.91
JERTE	20381.4	MCO	185.000	487.67	491.07		491.30	0.00	2.13	86.93	32.27	0.41
JERTE	20363.7	MCO	185.000	488.00	490.72		491.17	0.01	3.23	63.90	28.92	0.63
JERTE	20345.98	MCO	185.000	487.21	490.83		491.02	0.00	2.00	98.04	30.99	0.34
JERTE	20328.1	MCO	185.000	488.00	490.63		490.95	0.01	2.46	74.76	34.82	0.52
JERTE	20310.2	MCO	185.000	487.87	489.89	489.89	490.68	0.03	3.97	47.32	30.36	0.98
JERTE	20292.3	MCO	185.000	486.76	489.59	488.83	490.00	0.01	2.93	69.34	32.03	0.58
JERTE	20274.4	MCO	185.000	486.98	489.19		489.79	0.01	3.40	54.71	28.74	0.78
JERTE	20256.5	MCO	185.000	486.31	489.15		489.51	0.01	2.65	69.74	34.60	0.60
JERTE	20238.7	MCO	185.000	485.89	488.83	488.41	489.28	0.02	2.99	61.92	35.18	0.72
JERTE	20220.8	MCO	185.000	485.58	487.99	487.99	488.90	0.02	4.29	45.63	27.10	0.95
JERTE	20202.94	MCO	185.000	484.93	487.58	486.78	487.92	0.01	2.78	75.48	35.87	0.55
JERTE	20145.42	MCO	185.000	484.53	487.02		487.46	0.01	3.07	65.67	32.14	0.63
JERTE	20060.92	MCO	185.000	483.64	486.04		486.57	0.01	3.28	58.29	32.55	0.72
JERTE	19969.95	MCO	185.000	482.75	485.69		485.92	0.00	2.23	90.79	37.72	0.42
JERTE	19851.43	MCO	185.000	482.50	485.23		485.45	0.00	2.25	91.41	41.71	0.44
JERTE	19751.35	MCO	185.000	482.31	484.05	484.05	484.68	0.02	3.76	54.79	43.11	0.91
JERTE	19669.56	MCO	185.000	482.08	482.88	483.05	483.54	0.03	1.90	55.22	76.49	0.82
JERTE	19569	MCO	185.000	480.43	481.89	482.10	482.56	0.03	3.35	51.63	67.98	1.12
JERTE	19337.07	MCO	185.000	477.84	480.42	480.27	480.88	0.01	3.26	65.98	52.38	0.70
JERTE	19236.88	MCO	185.000	477.09	479.29	479.05	479.74	0.01	3.18	67.66	54.78	0.73
JERTE	19100.37	MCO	185.000	475.41	477.87		478.35	0.01	3.24	62.42	34.65	0.70
JERTE	18975.35	MCO	185.000	473.17	477.24	475.80	477.53	0.00	2.43	81.52	29.65	0.41
JERTE	18963.24	Puente Existente										
JERTE	18957.78	MCO	185.000	472.77	476.31		476.72	0.01	2.88	67.63	27.82	0.53

**ZONA DE FLUJO PREFERENTE (Q 100 AÑOS)**

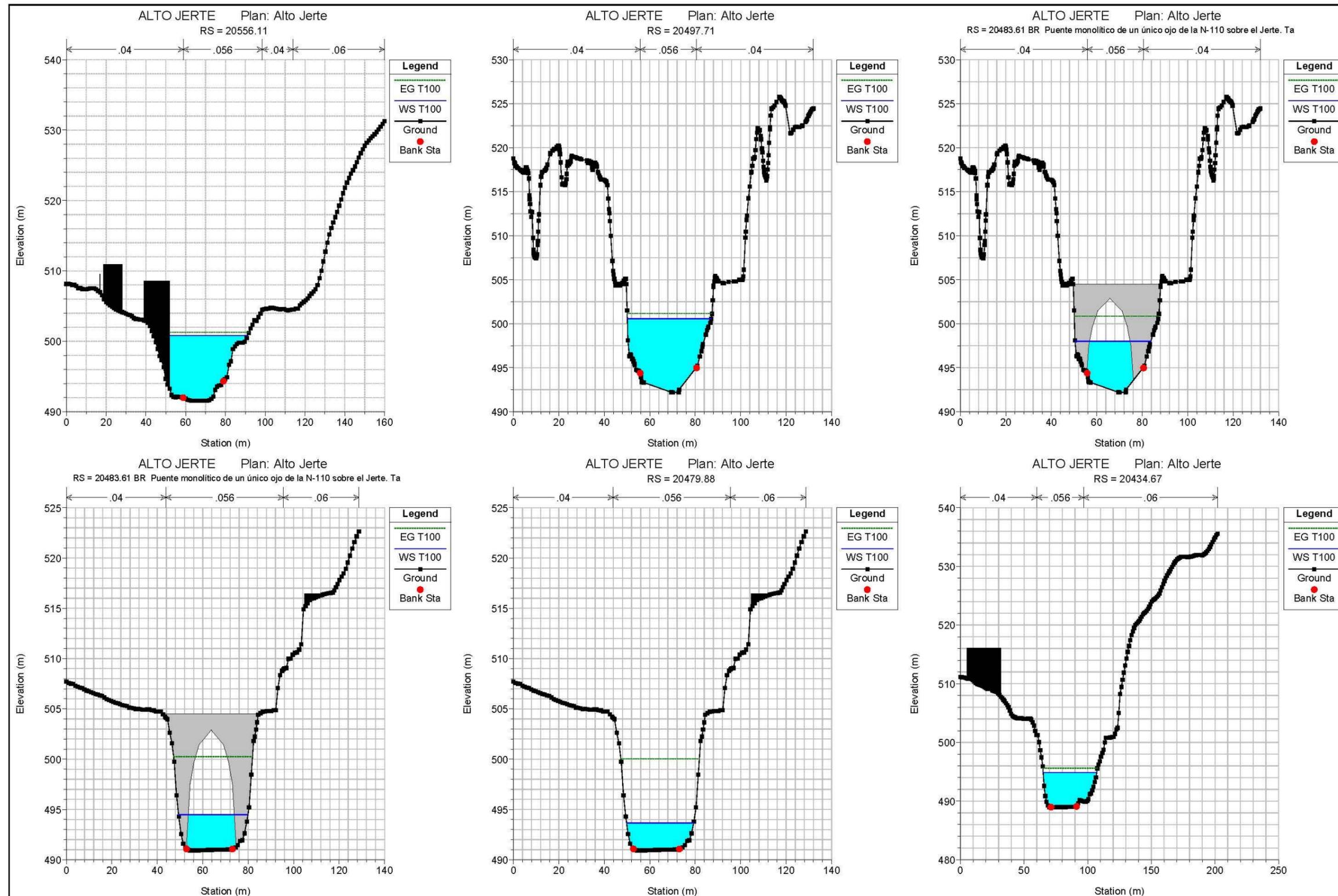
LLANURA DE INUNDACIÓN

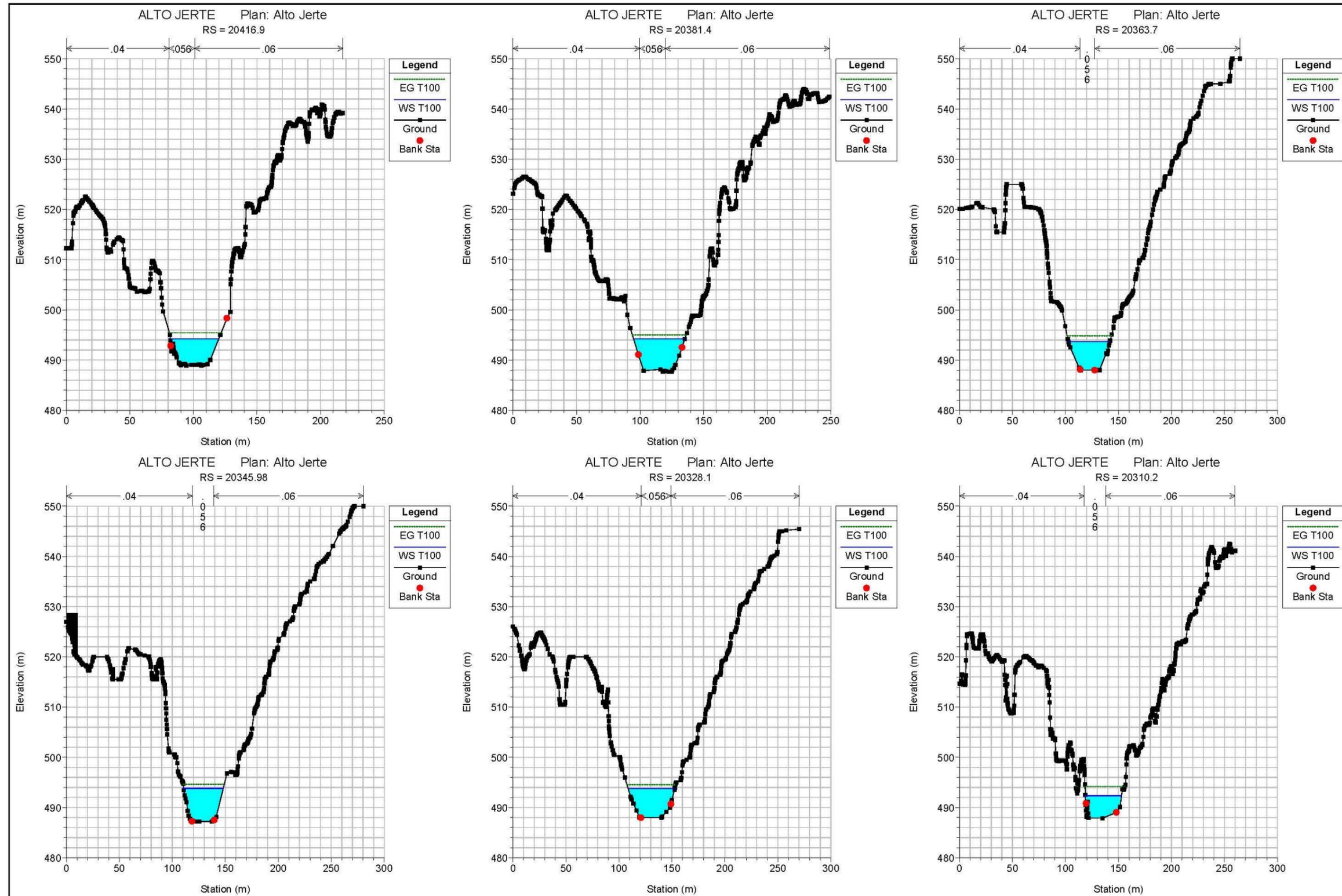


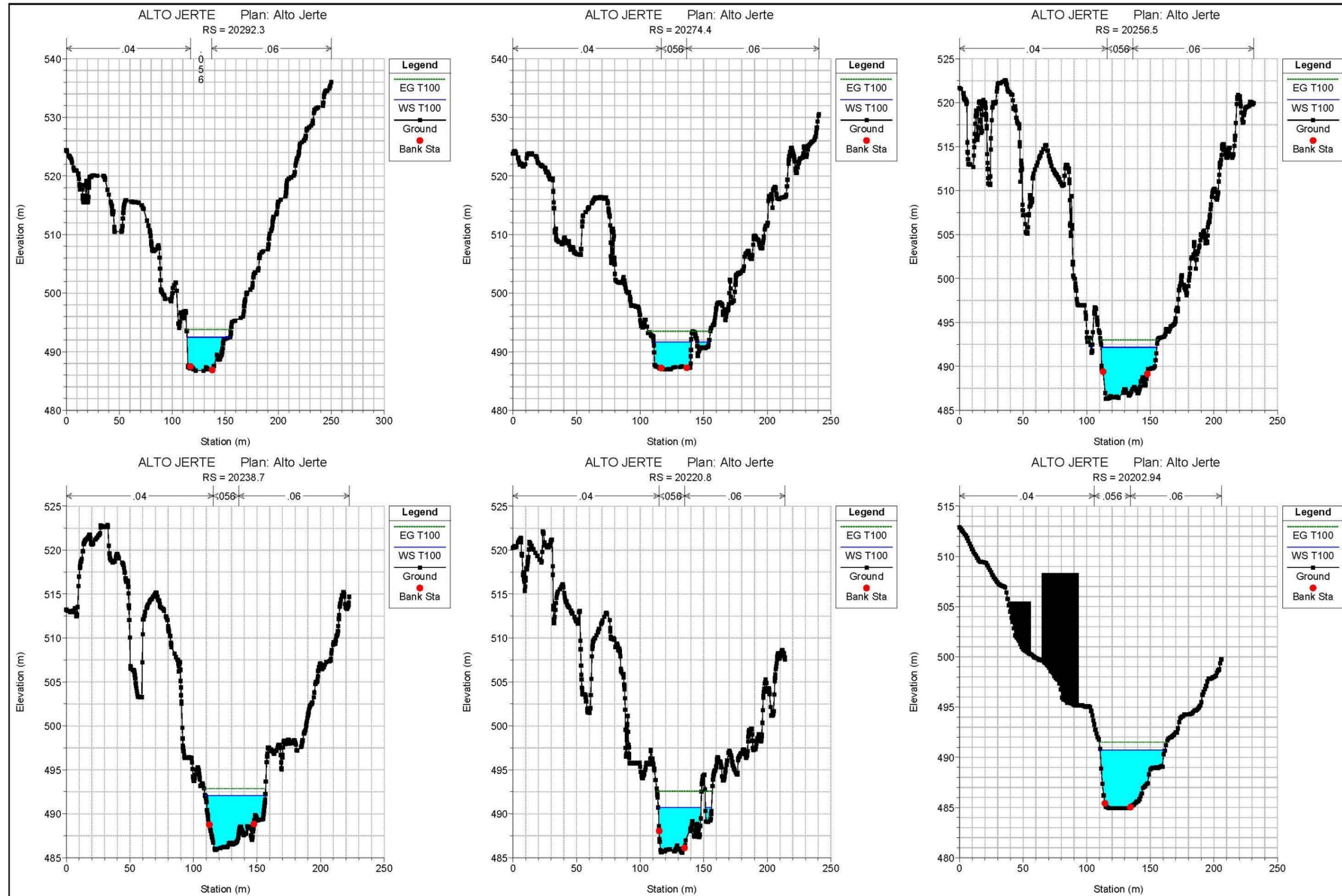
**PERFIL LONGITUDINAL**

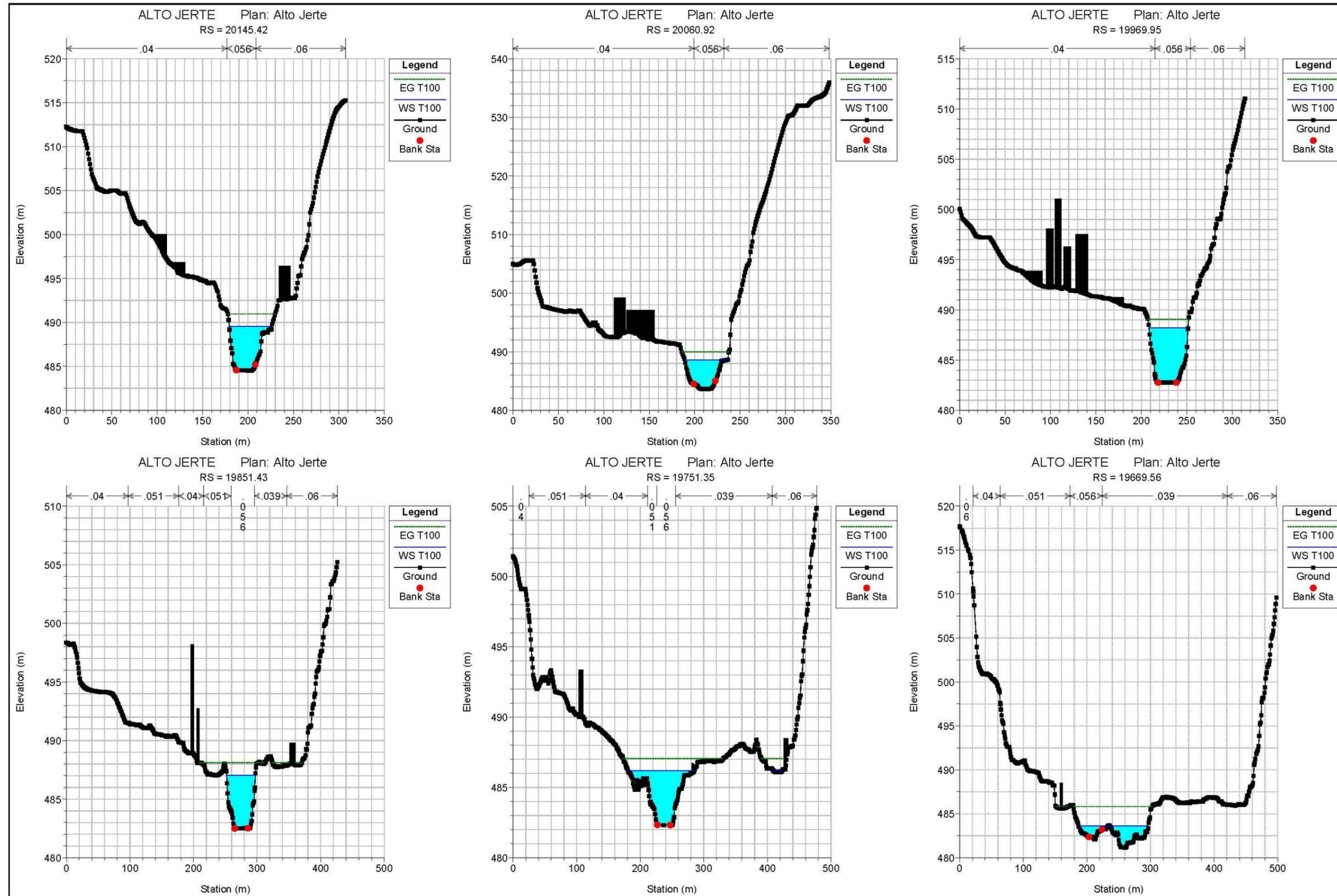


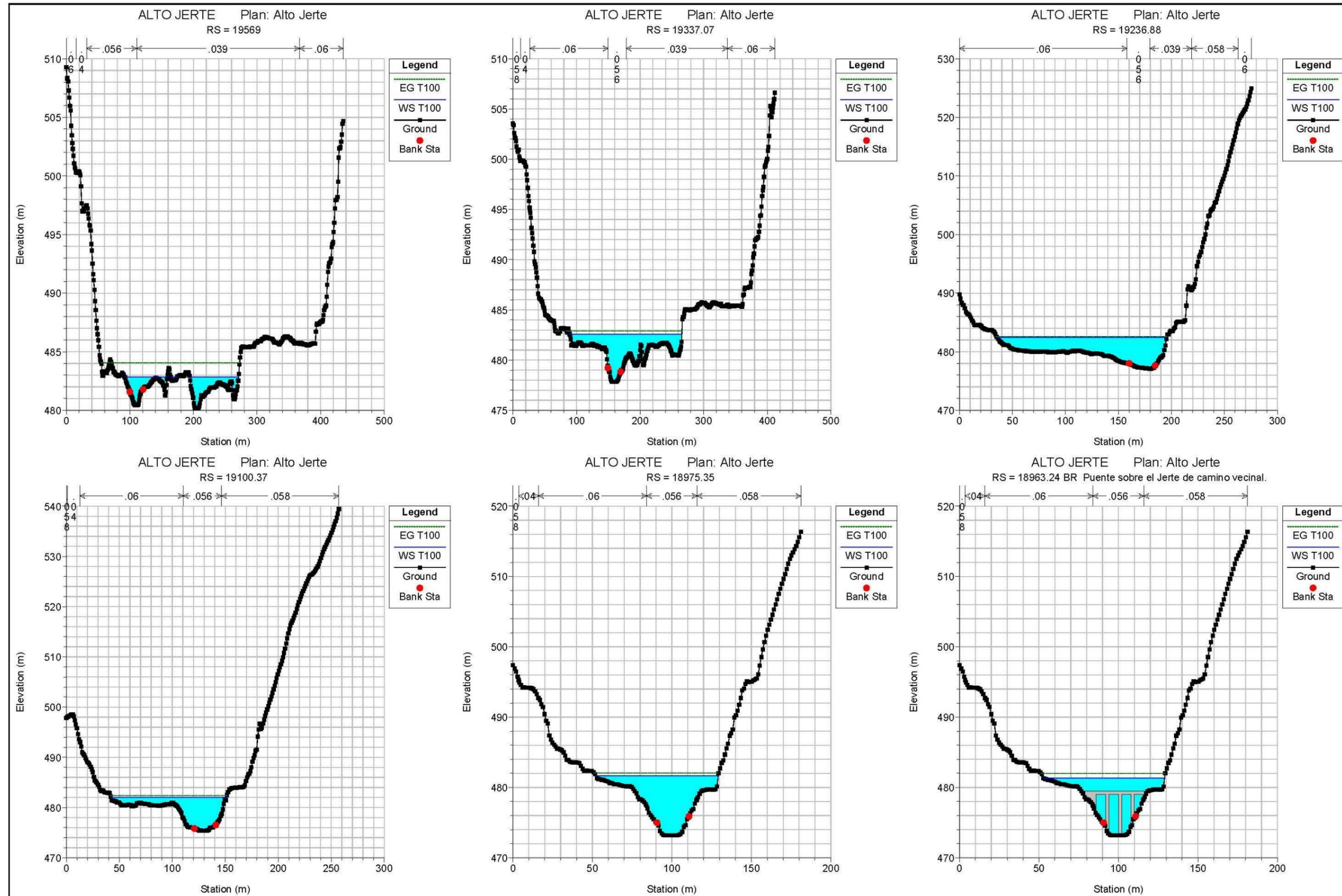
**PERFILES TRANSVERSALES**

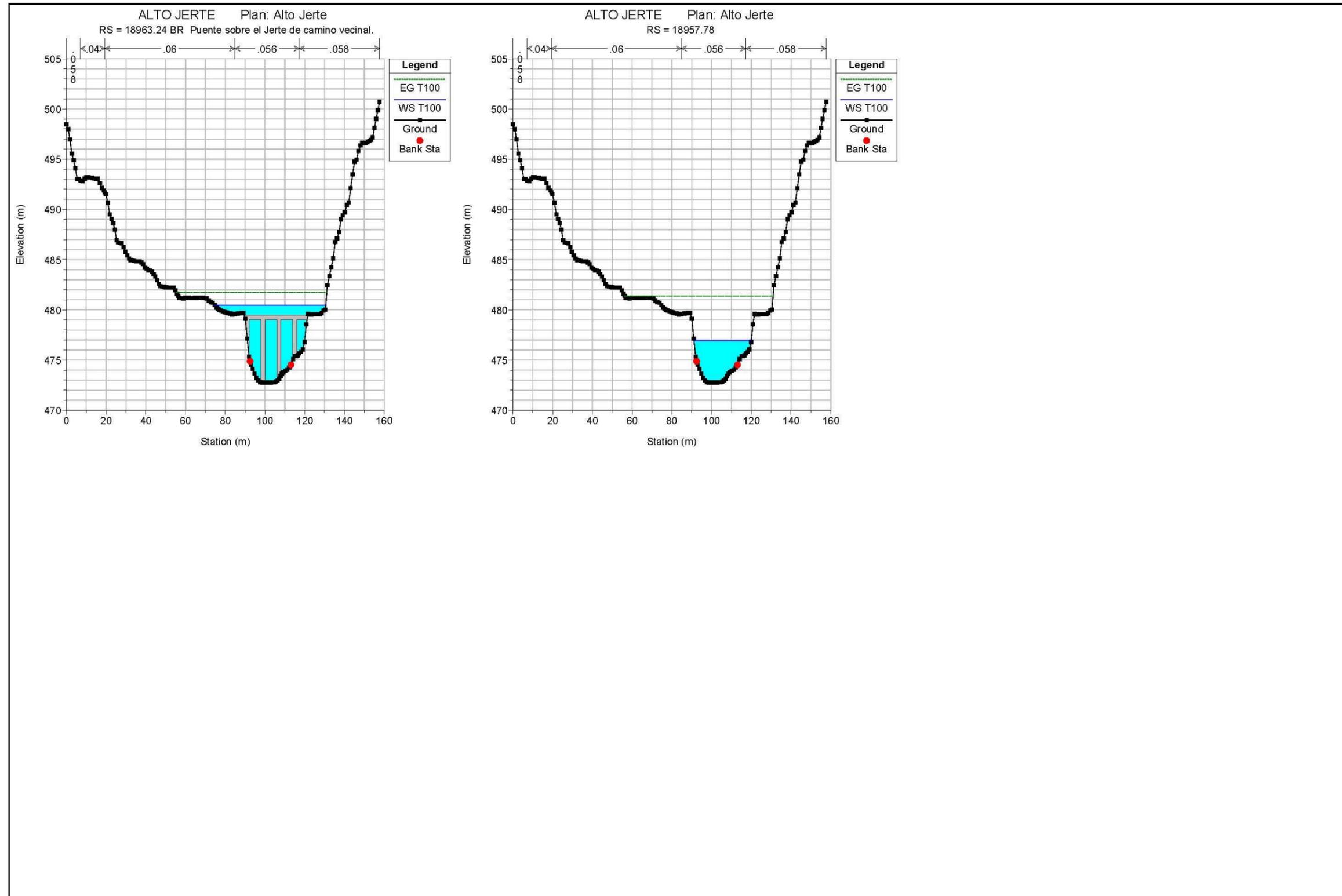












**TABLA DE RESULTADOS**

MODELO: SITUACIÓN ACTUAL

RÍO: JERTE

Periodo 100 (ZFP)

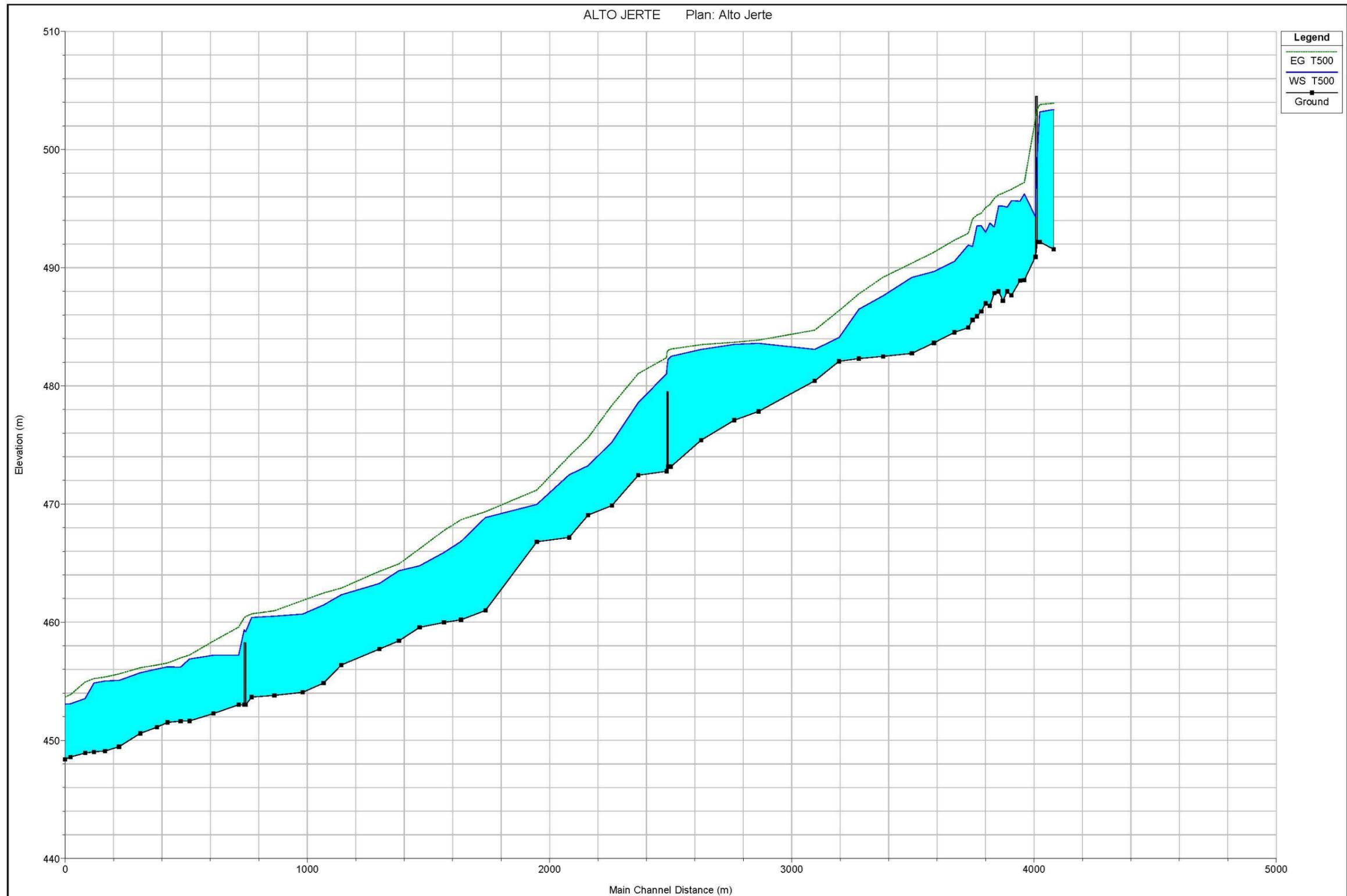
Río	Estación	Periodo (años)	Q Total (m3/s)	Calado min. (m)	Calado (m)	Calado crit. (m)	Elev. Línea energ. (m)	Pte. (m/m)	Vel (m/s)	Área mojada (m2)	Ancho lámina (m)	Nº Froude
JERTE	20556.11	100	766.00	491.56	500.82	496.50	501.30	0.00	3.22	265.16	39.23	0.35
JERTE	20497.71	100	766.00	492.20	500.56	497.57	501.15	0.00	3.54	230.66	36.90	0.41
JERTE	20483.61	Puente Histórico										
JERTE	20479.88	100	766.00	490.92	493.65	495.45	500.05	0.12	11.76	70.46	29.47	2.30
JERTE	20434.67	100	766.00	488.95	494.87	493.09	495.62	0.01	4.22	209.96	42.05	0.56
JERTE	20416.9	100	766.00	488.92	494.23		495.43	0.01	4.85	158.26	38.18	0.76
JERTE	20381.4	100	766.00	487.67	494.26		495.01	0.01	3.85	203.06	40.34	0.52
JERTE	20363.7	100	766.00	488.00	493.68		494.85	0.01	5.35	166.81	39.10	0.72
JERTE	20345.98	100	766.00	487.21	493.82		494.63	0.00	4.23	200.81	37.51	0.53
JERTE	20328.1	100	766.00	488.00	493.75		494.54	0.01	3.97	198.57	43.94	0.55
JERTE	20310.2	100	766.00	487.87	492.33	492.33	494.24	0.03	6.24	127.66	34.23	0.99
JERTE	20292.3	100	766.00	486.76	492.47	491.45	493.76	0.01	5.44	166.77	40.46	0.74
JERTE	20274.4	100	766.00	486.98	491.67	491.60	493.49	0.02	6.23	136.89	38.88	0.95
JERTE	20256.5	100	766.00	486.31	492.17		493.01	0.01	4.15	194.76	44.85	0.59
JERTE	20238.7	100	766.00	485.89	492.10		492.87	0.01	4.00	204.38	47.35	0.57
JERTE	20220.8	100	766.00	485.58	490.73	490.73	492.57	0.02	6.48	140.01	38.48	0.94
JERTE	20202.94	100	766.00	484.93	490.73	489.54	491.51	0.01	4.41	213.96	50.93	0.59
JERTE	20145.42	100	766.00	484.53	489.55	488.71	490.96	0.01	5.72	159.10	46.82	0.82
JERTE	20060.92	100	766.00	483.64	488.60	488.16	489.97	0.01	5.35	153.57	46.47	0.79
JERTE	19969.95	100	766.00	482.75	488.23		489.06	0.01	4.37	194.34	42.95	0.60
JERTE	19851.43	100	766.00	482.50	487.03		488.11	0.01	5.00	169.42	47.00	0.75
JERTE	19751.35	100	766.00	482.31	486.20	486.20	487.05	0.01	4.76	195.69	115.14	0.77
JERTE	19669.56	100	766.00	482.08	483.63	484.26	485.82	0.05	4.05	125.60	108.18	1.26
JERTE	19569	100	766.00	480.43	482.84	483.18	484.05	0.03	5.58	160.70	154.15	1.31
JERTE	19337.07	100	766.00	477.84	482.56	482.06	482.89	0.00	3.05	334.67	176.56	0.47
JERTE	19236.88	100	766.00	477.09	482.45		482.62	0.00	2.32	479.83	160.23	0.33
JERTE	19100.37	100	766.00	475.41	482.03		482.40	0.00	3.20	321.08	109.11	0.41
JERTE	18975.35	100	766.00	473.17	481.64	478.86	482.07	0.00	3.30	298.28	77.00	0.37
JERTE	18963.24	Puente Existente										
JERTE	18957.78	100	766.00	472.77	476.94	478.26	481.38	0.05	9.58	85.44	28.82	1.61

## **ZONA INUNDABLE CON PROBABILIDAD BAJA O EXCEPCIONAL (Q 500 AÑOS)**

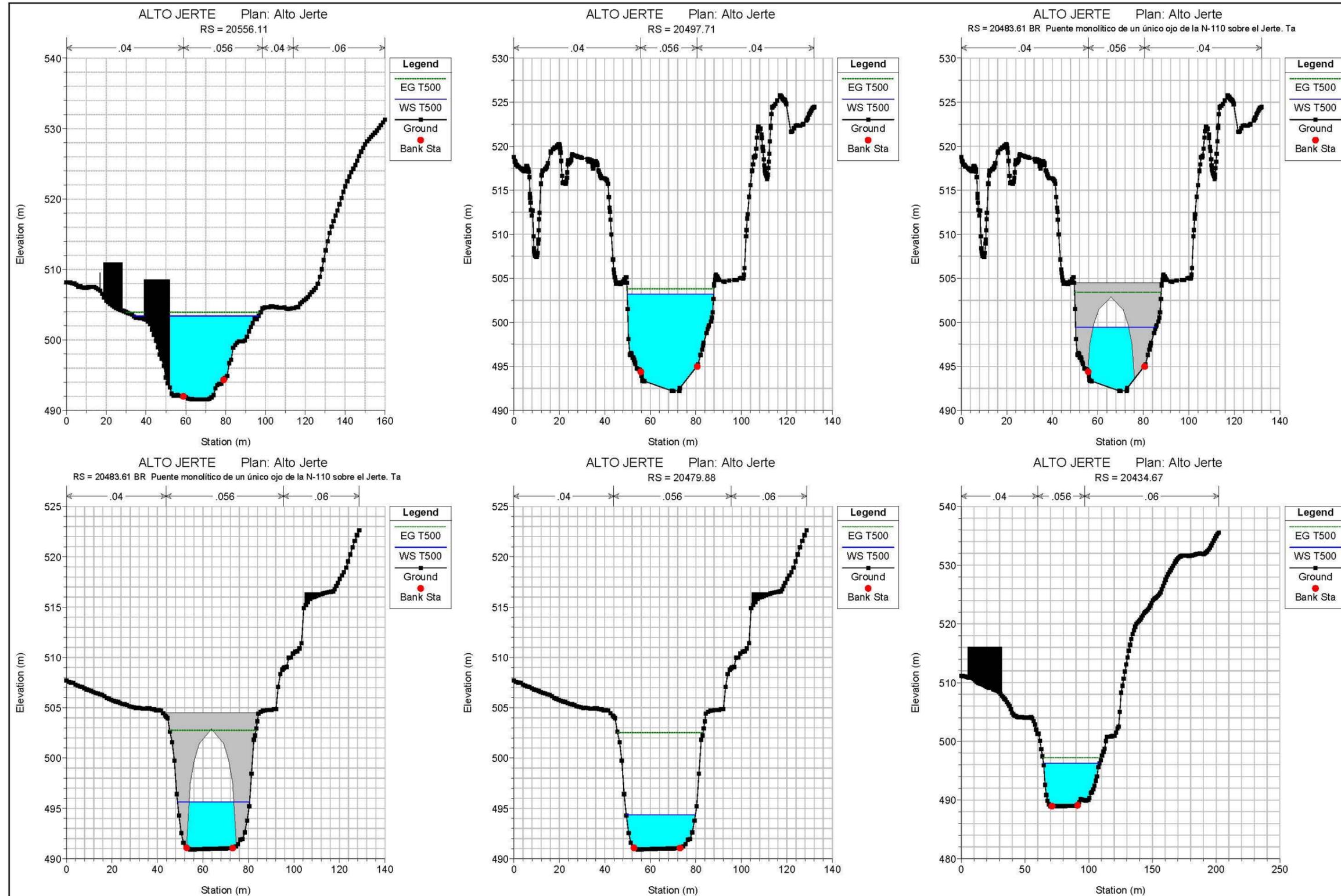
LLANURA DE INUNDACIÓN

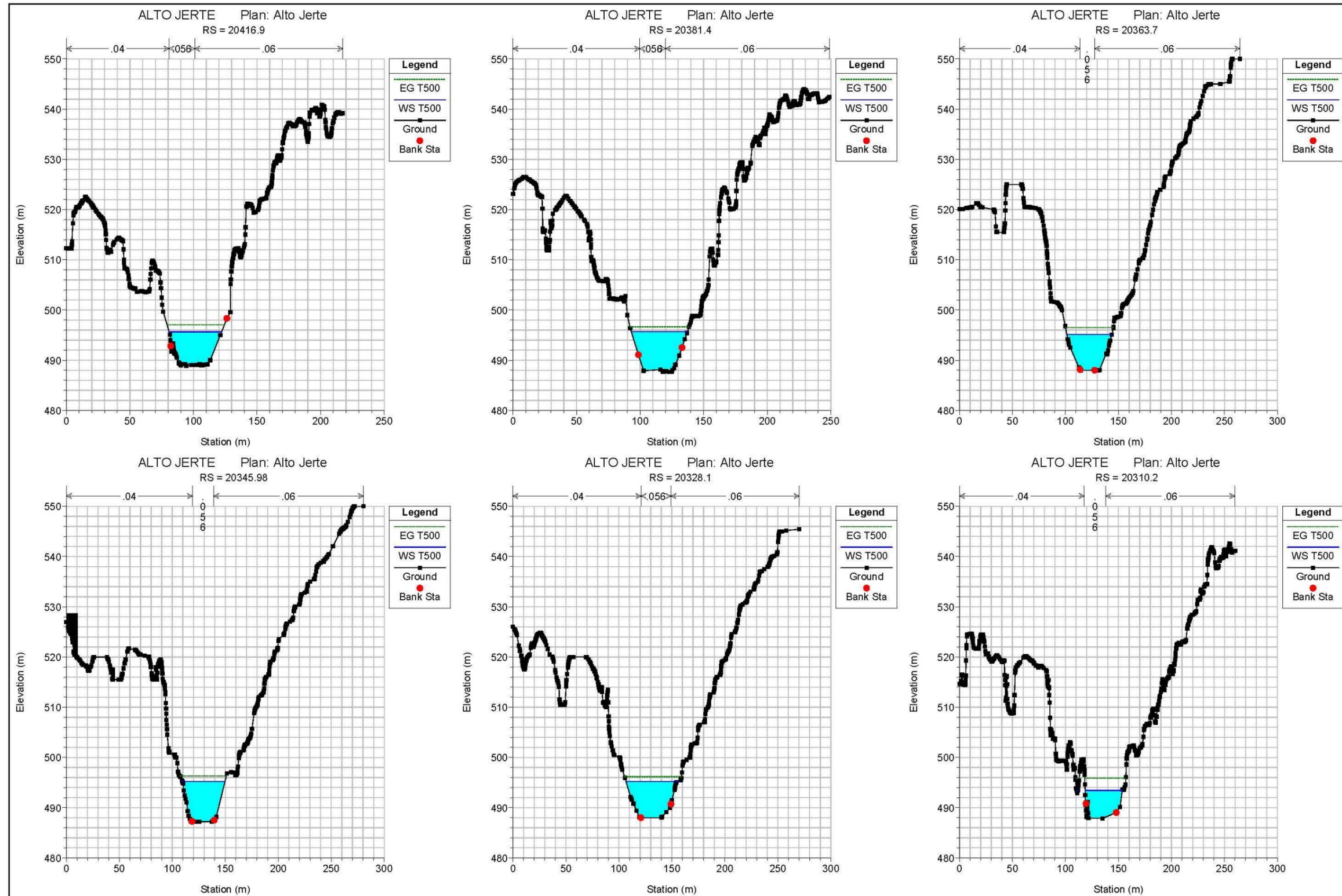


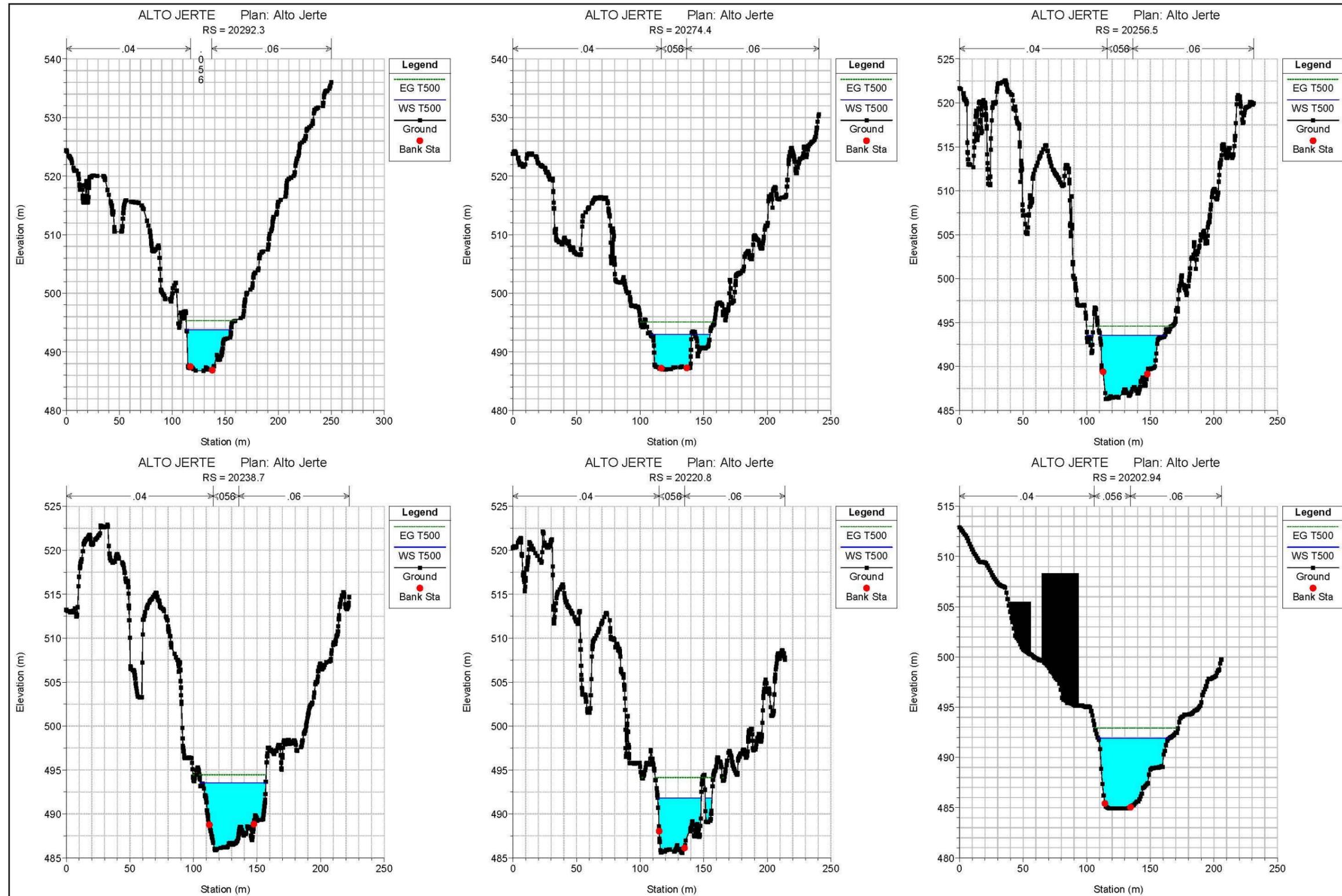
PERFIL LONGITUDINAL

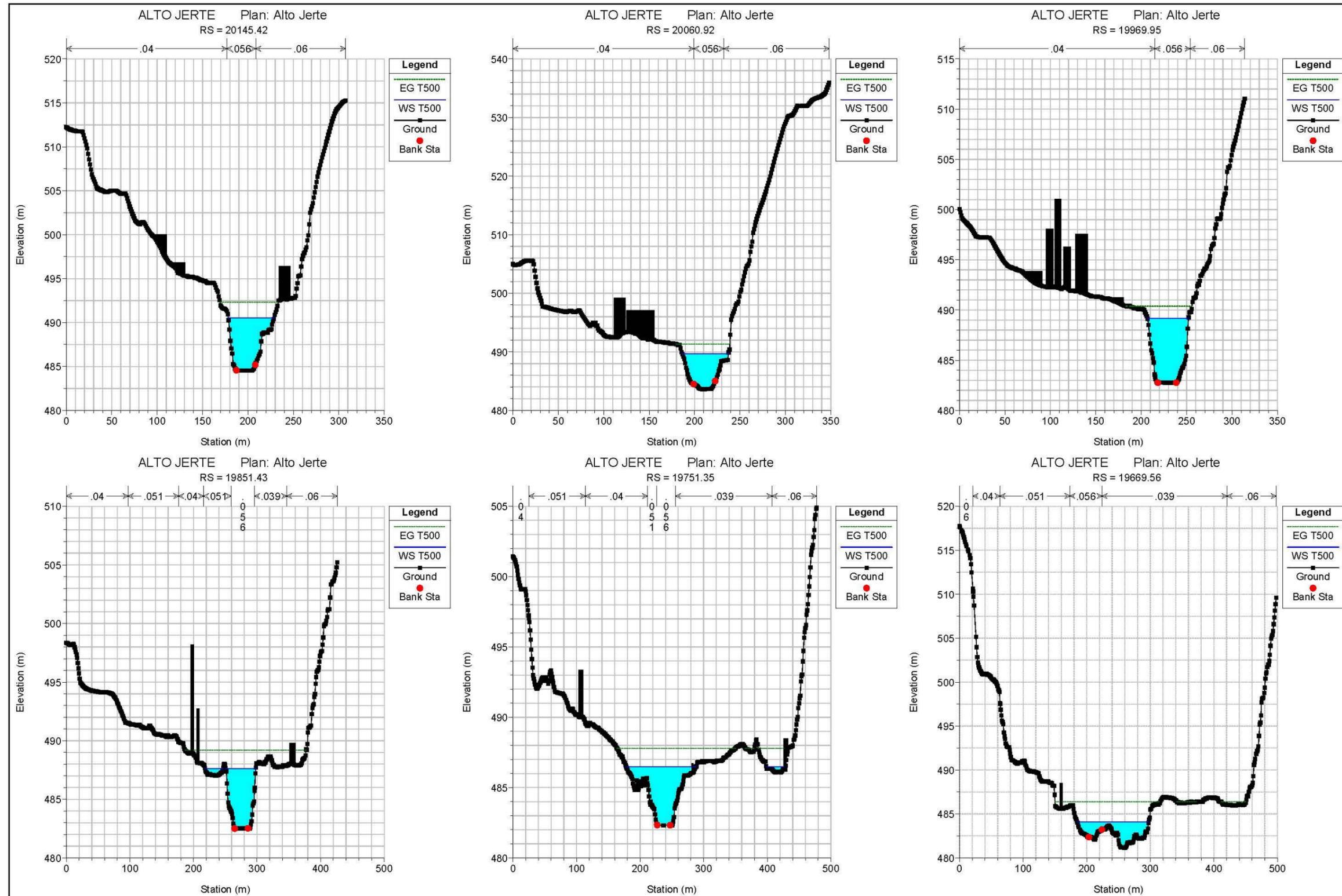


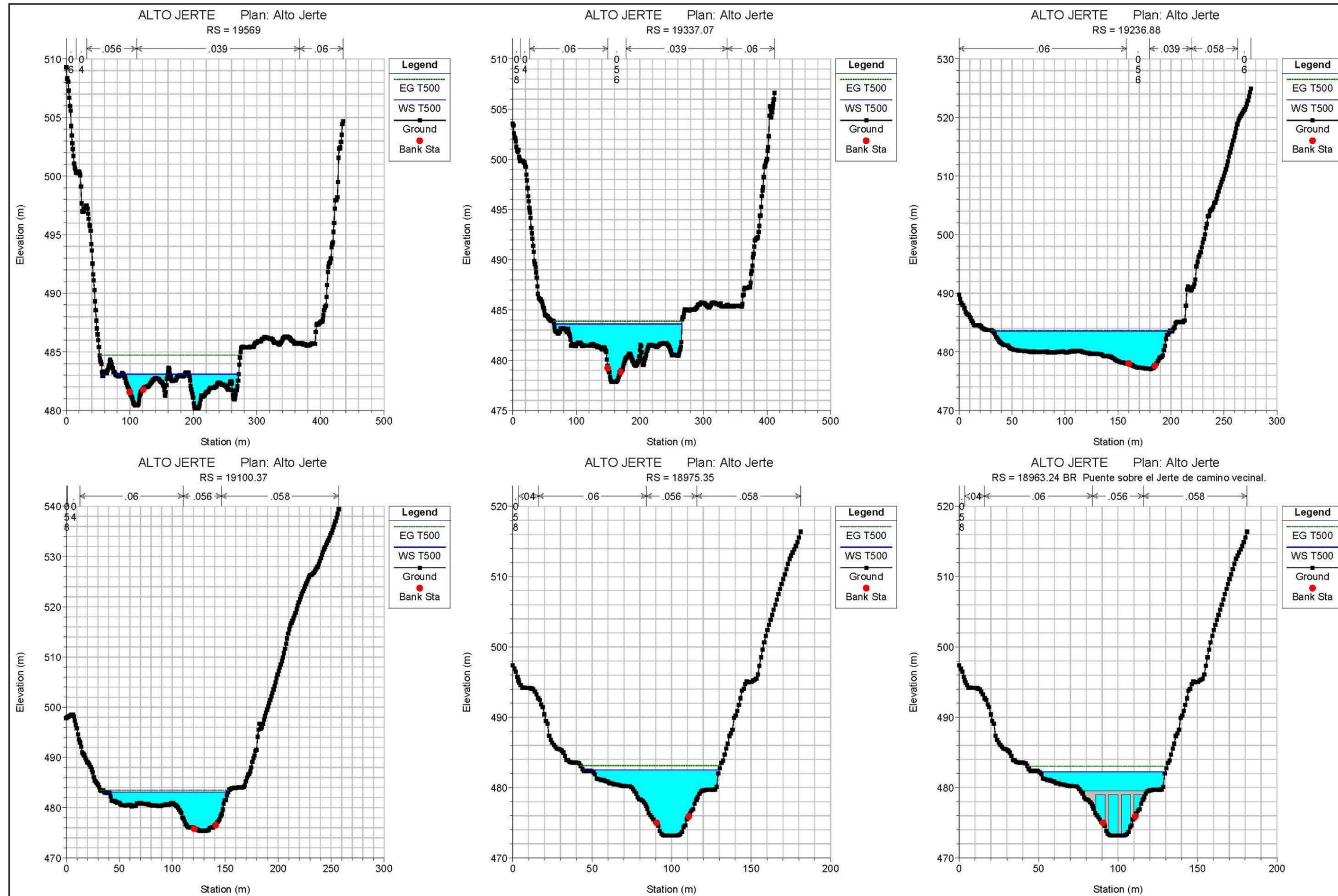
**PERFILES TRANSVERSALES**

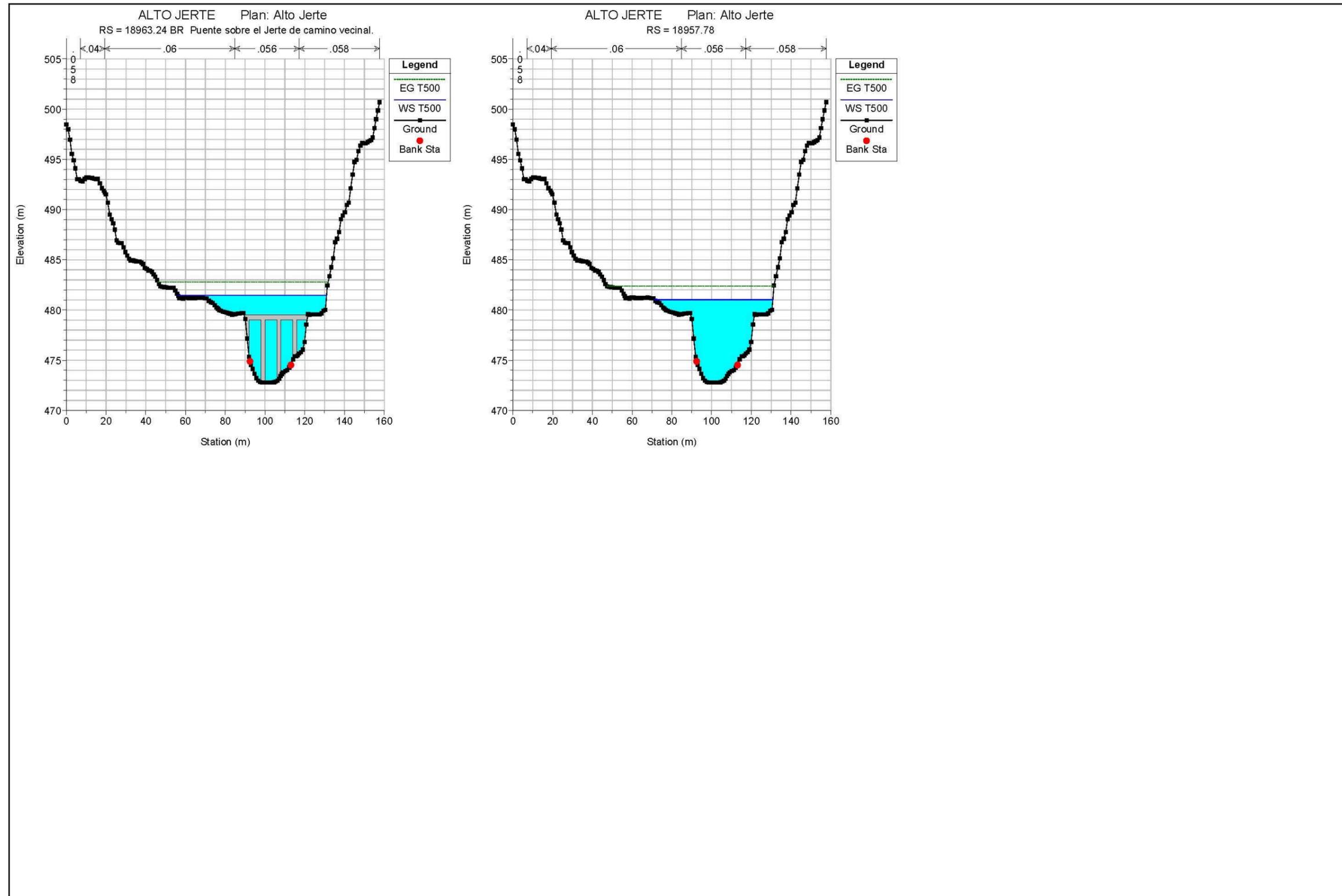












**TABLA DE RESULTADOS**

MODELO: SITUACIÓN ACTUAL

RÍO: JERTE

Periodo 500 (ZI)

Río	Estación	Periodo (años)	Q Total (m3/s)	Calado min. (m)	Calado (m)	Calado crit. (m)	Elev. Línea energ. (m)	Pte. (m/m)	Vel (m/s)	Área mojada (m2)	Ancho lámina (m)	Nº Froude
JERTE	20556.11	MCO	1,117.00	491.56	503.39	497.72	503.93	0.00	3.53	372.81	49.92	0.34
JERTE	20497.71	MCO	1,117.00	492.20	503.19	498.71	503.81	0.00	3.67	329.18	37.99	0.37
JERTE	20483.61	Puente Histórico										
JERTE	20479.88	MCO	1,117.00	490.92	494.34	496.64	502.53	0.11	13.36	91.32	30.37	2.32
JERTE	20434.67	MCO	1,117.00	488.95	496.23	494.11	497.22	0.01	4.89	268.22	44.00	0.58
JERTE	20416.9	MCO	1,117.00	488.92	495.63		497.04	0.01	5.25	213.69	41.25	0.73
JERTE	20381.4	MCO	1,117.00	487.67	495.67		496.64	0.01	4.41	262.79	44.18	0.53
JERTE	20363.7	MCO	1,117.00	488.00	495.13		496.49	0.01	5.81	225.96	42.39	0.69
JERTE	20345.98	MCO	1,117.00	487.21	495.21		496.30	0.00	4.96	254.62	40.15	0.56
JERTE	20328.1	MCO	1,117.00	488.00	495.23		496.18	0.00	4.39	266.33	49.49	0.53
JERTE	20310.2	MCO	1,117.00	487.87	493.44	493.44	495.87	0.02	7.06	166.23	35.94	0.99
JERTE	20292.3	MCO	1,117.00	486.76	493.78	492.14	495.35	0.01	6.09	220.99	42.24	0.74
JERTE	20274.4	MCO	1,117.00	486.98	492.98	492.69	495.09	0.01	6.96	190.51	44.04	0.93
JERTE	20256.5	MCO	1,117.00	486.31	493.56		494.61	0.01	4.67	261.74	55.76	0.59
JERTE	20238.7	MCO	1,117.00	485.89	493.54		494.46	0.01	4.41	274.84	51.62	0.55
JERTE	20220.8	MCO	1,117.00	485.58	491.79	491.79	494.14	0.02	7.41	181.77	39.68	0.98
JERTE	20202.94	MCO	1,117.00	484.93	491.91	490.40	492.91	0.01	5.07	276.10	55.90	0.61
JERTE	20145.42	MCO	1,117.00	484.53	490.53	490.28	492.33	0.01	6.58	206.71	50.56	0.86
JERTE	20060.92	MCO	1,117.00	483.64	489.68	489.33	491.31	0.01	5.97	206.47	50.89	0.79
JERTE	19969.95	MCO	1,117.00	482.75	489.18		490.38	0.01	5.30	235.87	45.24	0.67
JERTE	19851.43	MCO	1,117.00	482.50	487.63	487.63	489.20	0.01	6.19	210.25	75.81	0.87
JERTE	19751.35	MCO	1,117.00	482.31	486.48	486.71	487.79	0.02	5.97	231.73	134.49	0.93
JERTE	19669.56	MCO	1,117.00	482.08	484.09	484.78	486.38	0.04	4.67	176.27	112.38	1.21
JERTE	19569	MCO	1,117.00	480.43	483.09	483.61	484.72	0.03	6.45	202.87	183.59	1.42
JERTE	19337.07	MCO	1,117.00	477.84	483.60	482.43	483.87	0.00	2.65	534.34	201.16	0.36
JERTE	19236.88	MCO	1,117.00	477.09	483.51		483.69	0.00	2.43	652.98	167.01	0.31
JERTE	19100.37	MCO	1,117.00	475.41	483.08		483.49	0.00	3.51	437.64	116.74	0.41
JERTE	18975.35	MCO	1,117.00	473.17	482.50	480.07	483.11	0.00	4.04	366.24	85.74	0.44
JERTE	18963.24	Puente Existente										
JERTE	18957.78	MCO	1,117.00	472.77	481.03		482.39	0.01	5.59	243.85	59.63	0.64

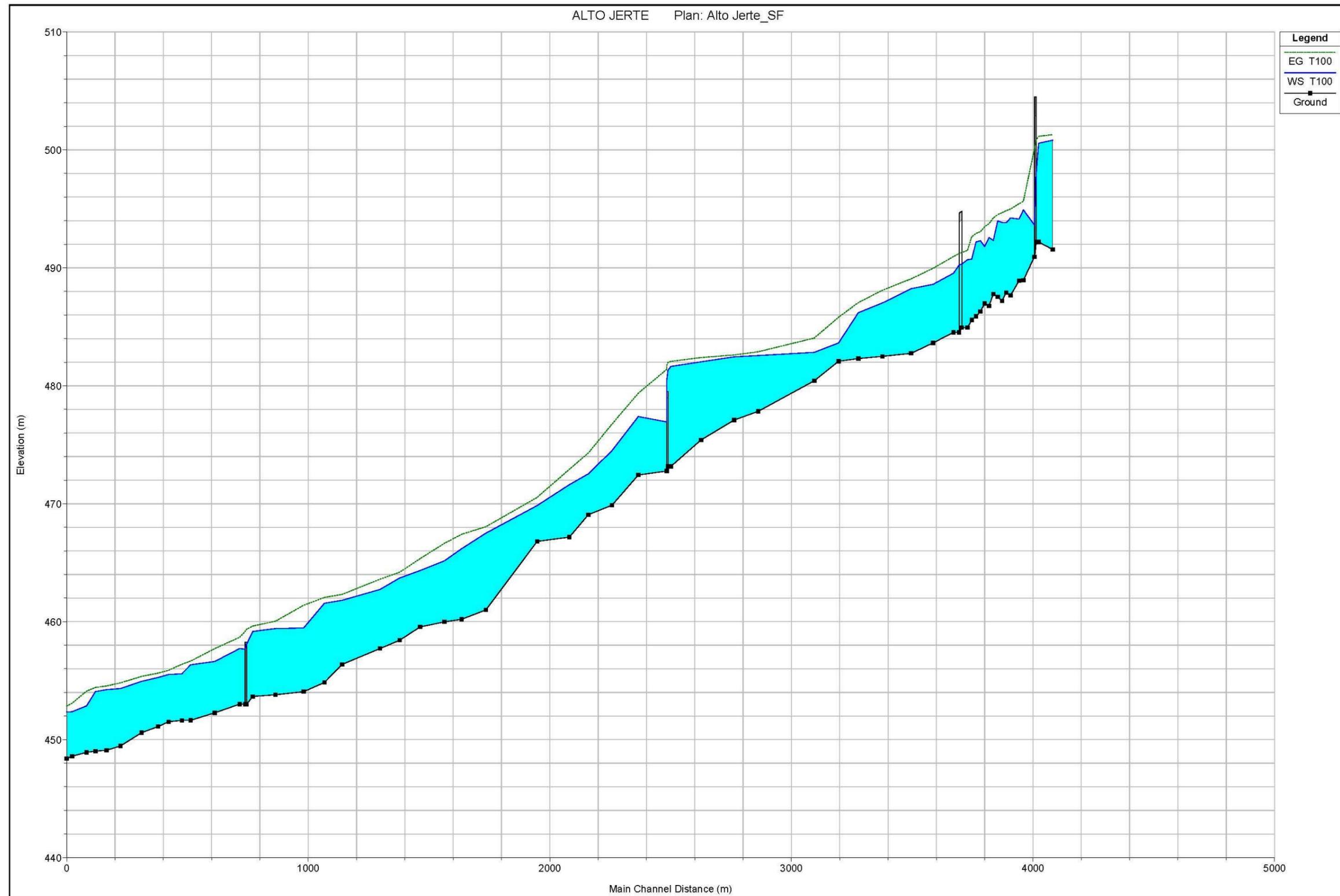
## 4.2. SITUACIÓN FUTURA

**ZONA DE FLUJO PREFERENTE (Q 100 AÑOS)**

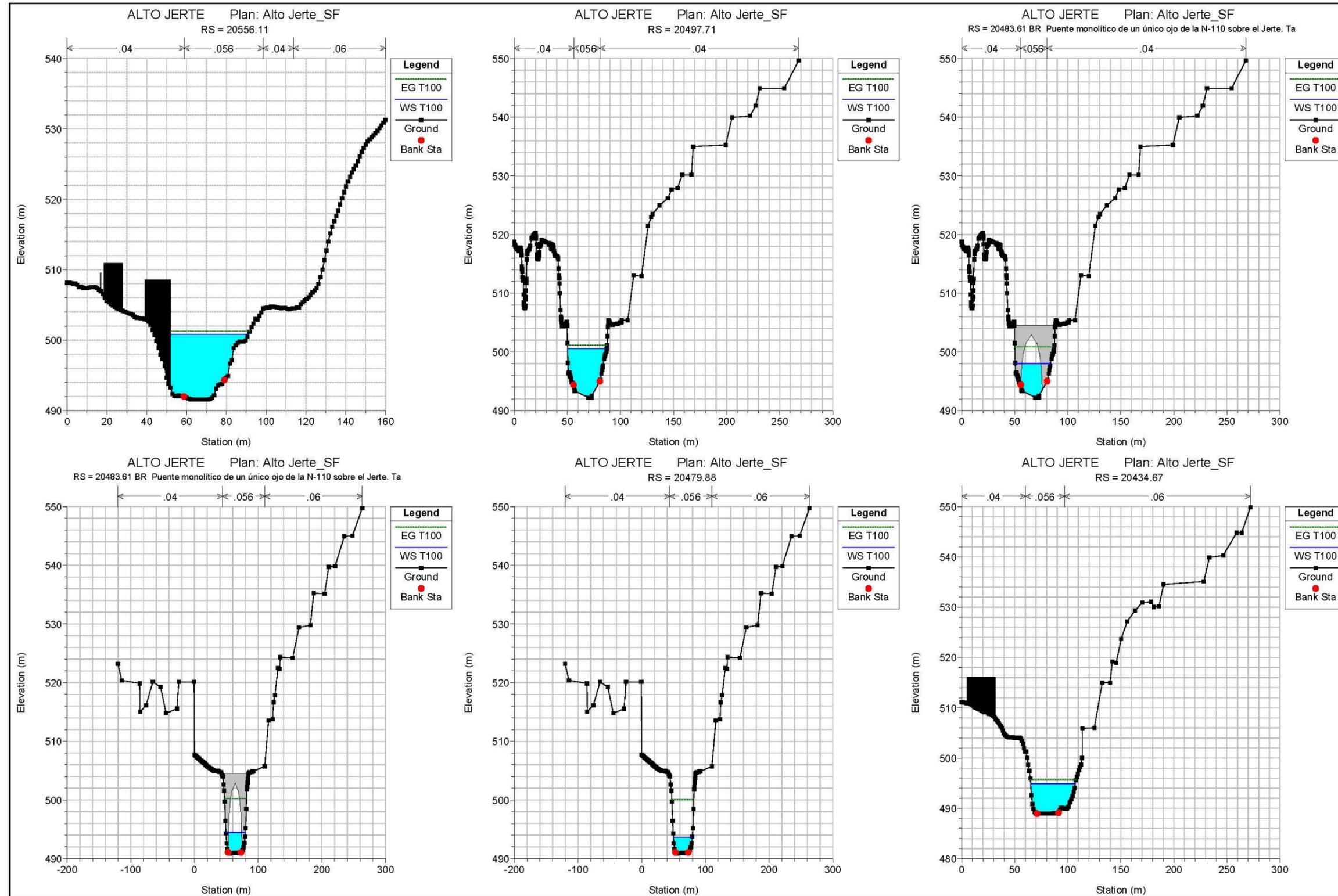
LLANURA DE INUNDACIÓN

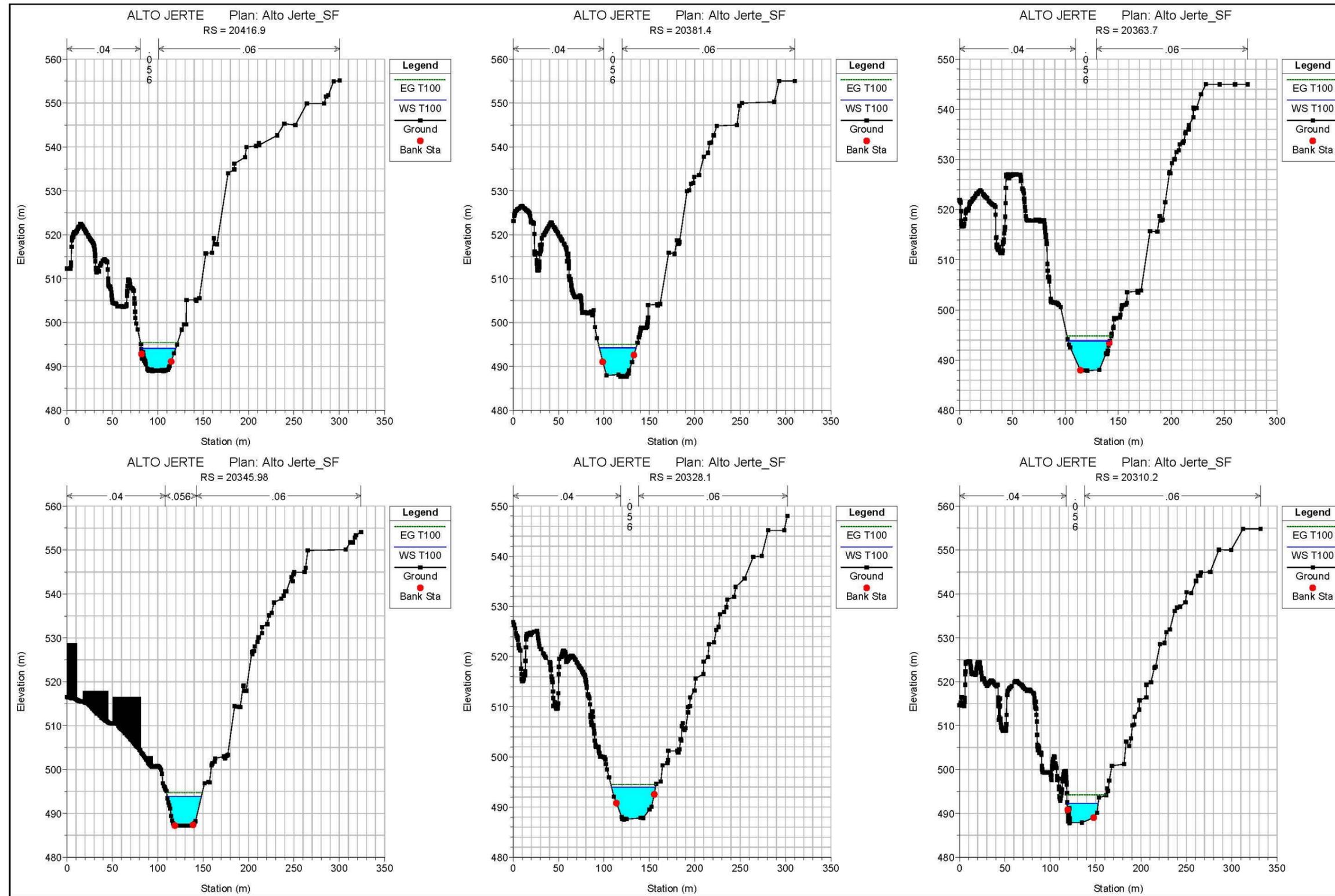


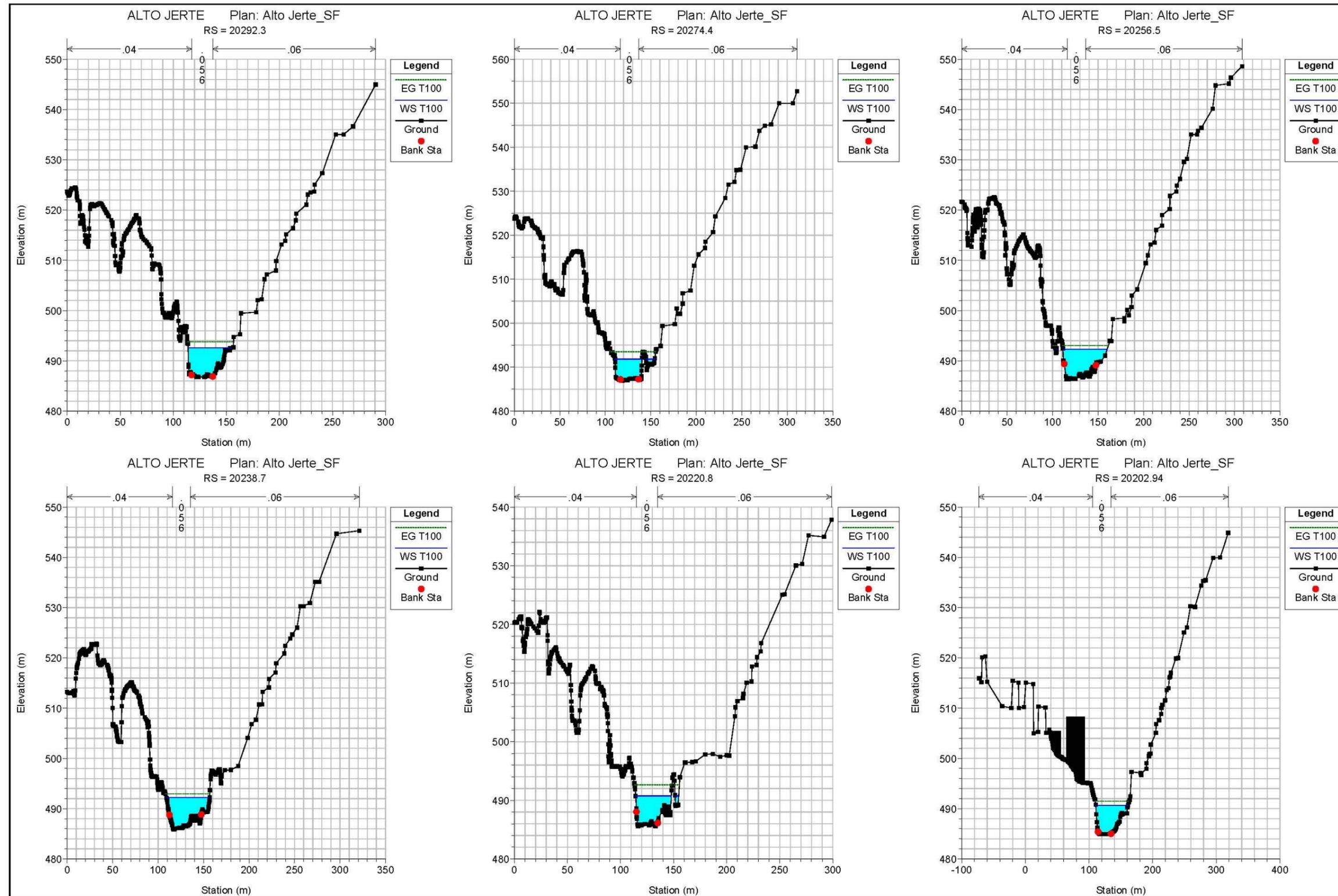
PERFIL LONGITUDINAL

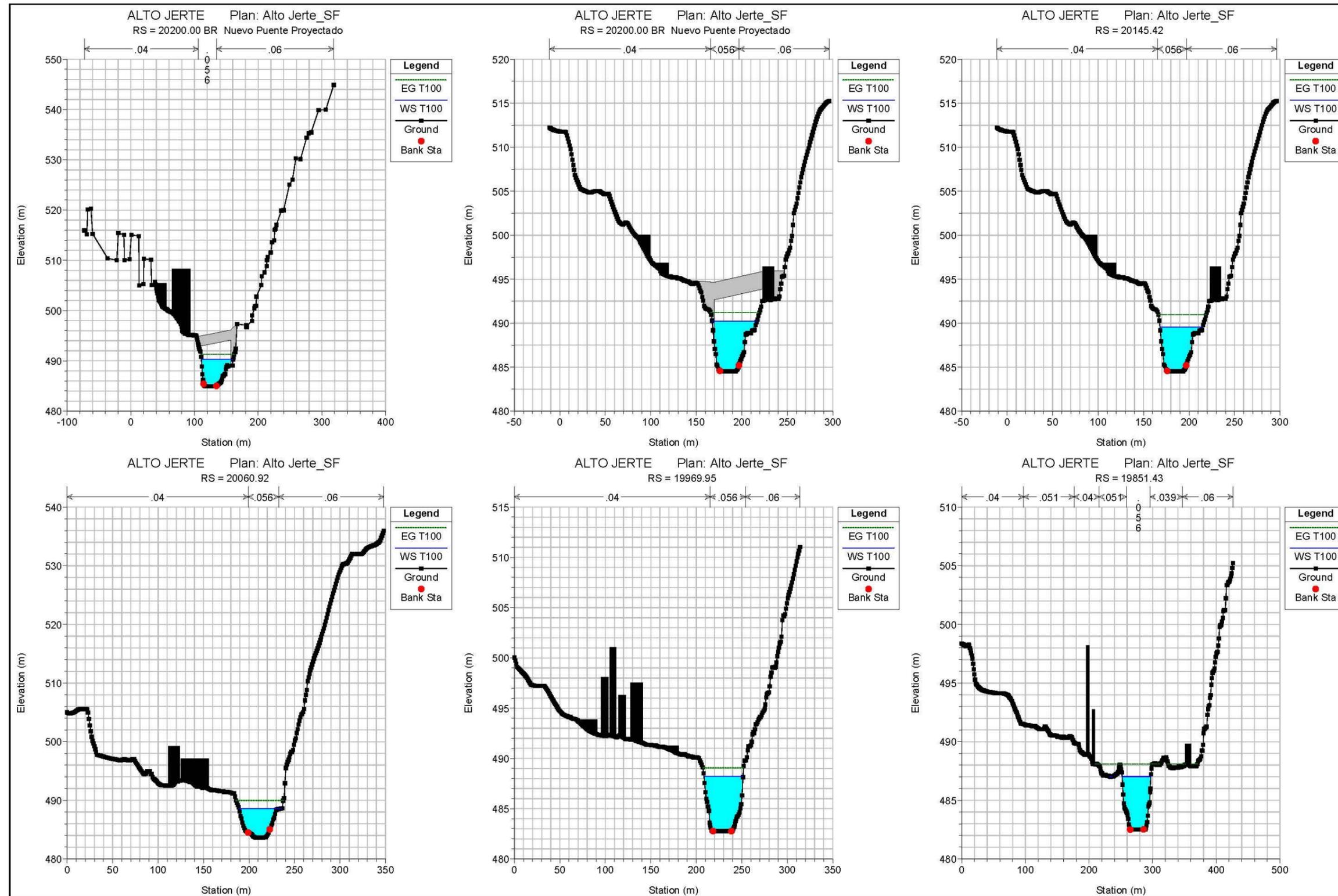


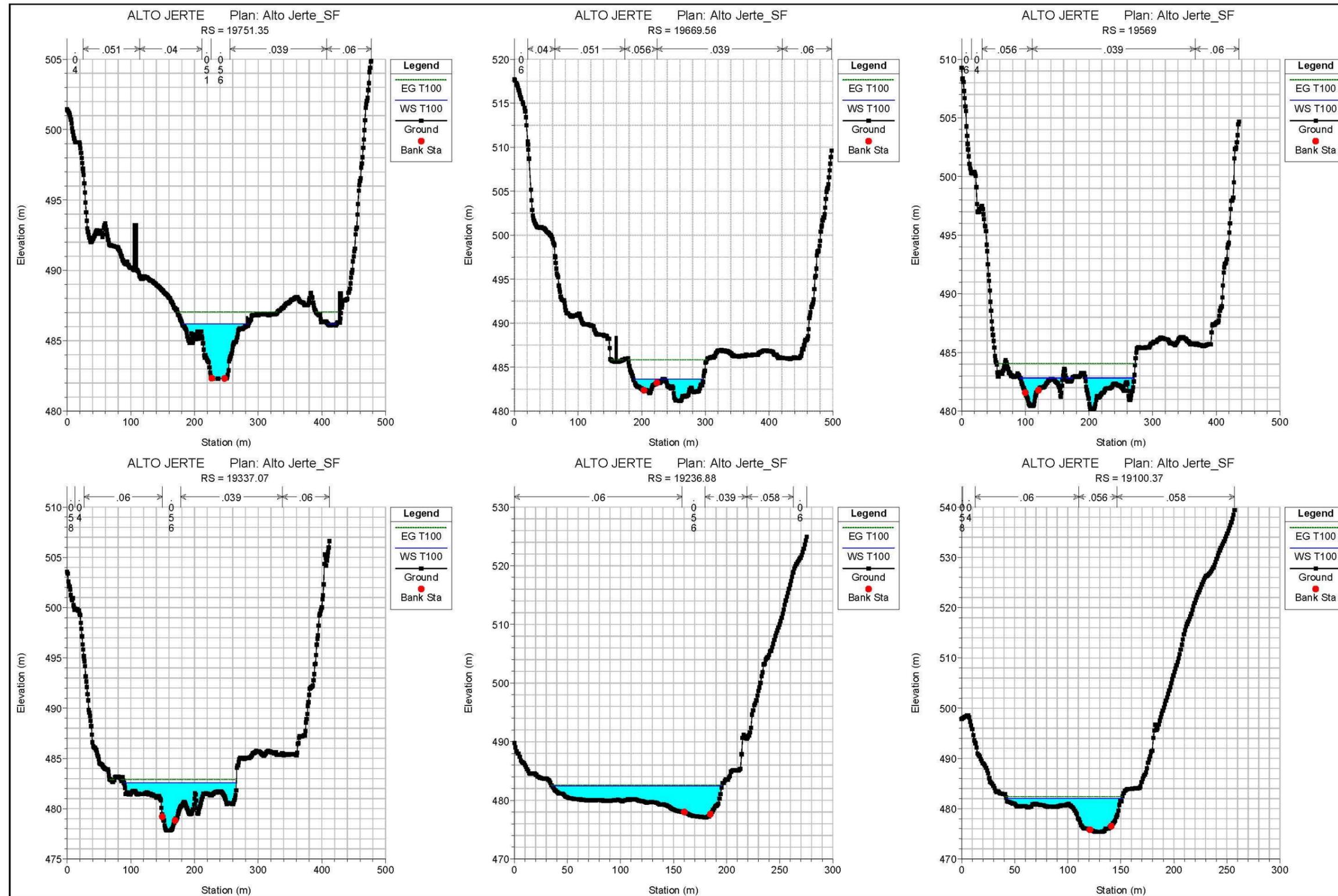
**PERFILES TRANSVERSALES**

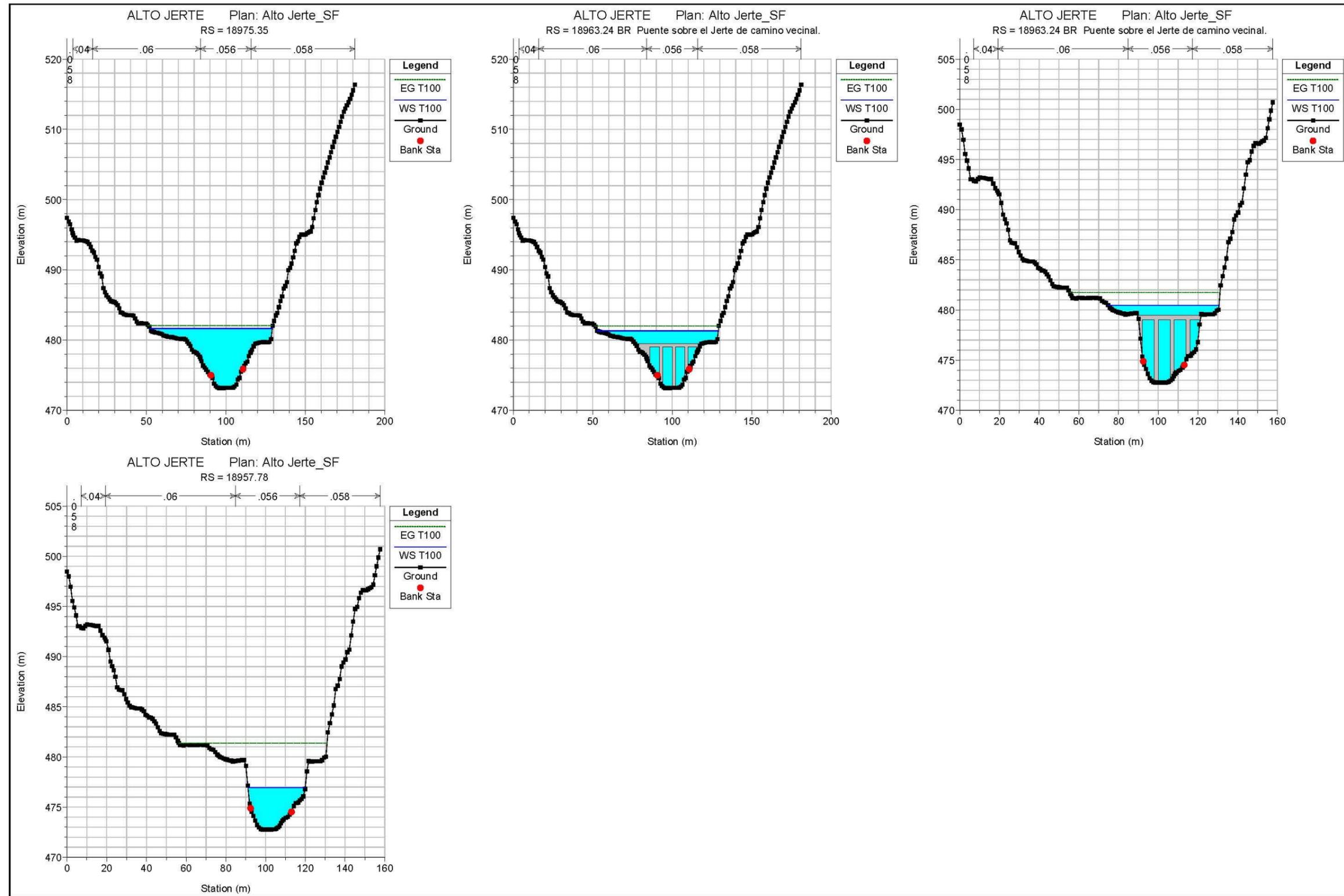












**TABLA DE RESULTADOS**

MODELO: SITUACIÓN Futura

RÍO: JERTE

Periodo 100 (ZFPI)

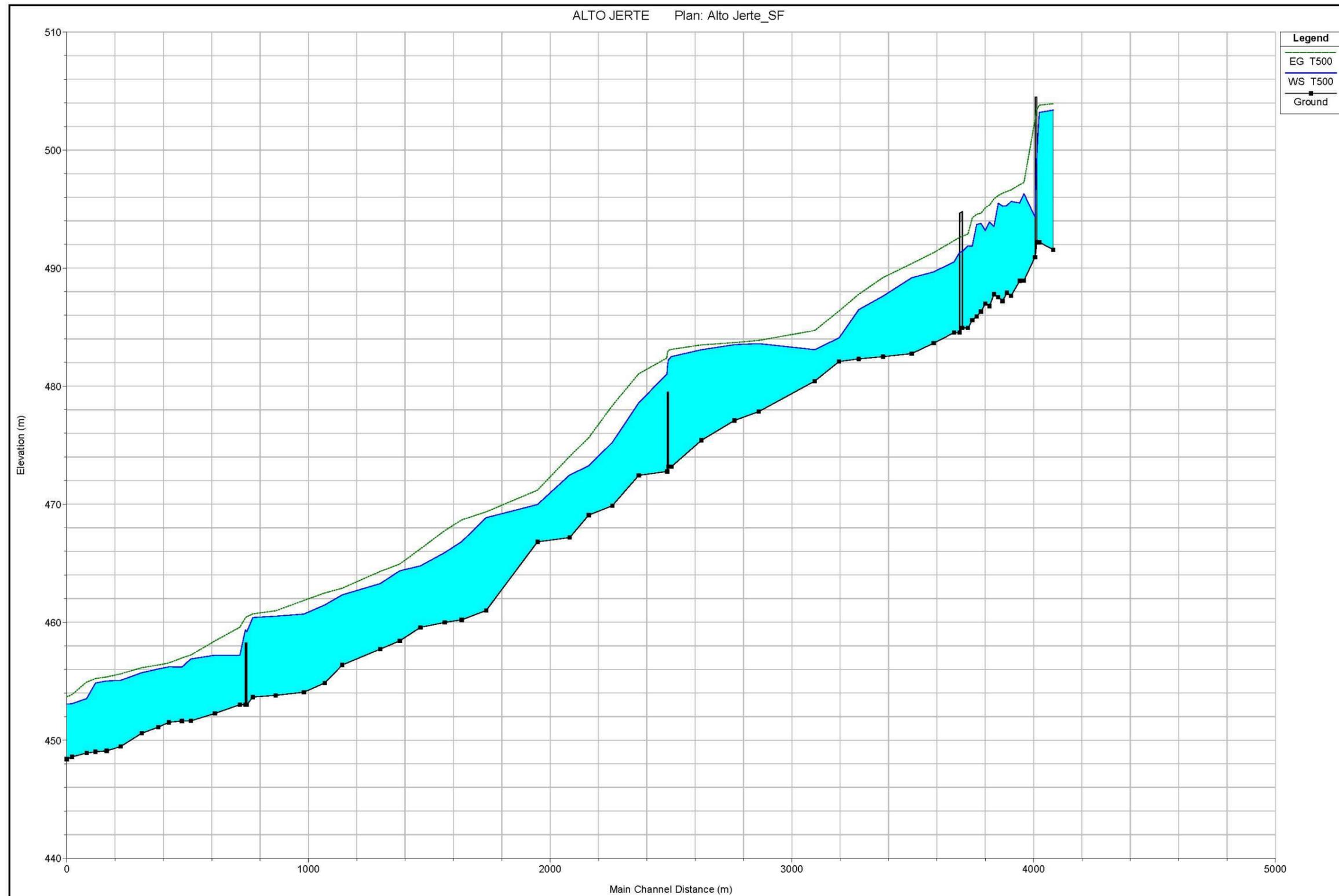
Río	Estación	Periodo (años)	Q Total (m3/s)	Calado min. (m)	Calado (m)	Calado crit. (m)	Elev. Línea energ. (m)	Pte. (m/m)	Vel (m/s)	Área mojada (m2)	Ancho lámina (m)	Nº Froude
JERTE	20556.11	100	766.000	491.560	500.820	496.500	501.300	0.002	3.220	265.160	39.230	0.350
JERTE	20497.71	100	766.000	492.200	500.560	497.570	501.150	0.003	3.540	230.660	36.900	0.410
JERTE	20483.61	Puente Histórico										
JERTE	20479.88	100	766.000	490.920	493.650	495.450	500.050	0.117	11.760	70.460	29.470	2.300
JERTE	20434.67	100	766.000	488.950	494.910	493.090	495.650	0.005	4.190	211.610	42.080	0.550
JERTE	20416.9	100	766.000	488.920	494.140		495.450	0.014	5.110	154.140	38.060	0.770
JERTE	20381.4	100	766.000	487.670	494.230		494.990	0.005	3.890	201.300	40.420	0.520
JERTE	20363.7	100	766.000	487.910	493.820		494.840	0.009	4.570	171.660	39.480	0.650
JERTE	20345.98	100	766.000	487.210	493.850		494.670	0.005	4.340	201.310	37.700	0.540
JERTE	20328.1	100	766.000	487.540	493.980		494.510	0.004	3.260	239.550	48.390	0.440
JERTE	20310.2	100	766.000	487.790	492.320	492.320	494.230	0.028	6.230	127.510	34.160	0.990
JERTE	20292.3	100	766.000	486.780	492.570	491.430	493.750	0.009	5.250	172.740	40.330	0.710
JERTE	20274.4	100	766.000	486.980	491.800	491.600	493.500	0.015	6.030	142.270	39.060	0.900
JERTE	20256.5	100	766.000	486.310	492.300		493.060	0.006	3.970	207.100	49.770	0.560
JERTE	20238.7	100	766.000	485.890	492.200		492.940	0.006	3.910	209.460	47.530	0.550
JERTE	20220.8	100	766.000	485.580	490.740	490.740	492.640	0.018	6.540	137.780	37.130	0.950
JERTE	20202.94	100	766.000	484.930	490.690	489.080	491.480	0.006	4.460	211.590	50.780	0.600
JERTE	20200	Puente Proyectoado										
JERTE	20145.42	100	766.000	484.530	489.550	488.710	490.960	0.012	5.720	159.100	46.820	0.820
JERTE	20060.92	100	766.000	483.640	488.600	488.160	489.970	0.012	5.350	153.570	46.470	0.790
JERTE	19969.95	100	766.000	482.750	488.230		489.060	0.006	4.370	194.340	42.950	0.600
JERTE	19851.43	100	766.000	482.500	487.030		488.110	0.011	5.000	169.420	47.000	0.750
JERTE	19751.35	100	766.000	482.310	486.200	486.200	487.050	0.012	4.760	195.690	115.140	0.770
JERTE	19669.56	100	766.000	482.080	483.630	484.260	485.820	0.049	4.050	125.600	108.180	1.260
JERTE	19569	100	766.000	480.430	482.840	483.180	484.050	0.031	5.580	160.700	154.150	1.310
JERTE	19337.07	100	766.000	477.840	482.560	482.060	482.890	0.004	3.050	334.670	176.560	0.470
JERTE	19236.88	100	766.000	477.090	482.450		482.620	0.002	2.320	479.830	160.230	0.330
JERTE	19100.37	100	766.000	475.410	482.030		482.400	0.003	3.200	321.080	109.110	0.410
JERTE	18975.35	100	766.000	473.170	481.640	478.860	482.070	0.002	3.300	298.280	77.000	0.370
JERTE	18963.24	Puente Existente										
JERTE	18957.78	100	766.000	472.770	476.940	478.260	481.380	0.054	9.580	85.440	28.820	1.610

## **ZONA INUNDABLE CON PROBABILIDAD BAJA O EXCEPCIONAL (Q 500 AÑOS)**

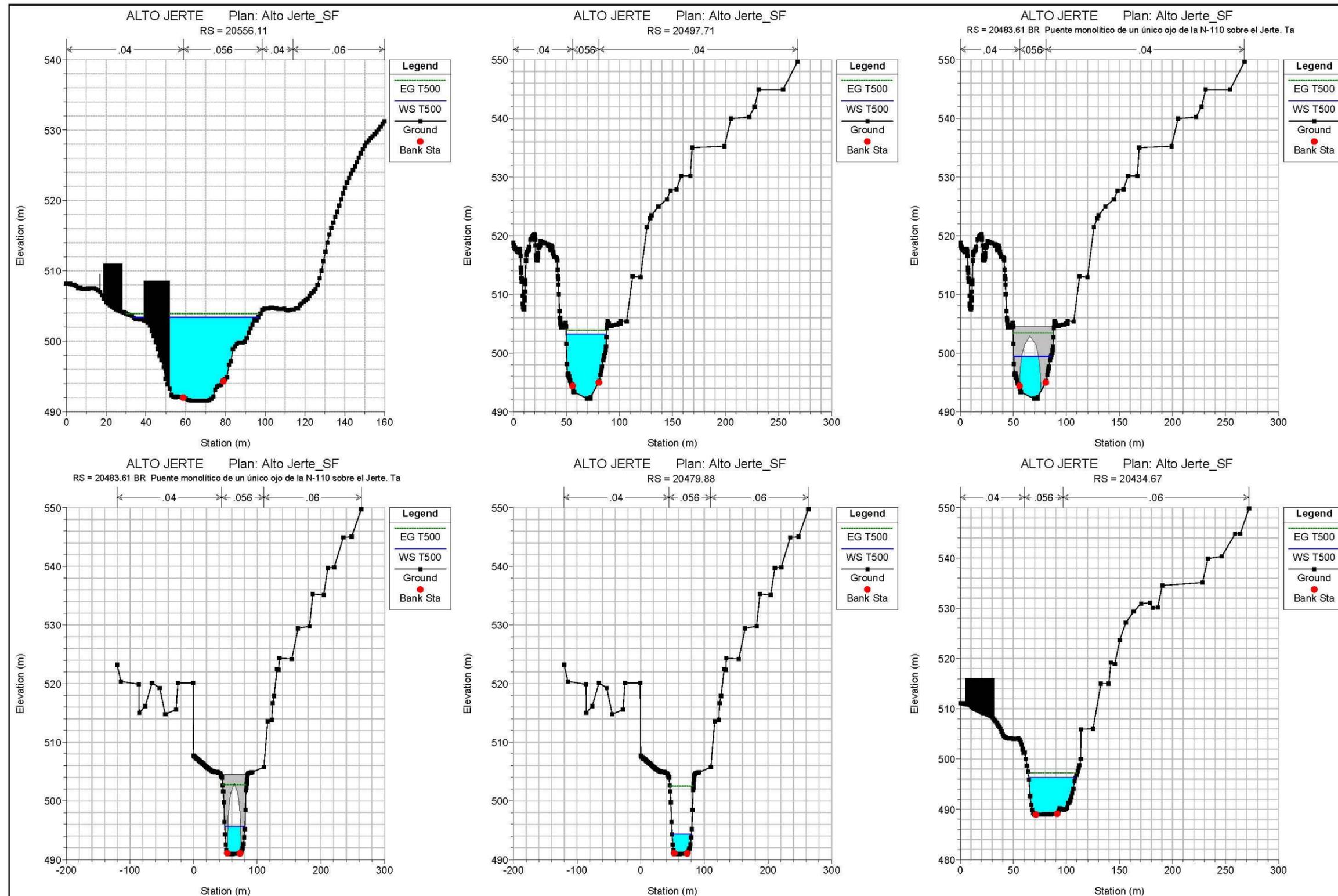
LLANURA DE INUNDACIÓN

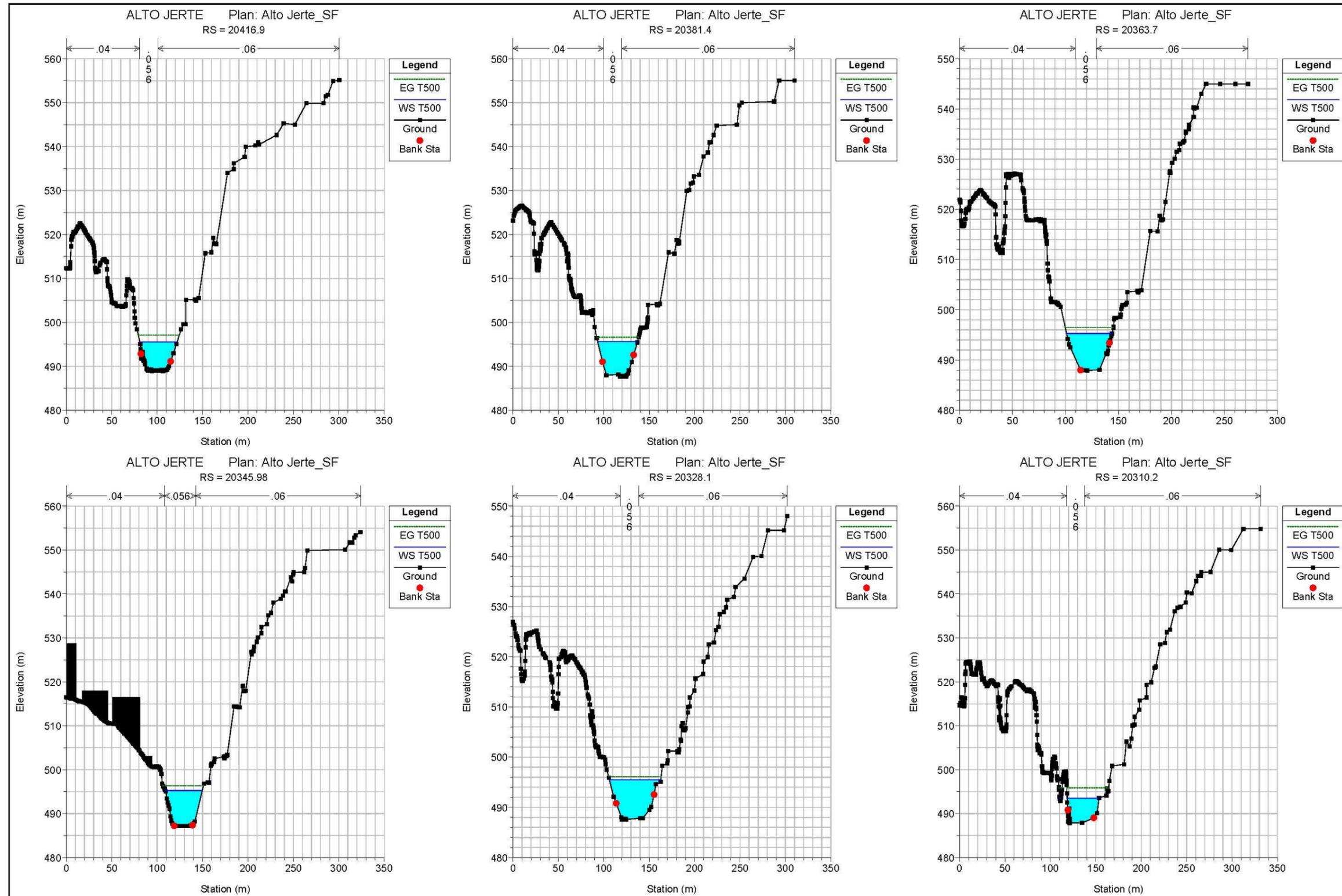


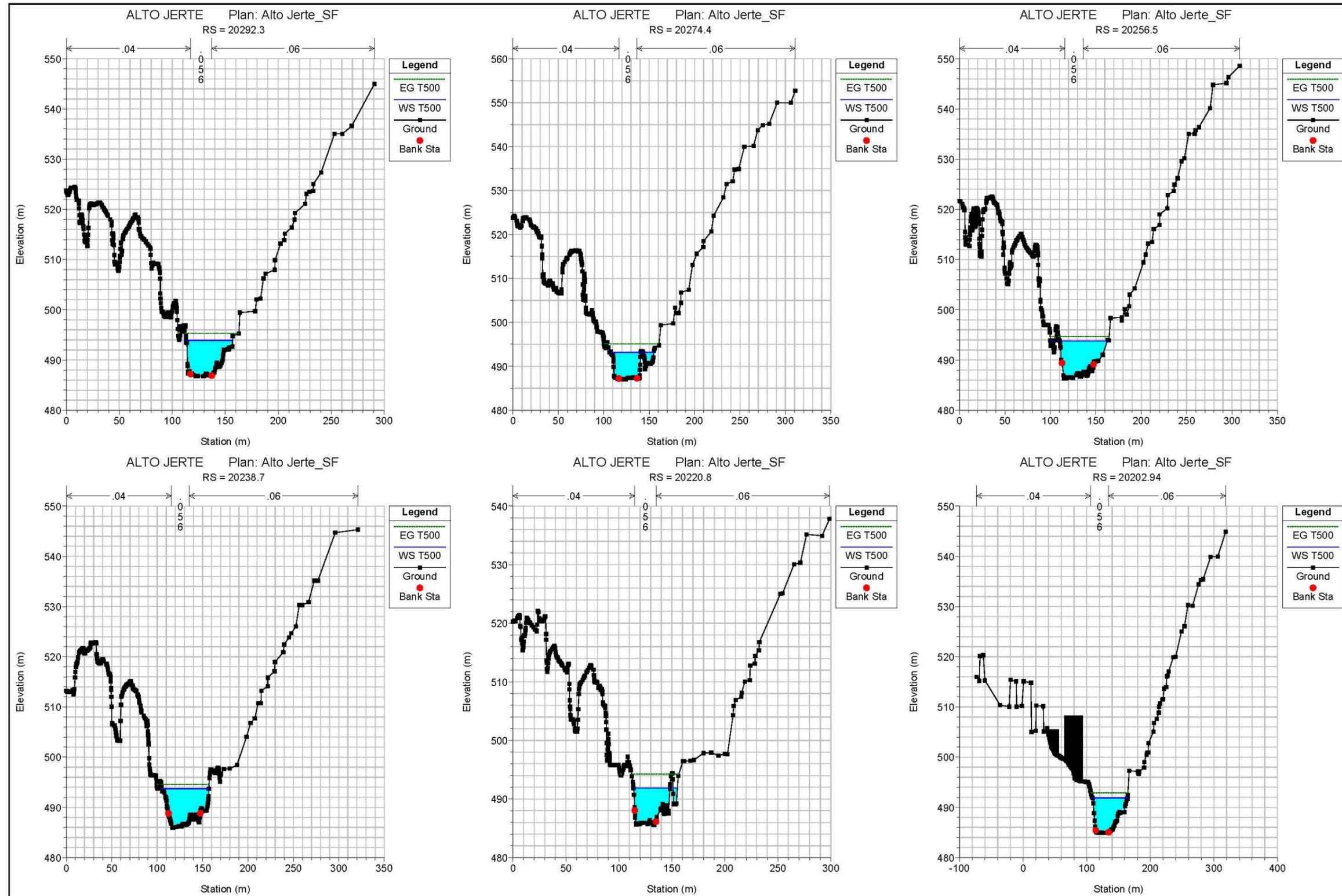
**PERFIL LONGITUDINAL**

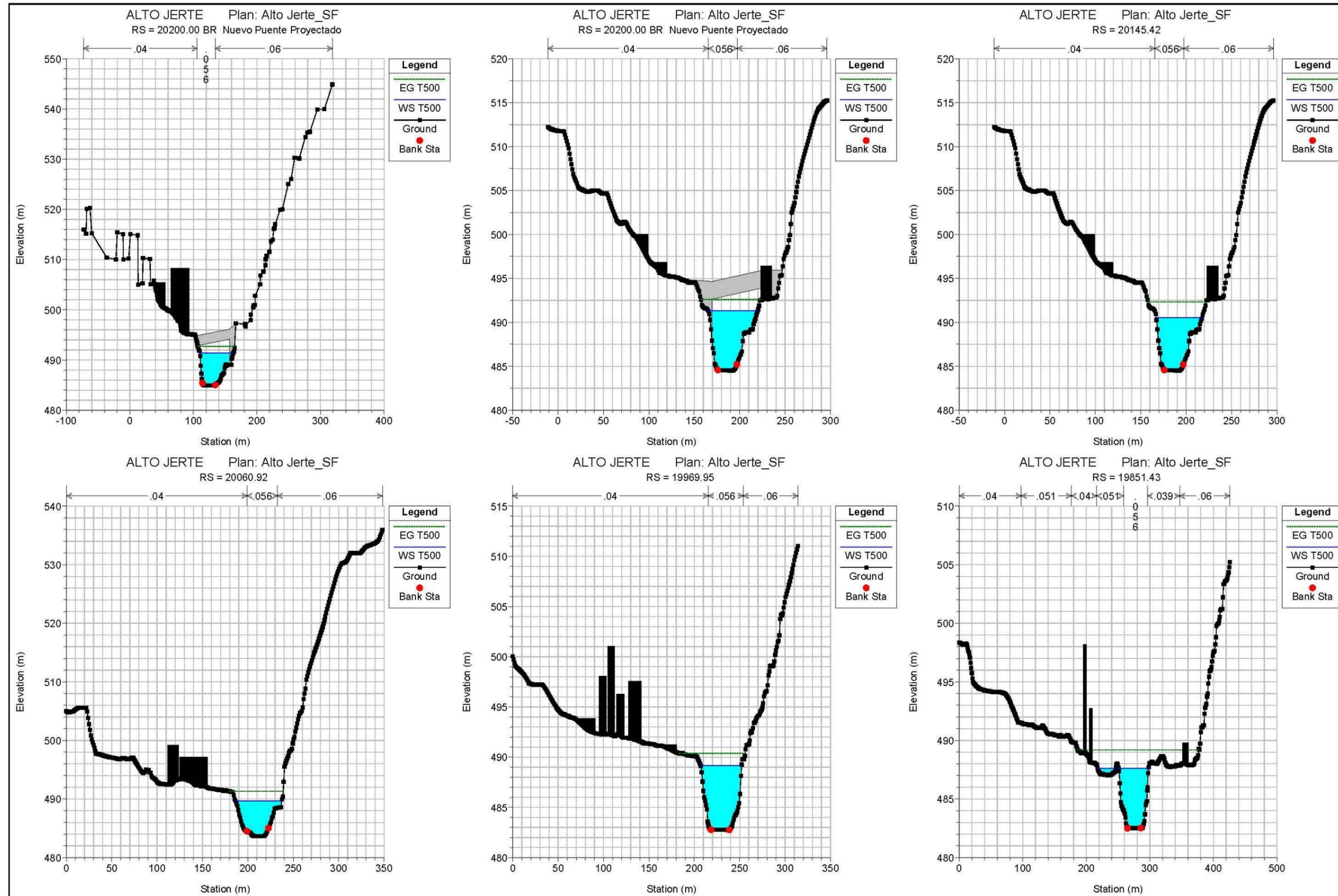


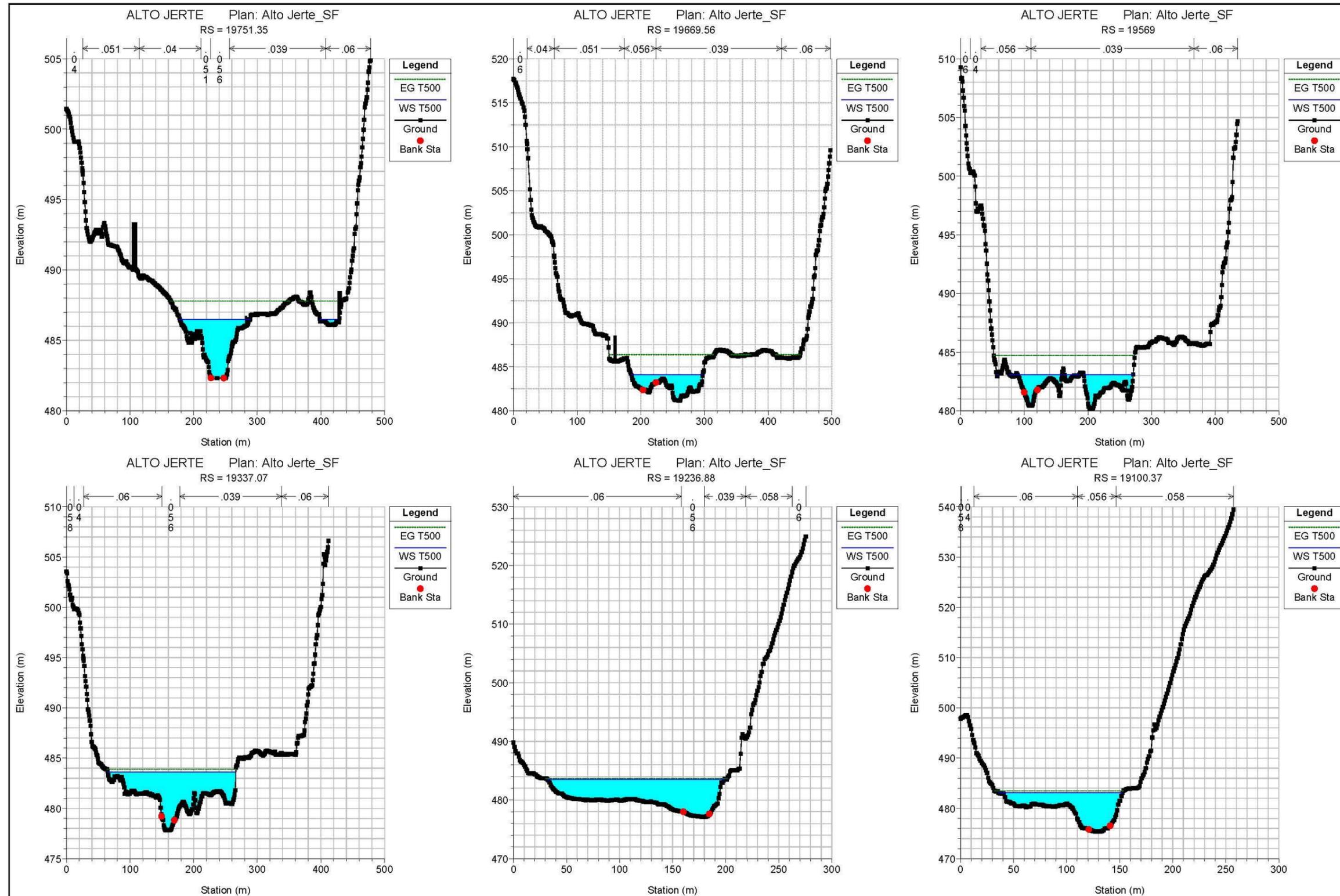
**PERFILES TRANSVERSALES**

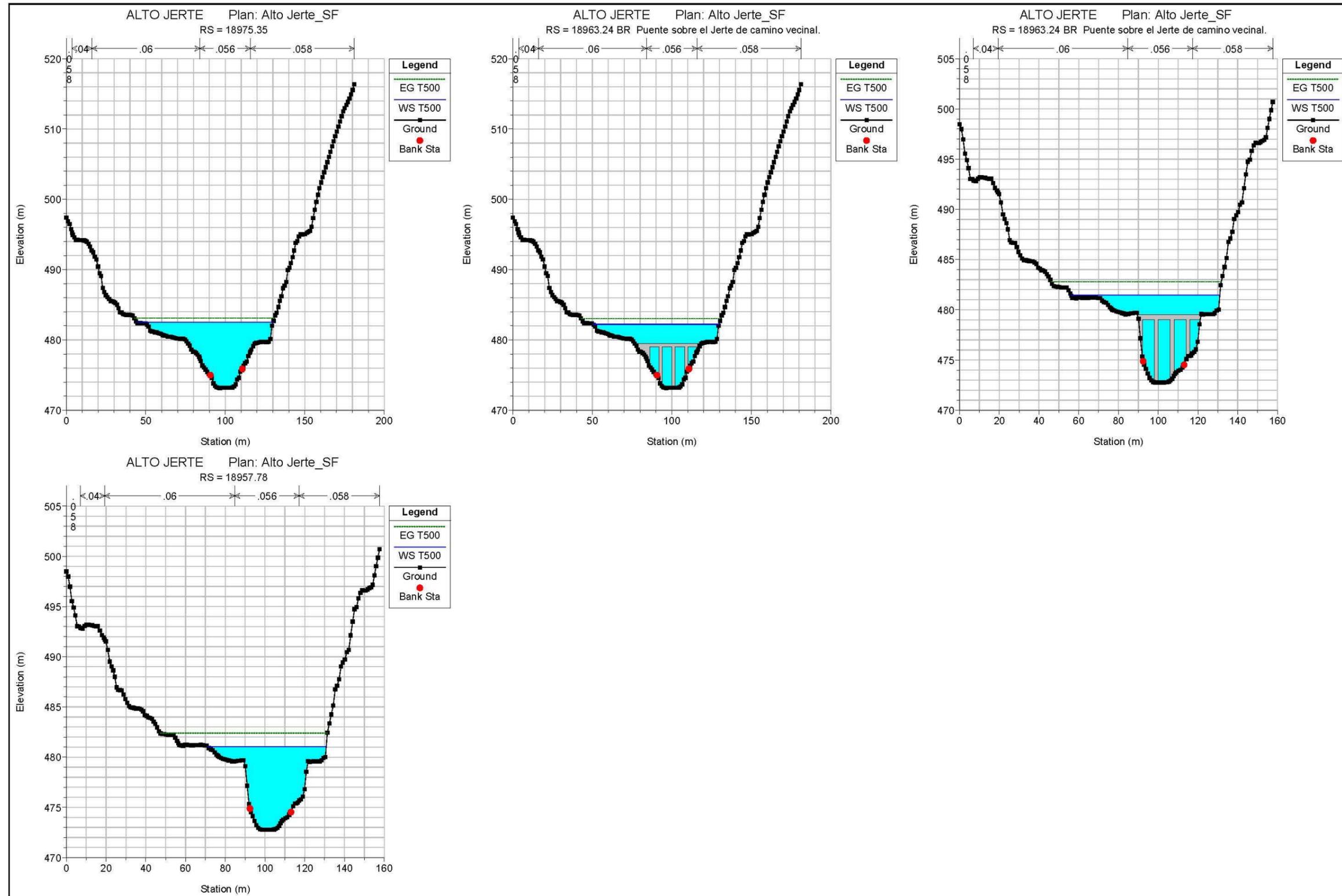












MODELO: *SITUACIÓN Futura*  
 RÍO: *JERTE*  
 Periodo: 500 (ZI)

Río	Estación	Periodo (años)	Q Total (m3/s)	Calado min. (m)	Calado (m)	Calado crit. (m)	Elev. Línea energ. (m)	Pte. (m/m)	Vel (m/s)	Área mojada (m2)	Ancho lámina (m)	Nº Froude
JERTE	20556.11	500	1117.000	491.560	503.390	497.720	503.930	0.002	3.530	372.820	49.920	0.340
JERTE	20497.71	500	1117.000	492.200	503.190	498.710	503.810	0.002	3.670	329.180	37.990	0.370
JERTE	20483.61	Puente Histórico										
JERTE	20479.88	500	1117.000	490.920	494.340	496.640	502.530	0.111	13.360	91.320	30.370	2.320
JERTE	20434.67	500	1117.000	488.950	496.290	494.110	497.260	0.005	4.850	270.790	44.140	0.570
JERTE	20416.9	500	1117.000	488.920	495.510		497.060	0.012	5.610	208.150	40.970	0.740
JERTE	20381.4	500	1117.000	487.670	495.640		496.630	0.005	4.440	260.990	44.040	0.530
JERTE	20363.7	500	1117.000	487.910	495.290		496.490	0.008	4.970	232.100	42.880	0.630
JERTE	20345.98	500	1117.000	487.210	495.250		496.350	0.005	5.090	255.940	40.610	0.570
JERTE	20328.1	500	1117.000	487.540	495.490		496.150	0.003	3.650	318.430	56.570	0.440
JERTE	20310.2	500	1117.000	487.790	493.520	493.390	495.850	0.025	6.920	169.270	36.110	0.970
JERTE	20292.3	500	1117.000	486.780	493.910		495.350	0.008	5.870	230.470	43.710	0.710
JERTE	20274.4	500	1117.000	486.980	493.180	492.690	495.120	0.013	6.690	199.190	44.740	0.880
JERTE	20256.5	500	1117.000	486.310	493.790		494.650	0.005	4.300	286.970	57.260	0.530
JERTE	20238.7	500	1117.000	485.890	493.690		494.560	0.005	4.290	282.790	51.780	0.530
JERTE	20220.8	500	1117.000	485.580	491.850	491.850	494.250	0.018	7.440	179.670	38.510	0.980
JERTE	20202.94	500	1117.000	484.930	491.870	490.400	492.890	0.006	5.090	274.000	55.220	0.620
JERTE	20200	Puente Proyectado										
JERTE	20145.42	500	1117.000	484.530	490.530	490.280	492.330	0.013	6.580	206.710	50.560	0.860
JERTE	20060.92	500	1117.000	483.640	489.680	489.330	491.310	0.011	5.970	206.470	50.890	0.790
JERTE	19969.95	500	1117.000	482.750	489.180		490.380	0.007	5.300	235.870	45.240	0.670
JERTE	19851.43	500	1117.000	482.500	487.630	487.630	489.200	0.014	6.190	210.250	75.810	0.870
JERTE	19751.35	500	1117.000	482.310	486.480	486.710	487.790	0.017	5.970	231.730	134.490	0.930
JERTE	19669.56	500	1117.000	482.080	484.090	484.780	486.380	0.040	4.670	176.270	112.380	1.210
JERTE	19569	500	1117.000	480.430	483.090	483.610	484.720	0.034	6.450	202.870	183.590	1.420
JERTE	19337.07	500	1117.000	477.840	483.600	482.430	483.870	0.002	2.650	534.340	201.160	0.360
JERTE	19236.88	500	1117.000	477.090	483.510		483.690	0.001	2.430	652.980	167.010	0.310
JERTE	19100.37	500	1117.000	475.410	483.080		483.490	0.003	3.510	437.640	116.740	0.410
JERTE	18975.35	500	1117.000	473.170	482.500	480.070	483.110	0.003	4.040	366.240	85.740	0.440
JERTE	18963.24	Puente Existente										
JERTE	18957.78	500	1117.000	472.770	481.030		482.390	0.007	5.590	243.850	59.630	0.640

## 4.3. COMPARATIVA

**ZONA DE FLUJO PREFERENTE (Q 100 AÑOS)**

**PERFIL LONGITUDINAL**

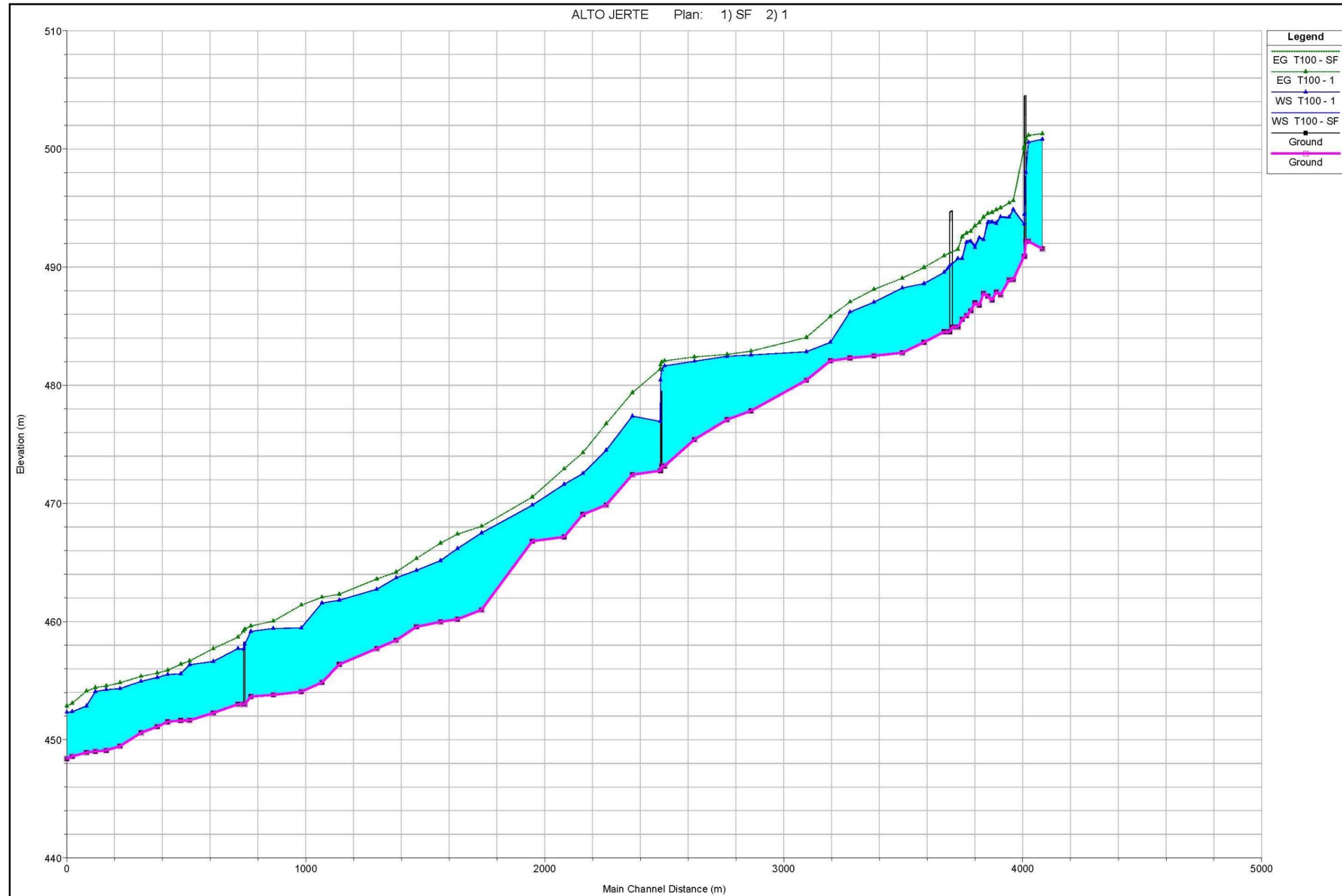


TABLA COMPARATIVA 100 AÑOS

MODELO: COMPARATIVA

RÍO: JERTE

Periodo 100

Río	Estación	Periodo (años)	Q Total (m3/s)	SITUACIÓN ACTUAL				SITUACIÓN FUTURA				COMPARATIVA SIT. ACTUAL-SIT. FUTURA 100 AÑOS	
				Calado (m)	Vel (m/s)	Área mojada (m <sup>2</sup> )	Ancho lámina (m)	Calado (m)	Vel (m/s)	Área mojada (m <sup>2</sup> )	Ancho lámina (m)	Incremento de Ancho de Lámina (m)	SOBREELEVACIONES (m)
JERTE	20556.11	100	766.00	500.82	3.22	265.16	39.23	500.82	3.22	265.16	39.23	-	-
JERTE	20497.71	100	766.00	500.56	3.54	230.66	36.90	500.56	3.54	230.66	36.90	-	-
JERTE	20483.61	Puente Histórico		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JERTE	20479.88	100	766.00	493.65	11.76	70.46	29.47	493.65	11.76	70.46	29.47	-	-
JERTE	20434.67	100	766.00	494.87	4.22	209.96	42.05	494.91	4.19	211.61	42.08	0.03	0.04
JERTE	20416.9	100	766.00	494.23	4.85	158.26	38.18	494.14	5.11	154.14	38.06	- 0.12	- 0.09
JERTE	20381.4	100	766.00	494.26	3.85	203.06	40.34	494.23	3.89	201.30	40.42	0.08	- 0.03
JERTE	20363.7	100	766.00	493.68	5.35	166.81	39.10	493.82	4.57	171.66	39.48	0.38	0.14
JERTE	20345.98	100	766.00	493.82	4.23	200.81	37.51	493.85	4.34	201.31	37.70	0.19	0.03
JERTE	20328.1	100	766.00	493.75	3.97	198.57	43.94	493.98	3.26	239.55	48.39	4.45	0.23
JERTE	20310.2	100	766.00	492.33	6.24	127.66	34.23	492.32	6.23	127.51	34.16	- 0.07	- 0.01
JERTE	20292.3	100	766.00	492.47	5.44	166.77	40.46	492.57	5.25	172.74	40.33	- 0.13	0.10
JERTE	20274.4	100	766.00	491.67	6.23	136.89	38.88	491.80	6.03	142.27	39.06	0.18	0.13
JERTE	20256.5	100	766.00	492.17	4.15	194.76	44.85	492.30	3.97	207.10	49.77	4.92	0.13
JERTE	20238.7	100	766.00	492.10	4.00	204.38	47.35	492.20	3.91	209.46	47.53	0.18	0.10
JERTE	20220.8	100	766.00	490.73	6.48	140.01	38.48	490.74	6.54	137.78	37.13	- 1.35	0.01
JERTE	20202.94	100	766.00	490.73	4.41	213.96	50.93	490.69	4.46	211.59	50.78	- 0.15	- 0.04
JERTE	20200	Puente Proyectoado						-	-	-	-	-	-
JERTE	20145.42	100	766.00	489.55	5.72	159.10	46.82	489.55	5.72	159.10	46.82	-	-
JERTE	20060.92	100	766.00	488.60	5.35	153.57	46.47	488.60	5.35	153.57	46.47	-	-
JERTE	19969.95	100	766.00	488.23	4.37	194.34	42.95	488.23	4.37	194.34	42.95	-	-
JERTE	19851.43	100	766.00	487.03	5.00	169.42	47.00	487.03	5.00	169.42	47.00	-	-
JERTE	19751.35	100	766.00	486.20	4.76	195.69	115.14	486.20	4.76	195.69	115.14	-	-
JERTE	19669.56	100	766.00	483.63	4.05	125.60	108.18	483.63	4.05	125.60	108.18	-	-
JERTE	19569	100	766.00	482.84	5.58	160.70	154.15	482.84	5.58	160.70	154.15	-	-
JERTE	19337.07	100	766.00	482.56	3.05	334.67	176.56	482.56	3.05	334.67	176.56	-	-
JERTE	19236.88	100	766.00	482.45	2.32	479.83	160.23	482.45	2.32	479.83	160.23	-	-
JERTE	19100.37	100	766.00	482.03	3.20	321.08	109.11	482.03	3.20	321.08	109.11	-	-
JERTE	18975.35	100	766.00	481.64	3.30	298.28	77.00	481.64	3.30	298.28	77.00	-	-
JERTE	18963.24	Puente Existente		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JERTE	18957.78	100	766.00	476.94	9.58	85.44	28.82	476.94	9.58	85.44	28.82	-	-

**ZONA INUNDABLE CON PROBABILIDAD BAJA O EXCEPCIONAL (Q 500 AÑOS)**

**PERFIL LONGITUDINAL**

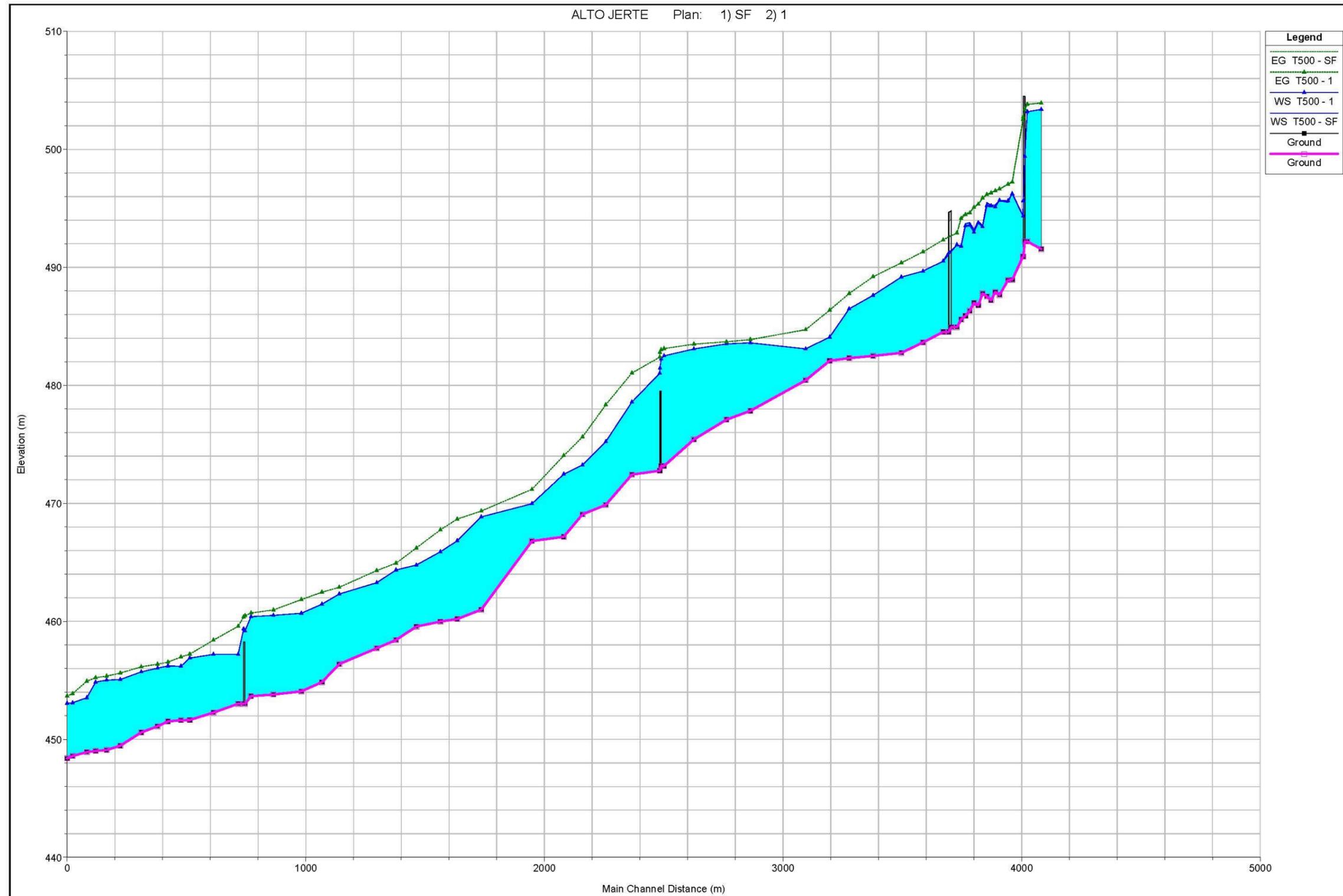


TABLA COMPARATIVA 500 AÑOS

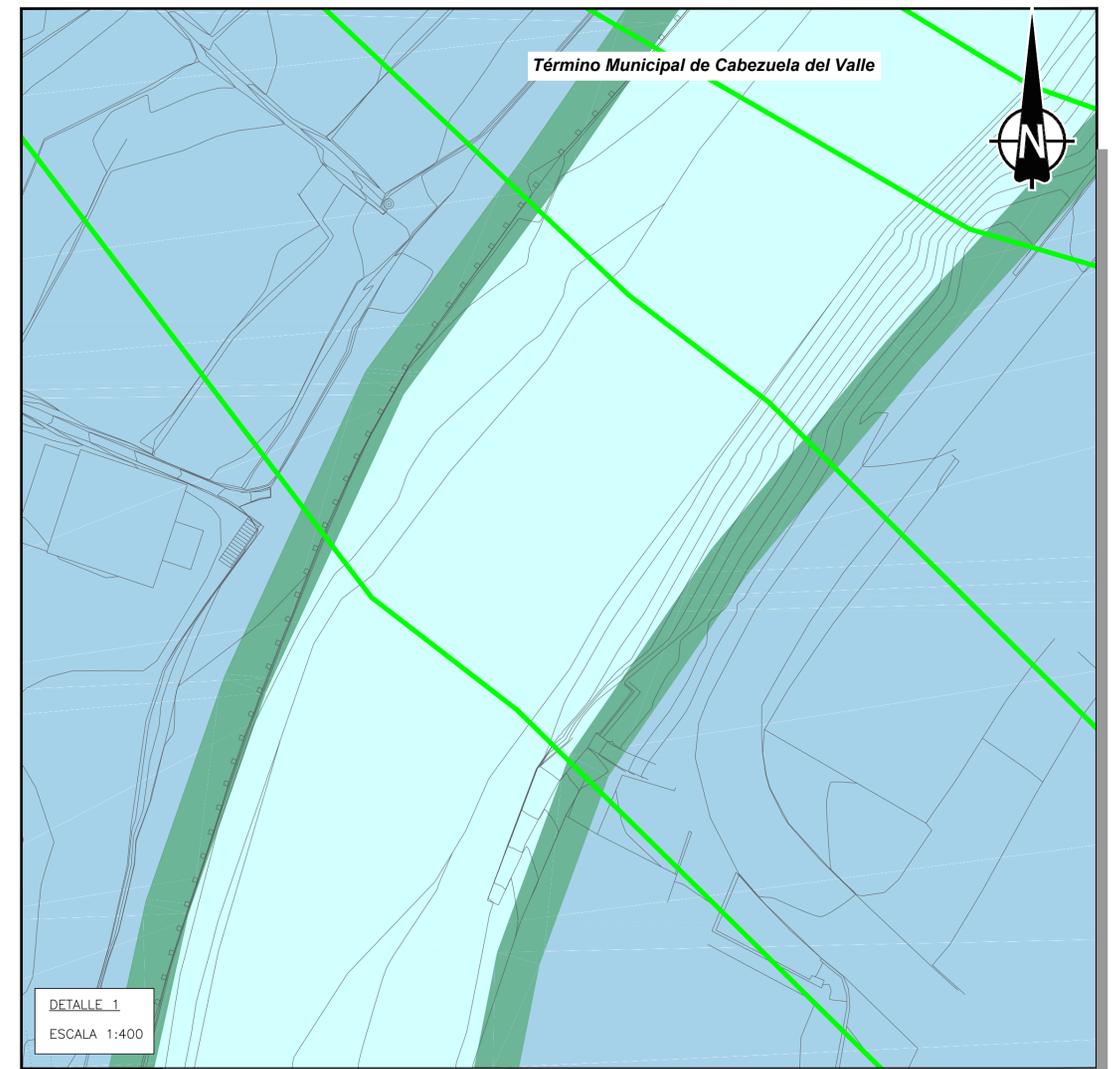
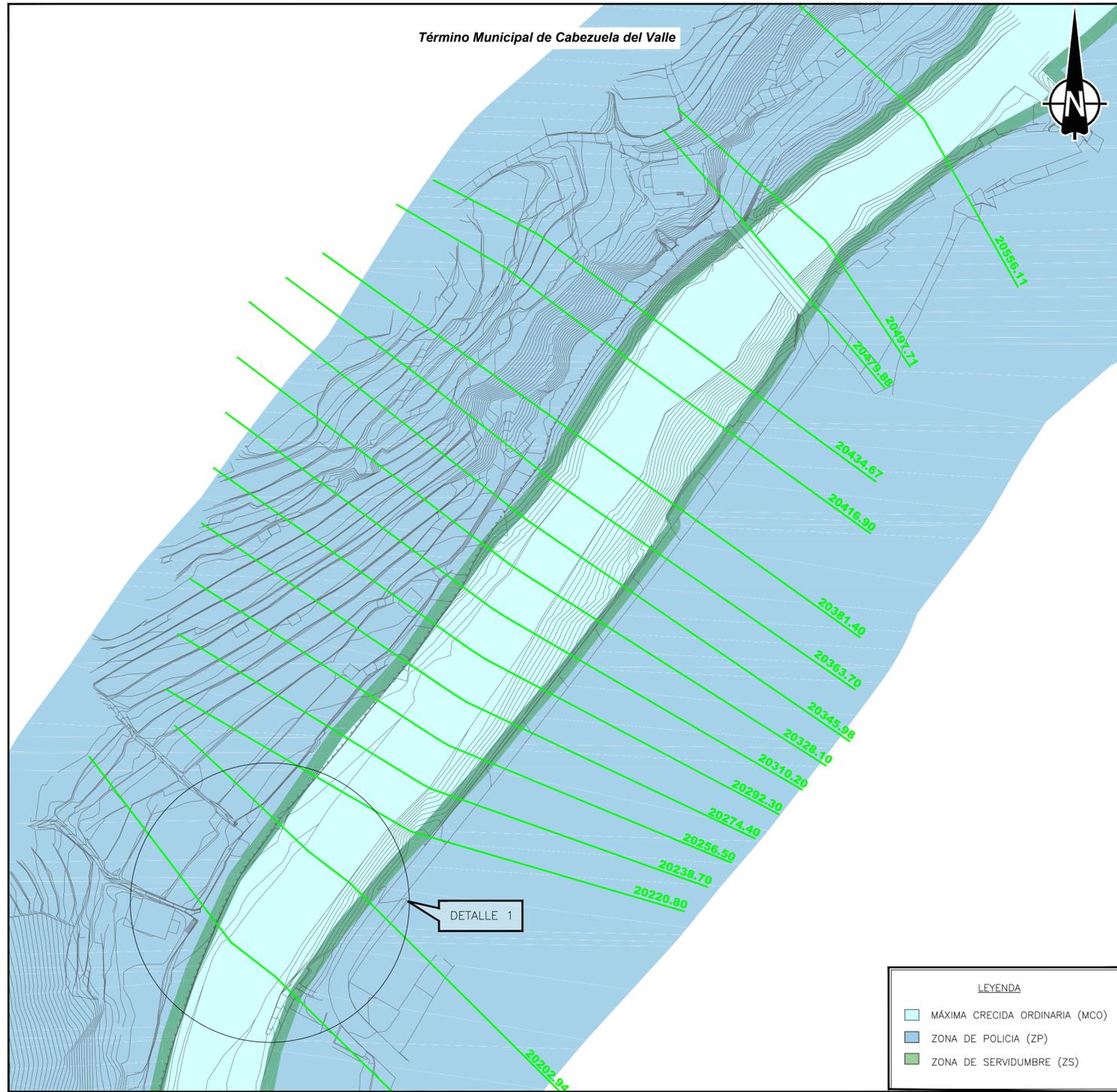
MODELO: COMPARATIVA

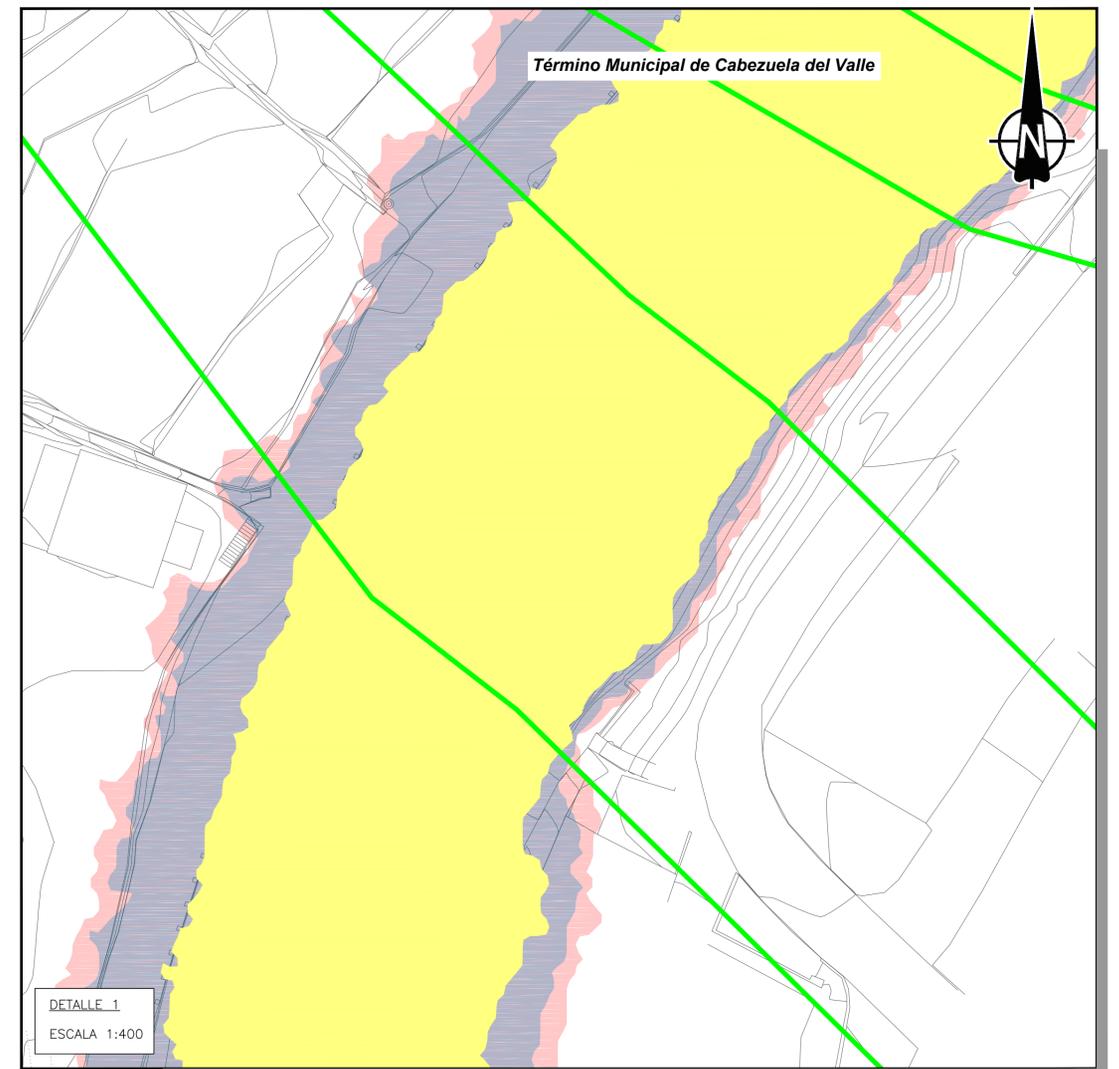
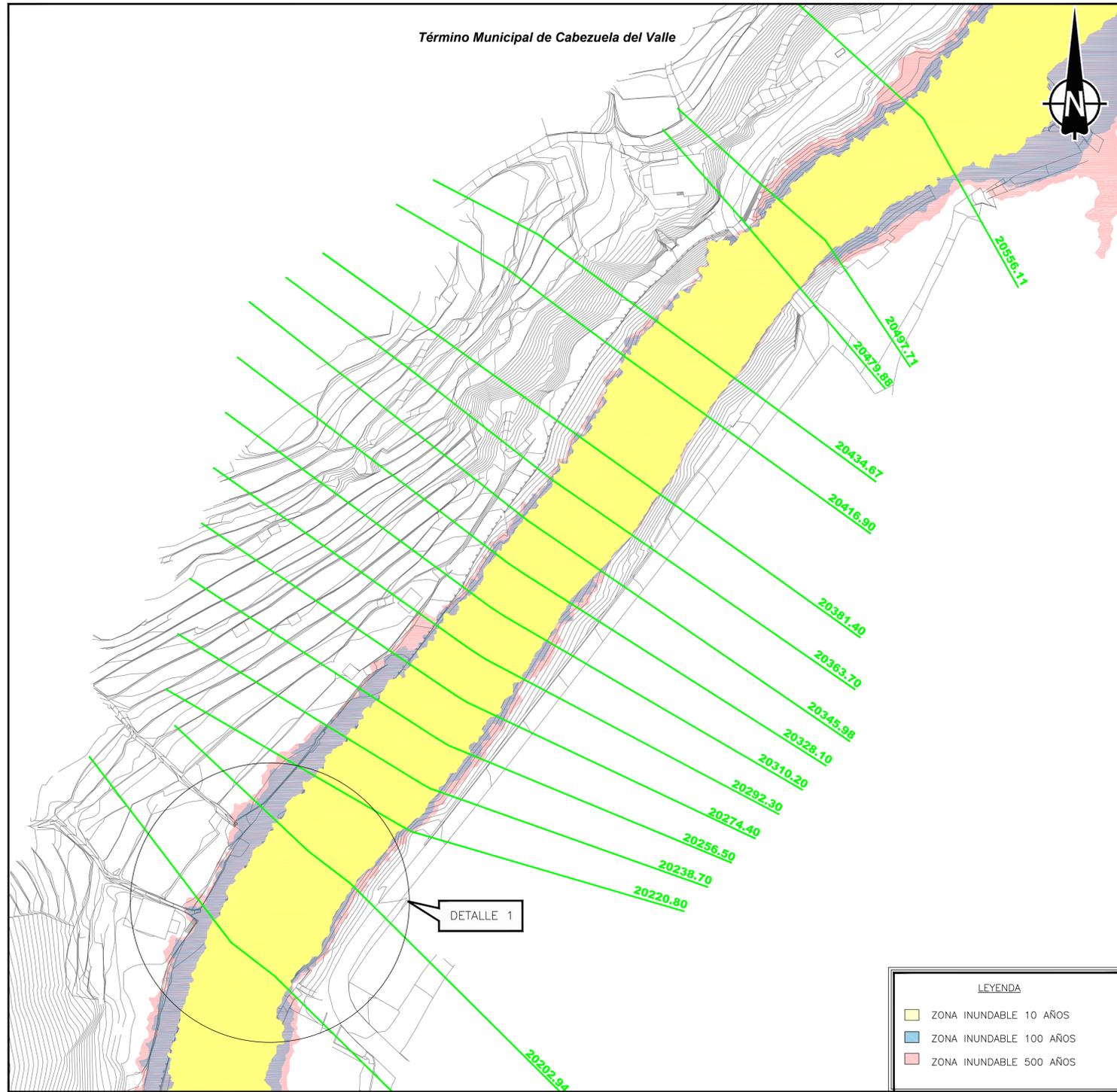
RÍO: JERTE

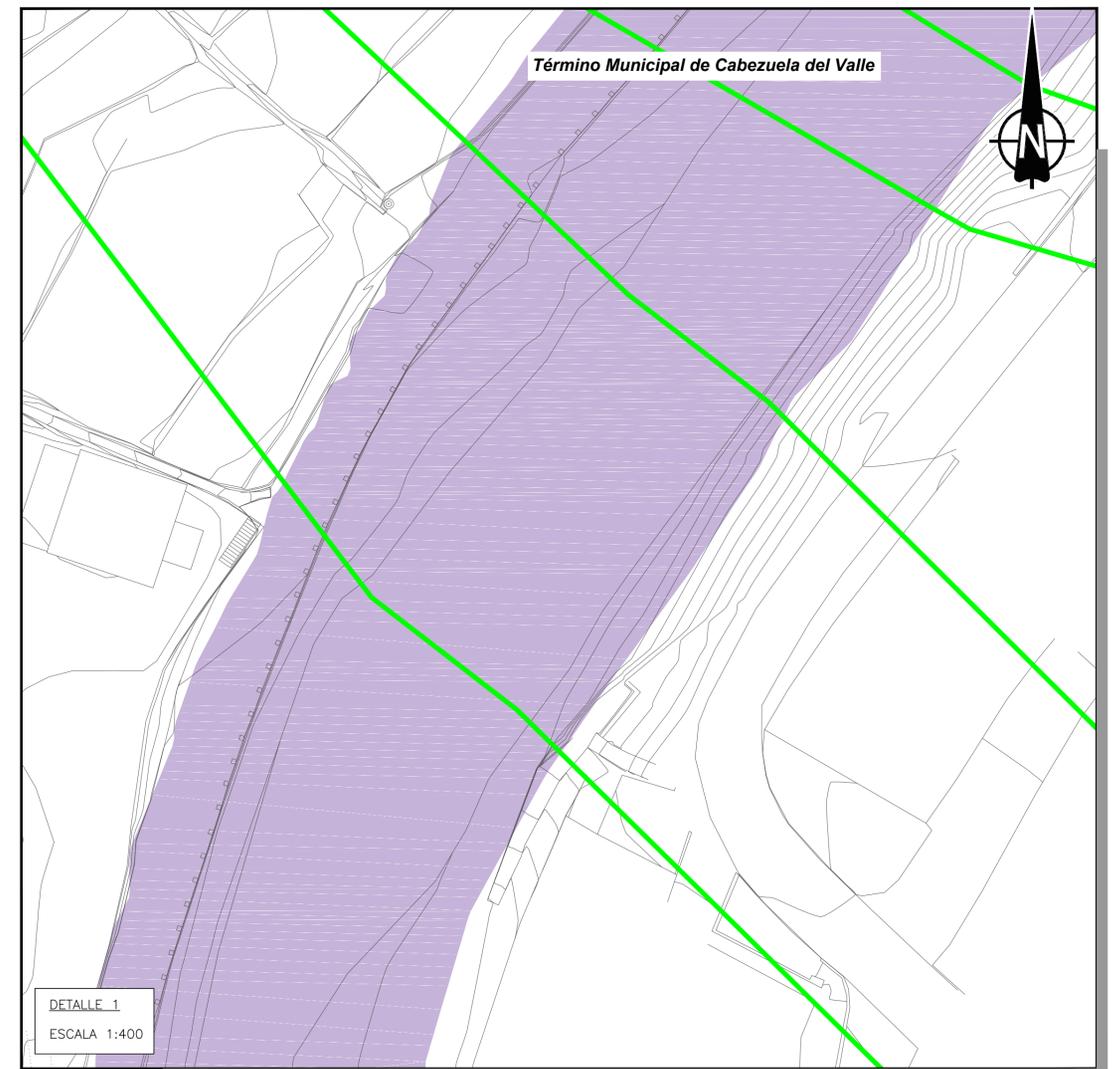
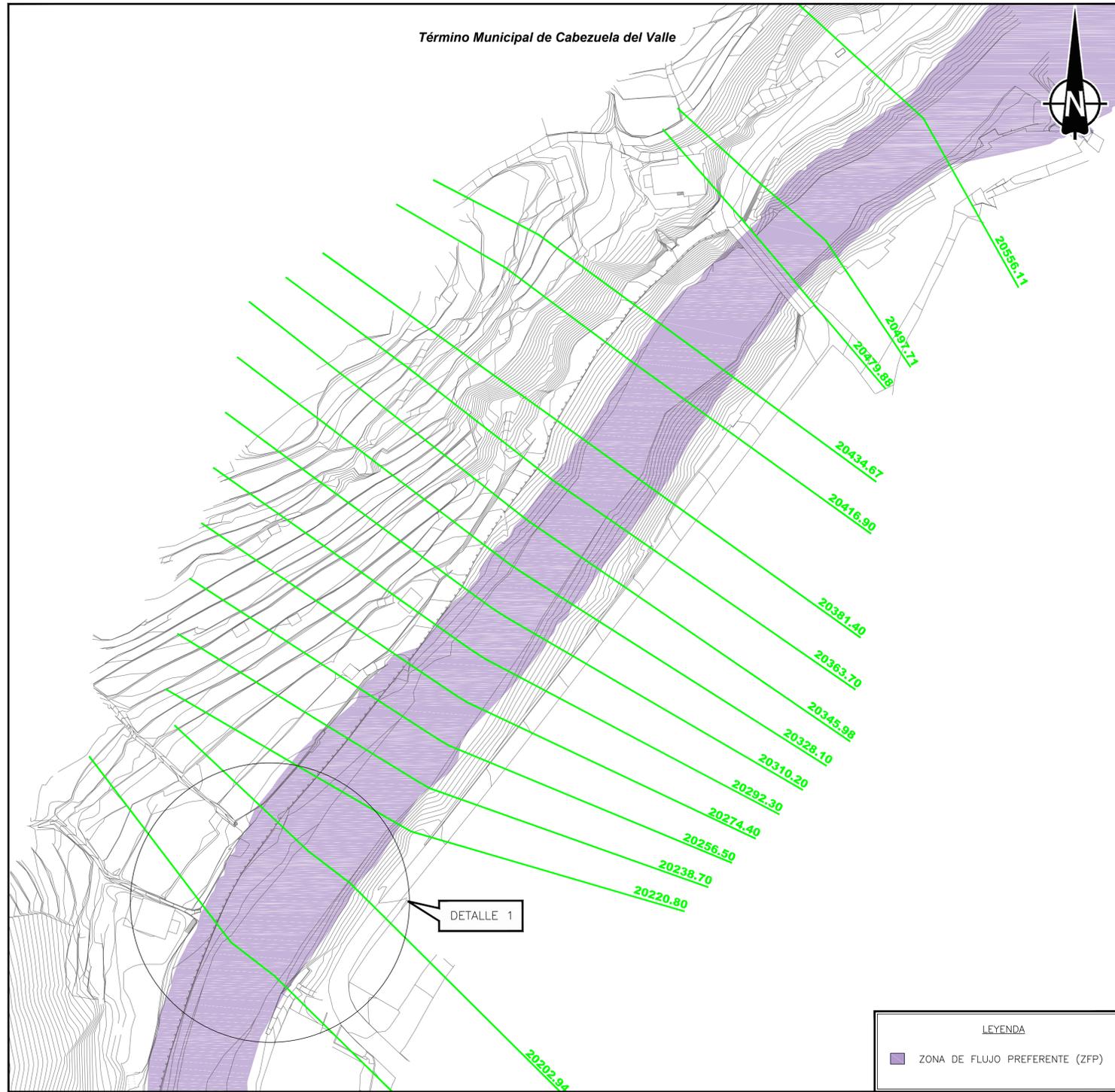
Periodo 500

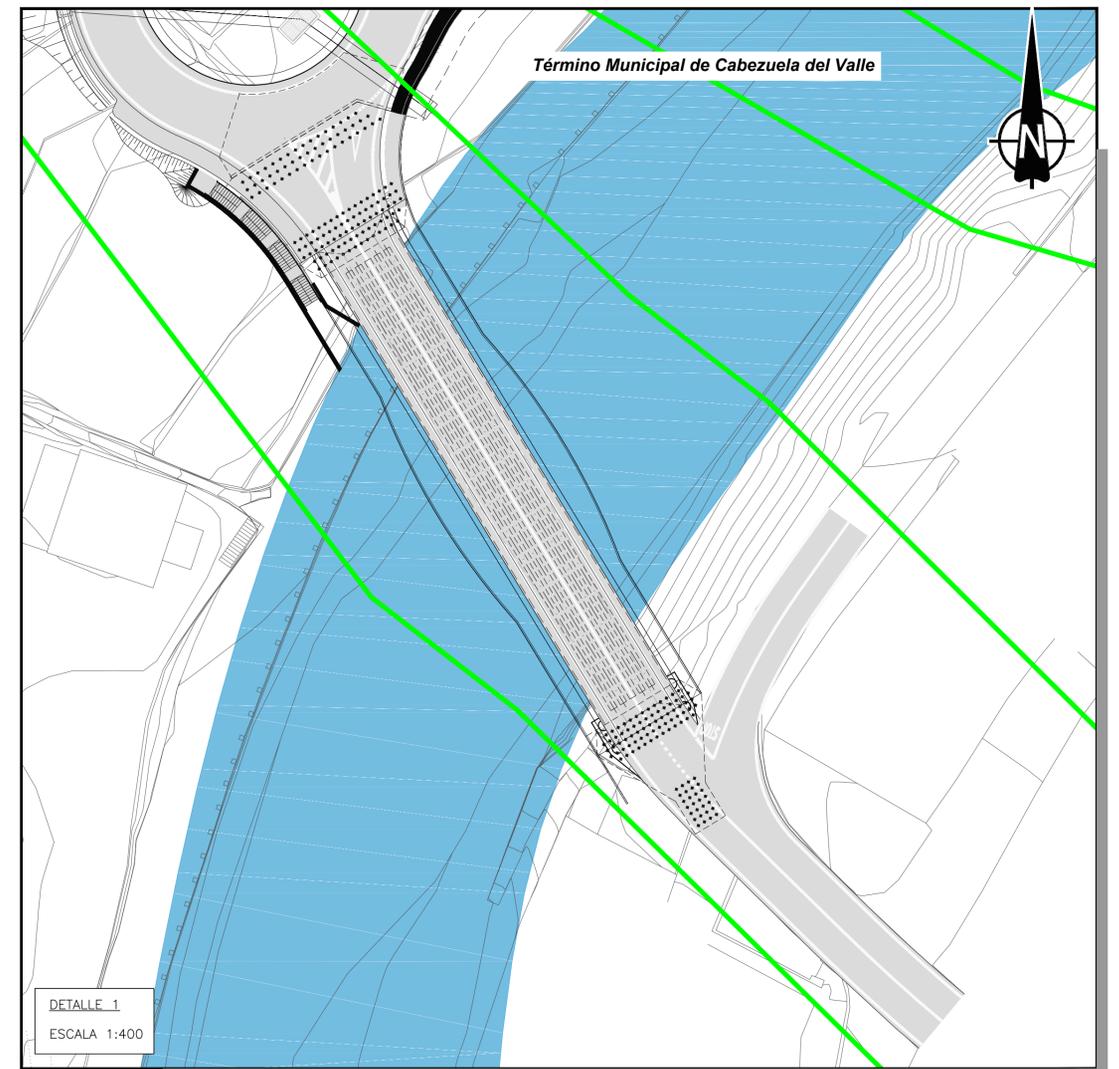
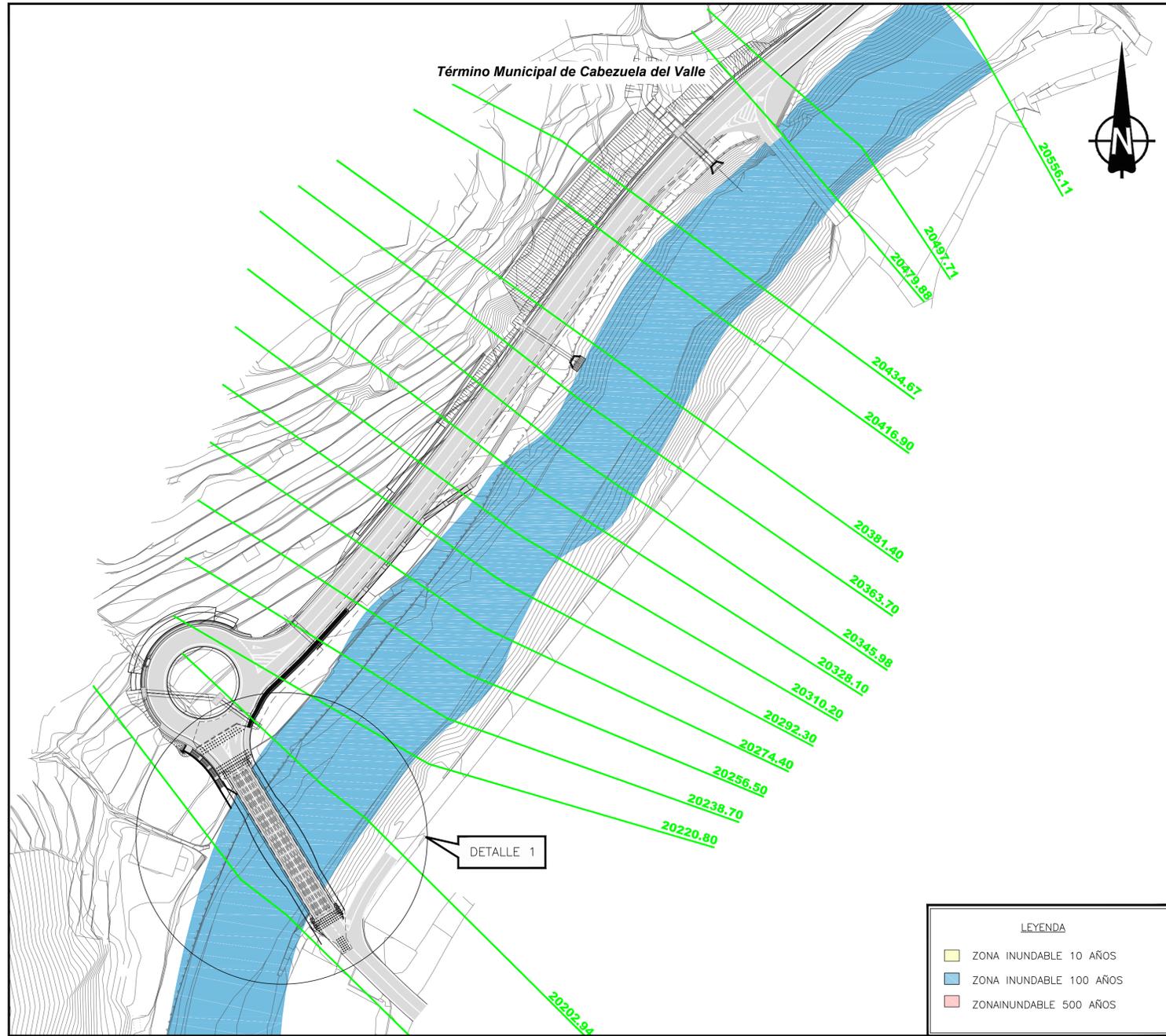
Río	Estación	Periodo (años)	Q Total (m3/s)	SITUACIÓN ACTUAL				SITUACIÓN FUTURA				COMPARATIVA SIT. ACTUAL-SIT. FUTURA 500 AÑOS	
				Calado (m)	Vel (m/s)	Área mojada (m <sup>2</sup> )	Ancho lámina (m)	Calado (m)	Vel (m/s)	Área mojada (m <sup>2</sup> )	Ancho lámina (m)	Incremento de Ancho de Lámina (m)	SOBREELEVACIONES (m)
JERTE	20556.11	500	1,117.00	503.39	3.53	372.81	49.92	503.39	3.53	372.82	49.92	-	-
JERTE	20497.71	500	1,117.00	503.19	3.67	329.18	37.99	503.19	3.67	329.18	37.99	-	-
JERTE	20483.61	Puente Histórico		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JERTE	20479.88	500	1,117.00	494.34	13.36	91.32	30.37	494.34	13.36	91.32	30.37	-	-
JERTE	20434.67	500	1,117.00	496.23	4.89	268.22	44.00	496.29	4.85	270.79	44.14	0.14	0.06
JERTE	20416.9	500	1,117.00	495.63	5.25	213.69	41.25	495.51	5.61	208.15	40.97	- 0.28	- 0.12
JERTE	20381.4	500	1,117.00	495.67	4.41	262.79	44.18	495.64	4.44	260.99	44.04	- 0.14	- 0.03
JERTE	20363.7	500	1,117.00	495.13	5.81	225.96	42.39	495.29	4.97	232.10	42.88	0.49	0.16
JERTE	20345.98	500	1,117.00	495.21	4.96	254.62	40.15	495.25	5.09	255.94	40.61	0.46	0.04
JERTE	20328.1	500	1,117.00	495.23	4.39	266.33	49.49	495.49	3.65	318.43	56.57	7.08	0.26
JERTE	20310.2	500	1,117.00	493.44	7.06	166.23	35.94	493.52	6.92	169.27	36.11	0.17	0.08
JERTE	20292.3	500	1,117.00	493.78	6.09	220.99	42.24	493.91	5.87	230.47	43.71	1.47	0.13
JERTE	20274.4	500	1,117.00	492.98	6.96	190.51	44.04	493.18	6.69	199.19	44.74	0.70	0.20
JERTE	20256.5	500	1,117.00	493.56	4.67	261.74	55.76	493.79	4.30	286.97	57.26	1.50	0.23
JERTE	20238.7	500	1,117.00	493.54	4.41	274.84	51.62	493.69	4.29	282.79	51.78	0.16	0.15
JERTE	20220.8	500	1,117.00	491.79	7.41	181.77	39.68	491.85	7.44	179.67	38.51	- 1.17	0.06
JERTE	20202.94	500	1,117.00	491.91	5.07	276.10	55.90	491.87	5.09	274.00	55.22	- 0.68	- 0.04
JERTE	20200	Puente Proyectoado						-	-	-	-	-	-
JERTE	20145.42	500	1,117.00	490.53	6.58	206.71	50.56	490.53	6.58	206.71	50.56	-	-
JERTE	20060.92	500	1,117.00	489.68	5.97	206.47	50.89	489.68	5.97	206.47	50.89	-	-
JERTE	19969.95	500	1,117.00	489.18	5.30	235.87	45.24	489.18	5.30	235.87	45.24	-	-
JERTE	19851.43	500	1,117.00	487.63	6.19	210.25	75.81	487.63	6.19	210.25	75.81	-	-
JERTE	19751.35	500	1,117.00	486.48	5.97	231.73	134.49	486.48	5.97	231.73	134.49	-	-
JERTE	19669.56	500	1,117.00	484.09	4.67	176.27	112.38	484.09	4.67	176.27	112.38	-	-
JERTE	19569	500	1,117.00	483.09	6.45	202.87	183.59	483.09	6.45	202.87	183.59	-	-
JERTE	19337.07	500	1,117.00	483.60	2.65	534.34	201.16	483.60	2.65	534.34	201.16	-	-
JERTE	19236.88	500	1,117.00	483.51	2.43	652.98	167.01	483.51	2.43	652.98	167.01	-	-
JERTE	19100.37	500	1,117.00	483.08	3.51	437.64	116.74	483.08	3.51	437.64	116.74	-	-
JERTE	18975.35	500	1,117.00	482.50	4.04	366.24	85.74	482.50	4.04	366.24	85.74	-	-
JERTE	18963.24	Puente Existente		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JERTE	18957.78	500	1,117.00	481.03	5.59	243.85	59.63	481.03	5.59	243.85	59.63	-	-

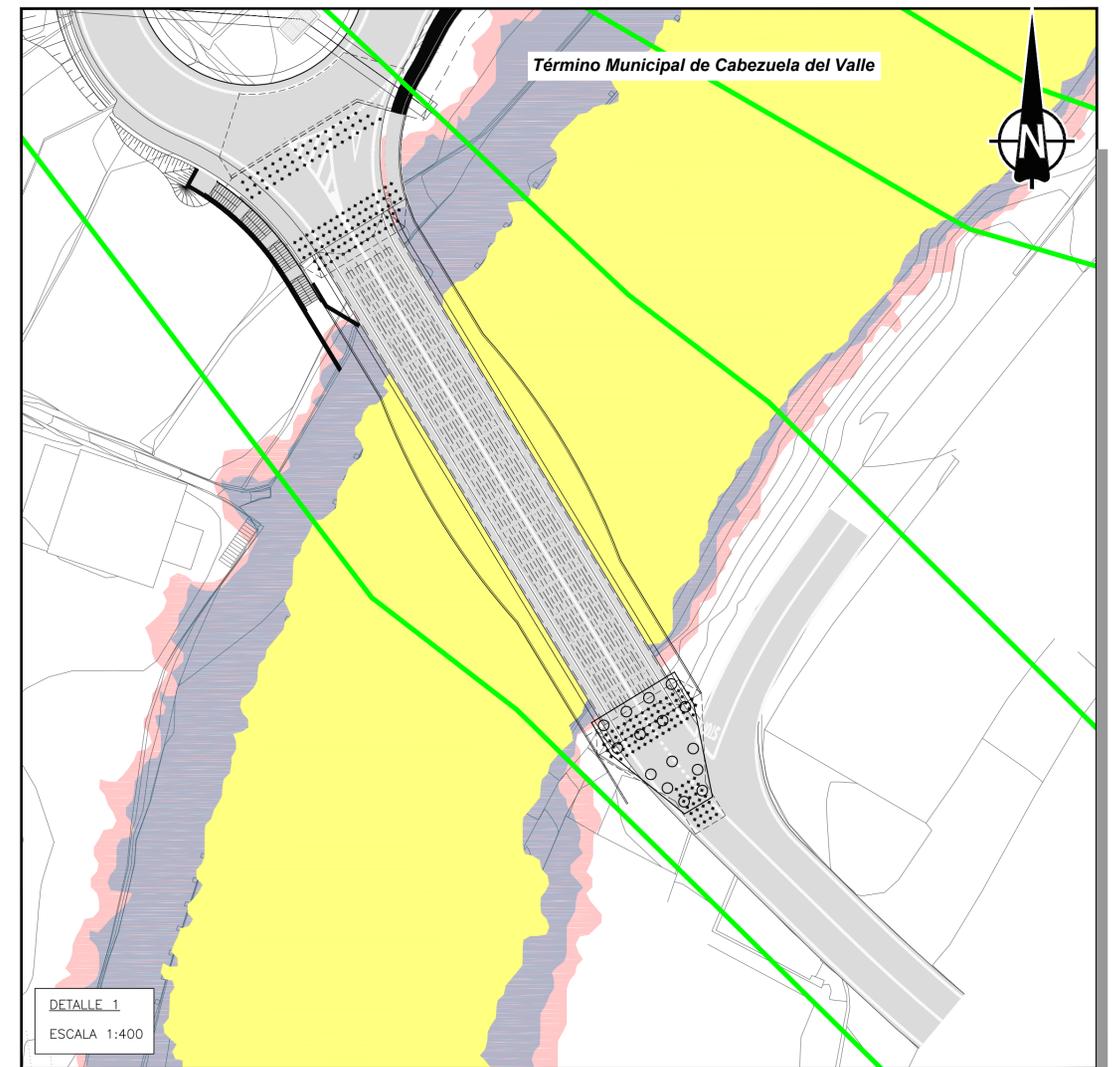
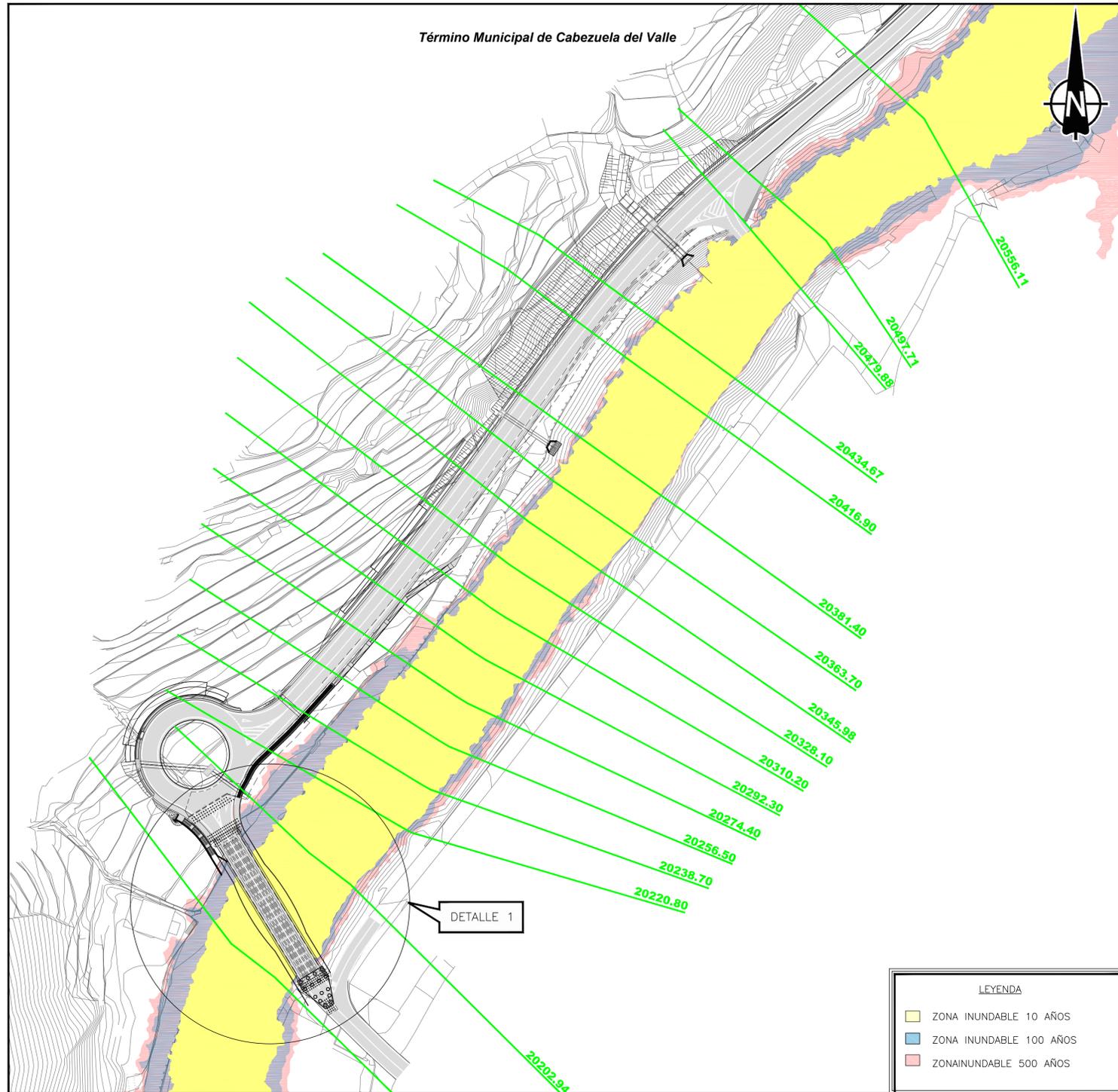
## **4.4. PLANOS**

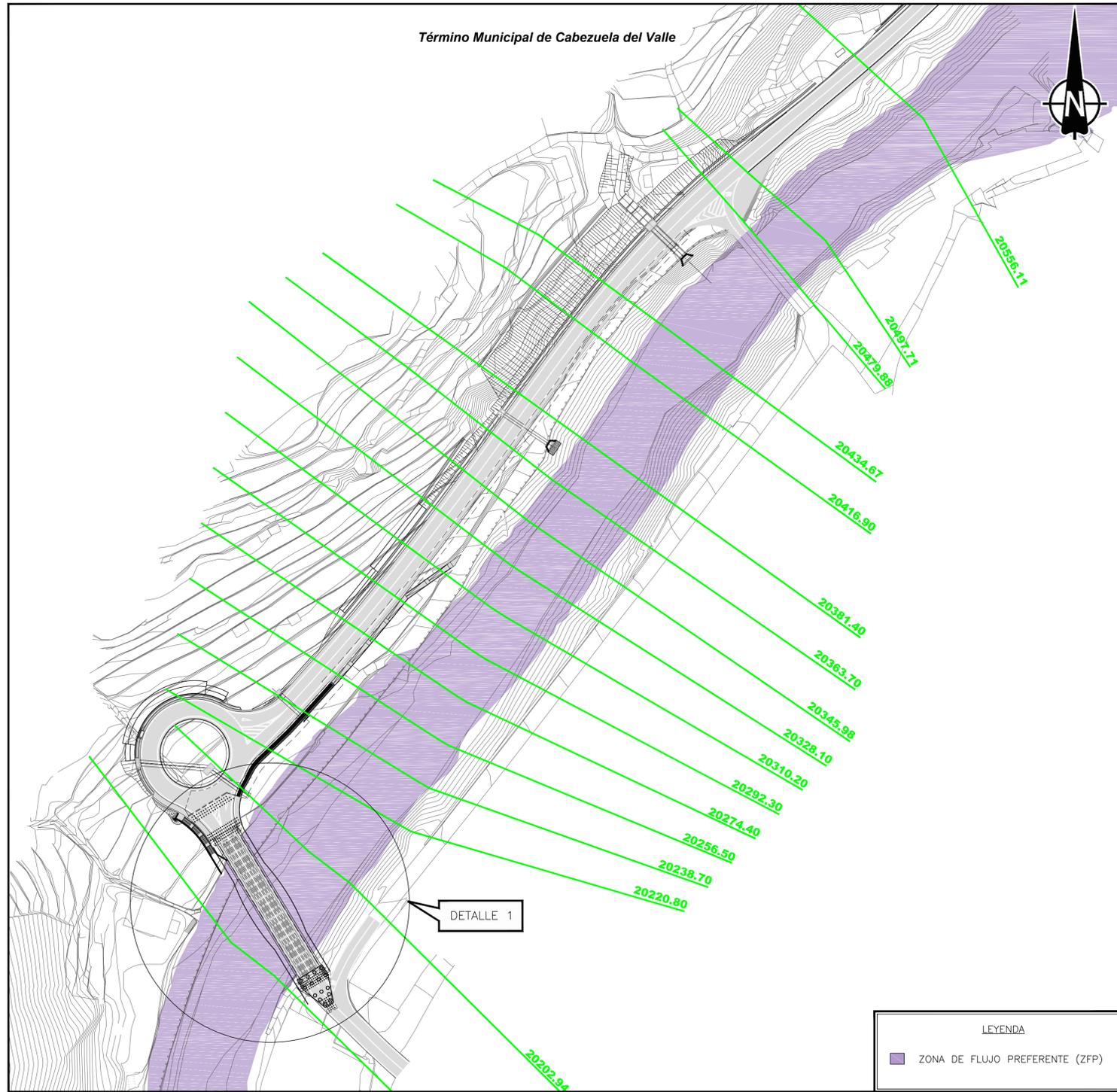


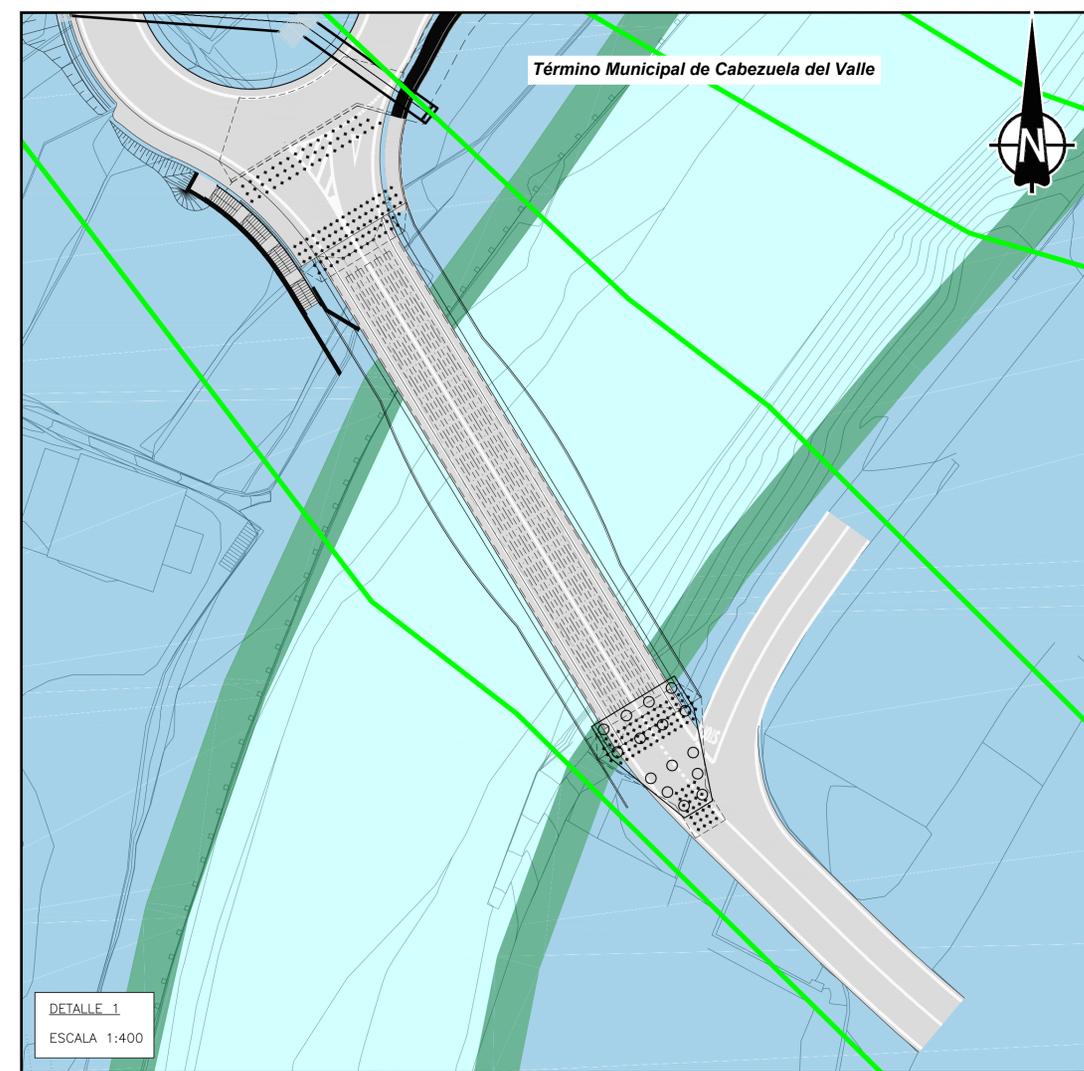
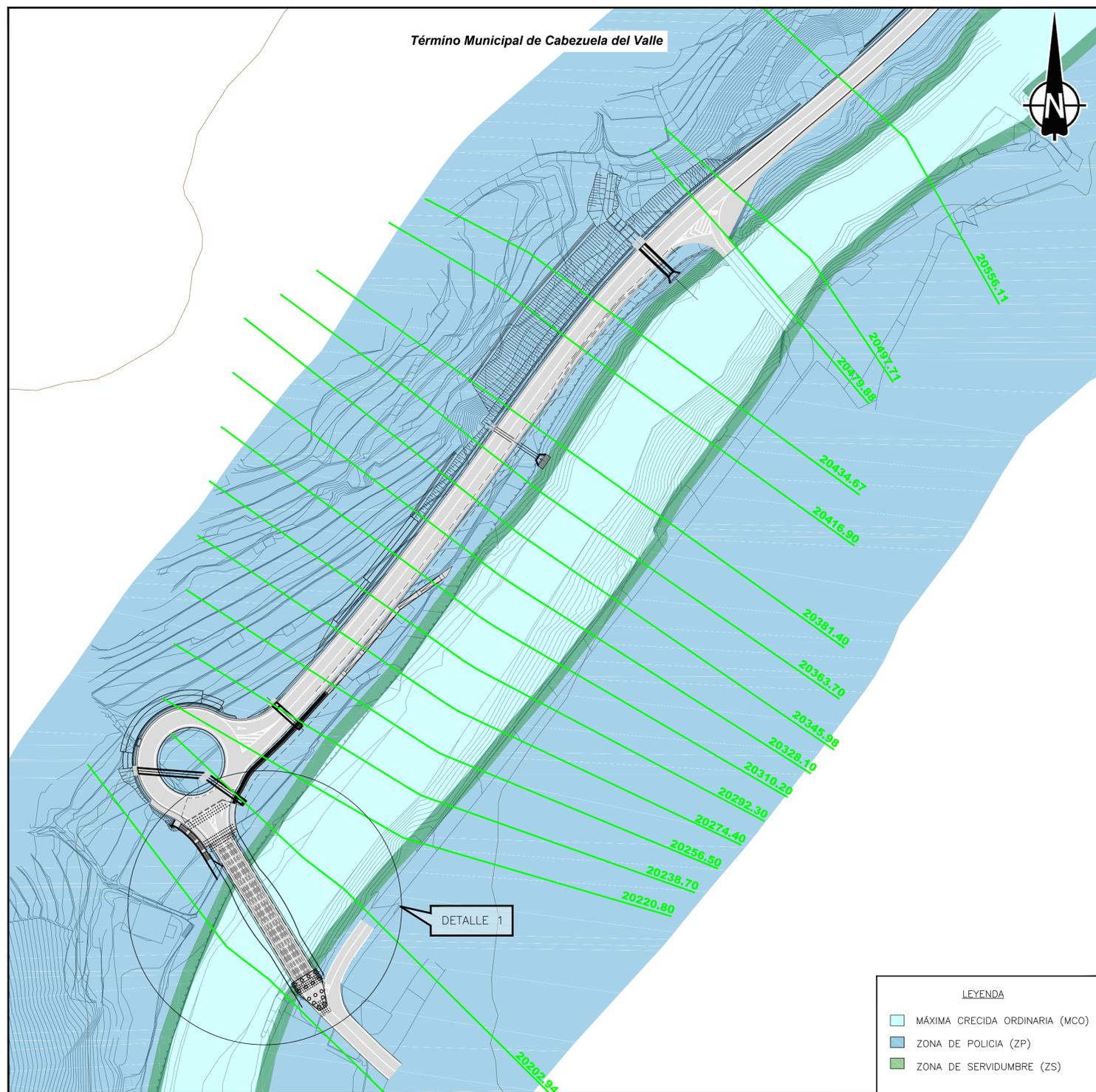


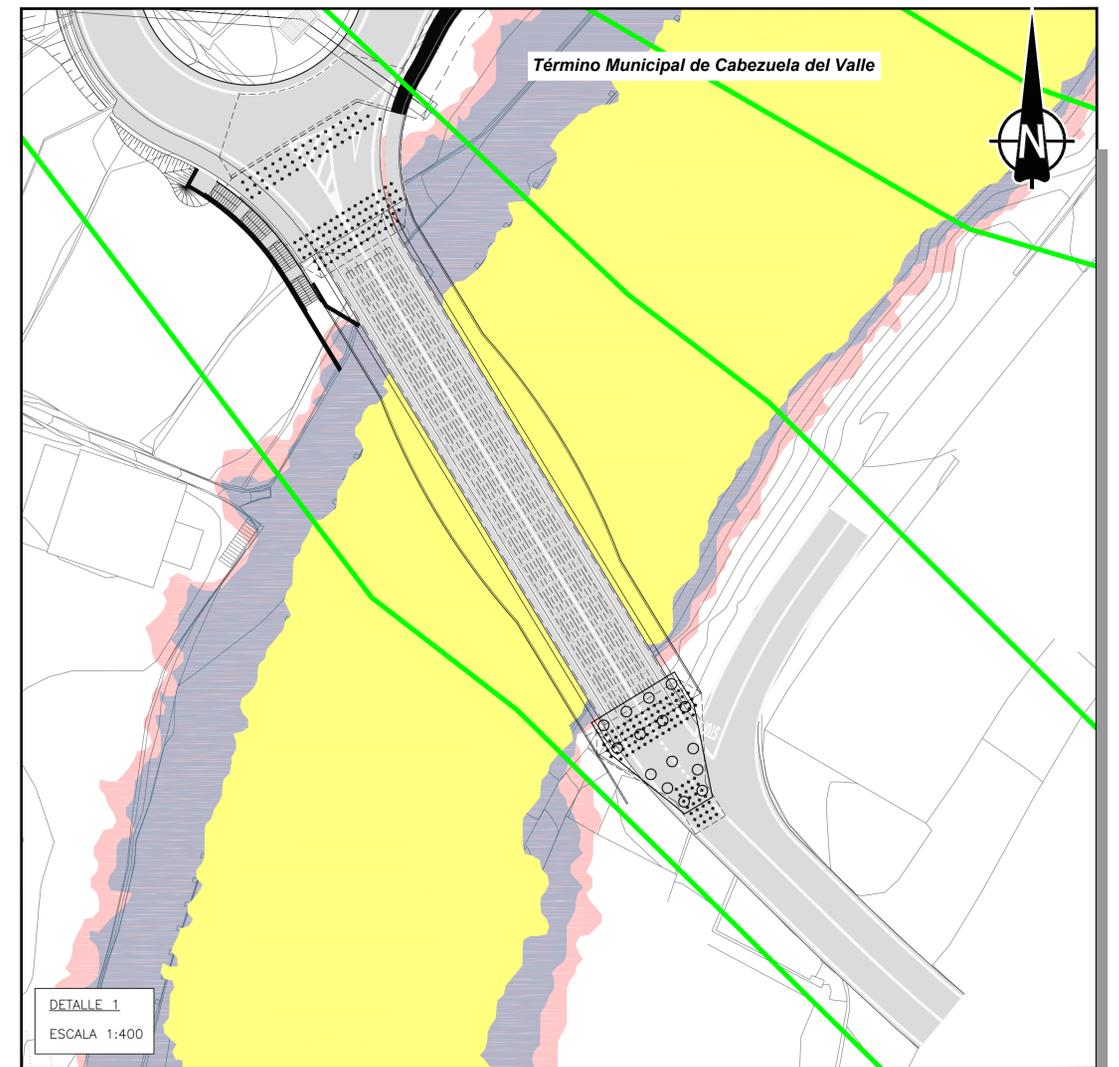
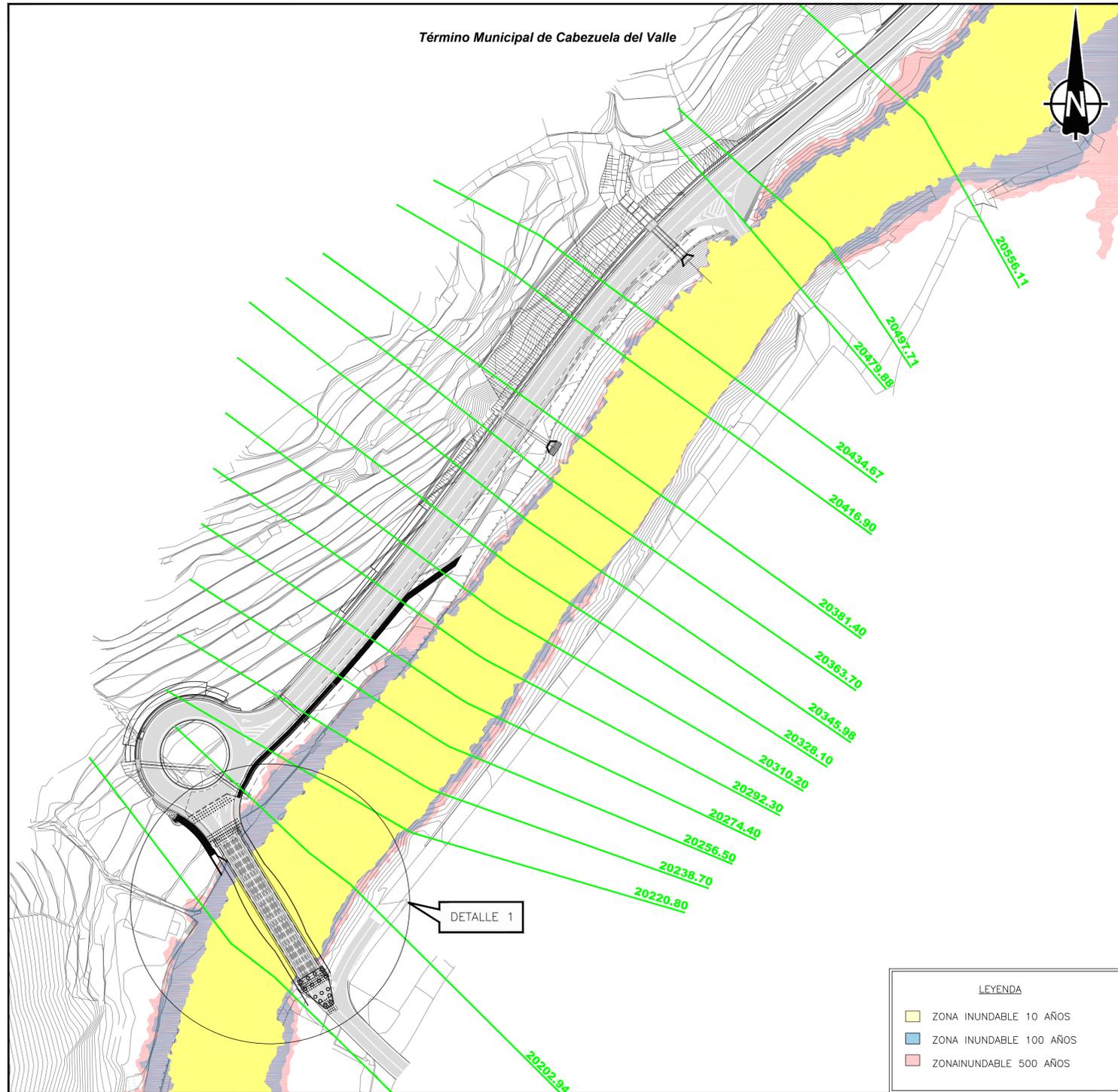














## **APÉNDICE 5. FICHAS DE CONSERVACIÓN**

<b>PROYECTO DE TRAZADO. NUEVO PUENTE DE LA CARRETERA N-110 EN CABEZUELA DEL VALLE</b>	<b>OPERACIÓN</b> Limpieza y reparación de caces  <b>UNIDAD DE MEDIDA</b> Metro lineal (m)
<b>DEFINICIÓN</b>	
Retirada de materiales (especialmente hojas, papeles, plástico, cartones,...) que puedan obstruir el discurrir de las aguas y arreglo de las partes que resulten dañadas	
<b>APLICACIONES</b>	
En las fajas estrechas longitudinales generalmente situadas a borde de calzada y acondicionadas especialmente para recoger y conducir las aguas superficiales	
<b>TÉCNICAS DE EJECUCIÓN</b>	
Barrido enérgico con medios manuales o mecánicos, con posterior carga y transporte del material sobrante al vertedero.  Chorro de agua a presión	
<b>PERSONAL, MAQUINARIA Y MATERIALES</b>	
2 a 4 operarios Barredora. Cisterna de agua a presión.	
<b>SEGUIMIENTO</b>	
De forma regular y periódica, y extraordinaria antes de previsión y después de fuertes lluvias	
<b>OBSERVACIONES</b>	
En las fajas estrechas longitudinales generalmente situadas a borde de calzada y acondicionadas especialmente para recoger y conducir las aguas superficiales	

<b>PROYECTO DE TRAZADO. NUEVO PUENTE DE LA CARRETERA N-110 EN CABEZUELA DEL VALLE</b>	<b>OPERACIÓN</b> Limpieza y reparación de cunetas  <b>UNIDAD DE MEDIDA</b> Metro lineal (m)
<b>DEFINICIÓN</b>	
Retirada de materiales (especialmente hojas, papeles, plástico, cartones,...) que puedan obstruir el discurrir de las aguas y arreglo de las partes que resulten dañadas	
<b>APLICACIONES</b>	
Para devolver su capacidad a las zanjas abiertas en el terreno paralelas a la carretera, de tierra, sembradas o revestidas, que canalizan las aguas de lluvia.	
<b>TÉCNICAS DE EJECUCIÓN</b>	
Retirada manual de materiales depositados, corte de hierbas y arranque de malezas, por medios manuales o mecánicos (tractores, segadores y desbrozadores); perfilado de cunetas de tierra, para mantener su sección y perfil longitudinal, por medios mecánicos (niveladora)	
<b>PERSONAL, MAQUINARIA Y MATERIALES</b>	
2 a 6 operarios Tractores, segadores y desbrozadores. Niveladoras.	
<b>SEGUIMIENTO</b>	
De forma regular y periódica, y extraordinaria antes de previsión y después de fuertes lluvias. Limpieza de malezas una vez al año como mínimo dependiendo del clima	
<b>OBSERVACIONES</b>	
Los medios químicos de limpieza de malezas y hierbas no deben utilizarse debido a la contaminación superficial que producen	

<b>PROYECTO DE TRAZADO. NUEVO PUENTE DE LA CARRETERA N-110 EN CABEZUELA DEL VALLE</b>	<b>OPERACIÓN</b> Formación y construcción de cunetas  <b>UNIDAD DE MEDIDA</b> Metro lineal (m)
<b>DEFINICIÓN</b>	
Retirada de materiales (especialmente hojas, papeles, plástico, cartones,...) que puedan obstruir el discurrir de las aguas y arreglo de las partes que resulten dañadas	
<b>APLICACIONES</b>	
Para asegurar la correcta evacuación de las aguas superficiales de su plataforma	
<b>TÉCNICAS DE EJECUCIÓN</b>	
Nueva construcción de cunetas revestidas, prefabricación o en tierra, bien contiguas al arcén, de coronación o pie de terraplén. Mecánica con una máquina especial	
<b>PERSONAL, MAQUINARIA Y MATERIALES</b>	
2 a 6 operarios Cuneteadoras	
<b>SEGUIMIENTO</b>	
Después de lluvia comprobar el desagüe	
<b>OBSERVACIONES</b>	
Para evitar la erosión excesiva puede o bien realinearse la parte inferior de la cuneta mediante relleno, o bien construir una serie de escalones que eviten la excesiva velocidad del agua.	

<b>PROYECTO DE TRAZADO. NUEVO PUENTE DE LA CARRETERA N-110 EN CABEZUELA DEL VALLE</b>	<b>OPERACIÓN</b> Formación y reparación de sumideros  <b>UNIDAD DE MEDIDA</b> Metro lineal (m)
<b>DEFINICIÓN</b>	
Retirada de materiales (especialmente hojas, papeles, plástico, cartones,...) que puedan obstruir el discurrir de las aguas y arreglo de las partes que resulten dañadas	
<b>APLICACIONES</b>	
En los conductos y canales protegidos por rejillas por donde se suman y evacúan las aguas.	
<b>TÉCNICAS DE EJECUCIÓN</b>	
Extracción de sedimentos o materiales con medios manuales o mecánicos, sustitución de reillas desaparecidas o dañadas, que puedan representar un peligro para el tráfico.	
<b>PERSONAL, MAQUINARIA Y MATERIALES</b>	
2 operarios	
<b>SEGUIMIENTO</b>	
De forma regular o periódica y extraordinaria en épocas de lluvias y tormentas fuertes que produzcan arrastres.	
<b>OBSERVACIONES</b>	
Cuando se reemplacen las rejillas de los sumideros una vez limpiados, hay que prestar especial atención a su colocación, evitando invertirlas o colocarlas en posiciones no previstas en su construcción.	

<b>PROYECTO DE TRAZADO. NUEVO PUENTE DE LA CARRETERA N-110 EN CABEZUELA DEL VALLE</b>	<b>OPERACIÓN</b> Limpieza de OTDLs  <b>UNIDAD DE MEDIDA</b> Metro lineal (m)
<b>DEFINICIÓN</b>	
Retirada de todo tipo de materiales que puedan obstruir el discurrir de las aguas tales como sedimentos, depósito, animales, etc.	
<b>APLICACIONES</b>	
En tubos de sección circular contruidos para desaguar pequeños caudales de agua	
<b>TÉCNICAS DE EJECUCIÓN</b>	
La retirada de materiales puede realizarse manual o mecánicamente mediante agua a presión. En el caso de las tuberías en las que se haya producido una obturación por hielo o nieve puede utilizarse una mezcla de cloruro cálcico y sódico para su regulación	
<b>PERSONAL, MAQUINARIA Y MATERIALES</b>	
2 a 4 operarios Cisterna con chorro de agua a presión	
<b>SEGUIMIENTO</b>	
De forma regular o periódica y extraordinaria en despúes de fuertes lluvias, nevadas o heladas. Al menos una vez al año como mínimo	
<b>OBSERVACIONES</b>	

<b>PROYECTO DE TRAZADO. NUEVO PUENTE DE LA CARRETERA N-110 EN CABEZUELA DEL VALLE</b>	<b>OPERACIÓN</b> Reparación de drenaje transversal  <b>UNIDAD DE MEDIDA</b> Metro lineal (m)
<b>DEFINICIÓN</b>	
Reparación de las partes que resulten dañadas por los asientos, roturas o desplazamientos	
<b>APLICACIONES</b>	
En obras de desagüe, transversales a la plataforma	
<b>TÉCNICAS DE EJECUCIÓN</b>	
Dada la magnitud de esta operación que desborda el campo de la conservacion, se recomienda seguir la Norma 5.2-IC "Drenaje Superficial", en lo relativo a su apartado 6.2, Construcción y Conservación	
<b>PERSONAL, MAQUINARIA Y MATERIALES</b>	
Variable	
<b>SEGUIMIENTO</b>	
De forma regular o al menos, una vez al año después del invierno	
<b>OBSERVACIONES</b>	

<b>PROYECTO DE TRAZADO. NUEVO PUENTE DE LA CARRETERA N-110 EN CABEZUELA DEL VALLE</b>	<b>OPERACIÓN</b> Limpieza y reparación de bermas  <b>UNIDAD DE MEDIDA</b> Metro lineal (m)
<b>DEFINICIÓN</b>	
Mantenimiento de las bermas para que cumplan sus funciones específicas	
<b>APLICACIONES</b>	
En las zonas longitudinales de carreteras y autovías, comprendidas entre el borde exterior del arcén pavimentado y la cuneta o terraplén, y utilizadas eventualmente para señalización, iluminación, balizamiento, comunicaciones, barreras de seguridad, etc.	
<b>TÉCNICAS DE EJECUCIÓN</b>	
Reposición y reperfilado Eliminación de desprendimientos y materiales depositados o de desecho.	
<b>PERSONAL, MAQUINARIA Y MATERIALES</b>	
2 a 6 operarios	
<b>SEGUIMIENTO</b>	
De forma regular y periodica	
<b>OBSERVACIONES</b>	
En general, no deben drenar sobre la calzada. Se recomienda sembrarlas si el clima es suficientemente húmedo.	

<b>PROYECTO DE TRAZADO. NUEVO PUENTE DE LA CARRETERA N-110 EN CABEZUELA DEL VALLE</b>	<b>OPERACIÓN</b> Limpieza y reparación de desagües  <b>UNIDAD DE MEDIDA</b> Metro lineal (m)
<b>DEFINICIÓN</b>	
Restitucion de la capacidad de desagüe	
<b>APLICACIONES</b>	
En las canaletas pavimentadas y en tubos que llevan una corriente rápida de agua desde un dren o cuneta colectora hasta los puntos de descarga, las cunetas laterales o un curso de agua natural.	
<b>TÉCNICAS DE EJECUCIÓN</b>	
Sistemas mecánicos de agua y aire a presión Manualmente con herramienta adecuada	
<b>PERSONAL, MAQUINARIA Y MATERIALES</b>	
2 operarios	
<b>SEGUIMIENTO</b>	
De forma regular y periodica y extraordinaria después de fuertes lluvias	
<b>OBSERVACIONES</b>	
Las bocas de desagüe deberían de disponer de un dispositivo de cierra para evitar su obstrucción por materiales o animales	

<p>PROYECTO DE TRAZADO. NUEVO PUENTE DE LA CARRETERA N-110 EN CABEZUELA DEL VALLE</p>	<p><b>OPERACIÓN</b> Protección de cunetas y cursos de agua</p> <p><b>UNIDAD DE MEDIDA</b> Metro lineal (m)</p>
<p><b>DEFINICIÓN</b></p>	
<p>Actuaciones tendentes a reducir la erosión de la plataforma y elementos de la carretera, y a canalizar las aguas</p>	
<p><b>APLICACIONES</b></p>	
<p>Los cauces naturales alterados por la construcción de la carretera o artificiales como elementos funcionales de la misma</p>	
<p><b>TÉCNICAS DE EJECUCIÓN</b></p>	
<p>Bajantes escalonadas, recubrimientos con encachados de piedras Construcción, revestimiento y ampliación de cunetas, bajantes, recubrimientos, encachados, caces, bordillos, sumideros, etc.</p>	
<p><b>PERSONAL, MAQUINARIA Y MATERIALES</b></p>	
<p>Variable</p>	
<p><b>SEGUIMIENTO</b></p>	
<p>Observación de la erosión Nivel máximo de agua</p>	
<p><b>OBSERVACIONES</b></p>	
<p>Los cauces naturales deben conservarse limpios de basura, vertidos de material y otros materiales y mantener una sección adecuada para el flujo del agua.</p>	

<p>PROYECTO DE TRAZADO. NUEVO PUENTE DE LA CARRETERA N-110 EN CABEZUELA DEL VALLE</p>	<p><b>OPERACIÓN</b> Limpieza de arquetas y pozos de registro</p> <p><b>UNIDAD DE MEDIDA</b> Unidad de obra</p>
<p><b>DEFINICIÓN</b></p>	
<p>Eliminación de sedimentos y obstrucciones.</p>	
<p><b>APLICACIONES</b></p>	
<p>En obras de fábrica intercaladas en puntos adecuados de un sistema de drenaje, para decantación, registro y limpieza. Revisión, conservación y reparación de elementos subterráneos</p>	
<p><b>TÉCNICAS DE EJECUCIÓN</b></p>	
<p>Aspiración por vacío o extracción hidráulica, mecánica o manual de sedimentos y arrastres; transporte a vertedero.</p>	
<p><b>PERSONAL, MAQUINARIA Y MATERIALES</b></p>	
<p>Variable</p>	
<p><b>SEGUIMIENTO</b></p>	
<p>De forma regular y periódica, y extraordinaria después de fuertes lluvias. Una vez al año como mínimo</p>	
<p><b>OBSERVACIONES</b></p>	
<p>Si una arqueta o pozo de registro se llenan con sedimentos pierden su efectividad de cara a su función limpiadora, lo que puede afectar al conjunto del sistema de drenaje</p>	

<p><b>PROYECTO DE TRAZADO. NUEVO PUENTE DE LA CARRETERA N-110 EN CABEZUELA DEL VALLE</b></p>	<p><b>OPERACIÓN</b> Limpieza y reparación de drenes subt</p> <p><b>UNIDAD DE MEDIDA</b> Metro lineal</p>
<p><b>DEFINICIÓN</b></p>	
<p>Restitución de la capacidad de captación y desagüe de drenes subterráneos</p>	
<p><b>APLICACIONES</b></p>	
<p>Cuando los drenes evidencien un fundicionamiento incorrecto, que puede ser debido a obstrucciones, colmatación de la capa filtrante o roturas.</p>	
<p><b>TÉCNICAS DE EJECUCIÓN</b></p>	
<p>Eliminación de las bostrucciones o colmataciones mediante aire comprimido o agua a presión a través de las arquetas de registro o pozos abiertos al efecto en caso necesario. Cuando existan roturas u obstrucciones no solucionables por aire o agua a presión, deberá descubrirse la avería y repararla restituyendo los materiales precisos</p>	
<p><b>PERSONAL, MAQUINARIA Y MATERIALES</b></p>	
<p>3 operarios. Bombas a presión, y equipos giratorias de desastacar. Tanques de agua Productos químicos y herbicidas en caso de presencia de raíces dentro de los drenes.</p>	
<p><b>SEGUIMIENTO</b></p>	
<p>Periódicamente y fundamentalmente tras las épocas de lluvias, debe comprobarse si el</p>	
<p><b>OBSERVACIONES</b></p>	
<p>Si una arqueta o pozo de registro se llenan con sedimentos pierden su efectividad de cara a su función limpiadoa, lo que puede afectar al conjunto del sistema de drenaje</p>	