



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos.
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



ESTUDIO DE INUNDABILIDAD DEL RÍO MIERA A SU PASO POR LA POBLACIÓN DE LIÉRGANES

Trabajo realizado por:
Jorge Pertierra Brasa

Dirigido:
Andrés Liaño Herrera
Agustín Ascorbe Salcedo

Titulación:
Grado en Ingeniería Civil

Santander, Septiembre 2014

TRABAJO FINAL DE GRADO

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	2
2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA	2
3. DESCRIPCIÓN DEL MODELO	4
3.1. DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE LA LÁMINA DE AGUA.	4
3.2. ANÁLISIS DEL EFECTO DE LOS PUENTES	6
3.3. VÍA DE INTENSO DESAGÜE	8
4. DATOS BÁSICOS	10
4.1. CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA	10
4.2. CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA	12
4.3. CAUDALES Y CONDICIONES DE CONTORNO.	13
4.3.1. CAUDALES	13
4.3.2. CONDICIONES DE CONTORNO	16
5. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	17
6. CONCLUSIONES	23

ANEJO N° 1.- CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

ANEJO N°2 - RESULTADOS

Apéndice n°1 – Planos de Inundabilidad.

ANEJO N°3 – FOTOGRÁFICO

1. ANTECEDENTES:

El presente Estudio tiene por objeto la delimitación de las zonas inundables del río Miera a su paso por Liérganes, que pertenece al término municipal del mismo nombre y situado en la comunidad autónoma de Cantabria, de manera que se delimite el Dominio Público Hidráulico estableciendo los límites de la zona de flujo preferente para adaptarse en todo momento a lo expuesto en el Real Decreto 9/2009 de 11 de Enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por Real Decreto 849/1986 de 11 de Abril.

De esta manera se justificará la no ocupación del dominio público hidráulico y se determinarán las construcciones que pudiesen verse afectadas por las avenidas procedentes del río Miera.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.

La cuenca hidrográfica del río Miera abarca una superficie de 316 km², que se corresponde con uno de los valores de superficie de aportación más reducidos entre los principales ríos de Cantabria. Su situación se puede observar con detalle en el Plano 1 del **anejo nº1-Cartografía y topografía**.

Sus límites oriental y occidental están definidos por las divisorias con las cuencas vertientes de los ríos Asón y Pas, respectivamente. Por el Sur, la cuenca del río Miera está delimitada por los Montes de Valnera y el Picón del Fraile, que constituyen el límite territorial de la Comunidad Autónoma de Cantabria con la de Castilla y León. Al Norte, limita con las aguas de la Bahía de Santander y la divisoria con la parte de la cuenca de la Costa Central que vierte al Mar Cantábrico en la zona que se extiende entre Loredó y Galizano.

En comparación con las cuencas hidrográficas de los principales ríos de Cantabria, se trata de una cuenca atípica, ya que la cabecera de la misma tiene una extensión muy reducida. Esta parte de la cuenca presenta la morfología de un valle en V, originado por la importante capacidad erosiva de los cursos de agua que la conforman. En su parte media y baja, la cuenca se ensancha dando lugar a un valle mucho más amplio.

El río Miera, curso principal que da nombre a la cuenca, nace en el Portillo de Lunada, a una altitud de unos 1.200 m. Su longitud total es de unos 41 km hasta su desembocadura en la Bahía de Santander a través de la Ría de Cubas, presentando en general una orientación S-N a lo largo de su recorrido.

La zona que se va estudiar está comprendida entre los pueblos de Liérganes (aguas abajo) y Rubalcaba. En el Plano 1 del anejo nº3-Fotográfico se pueden apreciar ambos núcleos situados en ambos extremos de nuestro tramo a estudiar, así como los puntos más característicos en los que se han tomado fotos.

A lo largo de todo nuestro tramo de estudio se encuentra mucha vegetación en ambos márgenes del cauce, hasta el punto de dificultar el acceso al mismo como se puede observar en las fotografías nº3, 4, 8 ó 9, lo que va a implicar la utilización de un coeficiente de rugosidad de Manning alto. En el centro del cauce no se encuentra vegetación pero sí gran cantidad de cantos rodados y acarreos que implicarán la utilización de un alto coeficiente de Manning, aunque más bajo que el de los márgenes. Esta situación se mantiene a lo largo de todo el tramo estudiado como se puede comprobar al observar las fotografías nº1 y 2 (tomadas al inicio del tramo aguas abajo), las fotografías nº9 y 10 (en un punto intermedio) o la fotografía nº14 (situada al final del tramo aguas arriba).

En nuestro tramo de estudio se encuentran varios elementos que van a afectar al flujo del río Miera. En primer lugar tenemos **2 azudes**, el primer azud situado al final del primer meandro aguas abajo de nuestro tramo (cerca de Liérganes), que podemos ver observar en las fotografías nº5 y 6 y el otro situado en el final de nuestro tramo aguas arriba cuya forma se puede apreciar en las fotografías nº15 y 16.

También encontramos en nuestro tramo 2 puentes; el primer puente situado aguas arriba del azud 1 y cuya forma podemos ver en la fotografía nº8. Tiene un tablero ligeramente curvo y dos pilares en el cauce del río de un espesor pequeño en comparación con su altura. El siguiente se encuentra en el pueblo de Rubalcaba cerca del final de nuestro tramo de estudio. Su forma se puede

ver en las fotografías nº 12 y 13 y se aprecia por la misma que es más antiguo que el puente 1 con un tablero muy ancho, un gran pilar central y dos arcos.

A lo largo de nuestro tramo de estudio nos encontramos varias contrucciones que por su cercanía con los márgenes del río son susceptibles de sufrir daños. Un ejemplo muy significativo esta en la casa de la fotografía nº11 cuyos cimientos están prácticamente en el cauce del río.

Es importante señalar que aguas abajo de Rubalcaba la carretera se encuentra muy cerca del margen izquierdo del río y seguramente también se vea afectada por las avenidas del río.

3. DESCRIPCIÓN DEL MODELO

3.1. DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE LA LÁMINA DE AGUA.

El programa utilizado para la modelización del río Miera a su paso por Liérganes, tomado como punto de partida, es el programa HEC-RAS.

El programa HEC-RAS (River Analysis System), ha sido desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (HEC) del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE.UU., a partir del conocido modelo HEC-2 (Water Surface Profiles) que se ha convertido en un estándar empleado de forma profusa en la Ingeniería Hidráulica.

El modelo matemático HEC-RAS, al igual que su predecesor (HEC-2) está basado en la ecuación de conservación de la energía, expresada en términos unidimensionales, con la pérdida de carga valorada según la ecuación de Manning; no obstante, el HEC-RAS introduce una serie de mejoras en la realización de los cálculos hidráulicos, además de la mayor facilidad que supone la entrada de datos y representación de resultados por haber sido desarrollado bajo entorno Windows. El programa ha presentado múltiples evoluciones, estando en la actualidad vigente la versión 4.1.

El modelo hidráulico propuesto, HEC-RAS, es del tipo unidimensional. En él se discretiza el continuo geométrico en unos puntos, definidos mediante

perfiles transversales, distanciados entre sí en función de la homogeneidad de cada tramo. De esta forma se concentran en unos puntos discretos las características hidráulicas que corresponden a cada tramo, y de ellos depende el comportamiento del modelo y su similitud con el medio físico.

En esta definición discreta del medio físico se ha de incluir la modelización de los obstáculos que existen al paso del agua, como es el caso de puentes, rellenos, azudes, etc. Cada tipo de obra presenta un efecto obstaculizador que depende de las dimensiones propias y de su proporción con el cauce.

El modelo matemático de un río debe ser capaz de simular el comportamiento real del medio físico. Por esta razón, el modelo está formado por una serie de puntos correspondientes a diferentes perfiles transversales de la zona inundable enlazados longitudinalmente. En todo momento y a la hora de concretar el perfil es necesario diferenciar tres zonas, la vega de inundación de la margen izquierda, el río y la vega de inundación de la margen derecha. Cada zona se enlaza con la correspondiente de aguas abajo a base de definir una distancia entre ellas. En tramos rectos esta distancia es común para las tres zonas, en cambio en las zonas de meandros, las distancias varían en función de la situación en planta.

En general, se toma el eje teórico del río como eje del modelo, al cual se han ido asignando los valores correspondientes a cada punto del modelo. Dicho eje se ha identificado por las distancias a un punto que se toma como origen en donde existe una condición de contorno previa que será explicada en el siguiente apartado (las distancias se miden hacia aguas abajo, siguiendo siempre el eje físico del río).

Sobre el eje se definen los “puntos” del modelo que se caracterizan mediante perfiles transversales. Estos perfiles transversales deben de ser ortogonales al río en la zona del cauce y ortogonales a las líneas de corriente en las llanuras de inundación de las márgenes izquierda y derecha. Para ello y dado que en principio se desconocen las zonas inundables, conviene emplear los estudios hidráulicos existentes para señalar la orientación de los perfiles transversales en la zona de las márgenes inundables. Se observarán los

quiebros dentro de un mismo perfil para colocarse siempre perpendicular a la dirección de la corriente, por ello y en algunos casos es necesario realizar modelos geométricos diferentes en función del caudal de cálculo. Así una zona inundable y el río puede tener una zona activa de desagüe para caudales asociados al periodo de retorno de 10 años y otra muy diferente para la avenida de 500 años.

Estos perfiles transversales que definen físicamente los puntos del modelo se identifican por su número y se relacionan entre sí mediante las distancias parciales que los separan, debiéndose definir tres distancias, siguiendo siempre la dirección del agua en cada una de las tres zonas en que se divide el perfil transversal. Así la distancia de la zona de río (Channel en el modelo) seguirá el eje del mismo.

Para la elección de la situación de los perfiles transversales es necesario fijar un criterio hidráulico. La situación ideal sería una sucesión de perfiles casi continua, de manera que su sola geometría representara el medio físico, pero ello no sería práctico ni viable. Por lo tanto, se ha de seleccionar el número suficiente de perfiles transversales que permita la simulación. Para ello se elige sobre la cartografía la posición y la traza de los perfiles a obtener, teniendo en cuenta que se deben reflejar tanto los tramos de geometría uniforme, como los de fuerte variación.

3.2. ANÁLISIS DEL EFECTO DE LOS PUENTES.

La presencia de un puente en un cauce constituye una obstrucción al flujo de la corriente, que depende de la forma del puente, de las dimensiones relativas del puente y el cauce, y del caudal. A igualdad de los dos primeros factores, la obstrucción al paso del agua es creciente con el caudal, creciendo rápidamente cuando se aproxima el nivel de vertido sobre el tablero. A partir de aquí, la obstrucción “decrece” de forma relativa, si aumenta el caudal, llegando a constituir una mínima perturbación cuando el nivel de aguas abajo es igual al de aguas arriba.

Para pequeños caudales el agua circula por los ojos o vanos, sin casi acusar su presencia.

Cuando el nivel supera la mitad de altura del vano, es frecuente que se forme el vertido crítico, bien a la entrada del vano o bien en el interior del puente.

Dependiendo de la forma de los ojos o vanos, la circulación en carga bajo el puente se produce de forma progresiva (ojos en forma de arcos) o lo hace de forma brusca (vanos adintelados).

En cualquier caso, el vertido sobre el tablero se produce de forma rápida. En este caso, el tablero funciona como vertedero de pared gruesa. Los accesos al puente y la forma de la rasante longitudinal del camino a través del puente tienen una importancia decisiva. Los puentes modernos suelen ser de rasante recta o casi-recta, por lo que suelen tener unos terraplenes de acceso que producen en el flujo del agua el efecto de una estrangulación, tanto mayor cuanto mayor sea la relación entre la anchura del cauce y la suma de los vanos. Cuando el agua rebosa sobre el tablero, también lo hará sobre los terraplenes de acceso, con lo que la rasante se convierte en un vertedero continuo.

Los puentes se modelizan mediante 4 perfiles transversales topográficos, ver **figura 1**, de los que los dos extremos sirven para delimitar la zona de influencia del flujo hidráulico en su contracción de la vena líquida de aguas arriba, la expansión de aguas abajo. Los perfiles centrales definen la geometría del terreno junto al puente y el modelo coloca el puente correctamente definido perpendicular a la corriente sobre dichos perfiles.

Los coeficientes de contracción y expansión a emplear en estos casos serán los propuestos en el manual del HEC-RAS.

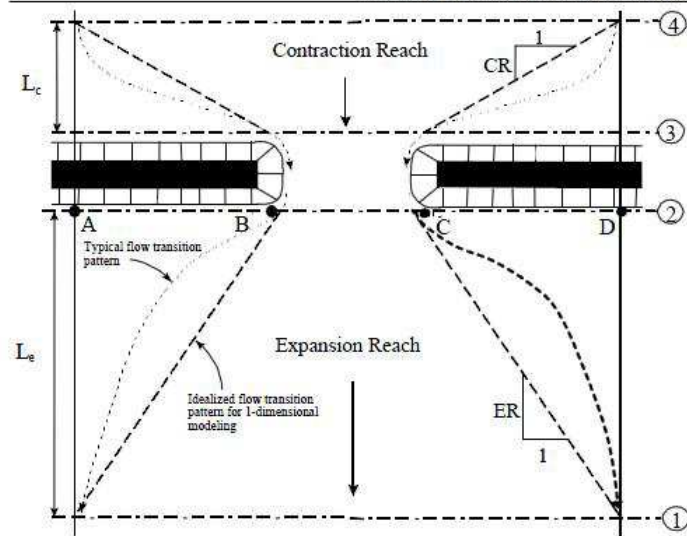


Figure 6-11 Cross Section Locations at a Bridge or Culvert

Figura 1. Esquemática acerca de las secciones en las proximidades de un puente.

3.3. VÍA DE INTENSO DESAGÜE

El Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico define la Zona de Policía como aquella franja de 100 metros de anchura a partir del cauce. En dicha zona los usos del suelo quedan perfectamente delimitados, no permitiéndose, entre otras actividades, la implantación de construcciones de todo tipo. Así mismo, esta norma dictamina que esta Zona de Policía podrá ampliarse para incluir la zona, conocida como Zona de Flujo Preferente, donde se concentra preferentemente el flujo con el objetivo de reducir el riesgo para las personas y los bienes.

El Real Decreto 9/2008 define la Zona de Flujo Preferente como la envolvente de las zonas que, durante la avenida de 100 años de periodo de retorno cumplen alguna de las siguientes características:

- Calado superior a 1 m.
- Velocidad superior a 1 m/s.
- Producto de ambas variables superior a 0,5 m²/s.
- Zonas que pertenecen a la Vía de Intenso Desagüe.

Por último, el Real Decreto 9/2008 define la Vía de Intenso Desagüe como aquella zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobreelevación superior a 0,30 metros en el caso general, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación.

En conclusión, el objeto del presente estudio es el de calcular la Vía de Intenso Desagüe para completar la definición de las diferentes zonas del Dominio Público Hidráulico y proceder al estudio de los usos del suelo posibles en cada una de ellas.

Resumiendo los apartados anteriores, se ha partido de un modelo HEC-RAS previo que contenía la geometría del cauce. Sin embargo, para el cálculo de la Vía de Intenso Desagüe es necesario completar dicho modelo mediante el uso de una herramienta especialmente pensada para casos como el que nos ocupa. Se trata de la herramienta Encroachment (literalmente “traspaso de límites”).

Según el propio manual oficial de HEC-RAS, el uso de la herramienta Encroachment es muy recomendable para la evaluación del impacto que un estrechamiento del cauce tendría sobre el flujo. Se trata pues de una herramienta que introduce unas limitaciones artificiales e imaginarias al flujo del agua, permitiendo así estimar la sobreelevación que se produciría y ajustándose adecuadamente al concepto de Vía de Intenso Desagüe.

A continuación se muestra una imagen, **figura 2**, en la cual se representa una sección transversal del cauce de un río. Se observa como la presencia de los Encroachment produce la disminución de la sección útil (la reducción con respecto a la sección natural es del K%) y la consiguiente sobreelevación de la lámina de agua. Así pues, para el cálculo de la Vía de Intenso Desagüe necesitaremos calcular aquel Encroachment que produzca una sobreelevación igual a la que se incluye en la legislación (0,30 metros en el caso general).

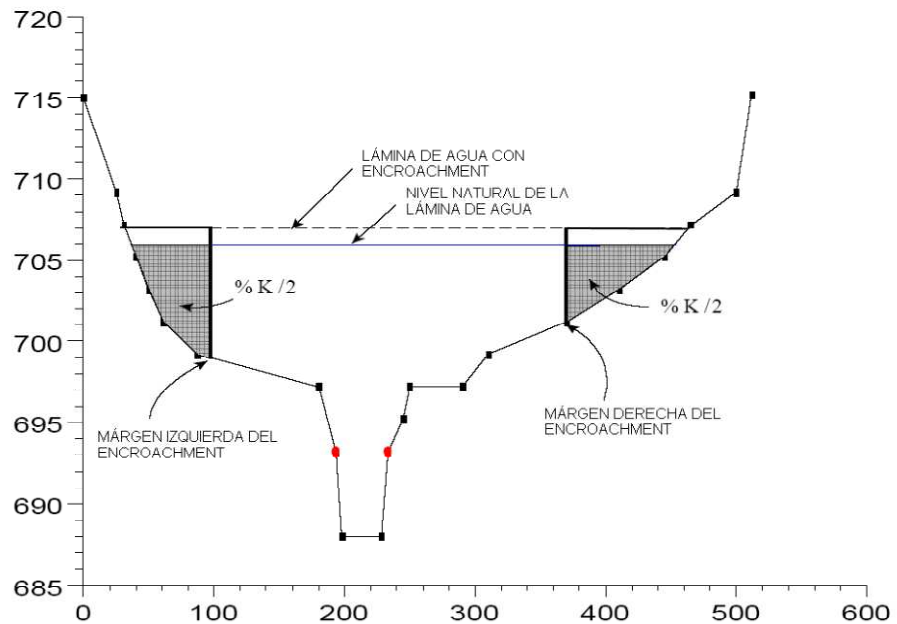


Figura 2. Esquemática sobre la utilización de encroachments.

El programa permite hasta cinco métodos para el cálculo de las secciones reducidas mediante Encroachments, en nuestro caso se ha utilizado el método 4, en el que el usuario introduce como dato la sobreelevación buscada en cada sección y el programa introduce el Encroachment necesario para que ello se cumpla.

4. DATOS BÁSICOS

4.1. CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA.

El zona de estudio del río y la situación de los distintos perfiles transversales la encontramos en el Plano 3 del **anejo nº1 – Cartografía y topografía**.

Además se ha contruido la siguiente tabla detallando las distancias entre los distintos perfiles y especificando si tienen algún elemento destacable en ellos. (tabla 1).

Nº de Perfil	Descripción	Distancia al anterior (m)		
		M.Izquierda	Cauce	M.derecha
41		0	0	0
42		44,5	45,6	46.6
43		58,5	61,2	64.2
44		46,9	48,3	49.3
45	Existe una contrucción en límite borde izdo.	46,7	49,3	52.5
46	Perfil aguas abajo en Azud 1	13,1	14,7	26.2
47	Perfil aguas arriba en Azud 1	10,7	12,5	12.9
48	Existe un "caseto" en el límite borde izdo.	20,3	13,8	6.1
49		52,9	47,9	47.5
50		68,6	64,6	60.6
51	Existe una Iglesia cerca del margen izdo.	93,8	89,4	82.6
52	Perfil aguas abajo Puente 1	23,5	23,5	23.6
53	Perfil aguas arriba Puente 1	9,6	9,7	9.8
54		28,5	28,3	28.2
55	Casa situada cerca del margen izdo.	93,5	93,2	93
56		120,7	101,5	100.3
57		101,2	101,7	101.5
58	Carretera en el límite izdo del perfil	113,1	116,2	120.1
59		108,1	109,7	110.9
60	Cobertizo cerca del margen izdo.	94,8	97,7	100
61		120,4	119,1	118.3
62		113,1	11,8	110.4
63	Carretera cerca del margen izdo.	108,7	106,6	105.8
64		108,5	107,6	106.9
65		104,1	103,5	103
66	Carrera cerca del margen izdo.	95,5	95,6	96.7
67	Carrera cerca del margen izdo.	99,1	98,8	98.5
68	Casa situada lejos del margen izdo.	111,2	112,1	113.7
69		50,3	49,8	48.9
70		89,5	88,5	87.5
71		99,4	99,3	99.2
72	Perfil aguas abajo Puente 2	40,4	40,7	41
73	Perfil aguas arriba Puente 2	8,2	8,2	8.1
74	Cauce de arroyo a la izda del principal	30,6	31,3	32
75	Perfil aguas abajo en Azud 1	26,8	33,4	42.7
76	Perfil aguas arriba en Azud 1	5,1	5,1	5.1
77		106,9	98,4	88.4

Tabla nº2 – Situación y descripción de perfiles transversales.

4.2. CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA.

En el modelo matemático del HEC-RAS, para evaluar la pendiente motriz se utiliza la formulación de Manning:

$$Q = \frac{1}{\eta} \cdot \Omega \cdot R^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

Siendo:

- Q: Caudal de avenida en m³/s.
- η : Coeficiente de rugosidad de Manning η
- Ω : Sección hidráulica en m².
- i: Pendiente hidráulica en m/m.

Los caudales utilizados los se explicarán en el siguiente apartado, al igual que las condiciones de contorno.

Por lo tanto se necesita la introducción de unos coeficientes de rugosidad de Manning para que se ejecute correctamente el modelo.

Concretamente se necesita identificar el coeficiente de rugosidad de Manning en el margen izquierdo, margen derecho y en el centro del cauce para cada uno de los perfiles transversales.

En nuestro caso, y de acuerdo con el manual del HEC-RAS, se ha tomado un coeficiente de 0.07 en los márgenes y de 0.05 en el centro del cauce.

Esto se debe a la existencia de muchos cantos rodados y acarreos en el centro del cauce. En los márgenes se necesita un coeficiente superior debido a la existencia de bastante vegetación. En el **Anejo nº3 – Fotográfico** se pueden observar diversas fotos a distintas secciones del cauce.

4.3. CAUDALES Y CONDICIONES DE CONTORNO.

4.3.1. CAUDALES

Existen tres formas convencionales de obtener caudales de avenida para un periodo de retorno determinado en un punto de una red fluvial.

El primero es hacer uso de alguna fórmula o ábaco calibrado para una zona geográfica en la que conociendo uno o varios parámetros de la cuenca, como puede ser el área vertiente hasta el punto deseado, resulte sencillo el cálculo de caudales para los distintos periodos de retorno.

El segundo es disponer de una red de aforos a lo largo de los cursos fluviales que componen la red hídrica de la cuenca, con registros suficientemente largos de caudales máximos diarios. De este modo, es posible tratar estadísticamente los datos y calcular el caudal circulante en diversos puntos y extrapolar a otros de la red fluvial.

El tercero consiste en la realización de modelos hidrológicos, más o menos complejos, en los que el esquema conceptual consiste en asignar precipitaciones a los distintos subelementos que componen la cuenca y conociendo las características físicas de la cuenca calcular los caudales generados en distintos puntos de la red hídrica.

En el norte peninsular y más concretamente en las cuencas que vierten al Mar Cantábrico no es viable, en general, calcular caudales distribuidos a lo largo de una red hídrica a través del análisis de datos de aforos. Esto es debido, o bien a la inexistencia de aforos en las cuencas, o bien a que los existentes presentan incertidumbres en los datos recogidos. Estas incertidumbres vienen producidas por dos factores: el primero es una deficiente construcción o mantenimiento de los aforos, que en situaciones de avenidas extraordinarias no miden correctamente el caudal que pasa a través de sus estructuras de control; el segundo factor es la forma de realizar mediciones, ya que al no disponer de registradores automáticos y realizar una medición diaria a través de un limnómetro, no es posible conocer el máximo caudal instantáneo diario.

Por lo tanto, en las cuencas del norte peninsular se suele abordar el cálculo de caudales para distintos periodos de retorno mediante dos métodos: unos ábacos facilitados por la Confederación Hidrográfica de Norte (1) o la realización de modelos hidrológicos que transforman lluvia en escorrentía.

Los **ábacos de la Confederación**, incluidos en los Planes Hidrológicos de las cuencas Norte I, II y III, son unos gráficos en los que entrando por abscisas con el área drenada hasta un punto y a través de la curva para un periodo de retorno determinado, se obtiene en el eje de ordenadas el caudal específico. Estos ábacos pueden ser utilizados, tal y como se recoge en el Artículo 25 de cada Plan Hidrológico, para el dimensionamiento de obras cuya cuantía no supere los 25 millones de pesetas (150.000,00 €.). Esta metodología suele tomarse como un valor de referencia para cualquier estudio que se apoye en un modelo hidrológico, lo que a veces genera incertidumbres en la realización del mismo.

Los ábacos de los tres planes Hidrológicos, al ser idénticos, proporcionan el mismo caudal en cuencas de igual área drenada.

La superficie de la cuenca del río Miera que aporta hasta Liérganes se ha calculado como muestra el Plano 2 del **anejo nº1 Cartografía y topografía** es de 120 km², con lo que entrando en el ábaco de la **figura 3**, resulta:

Q=5años -----→ 180 m³/s

Q=10años ----→ 198 m³/s

Q=25años ----→ 228 m³/s

Q=50años ----→ 252 m³/s

Q=100años --→ 300 m³/s

Q=500años ---→ 456 m³/s

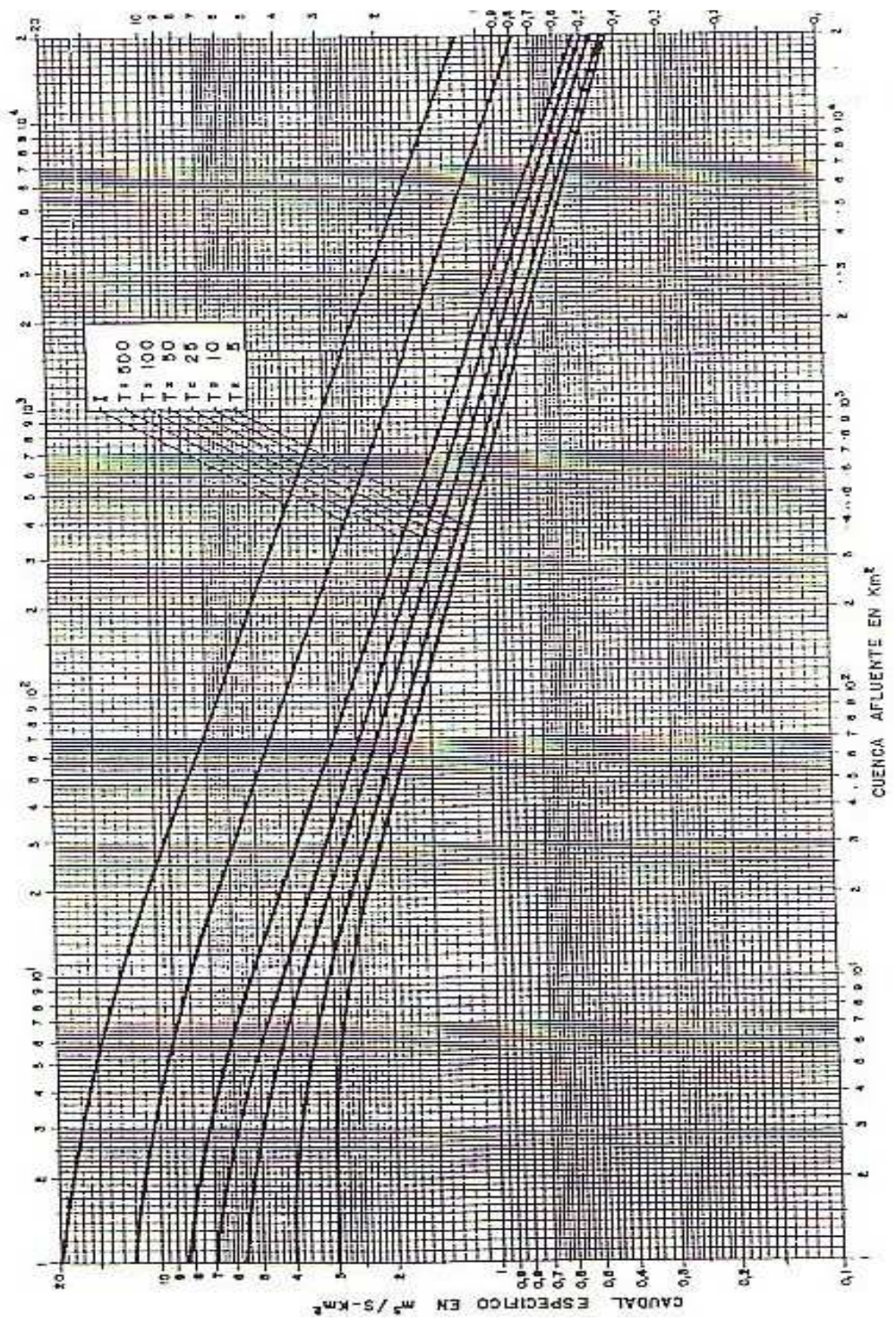


Figura 3. Ábaco del Plan Hidrológico Norte.

4.3.2. CONDICIONES DE CONTORNO

Las condiciones de contorno están marcadas por la cota de lámina de agua a emplear, en general, en el primer perfil de aguas abajo.

En nuestro caso la condición de contorno que se ha introducido es el nivel de agua conocido en el primer perfil transversal de nuestra zona de estudio (perfil 41) para cada uno de los distintos caudales de avenida.

Este nivel de agua lo conocemos debido al estudio de inundabilidad realizado en la zona de aguas abajo de la del presente estudio.

Los niveles del agua en el Perfil inicial serían:

$Q=5\text{años} \rightarrow 83.44 \text{ m}$

$Q=10\text{años} \rightarrow 83.55 \text{ m}$

$Q=25\text{años} \rightarrow 83.72 \text{ m}$

$Q=50\text{años} \rightarrow 83.88 \text{ m}$

$Q=100\text{años} \rightarrow 84.14 \text{ m}$

$Q=500\text{años} \rightarrow 86.84 \text{ m}$

5. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

En el presente apartado se procede a calcular mediante el programa HEC-RAS la cota que alcanzaría la lámina de agua, en el tramo estudiado, ante la avenidas de 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años. En el **apéndice nº1 - Planos de Inundabilidad**- se indican en 6 figuras la mancha de agua para cada uno de los periodos de retorno estudiados y además en el Plano 4 se muestra con detalle la llanura de inundación de la situación pésima correspondiente a un periodo de retorno de 500 años.

En este Plano 4 se puede comprobar como frente a la avenida de 500 años muchas zonas resultan afectadas. Aguas arriba de Liérganes en las cercanías del puente 1, la llanura de inundación cubre la carretera y afecta a la Iglesia del Humilladero. Siguiendo el curso aguas arriba se ve como la inundación llega a la carretera y afecta algunas construcciones entre las que se incluyen edificios antiguos como una hermita.

En el **Anejo nº2 - Resultados** se exponen los listados de salida de dicho cálculo figurando en primer lugar los listados empíricos obtenidos en forma de tablas de resultados, posteriormente se adjunta el perfil longitudinal de la lámina de agua y finalmente los perfiles transversales de cada rio con las cotas de agua para cada periodo de retorno.

La cota alcanzada por el agua para los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años se muestra a continuación en la Tabla 2.

Perfil	Cota (m)		
	Q500	Q100	Q10
41	86,84	84,55	83,77
42	87,35	85,93	85,04
43	87,3	85,97	85,17
44	87,86	86,67	85,91
45	88,27	87,01	86,18
46	88,44	87,18	86,31
47	88,19	87,79	87,48
48	88,42	88,15	87,86
49	88,95	88,42	88,04
50	90,11	89,18	88,34

51	91,09	90,36	89,61
52	91,02	90,47	89,74
53	91,69	90,63	89,82
54	91,86	90,85	89,91
55	92,02	91,14	90,27
56	92,05	91,22	90,39
57	92,46	91,51	90,63
58	92,78	91,89	91,07
59	93,39	92,57	91,86
60	94,61	93,69	92,89
61	95,72	94,77	94,24
62	97,68	96,77	95,85
63	99,32	97,99	96,86
64	99,79	98,6	97,63
65	100,7	99,83	99,22
66	101,43	100,45	99,71
67	101,97	100,89	100,09
68	102,77	101,81	100,95
69	102,86	102	101,18
70	103,74	102,71	101,82
71	104,3	103,31	102,49
72	104,95	103,9	103,02
73	106,54	104,45	103,28
74	106,69	104,54	103,26
75	106,82	104,89	103,73
76	106,69	104,71	104,2
77	106,92	105,98	105,38

Tabla 2. Cotas del agua para diferentes periodos de retorno.

Para la determinación de la Zona de Flujo Preferente en primer lugar se ha determinado la vía de intenso desagüe utilizando el Método 4 de encroachment intentando conseguir una elevación máxima de 0,3 m.

Es imposible conseguir una sobreelevación de exactamente 0,3 m en cada uno de los perfiles y en líneas generales poniendo como objetivo de todos los perfiles ese 0,3 m lo que se consigue son sobreelevaciones muy importantes en una cantidad importante de perfiles. Por ello el método a seguir consiste en ir ajustando el nivel objetivo en aquellos perfiles con sobreelevaciones superiores a 0,3 m, para ello lo que se debe hacer es el rebajar el nivel objetivo del perfil

inmediatamente aguas abajo y repetir este proceso en todos los perfiles en los que sea necesario hasta que se consigan unas sobreelevaciones de aproximadamente 0.3 m, inevitablemente algunos de nuestros perfiles tendrán sobreelevaciones muy por debajo de nuestro objetivo y si intentamos ajustarlos lo que se conseguirá serán sobreelevaciones importantes en los perfiles aguas arriba.

Los resultados de este proceso señalando la cota de la lámina de agua con y sin estrechamiento, así como la posición en de los estrechamientos en el eje x de cada perfil la encontramos en la siguiente tabla. (tabla 4) situada en el **anejo nº2: Resultados.**

Para la determinación de la Zona de Graves Daños se tienen que cumplir las condiciones de calado y velocidades expuestas en el punto 3.3. Para conseguirlo se han ido eliminando, en cada perfil transversal, en primer lugar las zonas con velocidades superiores a 1 m/s, posteriormente se han eliminado las zonas con un calado superior a 1m y finalmente se ha ido comprobando los restantes puntos del terreno hasta dar con el punto cuyo producto velocidad x calado fuese inferior a 0,5 m²/s. El resultado final del proceso ha sido expresado en la siguiente tabla (Tabla 4).

Distancia a origen (m)	Velocidad (m/s)	Calado (m)	VxY	Perfiles
14,36	0,54	0,41	0,22	P41
39	0,38	0,24	0,09	
1,17	0,5	0,99	0,495	P42
35,77	0,62	0,79	0,49	
0 (*)	0	0	0	P43
28,5	0,36	0,46	0,1656	
0	0	0	0	P44
30.14	0,78	0,63	0,49	
7,46	0,62	0,79	0,495	P45
47,97	0,77	0,64	0,425	

11,67	0,40	0,99	0,396	P46
58,19	0,36	0,39	0,14	
0	0	0	0	P47
70,05	0,96	0,42	0,41	
0	0	0	0	P48
43,24	0,78	0,63	0,495	
0	0	0	0	P49
43,81	0,94	0,52	0,495	
0	0	0	0	P50
33,15	0,99	0,5	0,495	
19,84	0,9	0,3	0,27	P51
51,31	0,34	0,57	0,19	
15,15	0,84	0,22	0,19	P52
45,04	0,19	0,29	0,05	
13,5	0,11	0,22	0,02	P53
43,22	0,63	0,16	0,1	
13,1	0,47	0,92	0,43	P54
54,96	0,5	0,87	0,435	
0	0	0	0	P55
91,57	0,58	0,9	0,52	
84	0,66	0,5	0,33	P56
110,35	0,4	0,99	0,396	
127,03	0,65	0,76	0,495	P57
163,2	0,39	0,99	0,381	
135,97	0,73	0,64	0,495	P58
167,42	0,88	0,61	0,495	
83,49	0,31	0,21	0,07	P59

110,91	0,92	0,54	0,496	
82,48	0,6	0,6	0,36	P60
115,71	0,36	0,28	0,1	
16,82	0,49	0,19	0,09	P61
39,78	0	0	0	
21	0,62	0,79	0,489	P62
39,02	0,62	0,52	0,322	
25,92	0,56	0,7	0,392	P63
50,21	0,77	0,66	0,51	
13,46	0,67	0,59	0,395	P64
42,41	0	0	0	
17,36	0,37	0,99	0,366	P65
44,67	0,71	0,7	0,497	
27,29	0,73	0,68	0,495	P66
53,00	0,95	0,5	0,475	
90,07	0,54	0,44	0,237	P67
116,88	0,61	0,71	0,433	
52,76	0,62	0,38	0,2356	P68
101	0,34	0,71	0,241	
51,23	0,86	0,58	0,4988	P69
74,3	0,4	0,99	0,396	
52,96	0,34	0,37	0,126	P70
79,27	0,78	0,63	0,491	
53,45	0,79	0,62	0,489	P71
75,14	0,55	0,7	0,385	
40,27	0 (**)	0	0	P72
76,26	0	0	0	

38,52	0	0	0	P73
77,36	0	0	0	
31,07	0,85	0,58	0,493	P74
64,13	0,56	0,44	0,246	
19,21	0,55	0,83	0,456	P75
60,77	0,38	0,99	0,376	
18,91	0	0	0	P76
65,53	0	0	0	
24,08	0,82	0,6	0,48	P77
48,13	0,46	0,99	0,455	

Tabla 4. Delimitación de la zona de Graves daños.

(*La zona de graves daños se delimita en el extremo de la llanura de inundación)

(** La zona de graves daño se limita con la zona de ineffectividad del puente)

En definitiva la zona de flujo preferente será la envolvente exterior a la vía de inteso desagüe y a la zona de graves daños y como se observa en la tabla a continuación (tabla 5). Los resultados dibujados sobre la cuenca se encuentran al final del **apéndice nº1 – Planos de Inundabilidad**.

Perfil	Vía inteso desagüe	Zona de graves daños	Zona Flujo Preferente
41	18,02 - 38,94	14,36- 39	14,36- 39
42	0 – 37,98	1,17 - 35,77	0 – 37,98
43	0 – 28,6	0 - 28,5	0 - 28,6
44	0 – 30,14	0 – 30,14	0 – 30,14
45	0 – 51,51	7,46 - 47,97	0 – 51,51
46	10,07 – 58,19	11,67 - 58,19	10,07 – 58,19
47	0 – 69,98	0 - 70,05	0 - 70,05
48	0 – 51,94	0 - 43,24	0 – 51,94
49	0 – 27,25	0 – 43,81	0 – 43,81
50	0 - 20,36	0 - 33,15	0 - 33,15
51	19,84 – 51,31	19,84 - 51,31	19,84 - 51,31
52	15,15 – 45,04	15,15 - 45,04	15,15 - 45,04
53	13,5 – 48,68	13,5 - 43,22	13,5 – 48,68
54	11,01 – 62,82	13,1 - 54,96	11,01 – 62,82
55	47,19 – 107,64	0 - 91,57	0 – 107,64
56	84,07 – 110,99	84 - 110,35	84 - 110,99

57	134,62 – 164,07	127,03 - 163,2	127,03 - 164,07
58	135,35 – 169,00	135,97 - 167,12	135,35 – 169,00
59	84,25 – 111,94	83,49 - 110,91	83,49 - 111,94
60	81,39 - 115,53	82,72 - 115,71	81,39 - 115,71
61	8,08 – 40,98	16,49 - 39,78	8,08 – 40,98
62	18,38 – 43,08	21 - 39,27	18,38 – 43,08
63	23,5 – 61,51	25,92 - 50,21	23,5 – 61,51
64	6,68 – 45,02	13,46 - 42,41	6,68 – 45,02
65	15,69 – 47,49	17,36 - 44,67	15,69 – 47,49
66	23,73 – 54,02	27,29 - 53,00	23,73 – 54,02
67	86,05 – 116,88	90,07 - 116,88	86,05 – 116,88
68	44,99 – 84,76	52,76 - 101	44,99 - 101
69	49,3 – 74,54	51,23 - 74,3	49,3 – 74,54
70	52,08 – 79,65	52,96 - 79,1	52,08 – 79,65
71	53,12- 77,54	53,35 - 75,14	53,12- 77,54
72	40,07 – 69,48	40,27 - 76,26	40,27 - 76,26
73	36,99 – 66,4	38,52 - 77,36	36,99 - 77,36
74	28,28 – 64,13	31,07 - 64,13	28,28 – 64,13
75	12,68 – 61,65	19,21 - 60,77	12,68 – 61,65
76	12,72 – 68,75	18,91 - 65,53	12,72 – 68,75
77	22,95 – 52,09	24,08 - 48,13	22,95 – 52,09

Tabla 5. Resultados de la envolvente para delimitar la Zona de Flujo Preferente.

6. CONCLUSIONES.

En primer lugar es importante destacar que los perfiles transversales que nos han sido proporcionados no permiten apreciar completamente la extensión de la superficie inundada para algunos caudales de avenida. Esto se debe a que, especialmente en el margen izquierdo, en algunos perfiles transversales la altura del nivel de agua en los límites del mismo es superior a la cota del terreno proporcionada, por lo que con unos perfiles transversales más amplios observaríamos mejor los límites de la inundación.

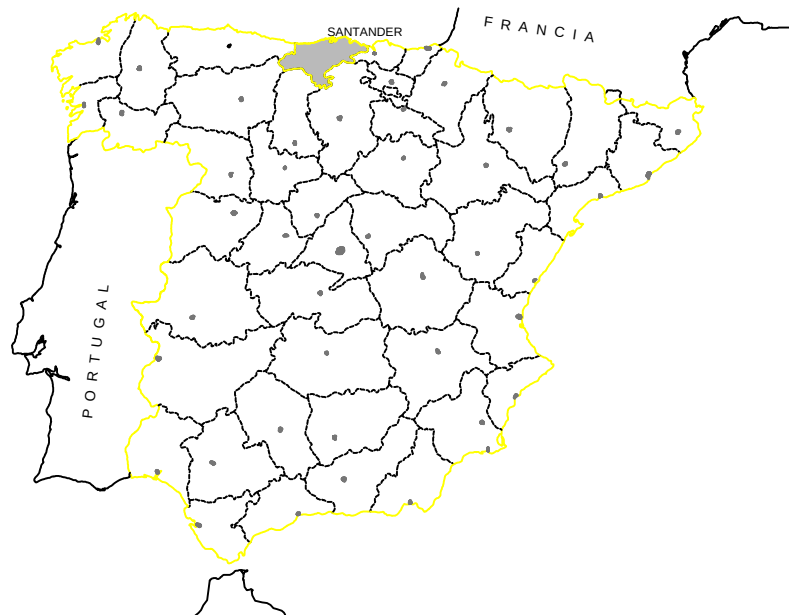
En general el área de estudio es muy propensa a las inundaciones y sería de riesgo alto ya que a lo largo de nuestro tramo de estudio y con más incidencia en el margen izquierdo nos encontramos un gran número de construcciones en la zona de flujo preferente que por lo tanto sufrirían daños con la avenida de 100 años.

En el plano de representación de la zona de flujo preferente se pueden apreciar globalmente estas zonas y además se han hecho unos planos de detalle en alguna zona conflictiva para mejor apreciación de las construcciones situadas dentro de la zona de flujo preferente.

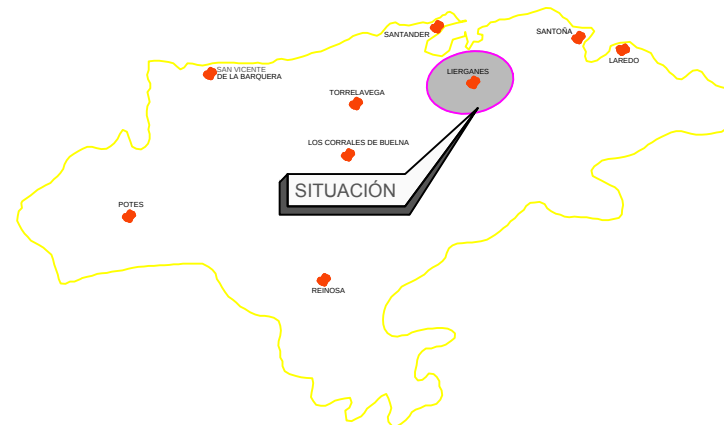
Ambos se encontrarán al final del **Apéndice nº1 – Planos de Inundabilidad**.

También es importante señalar que para la avenida de 500 años el puente situado aguas abajo en nuestro tramo se ve rebosado, por lo que habría que estudiar los efectos sobre el mismo en esta situación.

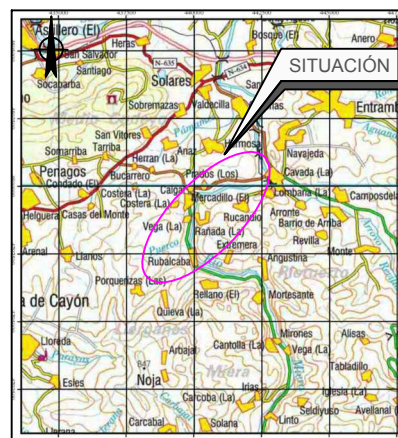
ANEJO Nº1 – CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA



SITUACIÓN DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANTABRIA EN ESPAÑA



COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANTABRIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CAÑALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
ESTUDIO DE INUNDABILIDAD

TÍTULO
ESTUDIO INUND.
RIO MIERA (LIÉRGANES)

TERMINO MUNICIPAL
LIÉRGANES

PROVINCIA
CANTABRIA

TÍTULO DEL PLANO
SITUACIÓN

AUTOR
Jorge Pertierra Brasa

ESCALA
VARIAS

FECHA
SEPT - 2014

PLANO 1
HOJA 1 DE 1



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
ESTUDIO DE INUNDABILIDAD

TÍTULO
ESTUDIO INUND.
RIO MIERA (LIÉRGANES)

TERMINO MUNICIPAL
LIÉRGANES
PROVINCIA
CANTABRIA

TÍTULO DEL PLANO
CUENCA APORT.

AUTOR
Jorge Pertierra Brasa

ESCALA
1/200.000

FECHA
SEPT - 2014

PLANO 2
HOJA 1 DE 1

ANEJO Nº2 - RESULTADOS

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Rio Miera Reach: Miera

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Miera	41	5	180.00	80.86	83.61	83.61	84.65	0.021911	4.52	39.83	19.25	1.00
Miera	41	10	198.00	80.86	83.77	83.77	84.85	0.021318	4.62	42.93	20.59	1.00
Miera	41	25	228.00	80.86	84.02	84.02	85.17	0.020248	4.75	48.42	22.81	0.99
Miera	41	50	252.00	80.86	84.22	84.22	85.40	0.019418	4.84	53.05	24.53	0.98
Miera	41	100	300.00	80.86	84.55	84.55	85.83	0.018102	5.04	61.66	27.13	0.96
Miera	41	500	456.00	80.86	86.84	86.84	85.48	0.004662	3.81	142.89	41.69	0.54
Miera	42	5	180.00	81.08	84.85		85.09	0.003906	2.17	83.07	34.06	0.44
Miera	42	10	198.00	81.08	85.04		85.29	0.003868	2.21	89.74	35.49	0.44
Miera	42	25	228.00	81.08	85.33		85.59	0.003699	2.28	100.09	36.13	0.44
Miera	42	50	252.00	81.08	85.54		85.81	0.003592	2.34	107.69	36.19	0.43
Miera	42	100	300.00	81.08	85.93		86.23	0.003464	2.46	121.85	36.29	0.43
Miera	42	500	456.00	81.08	87.35		87.70	0.002691	2.62	173.74	36.68	0.38
Miera	43	5	180.00	81.40	84.99	84.79	85.64	0.016520	3.59	50.13	28.28	0.86
Miera	43	10	198.00	81.40	85.17		85.82	0.014706	3.58	55.25	28.39	0.82
Miera	43	25	228.00	81.40	85.42		86.10	0.013205	3.64	62.55	28.55	0.79
Miera	43	50	252.00	81.40	85.61		86.31	0.012409	3.71	67.93	28.66	0.77
Miera	43	100	300.00	81.40	85.97		86.72	0.011222	3.84	78.13	28.88	0.74
Miera	43	500	456.00	81.40	87.30		88.08	0.007236	3.92	117.25	29.69	0.62
Miera	44	5	180.00	81.44	85.76		86.02	0.003803	2.24	81.02	31.61	0.44
Miera	44	10	198.00	81.44	85.91		86.19	0.003874	2.33	85.62	31.82	0.44
Miera	44	25	228.00	81.44	86.15		86.46	0.003955	2.48	93.16	32.17	0.45
Miera	44	50	252.00	81.44	86.33		86.66	0.004006	2.58	99.01	32.43	0.46
Miera	44	100	300.00	81.44	86.67		87.06	0.004074	2.77	110.37	32.94	0.47
Miera	44	500	456.00	81.44	87.86		88.35	0.003715	3.13	150.60	34.68	0.46
Miera	45	5	180.00	81.78	86.02		86.16	0.001815	1.66	108.55	38.56	0.32
Miera	45	10	198.00	81.78	86.18		86.33	0.001881	1.72	114.80	39.45	0.32
Miera	45	25	228.00	81.78	86.43		86.60	0.001962	1.82	125.20	40.89	0.33
Miera	45	50	252.00	81.78	86.63		86.82	0.002010	1.89	133.44	41.99	0.34
Miera	45	100	300.00	81.78	87.01		87.22	0.002071	2.00	149.84	44.10	0.35
Miera	45	500	456.00	81.78	88.27		88.51	0.001917	2.18	209.37	51.05	0.34
Miera	46	5	180.00	80.83	86.14		86.17	0.000278	0.84	215.40	46.77	0.12
Miera	46	10	198.00	80.83	86.31		86.35	0.000307	0.89	223.49	48.87	0.13
Miera	46	25	228.00	80.83	86.58		86.63	0.000338	0.96	236.98	50.86	0.14
Miera	46	50	252.00	80.83	86.79		86.84	0.000360	1.02	247.67	52.40	0.14
Miera	46	100	300.00	80.83	87.18		87.24	0.000397	1.13	268.89	55.33	0.15
Miera	46	500	456.00	80.83	88.44		88.53	0.000452	1.38	343.43	61.06	0.17
Miera	47	5	180.00	86.12	87.42	87.42	87.87	0.025943	2.98	60.30	67.41	1.01
Miera	47	10	198.00	86.12	87.48	87.48	87.96	0.025394	3.05	64.90	69.16	1.00
Miera	47	25	228.00	86.12	87.58	87.58	88.10	0.024468	3.17	71.84	70.46	1.00
Miera	47	50	252.00	86.12	87.65	87.65	88.20	0.023906	3.28	76.89	70.74	1.00
Miera	47	100	300.00	86.12	87.79	87.79	88.40	0.022978	3.47	86.57	71.28	1.00
Miera	47	500	456.00	86.12	88.19	88.19	88.99	0.020774	3.97	115.62	72.77	0.99
Miera	48	5	180.00	85.10	87.80		88.02	0.004684	2.10	85.86	44.13	0.48
Miera	48	10	198.00	85.10	87.86		88.11	0.005135	2.23	88.71	44.39	0.50
Miera	48	25	228.00	85.10	87.96		88.26	0.005902	2.45	93.00	44.78	0.54
Miera	48	50	252.00	85.10	88.03		88.38	0.006520	2.62	96.15	45.07	0.57
Miera	48	100	300.00	85.10	88.15		88.59	0.007801	2.95	101.71	45.57	0.63
Miera	48	500	456.00	85.10	88.42		89.23	0.013650	3.98	114.52	49.63	0.84
Miera	49	5	180.00	85.19	87.96		88.31	0.005893	2.64	73.50	44.18	0.54
Miera	49	10	198.00	85.19	88.04		88.43	0.006365	2.80	77.01	44.90	0.56
Miera	49	25	228.00	85.19	88.16		88.62	0.007115	3.04	82.57	46.00	0.60
Miera	49	50	252.00	85.19	88.25		88.77	0.007743	3.24	86.84	49.30	0.63
Miera	49	100	300.00	85.19	88.42	87.96	89.05	0.008884	3.60	95.61	55.66	0.67
Miera	49	500	456.00	85.19	88.95	88.75	89.83	0.010755	4.37	129.91	71.50	0.75
Miera	50	5	180.00	85.73	88.24		89.01	0.015268	3.89	46.24	19.83	0.81
Miera	50	10	198.00	85.73	88.34	88.07	89.20	0.016677	4.11	48.17	22.52	0.85
Miera	50	25	228.00	85.73	88.46	88.29	89.49	0.018632	4.49	51.43	28.06	0.91
Miera	50	50	252.00	85.73	88.57	88.56	89.71	0.019931	4.76	54.50	31.87	0.94
Miera	50	100	300.00	85.73	89.18	89.18	90.09	0.013030	4.35	83.52	65.02	0.77
Miera	50	500	456.00	85.73	90.11	90.11	90.90	0.009809	4.36	163.14	131.37	0.68
Miera	51	5	180.00	85.90	89.42	88.21	89.67	0.003810	2.22	81.10	31.10	0.44
Miera	51	10	198.00	85.90	89.61	88.32	89.87	0.003722	2.28	86.91	31.28	0.44
Miera	51	25	228.00	85.90	89.90	88.49	90.18	0.003588	2.37	97.24	38.48	0.43
Miera	51	50	252.00	85.90	90.12	88.65	90.42	0.003464	2.44	108.35	85.14	0.43
Miera	51	100	300.00	85.90	90.36	88.91	90.71	0.003670	2.63	138.69	160.62	0.45
Miera	51	500	456.00	85.90	91.09	89.62	91.39	0.003003	2.70	265.99	177.89	0.42
Miera	52	5	180.00	85.50	89.55		89.75	0.002184	1.93	93.13	28.93	0.34
Miera	52	10	198.00	85.50	89.74		89.94	0.002224	2.01	98.31	29.20	0.34
Miera	52	25	228.00	85.50	90.02		90.26	0.002298	2.14	106.33	29.62	0.35
Miera	52	50	252.00	85.50	90.23		90.49	0.002366	2.25	112.34	33.60	0.36
Miera	52	100	300.00	85.50	90.47		90.78	0.002955	2.51	122.82	49.39	0.40
Miera	52	500	456.00	85.50	91.02	89.23	91.54	0.004144	3.24	165.89	108.88	0.49

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Rio Miera Reach: Miera (Continued)

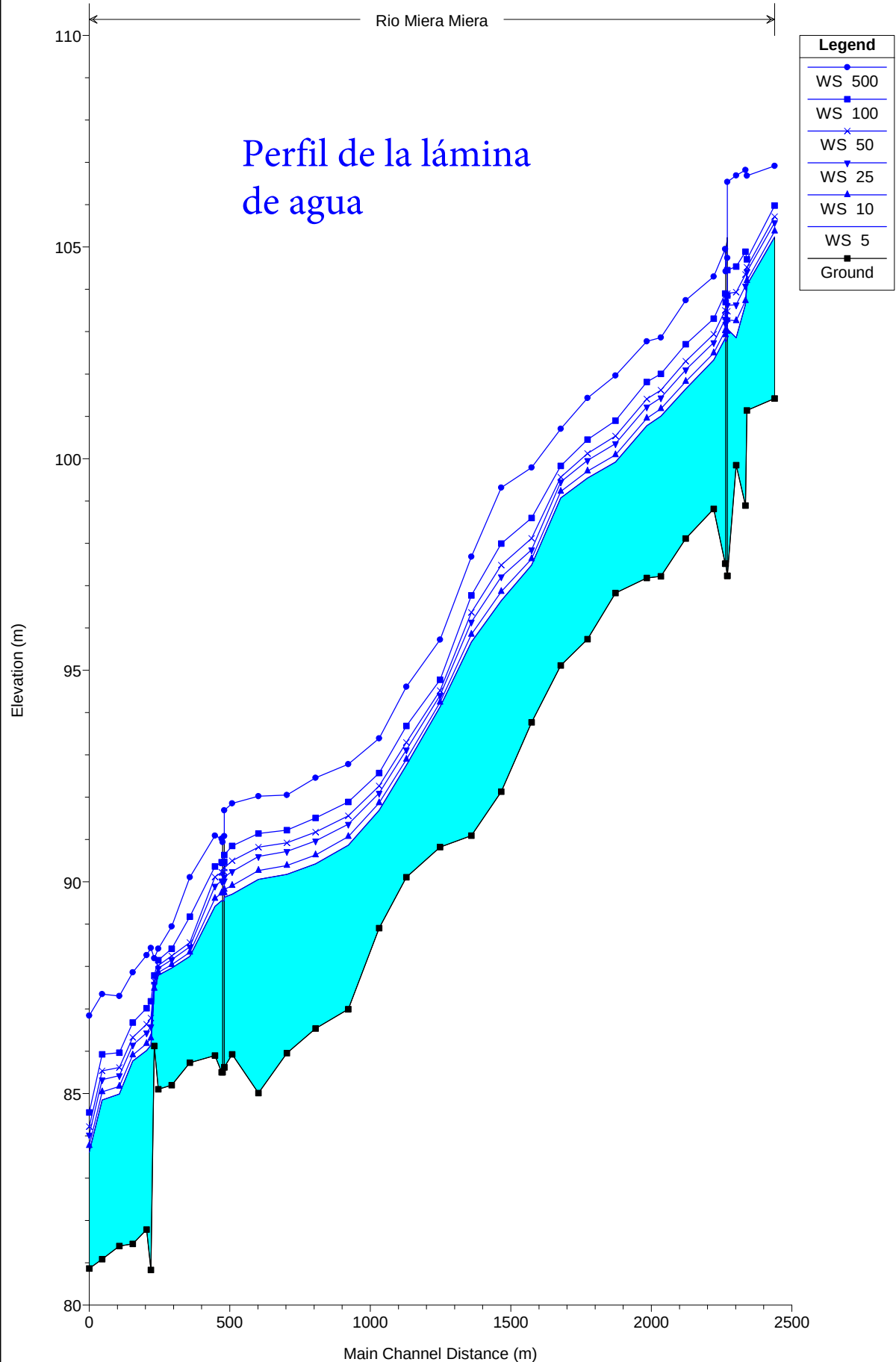
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Miera	52.5		Bridge									
Miera	53	5	180.00	85.62	89.63	87.97	89.85	0.002394	2.05	87.88	28.87	0.37
Miera	53	10	198.00	85.62	89.82	88.09	90.05	0.002395	2.13	93.05	29.21	0.37
Miera	53	25	228.00	85.62	90.11	88.29	90.37	0.002409	2.26	101.09	30.75	0.38
Miera	53	50	252.00	85.62	90.33	88.45	90.61	0.003158	2.35	107.59	36.74	0.41
Miera	53	100	300.00	85.62	90.63	88.72	90.96	0.003565	2.54	121.53	63.55	0.44
Miera	53	500	456.00	85.62	91.69	89.48	91.97	0.002445	2.52	259.09	160.07	0.38
Miera	54	5	180.00	85.92	89.71		89.94	0.003909	2.11	85.46	37.40	0.44
Miera	54	10	198.00	85.92	89.91		90.14	0.004211	2.11	93.64	43.31	0.46
Miera	54	25	228.00	85.92	90.24		90.46	0.004126	2.08	109.52	52.92	0.45
Miera	54	50	252.00	85.92	90.50		90.71	0.003492	2.05	124.92	81.11	0.43
Miera	54	100	300.00	85.92	90.85		91.06	0.002985	2.08	158.80	103.46	0.40
Miera	54	500	456.00	85.92	91.86		92.04	0.001885	2.04	295.93	157.66	0.34
Miera	55	5	180.00	85.01	90.06		90.16	0.001548	1.46	123.08	43.87	0.28
Miera	55	10	198.00	85.01	90.27		90.38	0.001607	1.50	132.40	47.04	0.28
Miera	55	25	228.00	85.01	90.60		90.72	0.001776	1.51	150.69	57.35	0.30
Miera	55	50	252.00	85.01	90.82		90.94	0.001684	1.54	163.33	57.79	0.29
Miera	55	100	300.00	85.01	91.14		91.28	0.001699	1.65	182.02	58.44	0.30
Miera	55	500	456.00	85.01	92.02		92.21	0.001791	1.95	234.56	68.00	0.31
Miera	56	5	180.00	85.95	90.18		90.38	0.002293	2.00	90.04	26.15	0.34
Miera	56	10	198.00	85.95	90.39		90.61	0.002338	2.07	95.53	26.52	0.35
Miera	56	25	228.00	85.95	90.72		90.96	0.002374	2.18	104.40	27.91	0.35
Miera	56	50	252.00	85.95	90.92		91.19	0.002446	2.29	110.36	31.33	0.36
Miera	56	100	300.00	85.95	91.22		91.55	0.002715	2.54	120.95	38.41	0.39
Miera	56	500	456.00	85.95	92.05		92.55	0.003349	3.16	157.83	48.78	0.44
Miera	57	5	180.00	86.53	90.42		90.67	0.003292	2.21	81.51	31.45	0.42
Miera	57	10	198.00	86.53	90.63		90.89	0.003178	2.26	88.74	36.84	0.42
Miera	57	25	228.00	86.53	90.97		91.24	0.003000	2.33	101.73	41.99	0.41
Miera	57	50	252.00	86.53	91.18		91.47	0.002944	2.40	110.97	45.96	0.41
Miera	57	100	300.00	86.53	91.51		91.84	0.002996	2.58	127.41	52.27	0.42
Miera	57	500	456.00	86.53	92.46		92.88	0.002961	2.97	185.14	68.17	0.43
Miera	58	5	180.00	86.99	90.87		91.26	0.007139	2.78	64.80	28.32	0.59
Miera	58	10	198.00	86.99	91.07		91.47	0.007128	2.80	70.76	30.67	0.59
Miera	58	25	228.00	86.99	91.37		91.78	0.006573	2.85	80.09	31.67	0.57
Miera	58	50	252.00	86.99	91.56		92.00	0.006391	2.92	86.31	32.04	0.57
Miera	58	100	300.00	86.99	91.89		92.38	0.006367	3.09	96.96	32.67	0.57
Miera	58	500	456.00	86.99	92.78		93.43	0.006334	3.59	129.80	48.01	0.59
Miera	59	5	180.00	88.90	91.69		92.22	0.009977	3.23	55.76	25.59	0.70
Miera	59	10	198.00	88.90	91.86		92.41	0.009590	3.28	60.31	26.13	0.69
Miera	59	25	228.00	88.90	92.10		92.70	0.009572	3.43	66.47	26.84	0.70
Miera	59	50	252.00	88.90	92.27		92.91	0.009618	3.54	71.10	27.35	0.70
Miera	59	100	300.00	88.90	92.57		93.30	0.009569	3.77	79.88	31.57	0.71
Miera	59	500	456.00	88.90	93.39		94.36	0.009302	4.40	108.79	38.04	0.73
Miera	60	5	180.00	90.11	92.76	92.36	93.25	0.011033	3.11	57.87	31.32	0.73
Miera	60	10	198.00	90.11	92.89	92.48	93.41	0.010755	3.18	62.22	31.87	0.73
Miera	60	25	228.00	90.11	93.12	92.65	93.67	0.010215	3.27	69.62	32.79	0.72
Miera	60	50	252.00	90.11	93.30	92.79	93.87	0.009824	3.34	75.39	33.49	0.71
Miera	60	100	300.00	90.11	93.69	93.03	94.07	0.006086	2.88	116.48	52.63	0.57
Miera	60	500	456.00	90.11	94.61	93.68	95.05	0.004819	3.14	173.99	67.27	0.53
Miera	61	5	180.00	90.82	94.13	93.93	94.94	0.016614	3.97	45.33	21.62	0.88
Miera	61	10	198.00	90.82	94.24	94.07	95.12	0.017327	4.15	47.69	21.91	0.90
Miera	61	25	228.00	90.82	94.40	94.29	95.41	0.018598	4.45	51.29	22.33	0.94
Miera	61	50	252.00	90.82	94.52	94.45	95.63	0.019656	4.67	53.91	22.64	0.97
Miera	61	100	300.00	90.82	94.77	94.77	96.06	0.020728	5.02	59.73	23.30	1.00
Miera	61	500	456.00	90.82	95.72	95.72	97.19	0.020227	5.37	84.85	29.22	1.01
Miera	62	5	180.00	91.09	95.67		96.30	0.009137	3.53	50.97	17.31	0.66
Miera	62	10	198.00	91.09	95.85		96.53	0.009347	3.65	54.20	17.74	0.67
Miera	62	25	228.00	91.09	96.14		96.89	0.009601	3.83	59.52	18.43	0.68
Miera	62	50	252.00	91.09	96.37		97.17	0.009734	3.95	63.74	18.96	0.69
Miera	62	100	300.00	91.09	96.77	95.87	97.67	0.010104	4.20	71.48	19.89	0.71
Miera	62	500	456.00	91.09	97.68	96.96	98.97	0.012565	5.02	90.80	22.66	0.80
Miera	63	5	180.00	92.13	96.64		97.02	0.004814	2.71	66.34	21.63	0.49
Miera	63	10	198.00	92.13	96.86		97.25	0.004792	2.79	71.04	22.06	0.50
Miera	63	25	228.00	92.13	97.21		97.63	0.004867	2.89	78.95	23.45	0.50
Miera	63	50	252.00	92.13	97.49		97.93	0.005006	2.94	85.77	25.47	0.51
Miera	63	100	300.00	92.13	97.99		98.45	0.005116	3.01	99.57	29.13	0.52
Miera	63	500	456.00	92.13	99.32		99.82	0.004772	3.16	144.71	40.97	0.51
Miera	64	5	180.00	93.77	97.49	97.49	98.36	0.023660	4.14	43.51	24.90	1.00
Miera	64	10	198.00	93.77	97.63	97.63	98.52	0.023686	4.18	47.33	26.82	1.01
Miera	64	25	228.00	93.77	97.84	97.84	98.78	0.022898	4.29	53.15	28.36	1.00

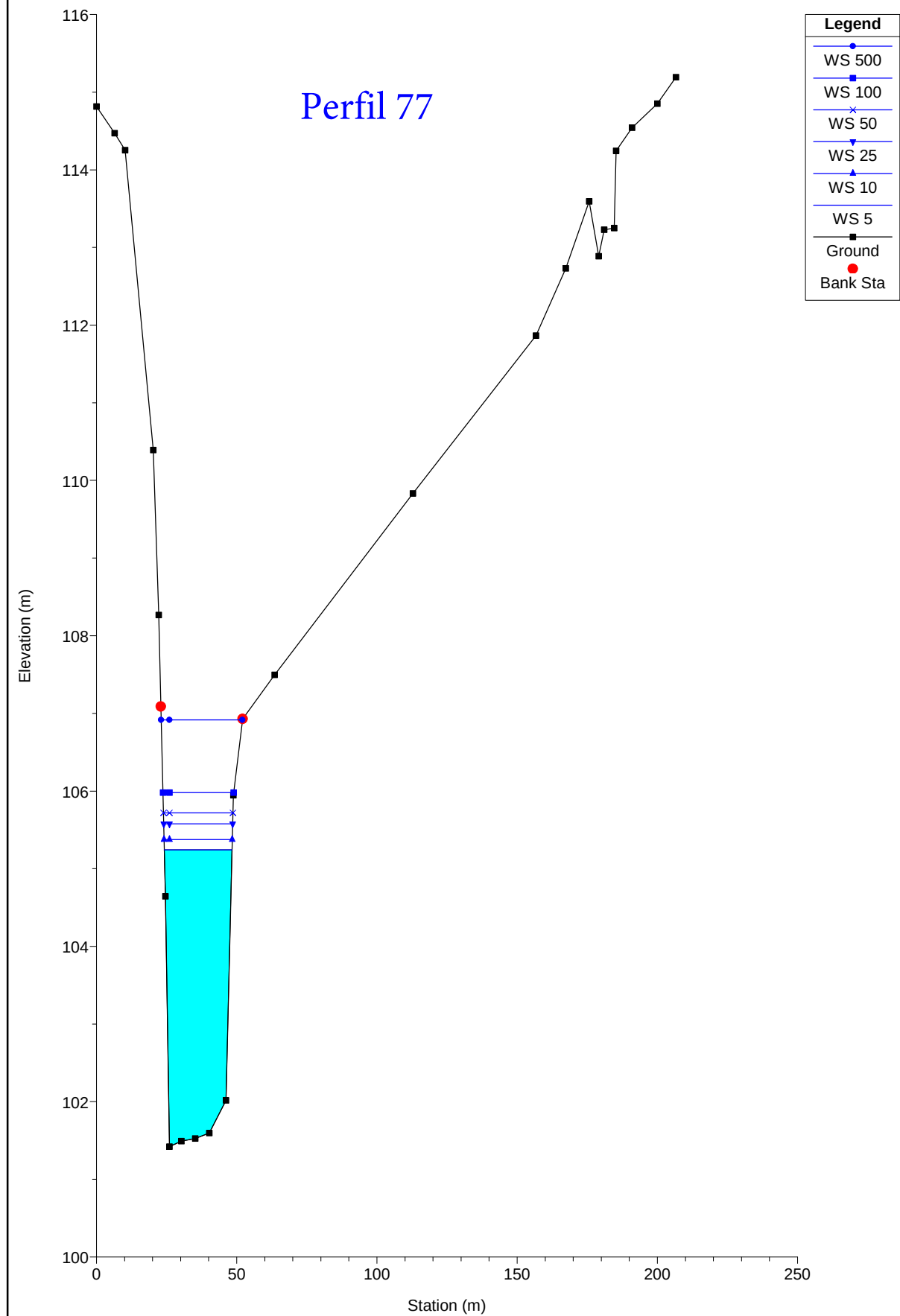
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Miera	64	50	252.00	93.77	98.12	97.97	98.99	0.018448	4.13	61.06	29.26	0.91
Miera	64	100	300.00	93.77	98.60		99.41	0.013709	3.98	75.33	30.16	0.80
Miera	64	500	456.00	93.77	99.79		100.62	0.009418	4.05	112.57	32.40	0.69
Miera	65	5	180.00	95.11	99.07		99.41	0.005177	2.56	70.25	27.31	0.51
Miera	65	10	198.00	95.11	99.22		99.58	0.005261	2.66	74.38	27.51	0.52
Miera	65	25	228.00	95.11	99.45		99.86	0.005464	2.83	80.62	27.81	0.53
Miera	65	50	252.00	95.11	99.57		100.03	0.005921	3.00	83.88	27.96	0.55
Miera	65	100	300.00	95.11	99.83		100.38	0.006519	3.29	91.21	28.31	0.58
Miera	65	500	456.00	95.11	100.70		101.48	0.007262	3.91	116.52	29.46	0.63
Miera	66	5	180.00	95.73	99.54		99.82	0.003480	2.32	77.69	25.35	0.42
Miera	66	10	198.00	95.73	99.71		100.00	0.003606	2.42	81.87	25.57	0.43
Miera	66	25	228.00	95.73	99.96		100.30	0.003819	2.58	88.35	25.91	0.45
Miera	66	50	252.00	95.73	100.12		100.50	0.004060	2.72	92.62	26.13	0.46
Miera	66	100	300.00	95.73	100.45		100.90	0.004430	2.96	101.29	26.58	0.48
Miera	66	500	456.00	95.73	101.43		102.08	0.005191	3.56	128.09	27.92	0.53
Miera	67	5	180.00	96.82	99.92		100.37	0.008159	3.00	60.03	25.91	0.63
Miera	67	10	198.00	96.82	100.09		100.57	0.007952	3.07	64.50	26.25	0.63
Miera	67	25	228.00	96.82	100.35		100.87	0.007673	3.19	71.67	28.69	0.62
Miera	67	50	252.00	96.82	100.54		101.09	0.007602	3.29	77.16	31.13	0.62
Miera	67	100	300.00	96.82	100.89		101.50	0.007347	3.46	89.18	35.88	0.62
Miera	67	500	456.00	96.82	101.97		102.66	0.006259	3.75	134.24	47.67	0.60
Miera	68	5	180.00	97.18	100.78		101.12	0.005315	2.58	69.82	26.43	0.51
Miera	68	10	198.00	97.18	100.95		101.31	0.005470	2.65	74.59	27.63	0.52
Miera	68	25	228.00	97.18	101.22		101.62	0.005634	2.77	82.30	29.21	0.53
Miera	68	50	252.00	97.18	101.41		101.83	0.005646	2.87	87.79	29.41	0.53
Miera	68	100	300.00	97.18	101.81		102.26	0.006019	2.97	101.12	34.11	0.55
Miera	68	500	456.00	97.18	102.77		103.35	0.005951	3.37	135.28	37.03	0.56
Miera	69	5	180.00	97.22	101.00		101.45	0.006886	2.96	60.72	22.81	0.58
Miera	69	10	198.00	97.22	101.18		101.65	0.006884	3.06	64.72	23.01	0.58
Miera	69	25	228.00	97.22	101.44		101.97	0.006980	3.22			

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Rio Miera Reach: Miera (Continued)

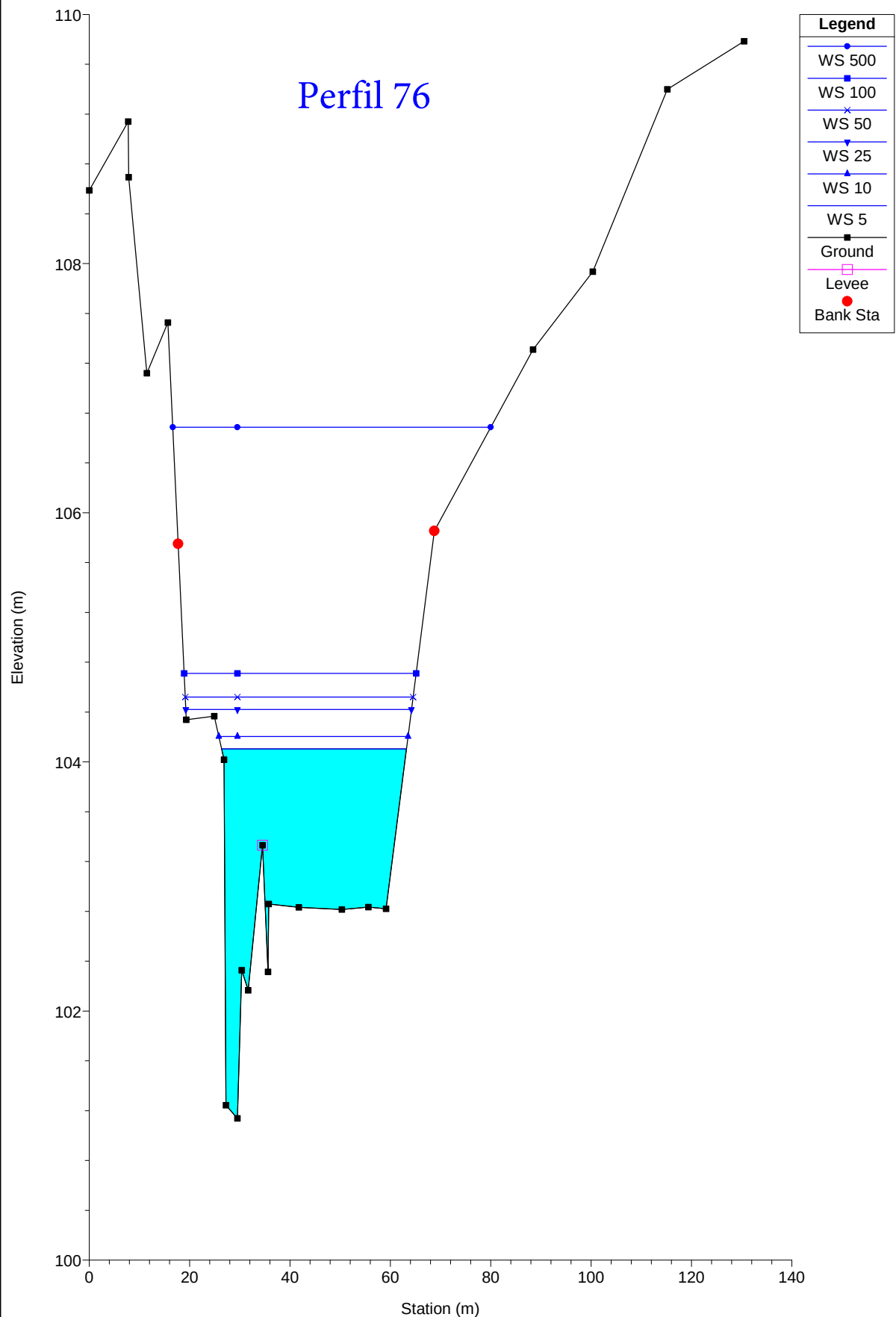
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Miera	76	5	180.00	101.14	104.10	104.10	104.78	0.025763	3.63	49.53	36.82	1.00
Miera	76	10	198.00	101.14	104.20	104.20	104.91	0.025217	3.72	53.24	37.70	1.00
Miera	76	25	228.00	101.14	104.42	104.42	105.11	0.024921	3.68	62.02	44.96	1.00
Miera	76	50	252.00	101.14	104.52	104.52	105.25	0.024409	3.79	66.53	45.39	1.00
Miera	76	100	300.00	101.14	104.71	104.71	105.52	0.023598	3.99	75.16	46.20	1.00
Miera	76	500	456.00	101.14	106.69	105.25	107.03	0.003804	2.62	178.56	63.35	0.45
Miera	77	5	180.00	101.42	105.24		105.50	0.003143	2.25	80.18	24.13	0.39
Miera	77	10	198.00	101.42	105.38		105.66	0.003380	2.37	83.44	24.31	0.41
Miera	77	25	228.00	101.42	105.58		105.92	0.003788	2.58	88.35	24.58	0.43
Miera	77	50	252.00	101.42	105.72		106.10	0.004128	2.74	91.85	24.77	0.45
Miera	77	100	300.00	101.42	105.98		106.45	0.004809	3.05	98.34	25.21	0.49
Miera	77	500	456.00	101.42	106.92		107.61	0.006201	3.69	123.72	28.98	0.57

Perfil de la lámina de agua

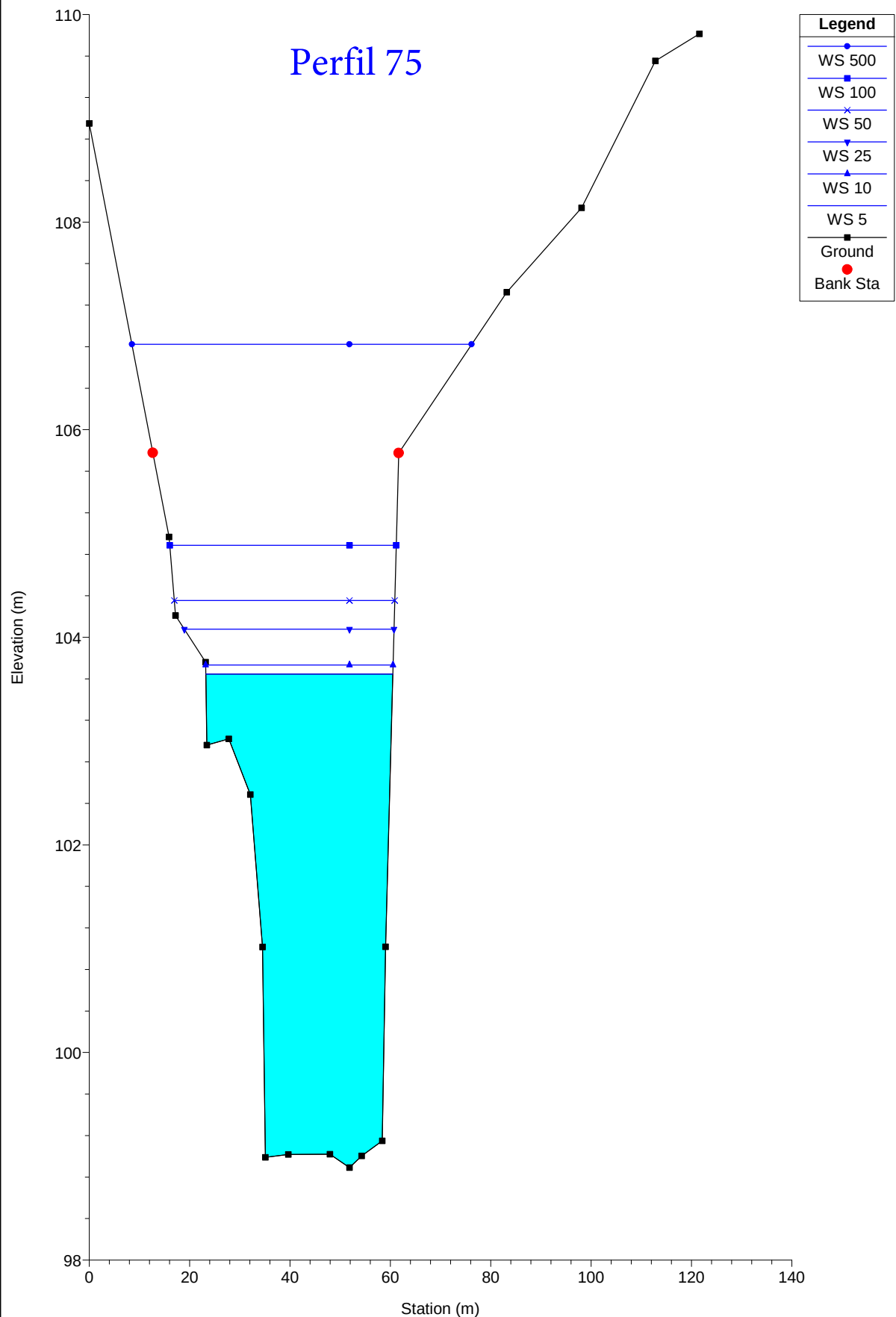




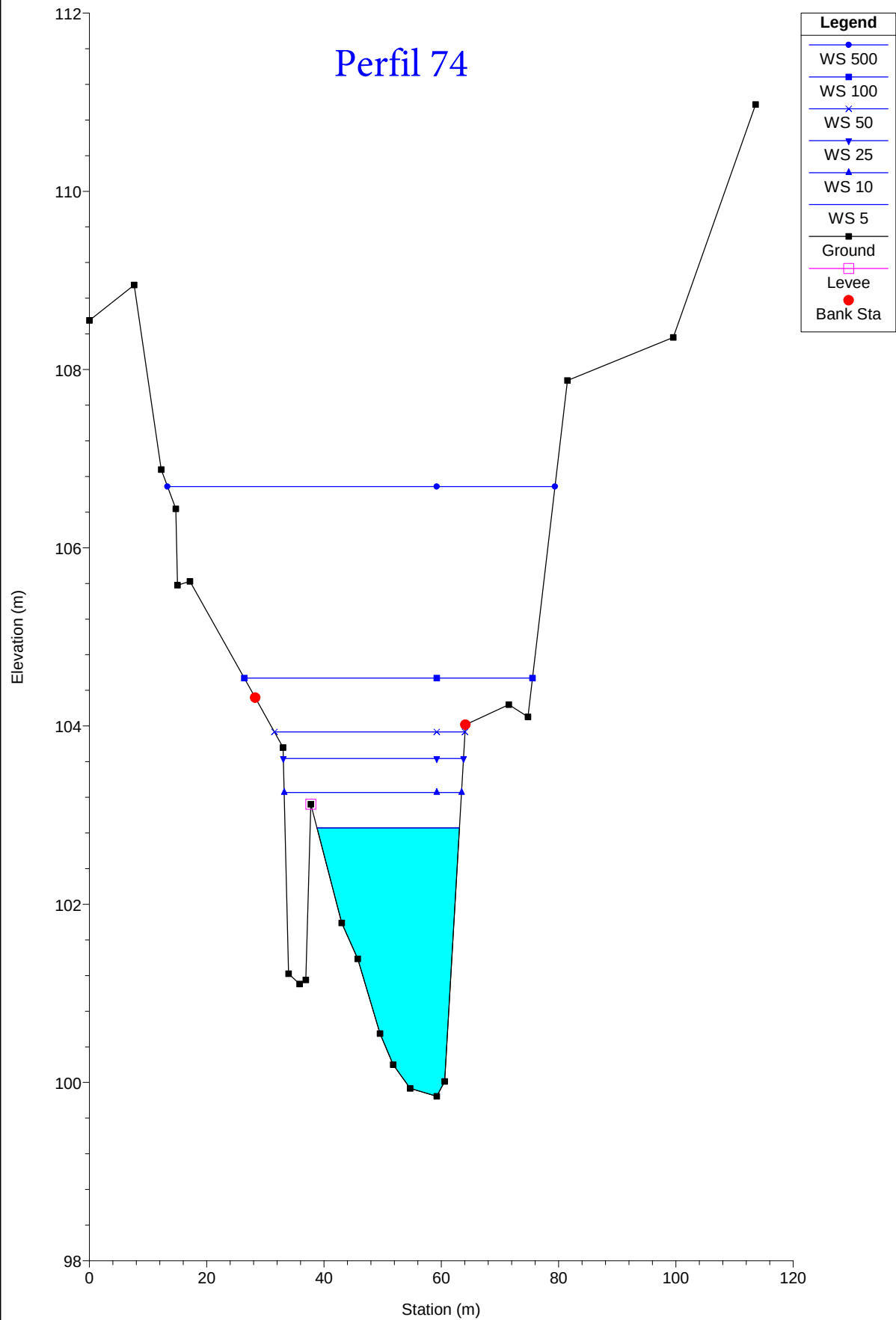
Perfil 76

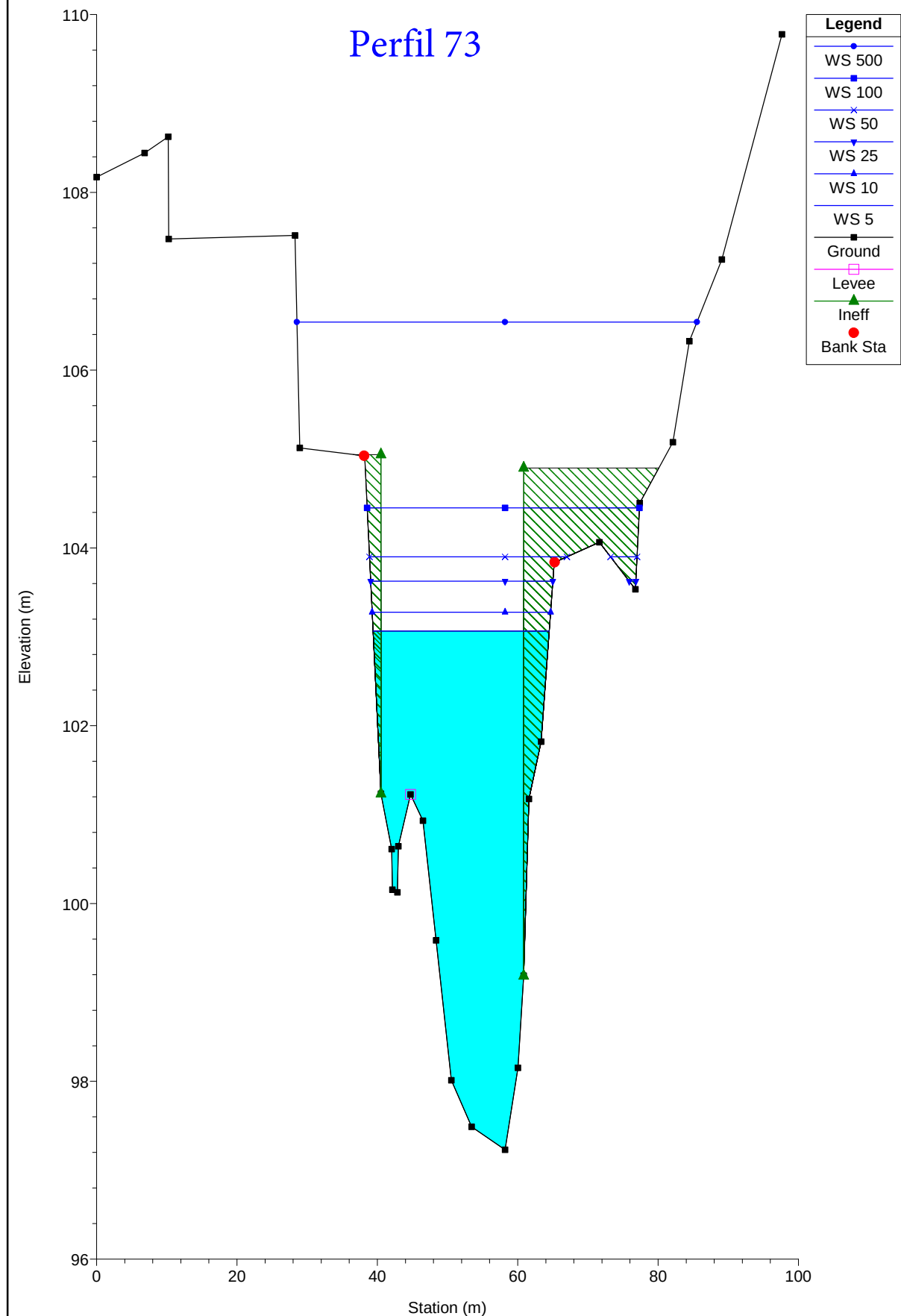


Perfil 75



Perfil 74





Miera Plan: Plan 01 16/09/2014 Puente 2

Perfil 72.5A

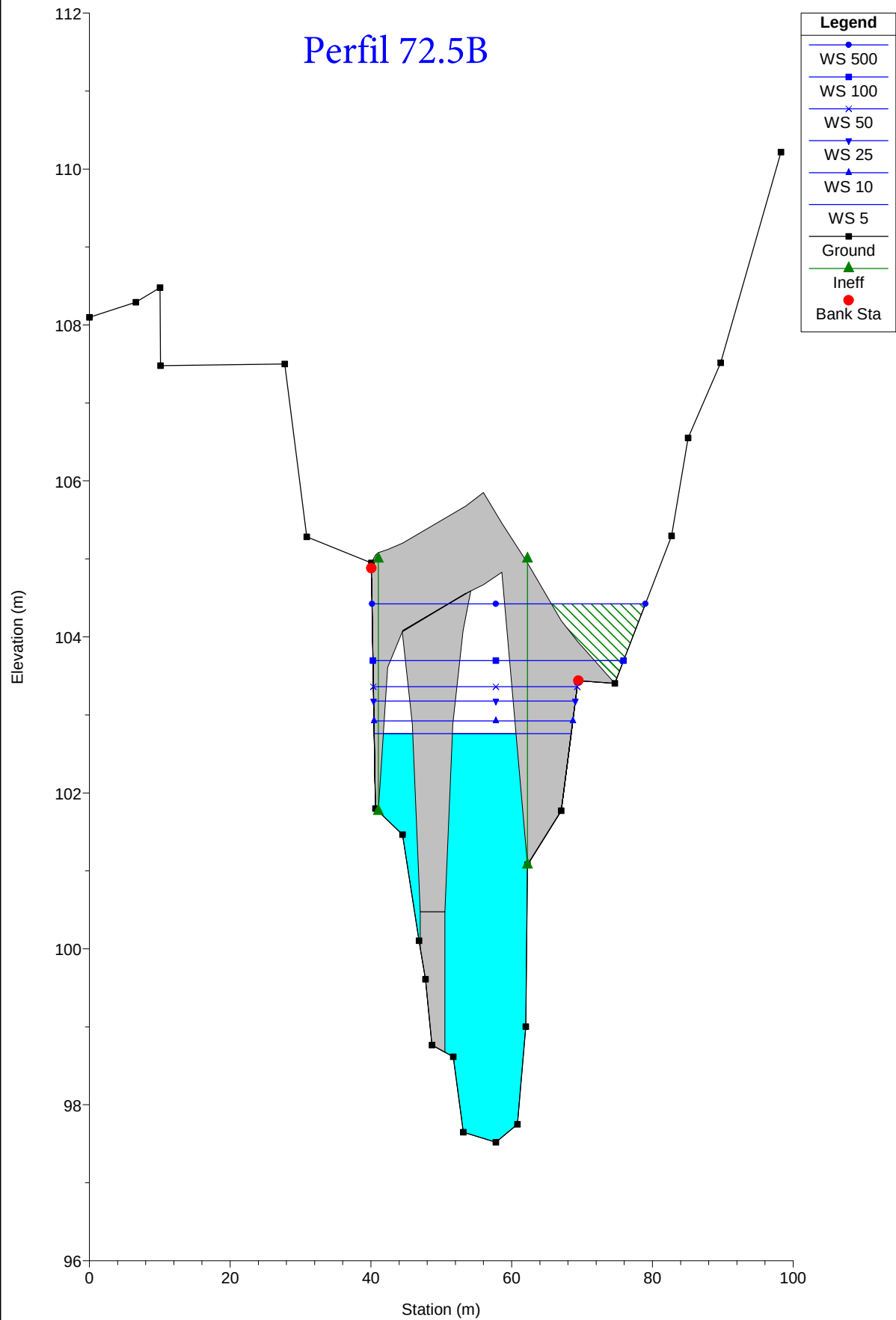
Elevation (m)

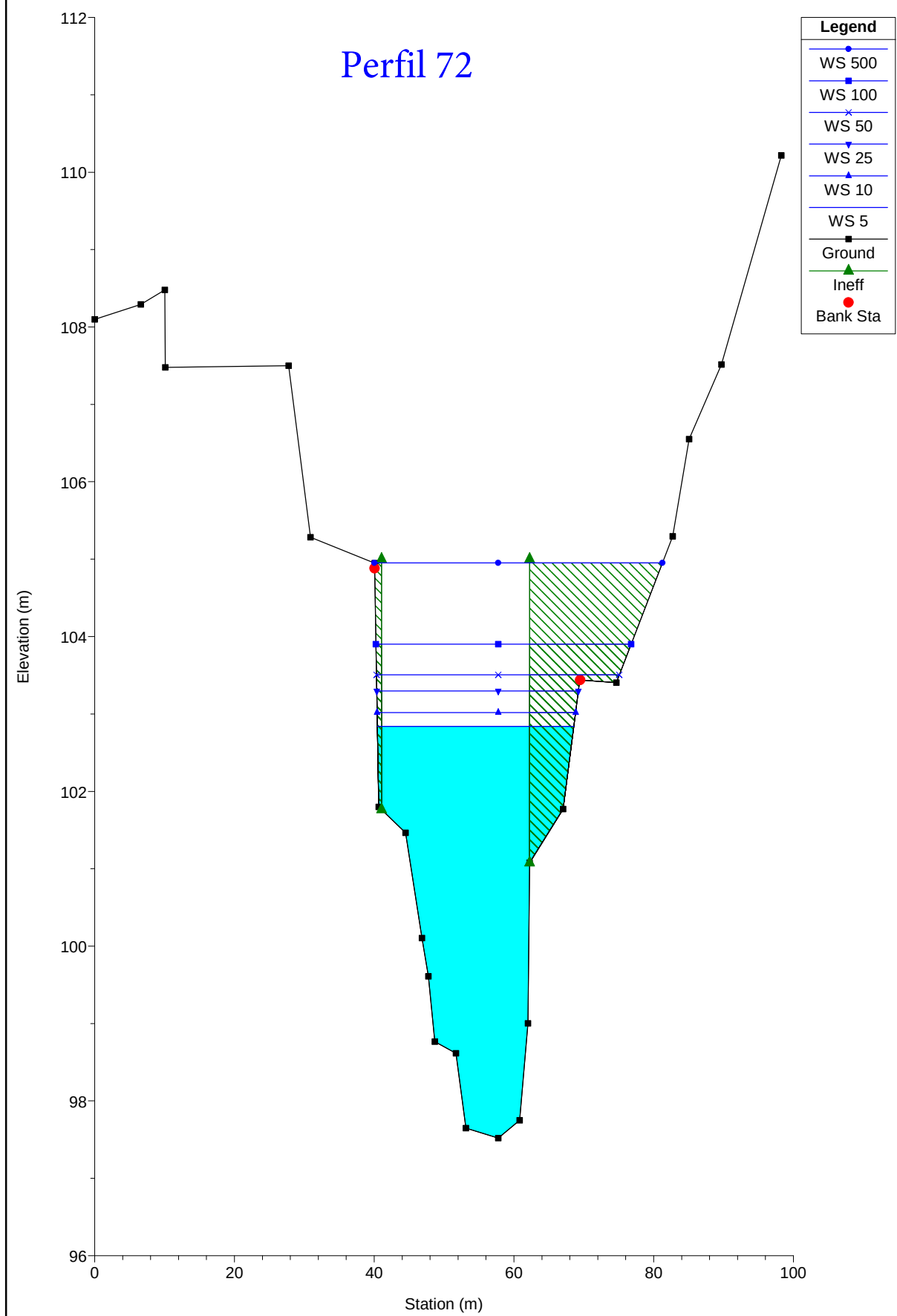
Station (m)

Legend

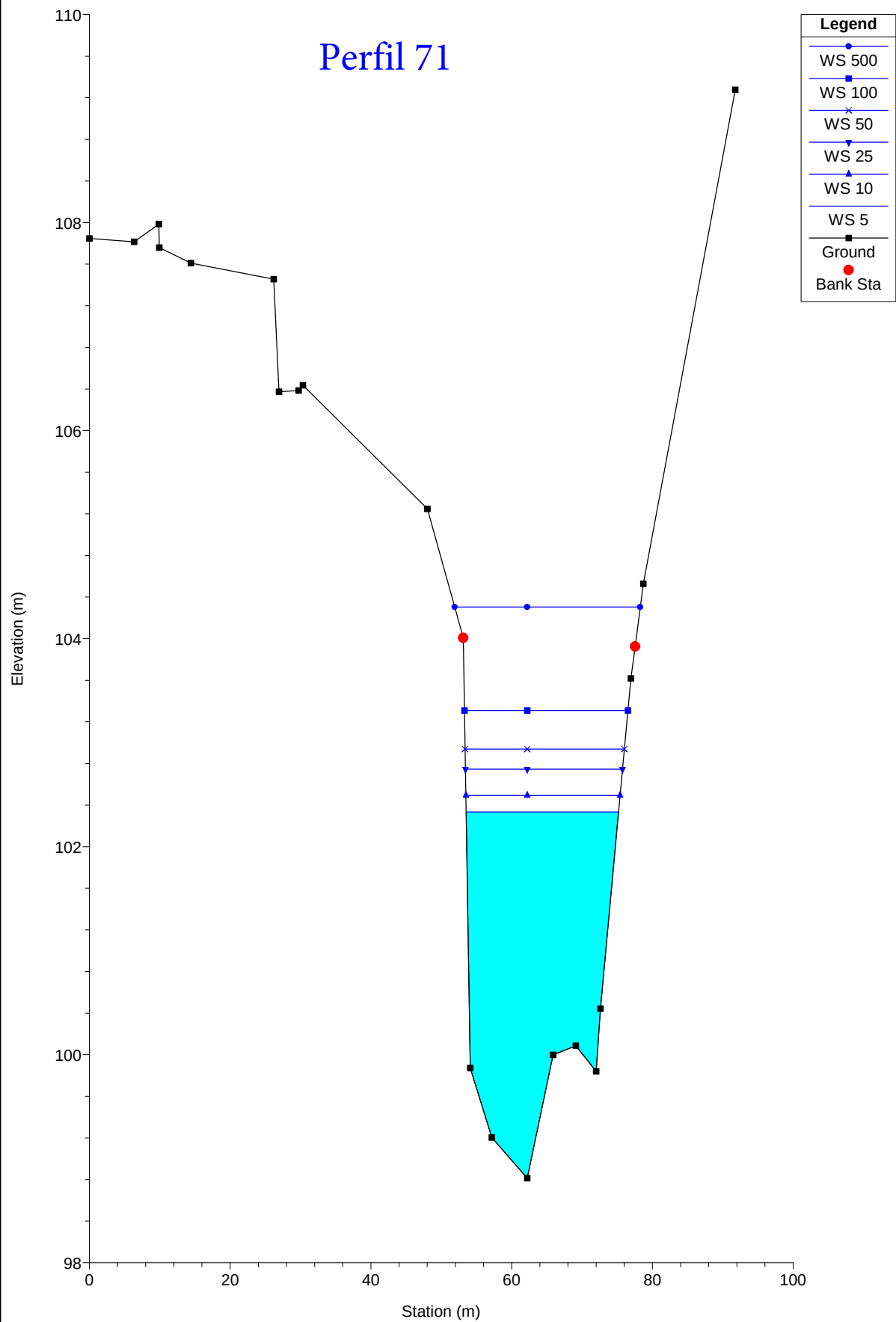
- WS 500
- WS 100
- WS 50
- WS 25
- WS 10
- WS 5
- Ground
- Levee
- Ineff
- Bank Sta

Perfil 72.5B

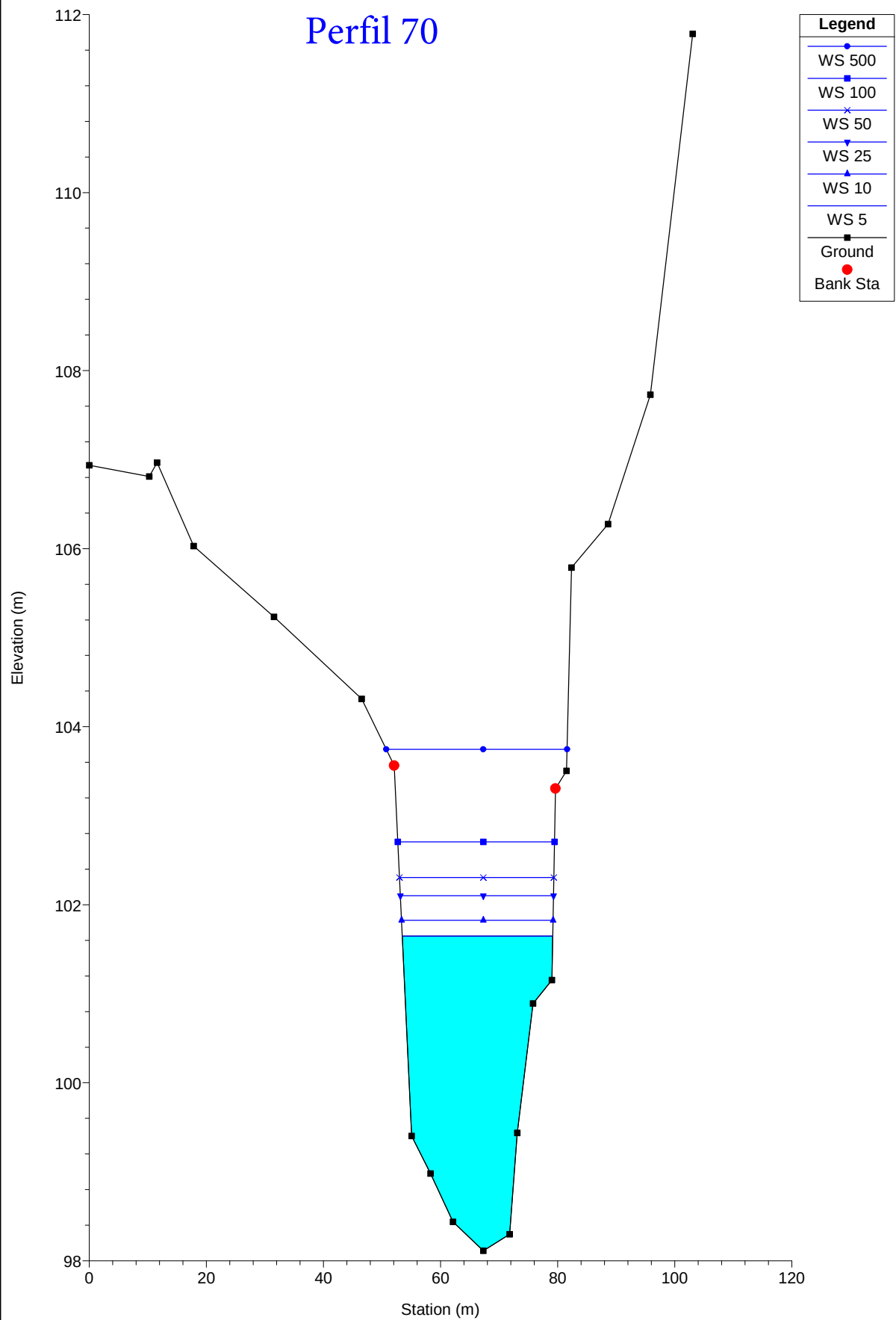




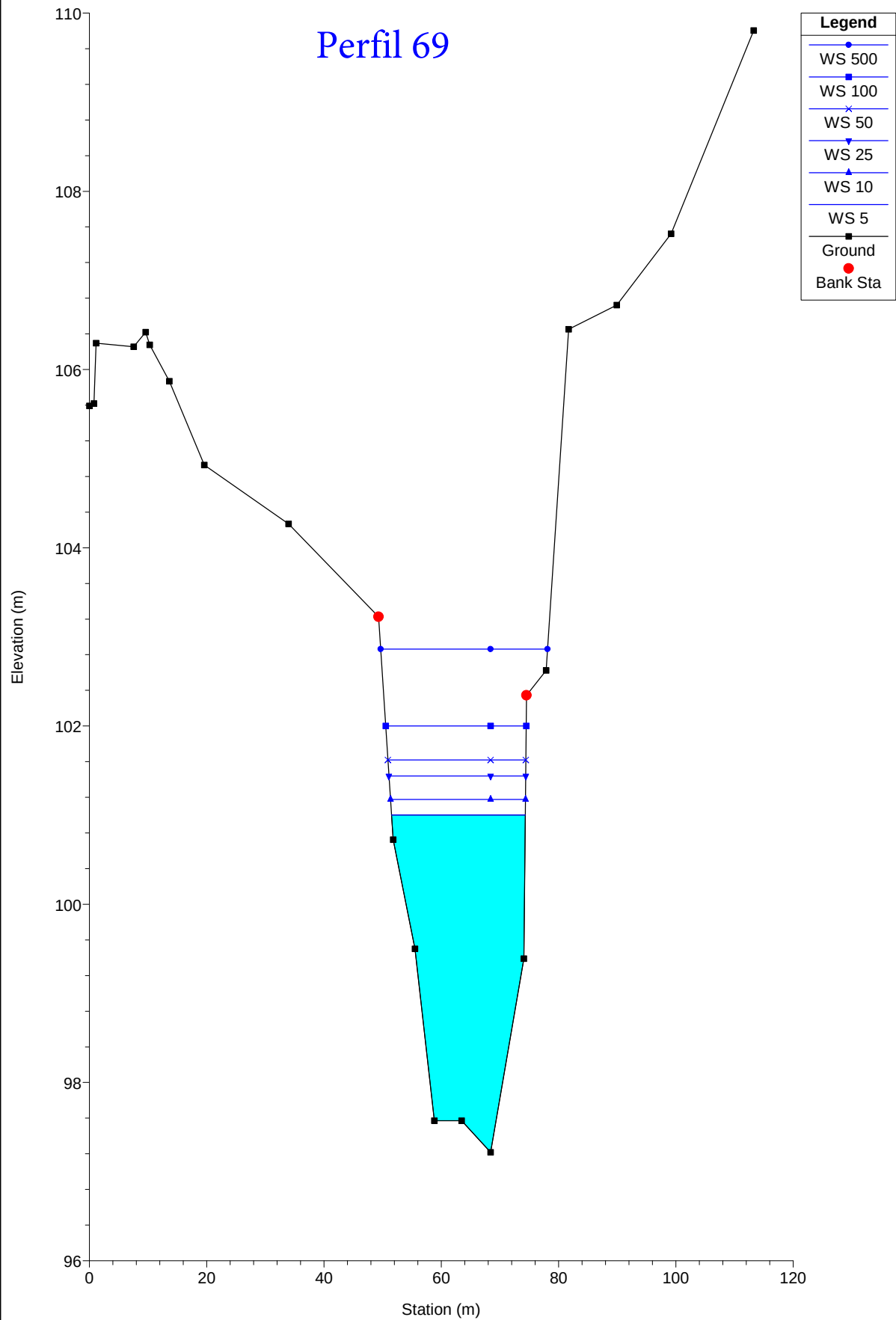
Perfil 71



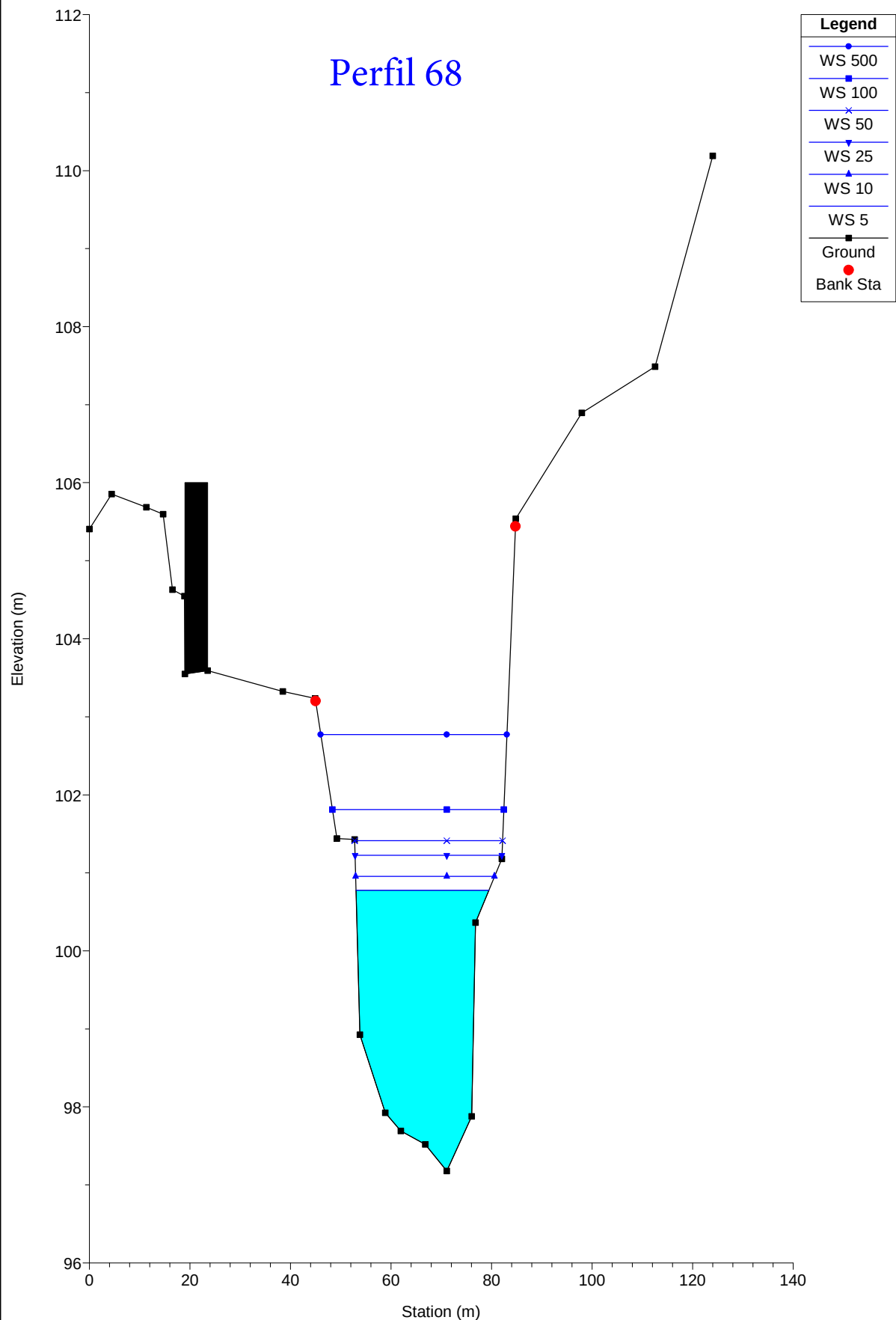
Perfil 70



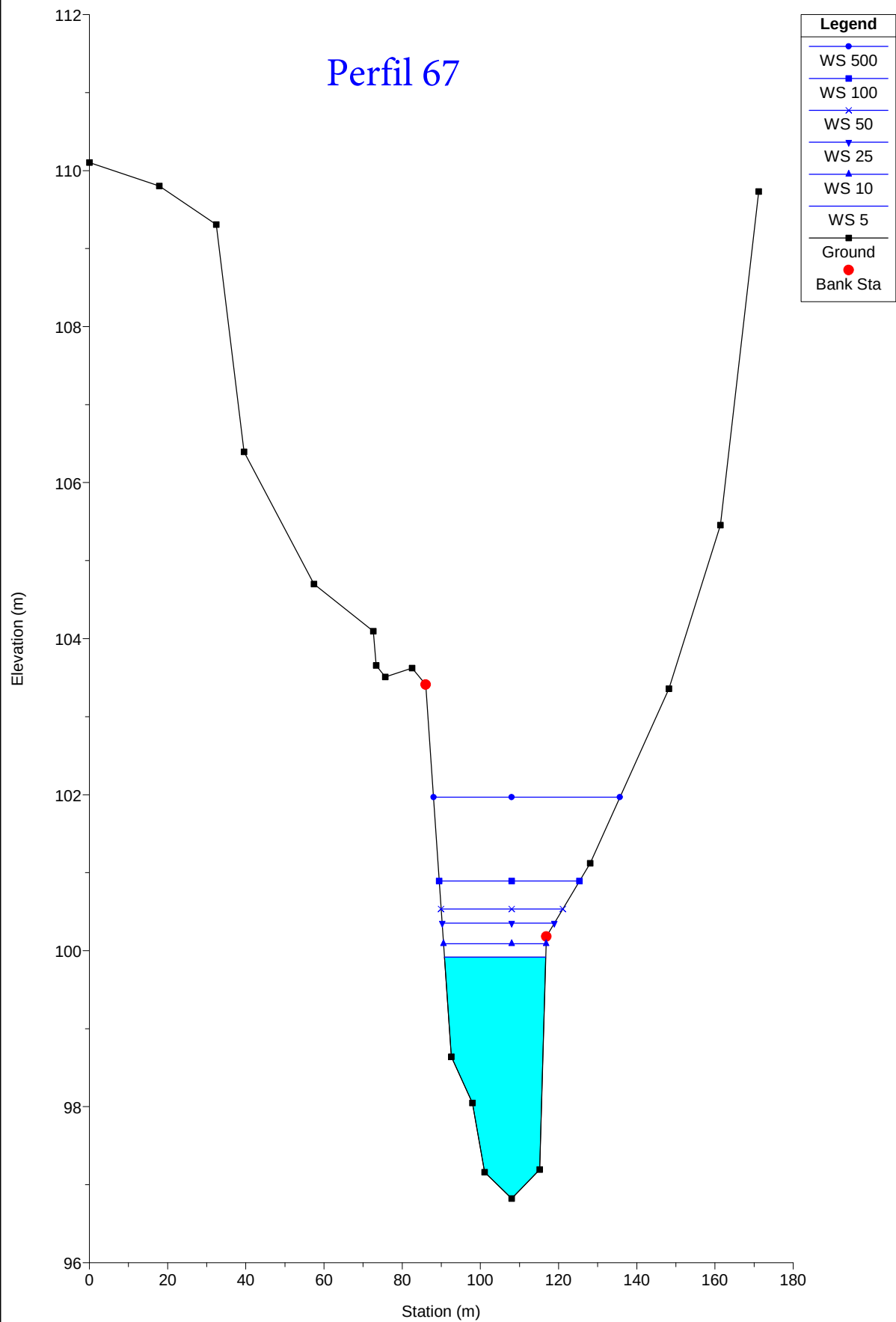
Perfil 69



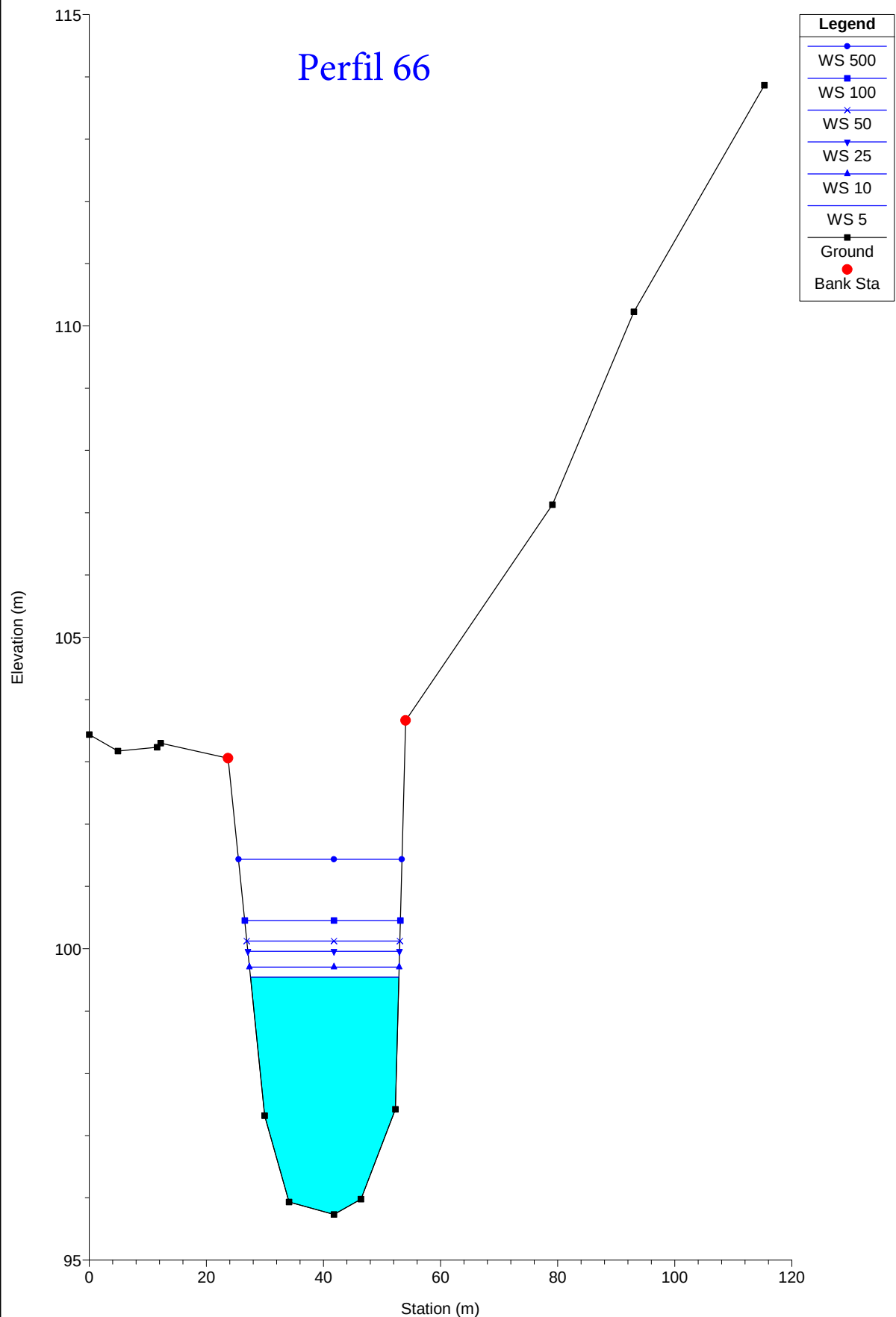
Perfil 68



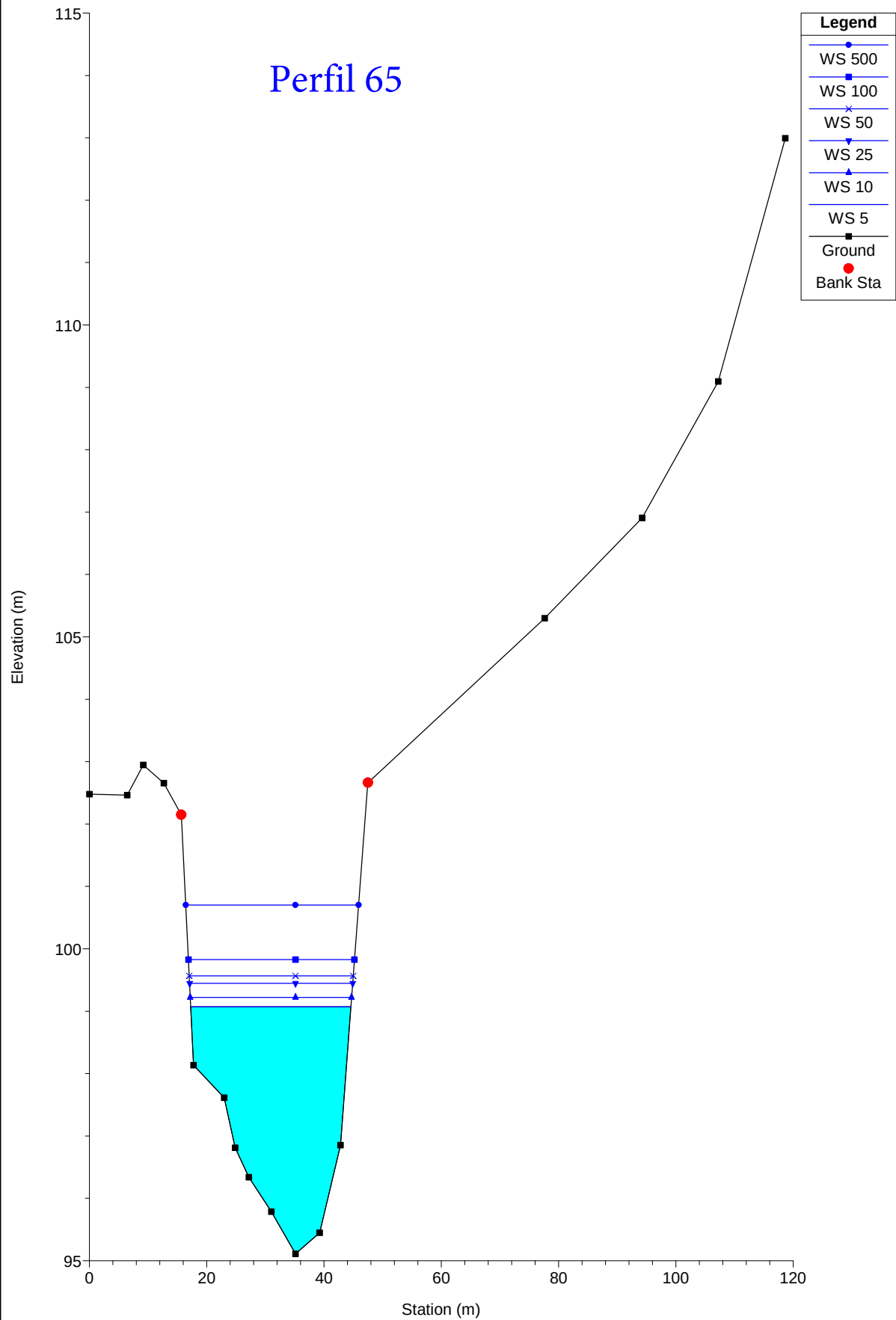
Perfil 67



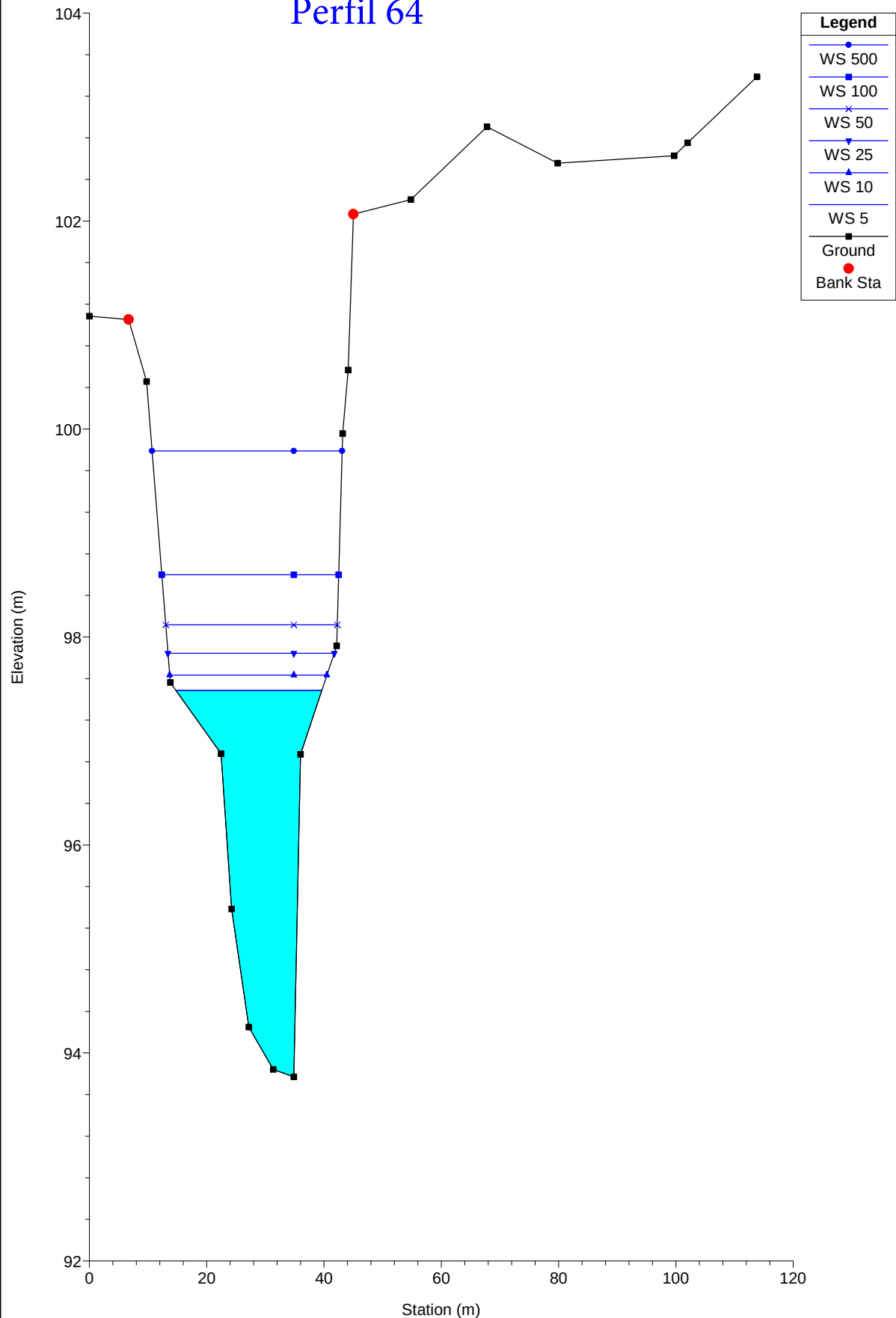
Perfil 66



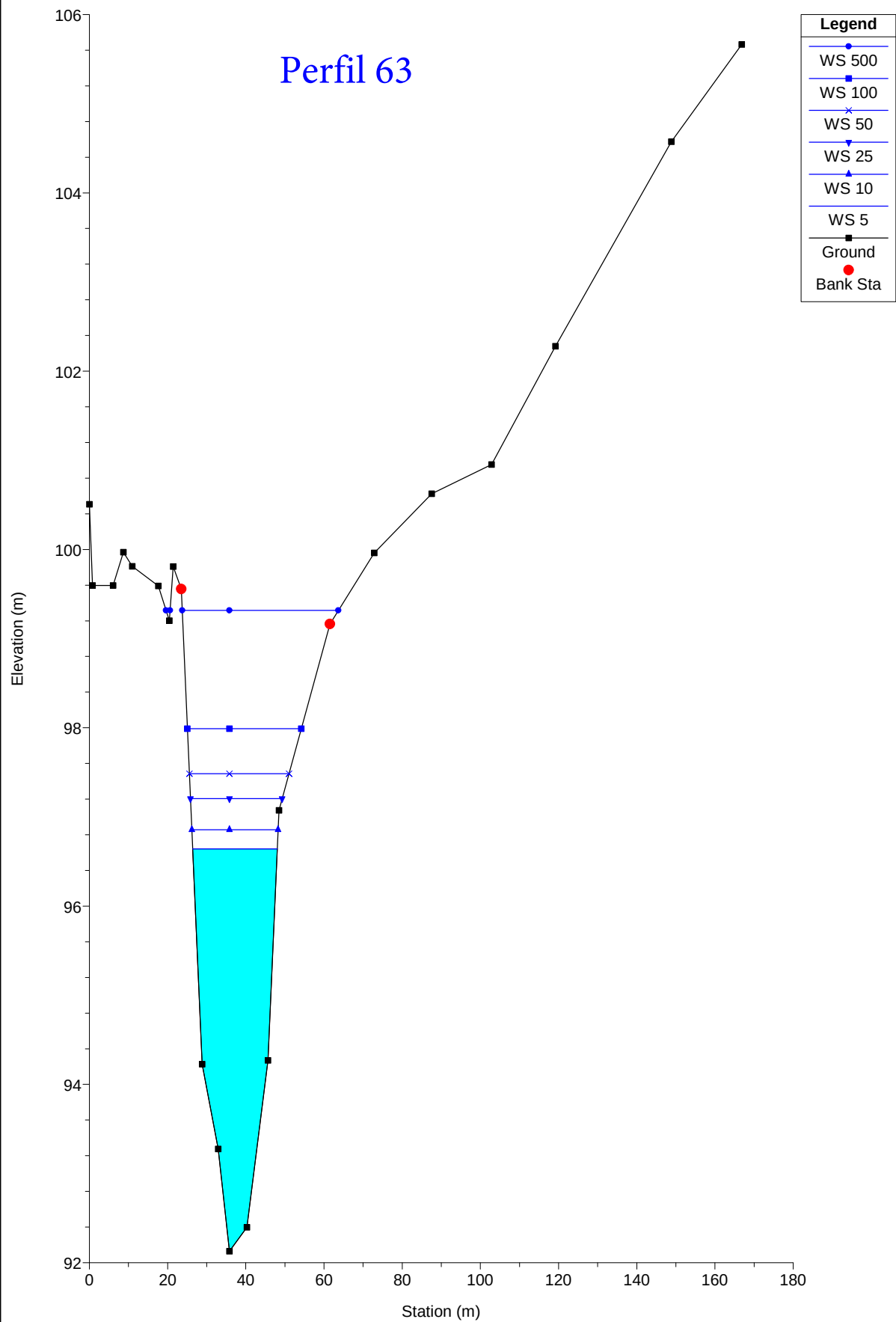
Perfil 65



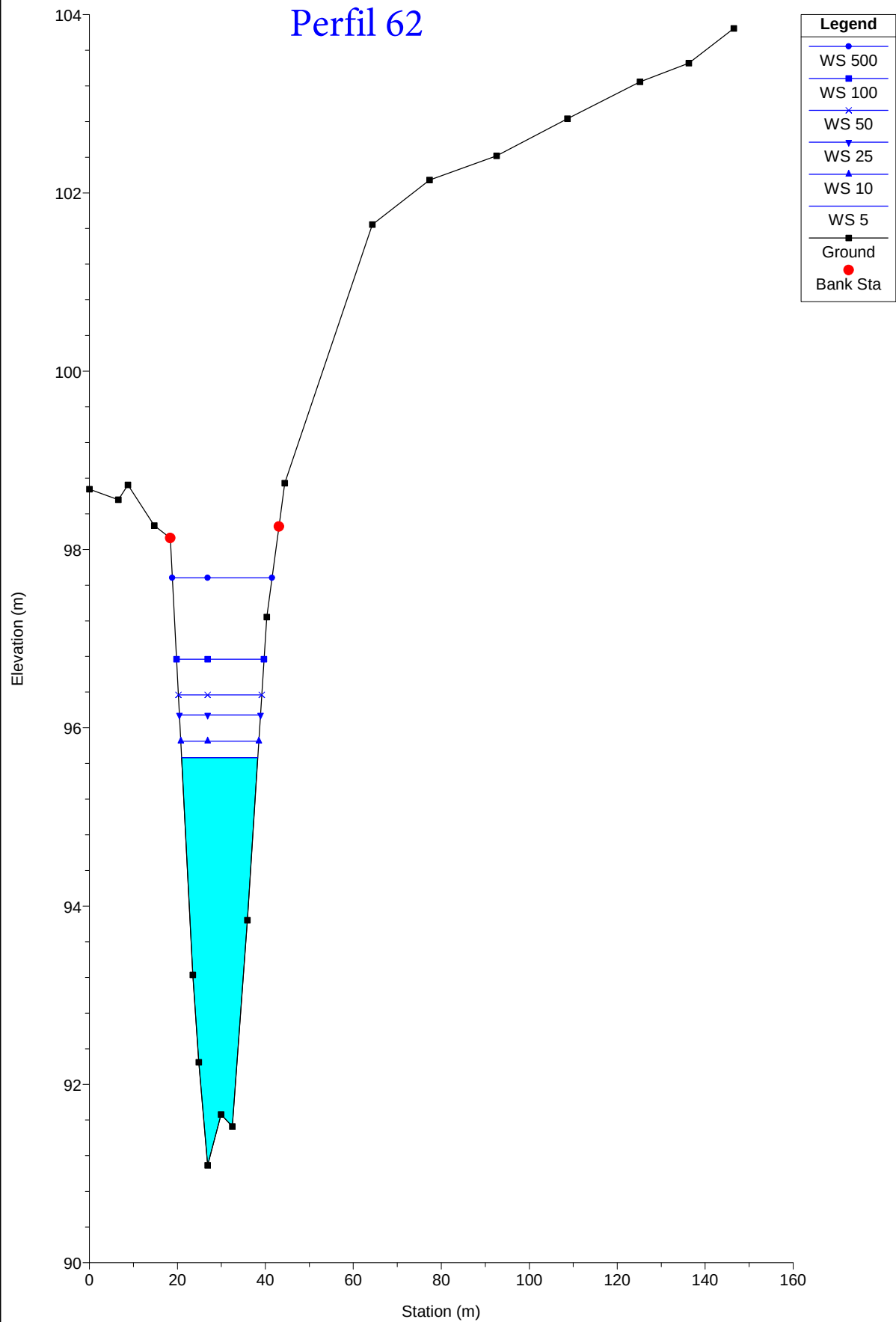
Perfil 64



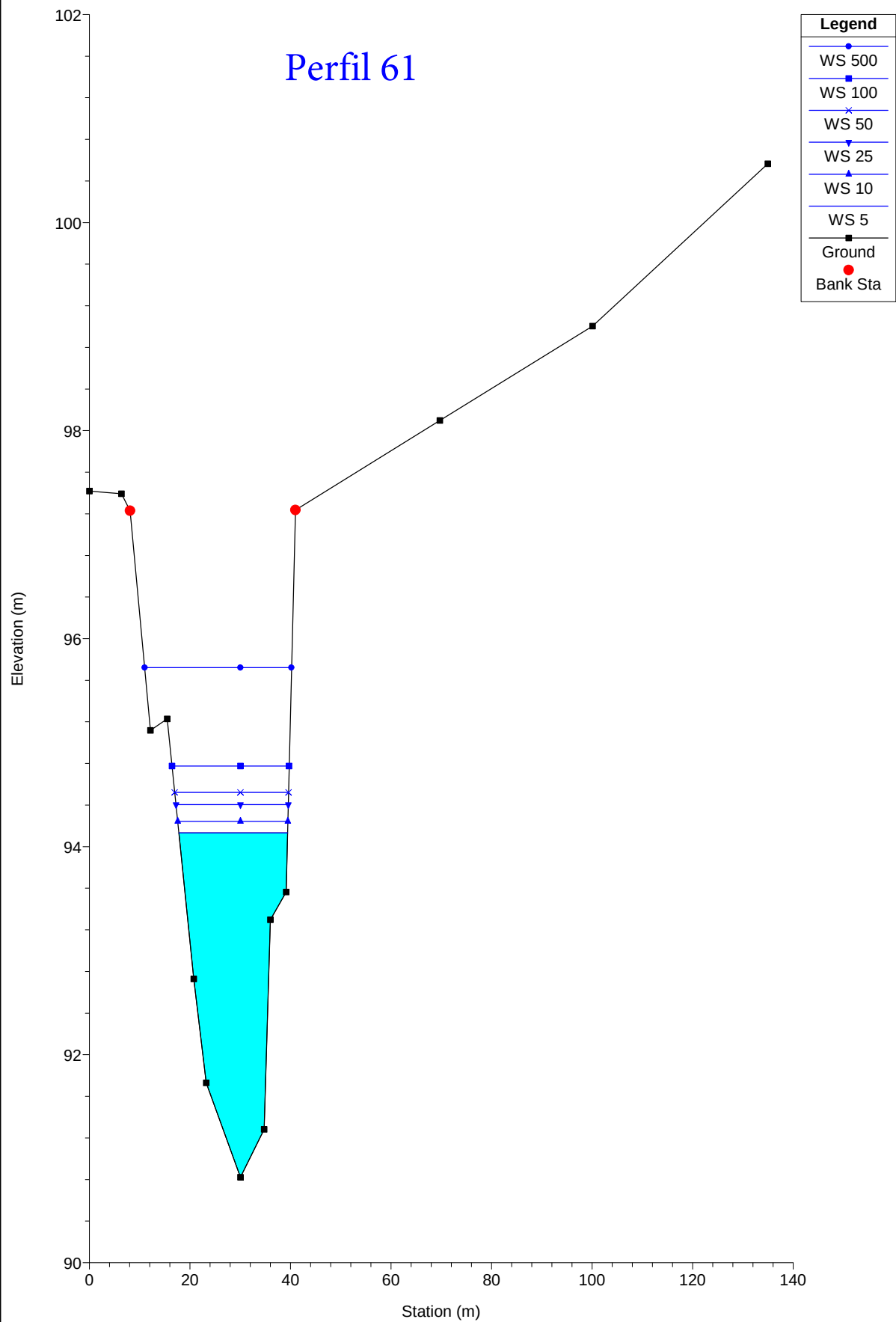
Perfil 63



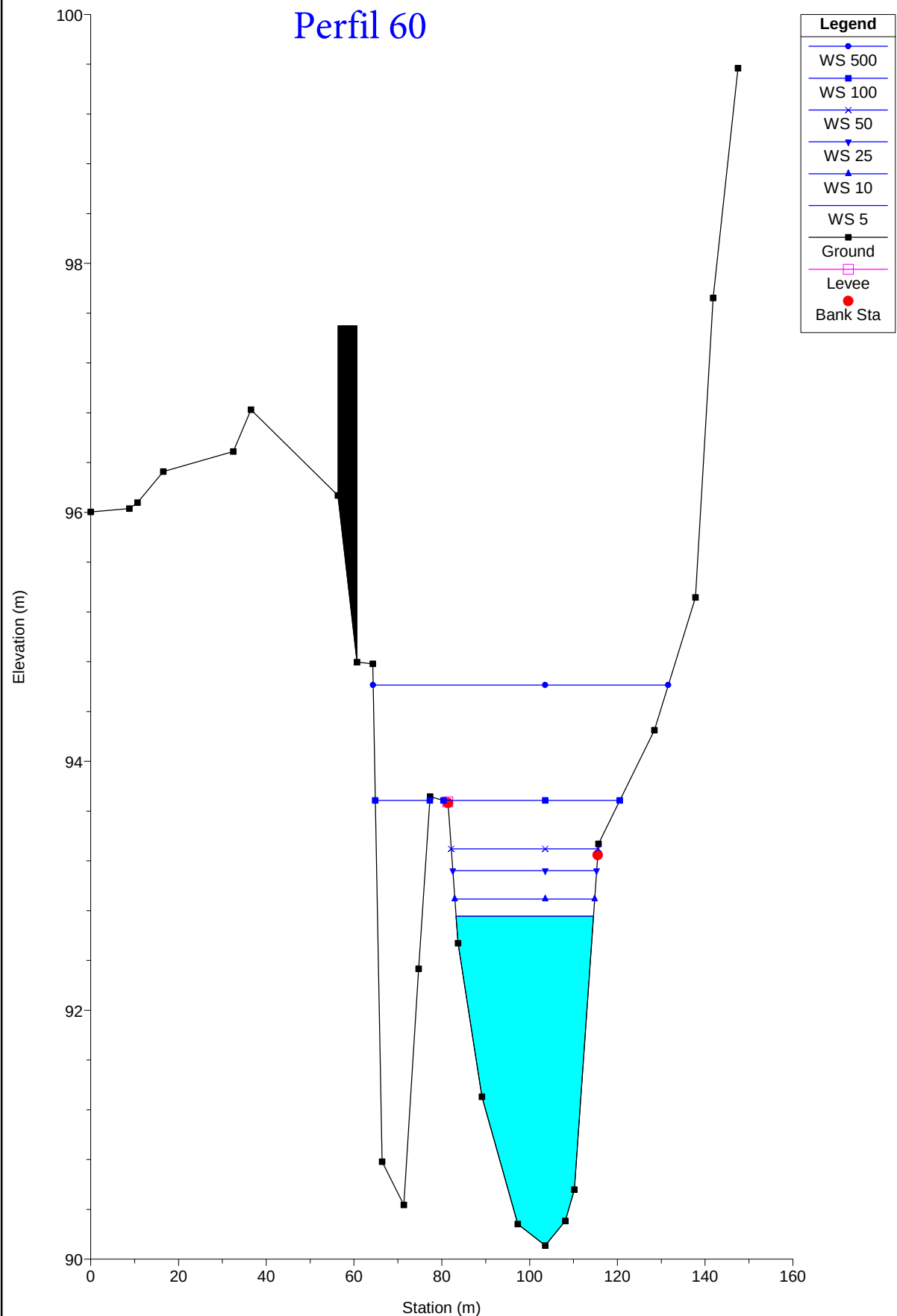
Perfil 62



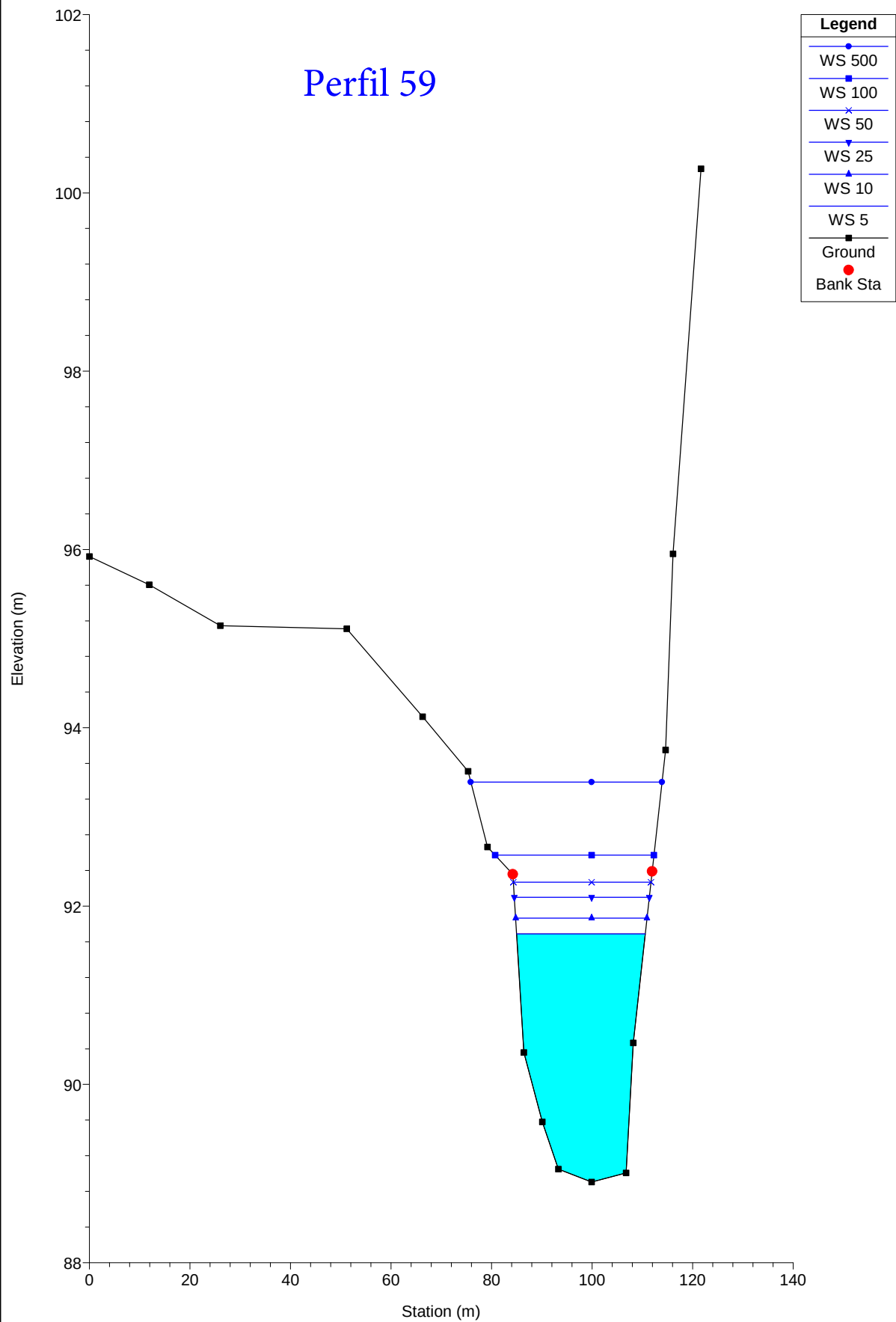
Perfil 61



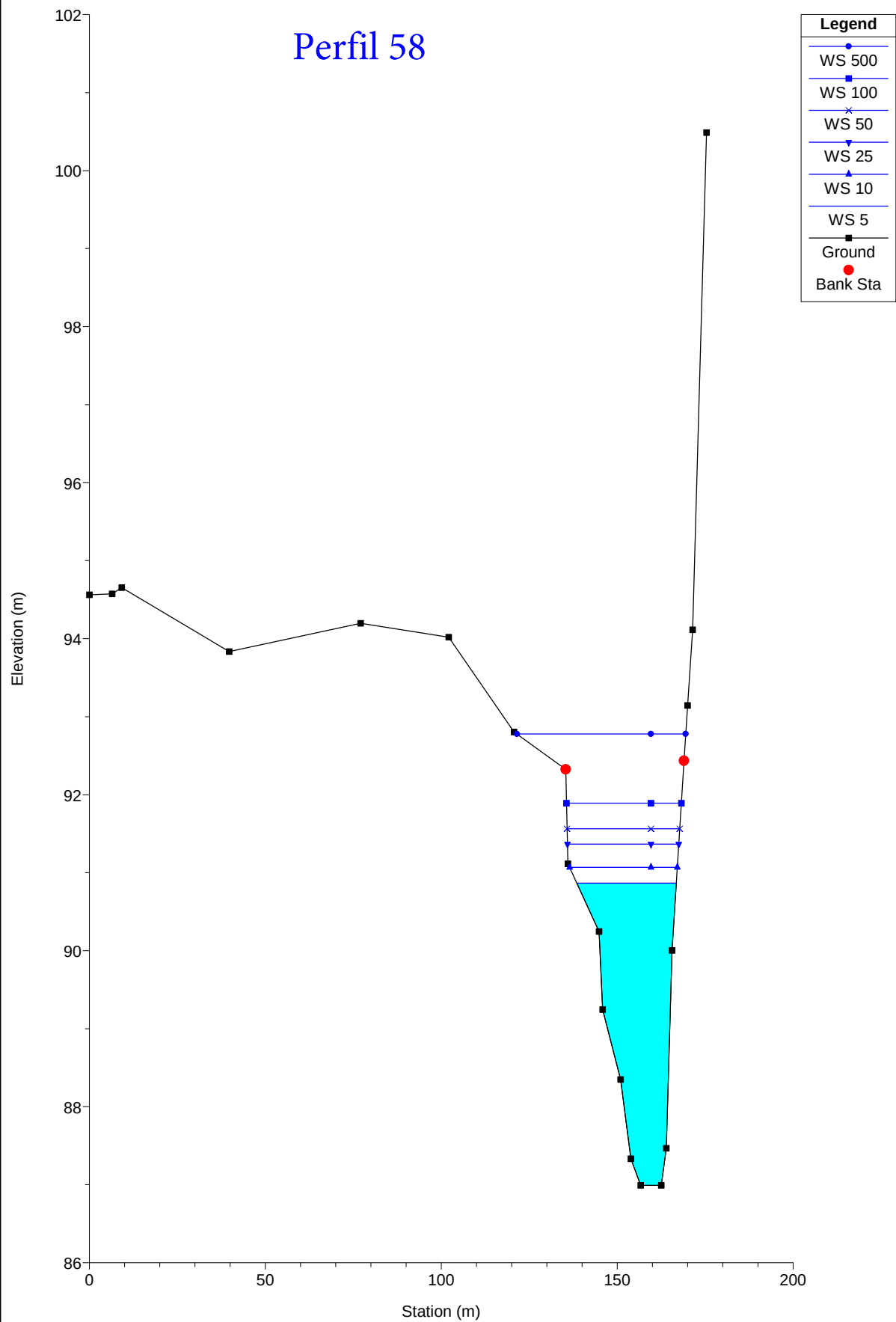
Perfil 60



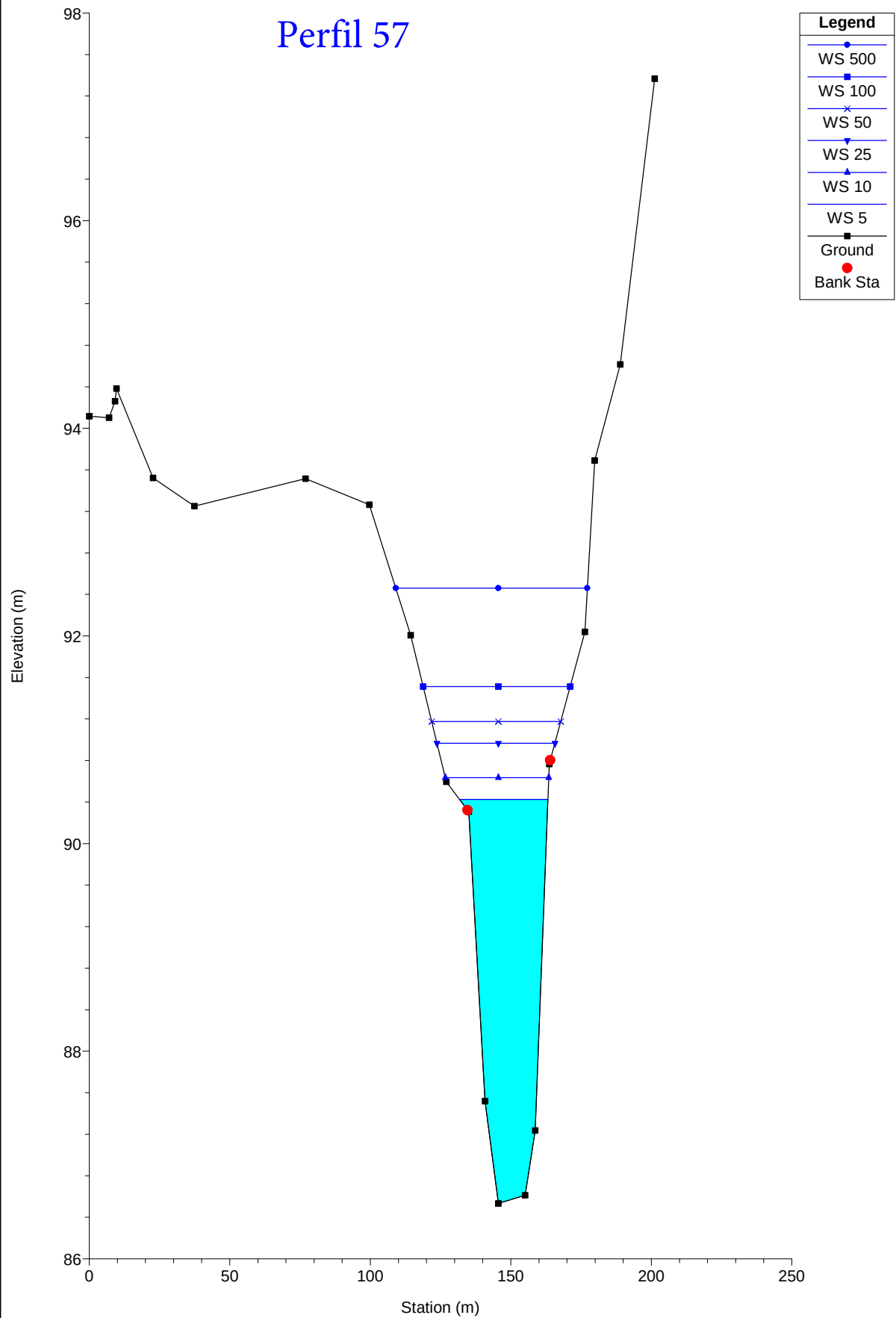
Perfil 59



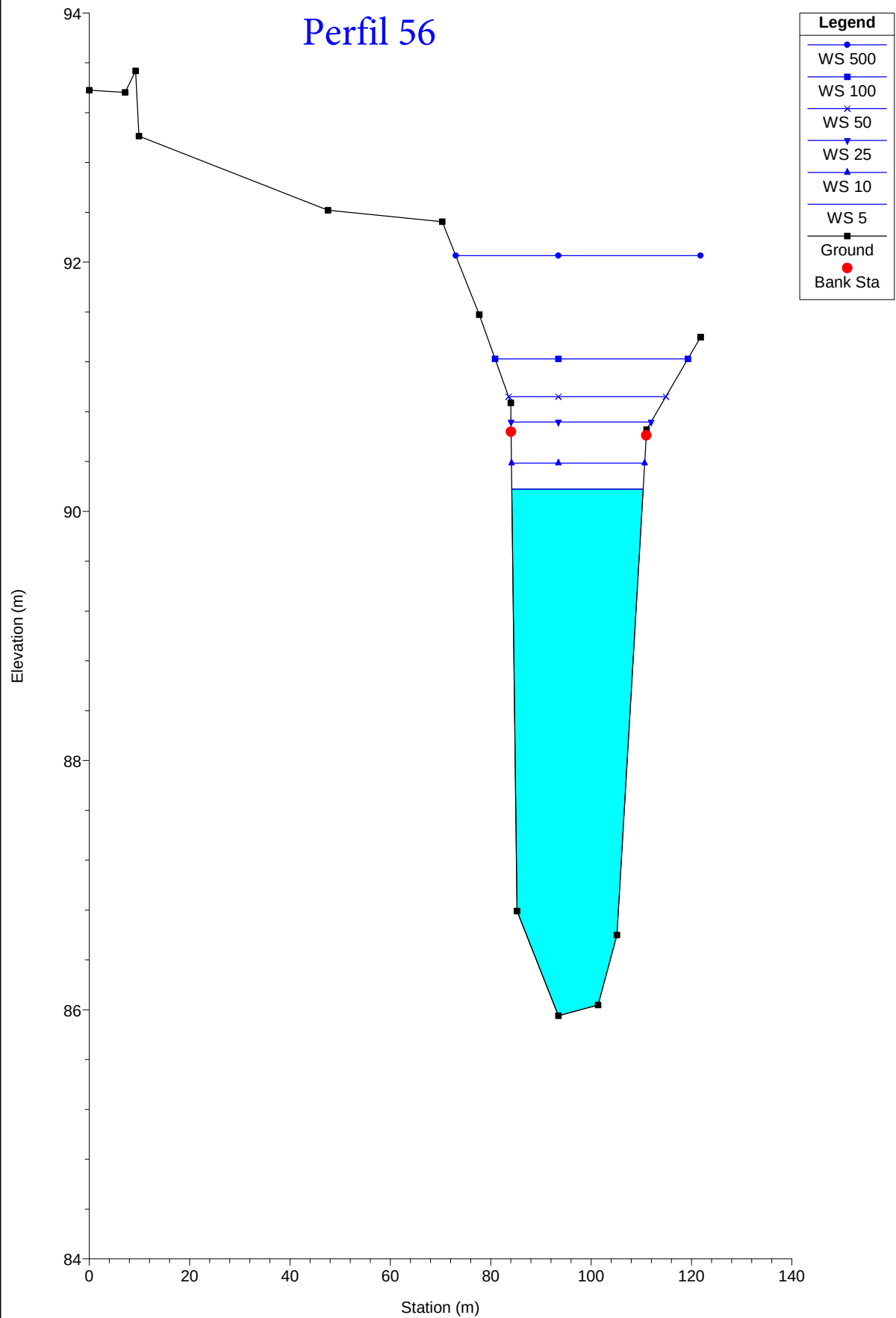
Perfil 58



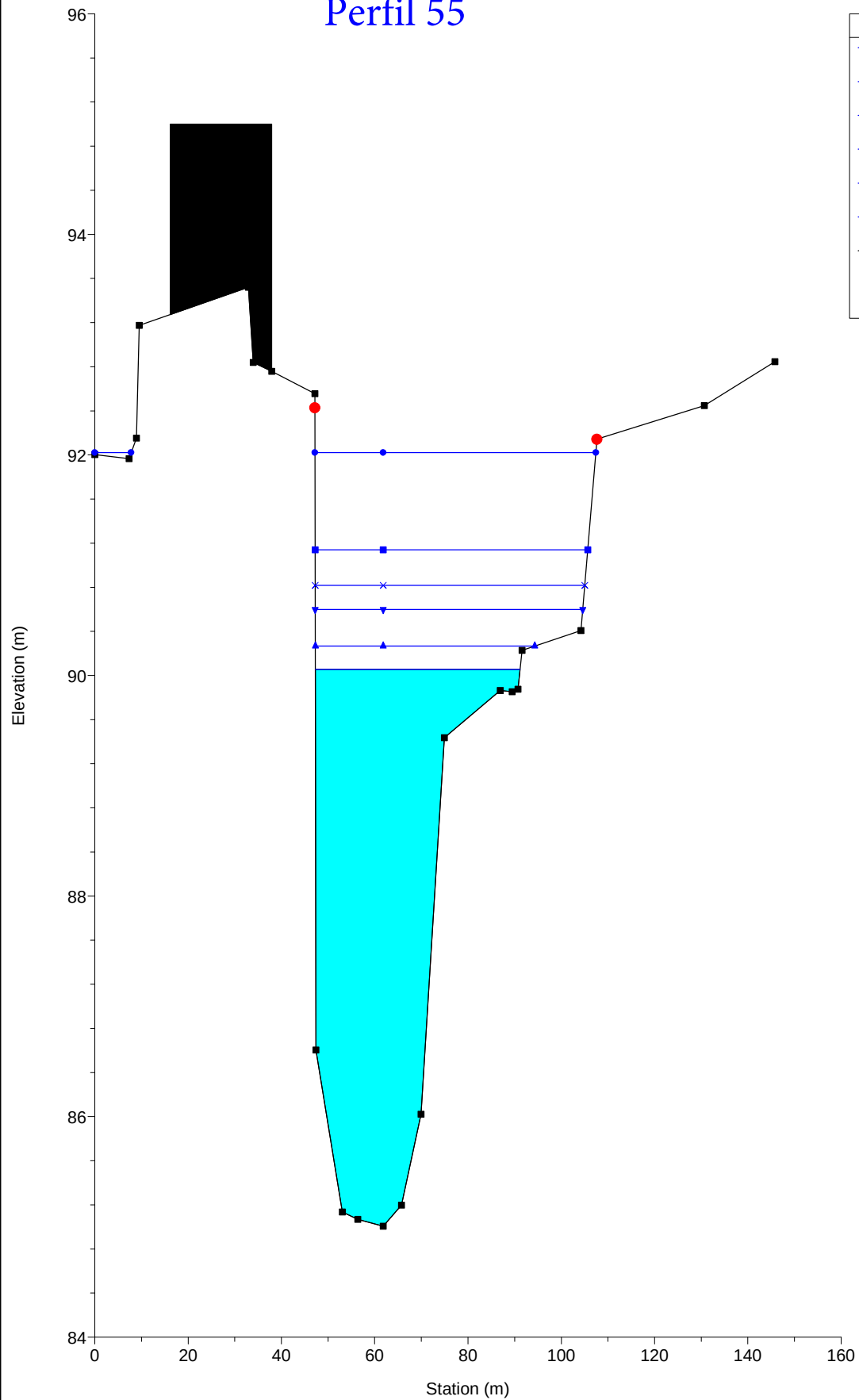
Perfil 57



Perfil 56

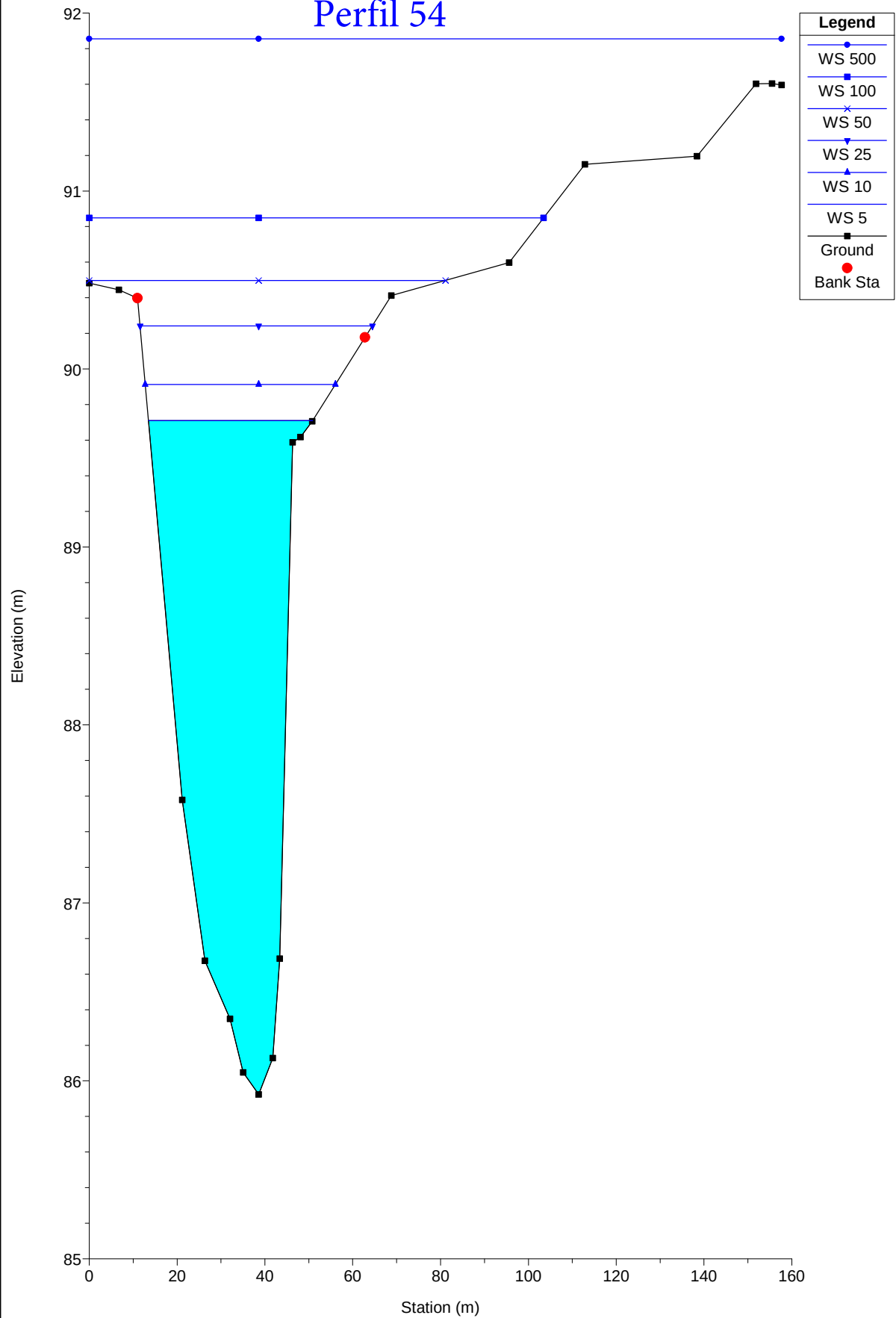


Perfil 55

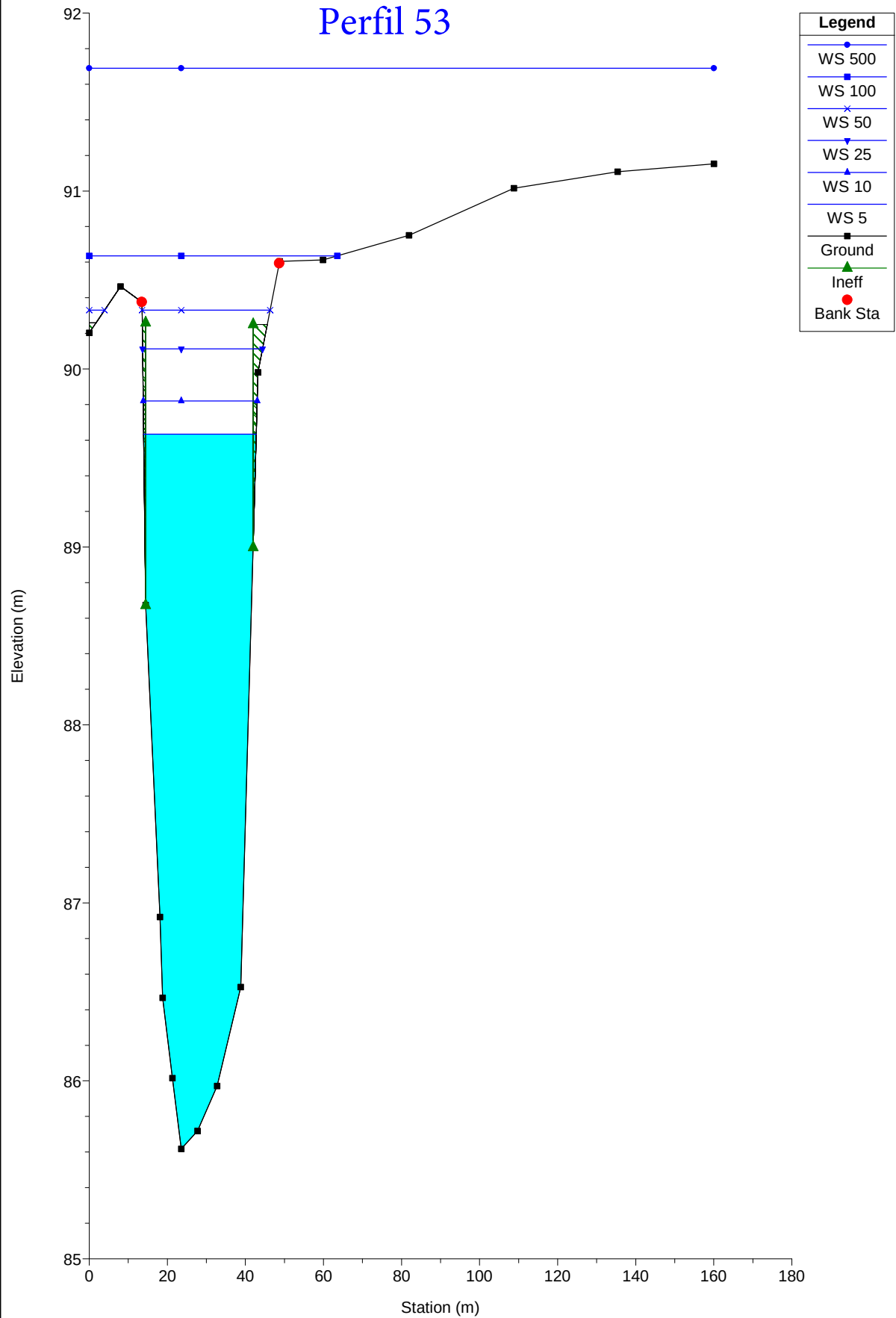


Legend	
WS 500	●
WS 100	■
WS 50	×
WS 25	▼
WS 10	▲
WS 5	■
Ground	■
Bank Sta	●

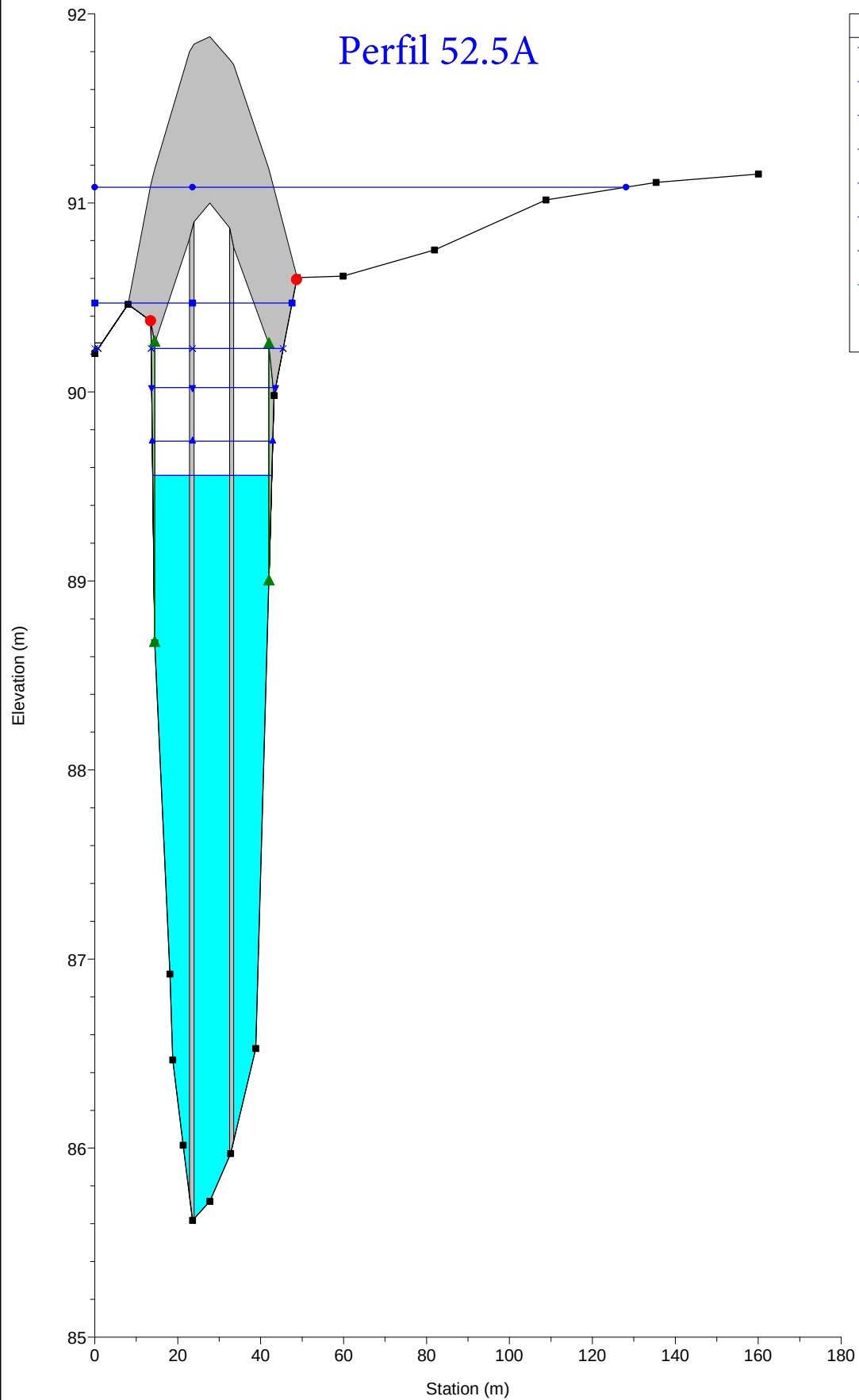
Perfil 54



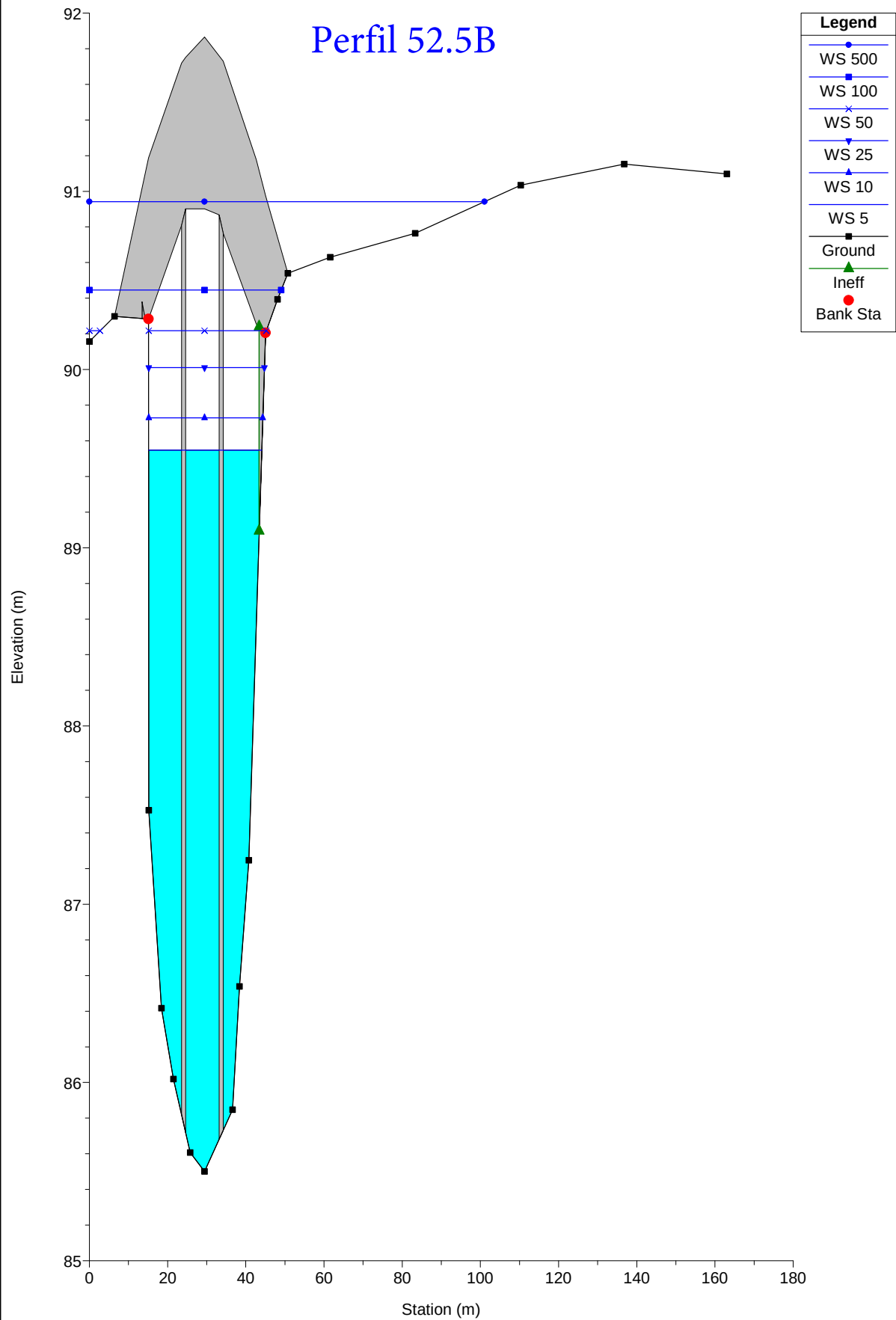
Perfil 53



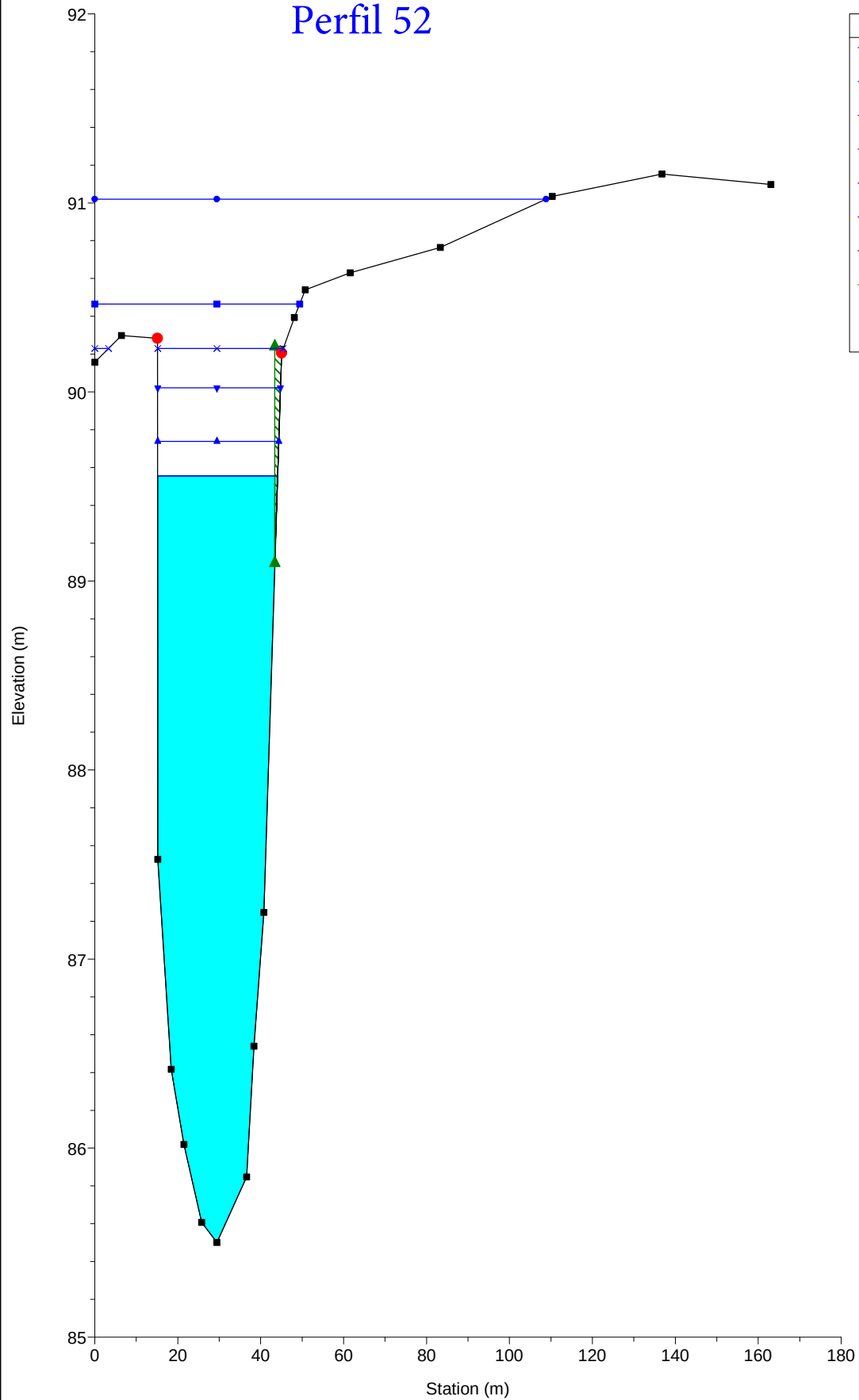
Perfil 52.5A



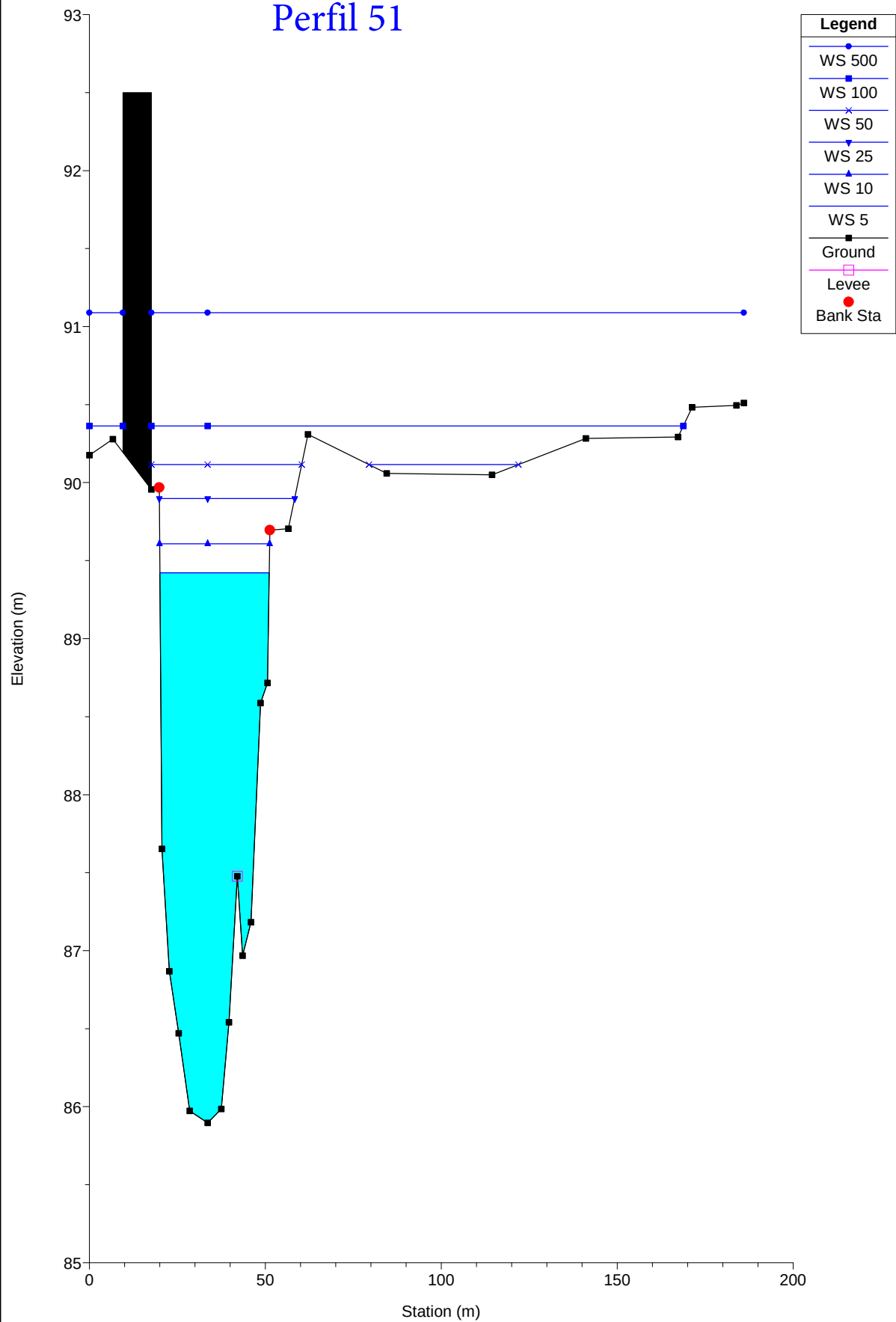
Perfil 52.5B



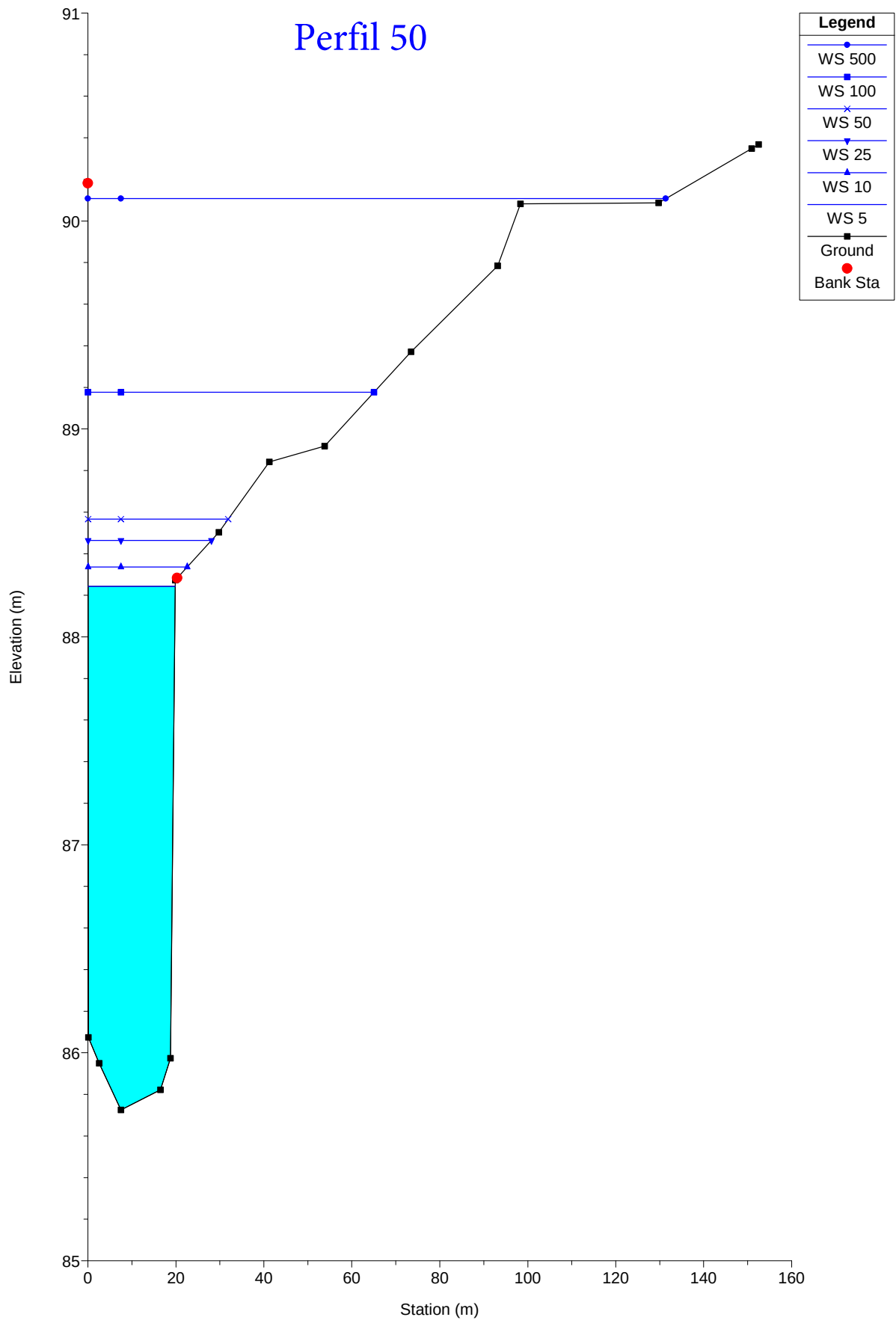
Perfil 52



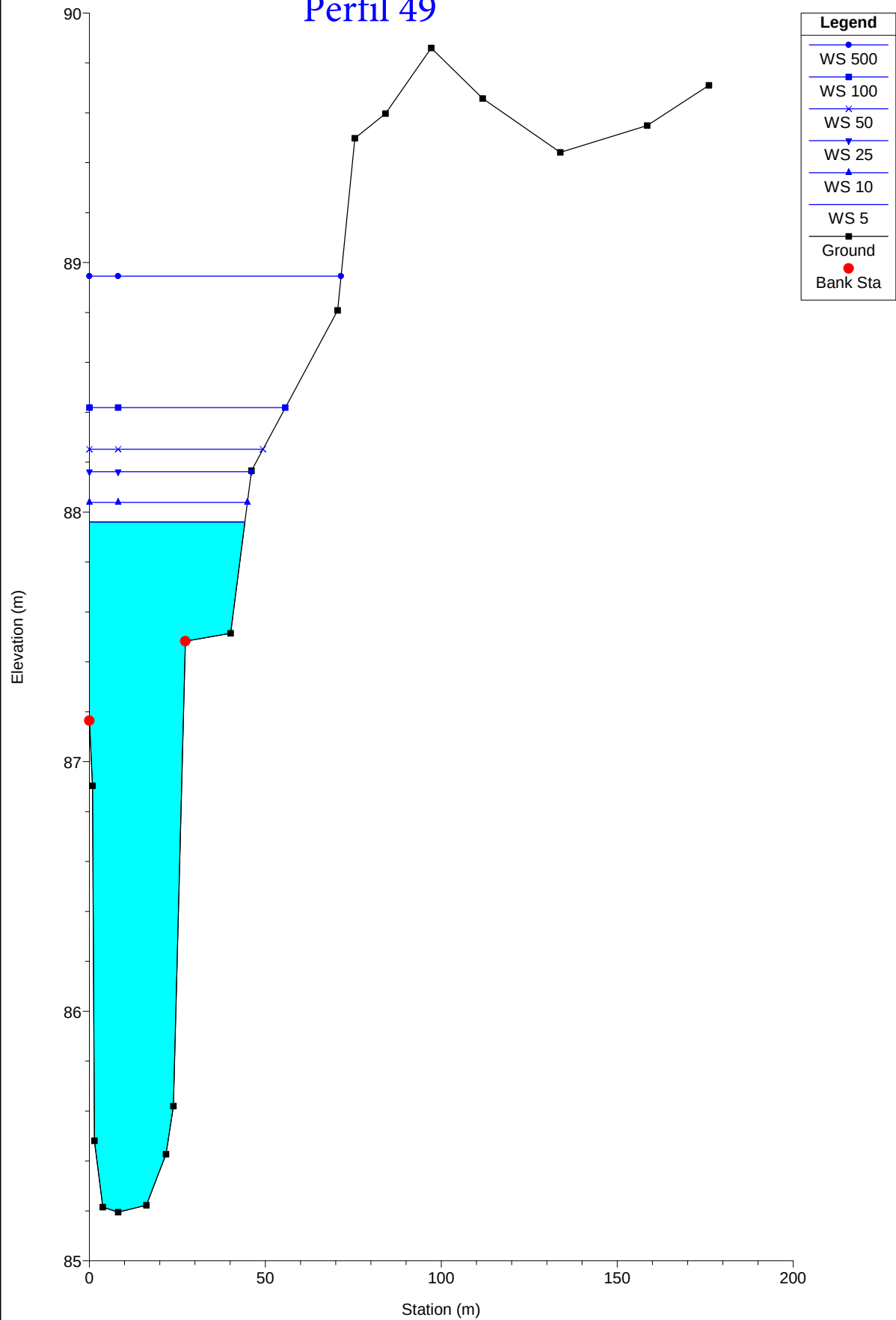
Perfil 51



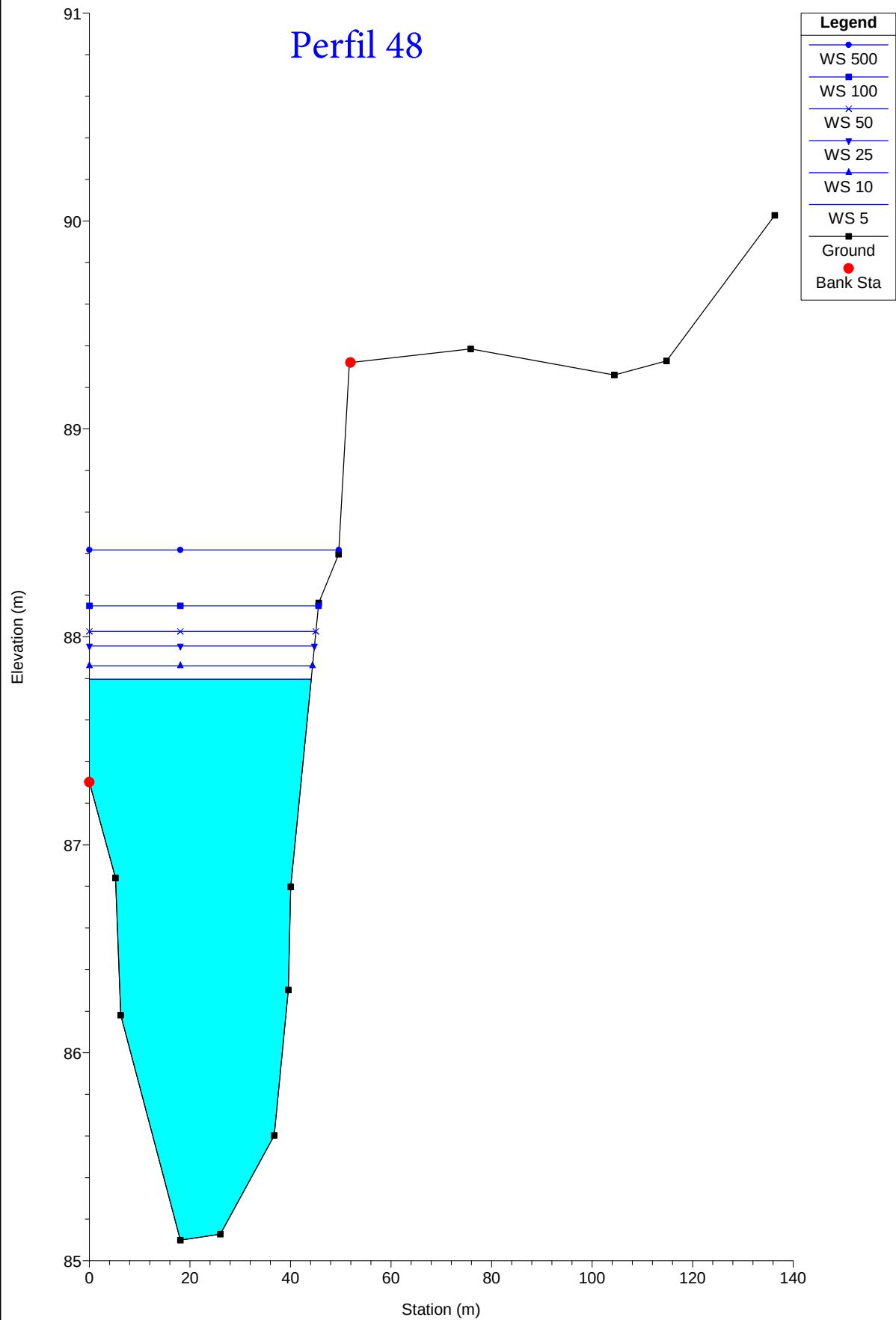
Perfil 50



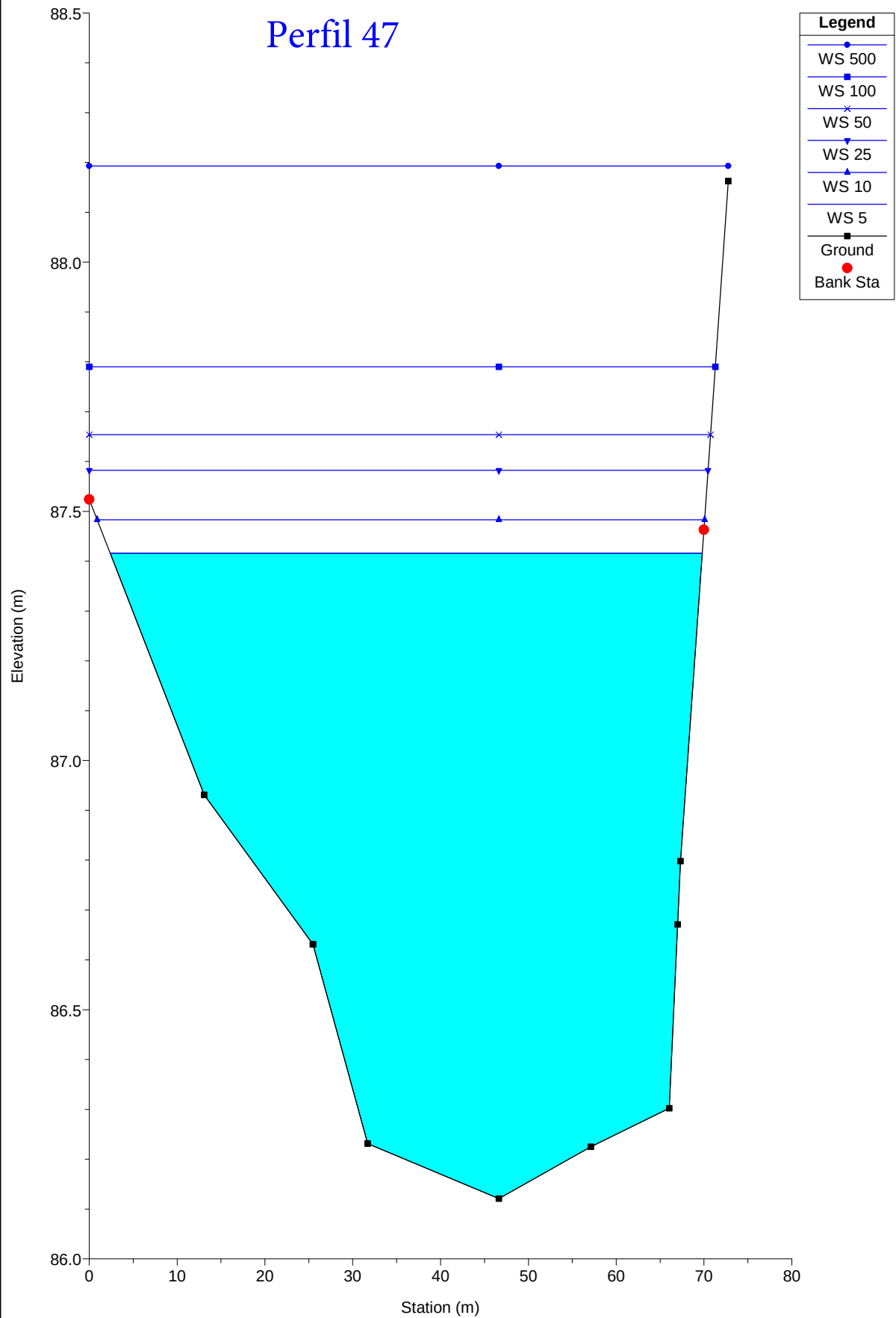
Perfil 49



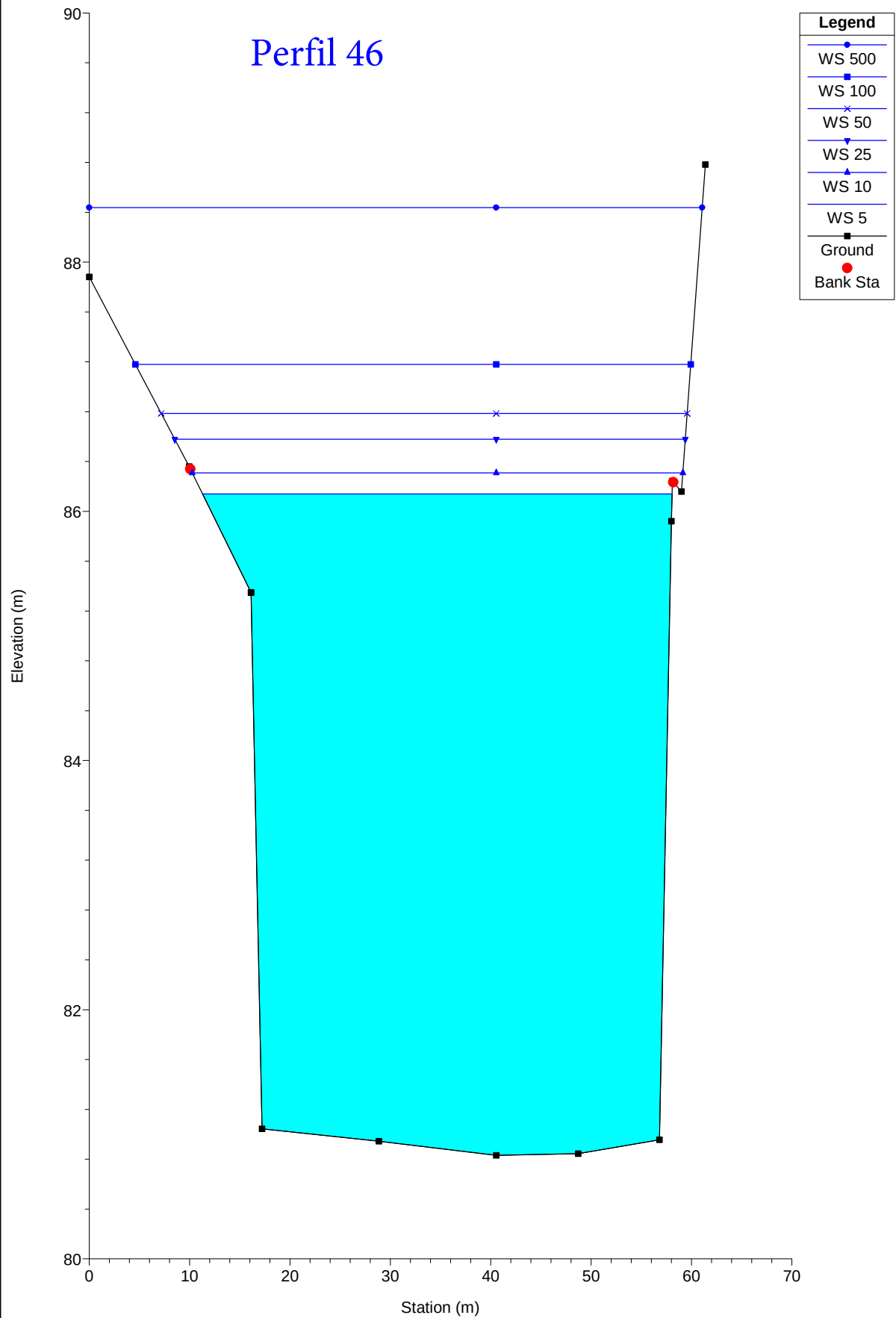
Perfil 48



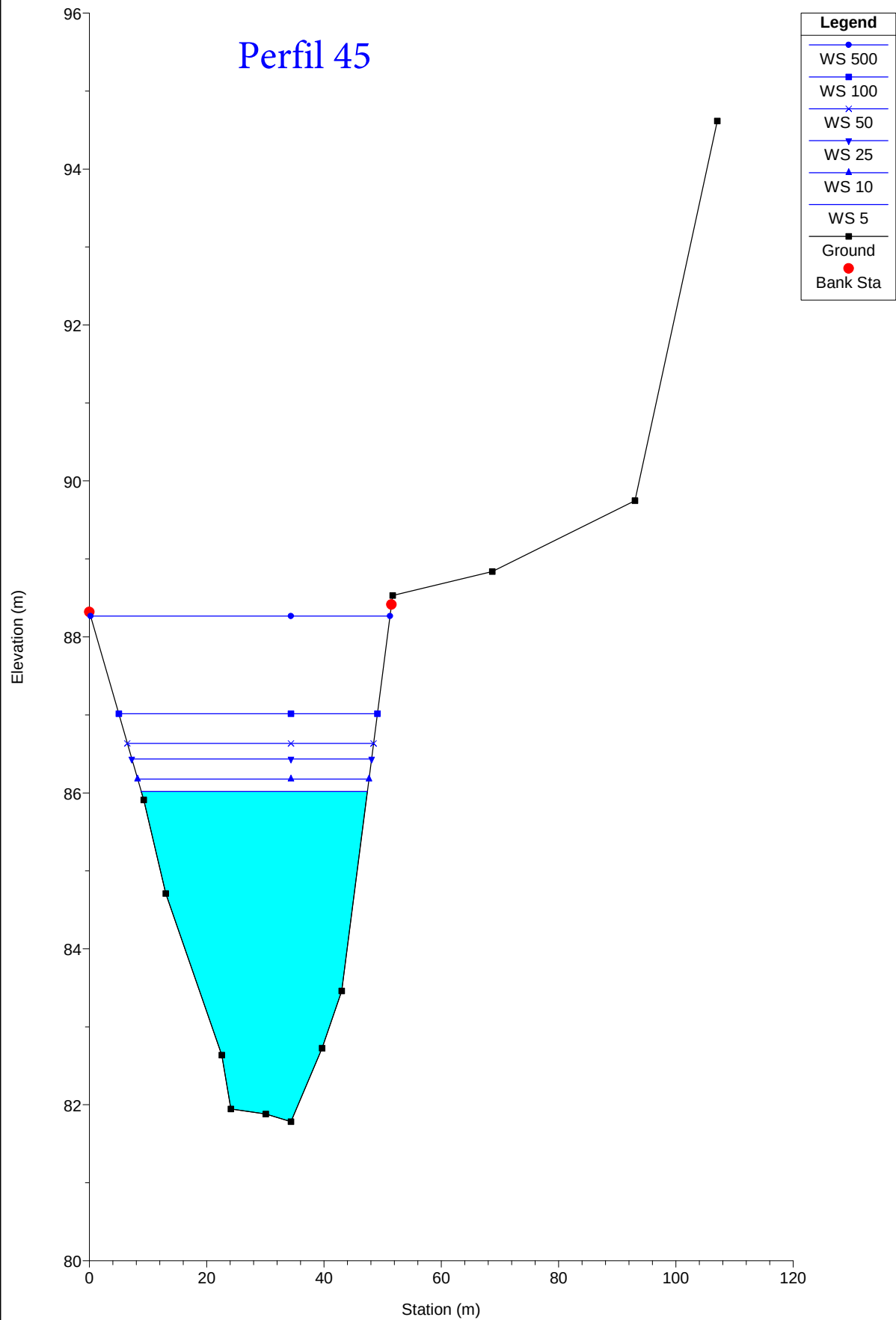
Perfil 47



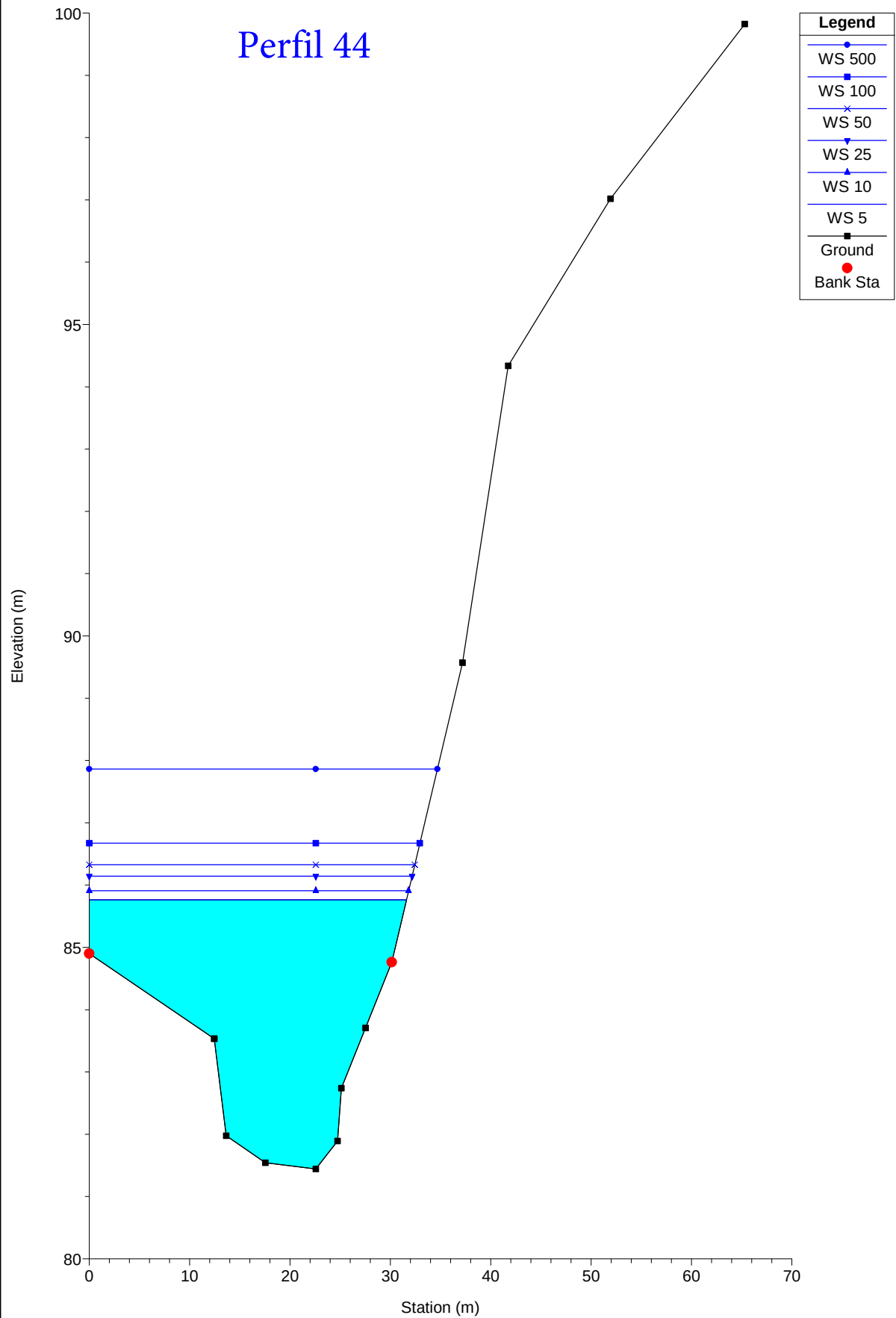
Perfil 46



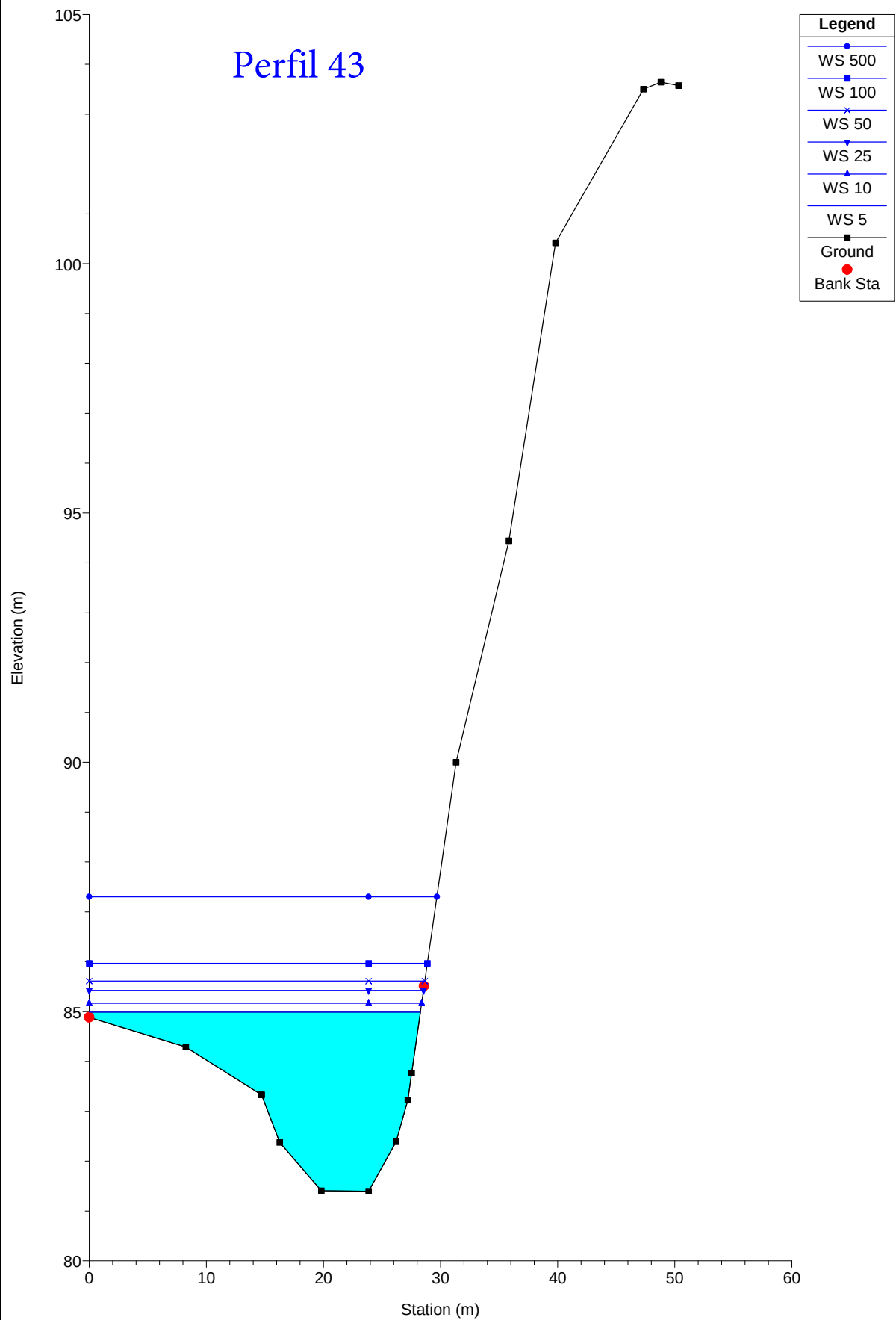
Perfil 45



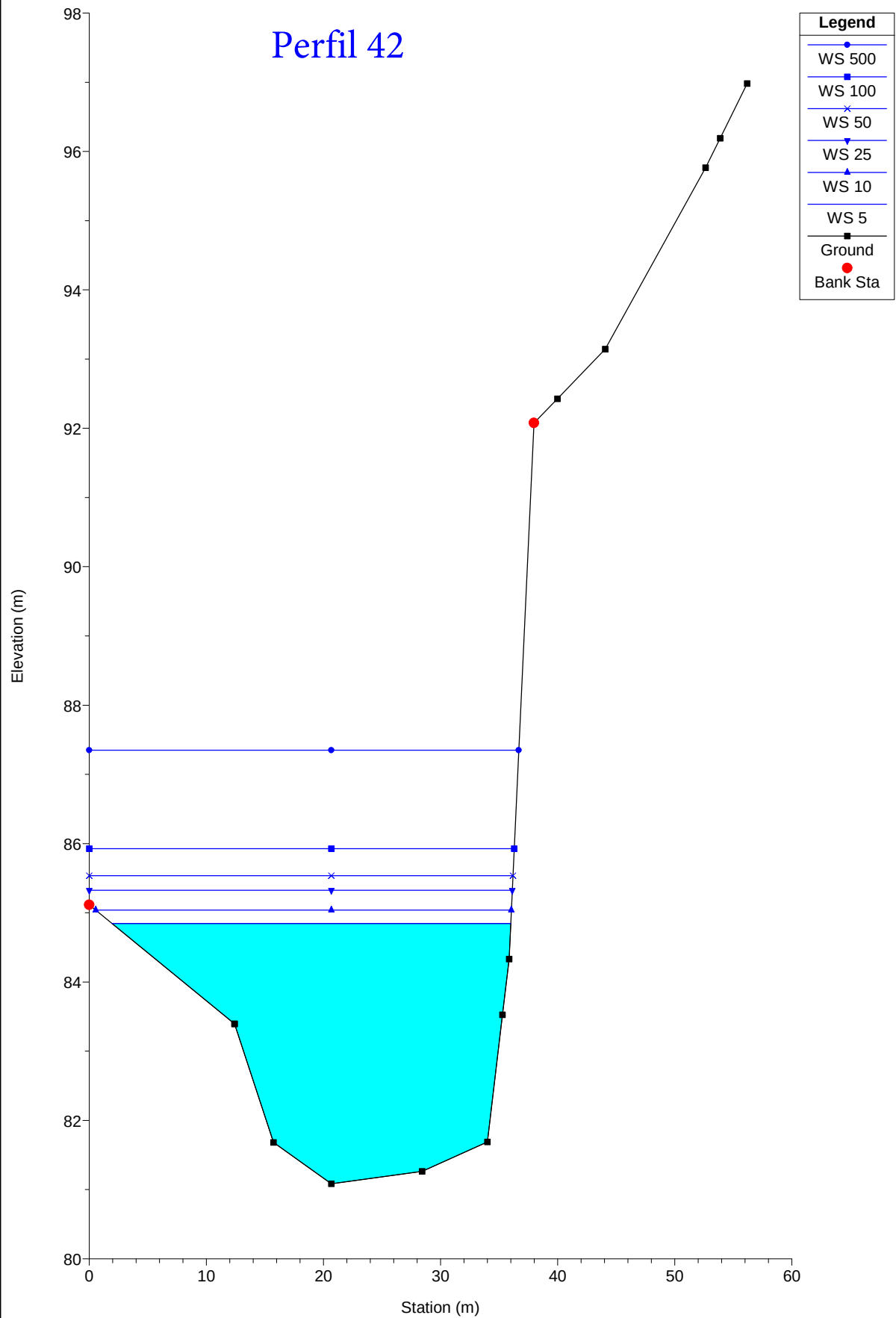
Perfil 44



Perfil 43



Perfil 42



Perfil 41

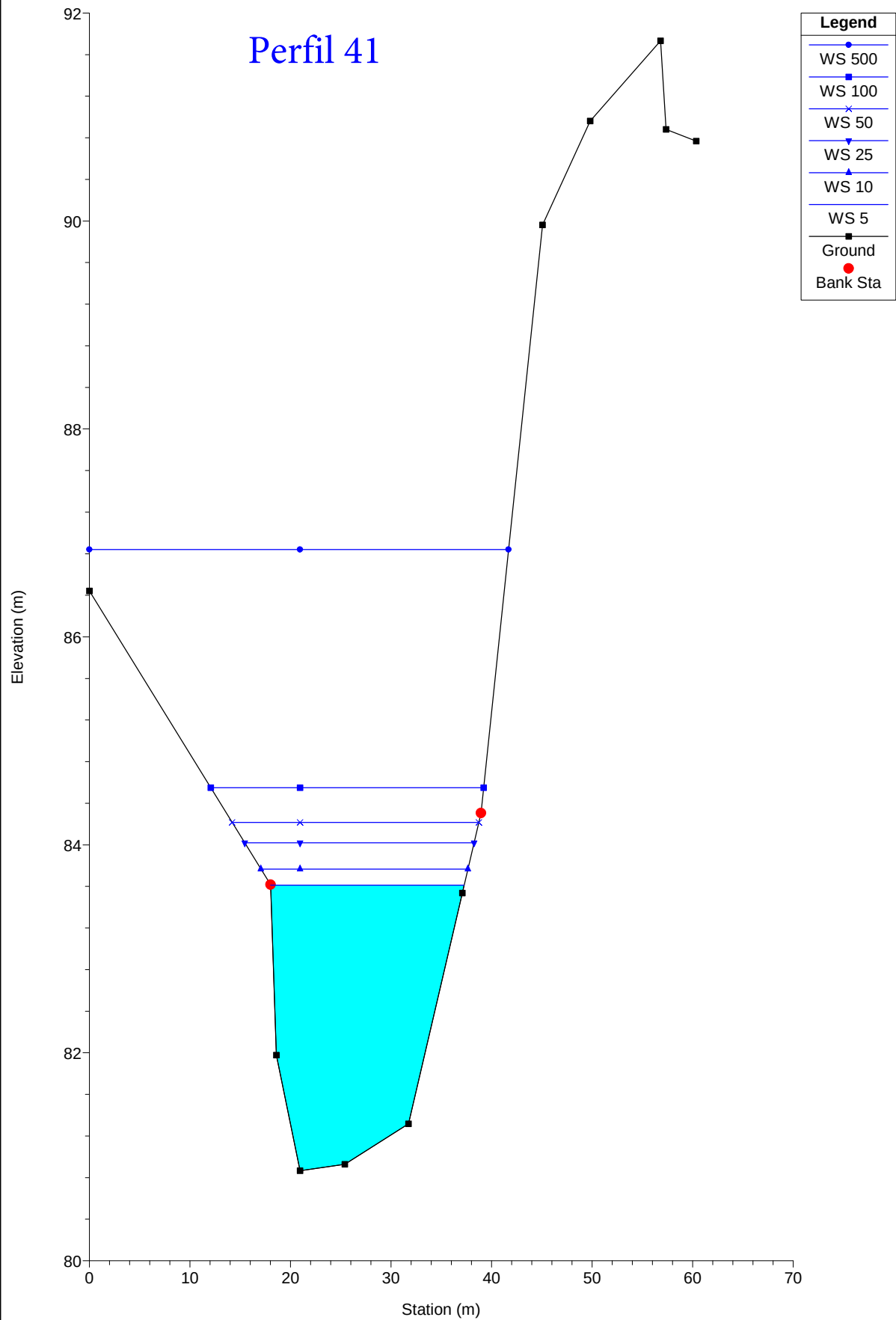


Tabla 4

HEC-RAS Plan: VialInt River: Rio Miera Reach: Miera

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Prof Delta WS (m)	Enc Sta L (m)	Enc Sta R (m)
Miera	41	Q100	84.55			
Miera	41	INT.DES	84.48	-0.07	18.02	38.94
Miera	42	Q100	85.93			
Miera	42	INT.DES	85.99	0.06	0.00	37.98
Miera	43	Q100	85.97			
Miera	43	INT.DES	86.03	0.06	0.00	28.60
Miera	44	Q100	86.67			
Miera	44	INT.DES	86.70	0.03	0.00	30.14
Miera	45	Q100	87.01			
Miera	45	INT.DES	87.05	0.04	0.00	51.51
Miera	46	Q100	87.18			
Miera	46	INT.DES	87.21	0.03	10.07	58.19
Miera	47	Q100	87.79			
Miera	47	INT.DES	87.79	0.00	0.00	69.98
Miera	48	Q100	88.15			
Miera	48	INT.DES	88.15	0.00	0.00	51.94
Miera	49	Q100	88.42			
Miera	49	INT.DES	88.37	-0.05	0.00	27.25
Miera	50	Q100	89.18			
Miera	50	INT.DES	88.93	-0.24	0.00	20.30
Miera	51	Q100	90.36			
Miera	51	INT.DES	90.56	0.20	19.84	51.31
Miera	52	Q100	90.47			
Miera	52	INT.DES	90.68	0.22	15.15	45.04
Miera	52.5 BR D	Q100	90.45			
Miera	52.5 BR D	INT.DES	90.66	0.21	15.15	45.04
Miera	52.5 BR U	Q100	90.47			
Miera	52.5 BR U	INT.DES	90.69	0.22	13.50	48.68
Miera	53	Q100	90.63			
Miera	53	INT.DES	90.87	0.23	13.50	48.68
Miera	54	Q100	90.85			
Miera	54	INT.DES	91.04	0.19	11.01	62.82
Miera	55	Q100	91.14			
Miera	55	INT.DES	91.30	0.16	47.19	107.64
Miera	56	Q100	91.22			
Miera	56	INT.DES	91.37	0.14	84.07	110.99
Miera	57	Q100	91.51			

HEC-RAS Plan: Vialnt River: Rio Miera Reach: Miera (Continued)

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Prof Delta WS (m)	Enc Sta L (m)	Enc Sta R (m)
Miera	57	INT.DES	91.64	0.13	134.62	164.07
Miera	58	Q100	91.89			
Miera	58	INT.DES	92.03	0.14	135.35	169.00
Miera	59	Q100	92.57			
Miera	59	INT.DES	92.62	0.05	84.25	111.94
Miera	60	Q100	93.69			
Miera	60	INT.DES	93.62	-0.07	81.39	115.53
Miera	61	Q100	94.77			
Miera	61	INT.DES	94.77	0.00	8.08	40.98
Miera	62	Q100	96.77			
Miera	62	INT.DES	96.77	0.00	18.38	43.08
Miera	63	Q100	97.99			
Miera	63	INT.DES	97.99	0.00	23.50	61.51
Miera	64	Q100	98.60			
Miera	64	INT.DES	98.60	0.00	6.68	45.02
Miera	65	Q100	99.83			
Miera	65	INT.DES	99.83	0.00	15.69	47.49
Miera	66	Q100	100.45			
Miera	66	INT.DES	100.45	0.00	23.73	54.02
Miera	67	Q100	100.89			
Miera	67	INT.DES	100.90	0.00	86.05	116.88
Miera	68	Q100	101.81			
Miera	68	INT.DES	101.84	0.03	44.99	84.76
Miera	69	Q100	102.00			
Miera	69	INT.DES	102.02	0.02	49.30	74.54
Miera	70	Q100	102.71			
Miera	70	INT.DES	102.71	0.01	52.08	79.65
Miera	71	Q100	103.31			
Miera	71	INT.DES	103.31	0.00	53.12	77.54
Miera	72	Q100	103.90			
Miera	72	INT.DES	103.90	0.00	40.07	69.48
Miera	72.5 BR D	Q100	103.70			
Miera	72.5 BR D	INT.DES	103.70	0.00	40.07	69.48
Miera	72.5 BR U	Q100	103.86			
Miera	72.5 BR U	INT.DES	103.86	0.00	36.99	66.40
Miera	73	Q100	104.45			
Miera	73	INT.DES	104.45	0.00	36.99	66.40

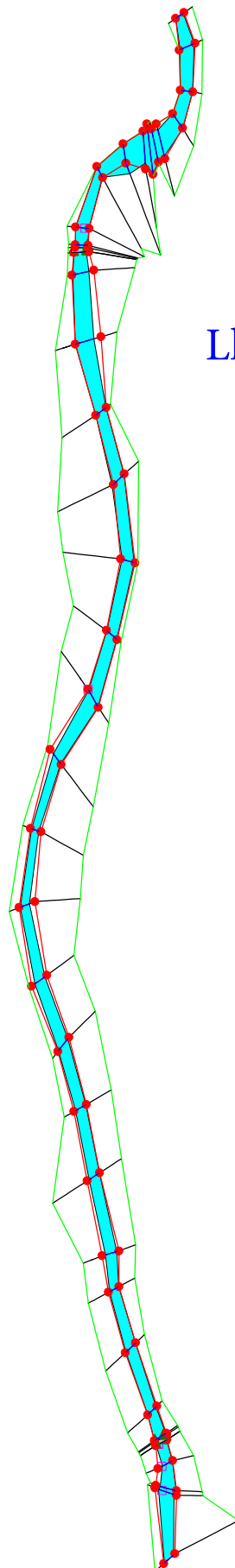
HEC-RAS Plan: ViaInt River: Rio Miera Reach: Miera (Continued)

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Prof Delta WS (m)	Enc Sta L (m)	Enc Sta R (m)
Miera	74	Q100	104.54			
Miera	74	INT.DES	104.53	0.00	28.28	64.13
Miera	75	Q100	104.89			
Miera	75	INT.DES	104.90	0.01	12.68	61.65
Miera	76	Q100	104.71			
Miera	76	INT.DES	104.71	0.00	17.72	68.75
Miera	77	Q100	105.98			
Miera	77	INT.DES	105.98	0.00	22.95	52.09

APÉNDICE Nº1 – PLANOS DE INUNDABILIDAD

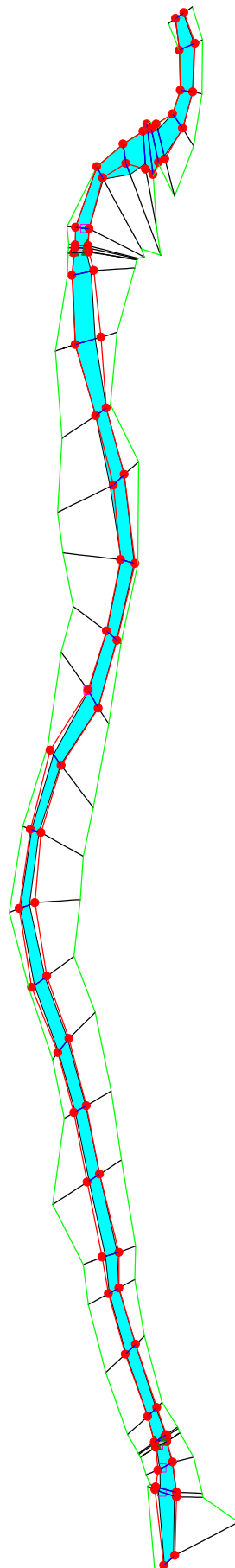
Legend	
	WS 5
	Ground
	Bank Sta
	Levee
	Ineff

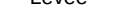
Llanura inundacion Q5



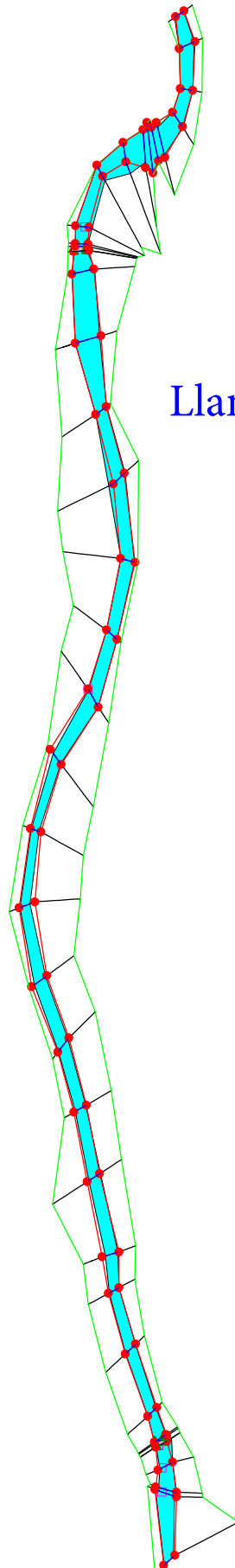
Legend	
	WS 10
	Ground
	Bank Sta
	Levee
	Ineff

Llanura inundacion Q10



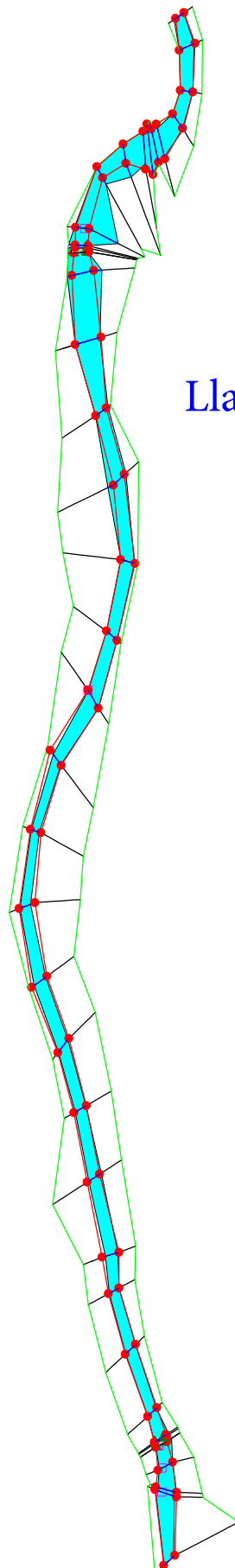
Legend	
	WS 25
	Ground
	Bank Sta
	Levee
	Ineff

Llanura inundacion Q25



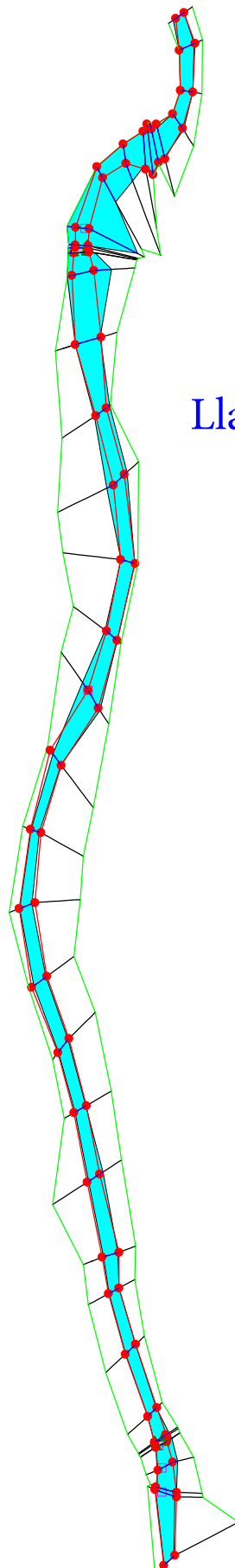
Legend	
	WS 50
	Ground
	Bank Sta
	Levee
	Ineff

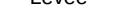
Llanura inundacion Q50



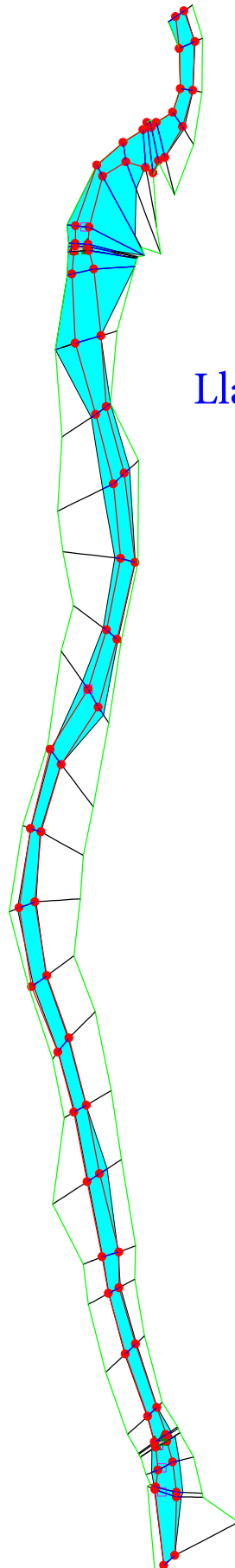
Legend	
	WS 100
	Ground
	Bank Sta
	Levee
	Ineff

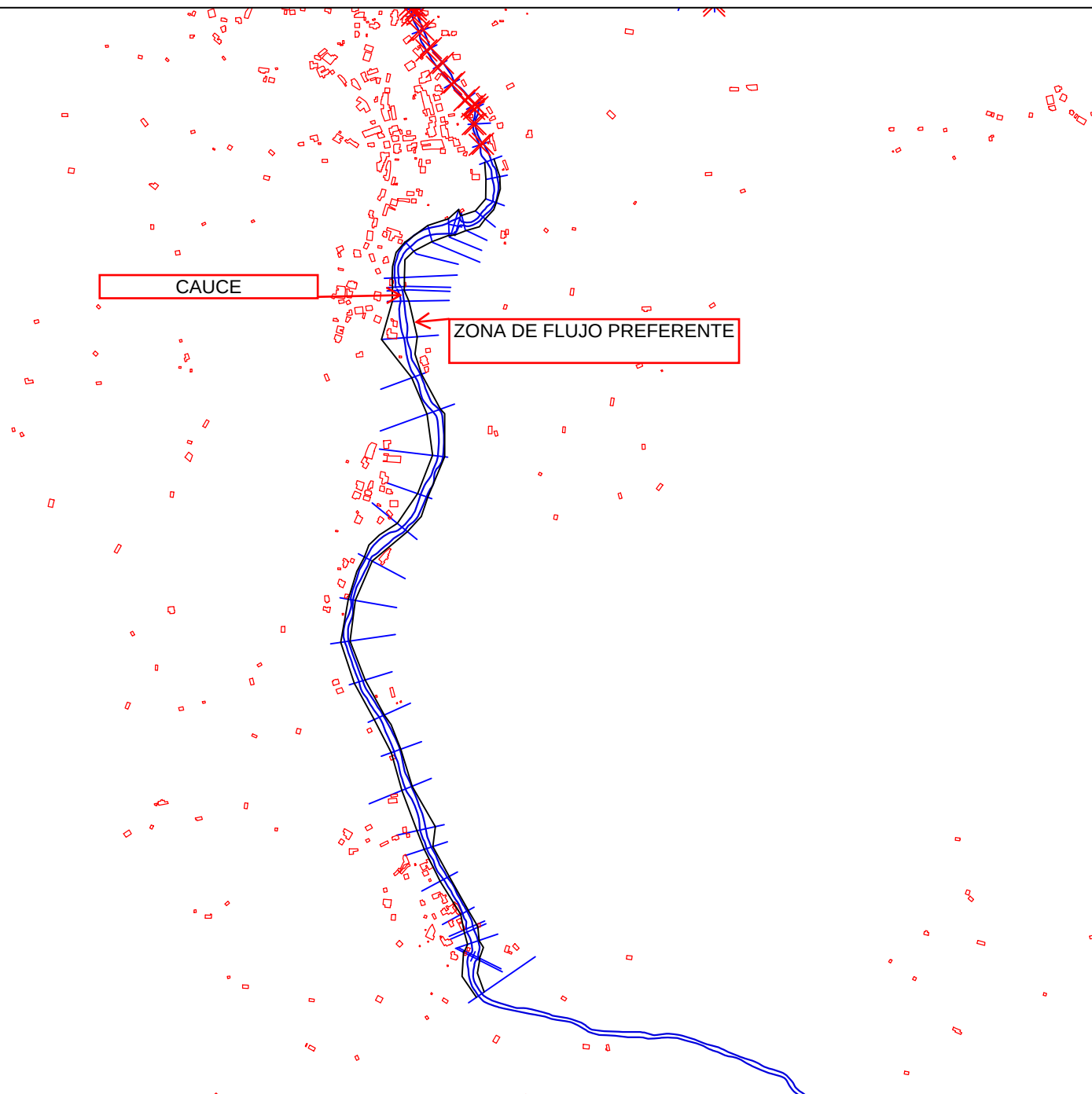
Llanura inundacion Q100



Legend	
	WS 500
	Ground
	Bank Sta
	Levee
	Ineff

Llanura inundacion Q500





ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
ESTUDIO DE INUNDABILIDAD

TÍTULO
ESTUDIO INUND.
RIO MIERA (LIÉRGANES)

TERMINO MUNICIPAL
LIÉRGANES
PROVINCIA
CANTABRIA

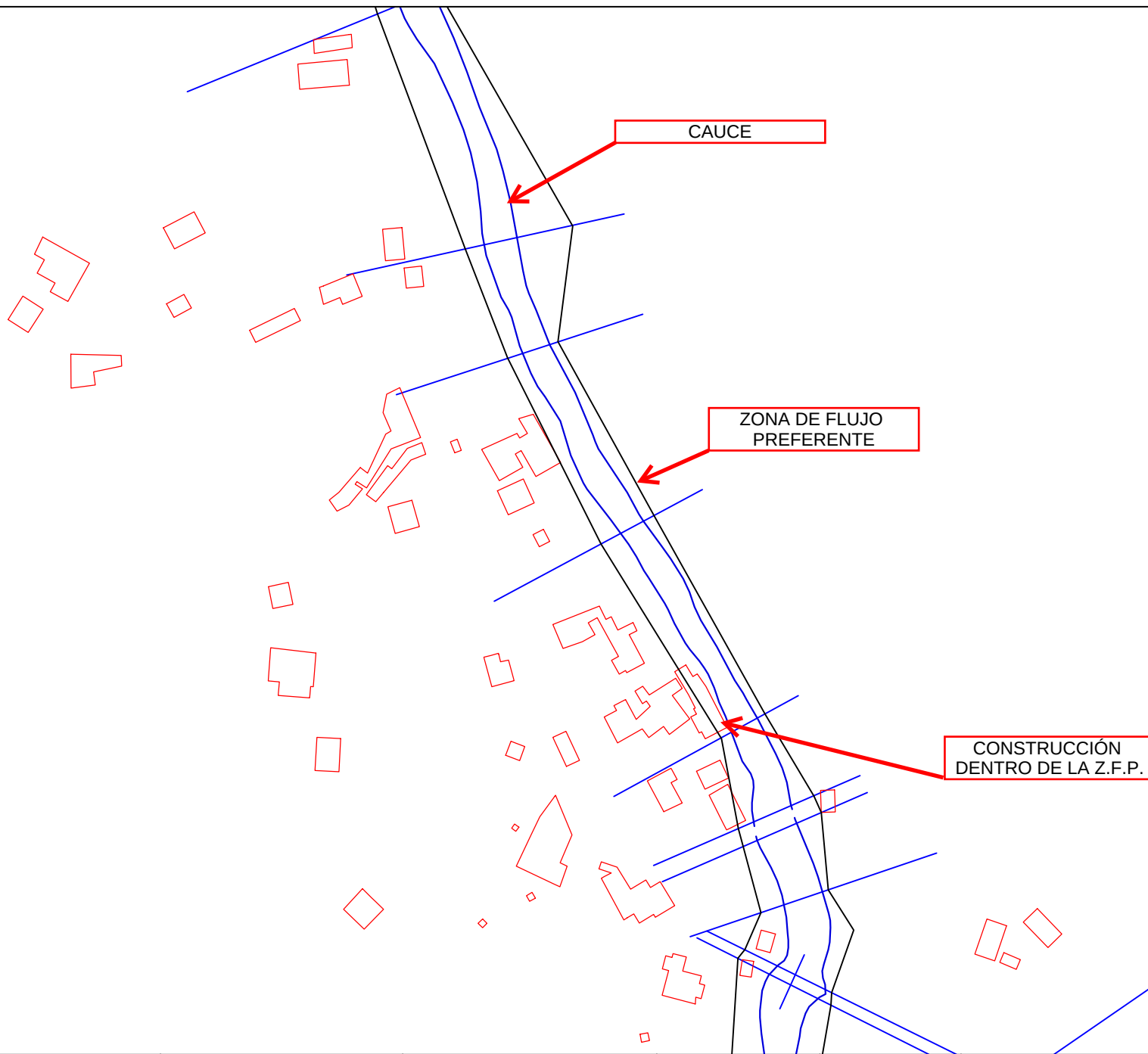
TÍTULO DEL PLANO
Z.F.P.

AUTOR
Jorge Perterra Brasa

ESCALA
1/1500

FECHA
SEPT - 2014

PLANO 3
HOJA 1 DE 1



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
ESTUDIO DE INUNDABILIDAD

TÍTULO
ESTUDIO INUND.
RIO MIERA (LIÉRGANES)

TERMINO MUNICIPAL
LIÉRGANES
PROVINCIA
CANTABRIA

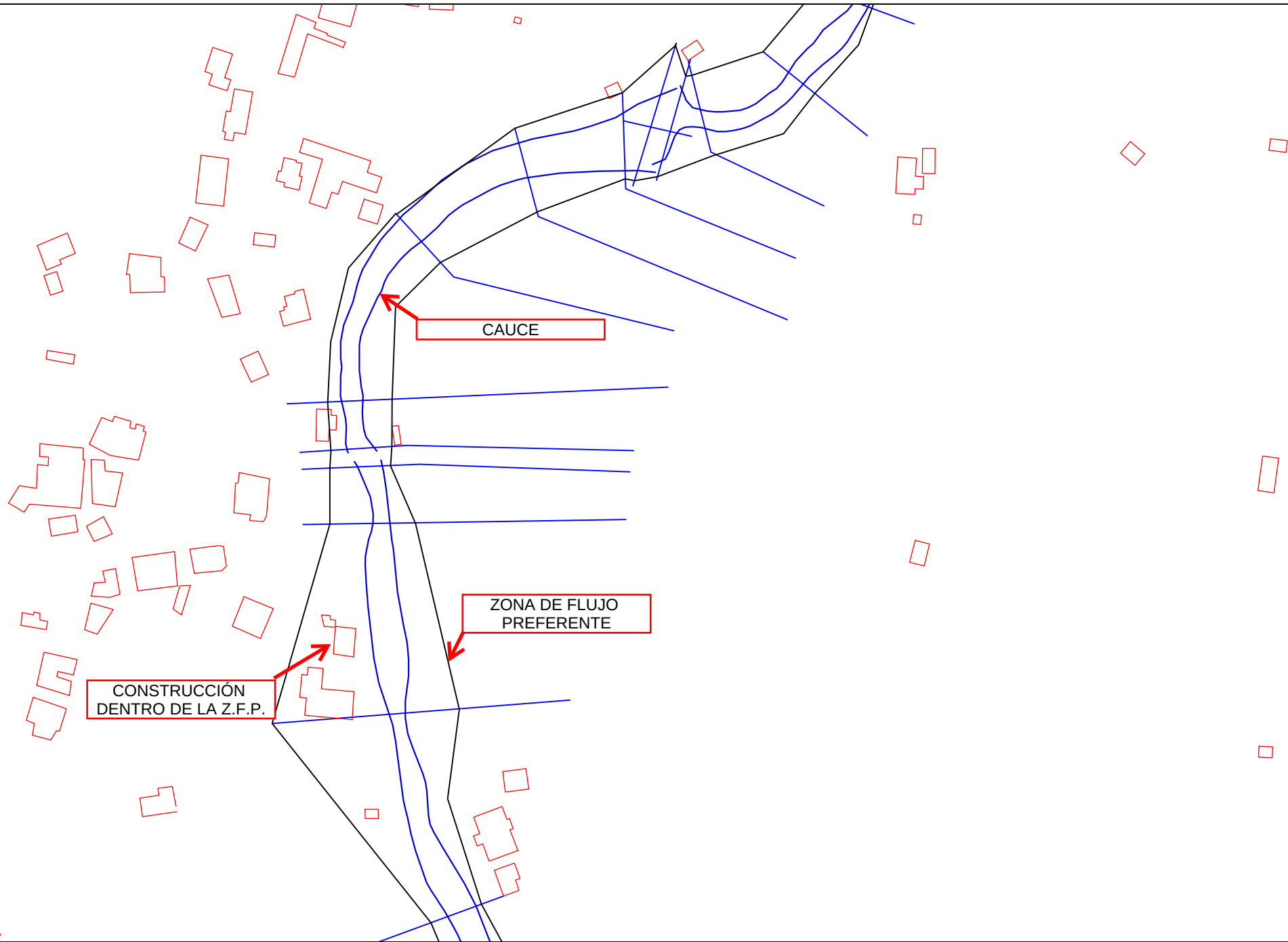
TÍTULO DEL PLANO
Z.F.P. (DETALLE)

AUTOR
Jorge Pertierra Brasa

ESCALA
1/250

FECHA
SEPT - 2014

PLANO 3.1
HOJA 1 DE 1



 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO ESTUDIO DE INUNDABILIDAD	TÍTULO ESTUDIO INUND. RIO MIERA (LIÉRGANES)	TERMINO MUNICIPAL LIÉRGANES	TÍTULO DEL PLANO Z.F.P. (DETALLE)	AUTOR Jorge Pertierra Brasa	ESCALA 1/250	FECHA SEPT - 2014	PLANO 3.2	
			PROVINCIA CANTABRIA					HOJA 1	DE 1

ANEJO N°3 – FOTOGRÁFICO



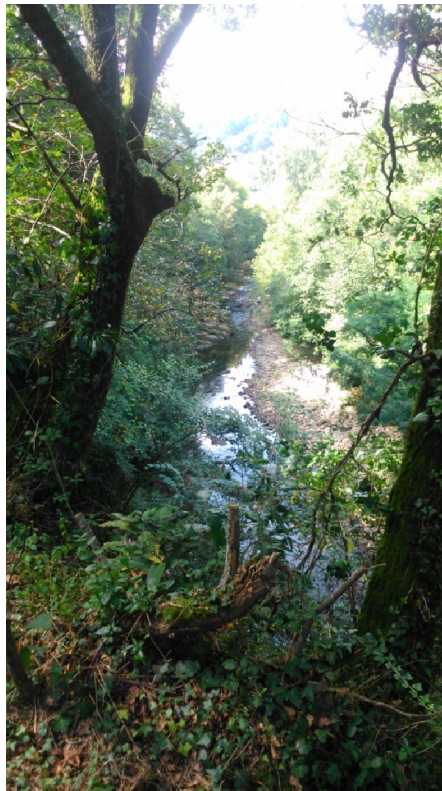
FOTOGRAFÍA N°1



FOTOGRAFÍA N°2



FOTOGRAFÍA N°3



FOTOGRAFÍA N°4



FOTOGRAFÍA N°5



FOTOGRAFÍA N°6



FOTOGRAFÍA N°7



FOTOGRAFÍA N°8



FOTOGRAFÍA N°9



FOTOGRAFÍA N°10



FOTOGRAFÍA N°11



FOTOGRAFÍA N°12



FOTOGRAFÍA N°13



FOTOGRAFÍA N°14



FOTOGRAFÍA Nº15



FOTOGRAFÍA Nº16