



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



ESTUDIO DE INUNDABILIDAD DEL RÍO NANSA EN COSÍO

Trabajo realizado por:
Álvaro Pérez Istúriz

Dirigido:
Agustín Ascorbe Salcedo

Titulación:
Grado en Ingeniería Civil

Mención:
Hidrología

Santander, Diciembre de 2016

TRABAJO FINAL DE GRADO



RESUMEN

Palabras clave: Cosío, inundabilidad, Nansa, vía de intenso desagüe, zona de flujo preferente y zona de graves daños.

El presente estudio corresponde al Trabajo de Fin de Grado (TFG) del alumno Álvaro Pérez Istúriz estudiante de la Universidad de Cantabria como finalización del grado en Ingeniería Civil en la mención de Hidrología. El trabajo ha sido dirigido por el profesor Agustín Ascorbe Salcedo y presentado en la convocatoria de Diciembre 2016.

El objetivo del estudio es el análisis de inundabilidad de un tramo concreto del río Nansa a su paso por la población de Cosío (Cantabria), así como de sus afluentes el río Vendul y el arroyo Mata Baucillos. Este estudio servirá de base para la determinación del uso de las zonas cercanas a los ríos mencionados, de forma que no se produzcan daños a las personas o bienes. La zona estudiada comprende unos 1600 metros del río Nansa, unos 800 metros correspondientes al tramo final del río Vendul y los últimos 100 metros del arroyo Mata Baucillos. En el estudio se han utilizado una serie de perfiles topográficos transversales al río y un plano en planta. Se incluyen 20 perfiles transversales del río Nansa, 17 del río Vendul y 6 del arroyo Mata Baucillos. Se ha mostrado especial interés en la incidencia de los cinco puentes que atraviesan los cauces estudiados, así como de las casas situadas en los márgenes de los ríos.

Para la realización del análisis completo se deben establecer las zonas inundables para los periodos de retorno de 500, 100 y 10 años, así como la zona de flujo preferente que, según el Real Decreto 9/2008 de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, queda definida por la unión de la vía de intenso desagüe y la zona de graves daños. La vía de intenso desagüe es la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno si se realizara un estrechamiento que produjera una sobreelevación menor de 0,3 m en el nivel de la superficie libre del río. La zona de graves daños queda delimitada por la superficie que ocupa el flujo de agua con periodo de retorno de 100 años y cumple una de estas tres condiciones: su velocidad es mayor de 1 m/s, su calado es mayor de 1 m o el producto de la velocidad y el calado es mayor de 0,5 m²/s. La zona de flujo preferente debe ampliarse hasta el límite establecido por la zona de policía si los límites de la zona de policía son exteriores a la zona de flujo preferente. Se establece en el Reglamento de Dominio Público Hidráulico la zona de policía como aquella constituida por una franja lateral de cien metros de anchura a cada lado, contados a partir de la línea que delimita el cauce.

Para la realización de los cálculos correspondientes al estudio se ha utilizado el programa HEC-RAS 4.1.0. Se trata de un modelo matemático que, basado en la utilización de la ecuación de la energía y obteniendo las pérdidas de carga mediante la ecuación de Manning, realiza estimaciones de la cota de agua alcanzada para los diferentes caudales considerados.



El programa requiere tres tipos de caracterización de la zona de estudio:

- Caracterización geométrica: se introduce la información topográfica de la zona utilizando los perfiles transversales, las distancias entre ellos y los elementos relevantes de cada sección (ej. puentes, obstrucciones o áreas de flujo inefectivo).
- Caracterización hidráulica: se definen los coeficientes de rugosidad de Manning para el cauce principal y los márgenes de cada sección, además de los coeficientes de pérdida de carga localizada por estrechamientos o ensanchamientos.
- Caudales y condiciones de contorno: se introducen los caudales estimados para cada periodo de retorno. Estos caudales se obtienen mediante el gráfico que propone la Confederación Hidrográfica del Norte, en el Plan Hidrológico Norte II, a partir de las superficies de cuenca correspondientes a cada tramo. Es necesario analizar diferentes situaciones en cada periodo de retorno ya que no es posible saber de forma anticipada cuál es la combinación de caudales que provoca una mayor cota de agua. Además se han introducido como condiciones de contorno el nivel de agua en las confluencias y la pendiente de la línea de energía en el extremo aguas abajo del río Nansa (entre los perfiles 31 y 32).

Utilizando esta información y aplicando los criterios mencionados se han realizado dos simulaciones diferentes. La primera se denomina situación actual e incluye la determinación de las zonas inundadas para los periodos de retorno de 500, 100 y 10 años. La segunda simulación es la correspondiente a la vía de intenso desagüe. El programa puede determinarla mediante cinco métodos diferentes, se ha utilizado el *método 4* que realiza iteraciones para determinar un estrechamiento del cauce sin producir una sobreelevación mayor que una dada (0,3 m en nuestro caso) en cada sección.

Tras la realización de los cálculos se han obtenido tres cotas de agua para cada periodo de retorno. Se ha escogido la cota más alta correspondiente a la situación más desfavorable y se ha realizado su representación gráfica sobre el plano en planta de la zona de estudio. También se han obtenido los márgenes correspondientes a la vía de intenso desagüe que, junto a los márgenes de la zona de graves daños obtenidos mediante el análisis de resultados de cada sección, ha permitido establecer la zona de flujo preferente. Esta zona también se ha representado en el plano en planta de la zona.

Tras un análisis detallado de los resultados se han obtenido algunas conclusiones:

- Para el periodo de retorno de 500 años hay casas situadas en zonas cercanas al cauce del río que pueden ser alcanzadas por el flujo de agua.
- Solamente el puente 12 puede ser sobrepasado por el flujo de agua en el caso más desfavorable (periodo de retorno de 500 años).
- Los únicos elementos que se encuentran dentro de los límites de la zona de flujo preferente son los corrales situados a la altura del puente 8 en la orilla del río Nansa.

SUMMARY

Key words: Cosío, encroachment, flood risk, Nansa, preferential flow area and serious damages area.

The current hydrology final project, on the December 2016, is about study of Nansa river's flood risk in Cosío. It has been elaborated by Álvaro Pérez Istúriz and directed by Agustín Ascorbe Salcedo to get the degree of Civil Engineering.

The aim of the study is to analyse a part of Nansa river's flood risk near of Cosío (Cantabria), and the same for its tributary the river Vendul and the stream Mata Baucillos. This study would be used to define the use of the river's near area to not cause damages to people or properties. The area of the study is 1600 meters long along the river Nansa, about 800 meters of the last part of the river Vendul and the last 100 meters of Mata Baucillos stream. In the study we used several cross topographic profiles of the river and a floor plan of the study area. There are 20 cross profiles of the river Nansa, 17 of the river Vendul and 6 of Mata Baucillos stream. It is important to analyse the effect to the flow of the five bridges and the houses near to the river.

For the complete analysis it has to determinate the floodplain for 500, 100 and 10 years of return period and the preferential flow area which is defined in the "Real Decreto 9/2008, de 11 de enero". The preferential flow area is the one composed by the area calculated by the encroachment and the serious damages area. The area that can be calculated by the encroachment is the one on which the flood of 100 years of return period can flow with a freeboard less than 0.3 m. The serious damages area is the one that has one of this conditions: water faster than 1 m/s, depth bigger than 1 m or the product of velocity and depth bigger than 0.5. The preferential flow area must be amplified up to the limit established by the police area if the outside police zone limits are external to the preferential flow area. It establishes in the Regulation of Hydraulic Public Domain the police zone as the area constituted by a lateral strip of one hundred meters of width to each side, counted from the line that delimits the main channel.

The HEC-RAS 4.1.0 program was used to perform the calculations for the study. It is a mathematical model that, based on the use of the energy equation and obtaining the load losses through the Manning equation, makes estimates of the water level reached for the different flows considered

The program requires three types of characterization of the study area:

- Geometric characterization: topographic information of the area is introduced using the cross-profiles, the distances between them and the relevant elements of each section (eg. bridges, obstructions or ineffective flow areas).
- Hydraulic characterization: the Manning roughness coefficients are defined for the main channel and the river banks of each section, in addition to the localized pressure drop coefficients for narrowing or widening.
- Flows and boundary conditions: The estimated flows for each return period are entered. These flows are obtained by the graph proposed by the Northern Hydrographic Confederation, in the Northern II Hydrological Plan, using the basin



areas corresponding to each stretch. It is necessary to analyse different situations in each return period because it is not possible to know, in advance, what is the combination of flows that causes a higher water level. In addition, the water level at the confluences and the slope of the energy line at the downstream end of the Nansa River (between profiles 31 and 32), have been introduced as boundary conditions.

Using this information and applying the mentioned criteria have been made two different simulations. The first is called the current situation and includes the determination of flooded areas for return periods of 500, 100 and 10 years. The second simulation is the one corresponding to the area calculated by encroachment. The program can determinate it by five different methods, we used the method 4 that makes iterations to determinate a narrowing of the channel without producing a greater elevation than a given one (0.3 m in our case) in each section.

After completing the calculations, three water levels have been obtained for each return period. We chose the highest level corresponding to the most unfavorable situation and we create the graphic representation on the study area floor plan. Banks have also been obtained corresponding to the route of the area calculated by encroachment which, together with the banks of the serious damages area obtained by the analysis of results of each section, has allowed to establish the preferential flow area. This area has also been represented in the floor plan of the study area.

After a detailed analysis of the results we have obtained some conclusions:

- For the 500 years period of return there are houses located in areas near the river channel that can be reached by the flow of water.
- Only bridge 12 can be exceeded by water flow in the worst case (500-year return period).
- The only elements within the limits of the preferential flow area are the farmyards located near of bridge 8 on the bank of the Nansa River.



ÍNDICE

1. Antecedentes.....	7
2. Descripción de la zona.....	8
3. Planteamiento de la problemática.....	13
4. Descripción del modelo.....	14
4.1. Determinación del perfil de la lámina de agua.....	14
4.2. Análisis del efecto de los puentes.....	16
4.3. Vía de intenso desagüe.....	18
5. Datos básicos.....	20
5.1 Caracterización geométrica.....	20
5.2 Caracterización hidráulica.....	22
5.3 Caudales y condiciones de contorno.....	23
6. Situaciones consideradas.....	27
6.1 Situación actual.....	27
6.1.1 Periodo de retorno (T) de 500 años.....	27
6.1.2 Periodo de retorno (T) de 100 años.....	29
6.1.3 Periodo de retorno (T) de 10 años.....	30
6.2 Vía de intenso desagüe.....	31
7. Presentación y análisis de resultados.....	33
8. Conclusiones.....	45
Bibliografía.....	47
Anejo fotográfico.....	48
Fotos del río Nansa (Perfiles 50 a 31).....	49
Fotos del río Vendul (Perfiles 167 a 151).....	52
Fotos del arroyo Mata Baucillos (Perfiles 176 a 171).....	58
Anejo de resultados.....	60
Situación actual.....	66
Periodo de retorno (T) de 500 años.....	66
Periodo de retorno (T) de 100 años.....	100
Periodo de retorno (T) de 10 años.....	135
Vía de intenso desagüe.....	168
Río Nansa.....	168
Río Vendul.....	181
Arroyo Mata Baucillos.....	195



1. ANTECEDENTES

El presente estudio corresponde al Trabajo de Fin de Grado (TFG) del alumno Álvaro Pérez Istúriz estudiante de la Universidad de Cantabria como finalización del grado en Ingeniería Civil en la mención de Hidrología. El trabajo ha sido dirigido por el profesor Agustín Ascorbe Salcedo.

Se trata de analizar el comportamiento hidráulico del río Nansa, a su paso por la población de Cosío, así como de su afluente Vendul y del arroyo Mata Baucillos, teniendo en cuenta las posibles situaciones que puedan presentarse ante las diferentes avenidas consideradas.

Los objetivos principales del estudio son:

- Análisis de la inundabilidad en la población de Cosío en la actualidad, ante las avenidas de los ríos Nansa y Vendul, así como del arroyo Baucillos.
- Determinación de la zona de flujo preferente, de acuerdo con lo indicado en el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico.

De acuerdo con el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, *“la zona de flujo preferente es la constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de período de retorno, se pueden producir graves daños para las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas”*.

A los efectos de la aplicación de la definición anterior, se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

- * *Que el calado sea superior a 1 m.*
- * *Que la velocidad sea superior a 1 m/s.*
- * *Que el producto de ambas variables sea superior a 0,50 m²/s.*

Se entiende por vía de intenso desagüe la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de período de retorno sin producir una sobreelevación mayor de 0,30 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente”.

Para la realización de los trabajos se ha dispuesto, fundamentalmente, de la información topográfica del tramo de estudio. Dicha información topográfica está compuesta por dos archivos en formato “dwg”, uno de ellos contiene los perfiles correspondientes a las secciones consideradas en toda la zona de estudio, y el otro archivo es el correspondiente a la vista en planta de la misma. Por último, también se ha hecho uso de los mapas de la página del Gobierno de Cantabria www.mapas.cantabria.es.



2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

La zona de estudio corresponde a un tramo del río Nansa a su paso por la población de Cosío perteneciente al municipio de Rionansa. Se ha considerado la zona comprendida entre dos puntos: el primero situado aguas arriba de la población de Cosío a unos 800 metros de su confluencia con el río Vendul y el segundo 800 metros aguas abajo de dicha confluencia, una vez pasada la población de Cosío. El tramo de estudio incluye en total unos 1600 metros del río Nansa, unos 800 metros correspondientes al tramo final del río Vendul y los últimos 100 metros del arroyo Mata Baucillos. En la figura 2.1 (p. 10) podemos ver con detalle los tramos considerados de cada uno de los cauces y las secciones consideradas en cada caso.

Para el río Nansa se han utilizado los perfiles numerados del 31 al 50, siendo el perfil 31 el extremo aguas abajo de nuestro tramo y el perfil 50 el extremo aguas arriba del mismo. Se aprecia en la figura que el río tiene una orientación sur-norte con un tramo en zig-zag en su parte final debido a la morfología del terreno. En la figura 2.1 (p. 10) podemos apreciar como la carretera CA-281 pasa cerca del margen izquierdo del río con un trazado similar, hasta que llega a un punto en el que cruza al extremo derecho del río mediante un paso sobre elevado. Este hecho será importante de cara a estudiar la incidencia de dicho paso en el flujo del río. También será de incidencia la consideración de casas u otras construcciones situadas próximas al cauce principal del río.

Un aspecto a comentar es la reciente construcción de un puente nuevo para la carretera CA-281. Se trata de un puente formado por un tablero empotrado en sus extremos y sin pilares de apoyo y se encuentra casi pegado al Puente de la Herrería. Al no disponer de perfiles topográficos para el nuevo puente no se va a considerar en los cálculos y se comentará en el apartado de conclusiones (§. 8) su posible incidencia al flujo del río.

En los perfiles topográficos correspondientes al tramo de estudio del río Nansa se observa que la pendiente del margen izquierdo es menor que la del margen derecho debido a la presencia de una ladera montañosa en el margen derecho. Esto provoca que la inundación sea mayor en la parte izquierda del terreno. Su pendiente longitudinal media está alrededor del 1,3%, teniendo algunos puntos en los que puede llegar al 2,5%. El tramo con mayor pendiente es el tramo final que está interrumpido por el puente 8 perteneciente a la CA-281.

Para la definición del río Vendul (afluente del Nansa) se han utilizado los perfiles numerados del 151 al 167, siendo el perfil 151 el extremo aguas abajo del cauce y el perfil 167 el extremo aguas arriba considerado. En el mapa vemos como el río Vendul también tiene una orientación sur-norte hasta llegar a su confluencia con el Nansa. En sus metros finales atraviesa la población de Cosío, lo que hace que existan tres pasos sobre elevados que lo cruzan. Uno de ellos, el de mayor tamaño, corresponde a la CA-281 antes mencionada, y los otros dos son pasos peatonales del interior de la



localidad. Además el cauce del río está rodeado por diferentes casas que deberán ser debidamente consideradas en el estudio.

Sobre la forma de los perfiles cabe destacar que la topografía del terreno tiene una forma similar a una 'V', que se va perdiendo en los últimos metros debido a su confluencia con el río Nansa. La pendiente longitudinal del río Vendul es de un 2,1% de media, superior a la del Nansa, llegando a estar por encima del 3% en algunos tramos. Esto es debido a que se trata de un afluente con un recorrido relativamente corto y montañoso. A lo largo del recorrido esa pendiente se suaviza en los tramos interrumpidos por los puentes.

En el estudio de los últimos 100 metros del cauce del arroyo Mata Baucillos se han obtenido los perfiles numerados del 171 al 176, siendo el perfil 171 el extremo aguas abajo del arroyo y el 176 el extremo considerado aguas arriba. En este pequeño tramo de estudio encontramos varios aspectos destacables. En primer lugar, hay colocado un pequeño azud utilizado antiguamente para el funcionamiento de un molino. Su estado actual es el de un azud aterrado que simplemente provocará un pequeño salto entre los perfiles 175 y 174. Por otro lado, entre los perfiles 172 y 173 hay un pequeño puente que sirve como paso peatonal del interior del pueblo. Se estudiará también la incidencia de las casas colocadas cercanas al cauce del arroyo. La forma de los perfiles, al ser un arroyo, tiene una forma en 'V' bastante marcada. Esto es debido a la mayor pendiente longitudinal característica de un arroyo montañoso, que en este caso llega al 9% de media.

Por lo general en los tres cauces se presenta un lecho con abundantes rocas de gran tamaño arrastradas en las avenidas. Se concentran en mayor medida en las zonas interrumpidas por los puentes. También existe una cantidad importante de escollera, en mayor medida en el cauce del río Nansa.

Se adjunta un mapa de relieve de la zona general del municipio de Rionansa (Figura 2.2, p. 11) en la que se observa la morfología montañoso de la zona. También se adjunta una ortofoto de la zona estudiada correspondiente a la población de Cosío (Figura 2.3, p. 12).

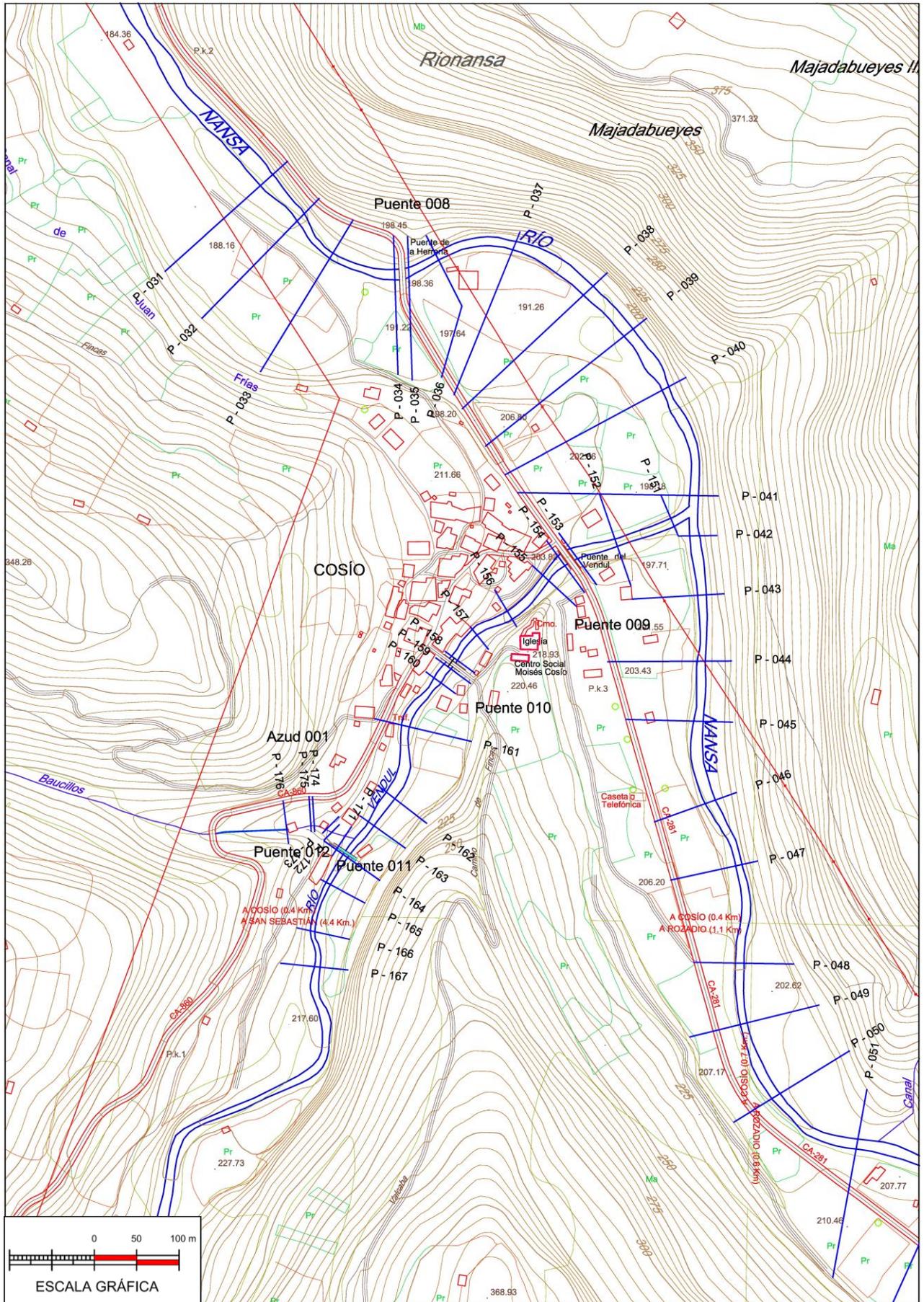
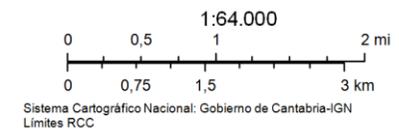


Figura 2. 1. Mapa topográfico en planta con perfiles transversales numerados



septiembre 15, 2016

- + - Límites Municipales
- Límites Autonómicos



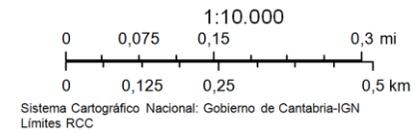
Mapa realizado con el visualizador de información geográfica del Gobierno de Cantabria (<http://mapas.cantabria.es>)
© Información perteneciente a la Administración o Administraciones productoras

Figura 2. 2. Mapa topográfico general zona de Rionansa



septiembre 15, 2016

- + - Límites Municipales
- Límites Autonómicos



Mapa realizado con el visualizador de información geográfica del Gobierno de Cantabria (<http://mapas.cantabria.es>)
© Información perteneciente a la Administración o Administraciones productoras

Figura 2. 3. Ortofoto de la zona de estudio

3. PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA

El objetivo del estudio es analizar la inundabilidad de la zona descrita y obtener la zona de flujo preferente. Para la realización del análisis completo se deben establecer las zonas inundables para los periodos de retorno de 500, 100 y 10 años, así como la zona de flujo preferente que, según el Real Decreto 9/2008 de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, queda definida por la unión de la vía de intenso desagüe y la zona de graves daños. Los resultados tendrán una gran importancia ya que todas las actuaciones urbanísticas (ej. construcción de viviendas, protección contra avenidas, etc.) estarán condicionadas por la cota alcanzada por la superficie del agua.

Inicialmente se ha hecho un reconocimiento de la zona aportando las fotografías que puedan ser útiles para realizar una correcta caracterización de los elementos que influyen en el estudio. Además se ha obtenido la información topográfica de la zona mediante dos archivos “dwg”. El primero aporta la información en planta de la zona de estudio y el segundo los perfiles topográficos de las secciones consideradas. Se ha hecho uso de la información proporcionada por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico para la estimación de caudales y de la información contenida en la web www.mapas.cantabria.es para la obtención de ortofotos y mapas adicionales.

Tras el reconocimiento adecuado del terreno se ha hecho una simulación mediante el programa HEC-RAS 4.1.0. Se ha creado una geometría y unos perfiles de caudales adecuados para cada tramo y objetivo. Esto, junto a las condiciones de contorno consideradas, sirve para obtener unos resultados que aproximan el comportamiento real de los ríos en la zona de estudio.

Una vez calculados los resultados para 500, 100 y 10 años de período de retorno, se utilizan para obtener las conclusiones acerca de la inundabilidad de la zona. Además, los resultados obtenidos con período de retorno de 100 años permiten hacer el cálculo de la zona de graves daños y la vía de intenso desagüe, cuya envolvente dará los límites de la zona de flujo preferente.

4. DESCRIPCIÓN DEL MODELO

En este apartado se describe el modo de procedimiento del modelo utilizado con el programa HEC-RAS para el cálculo de las cotas de agua necesarias en el estudio. 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), el cual ha sido el modelo de simulación base empleado en la Ingeniería Hidráulica. Este programa permite la determinación de las cotas alcanzadas por la lámina de agua y de las velocidades en un tramo de río o canal con flujo unidimensional, tanto en régimen permanente como no permanente. Además permite realizar cálculos relativos al transporte de sedimentos o de calidad del agua.

La descripción del modelo se divide en tres subsecciones. (§ 4.1.) Determinación del perfil de la lámina de agua, donde se detalla el procedimiento seguido para la utilización de la ecuación de la energía entre dos secciones. (§ 4.2.) Análisis del efecto de los puentes, en el que se explican las hipótesis consideradas para la simplificación del efecto de los puentes en el flujo del agua. (§ 4.3.) Determinación de la vía de intenso desagüe, donde se describen los métodos que ofrece el programa para el cálculo de estrechamientos y su utilidad en el cálculo de la vía de intenso desagüe.

4.1. DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE LA LÁMINA DE AGUA

El procedimiento que utiliza el modelo para el cálculo se basa en el empleo de la ecuación de la energía. Las pérdidas de carga continuas se evalúan mediante la fórmula de Manning y las pérdidas de carga localizadas en estrechamientos y ensanchamientos mediante un coeficiente que multiplica a la variación de la altura de agua correspondiente a la velocidad del agua en cada punto. En aquellas situaciones donde el régimen sea rápidamente variado (resaltos hidráulicos, puentes o confluencias de ríos) se utiliza la ecuación de la cantidad de movimiento.

El programa adopta una serie de hipótesis en su funcionamiento con el objetivo de reducir la complejidad numérica y asumiendo que no afectan notablemente a la calidad de los datos de salida del modelo. Dichas hipótesis son las siguientes:

- Cuando el flujo es permanente, no hay variación del calado ni de la velocidad con el tiempo.
- Cuando el flujo es gradualmente variado, se asume una distribución hidrostática de presiones.
- El flujo se considera unidimensional, es decir, la única componente de la velocidad es en la dirección del flujo.
- Las pendientes son pequeñas, menores de 0,1 m/m, por lo que el calado es representativo de la altura de presión.
- Los contornos son rígidos, no admitiéndose erosión o sedimentación en el cauce.

Con estas hipótesis, la ecuación de la energía entre dos secciones 1 y 2 para flujo unidimensional queda de esta forma:

$$Z_1 + Y_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + Y_2 + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + \Delta h$$

En donde:

- Z_1 y Z_2 : cotas del canal principal sobre un plano de referencia en las secciones consideradas
- Y_1 y Y_2 : calados de agua en las secciones transversales consideradas
- α_1 y α_2 : coeficientes del término de velocidad o de Coriolis
- g : gravedad

En la figura 4.1 quedan representadas las variables que intervienen en la ecuación de la energía:

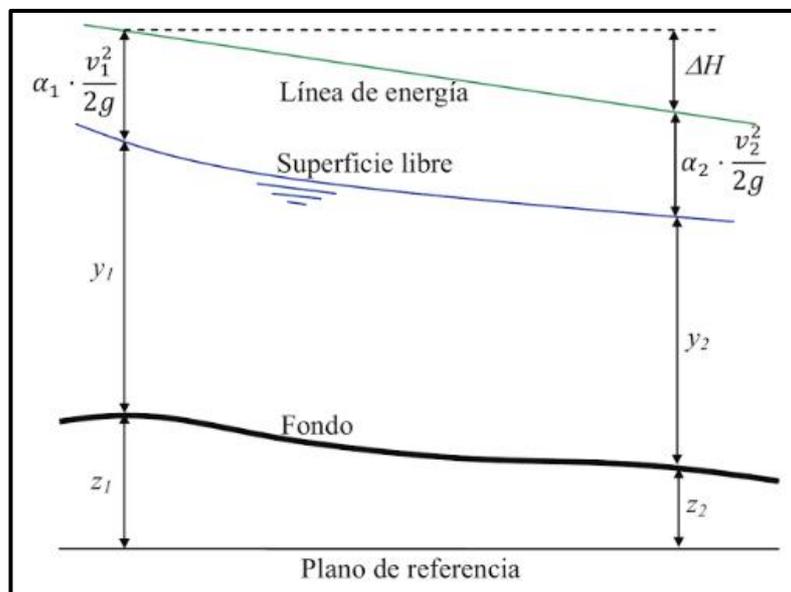


Figura 4. 1. Interpretación de la pendiente motriz de cada sección (Extraído de Bladé i Castellet)

El cálculo de la variación de altura provocada por una pérdida de carga localizada se realiza mediante la fórmula:

$$\Delta H_{Local} = L \cdot S_f + C \cdot \left| \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} \right|$$

En donde:

- L (m), Longitud del tramo.
- S_f Pendiente media de la línea de energía entre las secciones 1 y 2.
- C , Coeficiente de pérdidas por expansión o contracción. Se toma el valor 0,1 si hay una contracción de sección y 0,3 si hay un ensanchamiento en el sentido del flujo.

Es necesario introducir la cota de la superficie libre en una de las secciones como condición de contorno sobre la que el programa pueda comenzar el proceso iterativo. El esquema del procedimiento que sigue el programa es el siguiente:



- Se supone una cota del agua en la sección de aguas arriba (si el régimen es lento) o en la de aguas abajo (si el régimen es rápido).
- Se calcula S_f y a continuación utilizando la ecuación anterior se obtiene ΔH_{Local} .
- Se determina Z_2 mediante la ecuación de la energía y se compara con el valor supuesto al comienzo, repitiéndose el proceso hasta que la diferencia entre el valor calculado y el supuesto sea admisible.

4.2. ANÁLISIS DEL EFECTO DE LOS PUENTES

La presencia de un puente en el cauce, supondrá una obstrucción más o menos significativa para el flujo. Esta obstrucción será mayor al aumentar el caudal para una misma forma de puente en un mismo río. Crecerá muy rápido cuando el agua se encuentre próxima a verter sobre el tablero del mismo, y se hará muy pequeña cuando el caudal sigue creciendo y el agua pasa por encima. Dependiendo de la forma de los vanos del puente, la circulación puede producirse de forma progresiva o hacerlo de forma brusca. En cualquiera de los casos el vertido sobre el tablero funcionará como si se tratara de un vertedero de pared gruesa. En la figura 4.2 se muestra el efecto en planta que provoca un estrechamiento en el flujo del agua.

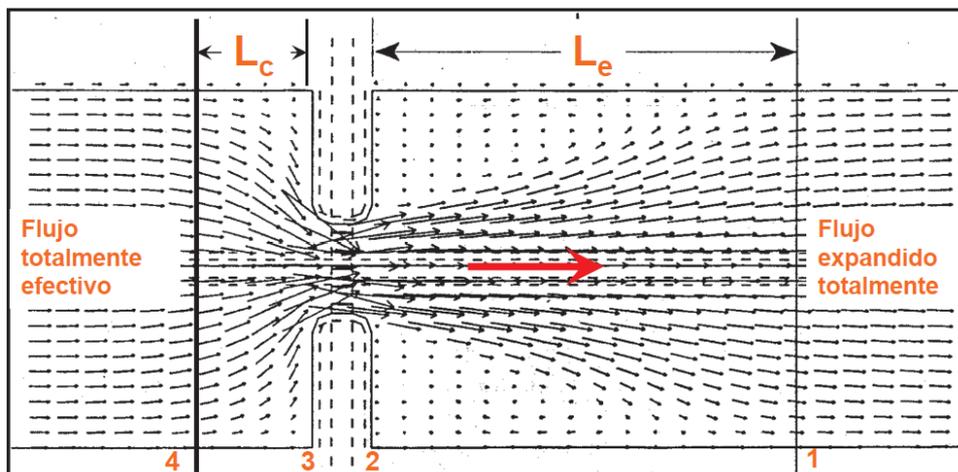


Figura 4. 2. Efecto de estrechamiento en el flujo de agua (Extraída de la asignatura Ampliación de Hidráulica)

A la hora de modelar el comportamiento de un puente se crean 4 secciones diferentes, tal como se observa en la figura 4.3.

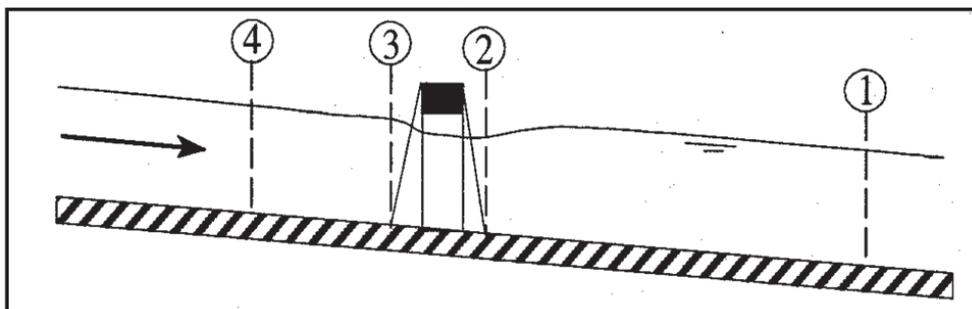


Figura 4. 3. Secciones transversales necesarias para la definición de un puente que incide en el flujo de agua (Extraída de la asignatura Ampliación de Hidráulica)

- Sección 1: Aguas abajo del puente, en un lugar donde no exista influencia del puente.
- Sección 2: Aguas abajo del puente, justo después de donde el estrechamiento del agua debido al puente es mayor.
- Sección 3: A una distancia pequeña aguas arriba del puente. Tanto esta sección como la sección 2, contarán con áreas inefectivas.
- Sección 4: Aguas arriba del puente, a una distancia suficiente para que el flujo sea más o menos paralelo y el área sea totalmente efectiva.

El problema que suponen los puentes en el modelado del río mediante el programa HEC-RAS es el de definir las áreas de flujo inefectivo. Estas áreas se plasmarán en las secciones 2 y 3 del puente, como se aprecia en la figura 4.4. El programa permite establecer las elevaciones de flujo inefectivo a la derecha e izquierda. La opción de área inefectiva a ambos lados del puente, proporciona una buena solución cuando todo el flujo de agua discurre por debajo del puente. En el caso de que el nivel del agua sea mayor que el control de elevación establecido, se usará toda la sección transversal.

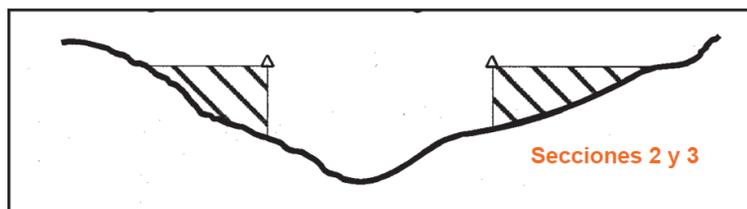


Figura 4. 4. Área de flujo inefectivo en sección transversal de un puente (Extraída de la asignatura Ampliación de Hidráulica)

Mientras que las pérdidas por fricción están calculadas en todo momento mediante la fórmula de Manning, las pérdidas por contracción y expansión debidas al puente se establecen mediante una serie de coeficientes que multiplican al valor absoluto del cambio en la velocidad de las secciones. La expansión se produce entre las secciones 2 y 1 y la contracción entre las secciones 4 y 3 como puede verse en la figura 4.5. Los coeficientes tanto de expansión como de contracción, son siempre inferiores a 1.

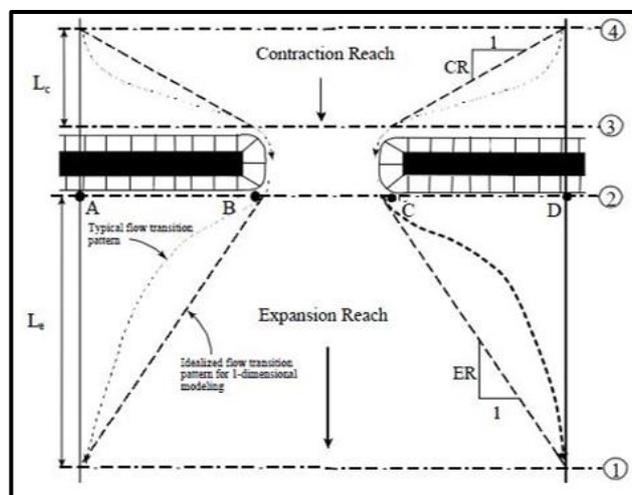


Figura 4. 5. Simplificación del efecto de puentes en el flujo de agua (Extraída de la asignatura Ampliación de Hidráulica)

4.3. VÍA DE INTENSO DESAGÜE

Tal como se ha indicado anteriormente, el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, define la zona de flujo preferente así como la vía de intenso desagüe como se expone a continuación:

“La zona de flujo preferente es aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.

A los efectos de la aplicación de la definición anterior, se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

- a) Que el calado sea superior a 1 m.*
- b) Que la velocidad sea superior a 1 m/s.*
- c) Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m²/s.*

Se entiende por vía de intenso desagüe la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobreelevación mayor que 0,3 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente. La sobreelevación anterior podrá, a criterio del organismo de cuenca, reducirse hasta 0,1 m cuando el incremento de la inundación pueda producir graves perjuicios o aumentarse hasta 0,5 m en zonas rurales o cuando el incremento de la inundación produzca daños reducidos.

En la delimitación de la zona de flujo preferente se empleará toda la información de índole histórica y geomorfológica existente, a fin de garantizar la adecuada coherencia de los resultados con las evidencias físicas disponibles sobre el comportamiento hidráulico del río.”

Este mismo decreto establece la zona de policía como aquella con una anchura mínima de 100 m medidos horizontalmente desde el cauce del río hacia cada lado y pudiendo ampliarse, si fuera necesario, para incluir la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo, al objeto específico de proteger el régimen de corrientes en avenidas y reducir el riesgo de producción de daños en personas y bienes. En esta zona de policía, quedan sometidos a lo dispuesto en este reglamento las siguientes actividades y usos del suelo:

- Alteraciones importantes del relieve
- Extracción de áridos
- Construcciones de todo tipo con carácter definitivo o provisional
- Cualquier otro uso o actividad que suponga un obstáculo para la corriente en avenidas

La zona de policía no se ha tenido en cuenta para los cálculos realizados por el programa, simplemente se deberá tener en cuenta en la definición de las zonas de Dominio Público Hidráulico.

HEC-RAS propone para el cálculo de la vía de intenso desagüe un análisis del estrechamiento (Encroachment) de la llanura de inundación tal como se indica en la figura 4.6. El programa determina la cota de la lámina de agua antes del estrechamiento para un periodo de retorno establecido por el usuario de 100 años obteniendo la llanura de inundación. Una parte de esta llanura se corresponde con la vía de intenso desagüe de forma que el mismo caudal circulando entre los nuevos límites no provoque una sobreelevación mayor de 0,3 metros.

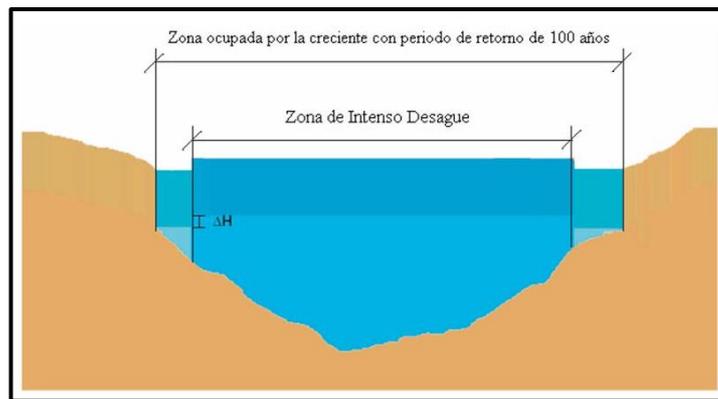


Figura 4.6. Cálculo de Vía de Intenso Desagüe (Extraída de www.neogeoweb.com)

Existen cinco métodos distintos para el cálculo de estrechamientos mediante este programa:

- Método 1: en este método el usuario introduce las longitudes respecto al origen de la sección que definen la posición de los límites del estrechamiento.
- Método 2: este método no puede usarse para calcular la vía de intenso desagüe porque hay que introducir la anchura máxima del cauce con lo que el programa introduce automáticamente el estrechamiento.
- Método 3: no puede usarse para calcular la vía de intenso desagüe debido a que se introduce un porcentaje de reducción de la sección natural.
- Método 4: mediante este método se introduce como dato la sobreelevación buscada en cada sección y el programa introduce el estrechamiento necesario para que ello se cumpla.
- Método 5: se introduce la sobreelevación buscada así como la sobreelevación de la línea de energía.

En este caso no se dispone de los datos de sobreelevación de la línea de energía, por lo que el método que más se ajusta al problema es el método 4. Se introducirá 0,3 metros de sobreelevación para la definición de la vía de intenso desagüe, que es la cantidad fijada por el BOE.



5. DATOS BÁSICOS

En este apartado se describen los datos básicos necesarios para la construcción del modelo de cálculo. Se divide en tres subsecciones. (§ 5.1.) Caracterización geométrica, es la referente a los datos geométricos del estudio extraídos de la información topográfica. (§ 5.2.) Caracterización hidráulica, en la que se describen los datos hidráulicos necesarios para el estudio. (§ 5.3.) Caudales y condiciones de contorno, donde se presentan los caudales necesarios para la simulación y las condiciones de contorno que introduciremos en el cálculo.

5.1 CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA

Se dispone de los perfiles topográficos correspondientes a las secciones consideradas en el estudio, como se ha indicado en el apartado (§. 2) Descripción de la zona. Del río Nansa se analizan los perfiles 31 al 50, del afluente Vendul los perfiles 151 al 167 y del arroyo Mata Baucillos los perfiles 171 al 176. Los ríos Nansa y Vendul se han dividido en dos tramos, diferenciándose en cada río la parte que queda aguas arriba y la que queda aguas abajo de sus respectivos afluentes.

Observando las secciones con detenimiento se aprecia que los perfiles 34 y 35 definen el paramento aguas arriba y aguas abajo del puente 8 denominado *Puente de la Herrería* perteneciente a la CA-281. Los perfiles 153 y 154 definen el puente 9, *Puente del Vendul* también perteneciente a la CA-281 y los perfiles 158 y 159 el puente 10, un puente antiguo utilizado fundamentalmente como paso peatonal. En el perfil 164 se indica la existencia del puente 11 que, por su sencillez, en la topografía se ha definido mediante una sola sección. Para la creación del modelo se ha necesitado definir una nueva sección idéntica aguas abajo. Entre los perfiles 171 y 172 se encuentra el puente 12, un pequeño puente peatonal que conecta calles del interior de la población de Cosío. Por último en los perfiles 174 y 175 pertenecientes al arroyo Mata Baucillos hay indicado un azud. Al estar en desuso y aterrado se ha definido únicamente mediante dos secciones: una en la coronación del azud y otra inmediatamente aguas abajo del mismo.

Los ríos se han dividido por tramos aguas arriba y aguas abajo de sus respectivos afluentes. En el extremo aguas abajo de cada tramo se ha introducido una distancia de 0 m con la siguiente sección porque se ha añadido un elemento de confluencia entre las secciones en el que se introducen las distancias reales. En las siguientes tablas se presentan las distancias entre cada sección y su consecutiva situada aguas abajo, dadas sobre la línea del cauce y el centro de gravedad de cada margen del río, además se muestran los elementos relevantes existentes en cada sección. En concreto en la tabla 5.1 se muestran estas características del tramo estudiado del río Nansa, en la tabla 5.2 las del río Vendul y en la tabla 5.3 las de arroyo Mata Baucillos.

Tabla 5.1. Distancias entre perfiles 31 al 50 del río Nansa

PERFIL	DISTANCIA MARGEN IZQ (m)	DISTANCIA CAUCE (m)	DISTANCIA MARGEN DCHA (m)	INFORMACIÓN ADICIONAL
50	106,569	97,188	81,862	
49	82,914	74,396	64,712	
48	111,077	119,781	124,877	
47	79,302	84,973	85,848	
46	114,868	99,710	95,123	
45	72,672	73,564	73,944	Casa
44	80,306	80,980	81,466	
43	78,775	73,235	72,815	Casa en el extremo izq.
42	0	0	0	
41	80,289	135,688	140,603	
40	62,05	81,969	83,634	
39	62,121	71,143	71,914	
38	61,443	105,192	109,121	
37	30,904	94,689	101,104	
36	60,695	39,479	33,229	
35	17,250	17,262	17,108	Puente, aguas arriba
34	123,005	80,743	71,264	Puente, aguas abajo
33	78,109	59,914	55,583	
32	67,248	61,622	60,923	
31	0	0	0	Extremo aguas abajo

Tabla 5. 2. Distancias entre perfiles 151 al 167 del río Vendul

PERFIL	DISTANCIA MARGEN IZQ (m)	DISTANCIA CAUCE (m)	DISTANCIA MARGEN DCHA (m)	INFORMACIÓN ADICIONAL
167	43,633	44,039	41,809	
166	62,768	61,421	56,939	
165	42,687	39,502	37,754	
164	0	0	0	Puente, aguas arriba
163	42,342	42,041	41,290	Casa extremo izq.
162	84,738	87,038	95,163	Casa extremo izq.
161	73,211	68,012	60,613	Casa extremo izq.
160	20,846	20,846	21,256	Casa extremo izq. Casa extremo dcho.
159	13,302	13,163	13,173	Puente aguas arriba Cobertizo Casa extremo izq.
158	41,163	40,309	37,975	Puente aguas abajo Casa extremo izq. Casa extremo dcho.
157	48,825	47,553	46,107	Casa extremo izq. Casa extremo dcho.
156	59,250	63,460	66,117	Casa
155	30,316	28,208	25,202	Casa extremo izq. Casa extremo dcho.
154	17,552	17,552	17,552	Puente, aguas arriba Casa extremo izq.

153	58,531	53,242	48,969	Puente, aguas abajo
152	72,54	72,888	74,647	
151	0	0	0	Extremo aguas abajo

Tabla 5. 3. Distancias entre perfiles 171 al 176 del arroyo Mata Baucillos

PERFIL	DISTANCIA MARGEN IZQ (m)	DISTANCIA CAUCE (m)	DISTANCIA MARGEN DCHA (m)	INFORMACIÓN ADICIONAL
176	29,761	29,610	30,251	
175	4,200	4,185	4,400	Coronación azud
174	24,446	14,992	12,178	Aguas abajo azud
173	7,771	7,747	7,422	Puente aguas arriba Cobertizo
172	15,172	16,932	17,611	Casa extremo izq. Puente aguas abajo
171	0	0	0	Extremo aguas debajo Casa extremo izq.

5.2 CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA

En el modelo se requiere introducir los coeficientes de rugosidad de Manning y los coeficientes de carga localizada correspondientes a estrechamientos y ensanchamientos entre secciones.

Para el cálculo exacto de los coeficientes de rugosidad de Manning sería necesario disponer de datos de caudales y calados medidos en el propio río. Al no disponer de esa información se ha hecho uso de las tablas proporcionadas por el programa HEC-RAS.

Tabla 5. 4. Coeficiente de rugosidad de Manning

CARACTERÍSTICAS	VALOR MÍNIMO	VALOR NORMAL	VALOR MÁXIMO
a. Tramo limpio, recto, no hay grietas o grandes profundidades	0,025	0,030	0,033
b. Tramo igual que el anterior, pero más rocas y vegetación	0,030	0,035	0,035
c. Tramo limpio, sinuoso, algunas zonas de profundidad	0,033	0,040	0,045
d. Tramo igual que el anterior, pero con más vegetación y rocas	0,035	0,045	0,050
e. Tramo igual que el anterior, más zonas de profundidad, zonas de menor pendiente	0,040	0,048	0,055
f. Tramo igual que el "d", pero con más rocas	0,045	0,050	0,060
g. Tramos lentos, maleza y zonas de profundidad	0,050	0,070	0,080
h. Tramo de vegetación de alta densidad, zonas de profundidad	0,070	0,100	0,150

Según lo observado en el reconocimiento del terreno y lo visto en otros análisis de zonas cercanas y similares a la del presente estudio se ha escogido un valor del



coeficiente de rugosidad de Manning de 0,045 para el cauce y de 0,065 para los márgenes del río. En las secciones que definen los puentes se ha tomado un valor de 0,050 debido a la acumulación de rocas en los alrededores.

Con respecto a la definición de los coeficientes de carga localizada se ha tomado el valor de 0,1 para los estrechamientos y 0,3 para los ensanchamientos de tipo gradual. En las zonas con cambios bruscos de sección debido a los puentes se ha tomado 0,3 para los estrechamientos y 0,5 para los ensanchamientos.

5.3 CAUDALES Y CONDICIONES DE CONTORNO

Para realizar el análisis de inundabilidad se han buscado los caudales de cada tramo de río correspondientes a las avenidas de 500,100 y 10 años. Ante la falta de datos necesarios para la realización de un estudio hidrológico que permita obtener los caudales buscados, se ha utilizado la normativa de Cálculo de Crecidas de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico. En la normativa aparece el gráfico de la figura 5.1 como referente para el cálculo de máximas avenidas de las cuencas de la sección Norte II para los diferentes periodos de retorno que se quieran estudiar. Para su utilización es necesario obtener el valor de la superficie de la cuenca del río aguas arriba del punto en el queremos estimar el caudal. Para la obtención de dichas superficies se ha empleado la información cartográfica proporcionada por el Gobierno de Cantabria. En la figura 5.2 se observan los límites obtenidos de la cuenca correspondiente al punto de aguas abajo de cada tramo.

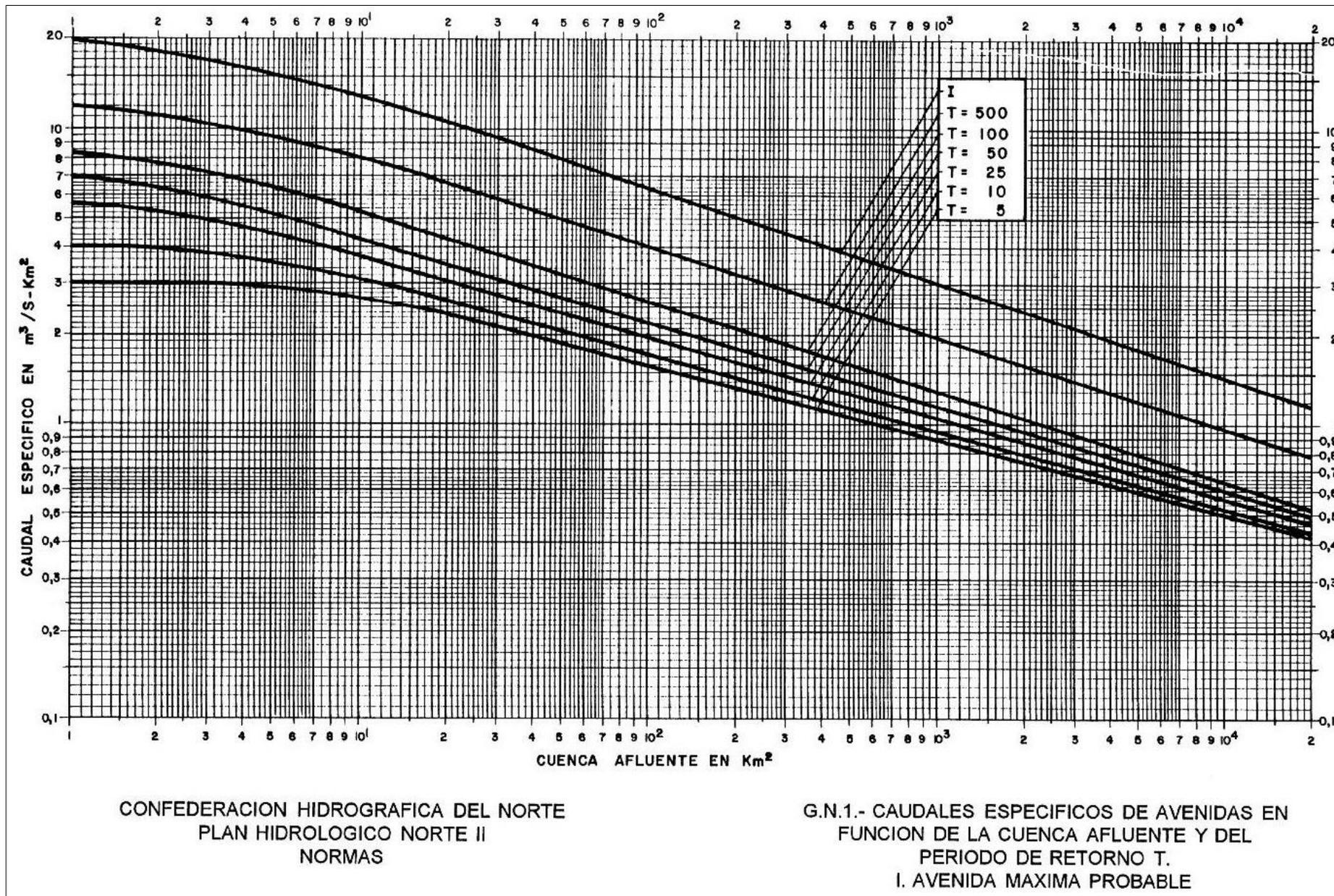


Figura 5. 1. Ábaco de la Confederación Hidrográfica del Norte

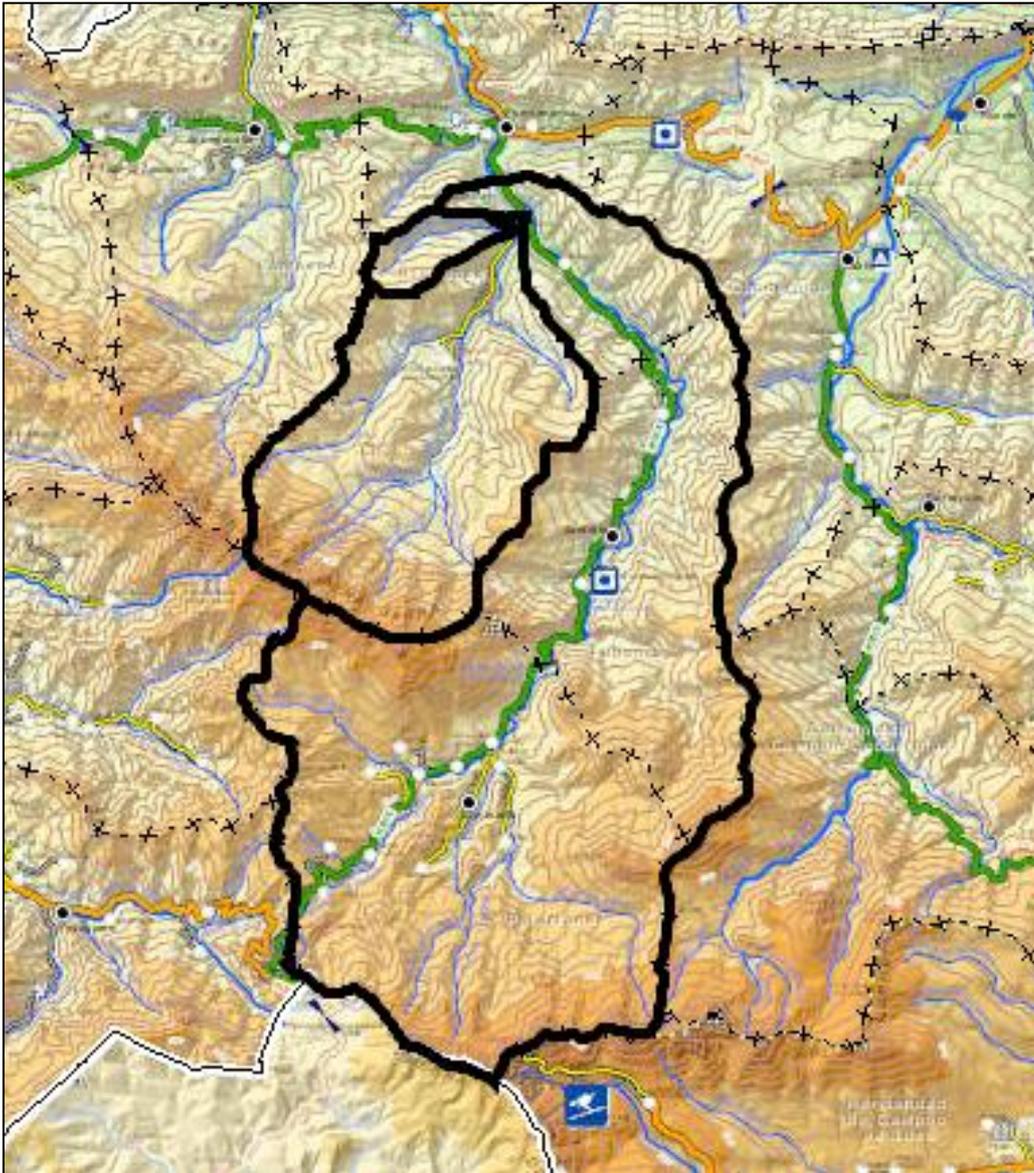


Figura 5. 2. Cuencas consideradas para cada río

En las siguientes tablas se muestran los valores de la superficie de cada cuenca considerada y sus caudales en el punto de aguas abajo de cada tramo para los periodos de retorno de 500, 100 y 10 años.

Tabla 5. 5. Caudales para T=500

TRAMO	SUPERFICIE (km ²)	Q/Km ² ($\frac{m^3}{s \cdot Km^2}$)	CAUDAL Q ($\frac{m^3}{s}$)
Nansa aguas abajo	219,3	3,1	682
Nansa aguas arriba	158	3,5	553
Vendul aguas abajo	58,7	4,6	271
Vendul aguas arriba	54	4,8	259
Baucillos	4,46	9,5	43

Tabla 5. 6. Caudales para T=100

TRAMO	SUPERFICIE (km ²)	Q/Km ² ($\frac{m^3}{s \cdot Km^2}$)	CAUDAL Q ($\frac{m^3}{s}$)
Nansa aguas abajo	219,3	2	440
Nansa aguas arriba	158	2,3	363
Vendul aguas abajo	58,7	3	177
Vendul aguas arriba	54	3,1	167
Baucillos	4,46	6,8	30

Tabla 5. 7. Caudales para T=10

TRAMO	SUPERFICIE (km ²)	Q/Km ² ($\frac{m^3}{s \cdot Km^2}$)	CAUDAL Q ($\frac{m^3}{s}$)
Nansa aguas abajo	219,3	1,4	308
Nansa aguas arriba	158	1,5	237
Vendul aguas abajo	58,7	2	118
Vendul aguas arriba	54	2	108
Baucillos	4,46	3,6	16

6. SITUACIONES CONSIDERADAS

Los dos objetivos principales del estudio son: el análisis de inundabilidad para los periodos de retorno de 500, 100 y 10 años y la determinación de la zona de flujo preferente. Para la consecución de estos dos objetivos se han considerado dos situaciones de cálculo: (§ 6.1) situación actual y (§ 6.2) vía de intenso desagüe.

6.1 SITUACIÓN ACTUAL

Para el correcto análisis de inundabilidad se deben considerar diferentes situaciones teniendo en cuenta un criterio básico: se debe cumplir que la suma de caudales que llegan a una confluencia sea igual al valor del caudal que sale de ella. Con este principio y los caudales obtenidos anteriormente se analizan las siguientes situaciones con ayuda de un esquema representativo del conjunto de tramos de la zona de estudio (figura 6.1). Una vez estimados los caudales a partir de la superficie de cada cuenca (§ 5.3), se obtienen para cada periodo de retorno cinco caudales, uno para cada tramo estudiado.

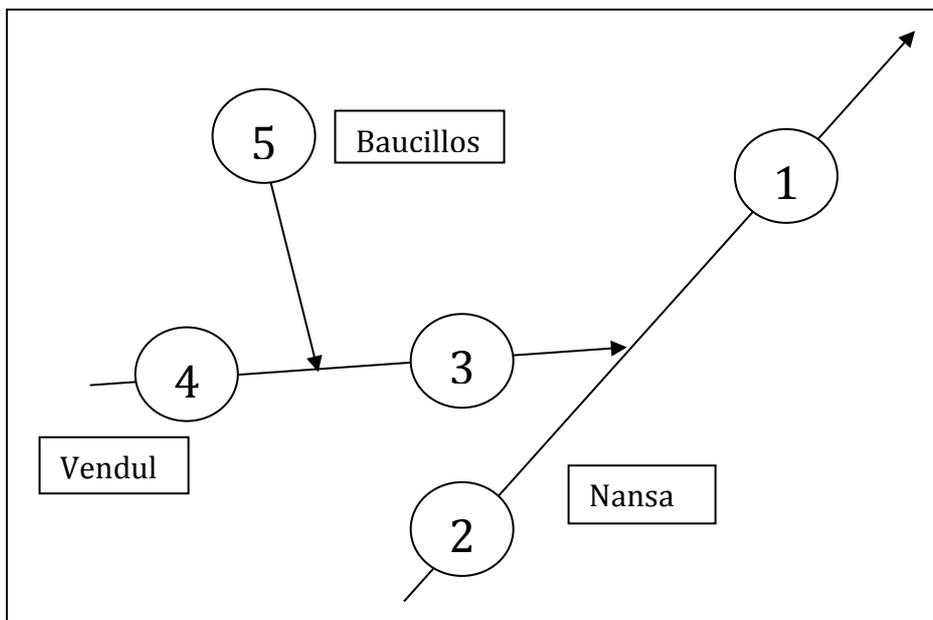


Figura 6. 1. Esquema simplificado de la zona de estudio

6.1.1 PERIODO DE RETORNO (T) DE 500 AÑOS

Los caudales correspondientes al periodo de retorno de 500 años, estimados mediante el ábaco de la Confederación Hidrográfica del Norte II, para cada tramo son:

$$Q_{500} \text{ Nansa 1} = 682 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{500} \text{ Nansa 2} = 553 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{500} \text{ Vendul 3} = 271 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{500} \text{ Vendul 4} = 259 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{500} \text{ Baucillos 5} = 43 \text{ m}^3/\text{s}$$



Utilizando estos caudales hay que distinguir los posibles casos que se pueden presentar. Para ello se tienen en cuenta dos aspectos: (1) la suma de caudales que llegan a una confluencia es igual al valor del caudal que sale de ella y (2) el caudal estimado en el tramo Nansa 1 debe considerarse como caudal de referencia.

Caso 1

Los caudales estimados son:

$$Q_1 = 682 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_3 = 271 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_5 = 43 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por tanto los caudales calculados son:

$$Q_2 = Q_1 - Q_3 = 682 - 271 = 411 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_4 = Q_3 - Q_5 = 271 - 43 = 228 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caso 2

Los caudales estimados son:

$$Q_1 = 682 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_3 = 271 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_4 = 259 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por tanto los caudales calculados son:

$$Q_2 = Q_1 - Q_3 = 682 - 271 = 411 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_5 = Q_3 - Q_4 = 271 - 259 = 12 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caso 3

Los caudales estimados son:

$$Q_1 = 682 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_2 = 553 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_5 = 43 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por tanto los caudales calculados son:

$$Q_3 = Q_1 - Q_2 = 682 - 553 = 129 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_4 = Q_3 - Q_5 = 129 - 43 = 86 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caso 4

Los caudales estimados son:

$$Q_1 = 682 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_2 = 553 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_4 = 259 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por tanto los caudales calculados son:

$$Q_3 = Q_1 - Q_2 = 682 - 553 = 129 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_5 = Q_3 - Q_4 = -130 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (No tiene sentido)}$$

De los datos se deduce que es necesario considerar tres casos para el periodo de retorno de 500 años, ya que a priori no se sabe cuál va a ser el caso en el que se obtenga una mayor cota de agua. Se descarta el cuarto caso porque es imposible que el caudal del río Vendul sea menor después de su confluencia con el arroyo Baucillos.



6.1.2 PERIODO DE RETORNO (T) DE 100 AÑOS

Los caudales correspondientes al periodo de retorno de 100 años, estimados mediante el ábaco de la Confederación Hidrográfica del Norte II, para cada tramo son:

$$Q_{100} \text{ Nansa 1} = 440 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{100} \text{ Nansa 2} = 363 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{100} \text{ Vendul 3} = 177 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{100} \text{ Vendul 4} = 167 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{100} \text{ Baucillos 5} = 30 \text{ m}^3/\text{s}$$

Utilizando estos caudales hay que distinguir los posibles casos que se pueden presentar. Para ello se tienen en cuenta dos aspectos: (1) la suma de caudales que llegan a una confluencia es igual al valor del caudal que sale de ella y (2) el caudal estimado en el tramo Nansa 1 debe considerarse como caudal de referencia.

Caso 1

Los caudales estimados son:

$$Q_1 = 440 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_3 = 177 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_5 = 30 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por tanto los caudales calculados son:

$$Q_2 = Q_1 - Q_3 = 440 - 177 = 263 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_4 = Q_3 - Q_5 = 177 - 30 = 147 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caso 2

Los caudales estimados son:

$$Q_1 = 440 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_3 = 177 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_4 = 167 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por tanto los caudales calculados son:

$$Q_2 = Q_1 - Q_3 = 440 - 177 = 263 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_5 = Q_3 - Q_4 = 177 - 167 = 10 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caso 3

Los caudales estimados son:

$$Q_1 = 440 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = 363 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_5 = 30 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por tanto los caudales calculados son:

$$Q_3 = Q_1 - Q_2 = 440 - 363 = 77 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_4 = Q_3 - Q_5 = 77 - 30 = 47 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caso 4

Los caudales estimados son:

$$Q_1 = 440 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = 363 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_4 = 167 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por tanto los caudales calculados son:

$$Q_3 = Q_1 - Q_2 = 440 - 363 = 77 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_5 = Q_3 - Q_4 = -90 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (No tiene sentido)}$$

De los datos se deduce que es necesario considerar tres casos para el periodo de retorno de 100 años, ya que a priori no se sabe cuál va a ser el caso en el que se obtenga una mayor cota de agua. Se descarta el cuarto caso porque es imposible que el caudal del río Vendul sea menor después de su confluencia con el arroyo Baucillos.

6.1.3 PERIODO DE RETORNO (T) DE 10 AÑOS

Los caudales correspondientes al periodo de retorno de 10 años, estimados mediante el ábaco de la Confederación Hidrográfica del Norte II, para cada tramo son:

$$Q_{10} \text{ Nansa 1} = 308 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{10} \text{ Nansa 2} = 237 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{10} \text{ Vendul 3} = 118 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{10} \text{ Vendul 4} = 108 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{10} \text{ Baucillos 5} = 16 \text{ m}^3/\text{s}$$

Utilizando estos caudales hay que distinguir los posibles casos que se pueden presentar. Para ello se tienen en cuenta dos aspectos: (1) la suma de caudales que llegan a una confluencia es igual al valor del caudal que sale de ella y (2) el caudal estimado en el tramo Nansa 1 debe considerarse como caudal de referencia.

Caso 1

Los caudales estimados son:

$$Q_1 = 308 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_3 = 118 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_5 = 16 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por tanto los caudales calculados son:

$$Q_2 = Q_1 - Q_3 = 308 - 118 = 190 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_4 = Q_3 - Q_5 = 118 - 16 = 102 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caso 2

Los caudales estimados son:

$$Q_1 = 308 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_3 = 118 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_4 = 108 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por tanto los caudales calculados son:

$$Q_2 = Q_1 - Q_3 = 308 - 118 = 190 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_5 = Q_3 - Q_4 = 118 - 108 = 10 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caso 3

Los caudales estimados son:

$$Q_1 = 308 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = 237 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_5 = 16 \text{ m}^3/\text{s}$$



Por tanto los caudales calculados son:

$$Q_3 = Q_1 - Q_2 = 308 - 237 = 71 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_4 = Q_3 - Q_5 = 71 - 16 = 55 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caso 4

Los caudales estimados son:

$$Q_1 = 308 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_2 = 237 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_4 = 108 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por tanto los caudales calculados son:

$$Q_3 = Q_1 - Q_2 = 308 - 237 = 71 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_5 = Q_3 - Q_4 = - 37 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (No tiene sentido)}$$

De los datos se deduce que es necesario considerar tres casos para el periodo de retorno de 10 años, ya que a priori no se sabe cuál va a ser el caso en el que se obtenga una mayor cota de agua. Se descarta el cuarto caso porque es imposible que el caudal del río Vendul sea menor después de su confluencia con el arroyo Baucillos.

Con estos caudales y la geometría empleada se crearán las diferentes situaciones en el modelo hidráulico. De todas ellas se escogen los valores correspondientes a la cota máxima en cada sección que permite determinar la superficie de inundación correspondiente a cada periodo de retorno.

6.2 VÍA DE INTENSO DESAGÜE

En el proceso de determinación de la zona de flujo preferente se necesita considerar la situación de Vía de Intenso Desagüe (VID) que se define como “la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de período de retorno sin producir una sobre elevación mayor de 0,30 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente”. A partir de esta situación, se ha determinado la zona de flujo preferente que, de acuerdo con el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico:

“es la constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de período de retorno, se pueden producir graves daños para las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.

A los efectos de la aplicación de la definición anterior, se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

- Que el calado sea superior a 1 m
- Que la velocidad sea superior a 1 m/s
- Que el producto de ambas variables sea superior a 0,50 m²/s”



Para el cálculo de la vía de intenso desagüe se han utilizado los resultados obtenidos en la situación actual con periodo de retorno de 100 años (§ 6.1.2) y se ha realizado un estrechamiento mediante el método 4 del programa HEC-RAS (§ 4.3) sin producir una sobreelevación mayor de 0,3 m en ninguna sección. Esto permite definir los límites correspondientes a la vía de intenso desagüe cuyos resultados se presentan en el apartado de resultados (§.7).



7. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este apartado se presentan los resultados del estudio completo. Los objetivos del estudio son el análisis de inundabilidad para los periodos de retorno de 500, 100 y 10 años y la determinación de la zona de flujo preferente utilizando los resultados de la vía de intenso desagüe y la zona de graves daños.

Tras realizar la simulación mediante el modelo HEC-RAS considerando las situaciones anteriormente descritas, se han obtenido los valores necesarios para definir la llanura de inundación correspondiente a los periodos de retorno de 500, 100 y 10 años. En las siguientes tablas se presentan los valores de la cota de agua correspondiente a cada uno de los casos útiles considerados en el análisis de caudales para cada periodo de retorno (§ 6.1). A partir de estos resultados se ha escogido como nivel máximo de agua, para cada periodo de retorno, el mayor valor en cada perfil de los tres casos simulados.

A continuación se presentan las tablas de resultados correspondientes al periodo de retorno de 500 años para el río Nansa (tabla 7.1), el río Vendul (tabla 7.2) y el arroyo Mata Baucillos (tabla 7.3).

Tabla 7.4. Cota de agua en perfiles 31 a 50 del río Nansa para T= 500

PERFIL	NIVEL AGUA CASO 1	NIVEL AGUA CASO 2	NIVEL AGUA CASO 3	NIVEL MÁXIMO
50	205,66	205,66	206,17	206,17
49	204,15	204,15	204,87	204,87
48	203,83	203,83	204,63	204,63
47	202,77	202,77	203,40	203,4
46	201,45	201,45	202,02	202,02
45	200,47	200,47	201,12	201,12
44	200,39	200,39	201,03	201,03
43	199,82	199,82	200,49	200,49
42	198,73	198,73	199,15	199,15
41	198,15	198,15	198,15	198,15
40	196,42	196,42	196,42	196,42
39	194,98	194,98	194,98	194,98
38	194,57	194,57	194,57	194,57
37	194,44	194,44	194,44	194,44
36	194,26	194,26	194,26	194,26
35	194,06	194,06	194,06	194,06
34	191,48	191,48	191,48	191,48
33	190,33	190,33	190,33	190,33
32	188,90	188,90	188,90	188,9
31	187,16	187,16	187,16	187,16

Tabla 7.2. Cota de agua en perfiles 151 a 167 del río Vendul para T= 500

PERFIL	NIVEL AGUA CASO 1	NIVEL AGUA CASO 2	NIVEL AGUA CASO 3	NIVEL MÁXIMO
167	215,07	215,37	213,88	215,37
166	214,68	214,87	212,78	214,87
165	214,07	214,53	212,45	214,53
164	213,69	214,31	212,03	214,31
163	211,12	211,12	210,08	211,12
162	210,07	210,07	208,82	210,07
161	207,03	207,03	205,89	207,03
160	207,43	207,43	205,12	207,43
159	207,18	207,18	204,66	207,18
158	204,57	204,57	203,12	204,57
157	204,90	204,90	203,12	204,9
156	203,75	203,75	202,29	203,75
155	202,68	202,68	201,11	202,68
154	202,56	202,56	201,03	202,56
153	200,78	200,78	199,97	200,78
152	199,49	199,49	199,51	199,51
151	199,29	199,29	199,49	199,49

Tabla 7.3. Cota de agua en perfiles 171 a 176 del arroyo Mata Baucillos para T= 500

PERFIL	NIVEL AGUA CASO 1	NIVEL AGUA CASO 2	NIVEL AGUA CASO 3	NIVEL MÁXIMO
176	218,36	217,29	218,36	218,36
175	216,93	216,32	216,93	216,93
174	215,42	214,01	215,42	215,42
173	215,38	213,31	215,38	215,38
172	213,14	212,76	213,14	213,14
171	212,60	212,78	212,06	212,78

En la figura 7.1 se presenta la zona correspondiente a la llanura de inundación para el caso de periodo de retorno de 500 años, lo que permite tener una visión gráfica del resultado. Se observa que a lo largo del tramo del río Nansa el cauce del río adquiere una mayor anchura que en los tramos del río Vendul y el arroyo Mata Baucillos debido a que el terreno tiene una menor pendiente transversal en su margen izquierdo. Al llegar al puente 8, *Puente de la Herrería*, el flujo de agua se estrecha para pasar por la sección que deja libre el puente y se vuelve a expandir fundamentalmente por el margen izquierdo debido a la menor cota en esa zona. En los tramos correspondientes al río Vendul y el arroyo Mata Baucillos, a pesar de subir la cota de agua, el río no adquiere una gran anchura. Esto es debido a que sus cauces tienen un mayor desnivel en sus márgenes.

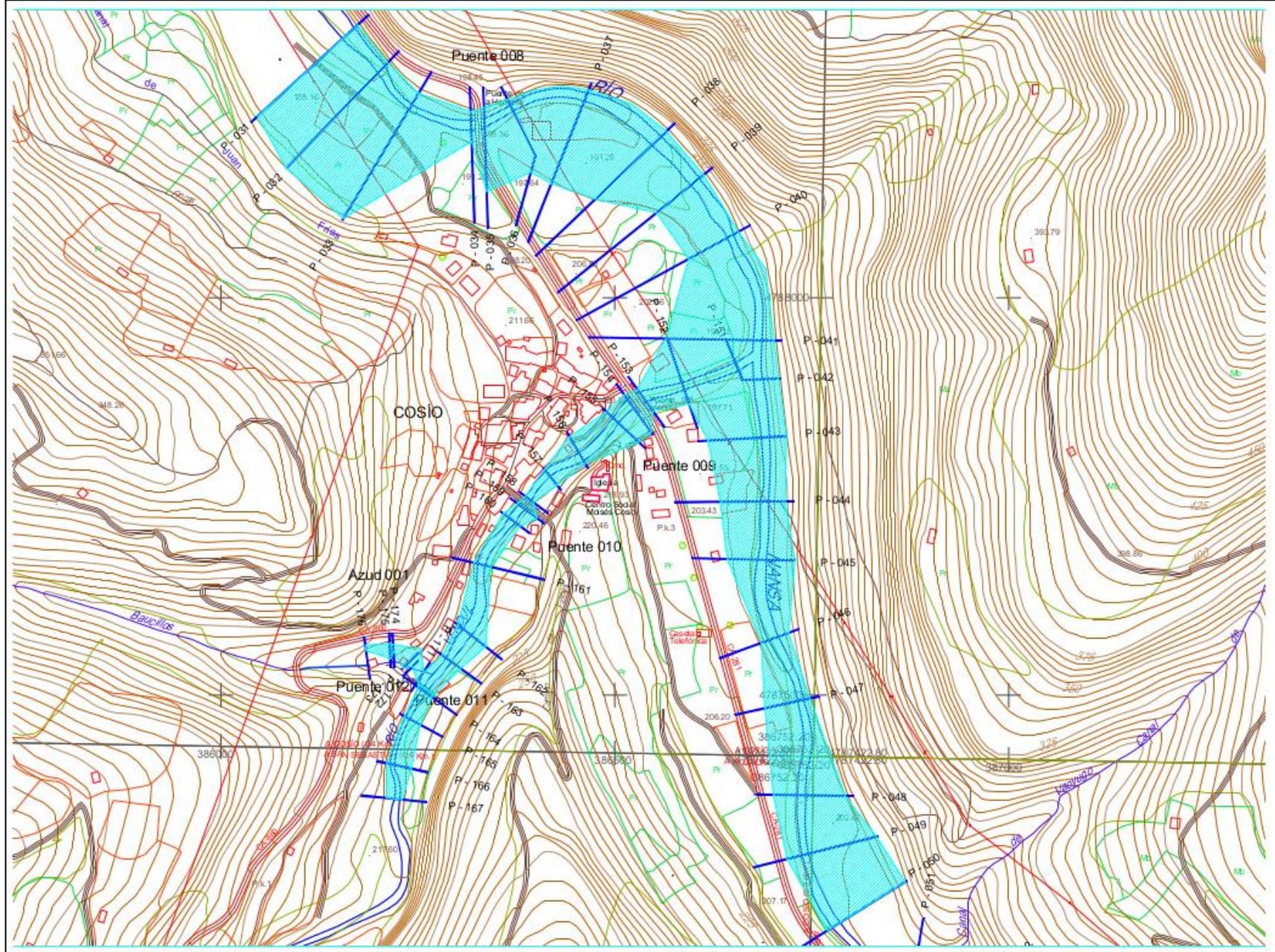


Figura 7. 1. Mancha de inundación para T = 500 años



A continuación se presentan las tablas de resultados correspondientes al periodo de retorno de 100 años para el río Nansa (tabla 7.4), el río Vendul (tabla 7.5) y el arroyo Mata Baucillos (tabla 7.6).

Tabla 7.4. Cota de agua en perfiles 31 a 50 del río Nansa para T= 100

PERFIL	NIVEL AGUA CASO 1	NIVEL AGUA CASO 2	NIVEL AGUA CASO 3	NIVEL MÁXIMO
50	205,27	205,27	205,61	205,61
49	203,79	203,79	204,02	204,02
48	202,93	202,93	203,55	203,55
47	201,90	201,90	202,54	202,54
46	200,95	200,95	201,22	201,22
45	199,71	199,71	200,23	200,23
44	199,56	199,56	200,15	200,15
43	199,11	199,11	199,62	199,62
42	198,07	198,07	198,48	198,48
41	197,57	197,57	197,57	197,57
40	195,71	195,71	195,71	195,71
39	194,52	194,52	194,52	194,52
38	193,79	193,79	193,79	193,79
37	192,84	192,84	192,84	192,84
36	192,58	192,58	192,58	192,58
35	192,41	192,41	192,41	192,41
34	190,71	190,71	190,71	190,71
33	189,65	189,65	189,65	189,65
32	188,33	188,33	188,33	188,33
31	186,61	186,61	186,61	186,61

Tabla 7.5. Cota de agua en perfiles 151 a 167 del río Vendul para T= 100

PERFIL	NIVEL AGUA CASO 1	NIVEL AGUA CASO 2	NIVEL AGUA CASO 3	NIVEL MÁXIMO
167	214,75	214,76	213,10	214,76
166	213,58	214,05	212,10	214,05
165	213,24	213,44	211,76	213,44
164	212,81	212,97	211,40	212,97
163	210,46	210,46	209,59	210,46
162	209,31	209,31	208,29	209,31
161	206,32	206,32	205,34	206,32
160	205,93	205,93	204,14	205,93
159	205,56	205,56	203,55	205,56
158	203,62	203,62	202,53	203,62
157	203,84	203,84	202,13	203,84
156	202,60	202,60	201,57	202,6
155	201,75	201,75	200,58	201,75
154	201,53	201,53	200,58	201,53

153	200,27	200,27	199,53	200,27
152	198,69	198,69	198,55	198,69
151	198,27	198,27	198,50	198,50

Tabla 7.6. Cota de agua en perfiles 171 a 176 del arroyo Mata Baucillos para T= 100

PERFIL	NIVEL AGUA CASO 1	NIVEL AGUA CASO 2	NIVEL AGUA CASO 3	NIVEL MÁXIMO
176	217,98	217,19	217,98	217,98
175	216,71	216,27	216,71	216,71
174	214,68	213,91	214,68	214,68
173	214,22	213,37	214,22	214,22
172	212,72	211,99	212,72	212,72
171	211,66	211,99	211,66	211,99

En el anejo de resultados se muestra la mancha de inundación para T=100 años, figura 115, p. 134.

A continuación se presentan las tablas de resultados correspondientes al periodo de retorno de 10 años para el río Nansa (tabla 7.7), el río Vendul (tabla 7.8) y el arroyo Mata Baucillos (tabla 7.9).

Tabla 7.7. Cota de agua en perfiles 31 a 50 del río Nansa para T= 10

PERFIL	NIVEL AGUA CASO 1	NIVEL AGUA CASO 2	NIVEL AGUA CASO 3	NIVEL MÁXIMO
50	204,75	204,75	205,02	205,02
49	203,41	203,41	203,65	203,65
48	202,42	202,42	202,76	202,76
47	201,43	201,43	201,74	201,74
46	200,61	200,61	200,84	200,84
45	199,40	199,40	199,60	199,6
44	199,08	199,08	199,40	199,4
43	198,68	198,68	198,97	198,97
42	197,71	197,71	197,94	197,94
41	197,13	197,13	197,13	197,13
40	195,31	195,31	195,31	195,31
39	194,15	194,15	194,15	194,15
38	193,34	193,34	193,34	193,34
37	191,94	191,94	191,94	191,94
36	191,55	191,55	191,55	191,55
35	191,41	191,41	191,41	191,41
34	190,26	190,26	190,26	190,26
33	189,16	189,16	189,16	189,16
32	187,97	187,97	187,97	187,97
31	186,27	186,27	186,27	186,27

Tabla 7.8. Cota de agua en perfiles 151 a 167 del río Vendul para T= 10

PERFIL	NIVEL AGUA CASO 1	NIVEL AGUA CASO 2	NIVEL AGUA CASO 3	NIVEL MÁXIMO
151	197,72	197,72	197,84	197,84
152	198,15	198,15	197,95	198,15
153	199,90	199,90	199,46	199,9
154	201,03	201,03	200,50	201,03
155	200,99	200,99	200,53	200,99
156	202,16	202,16	201,47	202,16
157	202,92	202,92	201,99	202,92
158	203,00	203,00	202,44	203
159	204,43	204,43	203,44	204,43
160	204,94	204,94	204,01	204,94
161	205,79	205,79	205,27	205,79
162	208,72	208,72	208,21	208,72
163	209,98	209,98	209,52	209,98
164	212,24	212,32	211,54	212,32
165	212,68	212,76	211,92	212,76
166	213,02	213,10	212,25	213,1
167	214,13	214,22	213,28	214,22

Tabla 7.9. Cota de agua en perfiles 171 a 176 del arroyo Mata Baucillos para T= 10

PERFIL	NIVEL AGUA CASO 1	NIVEL AGUA CASO 2	NIVEL AGUA CASO 3	NIVEL MÁXIMO
176	217,47	217,19	217,47	217,47
175	216,42	216,27	216,42	216,42
174	214,18	213,91	214,18	214,18
173	213,77	213,37	213,77	213,77
172	212,24	211,99	212,24	212,24
171	211,16	211,33	210,89	211,33

Para el cálculo de la zona de flujo preferente se han tenido que calcular la vía de intenso desagüe y la zona de graves daños haciendo uso del resultado de la simulación para periodo de retorno de 100 años.

Para el cálculo de la vía de intenso desagüe se han utilizado los resultados obtenidos en la situación actual con periodo de retorno de 100 años (§ 6.1.2) y se ha realizado un estrechamiento mediante el método 4 del programa HEC-RAS (§ 4.3) sin producir una sobreelevación mayor de 0,3 m en ninguna sección. Esto permite definir los límites correspondientes a la vía de intenso desagüe cuyos resultados se presentan para el río Nansa (tabla 7.10), para el río Vendul (tabla 7.11) y para el arroyo Mata Baucillos (tabla 7.12). Téngase en cuenta para todos los resultados que las distancias se presentan tomando como origen el extremo izquierdo del perfil.

Tabla 7.10. Vía de intenso desagüe en perfiles 31 a 50 del río Nansa

PERFIL	COTA DE LÁMINA DE AGUA		DIFERENCIA DE COTA	MARGEN IZQUIERDO	MARGEN DERECHO
	T=100	VID			
50	205,61	205,85	0,24	48,28	84,80
49	204,02	204,22	0,2	45,71	80,79
48	203,55	203,64	0,09	34,82	99,0
47	202,54	202,7	0,16	64,80	93,66
46	201,22	201,25	0,03	62,61	91,50
45	200,23	200,36	0,13	79,84	122,28
44	200,15	200,37	0,22	76,21	137
43	199,62	199,93	0,31	70,39	107,36
42	198,48	198,51	0,03	12,98	42,50
41	197,57	197,6	0,03	185,03	234,94
40	195,71	195,71	0	176,62	231,50
39	194,52	194,74	0,22	170,46	236,53
38	193,79	193,89	0,1	136,64	227,64
37	192,84	192,89	0,05	101,83	205,50
36	192,58	192,5	-0,08	82,56	166,50
35	192,41	192,41	0	105,70	149,69
34	190,71	191,2	0,49	102,87	139,43
33	189,65	189,66	0,01	148,41	185,57
32	188,33	188,57	0,24	132,24	183,50
31	186,61	186,64	0,03	117,16	180,69

Tabla 7.11. Vía de intenso desagüe en perfiles 151 a 167 del río Vendul

PERFIL	COTA DE LÁMINA DE AGUA		DIFERENCIA DE COTA	MARGEN IZQUIERDO	MARGEN DERECHO
	T=100	VID			
167	214,76	215,04	0,28	35	47,96
166	214,05	213,82	-0,23	14	26,74
165	213,44	213,37	-0,07	8	21,33
164	212,97	212,97	0	24,84	42,84
163	210,46	210,44	-0,02	7,06	26,5
162	209,31	209,24	-0,07	5,67	27,24
161	206,32	206,32	0	30,36	50,27
160	205,93	205,94	0,01	7,08	30,26
159	205,56	205,56	0	14,1	33
158	203,62	203,7	0,08	10,70	22,30
157	203,84	203,88	0,04	2,24	27,76
156	202,6	202,69	0,09	28,86	39,99
155	201,75	201,68	-0,07	15,36	30,72
154	201,53	201,65	0,12	19,71	39,75
153	200,27	200,33	0,06	20,36	40,40
152	198,69	198,7	0,01	57,35	86,55
151	198,27	198,27	0	29,01	54,55

Tabla 7.12. Vía de intenso desagüe en perfiles 171 a 176 del arroyo Mata Baucillos

PERFIL	COTA DE LÁMINA DE AGUA		DIFERENCIA DE COTA	MARGEN IZQUIERDO	MARGEN DERECHO
	T=100	VID			
176	217,98	217,98	0	10,18	16,59
175	216,71	216,75	0,04	13,74	25,65
174	214,68	214,68	0	15,53	22,59
173	214,22	214,21	-0,01	7,83	13,36
172	212,72	212,72	0	4,61	10,74
171	211,66	211,66	0	18,6	25,81

En el caso de la zona de graves daños se ha hecho un análisis de cada una de las secciones del estudio en el que se observaban tres aspectos de las zonas inundadas:

- que la velocidad del flujo de agua fuera mayor que 1 m/s habiendo dividido la sección en un número adecuado de franjas para poder tener más precisión
- que el calado fuera superior a 1 m
- que el producto de las dos variables fuera superior a 0,5 m²/s

Esto permite definir los límites correspondientes a la zona de graves daños cuyos resultados se presentan para el río Nansa (tabla 7.13), para el río Vendul (tabla 7.14) y para el arroyo Mata Baucillos (tabla 7.15).

Tabla 7.13. Zona de graves daños en perfiles 31 a 50 del río Nansa

PERFIL	V > 1 m/s		Y > 1 m		V · Y > 0,5 m ² /s		MÁRGENES EXTERIORES	
	IZQ.	DCHA.	IZQ.	DCHA.	IZQ.	DCHA.	IZQ.	DCHA.
50	48,28	117,42	50,97	112,26		154,71	48,28	154,71
49	49,22	80,79	55,76	145,87			49,22	145,87
48	34,82	99,47	35,16	103,1		104,08	34,82	104,08
47	65,28	93,2	63,1	95,52	62,05	95,88	62,05	95,88
46	58,36	91,5	59,56	92,01		92,3	58,36	92,3
45	79,84		80,14	121,49			79,84	121,49
44	76,21	137	75,52	137,62	75,63	137,58	75,52	137,62
43	71,15	107,36	71,73	110,91	70,55	110,74	71,15	110,91
42	1,3	43,01	2,62	42,83	0	43,32	0	43,32
41	185,07	234,88	186,62	232,98			185,07	234,88
40	174,10	232,72	184,09	231,39			174,10	232,72
39	160,83	236,21	161,42	234,7			160,83	236,21
38	105,59	227,52	106,71	226,3			105,59	227,52
37	82,9	205,5	83,77	205,03			82,9	205,5
36	72,45	166,5	72,84	167,51		167,78	72,45	167,78
35	106,71	149,69	108,01	148,14			106,71	149,69
34	104,01	138,64	106,3	137,04			104,01	138,64
33	2,66	185,57	3,19	184,29			2,66	185,57
32	0	184,55	6,96	183,66			0	184,55
31	112,71	181,68	112,93	180,69			112,71	181,68

Tabla 7.14. Zona de graves daños en perfiles 151 a 167 del río Vendul

PERFIL	V > 1 m/s		Y > 1 m		V · Y > 0,5 m ² /s		MÁRGENES EXTERIORES	
	IZQ.	DCHA.	IZQ.	DCHA.	IZQ.	DCHA.	IZQ.	DCHA.
167	35	47,96	35,3	47,75	34,56	48,28	34,56	48,28
166	13,47	26,74	14,55	26,3			13,47	26,74
165	8	25,39	7,9	26,28		26,77	7,9	26,77
164	24,84	41,64	25,74	41,19		41,8	24,84	41,8
163	7,04	30,66		27,6			7,04	30,66
162	5,67	26,31	7,1	24,86			5,67	26,31
161	30,36	50,27	32,46	49,57			30,36	50,27
160	7,08	30,28	6,15				6,15	30,28
159	14,1	33	14,34	33,03			14,1	33,03
158	10,76	22,29	11,56	21,47			10,76	22,29
157	2,22	27,76		26,21			2,22	27,76
156	28,86	39,98		39,85			28,86	39,98
155	15,36	30,72	15,63	30,71			15,36	30,72
154	21,43	50,31	21,37	53,38		58,49	21,37	53,38
153	20,36	53,91	20,34				20,34	53,91
152	57,36	86,55	58,31	78,94			57,36	86,55
151	29,01	54,55	29,71				29,01	54,55

Tabla 7.15. Zona de graves daños en perfiles 171 a 176 del arroyo Mata Baucillos

PERFIL	V > 1 m/s		Y > 1 m		V · Y > 0,5 m ² /s		MÁRGENES EXTERIORES	
	IZQ.	DCHA.	IZQ.	DCHA.	IZQ.	DCHA.	IZQ.	DCHA.
176	10,25	16,26	10,89	15,95			10,25	16,26
175	13,8	28,41		31,08			13,8	31,08
174	15,75	22,59	17,4	22,49			15,75	22,59
173	7,95	13,17	8,14	12,7			7,95	13,17
172	4,61	10,42	4,88	10,56		10,64	4,61	10,64
171	20,77	25,84	21,37	25,7			20,77	25,84

Para el cálculo de la zona de flujo preferente se han seleccionado los valores correspondientes a la envolvente de la vía de intenso desagüe y la zona de graves daños. Esto permite definir los límites correspondientes a la zona de flujo preferente cuyos resultados se presentan para el río Nansa (tabla 7.16), para el río Vendul (tabla 7.17) y para el arroyo Mata Baucillos (tabla 7.18).

Tabla 7.16. Zona de flujo preferente en perfiles 31 a 50 del río Nansa

PERFIL	VÍA DE INTENSO DESAGÜE		ZONA DE GRAVES DAÑOS		ZONA DE FLUJO PREFERENTE	
	IZQ.	DCHA.	IZQ.	DCHA.	IZQ.	DCHA.
50	48,28	84,80	48,28	154,71	48,28	154,71
49	45,71	80,79	49,22	145,87	45,71	145,87
48	34,82	99,0	34,82	104,08	34,82	104,08
47	64,80	93,66	62,05	95,88	62,05	95,88
46	62,61	91,50	58,36	92,3	58,36	92,30
45	79,84	122,28	79,84	121,49	79,84	122,28
44	76,21	137	75,52	137,62	75,52	137,62
43	70,39	107,36	71,15	110,91	70,39	110,91
42	12,98	42,50	0	43,32	0	43,32
41	185,03	234,94	185,07	234,88	185,03	234,94
40	176,62	231,50	174,10	232,72	174,10	232,72
39	170,46	236,53	160,83	236,21	160,83	236,53
38	136,64	227,64	105,59	227,52	105,59	227,64
37	101,83	205,50	82,9	205,5	82,9	205,50
36	82,56	166,50	72,45	167,78	72,45	167,78
35	105,70	149,69	106,71	149,69	105,70	149,69
34	102,87	139,43	104,01	138,64	102,87	139,43
33	148,41	185,57	2,66	185,57	2,66	185,57
32	132,24	183,50	0	184,55	0	184,55
31	117,16	180,69	112,71	181,68	112,71	181,68

Tabla 7.17. Zona de flujo preferente en perfiles 151 a 167 del río Vendul

PERFIL	VÍA DE INTENSO DESAGÜE		ZONA DE GRAVES DAÑOS		ZONA DE FLUJO PREFERENTE	
	IZQ.	DCHA.	IZQ.	DCHA.	IZQ.	DCHA.
167	35	47,96	34,56	48,28	34,56	48,28
166	14	26,74	13,47	26,74	13,47	26,74
165	8	21,33	7,9	26,77	7,9	26,77
164	24,84	42,84	24,84	41,8	24,84	42,84
163	7,06	26,5	7,04	30,66	7,04	30,66
162	5,67	27,24	5,67	26,31	5,67	27,24
161	30,36	50,27	30,36	50,27	30,36	50,27
160	7,08	30,26	6,15	30,28	6,15	30,28
159	14,1	33	14,1	33,03	14,1	33,03
158	10,70	22,30	10,76	22,29	10,70	22,30
157	2,24	27,76	2,22	27,76	2,22	27,76
156	28,86	39,99	28,86	39,98	28,86	39,99
155	15,36	30,72	15,36	30,72	15,36	30,72
154	19,71	39,75	21,37	53,38	19,71	53,38
153	20,36	40,40	20,34	53,91	20,34	53,91
152	57,35	86,55	57,36	86,55	57,35	86,55
151	29,01	54,55	29,01	54,55	29,01	54,55



Tabla 7.18. Zona de flujo preferente en perfiles 171 a 176 del arroyo Mata Baucillos

PERFIL	VÍA DE INTENSO DESAGÜE		ZONA DE GRAVES DAÑOS		ZONA DE FLUJO PREFERENTE	
	IZQ.	DCHA.	IZQ.	DCHA.	IZQ.	DCHA.
176	10,18	16,59	10,25	16,26	10,18	16,59
175	13,74	25,65	13,8	31,08	13,74	31,08
174	15,53	22,59	15,75	22,59	15,53	22,59
173	7,83	13,36	7,95	13,17	7,83	13,36
172	4,61	10,74	4,61	10,64	4,61	10,74
171	18,6	25,81	20,77	25,84	18,6	25,84

En la figura 7.2 se presenta la zona de flujo preferente, lo que permite tener una visión gráfica del resultado. Se observa que su anchura es considerablemente menor que la anchura de la llanura de inundación de periodo de retorno de 500 años. Únicamente los corrales situados entre los perfiles 36 y 37 se encuentran dentro de la zona de flujo preferente.

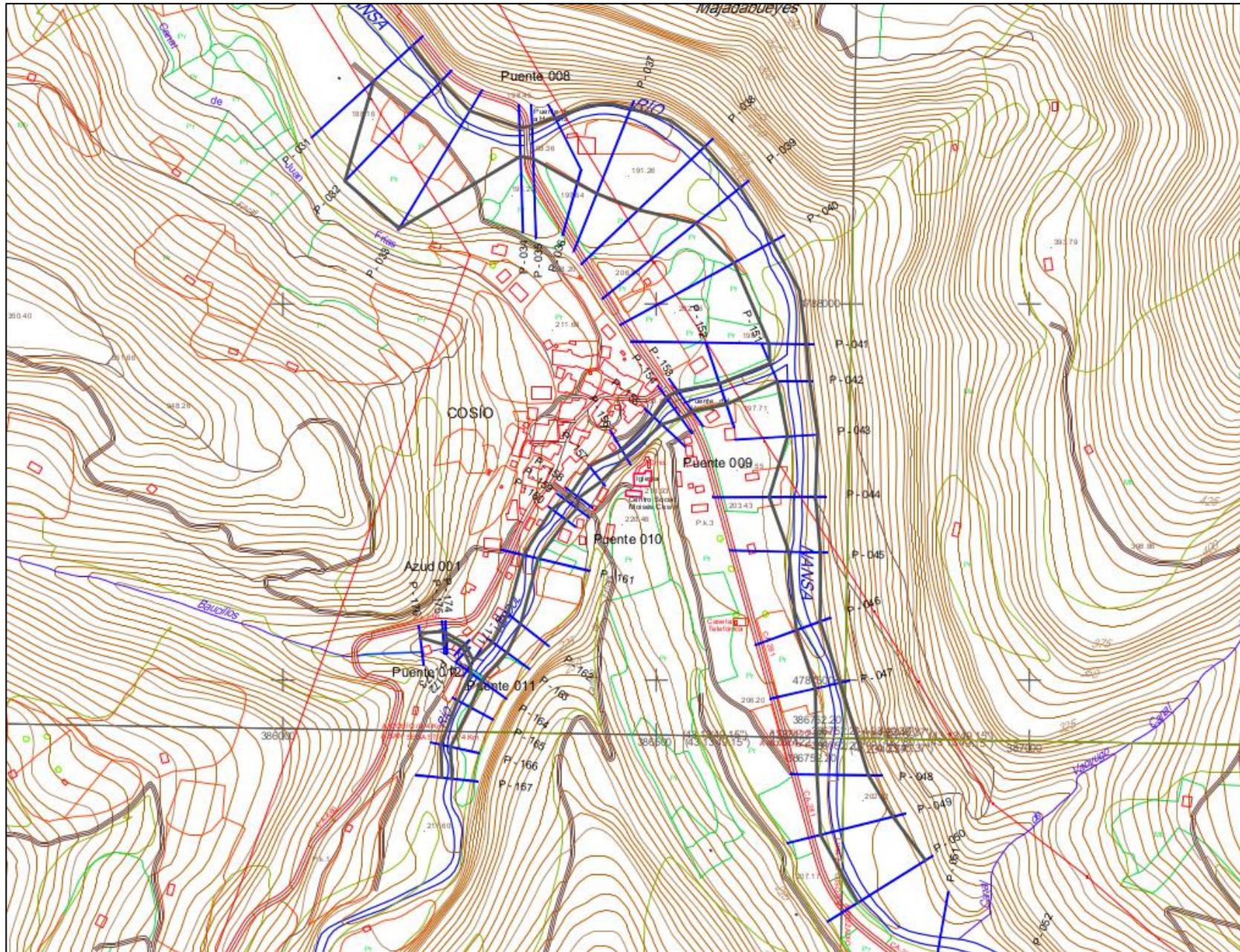


Figura 7. 2. Zona de flujo preferente



8. CONCLUSIONES

El objetivo del estudio era el análisis de inundabilidad de un tramo de 1600 m del río Nansa a su paso por la población de Cosío (Cantabria), 800 m del río Vendul y 100 m del arroyo Mata Baucillos.

Para la realización del análisis completo se han establecido las zonas inundables para los periodos de retorno de 500, 100 y 10 años. Se ha calculado la vía de intenso desagüe y la zona de graves daños, cuya unión ha servido para delimitar la zona de flujo preferente. Se ha utilizado el programa HEC-RAS 4.1.0 para la realización de dos tipos de simulaciones diferentes: (1) situación actual que incluye la determinación de las zonas inundadas para los periodos de retorno de 500, 100 y 10 años y (2) la simulación correspondiente a la vía de intenso desagüe. Tras la realización de los cálculos se han obtenido tres cotas de agua para cada periodo de retorno y se ha escogido la cota más alta correspondiente a la situación más desfavorable.

Una vez analizados los resultados se presentan los aspectos relevantes para los periodos de retorno de 500, 100 y 10 años y para la zona de flujo preferente.

El análisis de inundabilidad para periodo de retorno de 500 años presenta la situación más desfavorable. A vista de los datos los elementos que pueden ser inundados son:

- La vivienda situada entre los perfiles 43 y 44 situada en el margen izquierdo del río Nansa podría ser alcanzada por el flujo del agua.
- Los corrales que se encuentran entre los perfiles 36 y 37 serían inundados debido a su cercana posición al río.
- El restaurante situado aguas abajo del Puente del Vendul entre los perfiles 152 y 153 podría verse inundado debido a su cercana posición a la confluencia de los ríos Nansa y Vendul.
- En el cauce del río Vendul la vivienda situada entre los perfiles 156 y 157 podría ser alcanzada por el flujo de agua, así como alguna pequeña parcela existente en el borde del cauce.
- En el cauce del arroyo Mata Baucillos no encontramos ningún elemento que pueda ser alcanzado debido a la diferencia de cota existente entre el fondo del cauce y las viviendas que se encuentran a su alrededor.
- Los puentes de la zona de estudio no tienen peligro de ser sobrepasados salvo la pasarela peatonal sobre el arroyo Mata Baucillos que queda muy cerca de ser sobrepasada.

El análisis de inundabilidad para el periodo de retorno de 100 años, el periodo de retorno de 10 años y el de la zona de flujo preferente muestran que los únicos elementos que se encuentran dentro de la zona delimitada por los resultados son los corrales situados entre los perfiles 36 y 37. Concretamente el cálculo de la zona de flujo preferente sirve para definir el Dominio Público Hidráulico y dará paso al estudio de los usos que puede adoptar el suelo en cada caso concreto.



Entre las limitaciones del estudio, se encontró un puente construido recientemente perteneciente a la carretera CA-281. El puente se encuentra paralelo al puente 12 estudiado a una distancia de unos 10 m aguas abajo. No ha afectado en exceso a las conclusiones del estudio porque simplemente alarga unos metros el estrechamiento que se produce en el primer puente pero en ningún caso la cota del agua llegaría a la altura del tablero del puente.



BIBLIOGRAFÍA

<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>

http://mapas.cantabria.es/index.html?config=config_descarga.xml

<http://www.neogeoweb.com/2013/01/Zona-de-Flujo-preferente-y-analisis.html>

Apuntes de la asignatura Ampliación de Hidráulica impartida por el profesor A. M.

Ascorbe en la Universidad de Cantabria

Bladé i Castellet, E. (2009). Modelación numérica en ríos en régimen permanente y variable: una visión a partir del modelo HEC–RAS. Edicions UPC.

ANEJO FOTOGRÁFICO

Fotos del río Nansa (Perfiles 50 a 31).....	49
Fotografía nº 1. Casa en el perfil 45.....	49
Fotografía nº 2. Casa entre perfiles 43 y 44.....	49
Fotografía nº 3. Corral entre perfiles 36 y 37.....	50
Fotografía nº 4. Paramento aguas arriba del puente 8.....	50
Fotografía nº 5. Paramento aguas abajo del puente 8.....	51
Fotografía nº 6. Puente nuevo.....	51
Fotos del río Vendul (Perfiles 167 a 151).....	52
Fotografía nº 7. Puente nuevo (2).....	52
Fotografía nº 8. Paramento aguas arriba del puente 11.....	52
Fotografía nº 9. Paramento aguas abajo del puente 11.....	53
Fotografía nº 10. Detalle de rugosidad del cauce.....	53
Fotografía nº 11. Paramento aguas arriba del puente 10.....	54
Fotografía nº 12. Paramento aguas abajo del puente 10.....	54
Fotografía nº 13. Casa entre perfiles 156 y 157.....	55
Fotografía nº 14. Casa entre perfiles 160 y 161.....	55
Fotografía nº 15. Cobertizo entre perfiles 160 y 161.....	56
Fotografía nº 16. Paramento aguas arriba del puente 9.....	56
Fotografía nº 17. Paramento aguas abajo del puente 9.....	57
Fotografía nº 18. Restaurante entre perfiles 152 y 153.....	57
Fotos del arroyo Mata Baucillos (Perfiles 176 a 171).....	58
Fotografía nº 19. Azud definido por los perfiles 174 y 175.....	58
Fotografía nº 20. Detalle de aterramiento del azud.....	58
Fotografía nº 21. Paramento aguas arriba del puente 12.....	59
Fotografía nº 22. Paramento aguas abajo del puente 12.....	59

FOTOS DEL RÍO NANSÁ (Perfiles 50 a 31)



Fotografía nº 1. Casa en el perfil 45



Fotografía nº 2. Casa entre perfiles 43 y 44



Fotografía nº 3. Corral entre perfiles 36 y 37



Fotografía nº 4. Paramento aguas arriba del puente 8



Fotografía nº 5. Paramento aguas abajo del puente 8



Fotografía nº 6. Puente nuevo



Fotografía nº 7. Puente nuevo (2)

FOTOS DEL RÍO VENDUL (Perfiles 167 a 151)



Fotografía nº 8. Paramento aguas arriba del puente 11



Fotografía nº 9. Paramento aguas abajo del puente 11



Fotografía nº 10. Detalle de rugosidad del cauce



Fotografía nº 11. Paramento aguas arriba del puente 10



Fotografía nº 12. Paramento aguas abajo del puente 10



Fotografía nº 13. Casa entre perfiles 156 y 157



Fotografía nº 14. Casa entre perfiles 160 y 161



Fotografía nº 15. Cobertizo entre perfiles 160 y 161



Fotografía nº 16. Paramento aguas arriba del puente 9



Fotografía nº 17. Paramento aguas abajo del puente 9



Fotografía nº 18. Restaurante entre perfiles 152 y 153

FOTOS DEL ARROYO MATA BAUCILLOS (Perfiles 176 a 171)



Fotografía nº 19. Azud definido por los perfiles 174 y 175



Fotografía nº 20. Detalle de aterramiento del azud



Fotografía nº 21. Paramento aguas arriba del puente 12



Fotografía nº 22. Paramento aguas abajo del puente 12

ANEJO DE RESULTADOS

Situación actual	66
Periodo de retorno (T) de 500 años	66
Figura 1. Perfil longitudinal	66
Tabla 1. Resultados río Nansa para T=500	67
Figura 2. Perfil transversal nº 50.....	68
Figura 3. Perfil transversal nº 49.....	68
Figura 4. Perfil transversal nº 48.....	69
Figura 5. Perfil transversal nº 47.....	69
Figura 6. Perfil transversal nº 46.....	70
Figura 7. Perfil transversal nº 45.....	70
Figura 8. Perfil transversal nº 44.....	71
Figura 9. Perfil transversal nº 43.....	71
Figura 10. Perfil transversal nº 42.....	72
Figura 11. Perfil transversal nº 41.....	72
Figura 12. Perfil transversal nº 40.....	73
Figura 13. Perfil transversal nº 39.....	73
Figura 14. Perfil transversal nº 38.....	74
Figura 15. Perfil transversal nº 37.....	74
Figura 16. Perfil transversal nº 36.....	75
Figura 17. Perfil transversal nº 35.....	75
Figura 18. Perfil transversal nº 34.5 aguas arriba	76
Figura 19. Perfil transversal nº 34.5 aguas abajo.....	76
Figura 20. Perfil transversal nº 34.....	77
Figura 21. Perfil transversal nº 33.....	77
Figura 22. Perfil transversal nº 32.....	78
Figura 23. Perfil transversal nº 31.....	78
Figura 24. Perfil longitudinal	79
Tabla 2. Resultados río Vendul para T=500	80
Figura 25. Perfil transversal nº 167.....	82
Figura 26. Perfil transversal nº 166.....	82
Figura 27. Perfil transversal nº 165.....	83
Figura 28. Perfil transversal nº 164.2.....	83
Figura 29. Perfil transversal nº 164.15 aguas arriba	84
Figura 30. Perfil transversal nº 164.15 aguas abajo.....	84
Figura 31. Perfil transversal nº 164.1.....	85
Figura 32. Perfil transversal nº 163.....	85
Figura 33. Perfil transversal nº 162.....	86
Figura 34. Perfil transversal nº 161.....	86
Figura 35. Perfil transversal nº 160.....	87
Figura 36. Perfil transversal nº 159.....	87



Figura 37. Perfil transversal nº 158.5 aguas arriba	88
Figura 38. Perfil transversal nº 158.5 aguas abajo.....	88
Figura 39. Perfil transversal nº 158.....	89
Figura 40. Perfil transversal nº 157.....	89
Figura 41. Perfil transversal nº 156.....	90
Figura 42. Perfil transversal nº 155.....	90
Figura 43. Perfil transversal nº 154.....	91
Figura 44. Perfil transversal nº 153.5 aguas arriba	91
Figura 45. Perfil transversal nº 153.5 aguas abajo.....	92
Figura 46. Perfil transversal nº 153.....	92
Figura 47. Perfil transversal nº 152.....	93
Figura 48. Perfil transversal nº 151.....	93
Figura 49. Perfil longitudinal	94
Tabla 3. Resultados arroyo Mata Baucillos para T=500.....	95
Figura 50. Perfil transversal nº 176.....	96
Figura 51. Perfil transversal nº 175.....	96
Figura 52. Perfil transversal nº 174.....	97
Figura 53. Perfil transversal nº 173.....	97
Figura 54. Perfil transversal nº 172.5 aguas arriba	98
Figura 55. Perfil transversal nº 172.5 aguas abajo.....	98
Figura 56. Perfil transversal nº 172.....	99
Figura 57. Perfil transversal nº 171.....	99
Periodo de retorno (T) de 100 años	100
Figura 58. Perfil longitudinal	100
Tabla 4. Resultados río Nansa para T=100	101
Figura 59. Perfil transversal nº 50.....	102
Figura 60. Perfil transversal nº 49.....	102
Figura 61. Perfil transversal nº 48.....	103
Figura 62. Perfil transversal nº 47.....	103
Figura 63. Perfil transversal nº 46.....	104
Figura 64. Perfil transversal nº 45.....	104
Figura 65. Perfil transversal nº 44.....	105
Figura 66. Perfil transversal nº 43.....	105
Figura 67. Perfil transversal nº 42.....	106
Figura 68. Perfil transversal nº 41.....	106
Figura 69. Perfil transversal nº 40.....	107
Figura 70. Perfil transversal nº 39.....	107
Figura 71. Perfil transversal nº 38.....	108
Figura 72. Perfil transversal nº 37.....	108
Figura 73. Perfil transversal nº 36.....	109
Figura 74. Perfil transversal nº 35.....	109
Figura 75. Perfil transversal nº 34.5 aguas arriba	110



Figura 76. Perfil transversal nº 34.5 aguas abajo.....	110
Figura 77. Perfil transversal nº 34.....	111
Figura 78. Perfil transversal nº 33.....	111
Figura 79. Perfil transversal nº 32.....	112
Figura 80. Perfil transversal nº 31.....	112
Figura 81. Perfil longitudinal	113
Tabla 5. Resultados río Vendul para T=100	114
Figura 82. Perfil transversal nº 167.....	116
Figura 83. Perfil transversal nº 166.....	116
Figura 84. Perfil transversal nº 165.....	117
Figura 85. Perfil transversal nº 164.2.....	117
Figura 86. Perfil transversal nº 164.15 aguas arriba	118
Figura 87. Perfil transversal nº 164.15 aguas abajo.....	118
Figura 88. Perfil transversal nº 164.1.....	119
Figura 89. Perfil transversal nº 163.....	119
Figura 90. Perfil transversal nº 162.....	120
Figura 91. Perfil transversal nº 161.....	120
Figura 92. Perfil transversal nº 160.....	121
Figura 93. Perfil transversal nº 159.....	121
Figura 94. Perfil transversal nº 158.5 aguas arriba	122
Figura 95. Perfil transversal nº 158.5 aguas abajo.....	122
Figura 96. Perfil transversal nº 158.....	123
Figura 97. Perfil transversal nº 157.....	123
Figura 98. Perfil transversal nº 156.....	124
Figura 99. Perfil transversal nº 155.....	124
Figura 100. Perfil transversal nº 154.....	125
Figura 101. Perfil transversal nº 153.5 aguas arriba	125
Figura 102. Perfil transversal nº 153.5 aguas abajo.....	126
Figura 103. Perfil transversal nº 153.....	126
Figura 104. Perfil transversal nº 152.....	127
Figura 105. Perfil transversal nº 151.....	127
Figura 106. Perfil longitudinal	128
Tabla 6. Resultados arroyo Mata Baucillos para T=100.....	129
Figura 107. Perfil transversal nº 176.....	130
Figura 108. Perfil transversal nº 175.....	130
Figura 109. Perfil transversal nº 174.....	131
Figura 110. Perfil transversal nº 173.....	131
Figura 111. Perfil transversal nº 172.5 aguas arriba	132
Figura 112. Perfil transversal nº 172.5 aguas abajo.....	132
Figura 113. Perfil transversal nº 172.....	133
Figura 114. Perfil transversal nº 171.....	133
Periodo de retorno (T) de 10 años	135



Figura 115. Perfil longitudinal	135
Tabla 7. Resultados río Nansa para T=10	136
Figura 116. Perfil transversal nº 50.....	137
Figura 117. Perfil transversal nº 49.....	137
Figura 118. Perfil transversal nº 48.....	138
Figura 119. Perfil transversal nº 47.....	138
Figura 120. Perfil transversal nº 46.....	139
Figura 121. Perfil transversal nº 45.....	139
Figura 122. Perfil transversal nº 44.....	140
Figura 123. Perfil transversal nº 43.....	140
Figura 124. Perfil transversal nº 42.....	141
Figura 125. Perfil transversal nº 41.....	141
Figura 126. Perfil transversal nº 40.....	142
Figura 127. Perfil transversal nº 39.....	142
Figura 128. Perfil transversal nº 38.....	143
Figura 129. Perfil transversal nº 37.....	143
Figura 130. Perfil transversal nº 36.....	144
Figura 131. Perfil transversal nº 35.....	144
Figura 132. Perfil transversal nº 34.5 aguas arriba	145
Figura 133. Perfil transversal nº 34.5 aguas abajo.....	145
Figura 134. Perfil transversal nº 34.....	146
Figura 135. Perfil transversal nº 33.....	146
Figura 136. Perfil transversal nº 32.....	147
Figura 137. Perfil transversal nº 31.....	147
Figura 138. Perfil longitudinal	148
Tabla 8. Resultados río Vendul para T=10	149
Figura 139. Perfil transversal nº 167.....	150
Figura 140. Perfil transversal nº 166.....	150
Figura 141. Perfil transversal nº 165.....	151
Figura 142. Perfil transversal nº 164.2.....	151
Figura 143. Perfil transversal nº 164.15 aguas arriba	152
Figura 144. Perfil transversal nº 164.15 aguas abajo.....	152
Figura 145. Perfil transversal nº 164.1.....	153
Figura 146. Perfil transversal nº 163.....	153
Figura 147. Perfil transversal nº 162.....	154
Figura 148. Perfil transversal nº 161.....	154
Figura 149. Perfil transversal nº 160.....	155
Figura 150. Perfil transversal nº 159.....	155
Figura 151. Perfil transversal nº 158.5 aguas arriba	156
Figura 152. Perfil transversal nº 158.5 aguas abajo.....	156
Figura 153. Perfil transversal nº 158.....	157
Figura 154. Perfil transversal nº 157.....	157



Figura 155. Perfil transversal nº 156.....	158
Figura 156. Perfil transversal nº 155.....	158
Figura 157. Perfil transversal nº 154.....	159
Figura 158. Perfil transversal nº 153.5 aguas arriba	159
Figura 159. Perfil transversal nº 153.5 aguas abajo.....	160
Figura 160. Perfil transversal nº 153.....	160
Figura 161. Perfil transversal nº 152.....	161
Figura 162. Perfil transversal nº 151.....	161
Figura 106. Perfil longitudinal	162
Tabla 9. Resultados arroyo Mata Baucillos para T=10	163
Figura 164. Perfil transversal nº 176.....	164
Figura 165. Perfil transversal nº 175.....	164
Figura 166. Perfil transversal nº 174.....	165
Figura 167. Perfil transversal nº 173.....	165
Figura 168. Perfil transversal nº 172.5 aguas arriba	166
Figura 169. Perfil transversal nº 172.5 aguas abajo.....	166
Figura 170. Perfil transversal nº 172.....	167
Figura 171. Perfil transversal nº 171.....	167
Vía de intenso desagüe	168
Tabla 10. Resultados vía de intenso desagüe del tramo aguas arriba del río Nansa	168
Figura 172. Perfil transversal nº 50.....	169
Figura 173. Perfil transversal nº 49.....	169
Figura 174. Perfil transversal nº 48.....	170
Figura 175. Perfil transversal nº 47.....	170
Figura 176. Perfil transversal nº 46.....	171
Figura 177. Perfil transversal nº 45.....	171
Figura 178. Perfil transversal nº 44.....	172
Figura 179. Perfil transversal nº 43.....	172
Figura 180. Perfil transversal nº 42.....	173
Figura 181. Perfil transversal nº 41.....	174
Tabla 11. Resultados vía de intenso desagüe del tramo aguas abajo del río Nansa	174
Figura 182. Perfil transversal nº 40.....	175
Figura 183. Perfil transversal nº 39.....	175
Figura 184. Perfil transversal nº 38.....	176
Figura 185. Perfil transversal nº 37.....	176
Figura 186. Perfil transversal nº 36.....	177
Figura 187. Perfil transversal nº 35.....	177
Figura 188. Perfil transversal nº 34.5 aguas arriba	178
Figura 189. Perfil transversal nº 34.5 aguas abajo.....	178
Figura 190. Perfil transversal nº 34.....	179



Figura 191. Perfil transversal nº 33.....	179
Figura 192. Perfil transversal nº 32.....	180
Figura 193. Perfil transversal nº 31.....	180
Tabla 12. Resultados vía de intenso desagüe del tramo aguas arriba del río Vendul.....	181
Figura 194. Perfil transversal nº 167.....	181
Figura 195. Perfil transversal nº 166.....	182
Figura 196. Perfil transversal nº 165.....	182
Figura 197. Perfil transversal nº 164.2.....	183
Figura 198. Perfil transversal nº 164.15 aguas arriba	183
Figura 199. Perfil transversal nº 164.15 aguas abajo.....	184
Figura 200. Perfil transversal nº 164.1	184
Tabla 13. Resultados vía de intenso desagüe del tramo aguas abajo del río Vendul.....	185
Figura 201. Perfil transversal nº 163.....	186
Figura 202. Perfil transversal nº 162.....	186
Figura 203. Perfil transversal nº 161	187
Figura 204. Perfil transversal nº 160.....	187
Figura 205. Perfil transversal nº 159.....	188
Figura 206. Perfil transversal nº 158.5 aguas arriba	188
Figura 207. Perfil transversal nº 158.5 aguas abajo.....	189
Figura 208. Perfil transversal nº 158.....	189
Figura 209. Perfil transversal nº 157.....	190
Figura 210. Perfil transversal nº 156.....	190
Figura 211. Perfil transversal nº 155.....	191
Figura 212. Perfil transversal nº 154.....	191
Figura 213. Perfil transversal nº 153.5 aguas arriba	192
Figura 214. Perfil transversal nº 153.5 aguas abajo.....	192
Figura 215. Perfil transversal nº 153.....	193
Figura 216. Perfil transversal nº 152.....	193
Figura 217. Perfil transversal nº 151	194
Tabla 14. Resultados vía de intenso desagüe del arroyo Mata Baucillos.....	195
Figura 218. Perfil transversal nº 176.....	195
Figura 219. Perfil transversal nº 175.....	196
Figura 220. Perfil transversal nº 174.....	196
Figura 221. Perfil transversal nº 173.....	197
Figura 222. Perfil transversal nº 172.5 aguas arriba	197
Figura 223. Perfil transversal nº 172.5 aguas abajo.....	198
Figura 224. Perfil transversal nº 172.....	198
Figura 225. Perfil transversal nº 171	199

SITUACIÓN ACTUAL

PERIODO DE RETORNO (T) DE 500 AÑOS

➤ RÍO NANSÁ (T=500)

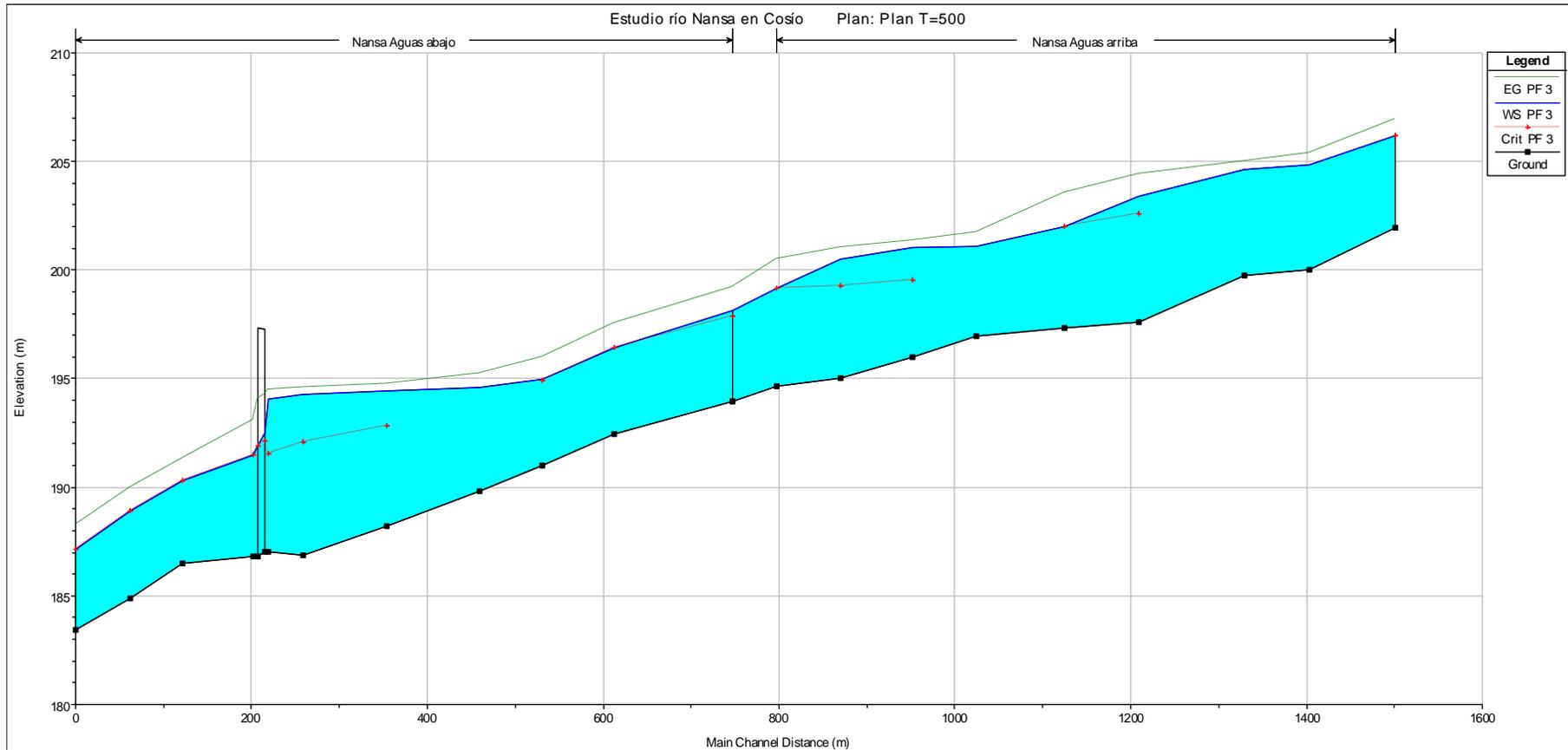


Figura 1. Perfil longitudinal

Tabla 1. Resultados río Nansa para T=500

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /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 (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Aguas arriba	50	PF 3	553	201.96	206.17	206.17	206.93	0.009713	4.27	180.14	116.45	0.81
Aguas arriba	49	PF 3	553	200.03	204.87		205.4	0.007471	3.73	210.66	116.69	0.7
Aguas arriba	48	PF 3	553	199.75	204.63		205.01	0.003299	2.97	228.29	91.39	0.5
Aguas arriba	47	PF 3	553	197.62	203.4	202.61	204.4	0.006577	4.52	136.22	58.48	0.7
Aguas arriba	46	PF 3	553	197.35	202.02	202.02	203.58	0.013257	5.81	109.08	36.63	0.98
Aguas arriba	45	PF 3	553	196.98	201.12		201.74	0.006678	3.73	179.97	82.64	0.68
Aguas arriba	44	PF 3	553	195.98	201.03	199.54	201.35	0.002751	2.54	228.34	82.01	0.43
Aguas arriba	43	PF 3	553	195.03	200.49	199.27	201.06	0.004026	3.46	192.14	99.41	0.55
Aguas arriba	42	PF 3	553	194.63	199.15	199.15	200.49	0.013568	5.36	117.93	45.82	0.97
Aguas abajo	41	PF 3	682	193.94	198.15	197.85	199.21	0.010753	4.56	149.44	51.79	0.86
Aguas abajo	40	PF 3	682	192.45	196.42	196.42	197.57	0.013625	4.78	149.69	71.4	0.95
Aguas abajo	39	PF 3	682	191.01	194.98	194.92	196.01	0.013474	5.09	173.54	76.25	0.94
Aguas abajo	38	PF 3	682	189.84	194.57		195.24	0.007236	4.19	242.8	124.2	0.71
Aguas abajo	37	PF 3	682	188.2	194.44	192.84	194.75	0.002748	2.89	308.82	126.86	0.45
Aguas abajo	36	PF 3	682	186.87	194.26	192.1	194.59	0.001881	3	312.83	100.71	0.39
Aguas abajo	35	PF 3	682	187.05	194.06	191.52	194.47	0.002725	2.85	239.75	52.32	0.42
Aguas abajo	34.5		Bridge									
Aguas abajo	34	PF 3	682	186.82	191.48	191.48	193.09	0.01801	5.63	121.23	37.71	1
Aguas abajo	33	PF 3	682	186.48	190.33	190.33	191.32	0.011796	4.83	186.85	101.04	0.89
Aguas abajo	32	PF 3	682	184.87	188.9	188.9	189.99	0.016954	4.92	158.82	92.86	1.04
Aguas abajo	31	PF 3	682	183.44	187.16	187.16	188.25	0.015782	4.69	152.27	76.02	1.01

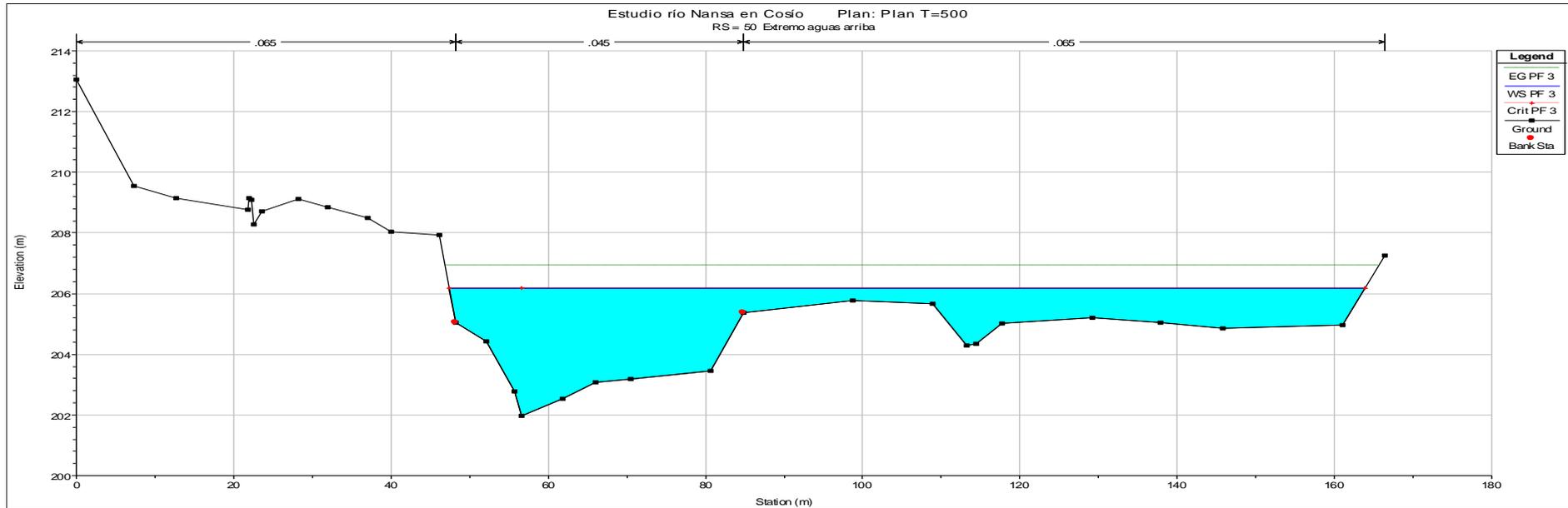


Figura 2. Perfil transversal nº 50

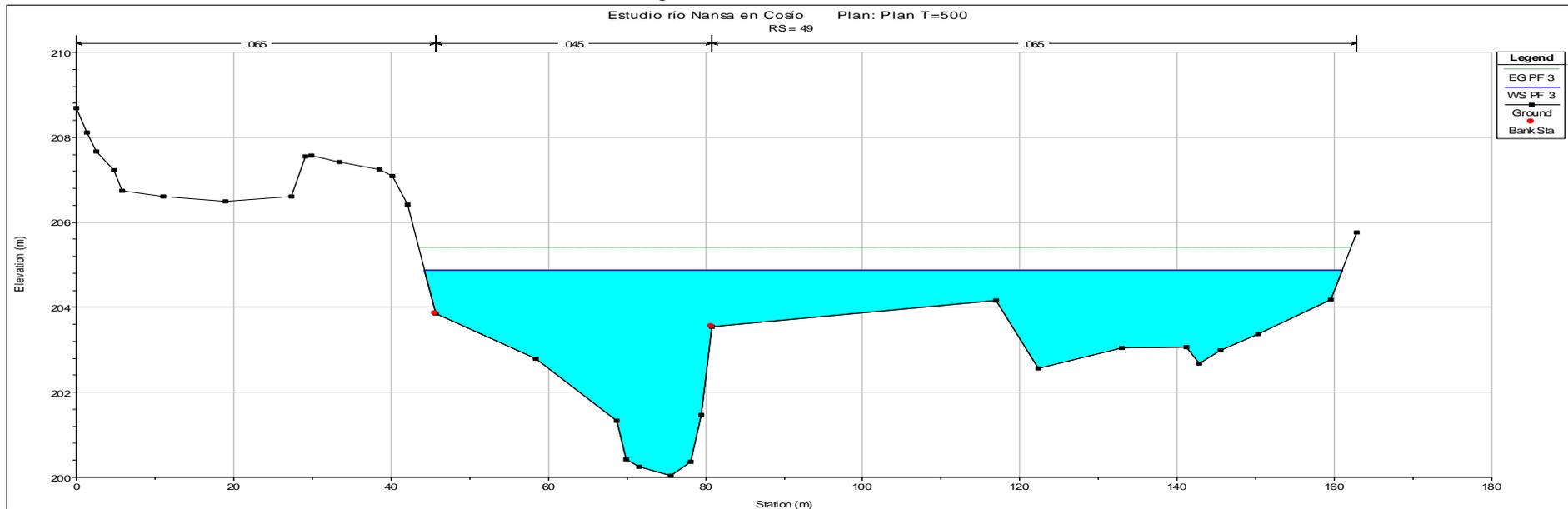


Figura 3. Perfil transversal nº 49

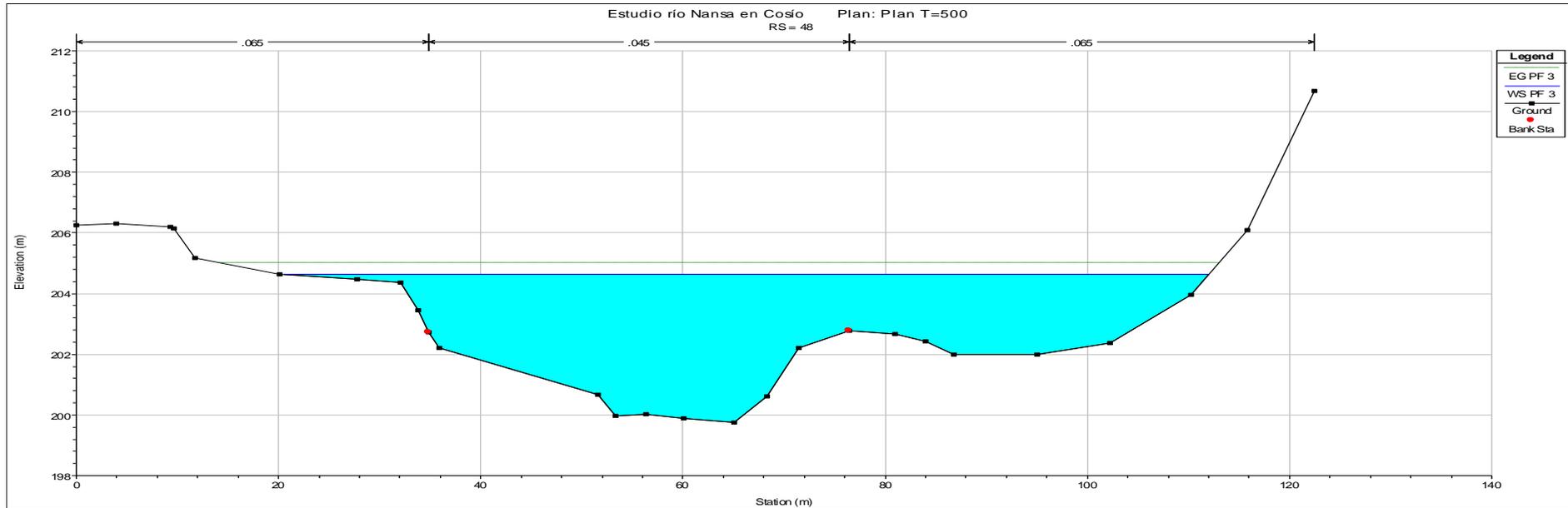


Figura 4. Perfil transversal nº 48

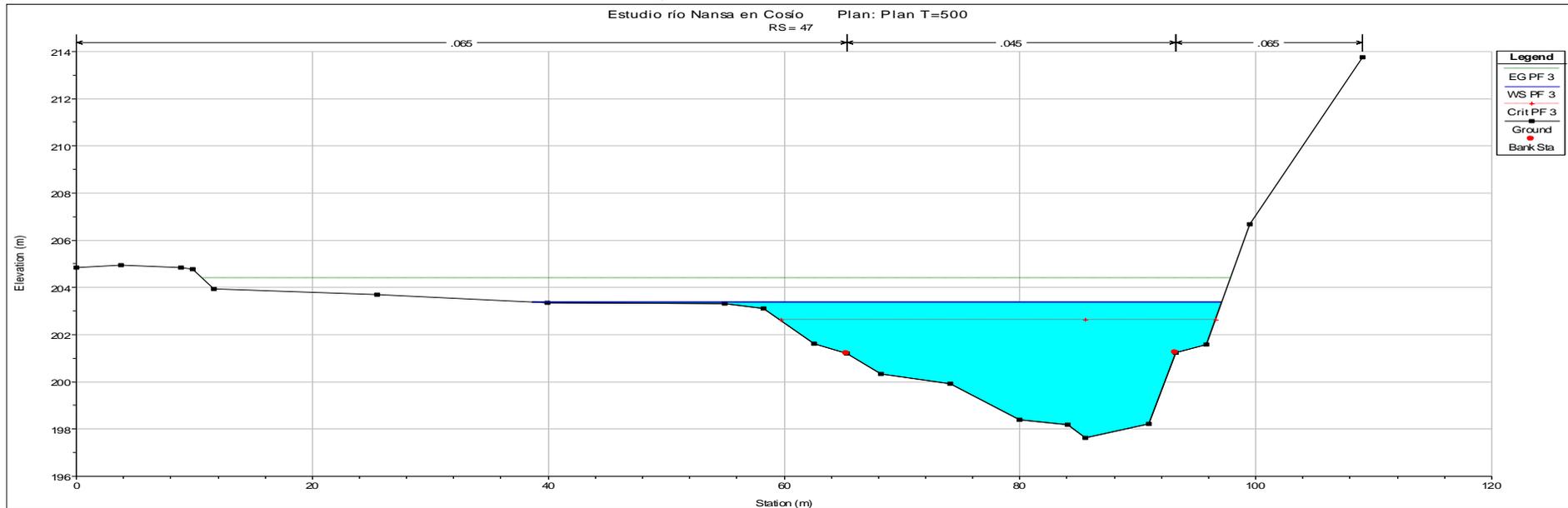


Figura 5. Perfil transversal nº 47

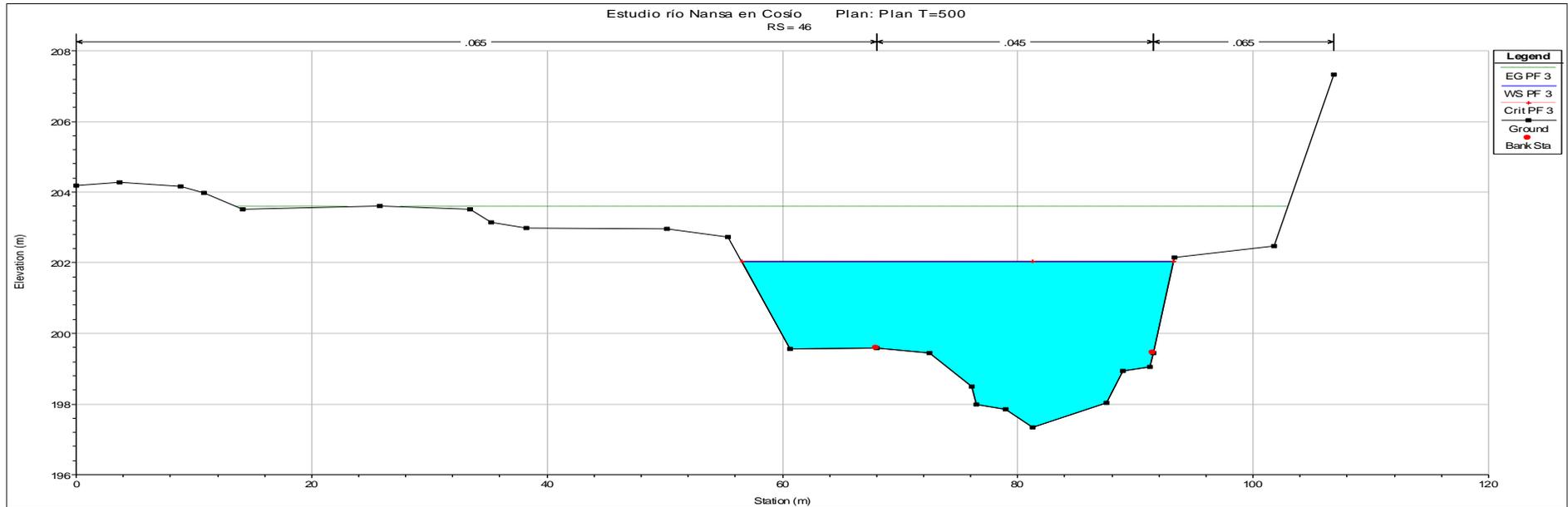


Figura 6. Perfil transversal nº 46

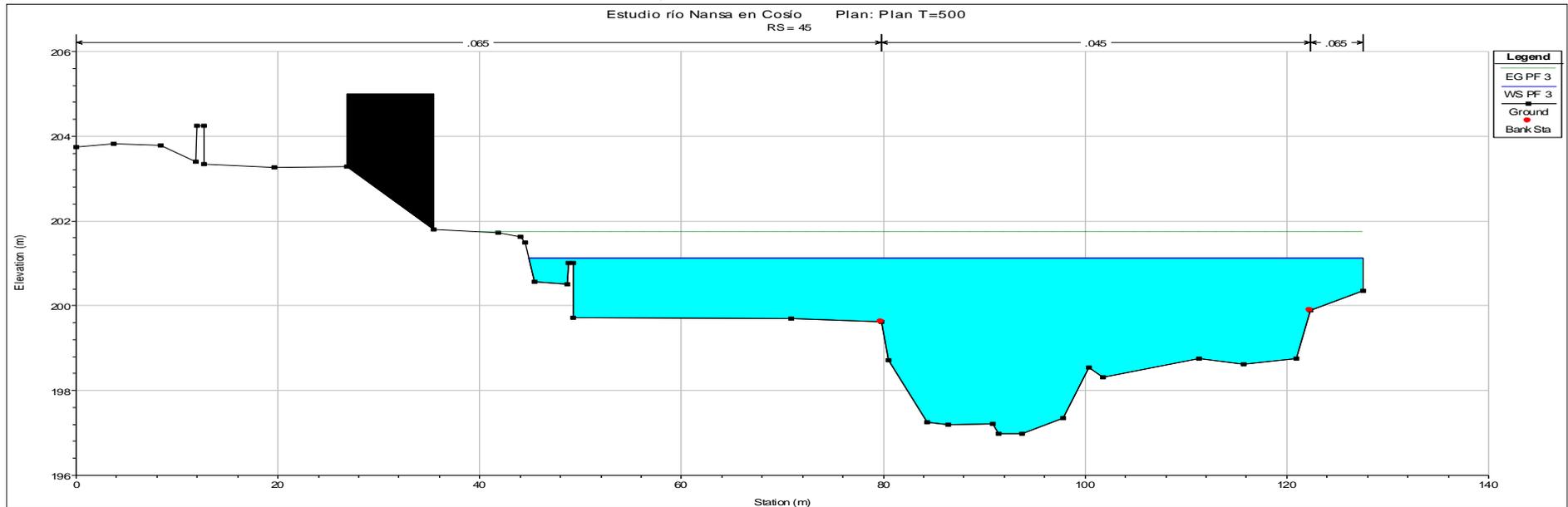


Figura 7. Perfil transversal nº 45

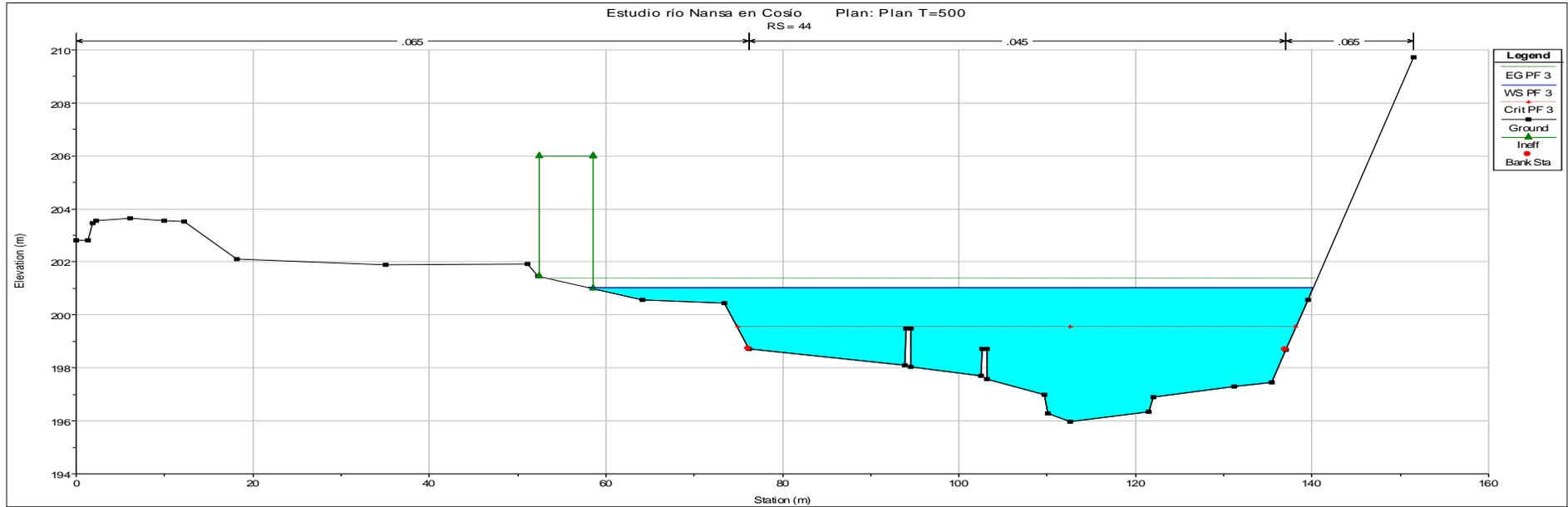


Figura 8. Perfil transversal nº 44

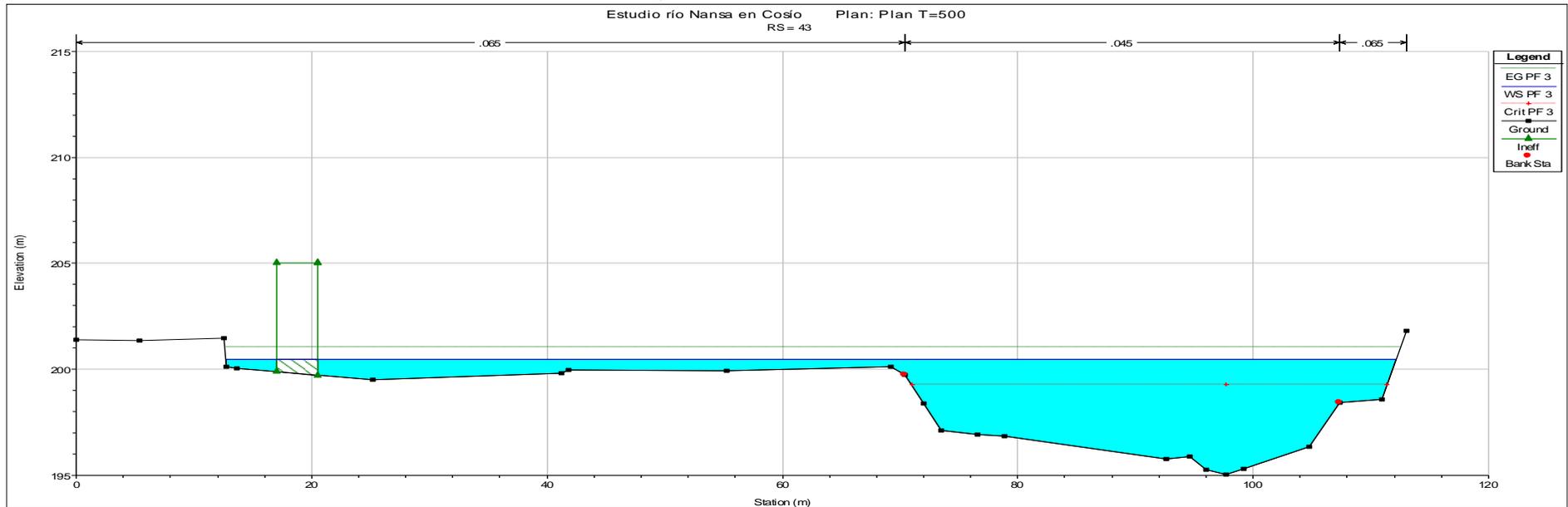


Figura 9. Perfil transversal nº 43

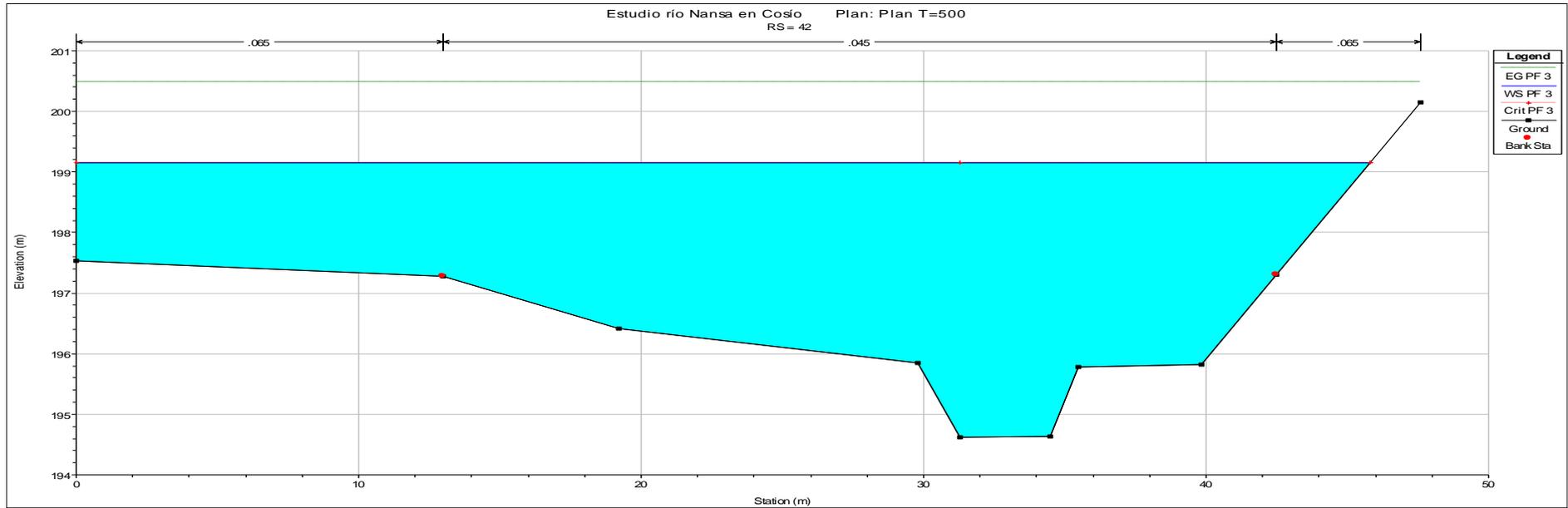


Figura 10. Perfil transversal nº 42

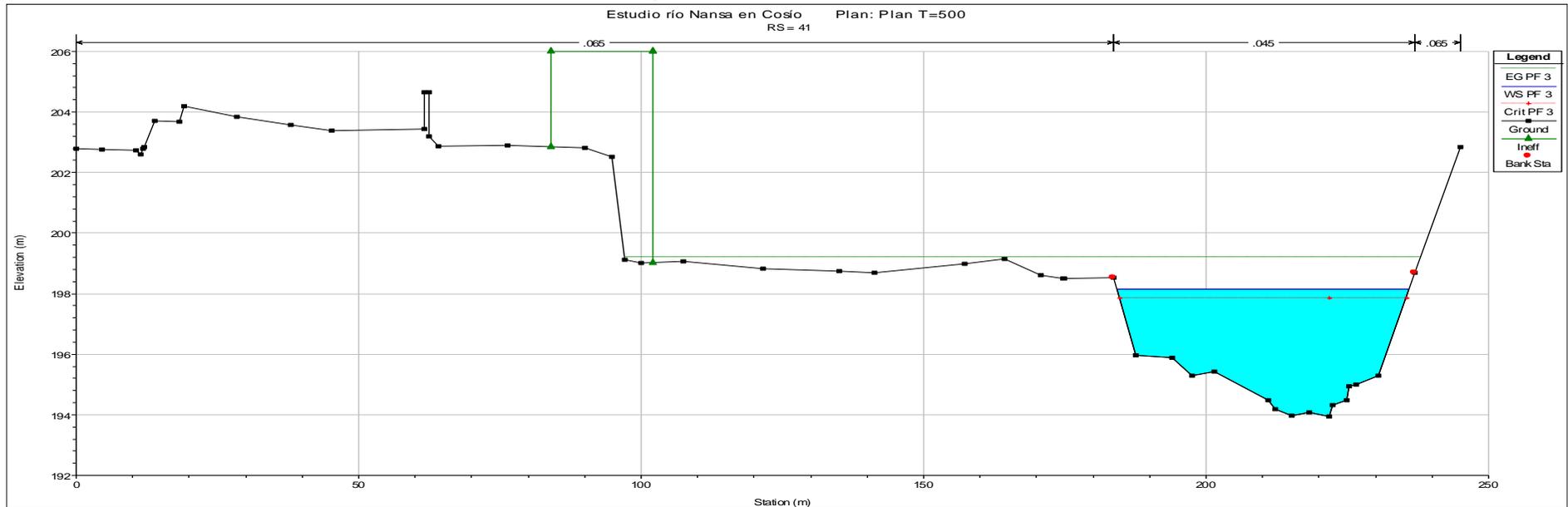


Figura 11. Perfil transversal nº 41

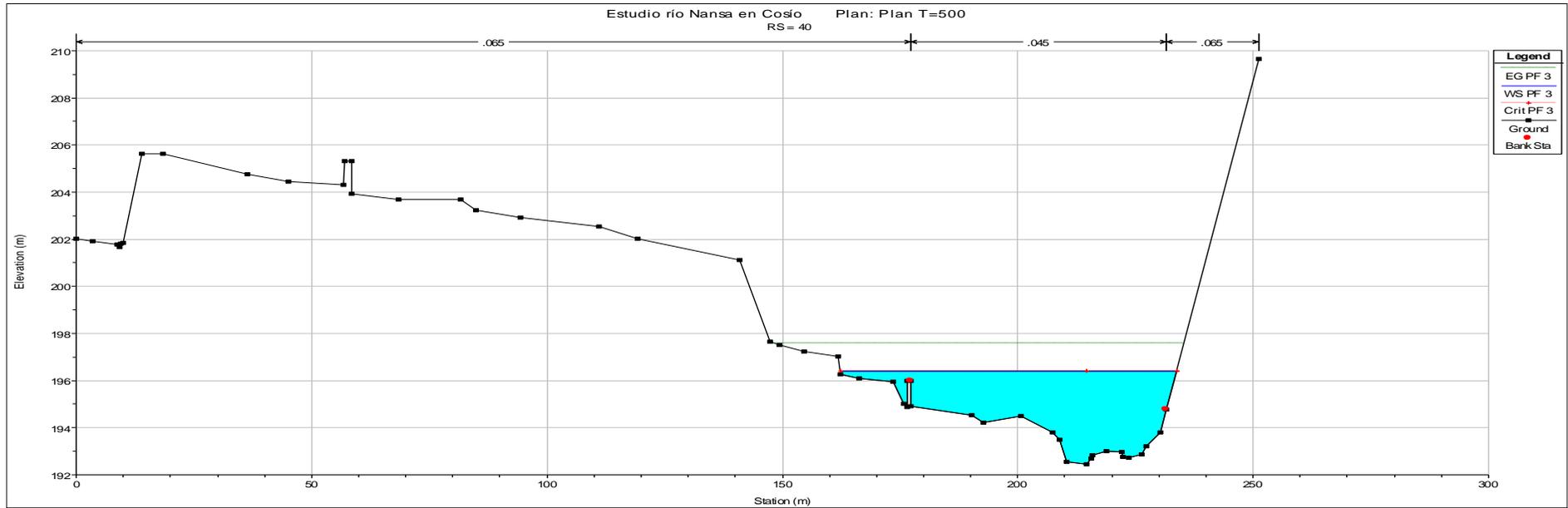


Figura 12. Perfil transversal nº 40

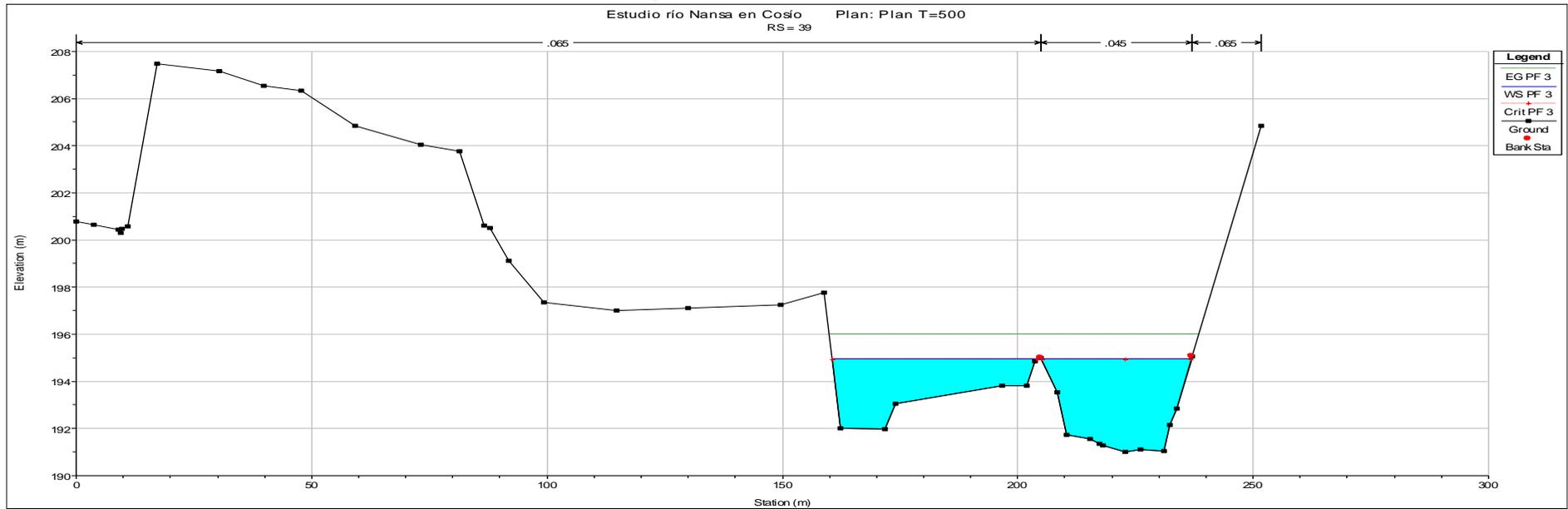


Figura 13. Perfil transversal nº 39

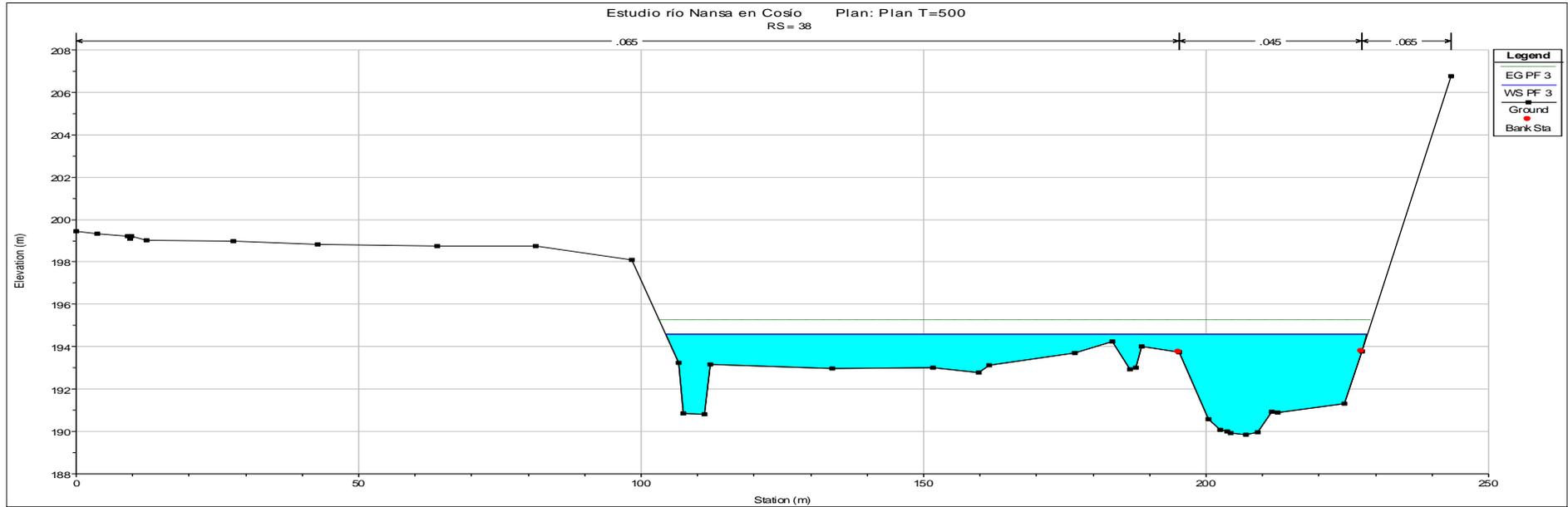


Figura 14. Perfil transversal nº 38

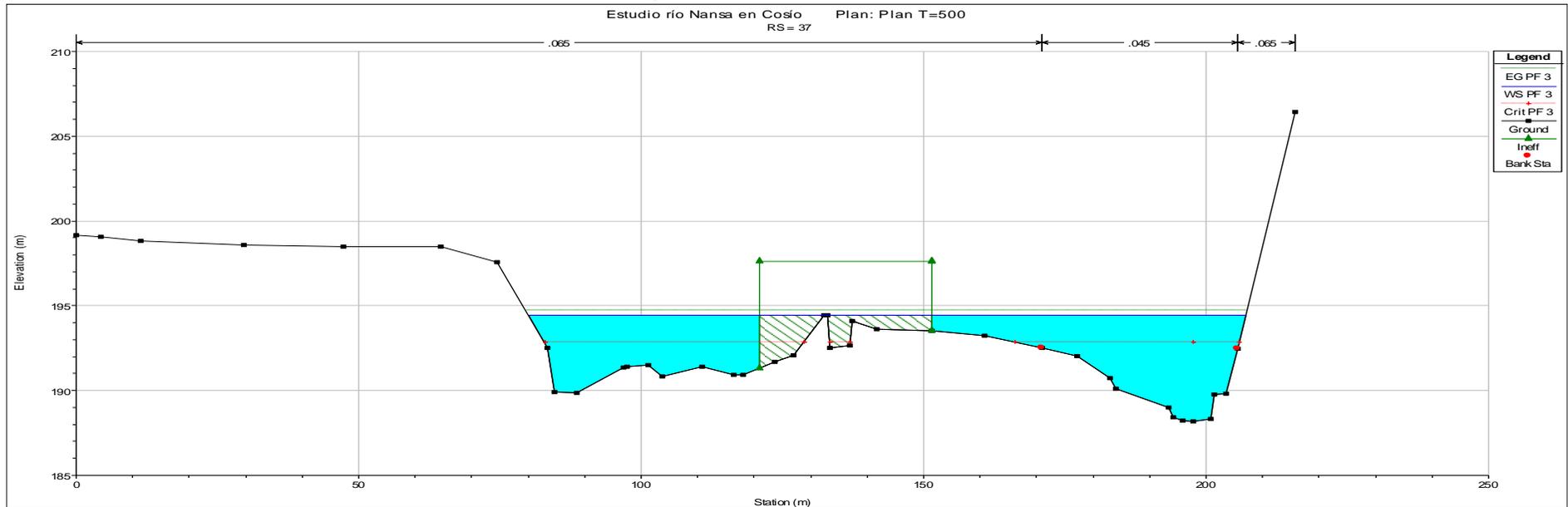


Figura 15. Perfil transversal nº 37

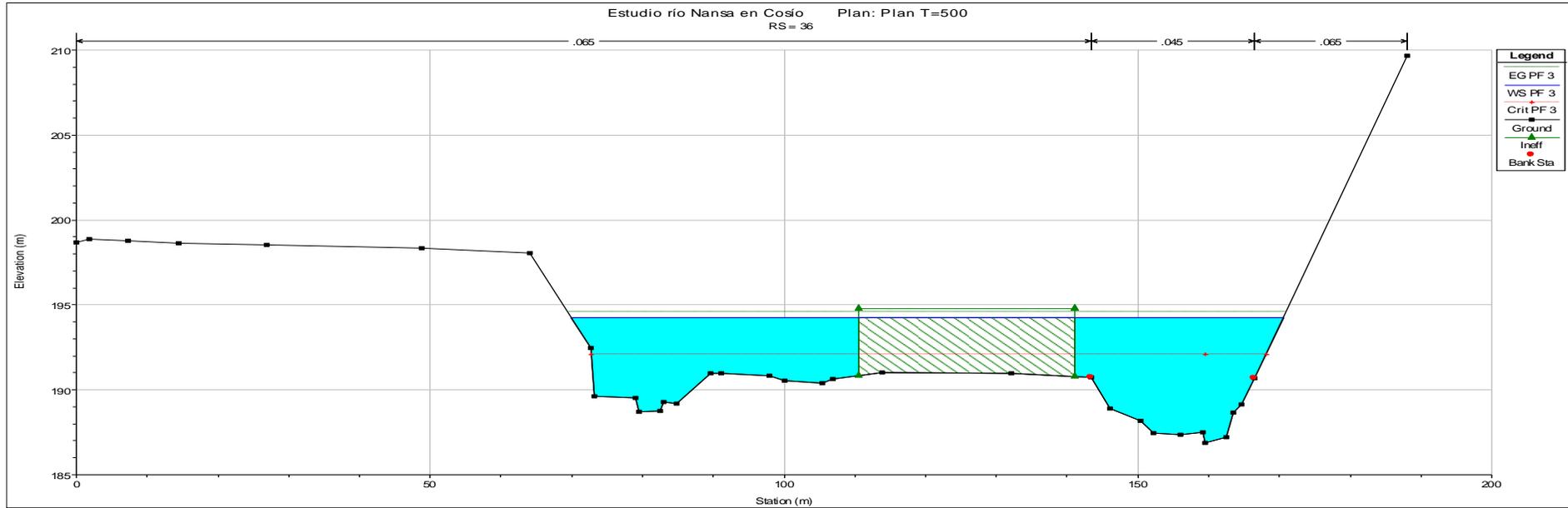


Figura 16. Perfil transversal nº 36

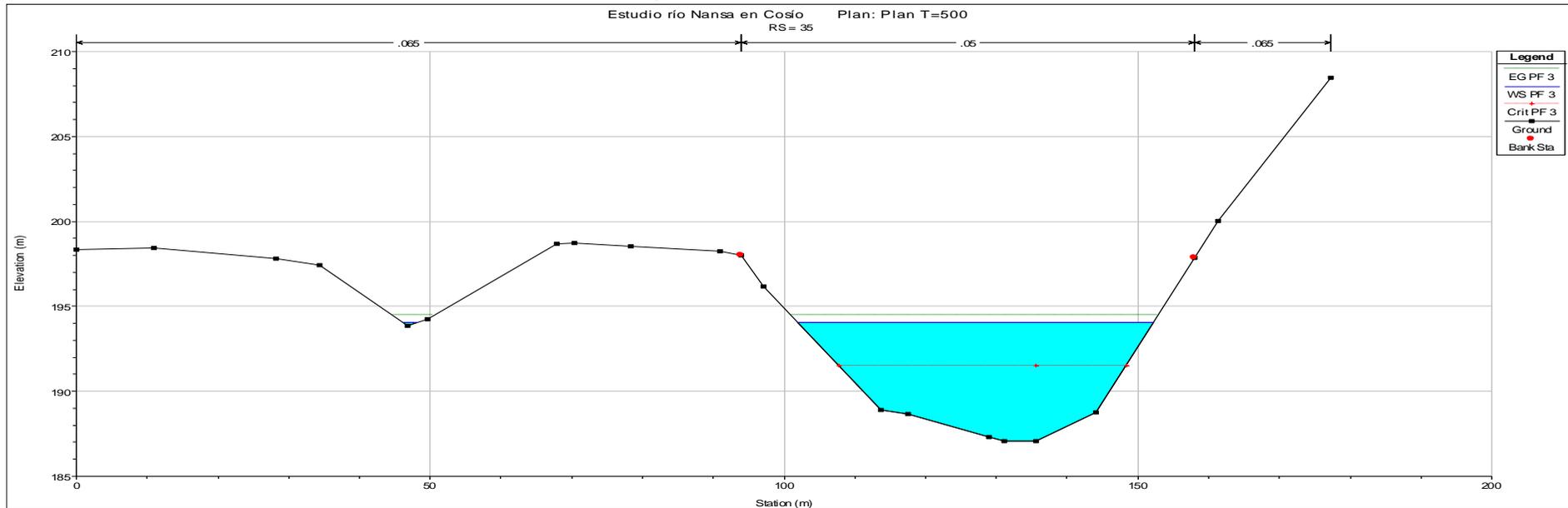


Figura 17. Perfil transversal nº 35

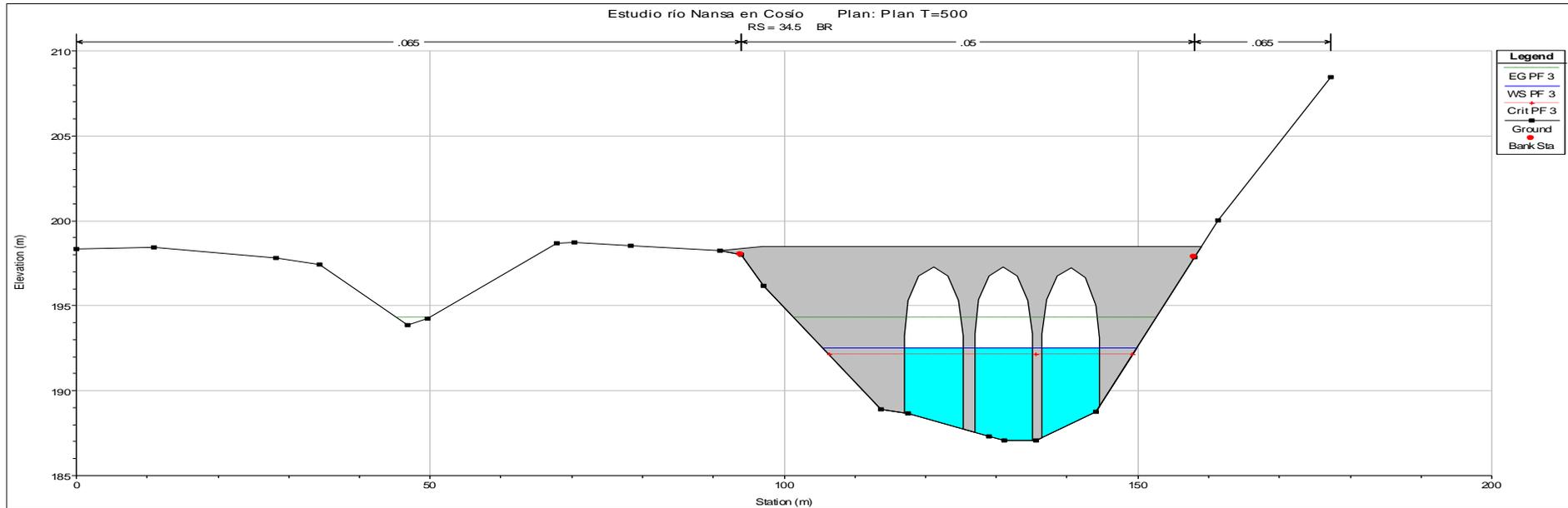


Figura 18. Perfil transversal nº 34.5 aguas arriba

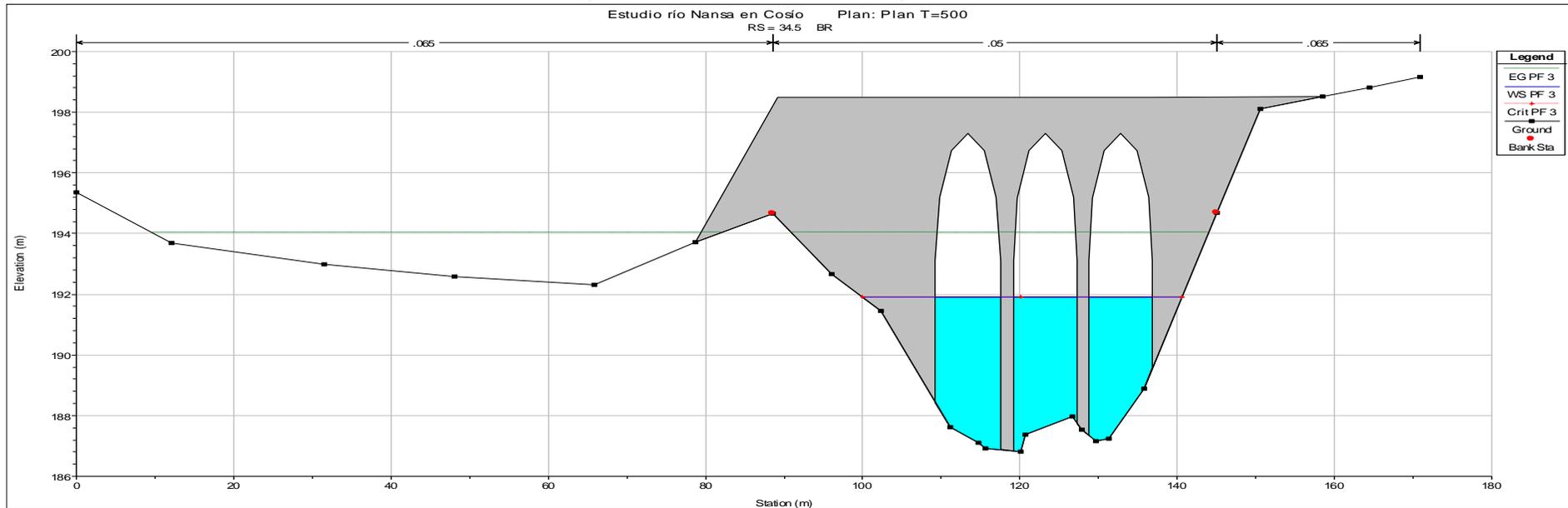


Figura 19. Perfil transversal nº 34.5 aguas abajo

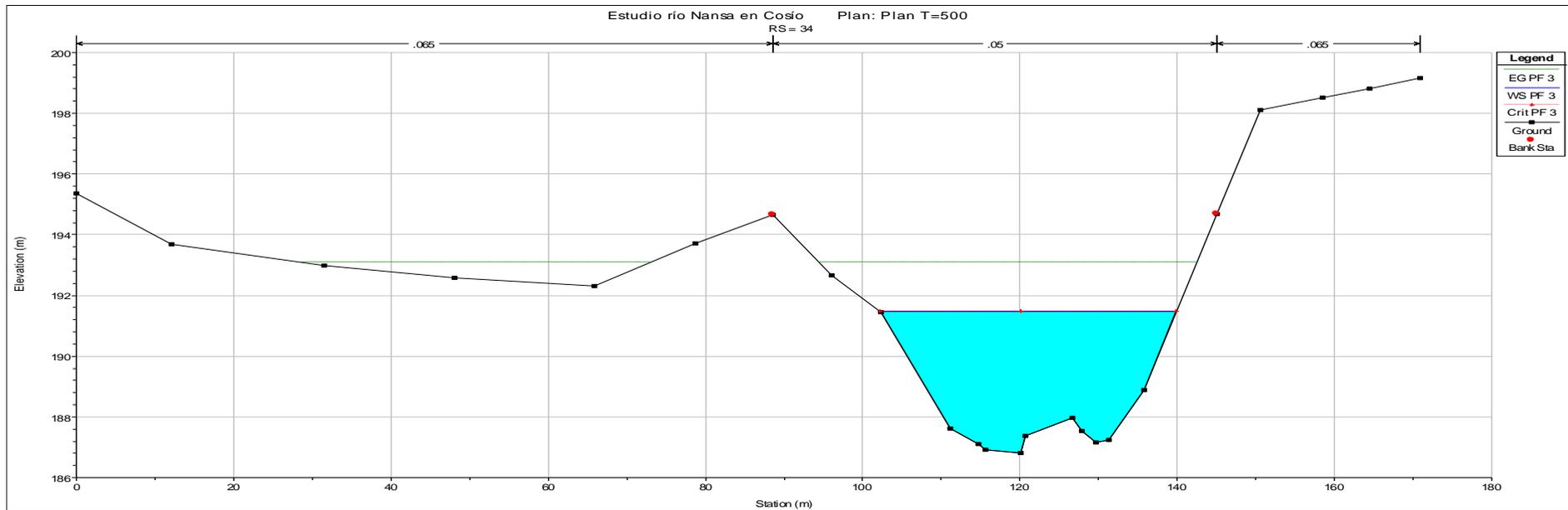


Figura 20. Perfil transversal nº 34

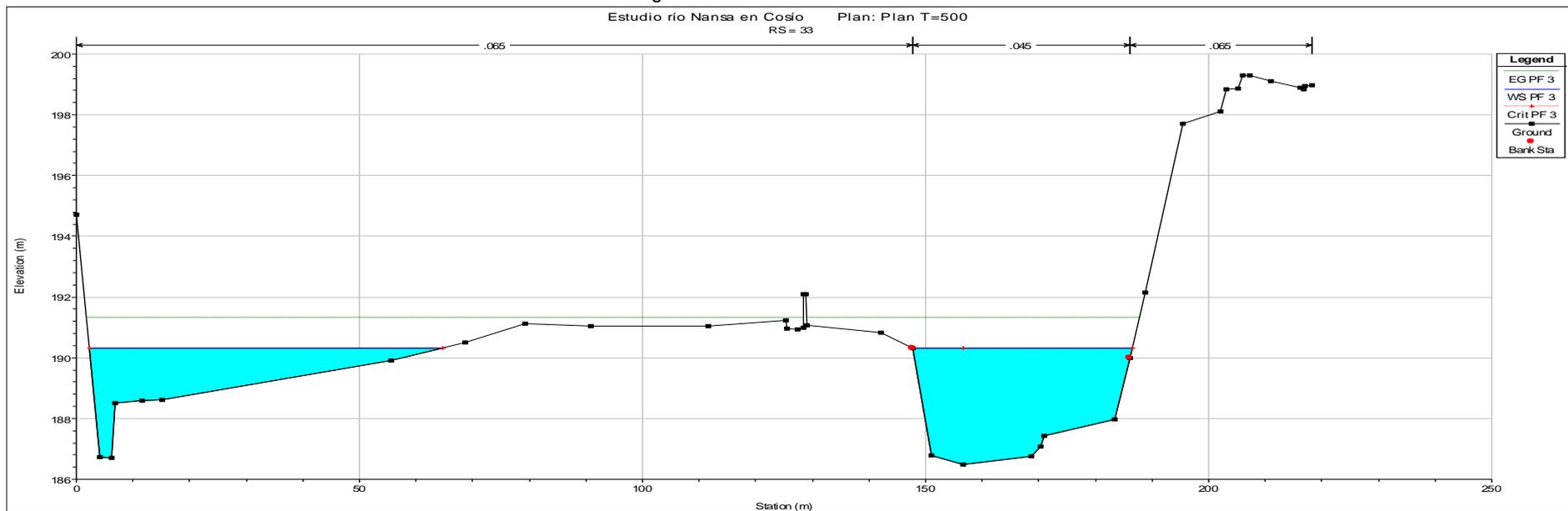


Figura 21. Perfil transversal nº 33

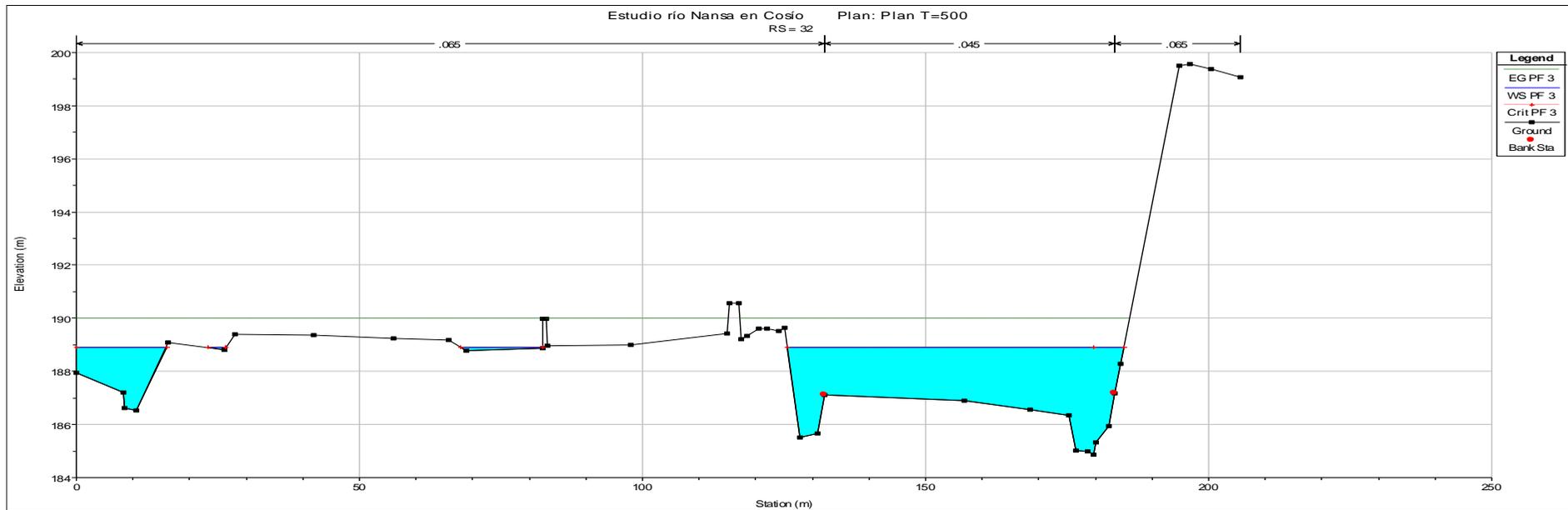


Figura 22. Perfil transversal nº 32

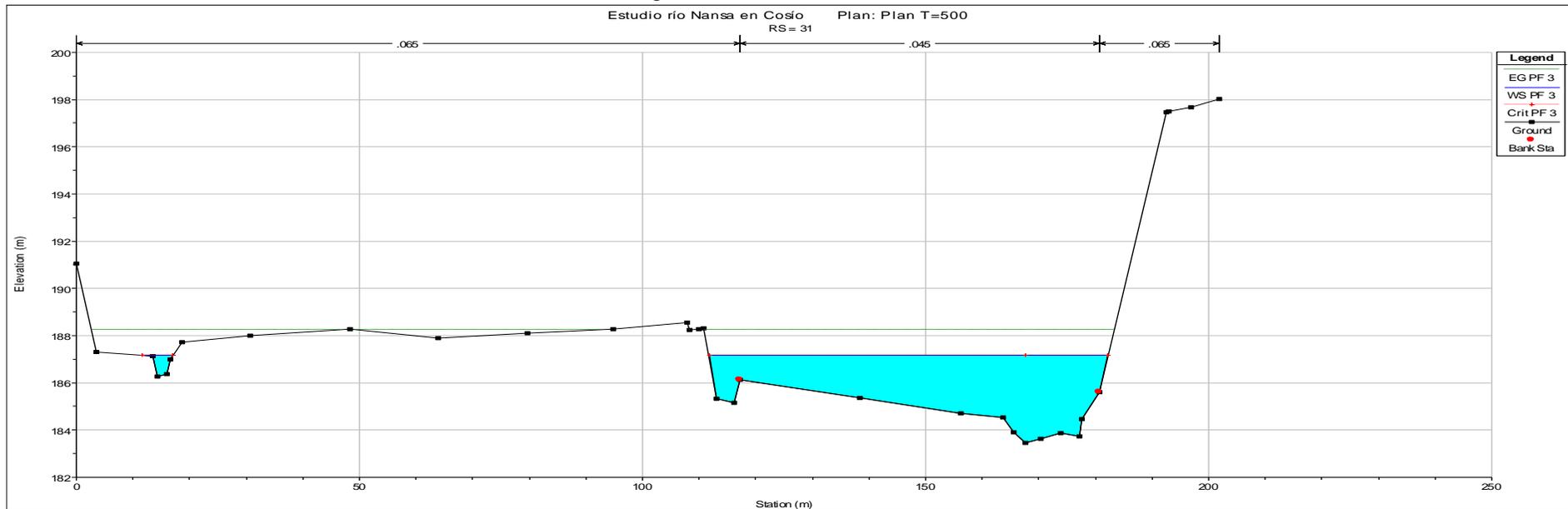


Figura 23. Perfil transversal nº 31

➤ **RÍO VENDUL (T=500)**

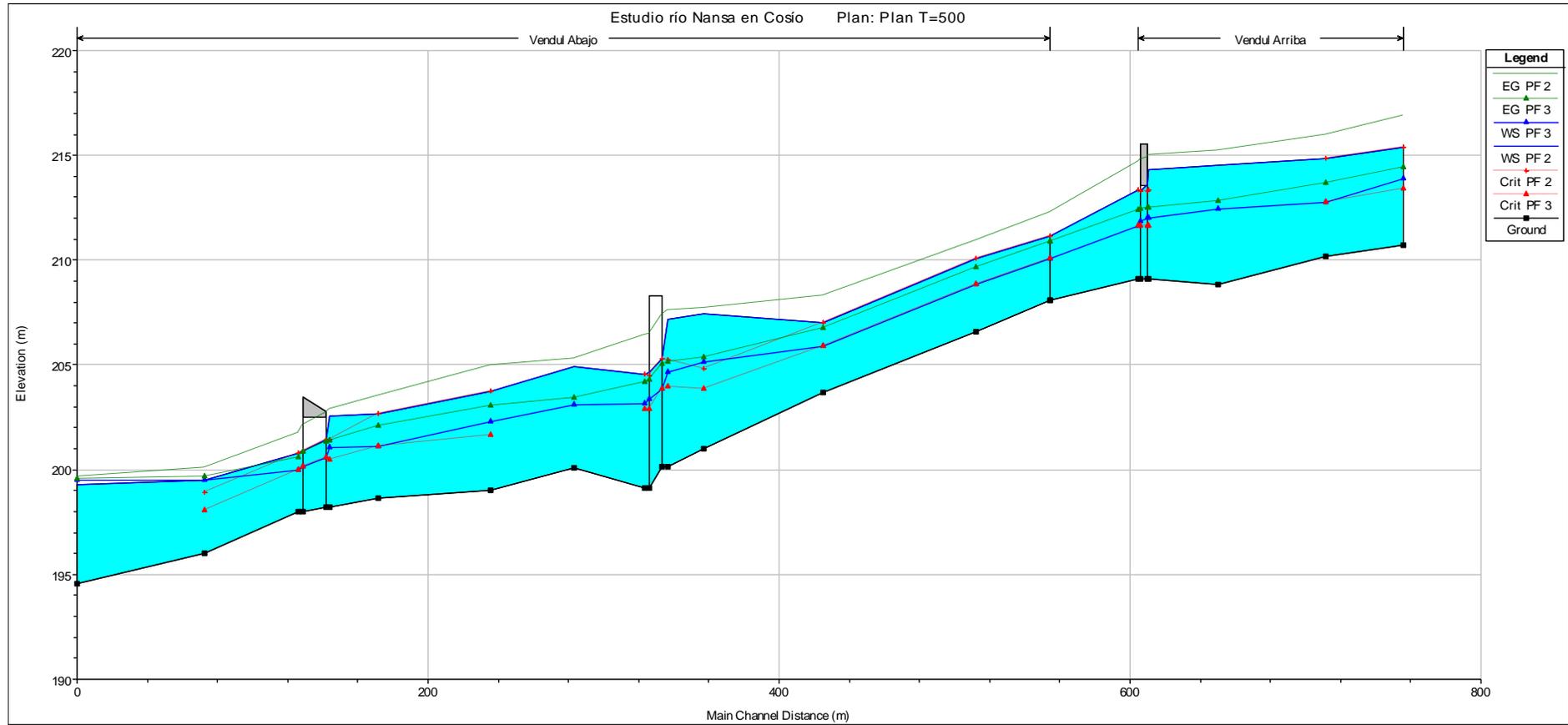


Figura 24. Perfil longitudinal

Tabla 2. Resultados río Vendul para T=500

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
Arriba	167	PF 2	259	210.71	215.37	215.37	216.87	0.017009	5.48	50.64	19.56	0.93
Arriba	167	PF 3	86	210.71	213.88	213.37	214.41	0.011945	3.22	26.67	12.8	0.71
Arriba	166	PF 2	259	210.2	214.87	214.87	215.99	0.011842	4.94	64.76	31.74	0.83
Arriba	166	PF 3	86	210.2	212.78	212.78	213.69	0.021225	4.22	20.36	11.27	1
Arriba	165	PF 2	259	208.81	214.53		215.24	0.005124	3.9	76.49	22.71	0.59
Arriba	165	PF 3	86	208.81	212.45		212.8	0.005274	2.63	33.87	18.27	0.54
Arriba	164.2	PF 2	259	209.11	214.31	213.33	215	0.006902	3.68	70.36	21.4	0.65
Arriba	164.2	PF 3	86	209.11	212.03	211.64	212.5	0.010128	3.06	28.08	15.6	0.73
Arriba	164.15	Bridge										
Arriba	164.1	PF 2	259	209.11	213.33	213.33	214.67	0.017363	5.13	50.48	18.9	1
Arriba	164.1	PF 3	86	209.11	211.64	211.64	212.4	0.019964	3.87	22.24	14.62	1
Abajo	163	PF 2	271	208.09	211.12	211.12	212.25	0.012869	4.85	61.86	28.53	0.94
Abajo	163	PF 3	129	208.09	210.08	210.08	210.85	0.016072	3.92	34.27	23.91	0.97
Abajo	162	PF 2	271	206.6	210.07	210.07	210.96	0.012146	4.28	72.64	45.19	0.87
Abajo	162	PF 3	129	206.6	208.82	208.82	209.65	0.018266	4.02	32.1	19.77	1.01
Abajo	161	PF 2	271	203.69	207.03	207.03	208.28	0.016474	4.95	54.71	21.93	1
Abajo	161	PF 3	129	203.69	205.89	205.89	206.74	0.018134	4.08	31.58	18.67	1
Abajo	160	PF 2	271	201.03	207.43	204.82	207.7	0.001313	2.29	122.75	26.8	0.33
Abajo	160	PF 3	129	201.03	205.12	203.85	205.33	0.002372	2.04	63.66	24.33	0.4



Abajo	159	PF 2	271	200.13	207.18	205.23	207.6	0.003793	2.95	100.31	30.92	0.43
Abajo	159	PF 3	129	200.13	204.66	203.96	205.16	0.011238	3.12	41.38	18.74	0.67
Abajo	158.5		Bridge									
Abajo	158	PF 2	271	199.12	204.57	204.57	206.4	0.029256	6	45.2	12.39	1
Abajo	158	PF 3	129	199.12	203.12	202.87	204.18	0.02319	4.55	28.37	10.38	0.88
Abajo	157	PF 2	271	200.11	204.9		205.3	0.002804	2.78	98.44	27.4	0.45
Abajo	157	PF 3	129	200.11	203.12		203.43	0.005023	2.48	51.93	24.86	0.55
Abajo	156	PF 2	271	199	203.75	203.75	204.96	0.013443	5.04	64.3	38.85	0.76
Abajo	156	PF 3	129	199	202.29	201.65	203.04	0.011417	3.85	33.53	11.07	0.71
Abajo	155	PF 2	271	198.66	202.68	202.68	203.55	0.010069	4.39	80.03	55.04	0.76
Abajo	155	PF 3	129	198.66	201.11	201.11	202.08	0.01964	4.38	29.45	15.18	1
Abajo	154	PF 2	271	198.23	202.56	201.44	202.86	0.003326	2.82	136.54	58.61	0.45
Abajo	154	PF 3	129	198.23	201.03	200.49	201.36	0.005933	2.72	59.43	39	0.56
Abajo	153.5		Bridge									
Abajo	153	PF 2	271	198	200.78	200.78	201.75	0.017011	4.65	67.9	34.07	0.95
Abajo	153	PF 3	129	198	199.97	199.97	200.59	0.017762	3.63	40.5	33.68	0.91
Abajo	152	PF 2	271	195.99	199.49	198.93	200.09	0.007808	3.47	83.19	61.75	0.69
Abajo	152	PF 3	129	195.99	199.51	198.05	199.65	0.001715	1.63	84.46	63.5	0.32
Abajo	151	PF 2	271	194.56	199.29		199.65	0.003528	2.78	115.77	54.55	0.47
Abajo	151	PF 3	129	194.56	199.49		199.56	0.000644	1.23	126.54	54.55	0.2

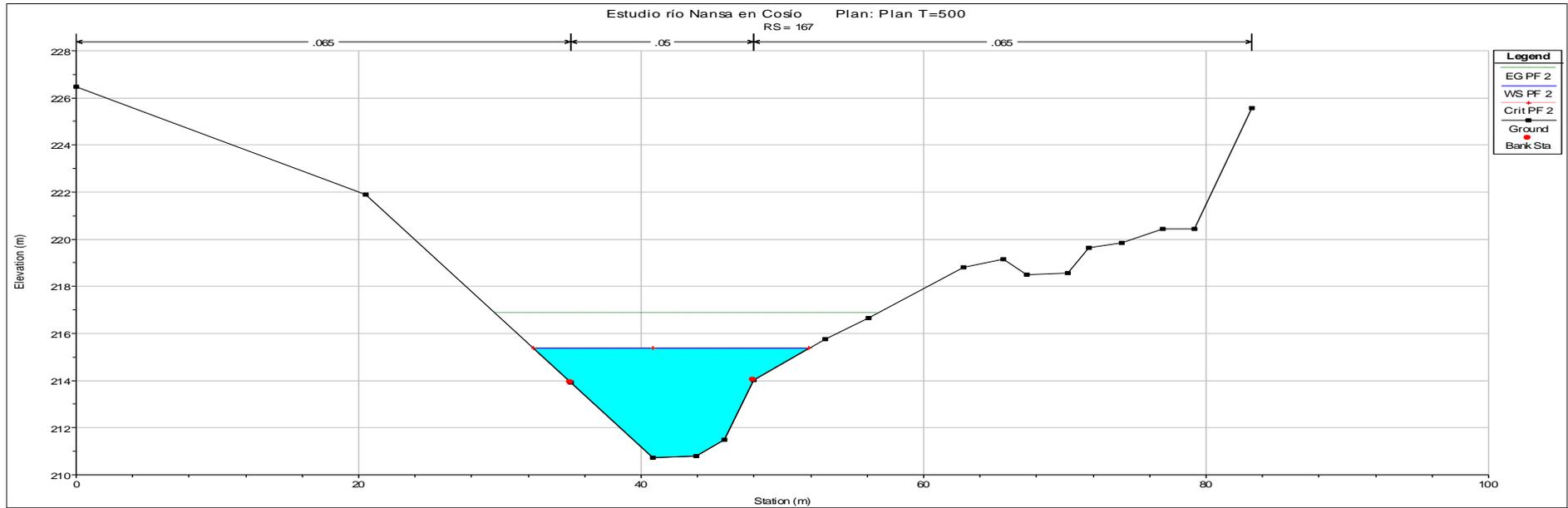


Figura 25. Perfil transversal nº 167

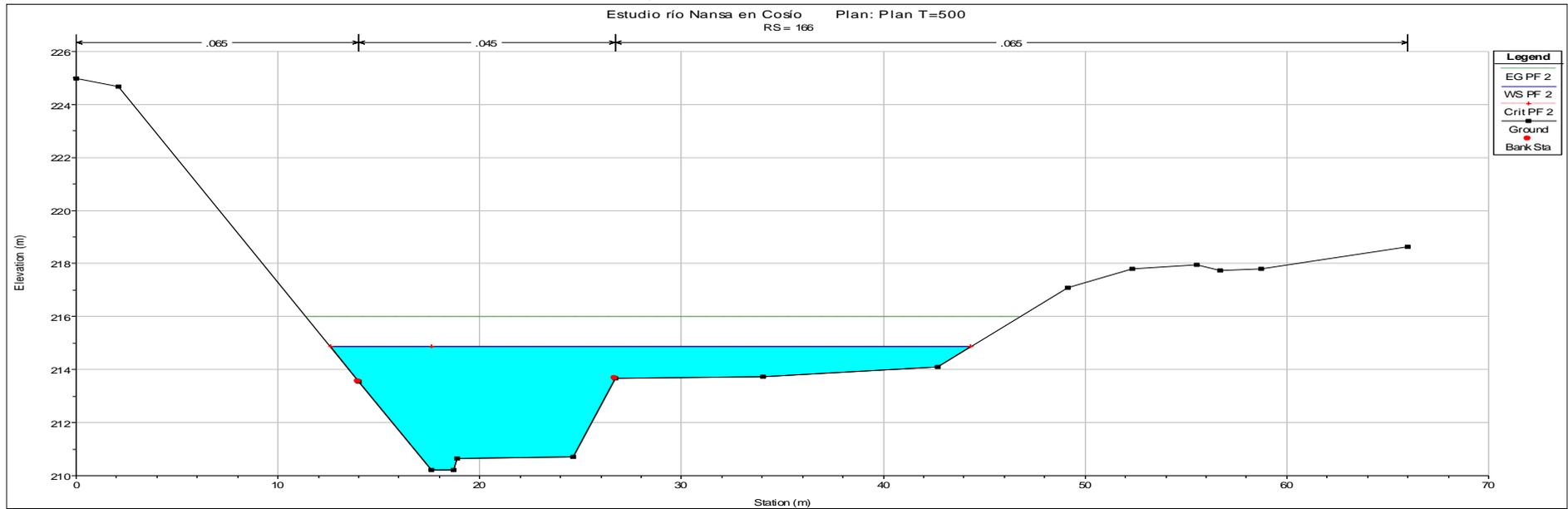


Figura 26. Perfil transversal nº 166

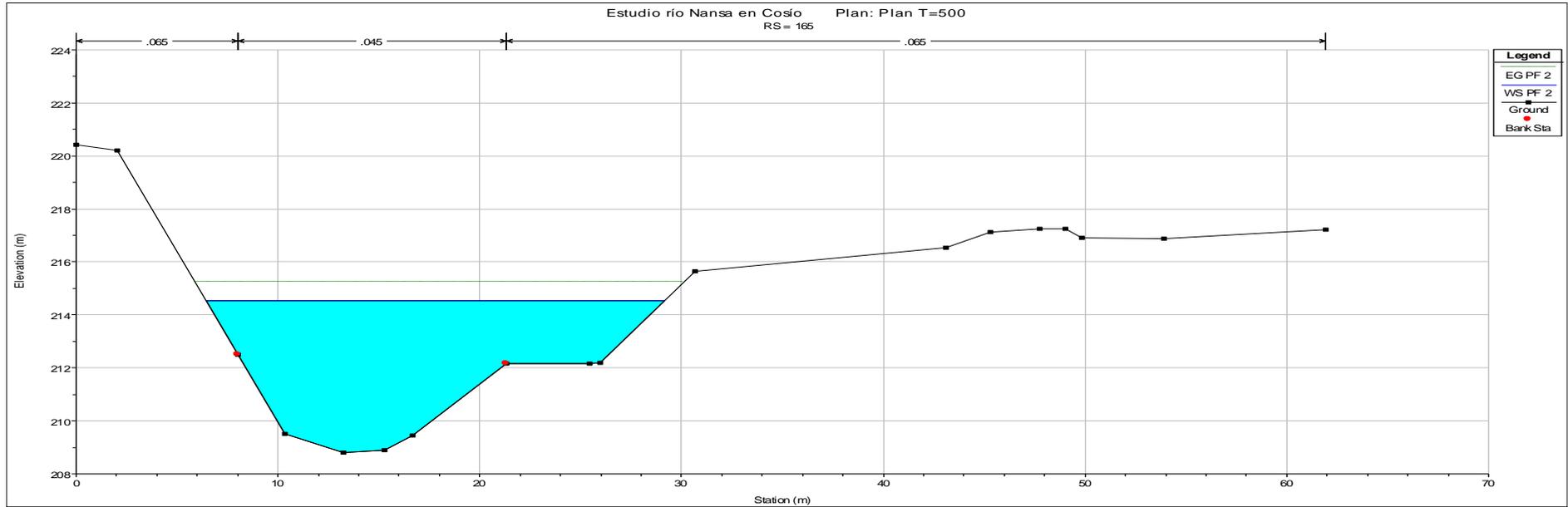


Figura 27. Perfil transversal nº 165

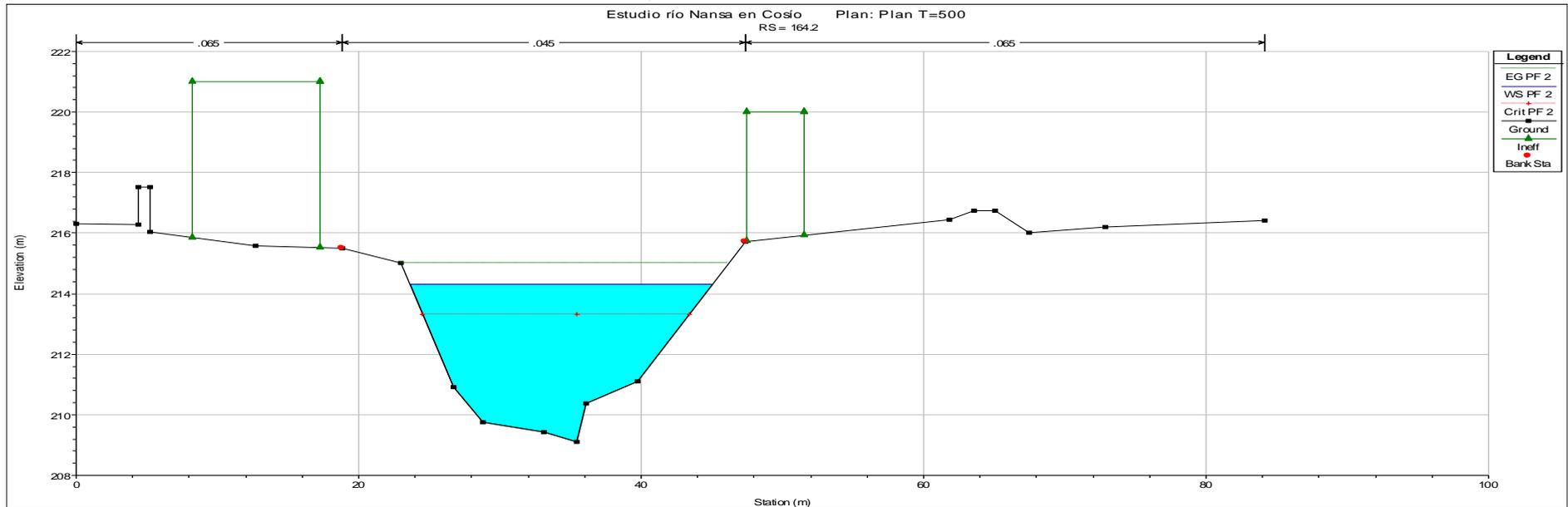


Figura 28. Perfil transversal nº 164.2

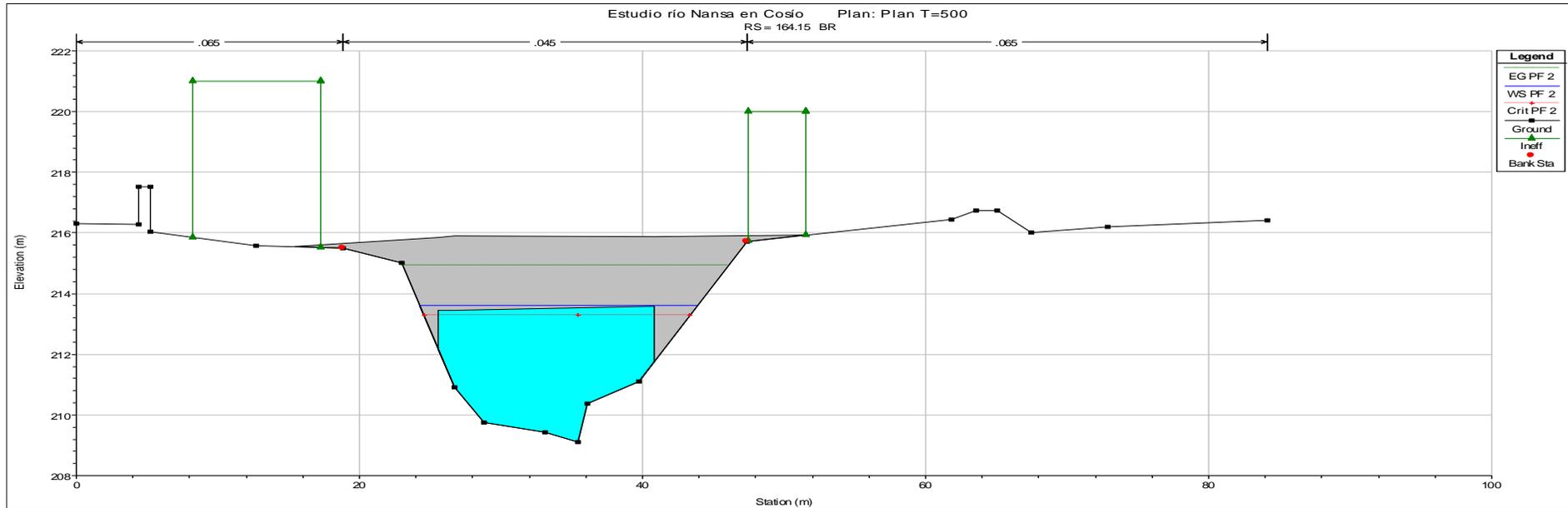


Figura 29. Perfil transversal nº 164.15 aguas arriba

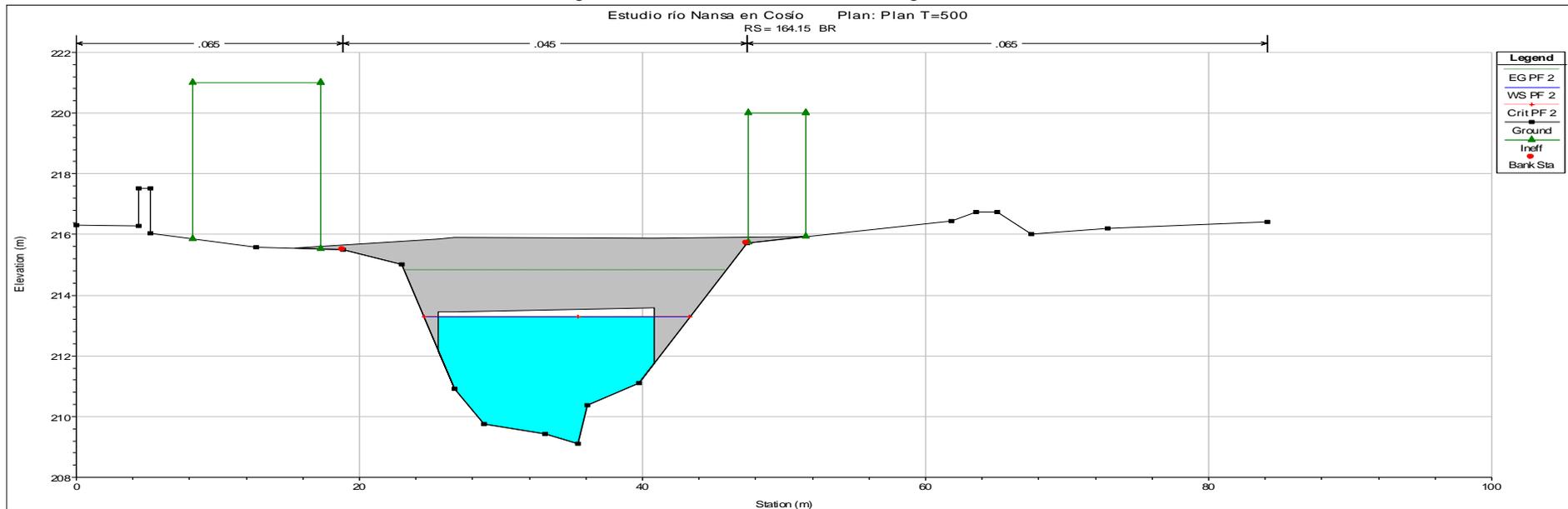


Figura 30. Perfil transversal nº 164.15 aguas abajo

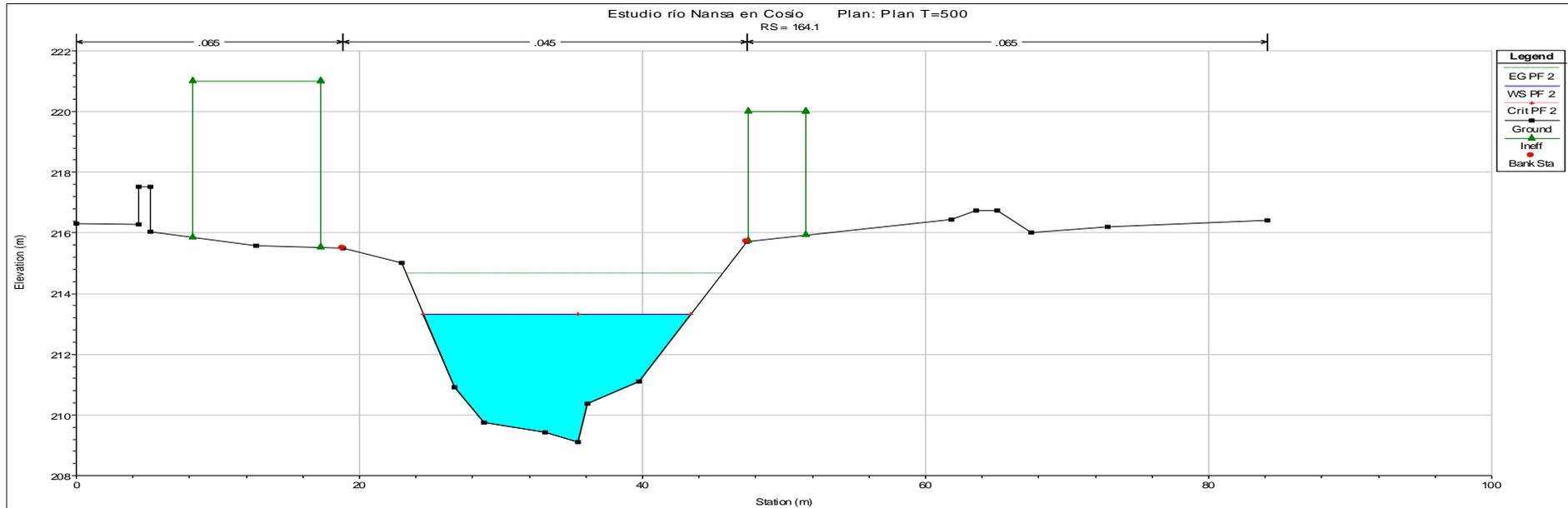


Figura 31. Perfil transversal nº 164.1

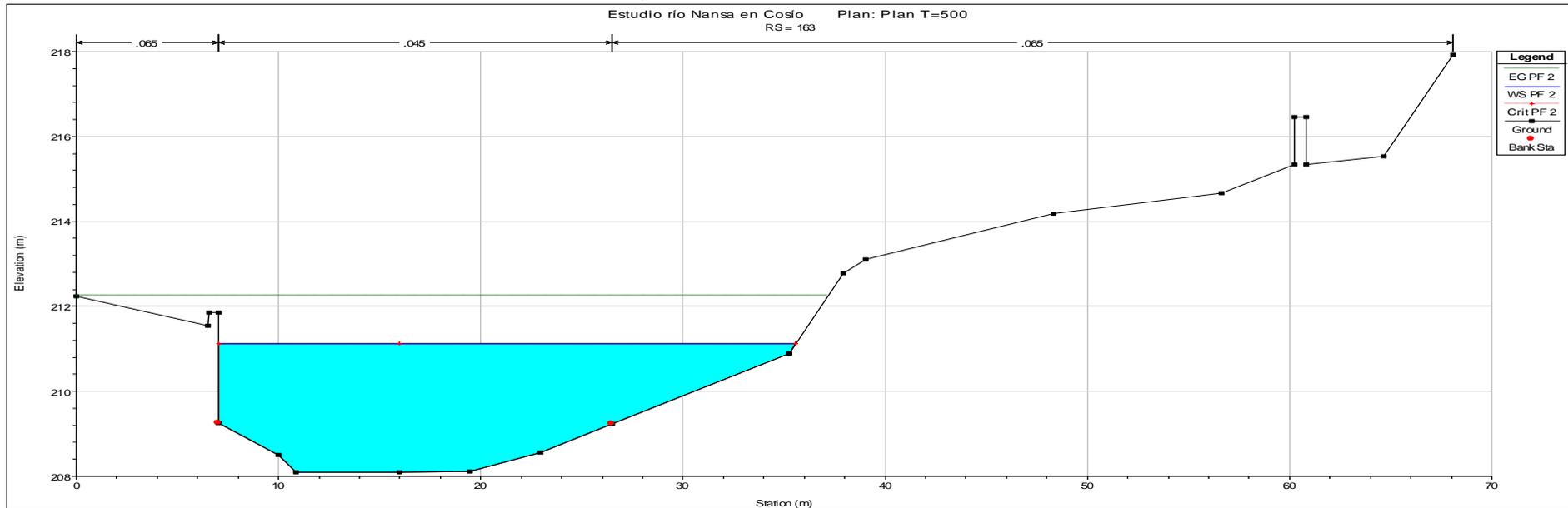


Figura 32. Perfil transversal nº 163

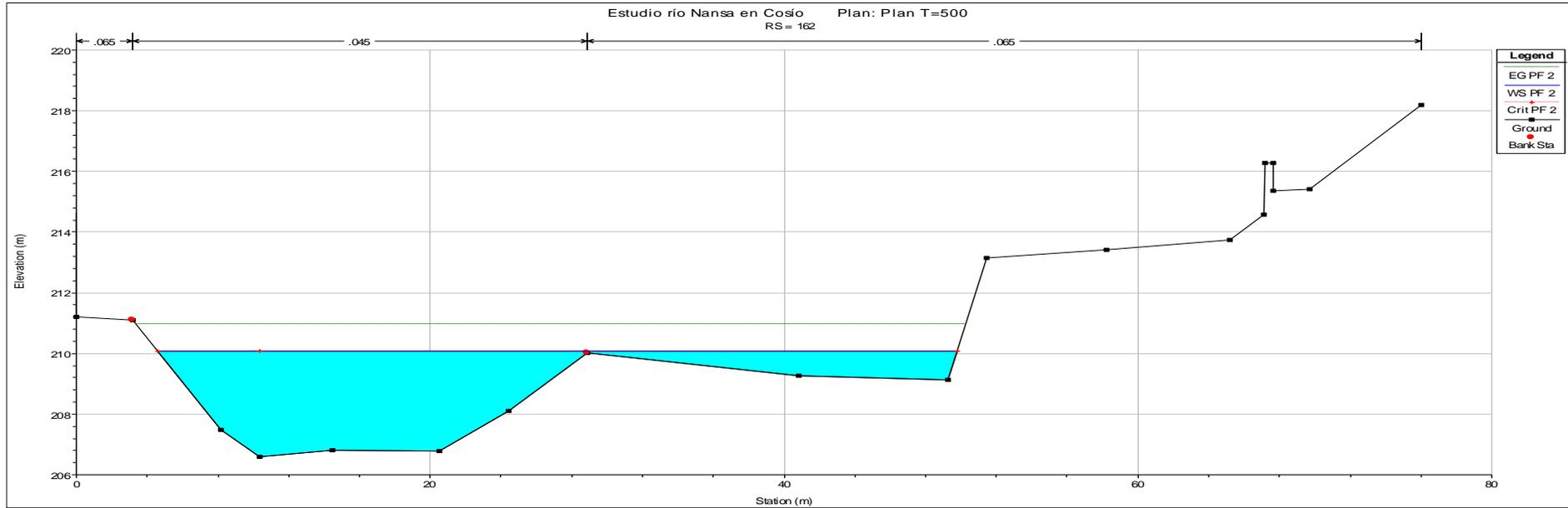


Figura 33. Perfil transversal nº 162

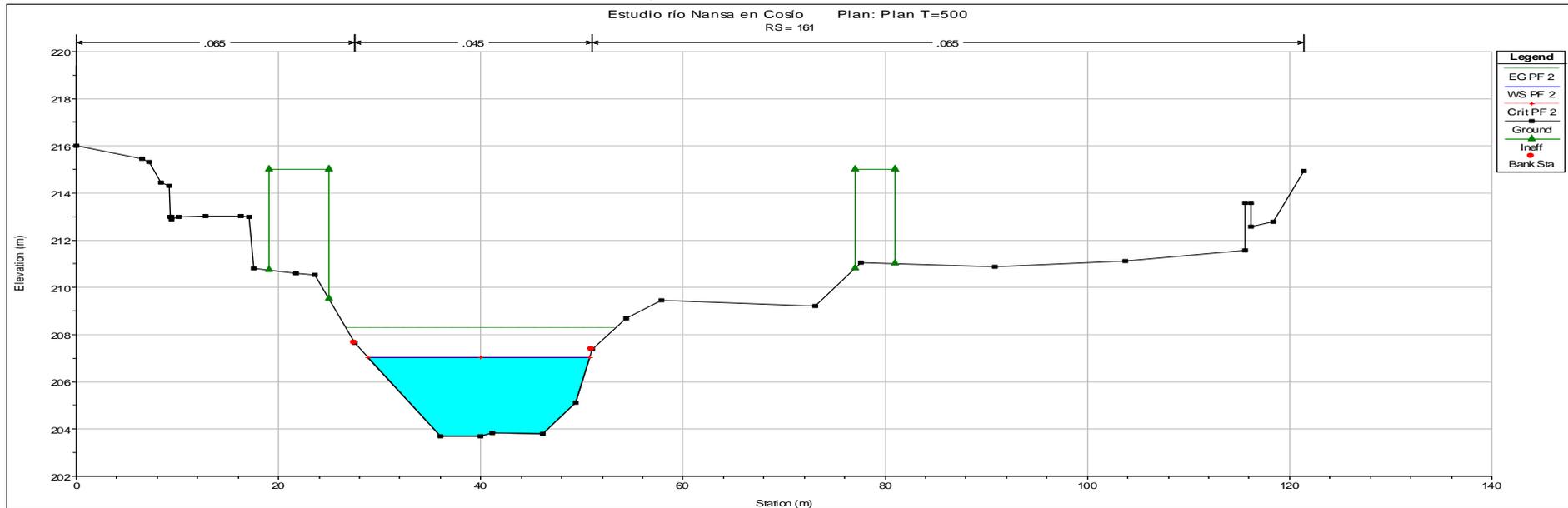


Figura 34. Perfil transversal nº 161

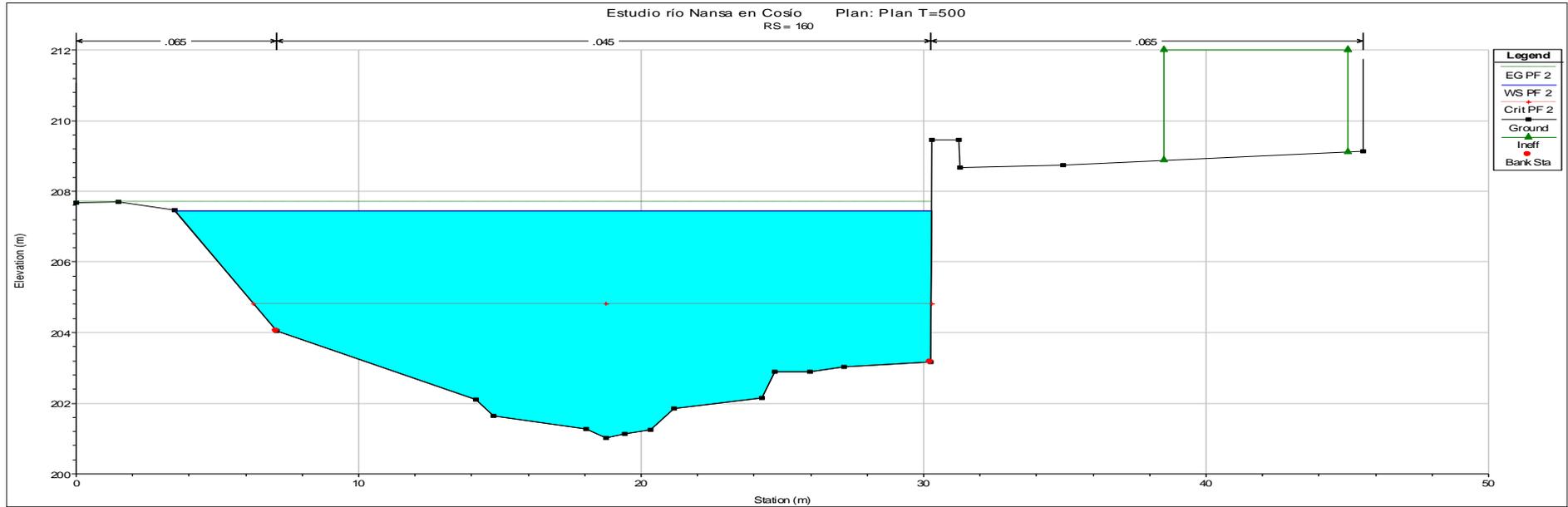


Figura 35. Perfil transversal nº 160

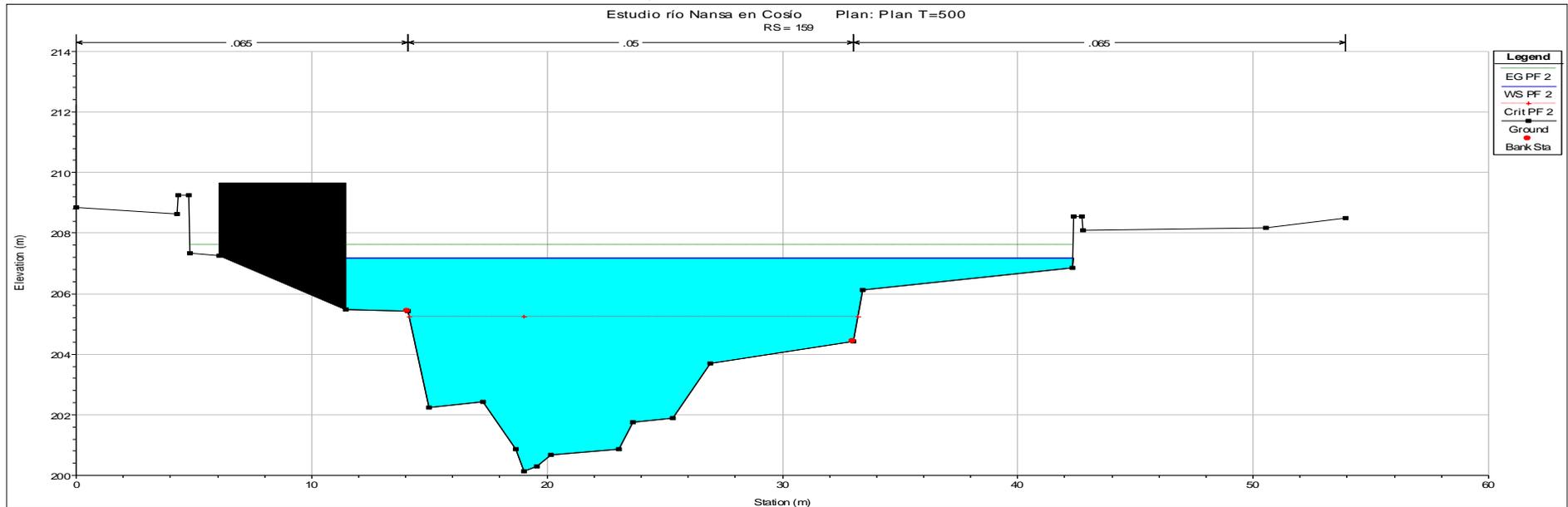


Figura 36. Perfil transversal nº 159

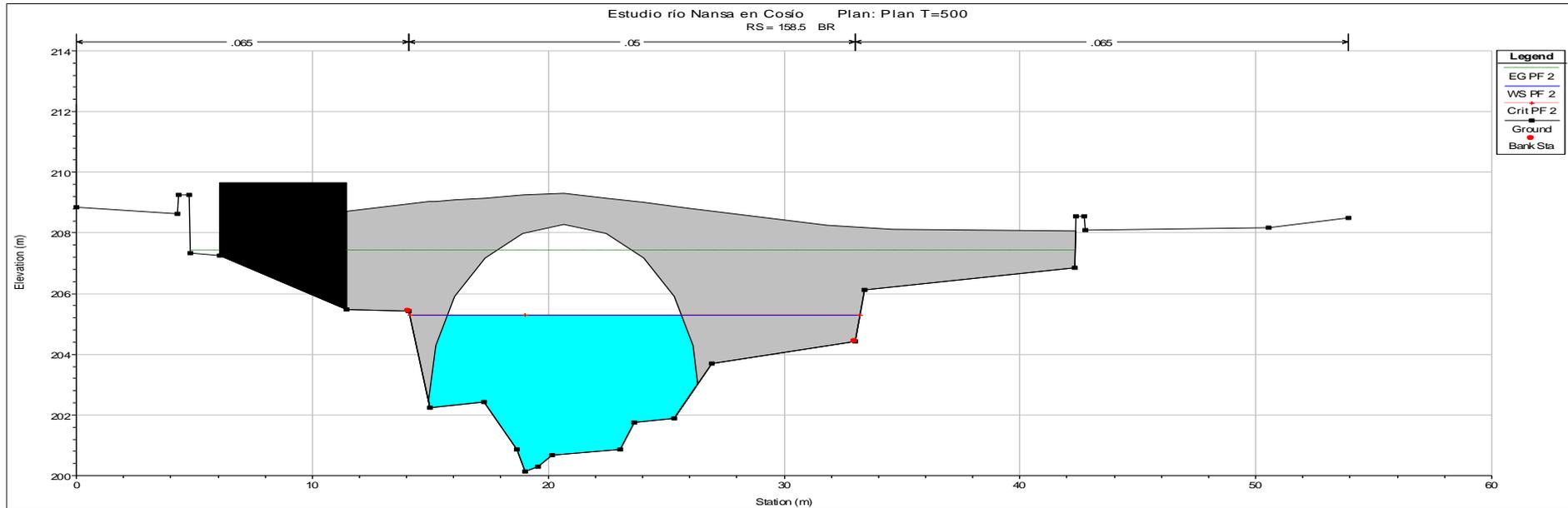


Figura 37. Perfil transversal nº 158.5 aguas arriba

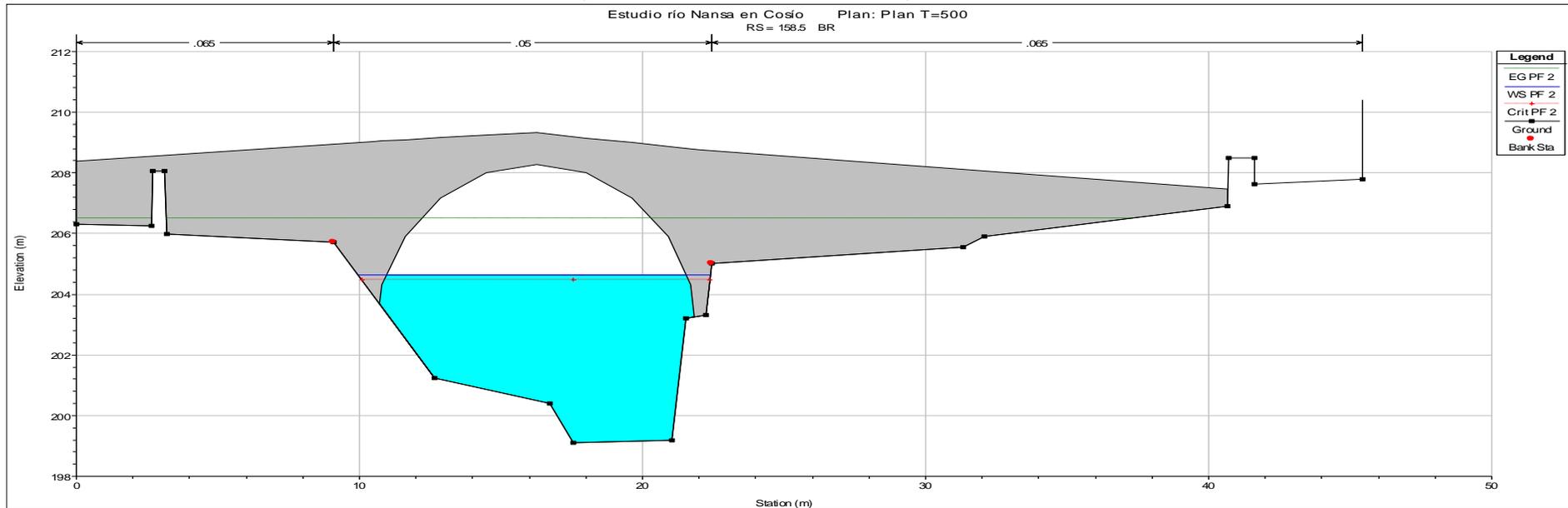


Figura 38. Perfil transversal nº 158.5 aguas abajo

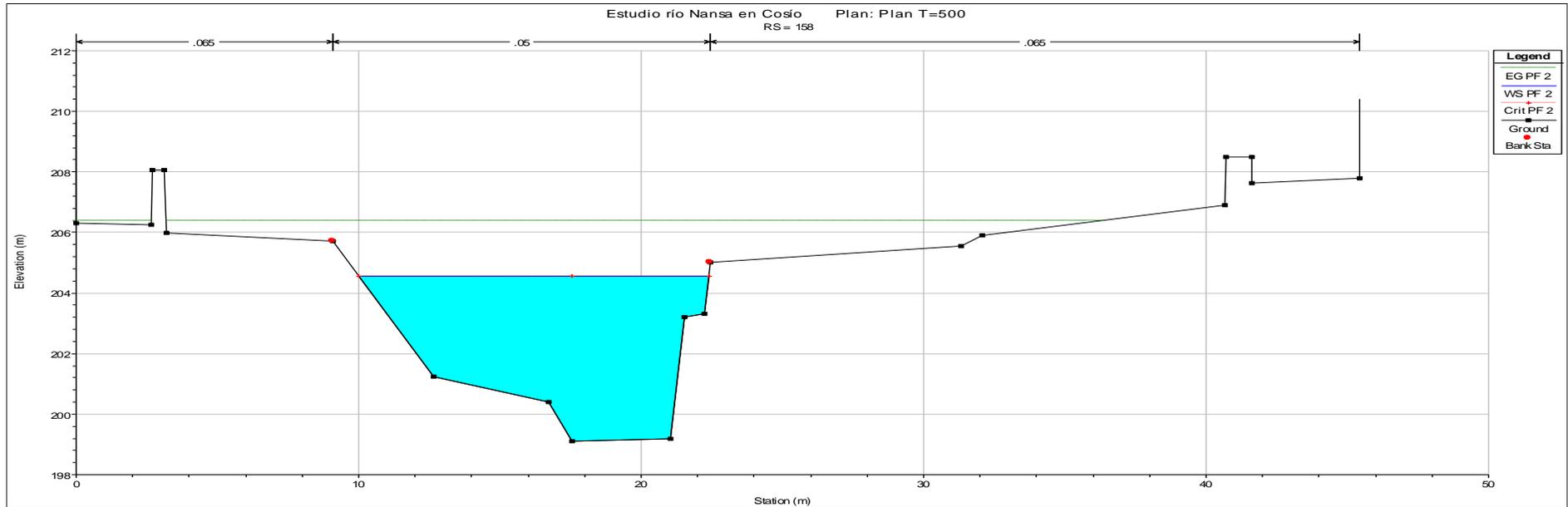


Figura 39. Perfil transversal nº 158

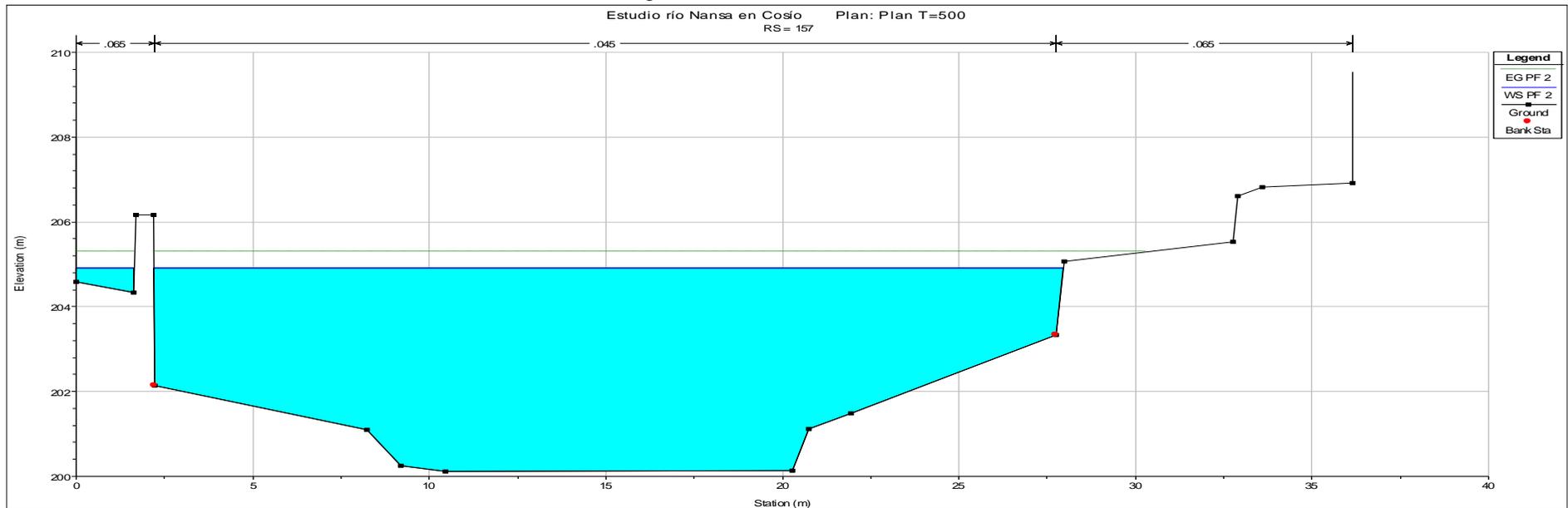


Figura 40. Perfil transversal nº 157

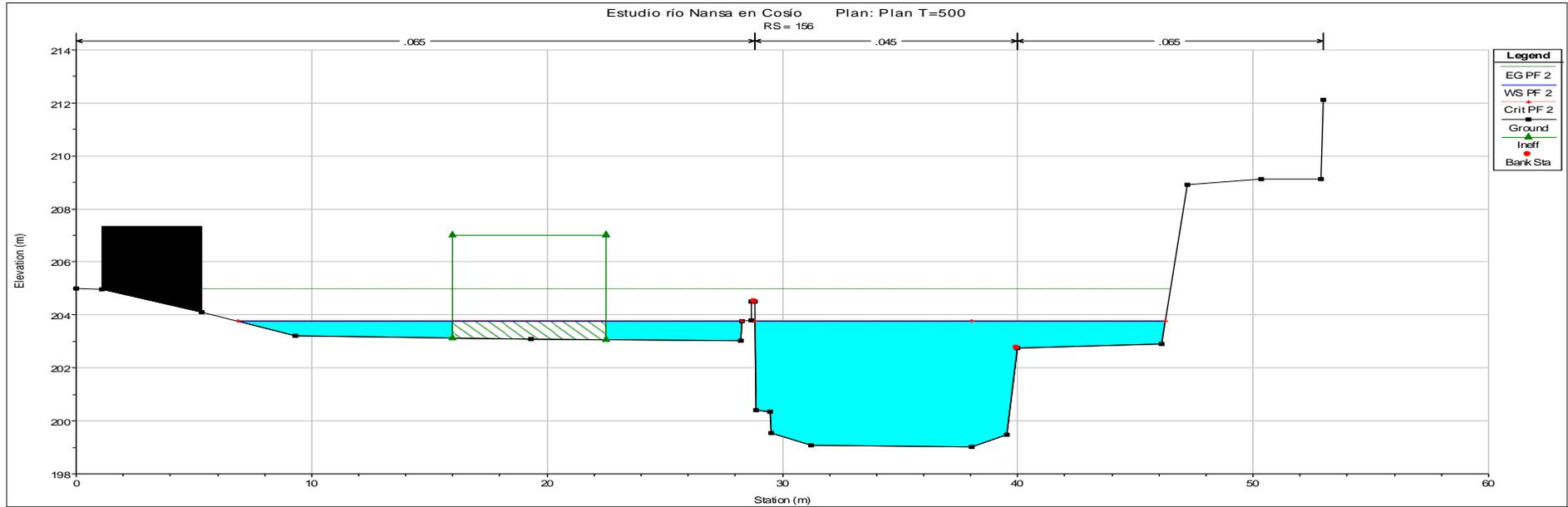


Figura 41. Perfil transversal nº 156

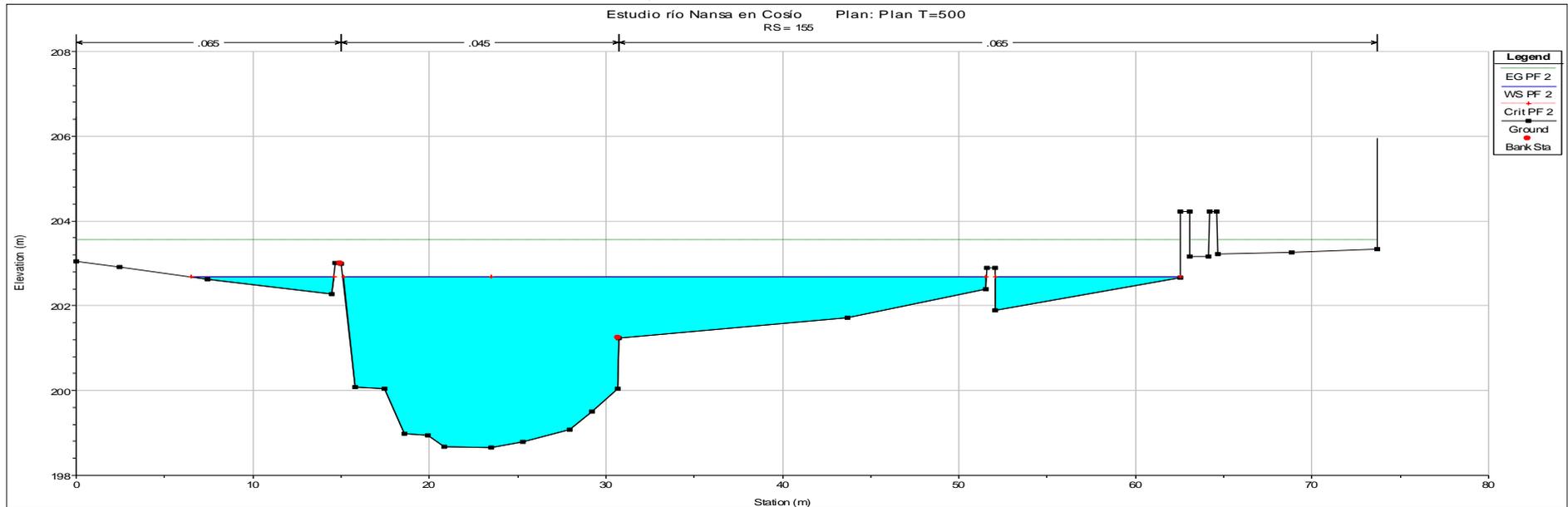


Figura 42. Perfil transversal nº 155

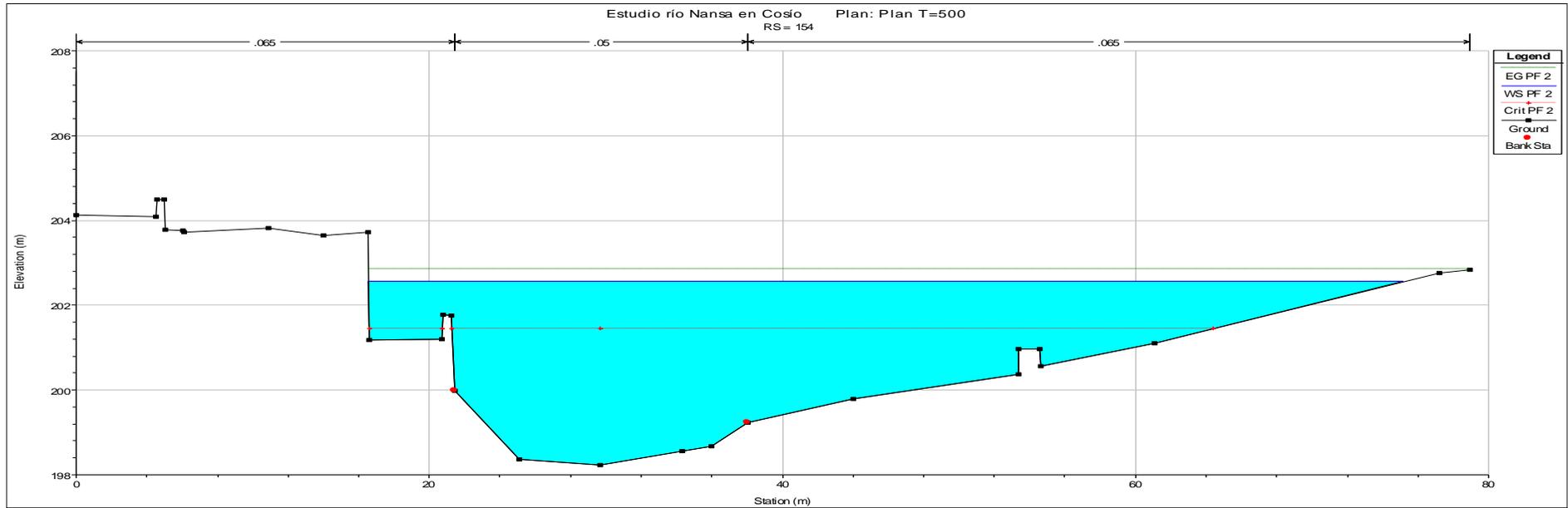


Figura 43. Perfil transversal nº 154

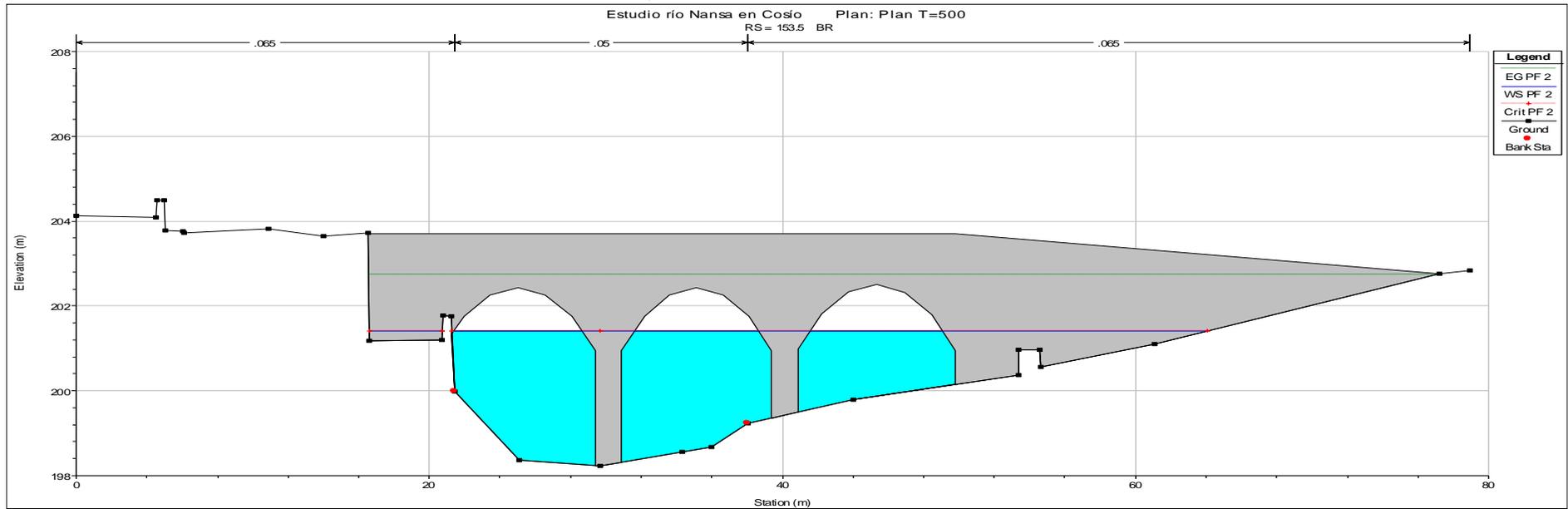


Figura 44. Perfil transversal nº 153.5 aguas arriba

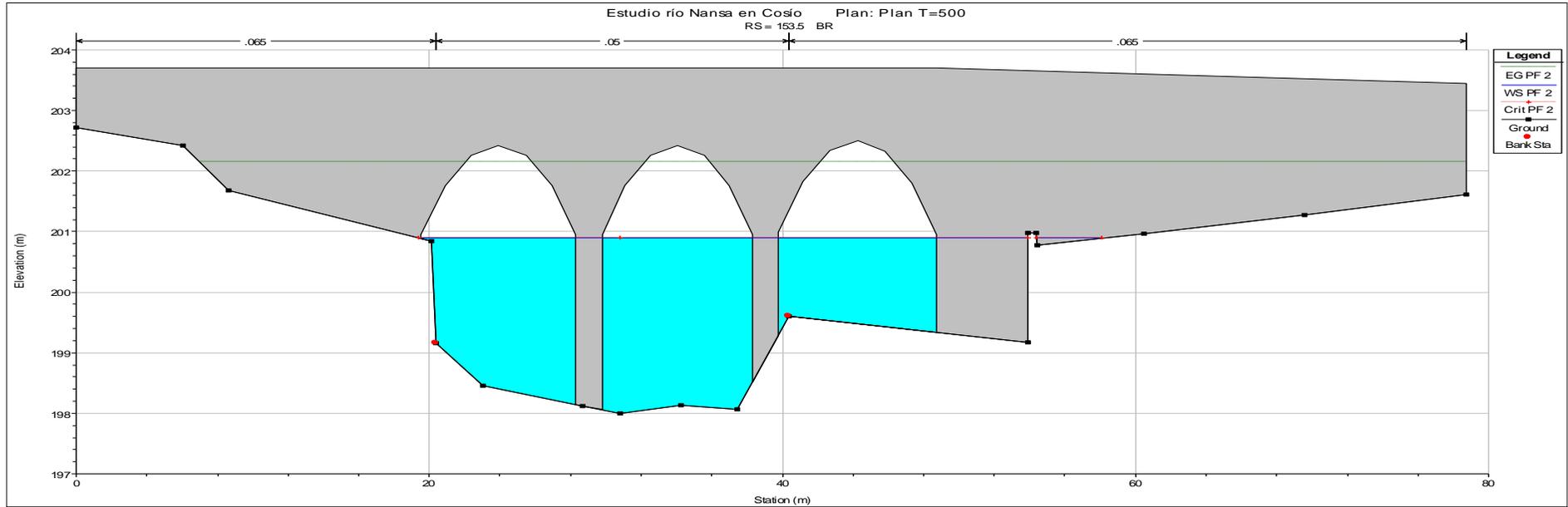


Figura 45. Perfil transversal nº 153.5 aguas abajo

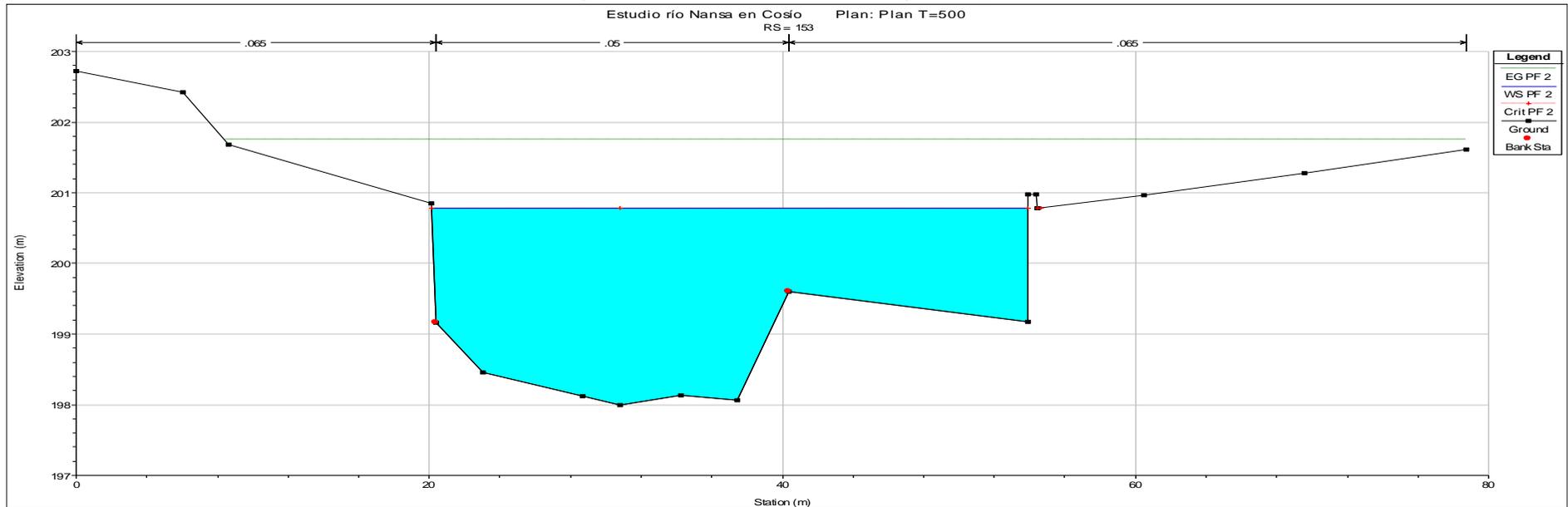


Figura 46. Perfil transversal nº 153

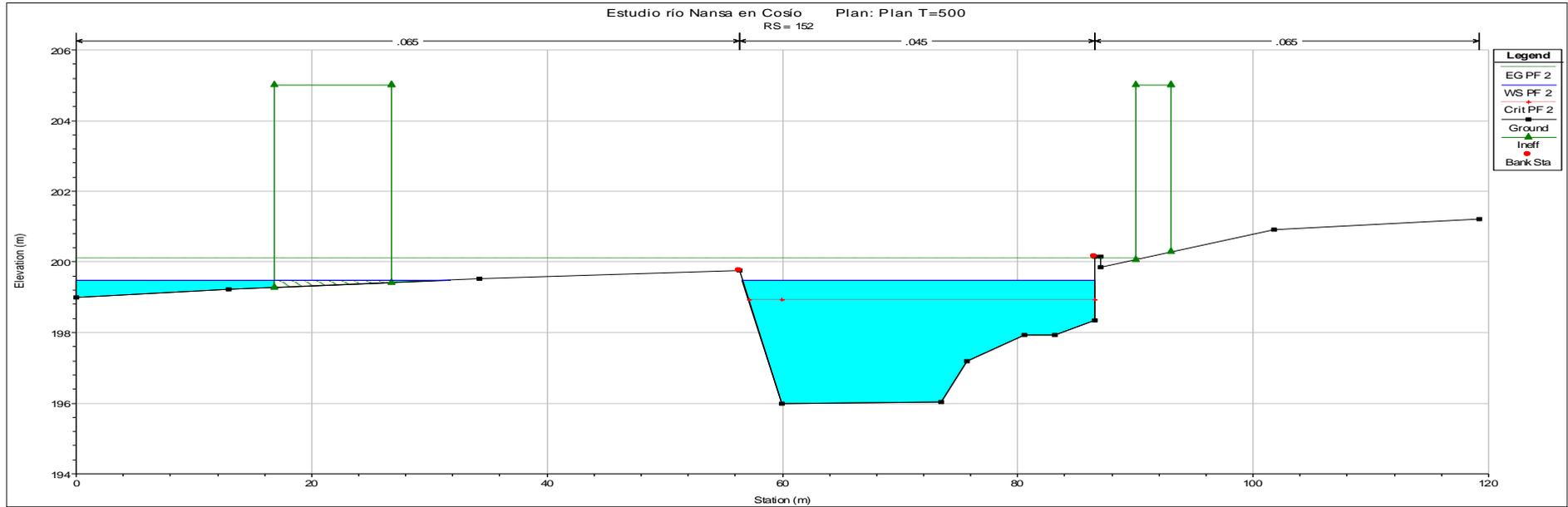


Figura 47. Perfil transversal nº 152

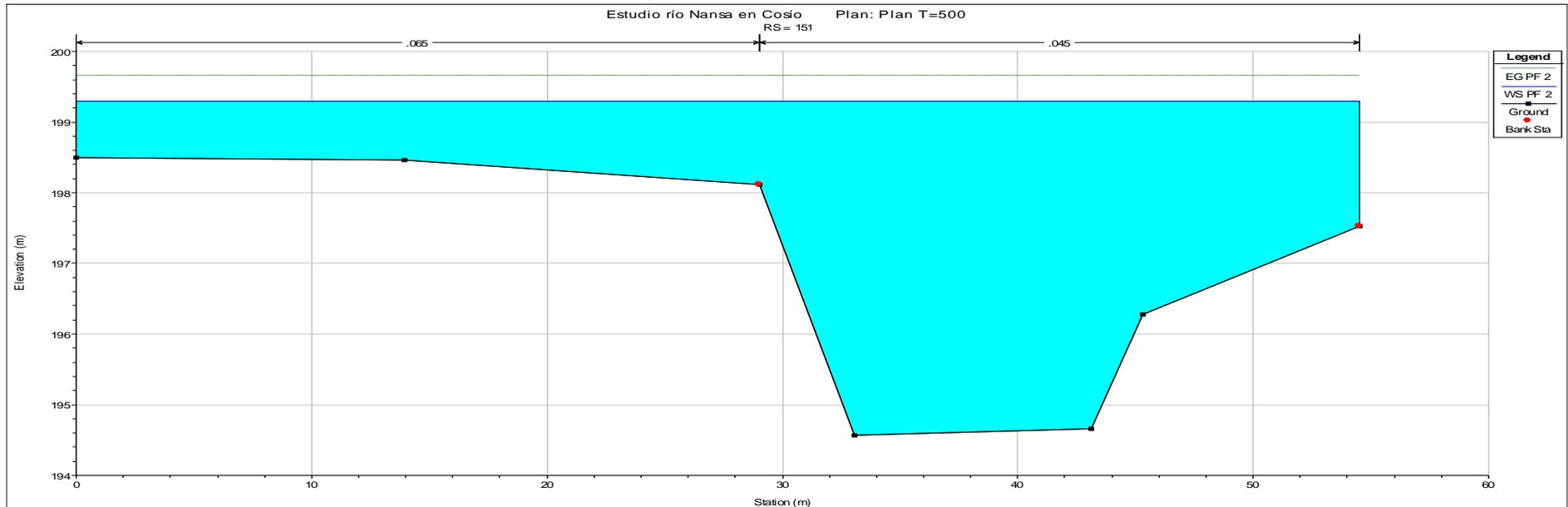


Figura 48. Perfil transversal nº 151

➤ **ARROYO MATA BAUCILLOS (T=500)**

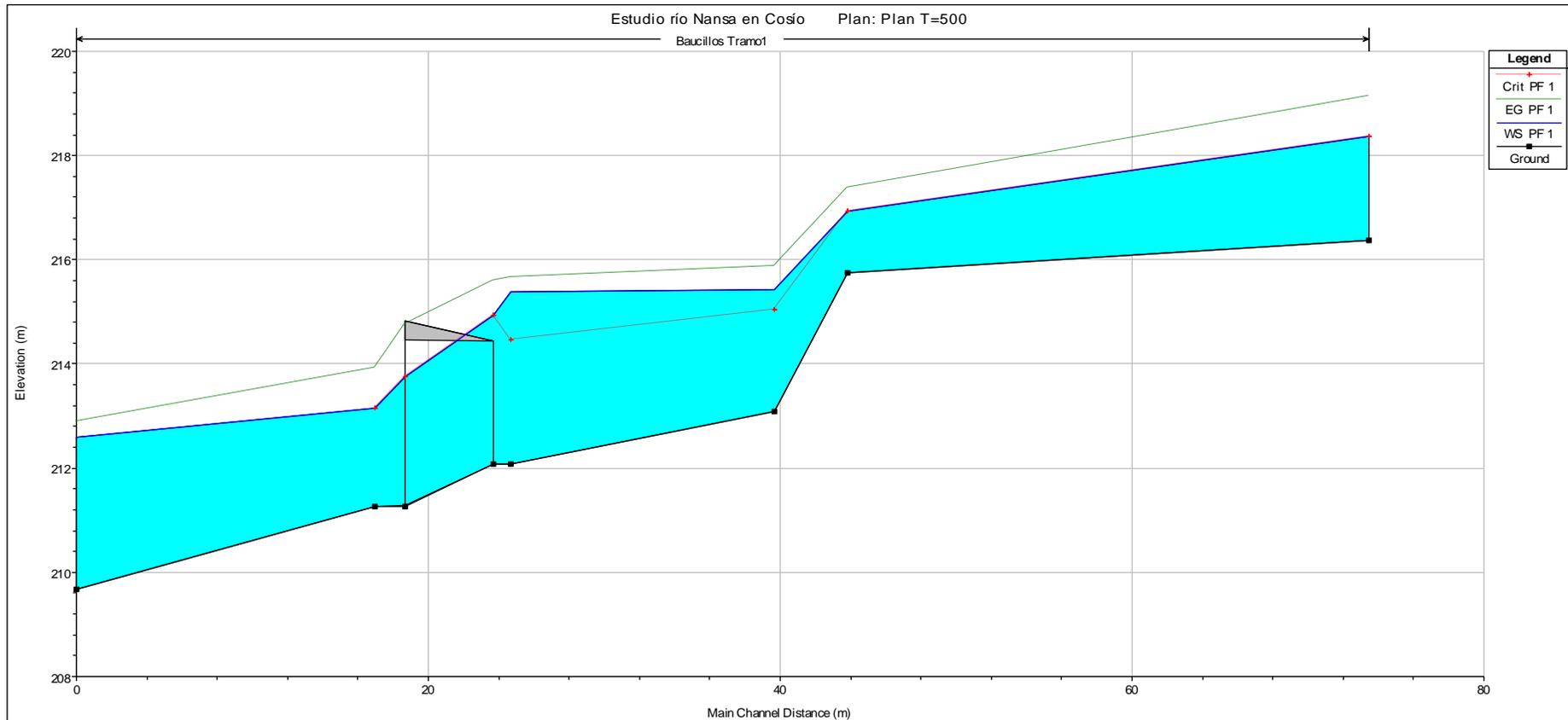


Figura 49. Perfil longitudinal



Tabla 3. Resultados arroyo Mata Baucillos para T=500

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /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 (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tramo1	176	PF 1	43	216.37	218.36	218.36	219.15	0.024115	3.93	10.94	6.93	1
Tramo1	176	PF 2	12	216.37	217.29	217.29	217.69	0.026593	2.78	4.31	5.48	1
Tramo1	175	PF 1	43	215.74	216.93	216.93	217.38	0.021351	3.12	15.41	18.95	0.98
Tramo1	175	PF 2	12	215.74	216.32	216.32	216.55	0.026075	2.15	5.99	13.82	0.98
Tramo1	174	PF 1	43	213.09	215.42	215.04	215.88	0.012545	3	14.34	8.16	0.72
Tramo1	174	PF 2	12	213.09	214.01	214.01	214.39	0.02689	2.74	4.39	5.71	1
Tramo1	173	PF 1	43	212.08	215.38	214.45	215.66	0.006231	2.42	20.44	19.32	0.48
Tramo1	173	PF 2	12	212.08	213.31	213.15	213.64	0.017623	2.52	4.76	4.62	0.79
Tramo1	172.5	Bridge										
Tramo1	172	PF 1	43	211.26	213.14	213.14	213.92	0.031052	3.91	11.25	7.98	0.96
Tramo1	172	PF 2	12	211.26	212.76	212.08	212.86	0.00497	1.41	8.5	6.31	0.38
Tramo1	171	PF 1	43	209.68	212.6		212.89	0.010803	2.39	18.02	10.29	0.58
Tramo1	171	PF 2	12	209.68	212.78		212.8	0.000631	0.61	19.95	12.09	0.14

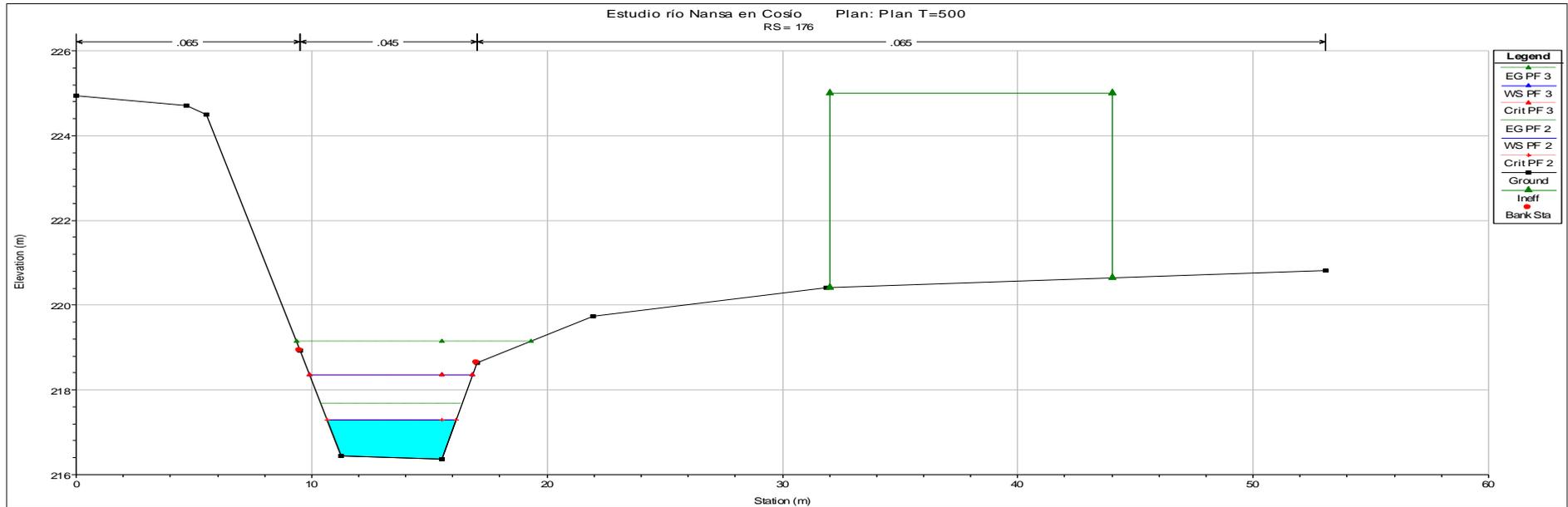


Figura 50. Perfil transversal nº 176

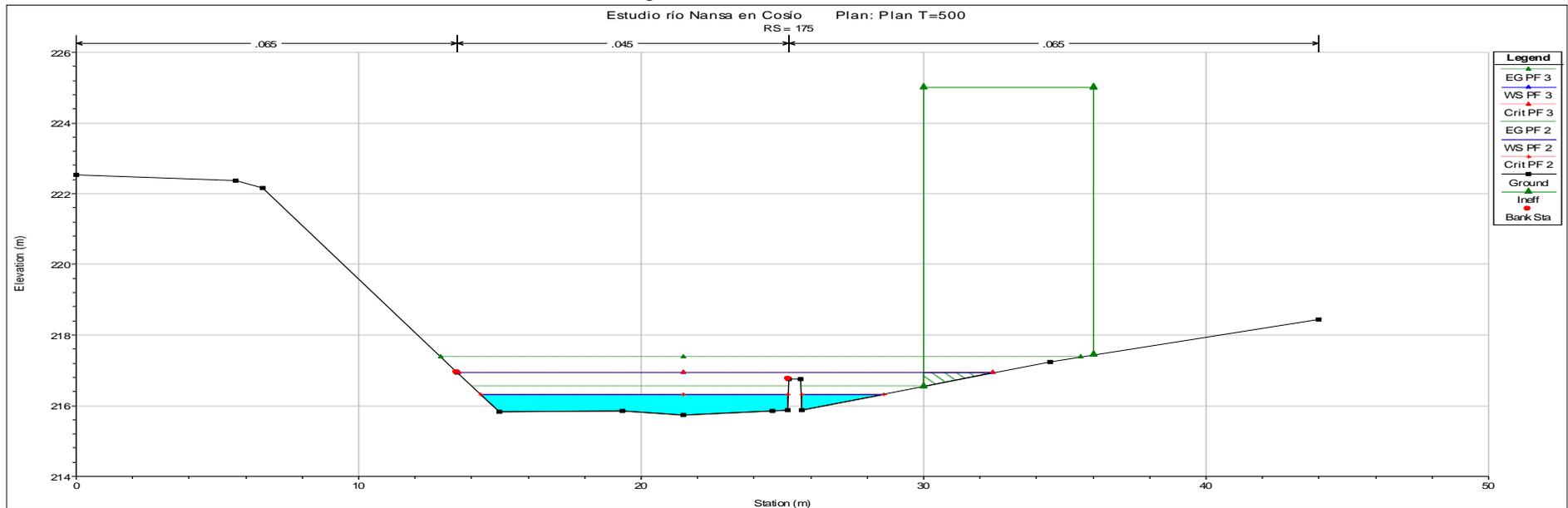


Figura 51. Perfil transversal nº 175

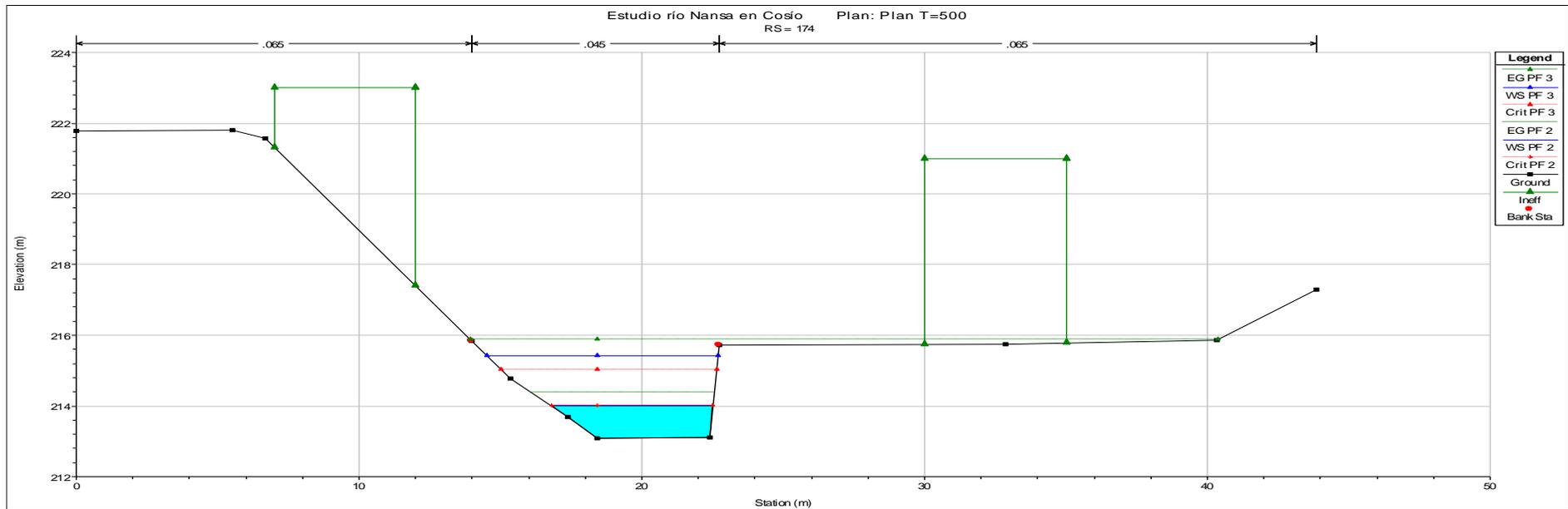


Figura 52. Perfil transversal nº 174

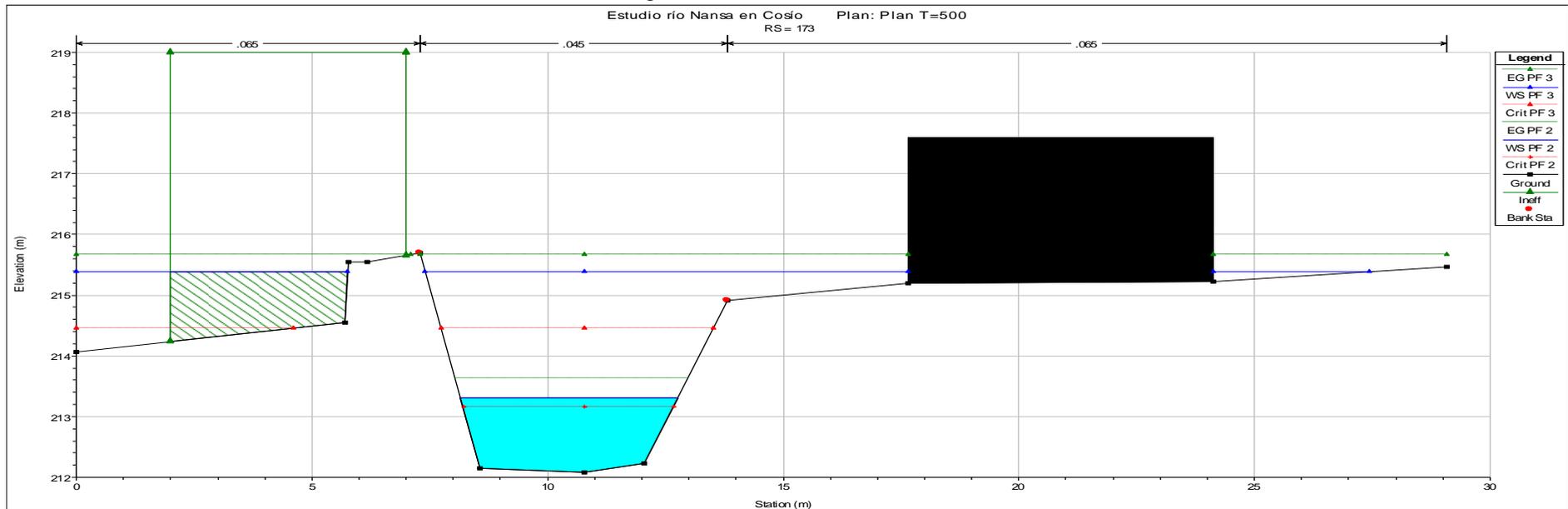


Figura 53. Perfil transversal nº 173

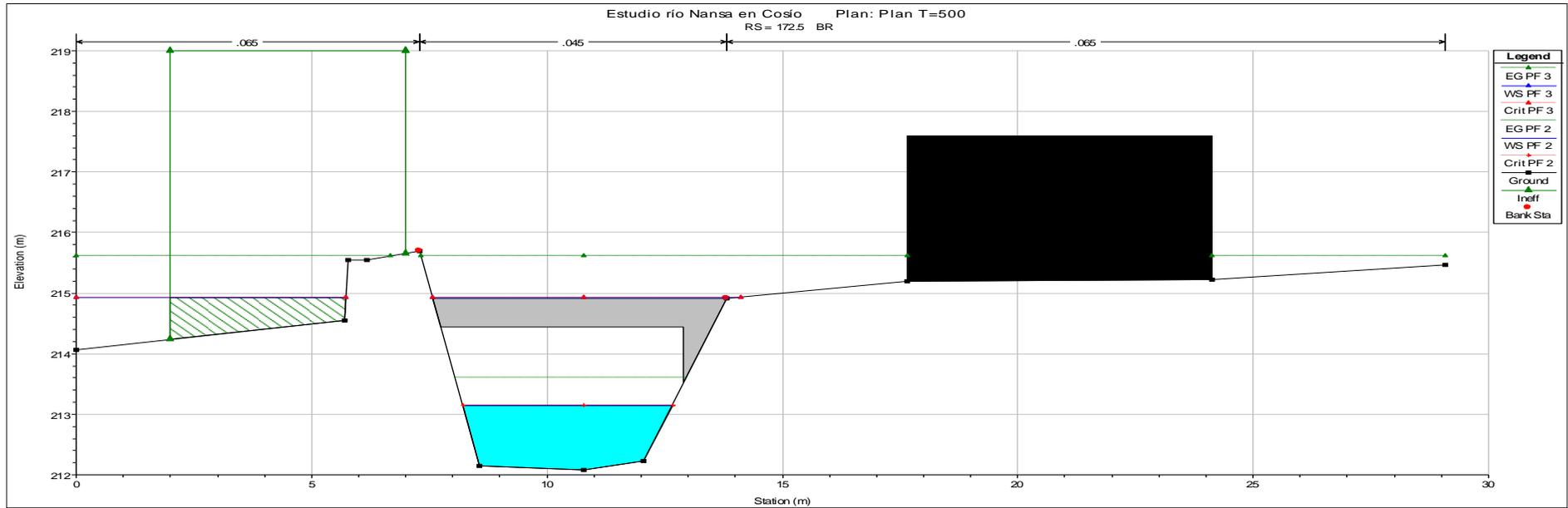


Figura 54. Perfil transversal nº 172.5 aguas arriba

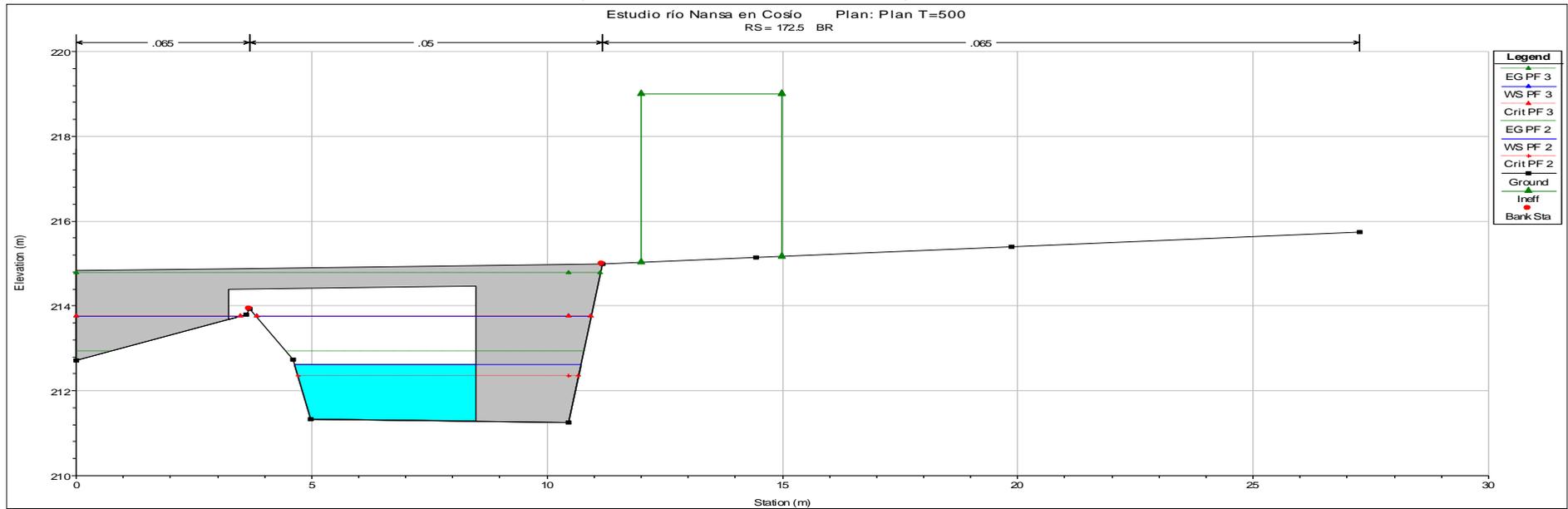


Figura 55. Perfil transversal nº 172.5 aguas abajo

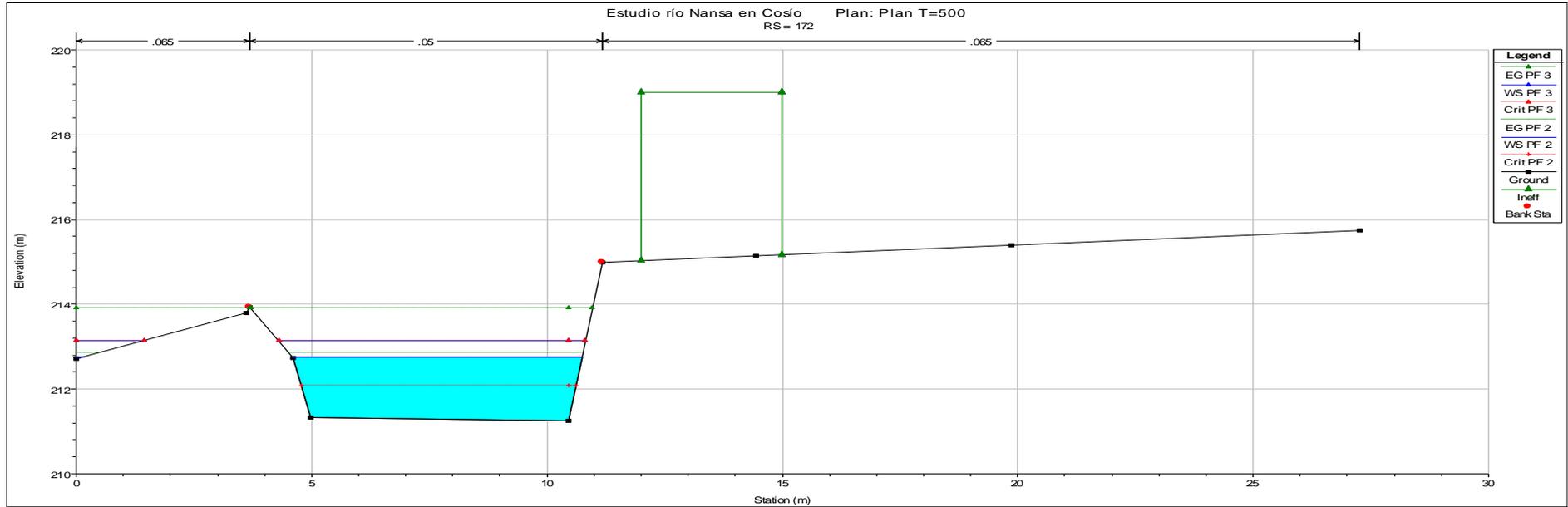


Figura 56. Perfil transversal nº 172

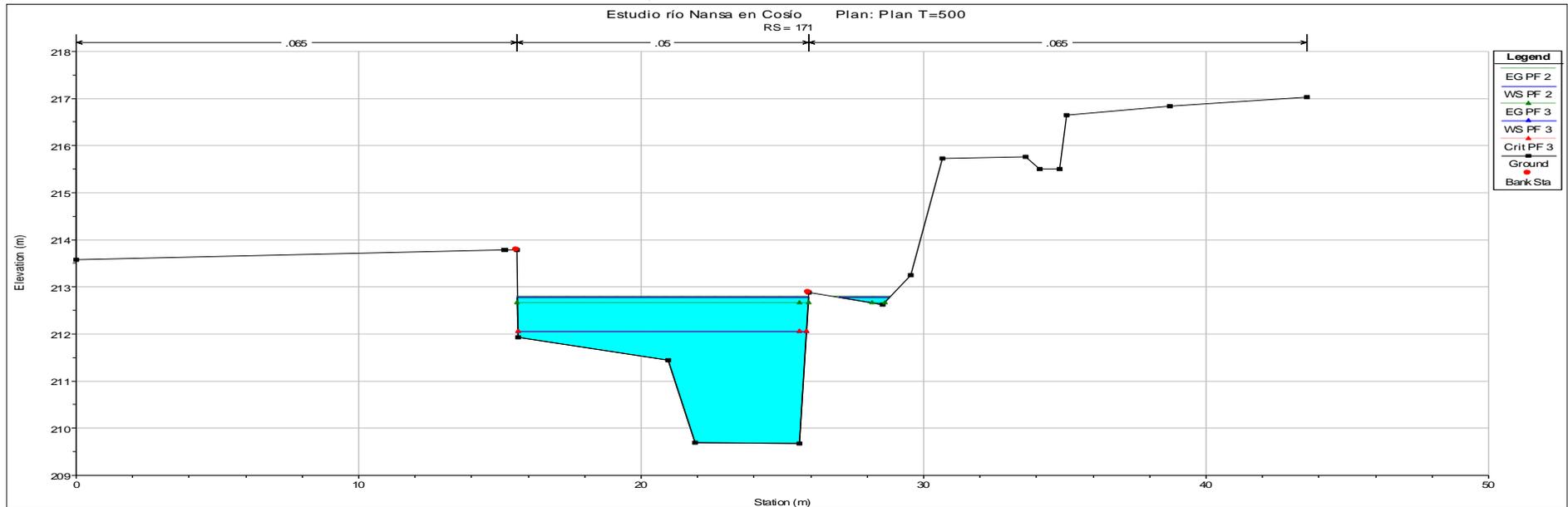


Figura 57. Perfil transversal nº 171

PERIODO DE RETORNO (T) DE 100 AÑOS

➤ RÍO NANSÁ (T=100)

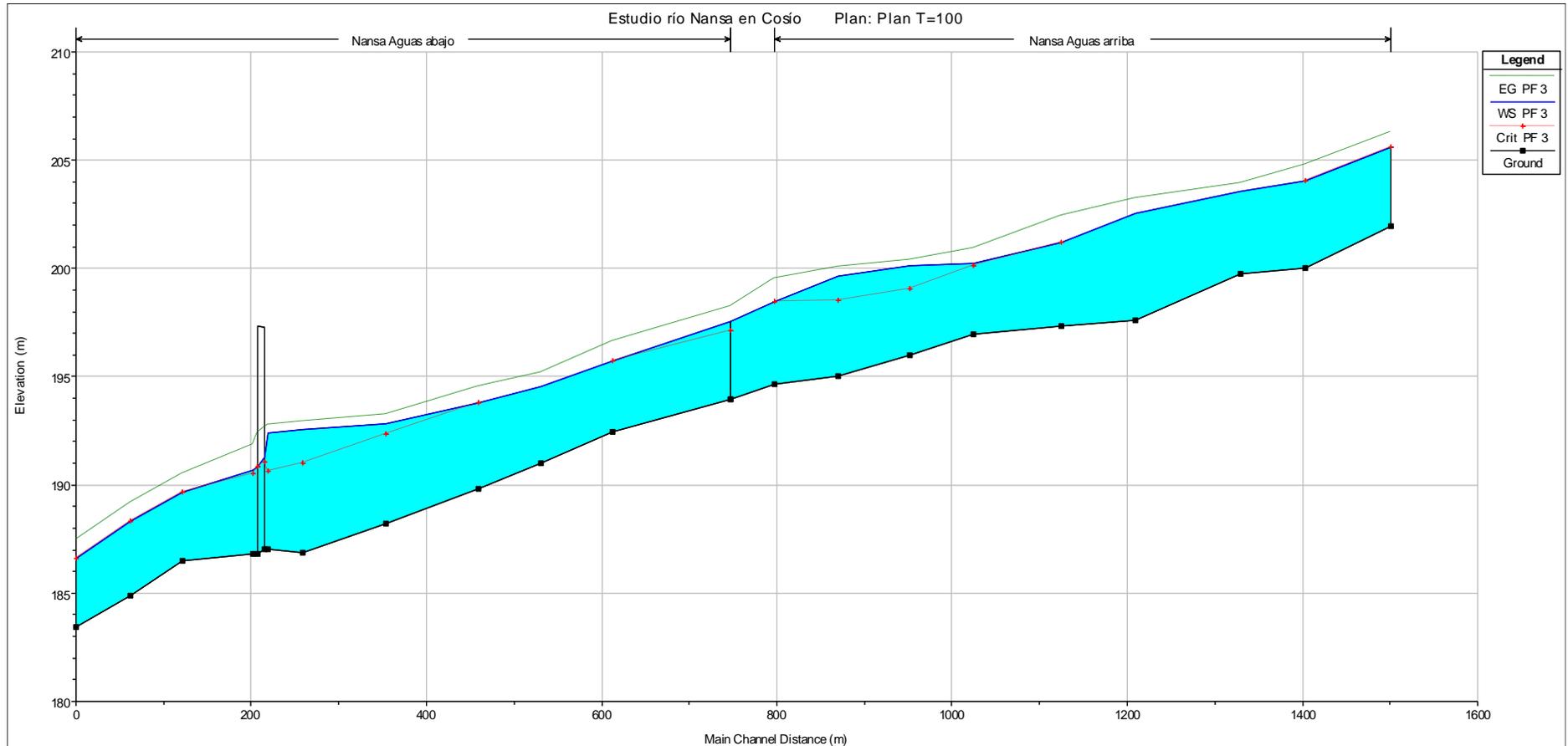


Figura 58. Perfil longitudinal

Tabla 4. Resultados río Nansa para T=100

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
Aguas arriba	50	PF 3	363	201.96	205.61	205.61	206.32	0.011001	3.92	117.18	98.72	0.83
Aguas arriba	49	PF 3	363	200.03	204.02	204.02	204.77	0.015098	4.19	113.36	104.04	0.94
Aguas arriba	48	PF 3	363	199.75	203.55		203.96	0.005406	3	142.96	74.63	0.6
Aguas arriba	47	PF 3	363	197.62	202.54		203.24	0.006129	3.75	102.23	36.61	0.65
Aguas arriba	46	PF 3	363	197.35	201.22	201.22	202.43	0.014249	5.08	80.27	34.76	0.98
Aguas arriba	45	PF 3	363	196.98	200.23	200.13	200.92	0.010795	3.77	108.83	76.85	0.82
Aguas arriba	44	PF 3	363	195.98	200.15	199.03	200.4	0.003152	2.24	164	65	0.44
Aguas arriba	43	PF 3	363	195.03	199.62	198.53	200.09	0.004262	3.04	122.75	49.95	0.54
Aguas arriba	42	PF 3	363	194.63	198.48	198.48	199.51	0.014038	4.64	87.68	44.62	0.95
Aguas abajo	41	PF 3	440	193.94	197.57	197.13	198.26	0.008694	3.66	120.33	49.81	0.75
Aguas abajo	40	PF 3	440	192.45	195.71	195.71	196.64	0.016569	4.28	104.14	57.9	0.99
Aguas abajo	39	PF 3	440	191.01	194.52		195.2	0.009924	4.08	139.91	72.45	0.8
Aguas abajo	38	PF 3	440	189.84	193.79	193.79	194.52	0.009729	4.11	149.12	109.81	0.79
Aguas abajo	37	PF 3	440	188.2	192.84	192.34	193.28	0.006905	3.34	163.88	88.84	0.66
Aguas abajo	36	PF 3	440	186.87	192.58	190.98	192.93	0.002938	3.02	198.28	96.2	0.46
Aguas abajo	35	PF 3	440	187.05	192.41	190.64	192.79	0.00344	2.71	162.14	43.99	0.45
Aguas abajo	34.5		Bridge									
Aguas abajo	34	PF 3	440	186.82	190.71	190.53	191.84	0.015832	4.71	93.42	34.62	0.92
Aguas abajo	33	PF 3	440	186.48	189.65	189.65	190.52	0.012893	4.37	124.32	81.81	0.9
Aguas abajo	32	PF 3	440	184.87	188.33	188.33	189.16	0.018781	4.27	115.36	73.19	1.04
Aguas abajo	31	PF 3	440	183.44	186.61	186.61	187.43	0.017245	4.06	112.29	71.79	1.01

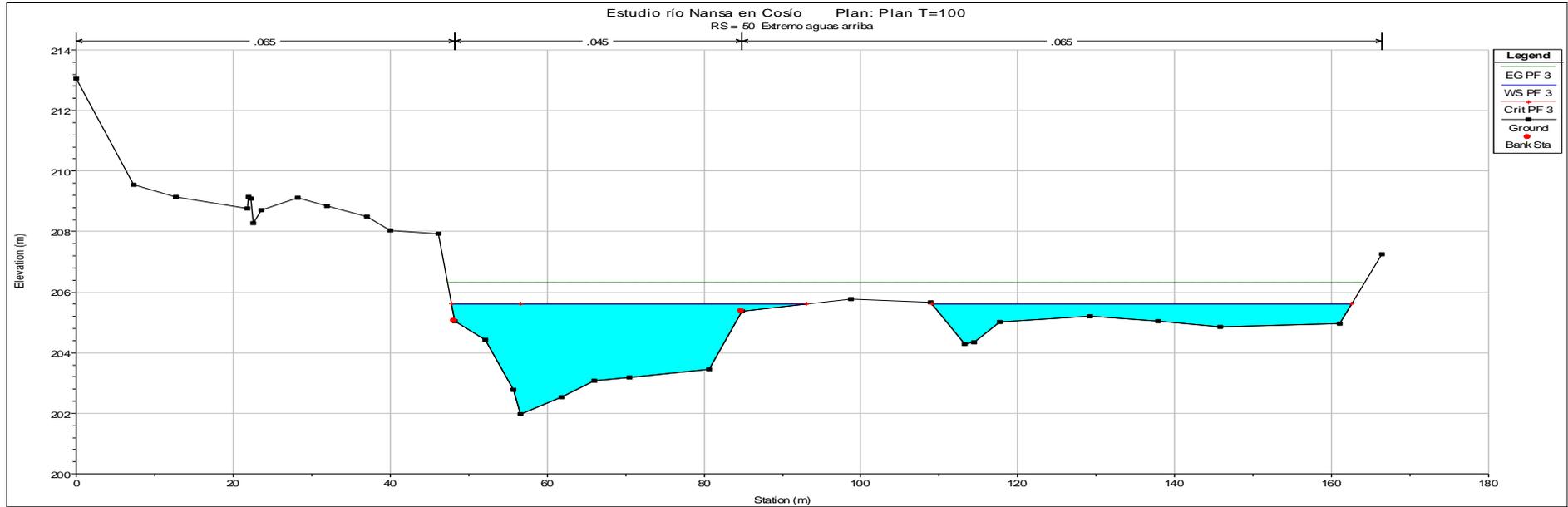


Figura 59. Perfil transversal nº 50

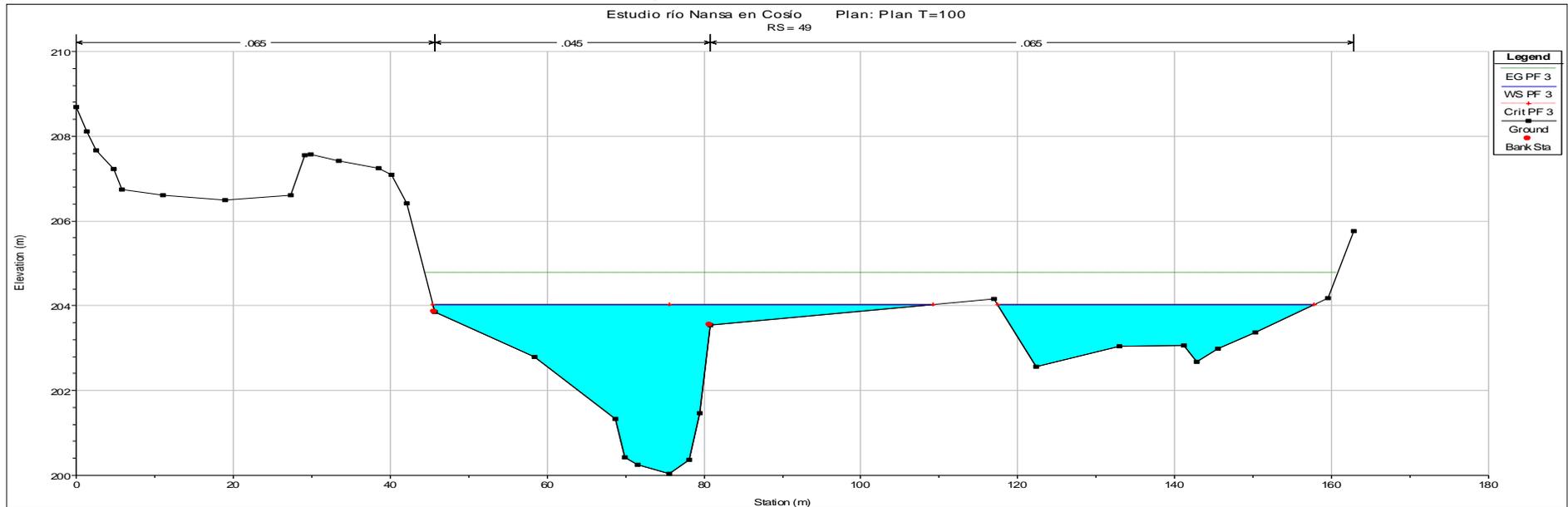


Figura 60. Perfil transversal nº 49

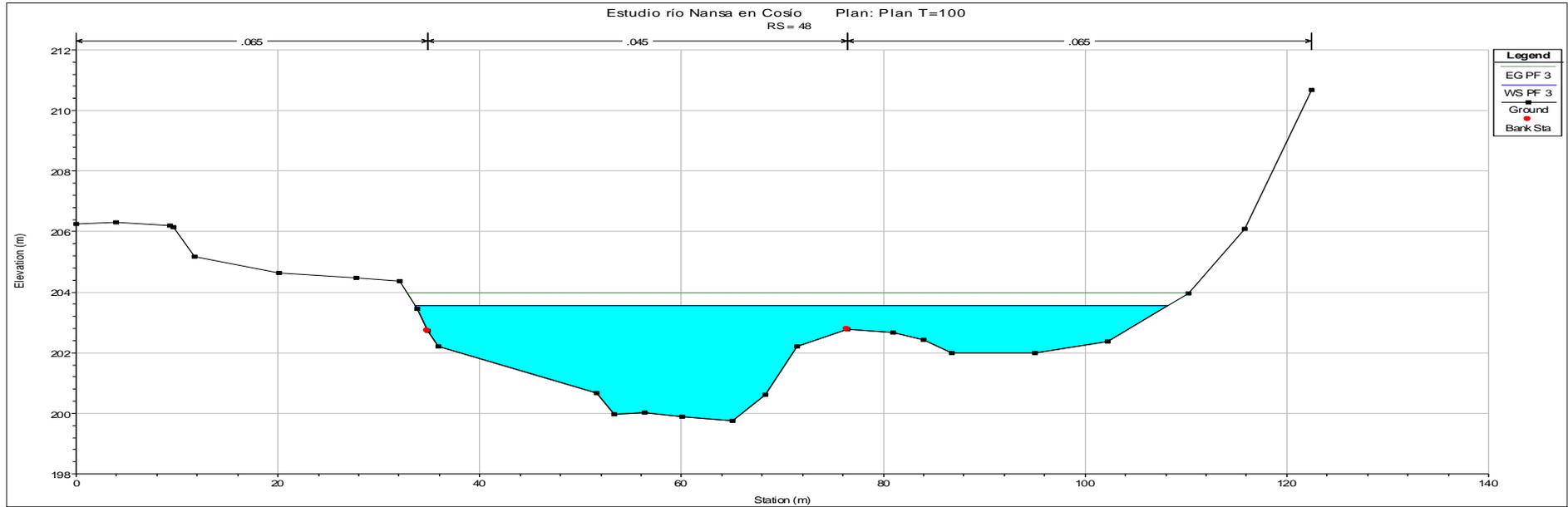


Figura 61. Perfil transversal nº 48

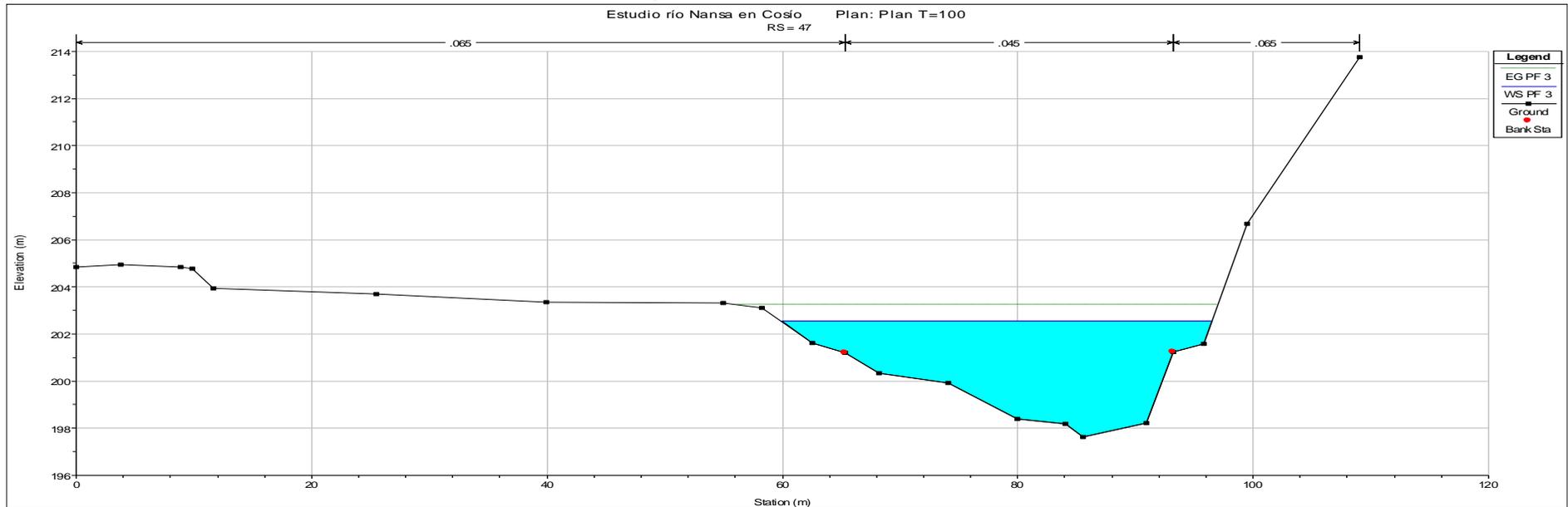


Figura 62. Perfil transversal nº 47

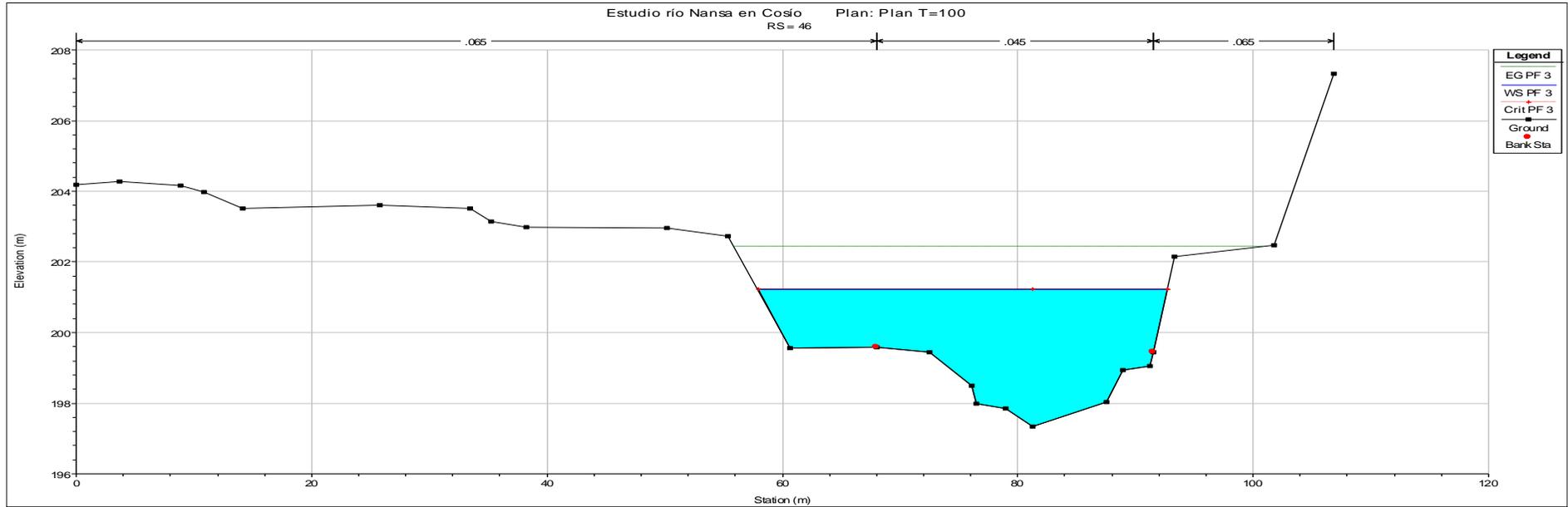


Figura 63. Perfil transversal nº 46

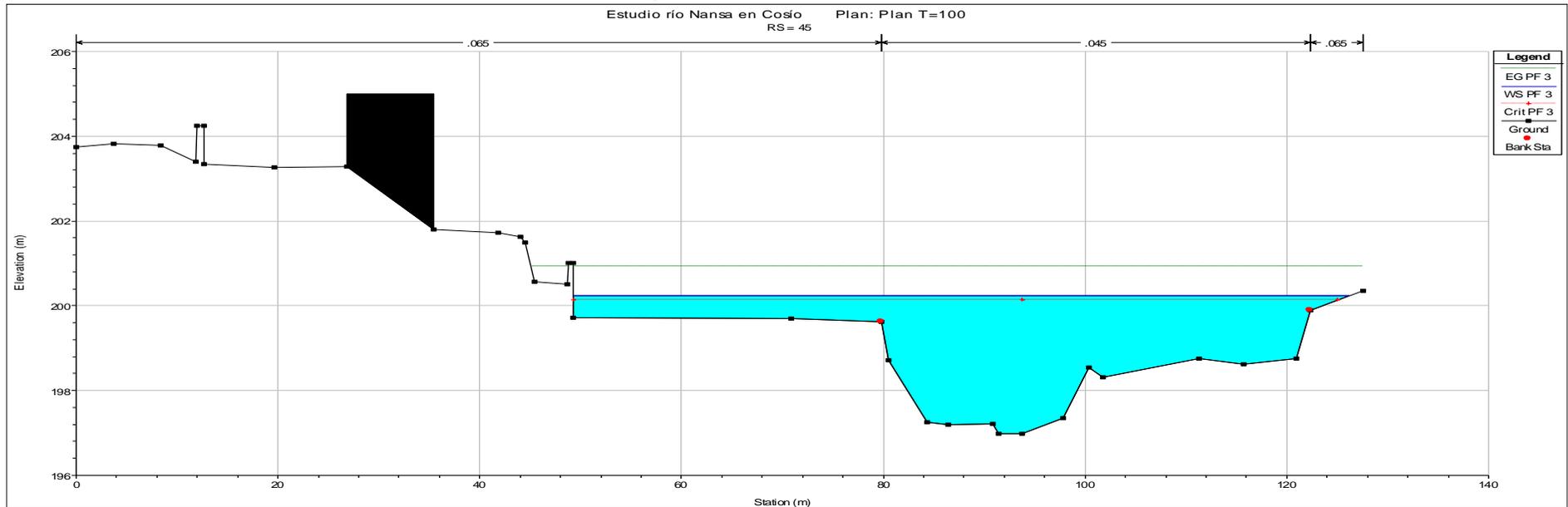


Figura 64. Perfil transversal nº 45

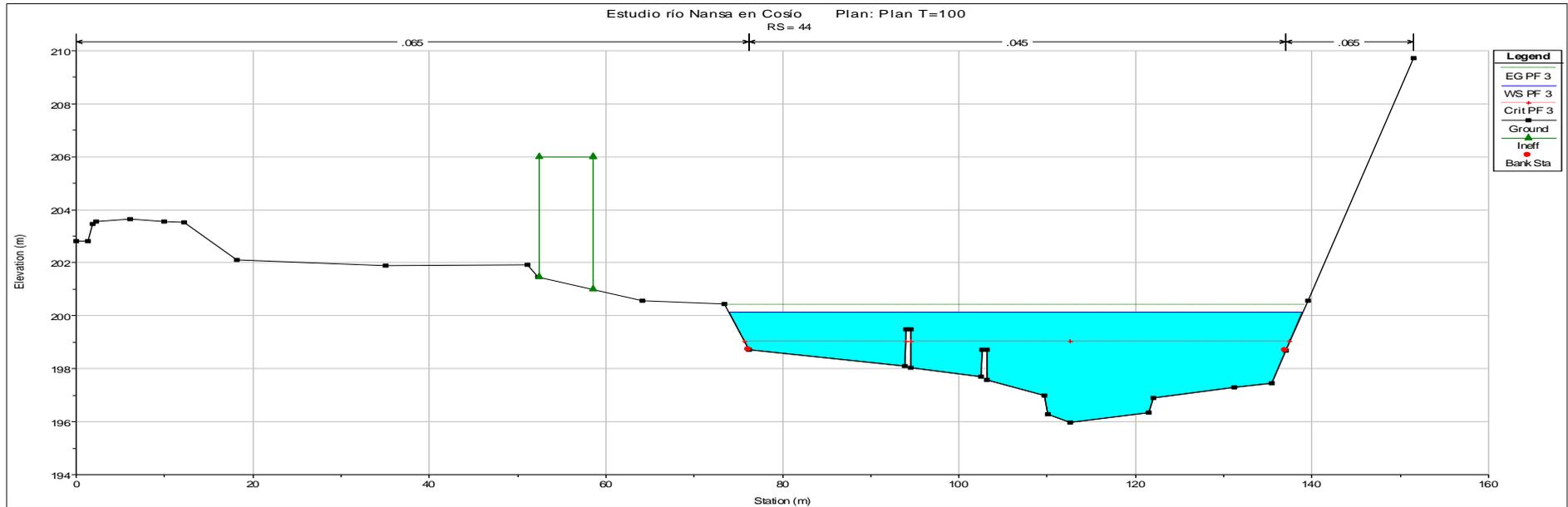


Figura 65. Perfil transversal nº 44

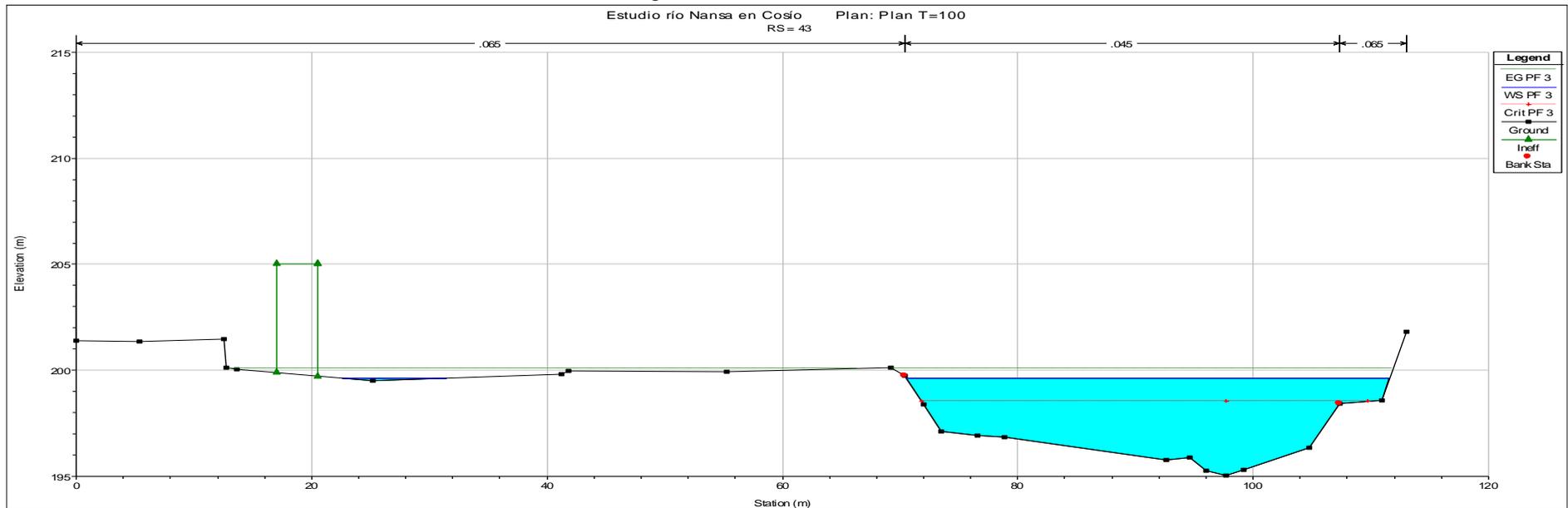


Figura 66. Perfil transversal nº 43

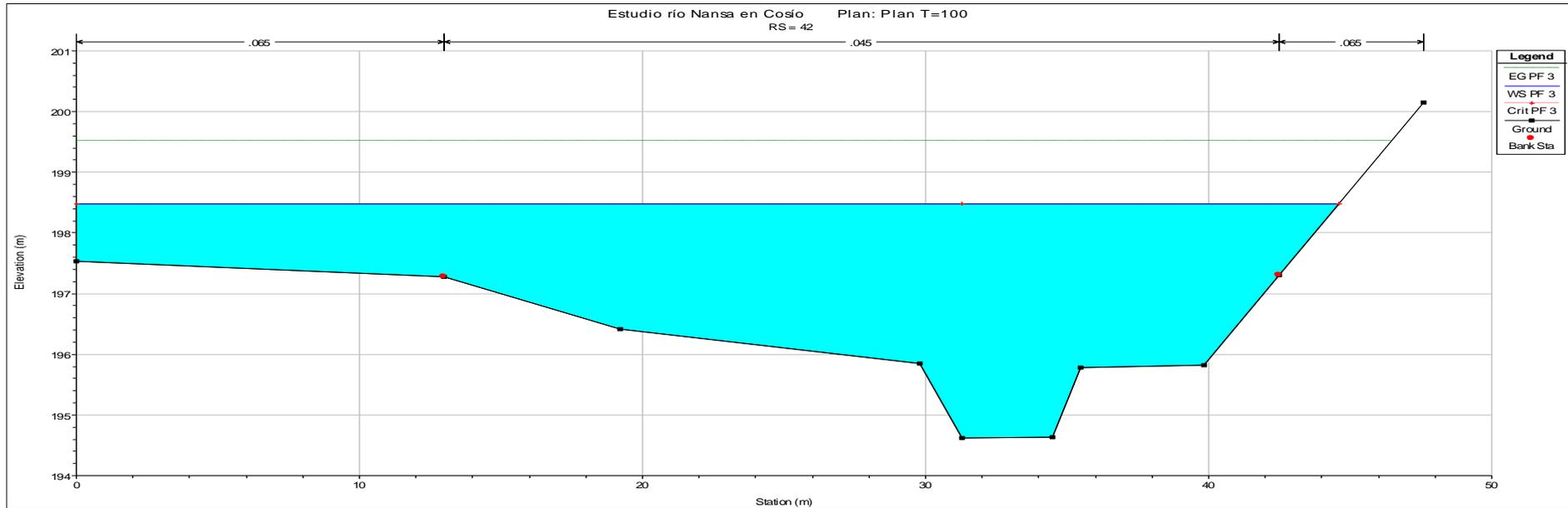


Figura 67. Perfil transversal nº 42

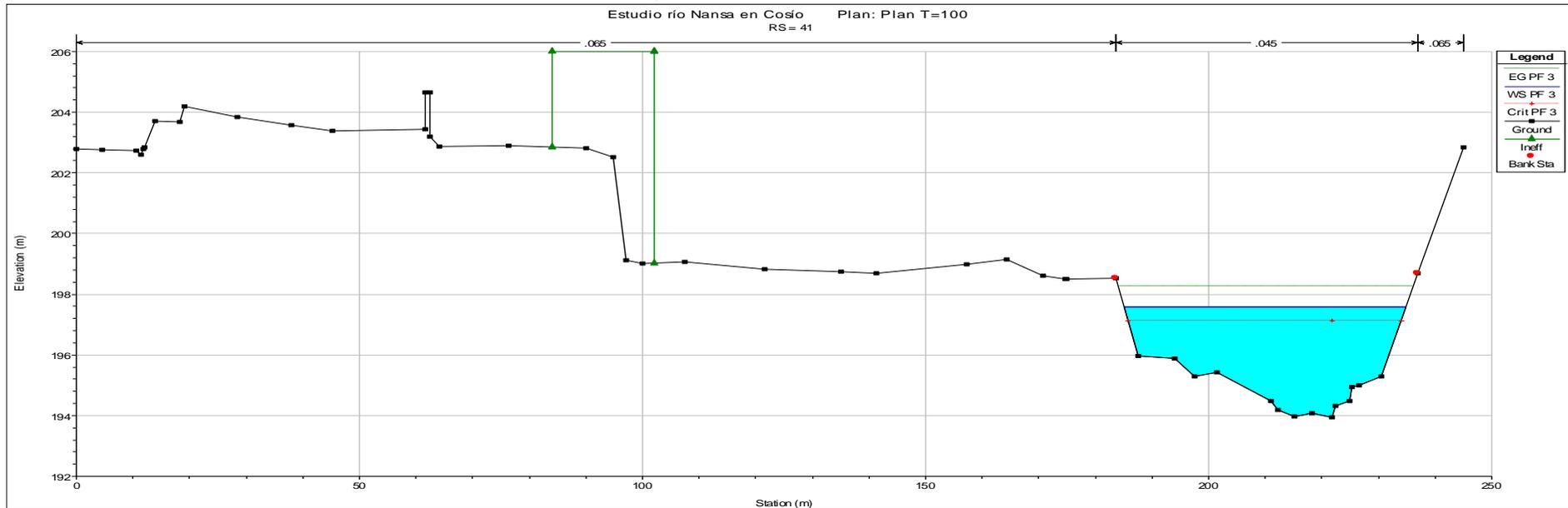


Figura 68. Perfil transversal nº 41

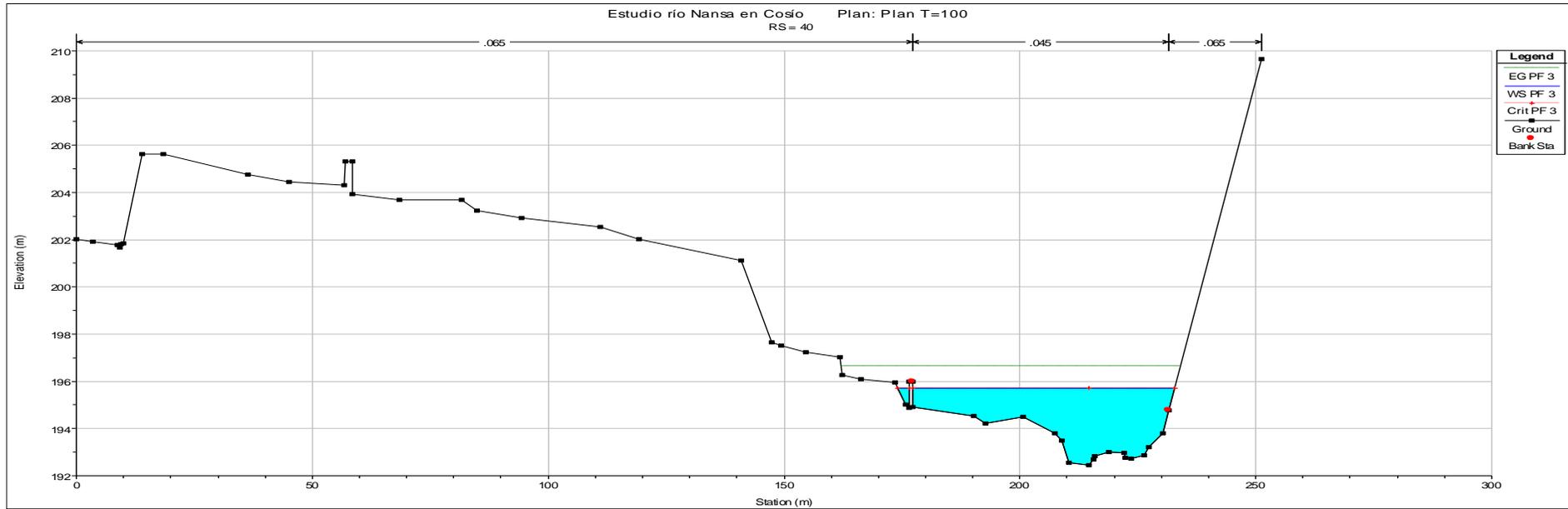


Figura 69. Perfil transversal nº 40

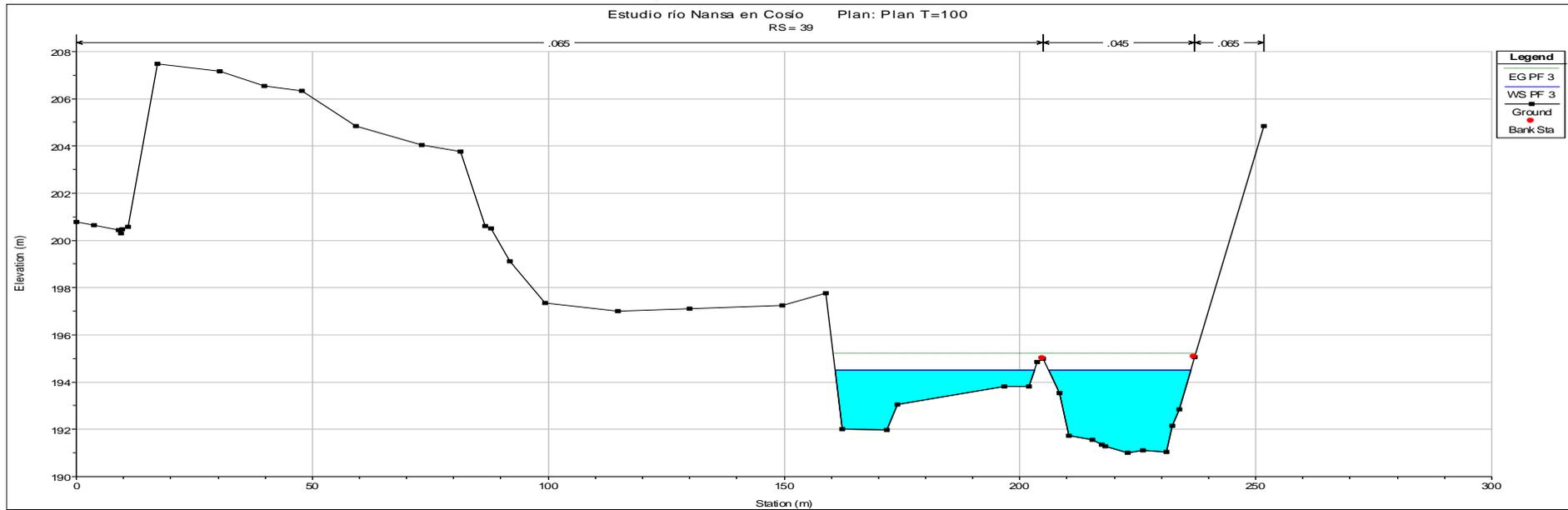


Figura 70. Perfil transversal nº 39

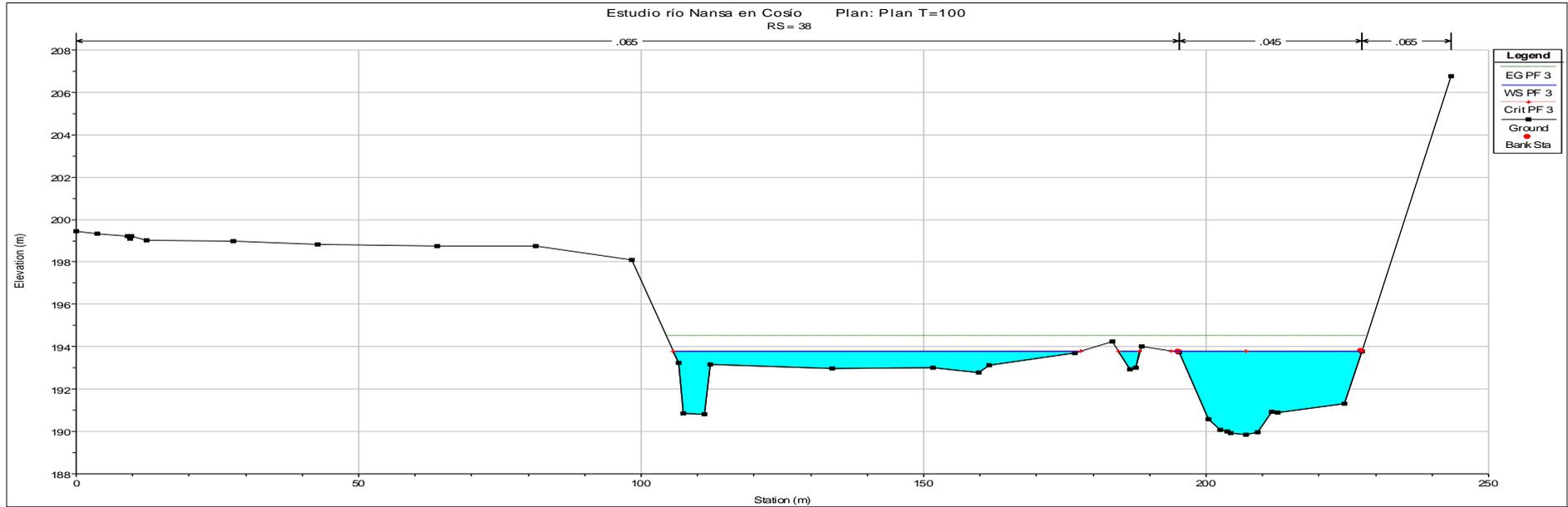


Figura 71. Perfil transversal nº 38

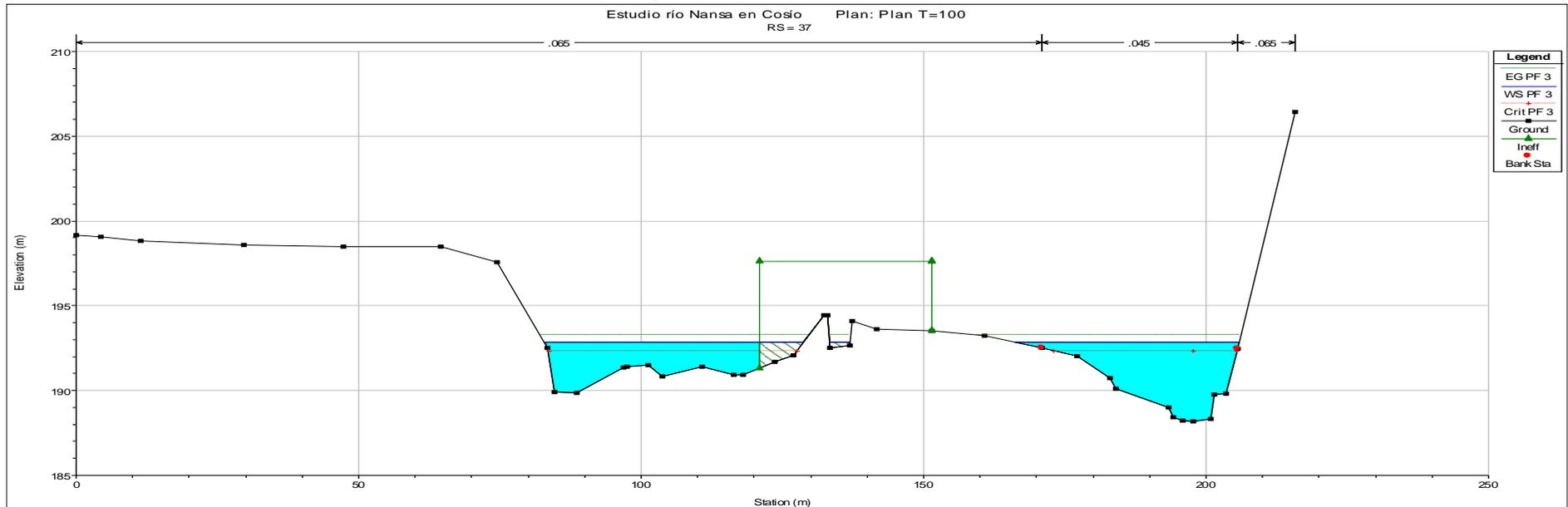


Figura 72. Perfil transversal nº 37

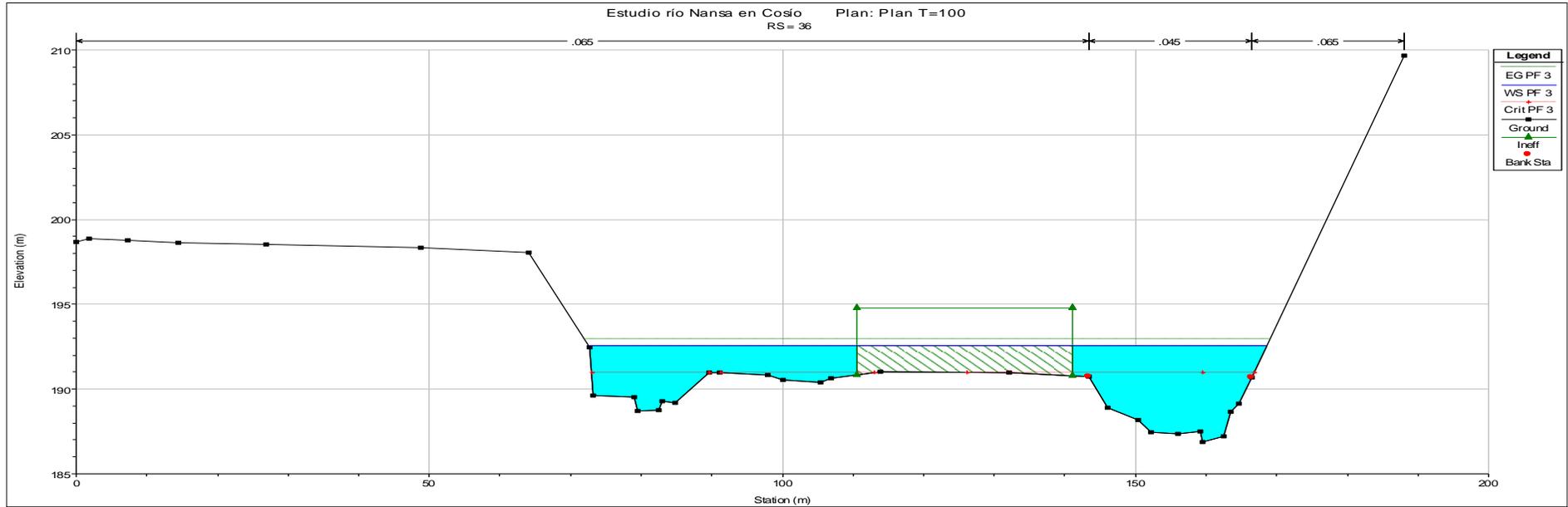


Figura 73. Perfil transversal nº 36

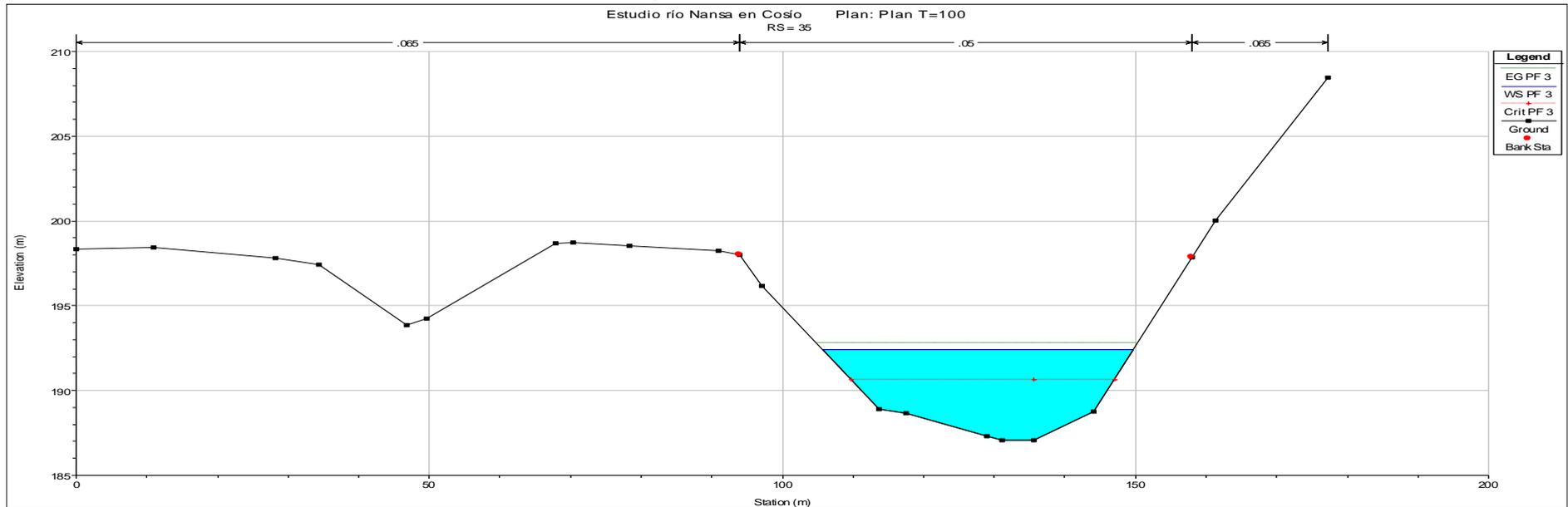


Figura 74. Perfil transversal nº 35

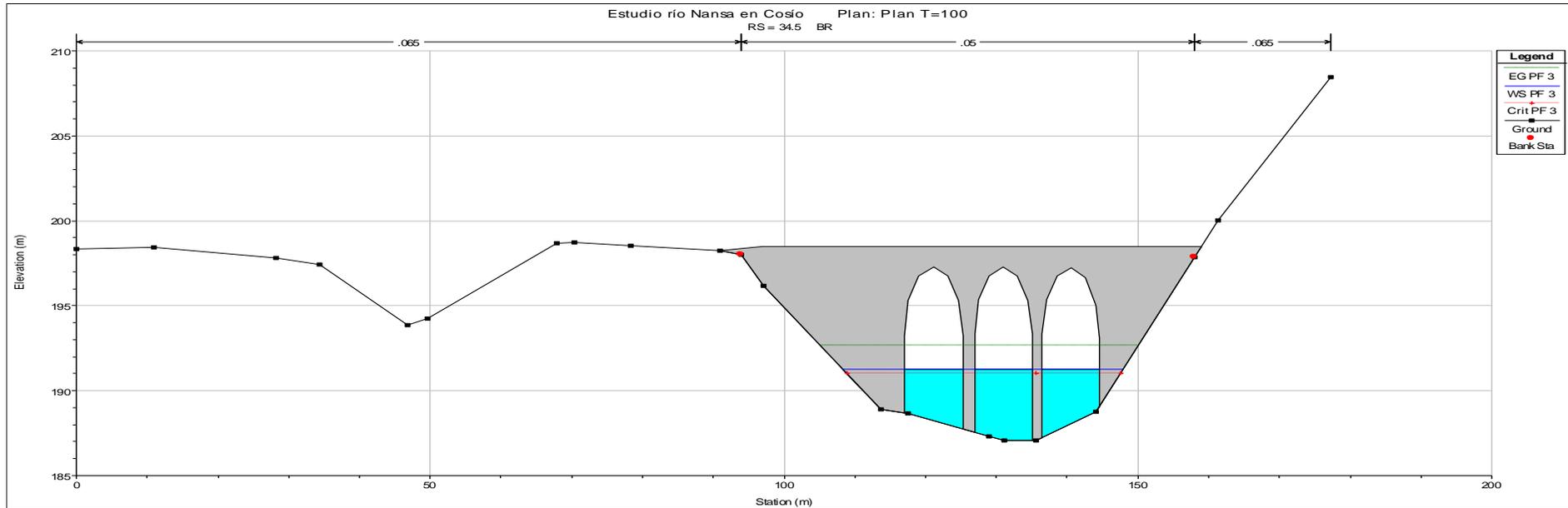


Figura 75. Perfil transversal nº 34.5 aguas arriba

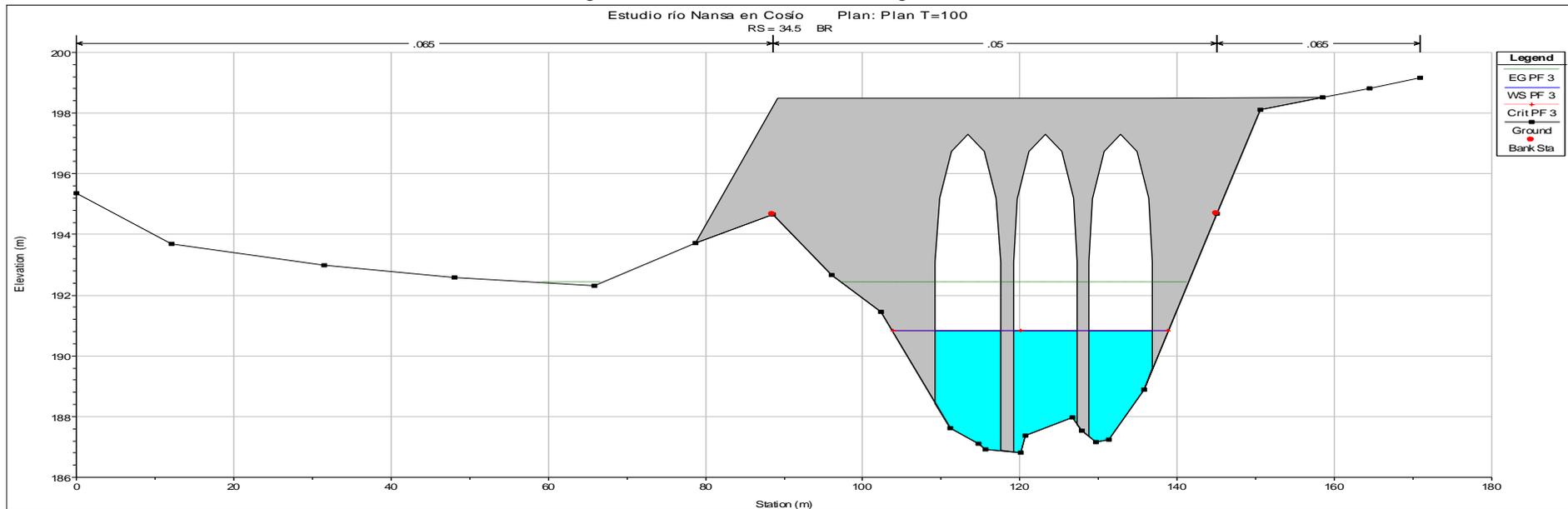


Figura 76. Perfil transversal nº 34.5 aguas abajo

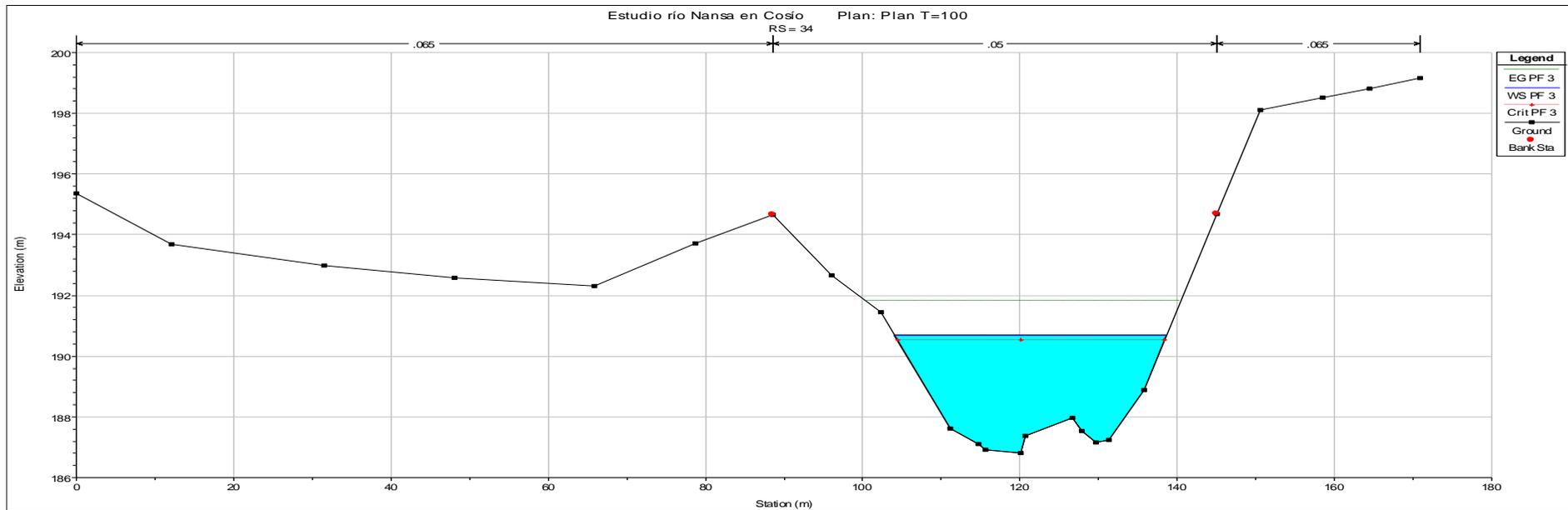


Figura 77. Perfil transversal nº 34

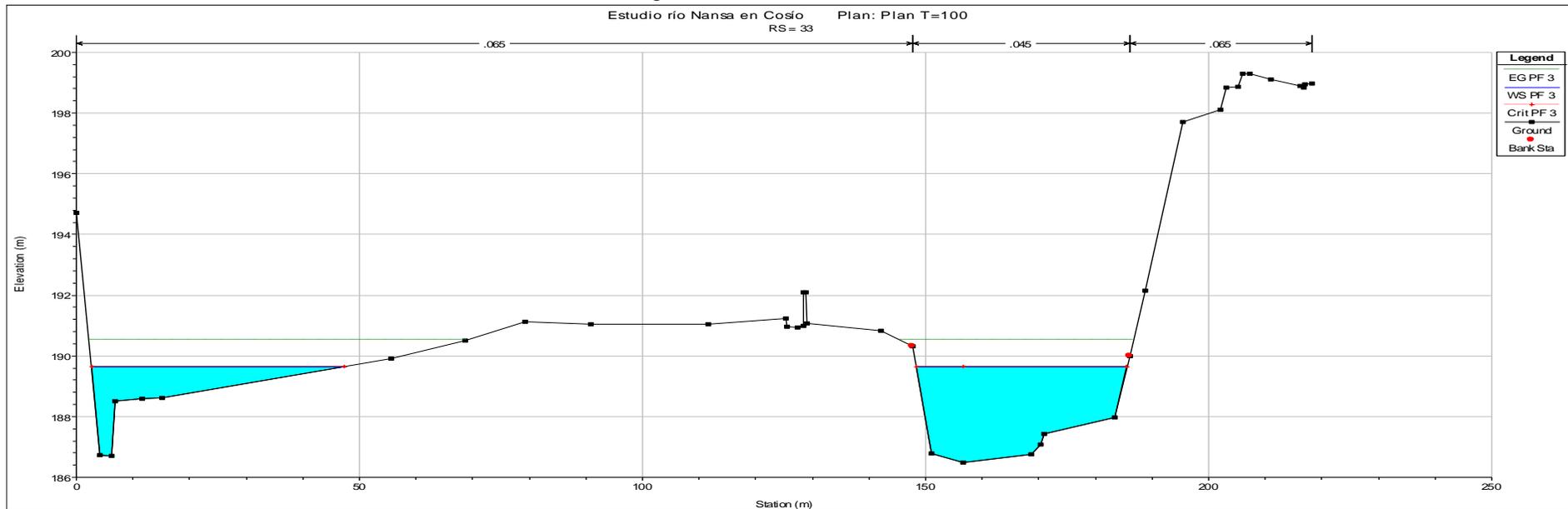


Figura 78. Perfil transversal nº 33

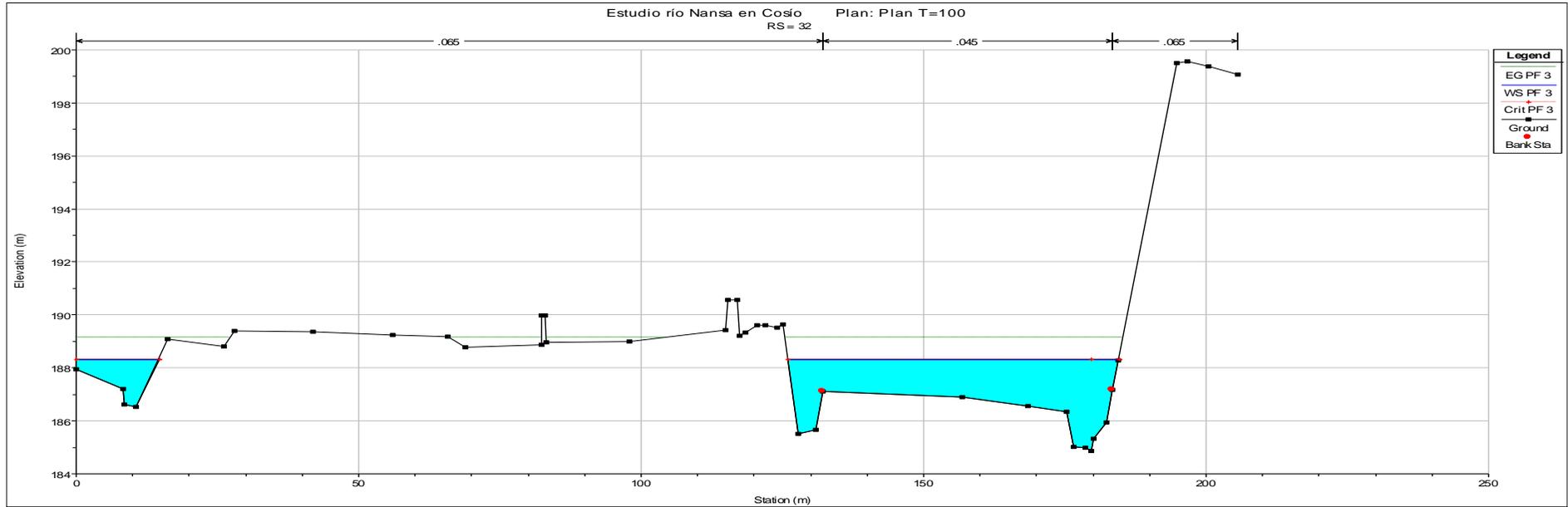


Figura 79. Perfil transversal nº 32

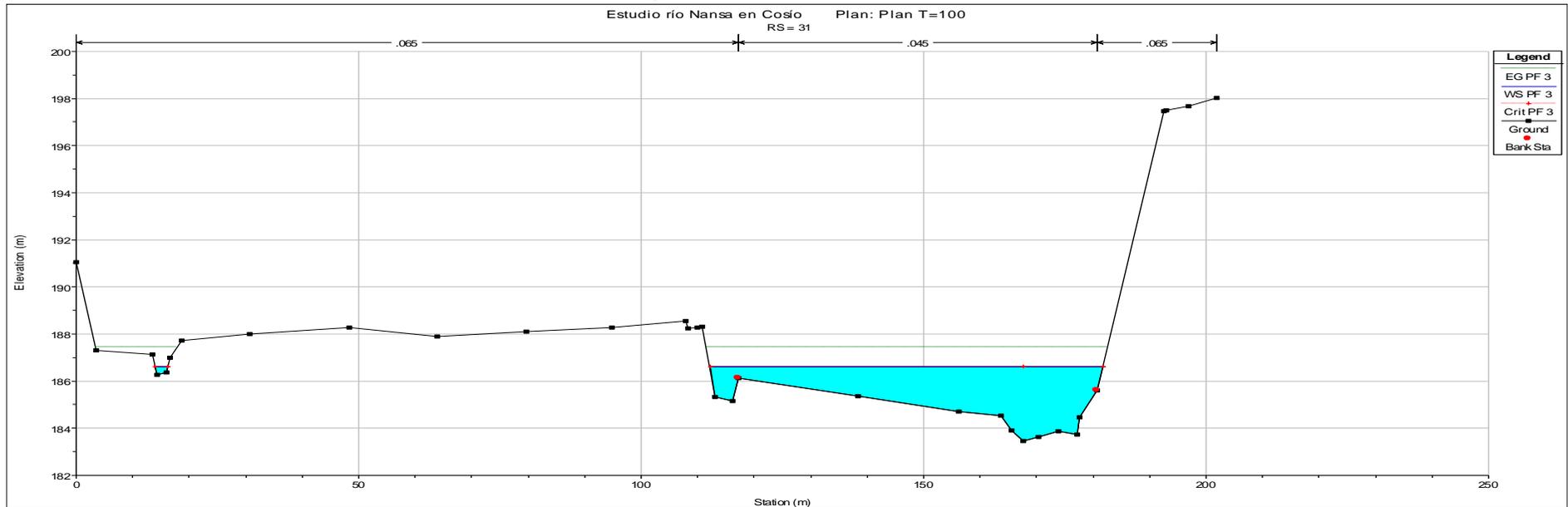


Figura 80. Perfil transversal nº 31

➤ RÍO VENDUL (T=100)

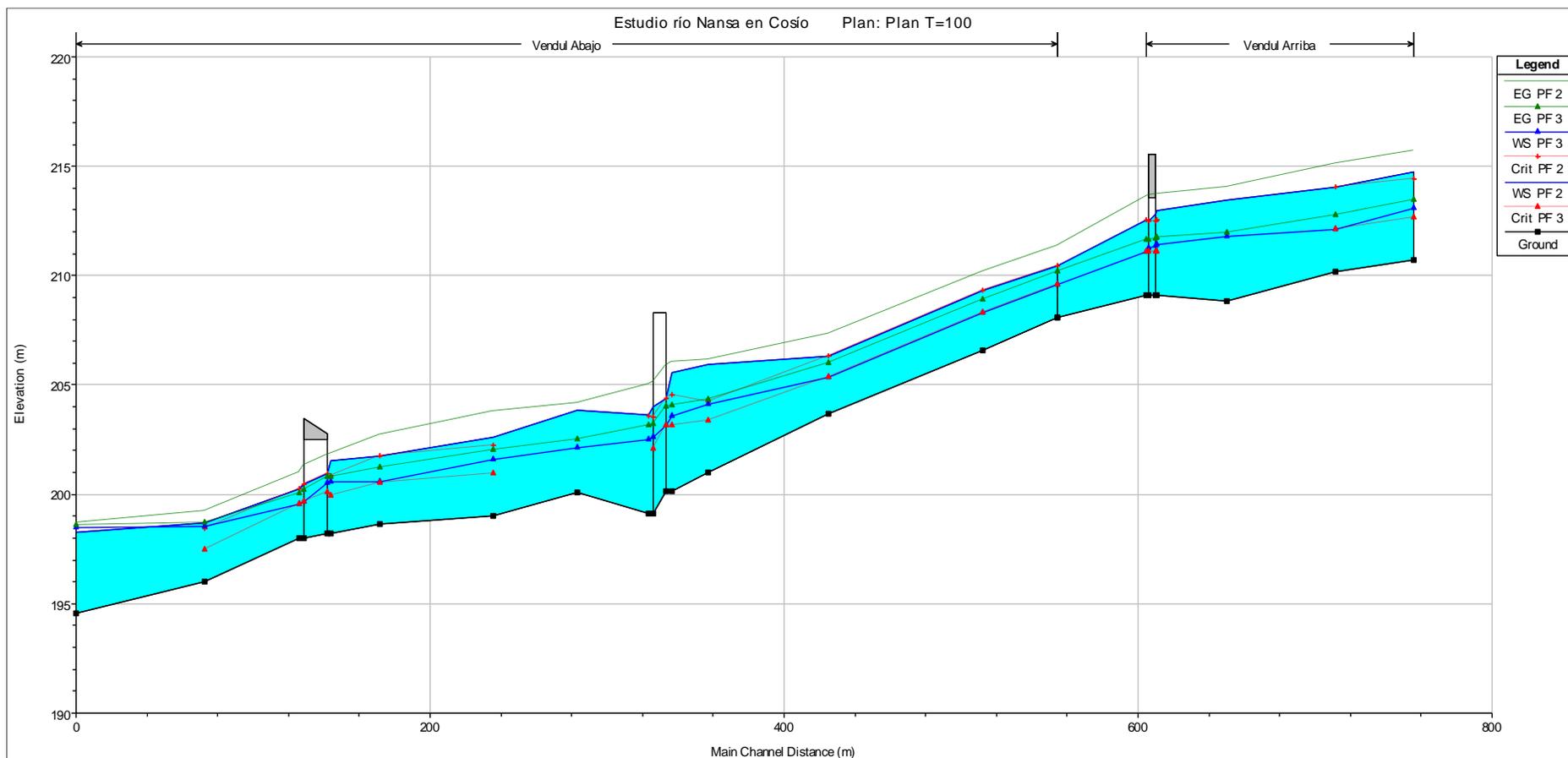


Figura 81. Perfil longitudinal



Tabla 5. Resultados río Vendul para T=100

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
Arriba	167	PF 2	167	210.71	214.76	214.42	215.72	0.013836	4.35	39.51	16.66	0.81
Arriba	167	PF 3	47	210.71	213.1	212.65	213.47	0.011356	2.7	17.43	10.75	0.68
Arriba	166	PF 2	167	210.2	214.05	214.05	215.09	0.014143	4.56	39.94	27.91	0.87
Arriba	166	PF 3	47	210.2	212.1	212.1	212.75	0.022742	3.59	13.1	10.05	1
Arriba	165	PF 2	167	208.81	213.44		214.03	0.005842	3.46	53.08	20.39	0.6
Arriba	165	PF 3	47	208.81	211.76		211.96	0.003957	1.98	23.68	12.08	0.45
Arriba	164.2	PF 2	167	209.11	212.97	212.54	213.71	0.010652	3.8	43.95	18	0.78
Arriba	164.2	PF 3	47	209.11	211.4	211.07	211.72	0.00981	2.5	18.77	14.01	0.69
Arriba	164.15	Bridge										
Arriba	164.1	PF 2	167	209.11	212.54	212.54	213.61	0.018208	4.59	36.37	16.9	1
Arriba	164.1	PF 3	47	209.11	211.07	211.07	211.62	0.021783	3.28	14.31	13.05	1
Abajo	163	PF 2	177	208.09	210.46	210.46	211.38	0.014799	4.32	43.76	25.91	0.96
Abajo	163	PF 3	77	208.09	209.59	209.59	210.16	0.018782	3.36	23.19	21.33	0.99
Abajo	162	PF 2	177	206.6	209.31	209.31	210.2	0.015718	4.19	43.07	30.86	0.96
Abajo	162	PF 3	77	206.6	208.29	208.29	208.91	0.019573	3.5	22.02	17.77	1
Abajo	161	PF 2	177	203.69	206.32	206.32	207.32	0.017258	4.43	39.95	19.91	1
Abajo	161	PF 3	77	203.69	205.34	205.34	205.98	0.019276	3.53	21.82	17.11	1
Abajo	160	PF 2	177	201.03	205.93	204.22	206.16	0.001865	2.15	83.64	25.19	0.37
Abajo	160	PF 3	77	201.03	204.14	203.37	204.33	0.003785	1.91	40.26	23.28	0.46



Abajo	159	PF 2	177	200.13	205.56	204.52	206.03	0.007091	3.04	58.63	21.85	0.55
Abajo	159	PF 3	77	200.13	203.55	203.16	204.08	0.014944	3.22	23.89	12.2	0.74
Abajo	158.5		Bridge									
Abajo	158	PF 2	177	199.12	203.62	203.55	205.01	0.027874	5.22	33.88	11.53	0.97
Abajo	158	PF 3	77	199.12	202.53		203.13	0.01622	3.45	22.34	9.83	0.73
Abajo	157	PF 2	177	200.11	203.84		204.16	0.003552	2.51	70.43	25.61	0.48
Abajo	157	PF 3	77	200.11	202.13		202.49	0.010309	2.65	29.09	21.68	0.73
Abajo	156	PF 2	177	199	202.6	202.22	203.77	0.016215	4.78	37.06	11.12	0.84
Abajo	156	PF 3	77	199	201.57	200.94	202.03	0.008777	3	25.66	10.96	0.63
Abajo	155	PF 2	177	198.66	201.75	201.75	202.74	0.014647	4.45	42.74	28.74	0.89
Abajo	155	PF 3	77	198.66	200.58	200.54	201.23	0.018208	3.57	21.56	15.03	0.95
Abajo	154	PF 2	177	198.23	201.53	200.82	201.87	0.005165	2.87	81.4	48.13	0.54
Abajo	154	PF 3	77	198.23	200.58	199.95	200.78	0.004615	2.09	43.57	32.16	0.48
Abajo	153.5		Bridge									
Abajo	153	PF 2	177	198	200.27	200.27	201.02	0.017478	4.03	50.68	33.73	0.93
Abajo	153	PF 3	77	198	199.53	199.53	200.04	0.020507	3.18	25.85	31.35	0.93
Abajo	152	PF 2	177	195.99	198.69	198.4	199.25	0.010599	3.3	53.7	29.19	0.78
Abajo	152	PF 3	77	195.99	198.55	197.45	198.67	0.002596	1.56	49.48	29.05	0.38
Abajo	151	PF 2	177	194.56	198.27		198.67	0.005325	2.78	64.08	32.42	0.56
Abajo	151	PF 3	77	194.56	198.5		198.56	0.000757	1.11	72.65	53.99	0.21

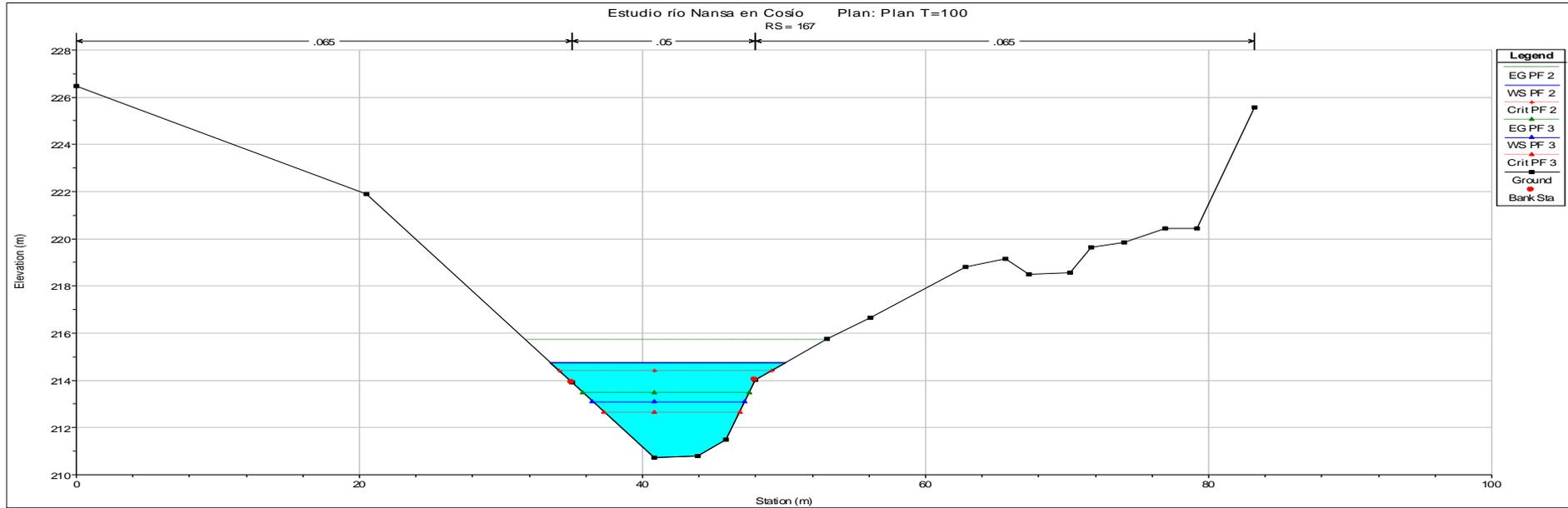


Figura 82. Perfil transversal nº 167

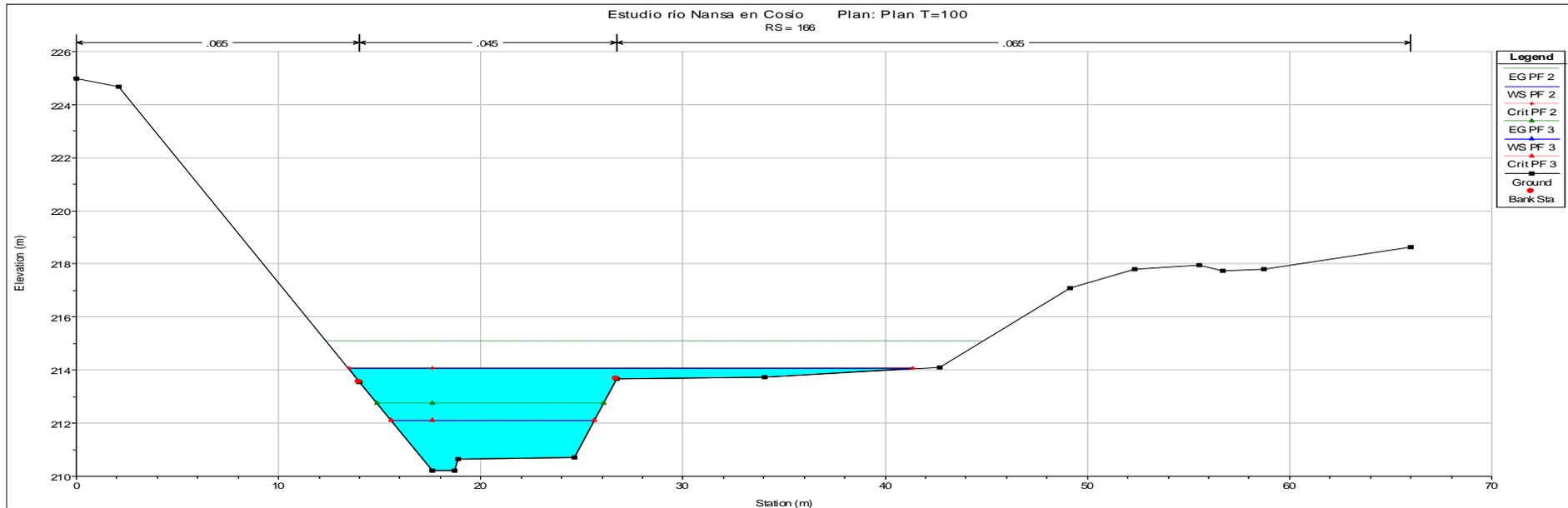


Figura 83. Perfil transversal nº 166

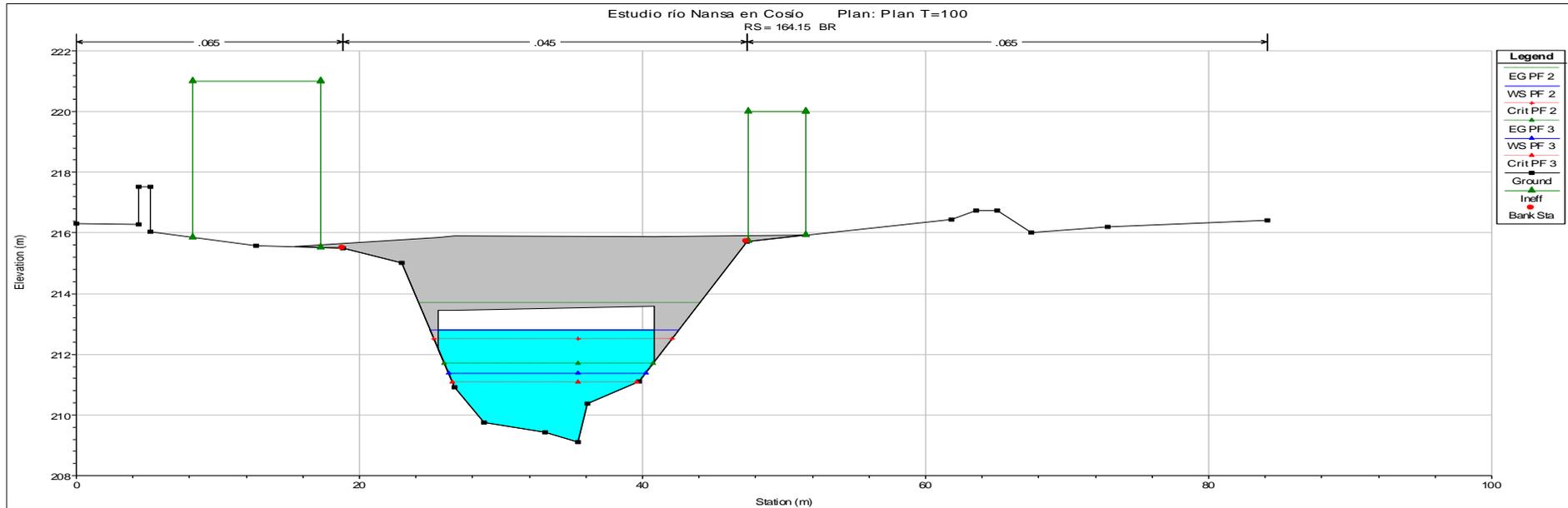


Figura 86. Perfil transversal nº 164.15 aguas arriba

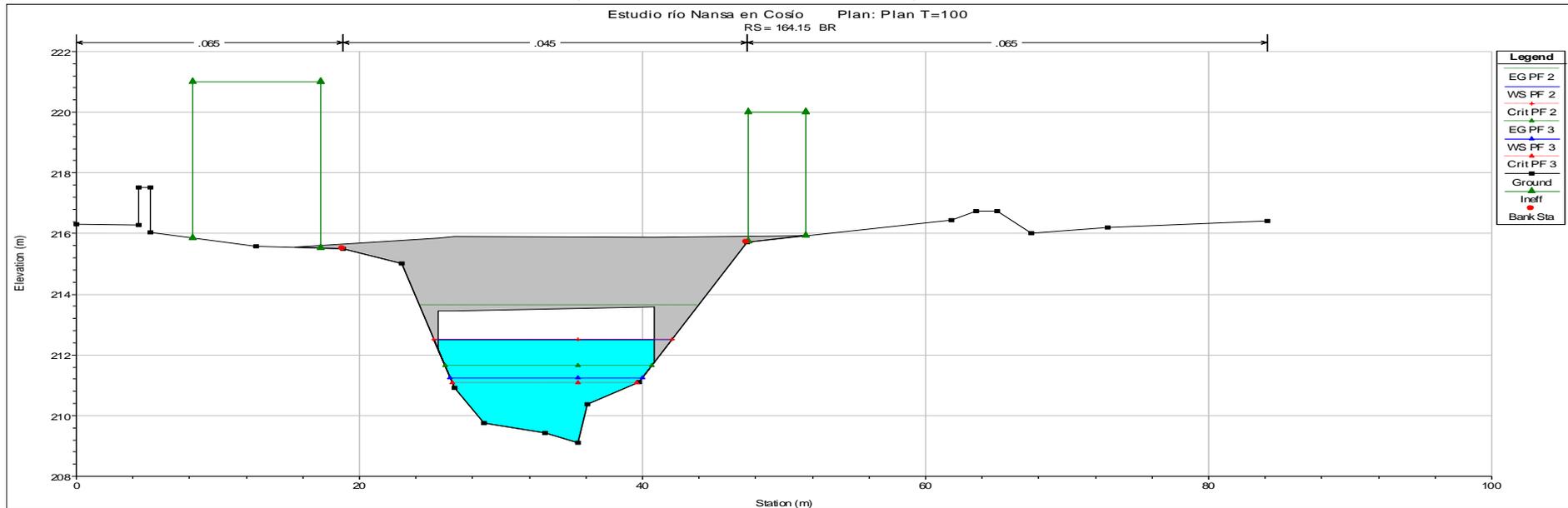


Figura 87. Perfil transversal nº 164.15 aguas abajo

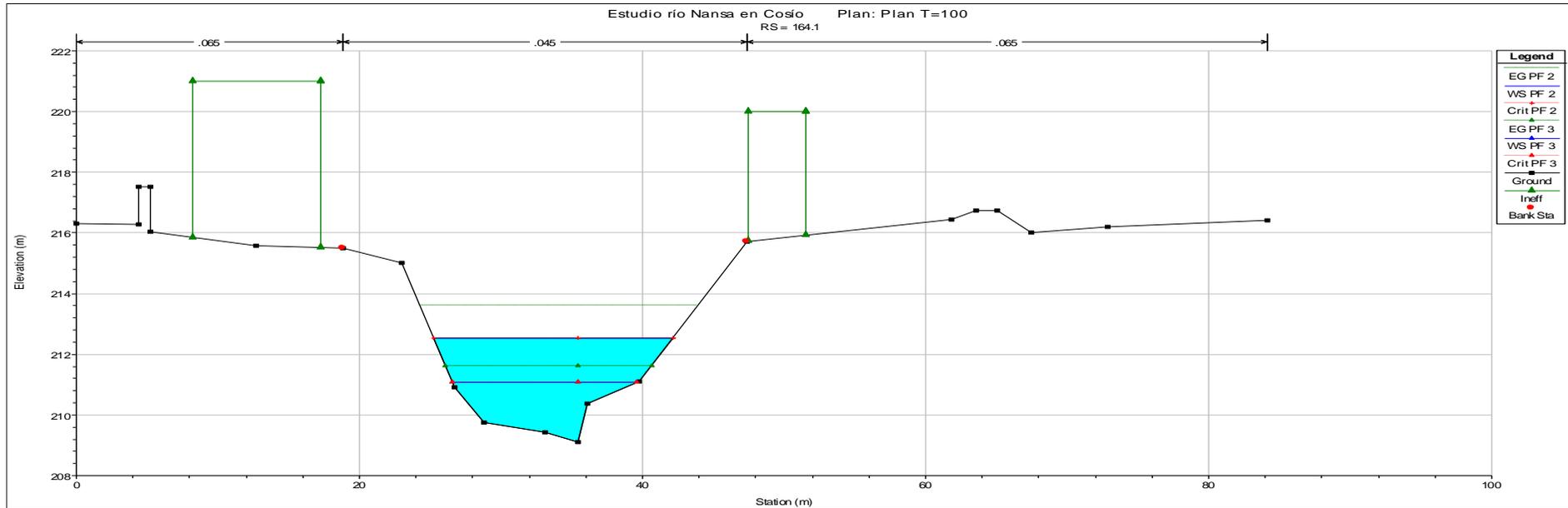


Figura 88. Perfil transversal nº 164.1

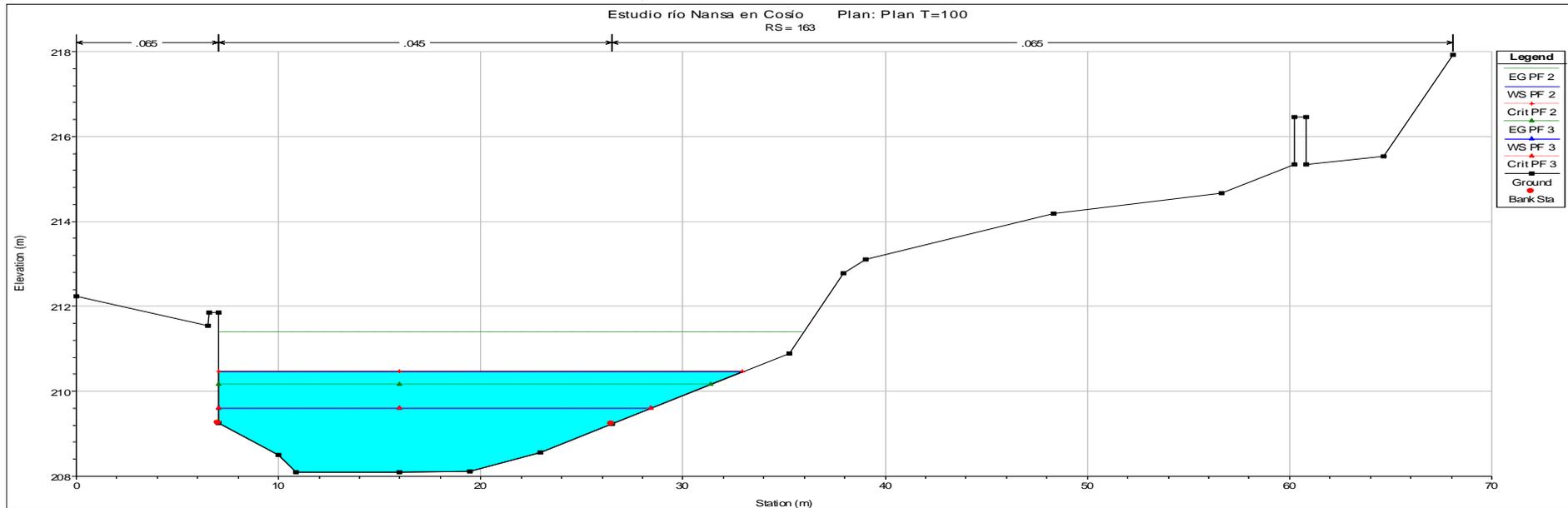


Figura 89. Perfil transversal nº 163

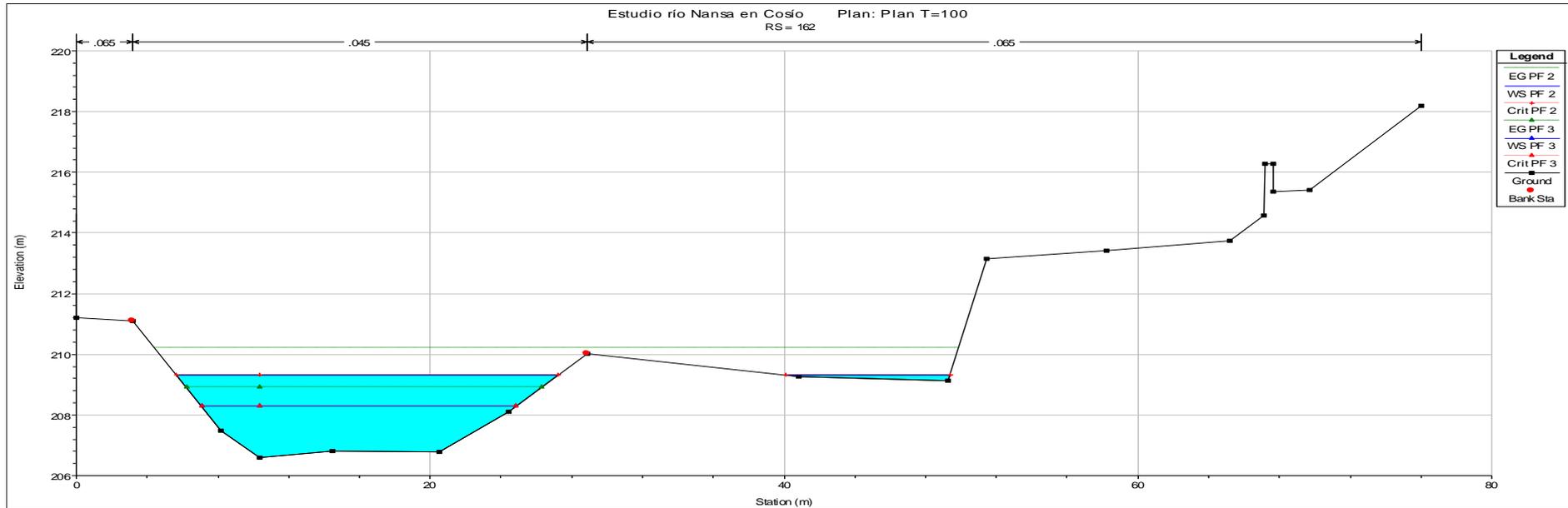


Figura 90. Perfil transversal nº 162

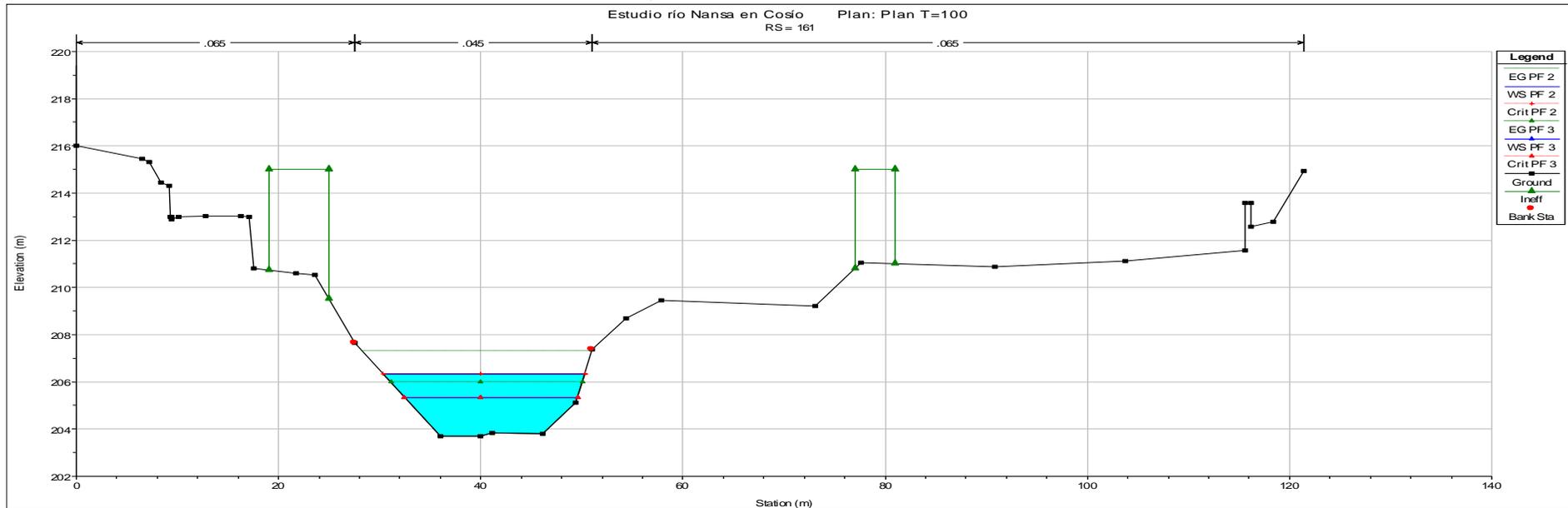


Figura 91. Perfil transversal nº 161

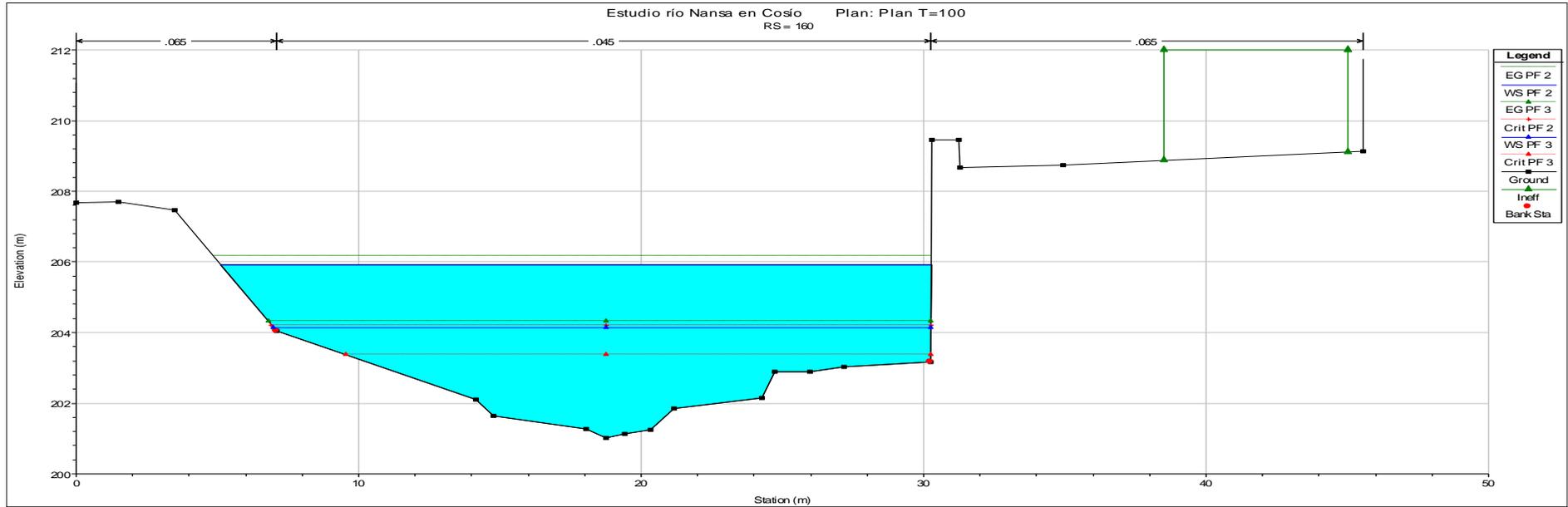


Figura 92. Perfil transversal nº 160

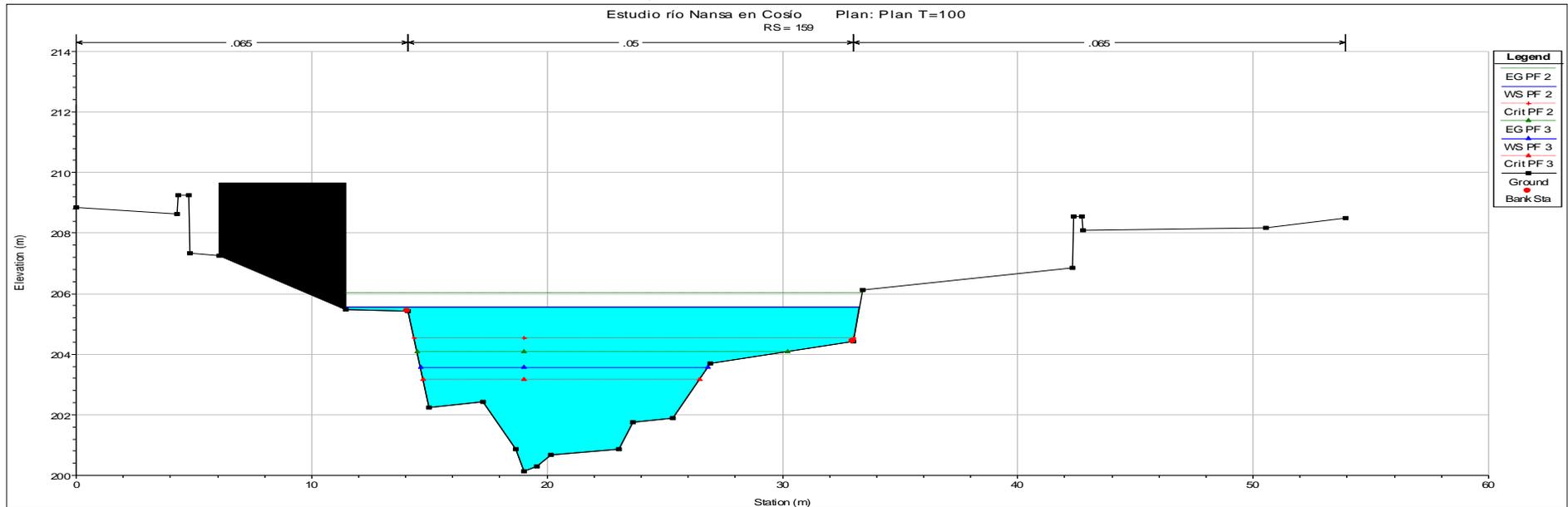


Figura 93. Perfil transversal nº 159

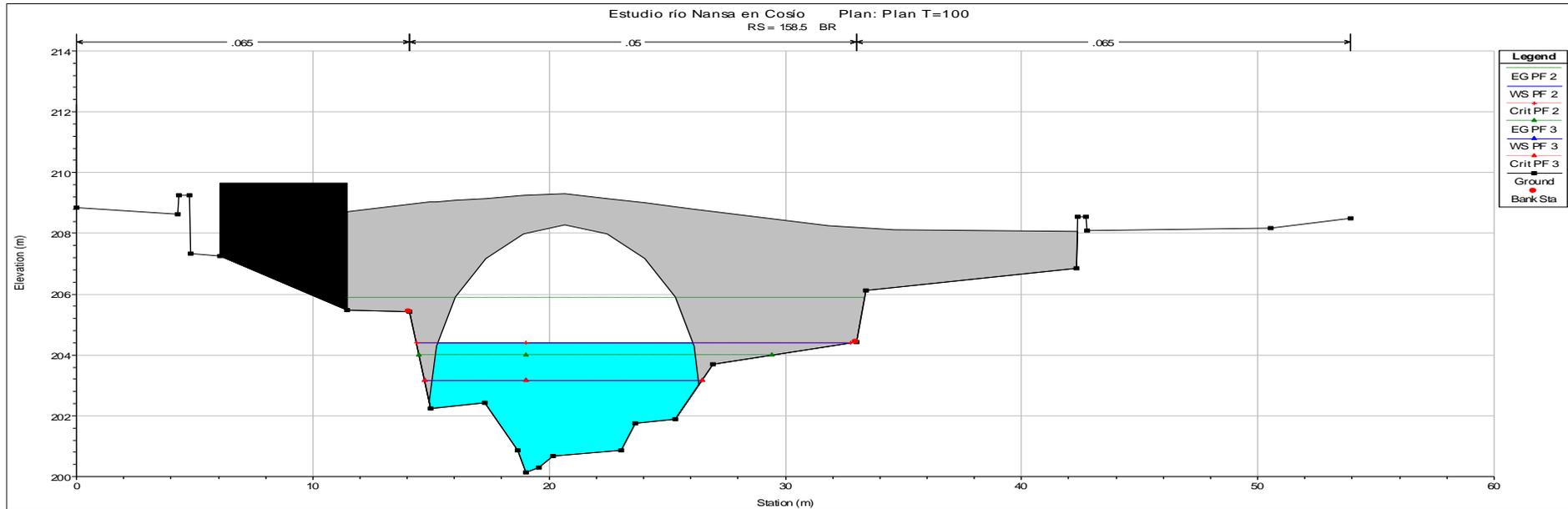


Figura 94. Perfil transversal nº 158.5 aguas arriba

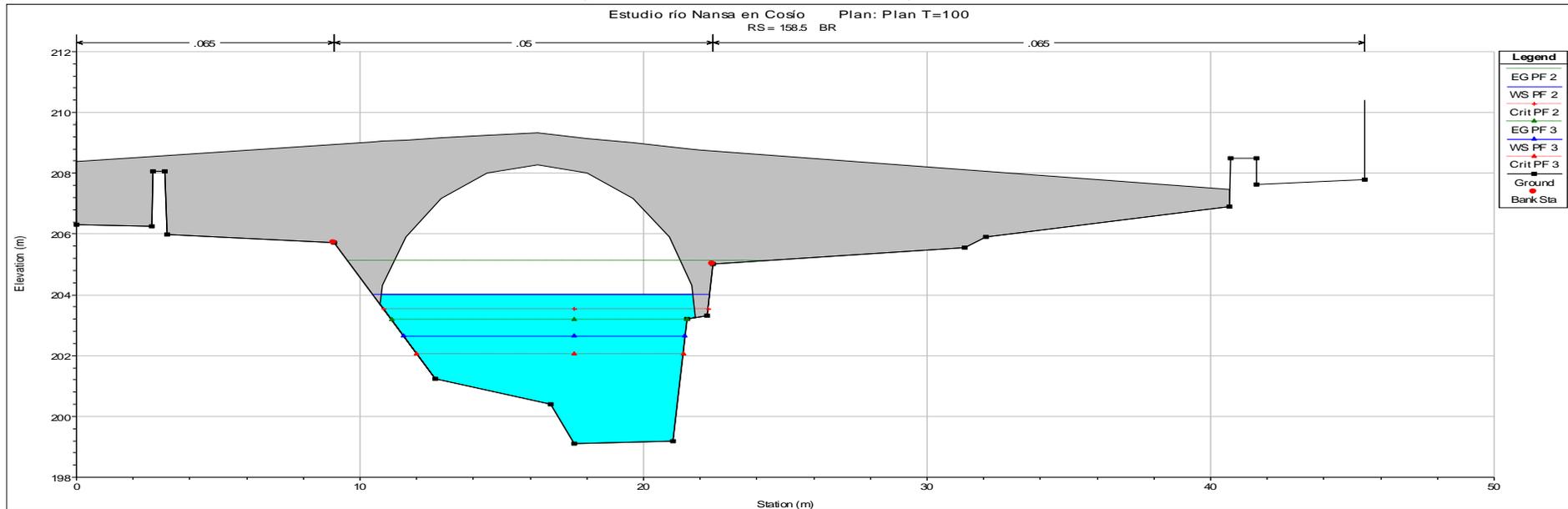


Figura 95. Perfil transversal nº 158.5 aguas abajo

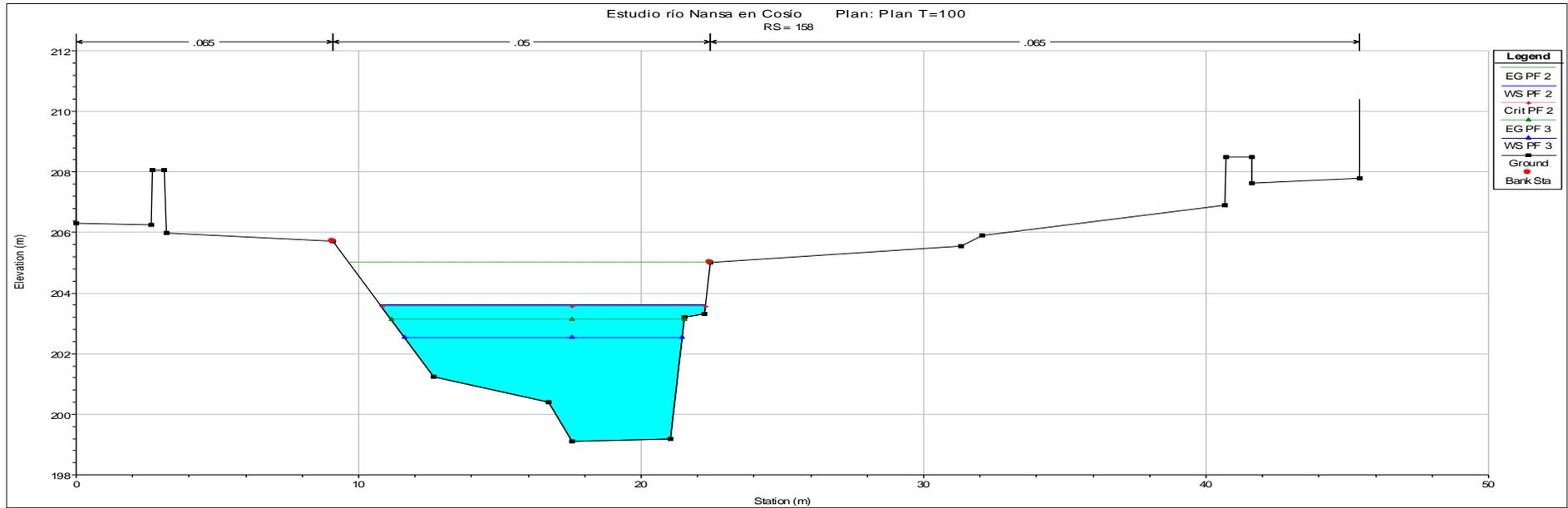


Figura 96. Perfil transversal nº 158

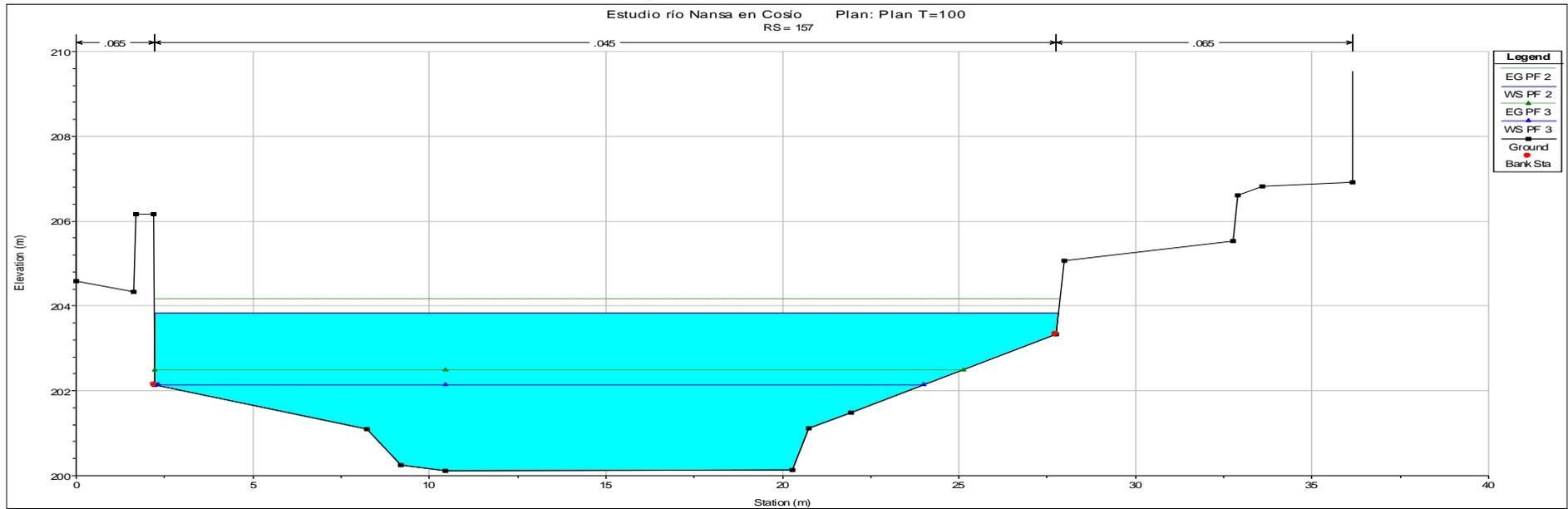


Figura 97. Perfil transversal nº 157

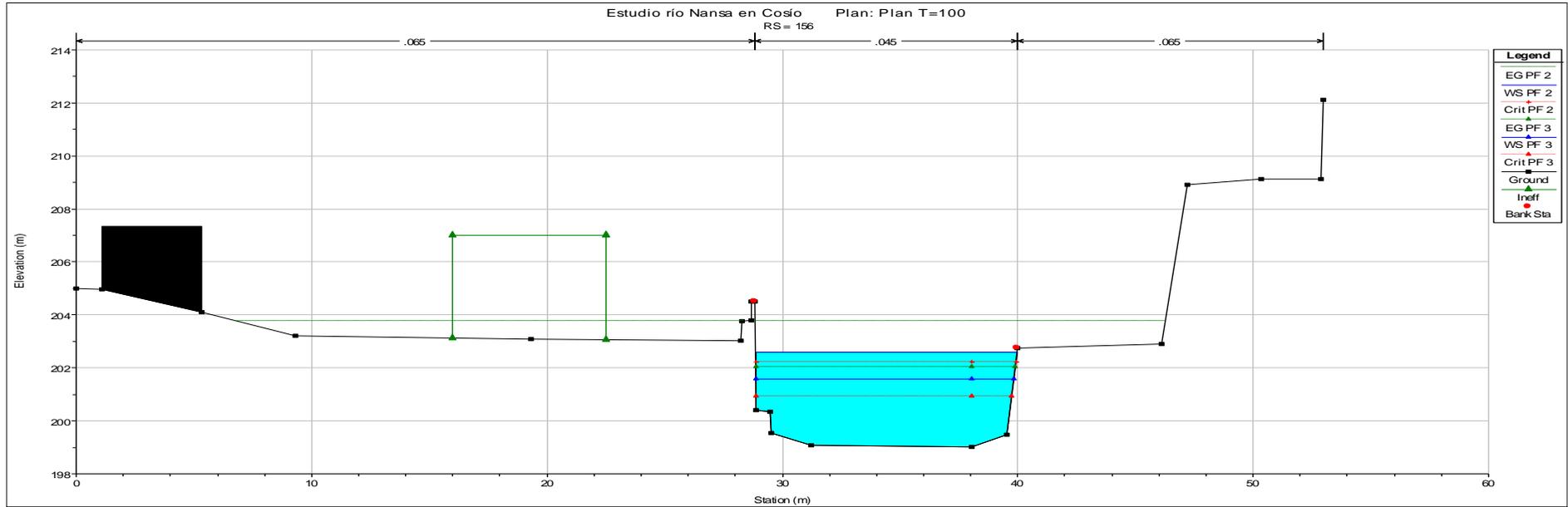


Figura 98. Perfil transversal nº 156

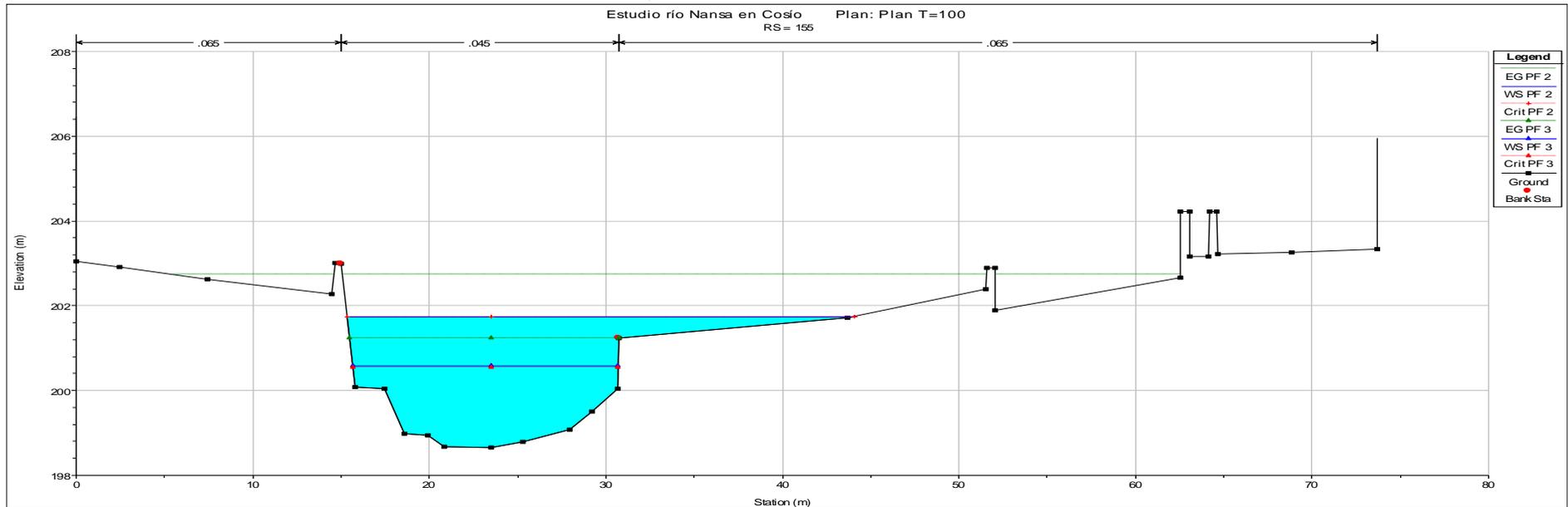


Figura 99. Perfil transversal nº 155

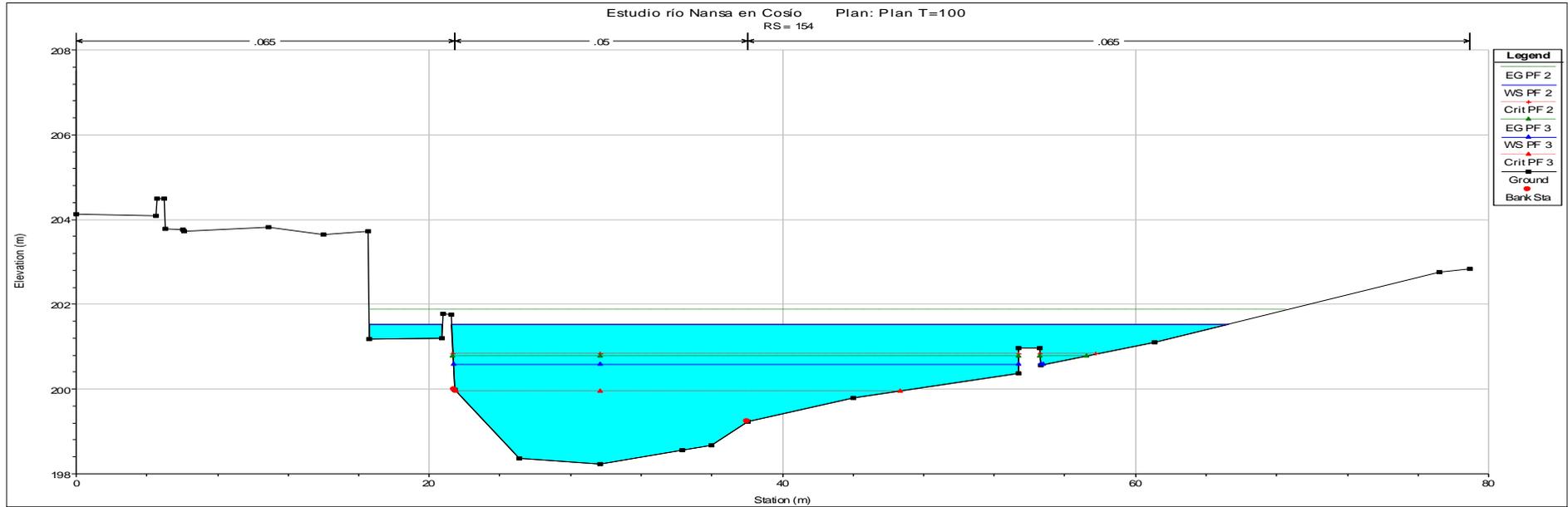


Figura 100. Perfil transversal nº 154

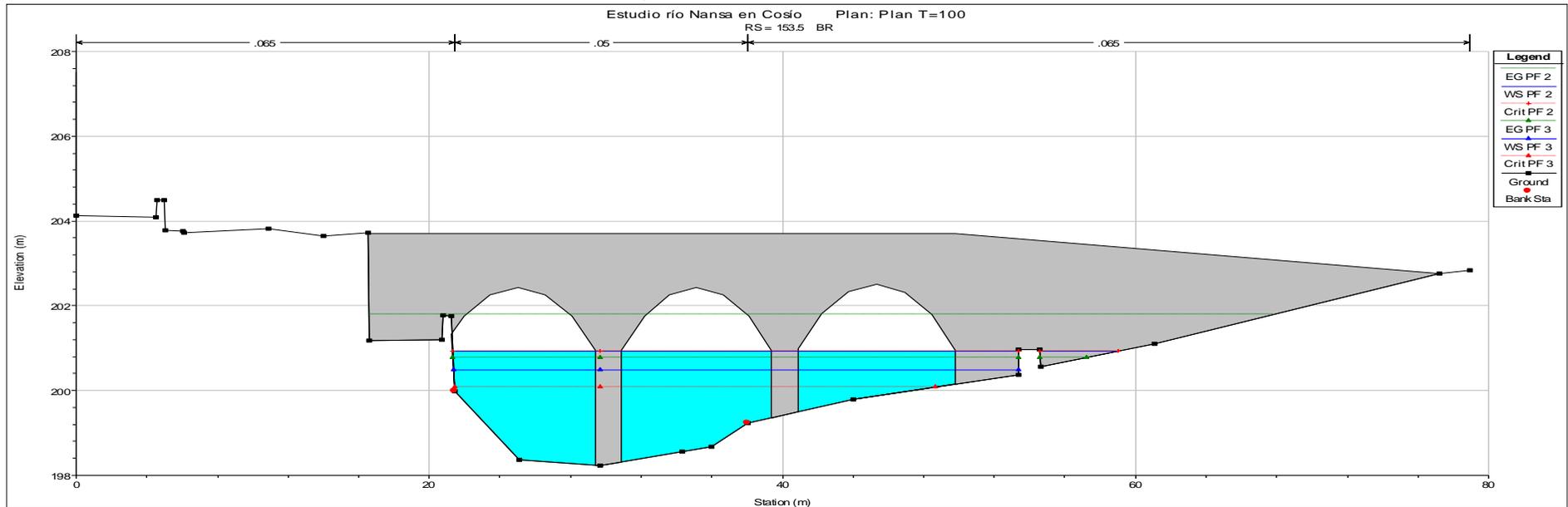


Figura 101. Perfil transversal nº 153.5 aguas arriba

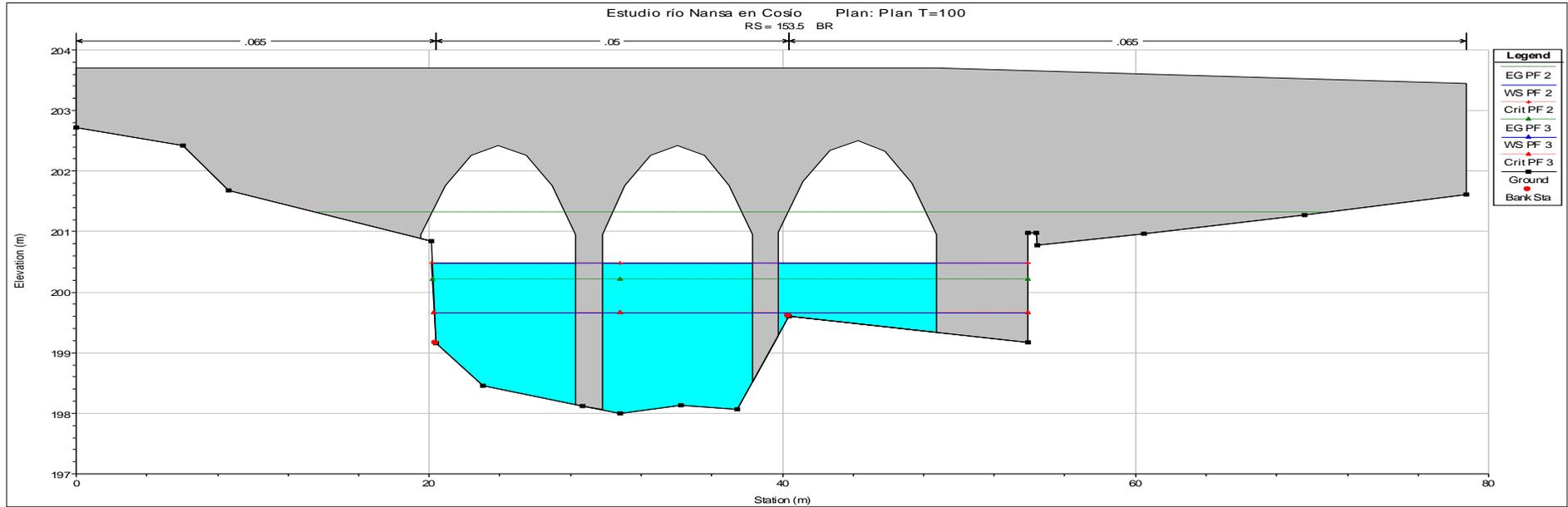


Figura 102. Perfil transversal nº 153.5 aguas abajo

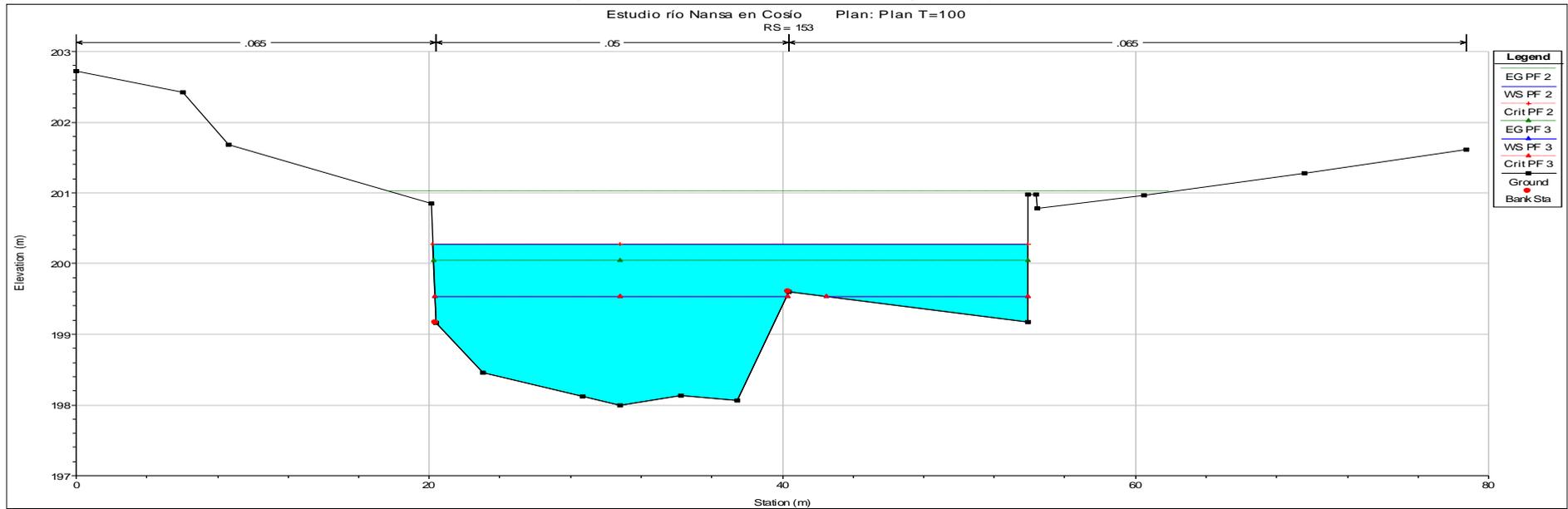


Figura 103. Perfil transversal nº 153

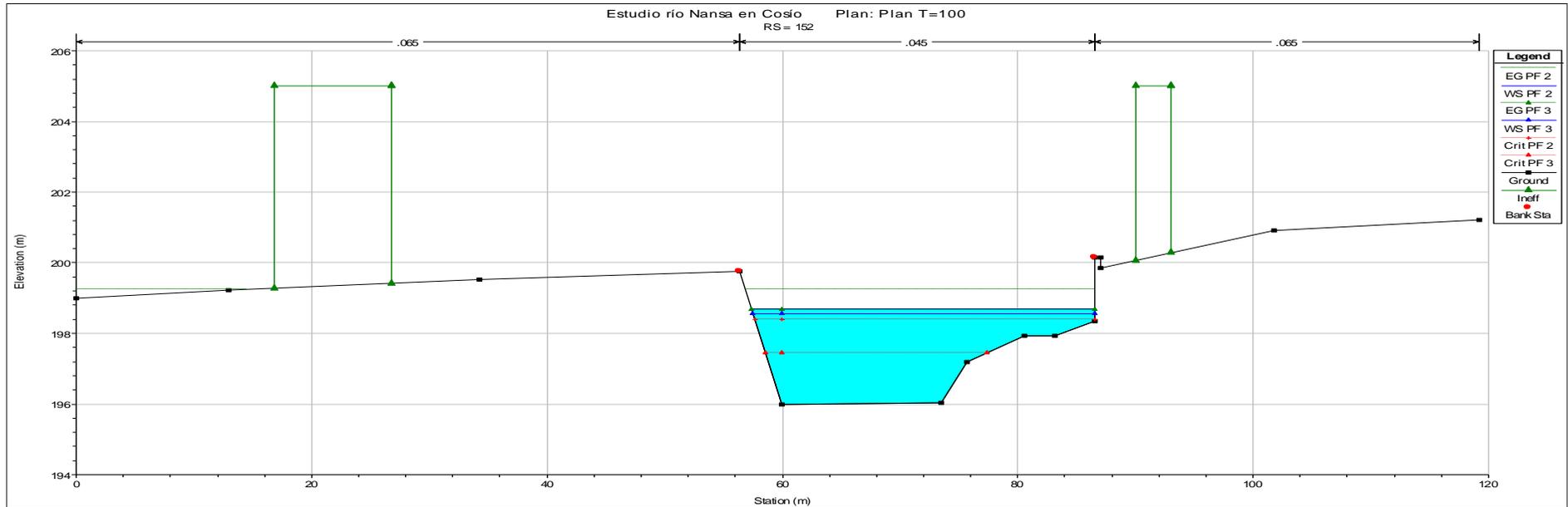


Figura 104. Perfil transversal nº 152

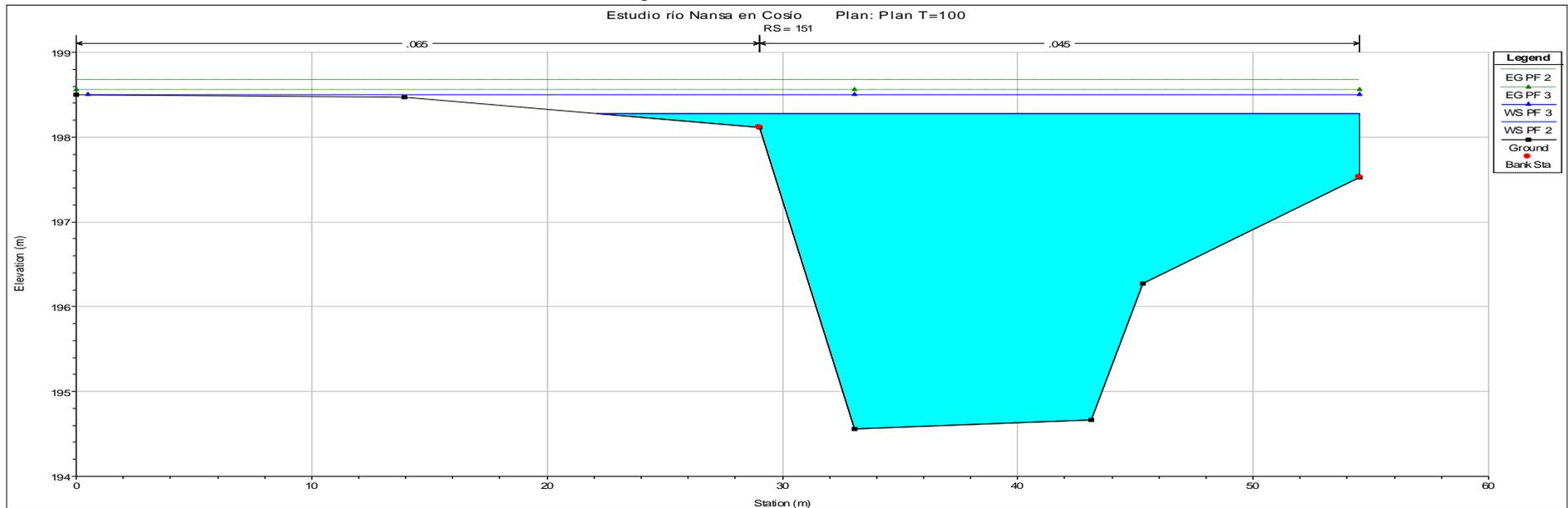


Figura 105. Perfil transversal nº 151

➤ **ARROYO MATA BAUCILLOS (T=100)**

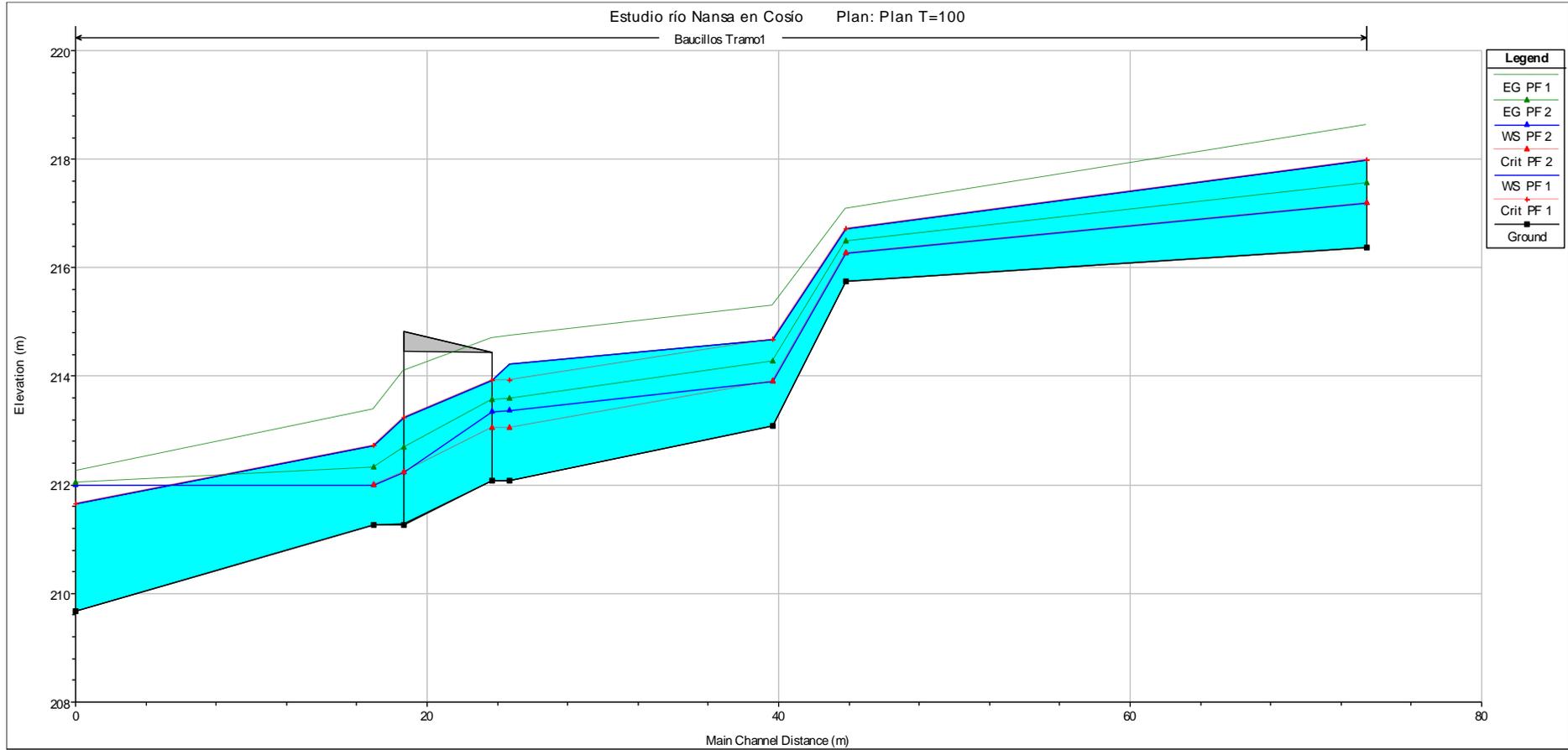


Figura 106. Perfil longitudinal

Tabla 6. Resultados arroyo Mata Baucillos para T=100

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /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 (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tramo1	176	PF 1	30	216.37	217.98	217.98	218.63	0.024587	3.57	8.39	6.41	1
Tramo1	176	PF 2	10	216.37	217.19	217.19	217.55	0.027227	2.64	3.78	5.34	1
Tramo1	175	PF 1	30	215.74	216.71	216.71	217.08	0.022503	2.81	11.88	16.85	0.97
Tramo1	175	PF 2	10	215.74	216.27	216.27	216.47	0.026803	2.03	5.25	13.39	0.98
Tramo1	174	PF 1	30	213.09	214.68	214.68	215.29	0.025048	3.47	8.66	7.06	1
Tramo1	174	PF 2	10	213.09	213.91	213.91	214.26	0.027552	2.61	3.83	5.51	1
Tramo1	173	PF 1	30	212.08	214.22	213.93	214.74	0.01708	3.2	9.49	7.33	0.79
Tramo1	173	PF 2	10	212.08	213.37	213.04	213.57	0.010514	1.99	5.03	4.68	0.61
Tramo1	172.5	Bridge										
Tramo1	172	PF 1	30	211.26	212.72	212.72	213.39	0.033801	3.63	8.25	6.15	1
Tramo1	172	PF 2	10	211.26	211.99	211.99	212.32	0.035305	2.57	3.89	5.79	1
Tramo1	171	PF 1	30	209.68	211.66	211.66	212.26	0.035569	3.44	8.73	7.21	1
Tramo1	171	PF 2	10	209.68	211.99		212.03	0.002174	0.85	11.73	10.22	0.25

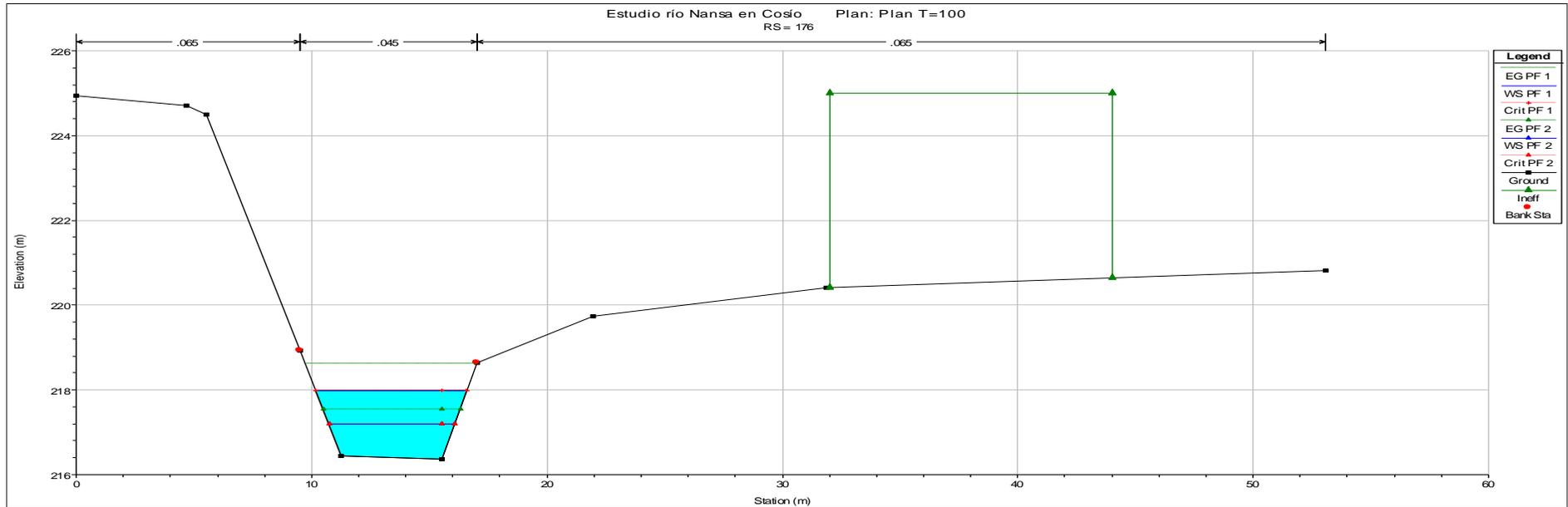


Figura 107. Perfil transversal nº 176

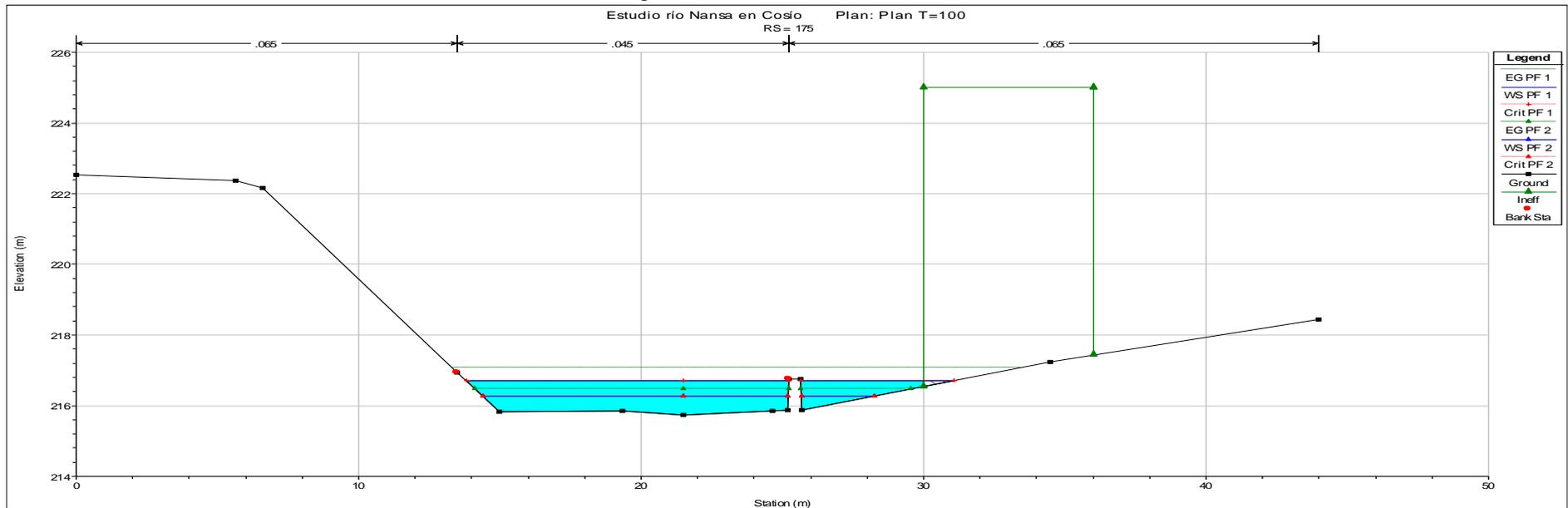


Figura 108. Perfil transversal nº 175

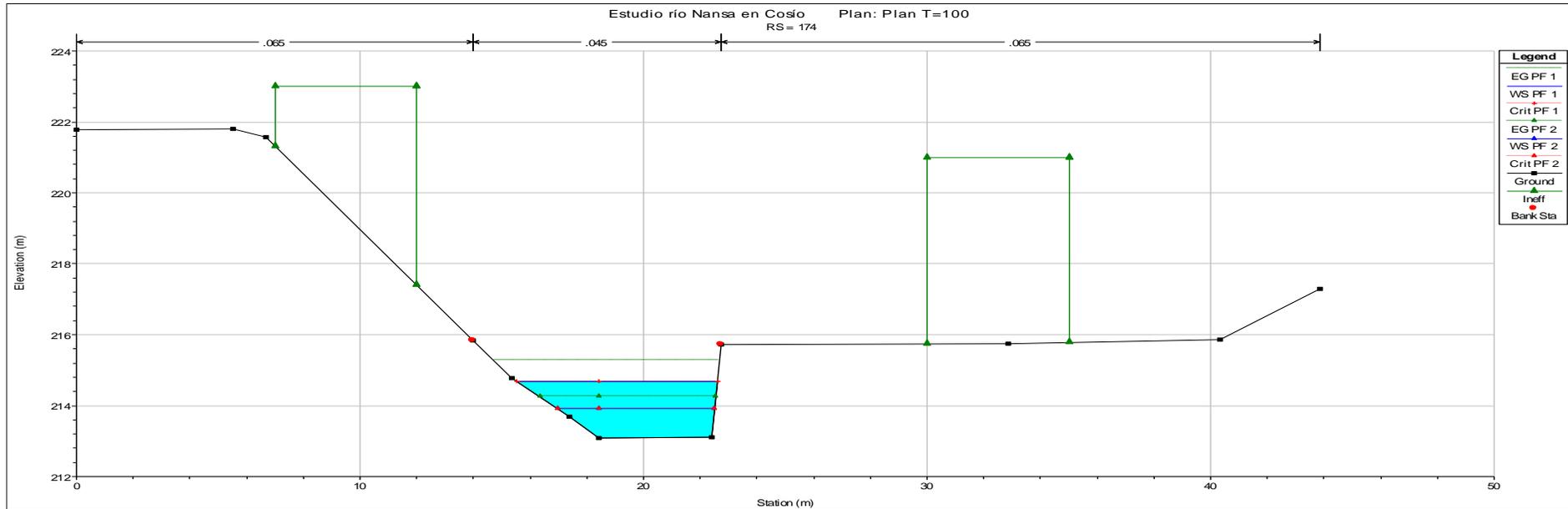


Figura 109. Perfil transversal nº 174

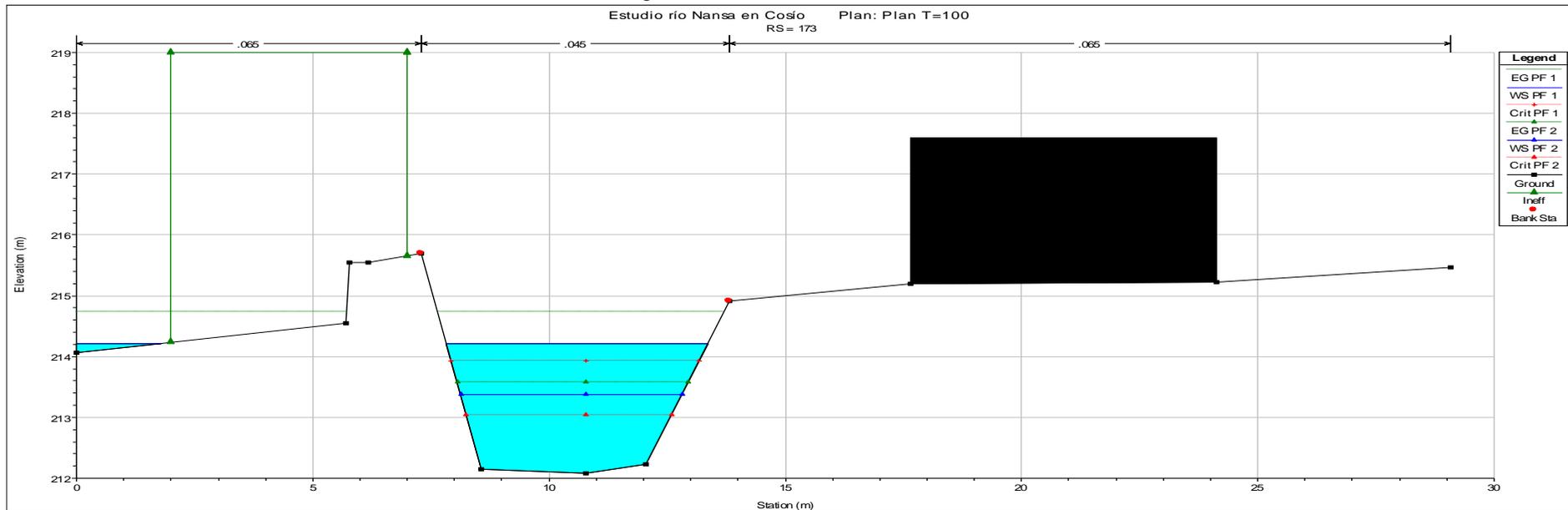


Figura 110. Perfil transversal nº 173

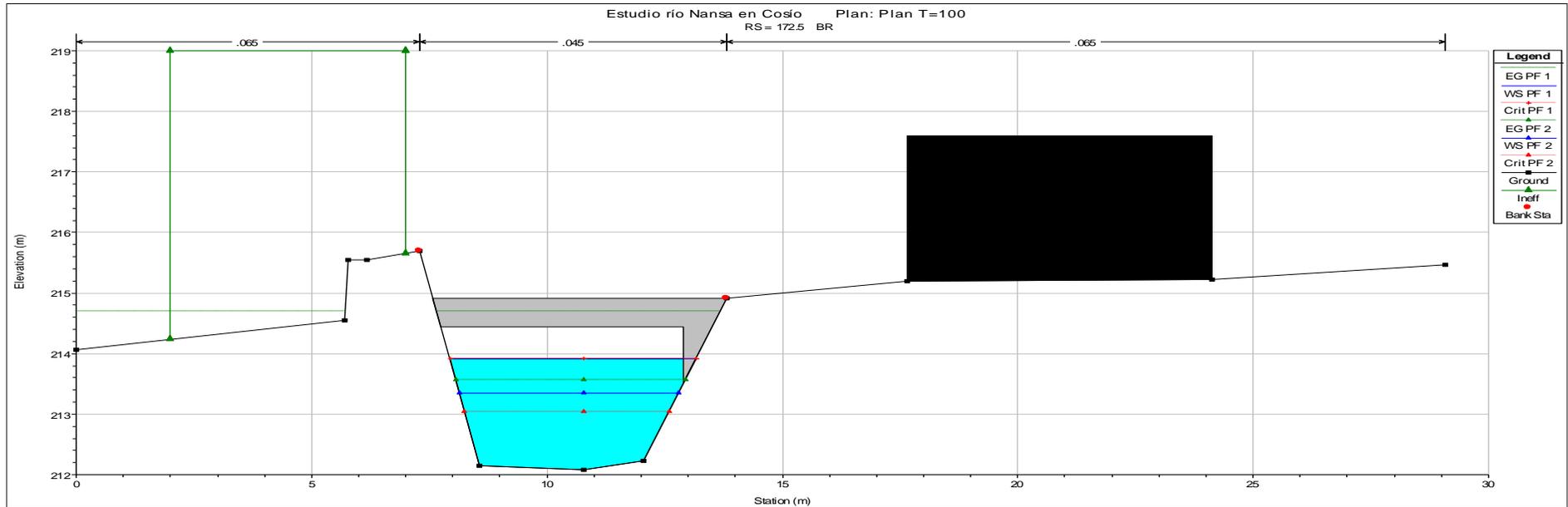


Figura 111. Perfil transversal nº 172.5 aguas arriba

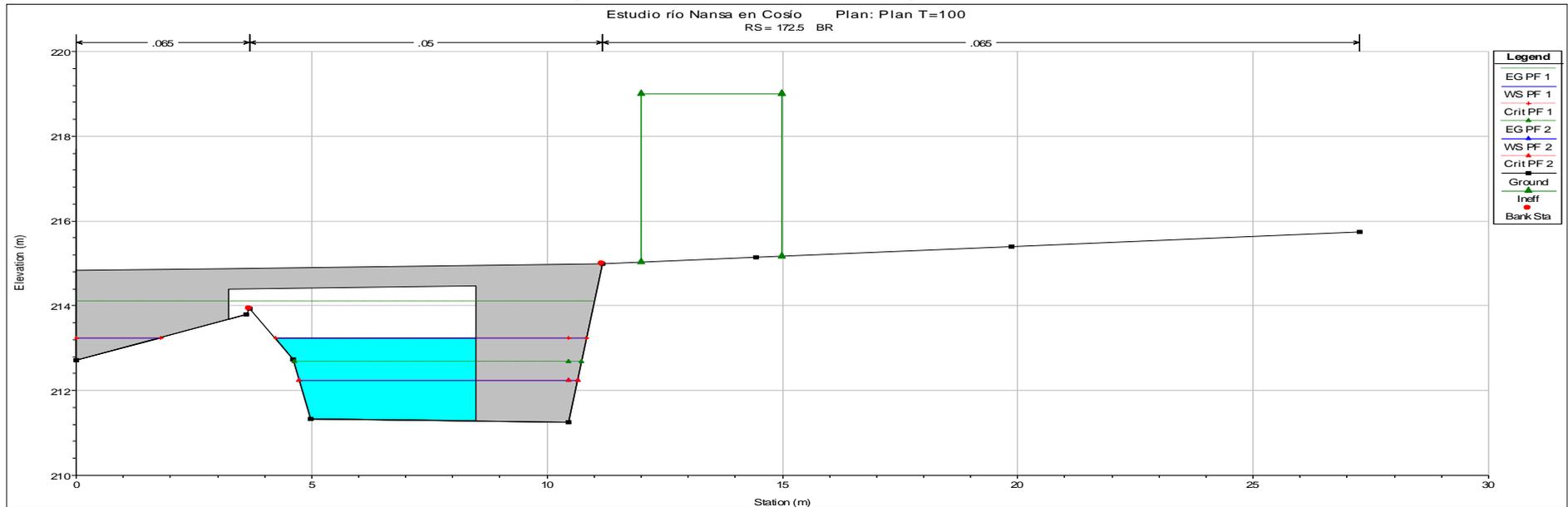


Figura 112. Perfil transversal nº 172.5 aguas abajo

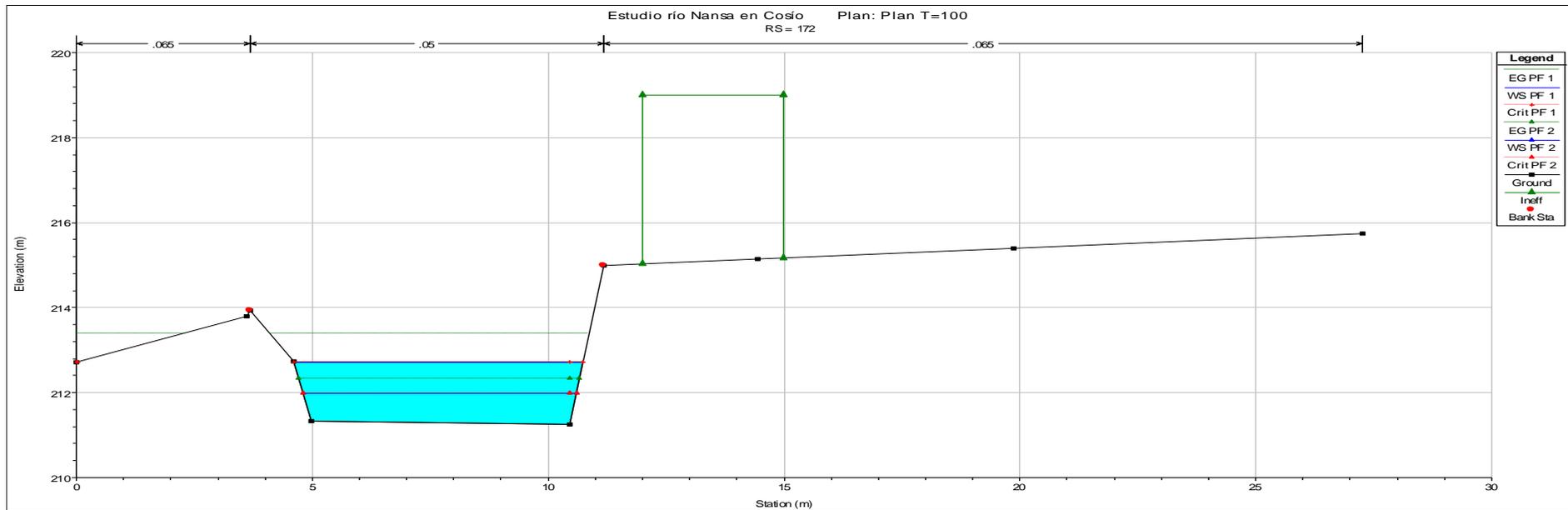


Figura 113. Perfil transversal nº 172

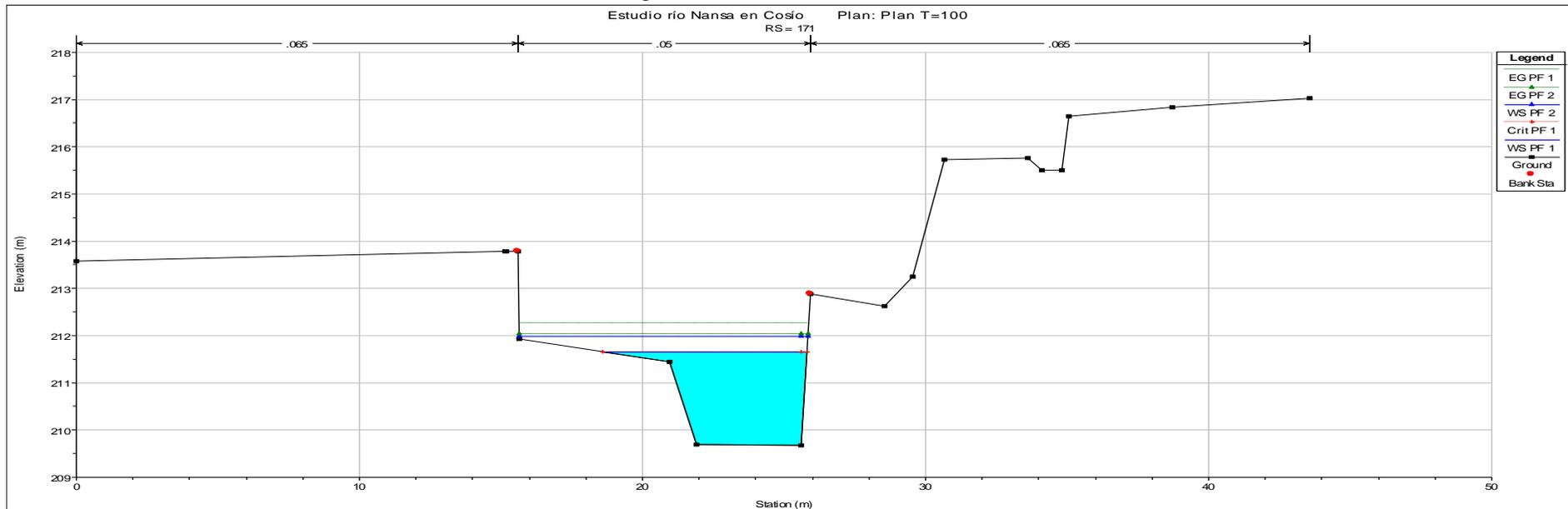


Figura 114. Perfil transversal nº 171

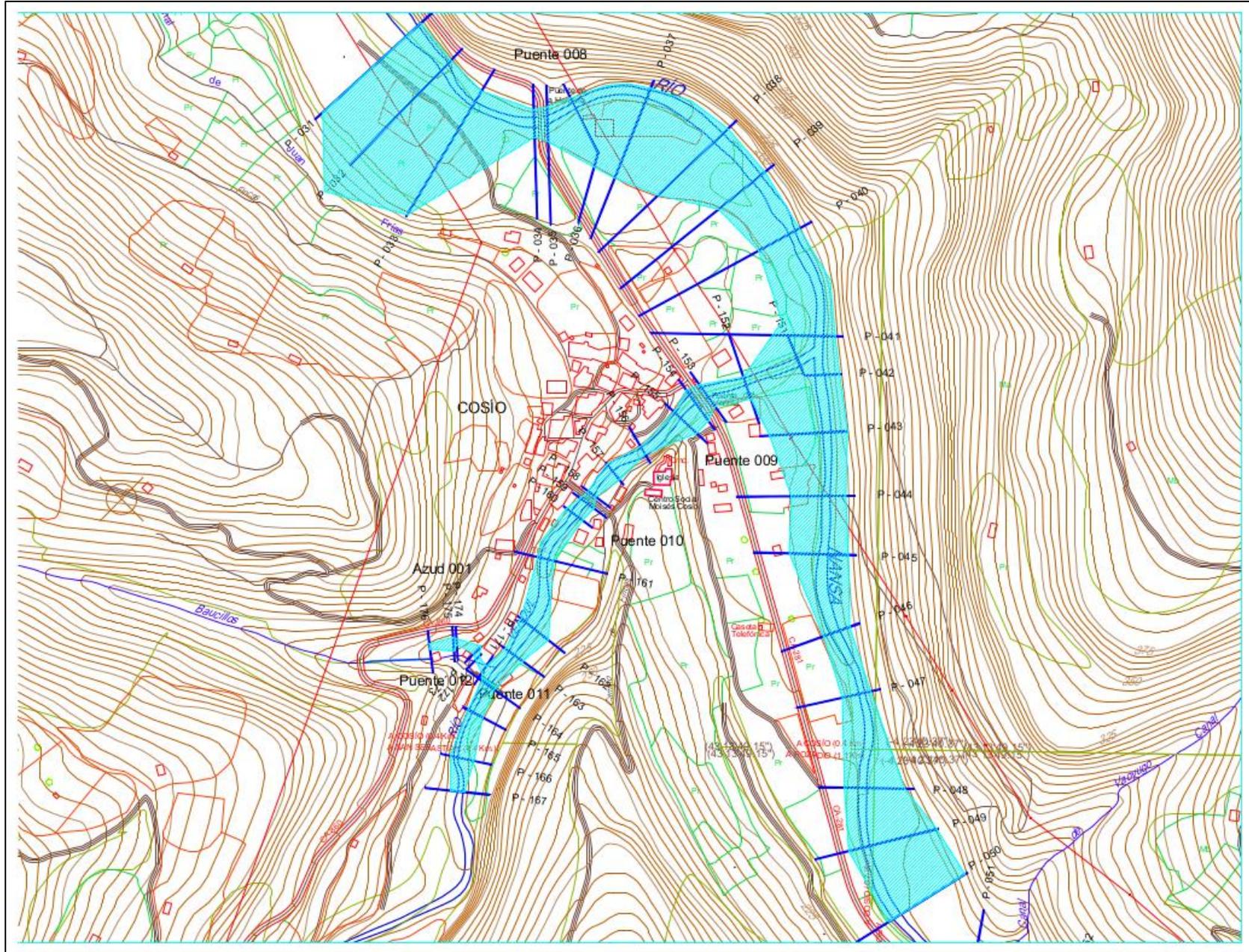


Figura 115. Mancha de inundación T=100 años

PERIODO DE RETORNO (T) DE 10 AÑOS

➤ RÍO NANSÁ (T=10)

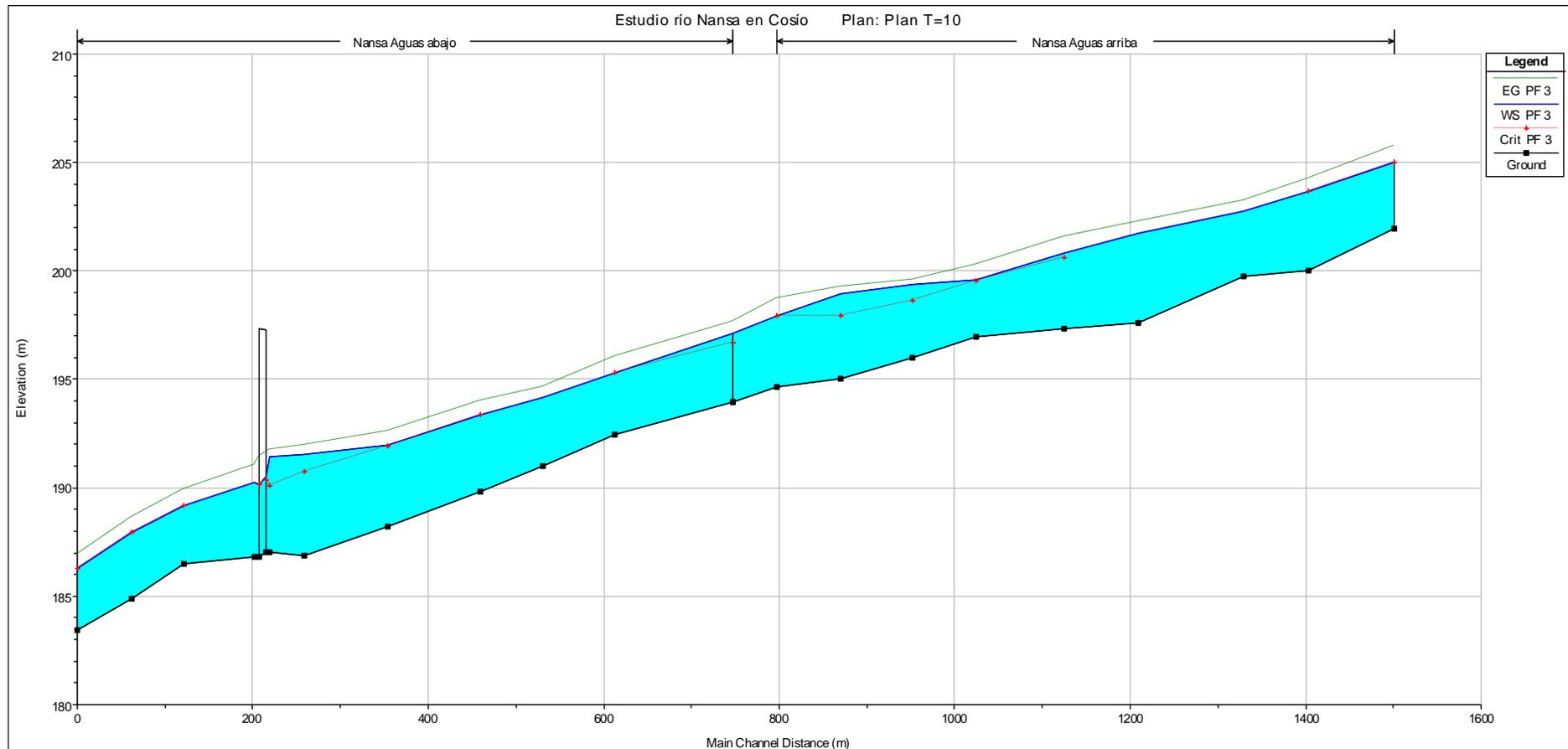


Figura 116. Perfil longitudinal

Tabla 7. Resultados río Nansa para T=10

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
Aguas arriba	50	PF 3	237	201.96	205.02	205.02	205.76	0.015332	3.84	65.77	64.27	0.94
Aguas arriba	49	PF 3	237	200.03	203.65	203.65	204.24	0.013365	3.6	80.3	73.74	0.87
Aguas arriba	48	PF 3	237	199.75	202.76		203.22	0.009332	3.08	86.25	68.85	0.74
Aguas arriba	47	PF 3	237	197.62	201.74		202.28	0.006634	3.26	74.11	33.74	0.65
Aguas arriba	46	PF 3	237	197.35	200.84	200.61	201.57	0.010289	3.91	67.27	33.88	0.81
Aguas arriba	45	PF 3	237	196.98	199.6	199.51	200.28	0.016053	3.67	64.6	42.06	0.94
Aguas arriba	44	PF 3	237	195.98	199.4	198.62	199.61	0.004042	2.05	116.17	62.31	0.47
Aguas arriba	43	PF 3	237	195.03	198.97	197.95	199.29	0.003777	2.51	95.78	39.84	0.5
Aguas arriba	42	PF 3	237	194.63	197.94	197.94	198.75	0.01485	4.04	63.85	43.65	0.93
Aguas abajo	41	PF 3	308	193.94	197.13	196.67	197.63	0.00786	3.12	98.75	48.3	0.7
Aguas abajo	40	PF 3	308	192.45	195.31	195.31	196.05	0.018136	3.83	80.9	56.39	1
Aguas abajo	39	PF 3	308	191.01	194.15		194.68	0.008335	3.52	113.54	70.1	0.72
Aguas abajo	38	PF 3	308	189.84	193.34	193.34	194.03	0.009996	3.81	103.28	94.23	0.79
Aguas abajo	37	PF 3	308	188.2	191.94	191.9	192.59	0.011791	3.92	100.81	69.62	0.83
Aguas abajo	36	PF 3	308	186.87	191.55	190.71	191.96	0.004497	3.13	131.72	94.63	0.54
Aguas abajo	35	PF 3	308	187.05	191.41	190.07	191.75	0.004037	2.57	119.92	40.15	0.47
Aguas abajo	34.5		Bridge									
Aguas abajo	34	PF 3	308	186.82	190.26		191.05	0.012903	3.93	78.46	32.89	0.81
Aguas abajo	33	PF 3	308	186.48	189.16	189.16	189.94	0.014126	4.04	88.18	65.31	0.92
Aguas abajo	32	PF 3	308	184.87	187.97	187.97	188.63	0.020519	3.81	89.18	71.82	1.05
Aguas abajo	31	PF 3	308	183.44	186.27	186.27	186.92	0.018662	3.61	87.66	68.9	1.01

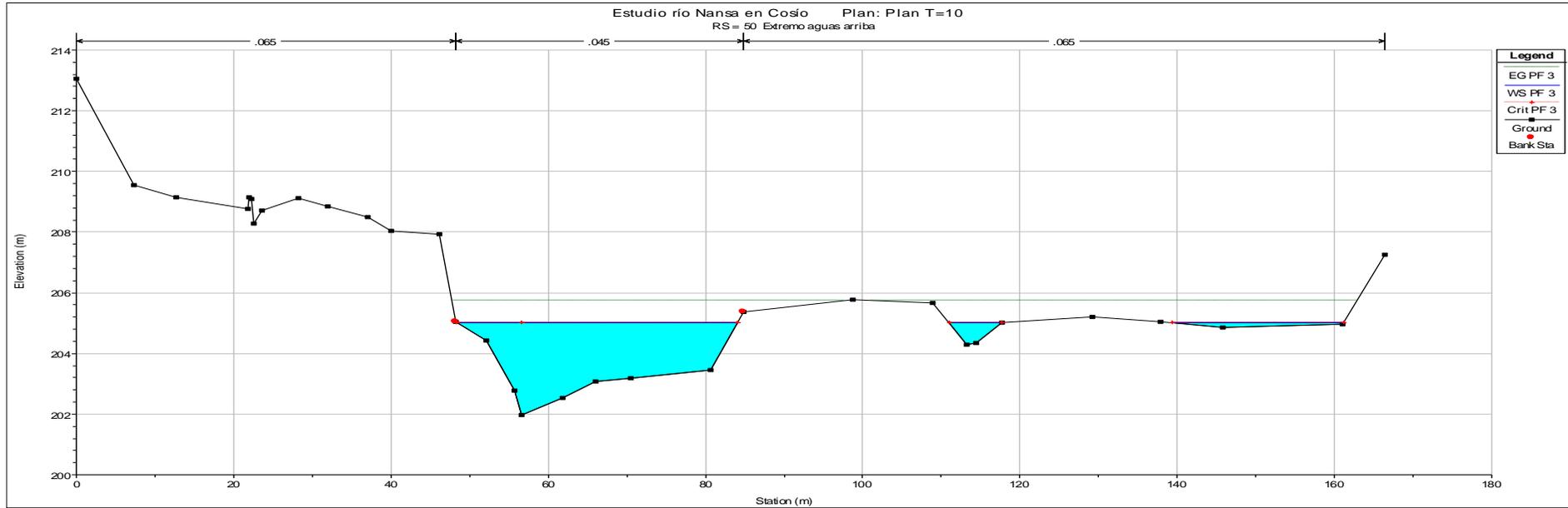


Figura 117. Perfil transversal nº 50

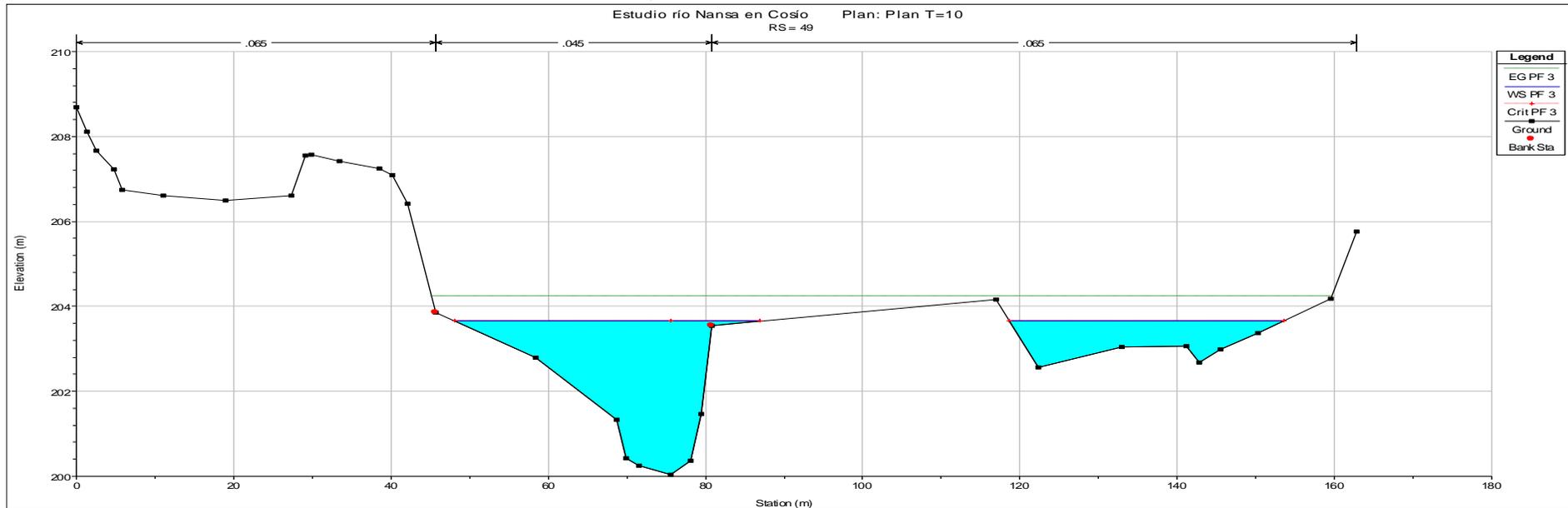


Figura 118. Perfil transversal nº 49

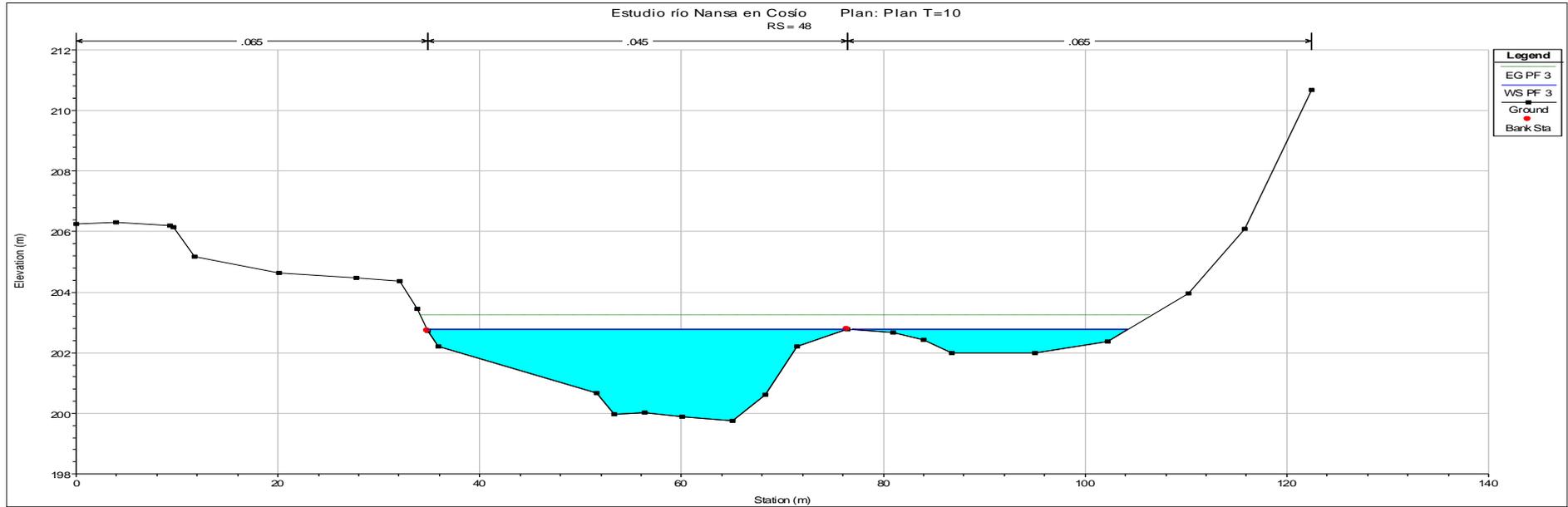


Figura 119. Perfil transversal nº 48

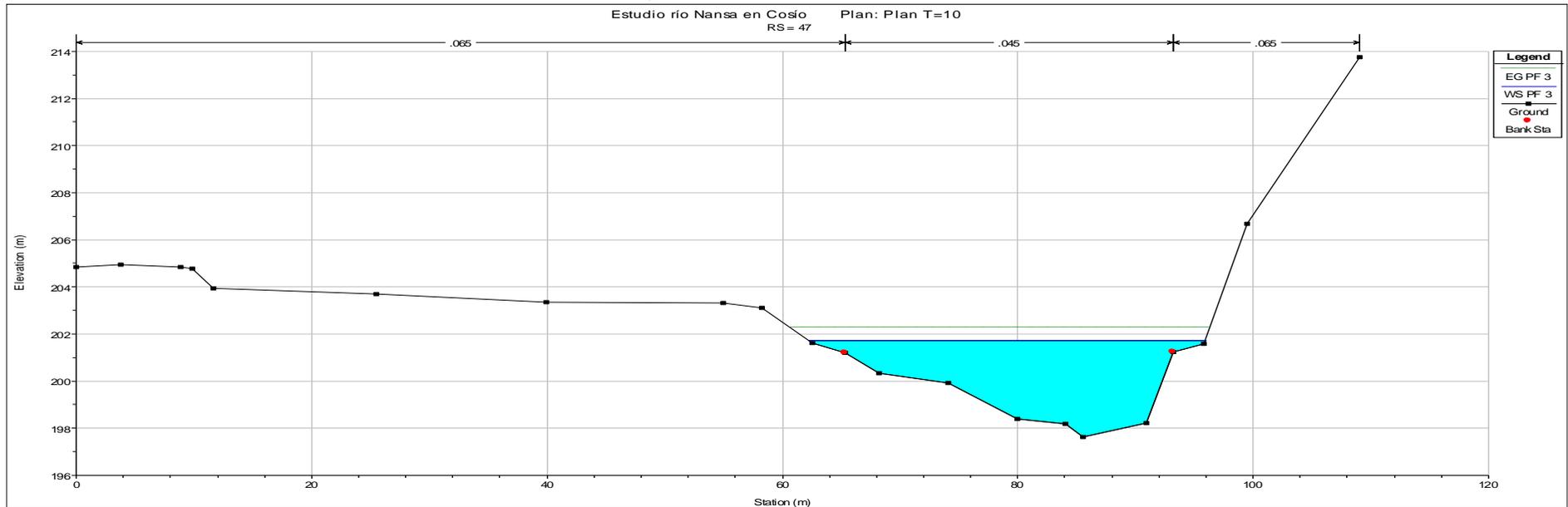


Figura 120. Perfil transversal nº 47

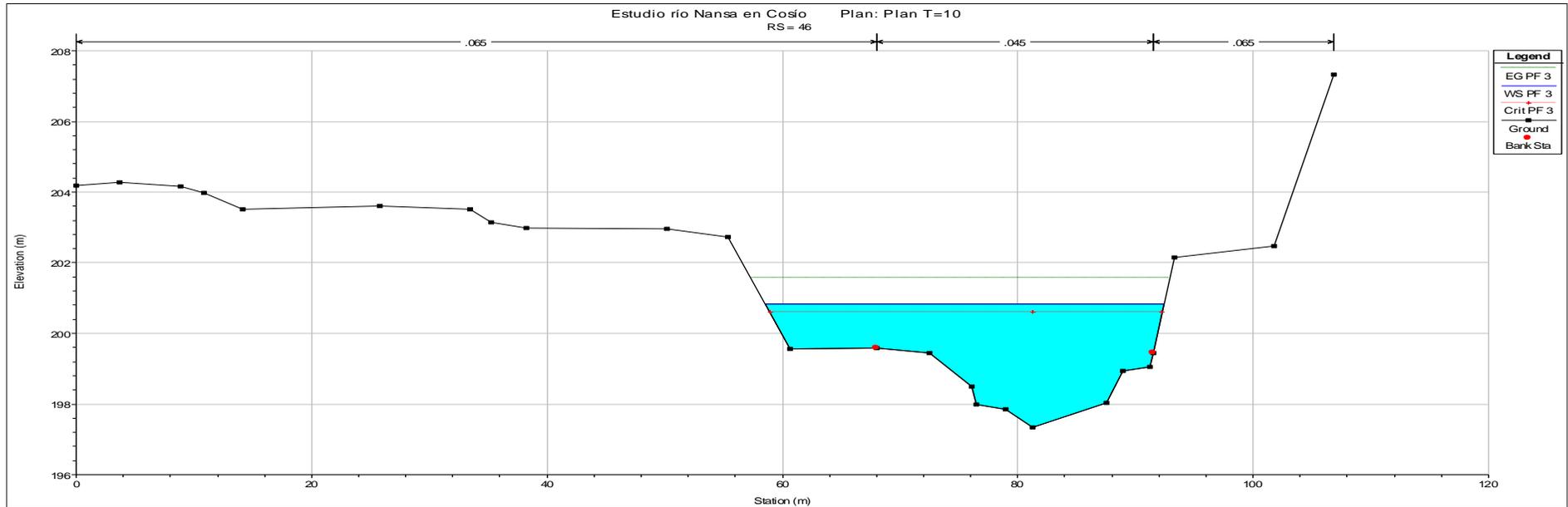


Figura 121. Perfil transversal nº 46

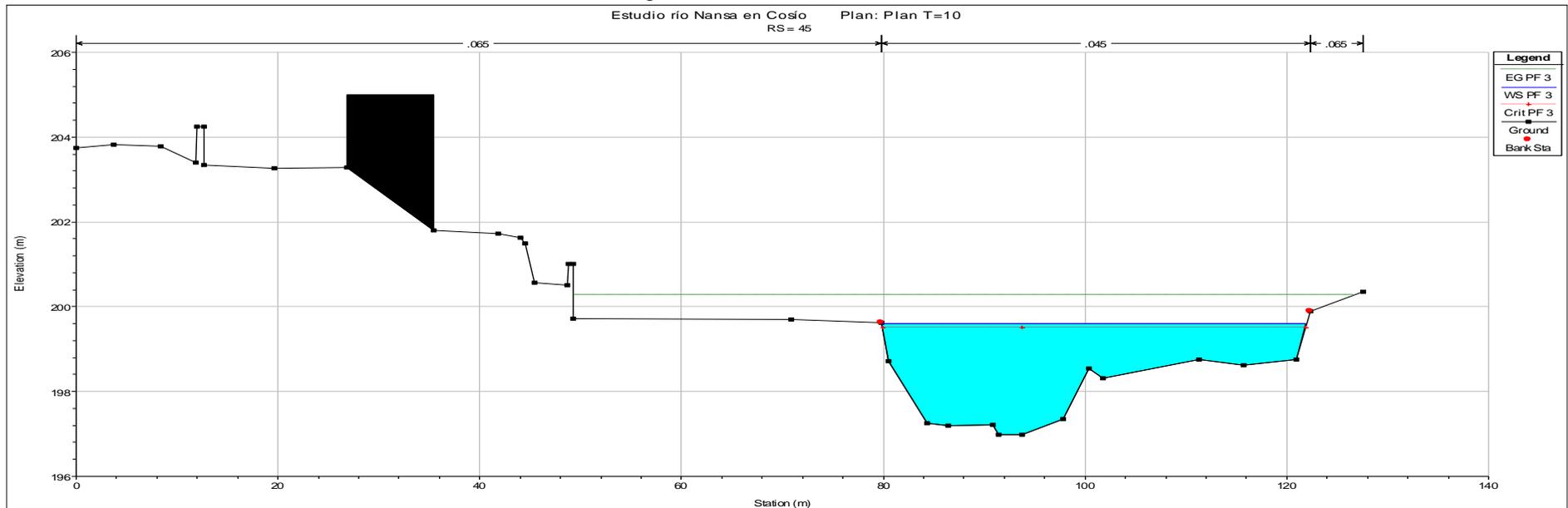


Figura 122. Perfil transversal nº 45

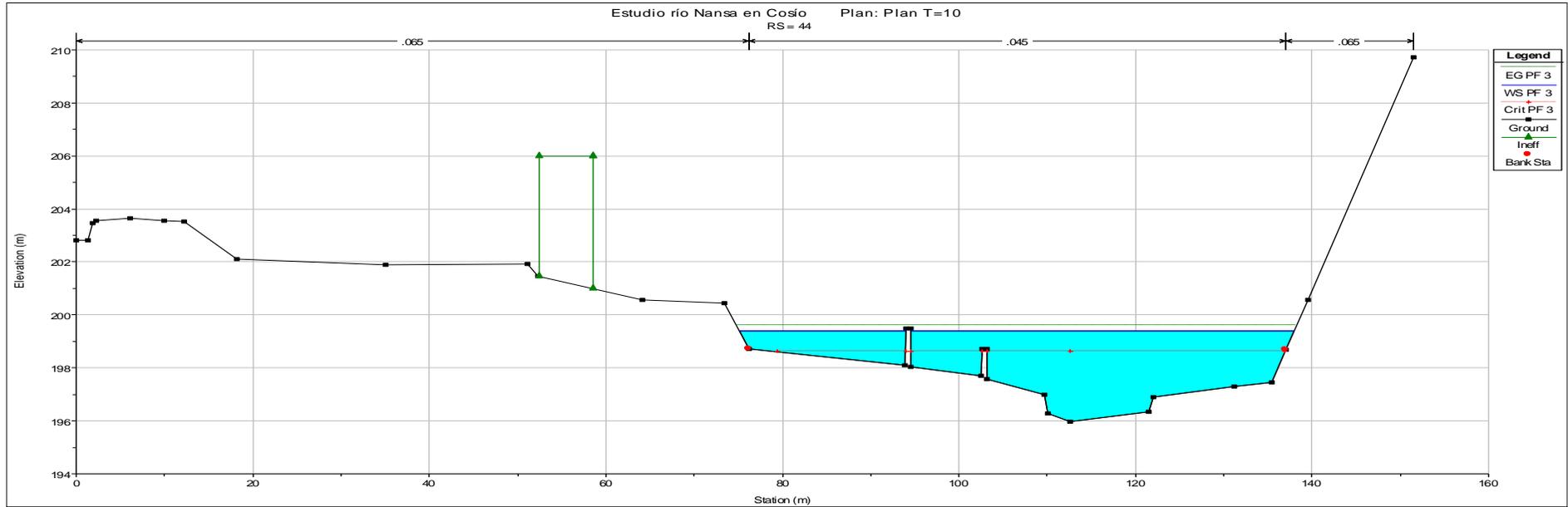


Figura 123. Perfil transversal nº 44

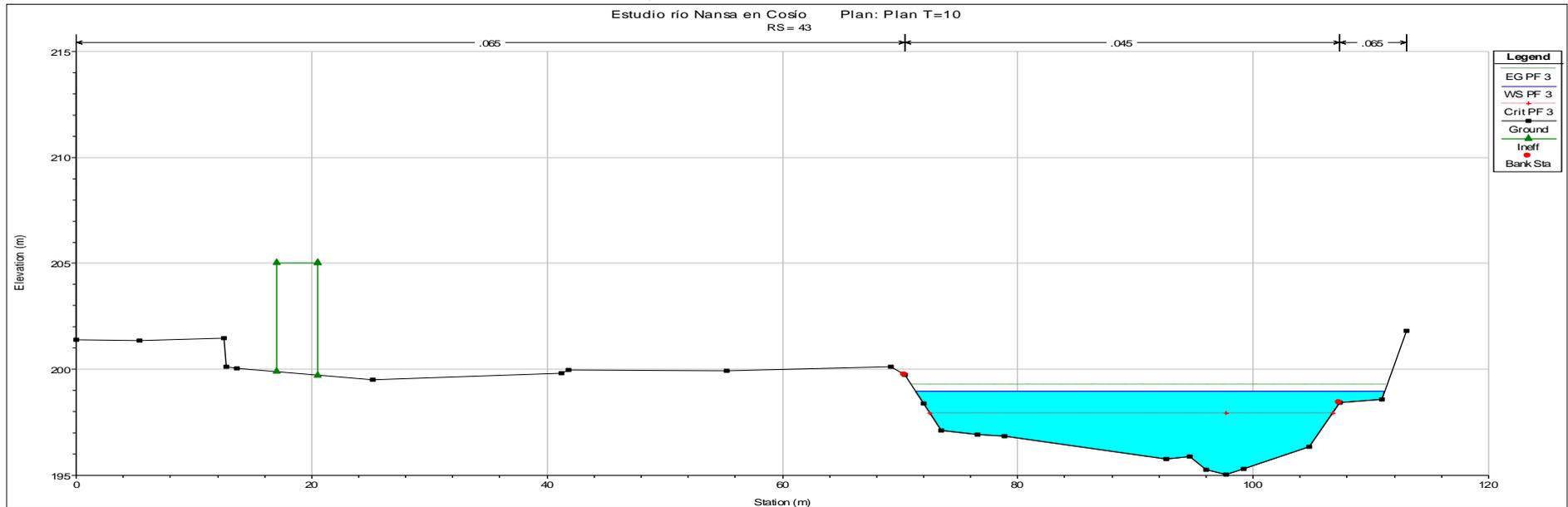


Figura 124. Perfil transversal nº 43

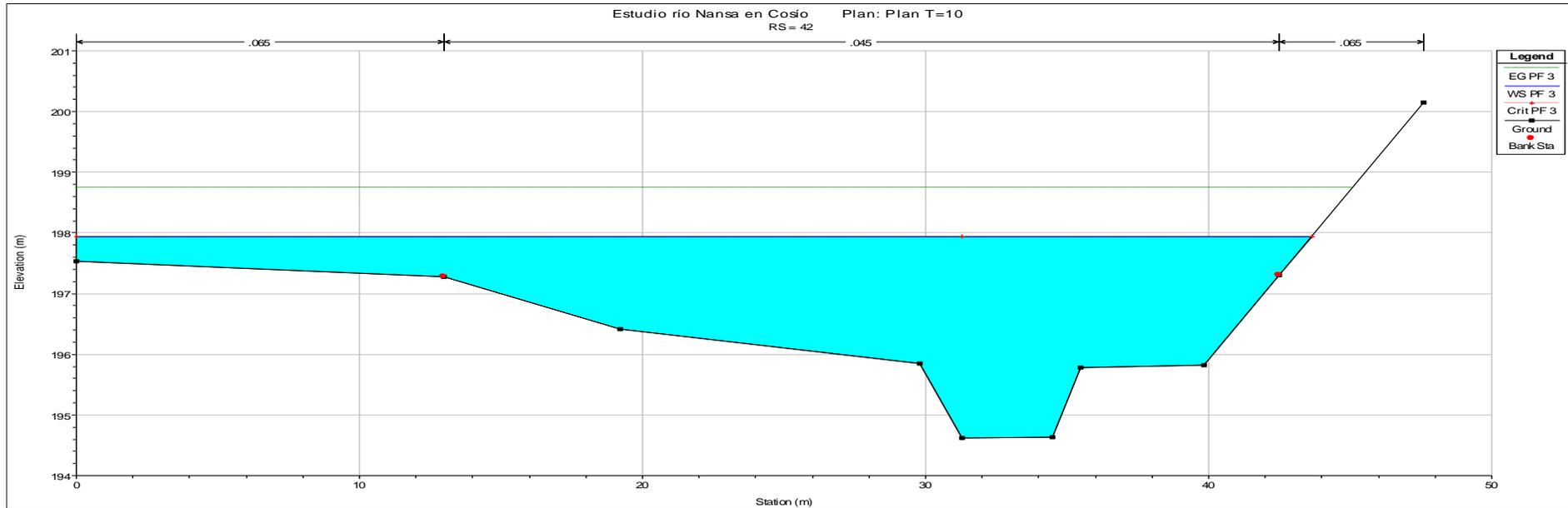


Figura 125. Perfil transversal nº 42

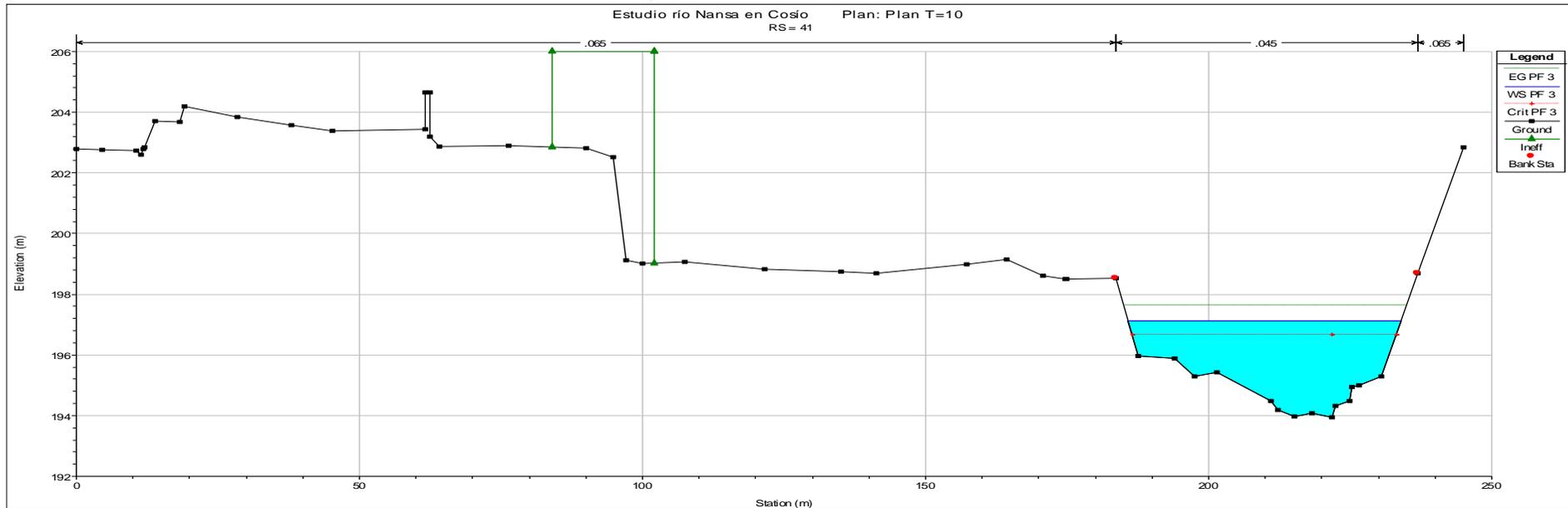


Figura 126. Perfil transversal nº 41

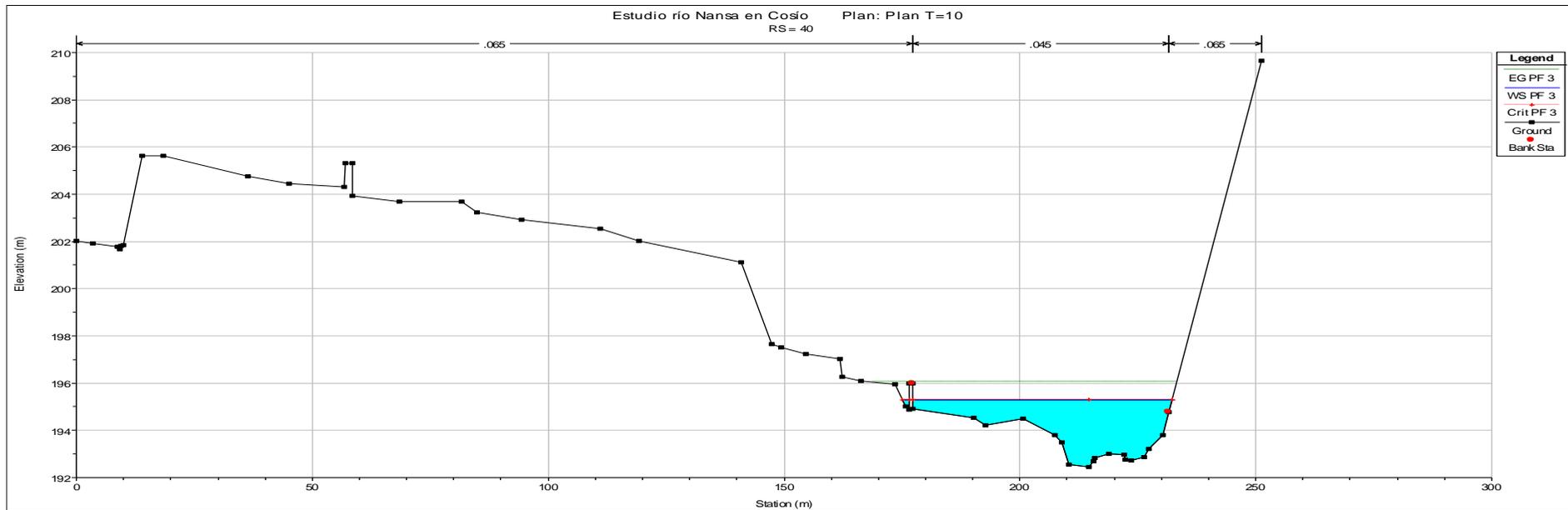


Figura 127. Perfil transversal nº 40

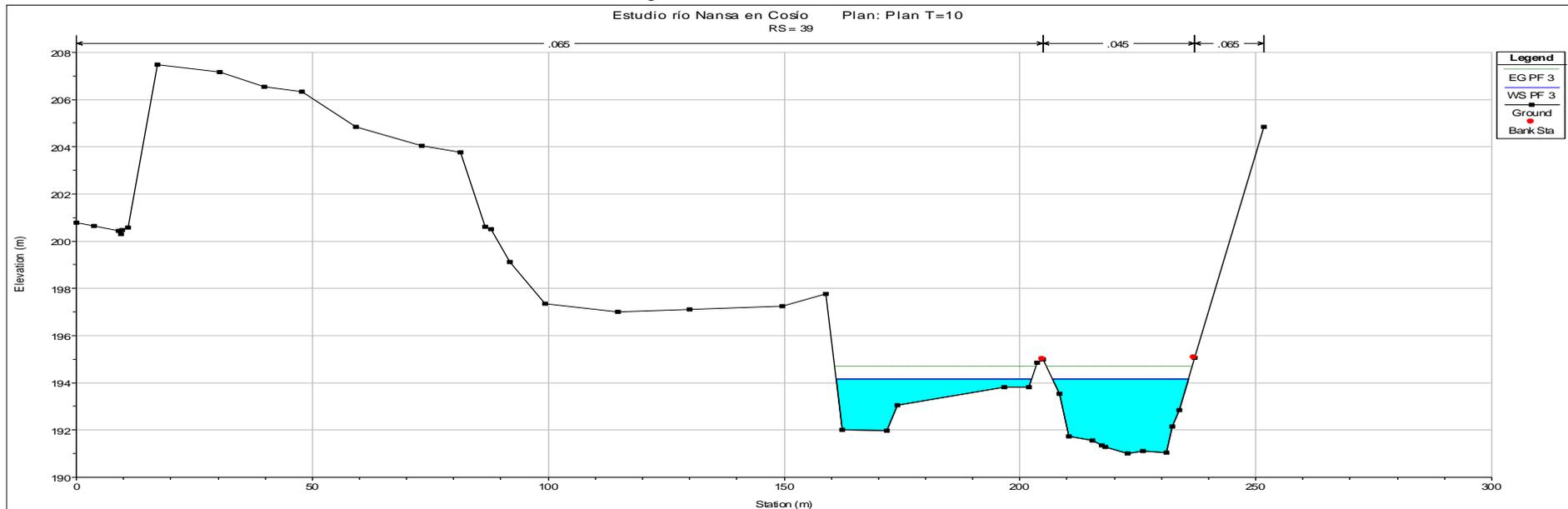


Figura 128. Perfil transversal nº 39

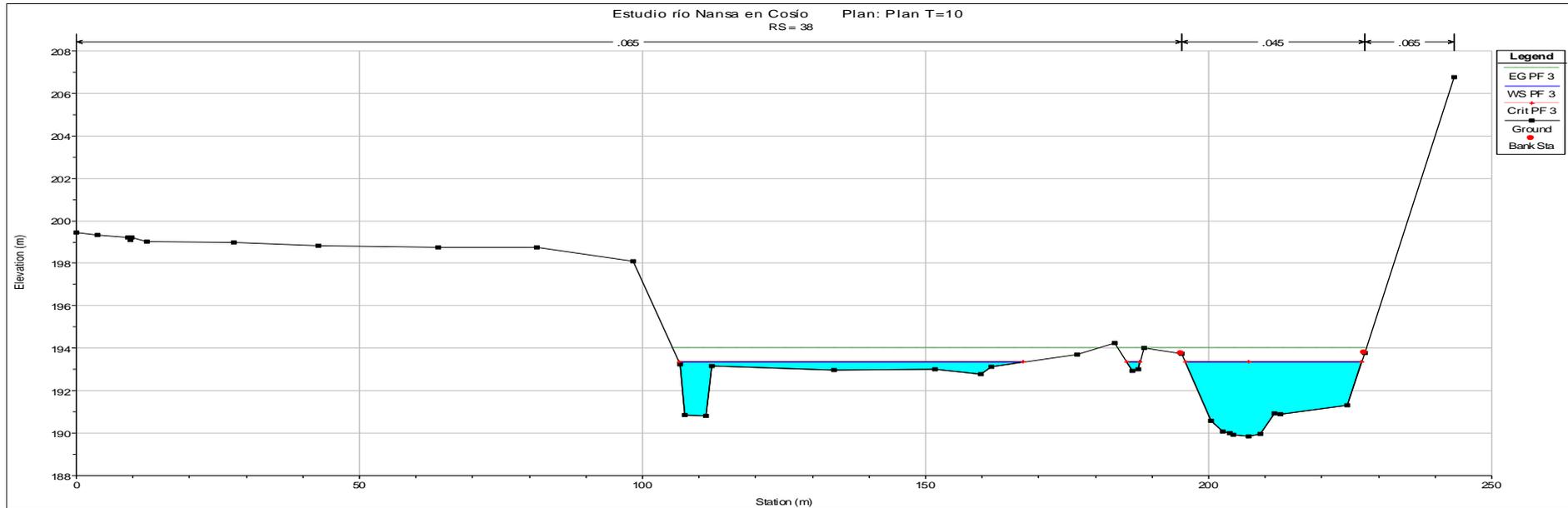


Figura 129. Perfil transversal nº 38

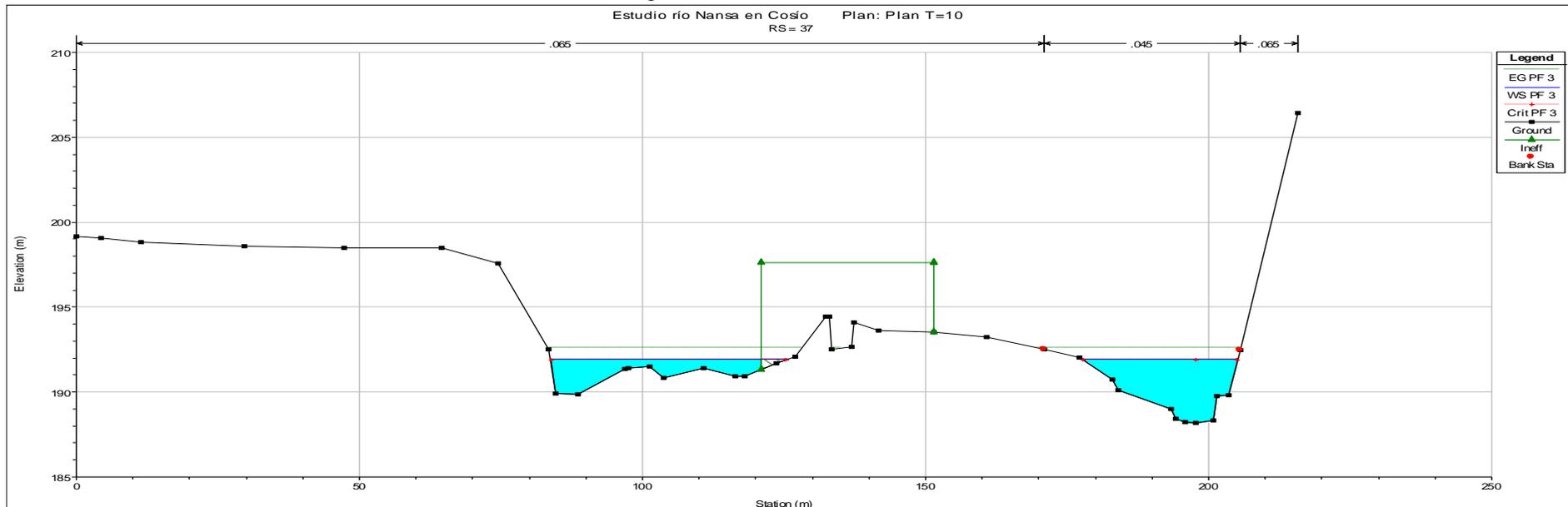


Figura 130. Perfil transversal nº 37

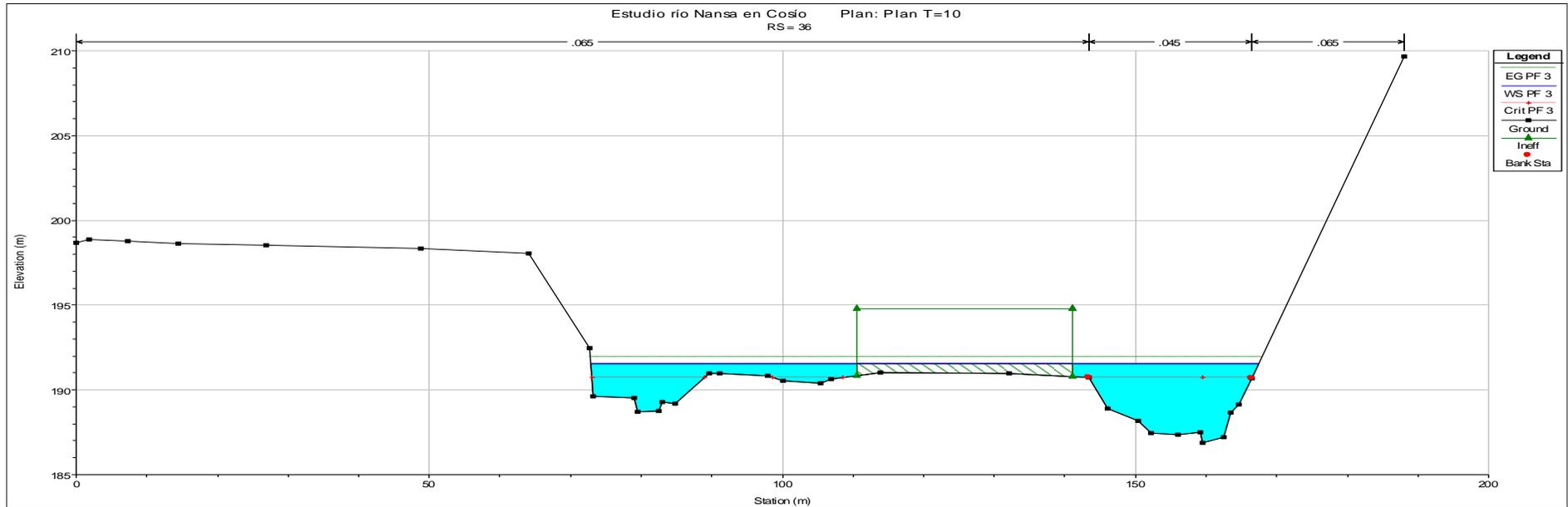


Figura 131. Perfil transversal nº 36

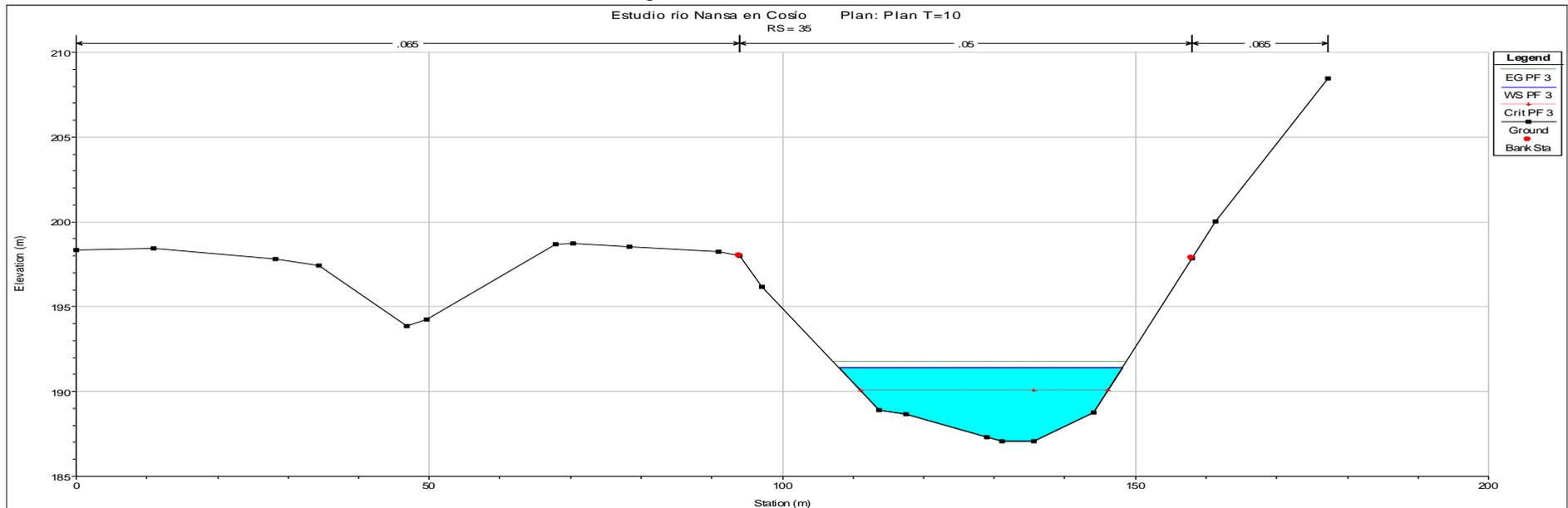


Figura 132. Perfil transversal nº 35

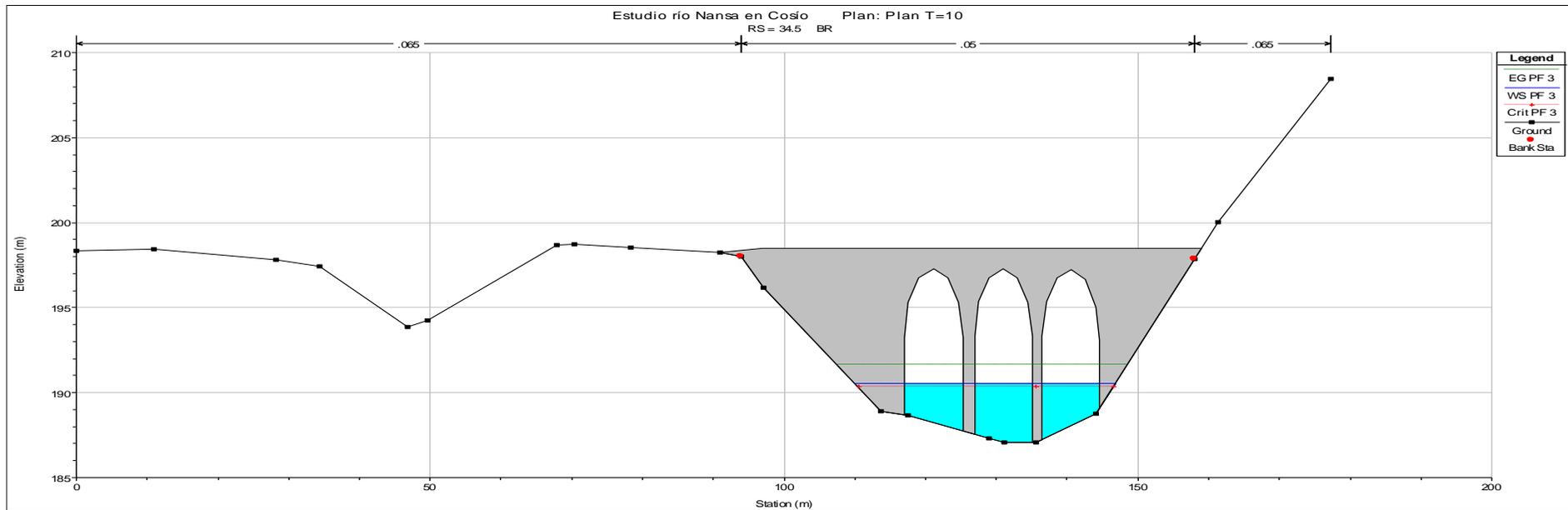


Figura 133. Perfil transversal nº 34.5 aguas arriba

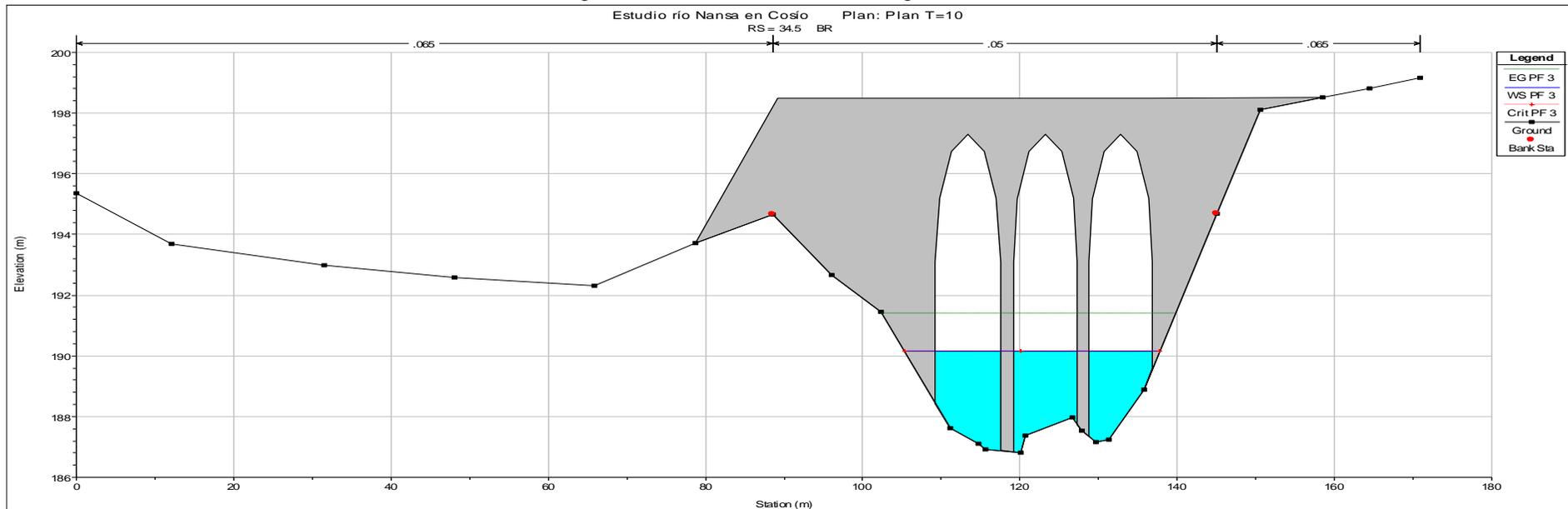


Figura 134. Perfil transversal nº 34.5 aguas abajo

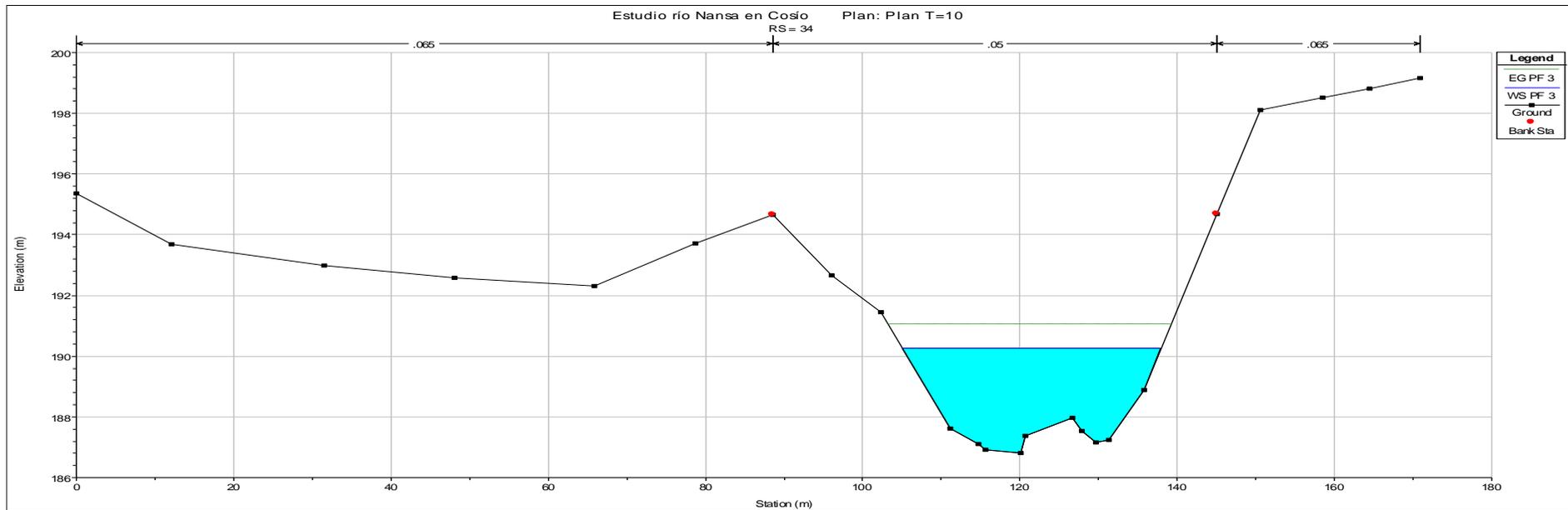


Figura 135. Perfil transversal nº 34

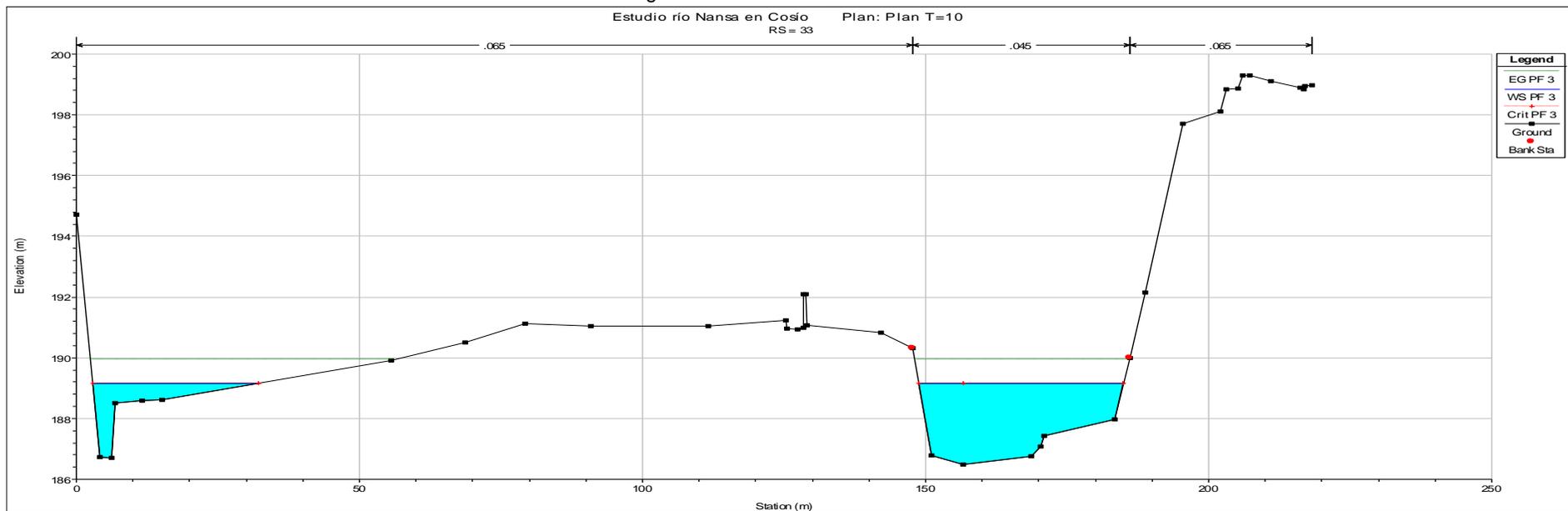


Figura 136. Perfil transversal nº 33

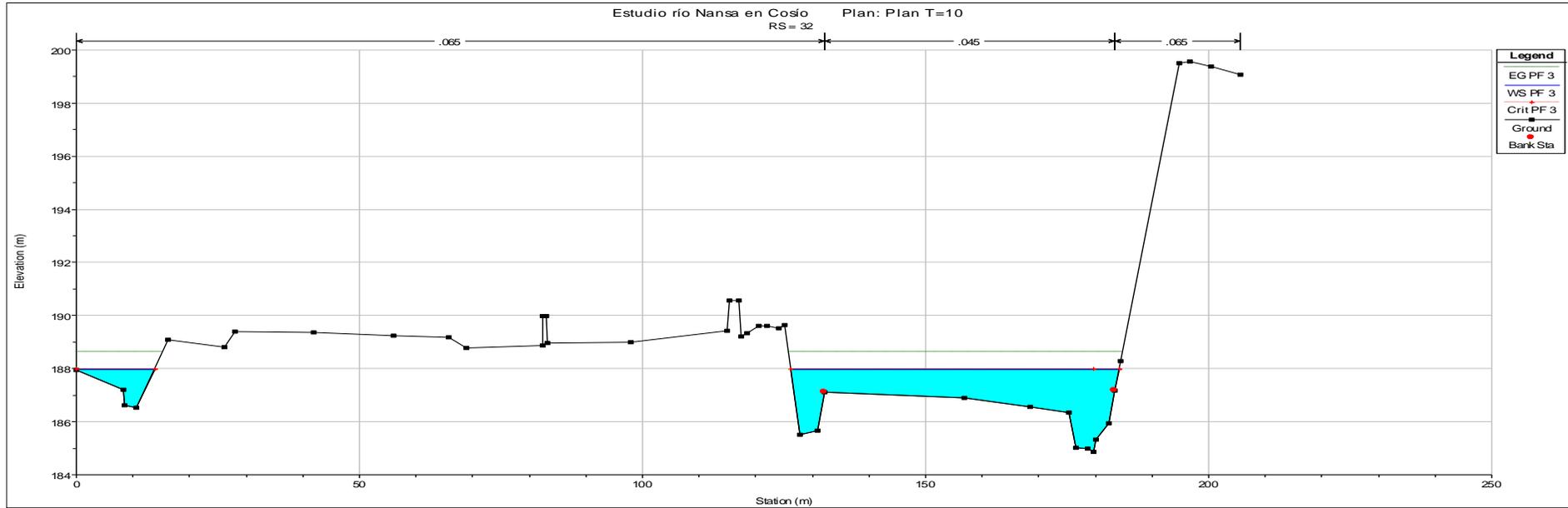


Figura 137. Perfil transversal nº 32

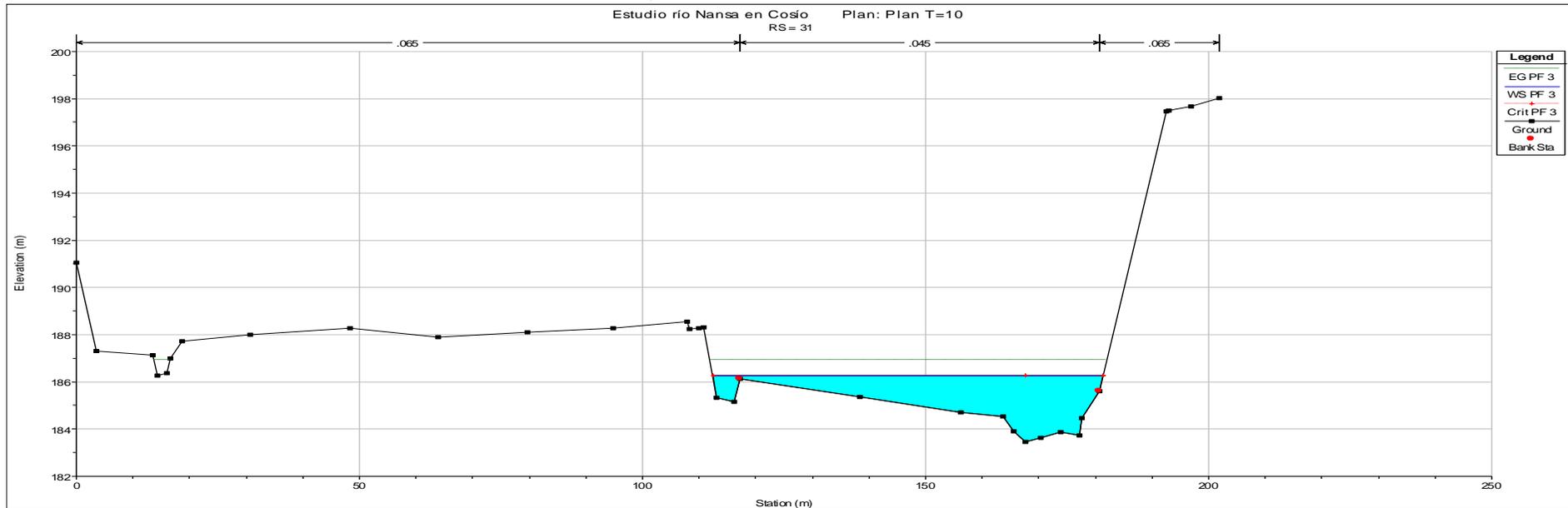


Figura 138. Perfil transversal nº 31

➤ **RÍO VENDUL (T=10)**

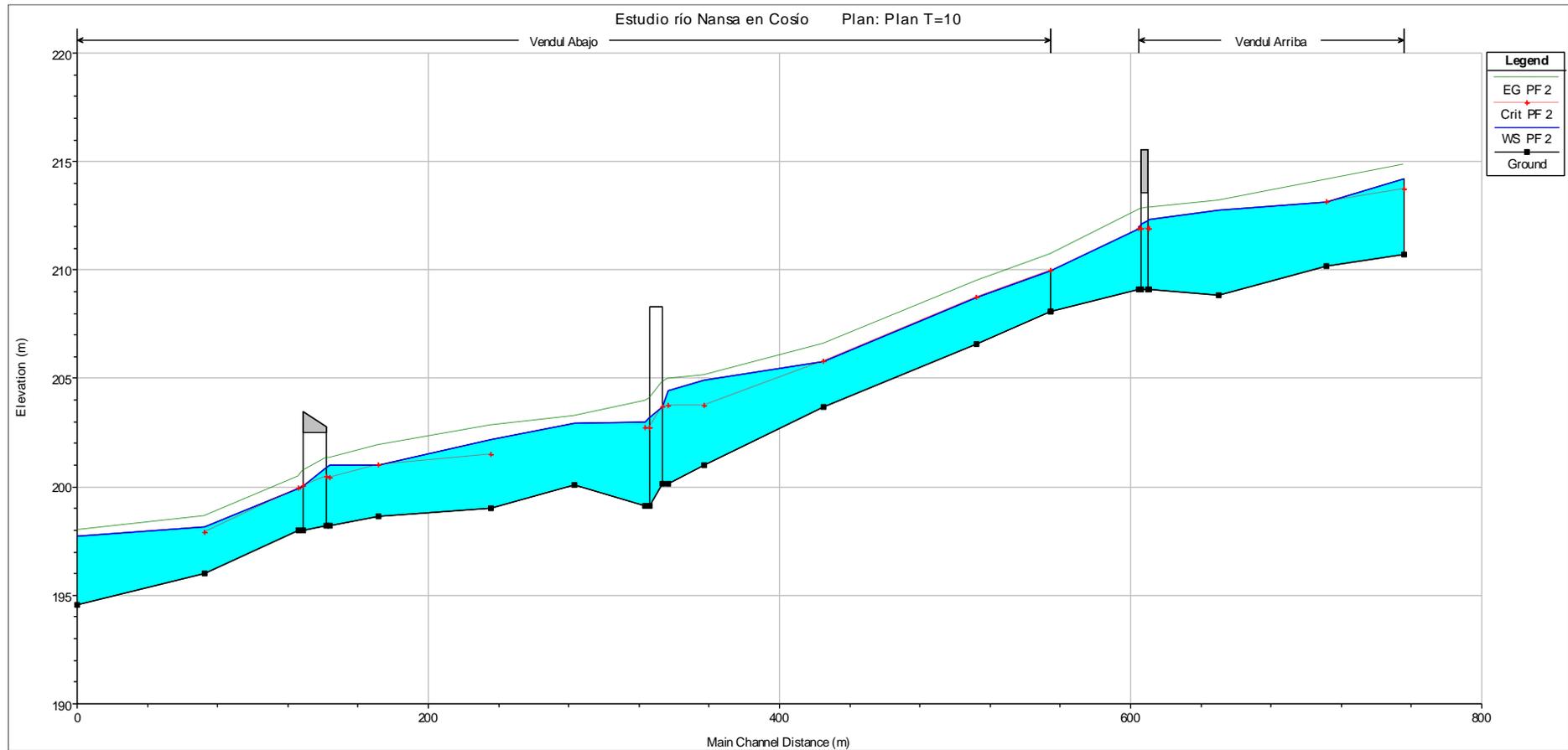


Figura 139. Perfil longitudinal

Tabla 8. Resultados río Vendul para T=10

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /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 (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Arriba	167	PF 2	108	210.71	214.22	213.71	214.83	0.011647	3.48	31.13	14.09	0.72
Arriba	166	PF 2	108	210.2	213.1	213.1	214.12	0.020619	4.47	24.14	11.85	1
Arriba	165	PF 2	108	208.81	212.76		213.18	0.005466	2.89	39.62	18.93	0.56
Arriba	164.2	PF 2	108	209.11	212.32	211.91	212.87	0.010247	3.3	32.78	16.35	0.74
Arriba	164.15		Bridge									
Arriba	164.1	PF 2	108	209.11	211.91	211.91	212.77	0.019216	4.1	26.34	15.32	1
Abajo	163	PF 2	118	208.09	209.98	209.98	210.72	0.016699	3.83	31.87	23.37	0.98
Abajo	162	PF 2	118	206.6	208.72	208.72	209.5	0.01851	3.93	30.05	19.38	1.01
Abajo	161	PF 2	118	203.69	205.79	205.79	206.59	0.01817	3.97	29.7	18.38	1
Abajo	160	PF 2	118	201.03	204.94	203.76	205.14	0.002512	2.01	59.18	24.13	0.4
Abajo	159	PF 2	118	200.13	204.43	203.75	204.95	0.013395	3.18	37.05	18.62	0.72
Abajo	158.5		Bridge									
Abajo	158	PF 2	118	199.12	203	202.71	203.97	0.022076	4.36	27.09	10.26	0.86
Abajo	157	PF 2	118	200.11	202.92		203.24	0.00557	2.5	47.26	24.26	0.57
Abajo	156	PF 2	118	199	202.16	201.51	202.85	0.010775	3.67	32.14	11.05	0.69
Abajo	155	PF 2	118	198.66	200.99	200.99	201.92	0.019848	4.26	27.67	15.15	1.01
Abajo	154	PF 2	118	198.23	201.03	200.4	201.3	0.005018	2.5	59.18	38.92	0.51
Abajo	153.5		Bridge									
Abajo	153	PF 2	118	198	199.9	199.9	200.49	0.017484	3.5	38.23	33.67	0.89
Abajo	152	PF 2	118	195.99	198.15	197.89	198.64	0.013132	3.1	38.06	27.06	0.83
Abajo	151	PF 2	118	194.56	197.72		198.01	0.00518	2.39	49.4	25.09	0.54

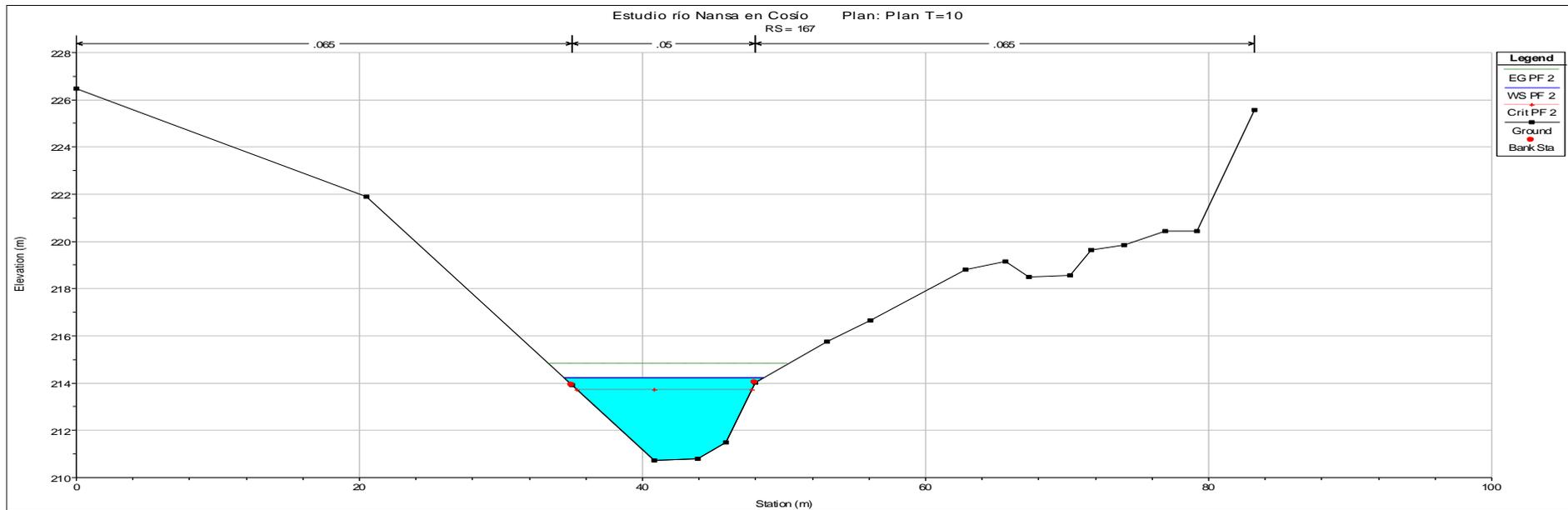


Figura 140. Perfil transversal nº 167

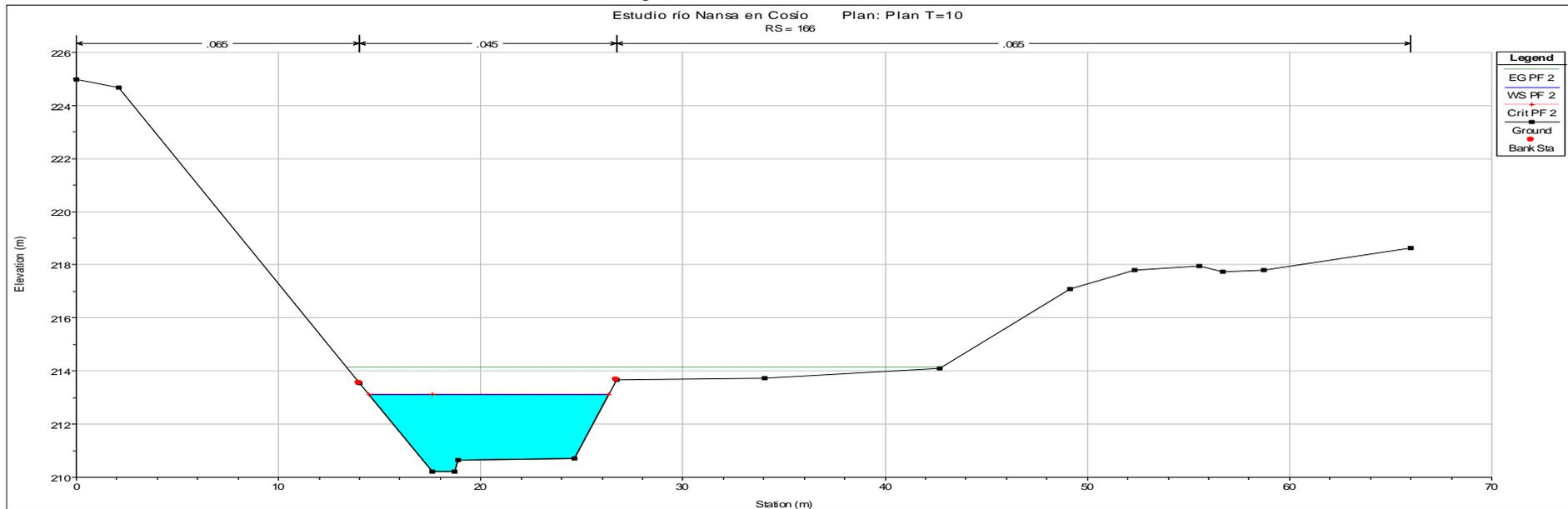


Figura 141. Perfil transversal nº 166

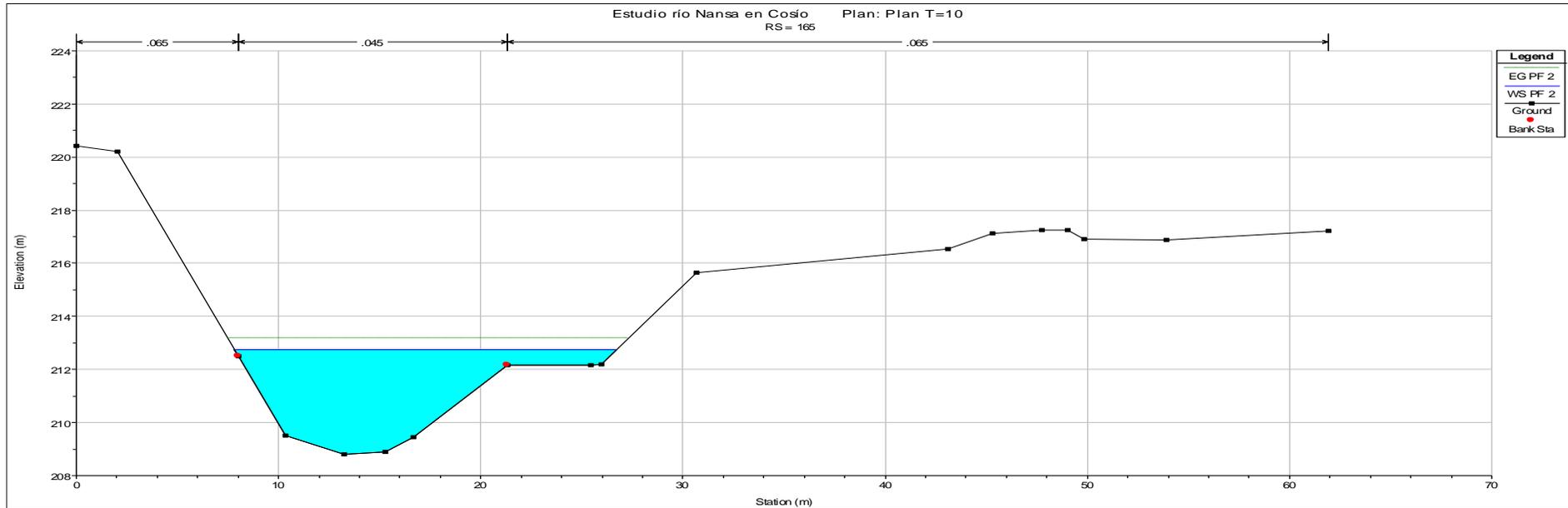


Figura 142. Perfil transversal nº 165

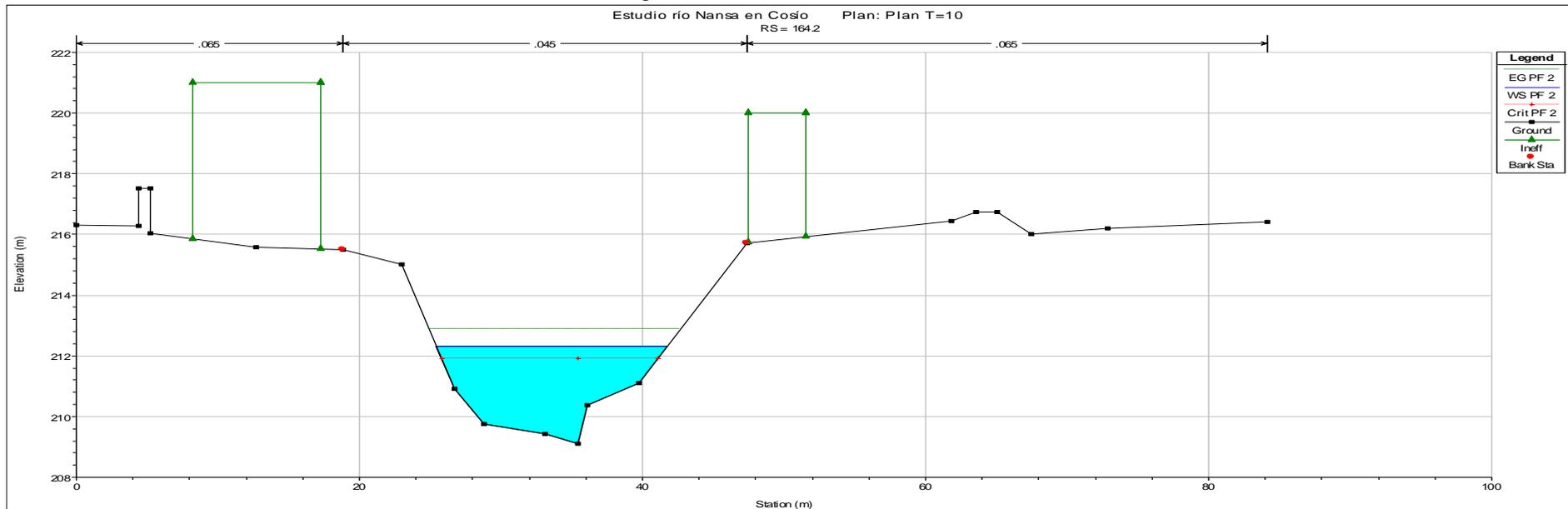


Figura 143. Perfil transversal nº 164.2

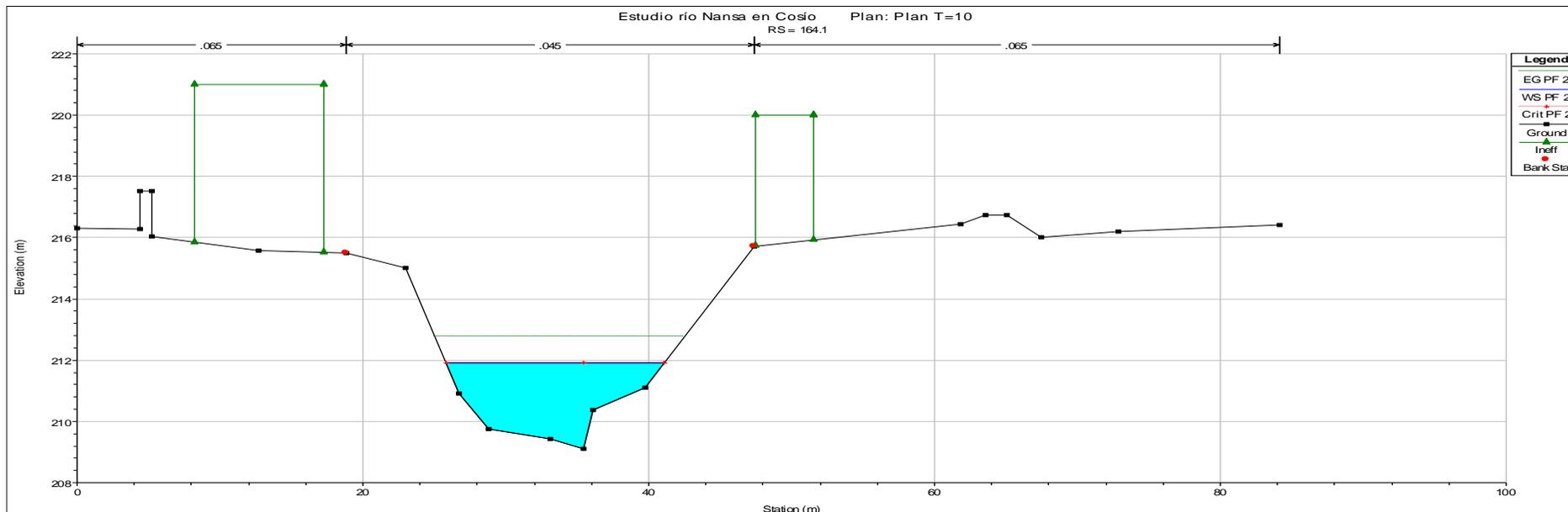


Figura 146. Perfil transversal nº 164.1

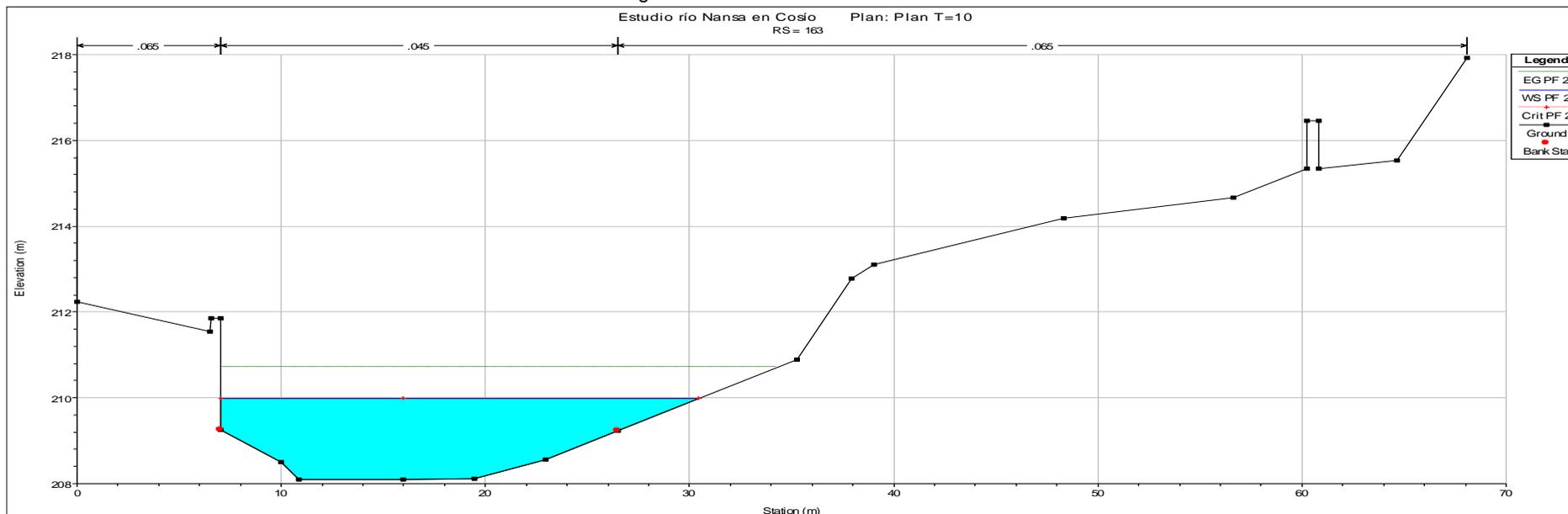


Figura 147. Perfil transversal nº 163

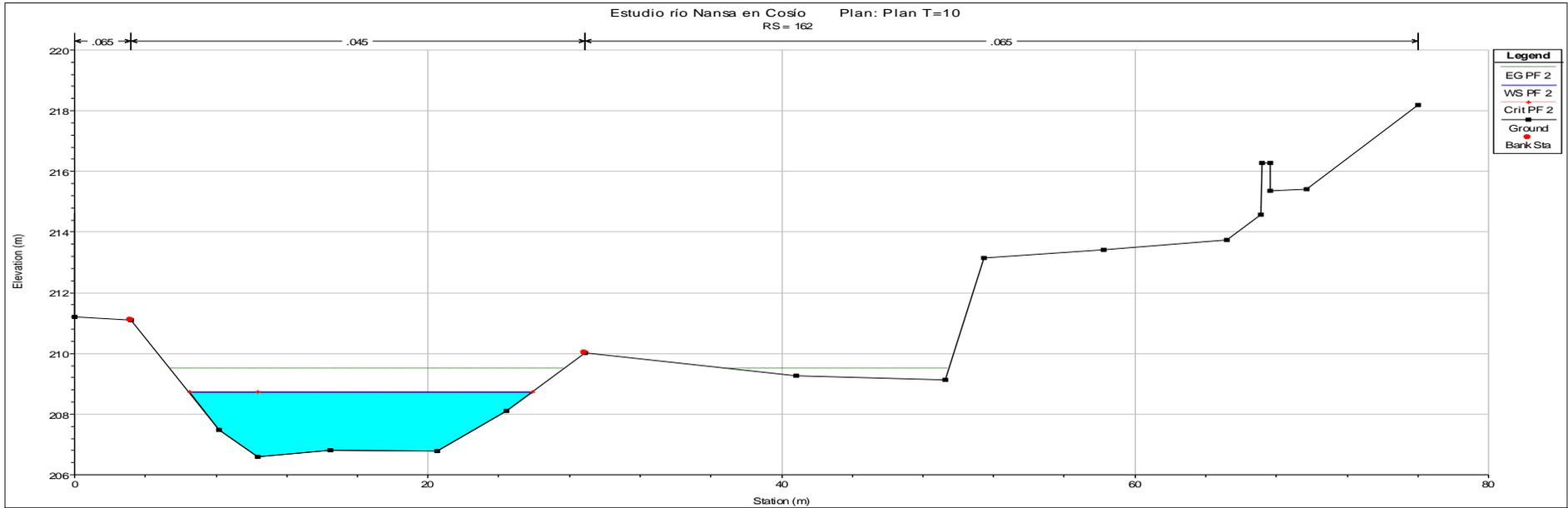


Figura 148. Perfil transversal nº 162

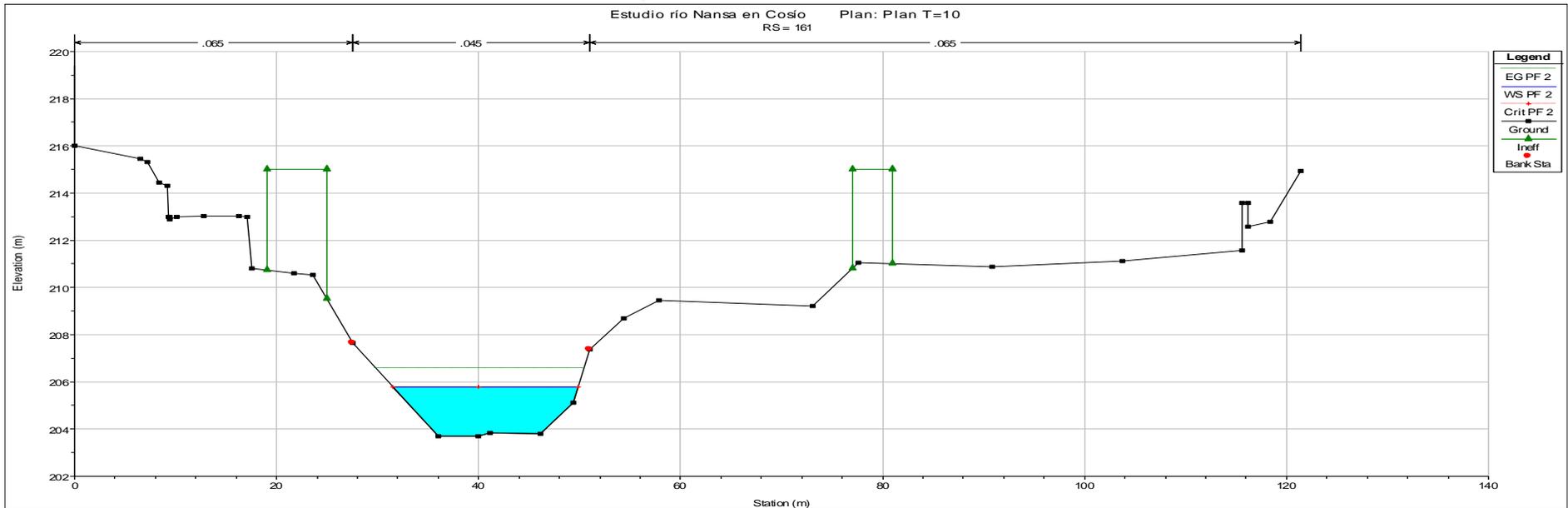


Figura 149. Perfil transversal nº 161

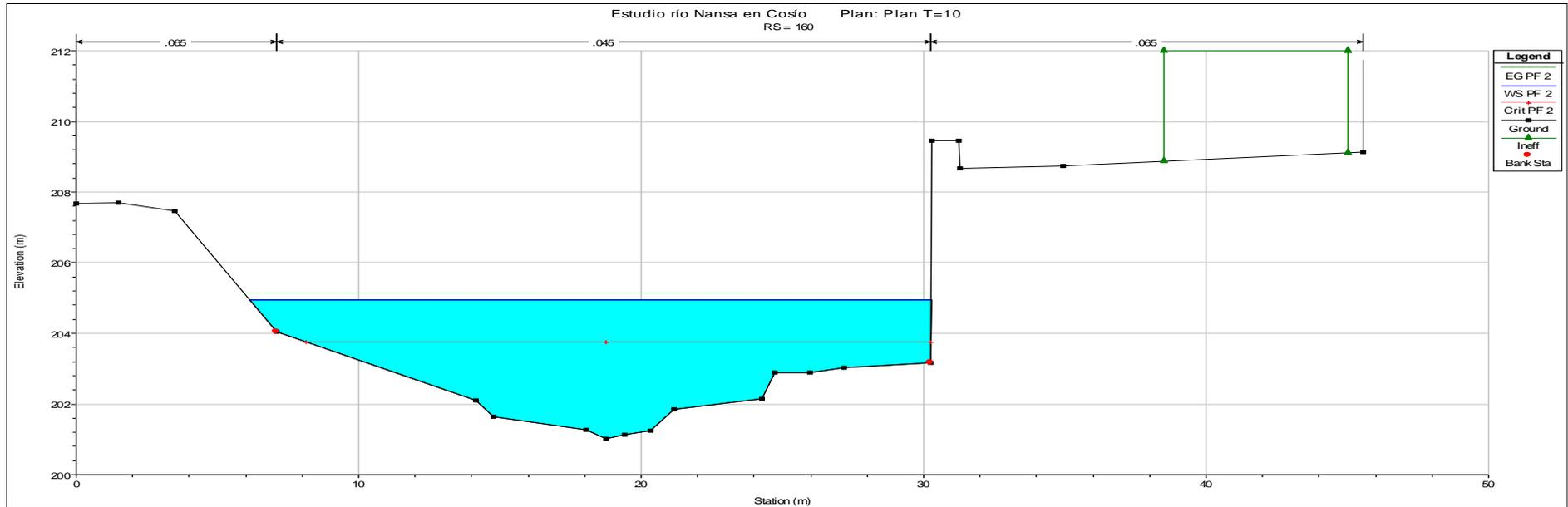


Figura 150. Perfil transversal nº 160

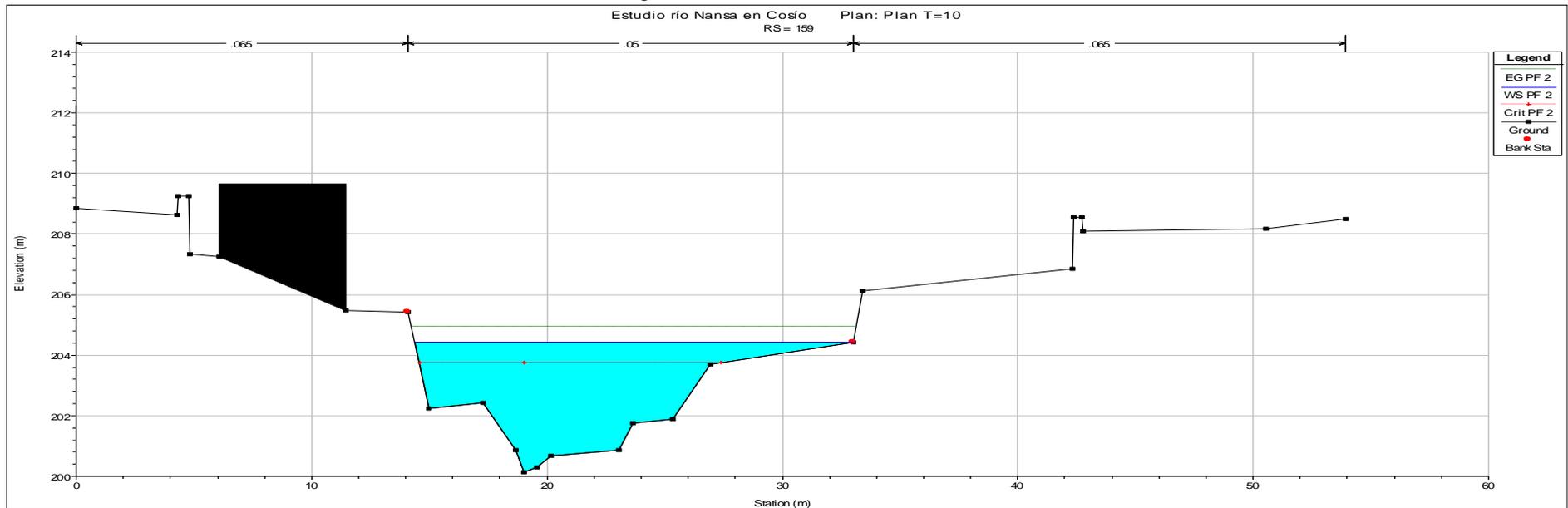


Figura 151. Perfil transversal nº 159

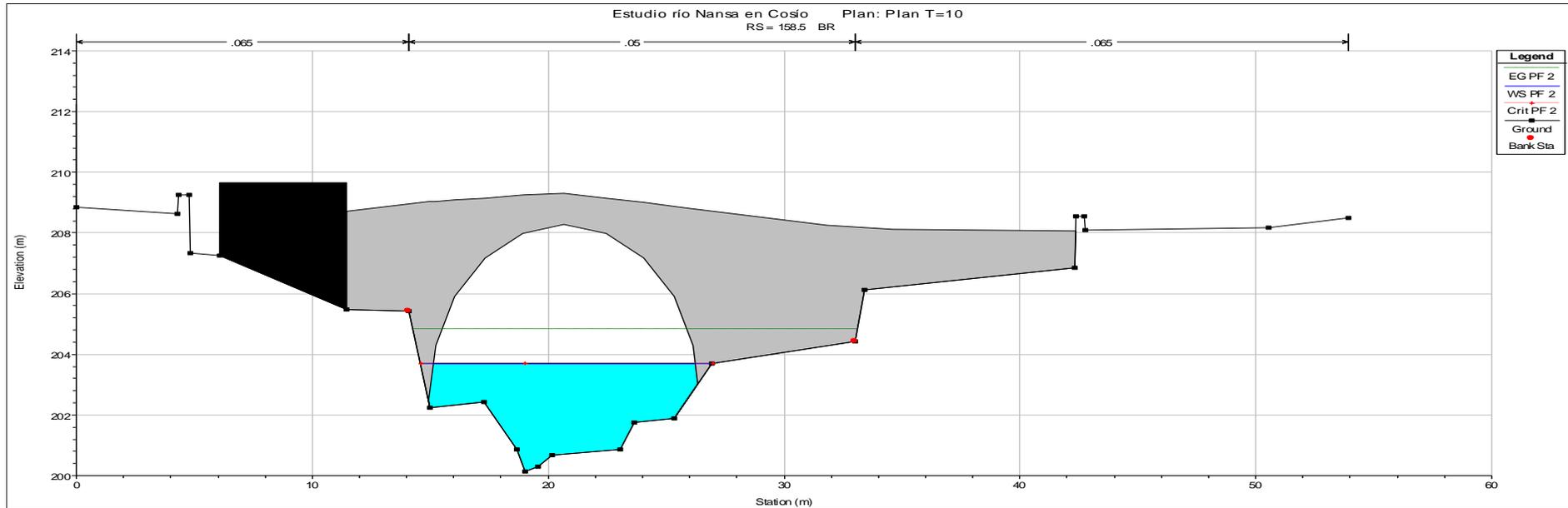


Figura 152. Perfil transversal nº 158.5 aguas arriba

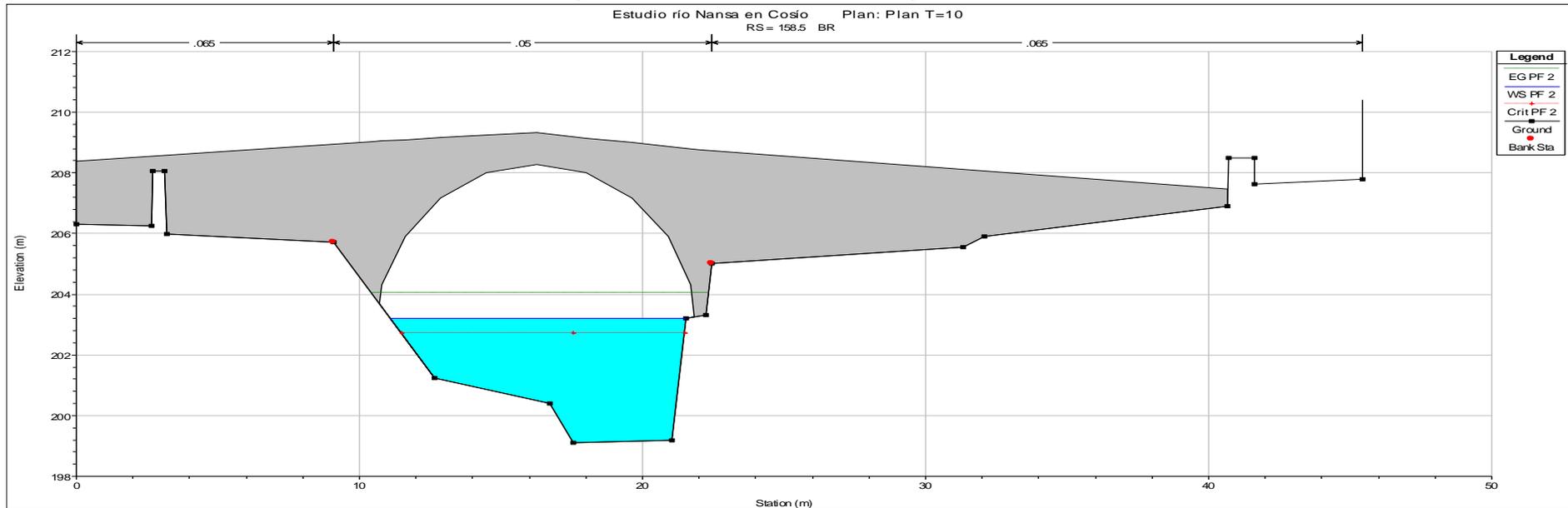


Figura 153. Perfil transversal nº 158.5 aguas abajo

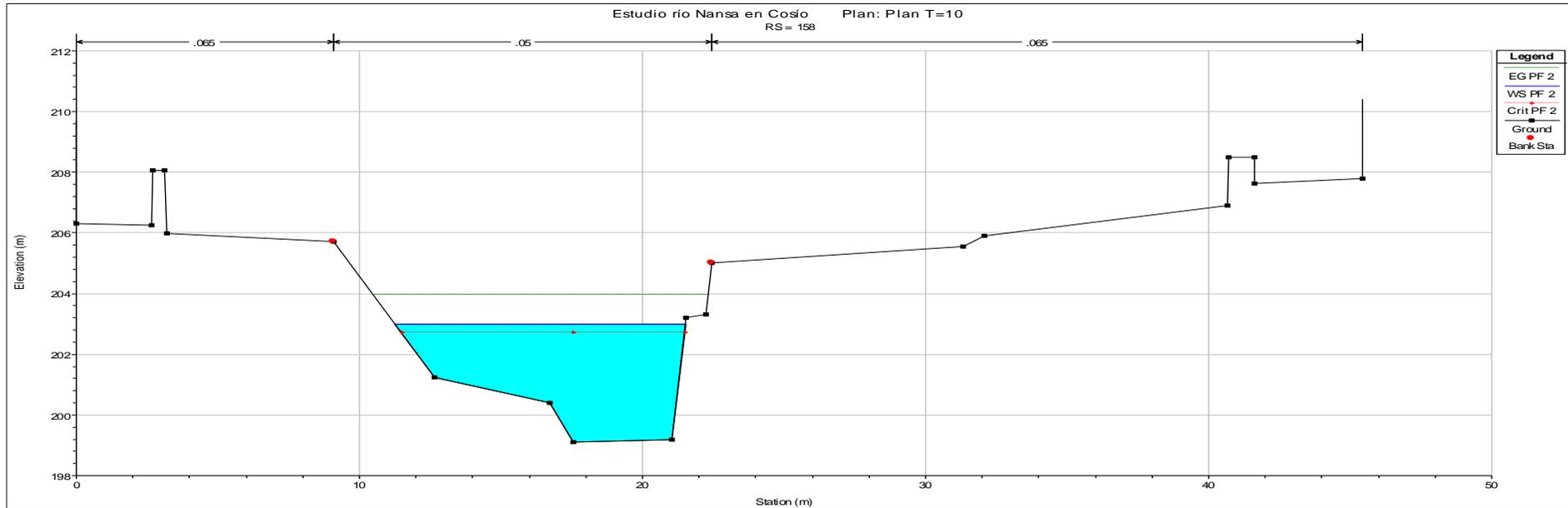


Figura 154. Perfil transversal nº 158

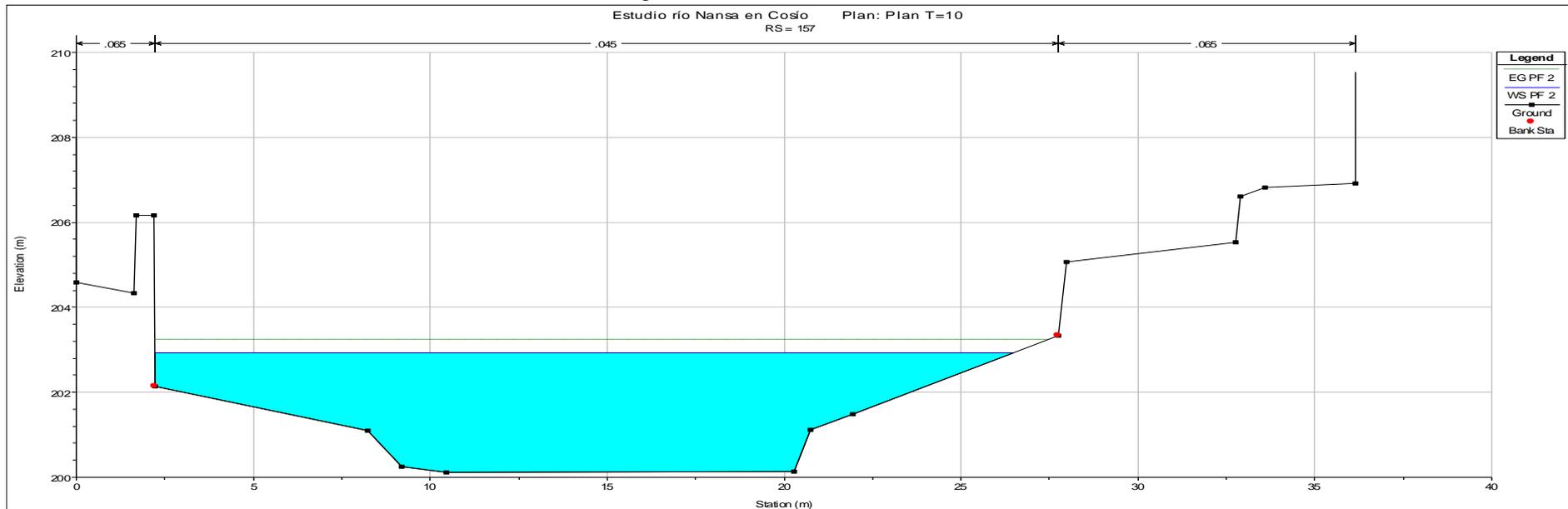


Figura 155. Perfil transversal nº 157

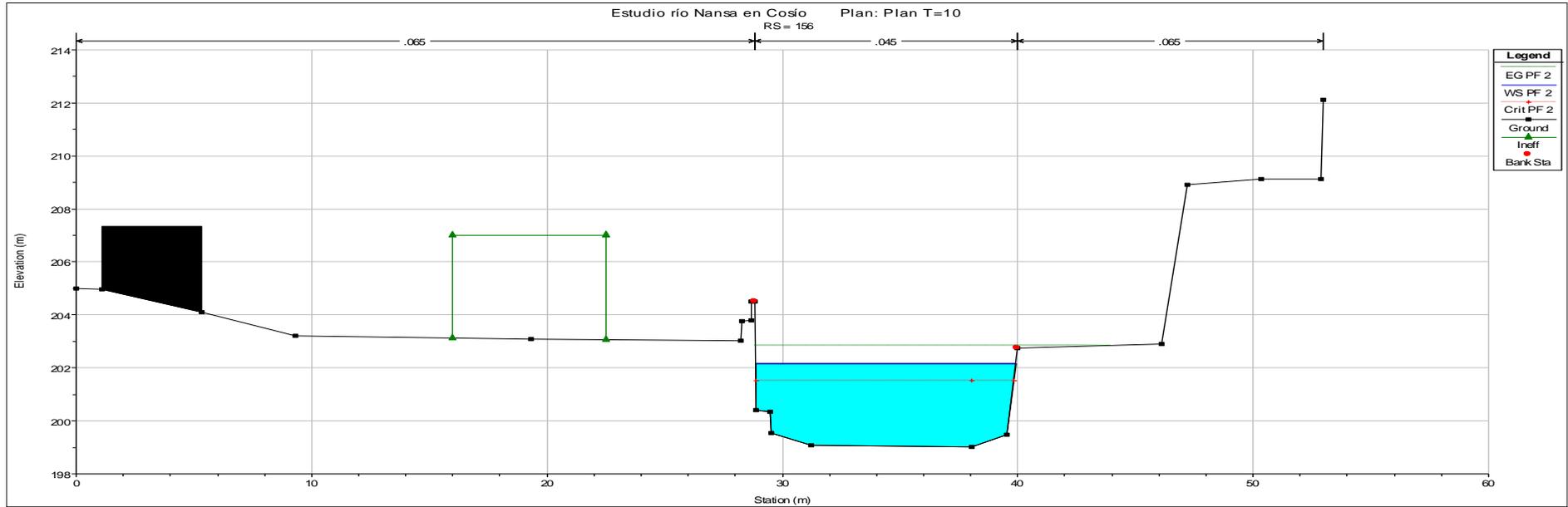


Figura 156. Perfil transversal nº 156

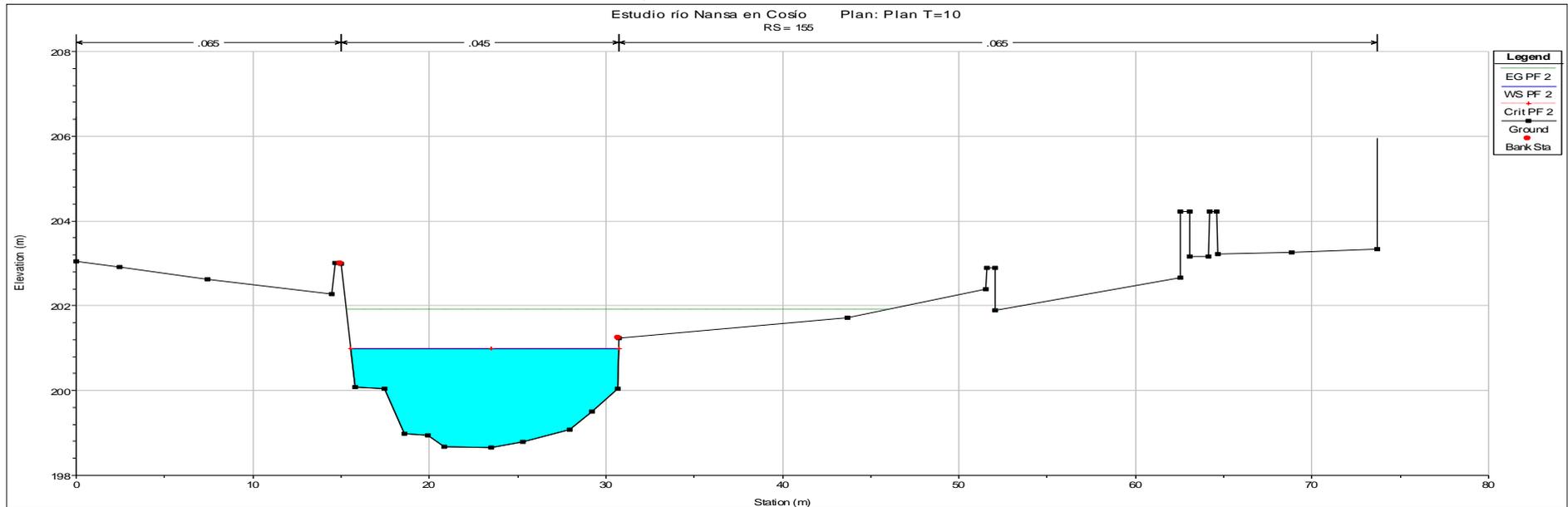


Figura 157. Perfil transversal nº 155

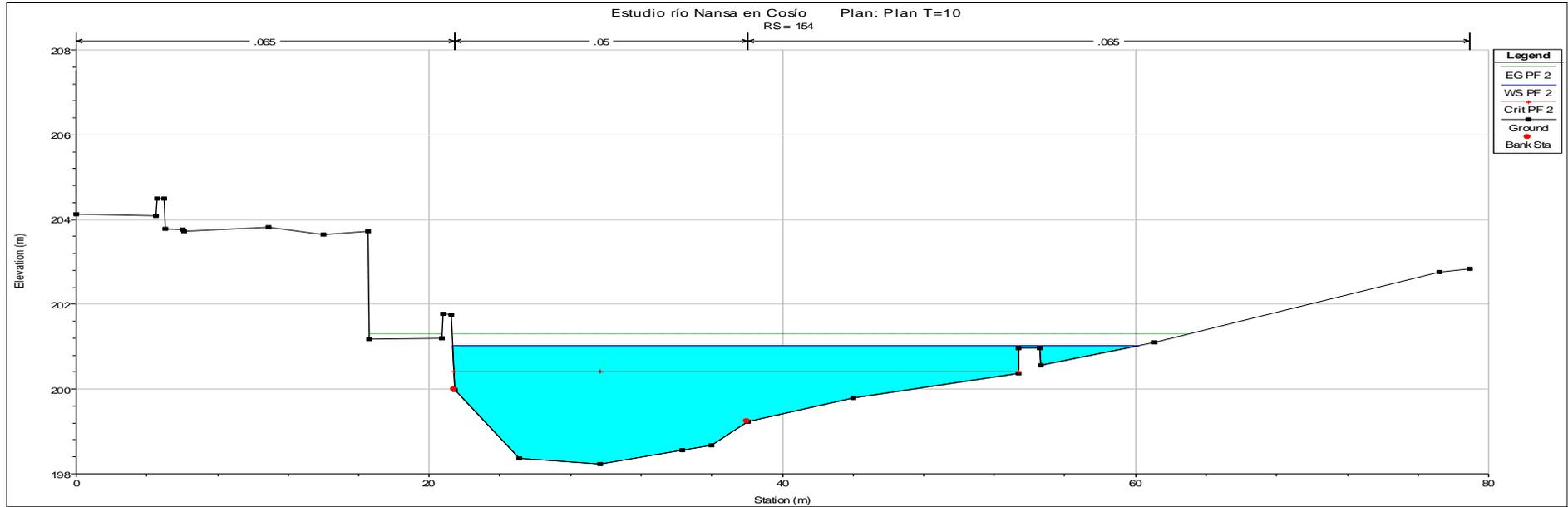


Figura 158. Perfil transversal nº 154

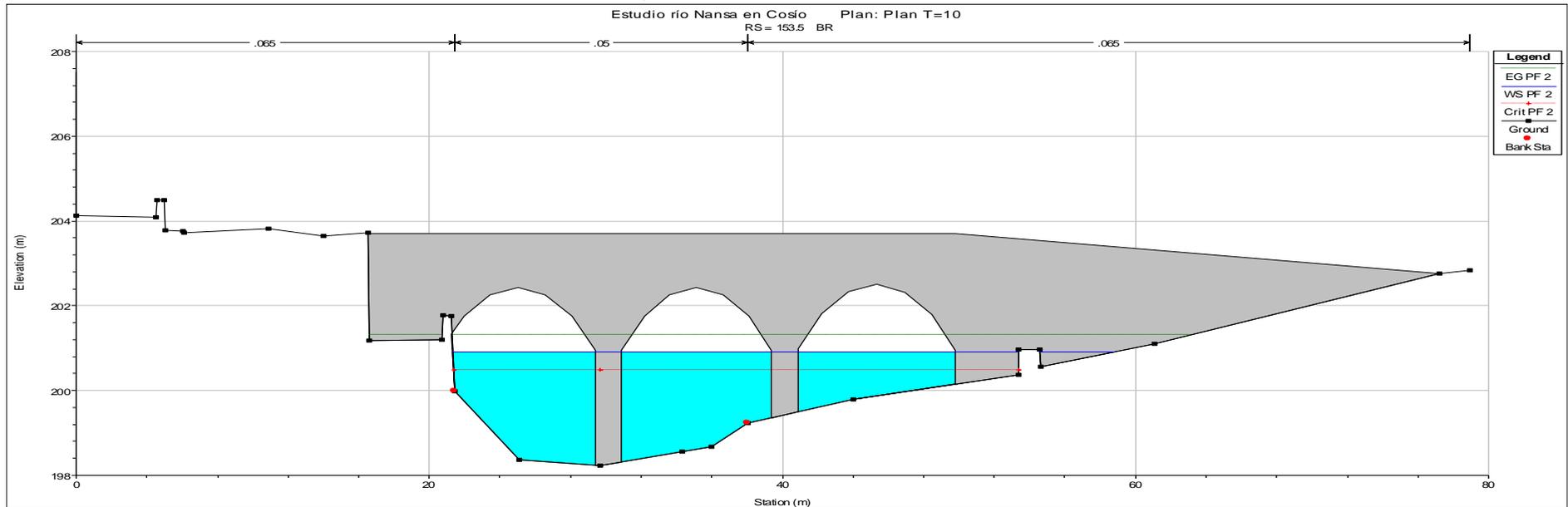


Figura 159. Perfil transversal nº 153.5 aguas arriba

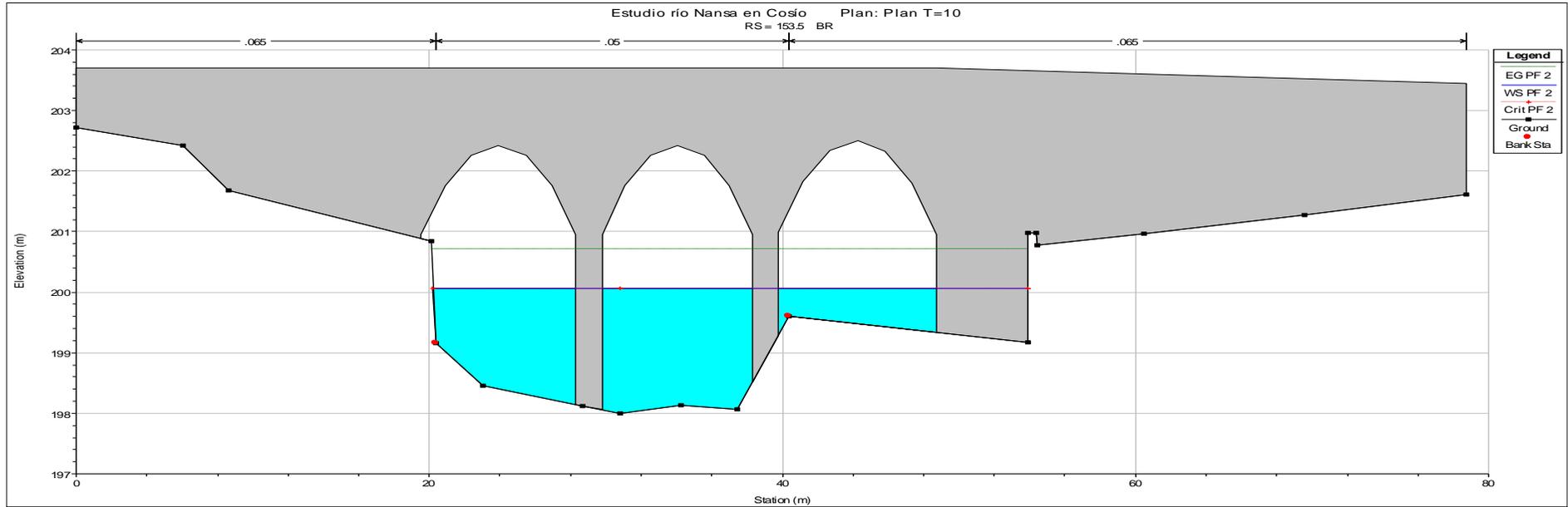


Figura 160. Perfil transversal nº 153.5 aguas abajo

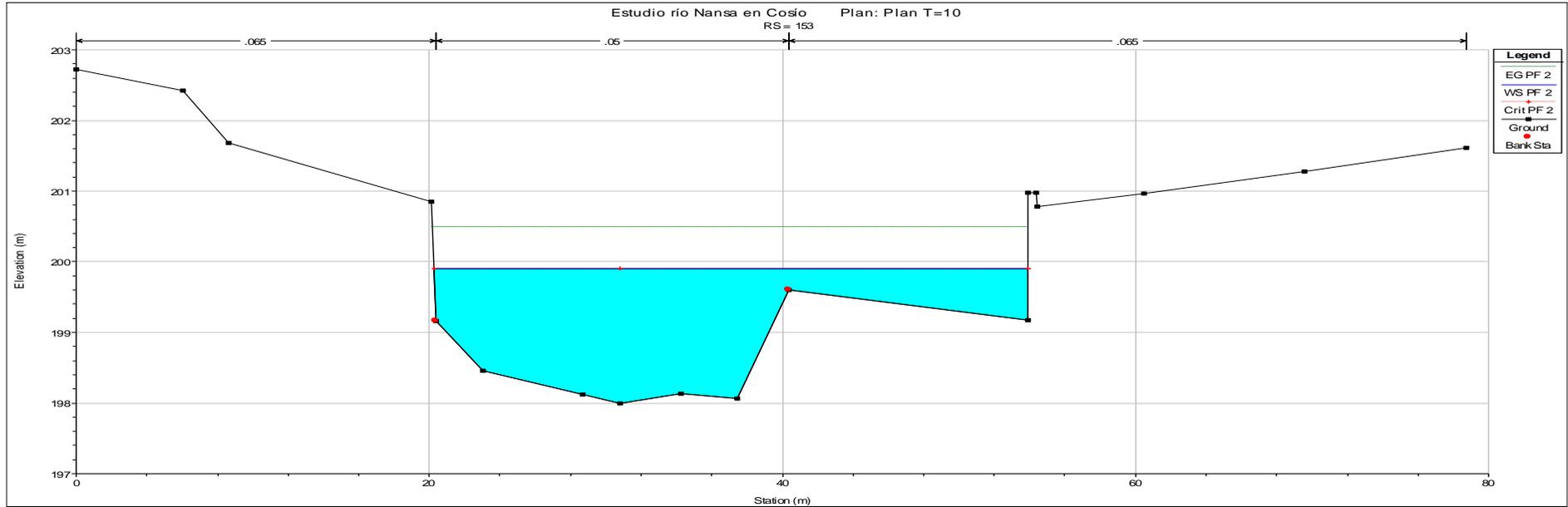


Figura 161. Perfil transversal nº 153

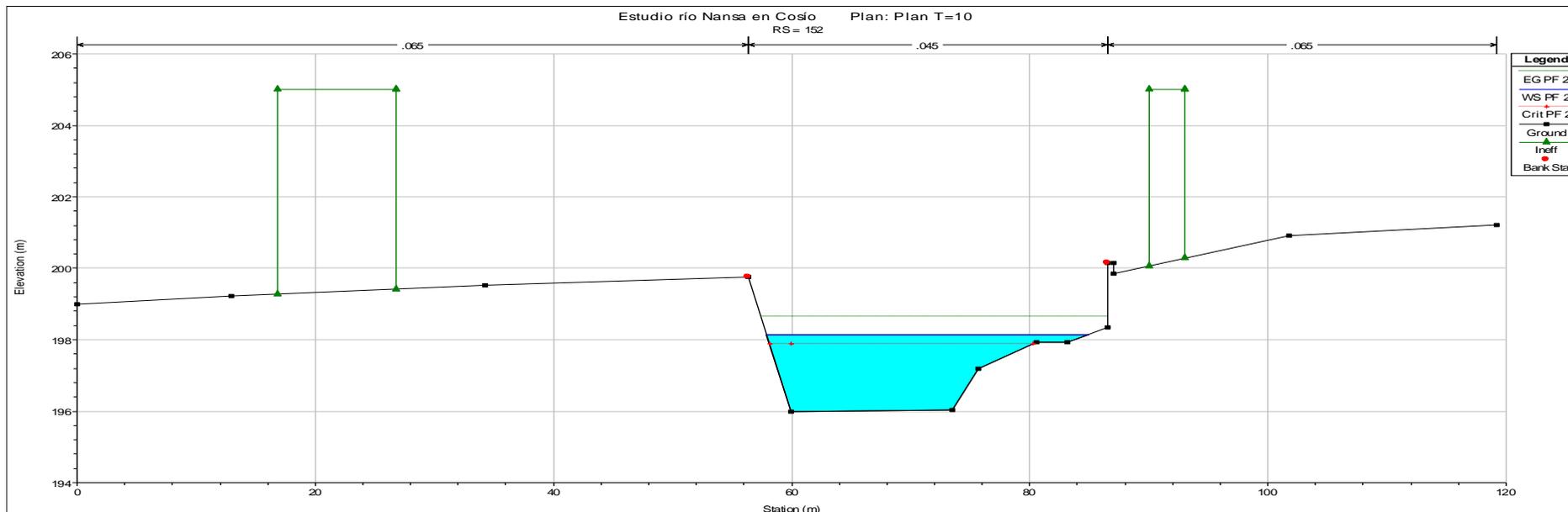


Figura 162. Perfil transversal nº 152

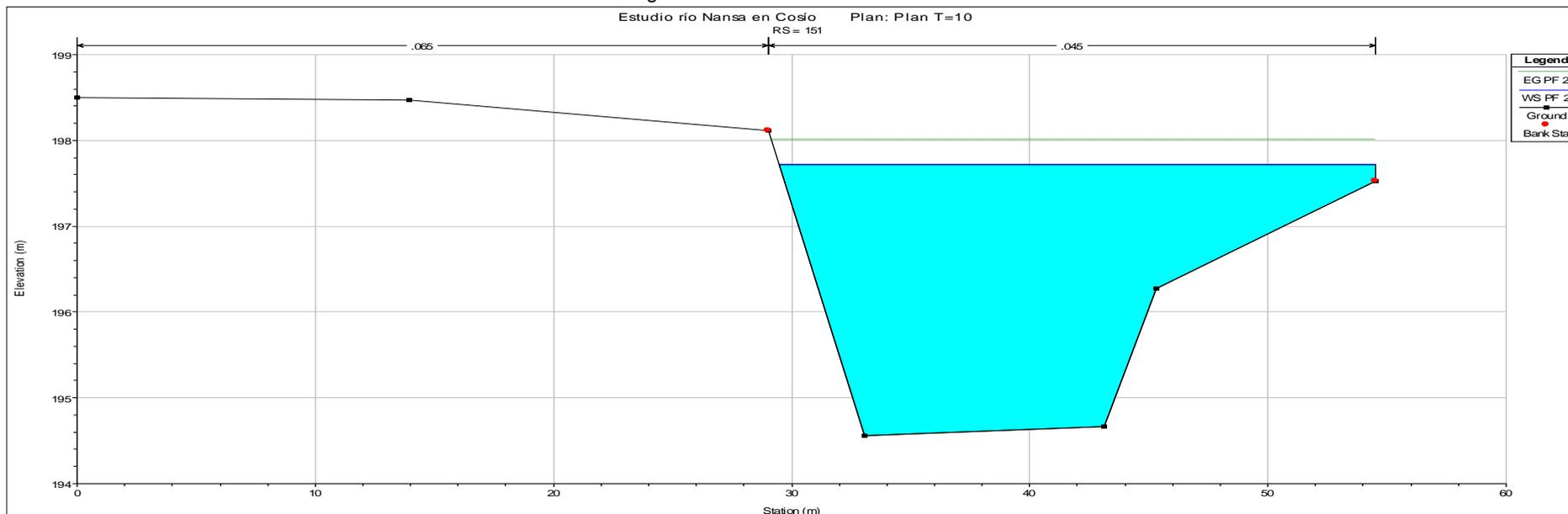


Figura 163. Perfil transversal nº 151

➤ **ARROYO MATA BAUCILLOS (T=10)**

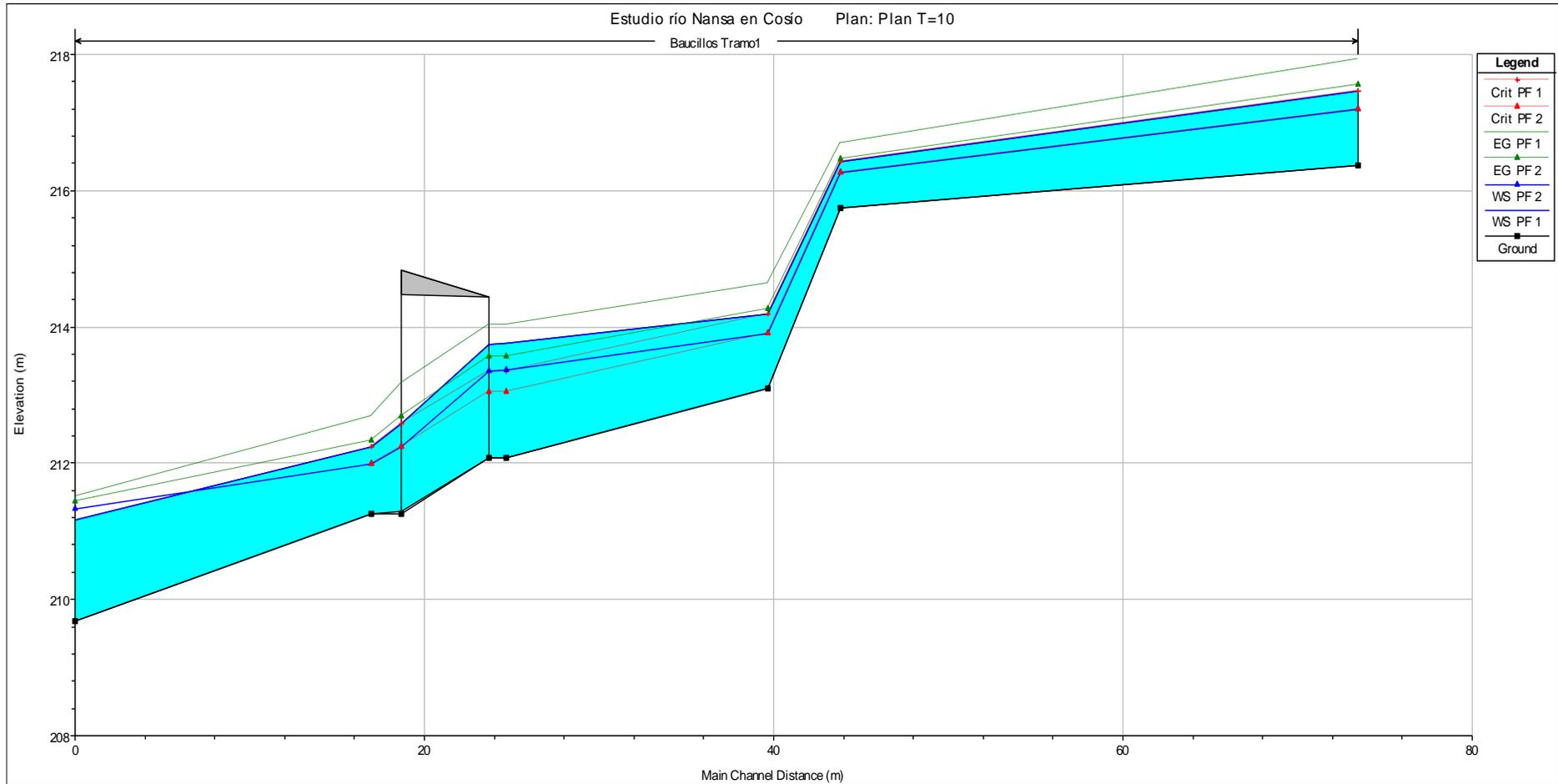


Figura 164. Perfil longitudinal

Tabla 9. Resultados arroyo Mata Baucillos para T=10

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
Tramo1	176	PF 1	16	216.37	217.47	217.47	217.93	0.025707	3.01	5.32	5.72	1
Tramo1	176	PF 2	10	216.37	217.19	217.19	217.55	0.027227	2.64	3.78	5.34	1
Tramo1	175	PF 1	16	215.74	216.42	216.42	216.69	0.024895	2.34	7.43	14.6	0.98
Tramo1	175	PF 2	10	215.74	216.27	216.27	216.47	0.026803	2.03	5.25	13.39	0.98
Tramo1	174	PF 1	16	213.09	214.18	214.18	214.63	0.026388	2.96	5.41	6.06	1
Tramo1	174	PF 2	10	213.09	213.91	213.91	214.26	0.027552	2.61	3.83	5.51	1
Tramo1	173	PF 1	16	212.08	213.77	213.35	214.04	0.010919	2.3	6.96	5.08	0.63
Tramo1	173	PF 2	10	212.08	213.37	213.04	213.57	0.010514	1.99	5.03	4.68	0.61
Tramo1	172.5	Bridge										
Tramo1	172	PF 1	16	211.26	212.24	212.24	212.69	0.034349	2.99	5.36	5.91	1
Tramo1	172	PF 2	10	211.26	211.99	211.99	212.32	0.035305	2.57	3.89	5.79	1
Tramo1	171	PF 1	16	209.68	211.16		211.51	0.019923	2.62	6.11	4.63	0.73
Tramo1	171	PF 2	10	209.68	211.33		211.44	0.005506	1.44	6.92	4.75	0.38

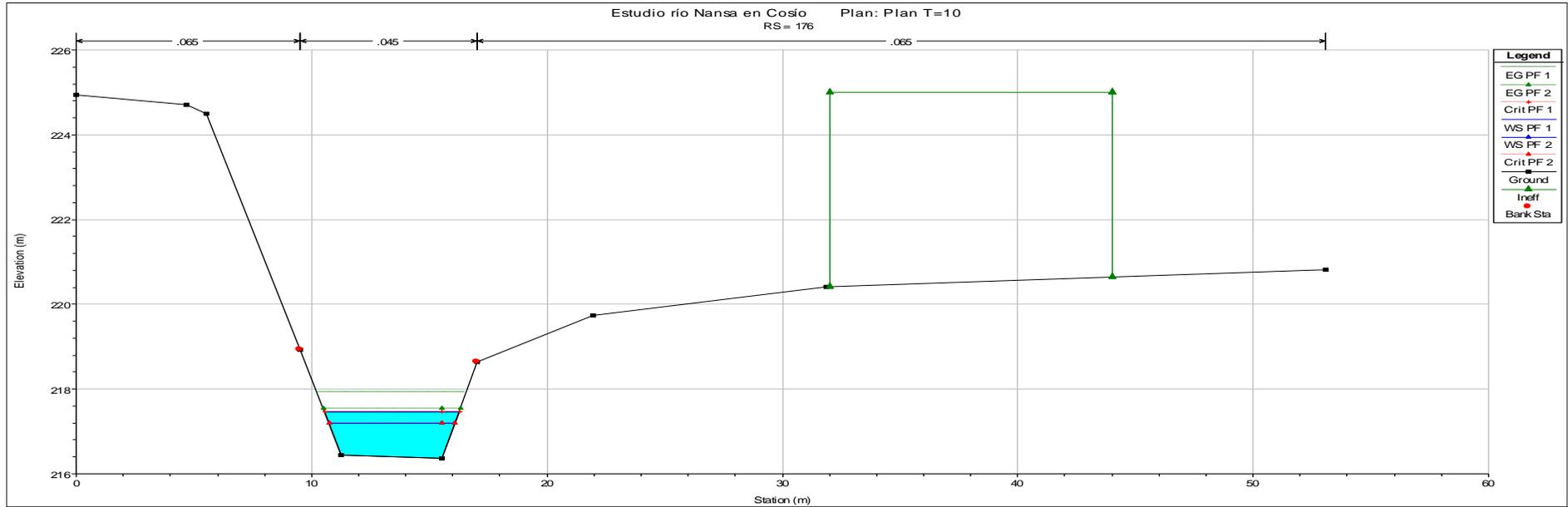


Figura 165. Perfil transversal nº 176

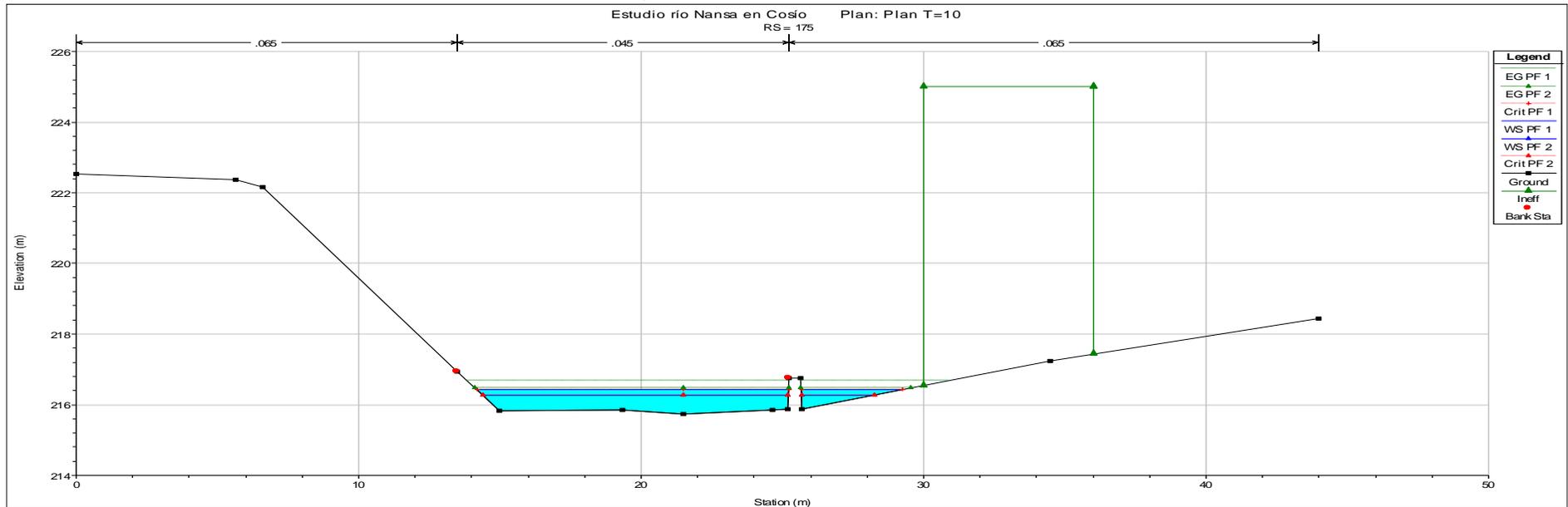


Figura 166. Perfil transversal nº 175

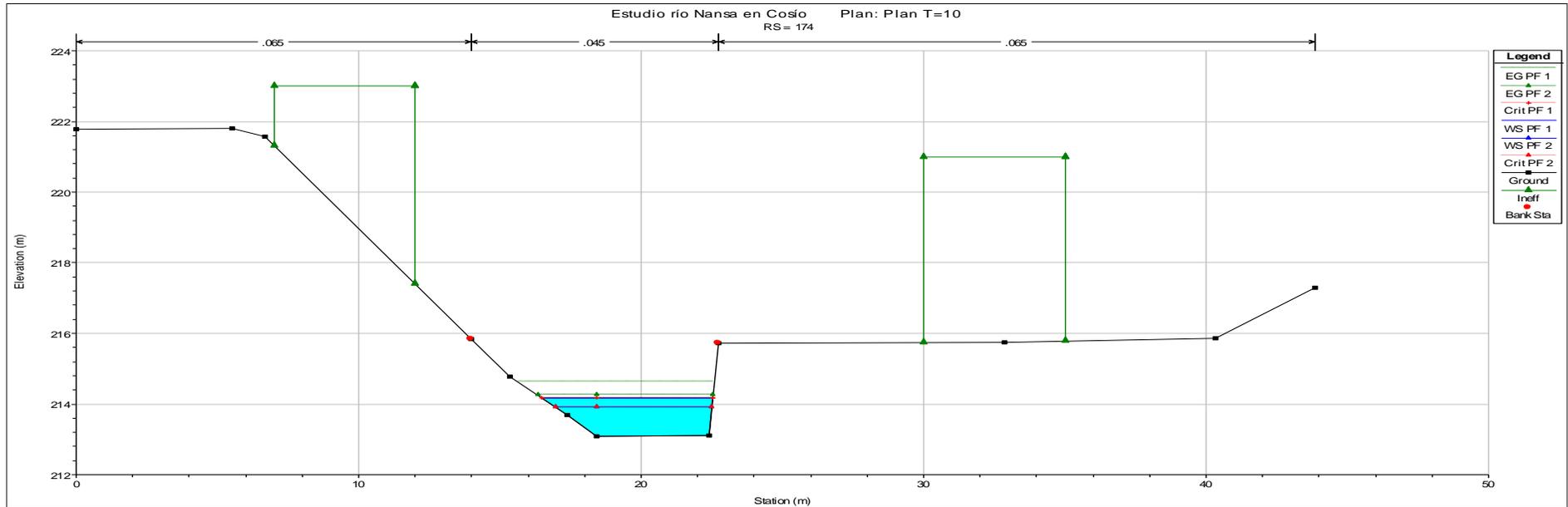


Figura 167. Perfil transversal nº 174

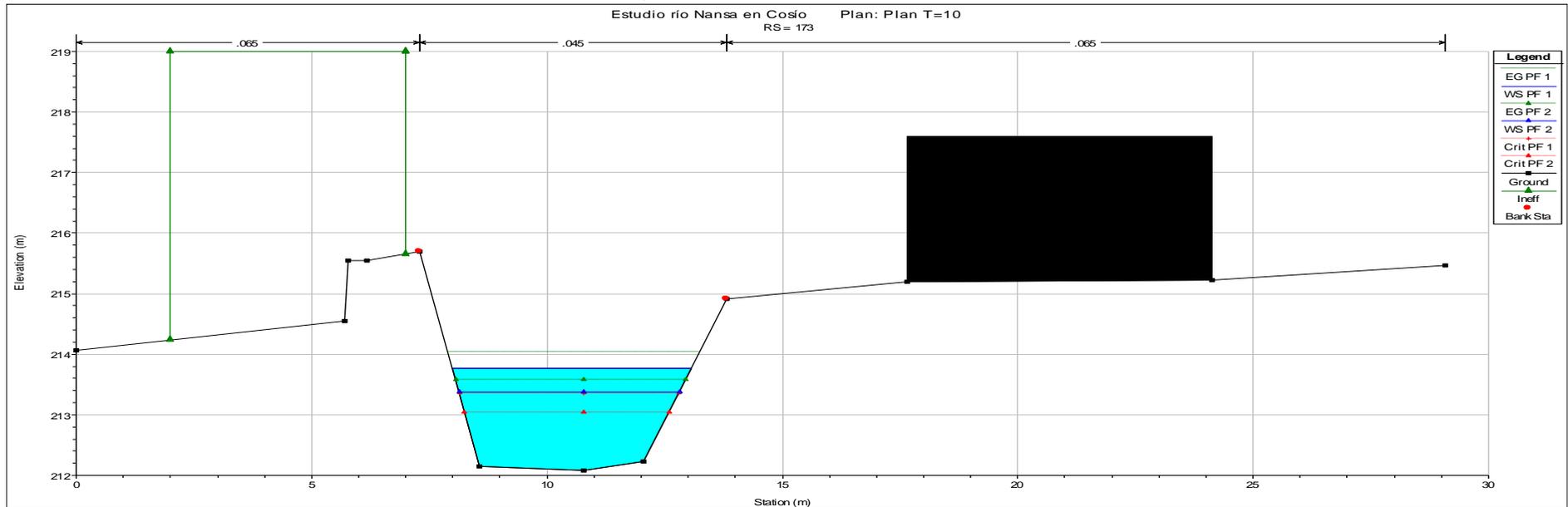


Figura 168. Perfil transversal nº 173

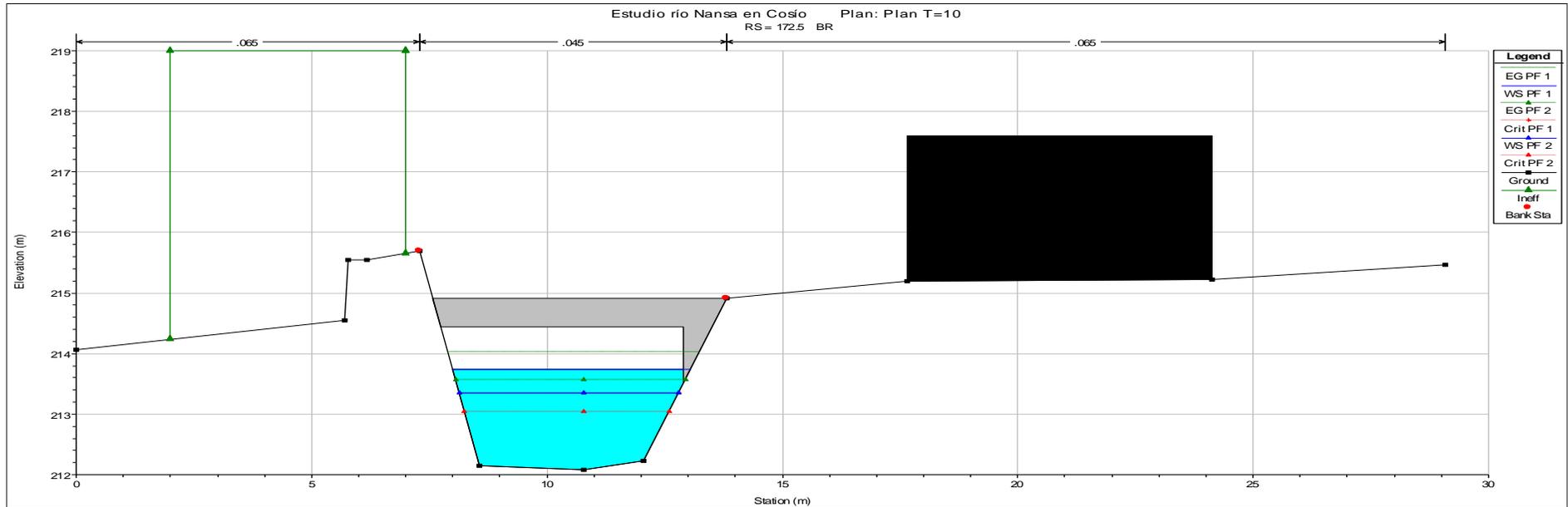


Figura 169. Perfil transversal nº 172.5 aguas arriba

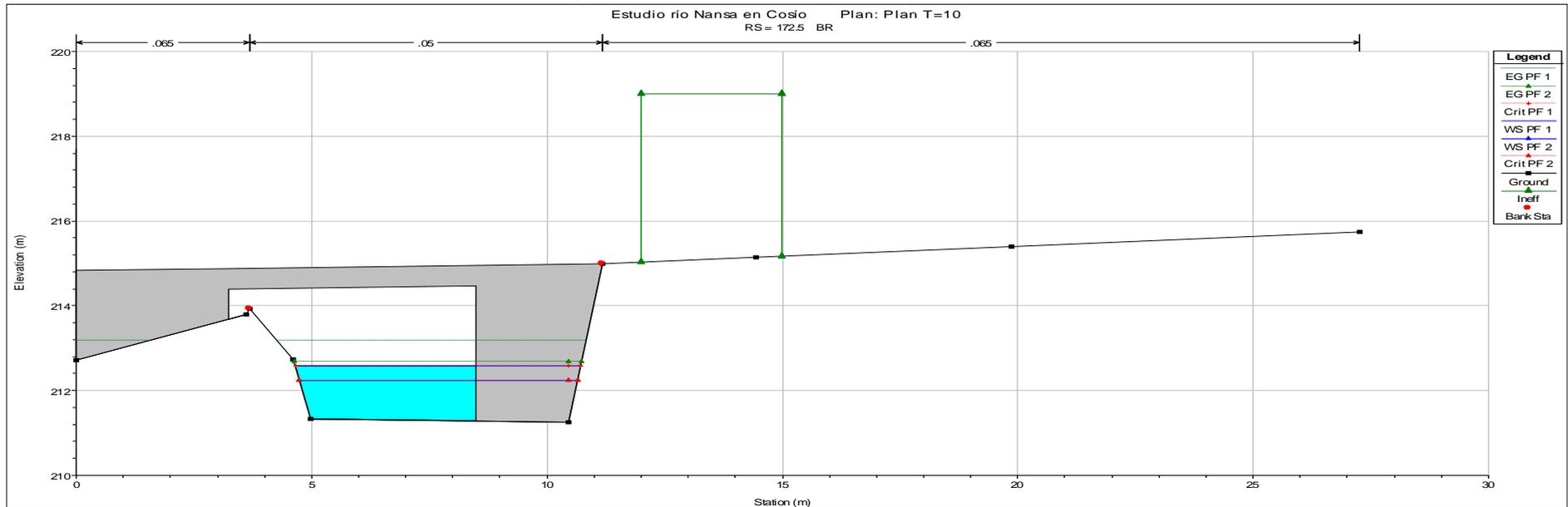


Figura 170. Perfil transversal nº 172.5 aguas abajo

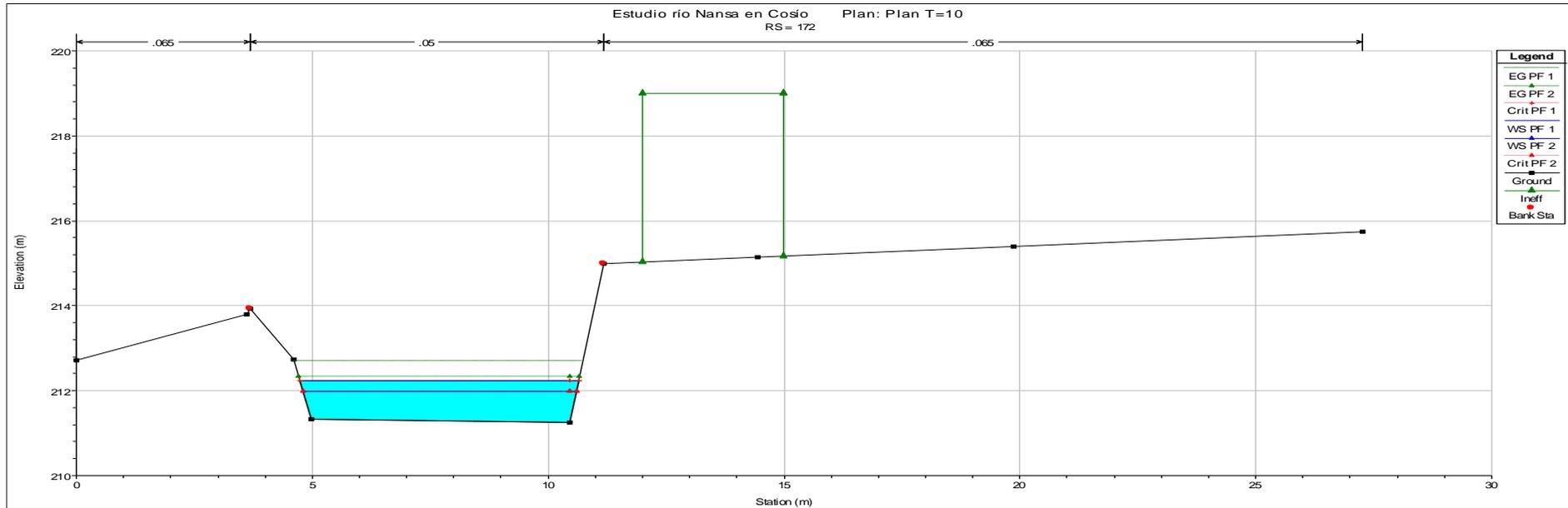


Figura 171. Perfil transversal nº 172

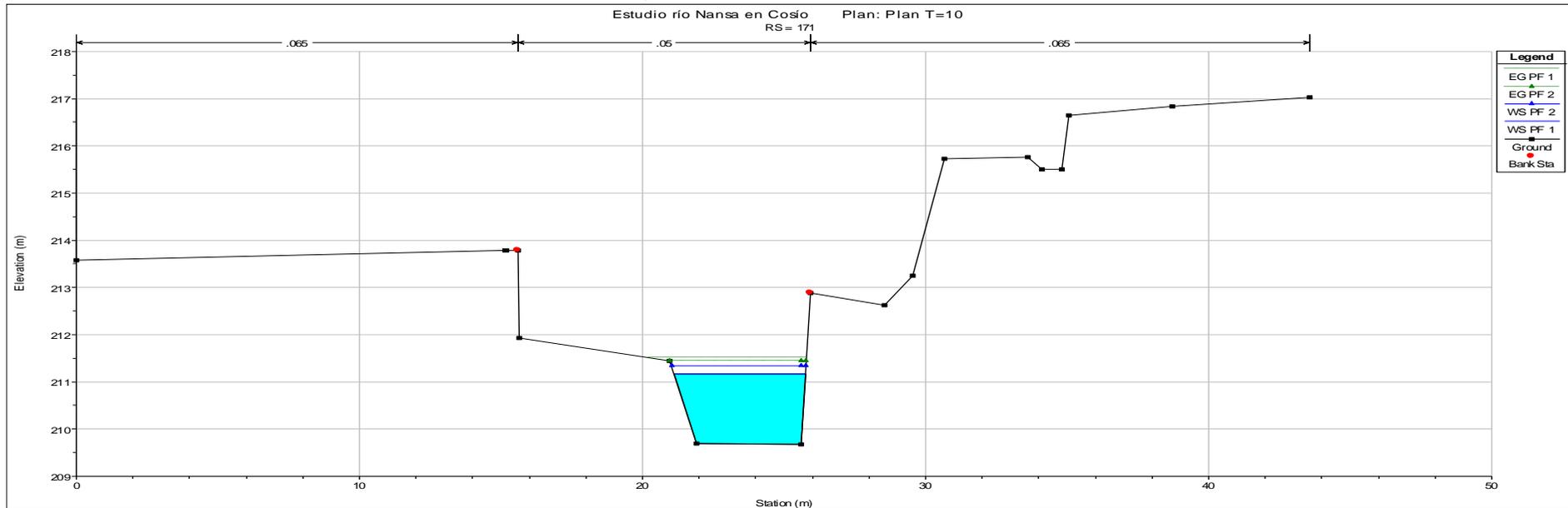


Figura 172. Perfil transversal nº 171

VÍA DE INTENSO DESAGÜE

RÍO NANSA

➤ **TRAMO AGUAS ARRIBA DE CONFLUENCIA**

Tabla 10. Resultados vía de intenso desagüe del tramo aguas arriba del río Nansa

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
Aguas arriba	50	PF 3	363	201.96	205.85		206.66	0.0104	3.99	91.09	36.53	0.81
Aguas arriba	49	PF 3	363	200.03	204.22	204.22	205.34	0.017404	4.69	77.32	35.08	1.01
Aguas arriba	48	PF 3	363	199.75	203.64		204.04	0.005126	2.95	140.55	64.18	0.58
Aguas arriba	47	PF 3	363	197.62	202.7		203.38	0.005466	3.65	100.51	28.86	0.62
Aguas arriba	46	PF 3	363	197.35	201.25	201.25	202.57	0.016265	5.21	74.64	28.89	1
Aguas arriba	45	PF 3	363	196.98	200.36		201.07	0.010206	3.74	97.06	42.44	0.79
Aguas arriba	44	PF 3	363	195.98	200.37	199.03	200.59	0.002605	2.08	174.33	60.79	0.39
Aguas arriba	43	PF 3	363	195.03	199.93	198.52	200.33	0.003413	2.81	129.3	36.97	0.48
Aguas arriba	42	PF 3	363	194.63	198.51	198.51	199.76	0.017462	4.96	73.24	29.52	1

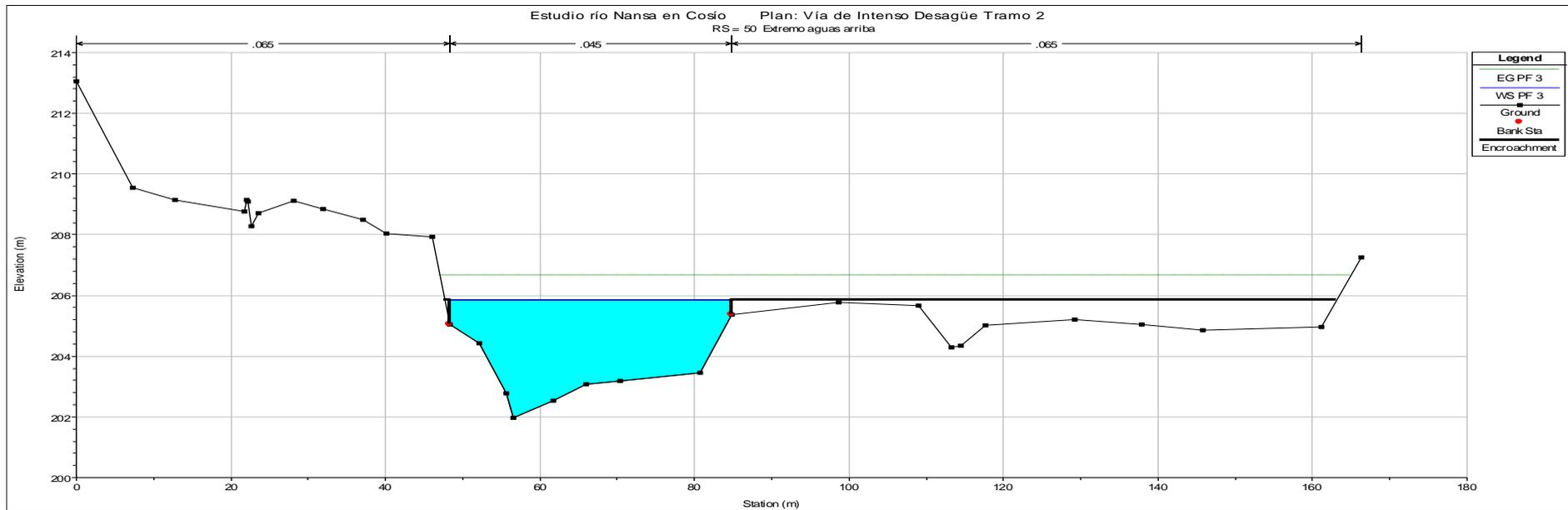


Figura 173. Perfil transversal nº 50

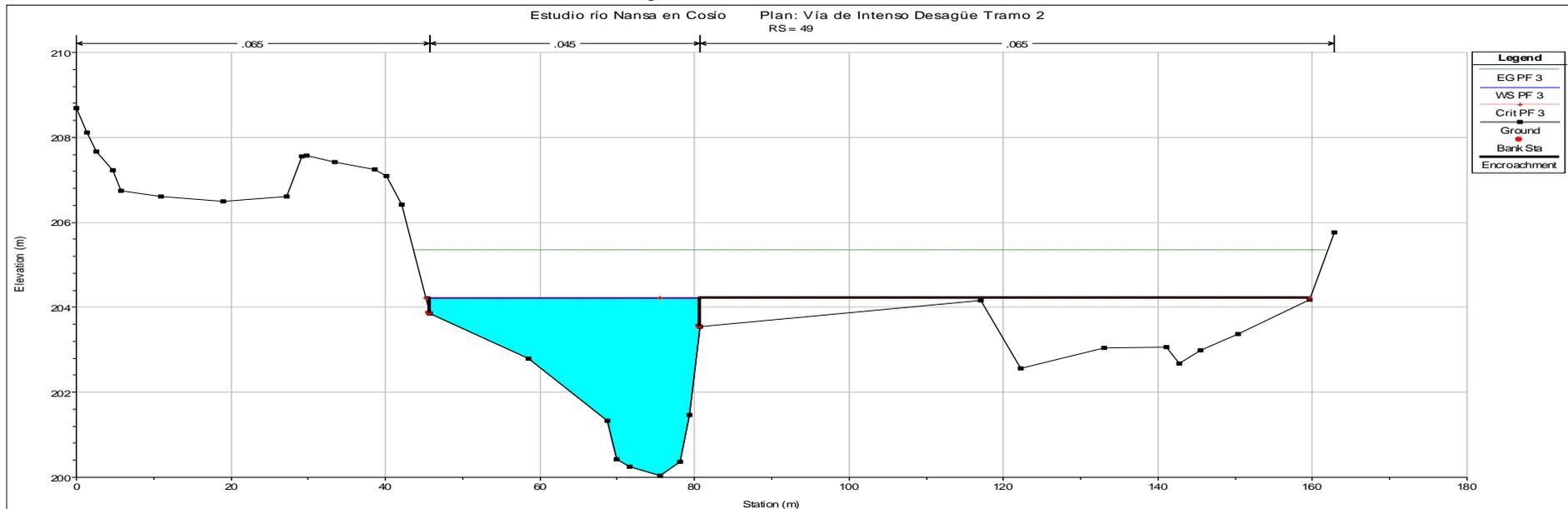


Figura 174. Perfil transversal nº 49

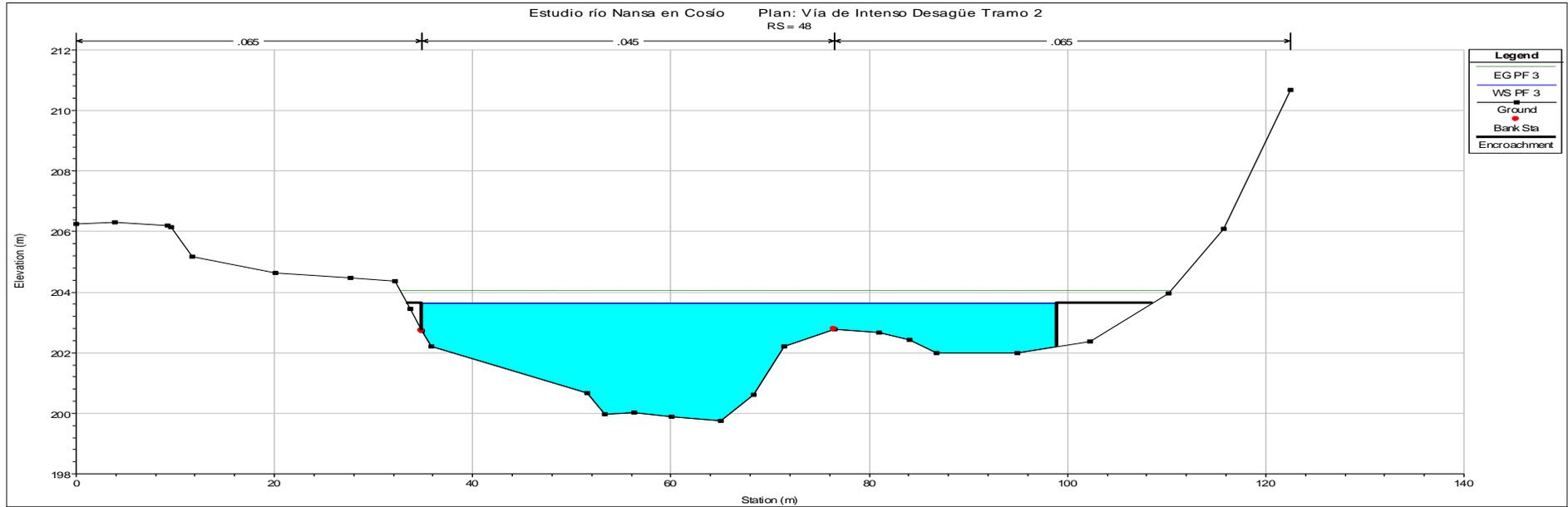


Figura 175. Perfil transversal nº 48

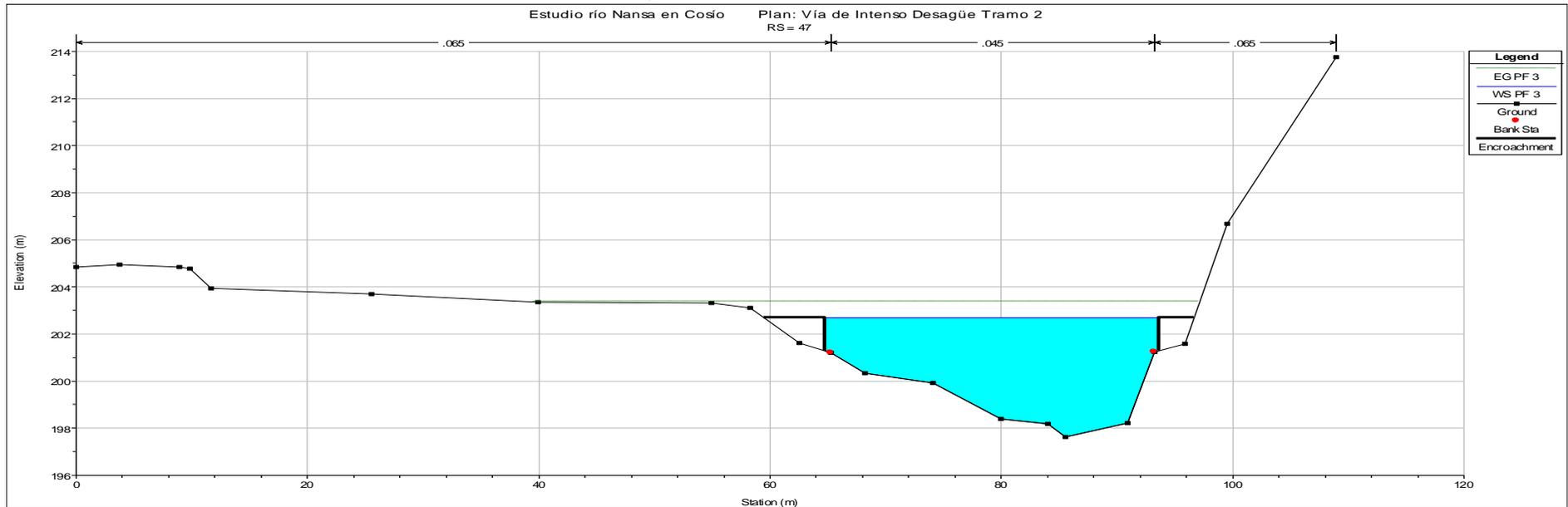


Figura 176. Perfil transversal nº 47

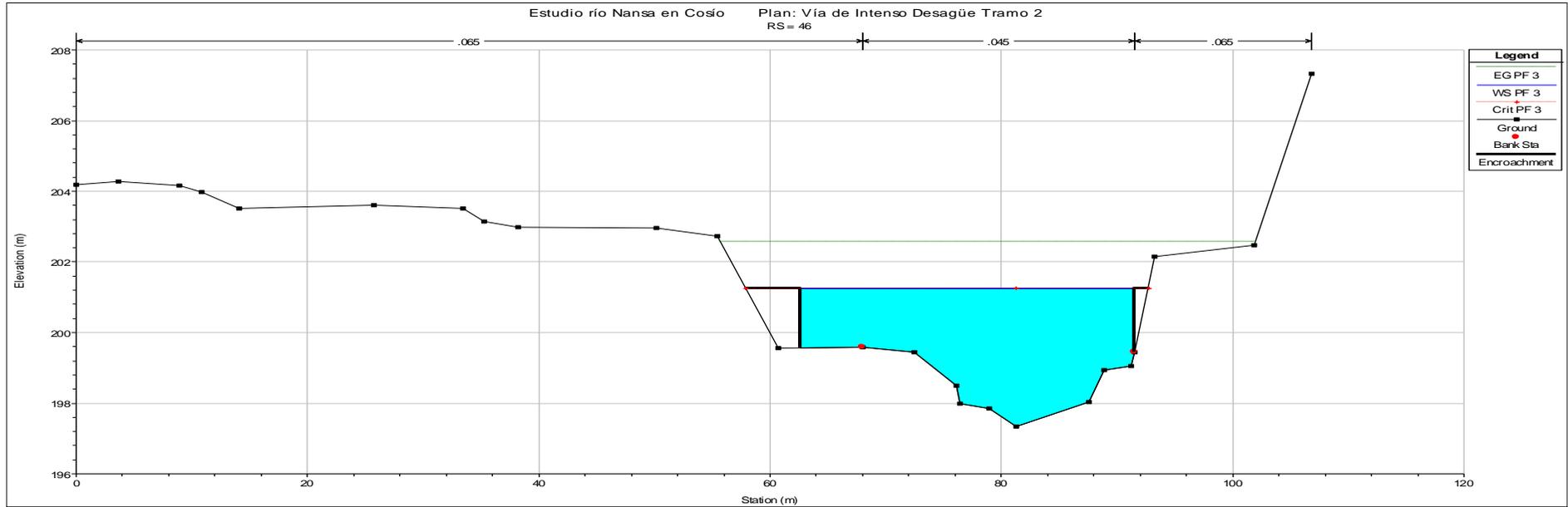


Figura 177. Perfil transversal nº 46

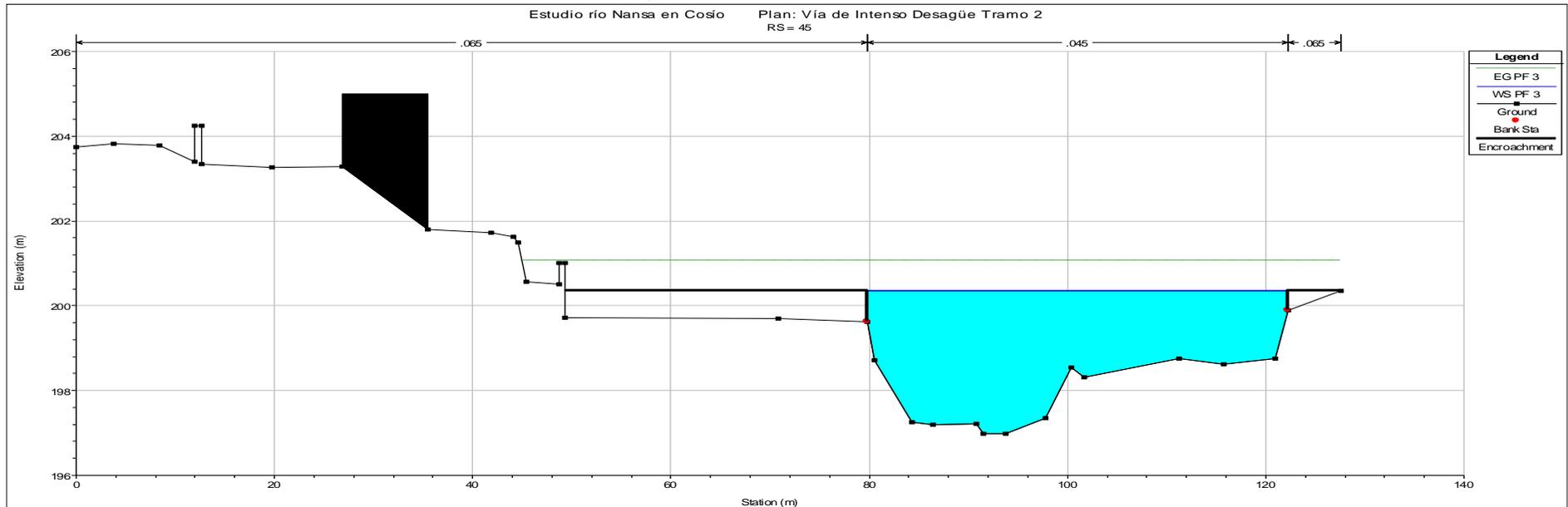


Figura 178. Perfil transversal nº 45

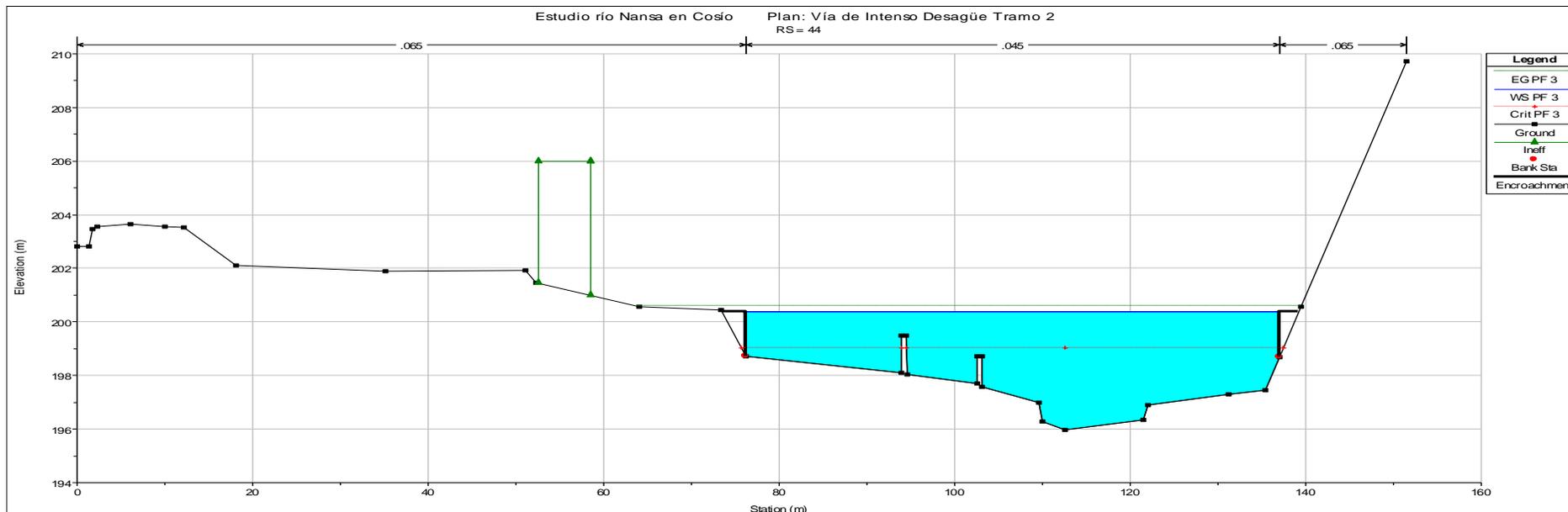


Figura 179. Perfil transversal nº 44

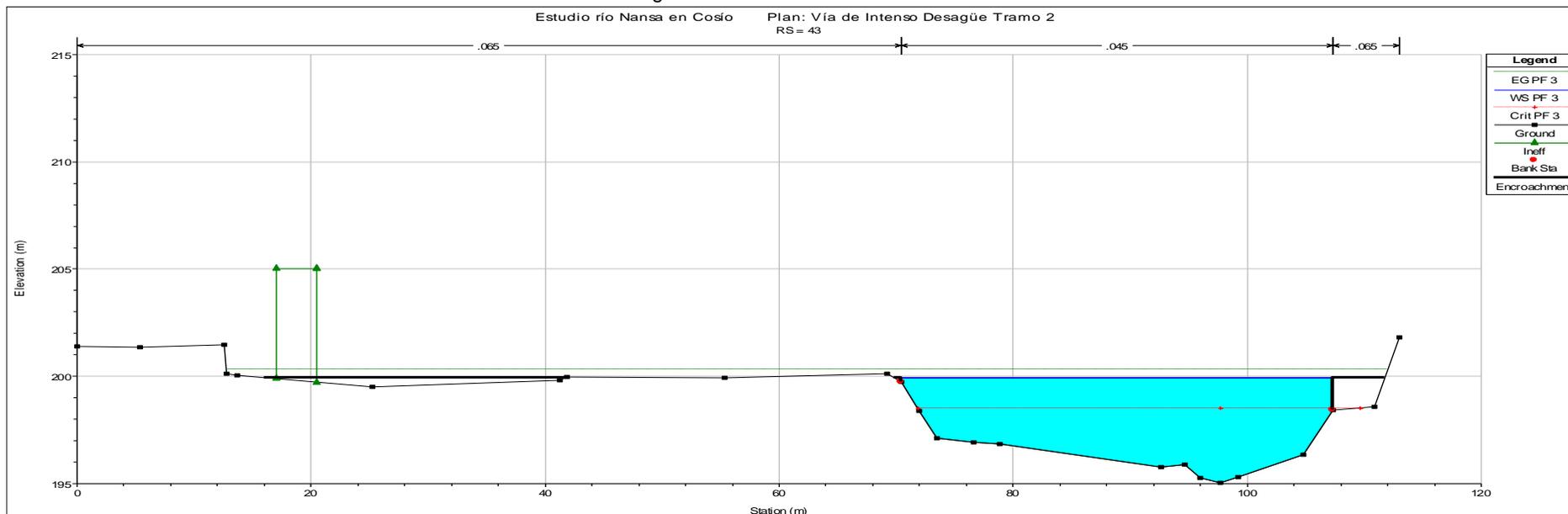


Figura 180. Perfil transversal nº 43

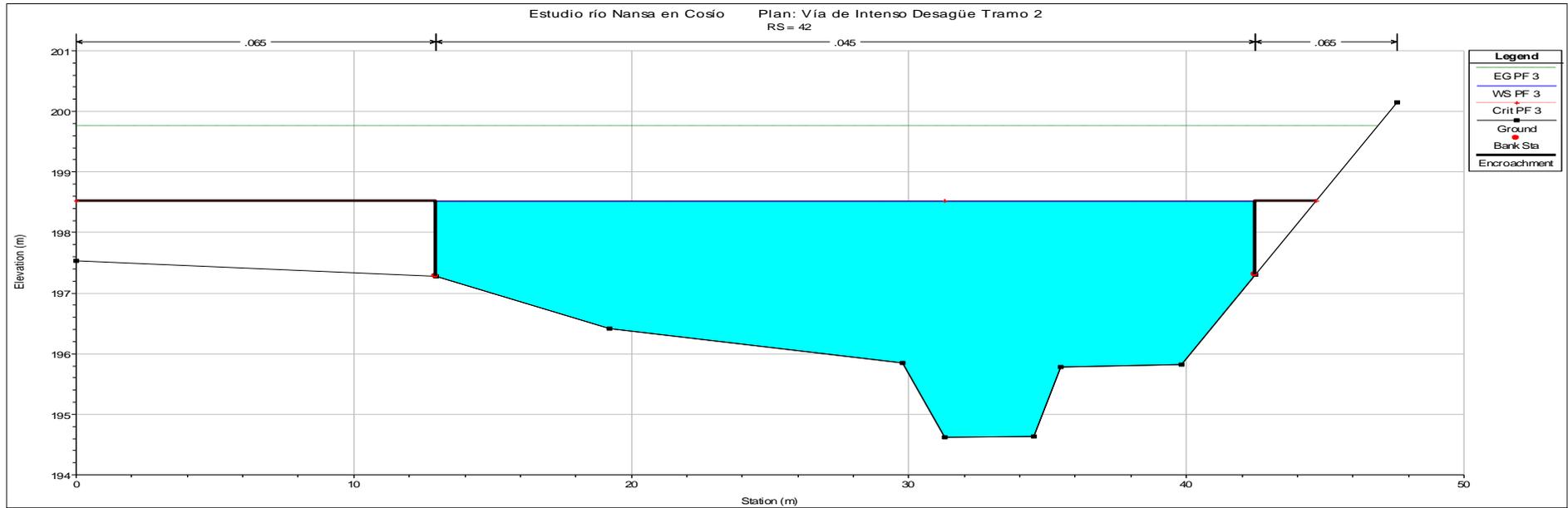


Figura 181. Perfil transversal nº 42

➤ **TRAMO AGUAS ABAJO DE CONFLUENCIA**

Tabla 11. Resultados vía de intenso desagüe del tramo aguas abajo del río Nansa

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /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 (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Aguas abajo	41	PF 2	440	193.94	197.6	197.13	198.27	0.0084	3.62	121.68	49.91	0.74
Aguas abajo	40	PF 2	440	192.45	195.71	195.71	196.66	0.017297	4.32	101.93	54.16	1
Aguas abajo	39	PF 2	440	191.01	194.74	194.55	195.5	0.009701	4.17	131.2	64.08	0.79
Aguas abajo	38	PF 2	440	189.84	193.89	193.89	194.78	0.010514	4.37	124.74	82.6	0.83
Aguas abajo	37	PF 2	440	188.2	192.89	192.54	193.59	0.009541	3.95	128.44	70.64	0.77
Aguas abajo	36	PF 2	440	186.87	192.5	191.61	193.02	0.004414	3.5	160.76	83.94	0.54
Aguas abajo	35	PF 2	440	187.05	192.41	190.63	192.79	0.00344	2.71	162.14	43.99	0.45
Aguas abajo	34.5		Bridge									
Aguas abajo	34	PF 2	440	186.82	191.2		192	0.009596	3.96	111.12	36.56	0.73
Aguas abajo	33	PF 2	440	186.48	189.66	189.66	190.89	0.016117	4.9	89.77	37.18	1.01
Aguas abajo	32	PF 2	440	184.87	188.57	188.57	189.56	0.018027	4.41	99.74	51.26	1.01
Aguas abajo	31	PF 2	440	183.44	186.64	186.64	187.5	0.017819	4.1	107.21	63.53	1.01

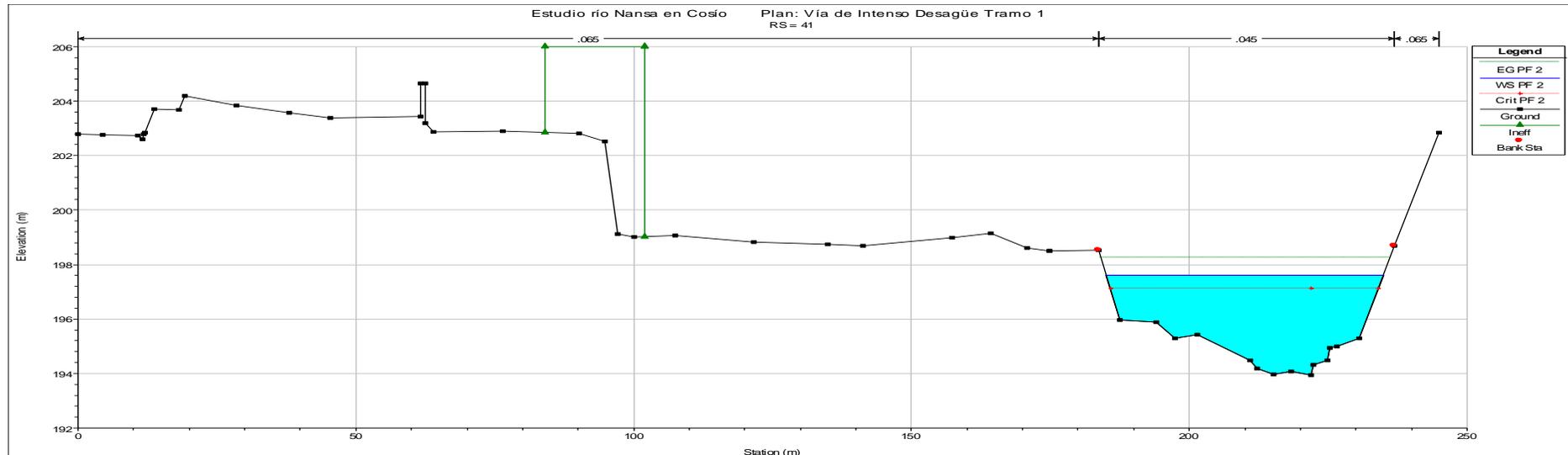


Figura 182. Perfil transversal nº 41

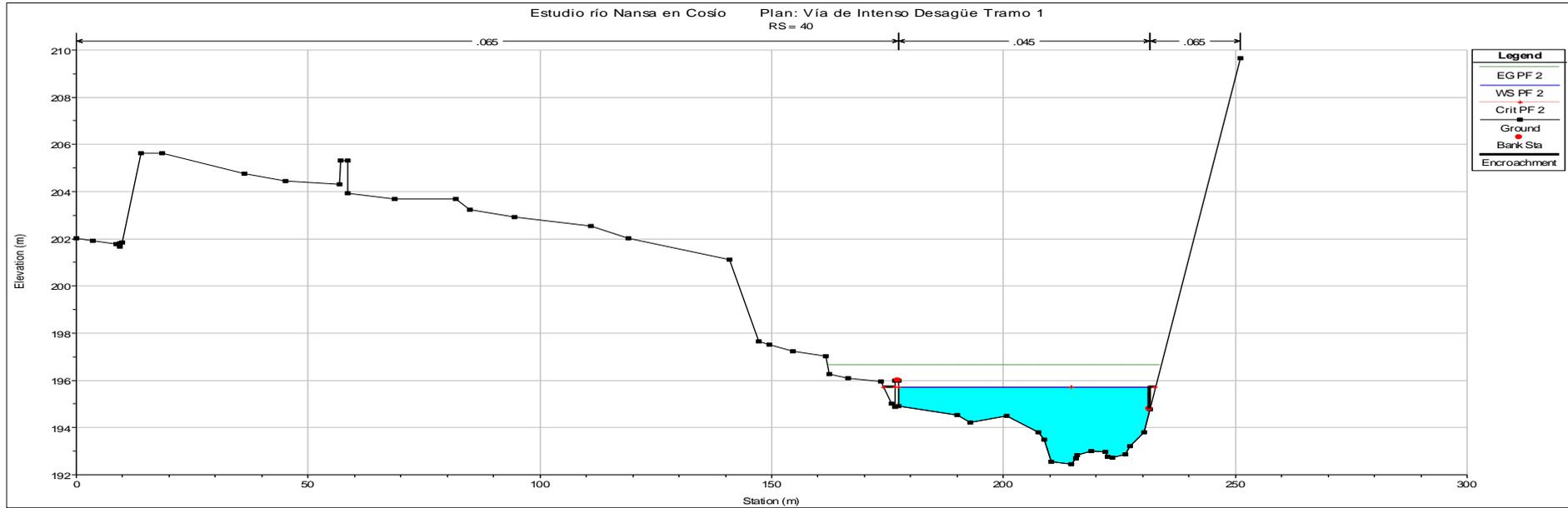


Figura 183. Perfil transversal nº 40

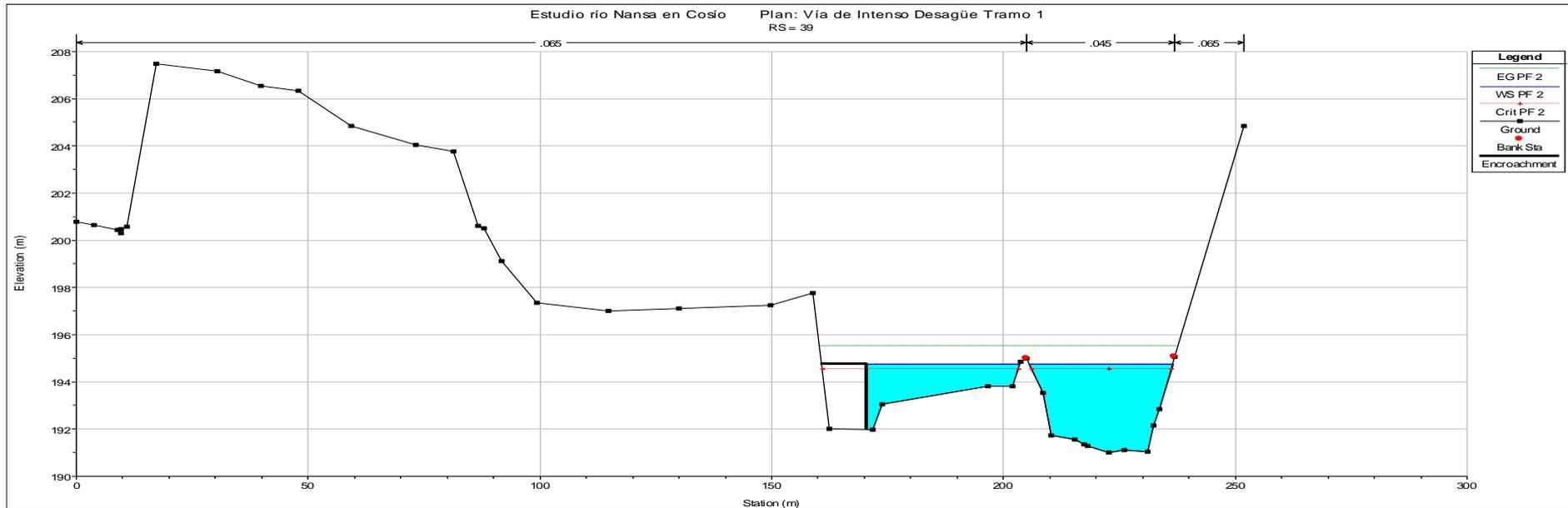


Figura 184. Perfil transversal nº 39

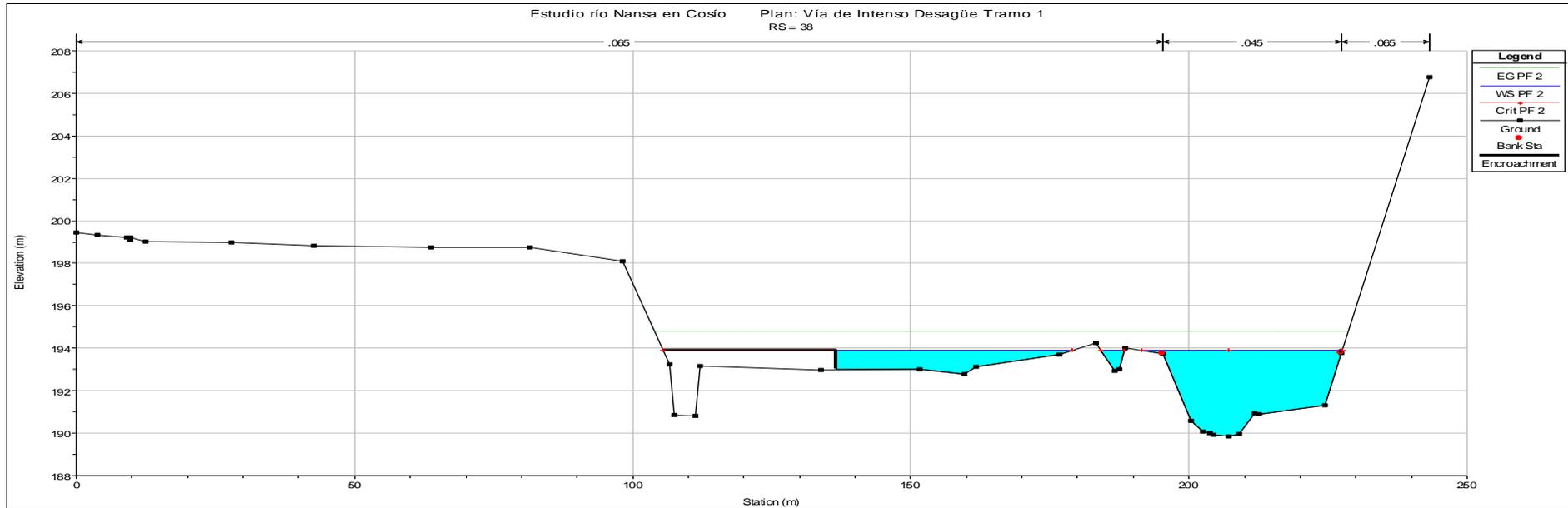


Figura 185. Perfil transversal nº 38

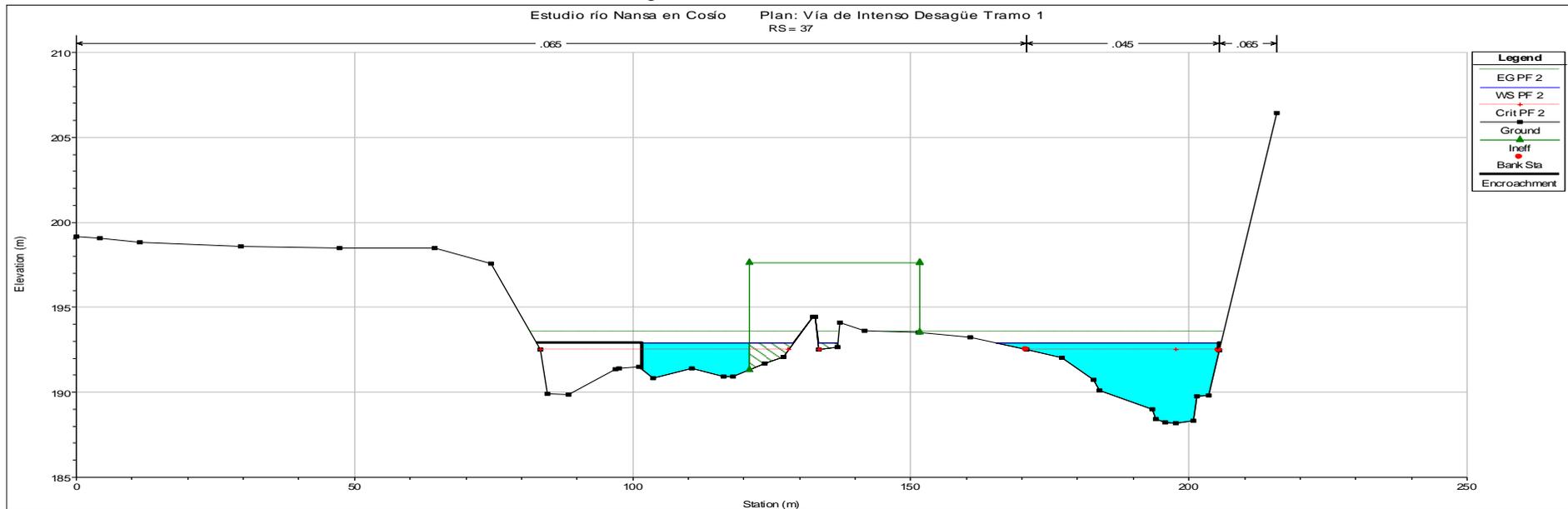


Figura 186. Perfil transversal nº 37

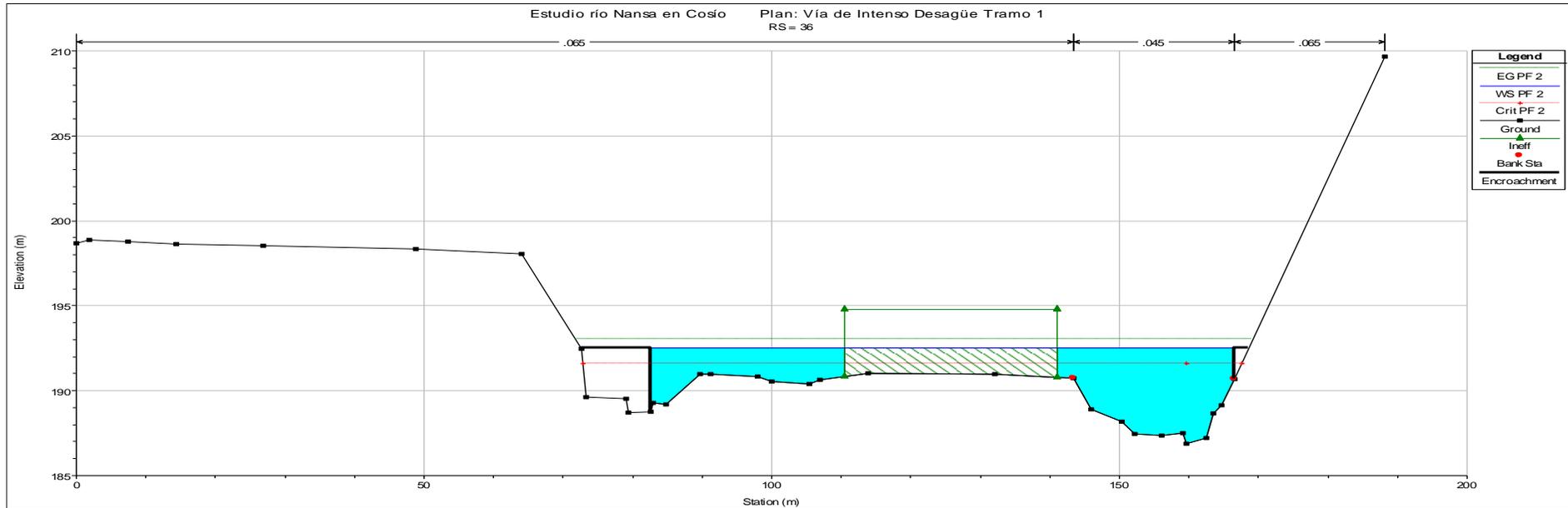


Figura 187. Perfil transversal nº 36

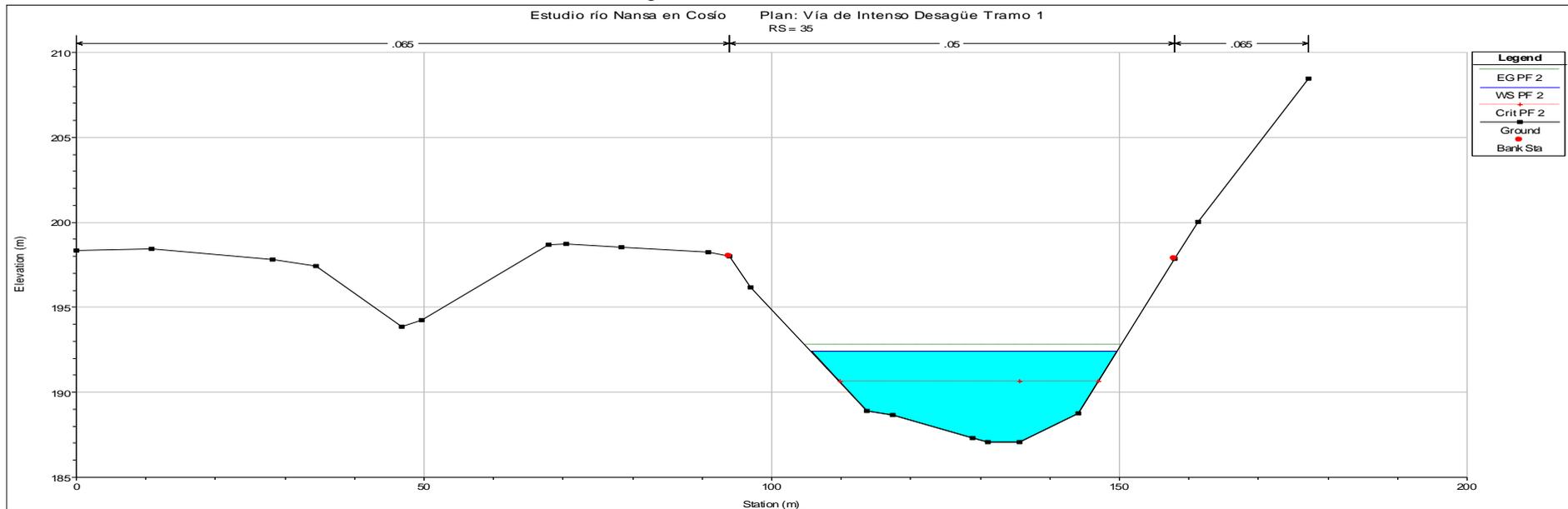


Figura 188. Perfil transversal nº 35

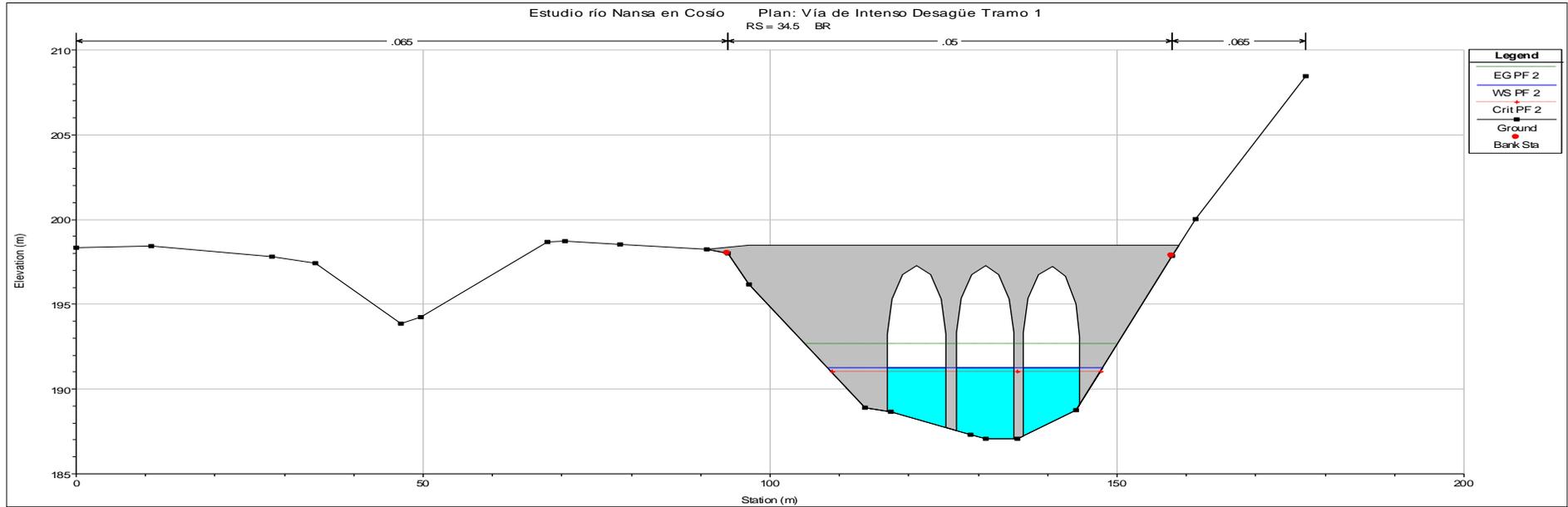


Figura 189. Perfil transversal nº 34.5 aguas arriba

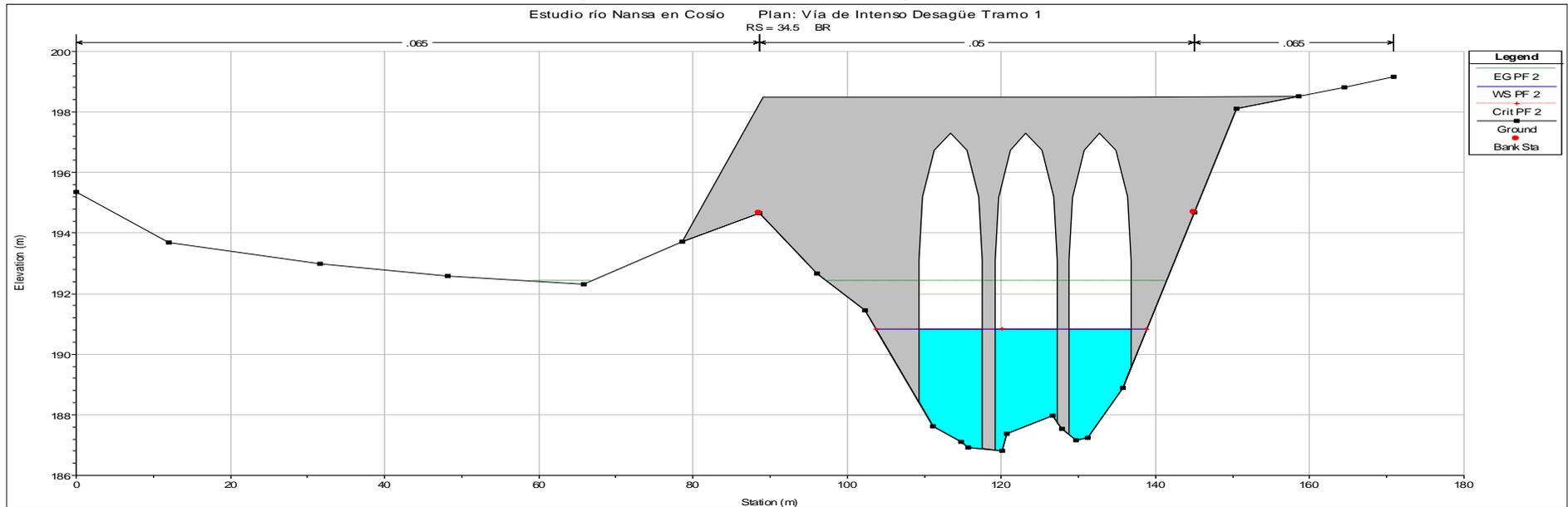


Figura 190. Perfil transversal nº 34.5 aguas abajo

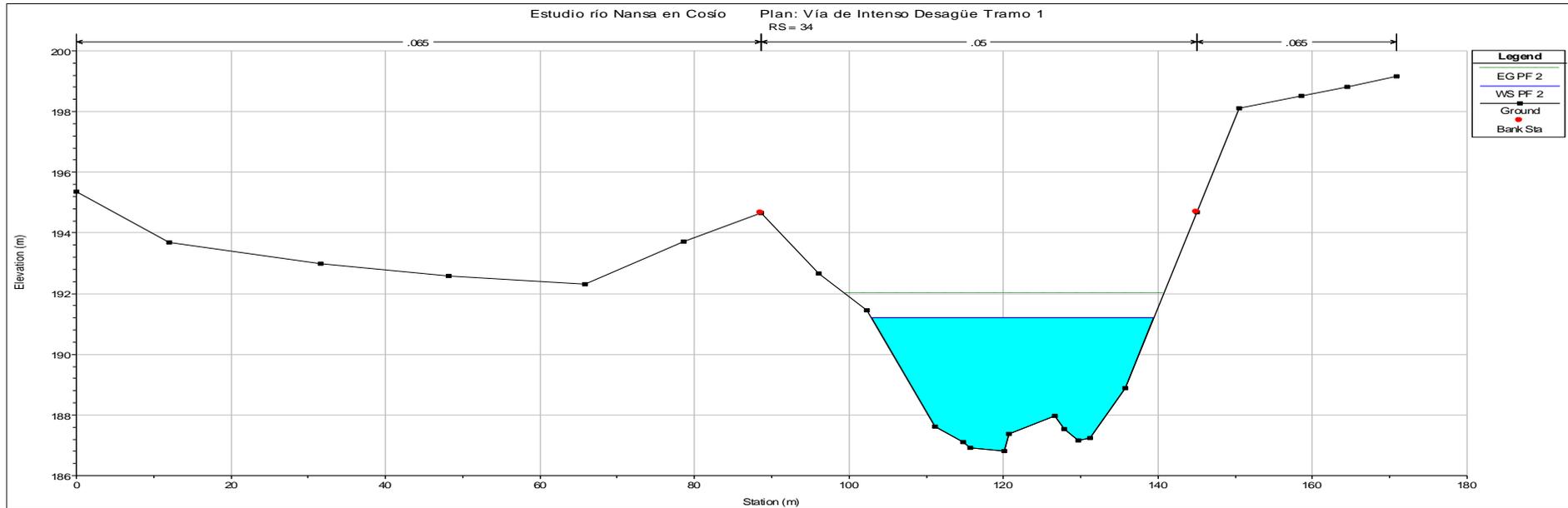


Figura 191. Perfil transversal nº 34

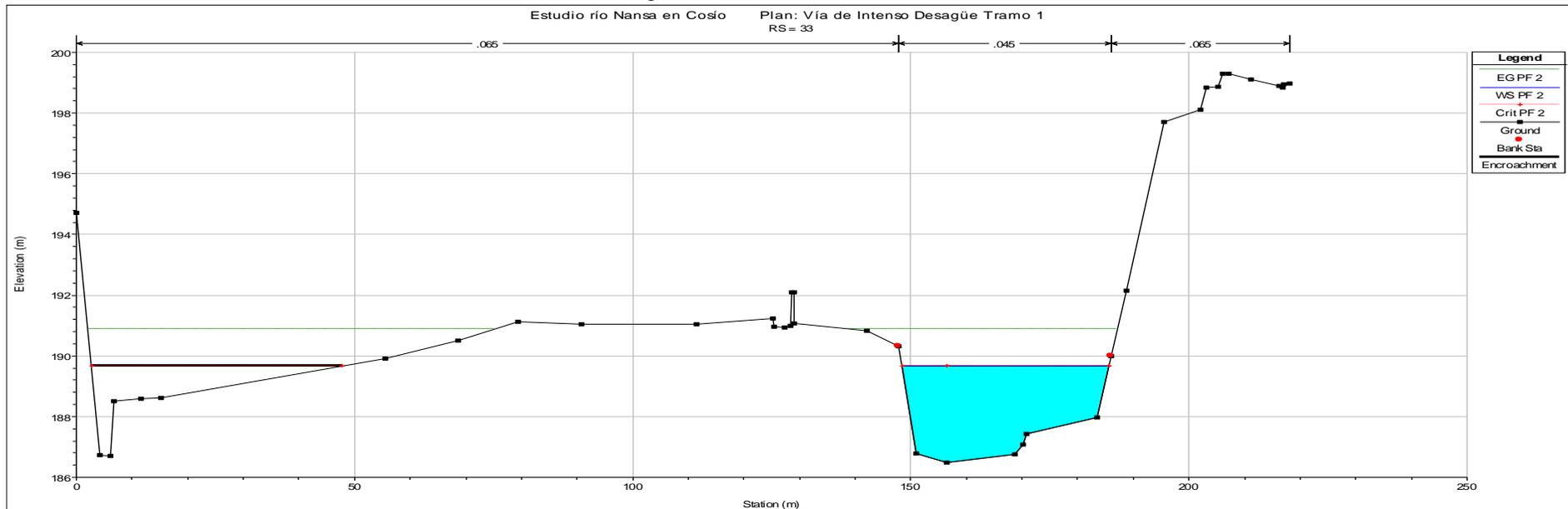


Figura 192. Perfil transversal nº 33

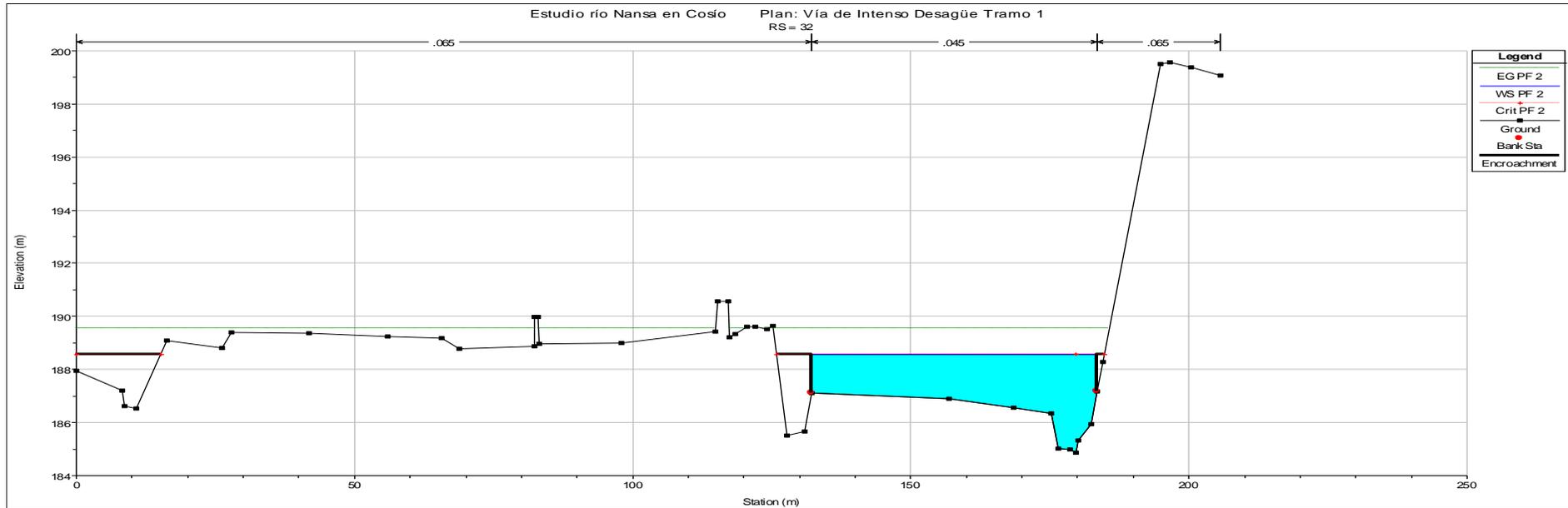


Figura 193. Perfil transversal nº 32

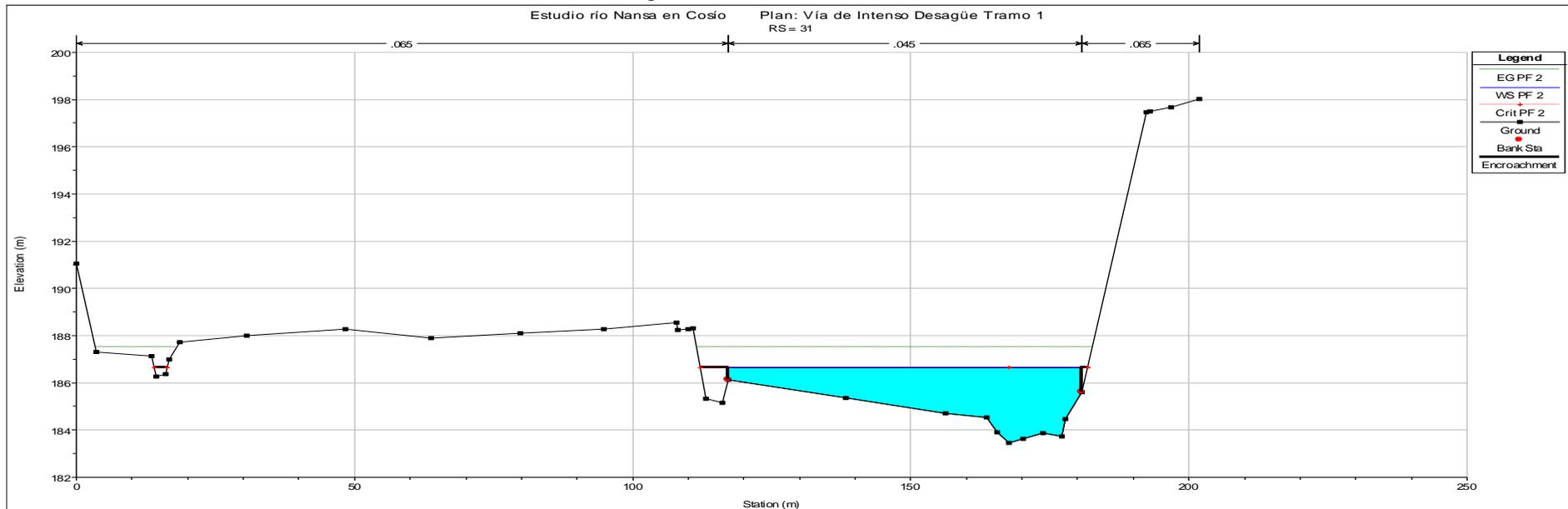


Figura 194. Perfil transversal nº 31

RÍO VENDUL

➤ TRAMO AGUAS ARRIBA DE CONFLUENCIA

Tabla 12. Resultados vía de intenso desagüe del tramo aguas arriba del río Vendul

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /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 (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Arriba	167	PF 2	167	210.71	215.04	214.39	215.86	0.012391	4.01	41.68	12.96	0.71
Arriba	166	PF 2	167	210.2	213.82	213.82	215.12	0.020274	5.06	33	12.74	1
Arriba	165	PF 2	167	208.81	213.37		214.08	0.008253	3.73	44.74	13.33	0.65
Arriba	164.2	PF 2	167	209.11	212.97	212.54	213.71	0.010652	3.8	43.95	18	0.78
Arriba	164.15		Bridge									
Arriba	164.1	PF 2	167	209.11	212.54	212.54	213.61	0.018208	4.59	36.37	16.9	1

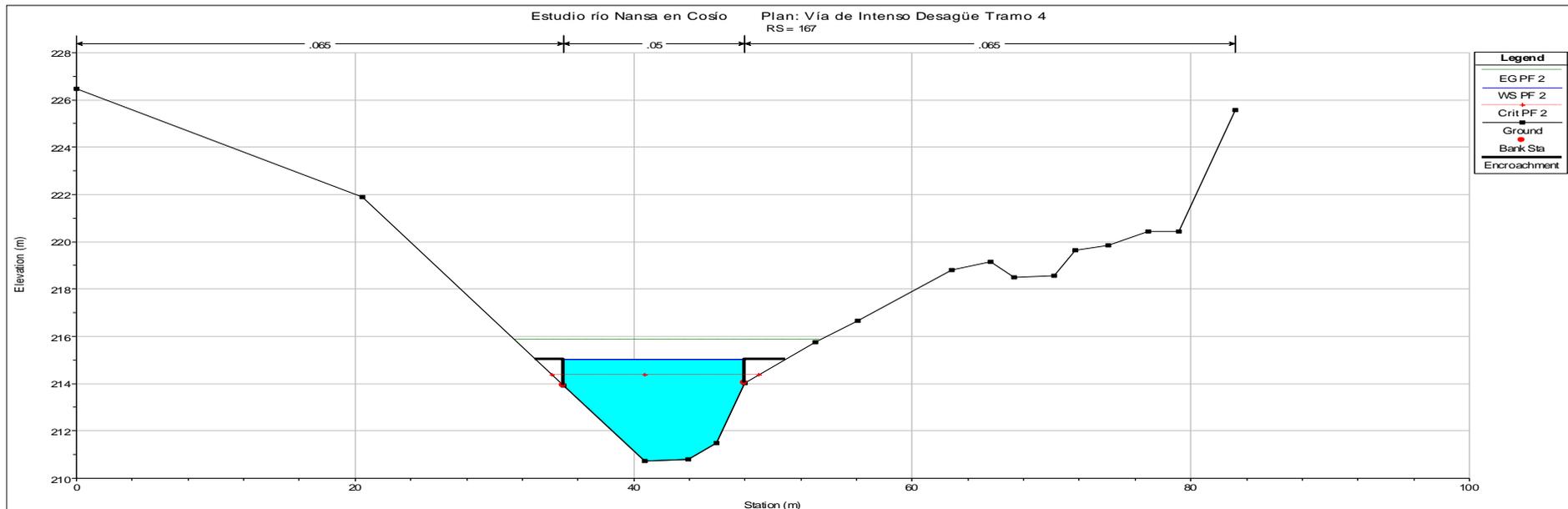


Figura 195. Perfil transversal nº 167

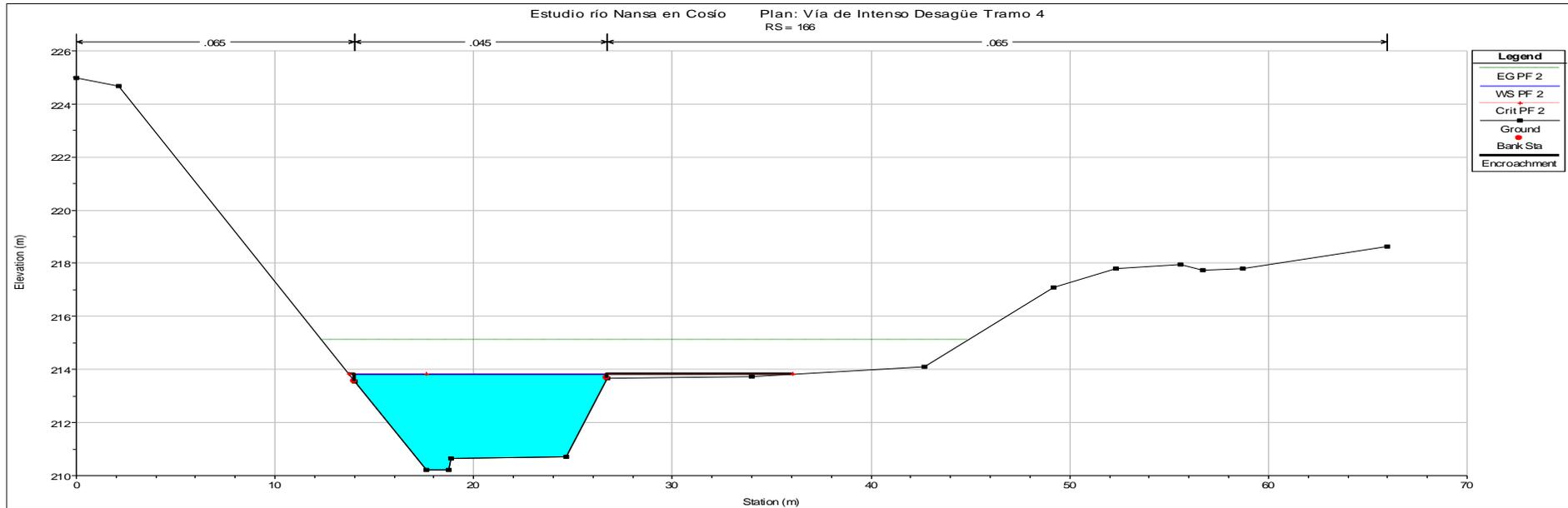


Figura 196. Perfil transversal nº 166

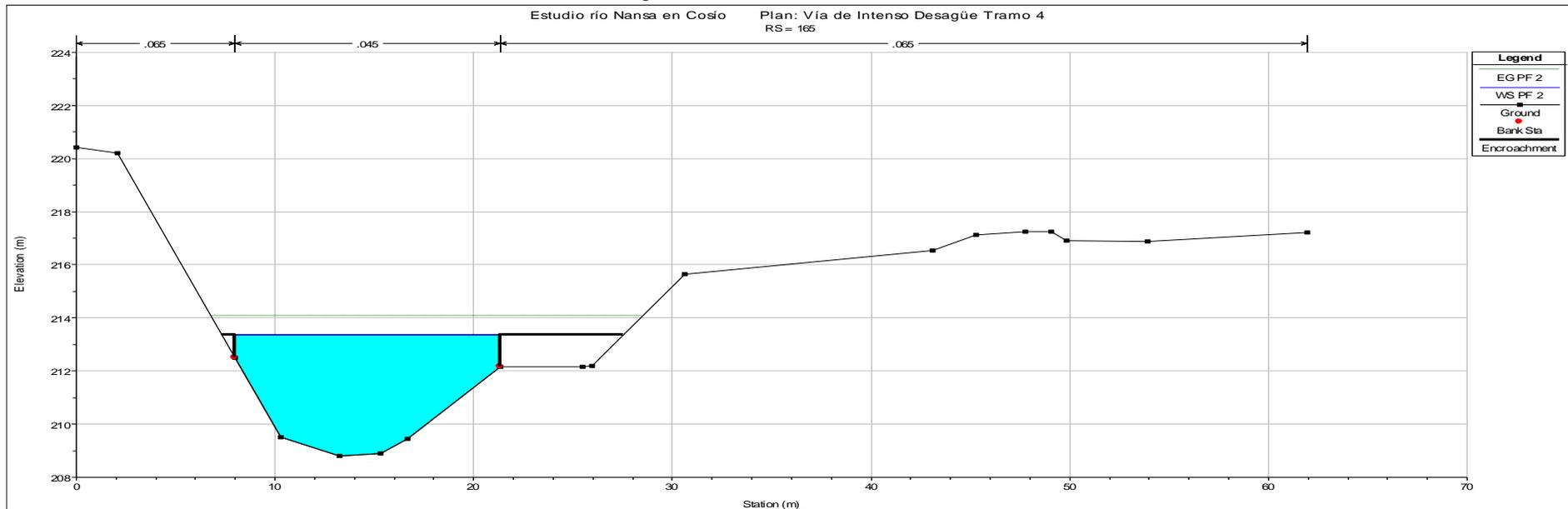


Figura 197. Perfil transversal nº 165

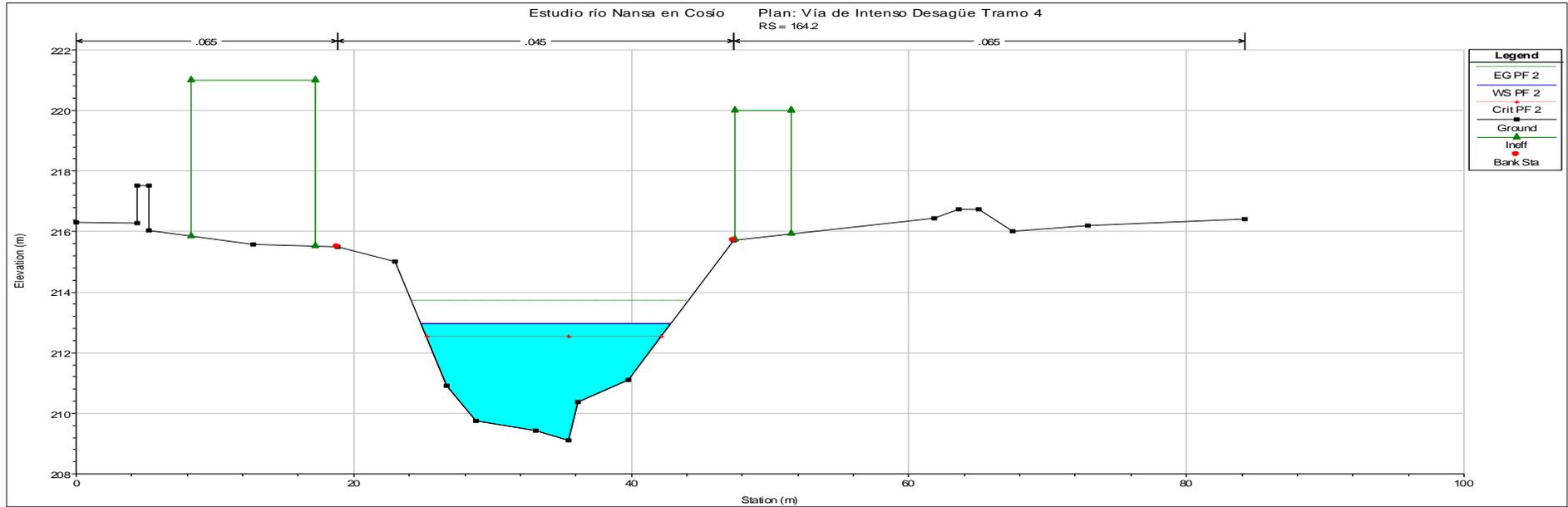


Figura 198. Perfil transversal nº 164.2

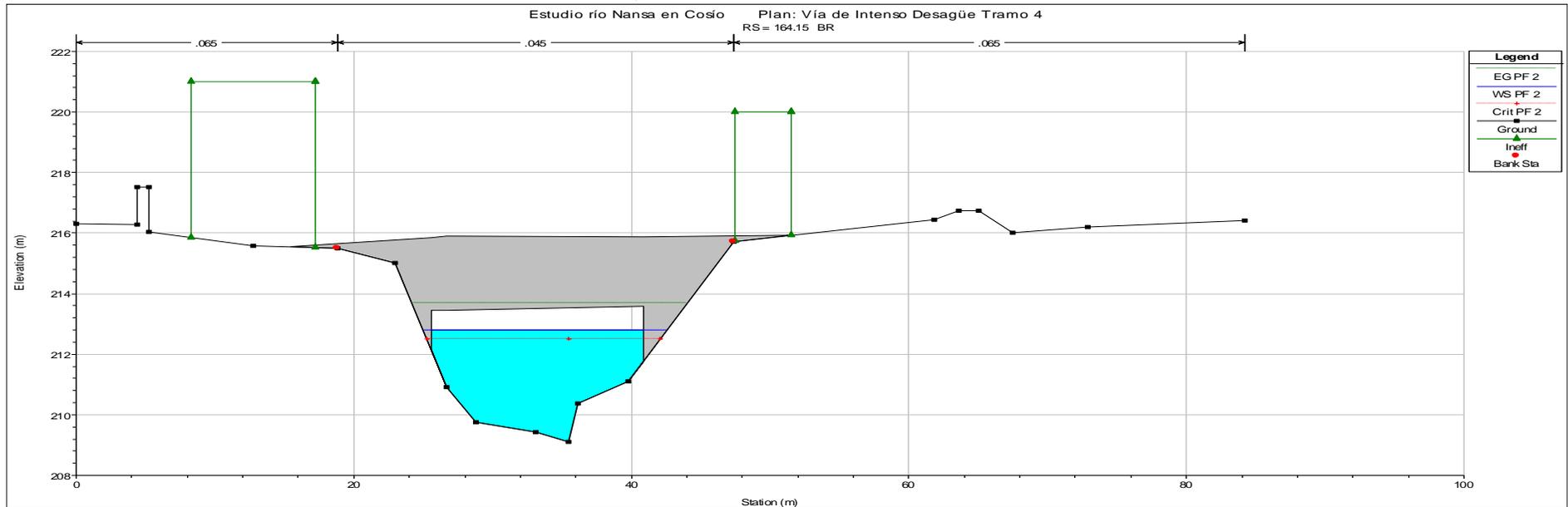


Figura 199. Perfil transversal nº 164.15 aguas arriba

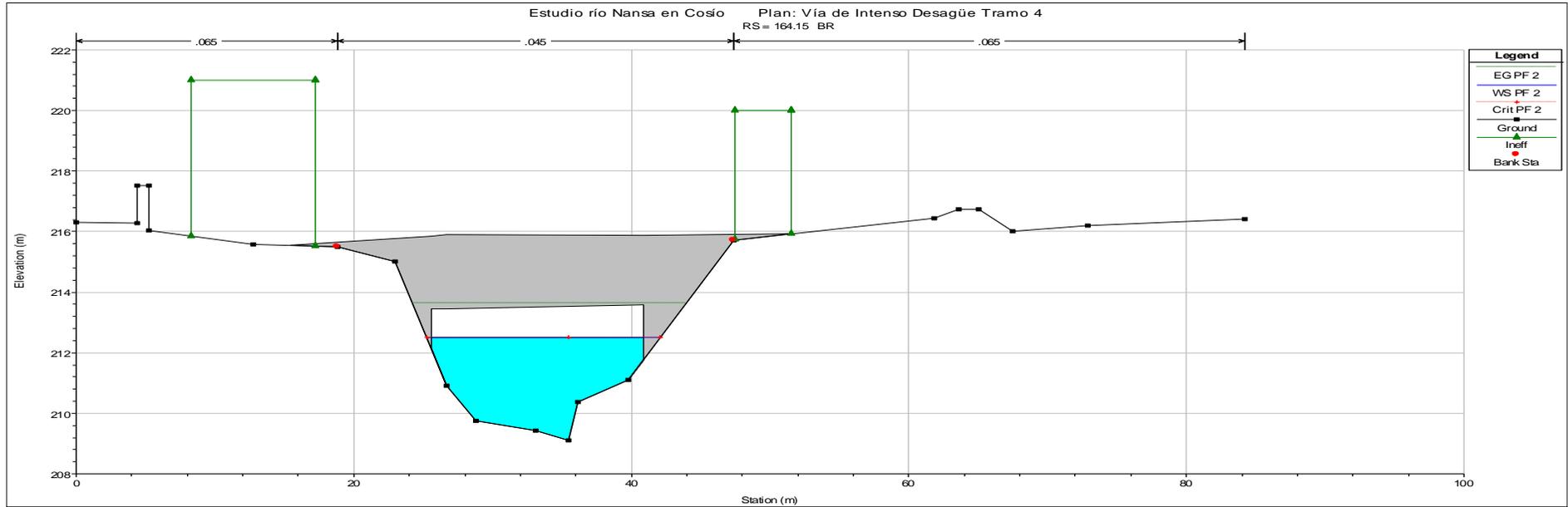


Figura 200. Perfil transversal nº 164.15 aguas abajo

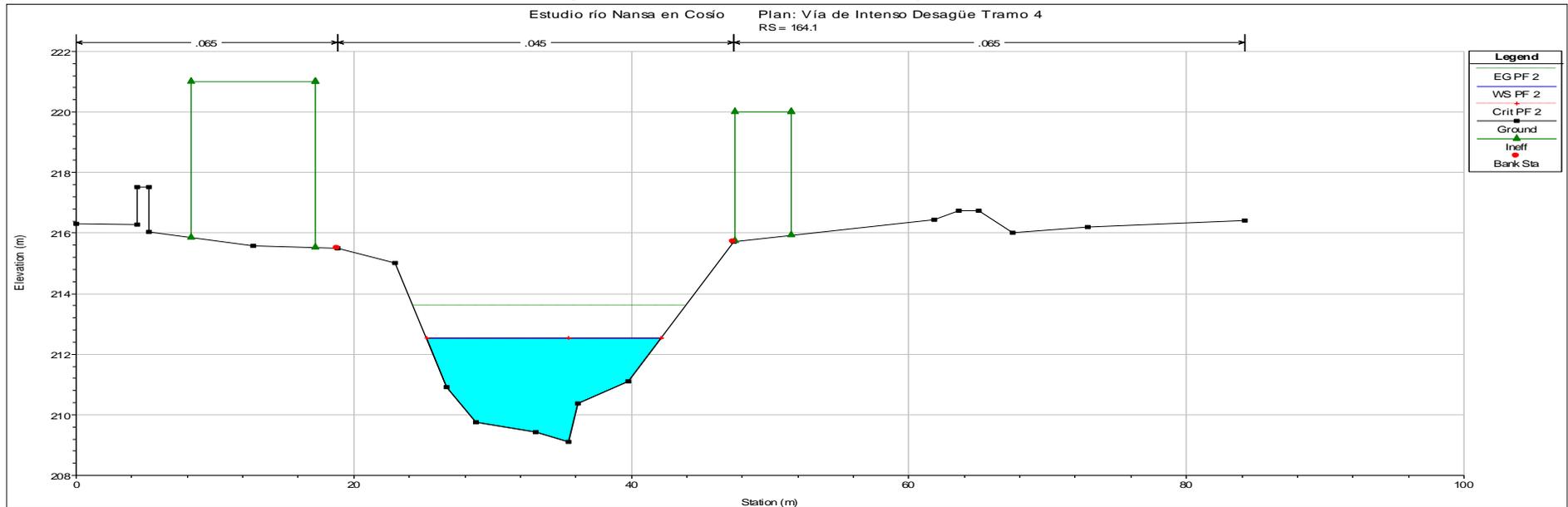


Figura 201. Perfil transversal nº 164.1

➤ **TRAMO AGUAS ABAJO DE CONFLUENCIA**

Tabla 13. Resultados vía de intenso desagüe del tramo aguas abajo del río Vendul

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
Abajo	163	PF 2	177	208.09	210.44	210.44	211.47	0.018828	4.49	39.46	19.44	1
Abajo	162	PF 2	177	206.6	209.24	209.24	210.21	0.017459	4.35	40.65	21.31	1.01
Abajo	161	PF 2	177	203.69	206.32	206.32	207.32	0.017258	4.43	39.95	19.91	1
Abajo	160	PF 2	177	201.03	205.94	204.21	206.18	0.002356	2.16	82.02	23.18	0.37
Abajo	159	PF 2	177	200.13	205.56	204.53	206.03	0.007602	3.04	58.21	18.9	0.55
Abajo	158.5		Bridge									
Abajo	158	PF 2	177	199.12	203.7	203.55	205.02	0.025934	5.09	34.76	11.6	0.94
Abajo	157	PF 2	177	200.11	203.88		204.19	0.003787	2.48	71.34	25.52	0.47
Abajo	156	PF 2	177	199	202.69	202.22	203.79	0.015147	4.66	37.97	11.13	0.81
Abajo	155	PF 2	177	198.66	201.68	201.57	202.77	0.016901	4.63	38.21	15.34	0.94
Abajo	154	PF 2	177	198.23	201.65	200.83	202.23	0.006937	3.42	54.76	19.54	0.63
Abajo	153.5		Bridge									
Abajo	153	PF 2	177	198	200.33	200.33	201.34	0.022943	4.44	39.84	20.03	1.01
Abajo	152	PF 2	177	195.99	198.7	198.4	199.25	0.010533	3.29	53.8	29.19	0.77
Abajo	151	PF 2	177	194.56	198.27		198.67	0.00537	2.79	63.53	25.54	0.56

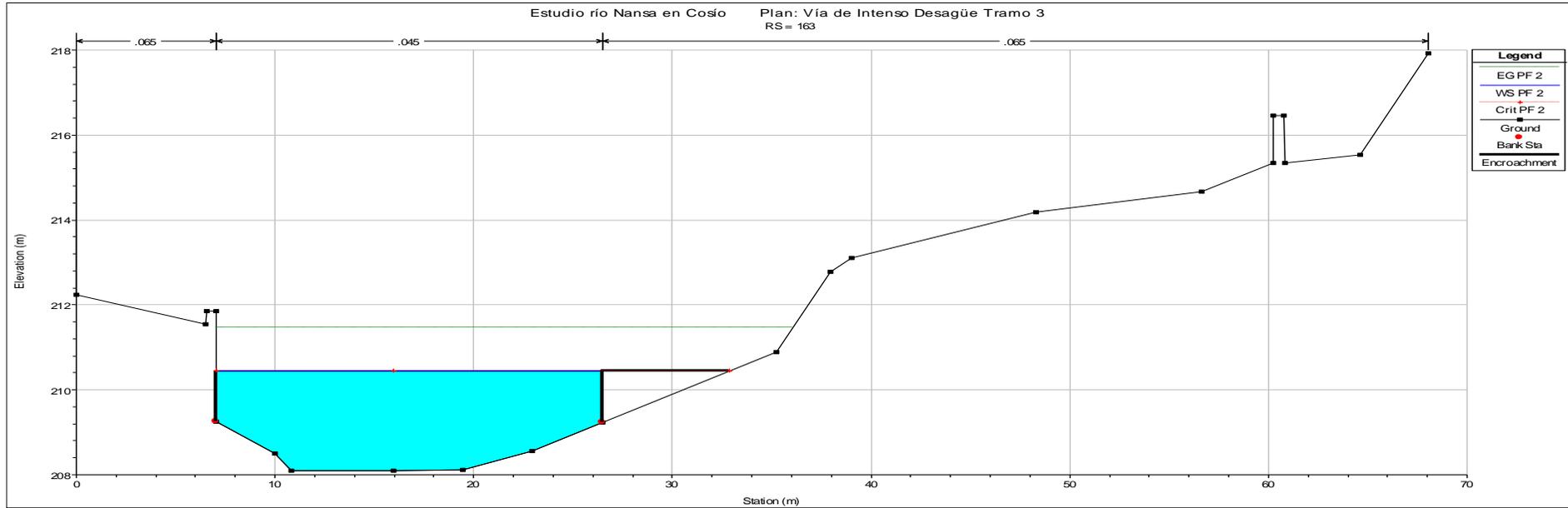


Figura 202. Perfil transversal nº 163

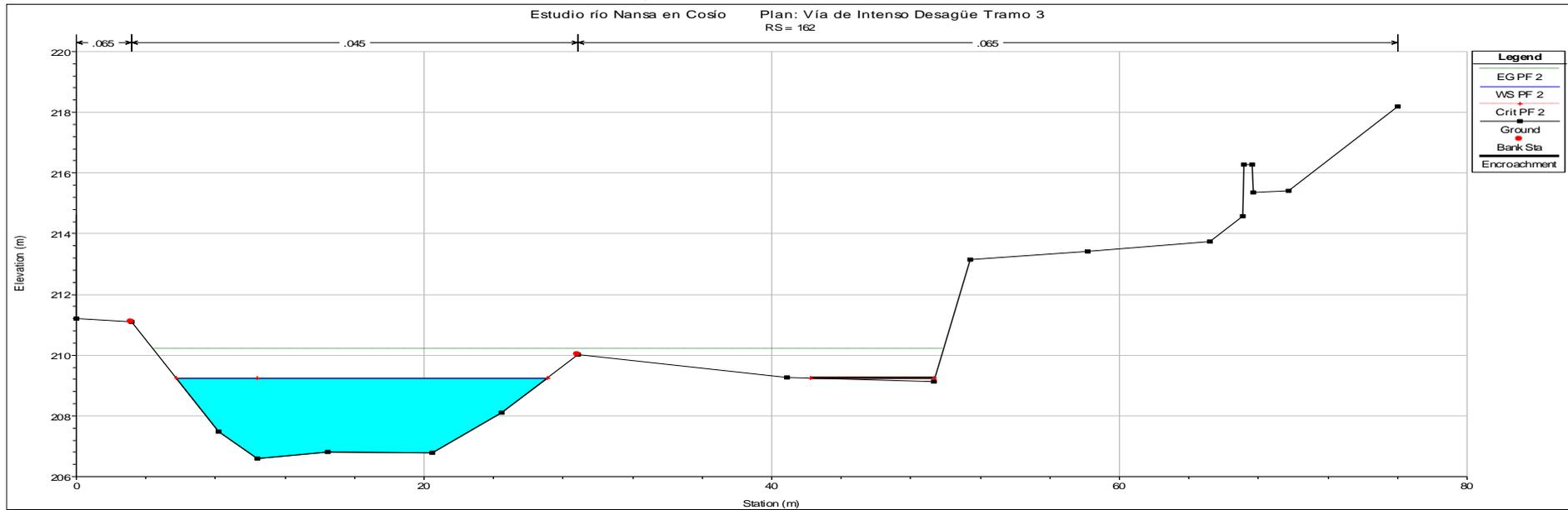


Figura 203. Perfil transversal nº 162

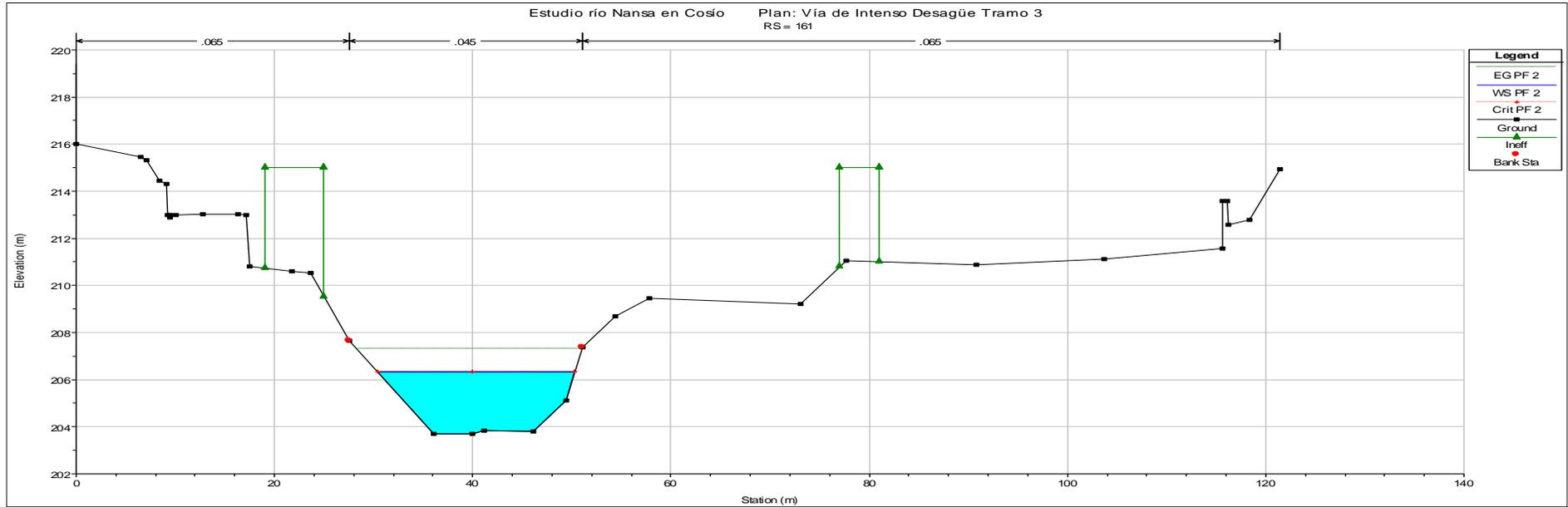


Figura 204. Perfil transversal nº 161

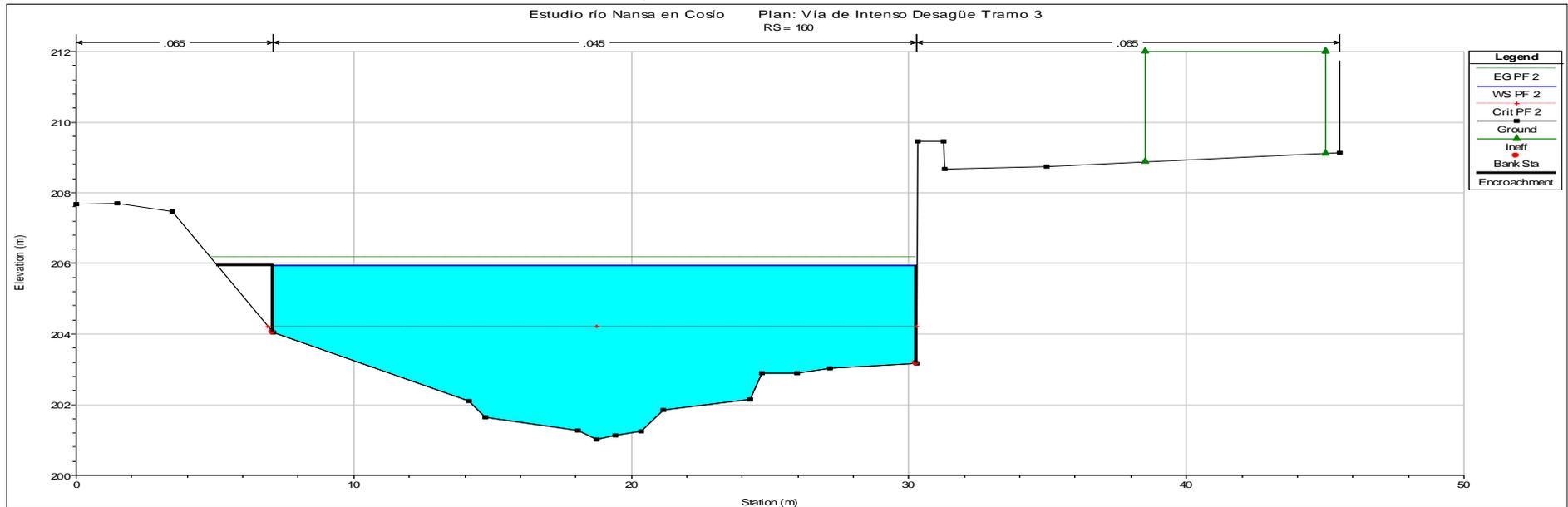


Figura 205. Perfil transversal nº 160

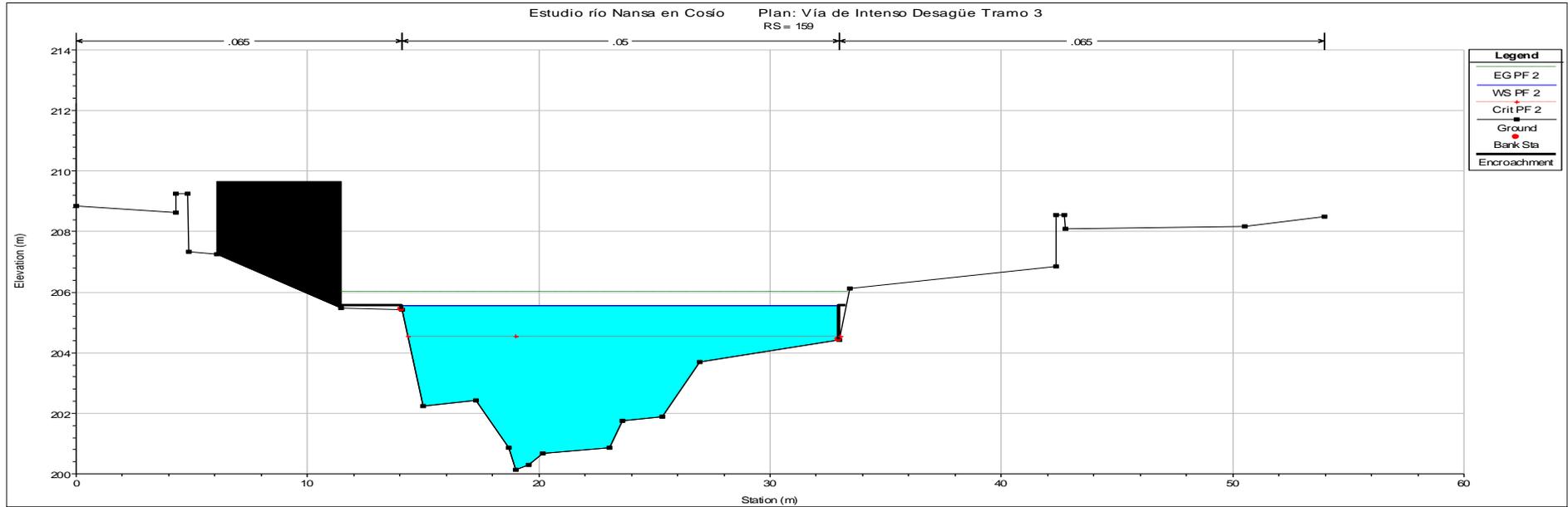


Figura 206. Perfil transversal nº 159

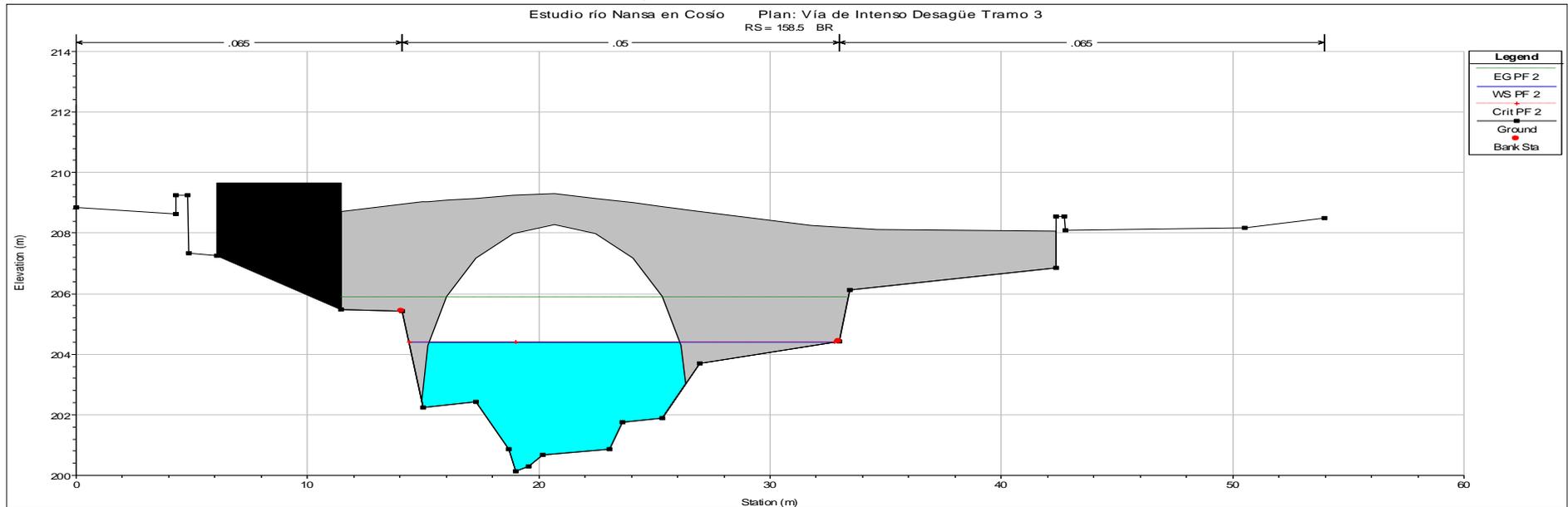


Figura 207. Perfil transversal nº 158.5 aguas arriba

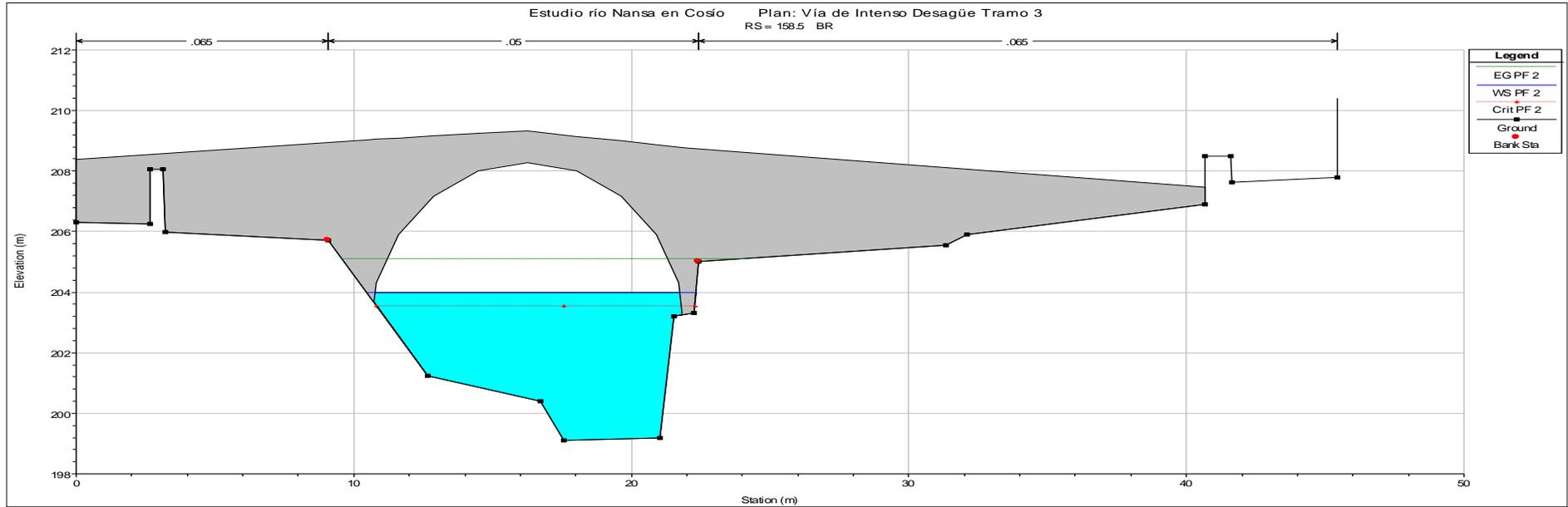


Figura 208. Perfil transversal nº 158.5 aguas abajo

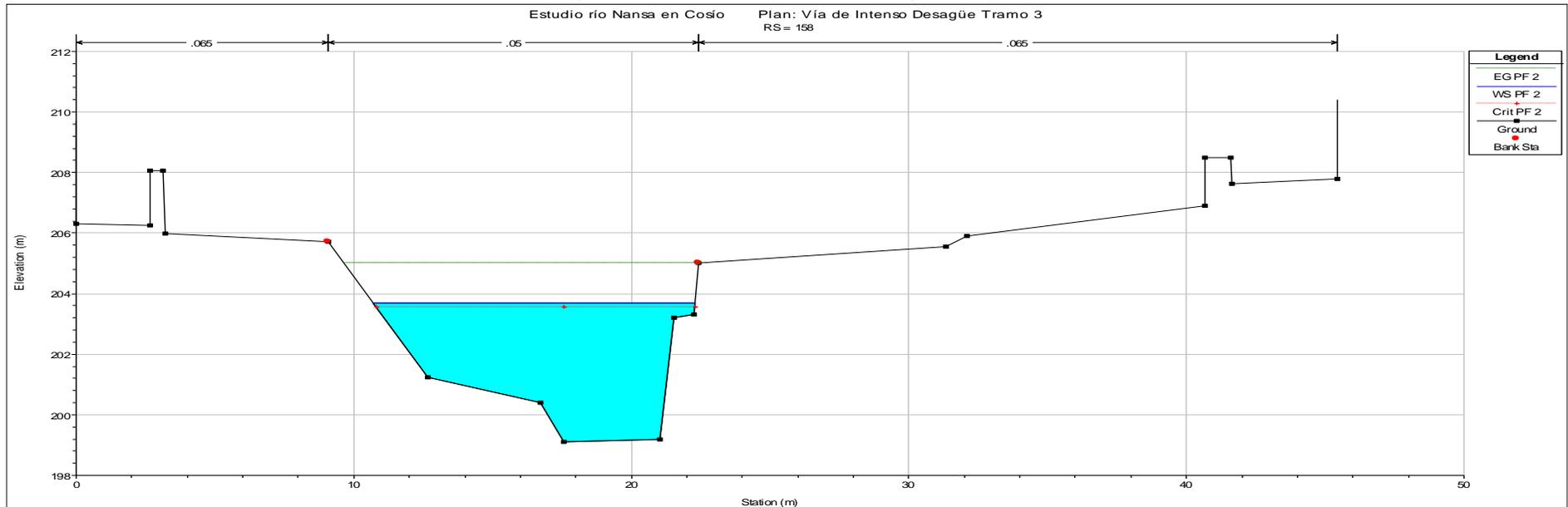


Figura 209. Perfil transversal nº 158

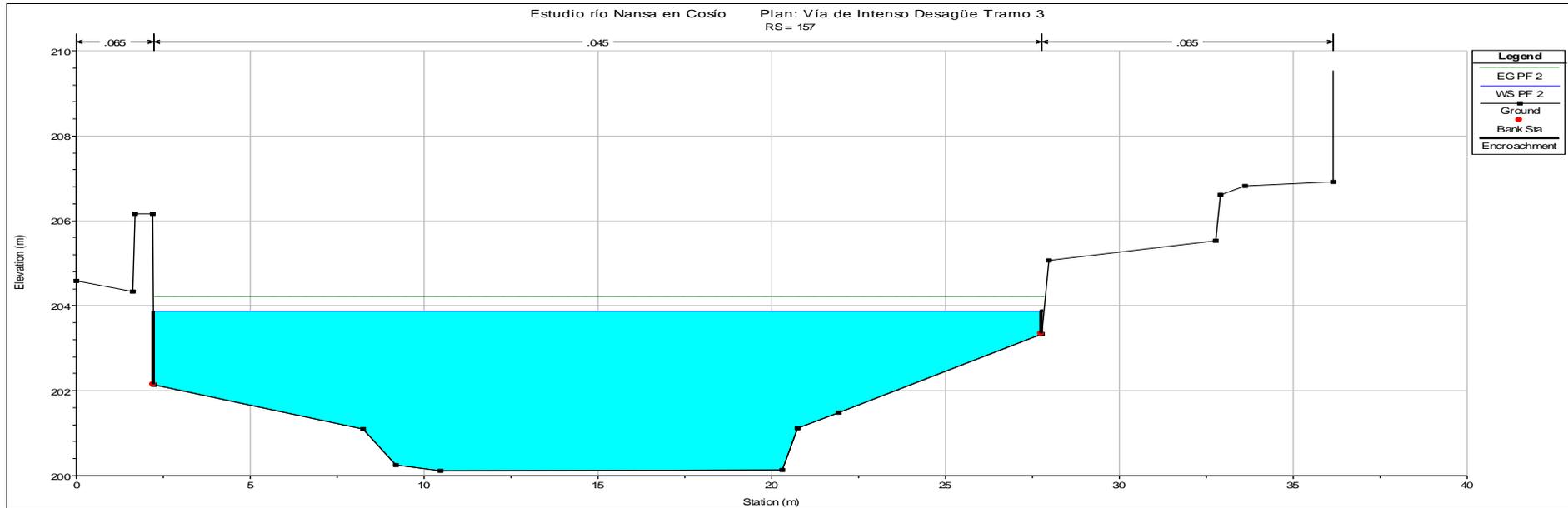


Figura 210. Perfil transversal nº 157

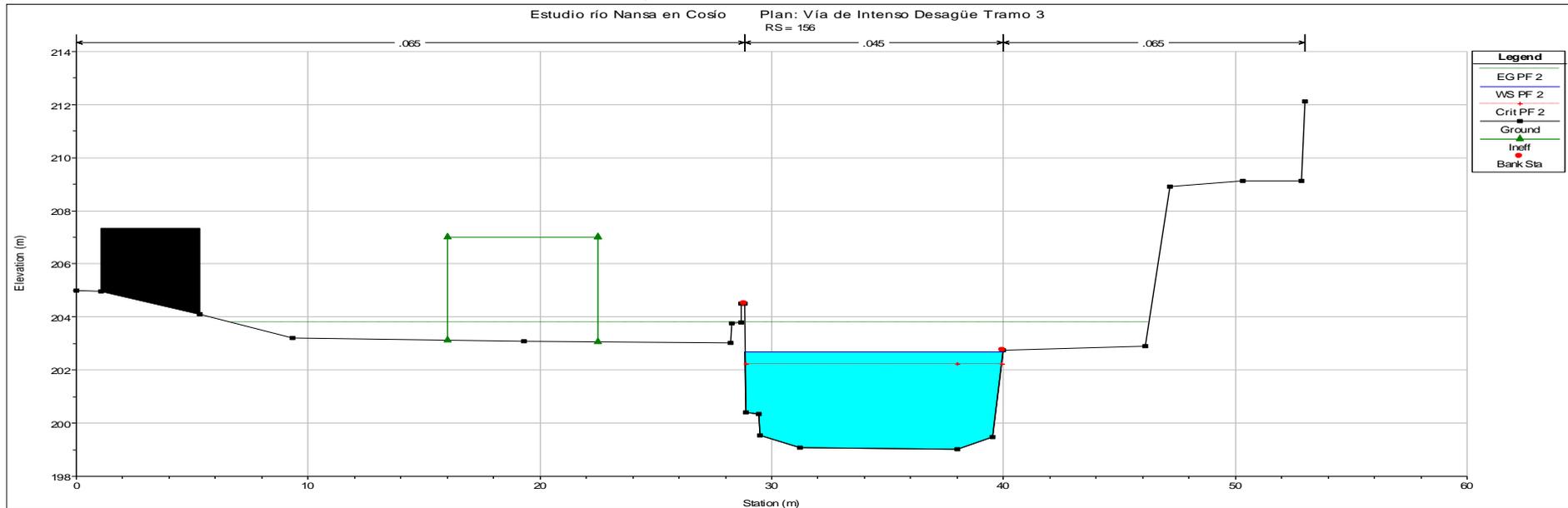


Figura 211. Perfil transversal nº 156

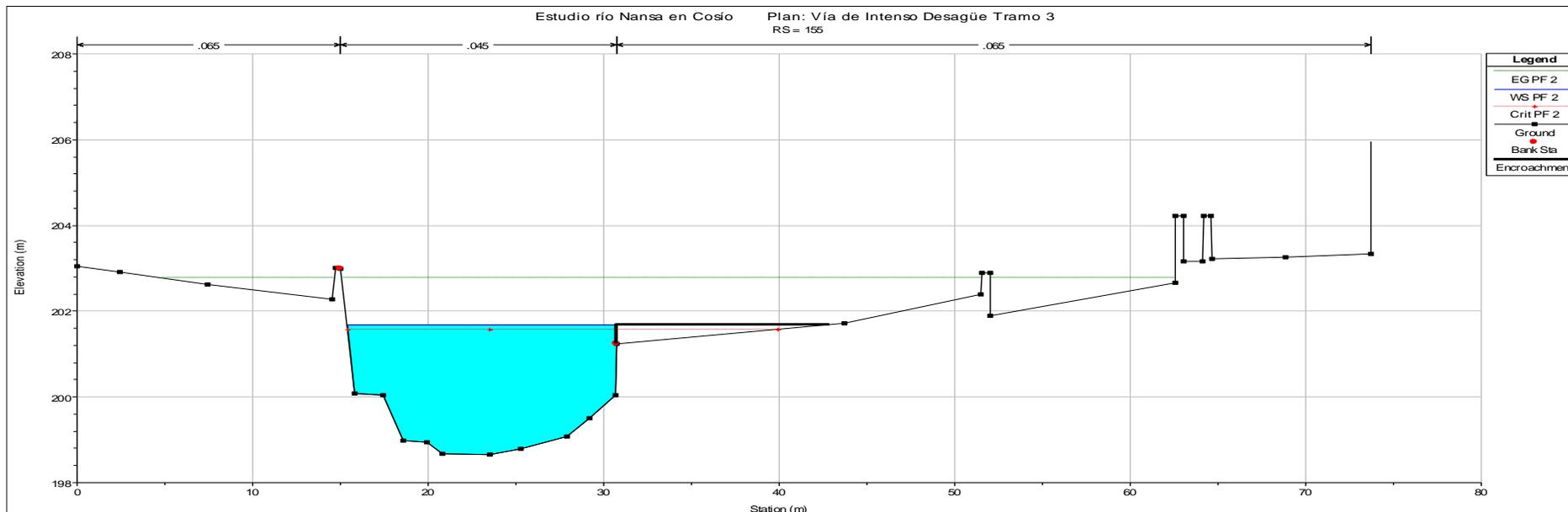


Figura 212. Perfil transversal nº 155

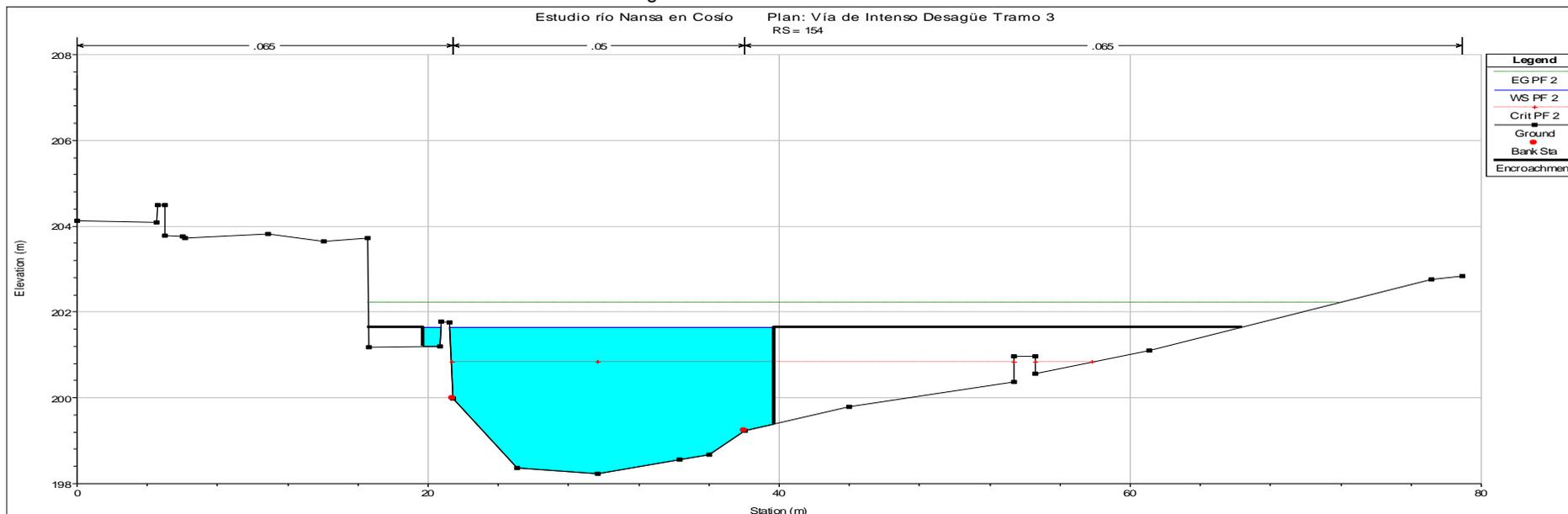


Figura 213. Perfil transversal nº 154

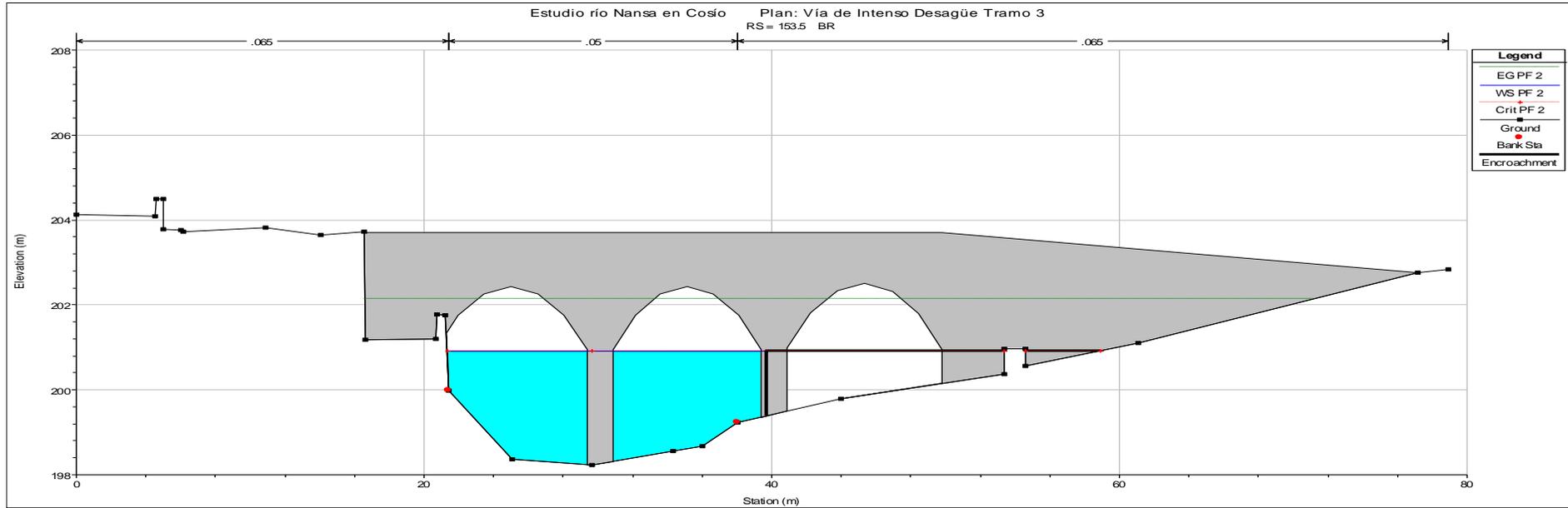


Figura 214. Perfil transversal nº 153.5 aguas arriba

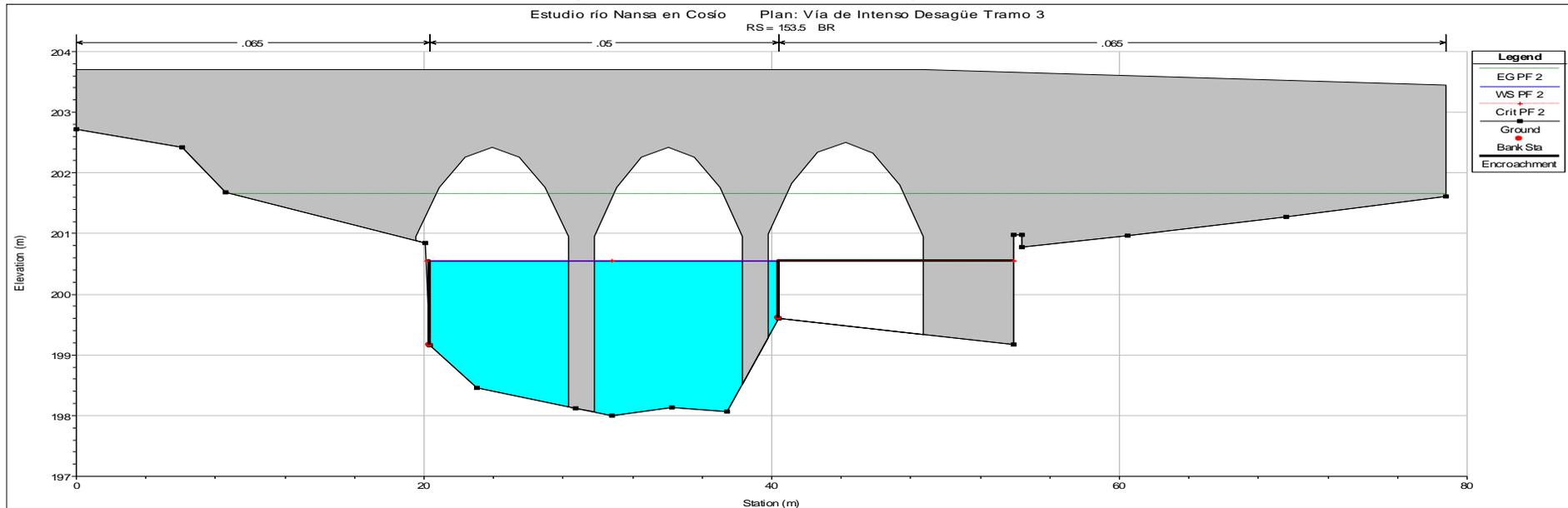


Figura 215. Perfil transversal nº 153.5 aguas abajo

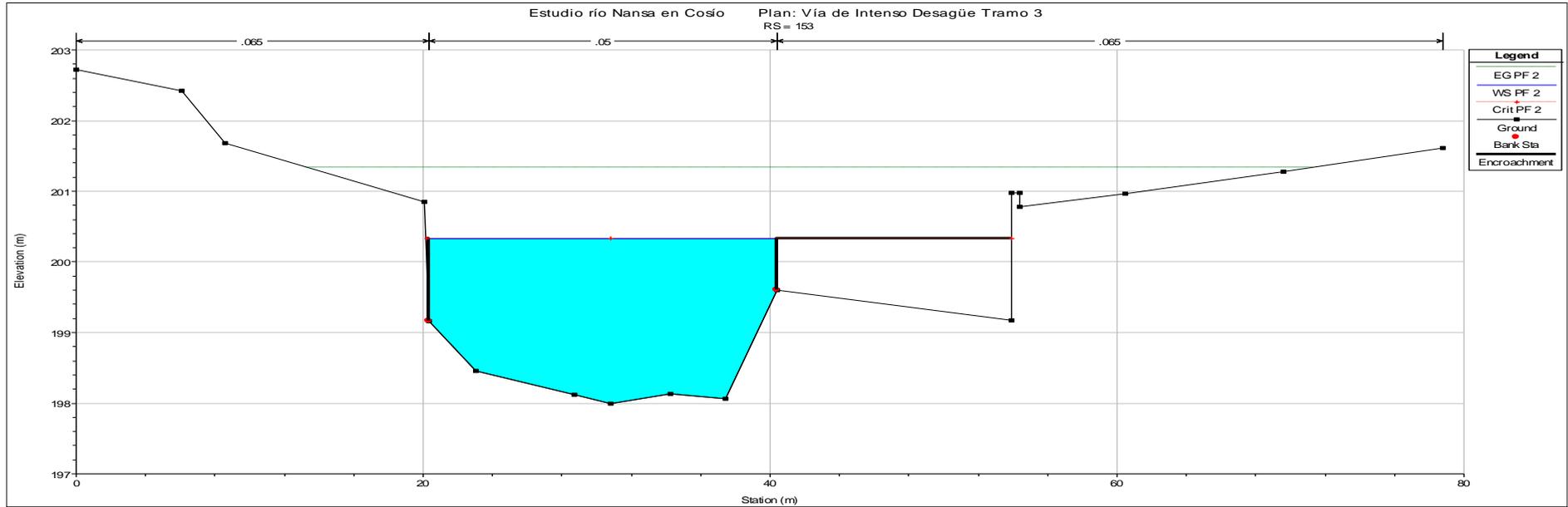


Figura 216. Perfil transversal nº 153

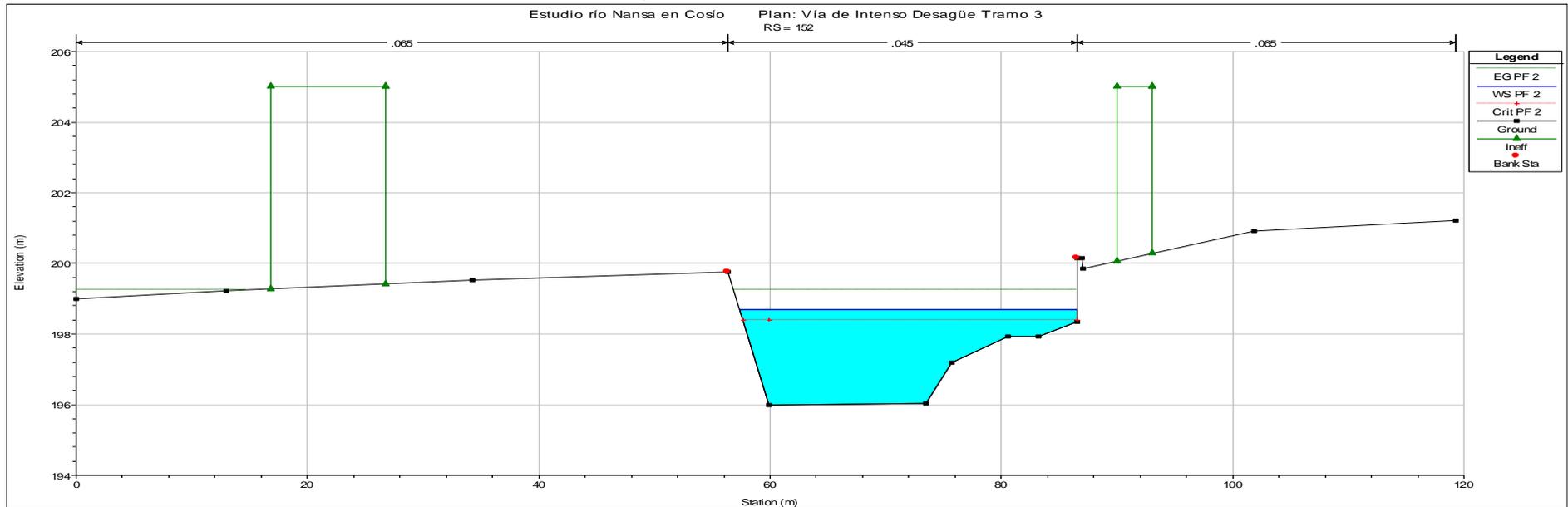


Figura 217. Perfil transversal nº 152

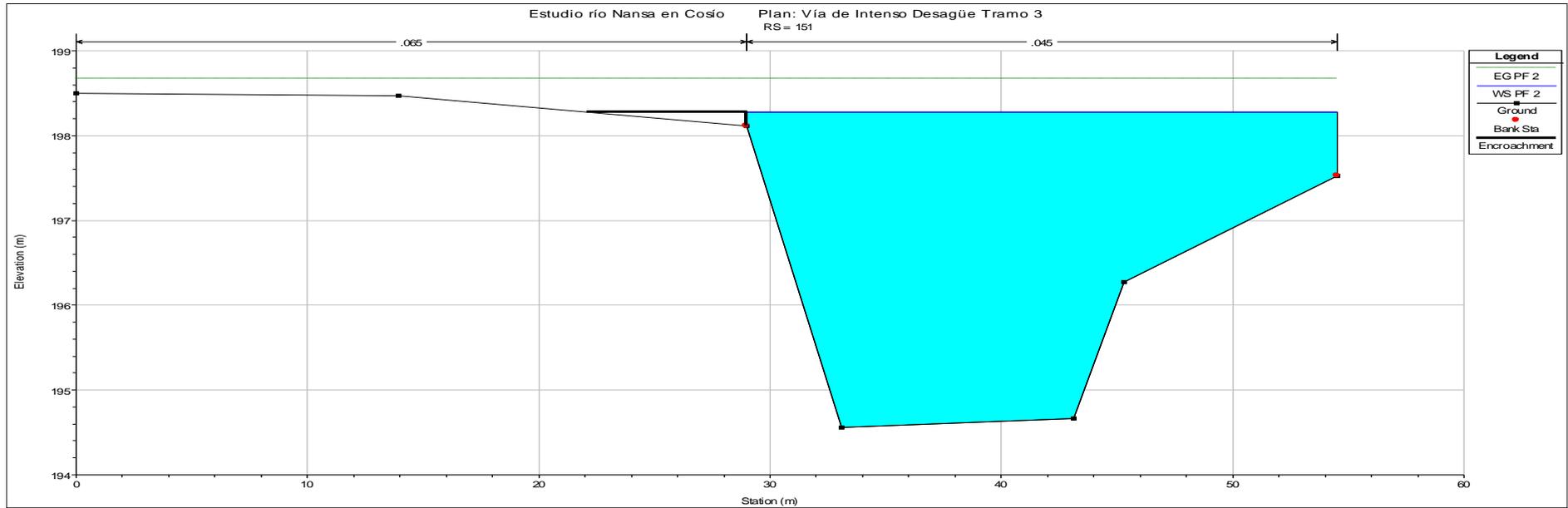


Figura 218. Perfil transversal nº 151

ARROYO MATA BAUCILLOS

Tabla 14. Resultados vía de intenso desagüe del arroyo Mata Baucillos

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /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 (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tramo1	176	PF 3	30	216.37	217.98	217.98	218.63	0.024587	3.57	8.39	6.41	1
Tramo1	175	PF 3	30	215.74	216.75	216.75	217.2	0.02354	2.95	10.17	11.48	1
Tramo1	174	PF 3	30	213.09	214.68	214.68	215.29	0.025048	3.47	8.66	7.06	1
Tramo1	173	PF 3	30	212.08	214.21	213.93	214.74	0.017401	3.23	9.3	5.53	0.79
Tramo1	172.5	Bridge										
Tramo1	172	PF 3	30	211.26	212.72	212.72	213.39	0.033801	3.63	8.25	6.13	1
Tramo1	171	PF 3	30	209.68	211.66	211.66	212.26	0.035569	3.44	8.73	7.21	1

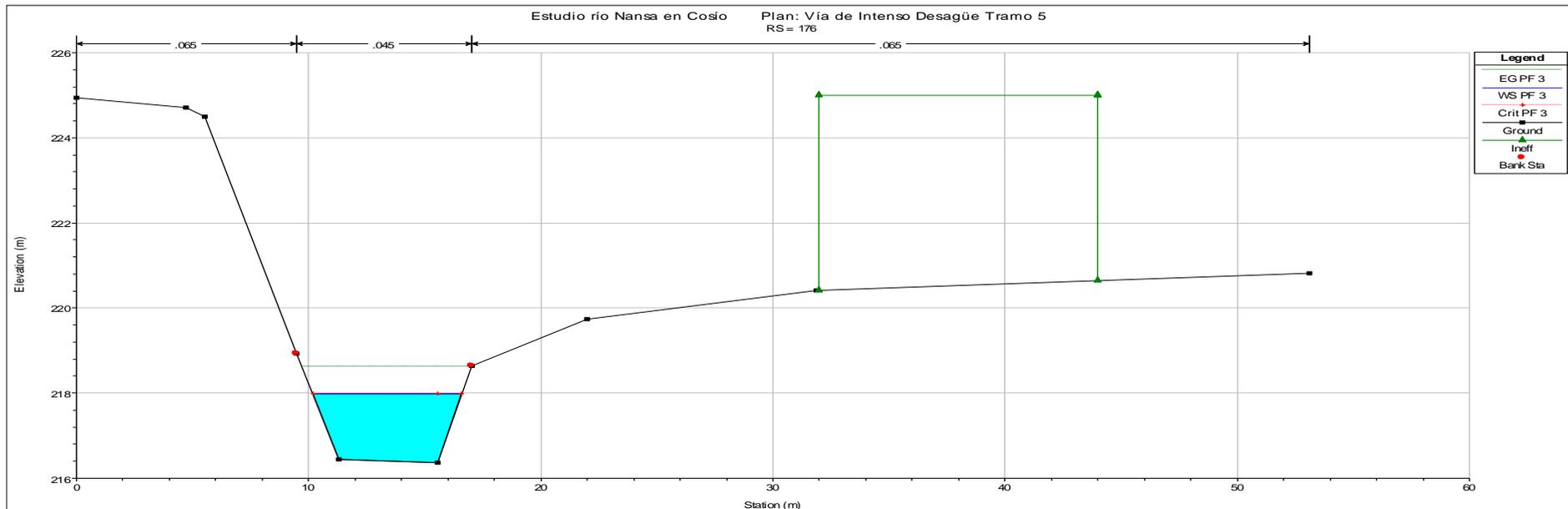


Figura 219. Perfil transversal nº 176

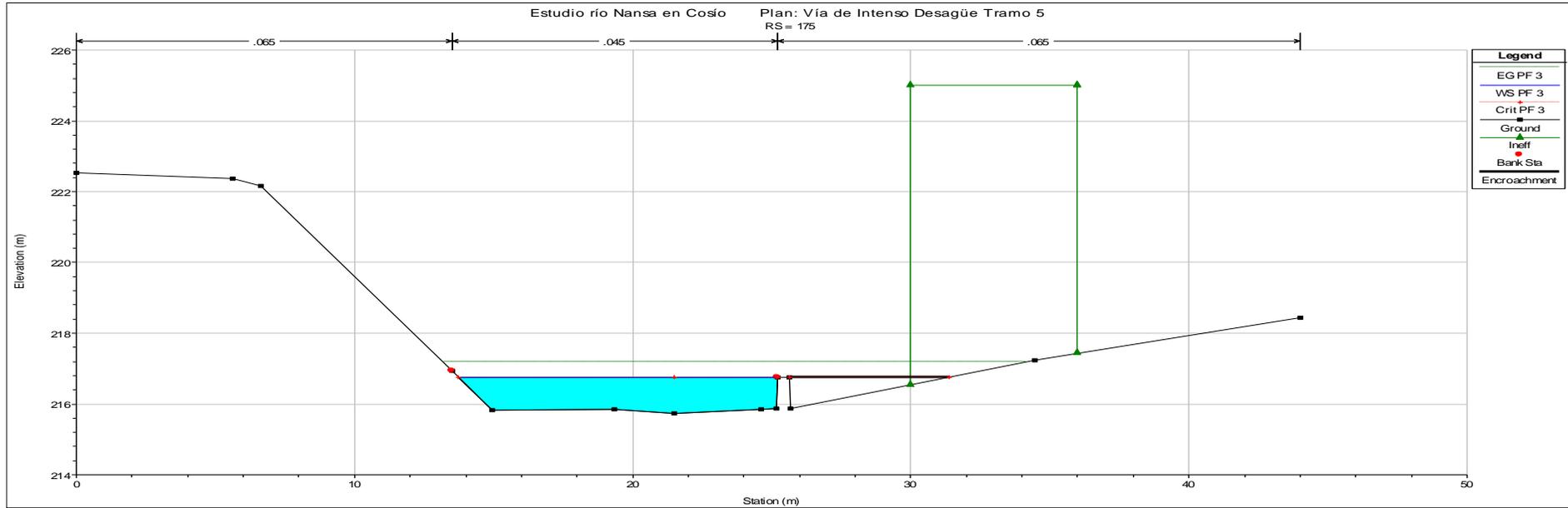


Figura 220. Perfil transversal nº 175

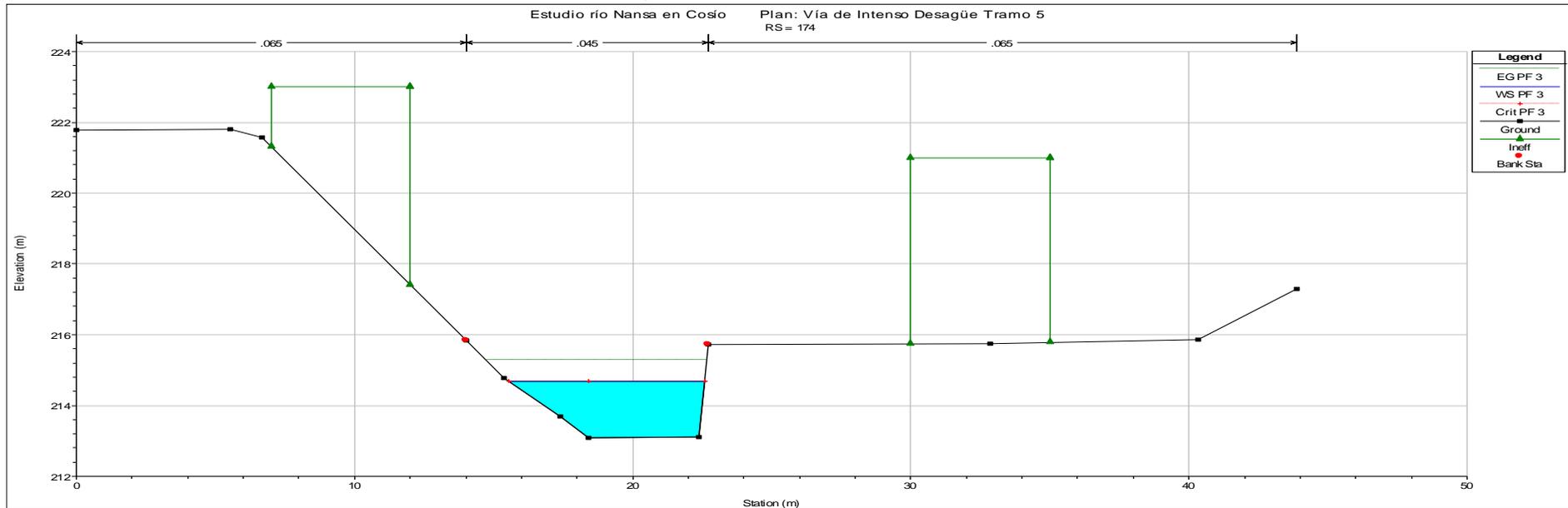


Figura 221. Perfil transversal nº 174

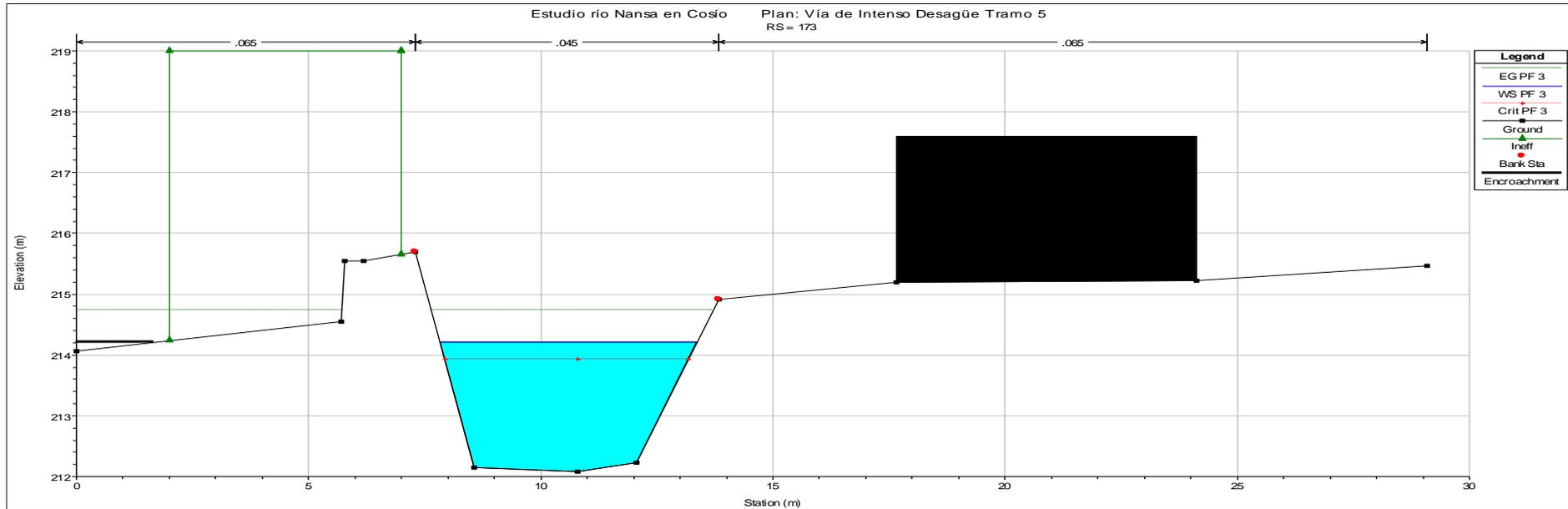


Figura 222. Perfil transversal nº 173

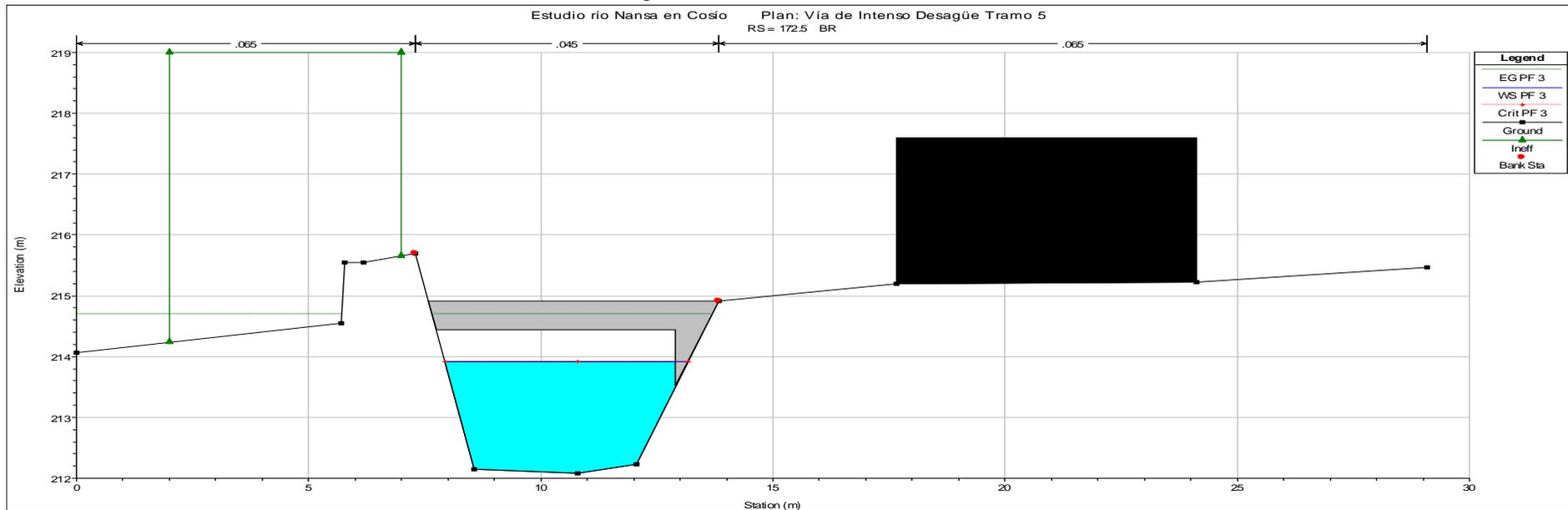


Figura 223. Perfil transversal nº 172.5 aguas arriba

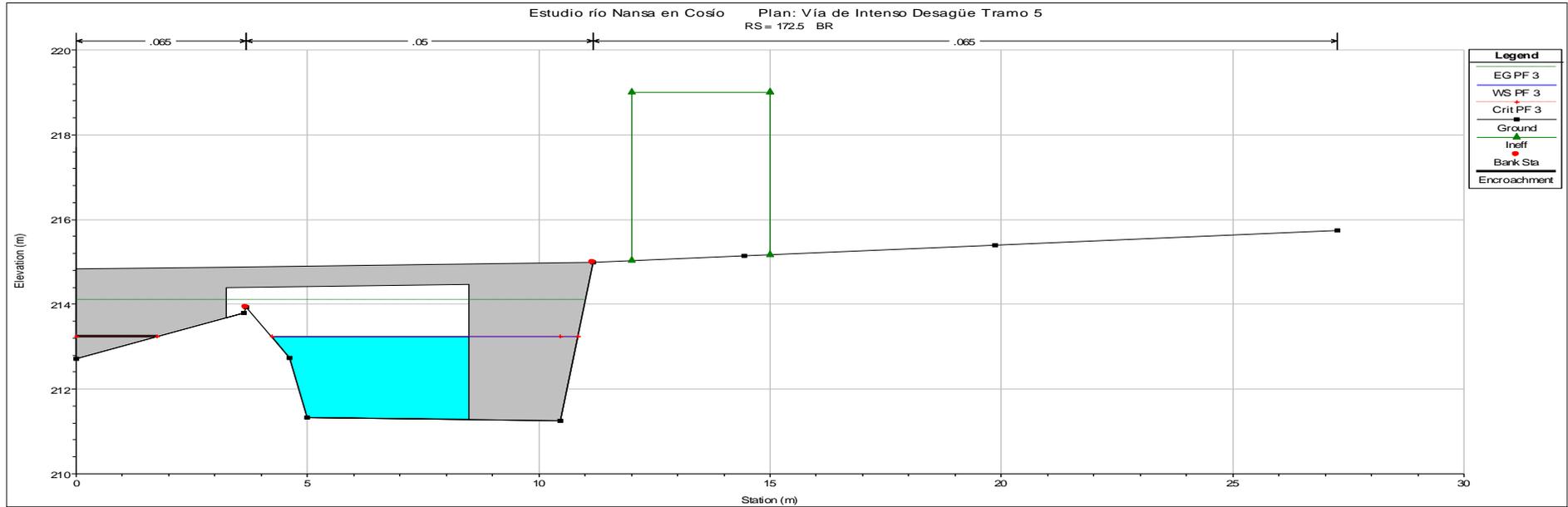


Figura 224. Perfil transversal nº 172.5 aguas abajo

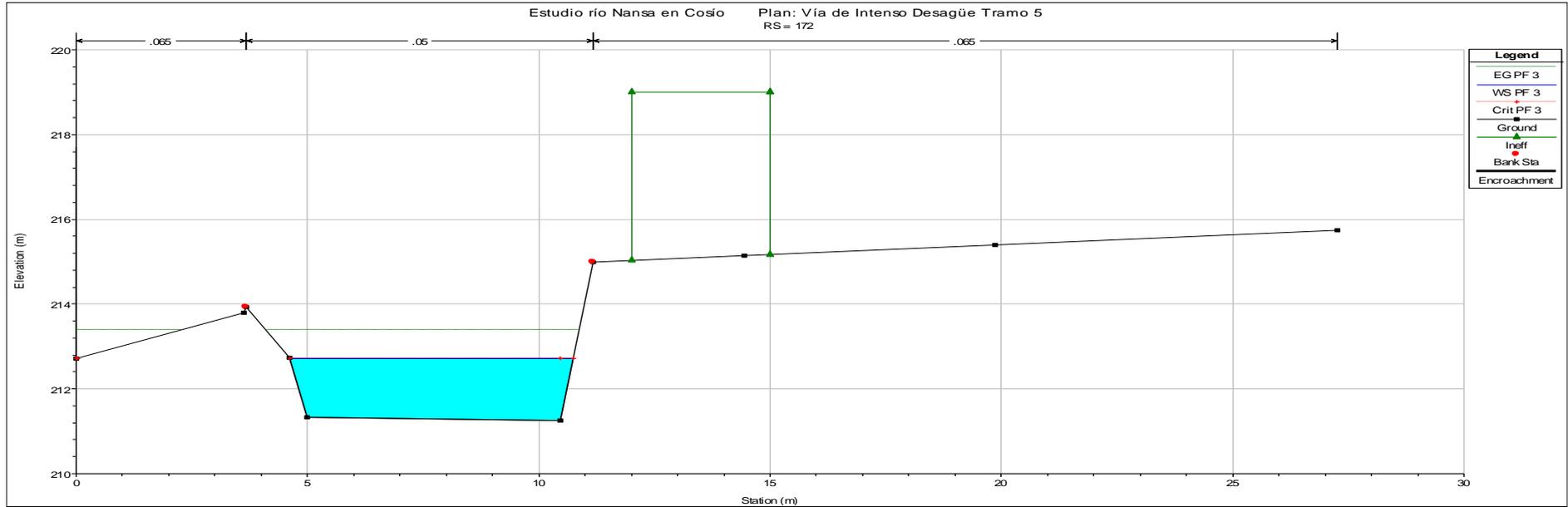


Figura 225. Perfil transversal nº 172

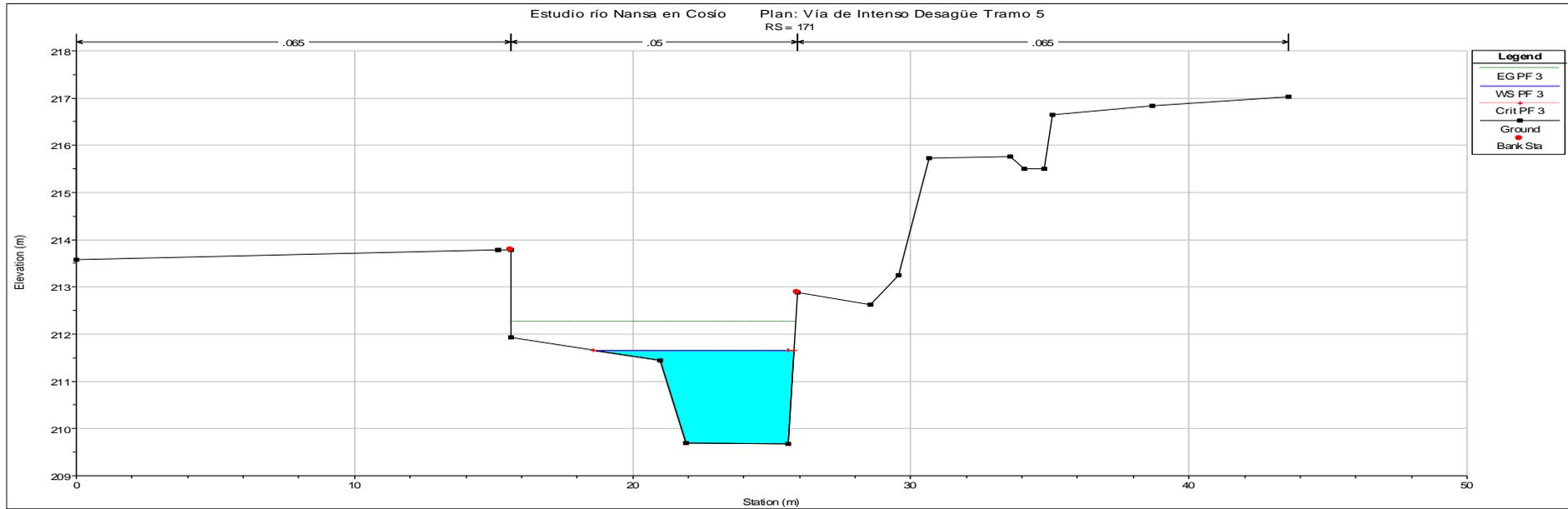


Figura 226. Perfil transversal nº 171