

Anas SpA

Direzione Centrale Progettazione

S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131

dal km 108+300 al km 209+500

Risoluzione dei nodi critici - 1° e 2° stralcio

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE CENTRALE PROGETTAZIONE

PROGETTISTI:

Dott. Ing. CARLO BOSMAN Ordine Ing. di Roma n. 16449	Dott. Ing. ACHILLE DEVITOFRANCESCHI Ordine Ing. di Roma n. 19116
Dott. Ing. ENRICO MITTIGA Ordine Ing. di Roma n. 20228	Dott. Ing. FULVIO MARIA SOCCODATO Ordine Ing. di Roma n. 18861

IL GEOLOGO

Dott. Geol. STEFANO SERANGELI
Ordine Geol. Lazio n. 659

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.

Dott. Ing. GINEVRA BERETTA Ord. Ing. Prov. RM n. 20458	Dott. Ing. ADRIANA CORCELLI Ord. Ing. Prov. RM n. 33764
---	--

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Dott. Arch. ROBERTO ROGGI
Ordine Architetti Prov. RM n° 10554

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. ANTONIO SCALAMANDRE'

PROTOCOLLO

DATA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE ANAS

Dott. Ing. Carlo Bosman	- Responsabile di progetto
Dott. Ing. Gabriele Giovannini	- Cartografia
Dott. Ing. Ginevra Beretta	- Ambiente
Dott. Geol. Giuseppe Cardillo	- Ambiente
Dott. Ing. Adriana Corcelli	- Ambiente
Dott. Geol. Stefano Serangeli	- Geologia
Dott. Ing. Enrico Mittiga	- Geotecnica
Dott. Ing. Attilio Petrillo	- Idraulica
Dott. Ing. Gianfranco Fusani	- Strade
Dott. Ing. Francesco Primieri	- Strade
Geom. Claudio D'Arcangelo	- Strade
Dott. Ing. Alessandro Piccarreta	- Opere civili
Geom. Pietro Tomasiello	- Opere civili
Geom. Carmelo Zema	- Espropri
Dott. Ing. Pierluigi Fabbro	- Interferenze
Dott. Ing. Francesco Bezzi	- Impianti
Geom. Stefano De Masi	- Computi e capitolati
Geom. Marco Spinucci	- Sicurezza
Dott. Arch. Roberto Roggi	- Sicurezza

RESPONSABILI DI SERVIZI INGEGNERIA

Dott. Ing. Fulvio Maria Soccodato	- Territorio
Dott. Ing. Alessandro Micheli	- Geotecnica e Impianti
Dott. Ing. Achille Devitofranceschi	- Opere Civili
Geom. Fabio Quondam	- Computi e capitolati
Dott. Geol. Serena Majetta	

Relazione Idraulica

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

D	P	C	A	0	9	D	1	4	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

NOME FILE

DPCA09_D_1401_T00_ID00_IDR_RE02_A.DWG

REVISIONE

SCALA:

CODICE ELAB.	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	2
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

A

--

C					
B					
A	EMISSIONE	Marzo 2015	Ing. A. Mita	Ing. A. Petrillo	Ing. F.M.Soccodato
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

Analisi Idraulica	2
1.1 Introduzione	2
1.2 Prescrizioni normative vigenti	4
1.3 Modellazione idraulica degli attraversamenti principali	6
1.3.1 Descrizione della metodologia utilizzata	6
1.3.2 Fondamenti teorici del deflusso in moto permanente	7
1.3.3 Risultati delle simulazioni effettuate sugli attraversamenti principali	12
1.4 Modellazione idraulica delle opere minori	25
1.4.1 Descrizione della metodologia utilizzata	27
1.4.2 Risultati delle simulazioni in H-Y8	33
1.5 Deviazione progr. 151+820 e progr. 152+100	34
1.6 Sottopasso a progr. Km 144+580 - Area archeologica Santa Barbara	35
1.7 Compatibilità idraulica	36
1.8 Idraulica di Piattaforma	37
1.9 Opere di drenaggio	39
1.9.1 Calcolo dell'interasse degli embrici in rilevato	41
1.9.2 Calcolo dell'interasse delle caditoie in trincea	41
1.9.3 Verifica della capacità di deflusso delle caditoie	43
1.9.4 Verifica dei fossi dei guardia	44
APPENDICE	47
= > VERIFICHE OPERE PRINCIPALI - CODICE DI CALCOLO HEC-RAS	48
= > VERIFICHE OPERE MINORI (CODICE DI CALCOLO HY8)	49

Analisi Idraulica

L'analisi idraulica è volta alla definizione dei profili di corrente relativi ai tempi di ritorno per i quali sono state determinate le portate di piena nell'ambito dell'attività di analisi idrologica; tali profili sono necessari alla progettazione dei nuovi attraversamenti previsti.

1.1 Introduzione

La presente relazione riferisce dello studio idraulico eseguito nell'ambito del Progetto Definitivo "Adeguamento e messa in sicurezza della S.S. 131 dal km 108+300 al km 209+500 – risoluzione dei nodi critici - 1° e 2° stralcio". Sono state analizzate le interferenze del tracciato con il reticolo idrografico principale, ovvero il reticolo rappresentato nell'ambito della Carta Tecnica della Regione Autonoma Sardegna, individuate le principali caratteristiche delle opere di attraversamento delle viabilità in progetto, in termini di luce e di altezza libera rispetto alla quota di fondo alveo, nonché definito in via preliminare il sistema di drenaggio della piattaforma stradale.

Le interferenze idrografiche dei tracciati stradali in progetto, che riguardano viabilità di servizio, sono state denominate in base alle progressive d'asse della SS 131 "Carlo Felice".

Le opere previste per la risoluzione delle interferenze dei tracciati stradali in progetto con il reticolo idrografico sono costituite da:

- Ponti per i corsi d'acqua principali caratterizzati da un bacino idrografico avente superficie superiore ai 10 km²;
- Tombini scatolari per i corsi d'acqua principali caratterizzati da un bacino idrografico avente superficie inferiori ai 10 km²;

Fanno eccezione le interferenze riscontrate alle progr. km 151+820 e km 152+100 per le quali viene prevista la deviazione del corso d'acqua.

Vengono pertanto di seguito esposte, partendo da un preliminare inquadramento del disposto normativo vigente, le modellazioni teoriche adottate per la schematizzazione dei fenomeni naturali, le ipotesi semplificative assunte e le metodologie di calcolo utilizzate rispettivamente per la simulazione delle opere di attraversamento maggiori (ponti) e di quelle minori (tombini scatolari).

Infine viene affrontato il tema dell'idraulica di piattaforma, definendo i criteri di progetto e le caratteristiche dimensionali e le tecniche degli elementi idraulici previsti per il drenaggio della superficie stradale e delle opere idrauliche necessarie al presidio idraulico dell'infrastruttura.

Per quanto riguarda la definizione delle portate di progetto, ovvero delle portate di riferimento nelle verifiche di compatibilità, si è fatto riferimento ai risultati dello studio idrologico (cfr. elab.IDR00RE01A), a cui si rimanda per ogni approfondimento del caso, considerando i valori di portata duecentennali, ovvero caratterizzati da un tempo di ritorno di duecento anni.

1.2 Prescrizioni normative vigenti

Si riportano integralmente, qui di seguito, gli indirizzi per la progettazione, la realizzazione e la manutenzione delle infrastrutture, tratte dall'art. 21 delle Norme del PAI, in base ai quali sono stati valutati i franchi idraulici per le opere di nuova costruzione previste, negli interventi in oggetto.

1. Entro due anni dall'approvazione del PAI la Regione Sardegna approva per l'intero bacino idrografico regionale disposizioni e norme tecniche per la progettazione, la realizzazione e la manutenzione delle infrastrutture a rete o puntuali a fini di prevenzione verso l'insorgere di pericoli idrogeologici e di nuove situazioni di rischio idrogeologico.
2. Le disposizioni e norme tecniche tendono a stabilire principi generali e prescrizioni affinché le attività di progettazione, realizzazione e manutenzione di cui al precedente comma:
 - a. conservino le funzioni e il livello naturale dei corsi d'acqua;
 - b. non creino in aree pianeggianti impedimenti al naturale deflusso delle acque;
 - c. prevedano l'attraversamento degli alvei naturali ed artificiali e delle aree di pertinenza da parte di condotte in sotterraneo a profondità compatibile con la dinamica fluviale;
 - d. garantiscano un franco sul livello della portata di progetto, per velocità medie della corrente inferiori a 8 m/s, pari a quanto indicato dall'analisi modellistica sul franco idraulico approvata dal Comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino, corrispondente al massimo tra:
 - 1) $0,7 \cdot v^2 / 2g$, dove indica la velocità media della corrente;
 - 2) un metro;
 - 3) $0,87 \cdot \sqrt{y} + \alpha y'$, dove è la profondità media della corrente, y' è l'altezza della corrente areata ed α un coefficiente che varia linearmente tra 0 e

1 quando la velocità varia tra 5 m/s e 15 m/s, con le limitazioni che il valore $0,87 \cdot \sqrt{y}$ sarà assunto al massimo pari a 1,5 ed y' viene assunto pari a 2 metri o alla profondità media, se questa risulta minore di 2.

Per velocità superiori a 8 m/s il franco sarà almeno pari all'intera altezza cinetica $v^2/2g$;
(lettera così modificata dal Decreto del Presidente della Regione Sardegna n° 148 del 26 ottobre 2012)

- e. prevedano eventuali rampe di accesso alle infrastrutture di attraversamento in modo da non ostacolare il naturale deflusso delle acque;
- f. adottino per i nuovi attraversamenti criteri che possibilmente evitino o comunque limitino il numero di pile in alveo;
- g. configurino le spalle dei ponti in modo da non comportare restringimenti della sezione che pregiudichino la sicurezza del tronco d'alveo;
- h. prevedano le pile dei nuovi attraversamenti in modo da offrire la minore resistenza idrodinamica;
- i. garantiscano la protezione dall'erosione delle pile dei ponti preferibilmente evitando plateazioni della sezione di imposta;
- l. minimizzino il rischio di instabilità gravitativa e di alterazione del naturale reticolo drenante indotto dai tagli dei versanti lungo i tracciati;
- m. limitino le modificazioni della morfologia naturale dei pendii impegnati;
- n. prevedano appropriati sistemi di drenaggio, da sottoporre ad adeguata manutenzione;
- o. prevengano l'apporto di suolo nei corsi d'acqua in conseguenza dell'esposizione agli agenti meteorici della superficie interessata dall'opera.

1.3 Modellazione idraulica degli attraversamenti principali

Le verifiche idrauliche sono state condotte con un modello numerico monodimensionale per il calcolo dei profili di corrente in moto permanente sviluppato tra il 1996 ed il 2001 dal Centro di Ingegneria Idraulica del Corpo degli Ingegneri dell'Esercito degli Stati Uniti USACE-HEC (United States Army Corps of Engineers – Hydrologic Engineering Center) ed implementato nel programma per elaboratore elettronico HEC-RAS River Analysis System di ampia diffusione e consolidata pratica d'uso. Di tale modello è disponibile un'ampia documentazione nella letteratura scientifica.

Le verifiche sono state condotte al fine di determinare le caratteristiche idrauliche del deflusso in condizioni di piena in modo da avere quante più informazioni possibili circa le interazioni con l'opera di attraversamento in progetto.

Le simulazioni sono state eseguite in condizioni di realizzazione dell'opera di attraversamento.

1.3.1 Descrizione della metodologia utilizzata

La ricostruzione del profilo di piena è stata eseguita in moto permanente con l'ausilio del software di calcolo HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System), sviluppato dall'U.S. Army Corp of Engineers.

Il programma permette la ricostruzione dei tiranti idrici di un corso d'acqua mediante l'integrazione numerica con il metodo dello "standard step" dell'equazione differenziale del moto permanente.

Il modello di calcolo è basato sulle seguenti ipotesi:

- il moto è permanente (le grandezze idrauliche non variano con il tempo);
- la geometria dell'alveo è caratterizzata generalmente da variazioni graduali di sezione dove è applicabile l'equazione del moto; nei tronchi dove si realizzano variazioni brusche di sezione viene adottata l'equazione dinamica in forma globale;
- il moto è monodimensionale, cioè si trascurano le componenti della velocità nelle direzioni ortogonali a quella di avanzamento della corrente; ne discende che: il carico energetico totale è lo stesso per tutti i punti di una sezione trasversale, la velocità ha una sola componente nella direzione della corrente e la superficie dell'acqua è orizzontale per tutta la sezione trasversale;
- la pendenza longitudinale non sia troppo elevata (minore del 10%);

- I dati di base richiesti dal programma di calcolo utilizzato sono sostanzialmente quelli relativi alle caratteristiche geometriche ed idrauliche del corso d'acqua in analisi. I dati necessari sono i profili di fondo (sezioni trasversali), le lunghezze dei tratti e la scabrezza dell'alveo e delle aree golenali.

1.3.2 Fondamenti teorici del deflusso in moto permanente

In ogni sezione normale all'asse della corrente, la pressione varia seguendo la legge idrostatica. La condizione di continuità prevede che la portata sia costante, mentre l'area della sezione “ Ω ” e la velocità media “ V ” variano gradualmente lungo l'asse “ s ” della corrente:

$$Q = \Omega \times V = Cost \quad [1]$$

L'equazione del moto è espressa mediante la formula:

$$J = -\frac{dH}{ds} \quad [2]$$

dove H , che rappresenta il carico totale, è espresso dalla relazione:

$$H = z_f + \frac{p}{\gamma} + \frac{V^2}{2 \times g} \quad [3]$$

Per quanto concerne la cadente j del carico idraulico totale, essa si valuta assumendo che gli sforzi tangenziali sul contorno dipendano solo dalle condizioni di scabrezza della parete, dalla forma della sezione e dalla velocità media. Si assume quindi:

$$J = \frac{V^2}{\chi^2 \times R} \quad [4]$$

dove “ χ ” è il coefficiente di resistenza di Chèzy, variabile da sezione a sezione, in funzione della variazione dell'area della sezione e del perimetro bagnato (e di conseguenza il raggio idraulico e la scabrezza relativa).

Le due equazioni fondamentali sono risolte mediante la su accennata procedura iterativa (standard step method) allo scopo di calcolare la quota del pelo libero incognita per una sezione:

- equilibrio energetico:

$$h_2 + \frac{\alpha_2 \times V_2^2}{2 \times g} = h_1 + \frac{\alpha_1 \times V_1^2}{2 \times g} + \Delta H \quad [5]$$

- perdite di carico:

$$\Delta H = \lambda \times L + c \times \left| \frac{\alpha_2 \times V_2^2}{2 \times g} - \frac{\alpha_1 \times V_1^2}{2 \times g} \right| \quad [6]$$

in cui:

h_1, h_2 = quote del pelo libero nelle sezioni rispettivamente di monte e di valle;

V_1, V_2 = velocità media nelle sezioni rispettivamente di monte e di valle;

α_1, α_2 = coefficienti correttivi dell'energia cinetica nelle sezioni rispettivamente di monte e di valle;

g = accelerazione di gravità;

ΔH perdite di carico nel tratto;

L = lunghezza del tratto di riferimento (pesata sulle portate nel caso di alveo pluricursale);

λ = coefficiente di attrito per le perdite distribuite nel tratto;

c = coefficiente di perdita di carico localizzata nelle eventuali variazioni di sezioni.

La lunghezza del tratto di riferimento viene pesata sulle portate ed è ricavata dalla relazione:

$$L = \frac{L_{sx} \times Q_{sx} + L_{ch} \times Q_{ch} + L_{dx} \times Q_{dx}}{Q_{sx} + Q_{ch} + Q_{dx}} \quad [7]$$

in cui.

- L_{sx}, L_{ch}, L_{dx} = lunghezza specifica dell'area, interessata al flusso, golena a sinistra, all'interno e a destra delle sponde;
- Q_{sx}, Q_{ch}, Q_{dx} = media aritmetica (sulle due sezioni) delle portate di competenza delle sezioni parziali a sinistra, all'interno ed a destra delle sponde.

Al fine di determinare la portata complessiva in una sezione, il flusso viene diviso in flussi parziali interni a sotto-sezioni per le quali si possa considerare la distribuzione di velocità come uniforme, senza per questo incorrere in approssimazione eccessive.

La conduttanza di competenza di ogni sotto - sezione è ottenuta mediante la seguente equazione:

$$k = \frac{1}{n} \times a \times r^{2/3} \quad [8]$$

in cui:

- k = conduttanza nella sotto-sezione di deflusso;
- n = coefficiente di *Manning* per la sotto-sezione;
- a = area della sotto - sezione interessata al flusso;
- r = raggio idraulico della sotto-sezione.

La conduttanza totale sarà data dalla somma delle conduttanze di competenza di ogni sotto - sezione.

Nei calcoli la sezione naturale è stata divisa in tre aree con diverse caratteristiche rappresentate rispettivamente dal canale e dalle due aree laterali golenali.

Anche il coefficiente correttivo dell'energia cinetica è ricavato tenendo conto della suddivisione della sezione, tramite la seguente equazione:

$$\alpha = A^2 \times \frac{\left(\frac{K_{sx}^3}{A_{sx}^2} + \frac{K_{ch}^3}{A_{ch}^2} + \frac{K_{dx}^3}{A_{dx}^2} \right)}{K^3} \quad [9]$$

in cui:

- A = area totale interessata al flusso;
- K = conduttanza totale nella sezione;
- A_{sx} , A_{ch} , A_{dx} = area, interessata al flusso, rispettivamente per le sotto-sezioni a sinistra, all'interno ed a destra delle sponde;
- K_{sx} , K_{ch} , K_{dx} = conduttanze nelle sotto-sezioni, rispettivamente, a sinistra, all'interno e a destra delle sponde.

Le perdite distribuite nel tronco di corso d'acqua di lunghezza "L" (pesata sulle portate) è data dal prodotto di quest'ultima per il coefficiente di attrito λ

$$\Delta H = \lambda \times L \quad [10]$$

Il programma consente di scegliere l'espressione di λ tra le seguenti alternative:

- coefficiente di attrito media aritmetica:

$$\lambda = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2} \quad [11]$$

- coefficiente di attrito media sulle portate:

$$\lambda = \left(\frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2 \quad [12]$$

- coefficiente di attrito media geometrica:

$$\lambda = \sqrt{\lambda_1 \times \lambda_2} \quad [13]$$

- coefficiente di attrito media armonica:

$$\lambda = \frac{2 \times \lambda_1 \times \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} \quad [14]$$

in cui:

- Q_1, Q_2 = portata nelle due sezioni che limitano il tratto;
- K_1, K_2 = conduttanza nelle due sezioni che limitano il tratto;
- λ_1, λ_2 = coefficienti di attrito nelle due sezioni che limitano il tratto.

Il calcolo delle perdite di carico dovute alla contrazione o espansione della corrente si basa sulla seguente relazione:

$$\Delta H = c \times \left| \frac{\alpha_2 \times V_2^2}{2 \times g} - \frac{\alpha_1 \times V_1^2}{2 \times g} \right| \quad [15]$$

dove:

- V_1, V_2 = velocità media nelle sezioni rispettivamente di monte e di valle;
- α_1, α_2 = coefficienti correttivi dell'energia cinetica nelle sezioni rispettivamente di monte e di valle;
- g = accelerazione di gravità;
- ΔH = perdite di carico concentrate nel tratto;
- c = coefficiente di perdita di carico localizzata nelle eventuali variazioni di sezioni:

Secondo il programma si verifica una contrazione della corrente ogni volta che il carico cinetico a valle è maggiore di quello a monte; analogamente, quando il carico cinetico a monte è maggiore di quello a valle, il programma assume che vi sia un'espansione.

Il coefficiente c nel caso di espansione varia tra 0,3 e 0,8, mentre nel caso di contrazione vada tra 0,1 e 0,6.

La quota del pelo libero ad una sezione trasversale è determinata risolvendo iterativamente le equazioni [5] e [6] secondo la seguente procedura:

Passo 1: Assunzione di un valore (arbitrario) per la quota del pelo libero nella sezione più a monte, nel caso di corrente veloce, od a valle nel caso di corrente lenta.

Passo 2: Determinazione della portata totale e della velocità della corrente corrispondenti alla quota di cui al passo 1 .

Passo 3: Calcolo del valore del coefficiente di attrito λ e determinazione delle perdite energetiche mediante la risoluzione dell'equazione [10].

Passo 4: Calcolo della quota del pelo libero h_2 mediante risoluzione dell'equazione [1] utilizzando i valori ottenuti con i passi 2 e 3.

Passo 5: Comparazione del valore della quota del pelo libero calcolata con il passo 4 con quella assunta al passo 1; ripetizione dell'intera procedura finché la differenza tra le due quantità è minore di quella assunta ammissibile.

Una volta ottenuta la quota del pelo libero "bilanciata" in una sezione, il programma verifica che questa sia in accordo con le ipotesi assunte sul regime della corrente; se ciò non avviene la quota del pelo libero verrà considerata coincidente con la profondità critica. La profondità critica è la quota per la quale il carico specifico è minimo e viene calcolata con procedura iterativa basata sull'equazione che definisce il carico specifico in una data sezione.

La profondità critica per una sezione trasversale viene determinata ogni volta che si verifica una delle seguenti condizioni:

- La corrente è veloce;
- Il calcolo della profondità critica viene richiesto dall'utente;

La quota del pelo libero iniziale per le sezioni al contorno può essere specificata in uno dei seguenti quattro modi:

- come profondità critica;
- come una elevazione nota;
- come profondità di moto uniforme con pendenza assegnata, ovvero come pendenza della linea dei carichi assegnata;
- da una scala di deflusso.

La portata viene specificata in una apposita variabile nella sezione di monte, ma può essere variata in una qualunque sezione e per tutte le sezioni a valle impostando una seconda variabile.

1.3.3 Risultati delle simulazioni effettuate sugli attraversamenti principali

Per l'individuazione delle quote idrometriche di riferimento rispetto alle quali, attraverso la determinazione del franco di sicurezza, definire le quote minime di imposta degli intradossi degli impalcati degli attraversamenti principali sono state effettuate delle simulazioni in moto permanente stazionario attraverso il codice Hec-Ras, descritto nei precedenti paragrafi.

Per la caratterizzazione delle geometrie degli alvei, in termini di dimensioni e forma delle sezioni nonché di quote altimetriche, si sono utilizzate sezioni trasversali del terreno, estratte dal modello del terreno derivato da rilievi lidar, effettuati dalla Soc. Anas Spa in occasione del *Piano di Risanamento Acustico* (2010-2011), mentre per la caratterizzazione delle opere di attraversamento esistenti sulla *SS131 Carlo Felice* sono stati utilizzati specifici rilievi di dettaglio.

Le simulazioni a moto permanente effettuate sono sintetizzate nel seguente prospetto I, dove sono riportate oltre alla progressiva dell'interferenza idraulica, riferita alle progressive della SS131, anche il progetto stradale di riferimento e la corrispondente progressiva di riferimento.

Interferenza idrografica (riferimento a SS131 Carlo Felice)	Intervento di progetto	
	Progetto stradale	Progressiva
(km)		(km)
122+025	Accessi C. S. dal Km 120+200 al Km 123+000	1+540
	Accessi C. N. dal Km 121+400 al Km 122+280	0+653
122+358	Accessi C. S. dal Km 120+200 al Km 123+000	1+950
127+625	Accessi C. S. dal Km 127+500 al Km 127+750	0+158
138+600	Accesso C. N. al Km 138+970	0+260
145+900	Accessi C. S. dal Km 144+760 al Km 145+738	1+146.6
154+495	Accessi C. N. dal Km 152+325 al Km 153+600	2+960
164+500	Adeguamento strade provinciali S.P.124 e S.P.125 dal km 159 al km 165	2+700
165+000	Adeguamento strade provinciali S.P.124 e S.P.125 dal km 159 al km 165	3+170

Prospetto I – Interferenze principali con il reticolo idrografico con simulazione a moto permanente

Le simulazioni sono state effettuate con riferimento alla portata di progetto, caratterizzata da un tempo di ritorno di duecento anni, secondo i valori determinati nell'ambito dello studio idrologico riportato nella Relazione Idrologica.

Per le interferenze idrografiche progettualmente piu' significative ovvero per:

- ✓ Interferenza a km 122+025 (Riu Pitziu);
- ✓ Interferenza a progr. km 122+358 (Rio Mannu)
- ✓ Interferenza a progr. km 127+625 (Riu di Bonorchis)
- ✓ Interferenza a progr. km 154+595 (Riu Temo)

Vengono di seguito descritti ed analizzati i risultati delle simulazioni mentre per le altre interferenze, che non presentano particolari criticità, i risultati delle simulazioni sono riportati in forma di profili e tabulati di calcolo nell'Allegato B.

Interferenze a progr. km 122+025 (Riu Pitziu)

Le simulazioni riguardano un tratto di circa 450 m di corso d'acqua che si colloca a cavallo degli attraversamenti stradali in progetto ovvero della complanare di monte (cfr. Progetto stradale: *Accessi C. S. dal Km 120+200 al Km 123+000 – Progr.km 1+540*) e della complanare di valle (cfr. *Progetto stradale: Accessi C. N. dal Km 121+400 al Km 122+280 - Progr.km 0+653*) della SS131.

La caratterizzazione geometria della morfologia dell'alveo è stata assegnata mediante n.11 sezioni trasversali, la cui posizione è riportata nello stralcio planimetrico di fig. 1.

La prima opera di attraversamento in progetto si colloca immediatamente a monte dell'attraversamento della SS131 *Carlo Felice*, costituito da un ponticello della luce L=5m. La seconda opera si inserisce tra quest'ultimo attraversamento e quello della linea ferroviaria *Cagliari – Terranova – Golfo Aranci*, costituita da un ponticello della luce L= 6m, situato circa 50m a valle.

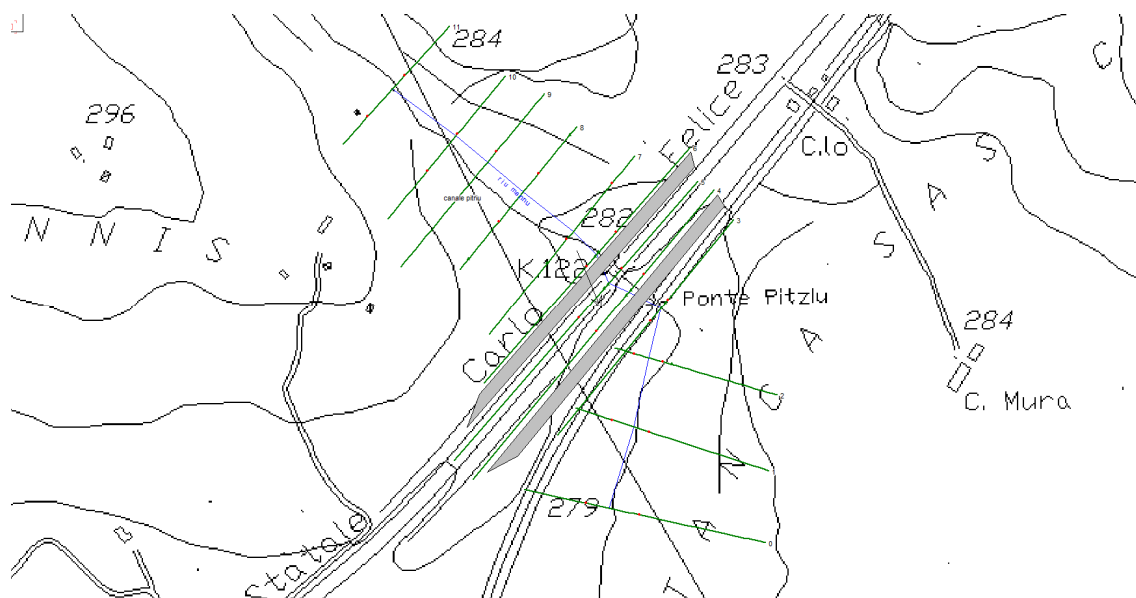


Figura 1 – Interferenze a progr. km 122+025 (Riu Pitziu) – Schema planimetrico della modellazione

I risultati della simulazione effettuata in occasione del passaggio della piena duecentennale di progetto, caratterizzata da una portata al colmo di:

$$Q_{200}=69.1 \text{ m}^3/\text{s}$$

sono rappresentati nei profili di rigurgito, ovvero in termini di andamento dei livelli idrometrici raggiunti, per la condizione ante operam e nelle condizioni post operam, rispettivamente nelle figura n.2 e nella figura n.3

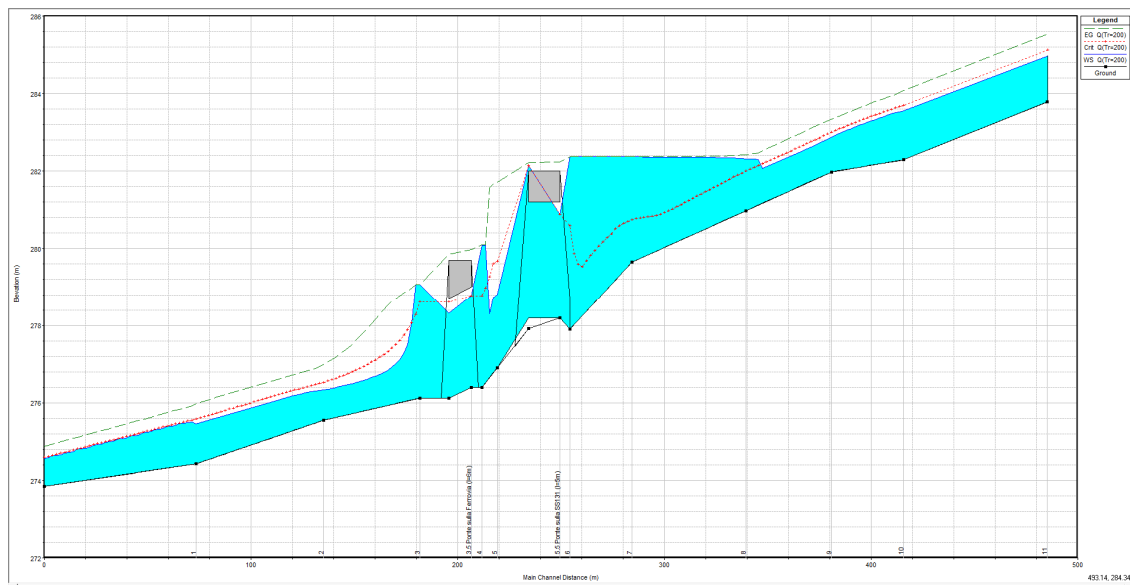


Figura 1 – Interferenze a progr. km 122+025 (Riu Pitziu) – Profilo idrico (Tr=200 anni) ante operam

Per quanto riguarda la condizione ante operam, in relazione alla pendenza dell'alveo, che appare maggiore della pendenza critica, il deflusso della portata di progetto tende a manifestare, nel tratto di valle, i caratteri di corrente veloce; nel tratto di monte invece la presenza dell'opere di attraversamento delle sedi ferroviaria e stradale determina, attraverso il passaggio per le condizioni critiche, l'istaurarsi di una corrente lenta.

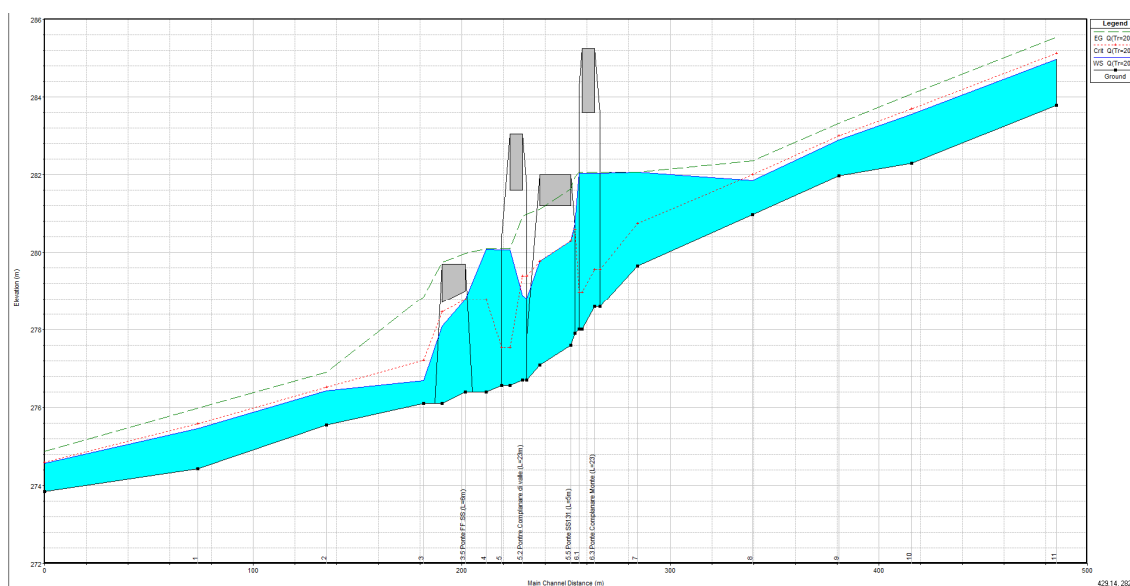


Figura 2 Interferenze a progr. km 122+025 (Riu Pitziu) – Profilo idrico (Tr=200 anni) post operam

La simulazione relativa al post operam mostra la compatibilità idraulica delle opere in progetto ovvero delle opere di attraversamento della complanare di monte e delle complanare di valle, costituite da due ponticelli della luce di L=23 m.

Infatti:

- ✓ non si riscontrano, a seguito dell’inserimento di tali opere, rispetto alle condizioni ante operam, incrementi del rischio idraulico, in assenza di sostanziali modifiche dei profili idrici e quindi le condizioni di deflusso e di invaso;
- ✓ il posizionamento altimetrico delle opere è tale da rispettare sui livelli idrometrici duecentennali il franco minimo di sicurezza prescritto dall’art. 21 comma d) delle Norme del PAI, come risulta dai dati riportati nel seguente prospetto

OPERA IN PROGETTO					CARATTERISTICHE DEFLUSSO						f _{PAI1}	f _{PAI2}	f _{PAI3}	f _{PAI4}	COMPATIBILITÀ
ATTRAVERSAMENTO rifi	ATTRAVERSAMENTO	Q ₂₀₀	LUCE	y _e (estradosso)	y _i (intradosso)	W.S. Elev	Min Ch El	v	y (tirante)	F (progetto)	0.7 V ² /2g	1	0.87γ ^{0.5} +αV	v exp(2)/2g [v>8(m/s)]	PAI
PROGR KM		(m ³ /s)	(m)	(m slm)	(m slm)	(m slm)	(m slm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
122+025	Complanare Monte	69.1	23.0	285.38	283.53	282.0	278.6	0.87	3.44	1.51	0.03	1.00	1.50	0.04	OK
122+025	Complanare Valle	69.1	23.0	283.44	281.59	280.1	276.6	0.85	3.52	1.51	0.03	1.00	1.50	0.04	OK

Prospetto II– Interferenze a progr. km 122+025 (Riu Pitziu) – verifica dei franchi

E’ stata infine eseguita, al fine di valutare gli interventi necessari a garantire un deflusso deflusso della corrente di piena maggiormente regolare consentendo quindi una ottimizzazione, in termine di luci e di quote di imposta, degli attraversamenti in progetto, una terza simulazione; gli interventi di adeguamento dovrebbero necessariamente riguardare sia l’opera di attraversamento della SS 131, che, data l’esigua distanza ed il condizionamento sui livelli di monte, l’opera di attraversamento della linea ferroviaria *Cagliari – Terranova – Golfo Aranci*. I risultati di tale simulazione sono illustrati in figura n.4

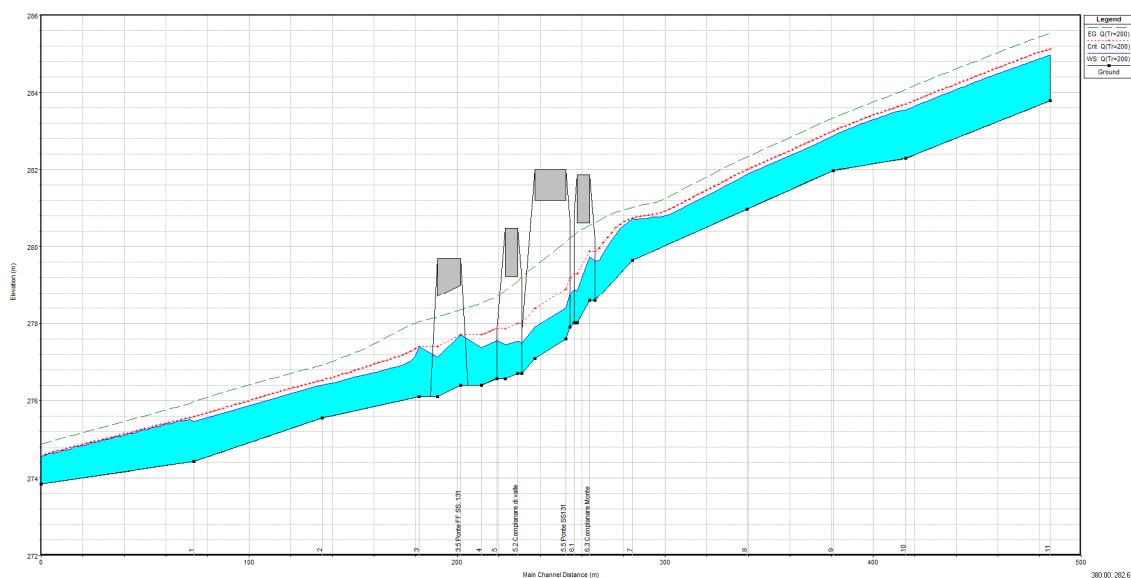


Figura 3 Interferenze a progr. km 122+025 (Riu Pitziu) – Profilo idrico (Tr=200 anni) ipotesi adeguamento (L=20 m) attraversamenti SS131 e FFSS

Interferenza a progr. km 122+358 (Rio Mannu)

Le simulazioni riguardano un tratto di circa 350 m di corso d'acqua che si colloca a cavallo dell'attraversamento stradale in progetto ovvero della complanare di monte (cfr. Progetto stradale: *Accessi C. S. dal Km 120+200 al Km 123+000 – Progr.km 1+950*).

La caratterizzazione geometria della morfologia dell'alveo è stata assegnata mediante n.9 sezioni trasversali, la cui posizione è riportata nello stralcio planimetrico di fig. 5.

L'opera di attraversamento in progetto si colloca immediatamente a monte dell'attraversamento della *SS131 Carlo Felice*, costituito anche in questo caso da un ponticello della luce $L=5\text{m}$; circa 40m a valle di quest'ultimo attraversamento si colloca quello della linea ferroviaria *Cagliari – Terranova – Golfo Aranci*, costituito da un ponticello della luce $L= 6\text{m}$.

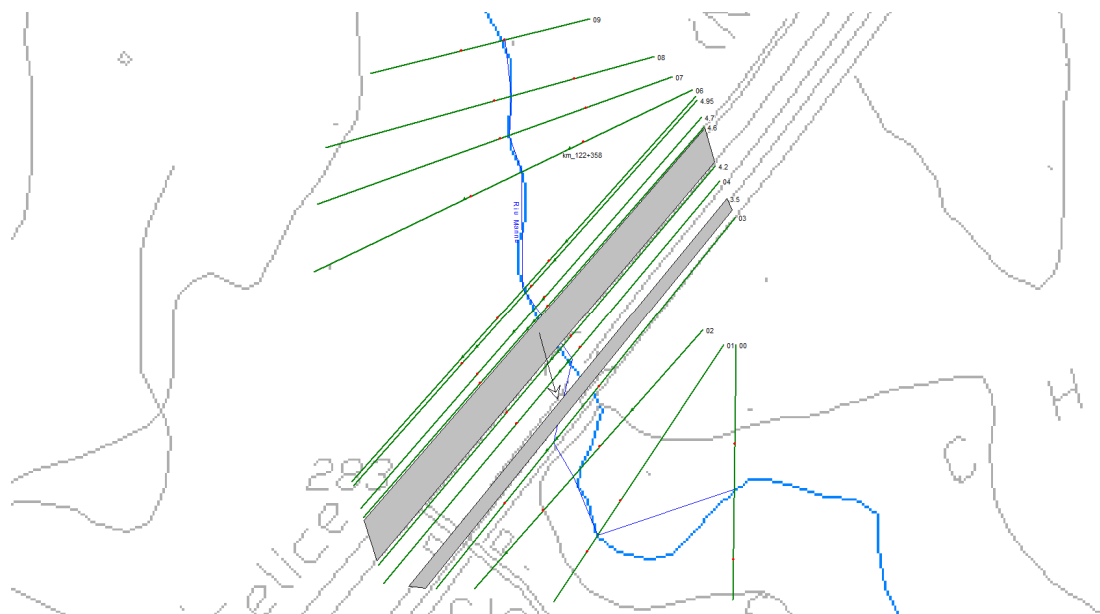


Figura 4 – Interferenza a progr. Km 122+358 (Rio Mannu) – Schema planimetrico della modellazione

I risultati della simulazione effettuata in occasione del passaggio della piena duecentennale di progetto, caratterizzata da una portata al colmo di:

$$Q_{200}=69.1 \text{ m}^3/\text{s}$$

sono rappresentati nei profili di rigurgito, ovvero in termini di andamento dei livelli idrometrici raggiunti, per la condizione ante operam e nelle condizioni post operam, rispettivamente nelle figura n.6 e nella figura n.7

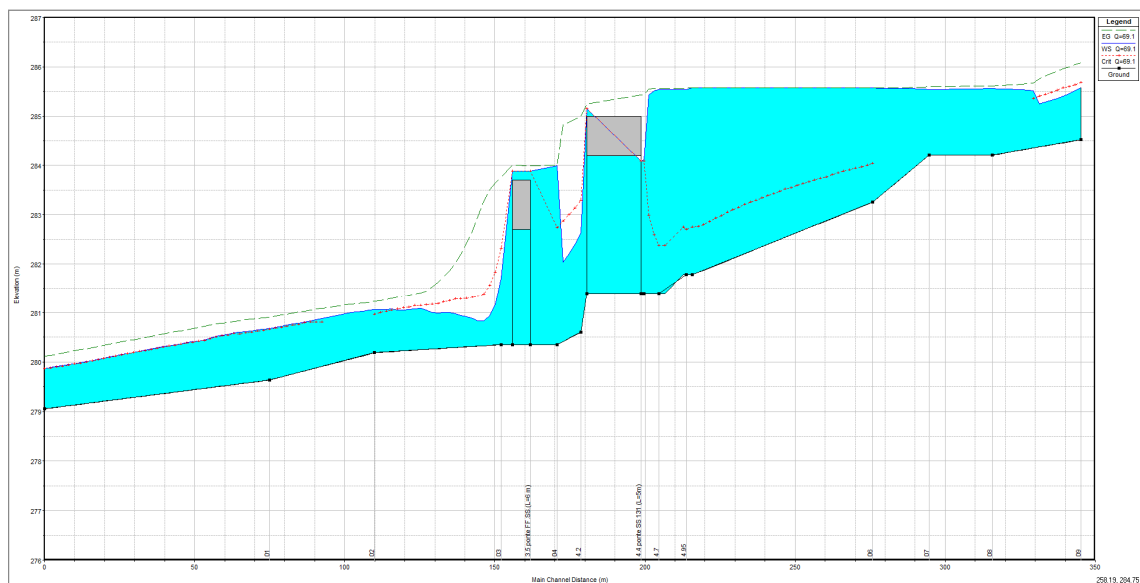


Figura 5 - Interferenza a progr. Km 122+358 (Rio Mannu) – Profilo idrico (Tr=200 anni) ante operam

Per quanto riguarda la condizione ante operam, in relazione alla pendenza dell'alveo, che appare maggiore della pendenza critica, il deflusso, in piena analogia a quanto emerso per il corso d'acqua precedentemente analizzato, della portata di progetto tende a manifestare, nel tratto di valle, i caratteri di corrente veloce; nel tratto di monte invece la presenza dell'opere di attraversamento delle sedi ferroviaria e stradale determina, attraverso il passaggio per le condizioni critiche, l'istaurarsi di una corrente lenta.

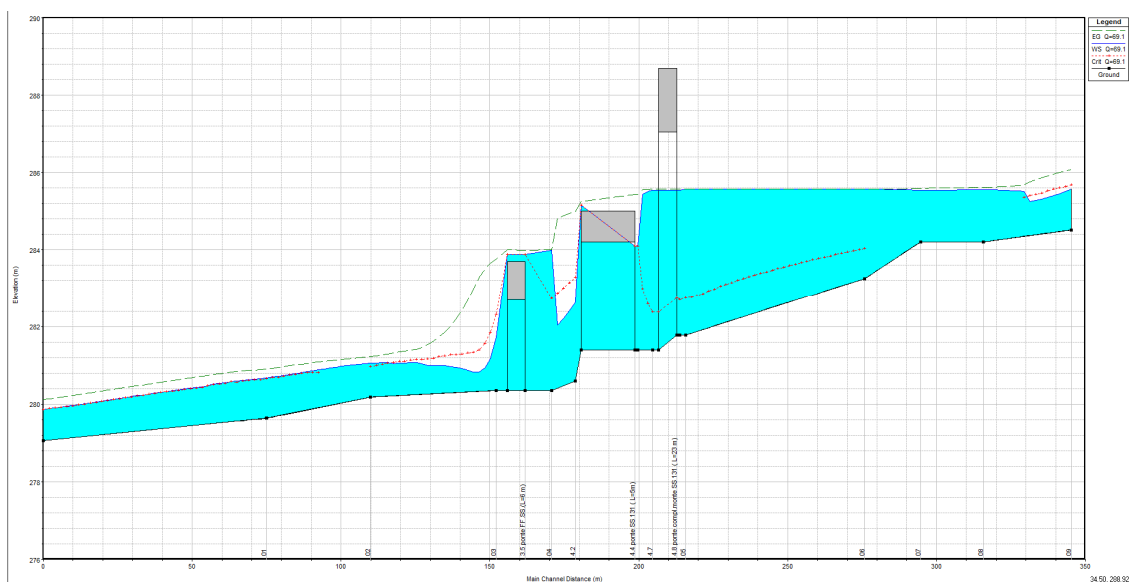


Figura 6 - Interferenza a progr. Km 122+358 (Rio Mannu) – Profilo idrico (Tr=200 anni) post operam

La simulazione relativa al post operam mostra la compatibilità idraulica dell'opera in progetto ovvero delle opere di attraversamento della complanare di monte della SS131, costituita da un ponticello della luce di L=23 m.

Interferenza a progr. km 127+625 (Riu di Bonorchis)

Le simulazioni riguardano un tratto di circa 400 m di corso d'acqua che si colloca a cavallo dell' attraversamento stradale in progetto ovvero della complanare di monte (cfr. Progetto stradale: Accessi C. S. dal Km 127+500 al Km 127+750 – Progr.km 0+158) .

La caratterizzazione geometria della morfologia dell'alveo è stata assegnata mediante n.10 sezioni trasversali, la cui posizione è riportata nello stralcio planimetrico di fig. 9.

L'opera di attraversamento in progetto si colloca immediatamente a monte dell'attraversamento della SS131 *Carlo Felice*, costituito anche in questo caso da un ponticello della luce L=5m; circa 100m a valle di quest'ultimo attraversamento si colloca quello della linea ferroviaria *Cagliari – Terranova – Golfo Aranci*, costituito da un ponticello della luce L= 6m.



Figura 8 – Interferenza a progr. Km 127+625_(Riu di Bonorchis) – Schema planimetrico della modellazione

A monte ed a valle dell'attraversamento della SS131 sono stati realizzati, per l'attraversamento di viabilità poderali, due guadi, costituiti da n. 4 tubazioni in c.a. del diametro di 100 cm.

I risultati della simulazione effettuata in occasione del passaggio della piena duecentennale di progetto, caratterizzata da una portata al colmo di:

$$Q_{200}=71.4 \text{ m}^3/\text{s}$$

sono rappresentati nei profili di rigurgito, ovvero in termini di andamento dei livelli idrometrici raggiunti, per la condizione ante operam e nelle condizioni post operam, rispettivamente nelle figura n.10 e nella figura n.11

Per quanto riguarda la condizione ante operam il transito della portata avviene, per la presenza delle opere di attraversamento, ferroviari e stradale, i caratteri di corrente lenta.

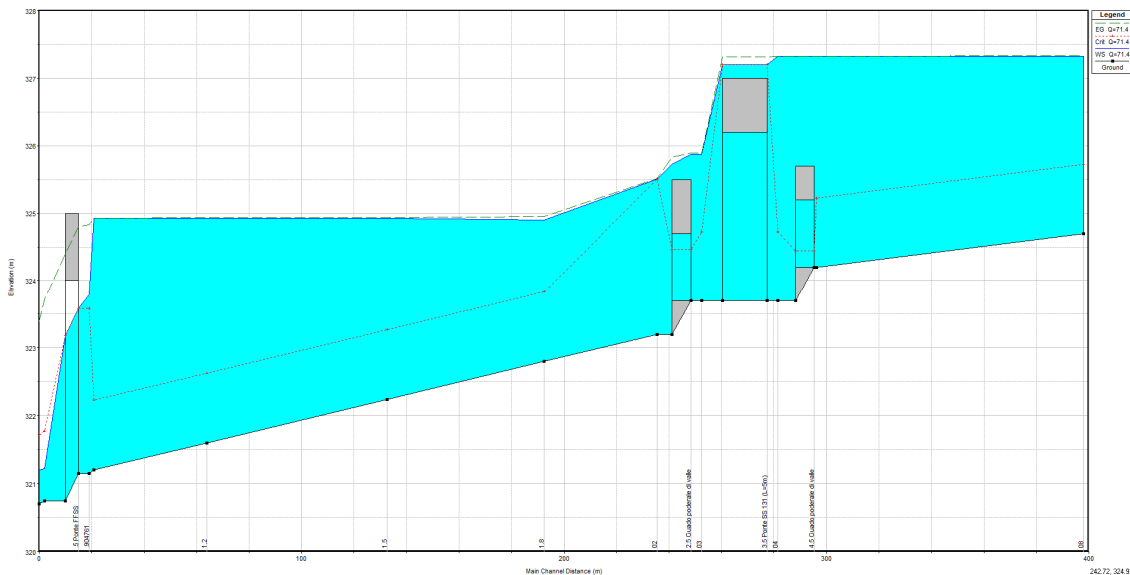


Figura 9 - Interferenza a progr. Km 127+625_(Riu di Bonorchis) – Profilo idrico (Tr=200 anni) ante operam

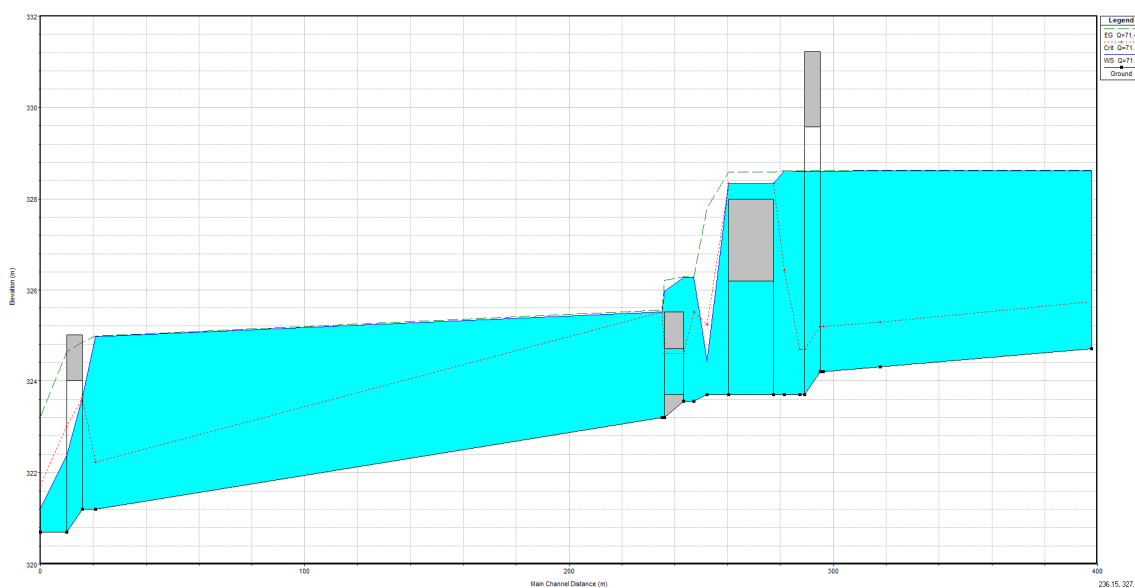


Figura 10 - Interferenza a progr. Km 127+625_(Riu di Bonorchis) – Profilo idrico (Tr=200 anni) post operam

La simulazione relativa al post operam mostra la compatibilità idraulica dell' opera in progetto ovvero delle opera di attraversamento della complanare di monte della SS131, costituita da un ponticello della luce di L=23 m.

Infatti:

- ✓ non si riscontrano, a seguito dell'inserimento di tali opere, rispetto alle condizioni ante operam, incrementi del rischio idraulico, in assenza di sostanziali modifiche dei profili idrici e quindi le condizioni di deflusso e di invaso;
- ✓ il posizionamento altimetrico dell'opera di attraversamento è tale da assicurare sui livelli idrometrici duecentennali rispetto alle quote d'intradosso il franco minimo di sicurezza prescritto dall'art. 21 comma d) delle Norme del PAI, come risulta dai dati riportati nel seguente prospetto

ATTRAVERSAMENTO TR	OPERA IN PROGETTO					CARATTERISTICHE DEFLUSSO					f _{PAI.1}	f _{PAI.2}	f _{PAI.3}	f _{PAI.4}	COMPATIBILITA' PAI
	ATTRAVERSAMENTO	Q ₂₀₀ (m ³ /s)	LUCE (m)	LUCE (m)	y _e (estradosso) (m slm)	y _i (intradosso) (m slm)	W.S. Elev (m slm)	Min Ch El (m slm)	v (m/s)	Y (tirante) (m)	F (progetto) (m)	0.7V ² /2g (m)	1 (m)	0.87γ ^{0.5} +αγ ² (m)	
127+625	Post Operam Complanare monte - SS 131 non adeguata	71.4	23.0	331.95	330.10	328.6	324.2	0.71	4.40	1.51	0.02	1.00	1.50	0.03	OK

Prospetto IV– Km 127+625_(Riu di Bonorchis) – verifica dei franchi

Anche per questo attraversamento è stata effettuata un terza simulazione nell'ipotesi di procedere all'adeguamento dell'opera di attraversamento della SS131, che condurrebbe a regolarizzare il deflusso solo nell'ipotesi dell'adeguamento contestuale dell'opera di attraversamento ferroviaria. I risultati della simulazione sono illustrati nella fig.12.

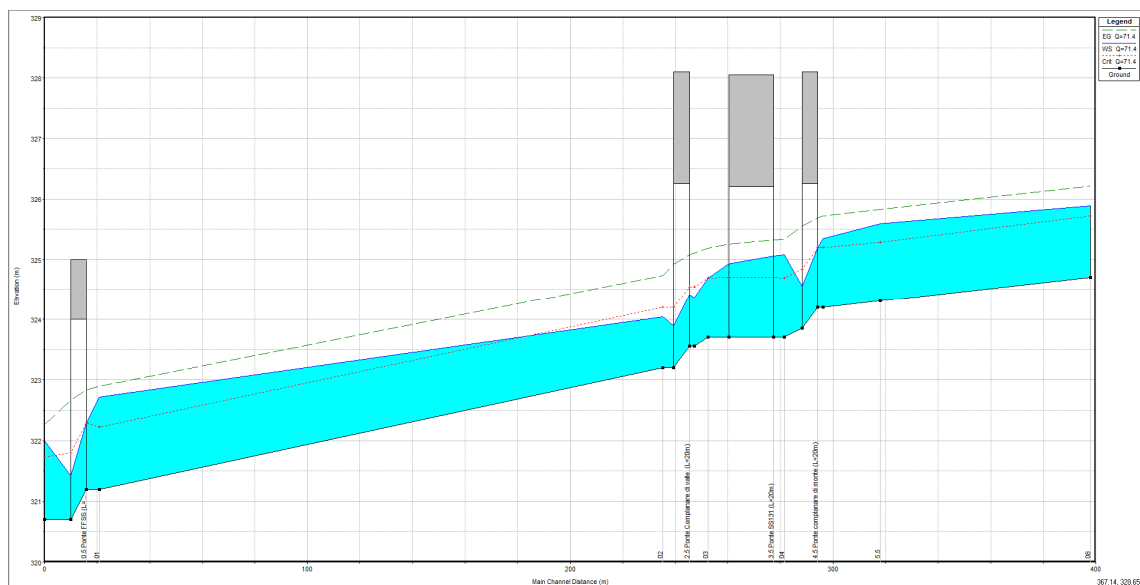


Figura 11 – Km 127+625_(Riu di Bonorchis) – Profilo idrico (Tr=200 anni) ipotesi adeguamento (L=20 m) attraversamenti SS131 e FFSS

Interferenza a progr. km 154+595 (Riu Temo)

Le simulazioni riguardano un tratto di circa 300 m di corso d'acqua che si colloca a cavallo dell' attraversamento stradale in progetto ovvero della complanare di monte (cfr. Progetto stradale: Accessi C. N. dal Km 152+325 al Km 153+600– Progr.km 2+960) .

La caratterizzazione geometria della morfologia dell'alveo è stata assegnata mediante n.7 sezioni trasversali, la cui posizione è riportata nello stralcio planimetrico di fig. 13.

L'opera di attraversamento in progetto si colloca immediatamente a monte dell'attraversamento della *SS131 Carlo Felice*, costituito anche in questo caso da un ponte, a campata doppia della luce complessiva $L=20m$.

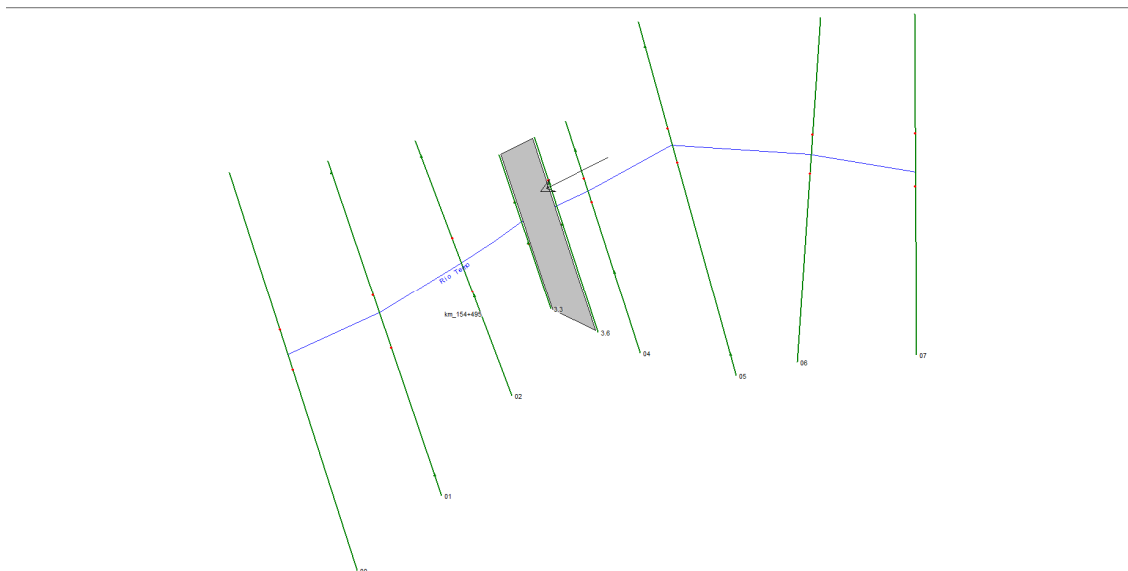


Figura 12 – Interferenza a progr. Km 154+595_(Riu Temo) – Schema planimetrico della modellazione

I risultati della simulazione effettuata in occasione del passaggio della piena duecentennale di progetto, caratterizzata da una portata al colmo di:

$$Q_{200}=127.7 \text{ m}^3/\text{s}$$

sono rappresentati nei profili di rigurgito, ovvero in termini di andamento dei livelli idrometrici raggiunti, per la condizione ante operam e nelle condizioni post operam, rispettivamente nelle figura n.14 e nella figura n.15

Per quanto riguarda la condizione ante operam nel tratto di valle il transito della portata avviene, prevalentemente manifestando i caratteri di corrente lenta; nel tratto di monte, invece relazione alla maggiore pendenza, il deflusso tende a manifestare invece i caratteri di corrente veloce per poi ricondursi, attraverso il passaggio per le condizioni critiche, alla corrente lenta che si manifesta a monte dell'opera di attraversamento.

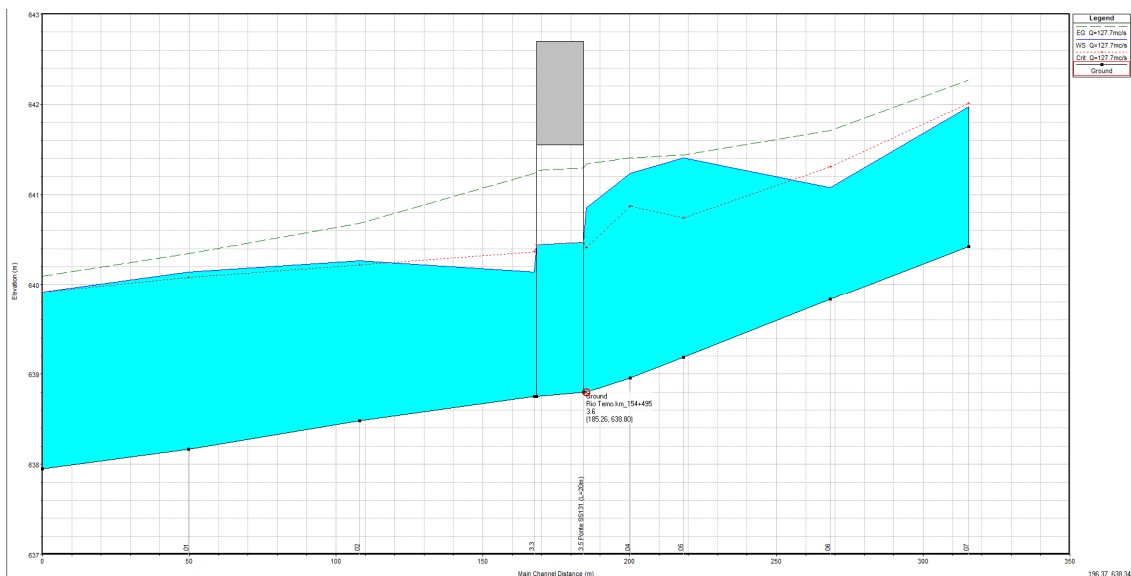


Figura 13 - Interferenza a progr. Km 154+595_(Rio Temo) – Profilo idrico (Tr=200 anni) ante operam

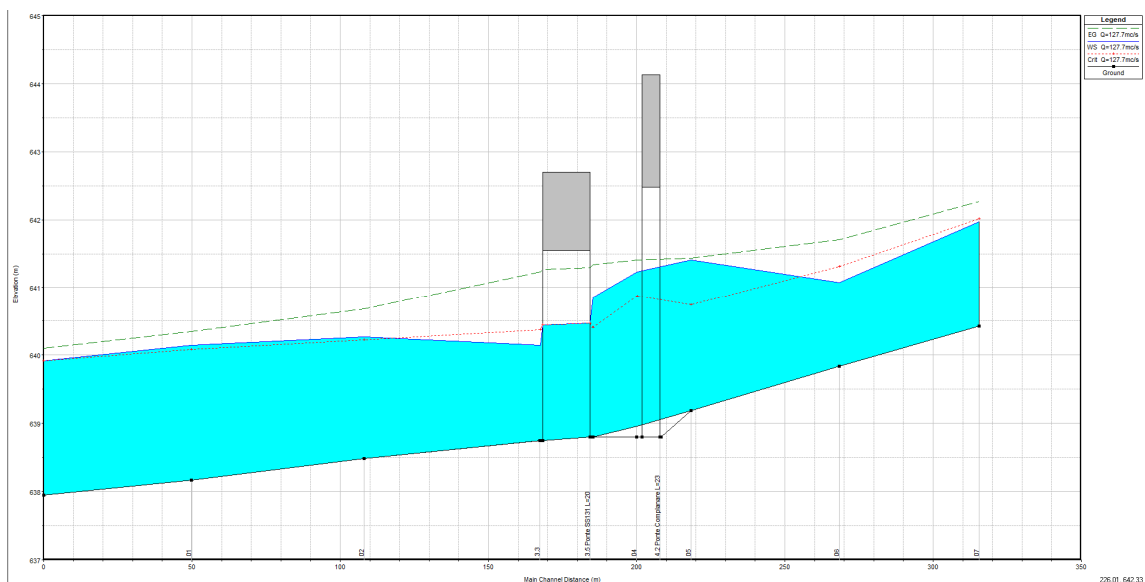


Figura 14 - Interferenza a progr. Km 154+595_(Rio Temo) – Profilo idrico (Tr=200 anni) post operam

La simulazione relativa al post operam mostra la compatibilità idraulica dell' opera in progetto ovvero delle opera di attraversamento della complanare di monte della SS131, costituita da un ponticello della luce di $L=23$ m.

Infatti:

- ✓ non si riscontrano, a seguito dell'inserimento di tali opere, rispetto alle condizioni ante operam, incrementi del rischio idraulico, in assenza di sostanziali modifiche dei profili idrici e quindi le condizioni di deflusso e di invaso;
- ✓ il posizionamento altimetrico dell'opera di attraversamento è tale da assicurare sui livelli idrometrici duecentennali rispetto alle quote d'intradosso il franco minimo di

sicurezza prescritto dall'art. 21 comma d) delle Norme del PAI, come risulta dai dati riportati nel seguente prospetto

ATTRAVERSAMENTO m	OPERA IN PROGETTO				CARATTERISTICHE DEFLUSSO						f _{PAI1}	f _{PAI2}	f _{PAI3}	f _{PAI4}	COMPATIBILITA'
	Q ₂₀₀	LUCE	y _e (estradosso)	y _i (intradosso)	W.S. Elev	Min Ch El	v	y (tirante)	F (progetto)	$0.7V^2/2g$	1	$0.87\gamma^{0.5+\alpha\gamma}$	$v_{exp}(2)/2g$ [$v>8[m/s]$]	PAI	
PROGR KM	(m ³ /s)	(m)	(m slm)	(m slm)	(m slm)	(m slm)	(m/s)		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		
154+495	Post Operam Complanare monte - SS 131 non adeguata	127.7	23.0	644.33	642.48	641.2	638.8	2.44	2.35	1.34	0.21	1.00	1.33	0.30	OK

Prospetto V– Km 154+595_(Riu Temo)– verifica dei franchi

1.4 Modellazione idraulica delle opere minori

Il funzionamento idraulico dei manufatti di attraversamento a sezione chiusa dipende da numerosi fattori quali:

- ✓ la pendenza;
- ✓ la sezione;
- ✓ la forma;
- ✓ la scabrezza ;
- ✓ i livelli liquidi a monte e a valle del collettore.

Il comportamento idraulico dei tombini è piuttosto complesso perché può ricadere sia nel campo dell'idraulica a pelo libero che in quello delle condotte in pressione, in funzione della portata transitante.

Le verifiche idrauliche compiute sono finalizzate a determinare che il deflusso relativo agli eventi di piena di riferimento siano compatibili con il funzionamento delle opere di attraversamento senza interessare l'infrastruttura stradale.

La verifica proposta dalla FHWA (Federal Highway Administration) ossia l'Agenzia del Dipartimento dei Trasporti degli Stati Uniti che detta i criteri e gli standard di progettazione delle strade, intende stabilire il tipo di funzionamento del tombino, che può essere controllato da monte (inlet control) o da valle (outlet control) e ricavare in base ad esso il grado di riempimento della sezione.

Il "controllo da monte" si realizza quando il tombino può convogliare più portata di quanta transiti attraverso l'ingresso. La sezione di controllo si localizza appena oltre l'ingresso come sezione ad altezza critica e prosegue in regime supercritico.

Per ottenere un deflusso all'imbocco a superficie libera è necessario che nella verifica idraulica il carico a monte (indicato con H_w) sia al massimo pari a $1,2 D$ (dove D è l'altezza del tombino), essendo libero lo sbocco di valle.

Il programma HY-8 ha lo scopo di consentire un supporto alla progettazione ed alla verifica delle intersezioni dei corsi d'acqua minori con le infrastrutture viarie come strade e ferrovie. Il software utilizza le routines, in accordo ai criteri della FHWA definiti nelle pubblicazioni seguenti: HDS-5, "Hydraulic Design of Highway Culverts," e HEC-14, "Hydraulic Design of Energy Dissipators for Culverts and Channels".

I principali risultati che si possono ottenere tramite questo programma sono:

- ✓ determinare la dimensione, la forma ed il numero di opere d'arte (tombini e scatolari) necessari a far defluire una portata di progetto;
- ✓ definire la capacità di deflusso di un manufatto esistente imponendo il livello idrico ammissibile di monte;
- ✓ calcolare il livello idrico raggiunto a monte del manufatto per far defluire una determinata portata, sia in condizioni di normale deflusso che in condizioni di acqua ferma all'imbocco.
- ✓ determinare la scala di portata o altre relazioni tra le principali variabili idrauliche per determinare il livello di rischio della struttura.
- ✓ determinare il profilo idrico della portata transitante nell'opera.

Il programma fornisce direttamente output sintetici con le variabili principali della simulazione ed alcuni grafici che mostrano il comportamento idraulico della struttura al variare della portata di progetto o del livello idrico di monte.

I dati di ingresso sono i seguenti:

Culvert Data

- ✓ . project name : nome del progetto
- ✓ . the station or location : progressiva
- ✓ . the date (automatically set) : data

I dati di portata sono :

- ✓ minimum discharge : portata minima di deflusso
- ✓ design discharge : portata di progetto
- ✓ maximum discharge : portata massima di deflusso
- ✓ number of barrels : numero di manufatti

La portata di progetto deve essere sempre maggiore della minima, mentre quella massima sarà di norma maggiore o pari a quelle di progetto. Tali dati sono utilizzati solo nel caso si vogliano determinare le scale di deflusso del manufatto ed eseguire analisi di sensitività.

Nel caso specifico è stata condotta solo l'analisi per la portata di progetto.

I dati del tombino prevedono:

- ✓ culvert shape : forma del tombino
- ✓ size : dimensioni
- ✓ inlet : tipo di imbocco
- ✓ material : materiale
- ✓ roughness coefficients : scabrezza di Manning.

I dati di output sono i seguenti:

- ✓ headwater depth : carico idraulico totale in coordinate relative, della corrente nel tombino. Tale valore è stato assunto come livello idrico all'imbocco nel caso in cui il tombino preveda acqua ferma (es. un pozzo) all'ingresso.
- ✓ inlet control elevation : quota assoluta del carico all'imbocco
- ✓ inlet depth : altezza idrica all'imbocco nel caso di imbocco senza pozzo di ingresso, ovvero considerando il carico cinetico all'ingresso
- ✓ break control elevation : carico idraulico in termini di quote assolute
- ✓ critical depth : altezza critica
- ✓ tailwater depth : altezza idrica nel canale di valle
- ✓ occurrence of a hydraulic jump : presenza di risalto idraulico
- ✓ hydraulic jump location (if occurred) . posizione del risalto
- ✓ hydraulic jump length (if occurred) lunghezza del risalto
- ✓ outlet depth : altezza idrica nella sezione di sbocco
- ✓ outlet velocity : velocità nella sezione di sbocco
- ✓ outlet Froude number : numero di Froude nella sezione di sbocco.

1.4.1 Descrizione della metodologia utilizzata

Si illustra di seguito il modulo relativo alla verifica delle opere d'arte di attraversamento dei corsi d'acqua minori.

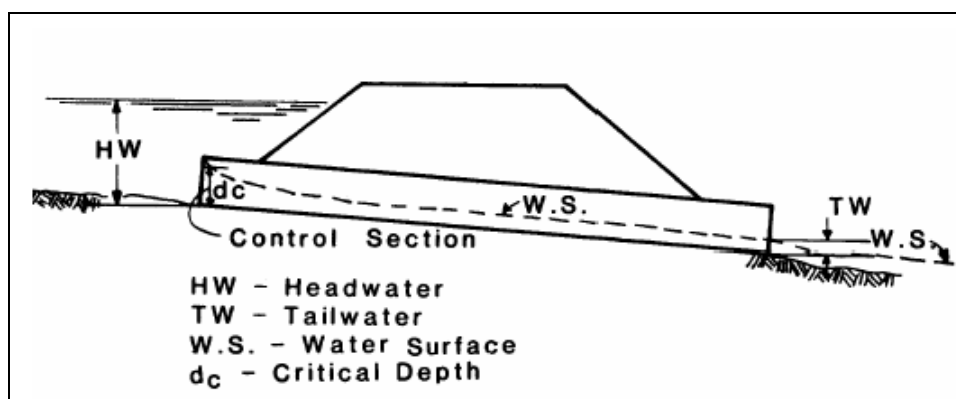


Figura 15 –Esempio di moto controllato dalla sezione di ingresso

Il livello idrico a monte è stato valutato sulla base dei diagrammi sperimentali (Hydraulic Charts for the selection of highway culverts – Bureau of Public Roads – 1964, USA).

I diagrammi nelle figure delle pagine seguenti forniscono tale livello in condizioni di “controllo da monte” rispettivamente per tombini scatolari e circolari, prendendo in

considerazione la portata di progetto e la geometria dell'ingresso (forma e area della sezione);

Il “controllo da valle” si verifica quando il tombino non è in grado di convogliare tanta portata quanta ne accetta l'ingresso. La sezione di controllo si localizza all'uscita del tombino o più a valle. In queste condizioni il moto può essere sia a pelo libero che in pressione.

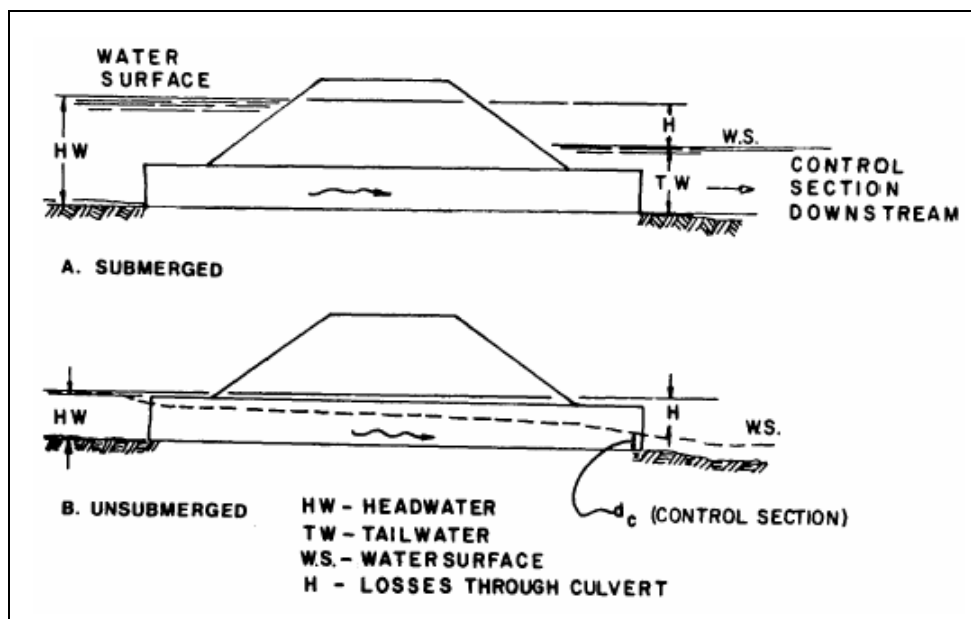


Figura 16 –Esempi di moto controllato da sezioni a valle del tombino

I diagrammi nelle figure successive, nel caso di funzionamento per “controllo da valle”, consentono di valutare il livello idrico tenendo conto della scabrezza, della lunghezza della canna e di eventuali livelli idrici a valle.

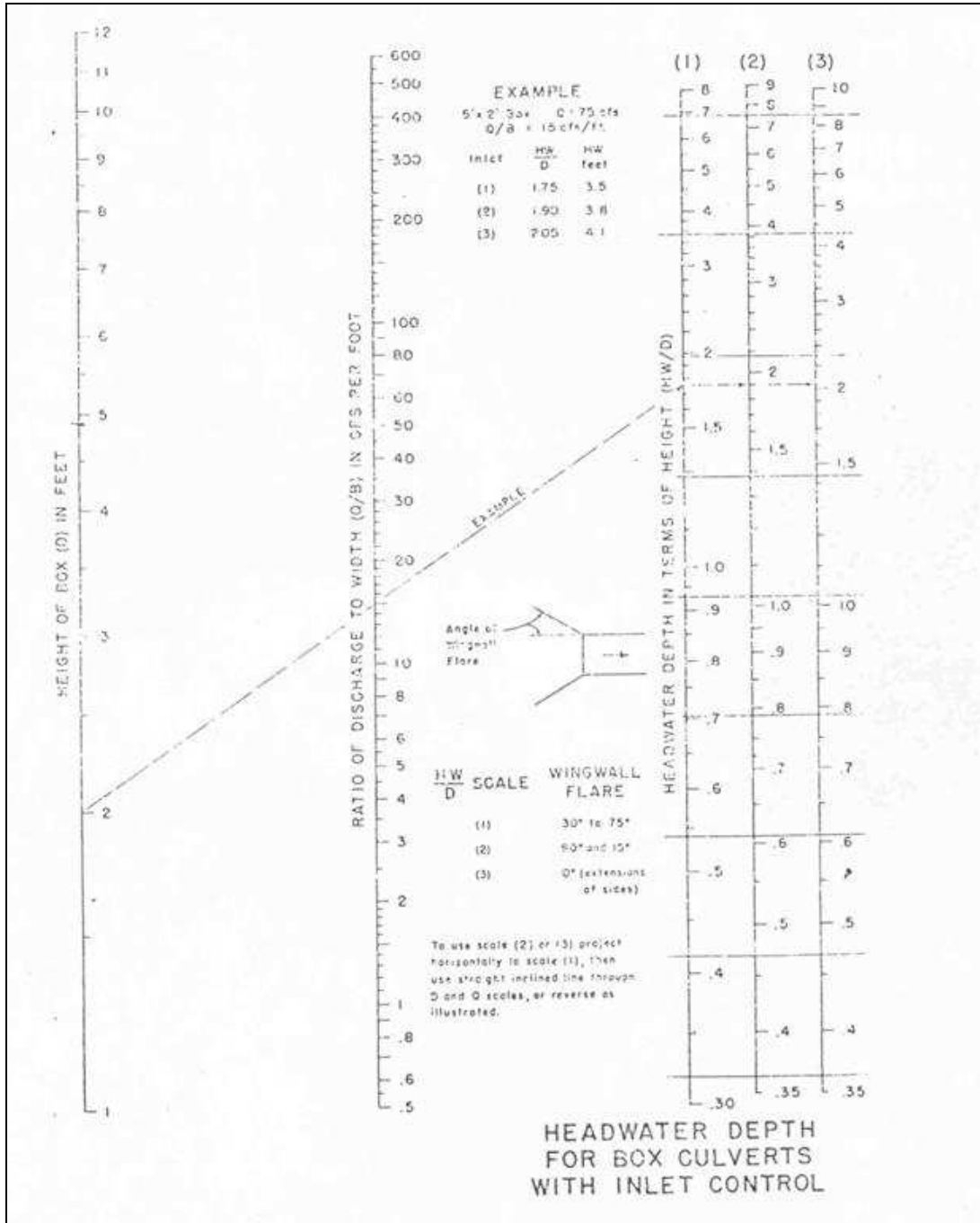


Figura 17 – Verifica del riempimento di tombini scatolari con controllo da monte (Hydraulic Charts for the selection of highway culverts – Bureau of Public Roads – 1964, USA)

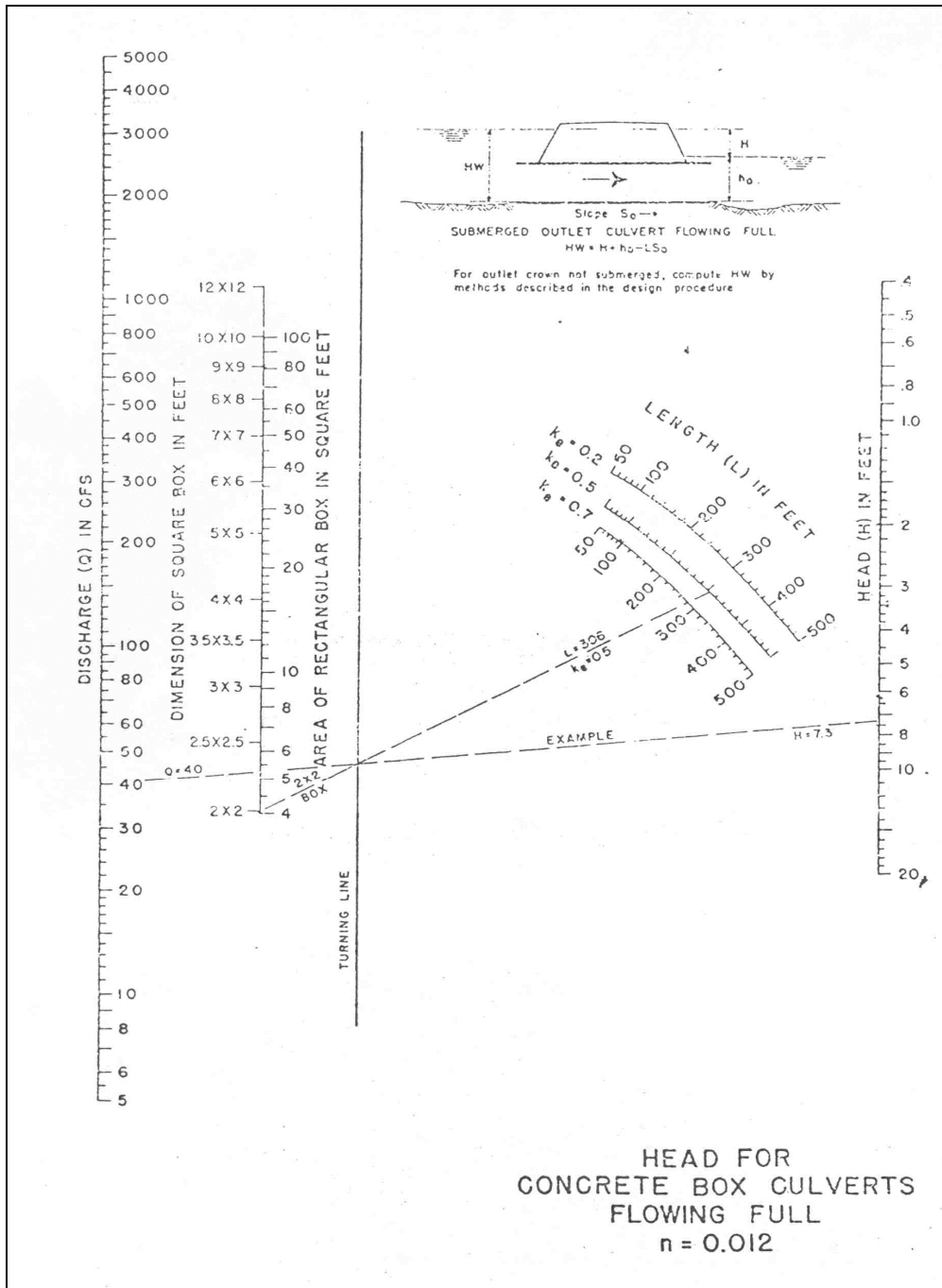


Figura 18 Verifica del riempimento di tombini scatolari con controllo da valle (Hydraulic Charts for the selection of highway culverts – Bureau of Public Roads – 1964, USA)

Il software HY-8 determina, per diversi valori della portata, il tipo di controllo (inlet/outlet) che si instaura nella canna e fornisce per esso il profilo della superficie idrica lungo la canna e il tirante all'imbocco e allo sbocco.

Nell'analisi delle strutture di progetto di nuovi tombini è fondamentale conoscere la condizione al contorno di valle. Il programma permette di assegnare al livello idrico di valle un valore costante (caso tipico dell'immissione in un lago o in un altro fiume, o in un manufatto di sbocco in cui per la sezione di partenza del canale di allontanamento si possono ipotizzare condizioni di acqua ferma e quindi componente cinetica iniziale nulla.) o l'altezza di moto uniforme che si sviluppa nel canale di valle.

A questo scopo è stata definita la sezione del canale con sezione geometrica trapezia avente base uguale alla larghezza del tombino e pendenza delle sponde pari a 1,5/1 (H/V) in alvei naturali, la pendenza pari al 2% e la scabrezza pari a $n=0.03$.

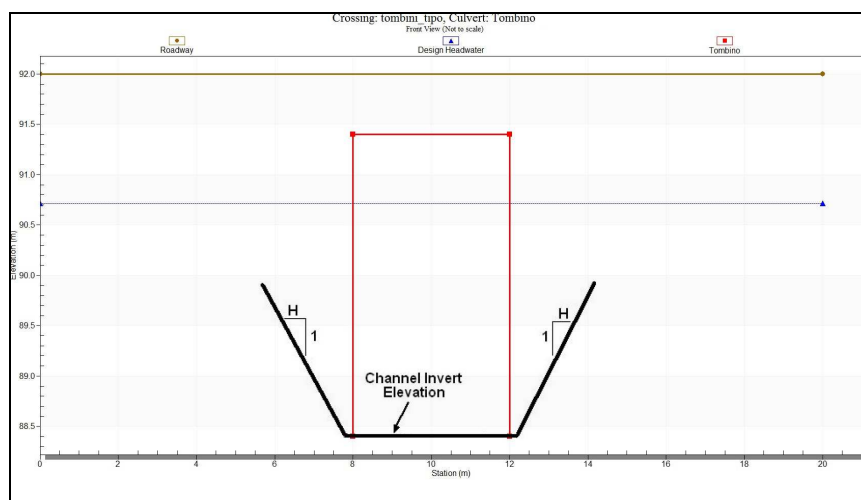


Figura 19 Sezione in prossimità dei tombini

Il calcolo del moto uniforme si basa sulla formula di Manning:

$$v = 1/n * R^{2/3} * S^{1/2}$$

dove

- ✓ v (m/s) è la velocità media della corrente;
- ✓ R (m) è il raggio idraulico;

- ✓ S è la pendenza della linea dell'energia ed
- ✓ n è il coefficiente di scabrezza dipendente dalle caratteristiche dell'alveo: nel caso di canali rivestiti in materassi paria a 0.025, nel caso di canali rivestiti in cls pari a 0.013

Parameter	Value	Units
DISCHARGE DATA		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	25.00	cms
Design Flow	VAR	cms
Maximum Flow	30.00	cms
TAILWATER DATA		
Channel Type	Trapezoidal Channel	
Bottom Width	VAR	m
Side Slope (H:V)	1.50	:1
Channel Slope	0.0200	m/m
Manning's n (channel)	0.0300	
Channel Invert Elevation		m
Rating Curve	View...	
ROADWAY DATA		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.00	m
Crest Length	20.00	m
Crest Elevation		m
Roadway Surface	Paved	
Top Width		m

Parameter	Value	Units
CULVERT DATA		
Name	Tombino VAR	
Shape	Concrete Box	
Material	Concrete	
Span	VAR	mm
Rise	VAR	mm
Embedment Depth	0.00	mm
Manning's n	0.0200	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Square Edge (0° flare) Wingwall	
Inlet Depression?	No	
SITE DATA		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.00	m
Inlet Elevation		m
Outlet Station		m
Outlet Elevation		m
Number of Barrels	1	

Figura 20 Dati sezione alveo e tombino

1.4.2 Risultati delle simulazioni in H-Y8

Si riporta la tabella di sintesi dei risultati ottenuti e delle altezze idriche all'imbocco prese come riferimento per i successivi calcoli di verifica del franco idraulico.

ATTRAVERSAMENTO	Total Discharge	Culvert Discharge	Headwater Elevation	Inlet Control Depth	Outlet Control Depth	Flow Type	Normal Depth
PROGR KM	(cms)	(cms)	(m)	(m)	(m)		(m)
121+308	20.2	20.2	90.88	2.29	2.48	2-M2c	1.58
135+770	7.3	7.3	89.92	1.41	1.52	2-M2c	0.97
143+260	8.4	8.4	90.07	1.56	1.67	2-M2c	1.08
146+700	15	15	90.85	2.28	2.45	2-M2c	1.66
148+140	7.3	7.3	89.92	1.41	1.52	2-M2c	0.97
151+080	24.8	24.8	91.24	2.65	2.84	2-M2c	1.81
151+455	11.1	11.1	90.41	1.87	2.01	2-M2c	1.32
158+000	19.9	19.9	90.86	2.27	2.46	2-M2c	1.54
159+800	38	38	91.31	2.69	2.91	2-M2c	1.69
164+000	6.4	6.4	89.79	1.29	1.39	2-M2c	0.89
166+230	5.9	5.9	89.72	1.23	1.32	2-M2c	0.84
167+150	20.7	20.7	90.92	2.33	2.52	2-M2c	1.58
167+400	2.3	2.3	89.32	0.87	0.92	2-M2c	0.62
169+045	26.4	26.4	91.36	2.77	2.96	2-M2c	1.9
169+465	13.1	13.1	90.64	2.08	2.24	2-M2c	1.49
169+832	16.7	16.7	91.03	2.45	2.63	2-M2c	1.8
170+400	12.6	12.6	90.58	2.03	2.18	2-M2c	1.45
171+560	28.3	28.3	90.79	2.19	2.39	2-M2c	1.38
190+400	8.6	8.6	90.09	1.59	1.69	2-M2c	1.1
190+900	4.3	4.3	89.79	1.3	1.39	2-M2c	0.97
200+900	24.5	24.5	91.22	2.62	2.82	2-M2c	1.79

Tabella 1 Risultati delle simulazioni in HY-8 parte (a)

ATTRAVERSAMENTO	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)	Depth at Distance from inlet=0 (m)	inlet velocity (m/s)
PROGR KM	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m/s)	(m)	(m/s)
121+308	1.37	1.37	0.98	3.67	3.76	1.508	3.348
135+770	0.84	0.84	0.64	2.88	2.88	0.951	2.56
143+260	0.93	0.93	0.69	3.02	3	1.045	2.679
146+700	1.37	1.37	0.95	3.66	3.56	1.55	3.227
148+140	0.84	0.84	0.64	2.88	2.88	0.951	2.56
151+080	1.58	1.58	1.1	3.93	3.99	1.734	3.575
151+455	1.12	1.12	0.81	3.31	3.26	1.262	2.931
158+000	1.36	1.36	0.97	3.66	3.74	1.493	3.332
159+800	1.6	1.6	1.14	3.96	4.3	1.682	3.765
164+000	0.77	0.77	0.59	2.76	2.77	0.87	2.452
166+230	0.73	0.73	0.57	2.68	2.7	0.824	2.388
167+150	1.4	1.4	0.99	3.7	3.79	1.534	3.373
167+400	0.51	0.51	0.41	2.24	2.15	0.602	1.909
169+045	1.64	1.64	1.14	4.02	4.07	1.81	3.646
169+465	1.25	1.25	0.88	3.5	3.42	1.413	3.09
169+832	1.47	1.47	1.01	3.79	3.67	1.667	3.34
170+400	1.22	1.22	0.87	3.45	3.38	1.376	3.052
171+560	1.31	1.31	0.97	3.59	3.93	1.09	3.057
190+400	0.94	0.94	0.7	3.04	3.03	1.062	2.699
190+900	0.78	0.78	0.58	2.76	2.59	0.92	2.338
200+900	1.56	1.56	1.09	3.92	3.98	1.72	3.561

Tabella 2 Risultati delle simulazioni in HY-8 parte (b)

1.5 Deviazione progr. 151+820 e progr. 152+100

Ai fini della risoluzione è prevista la deviazione del corso d'acqua per un tratto di circa 250 m con tracciato parallelo all'asse viario in progetto.

Tale deviazione verrà realizzata mediante una inalveazione in terra con sezione trapezia avente altezza pari a 2 metri, sponde 3 su 2 e larghezza di base pari a 4 metri così come rappresentato in figura

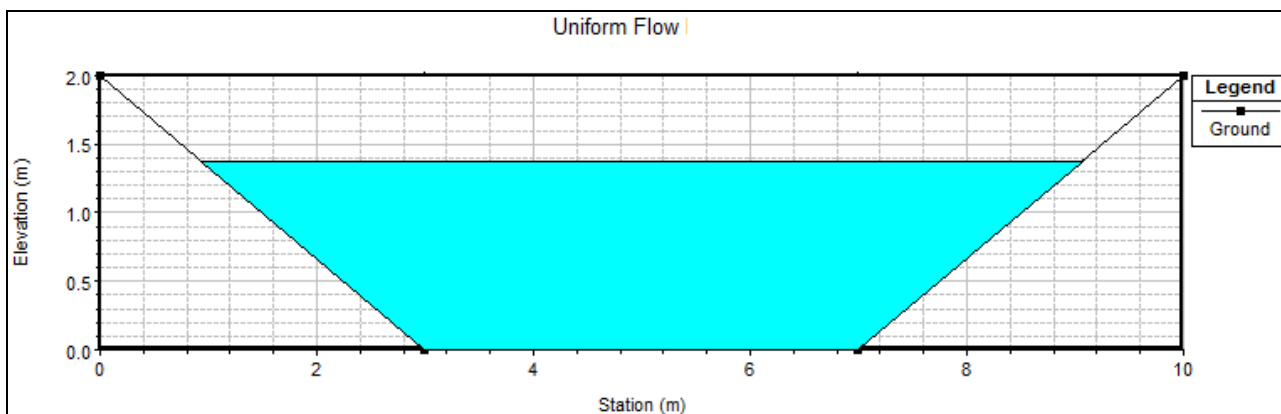


Figura 21 – sezione di progetto della deviazione da progr. 151+820 a progr. 152+100

La risoluzione è stata eseguita con il codice specifico di moto uniforme presente all'interno del software HEC-RAS i cui risultati sono riportati di seguito:

Hydraulic Design Data - Uniform Flow Results

Solve Uniform Flow for Water Surface Elevation

Discharge = 45.97

Slope = 0.03

Water Surface Elevation = 1.38

1.6 Sottopasso a progr. Km 144+580 - Area archeologica Santa Barbara

Il progetto prevede la valorizzazione dell'area archeologica "S.Barbara" di rilevanza culturale per il territorio attraverso la realizzazione anche di parcheggi e di viabilità di servizio; per accedere a tale area è previsto un passaggio pedonale in quota di sicurezza attraverso il tombino scatolare 4m x 5m esistente.

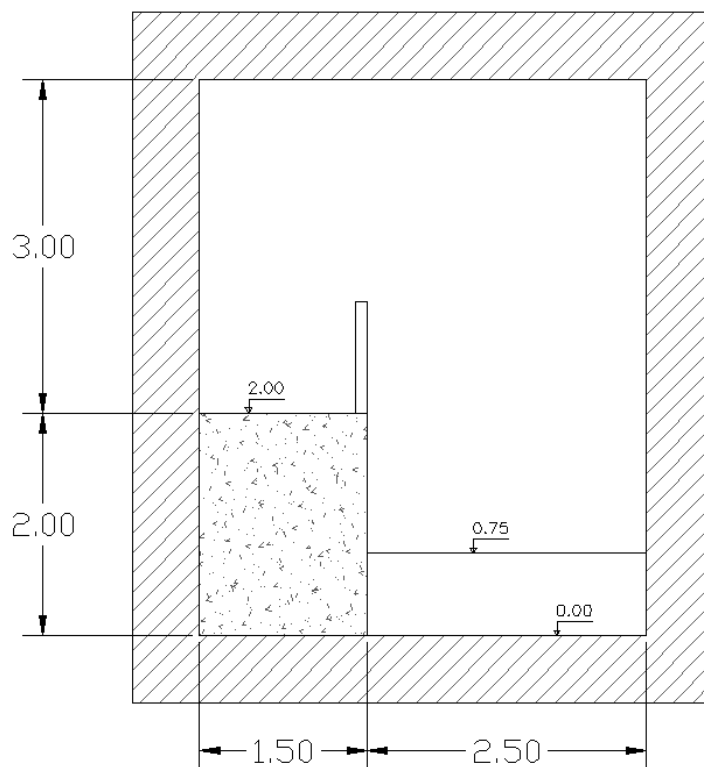


Figura 22 - Tombino scatolare progr. 144+580

La verifica di compatibilità idraulica effettuata rispetto alla portata duecentennale pari a $5.29 \text{ m}^3/\text{s}$ ha evidenziato che il deflusso di tale portata è caratterizzato da un tirante di circa 0.75m e che pertanto risulta assicurato un franco di sicurezza rispetto al piano di calpestio, posto a 2 metri dal fondo dello scatolare, di oltre 1 metro.

1.7 Compatibilità idraulica

Lo studio complessivo ha interessato i tratti principali dei corsi d'acqua in corrispondenza degli attraversamenti delle opere di progetto in corrispondenza della SS 131.

In base alle norme del PAI di cui all'art. 21 già più sopra citato si espone la tabella riassuntiva delle verifiche effettuate.

ATTRAVERSAMENTO rif	OPERA IN PROGETTO	CARATTERISTICHE DEFLUSSO									f _{PAI1}	f _{PAI2}	f _{PAI3}	f _{PAI4}
		Q ₂₀₀	y _e (estradosso)	y _i (intradosso)	LUCE	W.S. Elev	Min Ch El	v	y (tirante)	F (progetto)	0.7 V ² /2g	1	0.87γ ^{0.5+αγ'}	vexp(2)/2g [v>8(m/s)]
PROGR KM		(m ³ /s)	(m slm)	(m slm)	(m)	(m slm)	(m slm)	(m/s)		(m)	(m)	(m)	(m)	
122+025	Post Operam Complanare monte - SS 131 non adeguata	69.1	285.44	283.54	23.0	282.0	278.6	0.87	3.44	1.51	0.03	1.00	1.50	0.04
122+025	Post Operam Complanare valle - SS 131. non adeguata	69.1	283.50	281.60	23.0	280.1	276.6	0.85	3.52	1.51	0.03	1.00	1.50	0.04
122+358	Post Operam Complanare monte - SS 131 non adeguata	69.1	288.96	287.06	23.0	285.6	281.8	0.73	3.77	1.51	0.02	1.00	1.50	0.03
127+625	Post Operam Complanare monte - SS 131 non adeguata	71.4	330.24	328.34	23.0	326.8	323.4	0.90	3.43	1.51	0.03	1.00	1.50	0.04
138+600	Post Operam Complanare valle - SS 131 non adeguata	302.5	399.66	397.76	23.0	393.2	390.6	7.10	2.62	4.55	1.80	1.00	1.83	2.57
145+900	Post Operam Complanare valle	95.2	554.80	552.90	27.0	548.3	547.2	6.32	1.14	4.59	1.43	1.00	1.08	2.04
154+495	Post Operam Complanare monte - SS 131 non adeguata	127.7	644.39	642.49	23.0	641.2	638.8	2.44	2.35	1.34	0.21	1.00	1.33	0.30
164+500	Post Operam	136.7	407.84	405.94	100.0	401.6	397.4	0.48	4.22	4.34	0.01	1.00	1.50	0.01
165+000	Post Operam	33.3	416.40	414.50	23.0	412.3	411.7	3.36	0.59	2.23	0.40	1.00	0.67	0.58

Tabella 3 Calcolo franco idraulico opere principali

ATTRAVERSAMENTO rif			Q ₂₀₀	v	y (tirante)	F (progetto)	PAI (1) 0.7 V ² /2g	PAI (2) 1	PAI (3) 0.87γ ^{0.5+αγ'}	PAI (4) vexp(2)/2g [v>8(m/s)]
PROGR KM	m	m	(m ³ /s)	(m/s)		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
121+308	4.0	3	14.3	3.3	1.51	1.49	0.40	1.00	1.07	0.57
135+770	3.0	2	4.9	2.6	0.95	1.05	0.23	1.00	0.85	0.33
143+260	3.0	3	7.9	2.7	1.05	1.96	0.26	1.00	0.89	0.37
144+580	2.5	3	8.0	2.7	0.74	1.76	0.26	1.00	0.75	0.37
146+700	3.0	3	10.0	2.7	0.74	2.26	0.26	1.00	0.75	0.37
148+140	3.0	2	4.8	2.6	0.95	1.05	0.23	1.00	0.85	0.33
151+080	4.0	3	6.9	3.6	1.73	1.27	0.46	1.00	1.15	0.65
151+455	3.0	3	5.1	2.9	1.26	1.74	0.31	1.00	0.98	0.44
158+000&158+100	4.0	3	6.8	3.3	1.49	1.51	0.40	1.00	1.06	0.57
159+800	6.0	3	25.6	3.8	1.68	1.32	0.51	1.00	1.13	0.72
164+000	3.0	2	4.3	2.5	0.87	1.13	0.21	1.00	0.81	0.31
166+230	3.0	2	3.9	2.4	0.82	1.18	0.20	1.00	0.79	0.29
167+150	4.0	3	14.1	3.4	1.53	1.47	0.41	1.00	1.08	0.58
167+400	2.0	2	1.5	1.9	0.60	1.40	0.13	1.00	0.68	0.19
169+045	4.0	3	17.9	3.6	1.81	1.19	0.47	1.00	1.17	0.68
169+465	3.0	3	8.7	3.1	1.41	1.59	0.34	1.00	1.03	0.49
169+832	3.0	3	11.1	3.3	1.67	1.33	0.40	1.00	1.12	0.57
170+400	3.0	3	9.5	3.1	1.38	1.62	0.33	1.00	1.02	0.47
171+560	6.0	3	19.2	3.1	1.09	1.91	0.33	1.00	0.91	0.48
190+400	3.0	3	2.6	2.7	1.06	1.94	0.26	1.00	0.90	0.37
190+900	2.0	2	1.6	2.3	0.92	1.08	0.20	1.00	0.83	0.28
200+900	5.0	3	16.6	3.6	1.72	1.28	0.45	1.00	1.14	0.65

Tabella 4 Calcolo franco idraulico opere secondarie

1.8 Idraulica di Piattaforma

Nel presente paragrafo si fornisce una descrizione delle opere di drenaggio della piattaforma stradale, fornendo gli elementi e i criteri utili per il corretto dimensionamento e verifica delle stesse.

Gli schemi della rete di smaltimento sono studiati per consentire lo scarico a gravità delle acque di drenaggio verso i recapiti finali costituiti prevalentemente dai fossi scolanti e i corsi d'acqua naturali limitrofi al tracciato.

Al fine di salvaguardare

In merito al dimensionamento, è opportuno, tenuto conto dell'importanza delle opere da realizzare e della necessità di garantire un facile allontanamento delle acque dalle pavimentazioni, assumere dati di progetto che assicurino le migliori condizioni di esercizio. Nel calcolo del drenaggio delle acque di piattaforma, la sollecitazione meteorica da assumere alla base del progetto è quella corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 25 anni; per essa si dovrà verificare che tutti gli elementi idraulici di drenaggio raggiungano un grado di riempimento massimo compatibile con la funzione svolta.

Fanno eccezione i fossi di guardia dell'asse principale che sono verificati per un Tr pari a 50 anni.

I criteri progettuali da rispettare sono i seguenti:

mantenimento della sicurezza sul piano viario anche in caso di apporti meteorici eccezionali;

protezione dall'erosione di trincee, rilevati e opere d'arte che possono essere interessate dal deflusso di acque canalizzate;

protezione dall'erosione e mantenimento della sicurezza a valle dei recapiti della rete di drenaggio.

Stima delle piogge di progetto

Per giungere al dimensionamento di tutti i rami della rete di drenaggio occorre preventivamente definire, sulla base degli elementi idrologici, idraulici e geometrici disponibili, le portate generate da un evento meteorico, di pre-assegnata frequenza probabile, assunto come sollecitazione di progetto.

Come già illustrato in precedenza, le ipotesi alla base del progetto sono quelle di considerare un evento corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 25 anni e proporzionare la rete di drenaggio in modo che tutti gli elementi della rete raggiungano un grado di riempimento accettabile.

Per la valutazione delle massime portate, affluenti nelle tubazioni e nelle canalizzazioni dei diversi tronchi del sistema di drenaggio, è stata utilizzata la formula, derivata dal metodo razionale:

$$Q_p = \frac{\phi_c \times b_c + \phi_s \times b_s + \phi_e \times b_e}{3600} \times L \times i_c \quad (\text{l/s})$$

in cui:

- ✓ Q_p = portata massima di pioggia (l/s)
- ✓ $\phi_c = 0.9$ coefficiente di deflusso della piattaforma stradale (adim.);
- ✓ $\phi_s = 0.5$ coefficiente di deflusso delle scarpate (adim.);
- ✓ $\phi_e = 0.4$ coefficiente di deflusso delle aree esterne (adim.);
- ✓ b_c = larghezza della piattaforma stradale (mq);
- ✓ b_s = larghezza della scarpata stradale (mq);
- ✓ b_e = larghezza della fascia esterna (mq);
- ✓ L = lunghezza tratto (m);
- ✓ i_c = intensità della pioggia critica (mm/h) ($T_r=25$ anni, $T_c=5$ minuti e $T_r=50$ anni, $T_c=10$ minuti per i fossi di guardia dell'asse principale).

Per il calcolo dell'intensità di pioggia si fa riferimento alla metodologia regionalizzata indicata nelle Linee Guida del PAI , e già descritta nella Relazione Idrologica.

La forma della curva di possibilità pluviometrica è del tipo:

$$h(\text{mm}) = a t^n$$

e quindi

$$i(\text{mm/h}) = h/t = a t^{n-1}$$

dove:

- ✓ t è la durata della pioggia critica;
- ✓ a è coefficiente della curva di possibilità climatica
- ✓ n è l'esponente della curva di possibilità climatica

Nel seguente prospetto sono riportati, con riferimento ai tempi di ritorno di progetto (25 e 50 anni), le stime delle intensità di pioggia riferite ai tempi critici stabiliti per la piattaforma in 5', mentre per i fossi di guardia in 10'.

METODO REGIONALIZZATO PROPOSTO DA PAI SARDEGNA

Descrizione	Simbolo	Formula
h max anno normalizzato risp a h(medio)	h'	$a \cdot t^n$
	a	$0.40926 + 1.1441 \cdot \text{Log}(T)$
	n	$-0.1906 + 0.264438 \cdot \text{LOG}(T) - 3.8969 \cdot 10^{(-2)} \cdot \text{LOG}(T)^2$
$h(t) = h'(t) \cdot h_m(t)$	hm (t)	$h_g \cdot t^{(-0.493 + 0.476 \cdot \text{Log}(h_g)) / (0.886 \cdot 24^{(-0.493 + 0.476 \cdot \text{log}(h_g))})}$
	hg	110

Tr	25	50
a	2.01	2.35
n	0.10	0.15

Elemento	Tr	Tc	Tc	h'	hm (t)	h	i
	anni	min	h	mm	mm	mm	mm/h
Piattaforma (cunette, collettori, ecc.)	25	5	0.083	1.56	8.25	12.84	154.05
Fossi di guardia	50	10	0.167	1.81	11.50	20.83	124.96

1.9 Opere di drenaggio

Nel seguito vengono delineate le principali tipologie di opere di drenaggio in relazione alle specifiche applicazioni.

Sezioni in rilevato

La soluzione adottata consiste nello scarico dei deflussi meteorici provenienti dalla piattaforma, attraverso gli embrici, in fossi di guardia rivestiti in cls collocati al piede dei rilevati. La geometria del fosso è di tipo trapezoidale, con larghezza di base ed altezza pari a 50 cm e sponde aventi pendenza pari a 1/1. Gli embrici vengono sistemati lungo le scarpate ad interasse variabile tra 12 m nei tratti in curva o a debole pendenza e 25 metri.

Sezioni in trincea

Nei tratti al piede delle trincee è prevista l'esecuzione, in fregio alla pavimentazione stradale, di cunette alla francese in cls di larghezza 1 m, con eventuale sottostante tubazione di collettamento.

Le acque raccolte dalla cunetta, saranno trasferite per mezzo di caditoie poste ad interasse variabile tra 8 e 30 m, protette da griglie carrabili in ghisa sagomate come la stessa cunetta, alla sottostante tubazione di allontanamento in cls. Per i particolari costruttivi dei pozzetti di raccolta si rimanda ai relativi allegati grafici.

Lungo il ciglio delle scarpate artificiali, per il drenaggio delle acque provenienti dai versanti naturali ed afferenti al sistema di scarico delle acque “pulite”, sono previsti fossi di guardia rivestiti in cls di tipo trapezoidale, con larghezza di base ed altezza pari a 50 cm e sponde aventi pendenza pari a 1/1.

Nel caso in cui sia previsto un muro di controripa, oltre al fosso di guardia lungo il ciglio della scarpata verrà realizzata una canaletta in cls a tergo del muro per la raccolta delle acque scolanti lungo la scarpata stessa.

Sezioni in viadotto e ponte

Nel caso dei viadotti e dei ponti sono previste lungo le banchine caditoie stradali con sottostanti bocchettoni, ad interasse massimo di 15 m, munite di griglie carrabili in ghisa, collegate alla sottostante tubazione di raccolta che per il tratto scoperto verrà prevista in acciaio ed ancorata all'impalcato mediante staffaggi. Tale tubazione, di diametro Φ 300 mm, consentirà di addurre i drenaggi in corrispondenza delle pile e/o delle spalle dove saranno disposte le tubazioni discendenti per il recapito al colatore più prossimo.

Sezioni in galleria

Nel tratto in galleria sono previsti due distinti sistemi di drenaggio: tubazioni in cls di diametro Φ 300 mm, al di sotto della banchina, alimentate mediamente ogni 25 m da caditoie a griglia carrabile con relativo pozzetto sifonato in cls, per la raccolta dei liquidi eventualmente scolanti sulla piattaforma (ad esempio i liquidi accidentalmente sversati in caso di incidenti che possono coinvolgere autobotti o mezzi di trasporto di sostanze pericolose) e due tubazioni in PVC Φ 250, lungo i margini della carreggiata, per la raccolta, mediante pozzetti in cls con interasse 100 m, delle acque di infiltrazione preliminarmente convogliate lungo tubazioni di drenaggio in PVC Φ 125 microfessurate poste a tergo della calotta ed a contatto con il terreno di scavo.

Sull'arco rovescio viene invece posizionata una tubazione in cls microfessurata di diametro Φ 400 mm, per il drenaggio delle acque che si infiltrano sotto la piattaforma.

1.9.1 Calcolo dell'interasse degli embrici in rilevato

Sulle scarpate dei rilevati delle rampe sono previste canalette di scarico, costituite da embrici, per l'allontanamento dalla sede stradale delle acque meteoriche che si raccolgono nella banchina limitata all'estremità esterna dall'arginello.

Si realizza così un canale di bordo triangolare con una larghezza $b = 1$ m, avendo previsto una tale ampiezza massima d'impegno della banchina, e con un tirante d'acqua dipendente dalla pendenza trasversale i della carreggiata.

Per la determinazione dell'interasse tra gli embrici si, utilizza la formula di Gauckler-Strickler, applicata ad un canale di sezione triangolare:

$$Q = K A R^{2/3} i^{1/2}$$

con $K = 70 \text{ m}^{1/3} \text{ sec}^{-1}$ (pari a Manning $n = 0.014$)

Con pendenza trasversale p_t che varia tra 2.5% e 7.0%, si ha:

$$A = \text{area bagnata} = p_t B^2 / 2$$

$$C = \text{contorno bagnato} = B(1+p_t)$$

$$R = \text{raggio idraulico} = A/C = B/2 p_t / (1+p_t)$$

In Allegato C vengono riportati i tabulati delle verifiche condotte nelle diverse tratte, in funzione della pendenza longitudinale e trasversale della strada, le portate massime smaltibili dal canale triangolare di bordo con l'ipotesi di allagamento di un metro, e gli interassi massimi ammissibili stante la caratterizzazione pluviometrica adottata per il presente progetto e l'assunzione di una larghezza costante equivalente della carreggiata pari a 10,50 metri.

1.9.2 Calcolo dell'interasse delle caditoie in trincea

Le canalette sono previste nella carreggiata esterna dei tratti in curva della strada ed hanno le caratteristiche geometriche indicate nelle sezioni tipo. La loro funzione è quella di raccogliere le sole acque provenienti dalla piattaforma stradale.

La portata massima smaltibile dalla cunetta in funzione della pendenza longitudinale della strada è stata calcolata con la legge di Gauckler-Strickler, avendo fissato il massimo riempimento $y = 10$ cm.

La portata vale:

$$Q_s = K \cdot A_c \cdot R_c^{2/3} \cdot j_c^{1/2};$$

$K = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{sec}$ (Coefficiente di Gauckler - Strickler);

j_c = pendenza longitudinale

A_c = Area Bagnata in mq con

$$A_c = \frac{b \cdot y}{2};$$

dove b è la larghezza della cunetta

R = Raggio idraulico in m, con

$$R_l = \frac{A_c}{C} \text{ e}$$

$$C = y \cdot \left(1 + \sqrt{1 + \frac{1}{j^2}} \right) = \text{Contorno bagnato}$$

La portata affluente è stata calcolata con la formula seguente:

$$Q = \frac{(\Phi_1 \cdot l + \Phi_2 \cdot S) \cdot L \cdot i(25, \tau)}{3600}$$

dove:

L = sviluppo massimo assegnabile alla cunetta in m;

Q = portata massima di smaltimento in l/s;

l = larghezza di piattaforma più cunetta in m;

S = larghezza media, in proiezione orizzontale, della scarpata verticale;

Φ_1 = coefficiente di deflusso della superficie pavimentata = 0.9;

Φ_2 = coefficiente di deflusso della scarpata = 0.5.

Quando l'apporto di acqua piovana di un determinato tratto di strada raggiunge la predetta portata massima, la canaletta non sarà più in grado di smaltire le portate affluenti, per cui si dovrà prevedere una caditoia, che consenta di deviare le acque defluenti nel tubo collettore posto al di sotto della cunetta.

Con questo procedimento si ricava l'interasse tra i pozzetti di raccolta; il calcolo dell'interasse massimo prima dello scarico è stato determinato tratta per tratta.

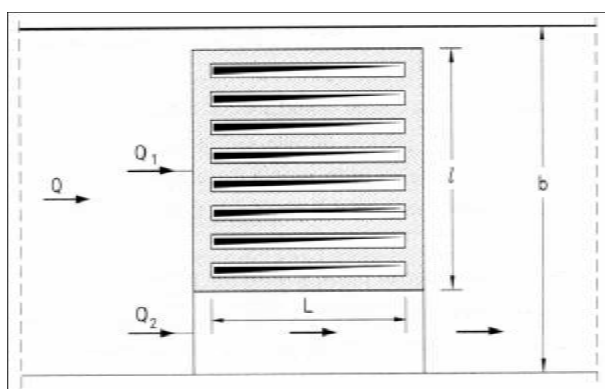
In ogni caso per provvedere alla pulizia e manutenzione della tubazione tra due pozzetti contigui, nel caso sotto la cunetta ci sia una tubazione corrente tale interasse viene limitato a 30 m.

1.9.3 Verifica della capacità di deflusso delle caditoie

La verifica della capacità di deflusso delle caditoie viene effettuata scegliendo una luce per la grata, inserendo le sue dimensioni geometriche nelle formule di efflusso e calcolando la portata che capta, la sua efficienza e la luce netta. Nel dimensionamento e posizionamento delle caditoie si è verificato che la caditoia potesse smaltire tutta la portata in arrivo, altrimenti si è diminuito l'interasse di progetto ricavato con la metodologia esposta al precedente paragrafo.

La capacità della luce è la portata massima che essa può addurre al sottostante canale di fognatura. L'efficienza della luce è il rapporto tra la portata che essa intercetta e quella totale proveniente da monte d'intercettazione.

La luce netta L_{netta} è la somma delle lunghezze delle luci libere



Q = portata proveniente da monte

Q_1 = portata fluente nella cunetta nella larghezza l

Q_2 = portata fluente nella cunetta nella larghezza $b-l$ che prosegue a valle

v = velocità media della corrente in cunetta

Q_1 è catturata integralmente dalla caditoia solo se la velocità della corrente è minore o uguale di una velocità limite che si indica con v_0

$v_0 = 1,86 \times L^{0,79}$ per griglie con barre perpendicolari alla direzione della corrente

$v_0 = 2,54 \times L^{0,51}$ per griglie con barre parallele alla direzione della corrente

Q_1^* aliquota di Q_1 captata dalla griglia, con rendimento $R_1 = Q_1^*/Q_1$

$$R_1 = \frac{Q_1^*}{Q_1} = 1 - 0,3 \times (v - v_0)$$

Analogamente Q_2^* ed $R_2 = Q_2^*/Q_2$

$$R_2 = Q_2^*/Q_2 = (1 + (0,083 \sqrt{1,8/J L^{2,3}}))^{-1}$$

Mentre l'Efficienza, in moto uniforme si può scrivere come:

$$E_0 = Q_1/Q = 1 - Q_2/Q = 1 - [(b-l)/b]^{8/3} = 1 - [1-l/b]^{8/3}$$

L'espressione dell'efficienza della griglia è allora

$$E = (Q_1^* + Q_2^*)/Q = (R_1 Q_1 + R_2 Q_2)/Q = R_1 Q_1/Q + R_2 Q_2/Q = R_1 E_0 + R_2 (1 - E_0)$$

Le verifiche sono state condotte verificando che l'efficienza sia pari al 100% ovvero che la Q_2 sia nulla e che quindi la caditoia capti integralmente la portata fluente.

Per il dimensionamento delle grate si è considerata in vece la seguente impostazione teorica.

La capacità di una grata di derivare la portata Q_1 , dipende dalle sue caratteristiche geometriche, ovvero dalla percentuale delle aperture sul totale e dalla lunghezza L .

Si può ritenere che il fenomeno sia governato dal numero di Froude $F = v/(g y)^{1/2}$ della corrente incidente.

Per verificare la lunghezza L_0 necessaria si può utilizzare la teoria dei getti liberi (proposta dalla John Hopkins University, 1956) la quale assegna a L_0 l'espressione:

$$L_0 = [2q^2/(g y_0)]^{1/2}$$

Nella quale q è la portata per unità di larghezza e y_0 la relativa altezza all'imbocco della grata. Posto $q = v y_0$ può anche scriversi in modo dimensionale:

$$L_0/y_0 = F_0 (2)^{1/2}$$

Ma anche una frazione della portata esterna alla corrente che affluisce frontalmente alla grata può essere derivata. La lunghezza L_1 richiesta, detto θ l'angolo che il lato verticale del marciapiede forma con al cunetta è data da:

$$L_1/y_0 = 1,20 F_0 \operatorname{tg} \theta [1 - l/(y_0 \operatorname{tg} \theta)]^{1/2}$$

Se fosse $L < L_1$ la portata Q_2 non derivata sarebbe:

$$Q_2 = 1/4 (L_1 - L) y_0 (g y_0)^{1/2} [1 - l/(y_0 \operatorname{tg} \theta)]^{3/2}$$

1.9.4 Verifica dei fossi dei guardia

Le acque provenienti dalla sede stradale e da certe zone laterali, strade a mezza costa o in trincea, sono di regola raccolte, con continuità da un piccolo fossato laterale, detto fosso di guardia, anch'esso parallelo all'asse stradale.

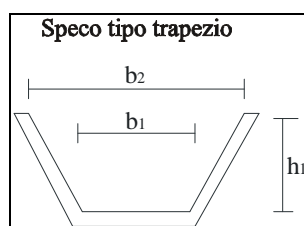
I fossi di guardia rappresentano un'importante opera a difesa del corpo stradale; essi servono per convogliare negli impluvi naturali le acque superficiali che, per la naturale conformazione del terreno, verrebbero altrimenti a raccogliersi ai piedi del rilevato od a invadere le trincee provocando, così, cedimenti dei rilevati o delle scarpate delle trincee.

In generale, la sezione di un fosso di guardia ha forma trapezia e, in taluni casi, triangolare. Di norma per i canali in terra la scarpa è compresa fra 1/1 e 2/1: il primo di tali valori è ammissibile solo per terreni prevalentemente argillosi, compatti, con sponde rivestite in zolle, il secondo è adoperato, invece, nel caso di terreni sciolti. Nella pratica delle costruzioni stradali, di solito, si usa rivestire le sponde e il fondo del fosso con calcestruzzo magro. Questa soluzione consente notevoli economie nella manutenzione rispetto ai fossi con sponde in terra; infatti, il rivestimento in c.l.s. fa sì che le opere d'arte non necessitino di periodici lavori di risagomatura e asportazione della vegetazione, la quale potrebbe condizionare il libero deflusso delle acque.

Dal punto di vista esecutivo è opportuno realizzare canali non molto profondi, in modo da mantenere la velocità massima della corrente entro limiti accettabili e contenere, al tempo stesso, le spese di costruzione; è altresì preferibile adoperare una larghezza non eccessiva per evitare che si verifichino velocità troppo basse per le portate più piccole.

Per i fossi con sponde in terra, la velocità della corrente deve essere compresa tra un valore massimo (60 cm/sec.), tale da evitare le erosioni delle pareti e del fondo, ed un minimo tale da evitare depositi (30cm/sec.).

La tipologia di fosso di guardia adottata per l'asse principale è a forma trapezia con rivestimento in cls ed ha le dimensioni di seguito riportate:



Tipo	b ₁ (m)	b ₂ (m)	h ₁ (m)
Trapezi	0.50	1.50	0.50

a			
---	--	--	--

Per il calcolo della portata massima transitabile nello speco è stata utilizzata la formula di Gauckler – Strickler

$$Q_s = K \cdot A_c \cdot R_I^{2/3} \cdot j_c^{1/2}; (2)$$

ipotizzando il moto della corrente uniforme e a superficie libera ed assumendo:

$K = 60 \text{ m}^{1/3}/\text{sec}$ ed una pendenza minima longitudinale J pari a 0.2%.

Nella figura di seguito riportata è rappresentato schematicamente un bacino imbrifero ed il percorso compiuto dal volume dell'acqua partito dal punto A distante più di ogni altro dalla sezione di chiusura C, per defluire attraverso quest'ultima, scorrendo dapprima lungo il versante AB e defluendo poi nel fosso lungo BC.

La verifica del fosso di guardia è stata condotta determinando dalla curva di probabilità pluviometrica riferita ad un tempo di ritorno di 50 anni, l'intensità di pioggia relativa ad una durata di 10 min ($i = 124.96 \text{ mm/h}$)

Inoltre a vantaggio di sicurezza sono state considerate oltre alla larghezza della carreggiata (10.50 m), l'estensione massima della scarpa del rilevato che risulta essere circa 6 per un'altezza di rilevato di ≈ 4.50 . Ancora, per mettere in conto eventuali acque percolanti dal bacino viene considerata una fascia di competenza pari a circa 50 m.

Le verifiche idrauliche dei fossi di guardia sono state effettuate tratto per tratto ipotizzando le condizioni di minima pendenza longitudinale (0.2%).

Utilizzando lo speco a sezione trapezia prima visto, la portata terminale del fosso di guardia potrà essere smaltita con un franco di sicurezza di circa 10 cm.

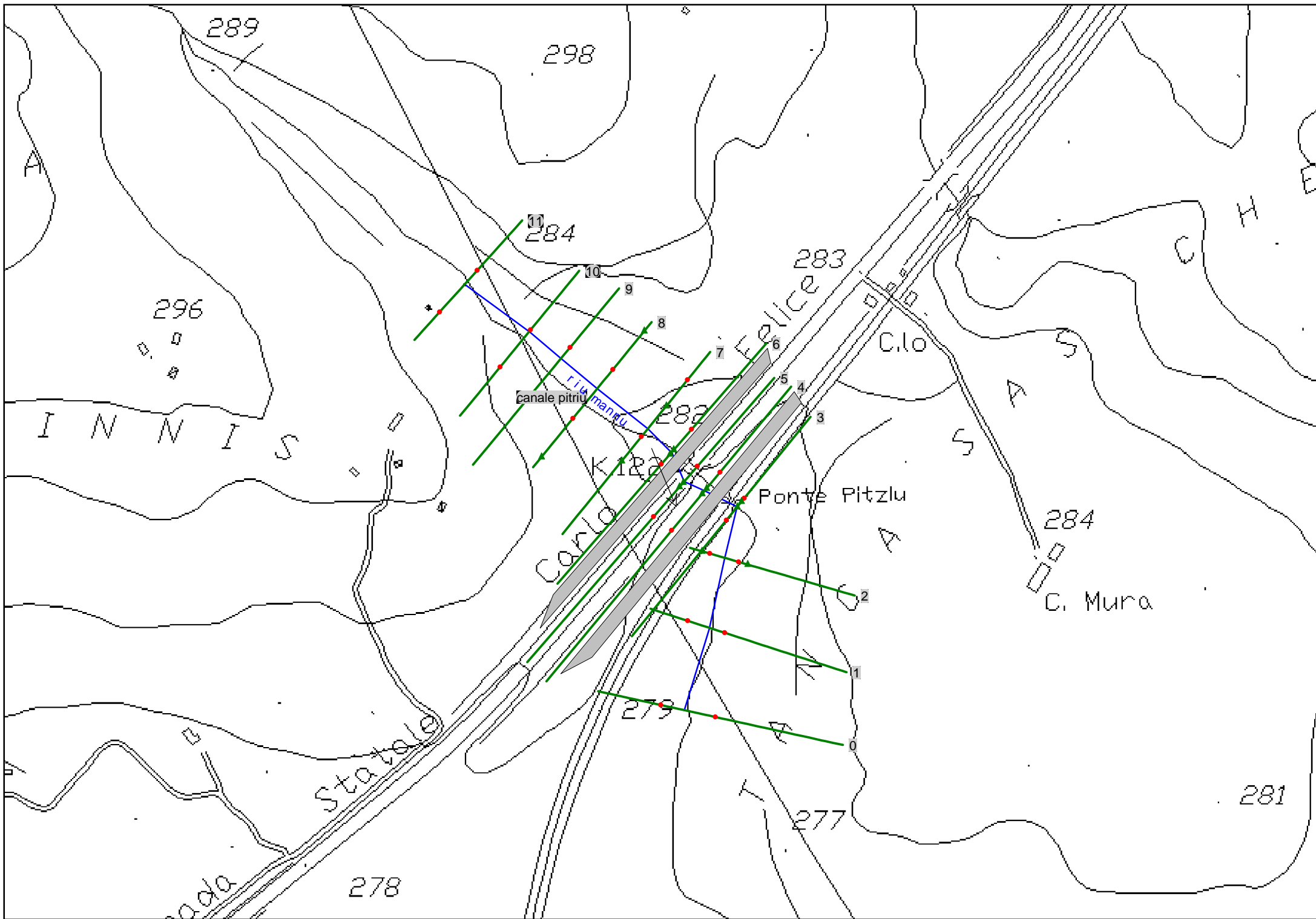
APPENDICE

- *VERIFICHE OPERE PRINCIPALI (CODICE DI CALCOLO HEC-RAS)*
- *VERIFICHE OPERE MINORI (CODICE DI CALCOLO HY8)*

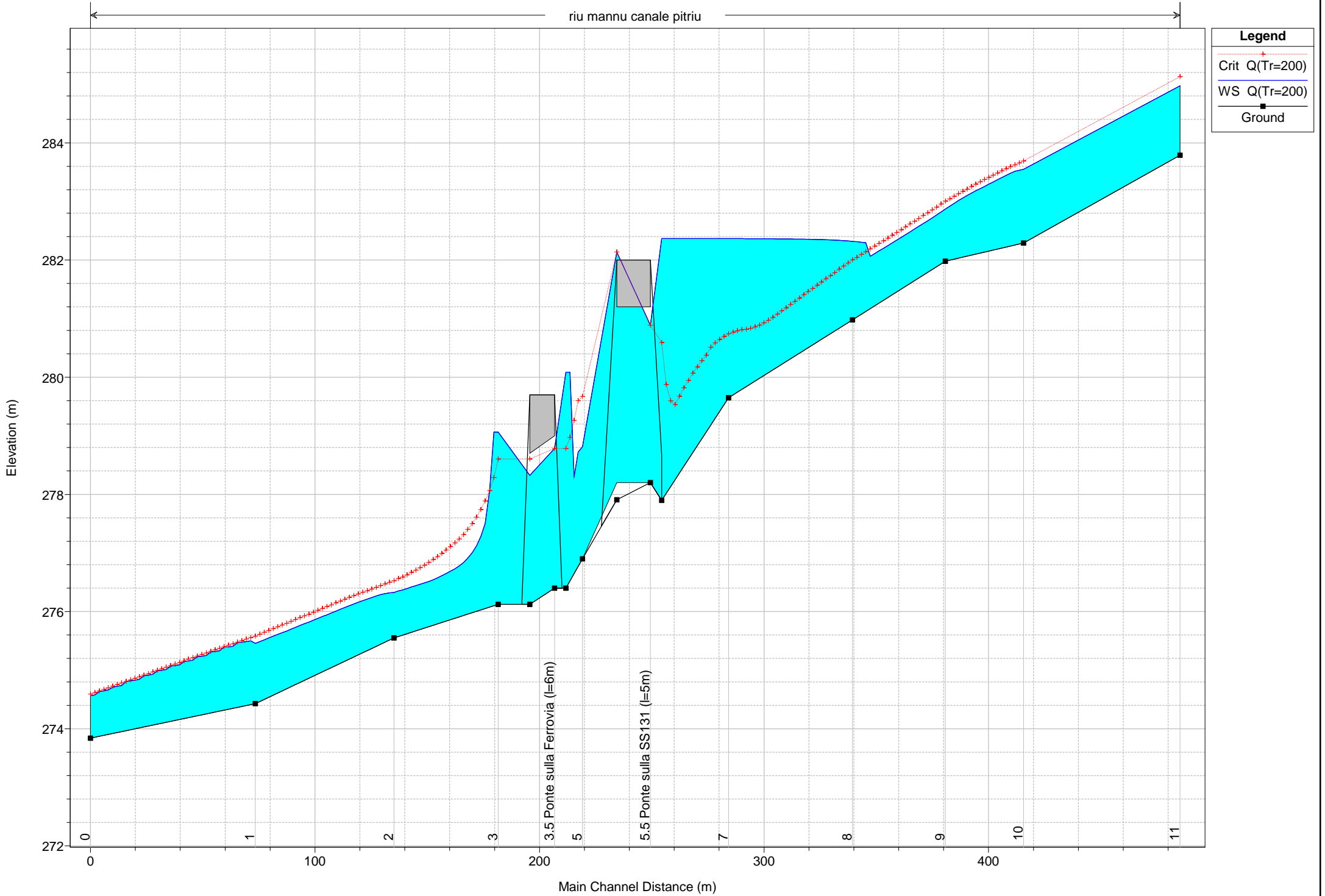
= > VERIFICHE OPERE PRINCIPALI - CODICE DI CALCOLO HEC-RAS

INTERFERENZA A PROGR. Km 122+025

ANTE OPERAM

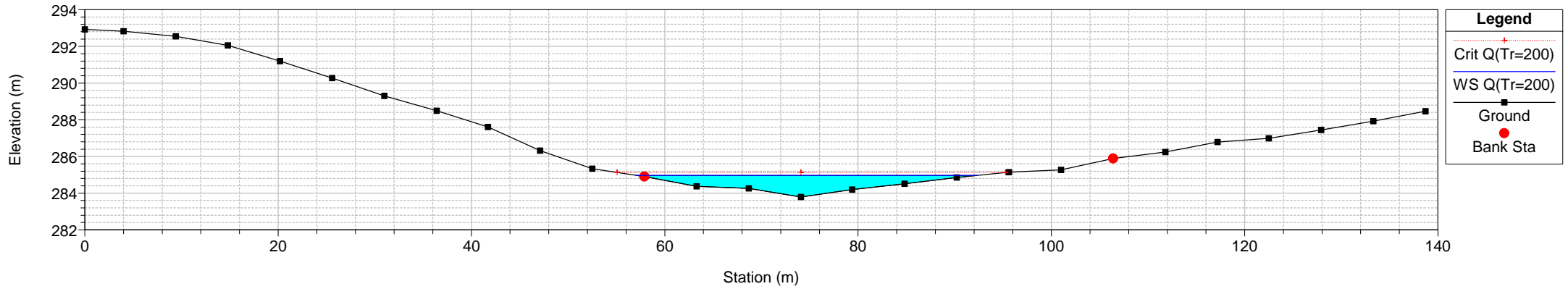


riu mannu canale pitriu



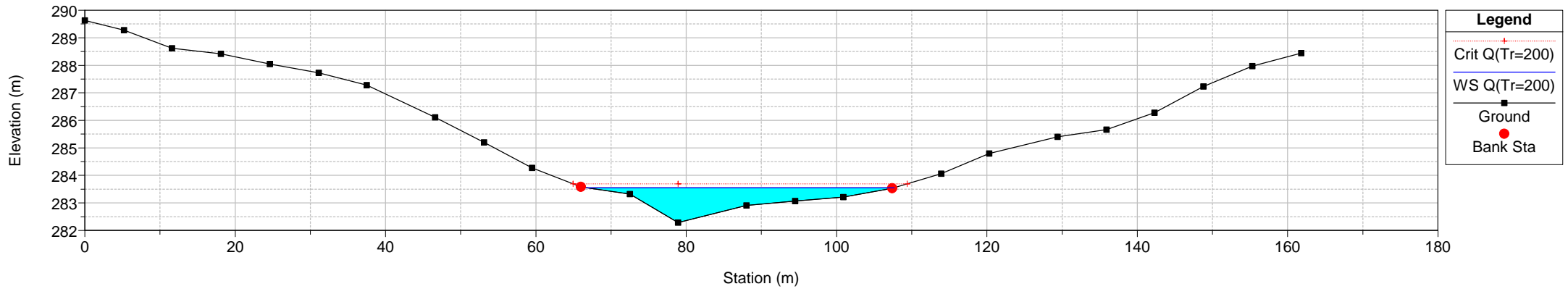
122+025 x SS131_150511 Plan: AnteOperam

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 11



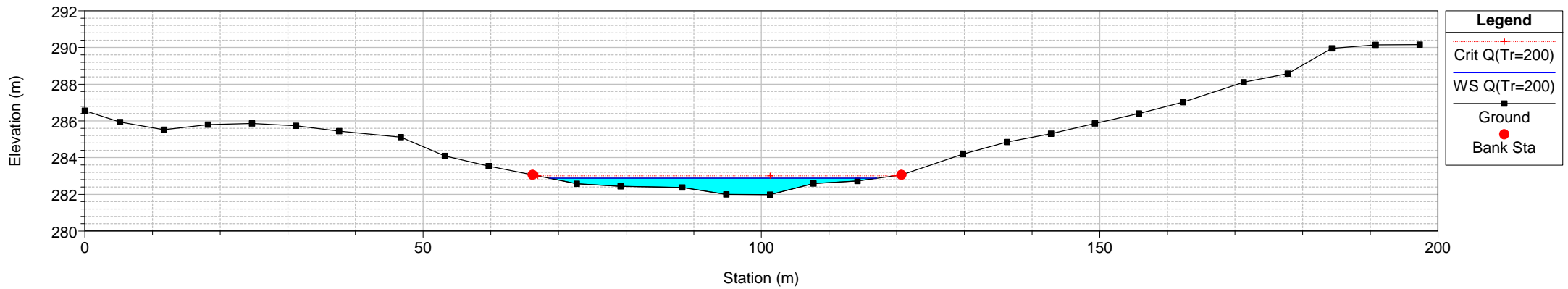
122+025 x SS131_150511 Plan: AnteOperam

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 10



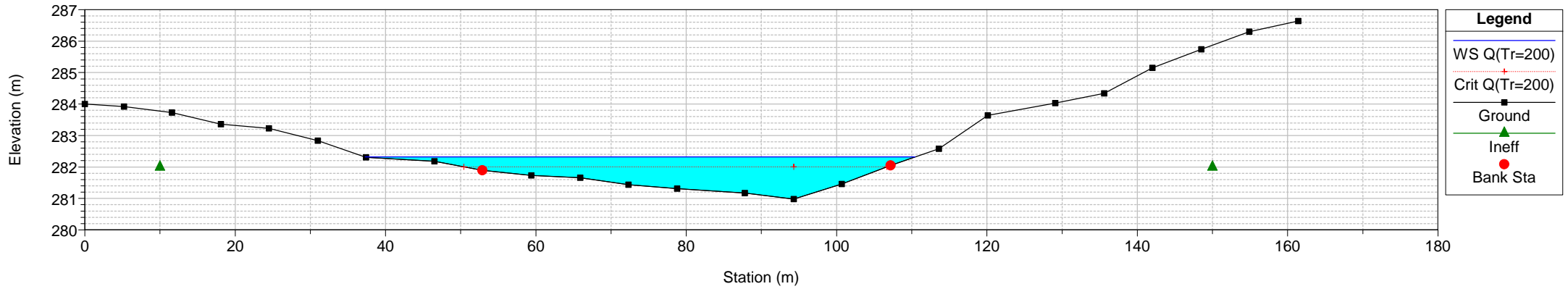
122+025 x SS131_150511 Plan: AnteOperam

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 9



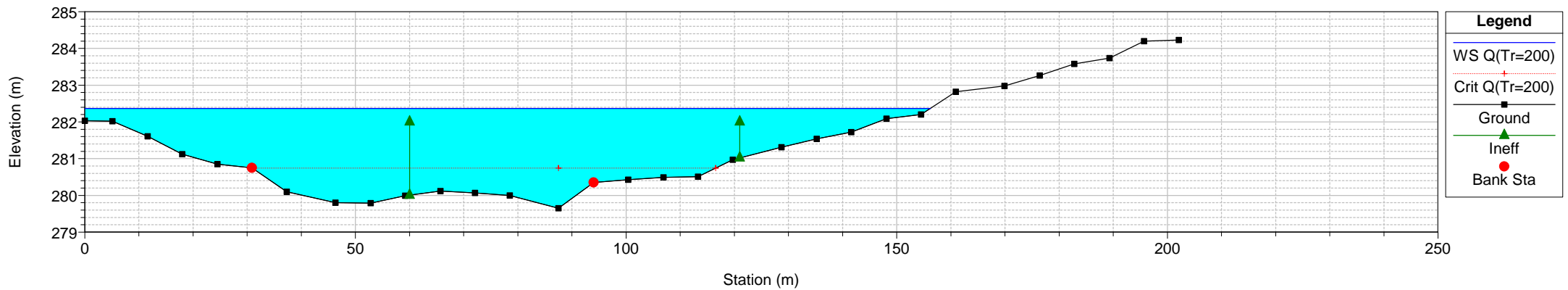
122+025 x SS131_150511 Plan: AnteOperam

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 8



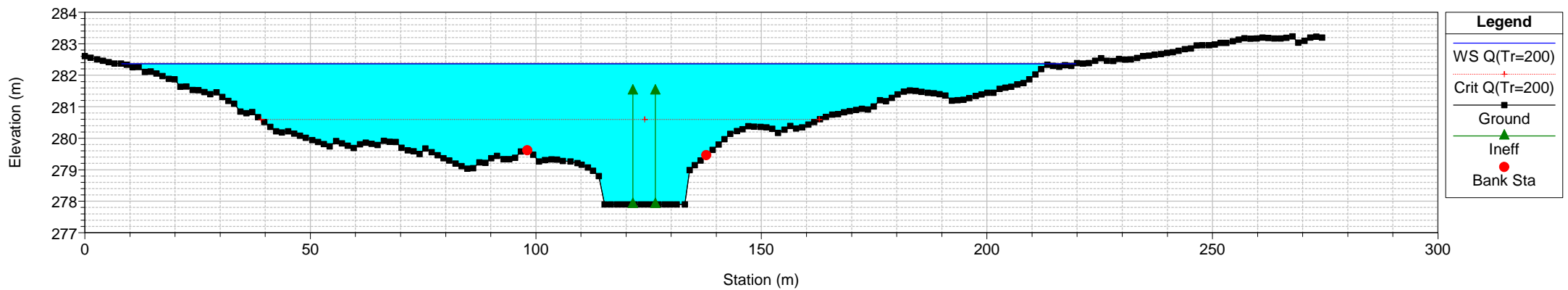
122+025 x SS131_150511 Plan: AnteOperam

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 7

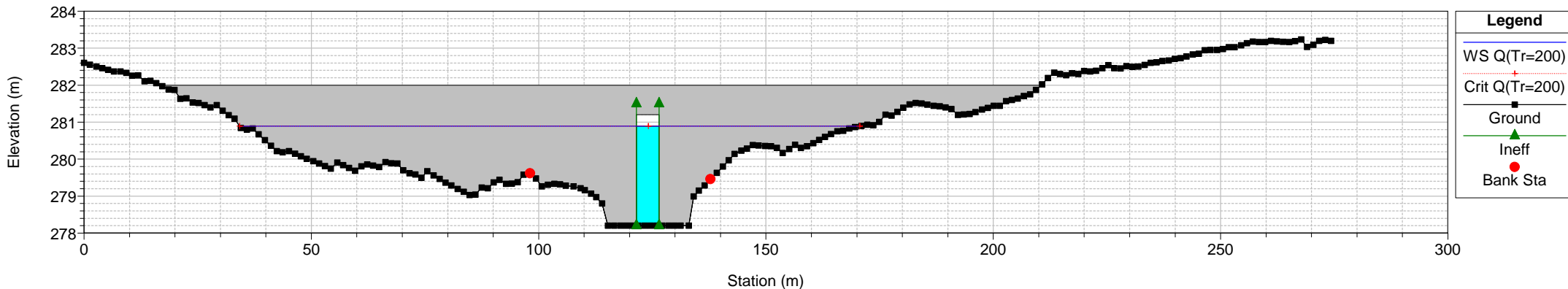


122+025 x SS131_150511 Plan: AnteOperam

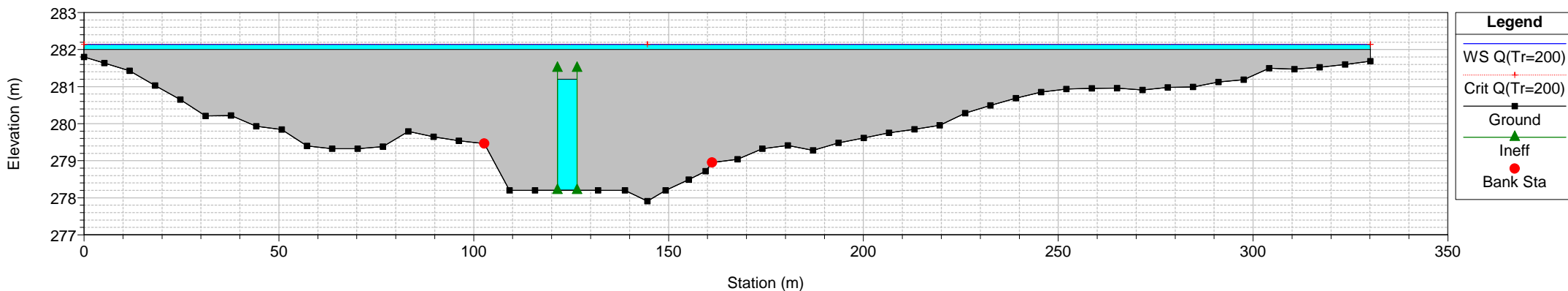
River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 6



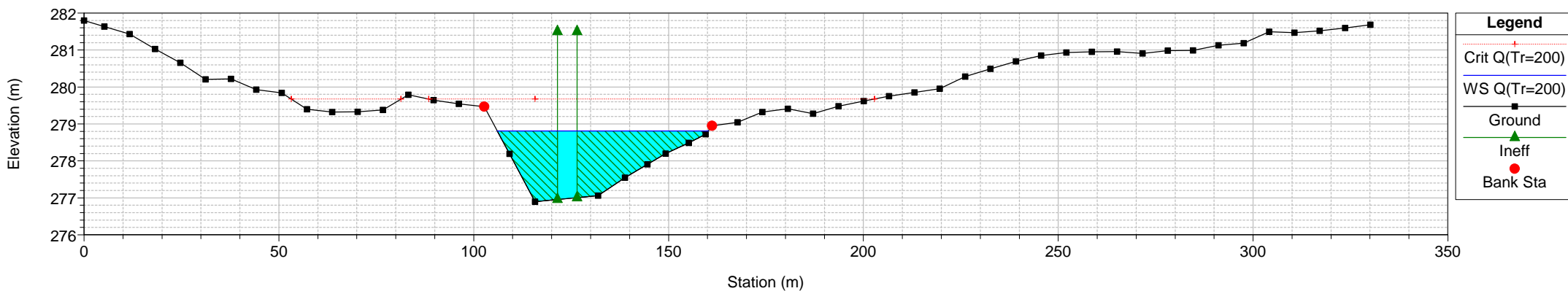
122+025 x SS131_150511 Plan: AnteOperam
 River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 5.5 BR Ponte sulla SS131 (l=5m)



122+025 x SS131_150511 Plan: AnteOperam
 River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 5.5 BR Ponte sulla SS131 (l=5m)

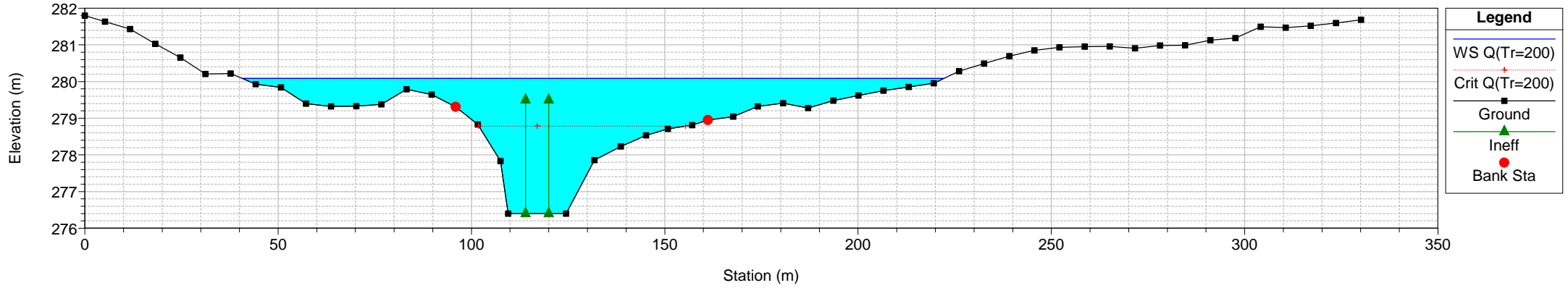


122+025 x SS131_150511 Plan: AnteOperam
 River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 5



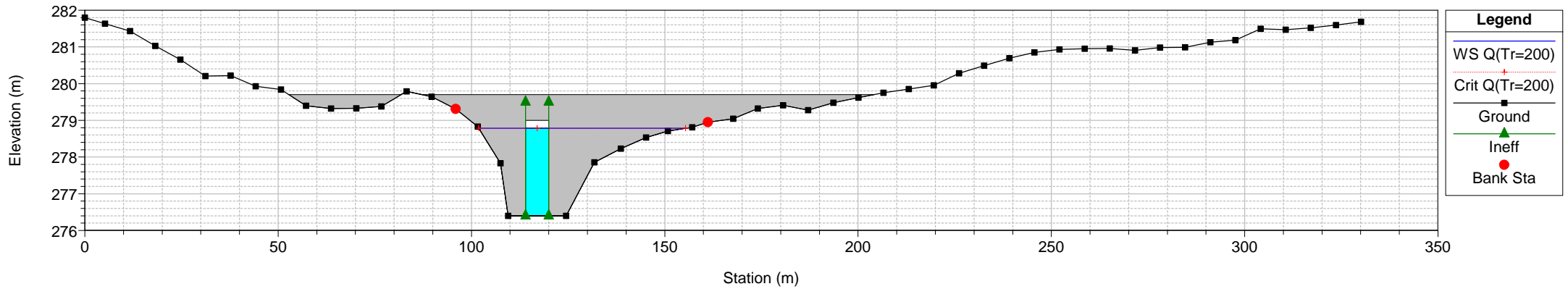
122+025 x SS131_150511 Plan: AnteOperam

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 4



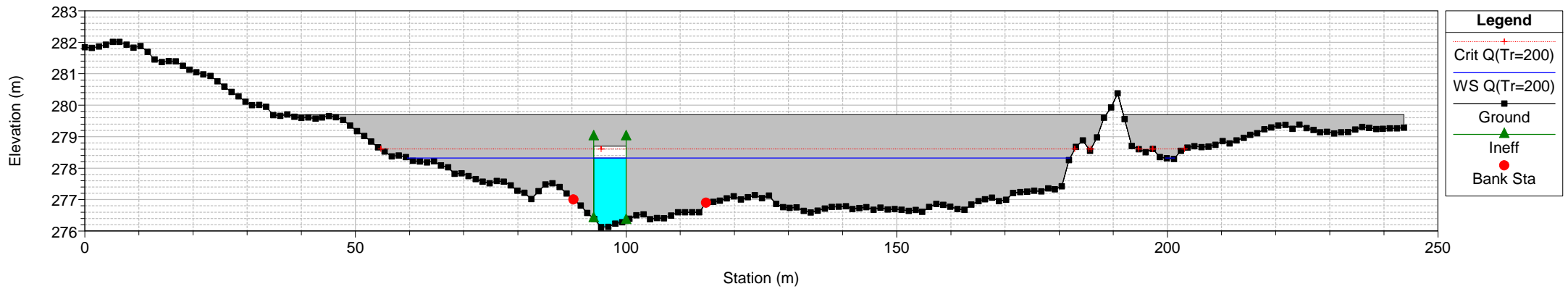
122+025 x SS131_150511 Plan: AnteOperam

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 3.5 BR Ponte sulla Ferrovia (l=6m)



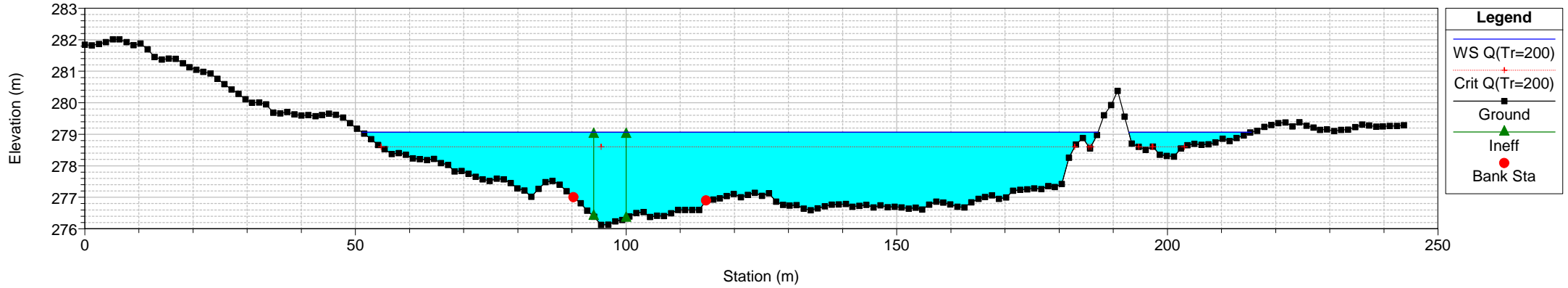
122+025 x SS131_150511 Plan: AnteOperam

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 3.5 BR Ponte sulla Ferrovia (l=6m)



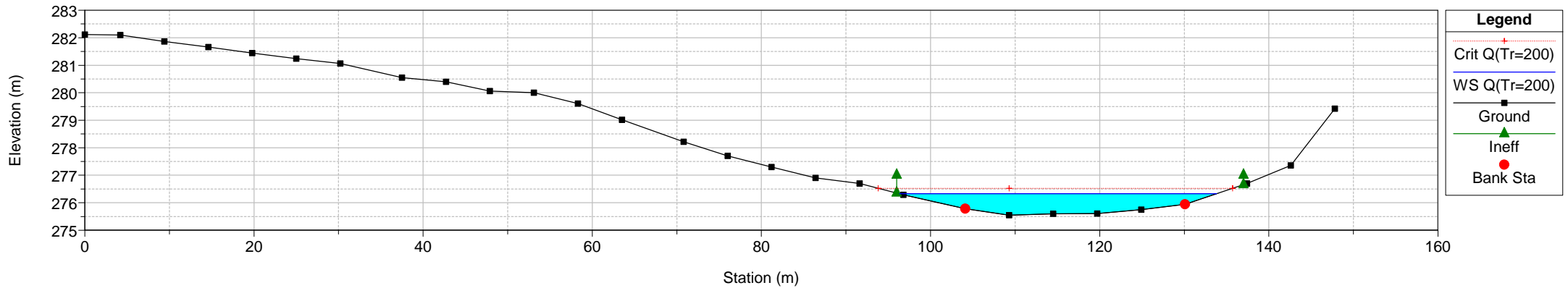
122+025 x SS131_150511 Plan: AnteOperam

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 3



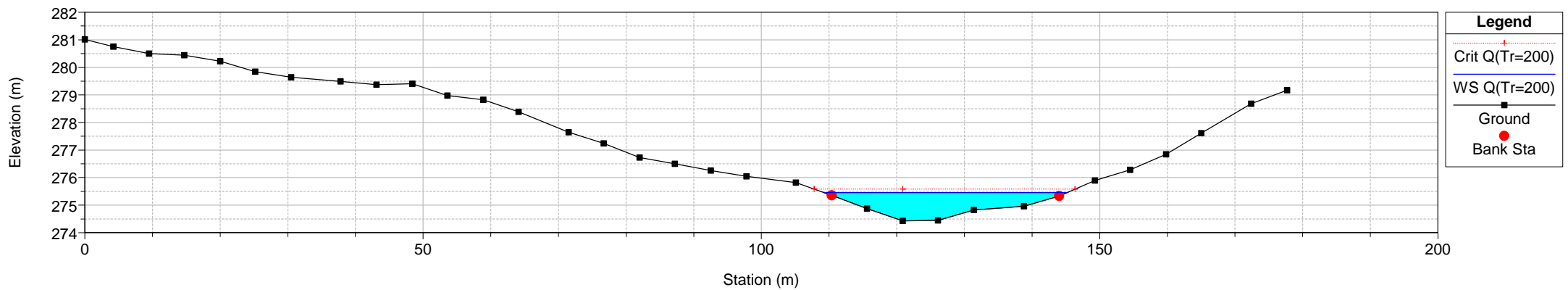
122+025 x SS131_150511 Plan: AnteOperam

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 2



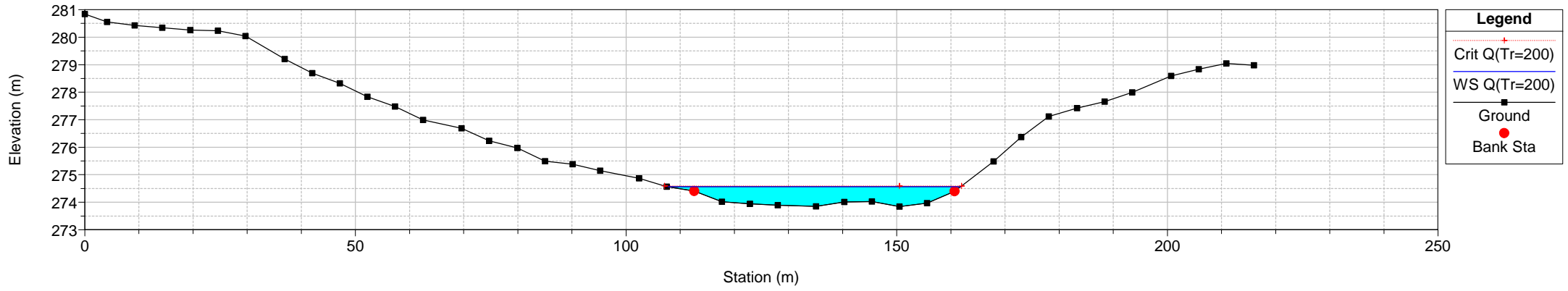
122+025 x SS131_150511 Plan: AnteOperam

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 1



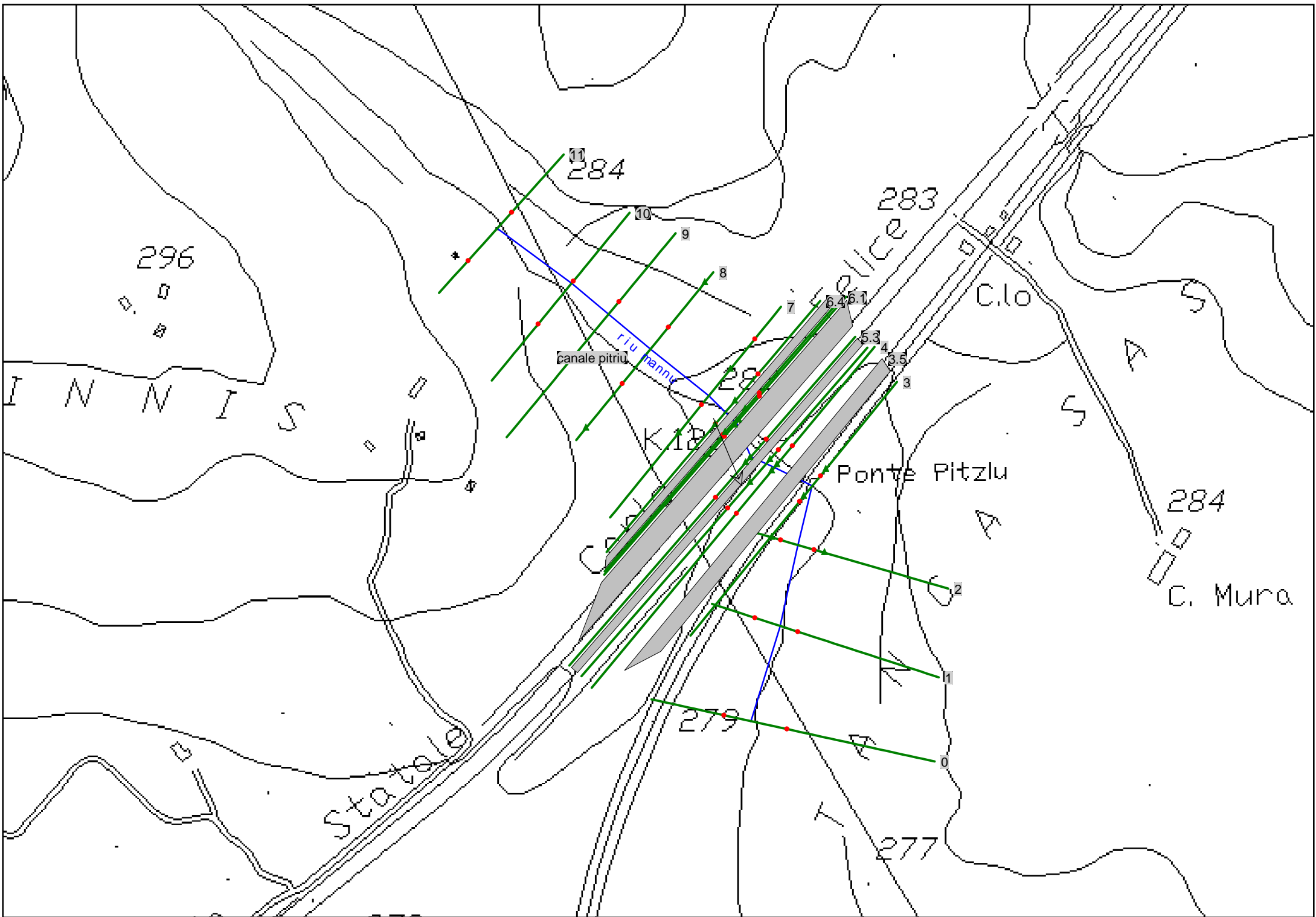
122+025 x SS131_150511 Plan: AnteOperam

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 0

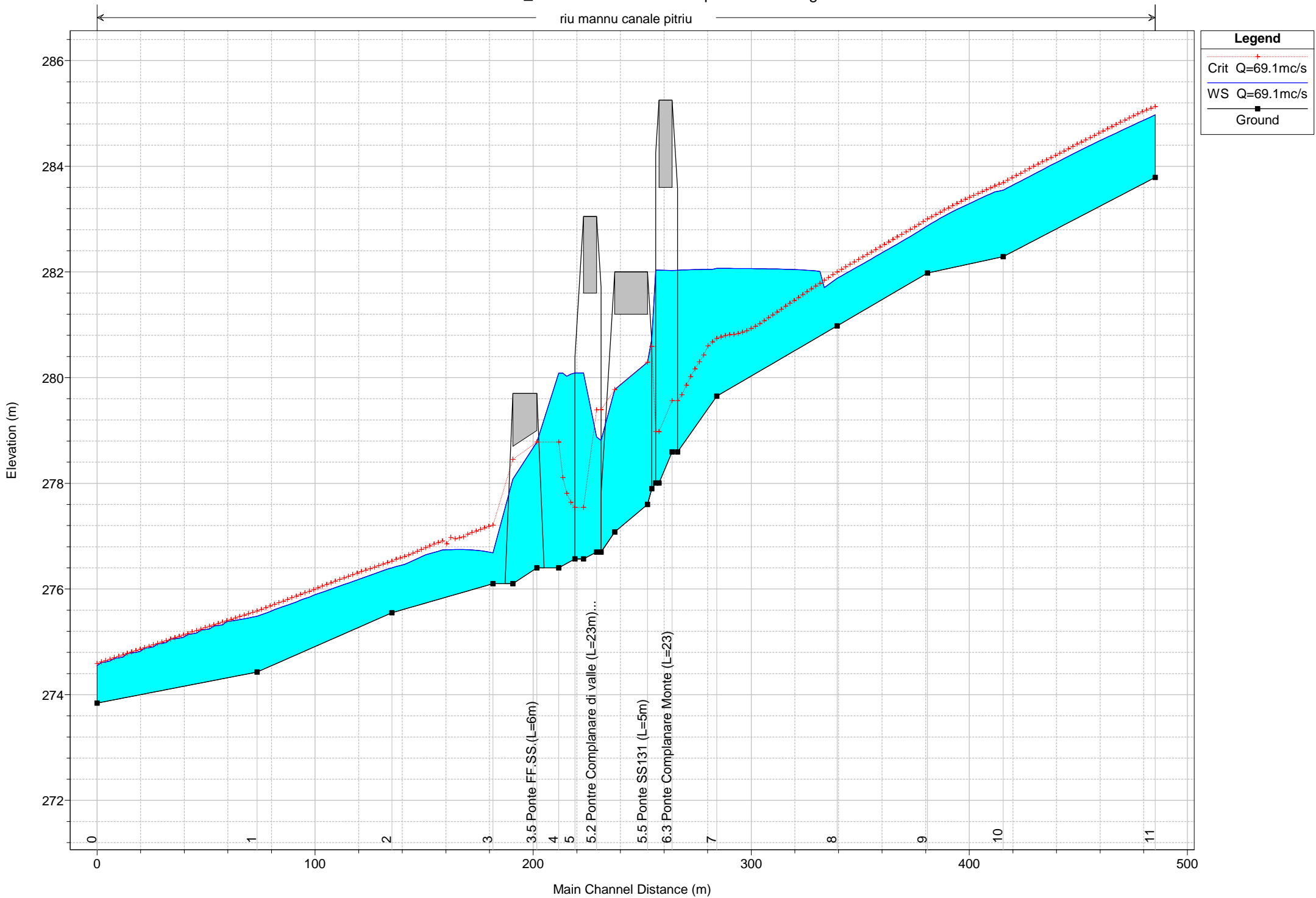


Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
canale pitriu	11	Q(Tr=200)	69.10	283.79	284.97	285.13	285.54	0.020019	3.35	20.66	35.30	1.38
canale pitriu	10	Q(Tr=200)	69.10	282.29	283.55	283.69	284.08	0.021780	3.21	21.51	40.89	1.41
canale pitriu	9	Q(Tr=200)	69.10	281.98	282.87	283.01	283.34	0.022244	3.02	22.89	48.33	1.40
canale pitriu	8	Q(Tr=200)	69.10	280.98	282.32	282.00	282.42	0.002286	1.44	49.83	73.15	0.50
canale pitriu	7	Q(Tr=200)	69.10	279.65	282.37	280.74	282.37	0.000030	0.32	254.01	156.22	0.07
canale pitriu	6	Q(Tr=200)	69.10	277.90	282.37	280.59	282.37	0.000007	0.21	438.88	211.55	0.03
canale pitriu	5.5	Bridge										
canale pitriu	5	Q(Tr=200)	69.10	276.90	278.81	279.67	281.72	0.022909	7.55	9.15	54.17	1.78
canale pitriu	4	Q(Tr=200)	69.10	276.40	280.08	278.78	280.09	0.000051	0.40	210.06	181.45	0.09
canale pitriu	3.5	Bridge										
canale pitriu	3	Q(Tr=200)	69.10	276.12	279.06	278.60	279.07	0.000026	0.32	266.24	158.61	0.06
canale pitriu	2	Q(Tr=200)	69.10	275.55	276.33	276.53	276.99	0.022027	3.73	19.88	37.52	1.47
canale pitriu	1	Q(Tr=200)	69.10	274.43	275.46	275.58	275.98	0.016785	3.21	21.67	35.97	1.28
canale pitriu	0	Q(Tr=200)	69.10	273.84	274.56	274.59	274.88	0.011828	2.50	28.00	54.03	1.05

POST OPERAM

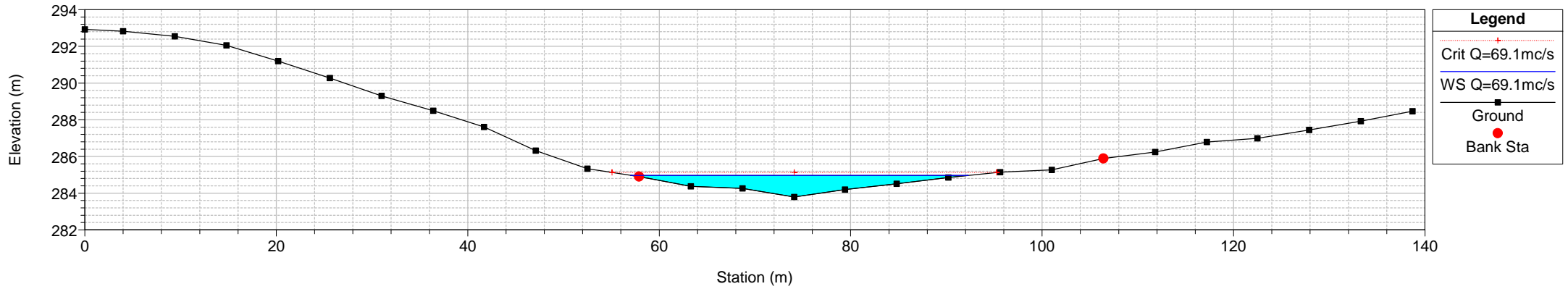


riu mannu canale pitriu



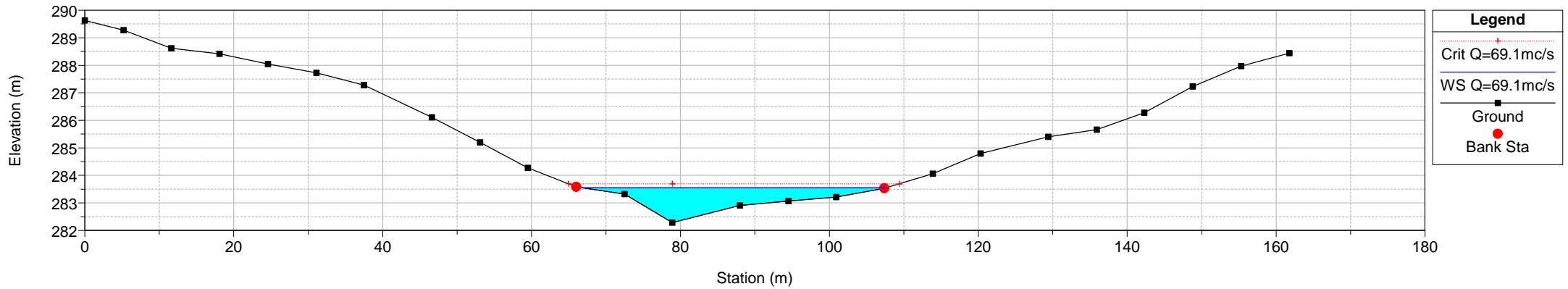
122+025 x SS131_150511 Plan: PostOperam No Adeg SS131&FFSS

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 11



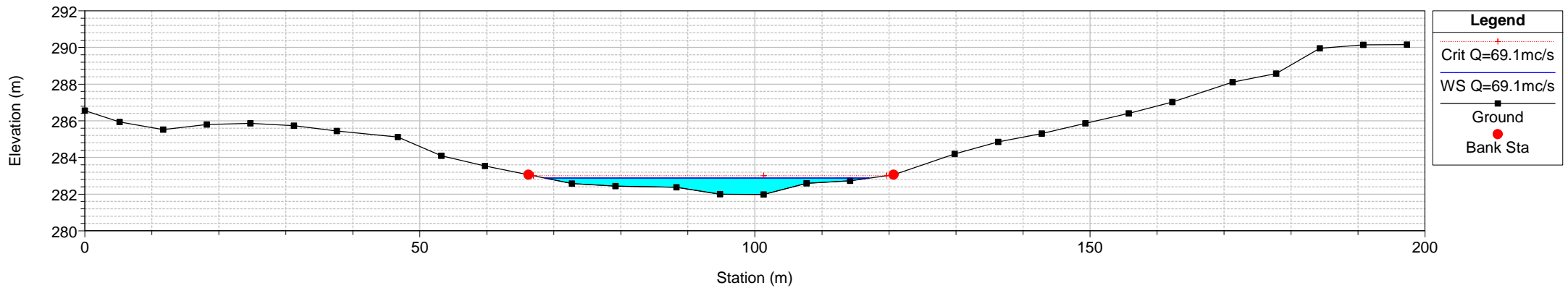
122+025 x SS131_150511 Plan: PostOperam No Adeg SS131&FFSS

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 10



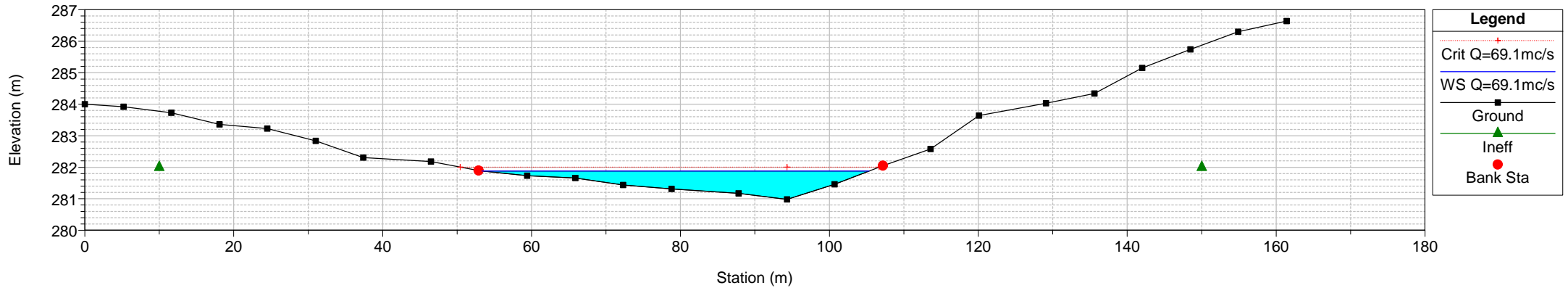
122+025 x SS131_150511 Plan: PostOperam No Adeg SS131&FFSS

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 9



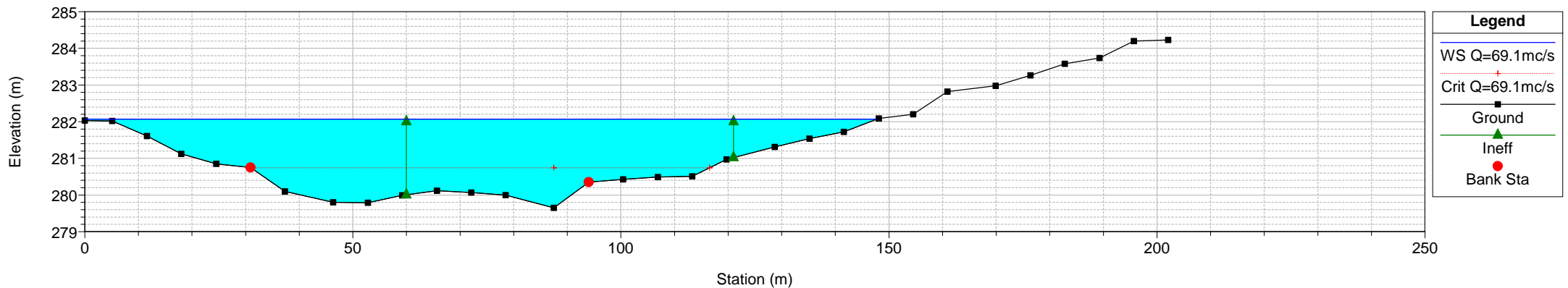
122+025 x SS131_150511 Plan: PostOperam No Adeg SS131&FFSS

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 8



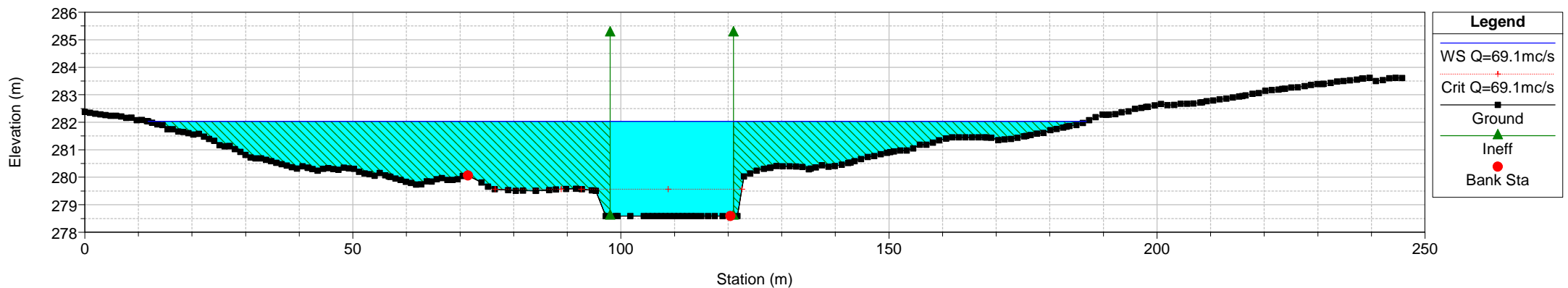
122+025 x SS131_150511 Plan: PostOperam No Adeg SS131&FFSS

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 7

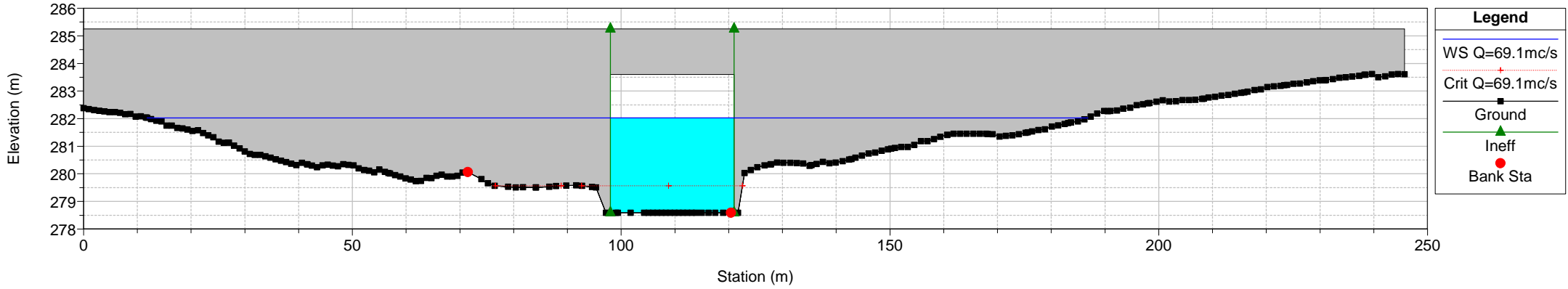


122+025 x SS131_150511 Plan: PostOperam No Adeg SS131&FFSS

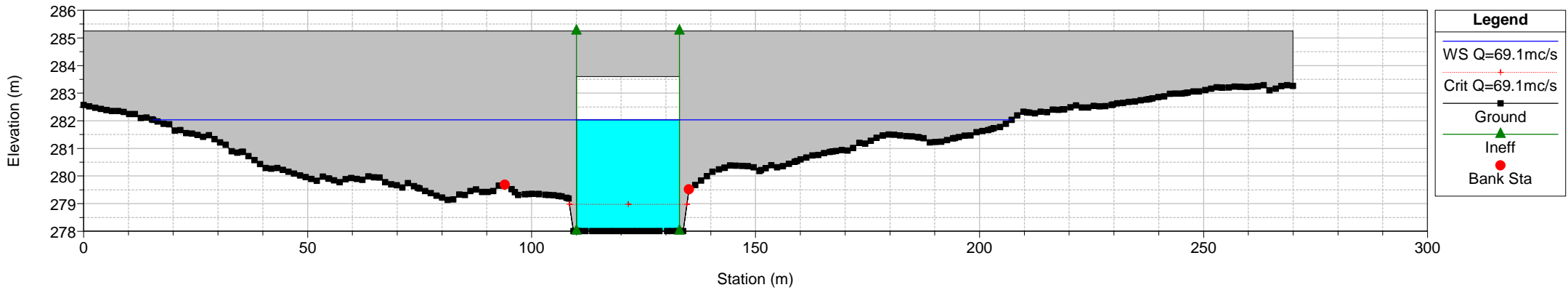
River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 6.4



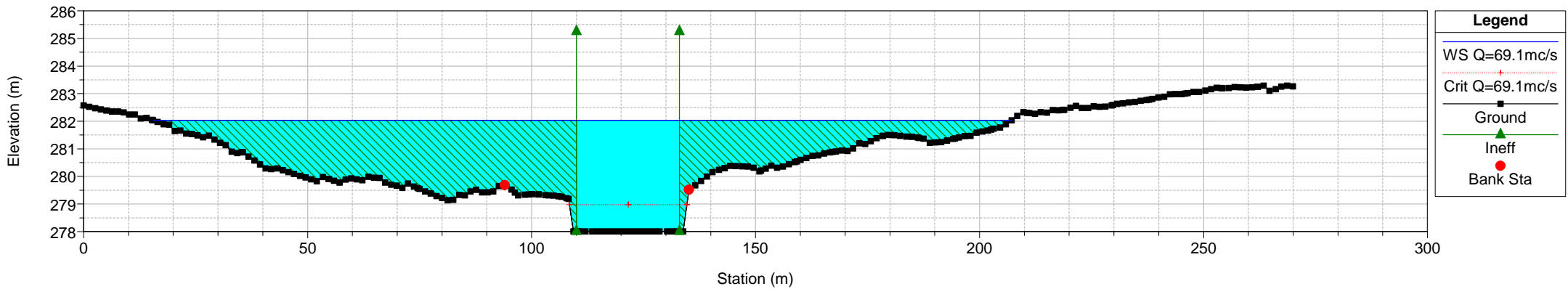
122+025 x SS131_150511 Plan: PostOperam No Adeg SS131&FFSS
 River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 6.3 BR Ponte Complanare Monte (L=23)



122+025 x SS131_150511 Plan: PostOperam No Adeg SS131&FFSS
 River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 6.3 BR Ponte Complanare Monte (L=23)

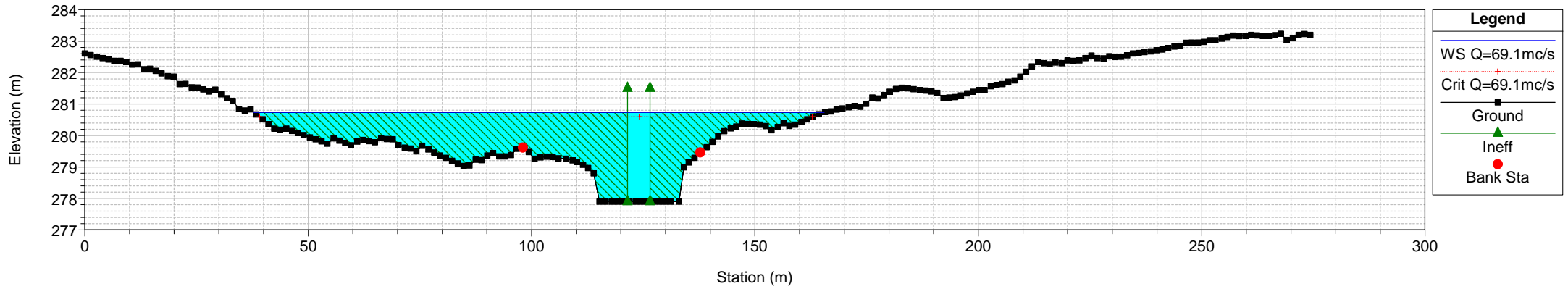


122+025 x SS131_150511 Plan: PostOperam No Adeg SS131&FFSS
 River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 6.1



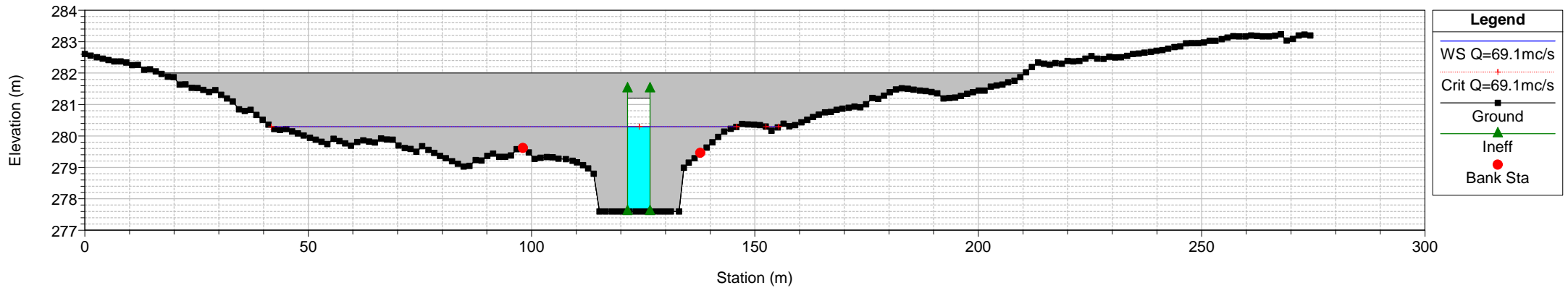
122+025 x SS131_150511 Plan: PostOperam No Adeg SS131&FFSS

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 6



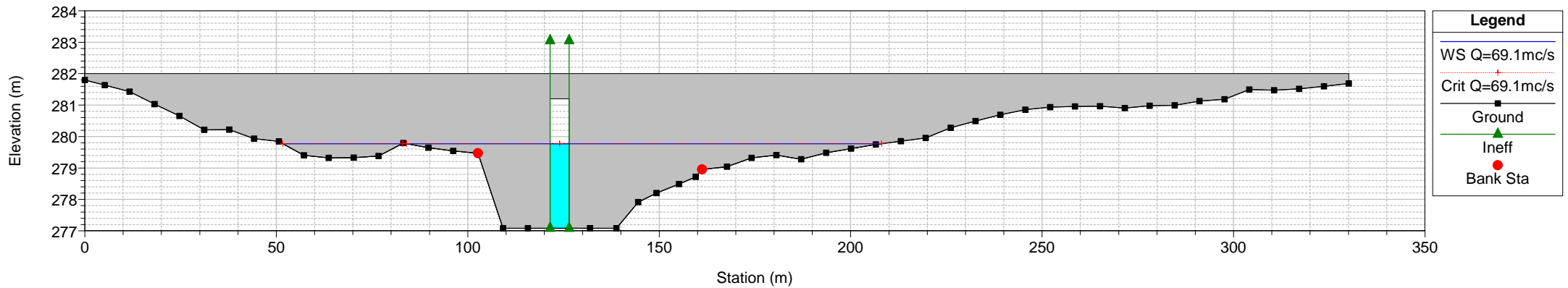
122+025 x SS131_150511 Plan: PostOperam No Adeg SS131&FFSS

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 5.5 BR Ponte SS131 (L=5m)



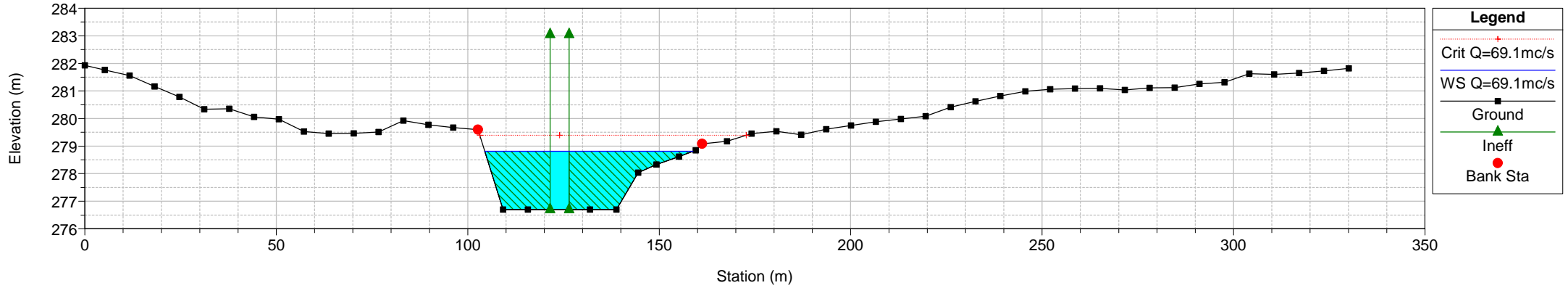
122+025 x SS131_150511 Plan: PostOperam No Adeg SS131&FFSS

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 5.5 BR Ponte SS131 (L=5m)

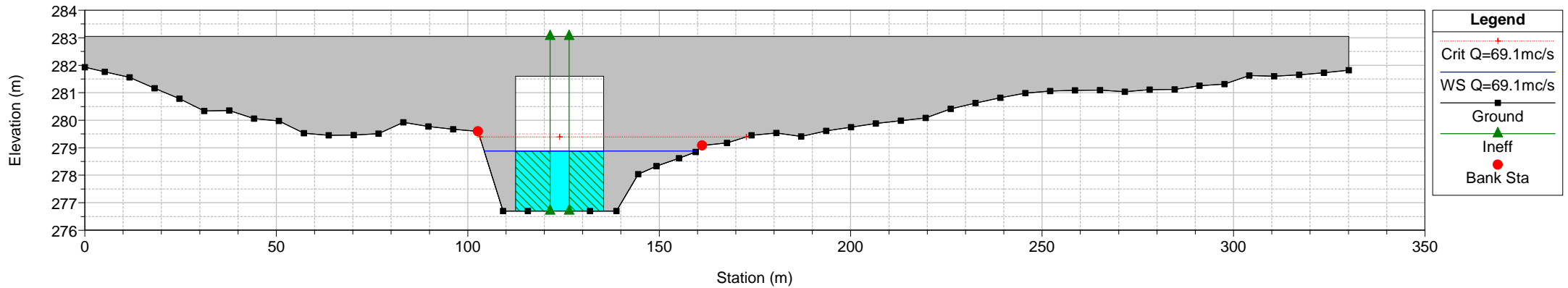


122+025 x SS131_150511 Plan: PostOperam No Adeg SS131&FFSS

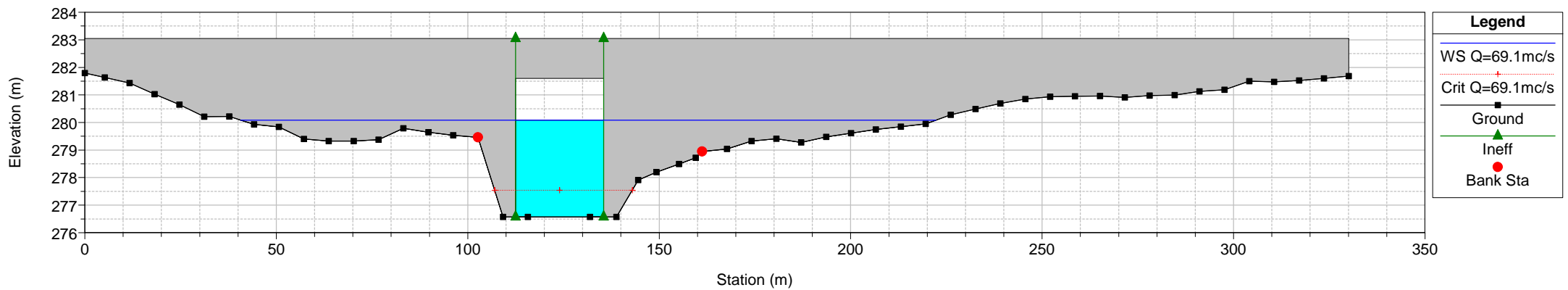
River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 5.3



122+025 x SS131_150511 Plan: PostOperam No Adeg SS131&FFSS
 River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 5.2 BR Pontre Complanare di valle (L=23m)

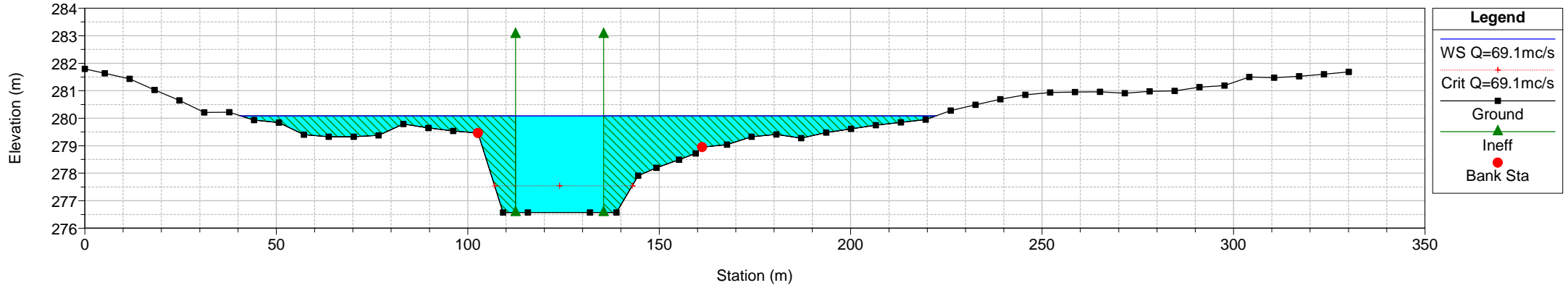


122+025 x SS131_150511 Plan: PostOperam No Adeg SS131&FFSS
 River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 5.2 BR Pontre Complanare di valle (L=23m)



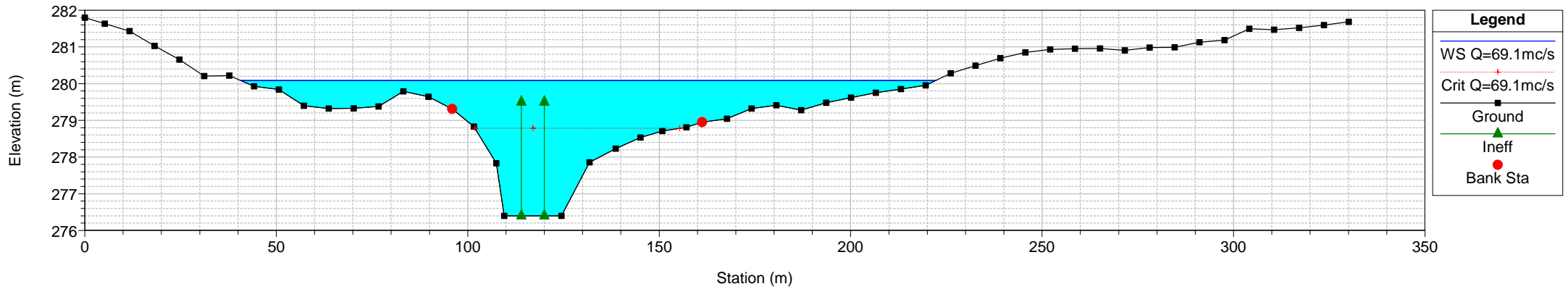
122+025 x SS131_150511 Plan: PostOperam No Adeg SS131&FFSS

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 5



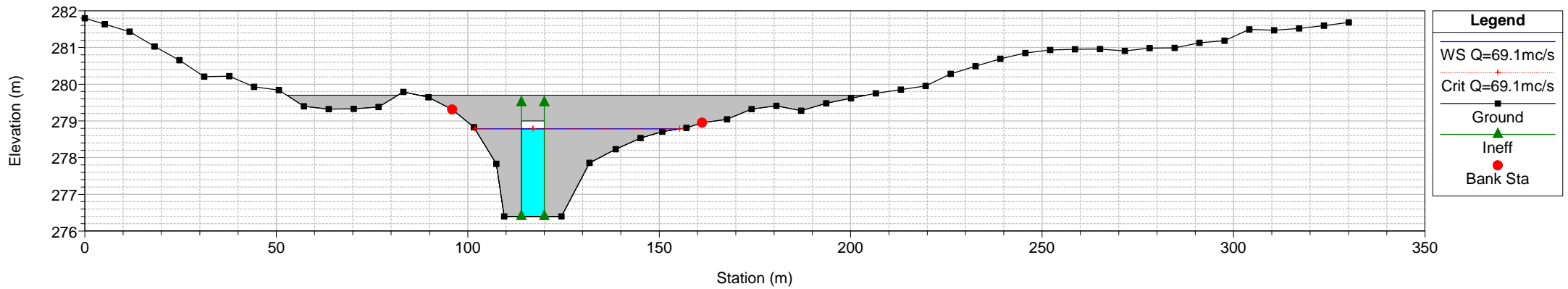
122+025 x SS131_150511 Plan: PostOperam No Adeg SS131&FFSS

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 4



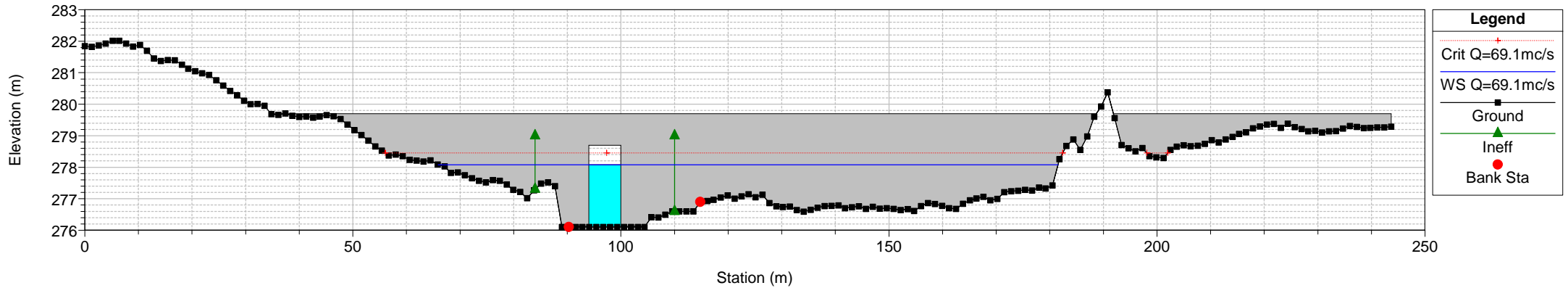
122+025 x SS131_150511 Plan: PostOperam No Adeg SS131&FFSS

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 3.5 BR Ponte FF.SS.(L=6m)



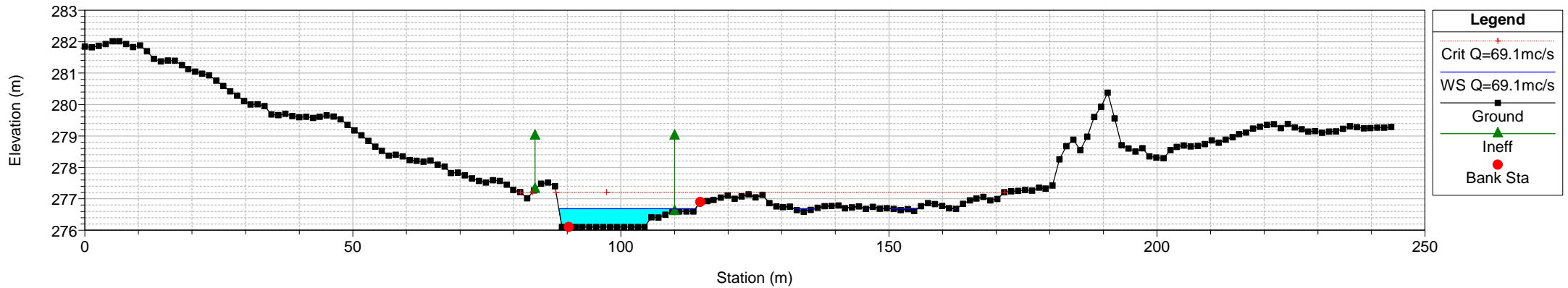
122+025 x SS131_150511 Plan: PostOperam No Adeg SS131&FFSS

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 3.5 BR Ponte FF.SS.(L=6m)



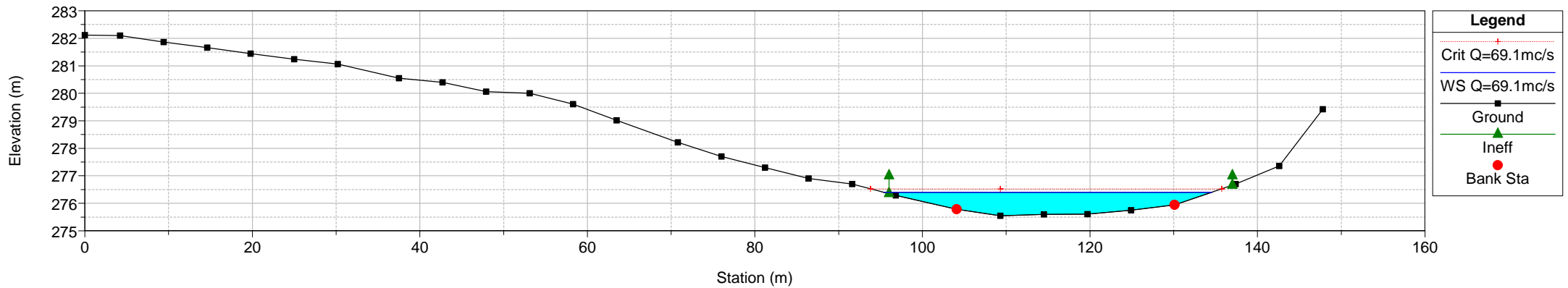
122+025 x SS131_150511 Plan: PostOperam No Adeg SS131&FFSS

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 3



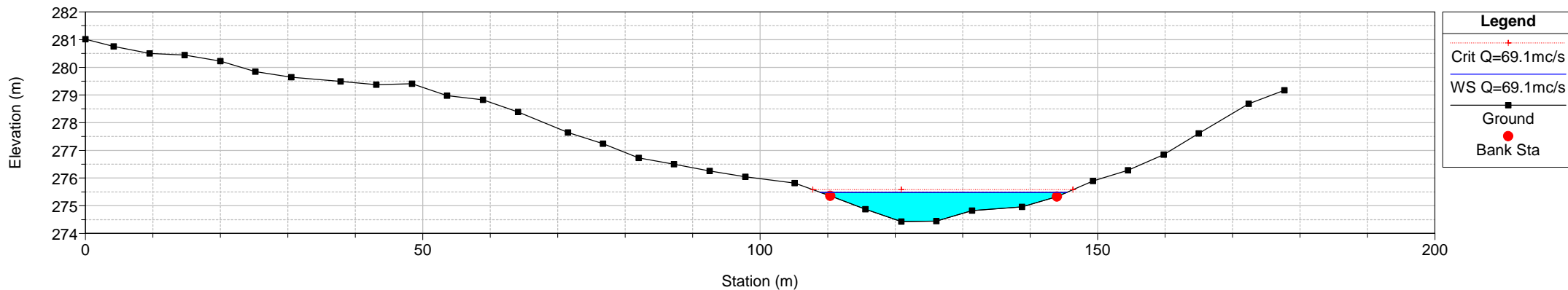
122+025 x SS131_150511 Plan: PostOperam No Adeg SS131&FFSS

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 2



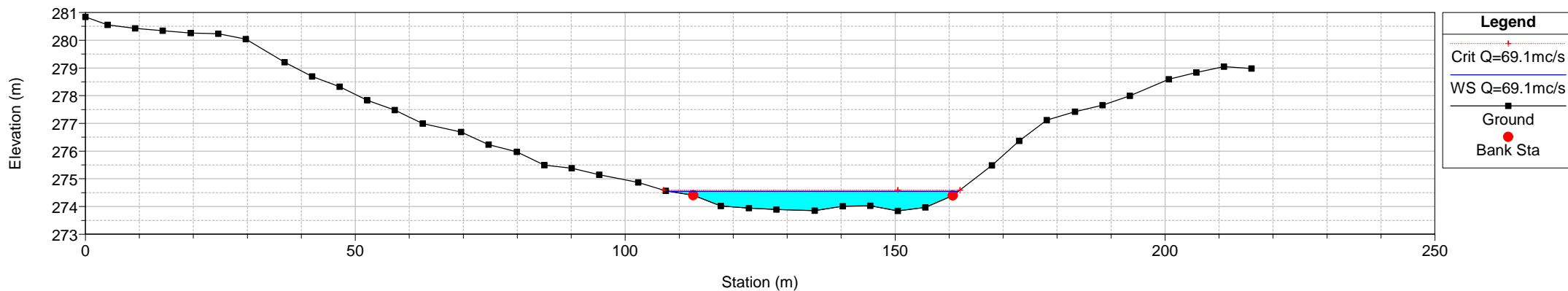
122+025 x SS131_150511 Plan: PostOperam No Adeg SS131&FFSS

River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 1



122+025 x SS131_150511 Plan: PostOperam No Adeg SS131&FFSS

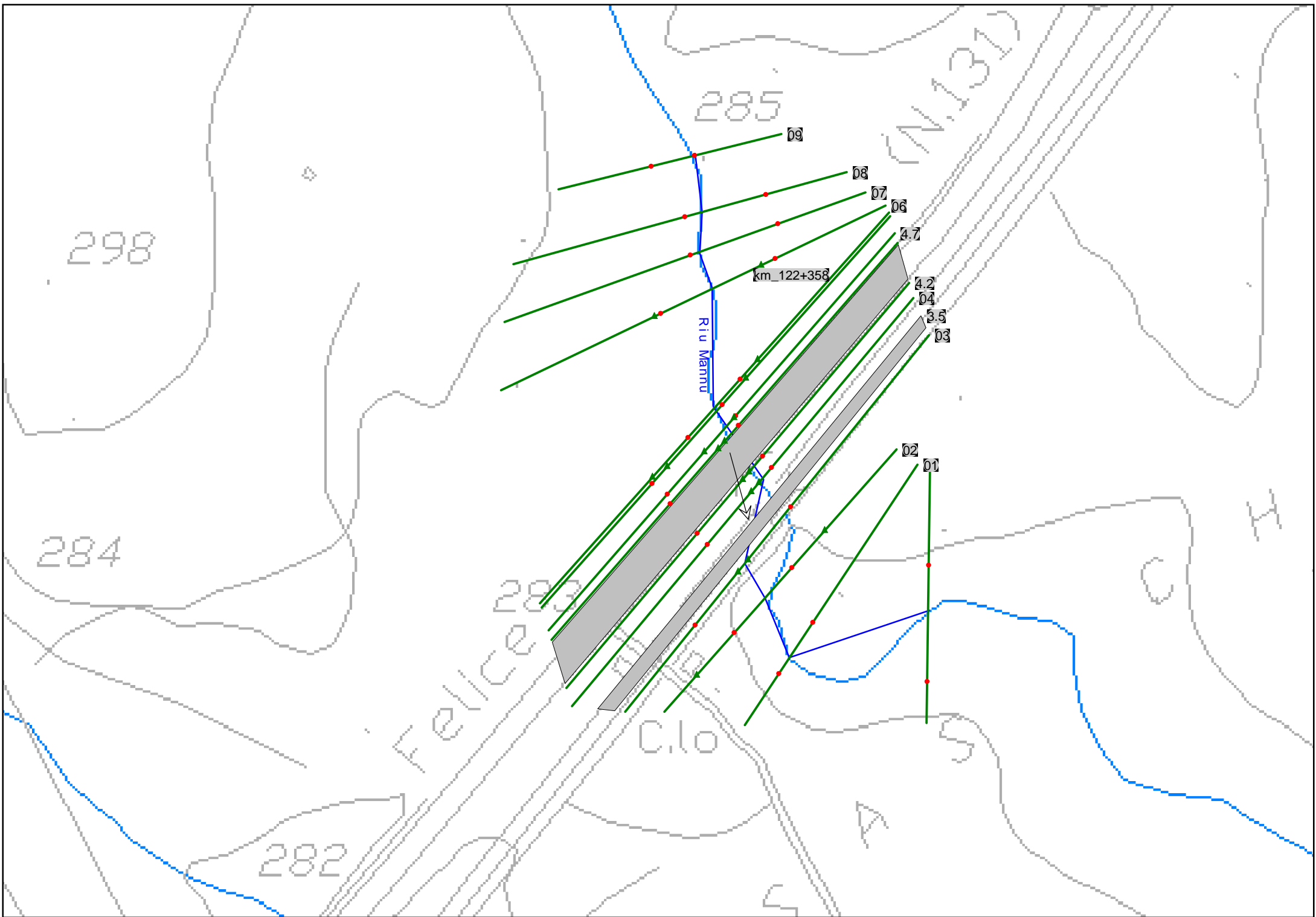
River = riu mannu Reach = canale pitriu RS = 0

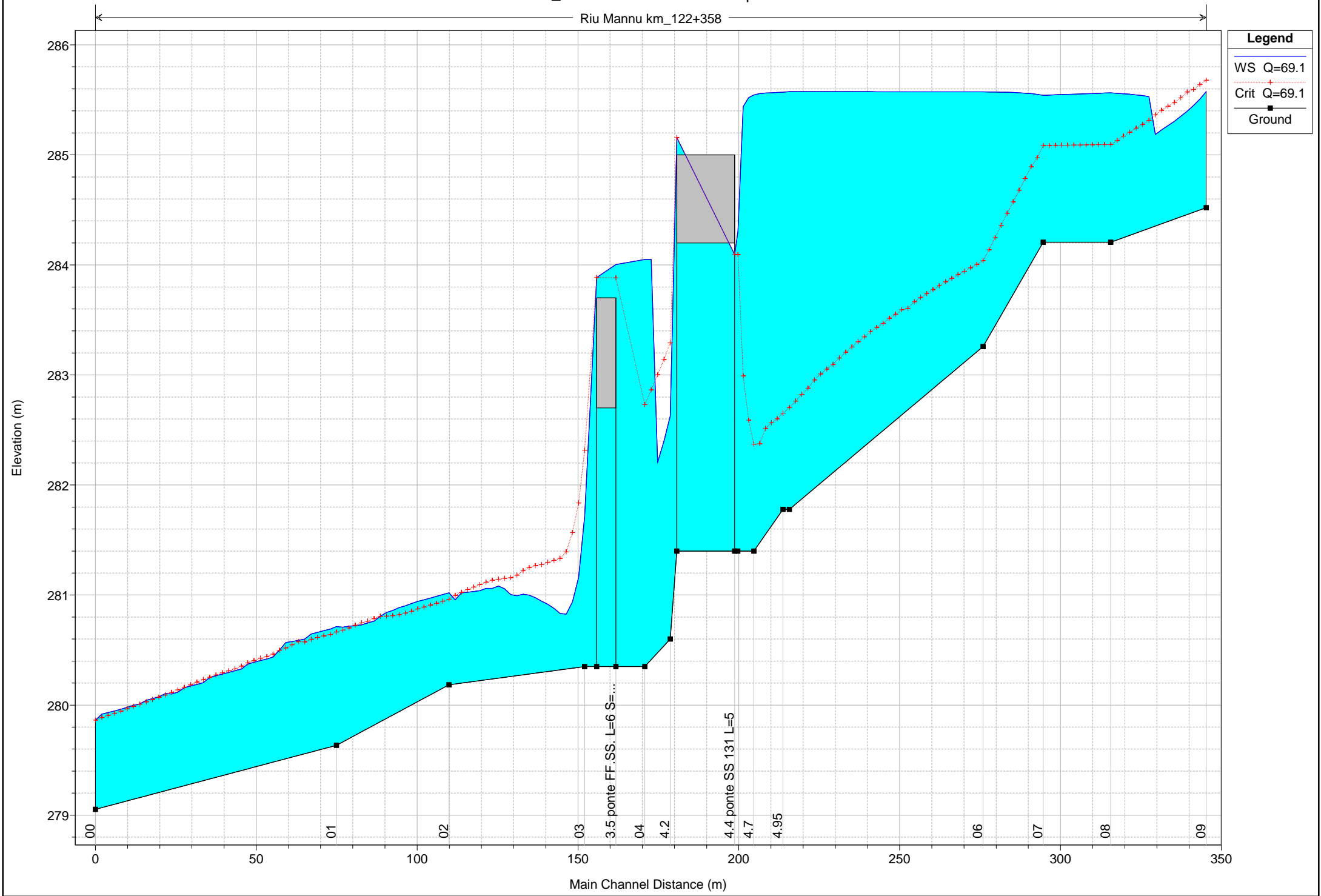


Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
canale pitriu	11	Q=69.1mc/s	69.10	283.79	284.97	285.13	285.54	0.020019	3.35	20.66	35.30	1.38
canale pitriu	10	Q=69.1mc/s	69.10	282.29	283.55	283.69	284.08	0.021940	3.22	21.46	40.84	1.41
canale pitriu	9	Q=69.1mc/s	69.10	281.98	282.87	283.01	283.34	0.022249	3.02	22.89	48.33	1.40
canale pitriu	8	Q=69.1mc/s	69.10	280.98	281.88	282.00	282.33	0.023377	2.98	23.22	52.00	1.42
canale pitriu	7	Q=69.1mc/s	69.10	279.65	282.07	280.74	282.07	0.000052	0.39	208.25	147.71	0.09
canale pitriu	6.4	Q=69.1mc/s	69.10	278.59	282.03	279.57	282.07	0.000133	0.87	79.05	175.00	0.15
canale pitriu	6.3		Bridge									
canale pitriu	6.1	Q=69.1mc/s	69.10	278.01	282.04	278.98	282.06	0.000078	0.75	92.69	191.66	0.12
canale pitriu	6	Q=69.1mc/s	69.10	277.90	280.74	280.59	281.95	0.005307	4.87	14.19	127.65	0.92
canale pitriu	5.5		Bridge									
canale pitriu	5.3	Q=69.1mc/s	69.10	276.70	278.81	279.39	280.99	0.014233	6.55	10.56	54.33	1.44
canale pitriu	5.2		Bridge									
canale pitriu	5	Q=69.1mc/s	69.10	276.57	280.09	277.54	280.13	0.000123	0.85	80.91	181.58	0.15
canale pitriu	4	Q=69.1mc/s	69.10	276.40	280.09	278.78	280.09	0.000051	0.40	210.22	181.49	0.09
canale pitriu	3.5		Bridge									
canale pitriu	3	Q=69.1mc/s	69.10	276.10	276.68	277.21	278.86	0.101189	6.58	10.57	34.42	3.00
canale pitriu	2	Q=69.1mc/s	69.10	275.55	276.40	276.53	276.91	0.014898	3.29	22.66	39.14	1.23
canale pitriu	1	Q=69.1mc/s	69.10	274.43	275.48	275.58	275.97	0.014636	3.08	22.63	36.52	1.20
canale pitriu	0	Q=69.1mc/s	69.10	273.84	274.55	274.59	274.88	0.012660	2.55	27.39	53.60	1.09

INTERFERENZA A PROGR. Km 122+358

ANTE OPERAM





Legend

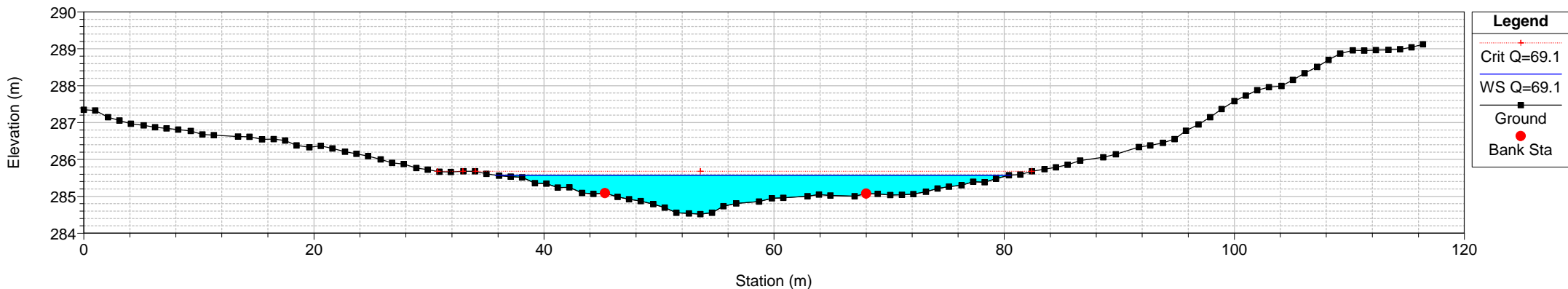
- WS Q=69.1
- Crit Q=69.1
- Ground

3.5 ponte FF .SS. L=6 S=...

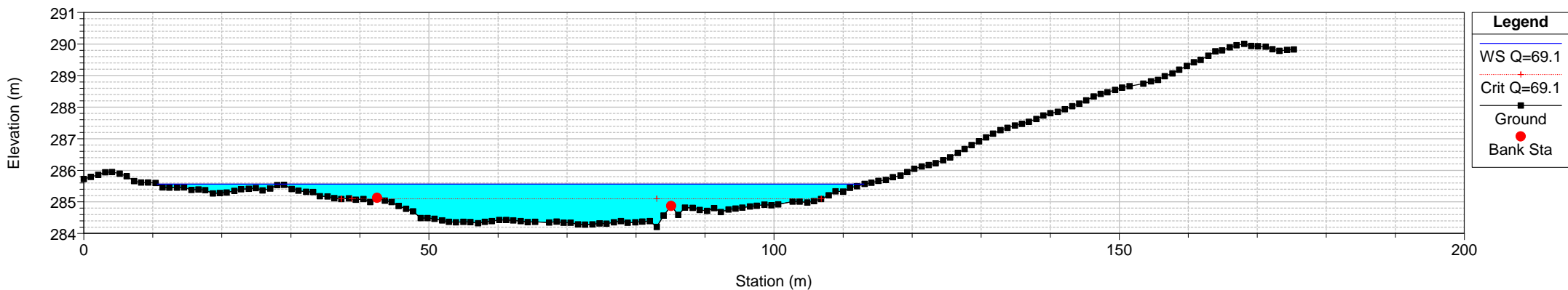
4.4 ponte SS 131 L=5

00 01 02 03 04 4.2 4.7 4.95 06 07 08 09

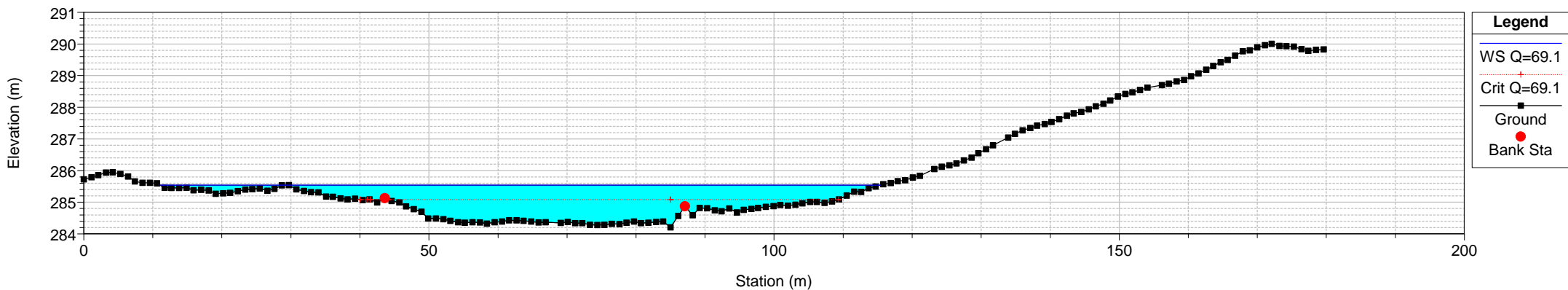
km_122+358 Plan: Ante Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 09



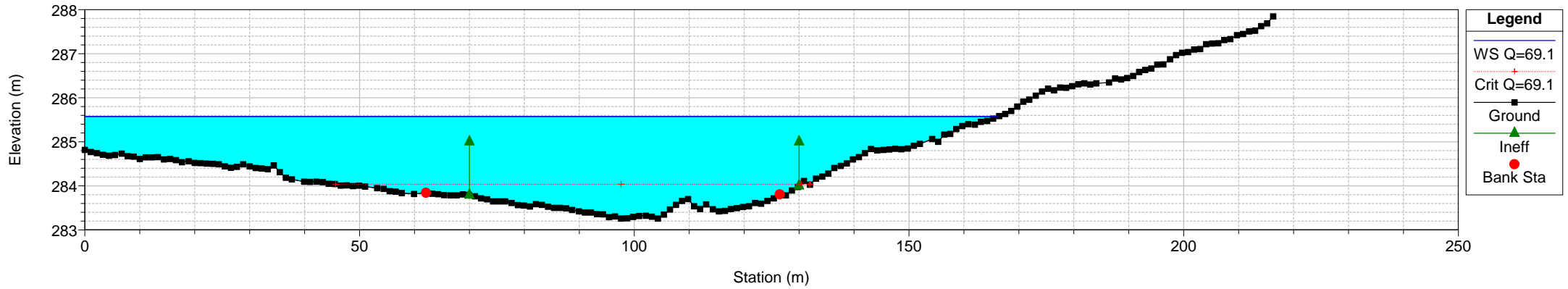
km_122+358 Plan: Ante Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 08



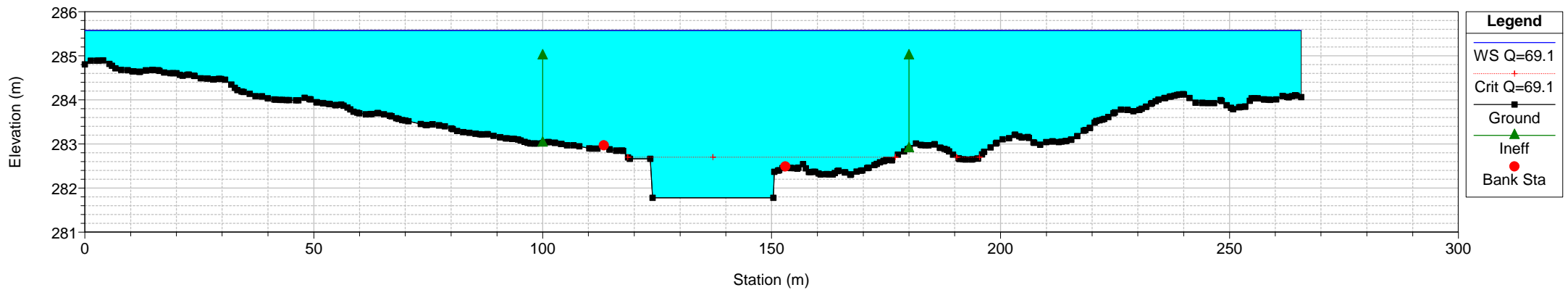
km_122+358 Plan: Ante Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 07



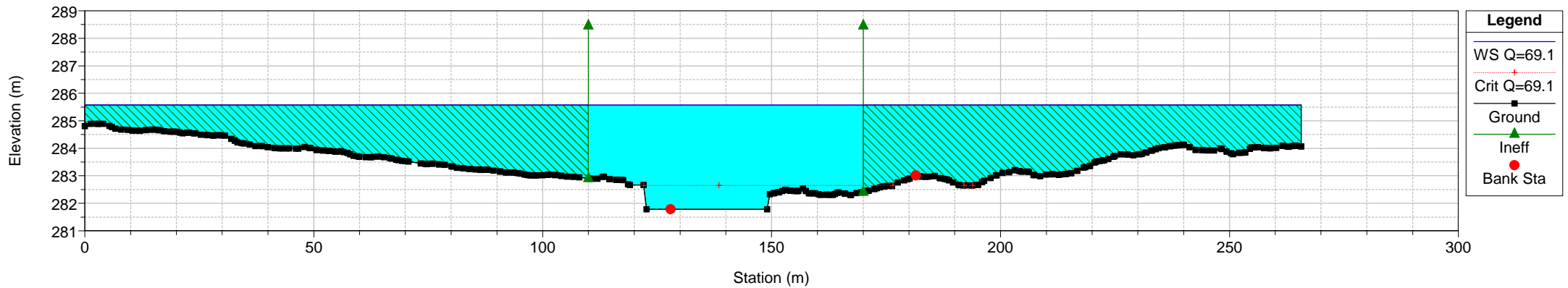
km_122+358 Plan: Ante Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 06



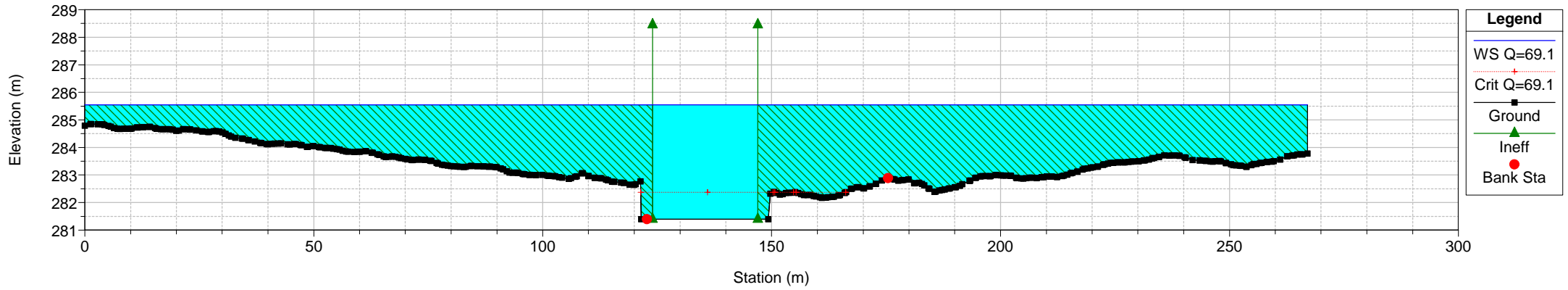
km_122+358 Plan: Ante Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 05



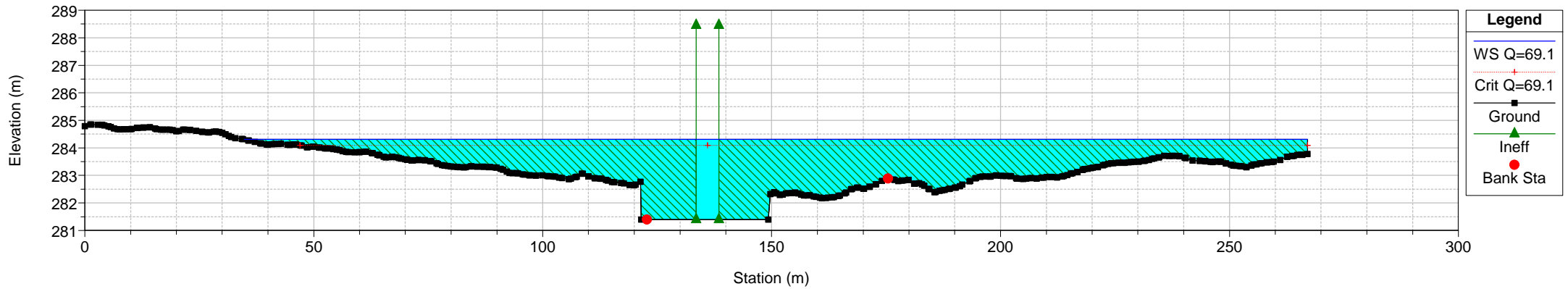
km_122+358 Plan: Ante Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 4.95



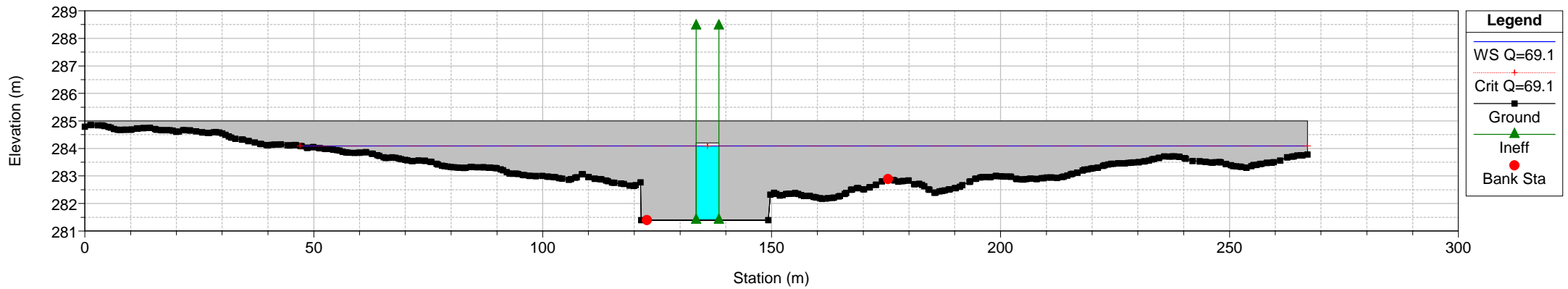
km_122+358 Plan: Ante Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 4.7



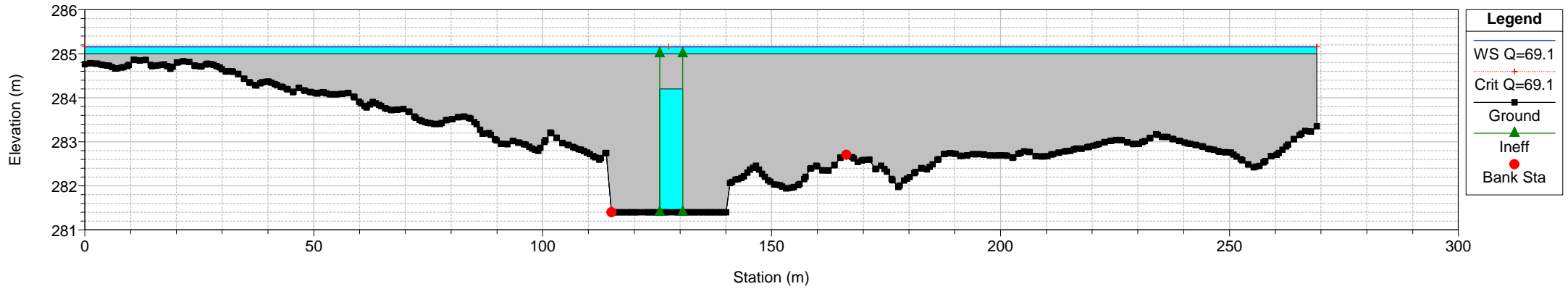
km_122+358 Plan: Ante Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 4.6



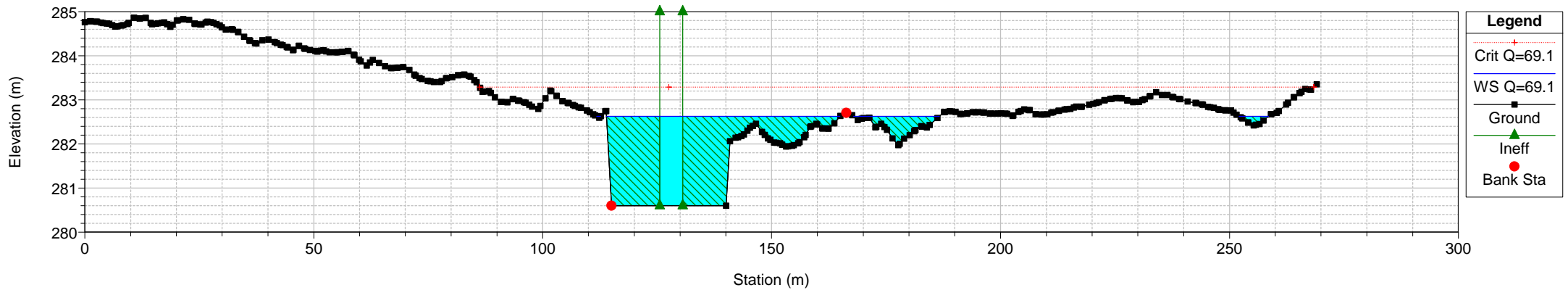
km_122+358 Plan: Ante Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 4.4 BR ponte SS 131 L=5



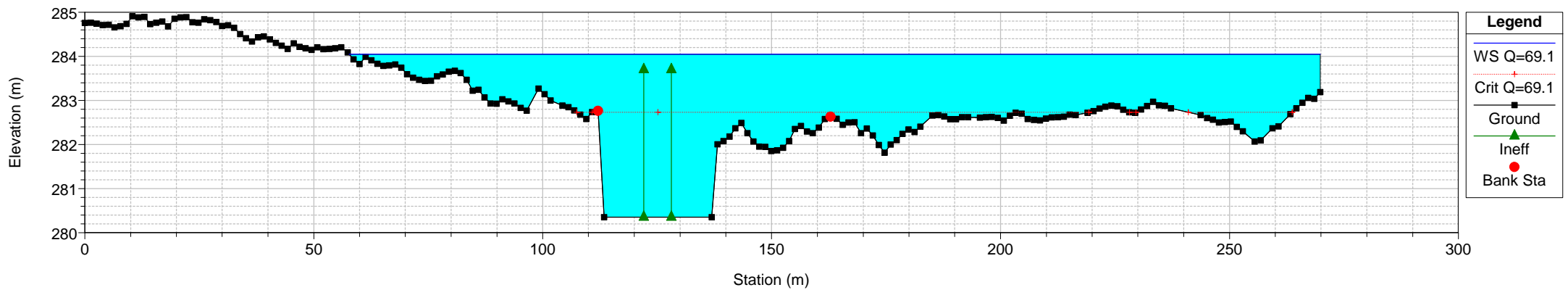
km_122+358 Plan: Ante Operam
 River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 4.4 BR ponte SS 131 L=5



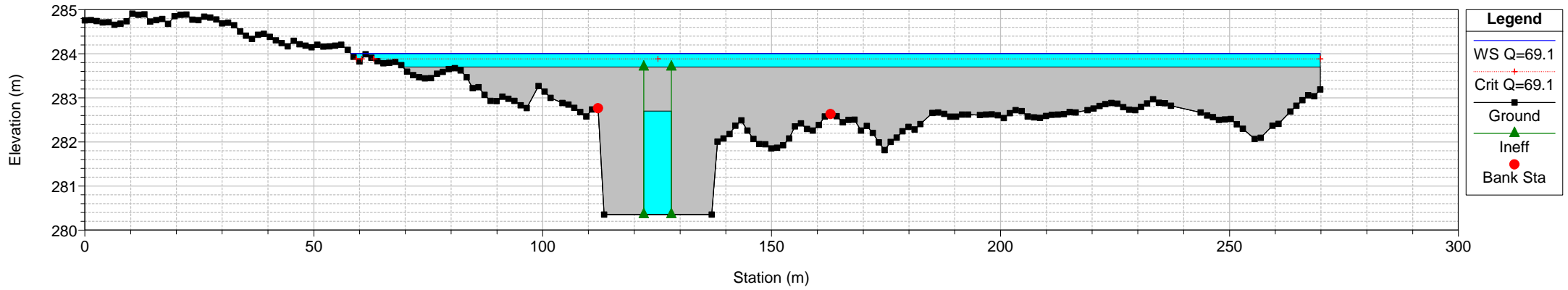
km_122+358 Plan: Ante Operam
 River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 4.2



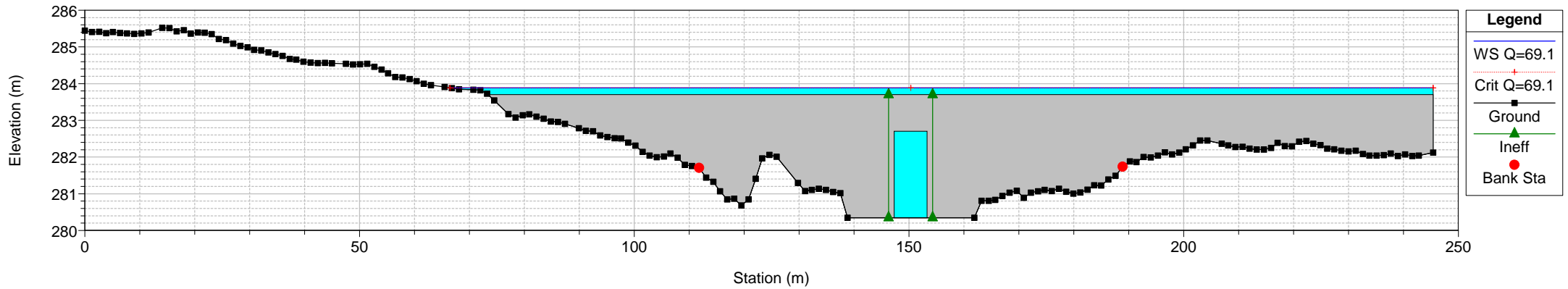
km_122+358 Plan: Ante Operam
 River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 04



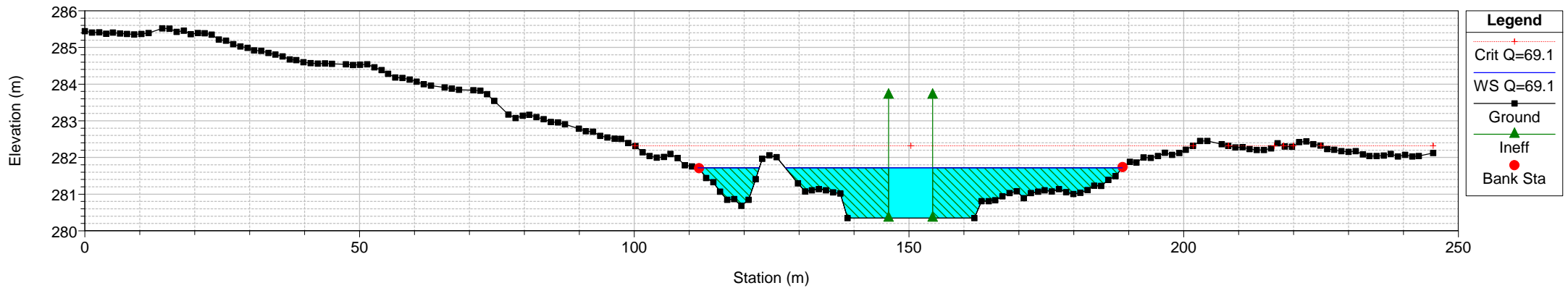
km_122+358 Plan: Ante Operam
 River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 3.5 BR ponte FF.SS. L=6 S=1



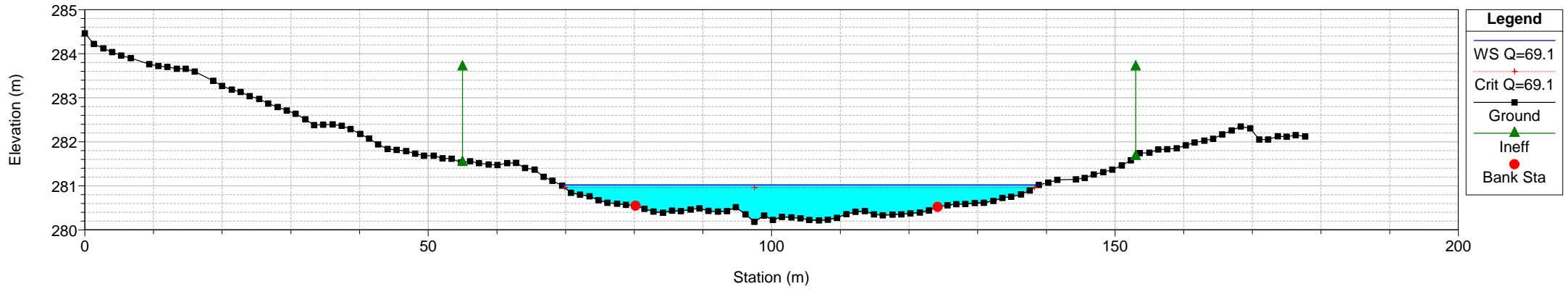
km_122+358 Plan: Ante Operam
 River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 3.5 BR ponte FF.SS. L=6 S=1



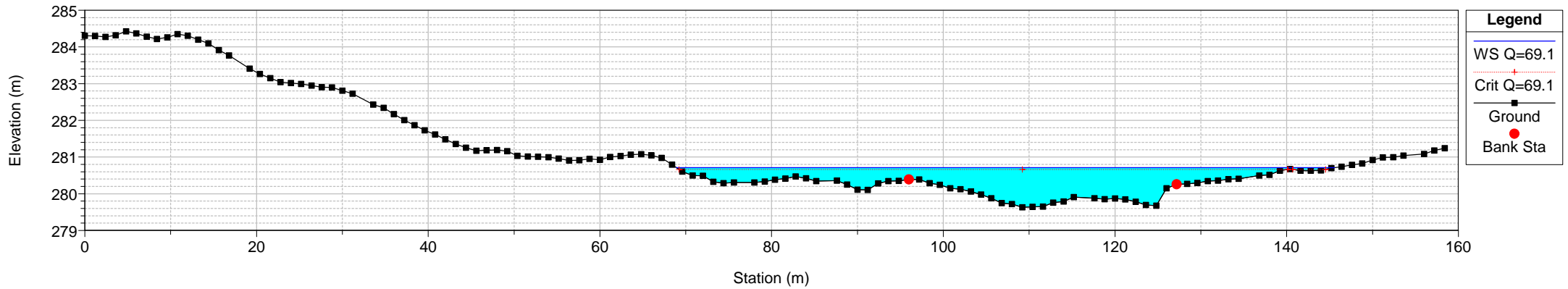
km_122+358 Plan: Ante Operam
 River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 03



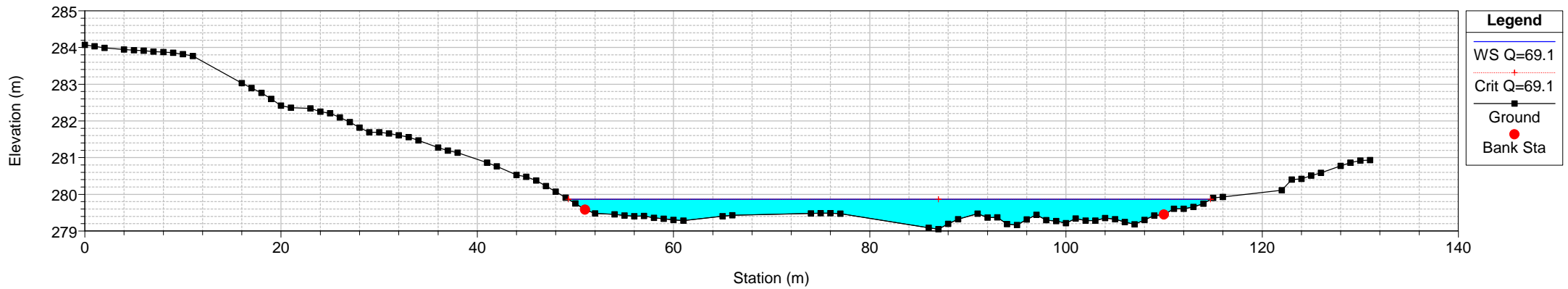
km_122+358 Plan: Ante Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 02



km_122+358 Plan: Ante Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 01

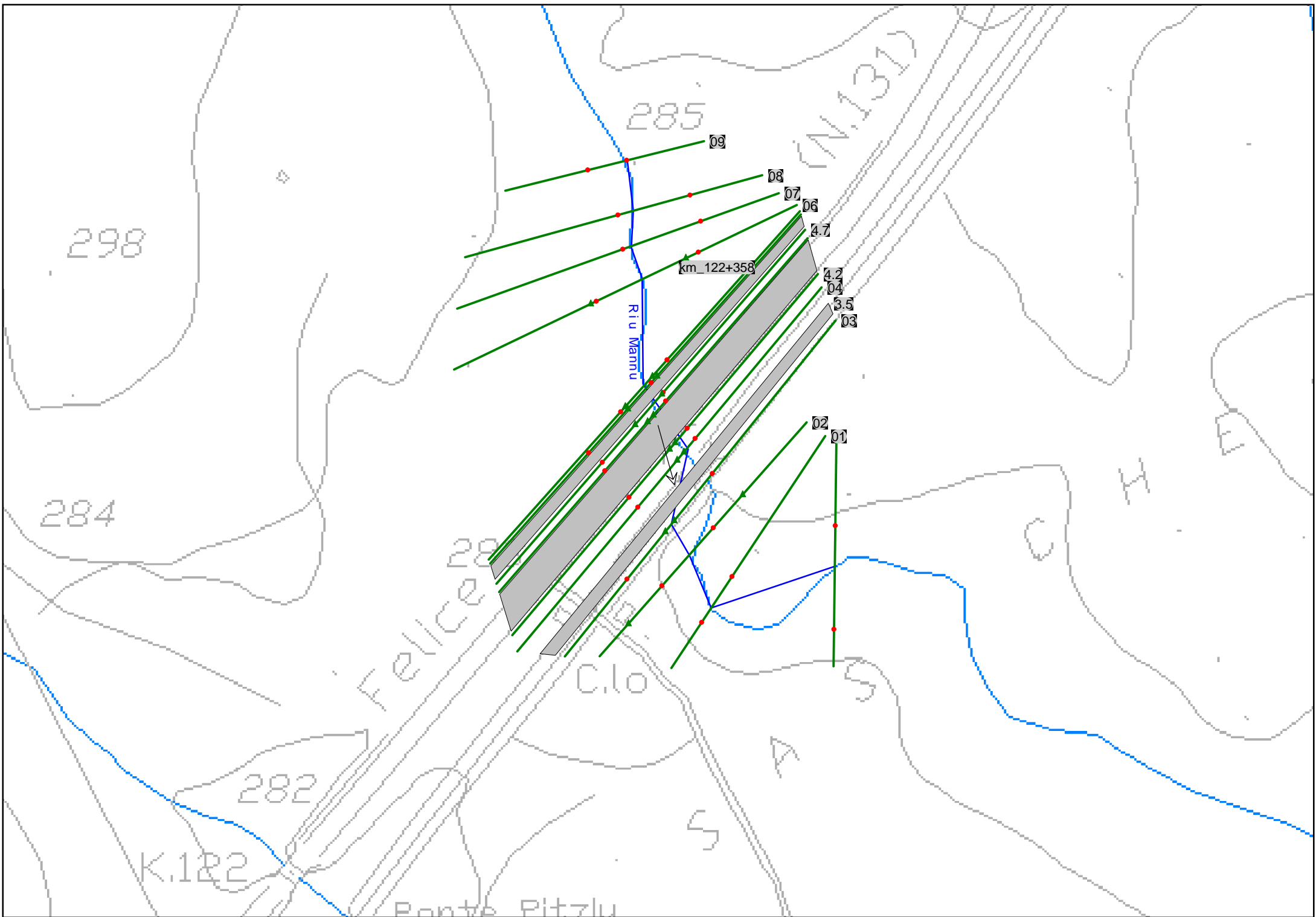


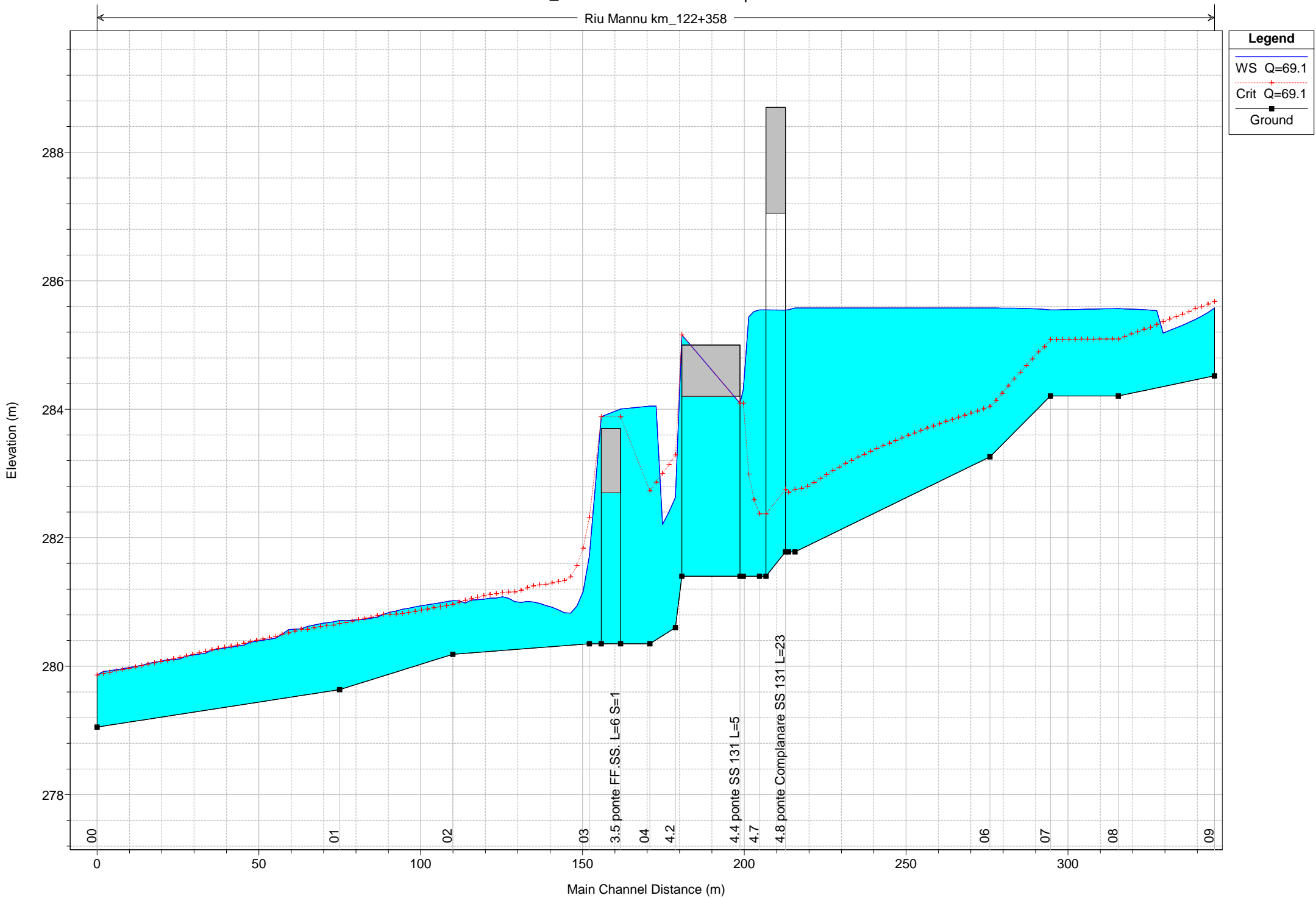
km_122+358 Plan: Ante Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 00



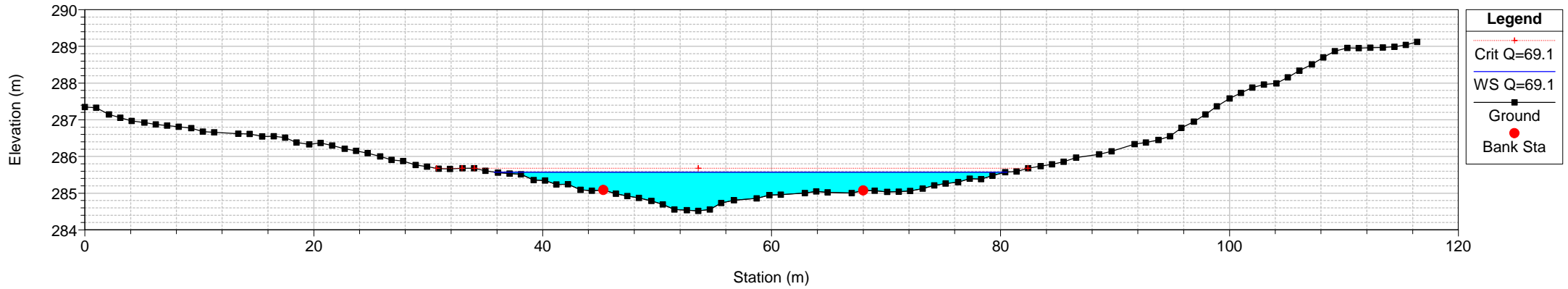
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
km_122+358	09	Q=69.1	69.10	284.52	285.58	285.68	286.09	0.016020	3.39	23.29	44.84	1.27
km_122+358	08	Q=69.1	69.10	284.21	285.56	285.09	285.62	0.000990	1.12	72.11	102.39	0.34
km_122+358	07	Q=69.1	69.10	284.21	285.54	285.08	285.60	0.001024	1.13	71.59	104.38	0.34
km_122+358	06	Q=69.1	69.10	283.26	285.57	284.04	285.58	0.000040	0.34	241.07	166.17	0.08
km_122+358	05	Q=69.1	69.10	281.78	285.57	282.70	285.58	0.000004	0.15	599.74	265.69	0.03
km_122+358	4.95	Q=69.1	69.10	281.78	285.57	282.65	285.58	0.000021	0.35	202.10	265.69	0.06
km_122+358	4.7	Q=69.1	69.10	281.40	285.55	282.37	285.57	0.000071	0.72	95.36	267.03	0.11
km_122+358	4.6	Q=69.1	69.10	281.40	284.31	284.09	285.46	0.004906	4.75	14.53	232.20	0.89
km_122+358	4.4			Bridge								
km_122+358	4.2	Q=69.1	69.10	280.60	282.63	283.29	285.00	0.016314	6.82	10.13	77.03	1.53
km_122+358	04	Q=69.1	69.10	280.35	284.05	282.73	284.05	0.000017	0.26	337.61	212.07	0.05
km_122+358	3.5			Bridge								
km_122+358	03	Q=69.1	69.10	280.35	281.71	282.32	283.76	0.023813	6.33	10.92	72.43	1.73
km_122+358	02	Q=69.1	69.10	280.18	281.02	280.96	281.21	0.006581	2.03	37.05	69.53	0.80
km_122+358	01	Q=69.1	69.10	279.63	280.71	280.66	280.91	0.005630	2.14	38.70	76.69	0.77
km_122+358	00	Q=69.1	69.10	279.05	279.86	279.86	280.11	0.010891	2.23	31.59	65.45	0.99

POST OPERAM

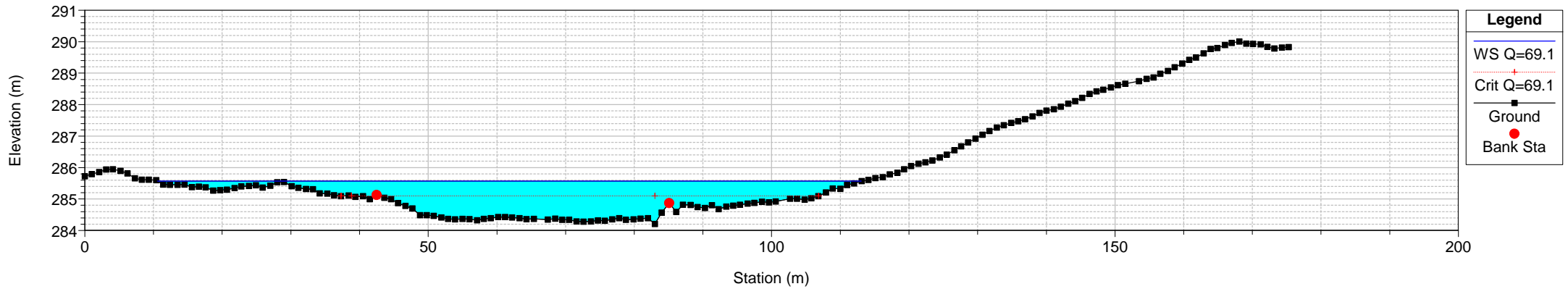




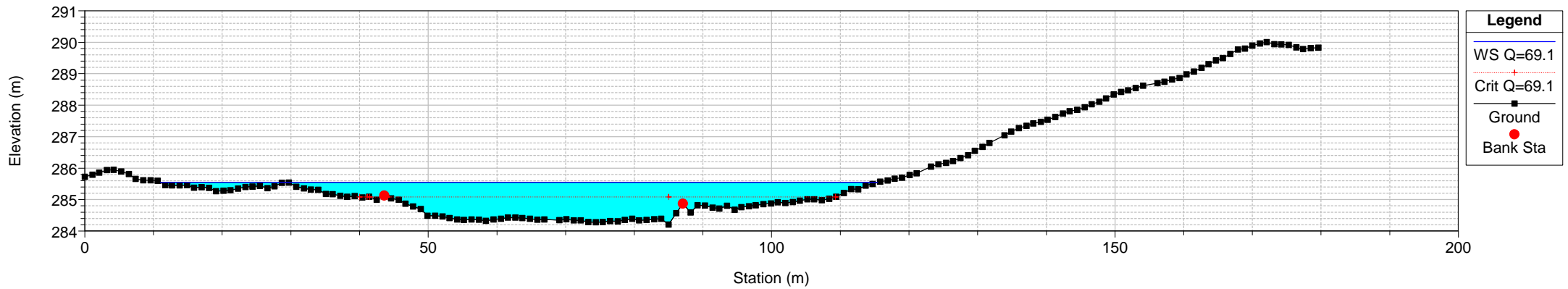
km_122+358 Plan: Post Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 09



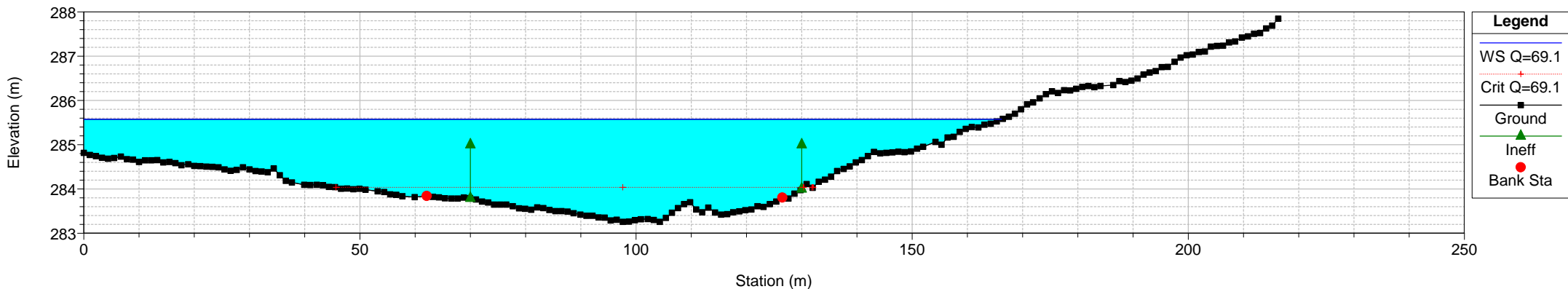
km_122+358 Plan: Post Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 08



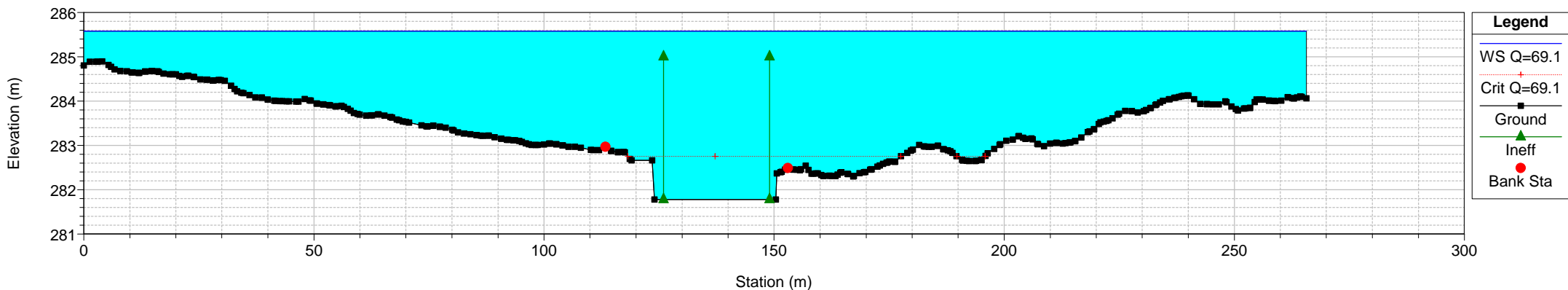
km_122+358 Plan: Post Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 07



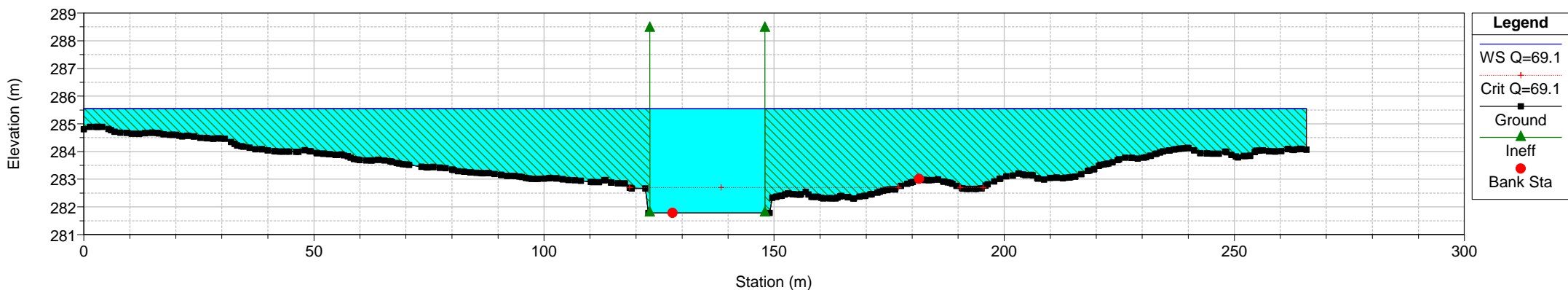
km_122+358 Plan: Post Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 06



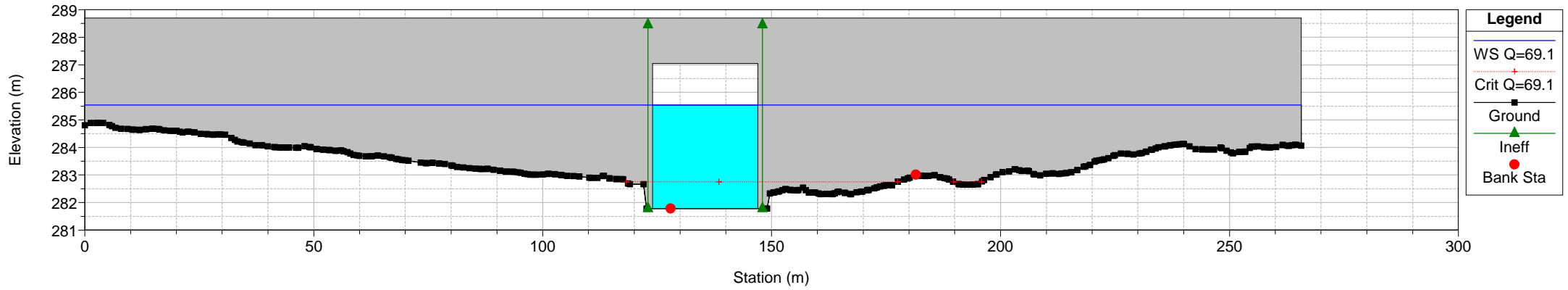
km_122+358 Plan: Post Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 05



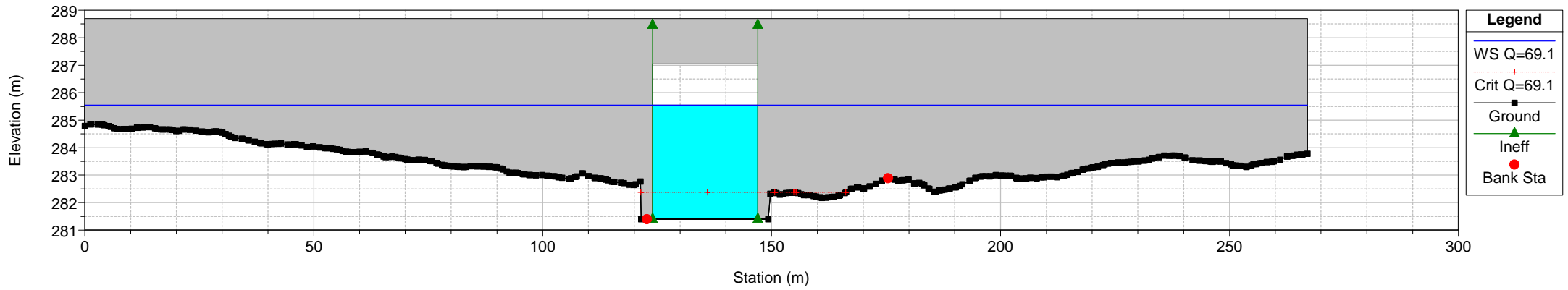
km_122+358 Plan: Post Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 4.95



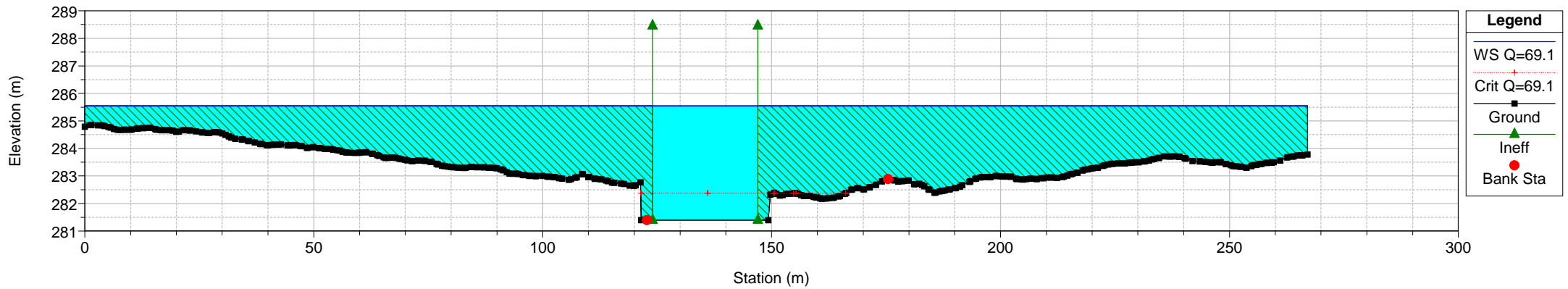
km_122+358 Plan: Post Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 4.8 BR ponte Complanare SS 131 L=23



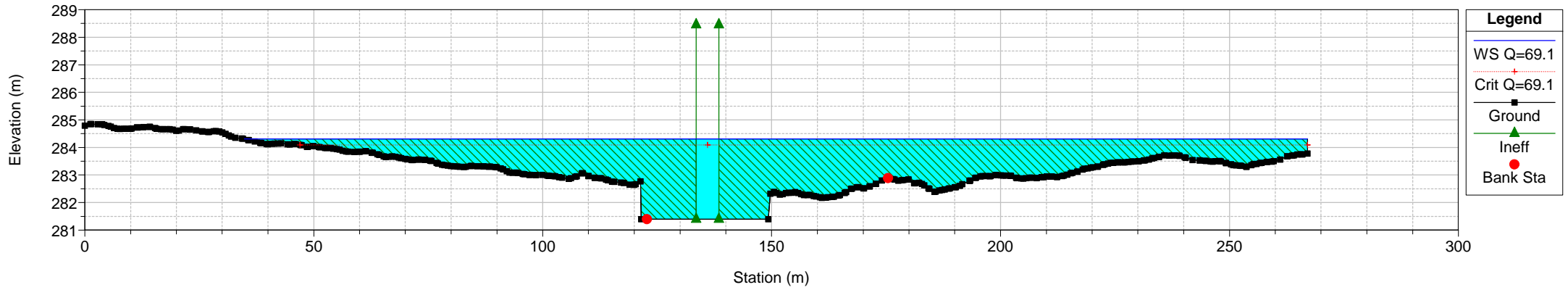
km_122+358 Plan: Post Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 4.8 BR ponte Complanare SS 131 L=23



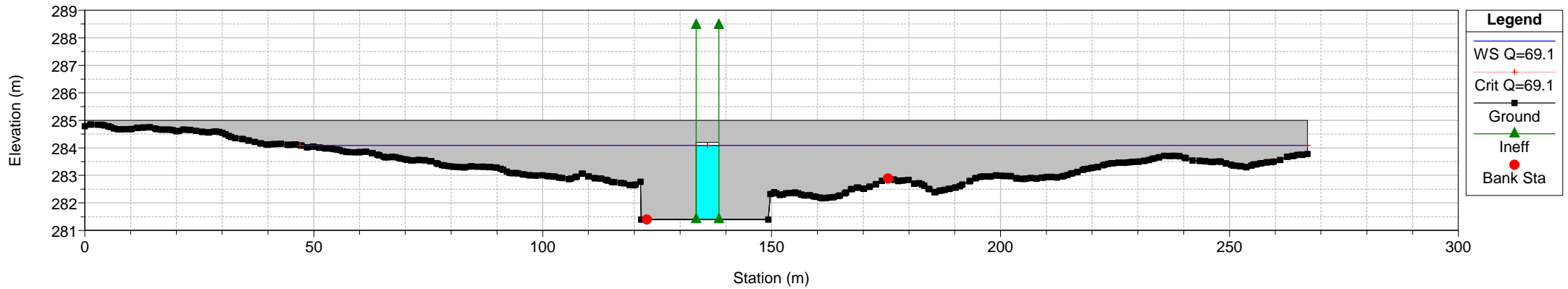
km_122+358 Plan: Post Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 4.7



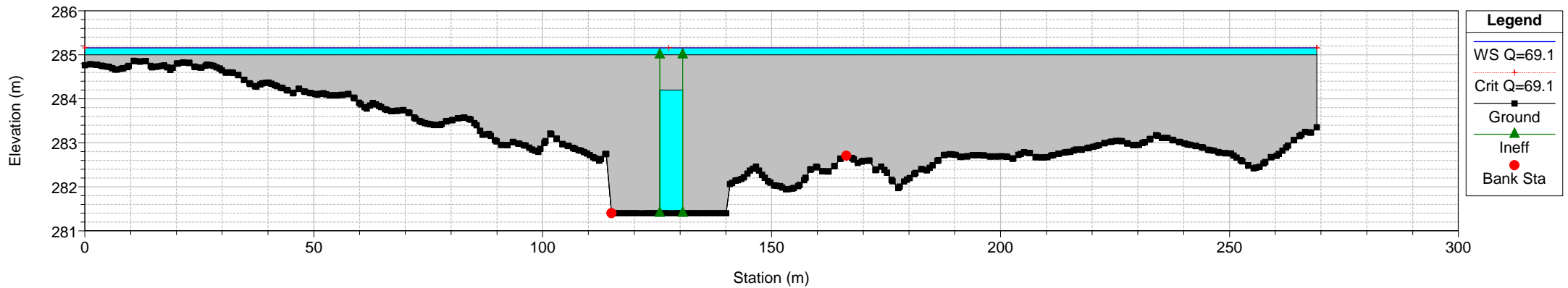
km_122+358 Plan: Post Operam
 River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 4.6



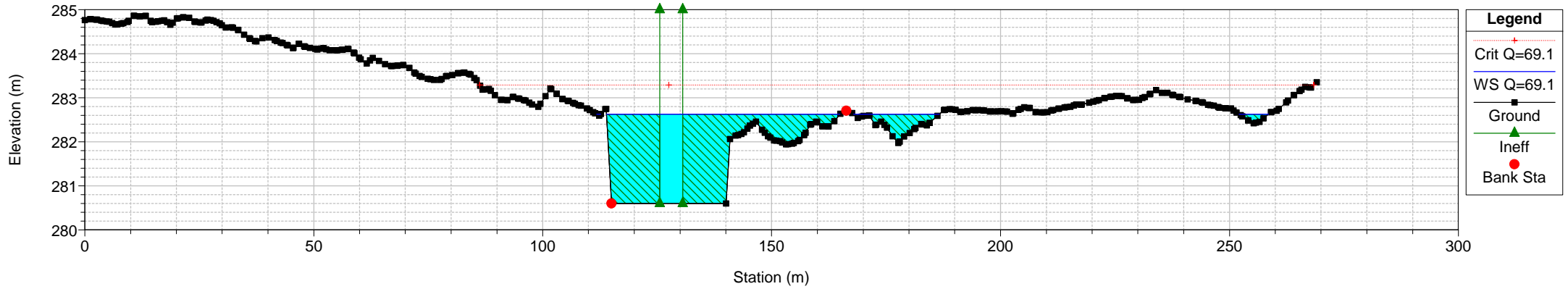
km_122+358 Plan: Post Operam
 River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 4.4 BR ponte SS 131 L=5



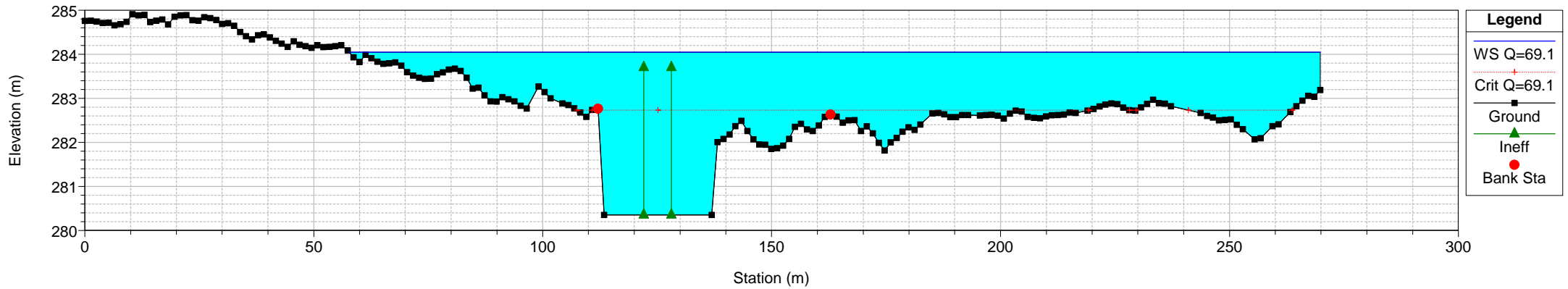
km_122+358 Plan: Post Operam
 River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 4.4 BR ponte SS 131 L=5



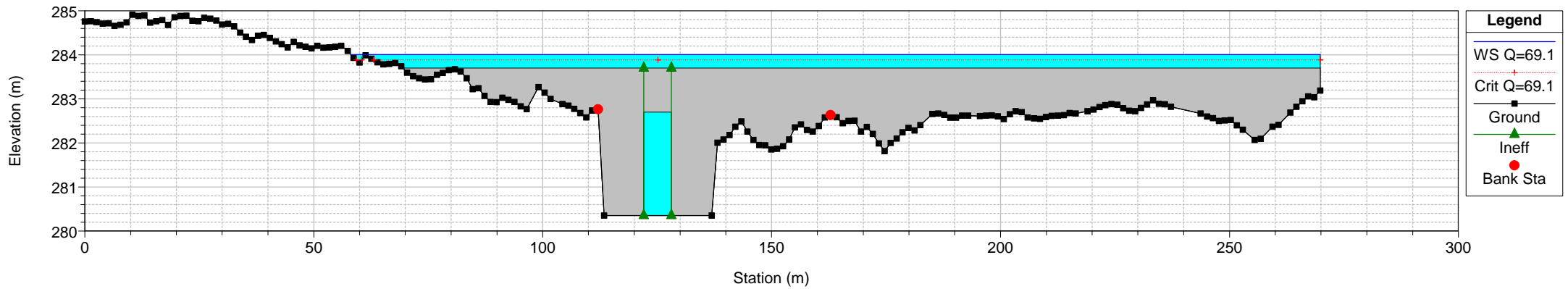
km_122+358 Plan: Post Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 4.2



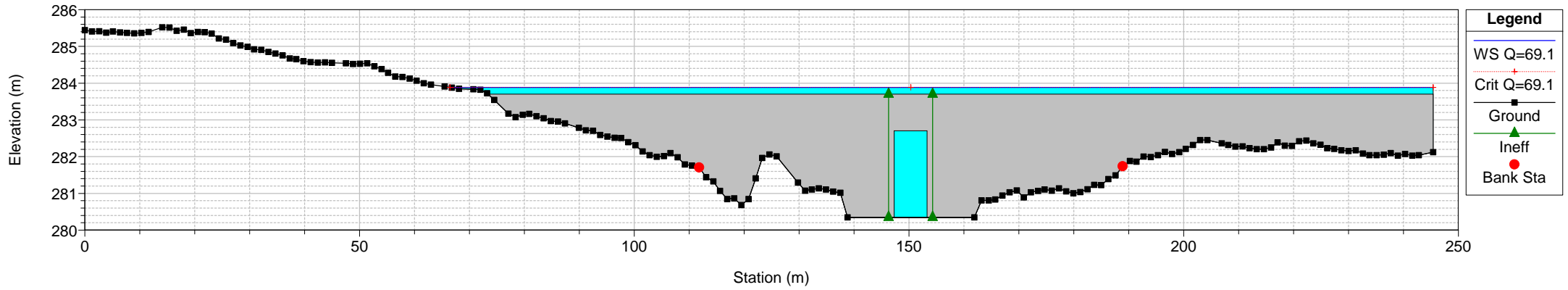
km_122+358 Plan: Post Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 04



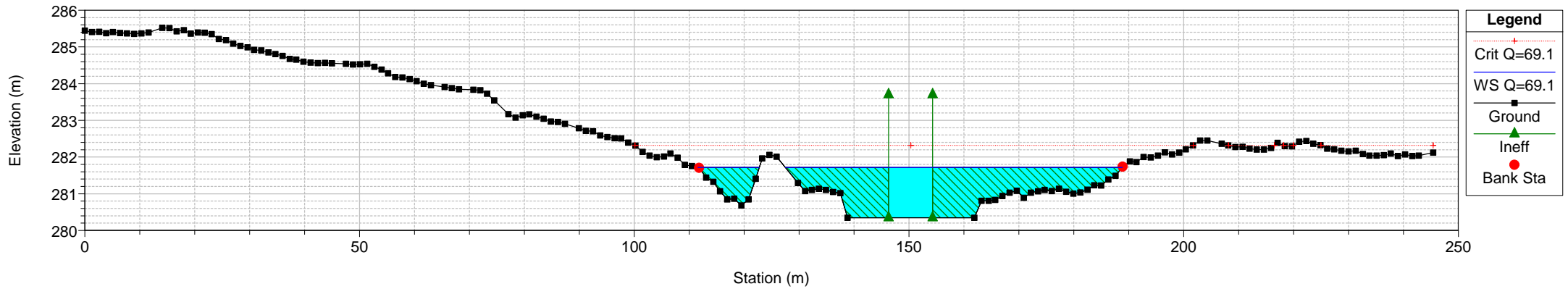
km_122+358 Plan: Post Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 3.5 BR ponte FF.SS. L=6 S=1



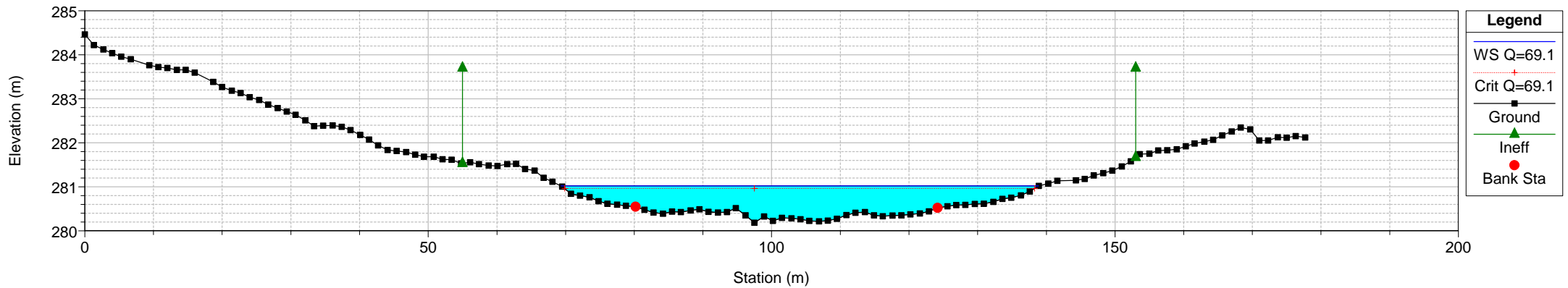
km_122+358 Plan: Post Operam
 River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 3.5 BR ponte FF.SS. L=6 S=1



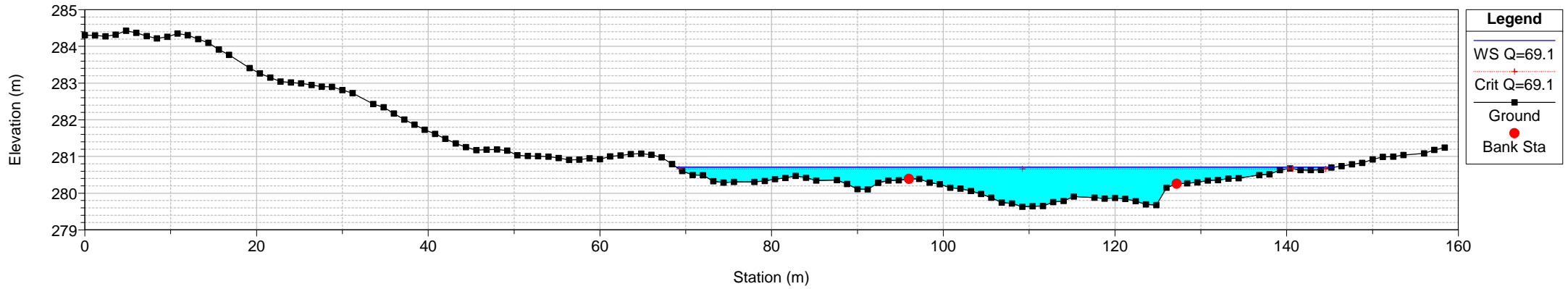
km_122+358 Plan: Post Operam
 River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 03



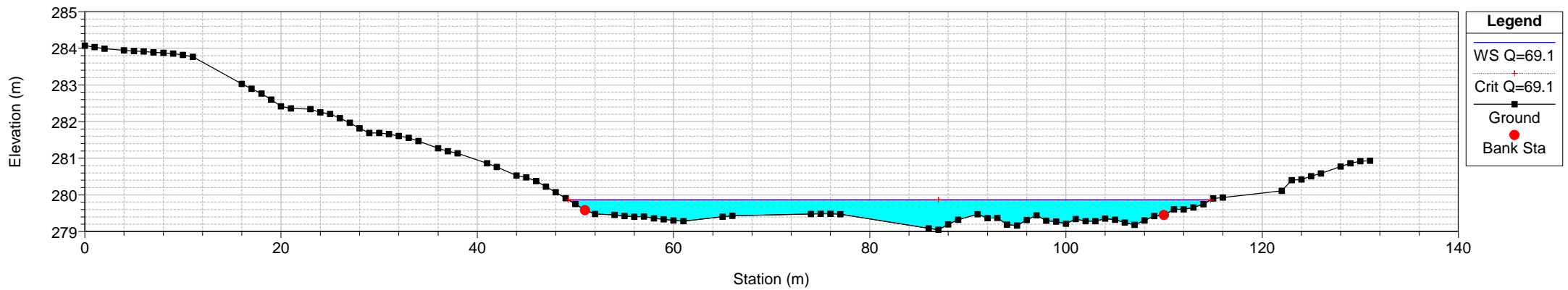
km_122+358 Plan: Post Operam
 River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 02



km_122+358 Plan: Post Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 01



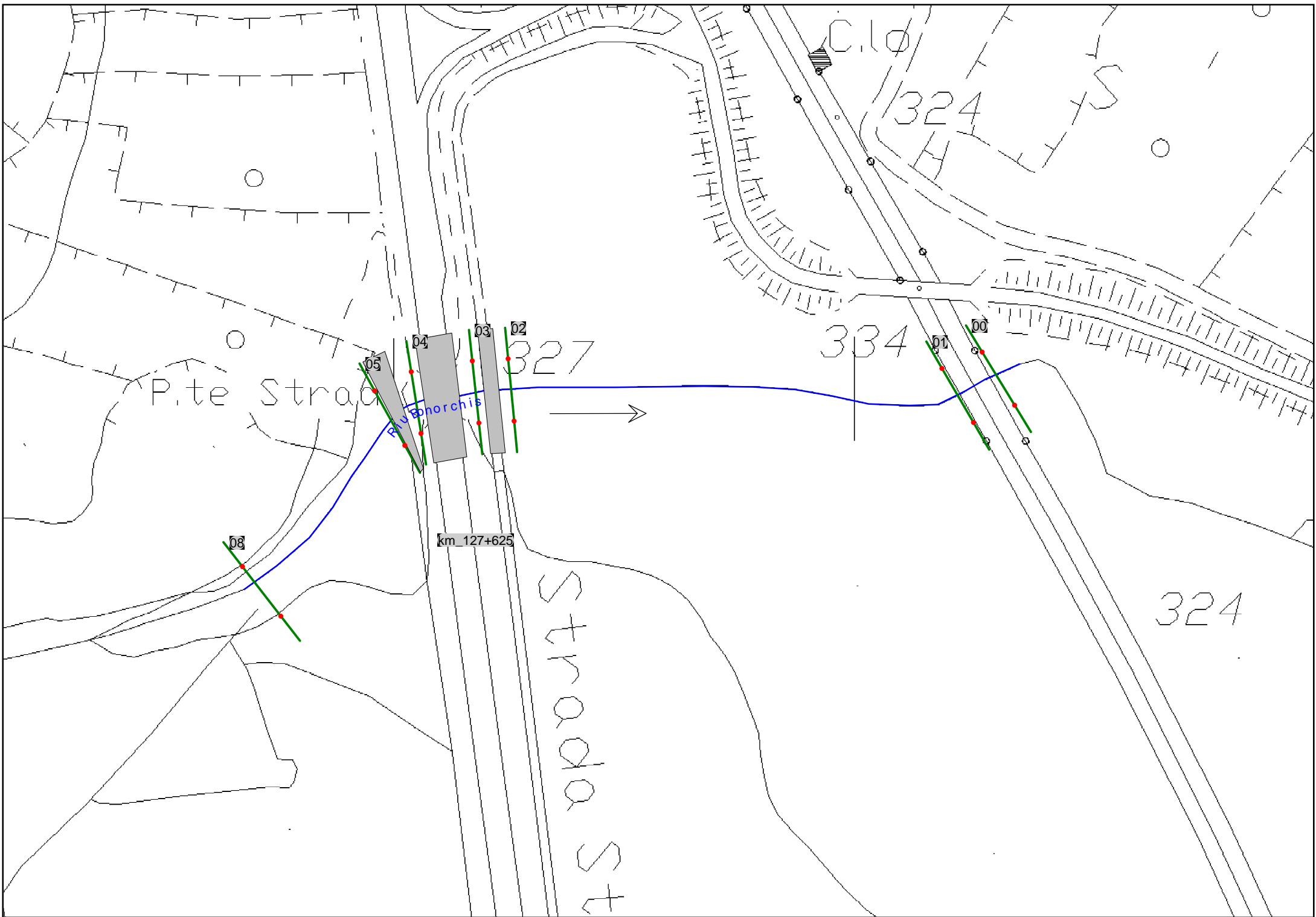
km_122+358 Plan: Post Operam
River = Riu Mannu Reach = km_122+358 RS = 00



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
km_122+358	09	Q=69.1	69.10	284.52	285.58	285.68	286.09	0.016020	3.39	23.29	44.84	1.27
km_122+358	08	Q=69.1	69.10	284.21	285.57	285.09	285.62	0.000980	1.12	72.39	102.45	0.34
km_122+358	07	Q=69.1	69.10	284.21	285.55	285.08	285.60	0.001013	1.13	71.90	104.45	0.34
km_122+358	06	Q=69.1	69.10	283.26	285.58	284.04	285.58	0.000040	0.34	241.52	166.22	0.08
km_122+358	05	Q=69.1	69.10	281.78	285.58	282.75	285.58	0.000004	0.15	600.46	265.69	0.03
km_122+358	4.95	Q=69.1	69.10	281.78	285.55	282.70	285.58	0.000083	0.73	94.23	265.69	0.12
km_122+358	4.8			Bridge								
km_122+358	4.7	Q=69.1	69.10	281.40	285.55	282.37	285.57	0.000071	0.72	95.36	267.03	0.11
km_122+358	4.6	Q=69.1	69.10	281.40	284.31	284.09	285.46	0.004906	4.75	14.53	232.20	0.89
km_122+358	4.4			Bridge								
km_122+358	4.2	Q=69.1	69.10	280.60	282.63	283.29	285.00	0.016314	6.82	10.13	77.03	1.53
km_122+358	04	Q=69.1	69.10	280.35	284.05	282.73	284.05	0.000017	0.26	337.61	212.07	0.05
km_122+358	3.5			Bridge								
km_122+358	03	Q=69.1	69.10	280.35	281.71	282.32	283.76	0.023813	6.33	10.92	72.43	1.73
km_122+358	02	Q=69.1	69.10	280.18	281.02	280.96	281.21	0.006581	2.03	37.05	69.53	0.80
km_122+358	01	Q=69.1	69.10	279.63	280.71	280.66	280.91	0.005631	2.14	38.69	76.69	0.77
km_122+358	00	Q=69.1	69.10	279.05	279.86	279.86	280.11	0.010891	2.23	31.59	65.45	0.99

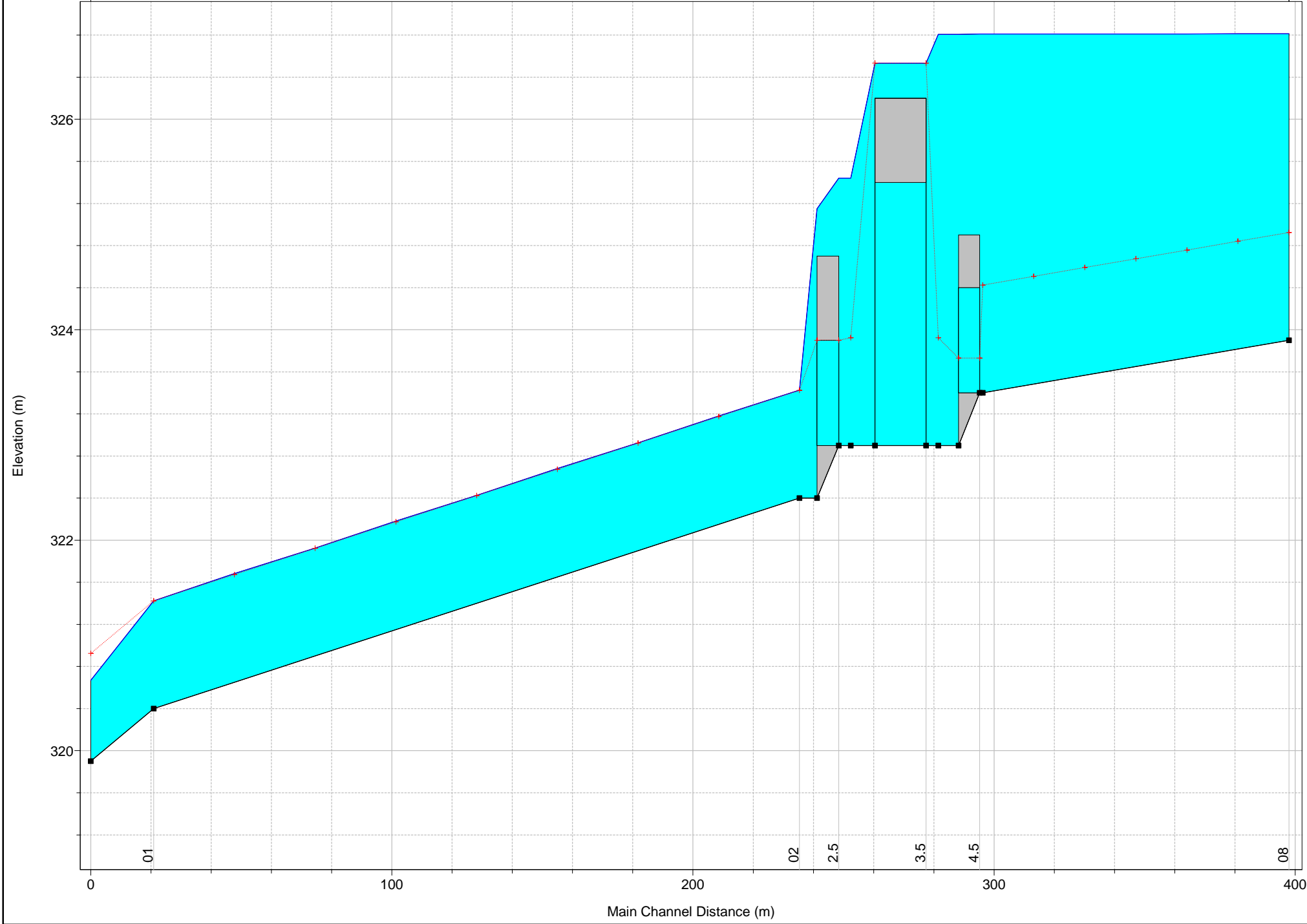
INTERFERENZA A PROGR. Km 127+625

ANTE OPERAM



km_127+625 Plan: Ante Operam

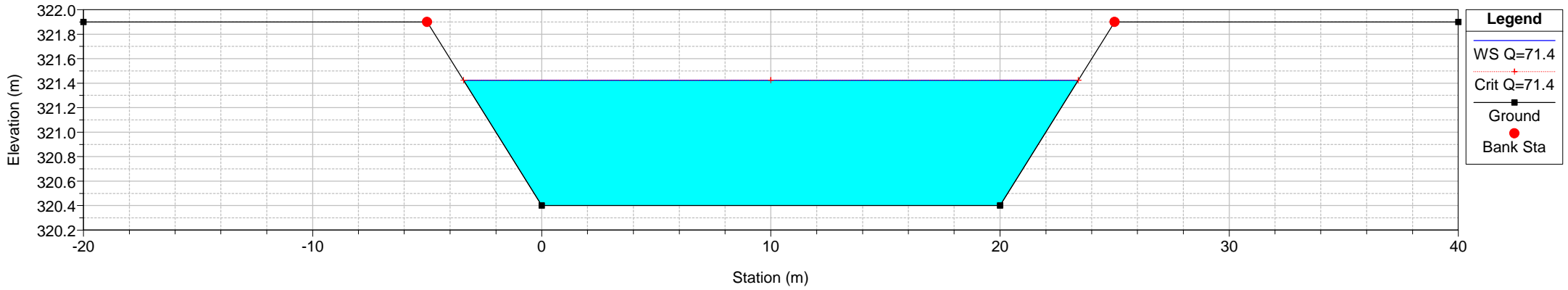
Riu Bonorchis km_127+625



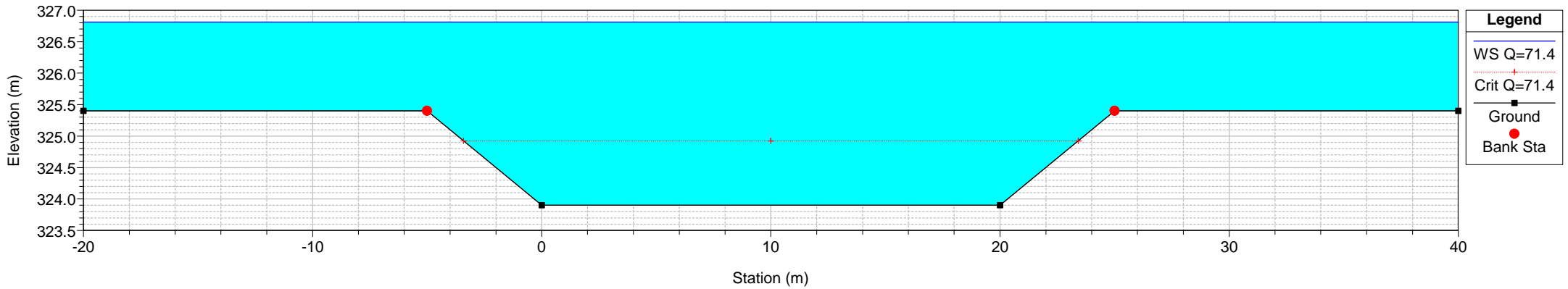
Legend

- Crit Q=71.4
- WS Q=71.4
- Ground

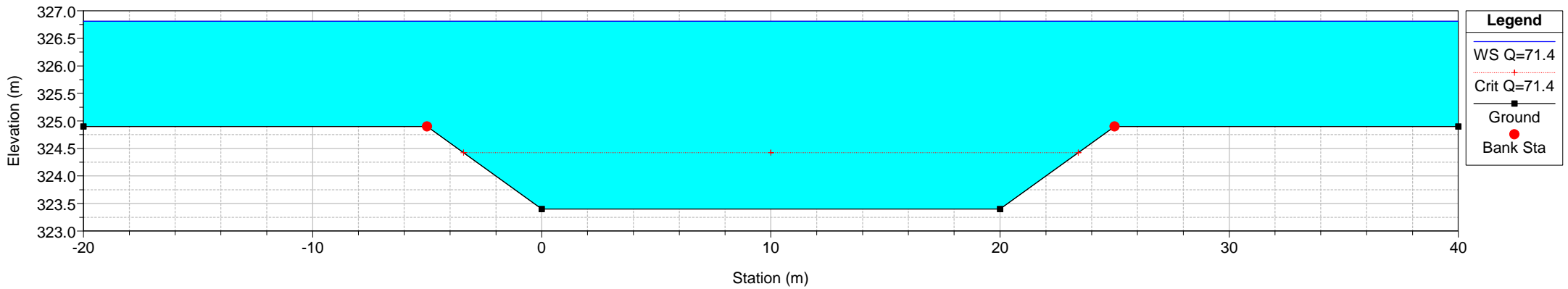
km_127+625 Plan: Ante Operam
River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 01



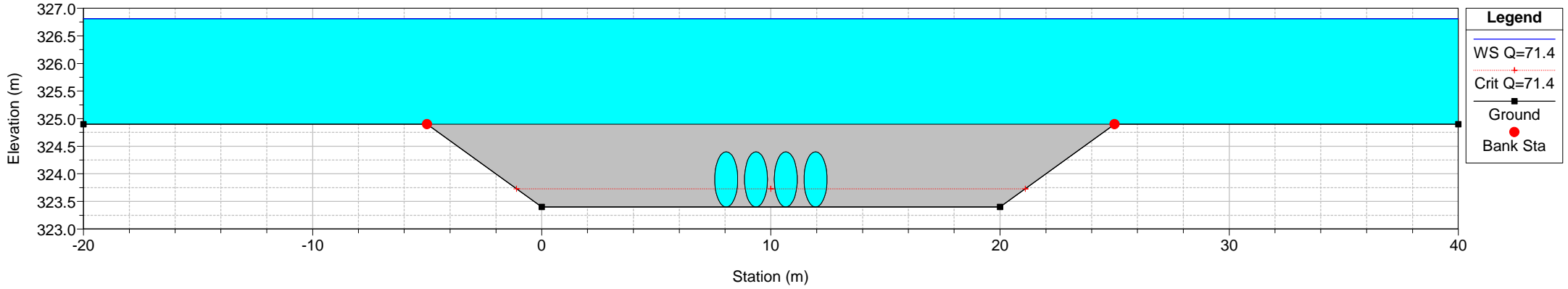
km_127+625 Plan: Ante Operam
River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 08



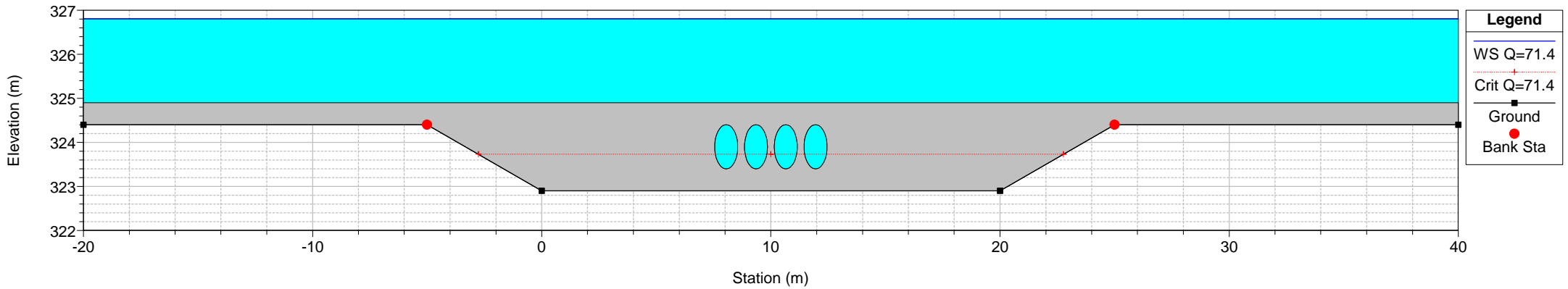
km_127+625 Plan: Ante Operam
River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 05



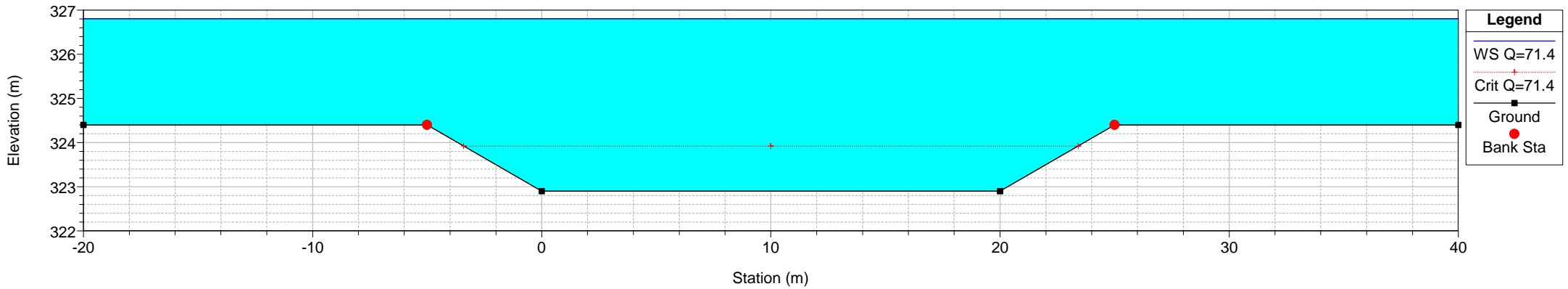
km_127+625 Plan: Ante Operam
River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 4.5 Culv



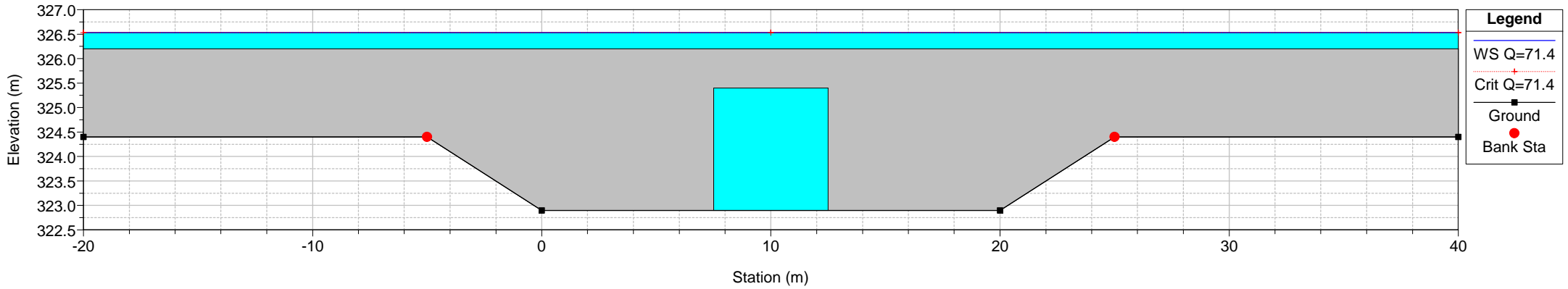
km_127+625 Plan: Ante Operam
River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 4.5 Culv



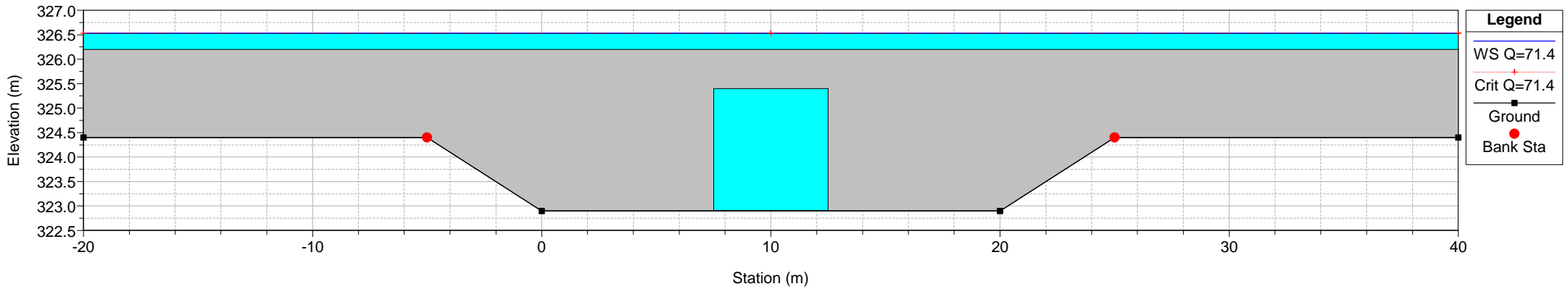
km_127+625 Plan: Ante Operam
River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 04



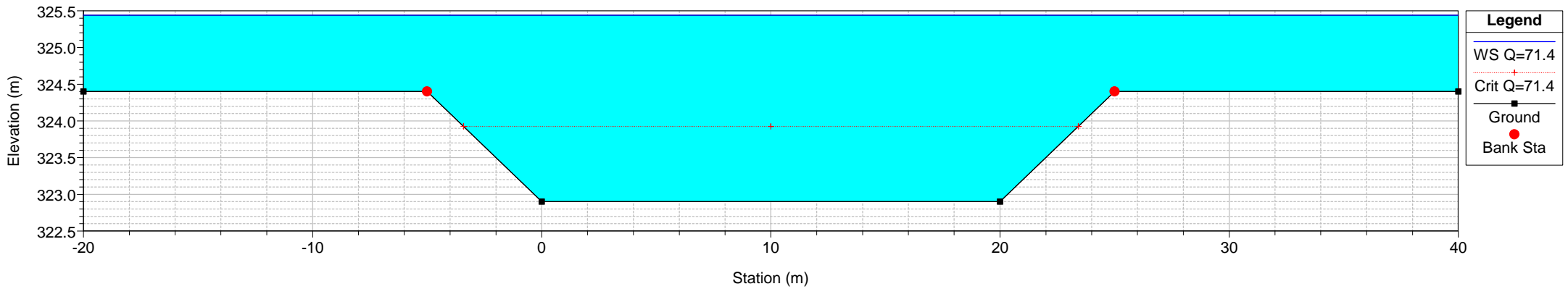
km_127+625 Plan: Ante Operam
River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 3.5 BR



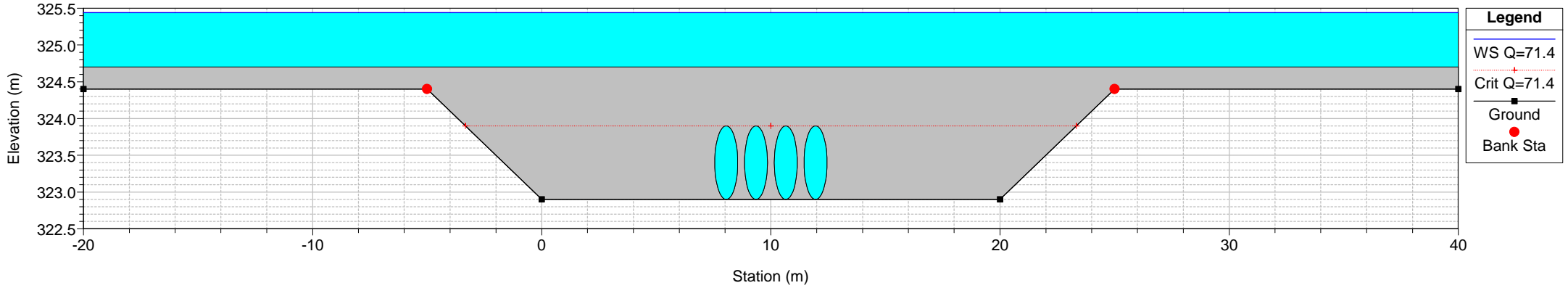
km_127+625 Plan: Ante Operam
River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 3.5 BR



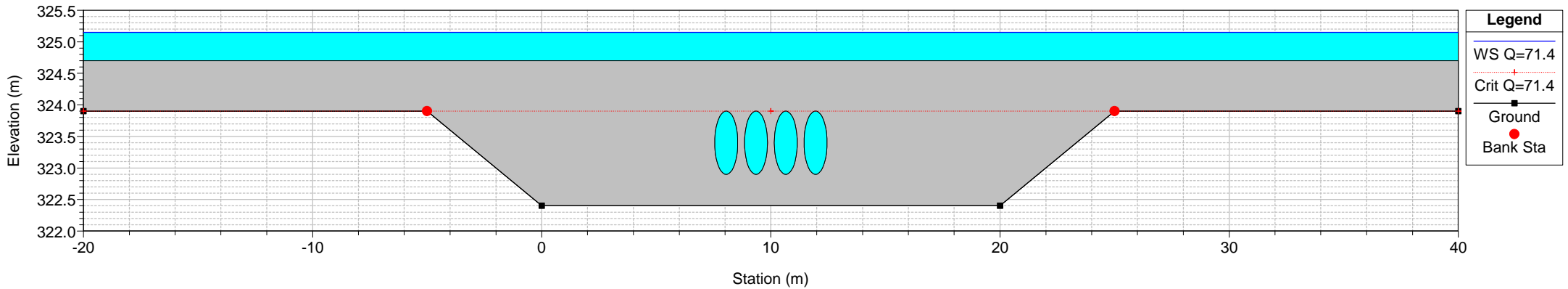
km_127+625 Plan: Ante Operam
River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 03



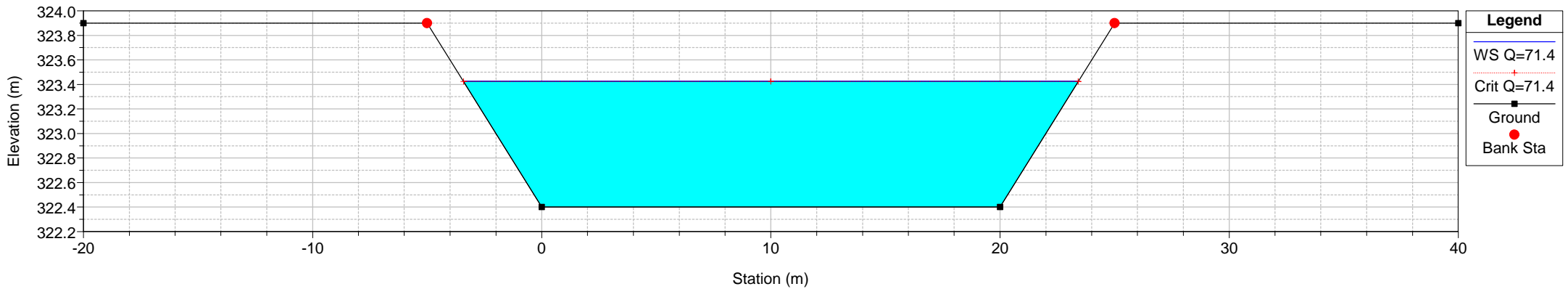
km_127+625 Plan: Ante Operam
River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 2.5 Culv



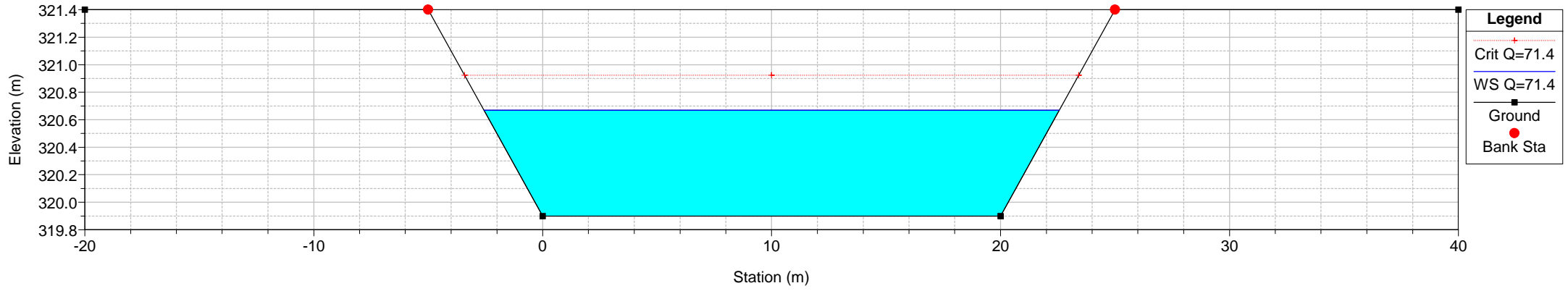
km_127+625 Plan: Ante Operam
River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 2.5 Culv



km_127+625 Plan: Ante Operam
River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 02

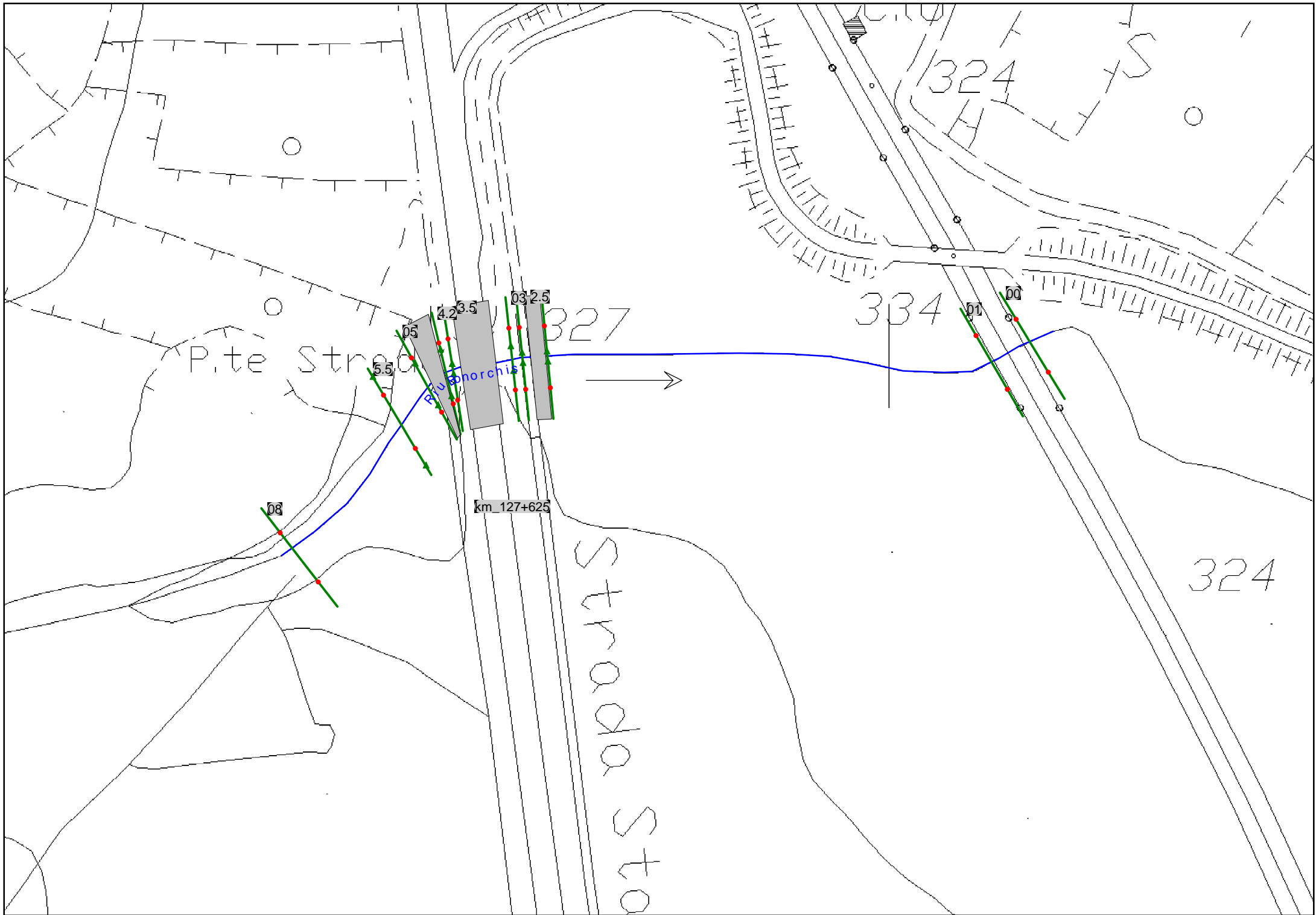


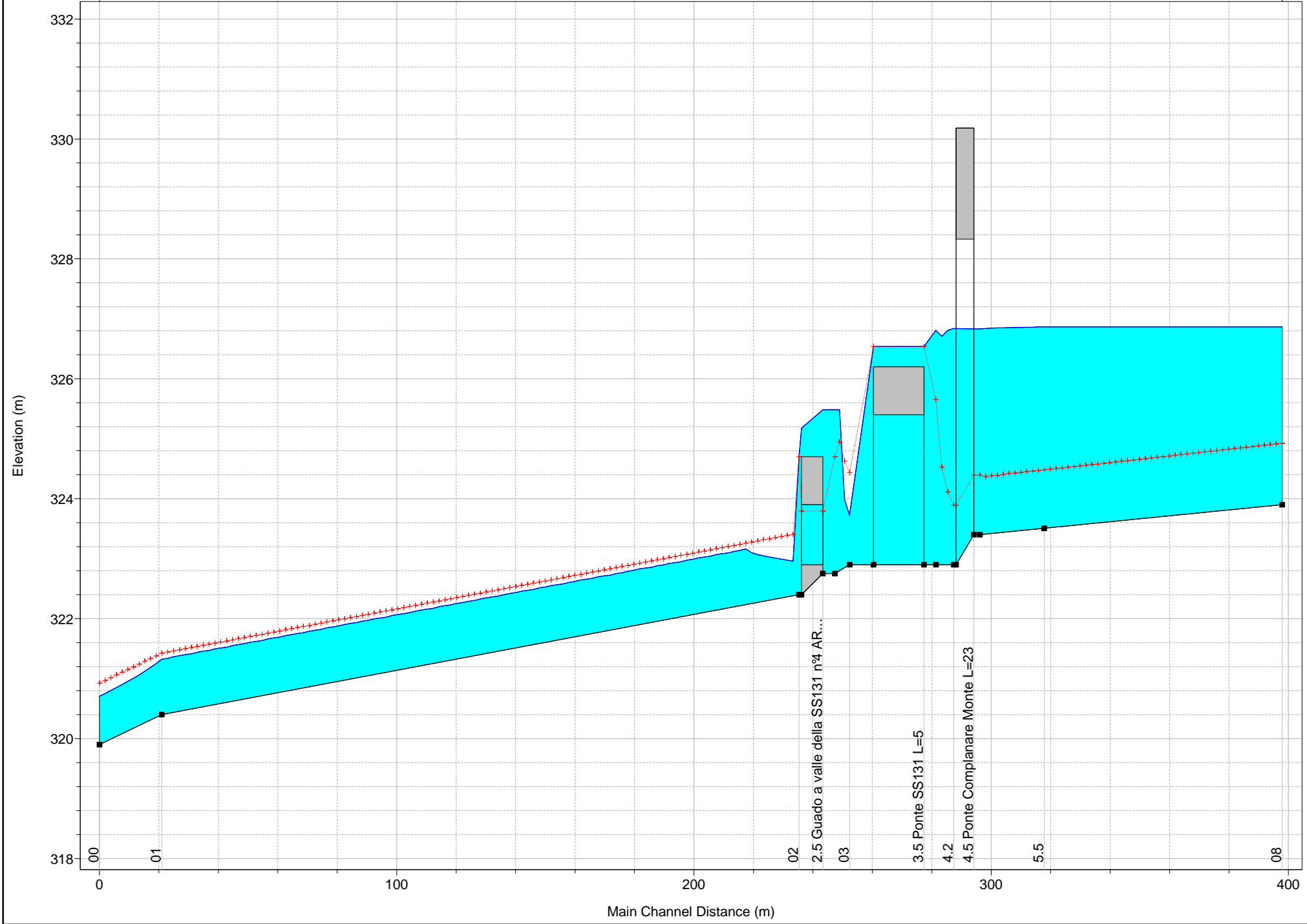
km_127+625 Plan: Ante Operam
River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 00



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
km_127+625	08	Q=71.4	71.40	323.90	326.81	324.92	326.83	0.000112	0.67	122.28	60.00	0.13
km_127+625	05	Q=71.4	71.40	323.40	326.81	324.42	326.82	0.000057	0.54	152.08	60.00	0.10
km_127+625	4.5		Culvert									
km_127+625	04	Q=71.4	71.40	322.90	326.81	323.92	326.82	0.000033	0.45	181.92	60.00	0.07
km_127+625	3.5		Bridge									
km_127+625	03	Q=71.4	71.40	322.90	325.44	323.92	325.47	0.000207	0.82	99.98	60.00	0.17
km_127+625	2.5		Culvert									
km_127+625	02	Q=71.4	71.40	322.40	323.43	323.42	323.88	0.009347	2.97	24.03	26.84	1.00
km_127+625	01	Q=71.4	71.40	320.40	321.42	321.42	321.88	0.009419	2.98	23.97	26.83	1.01
km_127+625	00	Q=71.4	71.40	319.90	320.67	320.92	321.53	0.025205	4.11	17.37	25.13	1.58

POST OPERAM

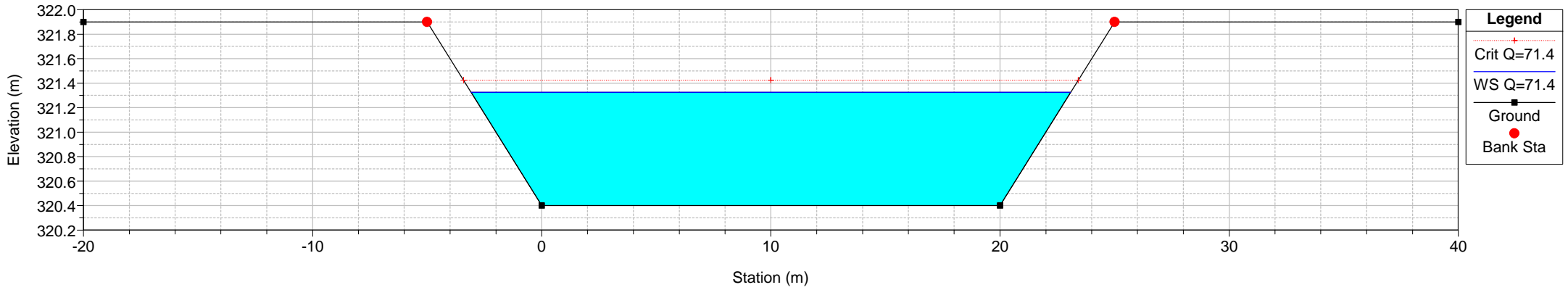




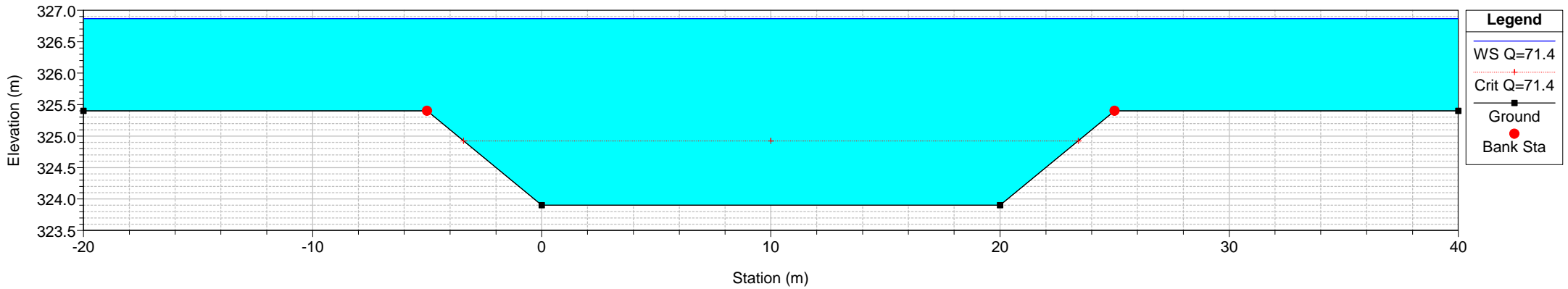
Legend

- Crit Q=71.4
- WS Q=71.4
- Ground

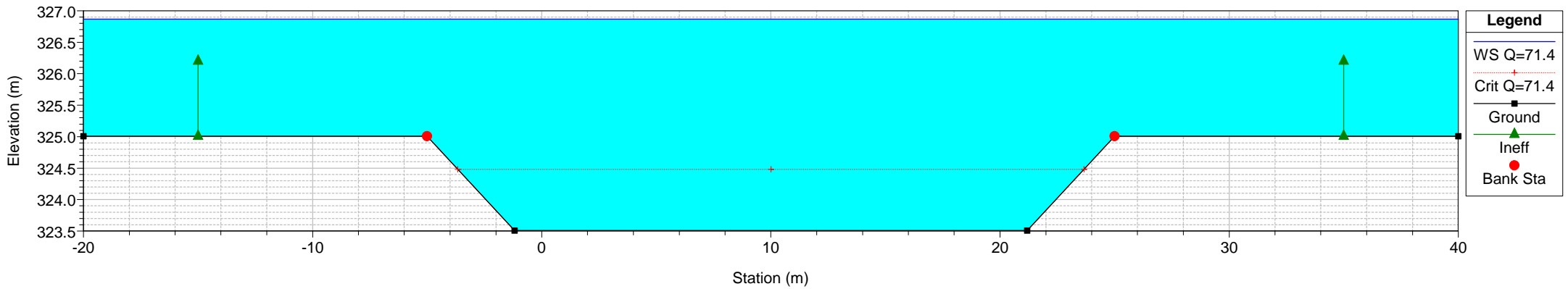
km_127+625 Plan: Post Operam
River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 01



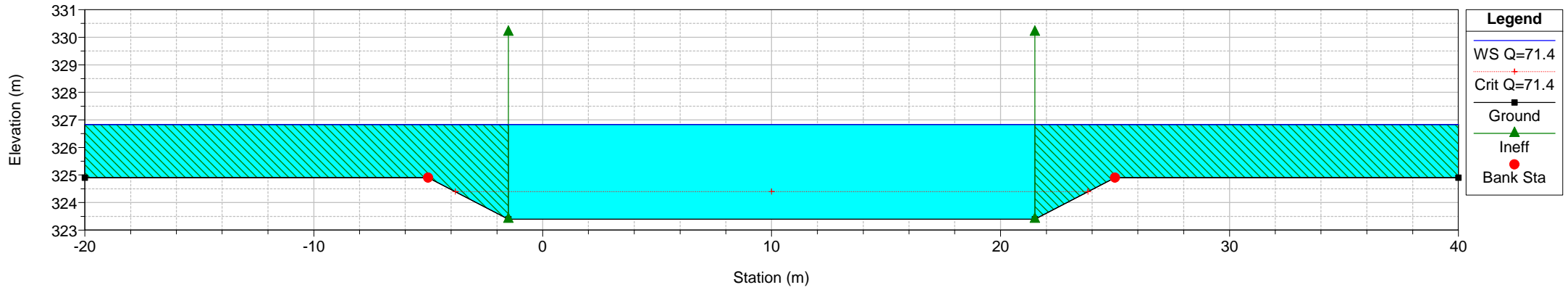
km_127+625 Plan: Post Operam
River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 08



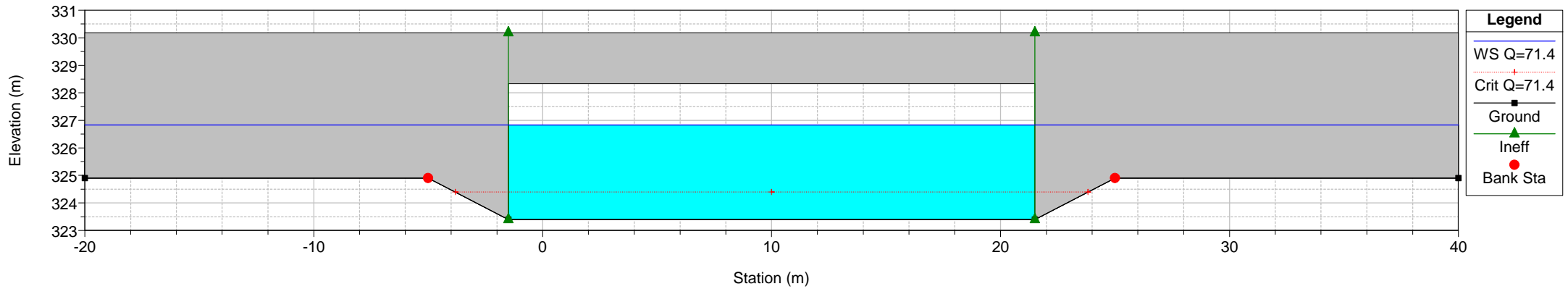
km_127+625 Plan: Post Operam
River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 5.5



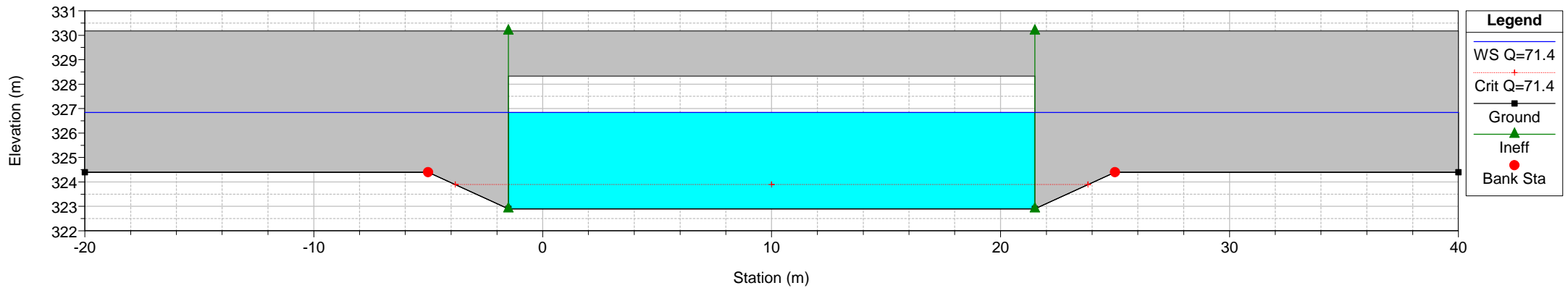
km_127+625 Plan: Post Operam
River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 05



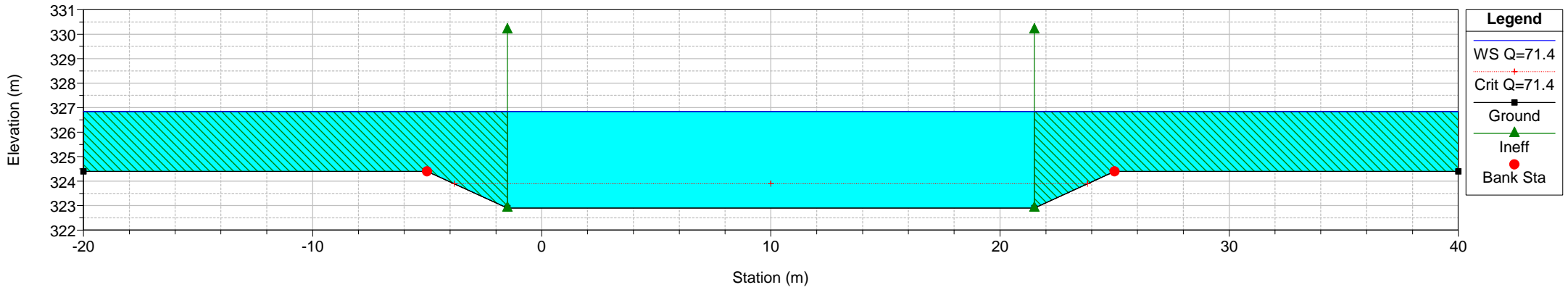
km_127+625 Plan: Post Operam
River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 4.5 BR Ponte Complanare Monte L=23



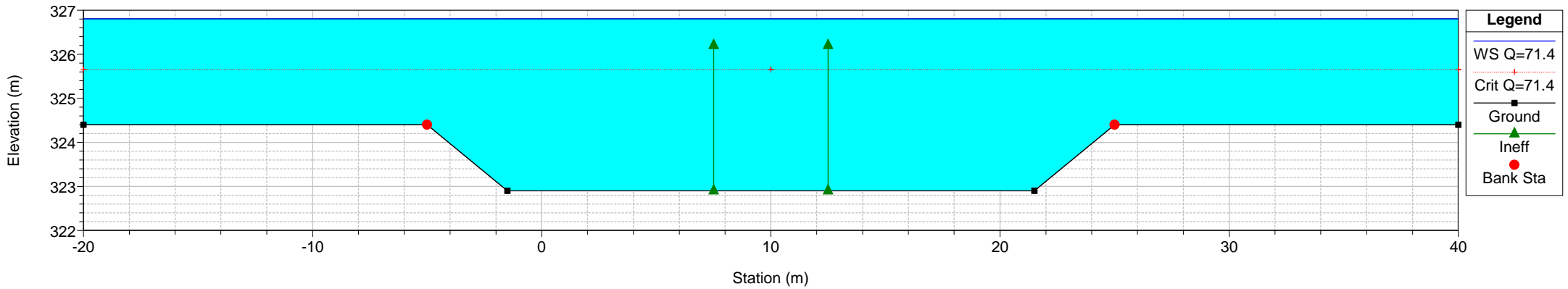
km_127+625 Plan: Post Operam
River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 4.5 BR Ponte Complanare Monte L=23



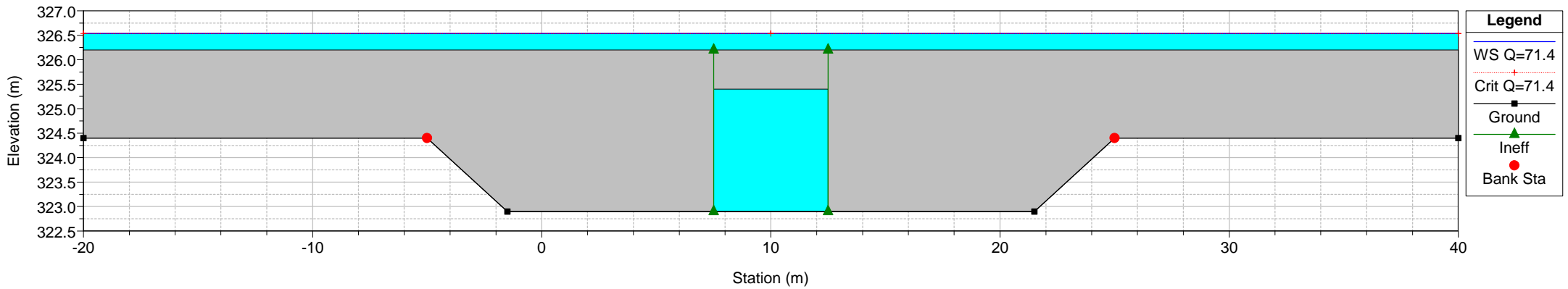
km_127+625 Plan: Post Operam
 River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 4.2



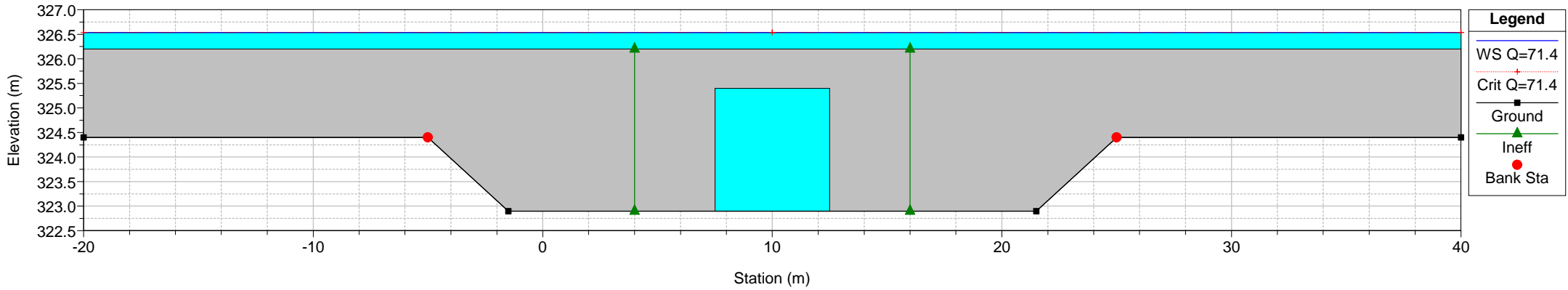
km_127+625 Plan: Post Operam
 River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 04



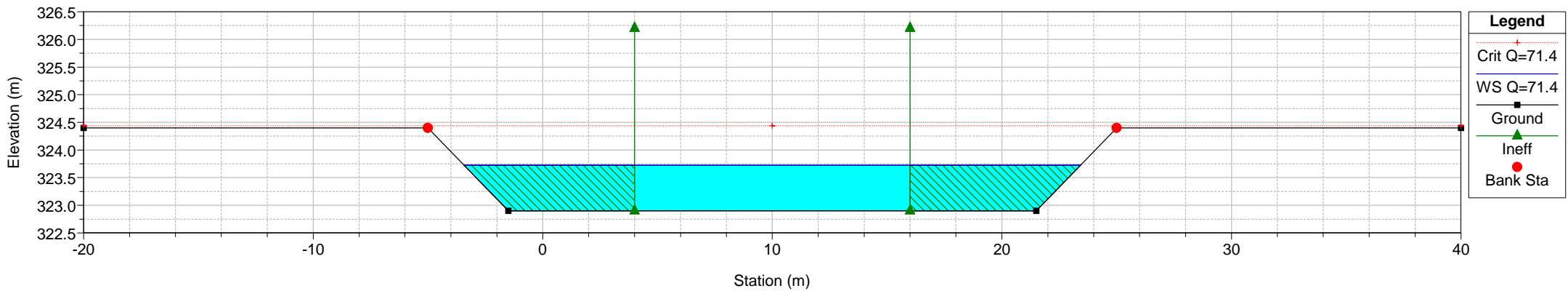
km_127+625 Plan: Post Operam
 River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 3.5 BR Ponte SS131 L=5



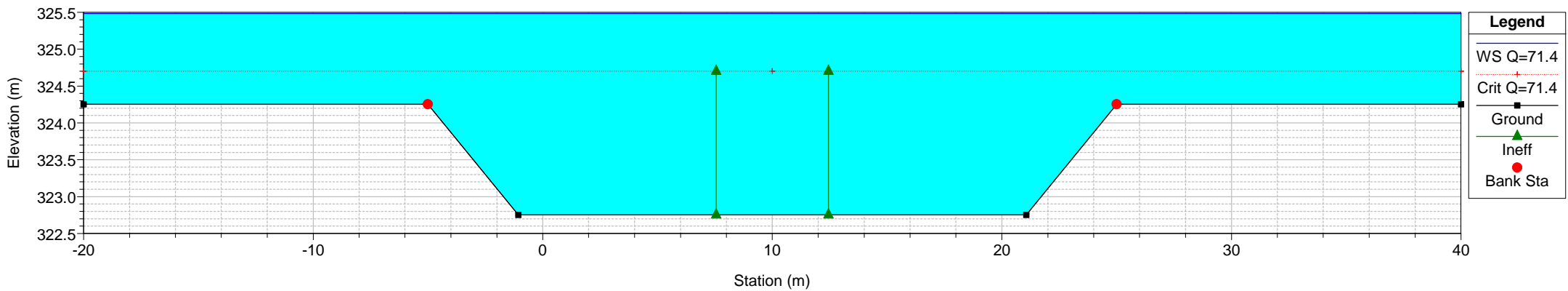
km_127+625 Plan: Post Operam
 River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 3.5 BR Ponte SS131 L=5



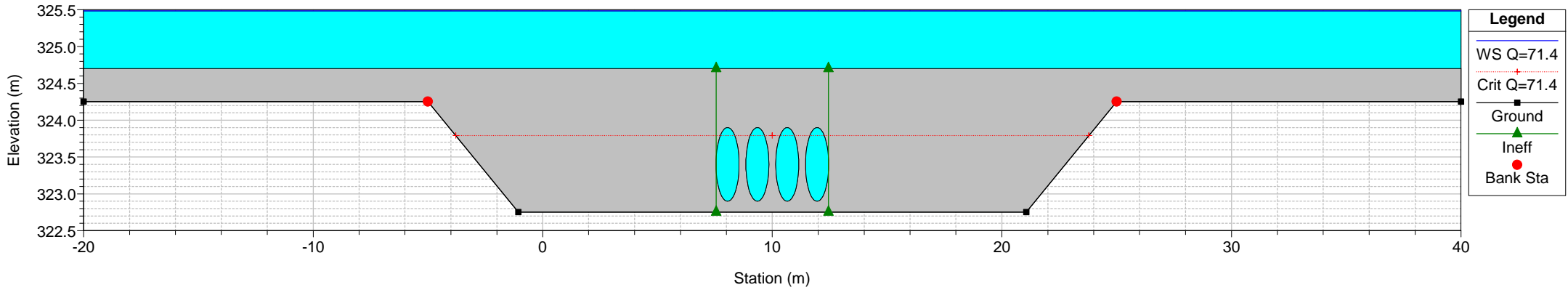
km_127+625 Plan: Post Operam
 River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 03



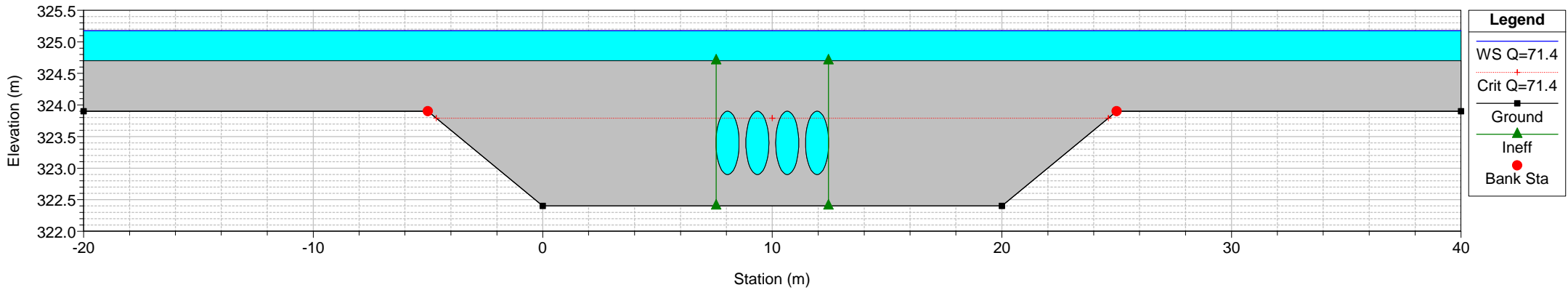
km_127+625 Plan: Post Operam
 River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 2.7



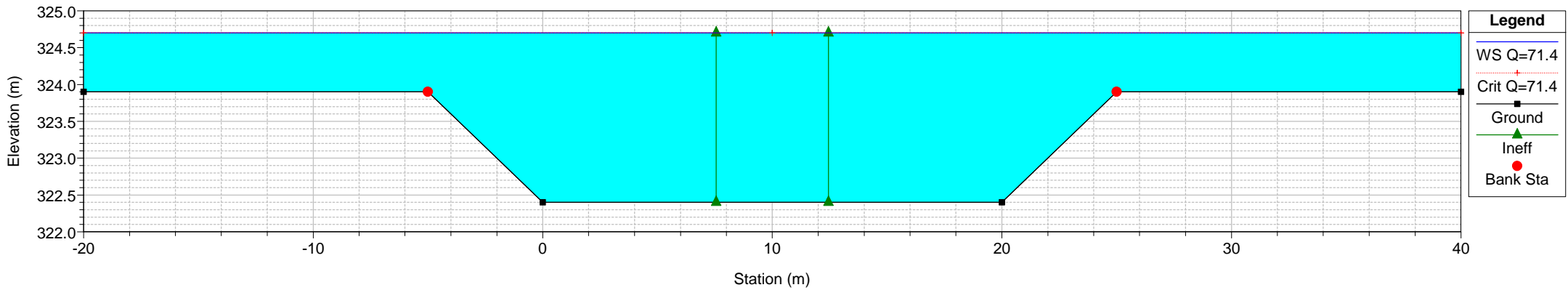
km_127+625 Plan: Post Operam
 River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 2.5 Culv Guado a valle della SS131 n° AR MCO D=1



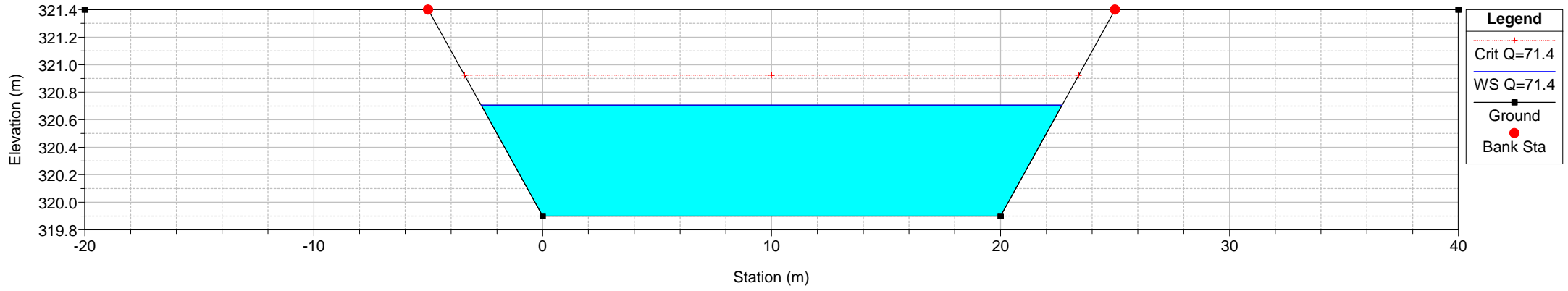
km_127+625 Plan: Post Operam
 River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 2.5 Culv Guado a valle della SS131 n° AR MCO D=1



km_127+625 Plan: Post Operam
 River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 02



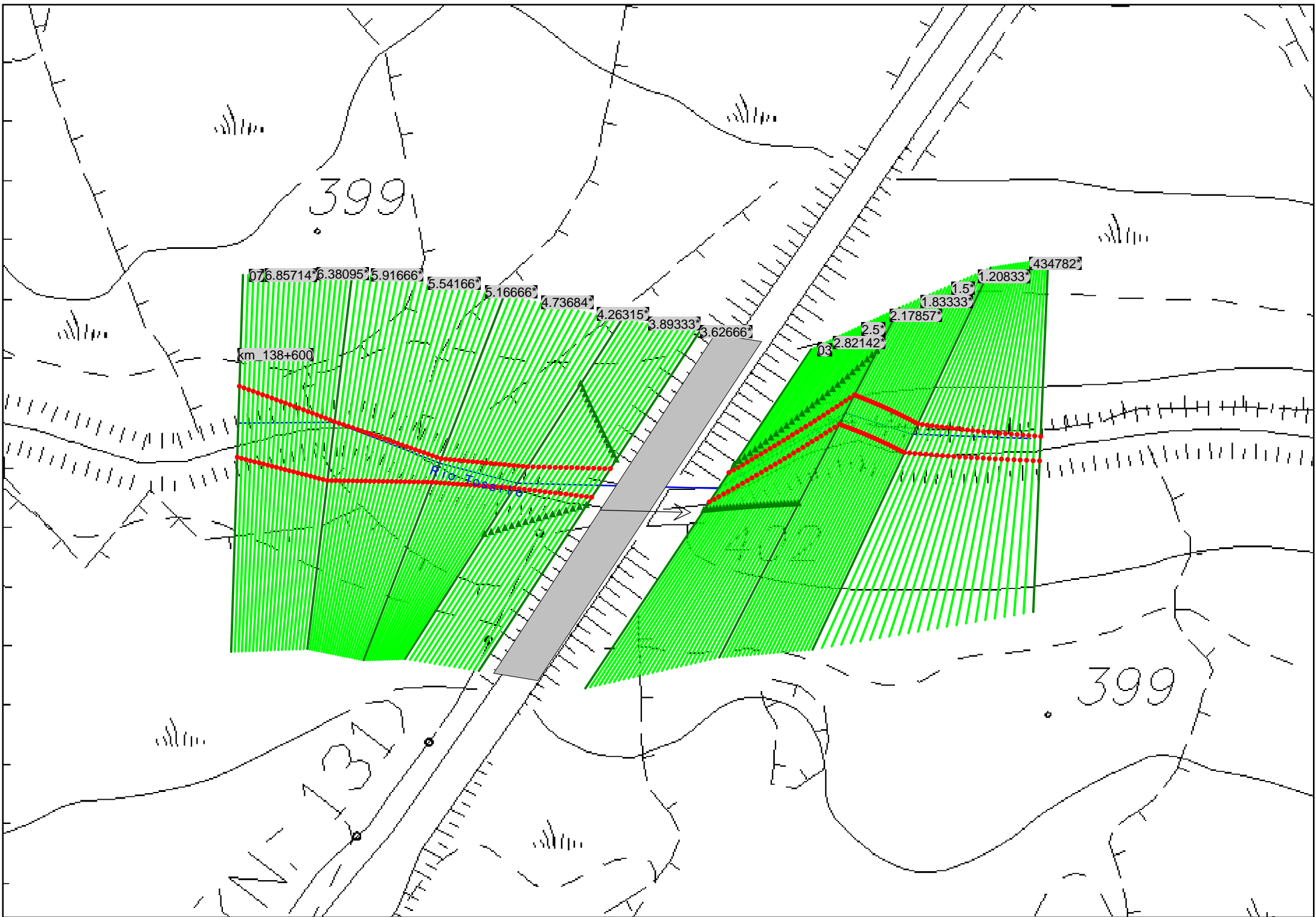
km_127+625 Plan: Post Operam
River = Riu Bonorchis Reach = km_127+625 RS = 00



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
km_127+625	08	Q=71.4	71.40	323.90	326.87	324.92	326.89	0.000103	0.65	125.58	60.00	0.13
km_127+625	5.5	Q=71.4	71.40	323.51	326.87	324.48	326.88	0.000058	0.54	150.79	60.00	0.10
km_127+625	05	Q=71.4	71.40	323.40	326.83	324.39	326.87	0.000142	0.90	78.93	60.00	0.16
km_127+625	4.5			Bridge								
km_127+625	4.2	Q=71.4	71.40	322.90	326.84	323.89	326.87	0.000090	0.79	90.57	60.00	0.13
km_127+625	04	Q=71.4	71.40	322.90	326.81	325.65	326.82	0.000031	0.44	184.16	60.00	0.07
km_127+625	3.5			Bridge								
km_127+625	03	Q=71.4	71.40	322.90	323.73	324.44	326.36	0.059934	7.19	9.93	26.86	2.52
km_127+625	2.7	Q=71.4	71.40	322.75	325.48	324.70	325.51	0.000142	0.73	112.95	60.00	0.15
km_127+625	2.5			Culvert								
km_127+625	02	Q=71.4	71.40	322.40	324.70	324.70	324.74	0.000328	0.96	85.51	60.00	0.22
km_127+625	01	Q=71.4	71.40	320.40	321.32	321.42	321.89	0.013393	3.34	21.35	26.17	1.18
km_127+625	00	Q=71.4	71.40	319.90	320.71	320.92	321.48	0.021549	3.91	18.27	25.37	1.47

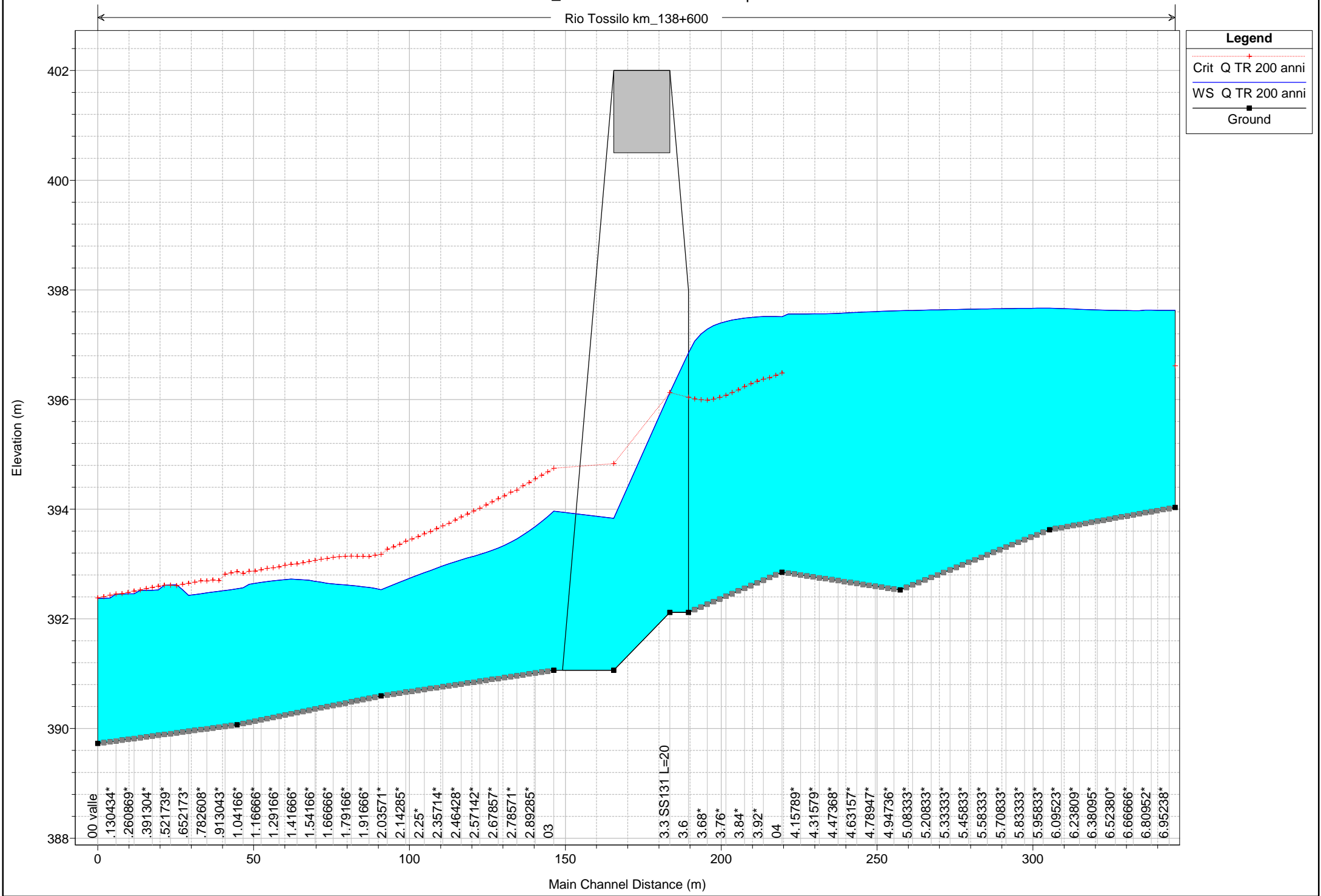
INTERFERENZA A PROGR. Km 138+600

ANTE OPERAM



km_138+600 Plan: Ante Operam

Rio Tossilo km_138+600



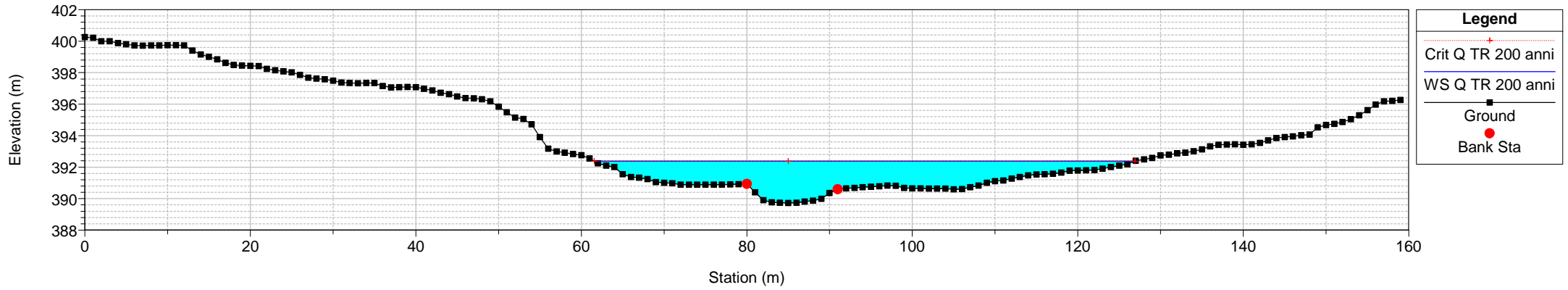
Legend

- Crit Q TR 200 anni
- WS Q TR 200 anni
- Ground

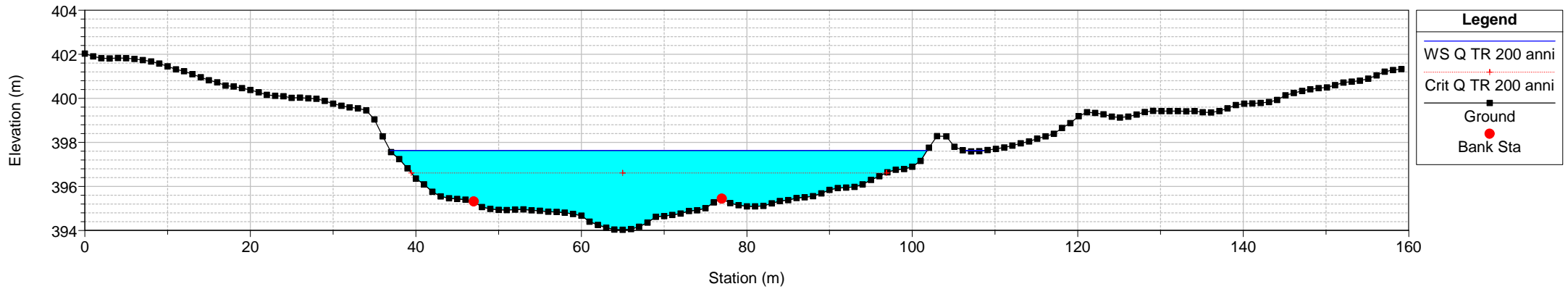
Main Channel Distance (m)

Elevation (m)

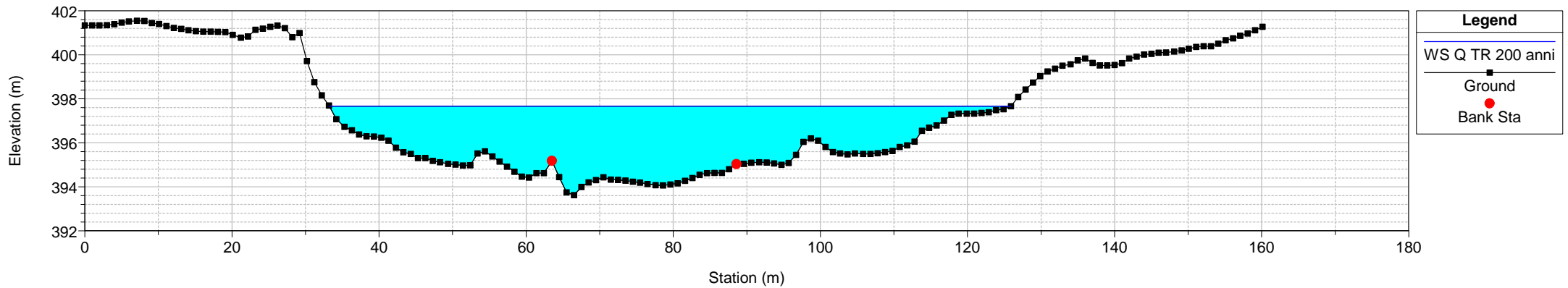
km_138+600 Plan: Ante Operam
River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 00 valle



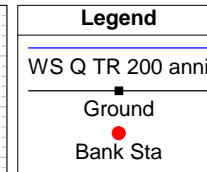
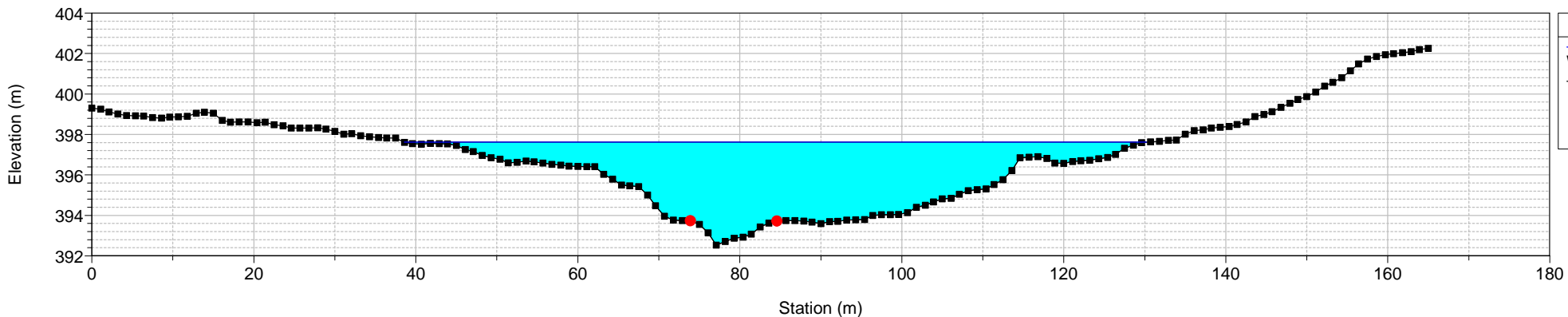
km_138+600 Plan: Ante Operam
River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 07 monte



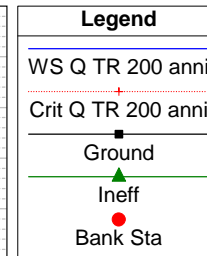
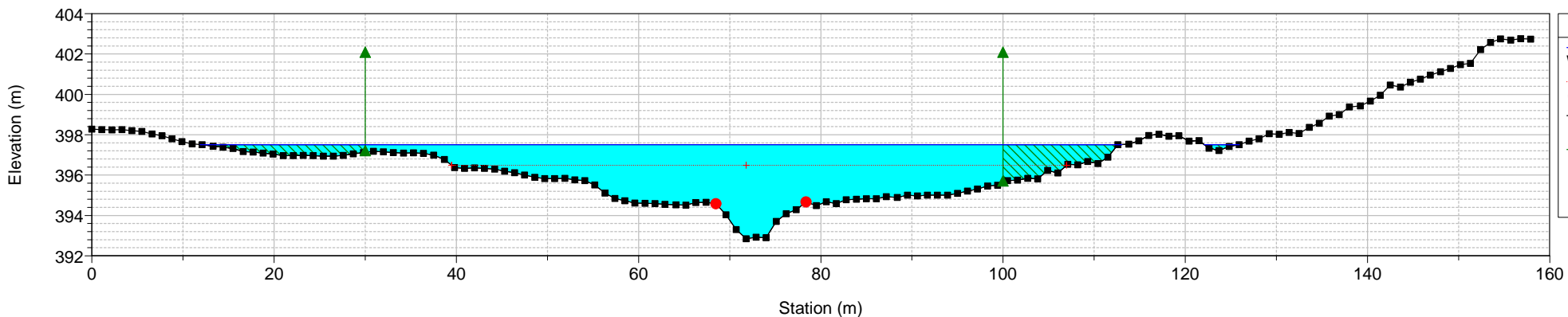
km_138+600 Plan: Ante Operam
River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 06



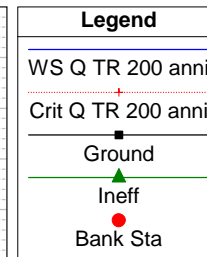
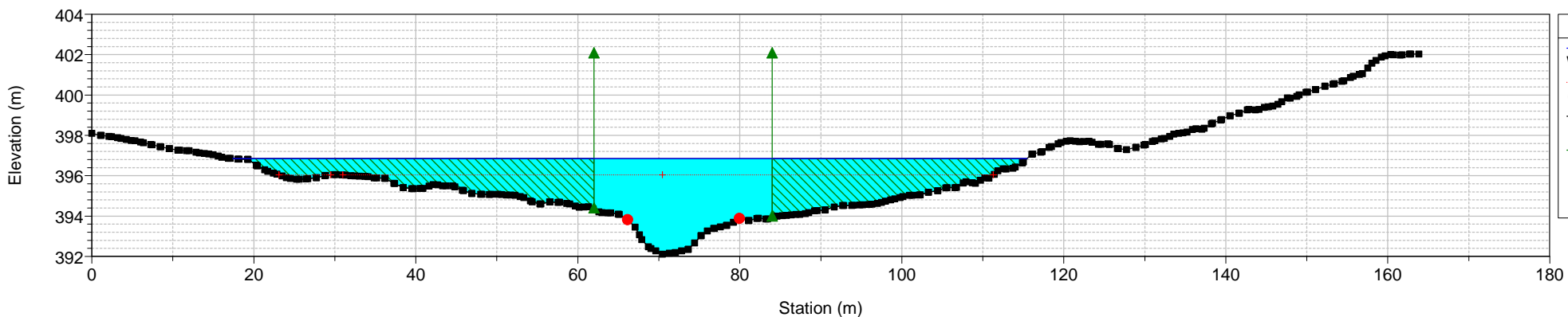
km_138+600 Plan: Ante Operam
River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 05



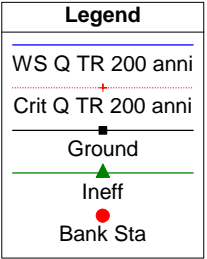
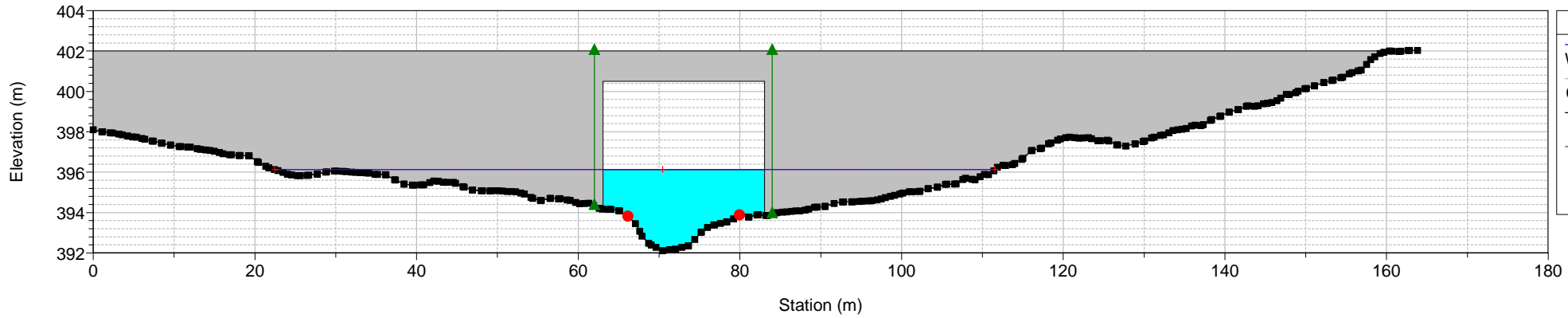
km_138+600 Plan: Ante Operam
River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 04



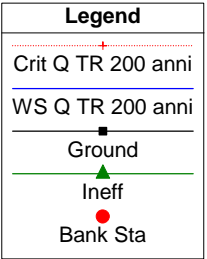
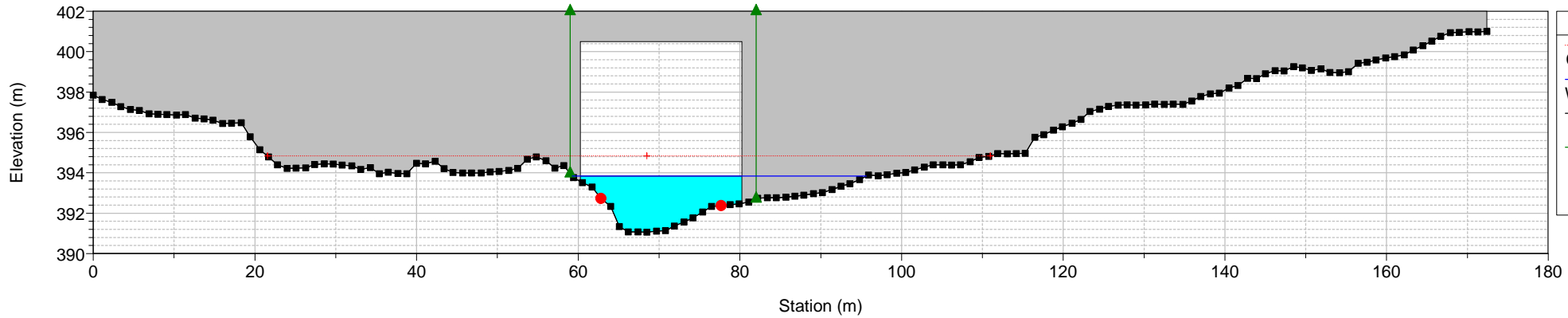
km_138+600 Plan: Ante Operam
River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 3.6



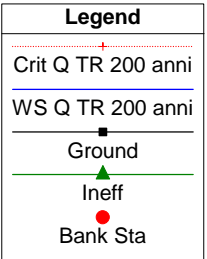
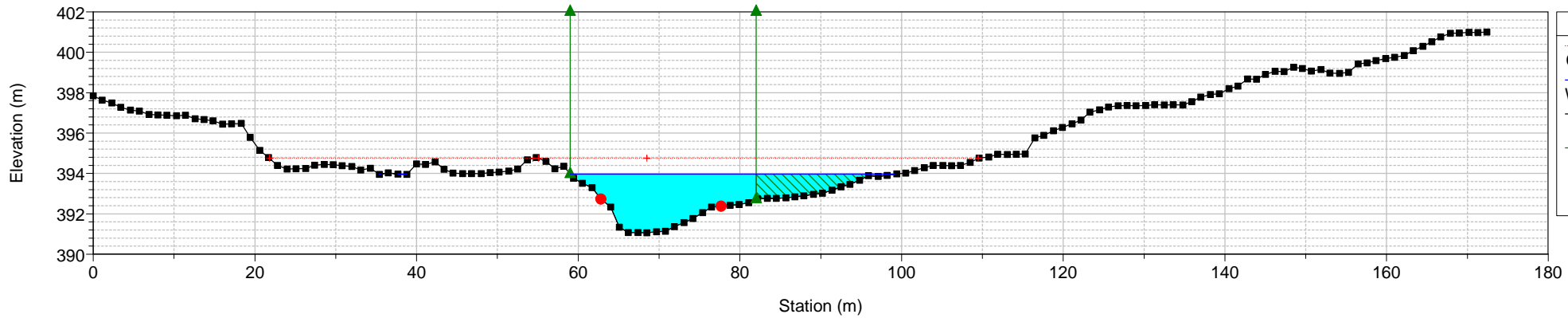
km_138+600 Plan: Ante Operam
 River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 3.3 BR SS131 L=20



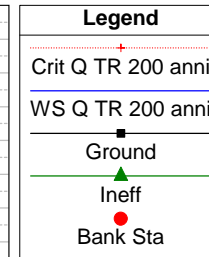
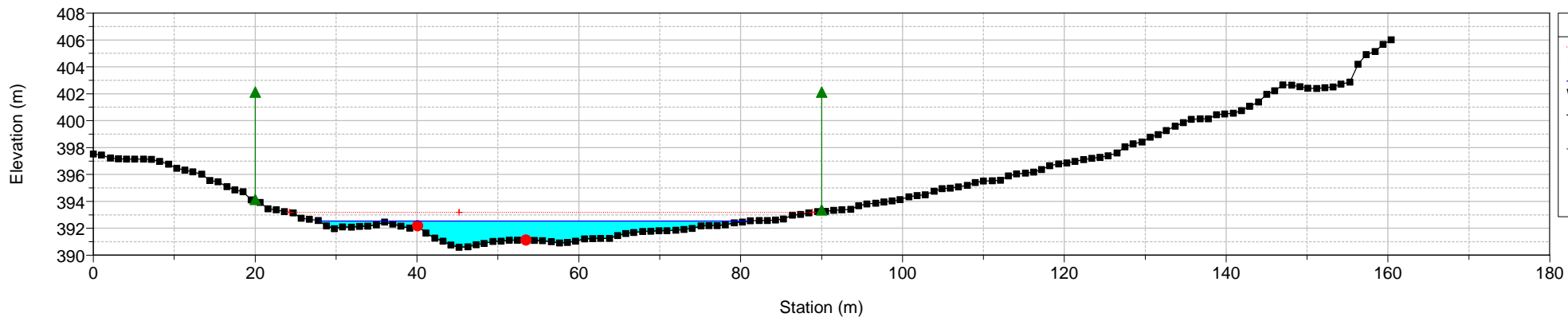
km_138+600 Plan: Ante Operam
 River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 3.3 BR SS131 L=20



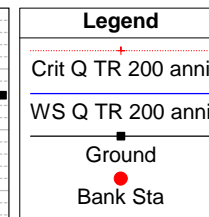
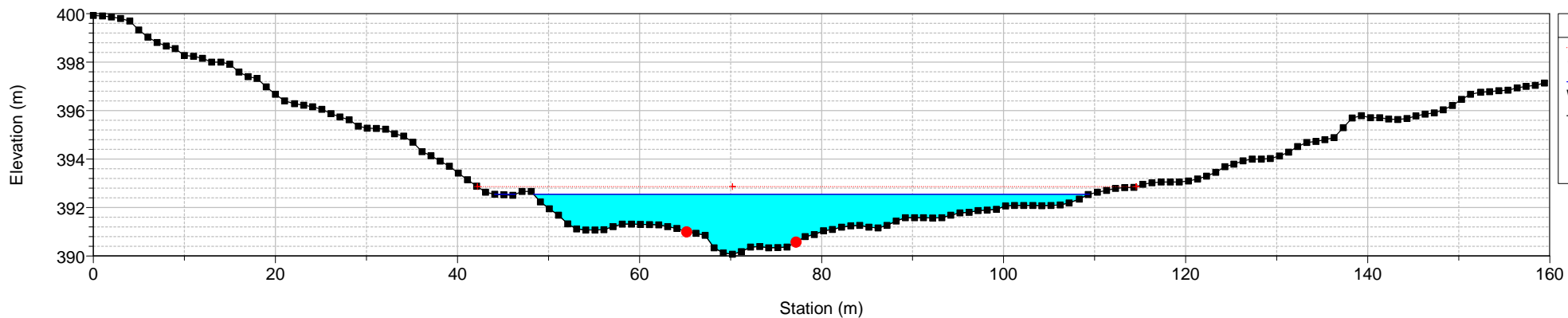
km_138+600 Plan: Ante Operam
 River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 03



km_138+600 Plan: Ante Operam
River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 02

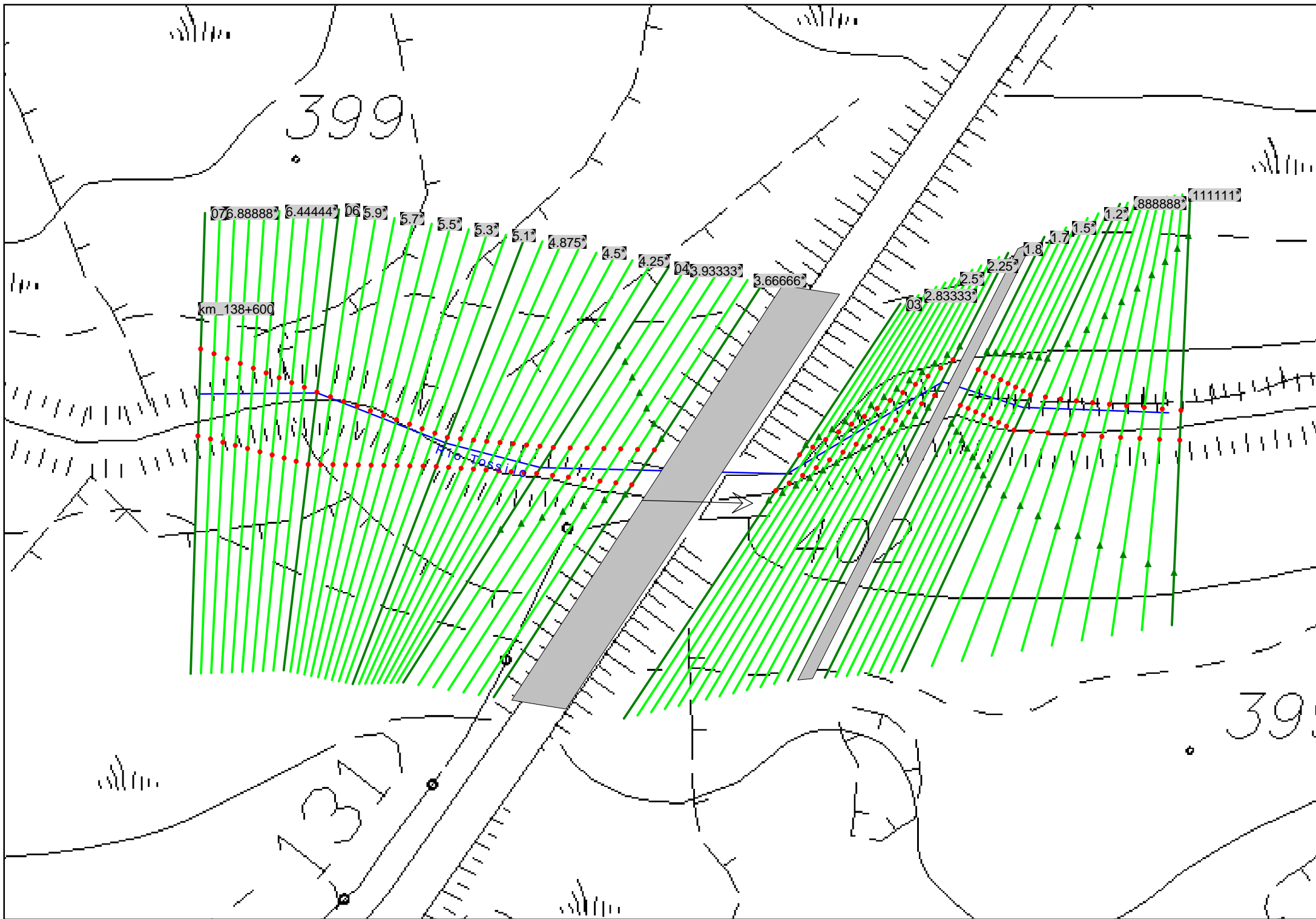


km_138+600 Plan: Ante Operam
River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 01



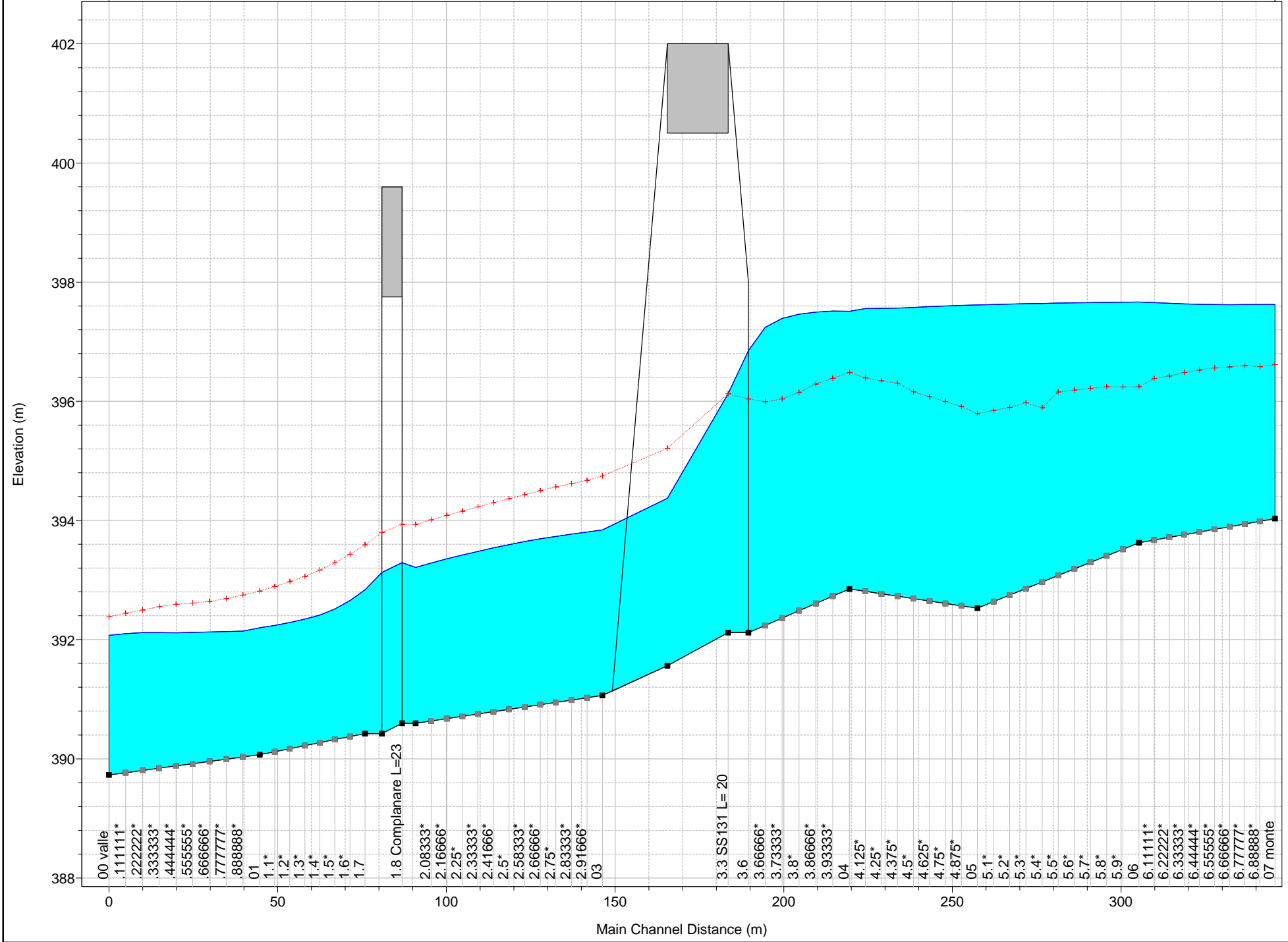
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
km_138+600	07	Q TR 200 anni	302.50	394.03	397.63	396.61	397.86	0.001204	2.35	146.88	67.09	0.44
km_138+600	06	Q TR 200 anni	302.50	393.63	397.67		397.79	0.000590	1.79	209.02	92.67	0.31
km_138+600	05	Q TR 200 anni	302.50	392.53	397.62		397.76	0.000602	2.17	201.89	91.64	0.33
km_138+600	04	Q TR 200 anni	302.50	392.85	397.51	396.48	397.72	0.001024	2.49	158.38	105.01	0.40
km_138+600	3.6	Q TR 200 anni	302.50	392.12	396.85	396.04	397.63	0.002536	4.08	78.18	98.05	0.65
km_138+600	3.3	Bridge										
km_138+600	03	Q TR 200 anni	302.50	391.06	393.96	394.75	396.58	0.016664	7.43	43.63	41.49	1.54
km_138+600	02	Q TR 200 anni	302.50	390.59	392.53	393.18	394.77	0.031836	7.65	49.01	53.02	2.00
km_138+600	01	Q TR 200 anni	302.50	390.07	392.55	392.86	393.54	0.009803	5.39	75.08	63.38	1.18
km_138+600	00	Q TR 200 anni	302.50	389.73	392.37	392.38	393.03	0.006024	4.49	90.30	65.27	0.93

POST OPERAM



km_138+600 Plan: Post Operam

Rio Tossilo km_138+600



Legend

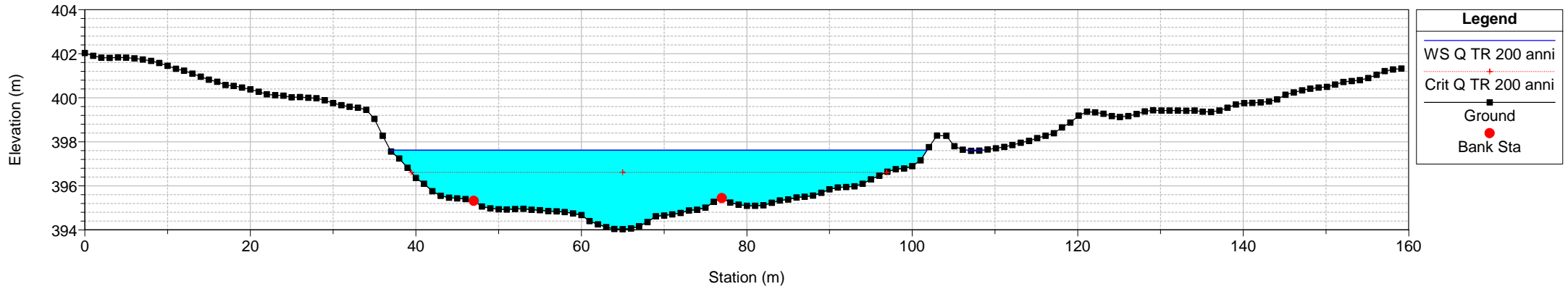
- Crit Q TR 200 anni
- WS Q TR 200 anni
- Ground

00. valle
 .111111*
 2.22222*
 .333333*
 4.44444*
 .555555*
 .666666*
 .777777*
 .888888*
 01
 1.1*
 1.2*
 1.3*
 1.4*
 1.5*
 1.6*
 1.7
 1.8 Complanare L=23
 2.08333*
 2.16666*
 2.25*
 2.33333*
 2.41666*
 2.5*
 2.58333*
 2.66666*
 2.75*
 2.83333*
 2.91666*
 03
 3.3 SS131 L= 20
 3.6
 3.66666*
 3.73333*
 3.8*
 3.86666*
 3.93333*
 04
 4.125*
 4.25*
 4.375*
 4.5
 4.625*
 4.75*
 4.875*
 05
 5.1*
 5.2*
 5.3*
 5.4*
 5.5*
 5.6*
 5.7*
 5.8*
 5.9*
 06
 6.11111*
 6.22222*
 6.33333*
 6.44444*
 6.55555*
 6.66666*
 6.77777*
 6.88888*
 07 monte

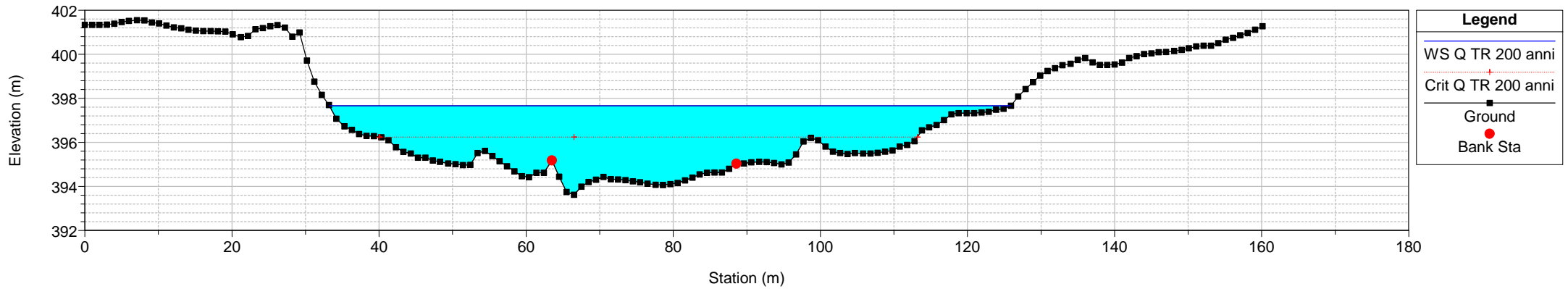
Main Channel Distance (m)

Elevation (m)

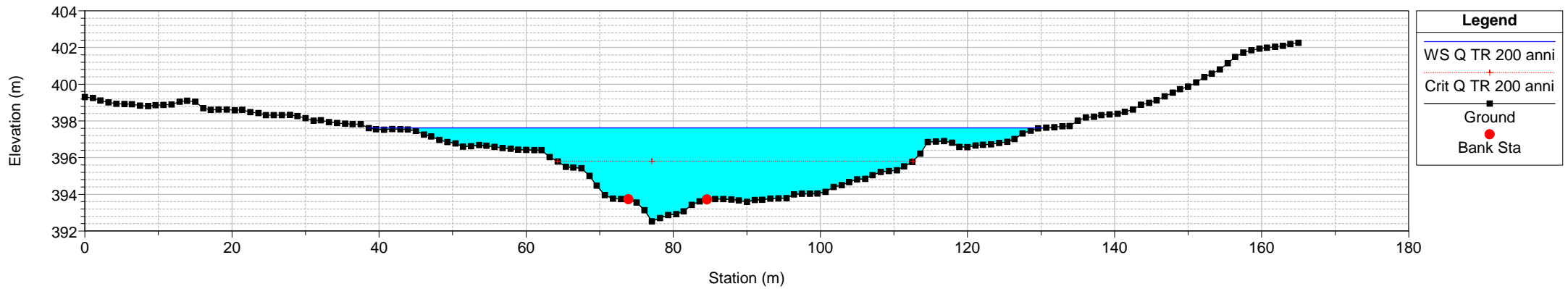
km_138+600 Plan: Post Operam
River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 07 monte



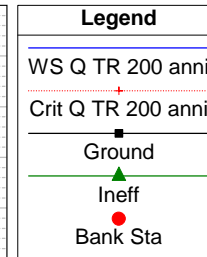
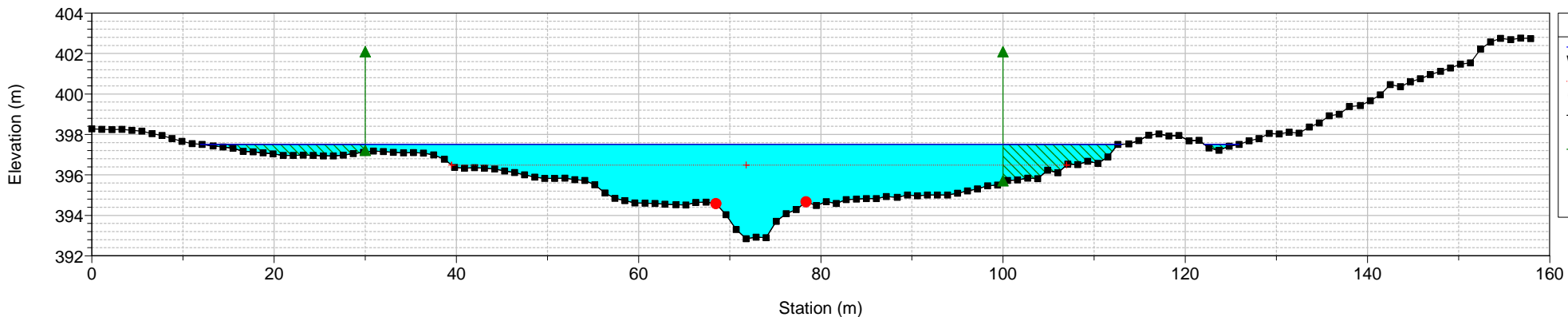
km_138+600 Plan: Post Operam
River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 06



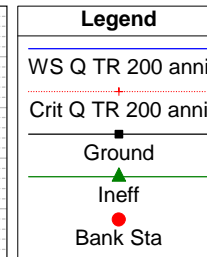
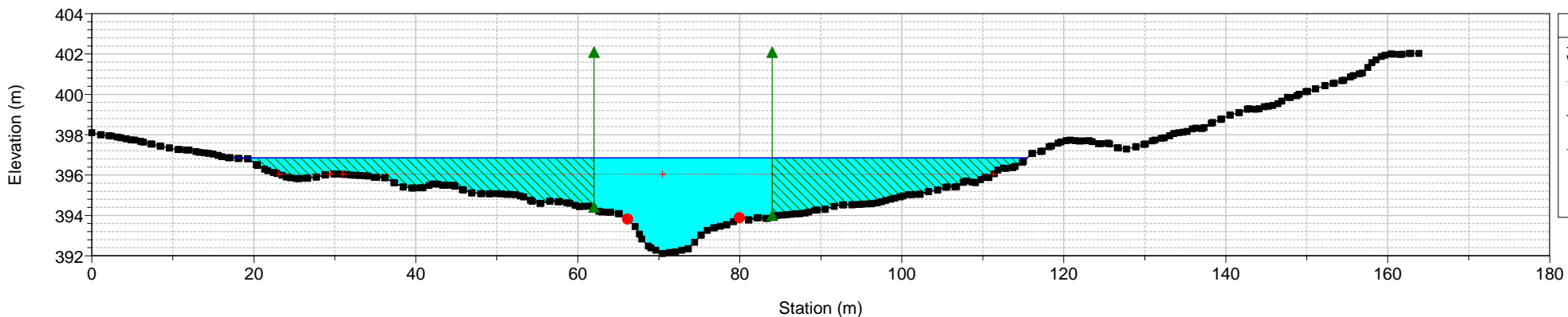
km_138+600 Plan: Post Operam
River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 05



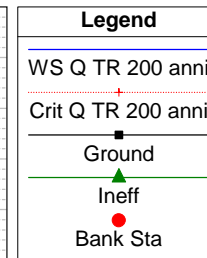
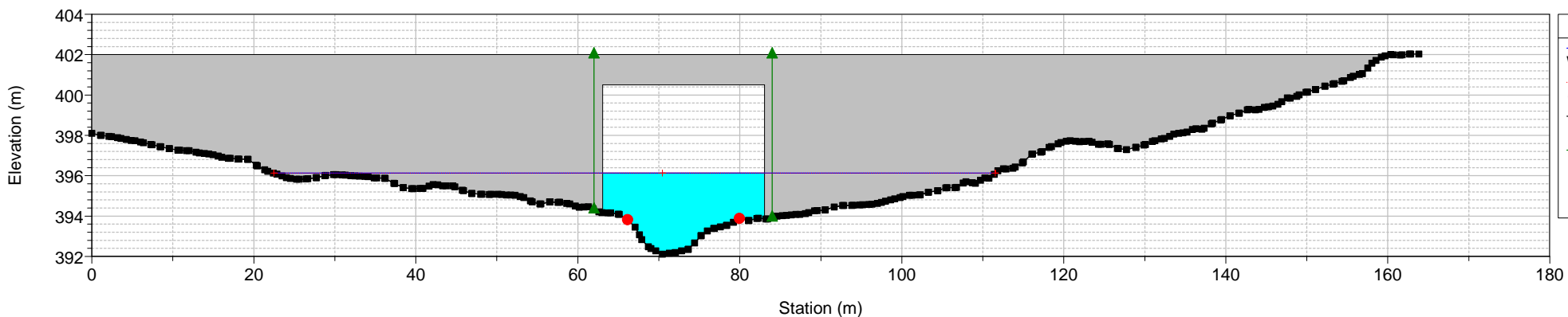
km_138+600 Plan: Post Operam
 River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 04



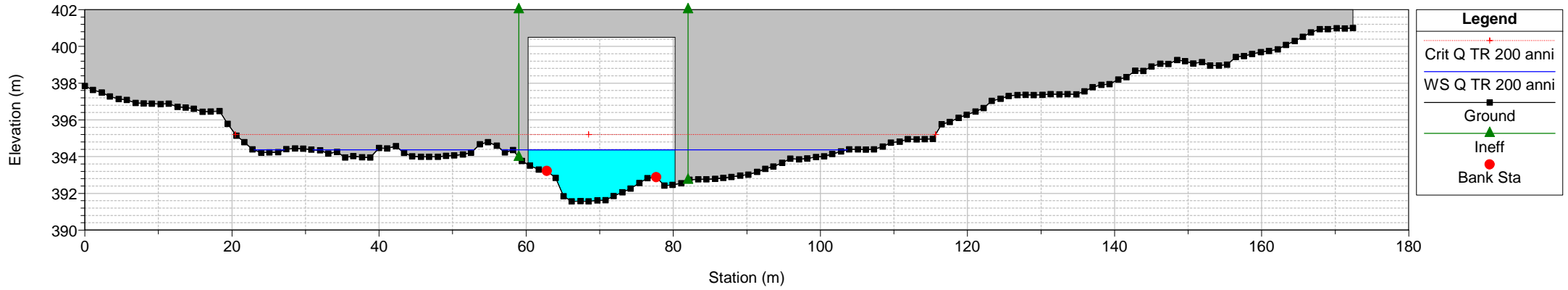
km_138+600 Plan: Post Operam
 River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 3.6



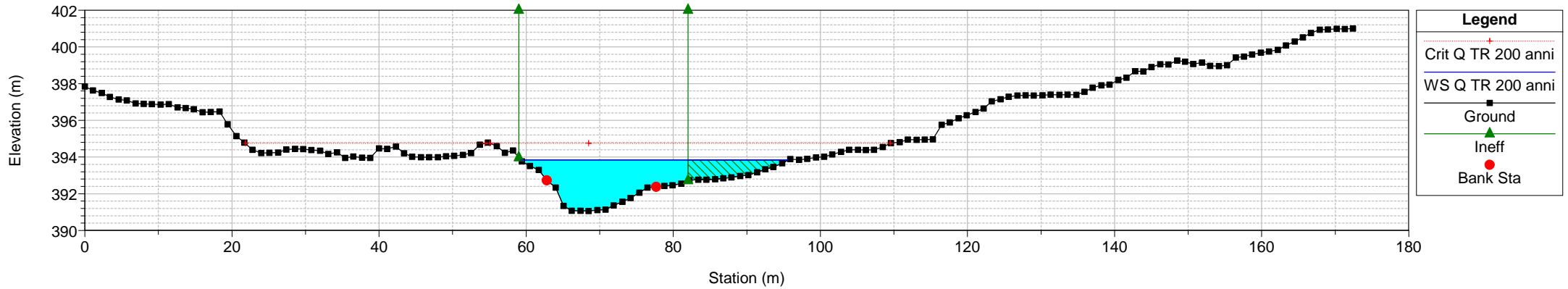
km_138+600 Plan: Post Operam
 River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 3.3 BR SS131 L= 20



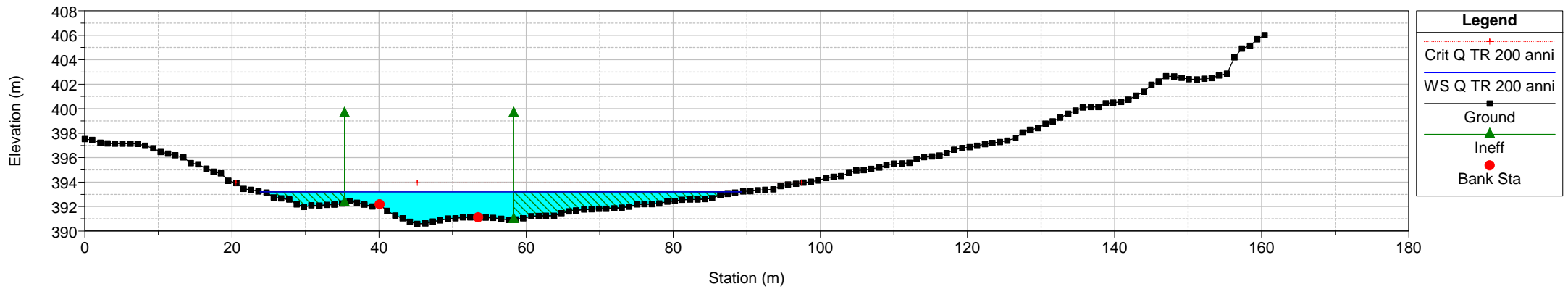
km_138+600 Plan: Post Operam
 River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 3.3 BR SS131 L= 20



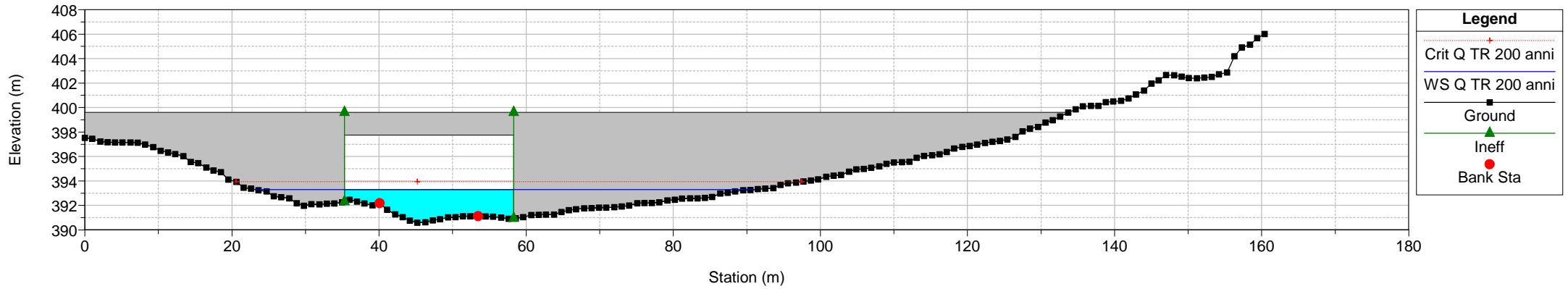
km_138+600 Plan: Post Operam
 River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 03



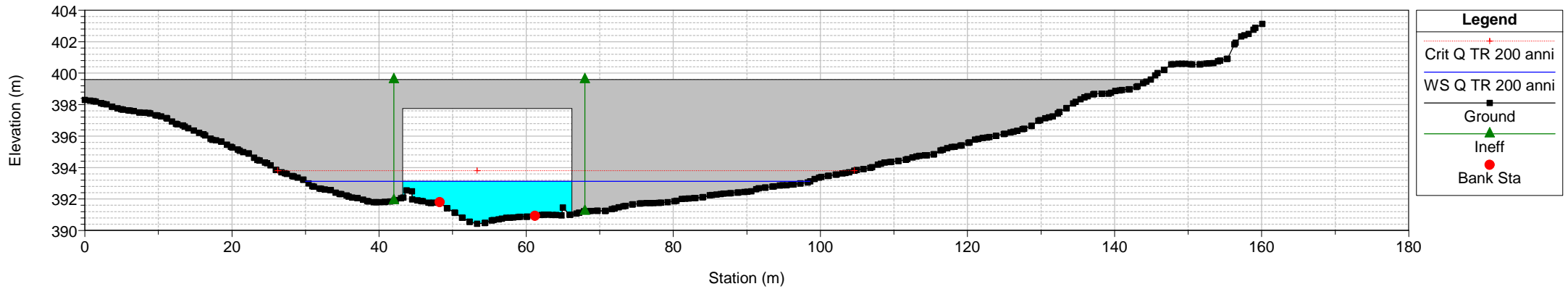
km_138+600 Plan: Post Operam
 River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 02



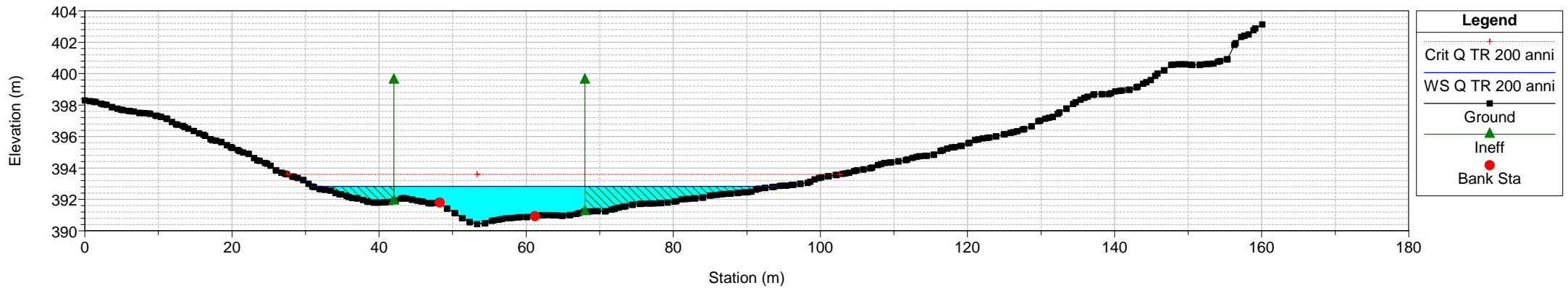
km_138+600 Plan: Post Operam
 River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 1.8 BR Complanare L=23



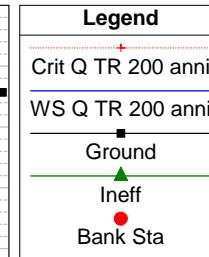
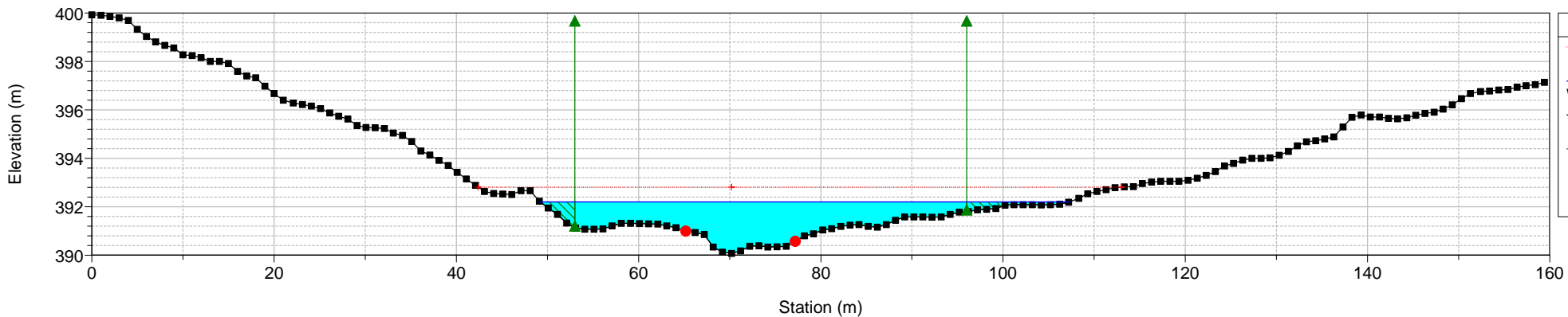
km_138+600 Plan: Post Operam
 River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 1.8 BR Complanare L=23



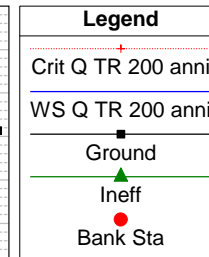
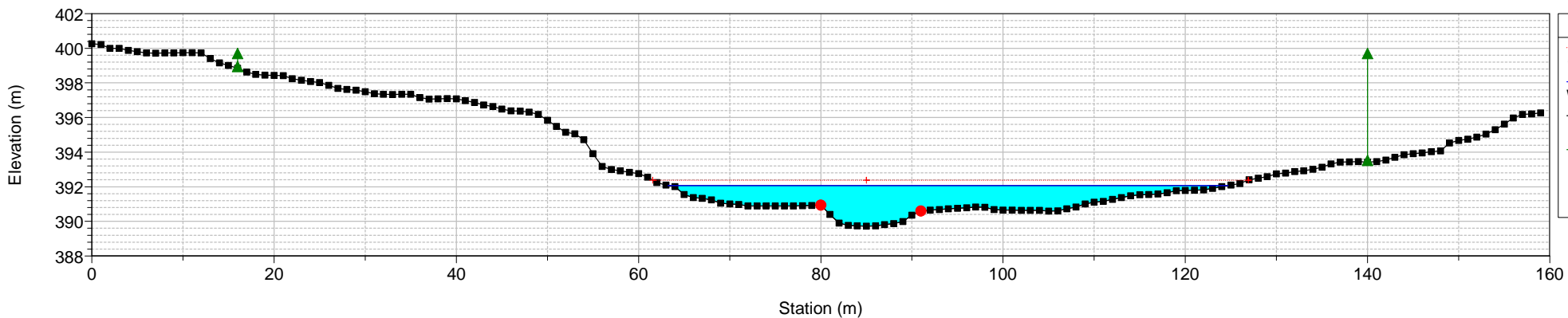
km_138+600 Plan: Post Operam
 River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 1.7



km_138+600 Plan: Post Operam
River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 01



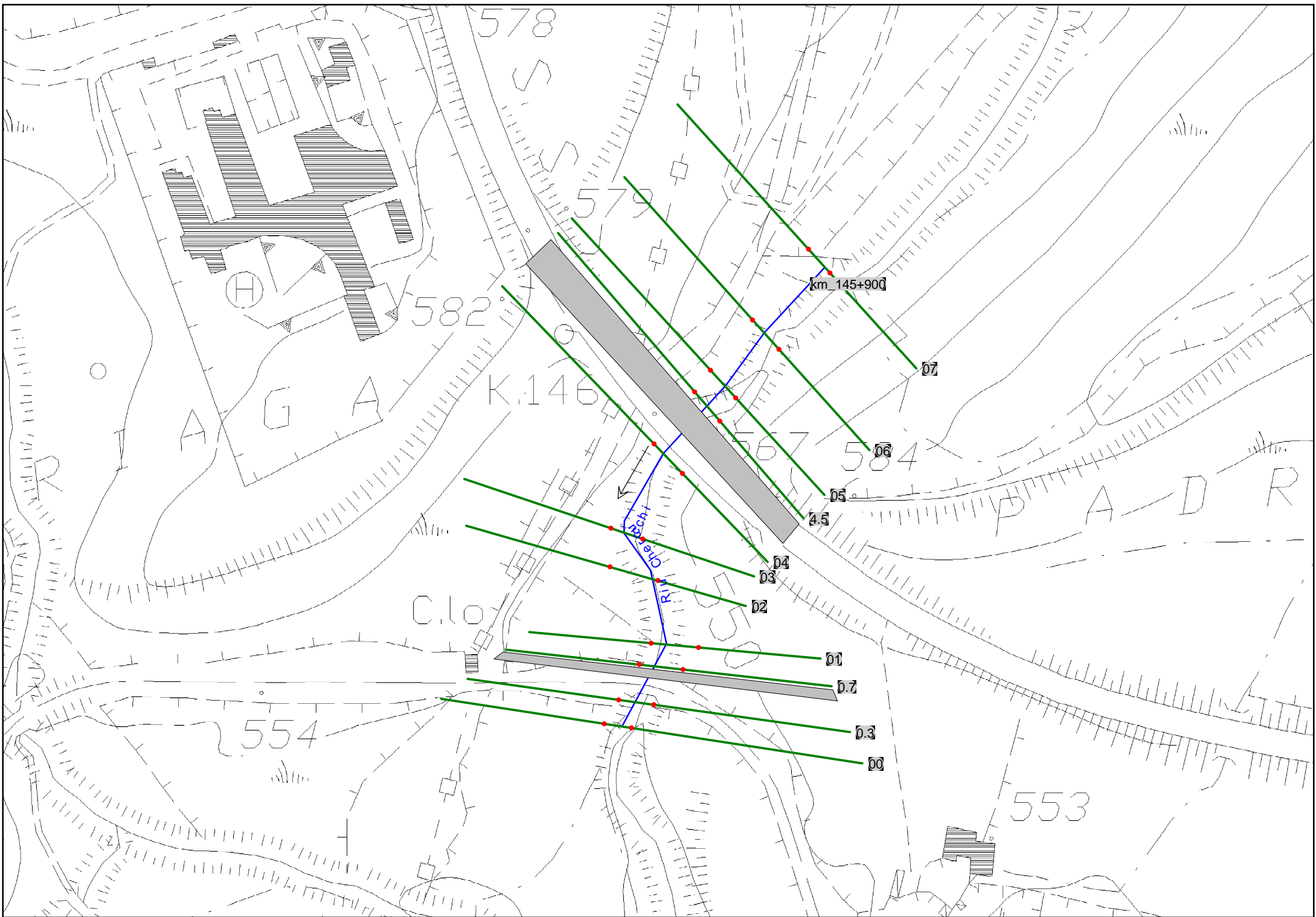
km_138+600 Plan: Post Operam
River = Rio Tossilo Reach = km_138+600 RS = 00 valle



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
km_138+600	07	Q TR 200 anni	302.50	394.03	397.62	396.61	397.86	0.001212	2.36	146.58	66.91	0.44
km_138+600	06	Q TR 200 anni	302.50	393.63	397.67	396.25	397.79	0.000591	1.79	208.94	92.67	0.31
km_138+600	05	Q TR 200 anni	302.50	392.53	397.62	395.80	397.76	0.000603	2.17	201.80	91.61	0.33
km_138+600	04	Q TR 200 anni	302.50	392.85	397.51	396.48	397.72	0.001024	2.49	158.34	104.97	0.40
km_138+600	3.6	Q TR 200 anni	302.50	392.12	396.85	396.04	397.63	0.002536	4.08	78.18	98.05	0.65
km_138+600	3.3	Bridge										
km_138+600	03	Q TR 200 anni	302.50	391.06	393.84	394.75	396.83	0.020340	7.92	40.83	36.42	1.69
km_138+600	02	Q TR 200 anni	302.50	390.59	393.21	393.93	395.69	0.016632	7.10	44.33	65.43	1.54
km_138+600	1.8	Bridge										
km_138+600	1.7	Q TR 200 anni	302.50	390.42	392.84	393.59	395.37	0.019847	7.36	44.02	63.29	1.66
km_138+600	01	Q TR 200 anni	302.50	390.07	392.20	392.81	394.31	0.024173	7.51	50.15	58.03	1.80
km_138+600	00	Q TR 200 anni	302.50	389.73	392.07	392.38	393.17	0.011888	5.77	71.27	61.48	1.28

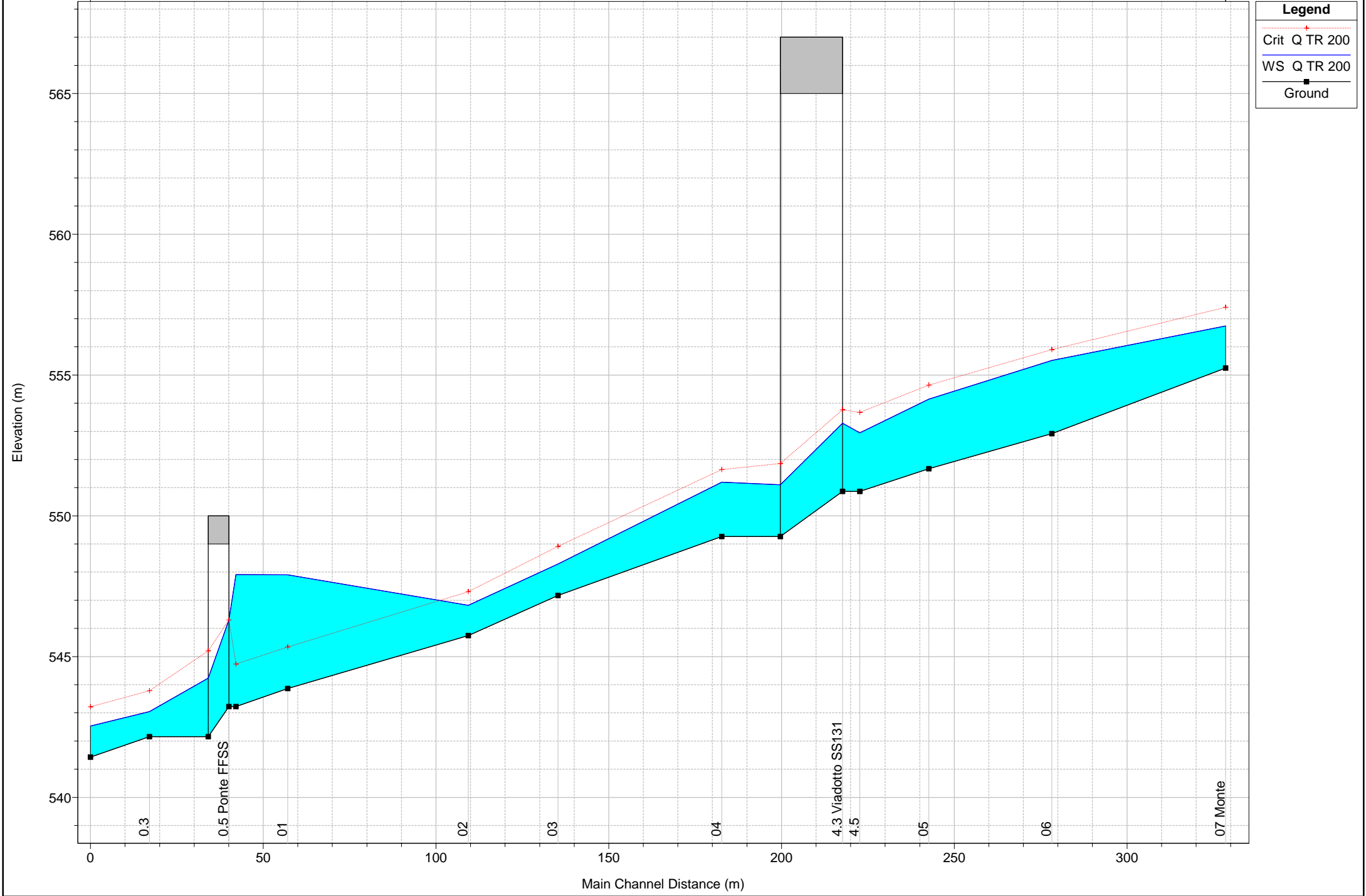
INTERFERENZA A PROGR. Km 145+900

ANTE OPERAM



km_145+900 Plan: Ante Operam

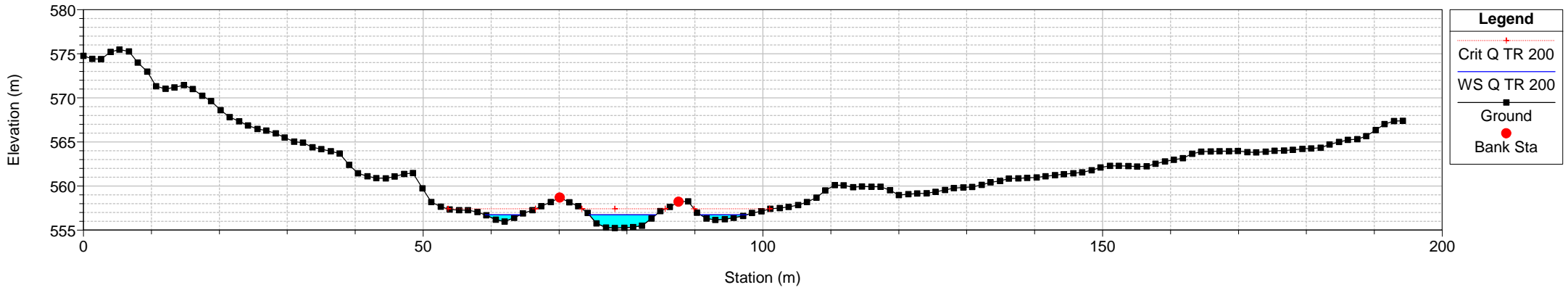
Riu Chercucchi km_145+900



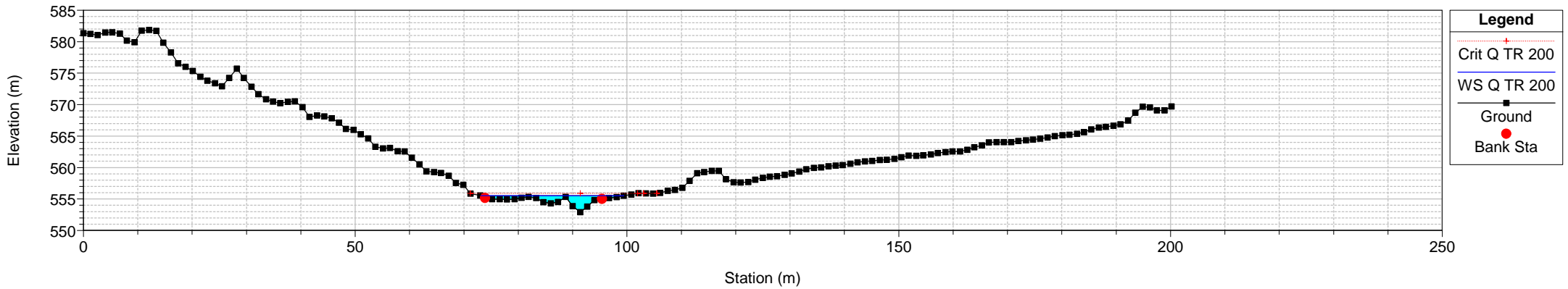
Legend

- Crit Q TR 200
- WS Q TR 200
- Ground

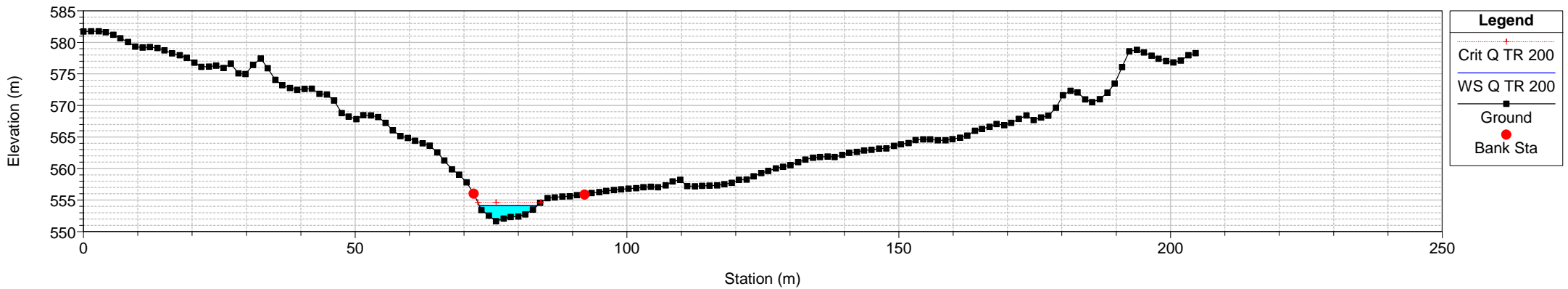
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 07 Monte



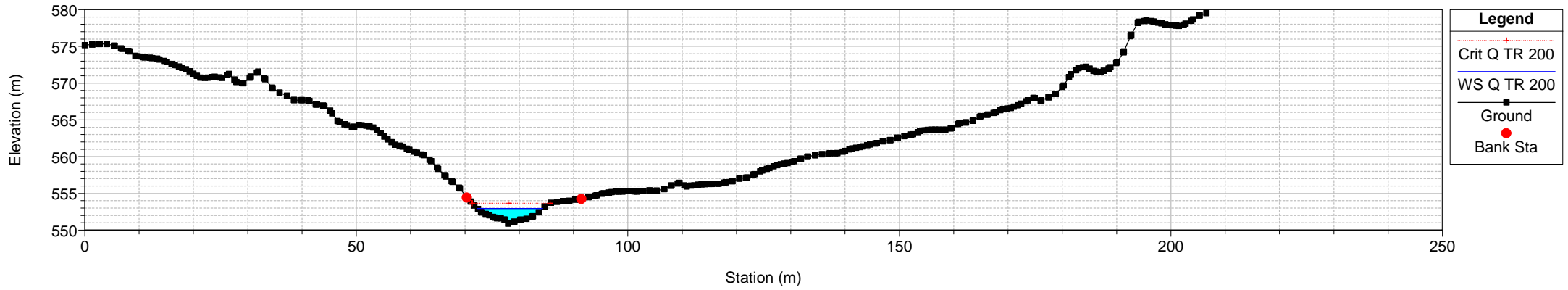
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 06



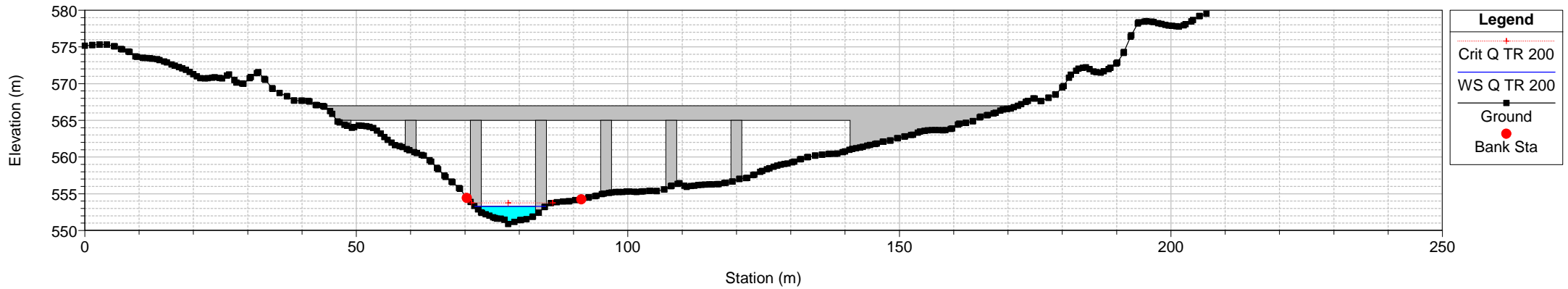
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 05



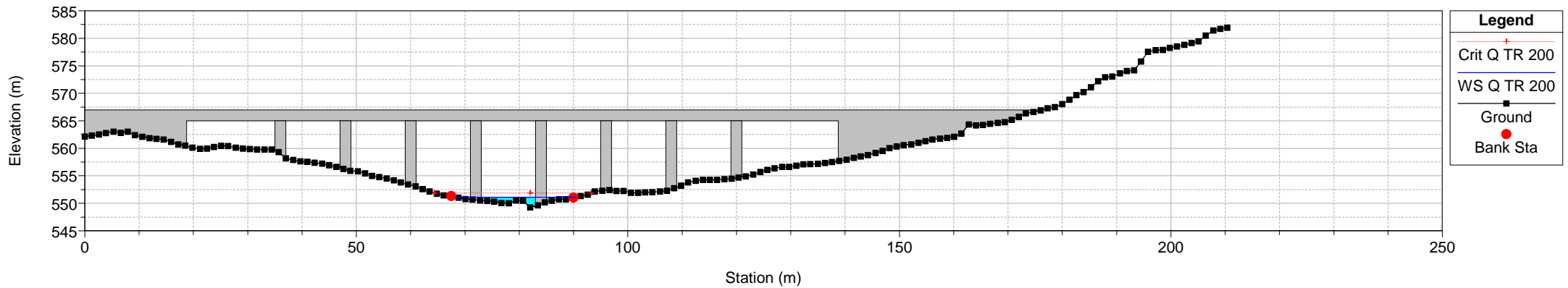
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 4.5



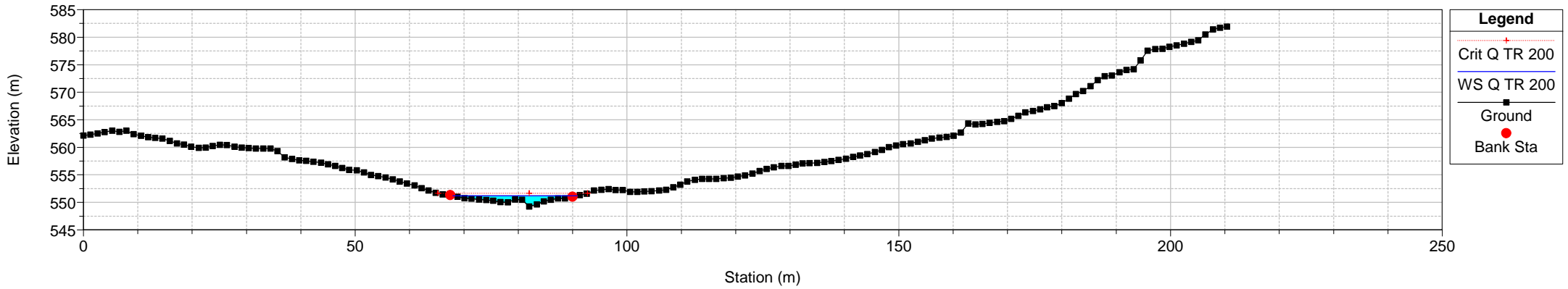
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 4.3 BR Viadotto SS131



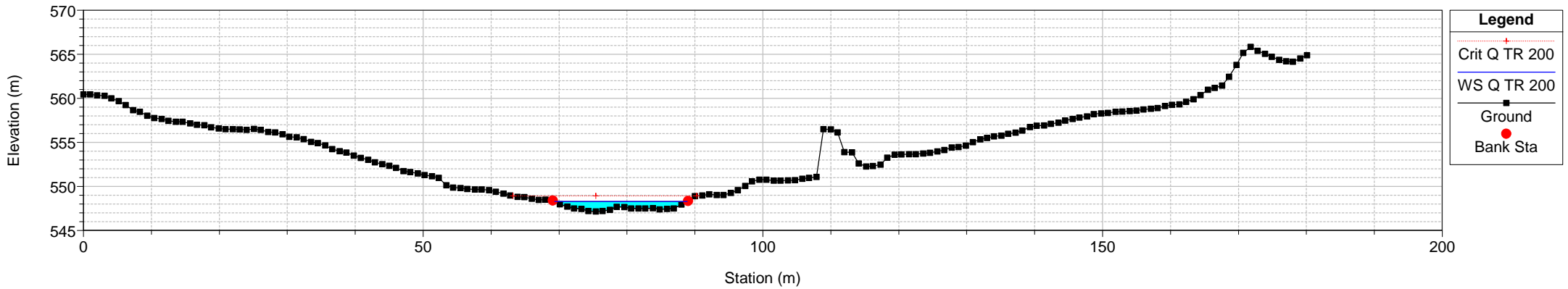
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 4.3 BR Viadotto SS131



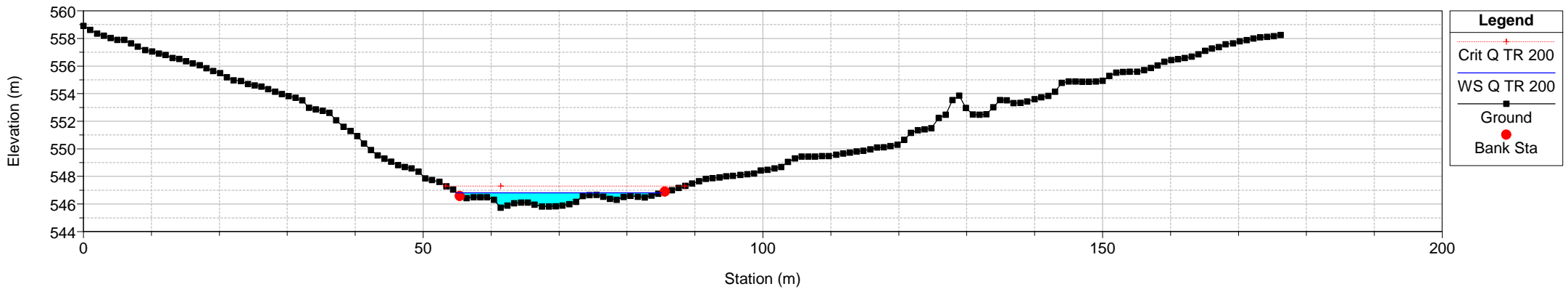
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 04



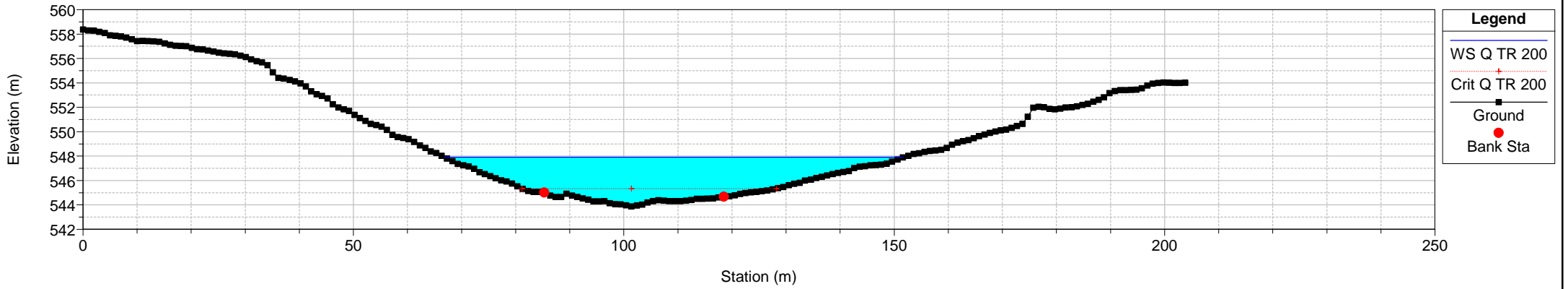
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 03



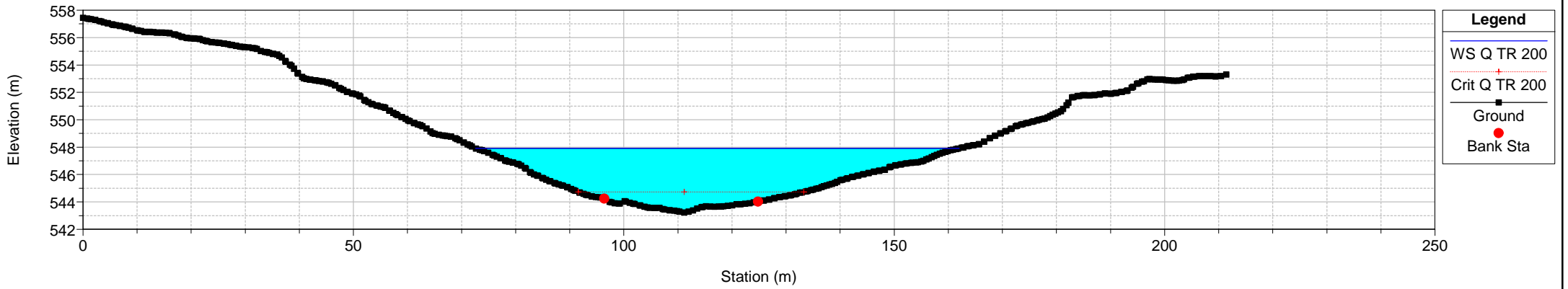
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 02



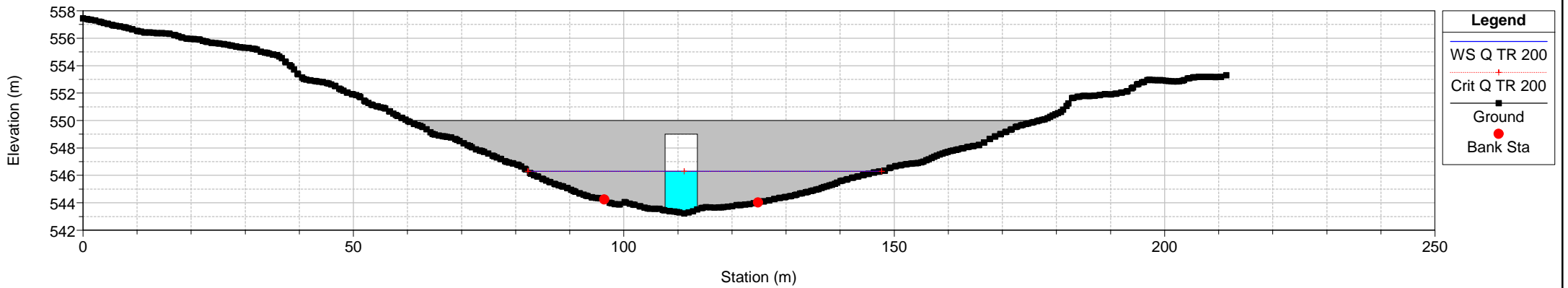
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 01



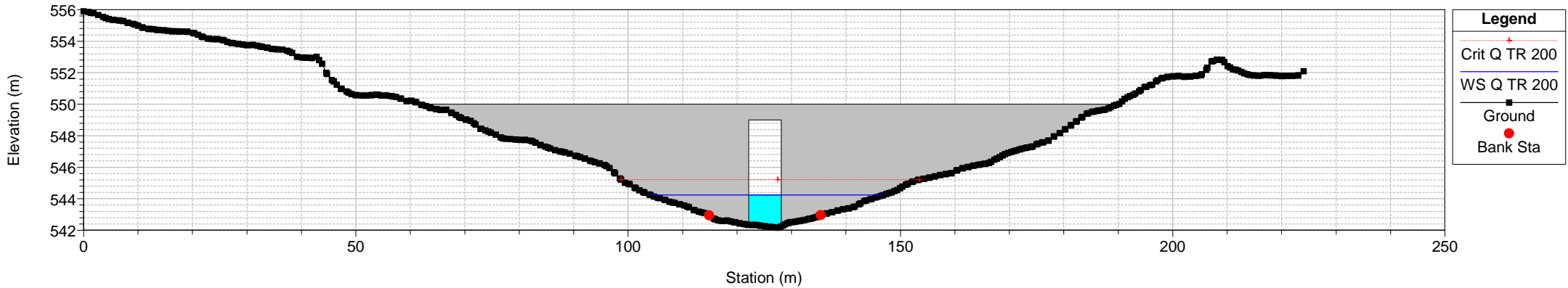
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 0.7



km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 0.5 BR Ponte FFSS



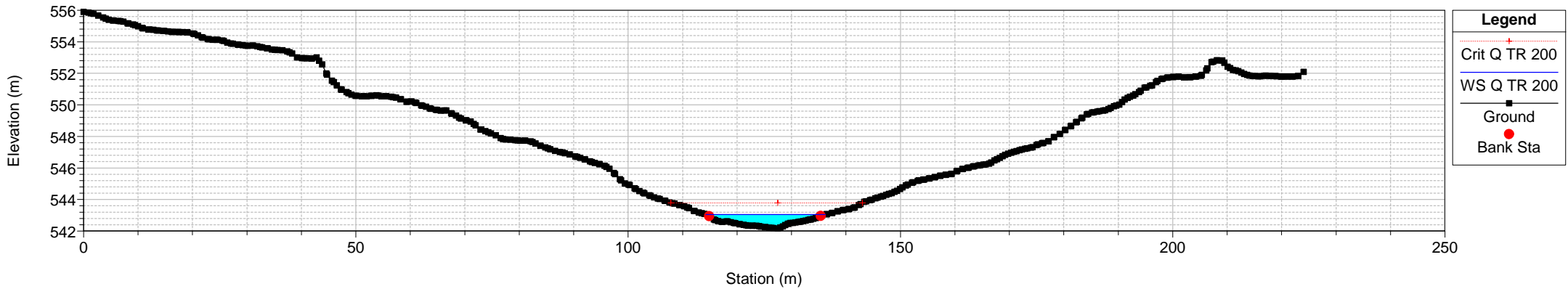
km_145+900 Plan: Ante Operam
 River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 0.5 BR Ponte FFSS



Legend

- Crit Q TR 200
- WS Q TR 200
- Ground
- Bank Sta

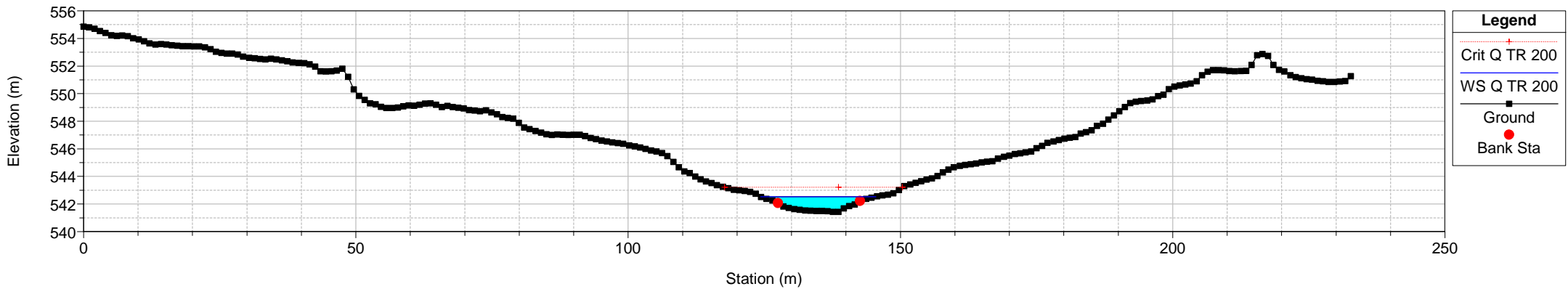
km_145+900 Plan: Ante Operam
 River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 0.3



Legend

- Crit Q TR 200
- WS Q TR 200
- Ground
- Bank Sta

km_145+900 Plan: Ante Operam
 River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 00 valle

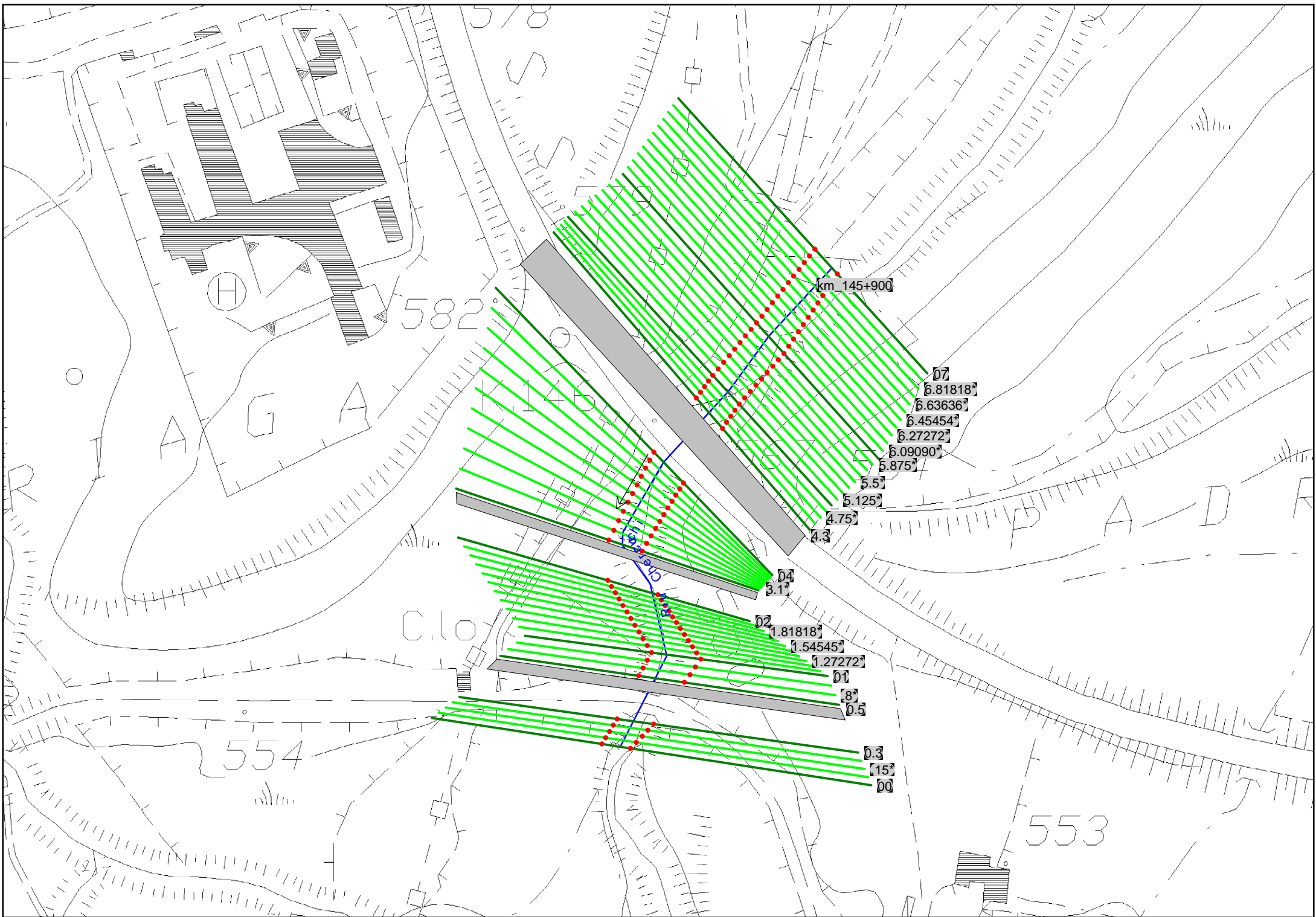


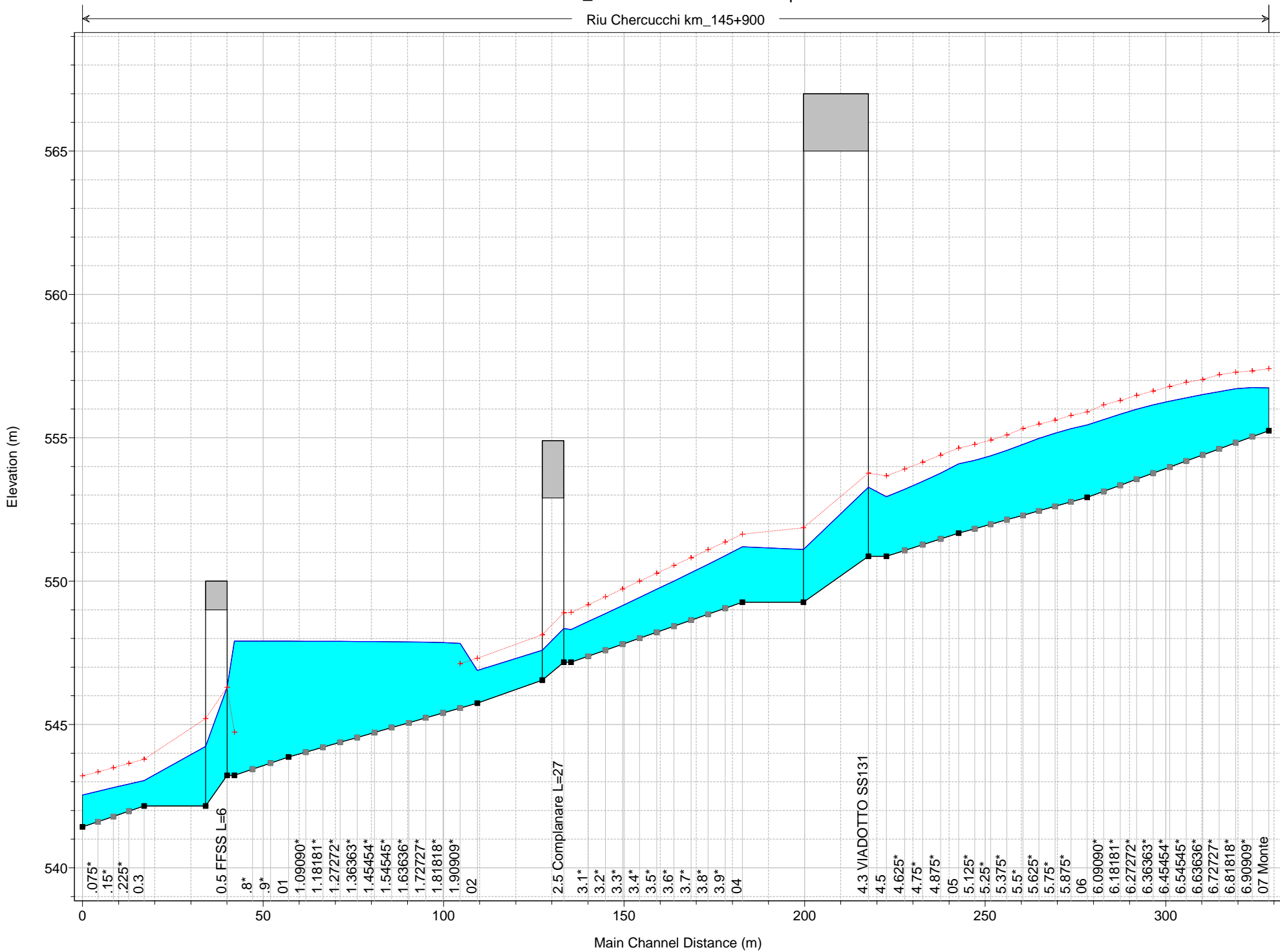
Legend

- Crit Q TR 200
- WS Q TR 200
- Ground
- Bank Sta

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
km_145+900	07	Q TR 200	95.20	555.25	556.74	557.41	558.92	0.042019	7.03	15.86	21.82	2.11
km_145+900	06	Q TR 200	95.20	552.92	555.52	555.90	556.80	0.032667	5.07	19.43	26.30	1.76
km_145+900	05	Q TR 200	95.20	551.67	554.14	554.64	555.85	0.020237	5.79	16.44	10.68	1.49
km_145+900	4.5	Q TR 200	95.20	550.87	552.95	553.67	555.26	0.036338	6.74	14.13	12.03	1.98
km_145+900	4.3	Bridge										
km_145+900	04	Q TR 200	95.20	549.27	551.20	551.64	552.64	0.035780	5.33	17.91	22.86	1.89
km_145+900	03	Q TR 200	95.20	547.17	548.29	548.91	550.45	0.057501	6.51	14.63	19.52	2.40
km_145+900	02	Q TR 200	95.20	545.74	546.82	547.31	548.64	0.075656	5.99	15.94	30.20	2.61
km_145+900	01	Q TR 200	95.20	543.87	547.91	545.34	547.92	0.000052	0.56	205.07	84.80	0.09
km_145+900	0.7	Q TR 200	95.20	543.22	547.91	544.73	547.92	0.000032	0.49	242.03	89.41	0.08
km_145+900	0.5	Bridge										
km_145+900	0.3	Q TR 200	95.20	542.16	543.04	543.79	546.68	0.144300	8.46	11.31	21.91	3.64
km_145+900	00	Q TR 200	95.20	541.43	542.53	543.21	544.92	0.051755	6.94	14.44	21.17	2.36

POST OPERAM

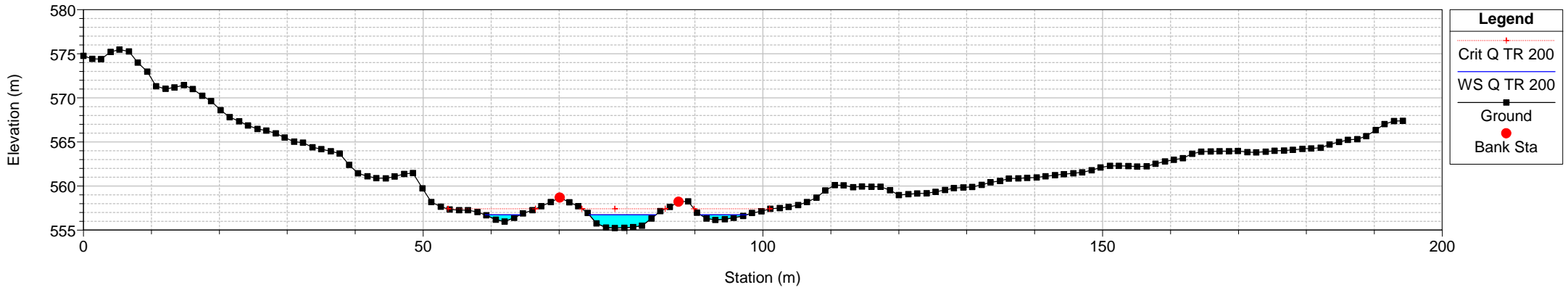




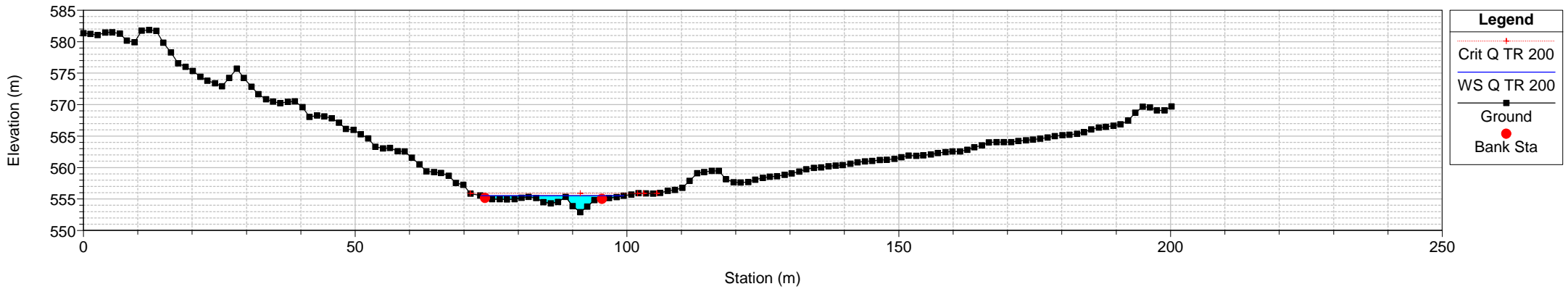
Legend

- Crit Q TR 200
- WS Q TR 200
- Ground

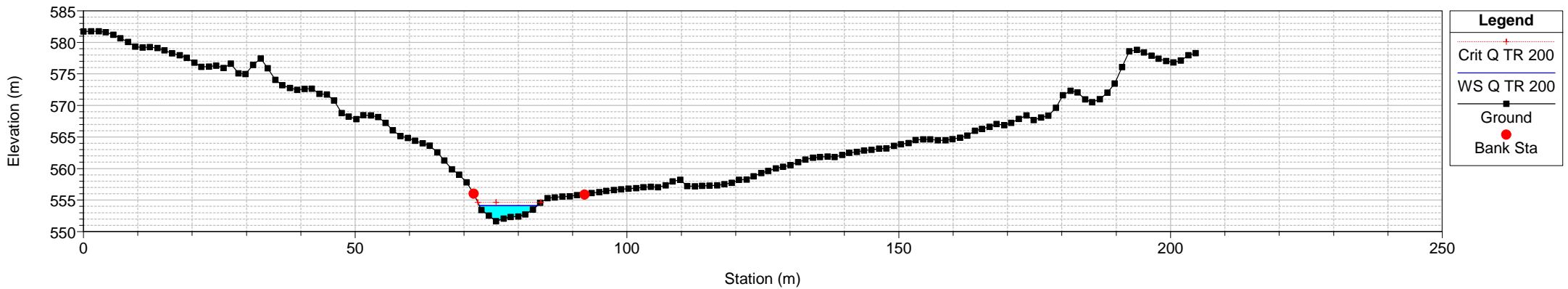
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 07 Monte



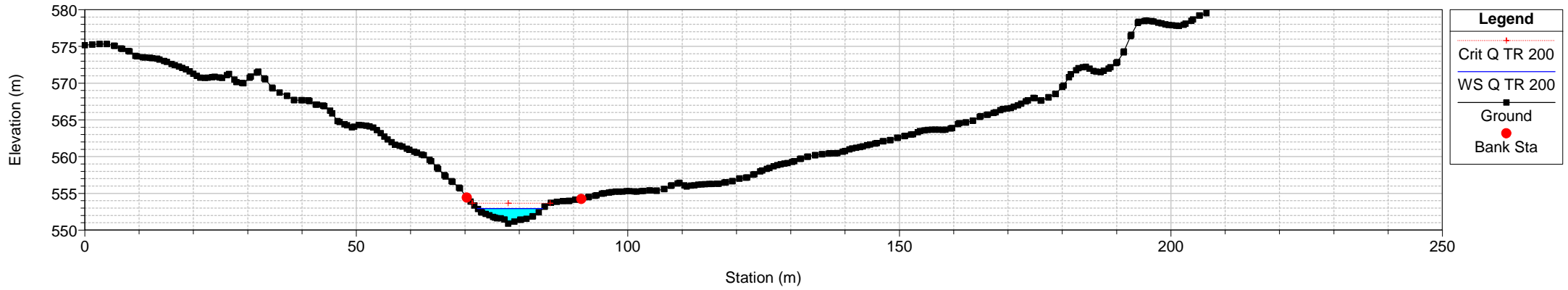
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 06



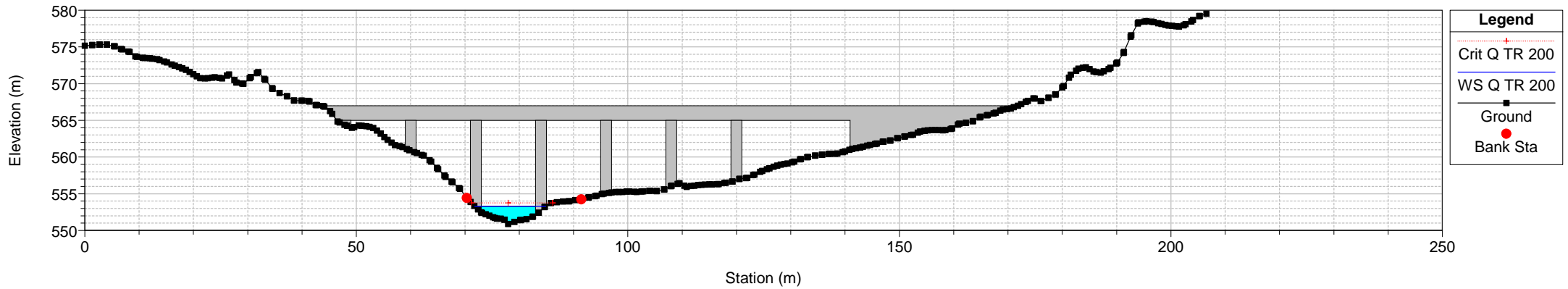
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 05



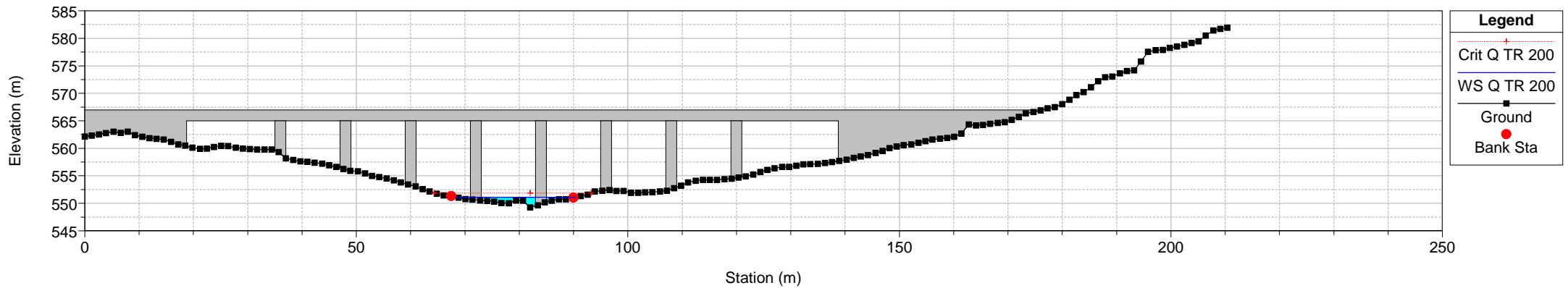
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 4.5



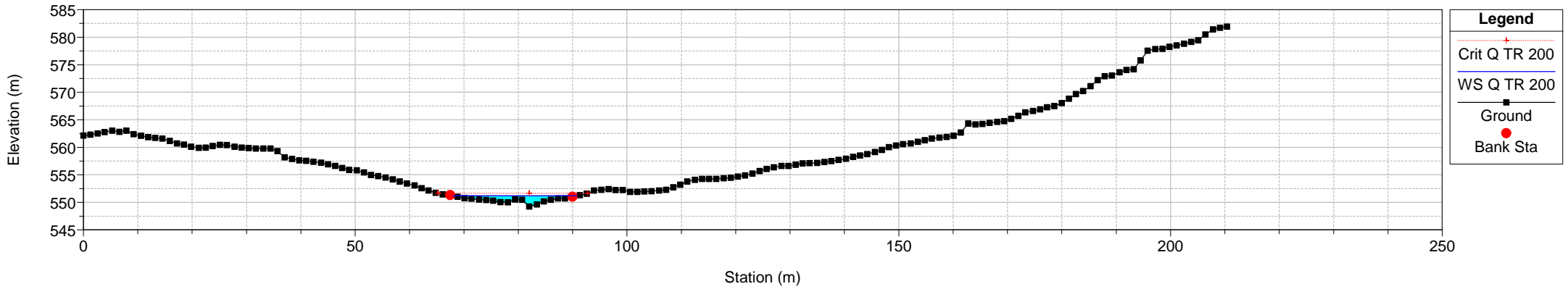
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 4.3 BR Viadotto SS131



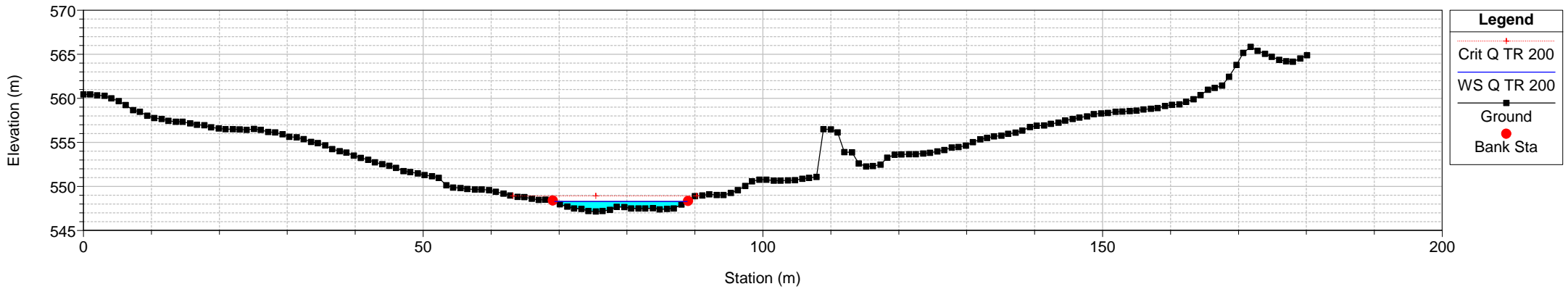
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 4.3 BR Viadotto SS131



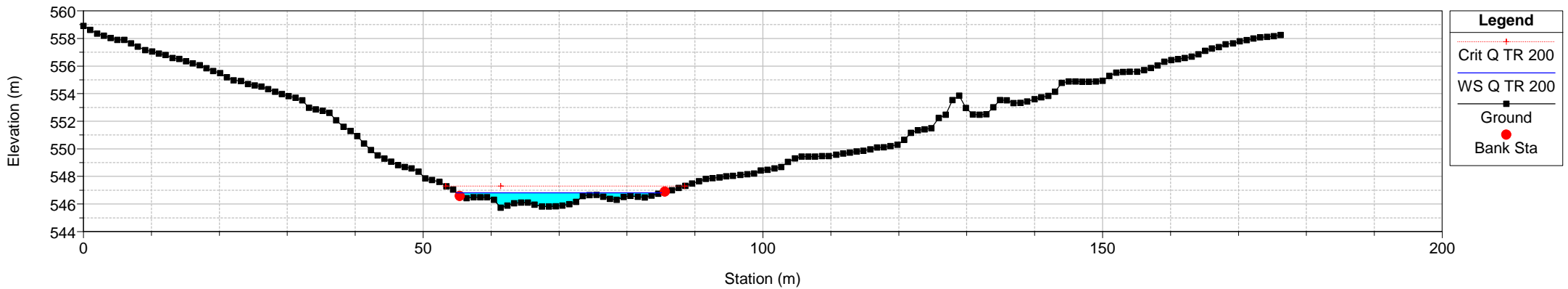
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 04



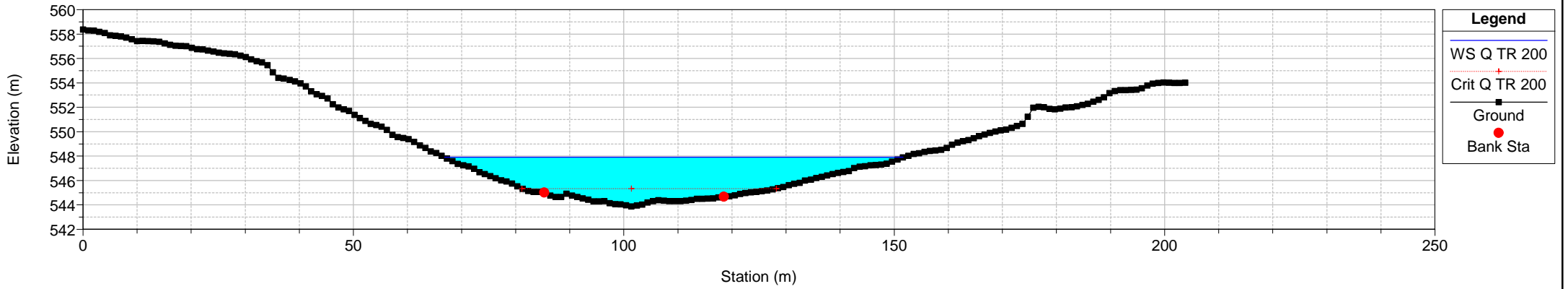
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 03



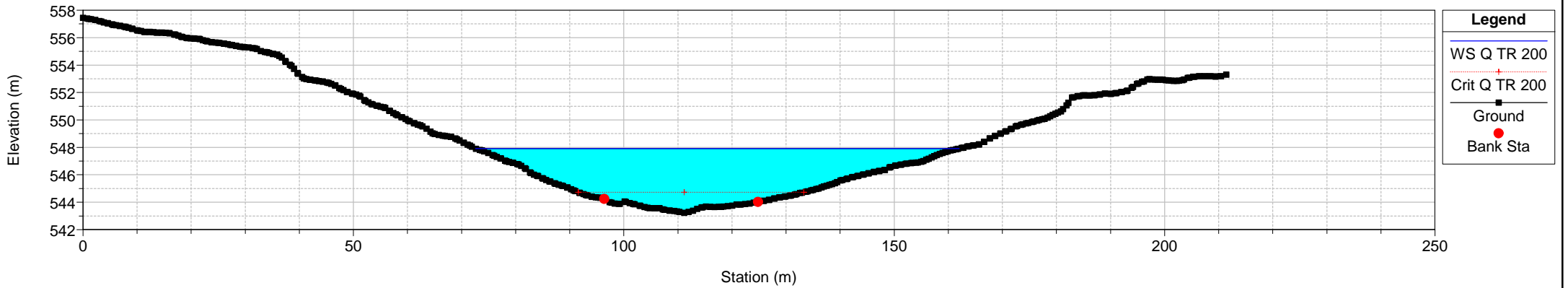
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 02



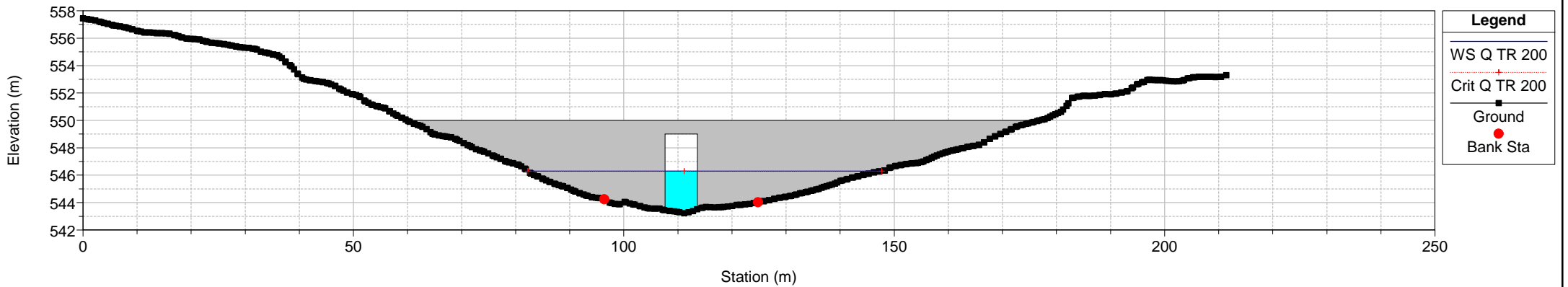
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 01



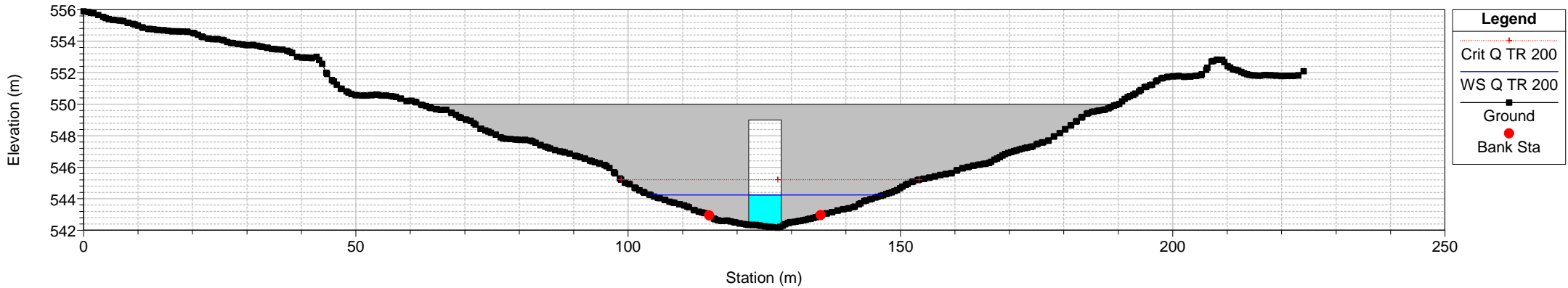
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 0.7



km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 0.5 BR Ponte FFSS



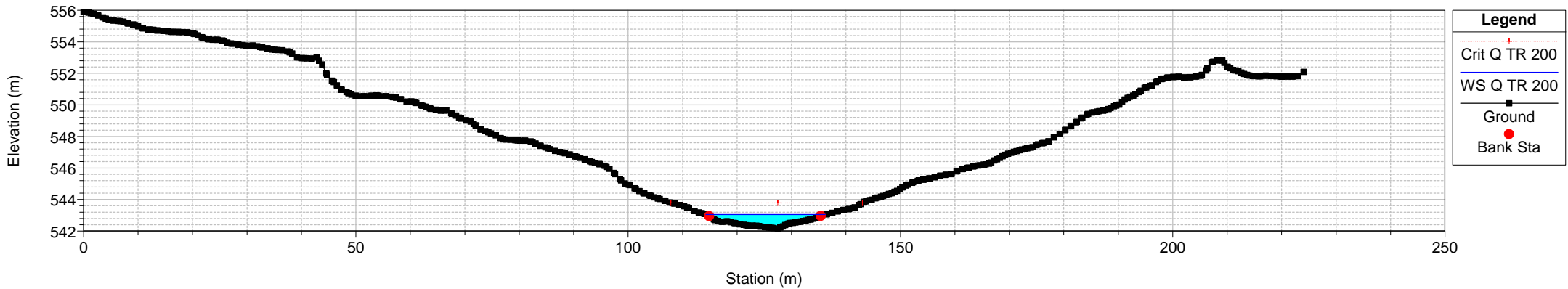
km_145+900 Plan: Ante Operam
 River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 0.5 BR Ponte FFSS



Legend

- Crit Q TR 200
- WS Q TR 200
- Ground
- Bank Sta

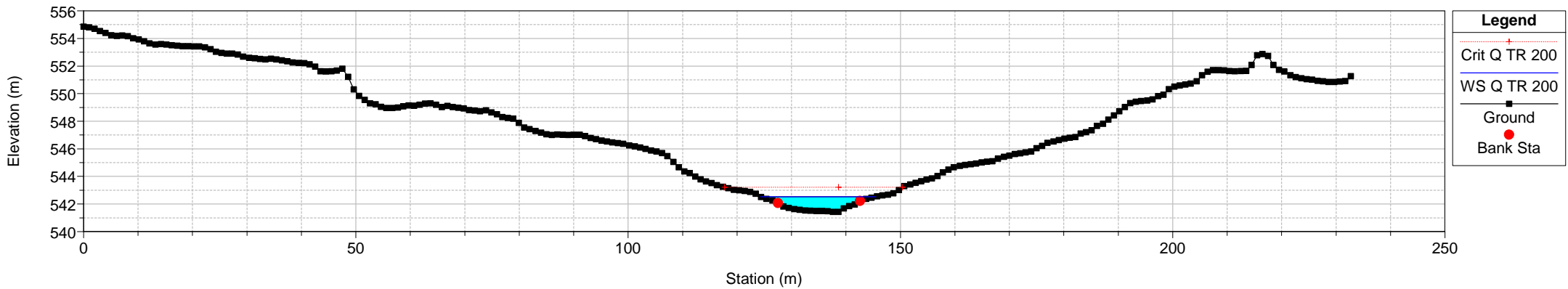
km_145+900 Plan: Ante Operam
 River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 0.3



Legend

- Crit Q TR 200
- WS Q TR 200
- Ground
- Bank Sta

km_145+900 Plan: Ante Operam
 River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 00 valle



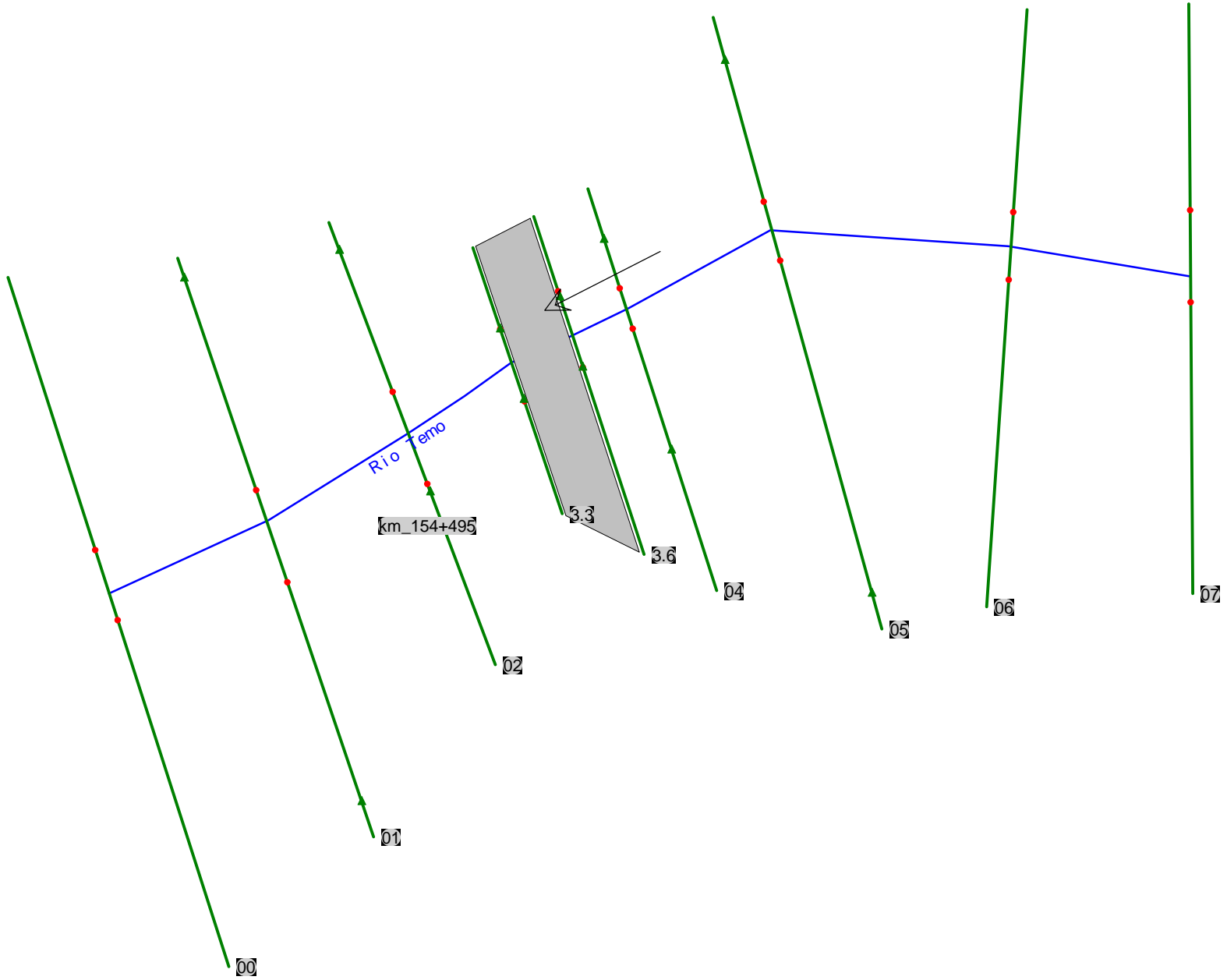
Legend

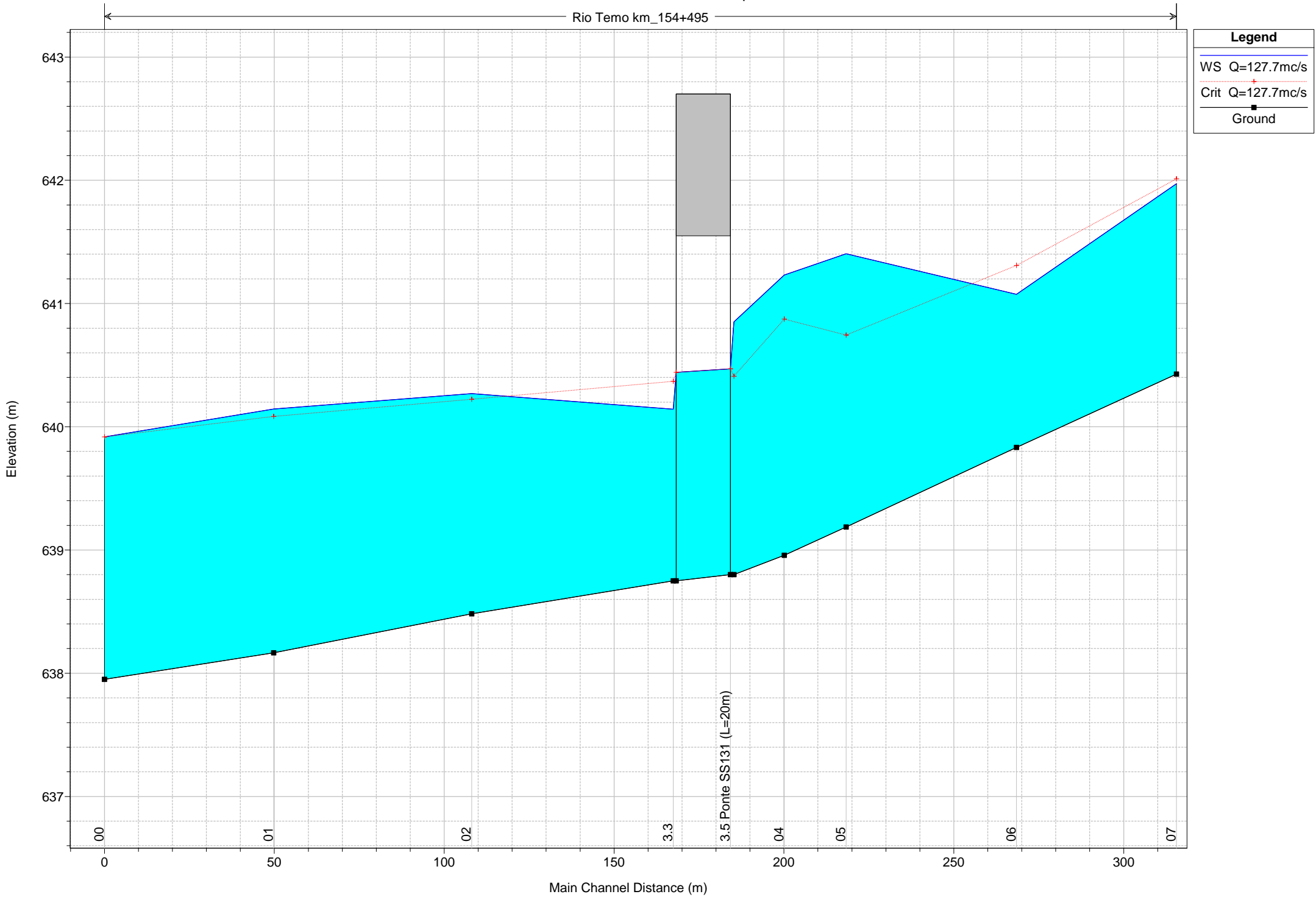
- Crit Q TR 200
- WS Q TR 200
- Ground
- Bank Sta

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
km_145+900	07	Q TR 200	95.20	555.25	556.74	557.41	558.92	0.042019	7.03	15.86	21.82	2.11
km_145+900	06	Q TR 200	95.20	552.92	555.45	555.90	557.00	0.044328	5.57	17.60	25.72	2.02
km_145+900	05	Q TR 200	95.20	551.67	554.09	554.64	555.92	0.022382	6.00	15.88	10.59	1.56
km_145+900	4.5	Q TR 200	95.20	550.87	552.94	553.67	555.28	0.036805	6.77	14.07	12.01	2.00
km_145+900	4.3	Bridge										
km_145+900	04	Q TR 200	95.20	549.27	551.20	551.64	552.64	0.035837	5.34	17.90	22.86	1.89
km_145+900	03	Q TR 200	95.20	547.17	548.31	548.91	550.35	0.052478	6.32	15.07	19.63	2.30
km_145+900	2.5	Bridge										
km_145+900	02	Q TR 200	95.20	545.74	546.88	547.31	548.34	0.053213	5.36	17.83	30.74	2.23
km_145+900	01	Q TR 200	95.20	543.87	547.91		547.92	0.000052	0.56	205.07	84.80	0.09
km_145+900	0.7	Q TR 200	95.20	543.22	547.91	544.73	547.92	0.000032	0.49	242.03	89.41	0.08
km_145+900	0.5	Bridge										
km_145+900	0.3	Q TR 200	95.20	542.16	543.04	543.79	546.68	0.144300	8.46	11.31	21.91	3.64
km_145+900	00	Q TR 200	95.20	541.43	542.54	543.21	544.89	0.050402	6.88	14.57	21.26	2.33

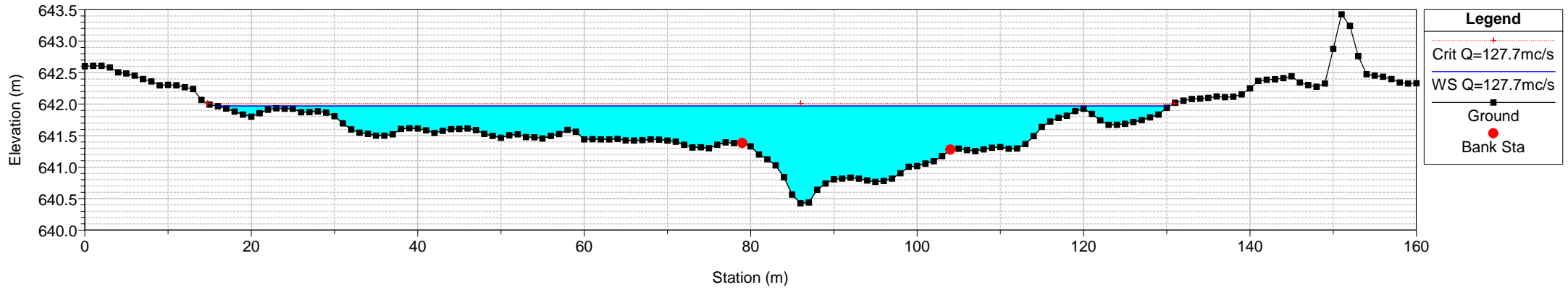
INTERFERENZA A PROGR. Km 154+495

ANTE OPERAM

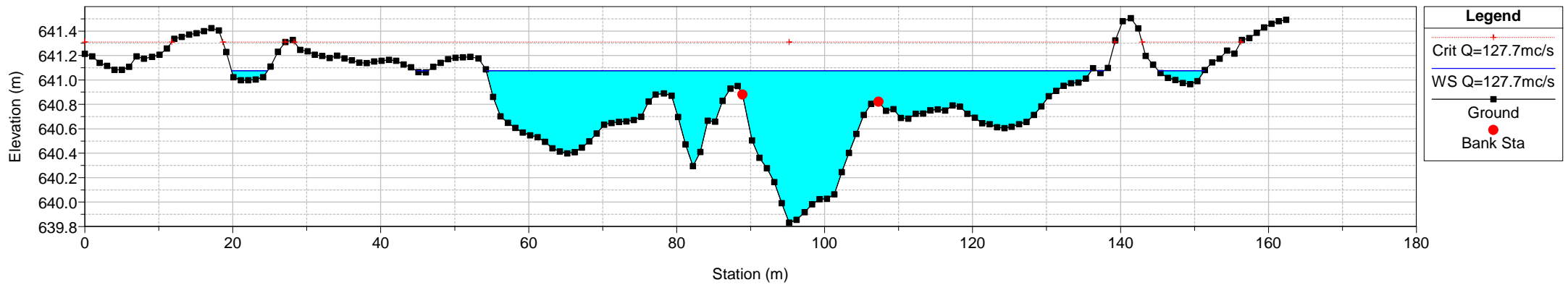




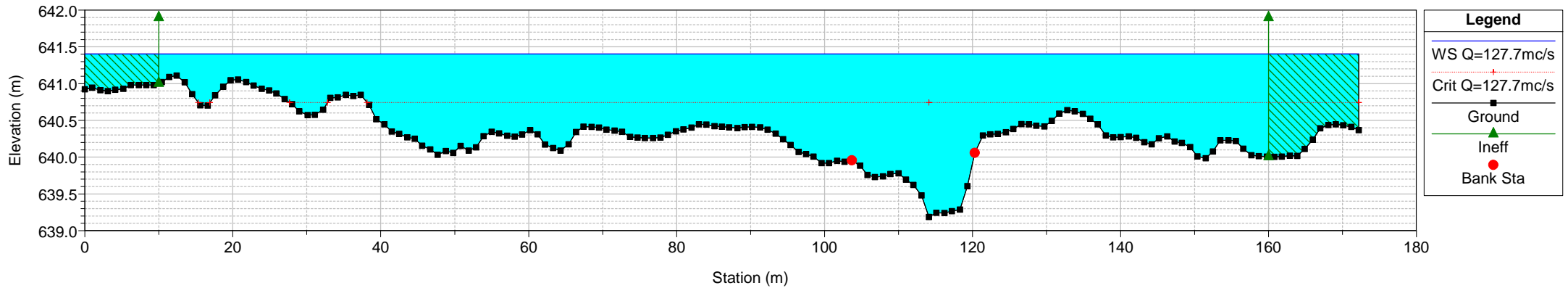
km_154+495 Plan: AnteOperam
River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 07



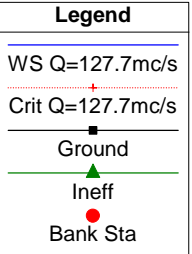
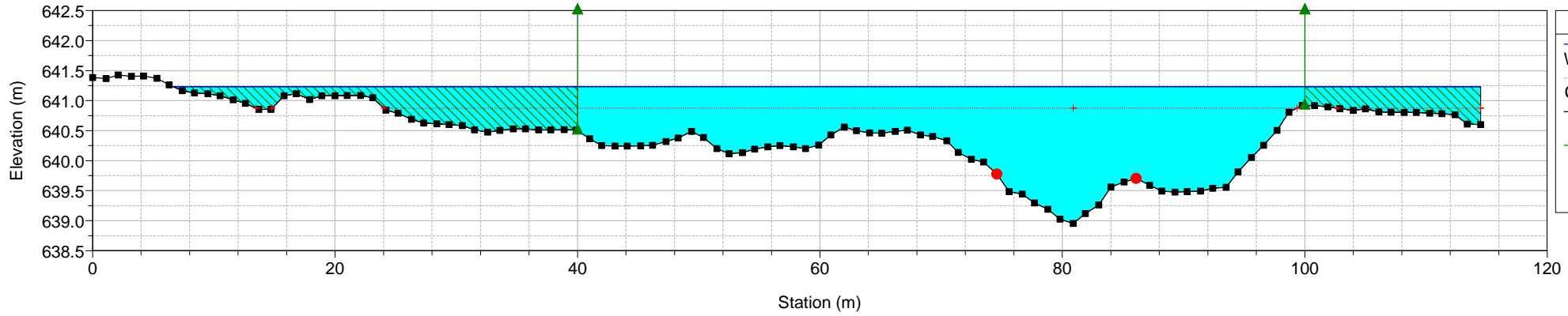
km_154+495 Plan: AnteOperam
River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 06



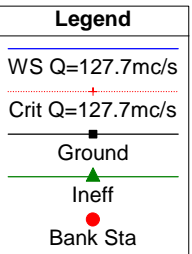
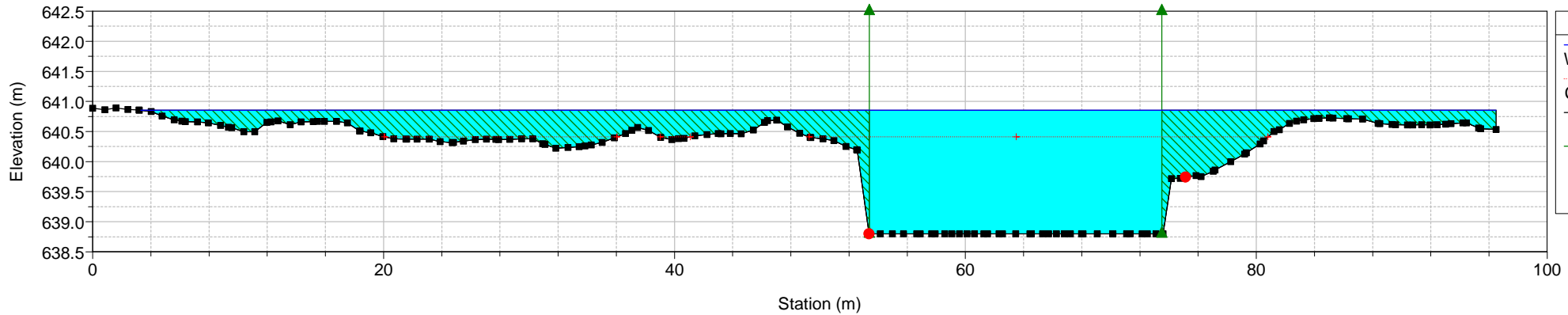
km_154+495 Plan: AnteOperam
River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 05



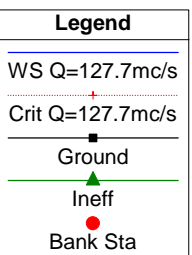
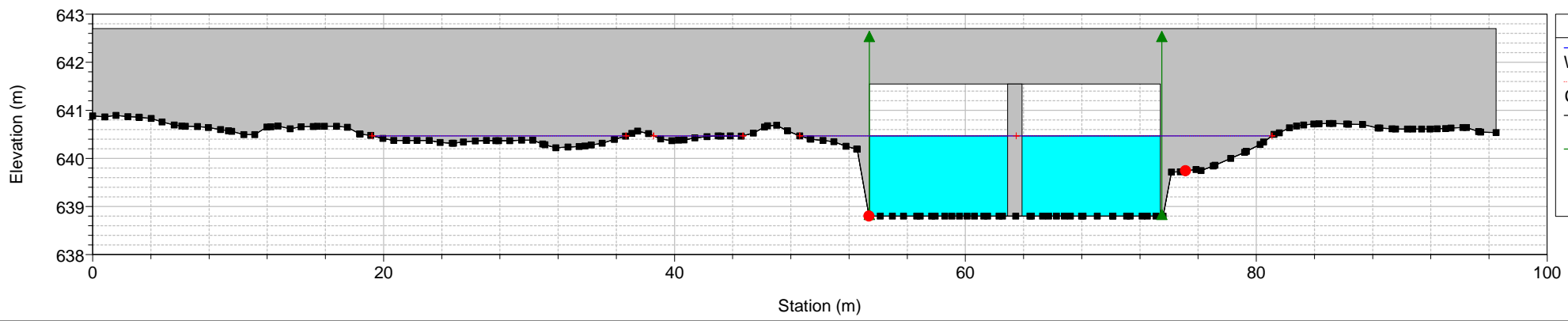
km_154+495 Plan: AnteOperam
River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 04



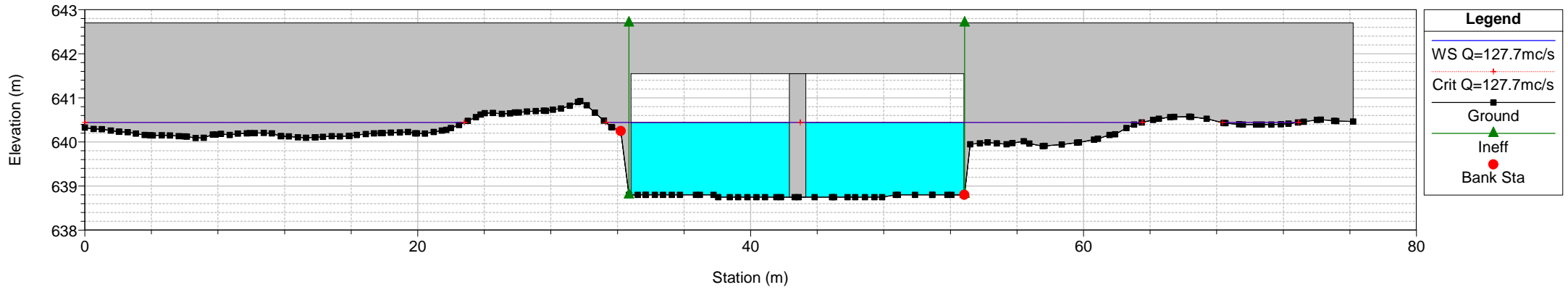
km_154+495 Plan: AnteOperam
River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 3.6



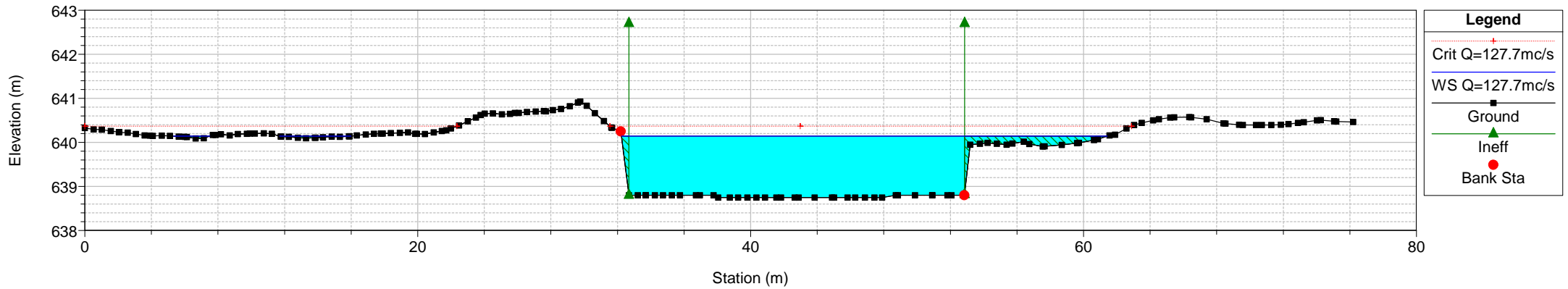
km_154+495 Plan: AnteOperam
River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 3.5 BR Ponte SS131 (L=20m)



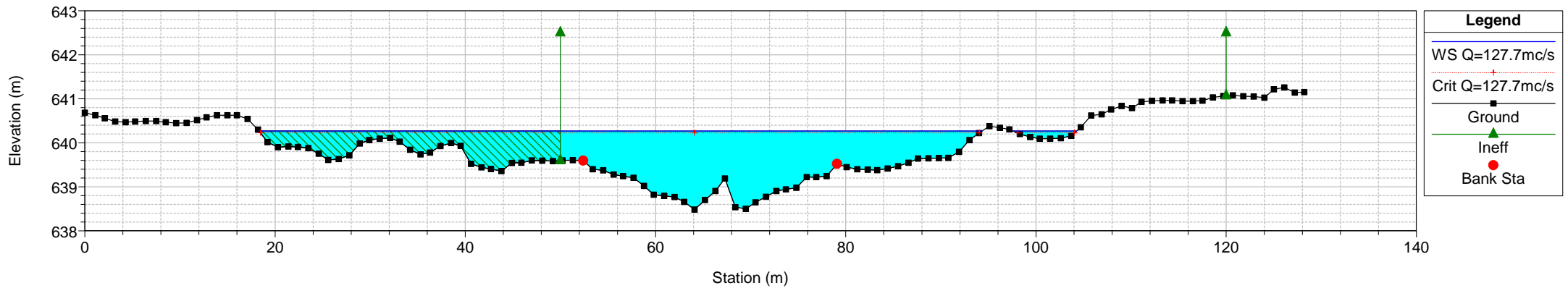
km_154+495 Plan: AnteOperam
 River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 3.5 BR Ponte SS131 (L=20m)



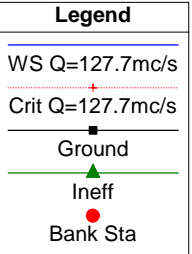
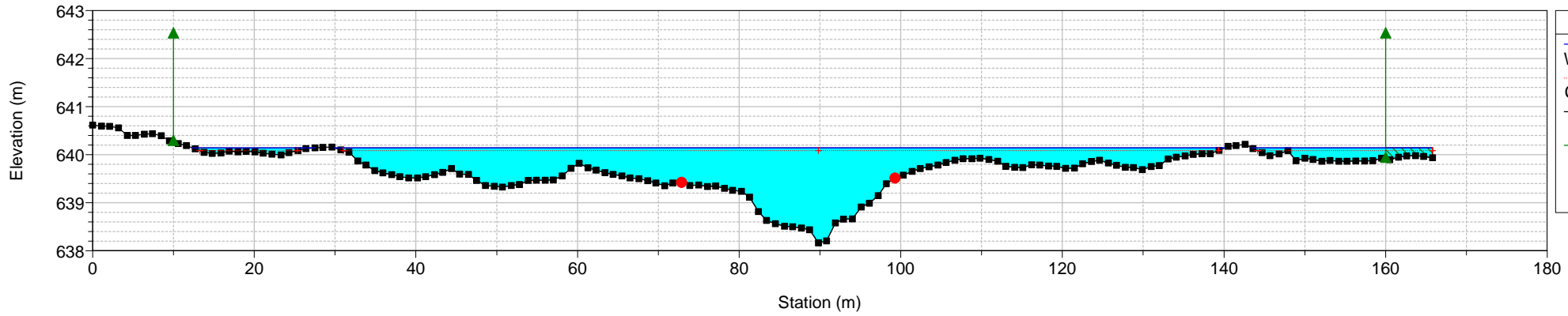
km_154+495 Plan: AnteOperam
 River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 3.3



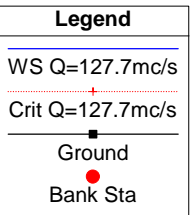
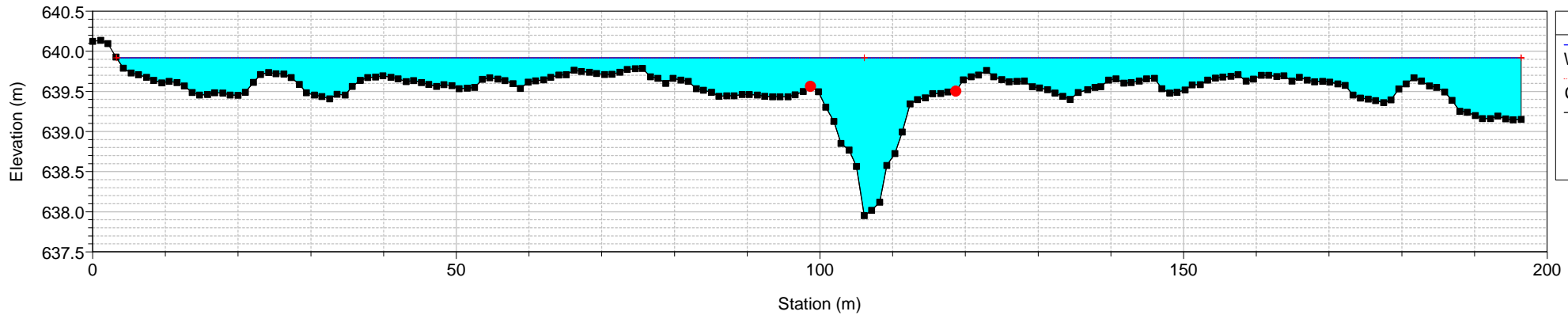
km_154+495 Plan: AnteOperam
 River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 02



km_154+495 Plan: AnteOperam
River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 01

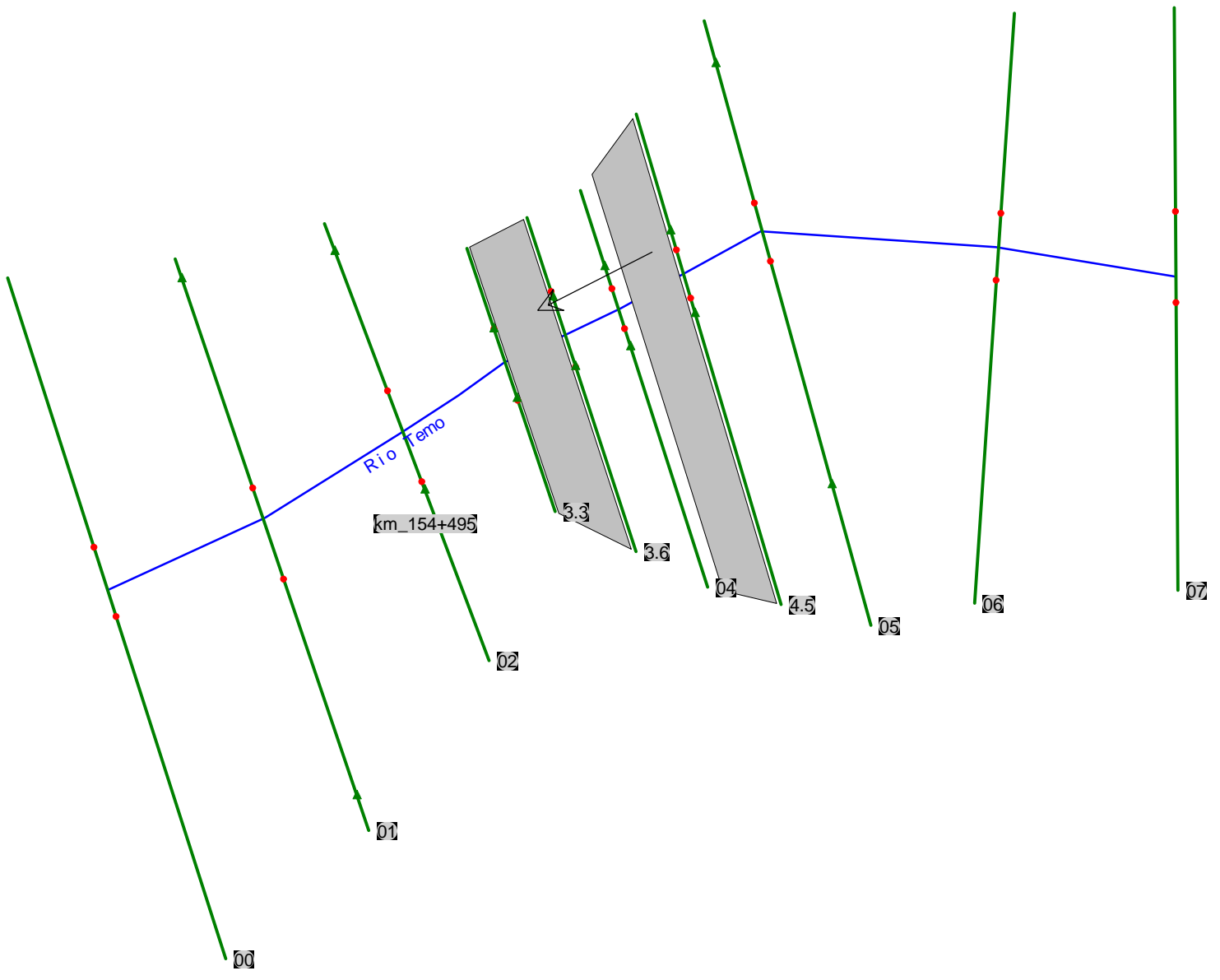


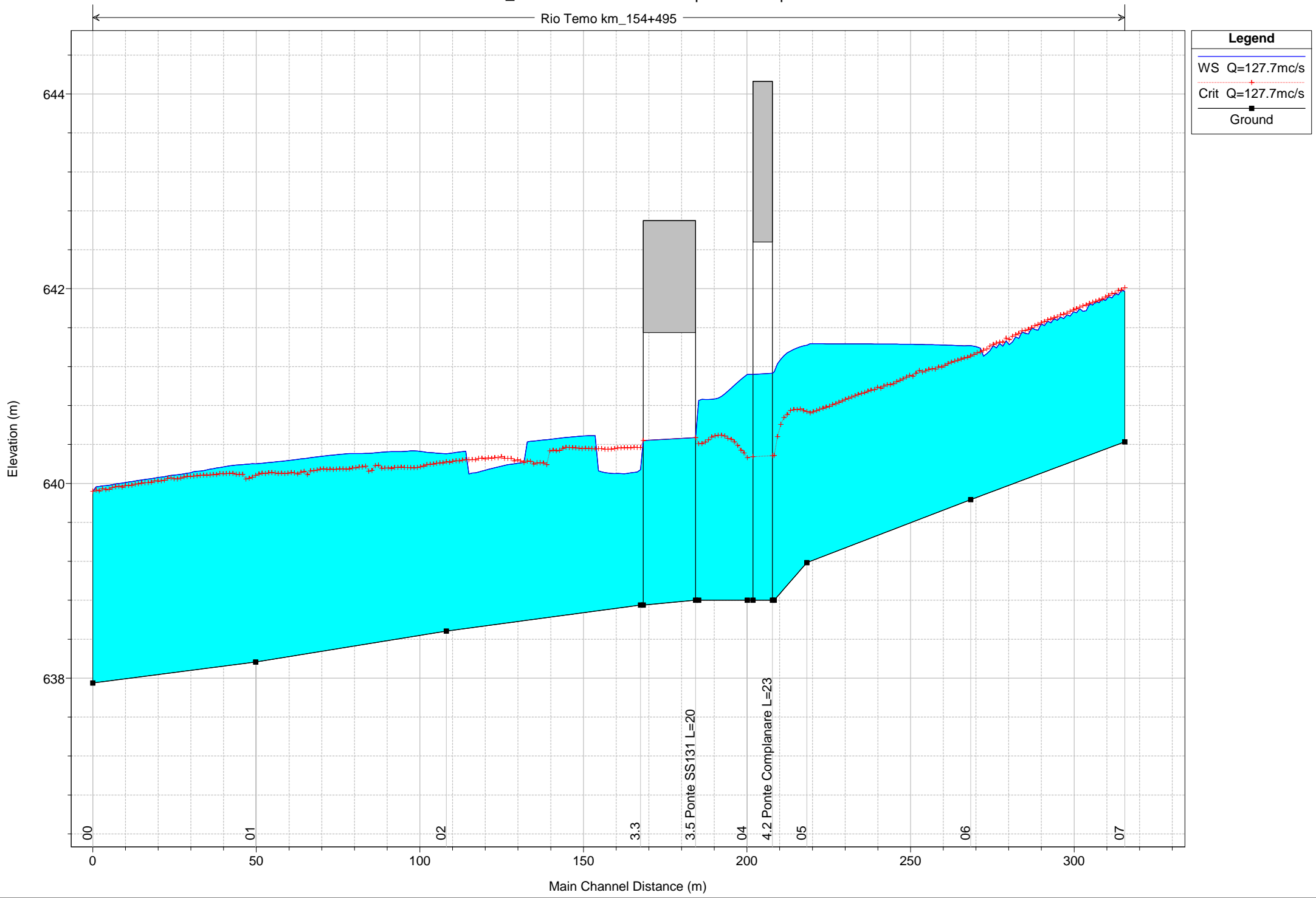
km_154+495 Plan: AnteOperam
River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 00



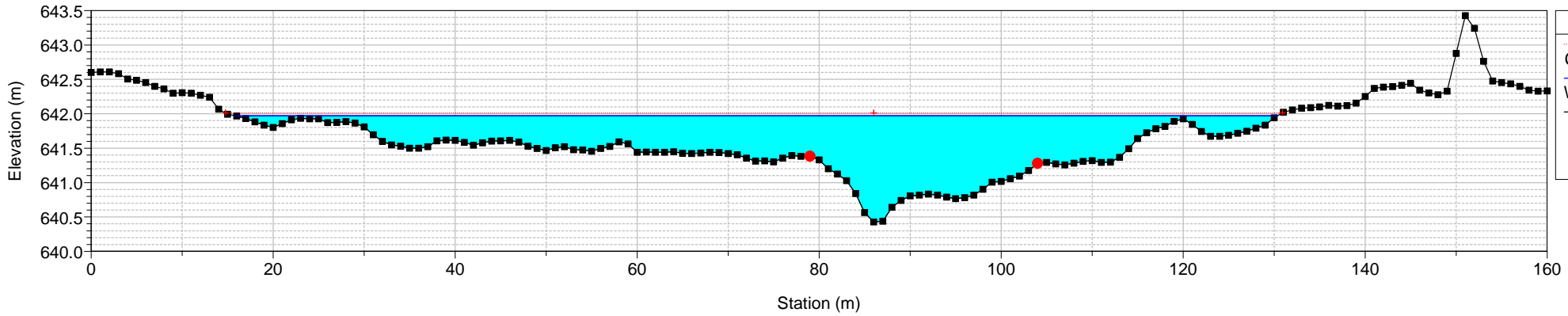
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
km_154+495	07	Q=127.7mc/s	127.70	640.43	641.97	642.01	642.27	0.006710	2.86	61.75	114.61	0.88
km_154+495	06	Q=127.7mc/s	127.70	639.83	641.07	641.31	641.71	0.021725	4.26	39.93	95.35	1.51
km_154+495	05	Q=127.7mc/s	127.70	639.19	641.40	640.74	641.44	0.000452	1.05	164.77	172.20	0.25
km_154+495	04	Q=127.7mc/s	127.70	638.96	641.23	640.87	641.41	0.001968	2.25	72.74	107.85	0.52
km_154+495	3.6	Q=127.7mc/s	127.70	638.80	640.85	640.41	641.34	0.003305	3.09	41.27	93.18	0.69
km_154+495	3.5	Bridge										
km_154+495	3.3	Q=127.7mc/s	127.70	638.75	640.14	640.37	641.23	0.012727	4.63	27.57	35.65	1.26
km_154+495	02	Q=127.7mc/s	127.70	638.48	640.27	640.22	640.68	0.005945	3.02	47.08	82.71	0.85
km_154+495	01	Q=127.7mc/s	127.70	638.17	640.14	640.08	640.35	0.003772	2.36	75.40	147.89	0.67
km_154+495	00	Q=127.7mc/s	127.70	637.95	639.92	639.92	640.10	0.006487	2.53	79.10	193.13	0.83

POST OPERAM

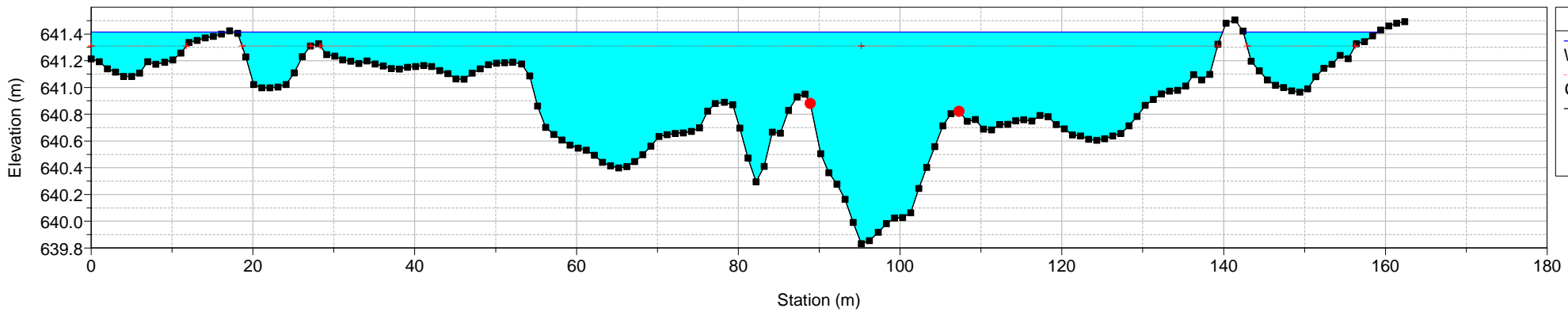




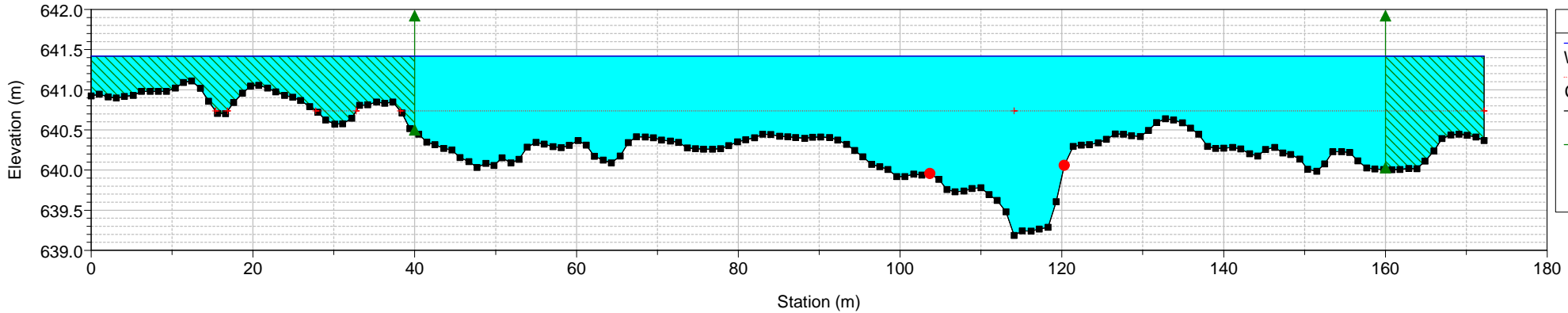
km_154+495 Plan: PostOperam Compl L=23
River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 07



km_154+495 Plan: PostOperam Compl L=23
River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 06

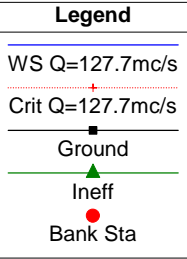
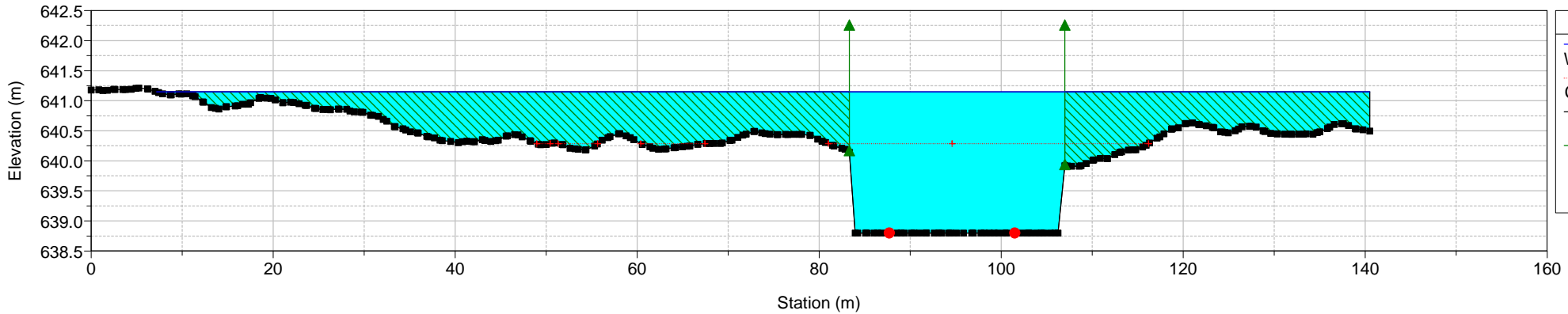


km_154+495 Plan: PostOperam Compl L=23
River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 05



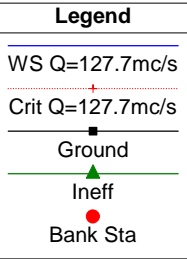
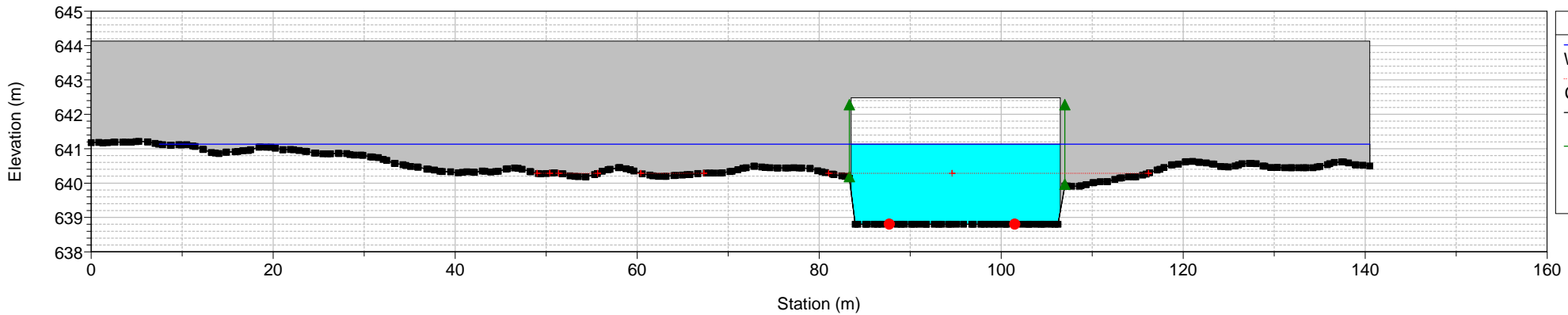
km_154+495 Plan: PostOperam Compl L=23

River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 4.5



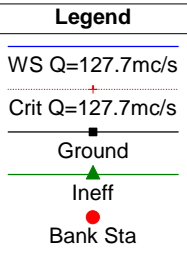
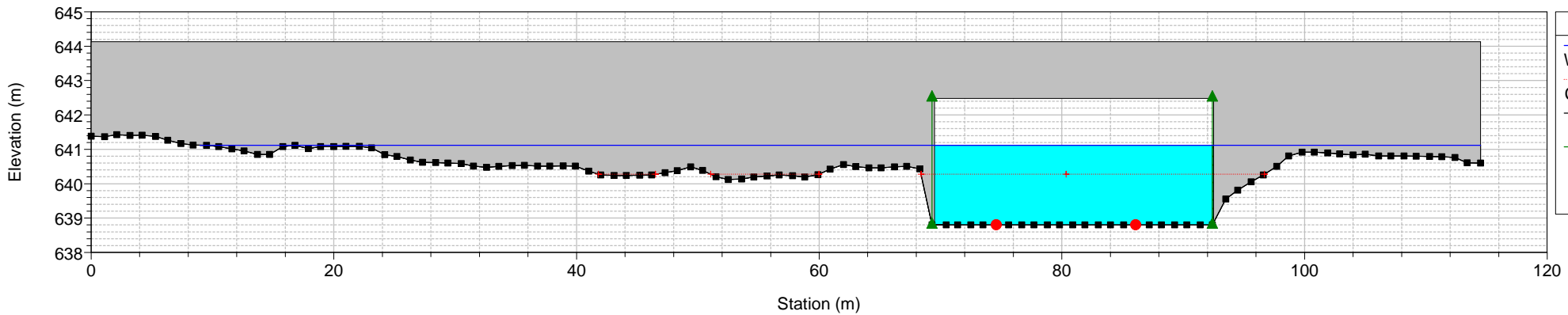
km_154+495 Plan: PostOperam Compl L=23

River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 4.2 BR Ponte Complanare L=23



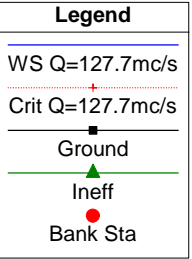
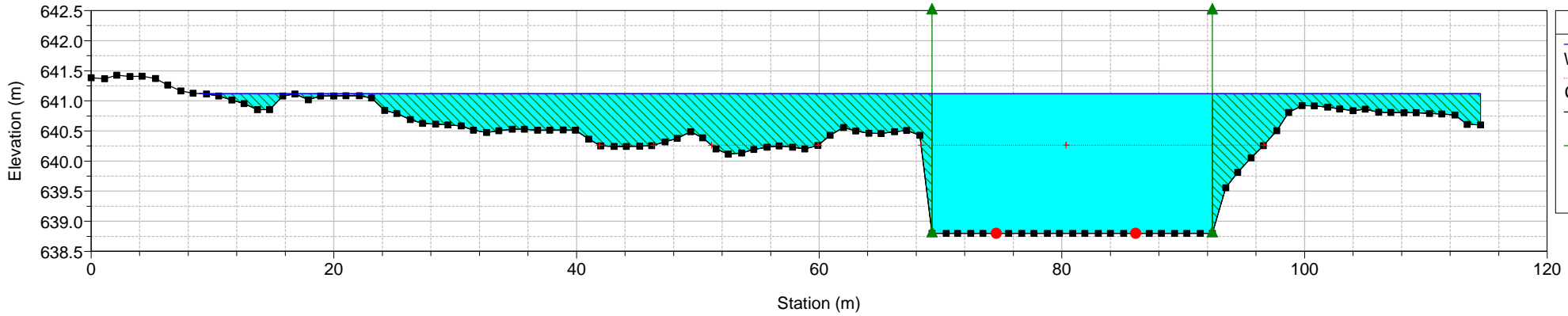
km_154+495 Plan: PostOperam Compl L=23

River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 4.2 BR Ponte Complanare L=23



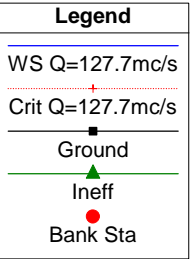
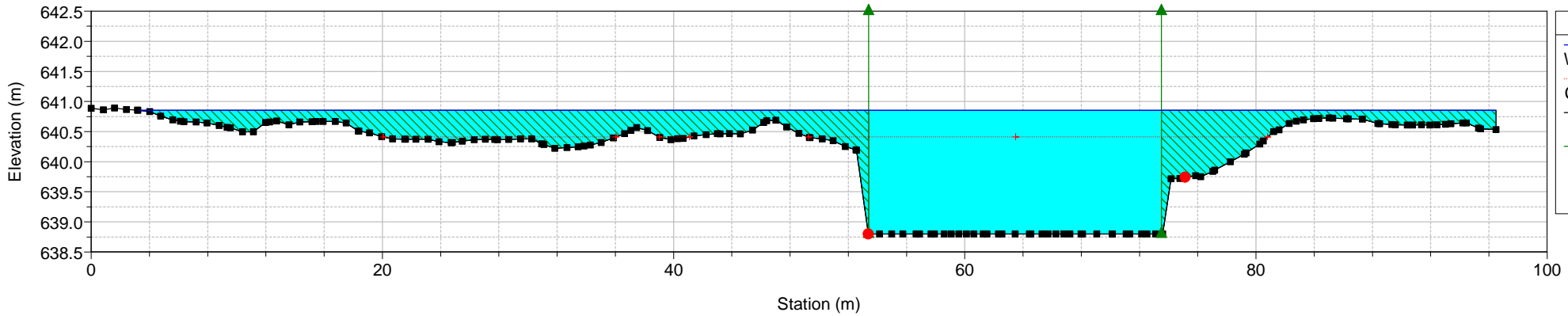
km_154+495 Plan: PostOperam Compl L=23

River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 04



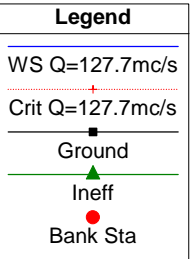
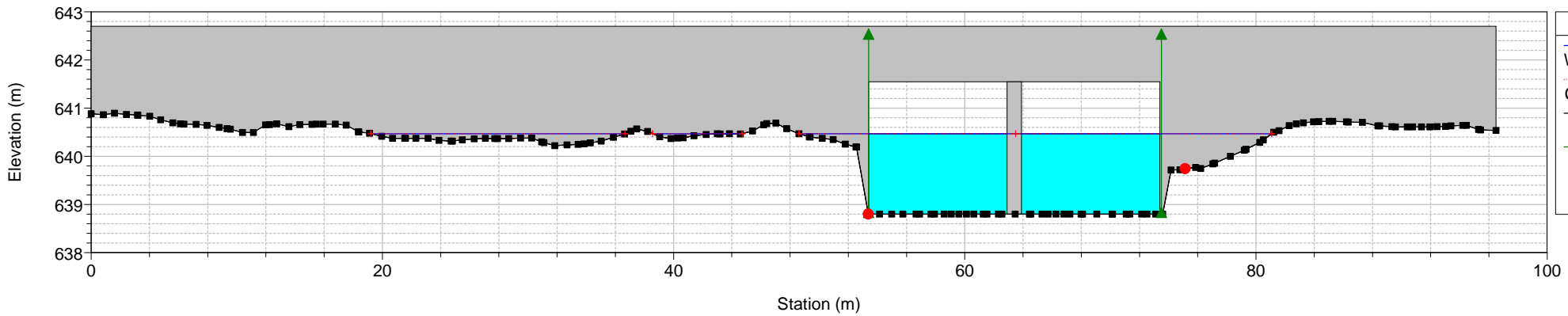
km_154+495 Plan: PostOperam Compl L=23

River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 3.6

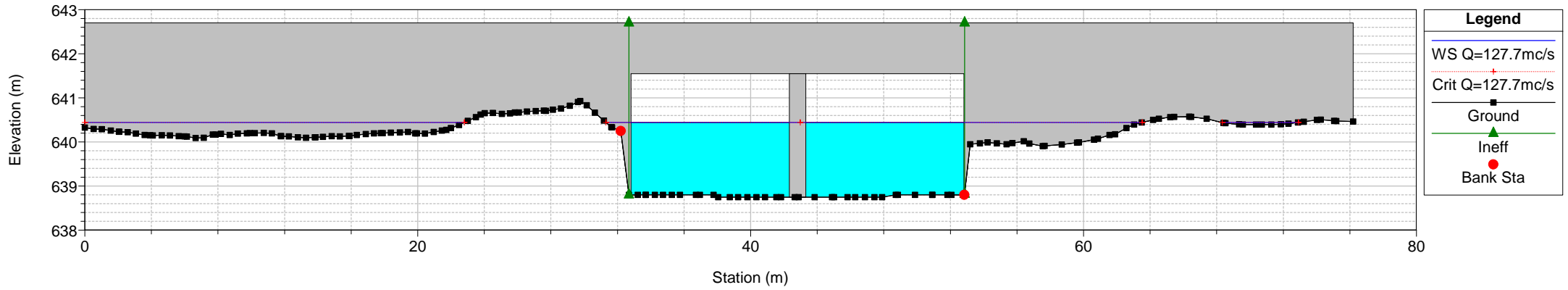


km_154+495 Plan: PostOperam Compl L=23

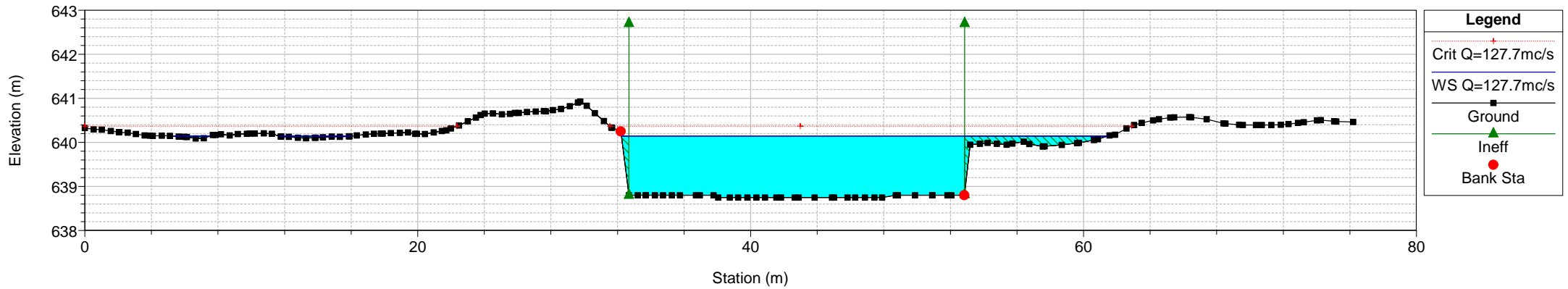
River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 3.5 BR Ponte SS131 L=20



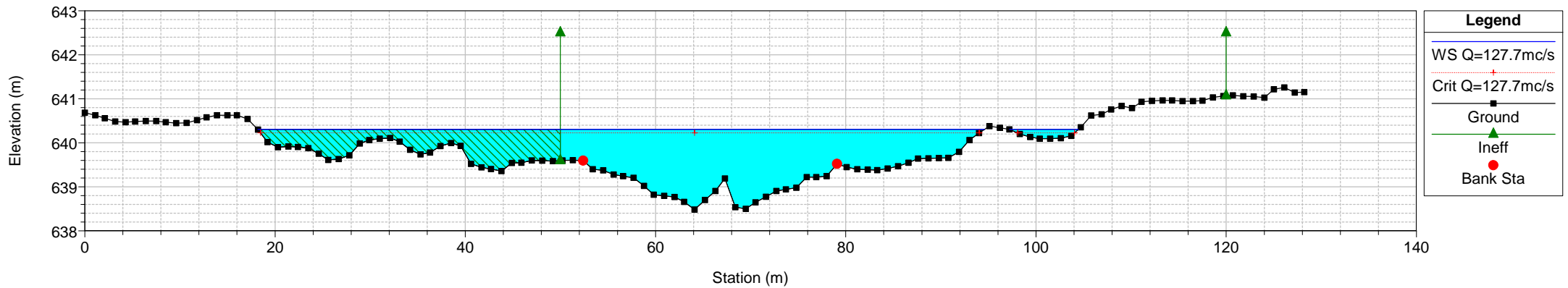
km_154+495 Plan: PostOperam Compl L=23
 River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 3.5 BR Ponte SS131 L=20



km_154+495 Plan: PostOperam Compl L=23
 River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 3.3

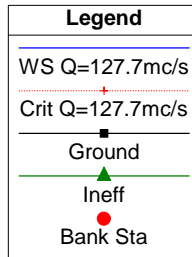
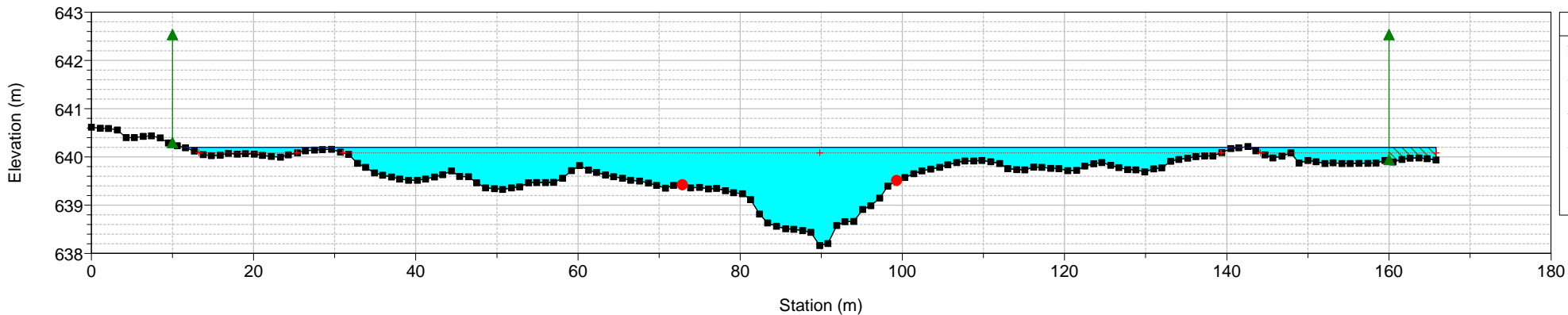


km_154+495 Plan: PostOperam Compl L=23
 River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 02



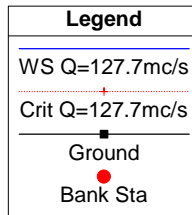
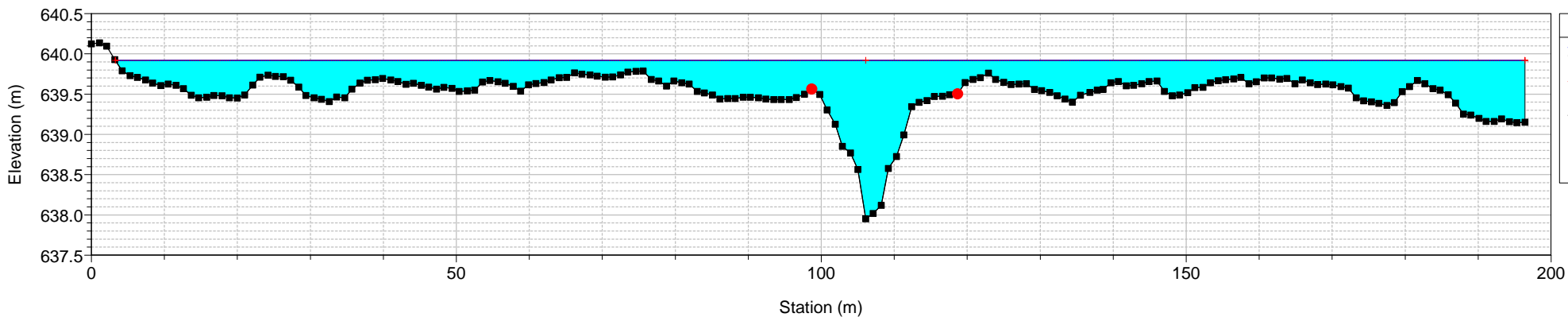
km_154+495 Plan: PostOperam Compl L=23

River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 01



km_154+495 Plan: PostOperam Compl L=23

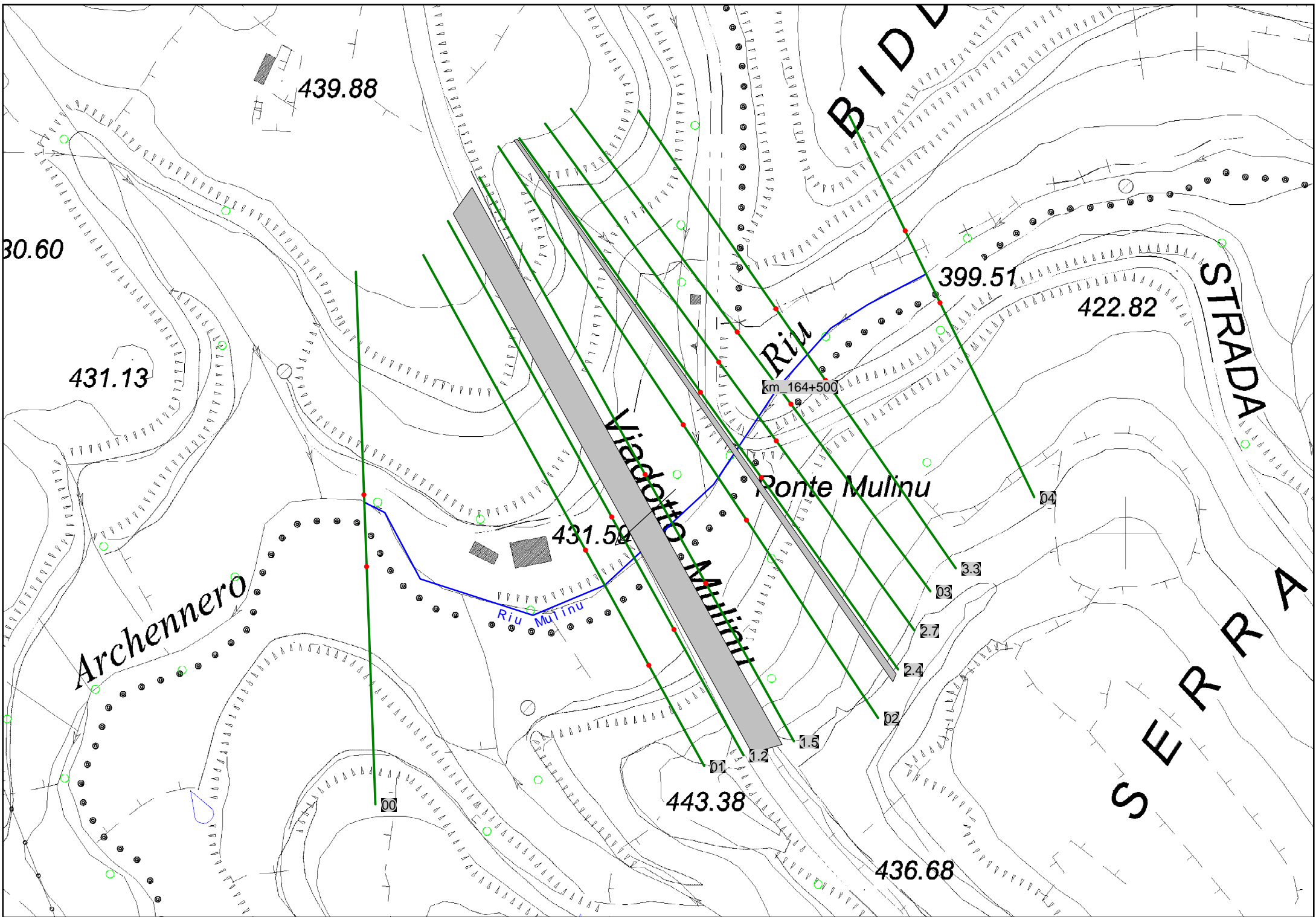
River = Rio Temo Reach = km_154+495 RS = 00



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
km_154+495	07	Q=127.7mc/s	127.70	640.43	641.97	642.01	642.27	0.006710	2.86	61.75	114.61	0.88
km_154+495	06	Q=127.7mc/s	127.70	639.83	641.41	641.31	641.56	0.003643	2.20	85.00	155.70	0.65
km_154+495	05	Q=127.7mc/s	127.70	639.19	641.42	640.74	641.46	0.000472	1.08	149.74	172.20	0.25
km_154+495	4.5	Q=127.7mc/s	127.70	638.80	641.15	640.29	641.43	0.001721	2.44	54.71	133.30	0.51
km_154+495	4.2	Bridge										
km_154+495	04	Q=127.7mc/s	127.70	638.80	641.12	640.27	641.41	0.001663	2.38	53.60	105.57	0.50
km_154+495	3.6	Q=127.7mc/s	127.70	638.80	640.85	640.41	641.34	0.003305	3.09	41.27	93.18	0.69
km_154+495	3.5	Bridge										
km_154+495	3.3	Q=127.7mc/s	127.70	638.75	640.14	640.37	641.23	0.012727	4.63	27.57	35.65	1.26
km_154+495	02	Q=127.7mc/s	127.70	638.48	640.30	640.22	640.69	0.005358	2.92	48.88	83.62	0.81
km_154+495	01	Q=127.7mc/s	127.70	638.17	640.20	640.08	640.37	0.003126	2.21	83.85	153.69	0.62
km_154+495	00	Q=127.7mc/s	127.70	637.95	639.92	639.92	640.10	0.006487	2.53	79.10	193.13	0.83

INTERFERENZA A PROGR. Km 164+500

ANTE OPERAM

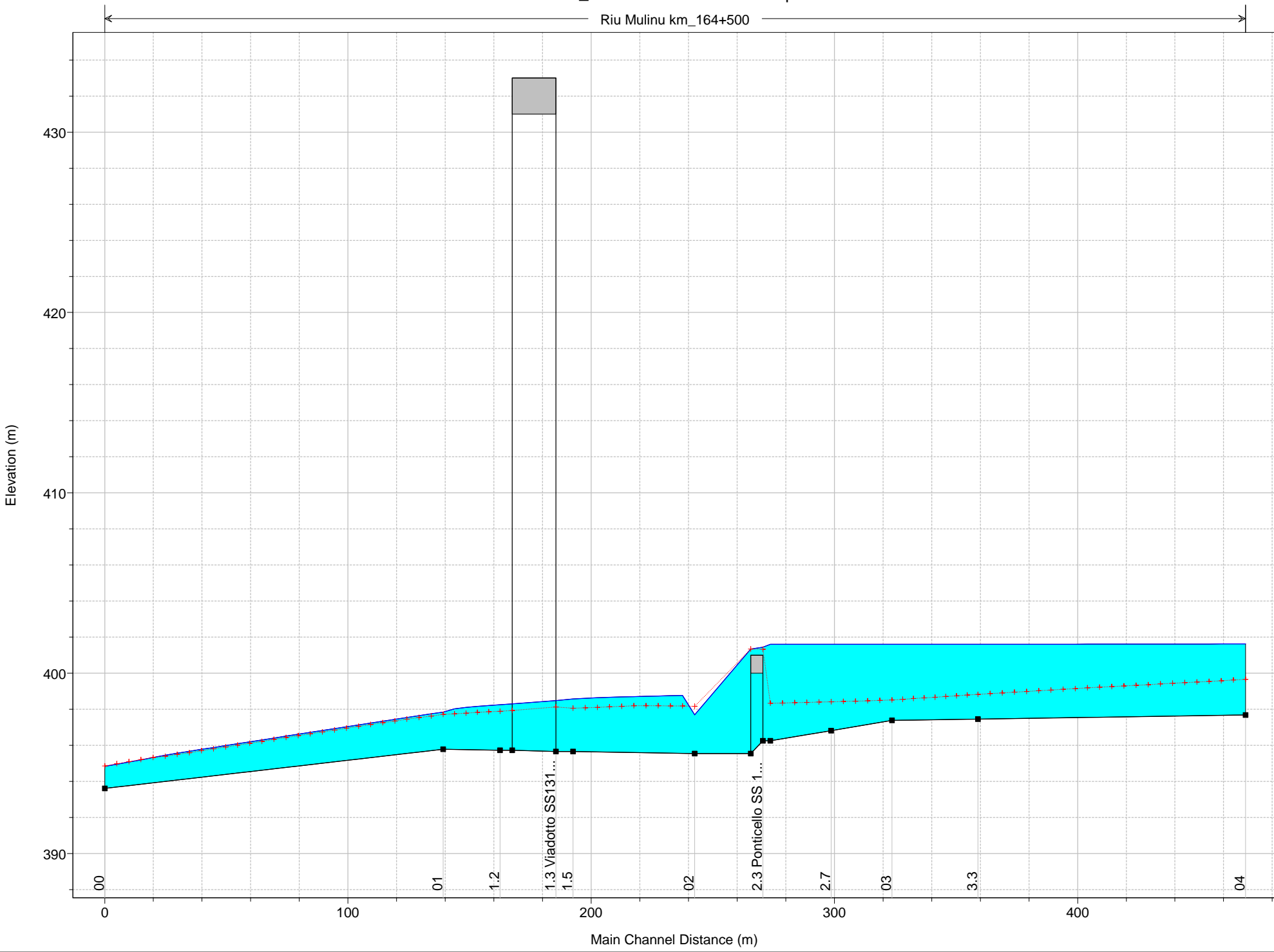


km_164+500 Plan: Ante Operam

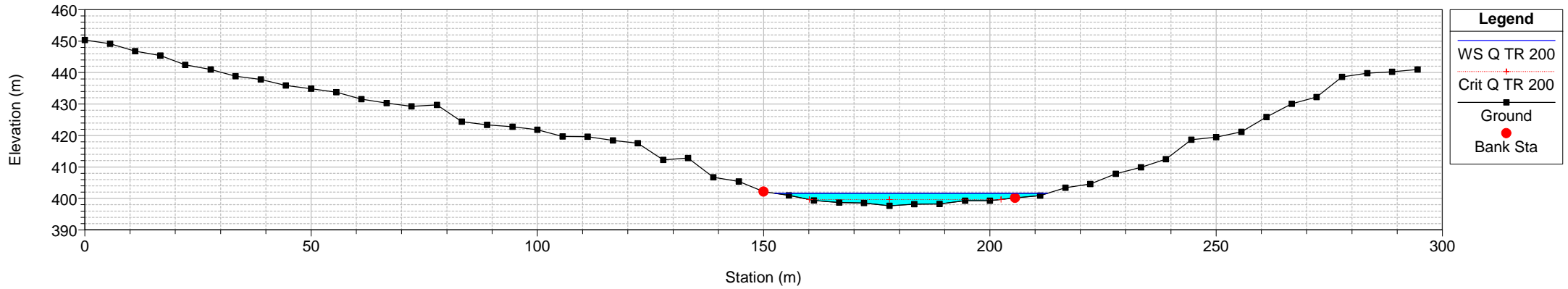
Riu Mulinu km_164+500

Legend

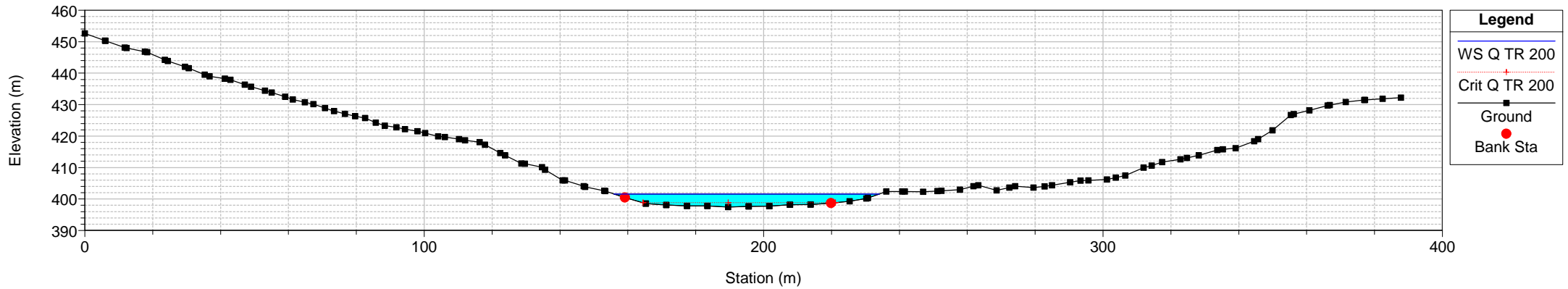
- Crit Q TR 200
- WS Q TR 200
- Ground



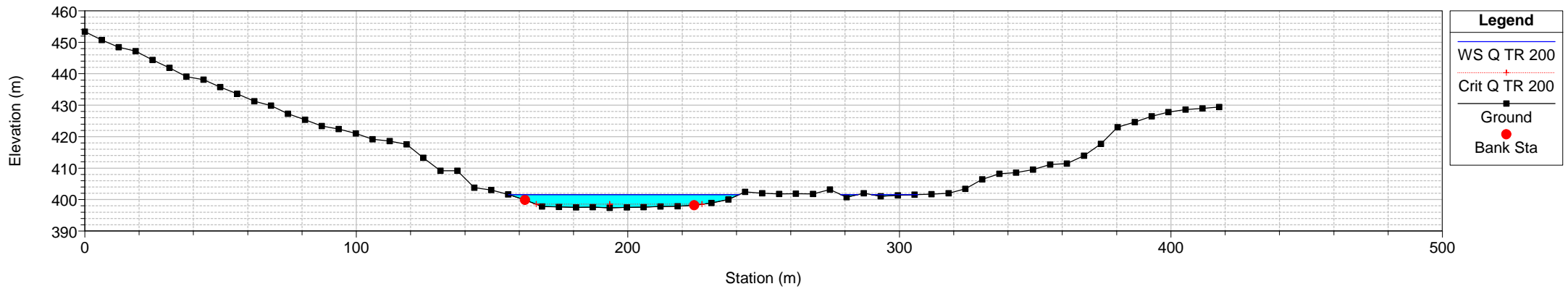
km_164+500 Plan: Ante Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 04



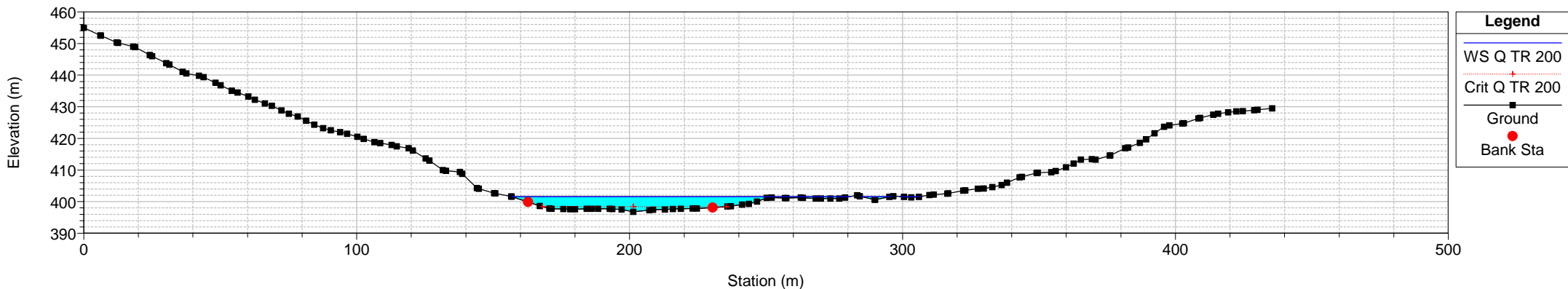
km_164+500 Plan: Ante Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 3.3



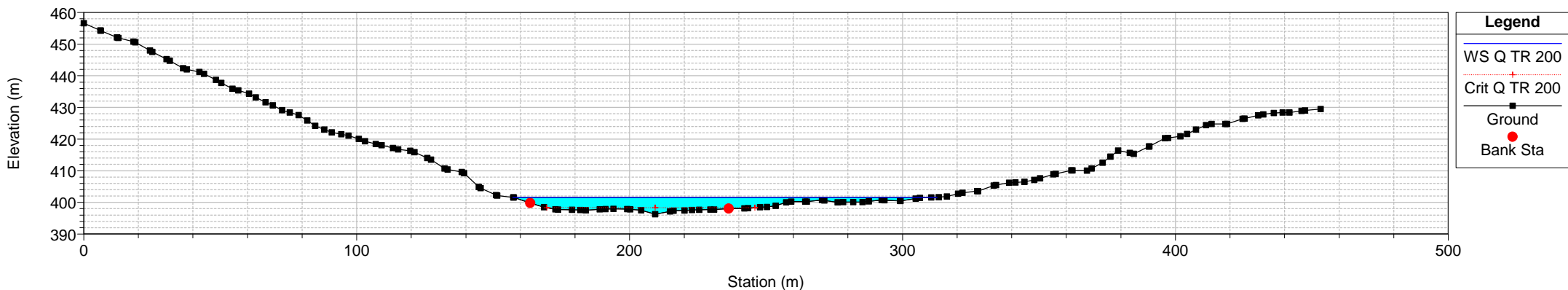
km_164+500 Plan: Ante Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 03



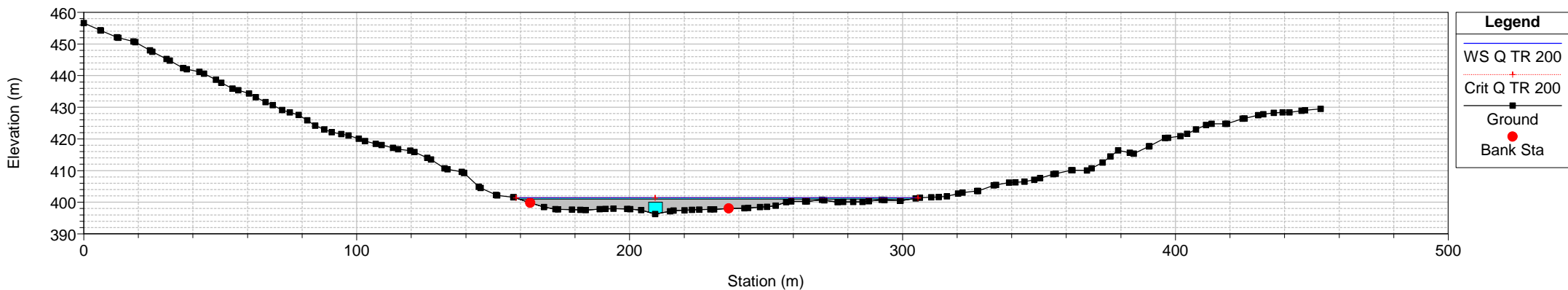
km_164+500 Plan: Ante Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 2.7



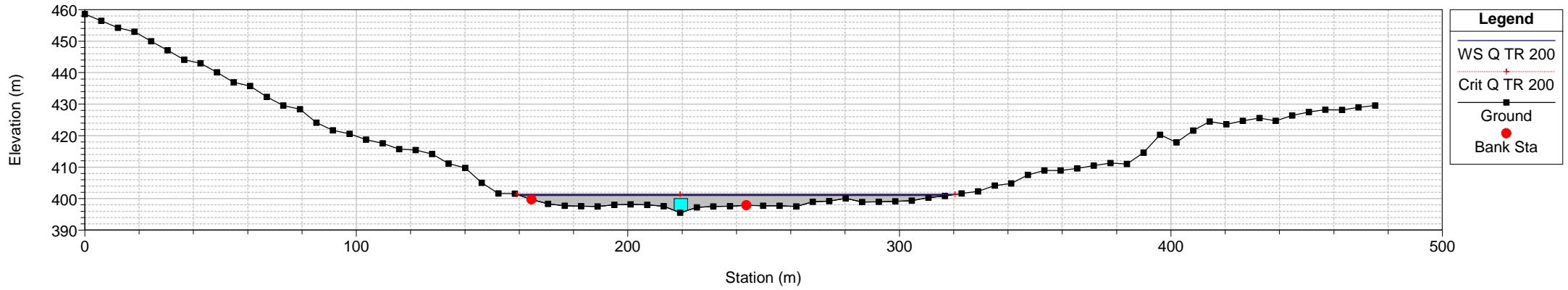
km_164+500 Plan: Ante Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 2.4



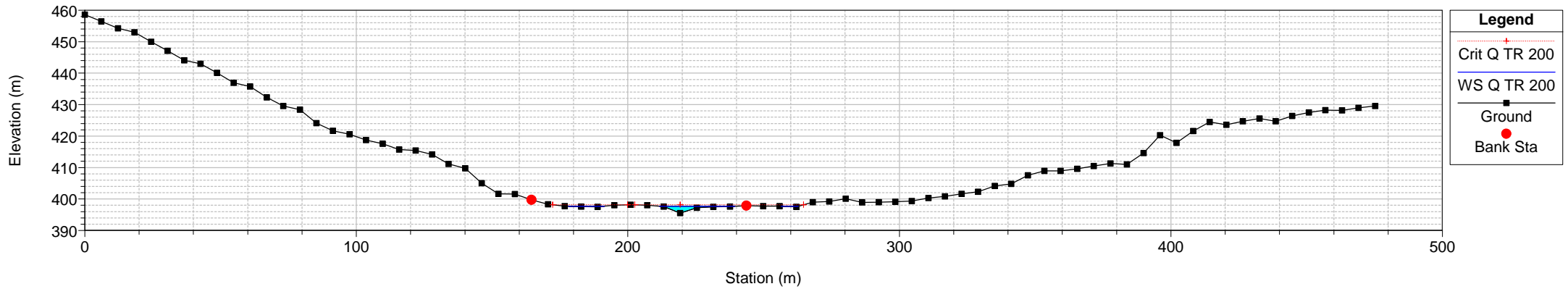
km_164+500 Plan: Ante Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 2.3 BR Ponticello SS 124-125



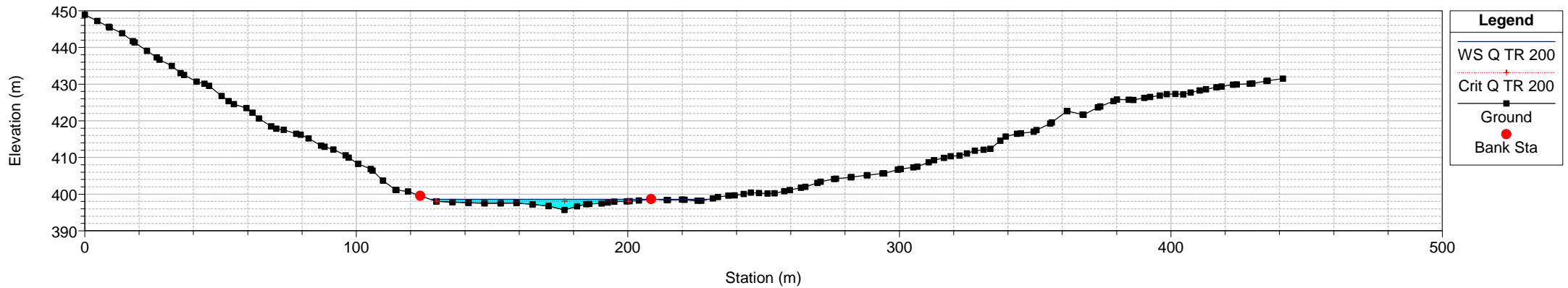
km_164+500 Plan: Ante Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 2.3 BR Ponticello SS 124-125



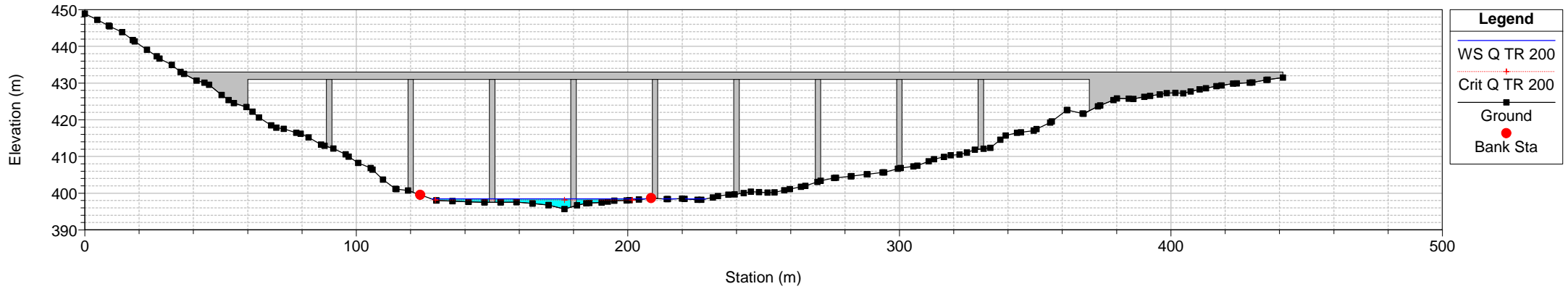
km_164+500 Plan: Ante Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 02



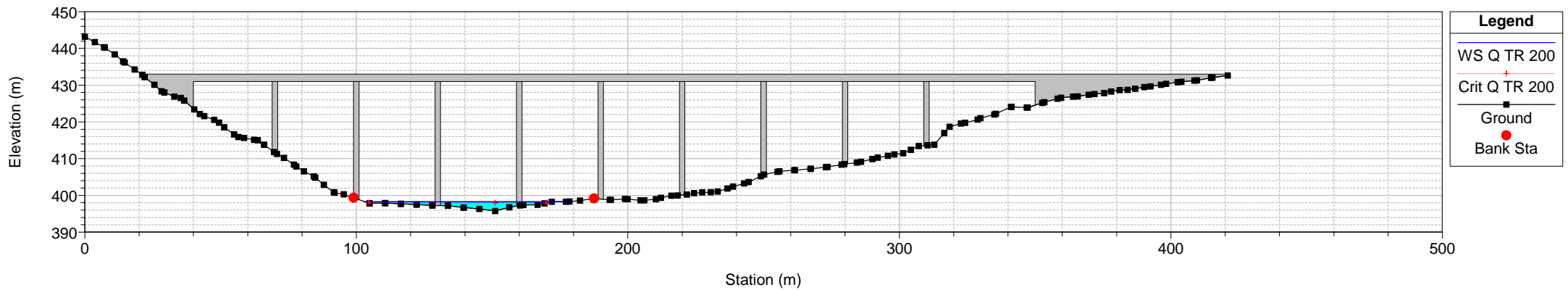
km_164+500 Plan: Ante Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 1.5



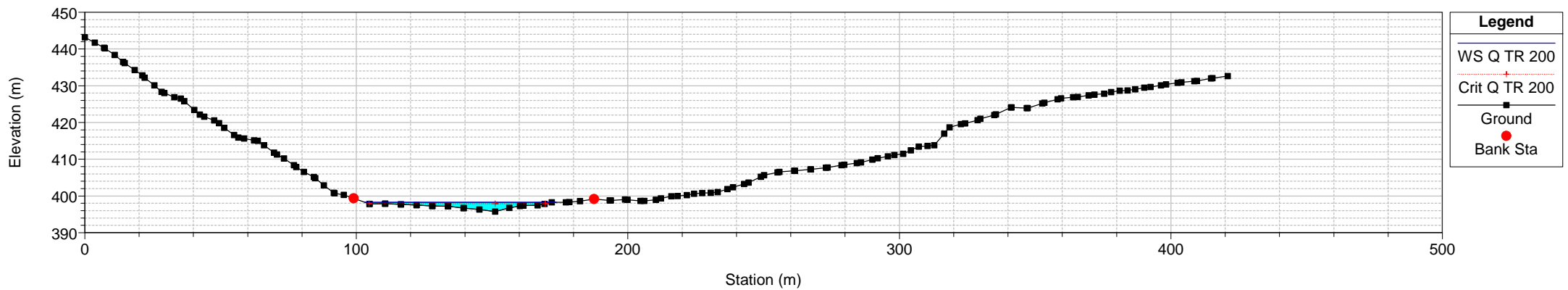
km_164+500 Plan: Ante Operam
 River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 1.3 BR Viadotto SS131 L=330



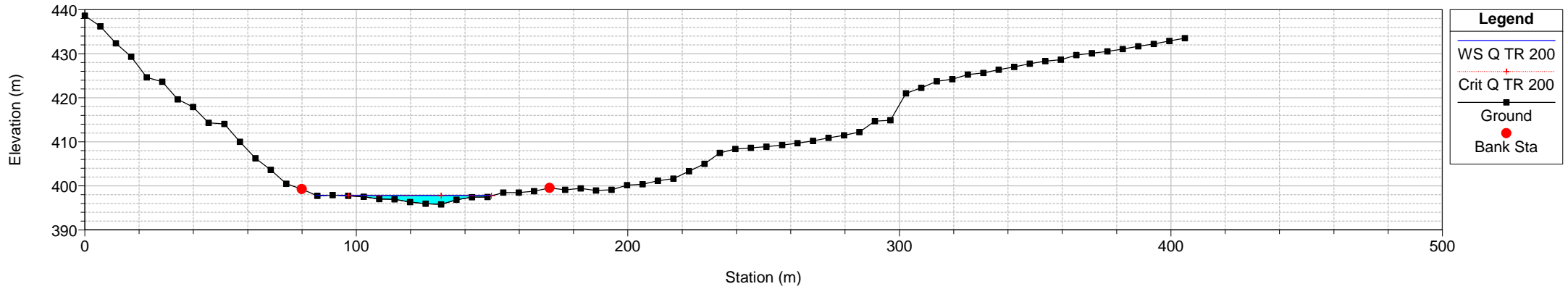
km_164+500 Plan: Ante Operam
 River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 1.3 BR Viadotto SS131 L=330



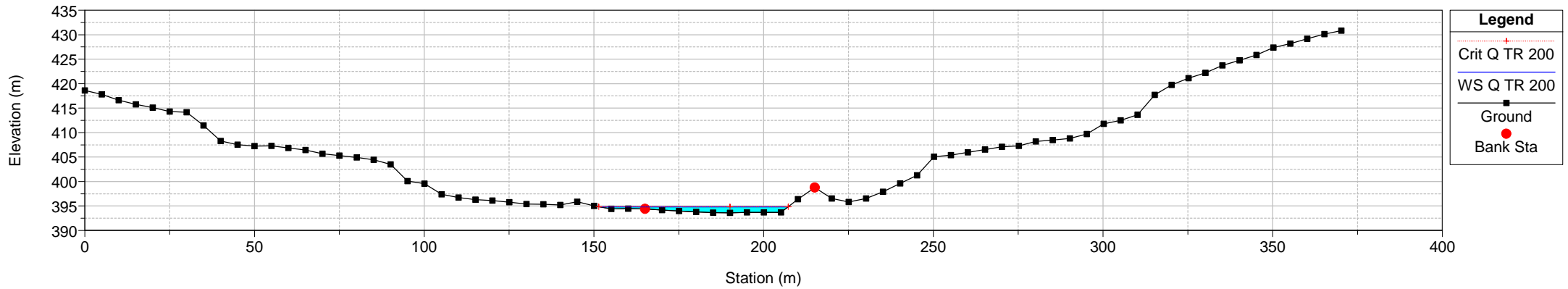
km_164+500 Plan: Ante Operam
 River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 1.2



km_164+500 Plan: Ante Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 01

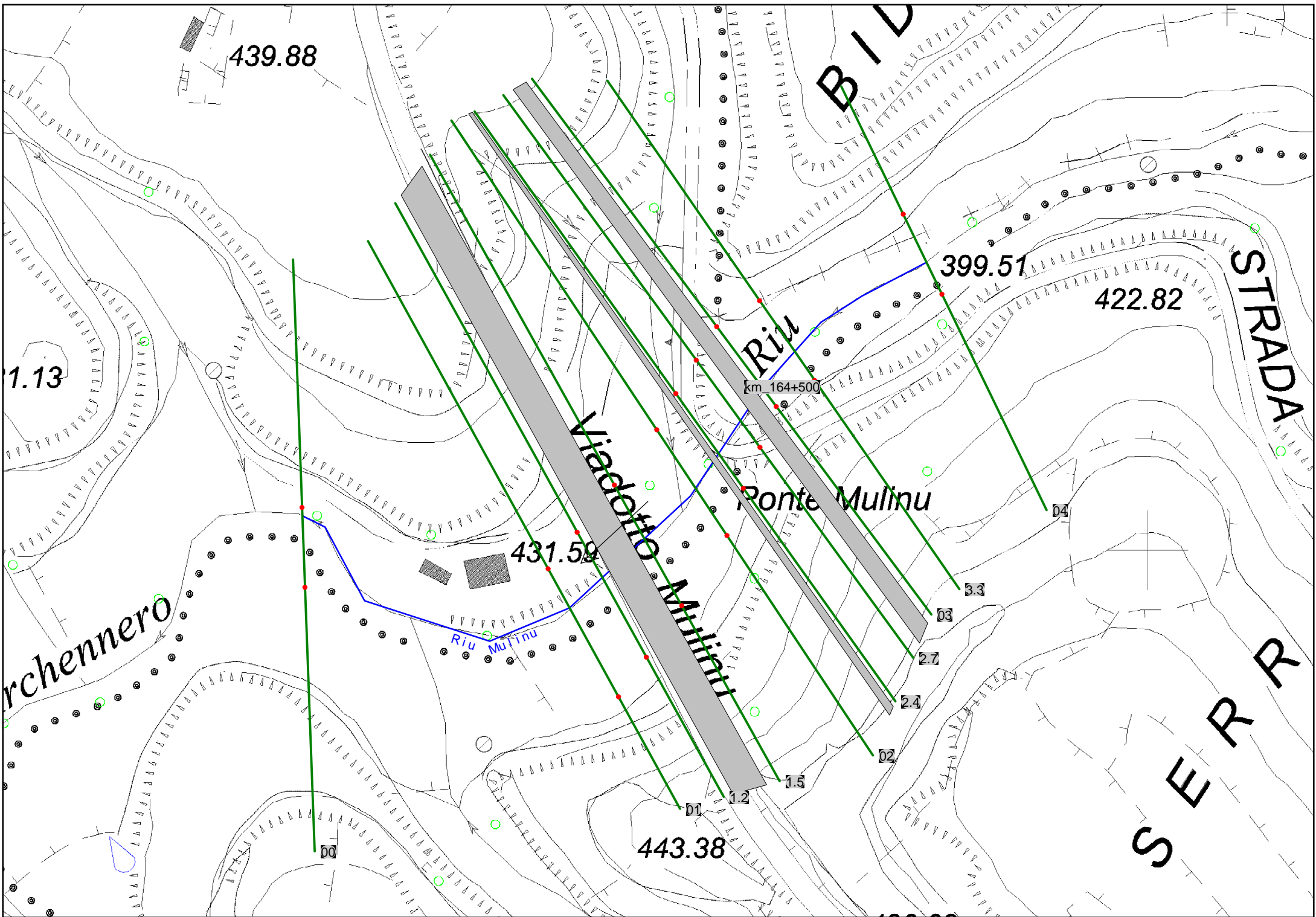


km_164+500 Plan: Ante Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 00



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
km_164+500	04	Q TR 200	136.67	397.69	401.62	399.66	401.67	0.000636	0.95	145.18	60.26	0.19
km_164+500	3.3	Q TR 200	136.67	397.45	401.60	398.82	401.62	0.000153	0.57	240.17	78.24	0.10
km_164+500	03	Q TR 200	136.67	397.38	401.60	398.51	401.61	0.000098	0.48	286.14	108.61	0.08
km_164+500	2.7	Q TR 200	136.67	396.81	401.60	398.41	401.61	0.000077	0.43	336.72	142.82	0.07
km_164+500	2.4	Q TR 200	136.67	396.25	401.60	398.33	401.61	0.000048	0.34	411.89	155.45	0.06
km_164+500	2.3	Bridge										
km_164+500	02	Q TR 200	136.67	395.55	397.70	398.16	400.16	0.346002	7.01	19.76	47.37	3.28
km_164+500	1.5	Q TR 200	136.67	395.66	398.58	398.05	398.69	0.004800	1.49	93.22	99.20	0.45
km_164+500	1.3	Bridge										
km_164+500	1.2	Q TR 200	136.67	395.73	398.26	397.89	398.43	0.008062	1.85	73.92	70.42	0.58
km_164+500	01	Q TR 200	136.67	395.78	397.84	397.71	398.17	0.019371	2.54	53.72	61.23	0.87
km_164+500	00	Q TR 200	136.67	393.61	394.83	394.85	395.28	0.023510	3.02	46.06	55.52	0.97

POST OPERAM



439.88

1.13

399.51

422.82

km 164+500

431.59

archennero

Viadotto Mullinu

Ponte Mullinu

STRADA

04

3.3

03

2.7

2.4

02

1.5

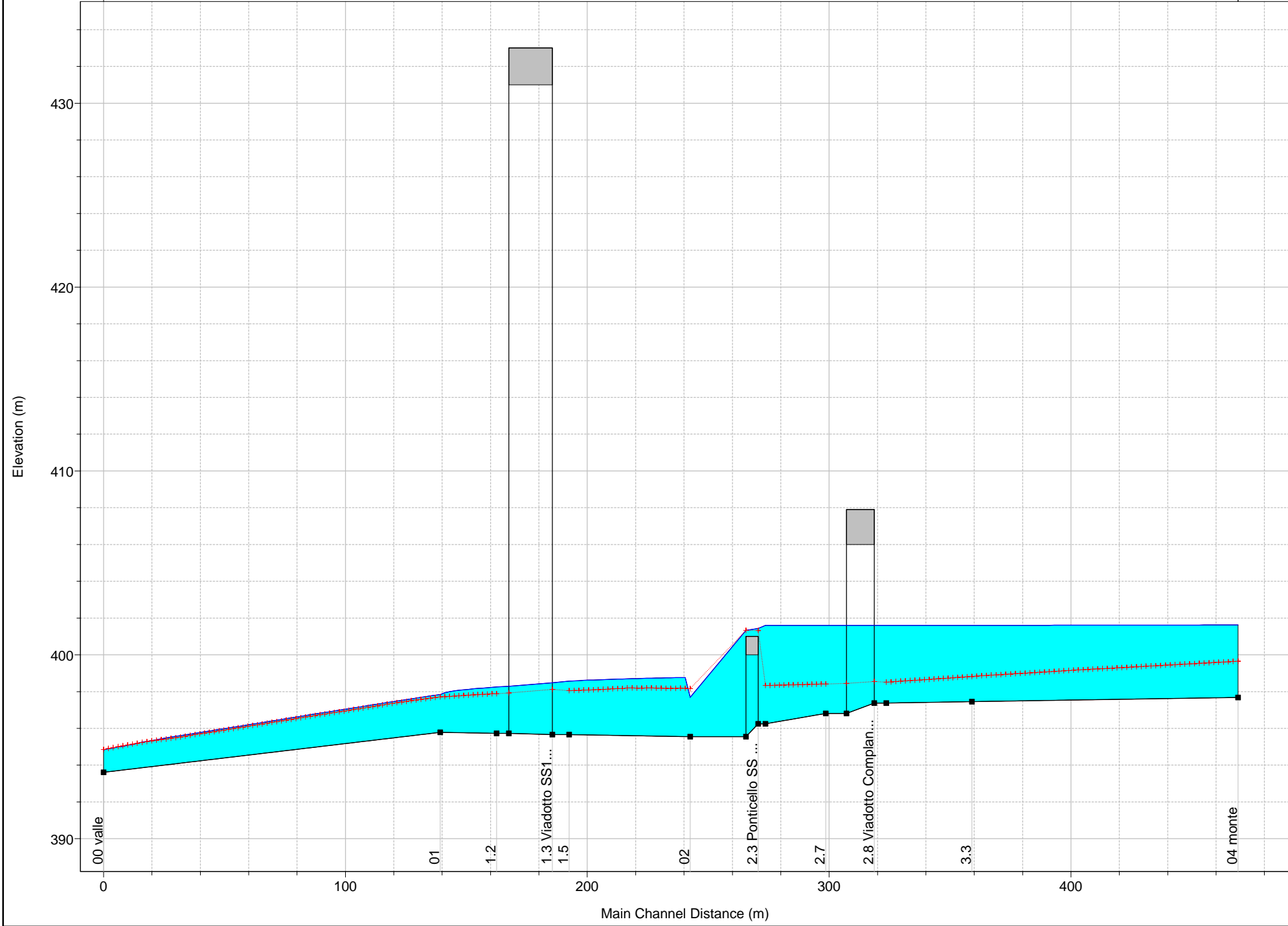
1.2

01

443.38

00

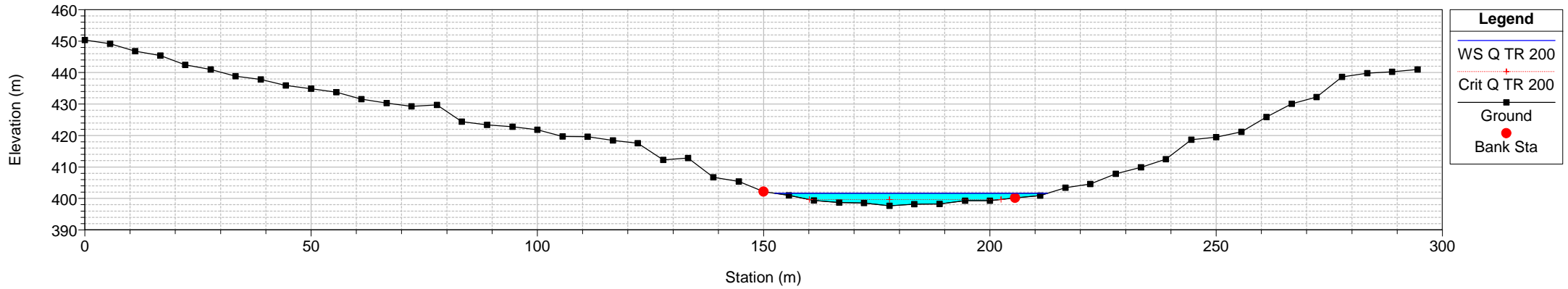
S E R R



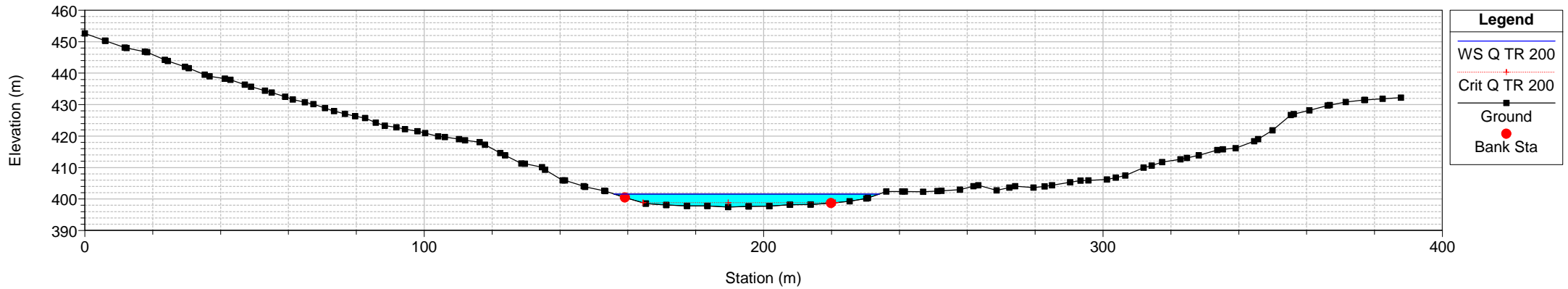
Legend

- Crit Q TR 200 (dotted red line with cross markers)
- WS Q TR 200 (solid blue line)
- Ground (black line with square markers)

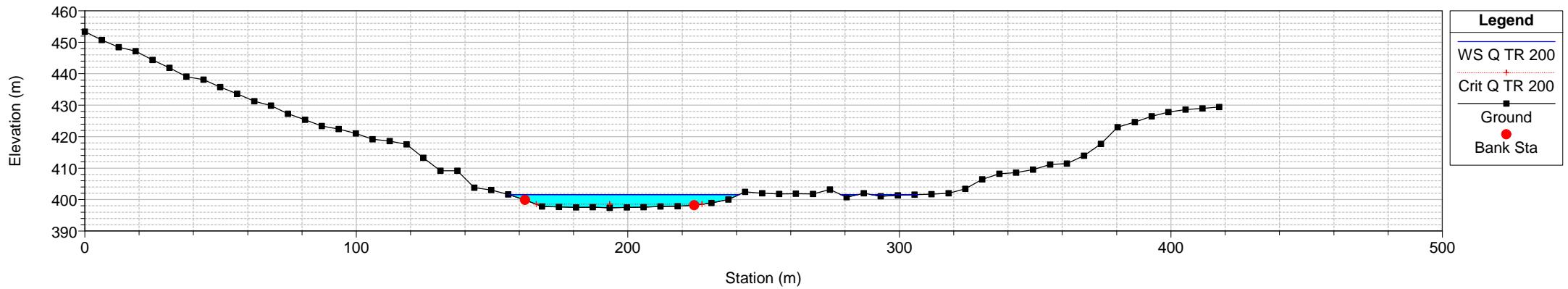
km_164+500 Plan: Post Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 04 monte



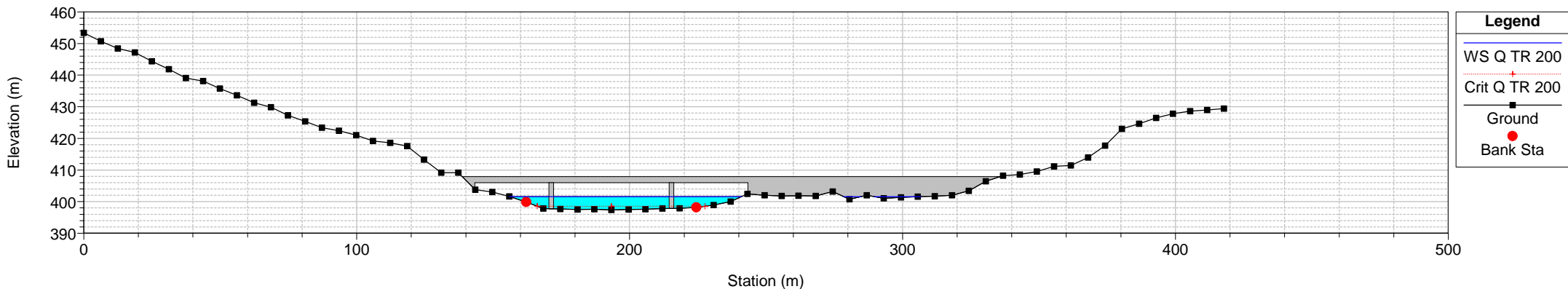
km_164+500 Plan: Post Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 3.3



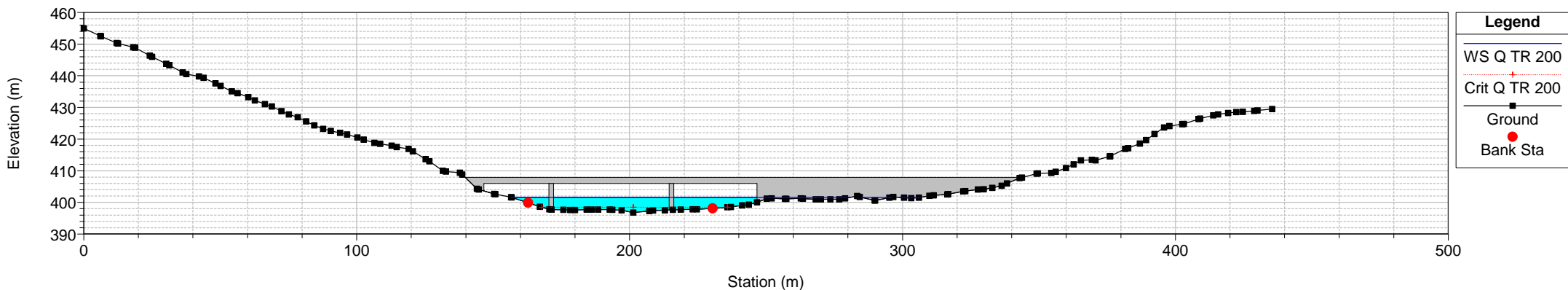
km_164+500 Plan: Post Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 03



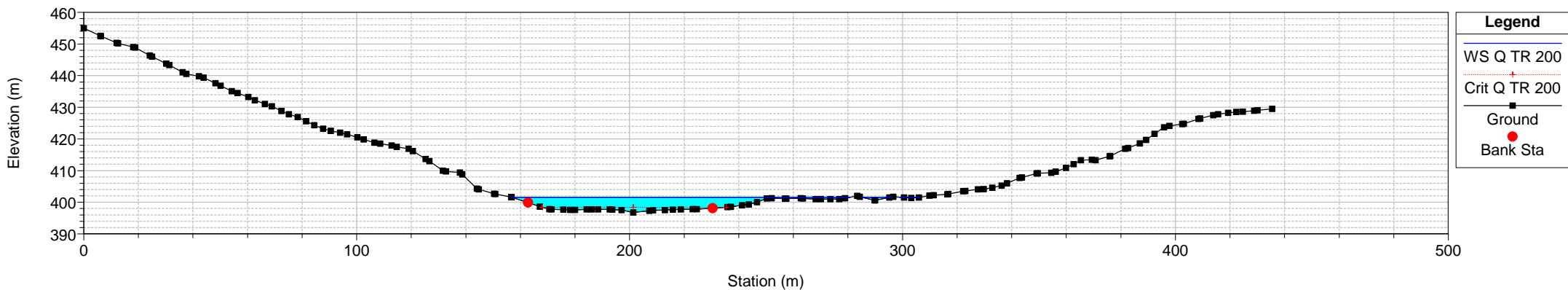
km_164+500 Plan: Post Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 2.8 BR Viadotto Complanare L=100



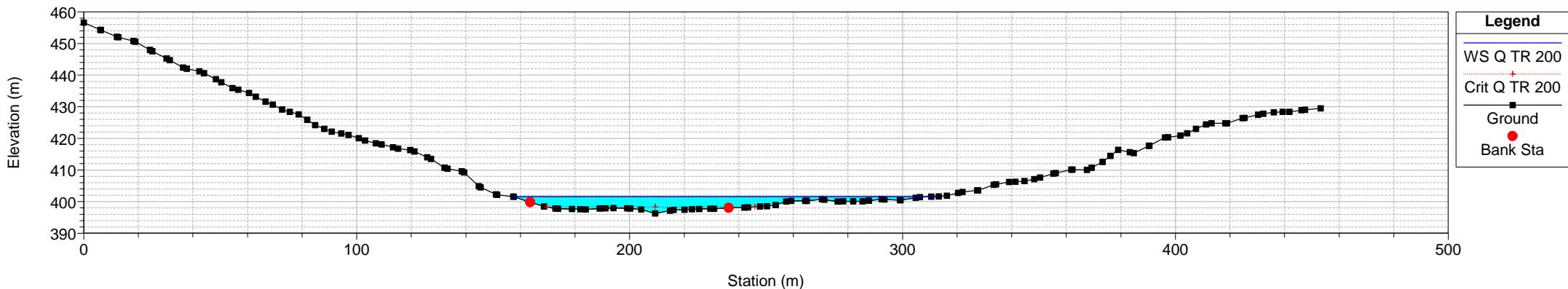
km_164+500 Plan: Post Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 2.8 BR Viadotto Complanare L=100



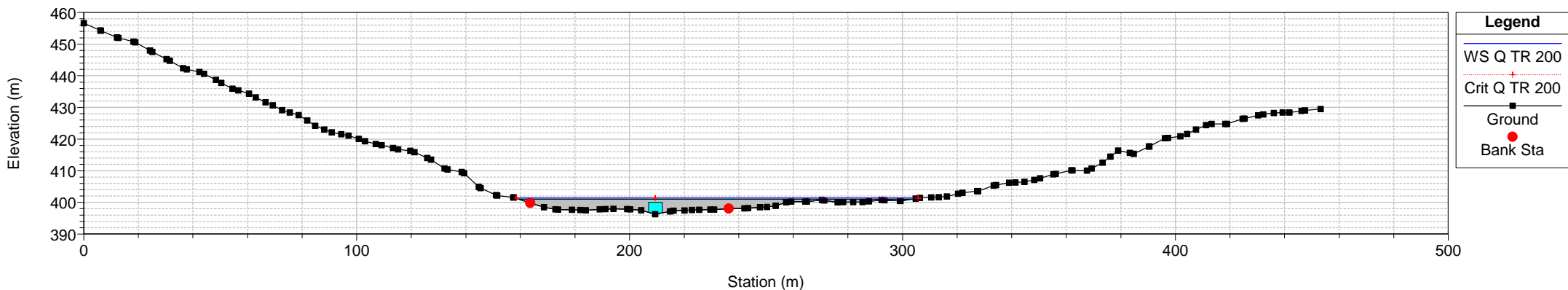
km_164+500 Plan: Post Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 2.7



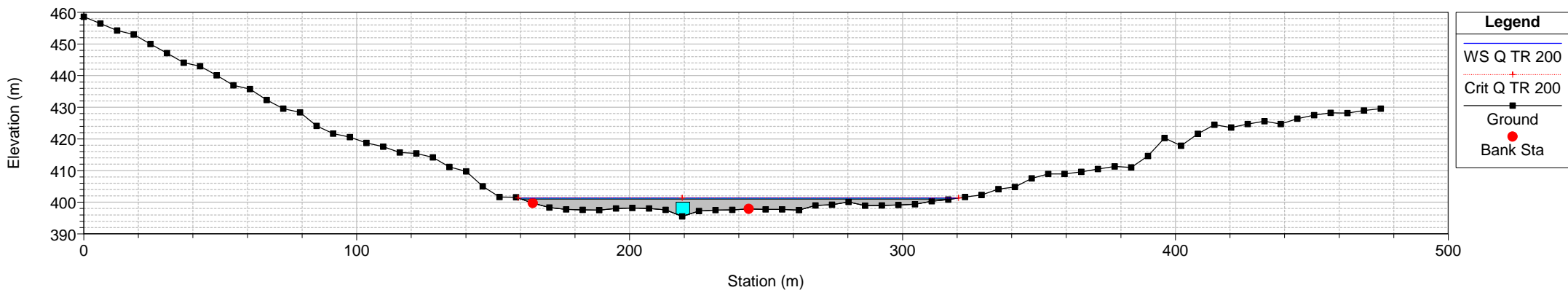
km_164+500 Plan: Post Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 2.4



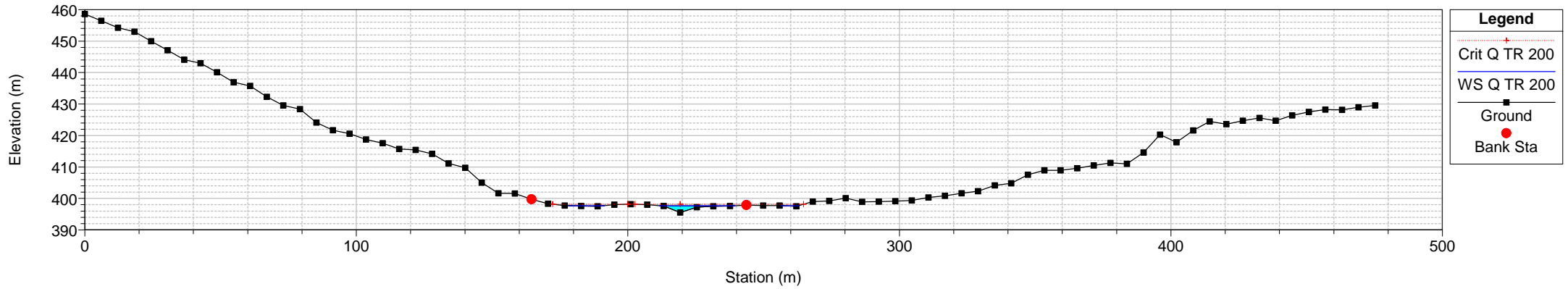
km_164+500 Plan: Post Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 2.3 BR Ponticello SS 124-125



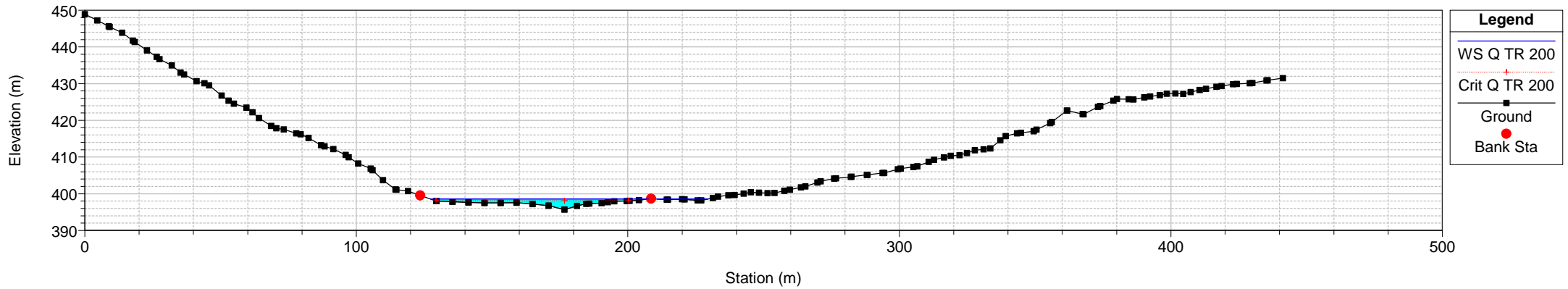
km_164+500 Plan: Post Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 2.3 BR Ponticello SS 124-125



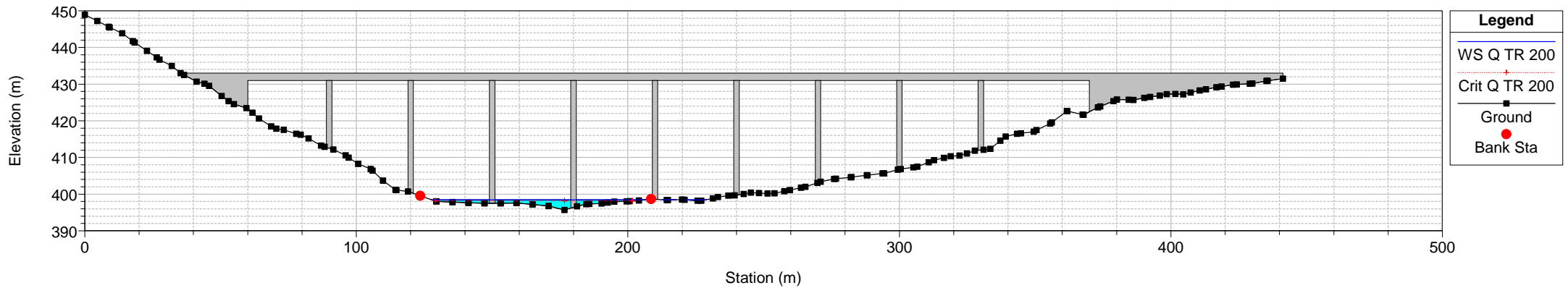
km_164+500 Plan: Post Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 02



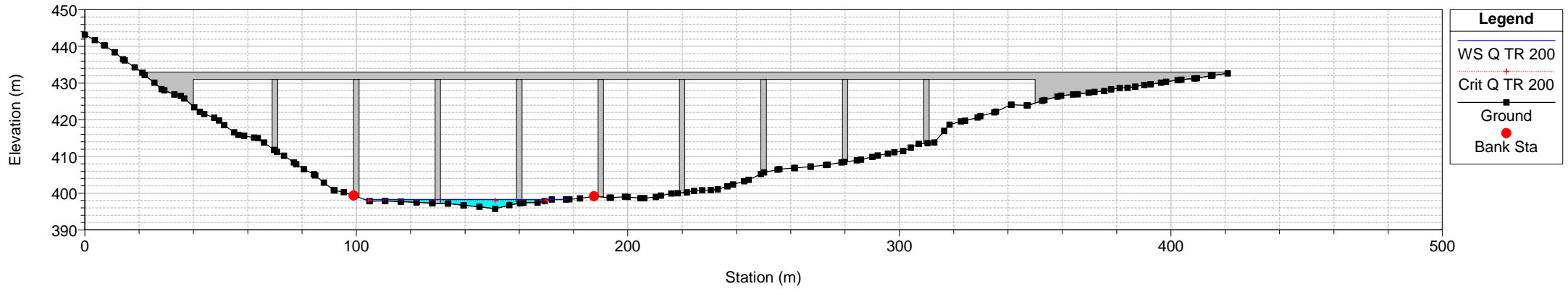
km_164+500 Plan: Post Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 1.5



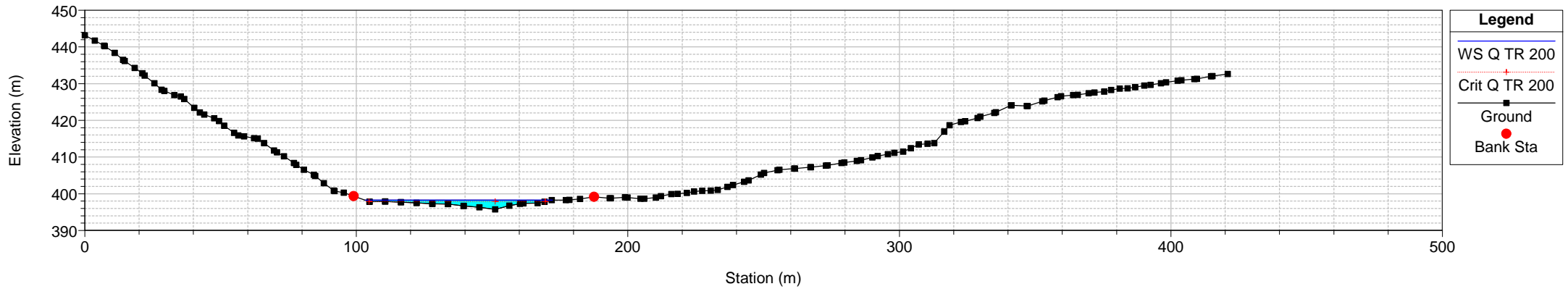
km_164+500 Plan: Post Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 1.3 BR Viadotto SS131 L=330



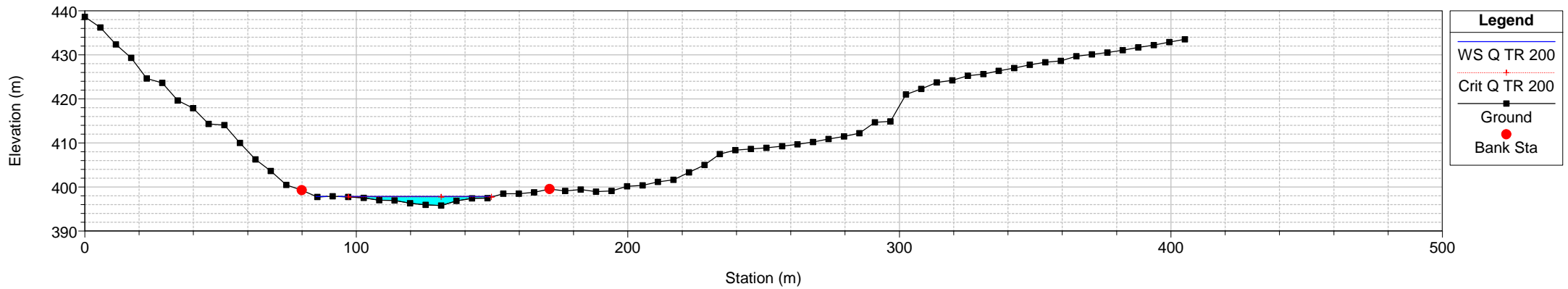
km_164+500 Plan: Post Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 1.3 BR Viadotto SS131 L=330



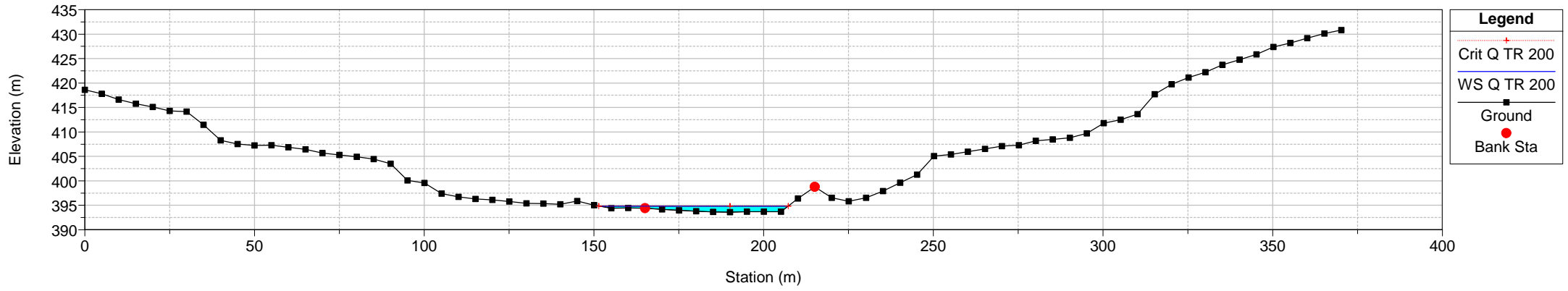
km_164+500 Plan: Post Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 1.2



km_164+500 Plan: Post Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 0.1



km_164+500 Plan: Post Operam
River = Riu Mulinu Reach = km_164+500 RS = 00 valle



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
km_164+500	04	Q TR 200	136.67	397.69	401.62	399.65	401.67	0.000635	0.95	145.27	60.27	0.19
km_164+500	3.3	Q TR 200	136.67	397.45	401.61	398.82	401.62	0.000153	0.57	240.29	78.25	0.10
km_164+500	03	Q TR 200	136.67	397.38	401.60	398.51	401.62	0.000098	0.48	286.31	108.70	0.08
km_164+500	2.8		Bridge									
km_164+500	2.7	Q TR 200	136.67	396.81	401.60	398.41	401.61	0.000077	0.43	336.72	142.82	0.07
km_164+500	2.4	Q TR 200	136.67	396.25	401.60	398.33	401.61	0.000048	0.34	411.89	155.45	0.06
km_164+500	2.3		Bridge									
km_164+500	02	Q TR 200	136.67	395.55	397.70	398.16	400.16	0.346002	7.01	19.76	47.37	3.28
km_164+500	1.5	Q TR 200	136.67	395.66	398.57	398.06	398.69	0.004835	1.50	92.98	99.10	0.45
km_164+500	1.3		Bridge									
km_164+500	1.2	Q TR 200	136.67	395.73	398.25	397.89	398.43	0.008040	1.86	73.36	68.94	0.58
km_164+500	01	Q TR 200	136.67	395.78	397.84	397.71	398.17	0.019376	2.54	53.71	61.22	0.87
km_164+500	00	Q TR 200	136.67	393.61	394.83	394.85	395.28	0.023410	3.01	46.12	55.53	0.97

INTERFERENZA A PROGR. Km 165+000

ANTE OPERAM

436.11

km 165+000
425.05

431.65

411.27

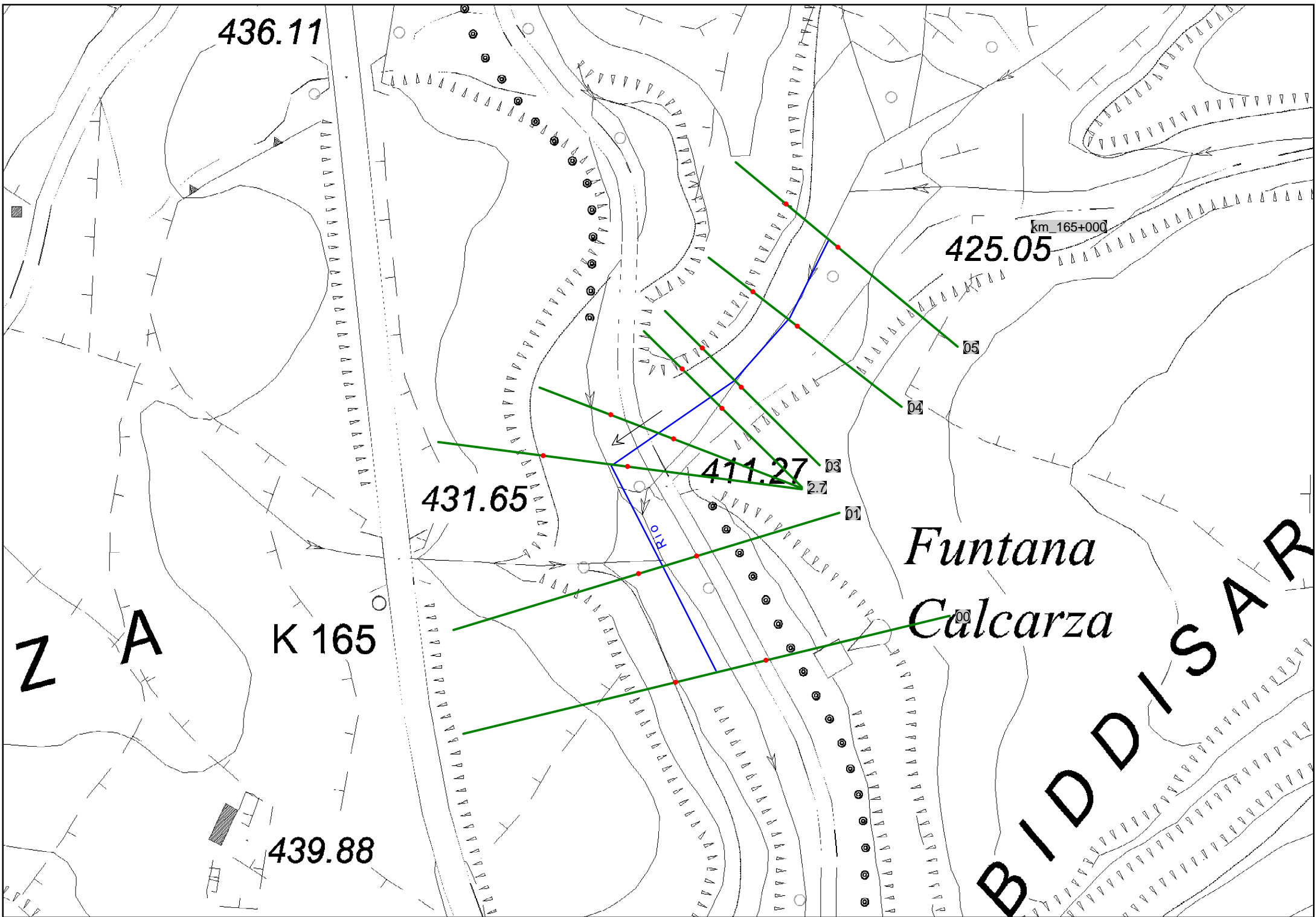
Z A

K 165

Funtana
Calcarza

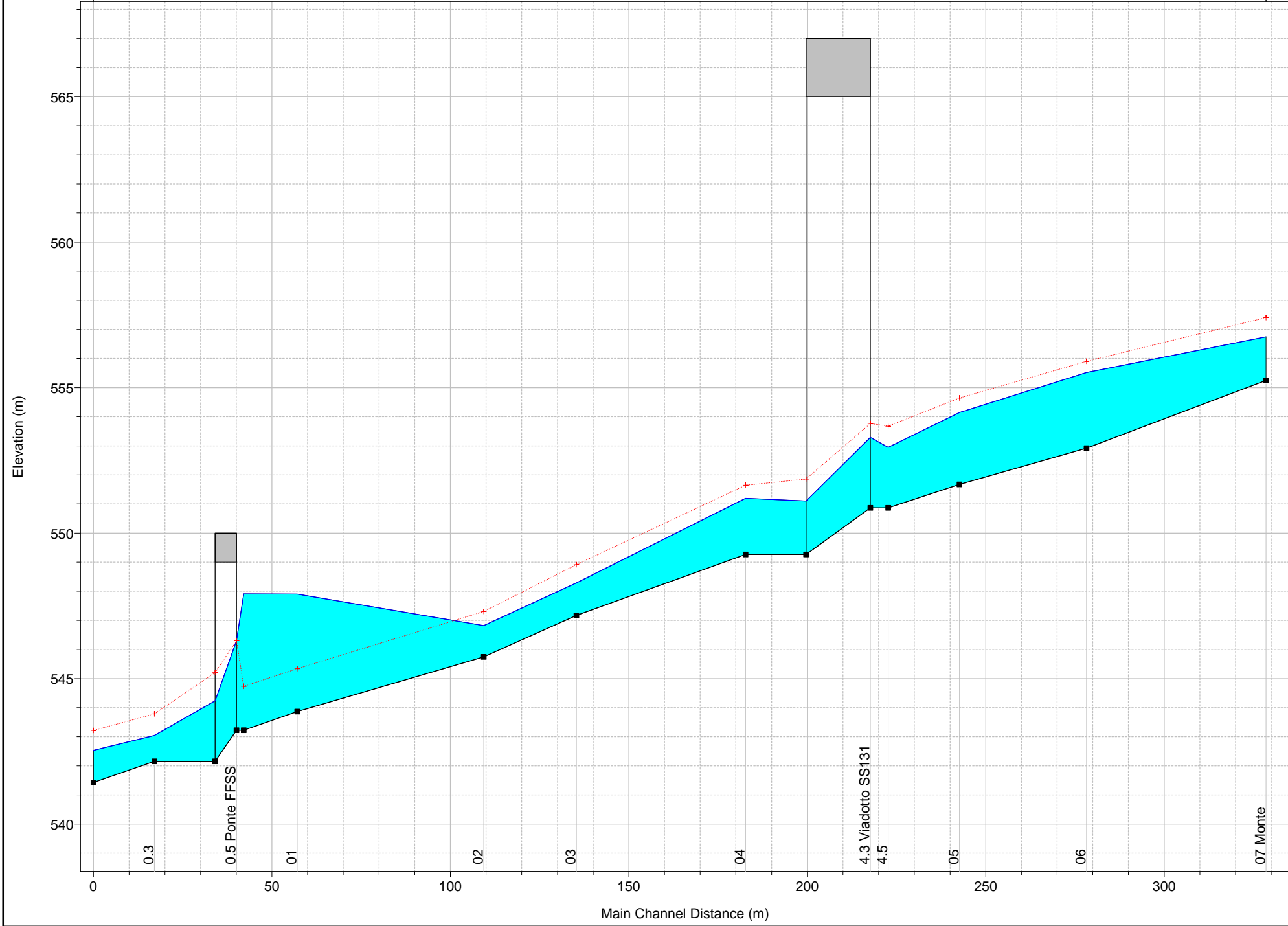
439.88

BIDDISAR



km_145+900 Plan: Ante Operam

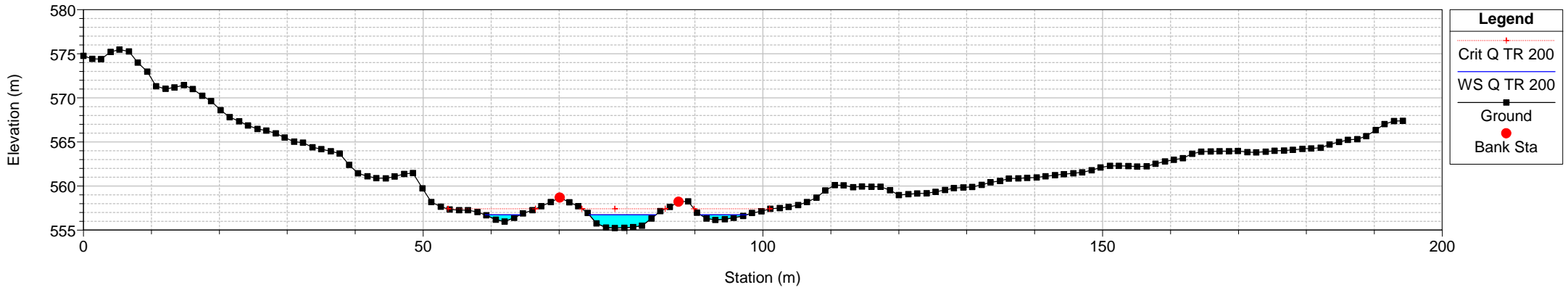
Riu Chercucchi km_145+900



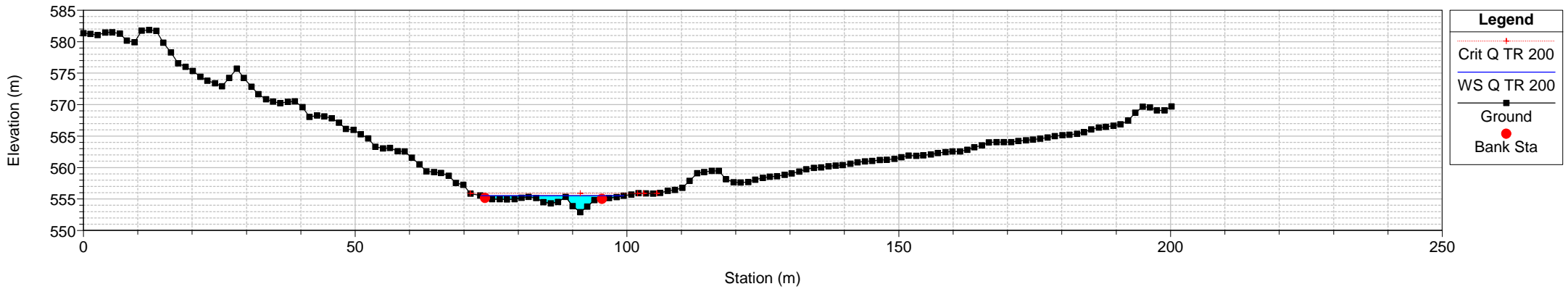
Legend

- Crit Q TR 200 (Red dotted line with '+' markers)
- WS Q TR 200 (Blue solid line)
- Ground (Black solid line)

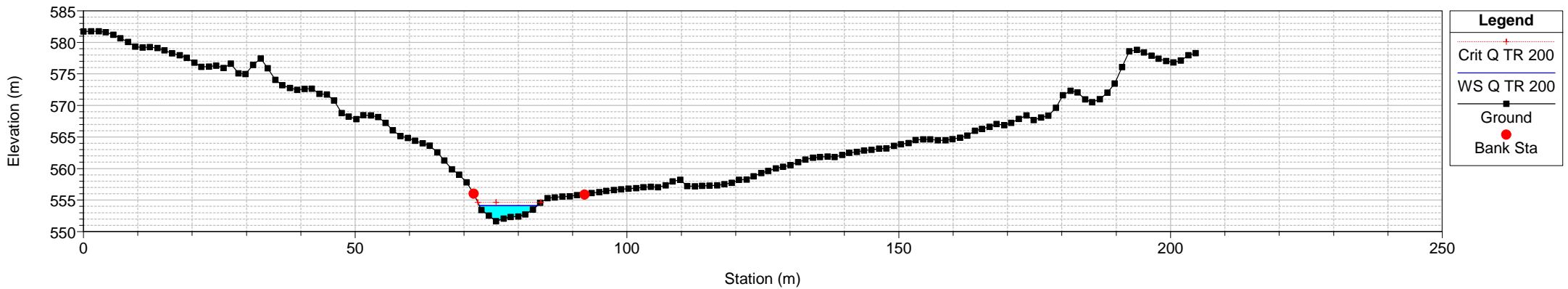
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 07 Monte



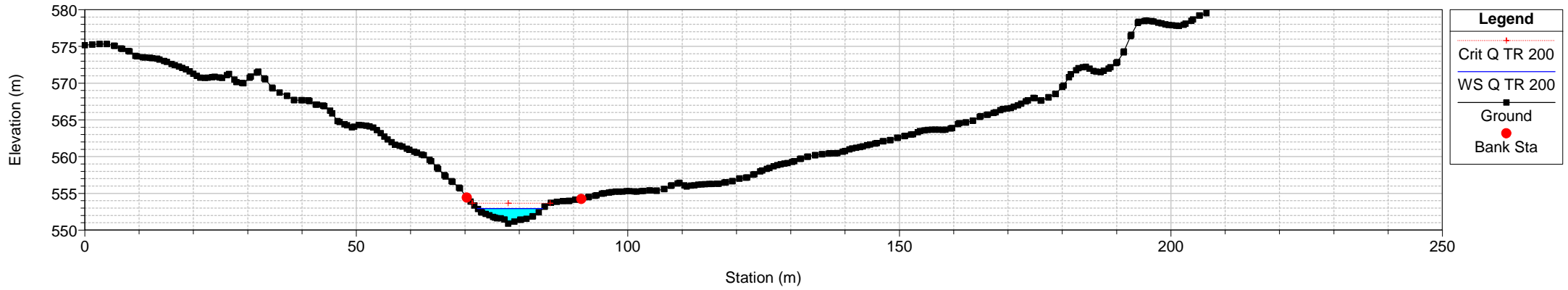
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 06



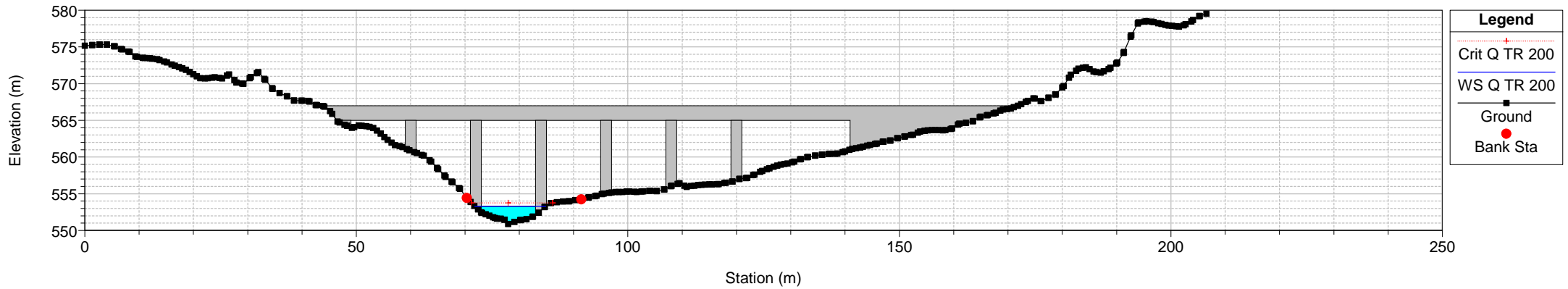
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 05



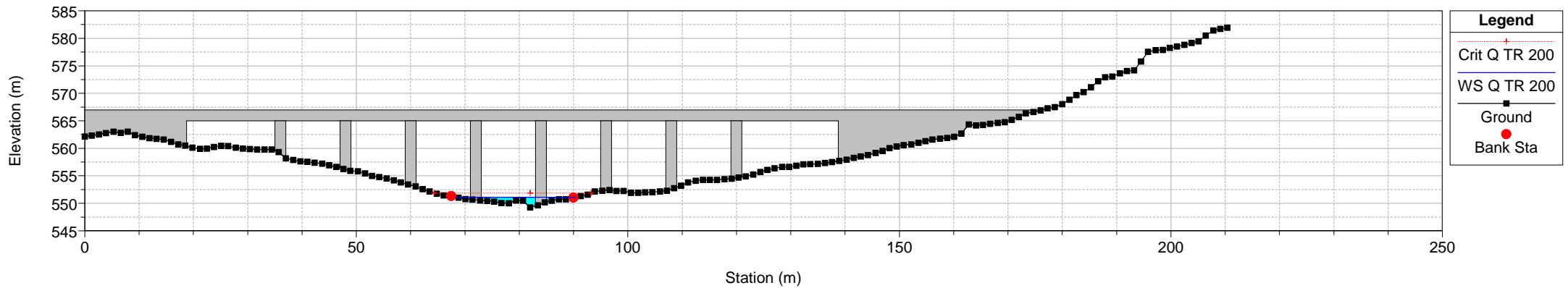
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 4.5



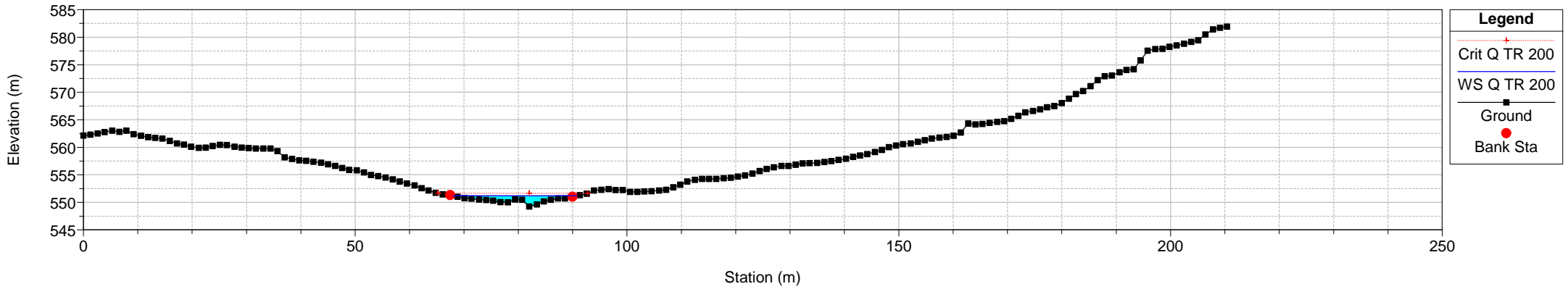
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 4.3 BR Viadotto SS131



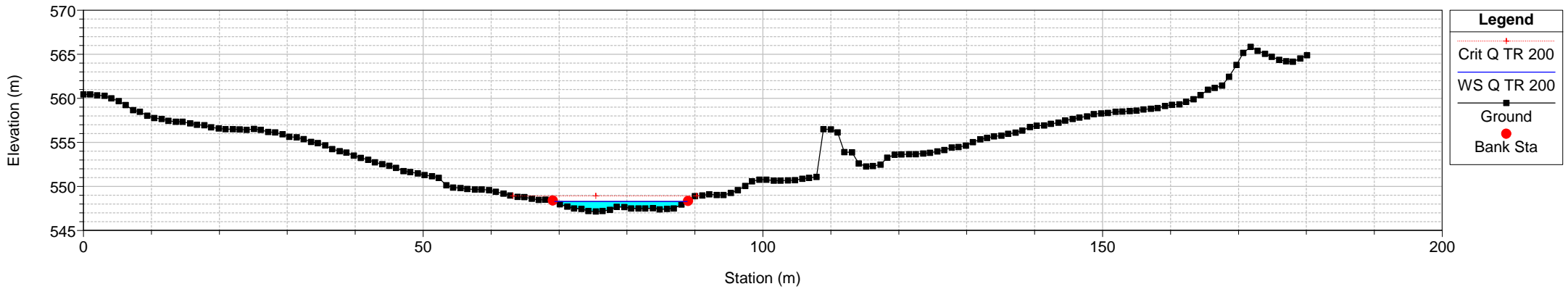
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 4.3 BR Viadotto SS131



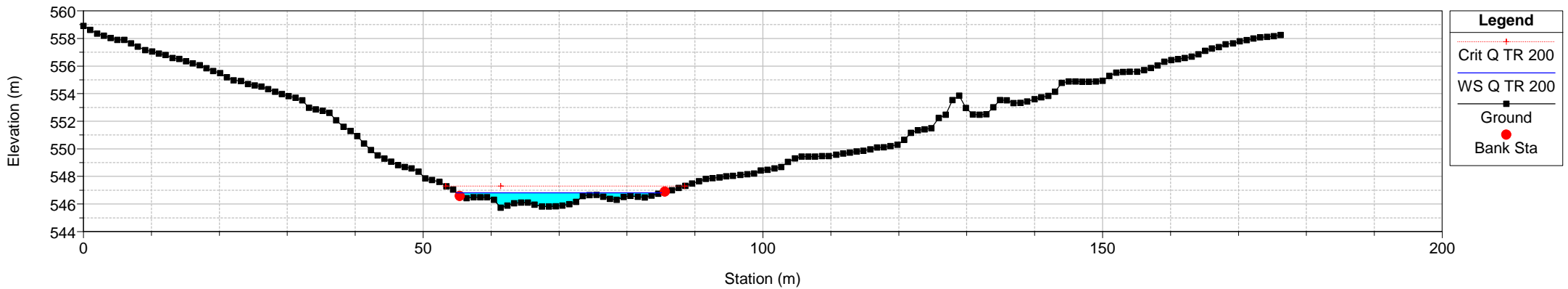
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 04



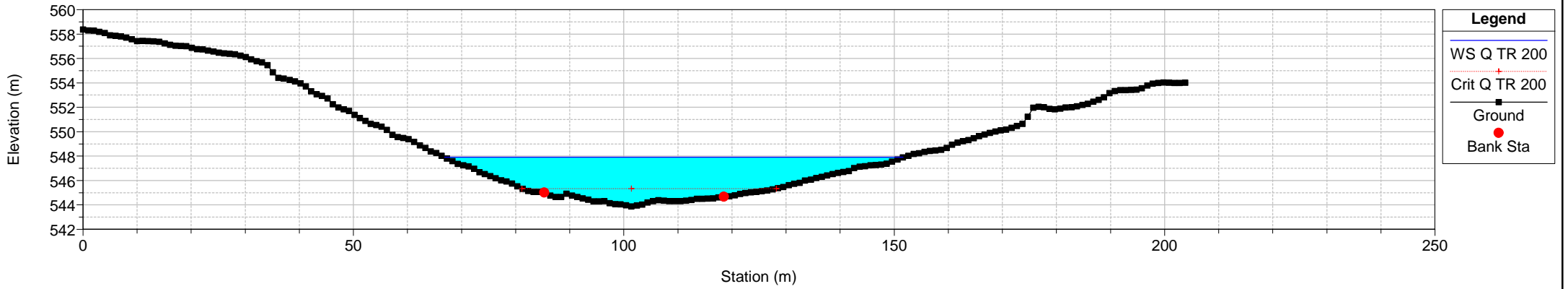
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 03



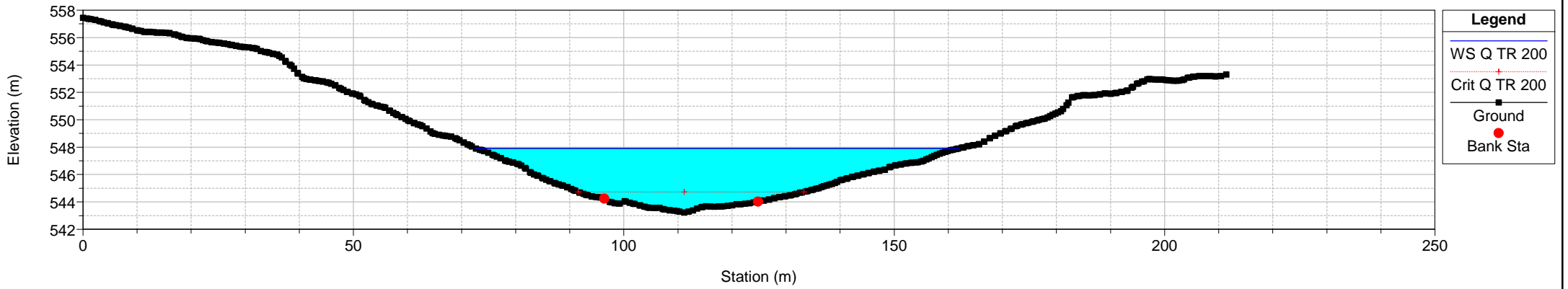
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 02



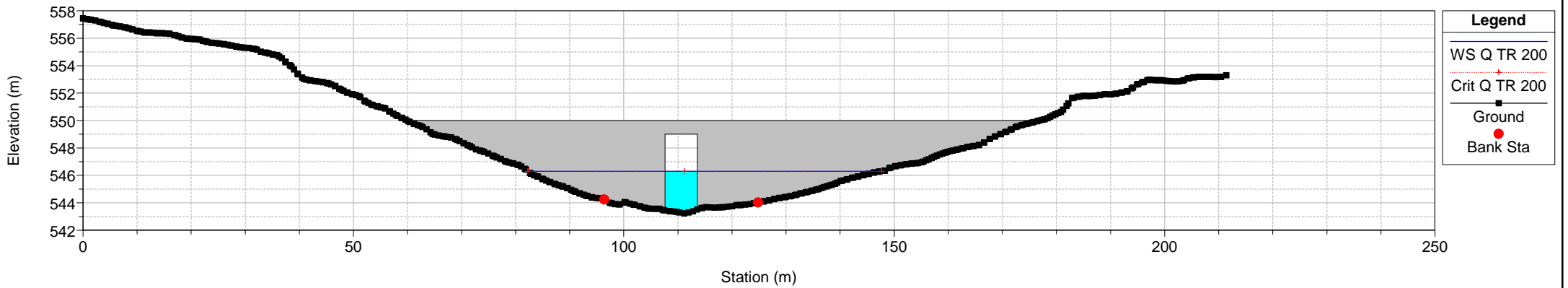
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 01



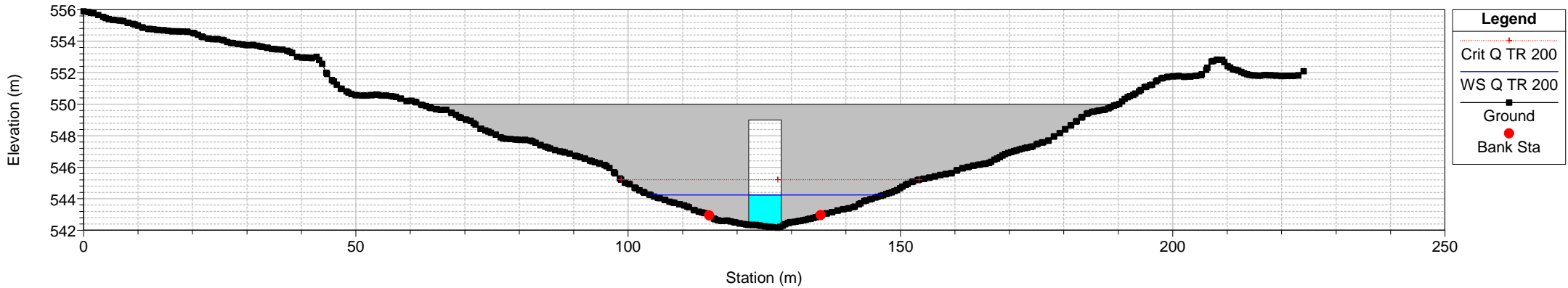
km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 0.7



km_145+900 Plan: Ante Operam
River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 0.5 BR Ponte FFSS



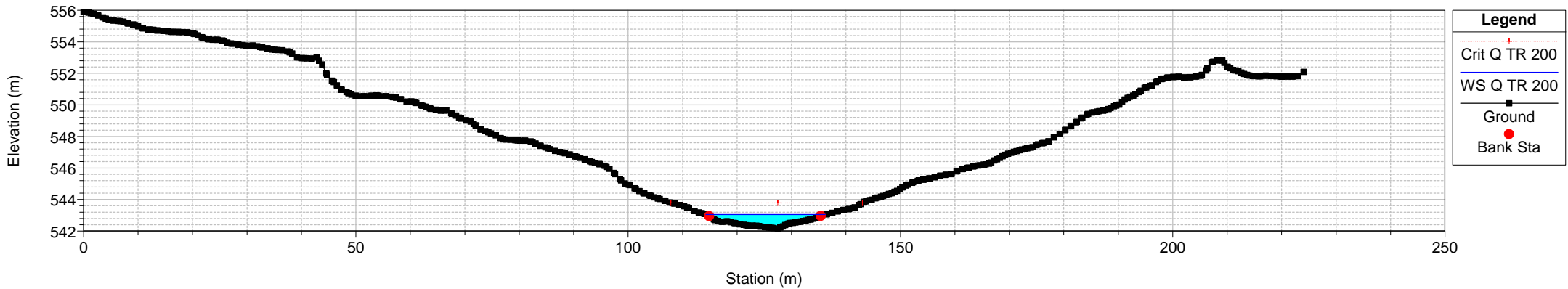
km_145+900 Plan: Ante Operam
 River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 0.5 BR Ponte FFSS



Legend

- Crit Q TR 200
- WS Q TR 200
- Ground
- Bank Sta

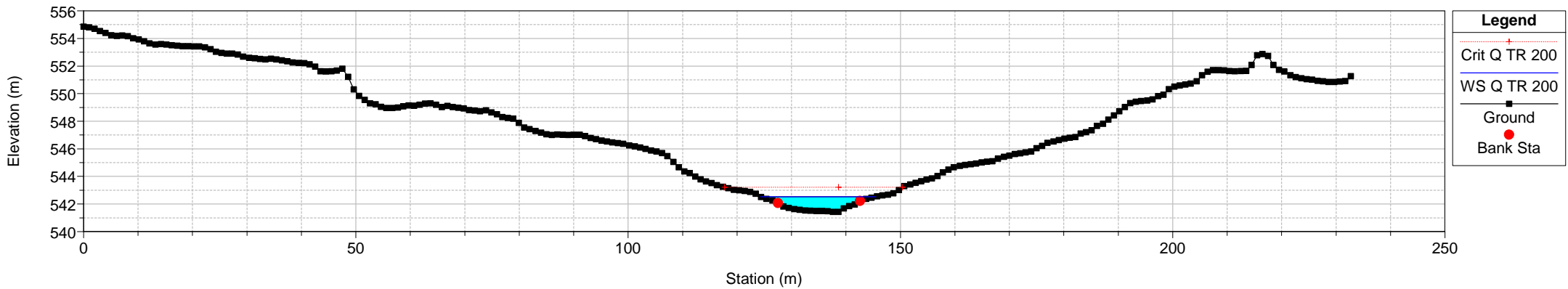
km_145+900 Plan: Ante Operam
 River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 0.3



Legend

- Crit Q TR 200
- WS Q TR 200
- Ground
- Bank Sta

km_145+900 Plan: Ante Operam
 River = Riu Chercucchi Reach = km_145+900 RS = 00 valle

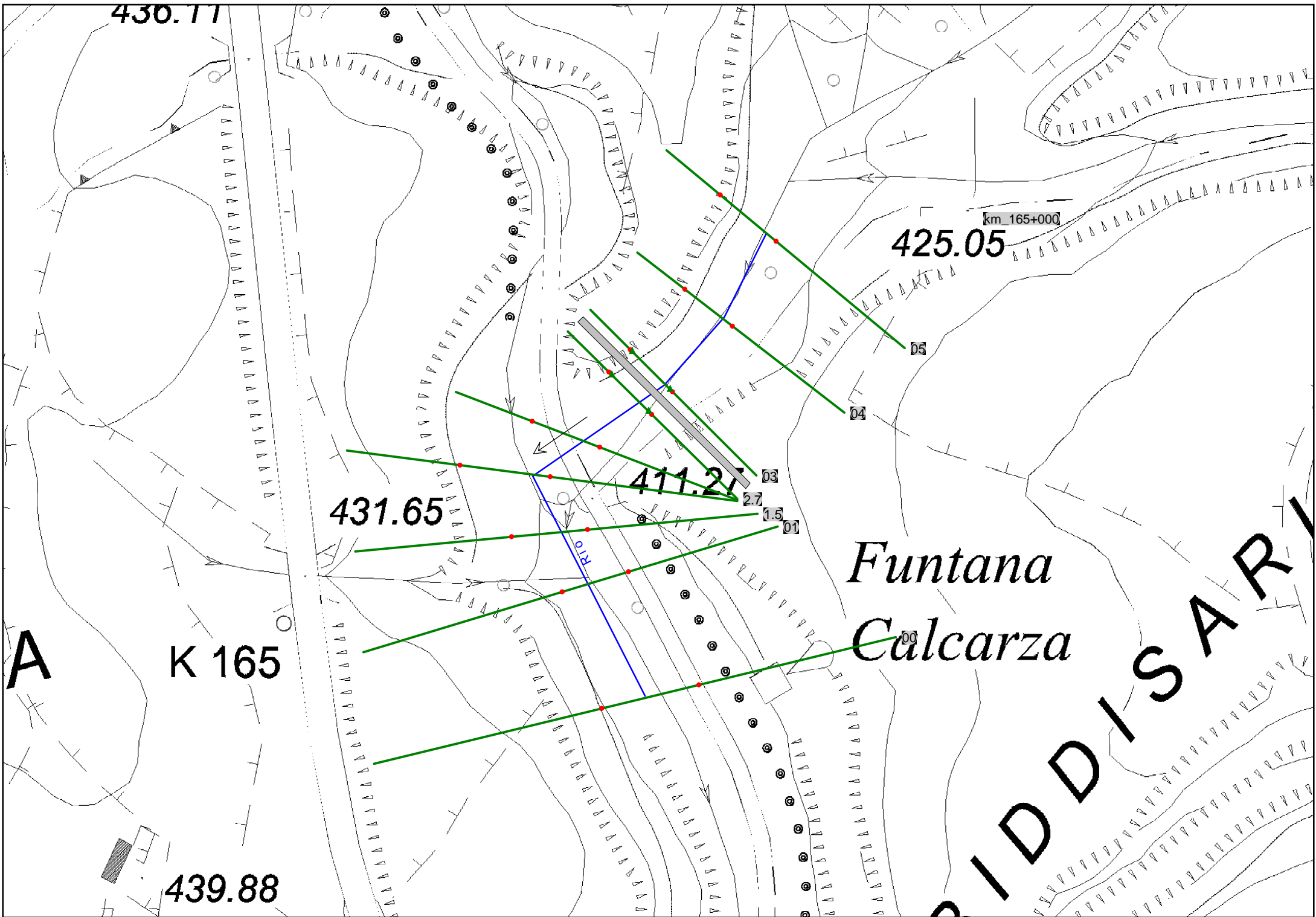


Legend

- Crit Q TR 200
- WS Q TR 200
- Ground
- Bank Sta

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
km_145+900	07	Q TR 200	95.20	555.25	556.74	557.41	558.92	0.042019	7.03	15.86	21.82	2.11
km_145+900	06	Q TR 200	95.20	552.92	555.52	555.90	556.80	0.032667	5.07	19.43	26.30	1.76
km_145+900	05	Q TR 200	95.20	551.67	554.14	554.64	555.85	0.020237	5.79	16.44	10.68	1.49
km_145+900	4.5	Q TR 200	95.20	550.87	552.95	553.67	555.26	0.036338	6.74	14.13	12.03	1.98
km_145+900	4.3	Bridge										
km_145+900	04	Q TR 200	95.20	549.27	551.20	551.64	552.64	0.035780	5.33	17.91	22.86	1.89
km_145+900	03	Q TR 200	95.20	547.17	548.29	548.91	550.45	0.057501	6.51	14.63	19.52	2.40
km_145+900	02	Q TR 200	95.20	545.74	546.82	547.31	548.64	0.075656	5.99	15.94	30.20	2.61
km_145+900	01	Q TR 200	95.20	543.87	547.91	545.34	547.92	0.000052	0.56	205.07	84.80	0.09
km_145+900	0.7	Q TR 200	95.20	543.22	547.91	544.73	547.92	0.000032	0.49	242.03	89.41	0.08
km_145+900	0.5	Bridge										
km_145+900	0.3	Q TR 200	95.20	542.16	543.04	543.79	546.68	0.144300	8.46	11.31	21.91	3.64
km_145+900	00	Q TR 200	95.20	541.43	542.53	543.21	544.92	0.051755	6.94	14.44	21.17	2.36

POST OPERAM



430.11

km 165+000

425.05

05

04

411.21

03

2.7

1.5

01

431.65

*Funtana
Calcarza*

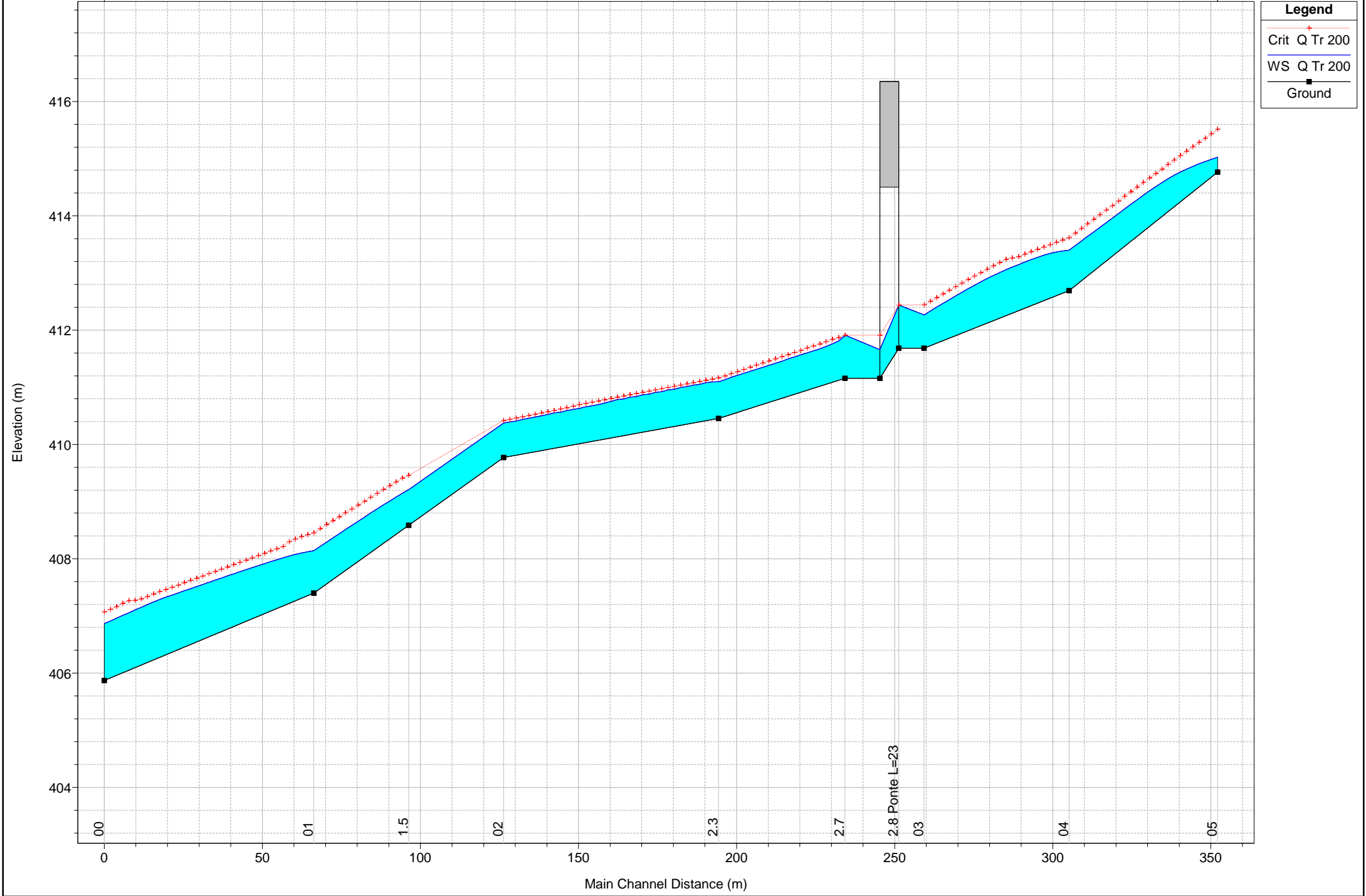
A

K 165

439.88

IDDISARI

Rio km_165+000

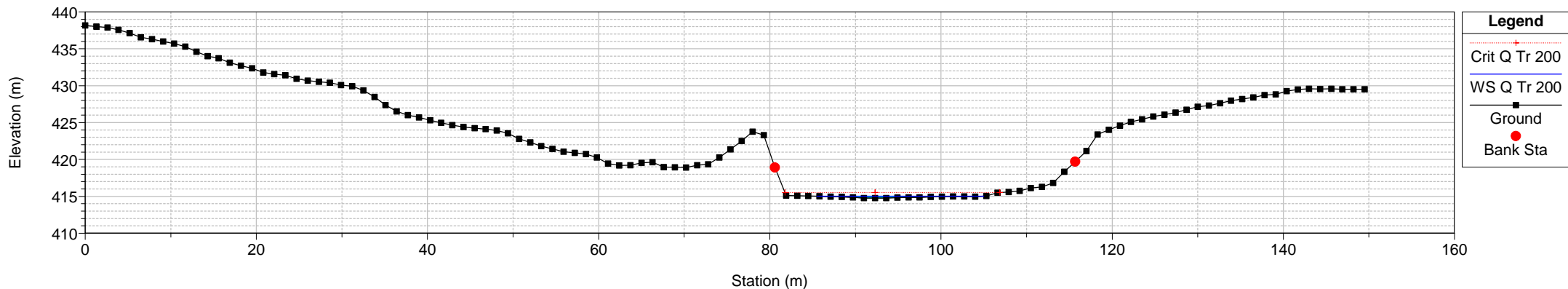


Legend

- Crit Q Tr 200
- WS Q Tr 200
- Ground

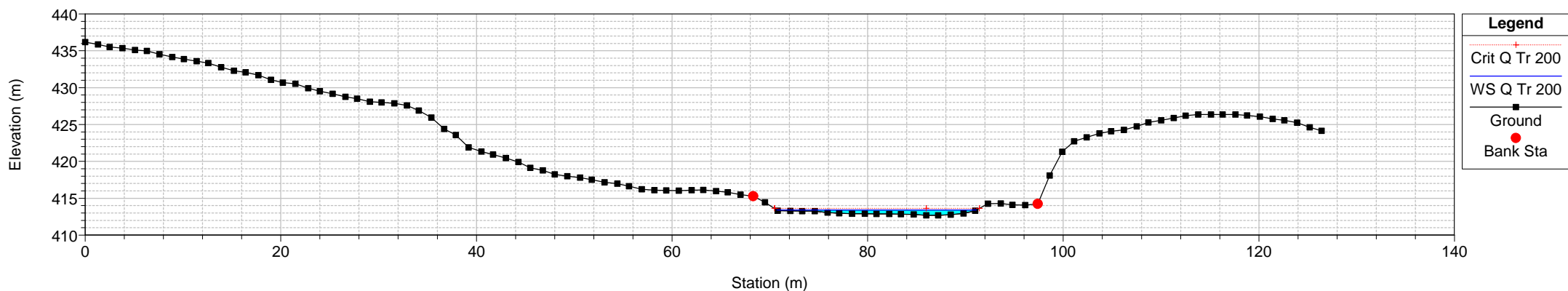
SS_131_km165+000 Plan: Post Operam

River = Rio Reach = km_165+000 RS = 05



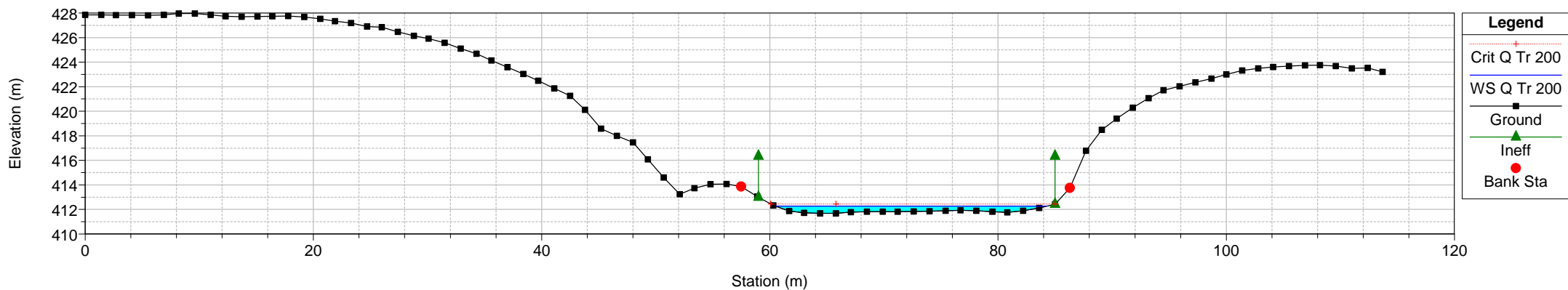
SS_131_km165+000 Plan: Post Operam

River = Rio Reach = km_165+000 RS = 04

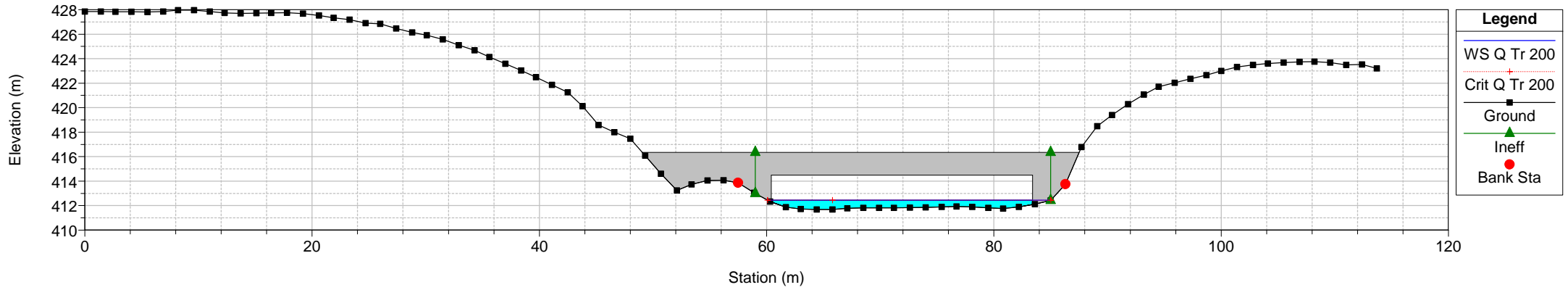


SS_131_km165+000 Plan: Post Operam

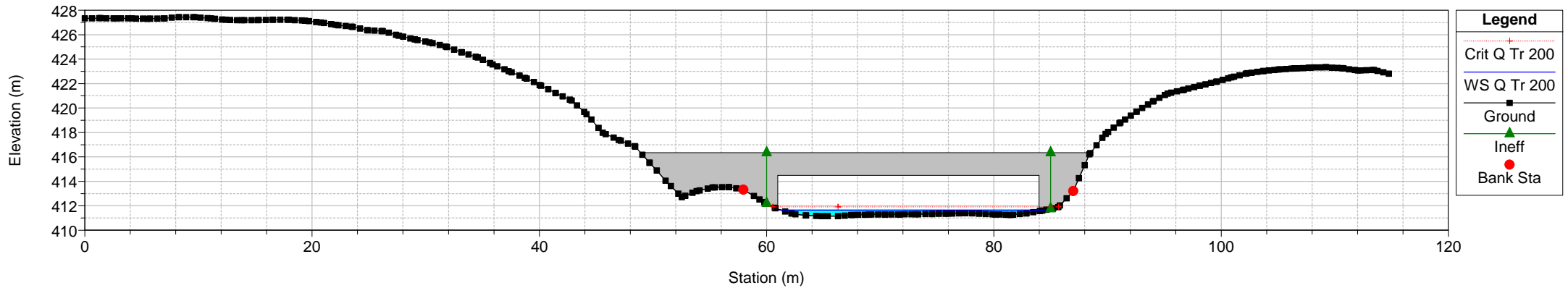
River = Rio Reach = km_165+000 RS = 03



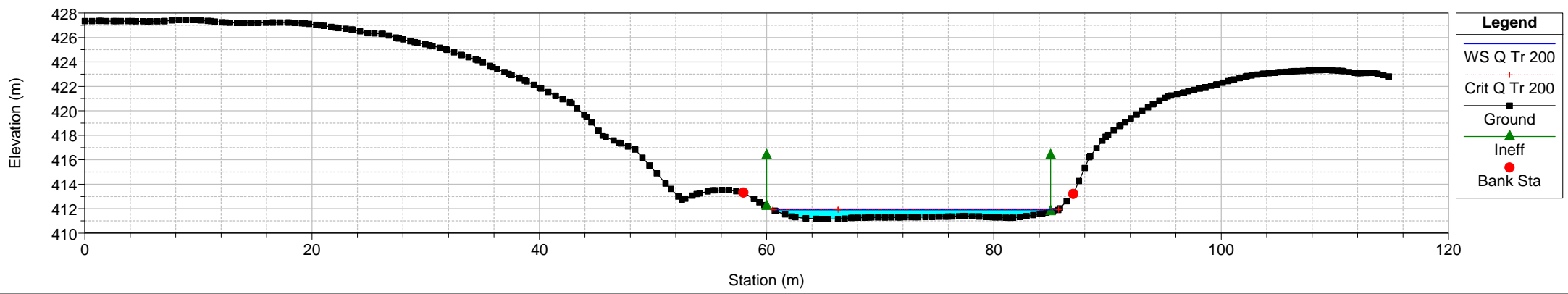
SS_131_km165+000 Plan: Post Operam
 River = Rio Reach = km_165+000 RS = 2.8 BR Ponte L=23



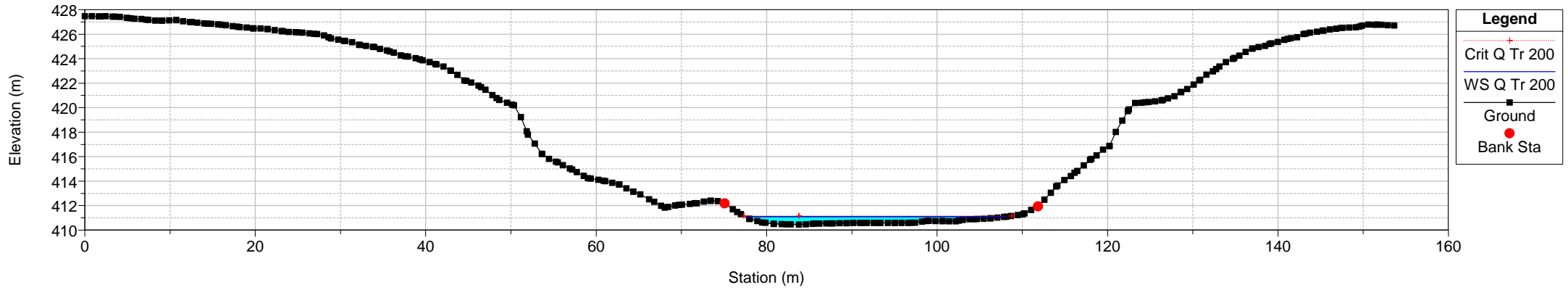
SS_131_km165+000 Plan: Post Operam
 River = Rio Reach = km_165+000 RS = 2.8 BR Ponte L=23



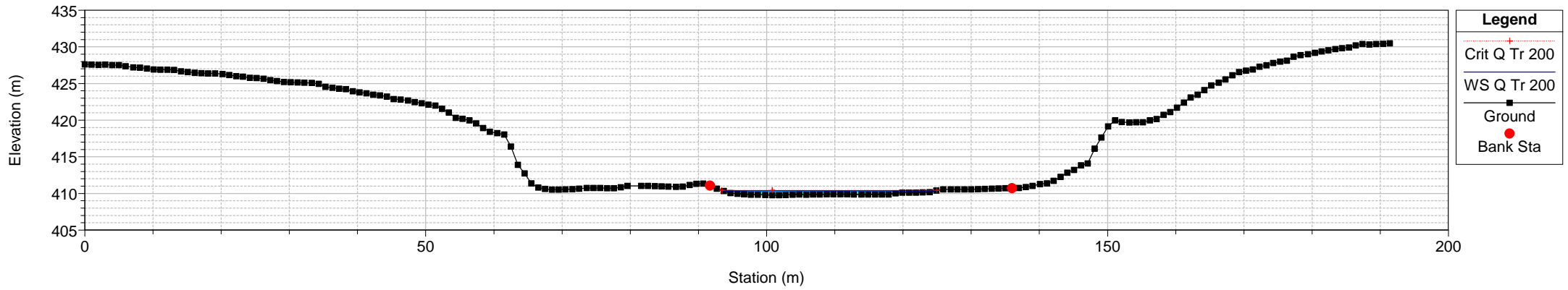
SS_131_km165+000 Plan: Post Operam
 River = Rio Reach = km_165+000 RS = 2.7



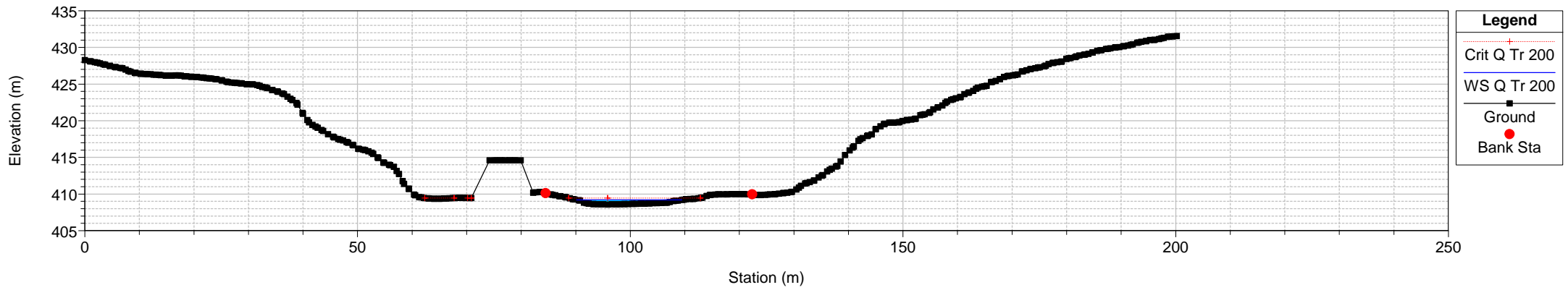
SS_131_km165+000 Plan: Post Operam
River = Rio Reach = km_165+000 RS = 2.3



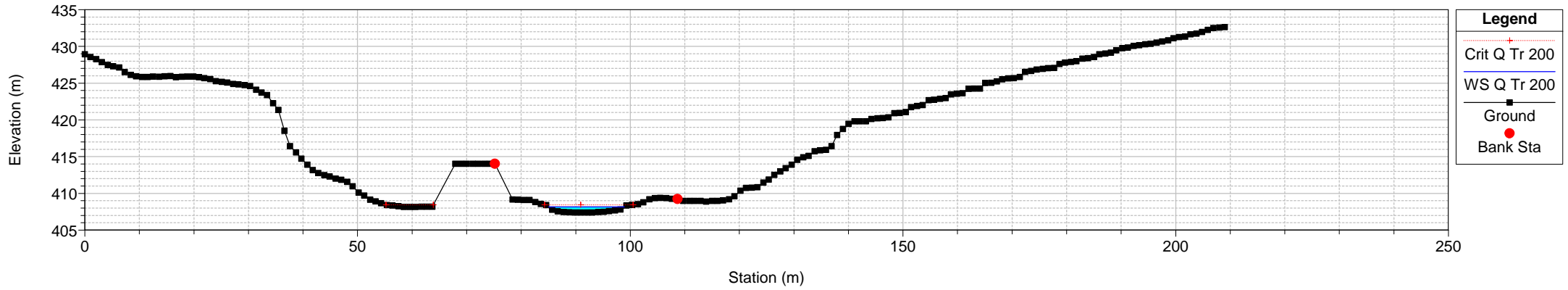
SS_131_km165+000 Plan: Post Operam
River = Rio Reach = km_165+000 RS = 0.2



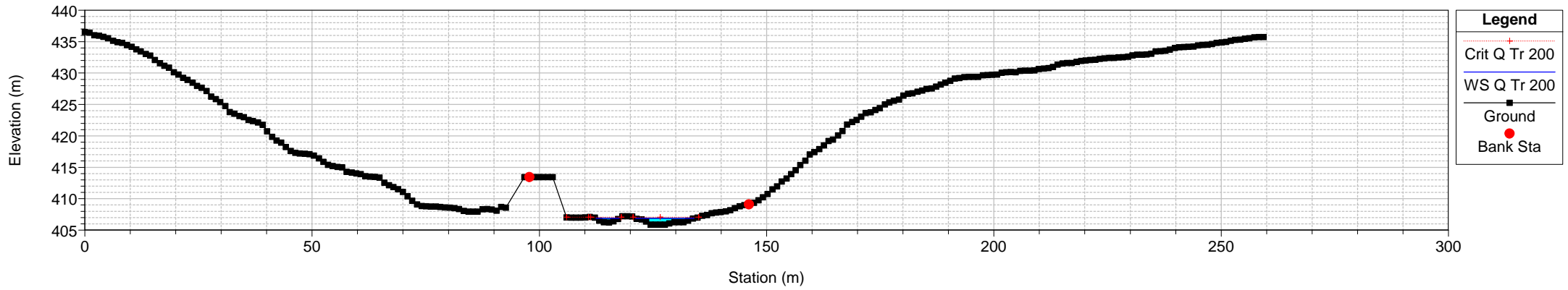
SS_131_km165+000 Plan: Post Operam
River = Rio Reach = km_165+000 RS = 1.5



SS_131_km165+000 Plan: Post Operam
River = Rio Reach = km_165+000 RS = 01



SS_131_km165+000 Plan: Post Operam
River = Rio Reach = km_165+000 RS = 00



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
km_165+000	05	Q Tr 200	33.31	414.76	415.02	415.51	424.19	2.533364	13.41	2.48	19.53	12.01
km_165+000	04	Q Tr 200	33.31	412.69	413.40	413.62	414.13	0.040319	3.80	8.78	20.40	1.85
km_165+000	03	Q Tr 200	33.31	411.68	412.27	412.44	412.84	0.032915	3.36	9.91	23.77	1.66
km_165+000	2.8		Bridge									
km_165+000	2.7	Q Tr 200	33.31	411.16	411.91	411.91	412.20	0.010517	2.36	14.11	25.14	0.99
km_165+000	2.3	Q Tr 200	33.31	410.45	411.10	411.16	411.42	0.017864	2.53	13.15	30.56	1.23
km_165+000	02	Q Tr 200	33.31	409.77	410.37	410.42	410.67	0.015346	2.40	13.87	31.18	1.15
km_165+000	1.5	Q Tr 200	33.31	408.58	409.21	409.46	409.94	0.037074	3.79	8.80	19.32	1.79
km_165+000	01	Q Tr 200	33.31	407.40	408.14	408.45	408.98	0.030255	4.05	8.22	13.83	1.68
km_165+000	00	Q Tr 200	33.31	405.87	406.86	407.07	407.43	0.022228	3.32	10.04	17.90	1.41

= >VERIFICHE OPERE MINORI (CODICE DI CALCOLO HY8)

INTERVENTO ALLA PROGRESSIVA

KM_121+308

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: tombini_tipo

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Tombino 4x3 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
277.13	15.00	15.00	0.00	1
277.22	16.00	16.00	0.00	1
277.31	17.00	17.00	0.00	1
277.40	18.00	18.00	0.00	1
277.48	19.00	19.00	0.00	1
277.56	20.00	20.00	0.00	1
277.58	20.20	20.20	0.00	1
277.72	22.00	22.00	0.00	1
277.80	23.00	23.00	0.00	1
277.88	24.00	24.00	0.00	1
277.96	25.00	25.00	0.00	1
278.70	35.40	35.40	0.00	Overtopping

Table 2 - Culvert Summary Table: Tombino 4x3

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
15.00	15.00	277.13	1.884	2.035	2-M2c	1.255	1.127	1.127	0.831	3.326	3.440
16.00	16.00	277.22	1.965	2.124	2-M2c	1.315	1.177	1.177	0.862	3.399	3.508
17.00	17.00	277.31	2.045	2.211	2-M2c	1.375	1.225	1.225	0.892	3.468	3.572
18.00	18.00	277.40	2.124	2.297	2-M2c	1.431	1.273	1.273	0.921	3.535	3.634
19.00	19.00	277.48	2.202	2.381	2-M2c	1.488	1.320	1.320	0.949	3.599	3.693
20.00	20.00	277.56	2.279	2.464	2-M2c	1.545	1.366	1.366	0.976	3.661	3.750
20.20	20.20	277.58	2.295	2.480	2-M2c	1.556	1.375	1.375	0.982	3.673	3.761
22.00	22.00	277.72	2.433	2.625	2-M2c	1.657	1.455	1.455	1.029	3.779	3.856
23.00	23.00	277.80	2.509	2.703	2-M2c	1.712	1.499	1.499	1.055	3.836	3.907
24.00	24.00	277.88	2.585	2.781	2-M2c	1.766	1.542	1.542	1.080	3.891	3.956
25.00	25.00	277.96	2.662	2.857	2-M2c	1.820	1.585	1.585	1.104	3.944	4.003

Straight Culvert

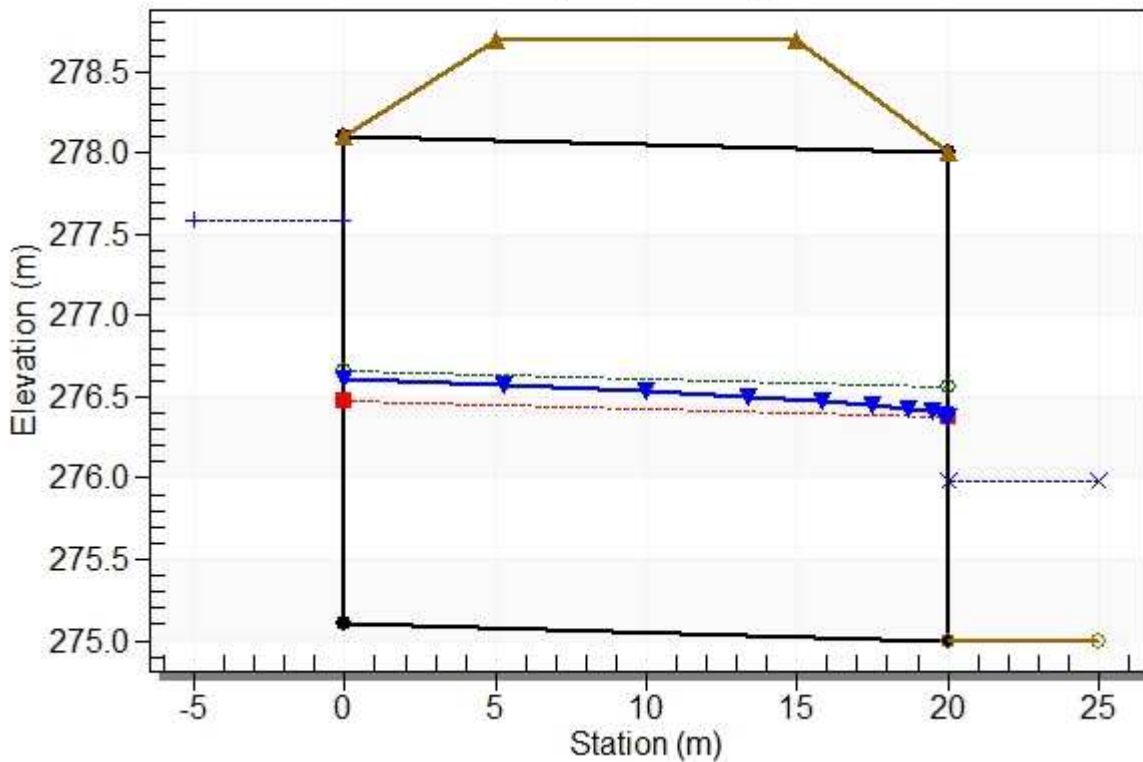
Inlet Elevation (invert): 275.10 m, Outlet Elevation (invert): 275.00 m

Culvert Length: 20.00 m, Culvert Slope: 0.0050

Water Surface Profile Plot for Culvert: Tombino 4x3

Crossing - tombini_tipo, Design Discharge - 20.20 cms

Culvert - Tombino 4x3, Culvert Discharge - 20.20 cms



Site Data - Tombino 4x3

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 275.10 m

Outlet Station: 20.00 m

Outlet Elevation: 275.00 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Tombino 4x3

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 4000.00 mm

Barrel Rise: 3000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0200

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (0° flare) Wingwall

Inlet Depression: NONE

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: tombini_tipo)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
15.00	275.83	0.83	3.44	162.94	1.34
16.00	275.86	0.86	3.51	168.96	1.35
17.00	275.89	0.89	3.57	174.80	1.35
18.00	275.92	0.92	3.63	180.47	1.36
19.00	275.95	0.95	3.69	185.99	1.36
20.00	275.98	0.98	3.75	191.37	1.36
20.20	275.98	0.98	3.76	192.43	1.36
22.00	276.03	1.03	3.86	201.74	1.37
23.00	276.05	1.05	3.91	206.75	1.38
24.00	276.08	1.08	3.96	211.65	1.38
25.00	276.10	1.10	4.00	216.45	1.38

Tailwater Channel Data - tombini_tipo

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 4.00 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 275.00 m

Roadway Data for Crossing: tombini_tipo

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 278.70 m

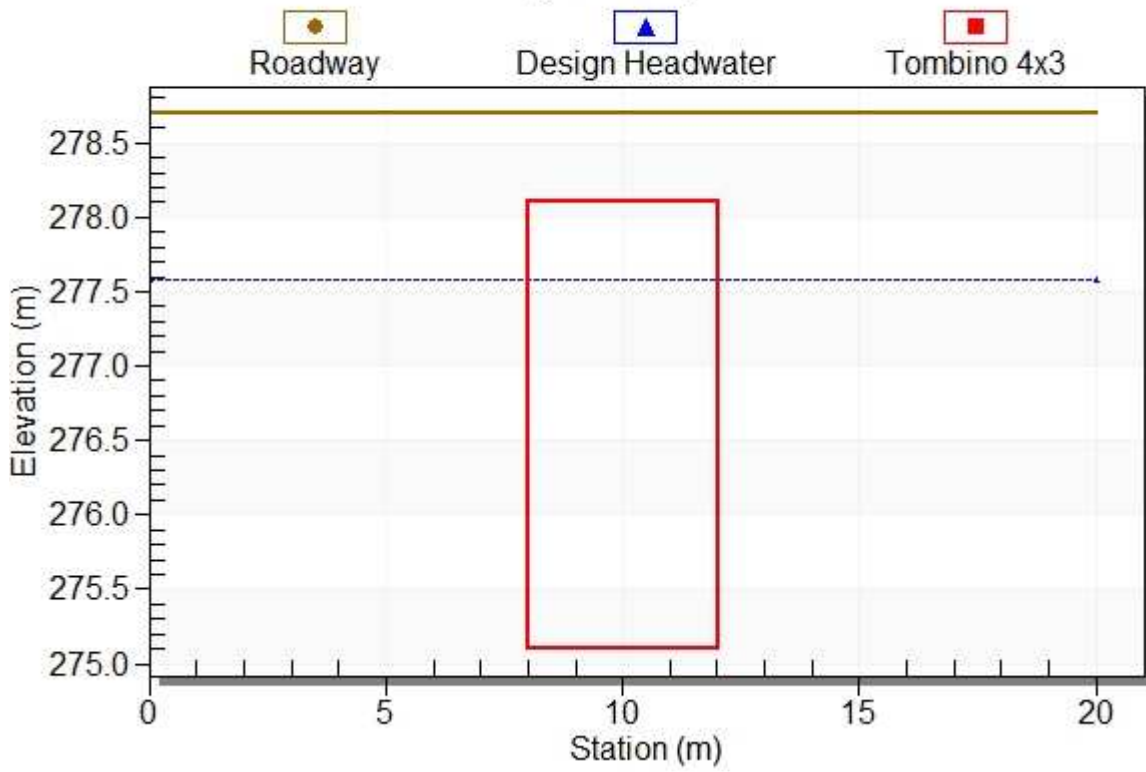
Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

Crossing Front View (Roadway Profile): tombini_tipo

Crossing Front View

(Not to scale)



INTERVENTO ALLA PROGRESSIVA

KM_135+770

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: tombini_tipo

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Tombino 3x2 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
431.48	5.00	5.00	0.00	1
431.56	5.50	5.50	0.00	1
431.63	6.00	6.00	0.00	1
431.71	6.50	6.50	0.00	1
431.78	7.00	7.00	0.00	1
431.82	7.30	7.30	0.00	1
431.91	8.00	8.00	0.00	1
431.98	8.50	8.50	0.00	1
432.05	9.00	9.00	0.00	1
432.11	9.50	9.50	0.00	1
432.17	10.00	10.00	0.00	1
432.90	16.38	16.38	0.00	Overtopping

Table 2 - Culvert Summary Table: Tombino 3x2

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	431.48	1.103	1.180	2-M2c	0.747	0.657	0.657	0.517	2.538	2.564
5.50	5.50	431.56	1.172	1.258	2-M2c	0.797	0.700	0.700	0.545	2.620	2.641
6.00	6.00	431.63	1.240	1.333	2-M2c	0.848	0.741	0.741	0.573	2.698	2.713
6.50	6.50	431.71	1.306	1.406	2-M2c	0.898	0.782	0.782	0.600	2.770	2.780
7.00	7.00	431.78	1.371	1.477	2-M2c	0.946	0.822	0.822	0.625	2.840	2.844
7.30	7.30	431.82	1.410	1.519	2-M2c	0.974	0.845	0.845	0.640	2.880	2.880
8.00	8.00	431.91	1.499	1.614	2-M2c	1.040	0.898	0.898	0.674	2.969	2.961
8.50	8.50	431.98	1.562	1.680	2-M2c	1.088	0.935	0.935	0.697	3.030	3.015
9.00	9.00	432.05	1.624	1.746	2-M2c	1.133	0.972	0.972	0.719	3.088	3.067
9.50	9.50	432.11	1.686	1.810	2-M2c	1.178	1.007	1.007	0.741	3.144	3.116
10.00	10.00	432.17	1.749	1.872	2-M2c	1.223	1.042	1.042	0.763	3.198	3.163

Straight Culvert

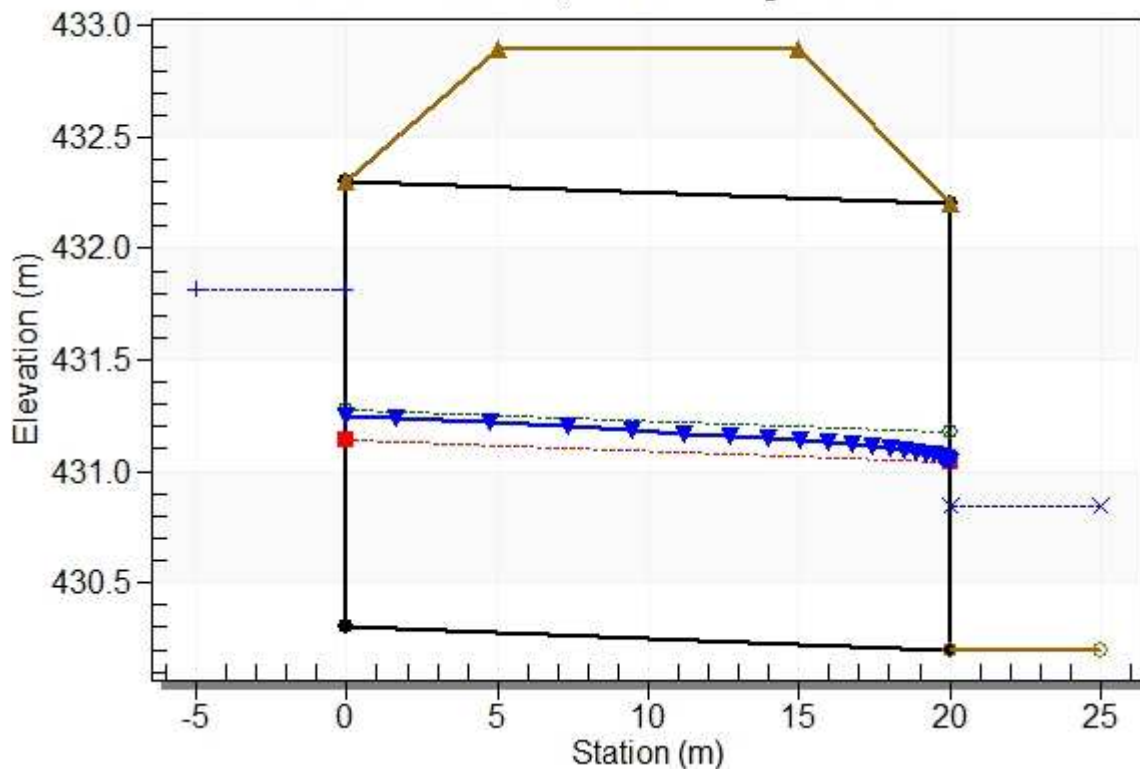
Inlet Elevation (invert): 430.30 m, Outlet Elevation (invert): 430.20 m

Culvert Length: 20.00 m, Culvert Slope: 0.0050

Water Surface Profile Plot for Culvert: Tombino 3x2

Crossing - tombini_tipo, Design Discharge - 7.30 cms

Culvert - Tombino 3x2, Culvert Discharge - 7.30 cms



Site Data - Tombino 3x2

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 430.30 m

Outlet Station: 20.00 m

Outlet Elevation: 430.20 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Tombino 3x2

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 3000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0200

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (0° flare) Wingwall

Inlet Depression: NONE

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: tombini_tipo)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
5.00	430.72	0.52	2.56	101.28	1.25
5.50	430.75	0.55	2.64	106.93	1.26
6.00	430.77	0.57	2.71	112.34	1.26
6.50	430.80	0.60	2.78	117.54	1.27
7.00	430.83	0.63	2.84	122.55	1.28
7.30	430.84	0.64	2.88	125.48	1.28
8.00	430.87	0.67	2.96	132.09	1.29
8.50	430.90	0.70	3.01	136.63	1.29
9.00	430.92	0.72	3.07	141.04	1.30
9.50	430.94	0.74	3.12	145.35	1.30
10.00	430.96	0.76	3.16	149.54	1.31

Tailwater Channel Data - tombini_tipo

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 3.00 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 430.20 m

Roadway Data for Crossing: tombini_tipo

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 432.90 m

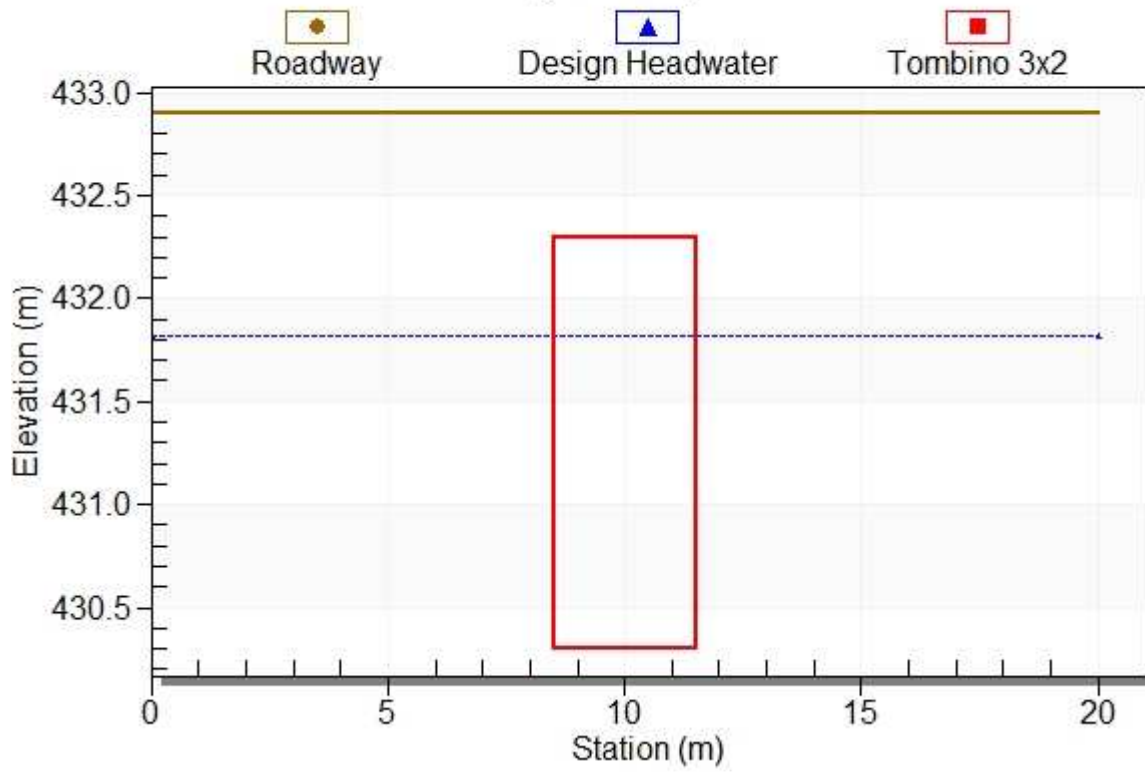
Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

Crossing Front View (Roadway Profile): tombini_tipo

Crossing Front View

(Not to scale)



INTERVENTO ALLA PROGRESSIVA

KM_143+260

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: tombini_tipo

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Tombino 3x3 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
538.98	5.00	5.00	0.00	1
539.06	5.50	5.50	0.00	1
539.13	6.00	6.00	0.00	1
539.21	6.50	6.50	0.00	1
539.28	7.00	7.00	0.00	1
539.35	7.50	7.50	0.00	1
539.41	8.00	8.00	0.00	1
539.47	8.40	8.40	0.00	1
539.55	9.00	9.00	0.00	1
539.61	9.50	9.50	0.00	1
539.67	10.00	10.00	0.00	1
541.40	26.72	26.72	0.00	Overtopping

Table 2 - Culvert Summary Table: Tombino 3x3

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	538.98	1.110	1.180	2-M2c	0.744	0.657	0.657	0.517	2.538	2.564
5.50	5.50	539.06	1.183	1.258	2-M2c	0.798	0.700	0.700	0.545	2.620	2.641
6.00	6.00	539.13	1.254	1.333	2-M2c	0.848	0.741	0.741	0.573	2.698	2.713
6.50	6.50	539.21	1.323	1.406	2-M2c	0.896	0.782	0.782	0.600	2.770	2.780
7.00	7.00	539.28	1.390	1.477	2-M2c	0.944	0.822	0.822	0.625	2.840	2.844
7.50	7.50	539.35	1.455	1.546	2-M2c	0.992	0.860	0.860	0.650	2.906	2.904
8.00	8.00	539.41	1.518	1.614	2-M2c	1.040	0.898	0.898	0.674	2.969	2.961
8.40	8.40	539.47	1.565	1.667	2-M2c	1.078	0.928	0.928	0.692	3.018	3.004
9.00	9.00	539.55	1.634	1.746	2-M2c	1.133	0.972	0.972	0.719	3.088	3.067
9.50	9.50	539.61	1.691	1.810	2-M2c	1.177	1.007	1.007	0.741	3.144	3.116
10.00	10.00	539.67	1.747	1.872	2-M2c	1.222	1.042	1.042	0.763	3.198	3.163

Straight Culvert

Inlet Elevation (invert): 537.80 m, Outlet Elevation (invert): 537.70 m

Culvert Length: 20.00 m, Culvert Slope: 0.0050

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: tombini_tipo)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
5.00	538.22	0.52	2.56	101.28	1.25
5.50	538.25	0.55	2.64	106.93	1.26
6.00	538.27	0.57	2.71	112.34	1.26
6.50	538.30	0.60	2.78	117.54	1.27
7.00	538.33	0.63	2.84	122.55	1.28
7.50	538.35	0.65	2.90	127.39	1.28
8.00	538.37	0.67	2.96	132.09	1.29
8.40	538.39	0.69	3.00	135.73	1.29
9.00	538.42	0.72	3.07	141.04	1.30
9.50	538.44	0.74	3.12	145.35	1.30
10.00	538.46	0.76	3.16	149.54	1.31

Tailwater Channel Data - tombini_tipo

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 3.00 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 537.70 m

Roadway Data for Crossing: tombini_tipo

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 541.40 m

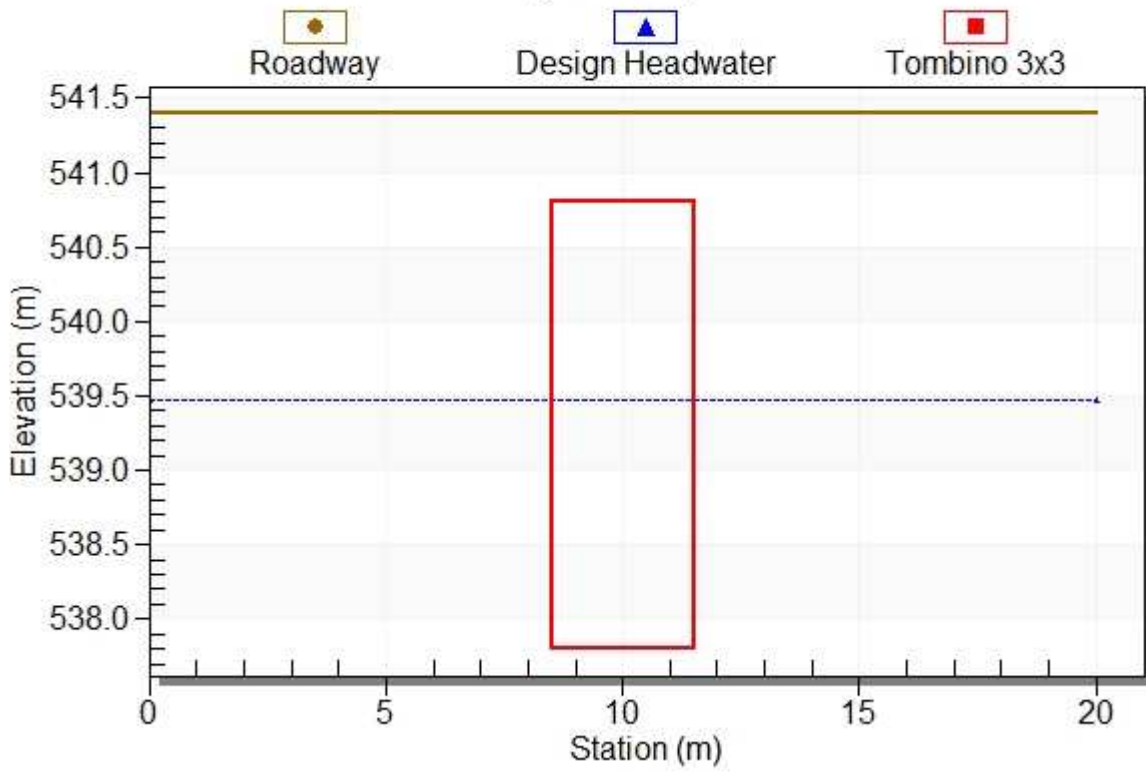
Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

Crossing Front View (Roadway Profile): tombini_tipo

Crossing Front View

(Not to scale)



INTERVENTO ALLA PROGR. 144+580

Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 176.573 cfs

Design Flow: 278.986 cfs

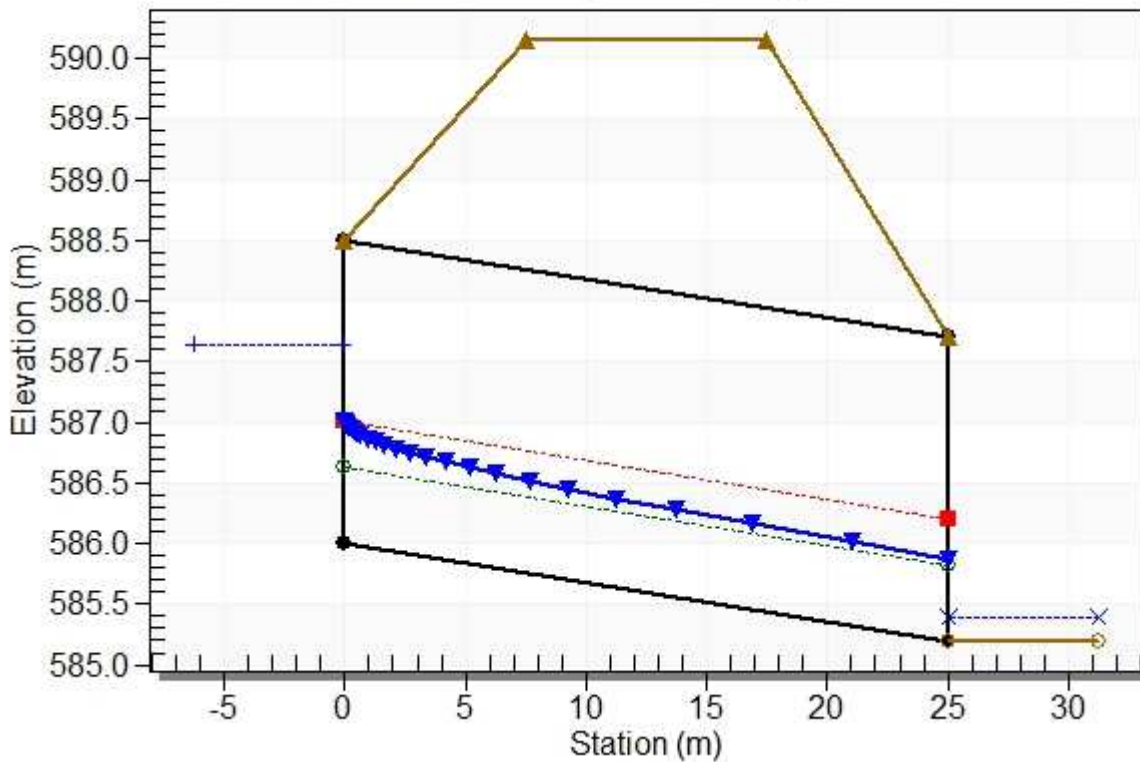
Maximum Flow: 353.147 cfs

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: tombino_Archeo_SBarbara

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Tombino 2.5x2.5 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
587.22	5.00	5.00	0.00	1
587.30	5.50	5.50	0.00	1
587.37	6.00	6.00	0.00	1
587.45	6.50	6.50	0.00	1
587.52	7.00	7.00	0.00	1
587.59	7.50	7.50	0.00	1
587.64	7.90	7.90	0.00	1
587.73	8.50	8.50	0.00	1
587.80	9.00	9.00	0.00	1
587.86	9.50	9.50	0.00	1
587.93	10.00	10.00	0.00	1
590.16	24.51	24.51	0.00	Overtopping

Water Surface Profile Plot for Culvert: Tombino 2.5x2.5

Crossing - tombino_Archeo_SBarbara, Design Discharge - 7.90 cms
Culvert - Tombino 2.5x2.5, Culvert Discharge - 7.90 cms



Site Data - Tombino 2.5x2.5

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 586.00 m

Outlet Station: 25.00 m

Outlet Elevation: 585.20 m

Number of Barrels: 1

Crossing Front View (Roadway Profile): tombino_Archeo_SBarbara

Crossing Front View

(Not to scale)

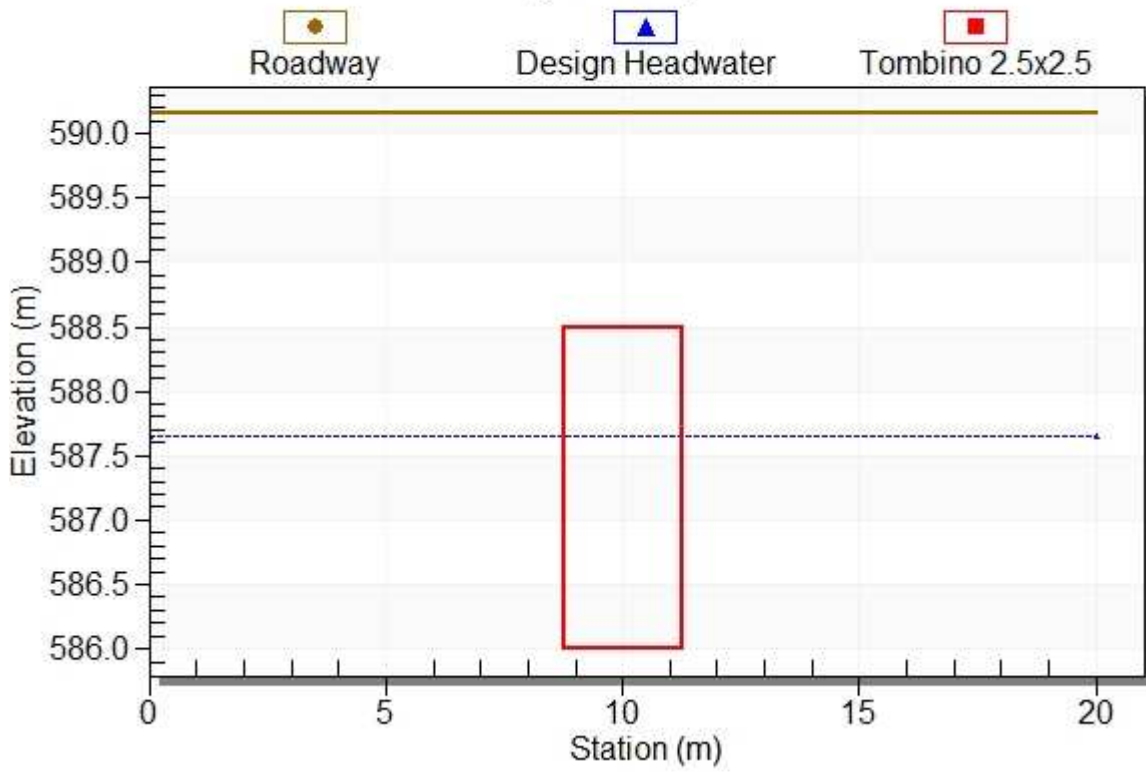


Table 2 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: tombino_Archeo_SBarbara)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
5.00	585.35	0.15	5.38	512.73	4.52
5.50	585.36	0.16	5.57	542.92	4.56
6.00	585.37	0.17	5.76	571.95	4.59
6.50	585.37	0.17	5.94	599.80	4.63
7.00	585.38	0.18	6.10	627.07	4.66
7.50	585.39	0.19	6.27	653.37	4.69
7.90	585.40	0.20	6.39	674.03	4.71
8.50	585.41	0.21	6.57	704.16	4.74
9.00	585.41	0.21	6.71	728.54	4.76
9.50	585.42	0.22	6.84	752.46	4.78
10.00	585.43	0.23	6.98	775.90	4.81

Tailwater Channel Data - tombino_Archeo_SBarbara

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 6.00 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

Channel Slope: 0.3500

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 585.20 m

Roadway Data for Crossing: tombino_Archeo_SBarbara

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 590.16 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

INTERVENTO ALLA PROGRESSIVA

KM_146+700

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: tombini_tipo

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Tombino 3x3 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
591.97	10.00	10.00	0.00	1
592.09	11.00	11.00	0.00	1
592.21	12.00	12.00	0.00	1
592.33	13.00	13.00	0.00	1
592.44	14.00	14.00	0.00	1
592.55	15.00	15.00	0.00	1
592.55	15.00	15.00	0.00	1
592.76	17.00	17.00	0.00	1
592.87	18.00	18.00	0.00	1
592.97	19.00	19.00	0.00	1
593.07	20.00	20.00	0.00	1
593.70	26.71	26.71	0.00	Overtopping

Table 2 - Culvert Summary Table: Tombino 3x3

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
10.00	10.00	591.97	1.747	1.872	2-M2c	1.222	1.042	1.042	0.763	3.198	3.163
11.00	11.00	592.09	1.857	1.995	2-M2c	1.312	1.111	1.111	0.804	3.302	3.253
12.00	12.00	592.21	1.965	2.114	2-M2c	1.399	1.177	1.177	0.843	3.399	3.336
13.00	13.00	592.33	2.071	2.229	2-M2c	1.485	1.241	1.241	0.881	3.491	3.415
14.00	14.00	592.44	2.176	2.342	2-M2c	1.570	1.304	1.304	0.917	3.578	3.488
15.00	15.00	592.55	2.279	2.452	2-M2c	1.655	1.366	1.366	0.952	3.661	3.557
15.00	15.00	592.55	2.279	2.452	2-M2c	1.655	1.366	1.366	0.952	3.661	3.557
17.00	17.00	592.76	2.484	2.665	2-M2c	1.821	1.485	1.485	1.019	3.817	3.686
18.00	18.00	592.87	2.585	2.768	2-M2c	1.904	1.542	1.542	1.050	3.891	3.745
19.00	19.00	592.97	2.687	2.870	2-M2c	1.985	1.599	1.599	1.081	3.961	3.802
20.00	20.00	593.07	2.789	2.969	2-M2c	2.066	1.654	1.654	1.111	4.030	3.857

Straight Culvert

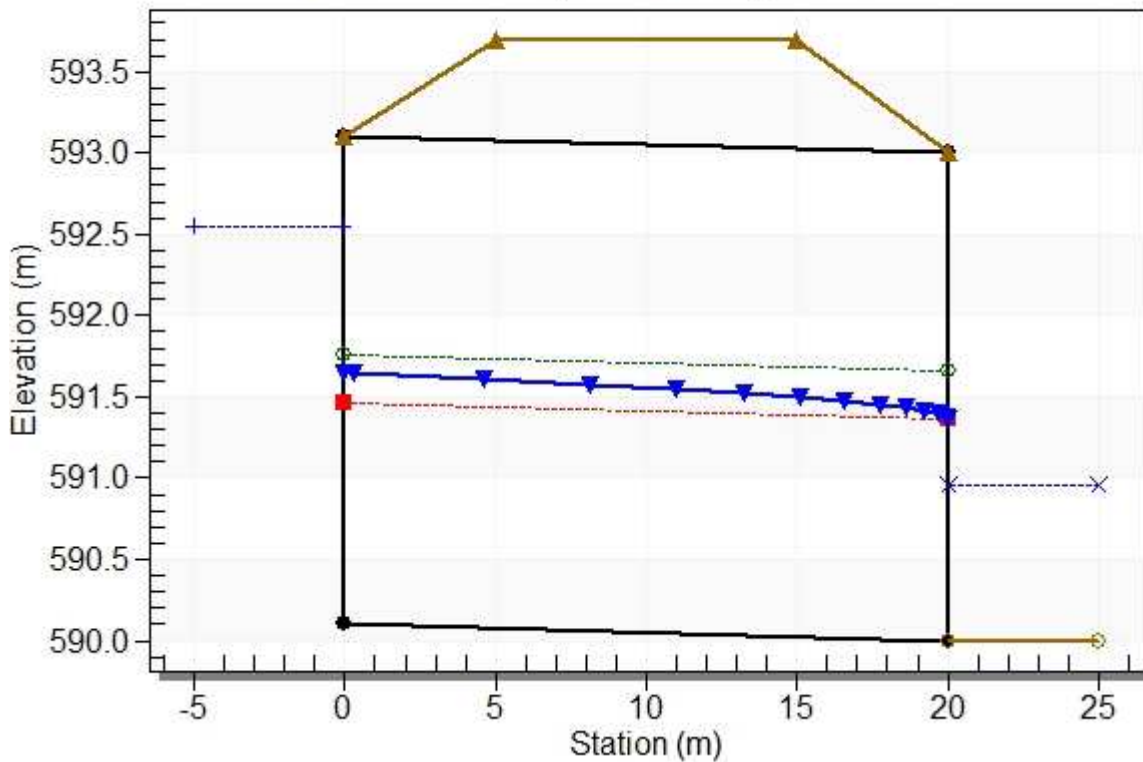
Inlet Elevation (invert): 590.10 m, Outlet Elevation (invert): 590.00 m

Culvert Length: 20.00 m, Culvert Slope: 0.0050

Water Surface Profile Plot for Culvert: Tombino 3x3

Crossing - tombini_tipo, Design Discharge - 15.00 cms

Culvert - Tombino 3x3, Culvert Discharge - 15.00 cms



Site Data - Tombino 3x3

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 590.10 m

Outlet Station: 20.00 m

Outlet Elevation: 590.00 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Tombino 3x3

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 3000.00 mm

Barrel Rise: 3000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0200

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (0° flare) Wingwall

Inlet Depression: NONE

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: tombini_tipo)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
10.00	590.76	0.76	3.16	149.54	1.31
11.00	590.80	0.80	3.25	157.61	1.31
12.00	590.84	0.84	3.34	165.32	1.32
13.00	590.88	0.88	3.41	172.72	1.33
14.00	590.92	0.92	3.49	179.82	1.33
15.00	590.95	0.95	3.56	186.68	1.34
15.00	590.95	0.95	3.56	186.68	1.34
17.00	591.02	1.02	3.69	199.71	1.35
18.00	591.05	1.05	3.75	205.92	1.35
19.00	591.08	1.08	3.80	211.95	1.36
20.00	591.11	1.11	3.86	217.83	1.36

Tailwater Channel Data - tombini_tipo

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 3.00 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 590.00 m

Roadway Data for Crossing: tombini_tipo

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 593.70 m

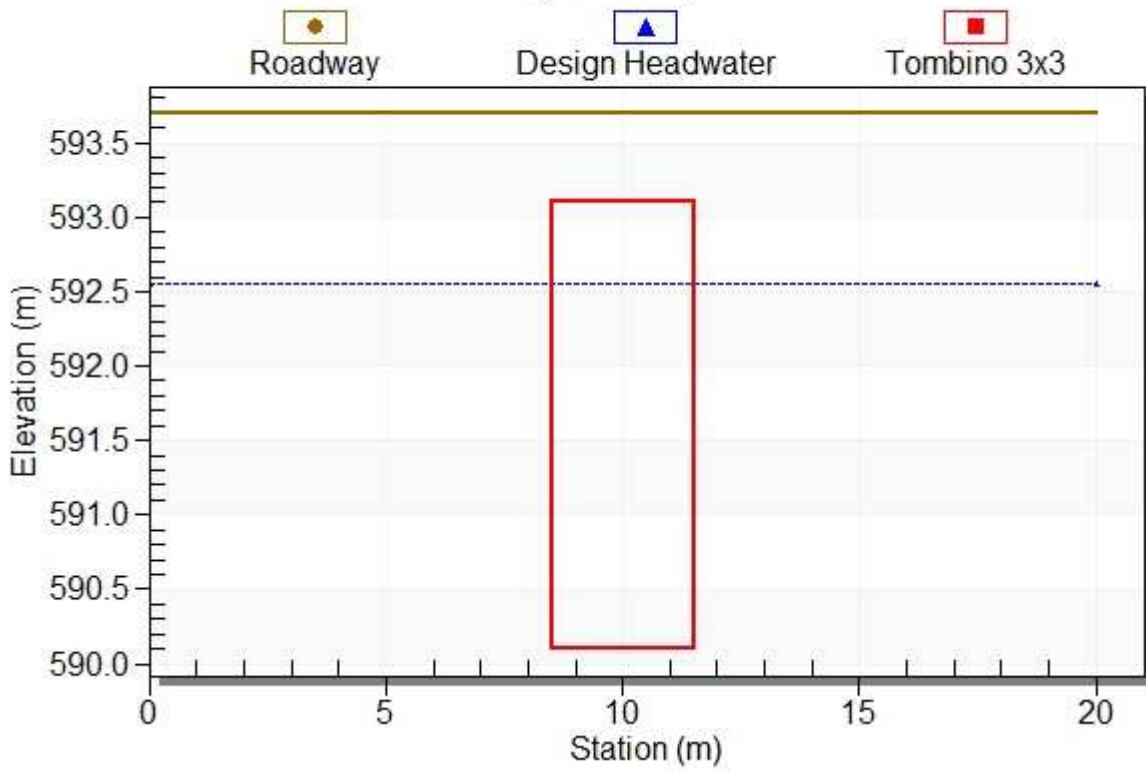
Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

Crossing Front View (Roadway Profile): tombini_tipo

Crossing Front View

(Not to scale)



INTERVENTO ALLA PROGRESSIVA

KM_148+140

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: tombini_tipo

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Tombino 3x2 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
635.48	5.00	5.00	0.00	1
635.56	5.50	5.50	0.00	1
635.63	6.00	6.00	0.00	1
635.71	6.50	6.50	0.00	1
635.78	7.00	7.00	0.00	1
635.82	7.30	7.30	0.00	1
635.91	8.00	8.00	0.00	1
635.98	8.50	8.50	0.00	1
636.05	9.00	9.00	0.00	1
636.11	9.50	9.50	0.00	1
636.17	10.00	10.00	0.00	1
636.80	15.44	15.44	0.00	Overtopping

Table 2 - Culvert Summary Table: Tombino 3x2

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	635.48	1.103	1.180	2-M2c	0.747	0.657	0.657	0.517	2.538	2.564
5.50	5.50	635.56	1.172	1.258	2-M2c	0.797	0.700	0.700	0.545	2.620	2.641
6.00	6.00	635.63	1.240	1.333	2-M2c	0.848	0.741	0.741	0.573	2.698	2.713
6.50	6.50	635.71	1.306	1.406	2-M2c	0.898	0.782	0.782	0.600	2.770	2.780
7.00	7.00	635.78	1.371	1.477	2-M2c	0.946	0.822	0.822	0.625	2.840	2.844
7.30	7.30	635.82	1.410	1.519	2-M2c	0.974	0.845	0.845	0.640	2.880	2.880
8.00	8.00	635.91	1.499	1.614	2-M2c	1.040	0.898	0.898	0.674	2.969	2.961
8.50	8.50	635.98	1.562	1.680	2-M2c	1.088	0.935	0.935	0.697	3.030	3.015
9.00	9.00	636.05	1.624	1.746	2-M2c	1.133	0.972	0.972	0.719	3.088	3.067
9.50	9.50	636.11	1.686	1.810	2-M2c	1.178	1.007	1.007	0.741	3.144	3.116
10.00	10.00	636.17	1.749	1.872	2-M2c	1.223	1.042	1.042	0.763	3.198	3.163

Straight Culvert

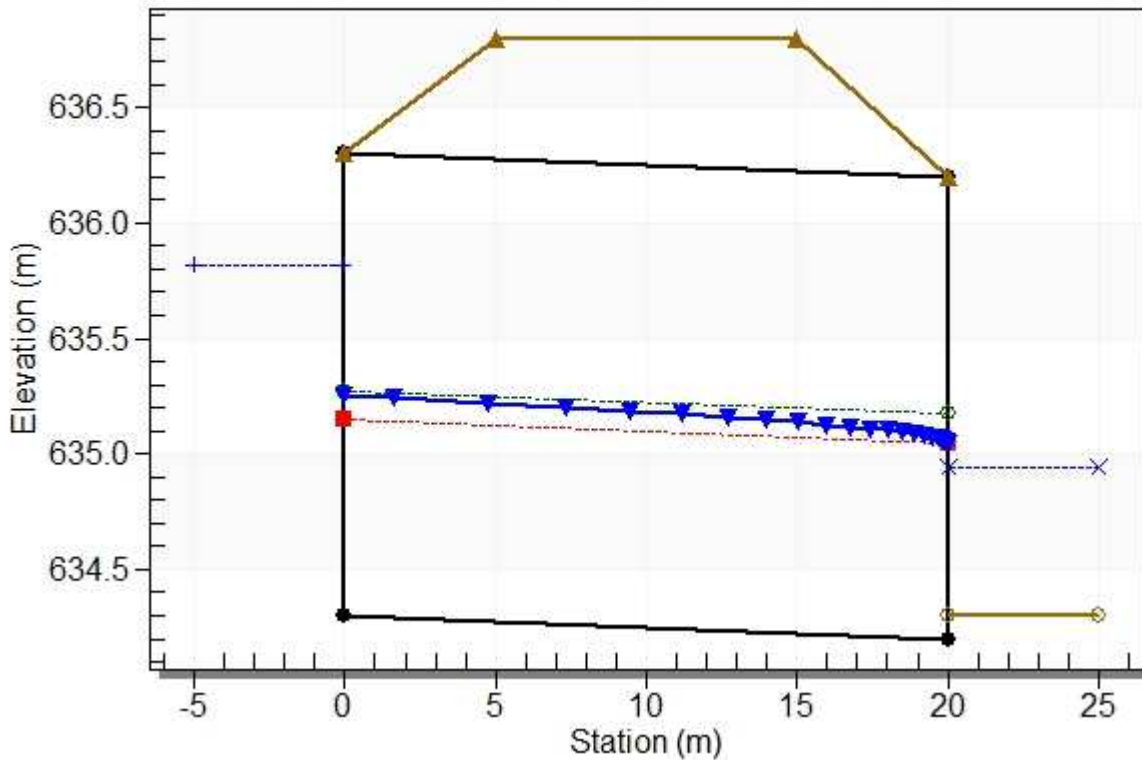
Inlet Elevation (invert): 634.30 m, Outlet Elevation (invert): 634.20 m

Culvert Length: 20.00 m, Culvert Slope: 0.0050

Water Surface Profile Plot for Culvert: Tombino 3x2

Crossing - tombini_tipo, Design Discharge - 7.30 cms

Culvert - Tombino 3x2, Culvert Discharge - 7.30 cms



Site Data - Tombino 3x2

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 634.30 m

Outlet Station: 20.00 m

Outlet Elevation: 634.20 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Tombino 3x2

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 3000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0200

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (0° flare) Wingwall

Inlet Depression: NONE

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: tombini_tipo)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
5.00	634.82	0.52	2.56	101.28	1.25
5.50	634.85	0.55	2.64	106.93	1.26
6.00	634.87	0.57	2.71	112.34	1.26
6.50	634.90	0.60	2.78	117.54	1.27
7.00	634.93	0.63	2.84	122.55	1.28
7.30	634.94	0.64	2.88	125.48	1.28
8.00	634.97	0.67	2.96	132.09	1.29
8.50	635.00	0.70	3.01	136.63	1.29
9.00	635.02	0.72	3.07	141.04	1.30
9.50	635.04	0.74	3.12	145.35	1.30
10.00	635.06	0.76	3.16	149.54	1.31

Tailwater Channel Data - tombini_tipo

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 3.00 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 634.30 m

Roadway Data for Crossing: tombini_tipo

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 636.80 m

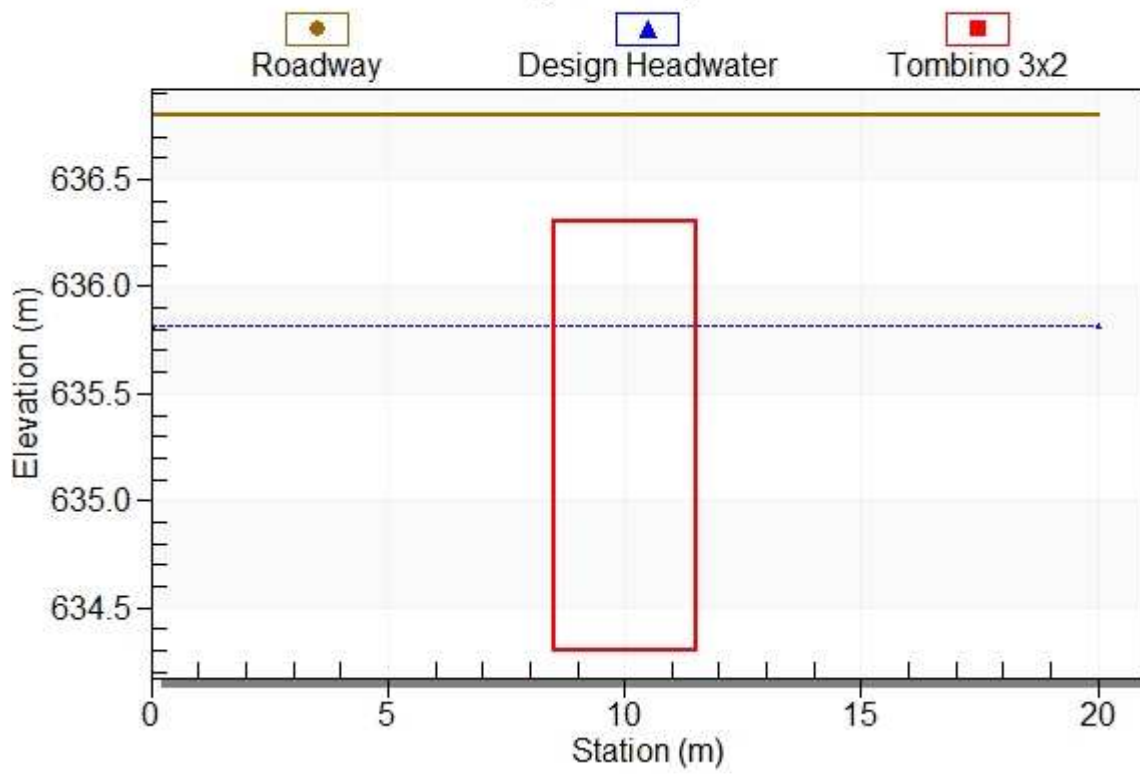
Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

Crossing Front View (Roadway Profile): tombini_tipo

Crossing Front View

(Not to scale)



INTERVENTO ALLA PROGRESSIVA

KM_151+080

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: tombini_tipo

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Tombino 4x3 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
654.26	20.00	20.00	0.00	1
654.34	21.00	21.00	0.00	1
654.42	22.00	22.00	0.00	1
654.50	23.00	23.00	0.00	1
654.58	24.00	24.00	0.00	1
654.64	24.80	24.80	0.00	1
654.73	26.00	26.00	0.00	1
654.81	27.00	27.00	0.00	1
654.88	28.00	28.00	0.00	1
654.95	29.00	29.00	0.00	1
655.02	30.00	30.00	0.00	1
655.40	35.40	35.40	0.00	Overtopping

Table 2 - Culvert Summary Table: Tombino 4x3

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
20.00	20.00	654.26	2.279	2.464	2-M2c	1.545	1.366	1.366	0.976	3.661	3.750
21.00	21.00	654.34	2.356	2.545	2-M2c	1.601	1.411	1.411	1.003	3.721	3.804
22.00	22.00	654.42	2.433	2.625	2-M2c	1.657	1.455	1.455	1.029	3.779	3.856
23.00	23.00	654.50	2.509	2.703	2-M2c	1.712	1.499	1.499	1.055	3.836	3.907
24.00	24.00	654.58	2.585	2.781	2-M2c	1.766	1.542	1.542	1.080	3.891	3.956
24.80	24.80	654.64	2.646	2.842	2-M2c	1.809	1.576	1.576	1.099	3.933	3.994
26.00	26.00	654.73	2.738	2.933	2-M2c	1.875	1.627	1.627	1.128	3.996	4.049
27.00	27.00	654.81	2.815	3.007	7-M2c	1.928	1.668	1.668	1.152	4.046	4.093
28.00	28.00	654.88	2.892	3.081	7-M2c	1.981	1.709	1.709	1.175	4.096	4.136
29.00	29.00	654.95	2.970	3.153	7-M2c	2.034	1.750	1.750	1.197	4.144	4.178
30.00	30.00	655.02	3.048	3.225	7-M2c	2.086	1.790	1.790	1.220	4.191	4.219

Straight Culvert

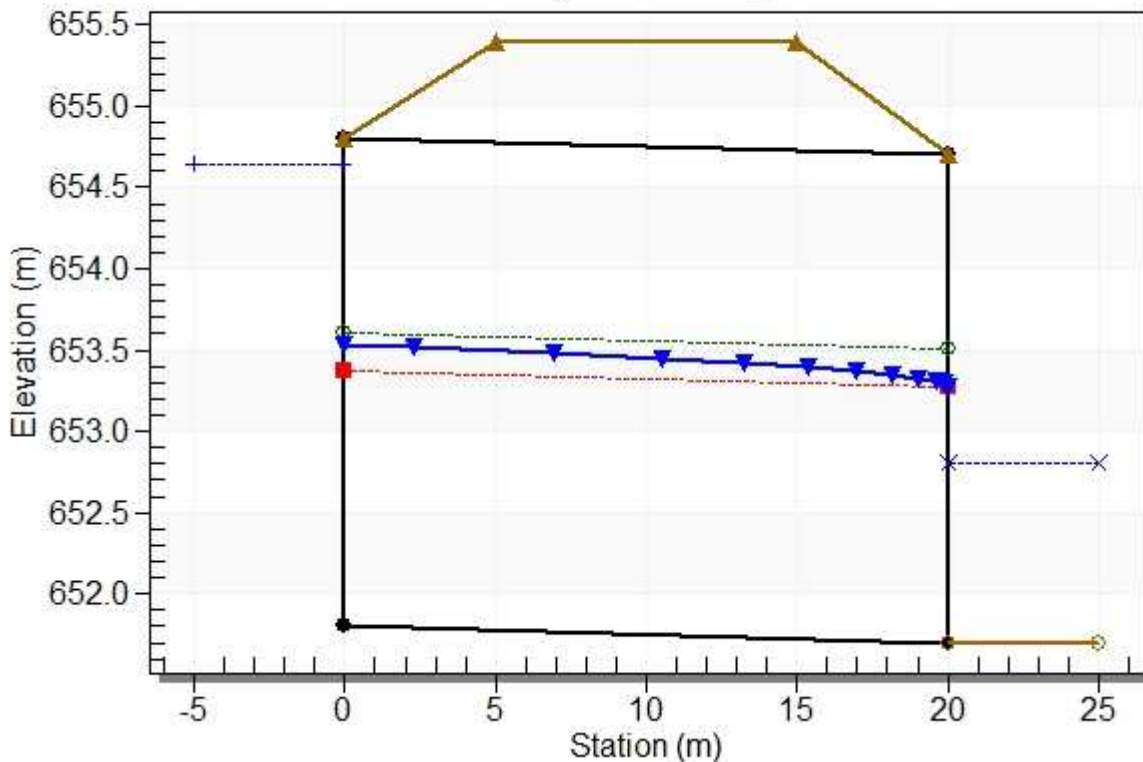
Inlet Elevation (invert): 651.80 m, Outlet Elevation (invert): 651.70 m

Culvert Length: 20.00 m, Culvert Slope: 0.0050

Water Surface Profile Plot for Culvert: Tombino 4x3

Crossing - tombini_tipo, Design Discharge - 24.80 cms

Culvert - Tombino 4x3, Culvert Discharge - 24.80 cms



Site Data - Tombino 4x3

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 651.80 m

Outlet Station: 20.00 m

Outlet Elevation: 651.70 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Tombino 4x3

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 4000.00 mm

Barrel Rise: 3000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0200

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (0° flare) Wingwall

Inlet Depression: NONE

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: tombini_tipo)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
20.00	652.68	0.98	3.75	191.37	1.36
21.00	652.70	1.00	3.80	196.62	1.37
22.00	652.73	1.03	3.86	201.74	1.37
23.00	652.75	1.05	3.91	206.75	1.38
24.00	652.78	1.08	3.96	211.65	1.38
24.80	652.80	1.10	3.99	215.50	1.38
26.00	652.83	1.13	4.05	221.16	1.39
27.00	652.85	1.15	4.09	225.78	1.39
28.00	652.87	1.17	4.14	230.30	1.39
29.00	652.90	1.20	4.18	234.75	1.39
30.00	652.92	1.22	4.22	239.11	1.40

Tailwater Channel Data - tombini_tipo

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 4.00 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 651.70 m

Roadway Data for Crossing: tombini_tipo

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 655.40 m

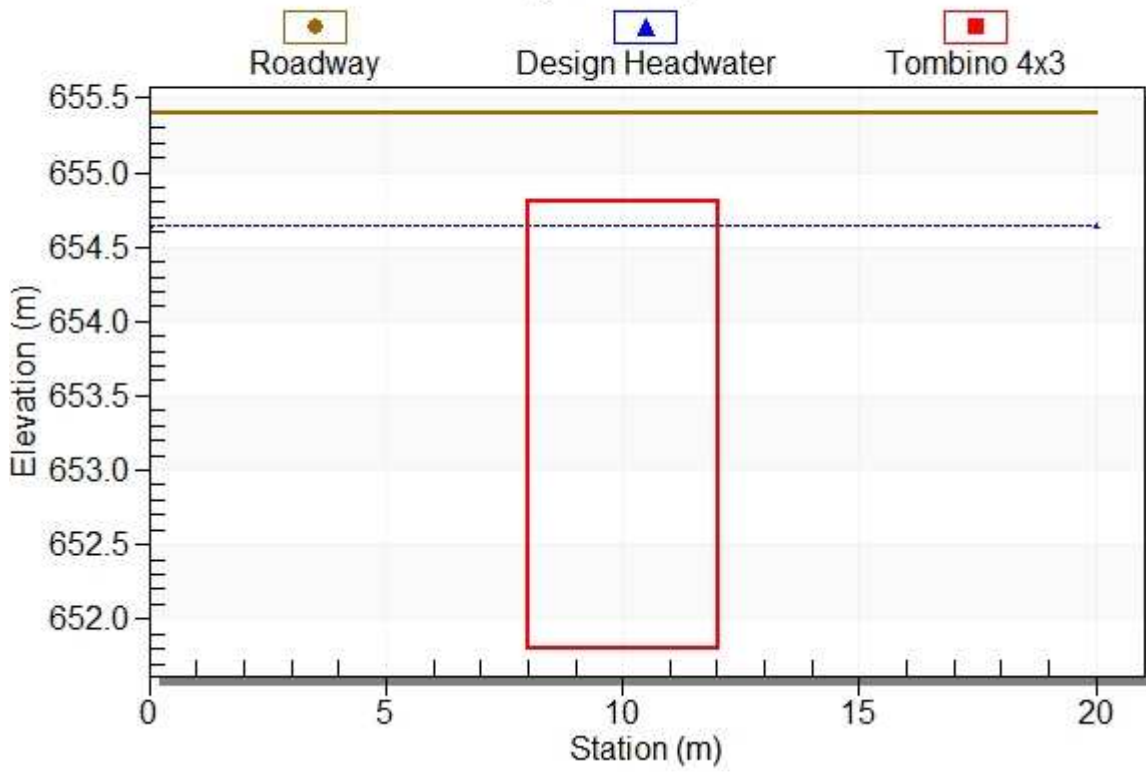
Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

Crossing Front View (Roadway Profile): tombini_tipo

Crossing Front View

(Not to scale)



INTERVENTO ALLA PROGRESSIVA

KM_151+455

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: tombini_tipo

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Tombino 3x3 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
651.68	5.00	5.00	0.00	1
651.83	6.00	6.00	0.00	1
651.98	7.00	7.00	0.00	1
652.11	8.00	8.00	0.00	1
652.25	9.00	9.00	0.00	1
652.37	10.00	10.00	0.00	1
652.49	11.00	11.00	0.00	1
652.51	11.10	11.10	0.00	1
652.73	13.00	13.00	0.00	1
652.84	14.00	14.00	0.00	1
652.95	15.00	15.00	0.00	1
654.10	26.71	26.71	0.00	Overtopping

Table 2 - Culvert Summary Table: Tombino 3x3

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	651.68	1.110	1.180	2-M2c	0.744	0.657	0.657	0.517	2.538	2.564
6.00	6.00	651.83	1.254	1.333	2-M2c	0.848	0.741	0.741	0.573	2.698	2.713
7.00	7.00	651.98	1.390	1.477	2-M2c	0.944	0.822	0.822	0.625	2.840	2.844
8.00	8.00	652.11	1.518	1.614	2-M2c	1.040	0.898	0.898	0.674	2.969	2.961
9.00	9.00	652.25	1.634	1.746	2-M2c	1.133	0.972	0.972	0.719	3.088	3.067
10.00	10.00	652.37	1.747	1.872	2-M2c	1.222	1.042	1.042	0.763	3.198	3.163
11.00	11.00	652.49	1.857	1.995	2-M2c	1.312	1.111	1.111	0.804	3.302	3.253
11.10	11.10	652.51	1.868	2.007	2-M2c	1.321	1.117	1.117	0.808	3.311	3.262
13.00	13.00	652.73	2.071	2.229	2-M2c	1.485	1.241	1.241	0.881	3.491	3.415
14.00	14.00	652.84	2.176	2.342	2-M2c	1.570	1.304	1.304	0.917	3.578	3.488
15.00	15.00	652.95	2.279	2.452	2-M2c	1.655	1.366	1.366	0.952	3.661	3.557

Straight Culvert

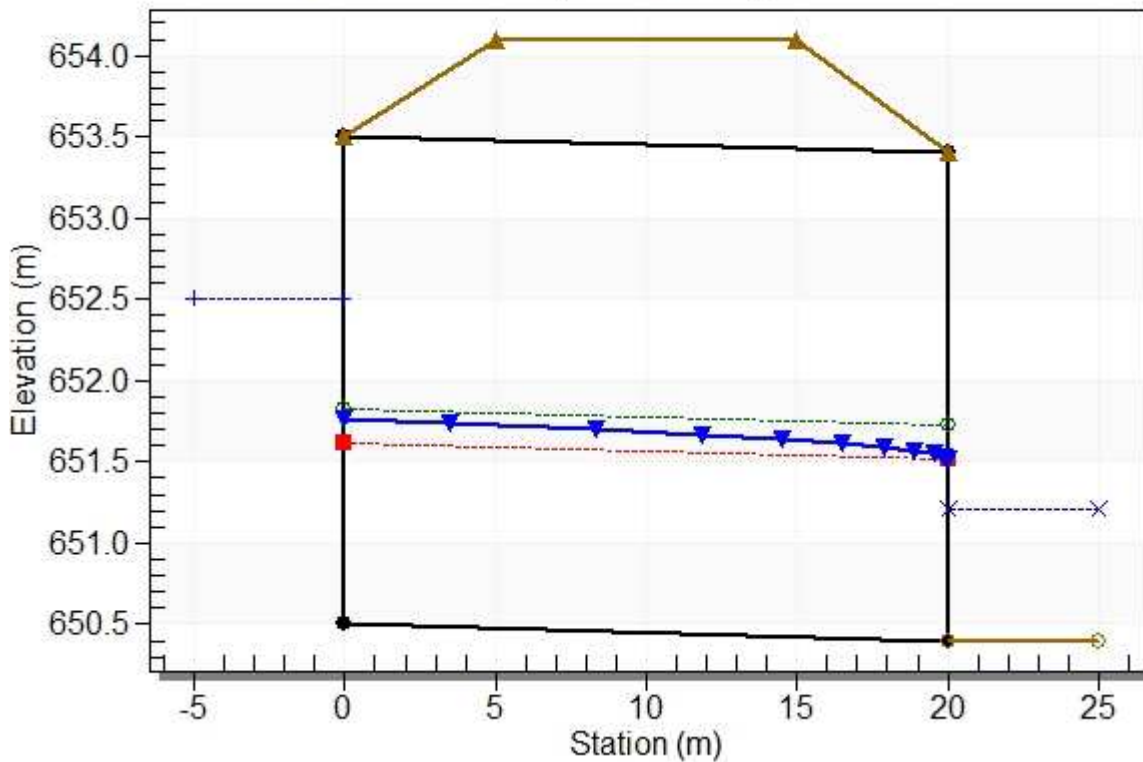
Inlet Elevation (invert): 650.50 m, Outlet Elevation (invert): 650.40 m

Culvert Length: 20.00 m, Culvert Slope: 0.0050

Water Surface Profile Plot for Culvert: Tombino 3x3

Crossing - tombini_tipo, Design Discharge - 11.10 cms

Culvert - Tombino 3x3, Culvert Discharge - 11.10 cms



Site Data - Tombino 3x3

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 650.50 m

Outlet Station: 20.00 m

Outlet Elevation: 650.40 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Tombino 3x3

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 3000.00 mm

Barrel Rise: 3000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0200

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (0° flare) Wingwall

Inlet Depression: NONE

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: tombini_tipo)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
5.00	650.92	0.52	2.56	101.28	1.25
6.00	650.97	0.57	2.71	112.34	1.26
7.00	651.03	0.63	2.84	122.55	1.28
8.00	651.07	0.67	2.96	132.09	1.29
9.00	651.12	0.72	3.07	141.04	1.30
10.00	651.16	0.76	3.16	149.54	1.31
11.00	651.20	0.80	3.25	157.61	1.31
11.10	651.21	0.81	3.26	158.39	1.31
13.00	651.28	0.88	3.41	172.72	1.33
14.00	651.32	0.92	3.49	179.82	1.33
15.00	651.35	0.95	3.56	186.68	1.34

Tailwater Channel Data - tombini_tipo

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 3.00 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 650.40 m

Roadway Data for Crossing: tombini_tipo

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 654.10 m

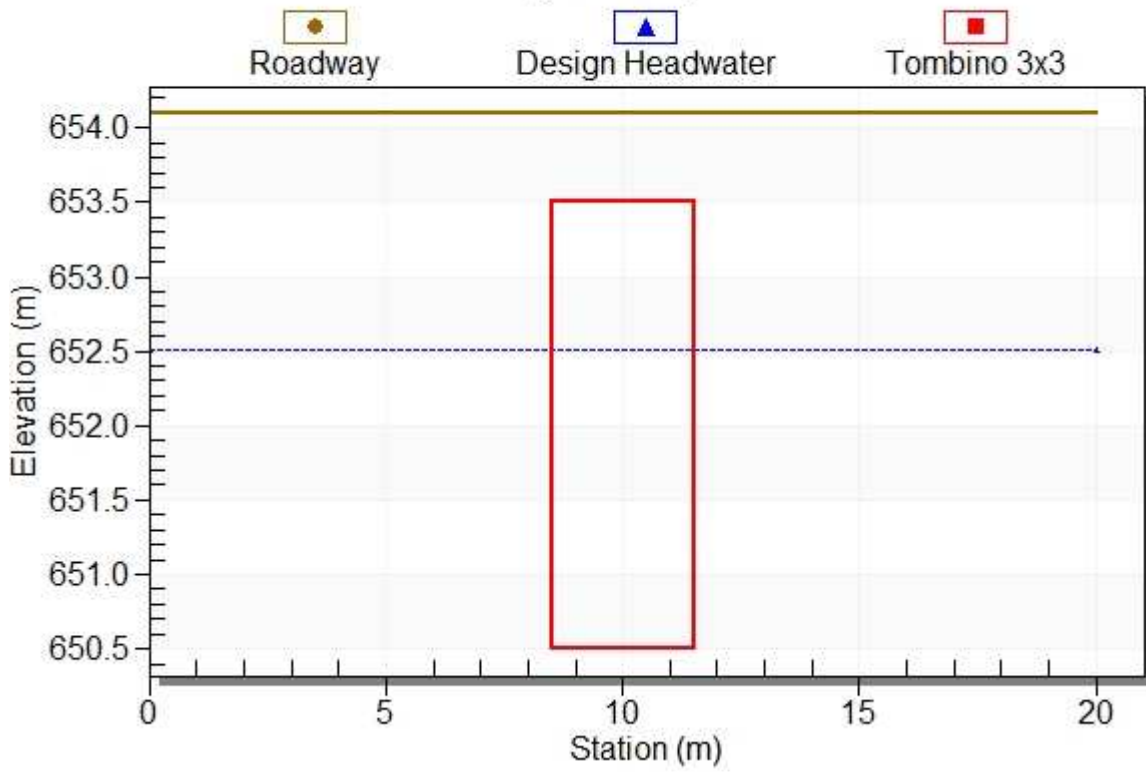
Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

Crossing Front View (Roadway Profile): tombini_tipo

Crossing Front View

(Not to scale)



INTERVENTO ALLA PROGRESSIVA

KM_158+000

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: tombini_tipo

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Tombino 4x3 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
652.03	15.00	15.00	0.00	1
652.12	16.00	16.00	0.00	1
652.21	17.00	17.00	0.00	1
652.30	18.00	18.00	0.00	1
652.38	19.00	19.00	0.00	1
652.46	19.90	19.90	0.00	1
652.54	21.00	21.00	0.00	1
652.62	22.00	22.00	0.00	1
652.70	23.00	23.00	0.00	1
652.78	24.00	24.00	0.00	1
652.86	25.00	25.00	0.00	1
653.60	35.40	35.40	0.00	Overtopping

Table 2 - Culvert Summary Table: Tombino 4x3

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
15.00	15.00	652.03	1.884	2.035	2-M2c	1.255	1.127	1.127	0.831	3.326	3.440
16.00	16.00	652.12	1.965	2.124	2-M2c	1.315	1.177	1.177	0.862	3.399	3.508
17.00	17.00	652.21	2.045	2.211	2-M2c	1.375	1.225	1.225	0.892	3.468	3.572
18.00	18.00	652.30	2.124	2.297	2-M2c	1.431	1.273	1.273	0.921	3.535	3.634
19.00	19.00	652.38	2.202	2.381	2-M2c	1.488	1.320	1.320	0.949	3.599	3.693
19.90	19.90	652.46	2.271	2.455	2-M2c	1.539	1.361	1.361	0.973	3.655	3.744
21.00	21.00	652.54	2.356	2.545	2-M2c	1.601	1.411	1.411	1.003	3.721	3.804
22.00	22.00	652.62	2.433	2.625	2-M2c	1.657	1.455	1.455	1.029	3.779	3.856
23.00	23.00	652.70	2.509	2.703	2-M2c	1.712	1.499	1.499	1.055	3.836	3.907
24.00	24.00	652.78	2.585	2.781	2-M2c	1.766	1.542	1.542	1.080	3.891	3.956
25.00	25.00	652.86	2.662	2.857	2-M2c	1.820	1.585	1.585	1.104	3.944	4.003

Straight Culvert

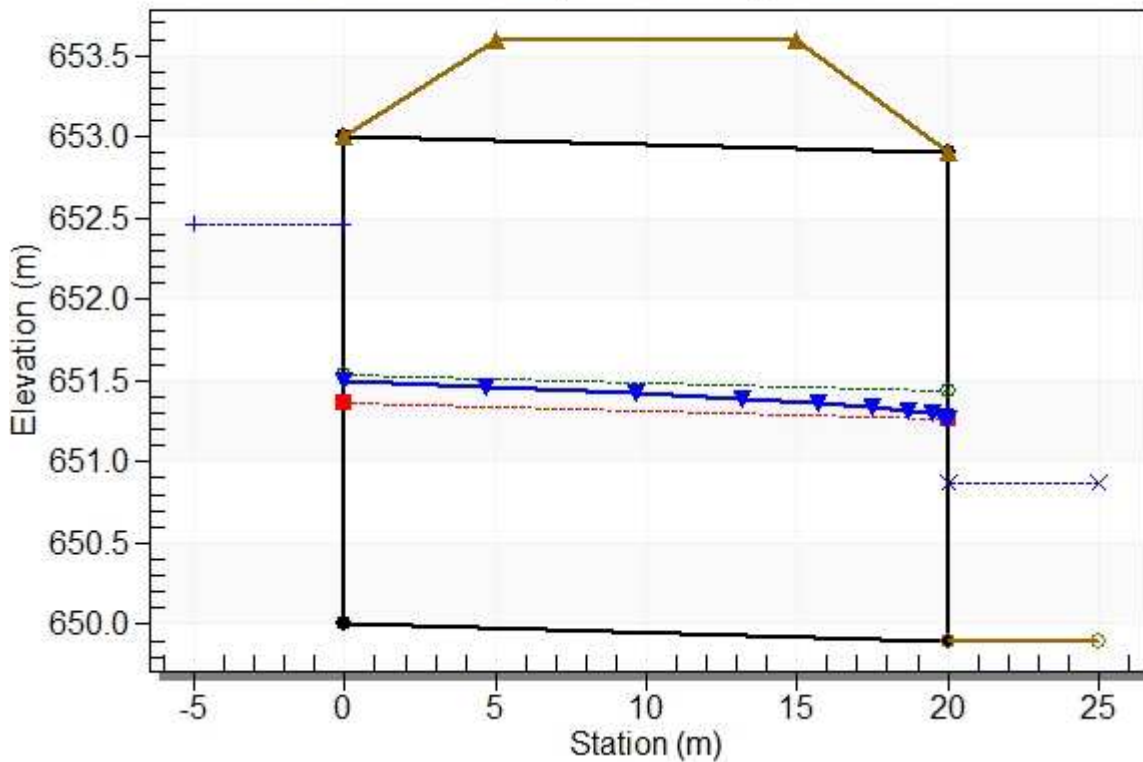
Inlet Elevation (invert): 650.00 m, Outlet Elevation (invert): 649.90 m

Culvert Length: 20.00 m, Culvert Slope: 0.0050

Water Surface Profile Plot for Culvert: Tombino 4x3

Crossing - tombini_tipo, Design Discharge - 19.90 cms

Culvert - Tombino 4x3, Culvert Discharge - 19.90 cms



Site Data - Tombino 4x3

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 650.00 m

Outlet Station: 20.00 m

Outlet Elevation: 649.90 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Tombino 4x3

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 4000.00 mm

Barrel Rise: 3000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0200

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (0° flare) Wingwall

Inlet Depression: NONE

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: tombini_tipo)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
15.00	650.73	0.83	3.44	162.94	1.34
16.00	650.76	0.86	3.51	168.96	1.35
17.00	650.79	0.89	3.57	174.80	1.35
18.00	650.82	0.92	3.63	180.47	1.36
19.00	650.85	0.95	3.69	185.99	1.36
19.90	650.87	0.97	3.74	190.84	1.36
21.00	650.90	1.00	3.80	196.62	1.37
22.00	650.93	1.03	3.86	201.74	1.37
23.00	650.95	1.05	3.91	206.75	1.38
24.00	650.98	1.08	3.96	211.65	1.38
25.00	651.00	1.10	4.00	216.45	1.38

Tailwater Channel Data - tombini_tipo

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 4.00 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 649.90 m

Roadway Data for Crossing: tombini_tipo

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 653.60 m

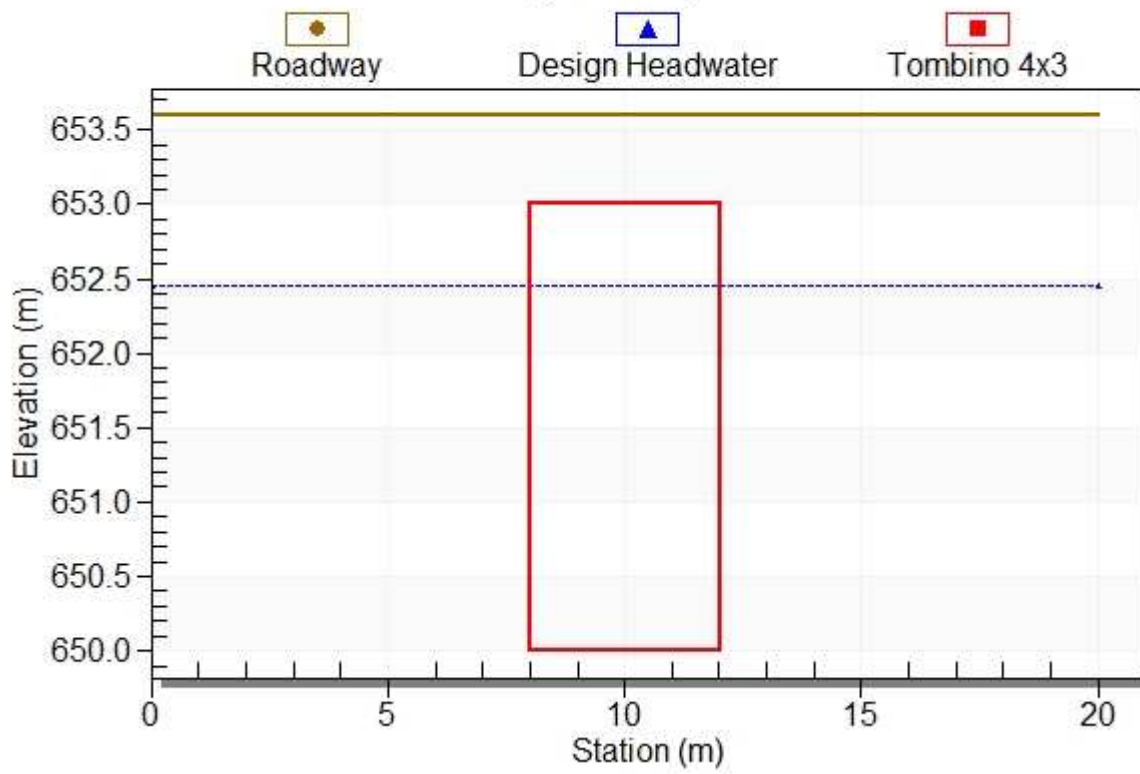
Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

Crossing Front View (Roadway Profile): tombini_tipo

Crossing Front View

(Not to scale)



INTERVENTO ALLA PROGRESSIVA

KM_159+800

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: tombini_tipo

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Tombino 6x3 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
647.42	27.00	27.00	0.00	1
647.55	29.22	29.22	0.00	1
647.67	31.44	31.44	0.00	1
647.79	33.66	33.66	0.00	1
647.90	35.88	35.88	0.00	1
648.01	38.00	38.00	0.00	1
648.13	40.32	40.32	0.00	1
648.24	42.54	42.54	0.00	1
648.34	44.76	44.76	0.00	1
648.45	46.98	46.98	0.00	1
648.55	49.20	49.20	0.00	1
648.70	52.38	52.38	0.00	Overtopping

Table 2 - Culvert Summary Table: Tombino 6x3

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
27.00	27.00	647.42	2.124	2.320	2-M2c	1.337	1.273	1.273	0.942	3.535	3.868
29.22	29.22	647.55	2.239	2.445	2-M2c	1.411	1.342	1.342	0.985	3.629	3.965
31.44	31.44	647.67	2.353	2.567	2-M2c	1.483	1.409	1.409	1.028	3.719	4.057
33.66	33.66	647.79	2.466	2.686	2-M2c	1.556	1.475	1.475	1.068	3.804	4.145
35.88	35.88	647.90	2.579	2.802	2-M2c	1.628	1.539	1.539	1.108	3.886	4.228
38.00	38.00	648.01	2.687	2.911	2-M2c	1.694	1.599	1.599	1.144	3.961	4.303
40.32	40.32	648.13	2.806	3.027	7-M2c	1.765	1.663	1.663	1.183	4.040	4.382
42.54	42.54	648.24	2.920	3.137	7-M2c	1.834	1.724	1.724	1.220	4.113	4.454
44.76	44.76	648.34	3.036	3.244	7-M2c	1.902	1.783	1.783	1.255	4.183	4.524
46.98	46.98	648.45	3.152	3.350	7-M2c	1.968	1.842	1.842	1.290	4.252	4.591
49.20	49.20	648.55	3.271	3.454	7-M2c	2.034	1.899	1.899	1.324	4.317	4.655

Straight Culvert

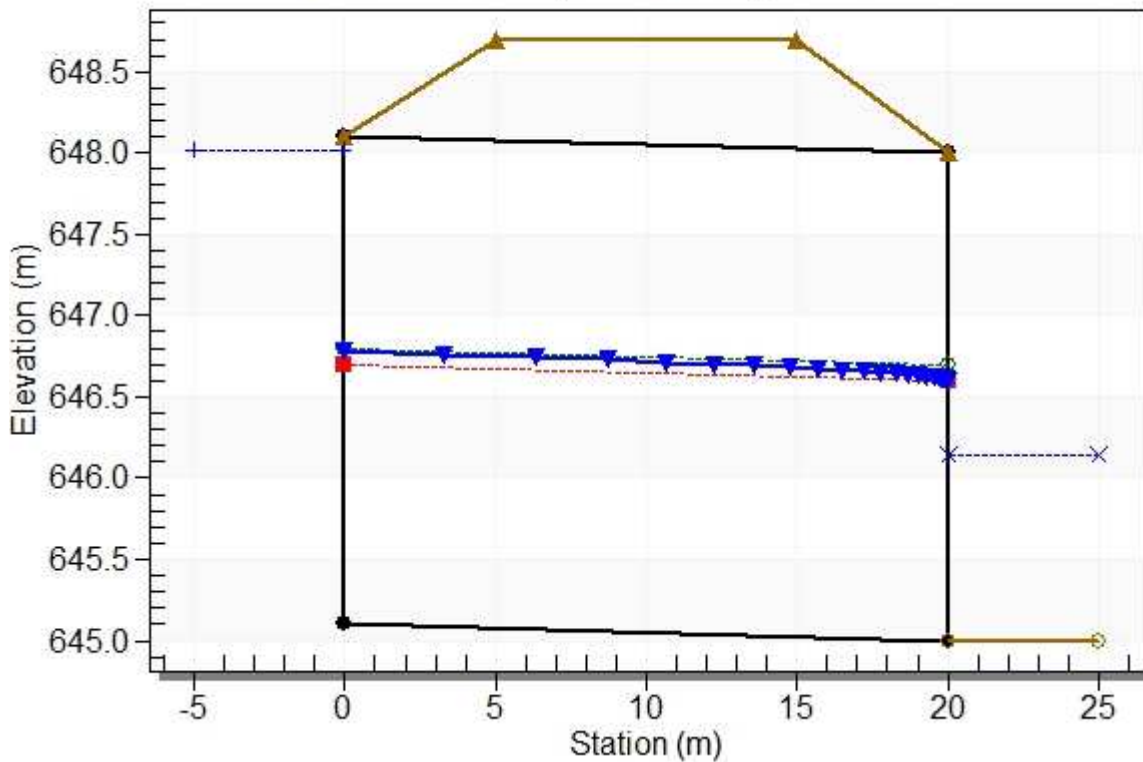
Inlet Elevation (invert): 645.10 m, Outlet Elevation (invert): 645.00 m

Culvert Length: 20.00 m, Culvert Slope: 0.0050

Water Surface Profile Plot for Culvert: Tombino 6x3

Crossing - tombini_tipo, Design Discharge - 38.00 cms

Culvert - Tombino 6x3, Culvert Discharge - 38.00 cms



Site Data - Tombino 6x3

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 645.10 m

Outlet Station: 20.00 m

Outlet Elevation: 645.00 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Tombino 6x3

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 6000.00 mm

Barrel Rise: 3000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0200

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (0° flare) Wingwall

Inlet Depression: NONE

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: tombini_tipo)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
27.00	645.94	0.94	3.87	184.63	1.39
29.22	645.99	0.99	3.97	193.19	1.40
31.44	646.03	1.03	4.06	201.44	1.40
33.66	646.07	1.07	4.14	209.43	1.41
35.88	646.11	1.11	4.23	217.17	1.41
38.00	646.14	1.14	4.30	224.35	1.42
40.32	646.18	1.18	4.38	231.99	1.43
42.54	646.22	1.22	4.45	239.12	1.43
44.76	646.26	1.26	4.52	246.07	1.43
46.98	646.29	1.29	4.59	252.85	1.44
49.20	646.32	1.32	4.65	259.48	1.44

Tailwater Channel Data - tombini_tipo

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 6.00 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 645.00 m

Roadway Data for Crossing: tombini_tipo

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 648.70 m

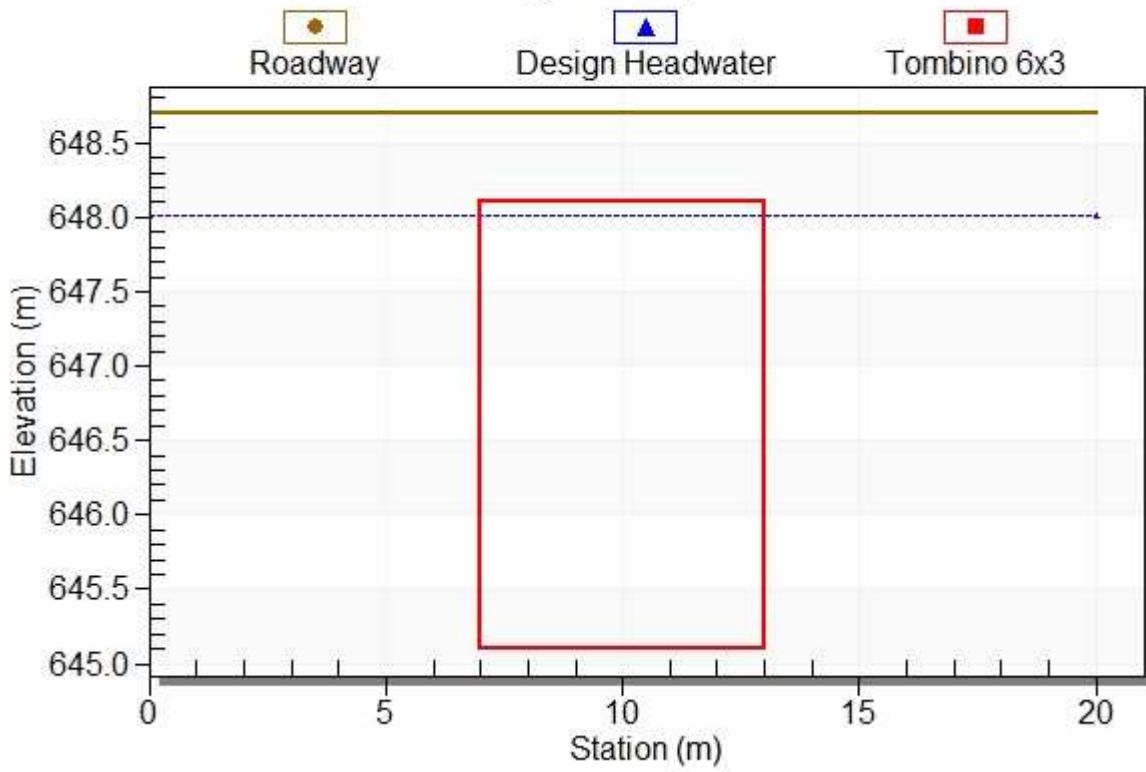
Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

Crossing Front View (Roadway Profile): tombini_tipo

Crossing Front View

(Not to scale)



INTERVENTO ALLA PROGRESSIVA

KM_164+000

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: tombini_tipo

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Tombino 3x2 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
444.28	5.00	5.00	0.00	1
444.36	5.50	5.50	0.00	1
444.43	6.00	6.00	0.00	1
444.49	6.40	6.40	0.00	1
444.58	7.00	7.00	0.00	1
444.65	7.50	7.50	0.00	1
444.71	8.00	8.00	0.00	1
444.78	8.50	8.50	0.00	1
444.85	9.00	9.00	0.00	1
444.91	9.50	9.50	0.00	1
444.97	10.00	10.00	0.00	1
445.70	16.38	16.38	0.00	Overtopping

Table 2 - Culvert Summary Table: Tombino 3x2

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	444.28	1.103	1.180	2-M2c	0.747	0.657	0.657	0.517	2.538	2.564
5.50	5.50	444.36	1.172	1.258	2-M2c	0.797	0.700	0.700	0.545	2.620	2.641
6.00	6.00	444.43	1.240	1.333	2-M2c	0.848	0.741	0.741	0.573	2.698	2.713
6.40	6.40	444.49	1.293	1.391	2-M2c	0.888	0.774	0.774	0.594	2.756	2.767
7.00	7.00	444.58	1.371	1.477	2-M2c	0.946	0.822	0.822	0.625	2.840	2.844
7.50	7.50	444.65	1.435	1.546	2-M2c	0.993	0.860	0.860	0.650	2.906	2.904
8.00	8.00	444.71	1.499	1.614	2-M2c	1.040	0.898	0.898	0.674	2.969	2.961
8.50	8.50	444.78	1.562	1.680	2-M2c	1.088	0.935	0.935	0.697	3.030	3.015
9.00	9.00	444.85	1.624	1.746	2-M2c	1.133	0.972	0.972	0.719	3.088	3.067
9.50	9.50	444.91	1.686	1.810	2-M2c	1.178	1.007	1.007	0.741	3.144	3.116
10.00	10.00	444.97	1.749	1.872	2-M2c	1.223	1.042	1.042	0.763	3.198	3.163

Straight Culvert

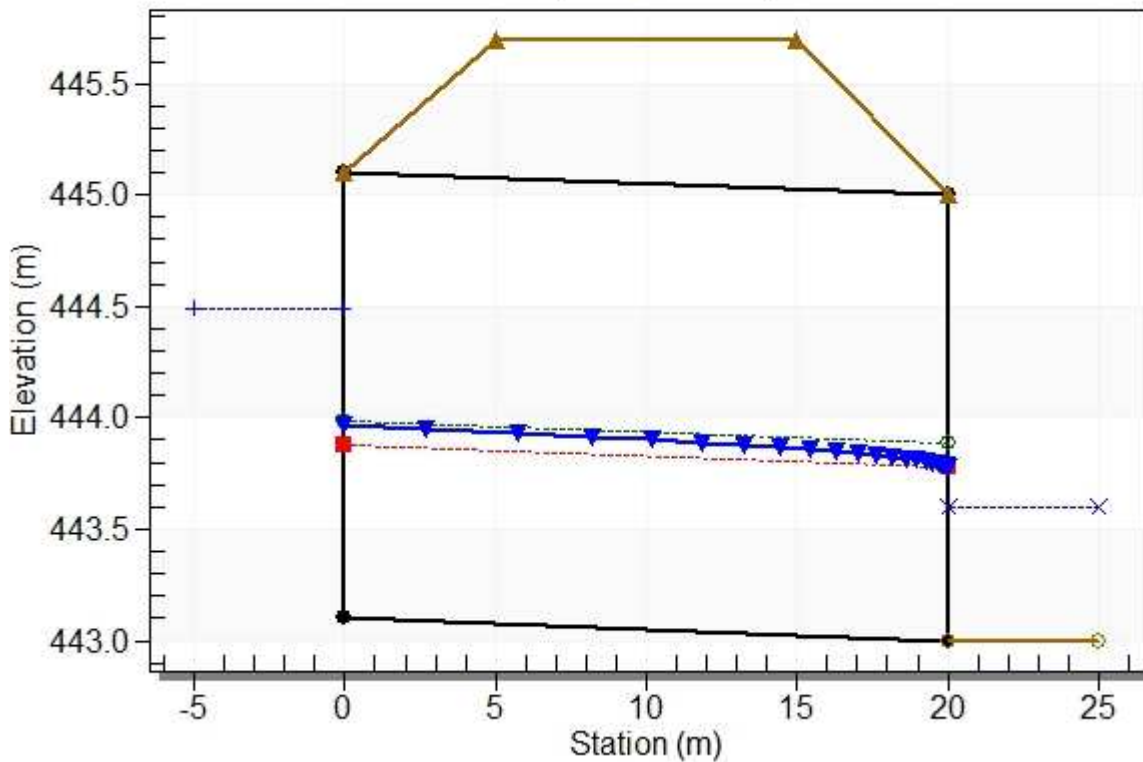
Inlet Elevation (invert): 443.10 m, Outlet Elevation (invert): 443.00 m

Culvert Length: 20.00 m, Culvert Slope: 0.0050

Water Surface Profile Plot for Culvert: Tombino 3x2

Crossing - tombini_tipo, Design Discharge - 6.40 cms

Culvert - Tombino 3x2, Culvert Discharge - 6.40 cms



Site Data - Tombino 3x2

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 443.10 m

Outlet Station: 20.00 m

Outlet Elevation: 443.00 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Tombino 3x2

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 3000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0200

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (0° flare) Wingwall

Inlet Depression: NONE

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: tombini_tipo)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
5.00	443.52	0.52	2.56	101.28	1.25
5.50	443.55	0.55	2.64	106.93	1.26
6.00	443.57	0.57	2.71	112.34	1.26
6.40	443.59	0.59	2.77	116.51	1.27
7.00	443.63	0.63	2.84	122.55	1.28
7.50	443.65	0.65	2.90	127.39	1.28
8.00	443.67	0.67	2.96	132.09	1.29
8.50	443.70	0.70	3.01	136.63	1.29
9.00	443.72	0.72	3.07	141.04	1.30
9.50	443.74	0.74	3.12	145.35	1.30
10.00	443.76	0.76	3.16	149.54	1.31

Tailwater Channel Data - tombini_tipo

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 3.00 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 443.00 m

Roadway Data for Crossing: tombini_tipo

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 445.70 m

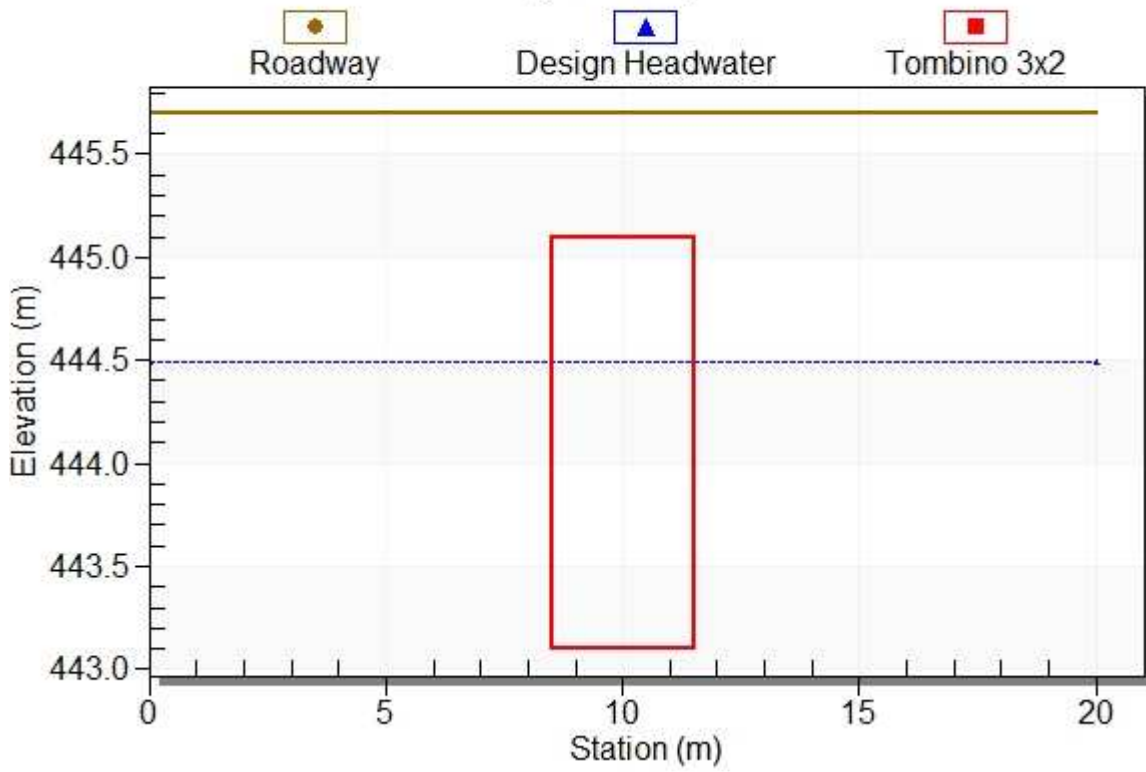
Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

Crossing Front View (Roadway Profile): tombini_tipo

Crossing Front View

(Not to scale)



INTERVENTO ALLA PROGRESSIVA

KM_166+230

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: tombini_tipo

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Tombino 3x2 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
436.08	5.00	5.00	0.00	1
436.16	5.50	5.50	0.00	1
436.22	5.90	5.90	0.00	1
436.31	6.50	6.50	0.00	1
436.38	7.00	7.00	0.00	1
436.45	7.50	7.50	0.00	1
436.51	8.00	8.00	0.00	1
436.58	8.50	8.50	0.00	1
436.65	9.00	9.00	0.00	1
436.71	9.50	9.50	0.00	1
436.77	10.00	10.00	0.00	1
437.50	16.38	16.38	0.00	Overtopping

Table 2 - Culvert Summary Table: Tombino 3x2

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	436.08	1.103	1.180	2-M2c	0.747	0.657	0.657	0.517	2.538	2.564
5.50	5.50	436.16	1.172	1.258	2-M2c	0.797	0.700	0.700	0.545	2.620	2.641
5.90	5.90	436.22	1.226	1.318	2-M2c	0.838	0.733	0.733	0.568	2.682	2.699
6.50	6.50	436.31	1.306	1.406	2-M2c	0.898	0.782	0.782	0.600	2.770	2.780
7.00	7.00	436.38	1.371	1.477	2-M2c	0.946	0.822	0.822	0.625	2.840	2.844
7.50	7.50	436.45	1.435	1.546	2-M2c	0.993	0.860	0.860	0.650	2.906	2.904
8.00	8.00	436.51	1.499	1.614	2-M2c	1.040	0.898	0.898	0.674	2.969	2.961
8.50	8.50	436.58	1.562	1.680	2-M2c	1.088	0.935	0.935	0.697	3.030	3.015
9.00	9.00	436.65	1.624	1.746	2-M2c	1.133	0.972	0.972	0.719	3.088	3.067
9.50	9.50	436.71	1.686	1.810	2-M2c	1.178	1.007	1.007	0.741	3.144	3.116
10.00	10.00	436.77	1.749	1.872	2-M2c	1.223	1.042	1.042	0.763	3.198	3.163

Straight Culvert

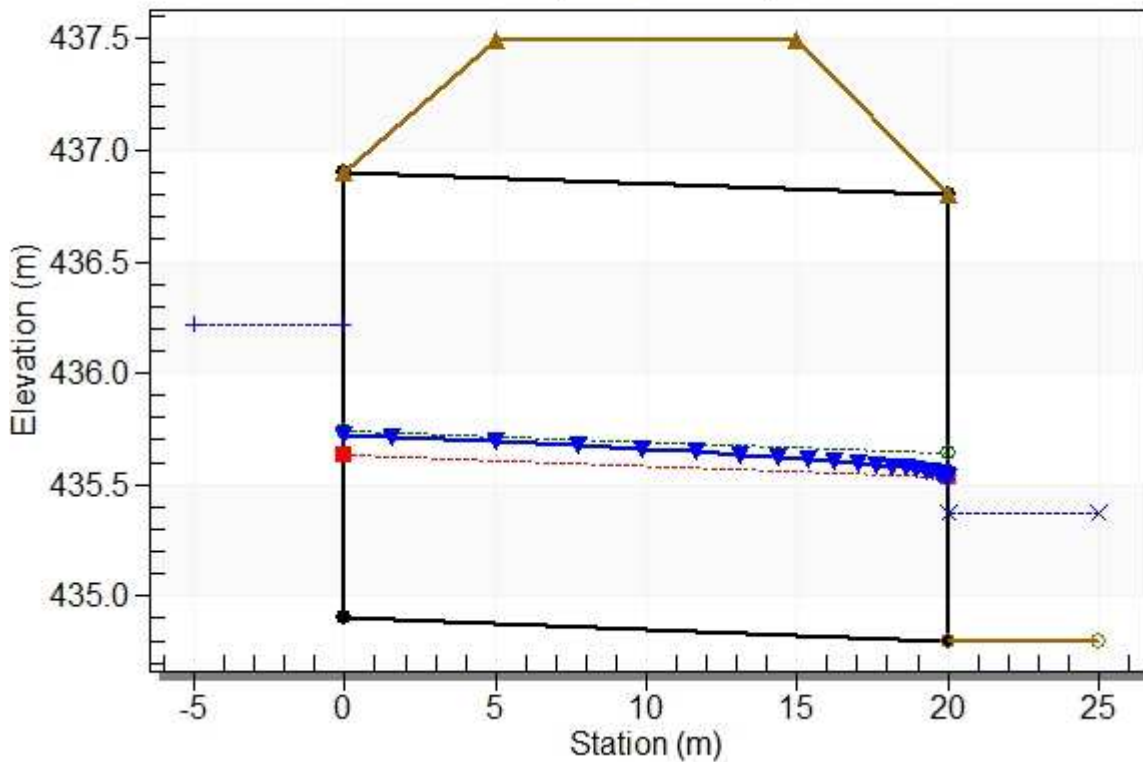
Inlet Elevation (invert): 434.90 m, Outlet Elevation (invert): 434.80 m

Culvert Length: 20.00 m, Culvert Slope: 0.0050

Water Surface Profile Plot for Culvert: Tombino 3x2

Crossing - tombini_tipo, Design Discharge - 5.90 cms

Culvert - Tombino 3x2, Culvert Discharge - 5.90 cms



Site Data - Tombino 3x2

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 434.90 m

Outlet Station: 20.00 m

Outlet Elevation: 434.80 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Tombino 3x2

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 3000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0200

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (0° flare) Wingwall

Inlet Depression: NONE

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: tombini_tipo)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
5.00	435.32	0.52	2.56	101.28	1.25
5.50	435.35	0.55	2.64	106.93	1.26
5.90	435.37	0.57	2.70	111.27	1.26
6.50	435.40	0.60	2.78	117.54	1.27
7.00	435.43	0.63	2.84	122.55	1.28
7.50	435.45	0.65	2.90	127.39	1.28
8.00	435.47	0.67	2.96	132.09	1.29
8.50	435.50	0.70	3.01	136.63	1.29
9.00	435.52	0.72	3.07	141.04	1.30
9.50	435.54	0.74	3.12	145.35	1.30
10.00	435.56	0.76	3.16	149.54	1.31

Tailwater Channel Data - tombini_tipo

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 3.00 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 434.80 m

Roadway Data for Crossing: tombini_tipo

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 437.50 m

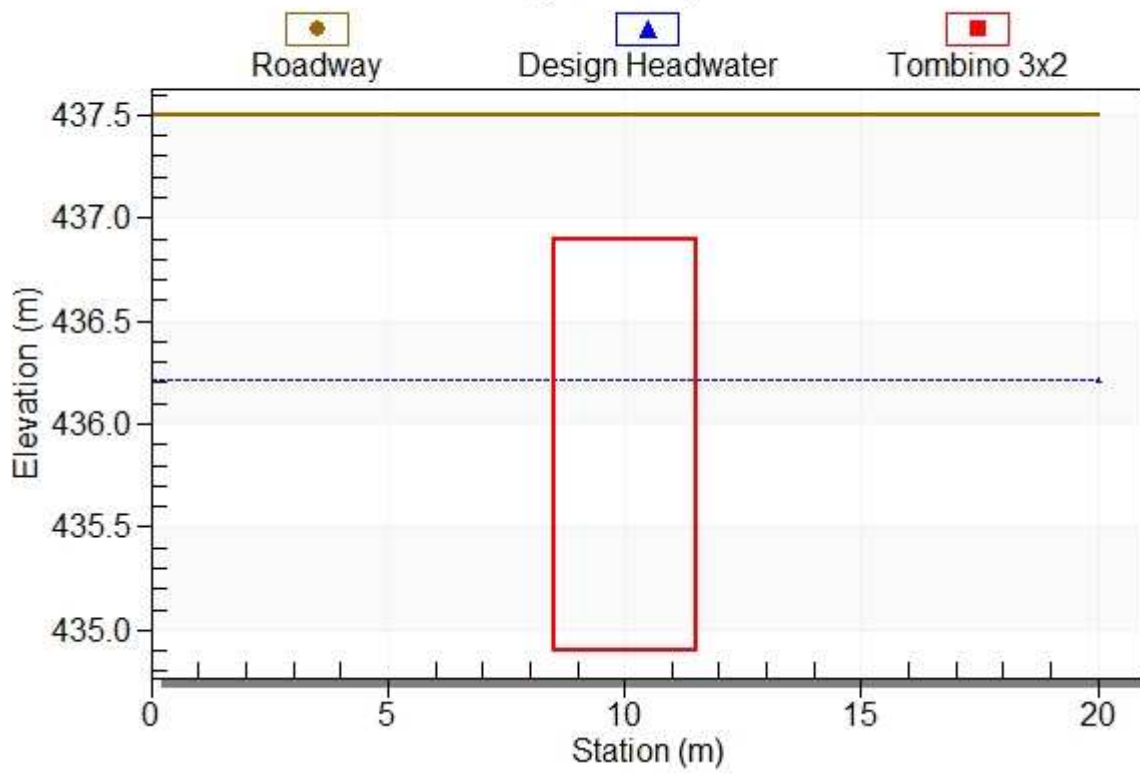
Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

Crossing Front View (Roadway Profile): tombini_tipo

Crossing Front View

(Not to scale)



INTERVENTO ALLA PROGRESSIVA

KM_167+150

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: tombini_tipo

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Tombino 4x3 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
432.53	15.00	15.00	0.00	1
432.62	16.00	16.00	0.00	1
432.71	17.00	17.00	0.00	1
432.80	18.00	18.00	0.00	1
432.88	19.00	19.00	0.00	1
432.96	20.00	20.00	0.00	1
433.02	20.70	20.70	0.00	1
433.12	22.00	22.00	0.00	1
433.20	23.00	23.00	0.00	1
433.28	24.00	24.00	0.00	1
433.36	25.00	25.00	0.00	1
435.10	47.48	47.48	0.00	Overtopping

Table 2 - Culvert Summary Table: Tombino 4x3

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
15.00	15.00	432.53	1.884	2.035	2-M2c	1.255	1.127	1.127	0.831	3.326	3.440
16.00	16.00	432.62	1.965	2.124	2-M2c	1.315	1.177	1.177	0.862	3.399	3.508
17.00	17.00	432.71	2.045	2.211	2-M2c	1.375	1.225	1.225	0.892	3.468	3.572
18.00	18.00	432.80	2.124	2.297	2-M2c	1.431	1.273	1.273	0.921	3.535	3.634
19.00	19.00	432.88	2.202	2.381	2-M2c	1.488	1.320	1.320	0.949	3.599	3.693
20.00	20.00	432.96	2.279	2.464	2-M2c	1.545	1.366	1.366	0.976	3.661	3.750
20.70	20.70	433.02	2.333	2.520	2-M2c	1.584	1.397	1.397	0.995	3.703	3.788
22.00	22.00	433.12	2.433	2.625	2-M2c	1.657	1.455	1.455	1.029	3.779	3.856
23.00	23.00	433.20	2.509	2.703	2-M2c	1.712	1.499	1.499	1.055	3.836	3.907
24.00	24.00	433.28	2.585	2.781	2-M2c	1.766	1.542	1.542	1.080	3.891	3.956
25.00	25.00	433.36	2.662	2.857	2-M2c	1.820	1.585	1.585	1.104	3.944	4.003

Straight Culvert

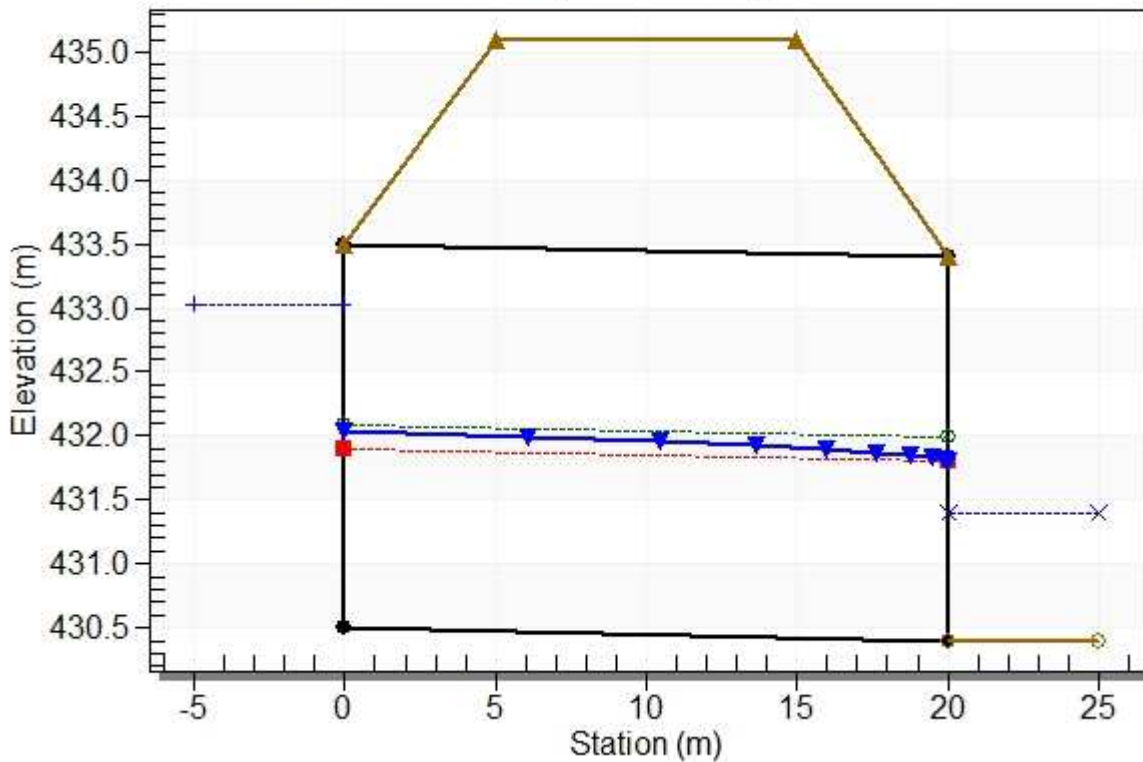
Inlet Elevation (invert): 430.50 m, Outlet Elevation (invert): 430.40 m

Culvert Length: 20.00 m, Culvert Slope: 0.0050

Water Surface Profile Plot for Culvert: Tombino 4x3

Crossing - tombini_tipo, Design Discharge - 20.70 cms

Culvert - Tombino 4x3, Culvert Discharge - 20.70 cms



Site Data - Tombino 4x3

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 430.50 m

Outlet Station: 20.00 m

Outlet Elevation: 430.40 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Tombino 4x3

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 4000.00 mm

Barrel Rise: 3000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0200

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (0° flare) Wingwall

Inlet Depression: NONE

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: tombini_tipo)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
15.00	431.23	0.83	3.44	162.94	1.34
16.00	431.26	0.86	3.51	168.96	1.35
17.00	431.29	0.89	3.57	174.80	1.35
18.00	431.32	0.92	3.63	180.47	1.36
19.00	431.35	0.95	3.69	185.99	1.36
20.00	431.38	0.98	3.75	191.37	1.36
20.70	431.39	0.99	3.79	195.05	1.37
22.00	431.43	1.03	3.86	201.74	1.37
23.00	431.45	1.05	3.91	206.75	1.38
24.00	431.48	1.08	3.96	211.65	1.38
25.00	431.50	1.10	4.00	216.45	1.38

Tailwater Channel Data - tombini_tipo

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 4.00 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 430.40 m

Roadway Data for Crossing: tombini_tipo

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 435.10 m

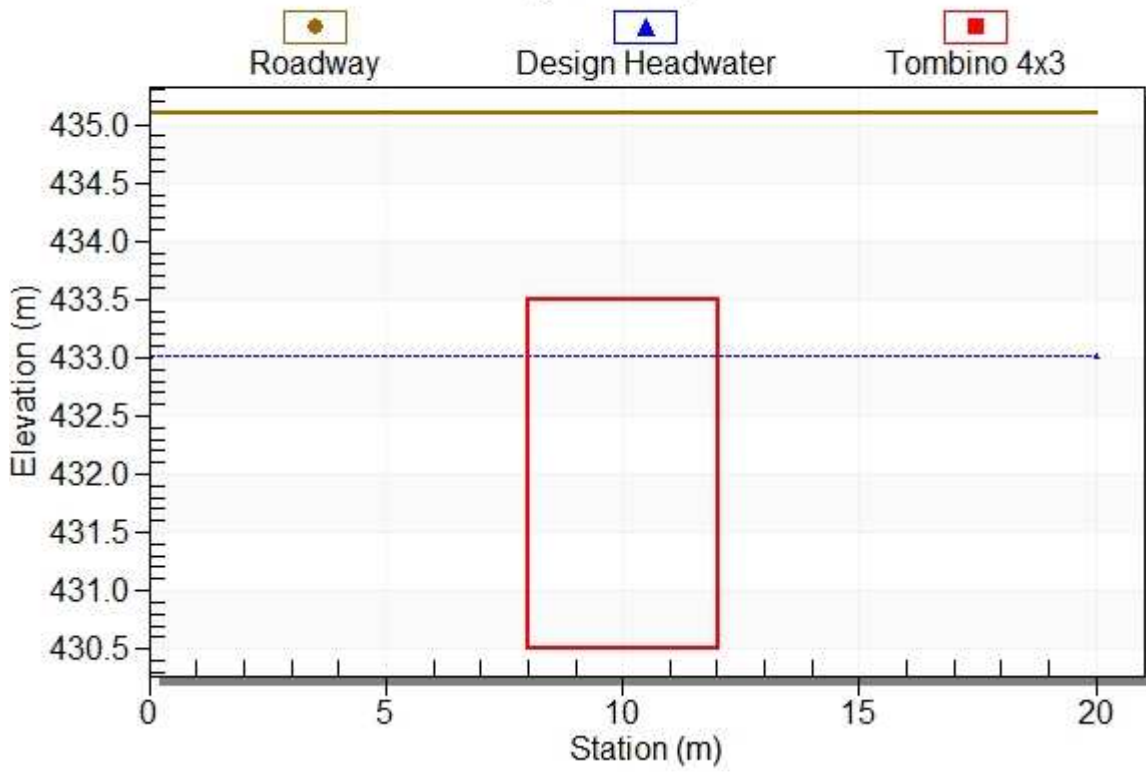
Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

Crossing Front View (Roadway Profile): tombini_tipo

Crossing Front View

(Not to scale)



INTERVENTO ALLA PROGRESSIVA

KM_167+400

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: tombini_tipo

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Tombino 2x2 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
429.53	1.00	1.00	0.00	1
429.66	1.40	1.40	0.00	1
429.78	1.80	1.80	0.00	1
429.89	2.20	2.20	0.00	1
429.92	2.30	2.30	0.00	1
430.10	3.00	3.00	0.00	1
430.19	3.40	3.40	0.00	1
430.28	3.80	3.80	0.00	1
430.37	4.20	4.20	0.00	1
430.46	4.60	4.60	0.00	1
430.54	5.00	5.00	0.00	1
431.60	10.94	10.94	0.00	Overtopping

Table 2 - Culvert Summary Table: Tombino 2x2

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.00	1.00	429.53	0.498	0.527	2-M2c	0.346	0.294	0.294	0.254	1.699	1.653
1.40	1.40	429.66	0.623	0.660	2-M2c	0.434	0.368	0.368	0.309	1.901	1.842
1.80	1.80	429.78	0.736	0.780	2-M2c	0.518	0.435	0.435	0.356	2.067	1.993
2.20	2.20	429.89	0.842	0.891	2-M2c	0.596	0.498	0.498	0.399	2.210	2.120
2.30	2.30	429.92	0.867	0.918	2-M2c	0.615	0.513	0.513	0.409	2.243	2.149
3.00	3.00	430.10	1.033	1.096	2-M2c	0.746	0.612	0.612	0.475	2.451	2.328
3.40	3.40	430.19	1.117	1.192	2-M2c	0.816	0.665	0.665	0.509	2.555	2.416
3.80	3.80	430.28	1.199	1.283	2-M2c	0.887	0.716	0.716	0.541	2.652	2.496
4.20	4.20	430.37	1.280	1.372	2-M2c	0.955	0.766	0.766	0.572	2.742	2.569
4.60	4.60	430.46	1.358	1.457	2-M2c	1.022	0.814	0.814	0.601	2.826	2.638
5.00	5.00	430.54	1.435	1.541	2-M2c	1.089	0.860	0.860	0.629	2.906	2.701

Straight Culvert

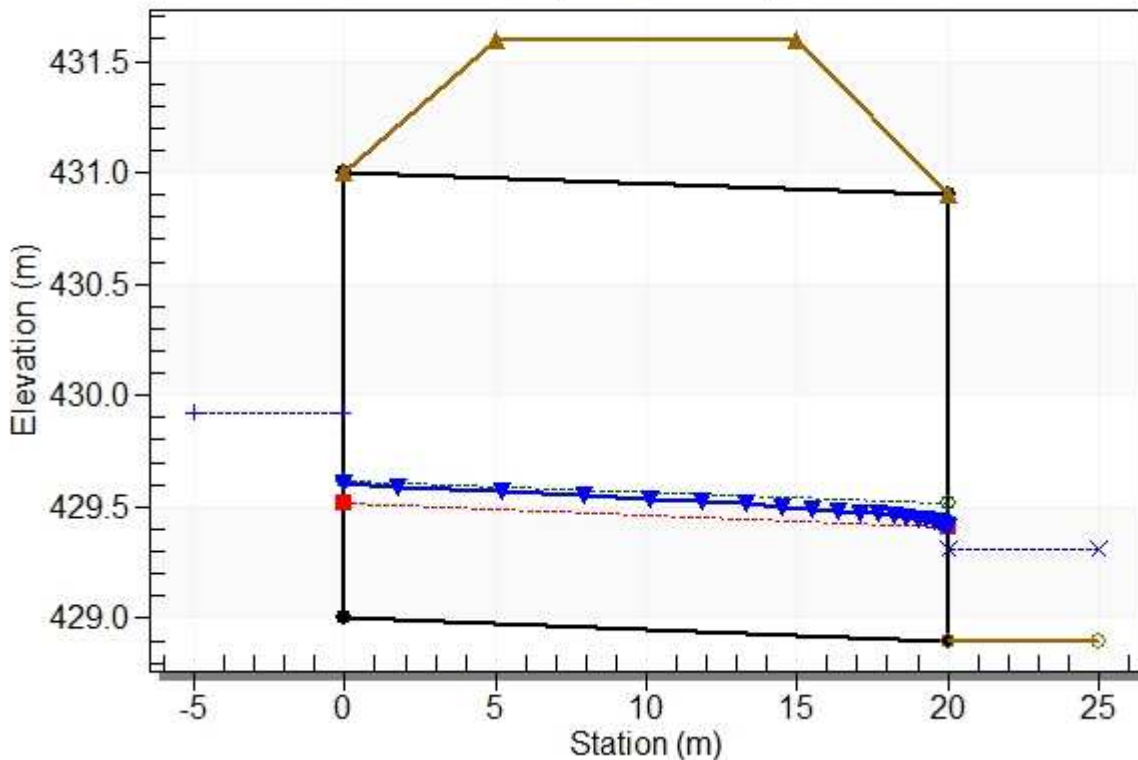
Inlet Elevation (invert): 429.00 m, Outlet Elevation (invert): 428.90 m

Culvert Length: 20.00 m, Culvert Slope: 0.0050

Water Surface Profile Plot for Culvert: Tombino 2x2

Crossing - tombini_tipo, Design Discharge - 2.30 cms

Culvert - Tombino 2x2, Culvert Discharge - 2.30 cms



Site Data - Tombino 2x2

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 429.00 m

Outlet Station: 20.00 m

Outlet Elevation: 428.90 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Tombino 2x2

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0200

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (0° flare) Wingwall

Inlet Depression: NONE

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: tombini_tipo)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
1.00	429.15	0.25	1.65	49.82	1.13
1.40	429.21	0.31	1.84	60.50	1.15
1.80	429.26	0.36	1.99	69.85	1.17
2.20	429.30	0.40	2.12	78.27	1.19
2.30	429.31	0.41	2.15	80.25	1.19
3.00	429.38	0.48	2.33	93.13	1.21
3.40	429.41	0.51	2.42	99.82	1.22
3.80	429.44	0.54	2.50	106.14	1.23
4.20	429.47	0.57	2.57	112.13	1.24
4.60	429.50	0.60	2.64	117.83	1.24
5.00	429.53	0.63	2.70	123.29	1.25

Tailwater Channel Data - tombini_tipo

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 2.00 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 428.90 m

Roadway Data for Crossing: tombini_tipo

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 431.60 m

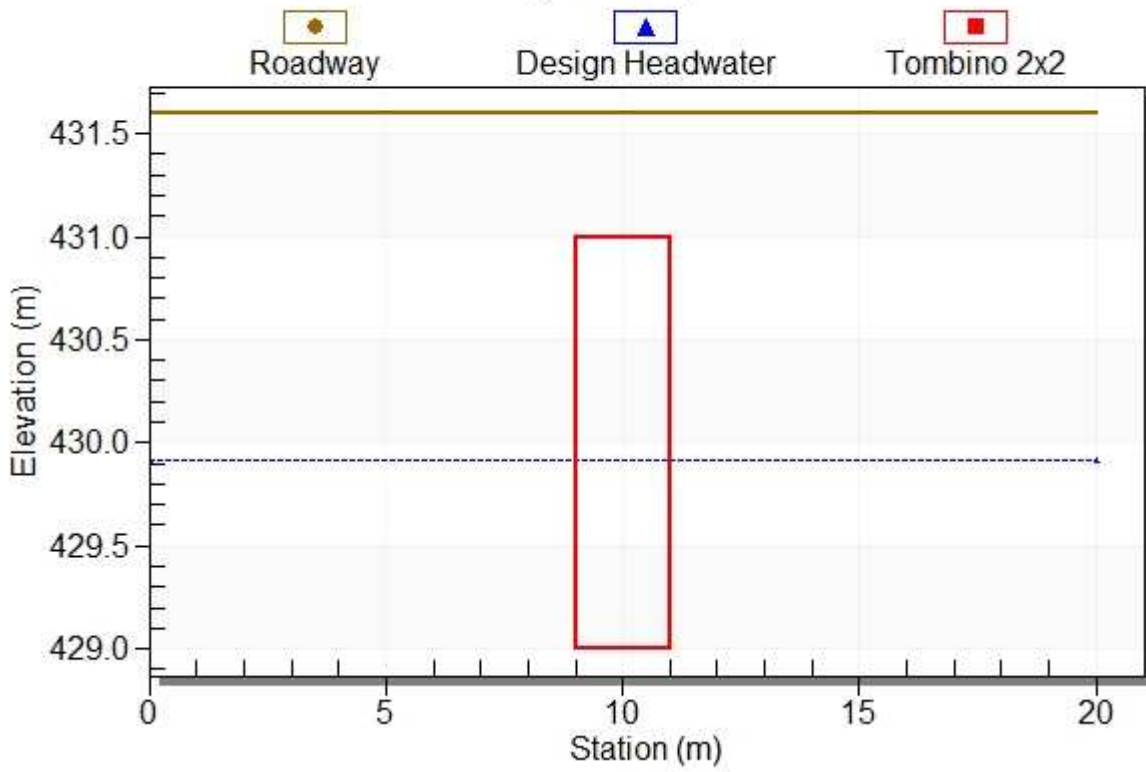
Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

Crossing Front View (Roadway Profile): tombini_tipo

Crossing Front View

(Not to scale)



INTERVENTO ALLA PROGRESSIVA

KM_169+045

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: tombini_tipo

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Tombino 4x3 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
412.96	25.00	25.00	0.00	1
413.00	25.50	25.50	0.00	1
413.03	26.00	26.00	0.00	1
413.06	26.40	26.40	0.00	1
413.11	27.00	27.00	0.00	1
413.14	27.50	27.50	0.00	1
413.18	28.00	28.00	0.00	1
413.22	28.50	28.50	0.00	1
413.25	29.00	29.00	0.00	1
413.29	29.50	29.50	0.00	1
413.32	30.00	30.00	0.00	1
413.70	35.40	35.40	0.00	Overtopping

Table 2 - Culvert Summary Table: Tombino 4x3

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
25.00	25.00	412.96	2.662	2.857	2-M2c	1.820	1.585	1.585	1.104	3.944	4.003
25.50	25.50	413.00	2.700	2.895	2-M2c	1.847	1.606	1.606	1.116	3.970	4.026
26.00	26.00	413.03	2.738	2.933	2-M2c	1.875	1.627	1.627	1.128	3.996	4.049
26.40	26.40	413.06	2.769	2.962	2-M2c	1.896	1.643	1.643	1.138	4.016	4.067
27.00	27.00	413.11	2.815	3.007	7-M2c	1.928	1.668	1.668	1.152	4.046	4.093
27.50	27.50	413.14	2.854	3.044	7-M2c	1.955	1.689	1.689	1.163	4.071	4.115
28.00	28.00	413.18	2.892	3.081	7-M2c	1.981	1.709	1.709	1.175	4.096	4.136
28.50	28.50	413.22	2.931	3.117	7-M2c	2.007	1.729	1.729	1.186	4.120	4.158
29.00	29.00	413.25	2.970	3.153	7-M2c	2.034	1.750	1.750	1.197	4.144	4.178
29.50	29.50	413.29	3.009	3.189	7-M2c	2.060	1.770	1.770	1.209	4.168	4.199
30.00	30.00	413.32	3.048	3.225	7-M2c	2.086	1.790	1.790	1.220	4.191	4.219

Straight Culvert

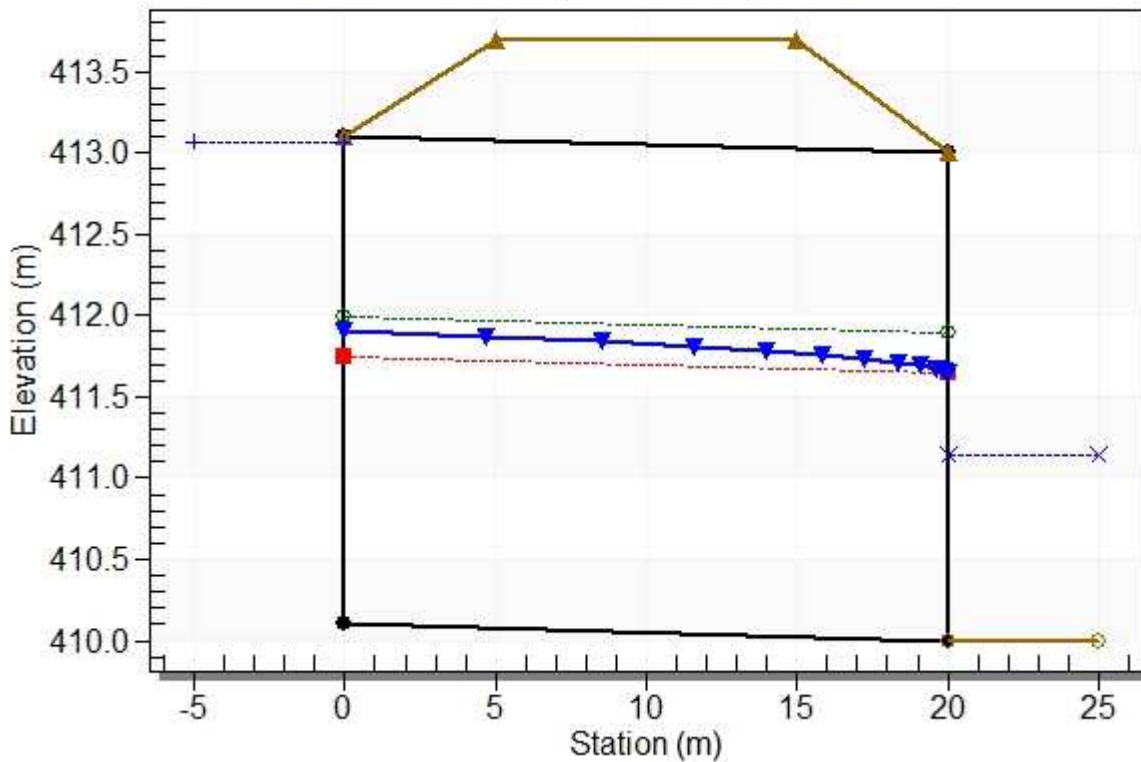
Inlet Elevation (invert): 410.10 m, Outlet Elevation (invert): 410.00 m

Culvert Length: 20.00 m, Culvert Slope: 0.0050

Water Surface Profile Plot for Culvert: Tombino 4x3

Crossing - tombini_tipo, Design Discharge - 26.40 cms

Culvert - Tombino 4x3, Culvert Discharge - 26.40 cms



Site Data - Tombino 4x3

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 410.10 m

Outlet Station: 20.00 m

Outlet Elevation: 410.00 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Tombino 4x3

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 4000.00 mm

Barrel Rise: 3000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0200

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (0° flare) Wingwall

Inlet Depression: NONE

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: tombini_tipo)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
25.00	411.10	1.10	4.00	216.45	1.38
25.50	411.12	1.12	4.03	218.82	1.38
26.00	411.13	1.13	4.05	221.16	1.39
26.40	411.14	1.14	4.07	223.02	1.39
27.00	411.15	1.15	4.09	225.78	1.39
27.50	411.16	1.16	4.12	228.05	1.39
28.00	411.17	1.17	4.14	230.30	1.39
28.50	411.19	1.19	4.16	232.53	1.39
29.00	411.20	1.20	4.18	234.75	1.39
29.50	411.21	1.21	4.20	236.94	1.40
30.00	411.22	1.22	4.22	239.11	1.40

Tailwater Channel Data - tombini_tipo

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 4.00 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 410.00 m

Roadway Data for Crossing: tombini_tipo

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 413.70 m

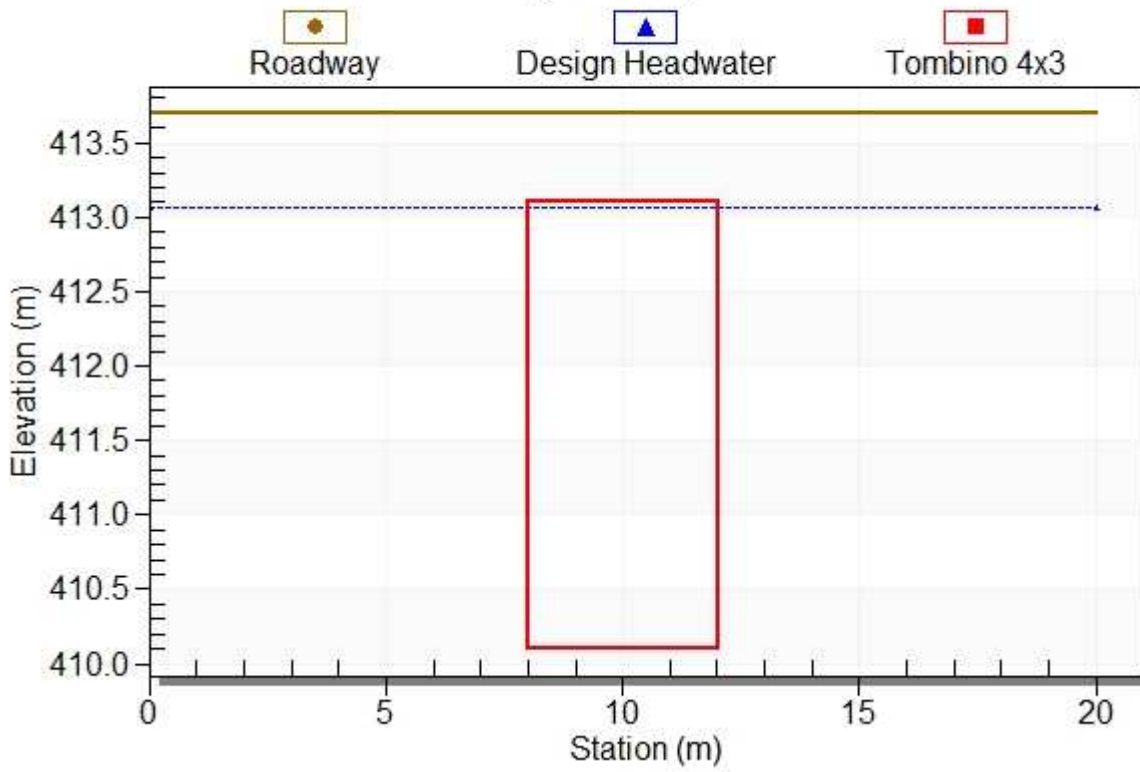
Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

Crossing Front View (Roadway Profile): tombini_tipo

Crossing Front View

(Not to scale)



INTERVENTO ALLA PROGRESSIVA

KM_169+465

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: tombini_tipo

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Tombino 3x3 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
411.28	5.00	5.00	0.00	1
411.43	6.00	6.00	0.00	1
411.58	7.00	7.00	0.00	1
411.71	8.00	8.00	0.00	1
411.85	9.00	9.00	0.00	1
411.97	10.00	10.00	0.00	1
412.09	11.00	11.00	0.00	1
412.21	12.00	12.00	0.00	1
412.33	13.00	13.00	0.00	1
412.34	13.10	13.10	0.00	1
412.55	15.00	15.00	0.00	1
413.70	26.71	26.71	0.00	Overtopping

Table 2 - Culvert Summary Table: Tombino 3x3

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	411.28	1.110	1.180	2-M2c	0.744	0.657	0.657	0.517	2.538	2.564
6.00	6.00	411.43	1.254	1.333	2-M2c	0.848	0.741	0.741	0.573	2.698	2.713
7.00	7.00	411.58	1.390	1.477	2-M2c	0.944	0.822	0.822	0.625	2.840	2.844
8.00	8.00	411.71	1.518	1.614	2-M2c	1.040	0.898	0.898	0.674	2.969	2.961
9.00	9.00	411.85	1.634	1.746	2-M2c	1.133	0.972	0.972	0.719	3.088	3.067
10.00	10.00	411.97	1.747	1.872	2-M2c	1.222	1.042	1.042	0.763	3.198	3.163
11.00	11.00	412.09	1.857	1.995	2-M2c	1.312	1.111	1.111	0.804	3.302	3.253
12.00	12.00	412.21	1.965	2.114	2-M2c	1.399	1.177	1.177	0.843	3.399	3.336
13.00	13.00	412.33	2.071	2.229	2-M2c	1.485	1.241	1.241	0.881	3.491	3.415
13.10	13.10	412.34	2.082	2.241	2-M2c	1.494	1.248	1.248	0.885	3.500	3.422
15.00	15.00	412.55	2.279	2.452	2-M2c	1.655	1.366	1.366	0.952	3.661	3.557

Straight Culvert

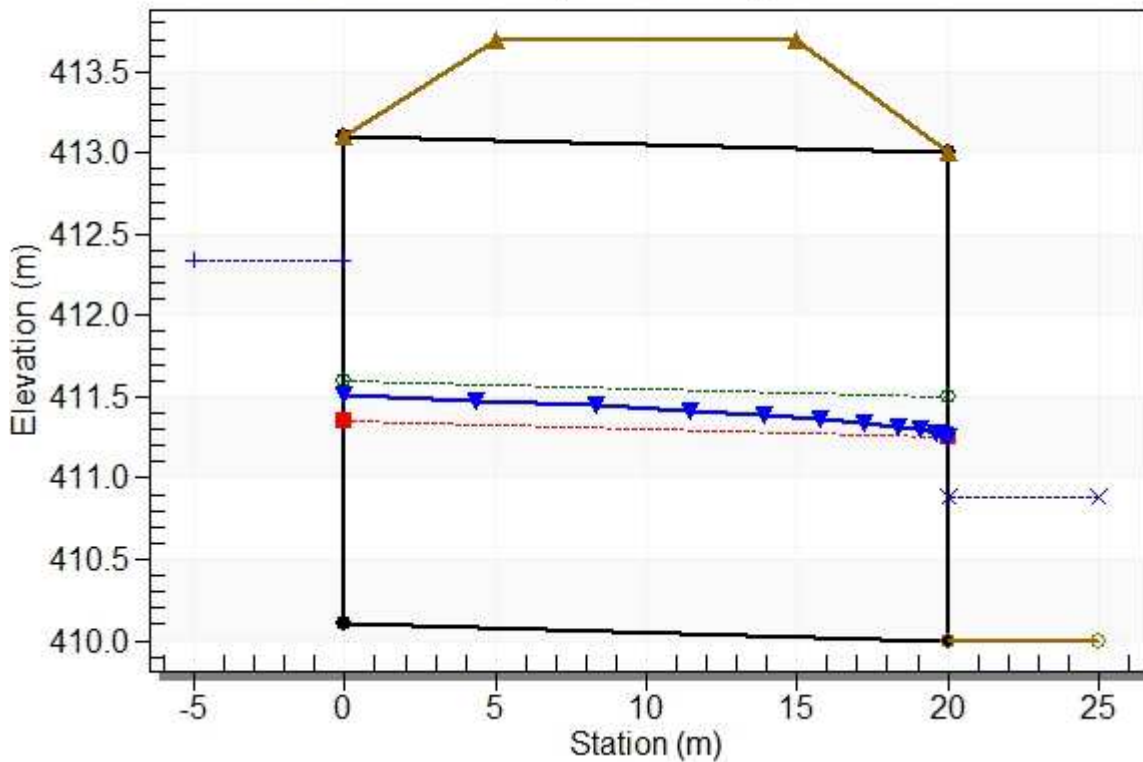
Inlet Elevation (invert): 410.10 m, Outlet Elevation (invert): 410.00 m

Culvert Length: 20.00 m, Culvert Slope: 0.0050

Water Surface Profile Plot for Culvert: Tombino 3x3

Crossing - tombini_tipo, Design Discharge - 13.10 cms

Culvert - Tombino 3x3, Culvert Discharge - 13.10 cms



Site Data - Tombino 3x3

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 410.10 m

Outlet Station: 20.00 m

Outlet Elevation: 410.00 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Tombino 3x3

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 3000.00 mm

Barrel Rise: 3000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0200

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (0° flare) Wingwall

Inlet Depression: NONE

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: tombini_tipo)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
5.00	410.52	0.52	2.56	101.28	1.25
6.00	410.57	0.57	2.71	112.34	1.26
7.00	410.63	0.63	2.84	122.55	1.28
8.00	410.67	0.67	2.96	132.09	1.29
9.00	410.72	0.72	3.07	141.04	1.30
10.00	410.76	0.76	3.16	149.54	1.31
11.00	410.80	0.80	3.25	157.61	1.31
12.00	410.84	0.84	3.34	165.32	1.32
13.00	410.88	0.88	3.41	172.72	1.33
13.10	410.88	0.88	3.42	173.44	1.33
15.00	410.95	0.95	3.56	186.68	1.34

Tailwater Channel Data - tombini_tipo

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 3.00 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 410.00 m

Roadway Data for Crossing: tombini_tipo

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 413.70 m

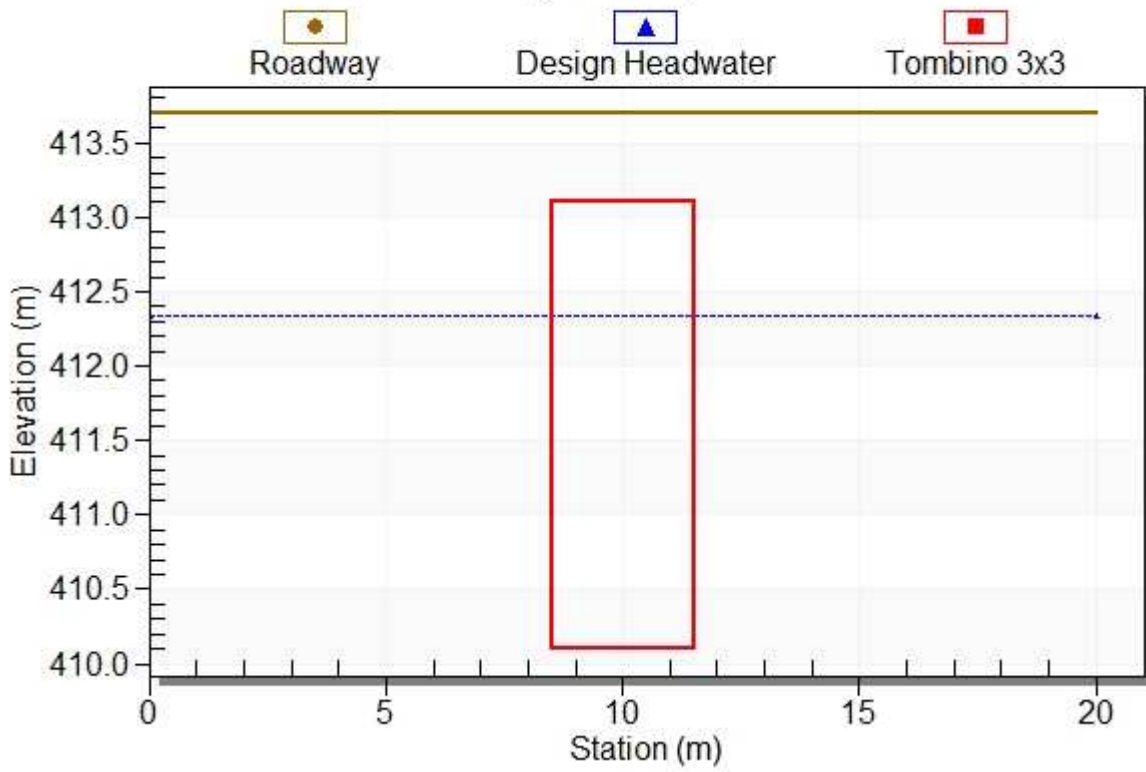
Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

Crossing Front View (Roadway Profile): tombini_tipo

Crossing Front View

(Not to scale)



INTERVENTO ALLA PROGRESSIVA

KM_169+832

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: tombini_tipo

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Tombino 3x3 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
410.77	10.00	10.00	0.00	1
410.89	11.00	11.00	0.00	1
411.01	12.00	12.00	0.00	1
411.13	13.00	13.00	0.00	1
411.24	14.00	14.00	0.00	1
411.35	15.00	15.00	0.00	1
411.46	16.00	16.00	0.00	1
411.53	16.70	16.70	0.00	1
411.67	18.00	18.00	0.00	1
411.77	19.00	19.00	0.00	1
411.87	20.00	20.00	0.00	1
412.50	26.71	26.71	0.00	Overtopping

Table 2 - Culvert Summary Table: Tombino 3x3

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
10.00	10.00	410.77	1.747	1.872	2-M2c	1.222	1.042	1.042	0.763	3.198	3.163
11.00	11.00	410.89	1.857	1.995	2-M2c	1.312	1.111	1.111	0.804	3.302	3.253
12.00	12.00	411.01	1.965	2.114	2-M2c	1.399	1.177	1.177	0.843	3.399	3.336
13.00	13.00	411.13	2.071	2.229	2-M2c	1.485	1.241	1.241	0.881	3.491	3.415
14.00	14.00	411.24	2.176	2.342	2-M2c	1.570	1.304	1.304	0.917	3.578	3.488
15.00	15.00	411.35	2.279	2.452	2-M2c	1.655	1.366	1.366	0.952	3.661	3.557
16.00	16.00	411.46	2.382	2.560	2-M2c	1.738	1.426	1.426	0.986	3.741	3.623
16.70	16.70	411.53	2.453	2.634	2-M2c	1.796	1.467	1.467	1.009	3.795	3.667
18.00	18.00	411.67	2.585	2.768	2-M2c	1.904	1.542	1.542	1.050	3.891	3.745
19.00	19.00	411.77	2.687	2.870	2-M2c	1.985	1.599	1.599	1.081	3.961	3.802
20.00	20.00	411.87	2.789	2.969	2-M2c	2.066	1.654	1.654	1.111	4.030	3.857

Straight Culvert

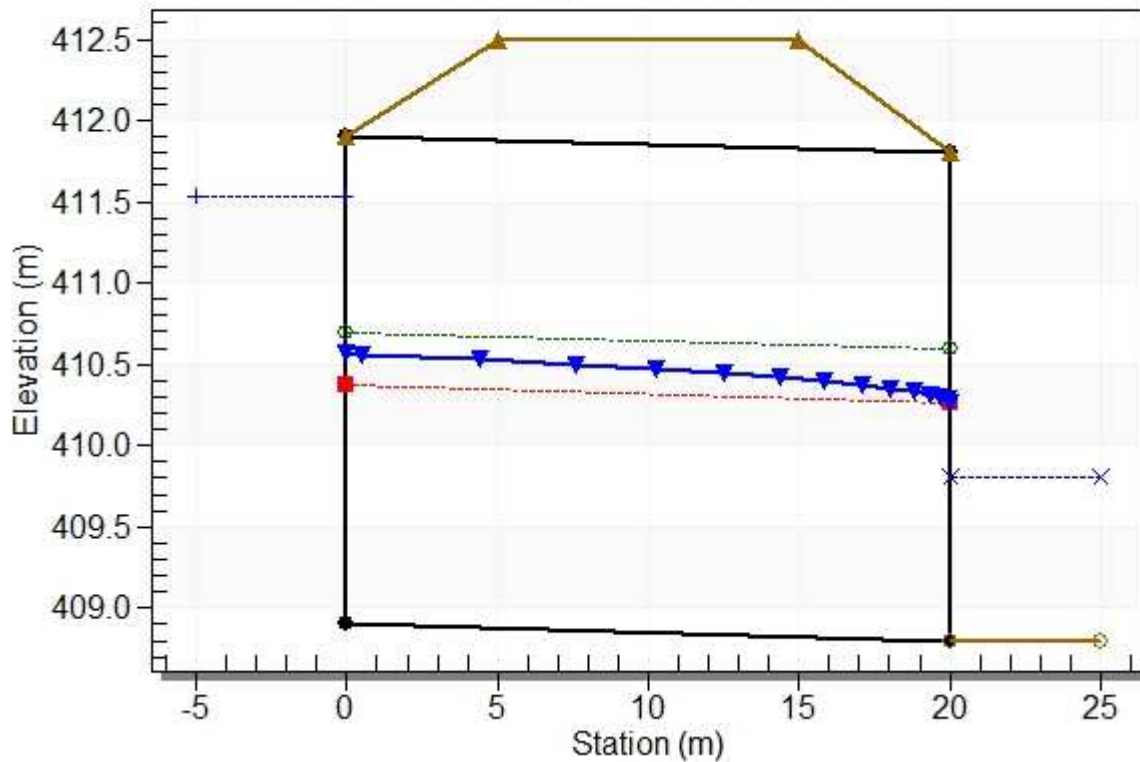
Inlet Elevation (invert): 408.90 m, Outlet Elevation (invert): 408.80 m

Culvert Length: 20.00 m, Culvert Slope: 0.0050

Water Surface Profile Plot for Culvert: Tombino 3x3

Crossing - tombini_tipo, Design Discharge - 16.70 cms

Culvert - Tombino 3x3, Culvert Discharge - 16.70 cms



Site Data - Tombino 3x3

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 408.90 m

Outlet Station: 20.00 m

Outlet Elevation: 408.80 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Tombino 3x3

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 3000.00 mm

Barrel Rise: 3000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0200

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (0° flare) Wingwall

Inlet Depression: NONE

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: tombini_tipo)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
10.00	409.56	0.76	3.16	149.54	1.31
11.00	409.60	0.80	3.25	157.61	1.31
12.00	409.64	0.84	3.34	165.32	1.32
13.00	409.68	0.88	3.41	172.72	1.33
14.00	409.72	0.92	3.49	179.82	1.33
15.00	409.75	0.95	3.56	186.68	1.34
16.00	409.79	0.99	3.62	193.29	1.34
16.70	409.81	1.01	3.67	197.81	1.35
18.00	409.85	1.05	3.75	205.92	1.35
19.00	409.88	1.08	3.80	211.95	1.36
20.00	409.91	1.11	3.86	217.83	1.36

Tailwater Channel Data - tombini_tipo

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 3.00 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 408.80 m

Roadway Data for Crossing: tombini_tipo

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 412.50 m

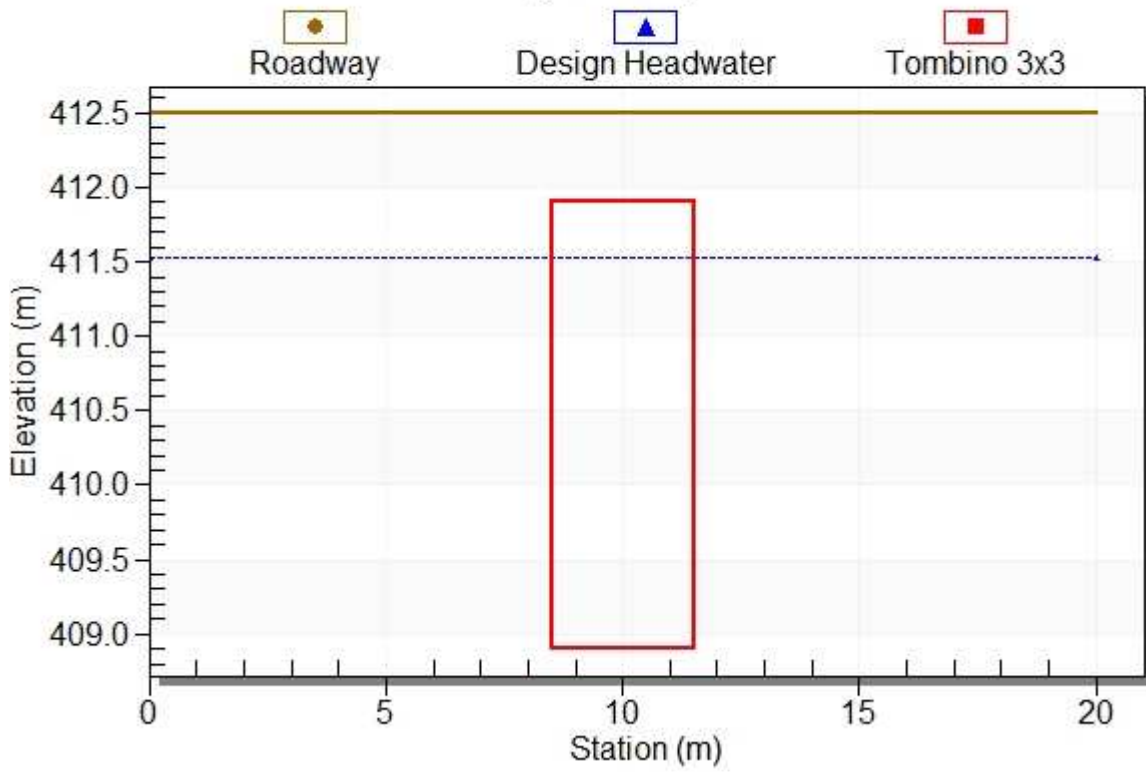
Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

Crossing Front View (Roadway Profile): tombini_tipo

Crossing Front View

(Not to scale)



INTERVENTO ALLA PROGRESSIVA

KM_170+400

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: tombini_tipo

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Tombino 3x3 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
407.98	5.00	5.00	0.00	1
408.13	6.00	6.00	0.00	1
408.28	7.00	7.00	0.00	1
408.41	8.00	8.00	0.00	1
408.55	9.00	9.00	0.00	1
408.67	10.00	10.00	0.00	1
408.79	11.00	11.00	0.00	1
408.91	12.00	12.00	0.00	1
408.98	12.60	12.60	0.00	1
409.14	14.00	14.00	0.00	1
409.25	15.00	15.00	0.00	1
410.40	26.71	26.71	0.00	Overtopping

Table 2 - Culvert Summary Table: Tombino 3x3

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	407.98	1.110	1.180	2-M2c	0.744	0.657	0.657	0.517	2.538	2.564
6.00	6.00	408.13	1.254	1.333	2-M2c	0.848	0.741	0.741	0.573	2.698	2.713
7.00	7.00	408.28	1.390	1.477	2-M2c	0.944	0.822	0.822	0.625	2.840	2.844
8.00	8.00	408.41	1.518	1.614	2-M2c	1.040	0.898	0.898	0.674	2.969	2.961
9.00	9.00	408.55	1.634	1.746	2-M2c	1.133	0.972	0.972	0.719	3.088	3.067
10.00	10.00	408.67	1.747	1.872	2-M2c	1.222	1.042	1.042	0.763	3.198	3.163
11.00	11.00	408.79	1.857	1.995	2-M2c	1.312	1.111	1.111	0.804	3.302	3.253
12.00	12.00	408.91	1.965	2.114	2-M2c	1.399	1.177	1.177	0.843	3.399	3.336
12.60	12.60	408.98	2.029	2.184	2-M2c	1.451	1.216	1.216	0.866	3.454	3.384
14.00	14.00	409.14	2.176	2.342	2-M2c	1.570	1.304	1.304	0.917	3.578	3.488
15.00	15.00	409.25	2.279	2.452	2-M2c	1.655	1.366	1.366	0.952	3.661	3.557

Straight Culvert

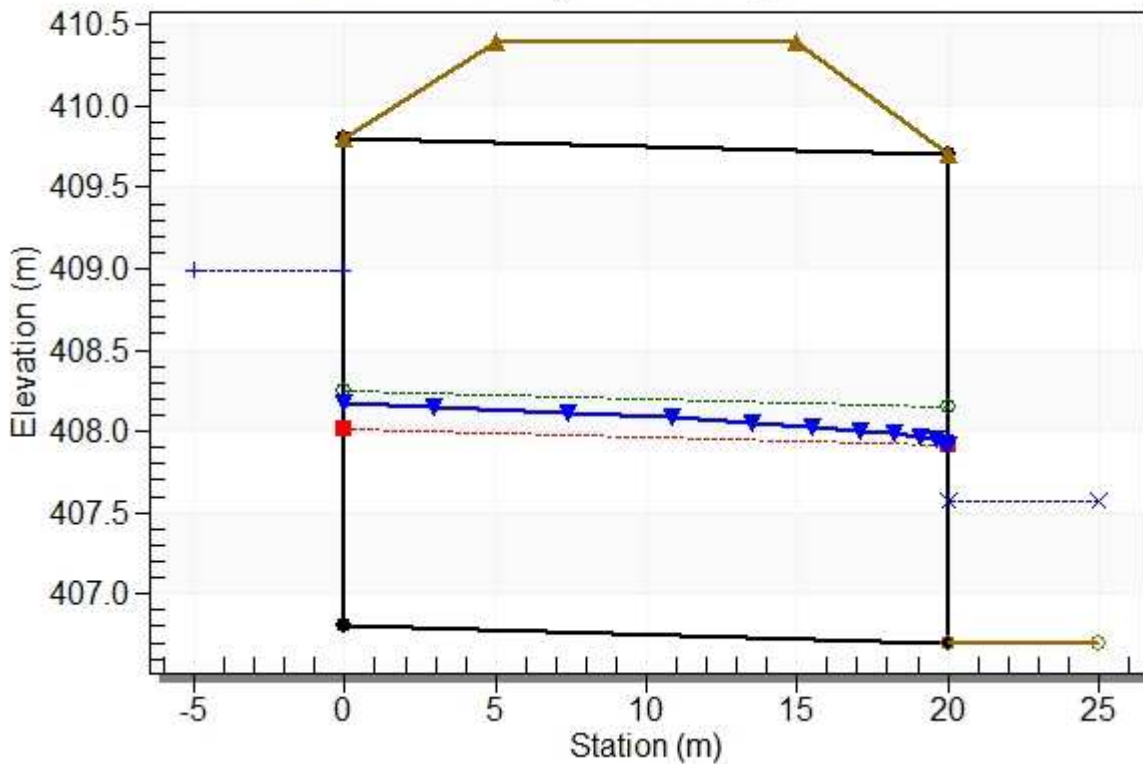
Inlet Elevation (invert): 406.80 m, Outlet Elevation (invert): 406.70 m

Culvert Length: 20.00 m, Culvert Slope: 0.0050

Water Surface Profile Plot for Culvert: Tombino 3x3

Crossing - tombini_tipo, Design Discharge - 12.60 cms

Culvert - Tombino 3x3, Culvert Discharge - 12.60 cms



Site Data - Tombino 3x3

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 406.80 m

Outlet Station: 20.00 m

Outlet Elevation: 406.70 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Tombino 3x3

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 3000.00 mm

Barrel Rise: 3000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0200

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (0° flare) Wingwall

Inlet Depression: NONE

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: tombini_tipo)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
5.00	407.22	0.52	2.56	101.28	1.25
6.00	407.27	0.57	2.71	112.34	1.26
7.00	407.33	0.63	2.84	122.55	1.28
8.00	407.37	0.67	2.96	132.09	1.29
9.00	407.42	0.72	3.07	141.04	1.30
10.00	407.46	0.76	3.16	149.54	1.31
11.00	407.50	0.80	3.25	157.61	1.31
12.00	407.54	0.84	3.34	165.32	1.32
12.60	407.57	0.87	3.38	169.80	1.32
14.00	407.62	0.92	3.49	179.82	1.33
15.00	407.65	0.95	3.56	186.68	1.34

Tailwater Channel Data - tombini_tipo

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 3.00 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 406.70 m

Roadway Data for Crossing: tombini_tipo

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 410.40 m

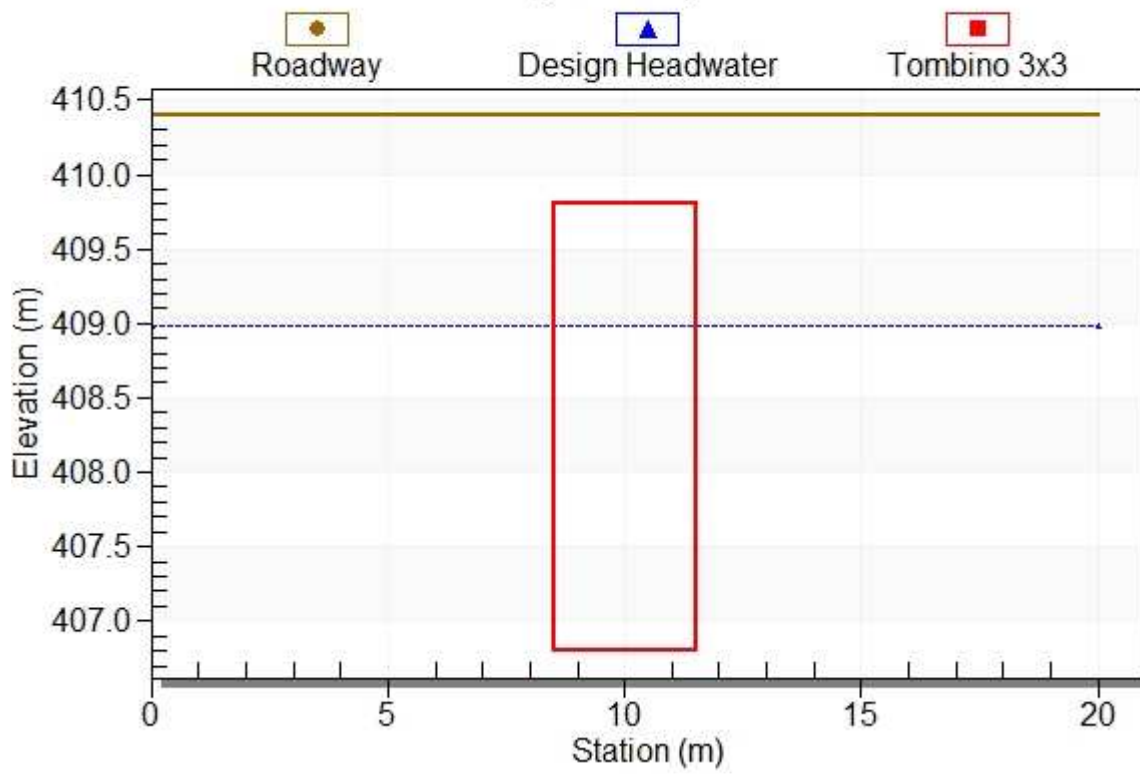
Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

Crossing Front View (Roadway Profile): tombini_tipo

Crossing Front View

(Not to scale)



INTERVENTO ALLA PROGRESSIVA

KM_171+560

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: tombini_tipo

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Tombino 6x3 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
388.70	20.00	20.00	0.00	1
388.79	21.50	21.50	0.00	1
388.89	23.00	23.00	0.00	1
388.98	24.50	24.50	0.00	1
389.06	26.00	26.00	0.00	1
389.15	27.50	27.50	0.00	1
389.19	28.30	28.30	0.00	1
389.32	30.50	30.50	0.00	1
389.40	32.00	32.00	0.00	1
389.48	33.50	33.50	0.00	1
389.56	35.00	35.00	0.00	1
390.40	52.38	52.38	0.00	Overtopping

Table 2 - Culvert Summary Table: Tombino 6x3

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
20.00	20.00	388.70	1.747	1.900	2-M2c	1.091	1.042	1.042	0.792	3.198	3.512
21.50	21.50	388.79	1.830	1.994	2-M2c	1.144	1.094	1.094	0.826	3.276	3.595
23.00	23.00	388.89	1.911	2.086	2-M2c	1.197	1.144	1.144	0.859	3.351	3.674
24.50	24.50	388.98	1.992	2.175	2-M2c	1.249	1.193	1.193	0.891	3.422	3.750
26.00	26.00	389.06	2.071	2.263	2-M2c	1.302	1.241	1.241	0.922	3.491	3.821
27.50	27.50	389.15	2.150	2.349	2-M2c	1.354	1.289	1.289	0.952	3.556	3.890
28.30	28.30	389.19	2.191	2.394	2-M2c	1.381	1.314	1.314	0.968	3.591	3.925
30.50	30.50	389.32	2.305	2.516	2-M2c	1.453	1.381	1.381	1.010	3.681	4.019
32.00	32.00	389.40	2.382	2.597	2-M2c	1.502	1.426	1.426	1.038	3.741	4.080
33.50	33.50	389.48	2.458	2.678	2-M2c	1.550	1.470	1.470	1.065	3.798	4.139
35.00	35.00	389.56	2.535	2.756	2-M2c	1.599	1.514	1.514	1.092	3.854	4.195

Straight Culvert

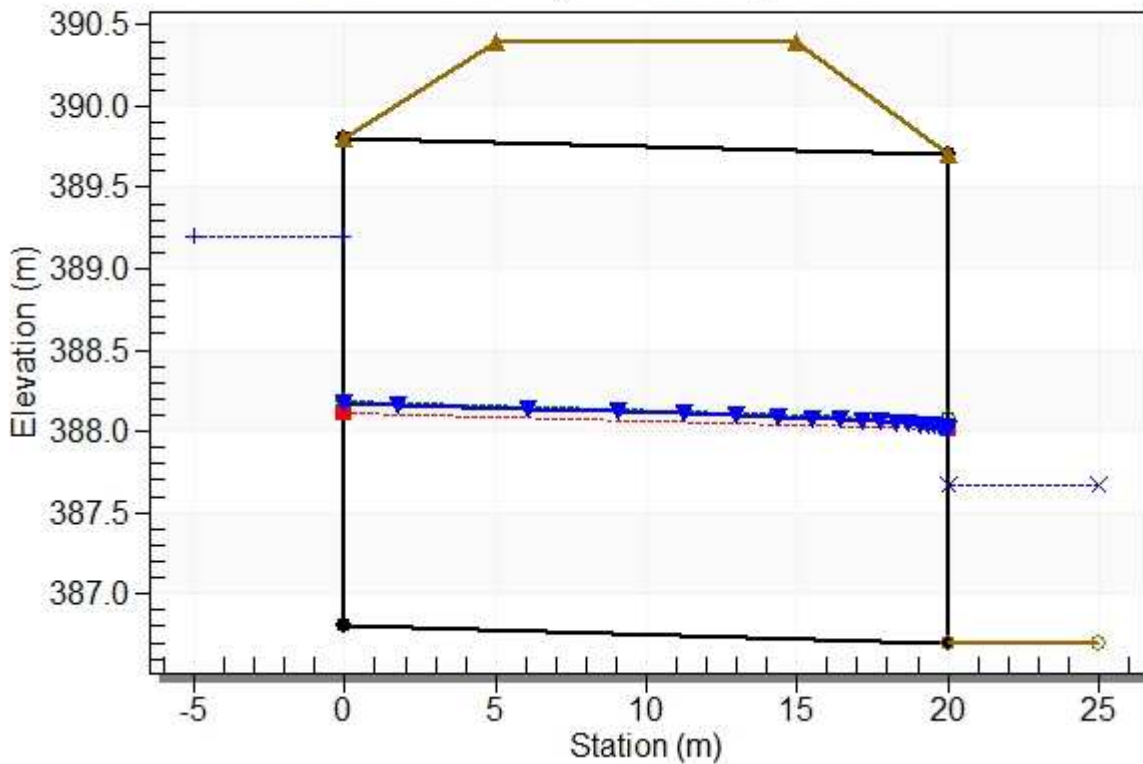
Inlet Elevation (invert): 386.80 m, Outlet Elevation (invert): 386.70 m

Culvert Length: 20.00 m, Culvert Slope: 0.0050

Water Surface Profile Plot for Culvert: Tombino 6x3

Crossing - tombini_tipo, Design Discharge - 28.30 cms

Culvert - Tombino 6x3, Culvert Discharge - 28.30 cms



Site Data - Tombino 6x3

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 386.80 m

Outlet Station: 20.00 m

Outlet Elevation: 386.70 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Tombino 6x3

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 6000.00 mm

Barrel Rise: 3000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0200

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (0° flare) Wingwall

Inlet Depression: NONE

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: tombini_tipo)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
20.00	387.49	0.79	3.51	155.31	1.36
21.50	387.53	0.83	3.60	161.95	1.37
23.00	387.56	0.86	3.67	168.37	1.37
24.50	387.59	0.89	3.75	174.62	1.38
26.00	387.62	0.92	3.82	180.68	1.38
27.50	387.65	0.95	3.89	186.59	1.39
28.30	387.67	0.97	3.93	189.68	1.39
30.50	387.71	1.01	4.02	197.98	1.40
32.00	387.74	1.04	4.08	203.48	1.40
33.50	387.77	1.07	4.14	208.86	1.41
35.00	387.79	1.09	4.20	214.12	1.41

Tailwater Channel Data - tombini_tipo

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 6.00 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 386.70 m

Roadway Data for Crossing: tombini_tipo

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 390.40 m

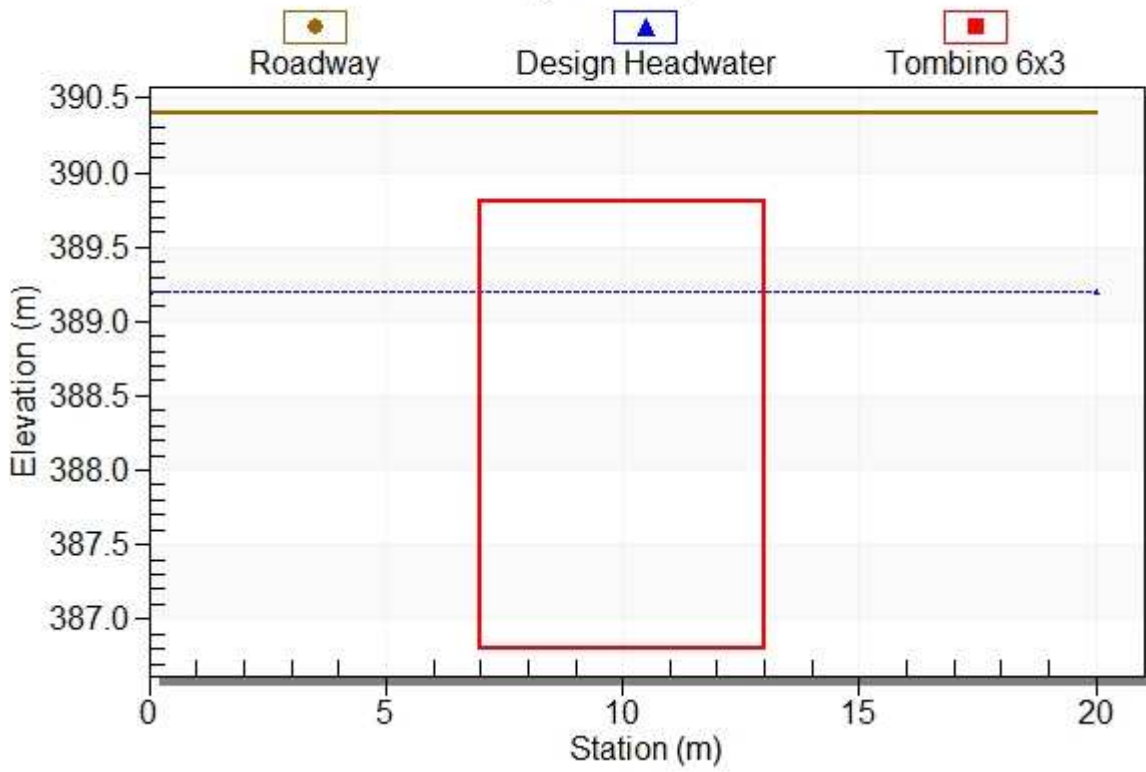
Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

Crossing Front View (Roadway Profile): tombini_tipo

Crossing Front View

(Not to scale)



INTERVENTO ALLA PROGRESSIVA

KM_190+400

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: tombini_tipo

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Tombino 3x3 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
322.28	5.00	5.00	0.00	1
322.36	5.50	5.50	0.00	1
322.43	6.00	6.00	0.00	1
322.51	6.50	6.50	0.00	1
322.58	7.00	7.00	0.00	1
322.65	7.50	7.50	0.00	1
322.71	8.00	8.00	0.00	1
322.78	8.50	8.50	0.00	1
322.79	8.60	8.60	0.00	1
322.91	9.50	9.50	0.00	1
322.97	10.00	10.00	0.00	1
324.70	26.72	26.72	0.00	Overtopping

Table 2 - Culvert Summary Table: Tombino 3x3

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	322.28	1.110	1.180	2-M2c	0.744	0.657	0.657	0.517	2.538	2.564
5.50	5.50	322.36	1.183	1.258	2-M2c	0.798	0.700	0.700	0.545	2.620	2.641
6.00	6.00	322.43	1.254	1.333	2-M2c	0.848	0.741	0.741	0.573	2.698	2.713
6.50	6.50	322.51	1.323	1.406	2-M2c	0.896	0.782	0.782	0.600	2.770	2.780
7.00	7.00	322.58	1.390	1.477	2-M2c	0.944	0.822	0.822	0.625	2.840	2.844
7.50	7.50	322.65	1.455	1.546	2-M2c	0.992	0.860	0.860	0.650	2.906	2.904
8.00	8.00	322.71	1.518	1.614	2-M2c	1.040	0.898	0.898	0.674	2.969	2.961
8.50	8.50	322.78	1.576	1.680	2-M2c	1.088	0.935	0.935	0.697	3.030	3.015
8.60	8.60	322.79	1.588	1.694	2-M2c	1.097	0.943	0.943	0.701	3.041	3.025
9.50	9.50	322.91	1.691	1.810	2-M2c	1.177	1.007	1.007	0.741	3.144	3.116
10.00	10.00	322.97	1.747	1.872	2-M2c	1.222	1.042	1.042	0.763	3.198	3.163

Straight Culvert

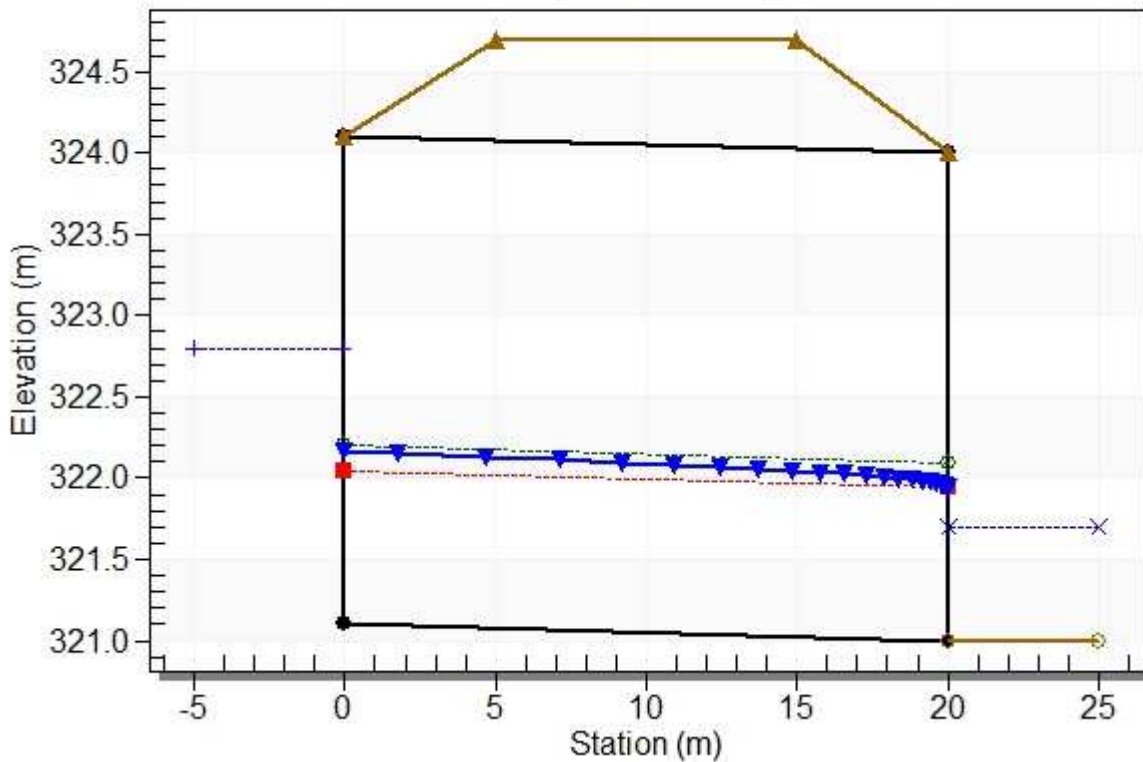
Inlet Elevation (invert): 321.10 m, Outlet Elevation (invert): 321.00 m

Culvert Length: 20.00 m, Culvert Slope: 0.0050

Water Surface Profile Plot for Culvert: Tombino 3x3

Crossing - tombini_tipo, Design Discharge - 8.60 cms

Culvert - Tombino 3x3, Culvert Discharge - 8.60 cms



Site Data - Tombino 3x3

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 321.10 m

Outlet Station: 20.00 m

Outlet Elevation: 321.00 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Tombino 3x3

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 3000.00 mm

Barrel Rise: 3000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0200

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (0° flare) Wingwall

Inlet Depression: NONE

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: tombini_tipo)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
5.00	321.52	0.52	2.56	101.28	1.25
5.50	321.55	0.55	2.64	106.93	1.26
6.00	321.57	0.57	2.71	112.34	1.26
6.50	321.60	0.60	2.78	117.54	1.27
7.00	321.63	0.63	2.84	122.55	1.28
7.50	321.65	0.65	2.90	127.39	1.28
8.00	321.67	0.67	2.96	132.09	1.29
8.50	321.70	0.70	3.01	136.63	1.29
8.60	321.70	0.70	3.03	137.52	1.29
9.50	321.74	0.74	3.12	145.35	1.30
10.00	321.76	0.76	3.16	149.54	1.31

Tailwater Channel Data - tombini_tipo

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 3.00 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 321.00 m

Roadway Data for Crossing: tombini_tipo

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 324.70 m

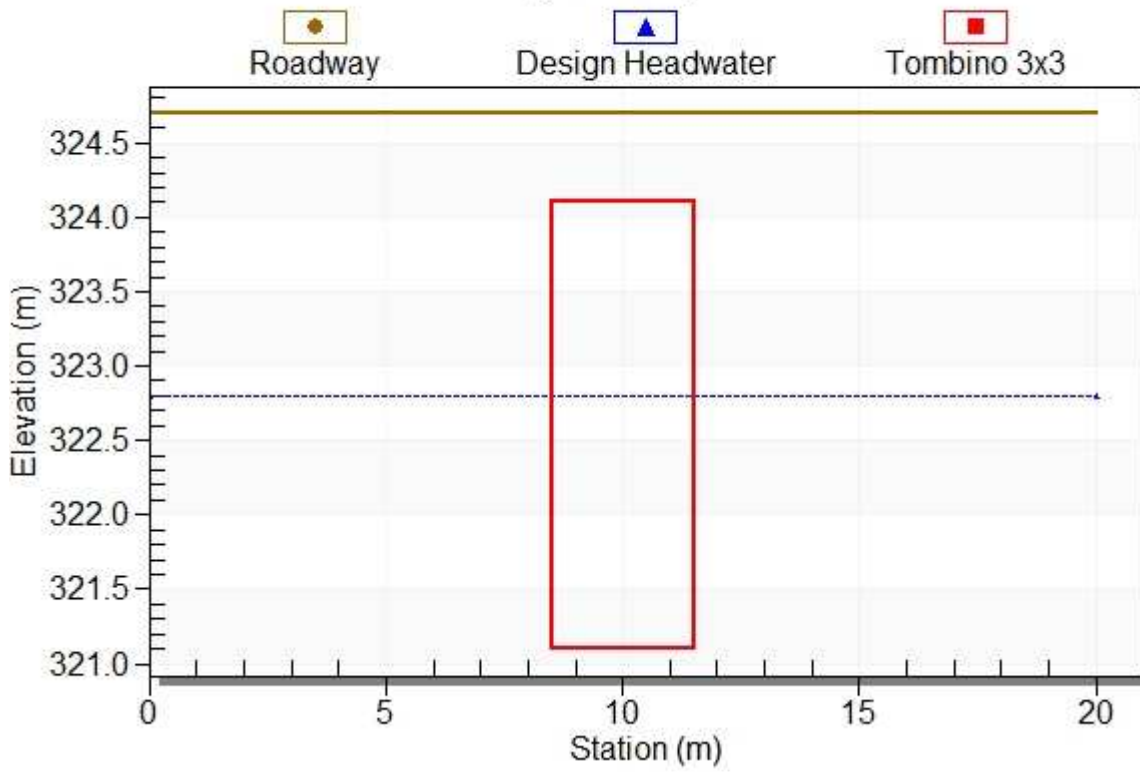
Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

Crossing Front View (Roadway Profile): tombini_tipo

Crossing Front View

(Not to scale)



INTERVENTO ALLA PROGRESSIVA

KM_190+900

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: tombini_tipo

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Tombino 2x2 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
327.94	2.00	2.00	0.00	1
328.15	2.80	2.80	0.00	1
328.34	3.60	3.60	0.00	1
328.49	4.30	4.30	0.00	1
328.68	5.20	5.20	0.00	1
328.84	6.00	6.00	0.00	1
328.99	6.80	6.80	0.00	1
329.14	7.60	7.60	0.00	1
329.28	8.40	8.40	0.00	1
329.41	9.20	9.20	0.00	1
329.55	10.00	10.00	0.00	1
329.70	10.94	10.94	0.00	Overtopping

Table 2 - Culvert Summary Table: Tombino 2x2

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
2.00	2.00	327.94	0.790	0.837	2-M2c	0.559	0.467	0.467	0.378	2.141	2.059
2.80	2.80	328.15	0.989	1.047	2-M2c	0.709	0.585	0.585	0.457	2.395	2.281
3.60	3.60	328.34	1.159	1.238	2-M2c	0.851	0.691	0.691	0.526	2.604	2.457
4.30	4.30	328.49	1.299	1.393	2-M2c	0.972	0.778	0.778	0.579	2.763	2.587
5.20	5.20	328.68	1.473	1.582	2-M2c	1.122	0.883	0.883	0.642	2.944	2.732
6.00	6.00	328.84	1.624	1.740	2-M2c	1.252	0.972	0.972	0.694	3.088	2.844
6.80	6.80	328.99	1.774	1.891	2-M2c	1.380	1.056	1.056	0.742	3.219	2.946
7.60	7.60	329.14	1.924	2.037	7-M2c	1.506	1.137	1.137	0.787	3.341	3.038
8.40	8.40	329.28	2.077	2.177	7-M2c	1.631	1.216	1.216	0.829	3.454	3.123
9.20	9.20	329.41	2.235	2.313	7-M2c	1.754	1.292	1.292	0.870	3.561	3.201
10.00	10.00	329.55	2.399	2.446	7-M2c	2.000	1.366	1.366	0.908	3.661	3.275

Straight Culvert

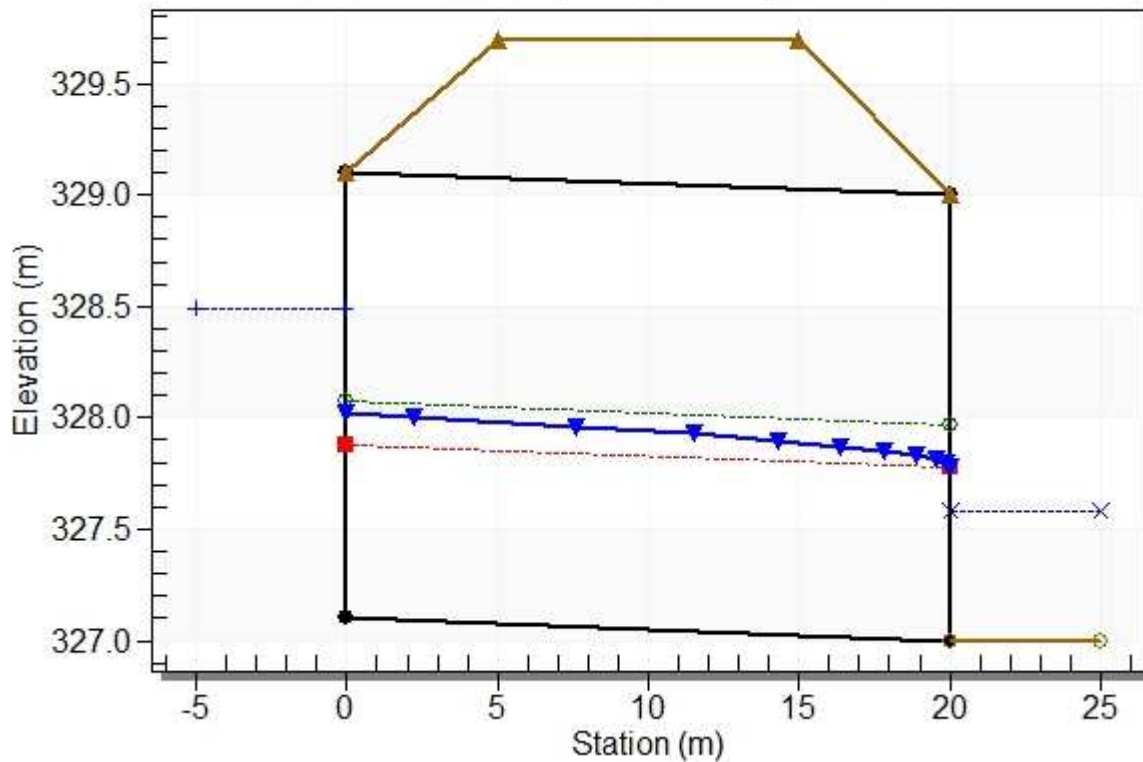
Inlet Elevation (invert): 327.10 m, Outlet Elevation (invert): 327.00 m

Culvert Length: 20.00 m, Culvert Slope: 0.0050

Water Surface Profile Plot for Culvert: Tombino 2x2

Crossing - tombini_tipo, Design Discharge - 4.30 cms

Culvert - Tombino 2x2, Culvert Discharge - 4.30 cms



Site Data - Tombino 2x2

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 327.10 m

Outlet Station: 20.00 m

Outlet Elevation: 327.00 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Tombino 2x2

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0200

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (0° flare) Wingwall

Inlet Depression: NONE

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: tombini_tipo)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
2.00	327.38	0.38	2.06	74.16	1.18
2.80	327.46	0.46	2.28	89.61	1.21
3.60	327.53	0.53	2.46	103.03	1.23
4.30	327.58	0.58	2.59	113.58	1.24
5.20	327.64	0.64	2.73	125.93	1.25
6.00	327.69	0.69	2.84	136.01	1.26
6.80	327.74	0.74	2.95	145.40	1.27
7.60	327.79	0.79	3.04	154.23	1.28
8.40	327.83	0.83	3.12	162.57	1.29
9.20	327.87	0.87	3.20	170.50	1.29
10.00	327.91	0.91	3.27	178.05	1.30

Tailwater Channel Data - tombini_tipo

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 2.00 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 327.00 m

Roadway Data for Crossing: tombini_tipo

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 329.70 m

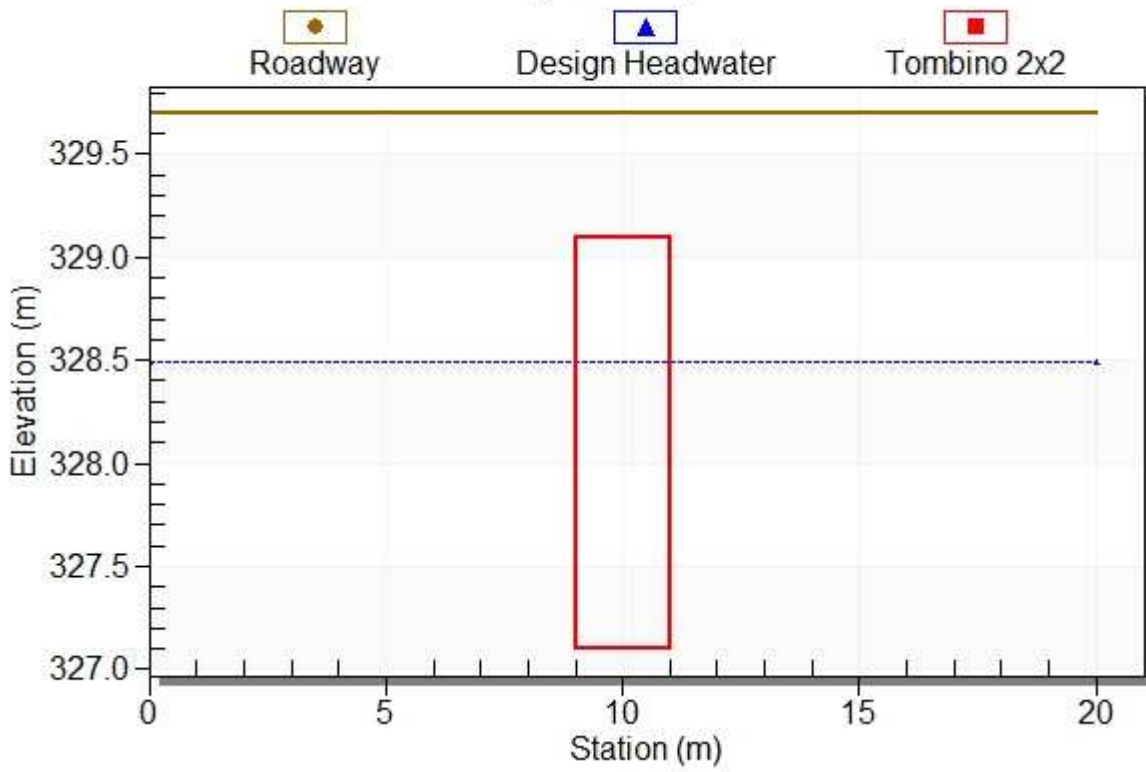
Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

Crossing Front View (Roadway Profile): tombini_tipo

Crossing Front View

(Not to scale)



INTERVENTO ALLA PROGRESSIVA

KM_200+900

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: tombini_tipo

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Tombino 4x3 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
162.56	20.00	20.00	0.00	1
162.64	21.00	21.00	0.00	1
162.72	22.00	22.00	0.00	1
162.80	23.00	23.00	0.00	1
162.88	24.00	24.00	0.00	1
162.92	24.50	24.50	0.00	1
163.03	26.00	26.00	0.00	1
163.11	27.00	27.00	0.00	1
163.18	28.00	28.00	0.00	1
163.25	29.00	29.00	0.00	1
163.32	30.00	30.00	0.00	1
163.70	35.40	35.40	0.00	Overtopping

Table 2 - Culvert Summary Table: Tombino 4x3

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
20.00	20.00	162.56	2.279	2.464	2-M2c	1.545	1.366	1.366	0.976	3.661	3.750
21.00	21.00	162.64	2.356	2.545	2-M2c	1.601	1.411	1.411	1.003	3.721	3.804
22.00	22.00	162.72	2.433	2.625	2-M2c	1.657	1.455	1.455	1.029	3.779	3.856
23.00	23.00	162.80	2.509	2.703	2-M2c	1.712	1.499	1.499	1.055	3.836	3.907
24.00	24.00	162.88	2.585	2.781	2-M2c	1.766	1.542	1.542	1.080	3.891	3.956
24.50	24.50	162.92	2.624	2.819	2-M2c	1.793	1.564	1.564	1.092	3.917	3.980
26.00	26.00	163.03	2.738	2.933	2-M2c	1.875	1.627	1.627	1.128	3.996	4.049
27.00	27.00	163.11	2.815	3.007	7-M2c	1.928	1.668	1.668	1.152	4.046	4.093
28.00	28.00	163.18	2.892	3.081	7-M2c	1.981	1.709	1.709	1.175	4.096	4.136
29.00	29.00	163.25	2.970	3.153	7-M2c	2.034	1.750	1.750	1.197	4.144	4.178
30.00	30.00	163.32	3.048	3.225	7-M2c	2.086	1.790	1.790	1.220	4.191	4.219

Straight Culvert

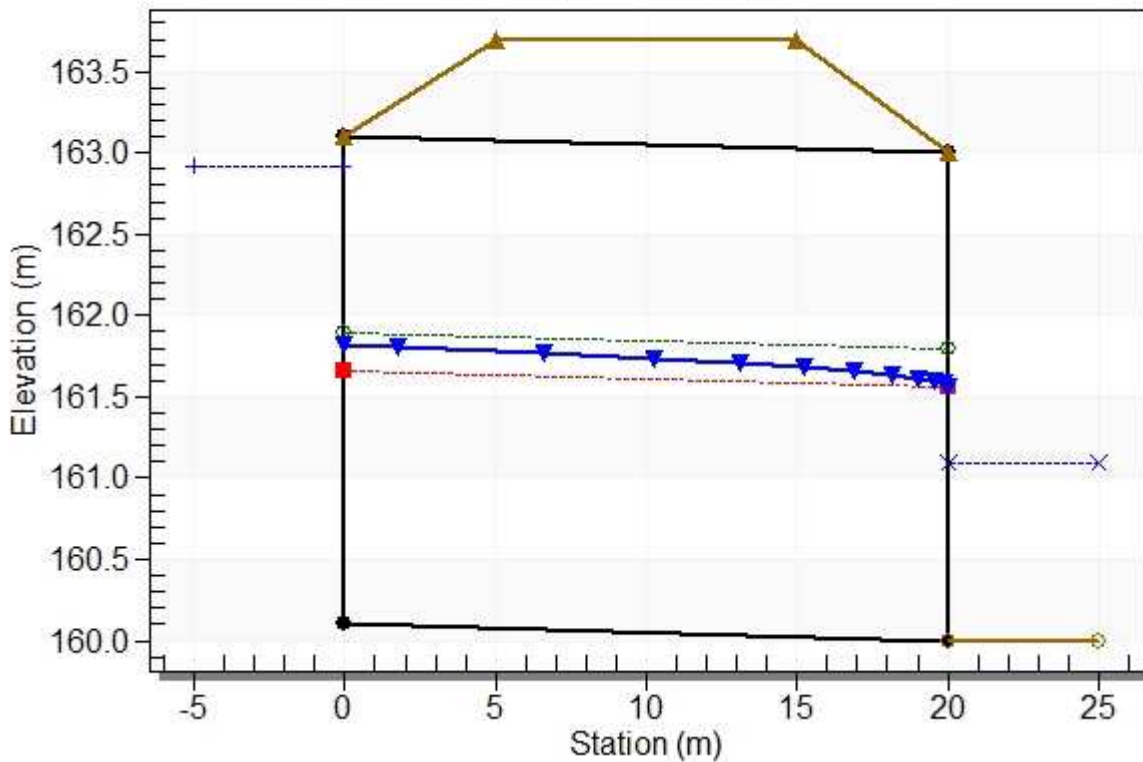
Inlet Elevation (invert): 160.10 m, Outlet Elevation (invert): 160.00 m

Culvert Length: 20.00 m, Culvert Slope: 0.0050

Water Surface Profile Plot for Culvert: Tombino 4x3

Crossing - tombini_tipo, Design Discharge - 24.50 cms

Culvert - Tombino 4x3, Culvert Discharge - 24.50 cms



Site Data - Tombino 4x3

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 160.10 m

Outlet Station: 20.00 m

Outlet Elevation: 160.00 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Tombino 4x3

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 4000.00 mm

Barrel Rise: 3000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0200

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (0° flare) Wingwall

Inlet Depression: NONE

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: tombini_tipo)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
20.00	160.98	0.98	3.75	191.37	1.36
21.00	161.00	1.00	3.80	196.62	1.37
22.00	161.03	1.03	3.86	201.74	1.37
23.00	161.05	1.05	3.91	206.75	1.38
24.00	161.08	1.08	3.96	211.65	1.38
24.50	161.09	1.09	3.98	214.07	1.38
26.00	161.13	1.13	4.05	221.16	1.39
27.00	161.15	1.15	4.09	225.78	1.39
28.00	161.17	1.17	4.14	230.30	1.39
29.00	161.20	1.20	4.18	234.75	1.39
30.00	161.22	1.22	4.22	239.11	1.40

Tailwater Channel Data - tombini_tipo

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 4.00 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 160.00 m

Roadway Data for Crossing: tombini_tipo

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 163.70 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

Crossing Front View (Roadway Profile): tombini_tipo

Crossing Front View

(Not to scale)

