

**ESTUDIO HIDROLÓGICO – HIDRÁULICO DEL CAUCE SAN MARTÍN
A SU PASO POR CASTRILLO DE MURCIA (BURGOS)**



DICIEMBRE, 2012



**ESTUDIO HIDROLÓGICO – HIDRÁULICO DEL CAUCE SAN MARTÍN
A SU PASO POR CASTRILLO DE MURCIA (BURGOS)**

ÍNDICE

1. OBJETO	2
2. ESTUDIO HIDROLÓGICO	3
2.1. PRECIPITACIONES	3
2.2. CUENCAS DE APORTACIÓN	4
2.3. UMBRAL DE ESCORRENTÍA	5
2.4. CAUDALES DE DISEÑO	8
2.4.1. Método Racional Modificado	8
2.4.2. Caudales	10
3. ESTUDIO HIDRÁULICO	11
3.1. MÁXIMA CRECIDA ORDINARIA	11
3.2. VÍA DE INTENSO DESAGÜE	13
3.3. ZONA DE FLUJO PREFERENTE	13
3.4. MÉTODO DE CÁLCULO	14
3.5. RESULTADOS	15
4. PLANOS	18

APÉNDICE Nº 1: CÁLCULOS HIDROLÓGICOS

APÉNDICE Nº 2: CÁLCULOS HIDRÁULICOS

APÉNDICE Nº 3: PLANOS



**ESTUDIO HIDROLÓGICO – HIDRÁULICO DEL CAUCE SAN MARTÍN
A SU PASO POR CASTRILLO DE MURCIA (BURGOS)**

1. OBJETO

El objeto del presente documento es el estudio hidrológico e hidráulico del cauce denominado *Arroyo Madre o San Martín*, a su paso por la localidad de Castrillo de Murcia (Burgos), en cuyo entrono las Normas Urbanísticas prevén la ampliación de un sector de Suelo Urbano que podría verse afectada por riesgos de inundación.

Se delimitarán las cuencas de aportación, así como los cauces principales y sus características físicas implicadas en el cálculo de caudales. Así mismo, se obtendrá el coeficiente de escorrentía a partir de otros datos tales como la pendiente, tipo de suelo y uso de suelo.

Se determinarán los caudales de escorrentía de las cuencas de aportación que afectan a la zona en estudio, para los períodos de retorno de 100 y 500 años y máxima crecida ordinaria (m.c.o.). Para ello se utilizarán modelos de tipo hidrometeorológico de transformación lluvia – escorrentía, al no disponerse de datos de aforo.

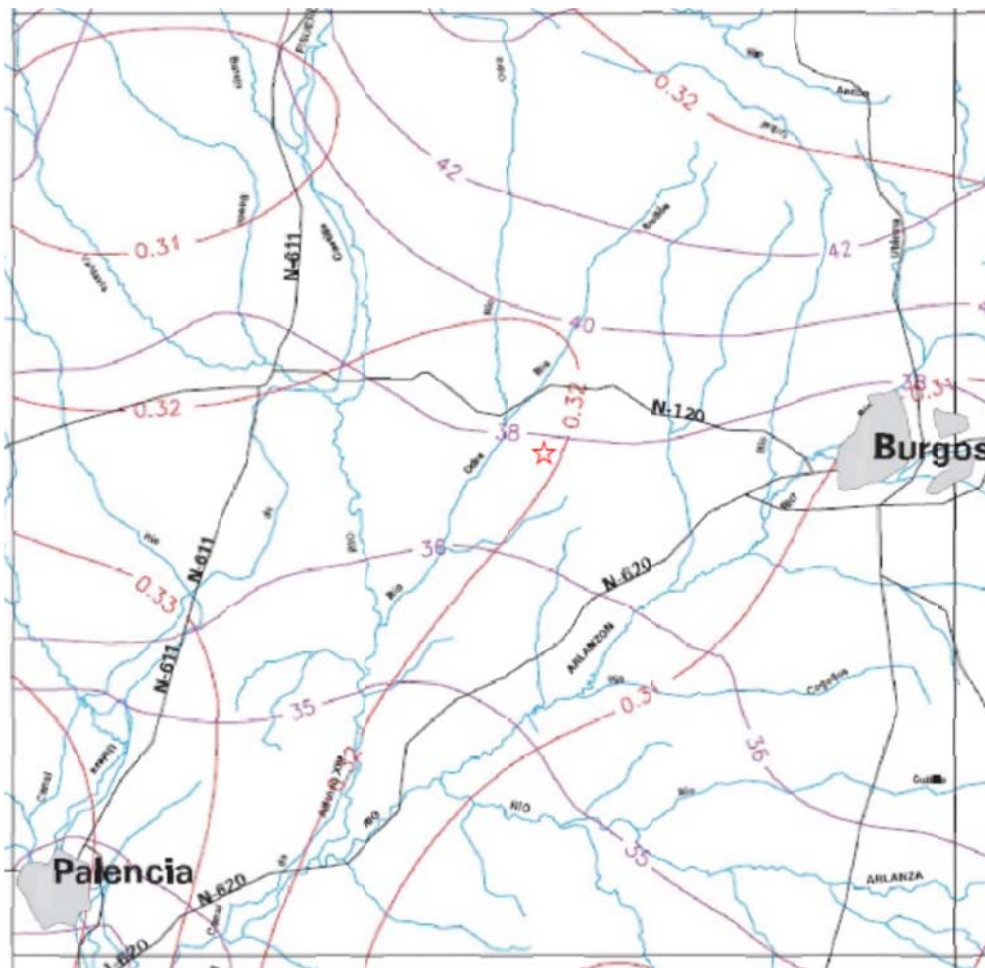
Se delimitarán las llanuras de inundación correspondientes a las avenidas de retorno de 100 y 500 años y máxima crecida ordinaria (m.c.o.), así como la Zona de Flujo Preferente y la Zona de Inundación Peligrosa.

2. ESTUDIO HIDROLÓGICO

En el presente apartado se describen los pasos seguidos para la obtención de los caudales de diseño en el tramo en estudio.

2.1. PRECIPITACIONES

Para la obtención de las precipitaciones en el área de estudio, se emplea la publicación del Ministerio de Fomento: “*Máximas lluvias diarias en la España Peninsular*”, de 1999. En la siguiente imagen se muestra la posición de la zona de estudio en el mapa:



Coefficiente de variación: 0,32

Precipitación media = 38 mm

, de donde se obtienen las siguientes precipitaciones (mm/24 h):

Período de retorno (años)	P (mm)
2	35.3
3.5	40.5
5	45.7
10	53.2
25	63.5
50	71.6
100	79.7
200	89.0
500	101.2

2.2. CUENCAS DE APORTACIÓN

Las cuencas de aportación y los cauces se han delimitado a partir de un modelo digital del terreno con paso de malla de 5 m.



El área de estudio se ha dividido en cuatro subcuencas:

- Subcuenca A: de 7,23 Km² de superficie, representa la aportación de caudal aguas arriba del cauce en estudio. Se trata de una cuenca rural.
- Subcuenca B: de 1,28 Km² de superficie, representa la aportación de caudales del casco urbano de Castrillo de Murcia, más la aportación de otra área rural, coincidente con el cauce en estudio
- Subcuenca C: de 0,12 Km² de superficie, representa el resto de aportación de caudales del casco urbano de Castrillo de Murcia, aguas abajo del cauce en estudio.
- Subcuenca D: de 0,64 Km² de superficie, representa otra cuenca rural que drena aguas abajo del cauce en estudio.

Las principales características de las subcuencas se resumen en la siguiente tabla:

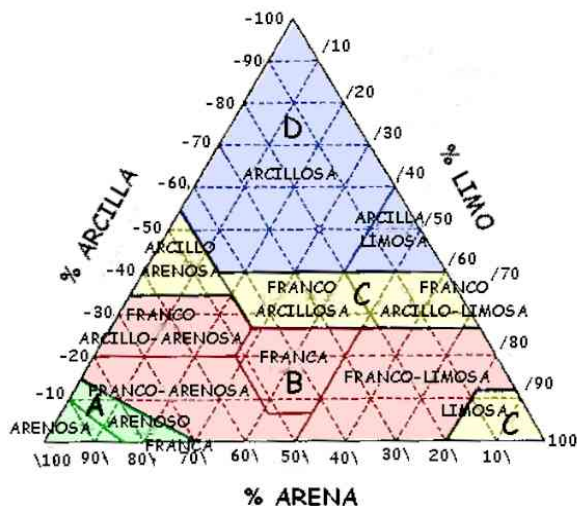
Subcuenca	A	B	C	D
Área (Km2)	7.2	1.4	0.1	0.6
Longitud cauce (Km)	4.82	3.41	0.57	1.32
Cota superior (m)	935	930	864	883
Cota inferior (m)	823	822	820	821
Pendiente media	2.32%	3.17%	7.56%	4.70%
T. concentración (h)	6.76	4.89	1.07	2.20

2.3. UMBRAL DE ESCORRENTÍA

Para la determinación del umbral de escorrentía de las cuencas de aportación se ha seguido el método del número de curva CN del *U.S. Soil Conservation Service*), que cuantifica las abstracciones totales de precipitación en base a las siguientes características:

- Uso del suelo (bosque, pastizal, cultivos, etc.)
- Método de cultivo agrícola.
- Pendiente del terreno.
- Condición hidrológica, función del porcentaje de cobertura.
- Antecedentes hidrológicos (AMC) representan la situación previa de humedad del suelo antes del comienzo del aguacero. Se distinguen las situaciones I (sequía), II (situación media) y III (tormenta reciente). A efectos de cálculo, se ha considerado la condición II.

- Capacidad de infiltración, función del tipo de suelo. Los suelos se clasifican en grupos hidrológicos con las letras A, B, C y D, dependiendo de los porcentajes de arena, limo y arcilla, según la siguiente imagen:



La capacidad de infiltración de cada tipo de suelo en función de su grupo puede relacionarse de la siguiente forma (Ferrer, 2003):

Grupo hidrológico	Infiltración (mm/h)
A	≥ 50
B	$>20; <50$
C	$>1; \leq 20$
D	≤ 1

El método del número de curva del SCS considera que el suelo tiene un potencial de retención máximo (S), y una abstracción inicial (Ia) asociada, correspondiente a una precipitación para la cual no se produce escorrentía (Ia=0,2·S). A partir de este valor de abstracción inicial comenzará la escorrentía, con una precipitación efectiva P_e dada por la ecuación siguiente:

$$P_e = \frac{(P - 0,2 \cdot S)^2}{P + 0,8 \cdot S}$$

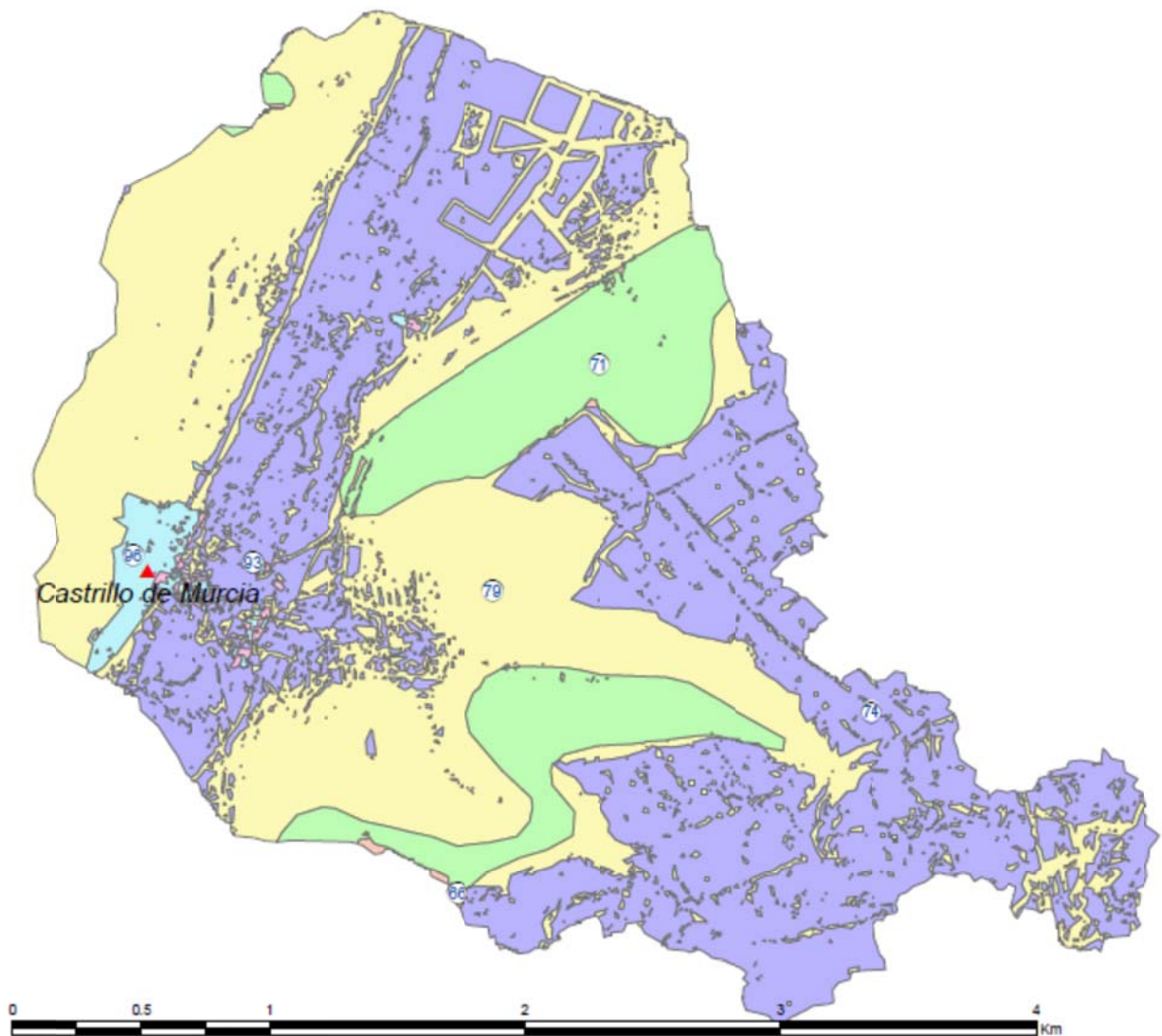
La retención potencial máxima (S) se asocia con el número de curva por la expresión:

$$S = \left[\frac{1000}{CN} - 10 \right] \cdot 25,4, \text{ con S en mm.}$$

Así pues, cuanto mayor es el número de curva, menor es la retención potencial del suelo, y mayor la escorrentía producida. La relación entre el número de curva CN y el umbral de escorrentía P_0 (mm) que recoge la Instrucción 5.2 IC es la siguiente:

$$P_0 = \frac{5080 - 50,8 \cdot CN}{CN}$$

A partir de los datos anteriores, se obtienen los valores del número de curva (CN) y el umbral de escorrentía P_0 (mm) para cada una de las subcuencas anteriores:



Números de curva CN

Subcuenca	A	B	C	D
Área (m ²)	7226520.5	1383614.9	116131.3	637432.1
CN	76.09	76.95	82.54	77.34
P0 (mm)	15.96	15.22	10.75	14.88

2.4. CAUDALES DE DISEÑO

No se dispone de aforos de caudales en el tramo en estudio, por lo que se utilizarán modelos de tipo hidrometeorológico de transformación lluvia – escorrentía. Se utilizará el Método Racional, salvo en el caso de la cuenca A, cuyo tiempo de concentración es de 6,76 horas, donde se empleará el Método Racional Modificado, que se describe a continuación.

2.4.1. Método Racional Modificado

Para cuencas con tiempos de concentración superiores a seis horas, se emplea la formulación del *Método Racional Modificado* de Témez de 1991, y recogida en “*Recomendaciones para el cálculo hidrometeorológico de avenidas*” (CEDEX. 1993). Este método es aplicable a cuencas medianas y pequeñas con superficies de aportación inferiores a 3.000 km² y tiempos de concentración inferiores a 24 h. La formulación es la siguiente:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K$$

, donde:

Q: caudal punta, en m³/s, correspondiente a un período de retorno

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de la tormenta de diseño, en mm/h

A: Área de la cuenca, en Km²

K: coeficiente de uniformidad temporal de lluvia neta

El valor del coeficiente de escorrentía viene dado por la expresión recogida en la *Instrucción de drenaje superficial 5.2-IC*:

$$C = \frac{\left[\frac{P_d}{P_0} - 1 \right] \cdot \left[\frac{P_d}{P_0} + 23 \right]}{\left[\frac{P_d}{P_0} + 11 \right]^2}$$

, donde:

P_d: Valor de la precipitación total diaria para el período de retorno considerado (mm).

P₀: Valor del Umbral de escorrentía corregido por un factor de valor 2 en la zona de estudio (mm).

Para obtener la intensidad de la tormenta de diseño, se ha utilizado el método recogido en la Instrucción de Drenaje Superficial 5.2 IC.:

$$\frac{I_t}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d}\right) \frac{28^{0,1-t^{0,1}}}{28^{0,1}-1}$$

, donde:

I_d : es la intensidad media diaria. $I_d = P_d/24$ (mm/h)

P_d : es la precipitación total diaria (mm)

I_1/I_d : es la relación entre la intensidad en una hora y la intensidad media diaria, de valor 9 para la zona en estudio

t : es el intervalo de tiempo considerado (horas) para el que se quiere evaluar la intensidad, que se tomará igual al tiempo de concentración de la subcuenca mayor

I_t : es la intensidad media de precipitación en el período de tiempo considerado t

El **tiempo de concentración** se define como el intervalo de tiempo que tarda la gota de agua caída en el punto más lejano en llegar al punto de desagüe de la cuenca. Se ha utilizado la fórmula de Témez,

recogida en la Instrucción de Carreteras 5.2-IC: $T_c = \left[\frac{L}{p^{0,25}} \right]^{0,76}$

, siendo:

T_c : el tiempo de concentración (horas)

L : la longitud del cauce principal (Km)

p : la pendiente media del cauce (m/m)

El coeficiente de uniformidad K tiene en cuenta el error introducido en la hipótesis de uniformidad temporal de la precipitación a medida que crece el tamaño de la cuenca. Es función del tiempo de concentración según la ecuación siguiente:

$$K = 1 + \frac{T_c^{1,25}}{T_c^{1,25} + 14}$$

Por otra parte, para considerar la no uniformidad espacial de la lluvia, hay que afectarla por un coeficiente de reducción areal si la superficie de la cuenca es mayor de 1 Km², dado por la expresión:

$$K_A = 1 - \frac{\log(A)}{15}$$

, donde A es la superficie de la cuenca, en Km², de forma que se adopta $P_d^* = P_d \cdot K_A$

2.4.2. Caudales

De todo lo expuesto anteriormente, se obtienen los caudales de diseño para cada una de las subcuencas consideradas, y para distintos períodos de retorno:

Período de retorno (años)	Caudales por Subcuenca (m ³ /s)				Σ
	A	B	C	D	
2	0.08	0.05	0.02	0.03	0.17
3.5	0.41	0.11	0.02	0.06	0.61
5	0.81	0.19	0.03	0.09	1.13
10	1.50	0.33	0.05	0.16	2.03
25	2.64	0.54	0.07	0.26	3.52
50	3.69	0.74	0.10	0.35	4.88
100	4.86	0.96	0.12	0.45	6.39
200	6.33	1.23	0.15	0.58	8.29
500	8.46	1.62	0.19	0.76	11.04

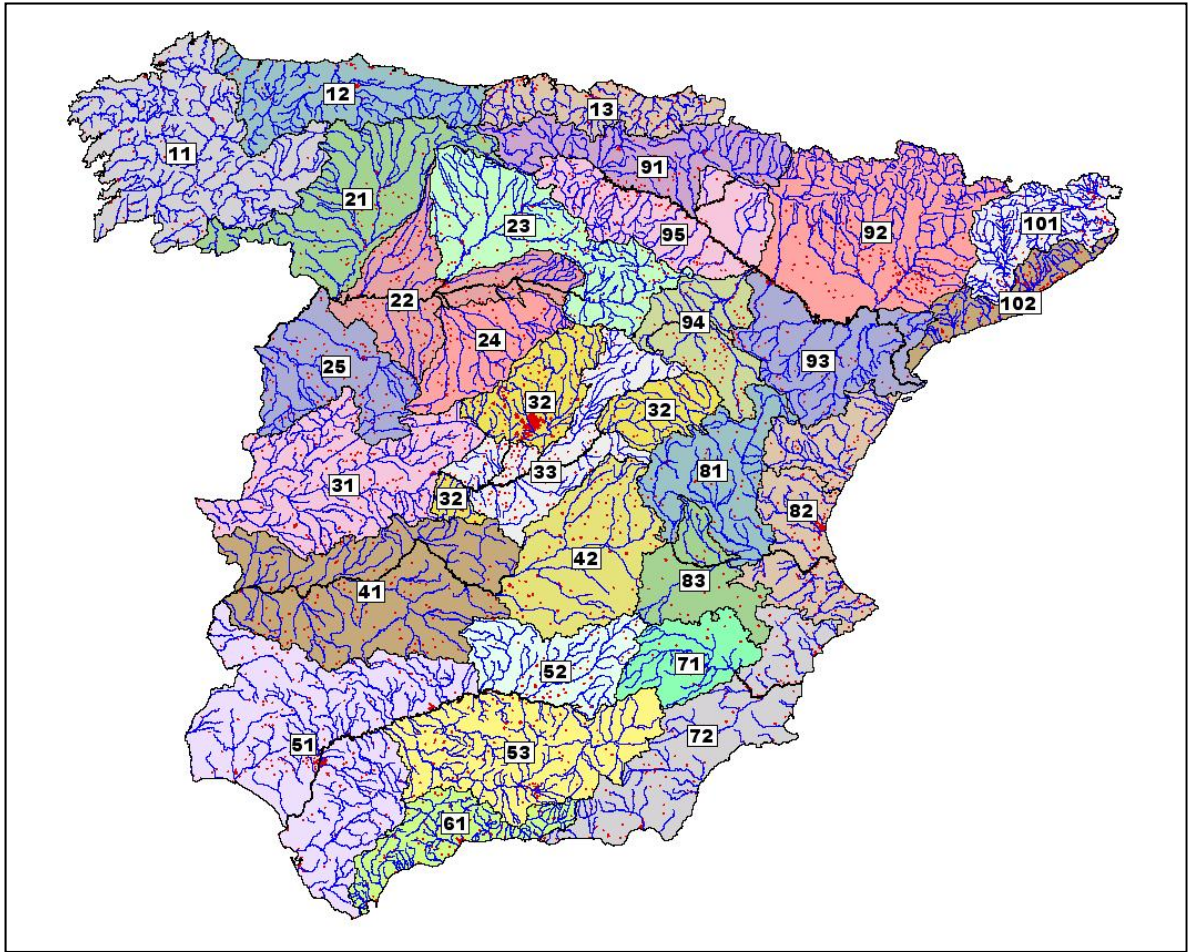
3. ESTUDIO HIDRÁULICO

En el estudio hidráulico se evalúa el régimen hidráulico en el cauce bajo los caudales de Máxima Crecida ordinaria (MCO) y las avenidas correspondientes a los períodos de retorno de 100 y 500 años, estimados anteriormente.

3.1. MÁXIMA CRECIDA ORDINARIA

La **Máxima Crecida Ordinaria (MCO)**, se define en el artículo 4.2 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico como la media de los máximos caudales anuales, en su régimen natural, producidos durante diez años consecutivos, que sean representativos del comportamiento hidráulico de la corriente.

Dado que no se dispone de datos de caudales en el tramo en estudio, se estima el valor del período de retorno asociado a la **MCO** empleando la metodología expuesta en la publicación “*Mapa de Caudales Máximos. Memoria*”, de junio de 2011, elaborada por el CEDEX, y publicada por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Como puede observarse, la MCO coincidiría con el caudal asociado a un **período de retorno de 3,5 años**:



- Región en estudio: 23
- Coeficiente de variación: $CV = 0,66$
- Período de retorno asociado a la MCO: $T_{mco} = 3,5$ años.

3.2. VÍA DE INTENSO DESAGÜE

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 0,30 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente.

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.

3.3. ZONA DE FLUJO PREFERENTE

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.

3.4. MÉTODO DE CÁLCULO

Se calcularán los regímenes de calados, velocidades y llanuras de inundación para cada caso. Así mismo, se definirán la zona de inundación peligrosa, vía de intenso desagüe y la zona de flujo preferente, correspondientes al caudal asociado al período de retorno de 100 años. Para ello se emplea el programa informático HEC-RAS (Hydrologic Engineering Corps, River Analysis System), versión 4.1, desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros Hidráulicos del Ejército de EE.UU.

A partir del levantamiento topográfico que se ha realizado, se modeliza una longitud del cauce de unos 525 m, que incluye los tramos aguas arriba y aguas abajo de la zona de estudio y las obras de paso. Éstas últimas consisten en dos alcantarillas: la situada aguas arriba de sección rectangular de hormigón, de 0,80 x 0,76 m, y la situada aguas abajo de sección circular de hormigón, de 1,60 m de diámetro.

Se emplea el número de Manning para definir los coeficientes de rugosidad en las secciones transversales (cada 5 m), tanto del cauce principal como para los cauces de aguas altas, izquierdo y derecho. Se adoptan los siguientes valores:

- Secciones de cauce principal de hormigón: $n=0,014$
- Secciones de cauce principal en tierra, con abundante vegetación: $n=0,055$
- Secciones de aguas altas en tierra, con vegetación: $n=0,040$

Los coeficientes de pérdidas localizadas adoptados para el presente estudio han sido los siguientes:

- Coeficiente de contracción en secciones colindantes a las estructuras: 0,60.
- Coeficiente de expansión en secciones colindantes a las estructuras: 0,80.
- Coeficiente de contracción en el resto de secciones: 0,10.
- Coeficiente de expansión en el resto de secciones: 0,30.

3.5. RESULTADOS

En el *Apéndice nº 2: Cálculos hidráulicos*, se dan los siguientes resultados de las simulaciones realizadas (MCO, Q100, Vía de intenso desagüe, Q500):

- Planta general de perfiles transversales
- Perfil hidráulico longitudinal
- Perfil de velocidades
- Perspectiva de la llanura de inundación
- Secciones transversales
- Tablas de resultados

En el *Apéndice nº3: Planos*, se muestran las llanuras de inundación, regímenes de calados y velocidades para cada una de las simulaciones, así como la zona de inundación peligrosa, la zona de flujo preferente y el Dominio Público Hidráulico.

De los resultados obtenidos, se observa que:

- La llanura de inundación obtenida para la máxima crecida ordinaria (MCO) se mantiene dentro del cauce principal San Martín, por lo que la zona de servidumbre del Dominio Público Hidráulico queda acotada a las proximidades del cauce.
- La zona de flujo preferente se mantiene en la zona del cauce principal, en casi todo el tramo estudiado, salvo en las proximidades de las obras de paso.
- Las llanuras de inundación obtenidas para los caudales asociados a períodos de retorno de 100 y 500 años sobrepasan el cauce principal, extendiéndose por las márgenes adyacentes al mismo.





4. PLANOS

En el apéndice nº 3 se dan los siguientes planos:

1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
2. CUENCAS DE APORTACIÓN
3. NÚMERO DE CURVA CN
4. CALADOS
M.C.O
T=100 AÑOS
T=500 AÑOS
5. VELOCIDADES
M.C.O
T=100 AÑOS
T=500 AÑOS
6. ZONA DE INUNDACIÓN PELIGROSA
7. VÍA DE INTENSO DESAGÜE
8. ZONA DE FLUJO PREFERENTE
9. DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO

En Santa Cruz de Tenerife, 26 de diciembre de 2012.

El Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos:



Fdo.: Daniel García Mederos.

(Col. Nº 15.667)

IDEA Ingeniería, Diseño y Análisis.

**ESTUDIO HIDROLÓGICO – HIDRÁULICO DEL CAUCE SAN MARTÍN
A SU PASO POR CASTRILLO DE MURCIA (BURGOS)**

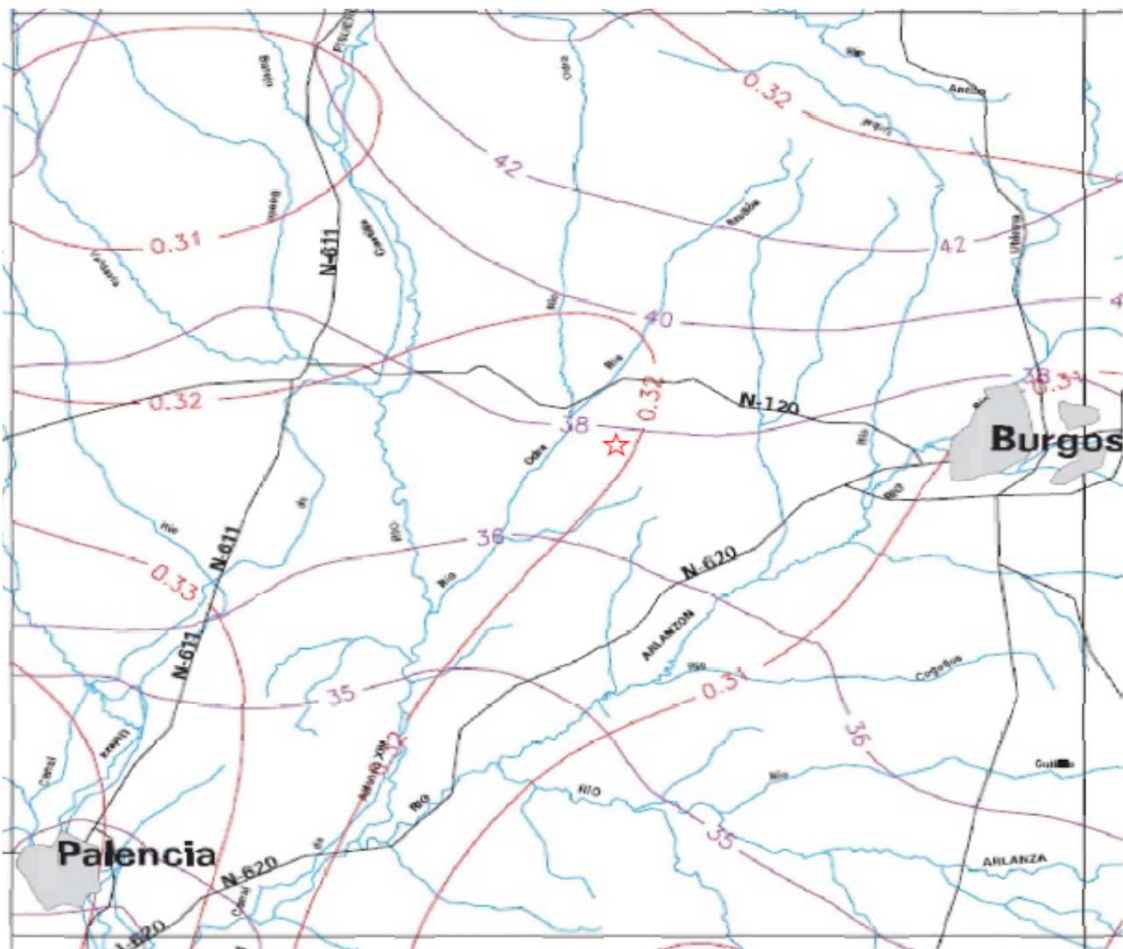
APÉNDICE Nº 1: CÁLCULOS HIDROLÓGICOS

Máximas precipitaciones diarias en la España Peninsular (MFOM)

Castrillo de Murcia (Burgos).

Coefficiente de variación **CV** 0.32
 Precipitación media **P** 38 mm

Período de retorno (años)	Kt	P (mm)
2	0.929	35.3
3.5	1.066	40.5
5	1.202	45.7
10	1.400	53.2
25	1.671	63.5
50	1.884	71.6
100	2.098	79.7
200	2.342	89.0
500	2.663	101.2

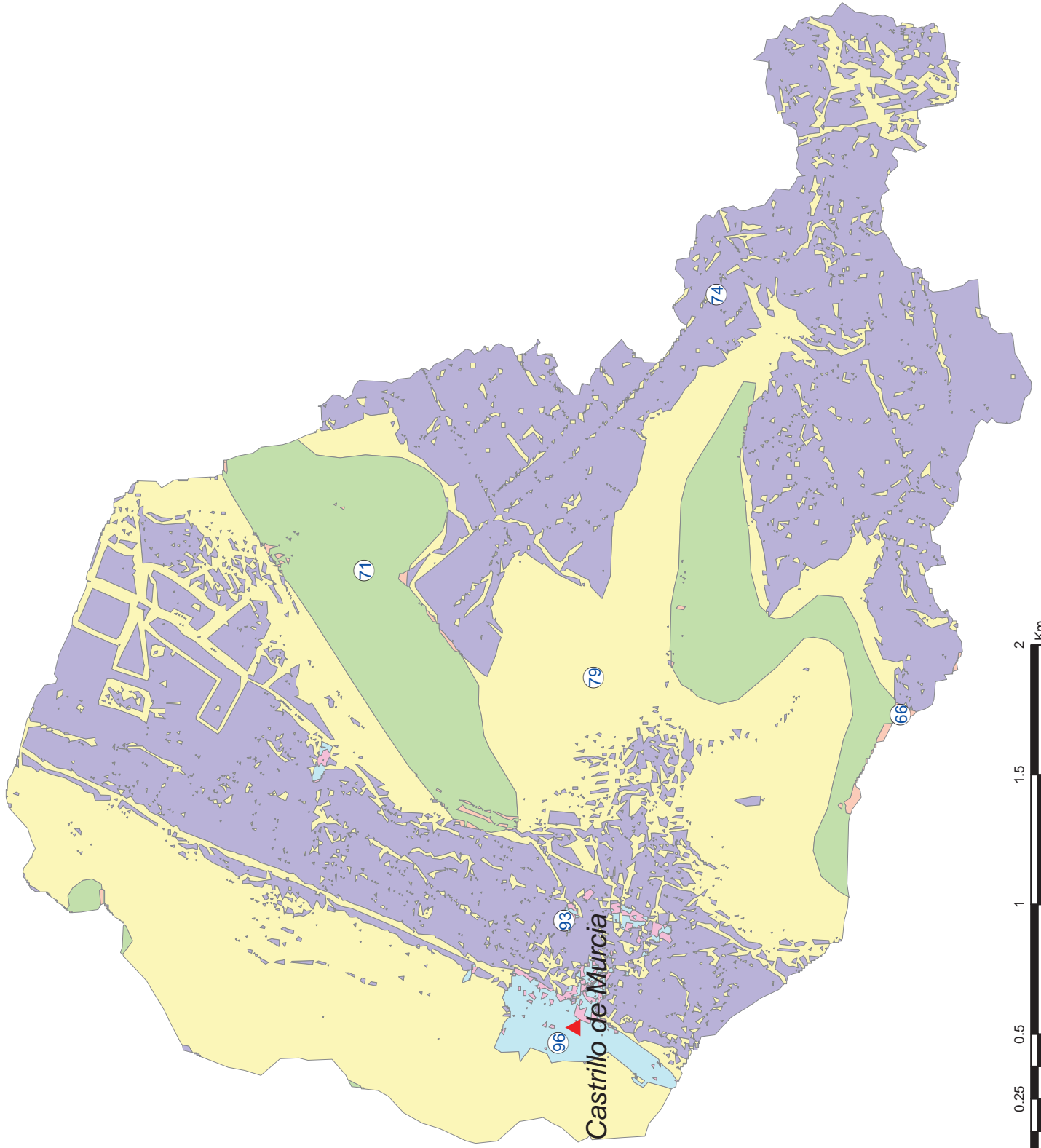
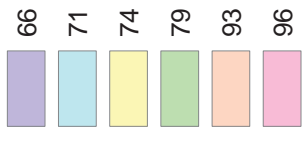




1:15,000

Num. Curva

CN



Cálculo de caudales de avenida.**Método de Témez modificado.****Datos generales****Cuenca A**

Área de la cuenca	A	7.23 Km ²
Relación	I1/Id	9
Longitud cauce	L	4.82 Km
Pendiente media	p	0.02318 m/m
Umbral de escorrentía	P0	15.96 mm
Umbral de escorrentía corregido	P0*	31.9 mm
Coefficiente reducción areal	Ka	0.94
Tiempo de concentración	Tc	6.76 horas
Coefficiente de uniformidad	Kt	1.44
	f	2.79

Período de retorno (años)	Pd (mm)	Pd* (mm)	Id (mm/h)	It (mm/h)	C	Q (m ³ /s)
2	35.3	33.28	1.39	3.87	0.01	0.08
3.5	40.5	38.17	1.59	4.44	0.03	0.41
5	45.7	43.06	1.79	5.01	0.06	0.81
10	53.2	50.15	2.09	5.84	0.09	1.50
25	63.5	59.86	2.49	6.97	0.13	2.64
50	71.6	67.49	2.81	7.86	0.16	3.69
100	79.7	75.16	3.13	8.75	0.19	4.86
200	89.0	83.90	3.50	9.76	0.22	6.33
500	101.2	95.40	3.97	11.10	0.26	8.46

Cálculo de caudales de avenida.**Método de Témez.****Datos generales****Cuenca B**

Área de la cuenca	A	1.38 Km ²
Relación	I1/Id	9
Longitud cauce	L	3.41 Km
Pendiente media	p	0.03167 m/m
Umbral de escorrentía	P0	15.22 mm
Umbral de escorrentía corregido	P0*	30.4 mm
Tiempo de concentración	Tc	4.89 horas
Tiempo considerado	T	6.76 horas
	f	2.79

Período de retorno (años)	Pd (mm)	Id (mm/h)	It (mm/h)	C	Q (m ³ /s)
2	35.3	1.47	4.11	0.03	0.05
3.5	40.5	1.69	4.71	0.05	0.11
5	45.7	1.90	5.32	0.08	0.19
10	53.2	2.22	6.19	0.11	0.33
25	63.5	2.65	7.39	0.16	0.54
50	71.6	2.98	8.33	0.19	0.74
100	79.7	3.32	9.28	0.22	0.96
200	89.0	3.71	10.36	0.26	1.23
500	101.2	4.22	11.78	0.30	1.62

Cálculo de caudales de avenida.**Método de Témez.****Datos generales****Cuenca C**

Área de la cuenca	A	0.12 Km ²
Relación	I1/Id	9
Longitud cauce	L	0.57 Km
Pendiente media	p	0.07560 m/m
Umbral de escorrentía	PO	10.75 mm
Umbral de escorrentía corregido	PO*	21.5 mm
Tiempo de concentración	Tc	1.07 horas
Tiempo considerado	T	6.76 horas
	f	2.79

Período de retorno (años)	Pd (mm)	Id (mm/h)	It (mm/h)	C	Q (m ³ /s)
2	35.3	1.47	4.11	0.10	0.02
3.5	40.5	1.69	4.71	0.13	0.02
5	45.7	1.90	5.32	0.16	0.03
10	53.2	2.22	6.19	0.21	0.05
25	63.5	2.65	7.39	0.26	0.07
50	71.6	2.98	8.33	0.30	0.10
100	79.7	3.32	9.28	0.33	0.12
200	89.0	3.71	10.36	0.37	0.15
500	101.2	4.22	11.78	0.42	0.19

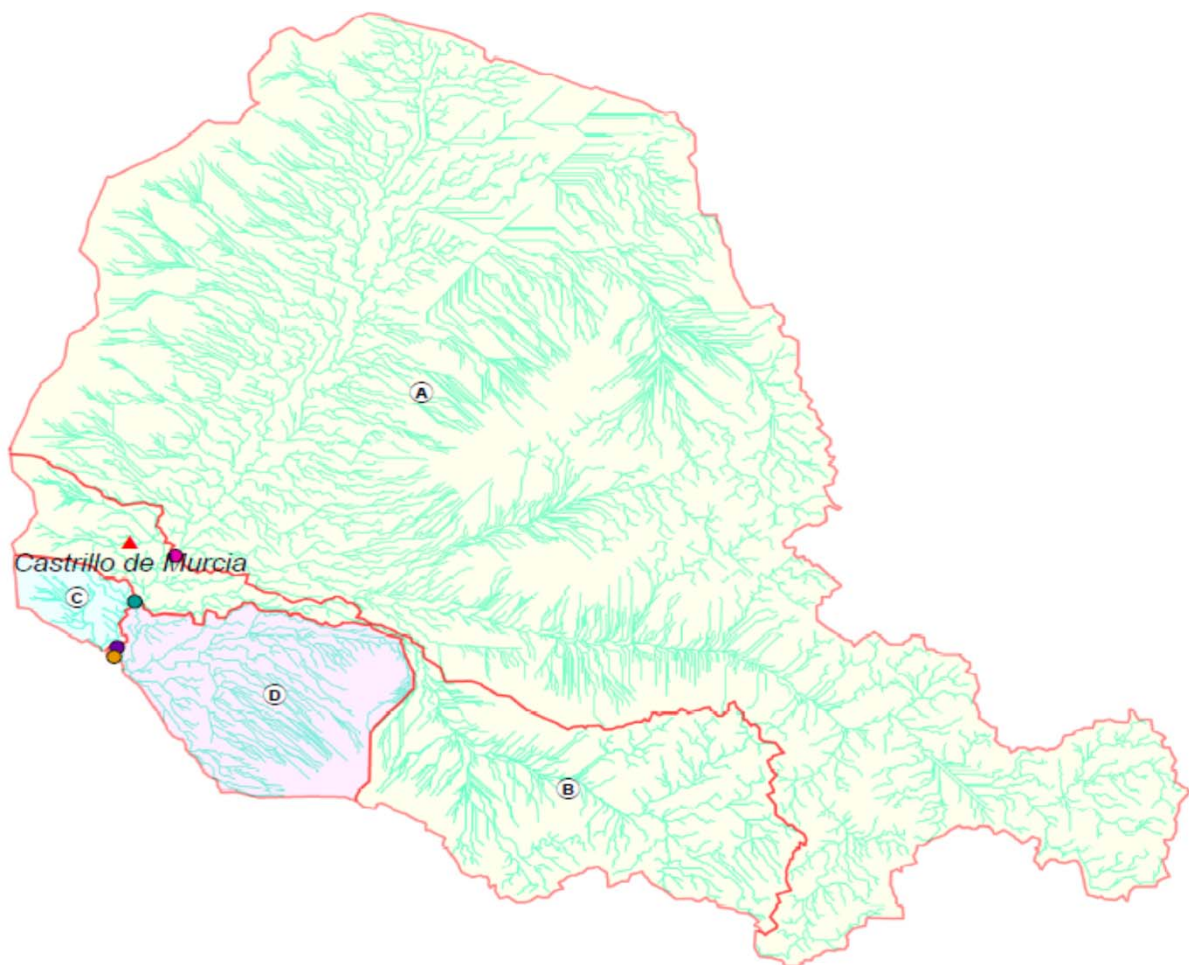
Cálculo de caudales de avenida.**Método de Témez.****Datos generales****Cuenca D**

Área de la cuenca	A	0.64 Km ²
Relación	I1/Id	9
Longitud cauce	L	1.32 Km
Pendiente media	p	0.04703 m/m
Umbral de escorrentía	P0	14.88 mm
Umbral de escorrentía corregido	P0*	29.8 mm
Tiempo de concentración	Tc	2.20 horas
Tiempo considerado	T	6.76 horas
	f	2.79

Período de retorno (años)	Pd (mm)	Id (mm/h)	It (mm/h)	C	Q (m ³ /s)
2	35.3	1.47	4.11	0.03	0.03
3.5	40.5	1.69	4.71	0.06	0.06
5	45.7	1.90	5.32	0.08	0.09
10	53.2	2.22	6.19	0.12	0.16
25	63.5	2.65	7.39	0.17	0.26
50	71.6	2.98	8.33	0.20	0.35
100	79.7	3.32	9.28	0.23	0.45
200	89.0	3.71	10.36	0.26	0.58
500	101.2	4.22	11.78	0.31	0.76

Caudales de diseño

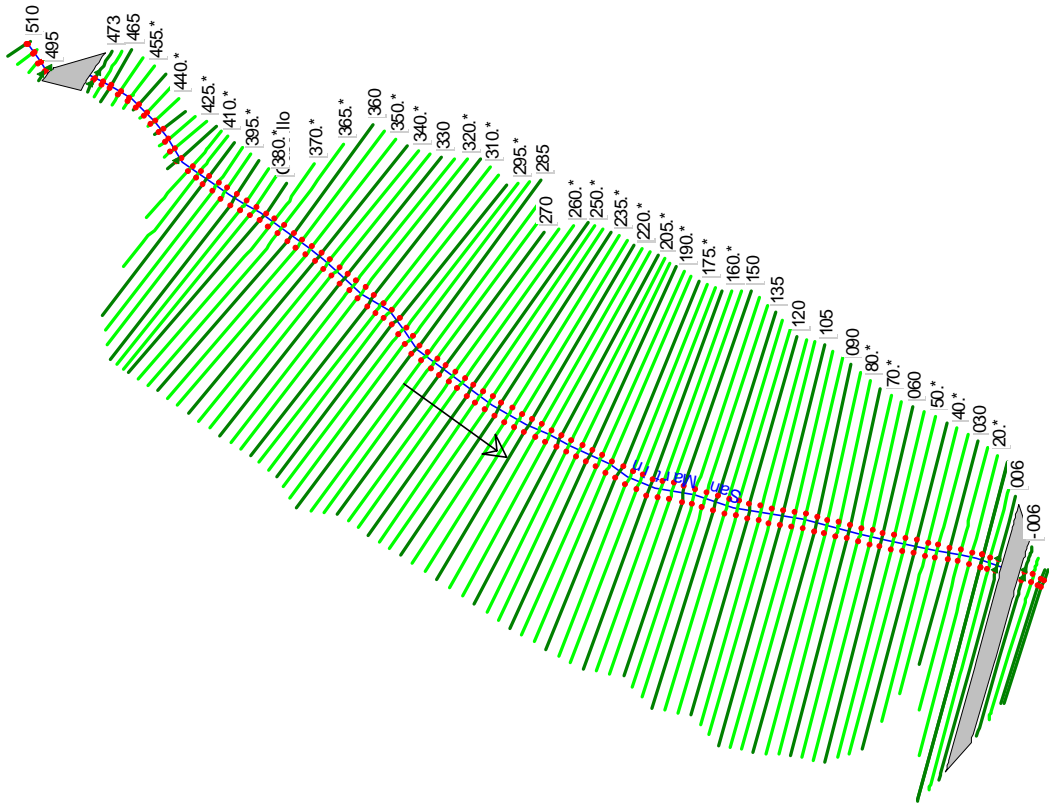
Período de retorno (años)	Caudales por Subcuenca (m3/s)				Σ
	A	B	C	D	
2	0.08	0.05	0.02	0.03	0.17
3.5	0.41	0.11	0.02	0.06	0.61
5	0.81	0.19	0.03	0.09	1.13
10	1.50	0.33	0.05	0.16	2.03
25	2.64	0.54	0.07	0.26	3.52
50	3.69	0.74	0.10	0.35	4.88
100	4.86	0.96	0.12	0.45	6.39
200	6.33	1.23	0.15	0.58	8.29
500	8.46	1.62	0.19	0.76	11.04



Subcuenca	A	B	C	D
Área (Km2)	7.2	1.4	0.1	0.6
Longitud cauce (Km)	4.82	3.41	0.57	1.32
Cota superior	935	930	864	883
Cota inferior	823	822	820	821
Pend. Media	2.32%	3.17%	7.56%	4.70%
Tiempo concentración (h)	6.76	4.89	1.07	2.20

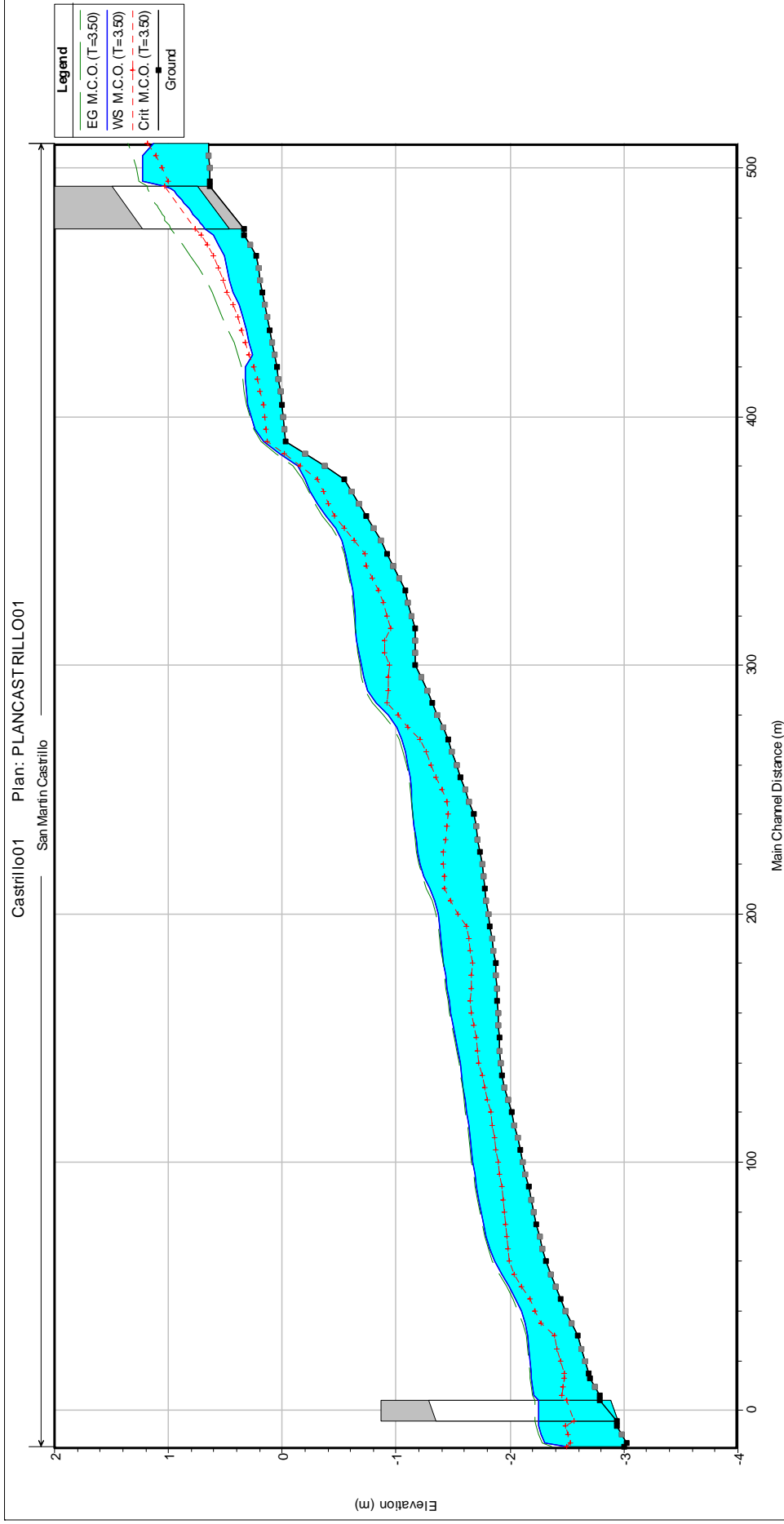
**ESTUDIO HIDROLÓGICO – HIDRÁULICO DEL CAUCE SAN MARTÍN
A SU PASO POR CASTRILLO DE MURCIA (BURGOS)**

APÉNDICE Nº 2: CÁLCULOS HIDRÁULICOS



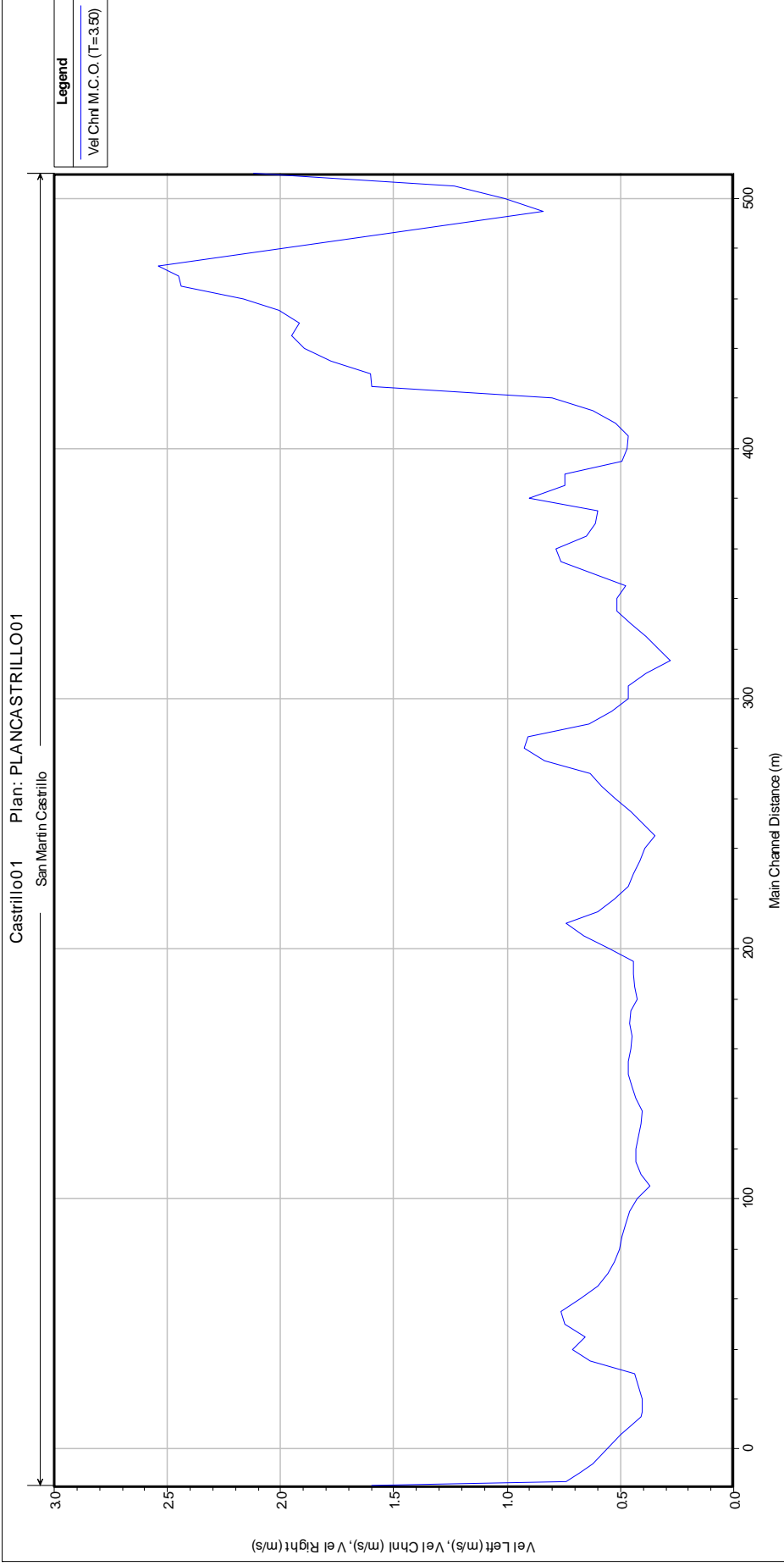
PLANTA GENERAL DE PERFILES TRANSVERSALES

MÁXIMA CRECIDA ORDINARIA (M.C.O.)



PERFIL HIDRÁULICO LONGITUDINAL

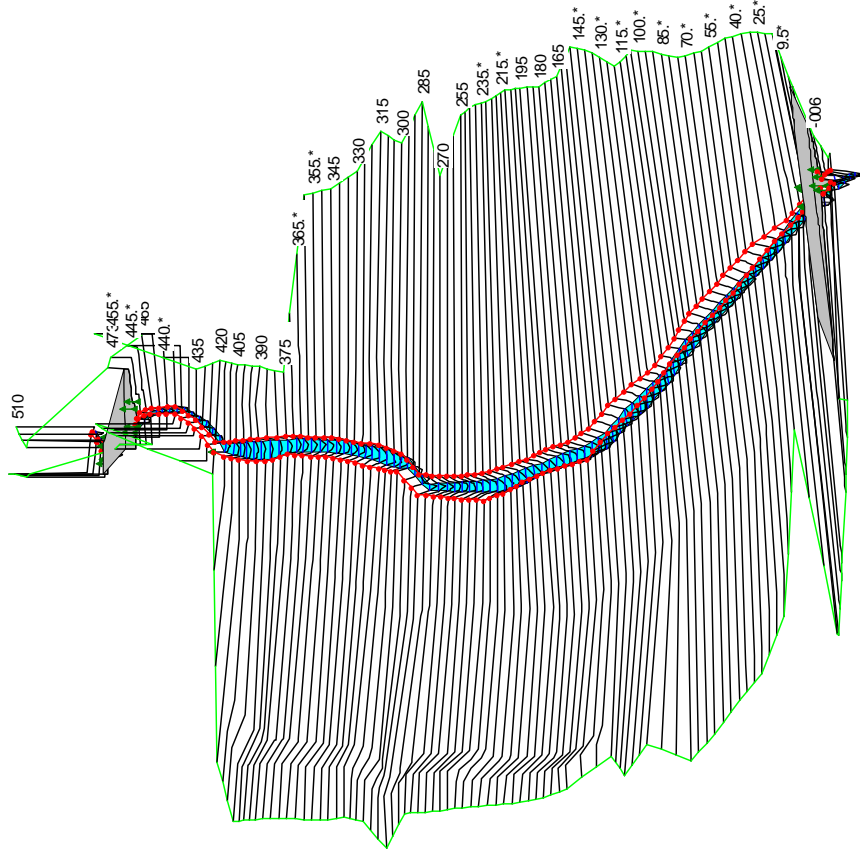
MÁXIMA CRECIDA ORDINARIA (M.C.O.)



PERFIL DE VELOCIDADES

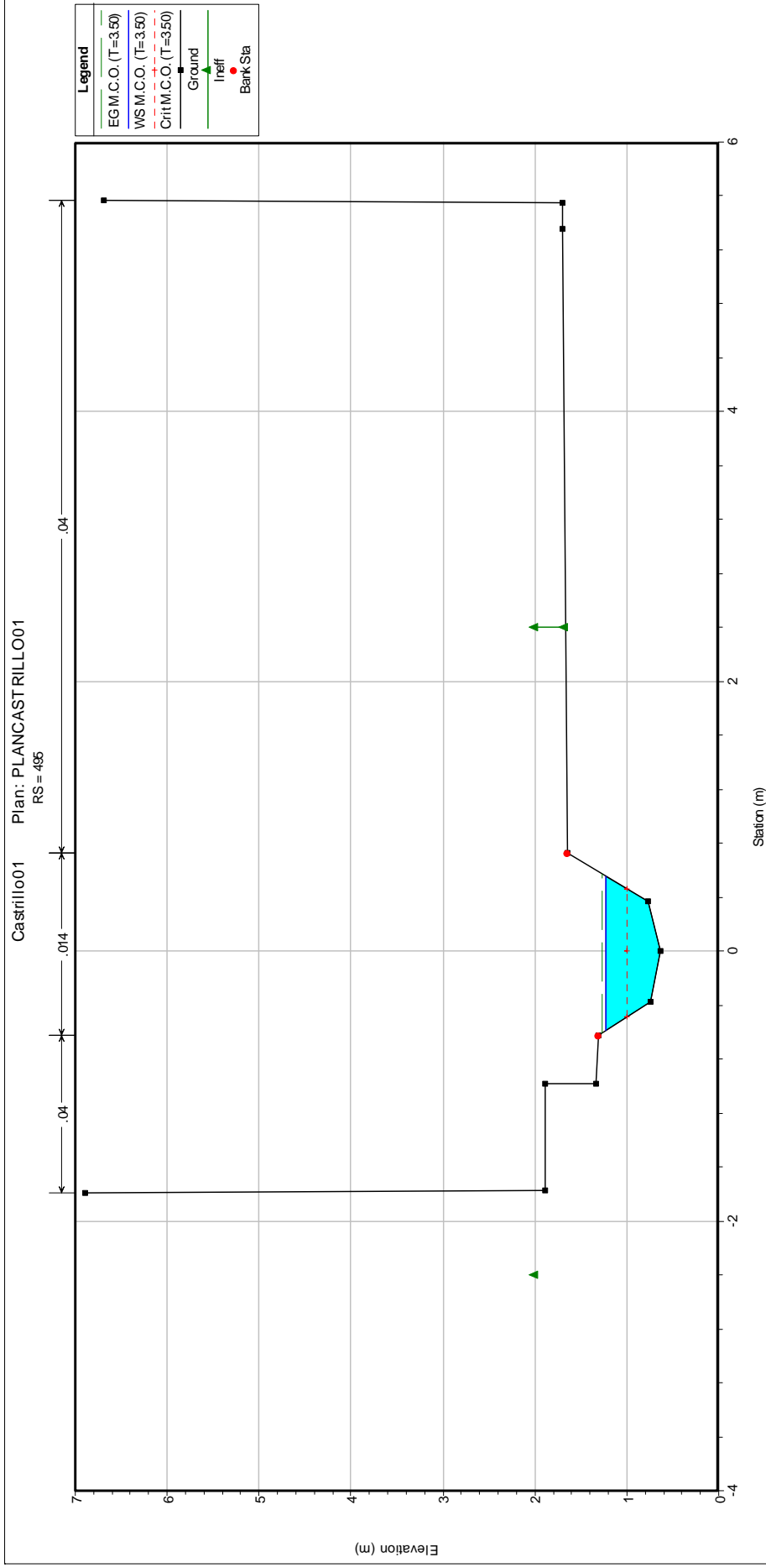
MÁXIMA CRECIDA ORDINARIA (M.C.O.)

Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

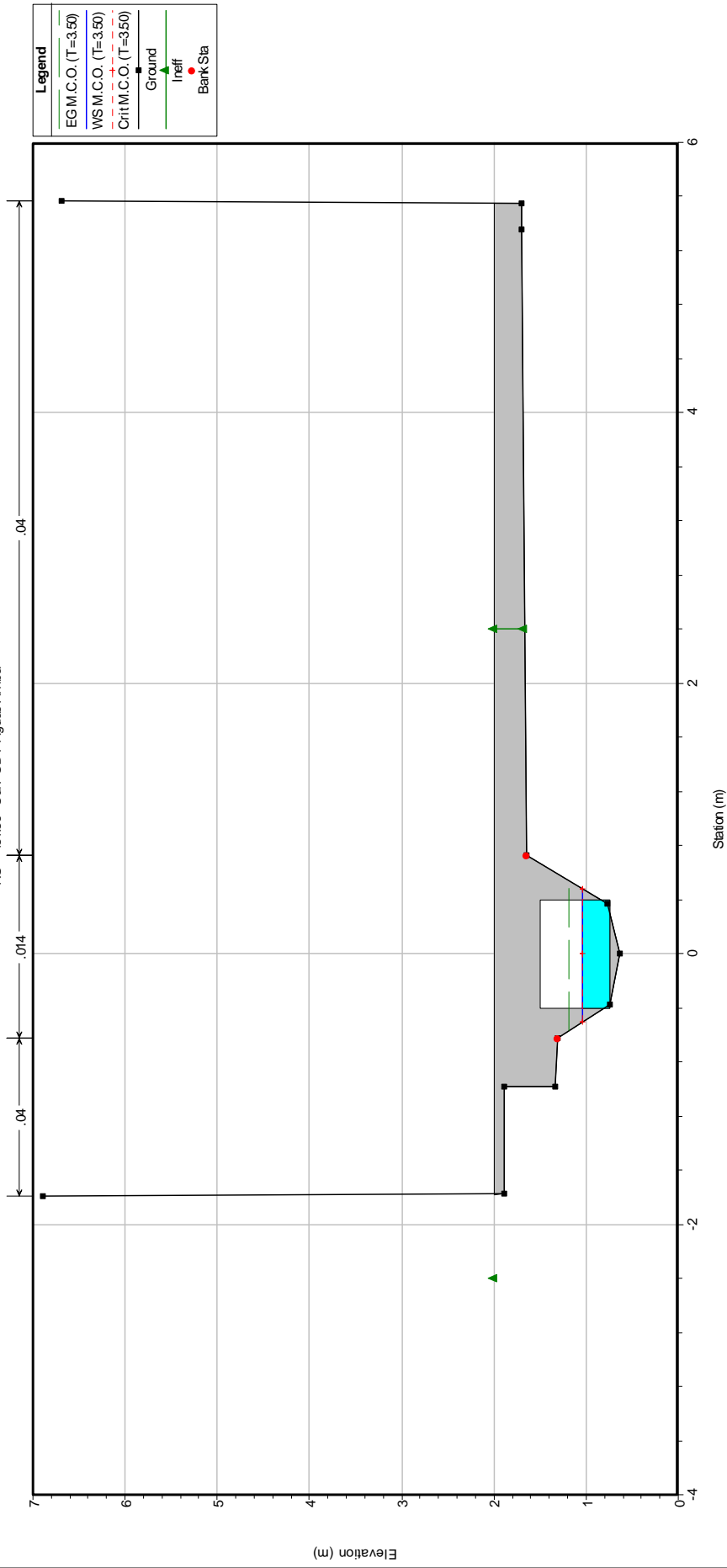


PERSPECTIVA DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN

MÁXIMA CRECIDA ORDINARIA (M.C.O.). SECCIONES TRANSVERSALES

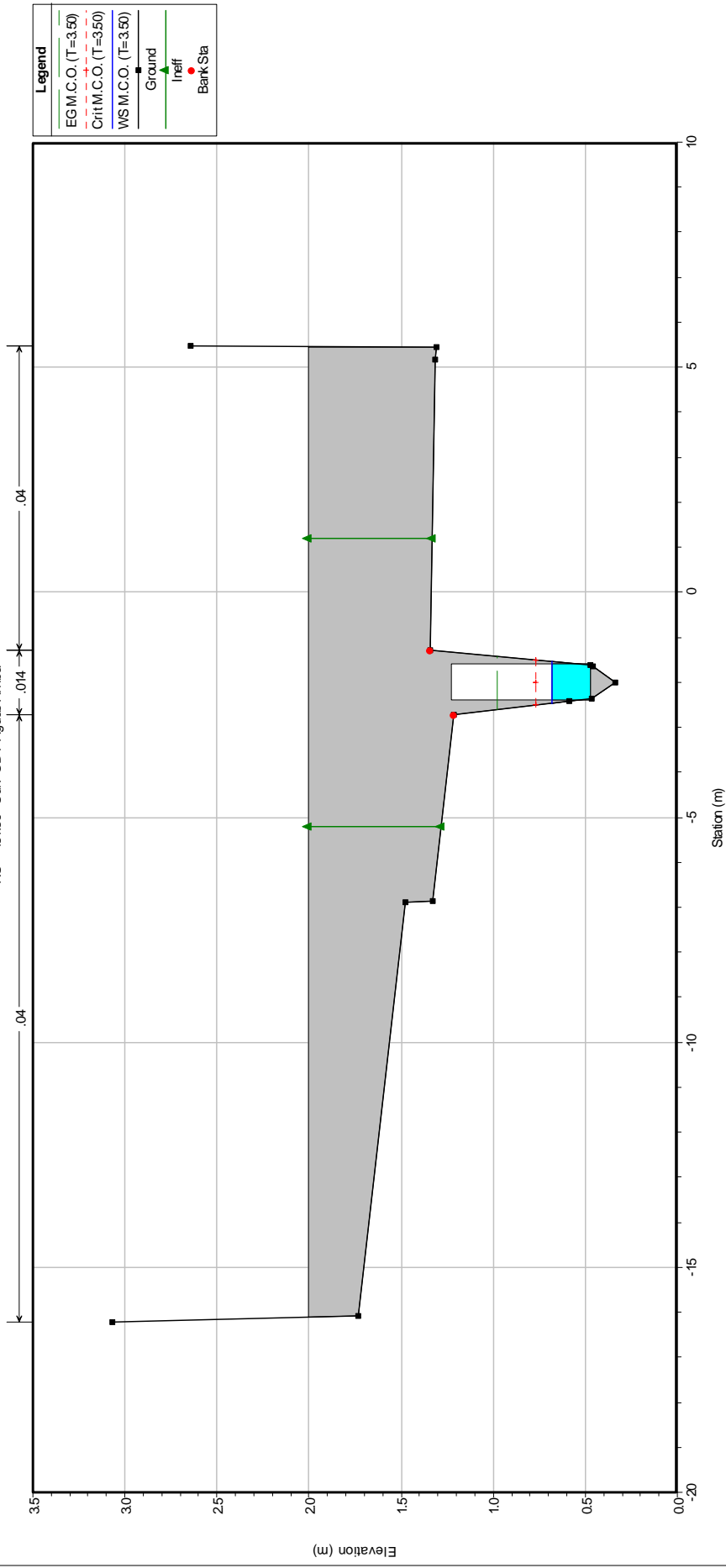


Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01
RS = 484.39 Cully ODT Aguas Arriba

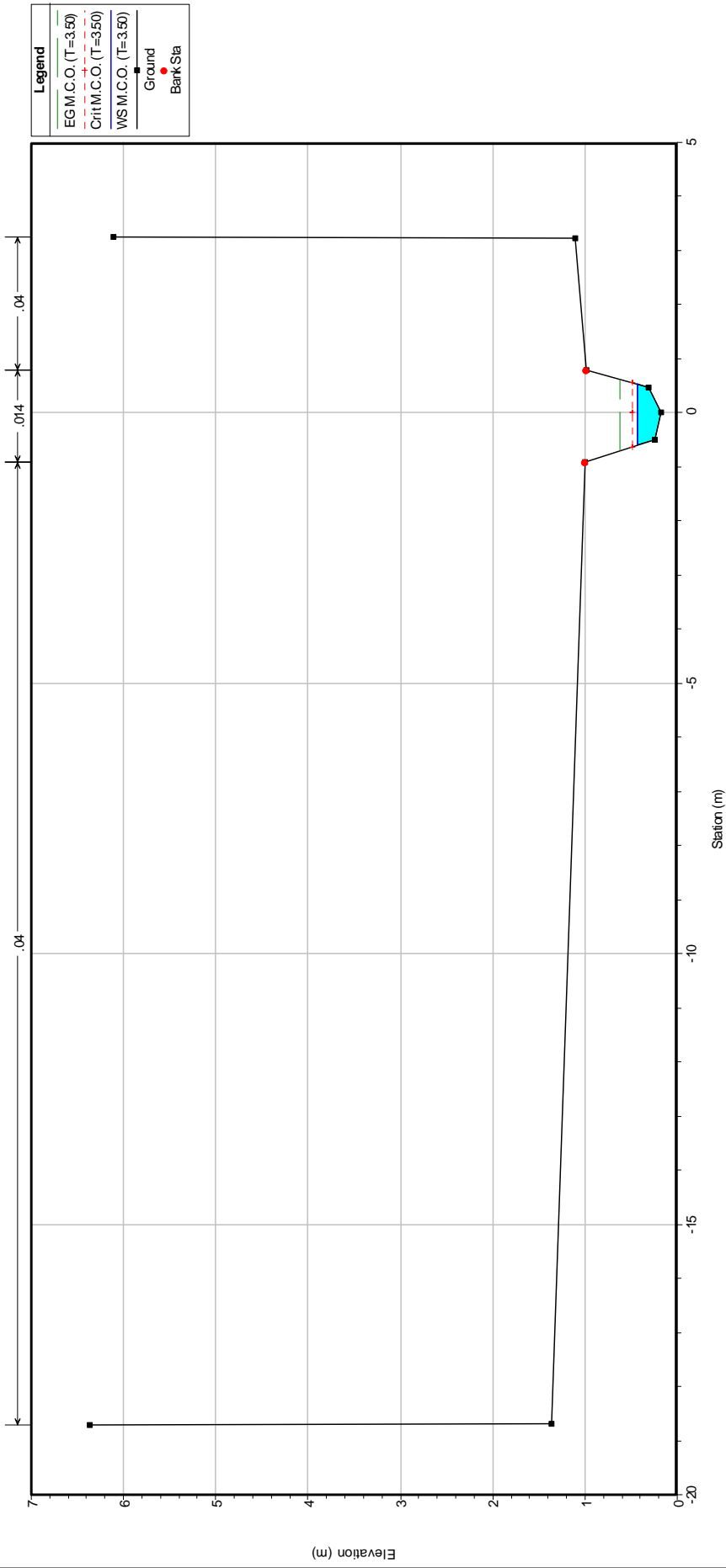


Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = 484.39 Culv ODT Aguas Arriba

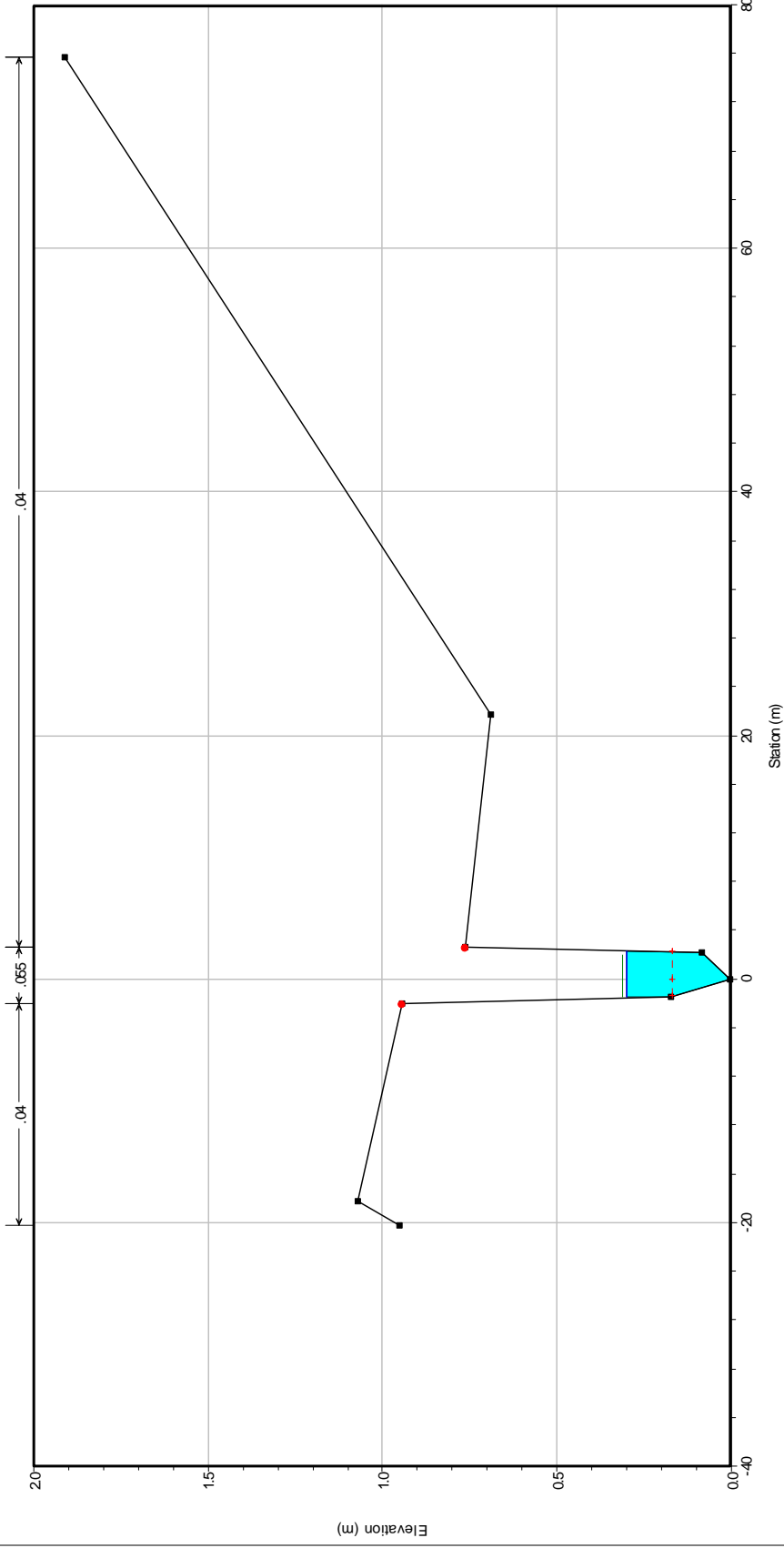


Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01
RS = 460



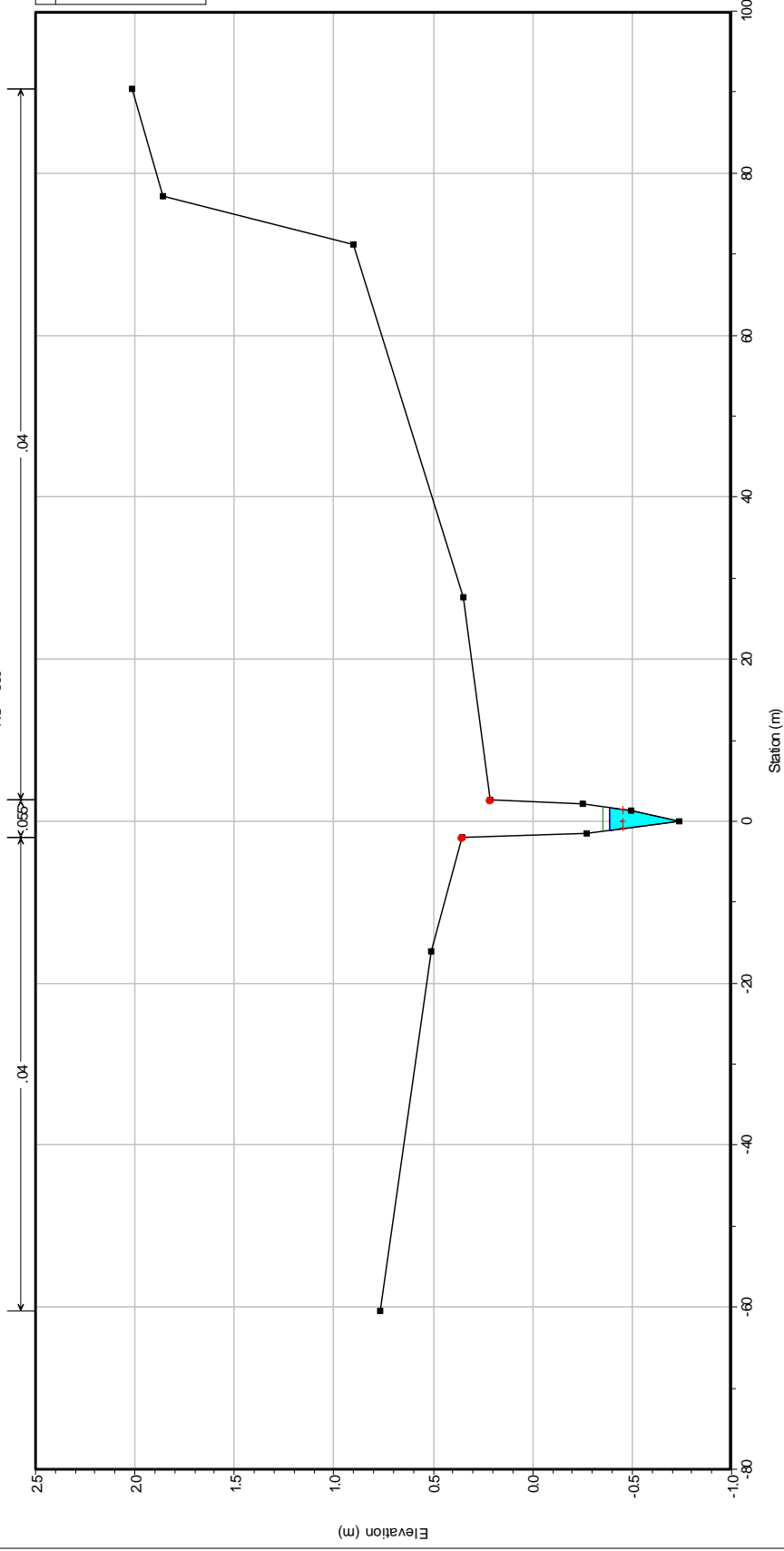
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = 405



Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

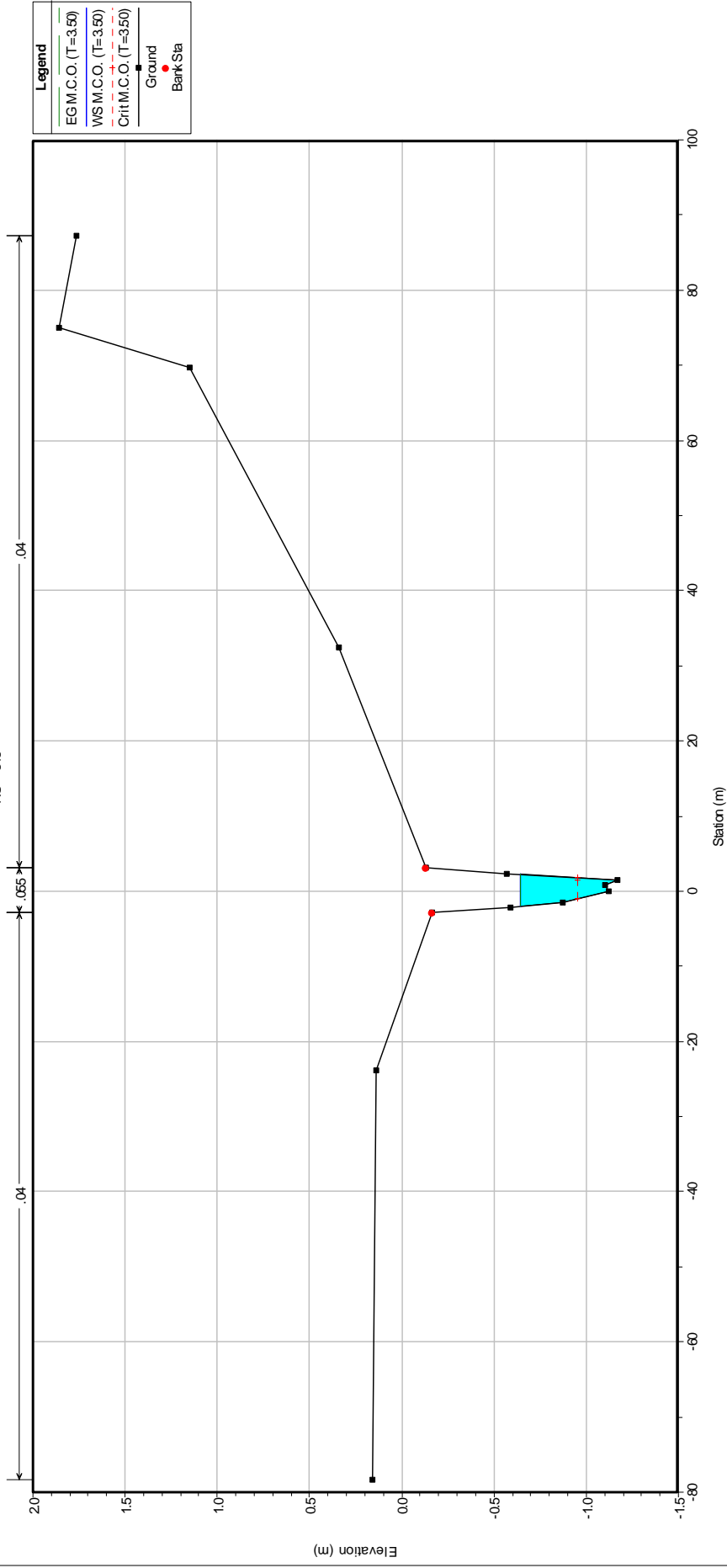
RS = 360



Legend	
—	EGM C.O. (T=3.50)
—	WSM C.O. (T=3.50)
- - -	Crit M.C.O. (T=3.50)
■	Ground
●	Bank Sta

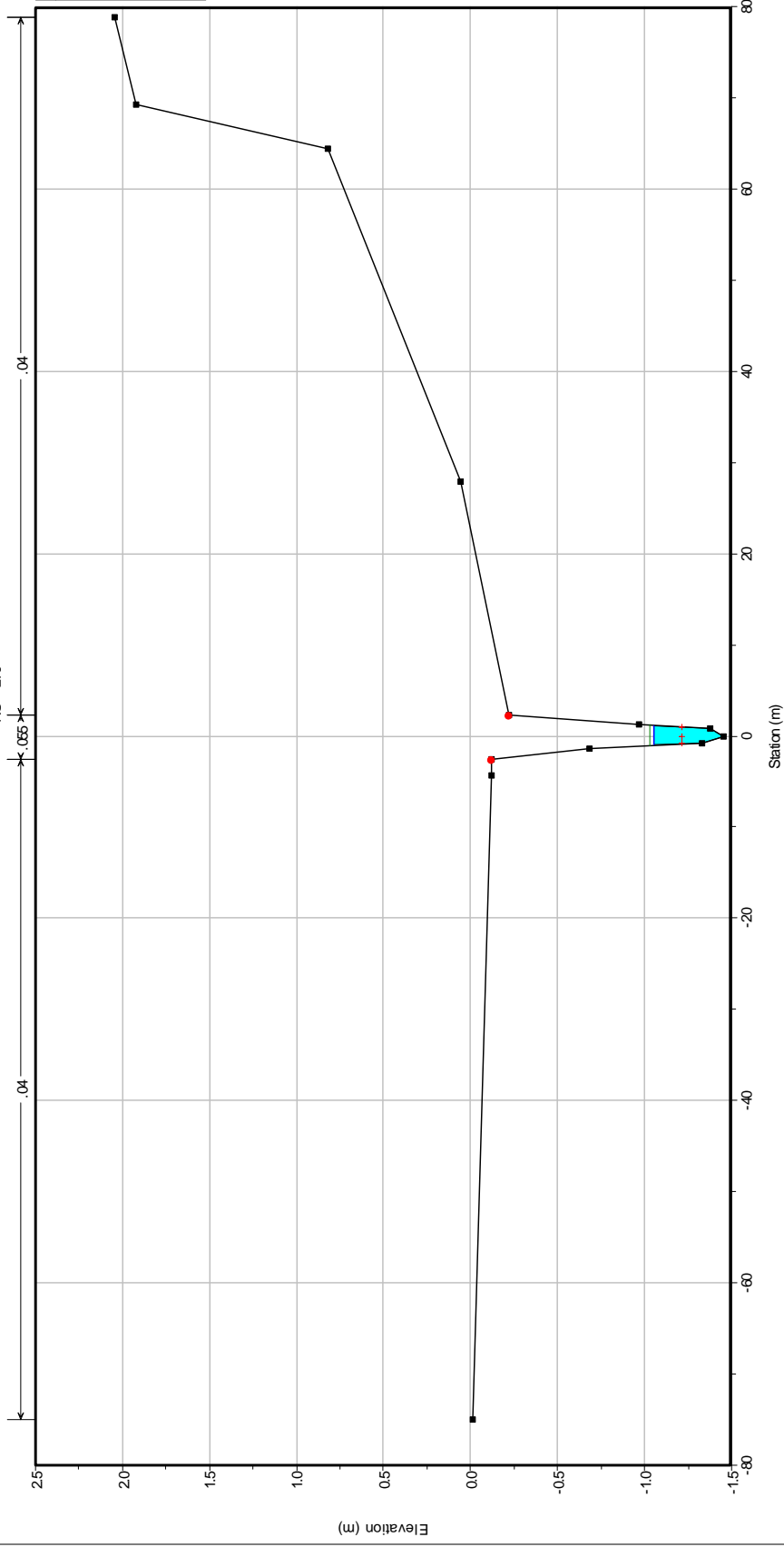
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = 315



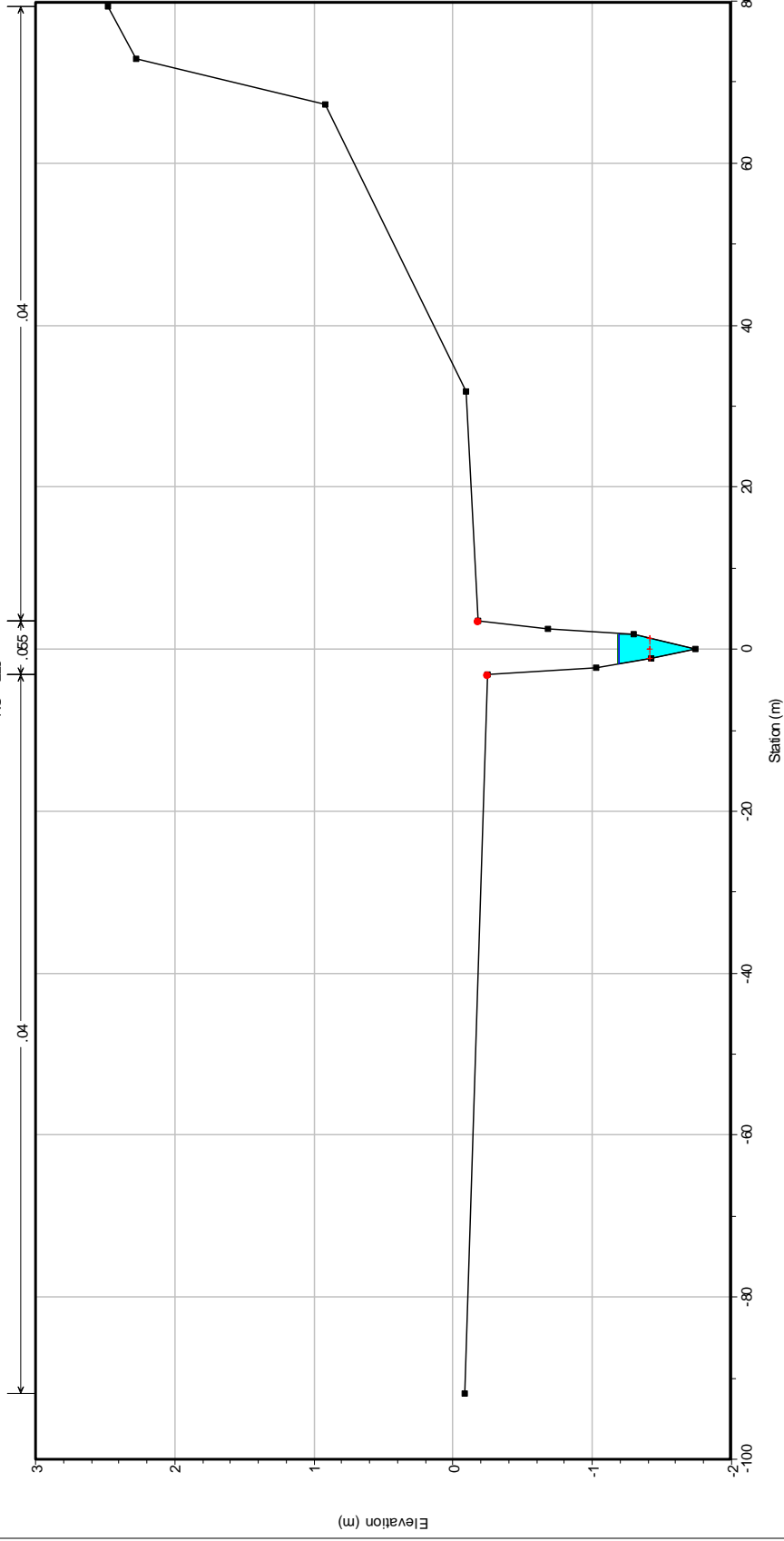
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = 270



Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

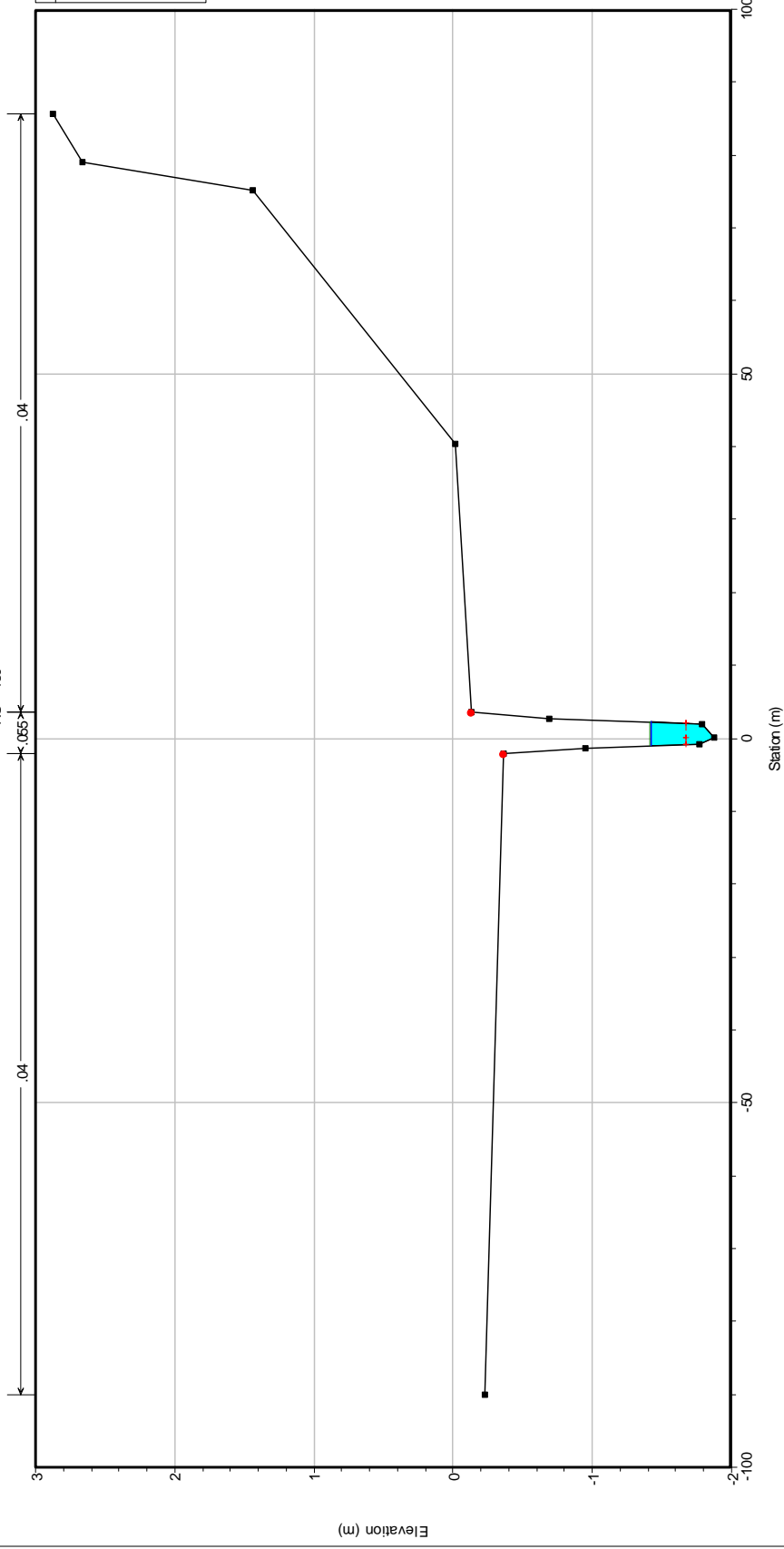
RS = 225



Legend	
—	EGM C.O. (T=3.50)
- - -	WSM C.O. (T=3.50)
- - -	Crit M.C.O. (T=3.50)
■	Ground
●	Bank Sta

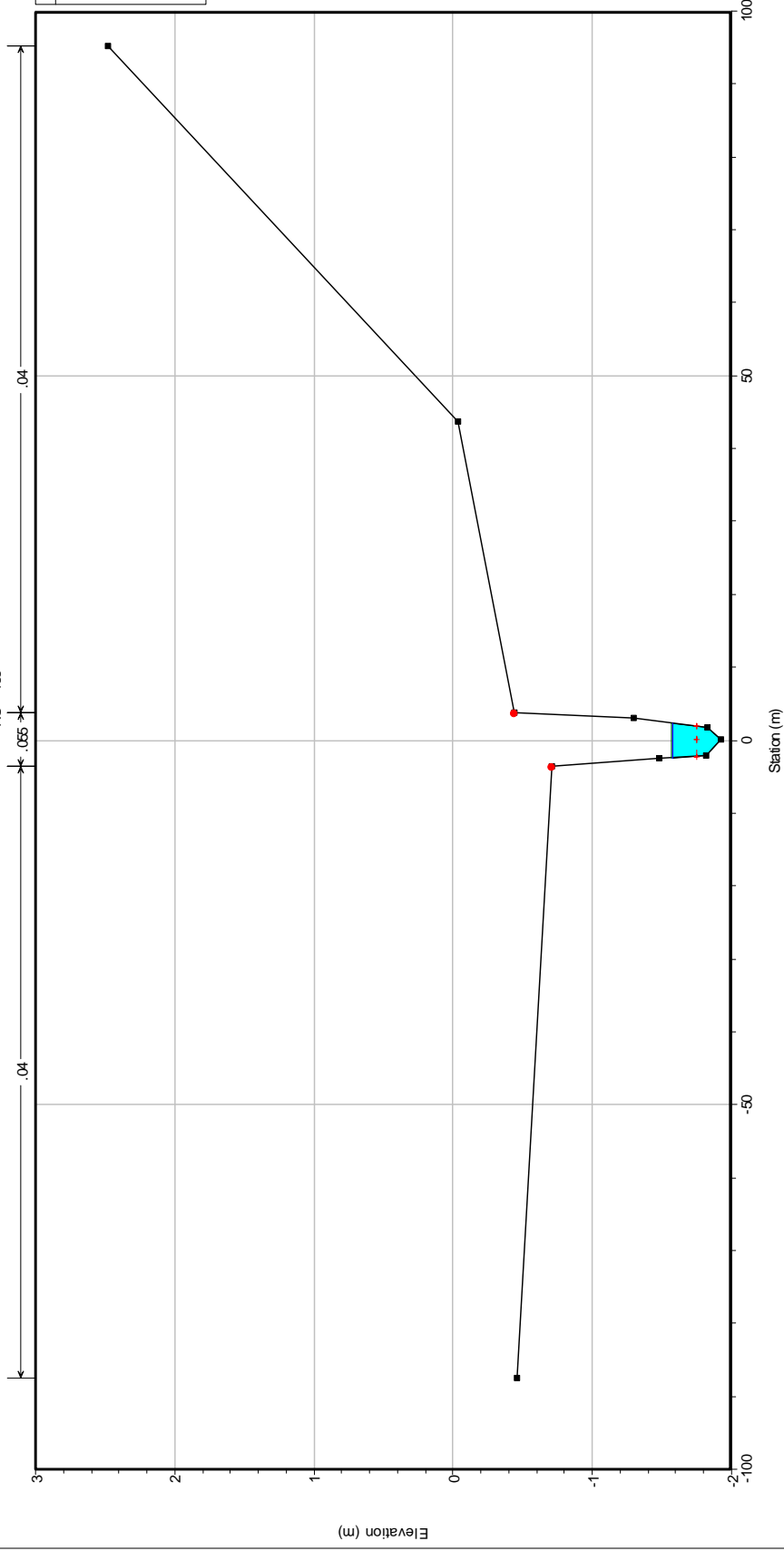
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = 180



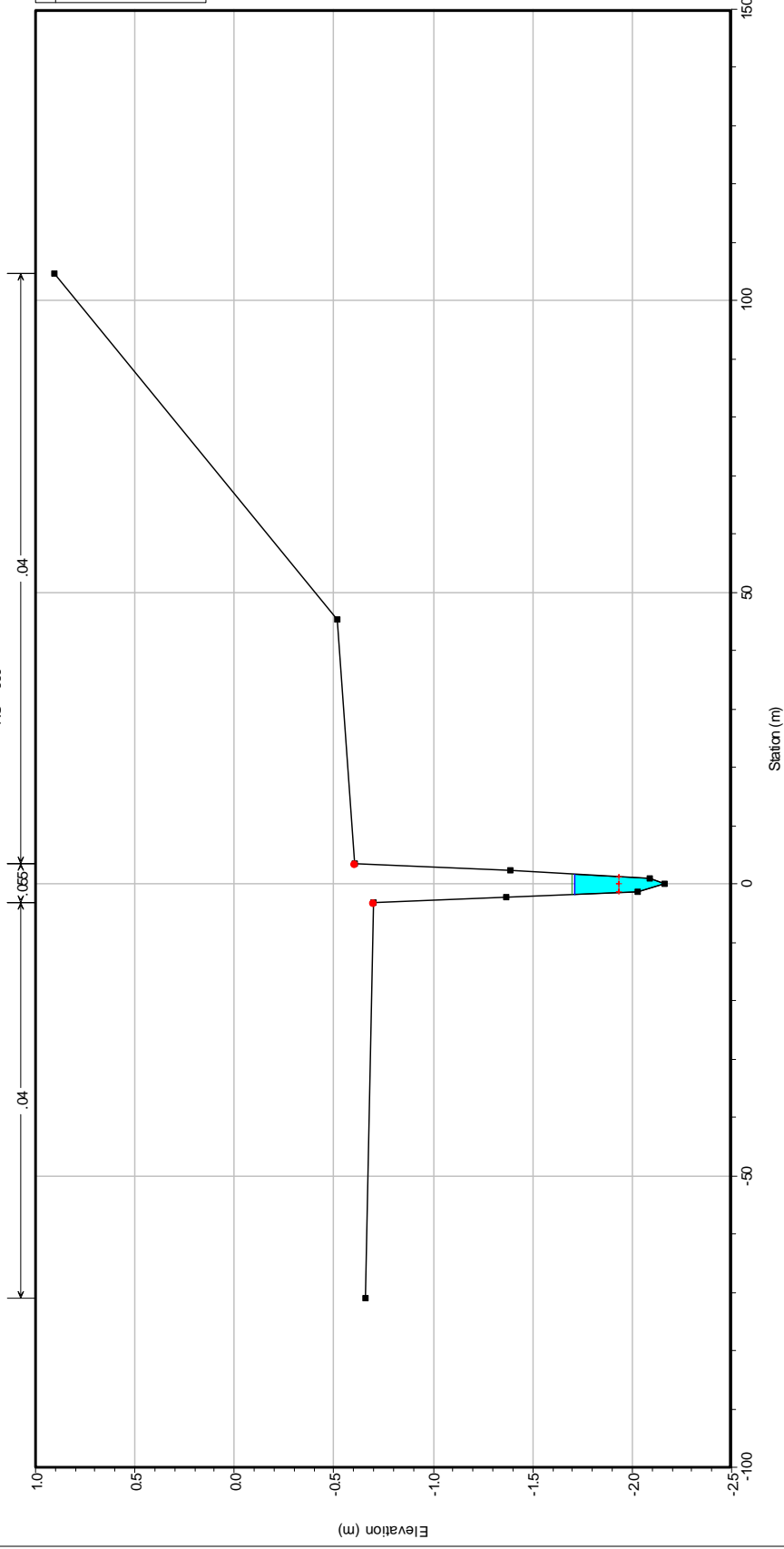
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = 136



Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

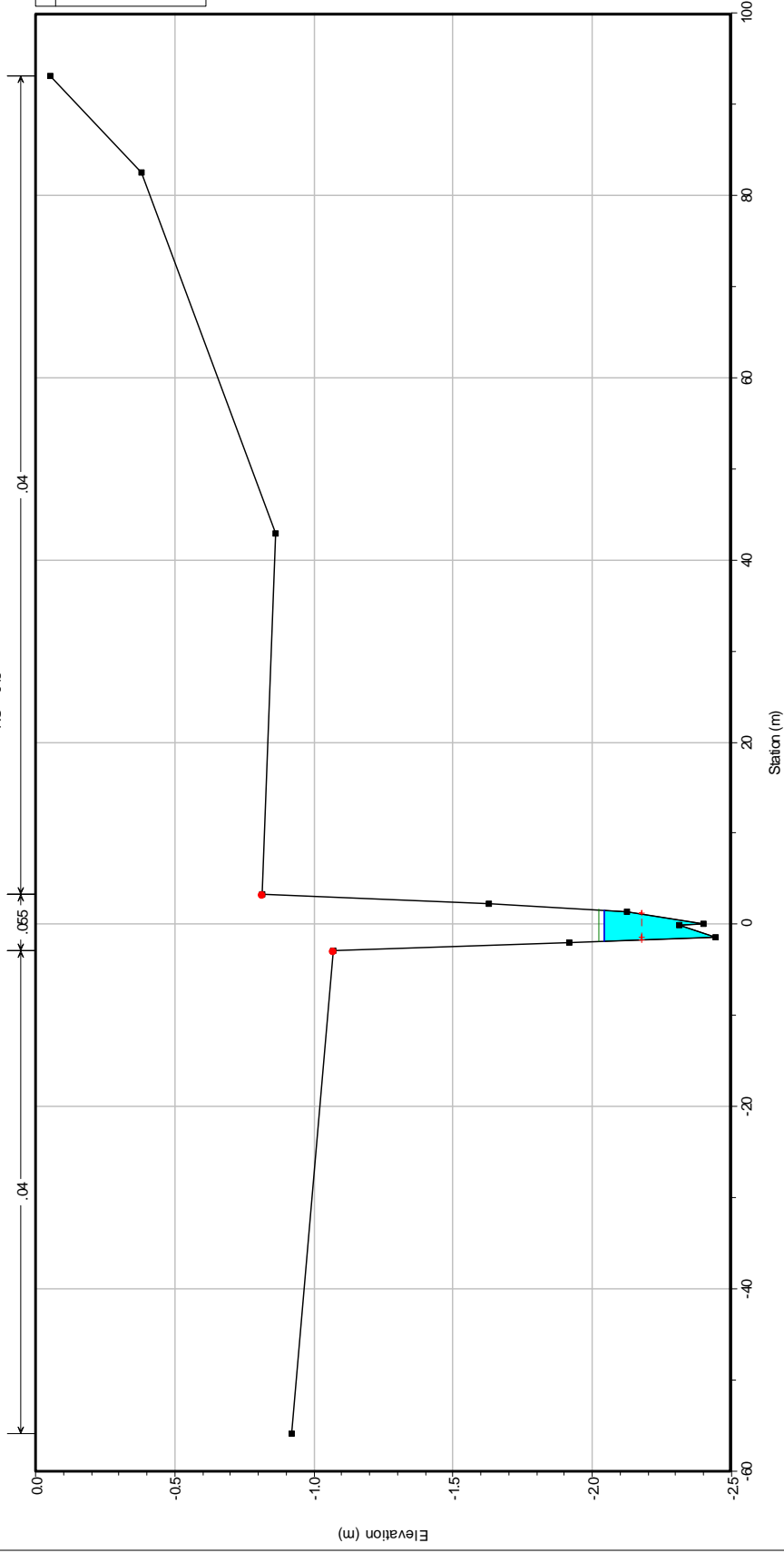
RS = 000



Legend	
— (Green)	EGM C.O. (T=3.50)
— (Blue)	WSM C.O. (T=3.50)
- - - (Red)	Crit M.C.O. (T=3.50)
— (Black)	Ground
• (Red)	Bank Sta

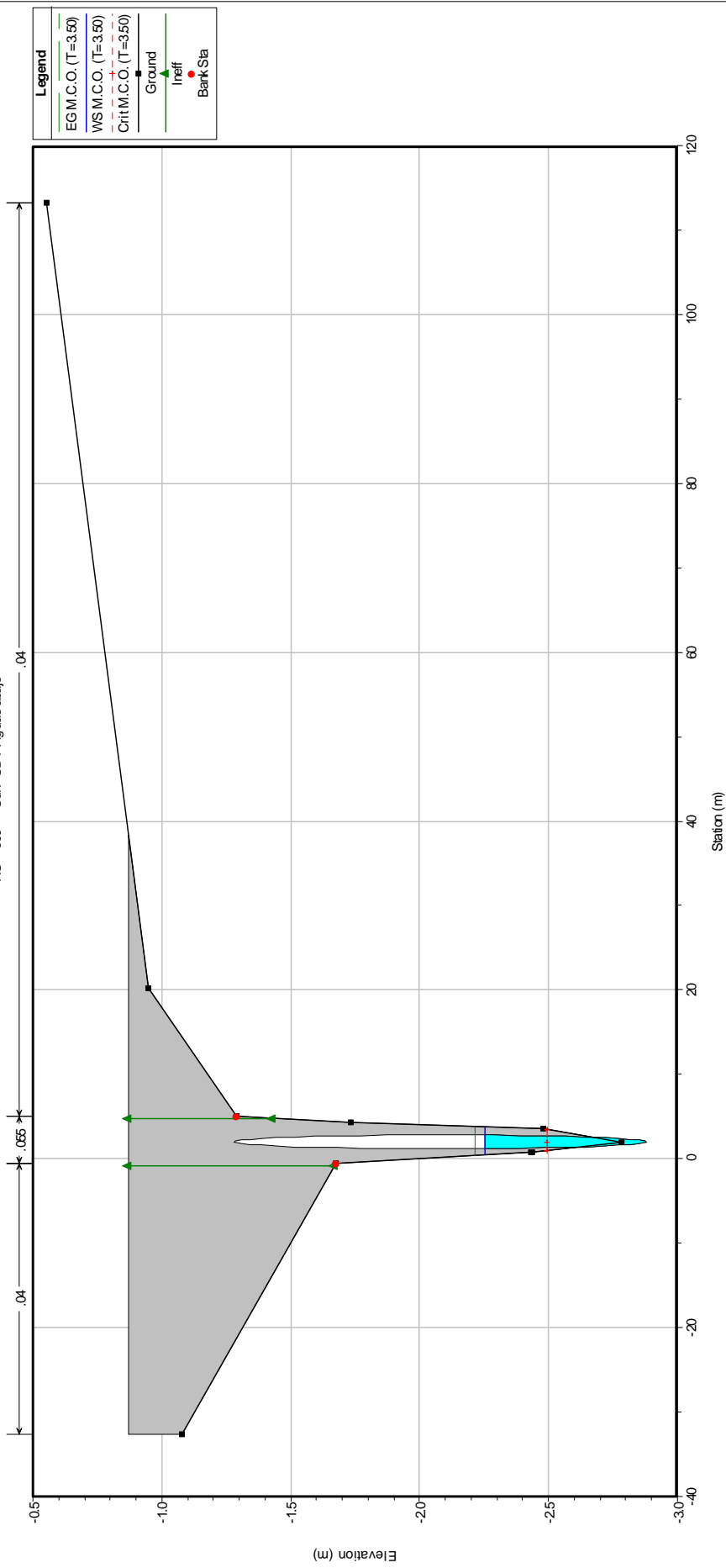
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = 046

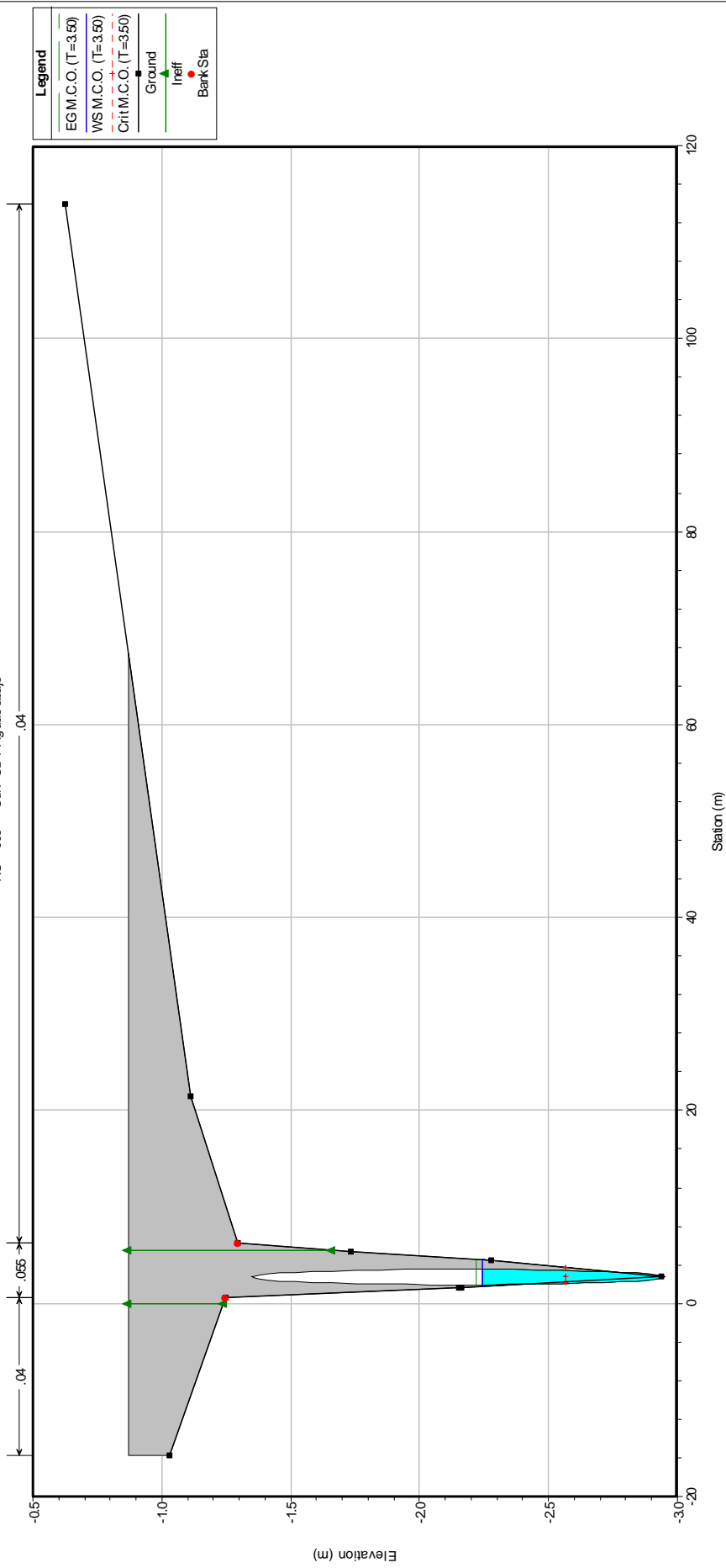


- Legend**
- EGM C.O. (T=3.50)
 - WSM C.O. (T=3.50)
 - Crit M.C.O. (T=3.50)
 - Ground
 - Bank Sta

Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01
 RS = 000 Culv ODT Aguas abajo

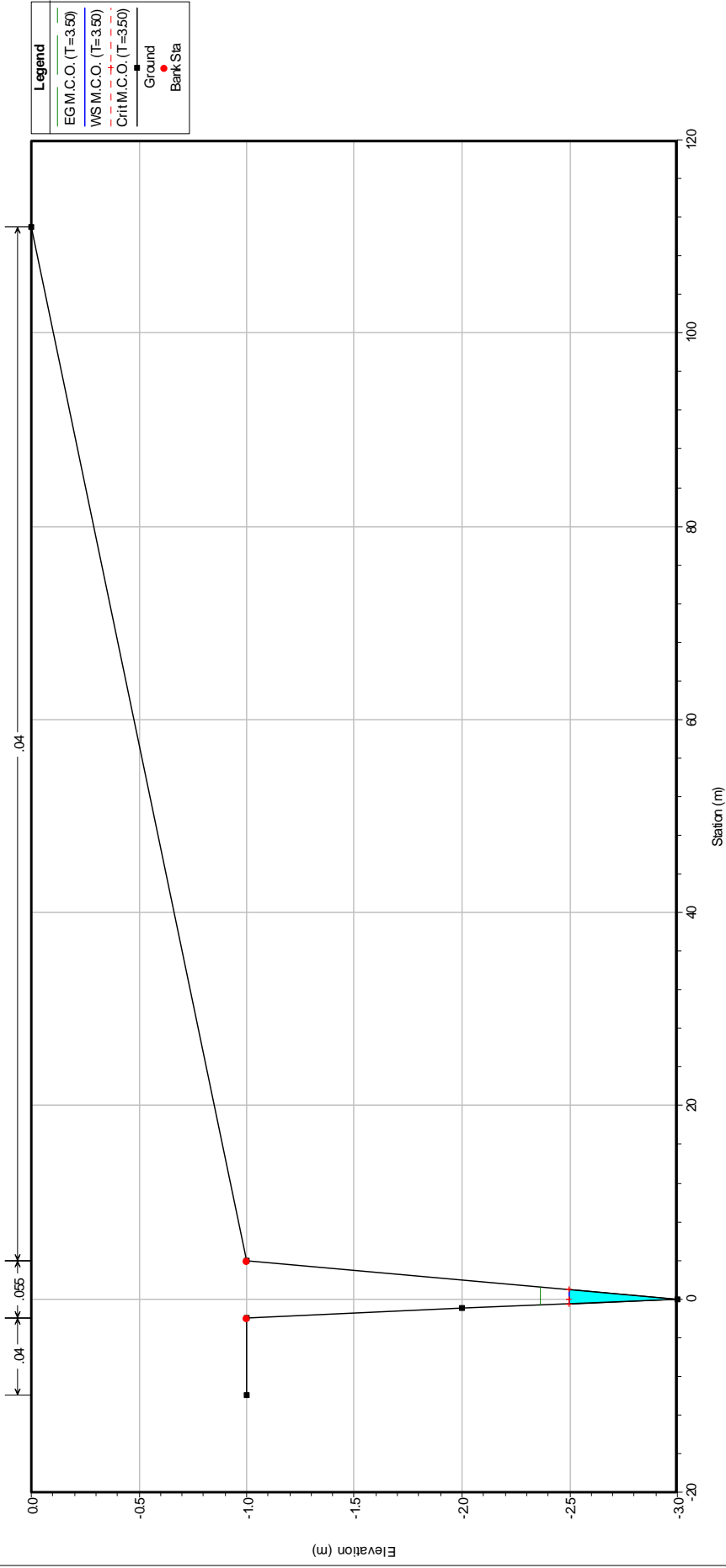


Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01
RS = 000 Cully ODT Aguas abajo



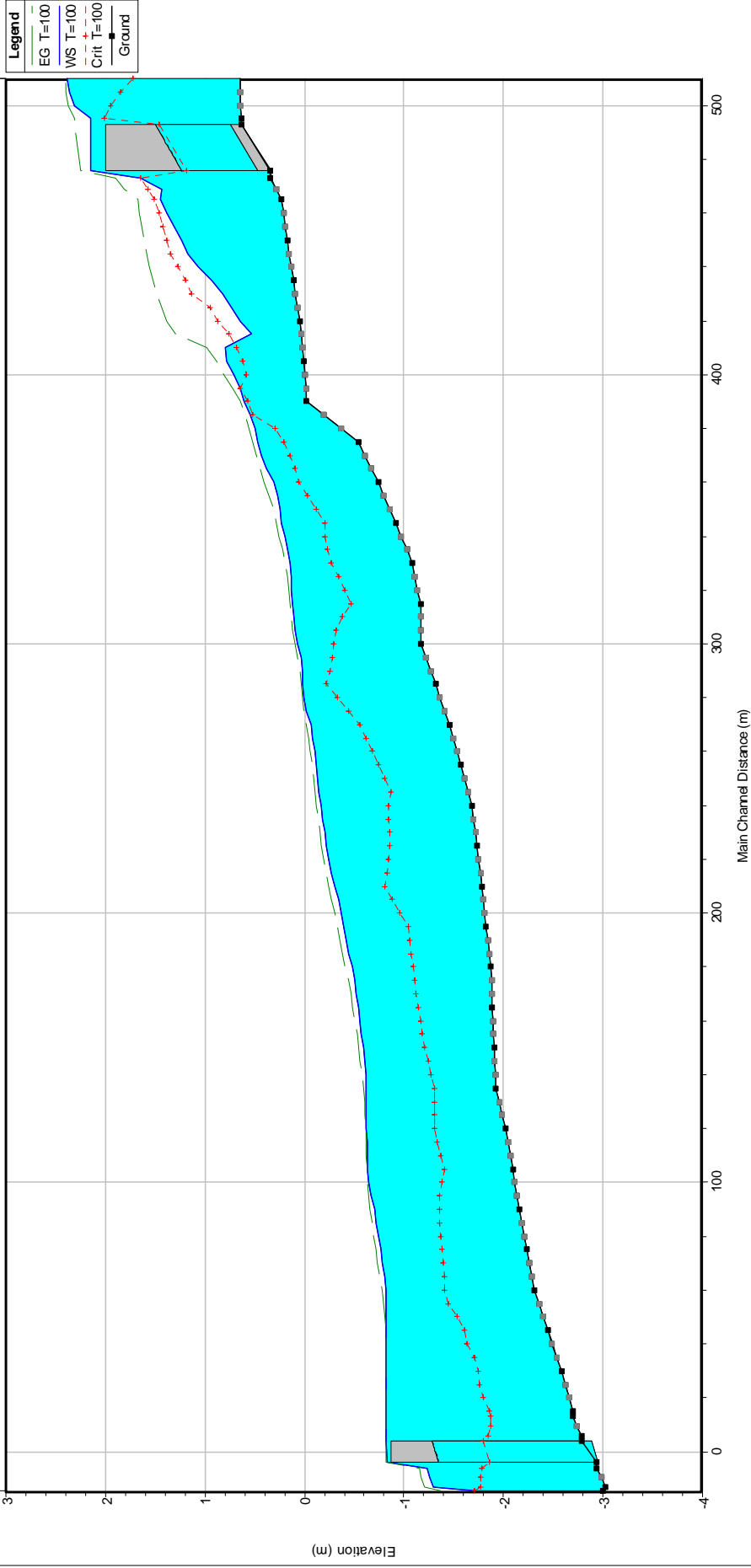
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = -01446



AVENIDA T=100 AÑOS

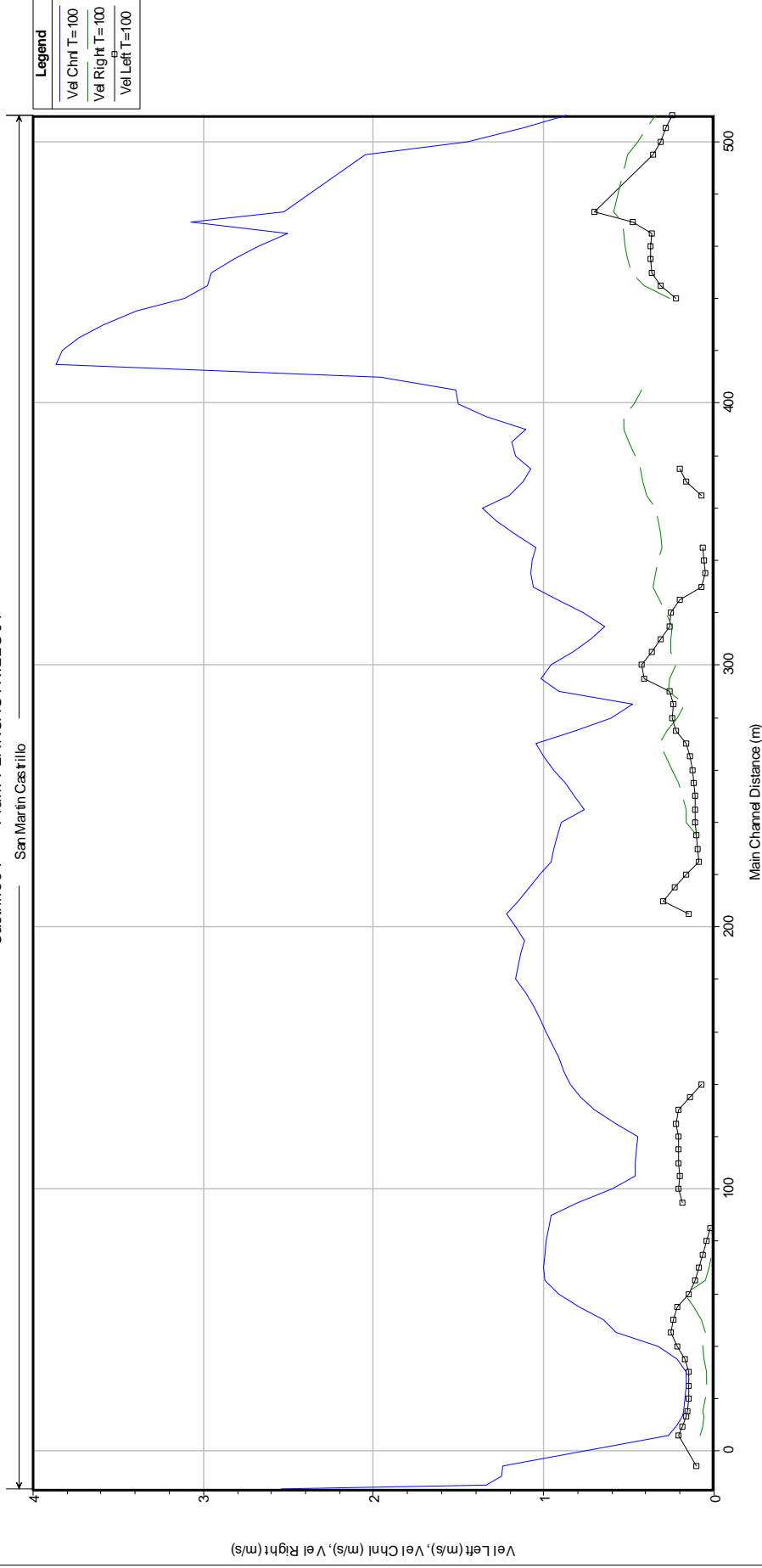
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01
San Martín Castrillo



PERFIL HIDRÁULICO LONGITUDINAL

AVENIDA T=100 AÑOS

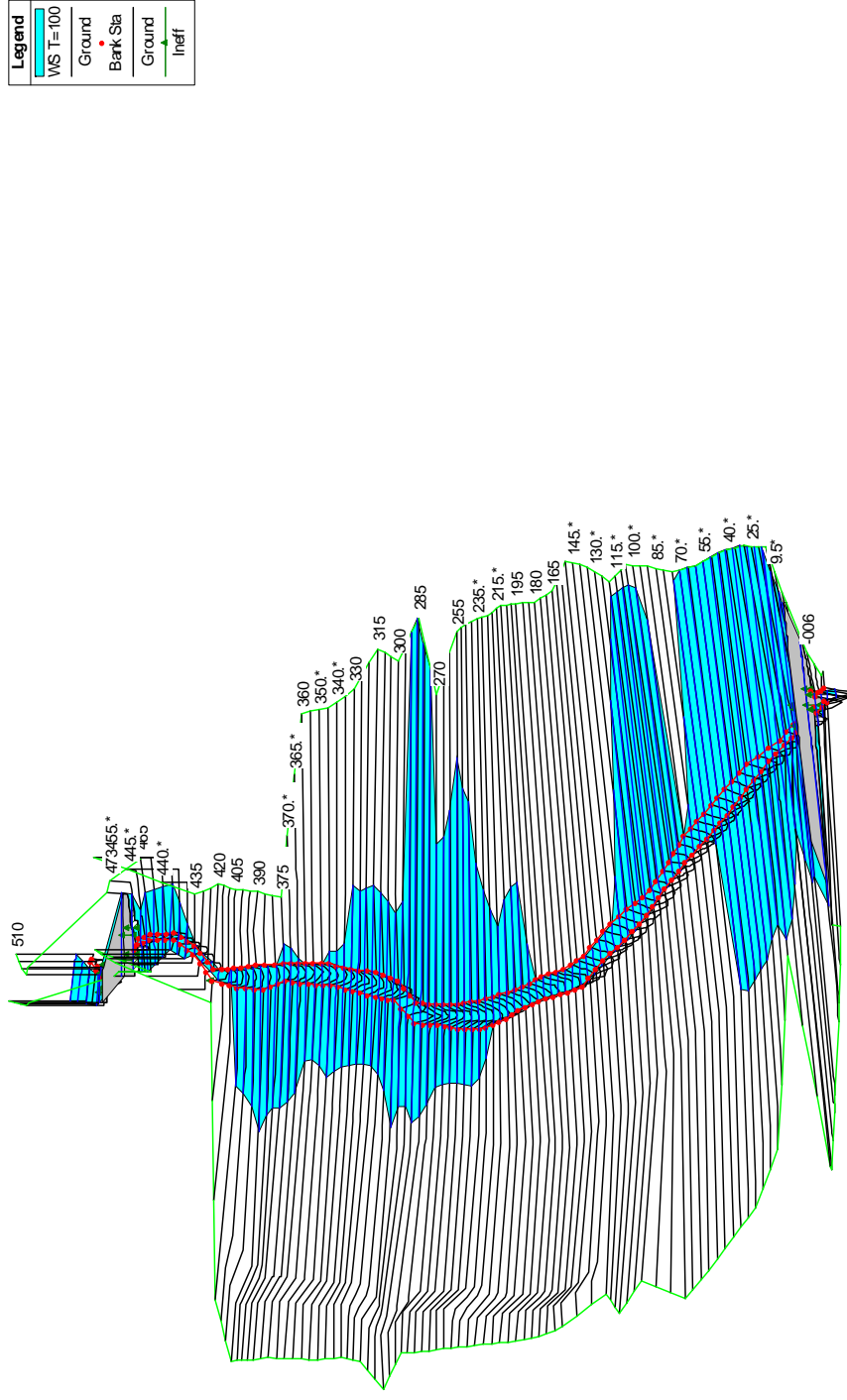
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01
San Martín Castrillo



PERFIL DE VELOCIDADES

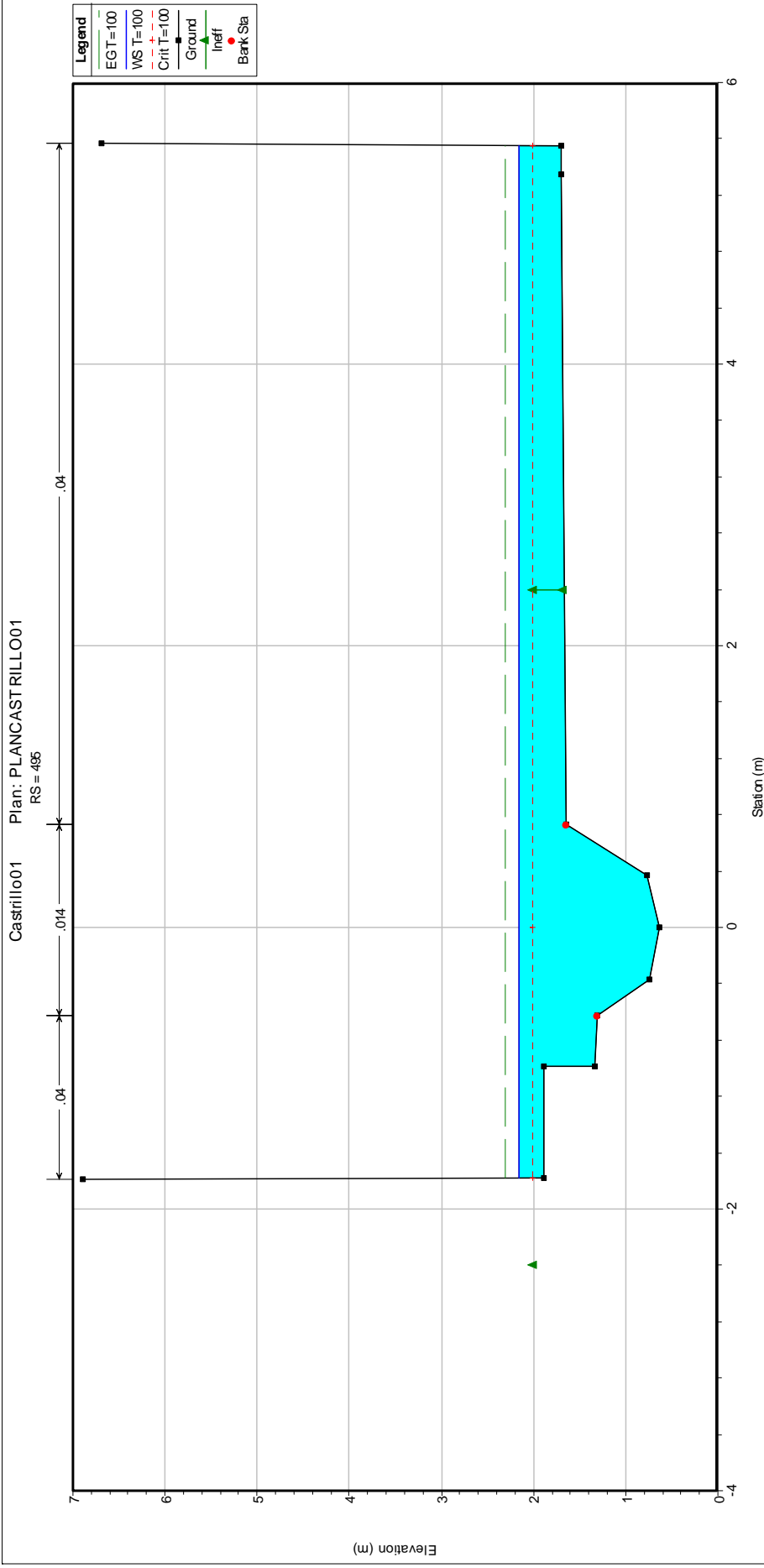
AVENIDA T=100 AÑOS

Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

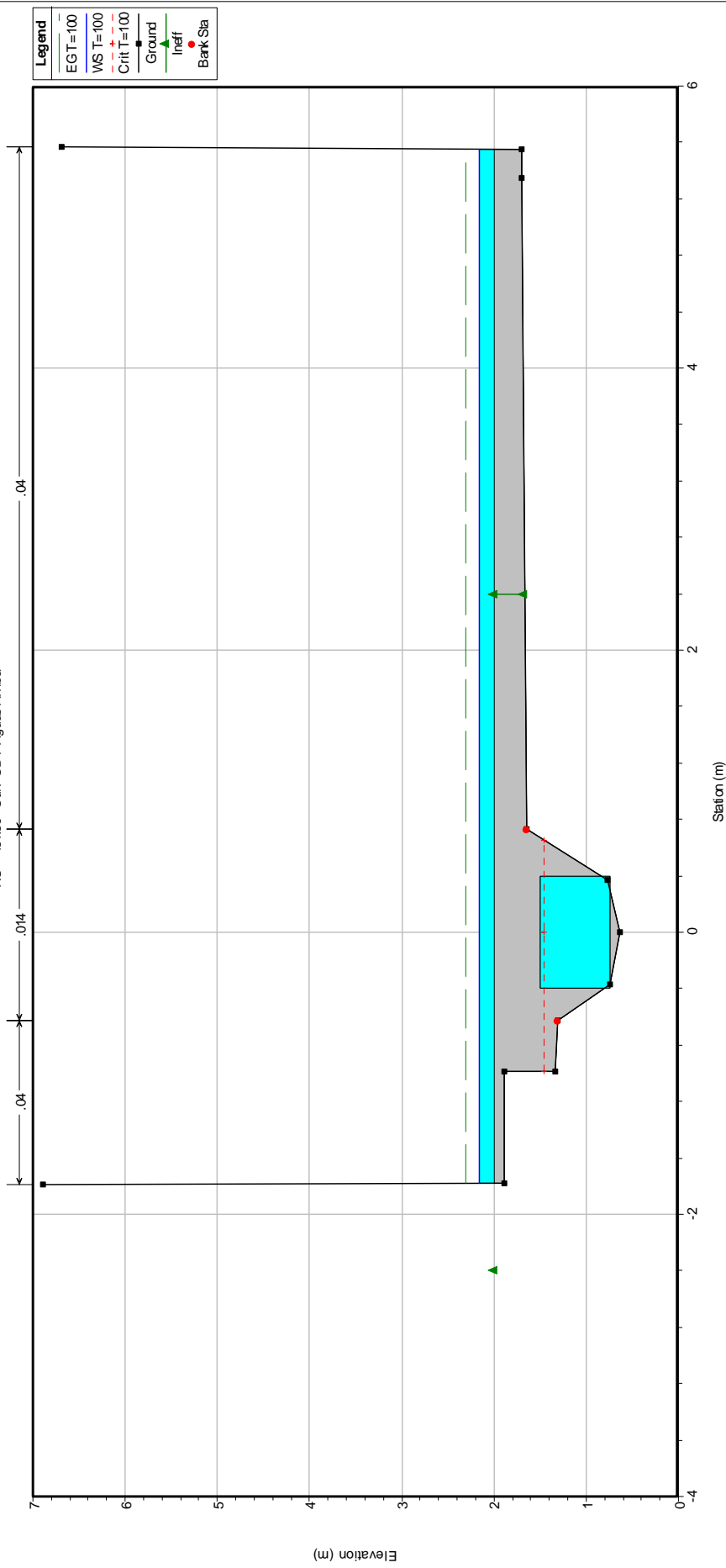


PERSPECTIVA DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN

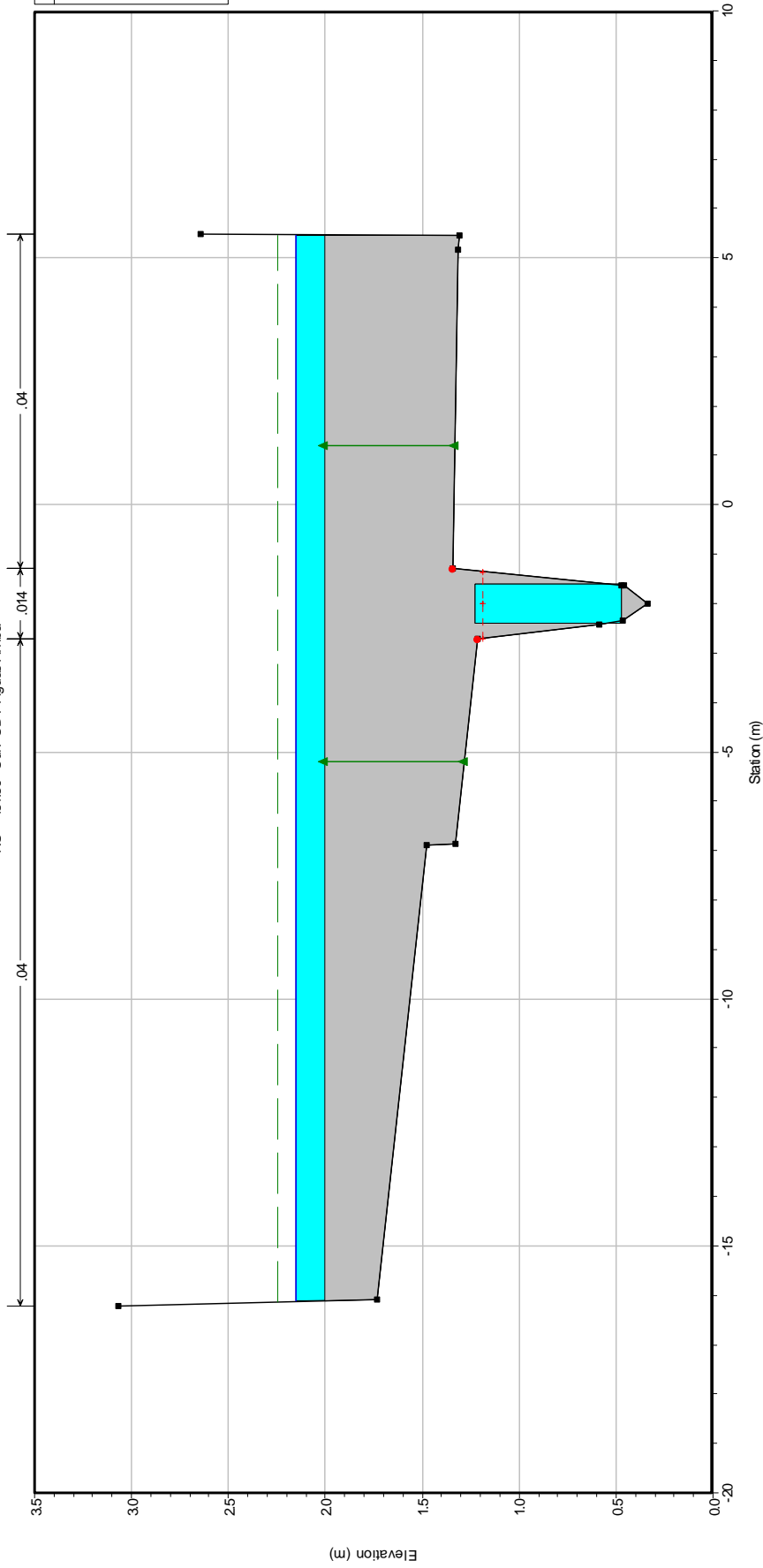
AVENIDA T=100 AÑOS. SECCIONES TRANSVERSALES



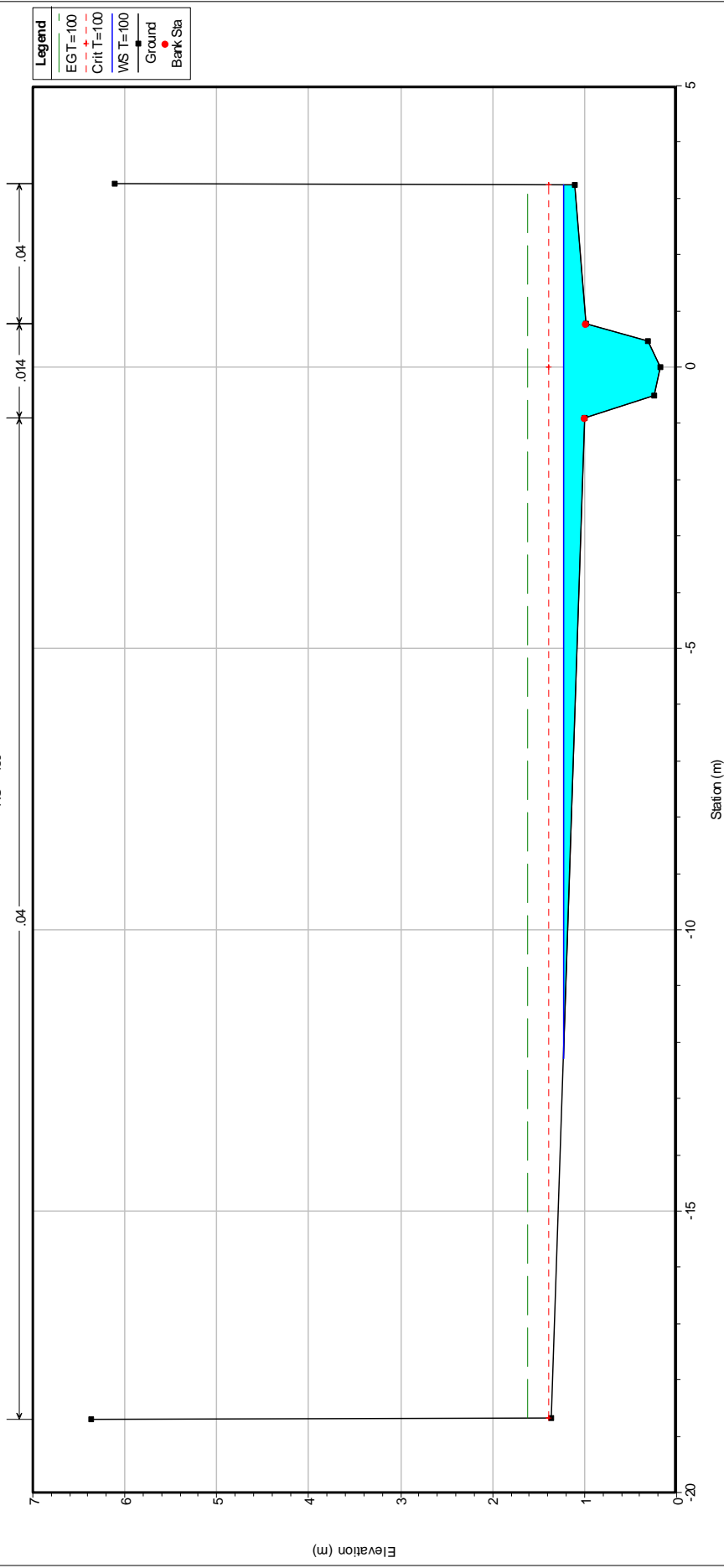
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01
RS = 484.39 Cully ODT Aguas Arriba



Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01
RS = 484.39 Cully ODT Aguas Arriba

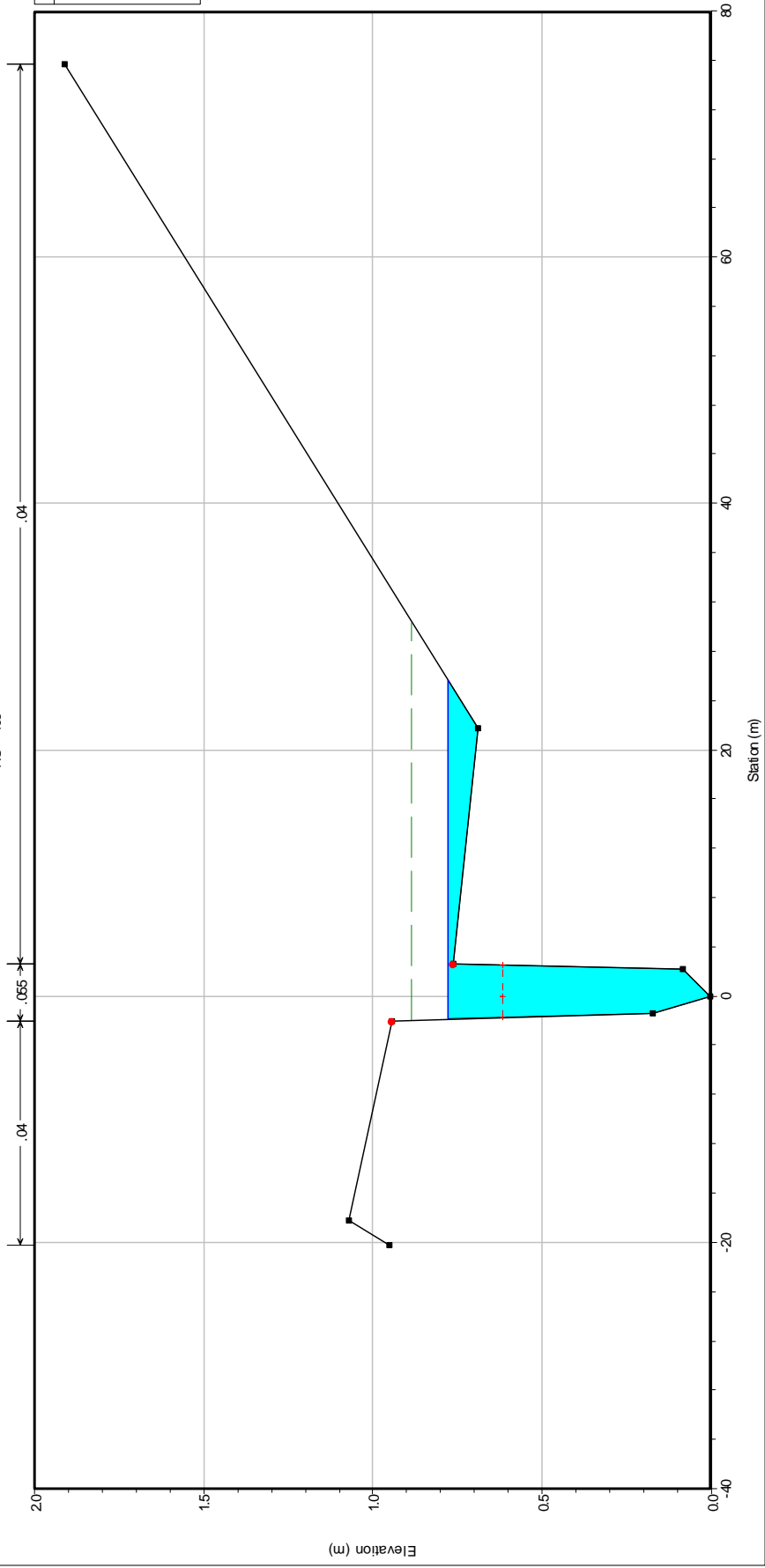


Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01
RS = 460



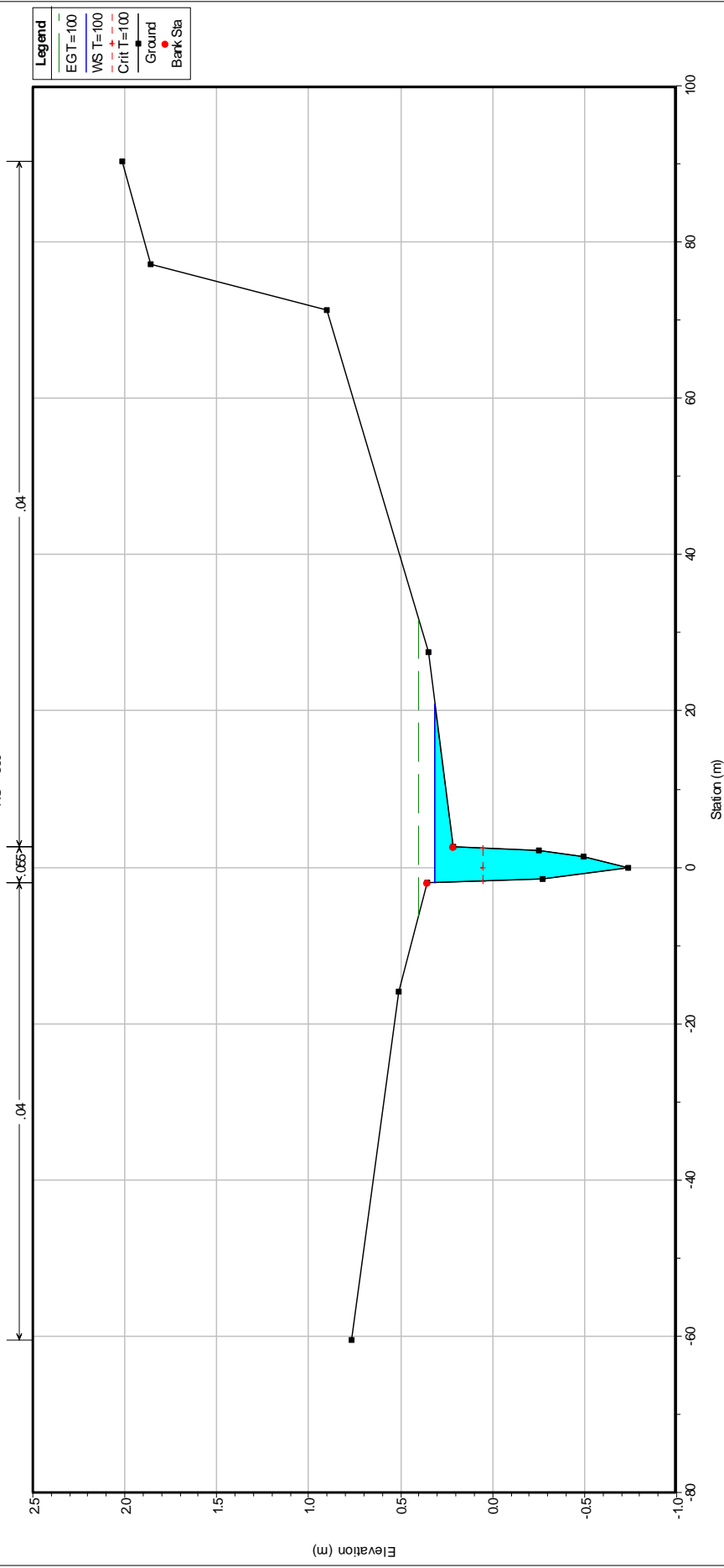
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = 405



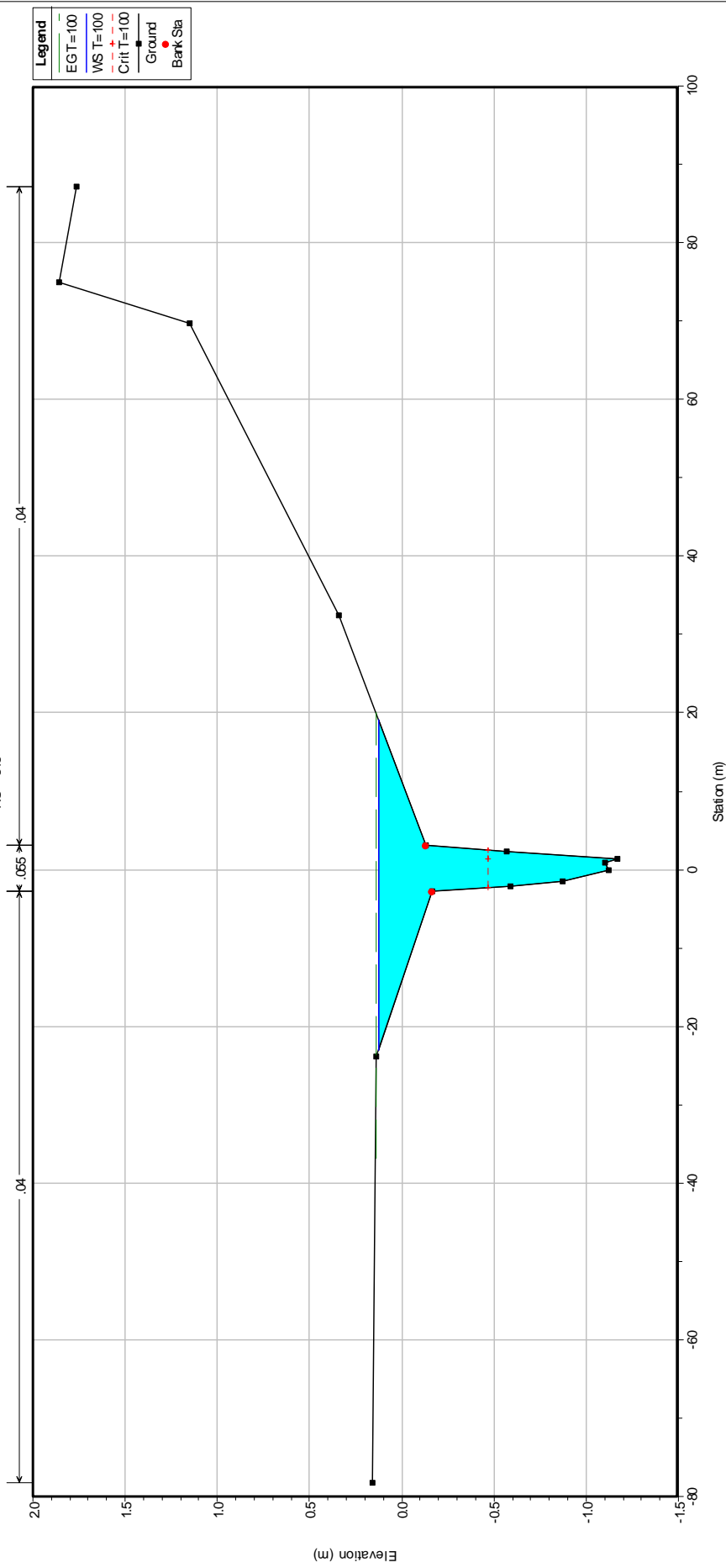
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = 360



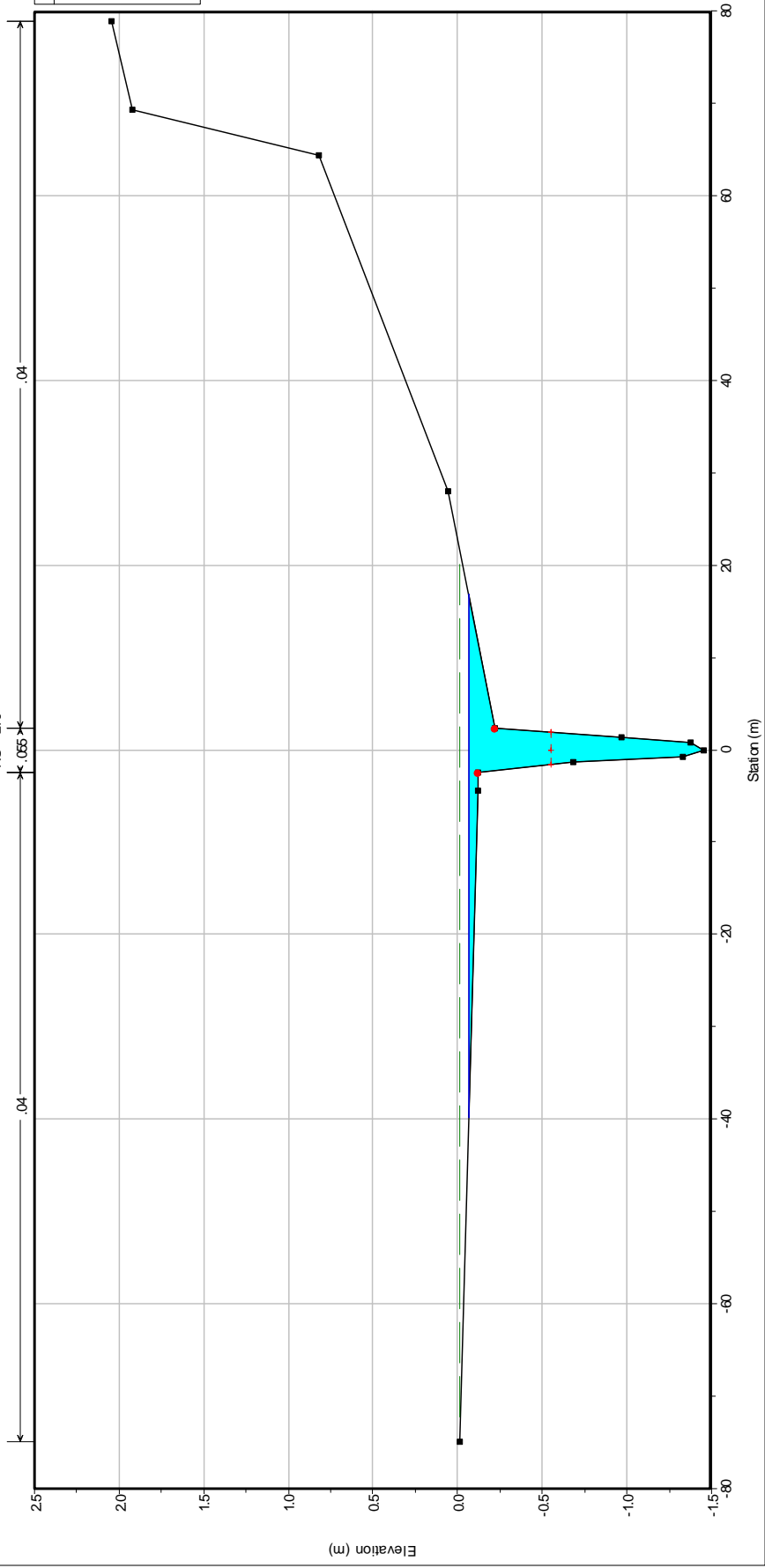
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = 315



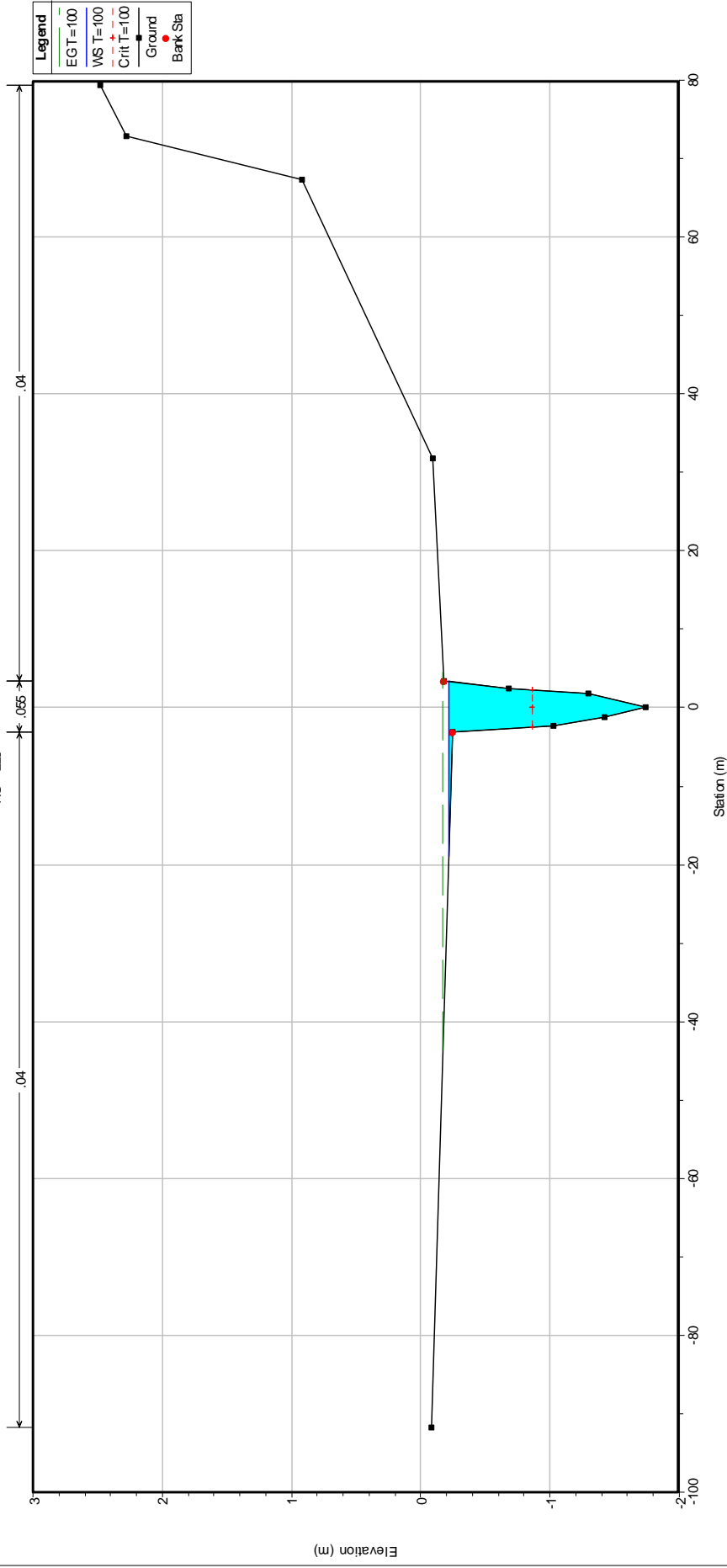
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = 270



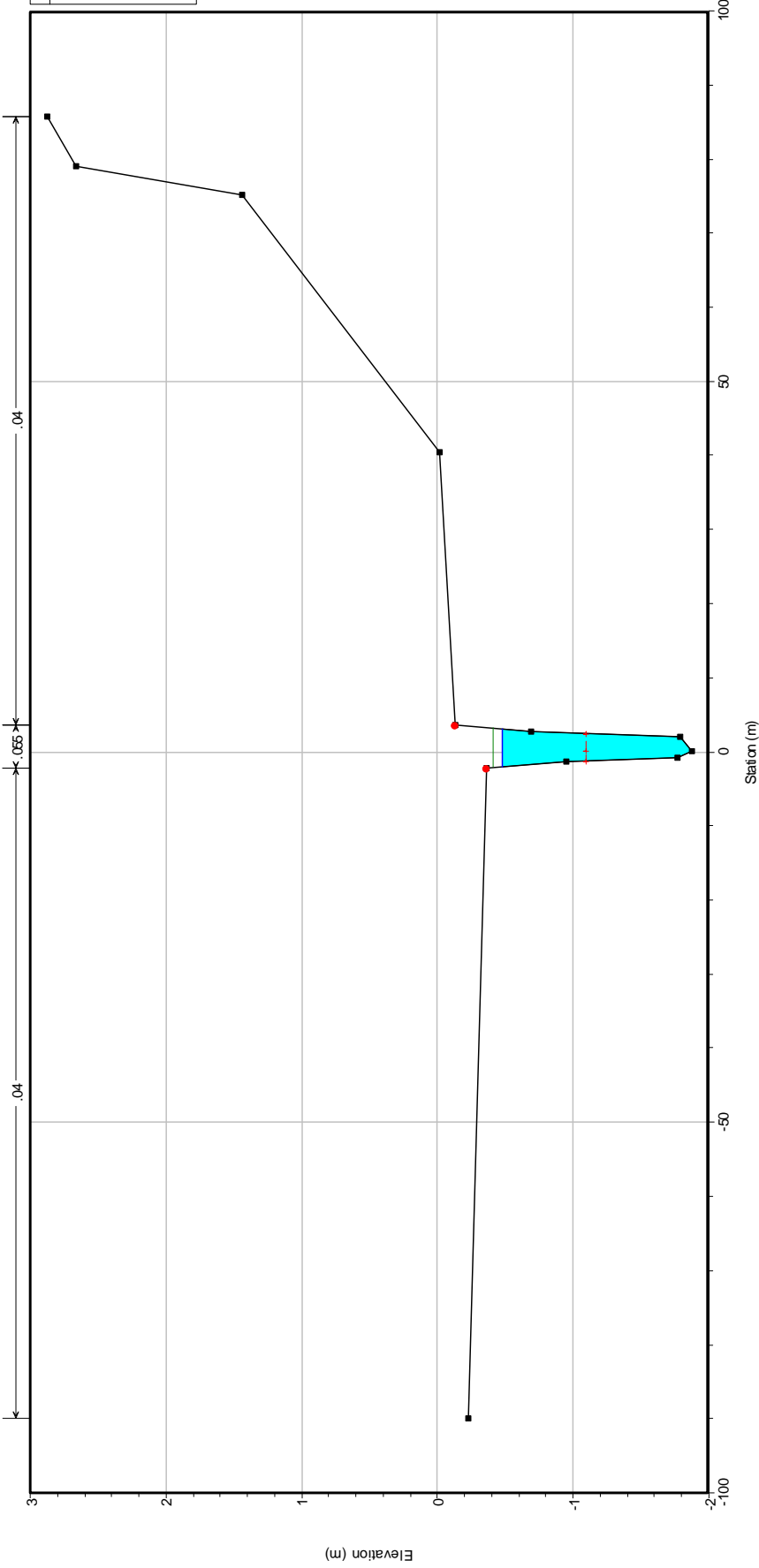
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = 225



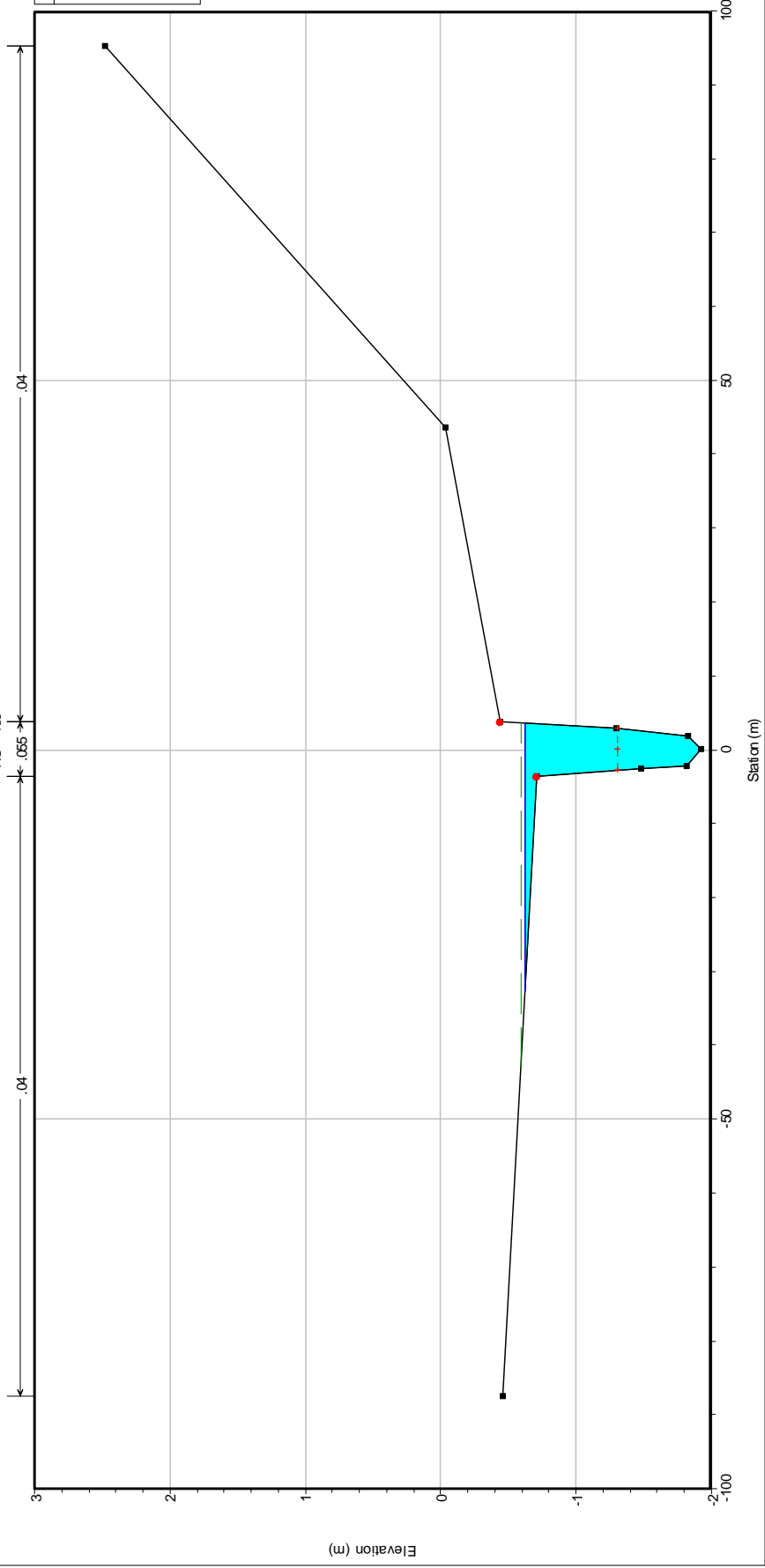
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = 180



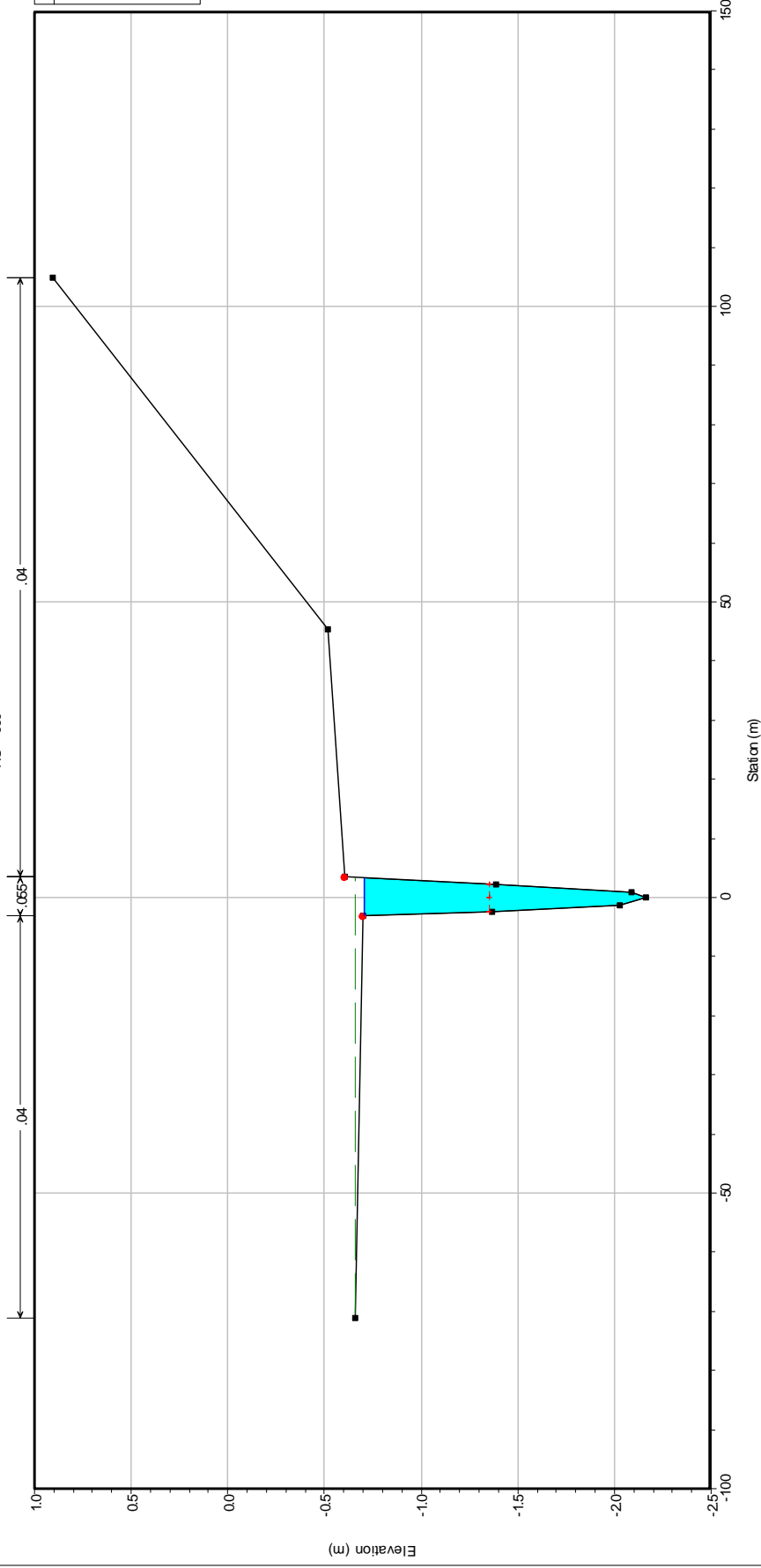
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = 135



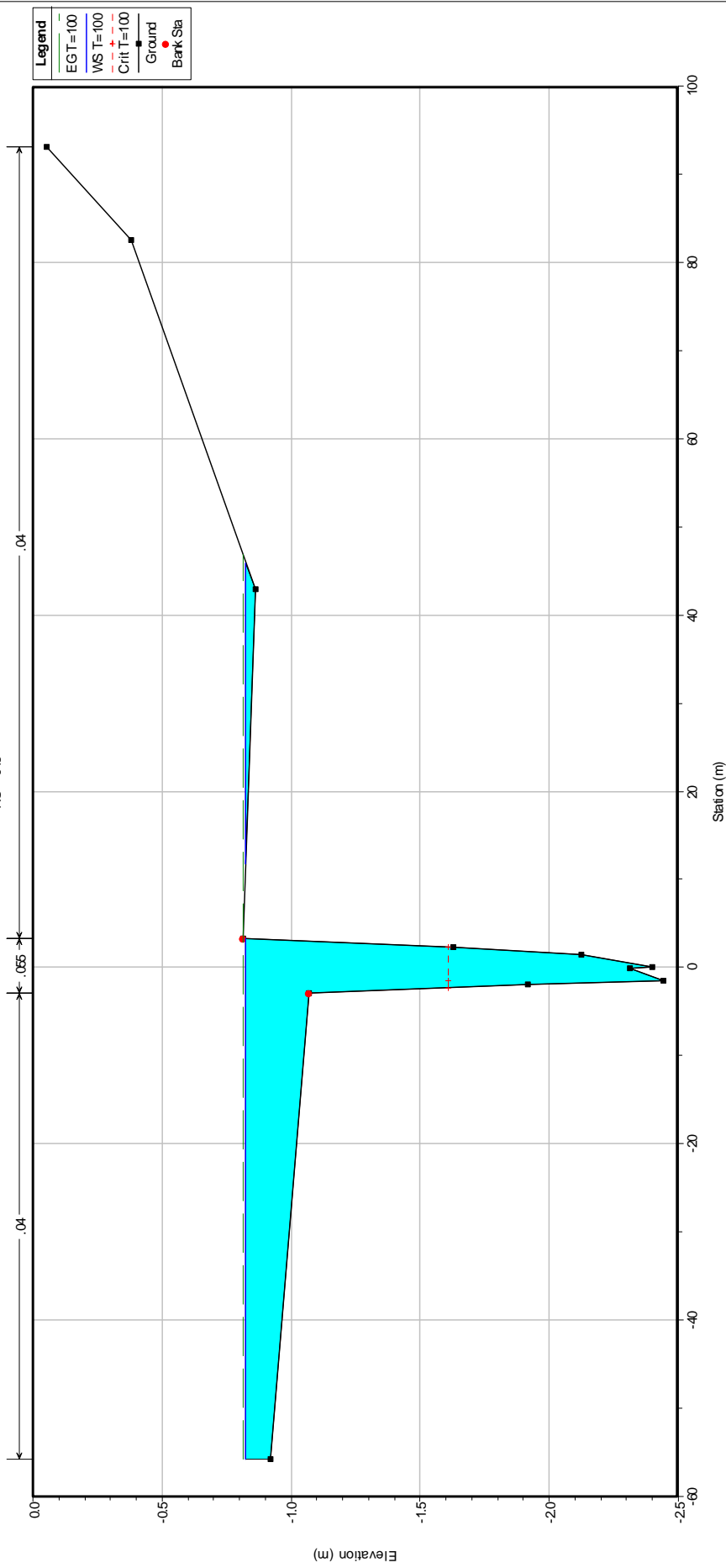
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = 000

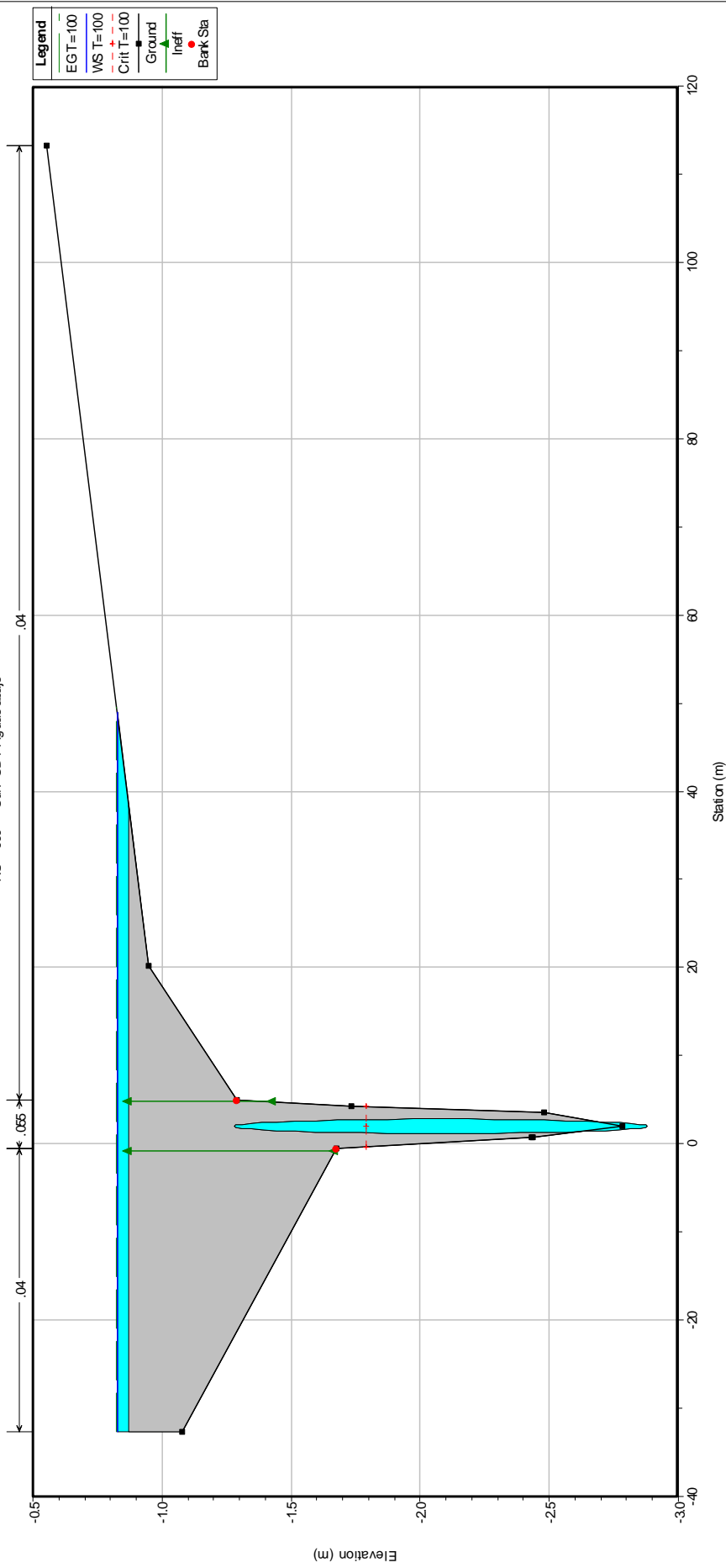


Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

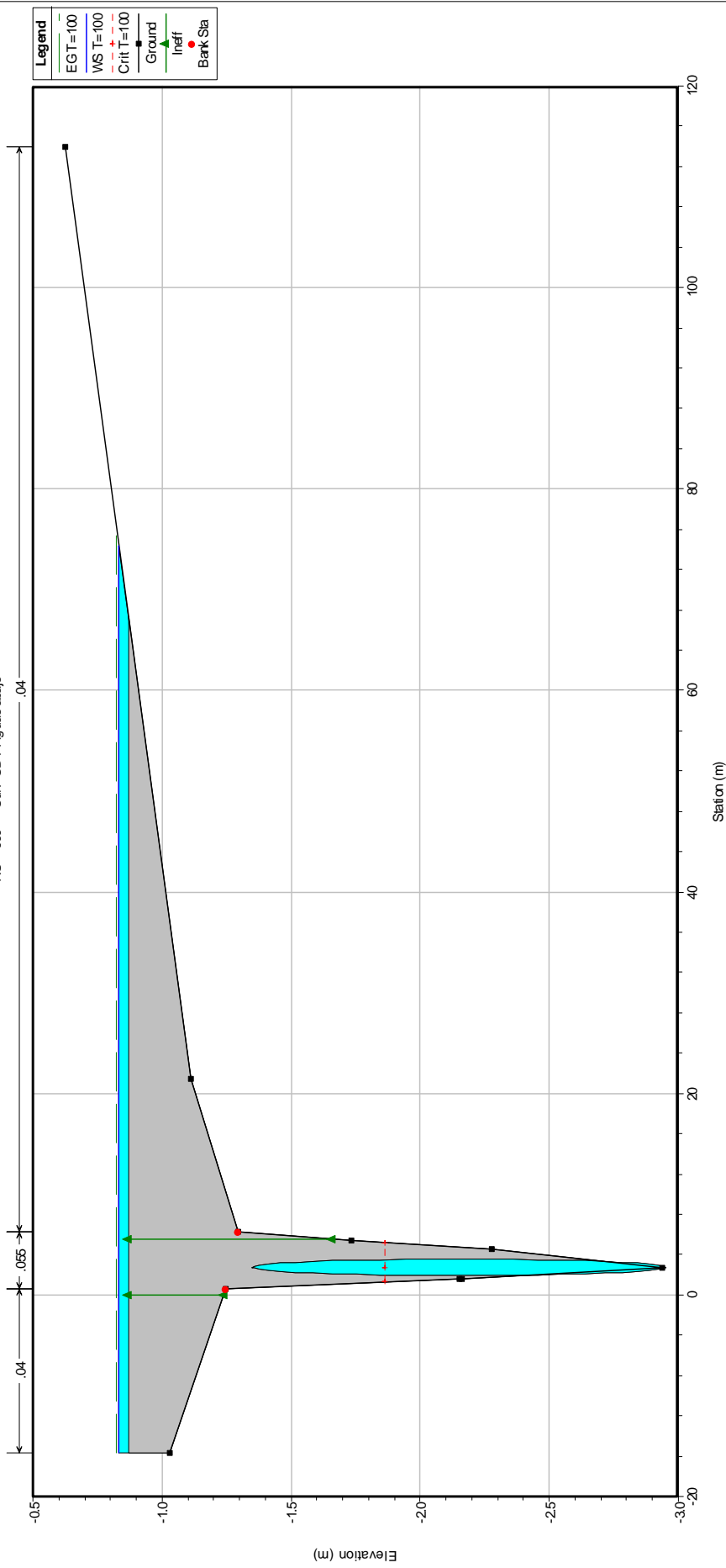
RS = 046



Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01
 RS = 000 Cuvy ODT Aguas abajo

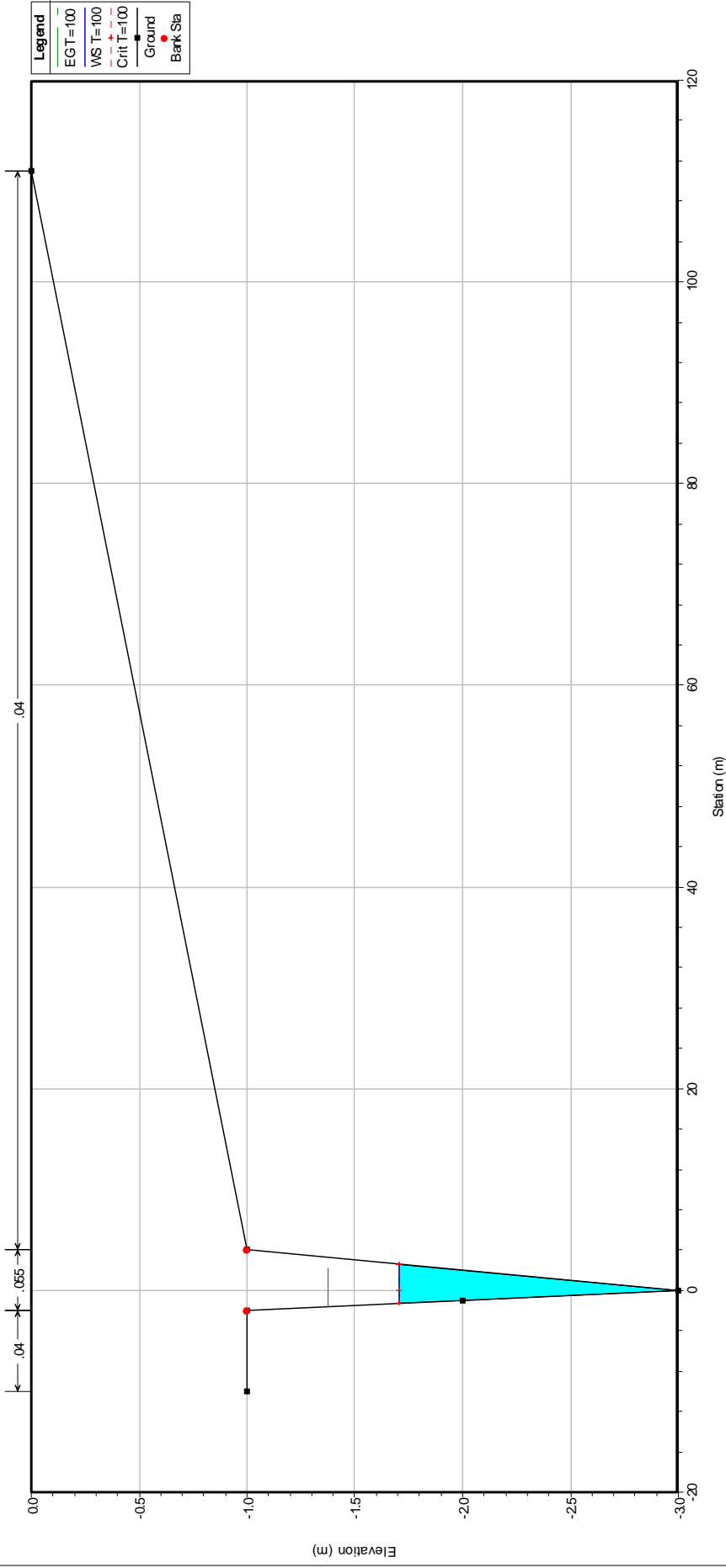


Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01
RS = 000 Culv ODT Aguas abajo

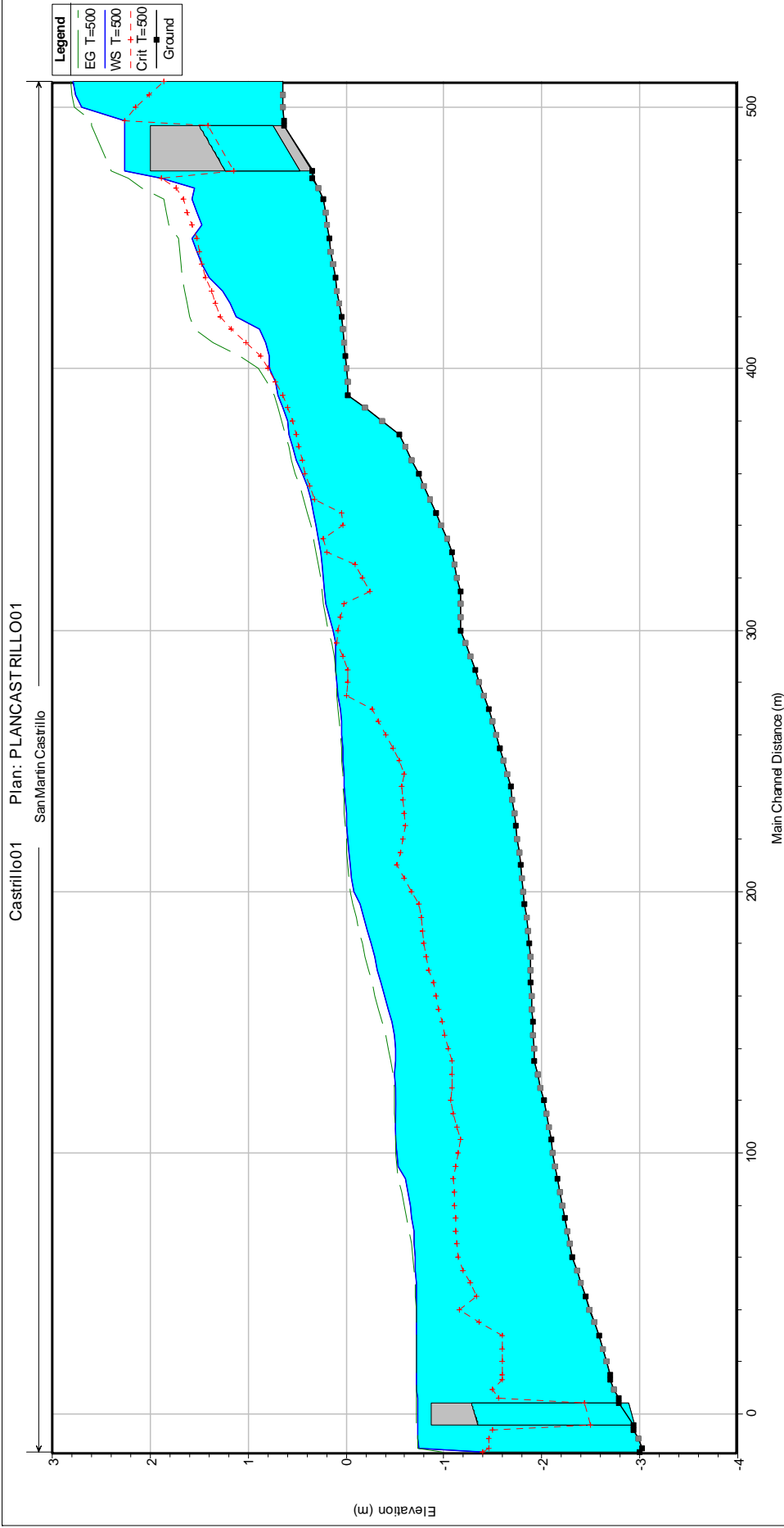


Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = -01446



AVENIDA T=500 AÑOS

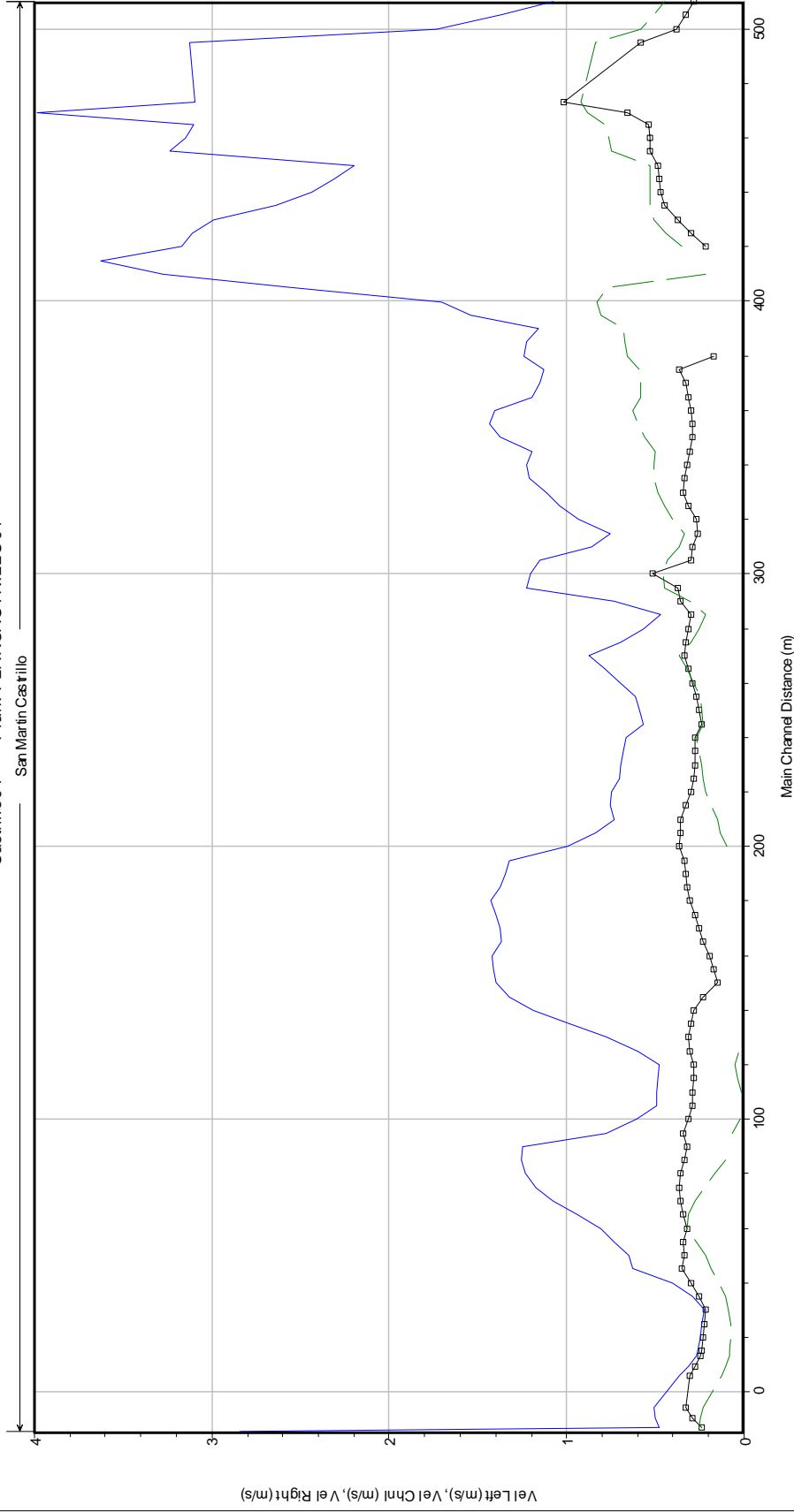


PERFIL HIDRÁULICO LONGITUDINAL

AVENIDA T=500 AÑOS

Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01
San Martín Castrillo

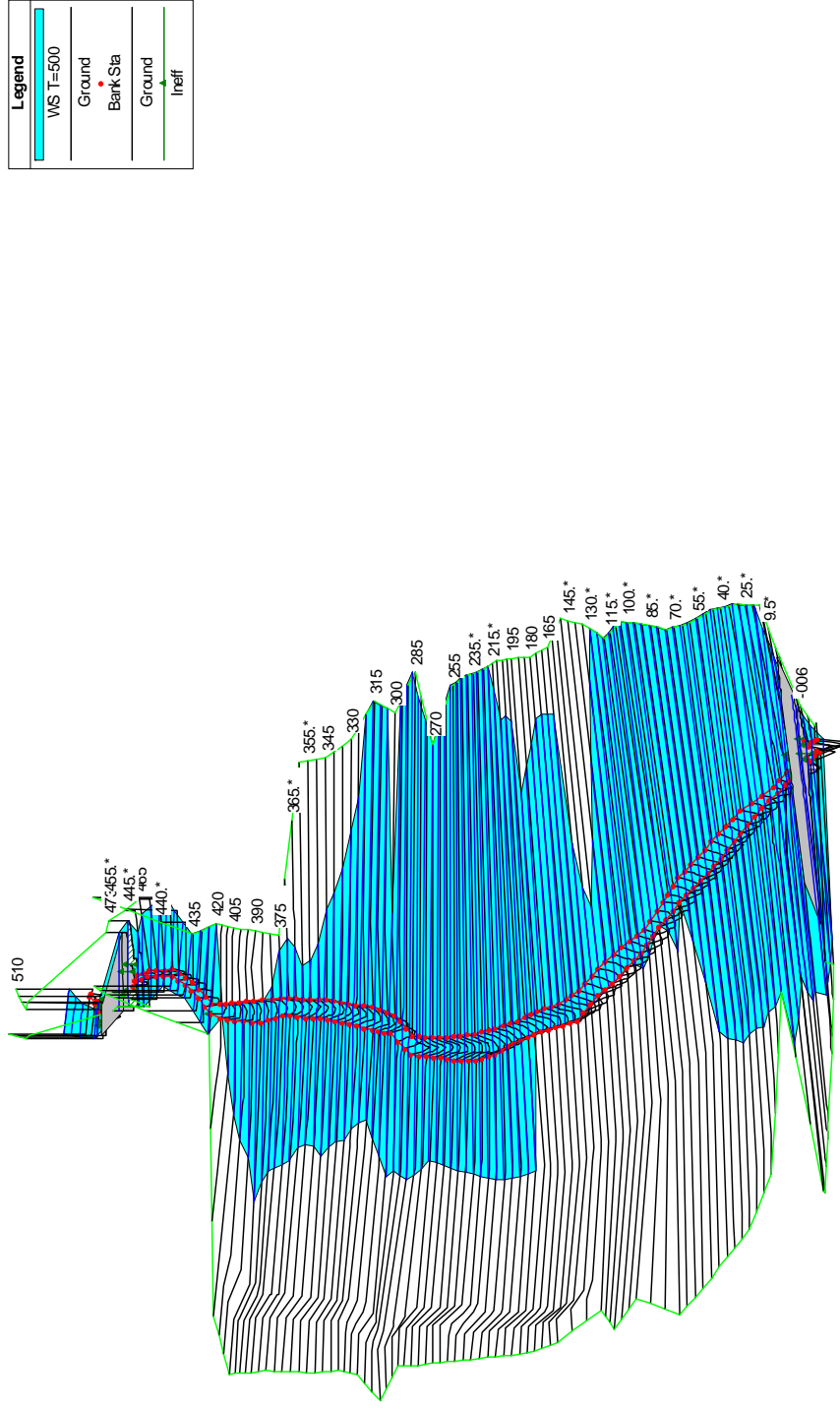
Legend	
—	Vel Chnl T=500
- - -	Vel Right T=500
- - -	Vel Left T=500



PERFIL DE VELOCIDADES

AVENIDA T=500 AÑOS

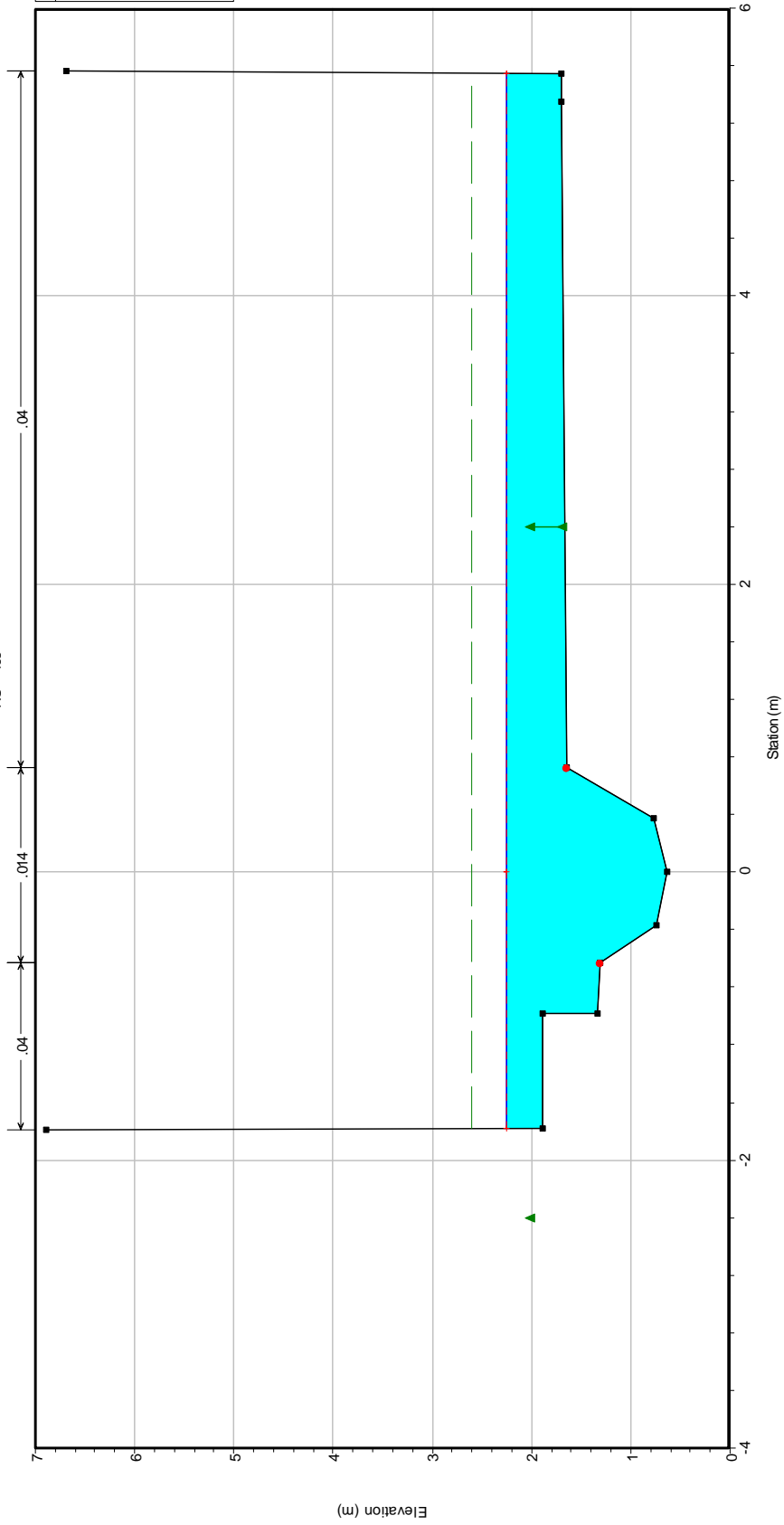
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01



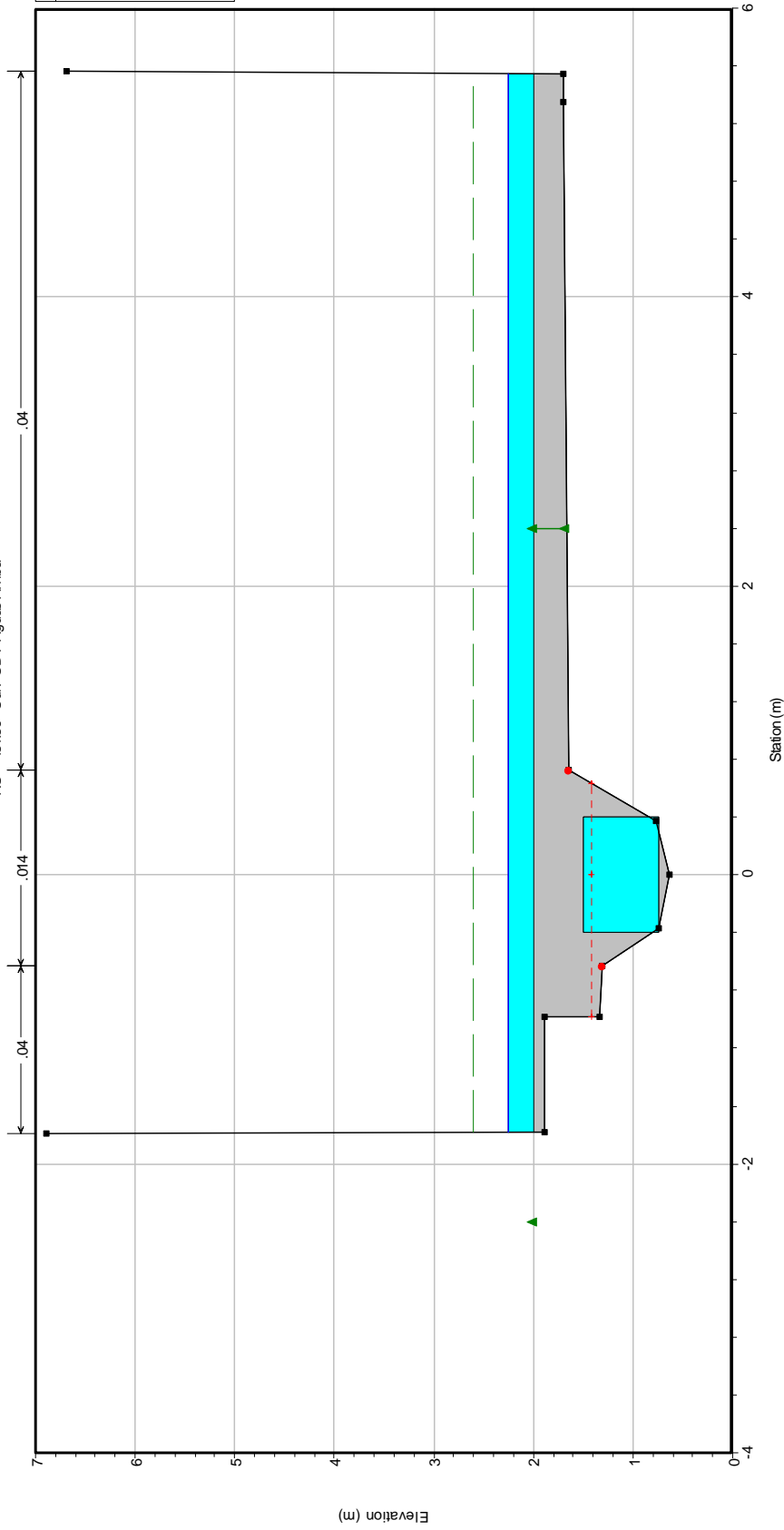
PERSPECTIVA DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN

AVENIDA T=500 AÑOS. SECCIONES TRANSVERSALES

Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01
RS=485

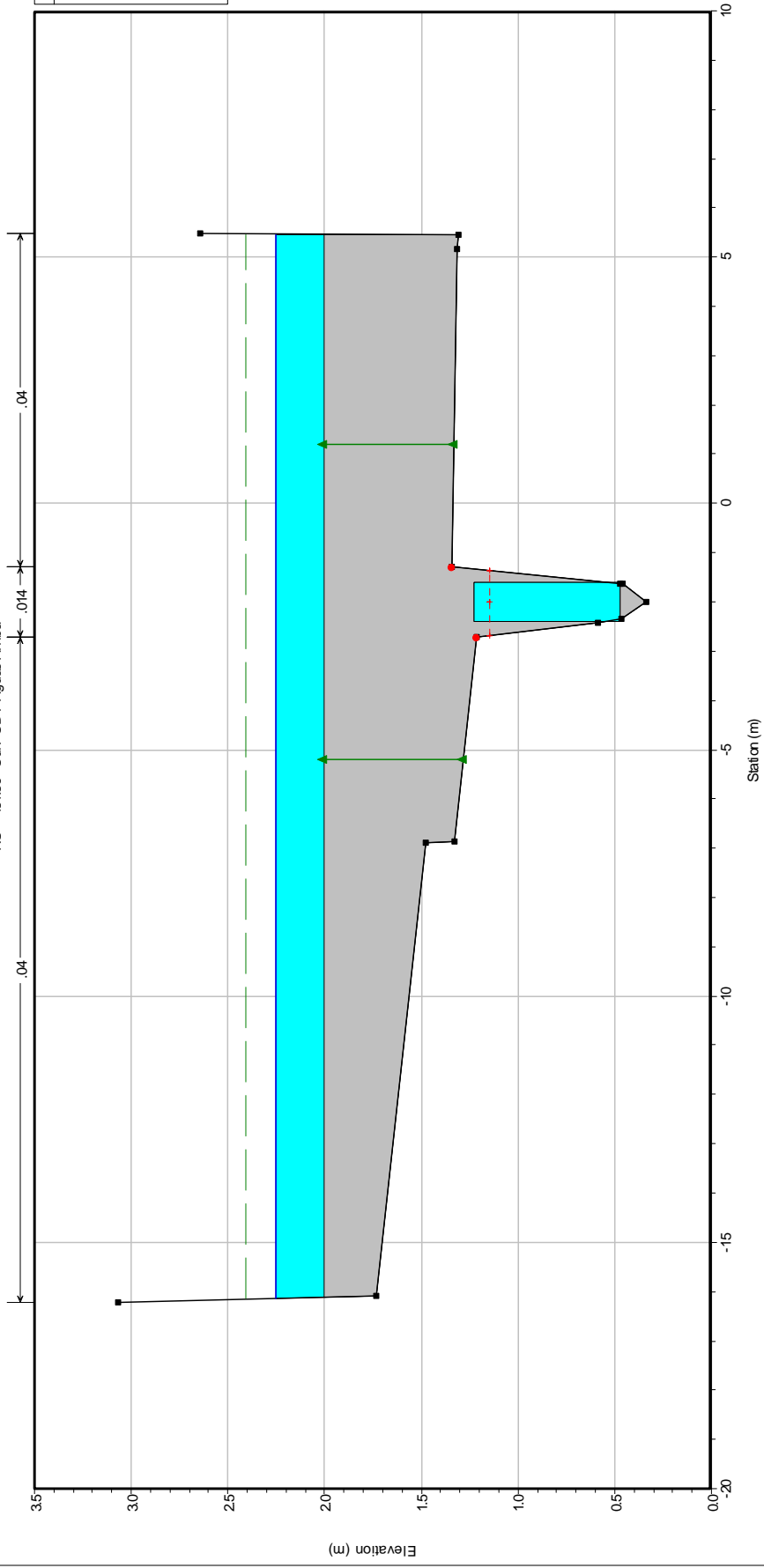


Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01
 RS = 484.39 Cully ODT Aguas Arriba

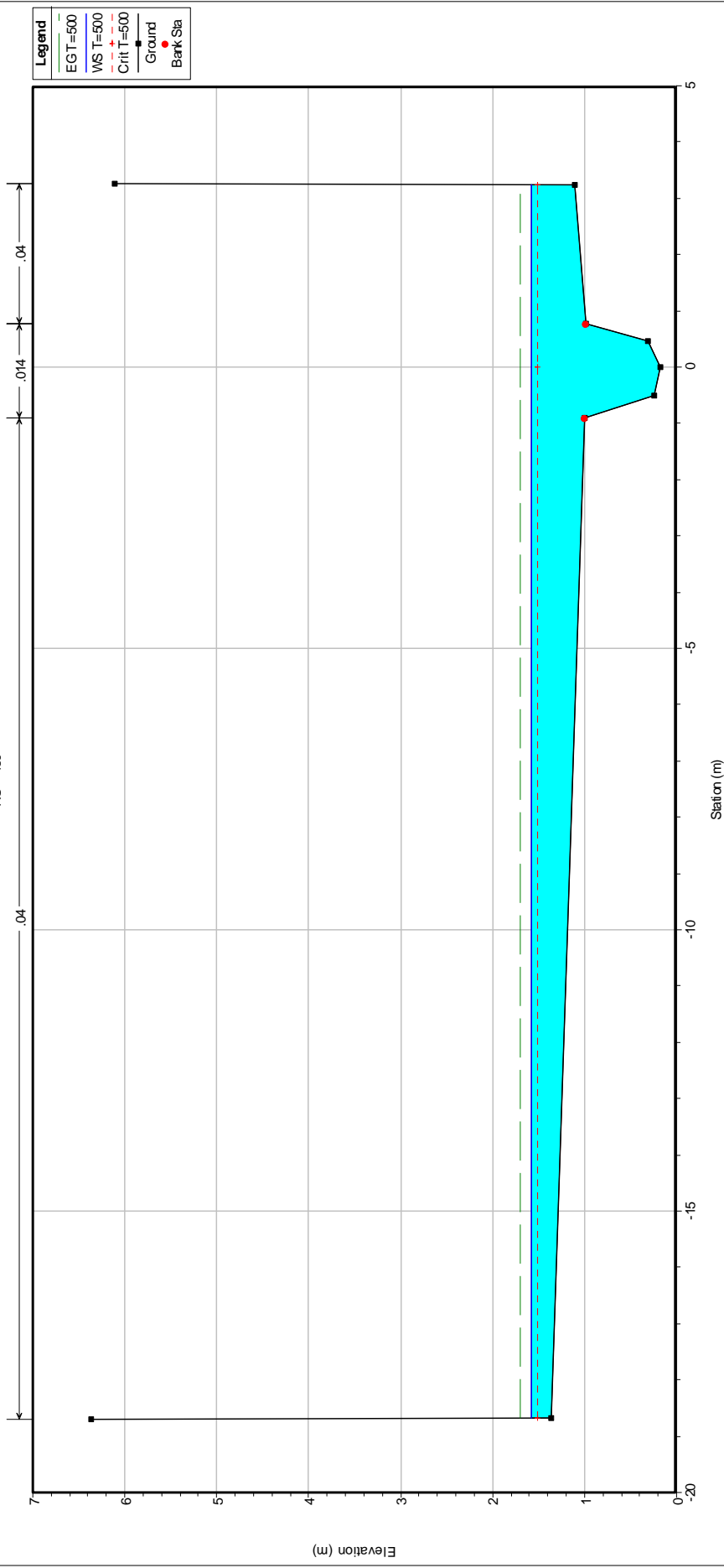


Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = 484.39 Cully ODT Aguas Arriba

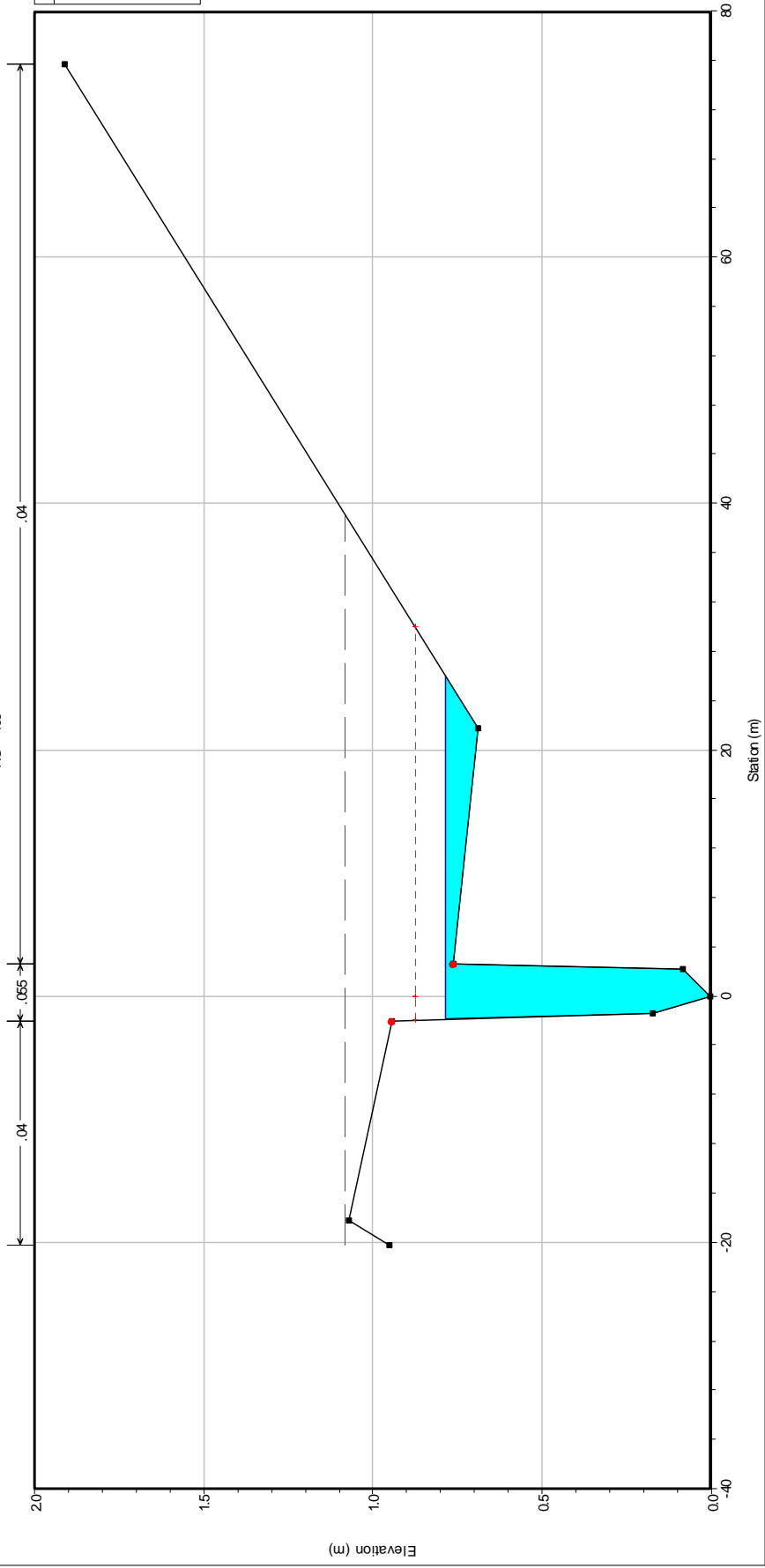


Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01
RS = 460



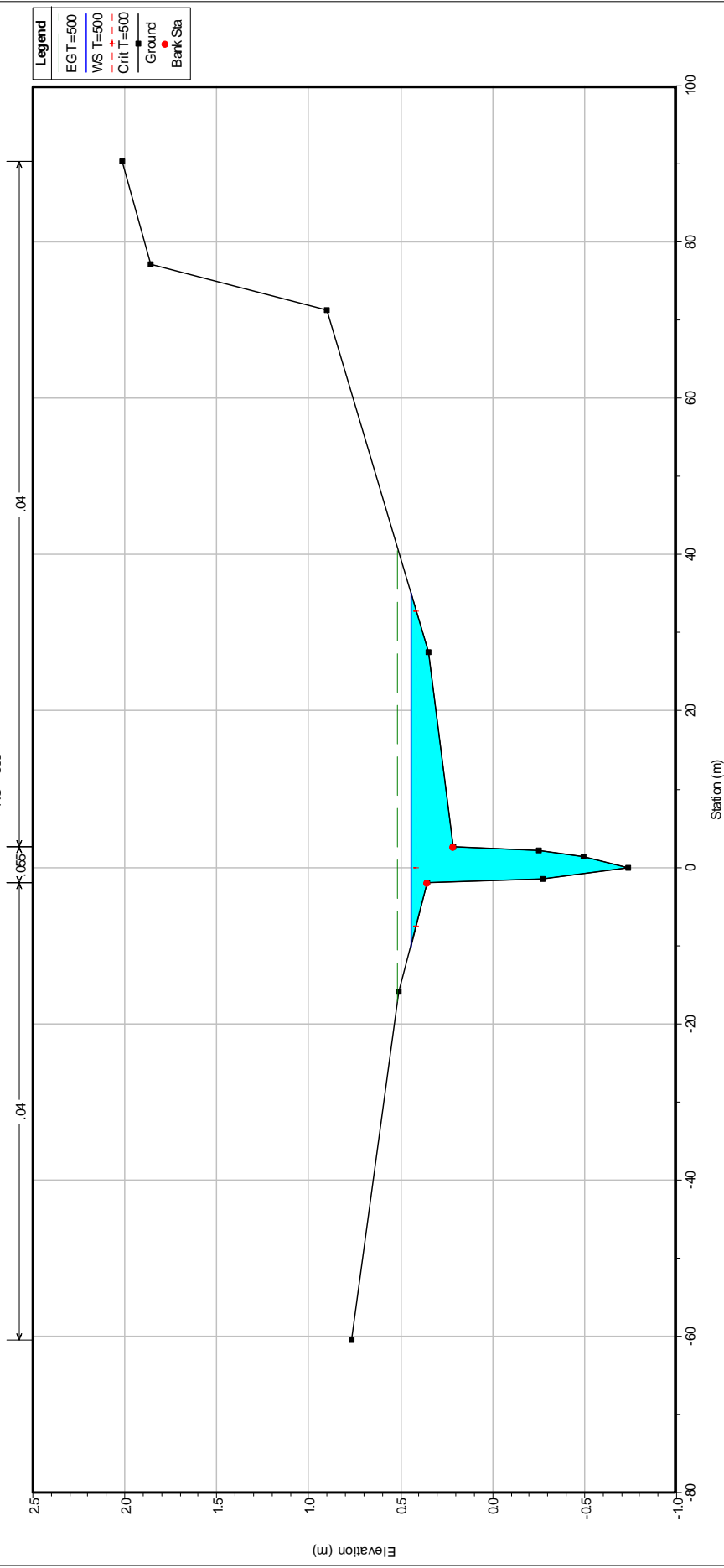
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = 405



Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = 360

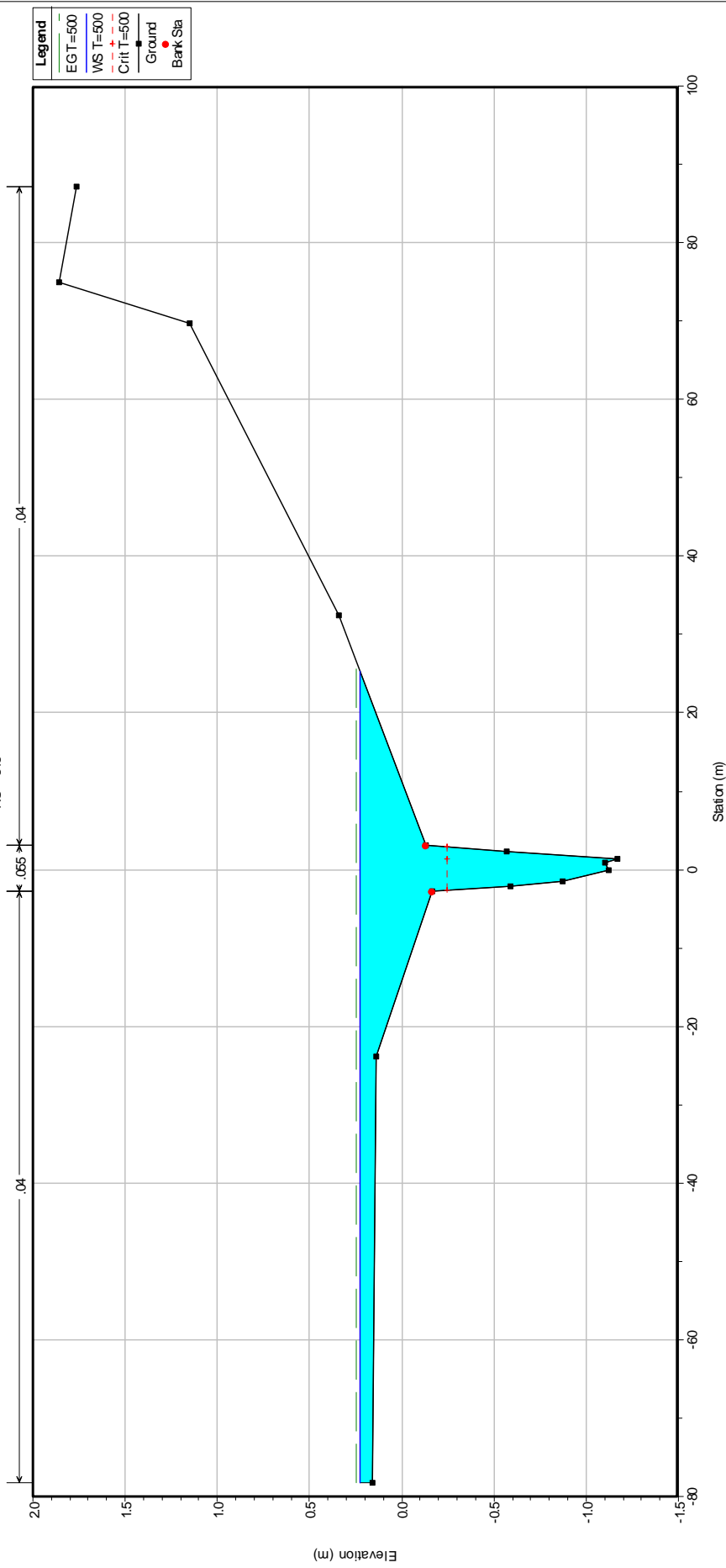


Legend

EG T=500	Green dashed line
WS T=500	Blue solid line
Crit T=500	Red dashed line
Ground	Black square
Bank Sta	Red dot

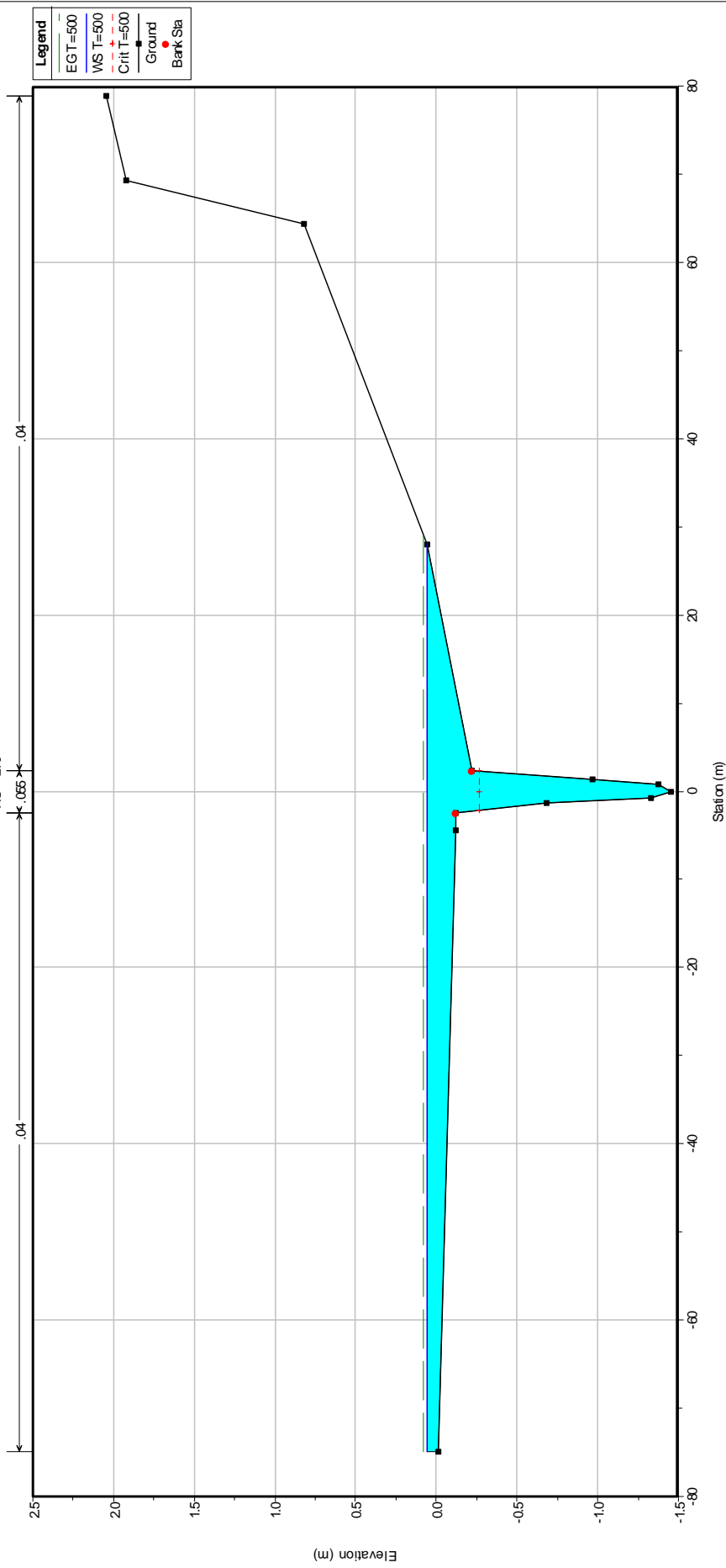
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = 315



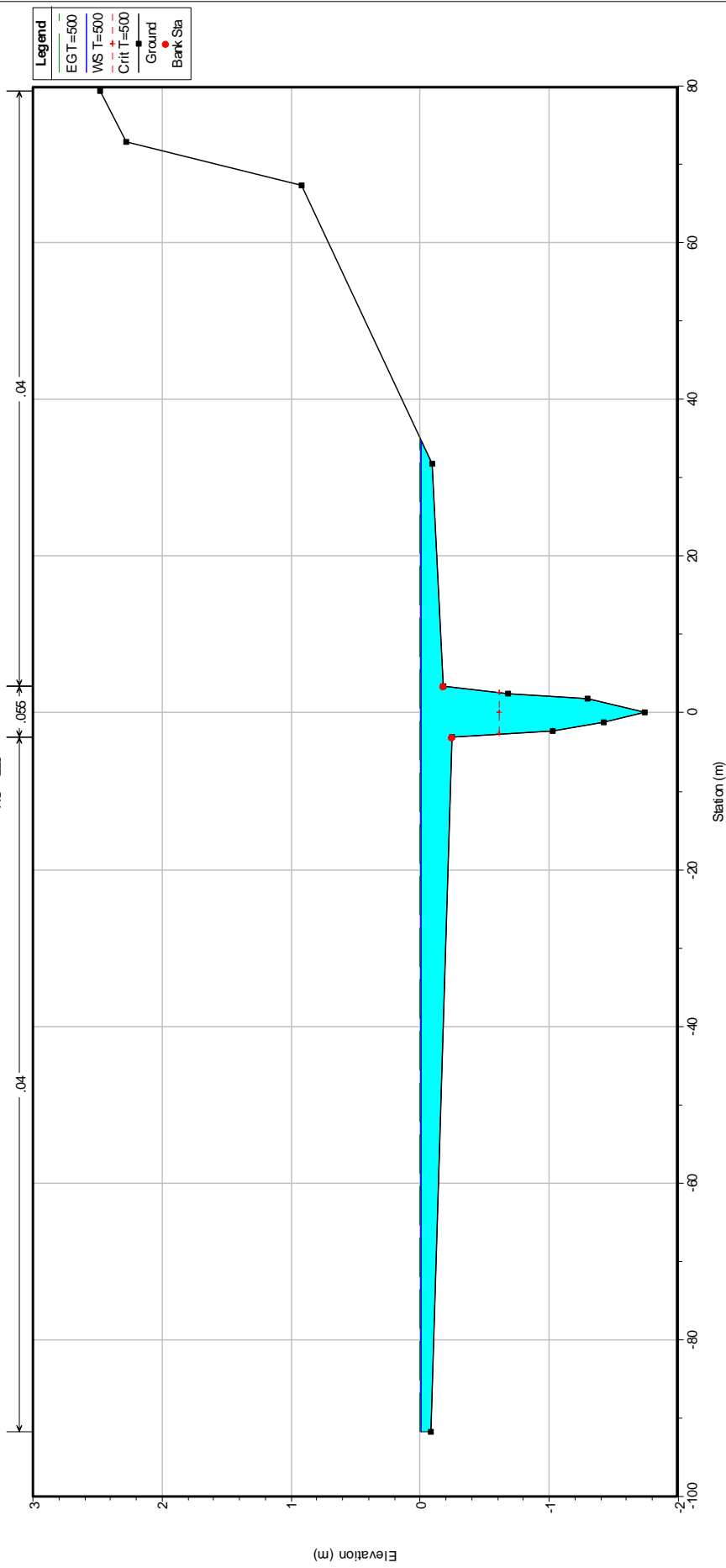
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = 270



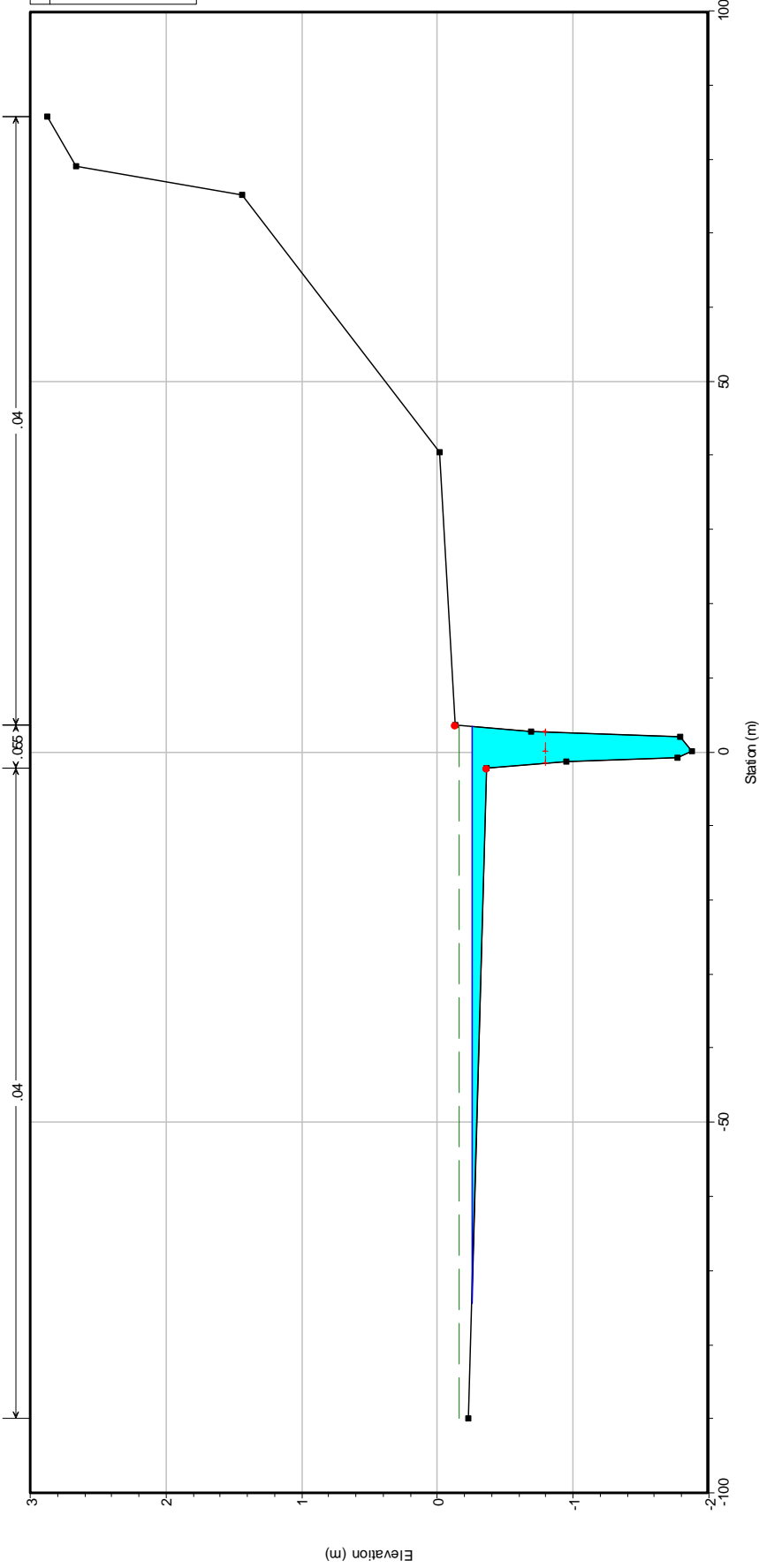
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = 225



Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

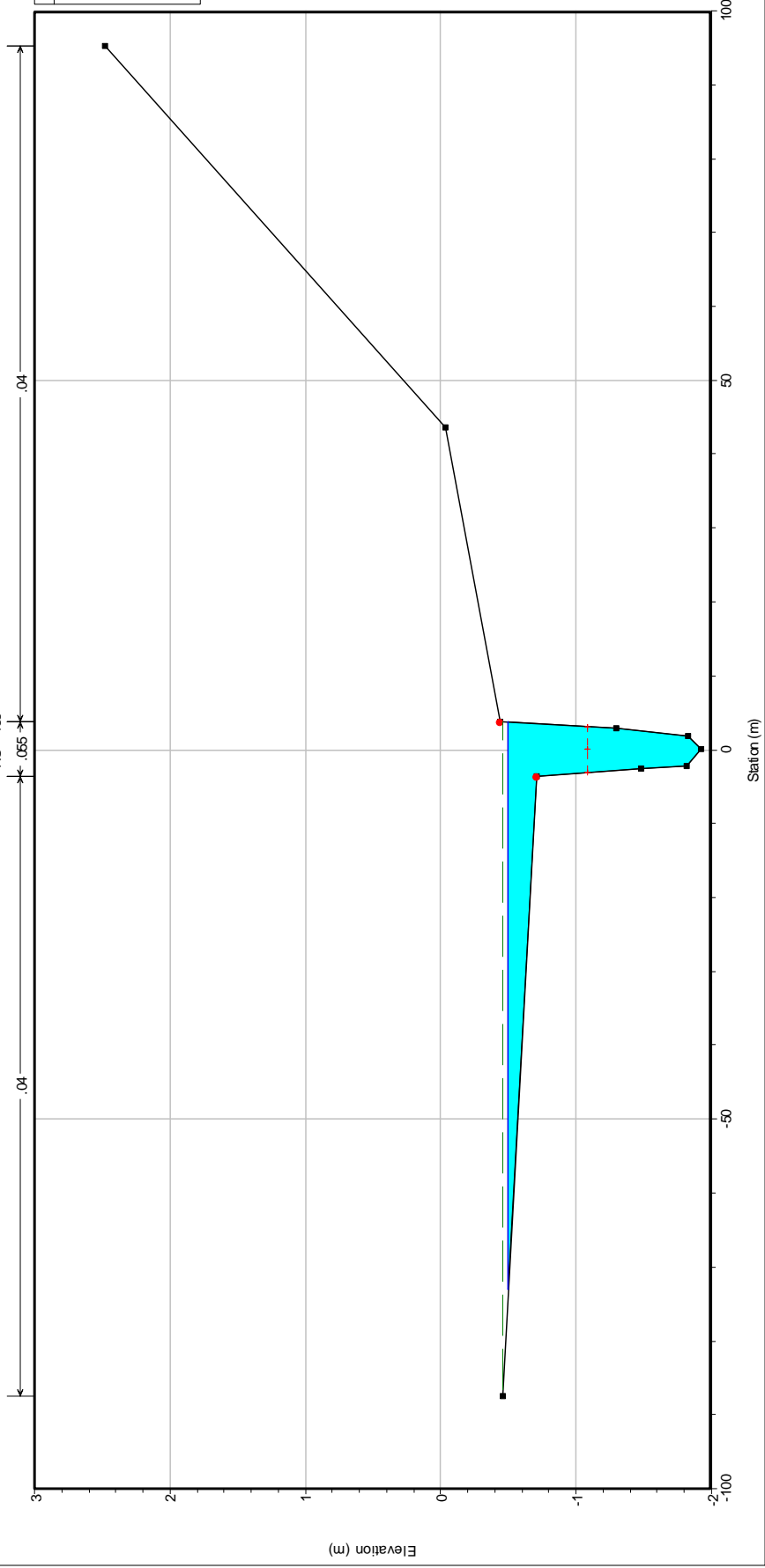
RS = 180



- Legend
- EGT=500
 - WS T=500
 - Crit T=500
 - Ground
 - Bank Sta

Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

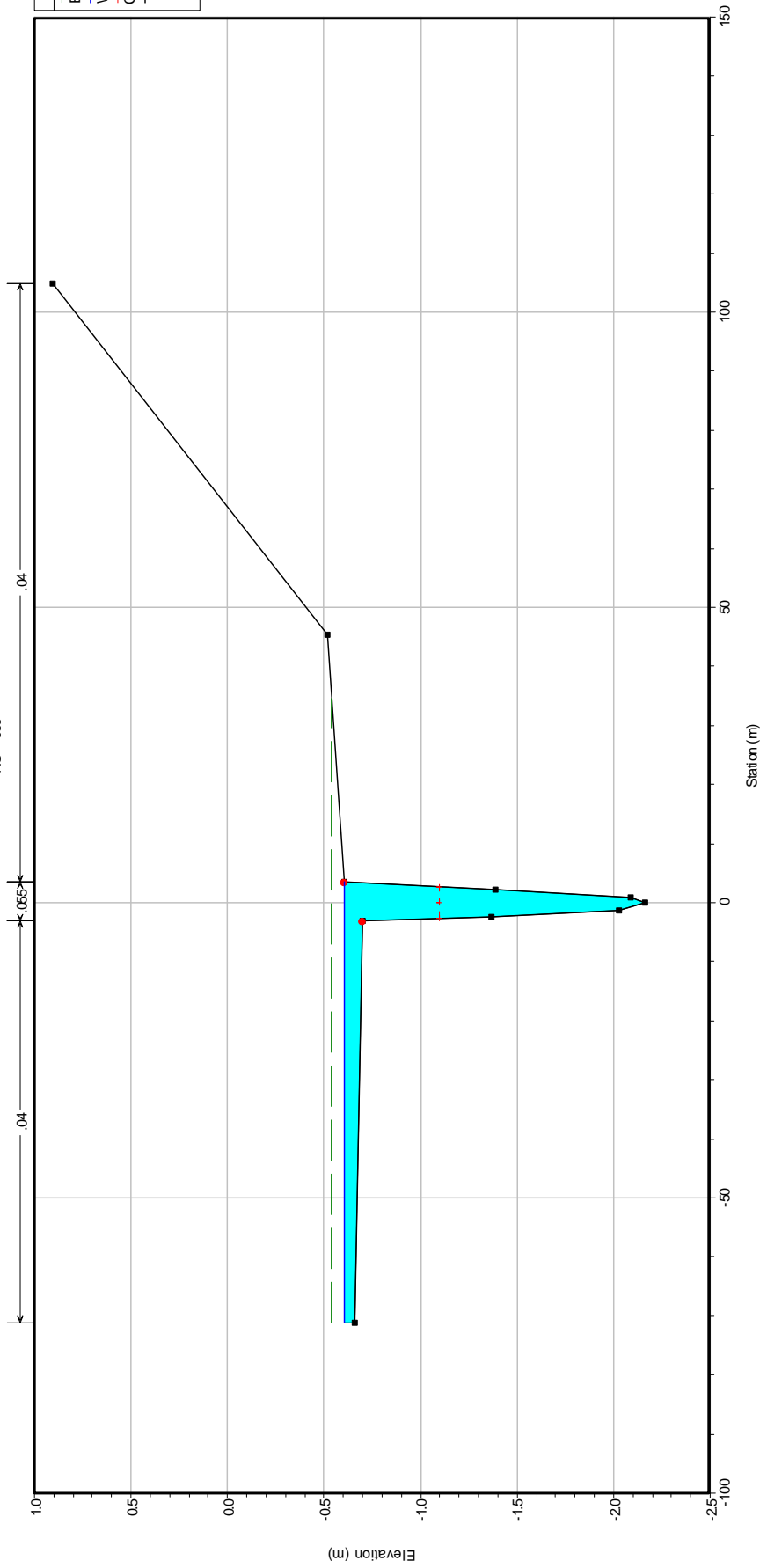
RS = 135



- Legend
- EGT=500
 - WS T=500
 - Crit T=500
 - Ground
 - Bank Sta

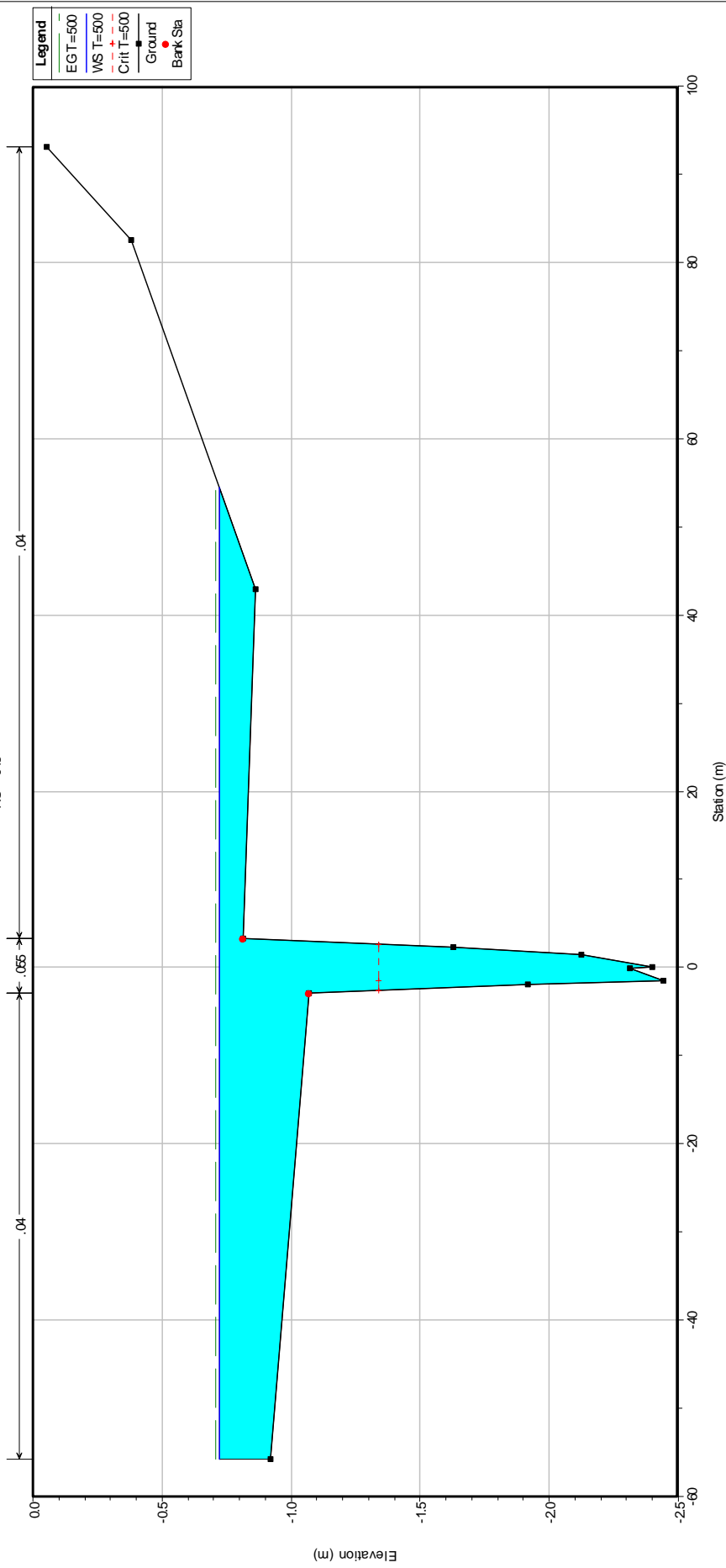
Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = 000

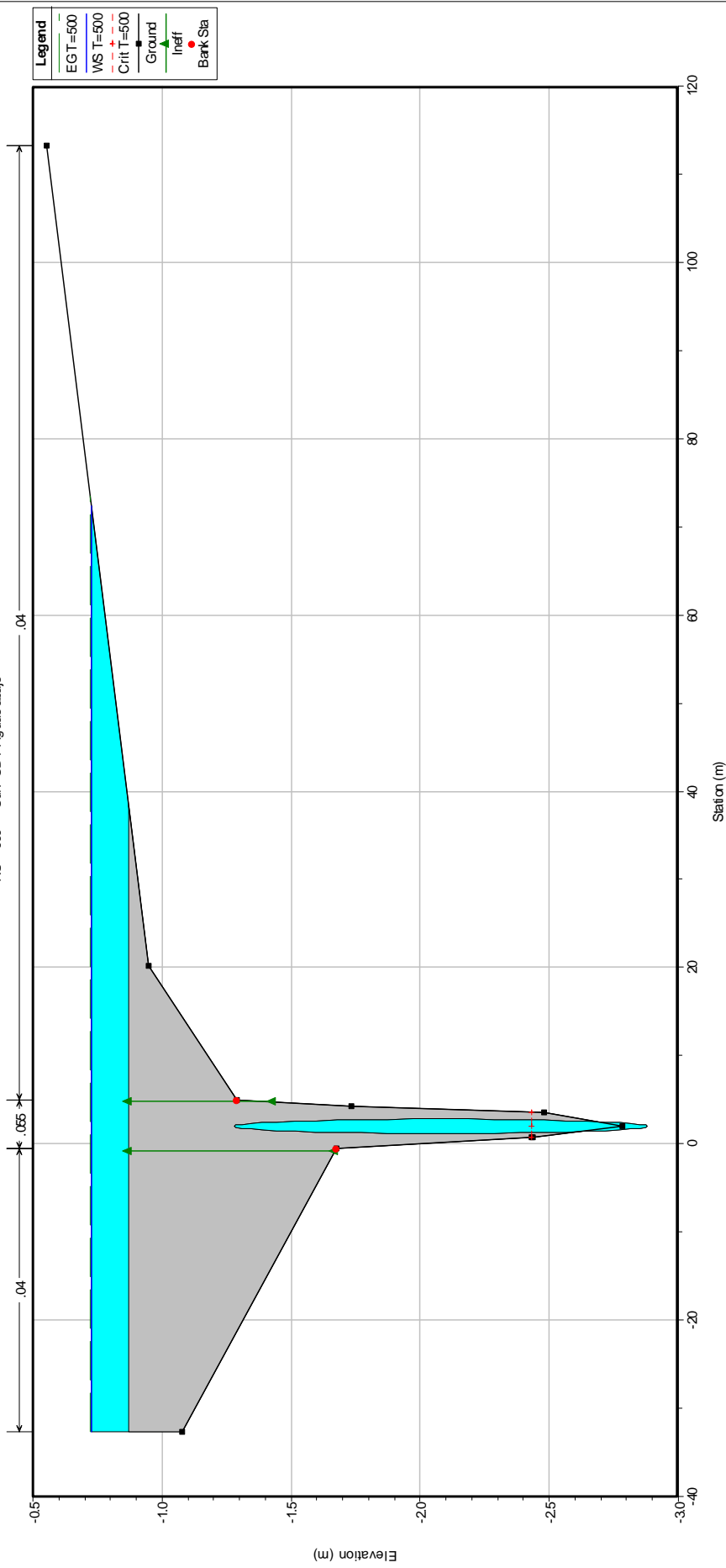


Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

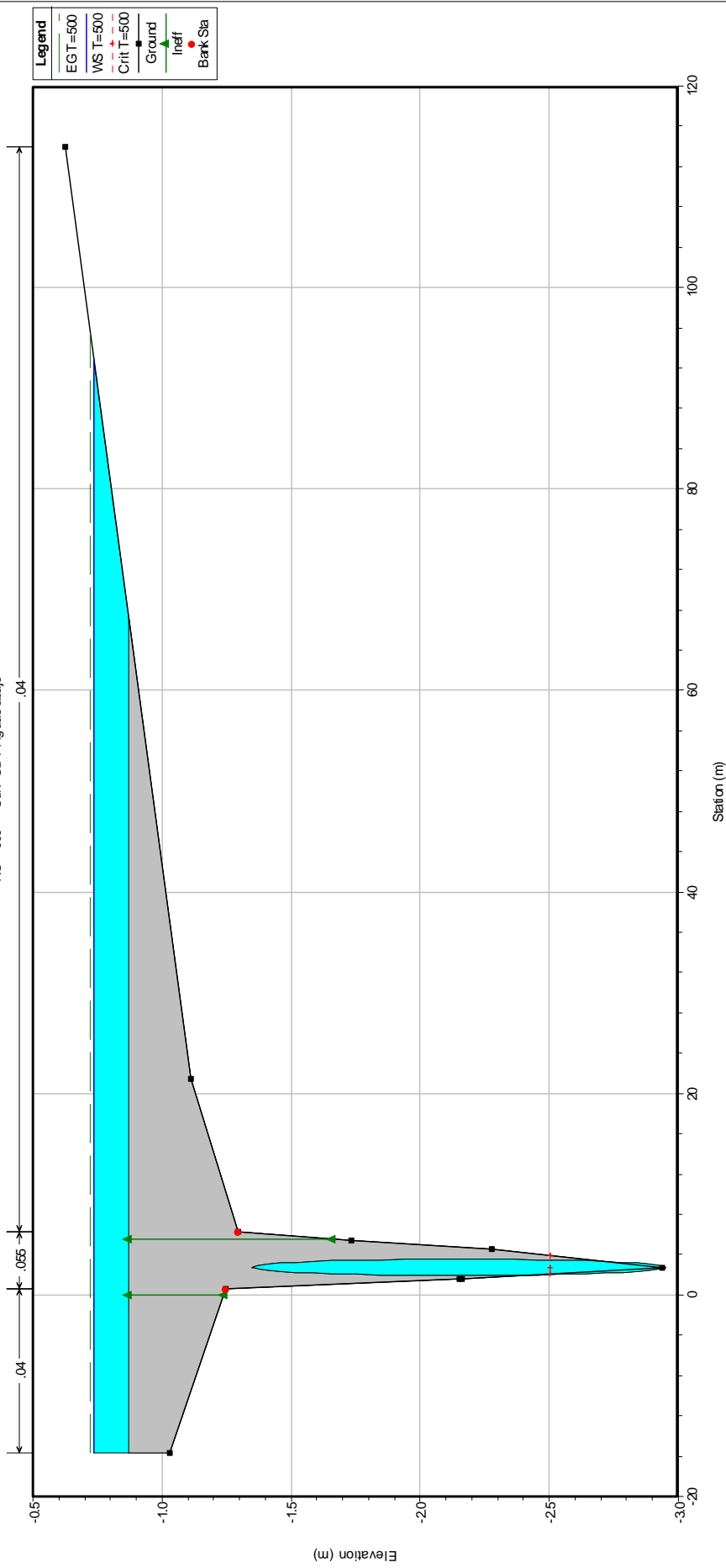
RS = 046



Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01
RS = 000 Cuv ODT Aguas abajo

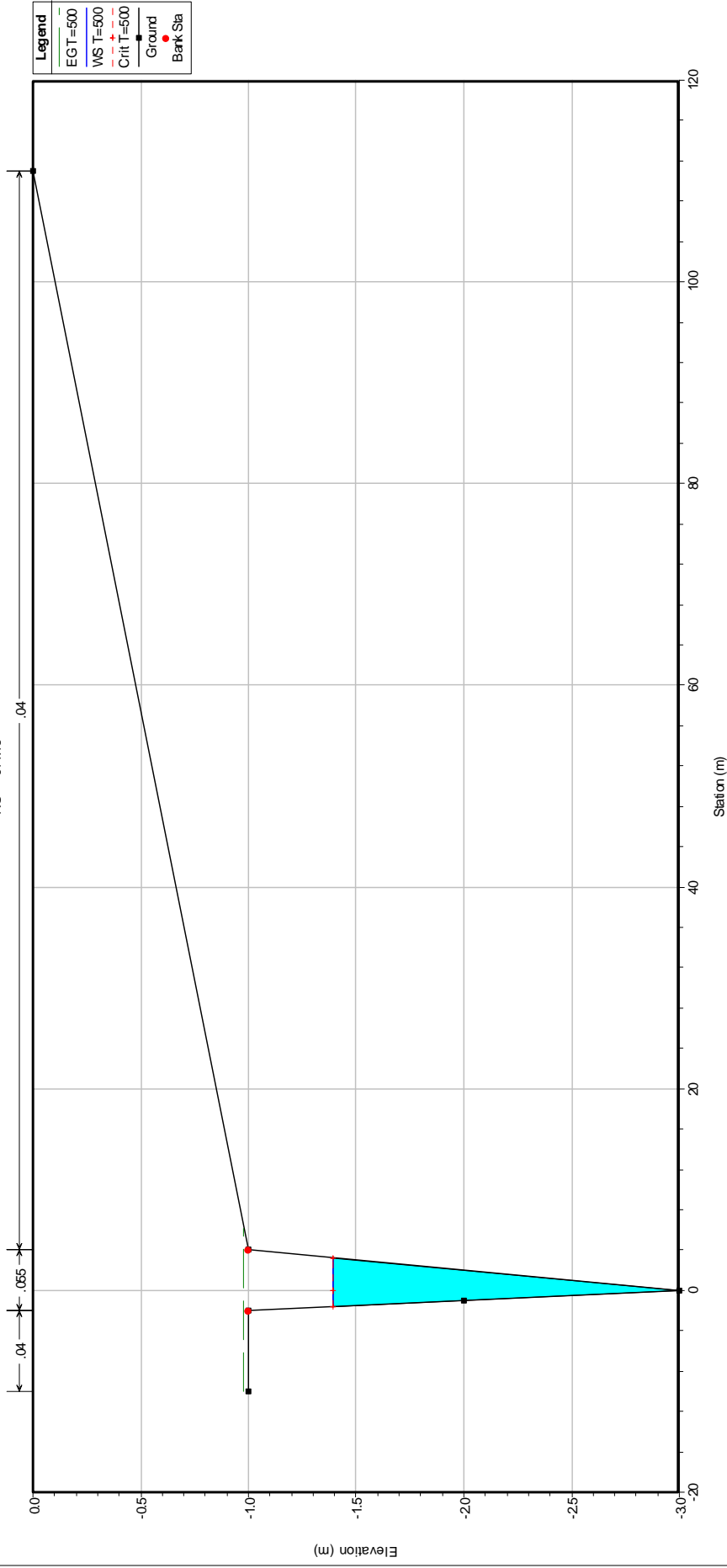


Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01
 RS = 000 Culv ODT Aguas abajo



Castrillo01 Plan: PLANCASTRILLO01

RS = -01446



HEC-RAS Plan: PLAN01 River: San Martin Reach: Castrillo

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
Castrillo	510	M.C.O. (T=3.50)	0.41	0.65	1.13	1.18	1.36	0.010002	2.12	0.19	0.65	1.24	
Castrillo	510	T=100	4.86	0.65	2.39	1.72	2.40	0.000214	0.86	12.55	11.96	0.23	
Castrillo	510	T=500	8.46	0.65	2.79	1.86	2.81	0.000240	1.07	17.35	11.97	0.25	
Castrillo	495	M.C.O. (T=3.50)	0.41	0.64	1.23	1.00	1.26	0.000786	0.84	0.49	1.14	0.41	
Castrillo	495	T=100	4.86	0.64	2.15	2.01	2.31	0.001260	2.05	4.53	7.33	0.58	
Castrillo	495	T=500	8.46	0.64	2.26	2.26	2.60	0.002654	3.13	5.27	7.33	0.85	
Castrillo	484.39		Culvert										
Castrillo	473	M.C.O. (T=3.50)	0.41	0.34	0.61	0.71	0.94	0.016194	2.54	0.16	0.87	1.88	
Castrillo	473	T=100	4.86	0.34	1.65	1.65	1.90	0.002613	2.53	3.25	18.66	0.80	
Castrillo	473	T=500	8.46	0.34	1.89	1.89	2.23	0.002977	3.10	4.77	21.55	0.88	
Castrillo	465	M.C.O. (T=3.50)	0.41	0.23	0.51	0.60	0.81	0.014447	2.44	0.17	0.87	1.77	
Castrillo	465	T=100	4.86	0.23	1.45	1.51	1.68	0.003021	2.51	4.59	18.82	0.83	
Castrillo	465	T=500	8.46	0.23	1.58	1.67	1.86	0.003913	3.10	7.21	23.24	0.97	
Castrillo	450	M.C.O. (T=3.50)	0.41	0.17	0.43	0.48	0.62	0.008370	1.92	0.21	1.13	1.41	
Castrillo	450	T=100	4.86	0.17	1.23	1.38	1.61	0.003862	2.95	3.17	15.52	1.03	
Castrillo	450	T=500	8.46	0.17	1.57	1.52	1.71	0.001355	2.20	10.24	21.92	0.65	
Castrillo	435	M.C.O. (T=3.50)	0.41	0.11	0.31	0.35	0.47	0.009154	1.78	0.23	1.60	1.49	
Castrillo	435	T=100	4.86	0.11	0.93	1.19	1.52	0.006469	3.40	1.43	2.25	1.36	
Castrillo	435	T=500	8.46	0.11	1.39	1.43	1.67	0.001945	2.64	6.61	16.92	0.81	
Castrillo	420	M.C.O. (T=3.50)	0.41	0.05	0.33	0.25	0.36	0.001079	0.80	0.51	2.30	0.54	
Castrillo	420	T=100	4.86	0.05	0.64	0.87	1.39	0.009905	3.83	1.27	2.50	1.71	
Castrillo	420	T=500	8.46	0.05	1.12	1.29	1.60	0.003663	3.17	4.22	28.34	1.06	
Castrillo	405	M.C.O. (T=3.50)	0.41	0.00	0.30	0.17	0.31	0.004926	0.46	0.88	3.83	0.31	
Castrillo	405	T=100	4.86	0.00	0.78	0.62	0.88	0.015193	1.52	4.05	27.54	0.60	
Castrillo	405	T=500	8.46	0.00	0.79	0.88	1.08	0.042589	2.55	4.25	27.86	1.01	
Castrillo	390	M.C.O. (T=3.50)	0.41	-0.02	0.16	0.13	0.19	0.028993	0.75	0.55	4.59	0.69	
Castrillo	390	T=100	4.86	-0.02	0.60	0.58	0.65	0.009732	1.11	6.11	38.57	0.49	
Castrillo	390	T=500	8.46	-0.02	0.69	0.64	0.74	0.008795	1.16	10.15	49.54	0.48	
Castrillo	375	M.C.O. (T=3.50)	0.41	-0.54	-0.20	-0.31	-0.18	0.008773	0.60	0.68	3.15	0.41	
Castrillo	375	T=100	4.86	-0.54	0.47	0.20	0.52	0.005988	1.08	6.52	38.44	0.39	
Castrillo	375	T=500	8.46	-0.54	0.58	0.51	0.62	0.005535	1.13	11.40	53.66	0.39	

HEC-RAS Plan: PLAN01 River: San Martin Reach: Castrillo (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl
Castrillo	360	M.C.O. (T=3.50)	0.41	-0.74	-0.38	-0.46	-0.35	0.018513	0.79	0.52	2.81	0.58	
Castrillo	360	T=100	4.86	-0.74	0.31	0.05	0.40	0.010243	1.36	4.26	22.81	0.51	
Castrillo	360	T=500	8.46	-0.74	0.45	0.42	0.52	0.008780	1.40	8.80	45.27	0.49	
Castrillo	345	M.C.O. (T=3.50)	0.41	-0.92	-0.55	-0.72	-0.54	0.004159	0.47	0.86	3.20	0.29	
Castrillo	345	T=100	4.86	-0.92	0.23	-0.20	0.28	0.005031	1.05	5.75	29.24	0.37	
Castrillo	345	T=500	8.46	-0.92	0.34	0.04	0.39	0.005529	1.20	10.94	61.25	0.39	
Castrillo	330	M.C.O. (T=3.50)	0.41	-1.08	-0.62	-0.85	-0.61	0.003306	0.45	0.90	2.90	0.26	
Castrillo	330	T=100	4.86	-1.08	0.15	-0.27	0.20	0.005305	1.06	5.75	42.24	0.37	
Castrillo	330	T=500	8.46	-1.08	0.26	0.20	0.30	0.004969	1.12	12.50	77.16	0.37	
Castrillo	315	M.C.O. (T=3.50)	0.41	-1.17	-0.64	-0.95	-0.64	0.001043	0.28	1.46	4.19	0.15	
Castrillo	315	T=100	4.86	-1.17	0.13	-0.47	0.14	0.001496	0.64	10.54	42.12	0.21	
Castrillo	315	T=500	8.46	-1.17	0.23	-0.24	0.24	0.001817	0.76	19.43	103.66	0.24	
Castrillo	300	M.C.O. (T=3.50)	0.41	-1.17	-0.69	-0.94	-0.68	0.003193	0.47	0.88	2.59	0.26	
Castrillo	300	T=100	4.86	-1.17	0.06	-0.30	0.10	0.004458	0.96	7.35	50.52	0.34	
Castrillo	300	T=500	8.46	-1.17	0.14	0.08	0.18	0.006253	1.20	11.39	65.75	0.41	
Castrillo	285	M.C.O. (T=3.50)	0.41	-1.32	-0.83	-0.92	-0.79	0.018952	0.91	0.45	1.81	0.58	
Castrillo	285	T=100	4.86	-1.32	0.02	-0.22	0.03	0.001351	0.48	17.38	117.99	0.18	
Castrillo	285	T=500	8.46	-1.32	0.10	-0.02	0.11	0.001127	0.47	27.18	125.69	0.17	
Castrillo	270	M.C.O. (T=3.50)	0.41	-1.45	-1.05	-1.21	-1.03	0.007227	0.64	0.65	2.20	0.37	
Castrillo	270	T=100	4.86	-1.45	-0.07	-0.56	-0.02	0.005071	1.05	6.32	56.67	0.36	
Castrillo	270	T=500	8.46	-1.45	0.06	-0.26	0.08	0.002939	0.87	17.31	103.07	0.28	
Castrillo	255	M.C.O. (T=3.50)	0.41	-1.57	-1.12	-1.35	-1.11	0.003084	0.45	0.90	2.69	0.25	
Castrillo	255	T=100	4.86	-1.57	-0.12	-0.75	-0.08	0.003180	0.87	7.32	75.79	0.29	
Castrillo	255	T=500	8.46	-1.57	0.04	-0.48	0.05	0.001275	0.61	24.12	119.31	0.19	
Castrillo	240	M.C.O. (T=3.50)	0.52	-1.68	-1.15	-1.46	-1.14	0.001843	0.39	1.32	3.33	0.20	
Castrillo	240	T=100	5.82	-1.68	-0.16	-0.85	-0.12	0.003096	0.89	7.53	50.60	0.29	
Castrillo	240	T=500	10.08	-1.68	0.01	-0.57	0.03	0.001366	0.67	26.16	123.45	0.20	
Castrillo	225	M.C.O. (T=3.50)	0.52	-1.74	-1.19	-1.41	-1.18	0.003462	0.47	1.12	3.71	0.27	
Castrillo	225	T=100	5.82	-1.74	-0.22	-0.86	-0.17	0.003514	0.96	6.30	22.25	0.31	
Castrillo	225	T=500	10.08	-1.74	-0.01	-0.61	0.01	0.001487	0.71	25.19	126.54	0.21	

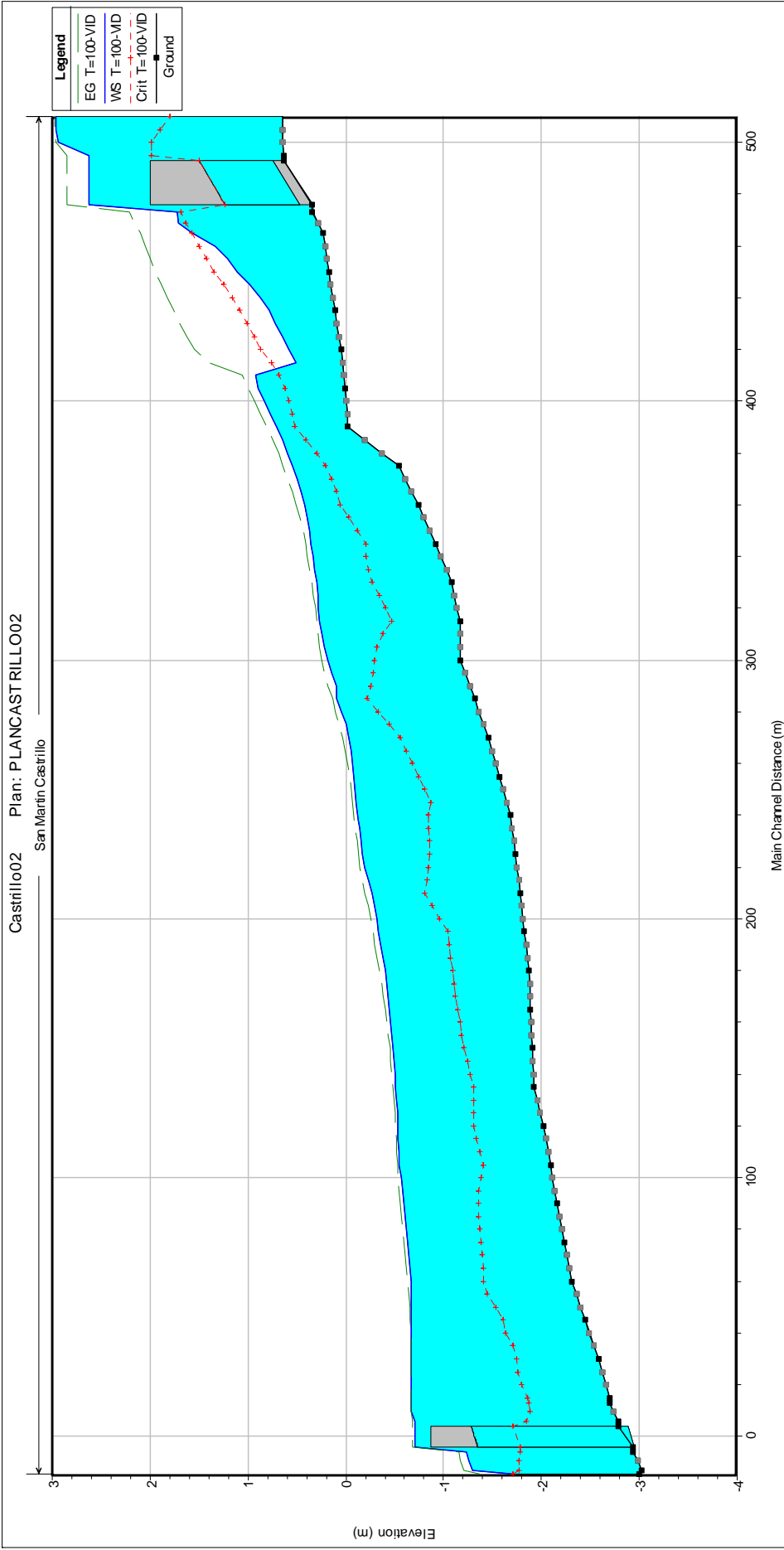
HEC-RAS Plan: PLAN01 River: San Martin Reach: Castrillo (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Castrillo	210	M.C.O. (T=3.50)	0.52	-1.78	-1.30	-1.42	-1.27	0.011104	0.74	0.70	2.74	0.47
Castrillo	210	T=100	5.82	-1.78	-0.30	-0.80	-0.24	0.005546	1.15	6.23	29.54	0.38
Castrillo	210	T=500	10.08	-1.78	-0.04	-0.52	-0.02	0.001801	0.74	22.65	113.94	0.23
Castrillo	195	M.C.O. (T=3.50)	0.52	-1.82	-1.38	-1.62	-1.37	0.002682	0.44	1.17	3.26	0.24
Castrillo	195	T=100	5.82	-1.82	-0.39	-1.05	-0.33	0.004942	1.12	5.21	5.19	0.36
Castrillo	195	T=500	10.08	-1.82	-0.15	-0.75	-0.07	0.005713	1.32	10.72	60.49	0.39
Castrillo	180	M.C.O. (T=3.50)	0.52	-1.88	-1.42	-1.67	-1.41	0.002377	0.43	1.22	3.26	0.22
Castrillo	180	T=100	5.82	-1.88	-0.48	-1.10	-0.41	0.005563	1.16	5.00	5.07	0.37
Castrillo	180	T=500	10.08	-1.88	-0.25	-0.80	-0.16	0.007080	1.43	10.22	77.91	0.43
Castrillo	165	M.C.O. (T=3.50)	0.52	-1.89	-1.46	-1.65	-1.45	0.003351	0.45	1.15	3.92	0.27
Castrillo	165	T=100	5.82	-1.89	-0.54	-1.15	-0.49	0.004273	1.02	5.69	6.23	0.34
Castrillo	165	T=500	10.08	-1.89	-0.36	-0.89	-0.27	0.006812	1.37	9.56	77.70	0.44
Castrillo	150	M.C.O. (T=3.50)	0.52	-1.91	-1.52	-1.70	-1.51	0.004177	0.46	1.12	4.36	0.29
Castrillo	150	T=100	5.82	-1.91	-0.59	-1.21	-0.55	0.003179	0.92	6.36	6.73	0.30
Castrillo	150	T=500	10.08	-1.91	-0.47	-0.98	-0.37	0.006603	1.39	7.52	22.79	0.44
Castrillo	135	M.C.O. (T=3.50)	0.52	-1.93	-1.57	-1.75	-1.57	0.002935	0.40	1.29	4.77	0.25
Castrillo	135	T=100	5.82	-1.93	-0.62	-1.31	-0.59	0.002179	0.79	8.41	36.29	0.25
Castrillo	135	T=500	10.08	-1.93	-0.50	-1.09	-0.46	0.003024	0.99	15.15	76.74	0.30
Castrillo	120	M.C.O. (T=3.50)	0.52	-2.02	-1.62	-1.83	-1.61	0.002981	0.43	1.20	3.96	0.25
Castrillo	120	T=100	5.82	-2.02	-0.62	-1.31	-0.62	0.000662	0.45	20.19	78.67	0.14
Castrillo	120	T=500	10.08	-2.02	-0.50	-1.07	-0.49	0.000650	0.48	30.45	86.77	0.14
Castrillo	105	M.C.O. (T=3.50)	0.52	-2.09	-1.66	-1.88	-1.65	0.002160	0.37	1.39	4.55	0.22
Castrillo	105	T=100	5.82	-2.09	-0.64	-1.41	-0.63	0.000692	0.47	19.28	76.02	0.14
Castrillo	105	T=500	10.08	-2.09	-0.51	-1.17	-0.50	0.000707	0.50	29.24	81.11	0.15
Castrillo	090	M.C.O. (T=3.50)	0.52	-2.16	-1.71	-1.93	-1.70	0.003429	0.48	1.09	3.42	0.27
Castrillo	090	T=100	5.82	-2.16	-0.70	-1.36	-0.66	0.003433	0.95	6.10	6.37	0.31
Castrillo	090	T=500	10.08	-2.16	-0.60	-1.10	-0.54	0.005303	1.25	11.88	74.57	0.39
Castrillo	075	M.C.O. (T=3.50)	0.52	-2.23	-1.77	-1.96	-1.75	0.004406	0.53	0.99	3.25	0.30
Castrillo	075	T=100	5.82	-2.23	-0.76	-1.38	-0.71	0.003903	1.00	6.32	65.86	0.33
Castrillo	075	T=500	10.08	-2.23	-0.67	-1.12	-0.62	0.004756	1.17	14.21	106.98	0.37
Castrillo	060	M.C.O. (T=3.50)	0.52	-2.31	-1.87	-2.00	-1.85	0.009450	0.68	0.76	3.05	0.43

HEC-RAS Plan: PLAN01 River: San Martin Reach: Castrillo (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Castrillo	060	T=100	5.82	-2.31	-0.81	-1.41	-0.78	0.003338	0.91	9.38	106.55	0.31
Castrillo	060	T=500	10.08	-2.31	-0.70	-1.15	-0.68	0.002241	0.81	21.50	111.54	0.26
Castrillo	045	M.C.O. (T=3.50)	0.58	-2.44	-2.04	-2.18	-2.02	0.008749	0.66	0.88	3.42	0.41
Castrillo	045	T=100	6.27	-2.44	-0.82	-1.61	-0.81	0.001055	0.57	16.59	93.13	0.17
Castrillo	045	T=500	10.85	-2.44	-0.72	-1.34	-0.71	0.001109	0.62	27.57	110.23	0.18
Castrillo	030	M.C.O. (T=3.50)	0.58	-2.59	-2.15	-2.39	-2.14	0.002620	0.44	1.32	3.78	0.24
Castrillo	030	T=100	6.27	-2.59	-0.82	-1.75	-0.82	0.000059	0.16	45.24	97.69	0.04
Castrillo	030	T=500	10.85	-2.59	-0.72	-1.59	-0.72	0.000106	0.23	55.58	102.02	0.06
Castrillo	015	M.C.O. (T=3.50)	0.61	-2.69	-2.18	-2.47	-2.17	0.001920	0.40	1.51	3.89	0.21
Castrillo	015	T=100	6.39	-2.69	-0.82	-1.86	-0.82	0.000065	0.18	42.30	72.51	0.05
Castrillo	015	T=500	11.04	-2.69	-0.72	-1.59	-0.72	0.000126	0.26	50.94	99.59	0.06
Castrillo	013	M.C.O. (T=3.50)	0.61	-2.70	-2.19	-2.48	-2.18	0.002012	0.41	1.49	3.86	0.21
Castrillo	013	T=100	6.39	-2.70	-0.82	-1.87	-0.82	0.000068	0.18	40.87	69.62	0.05
Castrillo	013	T=500	11.04	-2.70	-0.72	-1.59	-0.72	0.000133	0.27	49.22	97.37	0.07
Castrillo	006	M.C.O. (T=3.50)	0.61	-2.78	-2.21	-2.45	-2.20	0.003309	0.50	1.22	3.42	0.27
Castrillo	006	T=100	6.39	-2.78	-0.83	-1.85	-0.82	0.000157	0.27	31.94	81.55	0.07
Castrillo	006	T=500	11.04	-2.78	-0.73	-1.56	-0.72	0.000270	0.37	41.12	104.96	0.09
Castrillo	000		Culvert									
Castrillo	-006	M.C.O. (T=3.50)	0.61	-2.94	-2.25	-2.49	-2.23	0.005591	0.62	0.98	2.80	0.34
Castrillo	-006	T=100	6.39	-2.94	-1.23	-1.79	-1.15	0.005536	1.24	5.16	12.16	0.39
Castrillo	-006	T=500	11.04	-2.94	-0.74	-1.49	-0.73	0.000590	0.51	35.22	108.60	0.14
Castrillo	-013	M.C.O. (T=3.50)	0.61	-3.02	-2.31	-2.53	-2.28	0.008243	0.74	0.83	2.30	0.39
Castrillo	-013	T=100	6.39	-3.02	-1.30	-1.77	-1.21	0.008435	1.34	4.77	5.54	0.46
Castrillo	-013	T=500	11.04	-3.02	-0.74	-1.46	-0.73	0.000585	0.48	36.14	107.59	0.13
Castrillo	-014.46	M.C.O. (T=3.50)	0.61	-3.00	-2.50	-2.50	-2.37	0.062711	1.60	0.38	1.51	1.01
Castrillo	-014.46	T=100	6.39	-3.00	-1.71	-1.71	-1.38	0.045451	2.54	2.51	3.88	1.01
Castrillo	-014.46	T=500	11.04	-3.00	-1.39	-1.39	-0.98	0.042454	2.84	3.88	4.83	1.01

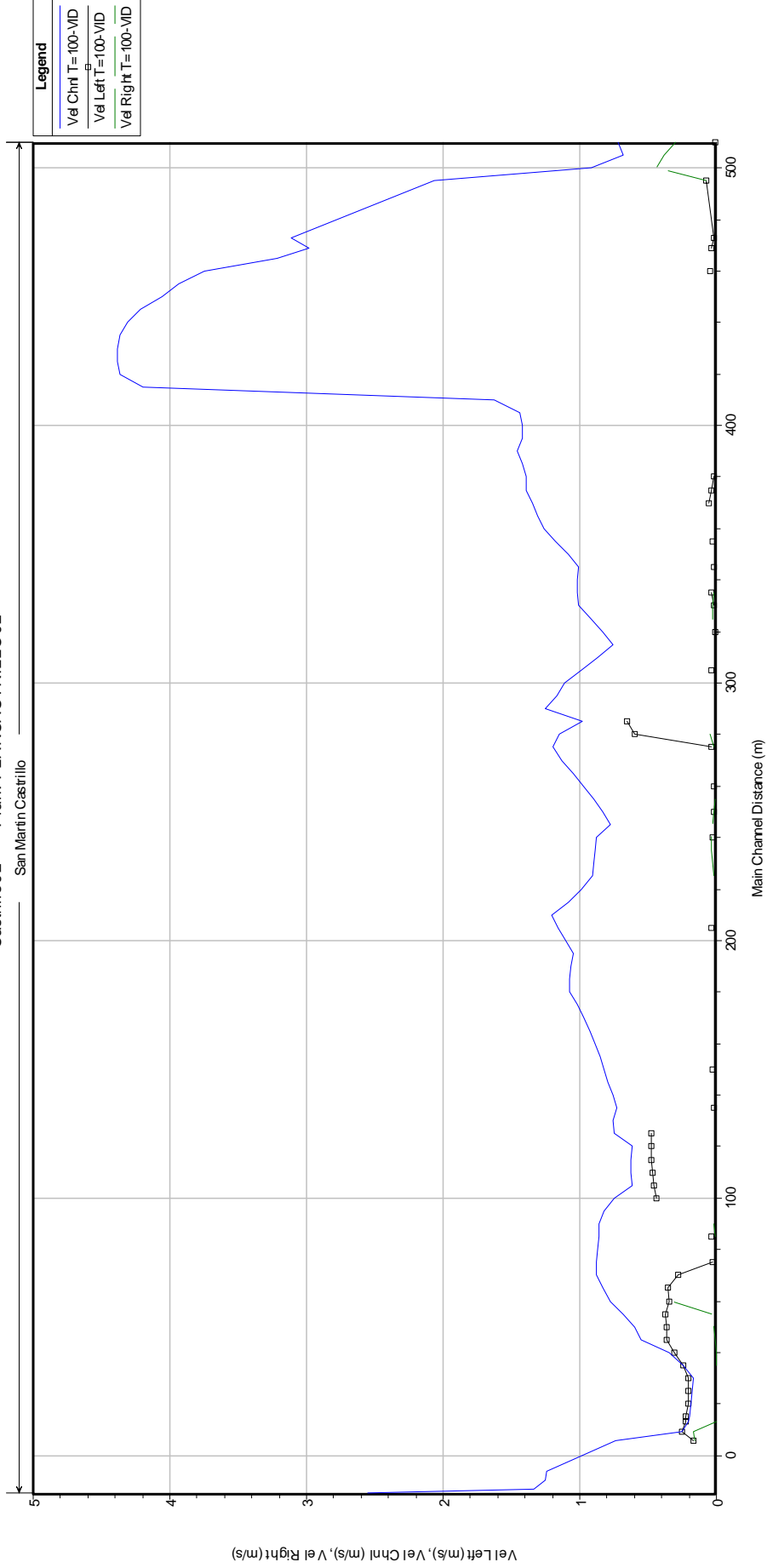
VÍA DE INTENSO DESAGÜE



PERFIL HIDRÁULICO LONGITUDINAL

VÍA DE INTENSO DESAGÜE

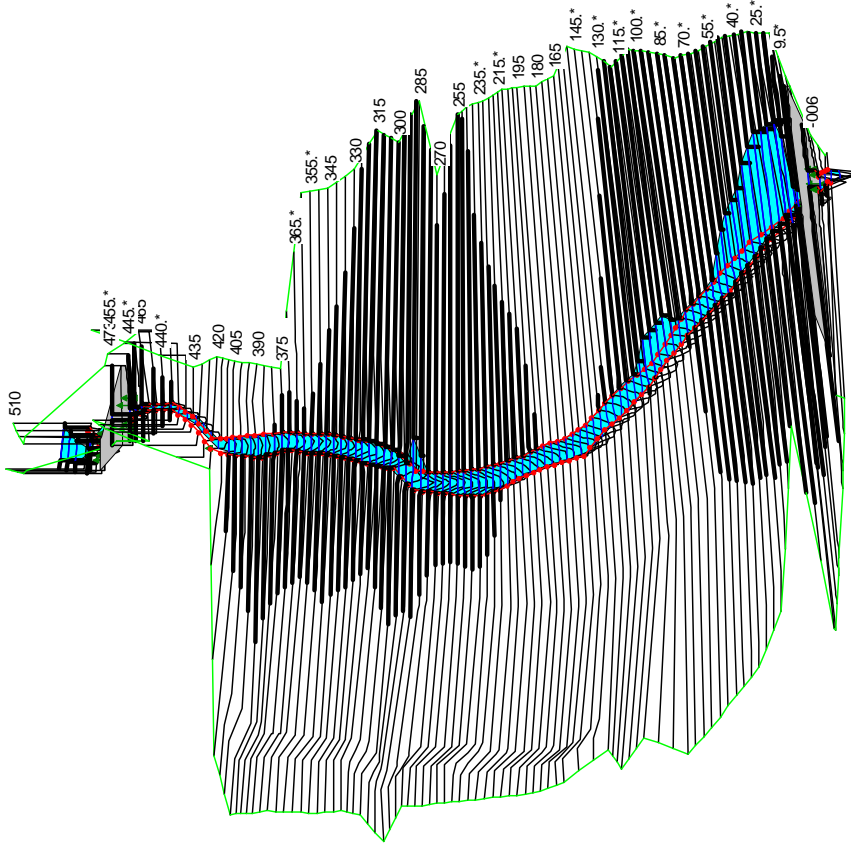
Castrillo02 Plan: PLANCASTRILLO02
San Martín Castrillo



PERFIL DE VELOCIDADES

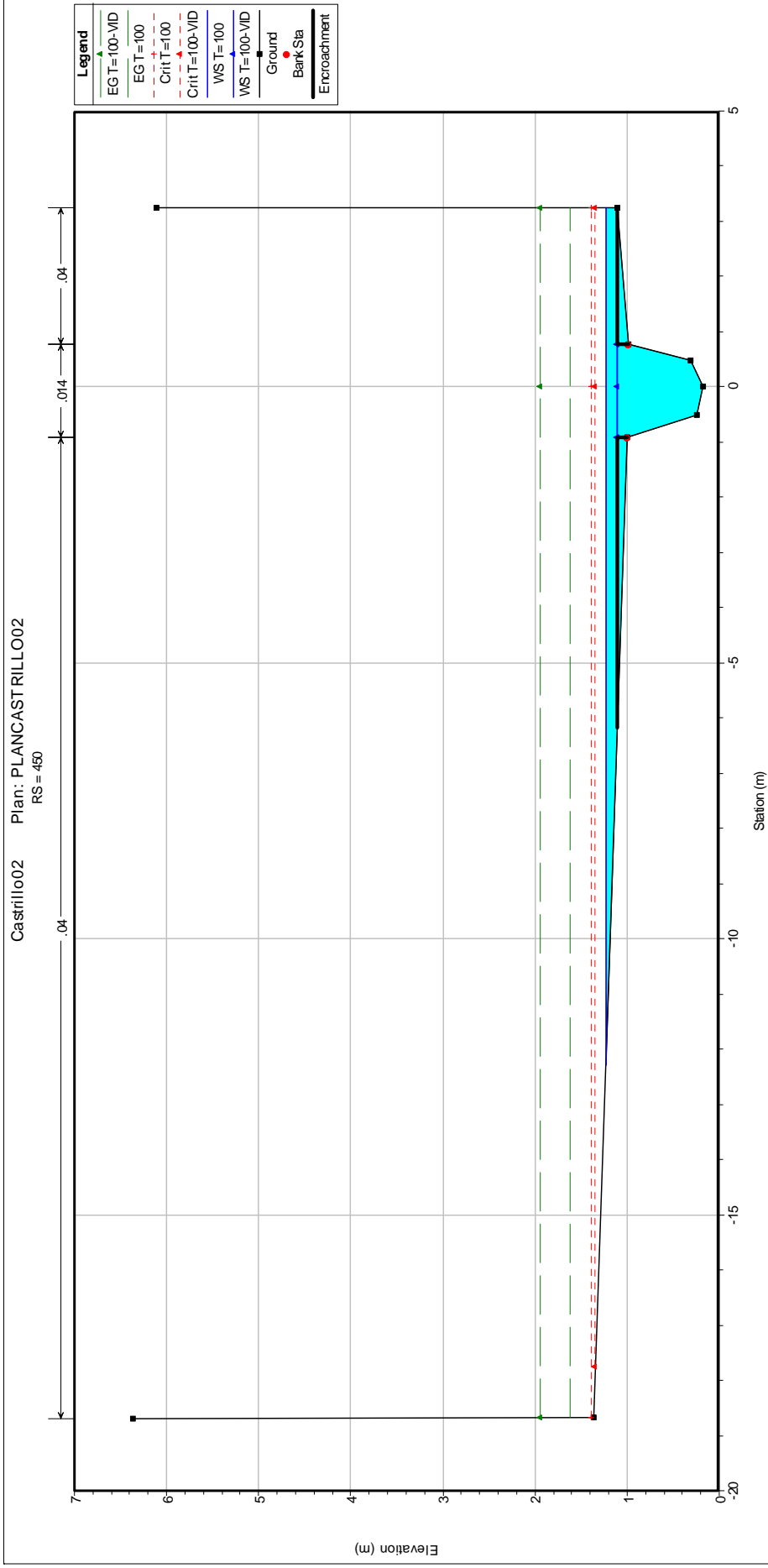
VÍA DE INTENSO DESAGÜE

Castrillo02 Plan: PLANCASTRILLO02



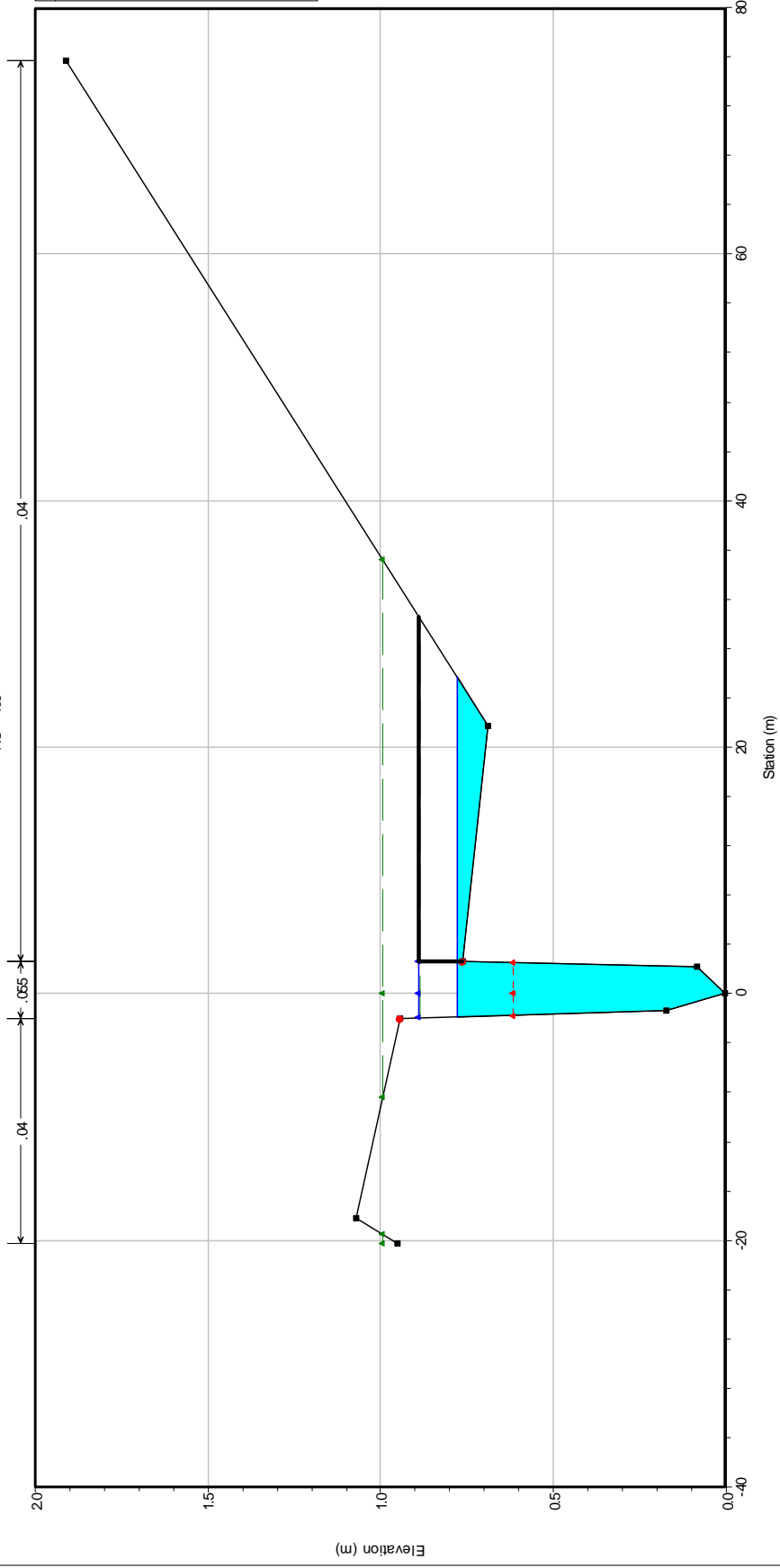
PERSPECTIVA DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN

VÍA DE INTENSO DESAGÜE. SECCIONES TRANSVERSALES



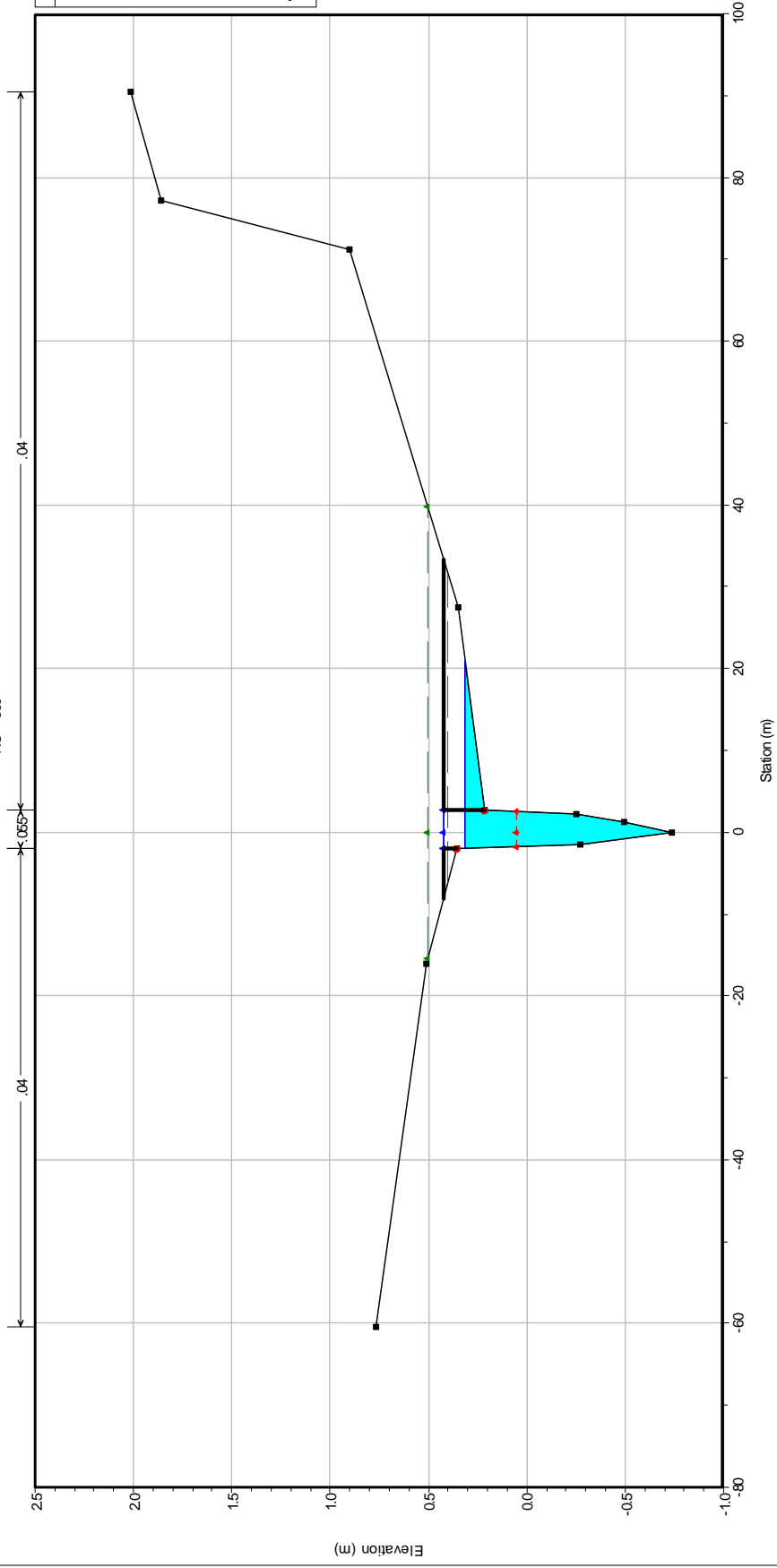
Castrillo02 Plan: PLANCASTRILLO02

RS = 405



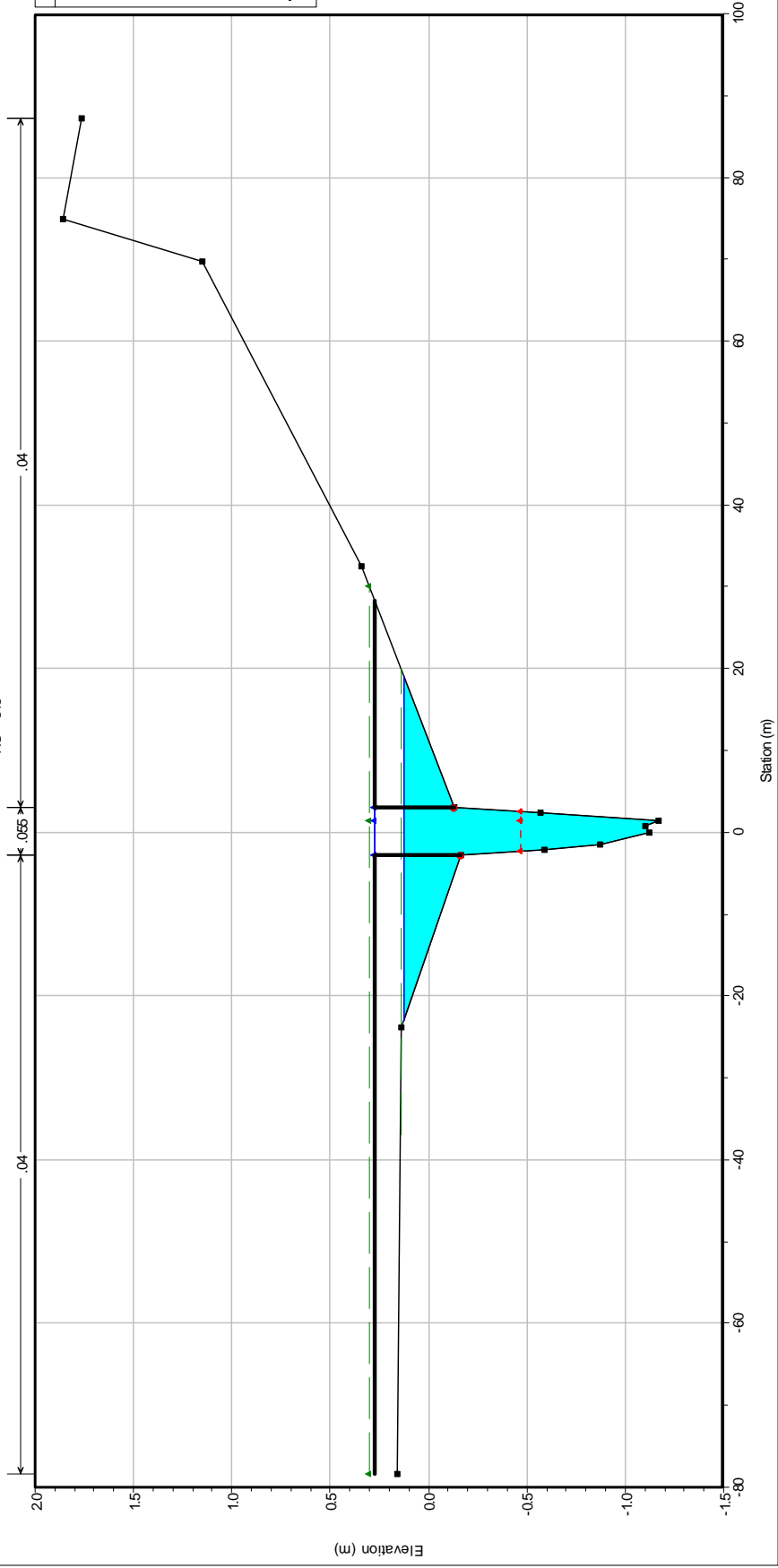
Castrillo02 Plan: PLANCASTRILLO02

RS = 360



Castrillo02 Plan: PLANCASTRILLO02

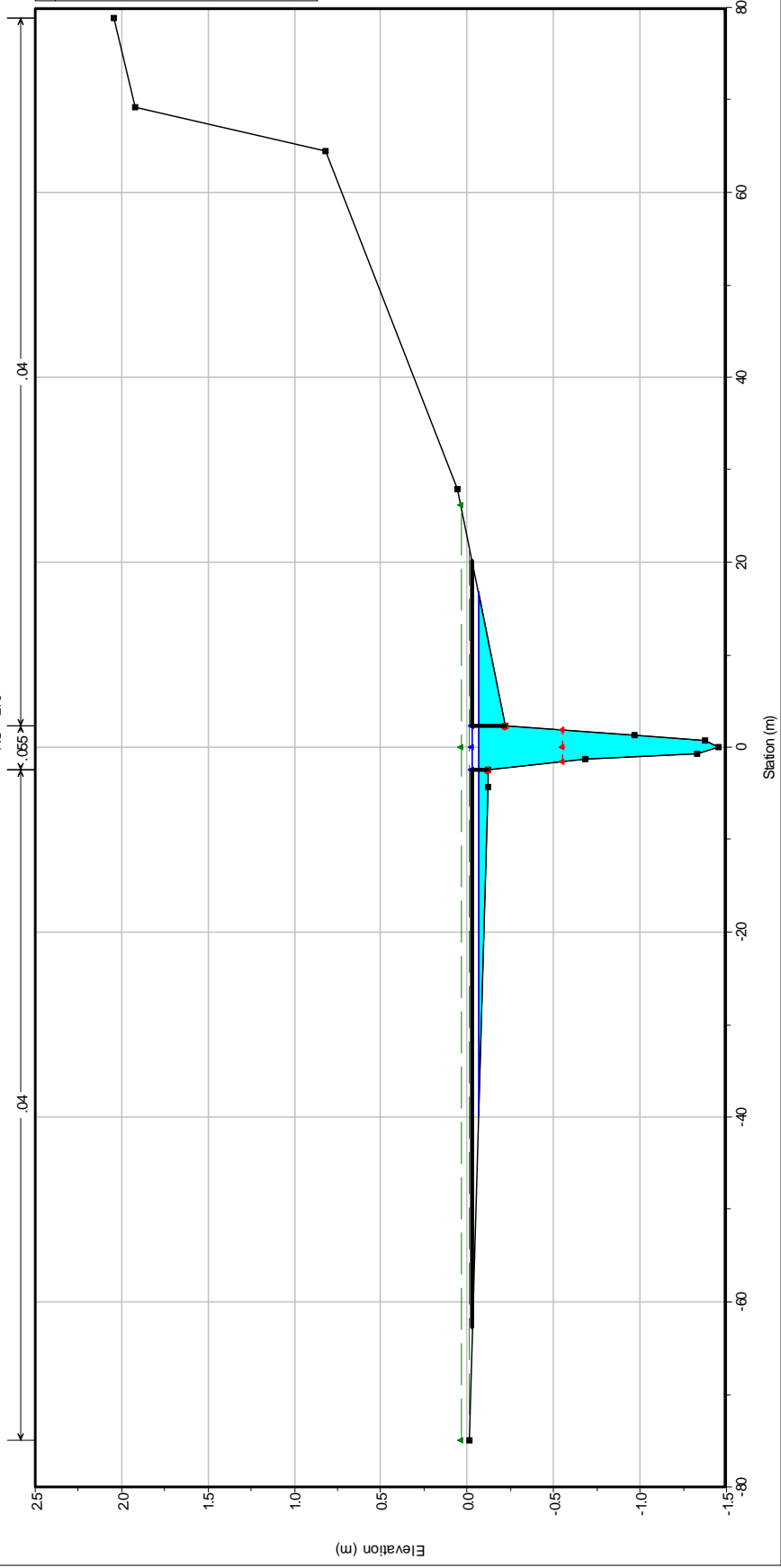
RS = 315



Legend	
EG T=100-VID	Green line with upward-pointing triangles
WS T=100-VID	Blue line with rightward-pointing triangles
EG T=100	Solid green line
WS T=100	Solid blue line
CritT=100	Dashed red line with upward-pointing triangles
CritT=100-VID	Dashed red line with rightward-pointing triangles
Ground	Solid black line
BankSta	Red dot
Eroachment	Thick black line

Castrillo02 Plan: PLANCASTRILLO02

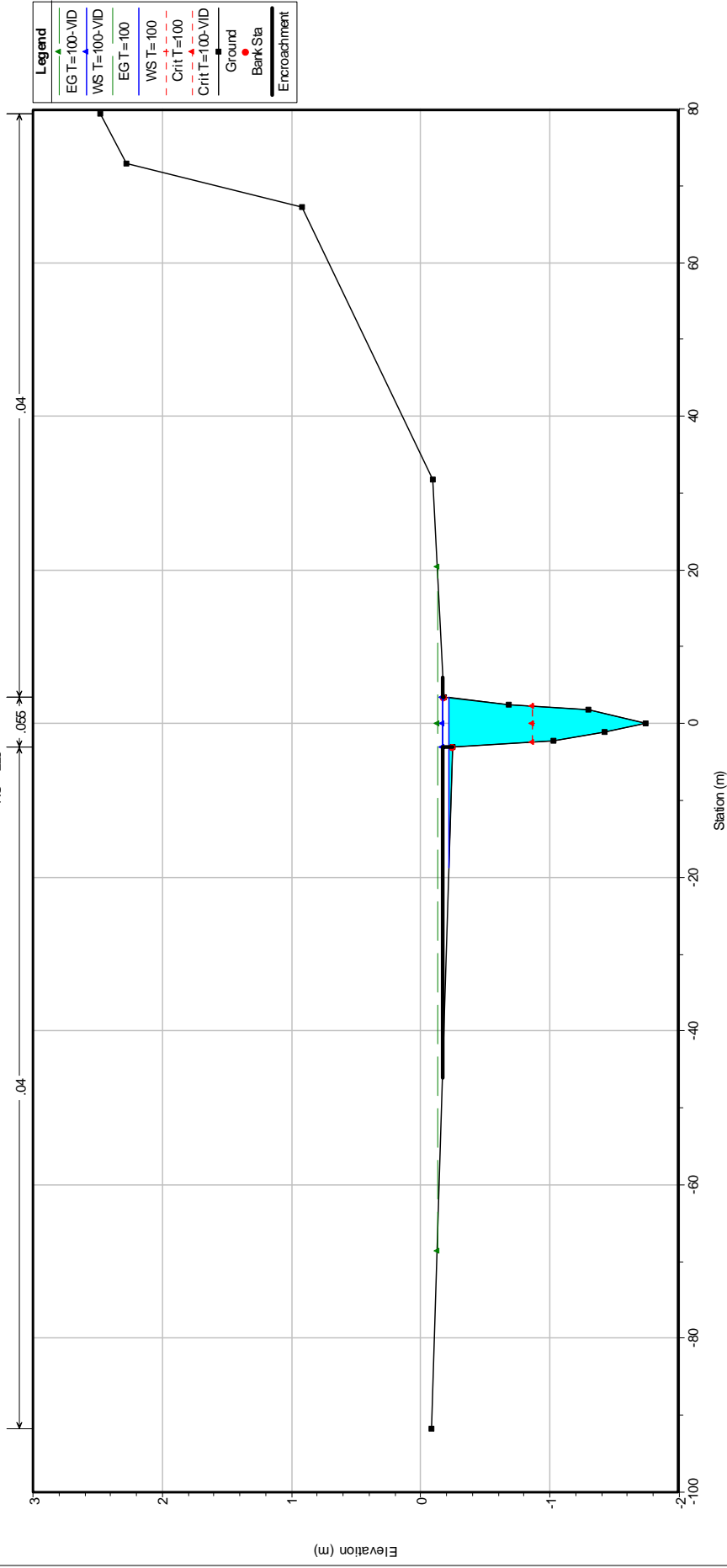
RS = 270



Legend	
EG T=100-VID	Green dashed line with triangles
EG T=100	Green solid line
WS T=100	Blue solid line
WS T=100-VID	Blue dashed line with triangles
WS T=100	Red dashed line with triangles
Crit T=100	Red solid line with triangles
Crit T=100-VID	Red dashed line with triangles
Ground	Black line with square markers
BankSta	Black square
Encroachment	Cyan shaded area

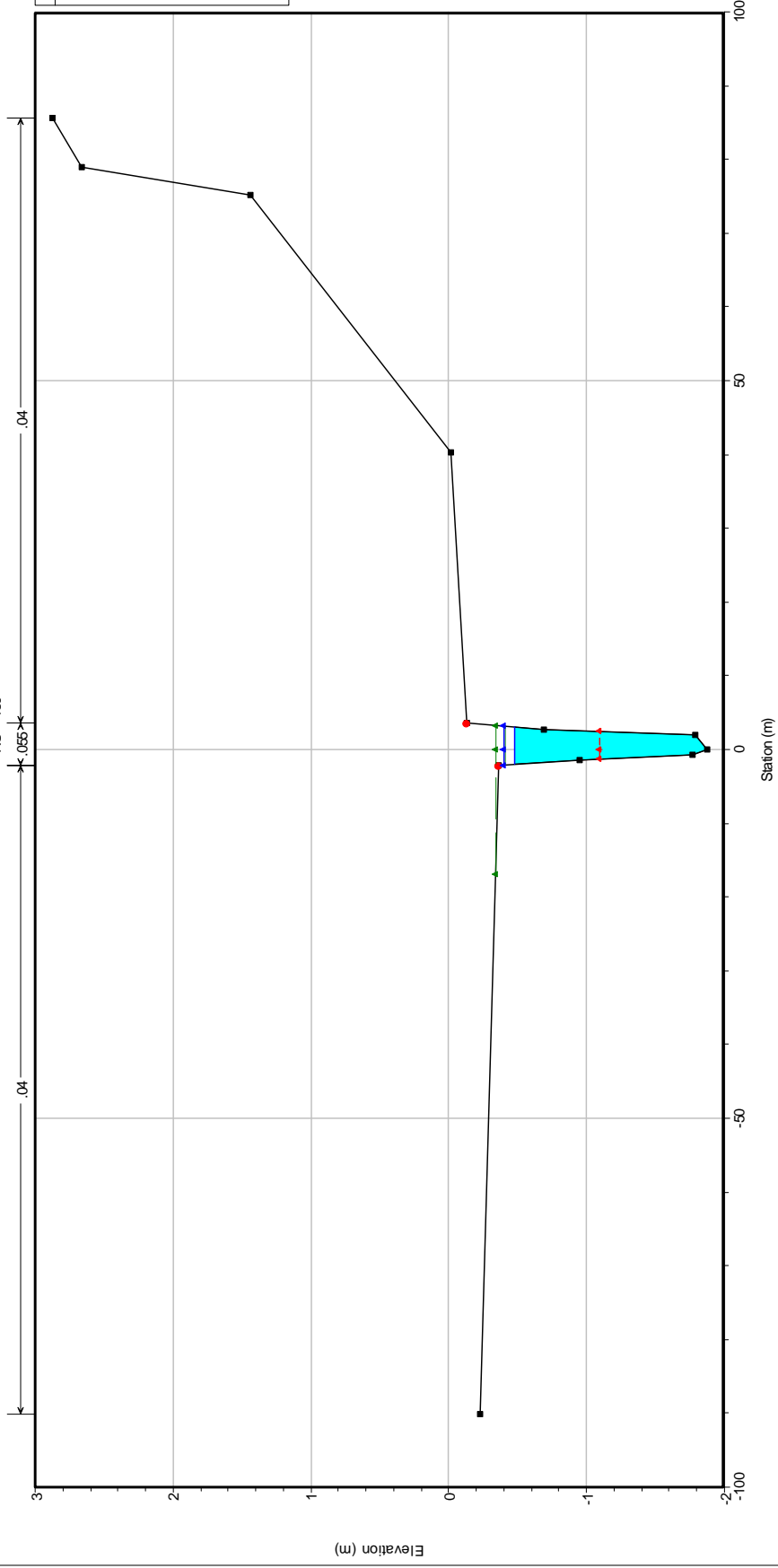
Castrillo02 Plan: PLANCASTRILLO02

RS = 225



Castrillo02 Plan: PLANCASTRILLO02

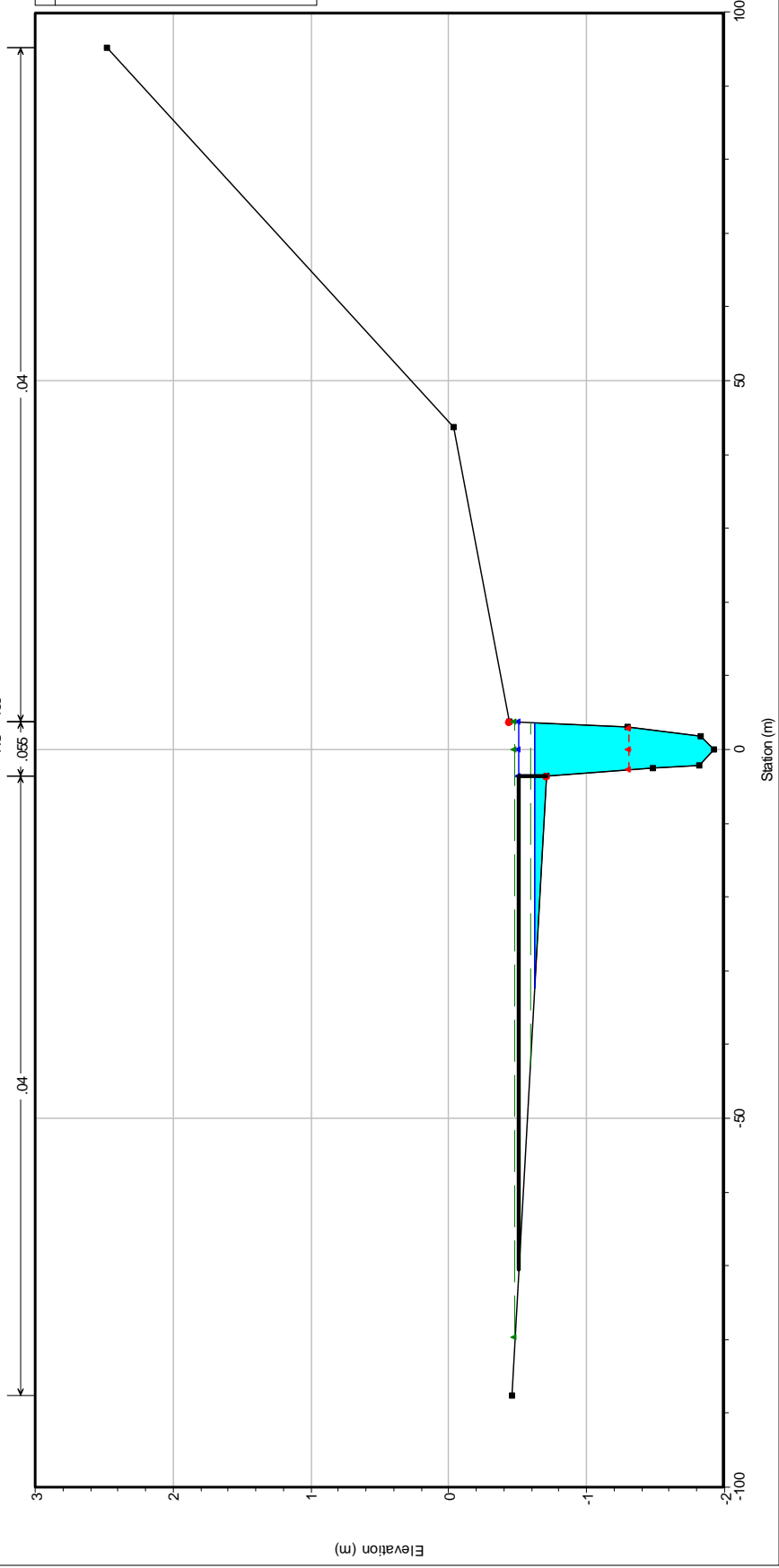
RS = 180



Legend	
EG T=100-VID	Proposed Elevations (Green line with upward triangle)
WS T=100-VID	Water Surface Elevations (Blue line with downward triangle)
Crit T=100-VID	Critical Water Surface Elevations (Red dashed line with downward triangle)
Ground	Existing Ground Profile (Black line with square marker)
BankSta	Bank Stationing (Red dot)

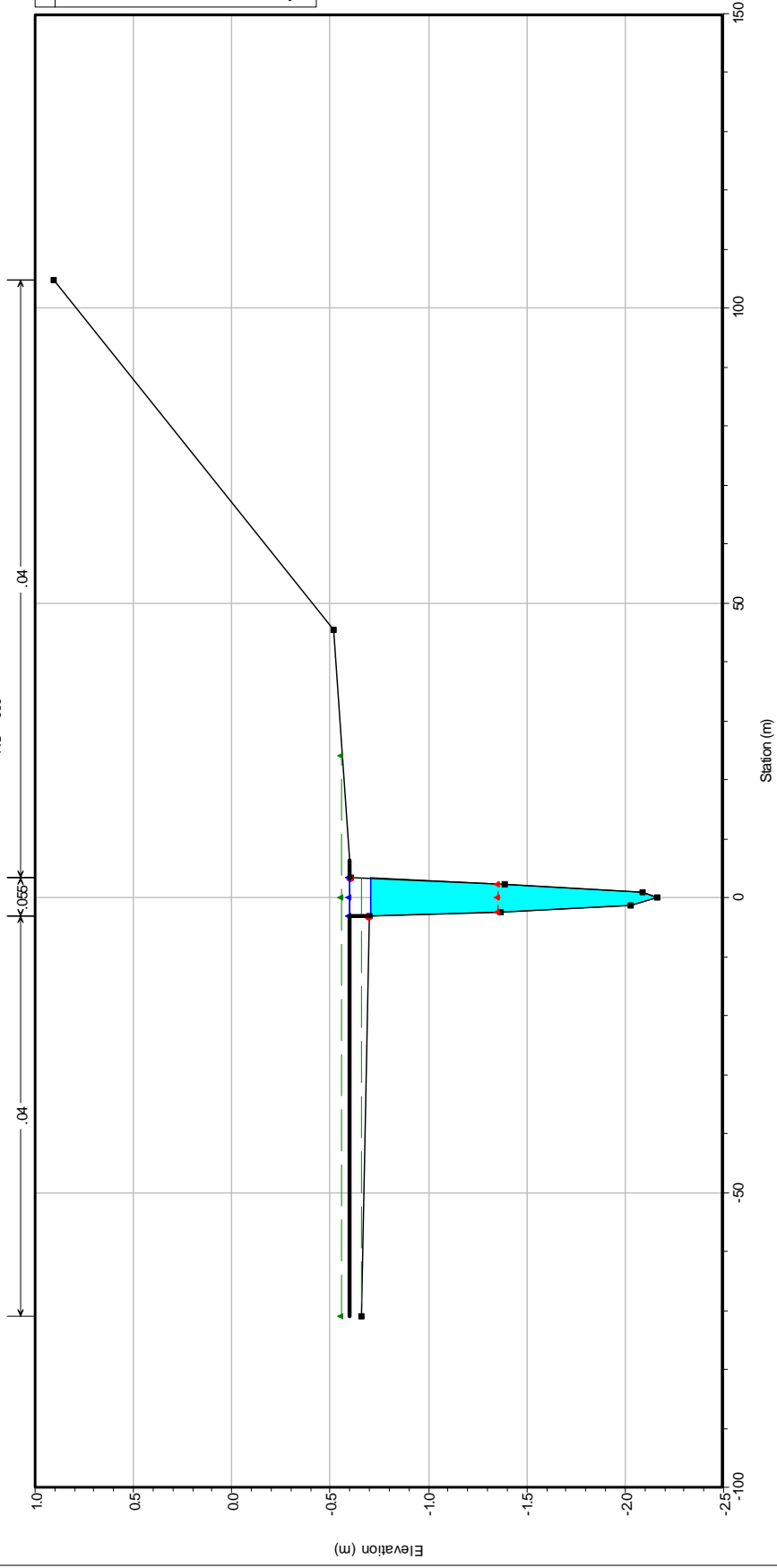
Castrillo02 Plan: PLANCASTRILLO02

RS = 136



Castrillo02 Plan: PLANCASTRILLO02

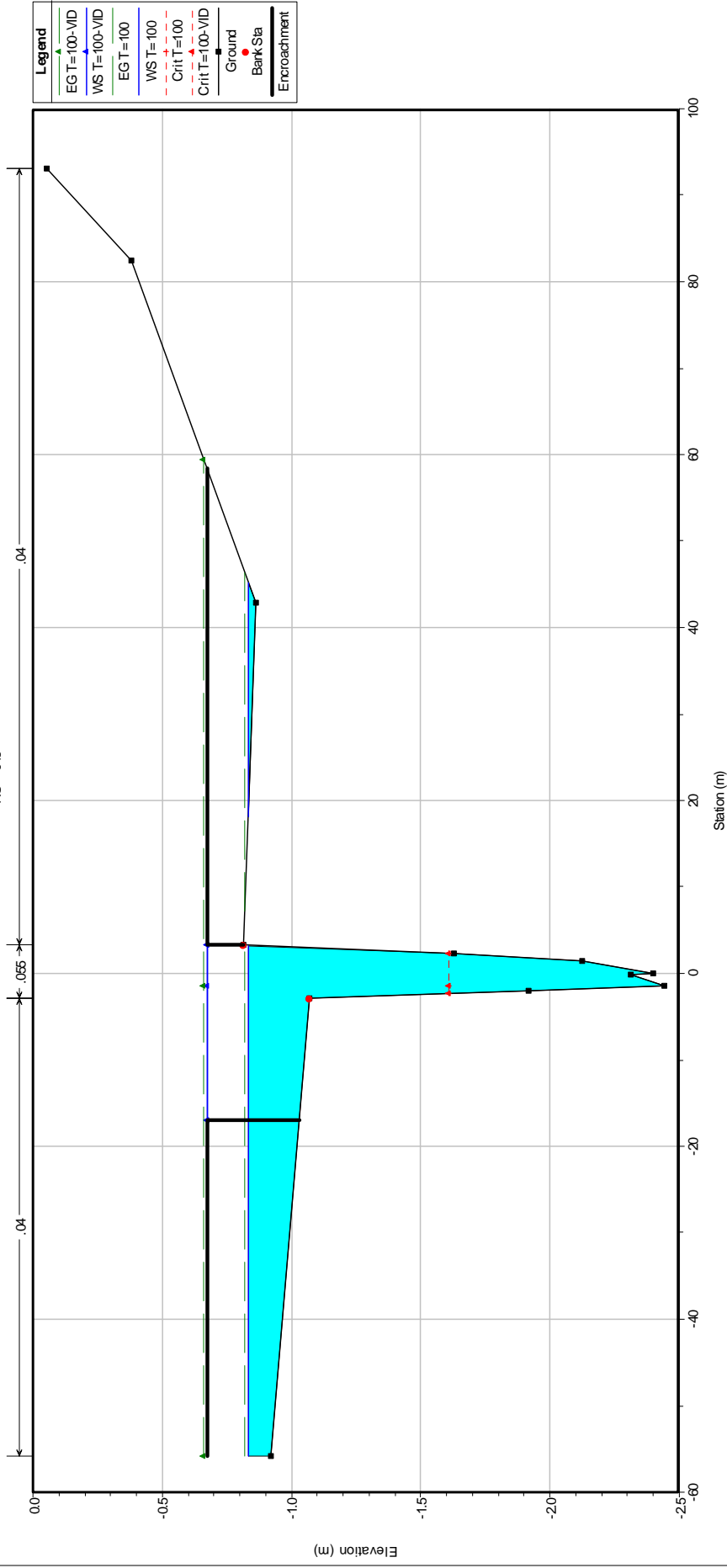
RS = 000



Legend	
EG T=100-VID	Green line with triangles
WS T=100-VID	Blue line with triangles
EG T=100	Green line
WS T=100	Blue line
Crit T=100	Red dashed line with triangles
Crit T=100-VID	Red dashed line with triangles
Ground	Black line
BankSta	Red dot
Encroachment	Black line with square marker

Castrillo02 Plan: PLANCASTRILLO02

RS = 046



HEC-RAS Plan: PLAN 02 River: San Martin Reach: Castrillo

Reach	River Sta	Profile	Top Width Act (m)	Area (m2)	Vel Total (m/s)	W.S. Elev (m)	Base WS (m)	Prof Delta WS (m)
Castrillo	510	T=100	11.96	12.55	0.39	2.39	2.39	
Castrillo	510	T=100-VID	8.57	13.95	0.35	2.96	2.39	0.57
Castrillo	495	T=100	7.33	4.53	1.07	2.15	2.15	
Castrillo	495	T=100-VID	1.42	2.43	2.00	2.63	2.15	0.47
Castrillo	484.39	Culvert						
Castrillo	473	T=100	6.40	5.79	1.49	1.65	1.65	
Castrillo	473	T=100-VID	1.42	1.56	3.12	1.72	1.65	0.07
Castrillo	465	T=100	18.82	4.59	1.06	1.45	1.45	
Castrillo	465	T=100-VID	1.45	1.51	3.21	1.58	1.45	0.12
Castrillo	450	T=100	15.52	3.17	1.53	1.23	1.23	
Castrillo	450	T=100-VID	1.69	1.20	4.06	1.11	1.23	-0.12
Castrillo	435	T=100	2.25	1.43	3.40	0.93	0.93	
Castrillo	435	T=100-VID	2.10	1.11	4.37	0.79	0.93	-0.15
Castrillo	420	T=100	2.50	1.27	3.83	0.64	0.64	
Castrillo	420	T=100-VID	2.46	1.11	4.37	0.58	0.64	-0.06
Castrillo	405	T=100	27.54	4.05	1.20	0.78	0.78	
Castrillo	405	T=100-VID	4.58	3.39	1.43	0.89	0.78	0.11
Castrillo	390	T=100	38.57	6.11	0.79	0.60	0.60	
Castrillo	390	T=100-VID	5.49	3.34	1.46	0.70	0.60	0.10
Castrillo	375	T=100	38.44	6.52	0.75	0.47	0.47	
Castrillo	375	T=100-VID	4.15	3.49	1.39	0.54	0.47	0.07
Castrillo	360	T=100	22.81	4.26	1.14	0.31	0.31	
Castrillo	360	T=100-VID	4.71	3.86	1.26	0.42	0.31	0.11
Castrillo	345	T=100	29.24	5.75	0.84	0.23	0.23	
Castrillo	345	T=100-VID	5.04	4.84	1.01	0.36	0.23	0.13
Castrillo	330	T=100	42.24	5.75	0.85	0.15	0.15	
Castrillo	330	T=100-VID	4.99	4.81	1.01	0.30	0.15	0.15

HEC-RAS Plan: PLAN 02 River: San Martin Reach: Castrillo (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Top Width Act (m)	Area (m ²)	Vel Total (m/s)	W.S. Elev (m)	Base WS (m)	Prof Delta WS (m)
Castrillo	315	T=100	42.12	10.54	0.46	0.13	0.13	
Castrillo	315	T=100-VID	5.89	6.44	0.75	0.27	0.13	0.15
Castrillo	300	T=100	50.52	7.35	0.66	0.06	0.06	
Castrillo	300	T=100-VID	4.79	4.37	1.11	0.19	0.06	0.12
Castrillo	285	T=100	117.99	17.38	0.28	0.02	0.02	
Castrillo	285	T=100-VID	12.96	5.54	0.88	0.09	0.02	0.07
Castrillo	270	T=100	56.64	6.31	0.77	-0.07	-0.07	
Castrillo	270	T=100-VID	4.84	4.29	1.13	-0.03	-0.07	0.04
Castrillo	255	T=100	75.68	7.32	0.66	-0.12	-0.12	
Castrillo	255	T=100-VID	5.78	5.40	0.90	-0.08	-0.12	0.04
Castrillo	240	T=100	50.49	7.52	0.77	-0.16	-0.16	
Castrillo	240	T=100-VID	6.73	6.60	0.88	-0.12	-0.16	0.04
Castrillo	225	T=100	22.18	6.30	0.92	-0.22	-0.22	
Castrillo	225	T=100-VID	6.54	6.40	0.91	-0.17	-0.22	0.05
Castrillo	210	T=100	29.47	6.22	0.94	-0.30	-0.30	
Castrillo	210	T=100-VID	5.11	4.81	1.21	-0.27	-0.30	0.03
Castrillo	195	T=100	5.19	5.21	1.12	-0.39	-0.39	
Castrillo	195	T=100-VID	5.35	5.54	1.05	-0.33	-0.39	0.06
Castrillo	180	T=100	5.06	5.00	1.17	-0.48	-0.48	
Castrillo	180	T=100-VID	5.29	5.40	1.08	-0.40	-0.48	0.08
Castrillo	165	T=100	6.23	5.69	1.02	-0.54	-0.54	
Castrillo	165	T=100-VID	6.65	6.28	0.93	-0.45	-0.54	0.09
Castrillo	150	T=100	6.73	6.35	0.92	-0.59	-0.59	
Castrillo	150	T=100-VID	6.95	7.07	0.82	-0.48	-0.59	0.10
Castrillo	135	T=100	36.04	8.38	0.69	-0.62	-0.62	
Castrillo	135	T=100-VID	7.32	7.97	0.73	-0.51	-0.62	0.11
Castrillo	120	T=100	78.51	20.13	0.29	-0.63	-0.63	
Castrillo	120	T=100-VID	12.83	10.09	0.58	-0.53	-0.63	0.10

HEC-RAS Plan: PLAN 02 River: San Martin Reach: Castrillo (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Top Width Act (m)	Area (m2)	Vel Total (m/s)	W.S. Elev (m)	Base WS (m)	Prof Delta WS (m)
Castrillo	105	T=100	75.83	19.22	0.30	-0.64	-0.64	
Castrillo	105	T=100-V/D	11.90	9.96	0.58	-0.55	-0.64	0.09
Castrillo	090	T=100	6.37	6.09	0.95	-0.71	-0.71	
Castrillo	090	T=100-V/D	6.54	6.80	0.86	-0.60	-0.71	0.11
Castrillo	075	T=100	59.65	6.22	0.94	-0.77	-0.77	
Castrillo	075	T=100-V/D	6.28	6.61	0.88	-0.64	-0.77	0.13
Castrillo	060	T=100	106.23	8.62	0.68	-0.82	-0.82	
Castrillo	060	T=100-V/D	16.92	8.59	0.68	-0.66	-0.82	0.16
Castrillo	045	T=100	86.21	15.93	0.39	-0.83	-0.83	
Castrillo	045	T=100-V/D	20.19	13.13	0.48	-0.67	-0.83	0.16
Castrillo	030	T=100	96.36	44.57	0.14	-0.83	-0.83	
Castrillo	030	T=100-V/D	27.55	32.30	0.19	-0.67	-0.83	0.16
Castrillo	015	T=100	70.64	41.81	0.15	-0.83	-0.83	
Castrillo	015	T=100-V/D	25.25	30.22	0.21	-0.67	-0.83	0.16
Castrillo	013	T=100	67.70	40.39	0.16	-0.83	-0.83	
Castrillo	013	T=100-V/D	24.51	29.43	0.22	-0.67	-0.83	0.16
Castrillo	006	T=100	79.87	31.37	0.20	-0.83	-0.83	
Castrillo	006	T=100-V/D	5.75	8.80	0.73	-0.71	-0.83	0.12
Castrillo	000	Culvert						
Castrillo	-006	T=100	5.60	5.50	1.24	-1.23	-1.23	
Castrillo	-006	T=100-V/D	4.99	5.34	1.24	-1.23	-1.23	0.00
Castrillo	-013	T=100	5.54	4.77	1.34	-1.30	-1.30	
Castrillo	-013	T=100-V/D	5.55	4.77	1.34	-1.30	-1.30	0.00
Castrillo	-014.46	T=100	3.88	2.51	2.54	-1.71	-1.71	
Castrillo	-014.46	T=100-V/D	3.88	2.51	2.55	-1.71	-1.71	0.00

**ESTUDIO HIDROLÓGICO – HIDRÁULICO DEL CAUCE SAN MARTÍN
A SU PASO POR CASTRILLO DE MURCIA (BURGOS)**

APÉNDICE Nº 3: PLANOS

1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
2. CUENCAS DE APORTACIÓN
3. NÚMERO DE CURVA CN
4. CALADOS
M.C.O
T=100 AÑOS
T=500 AÑOS
5. VELOCIDADES
M.C.O
T=100 AÑOS
T=500 AÑOS
6. ZONA DE INUNDACIÓN PELIGROSA
7. VÍA DE INTENSO DESAGÜE
8. ZONA DE FLUJO PREFERENTE
9. DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO

