



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante



ESTUDIO HIDRÁULICO PARA LA  
DETERMINACIÓN DE ZONAS INUNDABLES Y  
ANÁLISIS VALORADO DE SOLUCIONES DE PROTECCIÓN  
EN EL MUNICIPIO DE BALMASEDA, VIZCAYA,  
COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

*TRABAJO FIN DE GRADO*

*TITULACIÓN:* Grado en Ingeniería Civil

*AUTOR:* Pérez Pérez-Olaya, Natalia

*TUTOR:* Sandoval Soriano, José Carlos

*Alicante, Junio de 2015*



## INDICE

1	INTRODUCCIÓN .....	4
1.1	OBJETIVO .....	4
1.2	PROBLEMÁTICA EXISTENTE .....	5
1.3	SOLUCIONES DE PROTECCIÓN .....	5
2	DETERMINACIÓN DE ZONAS INUNDABLES.....	7
2.1	TOPOGRAFÍA. MODELO DIGITAL DEL TERRENO.....	9
2.2	HIDROLOGÍA .....	11
2.3	DESCRIPCIÓN DEL MODELO HIDRÁULICO .....	13
2.3.1	Aspectos generales .....	13
2.3.2	Simulación de puentes .....	17
2.3.3	Simulación de coberturas .....	23
2.3.4	Parámetros de cálculo .....	28
2.3.5	Resultados.....	31
2.4	DELIMITACIÓN DE ZONAS INUNDABLES .....	32
3	DIAGNÓSTICO DE LA INUNDABILIDAD .....	35
3.1	PRINCIPALES OBSTRUCCIONES Y DESBORDAMIENTOS.....	35
3.2	PERIODO DE RETORNO DE PROTECCIÓN.....	40
4	SOLUCIONES ESTRUCTURALES DE PROTECCIÓN .....	42
4.1	DEFINICIÓN DE FASES.....	43
4.2	PROPUESTA DE ALTERNATIVAS .....	46
4.2.1	Fase 1. Nocedal y Casco Histórico.....	46
4.2.2	Fase 2. Encartaciones .....	72
4.3	RESUMEN DE FASES Y ALTERNATIVAS .....	88
4.3.1	Propuesta de medidas.....	88
4.3.2	Valoración económica.....	88
4.3.3	Análisis ambiental.....	89
4.3.4	Elección de la solución óptima.....	89



---

5	CONSIDERACIONES .....	90
6	REFERENCIAS .....	92

## APÉNDICE I. RESULTADOS INUNDABILIDAD

### I.1. RESULTADOS MODELO HEC-RAS

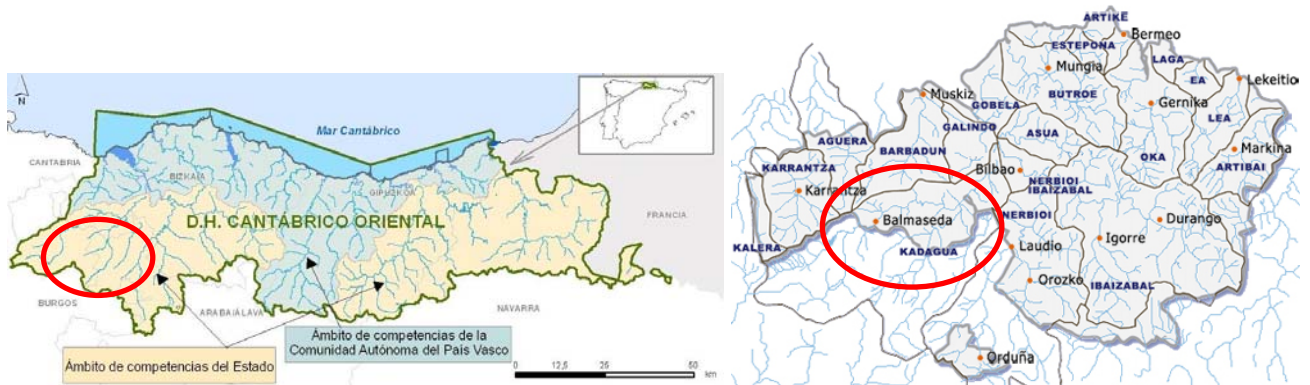
### I.2. RESULTADOS GRÁFICOS

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 OBJETIVO

Es objeto de este estudio la determinación de las zonas inundables que provoca el río Cadagua a su paso por el municipio de Balmaseda, en la provincia de Vizcaya, y el análisis de medidas estructurales de protección que disminuyan la inundabilidad y por ende el daño causado por ésta.

El tramo de estudio del río Cadagua cuenta con unos 2500 metros de longitud, dentro de la unidad hidrológica Ibaizabal, en la demarcación del Cantábrico Oriental. En la confección del modelo hidráulico se consideran también sus dos aportaciones por la margen izquierda, el río Koltiza y el arroyo del Acebo.



Río Cadagua en Balmaseda

## 1.2 PROBLEMÁTICA EXISTENTE

La principal causa de inundación es la falta de capacidad del cauce principal y de las llanuras de inundación, debida a la presión urbanística sobre el río. El cauce se encuentra por lo general canalizado, llegando las propias viviendas a formar el frente fluvial. La cota de los sótanos de dichos edificios queda por debajo de la cota de coronación de los muros de ribera de la margen contraria, de manera que es difícil evitar su inundación. Se intentará en la medida de lo posible reducir la cota de lámina y aumentar la capacidad del río a su paso por Balmaseda.

En el núcleo urbano, el puente Viejo o puente de La Muza es patrimonio histórico y está muy ligado al río Cadagua. Se trata de un puente de piedra medieval con tres ojos, el central de gran envergadura en comparación con los laterales. Bajo uno de los vanos existe un camino de tierra. El cauce en las inmediaciones del puente reduce su ancho y aumenta su calado.

A lo largo del río existen varios azudes. Se ha comprobado que el azud situado junto a talleres Fabio se encuentra saturado y que la carga de sedimentos es importante, pues obliga a limpiar periódicamente un canal de derivación de un antiguo aprovechamiento hidráulico.

El río Cadagua en Balmaseda comienza a desbordar para un periodo de retorno inferior a 10 años, causando daños. La anegación de la llanura de inundación se produce de forma generalizada para un periodo de retorno de 500 años.

En 2.012 se realizó un Plan de Encauzamiento en el río Cadagua, en Balmaseda, por encargo del propio Ayuntamiento. En él se contemplaban varias actuaciones para reducir los riesgos de inundación, además de un Plan de Actuación Local para prevenir y mitigar el riesgo y reducir los posibles daños a bienes y personas en una situación de avenida extraordinaria, conscientes de la imposibilidad de eliminar todo el riesgo de inundación en el municipio.

## 1.3 SOLUCIONES DE PROTECCIÓN

Tras la determinación de las zonas inundables y de su diagnóstico, caracterizando el mecanismo de la inundación, identificando puntos de desbordamiento, principales obstáculos, vías de flujo preferente, etc., se plantearán soluciones de protección encaminadas a reducir los efectos de la inundación.

Como criterio general y con el objetivo, por un lado, de reducir el impacto global de la solución en el ecosistema, y por otro, de adoptar las medidas más eficientes desde el punto de vista económico, una vez establecido el periodo de retorno de protección, se incorporan progresivamente actuaciones desde las menos agresivas (eliminación de obstáculos y protecciones de borde) a las que suponen un mayor impacto ambiental y coste económico (incremento de la capacidad hidráulica). En la medida de lo posible se acudirá a diseños ambientalmente compatibles y se actuará de manera selectiva en el espacio para garantizar que se alcanza el nivel de protección requerido con la menor intervención posible.



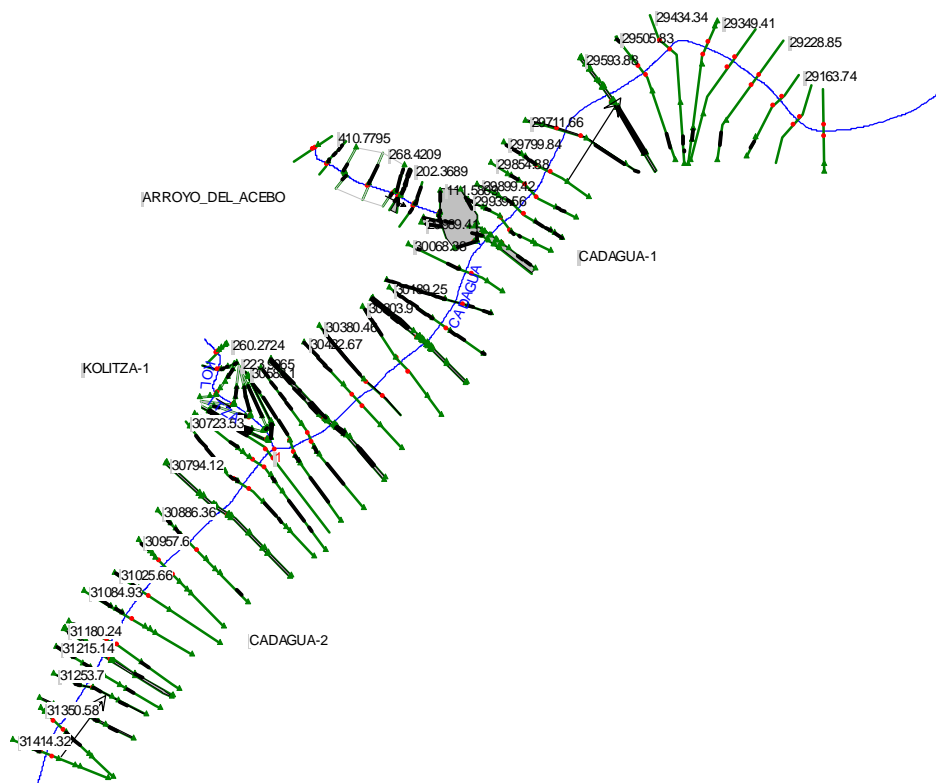
La elección de las medidas finales a adoptar irá precedida de un análisis multicriterio, incluyendo la estimación del coste económico, la determinación del impacto ambiental asociado y su integración urbanística.

## 2 DETERMINACIÓN DE ZONAS INUNDABLES

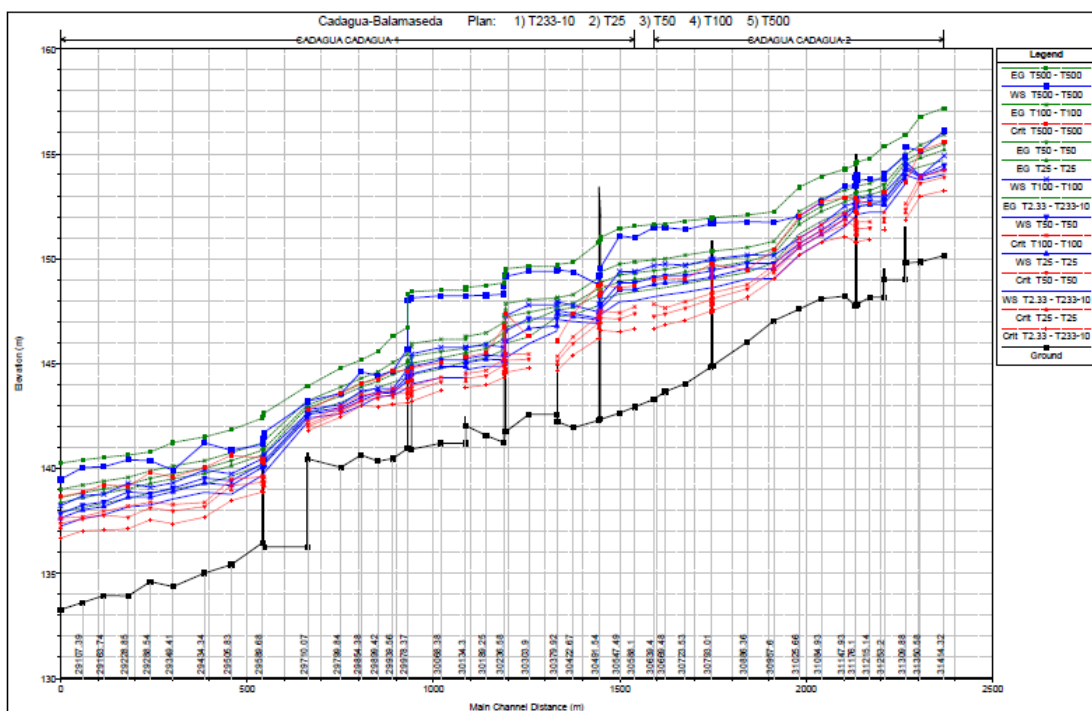
La obtención de la cota de lámina en avenida del tramo a estudiar, a partir de su geometría y de los caudales de diseño adoptados, requiere del empleo de simulación hidráulica. En general, la hipótesis de flujo unidimensional y estacionario es adecuada para definir su comportamiento hidráulico. De entre los distintos modelos matemáticos aplicables, se ha utilizado por su contrastada robustez la versión 4.1 del software HEC-RAS desarrollado por el Hydrologic Engineering Center para el U.S. Army Corp of Engineers. Este software permite simular flujos unidimensionales en régimen permanente gradualmente variado a partir de la ecuación de conservación de la energía. Además, es capaz de incorporar diversos tipos de estructuras (puentes, coberturas, vertederos con compuerta, azudes, caños, etc...) resolviendo el flujo a través de ellas con formulaciones particularizadas

La elaboración del modelo hidráulico comprende los siguientes pasos:

- Definición de la geometría de cauce y llanuras de inundación mediante perfiles transversales dispuestos de manera perpendicular a las líneas de corriente, con una separación típica de 50 m en zona urbana y de 100 m en zona rural.
- Definición de la geometría de las estructuras como obstrucciones a la sección de flujo. – Incorporación de elementos especiales: obstrucciones, zonas inefectivas y motas.
- Determinación de los coeficientes de rugosidad de Manning, obtenidos en el cauce a partir de su naturaleza y propiedades morfológicas mediante la formulación de Cowan (se ha diferenciado el lecho de las márgenes vegetadas), y en las llanuras de inundación en función de los usos del suelo.
- Adopción de coeficientes de contracción y expansión entre secciones y de desagüe en estructuras coherentes con las recomendaciones del HEC.
- Elección del método de cálculo de estructuras más indicado para cada caudal de tránsito. – Incorporación de los caudales de diseño como valores constantes por tramo.
- Elección de la condición de contorno aguas abajo. Se ha adoptado la formación del régimen permanente con pendiente de la línea de energía igual a la longitudinal del lecho y a una distancia del final del tramo en estudio suficiente como para poder despreciar su influencia.

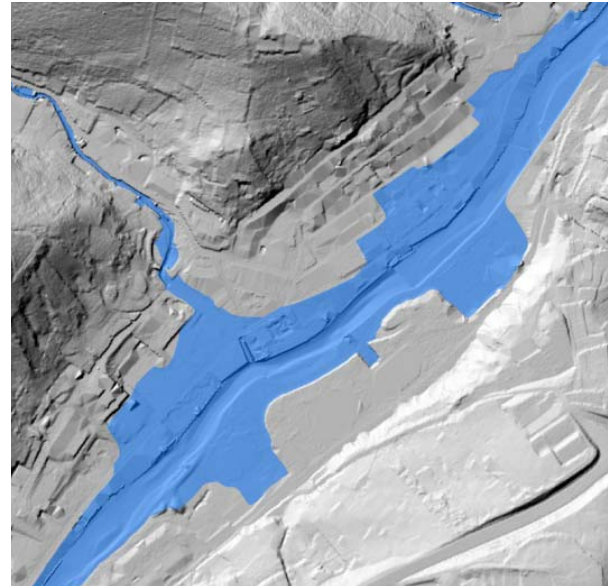
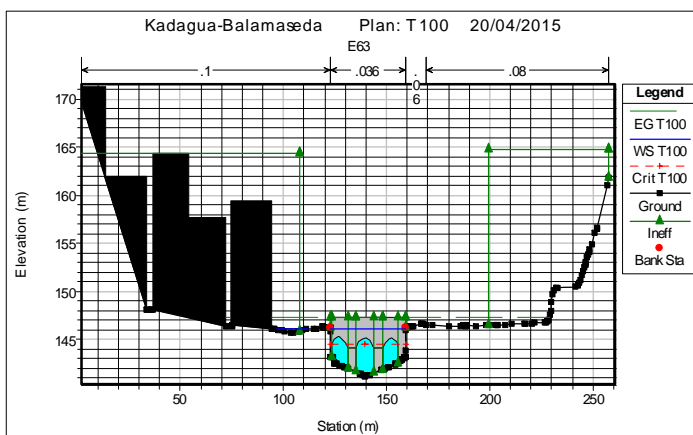
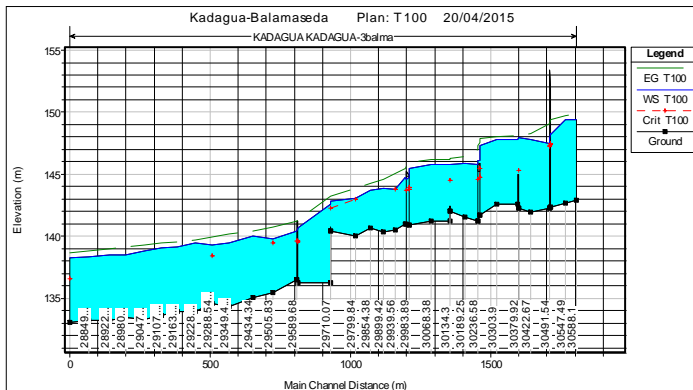


Geometría en planta introducida en HEC-RAS



Perfil longitudinal





Resultados del cálculo con HEC-RAS en Balmaseda

– Finalizado el cálculo hidráulico y a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) disponible, se han trasladado los resultados al espacio, resultando la delimitación de las zonas inundables y las distribuciones de calado y velocidad asociadas. Se ha efectuado además un ajuste de detalle de las zonas inundables obtenidas mediante la interpretación de toda la información cartográfica y fotográfica disponible.

En el Apéndice I. RESULTADOS INUNDABILIDAD, se adjuntan los resultados del modelo hidráulico confeccionado (perfiles longitudinales y transversales, junto con los valores de las principales variables hidráulicas implicadas en el cálculo), así como los mapas de inundación con indicación de la distribución de calados, para cada periodo de retorno analizado.

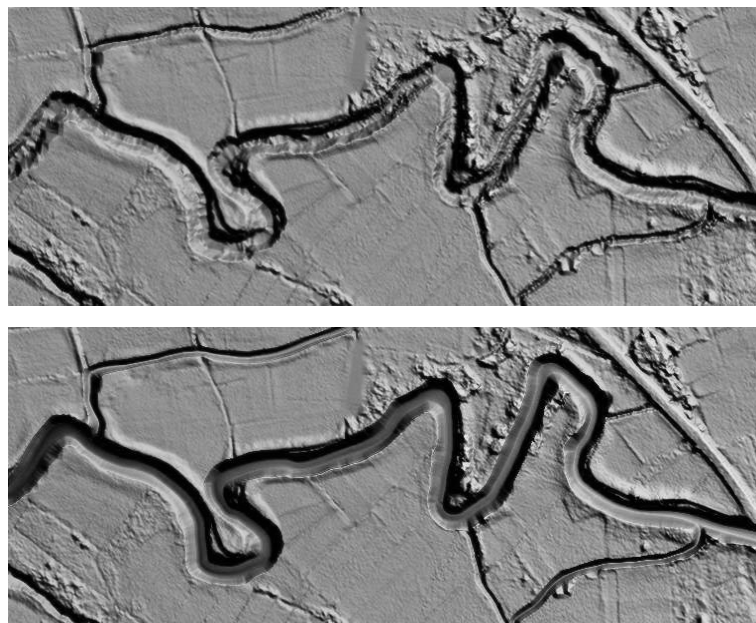
## 2.1 TOPOGRAFÍA. MODELO DIGITAL DEL TERRENO

En el año 2008 y mediante la aplicación de técnicas LIDAR, la Dirección de Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco obtuvo para toda la comunidad autónoma, CAPV, un Modelo Digital del Terreno con tamaño de malla de 1 m y precisión en Z de 15 cm, referido al sistema de

referencia ETRS89 y con cotas ortométricas traducidas al geoide EGM08\_RED NAP. Asimismo, confeccionó el denominado Modelo Digital de Estudios Hidráulicos (MDEH), que incluye además del terreno la definición de edificios y estribos de estructuras.

La información topográfica anterior supone un cambio substancial respecto a la manejada hasta la fecha, fundamentalmente basada en el levantamiento de perfiles transversales del cauce y entre ellos en cartografía mayoritariamente 1:5000. La extensión de la zona inundable y los calados asociados pueden ahora calcularse con mayor precisión. Sin embargo, del análisis preliminar de los modelos digitales se apreció una deficiente definición del cauce, debido a que el láser utilizado en el LIDAR no es capaz de atravesar el agua, mientras que la caracterización de las márgenes del cauce era mejorable, sobre todo donde la vegetación de ribera era abundante. Como la mayoría de los ríos de la vertiente cantábrica de la CAPV presentan caudales permanentes, con calados importantes en muchos tramos, y como además cuentan con un bosque de ribera bien desarrollado, la información generada por el LIDAR no resulta suficiente por sí misma para abordar estudios de peligrosidad por avenida, pues la capacidad de desagüe del cauce se ve significativamente alterada por las imprecisiones en su definición.

Conocida esta carencia, la Agencia Vasca del Agua decidió abordar trabajos batimétricos consistentes en la obtención del lecho y márgenes del cauce en un número elevado de secciones transversales a lo largo de los cursos fluviales a analizar, con una separación tal que permitiera su interpolación. A partir de esta información se generó un modelo de elevaciones para el cauce y zonas aledañas que se combinó con el MDEH original para obtener un producto final que pudiera proporcionar la información geométrica de partida para las simulaciones hidráulicas.

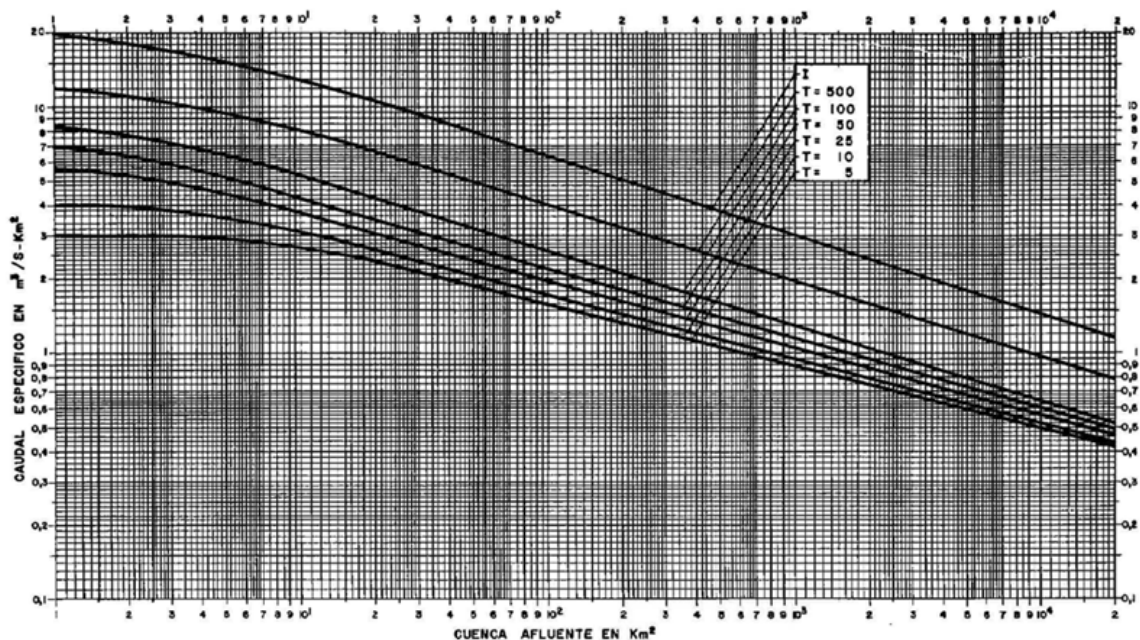


*Ejemplo de MDEH con batimetría original (arriba) y revisada (abajo)*

El MDT empleado en el presente estudio, se ha extraído del Servicio de Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) de Euskadi, GEOEUSKADI, así como el resto de información espacial: ortofotos, rasters de cartografía a escala 1:25.000, etc.)

## 2.2 HIDROLOGÍA

En la estimación de caudales a introducir al modelo hidráulico, se ha recurrido al empleo del ábaco vigente en el Plan Hidrológico Norte III, aprobado por la Confederación Hidrográfica del Norte para el cálculo de caudales en las cuencas de su competencia. Con carácter general, se le atribuye buena estimación para cuencas de superficie menor a 10 km<sup>2</sup>.



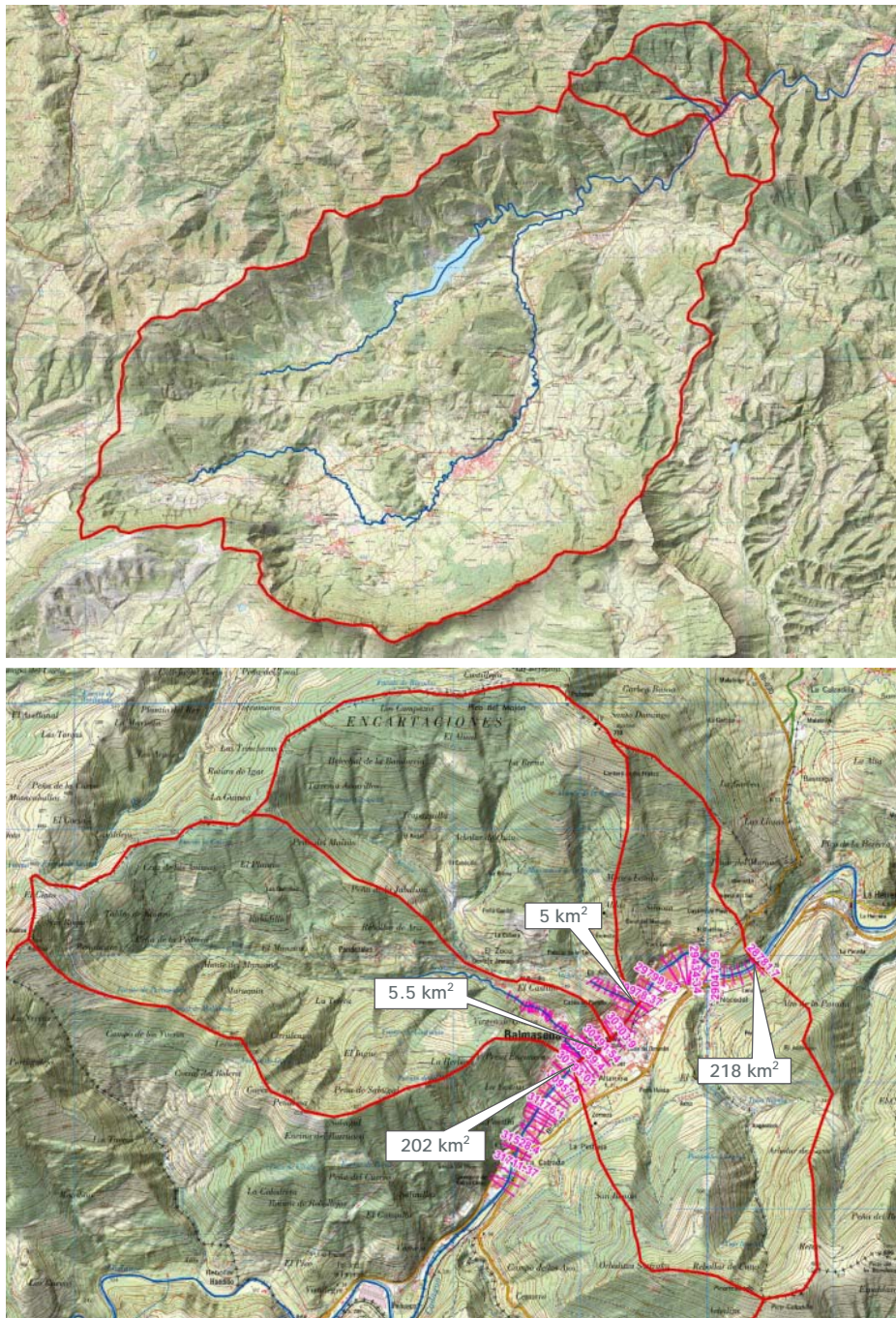
CAUDALES ESPECÍFICOS DE AVENIDAS EN  
FUNCION DE LA CUENCA AFLUENTE Y DEL  
PERIODO DE RETORNO T.  
I. AVENIDA MÁXIMA PROBABLE

Al tratarse de una simulación en régimen permanente, como criterio conservador, se asociará al inicio del tramo el caudal calculado al final del mismo.

En el caso de los afluentes al río principal en el tramo próximo a su confluencia, se ha adoptado la condición de simultaneidad del periodo de retorno de la avenida en todos los cursos fluviales.

De este modo, los caudales introducidos en el modelo hidráulico, se resumen en la tabla siguiente:

CAUCE	PK	ÁREA (km <sup>2</sup> )	T2.33	T10	T25	T50	T100	T500
CADAGUA	31+852	218	262	294	327	364	424	654
CADAGUA	30+588	202	274	308	343	381	444	684
KOLITZA	0+843	5.5	13	19	23	27	34	50
ACEBO	0+411	5	12	17	22	26	31	46



*Delimitación de cuencas hidrográficas*

La delimitación de las cuencas hidrográficas se ha realizado sobre la cartografía a escala 1:25.000 disponible en la plataforma GeoEuskadi, apoyándose en el ámbito de la zona de estudio y con el objeto de cerrar las cuencas en zonas de indefinición, del Modelo Digital del Terreno (MDT) anteriormente descrito.

## 2.3 DESCRIPCIÓN DEL MODELO HIDRÁULICO

Aquí se describen los criterios adoptados en la elaboración del modelo hidráulico 1D en régimen permanente mediante el software HEC-RAS y su aplicación para Sistemas de Información Geográfica ArcMap, GeoRAS.

### 2.3.1 Aspectos generales

#### 2.3.1.1 Tipo de Flujo

Como ya se ha descrito, se ha empleado el modelo HEC-RAS en régimen permanente gradualmente variado. Para evitar las inestabilidades del flujo propias de la ocurrencia del régimen rápido, sobre todo en las proximidades de estructuras, se ejecuta el modelo en régimen lento.

#### 2.3.1.2 Caudales

Se han introducido al modelo los caudales estimados mediante el ábaco del PHNIII, tal y como se ha descrito en el apartado 2.2. HIDROLOGÍA:

CAUCE	PK	ÁREA (km <sup>2</sup> )	T2.33	T10	T25	T50	T100	T500
CADAGUA	31+852	218	262	294	327	364	424	654
CADAGUA	30+588	202	274	308	343	381	444	684
KOLITZA	0+843	5.5	13	19	23	27	34	50
ACEBO	0+411	5	12	17	22	26	31	46

#### 2.3.1.3 Secciones de cálculo e interpolación

Su localización responde a la necesidad de caracterizar de manera adecuada el flujo en un modelo 1D, y en este sentido, las secciones se ubican de manera que engloben toda la zona anegada y permitan establecer el efecto tanto de estrechamientos y ensanchamientos naturales y artificiales como de estructuras: puentes y azudes.

Su separación es de 50 m en zona urbana y de 100 m en zona rural. Esta separación cumple con los criterios típicos establecidos por el HEC y otras instituciones, si bien se ha valorado la incorporación de algunas secciones intermedias a partir del MDT disponible.

En cualquier caso, durante la simulación hidráulica es normal que se produzcan cambios bruscos de velocidad o de sección mojada que aconsejen separaciones más pequeñas para conseguir que el cálculo de las pérdidas de carga sea correcto (al respecto se originan warnings asociados a cada cálculo). Esto puede lograrse mediante la opción de interpolación automática de secciones, estableciendo una separación máxima de entre 10 y 20 m, si bien se recomienda revisar la geometría resultante y añadir líneas de interpolación entre secciones si esta no es satisfactoria.

#### 2.3.1.4 Condiciones de contorno

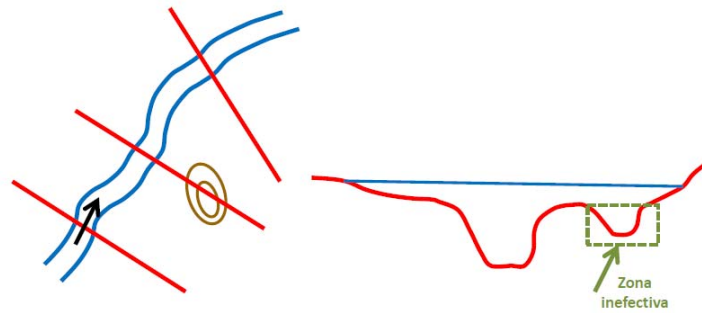
La condición de contorno aguas abajo se ha situado unos 300-500 m fuera del ámbito de análisis para evitar que su elección tenga influencia en los resultados. Se ha adoptado como condición de contorno la formación del régimen permanente para lo que ha sido necesario especificar la pendiente longitudinal de la línea de energía, asimilable, a falta de otros datos, a la geometría del fondo. En cualquier caso se comprueba mediante un análisis de sensibilidad que la condición de contorno elegida no afecta a los resultados obtenidos.

La pendiente longitudinal introducida aguas abajo del tramo es de 0.0049 m/m

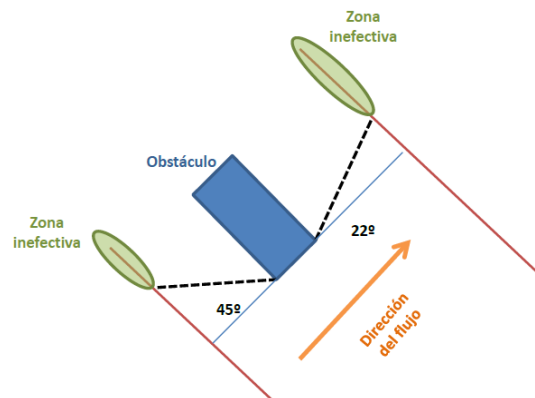
#### 2.3.1.5 Elementos singulares

Para la correcta caracterización del flujo, además de disponer de la geometría de las secciones de cálculo, se pueden establecer las siguientes características:

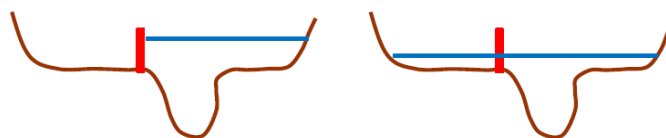
- **Delimitadores de cauce:** permiten diferenciar la distancia recorrida por las líneas de corriente y la rugosidad en margen izquierda, cauce y margen derecha. Se colocan inicialmente en las cabezas de talud del cauce (criterio geométrico) y se revisarán posteriormente de manera que coincidan con la sección mojada para un periodo de retorno de 2,33 años, asimilable a la Máxima Crecida Ordinaria.
- **Zonas inefectivas:** representan partes de la sección que no pueden contribuir al flujo pero que pueden almacenar agua. Se generan típicamente por obstrucciones situadas aguas abajo como zonas edificadas, puentes o terraplenes, pero también pueden asociarse a depresiones del terreno a través de las cuáles no circule agua.



Se colocan aguas arriba y aguas abajo de las principales obstrucciones según ángulos de contracción y expansión de 45 y 22° respectivamente y en las depresiones más significativas según análisis detallado de la topografía.



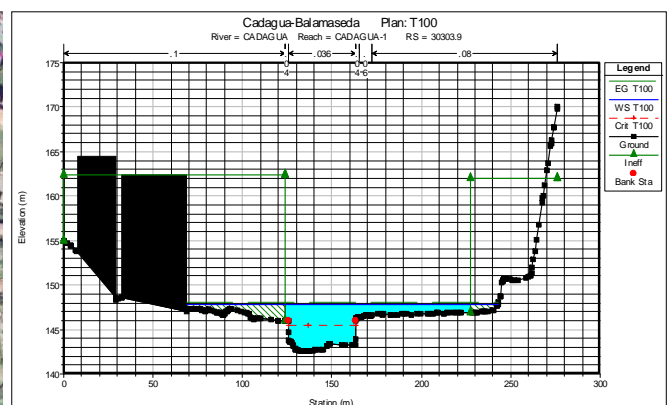
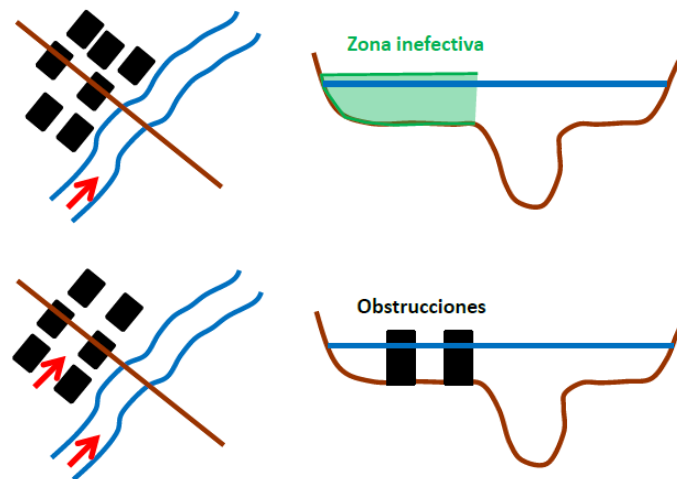
- **Motas (levees):** representan protecciones laterales (muros o terraplenes) cuya cota de coronación supera a la de la llanura de inundación adyacente y que sirven para contener la avenida en el cauce. En tanto no se rebasen, el agua no puede circular por la margen, pero al hacerlo, el flujo a través de la llanura se produce como si no existiera dicha protección.



A la hora de establecer levees es importante verificar la posibilidad de que efectivamente exista flujo por la llanura de inundación una vez rebasada la protección lateral. Esto no ocurrirá si aguas abajo el agua no puede retornar al cauce y queda retenida. En tal caso, la parte de la sección situada por debajo de la cota mínima de salida del flujo aguas abajo debe considerarse como inefectiva.

Por otro lado, es usual que la superación de un levee en una sección reduzca localmente la lámina de agua e impida que aguas arriba o aguas abajo la misma protección se supere, lo que impediría la existencia de un flujo continuo por la llanura de inundación. Para evitar este aspecto, es preferible colocar la cota de los levees en un tramo de manera que todos se superen de manera simultánea.

- **Obstrucciones:** representan zonas de la sección en las que tanto el flujo de agua como su almacenamiento están impedidos. A diferencia de las zonas inefectivas, las obstrucciones añaden rozamiento en sus límites laterales, lo que las hace más idóneas para representar edificios. En cualquier caso, si las edificaciones pertenecen a una trama urbana compacta es preferible establecer dicha zona (edificios + calles) como inefectiva a no ser que existiera alguna dirección de flujo (calle) preferente.



Edificaciones como obstrucción en el río Cadagua, P.K. 30+304



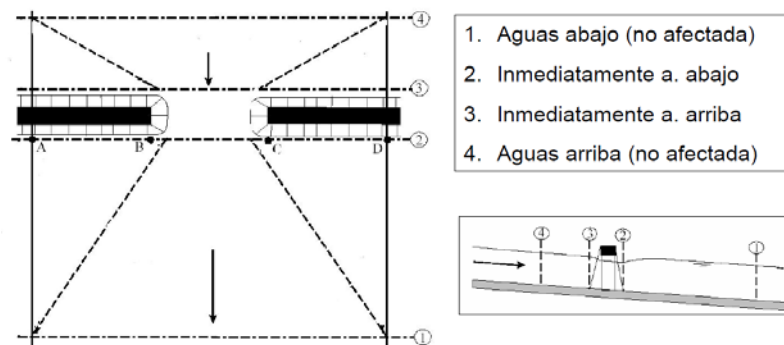
### 2.3.1.6 Confluencias

Para la simulación de las confluencias de ríos se ha utilizado el método de la energía que es el válido para régimen lento y para situaciones en las que en el ángulo de incidencia de los afluentes no tiene efecto sobre las cotas de lámina alcanzadas.

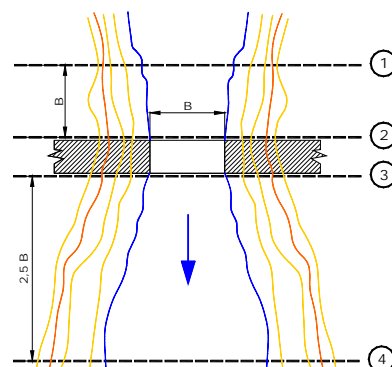
### 2.3.2 Simulación de puentes

#### 2.3.2.1 Secciones características

La correcta simulación de los puentes comienza con una adecuada ubicación de las secciones aguas arriba y aguas abajo de la estructura. Como regla general y siguiendo las recomendaciones del Hydrologic Engineering Center, si se pretende modelizar con rigor el efecto de la contracción y expansión del flujo, se deben establecer 4 secciones por estructura de la forma:



Donde la sección 1 se sitúa a una distancia del puente igual a la anchura obstruida por el terraplén a cada lado, mientras que la sección 4 lo hace a 2,5 veces dicha longitud. Al desconocerse a priori la anchura realmente obstruida para cada caudal de paso, es preferible situar dichas secciones a una distancia  $B$  y  $2,5 B$  siendo  $B$  la anchura libre de la estructura,



Si bien esto no siempre es posible dada la proximidad de estructuras o la necesidad de calcular las cotas de inundación en determinados puntos sensibles. En cualquier caso, para validar el empleo de

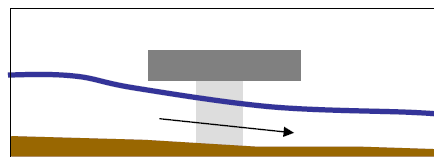
los coeficientes de contracción y expansión usualmente empleados para puentes y tener en cuenta el efecto de la obstrucción sobre la dirección de las líneas de corriente, se **deben establecer zonas inefectivas en las secciones aguas arriba y aguas abajo considerando un ángulo de contracción de  $45^\circ$  y otro de expansión de  $22^\circ$ .**

### 2.3.2.2 Métodos de cálculo

El método elegido para la resolución hidráulica depende del tipo de flujo y de la semejanza del puente con los ensayos que sustentan los coeficientes de ajuste de los distintos métodos, pudiéndose distinguir entre:

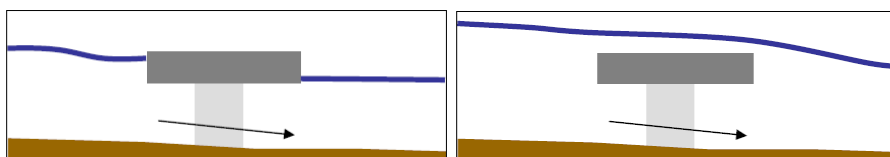
Caudales bajos (no se llega a tocar tablero):

- Método de la energía
- Cantidad de movimiento
- Ecuación de Yarnell
- Método del FHWA WSPRO



Caudales altos (se toca tablero e incluso se rebosa):

- Método de la energía.
- Flujo en presión y vertedero.



Para la elección del método más apropiado en cada caso, se han seguido las siguientes recomendaciones generales del Hydrologic Engineering Institute:

– Caudales bajos:

- Si las pilas suponen una pequeña obstrucción o no existen, se utilizará el método de la energía, cantidad de movimiento o WSPRO preferentemente.

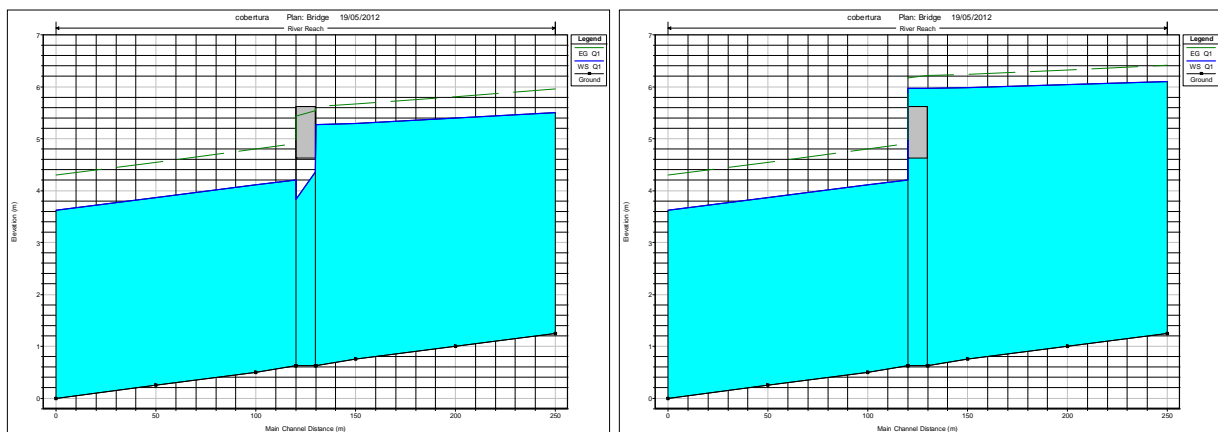
- Si las pilas suponen una fricción elevada se utilizará el método de la cantidad de movimiento o el de Yarnell, este último sólo es aplicable en régimen lento.
  - Si se producen calados críticos en la proximidad del puente o el régimen es rápido se utilizará el método de la cantidad de movimiento o el de la energía.
- Caudales altos:
- Para obstrucciones pequeñas es recomendable el método de la energía.
  - Para obstrucciones importantes es recomendable utilizar flujo a presión y vertedero.
  - Para sumergencias importantes es recomendable el método de la energía.

Teniendo en cuenta lo anterior y con el objetivo de homogeneizar los cálculos, en el caso de caudales bajos se utiliza el método de la energía. Sólo cuando existan pilas se ha activado también el método de la cantidad de movimiento, escogiéndose el coeficiente de arrastre según las siguientes recomendaciones del HEC:

Pila	$C_d$
Circular	1.20
Alargada con extremos circulares	1.33
Elíptica (2:1)	0.60
Elíptica (4:1)	0.32
Elíptica (8:1)	0.29
Rectangular	2.00
Extremo triangular (30 °)	1.00
Extremo triangular (60 °)	1.39
Extremo triangular (90 °)	1.60
Extremo triangular (120 °)	1.72

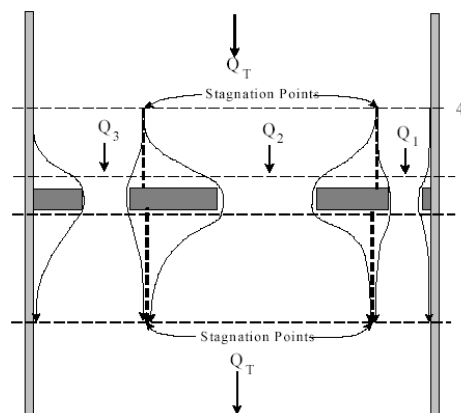
En estos casos se habilita también la opción que incorpora el programa para escoger la metodología que conduzca a la mayor cota de energía aguas arriba, quedando así los cálculos del lado de la seguridad.

En lo que respecta a los caudales altos, por lo general las estructuras presentes en los cauces constituyen una obstrucción importante, sumergiéndose sólo parcialmente, por lo que a fin de homogeneizar el cálculo se utiliza el método de vertedero+orificio. Sin embargo, se ha comprobado que la utilización de este algoritmo puede inducir en ocasiones a un rebosamiento ficticio de la estructura cuando el vano entra en carga por lo que se ha verificado previamente que este rebosamiento se produce mediante el empleo del método de la energía. A continuación se presenta un ejemplo de este fenómeno en un puente simulado con el mismo caudal de paso y ambos métodos de cálculo.

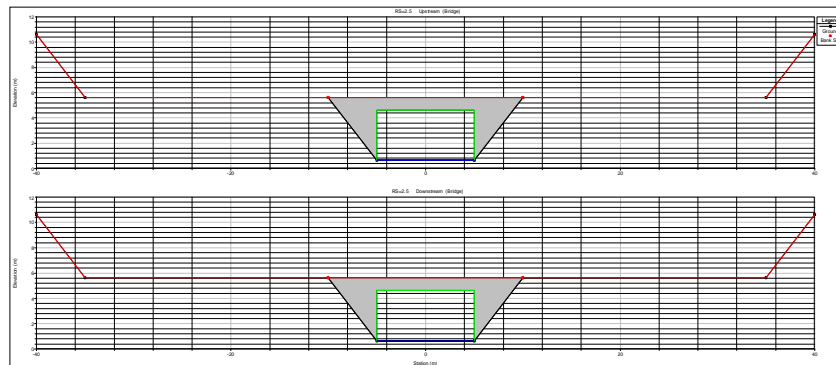


### 2.3.2.3 Multiple opening

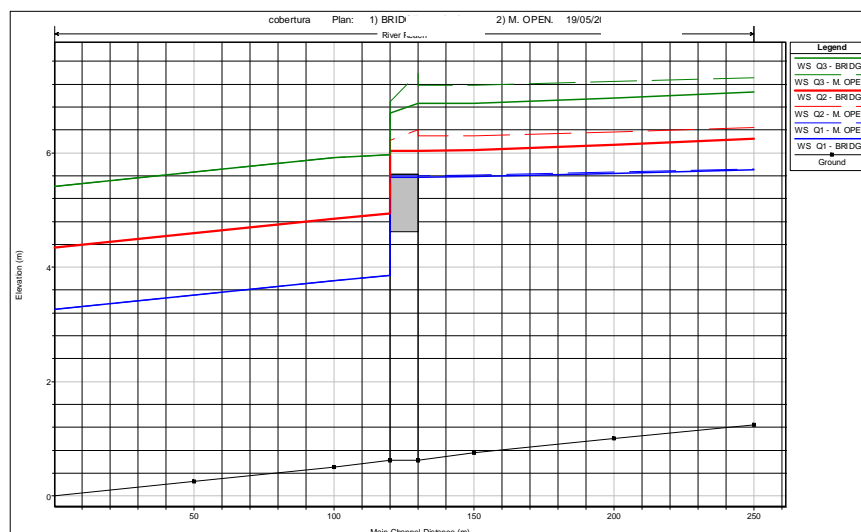
Para el modelado de estructuras situadas en llanuras de inundación extensas, el programa HEC-RAS dispone de una metodología que permite segmentar la sección en varias subzonas de forma que se pueda diferenciar el cálculo del puente del de las llanuras de inundación adyacentes. Así, en la zona definida como puente siguen siendo válidas las formulaciones presentadas anteriormente, mientras que para las zonas definidas como llanura de inundación, el cálculo se realiza como si se tratase de un canal en lámina libre y, por tanto, se aplica el balance de energías.



La activación de este método suele dar lugar a mayores sobreelevaciones aguas arriba de los puentes. A modo de ejemplo, se ha simulado el flujo a través de un puente con la siguiente geometría para diferentes caudales de paso, sin y con la incorporación de este algoritmo:

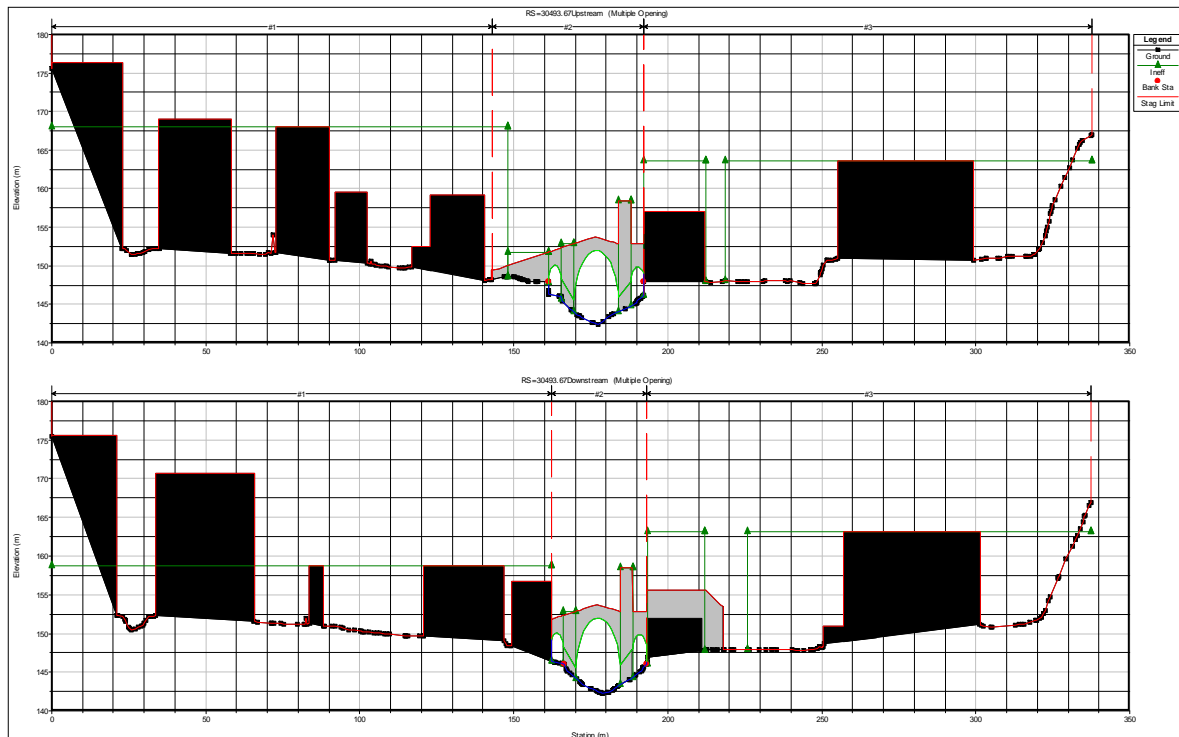


Como puede apreciarse en la siguiente figura, la activación del Multiple Opening induce una sobreelevación que aumenta en la medida que el rebosamiento del puente es mayor. Incluso en el caso en el que el tablero no llega a rebosar, lo que supone que no existe flujo por la llanura de inundación, la activación del Multiple Opening eleva ligeramente la lámina de agua.



Además se ha comprobado que este efecto es mayor cuanto más amplia es la llanura de inundación. Como conclusión puede establecerse que considerar la llanura de inundación como un vertedero supone una mayor circulación de agua que la asociada a un flujo normal dominado por la rugosidad del terreno y las condiciones de contorno aguas abajo. Como este resultado resulta más coherente con la realidad, se aconseja el empleo del algoritmo de Multiple Opening, sobre todo cuanto mayor sea la llanura de inundación, es decir, cuanto menor sea el efecto de la obstrucción del puente en la circulación global del flujo.

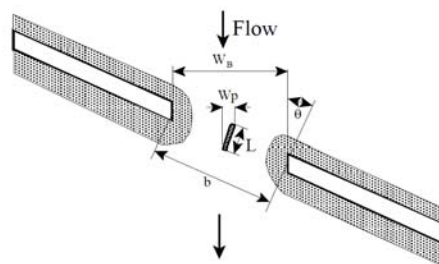
De forma práctica, se ha adoptado el algoritmo de Multiple Opening cuando la extensión de la llanura de inundación libre en cada lado sea superior a la de la anchura de la sección bloqueada por el puente.



Puente Viejo o puente de La muza, en el PK 30+494

### 2.3.2.4 Esviaje

En ocasiones el puente no es perpendicular al flujo sino que presenta un cierto esviaje.



En estos casos se requiere un ajuste de las dimensiones de la estructura para poder definir la sección perpendicular al flujo. Como las secciones aguas arriba y aguas abajo de cada puente se

sitúan paralelas al mismo, se deberá incorporar el ángulo de esviaje, entendido como el existente entre la dirección del flujo (paralela al cauce) y la perpendicular al tablero del puente.

Este ángulo permite reducir la sección libre mediante la multiplicación de las anchuras por su coseno. A destacar que según las recomendaciones del HEC derivadas de modelos reducidos, **no es necesaria la corrección si el ángulo de esviaje es inferior a 20°**. Además, dada la tendencia de las líneas de corriente a rectificar su dirección en las proximidades de la estructura, el ángulo de esviaje real resulta siempre inferior al teórico.

### 2.3.3 Simulación de coberturas

Las coberturas pueden definirse en general como estructuras que poseen una anchura libre inferior al recorrido longitudinal del flujo a través de ellas. Representan obras de drenaje transversal a través de grandes vías de comunicación o tramos de cauce soterrados.

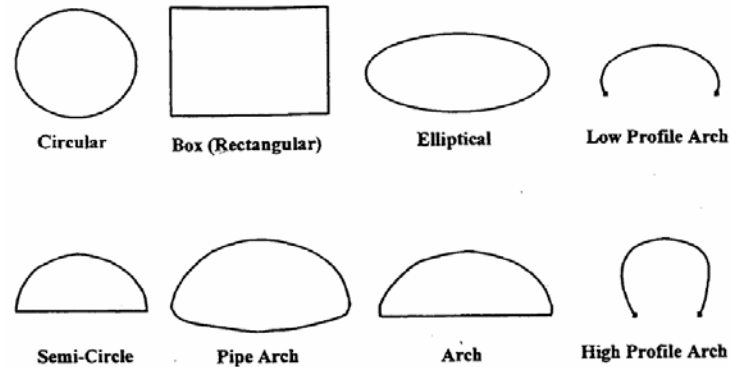
#### 2.3.3.1 Obras de drenaje transversal

Dado que la longitud máxima no supera normalmente los 50 m, es decir, la separación mínima entre secciones transversales, **estas obras se simulan mediante el elemento Culvert** disponible en HEC-RAS. La metodología de cálculo procede del FHWA y permite los siguientes tipos de flujo:

- Flujo nulo por condiciones de cota o por obstrucción
- Control de entrada, en el que el flujo está más limitado por la capacidad del conducto que por las condiciones de contorno aguas abajo. La sección de control se sitúa a la entrada del elemento en la que se supone la formación de calado crítico, distinguiéndose entre entrada libre o sumergida.
- Control de salida en el que la altura de energía necesaria para permitir el flujo de un determinado caudal es función de las condiciones de contorno aguas abajo y de las características de la conducción.

Calculando el programa el que mejor se ajusta a las condiciones de contorno y a las características de la conducción.

La definición de un Culvert resulta similar a un puente (secciones características, tablero o terraplenes, multiple opening etc) salvo en lo que respecta al conducto. En este caso existen diferentes geometrías admitidas:



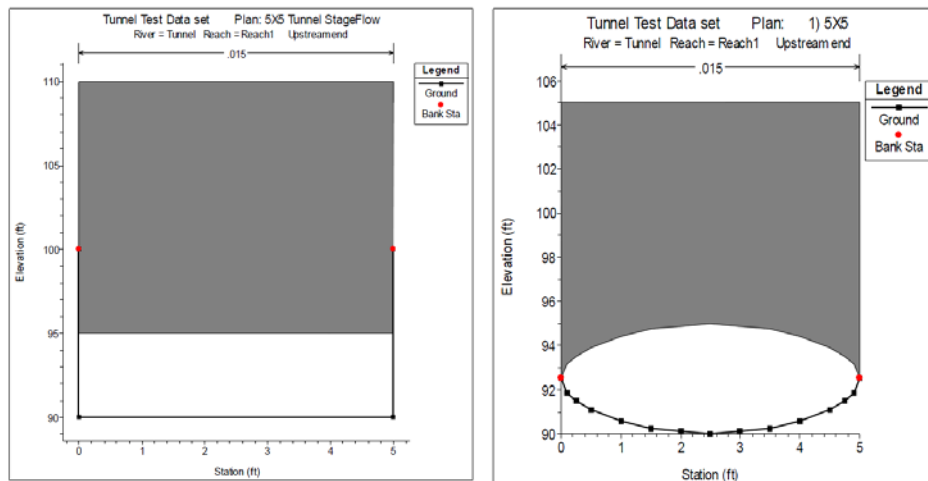
Debiéndose indicar además:

- La longitud del conducto
- Las cotas de entrada y salida
- La rugosidad del lecho y el techo (se adoptará 0,02 para hormigón)
- El coeficiente de pérdidas a la entrada (típico de 0,5)
- El coeficiente de pérdidas a la salida (típico de 1)

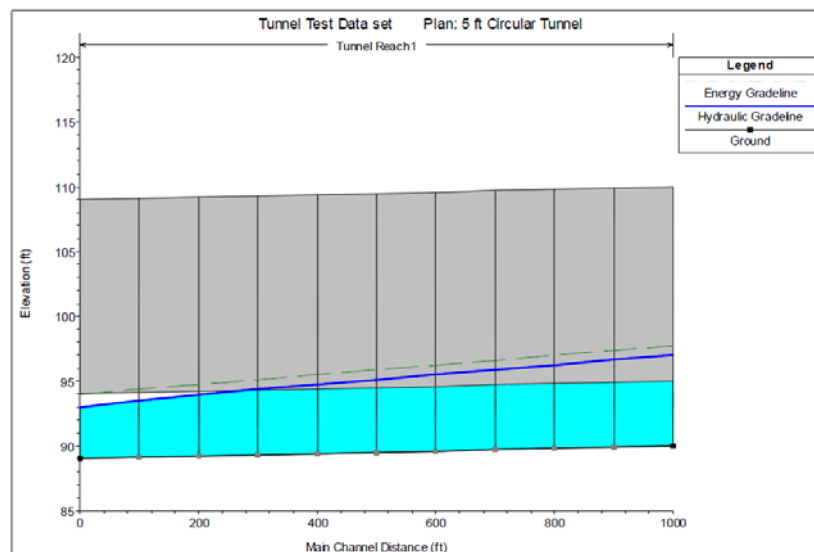
### 2.3.3.2 Cauces soterrados

Quando la longitud del conducto es elevada, la sección de paso coincide aproximadamente con el cauce y es previsible su entrada en carga para caudales altos, las ecuaciones que gobiernan el flujo a través de un elemento tipo Culvert dejan de ser representativas. En estos casos, se **simula la cobertura mediante un elemento tipo Lid**. Para ello, la cobertura se define mediante una serie de secciones transversales que pueden incluir tanto el cauce como las llanuras de inundación, incorporándose posteriormente la zona obstruida de la sección que representa la estructura de soterramiento:



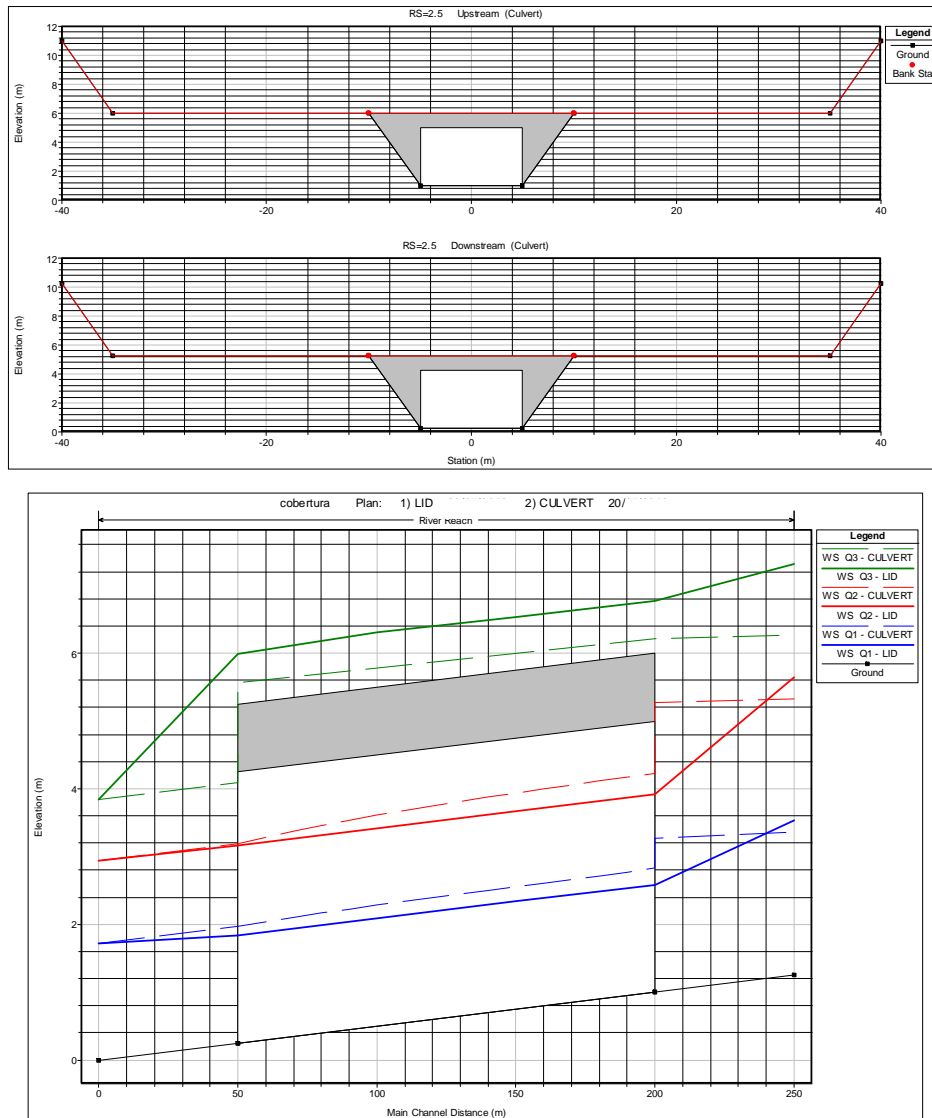


El programa resuelve el flujo a través de la cobertura mediante el método de la energía como si no existiese la cobertura. La única diferencia es cuando la lámina toca el techo, momento en el que el área y el perímetro mojado quedan limitadas a la sección ente el fondo y el techo. En tal caso, el flujo pasa a ser a presión y la cota de lámina calculada representa la presión hidráulica.

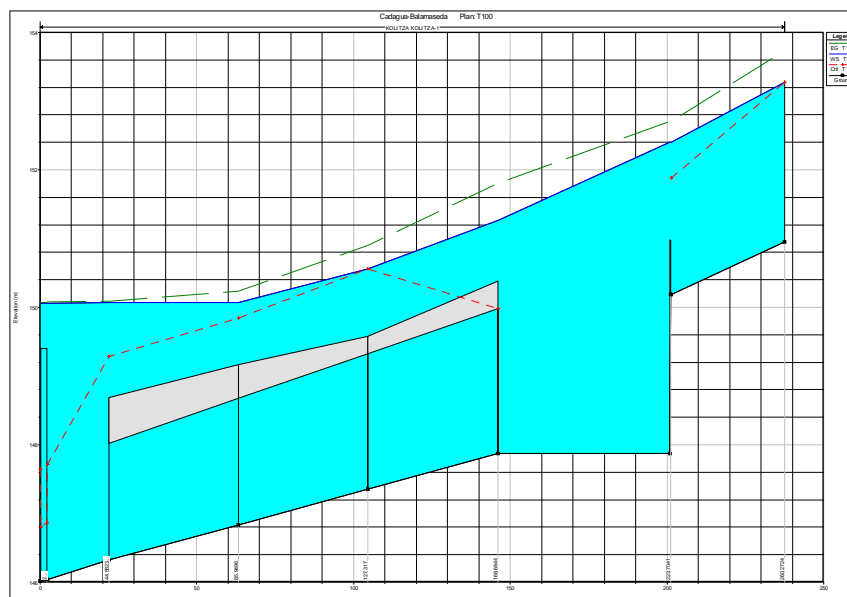
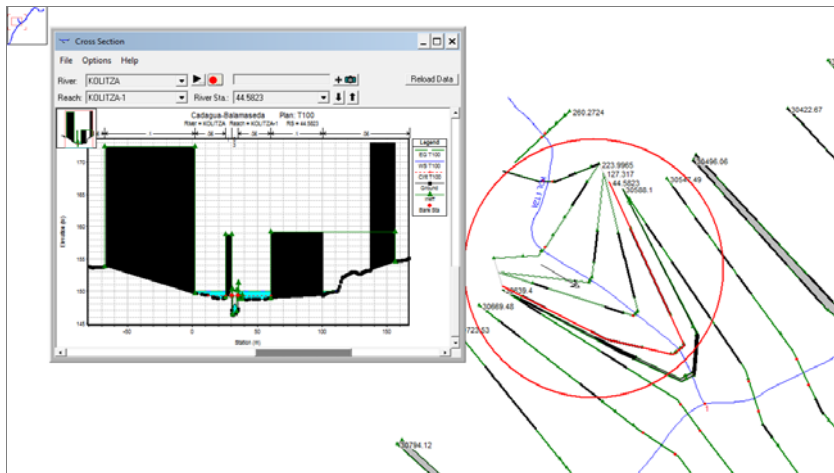
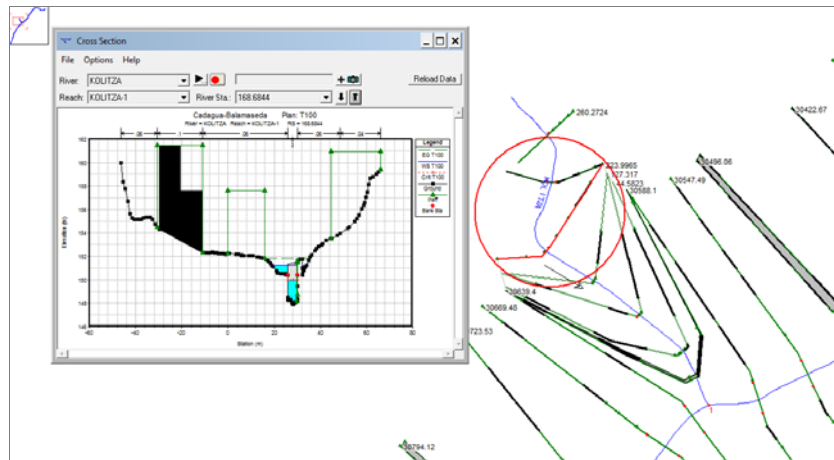


Por otro lado, si la línea de presión alcanza la cota superior del soterramiento, el flujo puede acontecer también por encima de la estructura y por las llanuras de inundación adyacentes. De esta manera, la simulación resulta más realista en caso de rebosamiento que si se opta por un elemento tipo Culvert, permitiendo además una mejor representación de la zona inundable dado que existen secciones intermedias entre la entrada y la salida del elemento.

En la siguiente figura se presenta una comparativa de la simulación de una cobertura de 150 m de longitud para diferentes caudales de paso, considerando tanto un elemento Culvert como otro Lid:



Como puede apreciarse, la variación de la cota de lámina es mucho más suave para el elemento Lid, conduciendo a mayores valores en caso de rebosamiento y algo inferiores mientras el conducto no entre en presión.



*LID introducido en el río Kolutza aguas arriba de la incorporación al Cadagua por su margen izquierda*

### 2.3.4 Parámetros de cálculo

#### 2.3.4.1 Rugosidad

El parámetro más importante en el cálculo por su influencia en los resultados es el número de Manning asociado a cada tramo de río y zona de tránsito. En lo que respecta al cauce y tras un reconocimiento de campo del mismo, su valor se obtendrá a partir la formulación propuesta por Cowan de la forma:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \cdot m_5$$

donde

$n_0$  depende del material que conforma el lecho

$n_1$  depende del grado de irregularidad del lecho

$n_2$  depende del tipo de variación de la sección transversal

$n_3$  depende del efecto relativo de obstrucciones

$n_4$  depende de tipo de vegetación existente

$m_5$  es función de la cantidad de meandros

cuyos valores se encuentran tabulados según tabla adjunta:

Condiciones del canal		Valores	
Material considerado	Tierra	$n_0$	0.020
	Roca cortada		0.025
	Grava fina		0.024
	Grava gruesa		0.028
Grado de irregularidad	Liso	$n_1$	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la sección transversal del canal	Gradual	$n_2$	0.000
	Ocasionalmente alternante		0.005
	Frecuentemente alternante		0.010-0.015
Efectivo relativo de obstrucciones	Despreciable	$n_3$	0.000
	Menor		0.010-0.015
	Apreciable		0.020-0.030
	Severo		0.040-0.060
Vegetación	Baja	$n_4$	0.005-0.010
	Media		0.010-0.025
	Alta		0.025-0.050
	Muy alta		0.050-0.100
Cantidad de meandros	Menor	$m_5$	1.000
	Apreciable		1.150
	Severa		1.300

En el caso de que el cauce se encuentre bordeado por abundante vegetación de ribera, el valor obtenido con la fórmula de Cowan se asociará a la parte del cauce normalmente cubierta por las aguas mientras que en los taludes laterales se establecerá una rugosidad de 0,1.

En lo que respecta a las llanuras de inundación, la **distribución espacial de la rugosidad se hace depender del uso del suelo existente**, obtenido de la cobertura GIS disponible convenientemente resivada a partir de la ortofoto más actualizada. La asignación de la rugosidad al uso vendrá dada por la siguiente tabla:

Uso del suelo	(1)	(2)	(3)	Adoptado
Embalses y ríos	0,015	0,022	0,02	0,02
Bosque	0,1	0,1	0,1	0,1
Matorral	0,045	0,04	0,05	0,05
Herbazal	0,04	0,03	0,035	0,04
Improductivo (urbano y baldío)	0,015	0,1	0,02	0,1
Erosión	0,04	0,03	0,025	0,04
Cultivos agrícolas	0,045	0,04	0,04	0,045
Sin vegetación	0,04	0,03	0,025	0,04
Parques urbanos	0,05	0,03	0,05	0,05

(1) Vieux, B.E. (2004) *Distributed Hydrologic Modeling Using GIS. Water Science and Technology Library, Vol. 48*

(2) Werner, M.G.F., Hunter, N.M. & Bates, P.D. (2005). *Indentifiability of distributed floodplain roughness values in flood extent estimation. Journal of Hidrology 314, 139-157*

(3) Chow, V.T. (1959) *Open Channel Hydraulics. McGraw-Hill, New York*

A las que se añade un valor de 0,08 para plantaciones forestales y un valor de 0,1 para formaciones de ribera. En el caso particular de suelo urbano, el valor de 0,1 podrá rebajarse hasta 0,06 si las edificaciones se definen como obstrucciones y el flujo es posible entre ellas.

El lecho fluvial del Cadagua es pedregoso y formado en gran parte del recorrido por grandes losas de roca. Hay también zonas con predominio de cantos rodados.

En general, en la cuenca del Cadagua, en los fondos de valle alternan los prados y cultivos, dominando en el resto del territorio las repoblaciones de pinos y eucaliptos. Hay pequeños reductos de bosque mixto (roble y castaño) y bosquetes de robles entre las repoblaciones forestales a lo largo de toda la cuenca. La actividad industrial (química, metalúrgica y papelera, principalmente) se incrementa a partir de Balmaseda, ocupando los fondos de valle donde alterna con los prados y cultivos.

En el Apéndice I. RESULTADOS INUNDABILIDAD, en el apartado I.1. Resultados del modelo HEC-RAS, se indican los coeficientes de rugosidad de la sección compuesta de cada uno de los perfiles transversales que conforman la geometría.

#### 2.3.4.2 Coeficientes de expansión y contracción entre secciones

Se adoptarán los siguientes valores en concordancia con las recomendaciones del Hydrologic Engineering Institute y de otros autores:

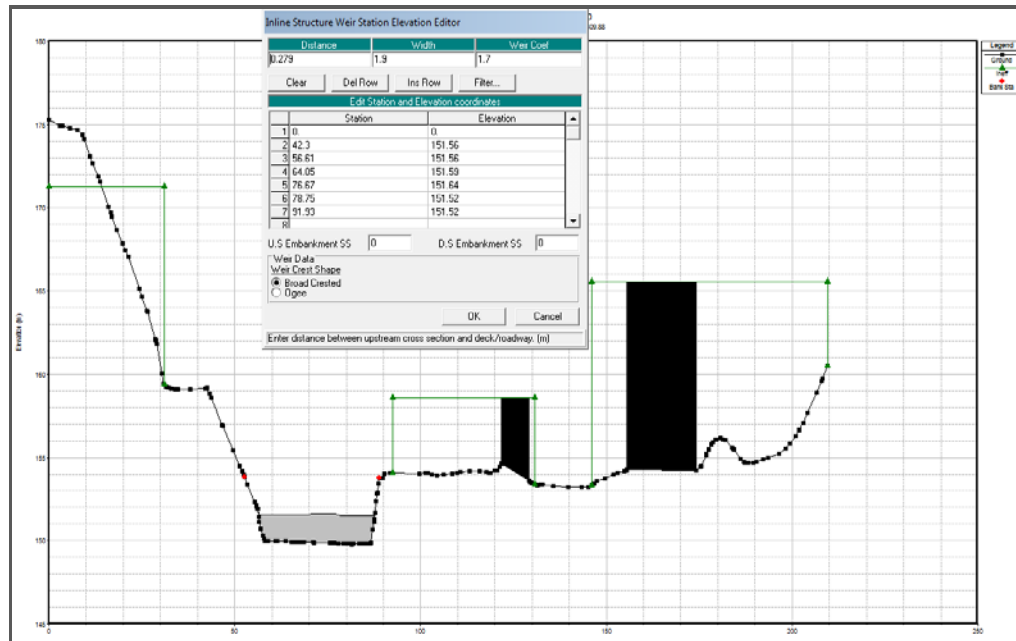
	Coef. contracción	Coef. expansión
Canales prismáticos	0,0	0,0
Secciones naturales	0,1	0,3
Estructura normal	0,3	0,5
Estructura muy limitante	0,6	0,8

En el caso de azudes, como normalmente su existencia no supone un estrechamiento de la sección de cauce, se considerarán los coeficientes de secciones naturales. Por último, el incremento de los coeficientes en estructuras se asociará a las dos secciones situadas inmediatamente aguas arriba y a la ubicada inmediatamente aguas abajo del elemento.

#### 2.3.4.3 Coeficientes de cálculo de estructuras

En cuanto al coeficiente de desagüe sobre el tablero de una estructura, las recomendaciones del Hydrologic Engineering Center cifran su valor en el rango de 1,38 a 1,71 para flujo libre, dependiendo principalmente de la altura de agua sobre el labio de vertido ( $C_d$  aumenta con la altura) y reduciéndose al incrementarse la resistencia al flujo por la existencia de barandillas, pretiles, etc. A su vez, King (1963) proporciona tablas de coeficientes de desagüe sobre estructuras en función de la altura de agua sobre el labio de vertido y de la anchura del puente. Para un vertedero rectangular y valores usuales de 4,5 metros de ancho y alturas mayores de 30 cm, el valor recomendado es de 1,44. Para vertederos trapeziales, el coeficiente de desagüe aumenta oscilando entre los 1,49 y los 1,70. Por otro lado, el FHWA (1978) proporciona una curva que relaciona el coeficiente de desagüe con la altura sobre el labio de vertido para vertederos trapeziales y que arroja resultados en torno a 1,70. Con todo, y como criterio conservador, se ha adoptado un coeficiente de desagüe tipo sobre tablero de puente de 1,44 que es a su vez el valor por defecto que utiliza el software de simulación.

Para azudes, y teniendo en cuenta que su geometría favorece el flujo, se establece un coeficiente de vertido 1,7, que corresponde con la formación de calado crítico.

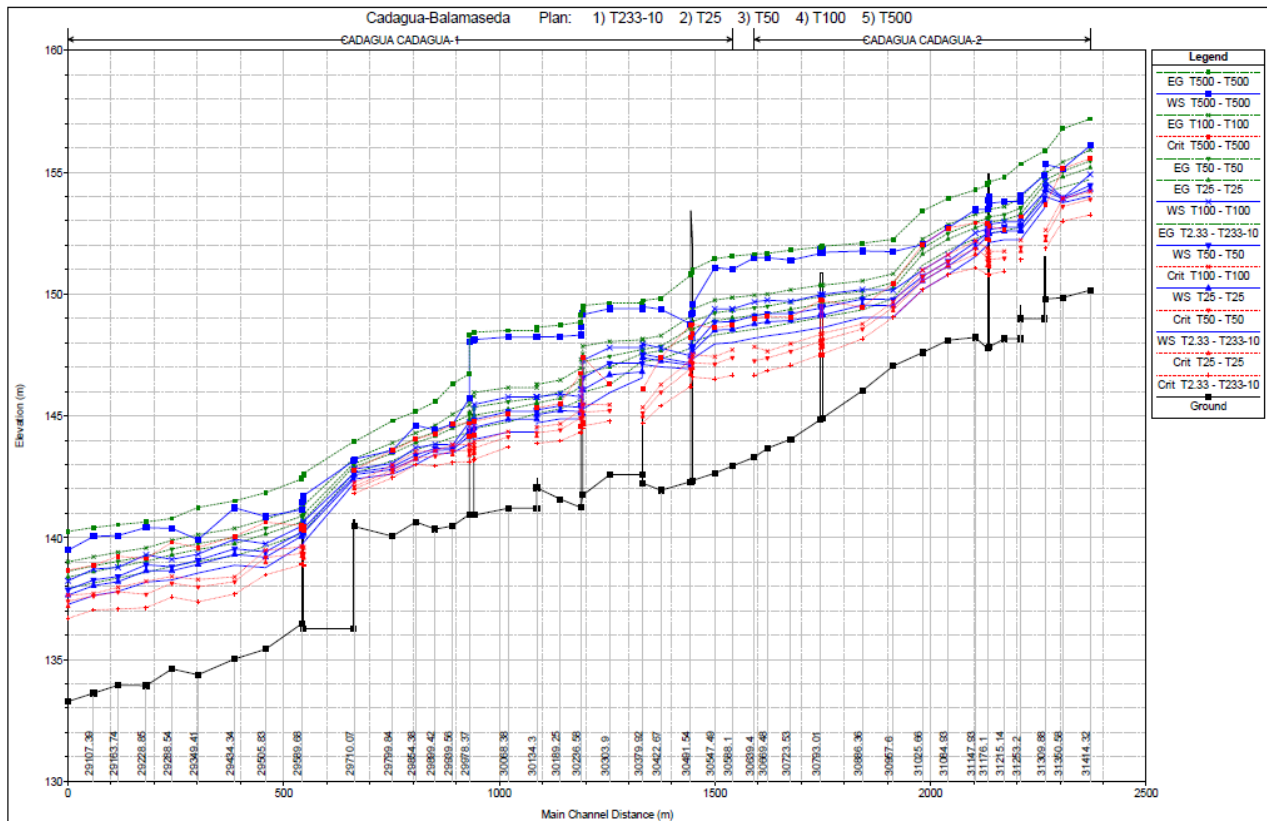


*Azud introducido en el Cadagua, P.K. 31+310*

En lo que respecta al flujo bajo tablero, se adopta un valor por defecto para el coeficiente de desagüe por orificio en presión en el caso de aguas altas de 0,8. Por último, el valor umbral del porcentaje de sumergencia mínimo para despreciar el efecto del vertido sobre tablero e iniciar la aplicación del método energético se fija en el 95%, que es el proporcionado por defecto por el programa y que correspondería a un factor de reducción del coeficiente de desagüe de 0,75.

### 2.3.5 Resultados

En el apéndice de 'RESULTADOS INUNDABILIDAD' en el apartado I.1. Resultados del modelo HEC-RAS, se adjuntan las principales variables hidráulicas, así como las secciones transversales y perfiles longitudinales para cada periodo de retorno analizado.



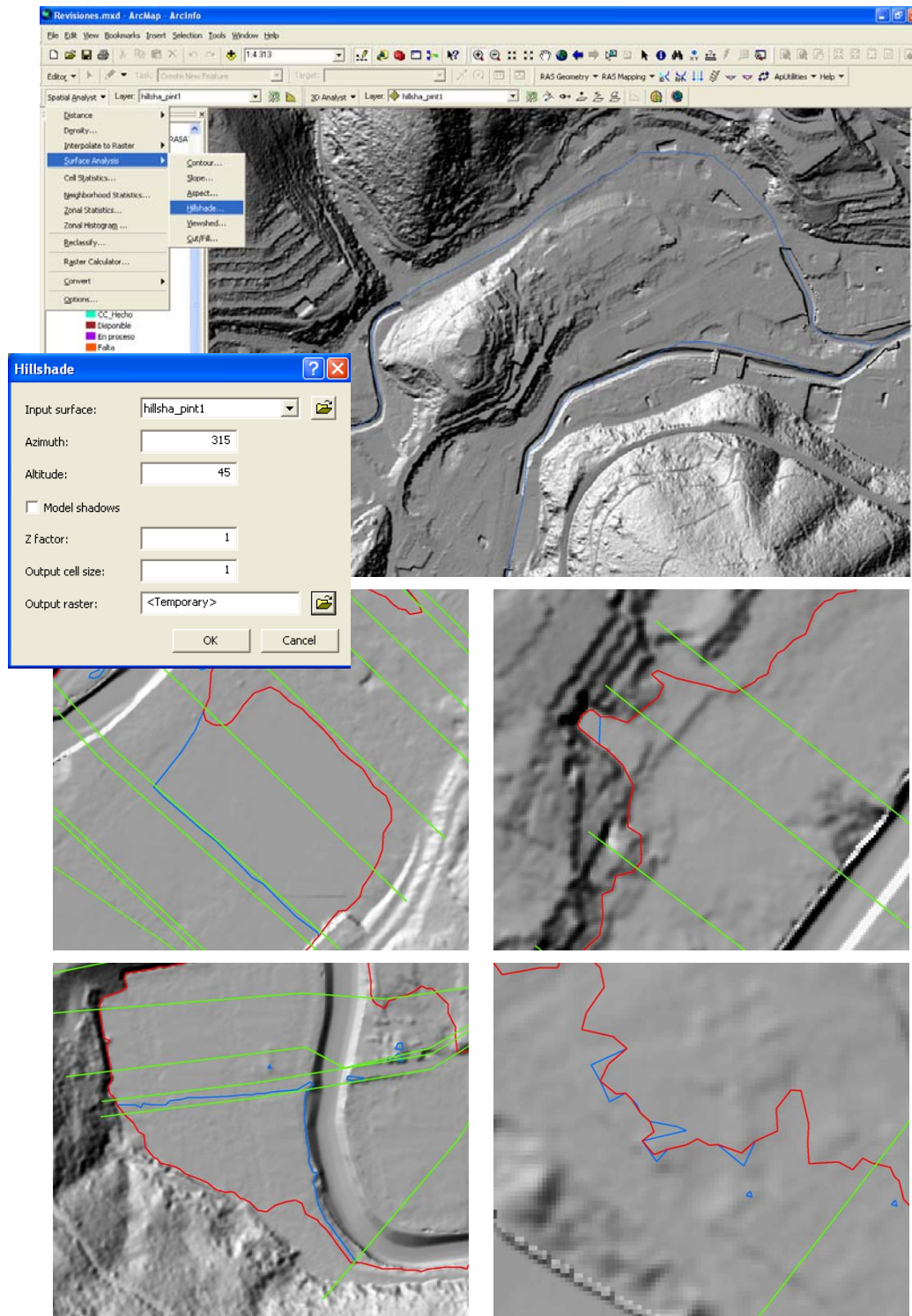
Perfiles Infitudiales lámina de agua T2,33-T500 años

## 2.4 DELIMITACIÓN DE ZONAS INUNDABLES

Una vez confeccionado el modelo RAS y efectuado el cálculo, la delimitación de zonas inundables se ha realizado a partir del MDT disponible y el software HEC-GEORAS. De esta manera, se obtiene una primera delimitación automática que ha sido posteriormente retocada de manera manual, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

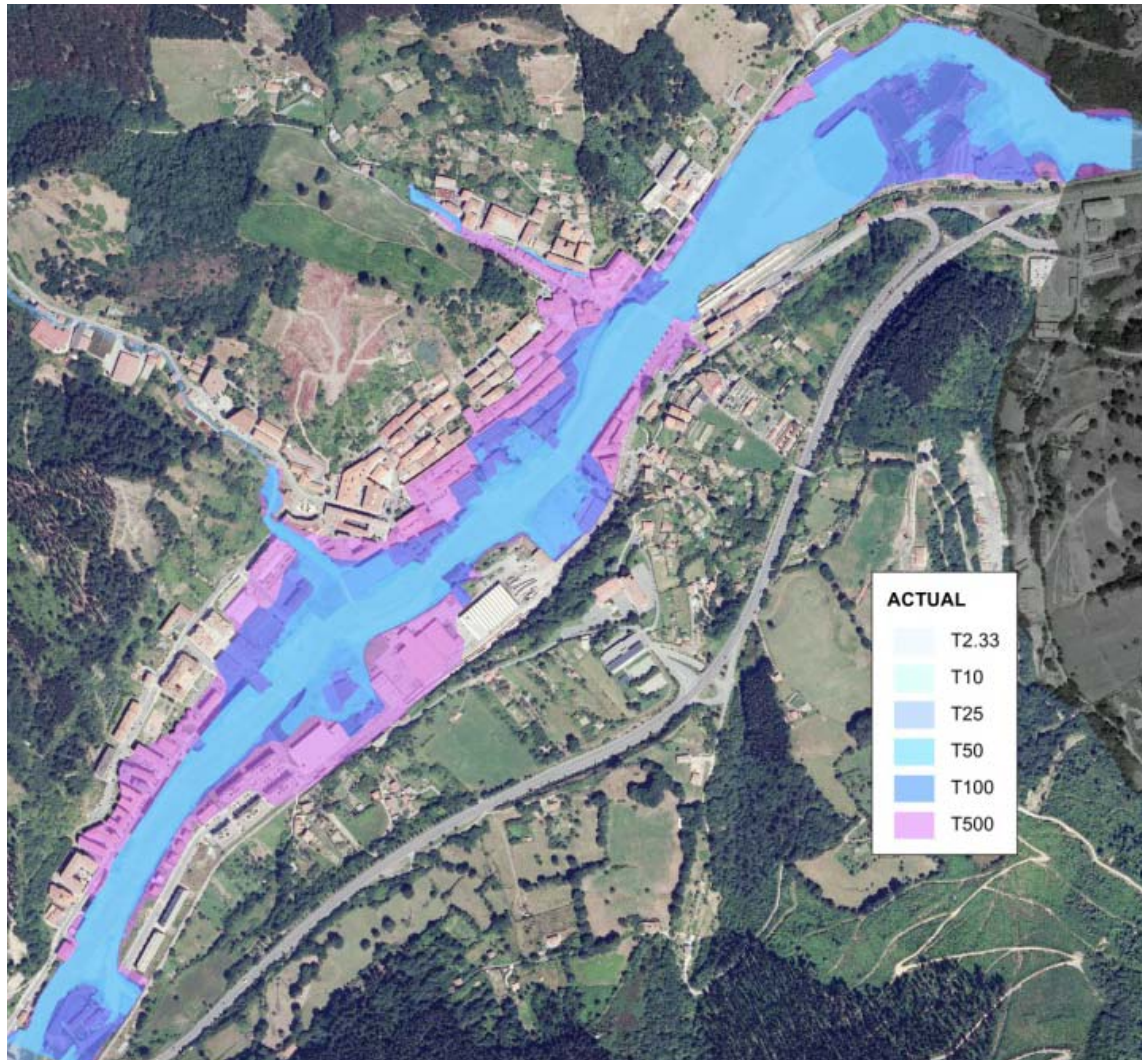
- Eliminación de zonas no conectadas al flujo
- Interpolación de la zona inundable en edificios
- Obtención de la zona anegada por almacenamientos laterales
- Obtención de la zona anegada por inundación remontante
- Retoque de confluencias
- Retoque de zonas próximas a estructuras





*Edición de contornos de inundación con la herramienta Hillshade de ArcGIS y criterios hidráulicos y geomorfológicos*

En el apéndice 'RESULTADOS INUNDABILIDAD', en el apartado de resultados gráficos, se adjuntan las zonas inundables obtenidas para cada periodo de retorno, así como la distribución de calados correspondiente.



Zonas inundables

### 3 DIAGNÓSTICO DE LA INUNDABILIDAD

#### 3.1 PRINCIPALES OBSTRUCCIONES Y DESBORDAMIENTOS

La causa principal de la inundación, en el tramo analizado del río Cadagua a su paso por el municipio de Balmaseda, es la obstrucción al paso del flujo que suponen elementos sobre el cauce, como son azudes y puentes, y la superación en general de la capacidad del cauce principal por los caudales de avenida.

El frente fluvial de la margen izquierda está compuesto por una fachada de edificios separados por estrechas callejuelas que descienden hacia el río. Las crecidas del río inundan los bajos, que se sitúan por debajo de la cota de coronación de la margen derecha.



*Viviendas junto al cauce en margen izquierda*

Además, el azud de Nocedal se encuentra colmatado y el canal de derivación, que pasa bajo una vivienda, se limpia periódicamente ante la saturación de sedimentos, estando actualmente fuera de uso.

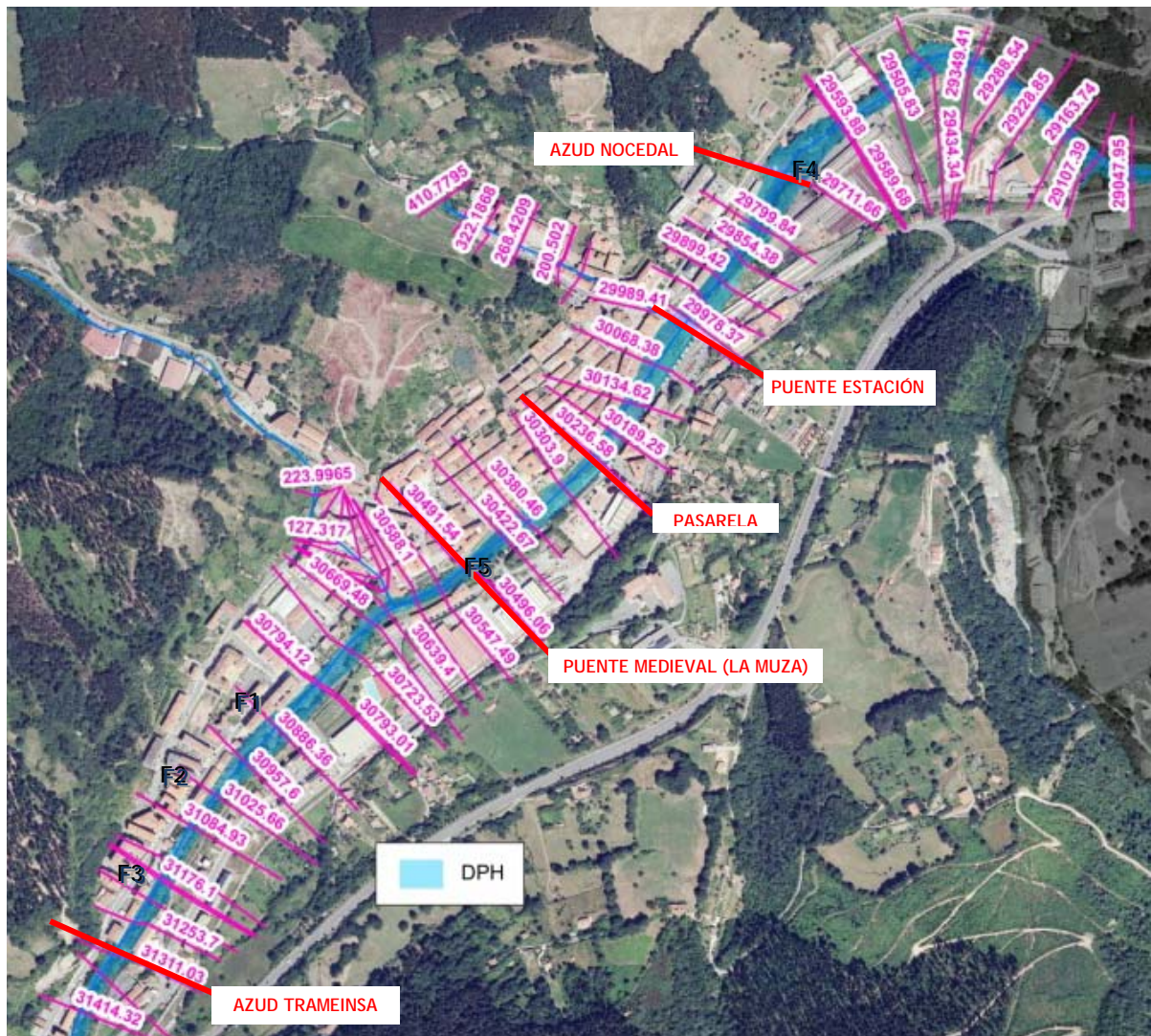


*Azud de Nocedal*

Por otro lado, el cauce se estrecha significativamente en las inmediaciones del Puente Medieval de Balmaseda.

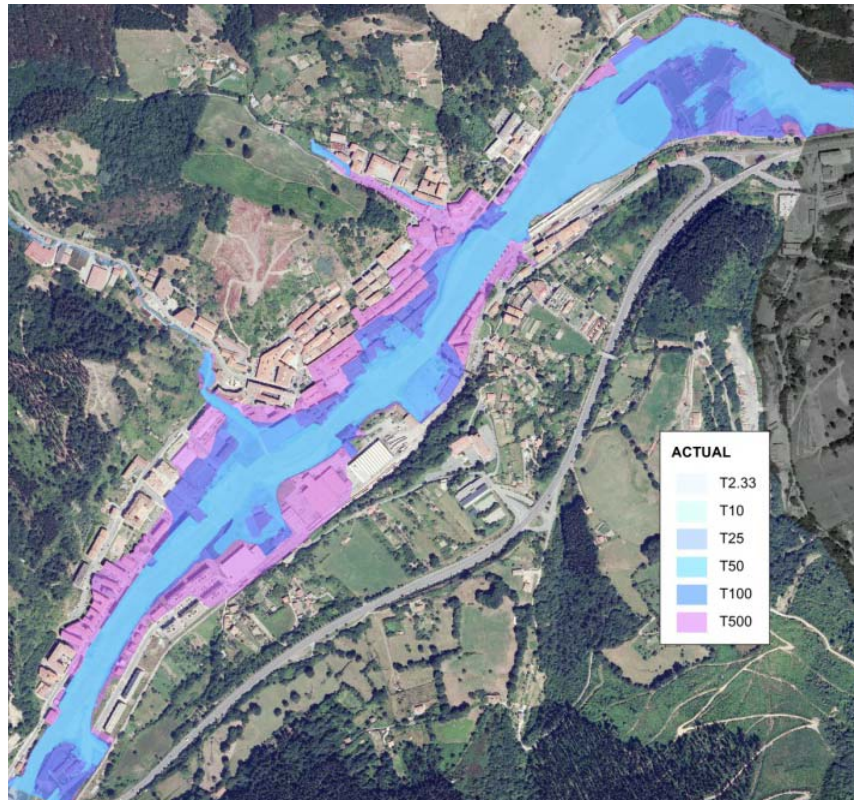


Puente medieval o de La Muza

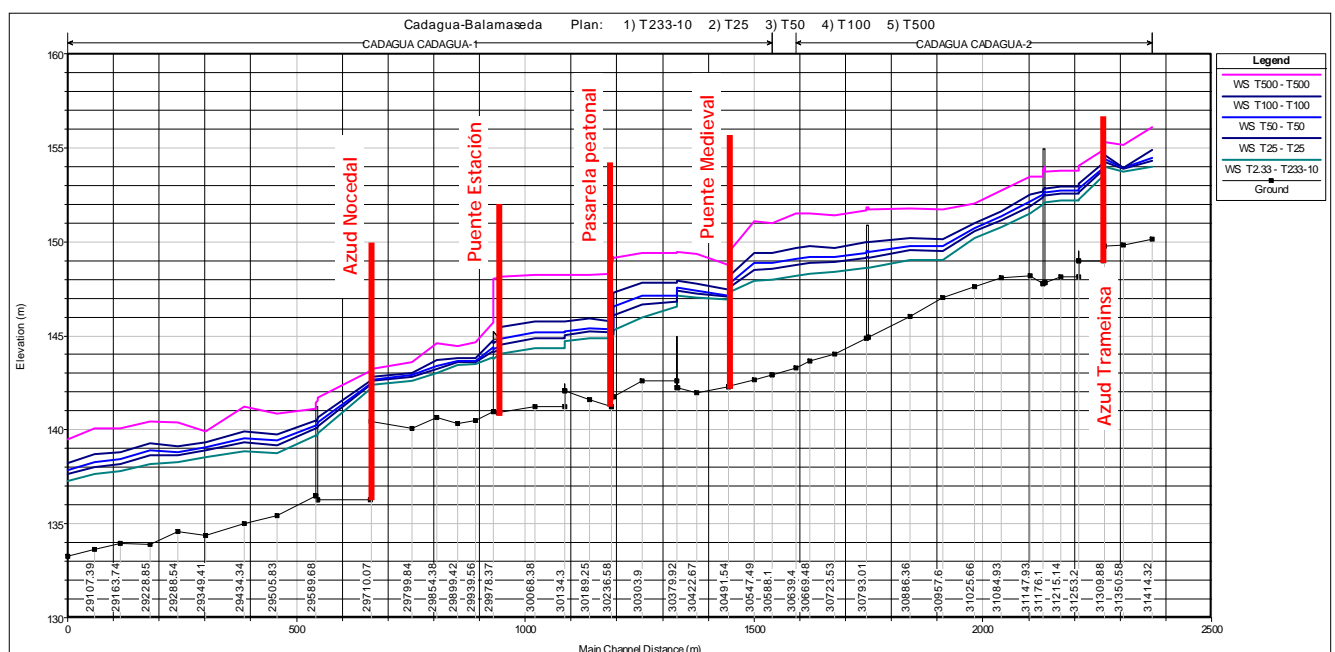


Localización elementos singulares

El período de retorno de inundación generalizada, en la que se ocupa, de manera general, la totalidad de la llanura de inundación es de 500 años, aunque para T50-T100 se produce un salto cuantitativo en la magnitud de la inundación.



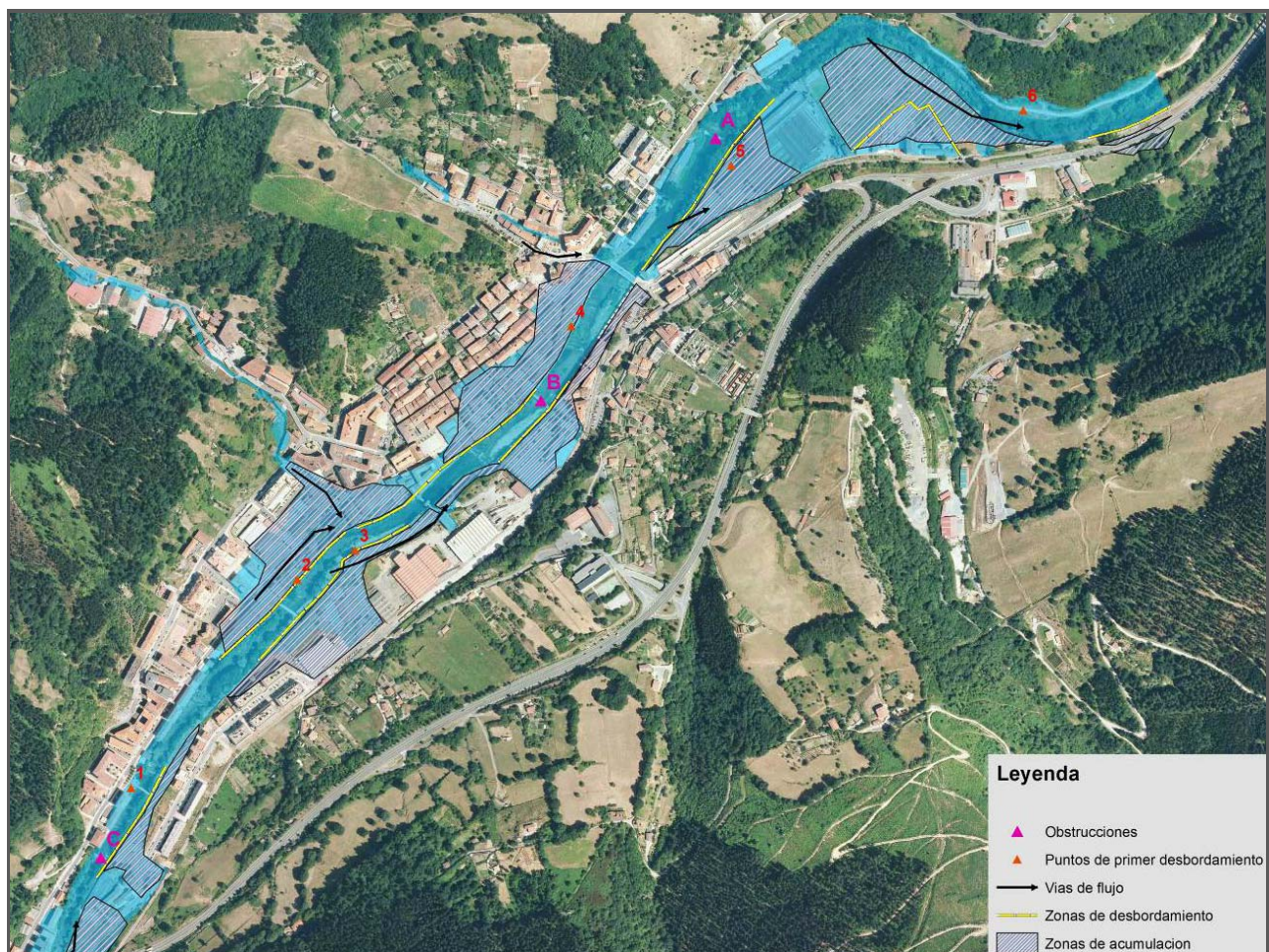
Zonas inundables actuales



Perfiles lámina de agua actuales

Los primeros desbordamientos del río Cadagua en Balmaseda, se producen para periodos de retorno muy inferiores a 10 años en varios puntos del tramo estudiado. De los seis puntos identificados, tres de ellos tendrían afección. Se trata del punto 5, que coincide con el azud de Nocedal y que afecta al actual taller de Granalla Fabio; el punto 3 aguas arriba del Puente Viejo, viviendas en margen derecha; y el punto 1, aparcamiento y taller en sótano de edificio junto al cauce.

PRIMEROS DESBORDAMIENTOS	
T < 10 años	Pto. 1: Río Cadagua (MI y MD) Aparcamiento junto a calle Encartaciones en MI y paseo fluvial en MD.
	Pto. 2: Río Cadagua (MI) Edificaciones con huertas entre la calle Encartaciones y el cauce.
	Pto. 3: Río Cadagua (MD) Edificaciones anexas a la calle El Cristo.
	Pto. 4: Río Cadagua (MI) Bajos y callejuelas entre la calle Martin Mendia y el río Cadagua.
	Pto. 5: Río Cadagua (MD) Talleres Fabio próximo a estación de FEVE de Balmaseda.
	Pto. 6: Río Cadagua (MI y MD) Paseo y bosque de ribera en el barrio del Nocedal.



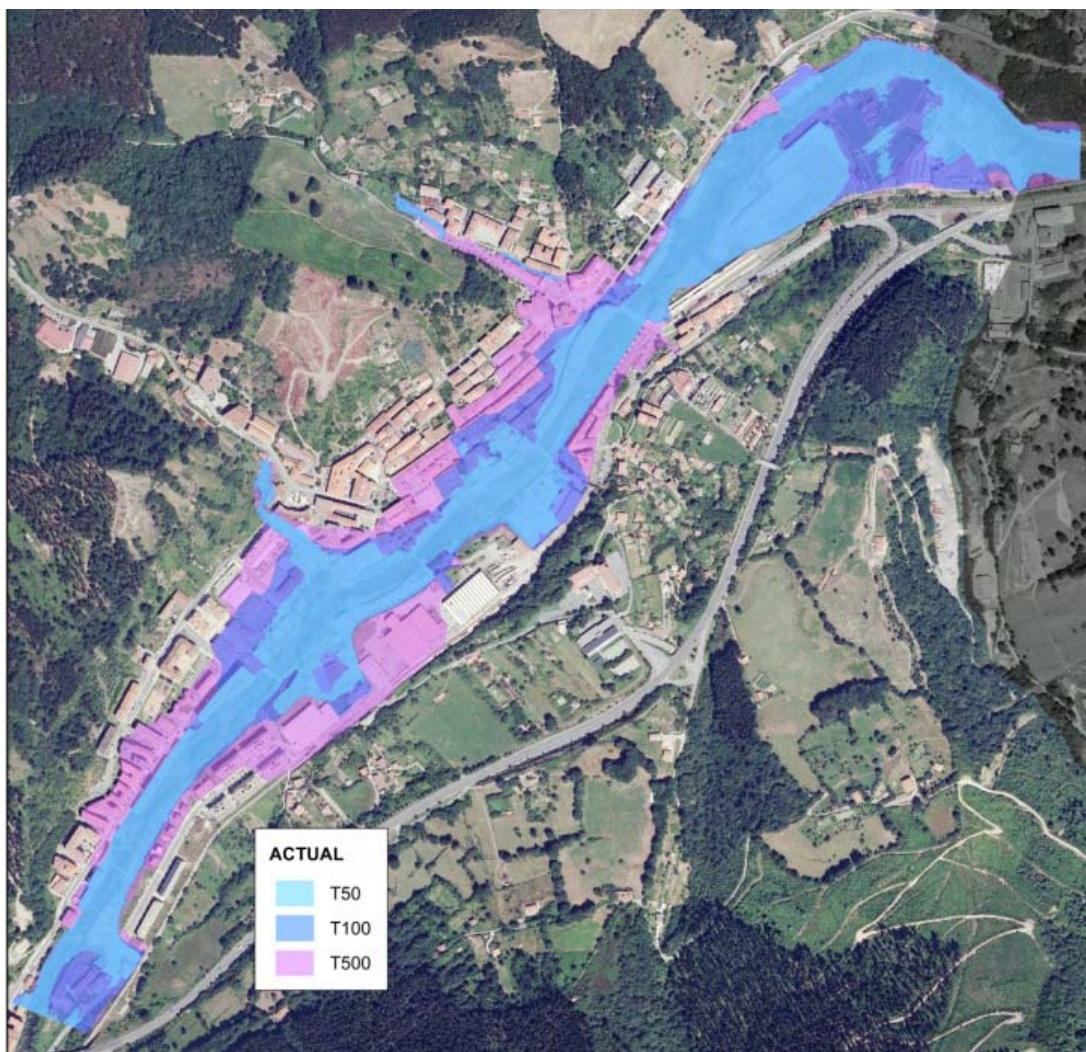
*Principales puntos de interés, obstrucciones y desbordamientos*

Los principales puntos de obstrucción al flujo son: los azudes en desuso, el de Nocedal junto a Talleres Fabio y el azud junto a TRAMEINSA; las pilas de la pasarela situada aguas abajo del Puente Viejo; el estrechamiento en el Puente Viejo y la ocupación de sus llanuras, y la existencia de islas arboladas en el cauce principal.

PUNTOS DE INTERÉS Y PRINCIPALES OBSTRUCCIONES		
<p>Río Cadagua: Azud Nocedal (Punto A)</p>		<p><b>Punto A:</b> Azud en el barrio de Nocedal próximo a la nave de talleres Fabio y a la estación de FEVE de Balmaseda.</p>
<p>Río Cadagua: Pasarela Balmaseda (Punto B)</p>		<p><b>Obstrucción B:</b> Puente en el centro urbano, aguas abajo del puente histórico de Balmaseda. Las dos pilas del puente actual generan una obstrucción al flujo durante crecidas. Salto inicial 1,9 metros. Reducción de salto sin puente de 1,61 m.</p>
<p>Río Cadagua: Azud Trameinsa (Punto C)</p>		<p><b>Obstrucción C:</b> Azud de 1,5 metros de altura respecto al fondo del cauce que genera un salto de lámina de 1,5 metros. Su eliminación se nota en un tramo cercano al azud, concretamente en la sección del azud, la cota baja 1,06 metros.</p>

### 3.2 PERIODO DE RETORNO DE PROTECCIÓN

Aunque el objetivo principal de protección podría fijarse para T100 años, en consonancia con lo establecido en el Plan Hidrológico, sin embargo, resulta necesario analizar la inundabilidad determinada para otros periodos de retorno, pudiendo resultar idóneo proteger para periodos de retorno inferiores, más deseables desde el punto de vista del coste económico, de la afección al medioambiente y de la integración urbanística, manteniendo, en cualquier caso, el nivel de reducción de la inundabilidad necesario.

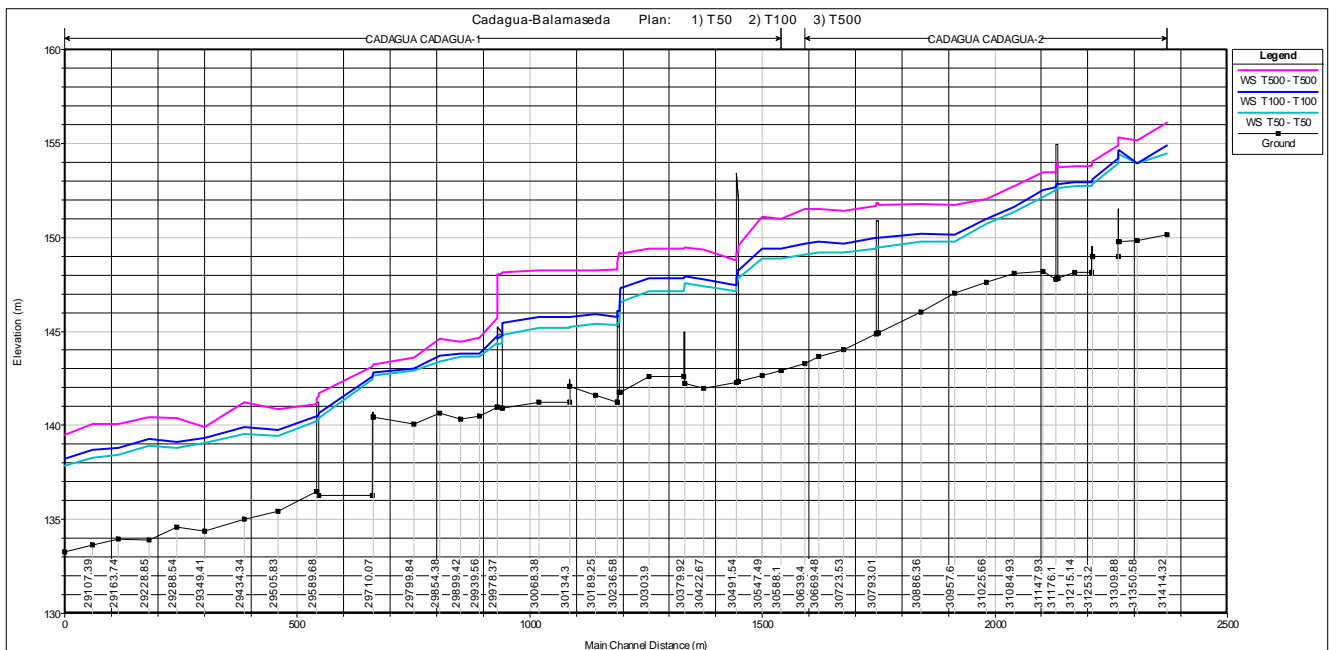


*Zonas inundables actuales T50, T100 y T500 años*

Tras la delimitación de zonas inundables, se observa cómo a partir de 100 años de periodo de retorno, se produce un salto cuantitativo, ocupándose la totalidad de la llanura de inundación para T500 años.



Las diferencias entre T50 y T100 años, permiten establecer T50 como periodo de protección a partir del cual se diseñen medidas estructurales que disminuyan la inundabilidad, eliminando el riesgo en ambos casos. Con ello se consigue la protección necesaria sin penalizar en exceso el coste económico de las actuaciones, ni la afección ambiental de las mismas (obras de mayor alcance, por ejemplo encauzamientos con muros de hormigón, en vez de simples acondicionamientos de las márgenes, suponen soluciones más rígidas y de mayor impacto ambiental y urbanístico).



Perfiles lámina agua T50, T100 y T500 años

La elección final del periodo de retorno de protección se ha sustentado, por tanto, en criterios económicos, ambientales y de integración urbanística, además de en la disminución de la inundación propiamente dicha. Como conclusión general, acudir a un periodo de retorno de 100 años, y por supuesto de 500 años, conduce a obras con un gran impacto en la trama urbana y/o ecosistema fluvial y a unos costes de inversión excesivos que en conjunto desaconsejan alcanzar dicho nivel de protección.

#### 4 SOLUCIONES ESTRUCTURALES DE PROTECCIÓN

Como criterio general y con el objetivo, por un lado, de reducir el impacto global de la solución en el ecosistema, y por otro, de adoptar las medidas más eficientes desde el punto de vista económico, una vez establecido el periodo de retorno de protección, se han incorporado progresivamente actuaciones desde las menos agresivas (eliminación de obstáculos y protecciones de borde) a las que suponen un mayor impacto ambiental y coste económico (incremento de la capacidad hidráulica). En la medida de lo posible se ha acudido a diseños ambientalmente compatibles y se ha actuado de manera selectiva en el espacio para garantizar el nivel de protección requerido con la menor intervención posible.

El catálogo de soluciones estructurales a aplicar comprende las siguientes tipologías:

- **Eliminación de obstáculos:** demolición de azudes y puentes que impliquen una sobreelevación significativa de la cota de inundación aguas arriba (en el caso de que su uso sea prescindible) o sustitución por otros de características hidráulicas favorables.
- **Protecciones de borde:** ejecución de muros laterales con una altura y ubicación compatible con la trama urbana que permitan contener la avenida de diseño.
- **Elevación de la rasante** de vías de comunicación para evitar su interrupción en avenida y siempre que no supongan una reducción significativa de la capacidad de transporte de la llanura de inundación
- **Regularización del perfil longitudinal del río:** eliminación de acarreo aguas arriba de azudes o puentes derribados, así como rebaje del lecho en tramos de pequeña longitud con pendiente anormalmente baja que suponga una sobreelevación aguas arriba.
- **Ejecución de canales o derivaciones de aguas altas:** implantación de vías alternativas para el flujo del agua, bien en la propia sección del río mediante la ejecución de terrazas o bien materializando un cauce paralelo, que se activen cuando los caudales circulantes superen determinado umbral.
- **Acondicionamiento del cauce:** incremento de la capacidad hidráulica del cauce mediante un ensanchamiento de la sección transversal y/o un incremento de la pendiente longitudinal. Se adoptarán típicamente soluciones trapeziales con banquetas intermedias para diferenciar el cauce de aguas bajas (que podrá mantener la sinuosidad típica del río) del de aguas altas, limitando en la medida de lo posible la rigidización de la geometría a los taludes laterales.
- **Encauzamiento del cauce:** dentro del casco urbano y siempre que no sean posibles soluciones más naturalizadas se acudirá a secciones rectangulares materializadas con muros verticales de hormigón.

---

La efectividad de las alternativas seleccionadas finalmente, se ha comprobado, desde el punto de vista hidráulico, a través del mismo modelo hidráulico confeccionado para la determinación de zonas inundables.

#### 4.1 DEFINICIÓN DE FASES

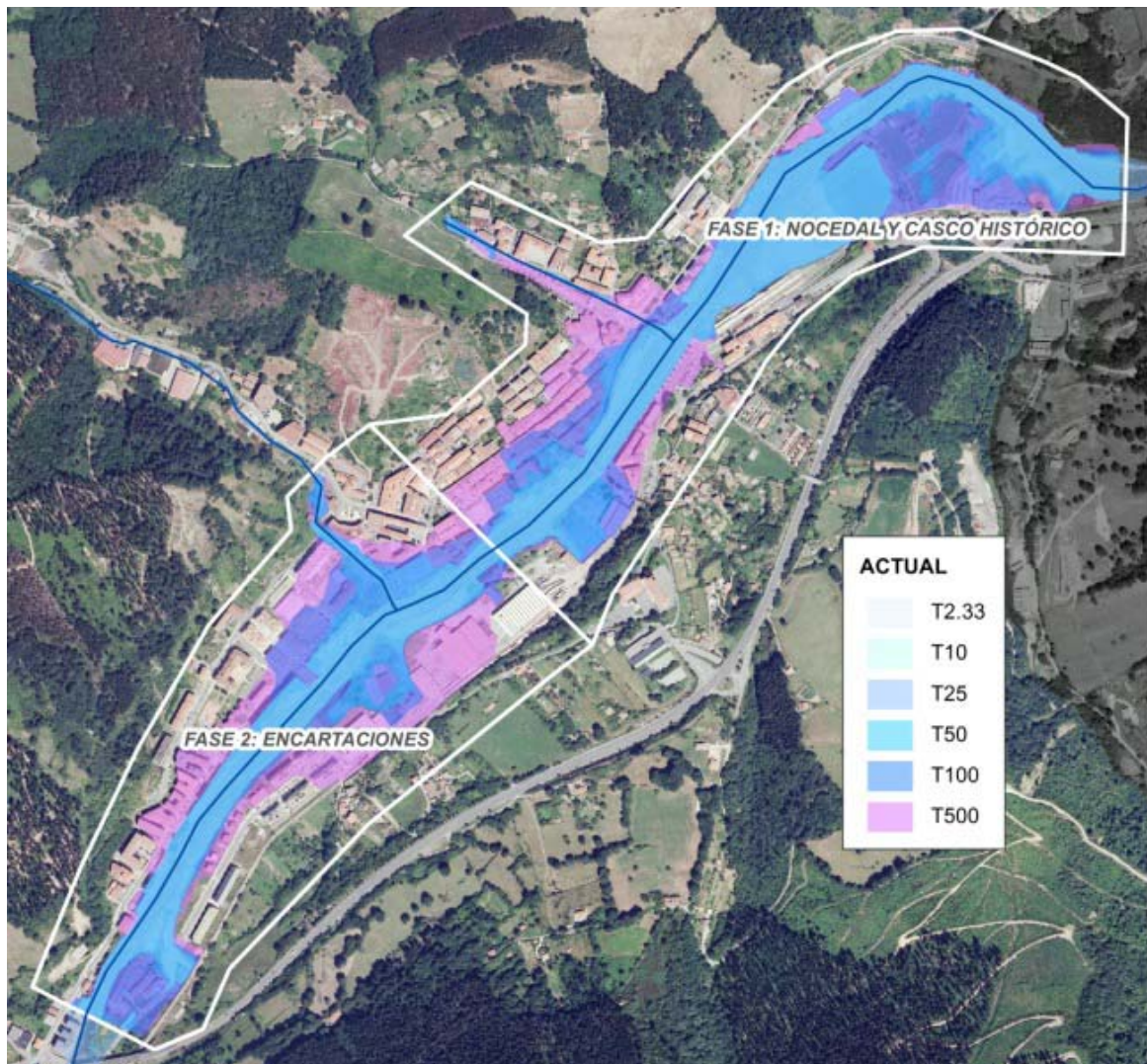
Analizando la cobertura espacial de las manchas de inundación, es posible establecer dos áreas que concentran la mayor parte de la inundabilidad, diferenciadas hidráulicamente por el puente medieval, 'puente Viejo' de Balmaseda.

En estas áreas es posible identificar actuaciones parciales que, por su mayor efecto en la reducción de la inundabilidad y/o menor coste, debieran adelantarse al resto, sobre todo si existe limitación presupuestaria.

En concreto se han delimitado las siguientes zonas:

1. Nocedal y Casco Histórico.
2. Encartaciones

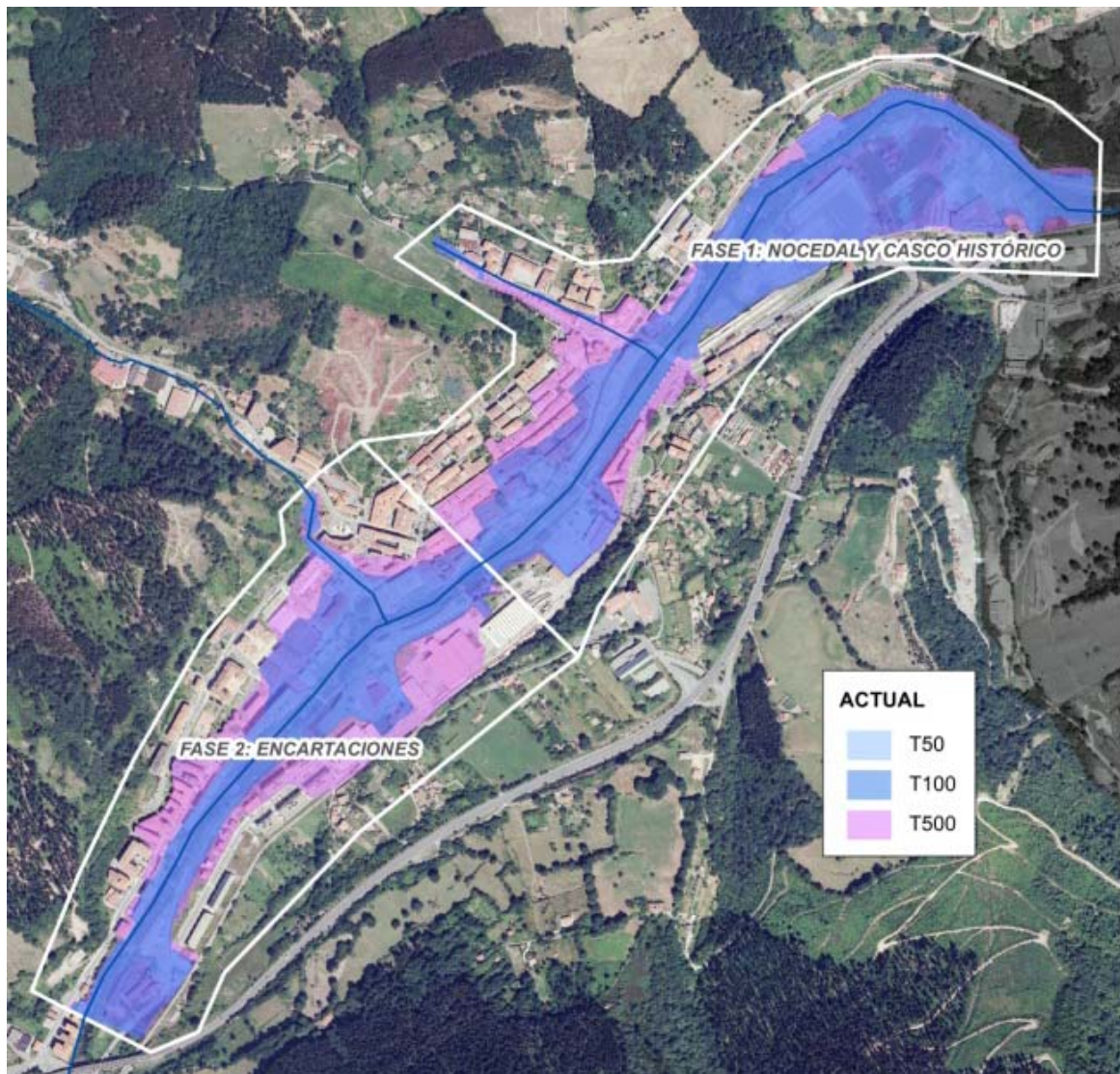
En la siguiente figura se muestra la delimitación de ambas zonas, donde se concentra la mayor parte de los daños potenciales, y las zonas inundables obtenidas para los distintos periodos de retorno.



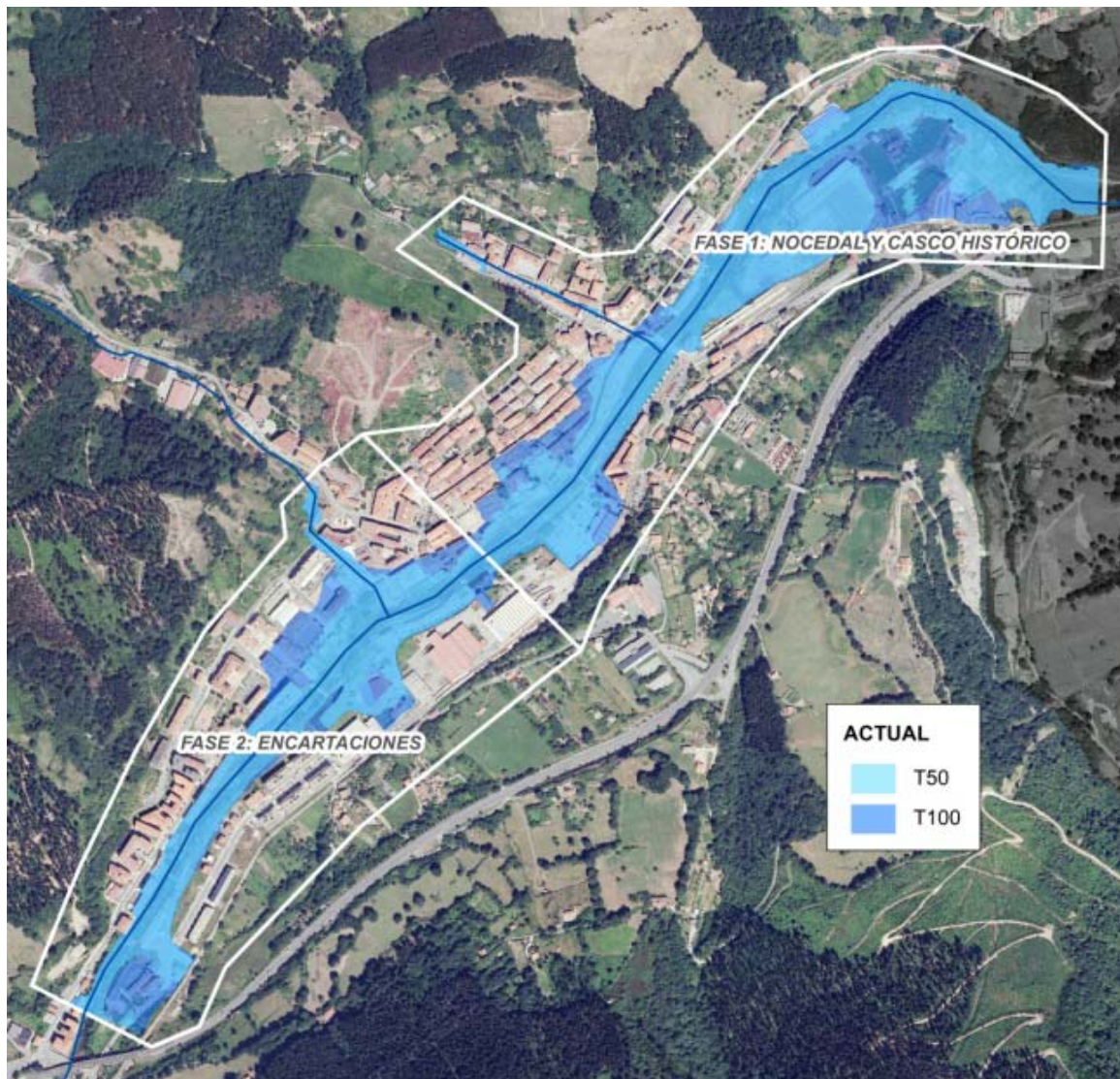
*Denominación de las fases analizadas y zonas inundables actuales*

Resulta evidente que sería deseable, en una primera fase, ejecutar medidas conducentes a eliminar los daños aguas abajo en el barrio de Nocedal y en el centro histórico de Balmaseda, para en una segunda fase actuar sobre la zona denominada Encartaciones, aguas arriba del puente Viejo.

Las protecciones encaminadas a defender el taller de Granalla Fabio y las viviendas del barrio de Nocedal, se diseñan para salvar la avenida de periodo de retorno de 50 años. En la parte histórica de Balmaseda y en la zona de Encartaciones, dada la presión urbanística, el valor patrimonial y la necesidad de levantar muros entre el pueblo y el río, se estudian igualmente alternativas para el periodo objetivo de 50 años.



Zonas inundables asociadas a los periodos de retorno de 50, 100 y 500 años



*Zonas inundables asociadas a los periodos de retorno de 50 y 100 años*

## 4.2 PROPUESTA DE ALTERNATIVAS

### 4.2.1 Fase 1. Nocedal y Casco Histórico

La fase 1 trata de resolver los problemas de inundabilidad dentro del núcleo urbano de Balmaseda aguas abajo del puente Viejo. Incluye el barrio de Nocedal y parte del centro histórico de Balmaseda. La sección tipo que predomina es la sección rectangular con muros de hormigón en margen derecha y edificaciones en margen izquierda límítrofes al cauce. El rango de valores del ancho del cauce varía entre 14 y 30 metros. Dentro del tramo canalizado, además de un colector de la red de saneamiento, existen zonas verdes accesibles que generan un canal de aguas bajas. El

perfil se encuentra escalonado por la presencia de azudes de altura comprendida entre 1 y 4 metros.

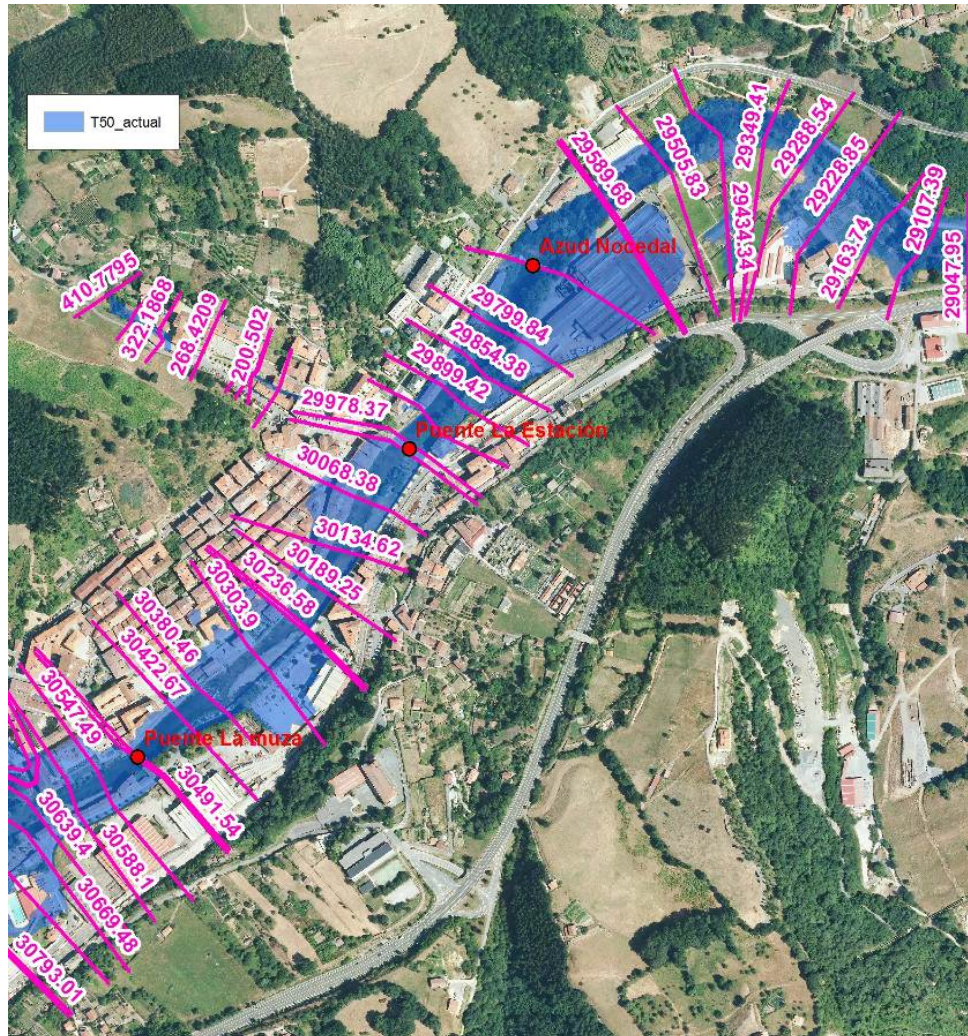


*Zona FASE 1. Nocedal y Casco Histórico*

Comienzan a producirse daños en la margen derecha, en el taller Fabio, para periodos de retorno del orden de 10 años y, para la avenida de 25 años, se ve afectado el núcleo urbano de Balmaseda entre la calle Martin Mendia y el río Cadagua. Hidráulicamente, destaca el salto que da la cota del fondo en el azud de Nocedal, situado junto a la actual fábrica de Granalla Fabio y la obstrucción generada principalmente por las pilas de la pasarela aguas arriba del puente de La Estación.

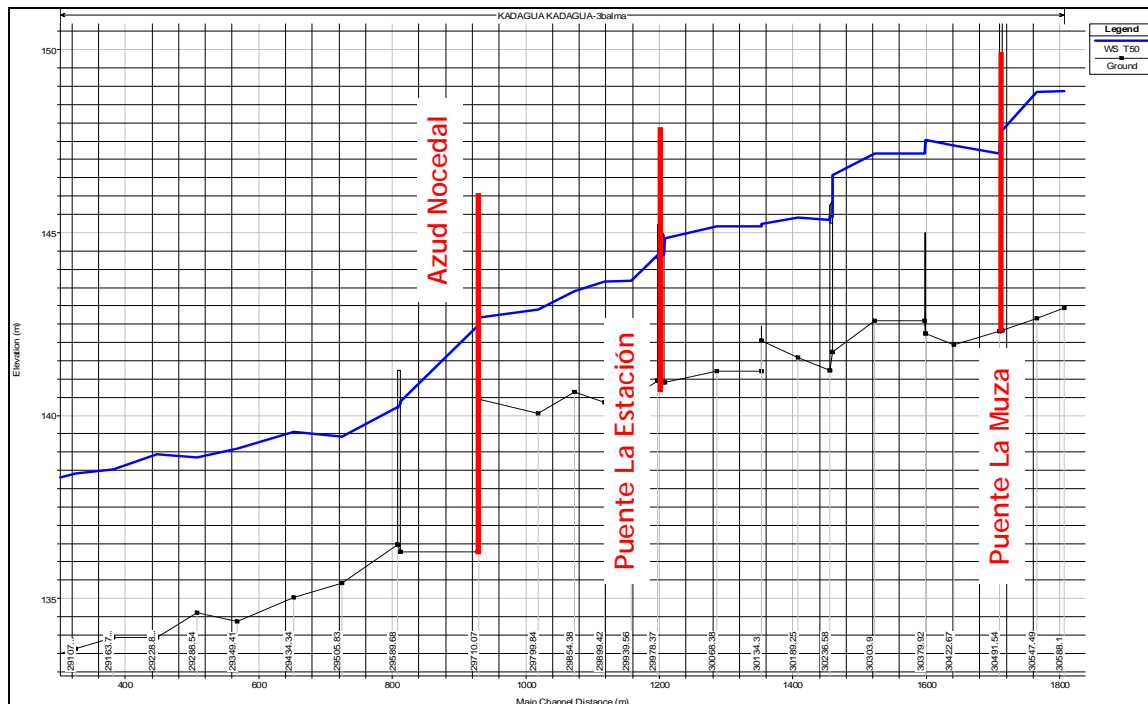
Para facilitar la comprensión de las actuaciones, su ubicación y los perfiles longitudinales incluidos en los apartados siguientes, en la siguiente imagen se muestran los perfiles transversales del

modelo hidráulico, resaltando los principales puntos de referencia y su ubicación en el perfil longitudinal del tramo analizado:



*Perfiles transversales y puntos singulares del modelo hidráulico*

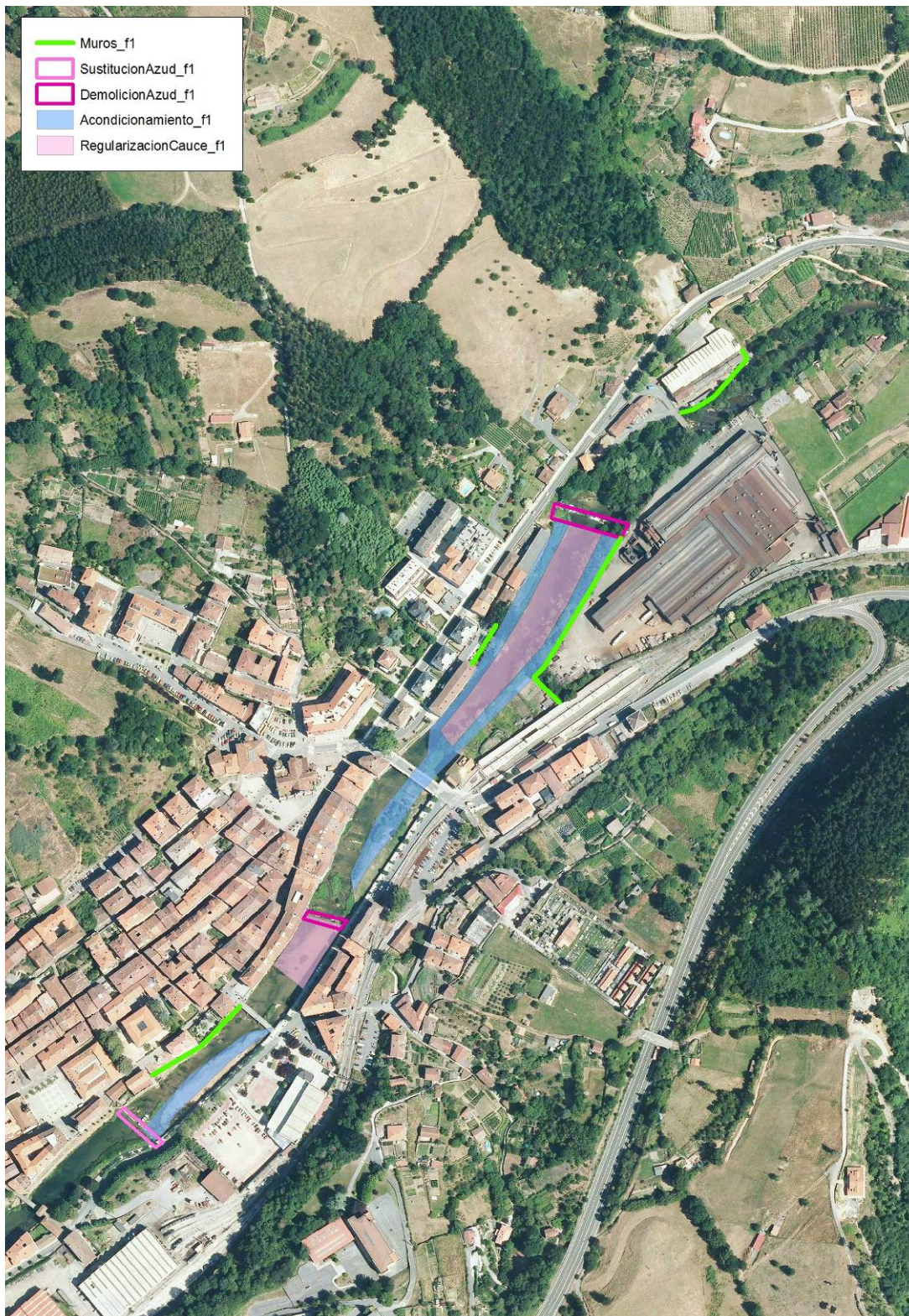




#### 4.2.1.1 Alternativa A

La alternativa consiste básicamente en demoler el azud de Nocedal y retirar los materiales de acarreo que actualmente colmatan el azud, asegurando una pendiente uniforme del lecho del orden de 0,8%. Además, se ensancha el canal de aguas bajas, eliminando las zonas verdes entre los muros de encauzamiento, se demuele un azud, se rebaja el de aguas abajo del puente Viejo y se homogeniza la pendiente del fondo.

En la imagen siguiente se integran todas las actuaciones propuestas en la alternativa A dentro de la primera fase denominada Nocedal y Casco Histórico.

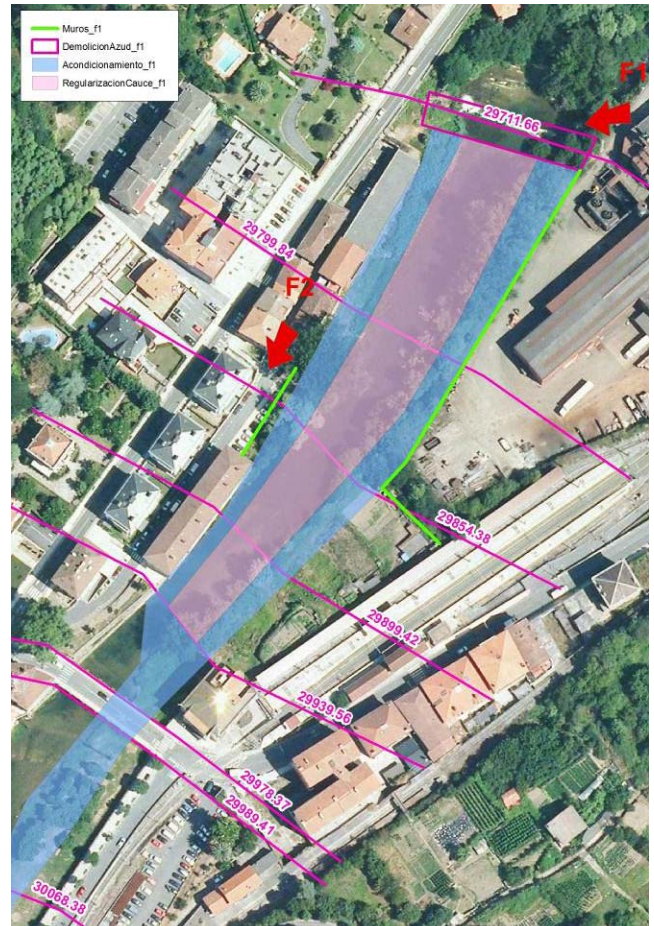
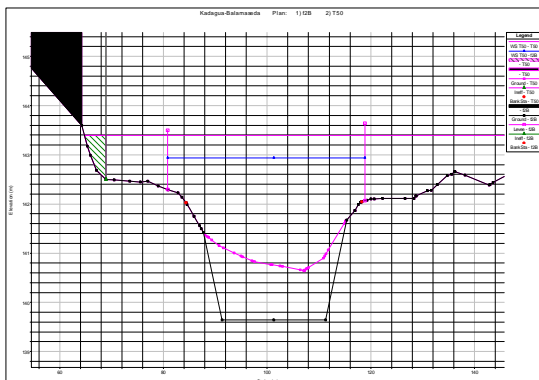
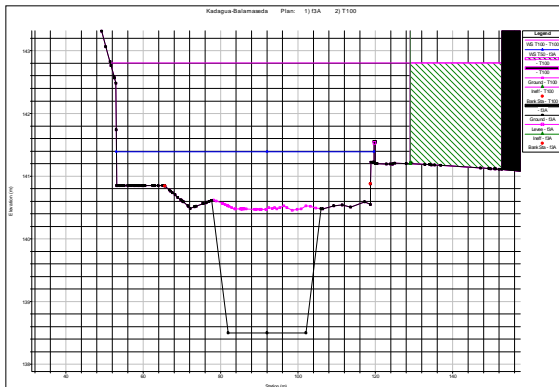


Fase 1 Nocedal y Casco Histórico. Alternativa A

A continuación, se detallan cada una de las medidas, incluyéndose un croquis de ubicación e imágenes explicativas relacionadas con la zona de actuación.

- Demoliciones y dragados
  - o Demolición del azud de Nocedal (foto 1) situado en el PK 29+710, próximo a la nave de talleres Fabio y a la estación de FEVE de Balmaseda. Dragado del trasdós del azud hasta el PK 29+939 con pendiente uniforme 0,8% y acondicionamiento de márgenes.
  - o Demolición del azud situado en el PK 30+134 en el centro histórico de Balmaseda (foto 3) aguas arriba del puente de La Estación. Dragado del trasdós del azud situado en una longitud de 50 metros. La diferencia de cota máxima entre el estado actual y el propuesto es de 60 centímetros. La pendiente media del cauce 0,3%.
  - o Modificación del azud de San Lorenzo situado en el PK 30+379 (foto 4), aguas abajo del puente medieval de Balmaseda, rebajando la cota de coronación en 1 metro. Se mantiene el efecto paisajístico de la lámina de agua aún en épocas estivales, y se aumenta la sumergencia del paso del puente que tiene al calado crítico al estrecharse el río.
- Acondicionamientos:
  - o Entre los PKs 29+939 y 30+068, ensanchamiento del cauce de aguas bajas en margen derecha dentro de un tramo canalizado especialmente en las inmediaciones del puente situado en el PK 29+989. Podrían existir servicios de saneamiento afectados. Se asegura un ancho de 28 metros de cauce.
  - o Entre los PKs 30+241 y el puente medieval de Balmaseda, ensanchamiento del cauce de aguas bajas en margen derecha dentro de un tramo canalizado. Podrían existir servicios de saneamiento afectados. Se asegura un ancho de 28 metros de cauce.
- Muros:
  - o Entre los PKs 29+505 y 29+593, muro de 1,5 metros y 100 metros de longitud.
  - o Entre el azud del PK 29+711 y el PK 29+854 para proteger la actividad industrial ubicada en la margen derecha del río Cadagua en el barrio de Nocedal. Altura menor de 1 metro. En margen izquierda para evitar la inundación de la calle Magdalena Bajera, altura de 1 metro.
  - o En margen izquierda entre los PKs 30+241 y 30+380, junto a la iglesia de San Juan-Donibane, altura de 1 metro.

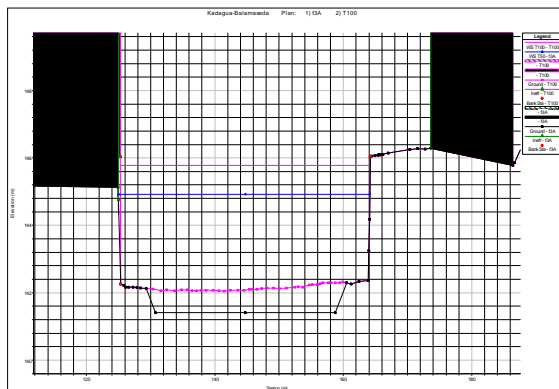
Las medidas anteriores no evitan la inundación de los bajos de las viviendas ubicadas en la margen izquierda, cuya cota es inferior a la del pase de la margen derecha. Por tanto, se deben aplicar medidas complementarias encaminadas a reducir los riesgos en la parte baja de estos edificios, tales como compatibilidad de usos o impermeabilización o construcción de sótanos estancos.



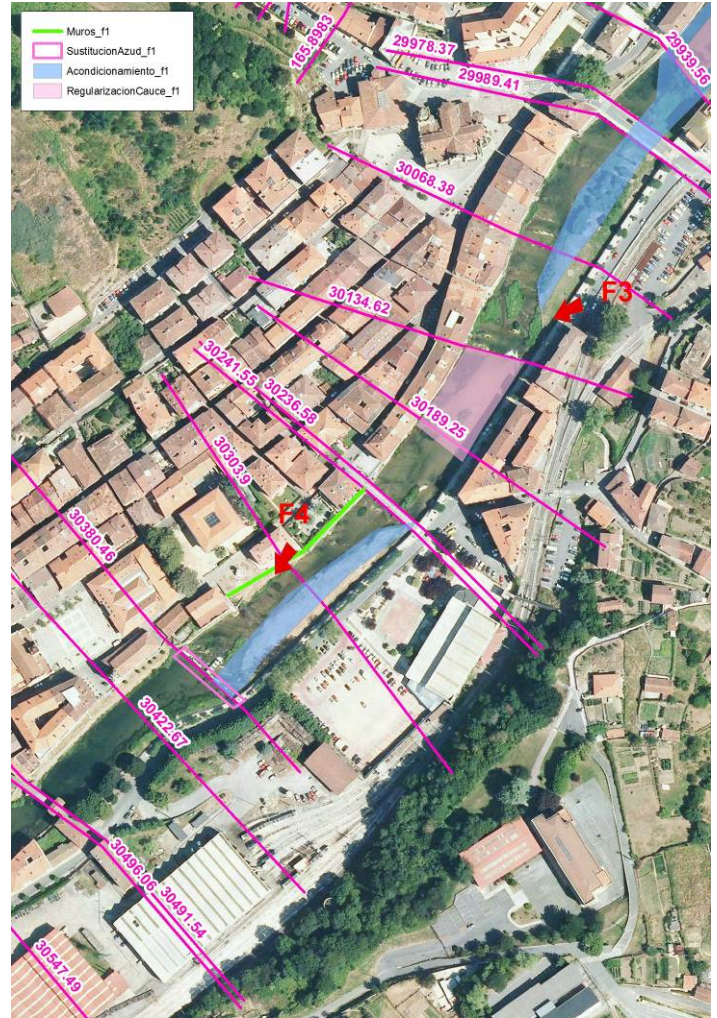
F1 Demolición azud  
F2 Muro de protección



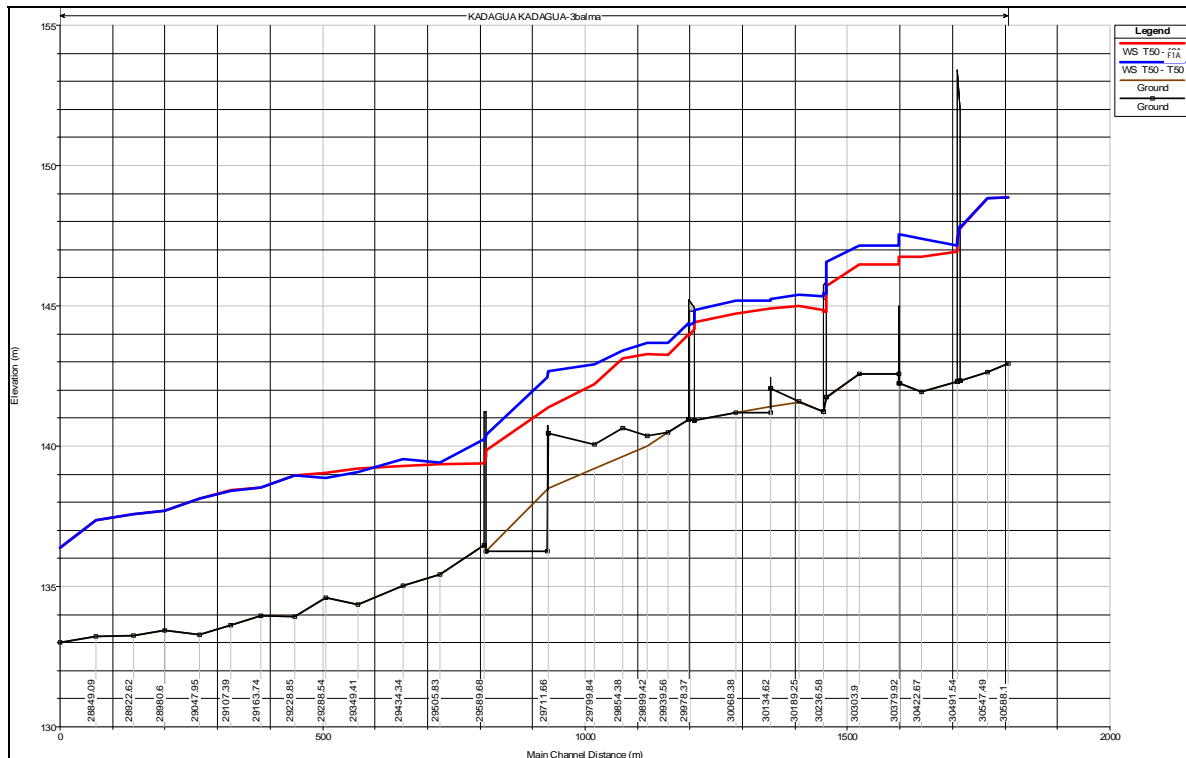
F3 Demolición de azud, acondicionamiento cauce aguas bajas y regularización del fondo



F4 Rebaje de cota de coronación azud situado en PK 30+380, muro en MI



En el perfil longitudinal que sigue, se representa la cota de lámina en la situación actual y la cota de lámina en la situación futura, tras acometer las medidas planteadas en la alternativa A de la fase 1.



Perfil longitudinal T50 con la cota de lámina en situación actual y con las medidas propuestas en la alternativa A

La variación de la zona inundable para los periodos de retorno de 50, 100 y 500 años, se muestra a continuación:



Láminas T50 situación actual y futura. Alternativa A



Láminas T100 situación actual y futura. Alternativa A



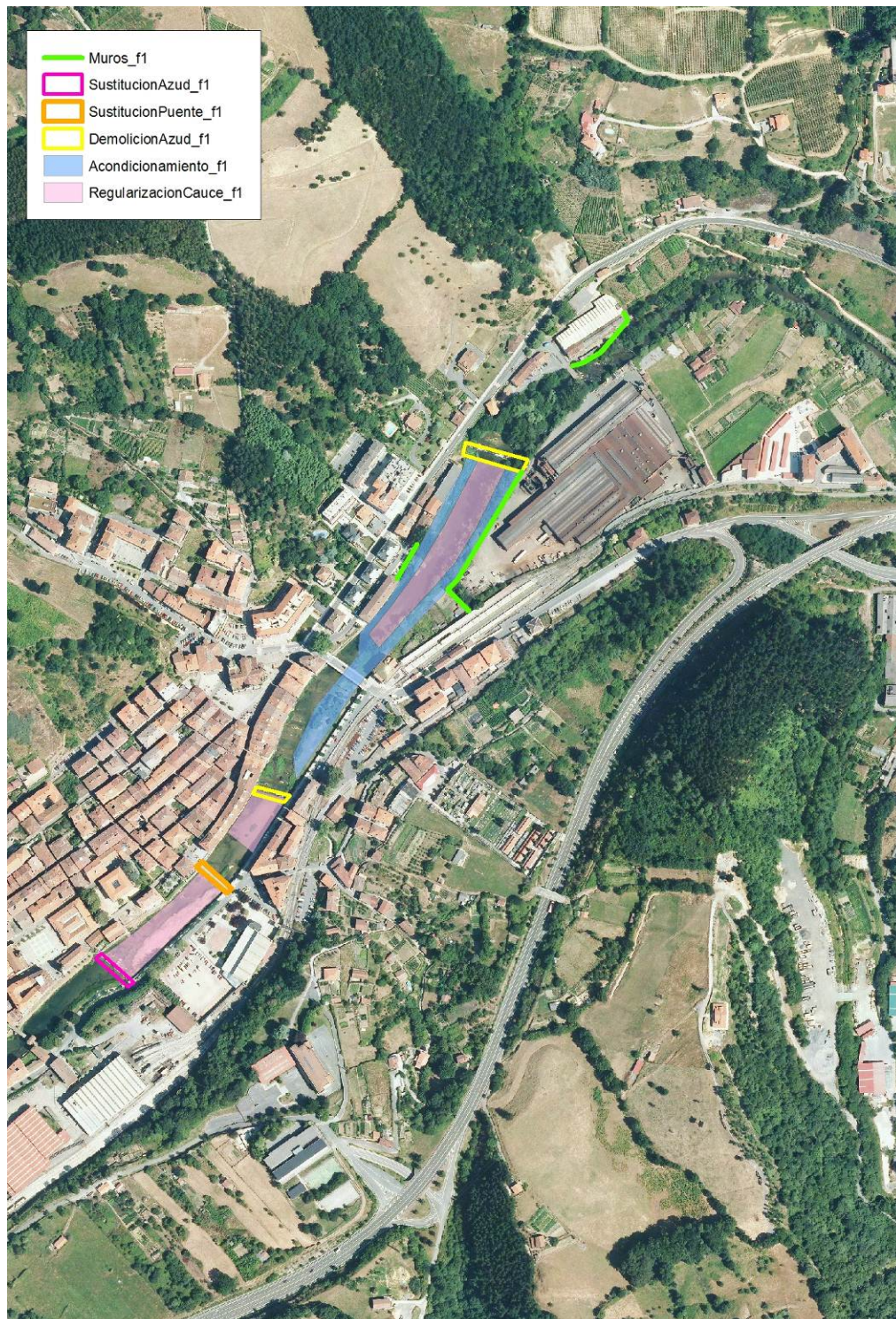
*Láminas T500 situación actual y futura. Alternativa A*

#### 4.2.1.2 Alternativa B

La principal diferencia respecto a la alternativa A, es la sustitución de la pasarela situada entre el puente de la Estación y el de La Muza. Se reduce el ancho de las pilas para aumentar la capacidad del puente, reducir la pérdida de carga y la sobreelevación. Aguas arriba de dicho puente y hasta el azud junto a la iglesia de San Juan, se plantea regularizar el fondo continuando la pendiente uniforme de 0,3%, en lugar de sólo acondicionar el canal de aguas bajas en la margen derecha, medida contemplada en la alternativa A. De esta manera, no es necesario levantar un murete de protección en la margen izquierda del río, a la altura de la Iglesia de San Juan - Donibane.

El resumen de actuaciones propuestas en la Alternativa B de la fase 1, barrio de Nocedal y casco histórico, se presenta a continuación mediante un croquis en planta.





*Propuesta de actuaciones Fase 1. Alternativa B*

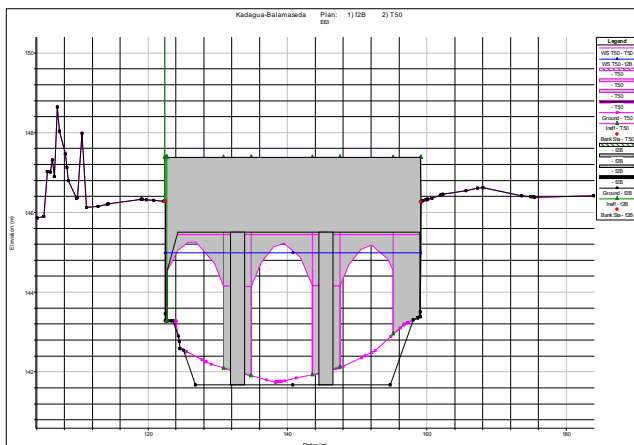
Además, no se realiza el acondicionamiento de la margen derecha en el barrio de Nocedal aguas abajo de la fábrica de talleres Fabio.

Las medidas planteadas en esta alternativa, no contempladas en la alternativa A, se describen a continuación con mayor detalle:

- Sustitución de la pasarela peatonal, PK 30+241 (foto 5). Por otra de mayor cota de arista inferior de tablero, menor ancho de pilas y mayor longitud del vano derecho retranqueando el estribo hasta los muros de ribera actuales.
- Entre el azud situado en el PK 30+134 en el centro histórico de Balmaseda (foto 3) aguas arriba del puente de La Estación y el azud situado aguas abajo del puente medieval de Balmaseda PK 30+380, regularización del lecho asegurando una pendiente mínima de 0,3% y ensanchamiento del cauce de aguas bajas en margen derecha hasta conseguir un ancho en base de 28 metros. Podrían existir servicios de saneamiento afectados.



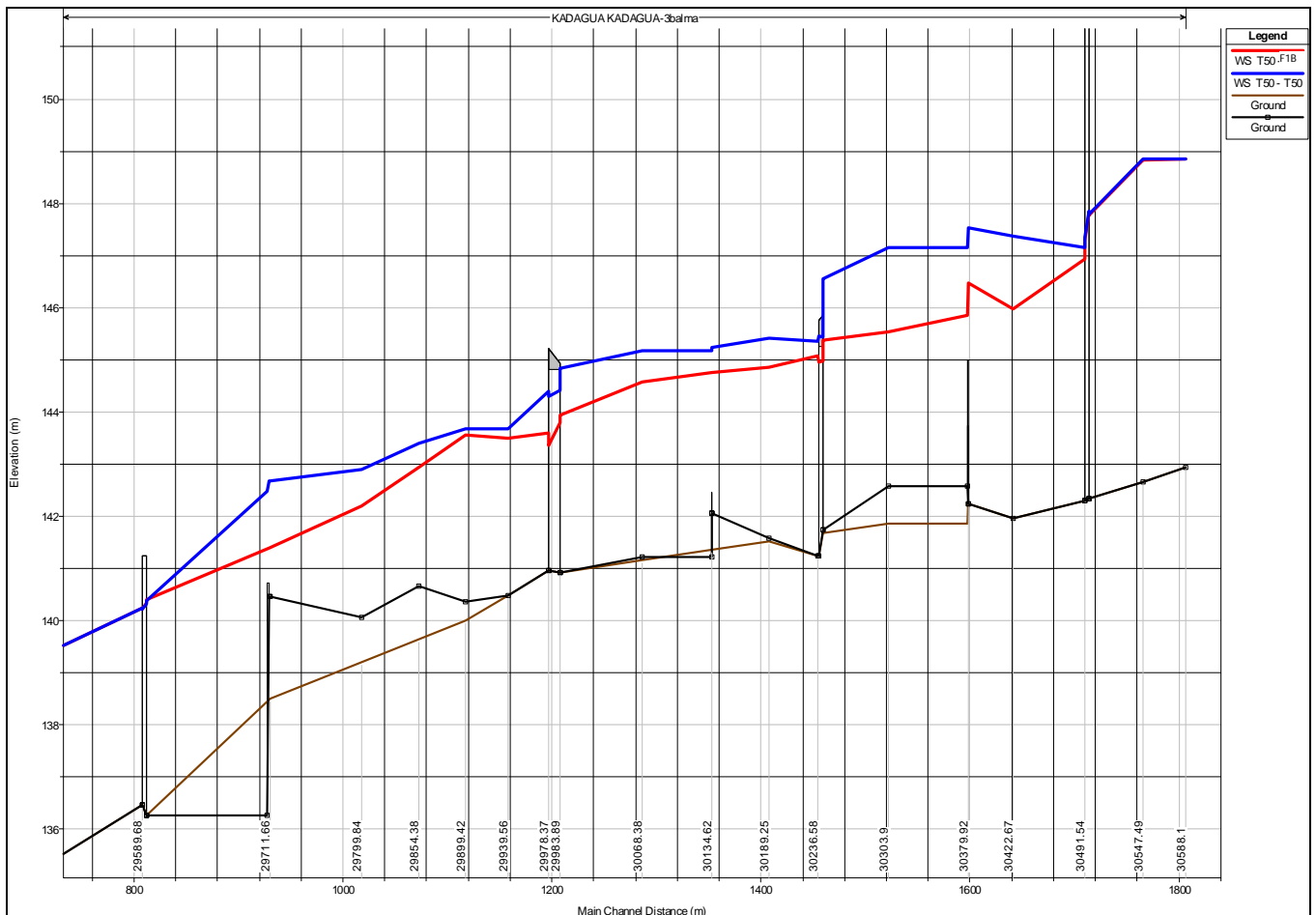
F5 Sustitución de pasarela y regularización del fondo



Sección tipo propuesta de la nueva estructura

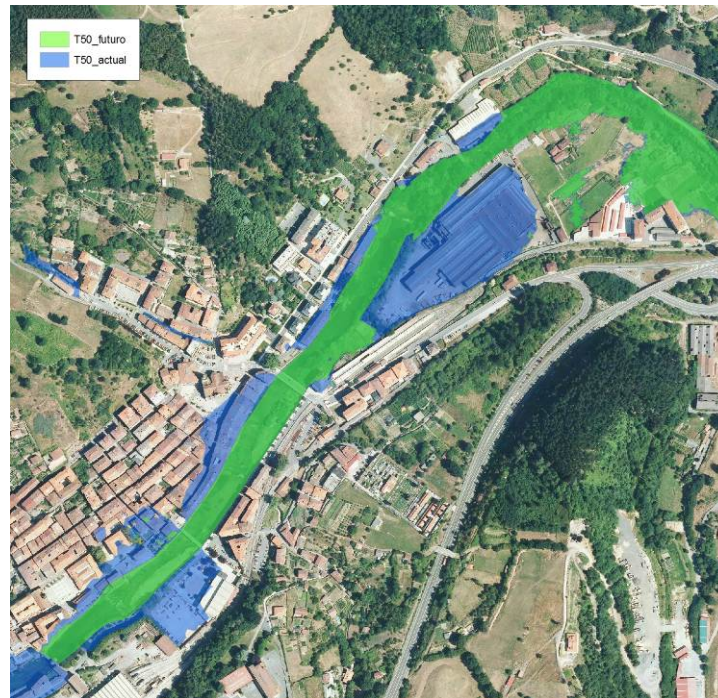


El efecto de las medidas sobre la inundabilidad, queda reflejado en el siguiente perfil:



Perfil longitudinal de la lámina de agua  $T=50$ . Situación actual y alternativa B

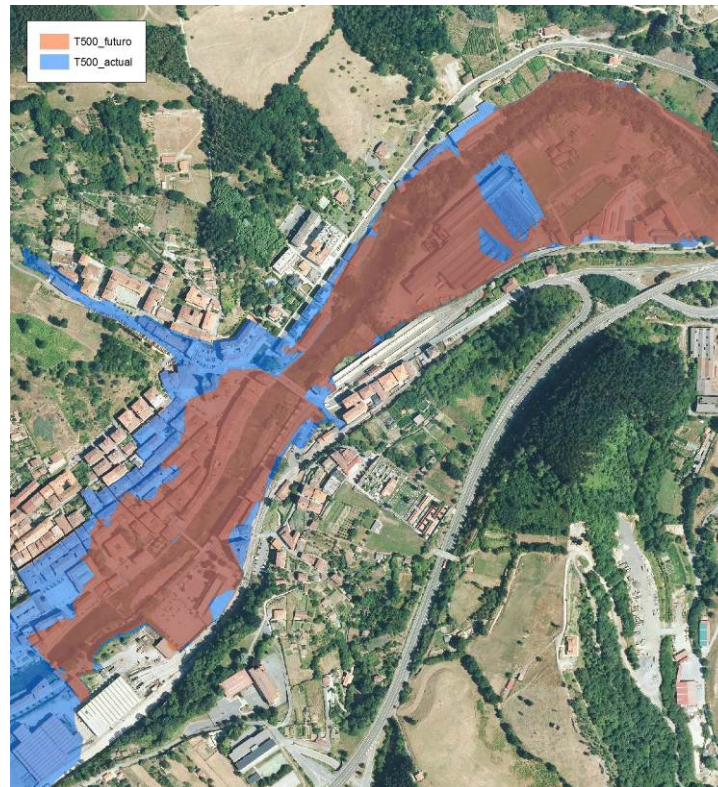
La variación de la zona inundable para los periodos de retorno de 50, 100 y 500 años, se muestra a continuación:



*Láminas T50 situación actual y futura. Alternativa B*

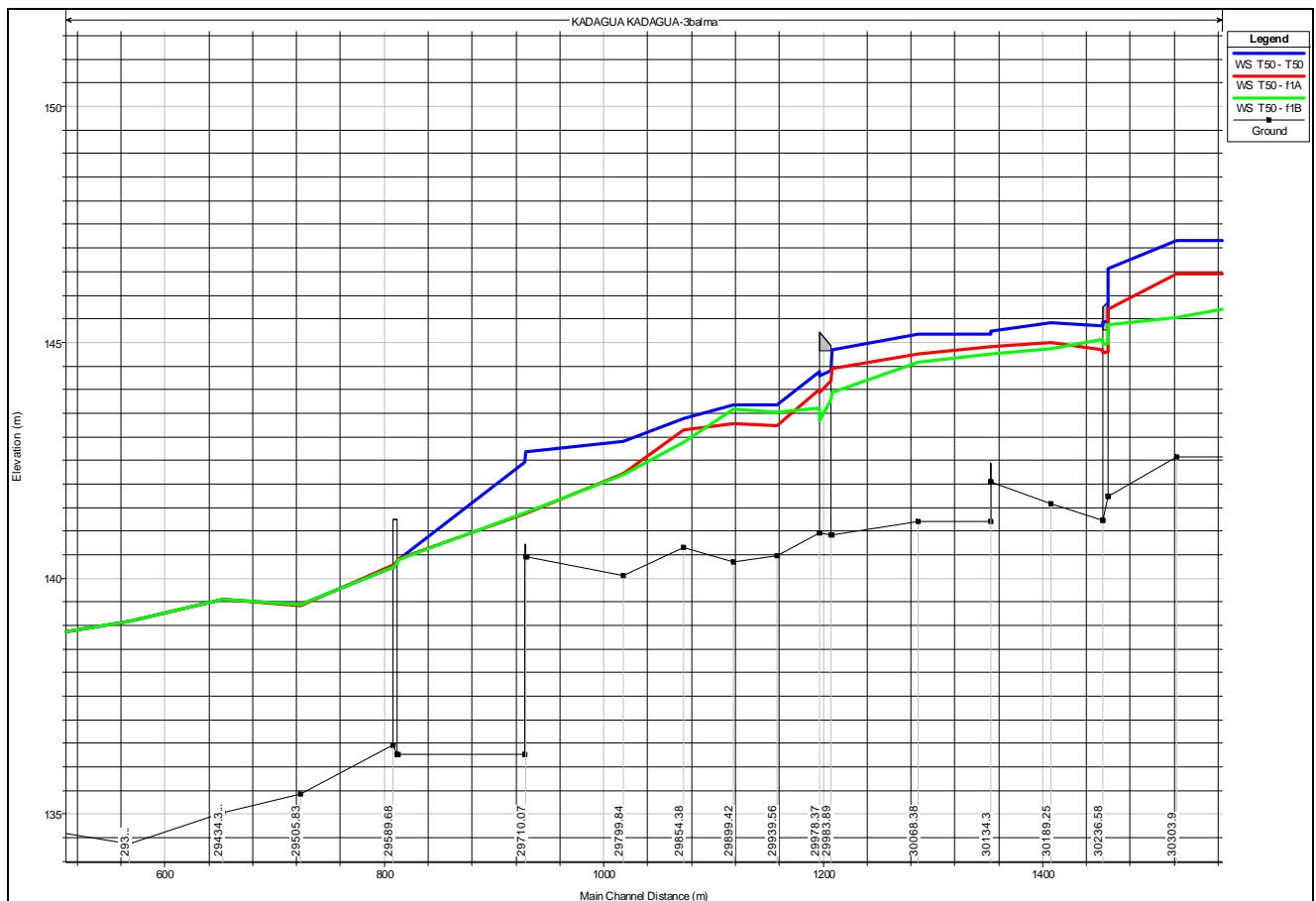


*Láminas T100 situación actual y futura. Alternativa B*



*Láminas T500 situación actual y futura. Alternativa B*

#### 4.2.1.3 Comparación hidráulica de alternativas



Perfil longitudinal de la lámina de agua T=50. Comparativa entre las Alternativas A y B de la Fase 1.

Mediante la sustitución de la pasarela y regularización del fondo aguas arriba, con rebaje de la cota de roca hasta el azud de San Lorenzo, alternativa B, se consigue reducir la cota de lámina agua aguas arriba de la pasarela peatonal del PK 30+241. Consecuentemente, no es necesario levantar en este tramo ningún muro de protección.

#### 4.2.1.4 Estimación del coste

En la valoración económica de las obras de protección propuestas, se emplea una simplificación a partir de las mediciones de determinadas unidades básicas con precios asociados obtenidos de proyectos reales, a los que se aplica una mayoración, en concepto de contingencias del 25%, para poder considerar elementos difícilmente tipificables.

La demolición de estructuras se cuenta por unidades mientras que la sustitución por m<sup>2</sup> construidos en planta. Para el dragado de fondos únicamente se contabiliza el volumen de excavación más los metros lineales en planta de restauración ambiental. En el caso del acondicionamiento del cauce se

incluye el desbroce en ml, los volúmenes de excavación y relleno, el perfilado de la sección y su escollero en m<sup>2</sup> en planta y la restauración ambiental en ml. Por último, los muros de protección se miden por m<sup>2</sup> de alzado ejecutados.

De esta forma resulta, para la alternativa A:

	Ud.	Precio unitario	Medición	Parcial (€)
<b>Acondicionamiento del cauce</b>				
Despeje y desbroce	ml	3	580.00	1,740.00
Excavación (30% roca - 70% suelo) y canon	m3	19	21,825.00	414,675.00
Perfilado y tratamiento	m2	4.29	5,975.00	25,632.75
Relleno	m3	3.14	327	1,026.78
<b>Encauzamiento</b>				
Revestimiento de escollera 500 kg	m2	58	5,975.00	346,550.00
<b>Muros de protección</b>				
Muro de protección de hormigón de 30 cm	m2	150	465	69,750.00
<b>Estructuras</b>				
Demolición de puente/azud	Ud.	30,000.00	3	90,000.00
Reposición de puente/azud	m2	3,350.00	55	184,250.00
<b>Reposición de servicios</b>				
Reposición de servicios	ml	150	320	48,000.00
<b>Restauración ambiental</b>				
Restauración ambiental	ml	220	580.00	127,600.00
<b>SUMA</b>				1,309,224.53
Imprevistos	25%			327,306.13
Presupuesto de Ejecución Material				1,636,530.66
Gastos generales	13%			212,748.99
Beneficio industrial	6%			98,191.84
<b>SUMA</b>				1,947,471.49
IVA	21%			408,969.01
Proyecto y dirección de obra	4%			94,257.62
<b>Coste de la Inversión</b>				<b>2,450,698.12</b>

Y para la alternativa B:

	Ud.	Precio unitario	Medición	Parcial (€)
<b>Acondicionamiento del cauce</b>				
Despeje y desbroce	mI	3	580.00	1,740.00
Excavación (30% roca - 70% suelo) y canon	m3	19	24,135.00	458,565.00
Perfilado y tratamiento	m2	4.29	4,045.00	17,353.05
Relleno	m3	3.14	285	894.90
<b>Encauzamiento</b>				
Revestimiento de escollera 500 kg	m2	58	4,045.00	234,610.00
<b>Muros de protección</b>				
Muro de protección de hormigón de 30 cm	m2	150	365	54,750.00
<b>Estructuras</b>				
Demolición de puente/azud	Ud.	30,000.00	4	120,000.00
Reposición de puente/azud	m2	3,350.00	255	854,250.00
<b>Reposición de servicios</b>				
Reposición de servicios	mI	150	220	33,000.00
<b>Restauración ambiental</b>				
Restauración ambiental	mI	220	580.00	127,600.00
<b>SUMA</b>				1,902,762.95
Imprevistos	25%			475,690.74
Presupuesto de Ejecución Material				2,378,453.69
Gastos generales	13%			309,198.98
Beneficio industrial	6%			142,707.22
<b>SUMA</b>				2,830,359.89
IVA	21%			594,375.58
Proyecto y dirección de obra	4%			136,989.42
<b>Coste de la Inversión</b>				<b>3,561,724.88</b>

En resumen:

	Alternativa A	Alternativa B
Coste Inversión €	2,450,698	3,561,725



#### 4.2.1.5 Análisis ambiental de las alternativas

##### 1) Valores naturalísticos que se pueden ver afectados por las actuaciones de la Fase 1

La fase 1 incluye el barrio de Nocedal y parte del centro histórico de Balmaseda. Se extiende entre el puente medieval de Balmaseda hasta aguas abajo de los talleres de granalla de Fabio Murga, en las inmediaciones del municipio de Zalla. Los principales condicionantes ambientales observados en esta fase son:

- El río Cadagua a su paso por el municipio de Balmaseda está incluido en el Registro de Zonas Protegidas (RZP) del Plan Hidrológico de la Demarcación del Cantábrico Oriental, como “Tramo de interés medioambiental”.

Esta categoría recoge aquellos tramos fluviales que presentan unas características poco alteradas en relación con la morfología y estructura del cauce, con el régimen de caudales y con el mantenimiento de los procesos de intercambio característicos de los medios fluviales (flujos según los ejes vertical, horizontal y longitud), con la calidad del agua, y con la conservación del sistema ribereño y la diversidad de la fauna y flora asociada al sistema fluvial. Se exceptúan los subtramos incluidos en zonas urbanas o urbanizables.

- El tramo del río Cadagua objeto de análisis forma parte del Área de Interés Especial definida para el visón europeo (*Mustela lutreola*) por el Plan de Gestión de esta especie en el Territorio Histórico de Bizkaia. (Decreto Foral de la Diputación Foral 118/2006, de 19 de junio, por el que se aprueba el Plan de Gestión del Visón Europeo, *Mustela lutreola* (Linnaeus, 1761), en el Territorio Histórico de Bizkaia, como especie en peligro de extinción y cuya protección exige medidas específicas).

- Presencia de hábitats de interés comunitario. En el tramo del Cadagua que discurre por la parte inferior de la Fase 1, a partir de los pabellones de Fabio Murga, se localiza una zona de aliseda en buen estado de conservación. La aliseda es un hábitat de interés comunitario prioritario recogido en el Anexo I de la Directiva 92/43/CEE, de Hábitats (Bosques aluviales de *Alnus glutinosa* y *Fraxinus excelsior* (Cod. EU 91E0\*)).

- Se localizan numerosos elementos del patrimonio en las proximidades de la zona de actuación; los más próximos al cauce son el Puente viejo y las Zonas de Presunción arqueológica del hospital de la Magdalena y del molino de la Mimbrera

- Parte de la zona de actuación forma parte del Área de Interés especial para los quirópteros *Myotis emarginatus* (murciélago de Geoffroy) y *Rhinolophus ferrumequinum* (murciélago grande de herradura). Se ha citado la presencia asimismo de *Pipistrellus pipistrellus*, en algunas de las edificaciones localizados junto al cauce y de *Rhinolophus euryale* (murciélago mediterráneo de herradura).

El tramo bajo del río, entre el azud de Nocedal y el final del tramo en estudio, presenta una calidad buena, con márgenes en aceptable estado de conservación y pocas alteraciones en la

morfología de las riberas. Asimismo la calidad de las aguas es relativamente buena, aunque se observan procesos de eutrofización derivados de los vertidos del núcleo urbano.



*Aspecto del cauce a la altura de los Talleres Fabio Murga. Fotografías aguas arriba y aguas abajo respectivamente de la pasarela que une los pabellones de la empresa citada y detalle de la isleta formada en el cauce*

El valor paisajístico de esta zona, además del naturalístico, es elevado. Destaca especialmente el tramo localizado entre la pasarela de Fabio Murga y el azud de Nocedal (en este tramo no se interviene), con una densa cobertura vegetal en las riberas y la existencia de una isla en el centro del cauce que constituye un reducto de biodiversidad. Se trata de un tramo con buenas condiciones para su utilización por parte del visón europeo.



Aspecto del cauce a la altura de los Talleres Fabio Murga. La MD ocupada por las instalaciones industriales. La MI se conserva en mejor estado



Aspecto del río aguas abajo de los talleres Fabio Murga  
Se observa la isleta central formada en el cauce

En general, el tramo presenta un estado de conservación bueno, tanto en lo referente a la calidad de las aguas como al estado de conservación de la vegetación de ribera, si bien es cierto que puntualmente se observan alteraciones en la composición de la misma y ocupación de las márgenes fluviales por las edificaciones industriales anteriormente citadas.

La vegetación de ribera está compuesta por una mezcla de especies autóctonas como alisos (*Alnus glutinosa*), fresno (*Fraxinus excelsior*), saúco (*Sambucus nigra*) cornejo (*Cornus sanguínea*), avellano (*Corylus avellana*), sauces (*Salix atrocinerea* y *S. alba*) y alóctonas (chopos *Populus spp*) y falsa acacia (*Robinia pseudoacacia*).

Se han localizado, al final del tramo, algunos ejemplares de *Cortaderia selloana* así como de falso bambú *Phyllostachys spp*. (La superficie ocupada por estas plantas invasoras es reducida, aunque conviene su erradicación cuanto antes para evitar su propagación).

En el tramo comprendido entre el azud de Nocedal y el puente de la estación, va haciéndose notoria la inclusión del río en un ámbito urbanizado, en especial en la margen izquierda,

asomándose algunos edificios al cauce. En la margen derecha el estado de la vegetación de ribera es mejor.



*Río Cadagua a la altura del azud de Nocedal*



*Tramo del Cadagua entre el azud de Nocedal y la puente de la variante y el centro urbano. En la margen derecha se conservan algunos retazos de aliseda. La margen izquierda está parcialmente ocupada por edificios*

Agua arriba del puente de la estación y hasta el puente medieval de Balmaseda, se sucede un tramo eminentemente urbano, tal como se observa en las siguientes fotografías:



*Una de las zonas en las que está previsto acondicionar el cauce, en la fotografía de la izquierda, ocupando la zona arbolada*



*Tramo del Cadagua a su paso por el centro urbano de Balmaseda*

En la margen izquierda, los edificios llegan a cimentarse sobre el propio cauce. En la derecha, existe más espacio libre, ocupado en algunas partes como zona verde, aunque esta margen está canalizada mediante un muro. Este tramo presenta una gran potencialidad para su regeneración e integración en el entramado urbano y no está exento de atractivo paisajístico, en parte por las edificaciones monumentales que se asoman al río, como el puente viejo o medieval.



*Río Cadagua en el entorno del puente medieval*

## 2) Resumen de las actuaciones y análisis ambiental de las alternativas propuestas

En la siguiente tabla se resumen las actuaciones para cada una de las alternativas con las longitudes de actuación. Posteriormente se realizará el análisis comparativo de posibles afecciones para determinar cuál es la alternativa más favorable, teniendo en cuenta los condicionantes ambientales descritos en el ámbito de estudio.

ACTUACIÓN PROPUESTA	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B
MI Acondicionamiento de cauce	715	346
MI Regularización de cauce	279	419
Sustitución puentes	----	1
Rebaje azud	1	1
Azudes a demoler	2	2
MI Muros perimetrales protección edificios	396	299

Se han propuesto 2 alternativas en esta fase 1. En la alternativa A, se contemplan dos tramos de regularización de cauce y tres de acondicionamiento del mismo, con las longitudes totales expresadas en la tabla anterior.

La principal diferencia entre las dos alternativas, es que con la Alternativa B, no se realiza el acondicionamiento de la margen derecha en el barrio de Nocedal aguas abajo de la fábrica de Fabio Murga. En esta zona el valor naturalístico del río es elevado, con relativamente buena cobertura de la aliseda, que constituye un hábitat comunitario prioritario y con condiciones idóneas para el visón europeo. Se trata de uno de los tramos analizados que resulta más valioso, desde el punto de vista ambiental, por lo que el impacto causado por el acondicionamiento previsto por la Alternativa A en esta zona se considera severo.

Por el contrario, la alternativa B incluye la regulación del lecho del río entre el puente de la Muza y el azud situado junto a la iglesia de San Juan, actuación más agresiva que la incluida en la alternativa A para este tramo. Aún con todo y, desde el punto de vista exclusivamente ambiental, globalmente resulta más adecuada la **alternativa B**.

Otro tramo con un alto valor para la conservación, es el comprendido entre la pasarela de Fabio Murga y al azud de Nocedal. No se actúa en este tramo con ninguna de las dos alternativas propuestas.

Para el resto de actuaciones consideradas en esta fase 1, el impacto resultante se considera moderado, siempre y cuando se adopten medidas preventivas y correctoras que minimicen en fase de obra la afección al río y aseguren la revegetación de las márgenes.

### 3) Consideraciones ambientales

- El interés naturalístico del río Cadagua es elevado, tal como lo atestigua su inclusión en el Registro de Zonas Protegidas del Plan Hidrológico. En su recorrido por el centro urbano son notorias las alteraciones en las márgenes fluviales, aunque con todo este tramo presenta una gran potencialidad para su regeneración y valores ambientales notables.
- Además, el Cadagua a su paso por el centro urbano de Balmaseda, tiene una alta potencialidad para su integración en el entramado urbano, de forma que se convierta en un

elemento de referencia en el mismo. Además del atractivo del propio cauce se une la presencia de edificaciones de elevado interés arquitectónico como el puente medieval, formando ambos, río y patrimonio, un conjunto de elevado interés.

- Con carácter general, la demolición de azudes se considera una actuación favorable para el ecosistema fluvial, al permitir el flujo normal del agua, interrumpido por la presencia del azud y permitir el libre movimiento de la fauna acuática. En el caso del azud de San Lorenzo situado en el PK 30+379, aguas abajo del puente medieval de Zalla, se ha decidido no demolerlo y rebajar la cota de coronación en 1 metro, con el objeto de mantener el efecto paisajístico de la lámina de agua. Este azud cuenta con una escala central para peces, de la que deberá asegurarse su franqueabilidad.
- Deberá realizarse un estudio de detalle de la presencia de visón europeo (*Mustela lutreola*) en la zona de actuación y en función de los resultados de este estudio se propondrán las medidas preventivas y correctoras a llevar a cabo previo a las obras.
- En cualquier caso, será de obligado cumplimiento lo dispuesto en el Plan de Gestión del visón europeo en Bizkaia. En los acondicionamientos propuestos se tendrá en cuenta la recuperación de la vegetación de las márgenes una vez realizado el ensanchamiento del lecho del cauce de forma que se pueda desarrollar la vegetación de ribera, especialmente el estrato arbustivo importante hábitat para el visón europeo. Los trabajos se ejecutarán siempre fuera del periodo de reproducción del visón, es decir antes del 15 de Marzo y después del 31 de Julio.
- Se adoptaran sistemas para evitar el aporte al cauce de aguas cargadas de sólidos en suspensión durante las obras. (Ejecución de las obras en seco mediante la construcción de ataguías, colocación de barreras filtrantes de sedimentos (sacos terreros, balas de paja, barreras de geotextil...))
- Como criterios generales para la revegetación pueden señalarse: priorizar el uso de técnicas de bioingeniería, evitar la introducción o fomento de especies invasoras y, si están presentes en el tramo, proponer programas de erradicación y plantear soluciones que faciliten el mantenimiento posterior de las superficies revegetadas. En la medida de lo posible, en el diseño de las actuaciones de encauzamiento y obras de fábrica, se tenderá al diseño de soluciones "blandas" que posibiliten las actuaciones de revegetación, mediante siembras y plantaciones.
- Asimismo se propondrán acciones que favorezcan la recuperación del hábitat faunístico en aquellos tramos donde se afecte al lecho del cauce actual, tales como el diseño de un lecho irregular, refugios, pozas, etc...
- Deberán caracterizarse los sedimentos del lecho del cauce, ante la posibilidad de que no constituyan residuos inertes. El destino de estos sedimentos se determinará en función de su caracterización, según los criterios de admisión establecidos en el punto 2 de la Decisión 2.003/33/CE.

- Habrá que tener en cuenta que los muros propuestos situados en la parcela de talleres Fabio Murga se localizan sobre parcelas inventariadas con suelos potencialmente contaminados, por tanto se deberá estar a lo dispuesto en la Ley 1/2005, de 4 febrero, en cuanto al procedimiento de obtención la Declaración de calidad del suelo de dicha parcela.

#### 4.2.2 Fase 2. Encartaciones

El objetivo de la Fase 2 es proteger frente a inundaciones las márgenes del río Cadagua a su paso por el término municipal de Balmaseda para el periodo de retorno objetivo de 50 años, concretamente entre el puente de La Muza y el puente bajo la carretera BI-636 sentido Burgos.

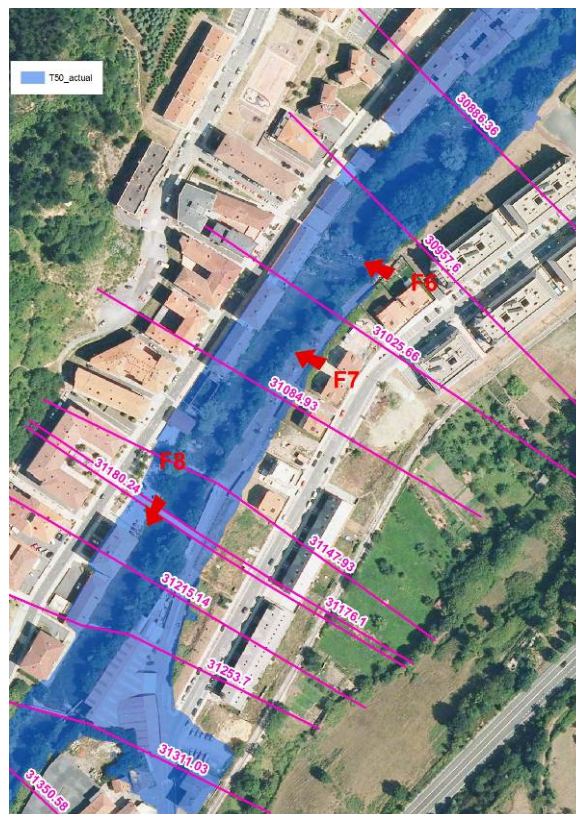


Fase 2. Encartaciones



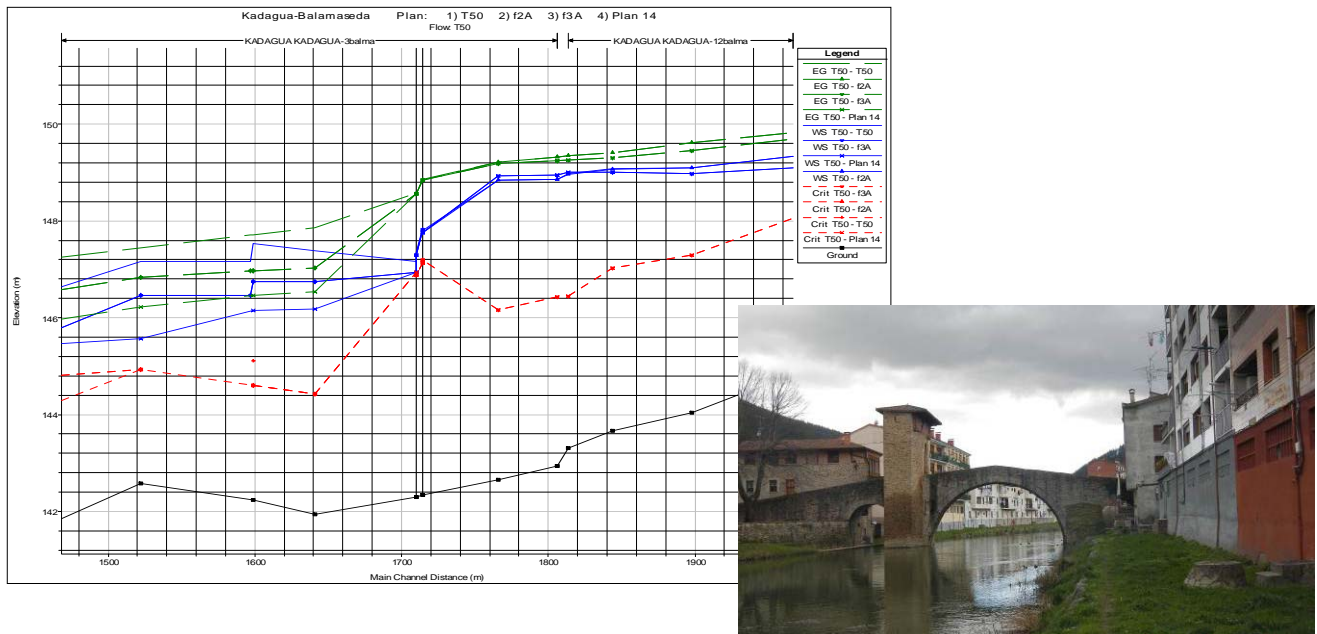
Se trata de un tramo prácticamente rectilíneo, con taludes en margen derecha y constreñido en margen izquierda por muros y edificios.

En los primeros 420 metros aguas arriba del puente Viejo, en margen izquierda, existe un muro que canaliza al cauce. En este tramo, la principal causa de desbordamiento es la obstrucción del puente Viejo. Aguas arriba, los edificios cimientan sobre el propio cauce, tal y como se puede apreciar en las siguientes fotografías. La principal causa de inundación en este tramo es la falta de sección durante crecidas.



El puente de La Muza genera una sobreelevación aguas arriba considerable. En el gráfico siguiente se muestra cómo la reducción de la cota de lámina aguas abajo, no influye en la cota de partida

aguas arriba del puente medieval de Balmaseda, puesto que el estrechamiento y el cambio de pendiente en ese punto, provoca que el calado de la lámina de agua se aproxime al calado crítico.

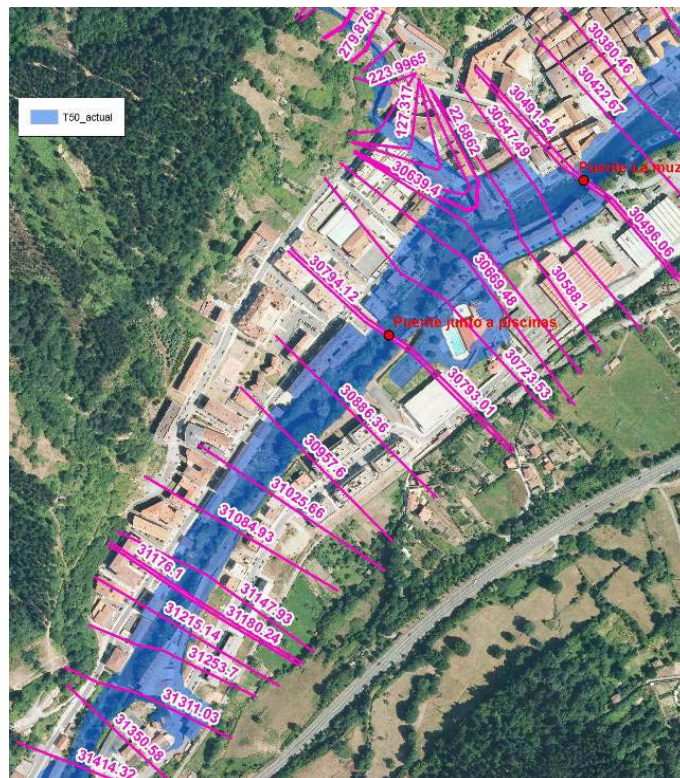


Las actuaciones planteadas en la Fase 2 son por tanto independientes de la ejecución de las medidas de la Fase 1.

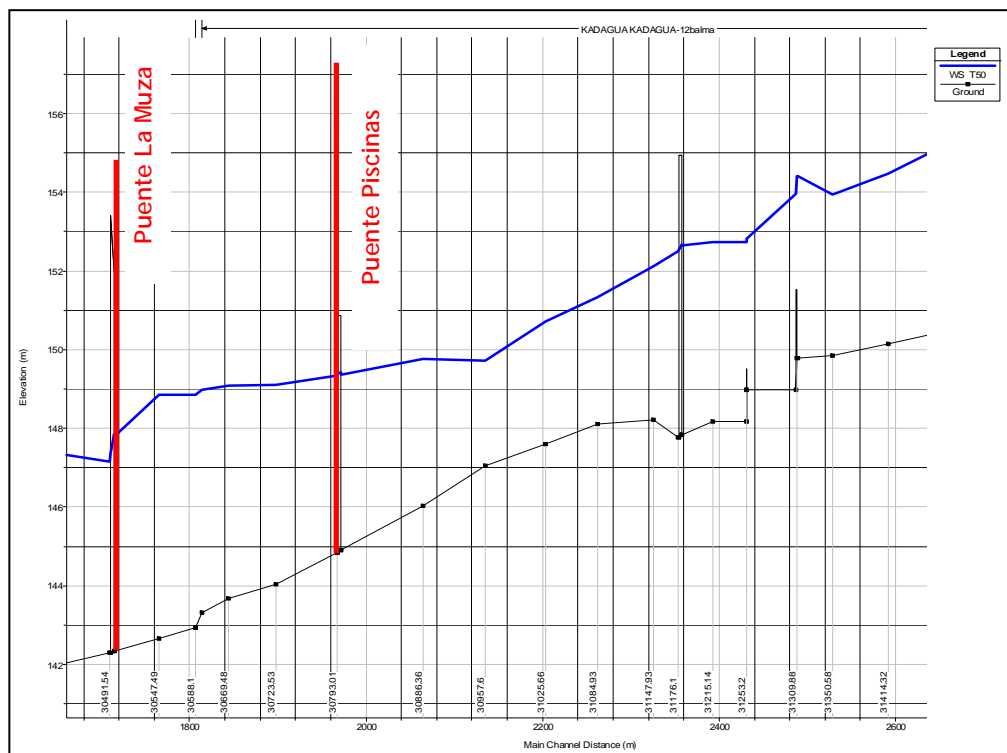
Los principales daños potenciales son:

- Las viviendas situadas entre la calle Encartaciones y el río Cadagua en MI.
- El taller de Transformados Metálicos Industriales TRAMEINSA.
- Las piscinas municipales.
- Los bloques de viviendas entre la calle del El Cristo y el Cadagua aguas arriba en MD.

Para facilitar la comprensión de las actuaciones, su ubicación y los perfiles longitudinales incluidos en los apartados siguientes, se presenta a continuación una imagen en planta del ámbito de la fase, en la que se resaltan puntos de referencia y su ubicación en el perfil longitudinal del tramo analizado:



Perfiles transversales y puntos singulares del modelo hidráulico



#### 4.2.2.1 Alternativa A

La alternativa A consiste básicamente en proteger mediante muros las inmediaciones del puente Viejo, tanto en margen derecha como en margen izquierda, ensanchar el cauce en la margen contraria donde las viviendas cimentan sobre el cauce y demoler el azud situado junto a TRAMEINSA.

Desde el punto de vista hidráulico, lo óptimo sería aumentar la capacidad de desagüe de la sección del Puente Viejo, bien en las riberas del río, bien bajo los ojos del puente. Sin embargo, dado el valor histórico y patrimonial de la estructura, no se propone inicialmente ninguna actuación en las proximidades del puente para reducir la cota de lámina aguas arriba. Como resultado, no queda más remedio que proteger mediante muros para reducir el riesgo según el planteamiento indicado.



*Vista desde aguas arriba del Puente de La Muza en Balmaseda y afección a viviendas en margen derecha*

Aguas arriba del puente junto a las piscinas municipales, al ensanchar el cauce principal es necesario prolongar una pasarela metálica. Podría dejarse el estribo derecho como apoyo del puente, desmontar las escaleras y rampa de acceso y adaptarla a su nueva ubicación, retranqueada de manera que no represente una obstrucción a la avenida de periodo de retorno 50 años.

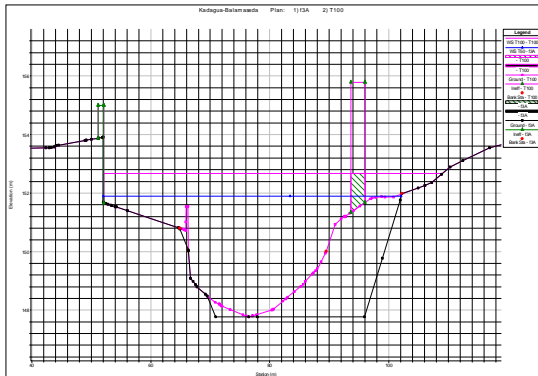
En la imagen siguiente, se integran todas las actuaciones propuestas en la alternativa A dentro de la Fase 2, denominada Encartaciones.



Propuesta de actuaciones Fase 2. Alternativa A

A continuación se detallan las medidas planteadas en esta Fase 2, denominada Encartaciones:

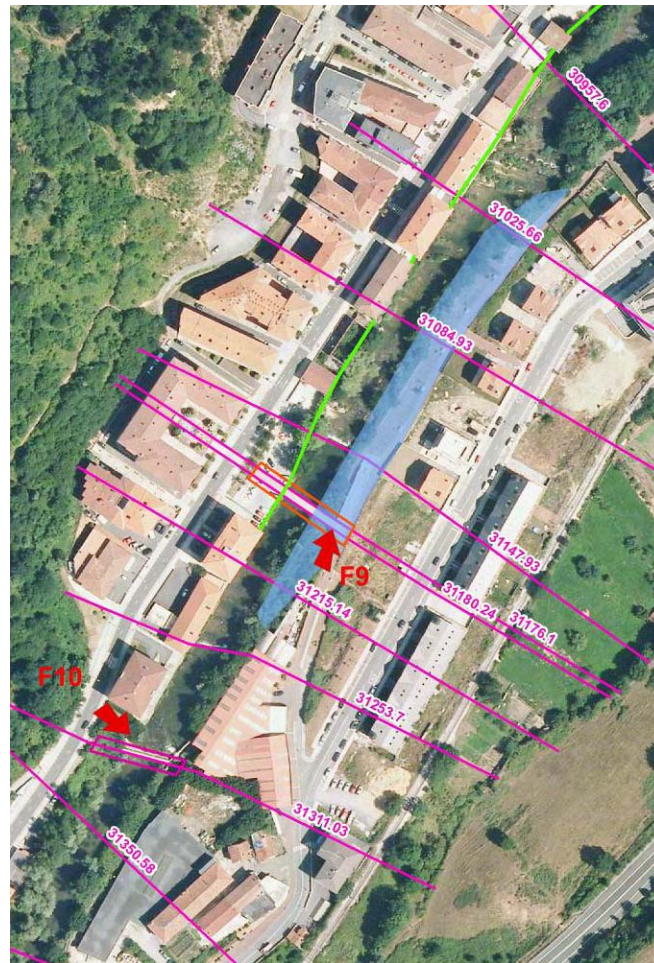
- Demoliciones y/o sustituciones:
  - o Ampliación o sustitución de la pasarela peatonal situada en el PK 31+178 por ensanchamiento del cauce en margen derecha.
  - o Demolición del azud PK 31+311 aguas abajo del puente de la BI-636 a Burgos.



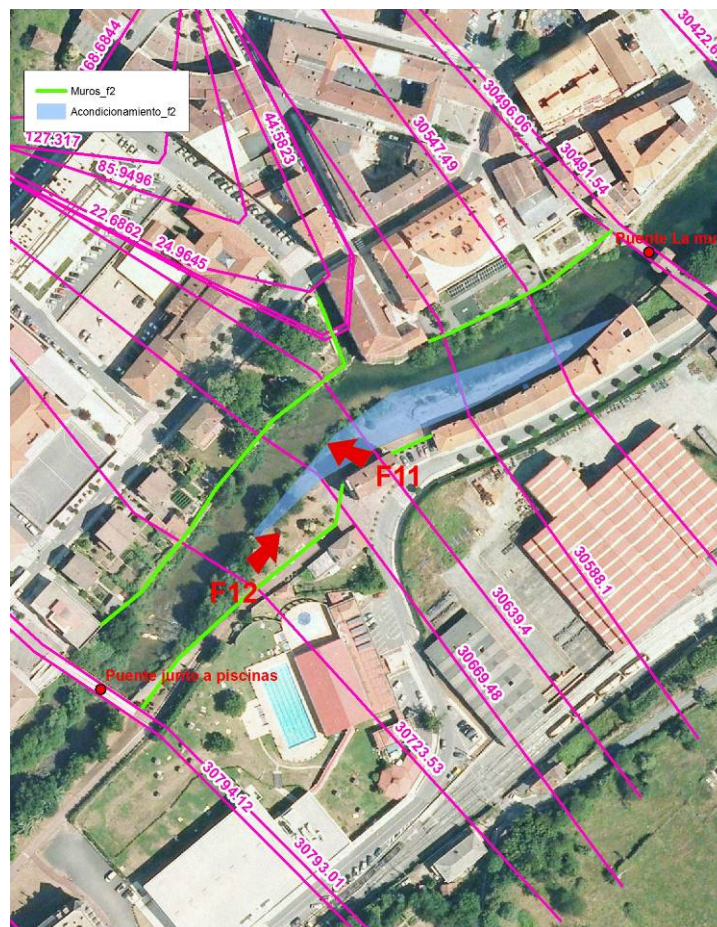
Ensanchamiento del cauce y prolongación de la pasarela



Demolición de azud



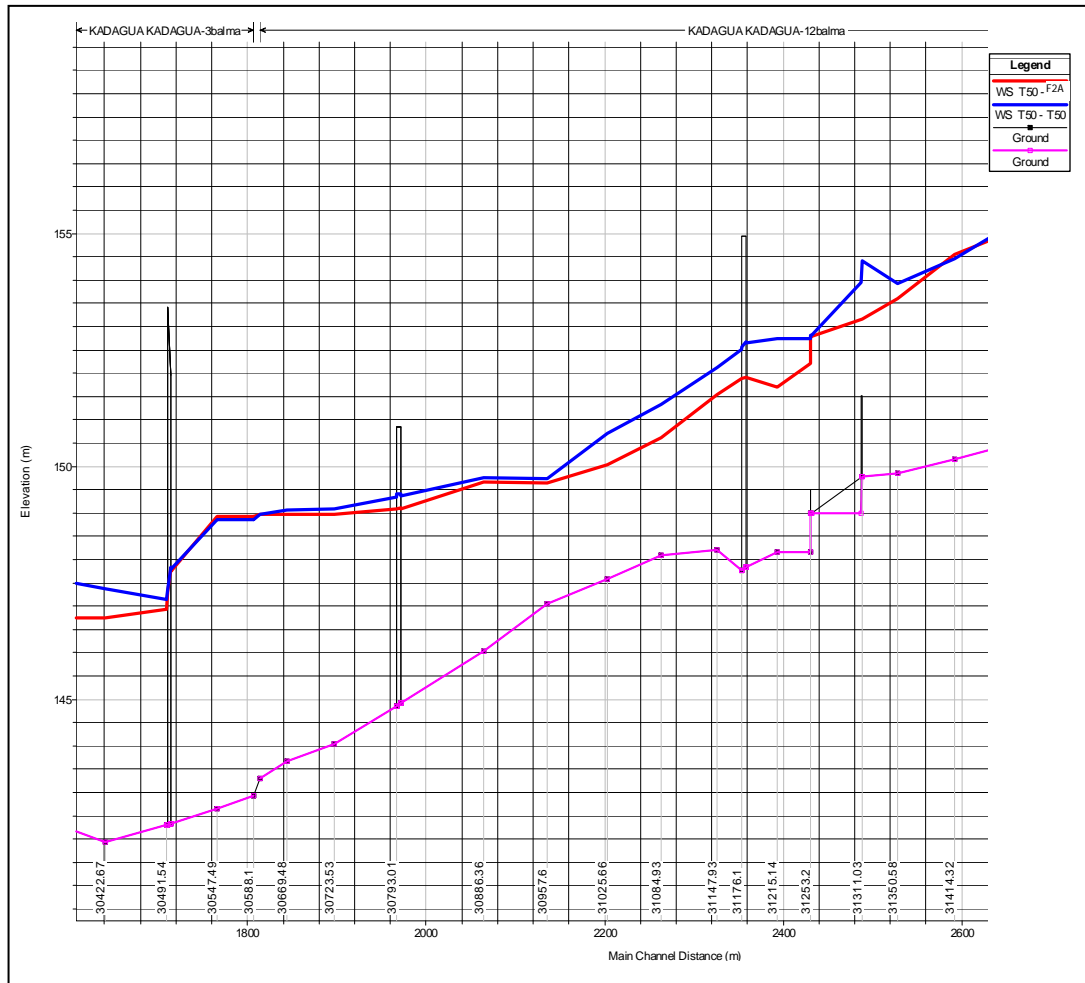
- Acondicionamientos:
  - o Ampliación del cauce principal en margen derecha, aguas arriba del puente medieval, entre los PKs 30+547 y 30+723, ancho en base 14 metros y taludes 2H:1V.
  - o Ampliación del cauce principal en margen derecha, entre los PKs 31+025 y 31+215, ancho en base 25 metros y taludes 3H:2V.
- Muros:
  - o En margen izquierda aguas arriba del puente medieval y de la confluencia con el río Kolutza, entre los PKs 30+496 y 30+793. Altura menor de 1 metro.
  - o En la zona de la calle Encartaciones, en margen izquierda, entre los PKs 30+886 y 31+215. Altura menor de 1 metro.
  - o En margen derecha, aguas arriba del Puente Viejo de Balmaseda hasta la primera pasarela. Altura media de 1,5 metros.



Las medidas anteriores no evitan la inundación de los bajos de las viviendas ubicadas en la margen izquierda, cuya cota es inferior a la del pase de la margen derecha. Por tanto, se deben aplicar medidas complementarias encaminadas a reducir los riesgos en la parte baja de estos edificios, tales como compatibilidad de usos o impermeabilización o construcción de sótanos estancos.

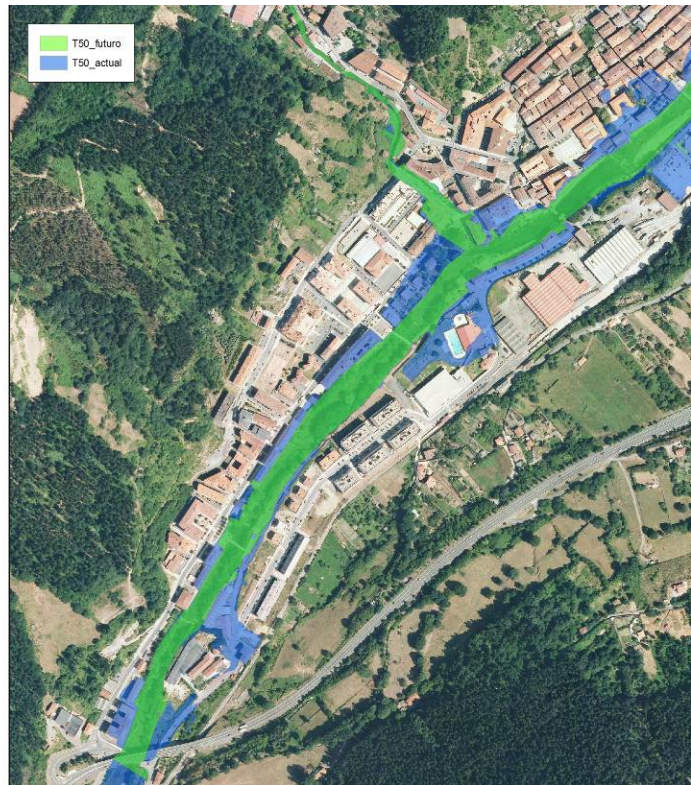


El efecto de las medidas sobre la inundabilidad queda reflejado en el siguiente perfil:



Perfil longitudinal de la lámina de agua T=50 años. Situación actual y alternativa A

La variación de la zona inundable para los periodos de retorno de 50, 100 y 500 años, se muestra a continuación:



Láminas T50 situación actual y futura. Alternativa A



Láminas T100 situación actual y futura. Alternativa A



Láminas T500 situación actual y futura. Alternativa A

#### 4.2.2.2 Estimación del coste

En la valoración económica de las obras de protección propuestas, se emplea una simplificación a partir de las mediciones de determinadas unidades básicas con precios asociados obtenidos de proyectos reales, a los que se aplica una mayoración, en concepto de contingencias del 25%, para poder considerar elementos difícilmente tipificables.

La demolición de estructuras se cuenta por unidades mientras que la sustitución por  $m^2$  construidos en planta. Para el dragado de fondos únicamente se contabiliza el volumen de excavación más los metros lineales en planta de restauración ambiental. En el caso del acondicionamiento del cauce se incluye el desbroce en ml, los volúmenes de excavación y relleno, el perfilado de la sección y su escollero en  $m^2$  en planta y la restauración ambiental en ml. Por último, los muros de protección se miden por  $m^2$  de alzado ejecutados.

De esta forma resulta, para la alternativa A:

	Ud.	Precio unitario	Medición	Parcial (€)
<b>Acondicionamiento del cauce</b>				
Despeje y desbroce	ml	3	366.00	1,098.00
Excavación (30% roca - 70% suelo) y canon	m3	19	12,750.00	242,250.00
Perfilado y tratamiento	m2	4.29	2,100.00	9,009.00
<b>Encauzamiento</b>				
Revestimiento de escollera 500 kg	m2	58	2,100.00	121,800.00
<b>Muros de protección</b>				
Muro de protección de hormigón de 30 cm	m2	150	585	87,750.00
<b>Estructuras</b>				
Demolición de puente/azud	Ud.	30,000.00	2	60,000.00
Reposición de puente	m2	3,350.00	200	670,000.00
<b>Reposición de servicios</b>				
Reposición de servicios	ml	150	210	31,500.00
<b>Restauración ambiental</b>				
Restauración ambiental	ml	220	366.00	80,520.00
<b>SUMA</b>				1,303,927.00
Imprevistos	25%			325,981.75
Presupuesto de Ejecución Material				1,629,908.75
Gastos generales	13%			211,888.14
Beneficio industrial	6%			97,794.53
<b>SUMA</b>				1,939,591.41
IVA	21%			407,314.20
Proyecto y dirección de obra	5%			93,876.22
<b>Coste de la Inversión</b>				<b>2,440,781.83</b>

El coste de la inversión de las medidas estructurales planteadas en la fase 2 asciende a 2,440.782 euros

#### 4.2.2.3 Análisis ambiental de las alternativas

##### 1) Valores naturalísticos que se pueden ver afectados por las actuaciones de la Fase 2

Esta fase se localiza aguas arriba de la Fase 1, entre el puente medieval y y el puente bajo la carretera BI-636 sentido Burgos. Participa de los siguientes condicionantes ambientales, compartidos con la Fase 1:

- Inclusión del río Cadagua en el Registro de Zonas Protegidas del Plan Hidrológico de la Demarcación Cantábrico Oriental, como "Tramo de interés medioambiental".
- Forma parte del Área de Interés Especial definida para el visón europeo (*Mustela lutreola*) por el Plan de Gestión de esta especie en el Territorio Histórico de Bizkaia.
- Elementos del patrimonio cultural como el Puente viejo o puente medieval y las Zonas de Presunción arqueológica del molino de la fábrica de harinas, del molino de Bañares, de la ferrería de Layseca y de la ermita del Santo Cristo.



*Río Cadagua aguas arriba del puente viejo. A la derecha de la imagen zona de ampliación del cauce*



*En la fotografía de detalle se observa la protección de escollera en la base del talud del río. La ampliación se realiza únicamente en la margen derecha.*

A medida que aumenta la distancia al centro urbano, el estado de conservación del cauce es más natural, con algunas zonas en las que la vegetación de ribera se encuentra en un aceptable estado de conservación. El porte de los alisos es bajo, lo que indica que se trata de un tramo recuperado.



*Tramo aguas arriba del anterior. No está previsto actuar en el cauce en esta zona*

Junto a tramos en aceptable o buen estado de conservación, se localizan otros en los que la intervención humana es notoria, especialmente en la margen izquierda.



*Zona a ampliar el cauce, en la margen derecha. La izquierda está ocupada por edificaciones. Alternan los tramos degradados con las zonas que mantienen la vegetación de ribera en un aceptable estado*



*Azud a demoler en la Fase 2*

## 2) Análisis ambiental de las actuaciones propuestas

Las medidas planteadas en la Fase 2 consisten fundamentalmente en la ampliación de la sección del cauce en dos pequeños tramos, de 176 y 190 m de longitud respectivamente y en la ejecución de muros de protección. Dado el valor histórico y patrimonial del puente medieval de Balmaseda, no se propone inicialmente ninguna actuación en las proximidades del puente para reducir la cota de lámina aguas arriba. Como resultado, no queda más remedio que proteger mediante muros para reducir el riesgo según el planteamiento indicado. Asimismo se demuele la pasarela peatonal situada en el PK 31+178.

ACTUACIÓN PROPUESTA	ALTERNATIVA A
MI Acondicionamiento de cauce	366
Sustitución de puentes	1
Azudes a demoler	1
MI Muros perimetrales protección edificios	477

Las zonas en las que se acondiciona el cauce, presentan actualmente importantes modificaciones de las riberas, solamente una pequeña parte mantiene la vegetación de ribera en un aceptable estado de conservación, por lo que la afección resultante se considera moderada.

## 3) Consideraciones ambientales

En relación con el visón europeo y revegetación de las superficies afectadas son de aplicación las consideraciones ambientales expuestas para la fase 1:

- Deberá realizarse un estudio de detalle de la presencia de visón europeo (*Mustela lutreola*) en la zona de actuación y en función de los resultados de este estudio se propondrán las medidas preventivas y correctoras a llevar a cabo previo a las obras.
- En cualquier caso, será de obligado cumplimiento lo dispuesto en el Plan de Gestión del visón europeo en Bizkaia. En los acondicionamientos propuestos se tendrá en cuenta la recuperación de la vegetación de las márgenes una vez realizado el ensanchamiento del lecho del cauce de forma que se pueda desarrollar la vegetación de ribera, especialmente el estrato arbustivo importante hábitat para el visón europeo. Los trabajos se ejecutarán siempre fuera del periodo de reproducción del visón, es decir antes del 15 de Marzo y después del 31 de Julio.

### 4.3 RESUMEN DE FASES Y ALTERNATIVAS

Para la definición de fases en el tramo de cauce estudiado y que discurre por el núcleo urbano de Balmaseda, se ha analizado la distribución de la inundabilidad para distintos periodos de retorno. De este modo, se han identificado dos fases donde se concentra la práctica totalidad de la afección y que son hidráulicamente independientes. Ambas fases se encuentran divididas por el puente Viejo de Balmaseda, donde el flujo durante crecidas tiende al calado crítico. Por tanto, las actuaciones de la fase 1 no mejoran la inundabilidad de la fase 2.

La Fase 1, denominada Nocedal y Casco Histórico, se corresponde con el tramo del Cadagua comprendido entre la fábrica Talleres Fabio y el Puente Viejo o de La Muza. La Fase 2, denominada Encartaciones, se sitúa aguas arriba de la anterior, entre el puente de La Muza y el puente de la BI-636 Bilbao-Burgos.

#### 4.3.1 Propuesta de medidas

En la Fase 1 se han definido dos alternativas para reducir la inundabilidad, A y B. Las actuaciones planteadas son básicamente:

- Alternativa A: demolición y dragado del azud situado junto a talleres Fabio, demolición del azud situado aguas arriba del puente de la Estación, regularización del fondo, rebaje del azud de San Lorenzo y protección mediante muros aguas abajo del puente de la Estación y de la plaza próxima a la iglesia de San Juan.
- Alternativa B: demolición y dragado del azud situado junto a talleres Fabio, demolición del azud situado aguas arriba del puente de la Estación, sustitución de la pasarela inmediatamente aguas arriba, regularización del fondo, rebaje del azud de San Lorenzo y protección mediante muros aguas abajo del puente de la Estación.

En la Fase 2, se propone una alternativa consistente en proteger mediante muros ambas márgenes aguas arriba del puente de La Muza, asumiendo la sobreelevación que representa por estrechamiento del cauce y acondicionando la margen derecha, ampliar el cauce en margen derecha ocupando parte del paseo fluvial y prolongando la pasarela metálica, y demoler el azud situado junto a TRAMEINSA.

#### 4.3.2 Valoración económica

Las alternativas propuestas en cada fase han sido analizadas desde el punto de vista del coste económico, obteniéndose los siguientes resultados:



BALMASEDA		Inversión M€
Fase 1	Alt A	2,45
	Alt B	3,56
Fase 2	Alt A	2,44

#### 4.3.3 Análisis ambiental

- Fase 1: la alternativa más favorable ambientalmente es la B, ya que pese a realizarse una intervención de regularización del lecho de mayor entidad que en la alternativa A, se mantiene inalterada la margen derecha del barrio de Nocedal, una de las zonas del ámbito más valiosas desde el punto de vista ambiental.
- Fase 2: las medidas planteadas para ampliar la sección mediante acondicionamiento, tienen un impacto moderado debido al adecuado estado de la vegetación de ribera que constituye el hábitat para el visón europeo. Por ello, se realizarán actuaciones de revegetación teniendo en cuenta las necesidades del visón europeo tras la modificación de las márgenes.

#### 4.3.4 Elección de la solución óptima

Tras el análisis hidráulico, económico y ambiental, sin olvidar la integración de las medidas en la trama urbana existente, se selecciona la **alternativa B de la fase 1** como la óptima, pese a presentar superior coste económico. El mayor coste se debe, sobre todo, a la sustitución de la pasarela peatonal del PK 30+241, que junto con el rebaje de la cota de roca hasta el azud de San Lorenzo, consigue reducir la cota de lámina de agua aguas arriba.

La sustitución de la infraestructura por otra con mayor cota inferior de tablero y menor anchura de pilas, no supone afección alguna al medioambiente ni al entramado urbanístico actual. Además, su sustitución permite no levantar muros de protección en la margen izquierda, con lo que en cualquier caso se reducen ambos impactos.

## 5 CONSIDERACIONES

Tras el estudio hidráulico realizado y la delimitación de las distintas zonas inundables asociadas a cada periodo de retorno, se desprende la necesidad de adoptar medidas que disminuyan la inundabilidad, reduciendo el riesgo futuro.

Las medidas de protección analizadas han sido puramente estructurales, obras de defensa que consiguen reducir la inundación y acotarla dentro de los límites marcados por éstas. Este tipo de medidas constituyen elementos clave para reducir de manera significativa los riesgos actuales, sobre todo cuando estos afectan a la población y a bienes económicos importantes, como es el caso del núcleo urbano de Balmaseda. No obstante, es importante resaltar que la protección absoluta no es alcanzable y puede generar una falsa sensación de seguridad. El concepto de riesgo residual, incluyendo el potencial fallo de la infraestructura de defensa, debe siempre tenerse cuenta, enfatizando así la mejora de la resiliencia.

Yendo a un ámbito más general, y no sólo centrado en actuaciones concretas en la localización afectada, deberían tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las inundaciones son parte de la naturaleza. Han existido y continuarán aconteciendo. En la medida de lo posible la interferencia humana en este proceso natural debe ser compensada y en el futuro evitada.
- Las estrategias de gestión de las inundaciones deben abarcar toda la cuenca y no sólo las zonas afectadas, promoviendo el desarrollo coordinado y sostenible de los recursos hídricos, el suelo, la economía y el medioambiente.
- Se requiere un cambio de tendencia en la forma de abordar los desastres naturales, pasando de medidas de defensa a medidas de gestión del riesgo que permitan una mejor convivencia con el fenómeno, considerando que la prevención de las inundaciones no debe limitarse sólo a eventos frecuentes sino también a aquellos con baja probabilidad de ocurrencia.
- Se deben intensificar los esfuerzos para restaurar las zonas ribereñas con el objetivo de recuperar la capacidad de humedales y llanuras de inundación para retener agua y aliviar el impacto de las inundaciones.
- La ocupación antrópica de las llanuras de inundación tiene que adaptarse al grado de peligrosidad existente.
- Las acciones encaminadas a reducir el riesgo de inundación deben abordar de manera integral el problema, considerando no solo la propia anegación del territorio sino también la elevación de los niveles freáticos, la perturbación de los sistemas de saneamiento, la morfodinámica, la contaminación inducida, los corrimientos de tierras, etc.

- Las medidas no estructurales tienden a ser soluciones potencialmente más eficientes y más sostenibles a largo plazo, por lo que deben potenciarse con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de las personas y las propiedades a las inundaciones.
- La solidaridad es esencial a nivel de cuenca. Es necesario maximizar en lo posible las capacidades de retención y laminación en todas las partes de la cuenca, evitando trasladar los problemas hacia aguas abajo.
- Se recomienda adoptar medidas preventivas en las zonas inundables para reducir los posibles efectos adversos de las inundaciones sobre los ecosistemas terrestres y acuáticos como la contaminación del agua por arrastres de sustancias nocivas.

El Plan Hidrológico de la DH del Cantábrico Oriental, recientemente aprobado, ha supuesto la consolidación de las políticas basadas en la combinación de medidas no estructurales (ordenación de usos en función del grado de inundabilidad, sistemas de información hidrológica y de alerta temprana, medidas de protección civil, etc) con medidas estructurales, éstas últimas sólo consideradas en zonas urbanas consolidadas sometidas a riesgo. A destacar de manera especial el papel que deben jugar las primeras, primando las políticas preventivas que eviten la ocupación de terrenos inundables.

Este enfoque es promovido y sustentado por la Directiva 2007/60/CE de 23 de octubre de 2007 relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación. Dicha Directiva establece en el territorio de la Comunidad Europea un marco común para el análisis de este tipo de problemática con el objetivo de reducir progresivamente los riesgos asociados sobre la salud humana, el medio ambiente, el patrimonio cultural y la actividad económica mediante su adecuada gestión a partir de criterios de protección social, racionalidad económica y respeto por el medio ambiente. Estos principios son compartidos por la Directiva Marco del Agua, que rige la elaboración de los Planes Hidrológicos de cada demarcación.

Sobre la base de estos principios, están desarrollándose actualmente los planes de gestión del riesgo de inundación en el ámbito de las distintas cuencas hidrográficas. Los PGRI según la Directiva Europea de Inundaciones deben estar finalizados en Diciembre de 2015.

Y puesto que, como recoge la Directiva de Inundaciones en su segundo considerando, las inundaciones son fenómenos naturales que no pueden evitarse, las medidas para reducir el riesgo deben ir siempre encaminadas hacia la disminución de la vulnerabilidad de los bienes expuestos a la inundación, sobre todo considerando estudios sobre escenarios futuros de cambio climático.

## 6 REFERENCIAS

Las principales fuentes de información y referencias bibliográficas consultadas, han sido entre otras:

- GEOESUSKADI, Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) de Euskadi
- Dirección de Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco
- Servicio Cartográfico del Instituto Geográfico Nacional (IGN)
- Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental
- Diputación Foral de Vizcaya
- Sistema de Información del Agua de la Agencia Vasca del Agua (URA)
- Dirección General del Agua. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
- Hydrologic Engineering Center para el U.S. Army Corp of Engineers
- Aplicación Google Earth/street view
- Plan Hidrológico Nacional Norte, Confederación Hidrográfica del Norte (CHN).
- RED NATURA 2000. Cobertura de espacios LICs y ZEPAS. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- ZEPIM: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- Espacios Naturales Protegidos, reserva de la Biosfera y Humedales (Gobierno Vasco))
- Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables: Evaluación Preliminar del Riesgo (EPRI). Dirección General del Agua, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM).
- Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (Visor SNCZI). Dirección General del Agua, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM).
- Directiva 2007/60/CE de 23 de octubre de 2007 relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación (DMA).
- Revisión del Catálogo de Inundaciones Históricas: realizado por la Dirección General de Protección Civil (2010).
- Espacios Naturales Protegidos, reserva de la Biosfera y Humedales (Gobierno Vasco))
- F. Francés. Delimitación del riesgo de inundación a escala regional en la Comunidad Valenciana. Generalitat Valenciana, 56 pp. y CD, 1997. ISBN: 84-482-1599-0.
- F. Francés García, C. Sanchis Ibor, E. Albentosa Hernández y M. A. Eguíbar Galán. Directrices Técnicas para la Elaboración de Estudios de Inundabilidad en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Decreto 257/2007, Boletín Oficial de la Región de Murcia, # 173, pp 23145-23165.

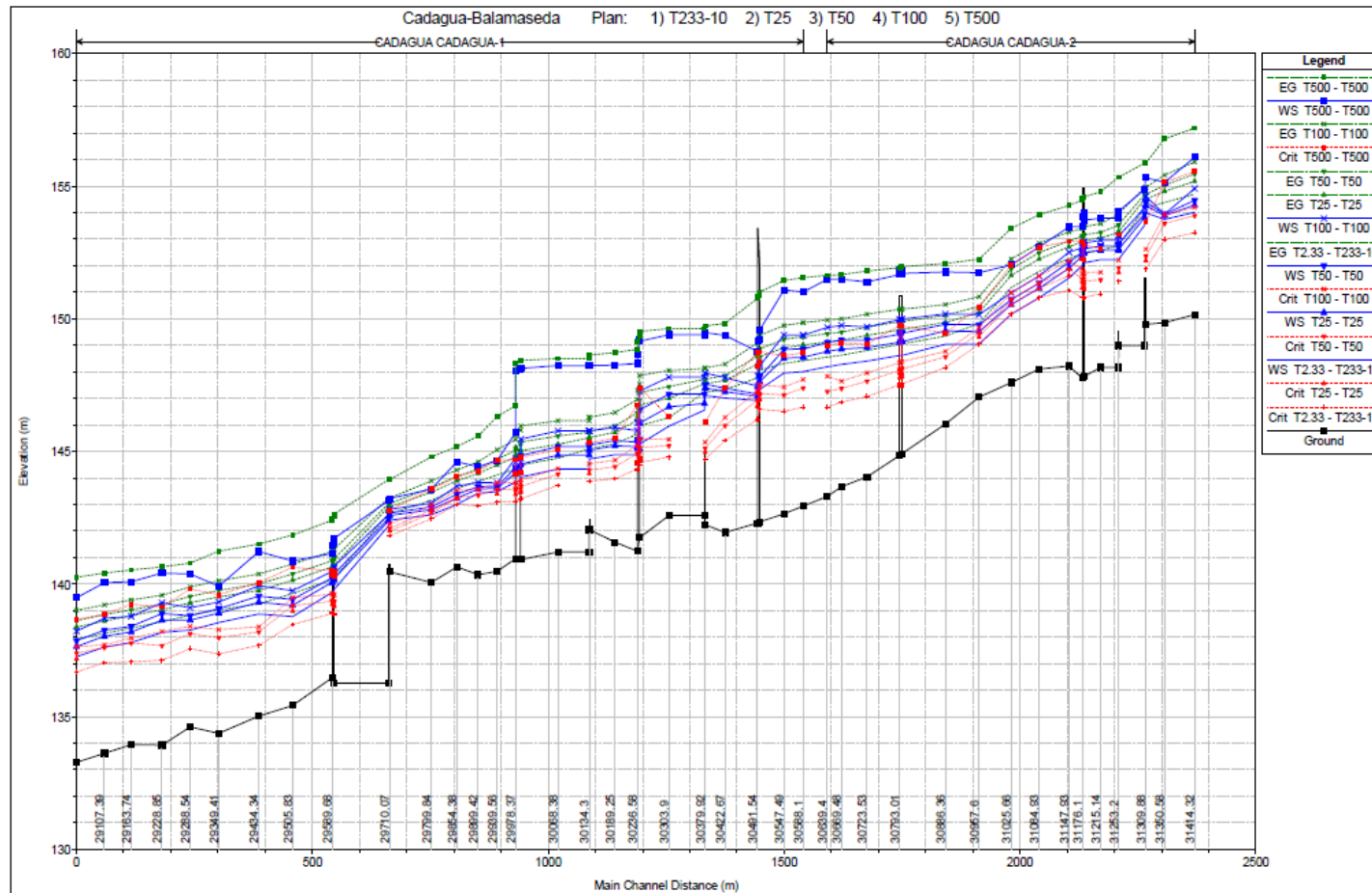
## APÉNDICE I. RESULTADOS INUNDABILIDAD

## APÉNDICE I. RESULTADOS INUNDABILIDAD

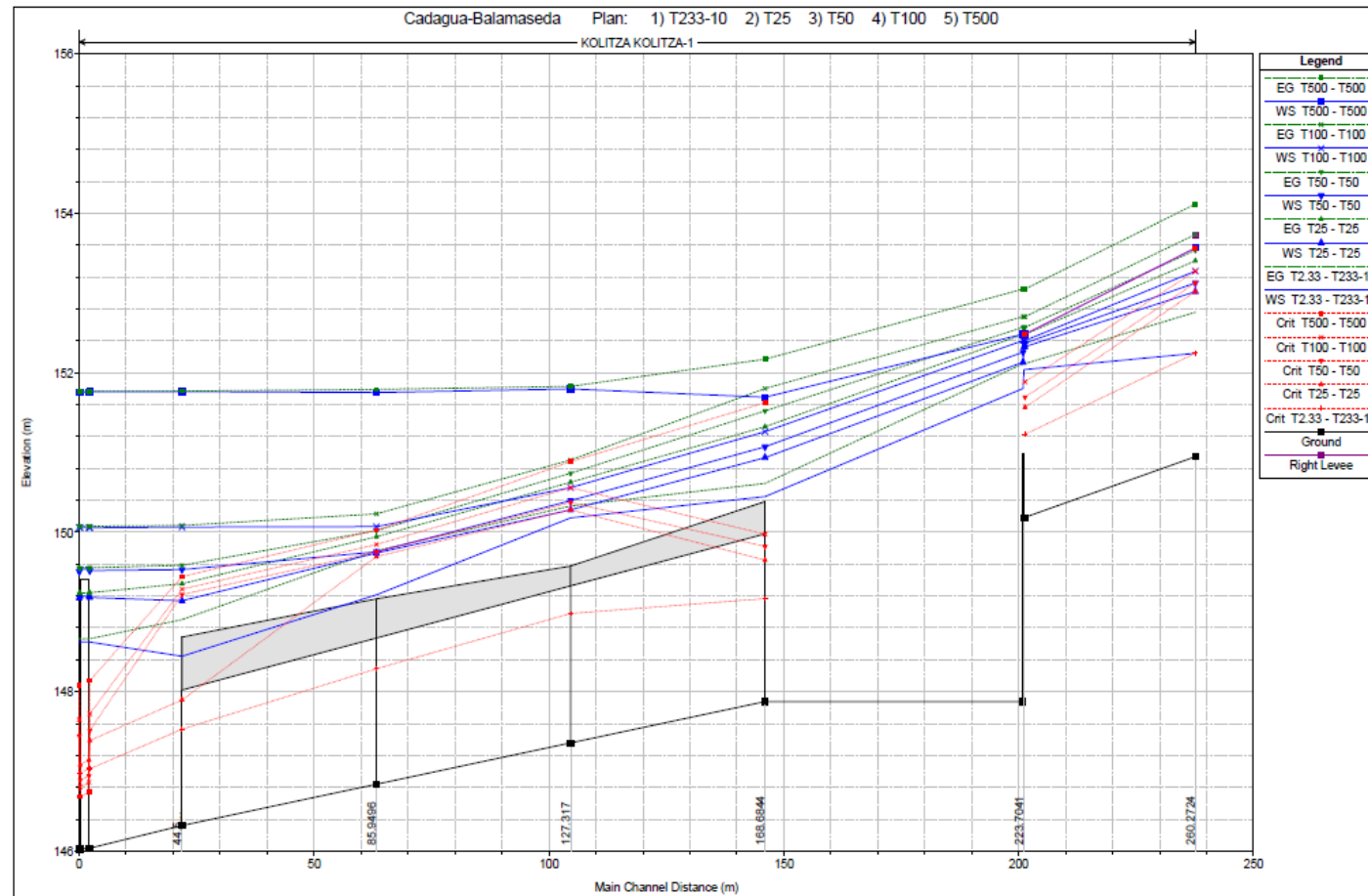
### I.1. RESULTADOS MODELO HEC-RAS

- Perfiles lámina de agua para todos los periodos de retorno analizados en el cálculo hidráulico, T2.33, T10, T25, T50, T100 y T500 años.

RÍO CADAGUA:

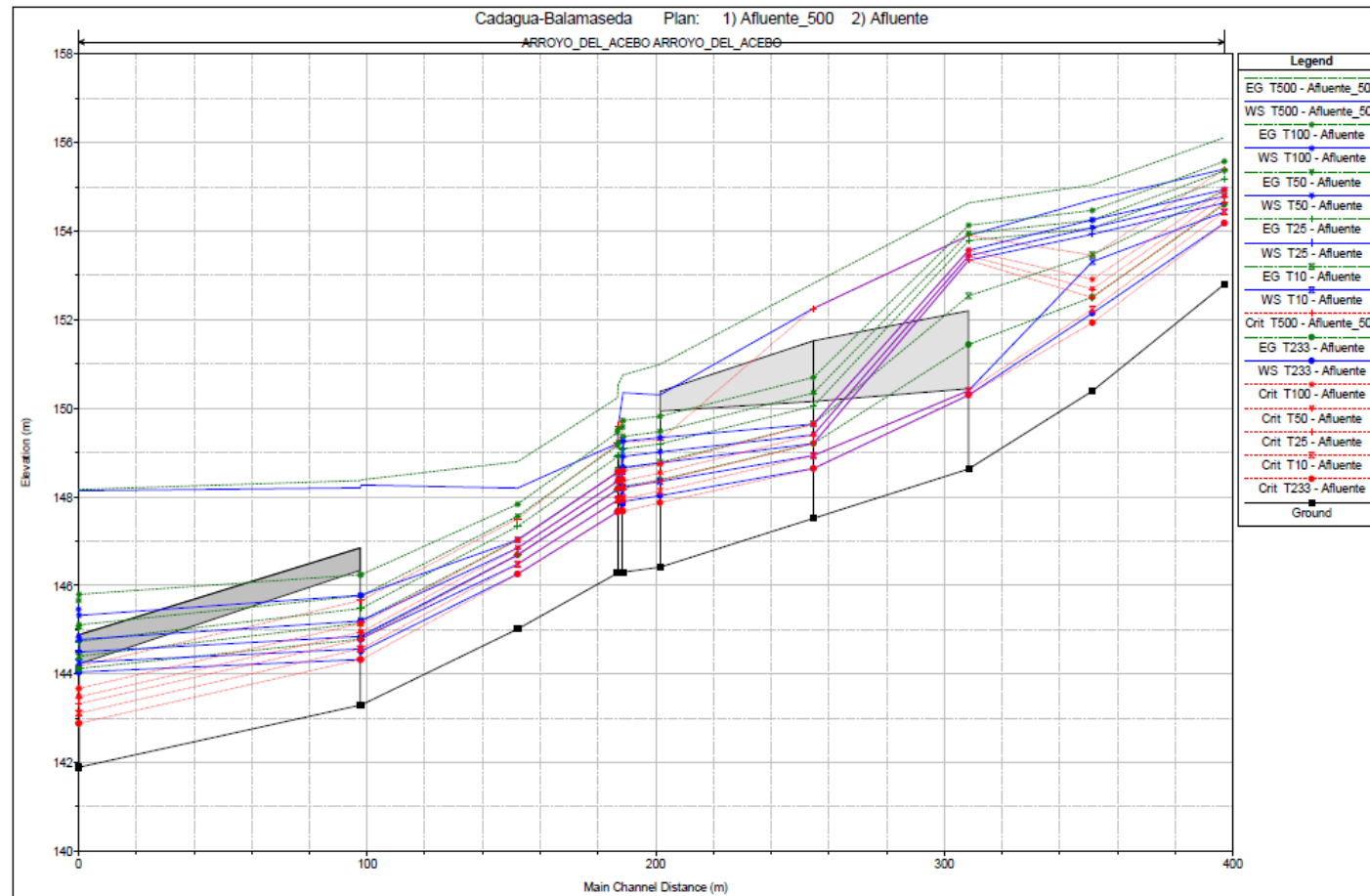


RÍO KOLITZA:



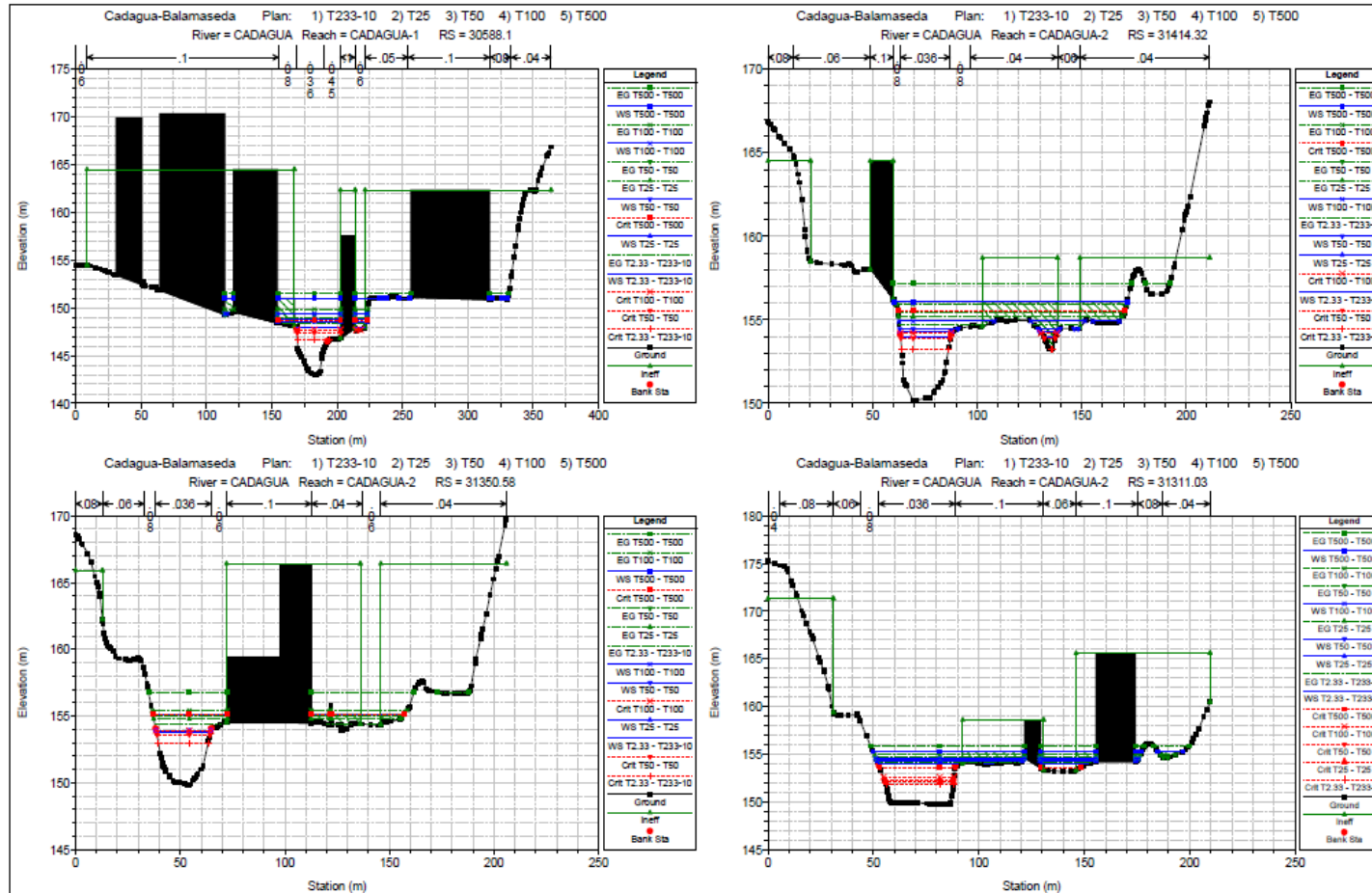


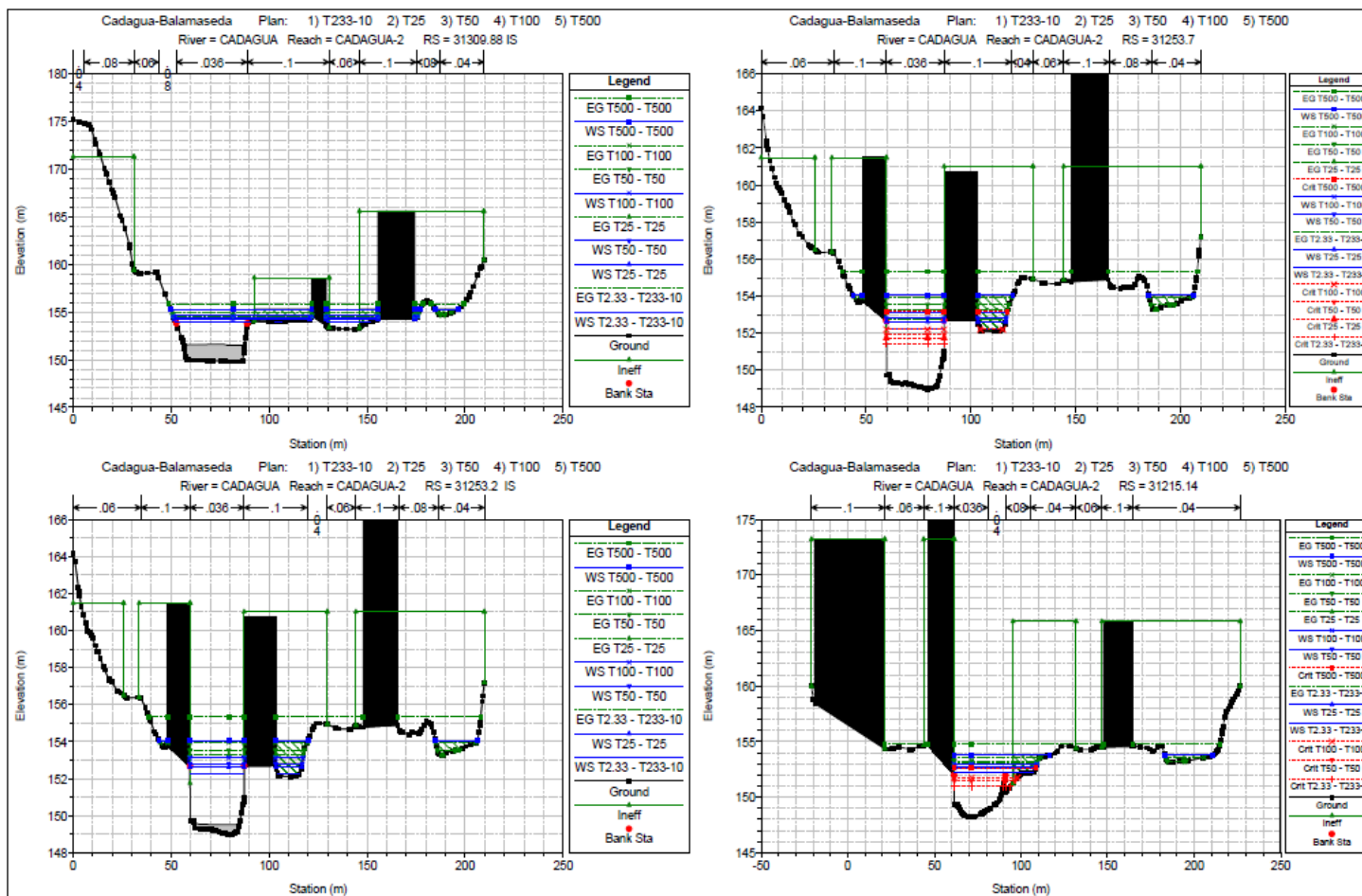
ARROYO ACEBO:

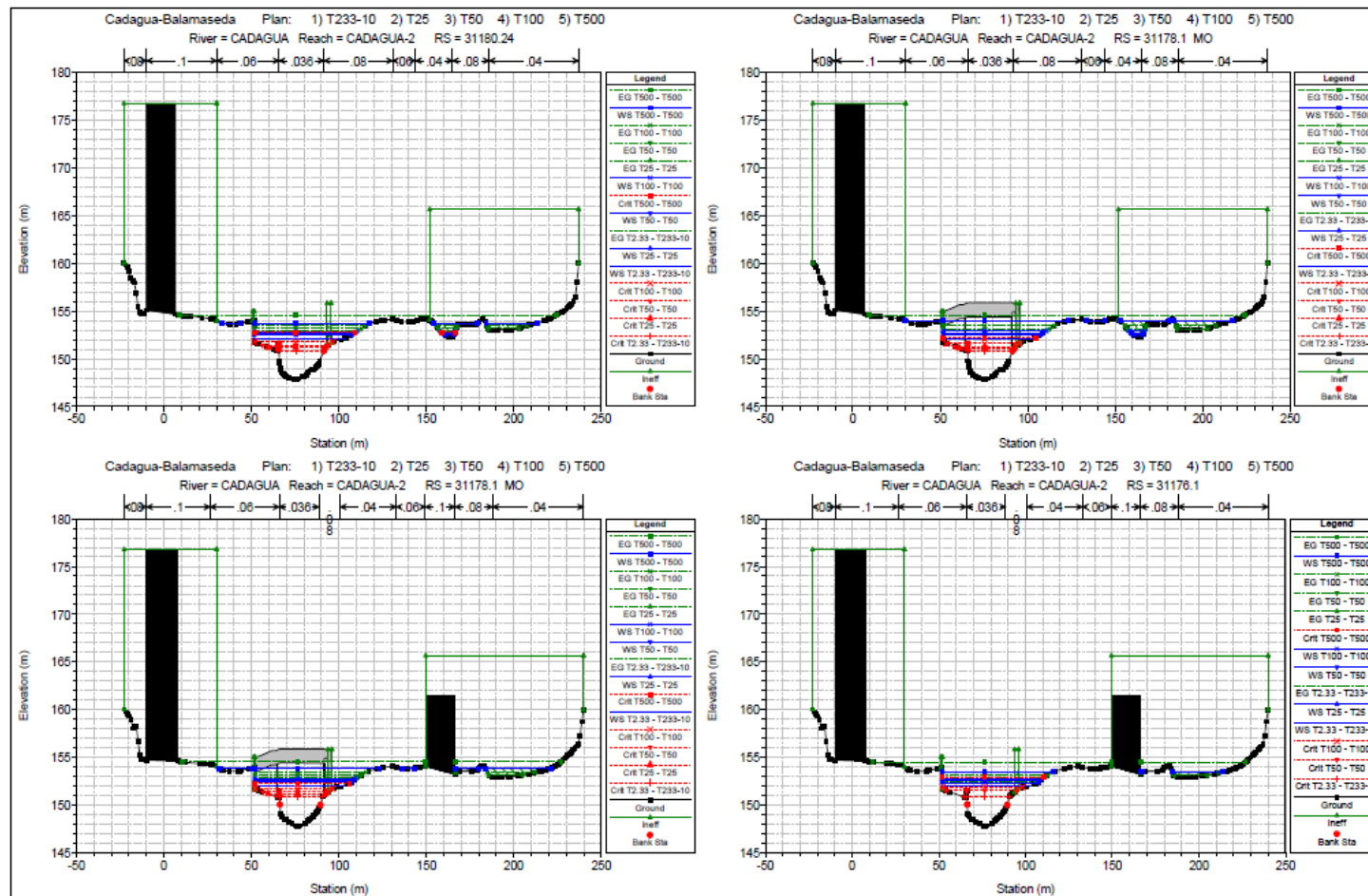


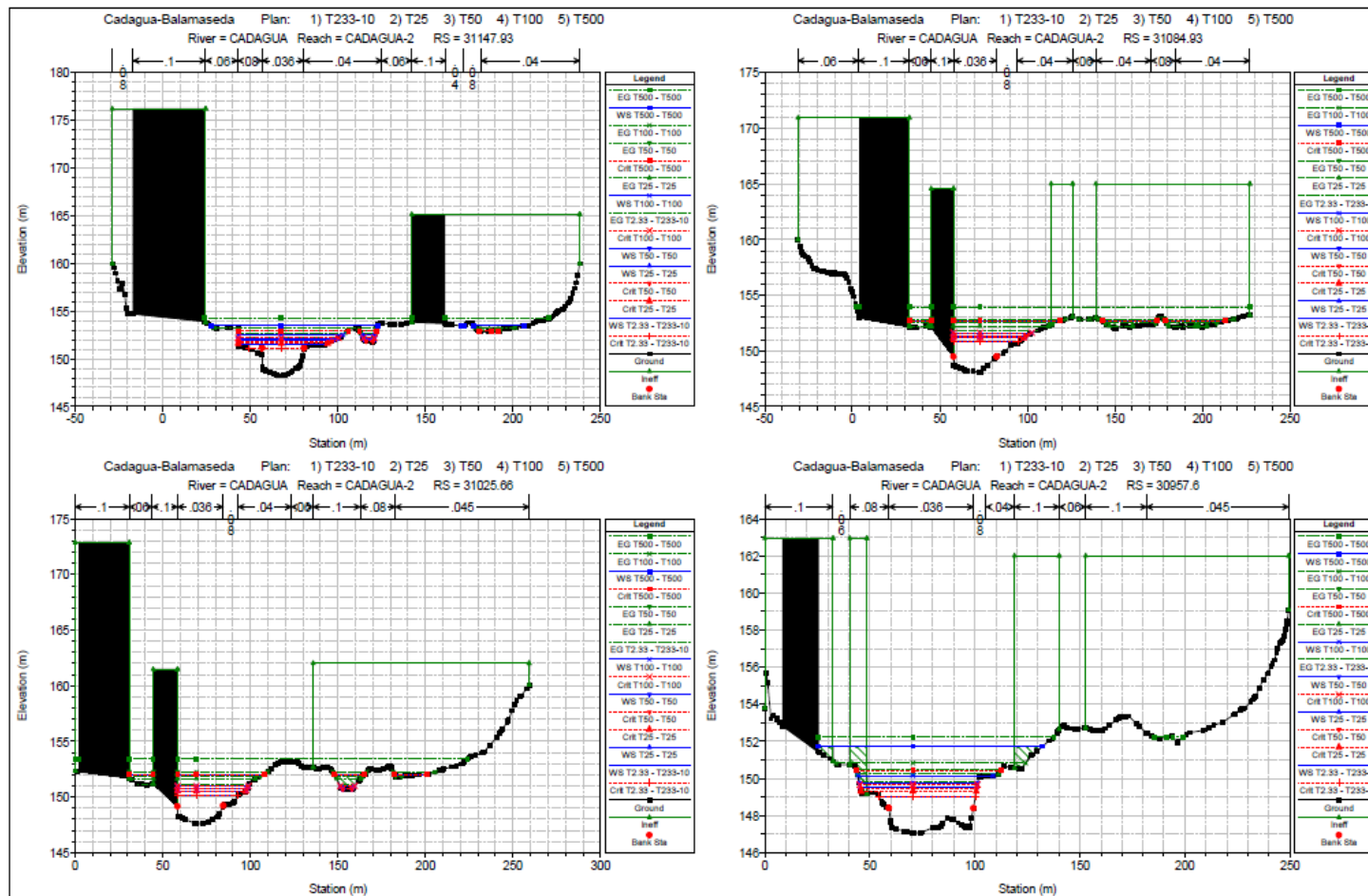
- Perfiles lámina de agua para todos los periodos de retorno analizados en el cálculo hidráulico, T2.33, T10, T25, T50, T100 y T500 años.

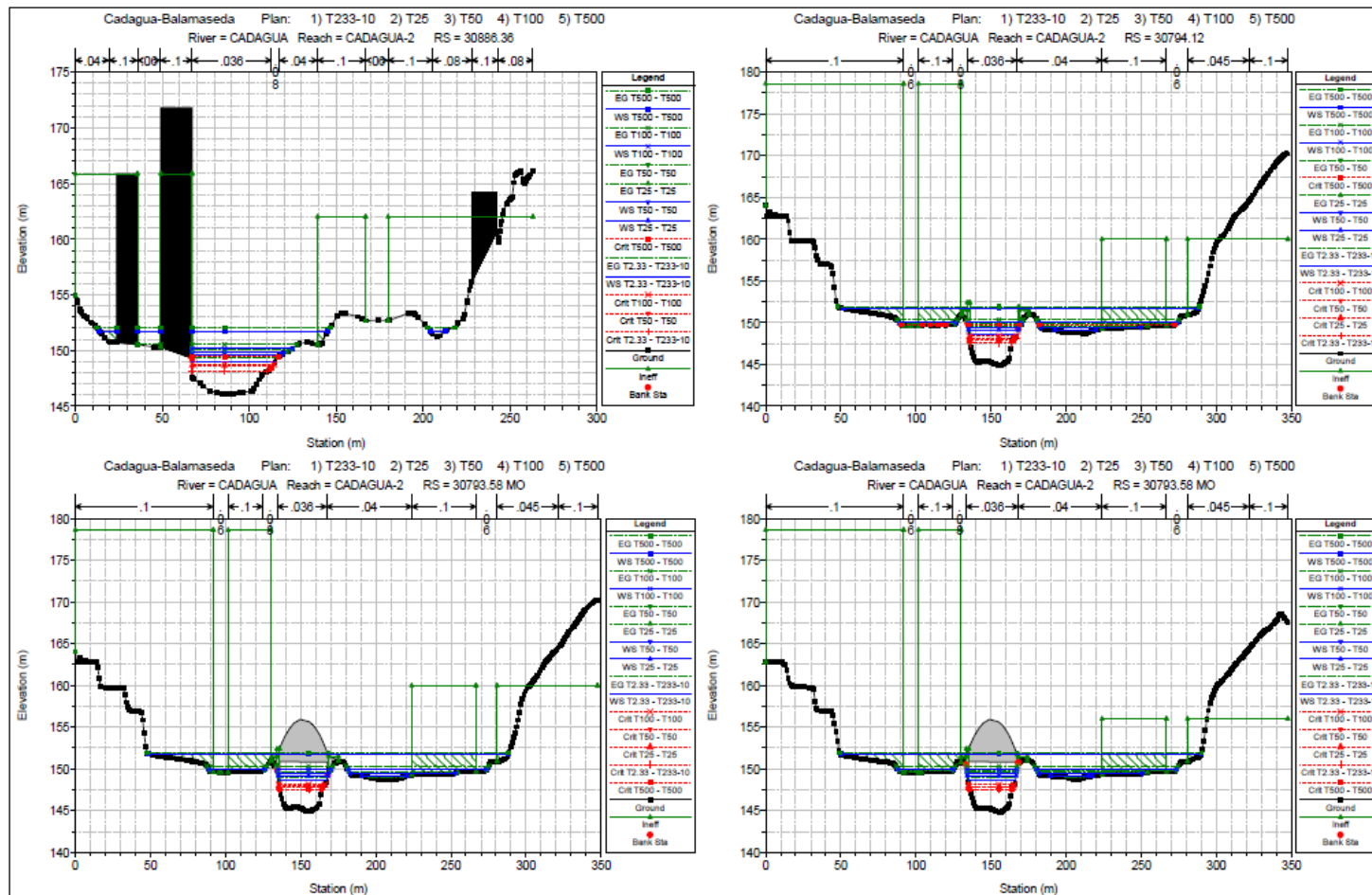
RÍO CADAGUA:

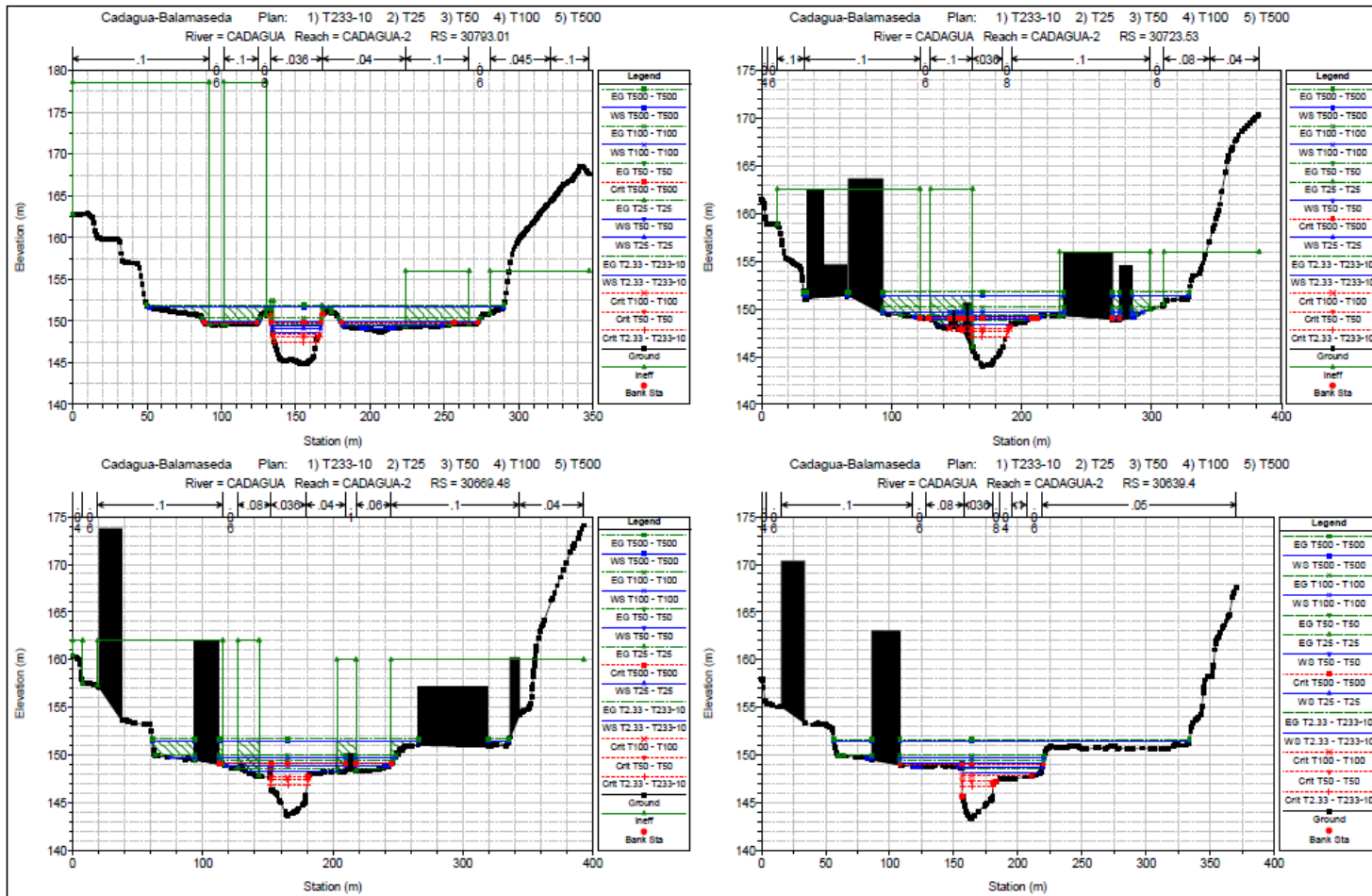


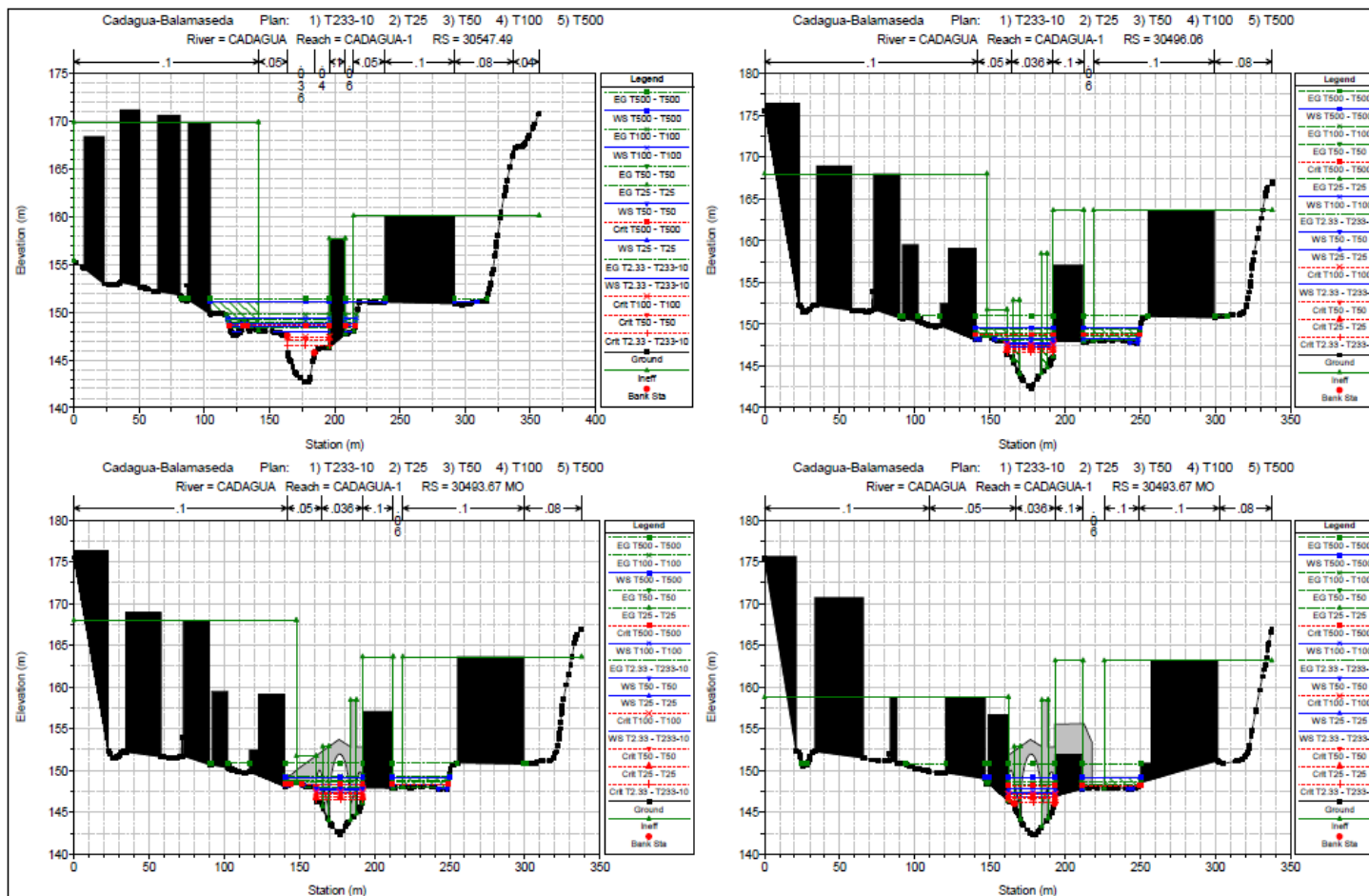




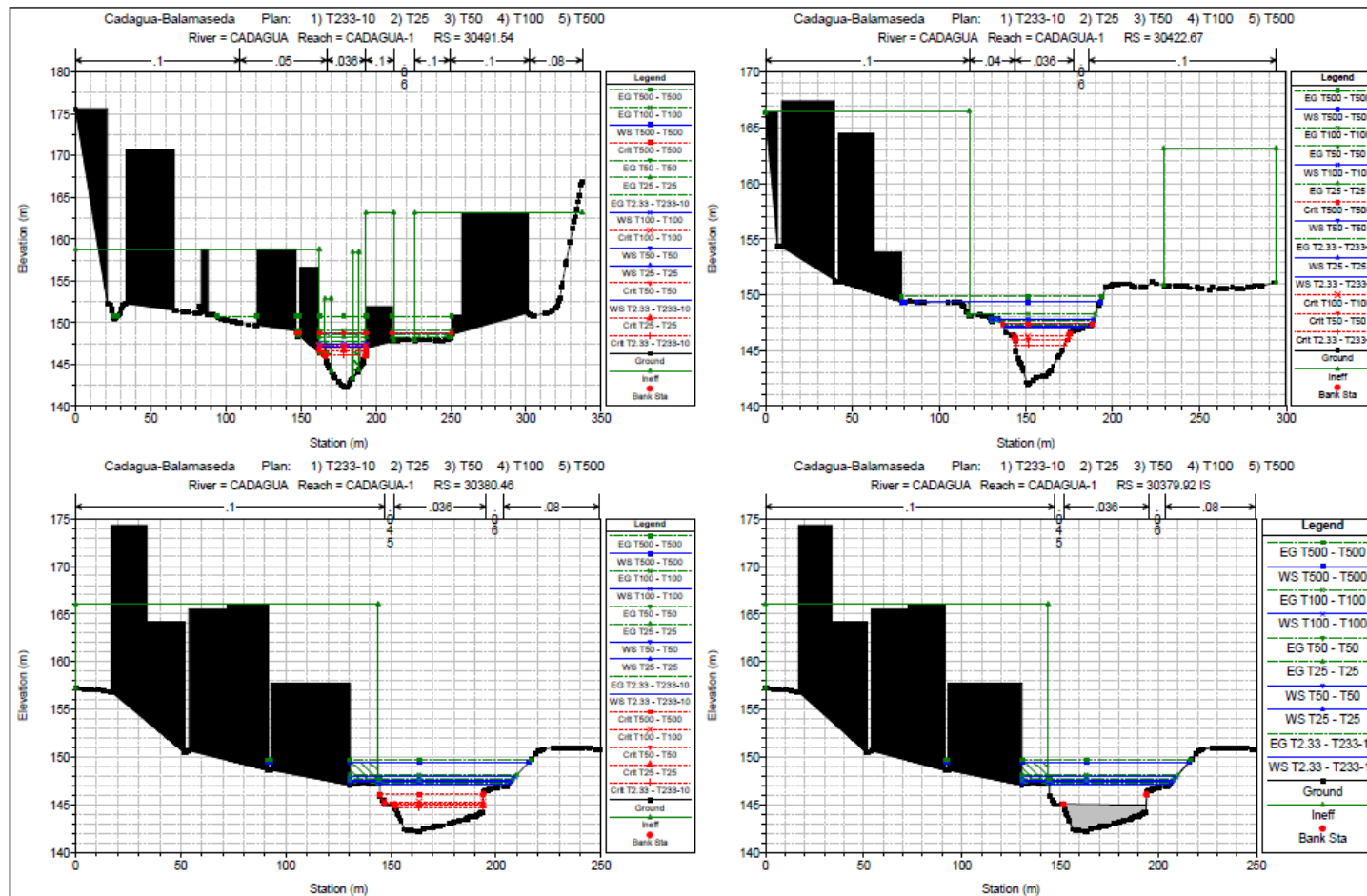


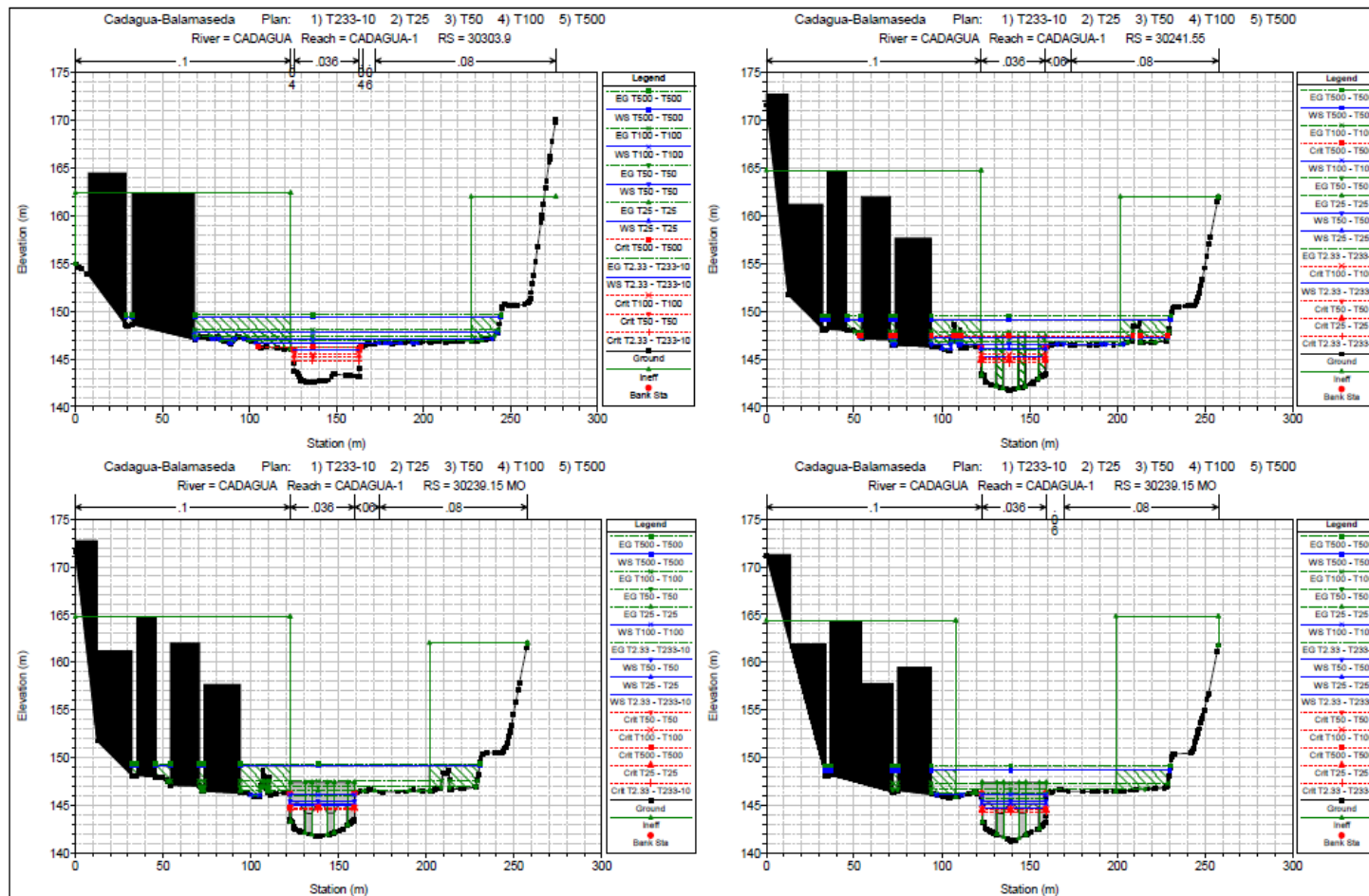


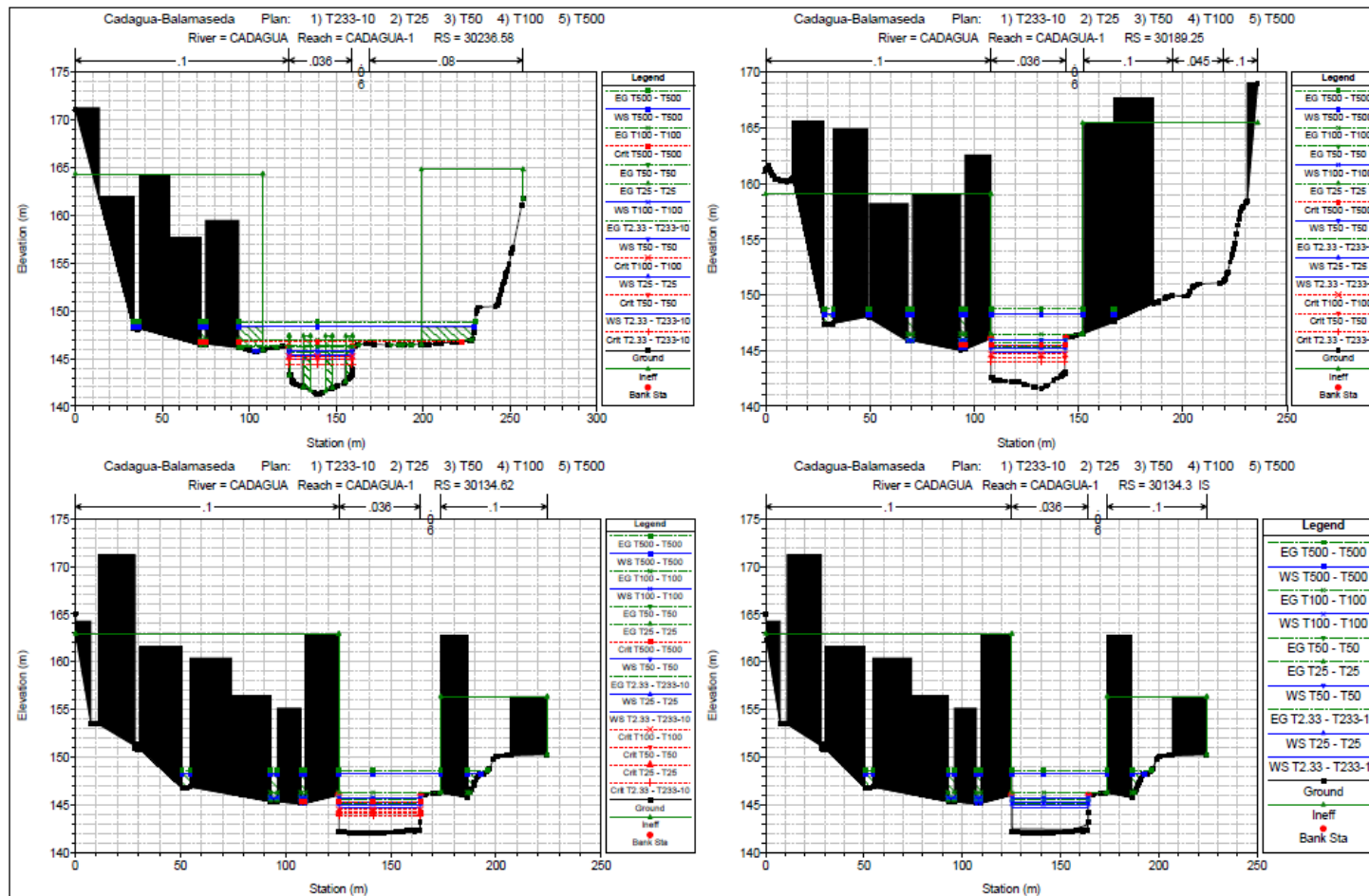


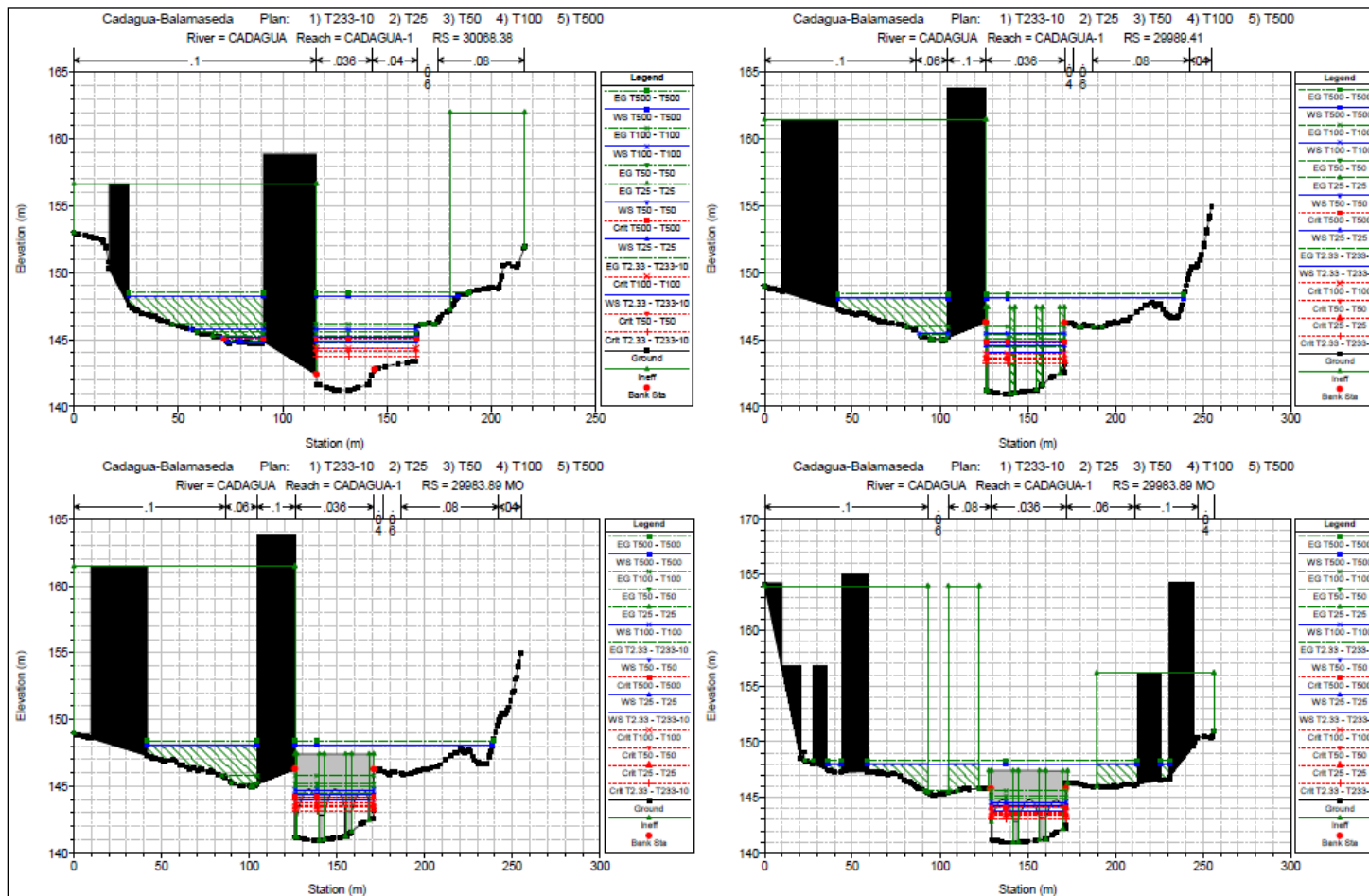


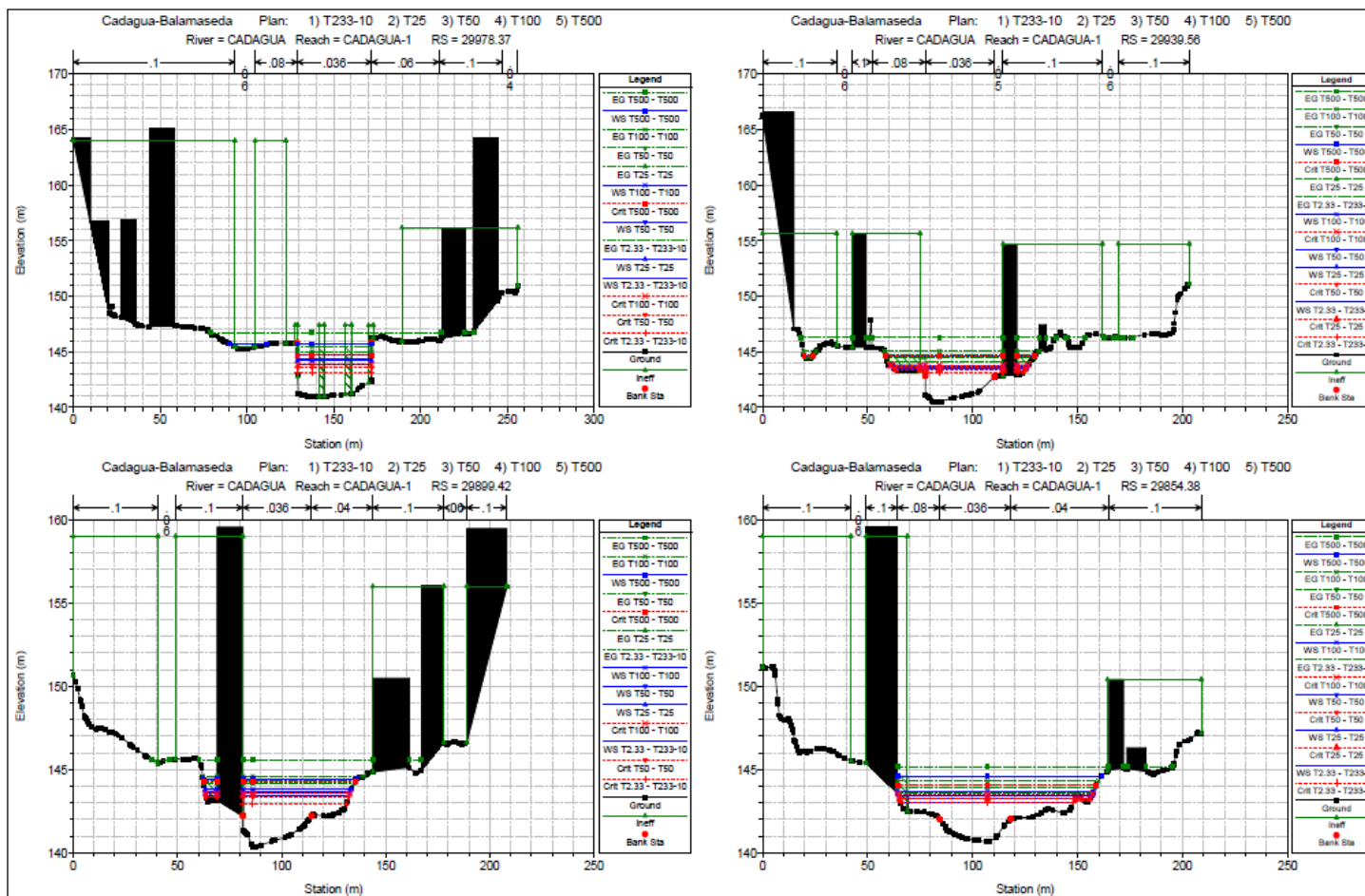


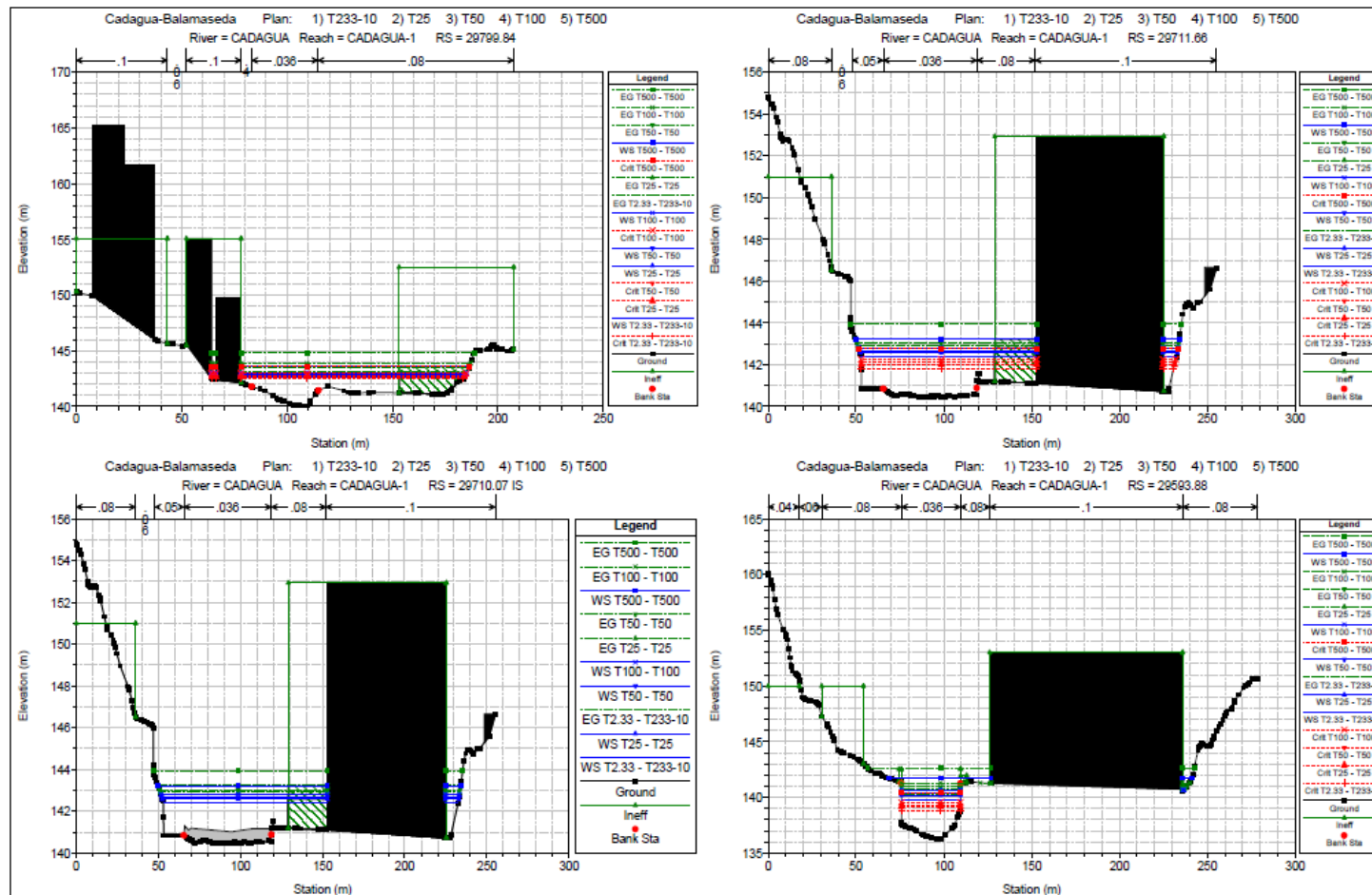


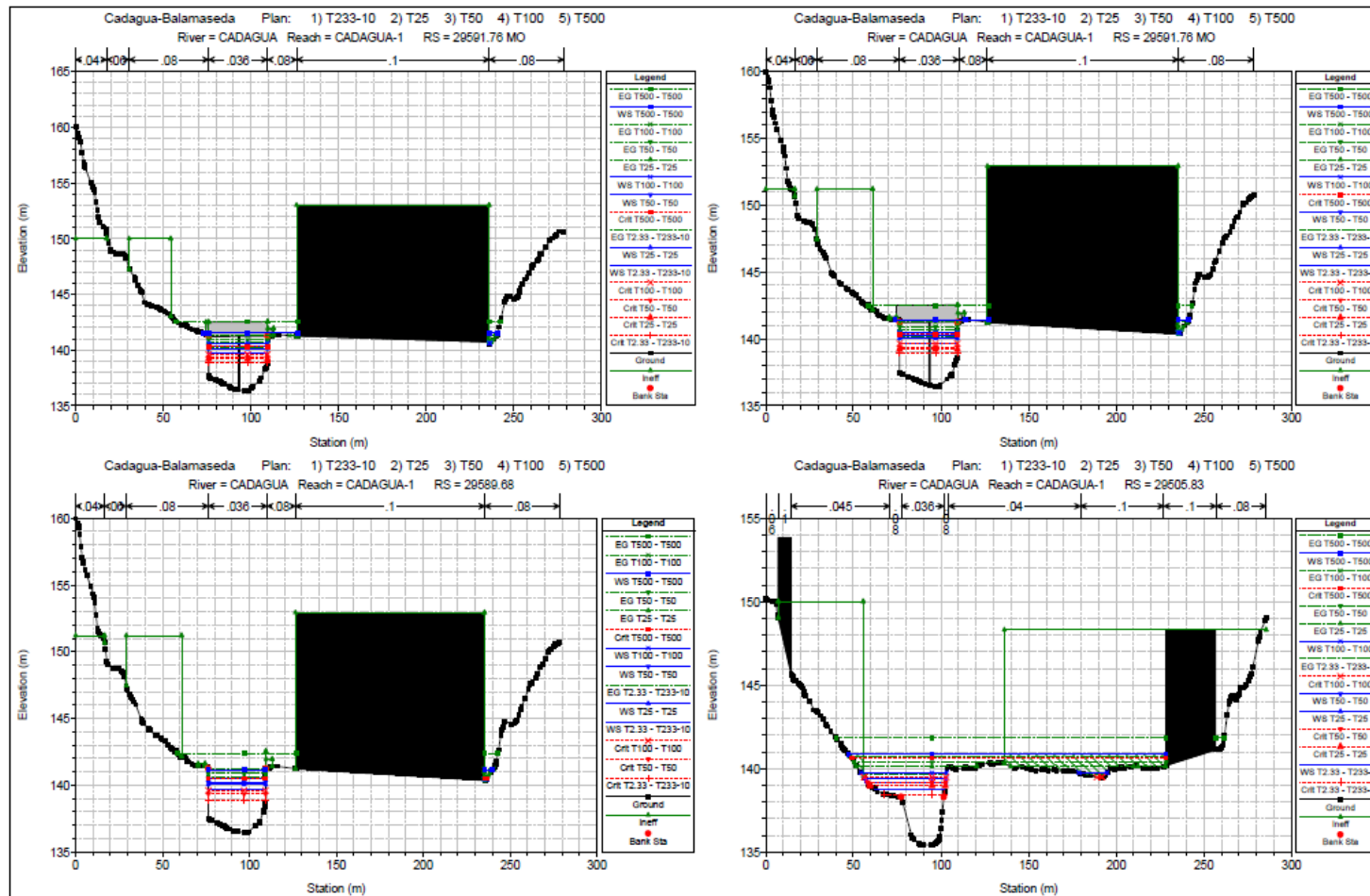


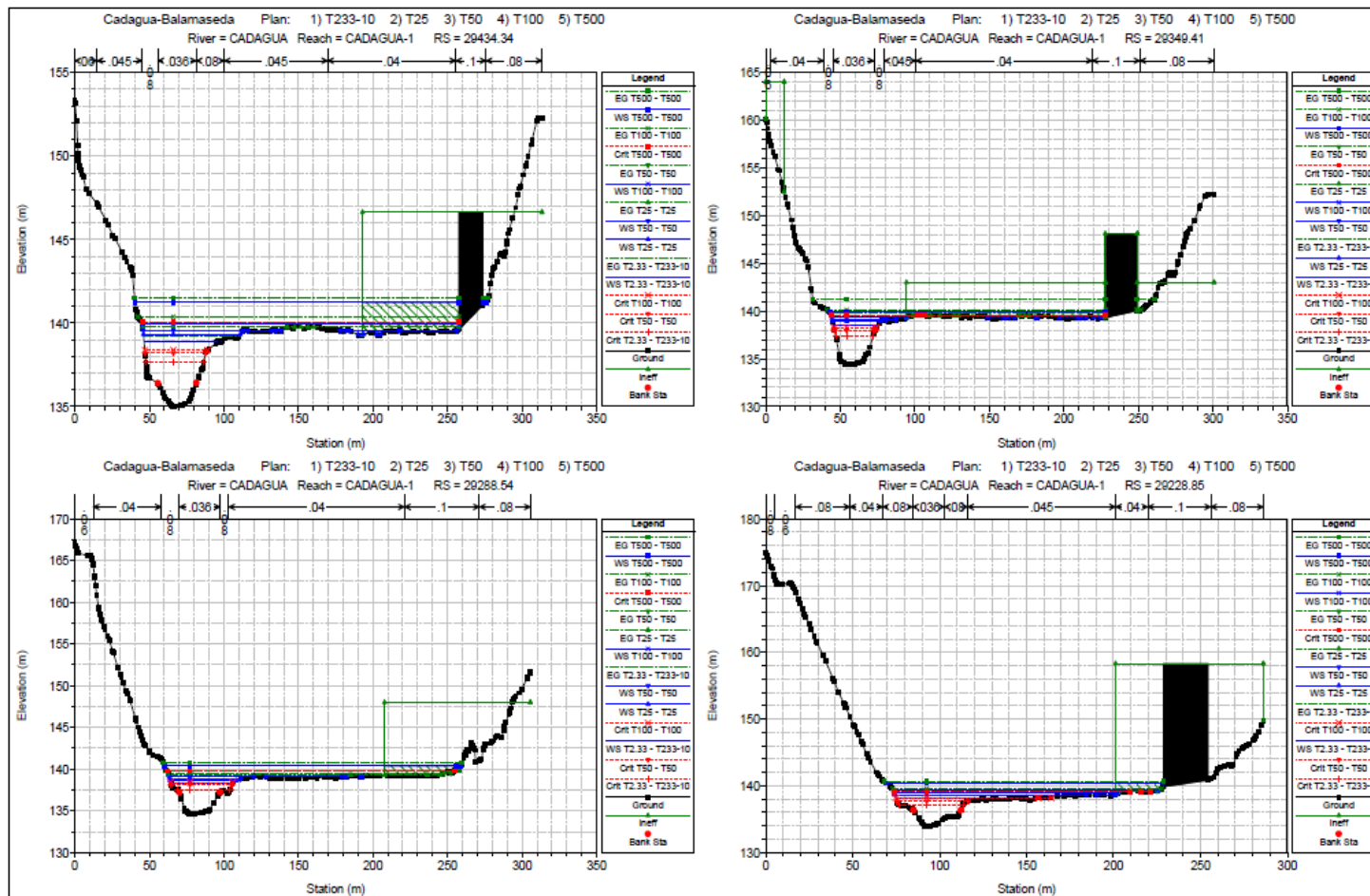




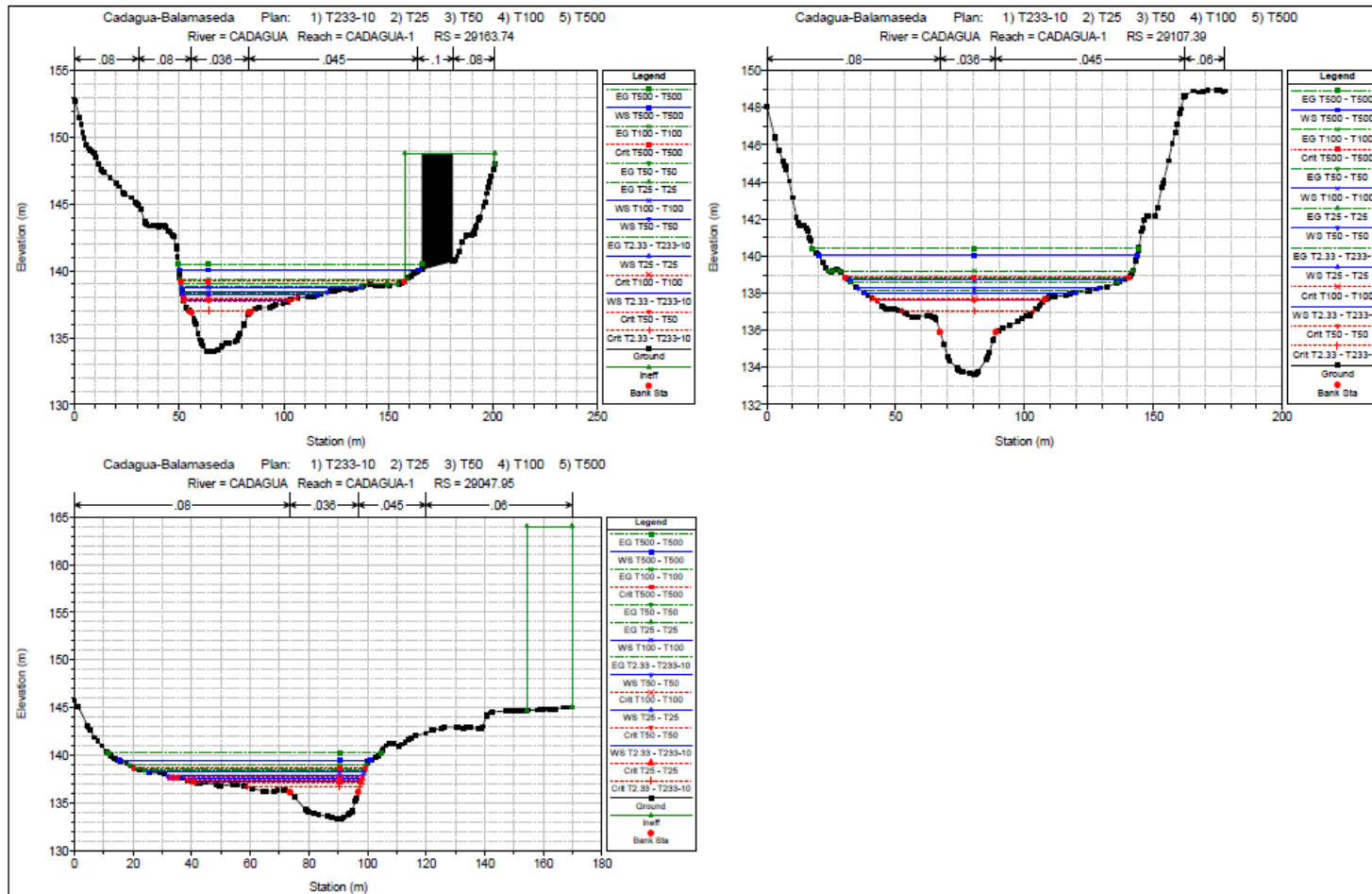




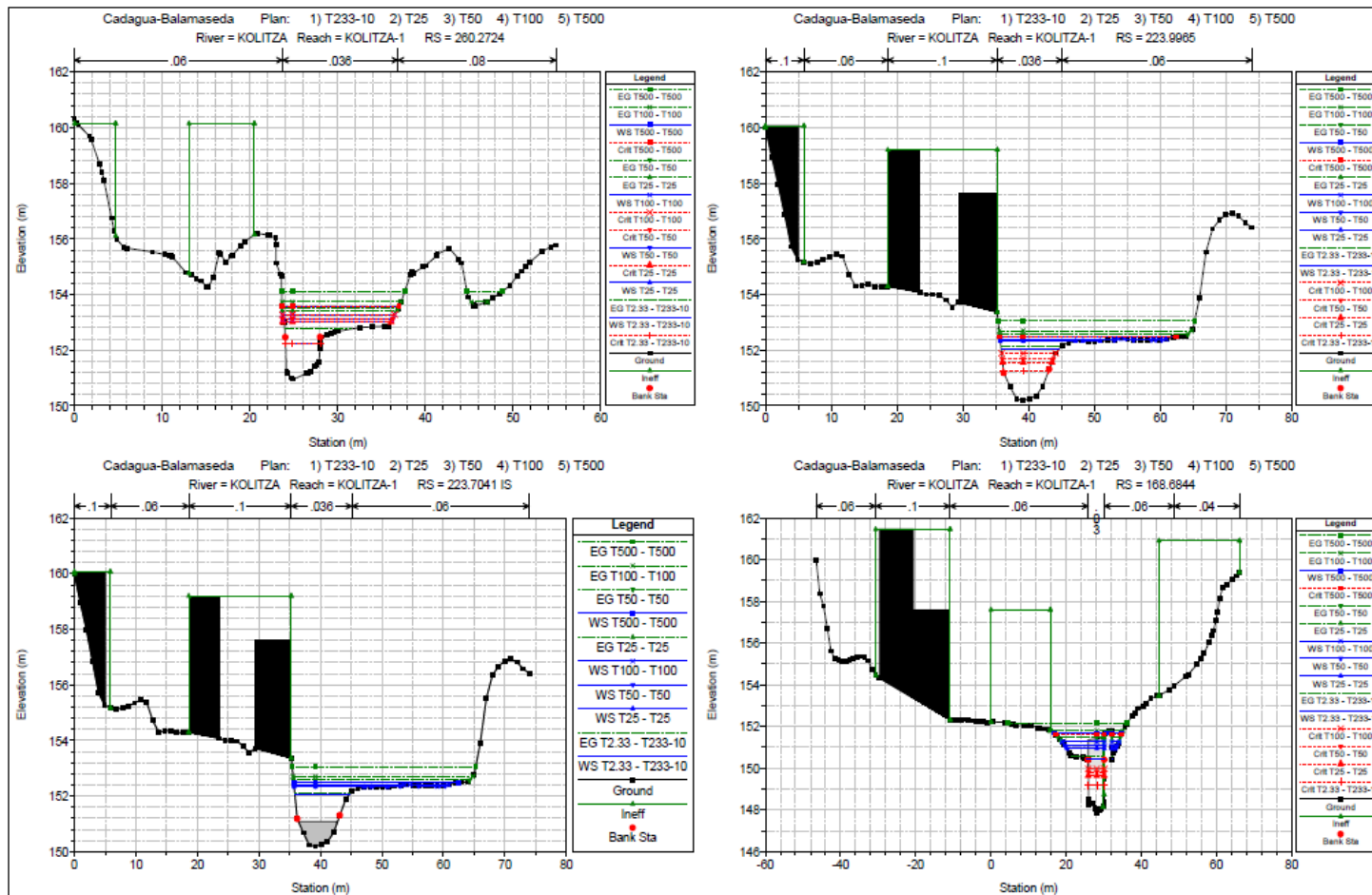


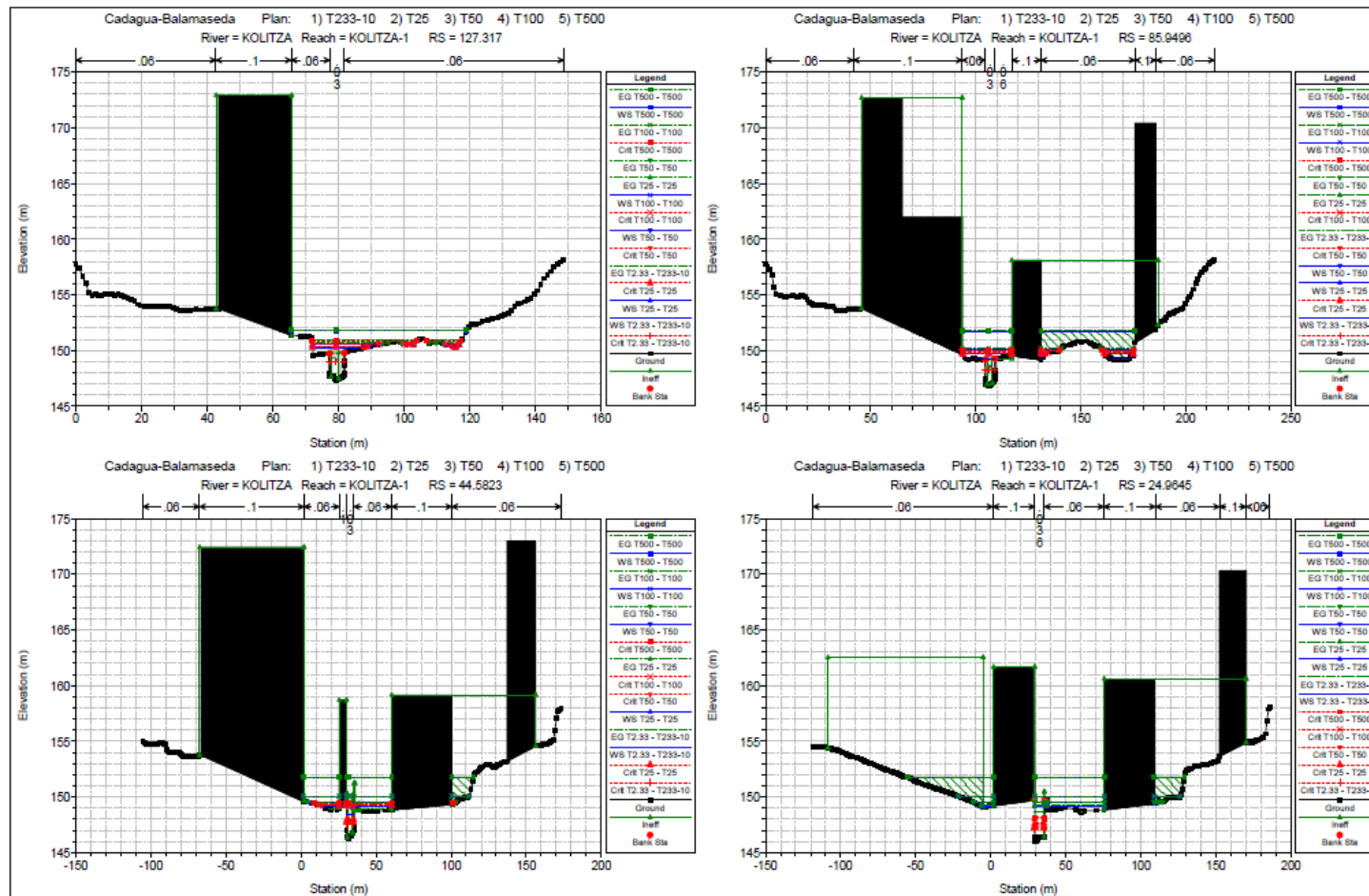


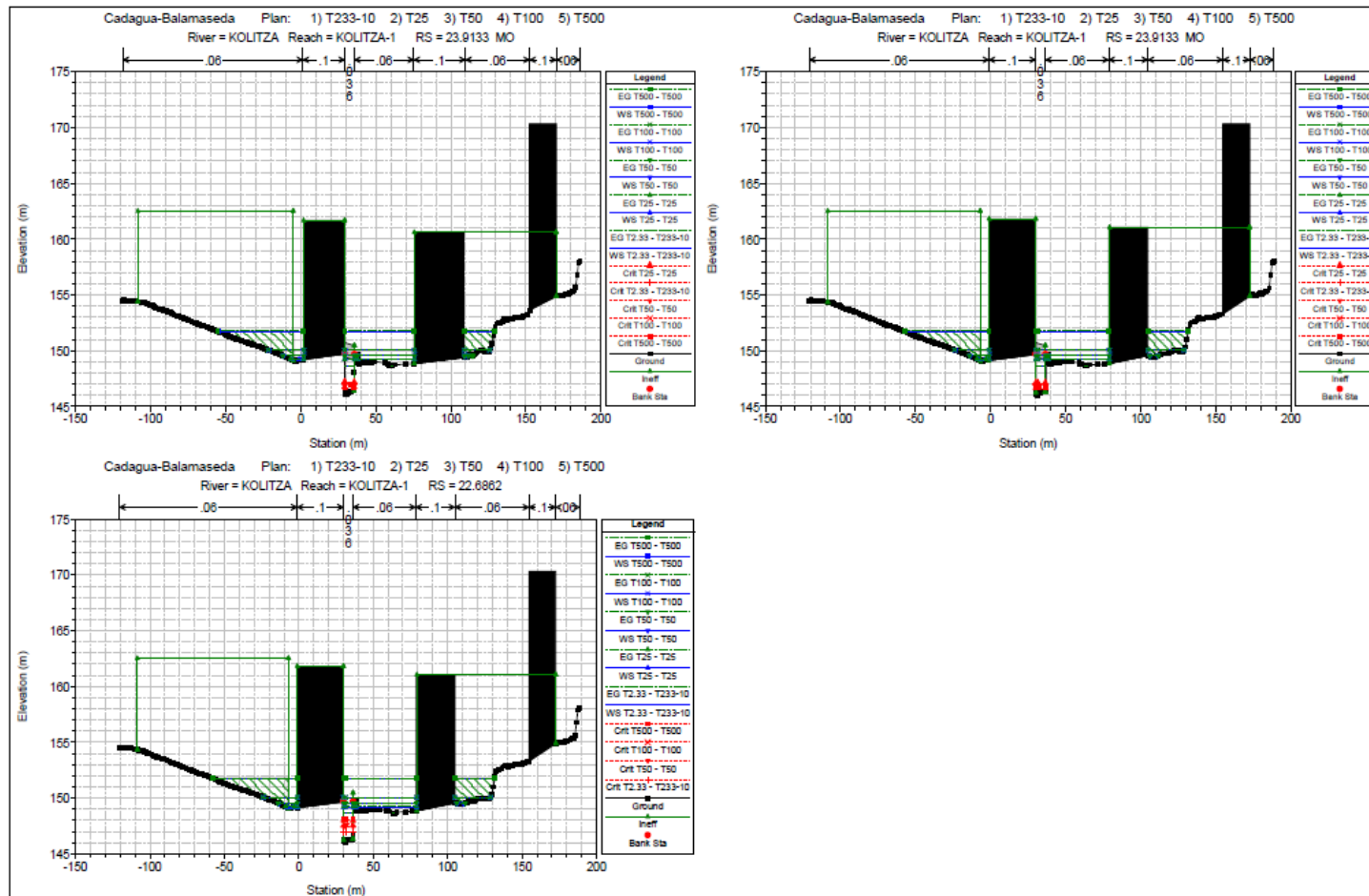




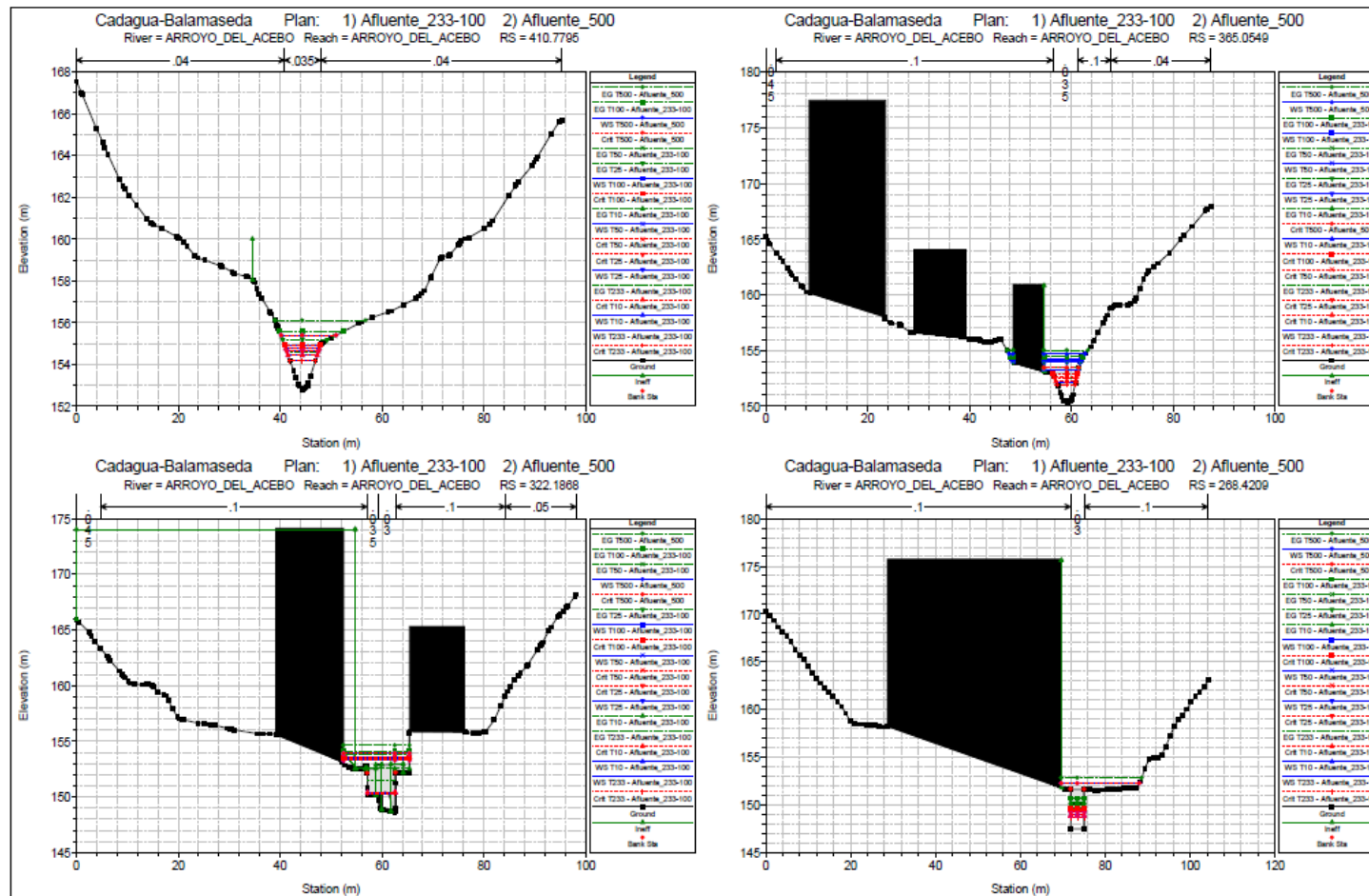
RÍO KOLITZA:

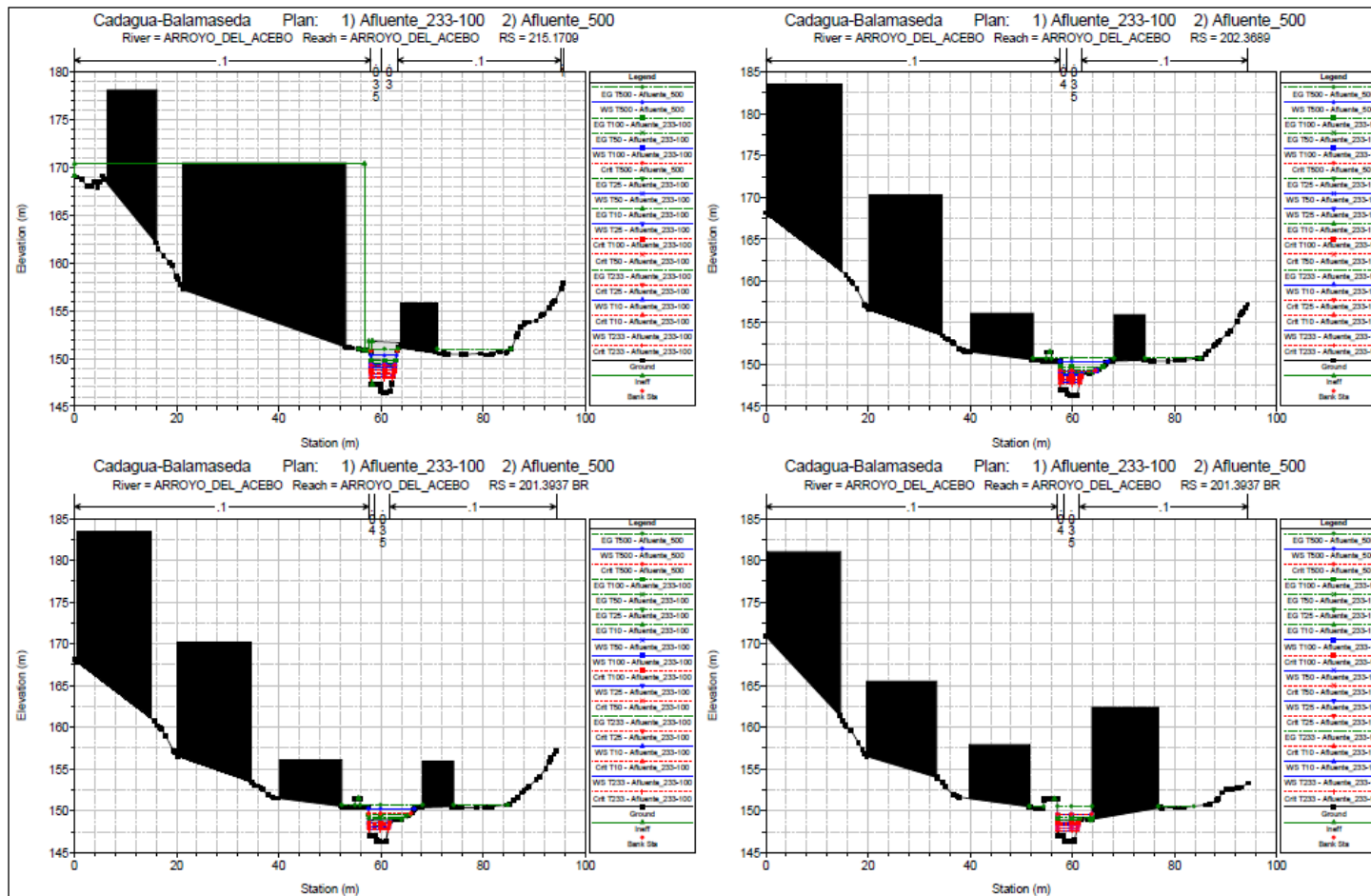


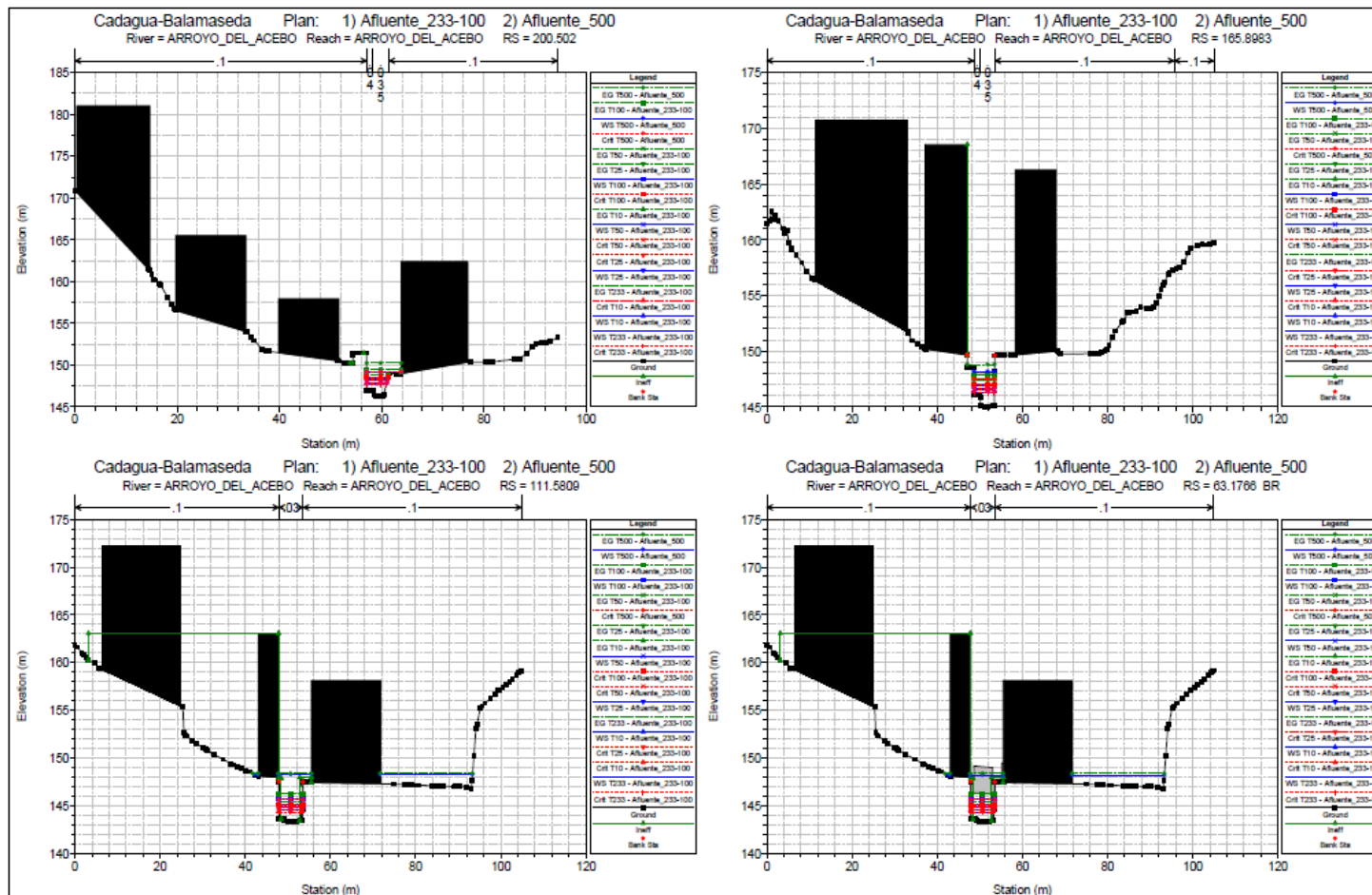


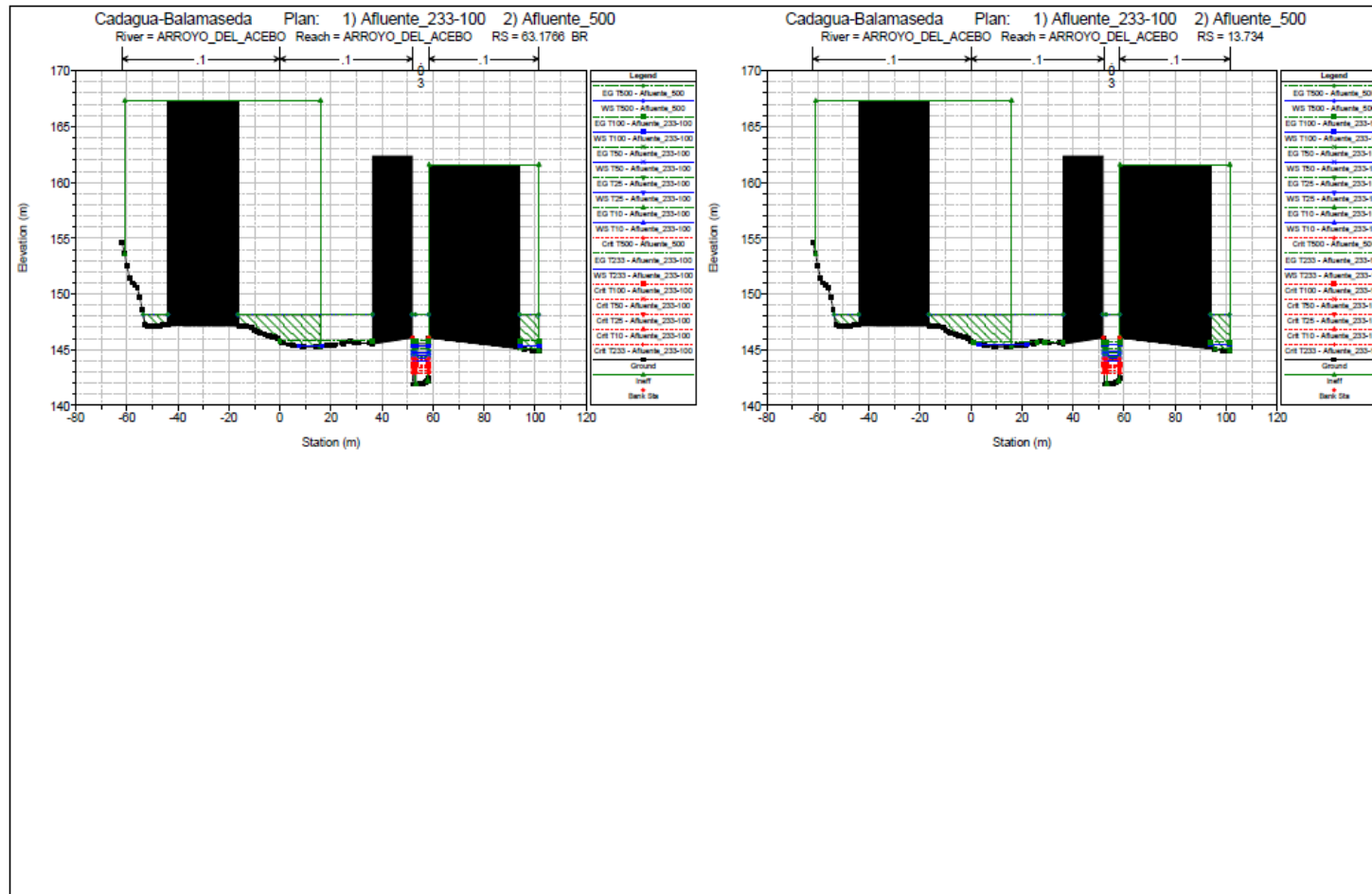


ARROYO ACEBO:



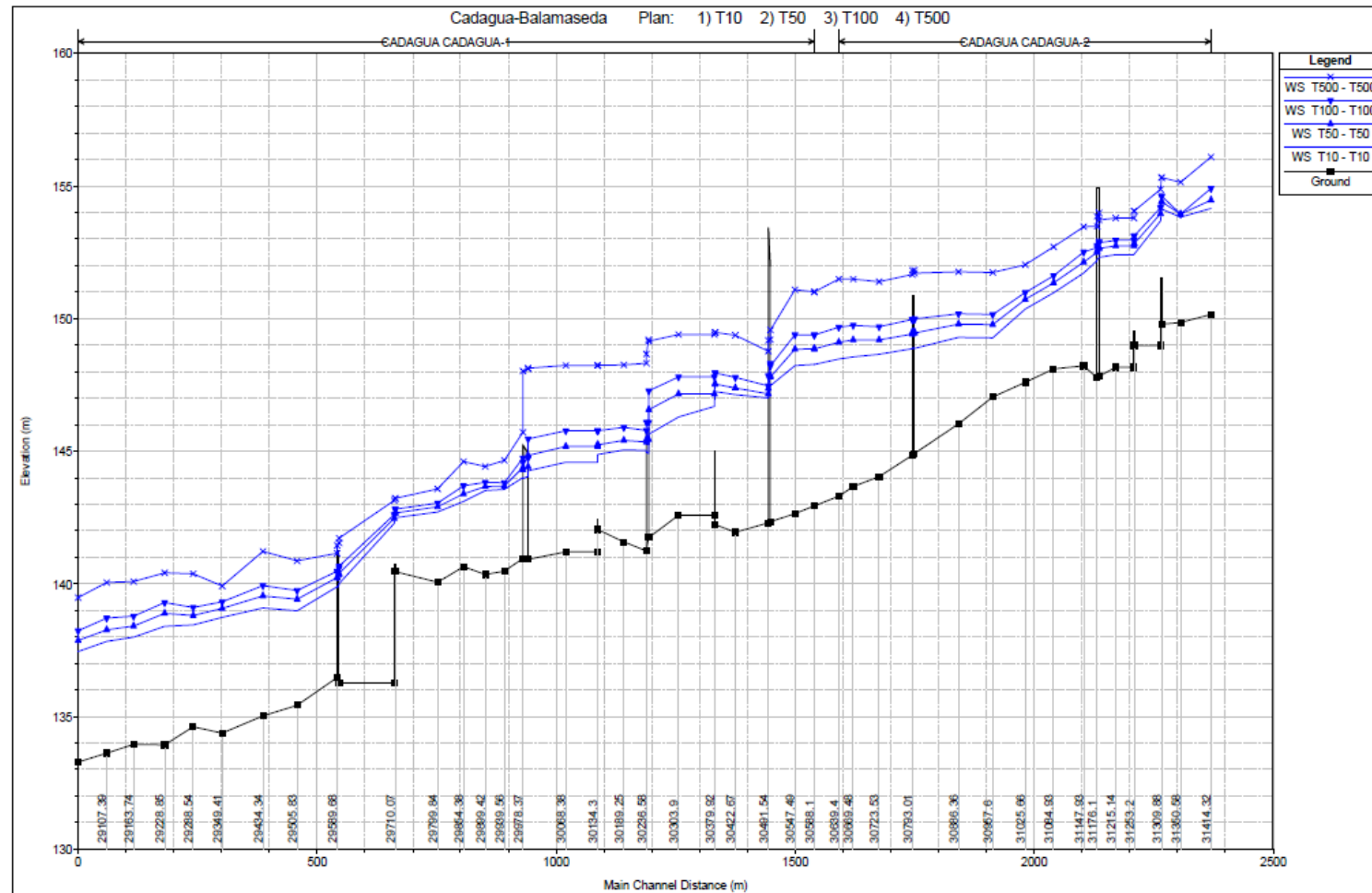




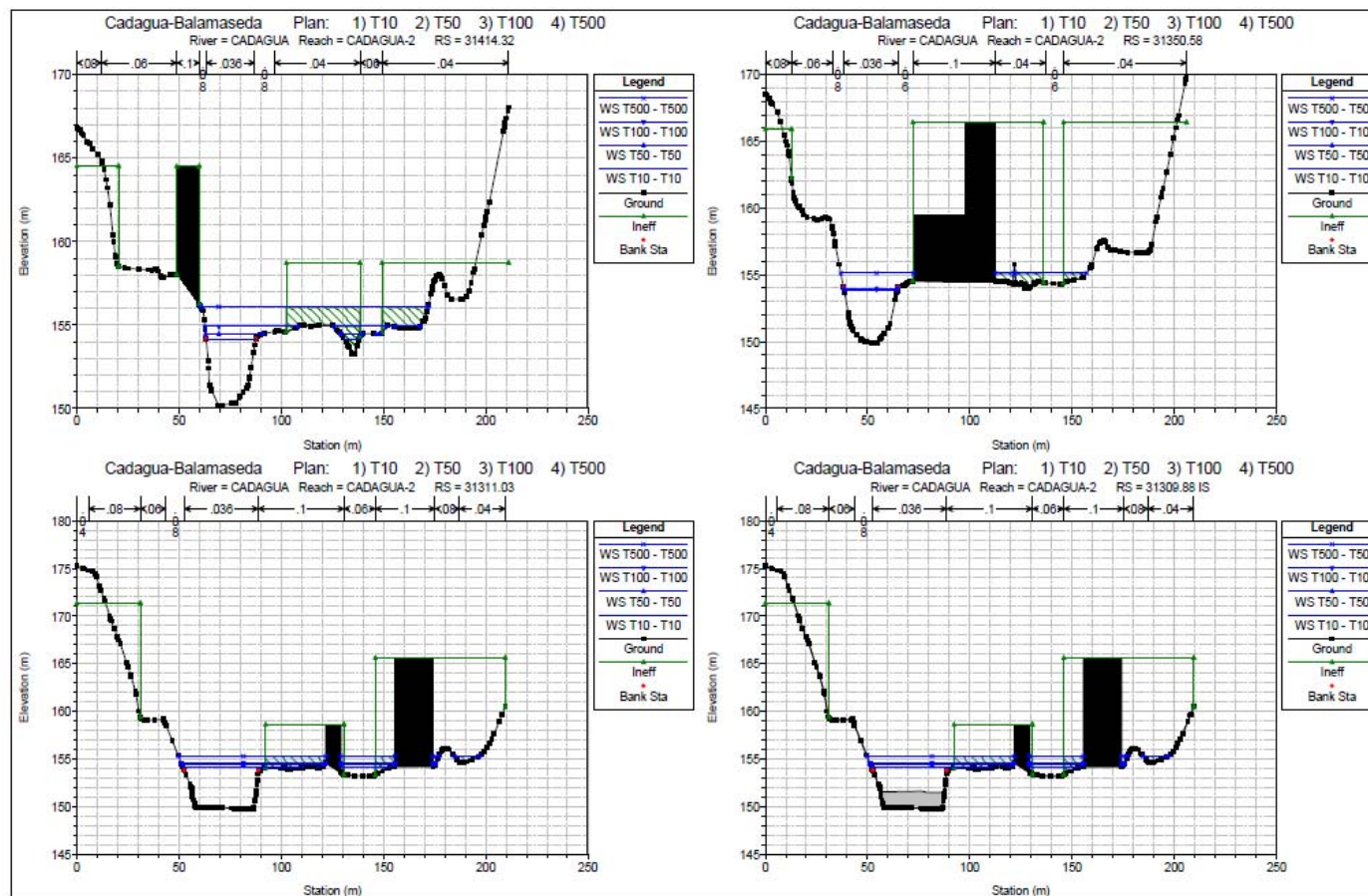


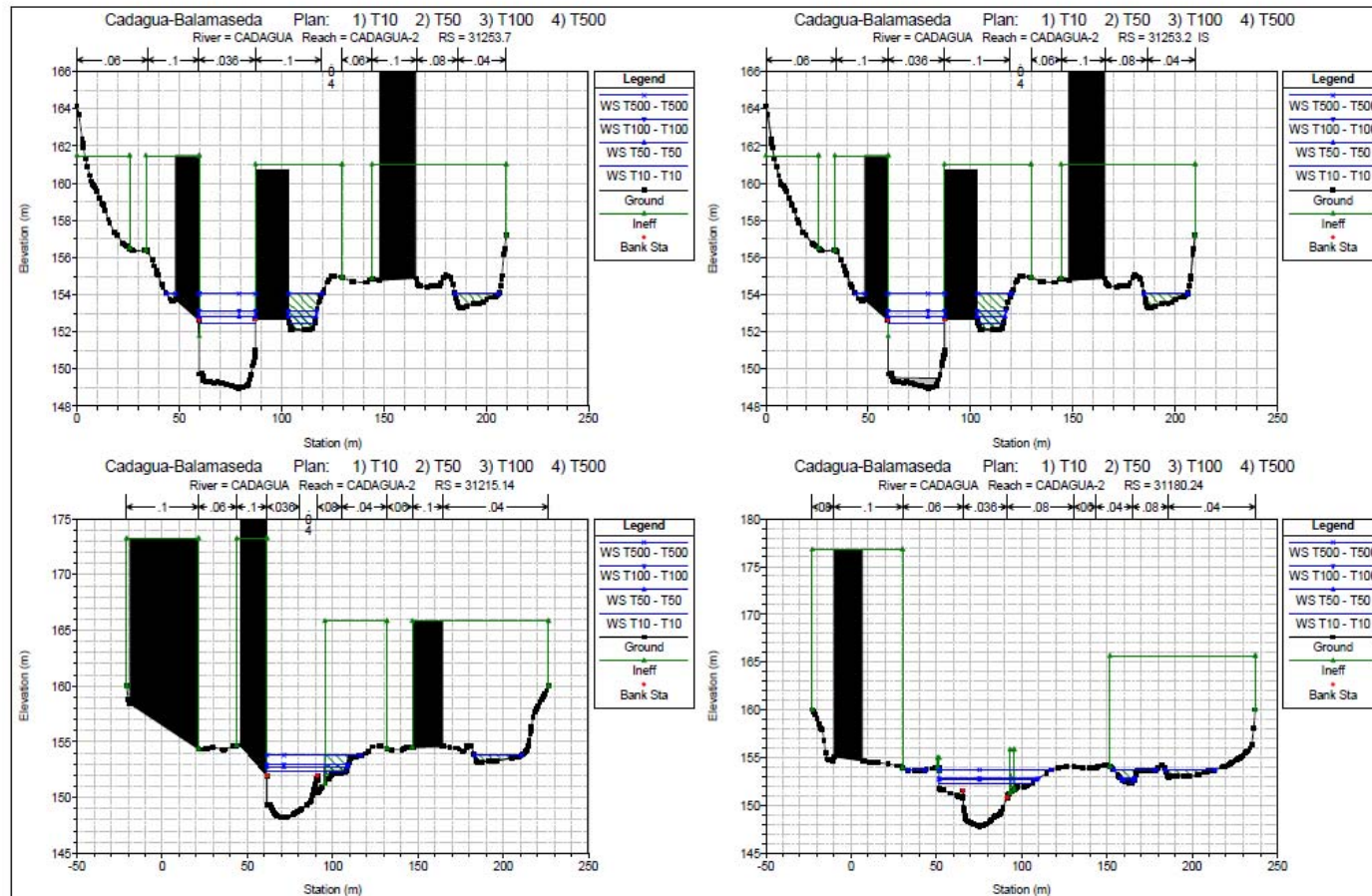


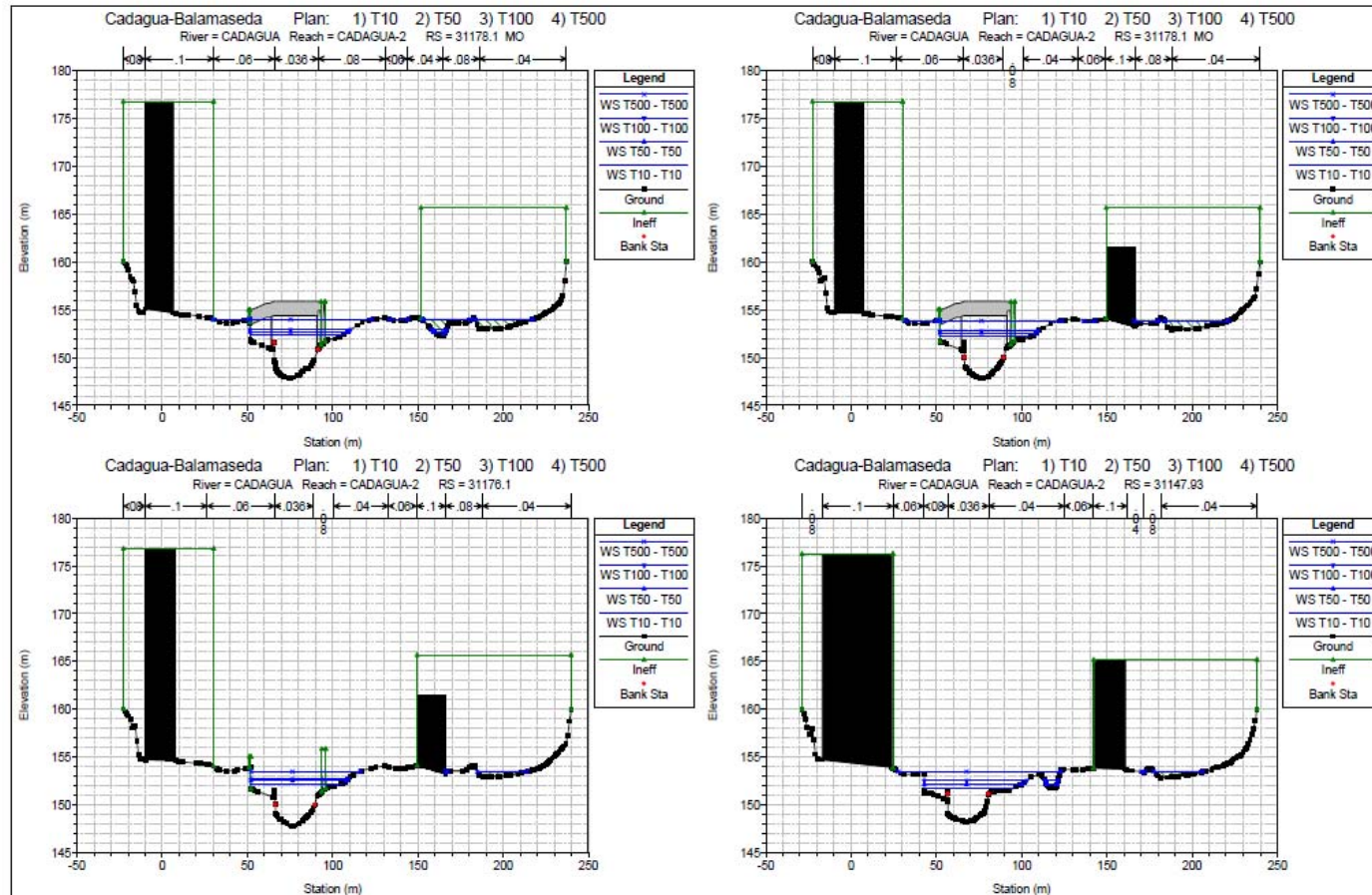
Se adjuntan los perfiles longitudinales y transversales del modelo con la lámina de agua correspondiente a T10, T50, T100 Y T500 años, sin incluir otras variables, con el objeto de clarificar los resultados y resultar los incrementos de calado asociados.

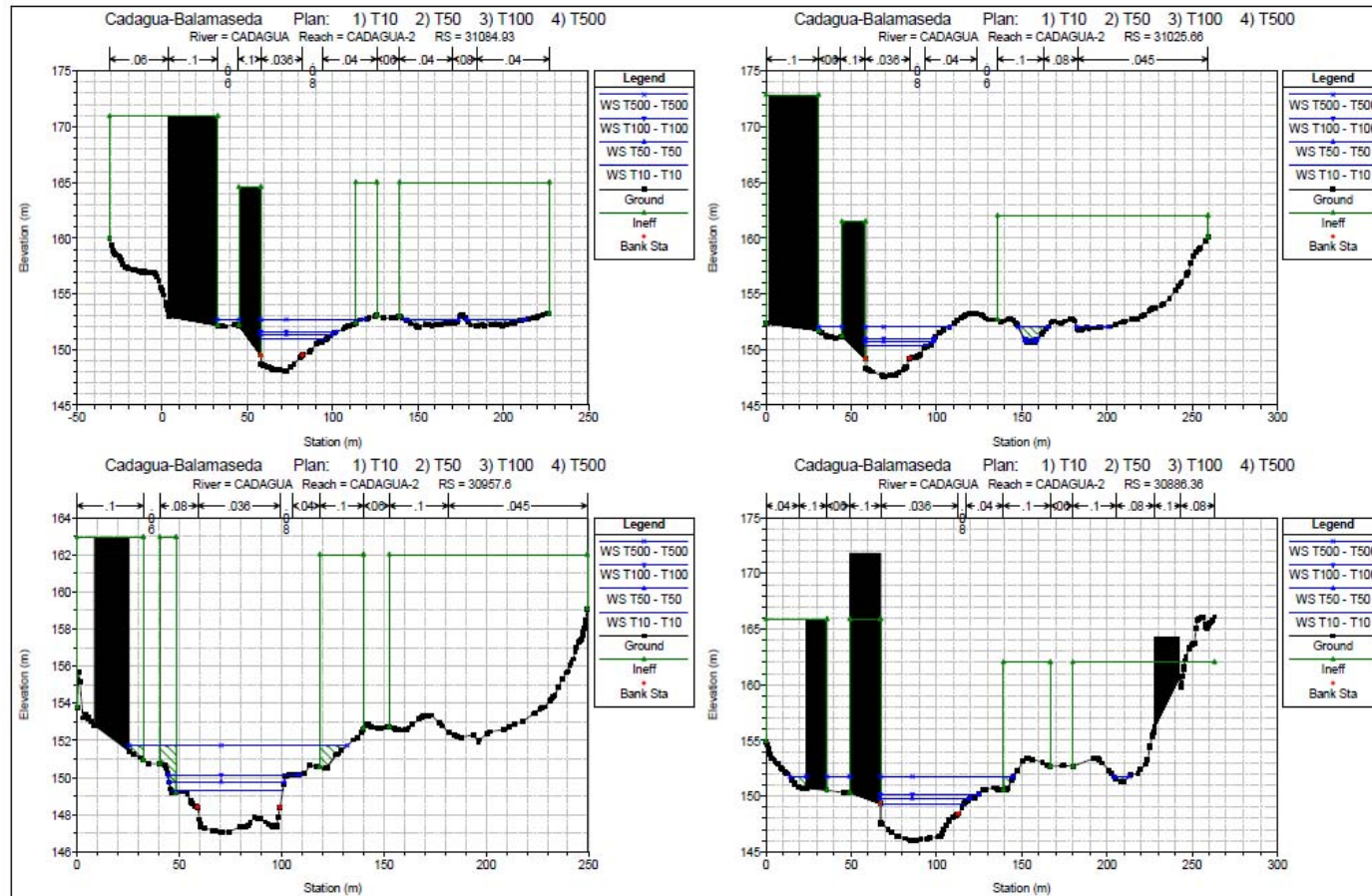


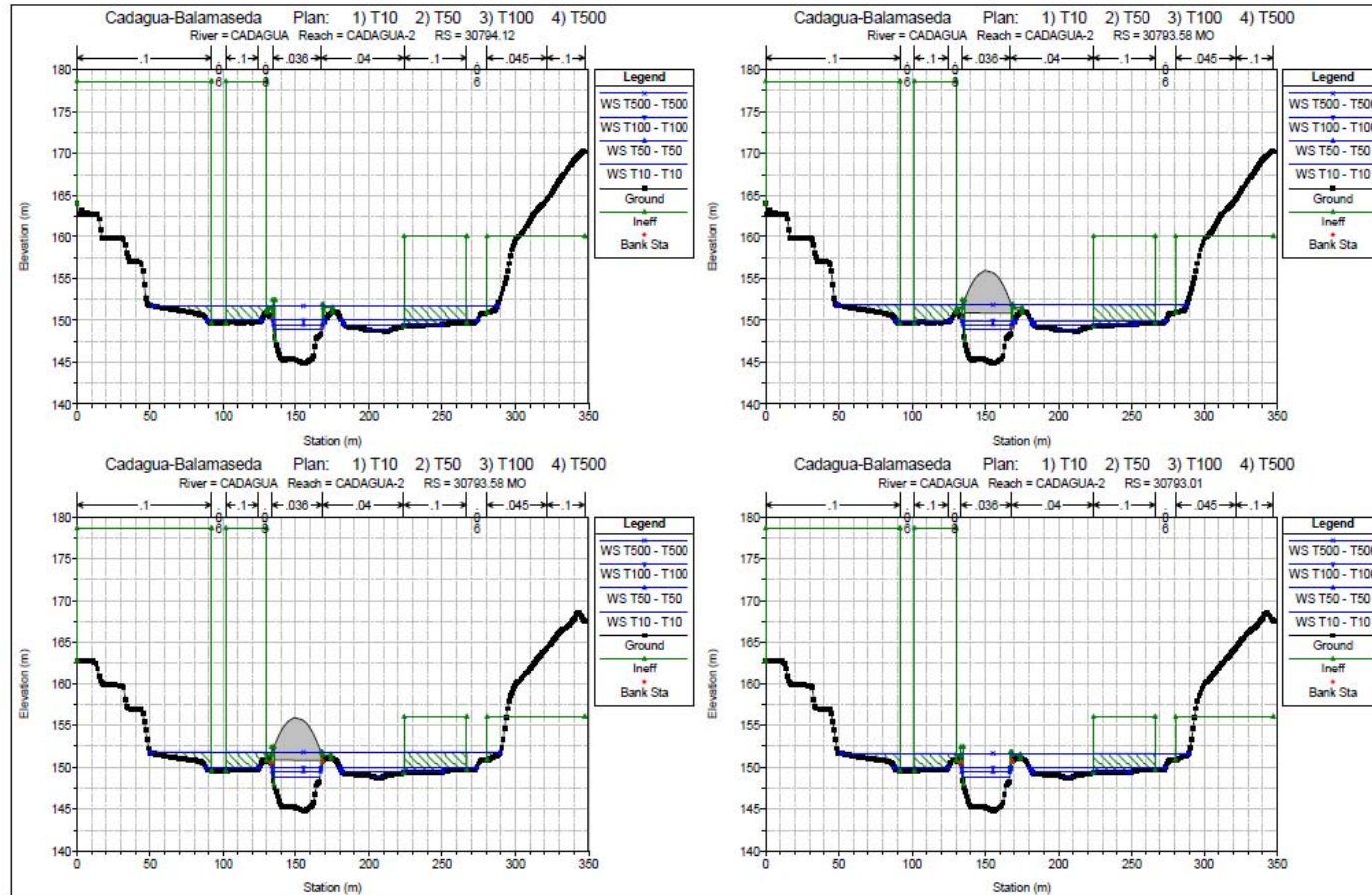
RÍO CADAGUA:

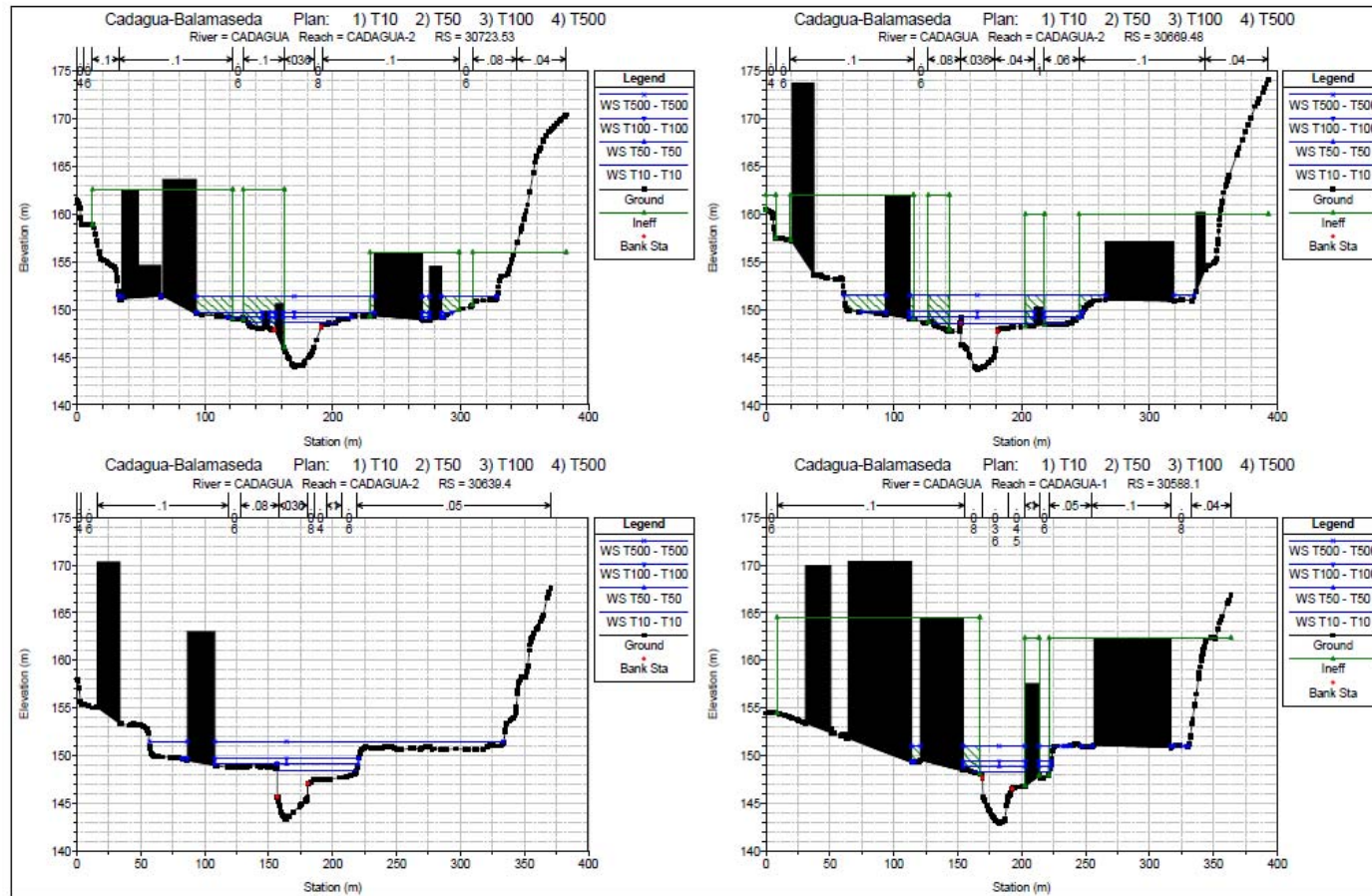


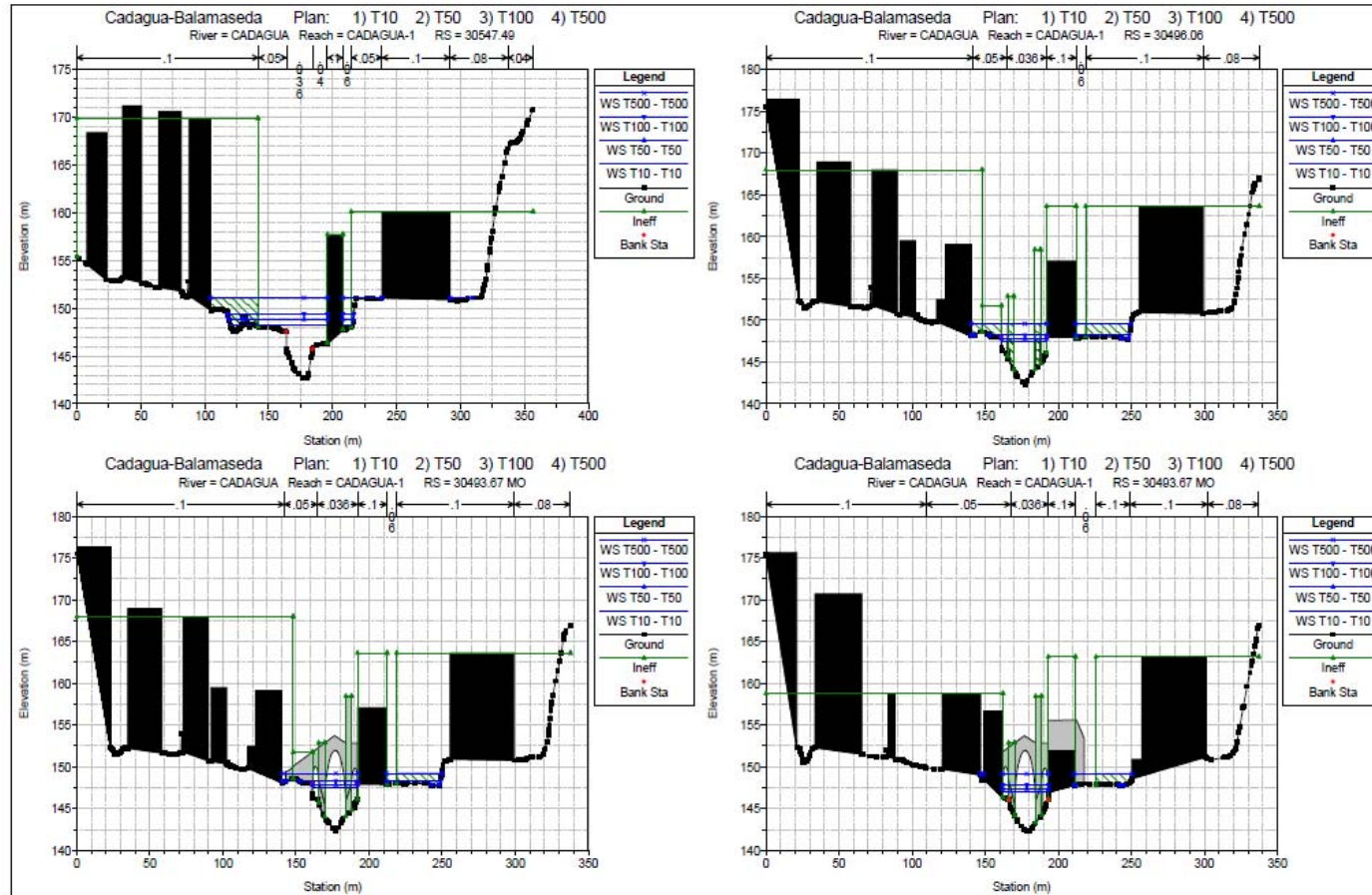




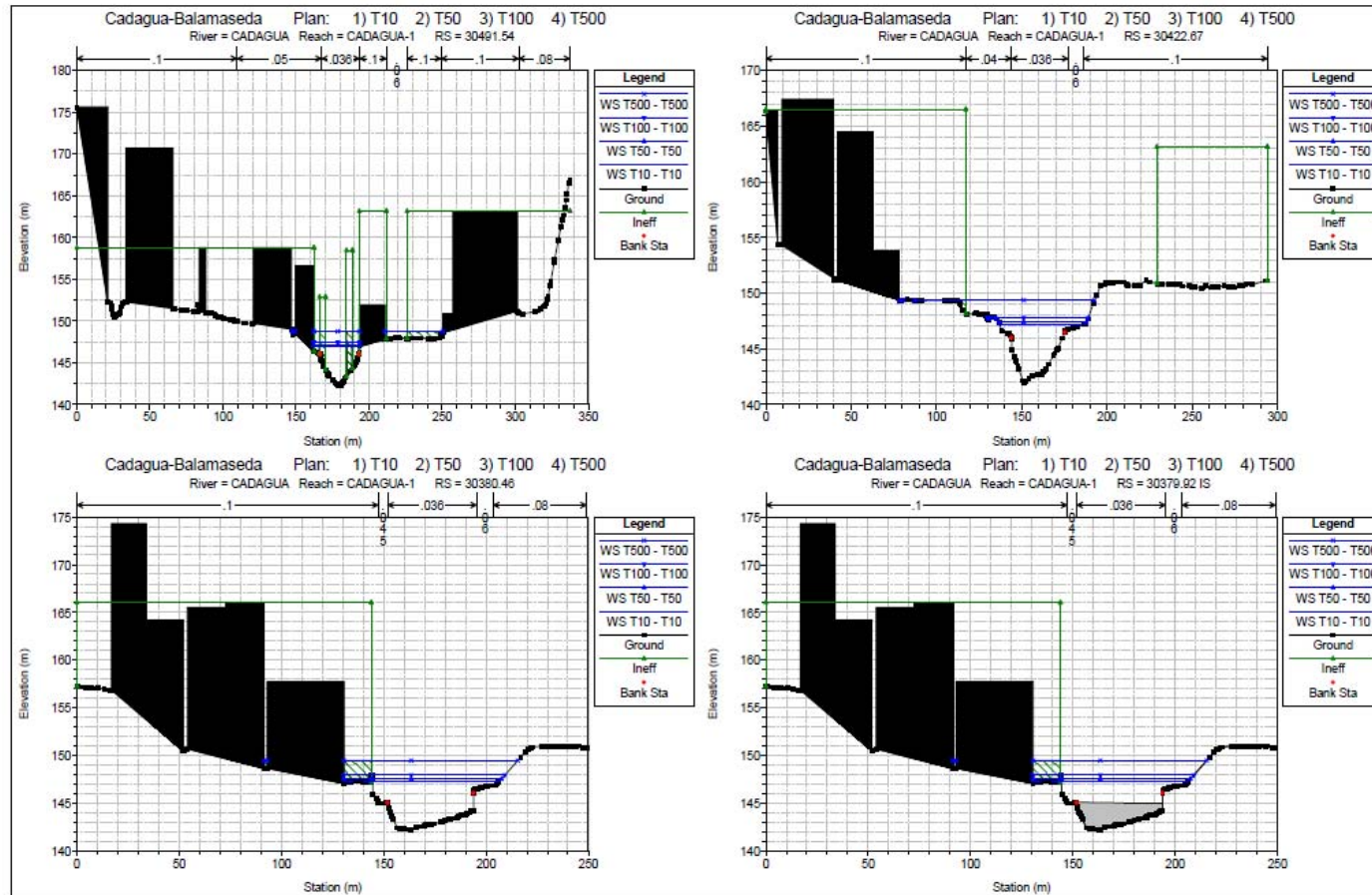


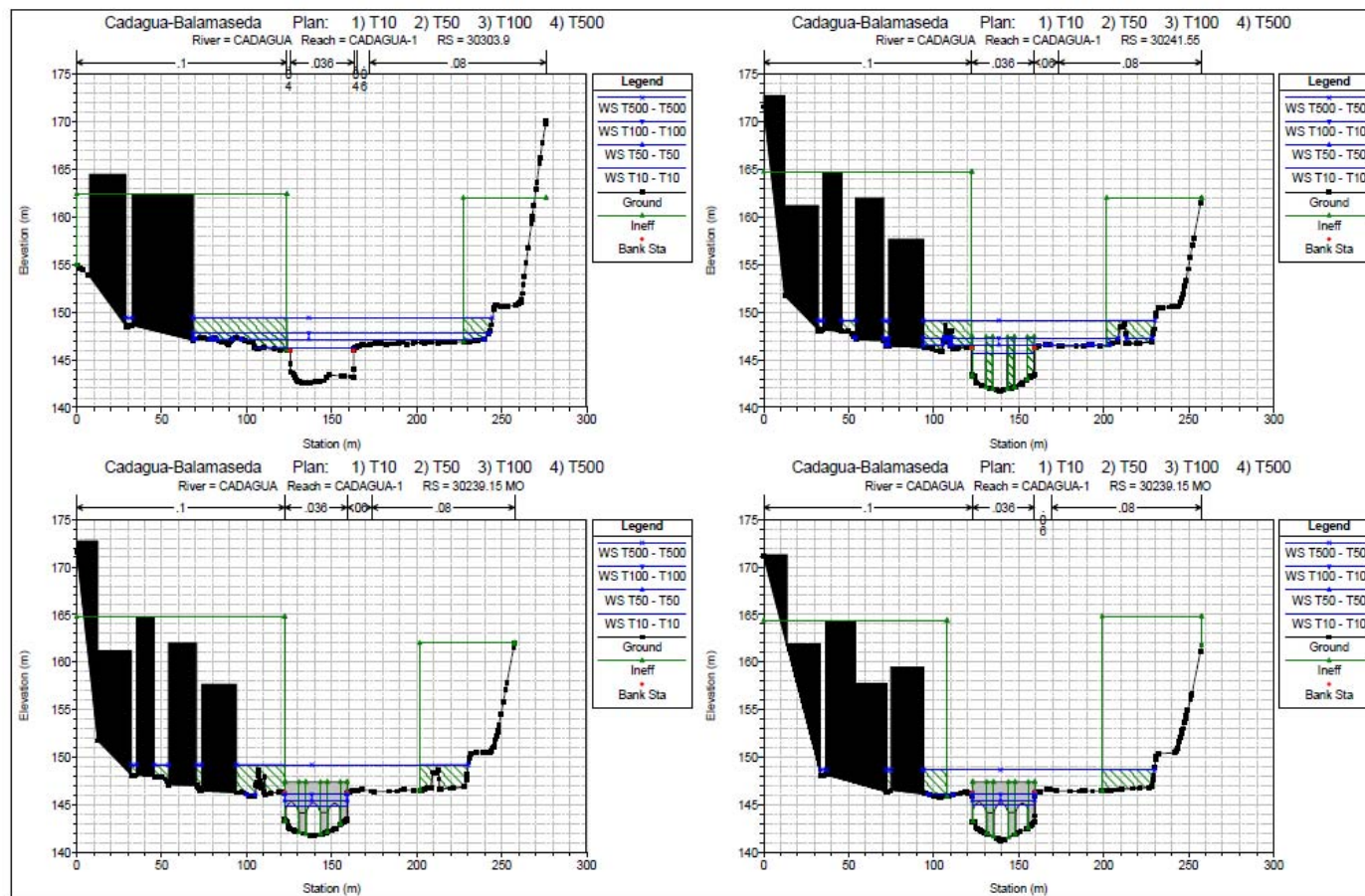


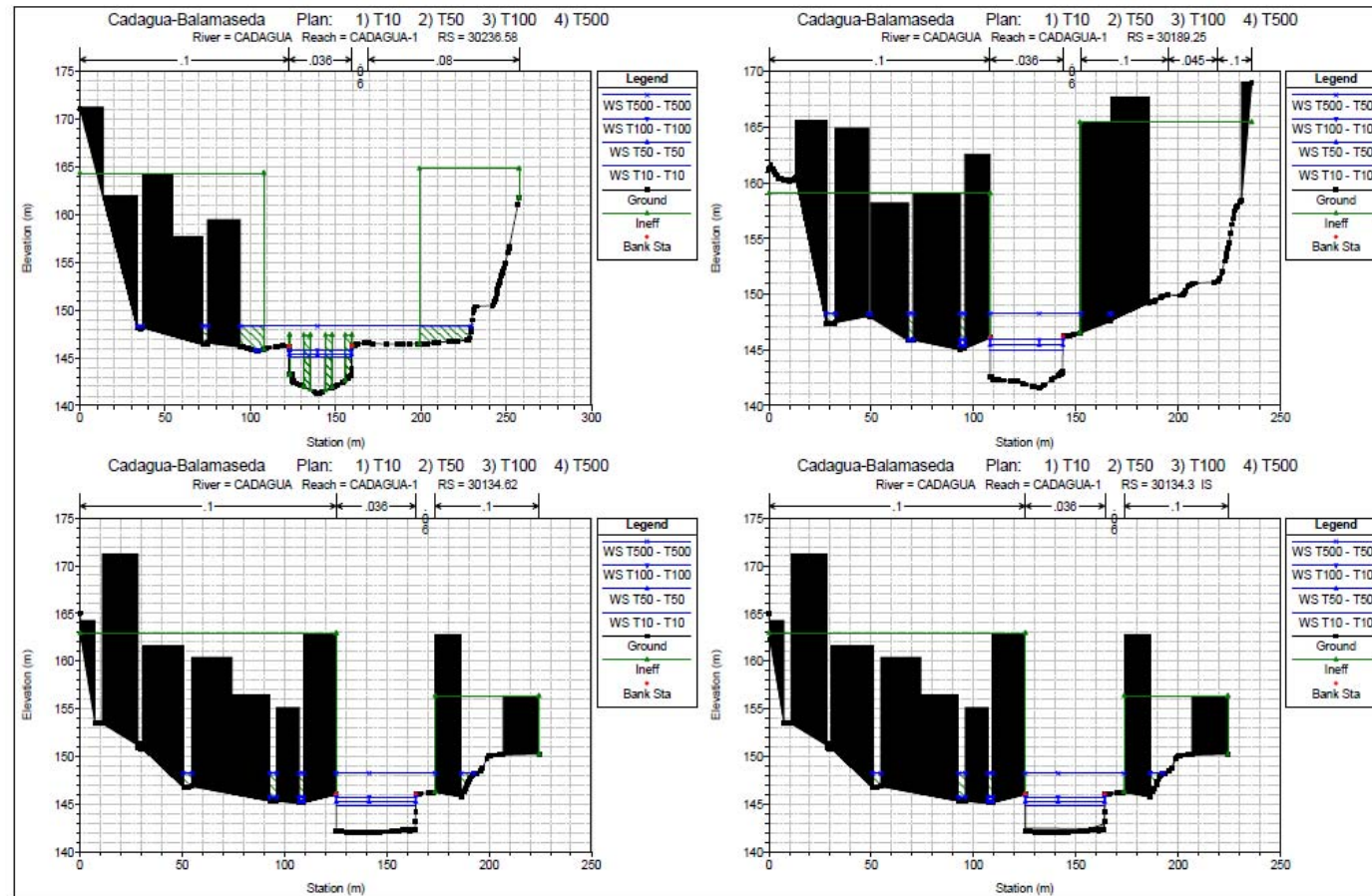


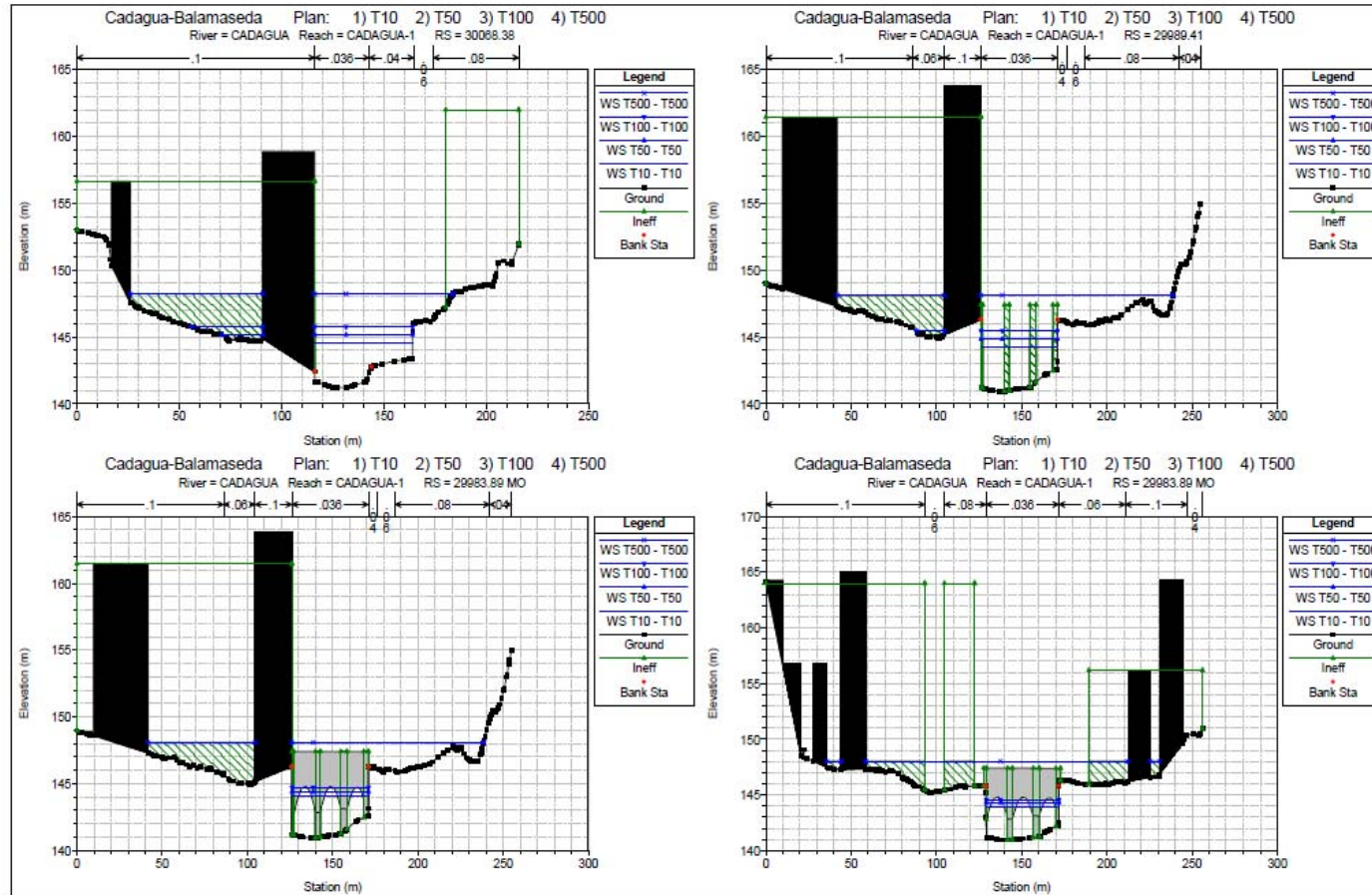


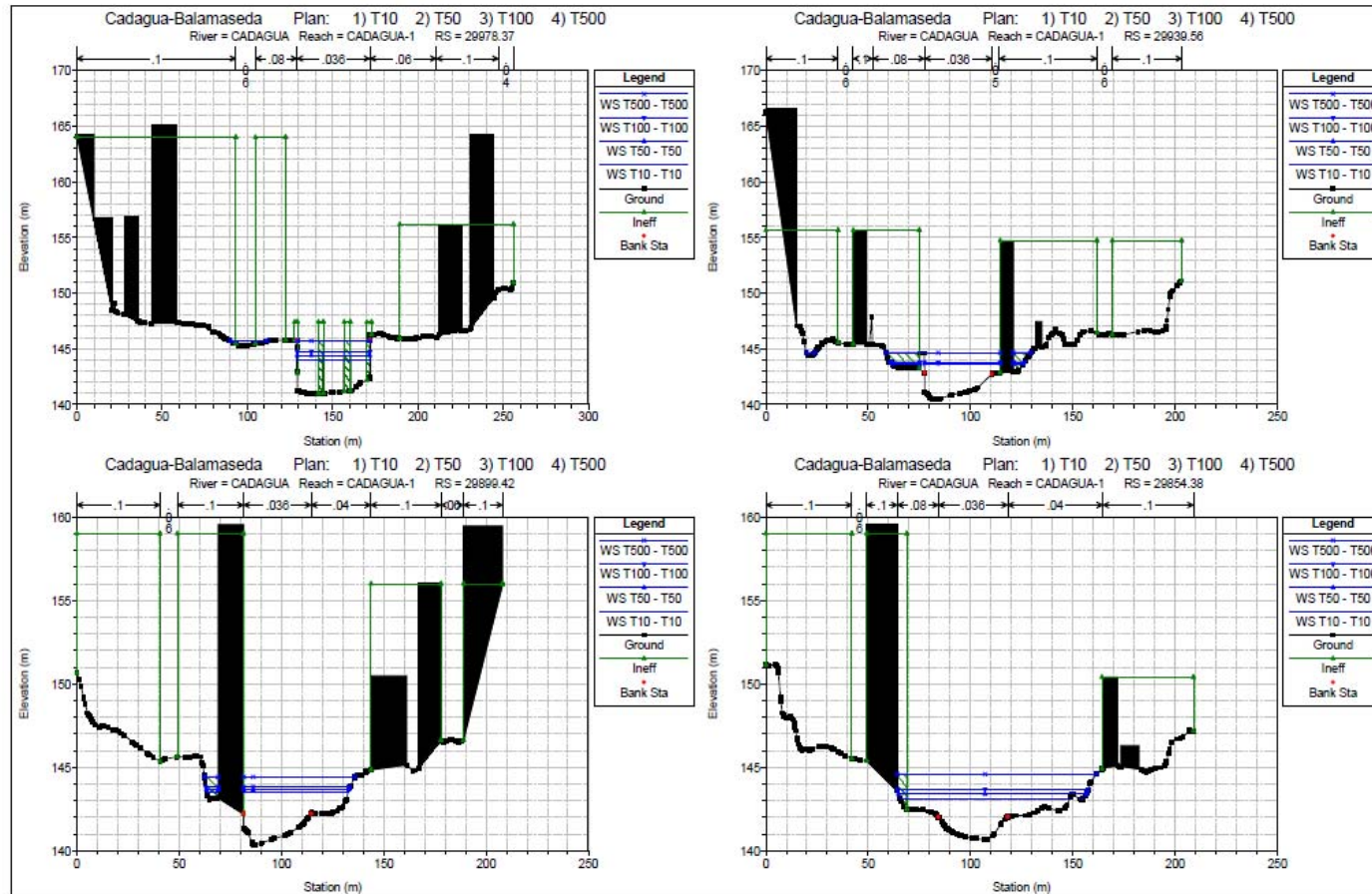


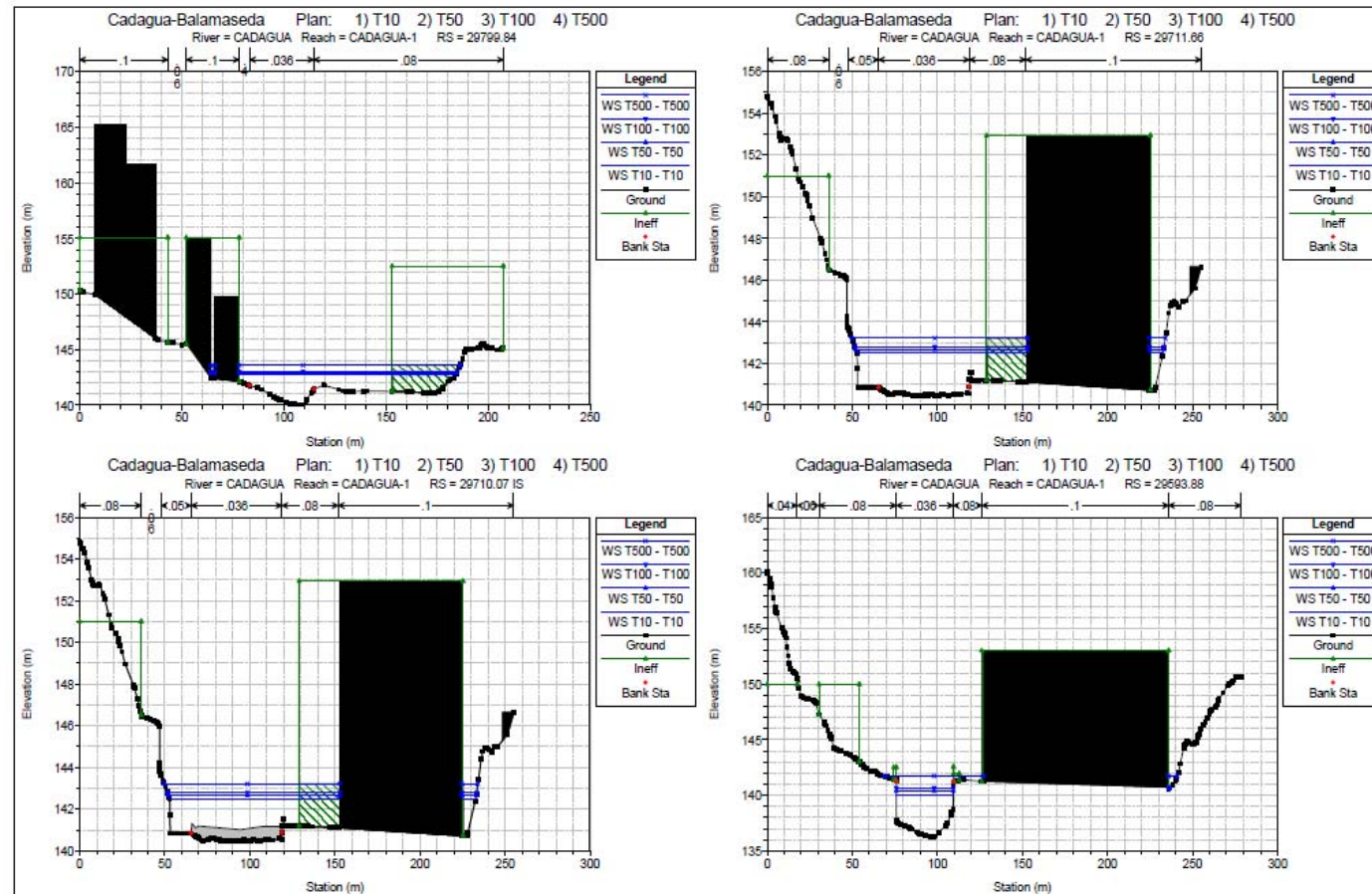


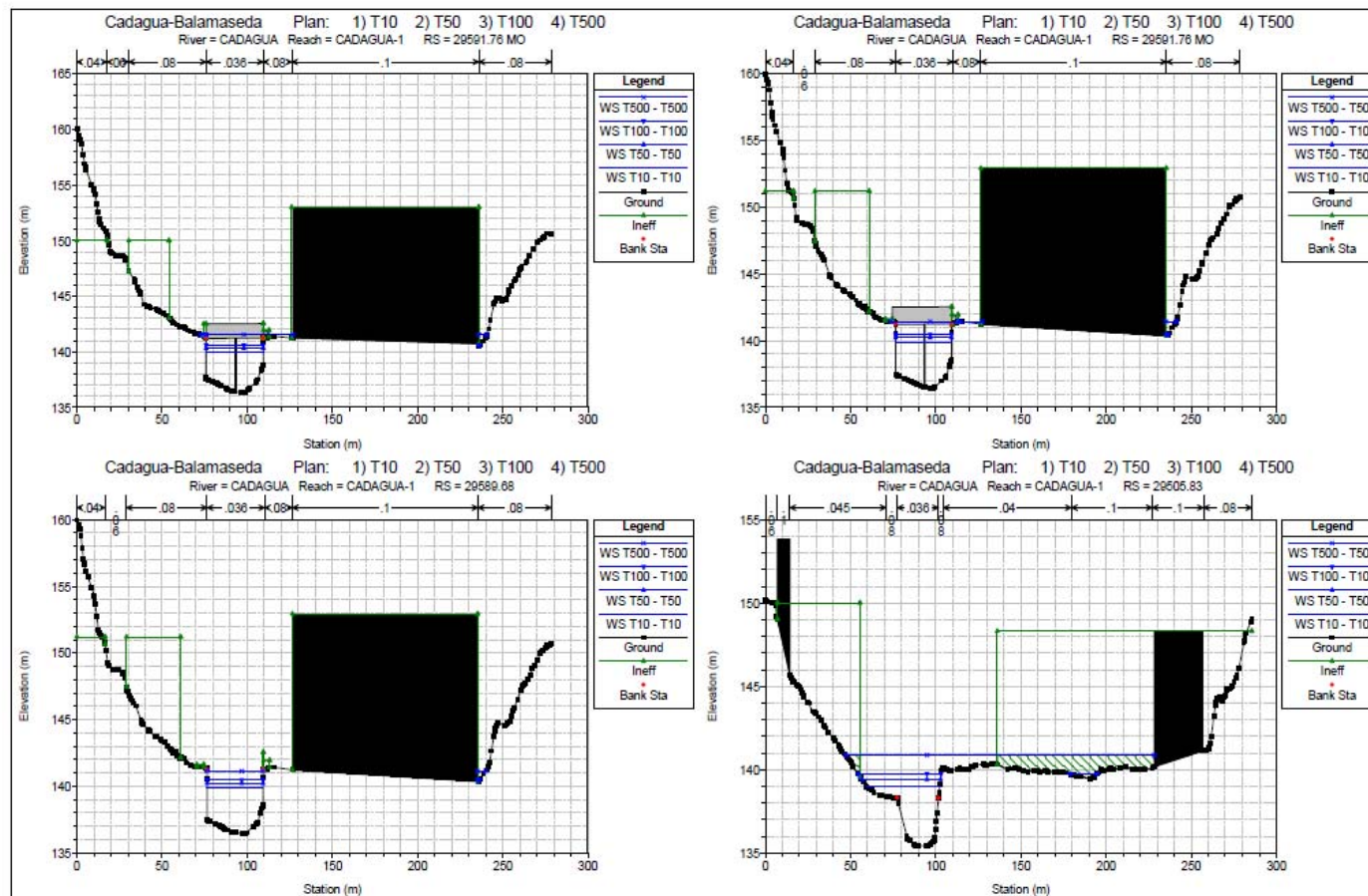


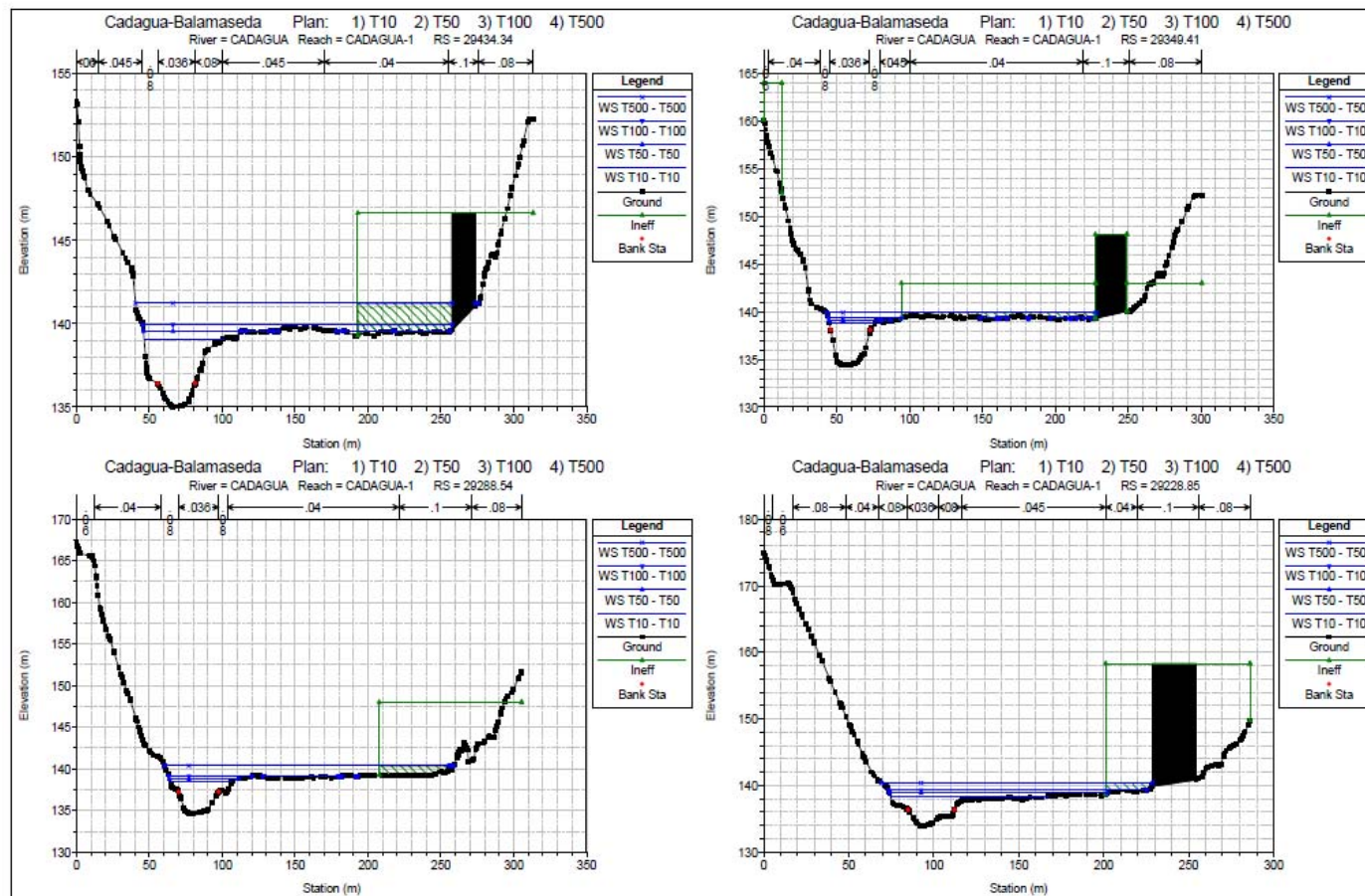




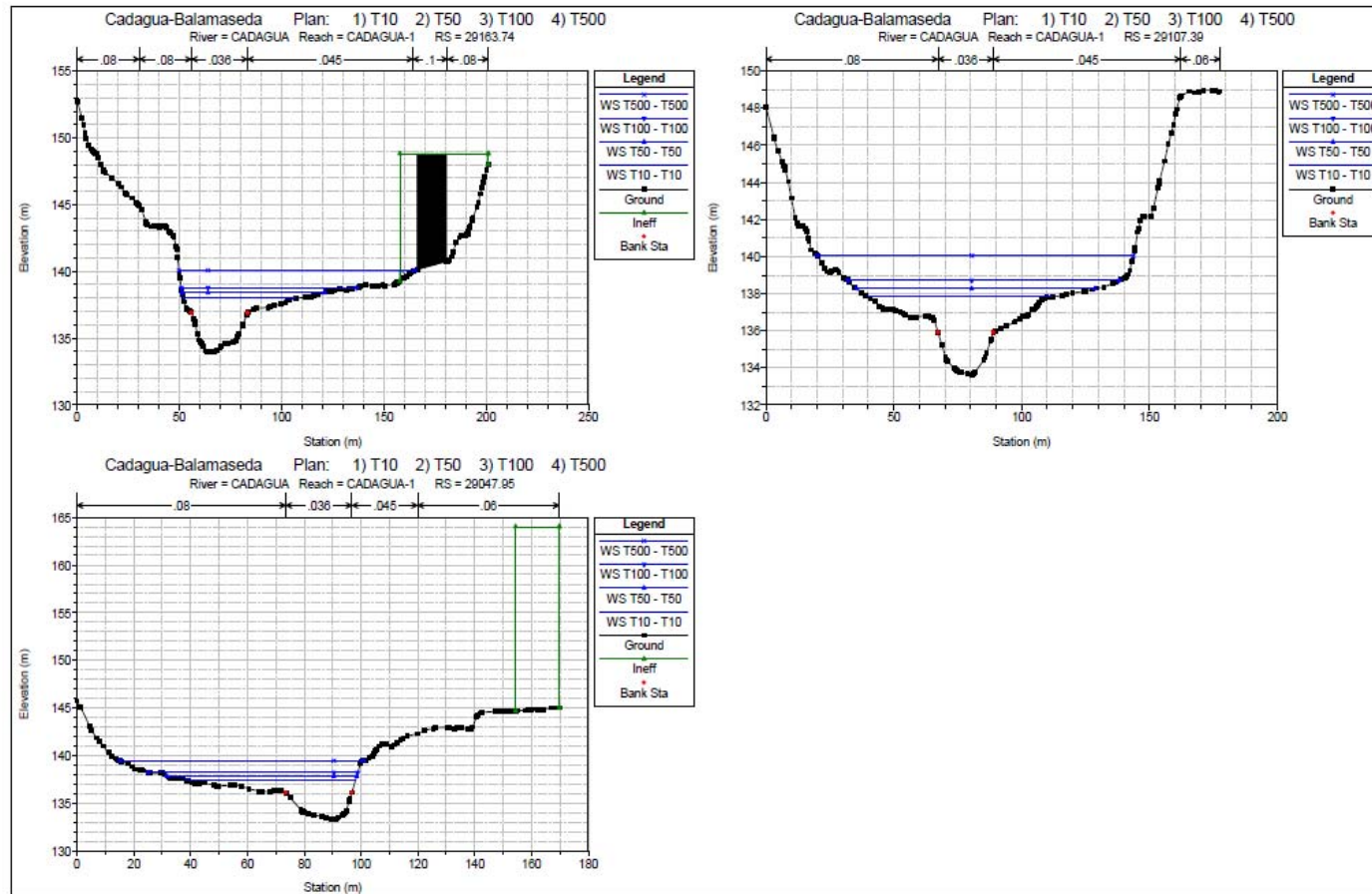


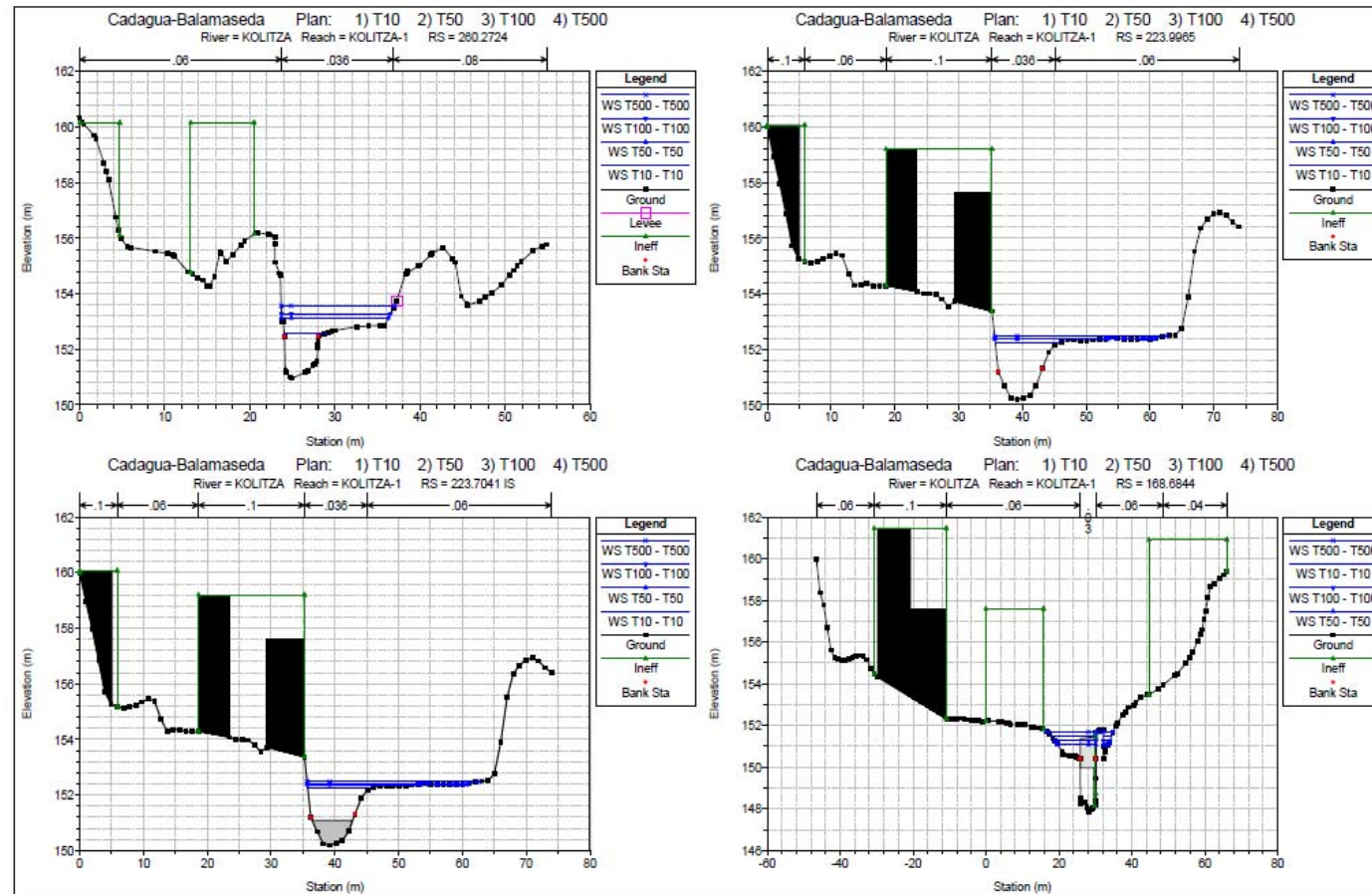




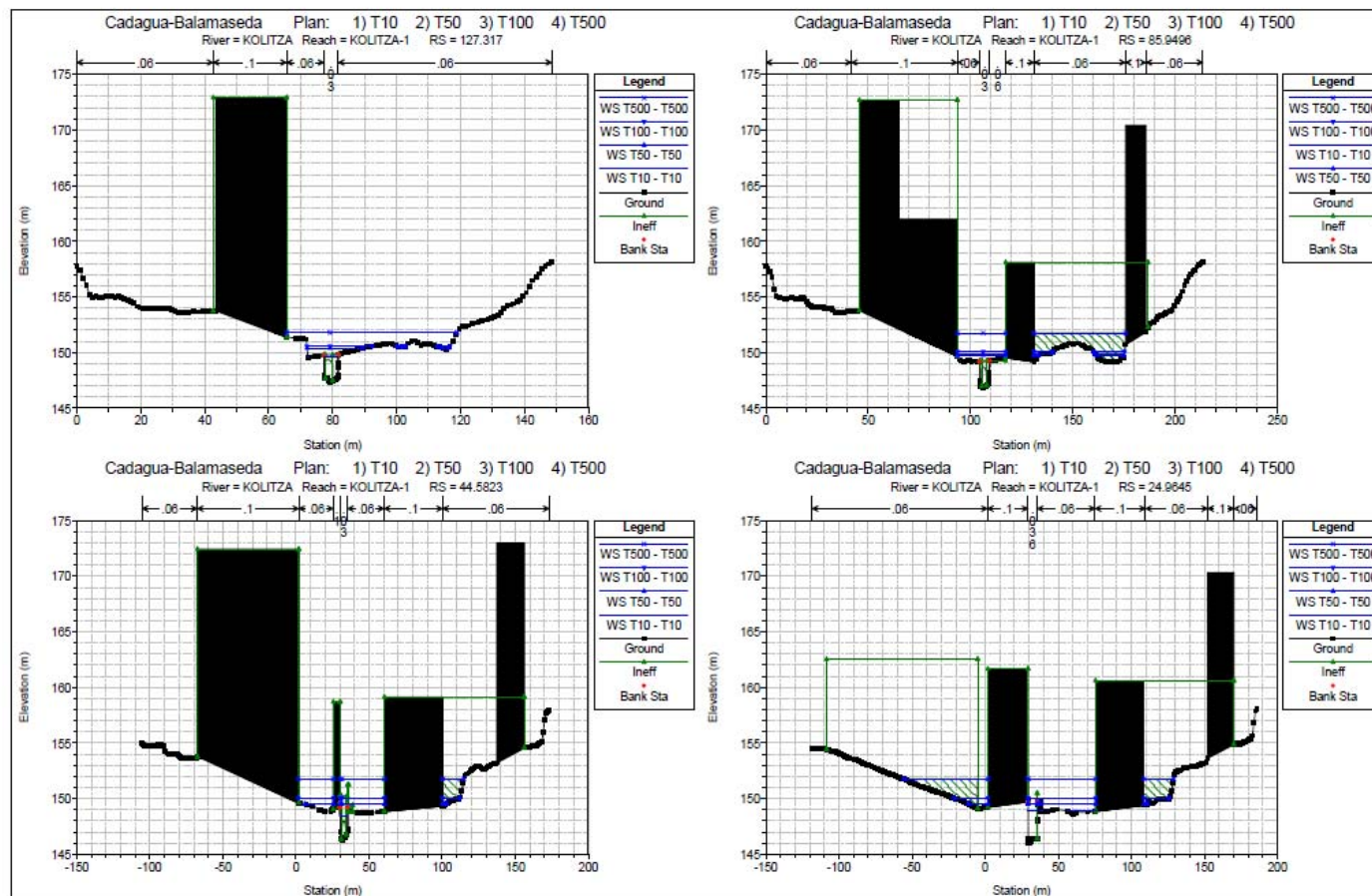


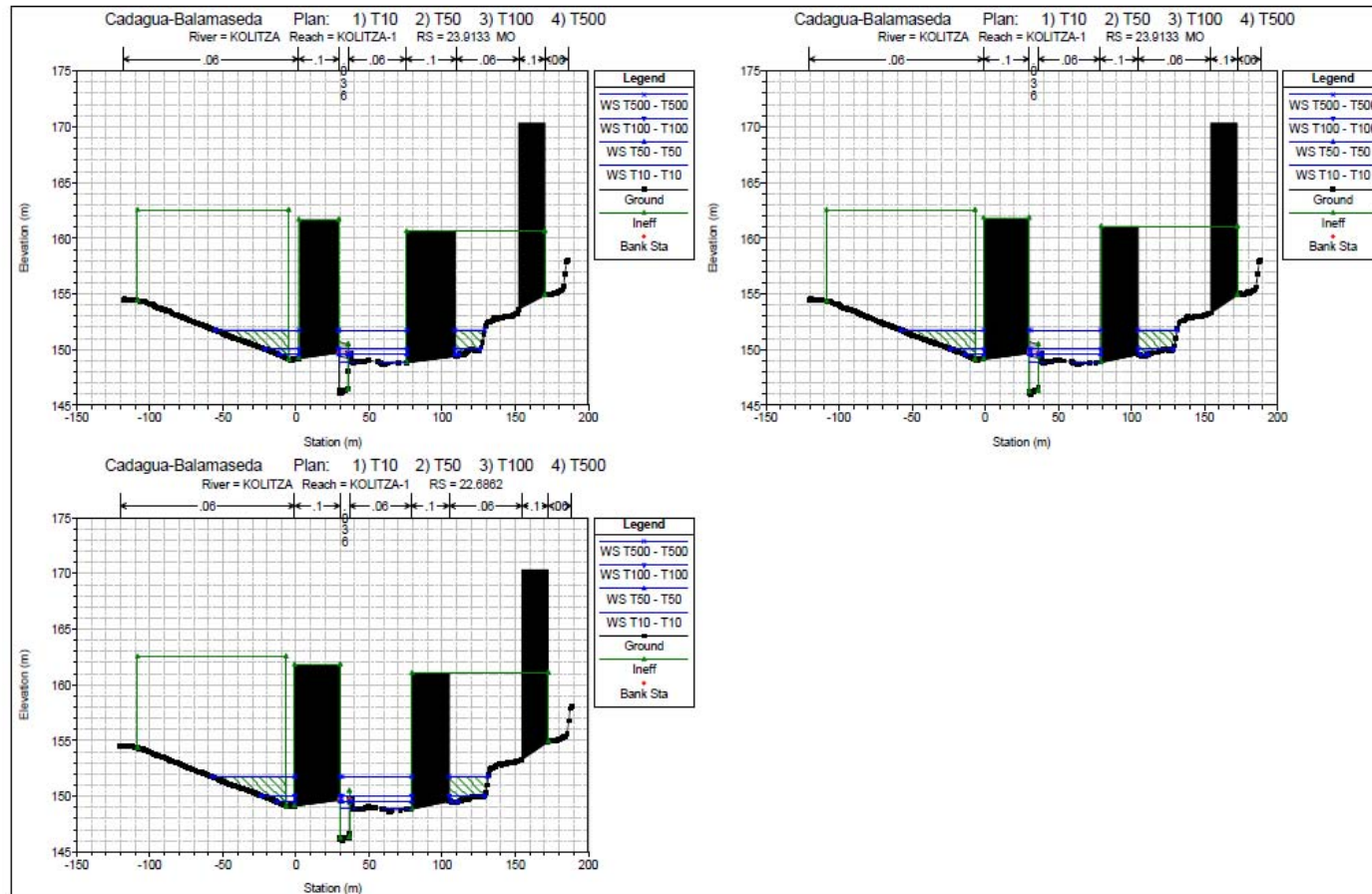




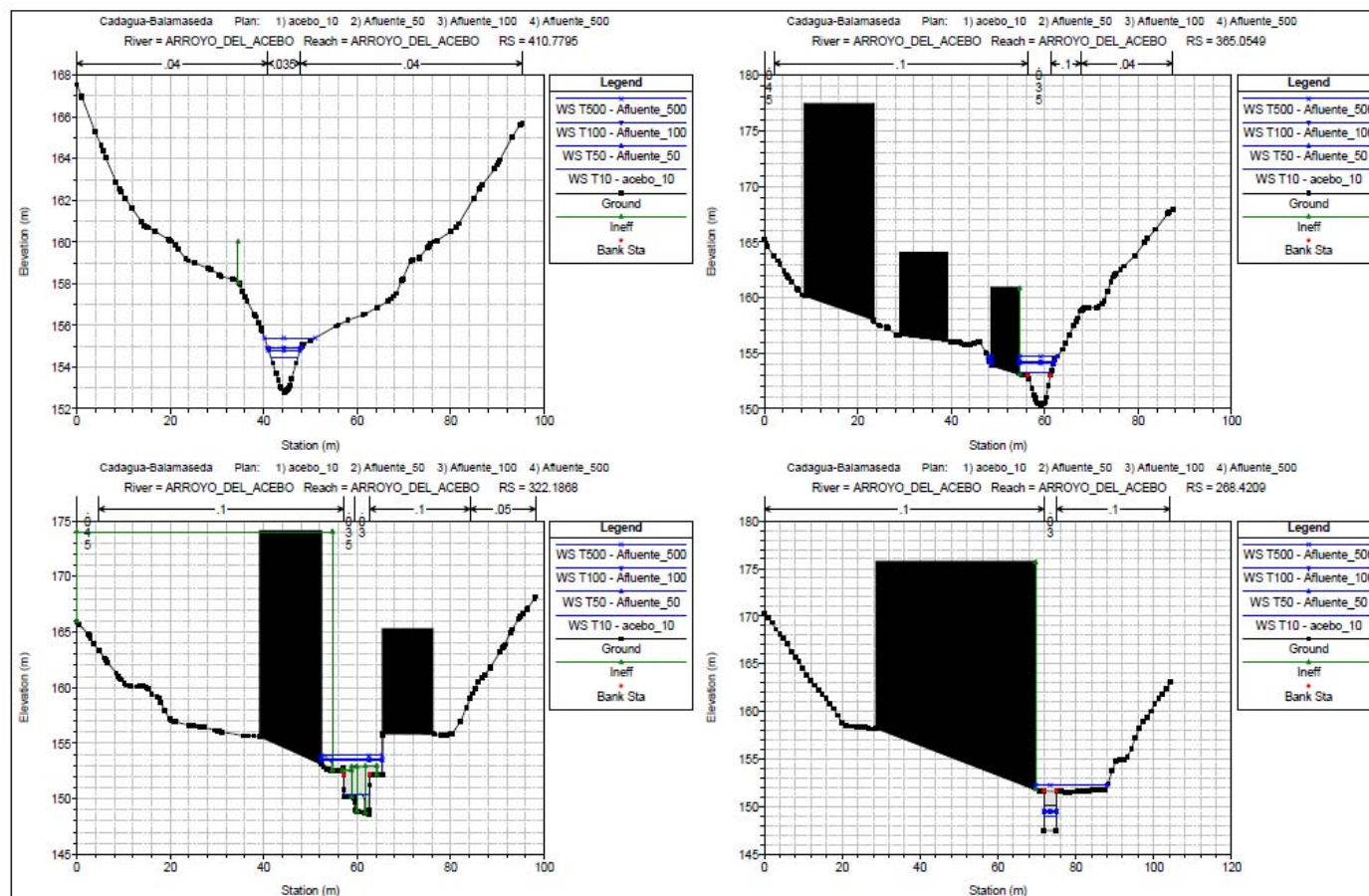


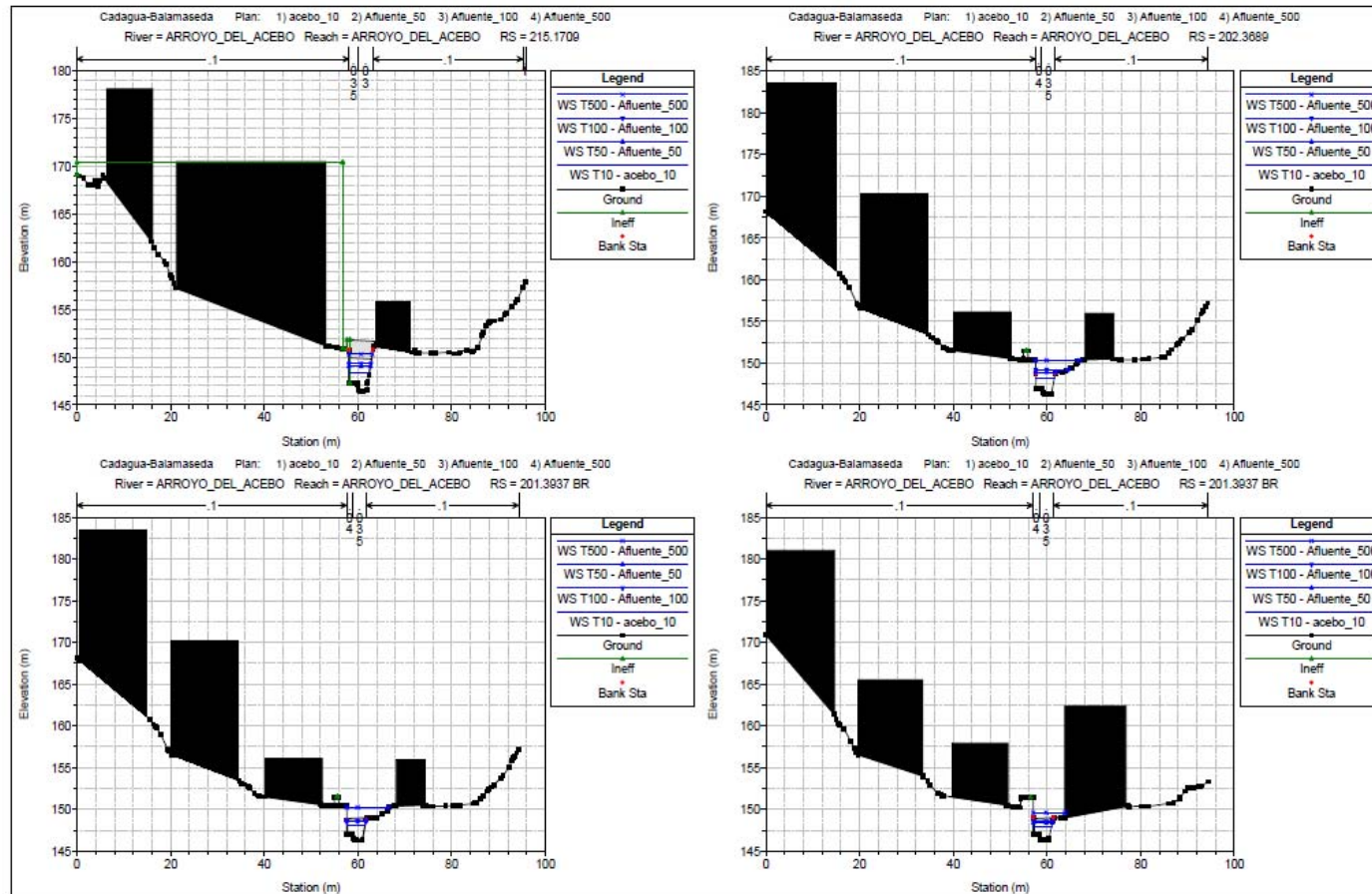
RÍO KOLITZA:

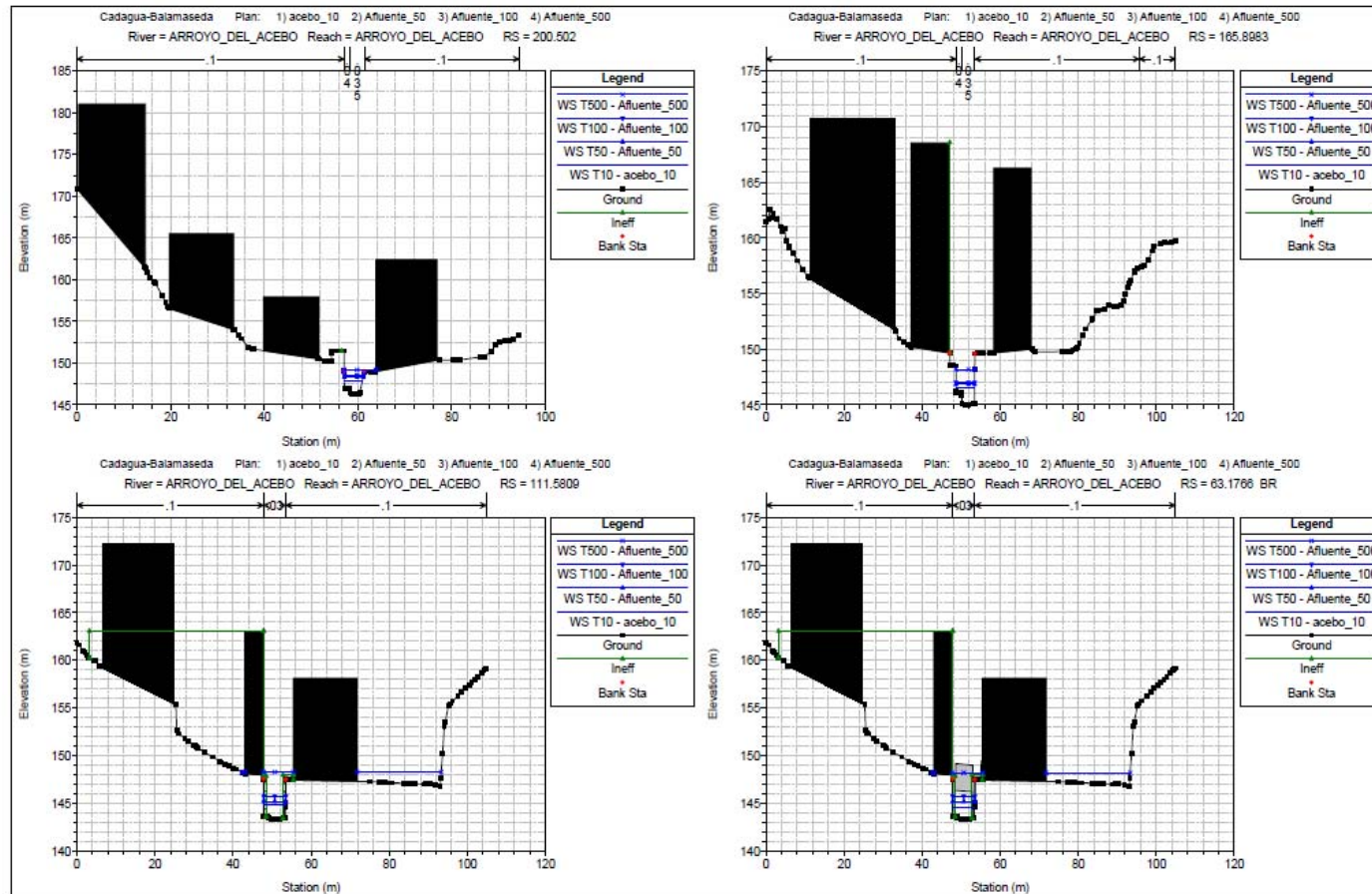


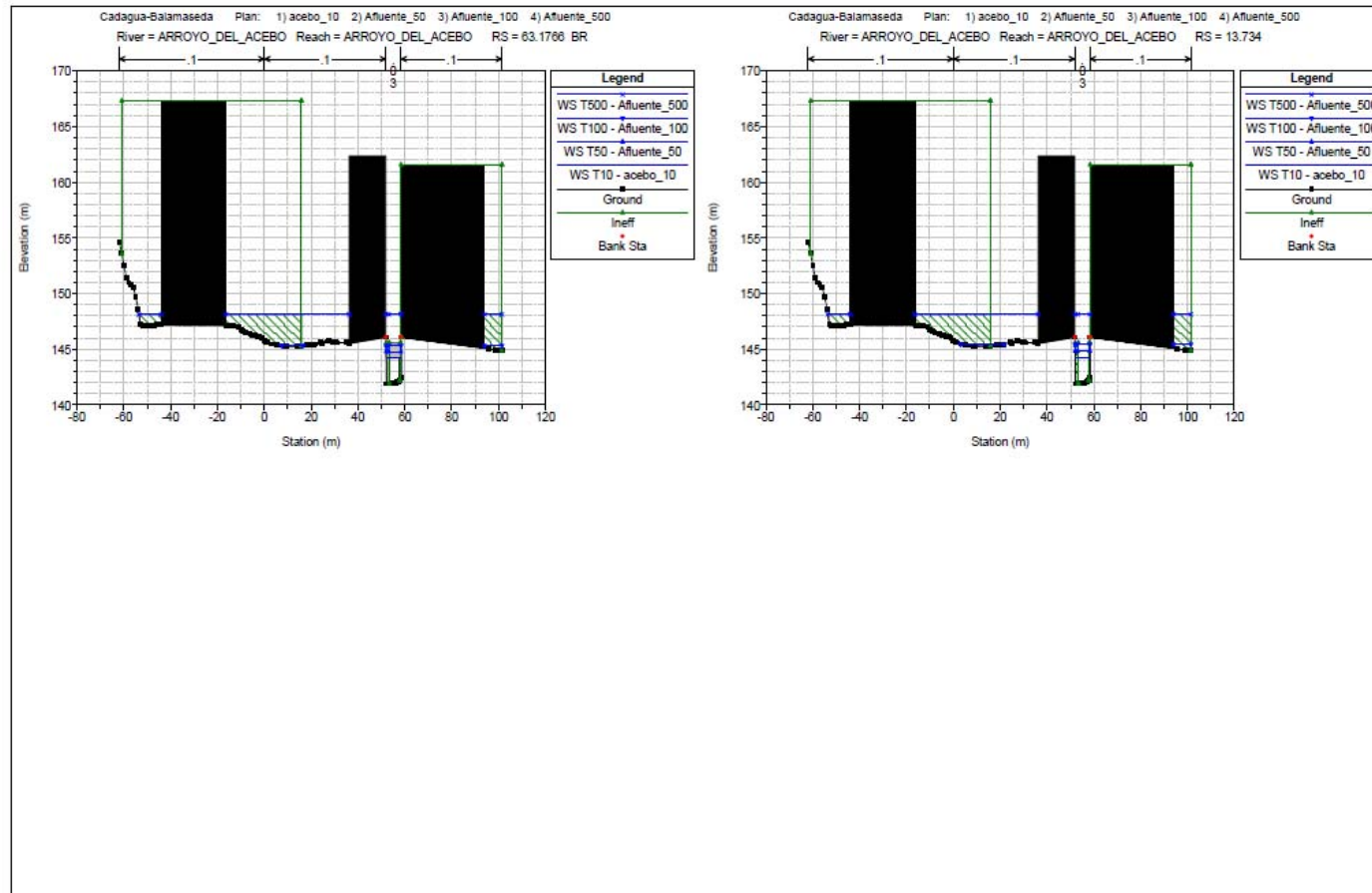


ARROYO ACEBO:











- Principales variables hidráulicas:

CAUCE	TRAMO	SECCIÓN	T	Q Total (m3/s)	Z FONDO (m)	Z LÁMINA (m)	Z ENERGÍA (m)	P ENERGÍA (m/m)	V (m/s)	N Froude
CADAGUA	CADAGUA-1	29047.95	T2.33	274	133.28	137.26	137.92	0.004147	3.66	0.66
CADAGUA	CADAGUA-1	29047.95	T10	308	133.28	137.45	138.15	0.004148	3.81	0.67
CADAGUA	CADAGUA-1	29047.95	T25	343	133.28	137.64	138.38	0.004129	3.94	0.68
CADAGUA	CADAGUA-1	29047.95	T50	381	133.28	137.86	138.62	0.003987	4.04	0.67
CADAGUA	CADAGUA-1	29047.95	T100	444	133.28	138.23	139.01	0.003712	4.15	0.66
CADAGUA	CADAGUA-1	29047.95	T500	684	133.28	139.48	140.26	0.002859	4.36	0.6
CADAGUA	CADAGUA-1	29107.39	T2.33	274	133.62	137.62	138.14	0.003138	3.38	0.59
CADAGUA	CADAGUA-1	29107.39	T10	308	133.62	137.83	138.38	0.003135	3.51	0.6
CADAGUA	CADAGUA-1	29107.39	T25	343	133.62	138.03	138.61	0.003094	3.62	0.6
CADAGUA	CADAGUA-1	29107.39	T50	381	133.62	138.27	138.84	0.002928	3.67	0.59
CADAGUA	CADAGUA-1	29107.39	T100	444	133.62	138.71	139.21	0.002369	3.55	0.54
CADAGUA	CADAGUA-1	29107.39	T500	684	133.62	140.05	140.41	0.001428	3.29	0.44
CADAGUA	CADAGUA-1	29163.74	T2.33	274	133.94	137.79	138.34	0.003655	3.33	0.62
CADAGUA	CADAGUA-1	29163.74	T10	308	133.94	137.99	138.57	0.0036	3.46	0.63
CADAGUA	CADAGUA-1	29163.74	T25	343	133.94	138.19	138.8	0.003527	3.57	0.63
CADAGUA	CADAGUA-1	29163.74	T50	381	133.94	138.41	139.03	0.003342	3.62	0.62
CADAGUA	CADAGUA-1	29163.74	T100	444	133.94	138.78	139.4	0.003009	3.68	0.6
CADAGUA	CADAGUA-1	29163.74	T500	684	133.94	140.08	140.53	0.00174	3.39	0.47
CADAGUA	CADAGUA-1	29228.85	T2.33	274	133.93	138.17	138.58	0.003102	2.9	0.51

CAUCE	TRAMO	SECCIÓN	T	Q Total	Z FONDO	Z LÁMINA	Z ENERGÍA	P ENERGÍA	V	N Froude
				(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	
CADAGUA	CADAGUA-1	29228.85	T10	308	133.93	138.4	138.8	0.002942	2.94	0.5
CADAGUA	CADAGUA-1	29228.85	T25	343	133.93	138.64	139.03	0.002725	2.94	0.49
CADAGUA	CADAGUA-1	29228.85	T50	381	133.93	138.89	139.24	0.002424	2.88	0.46
CADAGUA	CADAGUA-1	29228.85	T100	444	133.93	139.29	139.58	0.001915	2.72	0.41
CADAGUA	CADAGUA-1	29228.85	T500	684	133.93	140.41	140.65	0.001318	2.6	0.35
CADAGUA	CADAGUA-1	29288.54	T2.33	274	134.61	138.27	138.82	0.003673	3.35	0.63
CADAGUA	CADAGUA-1	29288.54	T10	308	134.61	138.45	139.06	0.003707	3.51	0.64
CADAGUA	CADAGUA-1	29288.54	T25	343	134.61	138.64	139.3	0.003754	3.67	0.65
CADAGUA	CADAGUA-1	29288.54	T50	381	134.61	138.81	139.53	0.003861	3.85	0.66
CADAGUA	CADAGUA-1	29288.54	T100	444	134.61	139.11	139.89	0.003804	4.04	0.67
CADAGUA	CADAGUA-1	29288.54	T500	684	134.61	140.38	140.79	0.001768	3.35	0.48
CADAGUA	CADAGUA-1	29349.41	T2.33	274	134.37	138.55	139.03	0.003007	3.08	0.54
CADAGUA	CADAGUA-1	29349.41	T10	308	134.37	138.73	139.28	0.003169	3.27	0.56
CADAGUA	CADAGUA-1	29349.41	T25	343	134.37	138.91	139.52	0.003321	3.47	0.58
CADAGUA	CADAGUA-1	29349.41	T50	381	134.37	139.07	139.76	0.003519	3.67	0.6
CADAGUA	CADAGUA-1	29349.41	T100	444	134.37	139.32	140.13	0.00382	3.99	0.63
CADAGUA	CADAGUA-1	29349.41	T500	684	134.37	139.92	141.24	0.005382	5.2	0.77
CADAGUA	CADAGUA-1	29434.34	T2.33	274	135.02	138.87	139.25	0.002052	2.85	0.49
CADAGUA	CADAGUA-1	29434.34	T10	308	135.02	139.09	139.51	0.002085	2.99	0.5
CADAGUA	CADAGUA-1	29434.34	T25	343	135.02	139.31	139.75	0.002065	3.1	0.5
CADAGUA	CADAGUA-1	29434.34	T50	381	135.02	139.54	140	0.002032	3.19	0.5

CAUCE	TRAMO	SECCIÓN	T	Q Total	Z FONDO	Z LÁMINA	Z ENERGÍA	P ENERGÍA	V	N Froude
				(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	
CADAGUA	CADAGUA-1	29434.34	T100	444	135.02	139.93	140.38	0.001823	3.21	0.48
CADAGUA	CADAGUA-1	29434.34	T500	684	135.02	141.23	141.51	0.001046	2.88	0.38
CADAGUA	CADAGUA-1	29505.83	T2.33	274	135.42	138.77	139.64	0.006546	4.16	0.81
CADAGUA	CADAGUA-1	29505.83	T10	308	135.42	138.98	139.9	0.006266	4.28	0.8
CADAGUA	CADAGUA-1	29505.83	T25	343	135.42	139.2	140.14	0.005926	4.37	0.79
CADAGUA	CADAGUA-1	29505.83	T50	381	135.42	139.42	140.38	0.005644	4.46	0.78
CADAGUA	CADAGUA-1	29505.83	T100	444	135.42	139.75	140.75	0.005298	4.61	0.77
CADAGUA	CADAGUA-1	29505.83	T500	684	135.42	140.87	141.85	0.00399	4.78	0.7
CADAGUA	CADAGUA-1	29589.68	T2.33	274	136.47	139.68	140.16	0.003672	3.06	0.59
CADAGUA	CADAGUA-1	29589.68	T10	308	136.47	139.89	140.41	0.0037	3.2	0.6
CADAGUA	CADAGUA-1	29589.68	T25	343	136.47	140.07	140.64	0.003821	3.36	0.61
CADAGUA	CADAGUA-1	29589.68	T50	381	136.47	140.24	140.88	0.003987	3.54	0.62
CADAGUA	CADAGUA-1	29589.68	T100	444	136.47	140.48	141.23	0.004347	3.84	0.65
CADAGUA	CADAGUA-1	29589.68	T500	684	136.47	141.15	142.4	0.006316	4.96	0.77
CADAGUA	CADAGUA-1	29593.88	T2.33	274	136.27	139.8	140.22	0.003067	2.88	0.55
CADAGUA	CADAGUA-1	29593.88	T10	308	136.27	140.01	140.47	0.00309	3.01	0.55
CADAGUA	CADAGUA-1	29593.88	T25	343	136.27	140.2	140.71	0.003172	3.15	0.56
CADAGUA	CADAGUA-1	29593.88	T50	381	136.27	140.39	140.95	0.003286	3.31	0.57
CADAGUA	CADAGUA-1	29593.88	T100	444	136.27	140.66	141.31	0.003522	3.58	0.59
CADAGUA	CADAGUA-1	29593.88	T500	684	136.27	141.72	142.64	0.003704	4.25	0.62

CAUCE	TRAMO	SECCIÓN	T	Q Total	Z FONDO	Z LÁMINA	Z ENERGÍA	P ENERGÍA	V	N Froude
				(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	
CADAGUA	CADAGUA-1	29711.66	T2.33	274	140.46	142.41	142.66	0.003091	2.34	0.55
CADAGUA	CADAGUA-1	29711.66	T10	308	140.46	142.5	142.78	0.003327	2.5	0.57
CADAGUA	CADAGUA-1	29711.66	T25	343	140.46	142.58	142.9	0.003556	2.66	0.59
CADAGUA	CADAGUA-1	29711.66	T50	381	140.46	142.67	143.03	0.003795	2.83	0.62
CADAGUA	CADAGUA-1	29711.66	T100	444	140.46	142.81	143.24	0.004173	3.09	0.65
CADAGUA	CADAGUA-1	29711.66	T500	684	140.46	143.22	143.93	0.005615	4	0.78
CADAGUA	CADAGUA-1	29799.84	T2.33	274	140.06	142.61	143.15	0.00761	3.63	0.85
CADAGUA	CADAGUA-1	29799.84	T10	308	140.06	142.71	143.31	0.007962	3.84	0.88
CADAGUA	CADAGUA-1	29799.84	T25	343	140.06	142.8	143.47	0.008284	4.05	0.9
CADAGUA	CADAGUA-1	29799.84	T50	381	140.06	142.9	143.63	0.008635	4.26	0.93
CADAGUA	CADAGUA-1	29799.84	T100	444	140.06	143.05	143.89	0.009235	4.6	0.97
CADAGUA	CADAGUA-1	29799.84	T500	684	140.06	143.58	144.8	0.010259	5.58	1.06
CADAGUA	CADAGUA-1	29854.38	T2.33	274	140.65	143	143.61	0.007429	3.66	0.85
CADAGUA	CADAGUA-1	29854.38	T10	308	140.65	143.11	143.75	0.007499	3.81	0.86
CADAGUA	CADAGUA-1	29854.38	T25	343	140.65	143.24	143.89	0.007048	3.86	0.84
CADAGUA	CADAGUA-1	29854.38	T50	381	140.65	143.39	144.06	0.006718	3.94	0.83
CADAGUA	CADAGUA-1	29854.38	T100	444	140.65	143.7	144.3	0.00533	3.81	0.76
CADAGUA	CADAGUA-1	29854.38	T500	684	140.65	144.61	145.18	0.003608	3.83	0.65
CADAGUA	CADAGUA-1	29899.42	T2.33	274	140.35	143.43	143.86	0.004025	3.05	0.62
CADAGUA	CADAGUA-1	29899.42	T10	308	140.35	143.52	144.02	0.004443	3.28	0.66
CADAGUA	CADAGUA-1	29899.42	T25	343	140.35	143.58	144.16	0.005046	3.55	0.7

CAUCE	TRAMO	SECCIÓN	T	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Z FONDO (m)	Z LÁMINA (m)	Z ENERGÍA (m)	P ENERGÍA (m/m)	V (m/s)	N Froude
CADAGUA	CADAGUA-1	29899.42	T50	381	140.35	143.67	144.33	0.005504	3.78	0.74
CADAGUA	CADAGUA-1	29899.42	T100	444	140.35	143.83	144.61	0.006028	4.1	0.78
CADAGUA	CADAGUA-1	29899.42	T500	684	140.35	144.43	145.57	0.00716	5.02	0.87
CADAGUA	CADAGUA-1	29939.56	T2.33	274	140.48	143.48	144.11	0.00566	3.54	0.74
CADAGUA	CADAGUA-1	29939.56	T10	308	140.48	143.56	144.3	0.006375	3.84	0.79
CADAGUA	CADAGUA-1	29939.56	T25	343	140.48	143.61	144.5	0.007324	4.18	0.85
CADAGUA	CADAGUA-1	29939.56	T50	381	140.48	143.68	144.71	0.008255	4.52	0.91
CADAGUA	CADAGUA-1	29939.56	T100	444	140.48	143.81	145.06	0.00949	5	0.98
CADAGUA	CADAGUA-1	29939.56	T500	684	140.48	144.66	146.32	0.008729	5.77	0.98
CADAGUA	CADAGUA-1	29978.37	T2.33	274	140.96	143.85	144.33	0.003694	3.09	0.61
CADAGUA	CADAGUA-1	29978.37	T10	308	140.96	144.01	144.55	0.003811	3.27	0.63
CADAGUA	CADAGUA-1	29978.37	T25	343	140.96	144.19	144.78	0.003837	3.42	0.64
CADAGUA	CADAGUA-1	29978.37	T50	381	140.96	144.39	145.03	0.003783	3.55	0.64
CADAGUA	CADAGUA-1	29978.37	T100	444	140.96	144.74	145.44	0.003609	3.72	0.64
CADAGUA	CADAGUA-1	29978.37	T500	684	140.96	145.71	146.72	0.003752	4.47	0.68
CADAGUA	CADAGUA-1	29989.41	T2.33	274	140.92	144.04	144.48	0.003416	2.96	0.58
CADAGUA	CADAGUA-1	29989.41	T10	308	140.92	144.26	144.74	0.003327	3.07	0.58
CADAGUA	CADAGUA-1	29989.41	T25	343	140.92	144.52	145.03	0.00311	3.14	0.56
CADAGUA	CADAGUA-1	29989.41	T50	381	140.92	144.84	145.35	0.002823	3.17	0.54
CADAGUA	CADAGUA-1	29989.41	T100	444	140.92	145.46	145.96	0.002259	3.13	0.49
CADAGUA	CADAGUA-1	29989.41	T500	684	140.92	148.13	148.43	0.001176	2.54	0.35

CAUCE	TRAMO	SECCIÓN	T	Q Total	Z FONDO	Z LÁMINA	Z ENERGÍA	P ENERGÍA	V	N Froude
				(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	
CADAGUA	CADAGUA-1	30068.38	T2.33	274	141.21	144.34	144.75	0.002988	2.99	0.56
CADAGUA	CADAGUA-1	30068.38	T10	308	141.21	144.58	145	0.002729	3.02	0.55
CADAGUA	CADAGUA-1	30068.38	T25	343	141.21	144.86	145.27	0.002441	3.02	0.52
CADAGUA	CADAGUA-1	30068.38	T50	381	141.21	145.17	145.58	0.00214	3	0.5
CADAGUA	CADAGUA-1	30068.38	T100	444	141.21	145.78	146.15	0.001647	2.91	0.45
CADAGUA	CADAGUA-1	30068.38	T500	684	141.21	148.23	148.51	0.000695	2.56	0.31
CADAGUA	CADAGUA-1	30134.62	T2.33	274	142.05	144.71	145.1	0.00332	2.77	0.55
CADAGUA	CADAGUA-1	30134.62	T10	308	142.05	144.87	145.31	0.00344	2.93	0.57
CADAGUA	CADAGUA-1	30134.62	T25	343	142.05	145.05	145.52	0.003507	3.06	0.58
CADAGUA	CADAGUA-1	30134.62	T50	381	142.05	145.24	145.76	0.003517	3.19	0.58
CADAGUA	CADAGUA-1	30134.62	T100	444	142.05	145.78	146.29	0.002886	3.16	0.53
CADAGUA	CADAGUA-1	30134.62	T500	684	142.05	148.24	148.63	0.001168	2.82	0.37
CADAGUA	CADAGUA-1	30189.25	T2.33	274	141.58	144.87	145.28	0.003211	2.84	0.55
CADAGUA	CADAGUA-1	30189.25	T10	308	141.58	145.04	145.5	0.003357	3.01	0.57
CADAGUA	CADAGUA-1	30189.25	T25	343	141.58	145.22	145.72	0.003463	3.16	0.58
CADAGUA	CADAGUA-1	30189.25	T50	381	141.58	145.41	145.96	0.00353	3.3	0.58
CADAGUA	CADAGUA-1	30189.25	T100	444	141.58	145.9	146.47	0.003091	3.34	0.55
CADAGUA	CADAGUA-1	30189.25	T500	684	141.58	148.25	148.73	0.001397	3.08	0.4
CADAGUA	CADAGUA-1	30236.58	T2.33	274	141.24	144.88	145.65	0.004936	3.89	0.73
CADAGUA	CADAGUA-1	30236.58	T10	308	141.24	145.03	145.91	0.005269	4.16	0.76

CAUCE	TRAMO	SECCIÓN	T	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Z FONDO (m)	Z LÁMINA (m)	Z ENERGÍA (m)	P ENERGÍA (m/m)	V (m/s)	N Froude
CADAGUA	CADAGUA-1	30236.58	T25	343	141.24	145.18	146.17	0.005551	4.41	0.79
CADAGUA	CADAGUA-1	30236.58	T50	381	141.24	145.34	146.45	0.00578	4.65	0.81
CADAGUA	CADAGUA-1	30236.58	T100	444	141.24	145.79	146.95	0.005184	4.79	0.79
CADAGUA	CADAGUA-1	30236.58	T500	684	141.24	148.31	148.85	0.002626	3.5	0.52
CADAGUA	CADAGUA-1	30241.55	T2.33	274	141.74	145.27	145.97	0.004142	3.69	0.68
CADAGUA	CADAGUA-1	30241.55	T10	308	141.74	145.64	146.34	0.003576	3.7	0.64
CADAGUA	CADAGUA-1	30241.55	T25	343	141.74	146.06	146.75	0.002995	3.67	0.6
CADAGUA	CADAGUA-1	30241.55	T50	381	141.74	146.56	147.22	0.002442	3.59	0.55
CADAGUA	CADAGUA-1	30241.55	T100	444	141.74	147.28	147.86	0.001837	3.45	0.49
CADAGUA	CADAGUA-1	30241.55	T500	684	141.74	149.15	149.52	0.00155	2.95	0.41
CADAGUA	CADAGUA-1	30303.9	T2.33	274	142.58	145.95	146.27	0.002321	2.51	0.47
CADAGUA	CADAGUA-1	30303.9	T10	308	142.58	146.29	146.62	0.002026	2.53	0.45
CADAGUA	CADAGUA-1	30303.9	T25	343	142.58	146.68	147	0.001713	2.5	0.42
CADAGUA	CADAGUA-1	30303.9	T50	381	142.58	147.16	147.44	0.001336	2.4	0.38
CADAGUA	CADAGUA-1	30303.9	T100	444	142.58	147.8	148.05	0.001002	2.29	0.33
CADAGUA	CADAGUA-1	30303.9	T500	684	142.58	149.4	149.63	0.000707	2.33	0.29
CADAGUA	CADAGUA-1	30380.46	T2.33	274	142.24	147.11	147.23	0.000529	1.55	0.25
CADAGUA	CADAGUA-1	30380.46	T10	308	142.24	147.25	147.39	0.000592	1.68	0.26
CADAGUA	CADAGUA-1	30380.46	T25	343	142.24	147.39	147.55	0.000654	1.81	0.28
CADAGUA	CADAGUA-1	30380.46	T50	381	142.24	147.54	147.72	0.000714	1.93	0.29
CADAGUA	CADAGUA-1	30380.46	T100	444	142.24	147.95	148.15	0.000708	2.04	0.29

CAUCE	TRAMO	SECCIÓN	T	Q Total	Z FONDO	Z LÁMINA	Z ENERGÍA	P ENERGÍA	V	N Froude
				(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	
CADAGUA	CADAGUA-1	30380.46	T500	684	142.24	149.48	149.72	0.000623	2.3	0.29
CADAGUA	CADAGUA-1	30422.67	T2.33	274	141.95	147.01	147.33	0.001682	2.5	0.43
CADAGUA	CADAGUA-1	30422.67	T10	308	141.95	147.13	147.5	0.001877	2.71	0.46
CADAGUA	CADAGUA-1	30422.67	T25	343	141.95	147.25	147.67	0.00207	2.9	0.48
CADAGUA	CADAGUA-1	30422.67	T50	381	141.95	147.38	147.86	0.00225	3.1	0.51
CADAGUA	CADAGUA-1	30422.67	T100	444	141.95	147.79	148.29	0.002105	3.2	0.5
CADAGUA	CADAGUA-1	30422.67	T500	684	141.95	149.37	149.82	0.001368	3.19	0.42
CADAGUA	CADAGUA-1	30491.54	T2.33	274	142.3	146.92	147.77	0.004352	4.1	0.7
CADAGUA	CADAGUA-1	30491.54	T10	308	142.3	147.01	148.02	0.005047	4.49	0.76
CADAGUA	CADAGUA-1	30491.54	T25	343	142.3	147.08	148.29	0.005824	4.89	0.82
CADAGUA	CADAGUA-1	30491.54	T50	381	142.3	147.16	148.58	0.006706	5.32	0.88
CADAGUA	CADAGUA-1	30491.54	T100	444	142.3	147.46	149.09	0.006922	5.7	0.91
CADAGUA	CADAGUA-1	30491.54	T500	684	142.3	148.77	150.77	0.006026	6.41	0.89
CADAGUA	CADAGUA-1	30496.06	T2.33	274	142.34	147.34	148.06	0.005292	3.76	0.67
CADAGUA	CADAGUA-1	30496.06	T10	308	142.34	147.47	148.31	0.00592	4.05	0.71
CADAGUA	CADAGUA-1	30496.06	T25	343	142.34	147.62	148.57	0.006474	4.32	0.74
CADAGUA	CADAGUA-1	30496.06	T50	381	142.34	147.8	148.86	0.006895	4.57	0.76
CADAGUA	CADAGUA-1	30496.06	T100	444	142.34	148.22	149.37	0.006609	4.76	0.75
CADAGUA	CADAGUA-1	30496.06	T500	684	142.34	149.57	151.01	0.006107	5.38	0.74
CADAGUA	CADAGUA-1	30547.49	T2.33	274	142.65	147.95	148.32	0.00191	2.79	0.43



CAUCE	TRAMO	SECCIÓN	T	Q Total	Z FONDO	Z LÁMINA	Z ENERGÍA	P ENERGÍA	V	N Froude
				(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	
CADAGUA	CADAGUA-1	30547.49	T10	308	142.65	148.22	148.61	0.00187	2.88	0.43
CADAGUA	CADAGUA-1	30547.49	T25	343	142.65	148.52	148.9	0.001755	2.92	0.43
CADAGUA	CADAGUA-1	30547.49	T50	381	142.65	148.85	149.22	0.001616	2.92	0.41
CADAGUA	CADAGUA-1	30547.49	T100	444	142.65	149.39	149.75	0.001401	2.91	0.39
CADAGUA	CADAGUA-1	30547.49	T500	684	142.65	151.08	151.44	0.001072	3.03	0.36
CADAGUA	CADAGUA-1	30588.1	T2.33	274	142.94	148	148.42	0.002436	2.96	0.49
CADAGUA	CADAGUA-1	30588.1	T10	308	142.94	148.27	148.71	0.002364	3.05	0.49
CADAGUA	CADAGUA-1	30588.1	T25	343	142.94	148.55	149	0.00225	3.11	0.48
CADAGUA	CADAGUA-1	30588.1	T50	381	142.94	148.86	149.32	0.002116	3.16	0.47
CADAGUA	CADAGUA-1	30588.1	T100	444	142.94	149.38	149.85	0.0019	3.22	0.45
CADAGUA	CADAGUA-1	30588.1	T500	684	142.94	151.01	151.55	0.001575	3.52	0.43
CADAGUA	CADAGUA-2	30639.4	T2.33	262	143.3	148.19	148.55	0.00243	2.74	0.45
CADAGUA	CADAGUA-2	30639.4	T10	294	143.3	148.47	148.84	0.002255	2.77	0.44
CADAGUA	CADAGUA-2	30639.4	T25	327	143.3	148.77	149.13	0.002057	2.77	0.42
CADAGUA	CADAGUA-2	30639.4	T50	364	143.3	149.1	149.44	0.001826	2.74	0.4
CADAGUA	CADAGUA-2	30639.4	T100	424	143.3	149.67	149.95	0.001418	2.61	0.36
CADAGUA	CADAGUA-2	30639.4	T500	654	143.3	151.49	151.64	0.000677	2.19	0.26
CADAGUA	CADAGUA-2	30669.48	T2.33	262	143.67	148.28	148.63	0.00247	2.64	0.45
CADAGUA	CADAGUA-2	30669.48	T10	294	143.67	148.55	148.91	0.002362	2.67	0.44
CADAGUA	CADAGUA-2	30669.48	T25	327	143.67	148.86	149.19	0.002079	2.64	0.42
CADAGUA	CADAGUA-2	30669.48	T50	364	143.67	149.19	149.49	0.001775	2.58	0.39

CAUCE	TRAMO	SECCIÓN	T	Q Total	Z FONDO	Z LÁMINA	Z ENERGÍA	P ENERGÍA	V	N Froude
				(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	
CADAGUA	CADAGUA-2	30669.48	T100	424	143.67	149.75	150	0.001335	2.42	0.35
CADAGUA	CADAGUA-2	30669.48	T500	654	143.67	151.49	151.67	0.000736	2.2	0.27
CADAGUA	CADAGUA-2	30723.53	T2.33	262	144.04	148.4	148.81	0.003797	2.82	0.5
CADAGUA	CADAGUA-2	30723.53	T10	294	144.04	148.65	149.09	0.003718	2.93	0.5
CADAGUA	CADAGUA-2	30723.53	T25	327	144.04	148.91	149.37	0.003599	3.03	0.5
CADAGUA	CADAGUA-2	30723.53	T50	364	144.04	149.19	149.68	0.003454	3.11	0.5
CADAGUA	CADAGUA-2	30723.53	T100	424	144.04	149.69	150.17	0.003007	3.14	0.47
CADAGUA	CADAGUA-2	30723.53	T500	654	144.04	151.39	151.79	0.001859	3.05	0.39
CADAGUA	CADAGUA-2	30793.01	T2.33	262	144.85	148.62	149.04	0.002767	2.87	0.54
CADAGUA	CADAGUA-2	30793.01	T10	294	144.85	148.87	149.31	0.002683	2.97	0.53
CADAGUA	CADAGUA-2	30793.01	T25	327	144.85	149.12	149.59	0.002575	3.04	0.53
CADAGUA	CADAGUA-2	30793.01	T50	364	144.85	149.42	149.88	0.002346	3.05	0.51
CADAGUA	CADAGUA-2	30793.01	T100	424	144.85	149.97	150.36	0.00177	2.88	0.45
CADAGUA	CADAGUA-2	30793.01	T500	654	144.85	151.67	151.92	0.000879	2.54	0.33
CADAGUA	CADAGUA-2	30794.12	T2.33	262	144.91	148.62	149.05	0.002927	2.91	0.55
CADAGUA	CADAGUA-2	30794.12	T10	294	144.91	148.87	149.33	0.002804	2.99	0.54
CADAGUA	CADAGUA-2	30794.12	T25	327	144.91	149.13	149.6	0.002638	3.04	0.53
CADAGUA	CADAGUA-2	30794.12	T50	364	144.91	149.45	149.9	0.002284	3	0.5
CADAGUA	CADAGUA-2	30794.12	T100	424	144.91	149.99	150.36	0.001696	2.84	0.44
CADAGUA	CADAGUA-2	30794.12	T500	654	144.91	151.71	151.96	0.000839	2.51	0.33

CAUCE	TRAMO	SECCIÓN	T	Q Total	Z FONDO	Z LÁMINA	Z ENERGÍA	P ENERGÍA	V	N Froude
				(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	
CADAGUA	CADAGUA-2	30886.36	T2.33	262	146.03	149.04	149.34	0.002649	2.46	0.51
CADAGUA	CADAGUA-2	30886.36	T10	294	146.03	149.3	149.61	0.002362	2.48	0.49
CADAGUA	CADAGUA-2	30886.36	T25	327	146.03	149.54	149.86	0.002184	2.52	0.48
CADAGUA	CADAGUA-2	30886.36	T50	364	146.03	149.79	150.13	0.002041	2.57	0.47
CADAGUA	CADAGUA-2	30886.36	T100	424	146.03	150.18	150.53	0.001866	2.65	0.45
CADAGUA	CADAGUA-2	30886.36	T500	654	146.03	151.76	152.08	0.001138	2.6	0.37
CADAGUA	CADAGUA-2	30957.6	T2.33	262	147.05	149.04	149.83	0.010664	3.95	0.98
CADAGUA	CADAGUA-2	30957.6	T10	294	147.05	149.28	150.03	0.008521	3.86	0.9
CADAGUA	CADAGUA-2	30957.6	T25	327	147.05	149.52	150.23	0.006955	3.78	0.83
CADAGUA	CADAGUA-2	30957.6	T50	364	147.05	149.77	150.46	0.00584	3.73	0.77
CADAGUA	CADAGUA-2	30957.6	T100	424	147.05	150.15	150.83	0.004726	3.71	0.71
CADAGUA	CADAGUA-2	30957.6	T500	654	147.05	151.74	152.24	0.002069	3.32	0.51
CADAGUA	CADAGUA-2	31025.66	T2.33	262	147.59	150.17	151.18	0.009584	4.48	0.96
CADAGUA	CADAGUA-2	31025.66	T10	294	147.59	150.36	151.41	0.009079	4.61	0.95
CADAGUA	CADAGUA-2	31025.66	T25	327	147.59	150.54	151.64	0.008639	4.72	0.94
CADAGUA	CADAGUA-2	31025.66	T50	364	147.59	150.72	151.88	0.008395	4.87	0.94
CADAGUA	CADAGUA-2	31025.66	T100	424	147.59	150.98	152.25	0.008205	5.12	0.94
CADAGUA	CADAGUA-2	31025.66	T500	654	147.59	152.03	153.41	0.00635	5.49	0.87
CADAGUA	CADAGUA-2	31084.93	T2.33	262	148.11	150.8	151.79	0.009566	4.48	0.94
CADAGUA	CADAGUA-2	31084.93	T10	294	148.11	150.97	152.02	0.009302	4.62	0.94
CADAGUA	CADAGUA-2	31084.93	T25	327	148.11	151.15	152.25	0.00906	4.75	0.93

CAUCE	TRAMO	SECCIÓN	T	Q Total	Z FONDO	Z LÁMINA	Z ENERGÍA	P ENERGÍA	V	N Froude
				(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	
CADAGUA	CADAGUA-2	31084.93	T50	364	148.11	151.34	152.49	0.008755	4.87	0.92
CADAGUA	CADAGUA-2	31084.93	T100	424	148.11	151.62	152.85	0.008598	5.1	0.92
CADAGUA	CADAGUA-2	31084.93	T500	654	148.11	152.71	153.92	0.0065	5.27	0.82
CADAGUA	CADAGUA-2	31147.93	T2.33	262	148.21	151.53	152.27	0.005662	3.85	0.73
CADAGUA	CADAGUA-2	31147.93	T10	294	148.21	151.71	152.5	0.005604	3.99	0.74
CADAGUA	CADAGUA-2	31147.93	T25	327	148.21	151.91	152.71	0.005415	4.09	0.73
CADAGUA	CADAGUA-2	31147.93	T50	364	148.21	152.13	152.94	0.005084	4.14	0.72
CADAGUA	CADAGUA-2	31147.93	T100	424	148.21	152.51	153.27	0.004366	4.12	0.68
CADAGUA	CADAGUA-2	31147.93	T500	654	148.21	153.46	154.27	0.003762	4.45	0.65
CADAGUA	CADAGUA-2	31176.1	T2.33	262	147.77	152.01	152.46	0.002645	3.05	0.52
CADAGUA	CADAGUA-2	31176.1	T10	294	147.77	152.19	152.69	0.002731	3.21	0.53
CADAGUA	CADAGUA-2	31176.1	T25	327	147.77	152.36	152.9	0.002853	3.37	0.54
CADAGUA	CADAGUA-2	31176.1	T50	364	147.77	152.5	153.11	0.003042	3.57	0.57
CADAGUA	CADAGUA-2	31176.1	T100	424	147.77	152.67	153.39	0.003495	3.93	0.61
CADAGUA	CADAGUA-2	31176.1	T500	654	147.77	153.48	154.47	0.004044	4.75	0.68
CADAGUA	CADAGUA-2	31180.24	T2.33	262	147.83	152.11	152.5	0.002225	2.82	0.48
CADAGUA	CADAGUA-2	31180.24	T10	294	147.83	152.3	152.73	0.00228	2.96	0.49
CADAGUA	CADAGUA-2	31180.24	T25	327	147.83	152.48	152.95	0.002364	3.11	0.51
CADAGUA	CADAGUA-2	31180.24	T50	364	147.83	152.64	153.16	0.002497	3.29	0.52
CADAGUA	CADAGUA-2	31180.24	T100	424	147.83	152.86	153.47	0.002782	3.59	0.56
CADAGUA	CADAGUA-2	31180.24	T500	654	147.83	153.72	154.59	0.003237	4.39	0.62

CAUCE	TRAMO	SECCIÓN	T	Q Total	Z FONDO	Z LÁMINA	Z ENERGÍA	P ENERGÍA	V	N Froude
				(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	
CADAGUA	CADAGUA-2	31215.14	T2.33	262	148.16	152.22	152.59	0.00251	2.7	0.48
CADAGUA	CADAGUA-2	31215.14	T10	294	148.16	152.41	152.82	0.002619	2.86	0.49
CADAGUA	CADAGUA-2	31215.14	T25	327	148.16	152.58	153.04	0.002767	3.02	0.51
CADAGUA	CADAGUA-2	31215.14	T50	364	148.16	152.74	153.26	0.002981	3.22	0.53
CADAGUA	CADAGUA-2	31215.14	T100	424	148.16	152.96	153.58	0.003364	3.54	0.57
CADAGUA	CADAGUA-2	31215.14	T500	654	148.16	153.79	154.79	0.004322	4.48	0.65
CADAGUA	CADAGUA-2	31253.7	T2.33	262	148.99	152.24	152.78	0.004016	3.26	0.61
CADAGUA	CADAGUA-2	31253.7	T10	294	148.99	152.43	153.03	0.004149	3.43	0.62
CADAGUA	CADAGUA-2	31253.7	T25	327	148.99	152.62	153.28	0.004288	3.6	0.63
CADAGUA	CADAGUA-2	31253.7	T50	364	148.99	152.82	153.54	0.004449	3.78	0.64
CADAGUA	CADAGUA-2	31253.7	T100	424	148.99	153.12	153.95	0.004703	4.06	0.66
CADAGUA	CADAGUA-2	31253.7	T500	654	148.99	154.05	155.34	0.005768	5.02	0.74
CADAGUA	CADAGUA-2	31311.03	T2.33	262	149.79	153.99	154.18	0.000982	1.94	0.32
CADAGUA	CADAGUA-2	31311.03	T10	294	149.79	154.13	154.34	0.001083	2.09	0.34
CADAGUA	CADAGUA-2	31311.03	T25	327	149.79	154.26	154.51	0.001184	2.23	0.36
CADAGUA	CADAGUA-2	31311.03	T50	364	149.79	154.4	154.68	0.001289	2.38	0.38
CADAGUA	CADAGUA-2	31311.03	T100	424	149.79	154.62	154.96	0.001451	2.62	0.4
CADAGUA	CADAGUA-2	31311.03	T500	654	149.79	155.32	155.87	0.00199	3.39	0.48
CADAGUA	CADAGUA-2	31350.58	T2.33	262	149.85	153.74	154.39	0.004467	3.56	0.67
CADAGUA	CADAGUA-2	31350.58	T10	294	149.85	153.82	154.59	0.005196	3.89	0.73

CAUCE	TRAMO	SECCIÓN	T	Q Total	Z FONDO	Z LÁMINA	Z ENERGÍA	P ENERGÍA	V	N Froude
				(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	
CADAGUA	CADAGUA-2	31350.58	T25	327	149.85	153.89	154.8	0.006039	4.23	0.78
CADAGUA	CADAGUA-2	31350.58	T50	364	149.85	153.94	155.03	0.007119	4.63	0.85
CADAGUA	CADAGUA-2	31350.58	T100	424	149.85	153.94	155.42	0.00966	5.39	0.99
CADAGUA	CADAGUA-2	31350.58	T500	654	149.85	155.14	156.78	0.007136	5.75	0.9
CADAGUA	CADAGUA-2	31414.32	T2.33	262	150.15	154.01	154.7	0.004909	3.68	0.68
CADAGUA	CADAGUA-2	31414.32	T10	294	150.15	154.15	154.94	0.00555	3.94	0.72
CADAGUA	CADAGUA-2	31414.32	T25	327	150.15	154.28	155.18	0.005975	4.2	0.75
CADAGUA	CADAGUA-2	31414.32	T50	364	150.15	154.47	155.46	0.006167	4.42	0.77
CADAGUA	CADAGUA-2	31414.32	T100	424	150.15	154.91	155.91	0.005389	4.48	0.73
CADAGUA	CADAGUA-2	31414.32	T500	654	150.15	156.09	157.19	0.004419	4.86	0.69
KOLITZA	KOLITZA-1	226.862	T2.33	13	146.02	148.62	148.66	0.000302	0.86	0.18
KOLITZA	KOLITZA-1	226.862	T10	19	146.02	148.88	148.94	0.00045	1.12	0.22
KOLITZA	KOLITZA-1	226.862	T25	23	146.02	149.18	149.24	0.000394	1.13	0.21
KOLITZA	KOLITZA-1	226.862	T50	27	146.02	149.51	149.55	0.000288	1.03	0.18
KOLITZA	KOLITZA-1	226.862	T100	34	146.02	150.06	150.08	0.0003	0.71	0.12
KOLITZA	KOLITZA-1	226.862	T500	50	146.02	151.76	151.77	0.000068	0.4	0.05
KOLITZA	KOLITZA-1	249.645	T2.33	13	146.03	148.62	148.66	0.000526	0.89	0.19
KOLITZA	KOLITZA-1	249.645	T10	19	146.03	148.87	148.94	0.000814	1.16	0.23
KOLITZA	KOLITZA-1	249.645	T25	23	146.03	149.18	149.24	0.000686	1.12	0.21
KOLITZA	KOLITZA-1	249.645	T50	27	146.03	149.52	149.56	0.000465	0.97	0.17
KOLITZA	KOLITZA-1	249.645	T100	34	146.03	150.05	150.07	0.000269	0.79	0.13

CAUCE	TRAMO	SECCIÓN	T	Q Total	Z FONDO	Z LÁMINA	Z ENERGÍA	P ENERGÍA	V	N Froude
				(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	
KOLITZA	KOLITZA-1	249.645	T500	50	146.03	151.76	151.77	0.000071	0.4	0.05
KOLITZA	KOLITZA-1	445.823	T2.33	13	146.32	148.44	148.9	0.020196	3	0.66
KOLITZA	KOLITZA-1	445.823	T10	19	146.32	148.47	149.45	0.04314	4.39	0.96
KOLITZA	KOLITZA-1	445.823	T25	23	146.32	149.14	149.35	0.016011	2.67	0.39
KOLITZA	KOLITZA-1	445.823	T50	27	146.32	149.53	149.58	0.004677	1.44	0.18
KOLITZA	KOLITZA-1	445.823	T100	34	146.32	150.06	150.08	0.001222	0.74	0.1
KOLITZA	KOLITZA-1	445.823	T500	50	146.32	151.76	151.77	0.000133	0.33	0.05
KOLITZA	KOLITZA-1	859.496	T2.33	13	146.84	149.21	149.77	0.020355	3.3	0.68
KOLITZA	KOLITZA-1	859.496	T10	19	146.84	149.89	149.97	0.00467	1.55	0.23
KOLITZA	KOLITZA-1	859.496	T25	23	146.84	149.74	149.94	0.012712	2.37	0.38
KOLITZA	KOLITZA-1	859.496	T50	27	146.84	149.75	150.02	0.016401	2.72	0.43
KOLITZA	KOLITZA-1	859.496	T100	34	146.84	150.07	150.23	0.008068	2.2	0.31
KOLITZA	KOLITZA-1	859.496	T500	50	146.84	151.75	151.79	0.000763	1.08	0.12
KOLITZA	KOLITZA-1	127.317	T2.33	13	147.36	150.18	150.33	0.008477	1.85	0.32
KOLITZA	KOLITZA-1	127.317	T10	19	147.36	149.58	150.75	0.049721	4.79	1.02
KOLITZA	KOLITZA-1	127.317	T25	23	147.36	150.28	150.63	0.018509	2.87	0.49
KOLITZA	KOLITZA-1	127.317	T50	27	147.36	150.39	150.74	0.017298	2.93	0.48
KOLITZA	KOLITZA-1	127.317	T100	34	147.36	150.56	150.91	0.016119	3.03	0.47
KOLITZA	KOLITZA-1	127.317	T500	50	147.36	151.8	151.83	0.001029	1.11	0.12
KOLITZA	KOLITZA-1	1.686.844	T2.33	13	147.87	150.45	150.61	0.005366	1.8	0.36

CAUCE	TRAMO	SECCIÓN	T	Q Total	Z FONDO	Z LÁMINA	Z ENERGÍA	P ENERGÍA	V	N Froude
				(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	
KOLITZA	KOLITZA-1	1.686.844	T10	19	147.87	151.53	151.62	0.005986	1.54	0.23
KOLITZA	KOLITZA-1	1.686.844	T25	23	147.87	150.94	151.32	0.014519	2.88	0.5
KOLITZA	KOLITZA-1	1.686.844	T50	27	147.87	151.07	151.52	0.017946	3.17	0.53
KOLITZA	KOLITZA-1	1.686.844	T100	34	147.87	151.26	151.8	0.02356	3.6	0.57
KOLITZA	KOLITZA-1	1.686.844	T500	50	147.87	151.69	152.17	0.027437	3.48	0.5
KOLITZA	KOLITZA-1	2.239.965	T2.33	13	150.19	152.04	152.11	0.001193	1.22	0.31
KOLITZA	KOLITZA-1	2.239.965	T10	19	150.19	152.25	152.37	0.001596	1.54	0.37
KOLITZA	KOLITZA-1	2.239.965	T25	23	150.19	152.33	152.48	0.002005	1.77	0.42
KOLITZA	KOLITZA-1	2.239.965	T50	27	150.19	152.37	152.57	0.002531	2.02	0.47
KOLITZA	KOLITZA-1	2.239.965	T100	34	150.19	152.4	152.7	0.003747	2.49	0.58
KOLITZA	KOLITZA-1	2.239.965	T500	50	150.19	152.48	153.05	0.006812	3.45	0.79
KOLITZA	KOLITZA-1	2.602.724	T2.33	13	150.95	152.24	152.76	0.01984	3.19	1
KOLITZA	KOLITZA-1	2.602.724	T10	19	150.95	152.57	153.21	0.018549	3.53	0.97
KOLITZA	KOLITZA-1	2.602.724	T25	23	150.95	153.02	153.41	0.008595	2.9	0.69
KOLITZA	KOLITZA-1	2.602.724	T50	27	150.95	153.13	153.53	0.008652	3.02	0.7
KOLITZA	KOLITZA-1	2.602.724	T100	34	150.95	153.27	153.73	0.009163	3.27	0.73
KOLITZA	KOLITZA-1	2.602.724	T500	50	150.95	153.57	154.12	0.009653	3.67	0.76
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	13.734	T500	46	141.9	148.13	148.16	0.000299	0.93	0.13
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	13.734	T233	12	141.9	144.04	144.12	0.000574	1.28	0.29
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	13.734	T10	17	141.9	144.26	144.4	0.000819	1.64	0.35
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	13.734	T25	22	141.9	144.52	144.71	0.000955	1.91	0.38



CAUCE	TRAMO	SECCIÓN	T	Q Total	Z FONDO	Z LÁMINA	Z ENERGÍA	P ENERGÍA	V	N Froude
				(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	13.734	T50	26	141.9	144.84	145.04	0.000896	2	0.38
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	13.734	T100	31	141.9	145.46	145.65	0.000685	1.96	0.34
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	13.734	T500	46	141.9	148.13	148.16	0.000299	0.93	0.13
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	1.115.809	T233	12	143.3	144.51	144.83	0.004996	2.49	0.75
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	1.115.809	T10	17	143.3	144.8	145.2	0.004692	2.81	0.76
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	1.115.809	T25	22	143.3	144.86	145.48	0.006818	3.48	0.92
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	1.115.809	T50	26	143.3	145.2	145.77	0.004739	3.34	0.8
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	1.115.809	T100	31	143.3	145.77	146.24	0.002654	3.01	0.62
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	1.115.809	T500	46	143.3	148.26	148.38	0.001421	1.7	0.28
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	1.658.983	T233	12	145.01	146.25	146.69	0.022485	2.92	1
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	1.658.983	T10	17	145.01	146.48	147.03	0.022904	3.29	1.01
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	1.658.983	T25	22	145.01	146.68	147.33	0.023086	3.57	1
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	1.658.983	T50	26	145.01	146.84	147.56	0.023355	3.77	1
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	1.658.983	T100	31	145.01	147.02	147.83	0.023802	3.99	1
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	1.658.983	T500	46	145.01	148.19	148.79	0.011906	3.43	0.66
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	200.502	T233	12	146.28	147.65	148.16	0.02385	3.16	1.01
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	200.502	T10	17	146.28	147.92	148.55	0.024338	3.52	1.01
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	200.502	T25	22	146.28	148.16	148.9	0.024792	3.8	1.01
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	200.502	T50	26	146.28	148.34	149.16	0.025158	3.99	1.01
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	200.502	T100	31	146.28	148.55	149.45	0.0256	4.21	1.01
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	200.502	T500	46	146.28	149.2	150.23	0.022746	4.51	0.94

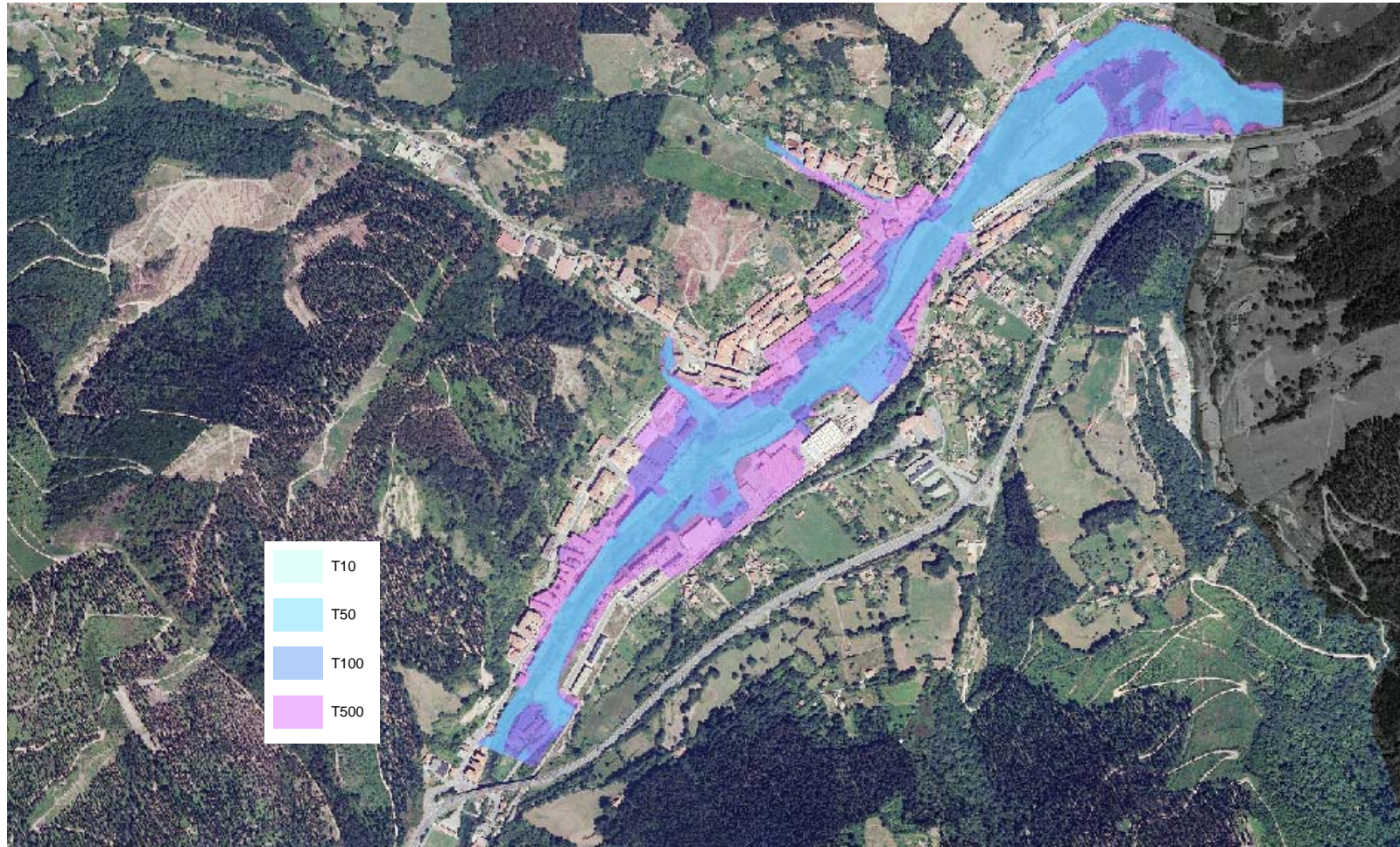
CAUCE	TRAMO	SECCIÓN	T	Q Total	Z FONDO	Z LÁMINA	Z ENERGÍA	P ENERGÍA	V	N Froude
				(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	2.023.689	T233	12	146.29	147.89	148.23	0.013409	2.59	0.75
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	2.023.689	T10	17	146.29	148.21	148.64	0.014076	2.89	0.76
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	2.023.689	T25	22	146.29	148.66	149.08	0.011478	2.87	0.67
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	2.023.689	T50	26	146.29	148.91	149.37	0.010925	3	0.66
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	2.023.689	T100	31	146.29	149.25	149.72	0.009253	3.05	0.62
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	2.023.689	T500	46	146.29	150.35	150.75	0.00515	2.91	0.49
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	2.151.709	T233	12	146.41	148.02	148.38	0.00909	2.66	0.8
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	2.151.709	T10	17	146.41	148.35	148.78	0.008369	2.92	0.78
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	2.151.709	T25	22	146.41	148.77	149.19	0.006341	2.89	0.69
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	2.151.709	T50	26	146.41	149.01	149.47	0.006048	3	0.68
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	2.151.709	T100	31	146.41	149.34	149.82	0.005473	3.07	0.65
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	2.151.709	T500	46	146.41	150.3	150.99	0.011989	3.67	0.59
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	2.684.209	T233	12	147.51	148.64	149.2	0.017273	3.33	1
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	2.684.209	T10	17	147.51	148.93	149.65	0.0184	3.74	1
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	2.684.209	T25	22	147.51	149.2	150.05	0.01929	4.06	1
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	2.684.209	T50	26	147.51	149.4	150.35	0.020168	4.3	1
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	2.684.209	T100	31	147.51	149.64	150.7	0.021103	4.56	1
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	2.684.209	T500	46	147.51	152.25	152.82	0.019344	3.64	0.49
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	3.221.868	T233	12	148.72	150.29	151.44	0.039696	4.74	1.21
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	3.221.868	T10	17	148.72	150.39	152.53	0.083167	6.48	1.6

CAUCE	TRAMO	SECCIÓN	T	Q Total	Z FONDO	Z LÁMINA	Z ENERGÍA	P ENERGÍA	V	N Froude
				(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	3.221.868	T25	22	148.72	153.34	153.78	0.026393	3.23	0.44
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	3.221.868	T50	26	148.72	153.44	153.94	0.025952	3.42	0.46
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	3.221.868	T100	31	148.72	153.56	154.13	0.025769	3.65	0.48
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	3.221.868	T500	46	148.72	153.9	154.63	0.024814	4.2	0.53
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	3.650.549	T233	12	150.38	152.14	152.51	0.011567	2.67	0.78
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	3.650.549	T10	17	150.38	153.31	153.46	0.002705	1.74	0.4
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	3.650.549	T25	22	150.38	153.92	154.07	0.001761	1.68	0.33
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	3.650.549	T50	26	150.38	154.08	154.25	0.002015	1.87	0.36
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	3.650.549	T100	31	150.38	154.25	154.46	0.002303	2.09	0.39
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	3.650.549	T500	46	150.38	154.7	155.04	0.00306	2.64	0.46
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	4.107.795	T233	12	152.8	154.18	154.6	0.015901	2.88	1.01
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	4.107.795	T10	17	152.8	154.43	154.91	0.015044	3.08	1
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	4.107.795	T25	22	152.8	154.64	155.18	0.014688	3.26	1
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	4.107.795	T50	26	152.8	154.79	155.36	0.01429	3.36	1
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	4.107.795	T100	31	152.8	154.94	155.57	0.014346	3.54	1.01
ACEBO	ARROYO_DEL_ACEBO	4.107.795	T500	46	152.8	155.4	156.11	0.010726	3.77	0.92

## APÉNDICE I. RESULTADOS INUNDABILIDAD

### I.2. RESULTADOS GRÁFICOS

- Manchas de inundación para los periodos de retorno más representativos del cálculo hidráulico, T10, T50, T100 y T500 años:



T10 años:



T50 años:



T100 años:





T500 años:



- Distribución de calados T10, T50, T100 y T500 años:







