

ANEJO N°3

Estudio de alternativas

Índice

1 Introducción

1

APÉNDICE Nº3.1 : ESTUDIO DE ALTERNATIVAS. MARZO 2023

PC Pasarela Arbuio (Alonsotegi)
Anejo nº3. Estudio de alternativas

i

1 Introducción

En el presente Anejo se incluye como Apéndice el estudio hidráulico de alternativas redactado por FULCRUM para la Diputación Foral de Bizkaia en Febrero de 2023, en el que se analizaban cuatro (4) opciones para resolver el cruce del río Kadagua mediante una pasarela ciclista y peatonal en Arbuio, dentro del término municipal de Alonsotegi.

Las alternativas son:

- **Alternativa 0:** Modelo de la situación actual, donde se muestran las 6 pilas existentes del antiguo puente del ferrocarril.

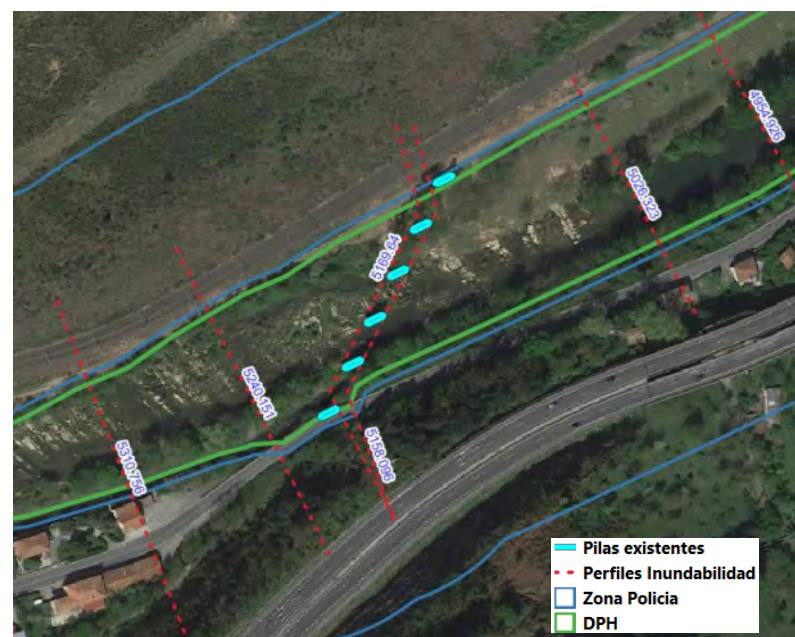


Figura nº1. Alternativa 0, en la zona de estudio.

- **Alternativa 1:** Pasarela desarrollada a nivel de Proyecto Constructivo para el Ayuntamiento de Alonsotegi por Ingelán en el año 2010, donde se mantiene existente la primera pila (margen izquierda) y con un gran estribo dentro del DPH alcanza la pila nº2 existente. El resto de la pasarela apoya sobre el resto de las pilas existentes hasta alcanzar la margen derecha.

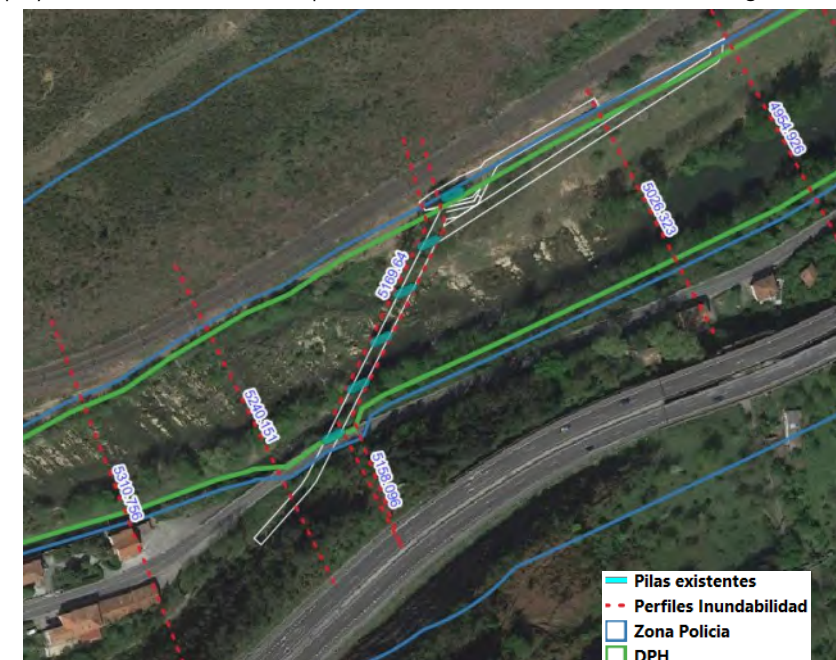


Figura nº2. Alternativa 1 en blanco, en la zona de estudio.



Figura nº3. Alternativa 1 Planta de urbanización (PC Ingelán año 2010).

- **Alternativa 2:** Se realiza un nuevo encaje de la pasarela en la margen izquierda, de manera que el estribo inicial de la margen izquierda quede fuera del DPH. La pasarela reutiliza todas las pilas existentes con 6 vanos de entre 26,7 m y 24,50 m de luz.

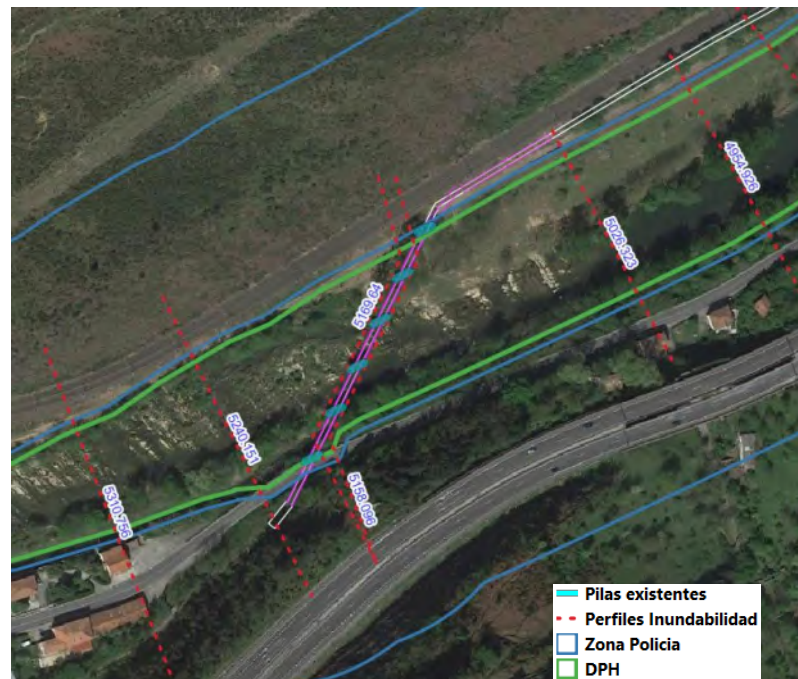


Figura nº4. Alternativa 2 planta en blanco y tablero en fucsia, en la zona de estudio.

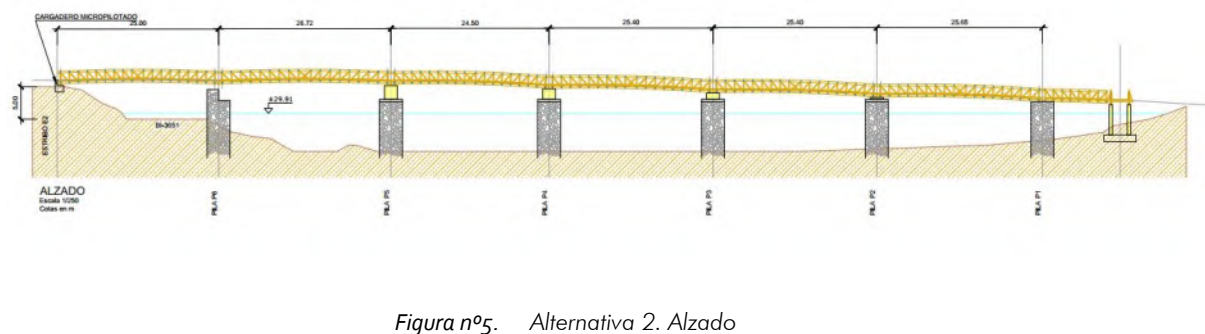


Figura nº5. Alternativa 2. Alzado

La pasarela se plantea con una celosía de madera laminada, con sección en U, con el tablero a la cota del cordón inferior. La anchura útil de la pasarela es de 4,0 m en toda su longitud.

La rampa de acceso se ha previsto con tres vanos de 25,0 m de longitud para minimizar el número de pilas y por lo tanto los trabajos a realizar junto a las vías de FEVE. La tipología del tablero es igual que el resto de la pasarela.

- **Alternativa 3:** Idéntico encaje en planta de la alternativa 2, pero el tablero cambia su configuración de manera que evita el apoyo en las pilas existentes 2 y 4, las cuales se demuelen de manera completa. La pila número 6 se demuele parcialmente. Estos tramos tienen luces mucho mayores a las existentes.

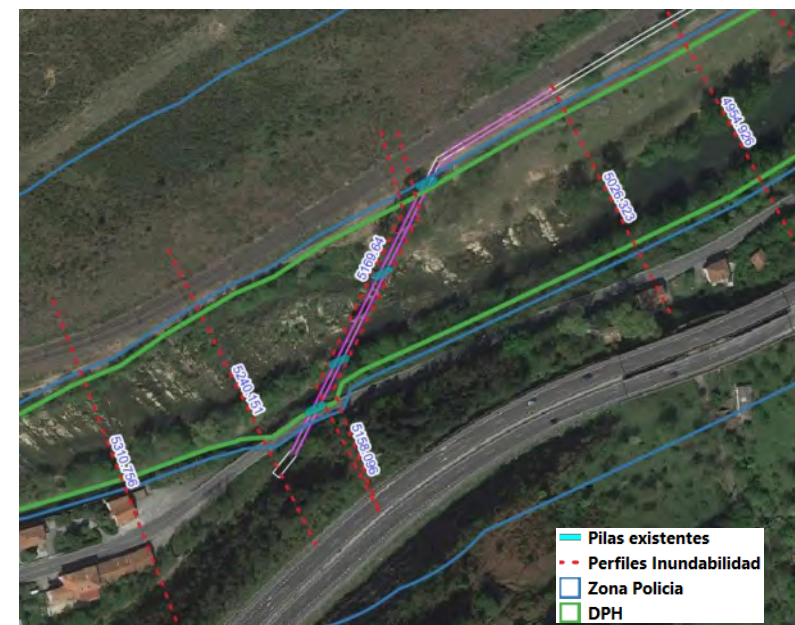


Figura nº6. Alternativa 3 planta en blanco y tablero en fucsia, en la zona de estudio.

Consecuentemente quedan 3 vanos de entre 49.90 m y 51.72 m de luz, que se resuelven con tres tableros tipo bow string. Un arco superior de madera laminada sostiene al tablero mediante péndolas, actuando el tablero como tirante para absorber los esfuerzos horizontales del arco. De esta forma no se transmiten esfuerzos horizontales a las pilas.

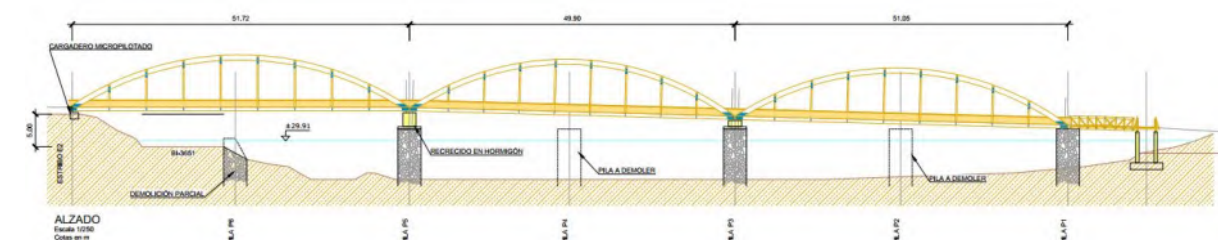


Figura nº7. Alternativa 3. Alzado

- **Alternativa 4:** Para obtener un mayor gálibo con respecto a la línea de tren, se acerca el estribo de la margen izquierda a la zona de servidumbre del cauce, sin que esta se vea afectada. El resto de la pasarela apoya sobre todos los estribos de la misma manera que la alternativa 2. Esta alternativa no está definida en los planos.

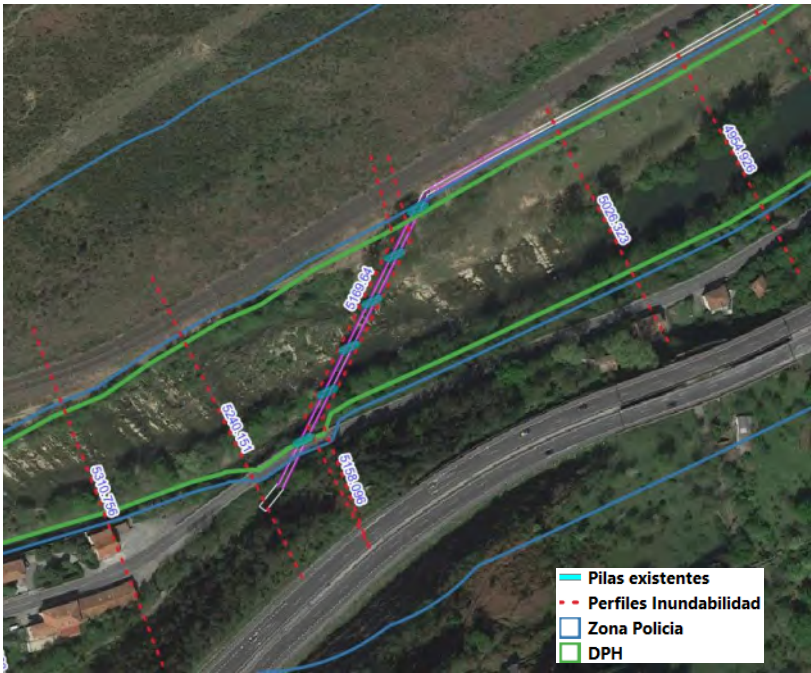


Figura nº8. Alternativa 4 planta en blanco y tablero en fucsia, en la zona de estudio

Tras descartarse la alternativa 1 (correspondiente a la pasarela desarrollada a nivel de Proyecto Constructivo por Ingelán en el año 2010) por la importante ocupación dentro del DPH, el resto de alternativas (2, 3 y 4) fueron validadas hidráulicamente. En la reunión mantenida con el Ayuntamiento de Alonsotegi y la Agencia Vasca del Agua (URA) fue seleccionada de forma consensuada la alternativa nº3 al tener el mejor comportamiento hidráulico ya que contempla la retirada de 3 de las 6 pilas existentes en el cauce.

APÉNDICE N°3.1

Estudio de alternativas. Marzo 2023

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE UNA
PASARELA PEATONAL Y CICLABLE
SOBRE EL RÍO KADAGUA EN ARBUJO
(T.M. DE ALONSOTEGI)**

febrero 2023ko otsaila

Índice

1 Introducción y objeto del estudio	1
2 Condicionantes del estudio	2
3 Alternativas planteadas	3
3.1 Descripción	3
3.2 Procedimientos constructivos de alternativas 2 y 3	5
3.3 Valoración económica	7
4 Estudio hidráulico	8
4.1 Análisis hidráulico de la situación actual, alternativa 0	8
4.2 Análisis hidráulico alternativa 1	9
4.3 Análisis hidráulico alternativa 2	10
4.4 Análisis hidráulico alternativa 3	11
4.5 Análisis hidráulico alternativa 4	12
4.6 Análisis comparativo entre alternativas	13
5 Conclusiones	16

APÉNDICE Nº1: PLANOS

APÉNDICE Nº2: PERFILES LONGITUDINALES

APÉNDICE Nº3: PERFILES TRANSVERSALES

APÉNDICE Nº4: TABLAS DE RESULTADOS

APÉNDICE Nº5: MODELO HEC RAS (VERSIÓN DIGITAL)

1 Introducción y objeto del estudio

El objeto del presente estudio hidráulico es el análisis de las diferentes opciones planteadas en el estudio de alternativas para la elección de una pasarela ciclista y peatonal en Arbuio en el término municipal de Alonsotegi. Todo ello con el fin de estudiar la inundabilidad de la zona, con el fin de asegurar que se cumple con los condicionantes exigidos por la Agencia Vasca del Agua-URA en base a la normativa de aplicación vigente.

La ubicación de la pasarela se ubica fuera del núcleo urbano de Alonsotegi, hacia el suroeste y a la entrada del barrio de Arbuio. La pasarela permite el cruce del río Cadagua, desde su margen izquierda en la antigua traza del ferrocarril hacia la margen derecha para conectar con el vial BI-3651. La pasarela pretende aprovechar las pilas del antiguo puente ferroviario que daba servicio al ferrocarril Bilbao-La Robla.

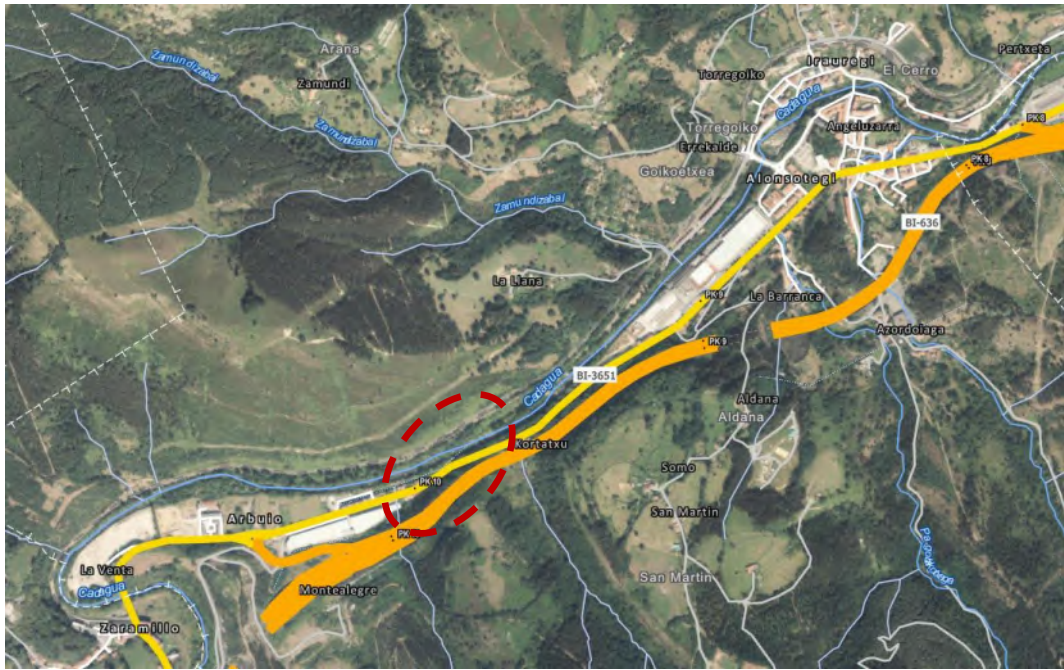


Figura nº1. Ortofoto del término municipal de Alonsotegi.

Desde el punto de vista de la inundabilidad, el sector de estudio presenta una inundabilidad relativamente baja, ya que el cauce es capaz de contener las avenidas tanto de baja como de alta recurrencia en el misma área. Igualmente, los límites de la zona de flujo preferente son muy similares a los límites de las áreas de inundabilidad, tal y como se puede comprobar en la siguiente imagen.

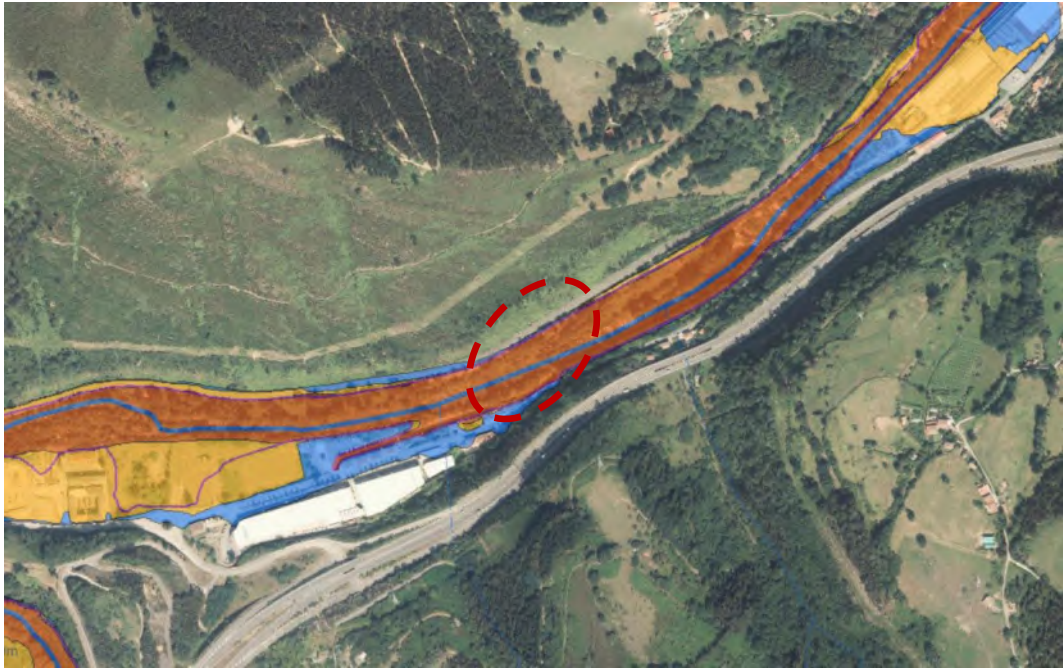


Figura nº2. Superficies de inundación Alonsotegi, sector de Arbuio.

2 Condicionantes del estudio

De la situación de inundabilidad existente en el sector, se establecen los siguientes condicionantes a cumplir:

- Las pilas se localizan sobre el dominio público hidráulico y zonas de protección del río Cadagua. Según los Artículos 6 y 7 del Capítulo II del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, no se podrá realizar ningún tipo de construcción en esta zona. Correspondientes a las zonas de servidumbre de 5 metros de anchura. Con carácter general no se podrá realizar ningún tipo de construcción en esta zona salvo que resulte conveniente o necesaria para el uso del dominio público hidráulico o para su conservación y restauración.
- De acuerdo con el Plan territorial Sectorial de Ordenación de las Márgenes de los Ríos y Arroyos de la CAPV, el río Cadagua está catalogado como ámbito rural y desde el punto de vista medioambiental como márgenes con necesidad de recuperación.
- La utilización de los restos de las pilas, sin funcionalidad real, se considera que su reconstrucción supone la ejecución de un nuevo paso sobre el DPH, por lo que se debe dar cumplimiento al **Artículo 43-Normas específicas para el diseño de puentes, coberturas, medidas estructurales de defensa y modificación del trazado de cauces**, del Plan Hidrológico de la parte española de la DH del Cantábrico Oriental (2015-2021). En el caso de puentes de luces mayores a 30 metros, tendrá un vano con la luz mayor de 25 metros y otro u otros dos con luces mayores a 6 metros. El resguardo desde la superficie libre del agua a la parte inferior del tablero para la avenida de 500 años de periodo de retorno será el que resulte de interpolar entre los datos que figuran en la tabla del apéndice 12.
- Para el resto de las zonas fuera de las indicadas anteriormente, será de obligado cumplimiento el **artículo 40-Limitaciones a los usos en la zona de policía inundable**, del Plan Hidrológico de la parte española de la DH del Cantábrico Oriental (2015-2021)
- Por otro lado, atendiendo a la normativa específica del País Vasco (el Plan Territorial Sectorial de Ordenación de Ríos y Arroyos en la CAPV), se deberán cumplir los retiros mínimos exigidos en función de la superficie de cuenca del río en la parcela de análisis.
- Así mismo, en cumplimiento del apartado 4 del artículo 40 del Plan Hidrológico de la parte española de la DH del Cantábrico Oriental (2015-2021), es necesario elaborar un estudio hidráulico de detalle que defina y justifique las medidas correctoras necesarias para hacer factible la actuación y no agravar la inundabilidad y el riesgo preexistente en el entorno.

3 Alternativas planteadas

3.1 Descripción

Para permitir la elección de la solución a escoger entre las diferentes alternativas es necesario su estudio individualizado y disponer de un caso base sobre el cual comparar y plantear conclusiones.

Por ello, sobre el modelo hidráulico entregado por URA, el cual se trata de un modelo de carácter general de la cuenca del río Cadagua, se disponen los diferentes casos que representan las alternativas estudiadas.

Se modelizan 5 casos, correspondientes a la situación actual y 4 alternativas para el emplazamiento de una pasarela ciclable sobre el río Cadagua en Alonsotegi.

Dentro del modelo estos se identifican de la siguiente manera:

- **Alternativa 0:** Modelo de la situación actual, donde se muestran las 6 pilas existentes del antiguo puente del ferrocarril.

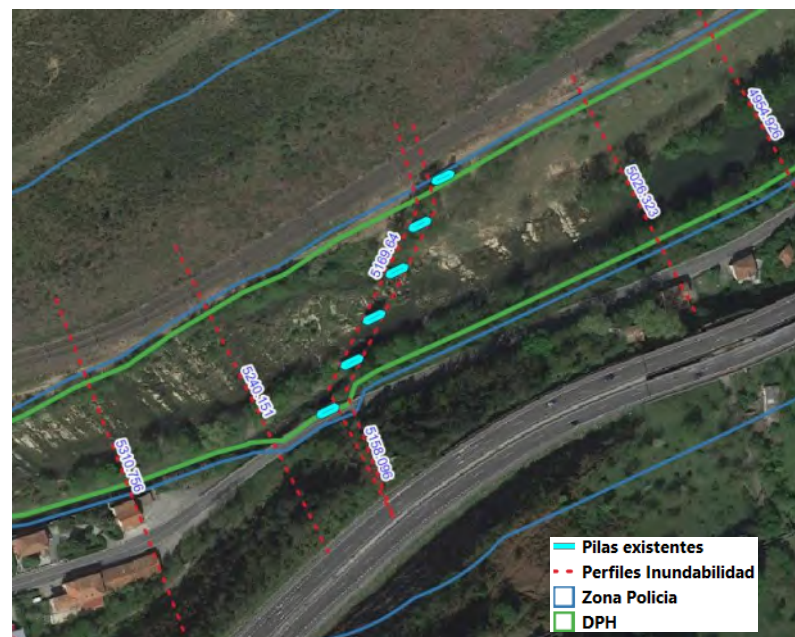


Figura nº3. Alternativa 0, en la zona de estudio.

- **Alternativa 1:** Pasarela desarrollada a nivel de Proyecto Constructivo para el Ayuntamiento de Alonsotegi por Ingelán en el año 2010, donde se mantiene existente la primera pila (margen izquierda) y con un gran estribo dentro del DPH alcanza la pila nº2 existente. El resto de la pasarela apoya sobre el resto de las pilas existentes hasta alcanzar la margen derecha.

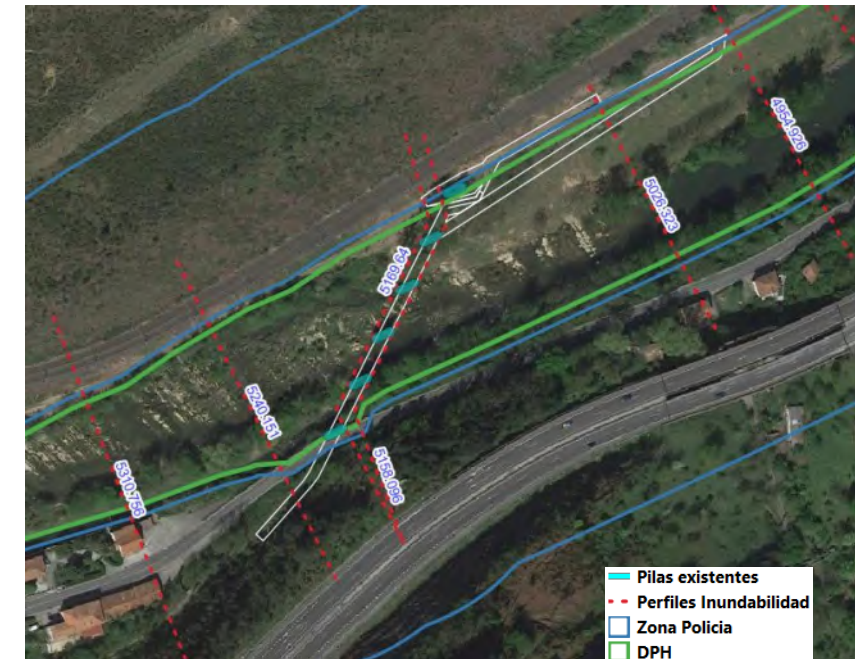


Figura nº4. Alternativa 1 en blanco, en la zona de estudio.

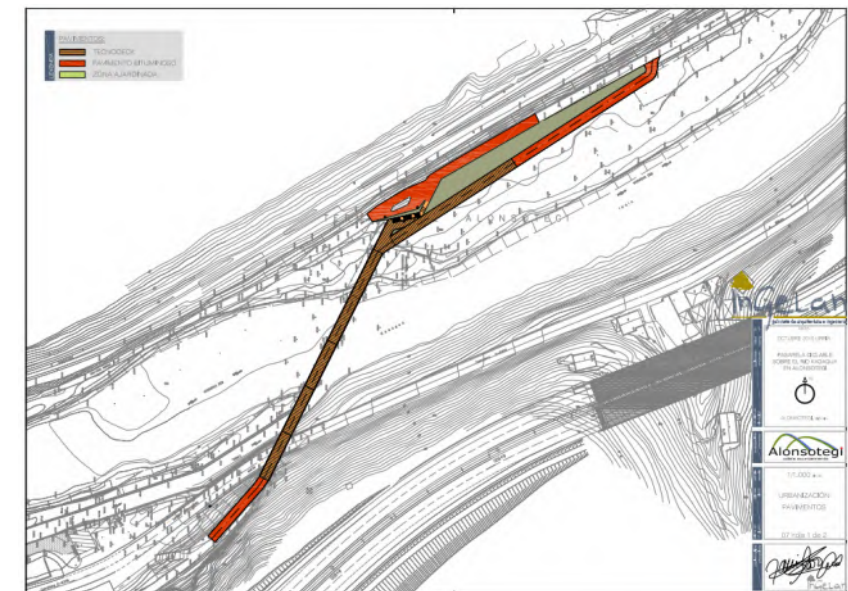


Figura nº5. Alternativa 1 Planta de urbanización (PC Ingelán año 2010).

- **Alternativa 2:** Se realiza un nuevo encaje de la pasarela en la margen izquierda, de manera que el estribo inicial de la margen izquierda quede fuera del DPH. La pasarela reutiliza todas las pilas existentes con 6 vanos de entre 26,7 m y 24,50 m de luz.

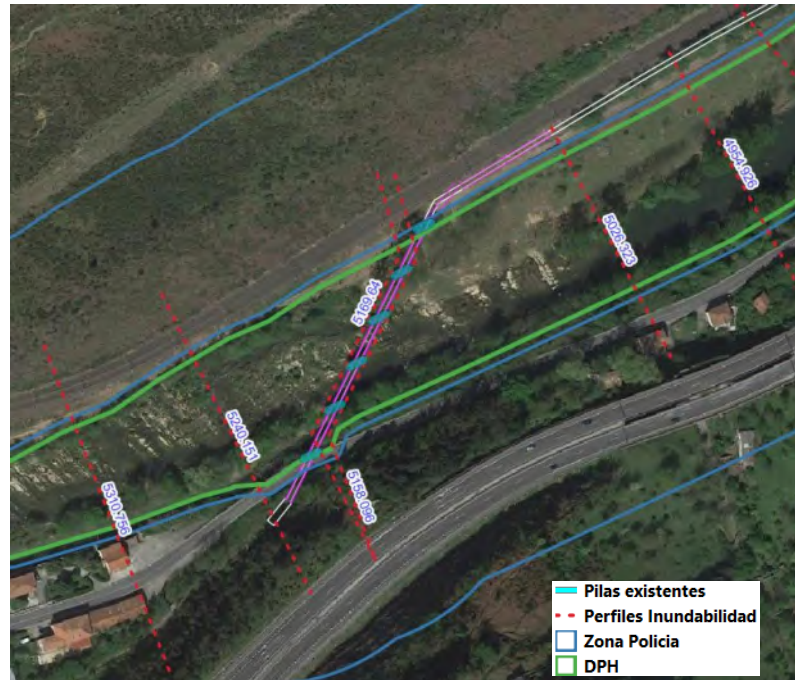


Figura nº6. Alternativa 2 planta en blanco y tablero en fucsia, en la zona de estudio.

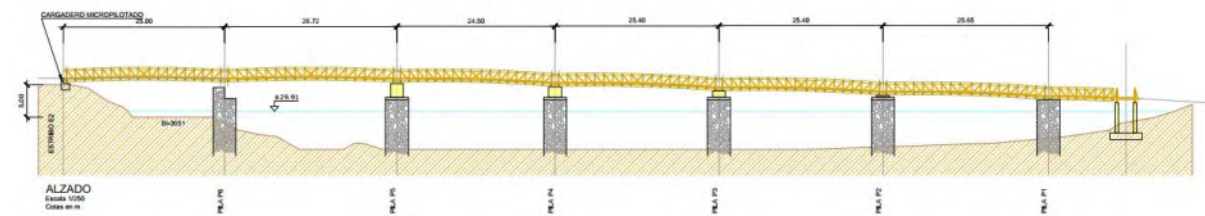


Figura nº7. Alternativa 2. Alzado

La pasarela se plantea con una celosía de madera laminada, con sección en U, con el tablero a la cota del cordón inferior. La anchura útil de la pasarela es de 4,0 m en toda su longitud.

La rampa de acceso se ha previsto con tres vanos de 25,0 m de longitud para minimizar el número de pilas y por lo tanto los trabajos a realizar junto a las vías de FEVE. La tipología del tablero es igual que el resto de la pasarela.

- **Alternativa 3:** Idéntico encaje en planta de la alternativa 2, pero el tablero cambia su configuración de manera que evita el apoyo en las pilas existentes 2 y 4, las cuales se demuecen de manera completa. La pila número 6 se demuele parcialmente. Estos tramos tienen luces mucho mayores a las existentes.

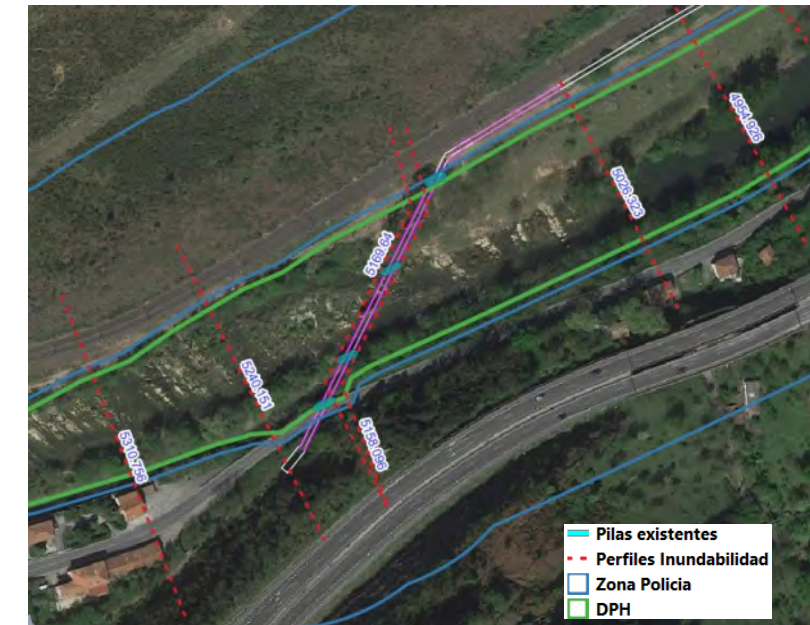


Figura nº8. Alternativa 3 planta en blanco y tablero en fucsia, en la zona de estudio.

Consecuentemente quedan 3 vanos de entre 49.90 m y 51.72 m de luz, que se resuelven con tres tableros tipo bow string. Un arco superior de madera laminada sostiene al tablero mediante péndolas, actuando el tablero como tirante para absorber los esfuerzos horizontales del arco. De esta forma no se transmiten esfuerzos horizontales a las pilas.

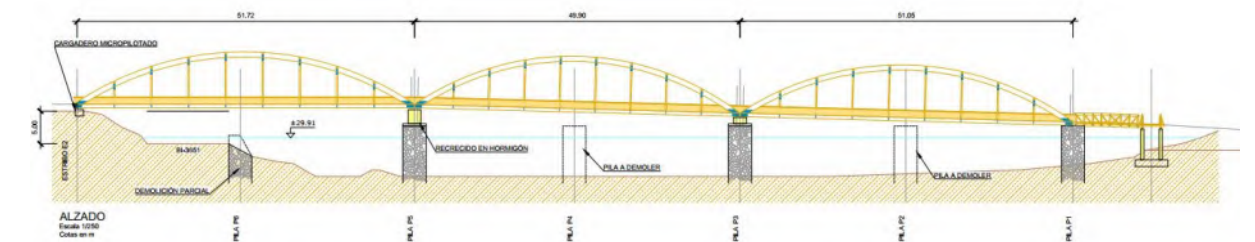


Figura nº9. Alternativa 3. Alzado

- **Alternativa 4:** Para obtener un mayor gálibo con respecto a la línea de tren, se acerca el estribo de la margen izquierda a la zona de servidumbre del cauce, sin que esta se vea afectada. El resto de la pasarela apoya sobre todos los estribos de la misma manera que la alternativa 2. Esta alternativa no está definida en los planos.

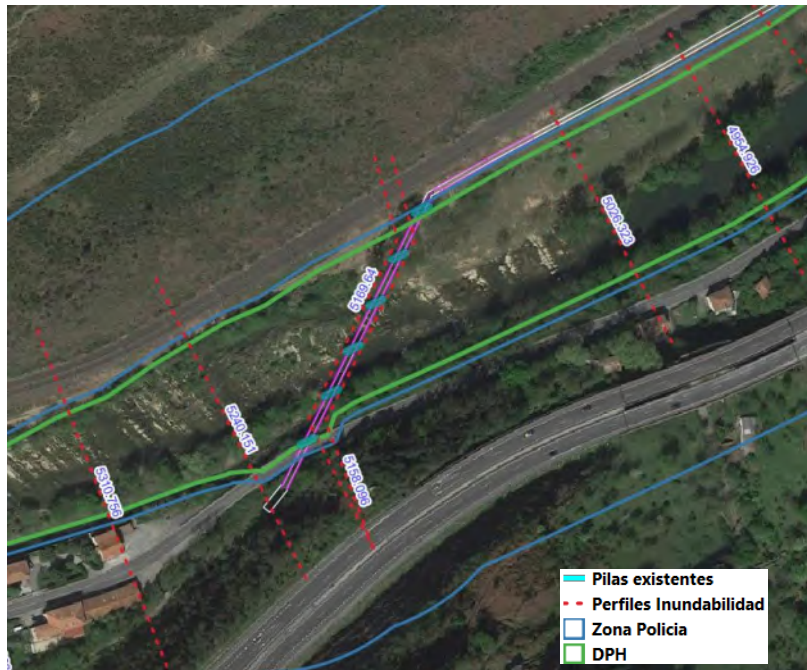


Figura nº10. Alternativa 4 planta en blanco y tablero en fucsia, en la zona de estudio.

3.2 Procedimientos constructivos de alternativas 2 y 3

Además de los hidráulicos, se han tenido en cuenta las siguientes condicionantes:

- Carretera BI-3651. Se ha mantenido un gálibo vertical libre superior a 5.00m.
- Ferrocarril de FEVE. Se ha mantenido un gálibo horizontal libre de 5.0 m desde el eje de la vía más cercana hasta la pasarela.

Salvo las pilas preexistentes, toda la obra civil nueva (estribos 1 y 2) se sitúa fuera de las zonas de afección hidráulicas. El tablero se sitúa siempre respetando sobradamente el resguardo de 1.0 m indicado en el Plan Hidrológico del Cantábrico.



Figura nº11. Vista del antiguo puente.

Respecto de las pilas, estas están situadas cada 25,0 m aproximadamente, por lo que se han estudiado dos opciones.

- Opción 1: Vanos de 25,0 m, mantenido las pilas.
- Opción 2: Vanos de 50,0 m, demoliendo 2 de las pilas.

En ambas opciones hay una serie de trabajos comunes.

En primer lugar, se debe trabajar en la consolidación de las pilas existentes, que han estado en servicio hasta los años 80-90 cuando se desmontó el puente existente. Se deberá consolidar el apoyo de las pilas, que presumiblemente se apoyan directamente la roca, y la fábrica, sellando las juntas existentes y consolidando los sillares.

Una labor similar se deberá realizar en la parte superior de las pilas, donde deberán retirarse todos los restos de la obra anterior, como los aparatos de apoyo si es que no se han desmontado ya. Se saneará toda la superficie para que pueda recibir la carga del nuevo puente.

Se deben construir unos recrecidos en las pilas, ya que en el puente anterior el tablero se situaba por debajo de la rasante. En este documento, para mejorar los gálibos y resguardos, se han planteado soluciones con tablero superior. Estos recrecidos se realizarán en hormigón armado.



Figura nº12. Alternativa 2. Ejemplo

Para la ejecución de los trabajos en el cauce y la colocación de las pasarelas será necesario realizar una península provisional que permita instalar una grúa autopropulsada.

Para acceder a la primera de las pilas existentes, que está situada unos 5,0 m por encima del terreno, se construirá una rampa en sentido longitudinal al río, situada entre la vía del ferrocarril de FEVE y la línea de servidumbre del dominio público hidráulico. Se ha guardado un resguardo de 5.0 m al eje de la línea de ferrocarril.

La rampa se apoyará en pilares de hormigón, sobre encepados de micropilotes. Ambos estribos, se han planteado como cargaderos de hormigón apoyados sobre micropilotes. A falta de realizar un estudio geotécnico, las cimentaciones se han previsto como cargaderos de micropilotes, si bien es probable que se puedan realizar zapatas sobre roca, ahorrándose estos últimos.



Figura nº13. Alternativa 3. Ejemplo

3.3 Valoración económica

	Nº1	Nº2	Nº3
	PASARELA METÁLICA (SOLUCIÓN AYUNTAMIENTO 2010)	PASARELA DE MADERA CON 7 VANOS	PASARELA DE MADERA CON 4 VANOS
ACTUACIONES PREVIAS, MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DRENAJE	382.333,29 €	131.433,58 €	131.433,58 €
AFIRMADO Y URBANIZACIÓN	168.212,26 €	119.725,68 €	119.725,68 €
CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA	1.302.822,68 €	1.598.867,04 €	1.900.164,10 €
SERVICIOS AFECTADOS	93.252,54 €	81.570,23 €	81.570,23 €
ALUMBRADO	122.105,02 €	171.788,00 €	171.788,00 €
SEÑALIZACIÓN	36.309,80 €	29.060,79 €	29.060,79 €
MOBILIARIO URBANO	128.631,00 €	- €	- €
ORDENACIÓN ECOLÓGICA, ESTÉTICA Y PAISAJISTICA	44.665,30 €	39.525,00 €	46.525,00 €
GESTIÓN DE RESIDUOS	56.577,00 €	29.245,00 €	34.645,00 €
CONTROL DE CALIDAD	24.190,25 €	- €	- €
CIERRES	- €	20.677,80 €	20.677,80 €
SEGURIDAD Y SALUD	11.426,00 €	48.881,00 €	55.782,98 €
VARIOS E IMPREVISTOS	- €	222.189,00 €	253.559,00 €
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCION MATERIAL	2.370.525,14 €	2.492.963,12 €	2.844.932,16 €
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (IVA INCLUIDO)	3.413.319,15 €	3.589.617,60 €	4.096.417,82 €

4 Estudio hidráulico

Para garantizar que no se produce un agravamiento de la inundabilidad existente, se ha analizado la sobreelevación que se produciría en la lámina de agua correspondiente a la avenida de 500, 100 y 10 años de periodo de retorno una vez ejecutadas las diferentes alternativas de pasarelas previstas.

Como modelo hidráulico de partida se ha tomado el desarrollado y entregado por la propia Agencia Vasca del Agua-URA para la delimitación de las zonas inundables y de riesgo dentro entre los **ARPSI ES017-BIZ-7-2 y ARPSI ES017-BIZ-7-3**, correspondiente al ámbito de estudio.

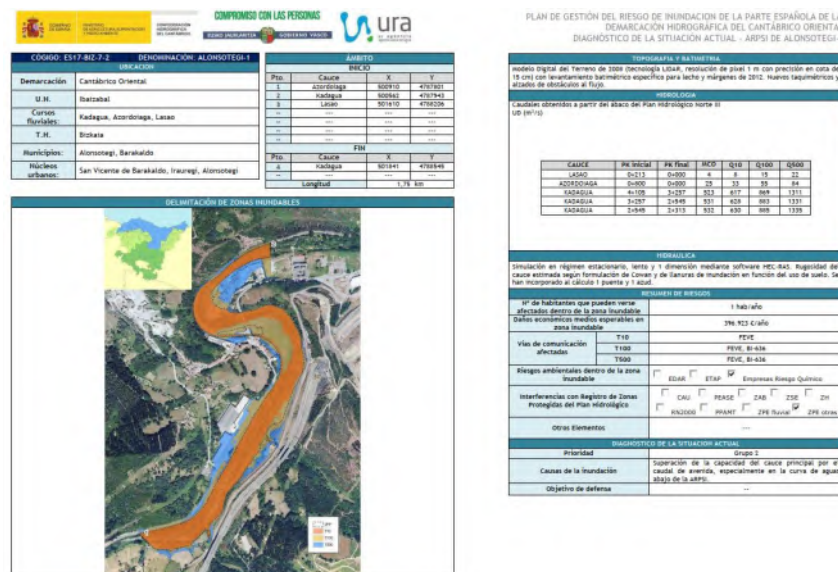


Figura nº14. ARPSI del ámbito de estudio aguas arriba, Alonsotegi -1

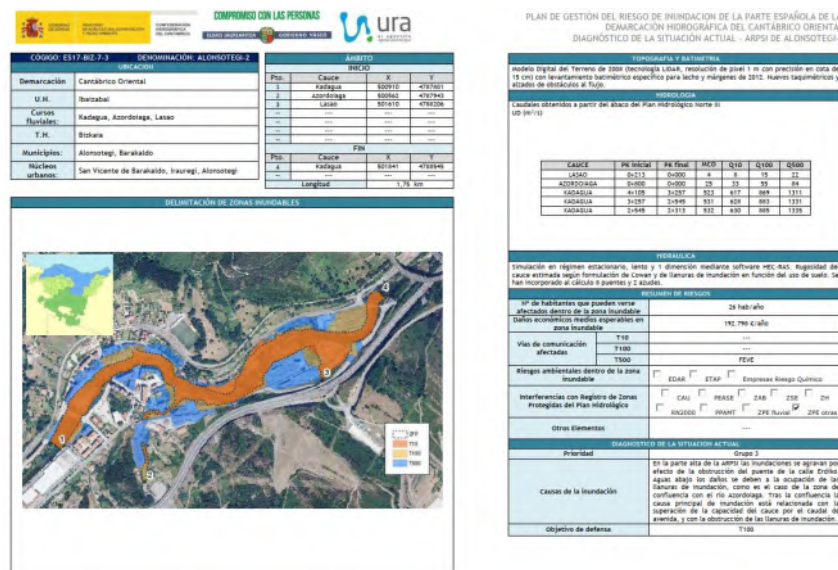


Figura nº15. ARPSI del ámbito de estudio aguas abajo, Alonsotegi -2

4.1 Análisis hidráulico de la situación actual, alternativa o

Tal como se indica en el Capítulo 3, la alternativa o corresponde a la situación actual, donde las pilas del antiguo puente de ferrocarril son los únicos elementos conservados en el cauce. Se trata de 6 pilas, con luces variables, con un mínimo de 24,50 metros y un máximo de 26,70 metros.



Figura nº16. Pilas existentes del antiguo puente de ferrocarril sobre el río Cadagua

El modelo hidráulico ha tenido en cuenta la esviación que tenía el antiguo puente y las pilas actuales, por lo que en el perfil transversal mostrado las distancias entre pilas, así como sus dimensiones corresponden a sus proyecciones horizontales. El ángulo de esviaje introducido en el modelo es de 45°.



Figura nº17. Perfiles transversales de inundabilidad, río Cadagua. Puente ubicado 5169,64 y 5158,096

Las pilas se han introducido al modelo como obstrucciones, ya que no existe tablero. Se muestra a continuación los perfiles aguas arriba y aguas abajo del antiguo puente.

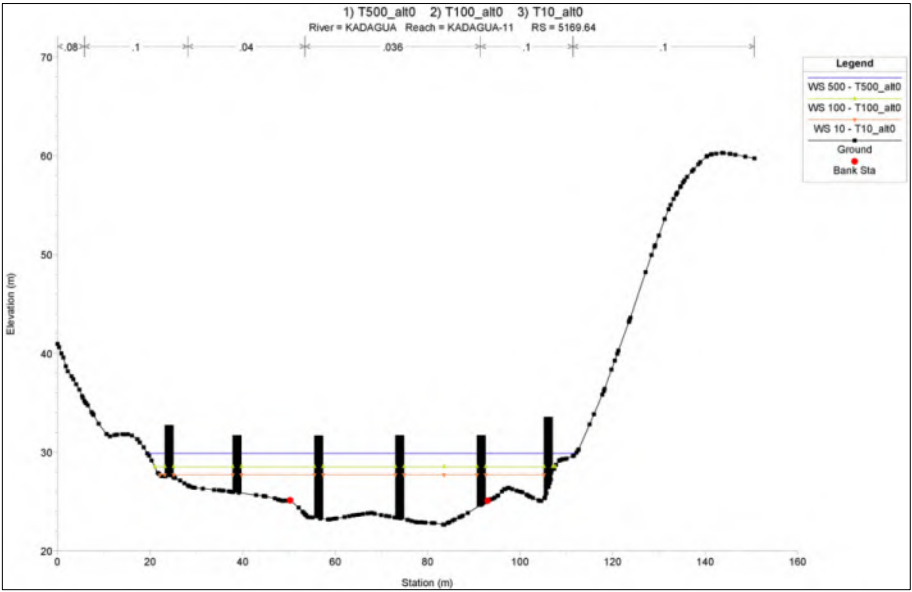


Figura nº18. Perfil transversal pk 5169,64, río Cadagua, alternativa o.

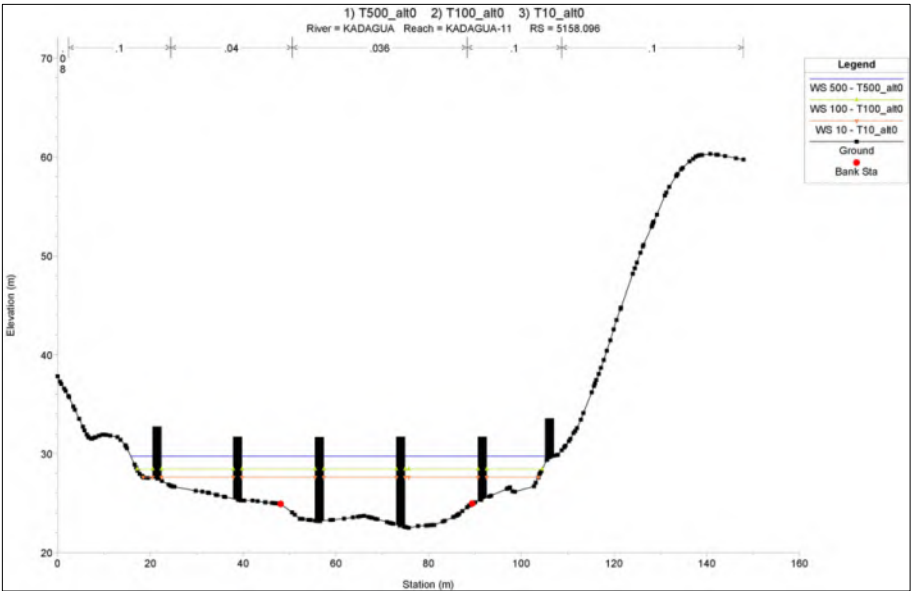


Figura nº19. Perfil transversal pk 5158,096, río Cadagua, alternativa o.

En cuanto al perfil longitudinal, presenta pendientes bajas y con obstáculos frecuentes en su trazado, como azudes y puentes.

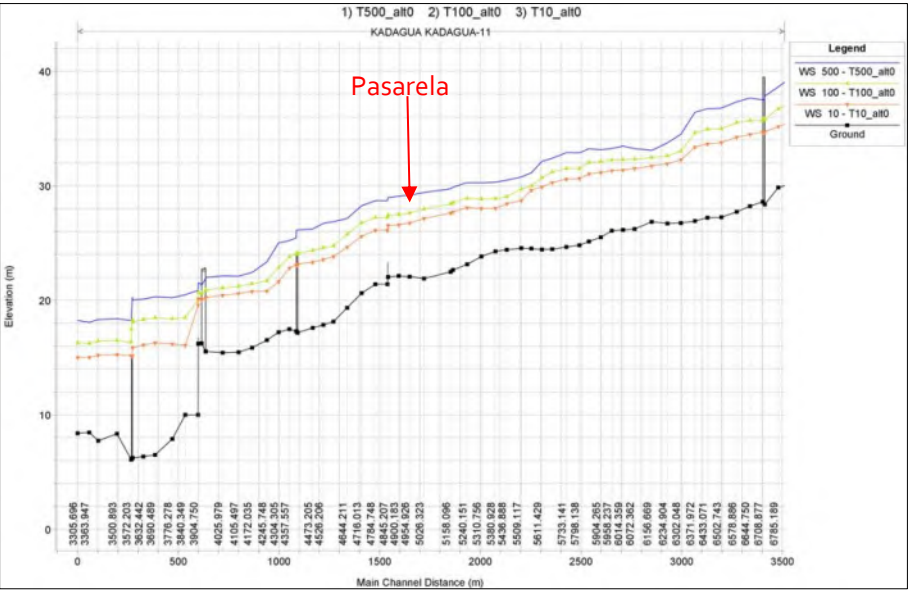


Figura nº20. Perfil longitudinal, río Cadagua, alternativa o.

4.2 Análisis hidráulico alternativa 1

La alternativa 1 corresponde al antiguo “Proyecto constructivo de pasarela ciclable sobre el río Kadagua en Alonsotegi” elaborado por Ingelán en octubre de 2010 para el Ayuntamiento de Alonsotegi.

Esta solución planteaba los siguientes elementos:

La pasarela es una celosía metálica continua, con una pendiente constante de 2,8%, materializada en dos planos paralelos longitudinales. Se compone de cinco vanos apoyados sobre cinco pilas y un estribo, todos ellos remanentes de la estructura que en el pasado existía en el emplazamiento para dar servicio al ferrocarril de vía estrecha Bilbao – La Robla. Tiene un canto de 1,86 m y una anchura de 5,20 m.

Para realizar el apoyo del tablero sobre las pilas, se construye un recrido de hormigón armado sobre ellas, de forma tronco-piramidal invertida, y sobre éste, sendas patas inclinadas metálicas que recogen las reacciones del tablero.

El estribo de la orilla izquierda se corresponde con la segunda pila de la antigua estructura. Las pilas 1 a 4 corresponden con las antiguas pilas 3 a 6. El estribo de la orilla derecha se corresponde con el antiguo estribo, pero demolido y reconstruido.

La estructura de acceso en la orilla izquierda es un tablero continuo de hormigón armado, de 4 vanos, el último de los cuales queda en voladizo.

Tomando en cuenta lo descrito y con ayuda de los planos recibidos, se modela la pasarela en la ubicación proyectada.

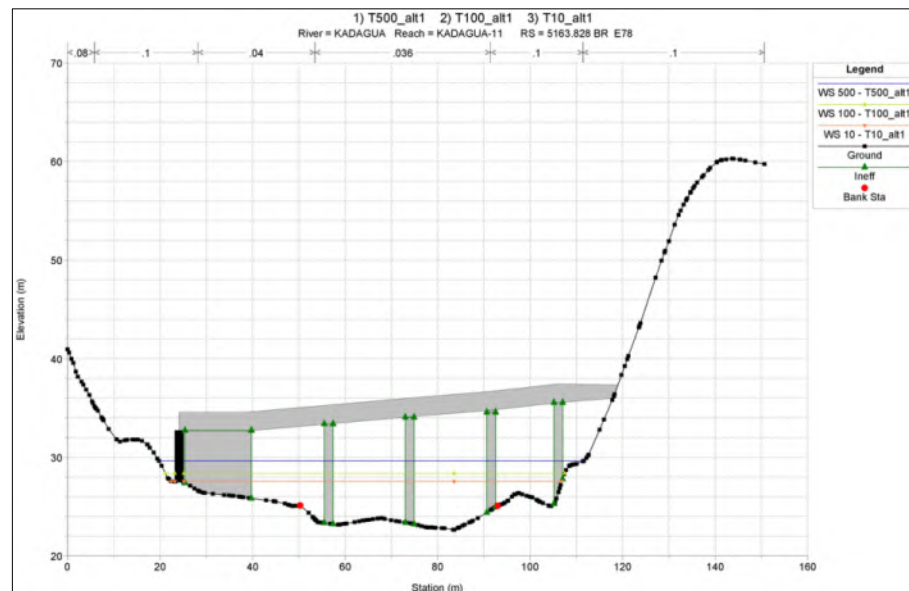


Figura nº21. Perfil transversal pk 5163,828 Aguas arriba, río Cadagua, alternativa 1.

La pasarela se modela teniendo en cuenta la disposición del tablero con las cotas y pendientes proyectadas, introduciendo áreas inefectivas en estribos y pilas correspondientes. Para la pila numero 1 existente, en la margen izquierda del río, si bien esta no se utiliza para el apoyo de la pasarela, el proyecto contempla mantenerla, por lo que se ha modelado como obstrucción.

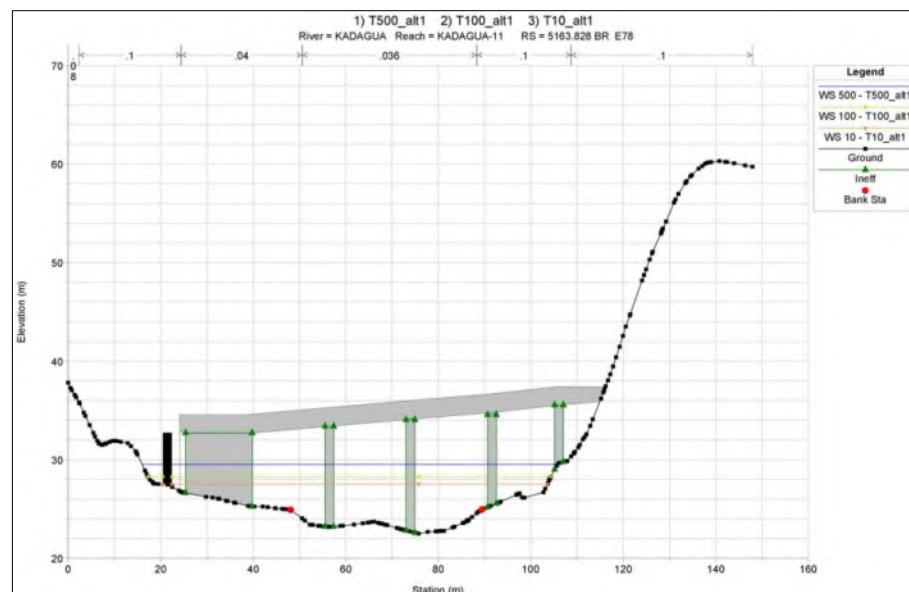


Figura nº22. Perfil transversal pk 5163,828 Aguas abajo, río Cadagua, alternativa 1.

Respecto a la primera pila del modelo, está representando tanto el apoyo sobre la pila número 2 existente, como las actuaciones auxiliares planteadas en el proyecto. En concreto a las escaleras de acceso peatonal. Además, el estribo también esta representado dentro de esta zona inefectiva, de ahí las grandes dimensiones que presenta.

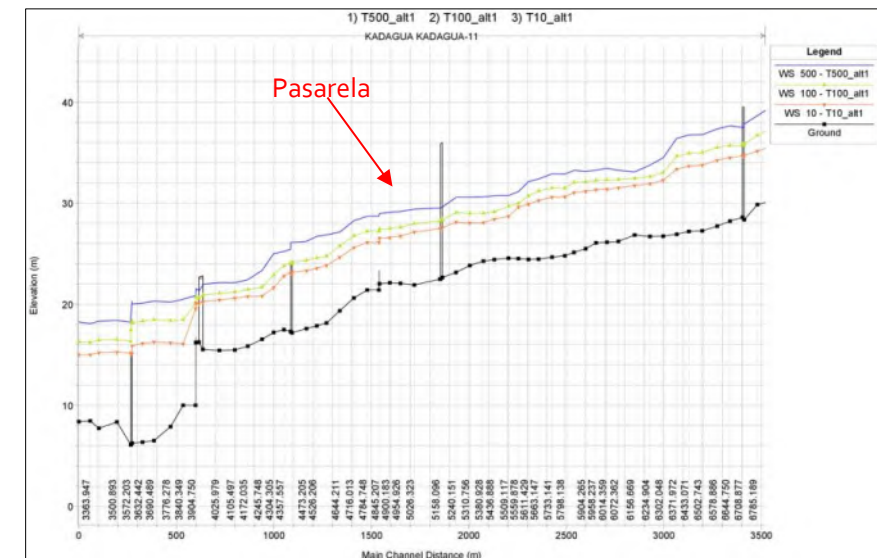


Figura nº23. Perfil longitudinal, río Cadagua, alternativa 1.

En cuanto al perfil longitudinal, la pasarela no presenta un gran obstáculo, ya que ninguno de los periodos de retorno analizados alcanza el nivel mínimo de resguardo requerido.

4-3 Análisis hidráulico alternativa 2

La alternativa 2 corresponde a nuevas variantes solicitadas por URA, donde se exige que en la zona de DPH no se ubiquen elementos que puedan reducir la capacidad portante del cauce y una degradación de la calidad del dominio. Por ello se presenta una nueva alternativa de pasarela, donde los estribos se encuentran fuera de la Zona de Servidumbre y fuera del DPH. Además, se aprovechan las 6 pilas existentes para el apoyo de la pasarela.

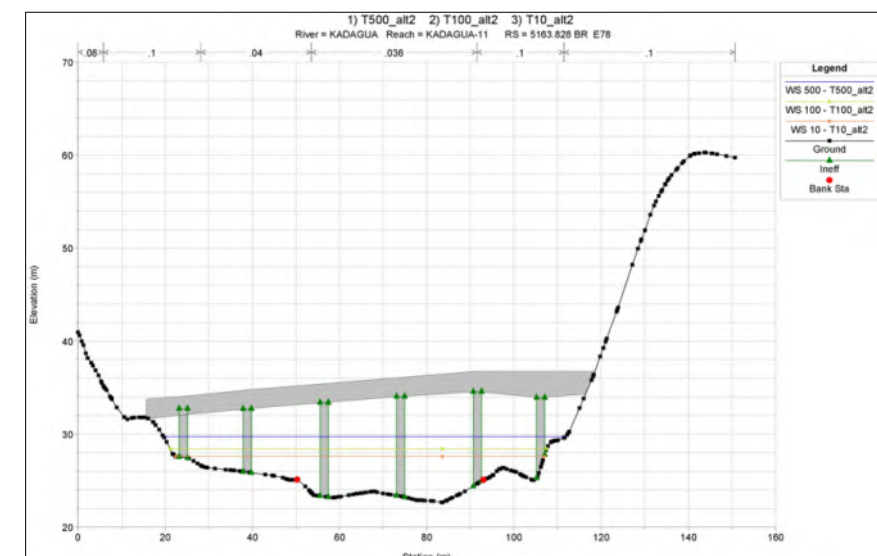


Figura nº24. Perfil transversal pk 5163,828 Aguas arriba, río Cadagua, alternativa 2.

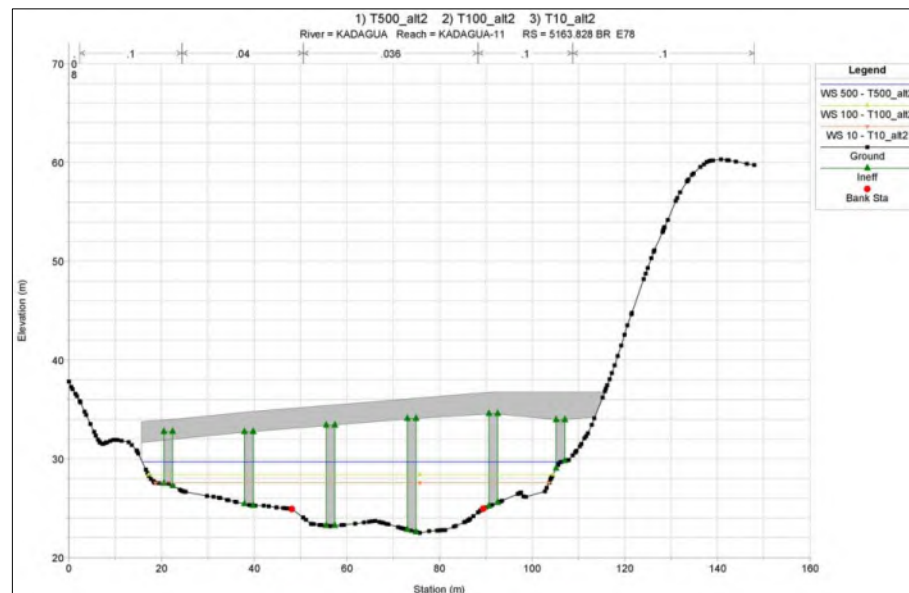


Figura nº25. Perfil transversal pk 5163,828 Aguas abajo, río Cadagua, alternativa 2.

Como se observa la nueva configuración es equivalente a la situación actual o alternativa 0, en cuanto a obstáculos se refiere. Simplemente se recren las pilas para el correcto apoyo del tablero, manteniendo las pendientes proyectadas 2,8% en sus tramos centrales. El tablero lo forman vigas tipo Pratt.

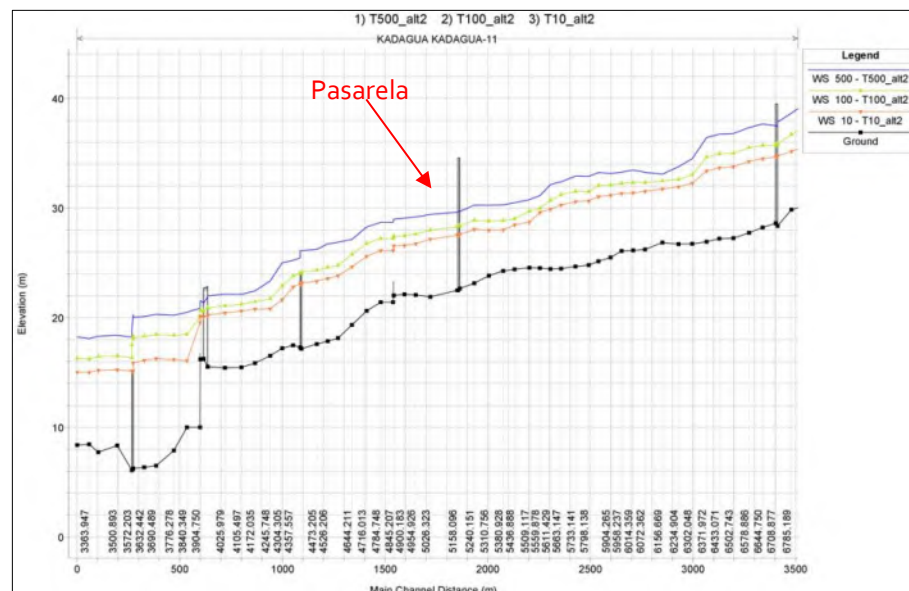


Figura nº26. Perfil longitudinal, río Cadagua, alternativa 2.

En cuanto al perfil longitudinal, al igual que en la alternativa 1, mantiene el resguardo suficiente en todos los periodos de retorno. En este caso el punto mas bajo del tablero se encuentra en las cercanías del estribo izquierdo, 31,65 m.s.n.m y por el contrario la lámina de agua del T500 se sitúa en la cota 29,69. Lo que deja un resguardo efectivo de 1,96 metros.

4.4 Análisis hidráulico alternativa 3

Dado que la reconstrucción de la pasarela supone la ejecución de un nuevo paso sobre el DPH, ya que las pilas existentes no tienen funcionalidad real, sería de aplicación el artículo 43 del Plan Hidrológico del Cantábrico Oriental, tal como se recoge en el Capítulo 2, de esta memoria.

En ese artículo se establece que “En el caso de puentes de luces mayores a 30 metros, tendrá un vano con la luz mayor de 25 metros y otro u otros dos con luces mayores a 6 metros. El resguardo desde la superficie libre del agua a la parte inferior del tablero para la avenida de 500 años de periodo de retorno será el que resulte de interpolar entre los datos que figuran en la tabla del apéndice 12.”

Para el caso que nos ocupa la cuenca es de aproximadamente 560 km², por lo que, interpolando de la tabla, se establece que el resguardo necesario será de 90 centímetros, para el periodo de retorno de 500 años.

En cuanto a las luces de los vanos, se opta por demoler las pilas 2 y 4 de manera completa y parcialmente la número 6, de manera que la pasarela se ajuste a los requerimientos del artículo 43.

De esta manera, se configura una pasarela donde los tres vanos centrales tienen unas luces, de margen izquierda a derecha de 51,05, 49,90 y 51,72 metros.

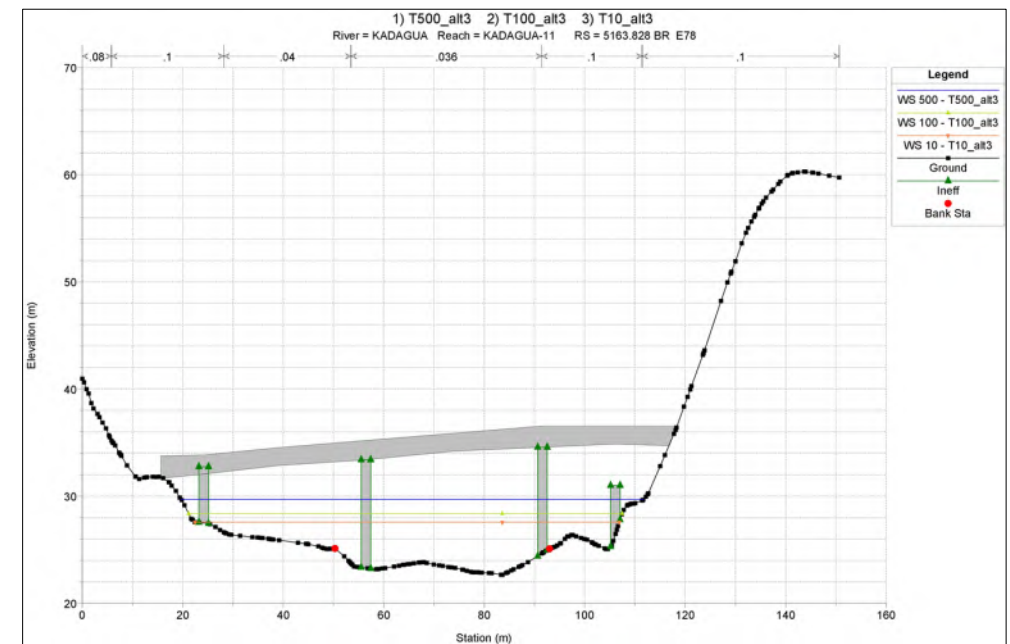


Figura nº27. Perfil transversal pk 5163,828 Aguas arriba, río Cadagua, alternativa 3.

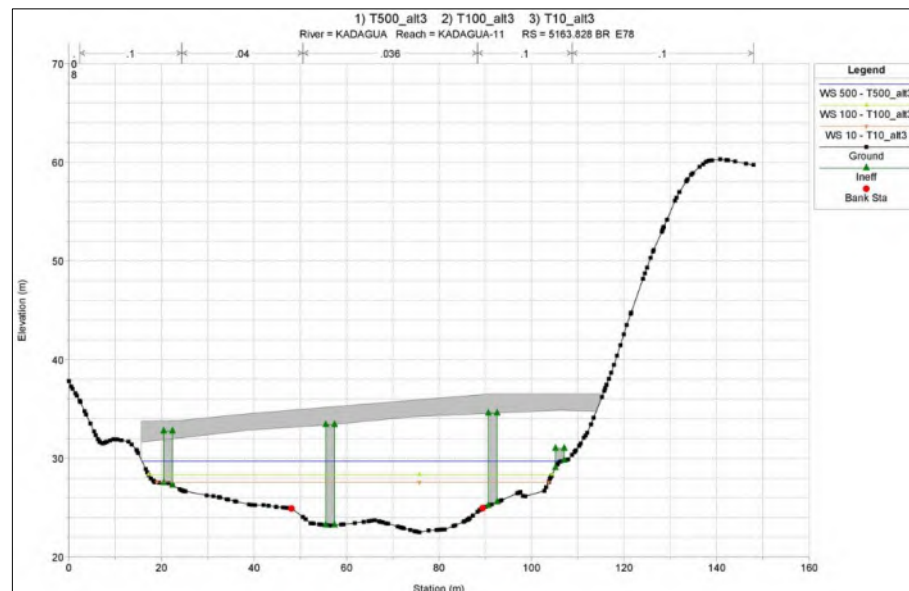


Figura nº28. Perfil transversal pk 5163,828 Aguas abajo, río Cadagua, alternativa 3.

Para lograr las luces antes indicadas, es necesario cambiar la tipología de la pasarela, siendo este caso arcos atirantados. Para efectos de modelo, solamente se ha representado el tablero con la barandilla, sin mostrar la estructura del arco. En cuanto a la pila nº6 demolida parcialmente, se evita su demolición total por la cercanía a la carretera existente y al riesgo de descalce que podría suponer sobre la misma.

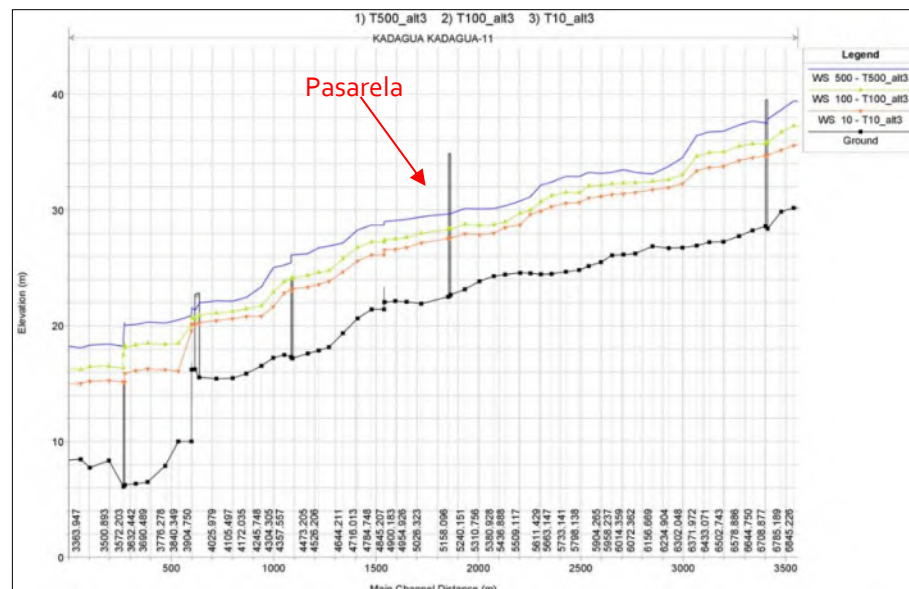


Figura nº29. Perfil longitudinal, río Cadagua, alternativa 3.

En cuanto al perfil longitudinal, al igual que en las anteriores alternativas, mantiene el resguardo suficiente en todos los periodos de retorno. En este caso el punto más bajo del tablero se encuentra en las cercanías del estribo izquierdo, 31,65 m.s.n.m y por el contrario la lámina de agua del T500 se sitúa en la cota 29,69. Lo que deja un resguardo efectivo de 1,96 metros.

4-5 Análisis hidráulico alternativa 4

Por último, se plantea la posibilidad de acercar el estribo de la margen izquierda a la zona de servidumbre del cauce, sin que esta se vea afectada. El resto de la pasarela apoya sobre todos los estribos de la misma manera que la alternativa 2. Con ello se consigue distanciarse de la zona de servidumbre de ADIF, la cual se encuentra inmediatamente después en sentido norte.

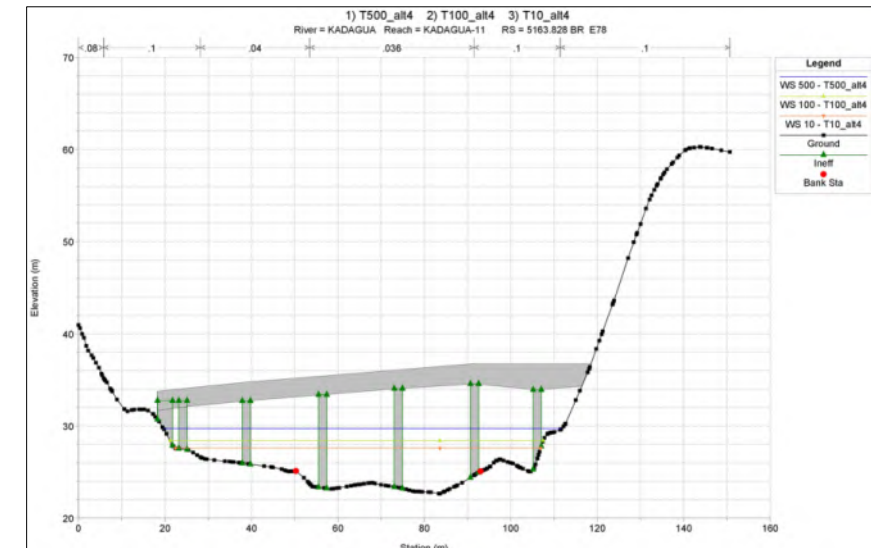


Figura nº30. Perfil transversal pk 5163,828 Aguas arriba, río Cadagua, alternativa 4.

En el modelo se ha optado por mostrar la posición del estribo del mismo modo que las pilas, para simular la obstrucción que esta supone, si bien su posición no está completamente en línea con el resto de las pilas. En cualquier caso, esta simplificación está del lado de la seguridad al mostrar un caso algo más desfavorable al real.

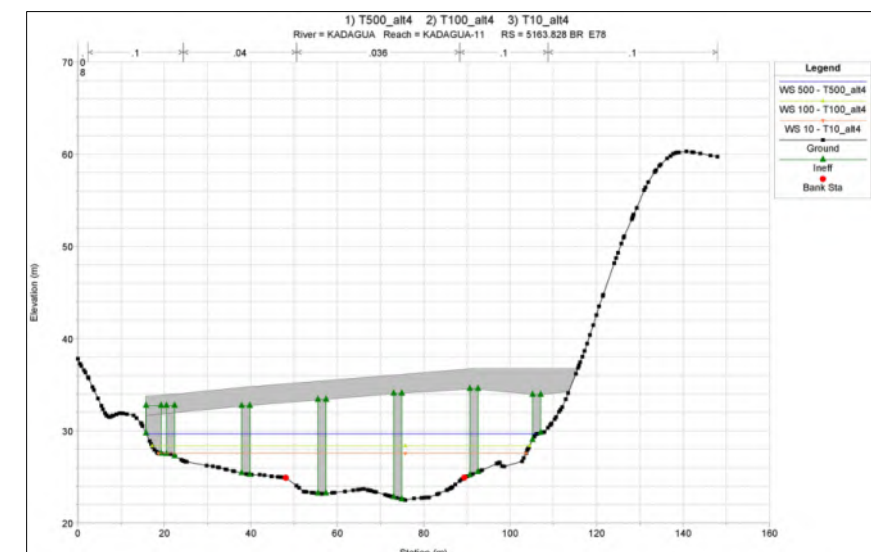


Figura nº31. Perfil transversal pk 5163,828 Aguas abajo, río Cadagua, alternativa 4.

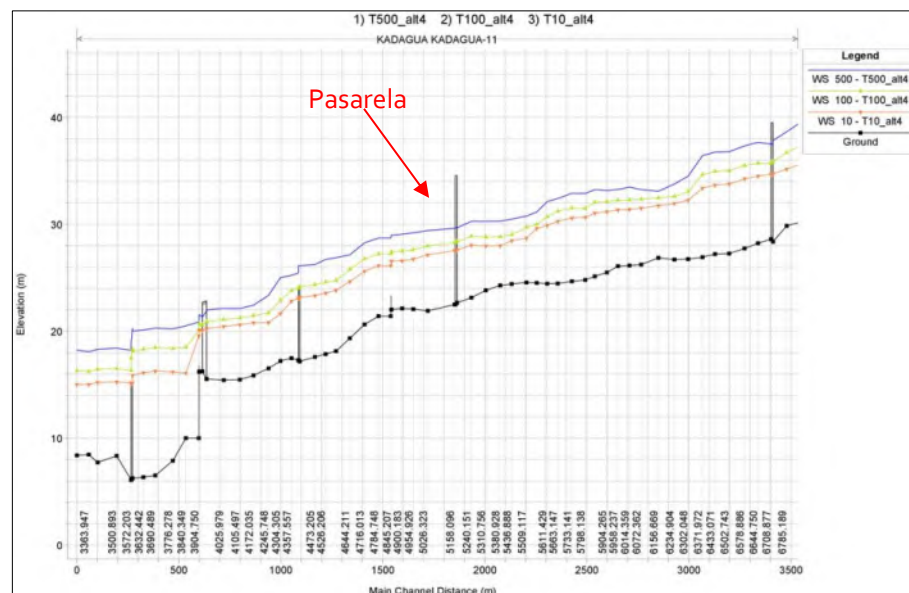


Figura nº32. Perfil longitudinal, río Cadagua, alternativa 4.

En cuanto al perfil longitudinal, la pasarela no presenta un gran obstáculo, ya que ninguno de los periodos de retorno analizados alcanza a reducir el nivel mínimo de resguardo requerido.

4.6 Análisis comparativo entre alternativas

Una vez vistas las diferentes alternativas de manera separada, es momento de realizar una comparación conjunta de las mismas. Se utiliza el periodo de retorno de 500 años, al ser el requerido para el cumplimiento de los distintos condicionantes.

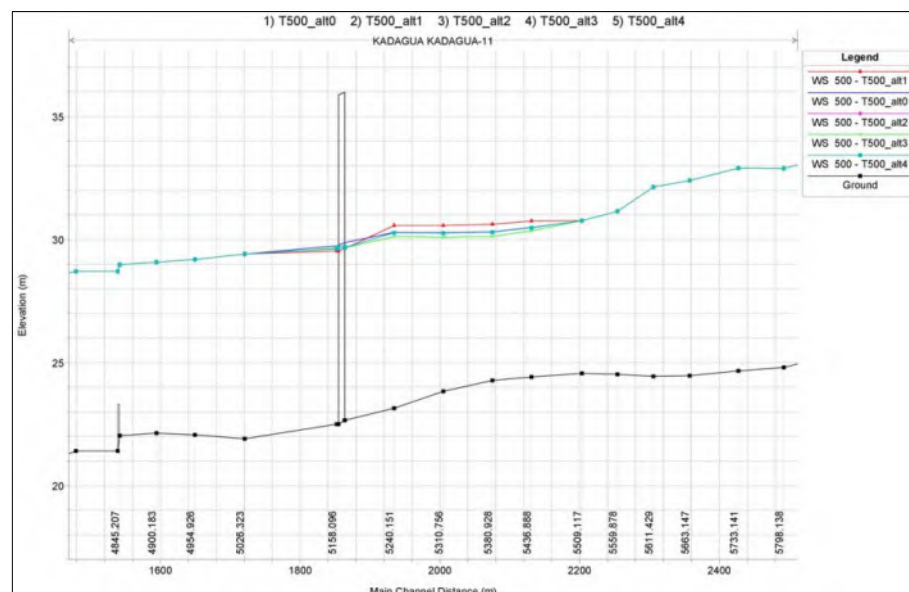


Figura nº33. Perfil longitudinal, río Cadagua, comparativa entre alternativas, T500 años.

Lo primero que se observa es que las diferentes alternativas tienen una influencia hacia aguas arriba similar, entorno a los 300 metros.

También es palpable que la alternativa 1 empeora sustancialmente la condición original, en un promedio de 29 centímetros, siendo el valor máximo de 31 centímetros. El estrechamiento que produce el conjunto de la primera pila con el estribo acelera el flujo bajo la pasarela, reduciendo puntualmente el calado, sin embargo, hacia aguas arriba se produce la sobreelevación indicada.

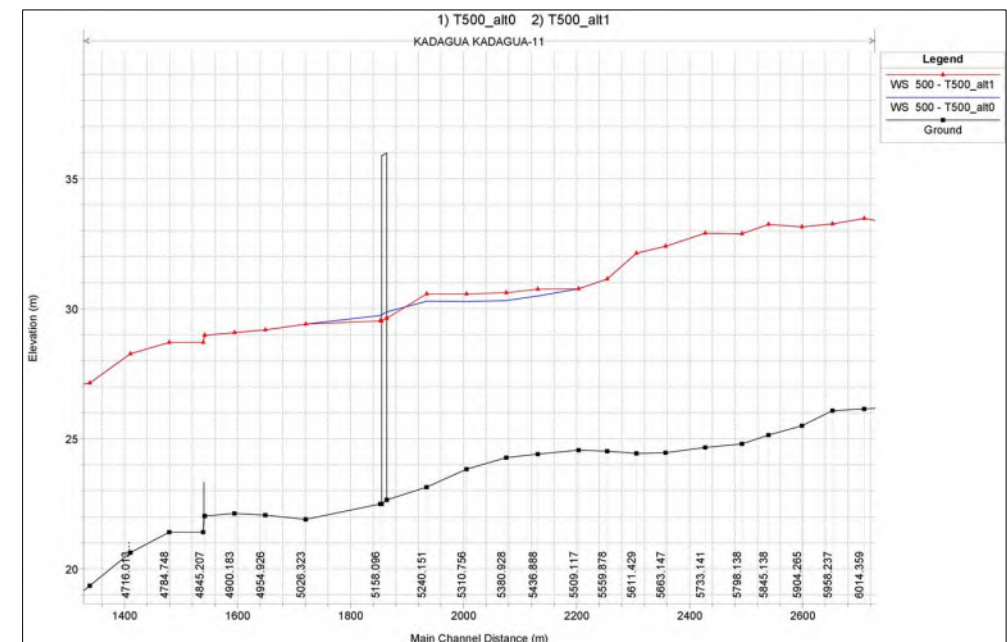


Figura nº34. Perfil longitudinal, río Cadagua, comparativa entre alternativas 0 y 1, T500 años.

La comparación entre la situación original y la alternativa 2, es análoga, dado que son las mismas pilas y el tablero queda lejos de la lámina de agua, por lo que no hay interferencia. Las variaciones de 1 y 2 centímetros indicadas se deben a la propia tolerancia de cálculo del programa, las cuales se dan entre los RS 5509,117 a 5240,151. Si es significativa la diferencia sobre los propios perfiles del puente, RS 5169,64 y 5158,096. Donde la alternativa 2, reduce su calado en 20 y 12 centímetros respectivamente. Esto se debe a la diferencia de cálculo entre introducir las pilas como obstrucciones al flujo y como parte de un puente. Esto genera que el cálculo de la pérdidas de energía no sea idéntico y muestre esta variación acusada. Sin embargo, los comportamientos hacia aguas arriba y aguas abajo son idénticos en ambos casos.

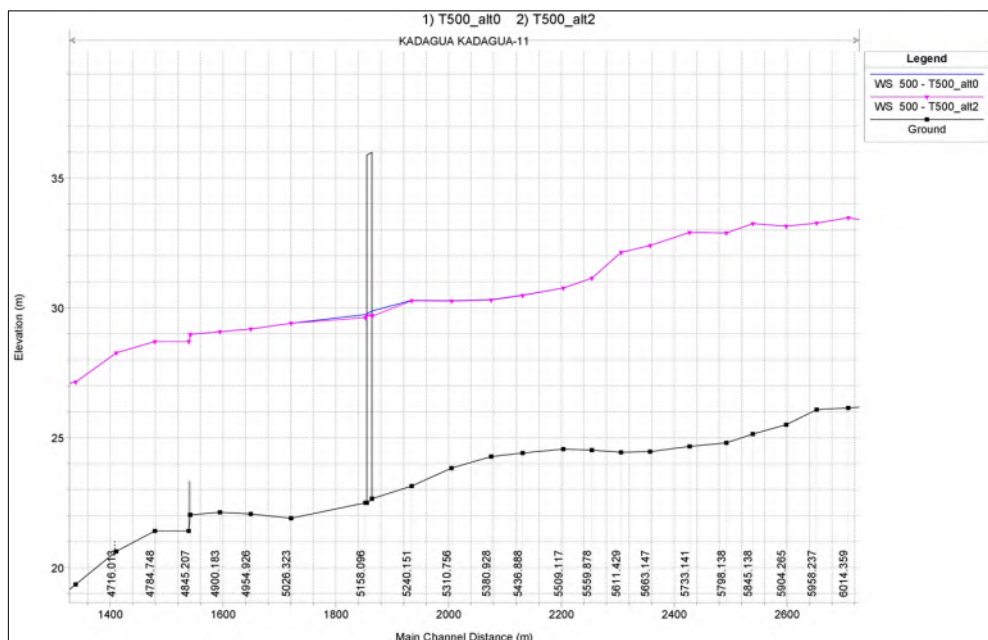


Figura nº35. Perfil longitudinal, río Cadagua, comparativa entre alternativas 0 y 2, T500 años.

La alternativa 3, es la que mayor mejora provoca en la altura de agua, dado que es la que posee menores obstrucciones en su sección, al eliminar 2 de las 6 pilas existentes de manera completa. La reducción de calado es de 16 centímetros en promedio, siendo el valor máximo de 20 cm.

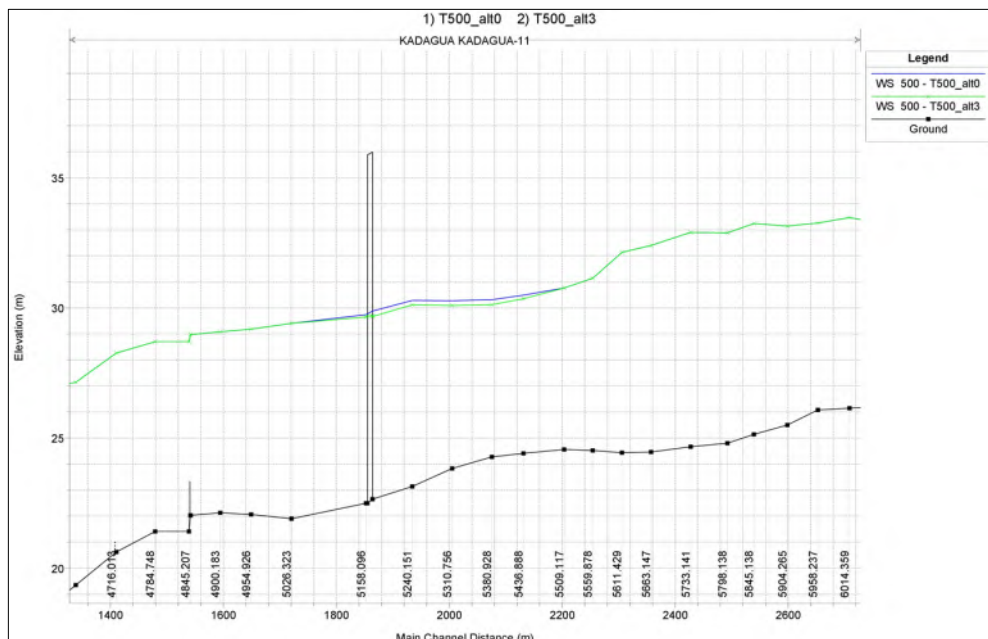


Figura nº36. Perfil longitudinal, río Cadagua, comparativa entre alternativas 0 y 3, T500 años.

Por último, la alternativa 4, si bien el estribo de la margen izquierda queda mucho más próximo al límite que alcanza la inundación del periodo de 500 años, esta no interfiere en el flujo quedando exactamente igual que la alternativa 2. Si esta misma propuesta se realizase con la disposición de la alternativa 3, los resultados serian idénticos, logrando la misma reducción de calado.

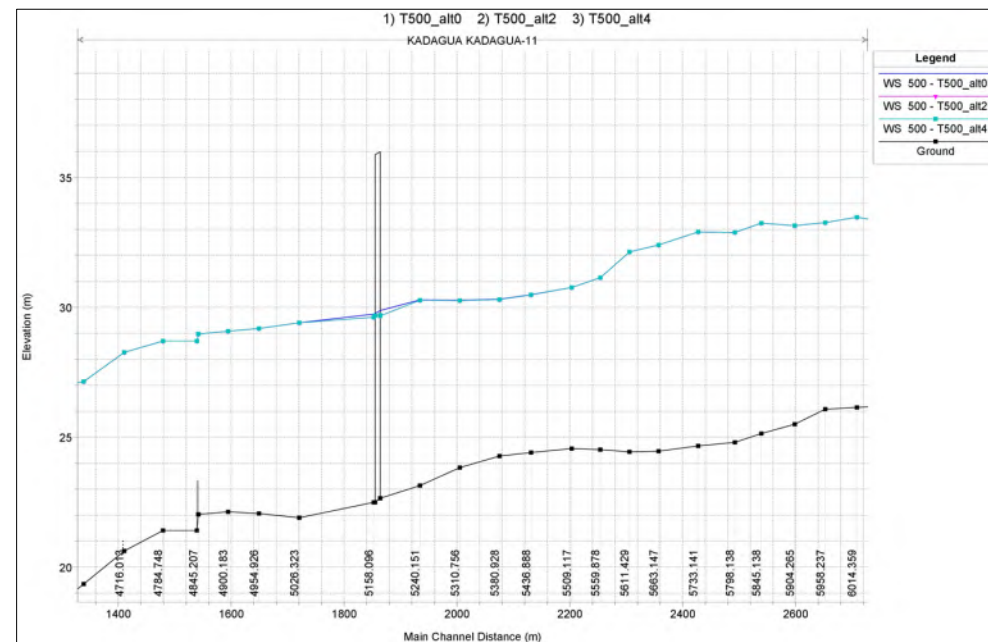


Figura nº37. Perfil longitudinal, río Cadagua, comparativa entre alternativas 0, 2 y 4, T500 años.

A continuación, se presentan de manera tabulada las alturas de agua y diferencias entre todas las alternativas, en consonancia con lo descrito de manera gráfica.

COMPARATIVA ALTERNATIVAS PERIODO DE RETORNO T500 AÑOS								
Alt	RS	Fondo Min	Alt. Lam. Agua	Calado	Diff Ori	Diff Alt1	Diff Alt2	Diff Alt3
Alt0	5509.117	24.56	30.76	6.20				
Alt1			30.76	6.20	0.00			
Alt2			30.76	6.20	0.00	0.00		
Alt3			30.76	6.20	0.00	0.00	0.00	
Alt4			30.76	6.20	0.00	0.00	0.00	0.00
Alt0	5436.888	24.41	30.49	6.08				
Alt1			30.75	6.34	0.26			
Alt2			30.48	6.07	-0.01	-0.27		
Alt3			30.36	5.95	-0.13	-0.39	-0.12	
Alt4			30.48	6.07	-0.01	-0.27	0.00	0.12
Alt0	5380.928	24.28	30.31	6.03				
Alt1			30.62	6.34	0.31			
Alt2			30.30	6.02	-0.01	-0.32		
Alt3			30.12	5.84	-0.19	-0.50	-0.18	
Alt4			30.30	6.02	-0.01	-0.32	0.00	0.18
Alt0	5310.756	23.83	30.27	6.44				
Alt1			30.57	6.74	0.30			
Alt2			30.26	6.43	-0.01	-0.31		
Alt3			30.09	6.26	-0.18	-0.48	-0.17	
Alt4			30.26	6.43	-0.01	-0.31	0.00	0.17
Alt0	5240.151	23.14	30.29	7.15				
Alt1			30.57	7.43	0.28			
Alt2			30.27	7.13	-0.02	-0.30		
Alt3			30.12	6.98	-0.17	-0.45	-0.15	
Alt4			30.27	7.13	-0.02	-0.30	0.00	0.15
Alt0	5169.64	22.65	29.87	7.22				
Alt1			29.63	6.98	-0.24			
Alt2			29.67	7.02	-0.20	0.04		
Alt3			29.67	7.02	-0.20	0.04	0.00	
Alt4			29.67	7.02	-0.20	0.04	0.00	0.00
Alt0	5158.096	22.49	29.74	7.25				
Alt1			29.53	7.04	-0.21			
Alt2			29.62	7.13	-0.12	0.09		
Alt3			29.65	7.16	-0.09	0.12	0.03	
Alt4			29.62	7.13	-0.12	0.09	0.00	-0.03
Alt0	5026.323	21.9	29.41	7.51				
Alt1			29.41	7.51	0.00			
Alt2			29.41	7.51	0.00	0.00		
Alt3			29.41	7.51	0.00	0.00	0.00	
Alt4			29.41	7.51	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla nº1. Tabla comparativa de alternativas, periodo de retorno T500.

5 Conclusiones

Tras la modelización de las 5 alternativas y el análisis de los resultados se realizan las siguientes indicaciones sobre los mismos:

Para la situación actual, donde solamente existen las pilas en el cauce, se han modelado como obstrucciones, a diferencia del resto de alternativas donde se modelizan como puentes con tablero, pilas y áreas inefectivas.

La alternativa 2, que proyecta una pasarela utilizando la totalidad de las pilas existentes, es directamente comparable con la situación actual.

El resguardo mínimo para el periodo de retorno de 500 años es de 90 centímetros. En todas las alternativas, pueden discurrir bajo la pasarela con un resguardo mayor al indicado.

Tanto en las tablas como en los perfiles longitudinales, es posible apreciar que la zona afectada, se limita a los 300 metros anteriores a la ubicación de la pilas existentes.

Tomando como referencia el periodo de retorno de 500 años, así como el nivel de agua marcado por la situación actual (alternativa 0), la alternativa 1, empeora la inundabilidad del sector. El valor promedio de sobreelevación de la lámina es de 29 centímetros. El valor máximo es de 31 cm.

La comparación entre la situación original y la alternativa 2, es análoga, dado que son las mismas pilas y el tablero queda lejos de la lámina de agua, por lo que no hay interferencia. Las variaciones de 1 y 2 centímetros indicadas se deben a la propia tolerancia de cálculo del programa, las cuales se dan entre los RS 5509,117 a 5240,151. Si es significativa la diferencia sobre los propios perfiles del puente, RS 5169,64 y 5158,096. Donde la alternativa 2, reduce su calado en 20 y 12 centímetros respectivamente. Esto se debe a la diferencia de cálculo entre introducir las pilas como obstrucciones al flujo y como parte de un puente. Esto genera que el cálculo de la pérdidas de energía no sea idéntico y muestre esta variación acusada. Sin embargo, los comportamientos hacia aguas arriba y aguas abajo son idénticos en ambos casos.

La alternativa 3, es la que mayor mejora provoca en la altura de agua, dado que es la que posee menores obstrucciones en su sección, al eliminar 2 de las 6 pilas existentes. La reducción de calado es de 16 centímetros en promedio, siendo el valor máximo de 20 cm. Es la alternativa que cumple con todos los condicionantes impuestos en el Artículo 43 del Plan Hidrológico de la parte española de la DH del Cantábrico Oriental.

Por último, la alternativa 4, si bien el estribo de la margen izquierda queda mucho más próximo al límite que alcanza la inundación del periodo de 500 años, esta no interfiere en el flujo quedando exactamente igual que la alternativa 2. Si esta misma propuesta se realizase con la disposición de la alternativa 3, los resultados serían idénticos, logrando la misma reducción de calado.

Los resultados tienen la misma estructura para el caso del periodo de retorno de 100 años, con valores algo más reducidos.

APÉNDICE Nº 1

Planos

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE UNA PASARELA PEATONAL Y CICLABLE SOBRE EL RÍO KADAGUA EN ARBUIO (T.M. DE ALONSOTEGI)

ÍNDICE DE PLANOS

1.	SITUACIÓN	4.4.	ALTERNATIVA N°3. PASARELA DE MADERA CON 4 VANOS
2.	EMPLAZAMIENTO	4.4.1.	PLANTA GENERAL
3.	SITUACIÓN ACTUAL	4.4.2.	PLANTA DE DETALLE Y PERFIL LONGITUDINAL
3.1.	PLANTA GENERAL	4.4.3.	DETALLE VANO Y SECCIÓN TIPO
3.2.	PLANTA CON SUPERFICIES DE INUNDACIÓN	4.4.4.	PLANTA CON SUPERFICIES DE INUNDACIÓN
4.	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS		
4.1.	PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS		
4.2.	ALTERNATIVA N°1. PASARELA METÁLICA (SOLUCIÓN AYUNTAMIENTO 2010)		
4.2.1.	PLANTA GENERAL		
4.2.2.	PERFIL LONGITUDINAL		
4.3.	ALTERNATIVA N°2. PASARELA DE MADERA CON 7 VANOS		
4.3.1.	PLANTA GENERAL		
4.3.2.	PLANTA DE DETALLE Y PERFIL LONGITUDINAL		
4.3.3.	DETALLE VANO Y SECCIÓN TIPO		
4.3.4.	RAMPA DE ACCESO		
4.3.5.	PLANTA PROCESO CONSTRUCTIVO		

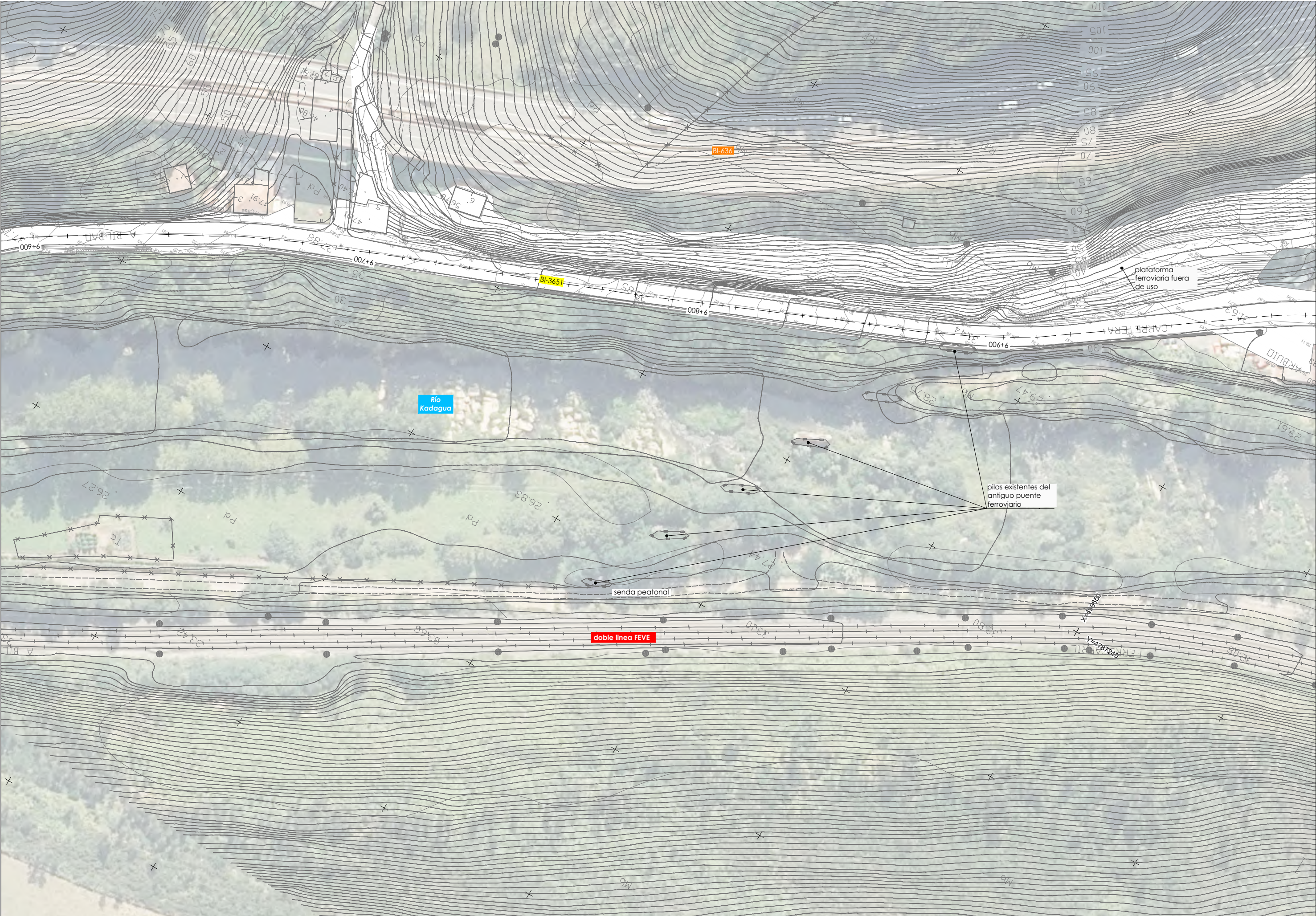
P:\Proyectos\ivos\1\X00000155\X0000155\X000000000102_Vigentes\03_Alternativas_Pasarela\02_Planos\01_SITUACION\01\01SITU.dwg



P:\Proyectos\ivos\1\X00000155\X000015500000010\02_Vigentes\03_Alternativas_Pasarela\02_Planos\02_EMPLAZAMIENTO\02\01EMPLA.dwg



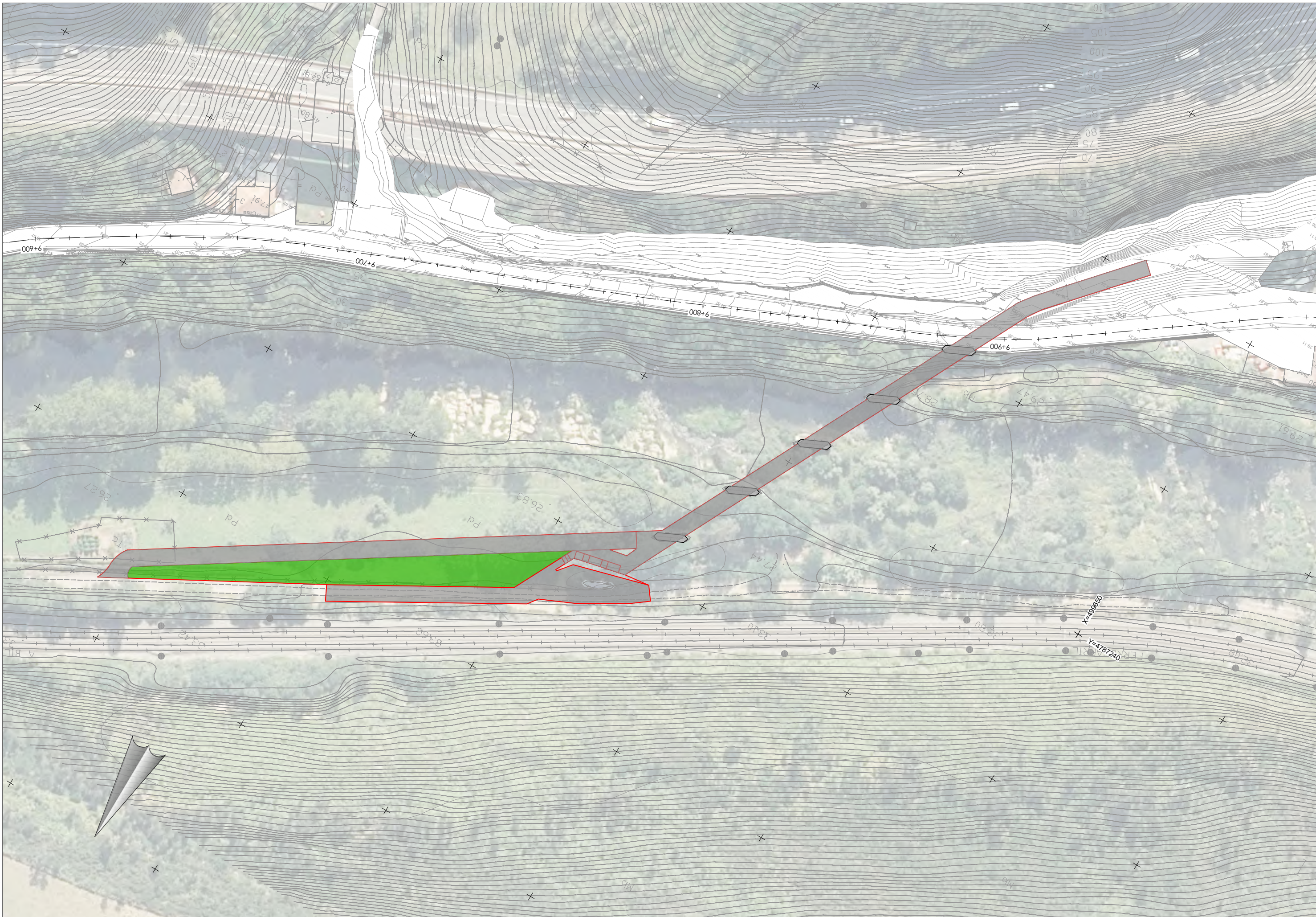
P:\Proyectos\ivos\1\X00000155\X0000155000000010\02 Vigentes\03_Altativas_Pasarela\02_Planos\03_SITUACION ACTUAL\03\01PGAC.dwg

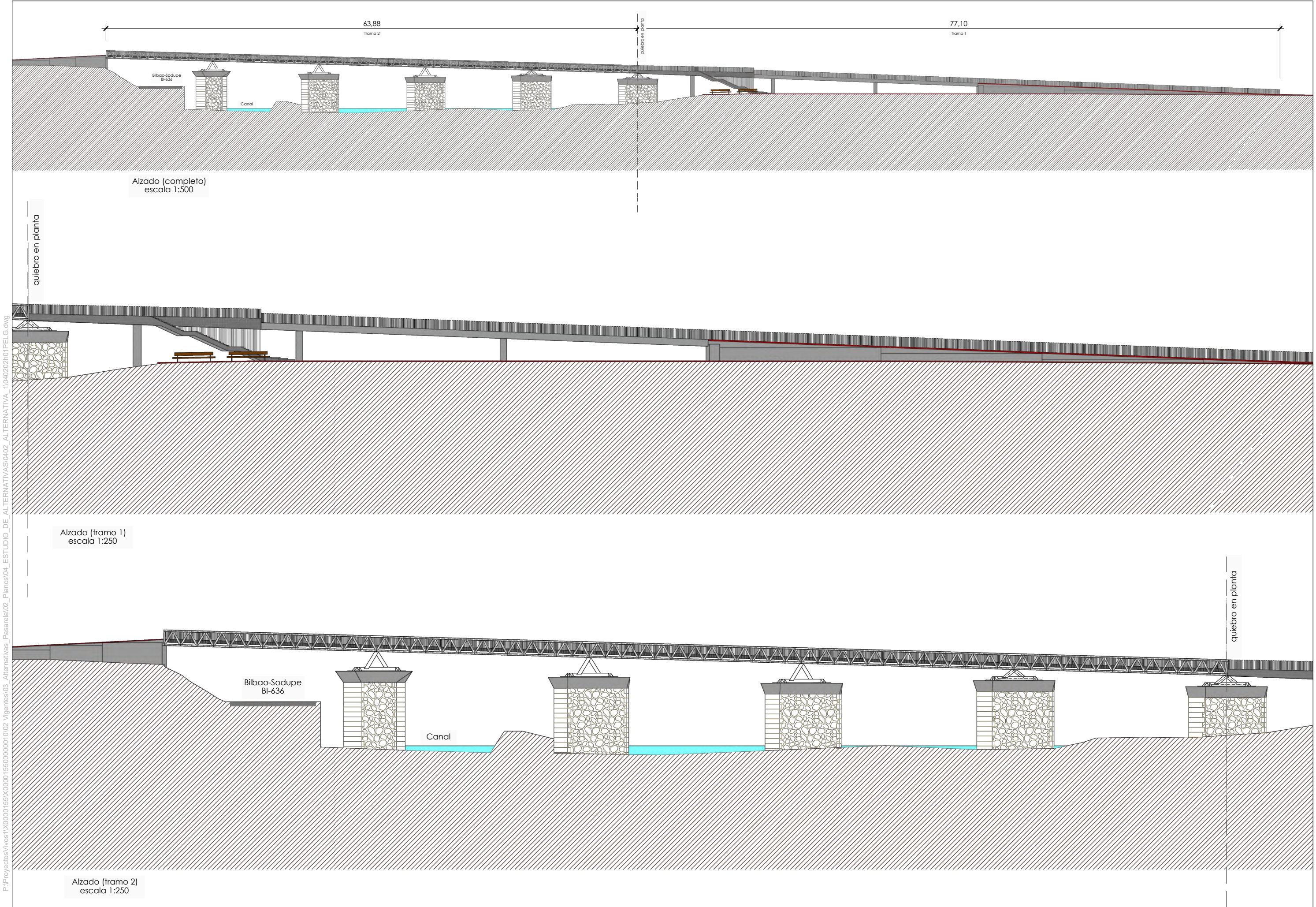


P:\Proyectos\Vivas\1\X00000155\X000015500000010\02 Vigentes\03_Alternativas_Pasarela\02_Planos\04_ESTUDIO_DE_ALTERNATIVAS\040101PRES.dwg



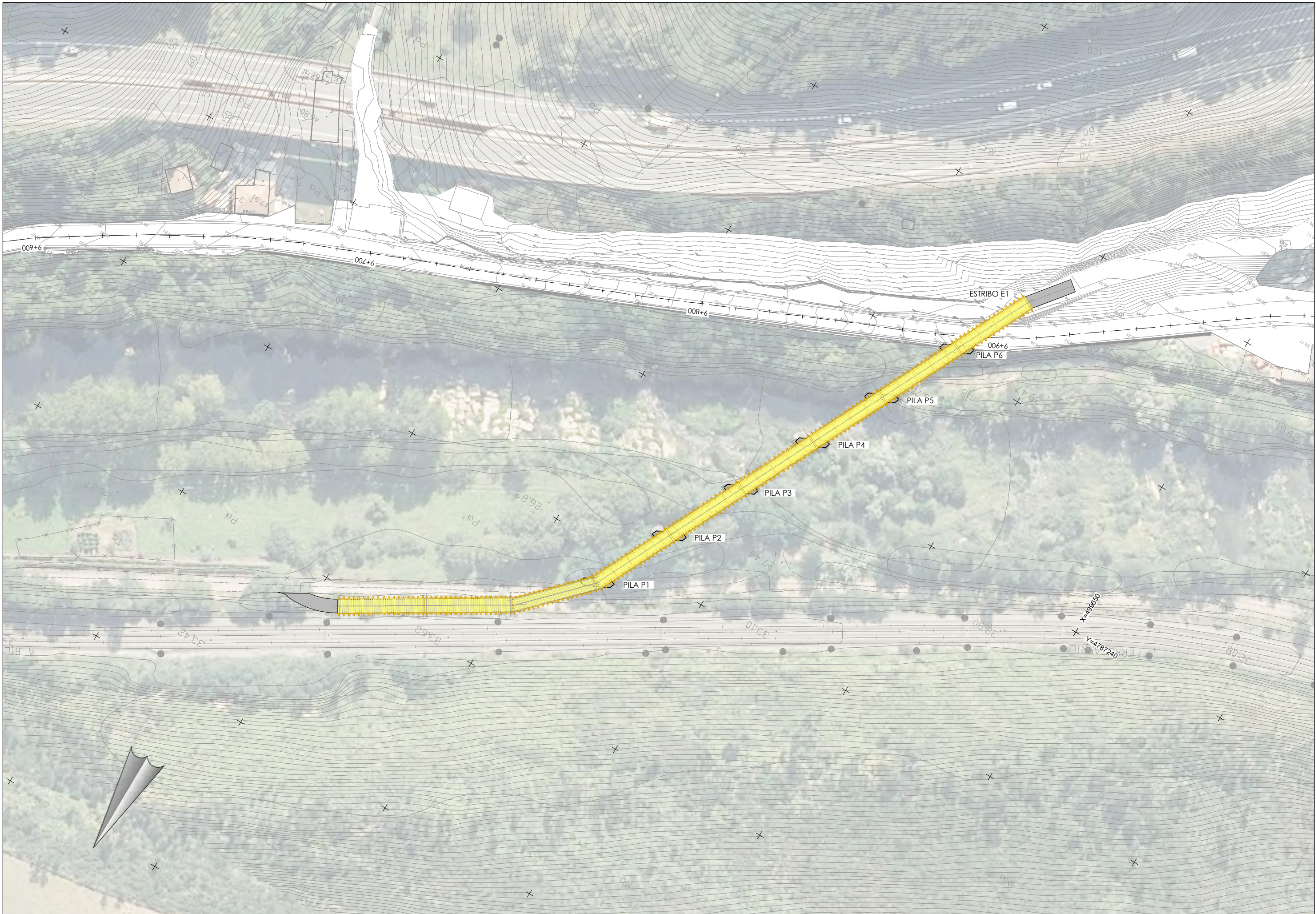
P:\Proyectos\ivos\1\X00000155\X000015500000001002\Vigentes\03_Altativas_Pasarela\02_Planos\04_ESTUDIO_DE_ALTERNATIVAS\0402_ALTERNATIVA_1\040201h01\PLCN.dwg



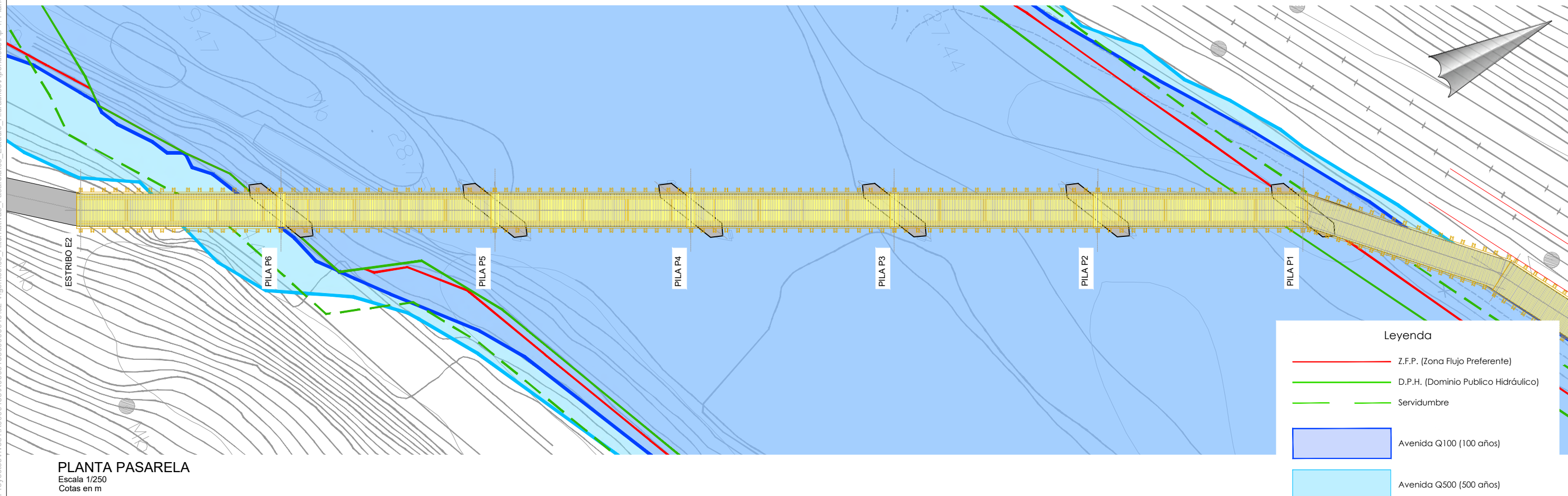
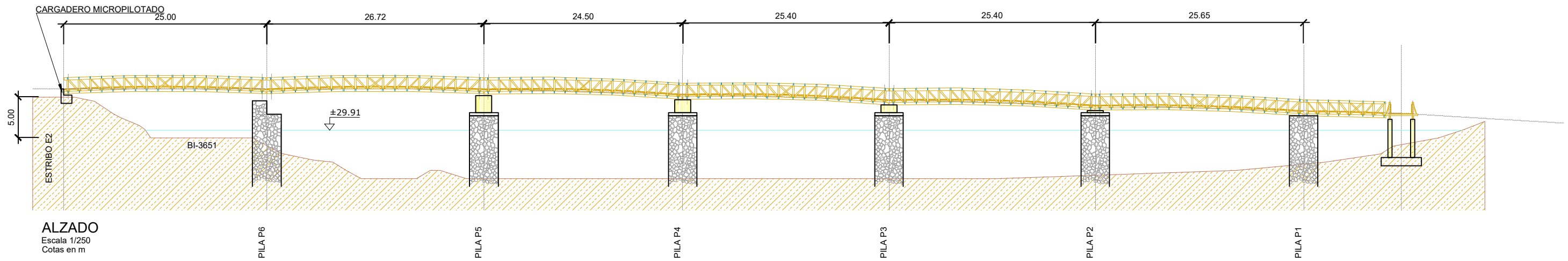


P:\Proyectos\Iviva\1\X00000156\X000015600000010\02 Vigentes\03 Alternativas_Pasarela\02 Planos\04_ESTUDIO_DE_ALTERNATIVAS\0402_ALTERNATIVA_1\040202\01 PEL G.dwg

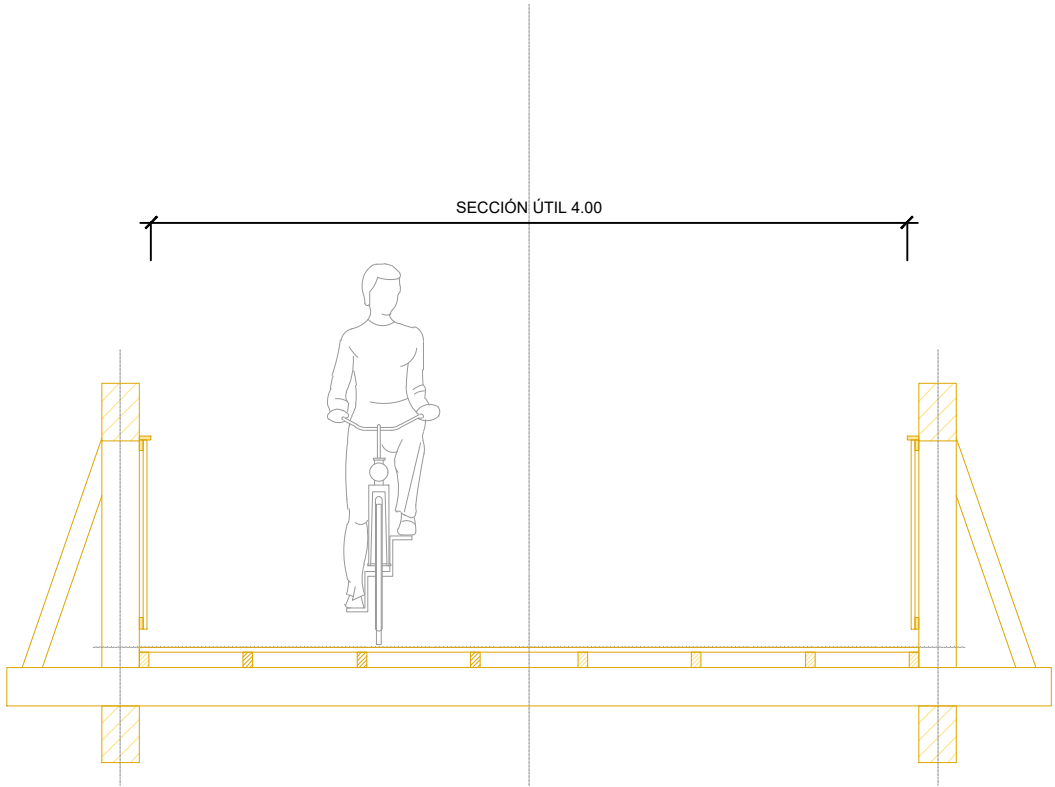
P:\ProyectosVivos\1\X00000155\X000015500000010\02 Vigentes\03_Altativas_Pasarela\03_Estudio_Hidraulico\Aprendices\Ap 1_Planos\04_ESTUDIO_DE_ALTERNATIVAS\0403_ALTERNATIVA_2040301\01\PLCN.dwg



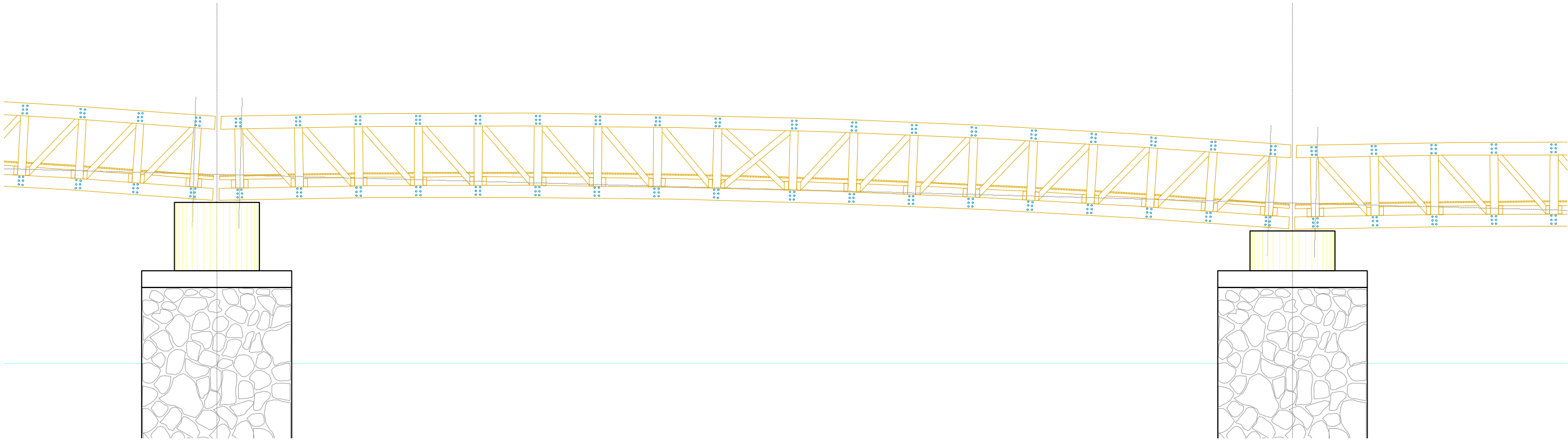
P:\ProyectosVivos\1\X00000155\X0000155\000000010\02 Vigentes\03 Alternativas_Pasarela\03_Estudio_Hidraulico\Apendices\Ap 1 Planos\04_ESTUDIO_DE_ALTERNATIVAS\0403_ALTERNATIVA_2\040302\h01LPST.dwg



P:\Proyectos\Vivos\1\X0000-155\X000015500000010\02 Vigentes\03 Alternativas_Pasarela\03_Estudio_Hidraulico\Apendices\Ap 1 Planos\04_ESTUDIO_DE_ALTERNATIVAS\0403_ALTERNATIVA_2\040303h01LPST.dwg



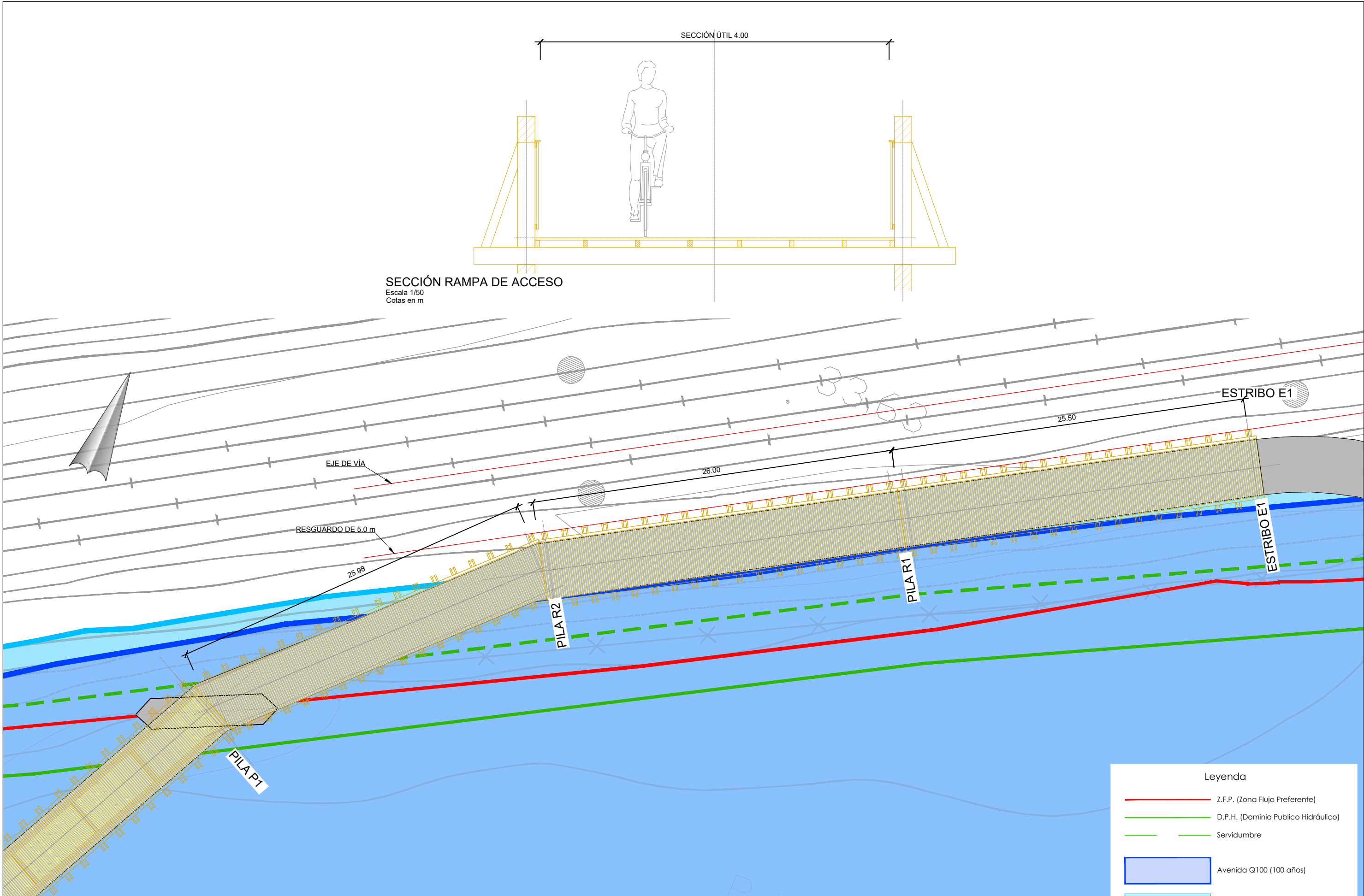
SECCIÓN TRANSVERSAL
Escala 1/50
Cotas en m



DETALLE VANO TIPO
Escala 1/50
Cotas en m

PILA P1

P:\ProyectosVivos\1\X0000155\X0000155\00000010\02 Vigentes\03 Alternativas_Pasarela\03_Estudio_Hidraulico\Apendices\Ap 1_Planos\04_ESTUDIO_DE_ALTERNATIVAS\0403_ALTERNATIVA_2040304h01LPST.dwg



PLANTA PASARELA
Escala 1/250
Cotas en m

Leyenda

Z.F.P. (Zona Flujo Preferente)

D.P.H. (Dominio Publico Hidráulico)

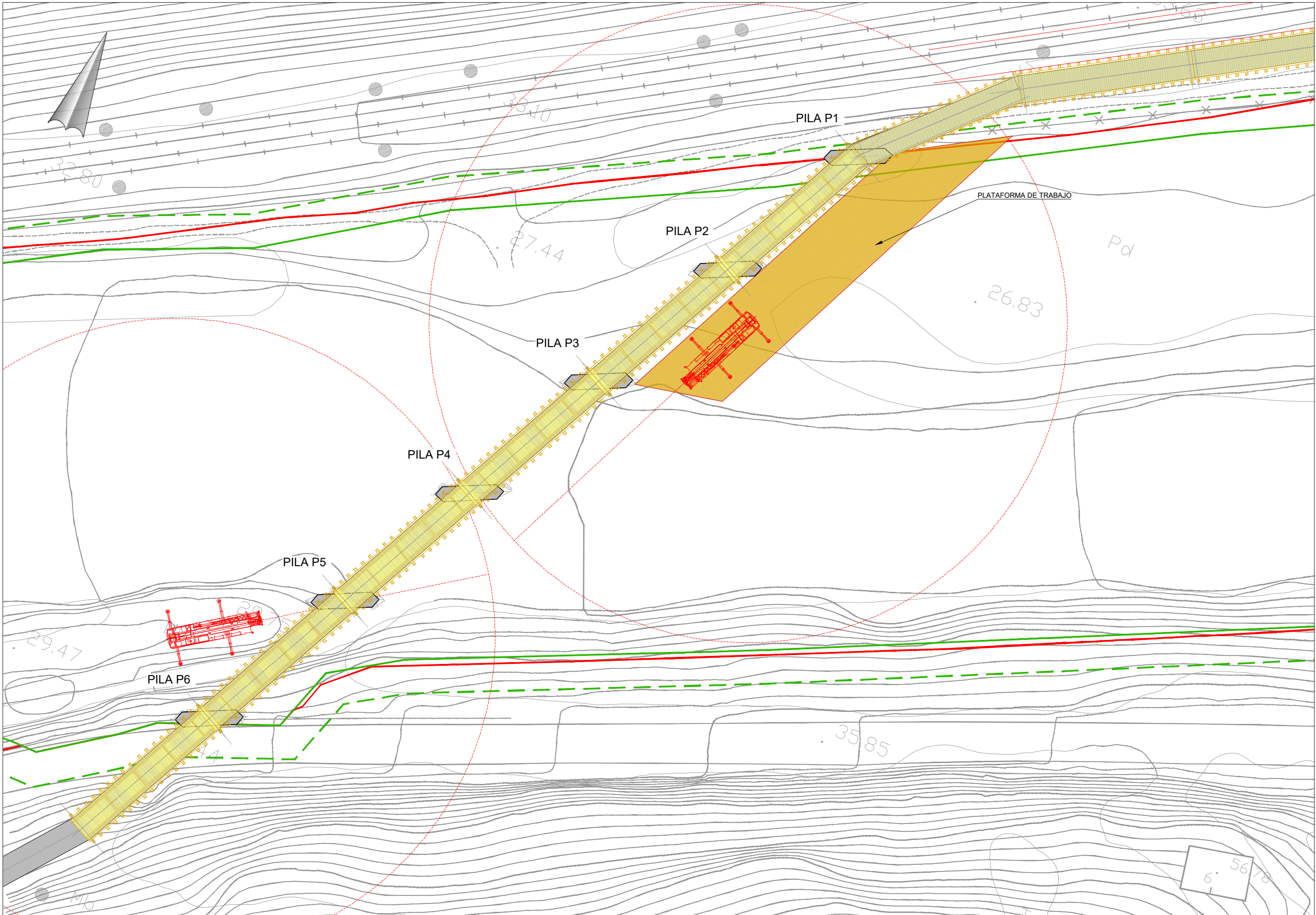
Servidumbre

Avenida Q100 (100 años)

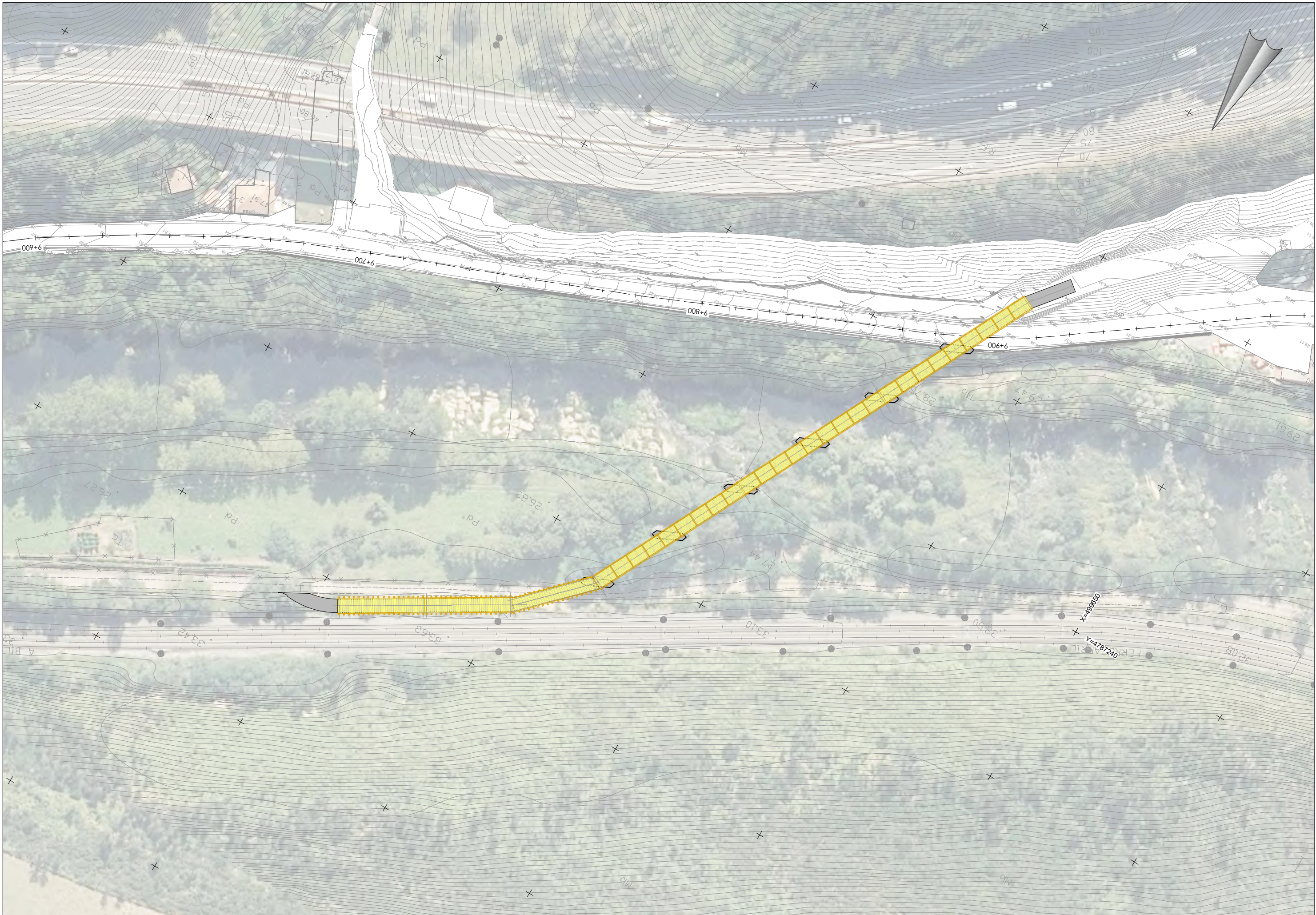
Avenida Q500 (500 años)

PILA

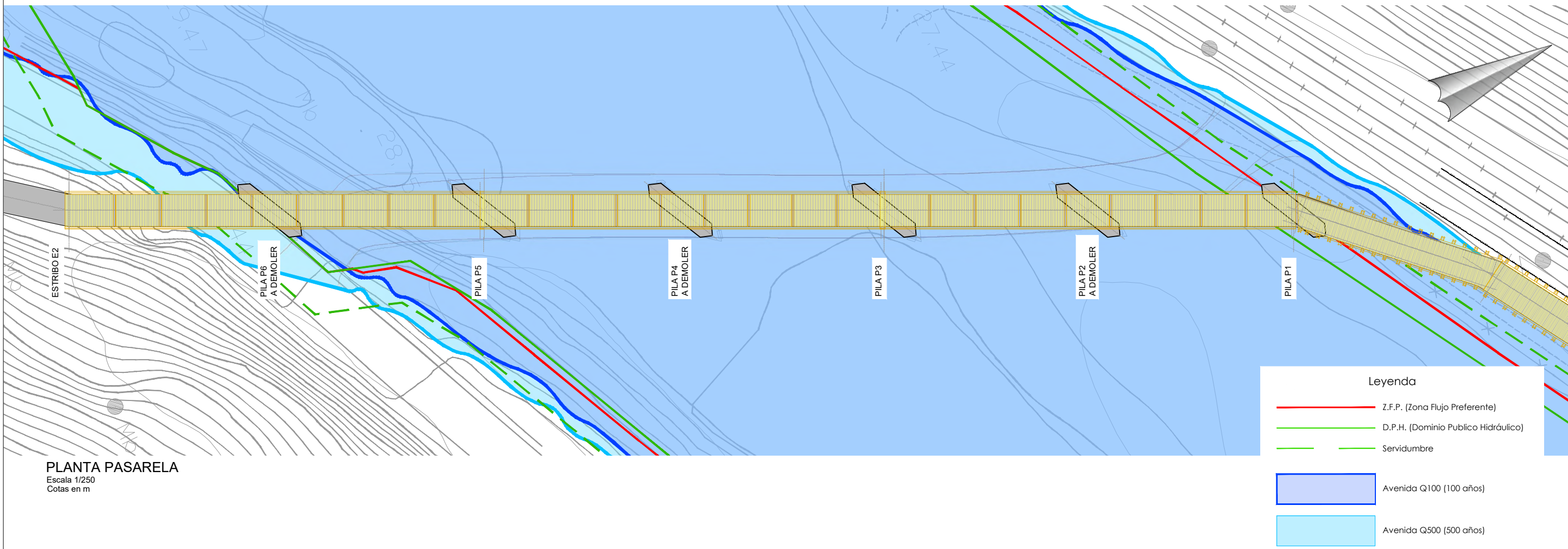
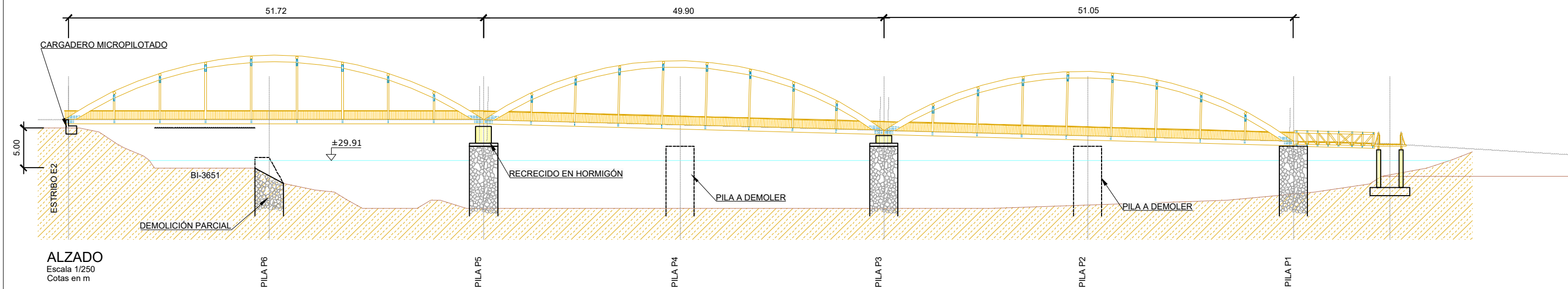
P:\ProyectosVivos\1\X00000155\X000015500000010\02 Vigentes\03 Alternativas_Pasarela\03_Estudio_Hidraulico\Apndices\Ap 1 Planos\04_ESTUDIO_DE_ALTERNATIVAS\0403_ALTERNATIVA_2040305\01LPST.dwg



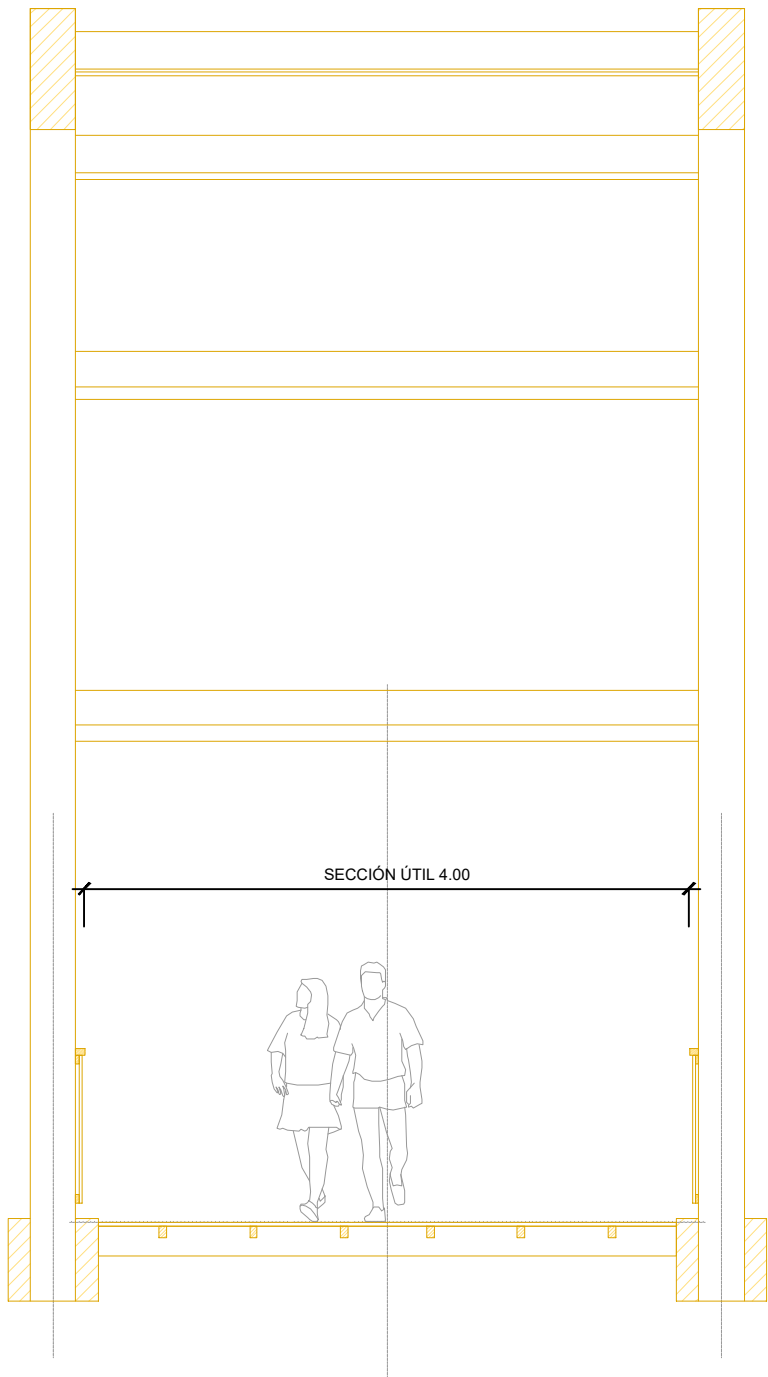
P:\ProyectosVivos\1\X00000155\X000015500000010\02 Vigentes\03_Altativas_Pasarela\03_Estudio_Hidraulico\Apendices\Ap 1_Planos\04_ESTUDIO_DE_ALTERNATIVAS\0404_ALTERNATIVA_3\040401\01\PLCN.dwg



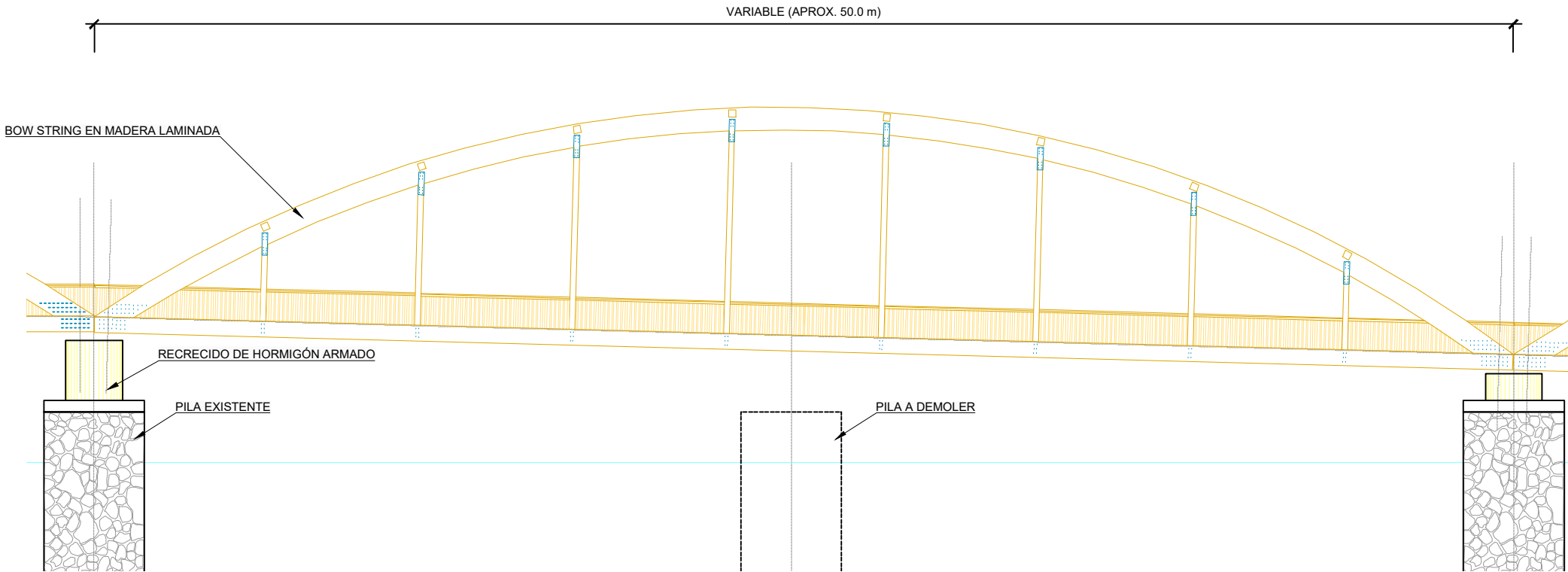
P:\Proyectos\Vivos\1\X00000155\X000015500000010\02 Vigentes\03 Alternativas_Pasarela\03_Estudio_Hidraulico\Apendices\Ap 1 Planos\04_ESTUDIO_DE_ALTERNATIVAS\0404_ALTERNATIVA_3\040402\h01LPST.dwg



P:\ProyectosVivos\1\X0000155\X000015500000010\02 Vigentes\03 Alternativas_Pasarela\03_Estudio_Hidraulico\Apendices\Ap 1. Planos\04_ESTUDIO_DE_ALTERNATIVAS\0404_ALTERNATIVA_3\040403h01LPST.dwg

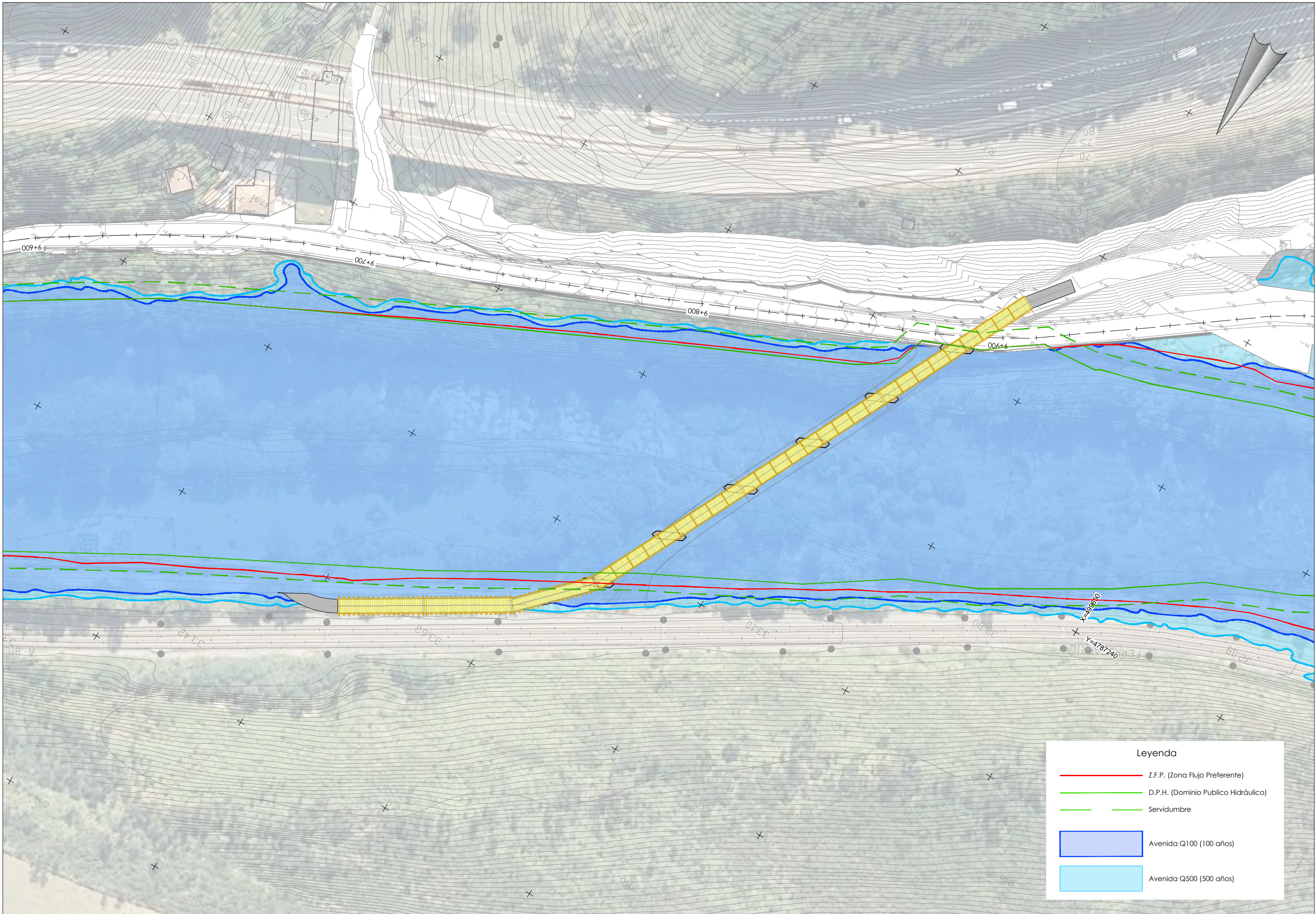


SECCIÓN TRANSVERSAL
Escala 1/100
Cotas en m



DETALLE VANO TIPO
Escala 1/100
Cotas en m

P:\ProyectosVivos\1\X00000155\X0000155\X000000010\02 Vigentes\03_Altativas_Pasarela\03_Estudio_Hidraulico\Apendices\Ap 1_Planos\04_ESTUDIO_DE_ALTERNATIVAS\0404_ALTERNATIVA_3\04040401\PLSI.dwg

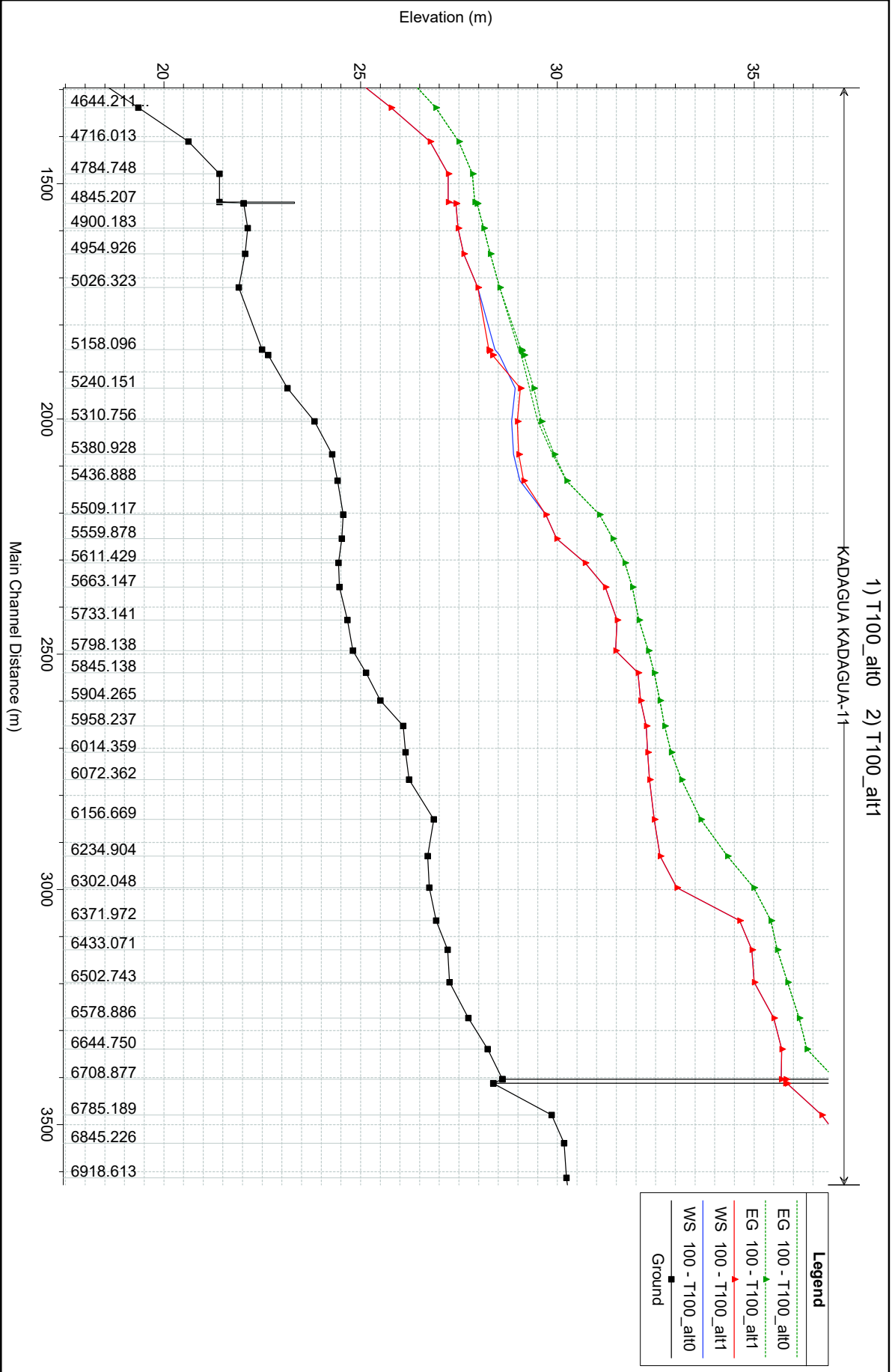
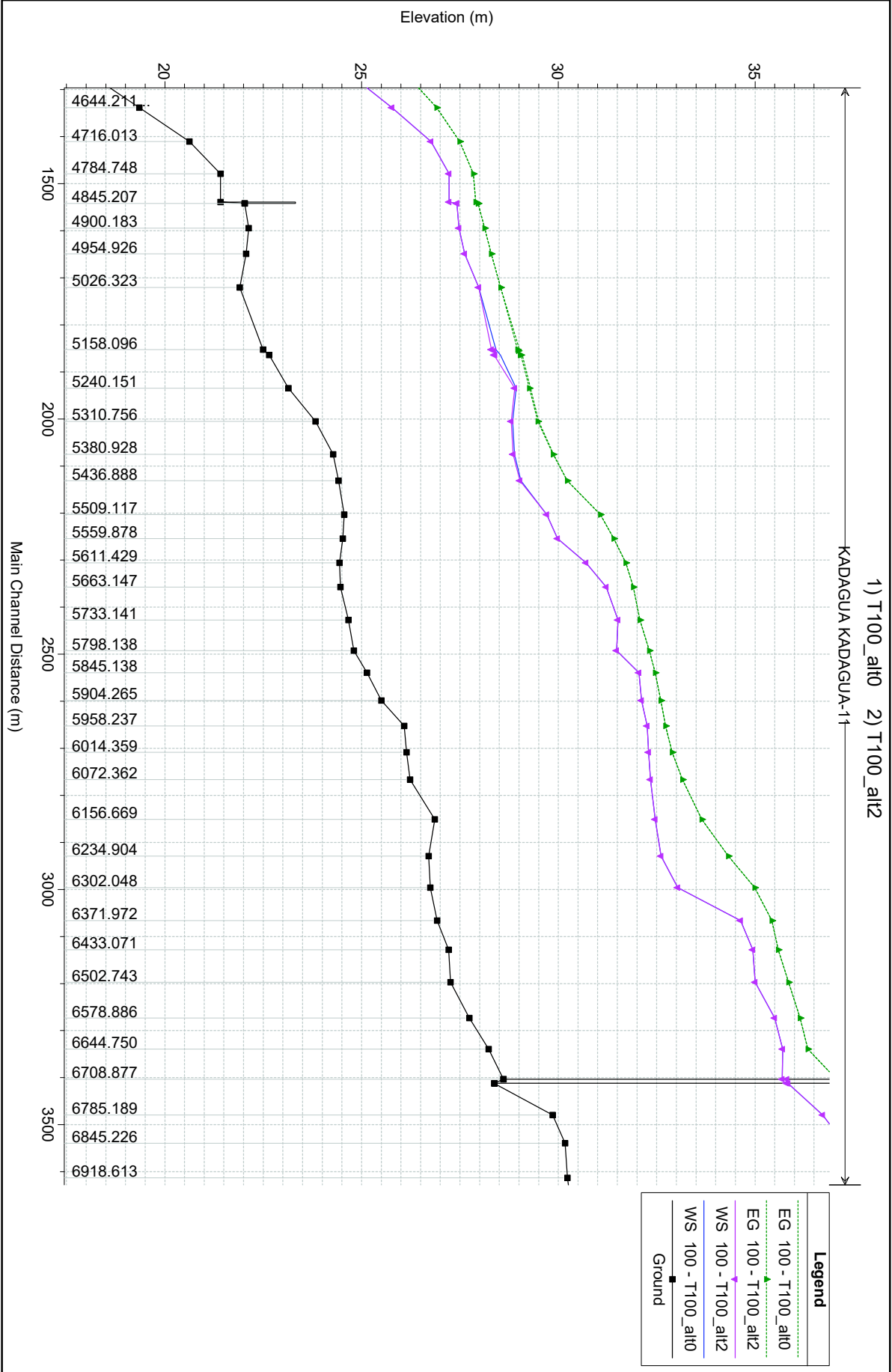


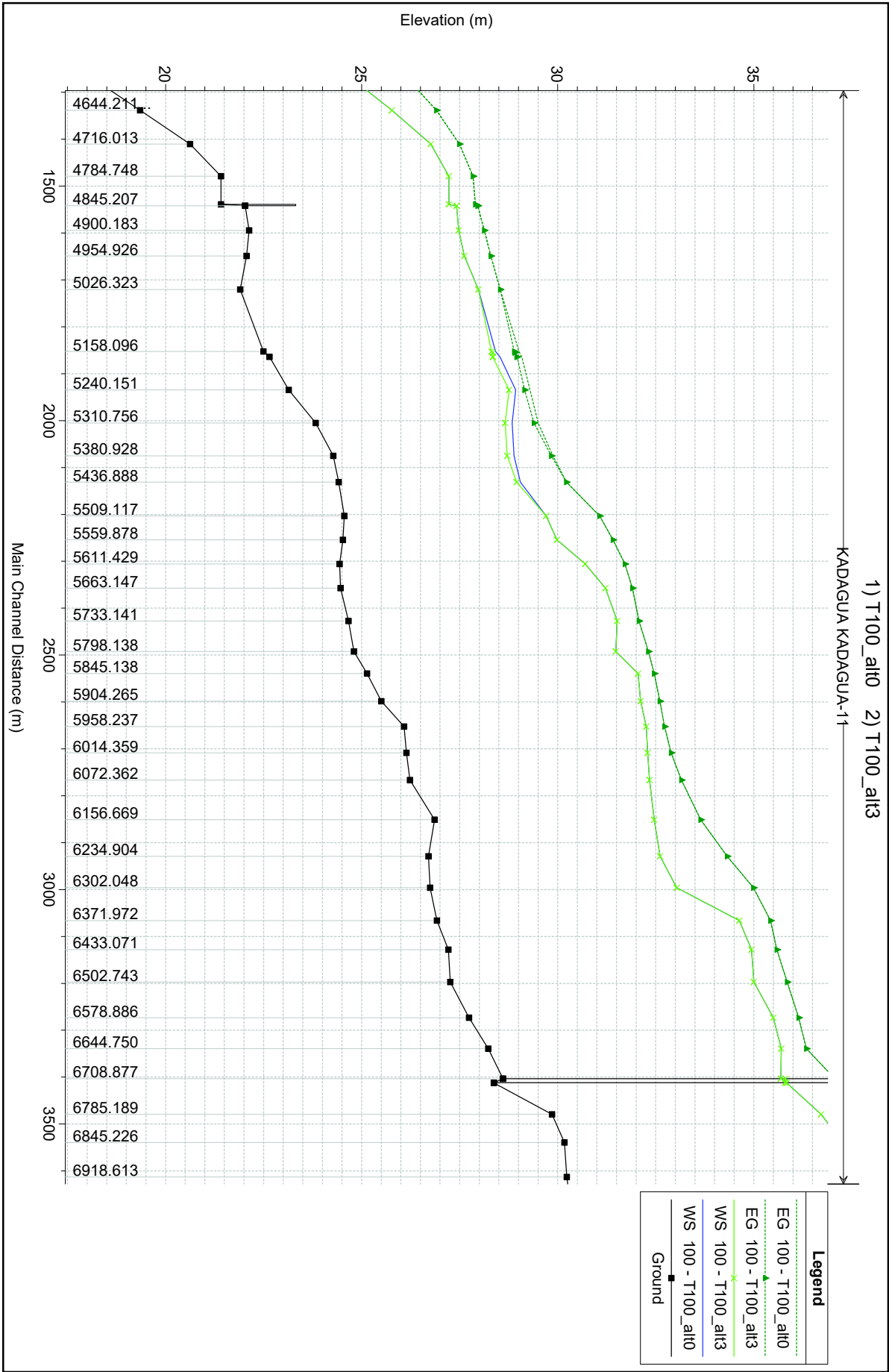
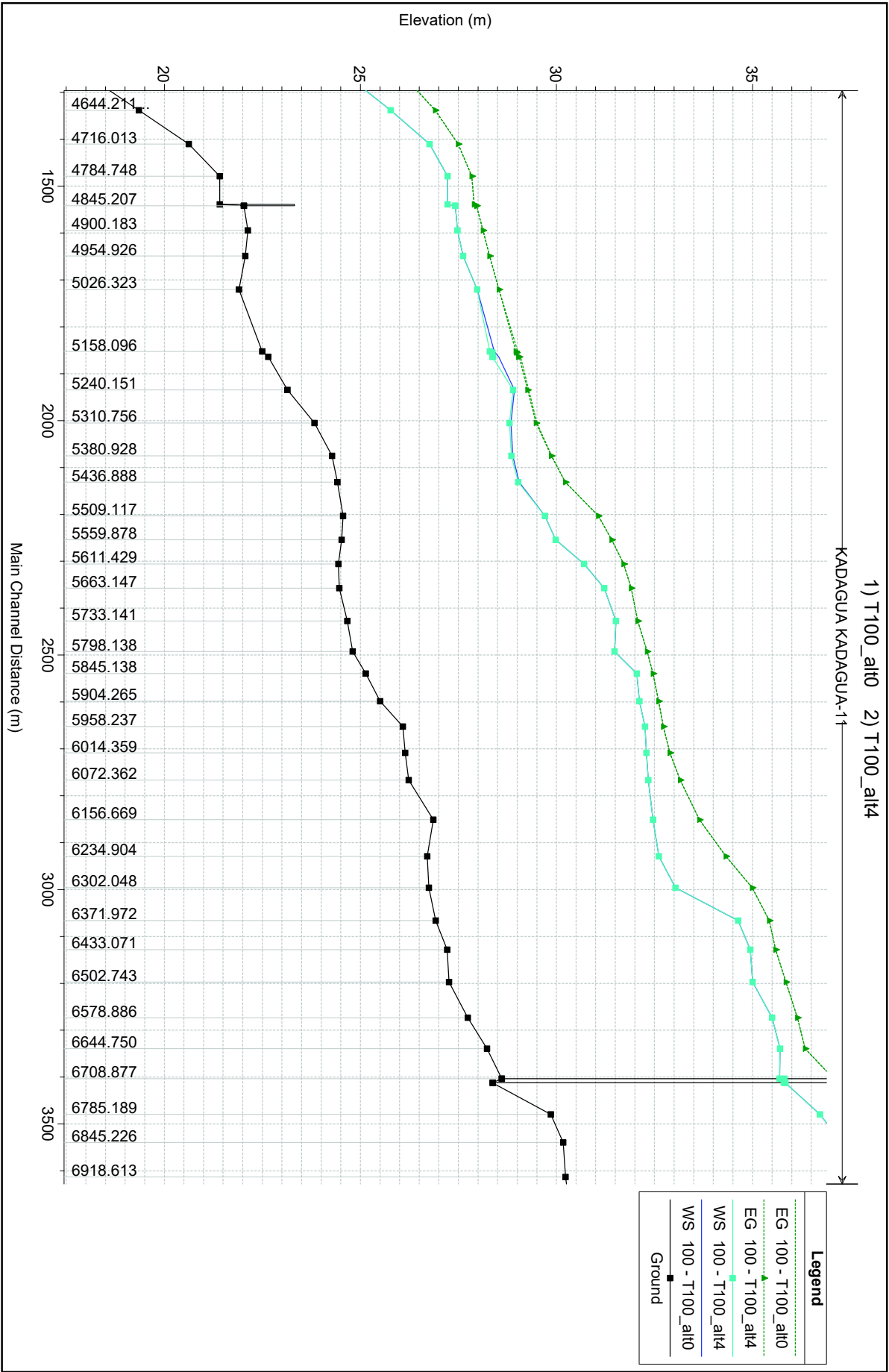
Leyenda

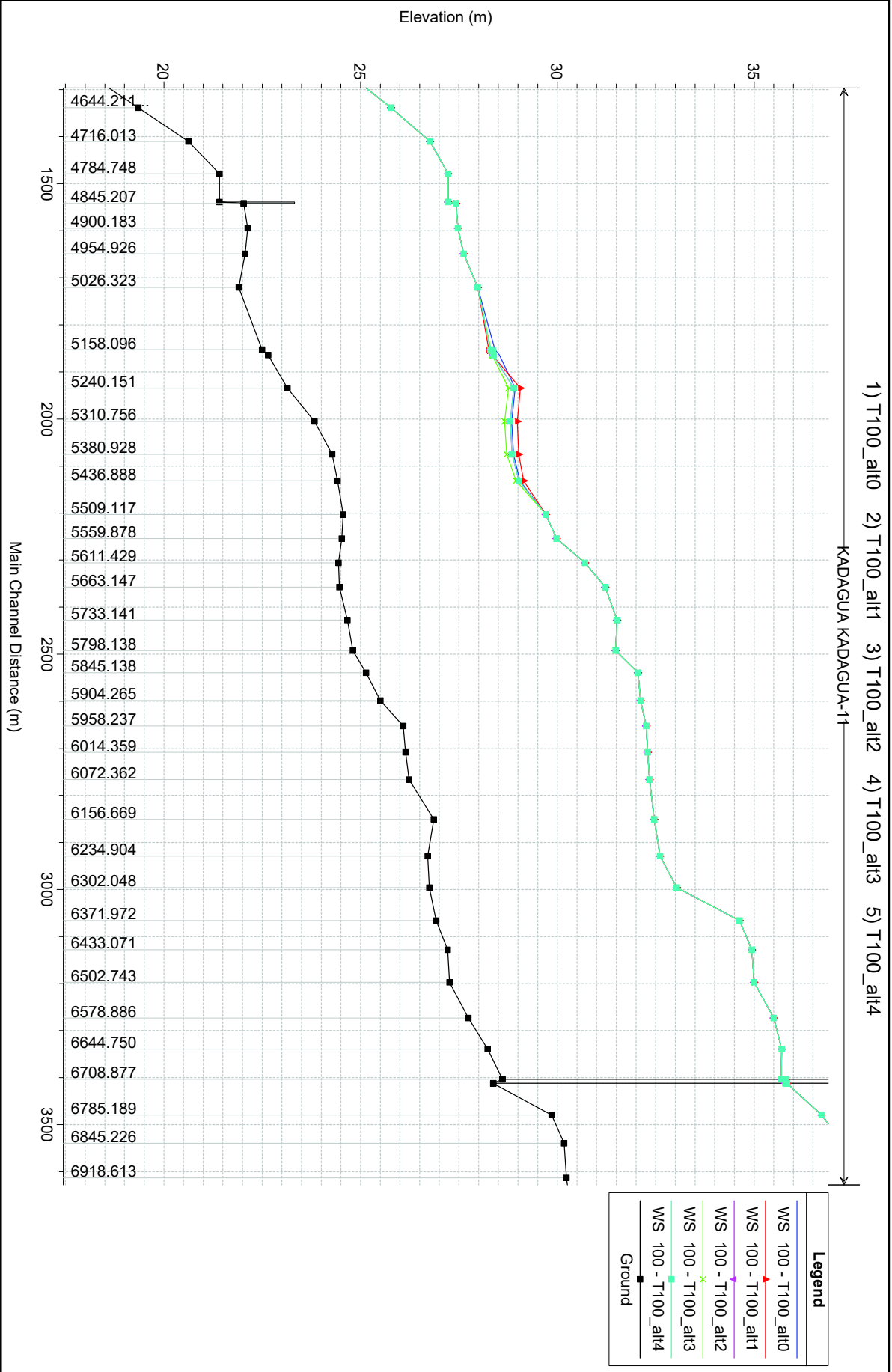
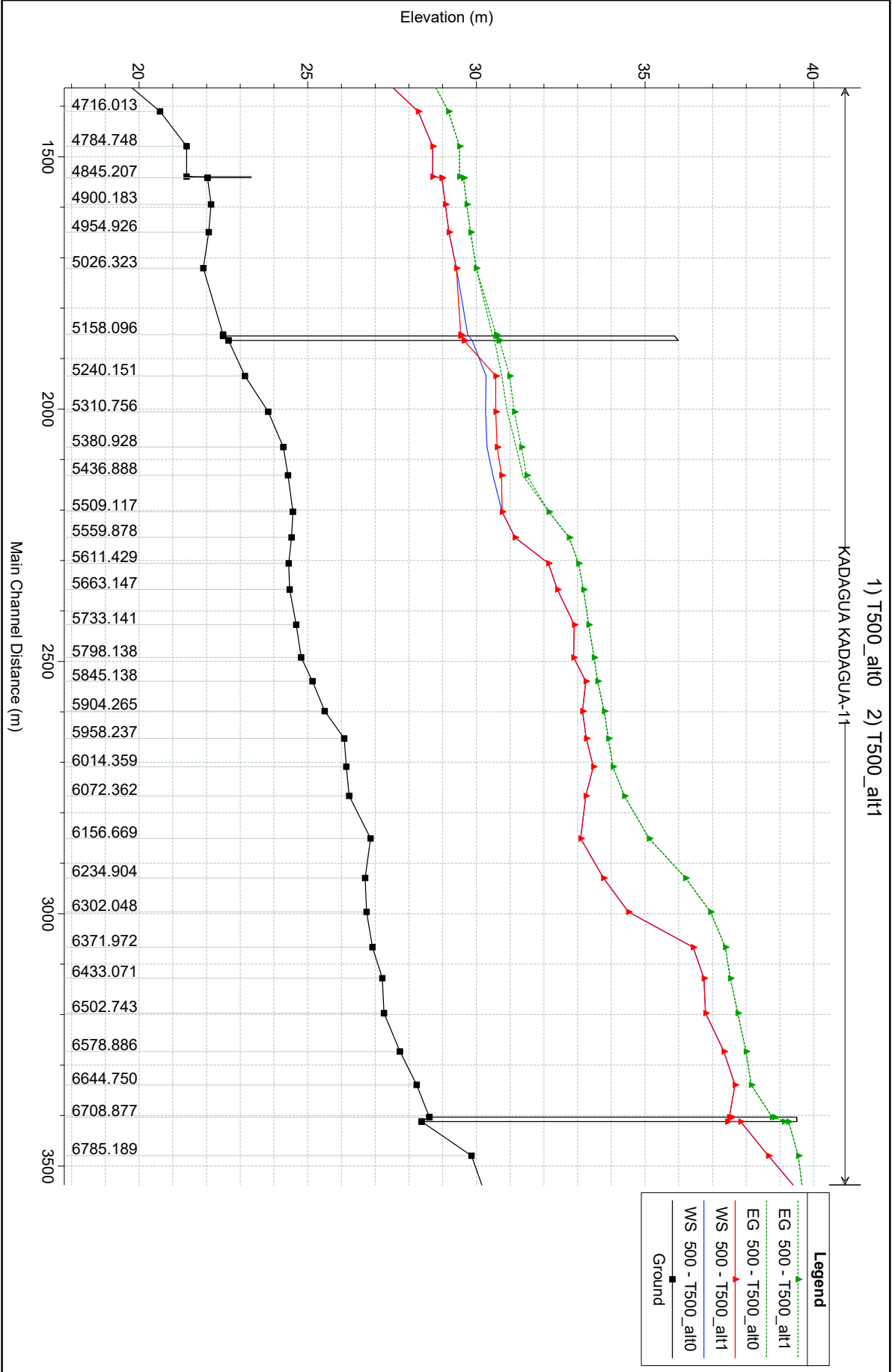
- Z.F.P. (Zona Flujo Preferente)
- D.P.H. (Dominio Publico Hidráulico)
- Servidumbre
- Avenida Q100 (100 años)
- Avenida Q500 (500 años)

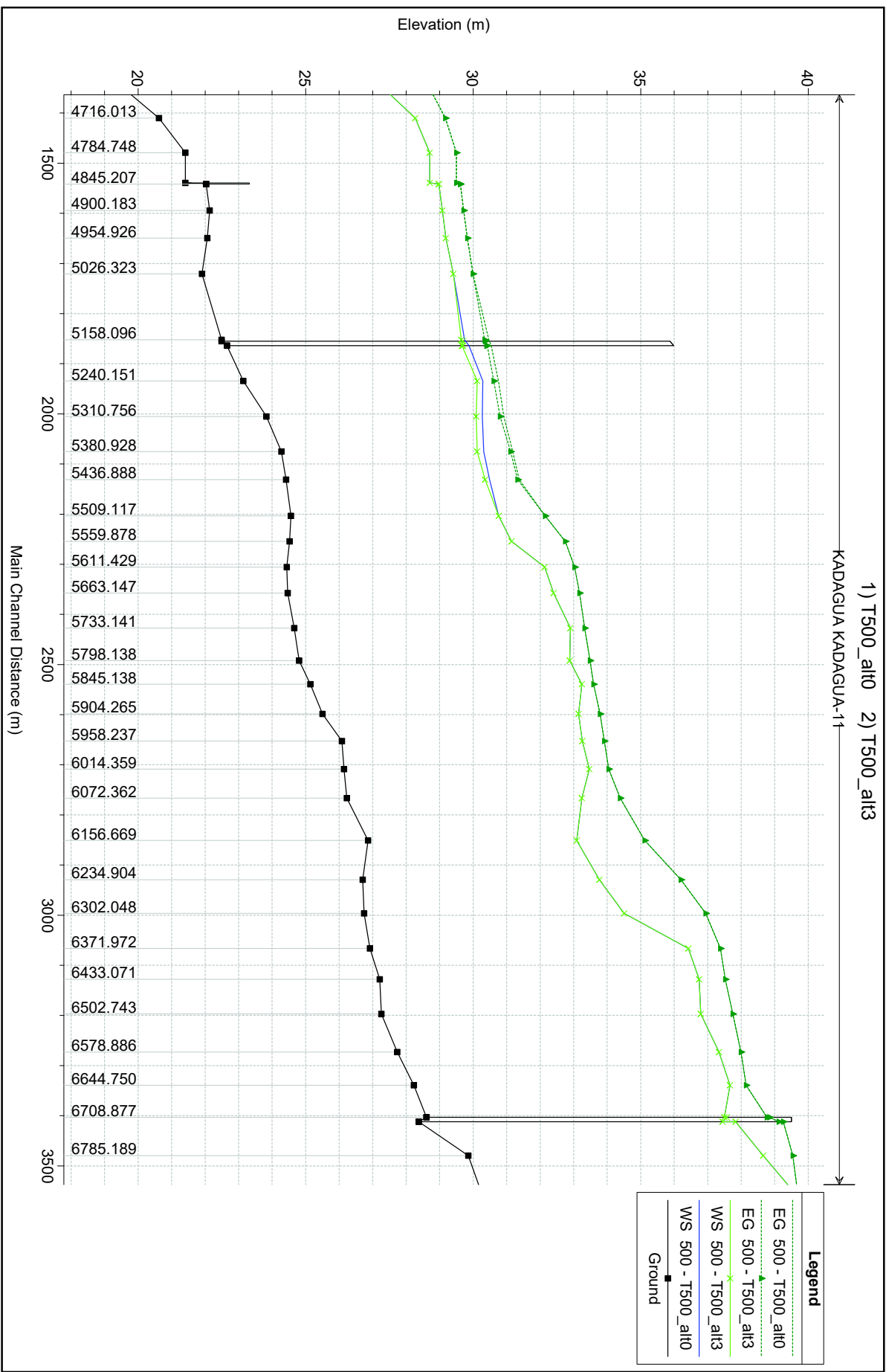
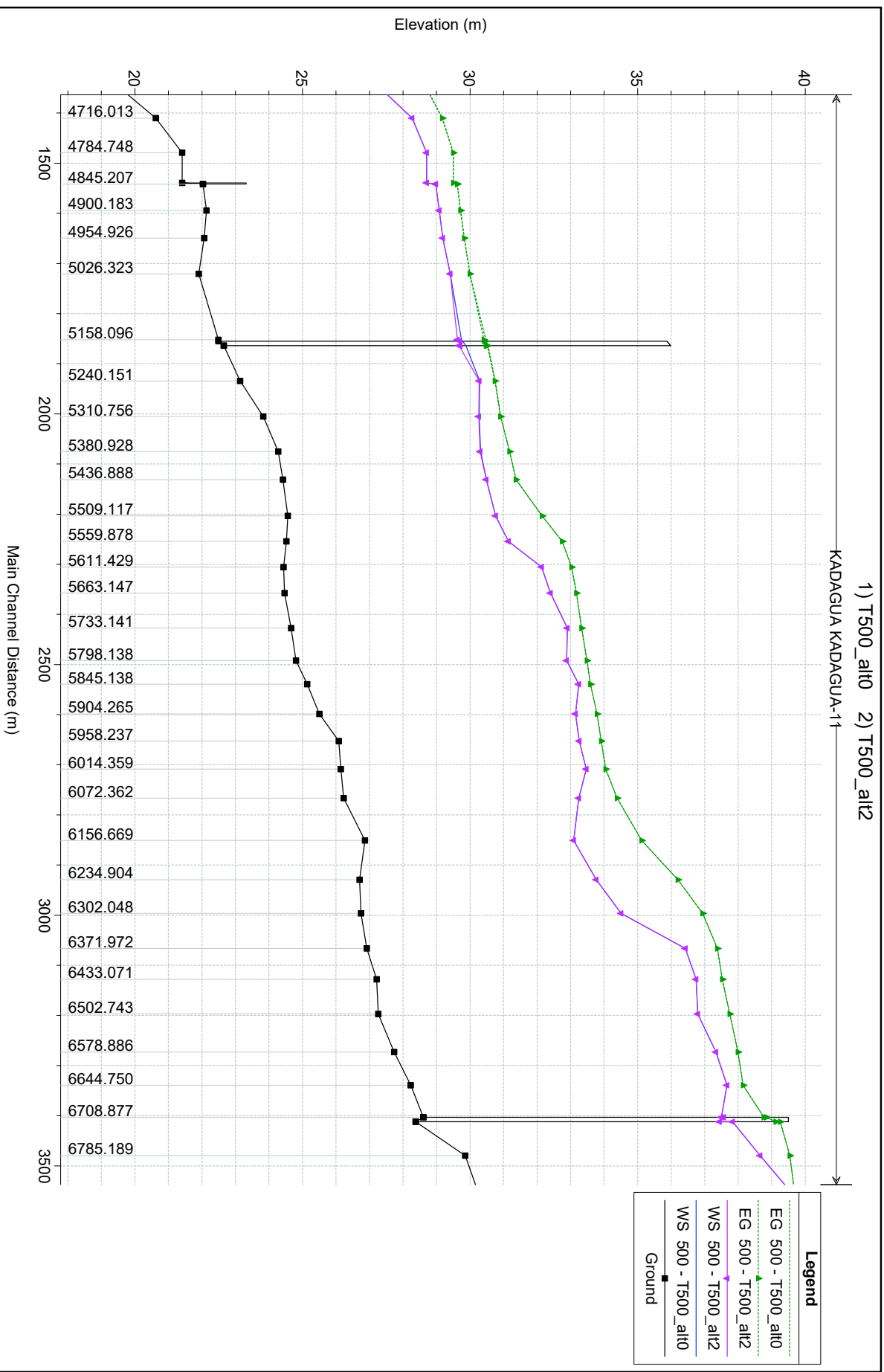
APÉNDICE Nº 2

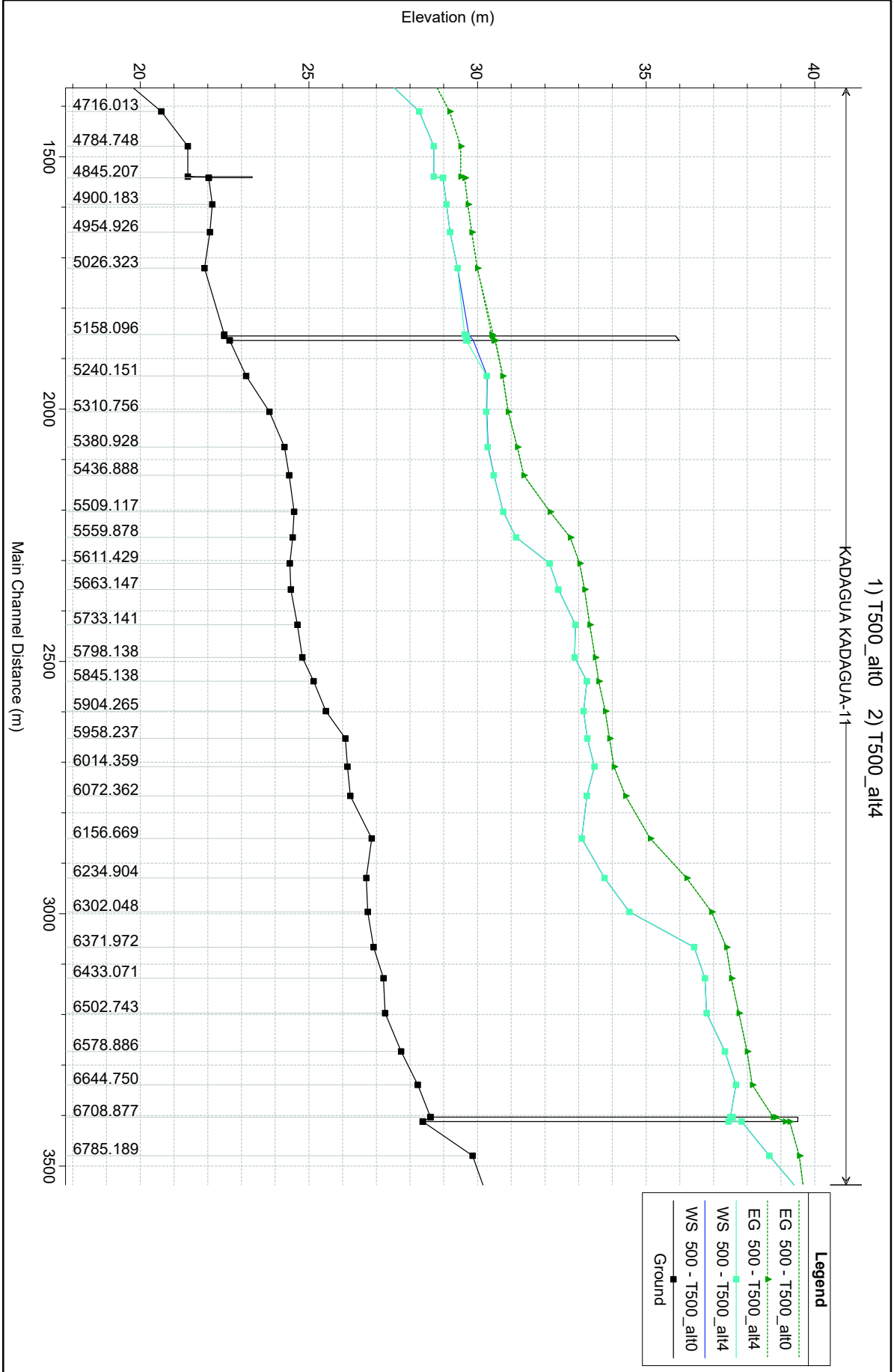
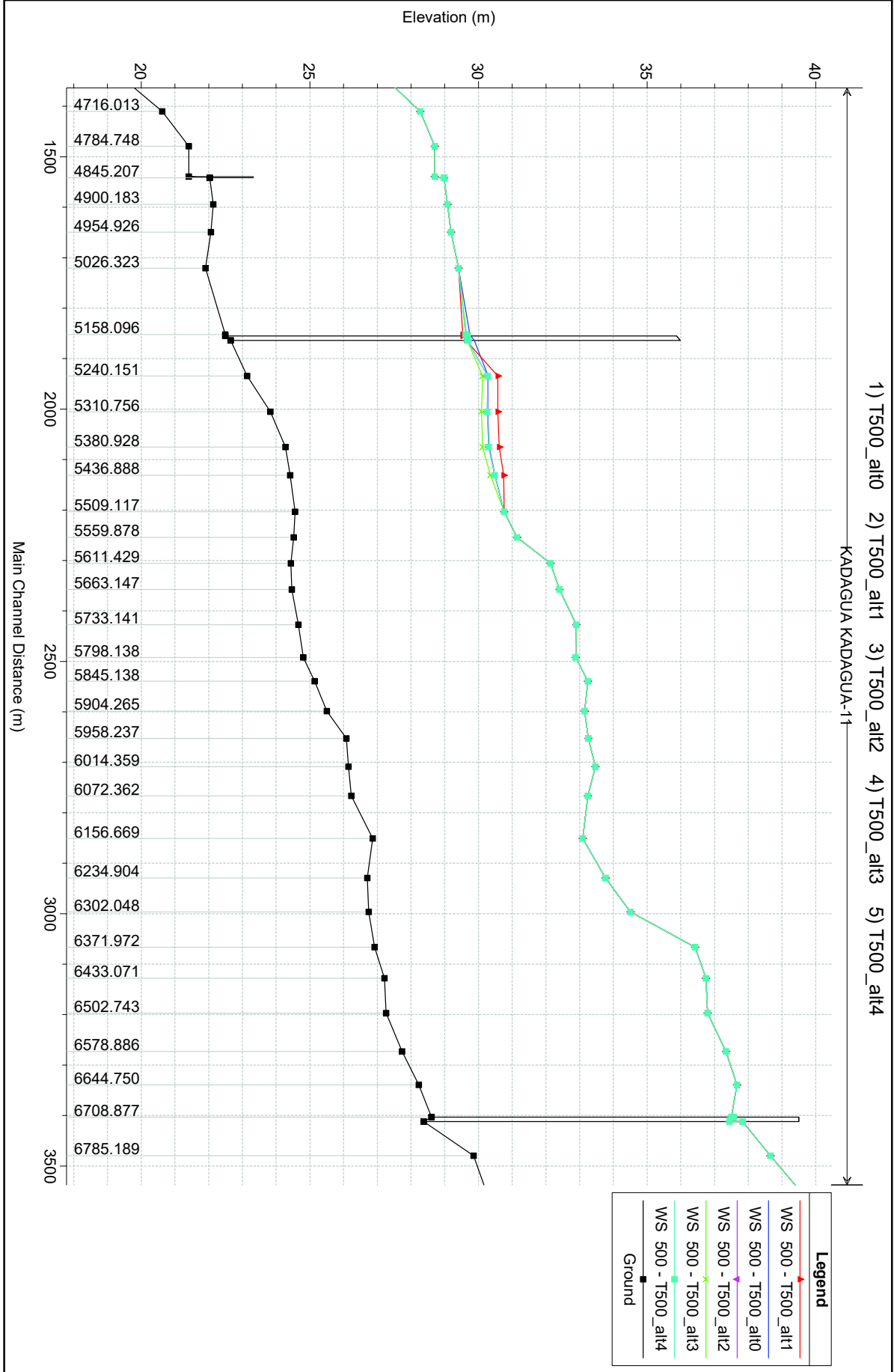
Perfiles longitudinales





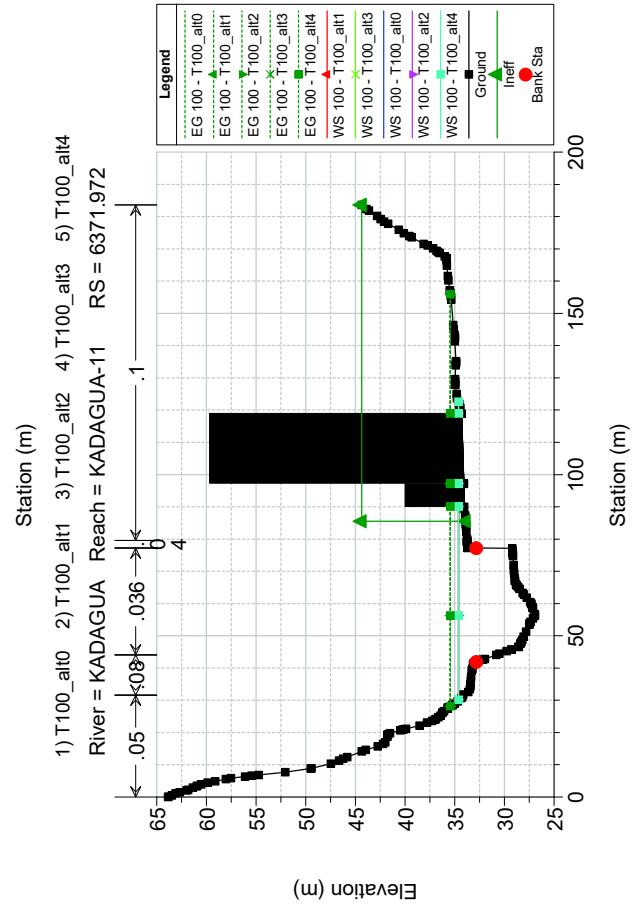
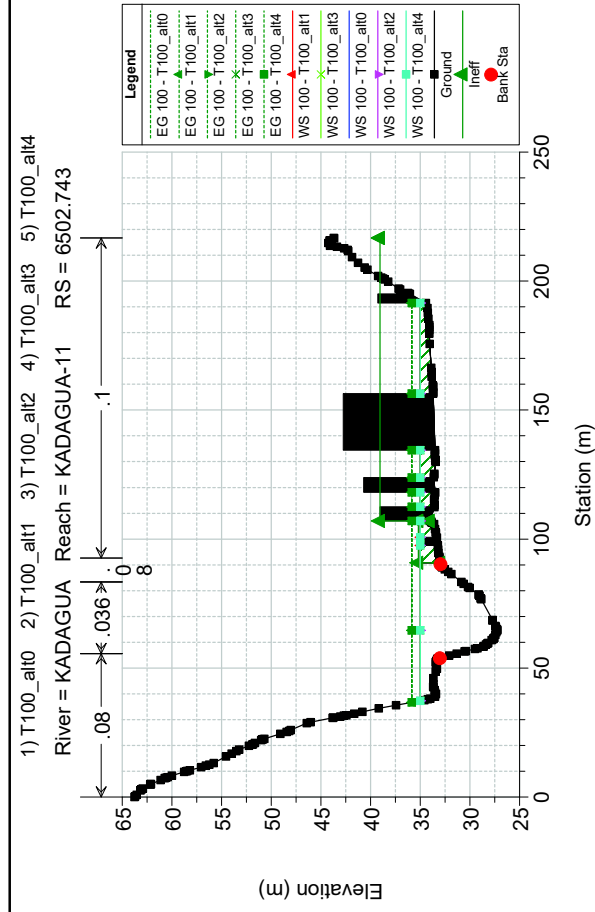
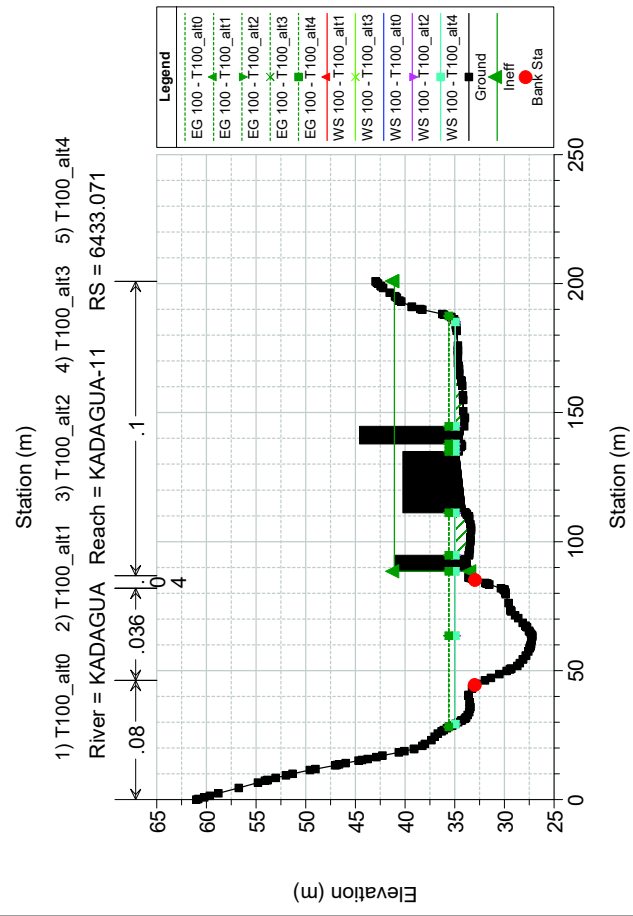
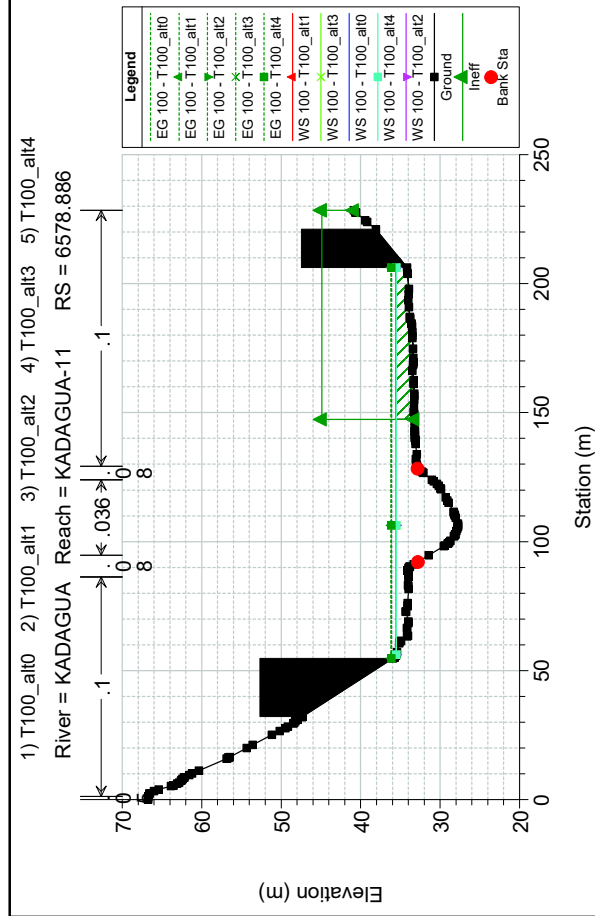
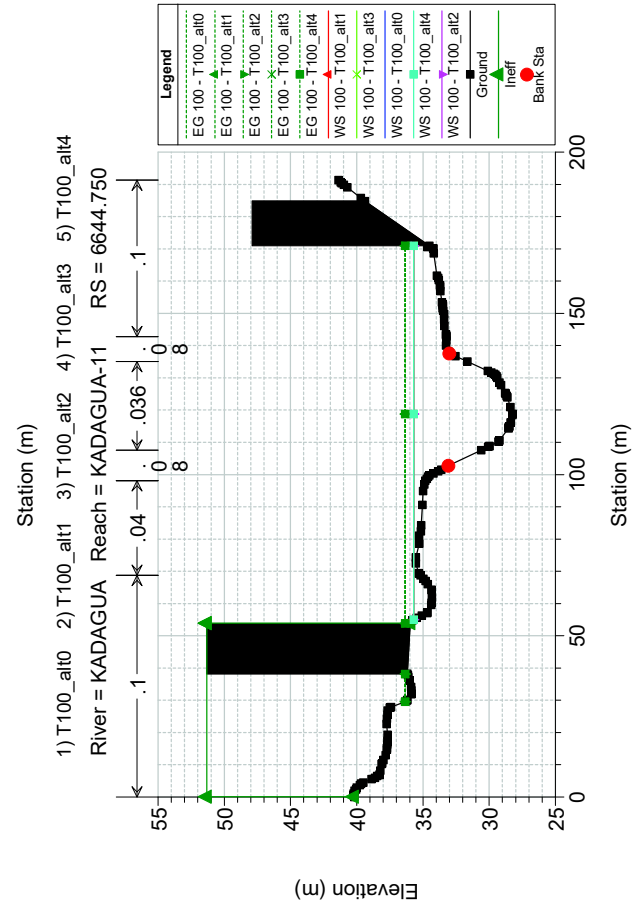
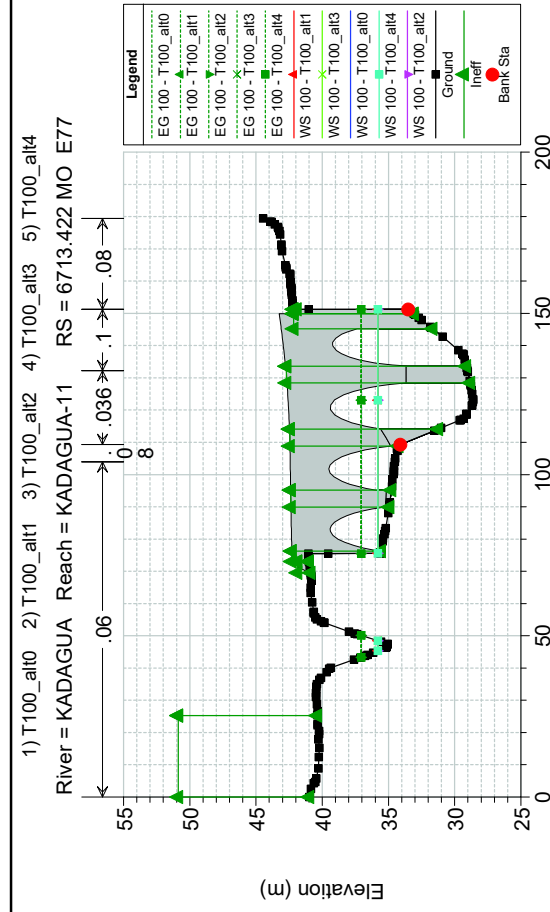
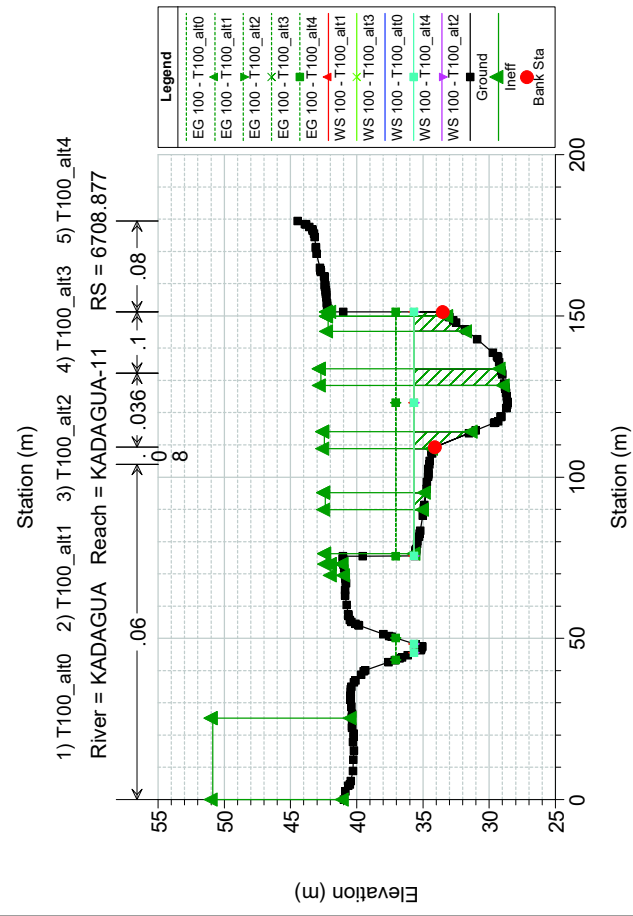
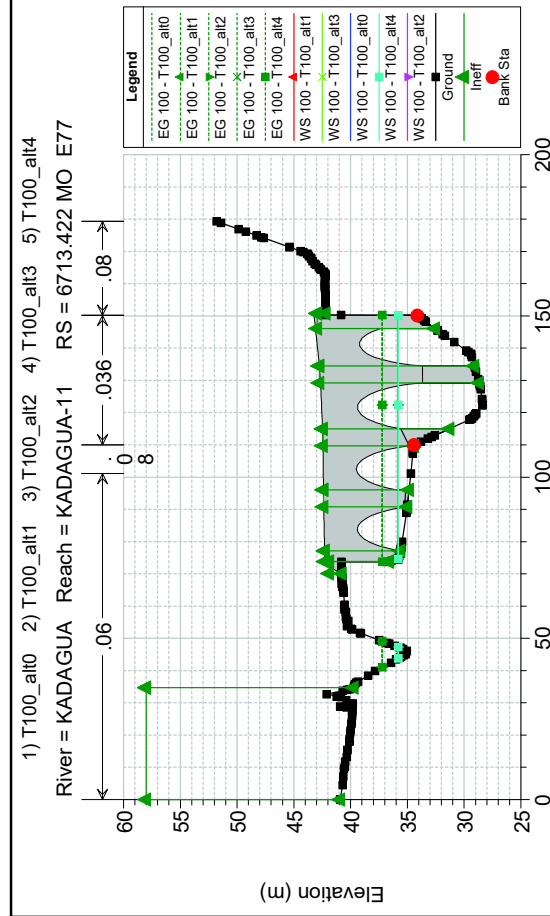


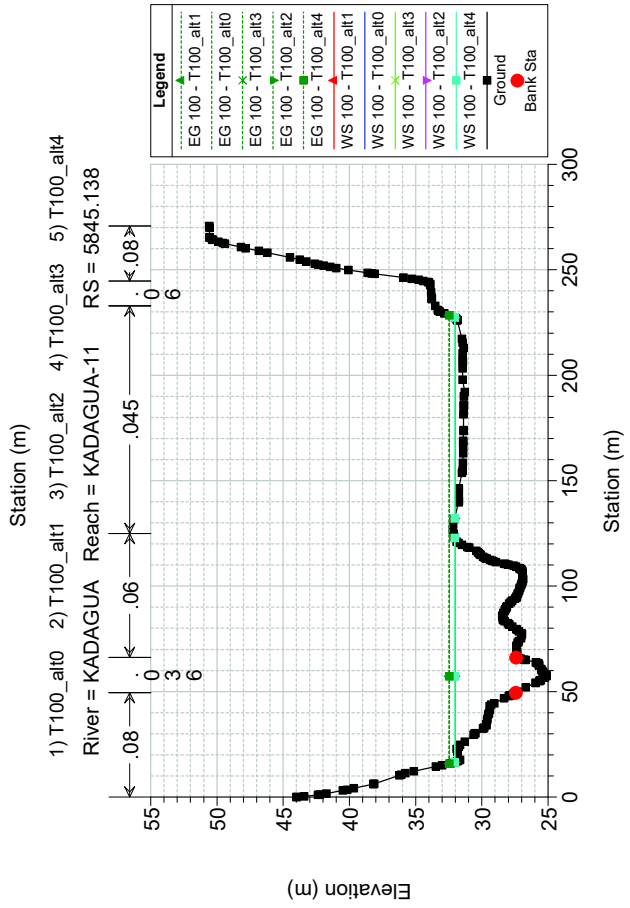
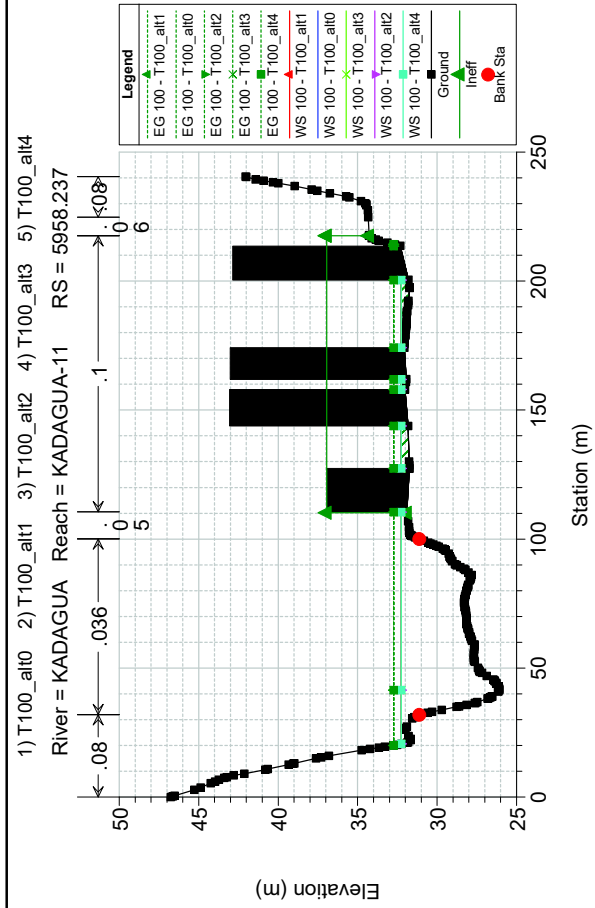
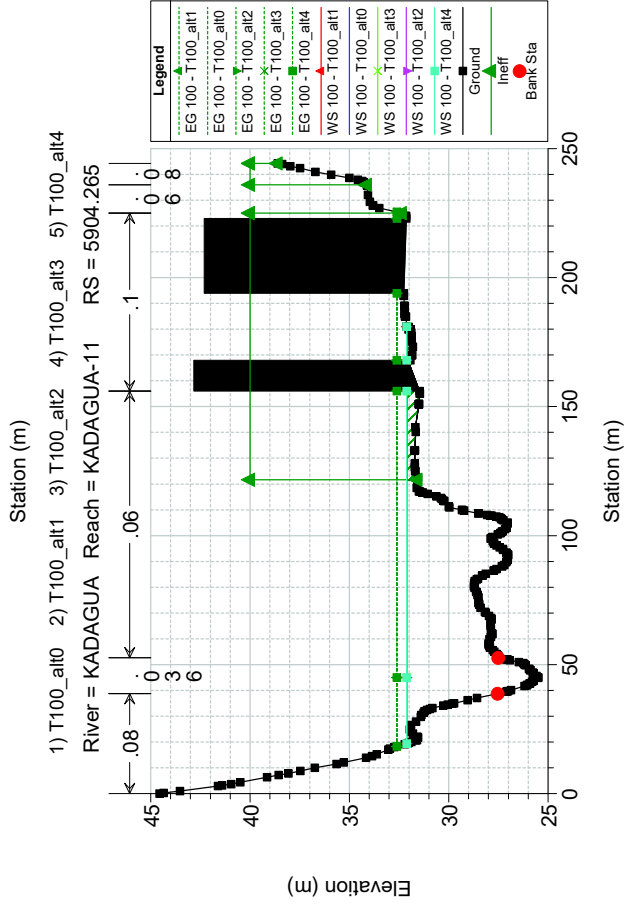
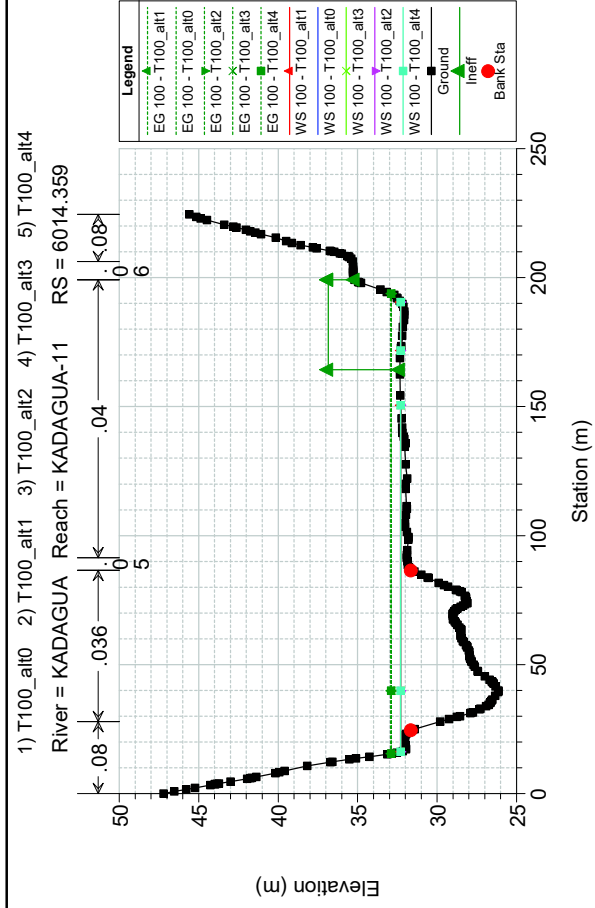
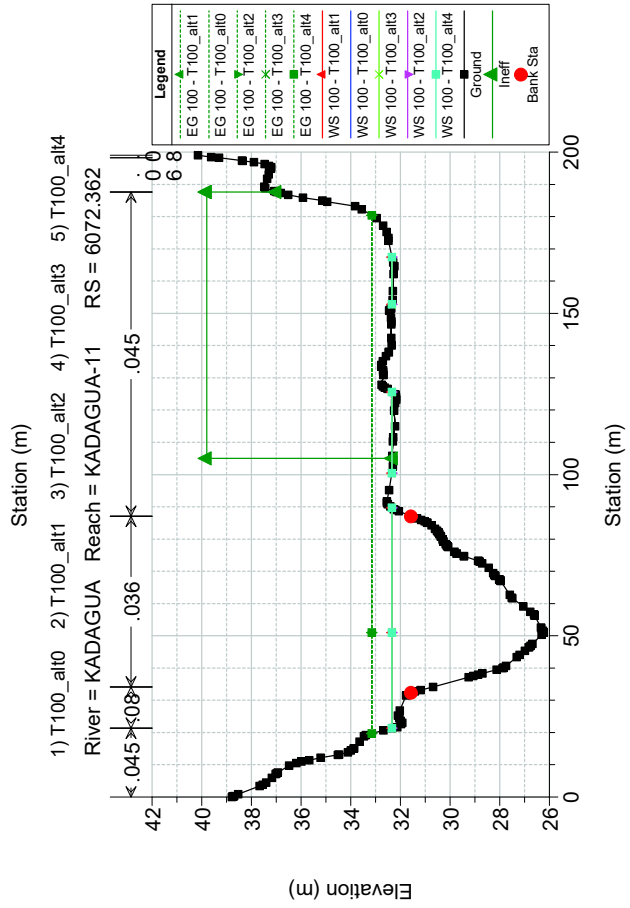
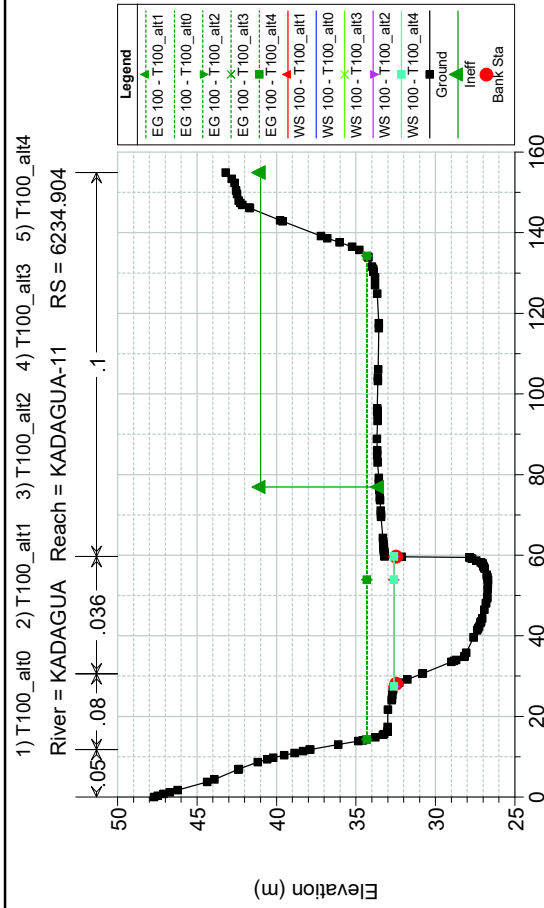
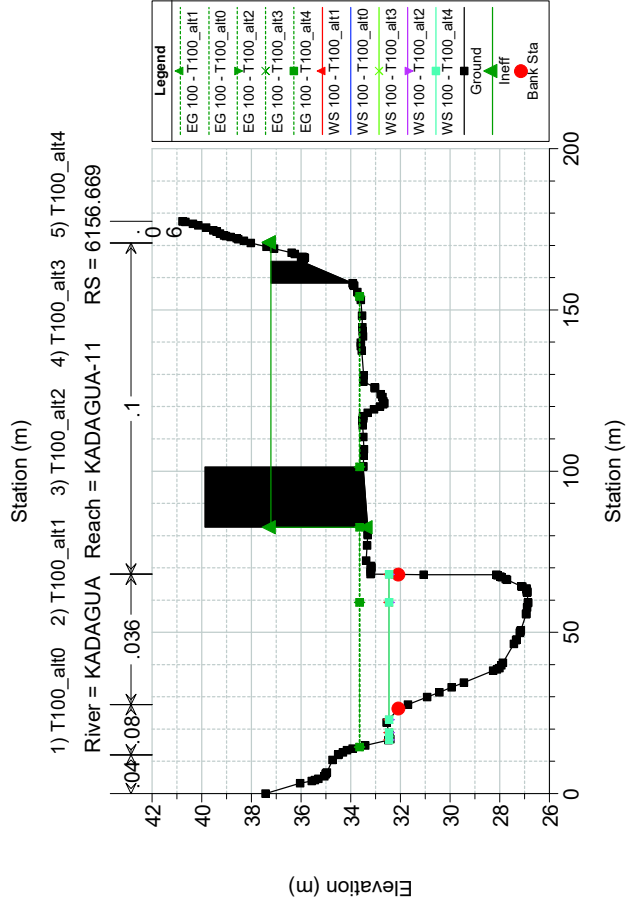
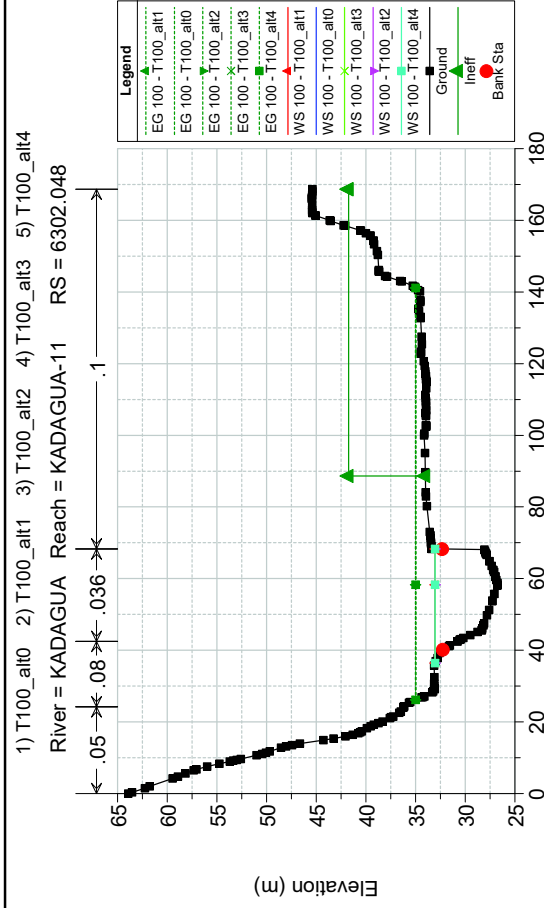


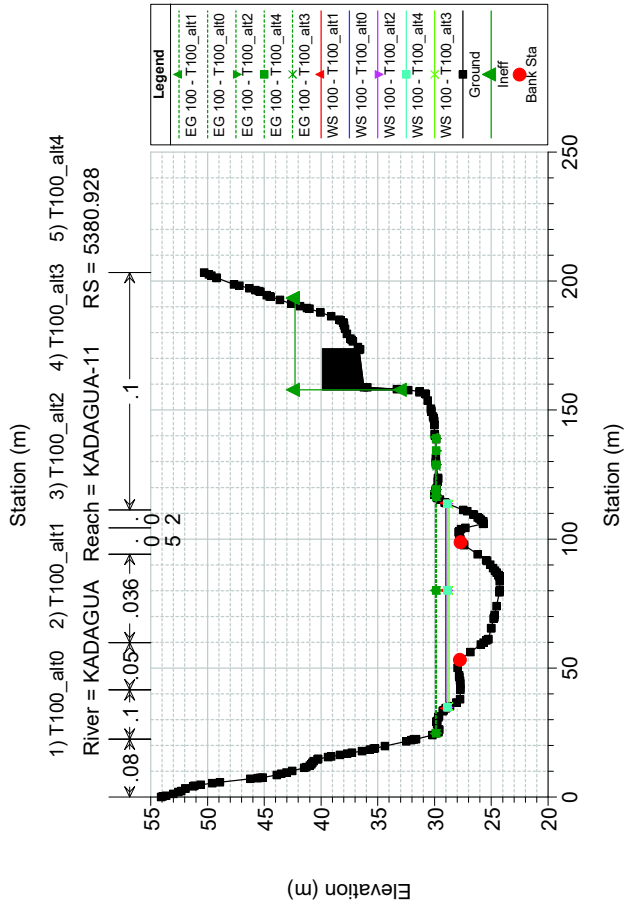
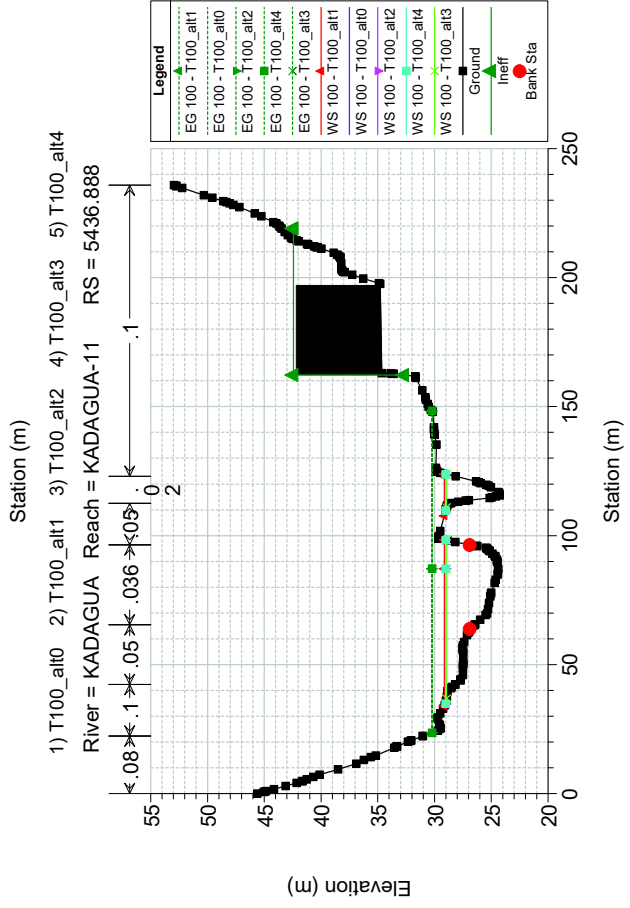
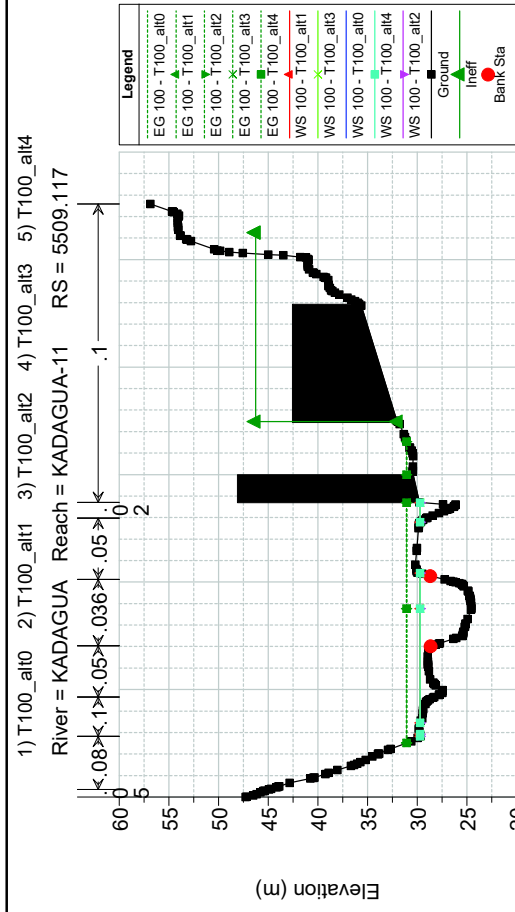
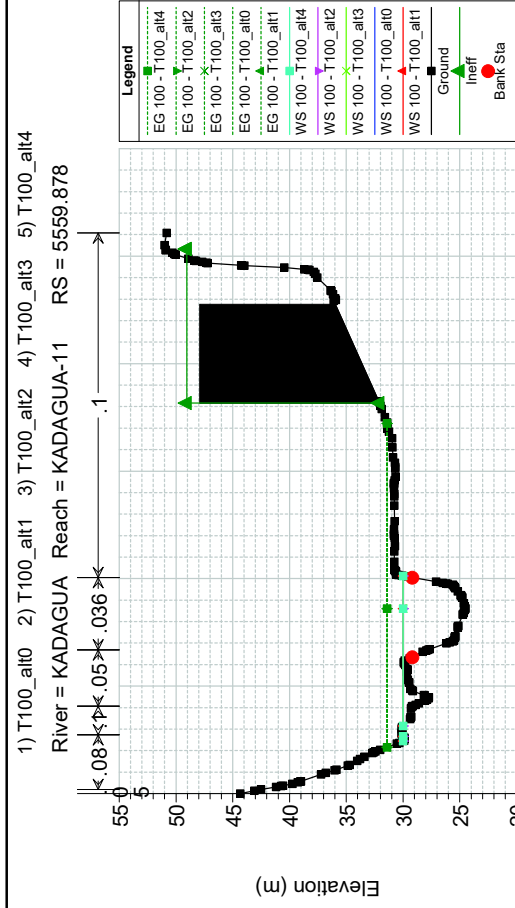
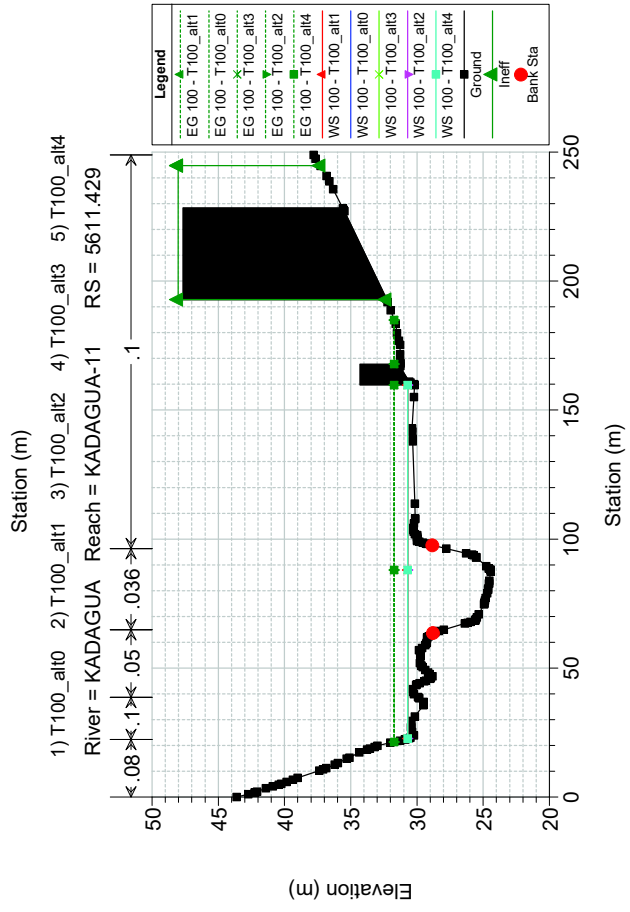
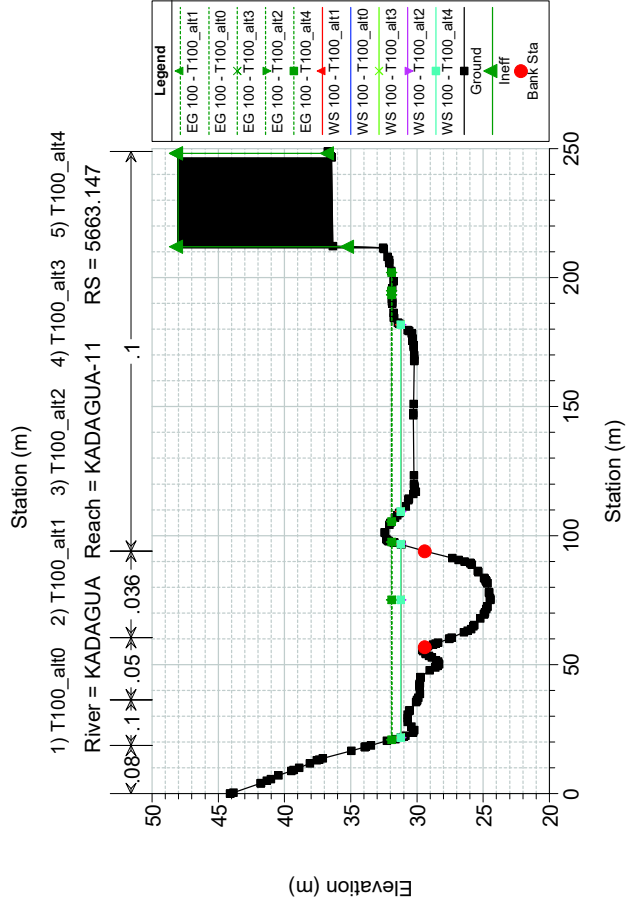
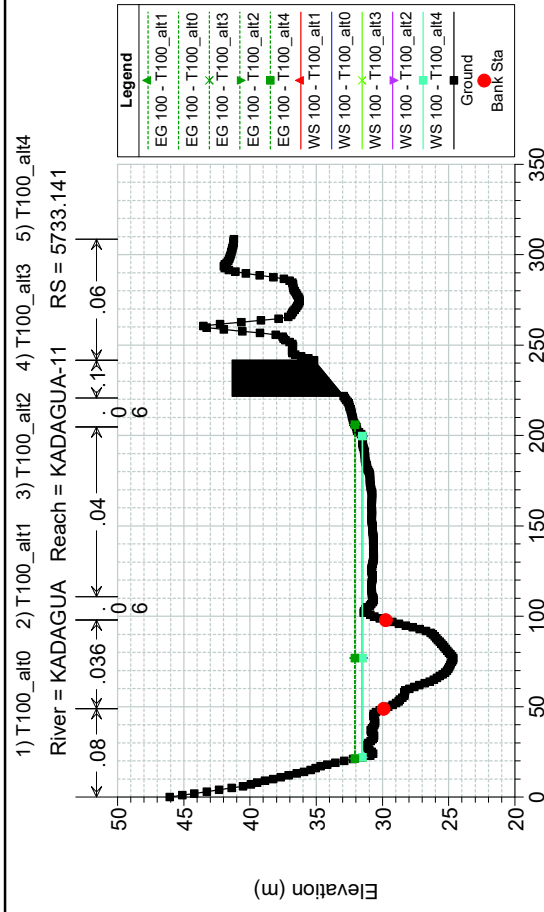
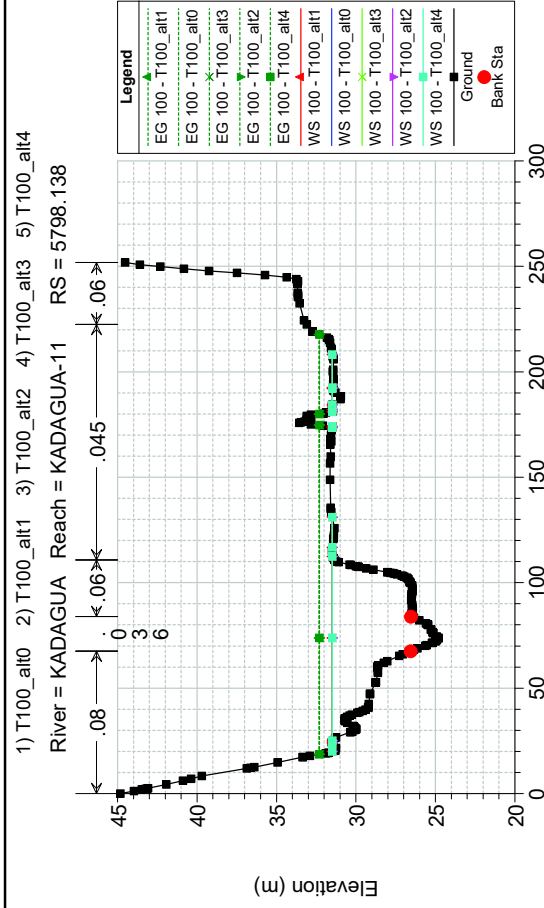


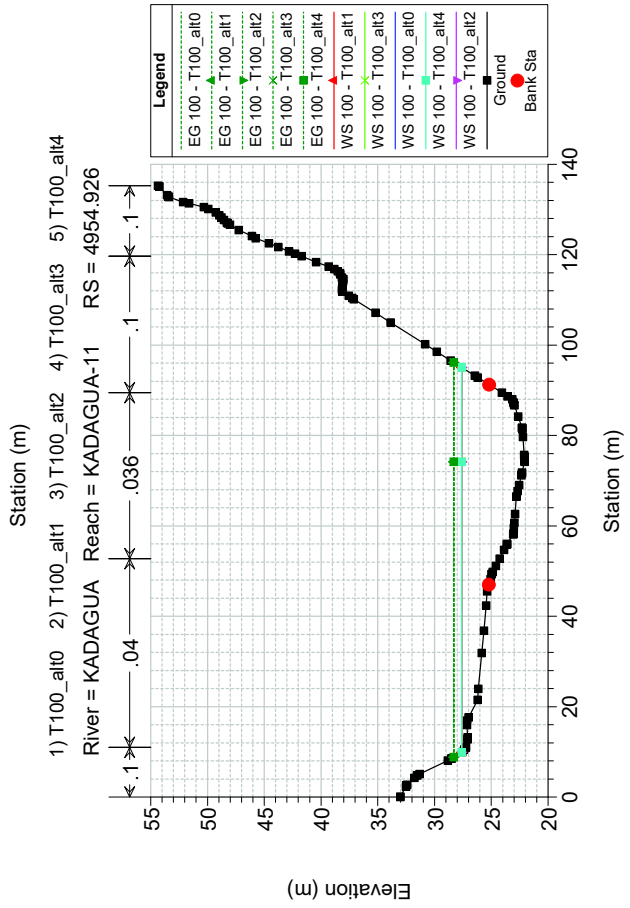
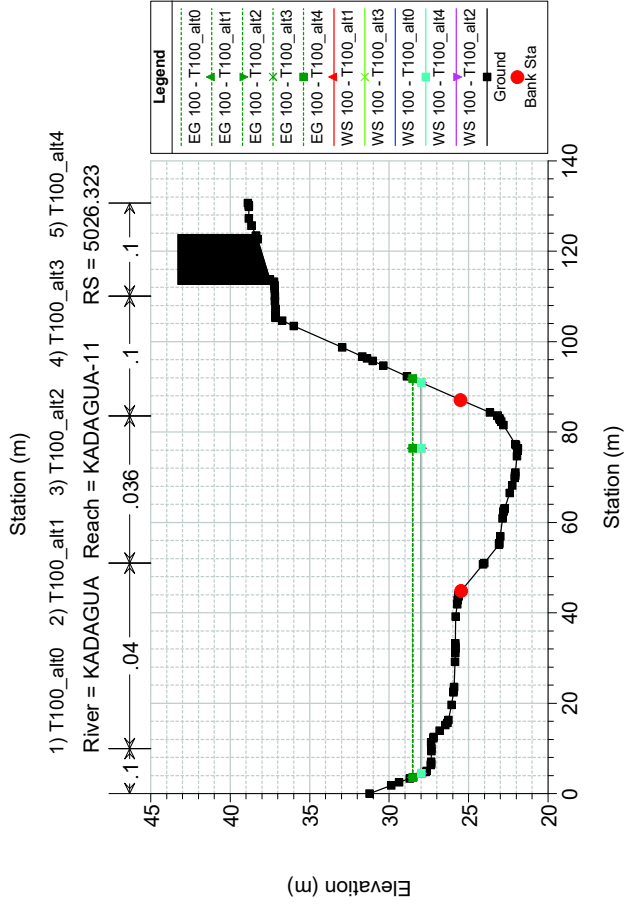
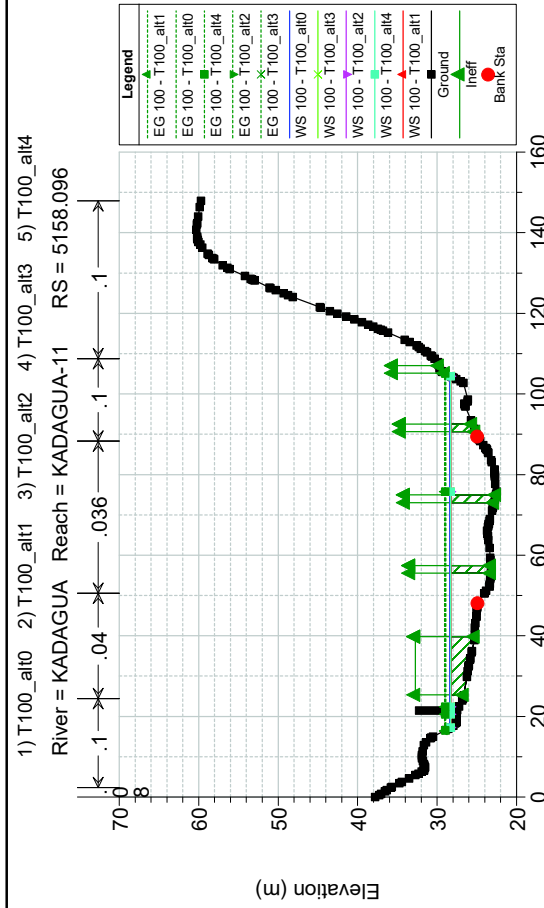
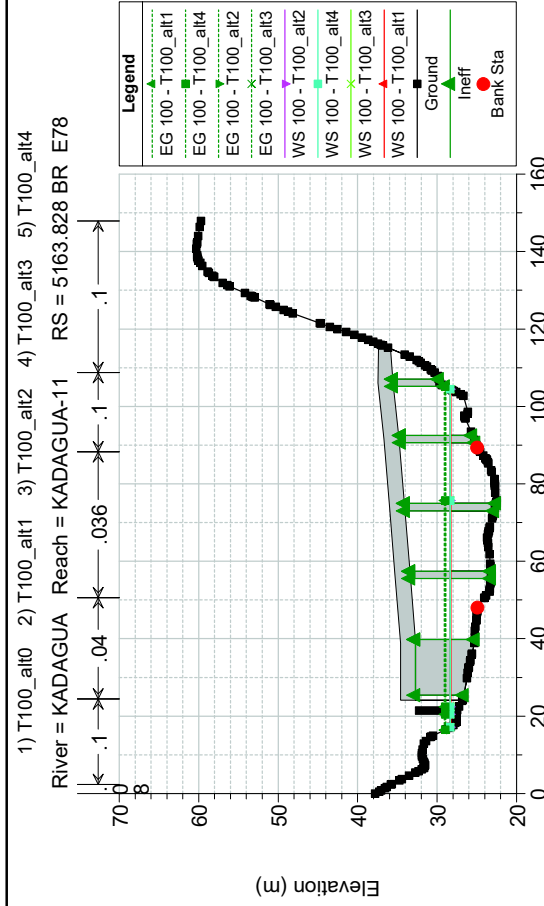
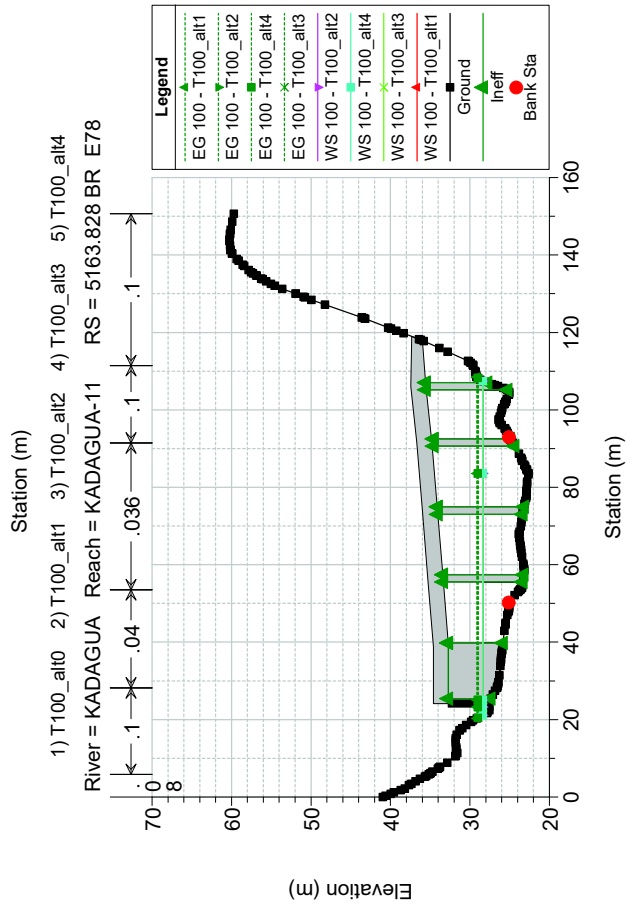
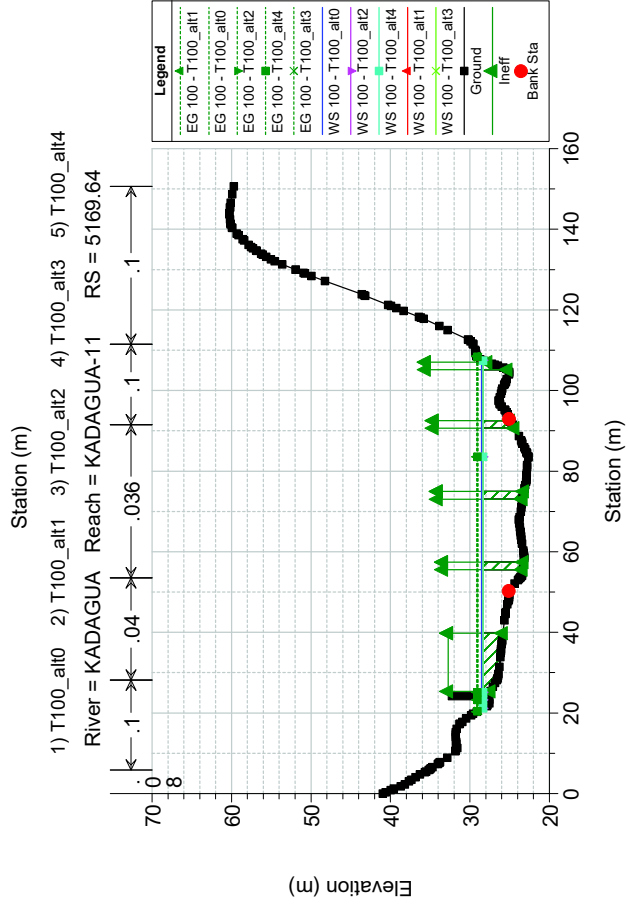
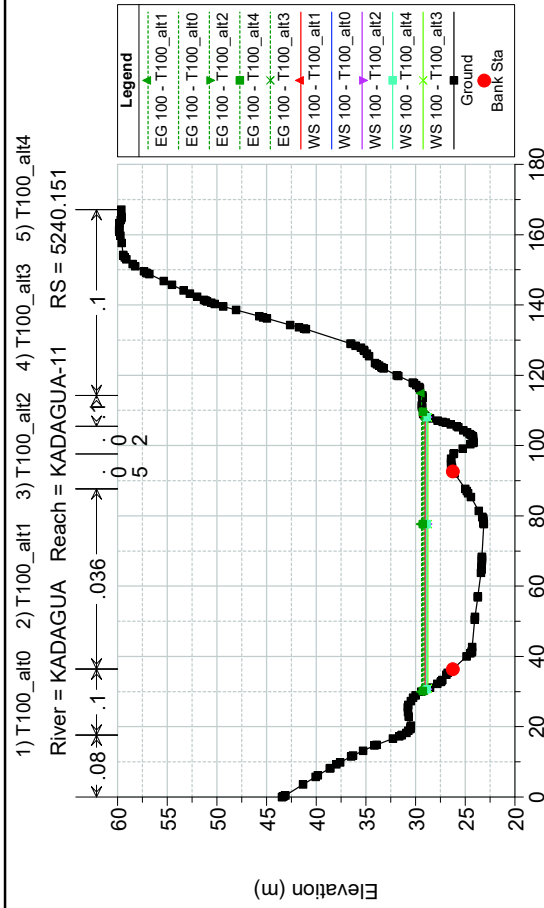
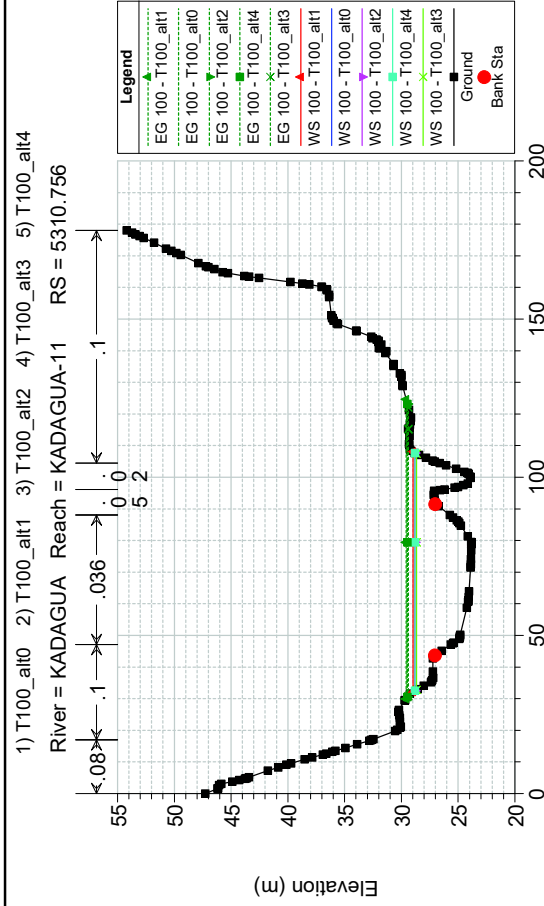
APÉNDICE Nº 3

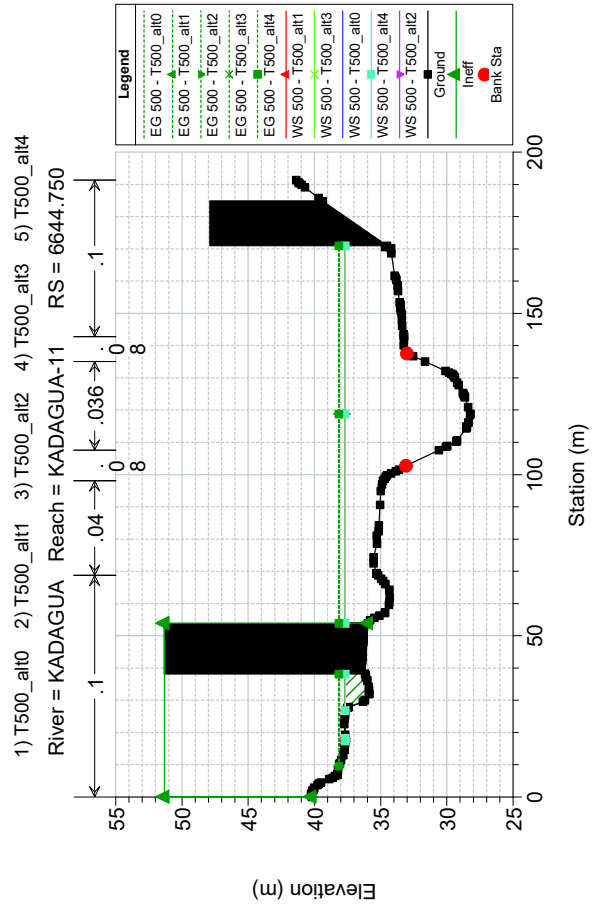
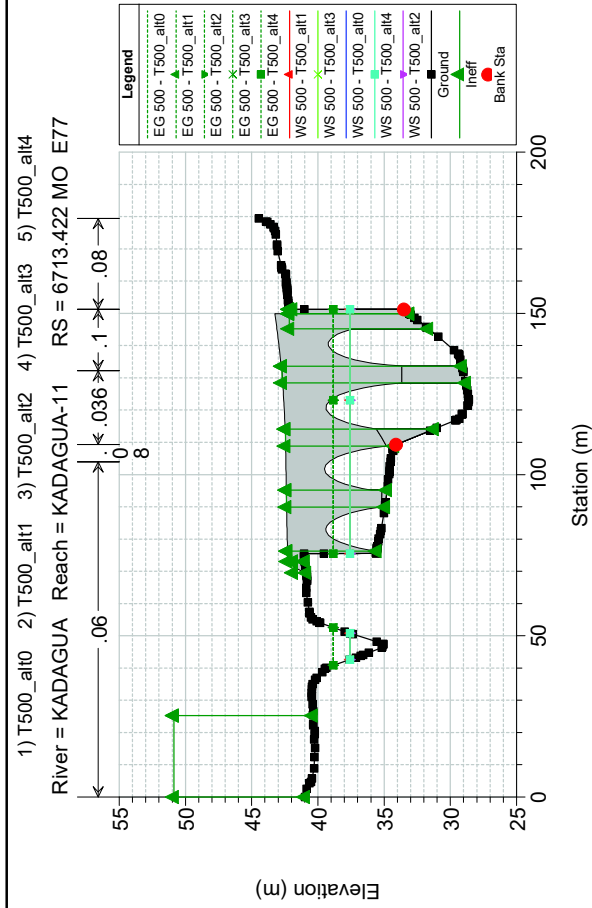
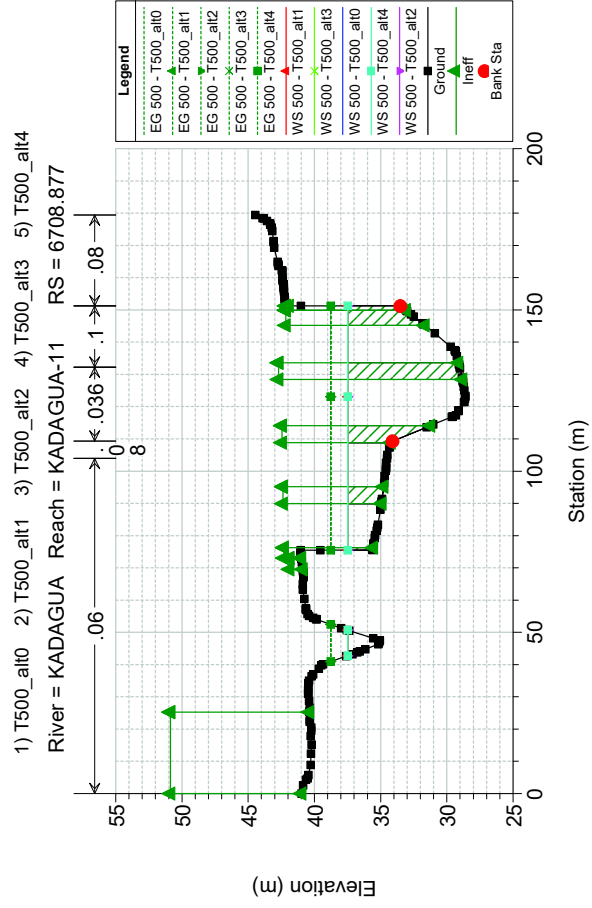
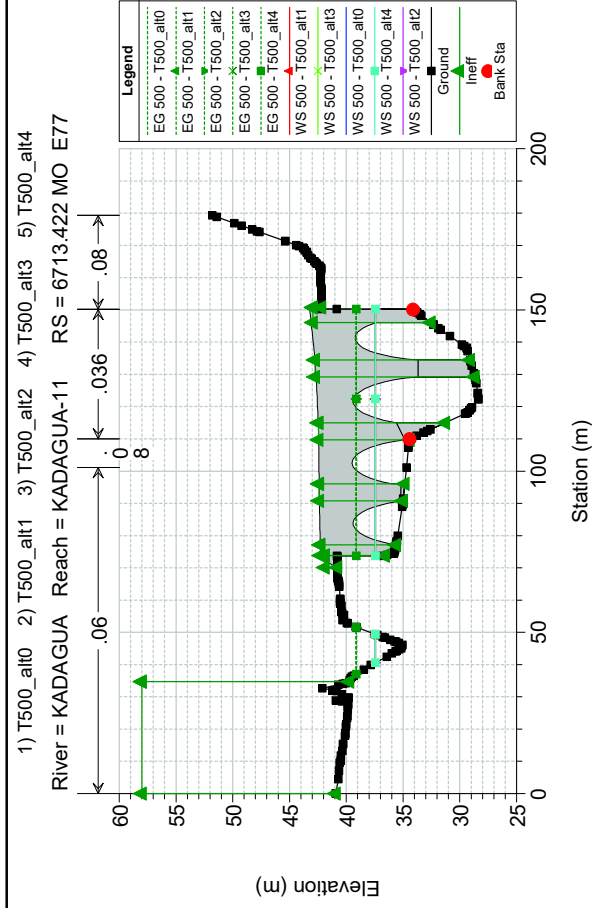
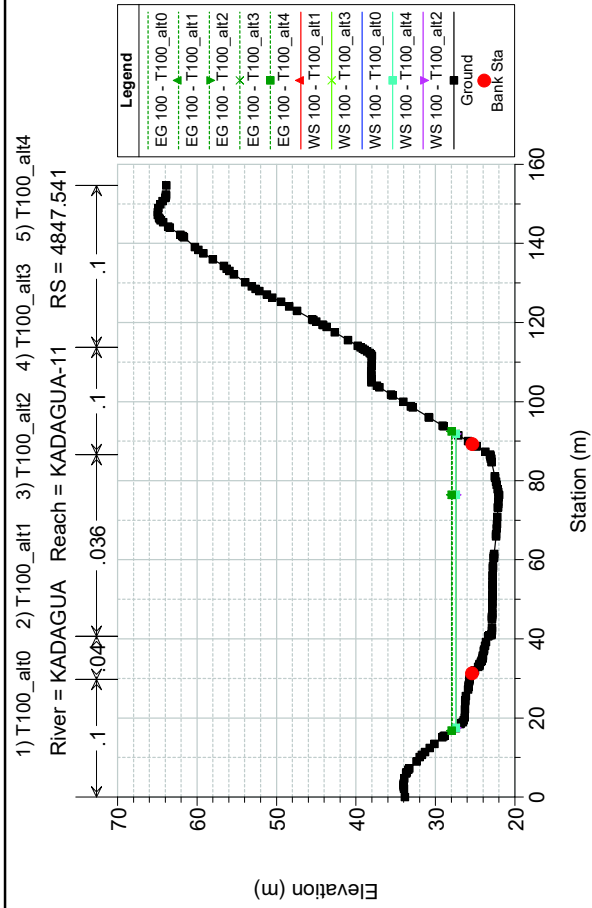
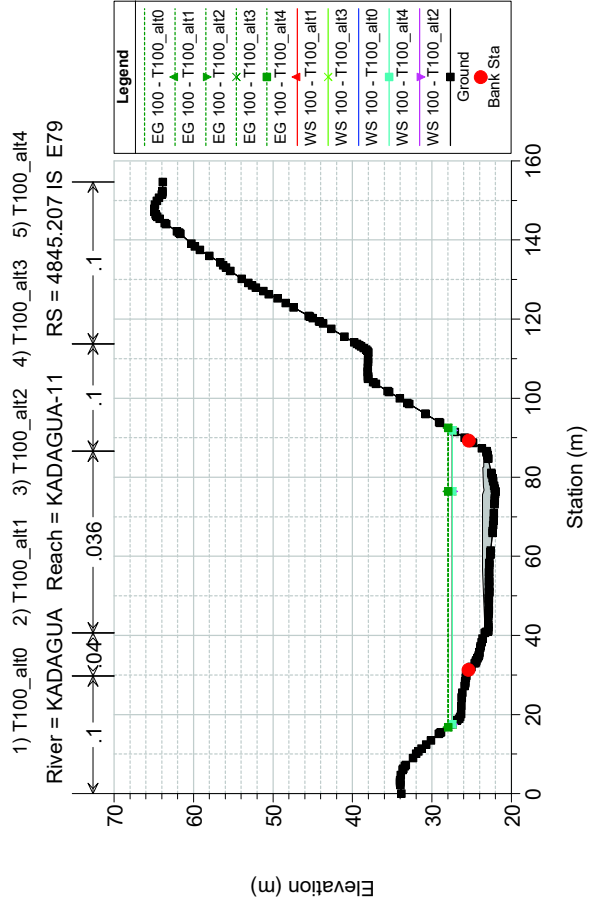
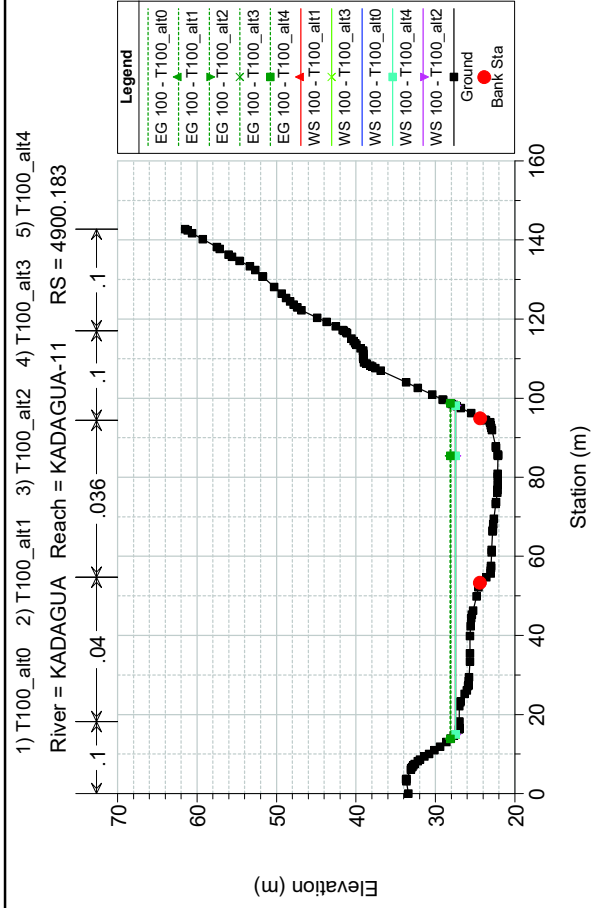
Perfiles transversales

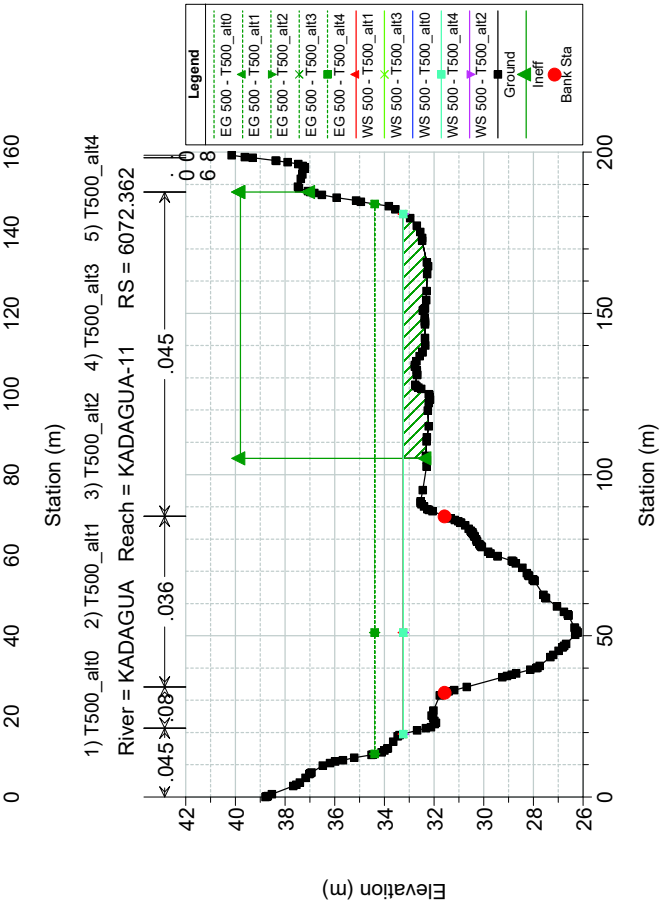
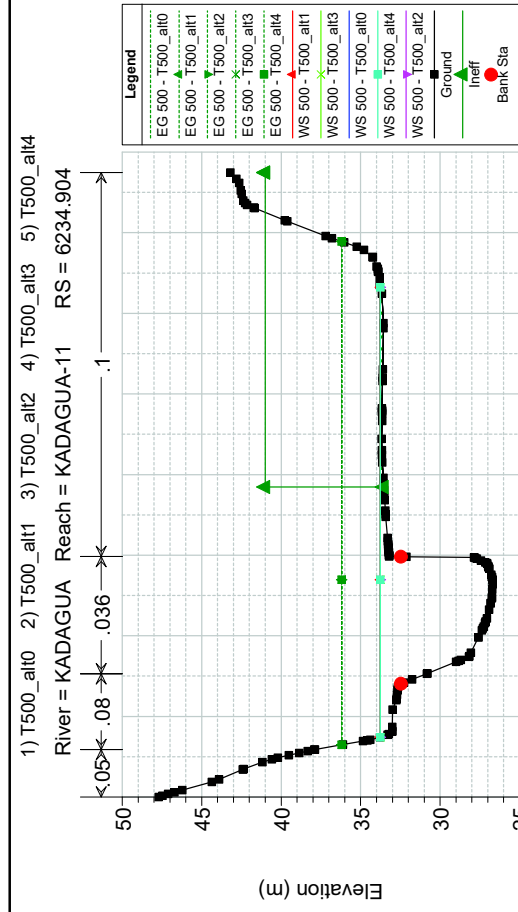
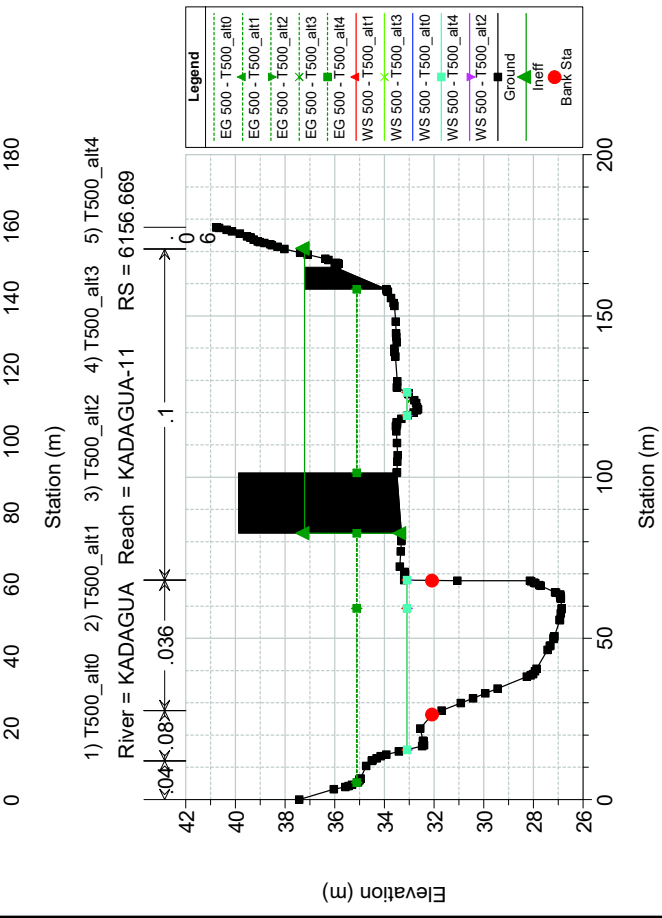
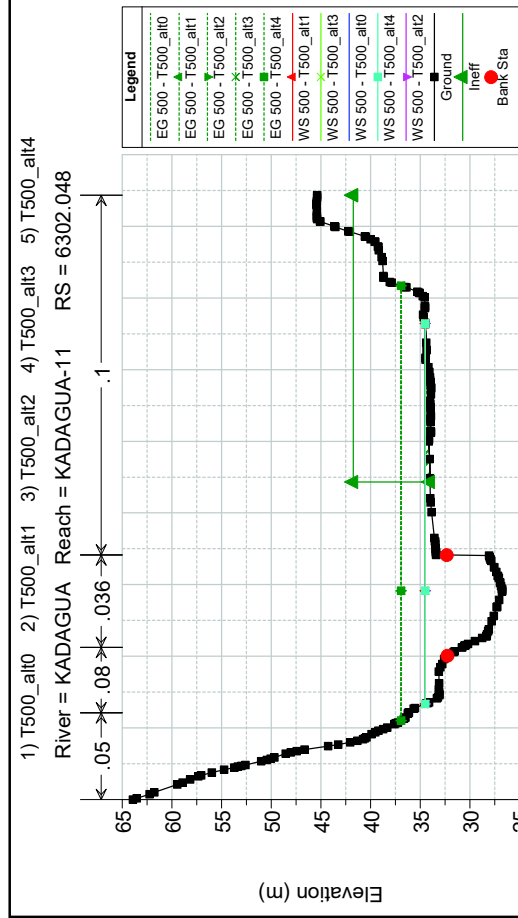
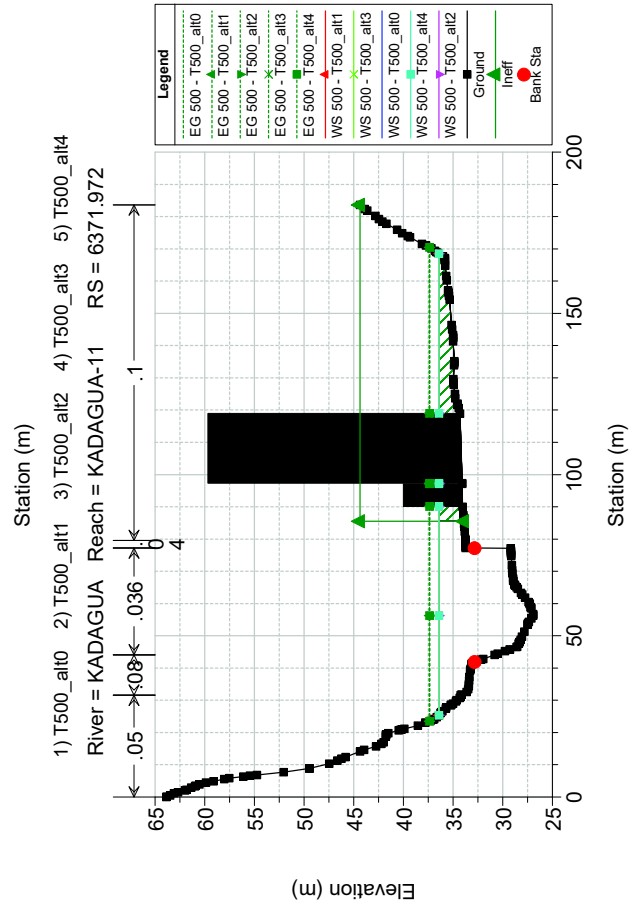
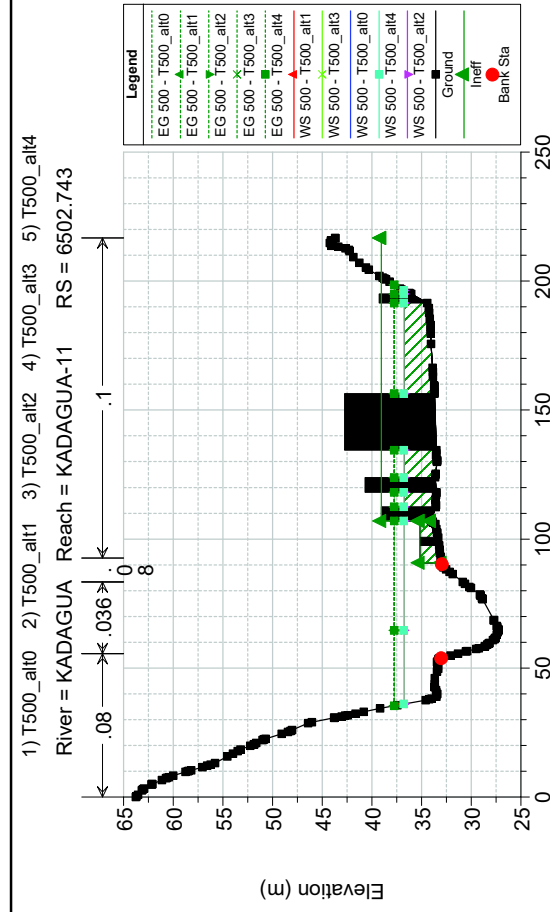
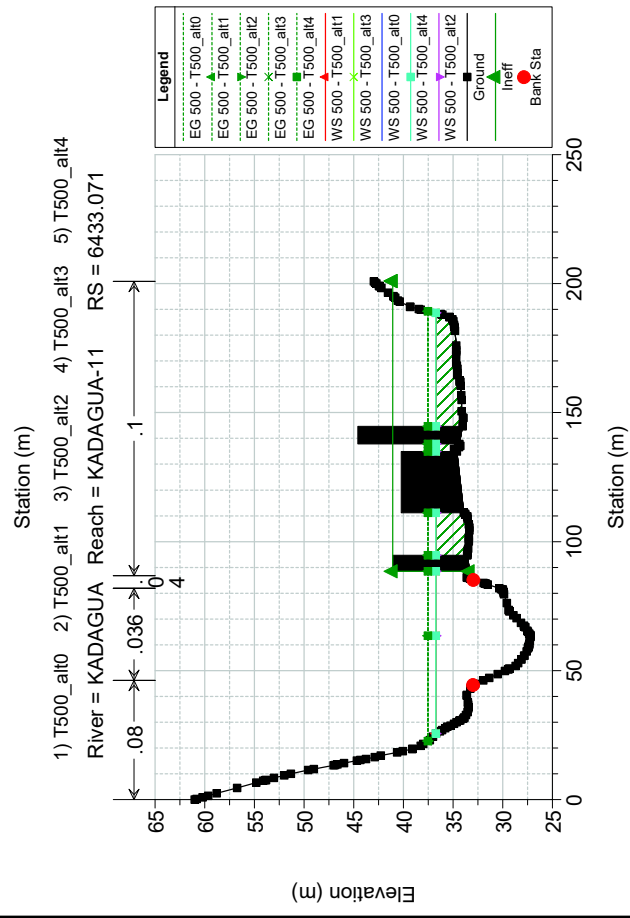
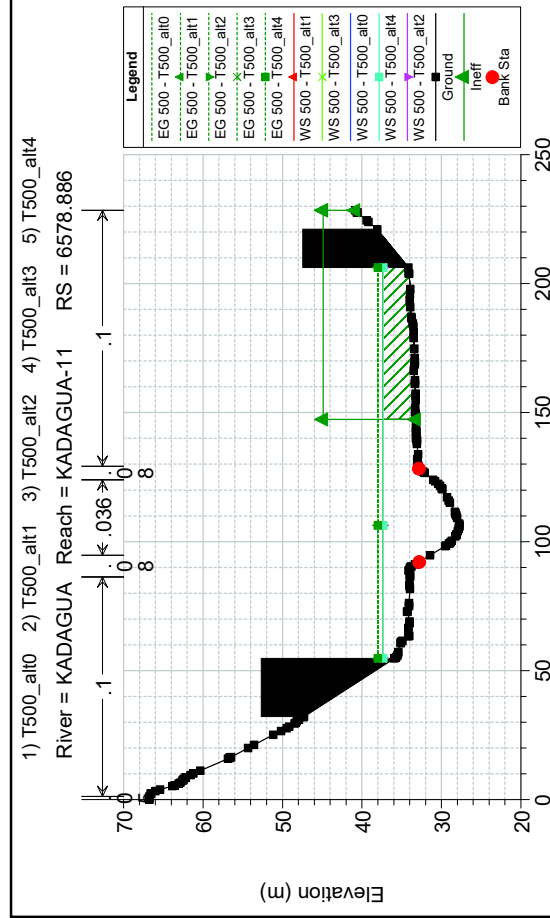


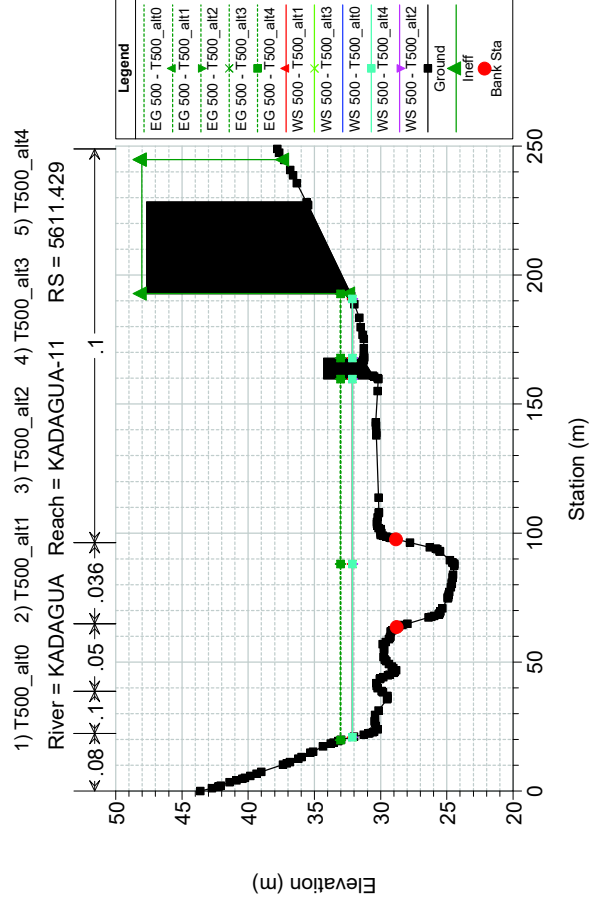
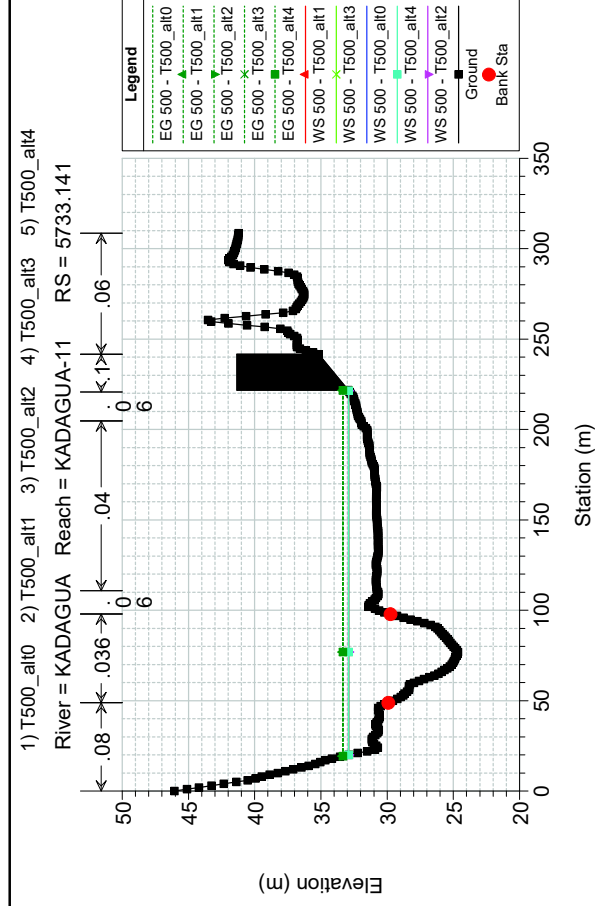
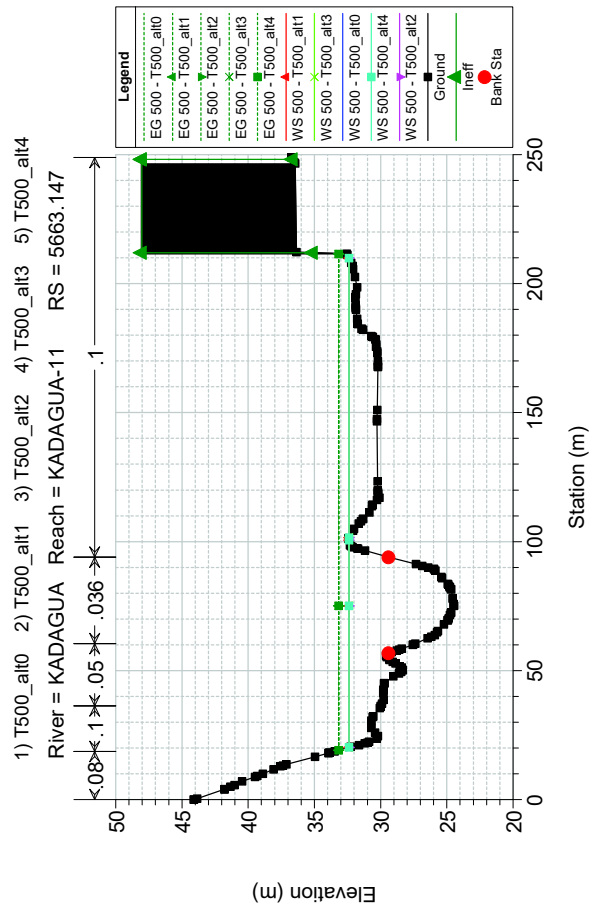
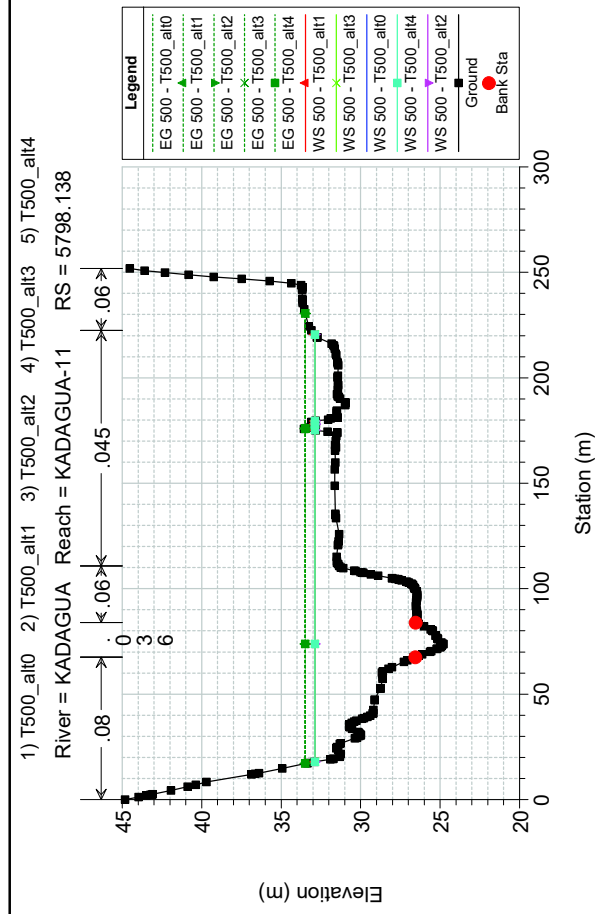
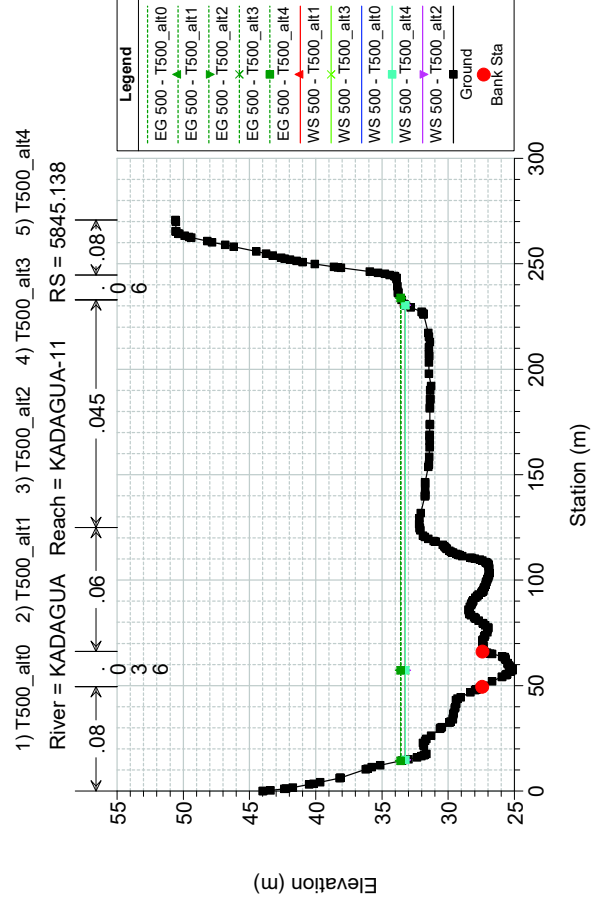
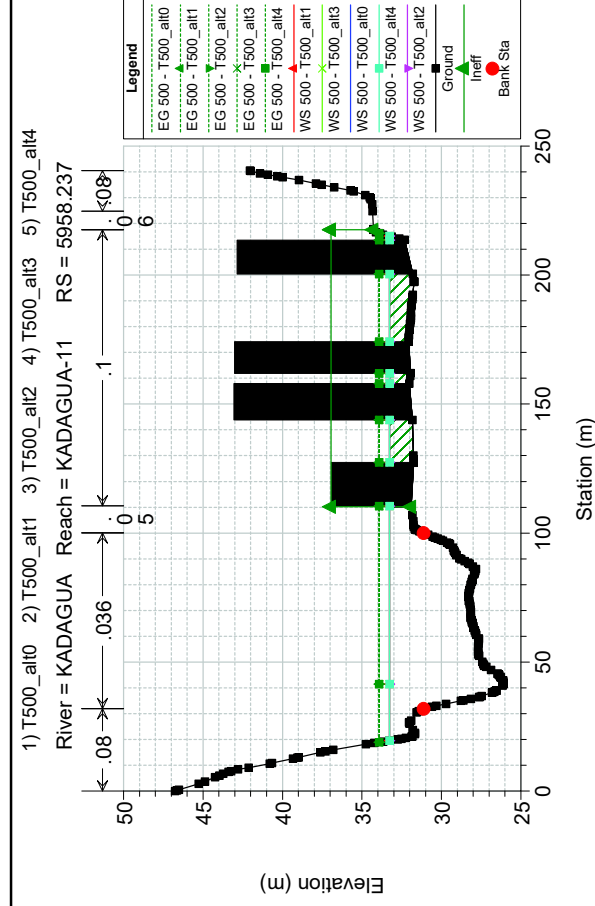
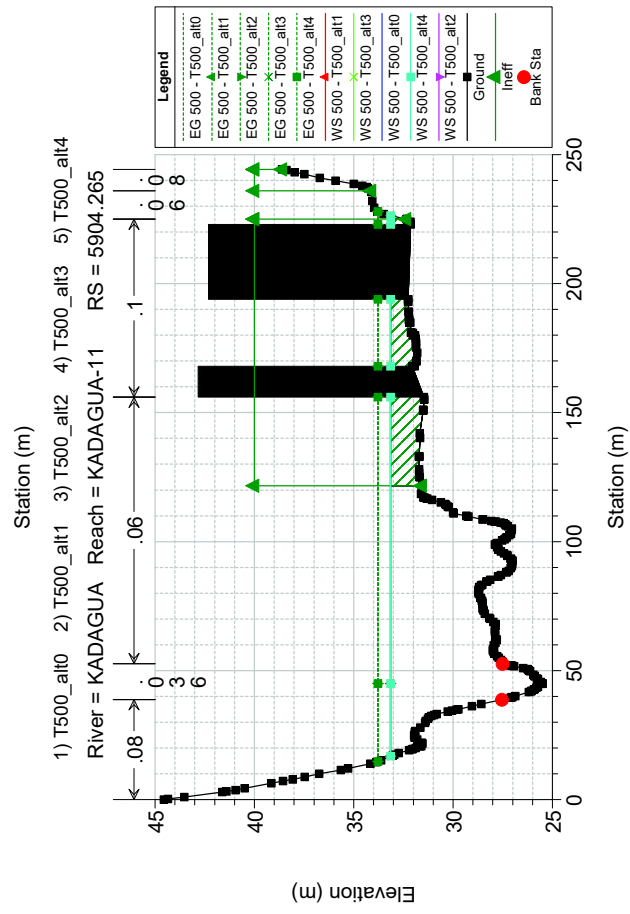
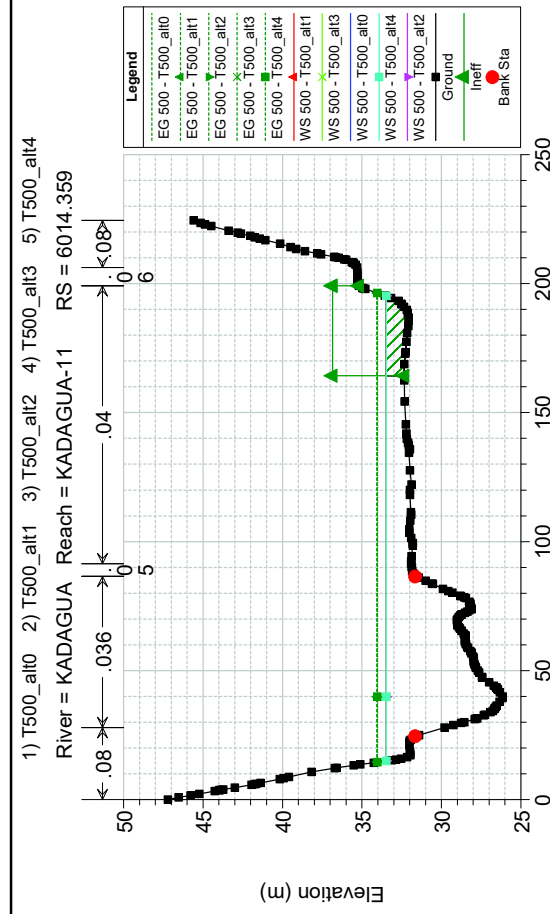


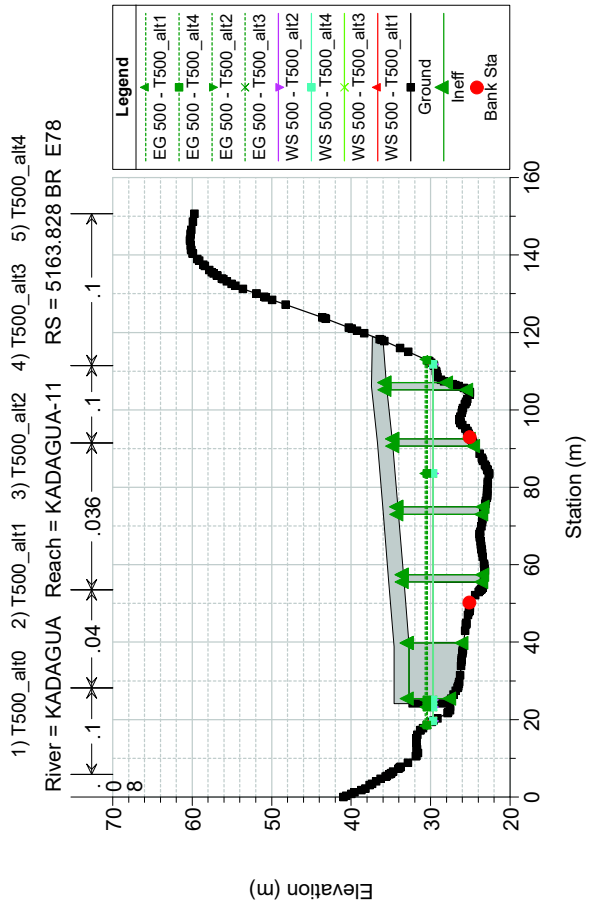
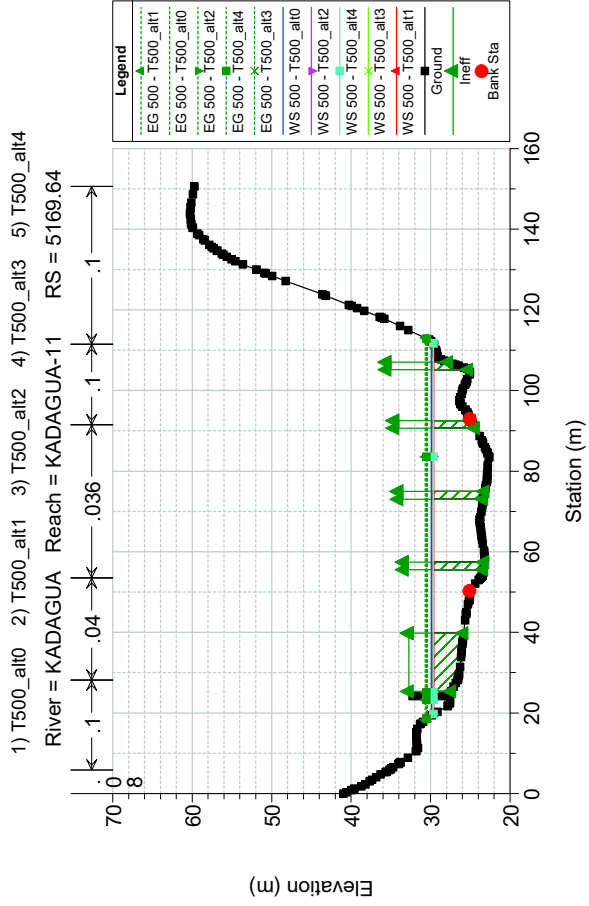
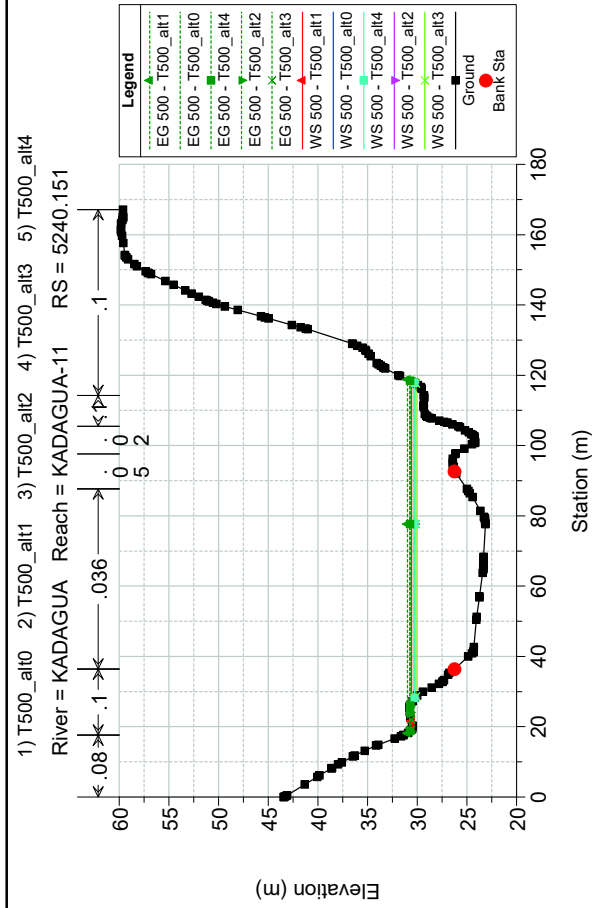
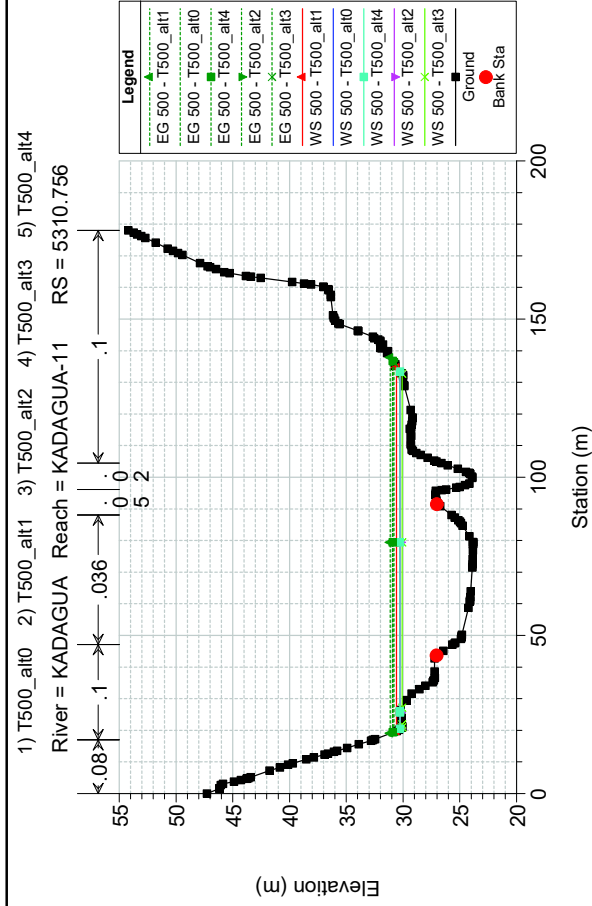
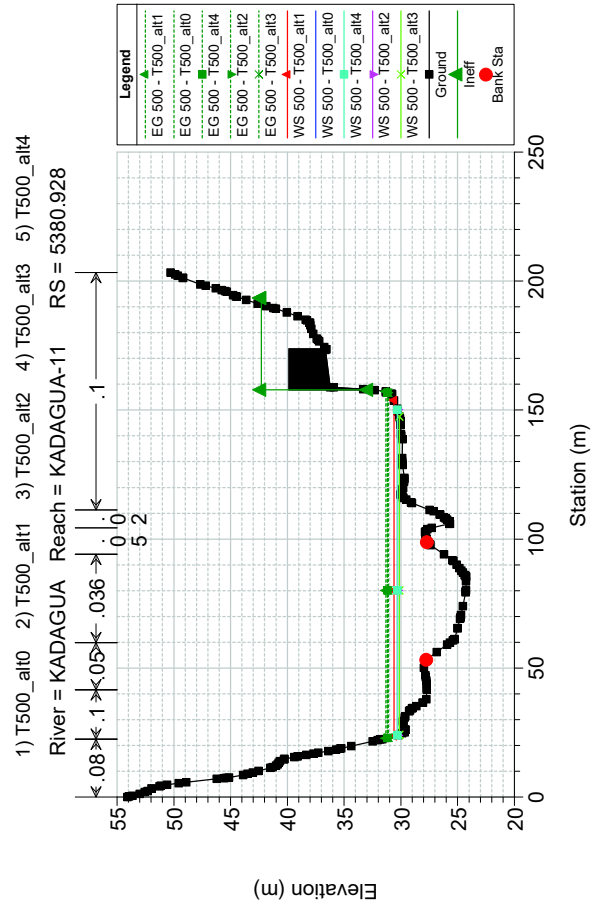
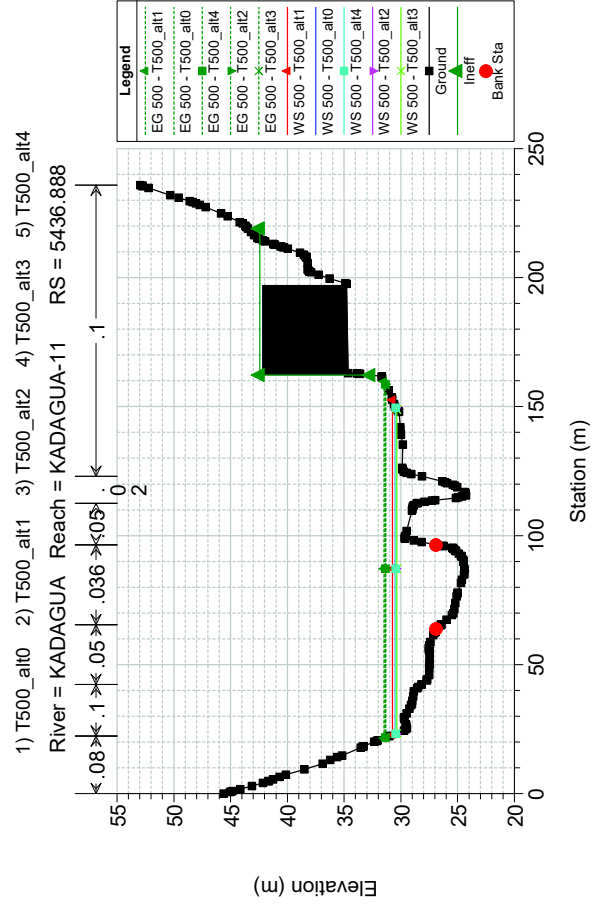
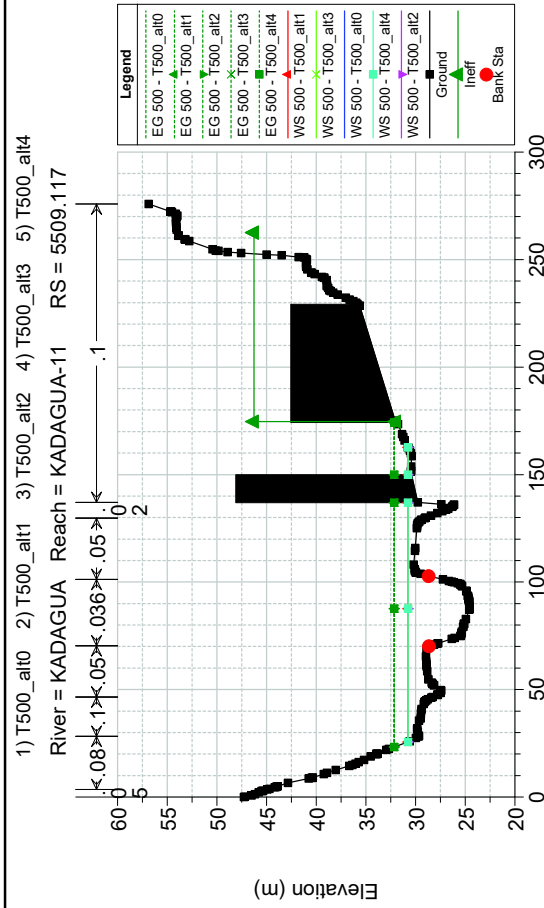
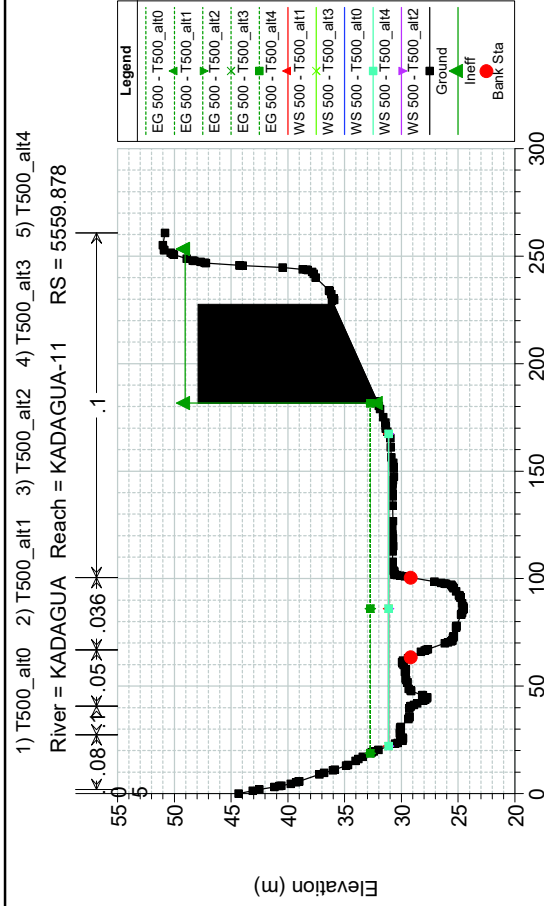


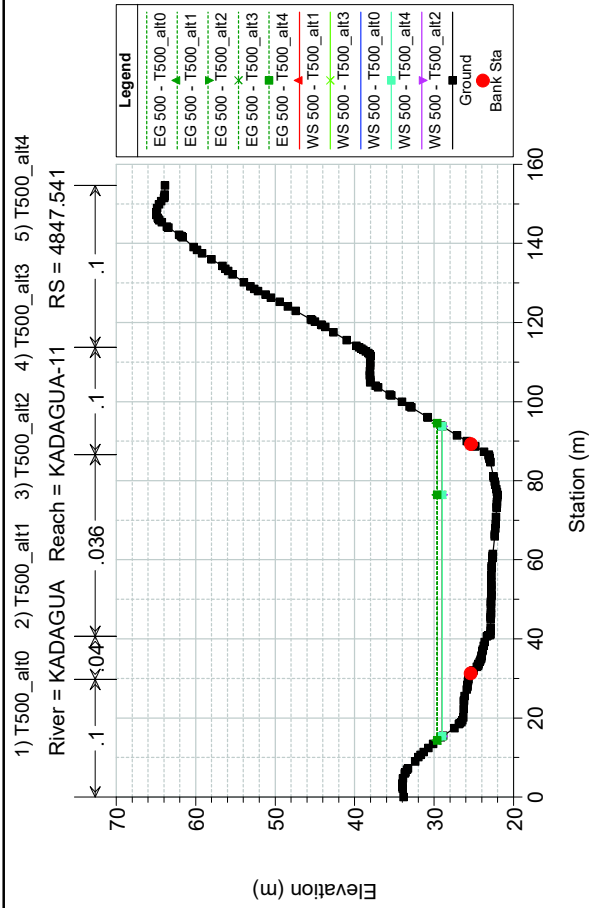
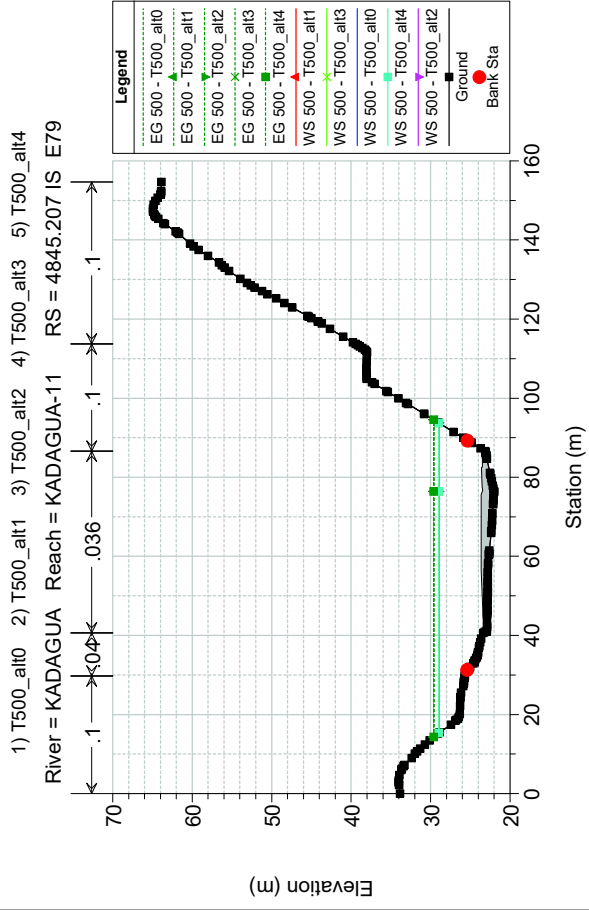
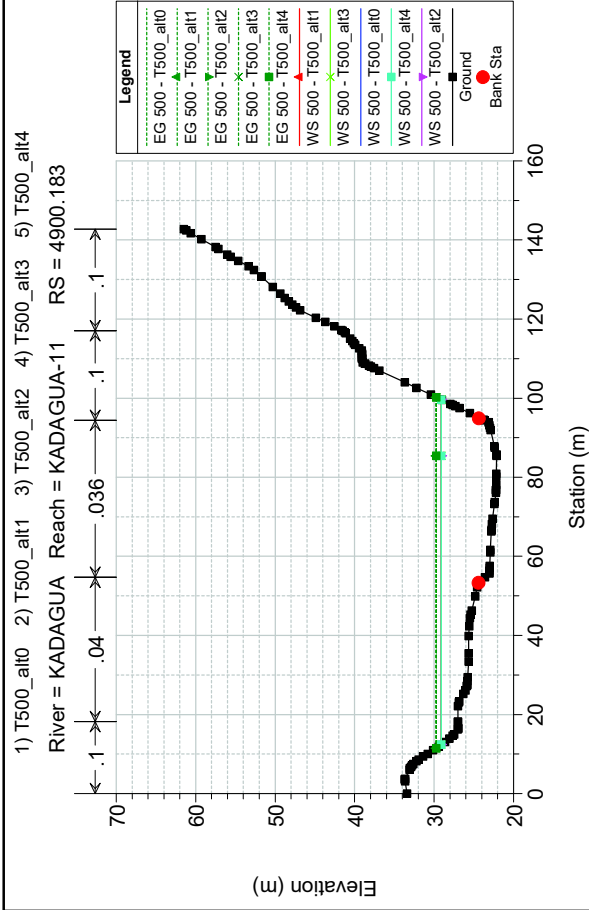
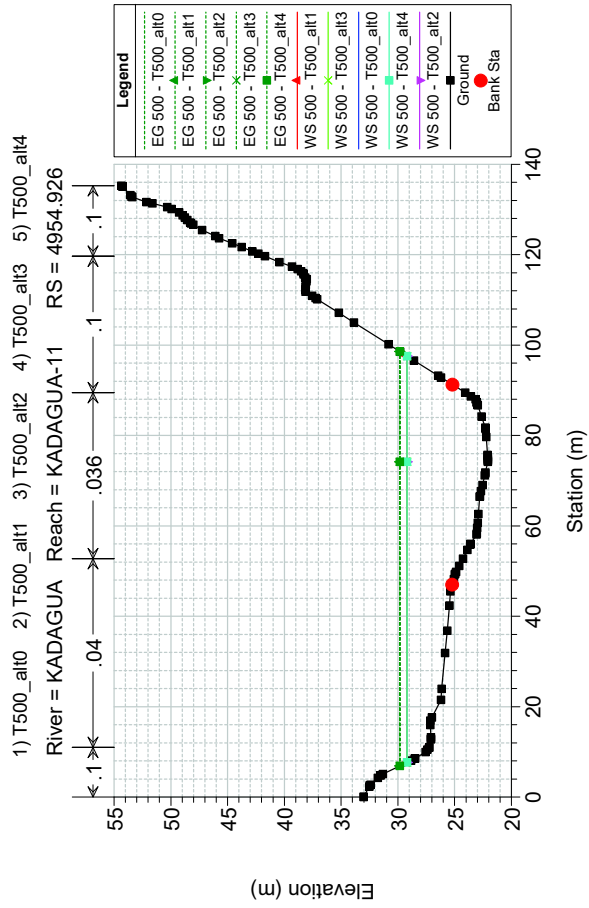
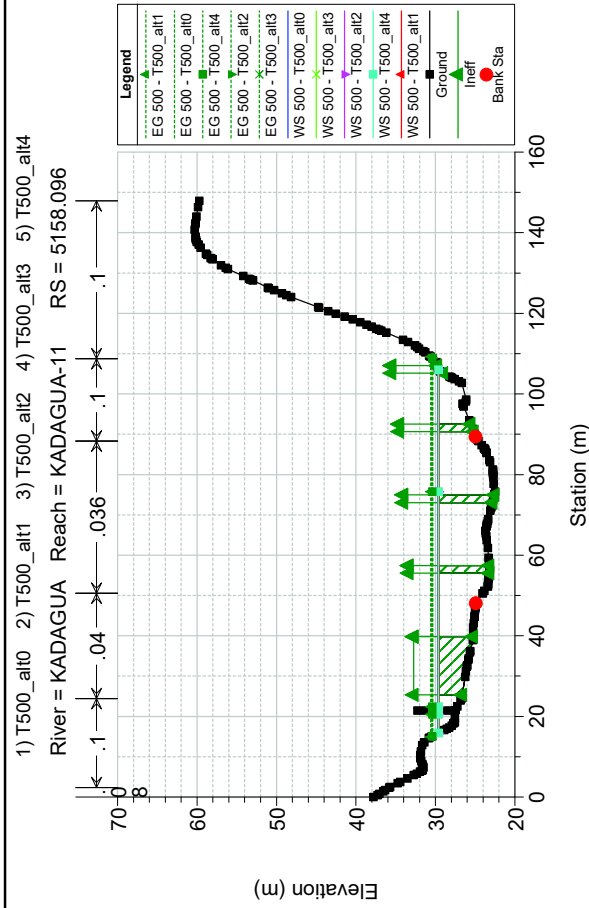
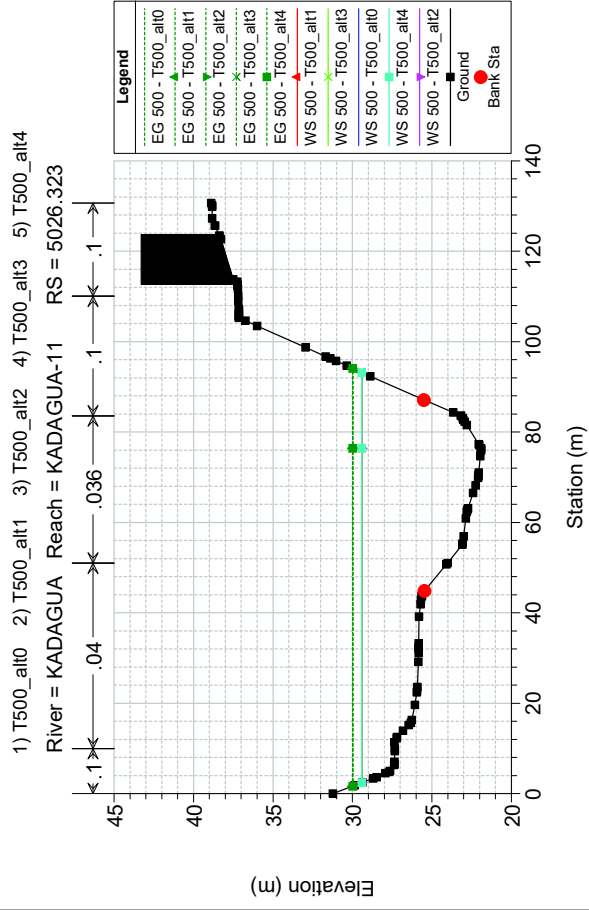
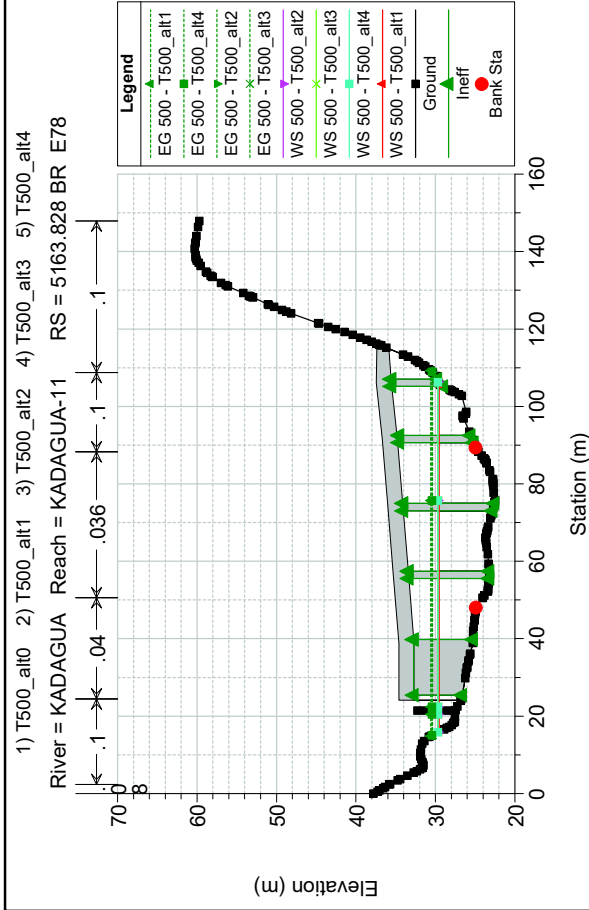












APÉNDICE Nº 4

Tablas de resultados

SITUACIÓN ACTUAL - ALTERNATIVA C

Sección	Caudales (m3/s)	Cota lecho (m)	Cota lámina (m)	Calado (m)	C. Crítico (m)	Cota energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel Cauce (m/s)	Nº Froude
6713,422	Mult Open								
6708,877	869,00	28,60	35,69	7,09	34,43	37,07	0,0122	5,29	0,68
6644,75	869,00	28,23	35,71	7,48		36,34	0,0031	3,73	0,49
6578,886	869,00	27,74	35,50	7,76		36,14	0,0030	3,71	0,49
6502,743	869,00	27,26	35,01	7,75		35,85	0,0044	4,13	0,56
6433,071	869,00	27,21	34,95	7,74		35,59	0,0020	3,59	0,48
6371,972	869,00	26,92	34,63	7,71		35,43	0,0028	3,98	0,52
6302,048	869,00	26,74	33,04	6,30	32,64	34,99	0,0093	6,19	0,88
6234,904	869,00	26,71	32,61	5,90	32,07	34,32	0,0085	5,79	0,85
6156,669	869,00	26,86	32,46	5,60		33,64	0,0053	4,81	0,74
6072,362	869,00	26,23	32,34	6,11		33,16	0,00	4,00	0,64
6014,359	869,00	26,15	32,29	6,14		32,90	0,0030	3,46	0,55
5958,237	869,00	26,08	32,26	6,18		32,72	0,0018	3,03	0,47
5904,265	869,00	25,50	32,12	6,62		32,61	0,0024	4,29	0,56
5845,138	869,00	25,14	32,05	6,91		32,46	0,00	3,90	0,51
5798,138	869,00	24,80	31,48	6,68	30,39	32,31	0,0032	5,05	0,66
5733,141	869,00	24,66	31,51	6,85		32,07	0,0019	3,41	0,49
5663,147	869,00	24,47	31,22	6,75	29,73	31,91	0,0024	3,87	0,53
5611,429	869,00	24,44	30,71	6,27	29,68	31,72	0,00	4,59	0,64
5559,878	869,00	24,52	29,98	5,46	29,63	31,41	0,0064	5,37	0,83
5509,117	869,00	24,56	29,70	5,14	29,70	31,07	0,0063	5,37	0,83
5436,888	869,00	24,41	29,05	4,64	28,85	30,23	0,0048	4,61	0,74
5380,928	869,00	24,28	28,88	4,60	28,57	29,88	0,01	4,40	0,74
5310,756	869,00	23,83	28,84	5,01		29,50	0,0028	3,18	0,49
5240,151	869,00	23,14	28,93	5,79		29,29	0,0012	2,62	0,38
5169,64	869,00	22,65	28,53	5,88		29,08	0,0052	3,51	0,50
5158,096	869,00	22,49	28,42	5,93		29,01	0,0042	3,65	0,52
5026,323	869,00	21,90	27,98	6,08		28,53	0,0030	3,49	0,50
4954,926	869,00	22,06	27,62	5,56		28,29	0,00	3,82	0,57
4900,183	869,00	22,13	27,48	5,35		28,13	0,0026	3,77	0,55
4847,541	869,00	22,03	27,42	5,39	25,76	27,96	0,0026	3,27	0,49
4845,207	Inl Struct								

ALTERNATIVA 1 AVENIDA T-100

[illegible]

ALTERNATIVA 2 AVENIDA T-100

Sección	Caudales (m3/s)	Cota lecho (m)	Cota lámina (m)	Calado (m)	C. Crítico (m)	Cota energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel Cauce (m/s)	Nº Froude
6713,422	Mult Open								
6708,877	869,00	28,60	35,69	7,09	34,43	37,07	0,0122	5,29	0,68
6644,75	869,00	28,23	35,71	7,48	33,88	36,34	0,0031	3,73	0,49
6578,886	869,00	27,74	35,50	7,76	33,63	36,14	0,0030	3,71	0,49
6502,743	869,00	27,26	35,01	7,75	33,27	35,85	0,0044	4,13	0,56
6433,071	869,00	27,21	34,95	7,74	32,69	35,59	0,0020	3,59	0,48
6371,972	869,00	26,92	34,63	7,71	32,49	35,43	0,0028	3,98	0,52
6302,048	869,00	26,74	33,04	6,30	32,64	34,99	0,0093	6,19	0,88
6234,904	869,00	26,71	32,61	5,90	32,07	34,32	0,0085	5,79	0,85
6156,669	869,00	26,86	32,46	5,60	31,61	33,64	0,0053	4,81	0,74
6072,362	869,00	26,23	32,34	6,11	31,31	33,16	0,00	4,00	0,64
6014,359	869,00	26,15	32,29	6,14	30,95	32,90	0,0030	3,46	0,55
5958,237	869,00	26,08	32,26	6,18	30,57	32,72	0,0018	3,03	0,47
5904,265	869,00	25,50	32,12	6,62	30,61	32,61	0,0024	4,29	0,56
5845,138	869,00	25,14	32,05	6,91	30,34	32,46	0,00	3,90	0,51
5798,138	869,00	24,80	31,48	6,68	30,39	32,31	0,0032	5,05	0,66
5733,141	869,00	24,66	31,51	6,85	29,80	32,07	0,0019	3,41	0,49
5663,147	869,00	24,47	31,22	6,75	29,73	31,91	0,0024	3,87	0,53
5611,429	869,00	24,44	30,70	6,26	29,68	31,72	0,00	4,59	0,64
5559,878	869,00	24,52	29,98	5,46	29,63	31,41	0,0064	5,37	0,83
5509,117	869,00	24,56	29,70	5,14	29,70	31,07	0,0063	5,37	0,83
5436,888	869,00	24,41	29,02	4,61	28,85	30,22	0,0049	4,64	0,75
5380,928	869,00	24,28	28,85	4,57	28,57	29,87	0,01	4,45	0,75
5310,756	869,00	23,83	28,81	4,98	27,80	29,48	0,0029	3,20	0,50
5240,151	869,00	23,14	28,89	5,75	26,82	29,26	0,0012	2,64	0,38
5169,64	869,00	22,65	28,37	5,72	27,27	29,05	0,0027	3,92	0,57
5163,828	Bridge								
5158,096	869,00	22,49	28,30	5,81	27,19	28,96	0,0028	3,85	0,56
5026,323	869,00	21,90	27,98	6,08	26,79	28,53	0,0030	3,49	0,50
4954,926	869,00	22,06	27,62	5,56	26,68	28,29	0,00	3,82	0,57
4900,183	869,00	22,13	27,48	5,35	26,39	28,13	0,0026	3,77	0,55
4847,541	869,00	22,03	27,42	5,39	25,76	27,96	0,0026	3,27	0,49
4845,207	Inl Struct								

ALTERNATIVA 3 AVENIDA T-100

Sección	Caudales (m3/s)	Cota lecho (m)	Cota lámina (m)	Calado (m)	C. Crítico (m)	Cota energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel Cauce (m/s)	Nº Froude
6713,422	Mult Open								
6708,877	869,00	28,60	35,69	7,09	34,43	37,07	0,0122	5,29	0,68
6644,75	869,00	28,23	35,71	7,48		36,34	0,0031	3,73	0,49
6578,886	869,00	27,74	35,50	7,76		36,14	0,0030	3,71	0,49
6502,743	869,00	27,26	35,01	7,75		35,85	0,0044	4,13	0,56
6433,071	869,00	27,21	34,95	7,74		35,59	0,0020	3,59	0,48
6371,972	869,00	26,92	34,63	7,71		35,43	0,0028	3,98	0,52
6302,048	869,00	26,74	33,04	6,30	32,64	34,99	0,0093	6,19	0,88
6234,904	869,00	26,71	32,61	5,90	32,07	34,32	0,0085	5,79	0,85
6156,669	869,00	26,86	32,46	5,60		33,64	0,0053	4,81	0,74
6072,362	869,00	26,23	32,34	6,11		33,16	0,00	4,00	0,64
6014,359	869,00	26,15	32,29	6,14		32,90	0,0030	3,46	0,55
5958,237	869,00	26,08	32,26	6,18		32,72	0,0018	3,03	0,47
5904,265	869,00	25,50	32,12	6,62		32,61	0,0024	4,29	0,56
5845,138	869,00	25,14	32,05	6,91		32,46	0,00	3,90	0,51
5798,138	869,00	24,80	31,48	6,68	30,39	32,31	0,0032	5,05	0,66
5733,141	869,00	24,66	31,51	6,85		32,07	0,0019	3,41	0,49
5663,147	869,00	24,47	31,22	6,75	29,73	31,91	0,0024	3,87	0,53
5611,429	869,00	24,44	30,70	6,26	29,68	31,72	0,00	4,59	0,64
5559,878	869,00	24,52	29,98	5,46	29,63	31,41	0,0064	5,37	0,83
5509,117	869,00	24,56	29,70	5,14	29,70	31,07	0,0063	5,37	0,83
5436,888	869,00	24,41	28,95	4,54	28,85	30,22	0,0053	4,75	0,78
5380,928	869,00	24,28	28,71	4,43	28,57	29,84	0,01	4,68	0,81
5310,756	869,00	23,83	28,66	4,83		29,40	0,0033	3,33	0,53
5240,151	869,00	23,14	28,76	5,62		29,15	0,0013	2,72	0,40
5169,64	869,00	22,65	28,34	5,69	27,17	28,96	0,0024	3,74	0,54
5163,828	Bridge								
5158,096	869,00	22,49	28,31	5,82		28,89	0,0024	3,61	0,52
5026,323	869,00	21,90	27,98	6,08		28,53	0,0030	3,49	0,50
4954,926	869,00	22,06	27,62	5,56		28,29	0,00	3,82	0,57
4900,183	869,00	22,13	27,48	5,35		28,13	0,0026	3,77	0,55
4847,541	869,00	22,03	27,42	5,39	25,76	27,96	0,0026	3,27	0,49
4845,207	Inl Struct								

ALTERNATIVA 4 AVENIDA T-100

[illegible]

SITUACIÓN ACTUAL - ALTERNATIVA AVENIDA T-500

Sección	Caudales (m3/s)	Cota lecho (m)	Cota lámina (m)	Calado (m)	C. Crítico (m)	Cota energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel Cauce (m/s)	Nº Froude
6713,422	Mult Open								
6708,877	1311,00	28,60	37,49	8,89	36,55	38,77	0,0089	5,35	0,61
6644,75	1311,00	28,23	37,66	9,43	35,47	38,15	0,0019	3,49	0,40
6578,886	1311,00	27,74	37,34	9,60	34,99	37,99	0,0023	3,90	0,45
6502,743	1311,00	27,26	36,79	9,53	34,66	37,75	0,0036	4,49	0,53
6433,071	1311,00	27,21	36,74	9,53	33,98	37,53	0,0018	4,01	0,46
6371,972	1311,00	26,92	36,42	9,50	33,87	37,38	0,0025	4,45	0,51
6302,048	1311,00	26,74	34,50	7,76	34,50	36,94	0,0085	7,01	0,88
6234,904	1311,00	26,71	33,76	7,05	33,76	36,20	0,0092	6,95	0,91
6156,669	1311,00	26,86	33,09	6,23	32,86	35,12	0,0076	6,31	0,90
6072,362	1311,00	26,23	33,25	7,02	32,33	34,39	0,00	4,79	0,69
6014,359	1311,00	26,15	33,47	7,32	32,11	34,04	0,0023	3,55	0,50
5958,237	1311,00	26,08	33,26	7,18	31,42	33,92	0,0020	3,63	0,51
5904,265	1311,00	25,50	33,15	7,65	31,37	33,79	0,0026	4,99	0,61
5845,138	1311,00	25,14	33,24	8,10	31,27	33,59	0,00	3,88	0,46
5798,138	1311,00	24,80	32,88	8,08	32,09	33,48	0,0022	4,80	0,56
5733,141	1311,00	24,66	32,90	8,24	31,57	33,33	0,0012	3,24	0,41
5663,147	1311,00	24,47	32,40	7,93	31,26	33,18	0,0023	4,31	0,54
5611,429	1311,00	24,44	32,13	7,69	31,34	33,03	0,00	4,64	0,57
5559,878	1311,00	24,52	31,14	6,62	31,14	32,75	0,0056	5,89	0,81
5509,117	1311,00	24,56	30,76	6,20	30,76	32,15	0,0054	5,77	0,80
5436,888	1311,00	24,41	30,49	6,08	30,06	31,37	0,0031	4,55	0,63
5380,928	1311,00	24,28	30,31	6,03	29,41	31,18	0,00	4,37	0,62
5310,756	1311,00	23,83	30,27	6,44	28,65	30,91	0,0023	3,48	0,47
5240,151	1311,00	23,14	30,29	7,15	27,64	30,75	0,0011	3,02	0,39
5169,64	1311,00	22,65	29,87	7,22	28,09	30,54	0,0055	3,82	0,48
5158,096	1311,00	22,49	29,74	7,25	28,05	30,47	0,0042	4,07	0,52
5026,323	1311,00	21,90	29,41	7,51	27,71	30,00	0,0024	3,66	0,46
4954,926	1311,00	22,06	29,19	7,13	27,64	29,83	0,00	3,81	0,49
4900,183	1311,00	22,13	29,08	6,95	27,38	29,72	0,0018	3,83	0,48
4847,541	1311,00	22,03	28,98	6,95	26,70	29,62	0,0021	3,60	0,47
4845,207	Inl Struct								

ALTERNATIVA 1 AVENIDA T-500

Sección	Caudales (m3/s)	Cota lecho (m)	Cota lámina (m)	Calado (m)	C. Crítico (m)	Cota energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel Cauce (m/s)	Nº Froude
6713,422	Mult Open								
6708,877	1311,00	28,60	37,49	8,89		38,77	0,0089	5,35	0,61
6644,75	1311,00	28,23	37,66	9,43		38,15	0,0019	3,49	0,40
6578,886	1311,00	27,74	37,34	9,60		37,99	0,0023	3,90	0,45
6502,743	1311,00	27,26	36,79	9,53		37,75	0,0036	4,49	0,53
6433,071	1311,00	27,21	36,74	9,53		37,53	0,0018	4,01	0,46
6371,972	1311,00	26,92	36,42	9,50		37,38	0,0025	4,45	0,51
6302,048	1311,00	26,74	34,50	7,76	34,50	36,94	0,0085	7,01	0,88
6234,904	1311,00	26,71	33,76	7,05	33,76	36,20	0,0092	6,95	0,91
6156,669	1311,00	26,86	33,09	6,23	32,86	35,12	0,0076	6,31	0,90
6072,362	1311,00	26,23	33,25	7,02		34,39	0,00	4,79	0,69
6014,359	1311,00	26,15	33,47	7,32		34,04	0,0023	3,55	0,50
5958,237	1311,00	26,08	33,26	7,18		33,92	0,0020	3,63	0,51
5904,265	1311,00	25,50	33,15	7,65		33,79	0,0026	4,99	0,61
5845,138	1311,00	25,14	33,24	8,10		33,59	0,00	3,88	0,46
5798,138	1311,00	24,80	32,88	8,08		33,48	0,0022	4,80	0,56
5733,141	1311,00	24,66	32,90	8,24		33,33	0,0012	3,24	0,41
5663,147	1311,00	24,47	32,40	7,93	31,26	33,18	0,0023	4,31	0,54
5611,429	1311,00	24,44	32,13	7,69	31,34	33,03	0,00	4,64	0,57
5559,878	1311,00	24,52	31,14	6,62	31,14	32,75	0,0056	5,89	0,81
5509,117	1311,00	24,56	30,76	6,20	30,76	32,15	0,0054	5,77	0,80
5436,888	1311,00	24,41	30,75	6,34	30,06	31,49	0,0025	4,25	0,57
5380,928	1311,00	24,28	30,62	6,34	29,41	31,33	0,00	4,04	0,56
5310,756	1311,00	23,83	30,57	6,74		31,12	0,0019	3,28	0,43
5240,151	1311,00	23,14	30,57	7,43		30,99	0,0010	2,88	0,36
5169,64	1311,00	22,65	29,63	6,98	28,19	30,69	0,0029	4,81	0,62
5163,828	Bridge								
5158,096	1311,00	22,49	29,53	7,04		30,59	0,0032	4,82	0,62
5026,323	1311,00	21,90	29,41	7,51		30,00	0,0024	3,66	0,46
4954,926	1311,00	22,06	29,19	7,13		29,83	0,00	3,81	0,49
4900,183	1311,00	22,13	29,08	6,95		29,72	0,0018	3,83	0,48
4847,541	1311,00	22,03	28,98	6,95	26,70	29,62	0,0021	3,60	0,47
4845,207	Inl Struct								

ALTERNATIVA 2 AVENIDA T-500

Sección	Caudales (m3/s)	Cota lecho (m)	Cota lámina (m)	Calado (m)	C. Crítico (m)	Cota energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel Cauce (m/s)	Nº Froude
6713,422	Mult Open								
6708,877	1311,00	28,60	37,49	8,89	36,55	38,77	0,0089	5,35	0,61
6644,75	1311,00	28,23	37,66	9,43	35,47	38,15	0,0019	3,49	0,40
6578,886	1311,00	27,74	37,34	9,60	34,99	37,99	0,0023	3,90	0,45
6502,743	1311,00	27,26	36,79	9,53	34,66	37,75	0,0036	4,49	0,53
6433,071	1311,00	27,21	36,74	9,53	33,98	37,53	0,0018	4,01	0,46
6371,972	1311,00	26,92	36,42	9,50	33,87	37,38	0,0025	4,45	0,51
6302,048	1311,00	26,74	34,50	7,76	34,50	36,94	0,0085	7,01	0,88
6234,904	1311,00	26,71	33,76	7,05	33,76	36,20	0,0092	6,95	0,91
6156,669	1311,00	26,86	33,09	6,23	32,86	35,12	0,0076	6,31	0,90
6072,362	1311,00	26,23	33,25	7,02	32,33	34,39	0,00	4,79	0,69
6014,359	1311,00	26,15	33,47	7,32	32,11	34,04	0,0023	3,55	0,50
5958,237	1311,00	26,08	33,26	7,18	31,42	33,92	0,0020	3,63	0,51
5904,265	1311,00	25,50	33,15	7,65	31,37	33,79	0,0026	4,99	0,61
5845,138	1311,00	25,14	33,24	8,10	31,27	33,59	0,00	3,88	0,46
5798,138	1311,00	24,80	32,88	8,08	32,09	33,48	0,0022	4,80	0,56
5733,141	1311,00	24,66	32,90	8,24	31,57	33,33	0,0012	3,24	0,41
5663,147	1311,00	24,47	32,40	7,93	31,26	33,18	0,0023	4,31	0,54
5611,429	1311,00	24,44	32,13	7,69	31,34	33,03	0,00	4,64	0,57
5559,878	1311,00	24,52	31,14	6,62	31,14	32,75	0,0056	5,89	0,81
5509,117	1311,00	24,56	30,76	6,20	30,76	32,15	0,0054	5,77	0,80
5436,888	1311,00	24,41	30,48	6,07	30,06	31,37	0,0031	4,56	0,63
5380,928	1311,00	24,28	30,30	6,02	29,41	31,18	0,00	4,39	0,63
5310,756	1311,00	23,83	30,26	6,43	28,65	30,90	0,0023	3,49	0,47
5240,151	1311,00	23,14	30,27	7,13	27,64	30,74	0,0011	3,03	0,39
5169,64	1311,00	22,65	29,67	7,02	28,17	30,51	0,0024	4,41	0,57
5163,828	Bridge								
5158,096	1311,00	22,49	29,62	7,13	28,09	30,41	0,0025	4,27	0,55
5026,323	1311,00	21,90	29,41	7,51	27,71	30,00	0,0024	3,66	0,46
4954,926	1311,00	22,06	29,19	7,13	27,64	29,83	0,00	3,81	0,49
4900,183	1311,00	22,13	29,08	6,95	27,38	29,72	0,0018	3,83	0,48
4847,541	1311,00	22,03	28,98	6,95	26,70	29,62	0,0021	3,60	0,47
4845,207	Inl Struct								

ALTERNATIVA 3 AVENIDA T-500

Sección	Caudales (m3/s)	Cota lecho (m)	Cota lámina (m)	Calado (m)	C. Crítico (m)	Cota energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel Cauce (m/s)	Nº Froude
6713,422	Mult Open								
6708,877	1311,00	28,60	37,49	8,89	36,55	38,77	0,0089	5,35	0,61
6644,75	1311,00	28,23	37,66	9,43	35,47	38,15	0,0019	3,49	0,40
6578,886	1311,00	27,74	37,34	9,60	34,99	37,99	0,0023	3,90	0,45
6502,743	1311,00	27,26	36,79	9,53	34,66	37,75	0,0036	4,49	0,53
6433,071	1311,00	27,21	36,74	9,53	33,98	37,53	0,0018	4,01	0,46
6371,972	1311,00	26,92	36,42	9,50	33,87	37,38	0,0025	4,45	0,51
6302,048	1311,00	26,74	34,50	7,76	34,50	36,94	0,0085	7,01	0,88
6234,904	1311,00	26,71	33,76	7,05	33,76	36,20	0,0092	6,95	0,91
6156,669	1311,00	26,86	33,09	6,23	32,86	35,12	0,0076	6,31	0,90
6072,362	1311,00	26,23	33,25	7,02	32,33	34,39	0,00	4,79	0,69
6014,359	1311,00	26,15	33,47	7,32	32,11	34,04	0,0023	3,55	0,50
5958,237	1311,00	26,08	33,26	7,18	31,42	33,92	0,0020	3,63	0,51
5904,265	1311,00	25,50	33,15	7,65	31,37	33,79	0,0026	4,99	0,61
5845,138	1311,00	25,14	33,24	8,10	31,27	33,59	0,00	3,88	0,46
5798,138	1311,00	24,80	32,88	8,08	32,09	33,48	0,0022	4,80	0,56
5733,141	1311,00	24,66	32,90	8,24	31,57	33,33	0,0012	3,24	0,41
5663,147	1311,00	24,47	32,40	7,93	31,26	33,18	0,0023	4,31	0,54
5611,429	1311,00	24,44	32,13	7,69	31,34	33,03	0,00	4,64	0,57
5559,878	1311,00	24,52	31,14	6,62	31,14	32,75	0,0056	5,89	0,81
5509,117	1311,00	24,56	30,76	6,20	30,76	32,15	0,0054	5,77	0,80
5436,888	1311,00	24,41	30,36	5,95	30,06	31,33	0,0034	4,72	0,66
5380,928	1311,00	24,28	30,12	5,84	29,41	31,11	0,00	4,60	0,67
5310,756	1311,00	23,83	30,09	6,26	28,65	30,80	0,0026	3,61	0,49
5240,151	1311,00	23,14	30,12	6,98	27,64	30,61	0,0012	3,11	0,40
5169,64	1311,00	22,65	29,67	7,02	28,04	30,42	0,0022	4,18	0,54
5163,828	Bridge								
5158,096	1311,00	22,49	29,65	7,16	27,94	30,34	0,0021	4,00	0,51
5026,323	1311,00	21,90	29,41	7,51	27,71	30,00	0,0024	3,66	0,46
4954,926	1311,00	22,06	29,19	7,13	27,64	29,83	0,00	3,81	0,49
4900,183	1311,00	22,13	29,08	6,95	27,38	29,72	0,0018	3,83	0,48
4847,541	1311,00	22,03	28,98	6,95	26,70	29,62	0,0021	3,60	0,47
4845,207	Inl Struct								

ALTERNATIVA 4 AVENIDA T-50

Sección	Caudales (m3/s)	Cota lecho (m)	Cota lámina (m)	Calado (m)	C. Crítico (m)	Cota energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel Cauce (m/s)	Nº Froude
6713,422	Mult Open								
6708,877	1311,00	28,60	37,49	8,89	36,55	38,77	0,0089	5,35	0,61
6644,75	1311,00	28,23	37,66	9,43	35,47	38,15	0,0019	3,49	0,40
6578,886	1311,00	27,74	37,34	9,60	34,99	37,99	0,0023	3,90	0,45
6502,743	1311,00	27,26	36,79	9,53	34,66	37,75	0,0036	4,49	0,53
6433,071	1311,00	27,21	36,74	9,53	33,98	37,53	0,0018	4,01	0,46
6371,972	1311,00	26,92	36,42	9,50	33,87	37,38	0,0025	4,45	0,51
6302,048	1311,00	26,74	34,50	7,76	34,50	36,94	0,0085	7,01	0,88
6234,904	1311,00	26,71	33,76	7,05	33,76	36,20	0,0092	6,95	0,91
6156,669	1311,00	26,86	33,09	6,23	32,86	35,12	0,0076	6,31	0,90
6072,362	1311,00	26,23	33,25	7,02	32,33	34,39	0,00	4,79	0,69
6014,359	1311,00	26,15	33,47	7,32	32,11	34,04	0,0023	3,55	0,50
5958,237	1311,00	26,08	33,26	7,18	31,42	33,92	0,0020	3,63	0,51
5904,265	1311,00	25,50	33,15	7,65	31,37	33,79	0,0026	4,99	0,61
5845,138	1311,00	25,14	33,24	8,10	31,27	33,59	0,00	3,88	0,46
5798,138	1311,00	24,80	32,88	8,08	32,09	33,48	0,0022	4,80	0,56
5733,141	1311,00	24,66	32,90	8,24	31,57	33,33	0,0012	3,24	0,41
5663,147	1311,00	24,47	32,40	7,93	31,26	33,18	0,0023	4,31	0,54
5611,429	1311,00	24,44	32,13	7,69	31,34	33,03	0,00	4,64	0,57
5559,878	1311,00	24,52	31,14	6,62	31,14	32,75	0,0056	5,89	0,81
5509,117	1311,00	24,56	30,76	6,20	30,76	32,15	0,0054	5,77	0,80
5436,888	1311,00	24,41	30,48	6,07	30,06	31,37	0,0031	4,56	0,63
5380,928	1311,00	24,28	30,30	6,02	29,41	31,18	0,00	4,39	0,63
5310,756	1311,00	23,83	30,26	6,43	28,65	30,91	0,0023	3,49	0,47
5240,151	1311,00	23,14	30,27	7,13	27,64	30,74	0,0011	3,03	0,39
5169,64	1311,00	22,65	29,67	7,02	28,17	30,51	0,0025	4,42	0,57
5163,828	Bridge								
5158,096	1311,00	22,49	29,62	7,13	28,08	30,42	0,0025	4,28	0,55
5026,323	1311,00	21,90	29,41	7,51	27,71	30,00	0,0024	3,66	0,46
4954,926	1311,00	22,06	29,19	7,13	27,64	29,83	0,00	3,81	0,49
4900,183	1311,00	22,13	29,08	6,95	27,38	29,72	0,0018	3,83	0,48
4847,541	1311,00	22,03	28,98	6,95	26,70	29,62	0,0021	3,60	0,47
4845,207	Inl Struct								

APÉNDICE Nº 5

Modelo Hec Ras (Versión digital)