Firmato digitalmente da:
Misurale Pietro
Firmato il 2026/04/14 17:36
Seriale Certificato: 3846424
Valido dal 17/09/2024 al 17/09/2027
InfoCamere Qualified Electronic Signature CA

ENGINEERING

Committente:

Comune di Carasco

Titolo:

Sistemazione idraulica del torrente Sturla nei pressi della briglia di loc. San Pietro in corrispondenza dell'area di proprietà Re.Vetro S.r.l. in comune di Carasco (GE)

Oggetto:

Relazione idraulica:

Gruppo di lavoro

Ing.	P.Misurale
Ing.	D.Rocca
Ing.	E.Misurale
Arch.	A.Gala

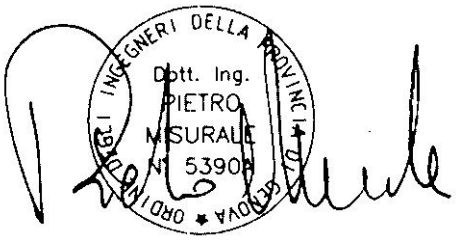
Livello di progetto: FATTIBILITA'

Nome File: P028-25-F-RE-IDR-001-A

Codice progetto: P028-25

Elaborato n°: IDR-001

Firme:



Rev:	Modifiche / Revisioni	Data	Redatto	Controllato	Approvato
A	PRIMA EMISSIONE	10/10/2025	EM	DR	PM

19038 SARZANA (SP) - Via B.P.U. Muccini, 54A - T. +39 0187 610532
16129 GENOVA (GE) - Via Fieschi 9, VIII Piano - T. +39 010 5959690
P. iva 01236860118 - N. CCIAA 01236860118 - REA CCIA SP112013
Cap. Soc. €100.000 i.v. - info@itec-engineering.it

ASSOCIATO oice efca FIDIC ICMQ UNI/PdR74:2019 N°2500096BIM apave Certification
ISO 9001 - N°SC 10-2588/IAF 34
ISO 14001 - N°SCA 19-3491/IAF 34
ISO 45001 - N° SCS 20-336/IAF 34
SA8000 - N° SA8000-230804 2023
UNI/PdR125:2022 - N°SCPG24-195

È vietata a norma di legge la riproduzione, anche parziale, non autorizzata di questo documento

INDICE

1 PREMESSA 1

2 INQUADRAMENTO GENERALE 2

3 DOCUMENTAZIONE DISPONIBILE E STUDI PREGRESSI 7

3.1 PGRA 7
3.2 SISTEMAZIONE "BRIZZOLARA" 11
3.3 PROGETTO "ECOPOWER" 12
3.4 PROGETTO "STUDIO ELB" 13
3.5 STUDIO BIDIMENSIONALE ITEC 14

4 INDAGINI E RILIEVI 16

5 INTERVENTI DI PROGETTO 17

6 VERIFICHE IDRAULICHE 20

6.1 PORTATE DI PROGETTO 20
6.2 METODOLOGIA DI CALCOLO 20
6.3 CONFIGURAZIONI DI VERIFICA E PARAMETRI DI CALCOLO 20
6.4 RISULTATI 22
6.4.1 Stato attuale 22
6.4.2 Stato di progetto 22
6.4.3 Confronti 23

7 MODELLAZIONE BIDIMENSIONALE 25

8 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 27

Allegati:

ALLEGATO A: Verifiche idrauliche

Appendici:

APPENDICE 1: HEC-RAS 6.6

1 PREMESSA

La presente relazione idraulica è redatta nell'ambito del progetto degli interventi di "*sistemazione idraulica di un tratto del torrente Sturla in corrispondenza dell'area di proprietà Re.Vetro S.r.l. in comune di Carasco (GE)*".

Essa contiene le verifiche idrauliche di un tratto del tratto del torrente Sturla della lunghezza di circa 1.4 km a monte della confluenza con il torrente Lavagna.

Il progetto si prefigge di eliminare la criticità idraulica delle aree in sponda destra occupate da attività produttive, mitigando nel contempo i livelli di piena lungo il tratto oggetto di intervento nel rispetto delle attuali caratteristiche del corso d'acqua, ed in particolare delle aree golenali lungo la sponda sinistra.

L'intervento è conforme al più generale progetto di sistemazione redatto nel 2016 dallo Studio Brizzolara-Sturla e oggetto di parere favorevole del Comitato Tecnico di Bacino n. 13/2016 espresso nella seduta del 16/06/2016.

In particolare esso può considerarsi come un primo lotto funzionale di tale progetto, con alcune lievi modifiche funzionali ad un migliore assetto idraulico del tratto.

La realizzazione di tali interventi consentirà il deflusso della portata 200-ennale lungo il tratto in esame con franchi adeguati e quindi senza esondazioni lungo la sponda destra e con livelli del pelo libero comunque inferiori allo stato attuale.

2 INQUADRAMENTO GENERALE

Il torrente Sturla è un affluente di sponda sinistra del torrente Lavagna in cui confluisce in corrispondenza dell'abitato di Carasco; alla confluenza esso sottende un bacino di circa 130 km^2 .

A monte della confluenza con il Lavagna il torrente Sturla si sviluppa in direzione NE-SO con andamento curvilineo, alveo naturale e sezioni di forma trapezia, aventi larghezza al fondo variabile tra 30 e 50 m circa e altezza delle sponde tra 2 e 5 m circa. Le sponde risultano per lo più naturali e per alcuni brevi tratti arginate con scogliere in massi naturali, il fondo dell'alveo è costituito prevalentemente da ciottoli di medie dimensioni con presenza ai lati di depositi, in alcuni tratti anche di consistente entità, e di vegetazione arbustiva.

Il tratto è caratterizzato dalla presenza di una briglia in pietrame e malta dell'altezza di quasi 5 metri, ubicata a circa 500 m a monte della confluenza con il torrente Lavagna e recentemente rifatta nell'ambito della realizzazione di un nuovo impianto idroelettrico previsto al piede della briglia.

La pendenza media del fondo è pari circa allo 0,4% nel tratto a valle della briglia e allo 0,5% circa nel tratto a monte.

A monte della briglia il torrente è caratterizzato da un andamento a forma di "S" con un canale centrale per le magra e le morbide con larghezza al fondo di 20-25 m circa e ampie aree golenali su entrambe le sponde; l'area in sponda destra è occupata quasi interamente da capannoni e spazi destinati ad attività produttive, mentre l'area in sponda sinistra in corrispondenza di quest'ultima è rimasta ancora naturale, sino alla località di Santa Maria di Sturla, dove l'area golenale sempre in sponda sinistra è interamente occupata da capannoni.



Figura 2-1 – ortofoto tratto di intervento

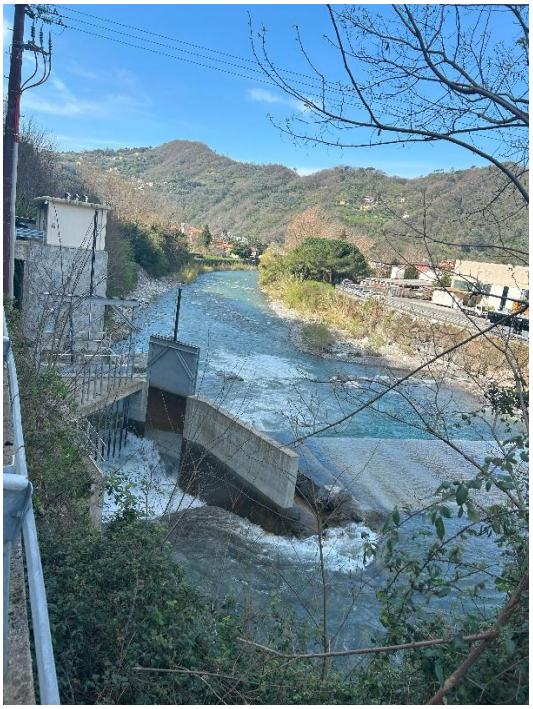


Foto 1: torrente Sturla – vista dalla briglia verso valle



Foto 2: torrente Sturla – vista dalla briglia verso monte



Foto 3: torrente Sturla – sponda destra monte briglia vista verso monte



Foto 4: torrente Sturla – sponda destra monte briglia vista verso valle



Foto 5: torrente Sturla – sponda destra monte vista verso monte



Foto 6: torrente Sturla – sponda destra monte vista verso valle



Foto 7: torrente Sturla – sponda destra monte vista verso valle

In occasione di eventi di piena anche non particolarmente intensi le aree golenali vengono inondate interessando le attività produttive presenti su entrambe le sponde ed in particolare quelle di Re.Vetro s.r.l. ubicata in sponda destra a monte della briglia.

3 DOCUMENTAZIONE DISPONIBILE E STUDI PREGRESSI

Ai fini del presente progetto è stata raccolta e analizzata la seguente documentazione, resa disponibile dagli Enti e Società interessati a vario titolo alla progettazione e realizzazione delle opere interferenti con il tratto terminale del torrente Sturla:

interferenti con il tratto terminale del torrente Sturla.

- Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale – Regione Liguria
  Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) , ultima modifica con DSG n. 91 del 28/10/2021 – *Regolamenti regionali*;
- Comune di Carasco
  Messa in sicurezza del tratto di torrente Sturla ricompreso tra località Santa Maria di Sturla e la confluenza con il torrente Lavagna in comune di Carasco – Progetto preliminare
  Studio Tecnico associato Brizzolara-Sturla – gennaio 2016
- EcoPower s.r.l.
  Centrale idroelettrica di Carasco (GE) Impianto idroelettrico a "salto concentrato" e "basso impatto ambientale"
  Ing. P. Superina e altri – giugno 2019
- Comune di Carasco
  Lavori di realizzazione di scogliera in sponda destra nel tratto terminale del torrente Sturla –Progetto definitivo/esecutivo
  Studio ELB Ingegneri Associati – ottobre 2021
- Comune di Carasco
  Studio idraulico finalizzato alla riperimetrazione delle aree inondabili del tratto terminale del torrente Sturla a monte della confluenza con il Lavagna
  Itec-engineering - novembre 2022

Di seguito si riporta una sintesi di ciascuna di tali documenti.

3.1 PGRA

La normativa idraulica di riferimento è costituita dal Piano di Gestione e Rischio Alluvioni (PGRA) del Distretto dell'Appennino Settentrionale [1], dal Regolamento Regionale n. 1 del 20 giugno 2025[2] e dal Regolamento Regionale n. 3 del 14/07/2011 [3] così come modificato dalla DGR n. 181 del 11/03/2016.

Di seguito si riporta una sintesi di tali documenti

[1] Recepito nell'ordinamento legislativo italiano con D.Lgs 49/2010

[2] Approvato con Delibera della Giunta Regionale n. 291/2025

[3] Disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua, attuativo della DGR 1360/2010.

Piano di Gestione e Rischio Alluvioni (PGRA) del Distretto dell'Appennino Settentrionale

Nella figura seguente si riporta un estratto per il bacino del torrente Sturla della mappatura della pericolosità da alluvione fluviale allegata al PGRA del Distretto dell'Appennino Settentrionale.

Il Piano inserisce la parte terminale del corso d'acqua come area inondabile per tempo di ritorno 50 anni (P3) per la parte più prossima all'alveo di magra e per tempo di ritorno centrale e per tempo di ritorno 200 anni (P2) per le aree golenali.

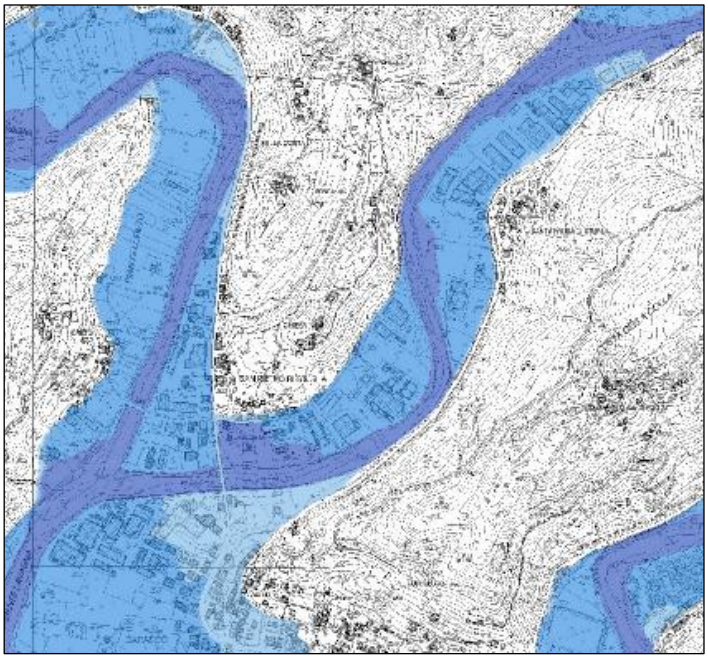


Figura 3-1 – PGRA Estratto mappa della pericolosità da alluvione fluviale

In data 01/01/2024 è entrata in vigore la legge regionale 28 dicembre 2023, n. 20, recante "Disposizioni collegate alla legge di stabilità della Regione Liguria per l'anno finanziario 2024 (Disposizioni per la formazione del bilancio di previsione 2024-2026", che all'articolo 75 prevede: "1. *Nelle more dell'entrata in vigore del regolamento previsto dall'articolo 91, comma 1 ter 2, della l.r. 18/1999, entro il 30 giugno 2025, ai fini di garantire le condizioni di gestione del rischio idraulico, continuano a trovare applicazione le norme dei piani di bacino stralcio per l'assetto idrogeologico delle soppresse Autorità di bacino regionale ligure e interregionale del fiume Magra, per quanto non in contrasto con la disciplina del Piano di gestione del rischio alluvioni (PGRA).*"

Regolamento Regionale n. 1 del 20 Giugno 2025

A decorrere dal 17/07/2025 entra ufficialmente in vigore il Regolamento Regione Liguria 20/06/2025 n. 1 relativo a "Disposizioni concernenti l'attuazione dei Piani di bacino distrettuali, anche stralcio, per le aree a pericolosità da alluvione fluviale e costiera in attuazione dell'articolo 91, comma 1 ter 2 della legge regionale 21 giugno 1999, n. 18 (Adeguamento delle discipline e conferimento delle funzioni agli enti locali in materia di ambiente, difesa del suolo ed energia)".

Il Regolamento, unitamente al PGRA vigente, sostituisce a tutti gli effetti i previgenti Piani di Bacino Stralcio, la cui documentazione resta tuttavia un utile riferimento per valutazioni e approfondimenti di tipo tecnico sui singoli corsi d'acqua e i relativi bacini.

Nel Piano di Bacino previgente (ambito 16) sono riportati i valori delle portate di piena per assegnato periodo di ritorno del torrente Sturla alla confluenza nel torrente Lavagna (Sezione ST1).

I valori riportati nel Piano sono:

EE6	Entella	296,8	1307	2300	3337
EE7	Entella	292,3	1293	2275	3299
ST1	Sturla	129,7	474	839	1223
ST2	Sturla	125,5	454	805	1173
ST3	Sturla	103,5	398	705	1028

Dalla carta risulta una suscettività da media (Pg2) a elevata (Pg3b).

Come sopra evidenziato, tali elaborati costituiscono tuttavia un riferimento tecnico non vincolante da un punto di vista normativo ma comunque indicativo delle caratteristiche idrauliche e geomorfologiche dei bacini interessati dall'intervento.

Regolamento Regionale N. 3 del 14/07/2011 e s.m.e.i.

Il Regolamento Regionale suddivide i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico in classi in funzione dell'estensione dei bacini sottesi secondo il seguente schema.

Superficie sottesa [km²]	**Classificazione**
S > 1	Corso d'acqua di 1° livello

0.25 ≤ S ≤ 1	Corso d'acqua di 2° livello
0.25 < S < 0.1	Corso d'acqua di 3° livello
S ≤ 0.1	Corso d'acqua minuto

Tabella I

Il torrente Sturla è classificato come corso d'acqua di 1° livello (S>1 km²).

Per quanto riguarda i limiti di inedificabilità, per i corsi d'acqua di 1°, 2° e 3° livello "indagati" (ossia oggetto di studio idraulico specifico), il Regolamento (art. 4) stabilisce una fascia di inedificabilità assoluta dai limiti dell'alveo pari a 10 m, mentre per i corsi d'acqua minuti tale fascia è stabilita pari a 3 m.

Nel caso specifico il corso d'acqua in esame è stato indagato nell'ambito del Piano di Bacino e, pertanto, la fascia di inedificabilità assoluta è pari a 10 m.

Per quanto concerne il coefficiente di scabrezza e i franchi idraulici di sicurezza da adottare nelle verifiche idrauliche il Regolamento indica i seguenti parametri.

Descrizione corso d'acqua	**Ks ($m^{1/3}s^{-1}$)**
Alvei naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo	25-30
Alvei naturali con vegetazione e movimento di materiale sul fondo	30-35
Tratti urbanizzati di corsi d'acqua naturali con argini cementati(e/o platee) in buono stato	35-40
Corsi d'acqua con fondo ed argini totalmente cementati in ottimo stato ed assenza di manufatti (tubo, cavi, ecc.) o discontinuità interferenti con le acque.	40-45

Tabella II

Per i corsi d'acqua di primo livello e secondo livello il franco idraulico da adottare deve essere il maggiore tra:

- il carico cinetico della corrente determinabile come $U^2/2g$, dove U (m/s) è la velocità media della corrente e g (m/s^2) è l'accelerazione di gravità
- i valori della tabella seguente:

I	Argini e difese spondali	cm 50/100
II	Ponti e strutture di attraversamento fino ad estensioni longitudinali di 12 m	cm 100/150
III	Coperture e tombinature, ponti e strutture di attraversamento oltre 12 m	cm 150/200

Tabella III

ove i due valori estremi corrispondono rispettivamente a bacini poco dissestati con previsione di modesto trasporto solido ed a bacini molto dissestati con previsione di forte trasporto solido in caso di piena, e/o a bacini di maggiore o minore estensione.

3.2 SISTEMAZIONE "BRIZZOLARA"

Il comune di Carasco nel 2015 ha affidato allo studio "Brizzolara-Sturla" la progettazione preliminare di un progetto per la "*Messa in sicurezza del tratto di torrente Sturla ricompreso tra località Santa Maria di Sturla e la confluenza con il torrente Lavagna in comune di Carasco".*

Il progetto è stato oggetto di parere favorevole del Comitato Tecnico di Bacino n. 13/2016 espresso nella seduta del 16/06/2016, ma al momento non si è ancora proceduto con le successive fasi di progettazione per le necessarie autorizzazioni.

Il progetto prevedeva in sintesi da valle verso monte:

- Ripristino e consolidamento dell'argine in scogliera lungo la sponda sinistra a monte del ponte della SP 225 della Val Fontanabuona (L≅190 m);
- Realizzazione parapetto in c.a. lungo la sponda destra a protezione delle aree interessate da edifici di civile abitazione e attività produttive nel tratto compreso tra il ponte e la briglia di derivazione (L≅ 250 m);
- Ripristino e consolidamento scogliera esistente a monte della briglia nel tratto prospiciente la Re.Vetro s.r.l. (L≅ 140 m);
- Realizzazione parapetto in c.a. lungo la sponda destra a protezione delle aree interessate da attività produttive sul confine demaniale lungo tutto il tratto in curva a monte della briglia di derivazione (L≅ 360 m);
- Realizzazione di argine in terra lungo la sponda sinistra tra le due curve a protezione dell'area golenale retrostante, inframezzata da un tratto di parapetto in c.a. in corrispondenza delle Officine SAMA (L≅ $300 + 80 = 380$ m);
- Realizzazione di parapetto in c.a. lungo la sponda sinistra a monte del tratto in curva in località Santa Maria di Sturla a protezione dell'area golenale interamente occupata da capannoni e attività produttive (L≅ 650 m).



Figura 3-2 – Estratto progetto Brizzolara 2015

3.3 PROGETTO "ECOPOWER"

Su incarico di Ecopower l'ing. Superina ha redatto nel 2012 un progetto per la realizzazione di un "*Impianto di derivazione idroelettrica a salto concentrato sul Torrente Sturla – Comune di Carasco (Ge)*"

Il progetto prevedeva il mantenimento della quota preesistente della briglia.

A seguito del progetto di sistemazione "Brizzolara" il progetto, anche su sollecitazione dei competenti Uffici Regionali, è stato aggiornato e integrato con elaborati a firma dell'Ing. Paolo Noce nel 2019.

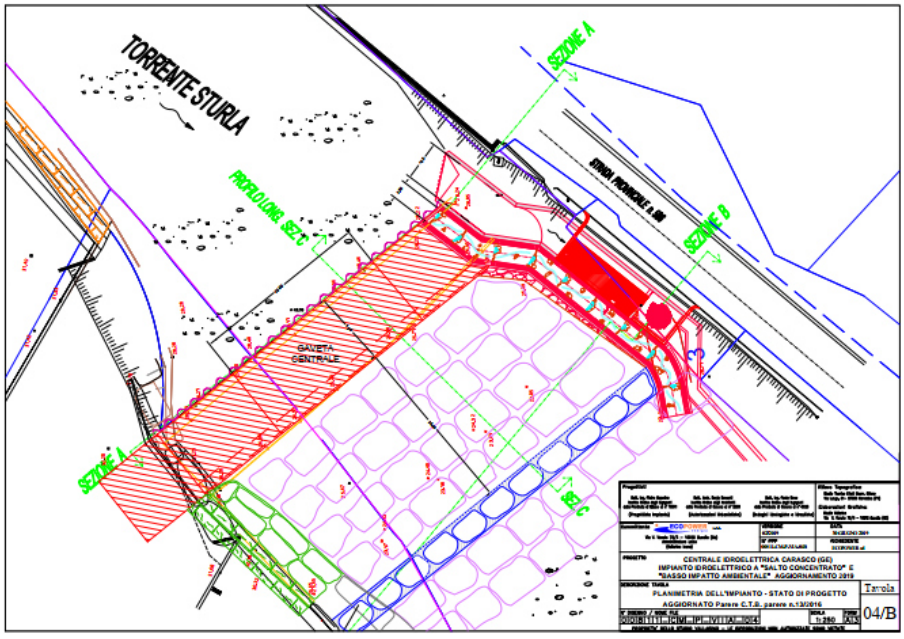


Figura 3-3 – PGRA Estratto progetto EcoPower-Noce 2019 - Planimetria

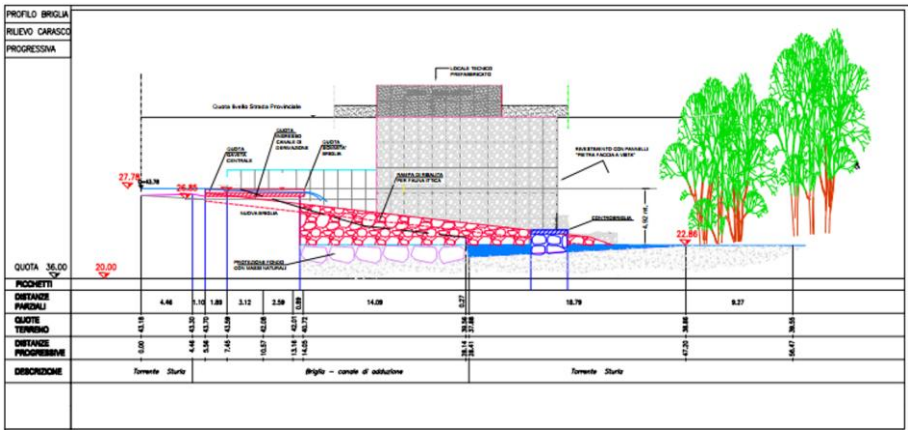


Figura 3-4 – PGRA Estratto progetto EcoPower–Noce 2019 - Sezione lonngitudinale

L'impianto è stato infine realizzato secondo quest'ultima versione ed è attualmente gestito da Re.Vetro.

3.4 PROGETTO "STUDIO ELB

Nel 2021 il comune di Carasco ha affidato allo Studio Elb Ingegneri Associati l'incarico per la redazione di un progetto per "*Lavori di realizzazione di scogliera in sponda destra nel tratto terminale del torrente Sturla*".

Il progetto prevedeva la realizzazione di una difesa spondale in massi naturali lungo un tratto in sponda destra del torrente Sturla per una lunghezza complessiva di circa 70 m, a protezione delle aree golenali a tergo occupate da edifici di civile abitazioni e aree produttive.

Il progetto, regolarmente approvato, è stato realizzato regolarmente.

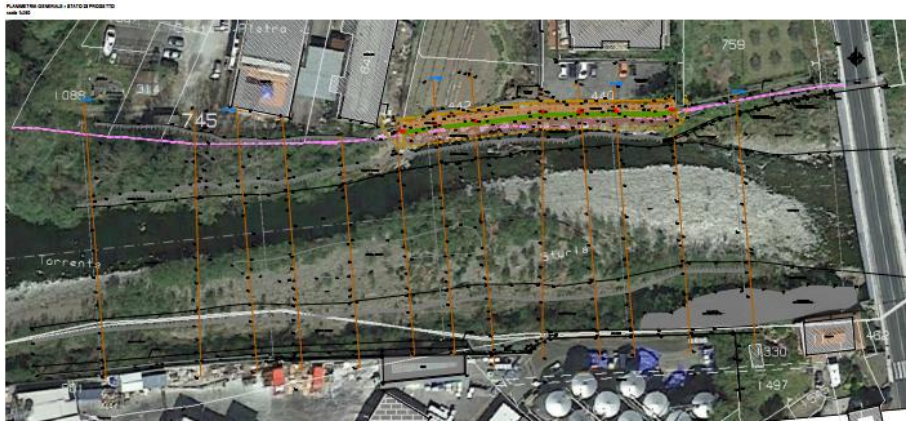


Figura 3-5 – Estratto progetto Studio ELB 2021 - Planimetria

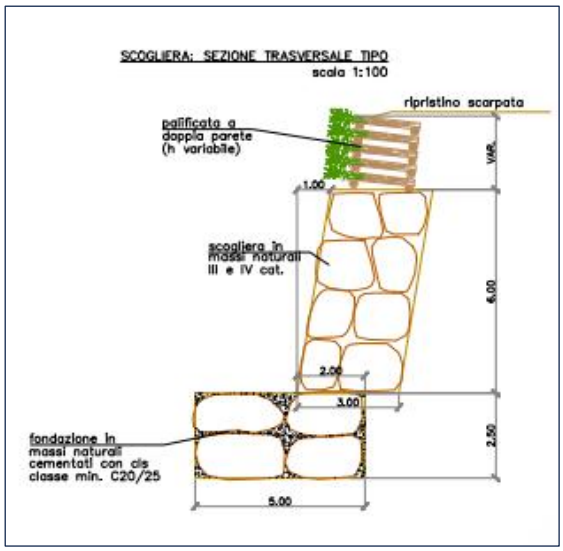


Figura 3-6 – Estratto progetto Studio ELB 2021 – Sezione tipo argine

3.5 STUDIO BIDIMENSIONALE ITEC

Su incarico del comune di Carasco la Soc. Itec-engineering s.r.l. ha effettuato nel 2022 uno "*Studio idraulico finalizzato alla riperimetrazione delle aree inondabili del tratto terminale del torrente Sturla a monte della confluenza con l'Entella*".

Lo studio era finalizzato all'aggiornamento della perimetrazione delle fasce di inondabilità del Piano di Bacino del torrente Sturla nello stato esistente a tutto il 2022.

La nuova perimetrazione è stata approvata con DSG n. 53 del 23 dicembre 2024 dell'Autorità di Bacino dell'Appennino Settentrionale secondo il seguente schema:

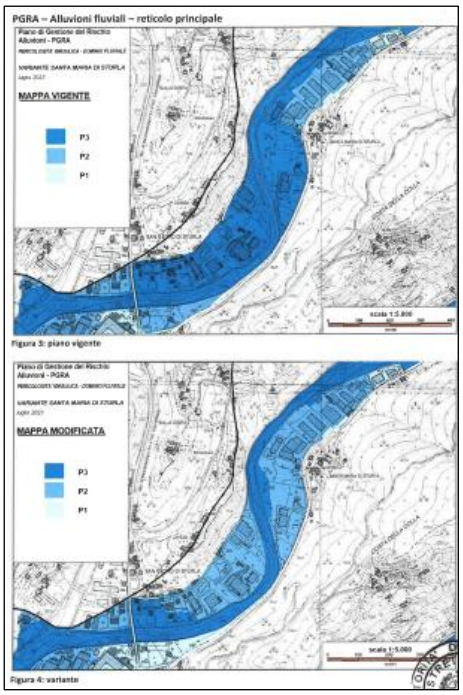


Figura 3-7 – Estratto Studio Itec – Nuova perimetrazione aree inondabili approvata e attualmente vigernte

Con i conseguenti ambiti normativi:

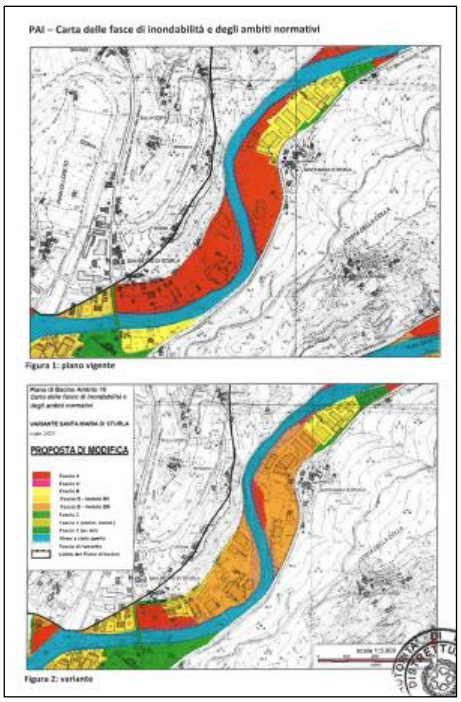


Figura 3-8 – Estratto delibera approvazione nuova perimetrazione aree inondabili

4 INDAGINI E RILIEVI

Ai fini delle verifiche è stato utilizzato un rilievo topografico di dettaglio dell'alveo del torrente Sturla e delle aree golenali comprese tra le due viabilità spondali a partire dal ponte della SS. 225 della Val Fontanabuona sino alla località Santa Maria, per una lunghezza di 1.1 km circa.

Da tale rilievo sono state estrapolate una serie di sezioni trasversali del corso d'acqua comprensive delle due are golenali, con interasse di circa 50 m e comunque in corrispondenza di punti significativi (briglia, curve, capannoni…).

Il rilievo è stato effettuato con tecnologia Laser Scanner in volo (LIDAR).

Esso è stato omogeneizzato e integrato in particolare per il tratto a valle del ponte della SS. 225 con il rilievo effettuato nell'ambito del progetto di sistemazione dello studio ELB del 2021.

5 INTERVENTI DI PROGETTO

Gli interventi in progetto interessano un tratto del torrente Sturla della lunghezza di circa 260 m a monte della briglia di derivazione.

Essi consistono sostanzialmente in:

- Riprofilatura del l'alveo congruente con la configurazione attuale, con un alveo inciso centrale e due aree golenali a larghezza variabile su entrambe le sponde, con pendenza del fondo e delle sponde con pendenza pari allo 0.3%.
- Riallineamento dell'argine in sponda destra a monte della briglia con realizzazione di nuovo muro d'argine in c.a. fondato su micropali in corrispondenza dell'area di proprietà Re.Vetro (lunghezza 100 m circa);
- Realizzazione di nuovo argine in scogliera lungo la sponda destra in continuità con il muro d'argine del tratto a valle, a protezione e delimitazione dell'alveo di magra e di morbida (lunghezza 160 m circa);
- Realizzazione di muro d'argine in c.a. di altezza più modesta nell'area golenale in sponda destra, con andamento prossimo al confine demaniale e raccordo con muro esistente a monte, per il contenimento dei livelli di piena 200-ennali;
- Realizzazione di un breve tratto di scogliera in massi naturali sull'esterno curva in sponda sinistra circa 180 m a monte della briglia, a protezione del piede della scarpata dai possibili fenomeni erosivi della stessa, tenuto conto della presenza della viabilità principale soprastante (SP 536).

Nella planimetria e nelle sezioni tipo seguenti sono evidenziati in rosso gli interventi in progetto.



Figura 5-1 – Planimetria di progetto

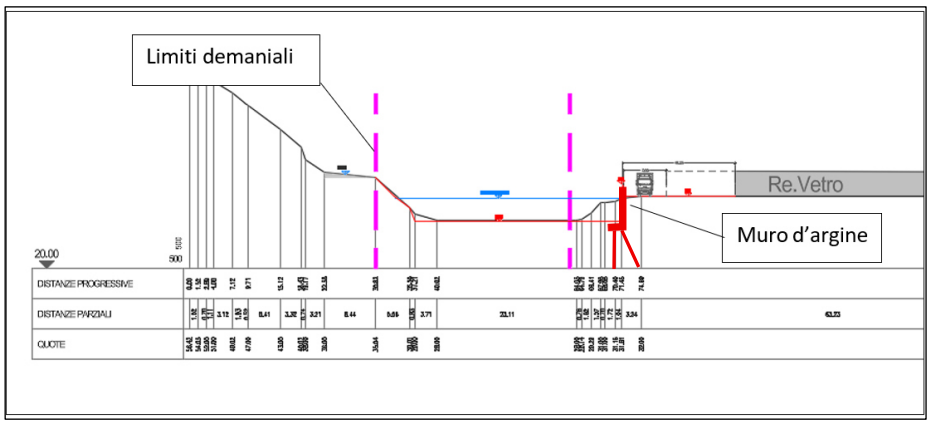


Figura 5-2 – Sezione tipo 1 Re.Vetro

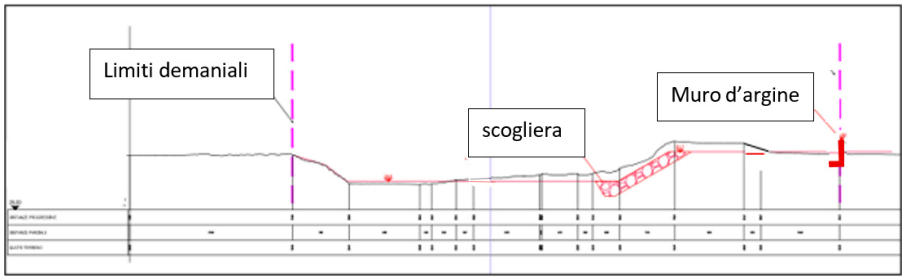


Figura 5-3: sezione tipo 2 monte Re.Vetro

Il nuovo muro d'argine in c.a. in sponda destra è previsto con sezione ad "L" e paramento verticale di altezza 6 m circa.

La scogliera in massi naturali è prevista di altezza 4 m circa dal fondo alveo con inclinazione del paramento di circa 30 gradi, con massi di 3° categoria (superiori a 3t).

Il muro previsto lungo l'area golenale sarà del tipo in c.a. con sezione a "L" con altezza di circa 3 m.

Infine la scogliera di protezione dall'erosione al piede del versante in sponda sinistra è prevista con altezza 3 m circa dal fondo alveo con inclinazione del paramento di circa 45 gradi, con massi di 3° categoria (superiori a 3t); la scogliera verrà realizzata in modo da non alterare il profilo originario della sponda.

6 VERIFICHE IDRAULICHE

6.1 PORTATE DI PROGETTO

Le portate di progetto sono state valutate con riferimento ai contenuti del previgente Piano di Bacino Ambito 16.

Il Piano riporta per la sezione del torrente Sturla alla confluenza con il torrente Lavagna (ST1) i seguenti valori delle portate di piena per assegnati tempi di ritorno:

Sezione di chiusura	Sottobacino	Superficie sottesa alla sez. di chiusura (Km²)	Portate di piena al colmo (m³/s)		
			T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
ST1	Sturla	129,7	474	839	1223

Figura 6-1: estratto carta sottobacini PdB Sturla

Ai fini delle verifiche idrauliche sono stati utilizzati quindi i valori delle portate di piena 50-ennale e 200-ennale del torrente Sturla valutate alla foce, pari rispettivamente a 474 m^3/s e 839 m^3/s.

6.2 METODOLOGIA DI CALCOLO

Le verifiche idrauliche sono state effettuate con il software di calcolo Hec-Ras 6.6[4] .

Il software consente il calcolo dell'andamento dei profili di rigurgito in moto permanente gradualmente variato in alvei naturali o canali artificiali e la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali ecc.,

La metodologia è riportata più in dettaglio nell'Appendice 1 allegata alla presente relazione.

6.3 CONFIGURAZIONI DI VERIFICA E PARAMETRI DI CALCOLO

Le verifiche idrauliche sono state effettuate sulla base del rilievo topografico di dettaglio dell'alveo e delle aree golenali effettuato con tecnologia laser-scanner in volo (LIDAR).

[4] HEC-RAS, Hydrologic Engineering Center – US Army Corps of Engineers

Le configurazioni di verifica sono quelle di:

- Stato attuale
- Stato di progetto

Lo stato attuale è relativo alla configurazione dell'alveo al momento della redazione della presente relazione, con la briglia di derivazione sistemata con quota di soglia pari a quella prevista dal progetto "Brizzolara".

Lo stato di progetto si riferisce alla configurazione che prevede l'allargamento dell'alveo in corrispondenza della Re. Vetro e la realizzazione di nuovi argini a difesa dell'area golenale in sponda destra, come descritto nella presente relazione.

Il calcolo del profilo di rigurgito è stato effettuato sul tratto del torrente Sturla della lunghezza di circa 1.1 km a partire dalla confluenza con il torrente Lavagna verso monte.

Ai fini del calcolo di verifica sono state individuate una serie di sezioni trasversali del corso d'acqua con l'aggiunta di sezioni intermedie in corrispondenza dei punti singolari quali cambi significativi di sezione e presenza di manufatti (briglie, salti, imbocchi, ecc.).

Le sezioni sono numerate in ordine crescente da valle verso monte.

Il profilo è stato integrato per entrambe le condizioni di corrente lenta da valle verso monte e di corrente veloce da monte verso valle imponendo come condizioni al contorno la profondità critica nella sezione di estremità di monte e la quota del pelo libero risultante dalle verifiche effettuate nell'ambito della redazione del Piano di Bacino del torrente Lavagna (rispettivamente pari a 25.94 m s.l.m. per l'evento 50-ennale e 27.95 m s.l.m. per l'evento 200-ennale).

In accordo con le normative vigenti il coefficiente di scabrezza n di Manning è stato assunto pari a 0.03 per l'alveo di magra e di morbida e pari a 0.05 per le aree golenali lungo tutti il tratto.
I risultati sono riassunti in forma grafica e numerica in Allegato A.

6.4 RISULTATI

6.4.1 Stato attuale

Il tronco oggetto di verifica si suddivide in tre tratti distinti:

- Tratto a valle della briglia (tra sez. 0.301 e sez. 6, L=460 m);
- Tratto a monte della briglia interessato dalla sistemazione (da sez. 7.2 a sez. 13, L=370 m);
- Tratto di monte (da sez. 14 a sez. 20, L=220 m).

Nel tratto a valle della briglia il deflusso avviene in corrente lenta per effetto del rigurgito indotto dalla confluenza con il torrente Lavagna, con numero di Froude compreso tra 0.4 e 0.6 circa, altezza del pelo libero compresa tra 6.6 m e 5.0 m circa e velocità variabile da 2.7 m/s a 3.8 m/s circa; il deflusso avviene con interessamento delle aree golenali su entrambe le sponde.

Nel tratto interessato dall'intervento in progetto il deflusso avviene in corrente lenta indotta dall'attraversamento in corrente critica sulla briglia di derivazione (sez. 7.2); il numero di Froude varia tra 1.0 e 0.1 circa, l'altezza del pelo libero è compresa tra 4.5 m e 6.0 m circa (altezza media 5.4 m) e la velocità varia tra 5.5 m/s in prossimità della briglia a 2.5 m/s circa verso monte (velocità media 3.7 m/s); il deflusso avviene anche in questo caso con allagamento delle aree golenali su entrambe le sponde.

Nel tratto di monte la corrente si mantiene prossima allo stato critico (Fr prossimo a 1) con altezza del pelo libero mediamente intorno a 5.0 m e velocità intorno a 5.3 m/s; il deflusso avviene con interessamento delle aree golenali in sponda sinistra.

I risultati sono riportati in forma numerica e grafica in Allegato A.

6.4.2 Stato di progetto

Il tratto di valle mantiene inalterate le caratteristiche di deflusso rispetto alla configurazione attuale.

Nel tratto intermedio interessato dall'intervento il deflusso avviene sempre in corrente lenta ma con altezze del pelo libero inferiori di 0.7 m circa rispetto allo stato attuale e velocità media 3.8 m/s, praticamente la stessa dello stato attuale; il deflusso interessa le aree golenali in sponda sinistra, ma non più quelle in sponda destra occupate da attività produttive.

Le sommità delle nuove arginature presentano un franco superiore a 0.5 m rispetto al pelo libero e contengono il carico totale della corrente.

6.4.3 Confronti

Di seguito si riportano i confronti tra i profili risultanti nelle seguenti configurazioni:

- stato attuale/stato di progetto
- progetto ITEC / progetto Brizzolara

Confronto attuale/progetto

Il confronto mostra il sensibile beneficio della sistemazione prevista rispetto alla configurazione attuale, dovuto principalmente all'allargamento della sezione nel tratto a monte della briglia di derivazione.

Il beneficio in termini di altezze del pelo libero è valutabile in circa 0.7 m; mentre le velocità rimangono sostanzialmente le stesse.

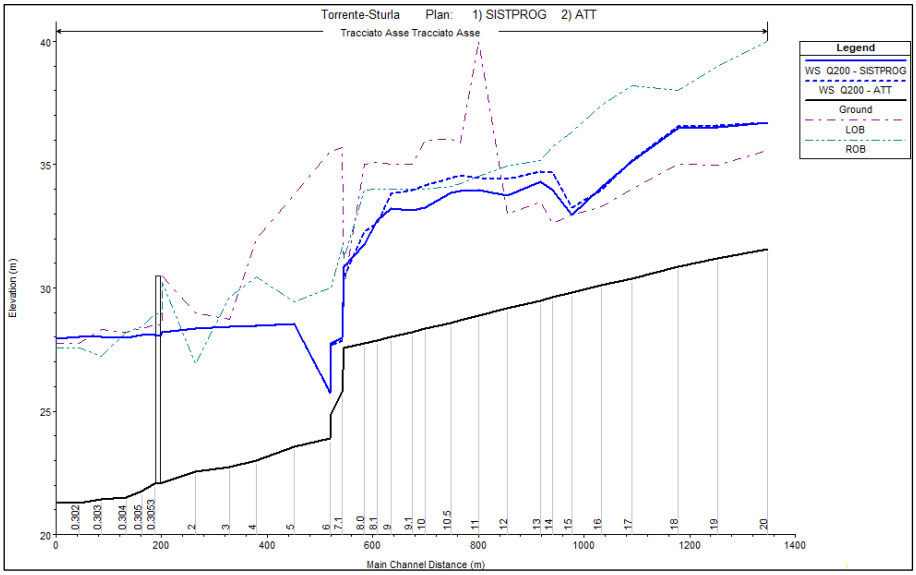


Figura 6-2: profilo di confronto progetto/attuale

Confronto Progetto Brizzolara / progetto ITEC

Il confronto con il progetto Brizzola mostra un sensibile miglioramento rispetto a quest'ultimo; anche in questo caso ciò è dovuto all'allargamento delle sezioni di deflusso nel tratto a monte della briglia in corrispondenza dell'area Re.Vetro.

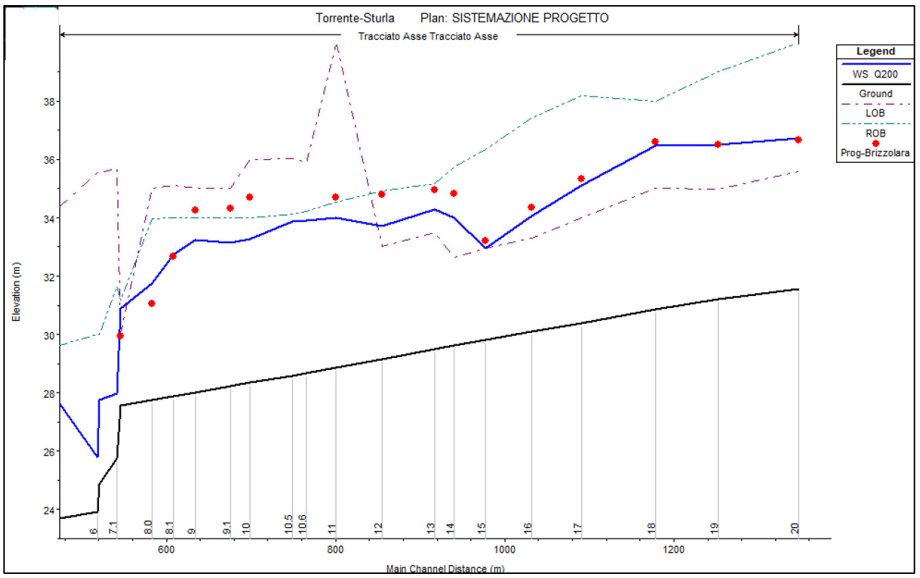


Figura 6-3: profilo di confronto progetto ITEC/Brizzolara

7 MODELLAZIONE BIDIMENSIONALE

Al fine di una maggior completezza di analisi è stata effettuata per il tratto in esame una verifica idraulica in moto bidimensionale nella configurazione di progetto, i cui risultati sono stati messi a confronto con quelli della modellazione effettuata per nel 2022 che ha condotto alla riperimetrazione delle fasce di inondabilità.

I risultati sono riportati nelle figure seguenti, da cui emerge il beneficio della sistemazione proposta.

Tutta l'area in sponda destra a monte della briglia di derivazione non risulta infatti più allagabile con un notevole miglioramento rispetto alla configurazione attuale in cui tale area è inserita in area P2.

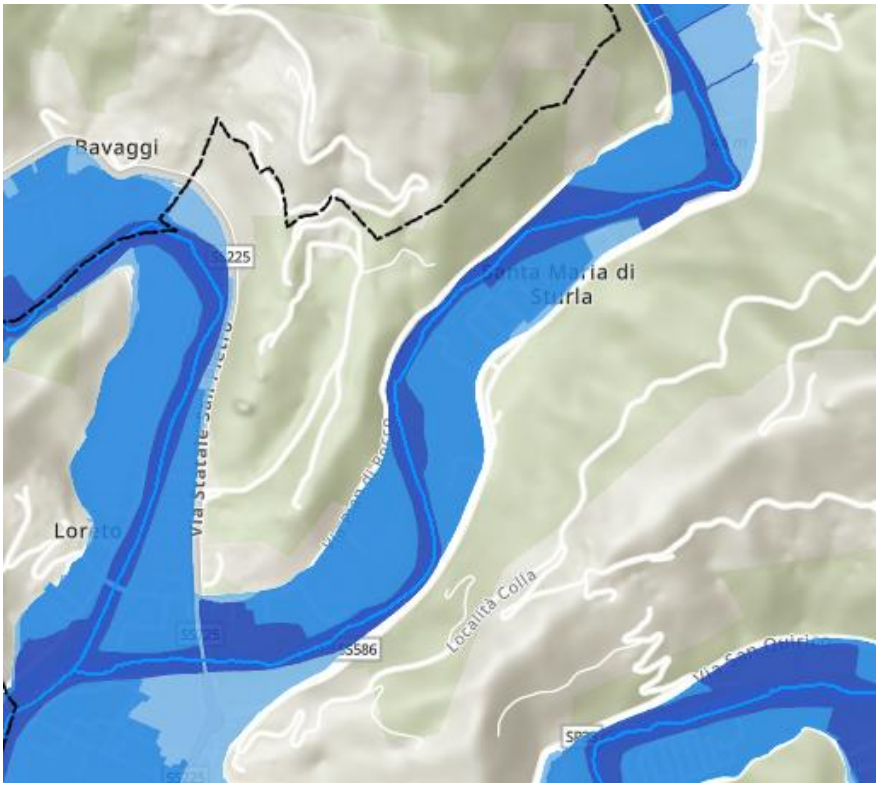


Figura 7-1: estratto PGRA - aree inondabili attuali

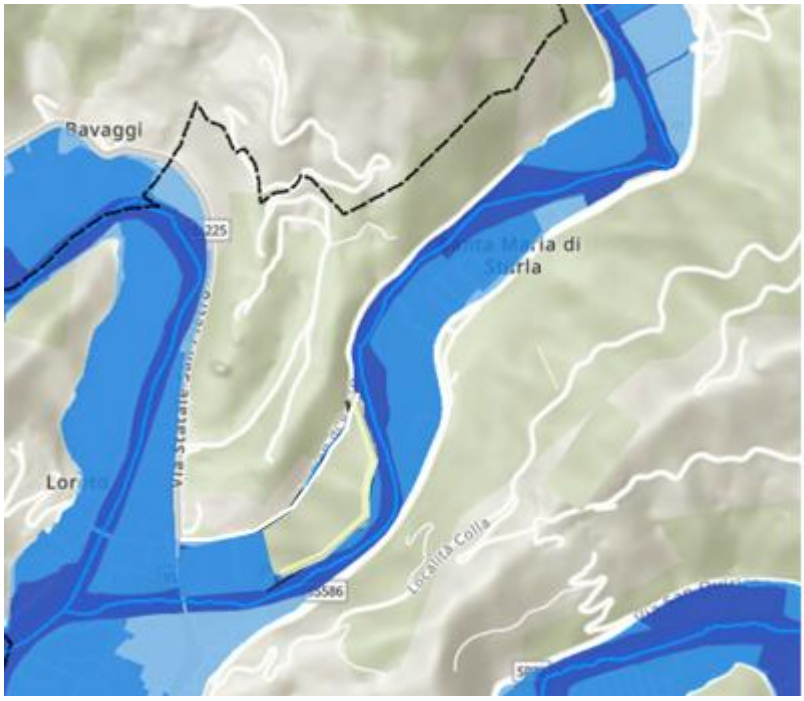


Figura 7-2: aree inondabili a seguito di progetto

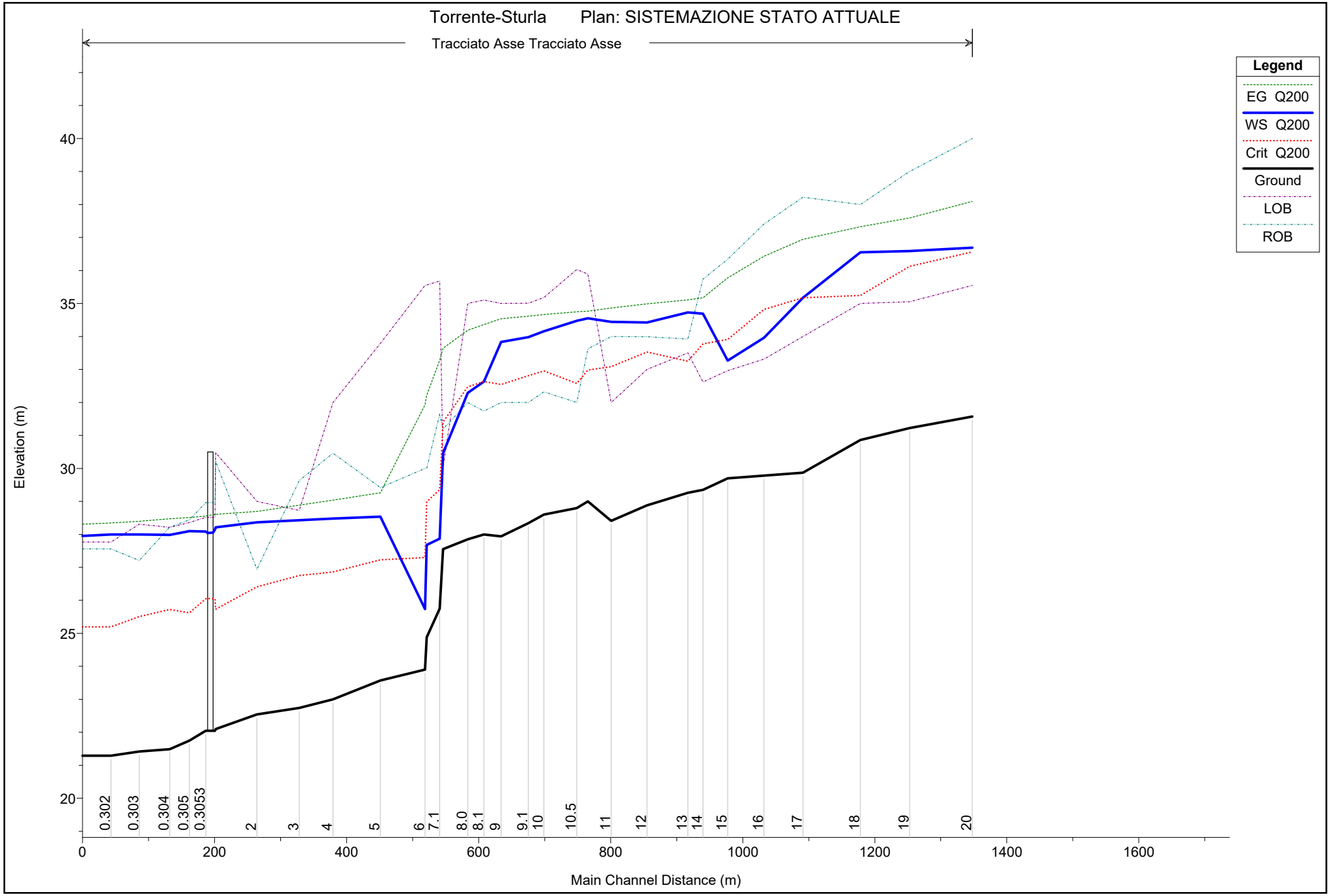
8 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il progetto di sistemazione proposto riguarda un tratto del torrente Sturla a monte della briglia di derivazione, prospiciente all'area di pertinenza Re.Vetro.

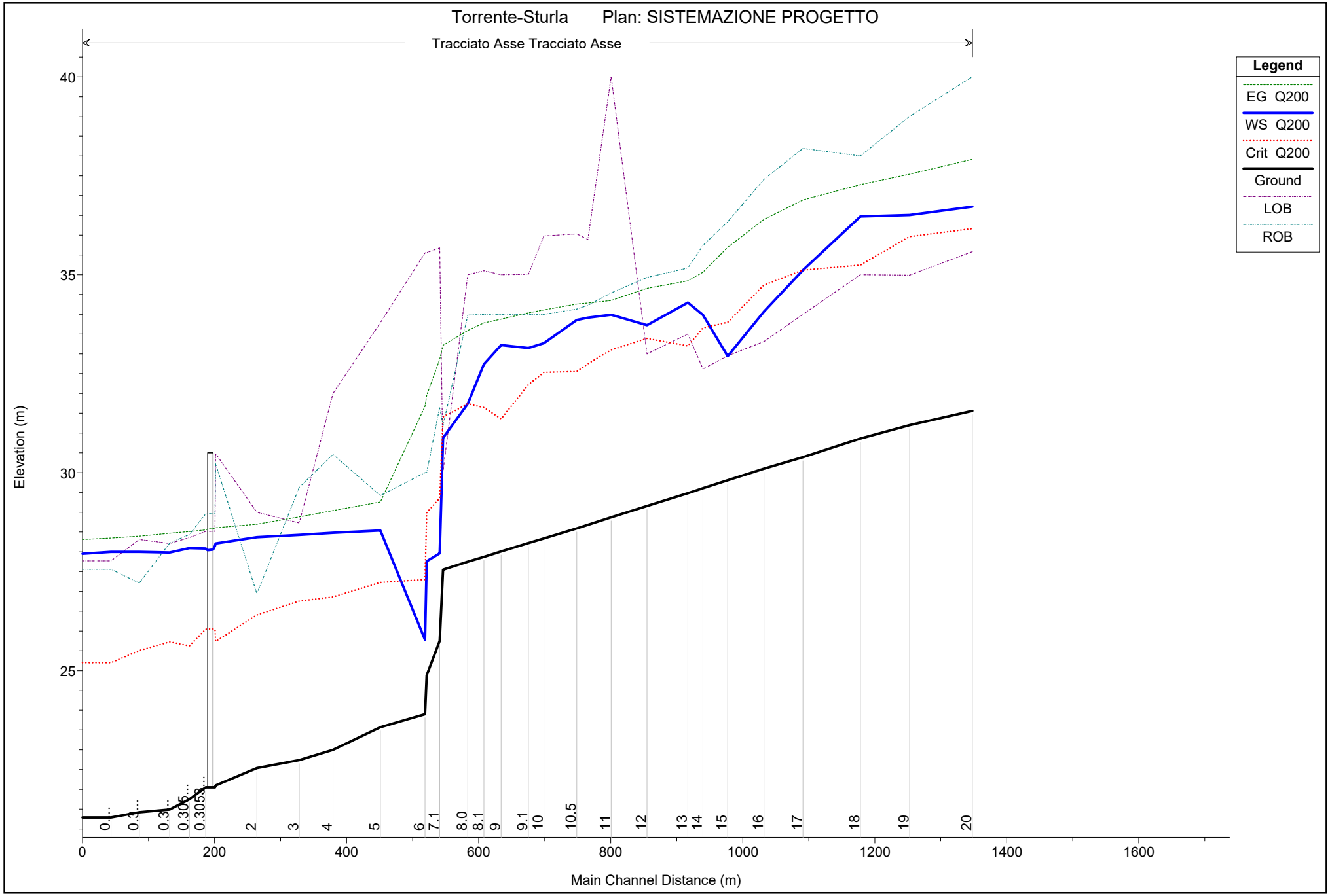
La sistemazione è coerente con il progetto preliminare di "*Messa in sicurezza del tratto di torrente Sturla ricompreso tra località Santa Maria di Sturla e la confluenza con il torrente Lavagna in comune di Carasco"* redatto nel 2015 dallo Studio Brizzolara-Sturla e oggetto di parere favorevole del Comitato Tecnico di Bacino n. 13/2016 espresso nella seduta del 16/06/2016.

Le verifiche idrauliche hanno mostrato che l'intervento in progetto induce un sensibile beneficio rispetto alla configurazione attuale sia in termini di altezza del pelo libero che di riduzione delle aree inondabili.

ALLEGATO A
Verifiche idrauliche

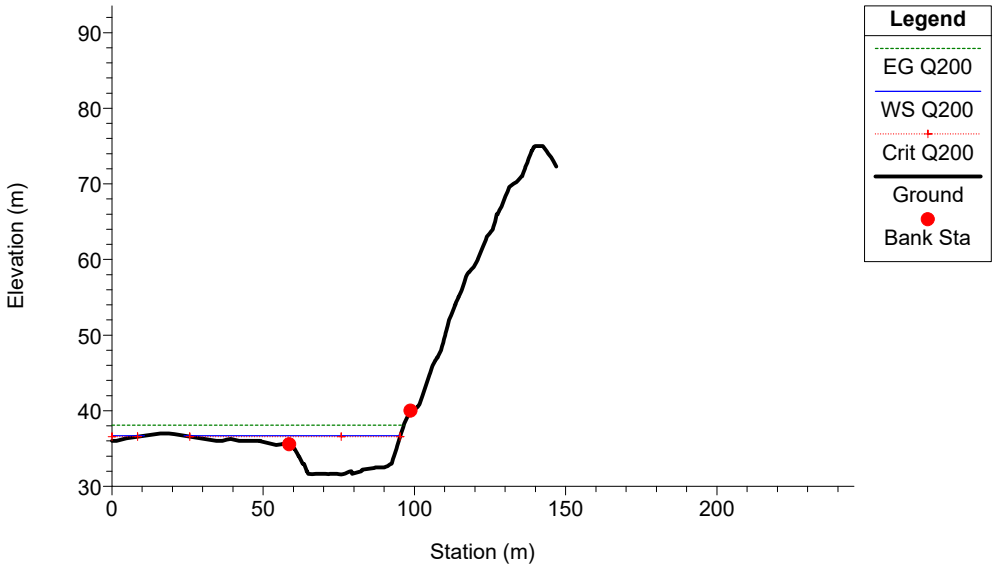


1 cm Horiz. = 75 m 1 cm Vert. = 1.5 m

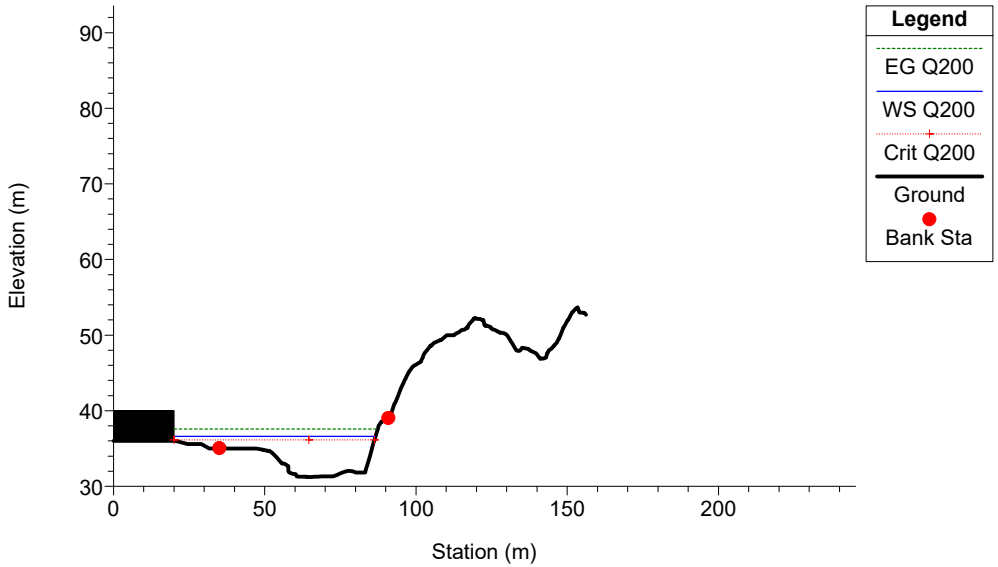


1 cm Horiz. = 75 m 1 cm Vert. = 1.25 m

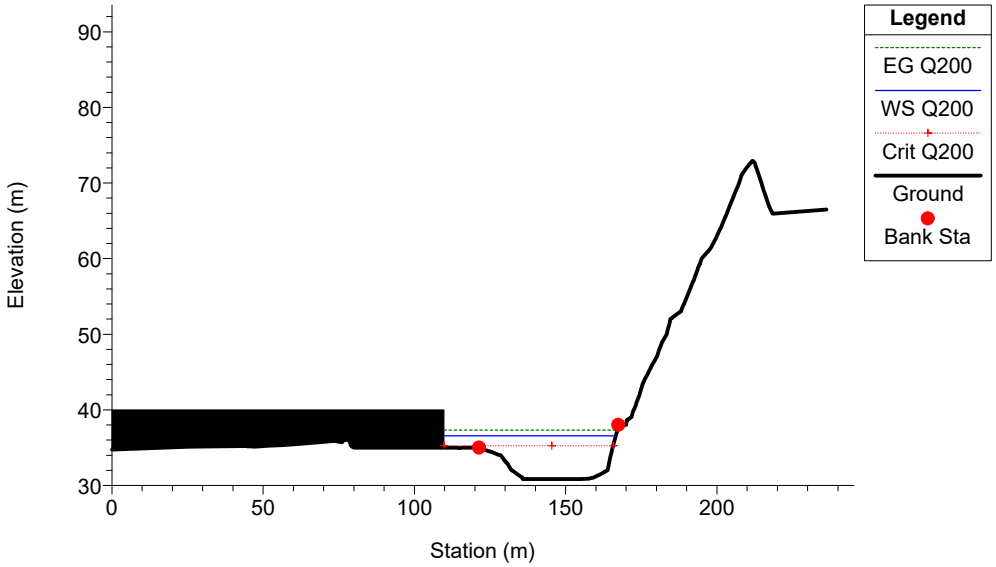
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE
0.82



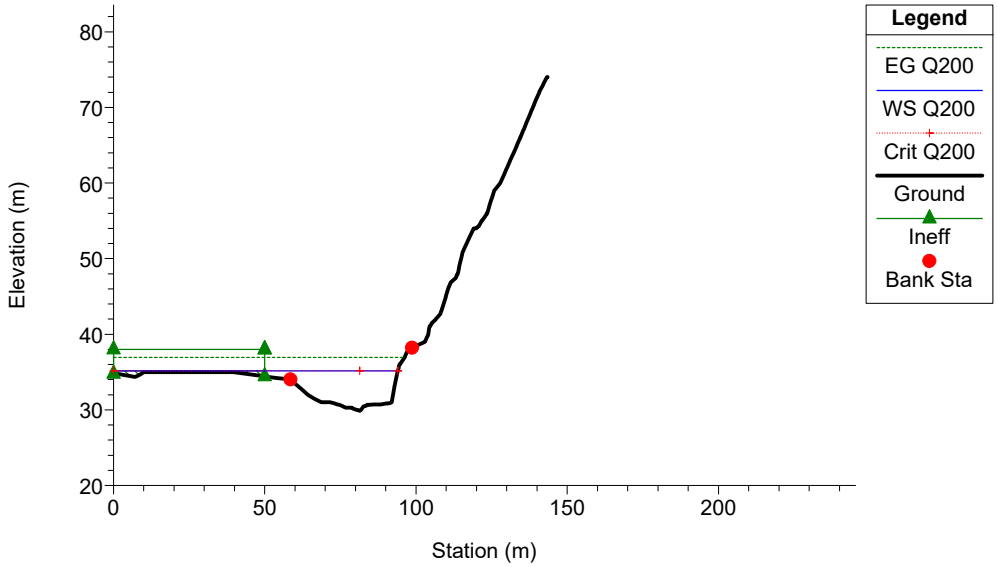
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE
95.72



Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE
170.31-da vedere

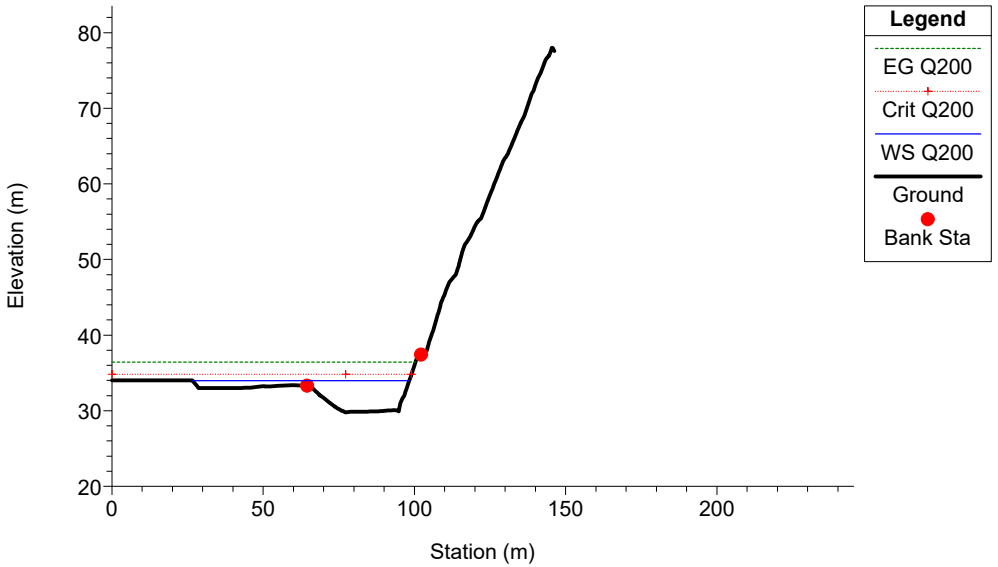


Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE
257.49

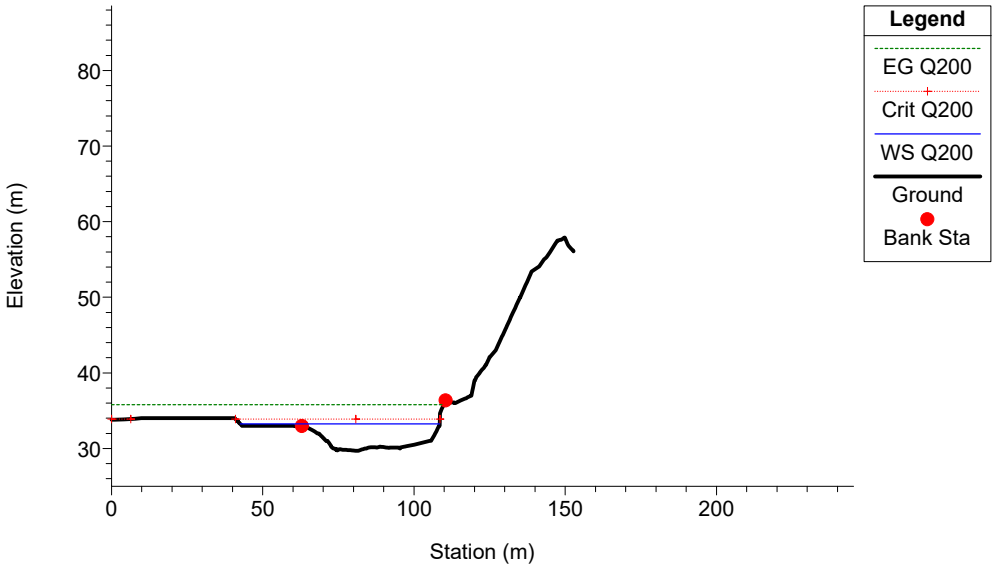


1 cm Horiz. = 25 m 1 cm Vert. = 10 m

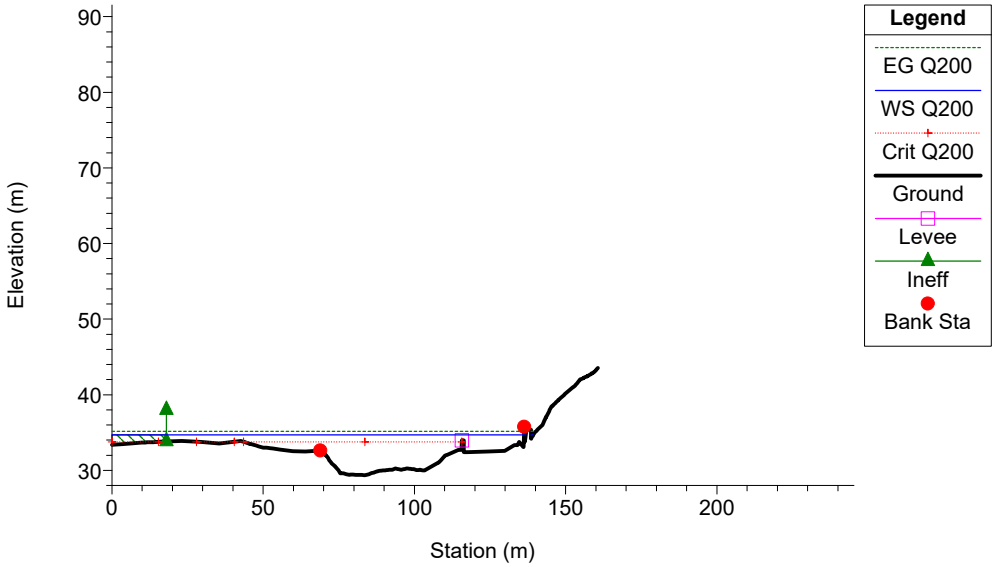
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE
316.54



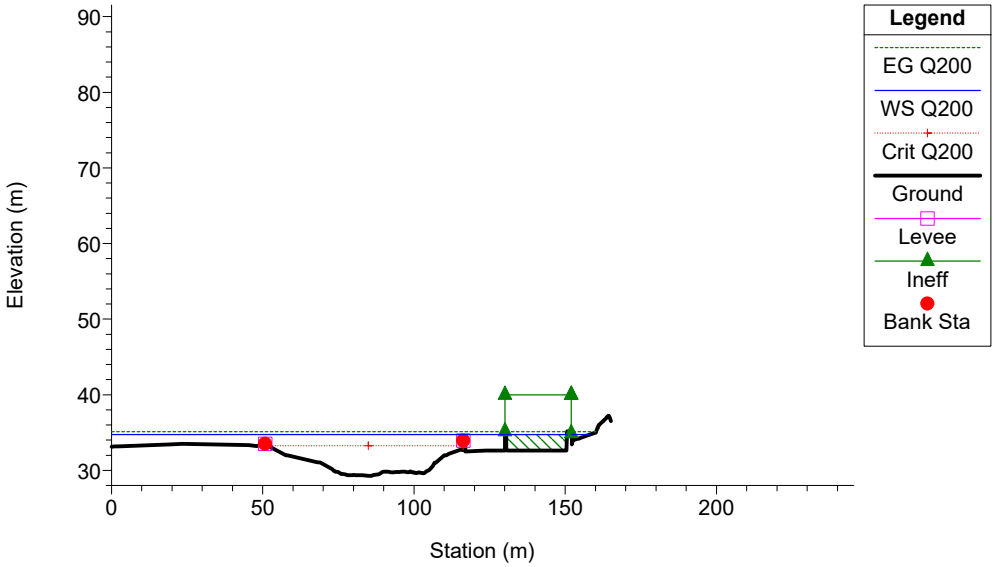
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE
371.48



Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE
408.85

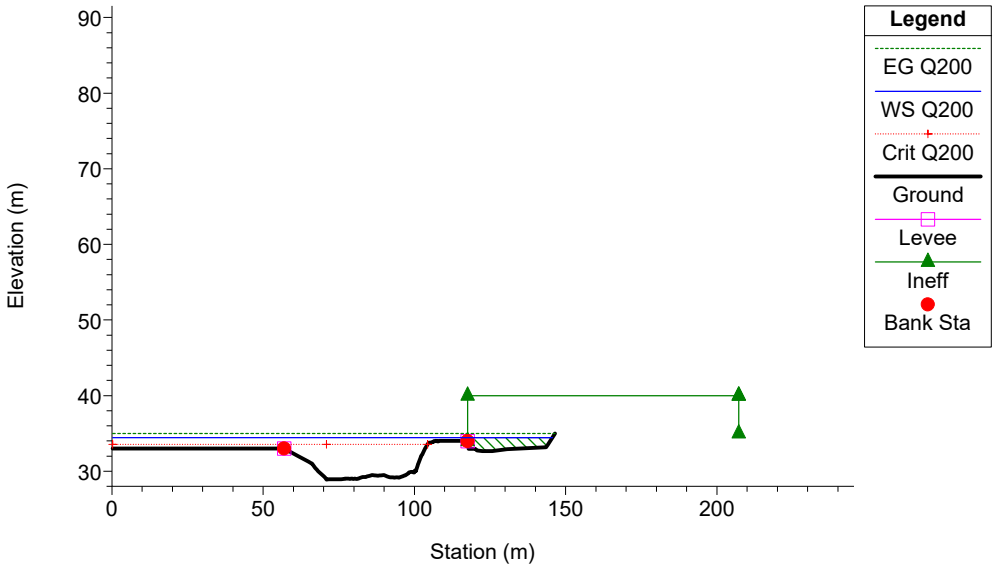


Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE
431.86

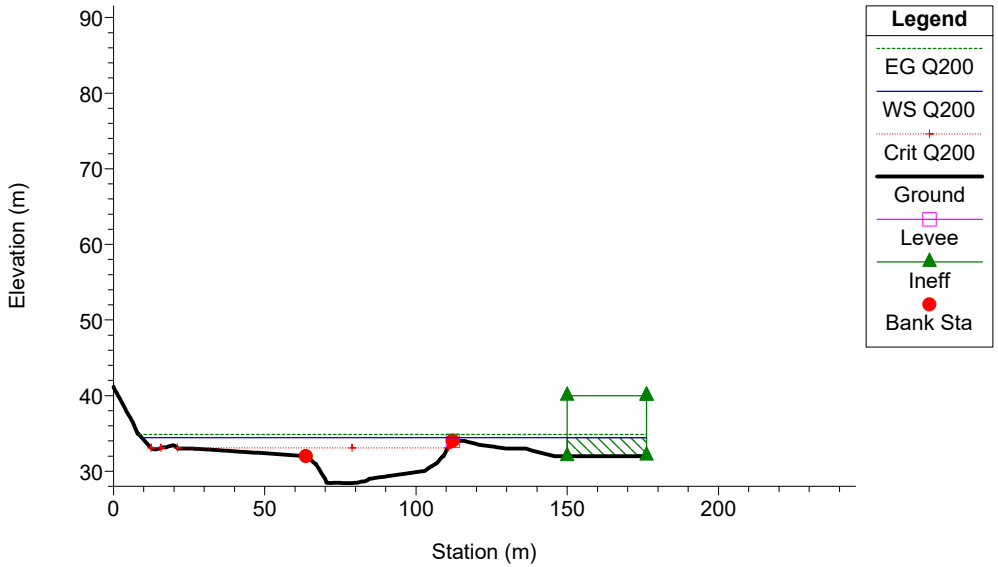


1 cm Horiz. = 25 m 1 cm Vert. = 10 m

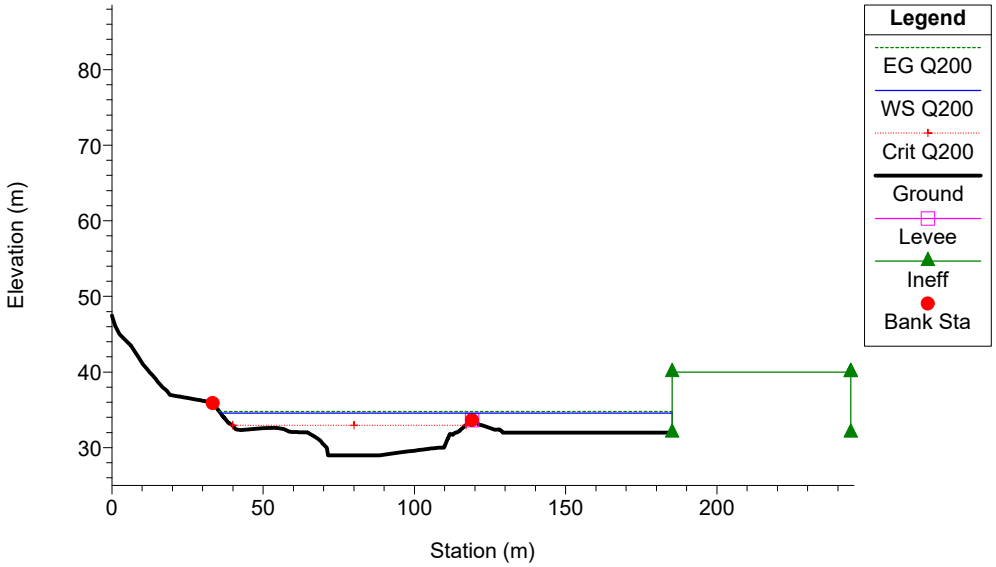
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE
493.54



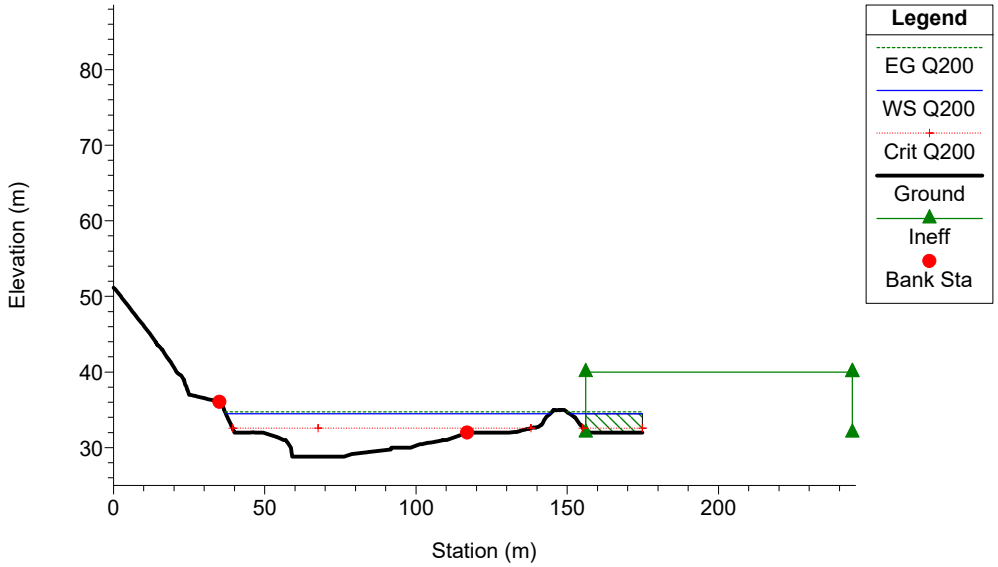
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE
548.04



Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE
583.21

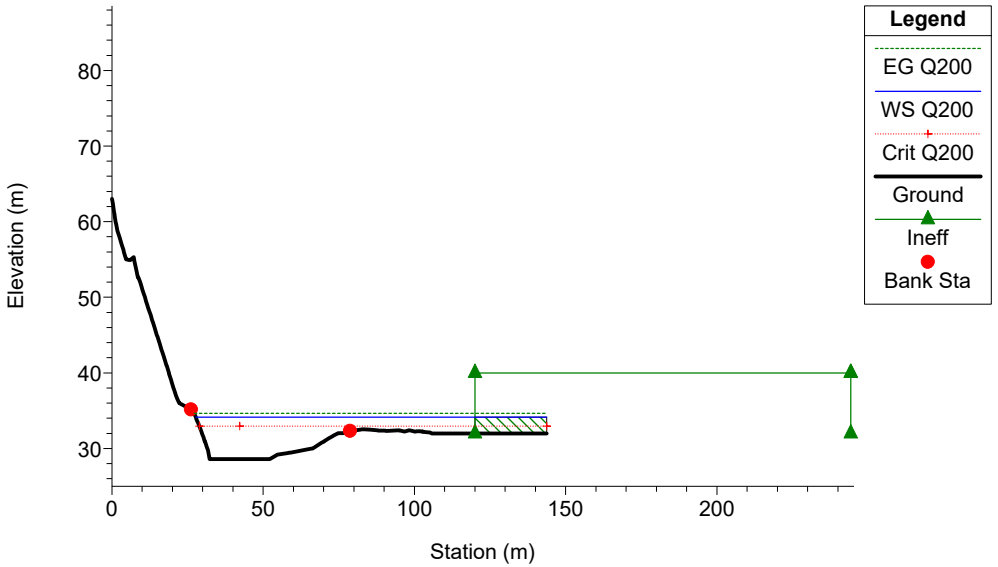


Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE
600.0

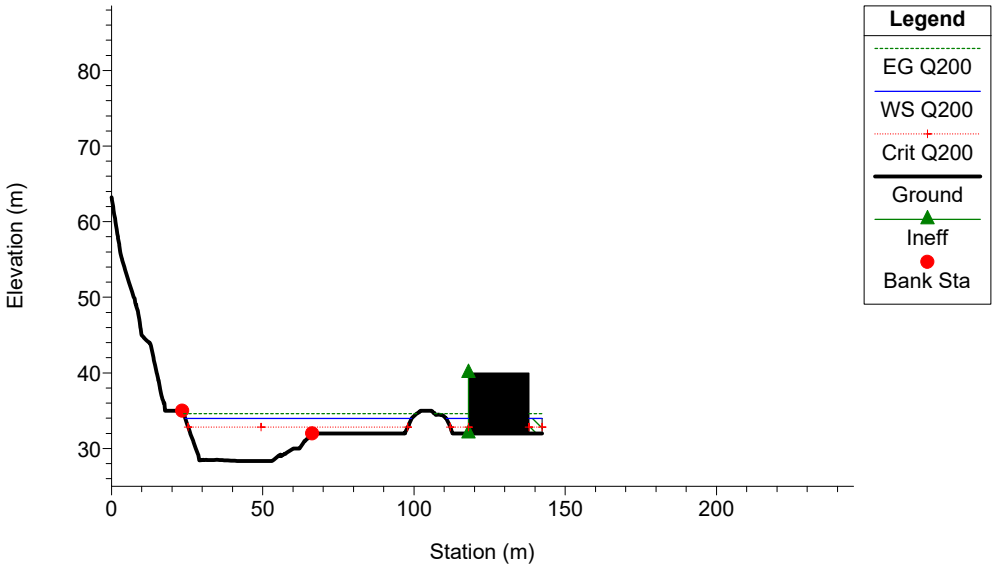


1 cm Horiz. = 25 m 1 cm Vert. = 10 m

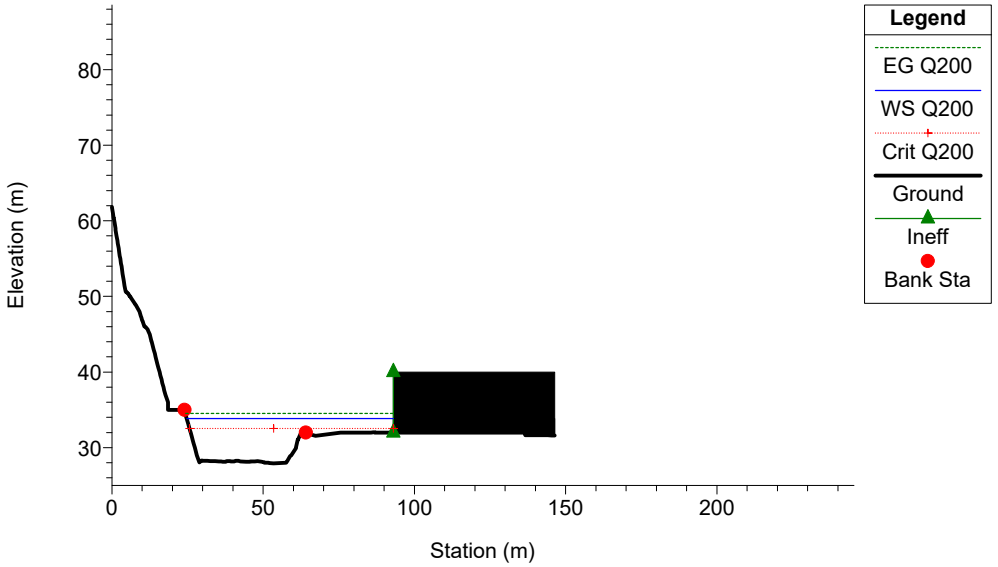
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE
650



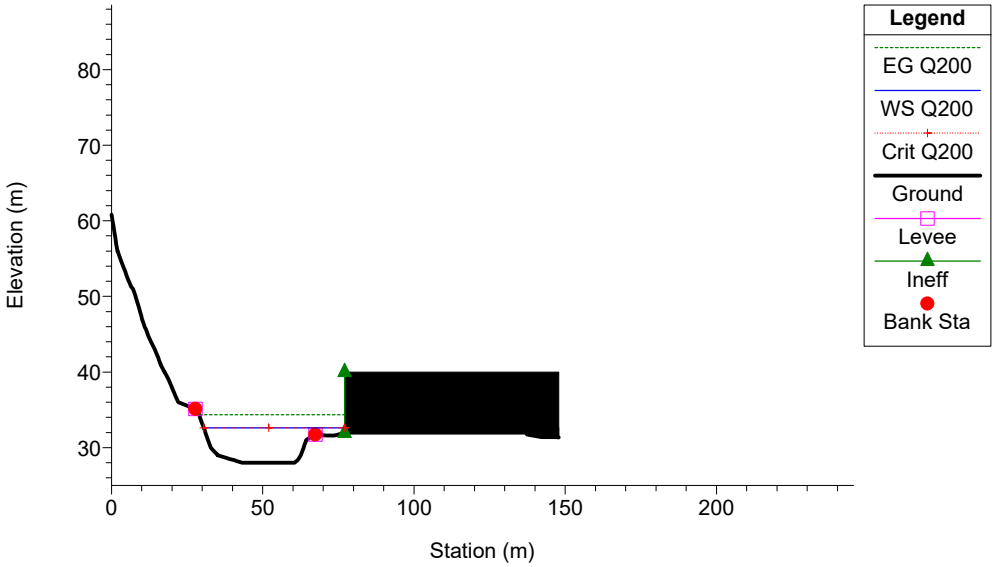
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE
673.2 - Revetro



Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE
715.145-Revetro



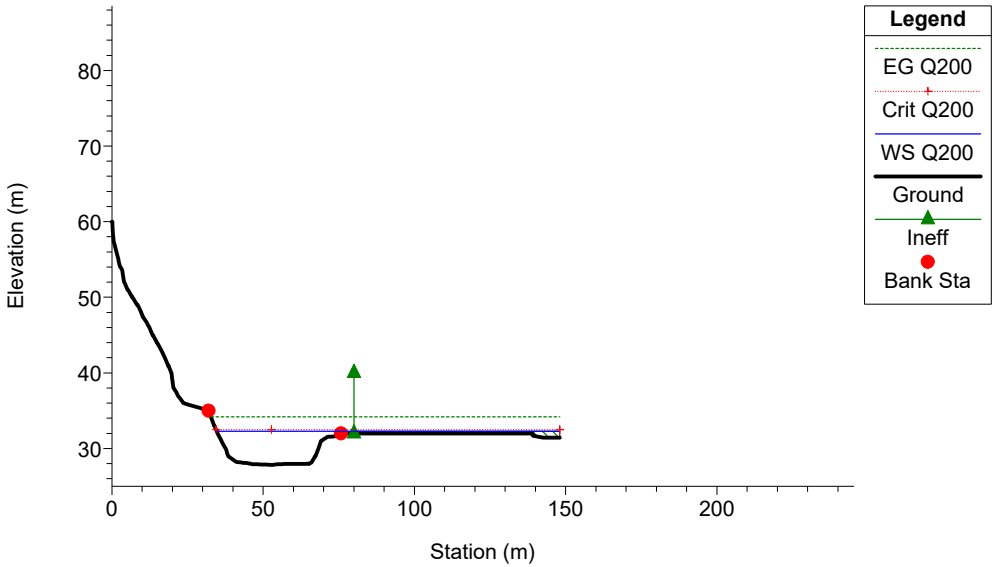
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE
741.2-Revetro



1 cm Horiz. = 25 m 1 cm Vert. = 10 m

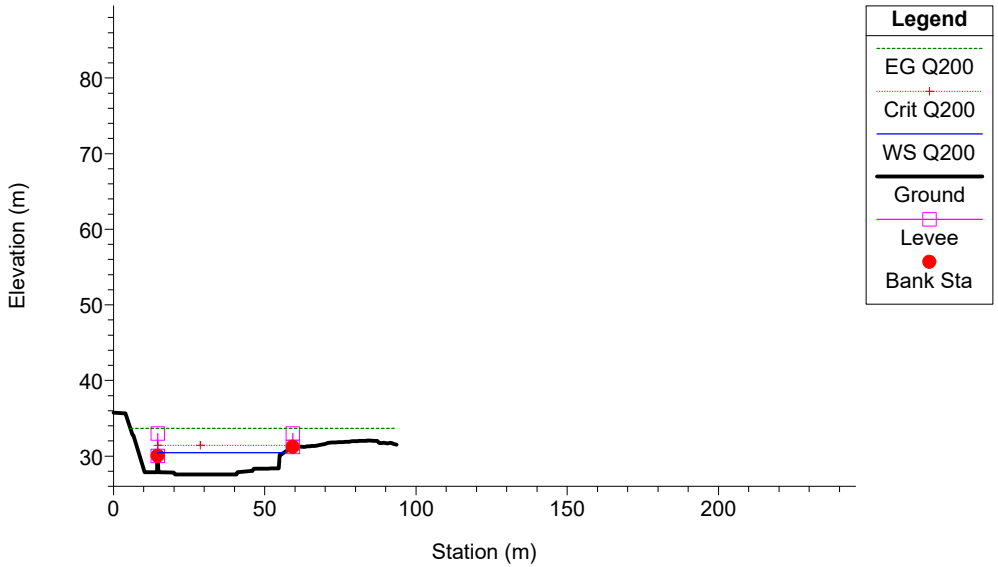
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE

765.69 -Revetro



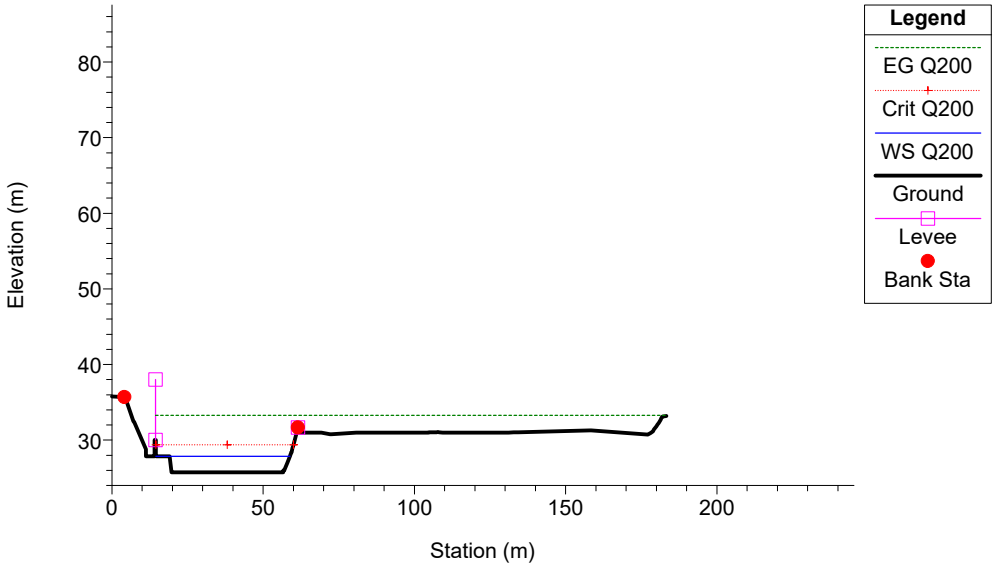
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE

803.64 - BRIGLIA M



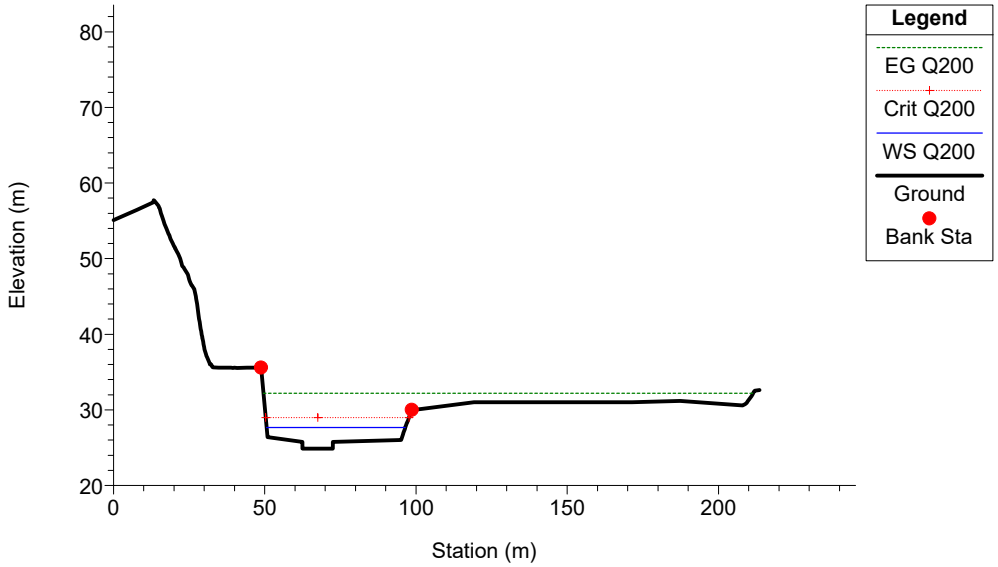
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE

810.46 - BRIGLIA V



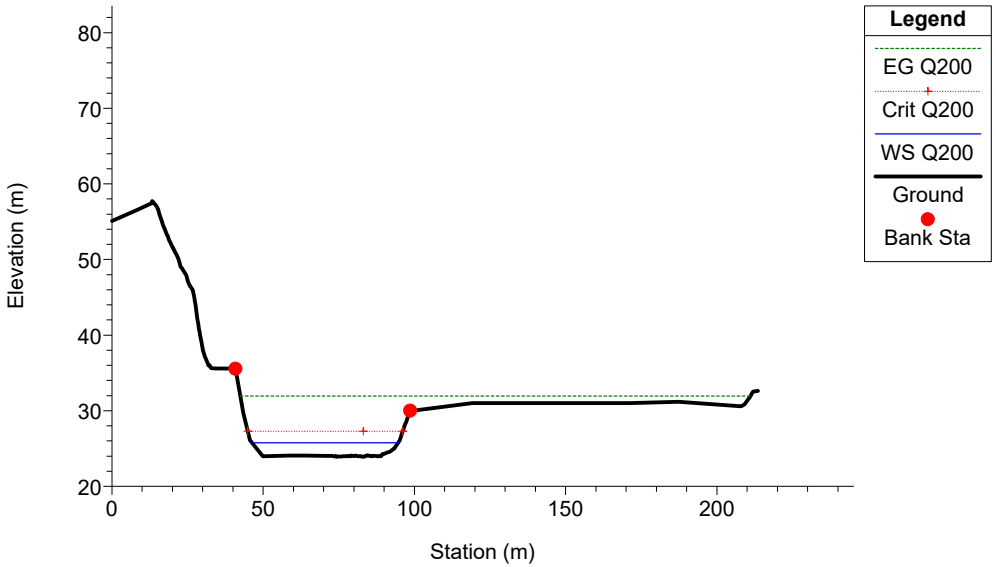
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE

827.99

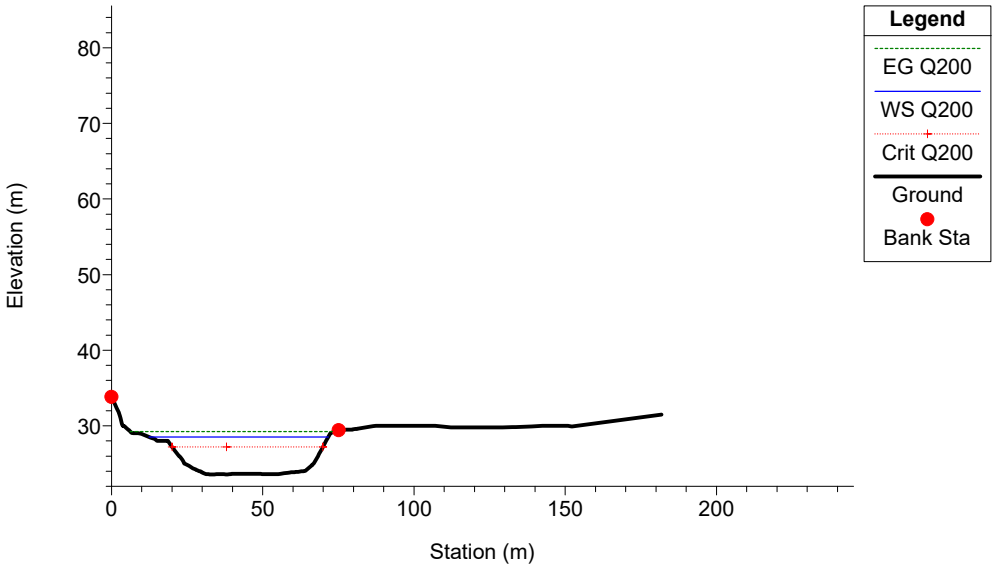


1 cm Horiz. = 25 m 1 cm Vert. = 10 m

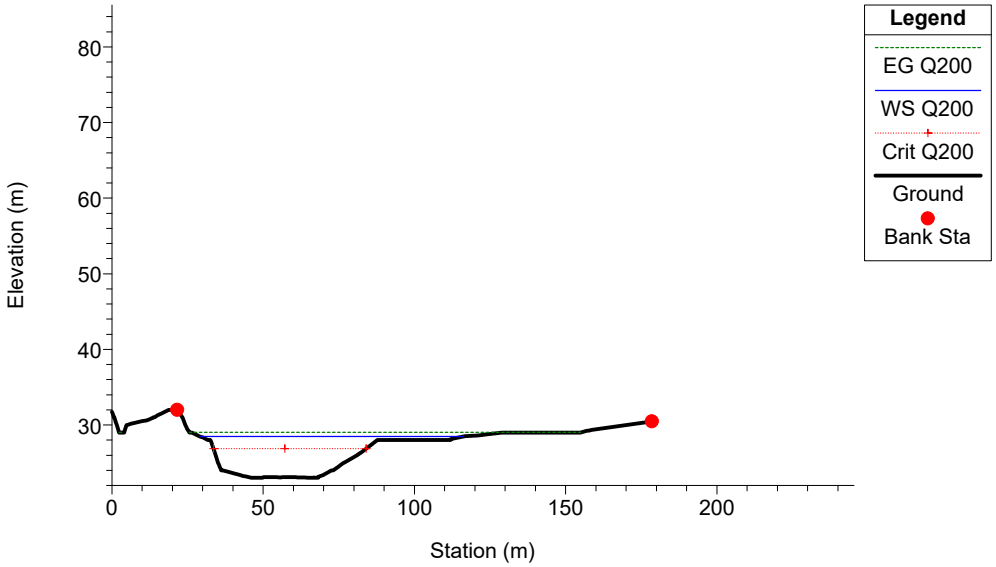
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE
830.52



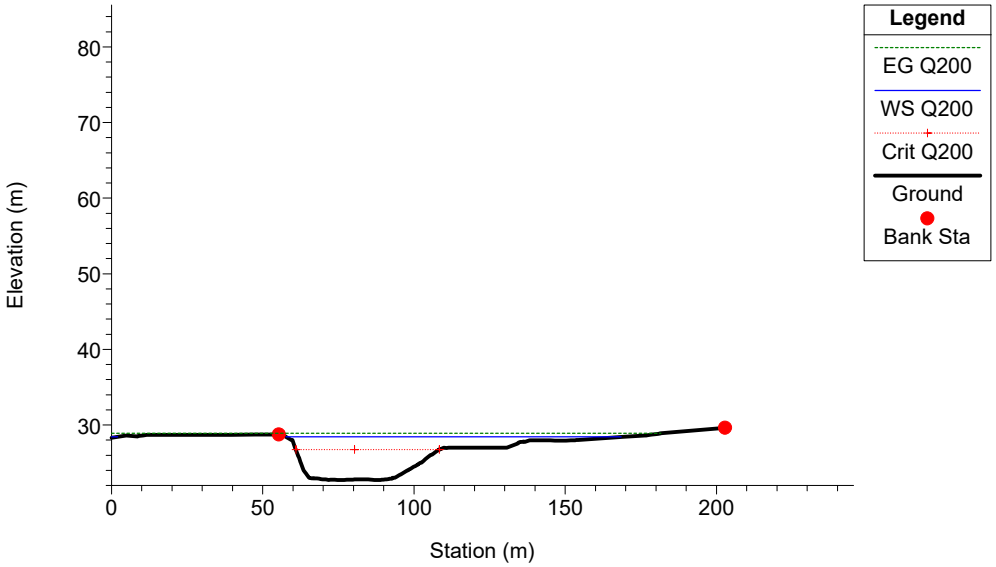
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE
898.01



Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE
969.84

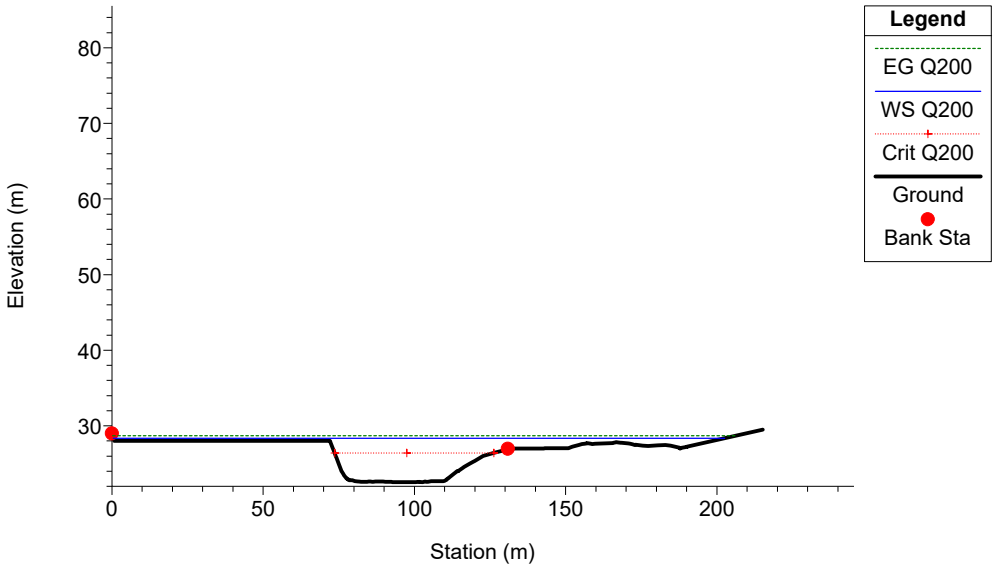


Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE
1020.85

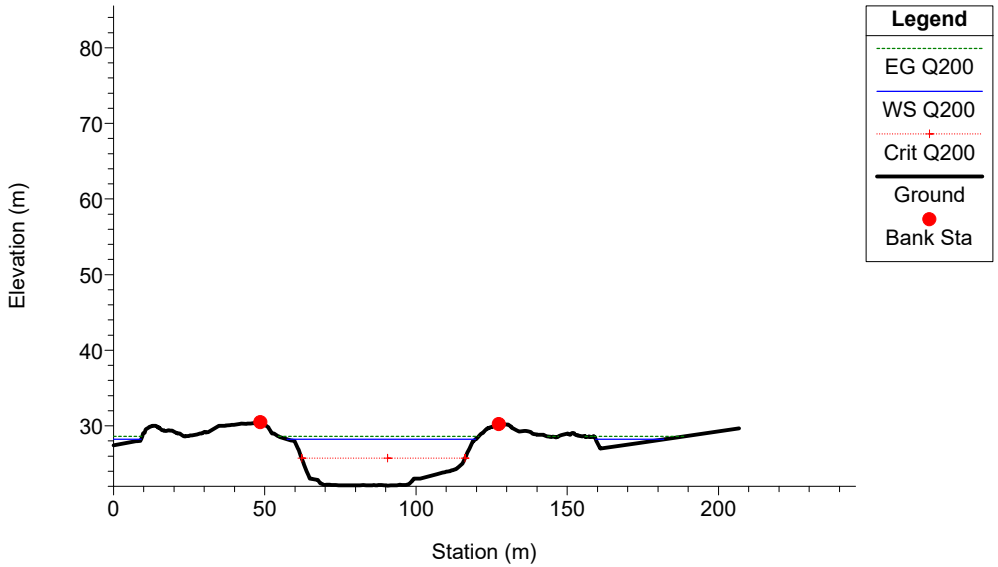


1 cm Horiz. = 25 m 1 cm Vert. = 10 m

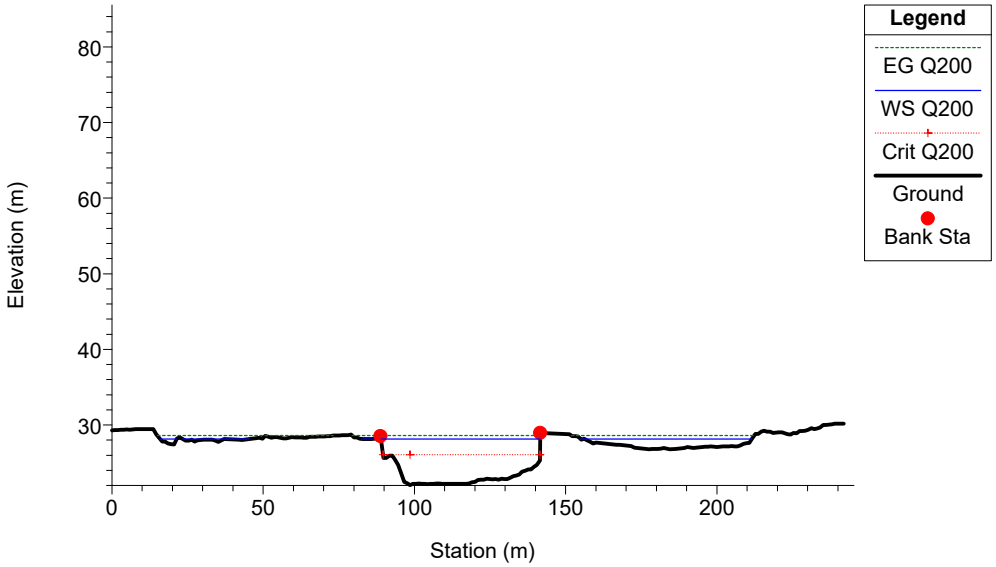
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE
1084.95



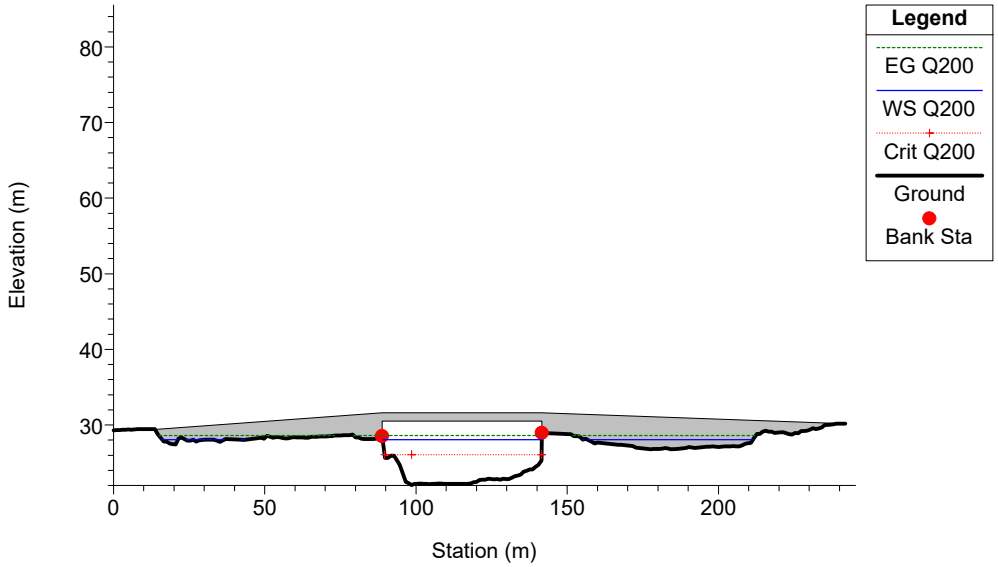
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE
1147.56



Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE

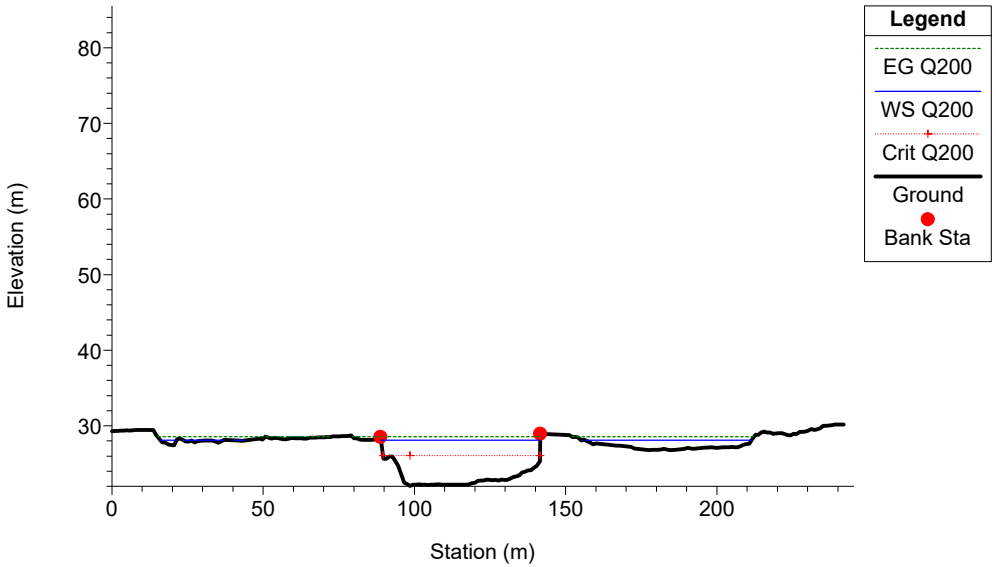


Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE

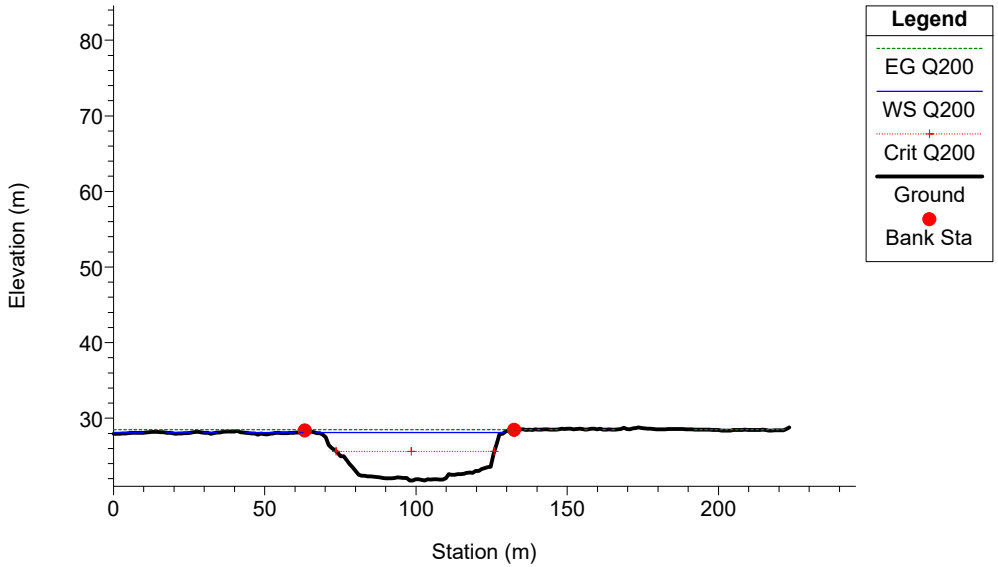


1 cm Horiz. = 25 m 1 cm Vert. = 10 m

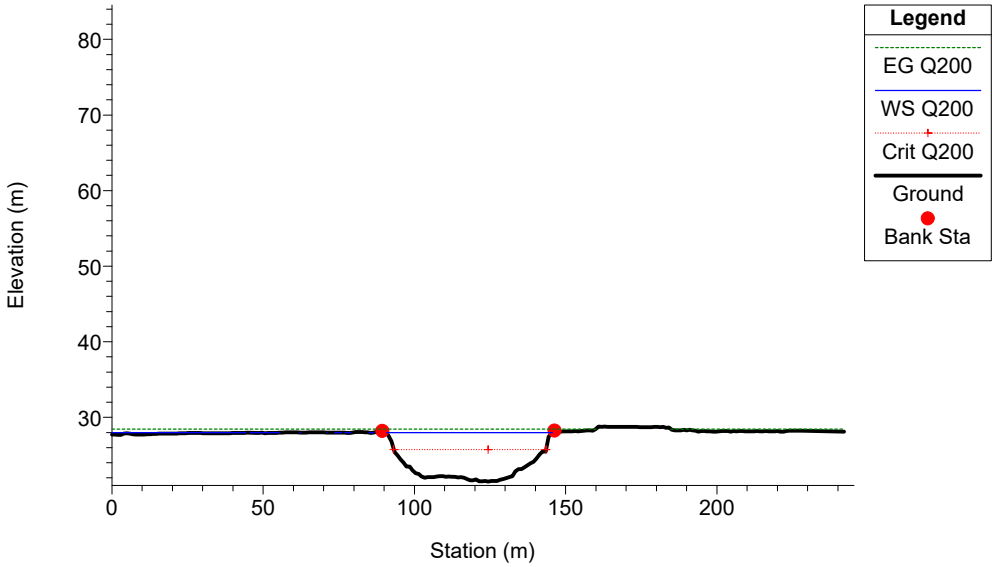
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE



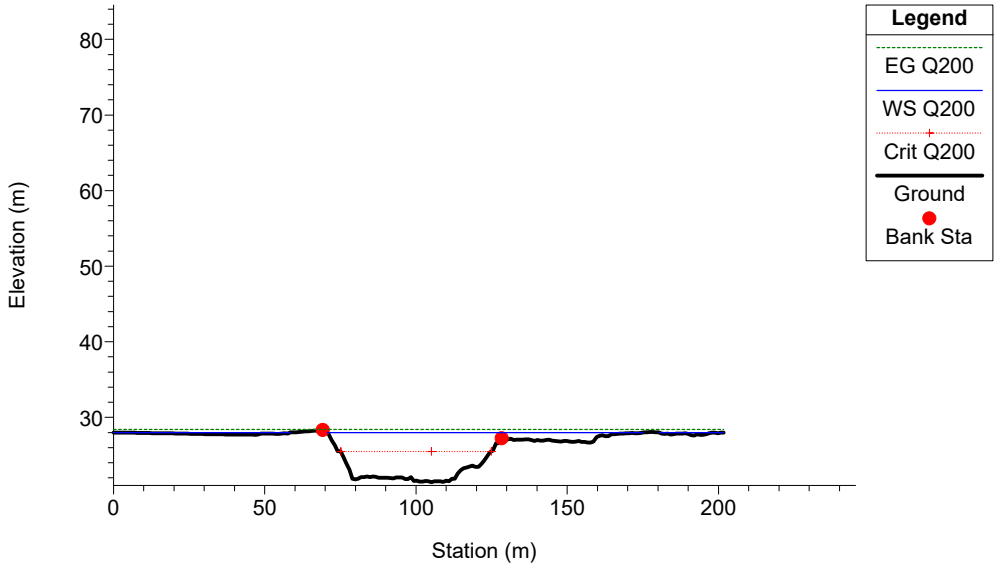
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE



Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE

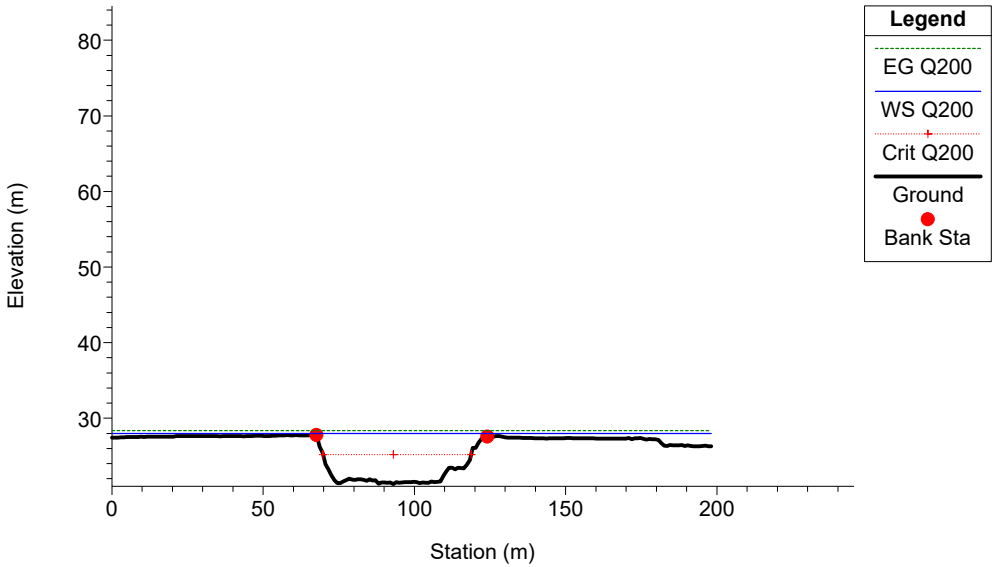


Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE

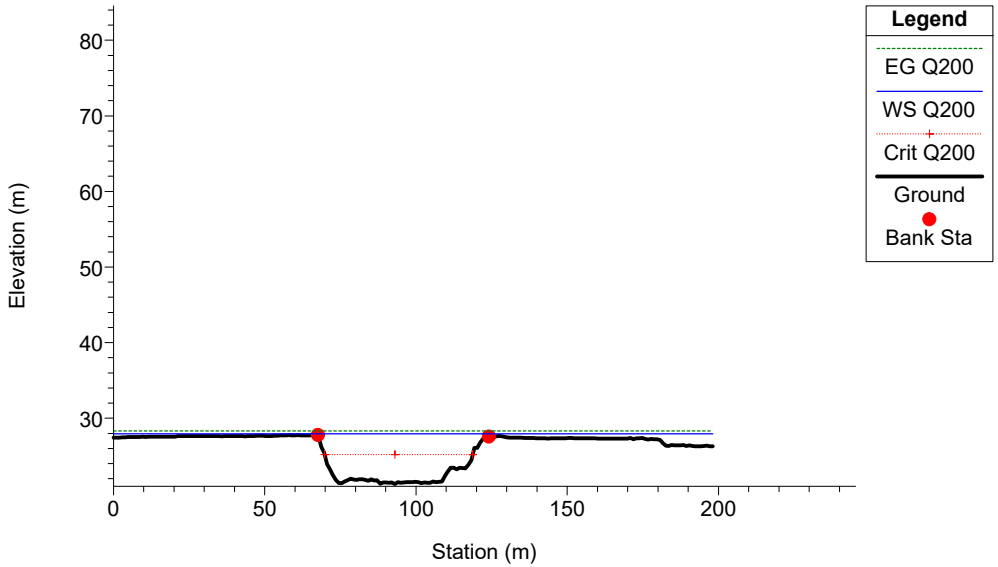


1 cm Horiz. = 25 m 1 cm Vert. = 10 m

Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE

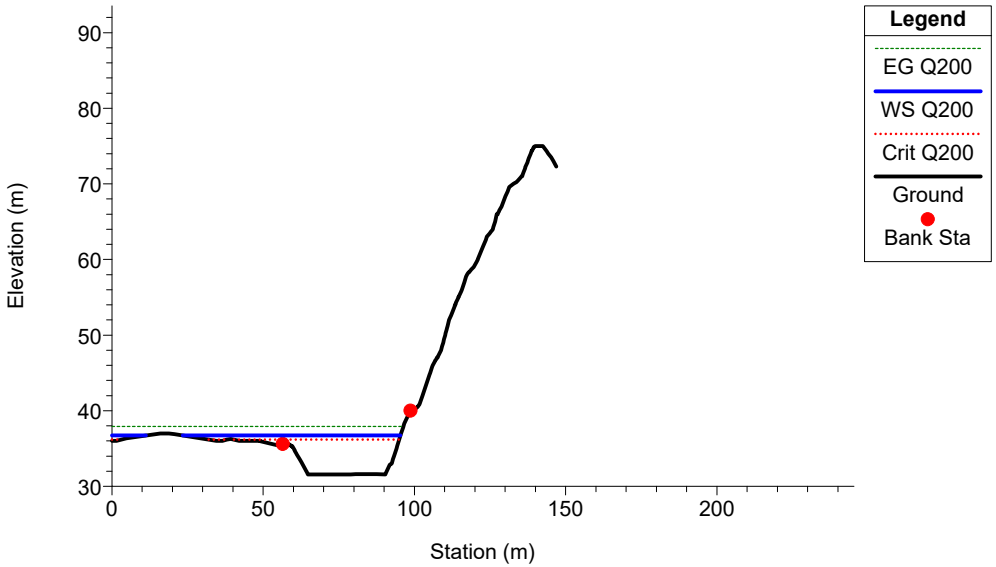


Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE STATO ATTUALE

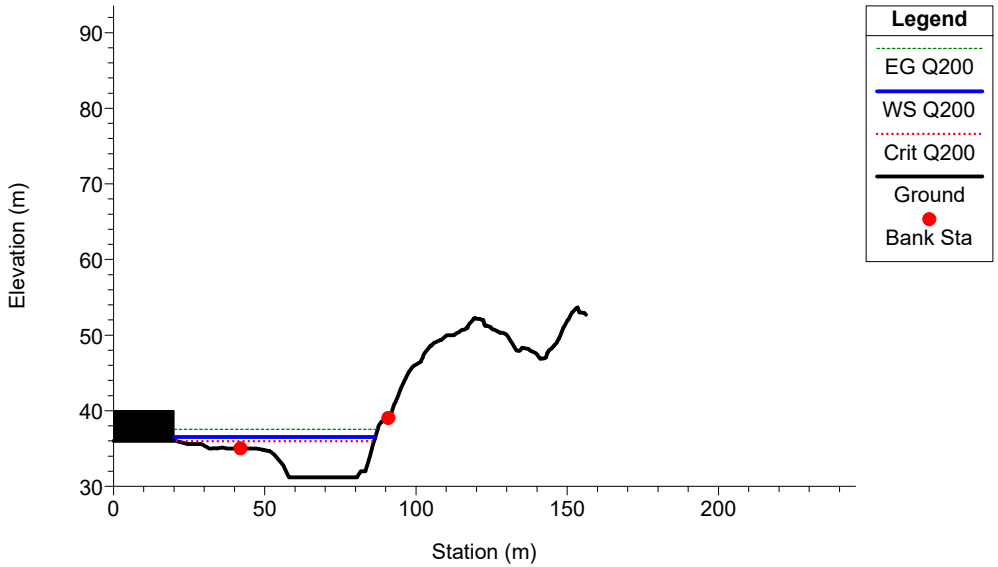


1 cm Horiz. = 25 m 1 cm Vert. = 10 m

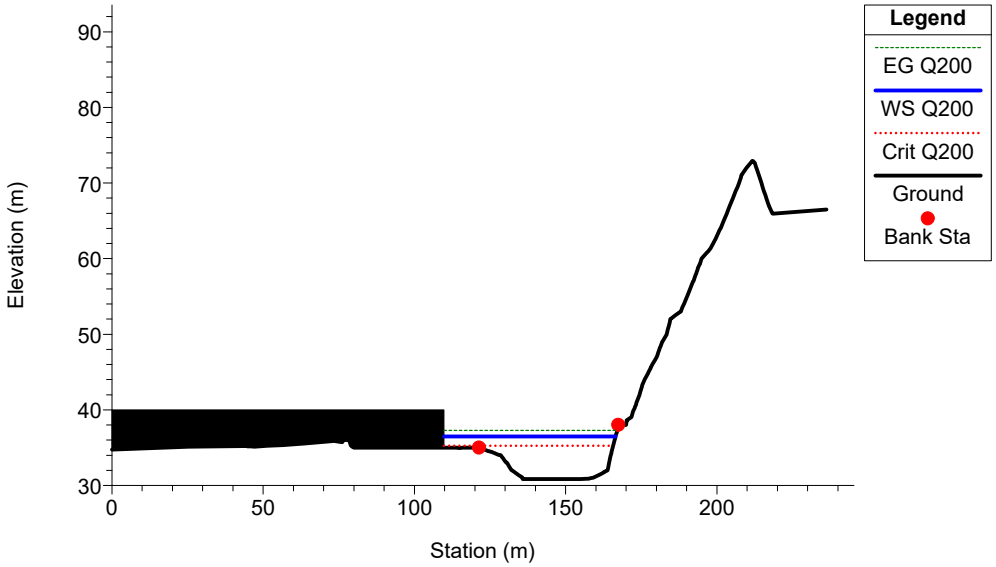
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
0.82



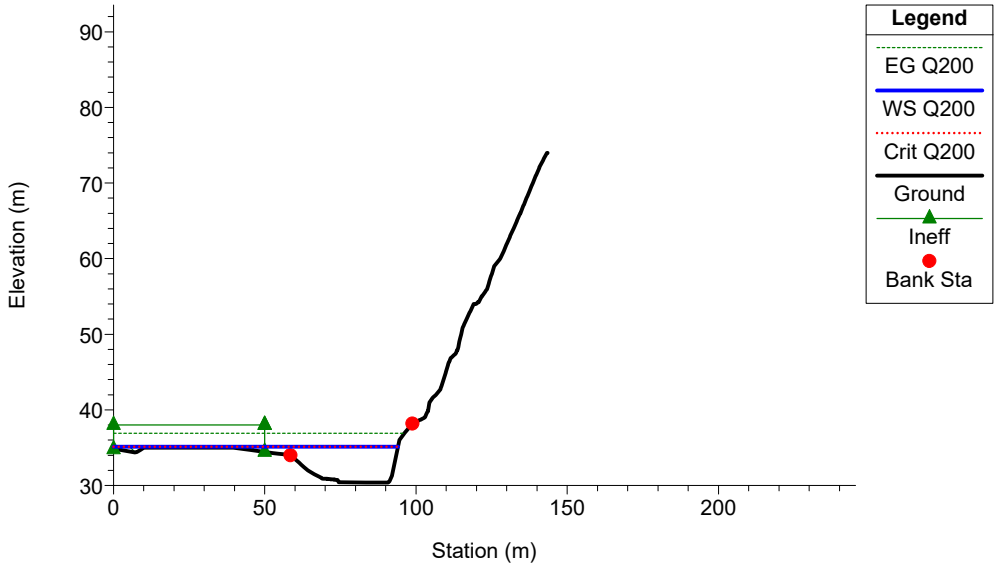
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
95.72



Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
170.31

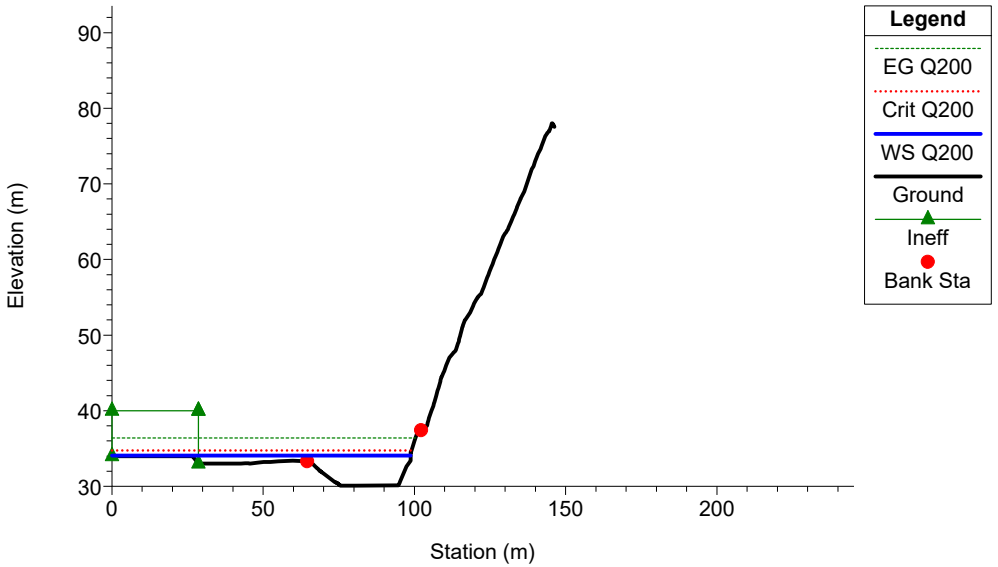


Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
257.49

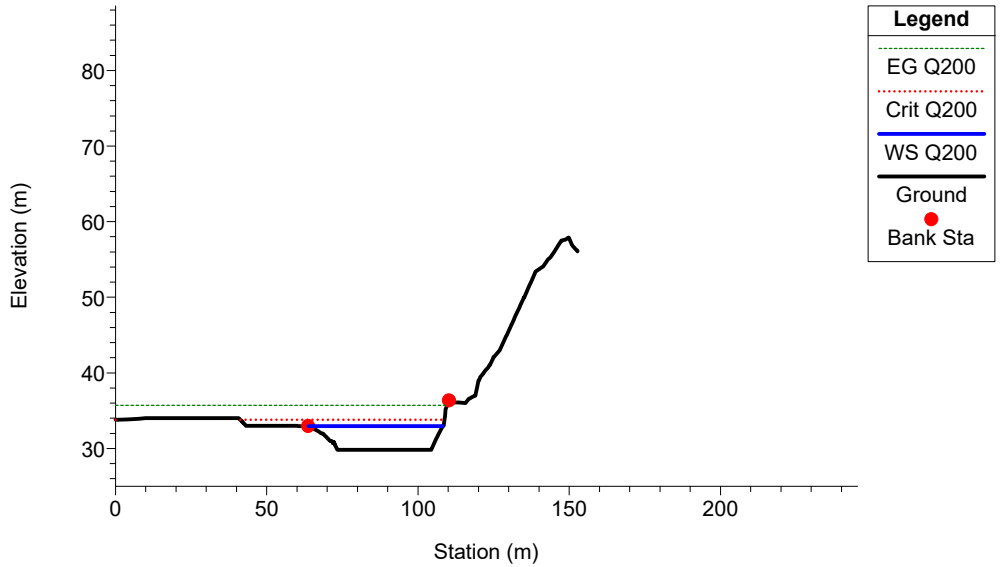


1 cm Horiz. = 25 m 1 cm Vert. = 10 m

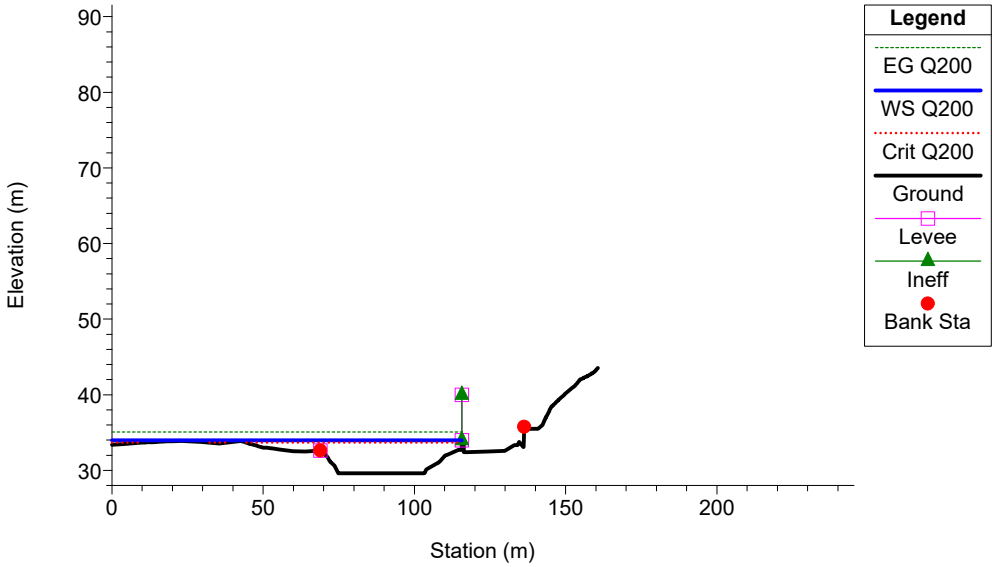
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
316.54



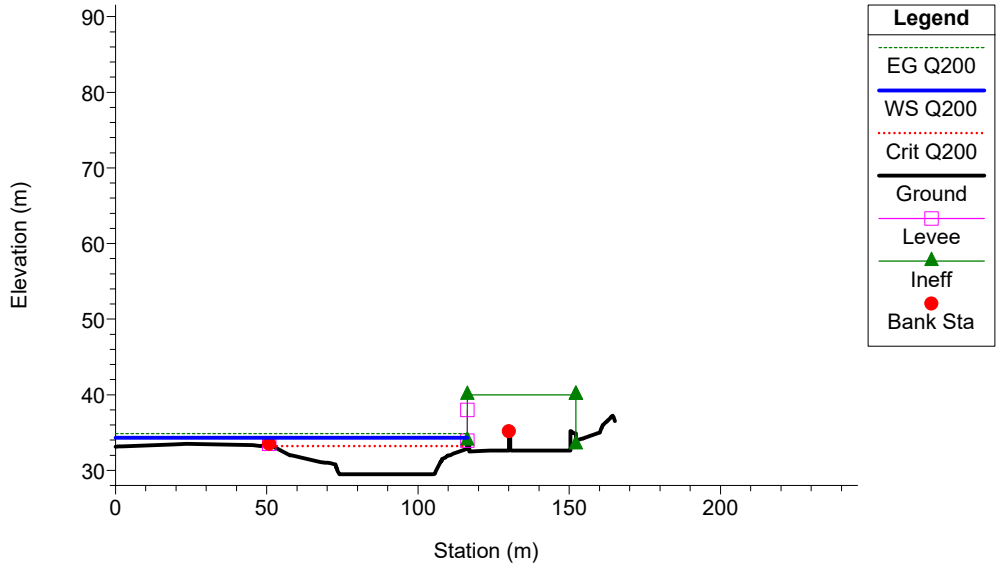
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
371.48



Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
408.85

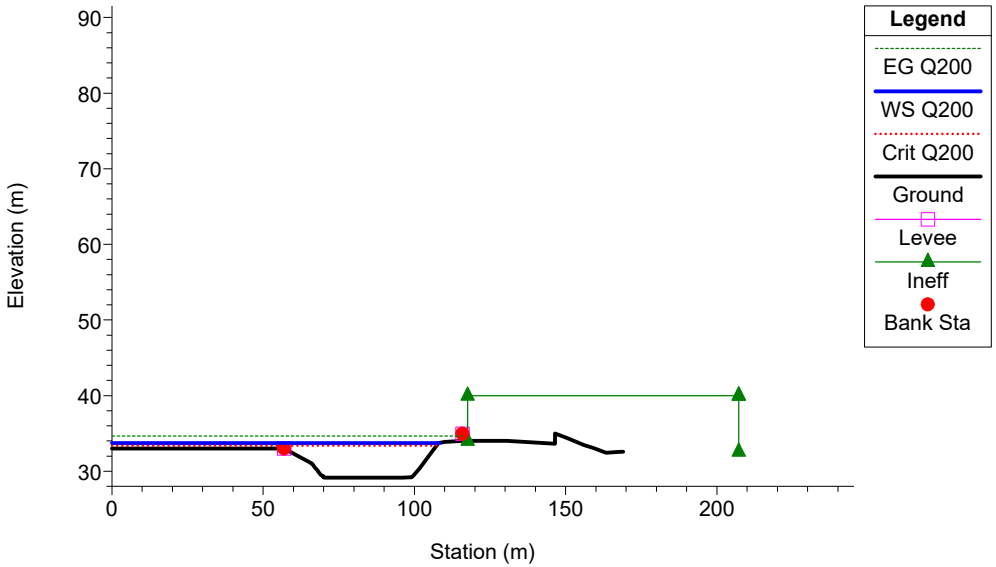


Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
431.86

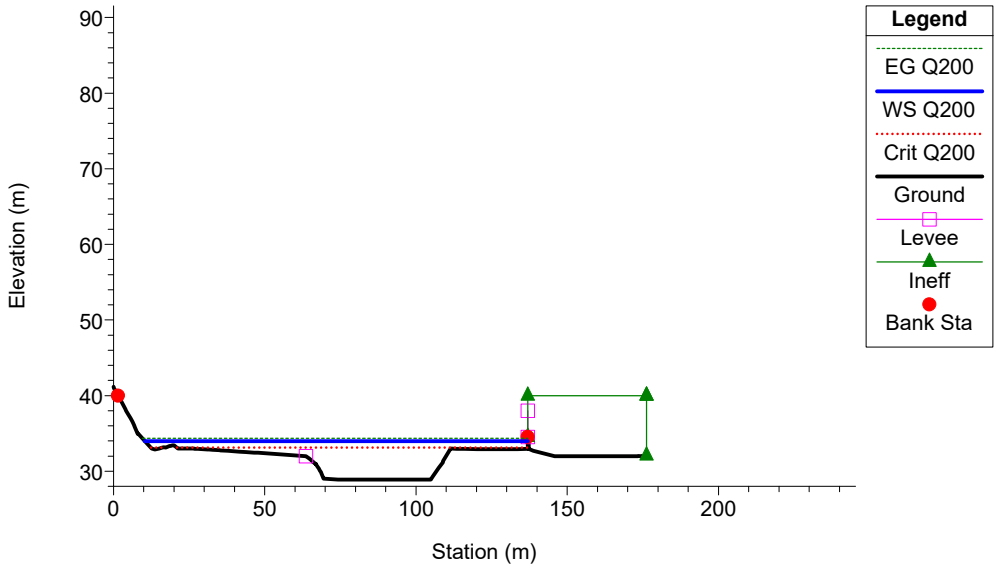


1 cm Horiz. = 25 m 1 cm Vert. = 10 m

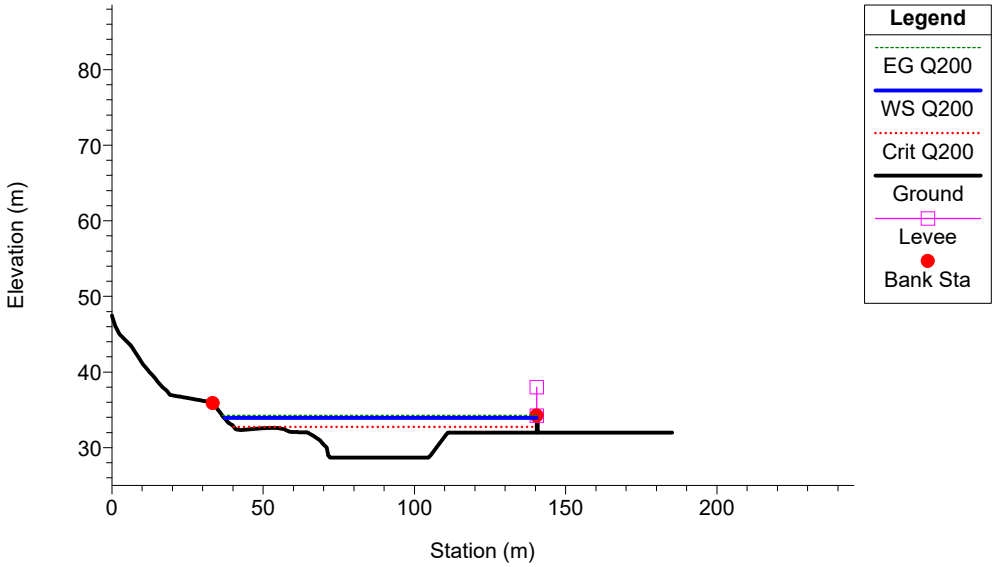
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
493.54



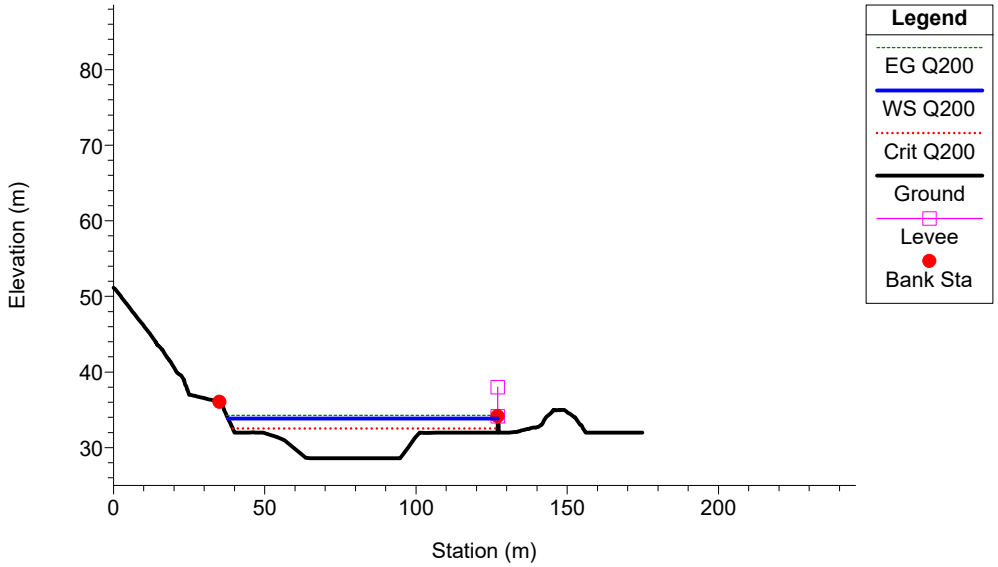
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
548.04



Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
583.21

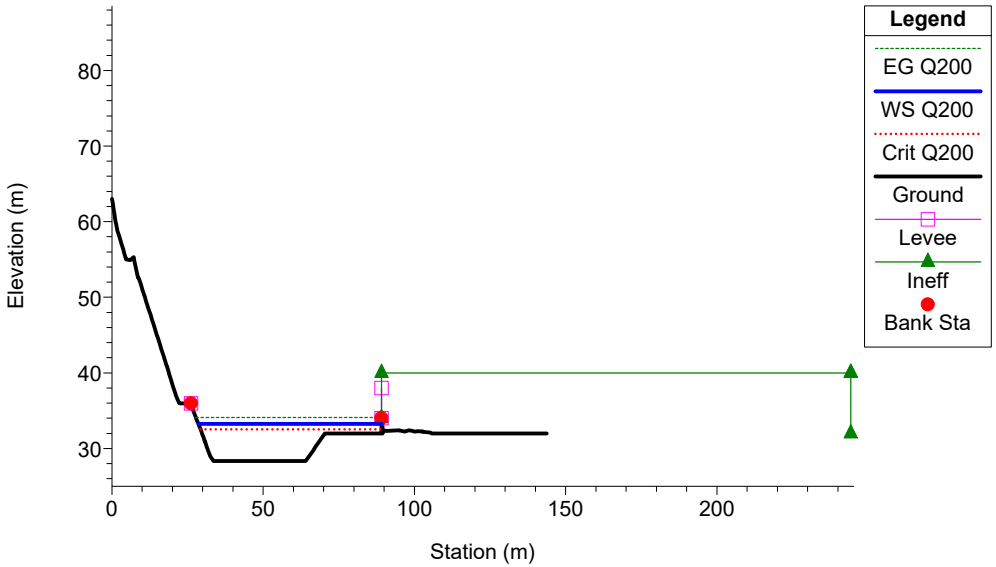


Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
600.0

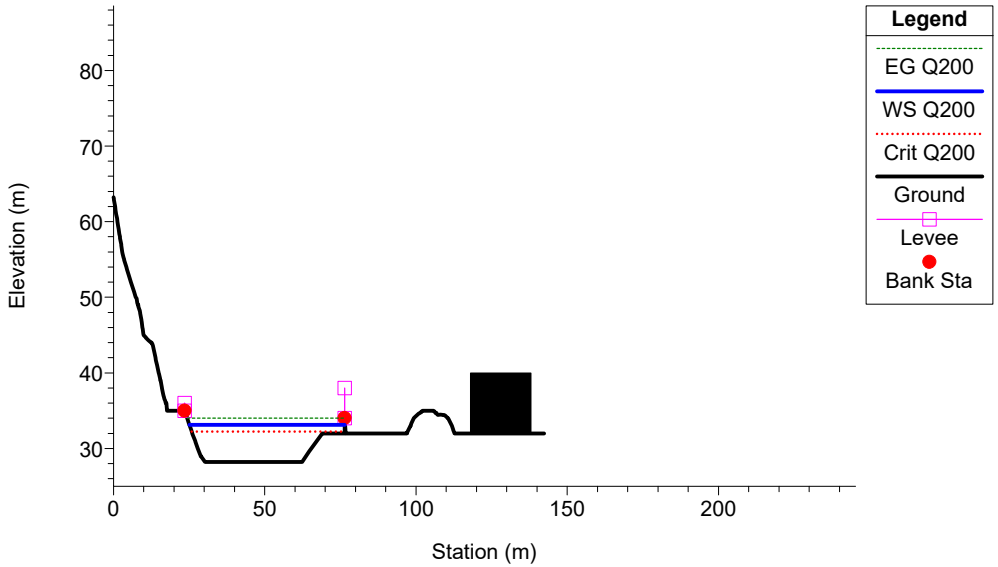


1 cm Horiz. = 25 m 1 cm Vert. = 10 m

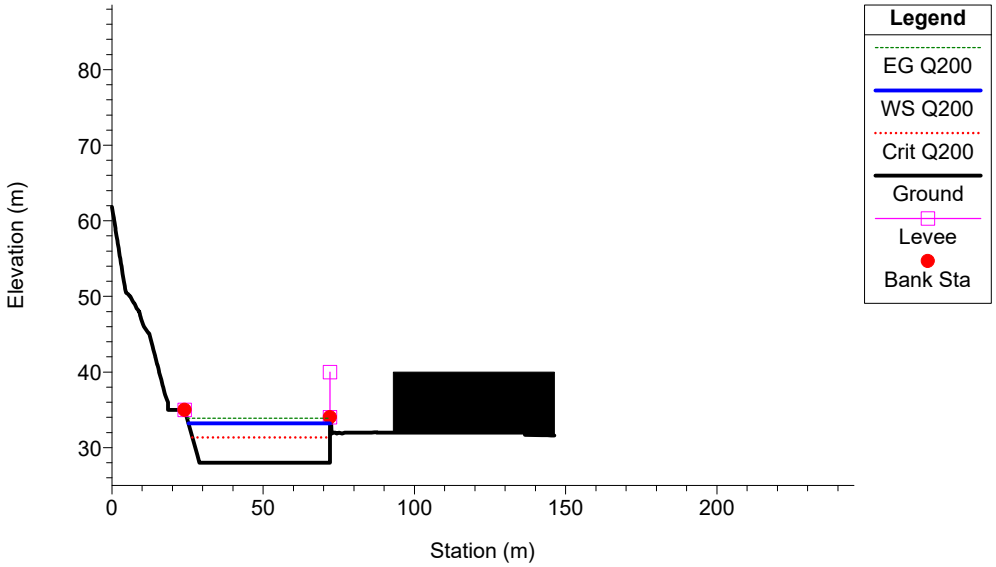
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
650



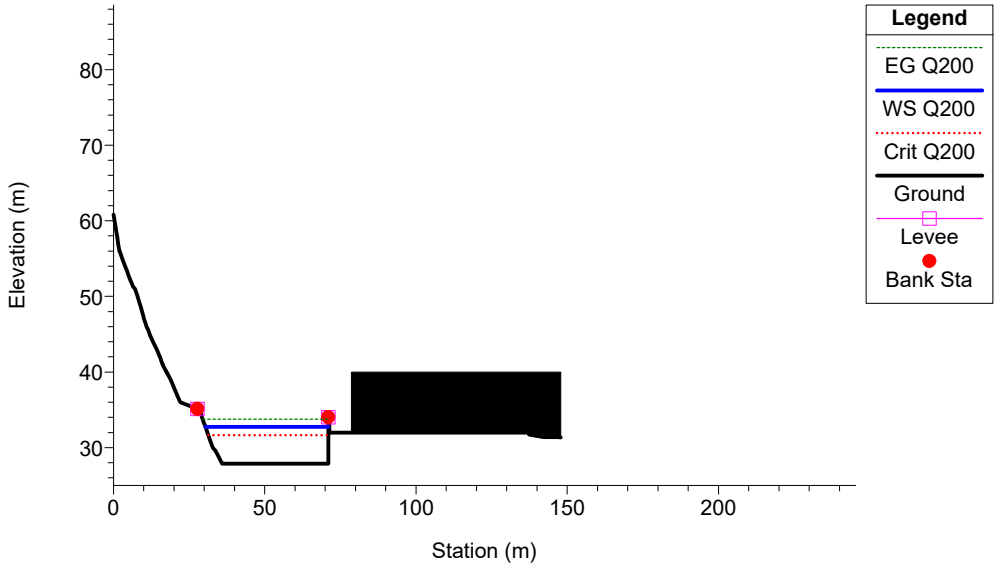
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
673.2 - Revetro



Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
715.145-Revetro

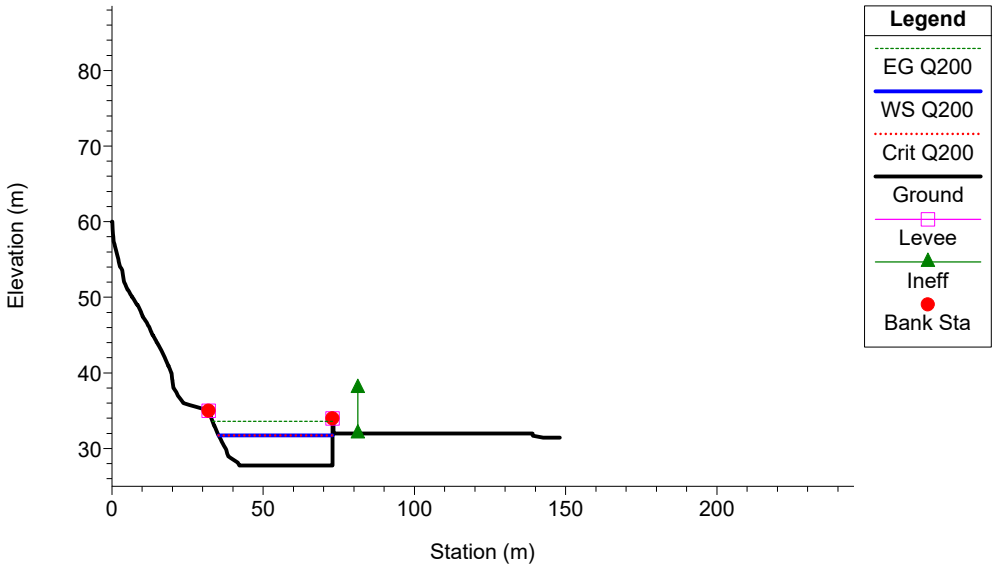


Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
741.2-Revetro

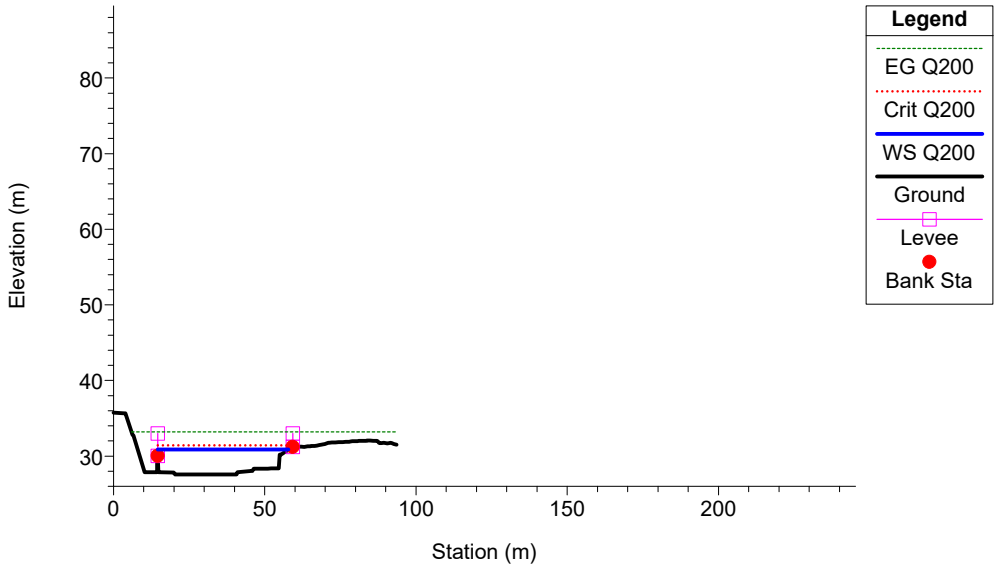


1 cm Horiz. = 25 m 1 cm Vert. = 10 m

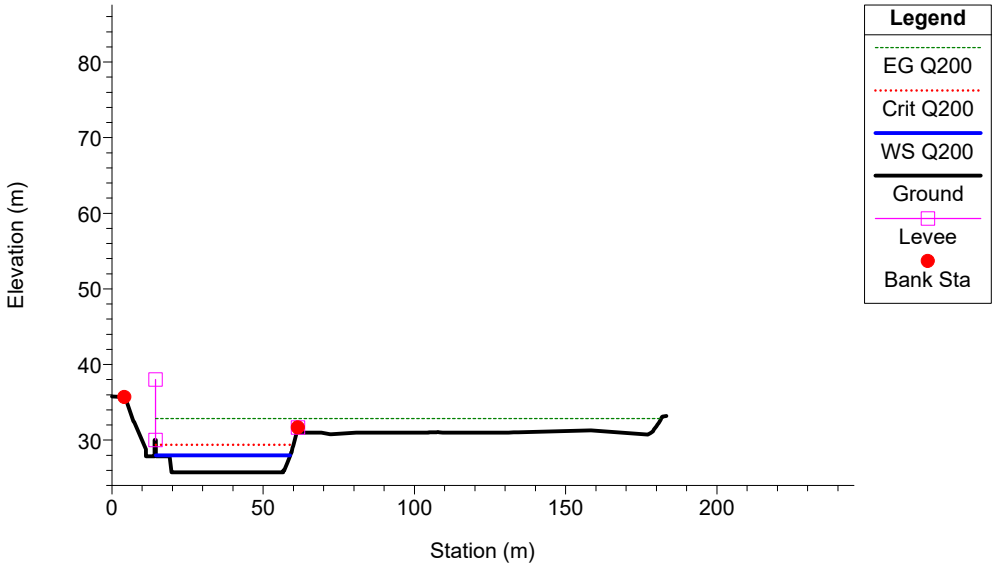
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
765.69 -Revetro



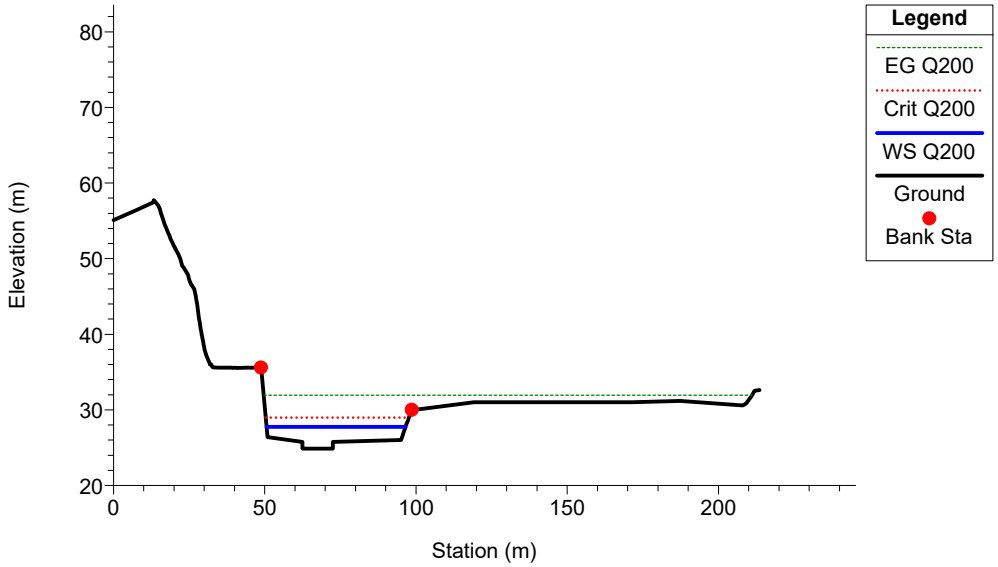
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
803.64 - BRIGLIA M



Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
810.46 - BRIGLIA V

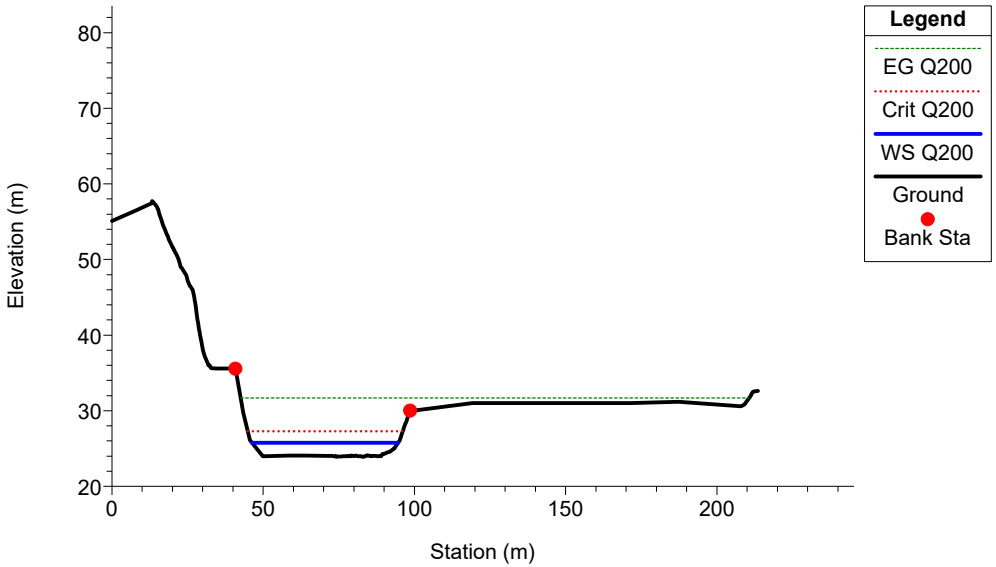


Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
827.99

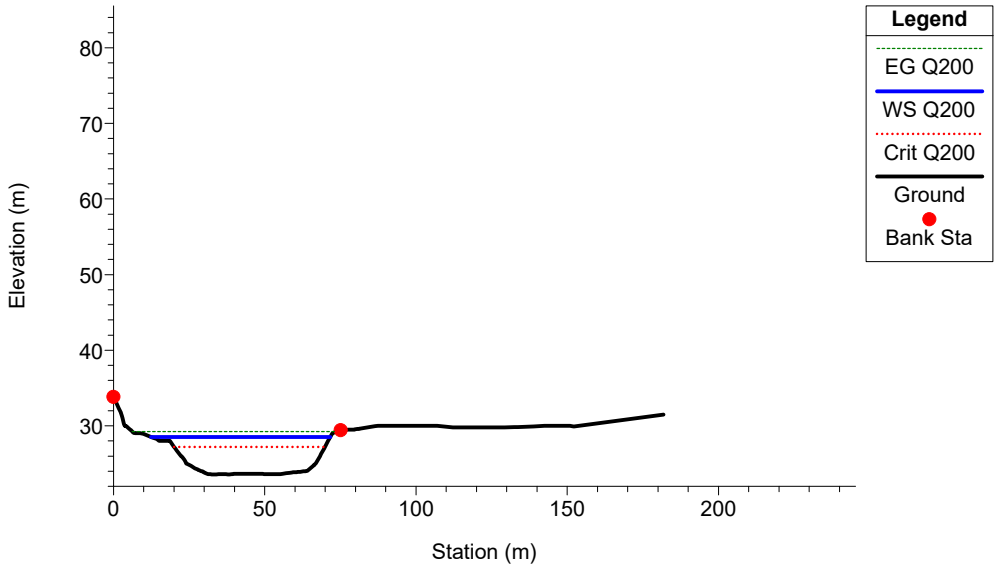


1 cm Horiz. = 25 m 1 cm Vert. = 10 m

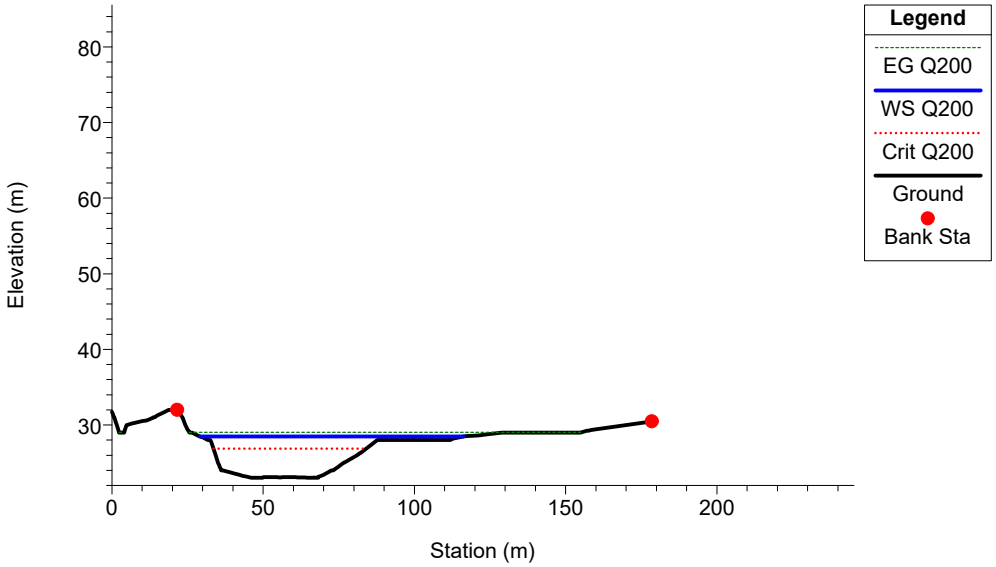
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
830.52



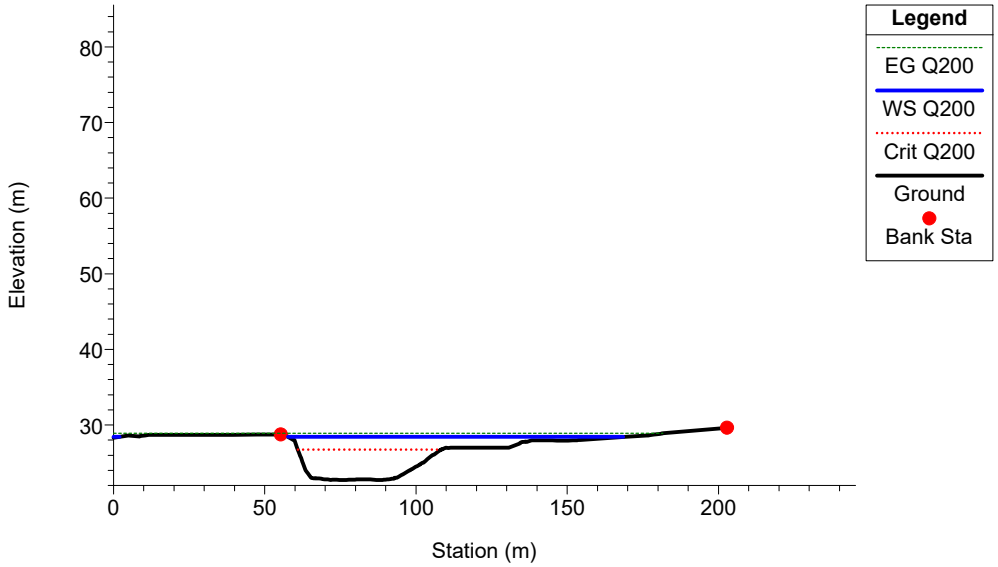
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
898.01



Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
969.84

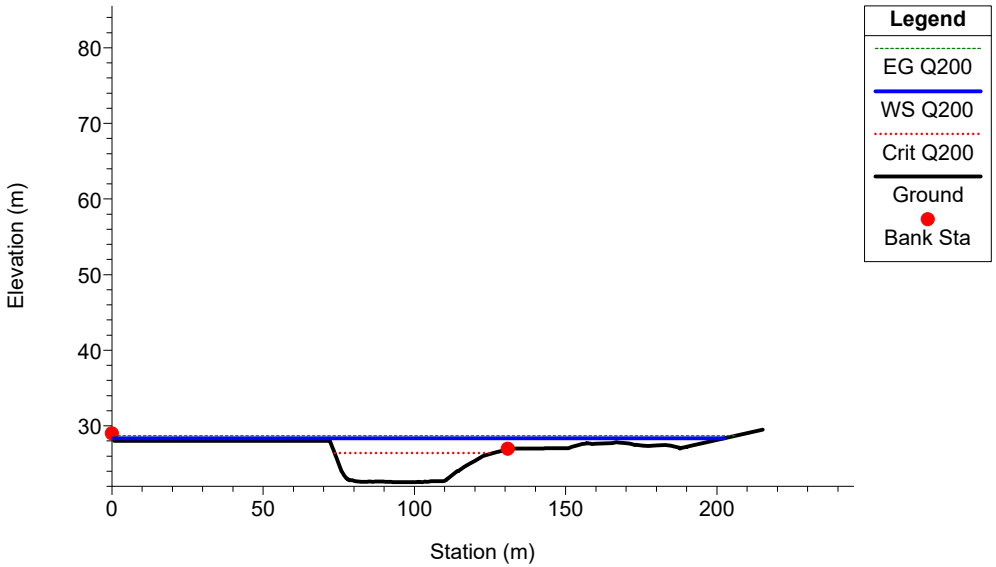


Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
1020.85

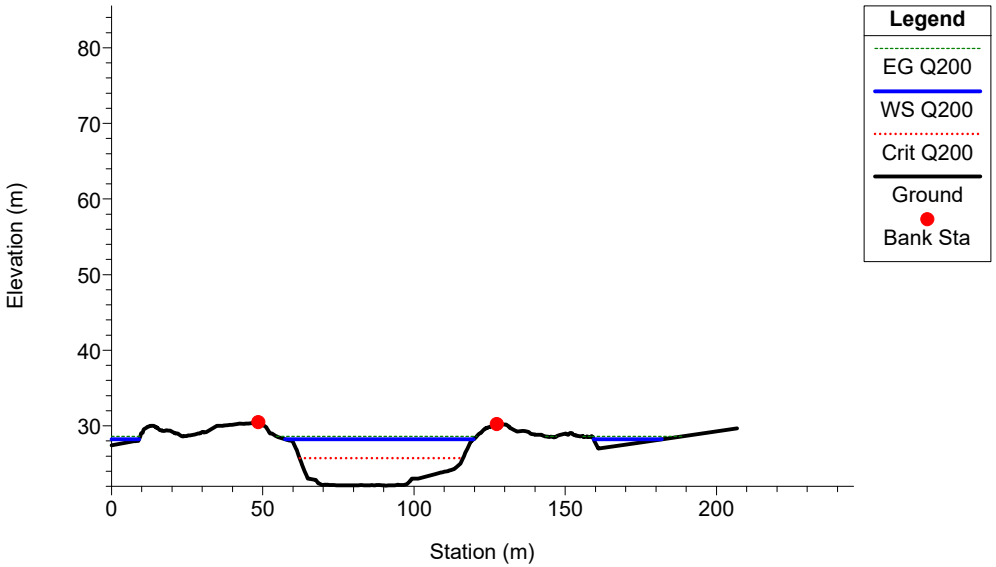


1 cm Horiz. = 25 m 1 cm Vert. = 10 m

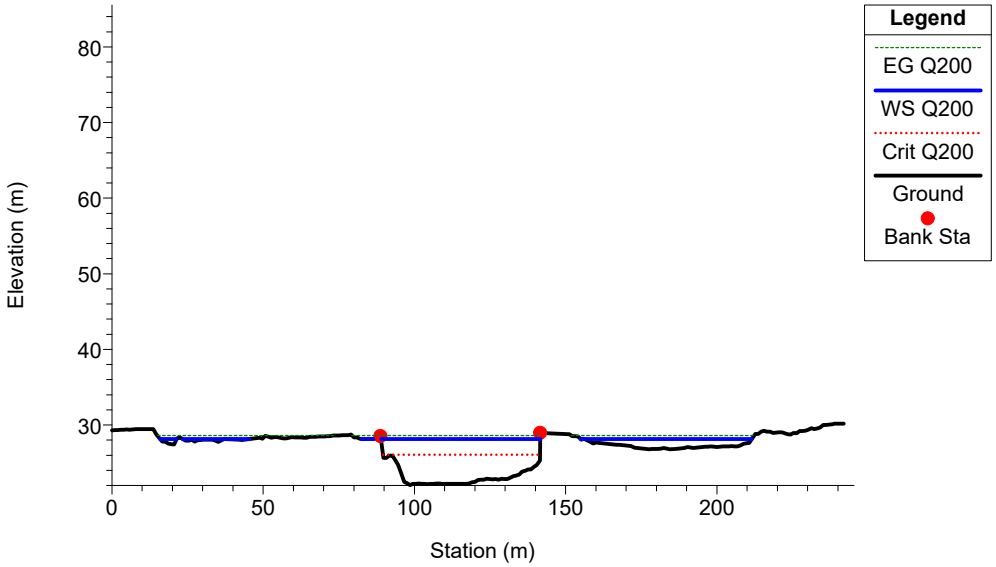
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
1084.95



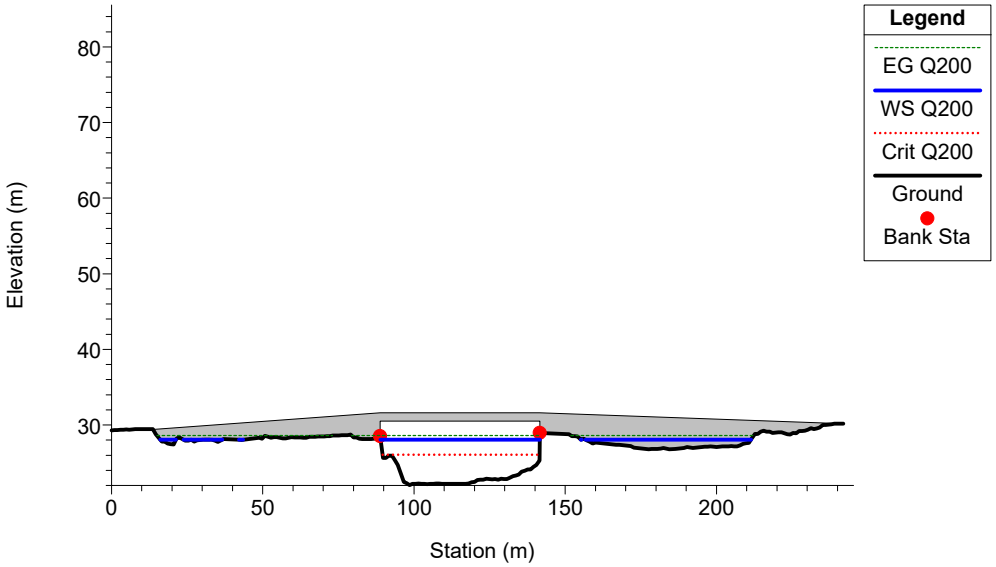
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO
1147.56



Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO

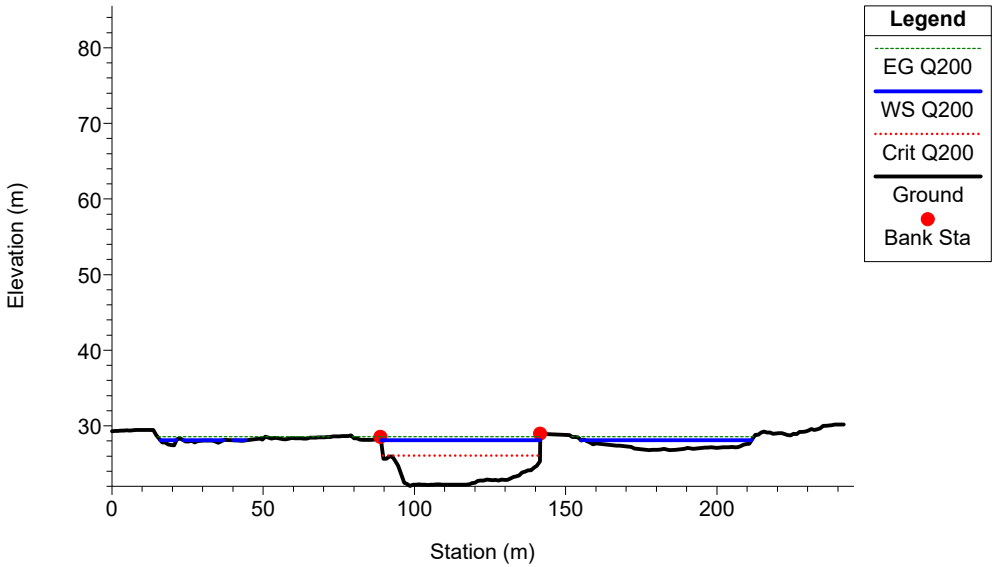


Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO

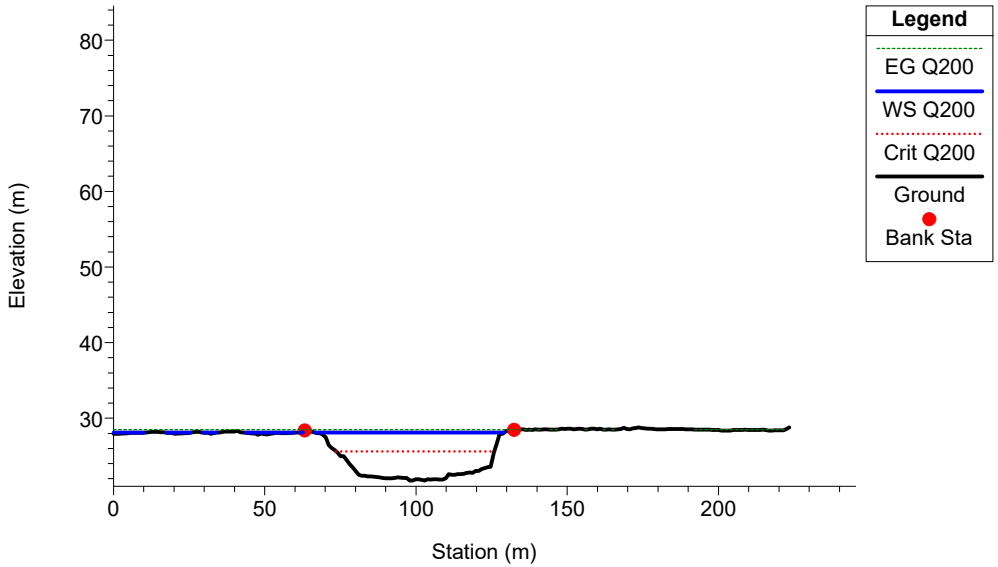


1 cm Horiz. = 25 m 1 cm Vert. = 10 m

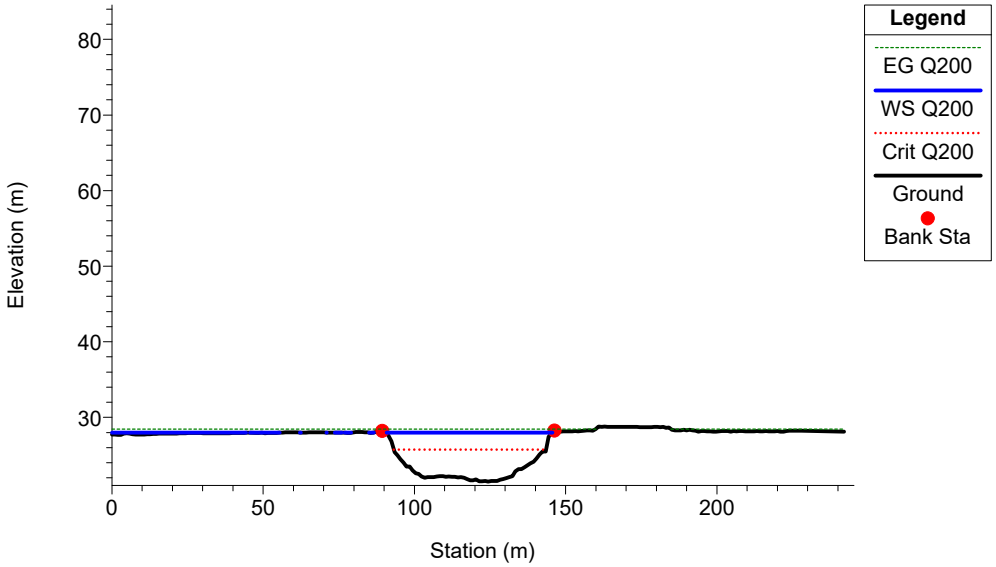
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO



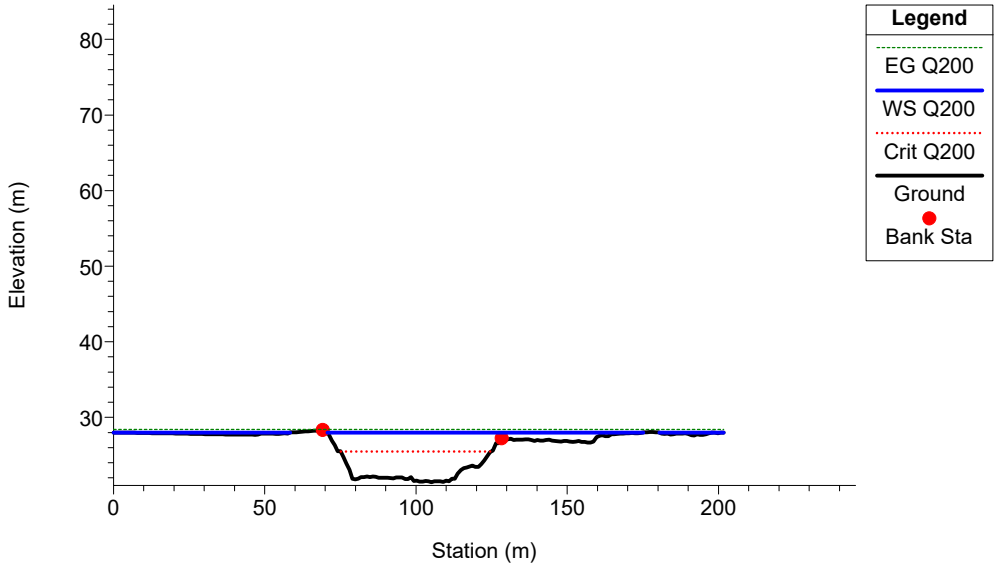
Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO



Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO

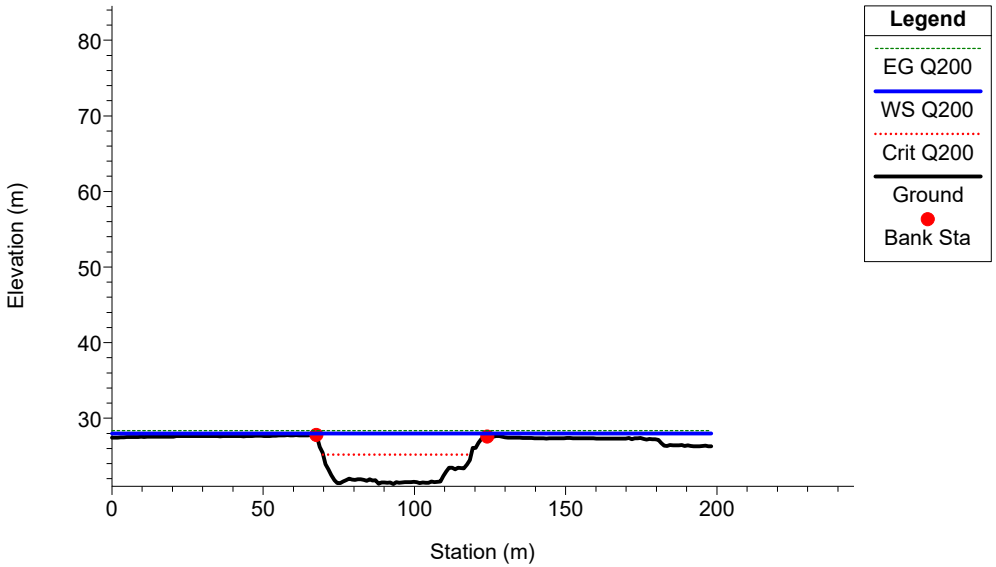


Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO

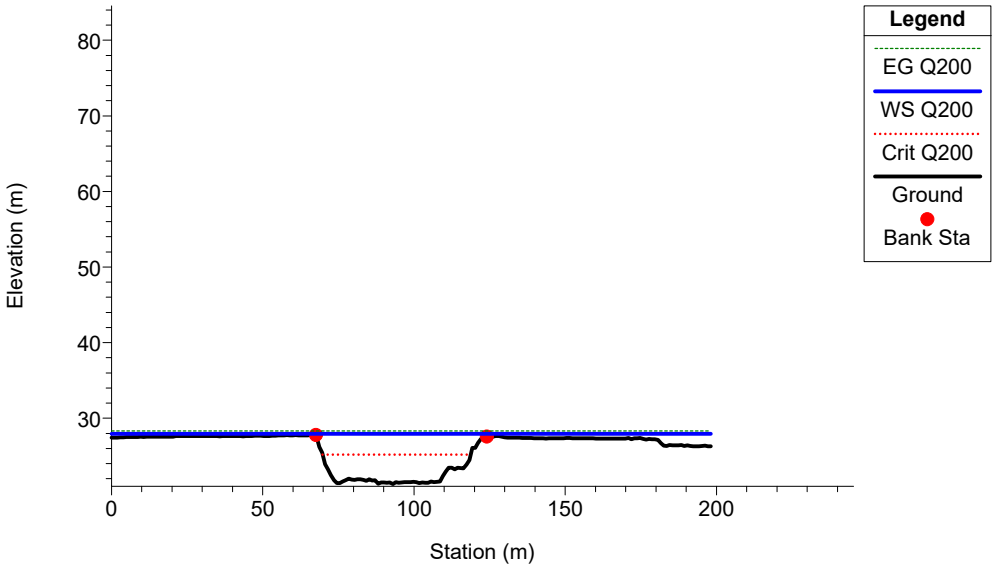


1 cm Horiz. = 25 m 1 cm Vert. = 10 m

Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO



Torrente-Sturla Plan: SISTEMAZIONE PROGETTO



1 cm Horiz. = 25 m 1 cm Vert. = 10 m

HEC-RAS Plan: ATT River: Tracciato Asse Reach: Tracciato Asse Profile: Q200

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Cum Ch Len	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Tracciato Asse	20	Q200	839.00	1347.83	31.57	35.55	40.00	36.69	38.09	5.32	179.46	82.31	0.83
Tracciato Asse	19	Q200	839.00	1252.93	31.22	35.06	39.00	36.59	37.59	4.50	198.50	66.58	0.77
Tracciato Asse	18	Q200	839.00	1178.34	30.86	35.00	38.00	36.55	37.32	3.93	226.43	56.78	0.58
Tracciato Asse	17	Q200	839.00	1091.16	29.87	34.00	38.22	35.18	36.95	5.94	147.51	94.02	0.96
Tracciato Asse	16	Q200	839.00	1032.11	29.78	33.31	37.41	33.96	36.43	7.18	139.86	71.60	1.27
Tracciato Asse	15	Q200	839.00	977.17	29.70	32.96	36.34	33.27	35.78	7.04	124.10	65.97	1.39
Tracciato Asse	14	Q200	839.00	939.80	29.35	32.62	35.74	34.69	35.17	3.21	307.88	137.16	0.55
Tracciato Asse	13	Q200	839.00	916.79	29.26	33.50	33.92	34.73	35.11	2.85	364.43	156.12	0.45
Tracciato Asse	12	Q200	839.00	855.11	28.88	33.00	33.99	34.43	34.99	3.50	293.40	145.34	0.60
Tracciato Asse	11	Q200	839.00	800.61	28.41	32.00	34.00	34.44	34.86	3.09	374.01	166.91	0.46
Tracciato Asse	10.6	Q200	839.00	765.44	29.00	35.89	33.62	34.55	34.76	2.22	465.51	149.36	0.37
Tracciato Asse	10.5	Q200	839.00	748.66	28.80	36.03	32.00	34.48	34.74	2.37	394.00	131.20	0.37
Tracciato Asse	10	Q200	839.00	698.66	28.60	35.18	32.32	34.16	34.67	3.34	302.23	116.06	0.51
Tracciato Asse	9.1	Q200	839.00	675.46	28.34	35.01	32.00	33.98	34.62	3.73	275.72	86.50	0.54
Tracciato Asse	9	Q200	839.00	634.01	27.94	35.00	32.00	33.83	34.54	3.86	254.70	68.28	0.55
Tracciato Asse	8.1	Q200	839.00	608.01	28.00	35.10	31.74	32.63	34.36	5.86	150.09	46.55	0.96
Tracciato Asse	8.0	Q200	839.00	583.52	27.85	35.00	32.00	32.29	34.19	6.11	138.49	113.45	1.07
Tracciato Asse	7.2	Q200	839.00	546.11	27.55	30.03	31.19	30.46	33.64	7.90	106.16	41.67	1.58
Tracciato Asse	7.1	Q200	839.00	540.98	25.75	35.68	31.65	27.87	33.28	10.30	81.43	44.25	2.43
Tracciato Asse	6.9	Q200	839.00	521.18	24.88	35.56	30.00	27.68	32.21	9.43	89.02	45.88	2.16
Tracciato Asse	6	Q200	839.00	518.68	23.90	35.55	30.00	25.74	31.93	11.02	76.13	48.31	2.80
Tracciato Asse	5	Q200	839.00	451.19	23.57	33.79	29.42	28.54	29.26	3.76	223.29	59.30	0.62
Tracciato Asse	4	Q200	839.00	379.36	23.00	32.00	30.46	28.48	29.04	3.31	253.20	87.25	0.62
Tracciato Asse	3	Q200	839.00	328.35	22.74	28.73	29.63	28.43	28.88	2.99	280.40	112.80	0.60
Tracciato Asse	2	Q200	839.00	264.25	22.54	29.00	26.94	28.37	28.70	2.63	363.77	202.13	0.56
Tracciato Asse	1	Q200	839.00	201.64	22.10	30.48	30.22	28.21	28.61	2.79	315.64	93.85	0.41
Tracciato Asse	0.3061	Q200	839.00	200.64	22.05	28.52	28.96	28.15	28.60	3.03	323.90	140.32	0.43
Tracciato Asse	0.3055		Bridge										
Tracciato Asse	0.3053	Q200	839.00	186.69	22.05	28.52	28.96	28.09	28.55	3.08	315.25	130.34	0.44
Tracciato Asse	0.305	Q200	839.00	161.97	21.75	28.36	28.44	28.10	28.51	2.85	297.20	102.19	0.42
Tracciato Asse	0.304	Q200	839.00	132.05	21.49	28.21	28.22	27.98	28.47	3.10	276.17	115.21	0.45
Tracciato Asse	0.303	Q200	839.00	86.09	21.42	28.31	27.21	28.00	28.40	2.82	338.86	184.15	0.40
Tracciato Asse	0.302	Q200	839.00	43.14	21.29	27.77	27.56	28.00	28.35	2.68	386.93	198.14	0.37
Tracciato Asse	0.301	Q200	839.00		21.29	27.77	27.56	27.95	28.31	2.71	377.63	198.14	0.38

HEC-RAS Plan: SISTPROG River: Tracciato Asse Reach: Tracciato Asse Profile: Q200

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Cum Ch Len	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Tracciato Asse	20	Q200	839.00	1347.83	31.56	35.58	40.00	36.72	37.92	4.91	191.99	83.28	0.76
Tracciato Asse	19	Q200	839.00	1252.93	31.20	34.99	39.00	36.51	37.54	4.59	201.59	66.52	0.74
Tracciato Asse	18	Q200	839.00	1178.34	30.86	35.00	38.00	36.47	37.27	4.01	221.84	56.73	0.60
Tracciato Asse	17	Q200	839.00	1091.16	30.39	34.00	38.19	35.12	36.89	5.93	147.35	94.09	0.96
Tracciato Asse	16	Q200	839.00	1032.11	30.10	33.31	37.41	34.07	36.40	7.01	144.03	98.74	1.24
Tracciato Asse	15	Q200	839.00	977.17	29.81	32.95	36.34	32.94	35.69	7.35	114.21	44.29	1.46
Tracciato Asse	14	Q200	839.00	939.80	29.61	32.62	35.74	33.98	35.07	4.71	211.70	115.67	0.79
Tracciato Asse	13	Q200	839.00	916.79	29.48	33.50	35.17	34.30	34.84	3.36	285.62	116.28	0.56
Tracciato Asse	12	Q200	839.00	855.11	29.16	33.00	34.93	33.73	34.65	4.36	225.09	108.25	0.74
Tracciato Asse	11	Q200	839.00	800.61	28.87	40.00	34.54	33.99	34.35	2.66	315.24	126.67	0.54
Tracciato Asse	10.6	Q200	839.00	765.44	28.68	35.89	34.23	33.92	34.29	2.69	311.60	103.22	0.49
Tracciato Asse	10.5	Q200	839.00	748.66	28.59	36.03	34.13	33.86	34.26	2.80	299.41	89.16	0.49
Tracciato Asse	10	Q200	839.00	698.66	28.34	35.98	34.00	33.27	34.11	4.05	206.99	60.60	0.70
Tracciato Asse	9.1	Q200	839.00	675.46	28.22	35.01	34.00	33.15	34.04	4.18	200.88	51.38	0.67
Tracciato Asse	9	Q200	839.00	634.01	28.01	35.00	34.00	33.22	33.88	3.58	234.38	46.78	0.51
Tracciato Asse	8.1	Q200	839.00	608.01	27.87	35.10	34.00	32.74	33.78	4.51	185.84	40.64	0.67
Tracciato Asse	8.0	Q200	839.00	583.52	27.75	35.00	33.98	31.74	33.59	6.03	139.23	37.69	1.00
Tracciato Asse	7.2	Q200	839.00	546.11	27.55	30.03	31.19	30.88	33.22	6.78	123.82	43.20	1.28
Tracciato Asse	7.1	Q200	839.00	540.98	25.75	35.68	31.65	27.96	32.86	9.80	85.59	44.34	2.25
Tracciato Asse	6.9	Q200	839.00	521.18	24.88	35.56	30.00	27.76	31.95	9.07	92.53	45.97	2.04
Tracciato Asse	6	Q200	839.00	518.68	23.90	35.55	30.00	25.78	31.67	10.76	78.00	48.45	2.71
Tracciato Asse	5	Q200	839.00	451.19	23.57	33.79	29.42	28.54	29.26	3.76	223.29	59.30	0.62
Tracciato Asse	4	Q200	839.00	379.36	23.00	32.00	30.46	28.48	29.04	3.31	253.20	87.25	0.62
Tracciato Asse	3	Q200	839.00	328.35	22.74	28.73	29.63	28.43	28.88	2.99	280.40	112.80	0.60
Tracciato Asse	2	Q200	839.00	264.25	22.54	29.00	26.94	28.37	28.70	2.63	363.76	202.13	0.56
Tracciato Asse	1	Q200	839.00	201.64	22.10	30.48	30.22	28.21	28.61	2.79	315.64	93.85	0.41
Tracciato Asse	0.3061	Q200	839.00	200.64	22.05	28.52	28.96	28.15	28.60	3.03	323.90	140.32	0.43
Tracciato Asse	0.3055		Bridge										
Tracciato Asse	0.3053	Q200	839.00	186.69	22.05	28.52	28.96	28.09	28.55	3.08	315.24	130.33	0.44
Tracciato Asse	0.305	Q200	839.00	161.97	21.75	28.36	28.44	28.10	28.51	2.85	297.19	102.18	0.42
Tracciato Asse	0.304	Q200	839.00	132.05	21.49	28.21	28.22	27.98	28.47	3.10	276.16	115.18	0.45
Tracciato Asse	0.303	Q200	839.00	86.09	21.42	28.31	27.21	28.00	28.40	2.82	338.85	184.14	0.40
Tracciato Asse	0.302	Q200	839.00	43.14	21.29	27.77	27.56	28.00	28.35	2.68	386.92	198.14	0.37
Tracciato Asse	0.301	Q200	839.00		21.29	27.77	27.56	27.95	28.31	2.71	377.63	198.14	0.38

APPENDICE 1
HEC-RAS 6.6

Il software di calcolo Hec-Ras della US Army Corps of Engineers consente il calcolo dell'andamento dei profili di rigurgito in moto permanente gradualmente variato in alvei naturali o canali artificiali e la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali ecc.

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

$$H_1 - H_2 = h_f + h_e$$

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

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

$$h_f = j_f \cdot L$$

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

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

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

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

dove Q[m³/s] è la portata di calcolo e K (denominato conveyance) è ricavabile attraverso la seguente espressione:

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

dove A[m²] l'area della sezione liquida, R[m] il raggio idraulico e n[$m^{-1/3}$ s] è il parametro rappresentativo della scabrezza del fondo e delle sponde di Manning.

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

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

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

dove β è un coefficiente di contrazione o espansione dipendente dalle condizioni geometriche del tratto considerato, V1 e V2 [m/s] sono i valori delle velocità medie agli estremi del tronco e $\alpha 1$ e $\alpha 2$ sono i coefficienti correttivi dell'energia cinetica.

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

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

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

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

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

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

dove Q[m³/s] è la portata defluita attraverso la luce di area A[m²], H[m] è il dislivello tra il carico totale di monte ed il pelo libero a valle e C è il cosiddetto coefficiente di efflusso.

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

Il funzionamento a stramazzo è simulato attraverso la formulazione standard:

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

dove Q[m³/s] è la portata defluita sulla soglia di larghezza L[m] e H[m] è il dislivello tra il carico totale di monte e la quota della soglia e C è il coefficiente di efflusso, variabile in funzione del tipo di stramazzo e del carico sopra la soglia.

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

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

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