ITEC engineering

albasole greenpark

COMUNE DI ALBISOLA SUPERIORE
PROVINCIA DI SAVONA

Soggetto attuatore:
SOCIETÀ "IL GAROFANO S.R.L."
Via Felice Cavallotti, 11/4 - 16146 Genova

Committente:

"IL GAROFANO S.r.l."

Livello di progetto:
DEFINITIVO

Titolo:

PROGETTO URBANISTICO OPERATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA IN TERRITORIO NON INSEDIABILE NO-INS AMB-AMBITO ANU-SUB AMBITI 1.2-2.1-LOCALITA' RIO SPINA-BRIC AIE' PER LA REALIZZAZIONE DI ATTIVITA' LUDICO SPORTIVE E NATURALISTICHE VARIANTE AL P.U.C ED AL P.T.C.P IN APPLICAZIONE DELL'ART. 59 L.R. 36/97.

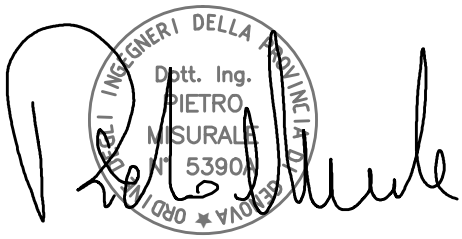
Oggetto:

RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA

Codice Progetto:
P106-11

Nome File:
P106-11-D-RE-IDR-001-B

Firme:



Rev.	Modifiche / Revisioni	Redatto	Data	Contr./Appr.	Data
A	PRIMA EMISSIONE	MI -	07/05/2012	PM	07/05/2012
B	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI SOPRINTENDENZA	MI -	09/10/2014	PM	09/10/2014
	-	 -	-	-	-
	-	 -	-	-	-

ITEC engineering S.r.l.
19038 SARZANA (SP)
Via Cisa, 136 C
TEL. +39 0187 610532 FAX +39 0187 610775
info@itec-engineering.it

16129 GENOVA
Via Antonio Cecchi, 7/9-10
TEL. +39 010 5959690 FAX +39 010 5848355
www.itec-engineering.it

Sistema Certificato
UNI EN ISO 9001
SC 10-2588/EA 34

E' vietata a norma di legge la riproduzione, anche parziale, non autorizzata di questo documento.

INDICE

1 PREMESSA 2

2 DESCRIZIONE DELLA ZONA DI INTERVENTO 3

3 ASPETTI NORMATIVI 4

4 ANALISI IDROLOGICA 5

4.1 PLUVIOMETRIA 5
4.2 PORTATE DI PIENA 6
4.2.1 Rio Ispina 6
4.2.2 Aree scolanti minori 8
4.2.3 Torrente Riobasco 9

5 INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA 10

5.1 RIO ISPINA 10
5.2 AREE SCOLANTI MINORI 11
5.3 TORRENTE RIOBASCO 12

6 VERIFICHE IDRAULICHE 13

6.1 METODOLOGIE DI CALCOLO 13
6.1.1 Moto permanente gradualmente variato 13
6.1.2 Moto uniforme 15
6.2 RISULTATI 16
6.2.1 Rio Ispina 16
6.2.2 Aree scolanti minori 18
6.2.3 Torrente Riobasco 19

ELENCO ALLEGATI

ALLEGATO 1: Stralcio della CTR con tracciamento del bacino del rio Ispina

ALLEGATO 2: Stralcio della Carta del reticolo idrografico principale - Piano di Bacino del torrente Sansobbia

ALLEGATO 3: Stralcio della Carta delle aree inondabili - Piano di Bacino del torrente Sansobbia

ALLEGATO 4: Stralcio della Carta delle fasce di inondabilità - Piano di Bacino del torrente Sansobbia

ALLEGATO 5: Planimetria con il tracciamento delle aree scolanti minori

ALLEGATO A: Verifiche idrauliche

1 PREMESSA

La presente relazione fa parte degli elaborati del *Progetto urbanistico operativo di iniziativa privata in territorio non insediabile No-Ins Amb-Ambito ANU-SUB ambiti 1.2-2.1-LOCALITA' RIO ISPINA-BRIC AIE' per la realizzazione di attivita' ludico-sportive e naturalistiche - variante al PUC ed al PTCP in applicazione dell'art. 59 L.R. 36/97*.

Essa riguarda gli aspetti idrologici e idraulici legati alla realizzazione delle opere necessarie alla realizzazione dell'area attrezzata per il divertimento.

In particolare la relazione contiene la determinazione delle portate di piena con associato periodo di ritorno del rio Ispina e del torrente Riobasco, il dimensionamento idraulico delle opere di regimazione idraulica del rio Ispina, la determinazione dei contributi (coefficienti udometrici) delle aree scolanti minori e il dimensionamento idraulico delle opere di regimazione delle acque di drenaggio meteorico.

Essa costituisce un'integrazione ed un aggiornamento della precedente relazione del maggio 2012 a seguito delle osservazioni formulate dalla Soprintendenza dei Beni Architettonici e Paesaggistici della Regione Liguria.

Essa recepisce inoltre le indicazioni formulate dai tecnici della Provincia di Savona, Settore Difesa del Suolo.

Le integrazioni riguardano i seguenti aspetti:

- rinaturalizzazione per quanto possibile del nuovo canale del rio Ispina che si sviluppa in fregio all'abbancamento;
- verifica del contenimento della portata 500-ennale;
- inserimento di adeguata canalizzazione (condotta circolare) al di sotto del corpo di abbancamento;
- inserimento di vasca di sedimentazione sul rio Ispina a monte delle nuove opere di inalveazione.

2 DESCRIZIONE DELLA ZONA DI INTERVENTO

L'area oggetto di intervento è ubicata all'interno del bacino del rio Ispina, affluente di destra del torrente Riobasco, in comune di Albisola Superiore al confine con il comune di Stella a circa 3 km dal centro urbano di Albisola Superiore.

Il bacino del rio Ispina è costituito da una valle naturale di forma allungata orientata da NO a SE che degrada all'incirca da 325 a 50 m s.l.m. con uno sviluppo lineare di circa 1 km e una larghezza media di circa 200 m.

L'area del bacino è circa 0.24 km^2; i versanti hanno pendenza elevata con valori medi dell'ordine del 30%.

La zona interessata dall'area attrezzata per il divertimento è ubicata nella parte mediana del bacino all'incirca fra le quote 175 e 140 m s.l.m.

Il reticolo idrografico principale è costituito dall'asta del rio Ispina che, dopo un percorso di circa 1 km, confluisce nel torrente Riobasco con una pendenza media pari a circa il 15%.

L'alveo del rio Ispina è interamente naturale e fortemente inciso nel substrato roccioso, la sua larghezza è dell'ordine di 1/1.5 m nella parte alta del bacino e circa 2 m nella parte medio valliva.

Il reticolo idrografico minore si sviluppa integralmente lungo la sponda destra del rio Ispina ed è costituito da brevi (100/150 m) incisioni naturali.

Nell'estratto della C.T.R. in scala 1:5000 dell' Allegato 1 sono riportati i limiti del bacino del rio Ispina.

Anche se esterno all'area di interesse va evidenziata la presenza del torrente Riobasco che, in corrispondenza della zona di confluenza con il rio Ispina, sottende un bacino di circa 8.5 km^2 e presenta un andamento sostanzialmente rettilineo in direzione N-S, con sezioni di forma regolare assimilabile alla rettangolare, con larghezza al fondo variabili tra 10 m e 20 m circa.

Circa 100 m a monte della confluenza con il rio Ispina è presente un salto naturale in roccia dell'altezza di circa 2 m; la pendenza media del fondo è pari al 3% circa.

L'alveo è delimitato da argini naturali in sponda destra e da muri in c.a. a protezione e sostegno della SP n.334 in sponda sinistra.

In corrispondenza della confluenza con il rio Ispina è ubicato un guado di collegamento tra la strada provinciale in sponda sinistra e una casa di civile abitazione in sponda destra.

3 ASPETTI NORMATIVI

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici la normativa di riferimento è costituita dal Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico (art. 1, comma 1, D.L. 180/98, convertito in L. 267/98) dell'Ambito di Bacino Letimbro - Bacino Sansobbia[1] e dal *Regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua* N. 3 del 14/07/2011.

Con riferimento allo stralcio (scala 1:5000) della *Carta del reticolo idrografico principale* del Piano di Bacino riportata nell'Allegato 2 il rio Ispina è indicato come corso d'acqua demaniale non indagato mentre il torrente Riobasco è inserito tra i rivi significativi.

Nello stralcio (scala 1:5000) della *Carta delle aree inondabili* riportata nell'Allegato 3 il tratto di torrente Riobasco in corrispondenza della confluenza del rio Ispina risulta fra quelli indagati nell'ambito del Piano mentre, secondo lo stralcio (scala 1:5000) della *Carta delle fasce di inondabilità* riportata nell'Allegato 4, risulta inondabile per la piena 50-ennale (Fascia A) e, parzialmente, per la piena 200-ennale (Fascia B), una piccola area in sponda destra in corrispondenza della confluenza con il rio Ispina.

Secondo il *Regolamento* il rio Ispina appartiene al *reticolo idrografico di terzo livello* essendo l'area del bacino sotteso compresa tra 0.25 e 0.1 km^2, mentre il torrente Riobasco appartiene al *reticolo idrografico di primo livello* in quanto sottende un bacino di oltre 1 km^2.

Essendo la zona di interesse al di fuori del perimetro urbano il regolamento stabilisce, per entrambi i corsi d'acqua, una fascia di inedificabilità assoluta di 10 m che per il rio Ispina diventa efficace solo a seguito di una verifica idraulica del tratto di interesse trattandosi di un rio "non indagato" ai sensi del Piano di Bacino.

A seguito di tali verifiche il Regolamento consente la riduzione di tale fascia sino ad un minimo di 5 m.

Un ulteriore normativa di riferimento è la DGR N. 1854 del 29/12/2003, *Linee guida per la progettazione e gestione sostenibile dell'attività estrattiva e delle discariche per inerti (L.R. N. 38/98).*

Quest'ultima stabilisce in particolare che il sistema di drenaggio e regimazione delle acque meteoriche del corpo dell'abbancamento deve essere fatto sulla base di eventi meteorici con tempo di ritorno maggiore o uguale a 50 anni.

[1] Approvato con D.C.P. n. 47 del 25/11/2003
Aggiornato con con D.G.P. n. 245 del 14/11/2008

4 ANALISI IDROLOGICA

4.1 PLUVIOMETRIA

Ai fini della valutazione delle portate di smaltimento delle acque meteoriche è stata effettuata un'analisi pluviometrica finalizzata all'individuazione del regime delle piogge intense caratteristico dell'area in esame.

L'analisi è stata effettuata con riferimento al metodo proposto nello studio di regionalizzazione delle precipitazioni estreme della Liguria, svolto dal CIMA (Centro di ricerca In Monitoraggio Ambientale - Istituto di Idraulica dell'Università di Genova) per conto della Regione Liguria, in accordo con le indicazioni riportate nel Piano di Bacino.

Tale metodologia consente di calcolare le curve di probabilità pluviometrica con tempo di ritorno assegnato in base alla seguente formula:

$$h(d,T) = K_T \cdot E[H_1] \cdot d^n$$

Nella quale K_T è il cosiddetto "fattore di crescita" tabellato in funzione del periodo di ritorno *T [anni]*, $E[H_1]$ *[mm]* è il valore del parametro della pioggia indice tabellato in funzione della longitudine, *d [ore]* la durata dell'evento, mentre l'esponente *n* è assunto uguale a 0.39 per tutte le durate.

Nel caso in esame il valore medio della longitudine dell'area è *8° 30' 30''* dal quale risulta un valore di $E[H_1]$ pari a 39.9 mm, mentre i valori del parametro K_T sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 4.I: valori del parametro K_T (piogge CIMA)

K_{T25}	1.82
K_{T50}	2.10
K_{T100}	2.43
K_{T200}	2.78
K_{T500}	3.28

Sulla base di quanto sopra esposto le curve di probabilità pluviometrica con assegnato tempo di ritorno valide per l'area di intervento risultano:

$h_{25} = 72.62 \cdot d^{0.39}$ $h_{50} = 83.79 \cdot d^{0.39}$ $h_{100} = 96.96 \cdot d^{0.39}$

$h_{200} = 110.92 \cdot d^{0.39}$ $h_{500} = 130.87 \cdot d^{0.39}$

4.2 PORTATE DI PIENA

4.2.1 Rio Ispina

Considerate le piccole dimensioni del bacino sotteso, il calcolo delle portate di piena per assegnato tempo di ritorno del rio Ispina è stato effettuato tramite la formula "razionale":

$$Q(T) = \frac{c \cdot A \cdot h_c(T)}{t_c} \text{ [l/s]}$$

dove $t_C[min]$ è il tempo di corrivazione del bacino, definito genericamente come il tempo che impiega una particella d'acqua a giungere dal punto più lontano del bacino alla sezione di chiusura, $h_C[mm]$ è l'altezza critica di precipitazione che nella formulazione del metodo corrisponde al tempo di corrivazione, $A[km^2]$ è la superficie del bacino, c è un parametro che esprime, a meno di un fattore numerico dipendente dalla trasformazione delle unità di misura, il cosidetto "coefficiente di deflusso".

Il tempo di corrivazione è stato stimato attraverso la media dei valori ricavati tramite l'applicazione delle seguenti metodologie:

Giandotti: $t_c = 60 \cdot \frac{4 \cdot \sqrt{A} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H_m - H_0}}$ *Viparelli:* $t_c = 16.667 \cdot \frac{L}{v}$

dove $L[Km]$ è la lunghezza dell'asta principale $v[m/s]$ è la velocità media di percorrenza dell'asta, $H_m[m]$ e $H_0[m]$ rappresentano rispettivamente la quota media del bacino e la quota della sezione di chiusura.

La velocità media di percorrenza v è stata assunta pari a 1 m/s in funzione delle caratteristiche e del corso d'acqua e del bacino sotteso.

Considerando i seguenti valori dei parametri:
A = 0.24 km^2
L = 1 km
H_m = 150 m s.l.m.
H_0 = 55 m s.l.m.
il tempo di corrivazione del rio Ispina risulta pari a 22 minuti.

Sulla base di quanto sopra esposto, considerando un coefficiente di deflusso pari a 0.7, si ottengono i seguenti valori di portata con assegnato tempo di ritorno

Tabella 4.II: portate di piena rio Ispina (metodo razionale)

Q_{25}	6.2
Q_{50}	7.2
Q_{100}	8.3
Q_{200}	9.5
Q_{500}	11.3

Per confronto le portate di piena del rio Ispina sono state anche calcolate con la procedura di regionalizzazione proposta dal CIMA, che consente il calcolo delle portate di piena per assegnati tempi di ritorno in una sezione qualunque di un corso d'acqua ligure in funzione della sua ubicazione e della sua area sottesa.

Tale metodologia prevede l'applicazione di diverse formulazioni in funzione del corso d'acqua e dell'entità della superficie del bacino sotteso. Per i corsi d'acqua con superficie inferiore a 2 km² vale la seguente relazione:

$$Q = K_T \cdot A \cdot U_{A=2}$$

dove $A[Km^2]$ è la superficie del bacino sotteso, K_T è un fattore di frequenza tabellato in funzione del tempo di ritorno e $U_{A=2}[m^3\ s^{-1}\ Km^2]$ è funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica.

Nella tabella seguente sono riportati i valori del parametro K_T.

Tabella 4.III: valori del parametro K_T (portate CIMA)

K_{T25}	2.62
K_{T50}	3.47
K_{T100}	4.25
K_{T200}	5.02
K_{T500}	6.04

Per quanto riguarda il tipo di bacino il CIMA propone una classificazione dei bacini regionali in quattro principali tipologie in funzione del valore del parametro *CN*, variabile teoricamente tra 0 e 100, che esprime la capacità di assorbimento del suolo secondo lo schema proposto dal Soil Conservation Service.

La classificazione dei bacini in funzione del diverso grado di urbanizzazione e dell'estensione delle aree impermeabili è la seguente:

- CN = 92 per bacini di tipo A (elevato grado d'urbanizzazione ed estensione delle aree impermeabili superiore al 60%).
- CN =87 per bacini di tipo B (medio grado d'urbanizzazione ed estensione delle aree impermeabili compresa tra 30% e 60%).
- CN =75 per bacini di tipo C (basso grado d'urbanizzazione ed estensione delle aree impermeabili comprese tra 5% e 30%).
- CN =67 per bacini di tipo D (estesa copertura arborea ed estensione delle aree impermeabili inferiore al 5%).

Pertanto considerando un bacino del tipo C e un valore medio della longitudine dell'area pari a *8° 30' 30''* si ottiene $U_{A=2}$ = 4.75 e conseguentemente i valori di portata con assegnato tempo di ritorno riportati nella seguente tabella.

Tabella 4.IV: portate di piena rio Ispina (metodo CIMA)

Q_{25}	3.7
Q_{50}	4.9
Q_{100}	6.0
Q_{200}	7.1
Q_{500}	8.6

Tali valori sono mediamente inferiori di un 30% rispetto a quelli ricavati con il metodo razionale pertanto, a favore di sicurezza, nelle verifiche idrauliche e nel dimensionamento delle opere di regimazione idraulica del rio Ispina, sono state utilizzate le portate calcolate con il metodo razionale.

4.2.2 Aree scolanti minori

Per quanto riguarda le aree scolanti minori incidenti con le opere in progetto, la portata di drenaggio meteorico è stata calcolata con il metodo razionale adottando, data l'esiguità delle superfici scolanti, un tempo di corrivazione pari a 15 minuti (0.25 ore) e un coefficiente di deflusso pari a 0.7 per le aree di versante e pari a 0.5 per le aree di discarica/riempimento.

In particolare è stato calcolato il coefficiente udometrico *u [l/s ha]* al variare del tempo di ritorno *T[anni]*, i cui valori sono riportati nella stabella seguente.

Tabella 4.V: coefficienti udomedrici aree scolanti

T[anni]	**50**	**200**
$u_{versante}$ ***[l/s ha]***	380	502
$u_{interne}$ ***[l/s ha]***	271	359

In Allegato 5 è riportata una planimetria con l'indicazioni delle aree scolanti considerate ai fini del calcolo, mentre nella tabella sottostante sono riportate, per ciascuna area le rispettive portate 200-ennali e 50-ennali.

Tabella 4.VI: portate di piena aree scolanti

	Area [ha]	**Q_{50} [l/s]**	**Q_{200} [l/s]**
Area 1A	0.89	338	447
Area 1B	0.90	342	452
Area 2	1.76	477	632
Area 3	0.25	68	90
Area 4	0.30	81	108

Area 5	0.91	345	457
Area 6	0.58	220	291
Area 7	1.07	406	538
Area 8	0.82	222	294
Area 9	0.23	62	83

4.2.3 Torrente Riobasco

Le portate di piena con assegnato tempo di ritorno del torrente Riobasco sono ricavabili direttamente dal Piano di Bacino.

Dagli elaborati del Piano si evince che in corrispondenza del nodo di confluenza con il rio Ispina valgono i valori di portata relativi al tratto del torrente Riobasco compreso fra la confluenza con il rio Remenone e la confluenza con il rio delle Lunghe dove il torrente sottende un bacino di circa 8.5 km^2.

I valori di portata per assegnato tempo di ritorno in tale tratto sono:
T = 50 anni Q= 138 m^3/s
T = 200 anni Q= 200 m^3/s
T = 500 anni Q= 240 m^3/s

5 INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA

5.1 RIO ISPINA

Il progetto di sistemazione idraulica prevede lo spostamento del tracciato del rio Ispina lungo il margine destro della valle, al di fuori delle zone oggetto di riempimento per la realizzazione delle aree attrezzate per il divertimento.

Lo spostamento riguarda un tratto complessivo di circa 550 m di cui i primi 280 m circa lungo il limite destro dell'area attrezzata per il divertimento a quota 175 m s.l.m.

Il canale ha la funzione di convogliare le acque del rio e drenare le acque del versante a protezione del corpo di abbancamento; ai fini della sicurezza e della stabilità complessiva del riempimento, tale manufatto deve quindi necessariamente risultare impermeabile onde evitare fenomeni di erosione e dilavamento superficiale e/o profondo del materiale più fine costituente la coltre.

Per ottimizzare al massimo l'inserimento ambientale del nuovo alveo del rio Ispina è stato studiato un tracciato sinuoso che segue il limite dell'abbancamento senza mai discostarsi dallo stesso, seguendo l'andamento del versante naturale come una "curva di livello", con pendenza costante del 2%.

Anche la scelta della sezione idraulica, ferme restando le dimensioni minime per garantire il deflusso delle portate di piena 200-ennale e 500-ennale, è stata fatta nell'ottica di una massima naturalizzazione, sia per quanto riguarda la forma dell'alveo che per quanto riguarda le sue modalità costruttive.

Pertanto il progetto prevede la realizzazione di un canale a cielo aperto con sezione di deflusso di forma trapezia, delimitata dal versante in roccia in sponda destra e dal muro d'argine in struttura in sponda sinistra, atto a garantire una sezione netta interna minima di 2.5 m di larghezza e 2 m di altezza.

Dal punto di vista costruttivo il canale sarà realizzato mediante una struttura in c.a. ad "L" posata, previo scavo di sbancamento del versante in roccia, lungo la linea di mezza costa.

Sia la parete verticale in adiacenza all'abbancamento che il fondo del canale, sono previsti rivestiti in pietra per rendere la sezione di deflusso il più naturale possibile e armonizzarla con la sponda di monte costituita dal versante roccioso.

Per impedire il dilavamento del rivestimento del fondo del canale è prevista la posa di una serie di tondini di legno di fissati al fondo, ad interasse di circa 10 m.

La scelta di una sezione più ampia di quella minima necessaria al deflusso delle portate di progetto consente inoltre la possibilità di inserire, in punti opportuni del fondo alveo, massi naturali di modeste dimensioni (dell'ordine di 0.5 m^3) per favorire la formazione di depositi di materiale sciolto, piccole anse e formazione di vegetazione spontanea per garantire un migliore inserimento ambientale dell'opera.

Successivamente il tracciato rientra verso il fondo valle sviluppandosi per circa 170 lungo il versante con un percorso a gradoni dell'altezza variabile da 0.8 a 1.80 m e pendenza massima fra un gradone e l'altro pari al 10%; la larghezza di sistemazione viene mantenuta a 2.5 m.

In questo tratto il canale è previsto a cielo aperto scavato nella roccia naturale con interventi di ingegneria naturalistica lungo le sponde volti alla stabilizzazione del versante.

In tale tratto sono presenti alcuni tratti tombinati per il sottopasso della viabilità di progetto.

Il terzo e ultimo tratto si sviluppa lungo il fondo valle, praticamente in corrispondenza dell'attuale alveo del rio Ispina, per una lunghezza di circa 100 m, ed è previsto in parte tombinato e in parte a cielo aperto in c.a. con sezione minima di 2.5 x 2.0 m.

Sono previsti due tratti con pendenza minima pari al 2% e un tratto, a maggior pendenza, con sistemazione del fondo a gradoni.

Alla fine del tratto riprende l'alveo naturale del rio Ispina che dopo circa 250 m si immette nel torrente Riobasco.

Nel rispetto delle norme del Piano di Bacino la strada di accesso all'area, almeno per la parte che non risulta di interesse pubblico (ed in particolare nella parte superiore dell'area attrezzata), è prevista ad una distanza di oltre 5 m dalle sponde della nuova inalveazione.

In accordo con le indicazione della Provincia di Savona è inoltre prevista la posa al di sotto del corpo di abbancamento (lungo la linea di impluvio del fondovalle) di una condotta DN 1500 mm in PEAD corrugato e rinforzato per il drenaggio e lo smaltimento delle acque durante la fase di realizzazione dell'intervento.

5.2 AREE SCOLANTI MINORI

Il drenaggio delle aree scolanti minori è previsto attraverso la realizzazione di una serie di canali di gronda con recapito finale nell'alveo del rio Ispina.

Sono state previste due tipologie di canale, una rettangolare con sezione utile minima di 1.0x1.0 m per il canale di gronda principale e l'altra, sempre rettangolare, di sezione utile minima di 0.6 x 0.5 m per i canali di gronda secondari.

I canali sono previsti in cls/ca in parte gettati in opera e in parte prefabbricati.

Il canale di gronda principale ha una lunghezza complessiva di circa 620 m e si sviluppa inizialmente (circa 300 m) lungo il margine sinistro dell'area attrezzata per il divertimento a quota 175 m s.l.m. con una pendenza pari all'1%.

Successivamente il canale scende, con un percorso a gradoni, lungo il ciglio del riempimento fino alla strada (circa quota 155 m s.l.m.) che segue fino a poco prima del riempimento a quota 129.7 m s.l.m., per poi scendere lungo il versante naturale e immettersi nel rio Ispina.

I canali di gronda secondari sono stati distribuiti prevalentemente lungo il percorso stradale e in corrispondenza del piede e della sommità delle scarpate delle zone di riempimento dove è prevista la realizzazione delle aree attrezzate per il divertimento.

Essi hanno la funzione di raccogliere le acque drenate dai versanti, dalla piattaforma stradale e dalle aree attrezzate e di convogliarle nell'alveo del rio Ispina.

La pendenza minima dei canali di gronda secondari è pari al 2%.

5.3 TORRENTE RIOBASCO

Per quanto riguarda il torrente Riobasco non sono previsti veri e propri interventi di sistemazione idraulica in quanto quest'ultimo risulta esterno all'area di intervento.

L'unica interferenza è rappresentata dal ponte carrabile che collega la nuova viabilità interna all'area di intervento con la SP n. 334.

Il ponte non interferisce con l'alveo del torrente in quanto è previsto a campata unica con le spalle posizionate esternamente agli attuali argini.

6 VERIFICHE IDRAULICHE

6.1 METODOLOGIE DI CALCOLO

6.1.1 Moto permanente gradualmente variato

Le verifiche idrauliche dei tratti a minor pendenza della nuova canalizzazione del rio Ispina e dei tratti naturali dello stesso rio Ispina e del torrente Riobasco sono state effettuate in moto permanente gradualmente variato mediante l'ausilio di un *software*[2] per il calcolo dell'andamento dei profili di rigurgito in moto permanente gradualmente variato in alvei naturali o canali artificiali che consente anche la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali ecc.,

La determinazione del profilo teorico è ottenuta tramite l'applicazione del cosiddetto *Standard step method* che si basa sulla semplice equazione mono-dimensionale del contenuto energetico della corrente:

$$H_1 - H_2 = h_f + h_e$$

dove $H_1[m]$ ed $H_2[m]$ sono i carichi totali della corrente nelle sezioni di monte e di valle del tronco d'alveo considerato, $h_f[m]$ sono le perdite di carico dovute all'attrito del fondo e delle sponde, mentre $h_e[m]$ è un termine che tiene conto degli effetti dovuti alla non cilindricità della corrente.

In particolare h_f dipende principalmente dalla scabrezza del tratto d'alveo considerato ed è esprimibile come:

$$h_f = j_f \cdot L$$

con j_f pendenza motrice nel tratto di lunghezza $L[m]$.

Il calcolo di j_f è effettuabile con diverse formulazioni, in funzione della pendenza motrice J in corrispondenza delle sezioni d'inizio e fine di ciascun tratto.

Il calcolo del termine J nella singola sezione è effettuato mediante la:

$$J = \left[\frac{Q}{K}\right]^2$$

dove $Q[m^3/s]$ è la portata di calcolo e K (denominato *conveyance*) è ricavabile attraverso la seguente espressione:

$$K = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}}$$

dove $A[m^2]$ l'area della sezione liquida, $R[m]$ il raggio idraulico e $n[m^{-1/3}\ s]$ è il parametro rappresentativo della scabrezza del fondo e delle sponde di Manning.

---

2 HEC-RAS, Hydrologic Engineering Center – US Army Corps of Engineers

Il valore del coefficiente n è determinato secondo la procedura sviluppata da Cowan selezionando le caratteristiche più rilevanti ai fini della quantificazione dell'indice di resistenza.

Il termine h_e dipende invece dalla variazione del carico cinetico della corrente tra le sezioni 1 e 2 dovuta al cambio di geometria delle sezioni stesse ed è a sua volta esprimibile come:

$$h_e = \beta \cdot \left| \alpha_1 \cdot \frac{V_1^2}{2 \cdot g} - \alpha_2 \cdot \frac{V_2^2}{2 \cdot g} \right|$$

dove β è un coefficiente di contrazione o espansione dipendente dalle condizioni geometriche del tratto considerato, V_1 e V_2 *[m/s]* sono i valori delle velocità medie agli estremi del tronco e α_1 e α_2 sono i coefficienti correttivi dell'energia cinetica.

Il modello consente di suddividere la sezione in più zone in cui assegnare un valore diverso del parametro *n* di scabrezza; in particolare è possibile individuare tre zone principali: quella centrale dell'alveo inciso (denominata *main channel*) e due zone laterali golenali (denominate *right and left overbanks*).

Il programma consente la simulazione del deflusso attraverso ponti e tombinature (*culvert*) mediante la loro schematizzazione geometrica (impalcato, pile, setti, ecc.).

La procedura di calcolo utilizzata consente di simulare il deflusso a pelo libero al di sotto dell'impalcato, il deflusso in pressione al di sotto dell'impalcato e la combinazione del deflusso in pressione e del deflusso con scavalcamento dell'impalcato stesso (funzionamento a stramazzo).

Per il deflusso a pelo libero il modello consente la scelta fra diversi metodi di calcolo quali il metodo del bilancio energetico (*Standard step method*), il metodo dei momenti (*Momentum Balance*), la formula di Yarnell per correnti lente.

Il funzionamento in pressione è simulato mediante la formulazione propria dell'efflusso da luce:

$$Q = C \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

dove $Q[m^3/s]$ è la portata defluita attraverso la luce di area $A[m^2]$, $H[m]$ è il dislivello tra il carico totale di monte ed il pelo libero a valle e *C* è il cosiddetto coefficiente di efflusso.

Il programma prevede la messa in pressione della struttura quando, secondo la scelta dell'utente, il carico totale o la quota del pelo libero risultano superiori alla quota dell'intradosso dell'impalcato.

Il funzionamento a stramazzo è simulato attraverso la formulazione standard:

$$Q = C \cdot L \cdot H^{\frac{3}{2}}$$

dove $Q[m^3/s]$ è la portata defluita sulla soglia di larghezza $L[m]$ e $H[m]$ è il dislivello tra il carico totale di monte e la quota della soglia e C è il coefficiente di efflusso, variabile in funzione del tipo di stramazzo e del carico sopra la soglia.

Nel caso di funzionamento combinato di moto in pressione con scavalcamento del ponte (stramazzo) l'entità delle portate stramazzanti e defluenti al di sotto dell'impalcato viene determinata attraverso una procedura iterativa combinando le equazioni che regolano i due fenomeni.

Il modello consente inoltre il calcolo del funzionamento in pressione di coperture, scatolari, tombinature e della portata esondata lungo le sponde nei tratti a cielo aperto quando il livello superi le quote di sommità arginale (*lateral structure*).

Nel rispetto dell'equazione di continuità il programma fornisce in quest'ultimo caso per ciascuna configurazione di portata imposta da monte l'entità delle portate esondate per ciascuno stramazzo laterale e la portata residua di valle, con i rispettivi livelli.

6.1.2 Moto uniforme

Le verifiche idrauliche dei tratti a gradoni del nuovo tracciato artificiale del rio Ispina e dei canali di gronda sono state effettuate determinando le caratteristiche della corrente nelle condizioni di moto uniforme mediante la formulazione di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i_f}$$

dove $Q[m^3/s]$ è la portata, $\chi[m^{1/2}\ s^{-1}]$ il coefficiente di attrito, $A[m^2]$ l'area della sezione liquida, $R[m]$ il raggio idraulico, i_f la pendenza dell'alveo.

Per il calcolo di χ è stata adottata la formula di Manning:

$$\chi = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

dove $n[m^{-1/3}s]$ è un coefficiente dimensionale che definisce la scabrezza in funzione della natura dell'alveo.

6.2 RISULTATI

6.2.1 Rio Ispina

Con riferimento agli elaborati di progetto la verifica del rio Ispina è stata effettuata per tre tratti distinti riportati di seguito da monte verso valle:

- Nuovo tratto di canale superiore, con andamento a mezza costa tra le quote di 178.5 m s.l.m. e 172.25 m s.l.m. per una lunghezza di circa 300 m;
- Nuovo tratto di canale inferiore con andamento a salti e presenza di due tratti tombinati per l'attraversamento della strada di servizio, tra le quote di 172.25 m s.l.m. e 85.12 m s.l.m., lunghezza 250 m circa;
- tratto terminale naturale del rio Ispina sino alla confluenza nel rio Basco, tra le quote di 81.6 m s.l.m. e 49.19 m s.l.m., lunghezza 225 m circa.

Dei primi due tratti, caratterizzati da sezioni e pendenze regolari e uniformi, è stata effettuata a favore di sicurezza la sola verifica in moto uniforme, mentre per il tratto terminale naturale è stata applicata la metodologia di calcolo dei profili di rigurgito in moto permanente.

Le verifiche sono state effettuate con il valore della portata 200-ennale (9.5 m^3/s); quale coefficiente di scabrezza è stato adottato a favore di sicurezza un valore n di Manning pari a 0.03, corrispondente a corso d'acqua naturale con vegetazione e movimento di materiale sul fondo

Nell'Allegato A sono riportati in forma numerica e grafica i risultati delle verifiche per ciascuno dei tratti esaminati come nel seguito descritto.

Nuovo tratto di canale superiore

La verifica ha riguardato il tratto a mezza costa compreso tra le quote di 178.5 m s.l.m. e 172.25 m s.l.m., per una lunghezza 312 m circa, comprensivo del primo attraversamento della viabilità di servizio.

La sezione di calcolo corrente è di forma trapezia con larghezza al fondo di 2.5 m, altezza 2.0 m e inclinazione della sponda destra di 30 gradi, la pendenza del tratto è pari al 2%.

In tali condizioni la portata 200-ennale (9.5 m^3/s) defluisce in corrente veloce con numero di Froude pari a 1.1, altezza di 1.0 m, velocità 3.4 m/s; il franco del pelo libero rispetto alla sommità degli argini è pari a 1.00 m, il franco del carico totale è di 0.41 m.

Il canale consente inoltre il deflusso della portata 500-ennale (11.3 m^3/s) con altezza di 1.12 m, franco del pelo libero di 0.88 m, franco del carico totale 0.23 m.

L'attraversamento della strada di servizio è costituito da una sezione rettangolare chiusa di dimensioni 2.5x2.0 m con pendenza 4%.

In tali condizioni la portata 200-ennale defluisce in corrente veloce con numero di Froude pari a 1.5, altezza di 0.88 m, velocità 4.3 m/s; il franco del pelo libero rispetto all'intradosso è pari a 1.12 m, il franco del carico totale è di 0.18 m.

Il canale consente il deflusso della portata 500-ennale con altezza di 1.00 m, franco del pelo libero di 1.0 m, carico totale coincidente con l'intradosso.

Nuovo tratto di canale inferiore

La verifica ha riguardato il tratto a valle del precedente compreso tra le quote di 172.25 m s.l.m. e 85.12 m s.l.m., lunghezza 250 m circa.

La sezione di calcolo corrente è di forma rettangolare di larghezza pari a 2.5 m e altezza delle sponde variabile da 1.8 m a 2.6 m, con pendenza pari al 10%

In tali condizioni la portata 200-ennale (9.5 m^3/s) defluisce in corrente veloce con numero di Froude pari a 2.3, altezza di 0.64 m, velocità 5.9 m/s; il franco minimo del pelo libero rispetto alla sommità degli argini è di 1.16 m.

Il canale consente inoltre il deflusso della portata 500-ennale (11.3 m^3/s) con altezza di 0.72 m, franco minimo del pelo libero di 1.08 m.

Tratto terminale con alveo naturale

E' stata effettuata la verifica del tratto d'alveo terminale del rio Ispina dalla confluenza con il torrente Riobasco fino all'innesto del nuovo tracciato del rio, per una lunghezza di circa 250 m.

Ai fini delle verifiche in moto permanente sono state individuate una serie di sezioni trasversali in funzione delle caratteristiche geometriche e morfologiche dell'alveo (larghezza, pendenza).

Le sezioni sono state numerate in senso crescente da valle verso monte, dalla 1 alla 8.

La verifica è stata effettuata mediante integrazione del profilo di moto permanente con il valore della portata 200-ennale pari a 9.5 m^3/s.

Dato il carattere torrentizio del corso d'acqua, la verifica è stata eseguita integrando il profilo per entrambe le condizioni di corrente lenta da valle verso monte e di corrente veloce da monte verso valle, imponendo come condizioni al contorno la profondità critica nella sezioni d'estremità di monte e la quota del pelo libero della portata 200-ennale del torrente Riobasco nella sezione di valle.

Le verifiche hanno messo in evidenza che l'alveo è in grado di contenere la portata di piena 200-ennale con franchi adeguati.

Il profilo è caratterizzato da una corrente veloce, con numeri di Froude mediamente variabili tra 1.0 e 4.6, altezze del pelo libero comprese tra 0.4 m e 1.1 m circa, velocità della corrente mediamente pari a 7.0 m/s circa, con punte di 9 m/s in alcuni tratti per effetto della pendenza elevata del fondo (in roccia). Il franco rispetto alla sommità degli argini è mediamente pari a 1.7 m.

La portata 500-ennale defluisce in modo del tutto simile alla 200-ennale con livelli del pelo libero di pochi centimetri superiori.

Condotta provvisionale

Dati D=1.5 m, n=0.025, if=0.15, risulta che la portata 200-ennale defluisce in corrente veloce (Fr=3) con un'altezza di 0.9 m.

La portata 500-ennale defluisce invece con un'altezza di 1 m circa.

6.2.2 Aree scolanti minori

La verifica dei canali di raccolta delle aree scolanti minori è effettuata determinando le caratteristiche della corrente nelle condizioni di moto uniforme con la portata di piena 200-ennale per il canale di gronda principale e 50-ennale per i canali di gronda secondari, in accordo con la DGR N. 1854 del 29/12/2003 e con le indicazioni della Provincia di Savona.

La verifica è stata fatta assegnando a ciascun canale la rispettiva area di competenza e relativa portata (vedi paragrafo 4.2.2).

Quale valore coefficiente di scabrezza *n* è stato utilizzato, a favore di sicurezza, 0.022 relativo a canali in muratura in condizioni non buone con depositi di limo al fondo.

I risultati delle verifiche sono riportati nell'Allegato A in forma di scale di deflusso delle sezioni dei canali.

Il canale di gronda principale ha una sezione rettangolare di 1.0 x 1.0 m e pendenza minima pari al 1%, drena una superficie complessiva di 1.79 ha (1A+1B), cui corrisponde un valore della portata 200-ennale di 0.90 m^3/s; quest'ultima defluisce con un'altezza del pelo libero pari a 0.5 m circa e velocità di 1.8 m/s, con franco rispetto alla sommità degli argini pari a 0.5 m.

I canali di gronda minori hanno sezione di deflusso 0.6x0.6 m con pendenza del 2%; i risultati mostrano che la portata 50-ennnale (variabile da un massimo di 0.48 m^3/s ad un minimo di 0.06 m^3/s) defluisce con altezze variabili da un minimo di 0.1 m ad un massimo di 0.4 m con velocità variabili da 1.1 m/s a 2.0 m/s circa.

Il franco rispetto alla sommità degli argini è variabile da un minimo di 0.20 m ad un massimo di 0.50 m.

6.2.3 Torrente Riobasco

E' stata effettuata la verifica del tratto d'alveo in corrispondenza della confluenza con il Ispina compreso dalla briglia naturale in roccia fino ad una sezione posta circa 300 m a valle.

Ai fini delle verifiche in moto permanente sono state individuate una serie di sezioni trasversali in funzione delle caratteristiche geometriche e morfologiche dell'alveo (larghezza, pendenza).

Le sezioni sono state numerate in senso crescente da valle verso monte, dalla 1 alla 16.

La verifica è stata effettuata mediante integrazione del profilo di moto permanente con i tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale nella condizione di stato attuale e in presenza del ponte previsto a progetto.

La verifica è stata eseguita nella condizione più cautelativa integrando il profilo per la sola condizione di corrente lenta da valle verso monte imponendo quale condizione al contorno la profondità critica (Fr=1) nelle sezioni di estremità.

Le verifiche hanno messo in evidenza che l'alveo è in grado di contenere la portata di piena 200-ennale con franchi adeguati.

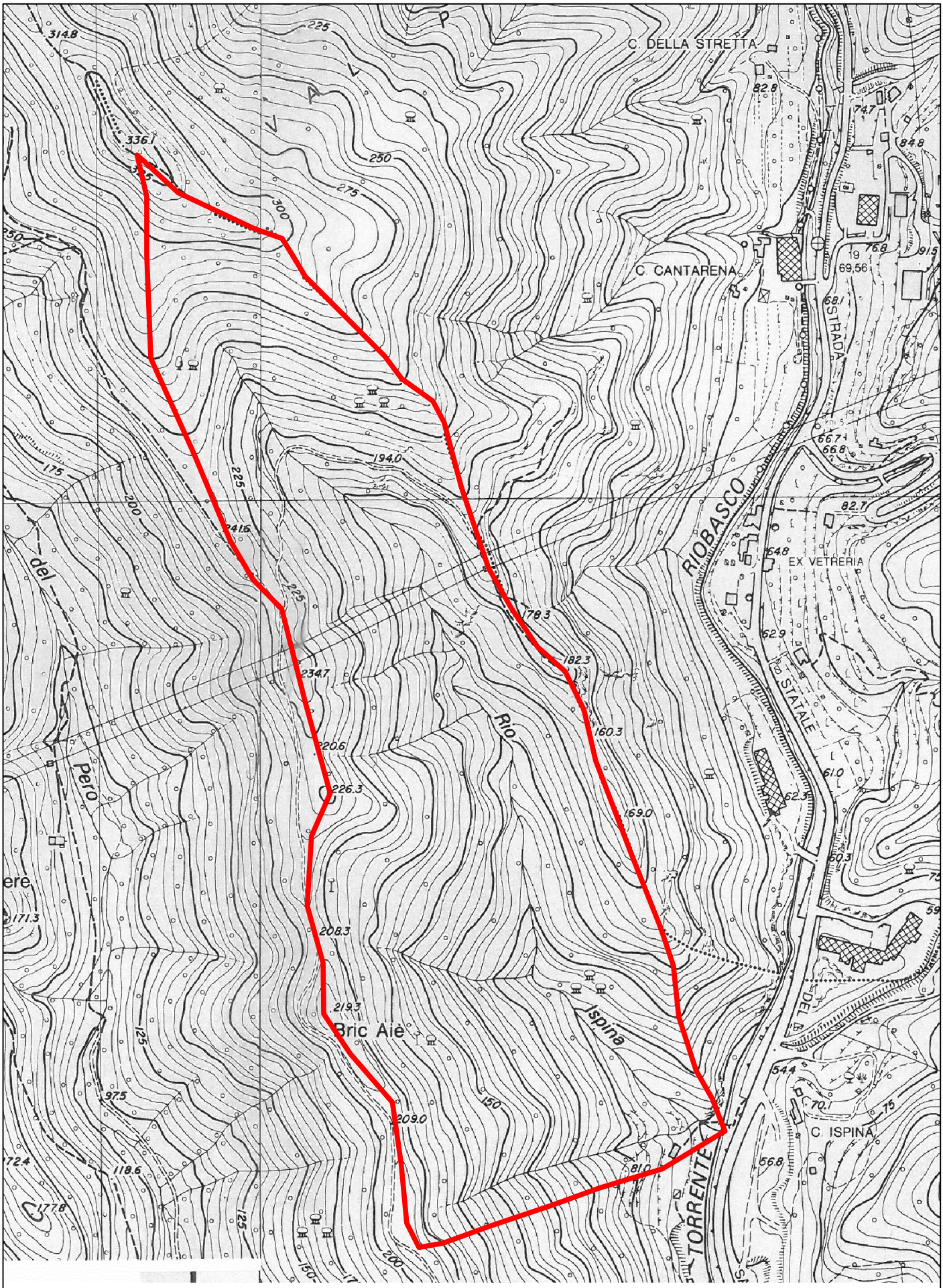
Il profilo è del tutto simile per le tre configurazioni di portata, con differenze di quote di circa 1 m tra le due configurazioni estreme; esso è caratterizzato da tratti di corrente lenta alternati a tratti in condizioni critiche, con numeri di Froude variabili tra 0.6 e 1.0. Le velocità della corrente variano all'incirca da 3.3 a 6 m/s.

La strada SP n. 334, ubicata in sponda sinistra, è ad una quota superiore di oltre 1 m rispetto alla portata 200-ennale.

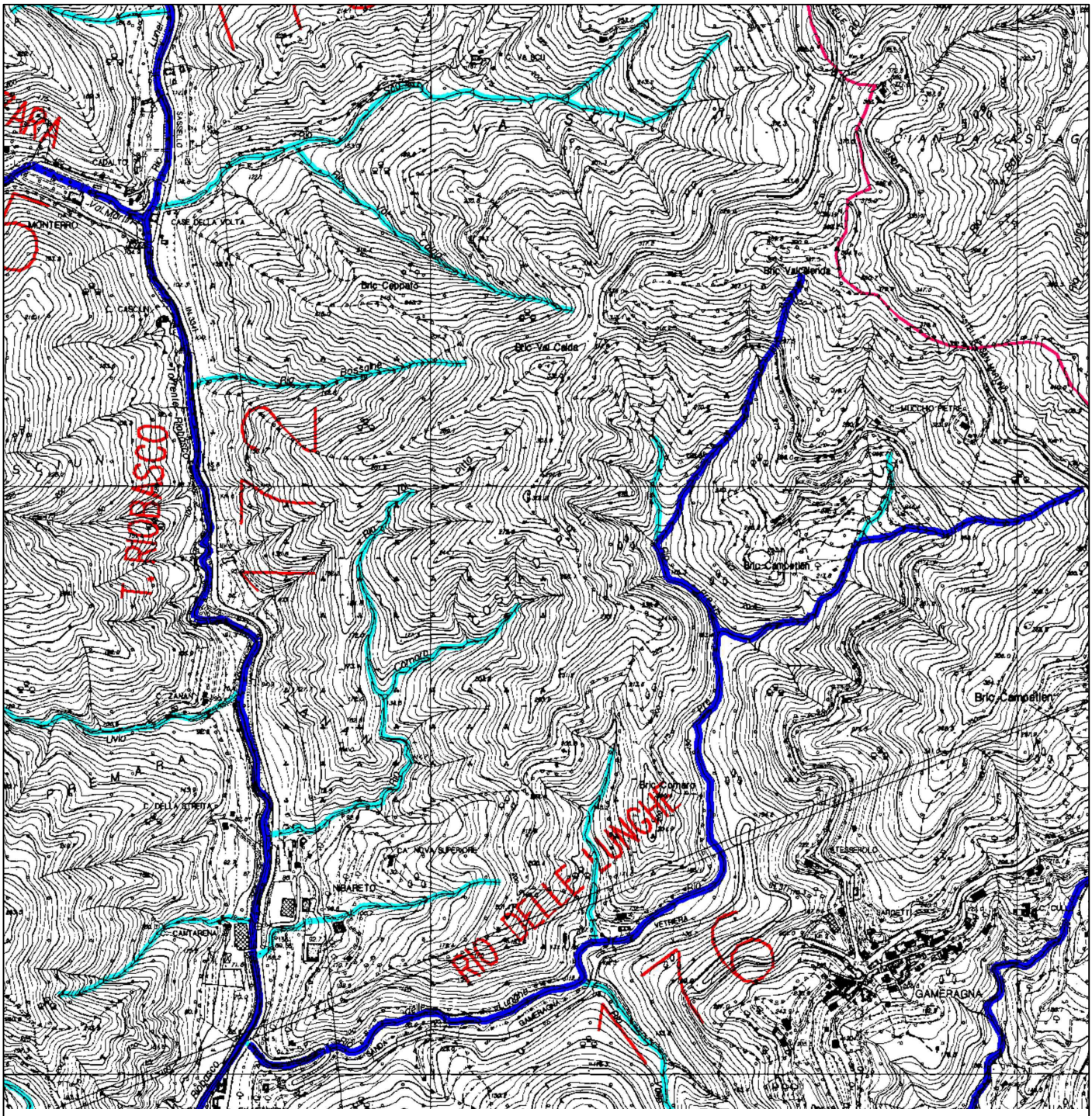
Il nuovo ponte di collegamento con la nuova viabilità interna all'area è a campata unica e ha le spalle esterne al limite demaniale e/o all'intersezione tra la quota del pelo libero della portata 200-ennale e il versante.

La quota dell'intradosso è variabile da 55.2 m s.l.m. a 57.00 m s.l.m., pertanto risulta verificato per la portata 200-ennale con un franco variabile tra 2.2 m e 4 m, inoltre la quota dell'intradosso risulta superiore alla quota del carico cinetico della portata 200-ennale.

Il confronto tra lo stato attuale e lo stato di progetto mostra come la realizzazione del nuovo ponte non altera in nessun modo le condizioni attuali.



ALLEGATO 1
BACINO RIO ISPINA
A=0.26 km²
scala 1:5000



Corso d'acqua iscritto nell'elenco delle acque pubbliche della Provincia di Savona (fonte: D.R. 11/07/1941 e D.P.R. 30/06/1954)

122 Numerazione edenominazione corso d'acqua come da elenco del D.R. 11/07/1941 e del D.P.R. 30/06/1954

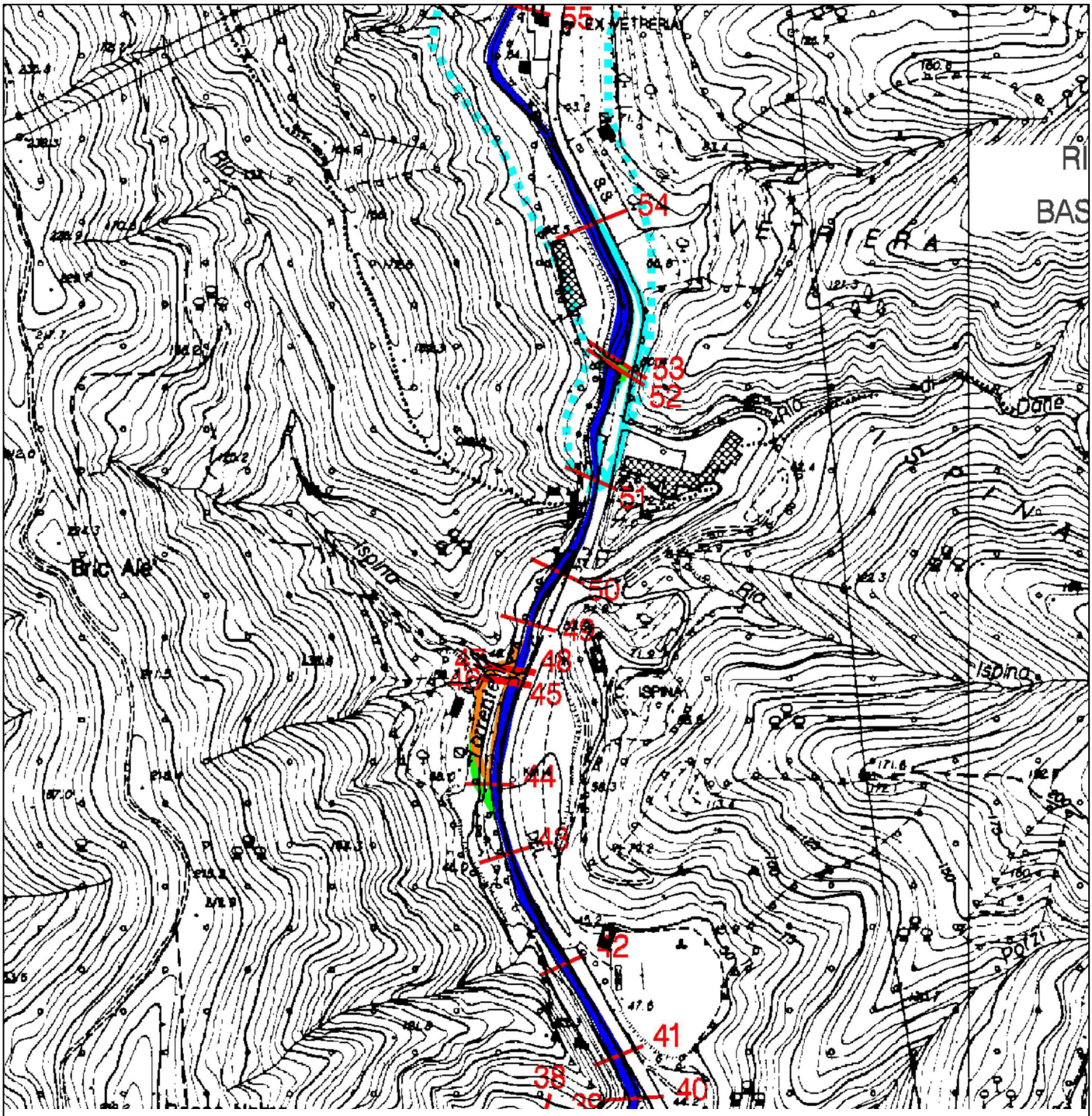
Il valore di ufficialita' puo' essere attribuito unicamente all'elenco delle acque pubbliche del territorio della Provincia di Savona pubblicato sulla G.U. n. 244 del 15/10/1941 ed integrato con D.P.R. del 30/06/1954

Corsi d'acqua demaniali (fonte: Regione Liguria – Cartografia Catastale 1:5000)

Perimetro dei laghi

Limite di bacino

ALLEGATO 2
STRALCIO CARTA RETICOLO IDROGRAFICO PRINCIPALE
PIANO DI BACINO T. SANSOBBIA
scala 1:5000



Aree Ironcabili per T=50 anni

Aree Ironcabili per T=200 anni

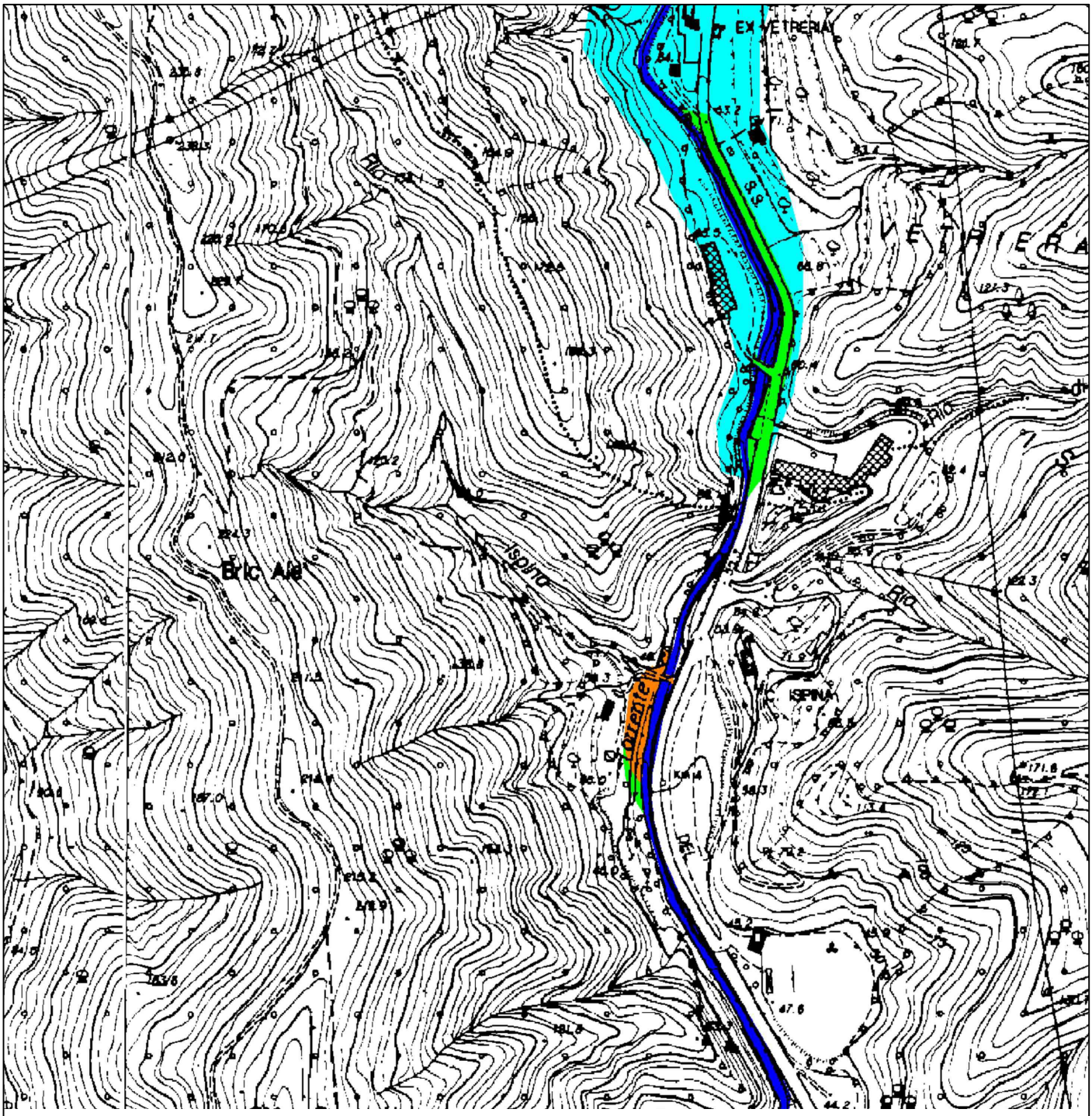
Aree Ironcabili per T=500 anni

Aree Storicamente Inondate
Mappatura allegata alla D.G.R. 2615/98 e s.m. e i.
(ultimo aggiornamento D.G.R. 594/01)

Alveo attuale

Sezione corrispondente alle verifiche idrauliche allegate alla cartografia

ALLEGATO 3
STRALCIO CARTA DELLE AREE INONDABILI
PIANO DI BACINO T. SANSOBBIA
scala 1:5000



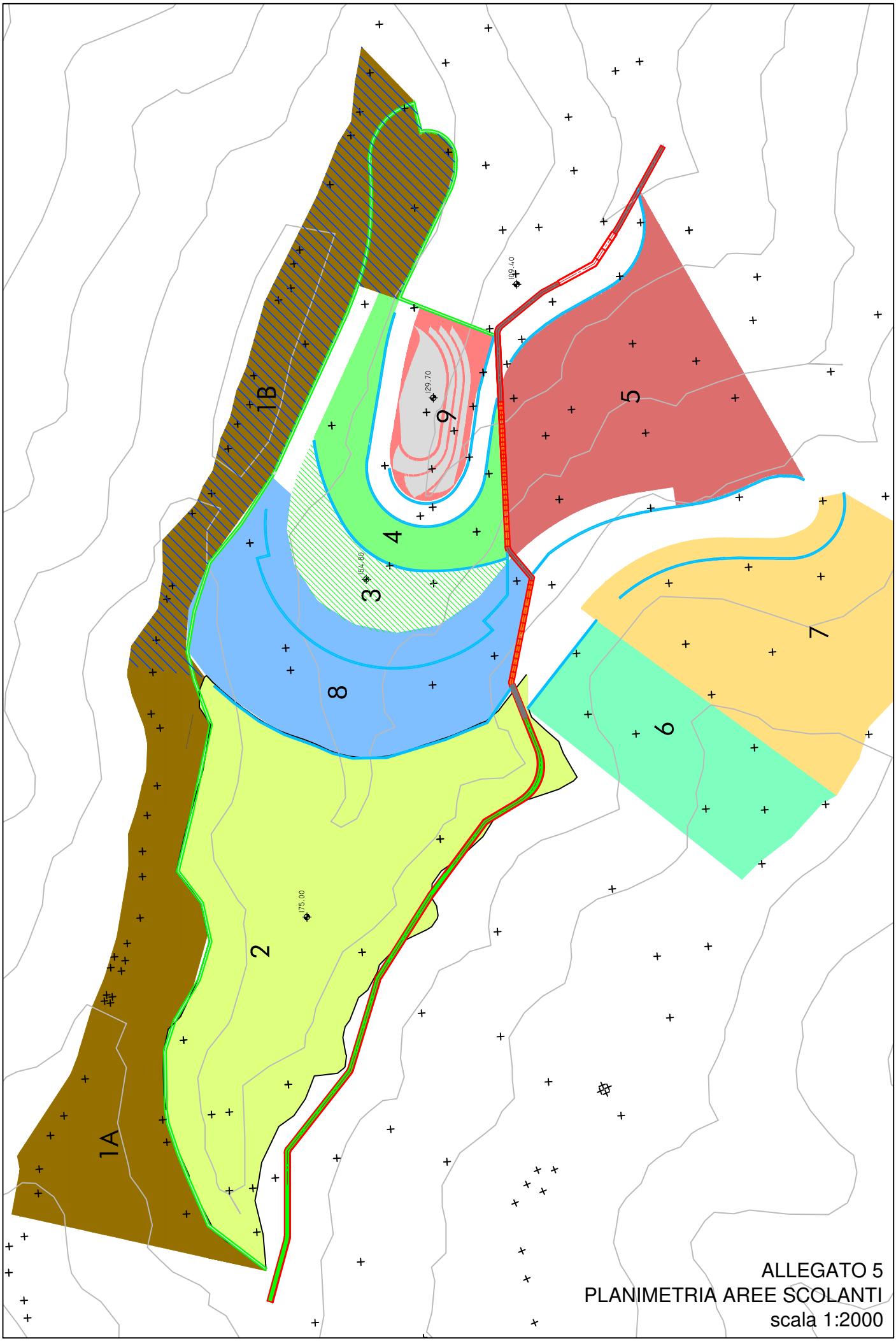
Fascia A

Fascia B

Fascia C

Alveo attuale

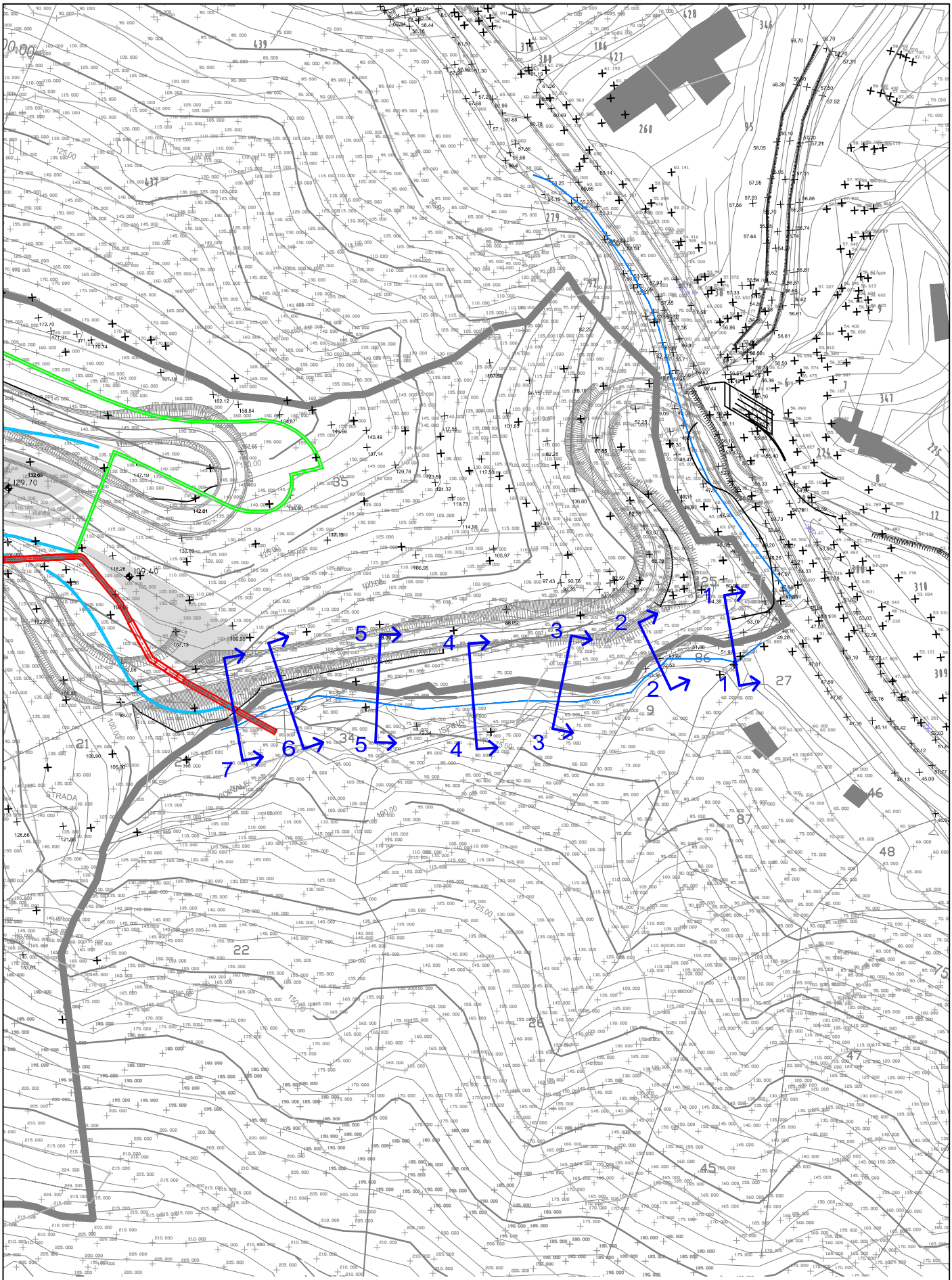
ALLEGATO 4
STRALCIO CARTA DELLE
FASCE DI INONDABILITA'
PIANO DI BACINO T. SANSOBBIA
scala 1:5000



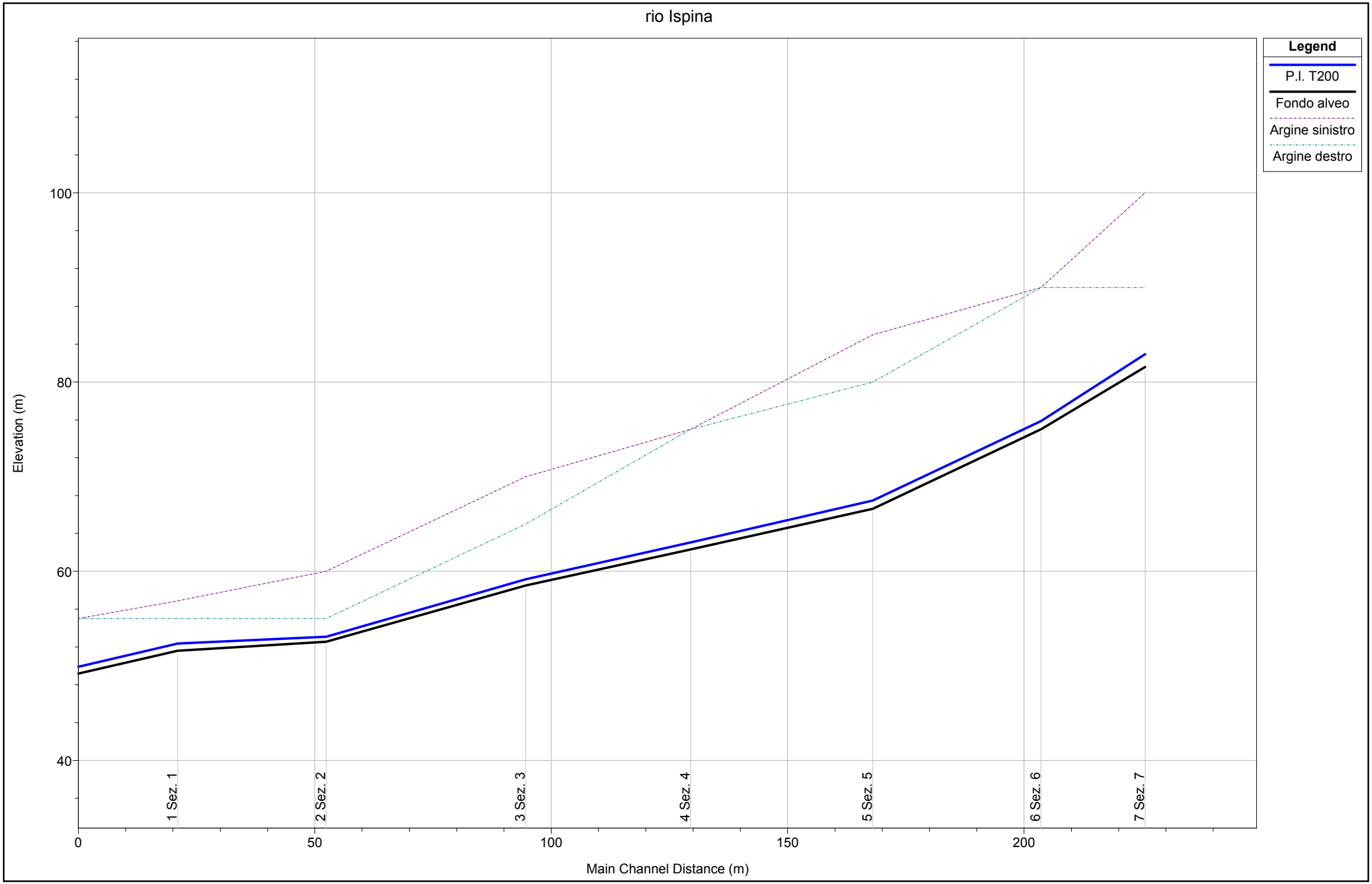
ALLEGATO 5
PLANIMETRIA AREE SCOLANTI
scala 1:2000

ALLEGATO A

VERIFICHE IDRAULICHE



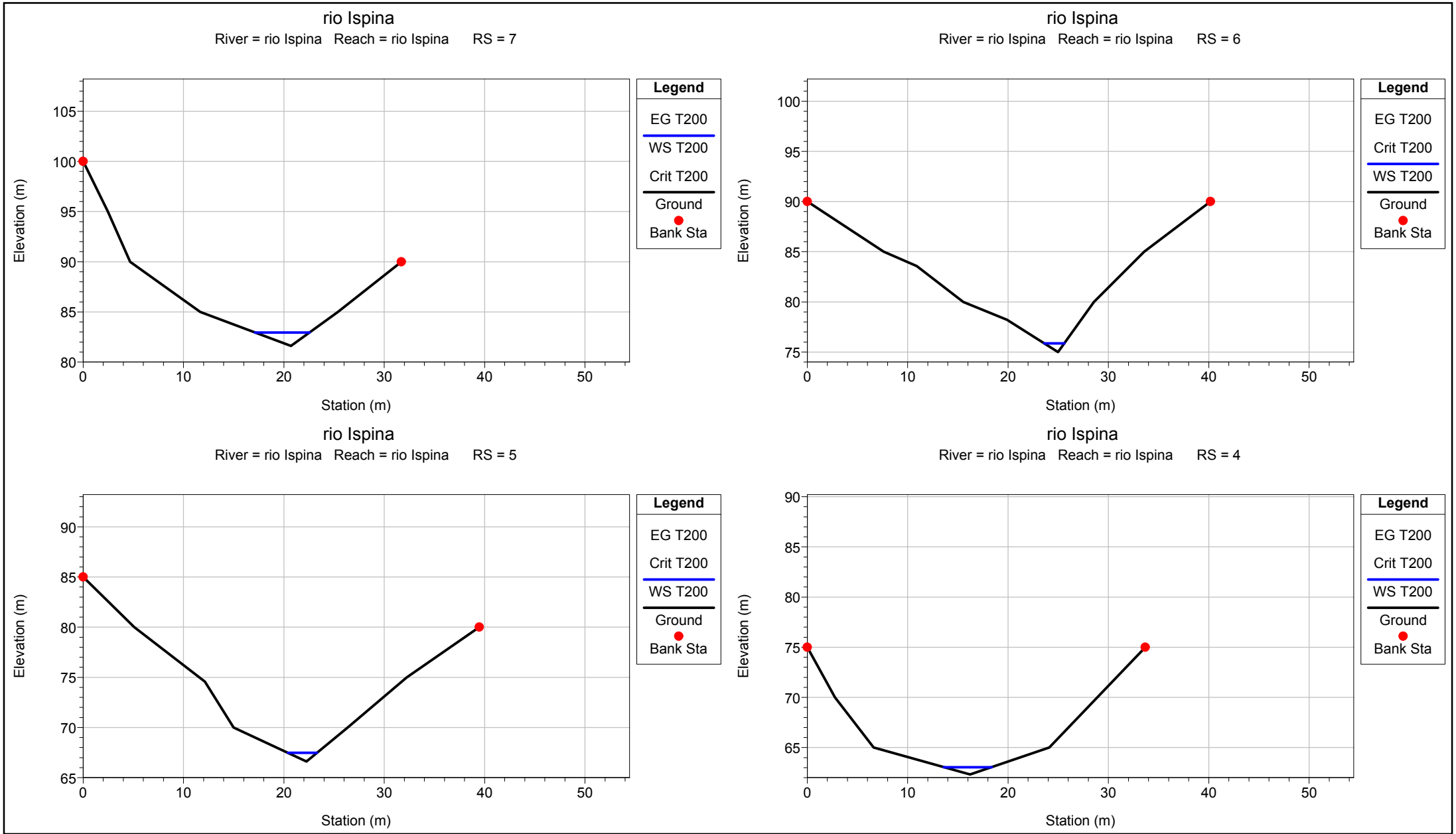
UBICAZIONE SEZIONI
CALCOLO IDRAULICO
RIO ISPINA
scala 1:2000



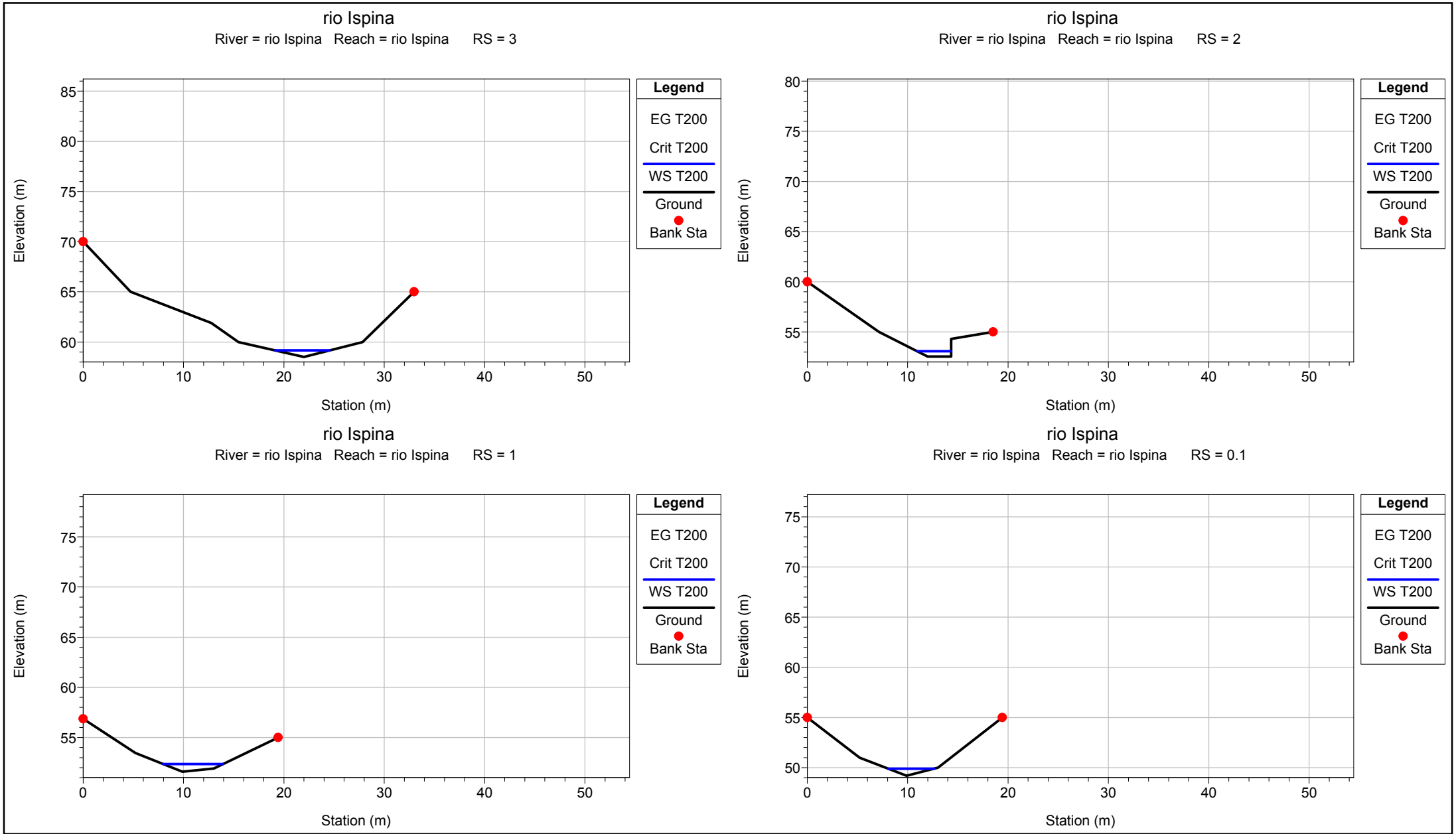
1 cm Horiz. = 10 m 1 cm Vert. = 5 m

HEC-RAS Plan: att River: rio Ispina Reach: rio Ispina Profile: T200

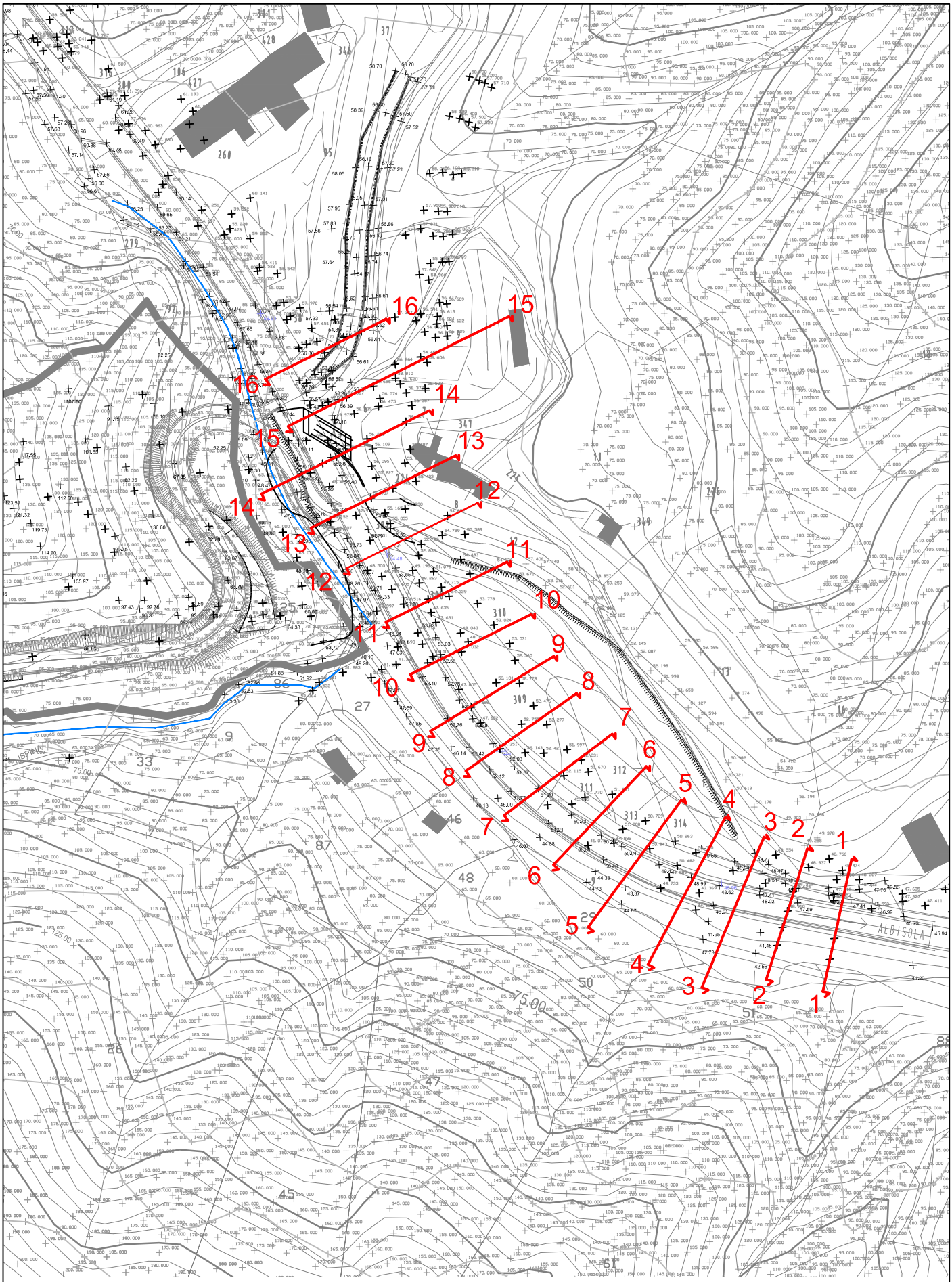
Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	Q Total	W.S. Elev	E.G. Elev	Hydr Depth	Max Chl Dpth	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
rio Ispina	7	T200	225.60	81.60	100.00	90.00	9.50	82.95	83.29	0.68	1.35	2.58	3.69	5.45	1.00
rio Ispina	6	T200	203.60	75.00	90.00	90.00	9.50	75.87	81.94	0.44	0.87	10.91	0.87	2.00	5.28
rio Ispina	5	T200	168.00	66.61	85.00	80.00	9.50	67.47	70.45	0.43	0.86	7.64	1.24	2.89	3.72
rio Ispina	4	T200	129.50	62.31	75.00	75.00	9.50	63.05	64.53	0.37	0.74	5.40	1.76	4.78	2.84
rio Ispina	3	T200	94.60	58.50	70.00	65.00	9.50	59.16	60.62	0.33	0.66	5.35	1.77	5.41	2.98
rio Ispina	2	T200	52.40	52.56	60.00	55.00	9.50	53.08	55.16	0.44	0.52	6.39	1.49	3.38	3.07
rio Ispina	1	T200	21.00	51.60	56.87	55.00	9.50	52.36	52.95	0.47	0.76	3.40	2.79	5.96	1.59
rio Ispina	0.1	T200		49.19	55.00	55.00	9.50	49.90	51.66	0.35	0.71	5.89	1.61	4.57	3.16



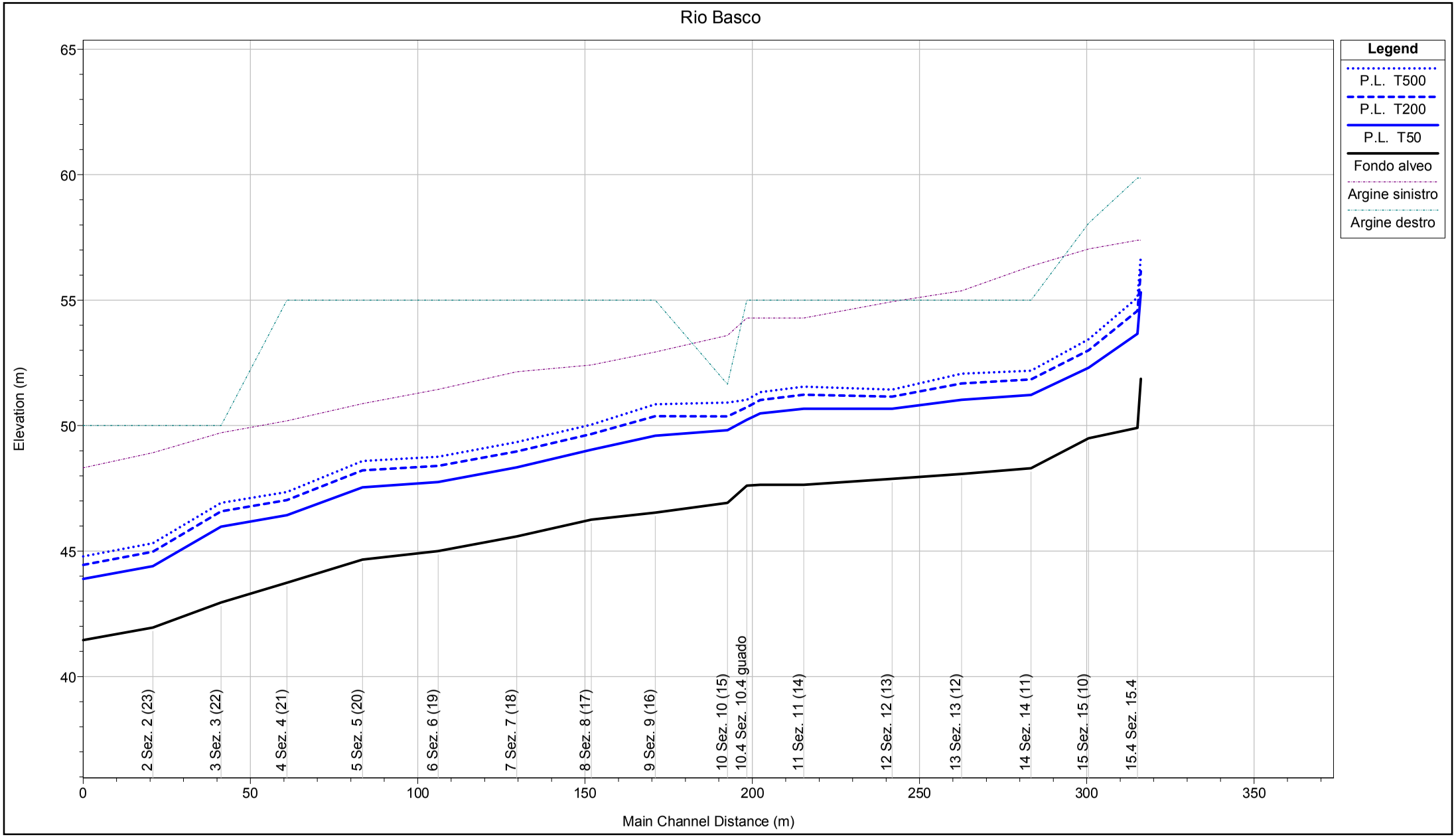
1 cm Horiz. = 5 m 1 cm Vert. = 5 m



1 cm Horiz. = 5 m 1 cm Vert. = 5 m



UBICAZIONE SEZIONI
CALCOLO IDRAULICO
TORRENTE RIOBASCO
scala 1:2000



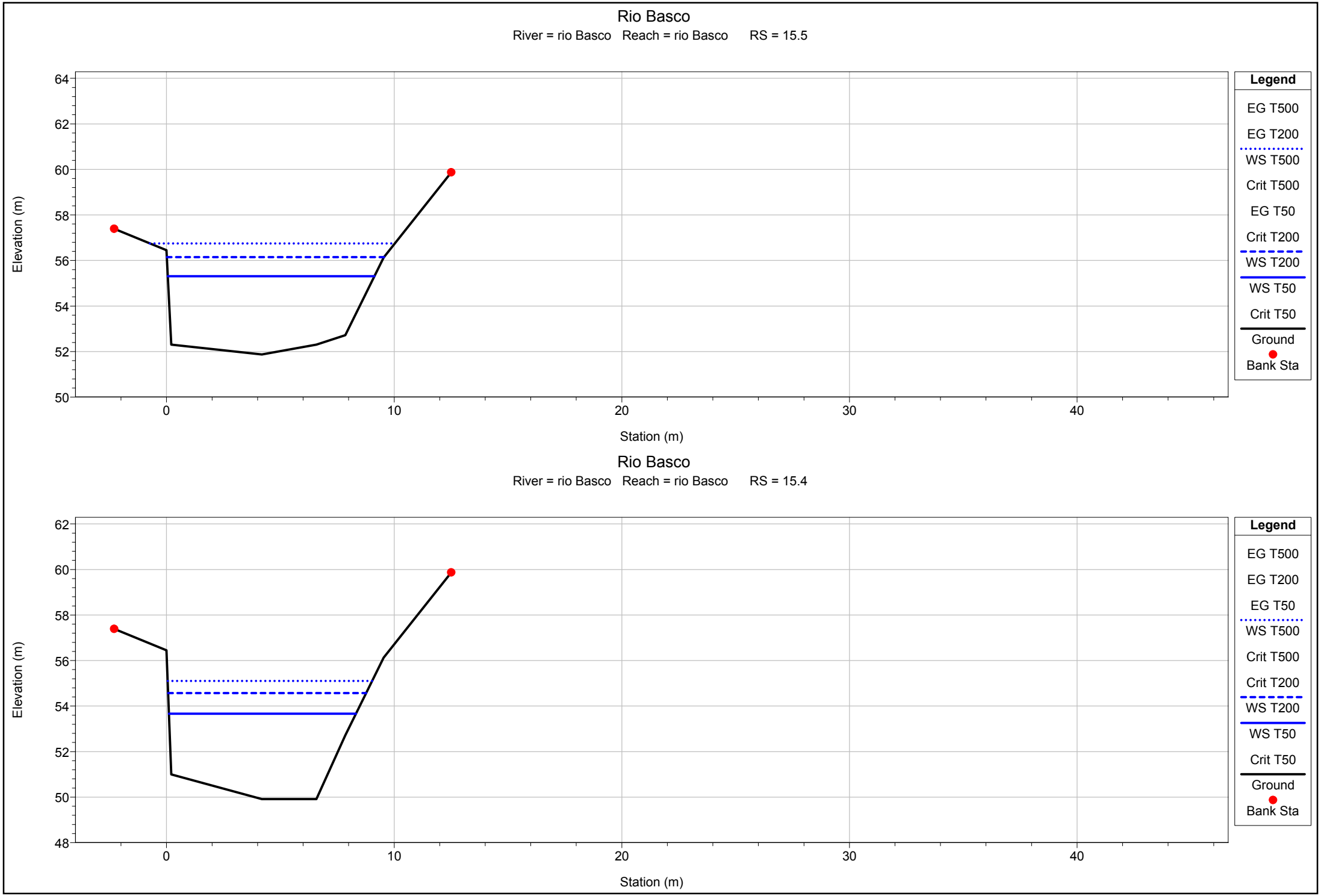
1 cm Horiz. = 15 m 1 cm Vert. = 2 m

HEC-RAS Plan: 4 River: rio Basco Reach: rio Basco

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	Q Total	W.S. Elev	E.G. Elev	Hydr Depth	Max Chl Dpth	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
rio Basco	15.5	T50	316.15	51.87	57.39	59.87	138.00	55.31	56.75	2.86	3.44	5.31	25.98	9.08	1.00
rio Basco	15.5	T200	316.15	51.87	57.39	59.87	200.00	56.15	57.93	3.54	4.28	5.92	33.80	9.54	1.00
rio Basco	15.5	T500	316.15	51.87	57.39	59.87	240.00	56.75	58.60	3.70	4.88	6.03	39.78	10.76	1.00
rio Basco	15.4	T50	315.15	49.91	57.39	59.87	138.00	53.66	55.21	3.05	3.75	5.51	25.07	8.21	1.01
rio Basco	15.4	T200	315.15	49.91	57.39	59.87	200.00	54.57	56.47	3.77	4.66	6.10	32.76	8.70	1.00
rio Basco	15.4	T500	315.15	49.91	57.39	59.87	240.00	55.10	57.20	4.17	5.19	6.41	37.43	8.98	1.00
rio Basco	15	T50	300.55	49.50	57.04	58.06	138.00	52.31	53.47	2.31	2.81	4.77	28.90	12.50	1.00
rio Basco	15	T200	300.55	49.50	57.04	58.06	200.00	53.00	54.43	2.83	3.50	5.29	37.78	13.33	1.00
rio Basco	15	T500	300.55	49.50	57.04	58.06	240.00	53.44	54.96	3.03	3.94	5.46	43.93	14.51	1.00
rio Basco	14	T50	283.35	48.30	56.35	55.00	138.00	51.22	52.24	2.01	2.92	4.47	30.87	15.38	1.01
rio Basco	14	T200	283.35	48.30	56.35	55.00	200.00	51.84	53.06	2.42	3.54	4.89	40.90	16.90	1.00
rio Basco	14	T500	283.35	48.30	56.35	55.00	240.00	52.19	53.52	2.64	3.89	5.11	46.93	17.76	1.00
rio Basco	13	T50	262.60	48.07	55.37	55.00	138.00	51.03	51.54	2.33	2.96	3.17	43.49	18.65	0.66
rio Basco	13	T200	262.60	48.07	55.37	55.00	200.00	51.68	52.33	2.89	3.61	3.58	55.87	19.32	0.67
rio Basco	13	T500	262.60	48.07	55.37	55.00	240.00	52.07	52.80	3.22	4.00	3.78	63.48	19.72	0.67
rio Basco	12	T50	241.80	47.88	54.94	55.00	138.00	50.67	51.42	2.10	2.79	3.83	36.01	17.11	0.84
rio Basco	12	T200	241.80	47.88	54.94	55.00	200.00	51.16	52.19	2.56	3.28	4.51	44.37	17.31	0.90
rio Basco	12	T500	241.80	47.88	54.94	55.00	240.00	51.43	52.64	2.76	3.55	4.88	49.22	17.81	0.94
rio Basco	11	T50	215.40	47.64	54.29	55.00	138.00	50.67	51.23	2.12	3.03	3.31	41.75	19.70	0.72
rio Basco	11	T200	215.40	47.64	54.29	55.00	200.00	51.23	51.96	2.60	3.59	3.78	52.88	20.30	0.75
rio Basco	11	T500	215.40	47.64	54.29	55.00	240.00	51.55	52.38	2.88	3.91	4.03	59.50	20.65	0.76
rio Basco	10.5	T50	202.40	47.64	54.29	55.00	138.00	50.49	51.15	1.96	2.85	3.62	38.16	19.51	0.83
rio Basco	10.5	T200	202.40	47.64	54.29	55.00	200.00	51.02	51.88	2.42	3.38	4.11	48.69	20.08	0.84
rio Basco	10.5	T500	202.40	47.64	54.29	55.00	240.00	51.33	52.30	2.69	3.69	4.37	54.97	20.41	0.85
rio Basco	10.4	T50	198.40	47.61	54.29	55.00	138.00	50.23	51.10	1.73	2.62	4.15	33.29	19.23	1.01
rio Basco	10.4	T200	198.40	47.61	54.29	55.00	200.00	50.73	51.83	2.18	3.12	4.64	43.09	19.77	1.00
rio Basco	10.4	T500	198.40	47.61	54.29	55.00	240.00	51.03	52.25	2.44	3.42	4.90	48.96	20.09	1.00
rio Basco	10	T50	192.60	46.92	53.59	51.65	138.00	49.82	50.69	1.75	2.90	4.15	33.27	19.00	1.00
rio Basco	10	T200	192.60	46.92	53.59	51.65	200.00	50.37	51.39	2.03	3.45	4.49	44.58	21.95	1.00
rio Basco	10	T500	192.60	46.92	53.59	51.65	240.00	50.92	51.81	2.31	4.00	4.18	57.36	24.86	0.88

HEC-RAS Plan: 4 River: rio Basco Reach: rio Basco (Continued)

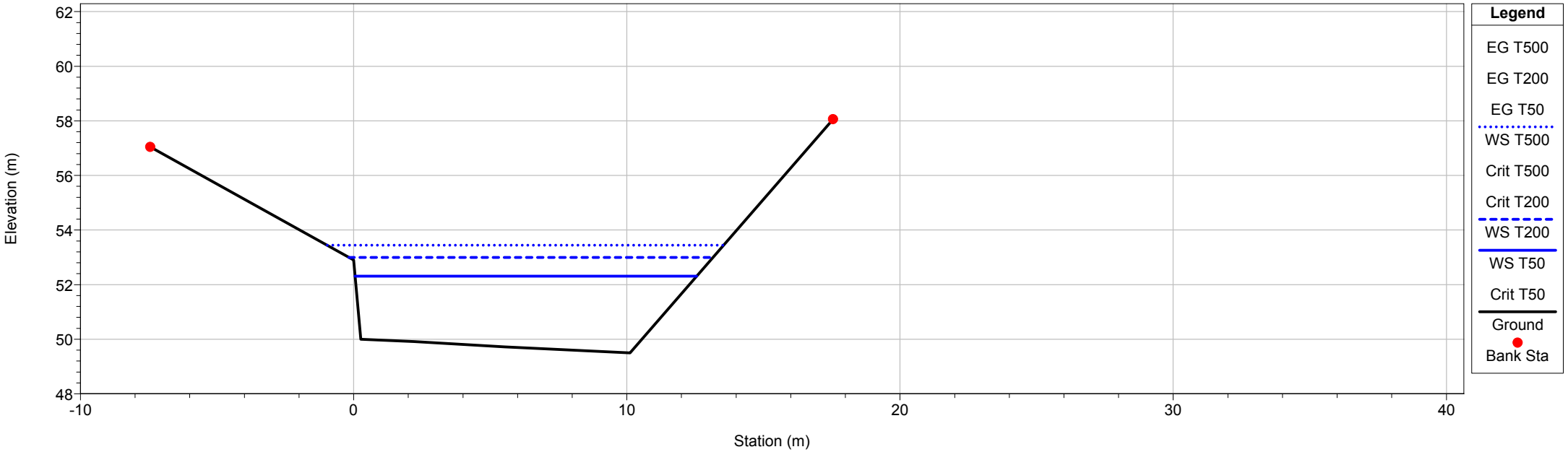
Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	Q Total	W.S. Elev	E.G. Elev	Hydr Depth	Max Chl Dpth	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
rio Basco	9	T50	171.00	46.53	52.93	55.00	138.00	49.59	50.27	2.36	3.06	3.65	37.78	16.02	0.76
rio Basco	9	T200	171.00	46.53	52.93	55.00	200.00	50.38	51.16	2.86	3.85	3.92	50.97	17.82	0.74
rio Basco	9	T500	171.00	46.53	52.93	55.00	240.00	50.85	51.68	3.11	4.32	4.02	59.77	19.22	0.73
rio Basco	8	T50	151.90	46.25	52.42	55.00	138.00	49.04	50.11	2.13	2.79	4.59	30.06	14.10	1.00
rio Basco	8	T200	151.90	46.25	52.42	55.00	200.00	49.66	50.99	2.63	3.41	5.11	39.16	14.91	1.01
rio Basco	8	T500	151.90	46.25	52.42	55.00	240.00	50.03	51.50	2.90	3.78	5.36	44.76	15.44	1.01
rio Basco	7	T50	129.60	45.58	52.15	55.00	138.00	48.33	49.42	2.14	2.75	4.61	29.91	13.97	1.01
rio Basco	7	T200	129.60	45.58	52.15	55.00	200.00	48.97	50.31	2.64	3.39	5.12	39.09	14.83	1.01
rio Basco	7	T500	129.60	45.58	52.15	55.00	240.00	49.34	50.81	2.91	3.76	5.38	44.63	15.32	1.01
rio Basco	6	T50	106.10	45.00	51.44	55.00	138.00	47.76	48.84	2.17	2.76	4.62	29.87	13.79	1.00
rio Basco	6	T200	106.10	45.00	51.44	55.00	200.00	48.39	49.74	2.69	3.39	5.15	38.83	14.42	1.00
rio Basco	6	T500	106.10	45.00	51.44	55.00	240.00	48.76	50.26	2.99	3.76	5.43	44.21	14.78	1.00
rio Basco	5	T50	83.50	44.66	50.88	55.00	138.00	47.54	48.61	2.15	2.88	4.60	29.99	13.93	1.00
rio Basco	5	T200	83.50	44.66	50.88	55.00	200.00	48.22	49.48	2.52	3.56	4.98	40.14	15.94	1.00
rio Basco	5	T500	83.50	44.66	50.88	55.00	240.00	48.59	49.96	2.72	3.93	5.18	46.33	17.06	1.00
rio Basco	4	T50	60.90	43.74	50.19	55.00	138.00	46.43	47.38	1.88	2.69	4.31	32.03	17.05	1.00
rio Basco	4	T200	60.90	43.74	50.19	55.00	200.00	47.03	48.14	2.21	3.29	4.66	42.92	19.45	1.00
rio Basco	4	T500	60.90	43.74	50.19	55.00	240.00	47.36	48.56	2.38	3.62	4.85	49.48	20.76	1.00
rio Basco	3	T50	41.20	42.95	49.72	50.00	138.00	45.97	46.95	1.94	3.02	4.37	31.58	16.24	1.00
rio Basco	3	T200	41.20	42.95	49.72	50.00	200.00	46.58	47.73	2.27	3.63	4.74	42.22	18.57	1.00
rio Basco	3	T500	41.20	42.95	49.72	50.00	240.00	46.92	48.16	2.45	3.97	4.92	48.74	19.87	1.00
rio Basco	2	T50	20.80	41.95	48.92	50.00	138.00	44.40	45.38	1.95	2.45	4.39	31.40	16.14	1.01
rio Basco	2	T200	20.80	41.95	48.92	50.00	200.00	44.98	46.19	2.39	3.03	4.87	41.06	17.19	1.01
rio Basco	2	T500	20.80	41.95	48.92	50.00	240.00	45.31	46.65	2.64	3.36	5.12	46.92	17.80	1.01
rio Basco	1	T50		41.45	48.32	50.00	138.00	43.89	44.85	1.90	2.44	4.35	31.73	16.66	1.01
rio Basco	1	T200		41.45	48.32	50.00	200.00	44.45	45.64	2.35	3.00	4.83	41.41	17.63	1.01
rio Basco	1	T500		41.45	48.32	50.00	240.00	44.79	46.09	2.61	3.34	5.06	47.44	18.20	1.00



1 cm Horiz. = 2 m 1 cm Vert. = 2 m

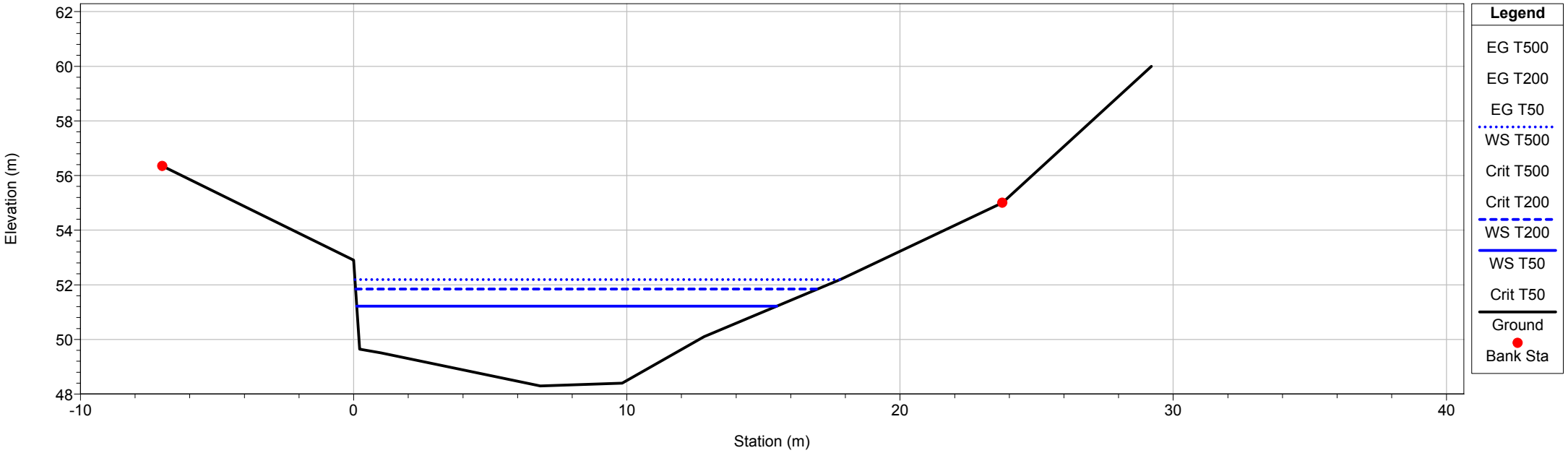
Rio Basco

River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 15



Rio Basco

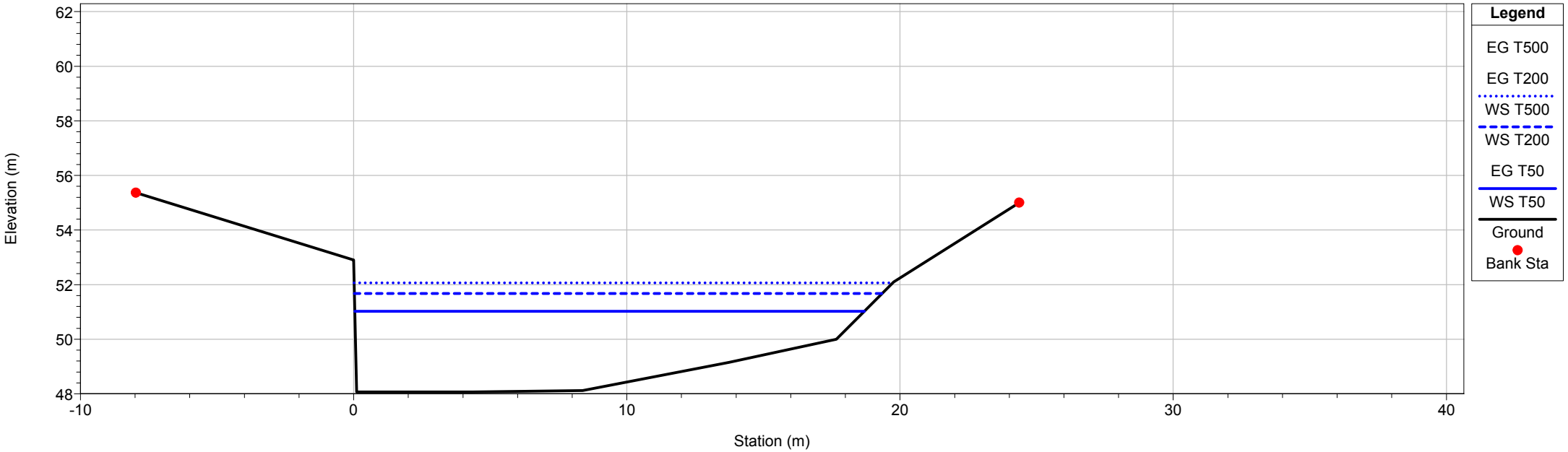
River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 14



1 cm Horiz. = 2 m 1 cm Vert. = 2 m

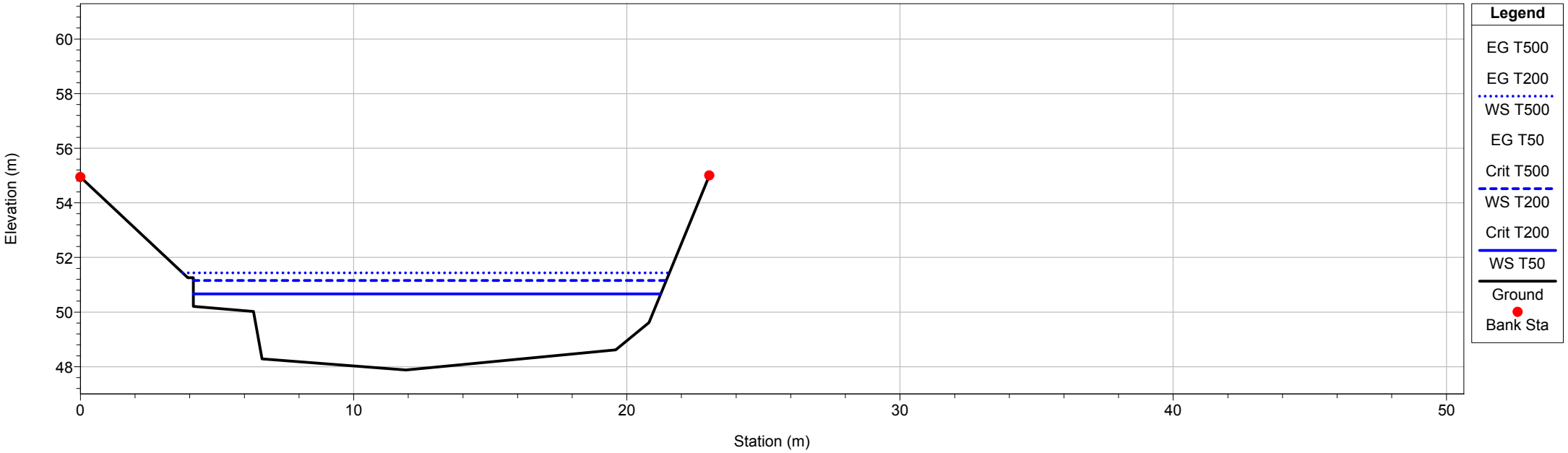
Rio Basco

River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 13



Rio Basco

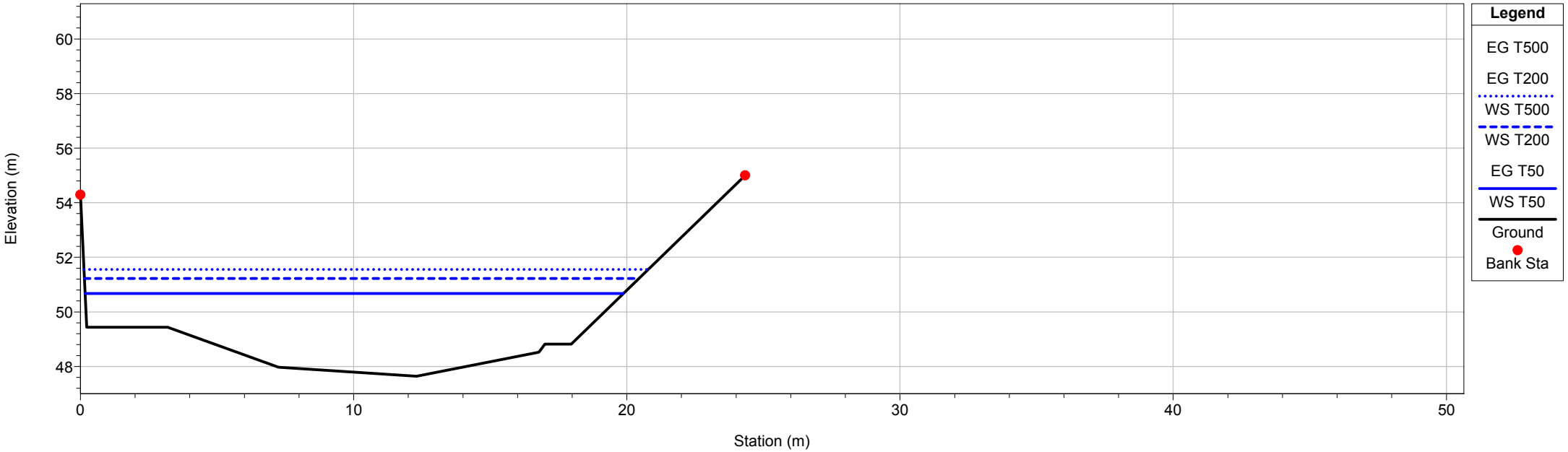
River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 12



1 cm Horiz. = 2 m 1 cm Vert. = 2 m

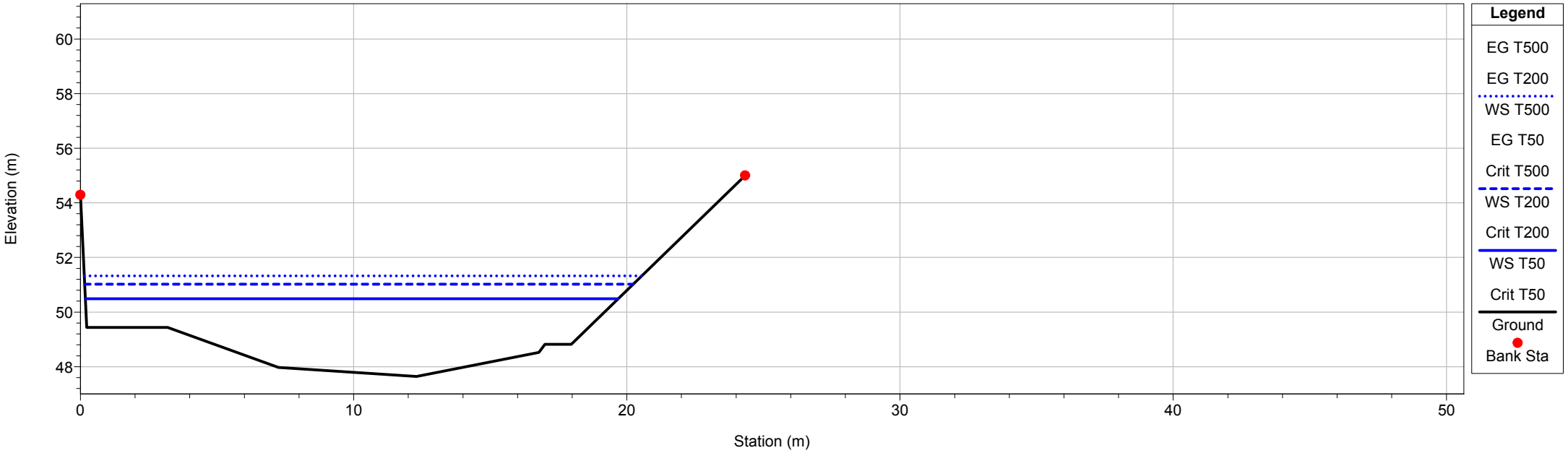
Rio Basco

River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 11



Rio Basco

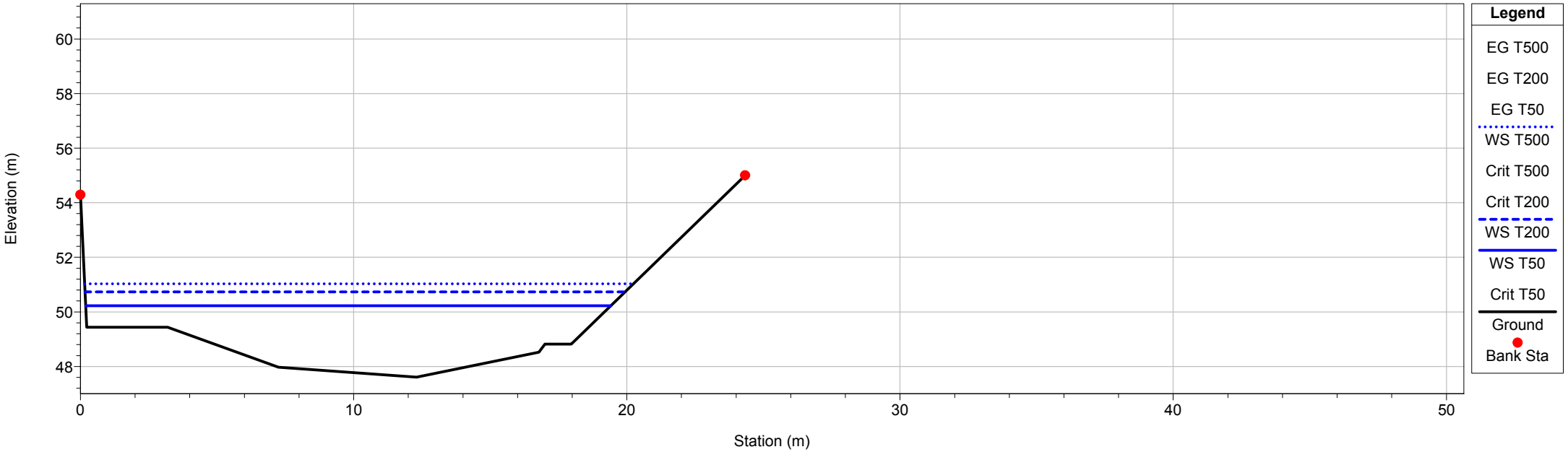
River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 10.5



1 cm Horiz. = 2 m 1 cm Vert. = 2 m

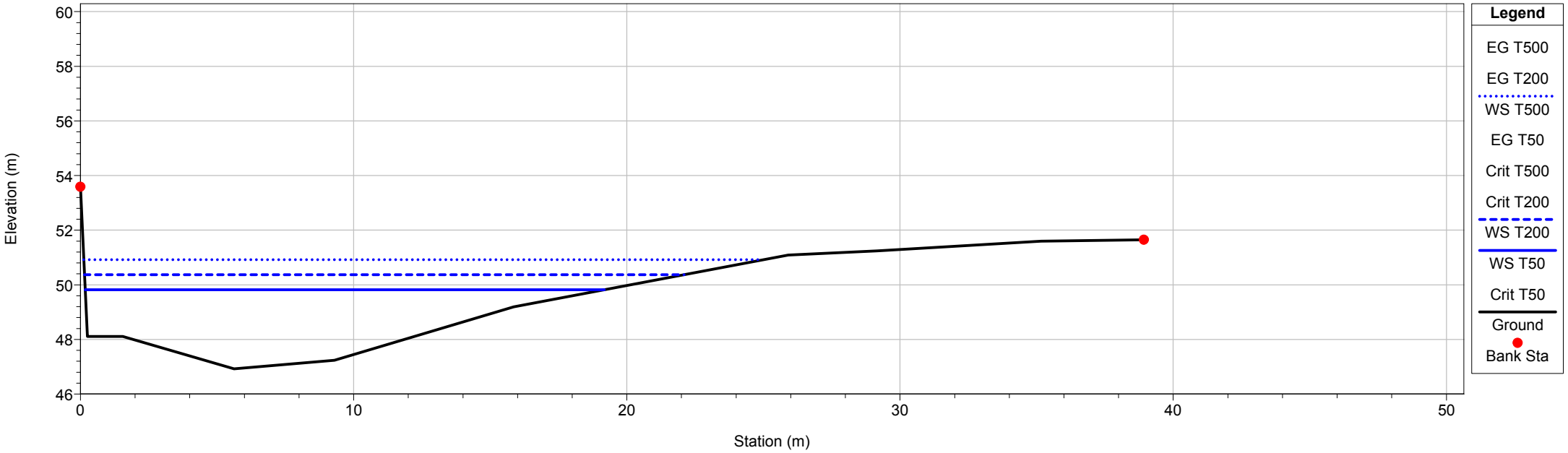
Rio Basco

River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 10.4

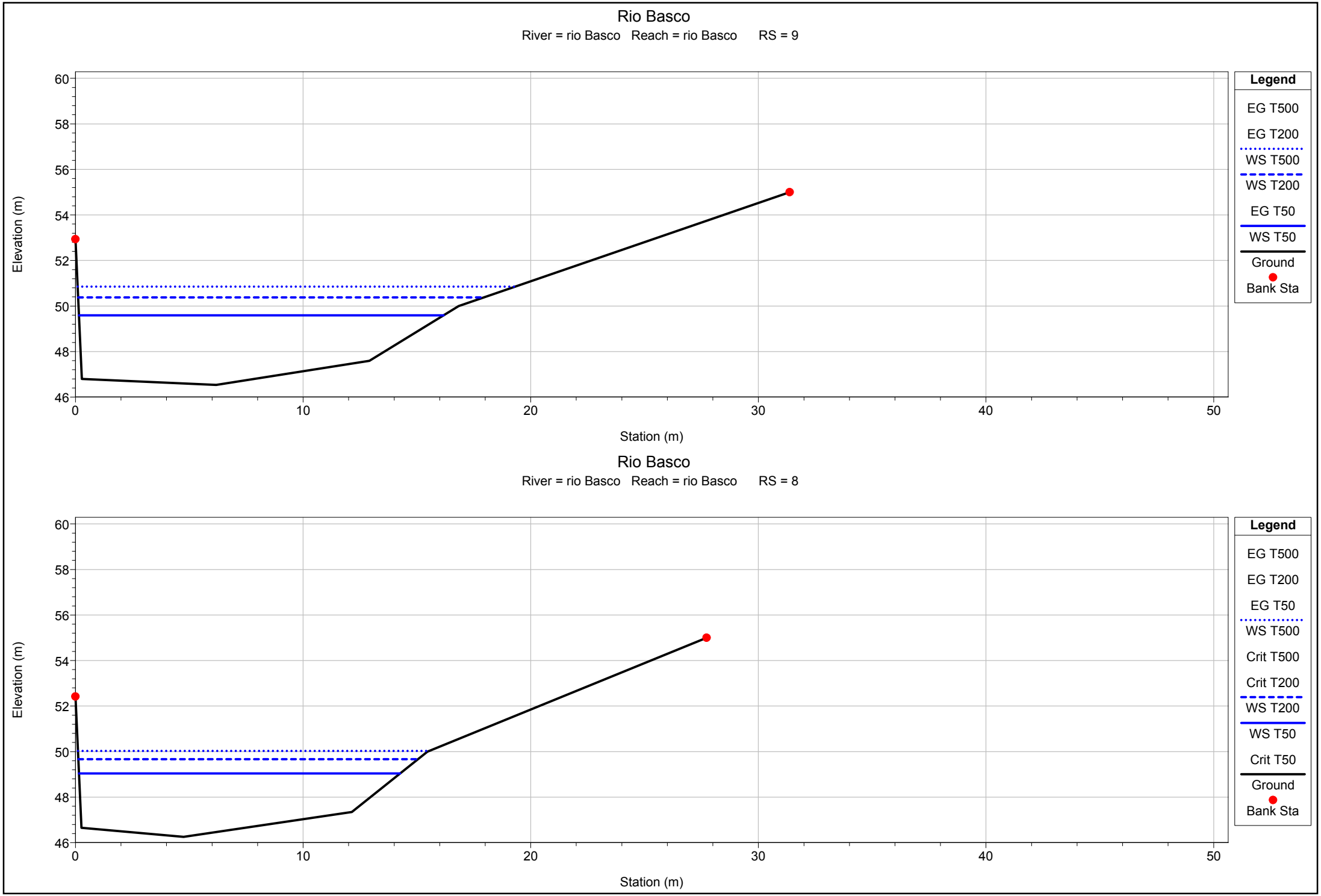


Rio Basco

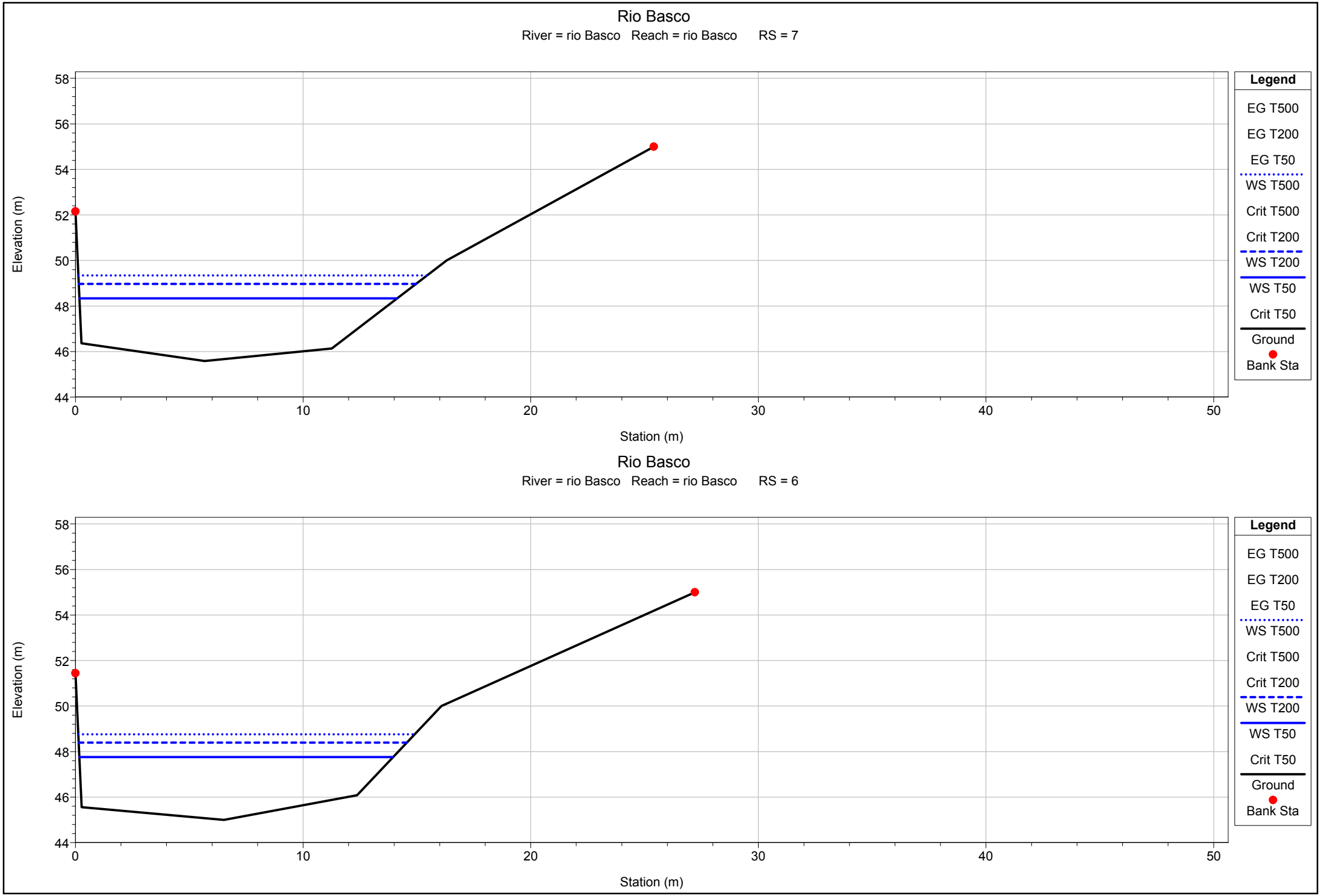
River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 10



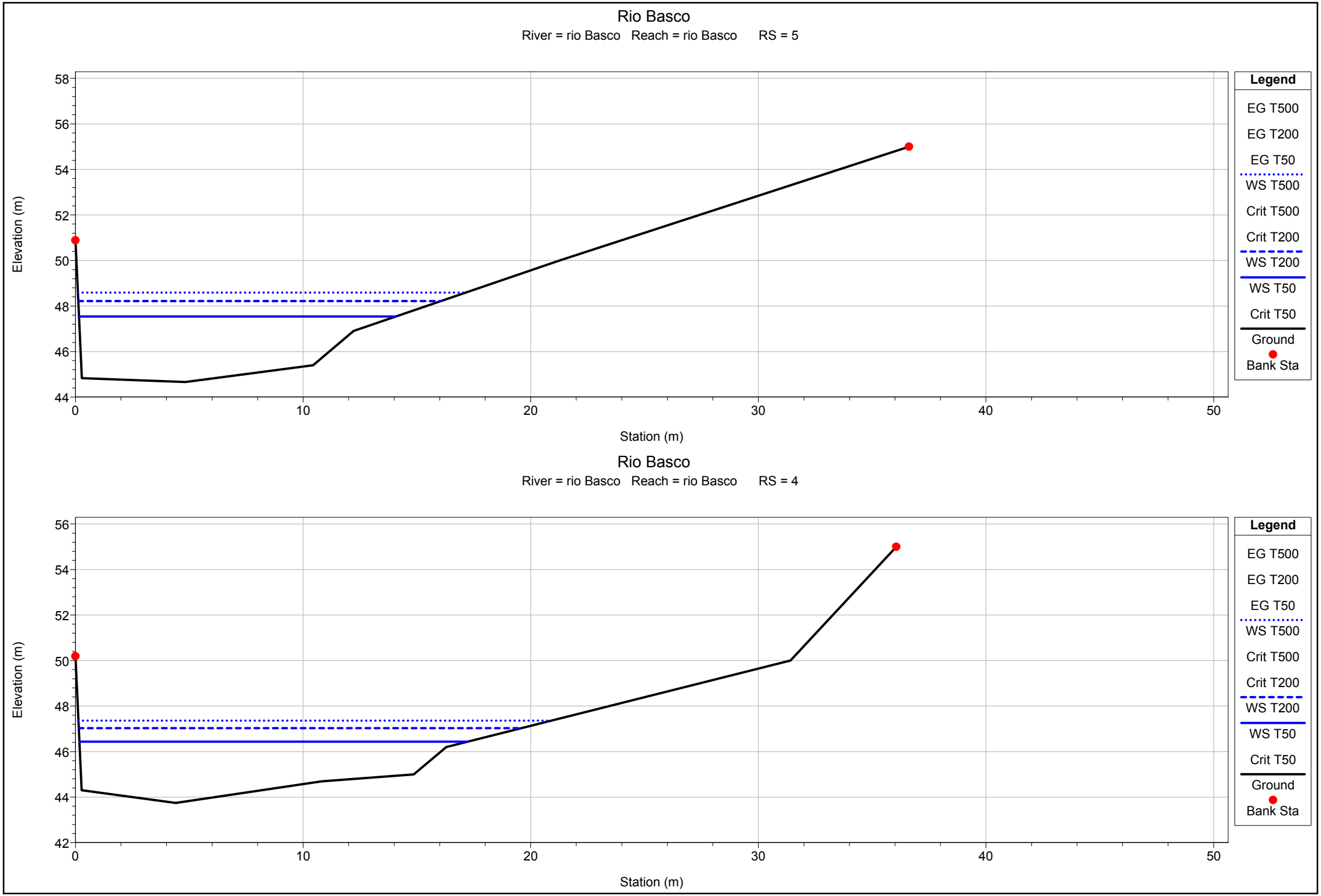
1 cm Horiz. = 2 m 1 cm Vert. = 2 m



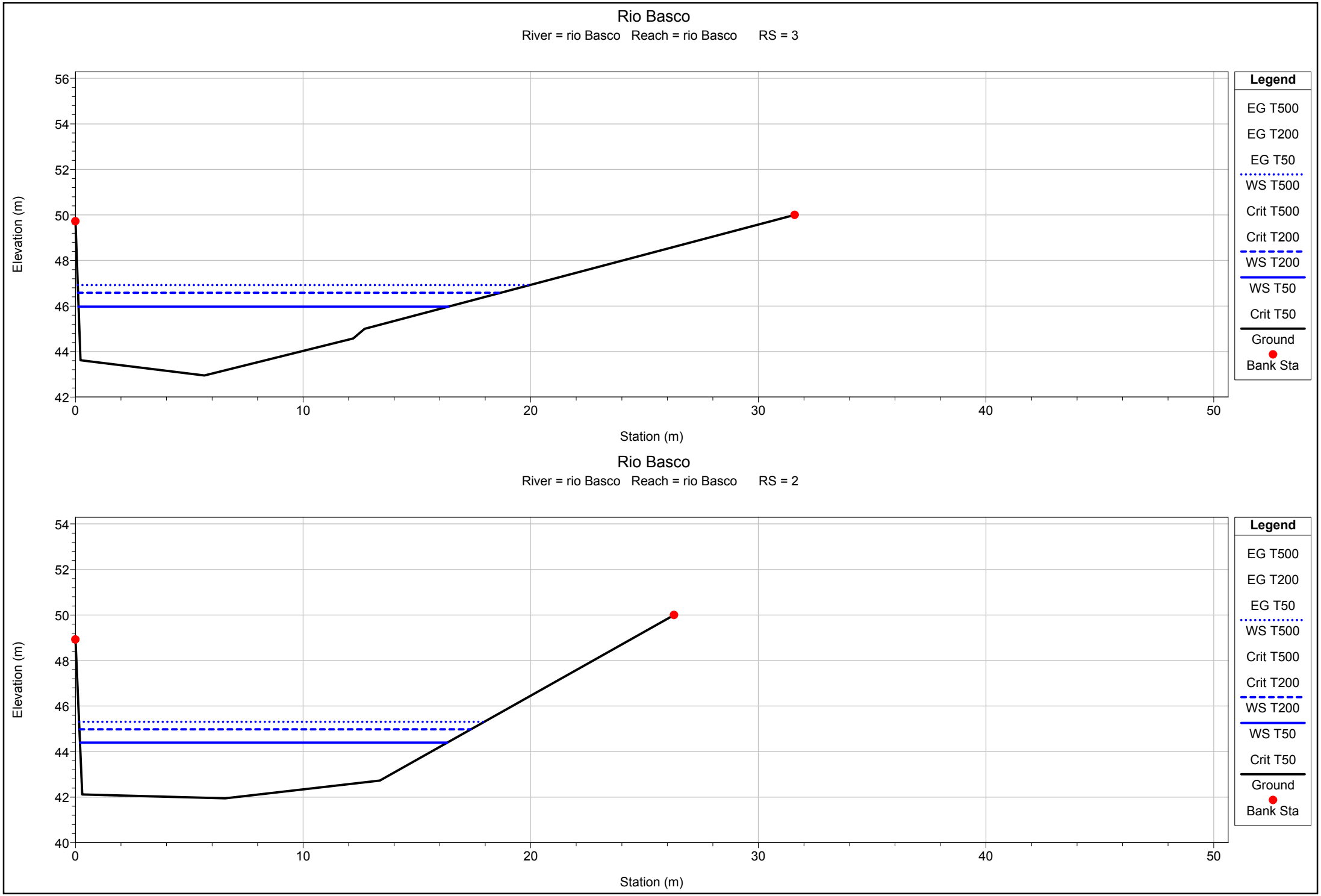
1 cm Horiz. = 2 m 1 cm Vert. = 2 m



1 cm Horiz. = 2 m 1 cm Vert. = 2 m



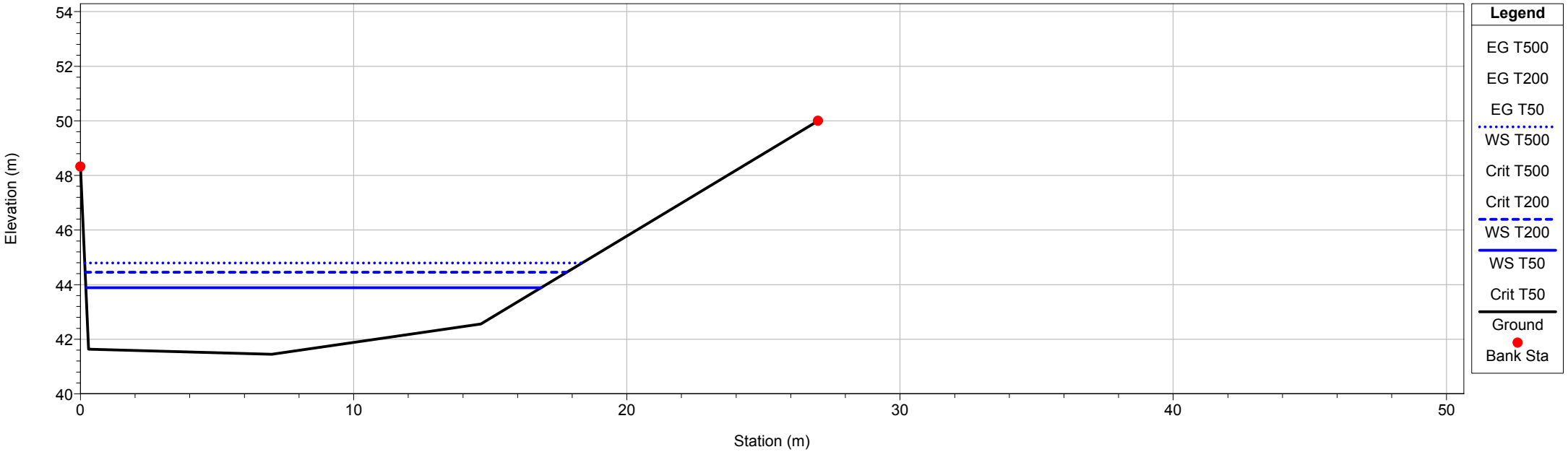
1 cm Horiz. = 2 m 1 cm Vert. = 2 m



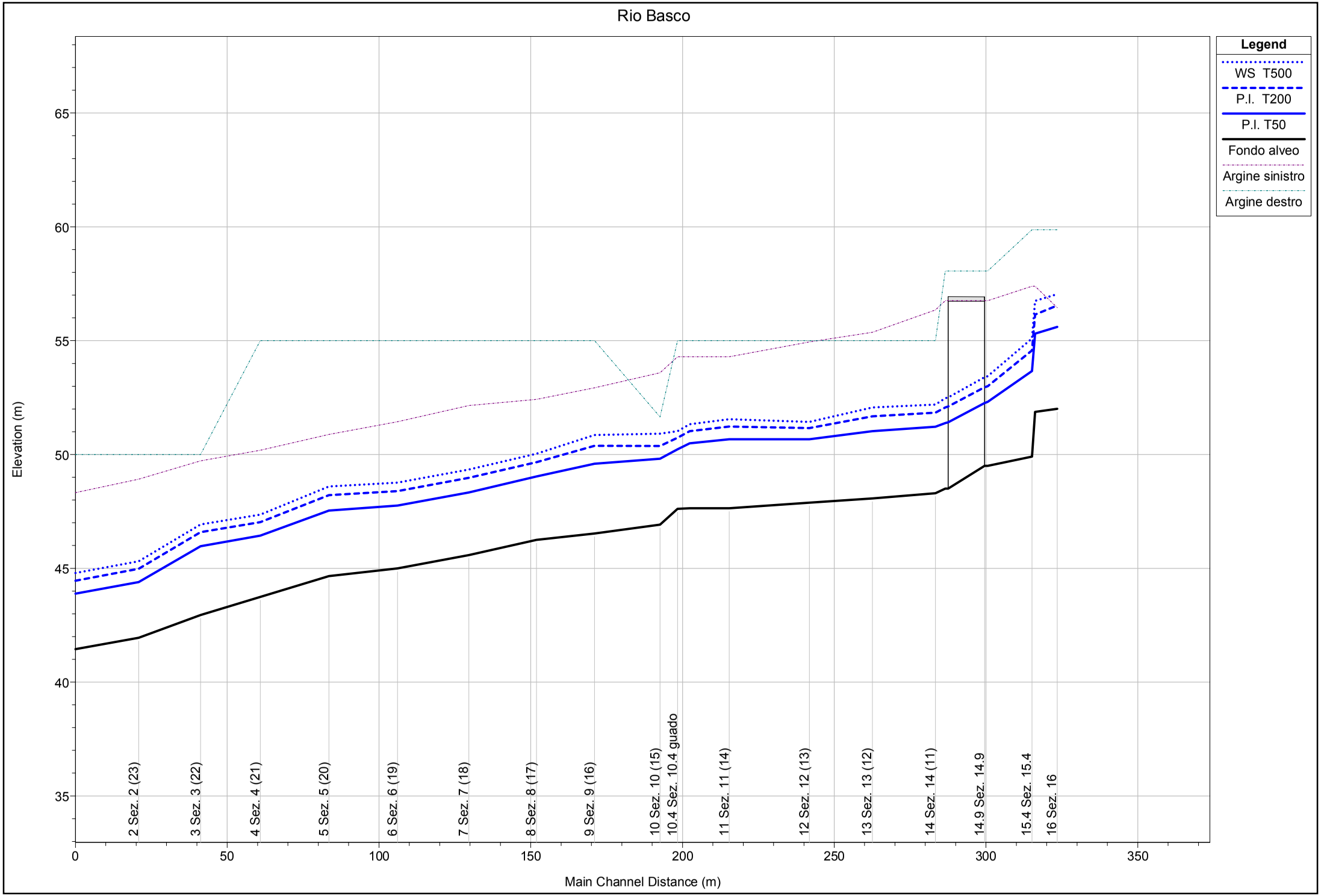
1 cm Horiz. = 2 m 1 cm Vert. = 2 m

Rio Basco

River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 1



1 cm Horiz. = 2 m 1 cm Vert. = 2 m



1 cm Horiz. = 15 m 1 cm Vert. = 2 m

HEC-RAS Plan: p4 River: rio Basco Reach: rio Basco

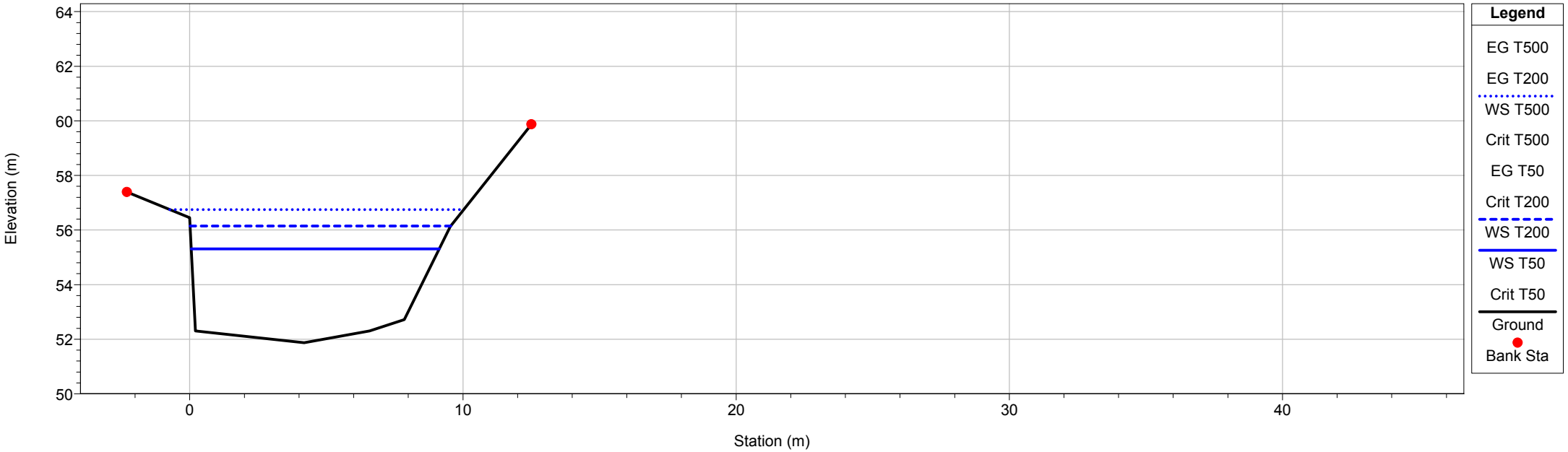
Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	Q Total	W.S. Elev	E.G. Elev	Hydr Depth	Max Chl Dpth	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
rio Basco	16	T50	323.45	52.01	56.45	59.87	138.00	55.61	56.84	3.04	3.60	4.91	28.09	9.24	0.90
rio Basco	16	T200	323.45	52.01	56.45	59.87	200.00	56.55	58.03	3.66	4.54	5.40	37.04	10.11	0.89
rio Basco	16	T500	323.45	52.01	56.45	59.87	240.00	57.04	58.69	3.62	5.03	5.70	42.47	11.72	0.90
rio Basco	15.5	T50	316.15	51.87	57.39	59.87	138.00	55.31	56.75	2.86	3.44	5.31	25.98	9.08	1.00
rio Basco	15.5	T200	316.15	51.87	57.39	59.87	200.00	56.15	57.93	3.54	4.28	5.92	33.80	9.54	1.00
rio Basco	15.5	T500	316.15	51.87	57.39	59.87	240.00	56.75	58.60	3.70	4.88	6.03	39.78	10.76	1.00
rio Basco	15.4	T50	315.15	49.91	57.39	59.87	138.00	53.66	55.21	3.05	3.75	5.51	25.07	8.21	1.01
rio Basco	15.4	T200	315.15	49.91	57.39	59.87	200.00	54.57	56.47	3.77	4.66	6.10	32.76	8.70	1.00
rio Basco	15.4	T500	315.15	49.91	57.39	59.87	240.00	55.10	57.20	4.17	5.19	6.41	37.42	8.98	1.00
rio Basco	15	T50	300.55	49.50	56.76	58.06	138.00	52.31	53.47	2.31	2.81	4.77	28.93	12.51	1.00
rio Basco	15	T200	300.55	49.50	56.76	58.06	200.00	53.00	54.43	2.83	3.50	5.29	37.79	13.35	1.00
rio Basco	15	T500	300.55	49.50	56.76	58.06	240.00	53.44	54.96	3.01	3.94	5.46	43.93	14.58	1.00
rio Basco	14.9	T50	299.55	49.50	55.39	56.93	138.00	52.26	53.42	2.32	2.76	4.77	28.91	12.46	1.00
rio Basco	14.9	T200	299.55	49.50	55.39	56.93	200.00	52.95	54.38	2.86	3.45	5.29	37.79	13.22	1.00
rio Basco	14.9	T500	299.55	49.50	55.39	56.93	240.00	53.40	54.92	3.04	3.90	5.46	43.93	14.46	1.00
rio Basco	14.8	T50	287.55	48.50	55.39	56.94	138.00	51.41	52.59	2.34	2.91	4.81	28.72	12.25	1.00
rio Basco	14.8	T200	287.55	48.50	55.39	56.94	200.00	52.11	53.56	2.91	3.61	5.34	37.43	12.85	1.00
rio Basco	14.8	T500	287.55	48.50	55.39	56.94	240.00	52.51	54.12	3.23	4.01	5.63	42.64	13.20	1.00
rio Basco	14.7	T50	286.55	48.50	56.76	58.06	138.00	51.38	52.56	2.34	2.88	4.82	28.62	12.22	1.01
rio Basco	14.7	T200	286.55	48.50	56.76	58.06	200.00	52.07	53.54	2.91	3.57	5.37	37.24	12.82	1.01
rio Basco	14.7	T500	286.55	48.50	56.76	58.06	240.00	52.47	54.10	3.23	3.97	5.64	42.55	13.17	1.00
rio Basco	14	T50	283.35	48.30	56.35	55.00	138.00	51.22	52.24	2.01	2.92	4.47	30.87	15.38	1.01
rio Basco	14	T200	283.35	48.30	56.35	55.00	200.00	51.84	53.06	2.42	3.54	4.89	40.90	16.90	1.00
rio Basco	14	T500	283.35	48.30	56.35	55.00	240.00	52.19	53.52	2.64	3.89	5.11	46.93	17.76	1.00
rio Basco	13	T50	262.60	48.07	55.37	55.00	138.00	51.03	51.54	2.33	2.96	3.17	43.49	18.65	0.66
rio Basco	13	T200	262.60	48.07	55.37	55.00	200.00	51.68	52.33	2.89	3.61	3.58	55.87	19.32	0.67
rio Basco	13	T500	262.60	48.07	55.37	55.00	240.00	52.07	52.80	3.22	4.00	3.78	63.48	19.72	0.67
rio Basco	12	T50	241.80	47.88	54.94	55.00	138.00	50.67	51.42	2.10	2.79	3.83	36.01	17.11	0.84
rio Basco	12	T200	241.80	47.88	54.94	55.00	200.00	51.16	52.19	2.56	3.28	4.51	44.37	17.31	0.90
rio Basco	12	T500	241.80	47.88	54.94	55.00	240.00	51.43	52.64	2.76	3.55	4.88	49.22	17.81	0.94
rio Basco	11	T50	215.40	47.64	54.29	55.00	138.00	50.67	51.23	2.12	3.03	3.31	41.75	19.70	0.72
rio Basco	11	T200	215.40	47.64	54.29	55.00	200.00	51.23	51.96	2.60	3.59	3.78	52.88	20.30	0.75
rio Basco	11	T500	215.40	47.64	54.29	55.00	240.00	51.55	52.38	2.88	3.91	4.03	59.50	20.65	0.76
rio Basco	10.5	T50	202.40	47.64	54.29	55.00	138.00	50.49	51.15	1.96	2.85	3.62	38.16	19.51	0.83
rio Basco	10.5	T200	202.40	47.64	54.29	55.00	200.00	51.02	51.88	2.42	3.38	4.11	48.69	20.08	0.84
rio Basco	10.5	T500	202.40	47.64	54.29	55.00	240.00	51.33	52.30	2.69	3.69	4.37	54.97	20.41	0.85

HEC-RAS Plan: p4 River: rio Basco Reach: rio Basco (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	Q Total	W.S. Elev	E.G. Elev	Hydr Depth	Max Chl Dpth	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
rio Basco	10.4	T50	198.40	47.61	54.29	55.00	138.00	50.23	51.10	1.73	2.62	4.15	33.29	19.23	1.01
rio Basco	10.4	T200	198.40	47.61	54.29	55.00	200.00	50.73	51.83	2.18	3.12	4.64	43.09	19.77	1.00
rio Basco	10.4	T500	198.40	47.61	54.29	55.00	240.00	51.03	52.25	2.44	3.42	4.90	48.96	20.09	1.00
rio Basco	10	T50	192.60	46.92	53.59	51.65	138.00	49.82	50.69	1.75	2.90	4.15	33.27	19.00	1.00
rio Basco	10	T200	192.60	46.92	53.59	51.65	200.00	50.37	51.39	2.03	3.45	4.49	44.58	21.95	1.00
rio Basco	10	T500	192.60	46.92	53.59	51.65	240.00	50.92	51.81	2.31	4.00	4.18	57.36	24.86	0.88
rio Basco	9	T50	171.00	46.53	52.93	55.00	138.00	49.59	50.27	2.36	3.06	3.65	37.78	16.02	0.76
rio Basco	9	T200	171.00	46.53	52.93	55.00	200.00	50.38	51.16	2.86	3.85	3.92	50.97	17.82	0.74
rio Basco	9	T500	171.00	46.53	52.93	55.00	240.00	50.85	51.68	3.11	4.32	4.02	59.77	19.22	0.73
rio Basco	8	T50	151.90	46.25	52.42	55.00	138.00	49.04	50.11	2.13	2.79	4.59	30.06	14.10	1.00
rio Basco	8	T200	151.90	46.25	52.42	55.00	200.00	49.66	50.99	2.63	3.41	5.11	39.16	14.91	1.01
rio Basco	8	T500	151.90	46.25	52.42	55.00	240.00	50.03	51.50	2.90	3.78	5.36	44.76	15.44	1.01
rio Basco	7	T50	129.60	45.58	52.15	55.00	138.00	48.33	49.42	2.14	2.75	4.61	29.91	13.97	1.01
rio Basco	7	T200	129.60	45.58	52.15	55.00	200.00	48.97	50.31	2.64	3.39	5.12	39.09	14.83	1.01
rio Basco	7	T500	129.60	45.58	52.15	55.00	240.00	49.34	50.81	2.91	3.76	5.38	44.63	15.32	1.01
rio Basco	6	T50	106.10	45.00	51.44	55.00	138.00	47.76	48.84	2.17	2.76	4.62	29.87	13.79	1.00
rio Basco	6	T200	106.10	45.00	51.44	55.00	200.00	48.39	49.74	2.69	3.39	5.15	38.83	14.42	1.00
rio Basco	6	T500	106.10	45.00	51.44	55.00	240.00	48.76	50.26	2.99	3.76	5.43	44.21	14.78	1.00
rio Basco	5	T50	83.50	44.66	50.88	55.00	138.00	47.54	48.61	2.15	2.88	4.60	29.99	13.93	1.00
rio Basco	5	T200	83.50	44.66	50.88	55.00	200.00	48.22	49.48	2.52	3.56	4.98	40.14	15.94	1.00
rio Basco	5	T500	83.50	44.66	50.88	55.00	240.00	48.59	49.96	2.72	3.93	5.18	46.33	17.06	1.00
rio Basco	4	T50	60.90	43.74	50.19	55.00	138.00	46.43	47.38	1.88	2.69	4.31	32.03	17.05	1.00
rio Basco	4	T200	60.90	43.74	50.19	55.00	200.00	47.03	48.14	2.21	3.29	4.66	42.92	19.45	1.00
rio Basco	4	T500	60.90	43.74	50.19	55.00	240.00	47.36	48.56	2.38	3.62	4.85	49.48	20.76	1.00
rio Basco	3	T50	41.20	42.95	49.72	50.00	138.00	45.97	46.95	1.94	3.02	4.37	31.58	16.24	1.00
rio Basco	3	T200	41.20	42.95	49.72	50.00	200.00	46.58	47.73	2.27	3.63	4.74	42.22	18.57	1.00
rio Basco	3	T500	41.20	42.95	49.72	50.00	240.00	46.92	48.16	2.45	3.97	4.92	48.74	19.87	1.00
rio Basco	2	T50	20.80	41.95	48.92	50.00	138.00	44.40	45.38	1.95	2.45	4.39	31.40	16.14	1.01
rio Basco	2	T200	20.80	41.95	48.92	50.00	200.00	44.98	46.19	2.39	3.03	4.87	41.07	17.19	1.01
rio Basco	2	T500	20.80	41.95	48.92	50.00	240.00	45.31	46.65	2.64	3.36	5.12	46.92	17.80	1.01
rio Basco	1	T50		41.45	48.32	50.00	138.00	43.89	44.85	1.90	2.44	4.35	31.73	16.66	1.01
rio Basco	1	T200		41.45	48.32	50.00	200.00	44.46	45.64	2.35	3.01	4.82	41.50	17.63	1.00
rio Basco	1	T500		41.45	48.32	50.00	240.00	44.79	46.09	2.61	3.34	5.06	47.44	18.20	1.00

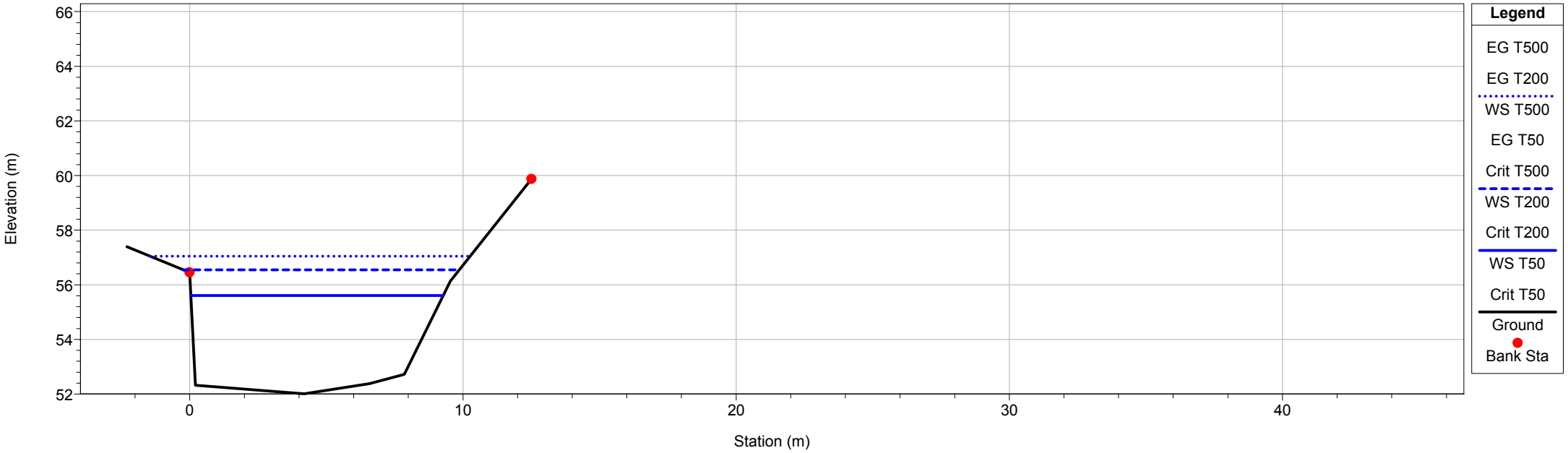
Rio Basco Plan: Stato progetto-4

River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 15.5



Rio Basco Plan: Stato progetto-4

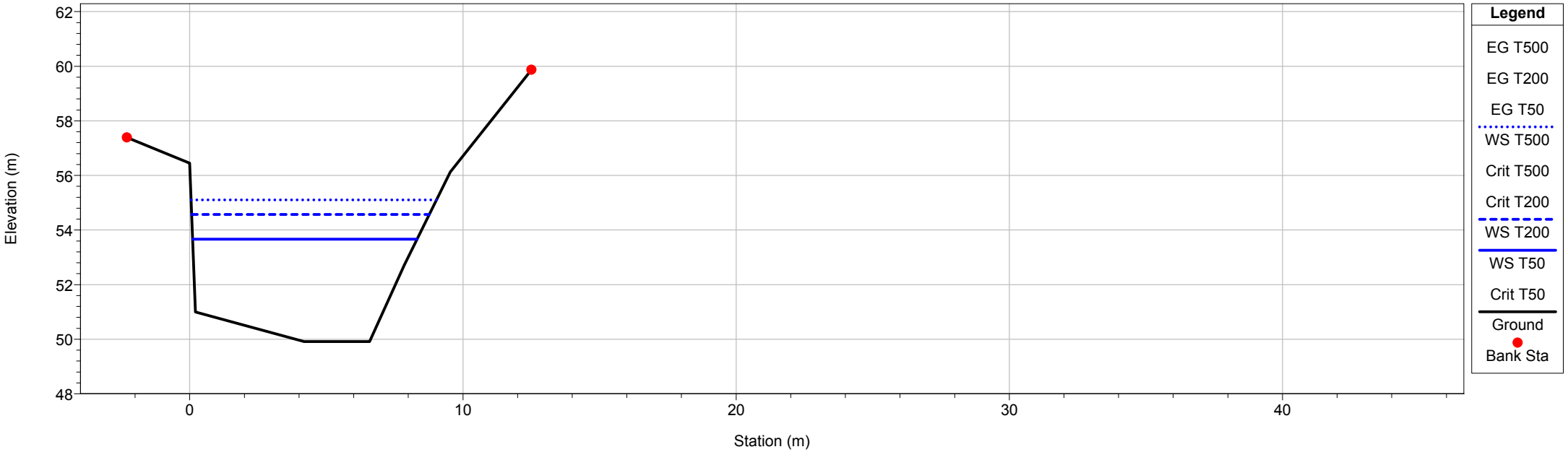
River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 16



1 cm Horiz. = 2 m 1 cm Vert. = 2 m

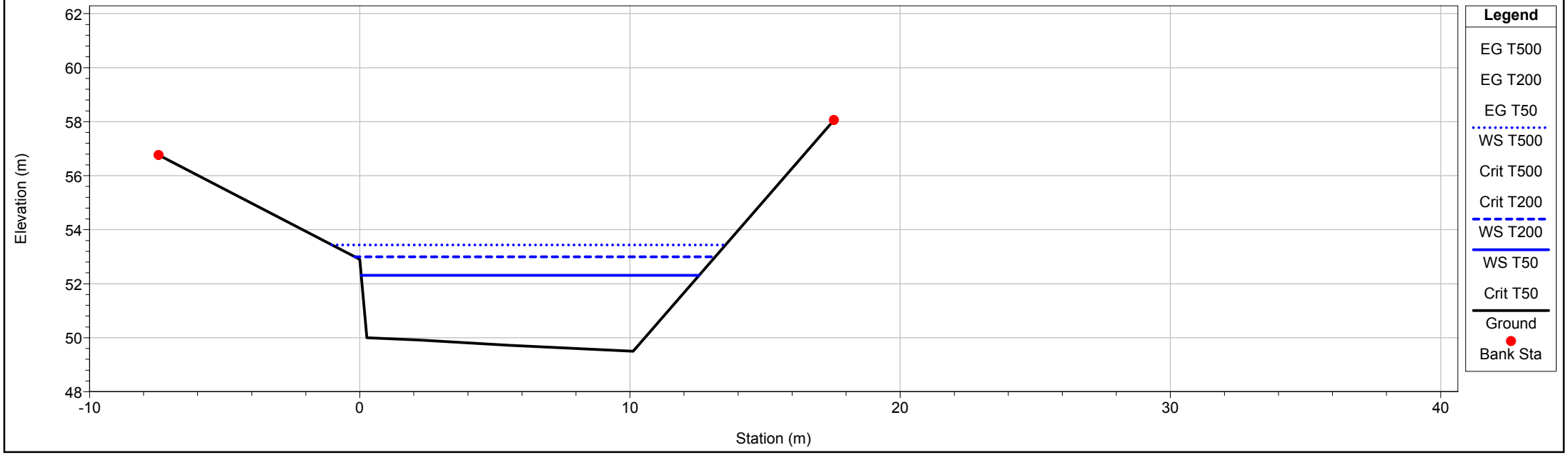
Rio Basco Plan: Stato progetto-4

River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 15.4



Rio Basco Plan: Stato progetto-4

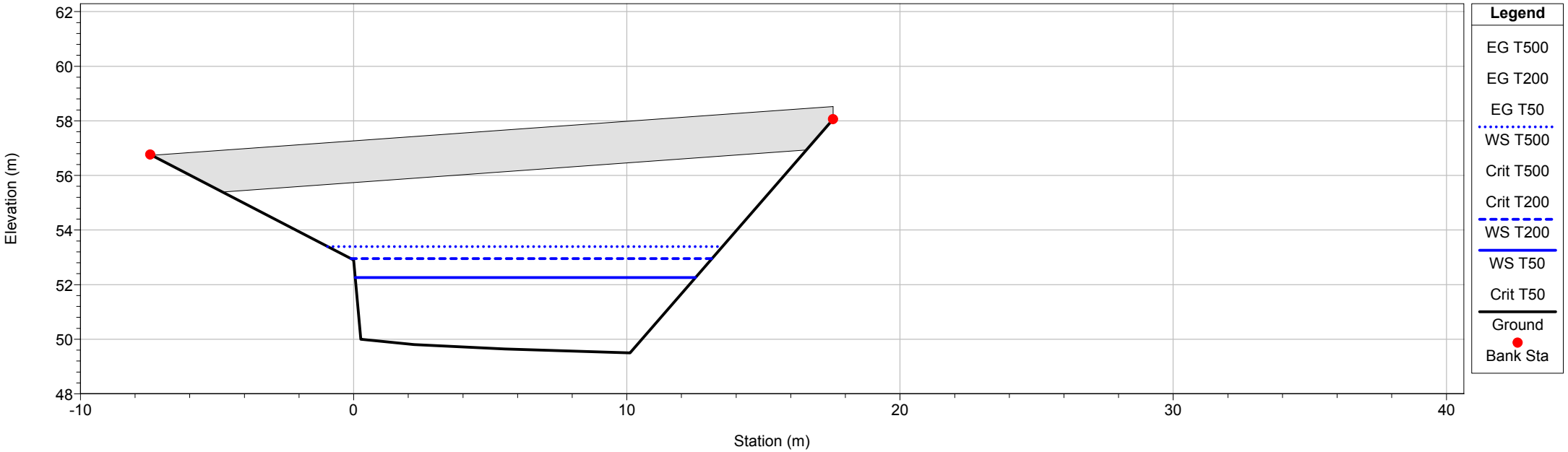
River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 15



1 cm Horiz. = 2 m 1 cm Vert. = 2 m

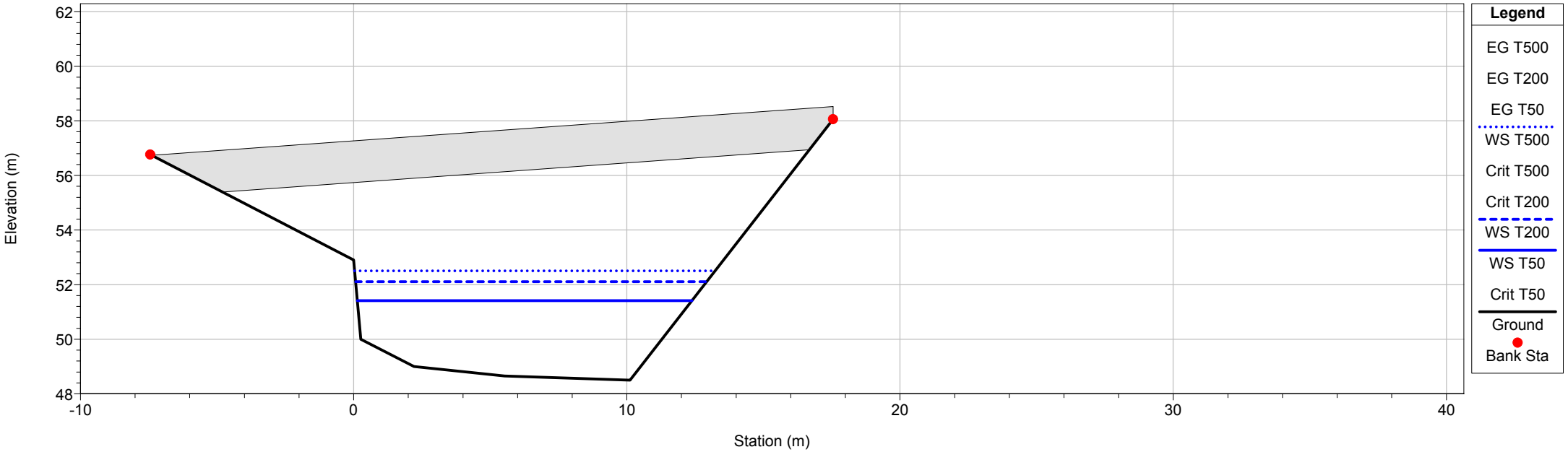
Rio Basco Plan: Stato progetto-4

River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 14.9



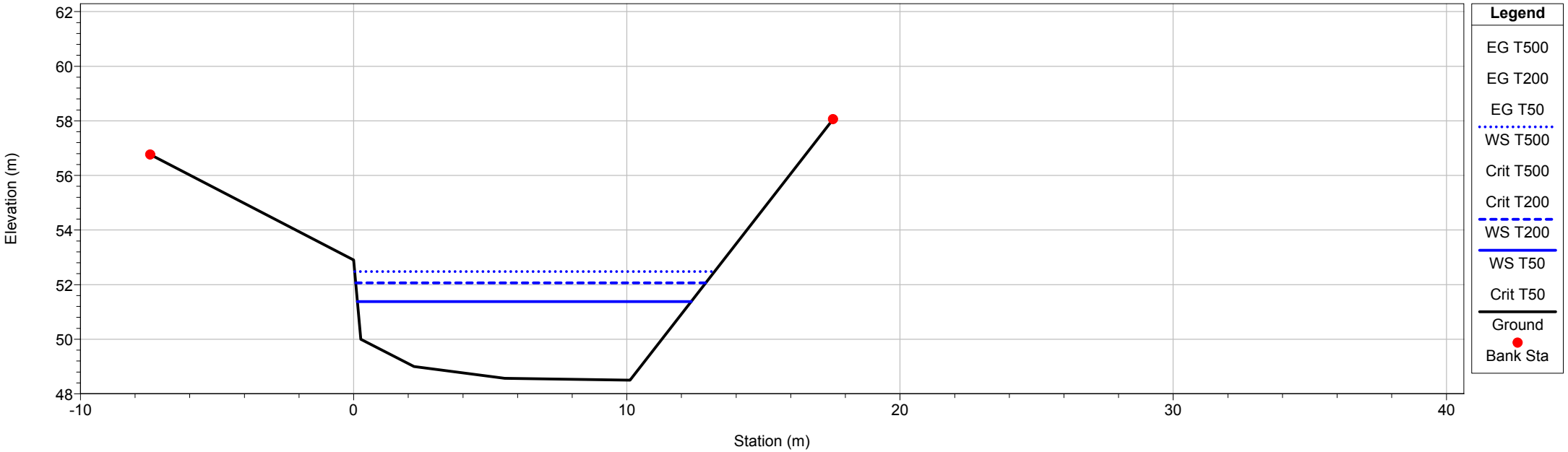
Rio Basco Plan: Stato progetto-4

River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 14.8

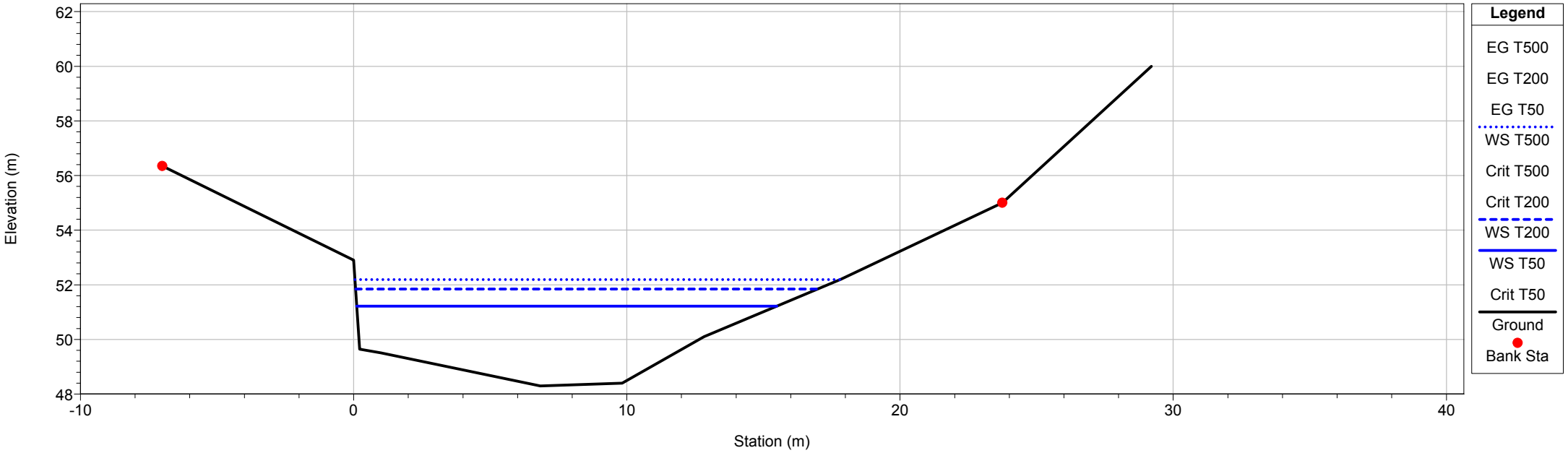


1 cm Horiz. = 2 m 1 cm Vert. = 2 m

Rio Basco Plan: Stato progetto-4
River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 14.7



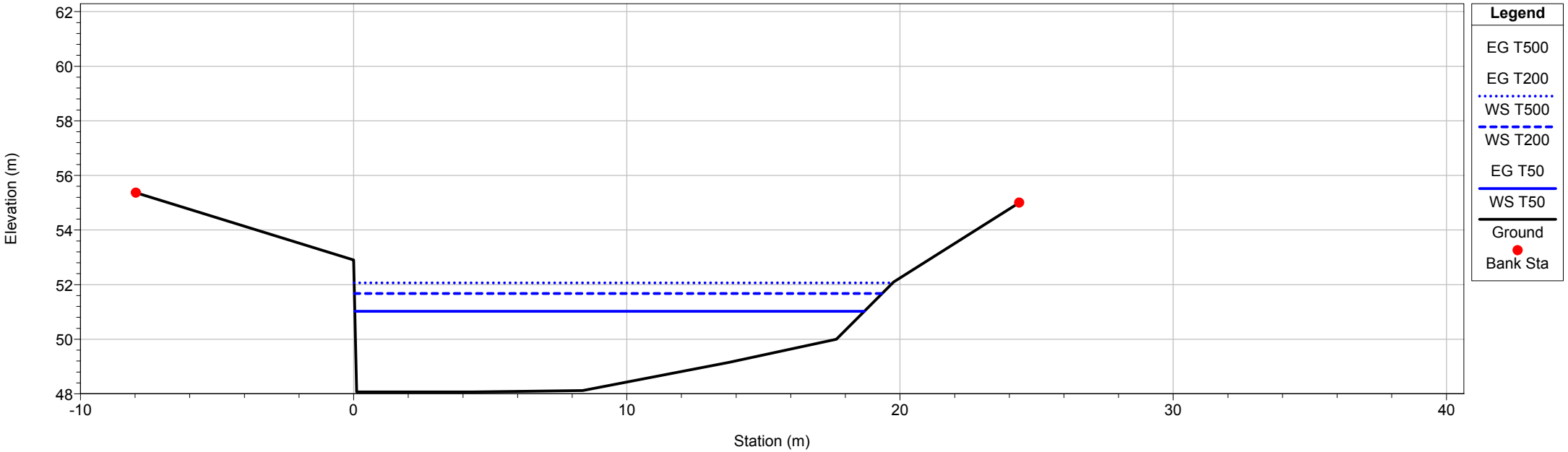
Rio Basco Plan: Stato progetto-4
River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 14



1 cm Horiz. = 2 m 1 cm Vert. = 2 m

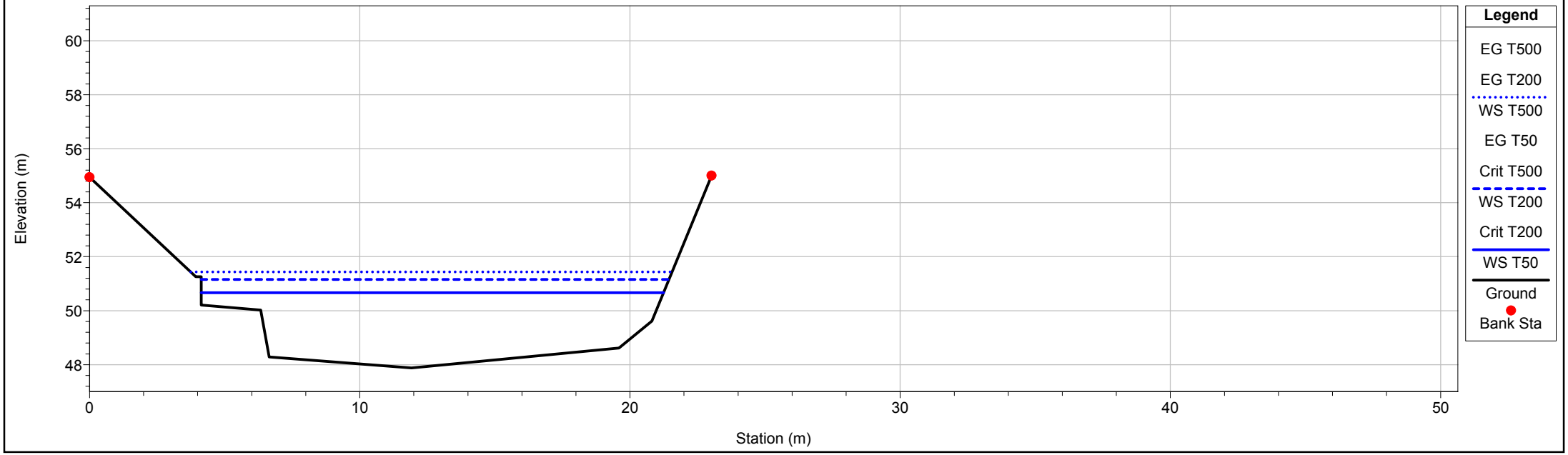
Rio Basco Plan: Stato progetto-4

River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 13



Rio Basco Plan: Stato progetto-4

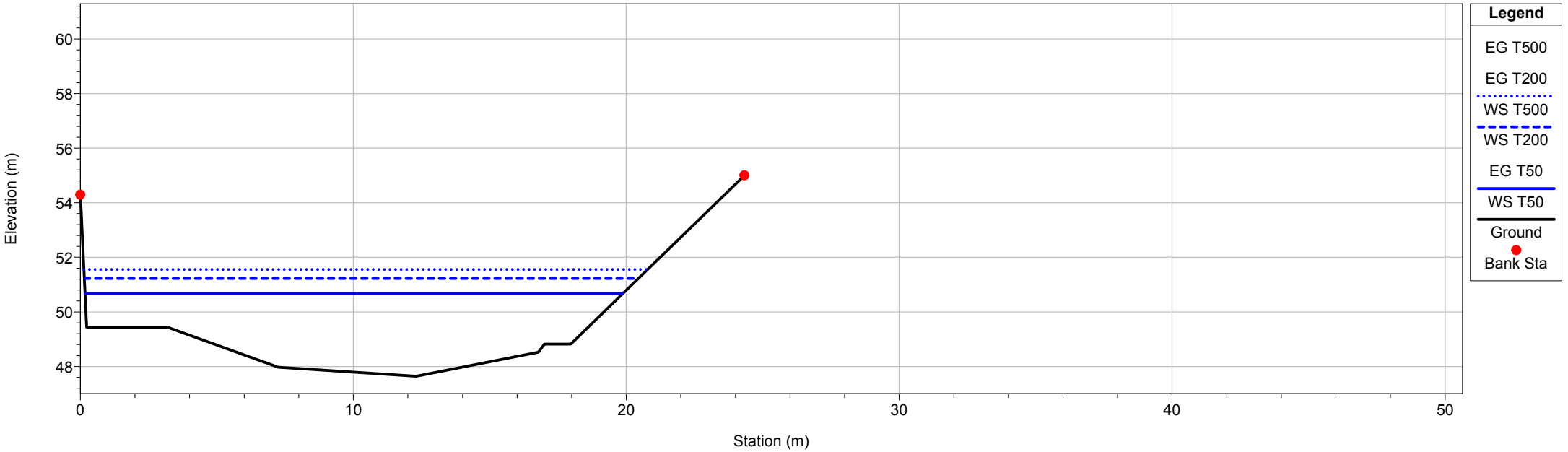
River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 12



1 cm Horiz. = 2 m 1 cm Vert. = 2 m

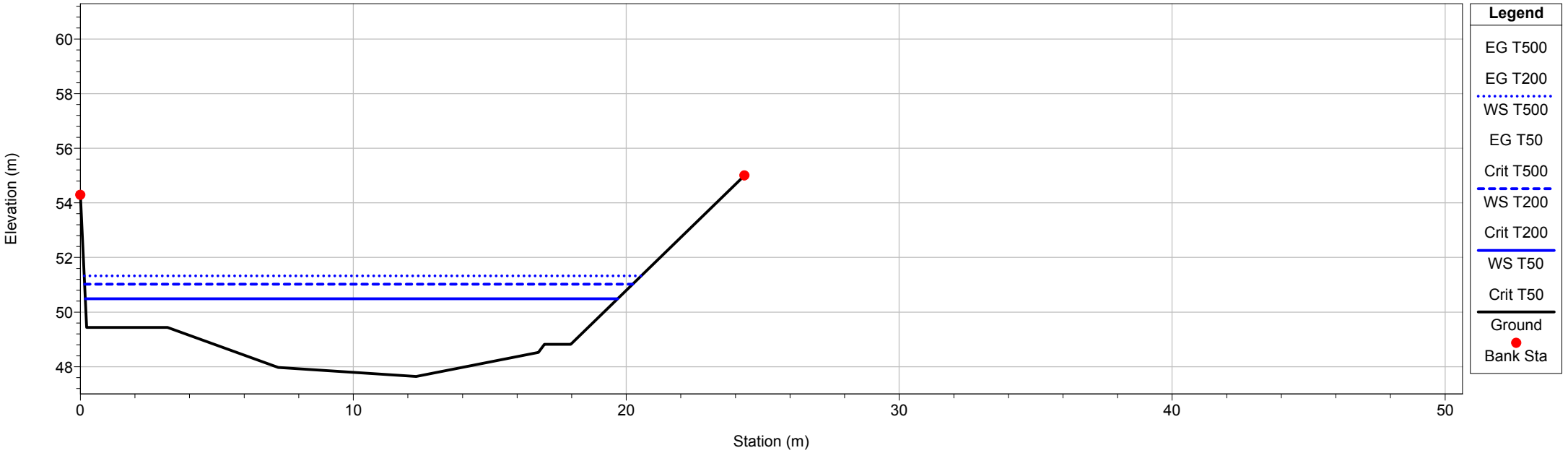
Rio Basco Plan: Stato progetto-4

River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 11



Rio Basco Plan: Stato progetto-4

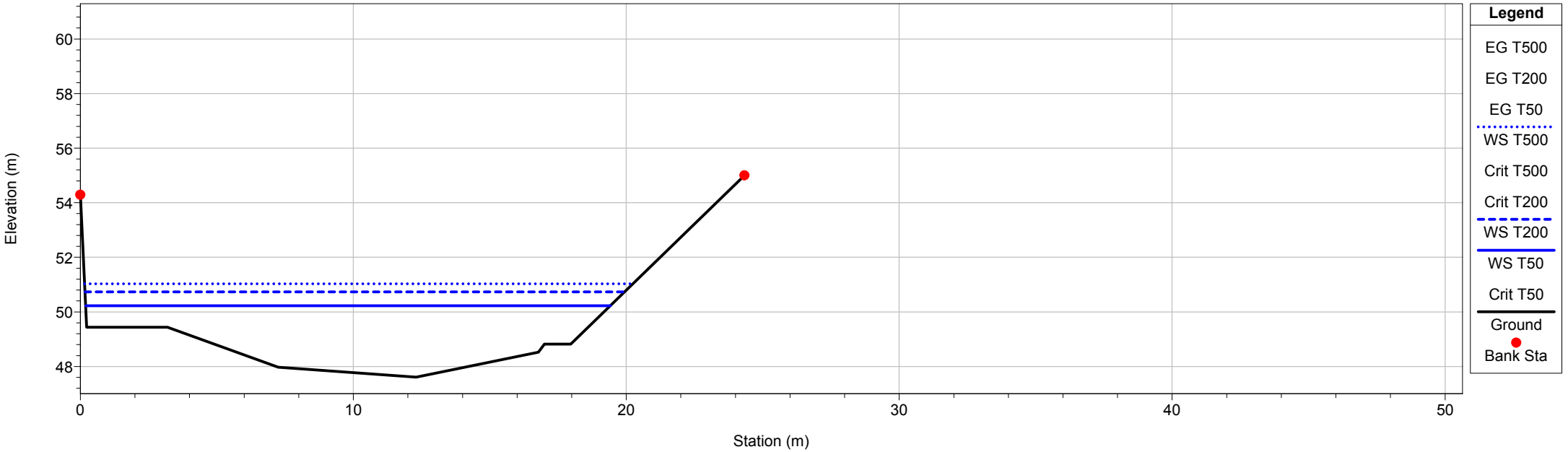
River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 10.5



1 cm Horiz. = 2 m 1 cm Vert. = 2 m

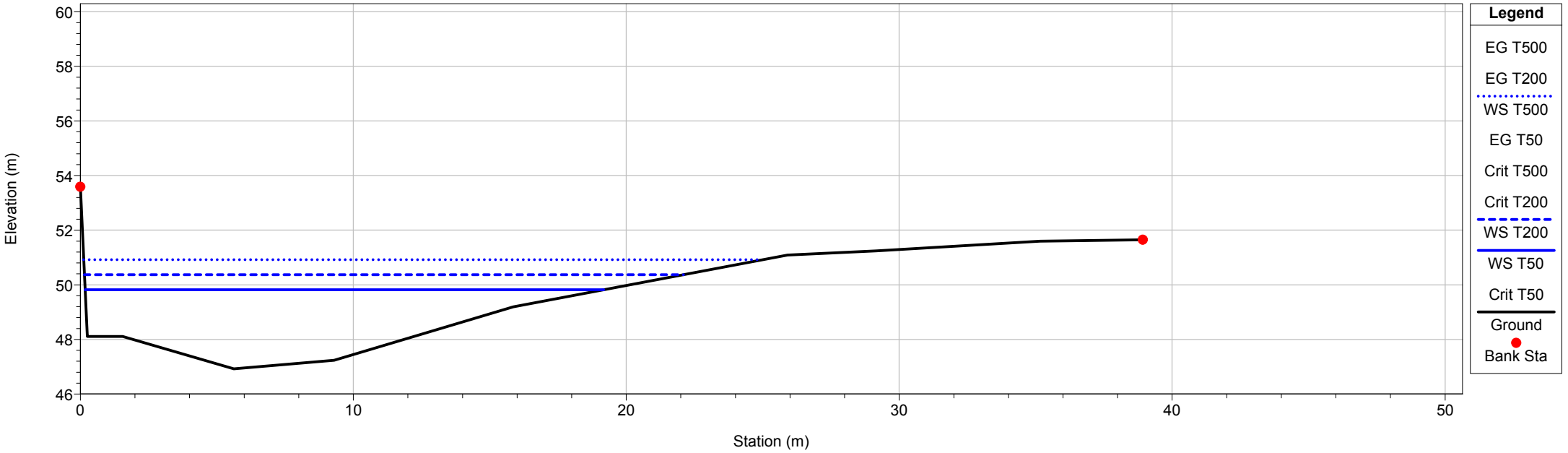
Rio Basco Plan: Stato progetto-4

River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 10.4



Rio Basco Plan: Stato progetto-4

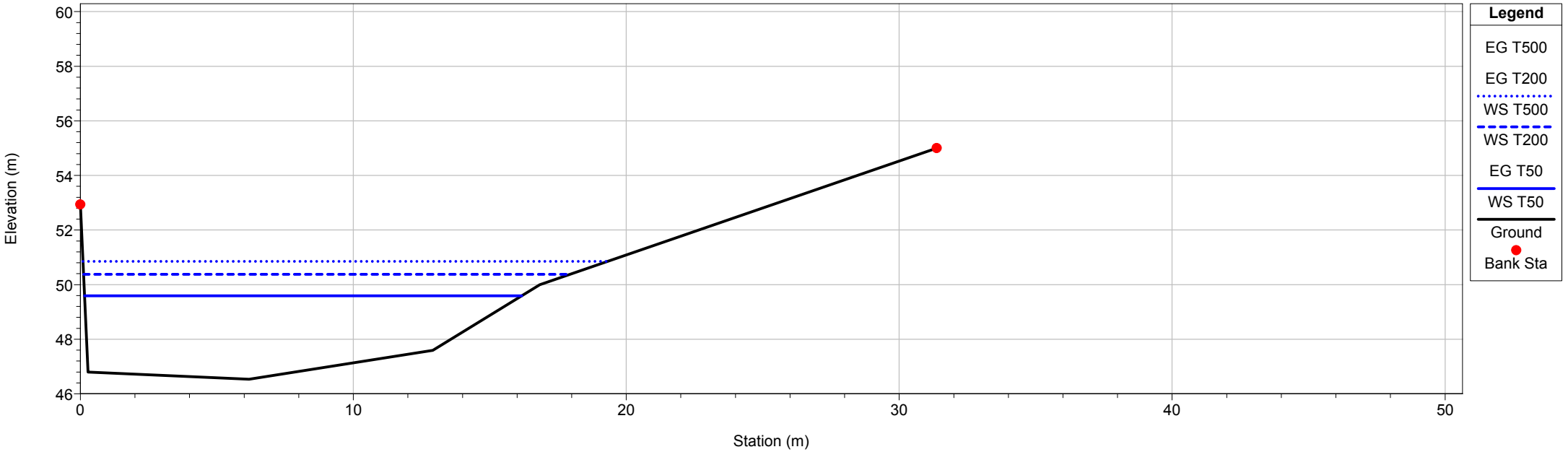
River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 10



1 cm Horiz. = 2 m 1 cm Vert. = 2 m

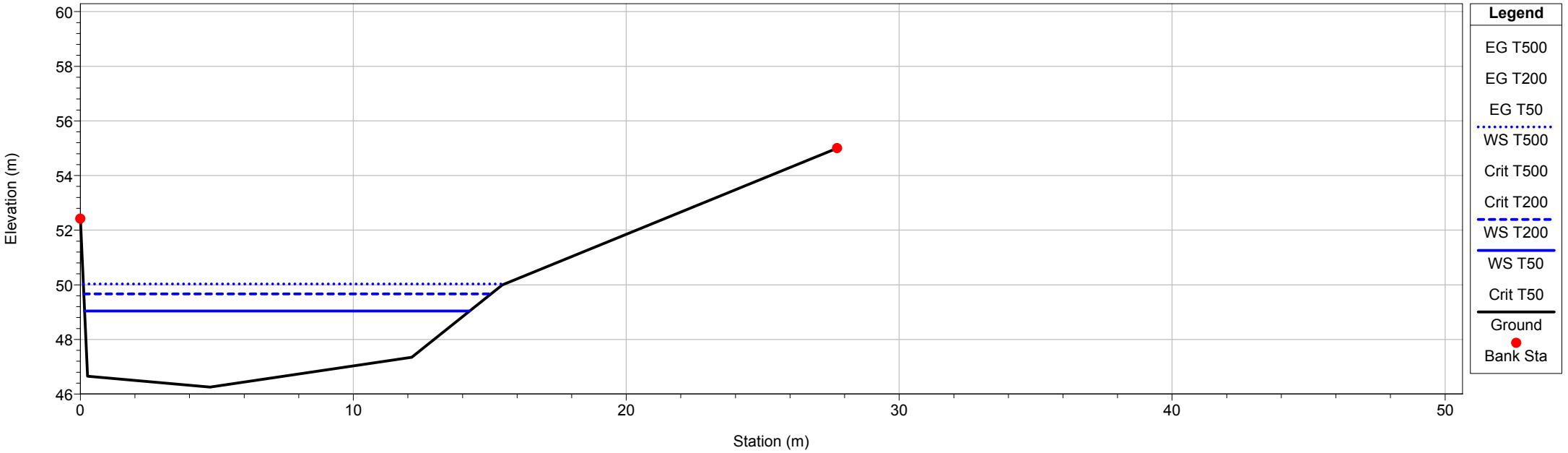
Rio Basco Plan: Stato progetto-4

River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 9



Rio Basco Plan: Stato progetto-4

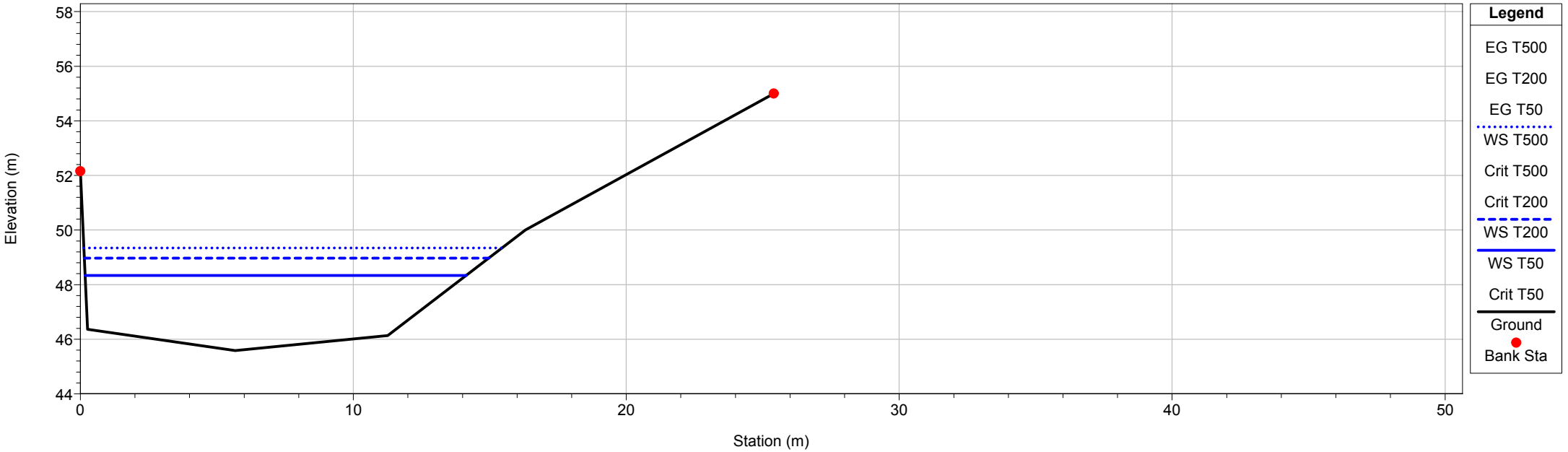
River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 8



1 cm Horiz. = 2 m 1 cm Vert. = 2 m

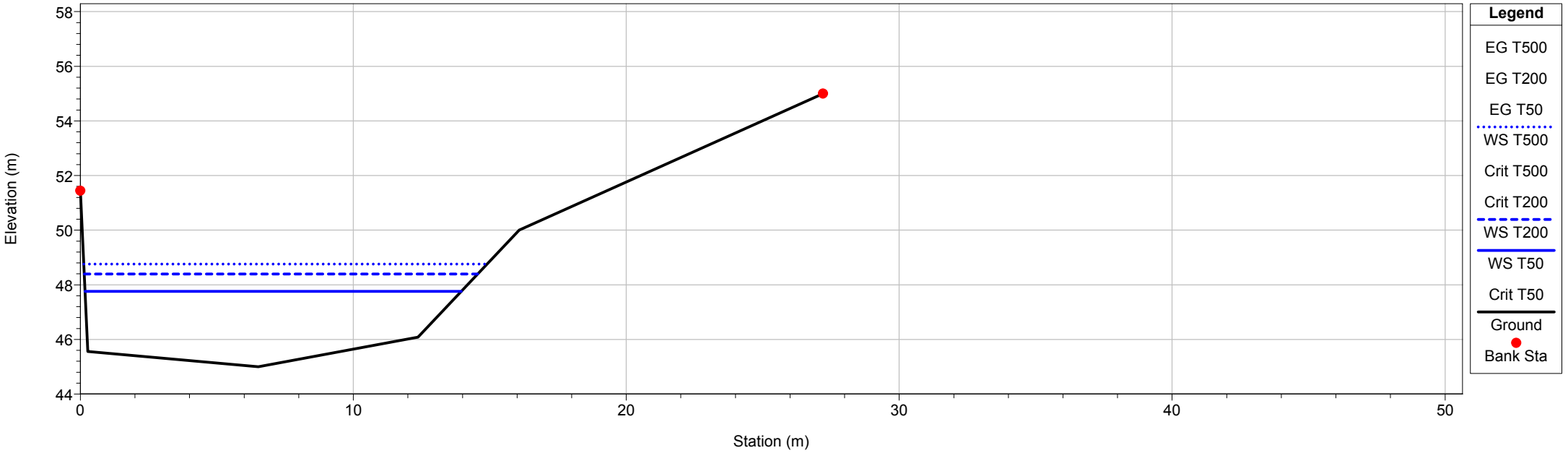
Rio Basco Plan: Stato progetto-4

River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 7



Rio Basco Plan: Stato progetto-4

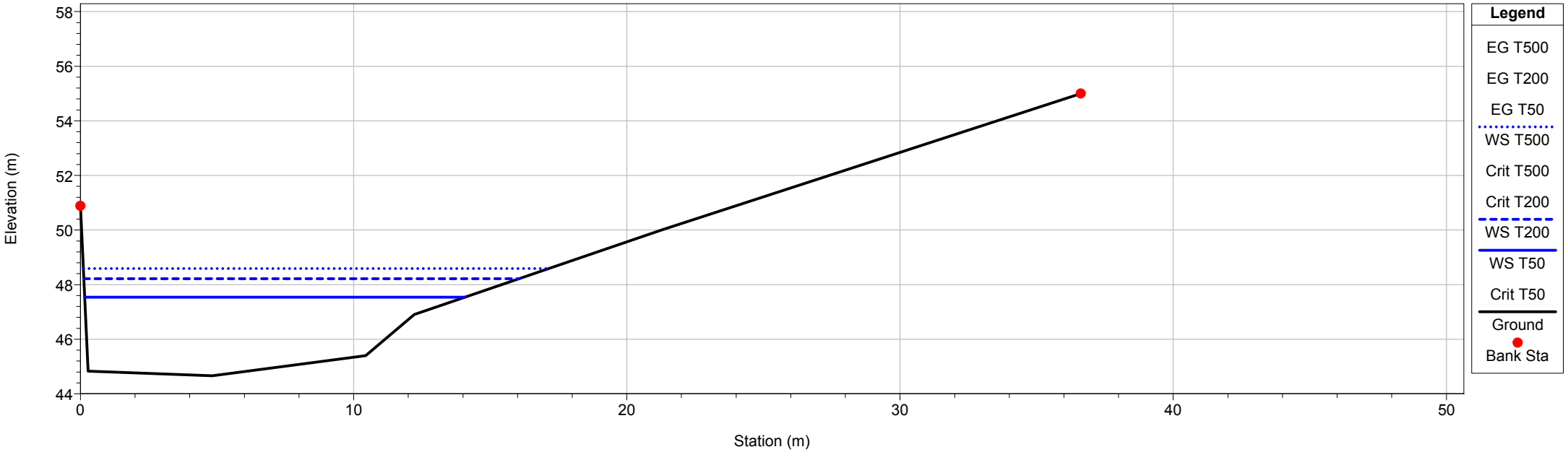
River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 6



1 cm Horiz. = 2 m 1 cm Vert. = 2 m

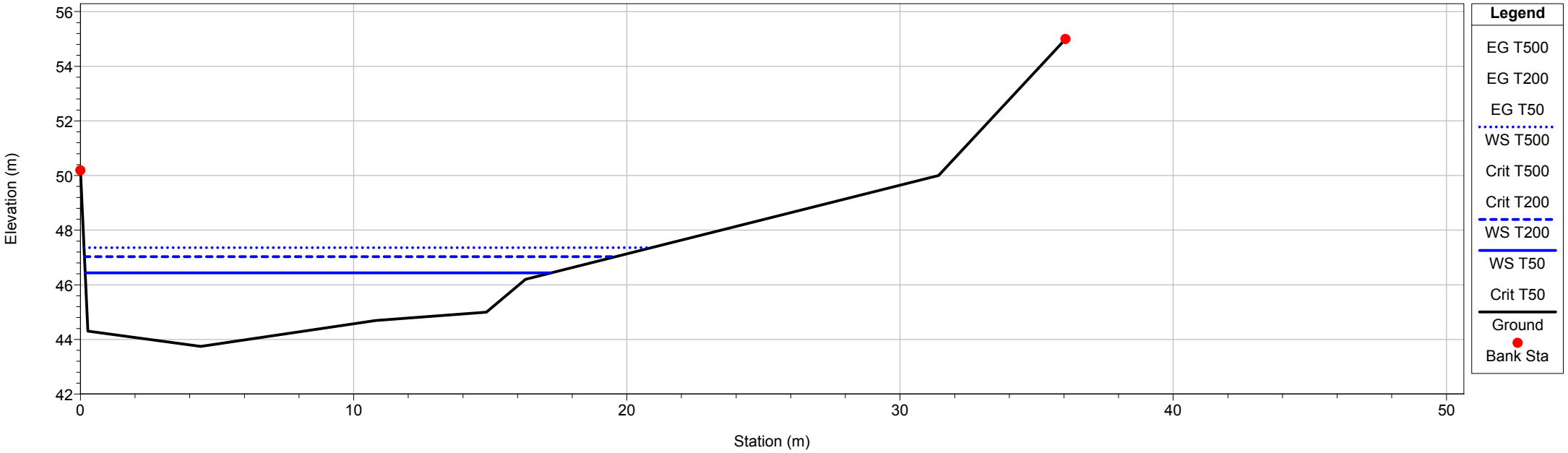
Rio Basco Plan: Stato progetto-4

River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 5



Rio Basco Plan: Stato progetto-4

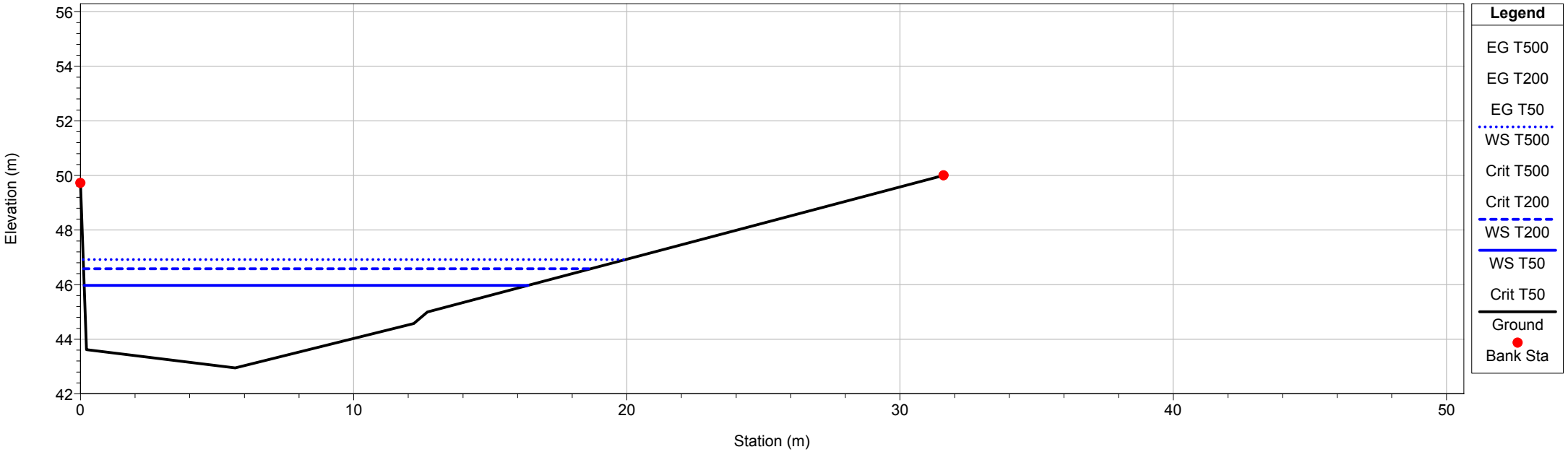
River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 4



1 cm Horiz. = 2 m 1 cm Vert. = 2 m

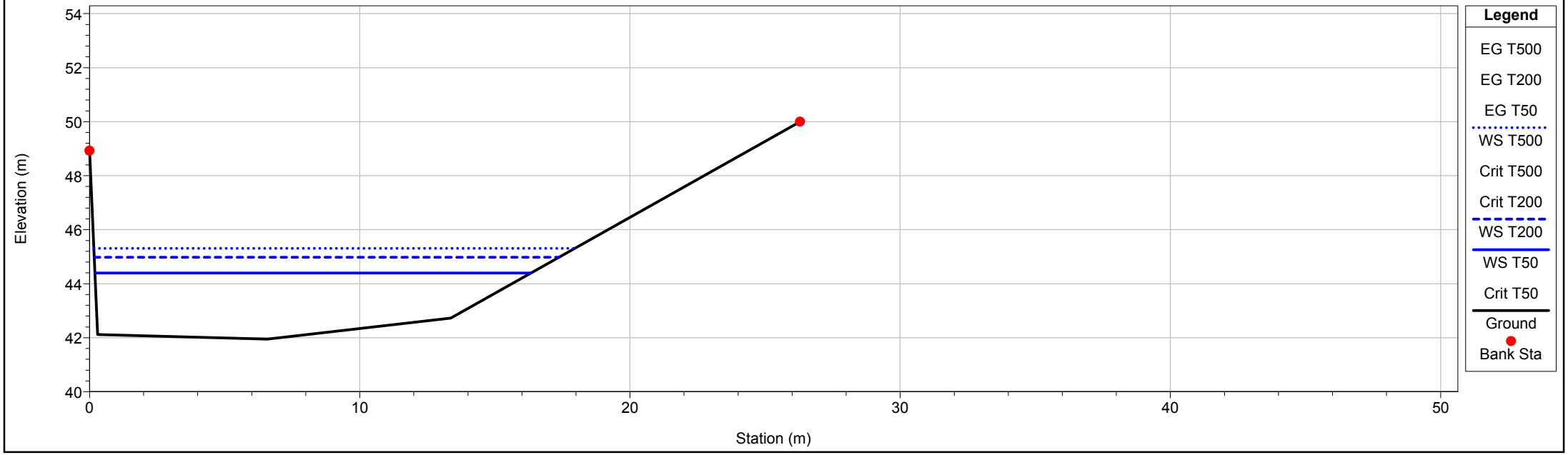
Rio Basco Plan: Stato progetto-4

River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 3



Rio Basco Plan: Stato progetto-4

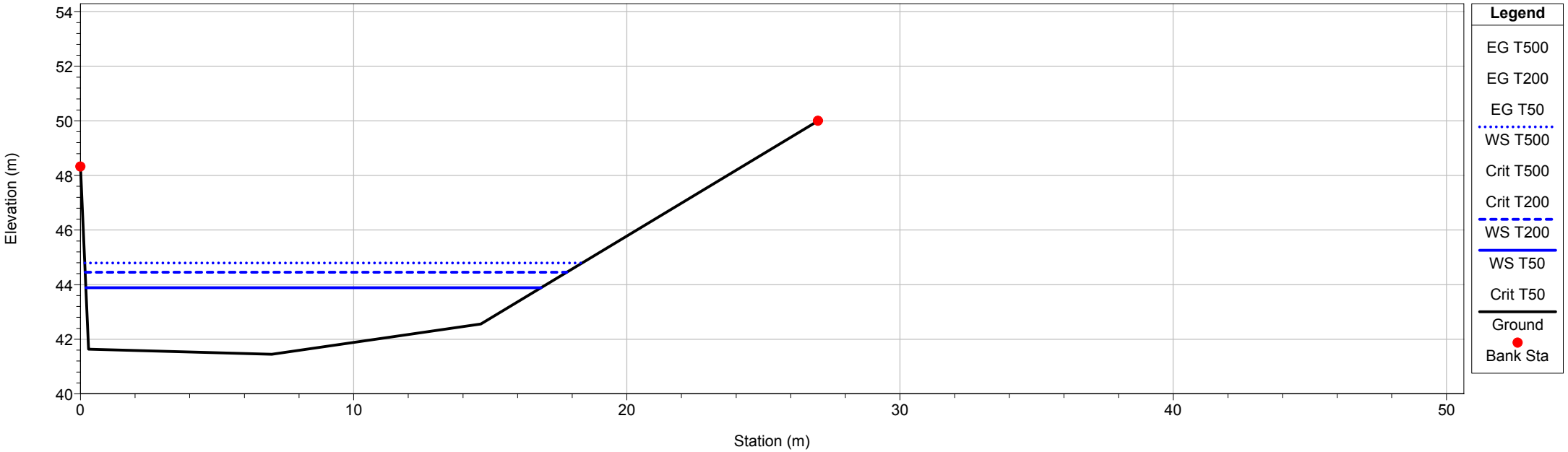
River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 2



1 cm Horiz. = 2 m 1 cm Vert. = 2 m

Rio Basco Plan: Stato progetto-4

River = rio Basco Reach = rio Basco RS = 1



1 cm Horiz. = 2 m 1 cm Vert. = 2 m

Tabella : Scala di deflusso sezione trapezia

Base minore	b	=	**2.50**	m	
Base maggiore	B	=	**3.65**	m	
Altezza sponde	H	=	**2.00**	m	
Coefficiente di scabrezza di Manı	n	=	**0.03**	$m^{-1/3}$ s	0.028571
Pendenza fondo	if	=	**0.02**	m/m	

Altezza pelo libero	Rapporto d'invaso	Perimetro bagnato	Area	Raggio idraulico	Larghezza pelo libero	Portata	Velocità	Carico cinetico	Carico specifico	Numero di Froude
Y	Y/D	P	A	R	b	Q	V	Hc	H	Fr
[m]	[-]	[m]	[m^2]	[m]	[m]	[m^3/s]	[m/s]	[m]	[m]	[-]
0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.000	0.000	0.03
0.10	0.05	2.71	0.25	0.09	2.56	0.25	0.97	0.048	0.148	0.99
0.20	0.10	2.92	0.51	0.18	2.62	0.76	1.48	0.111	0.311	1.07
0.30	0.15	3.12	0.78	0.25	2.67	1.45	1.86	0.177	0.477	1.10
0.40	0.20	3.33	1.05	0.31	2.73	2.28	2.18	0.242	0.642	1.12
0.50	0.25	3.54	1.32	0.37	2.79	3.23	2.44	0.305	0.805	1.13
0.60	0.30	3.75	1.60	0.43	2.85	4.29	2.68	0.365	0.965	1.14
0.70	0.35	3.96	1.89	0.48	2.90	5.45	2.88	0.423	1.123	1.14
0.80	0.40	4.16	2.18	0.52	2.96	6.70	3.07	0.479	1.279	1.14
0.90	0.45	4.37	2.48	0.57	3.02	8.03	3.23	0.533	1.433	1.14
1.00	0.50	4.58	2.79	0.61	3.08	9.44	3.39	0.584	1.584	1.14
1.10	0.55	4.79	3.10	0.65	3.13	10.92	3.53	0.634	1.734	1.13
1.20	0.60	5.00	3.41	0.68	3.19	12.48	3.66	0.682	1.882	1.13
1.30	0.65	5.21	3.74	0.72	3.25	14.12	3.78	0.728	2.028	1.12
1.40	0.70	5.41	4.06	0.75	3.31	15.82	3.89	0.773	2.173	1.12
1.50	0.75	5.62	4.40	0.78	3.36	17.60	4.00	0.816	2.316	1.12
1.60	0.80	5.83	4.74	0.81	3.42	19.44	4.10	0.859	2.459	1.11
1.70	0.85	6.04	5.08	0.84	3.48	21.35	4.20	0.900	2.600	1.11
1.80	0.90	6.25	5.43	0.87	3.54	23.33	4.29	0.940	2.740	1.11
1.90	0.95	6.45	5.79	0.90	3.59	25.37	4.38	0.980	2.880	1.10
2.00	1.00	6.66	6.15	0.92	3.65	27.49	4.47	1.018	3.018	1.10
1.00	**0.50**	**4.59**	**2.80**	**0.61**	**3.08**	**9.50**	**3.39**	**0.586**	**1.591**	**1.13**
1.12	**0.56**	**4.84**	**3.18**	**0.66**	**3.15**	**11.30**	**3.56**	**0.646**	**1.770**	**1.13**

Tabella : Scala di deflusso sezione rettangolare

Larghezza	B	=	**2.5**	m
Altezza sponde	H	=	**2**	m
Coefficiente di scabrezza di Mann	n	=	**0.03**	$m^{-1/3}$ s
pendenza fondo	if	=	**0.04**	m/m

Altezza pelo libero Y [m]	Rapporto d'invaso Y/D [-]	Perimetro bagnato P [m]	Area A [m^2]	Raggio idraulico R [m]	Larghezza pelo libero b [m]	Portata Q [m^3/s]	Velocità V [m/s]	Carico cinetico Hc [m]	Carico specifico H [m]	Numero di Froude Fr [-]
0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.000	0.000	0.15
0.10	0.05	2.70	0.25	0.09	2.50	0.34	1.36	0.095	0.195	1.38
0.20	0.10	2.90	0.50	0.17	2.50	1.03	2.07	0.217	0.417	1.47
0.30	0.15	3.10	0.75	0.24	2.50	1.94	2.59	0.341	0.641	1.51
0.40	0.20	3.30	1.00	0.30	2.50	3.01	3.01	0.461	0.861	1.52
0.50	0.25	3.50	1.25	0.36	2.50	4.19	3.36	0.574	1.074	1.52
0.60	0.30	3.70	1.50	0.41	2.50	5.48	3.65	0.680	1.280	1.51
0.70	0.35	3.90	1.75	0.45	2.50	6.84	3.91	0.778	1.478	1.49
0.80	0.40	4.10	2.00	0.49	2.50	8.26	4.13	0.870	1.670	1.47
0.90	0.45	4.30	2.25	0.52	2.50	9.74	4.33	0.955	1.855	1.46
1.00	0.50	4.50	2.50	0.56	2.50	11.26	4.51	1.035	2.035	1.44
1.10	0.55	4.70	2.75	0.59	2.50	12.83	4.66	1.109	2.209	1.42
1.20	0.60	4.90	3.00	0.61	2.50	14.42	4.81	1.178	2.378	1.40
1.30	0.65	5.10	3.25	0.64	2.50	16.04	4.94	1.242	2.542	1.38
1.40	0.70	5.30	3.50	0.66	2.50	17.69	5.06	1.303	2.703	1.36
1.50	0.75	5.50	3.75	0.68	2.50	19.37	5.16	1.359	2.859	1.35
1.60	0.80	5.70	4.00	0.70	2.50	21.06	5.26	1.413	3.013	1.33
1.70	0.85	5.90	4.25	0.72	2.50	22.77	5.36	1.463	3.163	1.31
1.80	0.90	6.10	4.50	0.74	2.50	24.49	5.44	1.510	3.310	1.30
1.90	0.95	6.30	4.75	0.75	2.50	26.23	5.52	1.554	3.454	1.28
2.00	1.00	6.50	5.00	0.77	2.50	27.98	5.60	1.597	3.597	1.26
0.88	**0.44**	**4.27**	**2.21**	**0.52**	**2.50**	**9.50**	**4.30**	**0.942**	**1.826**	**1.46**
1.00	**0.50**	**4.51**	**2.51**	**0.56**	**2.50**	**11.30**	**4.51**	**1.036**	**2.039**	**1.44**

Tabella : Scala di deflusso sezione rettangolare

Larghezza	B	=	**2.5**	m
Altezza sponde	H	=	**2.3**	m
Coefficiente di scabrezza di Manı	n	=	**0.03**	$m^{-1/3}$ s
pendenza fondo	if	=	**0.1**	m/m

Altezza pelo libero Y [m]	Rapporto d'invaso Y/D [-]	Perimetro bagnato P [m]	Area A [m^2]	Raggio idraulico R [m]	Larghezza pelo libero b [m]	Portata Q [m^3/s]	Velocità V [m/s]	Carico cinetico Hc [m]	Carico specifico H [m]	Numero di Froude Fr [-]
0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.000	0.000	0.34
0.10	0.04	2.70	0.25	0.09	2.50	0.54	2.16	0.237	0.337	2.18
0.20	0.09	2.90	0.50	0.17	2.50	1.63	3.27	0.543	0.743	2.33
0.30	0.13	3.10	0.75	0.24	2.50	3.07	4.09	0.854	1.154	2.39
0.40	0.17	3.30	1.00	0.30	2.50	4.76	4.76	1.153	1.553	2.40
0.50	0.22	3.50	1.25	0.36	2.50	6.63	5.31	1.435	1.935	2.40
0.60	0.26	3.70	1.50	0.41	2.50	8.66	5.77	1.699	2.299	2.38
0.70	0.30	3.90	1.75	0.45	2.50	10.81	6.18	1.945	2.645	2.36
0.80	0.35	4.10	2.00	0.49	2.50	13.06	6.53	2.175	2.975	2.33
0.90	0.39	4.30	2.25	0.52	2.50	15.40	6.84	2.388	3.288	2.30
1.00	0.43	4.50	2.50	0.56	2.50	17.81	7.12	2.586	3.586	2.27
1.10	0.48	4.70	2.75	0.59	2.50	20.28	7.37	2.771	3.871	2.24
1.20	0.52	4.90	3.00	0.61	2.50	22.80	7.60	2.944	4.144	2.22
1.30	0.57	5.10	3.25	0.64	2.50	25.37	7.81	3.106	4.406	2.19
1.40	0.61	5.30	3.50	0.66	2.50	27.98	7.99	3.257	4.657	2.16
1.50	0.65	5.50	3.75	0.68	2.50	30.62	8.17	3.398	4.898	2.13
1.60	0.70	5.70	4.00	0.70	2.50	33.30	8.32	3.532	5.132	2.10
1.70	0.74	5.90	4.25	0.72	2.50	36.00	8.47	3.657	5.357	2.07
1.80	0.78	6.10	4.50	0.74	2.50	38.73	8.61	3.775	5.575	2.05
1.90	0.83	6.30	4.75	0.75	2.50	41.48	8.73	3.886	5.786	2.02
2.00	0.87	6.50	5.00	0.77	2.50	44.25	8.85	3.991	5.991	2.00
2.10	0.91	6.70	5.25	0.78	2.50	47.04	8.96	4.091	6.191	1.97
2.20	0.96	6.90	5.50	0.80	2.50	49.84	9.06	4.185	6.385	1.95
2.30	1.00	7.10	5.75	0.81	2.50	52.66	9.16	4.275	6.575	1.93
0.64	**0.28**	**3.78**	**1.60**	**0.42**	**2.50**	**9.50**	**5.94**	**1.799**	**2.439**	**2.37**
0.72	**0.31**	**3.94**	**1.81**	**0.46**	**2.50**	**11.30**	**6.26**	**1.997**	**2.719**	**2.35**

Tabella : Scala di deflusso sezione circolare

Diametro	D	=	**1500**	mm
Raggio	R	=	**0.75**	m
Coefficiente di scabrezza di Manı	n	=	**0.025**	$m^{-1/3}s$
Pendenza fondo	if	=	**0.15**	m/m

Altezza pelo libero Y [m]	Rapporto d'invaso Y/D [-]	Angolo al centro alfa [rad]	Perimetro bagnato P [m]	Area A [m^2]	Raggio idraulico R [m]	Larghezza pelo libero b [m]	Portata Q [m^3/s]	Velocità V [m/s]	Carico cinetico Hc [m]	Carico specifico H [m]	Numero di Froude Fr [-]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.000	0.000	0.31
0.15	0.10	1.29	0.97	0.09	0.10	0.90	0.297	3.23	0.532	0.682	3.23
0.30	0.20	1.85	1.39	0.25	0.18	1.20	1.247	4.96	1.251	1.551	3.45
0.45	0.30	2.32	1.74	0.45	0.26	1.37	2.788	6.25	1.993	2.443	3.51
0.60	0.40	2.74	2.05	0.66	0.32	1.47	4.797	7.27	2.692	3.292	3.46
0.75	0.50	3.14	2.36	0.88	0.38	1.50	7.118	8.06	3.308	4.058	3.35
0.90	0.60	3.54	2.66	1.11	0.42	1.47	9.565	8.64	3.804	4.704	3.18
1.05	0.70	3.96	2.97	1.32	0.44	1.37	11.919	9.02	4.148	5.198	2.94
1.20	0.80	4.43	3.32	1.52	0.46	1.20	13.916	9.18	4.297	5.497	2.61
1.35	0.90	5.00	3.75	1.68	0.45	0.90	15.173	9.06	4.181	5.531	2.12
1.50	1.00	6.27	4.70	1.77	0.38	0.01	14.252	8.06	3.315	4.815	0.17
0.90	**0.60**	**3.53**	**2.65**	**1.10**	**0.42**	**1.47**	**9.500**	**8.63**	**3.793**	**4.689**	**3.18**
1.01	**0.67**	**3.85**	**2.89**	**1.26**	**0.44**	**1.41**	**11.300**	**8.94**	**4.071**	**5.080**	**3.01**

Tabella : **Scala di deflusso sezione rettangolare**

Larghezza	B	=	**1.0**	m
Altezza sponde	H	=	**1.0**	m
Coefficiente di scabrezza di Manning	n	=	**0.022**	$m^{-1/3}s$
pendenza fondo	if	=	**0.01**	m/m

Altezza pelo libero Y [m]	Rapporto d'invaso Y/D [-]	Perimetro bagnato P [m]	Area A [m^2]	Raggio idraulico R [m]	Larghezza pelo libero b [m]	Portata Q [m^3/s]	Velocità V [m/s]	Carico cinetico Hc [m]	Carico specifico H [m]	Numero di Froude Fr [-]
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.01	0.000	0.000	0.31
0.05	0.05	1.10	0.05	0.05	1.00	0.03	0.58	0.017	0.067	0.83
0.10	0.10	1.20	0.10	0.08	1.00	0.09	0.87	0.038	0.138	0.88
0.15	0.15	1.30	0.15	0.12	1.00	0.16	1.08	0.059	0.209	0.89
0.20	0.20	1.40	0.20	0.14	1.00	0.25	1.24	0.079	0.279	0.89
0.25	0.25	1.50	0.25	0.17	1.00	0.34	1.38	0.097	0.347	0.88
0.30	0.30	1.60	0.30	0.19	1.00	0.45	1.49	0.113	0.413	0.87
0.35	0.35	1.70	0.35	0.21	1.00	0.55	1.59	0.128	0.478	0.86
0.40	0.40	1.80	0.40	0.22	1.00	0.67	1.67	0.142	0.542	0.84
0.45	0.45	1.90	0.45	0.24	1.00	0.78	1.74	0.154	0.604	0.83
0.50	0.50	2.00	0.50	0.25	1.00	0.90	1.80	0.166	0.666	0.81
0.55	0.55	2.10	0.55	0.26	1.00	1.02	1.86	0.176	0.727	0.80
0.60	0.60	2.20	0.60	0.27	1.00	1.15	1.91	0.186	0.786	0.79
0.50	**0.50**	**2.00**	**0.50**	**0.25**	**1.00**	**0.90**	**1.80**	**0.166**	**0.666**	**0.81**

Tabella : **Scala di deflusso sezione rettangolare**

Larghezza	B	=	**0.6**	m
Altezza sponde	H	=	**0.5**	m
Coefficiente di scabrezza di Manning	n	=	**0.022**	$m^{-1/3}s$
pendenza fondo	if	=	**0.02**	m/m

Altezza pelo libero Y [m]	Rapporto d'invaso Y/D [-]	Perimetro bagnato P [m]	Area A [m^2]	Raggio idraulico R [m]	Larghezza pelo libero b [m]	Portata Q [m^3/s]	Velocità V [m/s]	Carico cinetico Hc [m]	Carico specifico H [m]	Numero di Froude Fr [-]
0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.000	0.000	0.30
0.05	0.10	0.70	0.03	0.04	0.60	0.02	0.79	0.032	0.082	1.12
0.10	0.20	0.80	0.06	0.08	0.60	0.07	1.14	0.067	0.167	1.15
0.15	0.30	0.90	0.09	0.10	0.60	0.12	1.38	0.098	0.248	1.14
0.20	0.40	1.00	0.12	0.12	0.60	0.19	1.56	0.125	0.325	1.12
0.25	0.50	1.10	0.15	0.14	0.60	0.26	1.70	0.148	0.398	1.09
0.30	0.60	1.20	0.18	0.15	0.60	0.33	1.81	0.168	0.468	1.06
0.35	0.70	1.30	0.21	0.16	0.60	0.40	1.91	0.185	0.535	1.03
0.40	0.80	1.40	0.24	0.17	0.60	0.48	1.98	0.201	0.601	1.00
0.45	0.90	1.50	0.27	0.18	0.60	0.55	2.05	0.214	0.664	0.98
0.50	1.00	1.60	0.30	0.19	0.60	0.63	2.11	0.226	0.726	0.95
0.40	**0.80**	**1.40**	**0.24**	**0.17**	**0.60**	**0.48**	**1.98**	**0.201**	**0.601**	**1.00**