COMUNE DI BOLANO

PROVINCIA DI LA SPEZIA

PROGETTO ESECUTIVO

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL CANALE VILLA NEL TRATTO COMPRESO TRA IL PONTE SU VIA PICARDA E LA PASSERELLA PEDONALE DI P.ZZA DELLE CORRIERE A CEPARANA

CUP: D22B15000000003

RELAZIONE IDRAULICA



COD. ELABORATO

P E R T 0 5 0 0

PROGETTISTA

DOTT. ING. GIUSEPPE CERVAROLO (CSP)

WWW.STUDIOCERVAROLO.IT

ORDINE INGEGNERI COSENZA
Ingegnere
CERVAROLO
GIUSEPPE
Laurea Specialistica
Sezione: A n. 4572
Settori: Civile-Ambientale

R.U.P.

GEOM. LORENZO BRAGAZZI

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	ESEGUITO
A	FEBBRAIO 2023	EMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO	ING. CERVAROLO
B	LUGLIO 2023	REVISIONE PROGETTO ESECUTIVO	ING. CERVAROLO
C	SETTEMBRE 2023	REVISIONE PROGETTO ESECUTIVO	ING. CERVAROLO
D	DICEMBRE 2023	REVISIONE PROGETTO ESECUTIVO	ING. CERVAROLO
E	AGOSTO 2024	INTEGRAZIONE PROGETTO ESECUTIVO	ING. CERVAROLO

SOMMARIO

Sommario....1
PREMESSA....2
Descrizione del codice di calcolo HEC-RAS....3
Modellazione in moto permanente....3
Perdite di carico concentrate....6
Strutture longitudinali....11
CONDIZIONI AL CONTORNO....13
Modellazione idraulica Canale Villa....14
COEFFICIENTI DI SCABREZZA DI MANNING....16
COEFFICIENTI DI CONTRAZIONE ED ESPANSIONE....16
STATO DI FATTO....20
STATO DI PROGETTO....94
Vasche di dissipazione....169
SCALE DI RISALITA DEI PESCI....173
Conclusioni....180

PREMESSA

Lo scopo della presente relazione è quello di dimostrare che gli interventi progettati siano in grado di soddisfare le condizioni di sicurezza idraulica per l'intero tratto in progetto nell'ipotesi che nel corso del tempo vengano garantite le condizioni ipotizzate nel calcolo (invarianza geometrica delle sezioni, attraversamenti, assenza di ostacoli e servizi, condizioni di scabrezza legata alla manutenzione delle opere).

Nel caso in esame quindi, la presente relazione facendo parte integrante del progetto esecutivo, ripercorre le ipotesi formulate in sede di progettazione definitivo **per il quale sono stati ottenuti tutti i pareri autorizzativi in Conferenza dei Servizi** tra i quali il nulla osta idraulico della Regione ed il parere di compatibilità dell'Autorità di Distretto, ad eccezione della pavimentazione mediante massi ciclopici non cementati di II categoria per l'intero tratto oggetto di intervento, a seguito di ulteriori valutazione condotte analizzando gli effetti della forza di trascinamento al fondo, che in diversi sezioni, raggiungeva valori elevati tali da produrre eventuali fenomeni di erosioni che avrebbero potuto inficiare l'intervento di messa in sicurezza.

La simulazione idraulica degli eventi di piena è stata effettuata allo scopo di valutare l'officiosità idraulica del canale Villa oggetto di studio e predisporre tutti gli interventi volti a garantire le condizioni di sicurezza per portate con tempo di ritorno duecentennali, di cui si rimanda all'apposita relazione idrologica. La modellazione è stata effettuata tramite l'ausilio del software HEC-RAS (River Analysis System), sviluppato da "*Hydrologic Engineering Center*" del *US Army Corps of Engineers (Versione 5.0.7).*

E' stata condotta una modellazione idraulica monodimensionale del canale in condizioni di moto permanente;

I modelli geometrico-fisici dei canali e delle aree inondabili sono stati realizzati conformemente ai rilievi topografici acquisiti dallo scrivente, ed utilizzando i rilievi eseguiti per il progetto di fattibilità precedentemente approvato, per la redazione del seguente studio. In particolare la geometria 1D delle aste è stata realizzata implementando nel software le sezioni trasversali georeferenziate battute lungo le aste con strumentazione GPS e elettro-ottica così come per tutte le opere idrauliche presenti lungo i percorsi.

DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO HEC-RAS

Il codice di calcolo HEC-RAS è un software freeware sviluppato dall' "*Hydrologic Engineering Center*" del *US Army Corps of Engineers.*

La versione adoperata è la 5.0.7 e permette di:

- Effettuare simulazioni in condizioni di moto permanente (steady flow) in corrente lenta, veloce o mista, calcolando i corrispettivi profili di corrente.
- Effettuare simulazioni in condizioni di moto vario (unsteady flow).
- Effettuare simulazioni per la classificazione e quantificazione di processi di idrodinamica del trasporto solido relativi a fenomeni di erosione o deposizione generalizzata e/o localizzata in condizioni di moto "quasi vario" (quasi-unsteady flow) e in moto vario.
- Effettuare simulazioni idrauliche bidimensionali in condizioni di moto vario e/o effettuare analisi accoppiate 1D/2D adoperando modelli monodimensionali per la simulazione del canale e modelli bidimensionali per le aree inondabili.
- Effettuare modellazioni puramente bidimensionali dell'intero dominio di calcolo.

MODELLAZIONE IN MOTO PERMANENTE

Il programma di calcolo opera integrando le equazioni generali del moto secondo il metodo denominato nella letteratura anglosassone "Standard Step Method". Il processo di calcolo si sviluppa, a seconda delle caratteristiche della corrente, lenta o veloce, dalla sezione estrema di valle o dalla sezione estrema di monte dove vengono assegnate dall'utente le condizioni al contorno e procede verso l'altro estremo.

Le ipotesi alla base del modello sono:

- Moto permanente gradualmente variato;

- Deflusso della corrente monodimensionale: le componenti della velocità nelle direzioni diverse da quella principale della corrente non vengono considerate; le equazioni utilizzate assumono che il carico totale è lo stesso per tutti i punti appartenenti ad una generica sezione;

- a pendenza del fondo alveo è limitata (inferiore a 1:10);

- la cadente è assunta costante tra due sezioni adiacenti;

- a geometria delle sezioni idrauliche è fissa.

L'equazione differenziale fondamentale del moto permanente viene risolta, considerando due sezioni consecutive, nella seguente forma:

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

In cui:

• Yi = Tirante dell'i-esima sezione

• Zi = Quota geodetica dell'i-esima sezione

• αi = Coefficienti di ragguaglio dell'altezza cinetica

• Vi = velocità medie nell'i-esima sezione

• g = accelerazione di gravità

• ΔE = perdita di carico totale nel tratto considerato

Il valore di ΔE è definito dalla somma delle perdite di carico dovute all'attrito (perdite distribuite) e delle perdite di carico dovute alla contrazione o all'espansione della vena liquida (perdite localizzate).

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

Dove:

• L = Lunghezza del tratto fluviale mediata sulle portate:

$$L = \frac{L_{lob} Q_{lob} + L_{rob} Q_{rob} + L_{ch} Q_{ch}}{Q_{lob} + Q_{rob} + Q_{ch}}$$

I pedici lob, ch e rob rappresentano rispettivamente: golena sinistra (lob); alveo per le piene ordinarie (ch); e golena destra (rob).

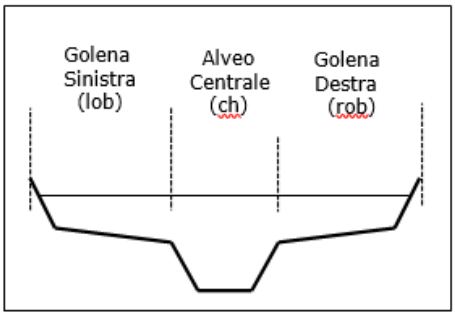


Figura 1 - Schematizzazione della sezione all'interno del codice HEC-RAS

• Sf = cadente piezometrica

• C = Coefficiente di espansione/contrazione compreso tra 0 e 1

Tramite la formula di Chezy è¨ possibile calcolare il valore delle *conveyance* considerando le singole porzioni di flusso (in golena destra e sinistra e nel canale centrale):

$$Q = K S_f^{1/2} \quad e \quad K = \frac{1}{n} A R^{2/3}$$

Con:

• K = conveyance espressa in m^3/s;

• n = coefficiente di scabrezza di Manning espressa in $m^{1/3}/s$;

• A = area relativa al deflusso espressa in m^2;

• R = raggio idraulico espresso in m.

Il valore della conveyance viene calcolato per le singole sezioni di deflusso, ottenendo quindi un valore totale della stessa, come somma dei contributi di Krob, Klob e Kch.

Infine il coefficiente di ragguaglio α viene calcolato considerando che l'altezza cinetica deriva dal valore medio pesato sulla portata sulle singole sezioni (golenali e centrale):

$$\frac{\alpha \bar{V}^2}{2g} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Q_i \frac{V_i^2}{2g}}{Q_{tot}} \quad \text{con} \quad \alpha = \frac{\sum_{i=1}^{n} V_i^2 Q_i}{Q_{tot} \bar{V}^2}$$

Il valore relativo all'altezza della superficie libera incognita viene determinato in maniera iterativa a partire dai dati assegnati di portata e dalle caratteristiche geometriche delle singole sezioni.

La procedura di calcolo prevede la risoluzione dell'equazione dell'energia e delle perdite di carico in maniera iterativa.

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE

Riguardo alle perdite di carico concentrate, il programma HEC-RAS considera una contrazione ogni volta che l'altezza cinetica della sezione di monte risulta maggiore di quella della sezione più a valle, viceversa un'espansione. Le perdite concentrate vengono espresse dalla seguente equazione:

$$h_{ce} = C \left| \frac{a_1 V_1^2}{2g} - \frac{a_2 V_2^2}{2g} \right|$$

dove C è il coefficiente di contrazione/espansione ed i pedici 1 e 2 sono relativi alla sezione di monte ed alla sezione di valle.

Le perdite di carico concentrate si hanno soprattutto in corrispondenza di ostacoli al deflusso, ovvero nel caso di ponti, dighe e altre particolarità idrauliche, per il calcolo delle quali sono stati incorporati gli stessi codici di calcolo sviluppati nel modulo relativo al moto permanente. Il programma calcola le perdite di carico come somma di tre contributi: le perdite dovute alla contrazione e all'espansione del flusso rispettivamente a monte e a valle della struttura e una perdita in corrispondenza della struttura. Quest'ultima viene calcolata, nel caso particolare dei ponti, tramite i metodi seguenti:

- *Energy Method*, per i casi in cui il livello idrico rimane al di sotto della quota minima di intradosso (low cord); il programma risolve l'equazione di bilancio energetico tra le sezioni a monte ed a valle del ponte, il calcolo avviene sottraendo all'area contribuente al deflusso le zone occupate dalle strutture del ponte ed aggiungendo le superfici del ponte a contatto con l'acqua nella perimetrazione del contorno bagnato;
- *Pressure and Weir flow method*, che prevede di considerare il ponte in pressione non appena il livello idrico raggiunge una percentuale prefissata dell'altezza delle aperture; quando il livello idrico è superiore al low cord nella sezione di monte, il programma sceglie una modellazione del comportamento idrico come deflusso attraverso una luce a battente (libero o rigurgitato a seconda che il livello idrico sia più basso o più alto del low cord nella sezione di valle);

$$Q = C_d A_b \sqrt{2g(Y_3 - \frac{Z}{3} + a_3 \frac{V_3^2}{2g})}$$

dove Q è il flusso totale attraverso il ponte, Cd è il coefficiente di flusso, A_b è l'area della sezione di monte del ponte al netto delle zone occupate dal ponte, Y3 il tirante idrico nella sezione subito a monte del ponte, Z è la massima distanza tra la quota del low cord e la profondità media della sezione di monte del ponte. Quando la quota del pelo idrico supera, invece, anche il livello di high cord (quota di impalcato del ponte), si usa l'equazione per gli stramazzi liberi o rigurgitati:

$$Q = \sqrt{2g} C_d L H^{3/2}$$

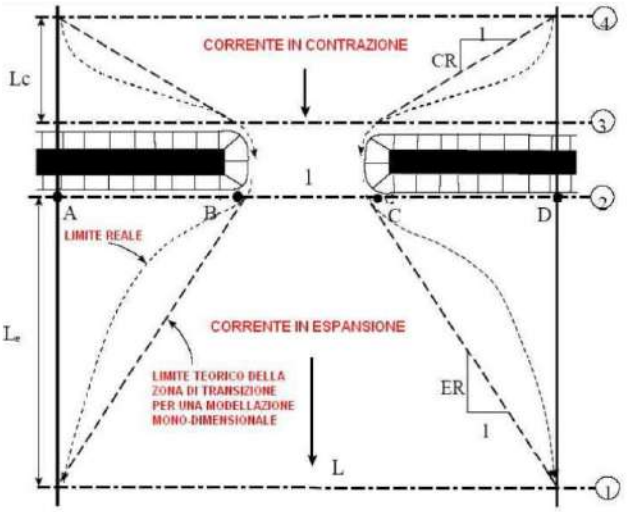
dove il valore del coefficiente Cd si assume pari a 1,7 se lo sfioro è libero e viene ridotto in base alla sommergenza percentuale se il deflusso è rigurgitato.

Modellazione dei ponti

I ponti sono elementi di singolarità rispetto alla normale geometria fluviale causa di contrazioni ed espansioni della vena fluida e conseguente perdite di carico. Per tale motivo all'interno del software HEC-RAS la presenza di tali infrastrutture viene modellata mediante l'inserimento di quattro sezioni:

- La sezione 1, ubicata a valle del ponte, a una distanza pari ad almeno quattro volte il semi-restringimento causato dal ponte nella sezione 2 con le spalle e le eventuali pile;
- Le sezioni 2 e 3 ubicate rispettivamente subito a valle e subito a monte del ponte;
- La sezione 4, ubicata a monte del ponte, a una distanza pari almeno al semirestringimento causato dal ponte nella sezione 3.

Questo tipo di modellazione permette infatti di tenere conto del fenomeno di contrazione e espansione della vena liquida a monte e a valle del restringimento della sezione generato dalla presenza dell'infrastruttura.



Per quanto riguarda le modalità di approccio alla simulazione il software HEC-RAS permette di effettuare una modellazione idraulica nelle seguenti situazioni di flusso:

• **Low flow**: si verifica quando il flusso che attraversa il ponte avviene come in un canale aperto, con la superficie libera al di sotto del punto più alto dell'intradosso del ponte. I metodi di calcolo utilizzabili sono: equazione dell'energia, equazione dei momenti, metodo di Yarnell e metodo WSPRO.

• **Weir flow**: s'innesca quando la superficie libera raggiunge la quota di estradosso del ponte. Vengono applicate nel calcolo le classiche equazioni delle luci a stramazzo;

• **Pressure flow**: avviene quando la superficie libera supera la quota di intradosso del ponte. HEC-RAS assume nel calcolo l'equazione più appropriata tra quelle disponibili per descrivere il flusso attraverso la luce del ponte.

• **High flow**: si verifica quando il ponte risulta fortemente sommerso; il programma in questo caso applica automaticamente l'equazione dell'energia.

Nel caso di **low flow** il programma differenzia tre casi, a seconda che la corrente sia sempre lenta (subcritica), mista o sempre veloce (super critica).

Nel primo caso il programma dà la possibilità di scegliere 4 metodi di soluzione differenti:

1) *Equazione dell'energia* (metodo standard);

2) *Bilancio della quantità di moto:* il bilancio avviene tra le sezioni 2 e 3 in tre step successivi. In un primo momento fra la sezione 2 e la sezione di valle interna al ponte, quindi fra valle-ponte e monte-ponte, infine tra la sezione a monte interna al ponte e la sezione 3.

3) *Equazione di Yarnel:*

$$\frac{\Delta Y}{Y_0} = k_2(k_2 - 0.6 + 5\,Fr^2)\left[1 - \frac{b}{b_0} + 15\left(1 - \frac{b}{b_0}\right)^4\right] Fr^2$$

Dove:

- ΔY è il rigurgito provocato dalla presenza delle pile del ponte tra le sezioni 2 e 3;
- b_0, Y_0 sono rispettivamente la larghezza e l'altezza del corso d'acqua in condizioni indisturbate (canale a sezione rettangolare);
- b è la larghezza della sezione ristretta;
- Fr è il numero di Froude;
- k_2 è un coefficiente tabellato che tiene conto della geometria delle pile del ponte e del syuo effetto sulle modifiche al deflusso;

4) *Metodo FHWA WSPRO*: consiste nella soluzione iterativa dell'equazione dell'energia fra le sezioni di entrata (1) e di uscita (4) del ponte (sezioni in cui le linee di flusso sono approssimativamente parallele). L'equazione è risolta in più passi fra le sezioni 1-2, 2-3, 3-4.

Di seguito viene riportata l'equazione del metodo WSPRO:

$$h_4 + \frac{a_4 V_4^2}{2g} = h_1 + \frac{a_1 V_1^2}{2g} \cdot h_{L4-1}$$

Con:

- h_1, h_4 sono le quote della superficie libera;
- h_{L4-1} rappresenta la perdita di carico che viene calcolata di volta in volta tra le sezioni. Le perdite vengono valutate tramite il coefficiente di scabrezza n e i coefficienti di contrazione/espansione.

Nel caso di **weir flow** il programma utilizzerà le equazioni delle luci a stramazzo. Se il pelo libero raggiunge altezze molto elevate il programma riduce automaticamente la quantità di flusso, riducendo il coefficiente di sbarramento (weir coefficient) in base all'ammontare della sommergenza raggiunta. Quando il ponte diventa altamente sommerso, il programma passa automaticamente al calcolo delle perdite di carico utilizzando l'equazione dell'energia. Il

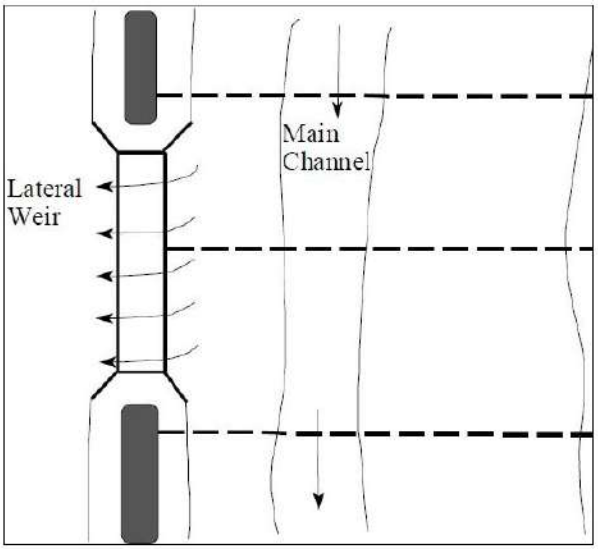
momento in cui il programma passa all'utilizzo di tale equazione può essere modificato dall'utente.

Il caso di **pressure flow** avviene quando la superficie libera supera la quota di intradosso del ponte. Una volta che il flusso entra in contatto con il lato a monte del ponte, nella zona si verifica un ristagno. In questo caso il programma gestisce due casi: il primo è quando solo il lato a monte del ponte è a contatto con l'acqua e il secondo è quando il ponte viene completamente sommerso. Nel primo caso il programma utilizza il metodo FHWA, nel secondo utilizza le equazioni delle luci a stramazzo. Il programma inizia il controllo del pressure flow quando la linea dell'energia supera la massima elevazione del low chord. La risposta del pressure flow viene comparata a quella del low flow e la maggiore delle due viene considerata. L'utente ha la possibilità di indicare al programma di utilizzare la superficie libera, invece di quella dell'energia, per attivare il calcolo del flusso di pressione.

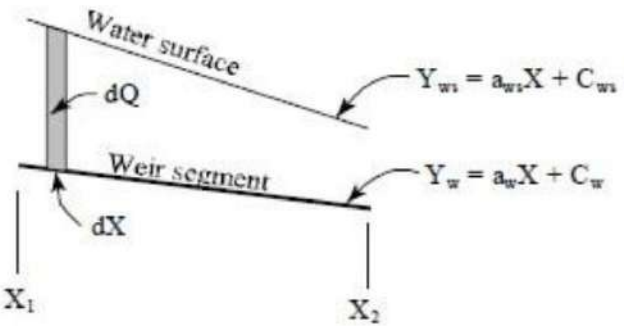
STRUTTURE LONGITUDINALI

All'interno del software di calcolo HEC-RAS è possibile modellare la presenza di sbarramenti laterali e luci a battente. Le *lateral structures* possono essere utilizzate come strutture di collegamento tra l'area monodimensionale in alveo e le aree inondabili esterne con struttura bidimensionale.

La rappresentazione geometrica delle lateral structures prevede la presenza di almeno una sezione a monte e una sezione a valle di quest'ultima. La sezione a monte può essere collocata sia in corrispondenza dell'inizio della struttura che leggermente prima, stesso discorso ovviamente vale per la sezione di valle che può essere posizionata anche più avanti.



Come mostrato nella figura seguente, sia la superficie dell'acqua che il terreno presentano una determinata pendenza dovendo quindi andare a derivare l'equazione dello stramazzo laterale. In figura vengono indicate l'equazione della superficie idrica e del terreno laddove le costanti aws e aw rappresentando i coefficienti angolare delle due equazioni, mentre le variabili Cws e CW sono le costanti che rappresentano i livelli iniziali.



L'equazione dello stramazzo laterale standard ipotizza che la struttura sia parallela alla superficie idrica (cioè la profondità dell'acqua è costante da una estremità all'altra dello stramazzo). La seguente equazione generale deriva dall'integrazione dell'equazione dello stramazzo laterale andando a considerare sia la pendenza della struttura laterale che del terreno:

$$dQ = C(y_{ws} - y_w)^{3/2}\, dx$$

$$dQ = C(a_{ws}x + C_{ws} - a_w x - C_w)^{3/2}\, dx$$

$$dQ = C((a_{ws} - a_w)x + C_{ws} - C_w)^{3/2}\, dx$$

Posto

$$a_1 = a_{ws} - a_w \text{ e } C_1 = C_{ws} - C_w$$

$$\int_{x1}^{x2} dQ = C \int_{x1}^{x2} (a_1 x + C_1)^{\frac{3}{2}} dx = \frac{2C}{5a_1}(a_1 x + C_1)^{\frac{5}{2}}\Big]_{x_1}^{x_2}$$

$$Q_{x1-x2} = \frac{2C}{5a_1}((a_1 x_2 + C_1)^{5/2} - (a_1 x_1 + C_1)^{\frac{5}{2}})$$

Tale equazione è valida finché il termine $aa1$ è diverso da zero. Quando $aa1$ è nullo, la superficie dell'acqua e la lateral structures sono parallele.

CONDIZIONI AL CONTORNO

Ai fini computazionali potranno essere definite delle condizioni al contorno dei dati sedimentologici agli estremi liberi del dominio o in una qualsiasi sezione dello stesso. Nello specifico è di particolare importanza inserire i carichi di sedimenti in ingresso al sistema ovvero quelli relativi alle sezioni di monte dei tronchi studiati.

Le condizioni al contorno adoperabili nel software sono:

1) **Rating curve**: scala di deflusso dei sedimenti ovvero carico di sedimenti variabile in funzione della portata liquida. Tale condizione al contorno equivale ad imporre che l'afflusso dei sedimenti nella sezione di interesse è strettamente legato ai deflussi liquidi. È quindi indispensabile che preventivamente venga sia condotta un'analisi che metta in relazione il carico di sedimenti che affluisce nella sezione con il deflusso idrico, definendo quindi le diverse coppie portata liquida – carico di sedimenti.

2) **Sediment load series**: carico di sedimenti predefinito. Tale condizione al contorno considera un'immissione concentrata o distribuita di sedimenti non specificamente correlata ad una variazione di portata. Questa condizione è adatta per simulare eventuali movimenti franosi in atto il cui piede arriva ad essere lambito dalla corrente con conseguente collasso dei detriti in alveo.

3) **Equilibrium load**: carico di equilibrio. Tala condizione, disponibile solo per le sezioni di monte del dominio d calcolo, è determinata dalle capacità di trasporto della corrente.

MODELLAZIONE IDRAULICA CANALE VILLA

Lo studio idraulico in oggetto ha riguardato il tratto del Torrente Villa in corrispondenza del tratto compreso tra il ponte su via Picarda e la passerella pedonale di Piazza delle Corriere a Ceparana nel Comune di Bolano. Nella figura 4 è riportato lo schema planimetrico delle sezioni rilevate ed utilizzate per il calcolo dei profili.

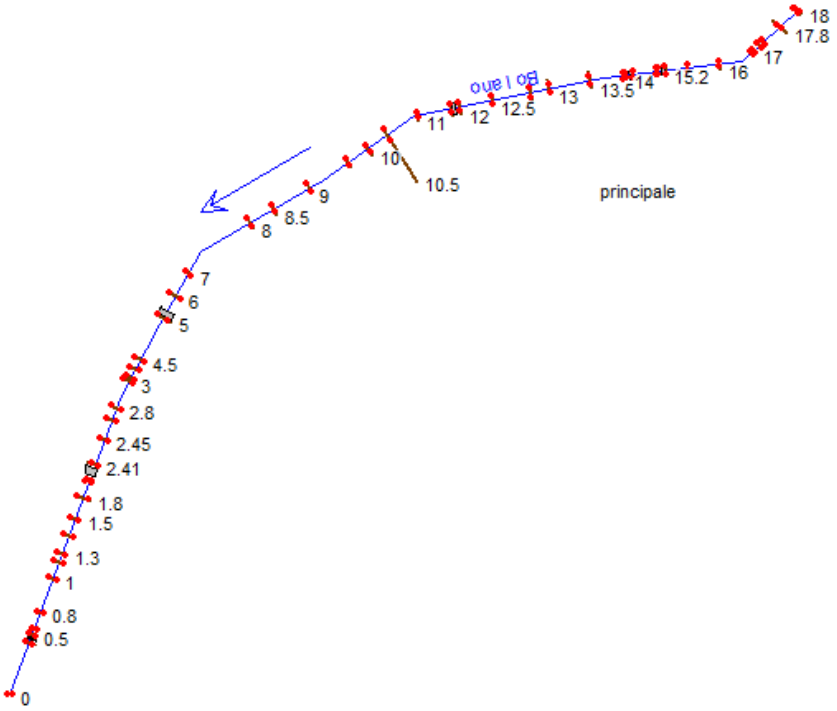


Rappresentazione planimetriche delle sezioni del Torrente Villa utilizzate ai fini del presente studio idraulico

Il tratto in analisi per Torrente Villa si estende per circa 1300 metri. Le sezioni trasversali che seguono sono state desunte da appositi rilievi topografici, condotti con strumentazione ad altissima precisione, e per un totale di circa 36 sezioni con rilievo altresì delle opere presenti, quali attraversamenti stradali e pedonali.

Non è stato necessario integrare le sezioni mediante interpolazione, in quanto il rilievo condotto è stato abbastanza accurato riuscendo a ricostruire il corso d'acqua con sezioni ravvicinate e ad ogni cambio di condizioni, tale da garantire la condizione di corrente gradualmente varia.

Più specificatamente, nella figura sottostante sono riportati gli andamenti plano-altimetrici delle sezioni fluviali direttamente rilevati in situ.



Si rimanda agli elaborati grafici di dettaglio (*PD.EG.06.0X*) per la rappresentazione grafica delle sezioni allo stato di fatto.

COEFFICIENTI DI SCABREZZA DI MANNING

I coefficienti di scabrezza adoperati nelle singole sezioni sono stati confrontati dati di letteratura (Chow V.T. 1959) con i valori suggeriti dal PAI, in funzione delle caratteristiche dell'asta. Facendo riferimento alle peculiarità dell'alveo, sono stati assegnati i seguenti coefficienti di scabrezza di Manning:

- n = 0.05 $m^{1/3}/s$ per alveo costituito da massi naturali di II categoria;
- n = 0.1 $m^{1/3}/s$ per alveo naturale (a vantaggio di sicurezza in condizioni di presenza di vegetazione spontanea non rimossa tempestivamente)
- n = 0.025 $m^{1/3}/s$ per argine in cls;
- n = 0.04 $m^{1/3}/s$ per argine in massi ciclopici.

I valori di scabrezza prescelti sono del tutto coerenti con i valori del modello idraulico dell'intervento realizzato a valle del tombamento di piazza delle corriere.

COEFFICIENTI DI CONTRAZIONE ED ESPANSIONE

I coefficienti di contrazione ed espansione sono assegnati secondo letteratura. In particolare sono stati tarati in funzione delle caratteristiche cinematiche della corrente e geometriche dell'alveo. Per correnti subcritiche con geometrie a graduale transizione la letteratura suggerisce l'impiego di coefficienti di contrazione ed espansione rispettivamente pari a 0.1 e 0.3, che vengono incrementati a 0.6 e 0.8 in caso di geometrie con brusche variazioni. In presenza di ponti i coefficienti suggeriti sono pari a 0.3 per quello di contrazione e 0.5 per quello di espansione. Per correnti ipercritiche, come il caso in esame, con geometrie a variabilità graduale, la letteratura suggerisce l'impiego di coefficienti di contrazione ed espansione rispettivamente pari a 0.01 e 0.03. In presenza di profili d'alveo naturali con brusche transizioni geometriche, sempre in condizioni di correnti ipercritiche, è consigliabile invece prevedere l'incremento di tali coefficienti con valori di 0.05 per il coefficiente di contrazione e 0.20 per quello di espansione. I coefficienti vanno nuovamente incrementati in corrispondenza di opere idrauliche che interferiscono con la corrente e generano ulteriori perdite di carico per contrazione ed espansione della vena fluida. Nel caso in esame si sono adoperati i seguenti coefficienti:

CONDIZIONE	CONTRAZIONE	ESPANSIONE
corrente subcritica con transizioni graduali	0.1	0.3
Corrente subcritica in presenza di ponti	0.3	0.5

I valori di portata adoperati per la taratura del modello geometrico e per l'individuazione in prima approssimazione delle caratteristiche di officiosità idraulica del canale sono quelli inerenti al periodo di ritorno pari a 200 anni (si rimanda all'elaborato PD.RT.04.00) pari a:

- Dalla sez. 18 alla sez. 13: **Q = 35,00 m^3/s**
- Dalla sez. 12.8 alla sez. 10: **Q = 48,50 m^3/s**
- Dalla sez. 9.5 alla sez. 2.2: **Q = 59,00 m^3/s**
- Dalla sez. 2.1 alla sez. 0: **Q = 60,50 m^3/s**

Sommando l'aliquota di trasporto solido alla portata di picco liquida sono stati ottenuti i valori delle portate al colmo di progetto.

- Dalla sez. 18 alla sez. 13: **Q = 37,50 m^3/s**
- Dalla sez. 12.8 alla sez. 10: **Q = 49,50 m^3/s**
- Dalla sez. 9.5 alla sez. 2.2: **Q = 59,60 m^3/s**
- Dalla sez. 2.1 alla sez. 0: **Q = 61,80 m^3/s**

Le portate stimate ed utilizzate nel presente studio sono in accordo con lo studio idrologico ed idraulico dell'intervento già realizzato a valle del tombamento di Piazza delle Corriere in località Ceparana fino alla confluenza con il Fiume Magra.

CONDIZIONI AL CONTORNO

Nella sezione di monte si è impostata l'altezza critica relativa al passaggio della corrente sul salto di fondo della sezione 18, mentre a valle l'altezza del tirante idrico dello studio idraulico effettuato (sez. 31) per il progetto esecutivo dei lavori realizzati tra il tratto tombato in Piazza delle Corriere e la confluenza con il fiume Magra, fornito dall'Amministrazione Comunale di Bolano (di cui si rimanda agli allegati di progetto), in modo da rendere il presente intervento coerente e complementare a quello già realizzato.

L'uso del modello HEC-RAS per i valori di portata al colmo relativi al tempo di ritorno T di 200 anni, ha evidenziato attraverso la ricostruzione dei corrispondenti profili di moto permanente le situazioni più critiche e di maggiore attenzione per il tratto analizzato e definire quindi, sulla base dei risultati dello stato di fatto gli interventi di sistemazione idrauliche in grado di garantire adeguata sicurezza per tutto il tratto, in coerenza all'Allegato 5 delle norme di Attuazione del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico, riportate nella tabella che segue:

a) il carico cinetico della corrente determinabile come $U^2/2g$ (valore particolarmente rilevante per correnti veloci o debolmente lente), dove U è la velocità media della corrente (m/s) e g è l'accelerazione di gravità (m/s^2);

b) i valori per categorie di opere di seguito indicati:

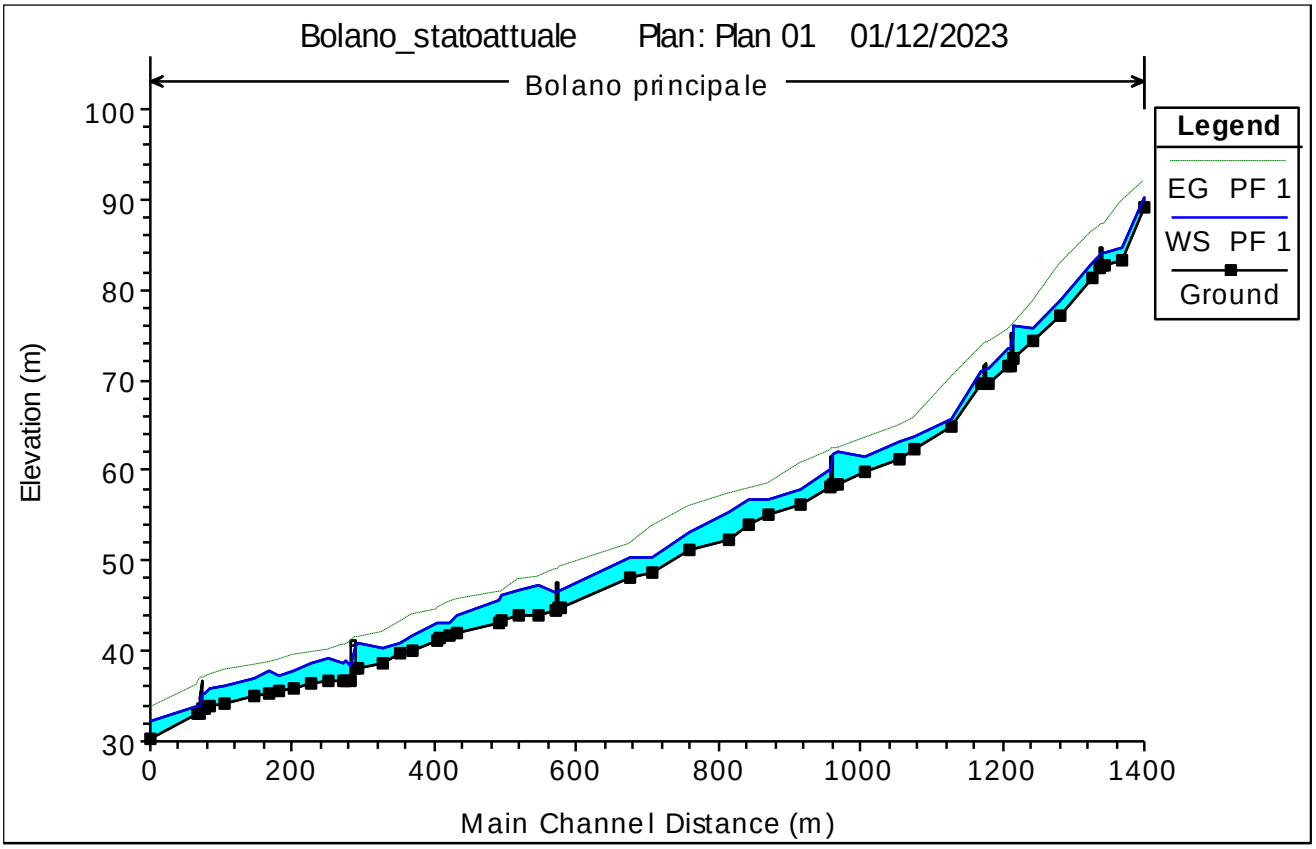
Stato del bacino sotteso	Tipo di opere	
	Argini e difese spondali	Attraversamento
Sufficientemente sistemato	cm 50	cm75
Poco sistemato, ma non dissestato	cm 75	cm 100
Dissestato	cm 100	cm 150

C'è da evidenziare che per i nuovi attraversamenti il franco di sicurezza soddisfa anche quanto previsto dalle NTC 2018, ovvero di un franco minimo di 1,5 metri. Per quanto riguarda i ponti

di Via Dante e la passarella pedonale di Piazzare delle Corriere, rimanendo invariati, il franco non risulta essere di 1,5 metri, ma comunque sufficiente a garantire adeguata officiosità idraulica sensibilmente superiore allo stato attuale (il ponte di Via Dante nella simulazione di stato attuale è privo di franco). Il tratto interessato dalla presenza dei due ponti in questioni, è strettamente incassato e non è stato possibile allargare ulteriormente la sezione e/o rifare gli impalcati sia per una ragione di sensibile aumento dei costi che di raccordo con la viabilità presente. Pertanto si ritiene che l'intervento garantisce adeguata officiosità idraulica sia per le singole sezioni idrauliche che per i ponti di nuova realizzazione che esistenti.

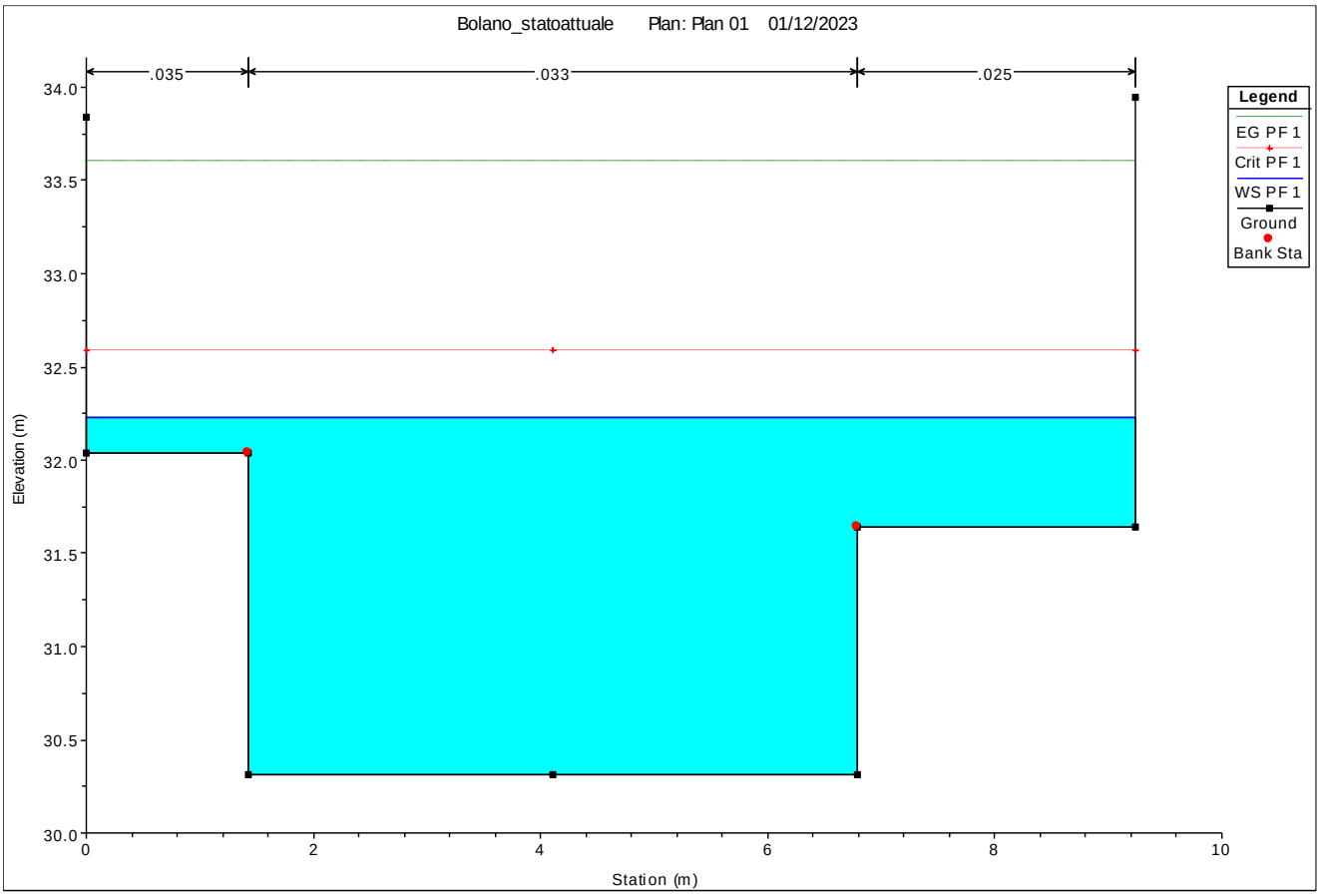
STATO DI FATTO

La rappresentazione dello stato di fatto sia in termini di profilo longitudinale che di sezioni trasversali è riportato nella presente relazione in modo schematico, ma la rappresentazione ed i risultati in termini di tiranti idraulici e di franco di sicurezza sono riportati in dettaglio nella tabella a pagina 83. **Inoltre si precisa che tutti i profili e sezioni sono riportati negli elaborati grafici del progetto esecutivo.**

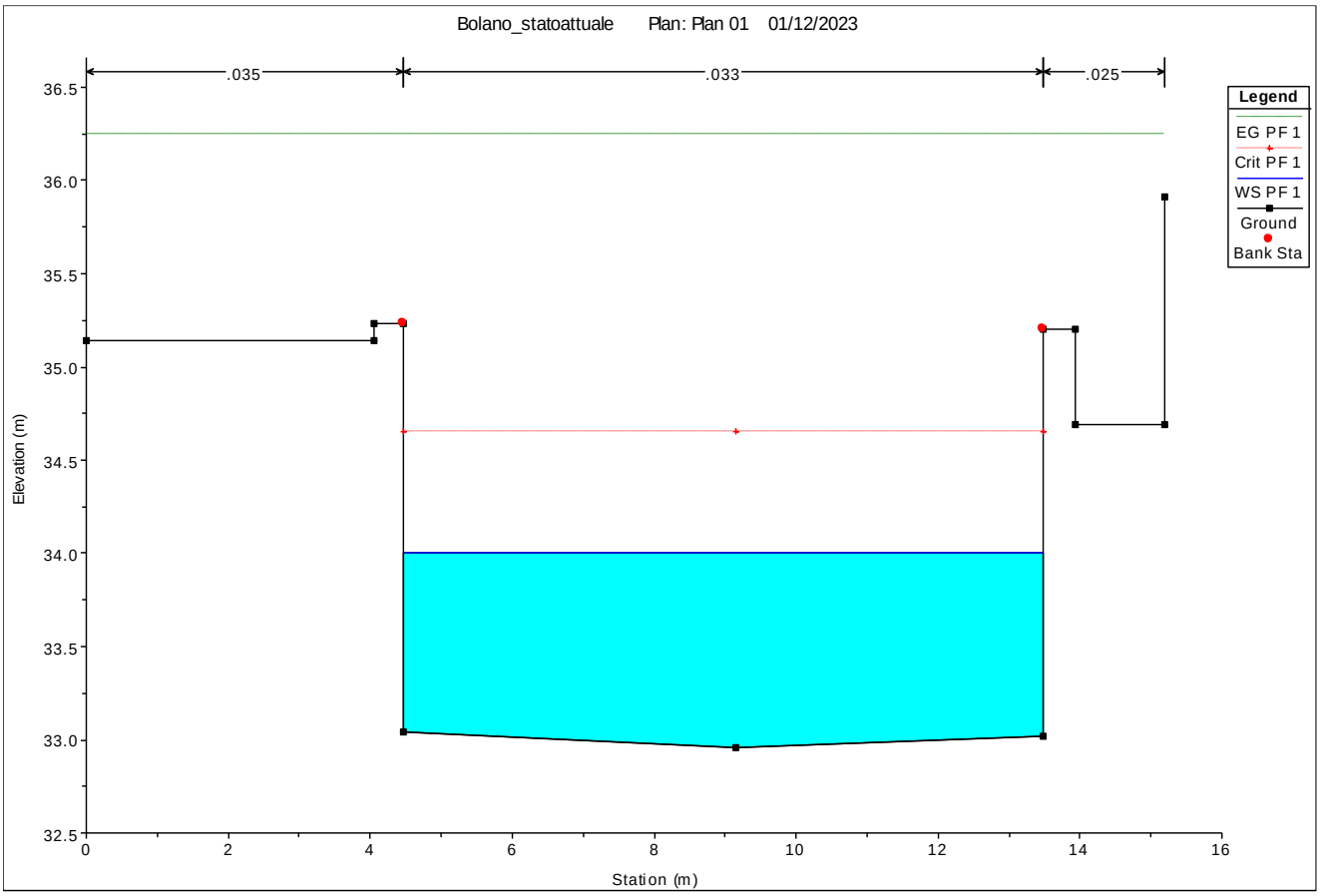


Profilo della corrente per T=200 anni (stato attuale).

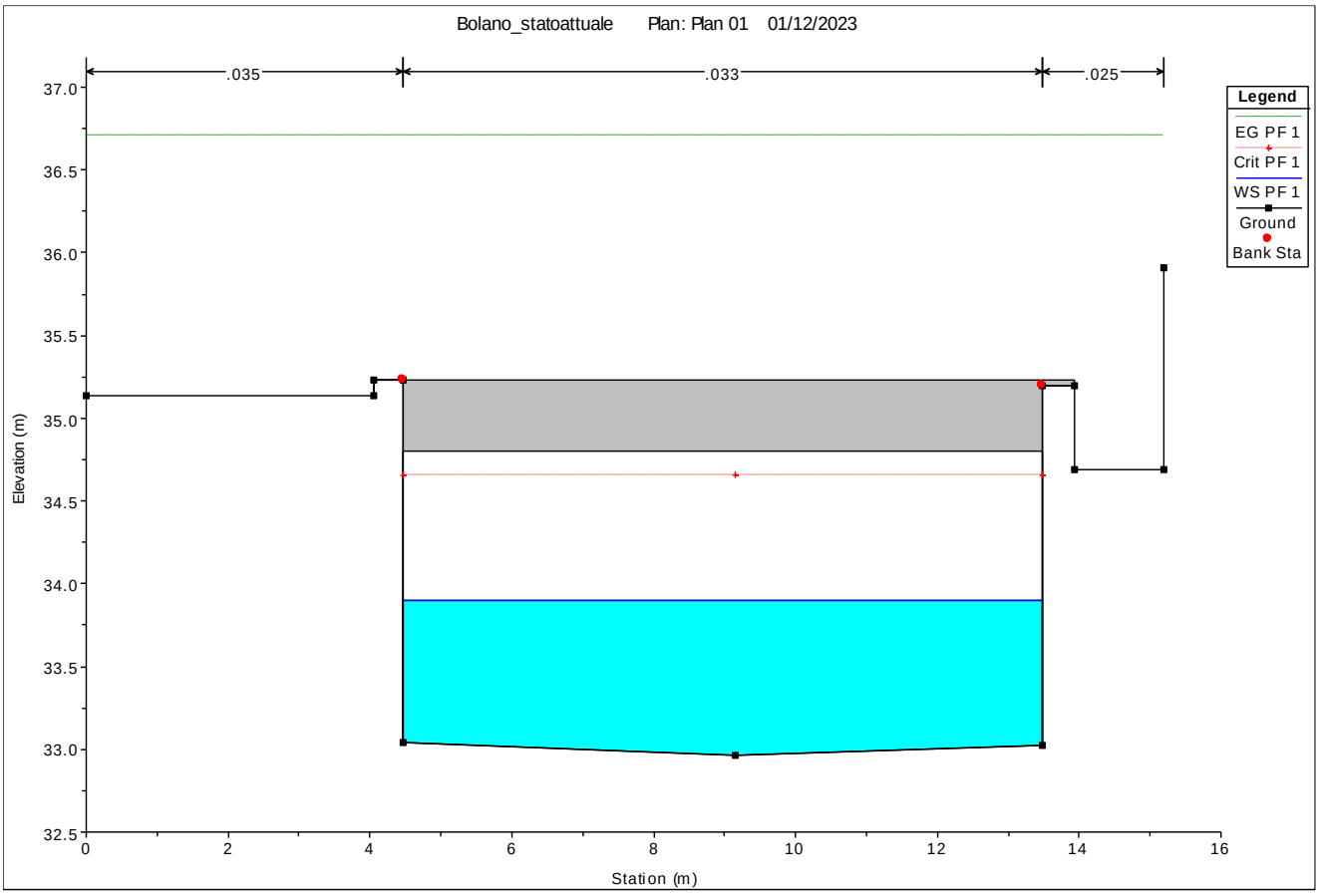
Sez. 0.0


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.025
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
34.0
33.5
33.0
32.5
32.0
31.5
31.0
30.5
30.0
0
2
4
6
8
10

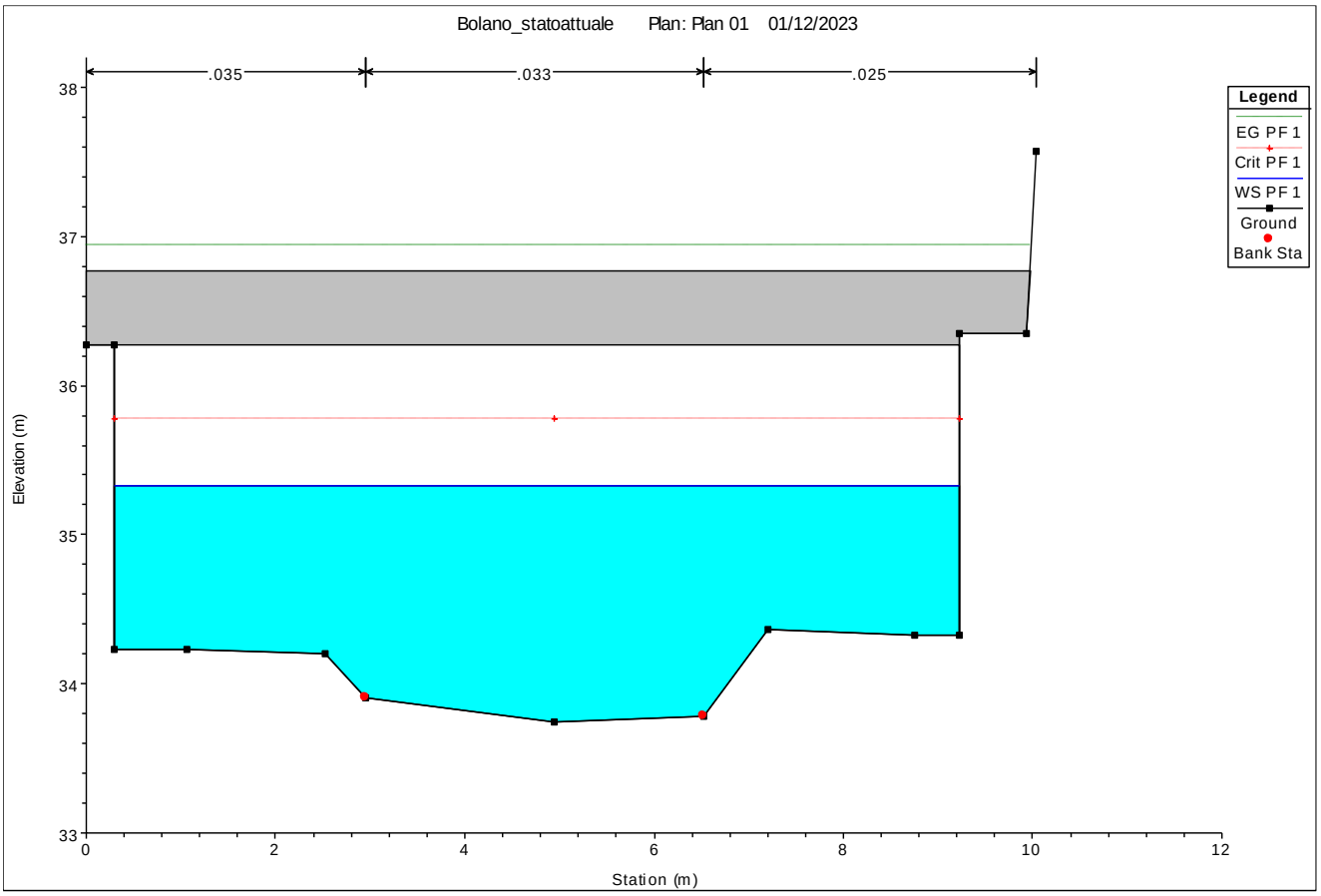
Sez. 0.1


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.025
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
36.5
36.0
35.5
35.0
34.5
34.0
33.5
33.0
32.5
0
2
4
6
8
10
12
14
16

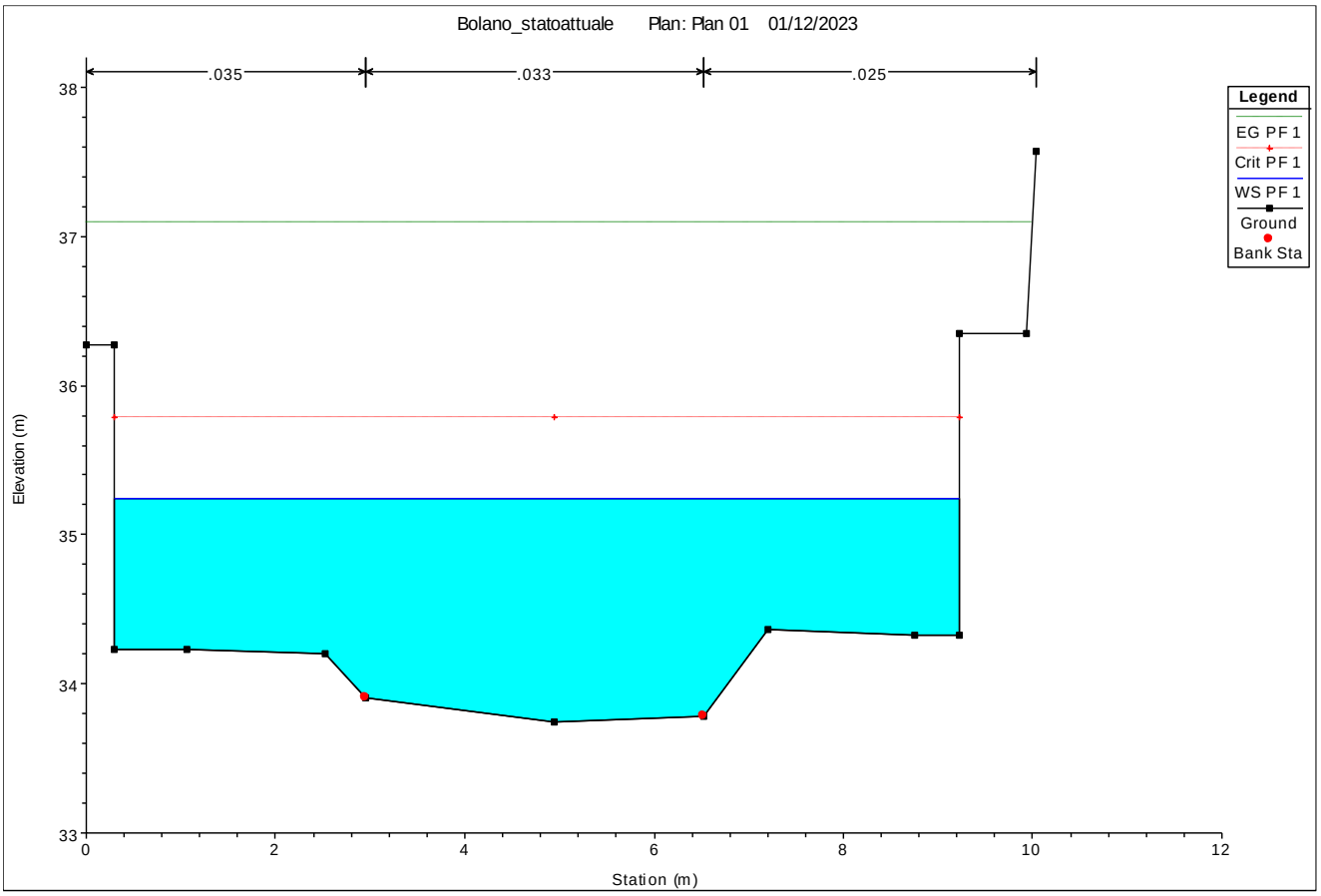
Sez.0.2 BR D (Passerella pedonale Piazza delle Corriere)



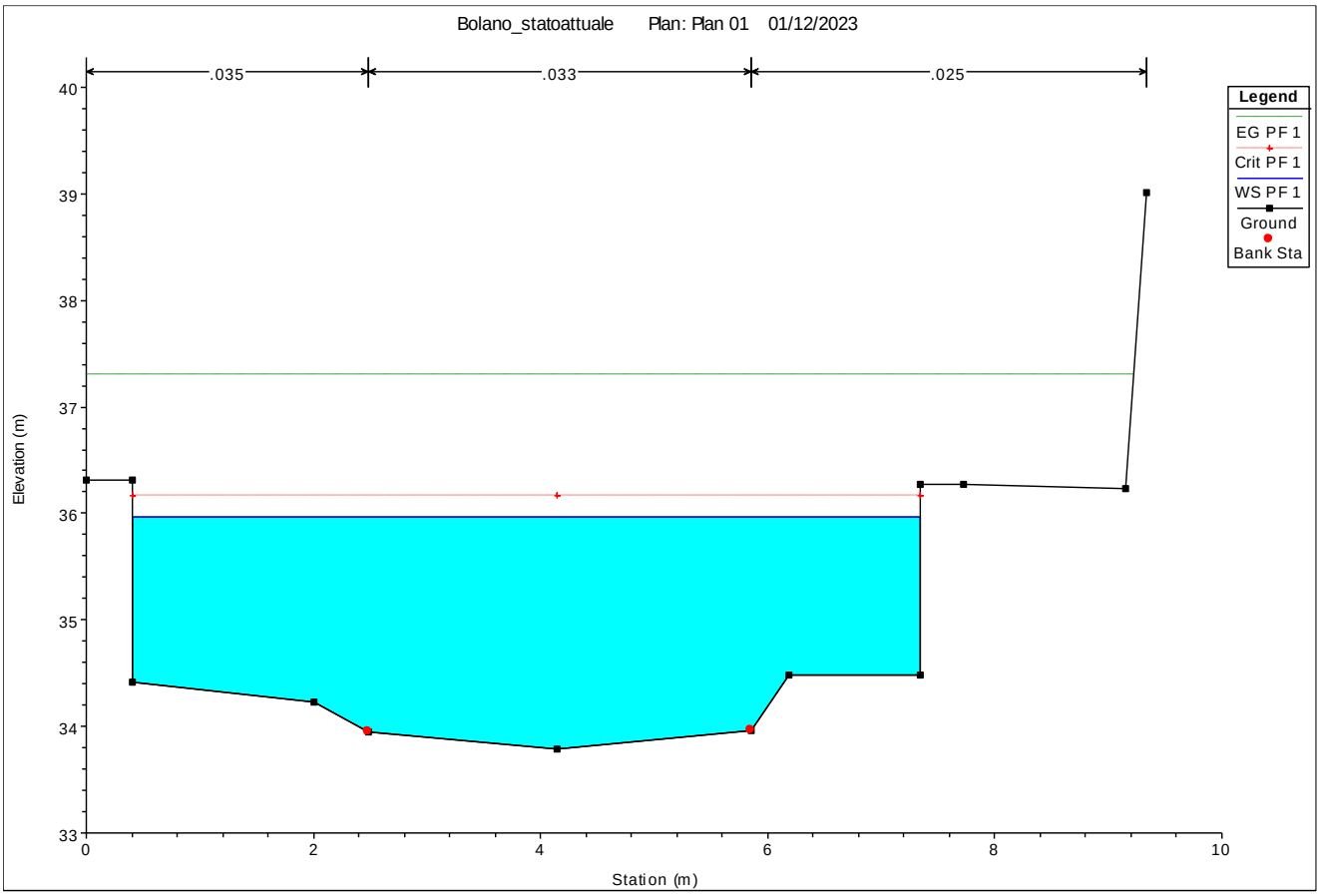
Sez.0.2 BR U (Passerella pedonale Piazza delle Corriere)



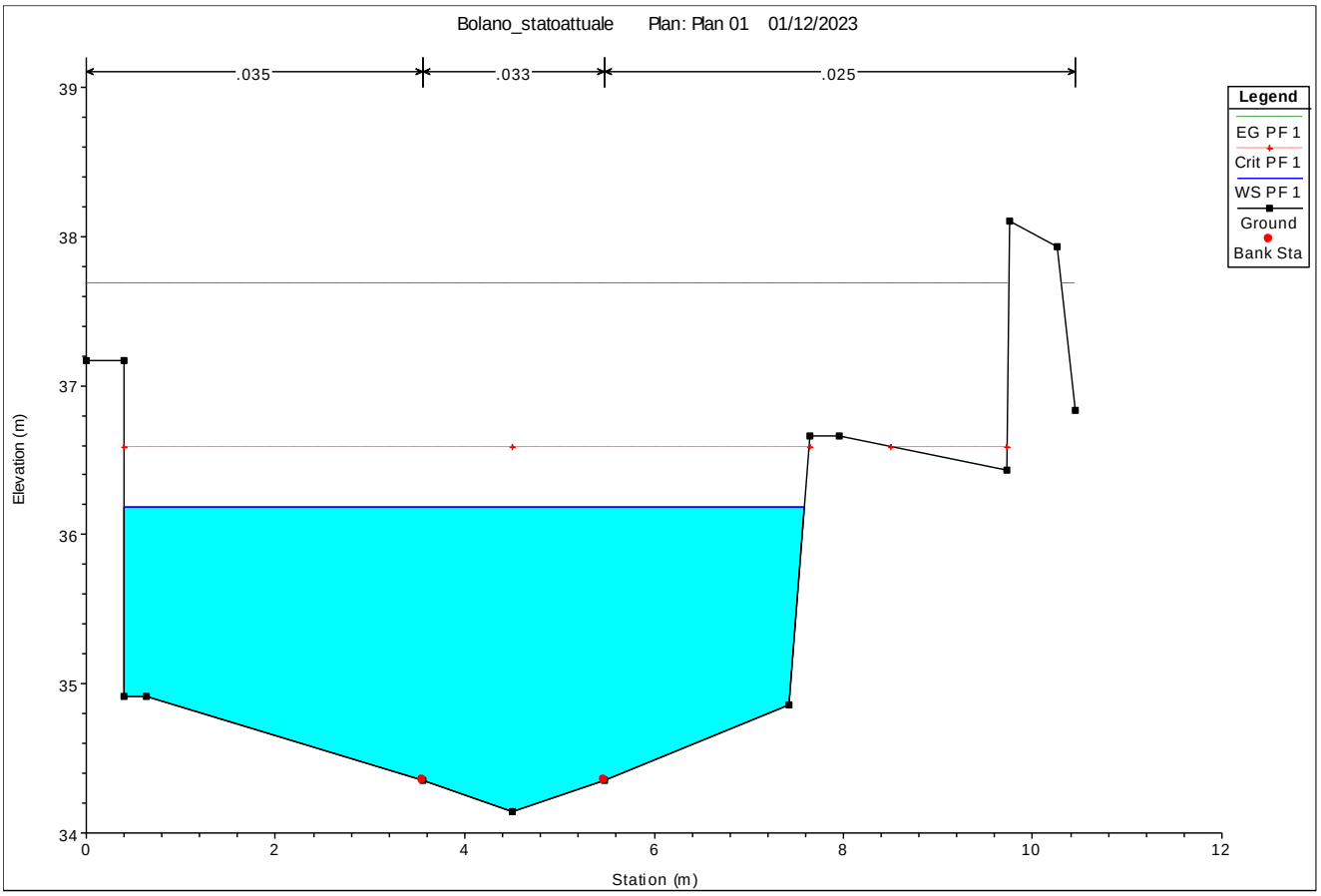
Sez.0.5


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.025
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
38
37
36
35
34
33
0
2
4
6
8
10
12

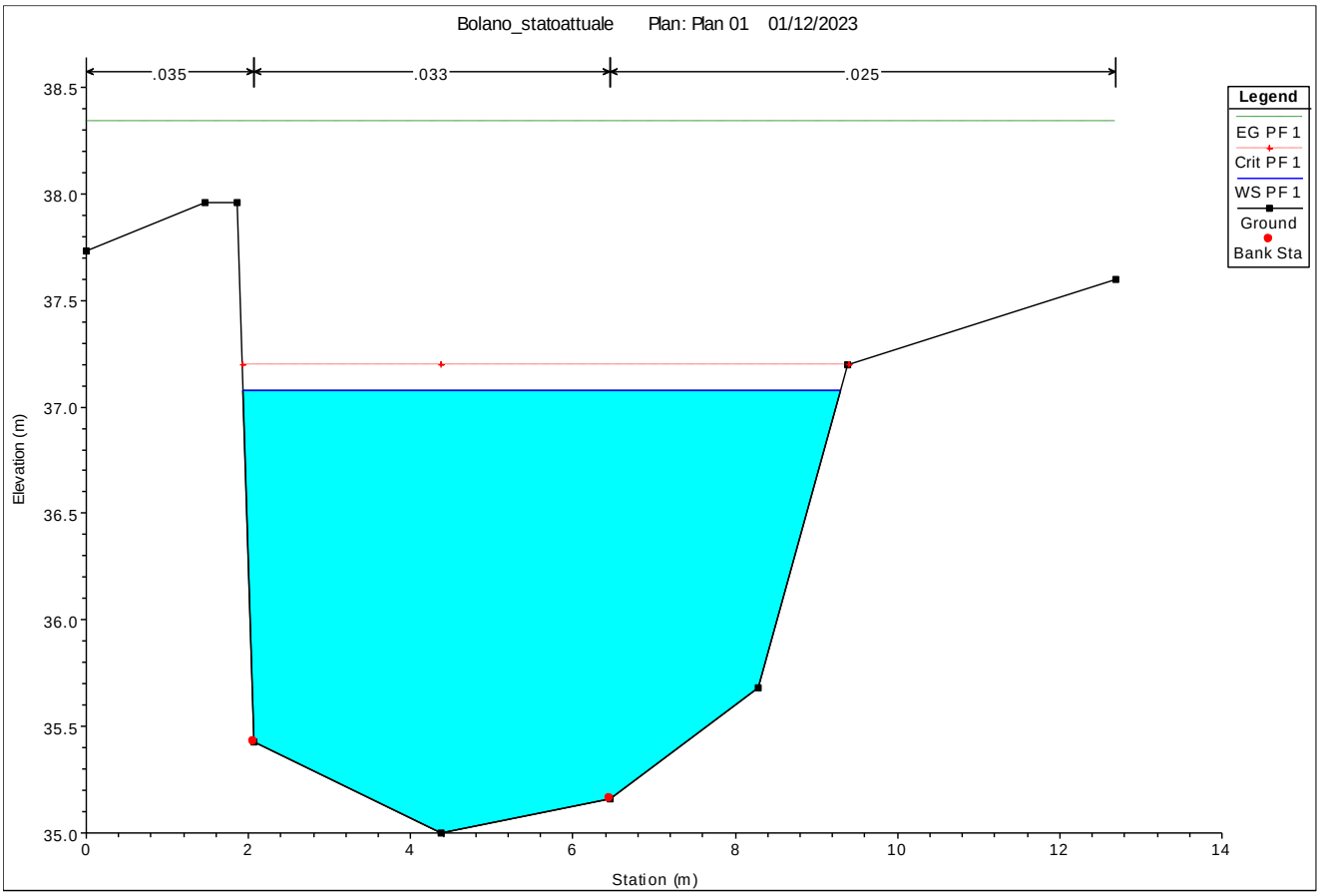
Sez.0.6


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.025
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
40
39
38
37
36
35
34
33
0
2
4
6
8
10

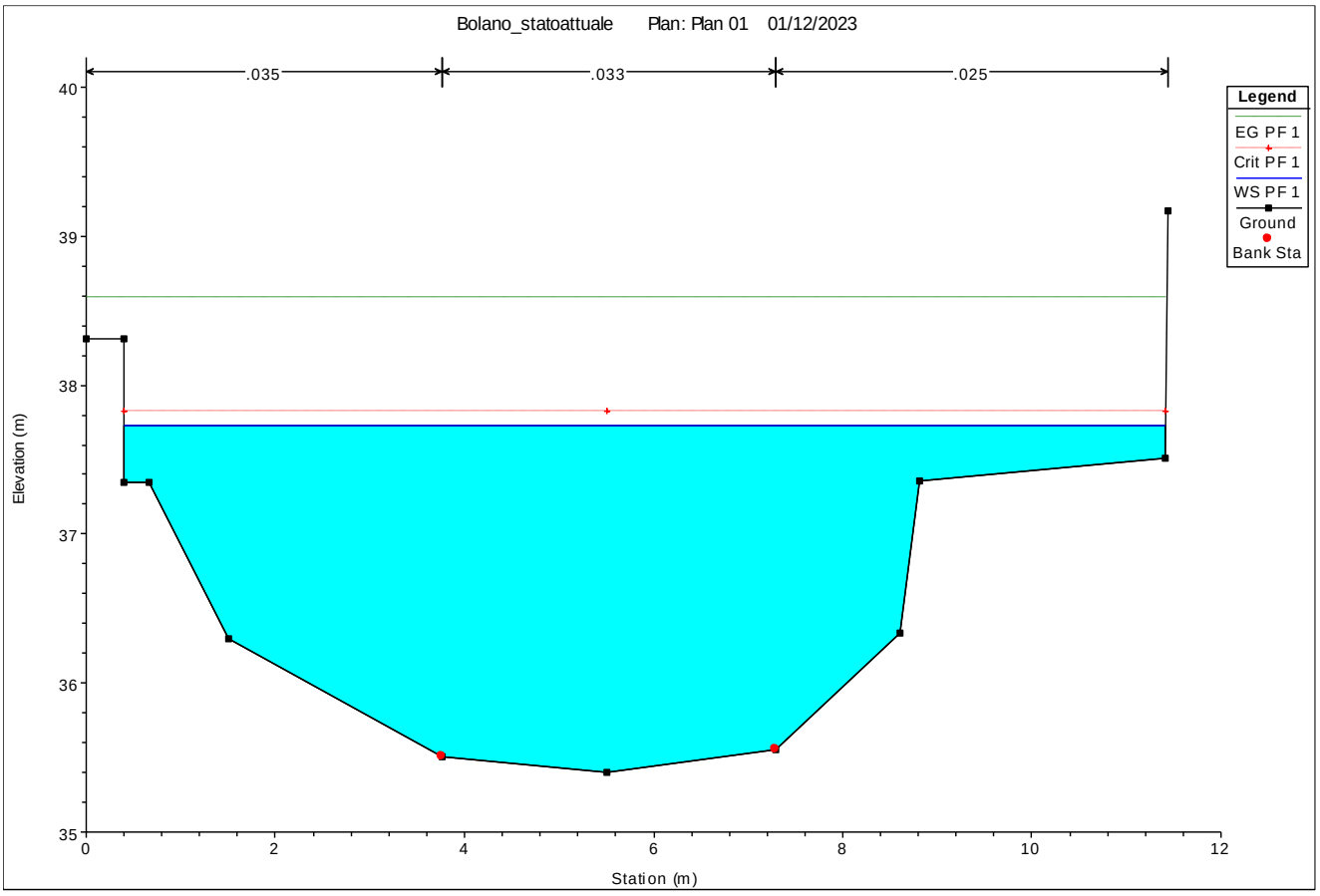
Sez.0.8


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.025
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
39
38
37
36
35
34
0
2
4
6
8
10
12

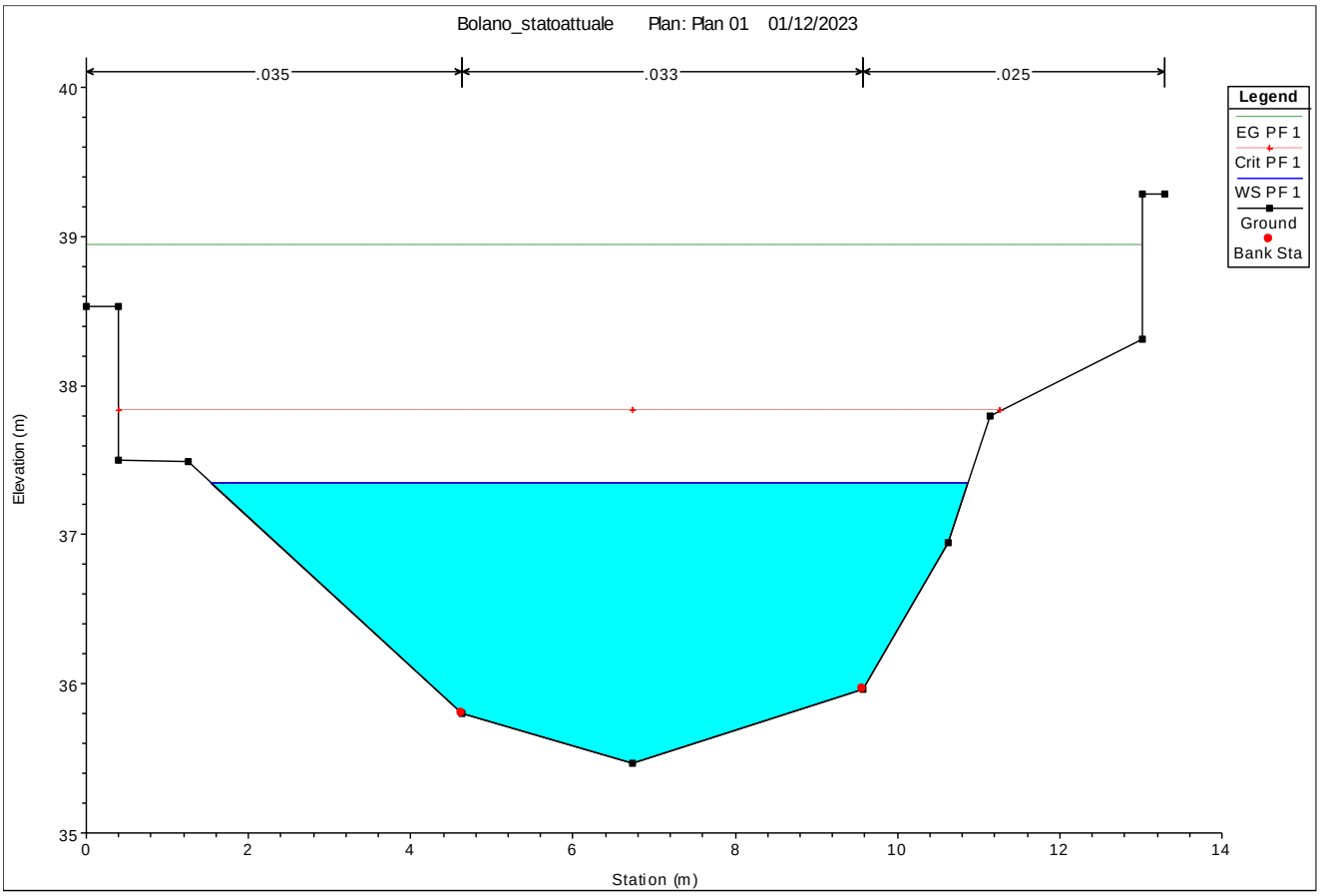
Sez.1.0


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.025
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
38.5
38.0
37.5
37.0
36.5
36.0
35.5
35.0
0
2
4
6
8
10
12
14

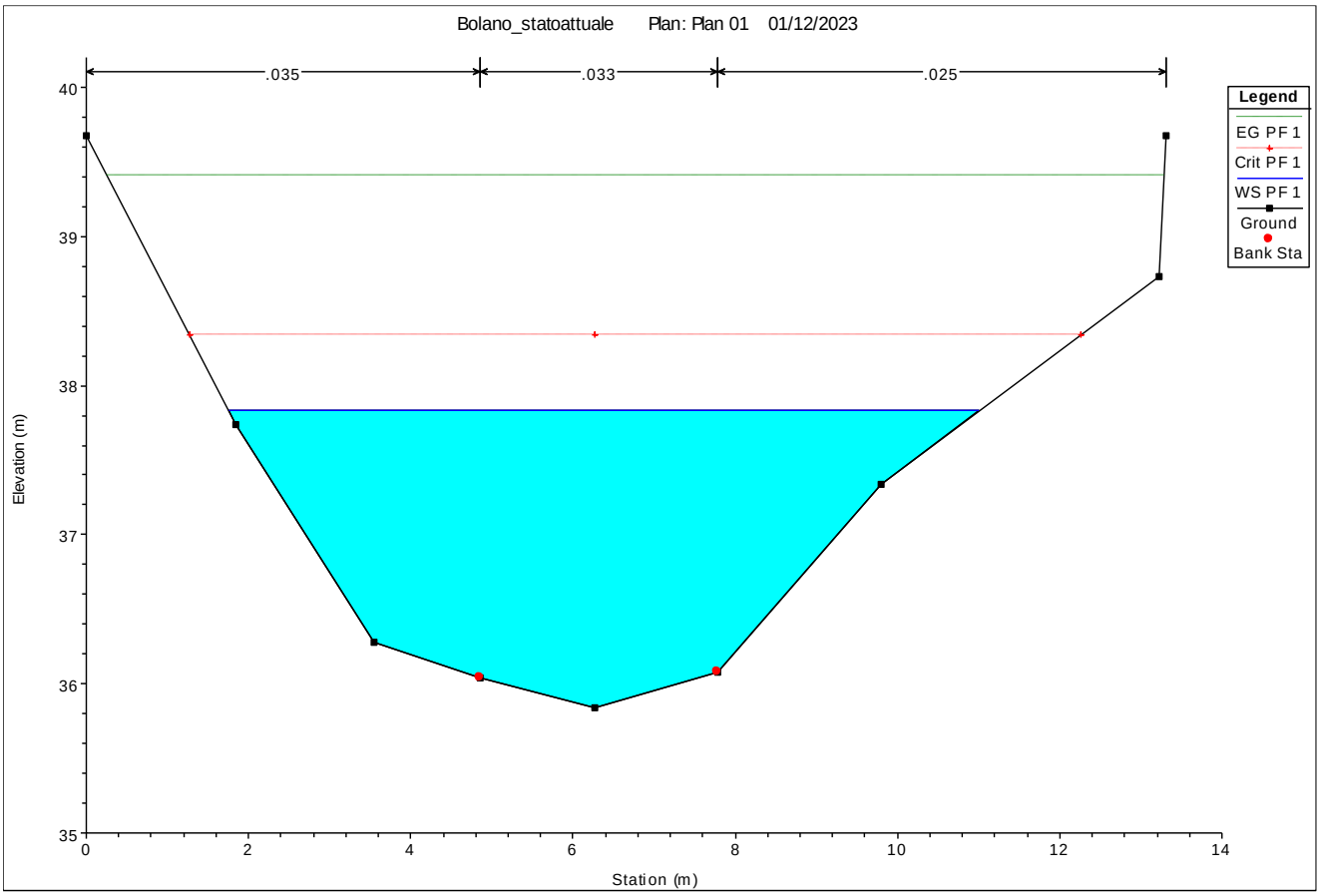
Sez. 1.2


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.025
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
40
39
38
37
36
35
0
2
4
6
8
10
12

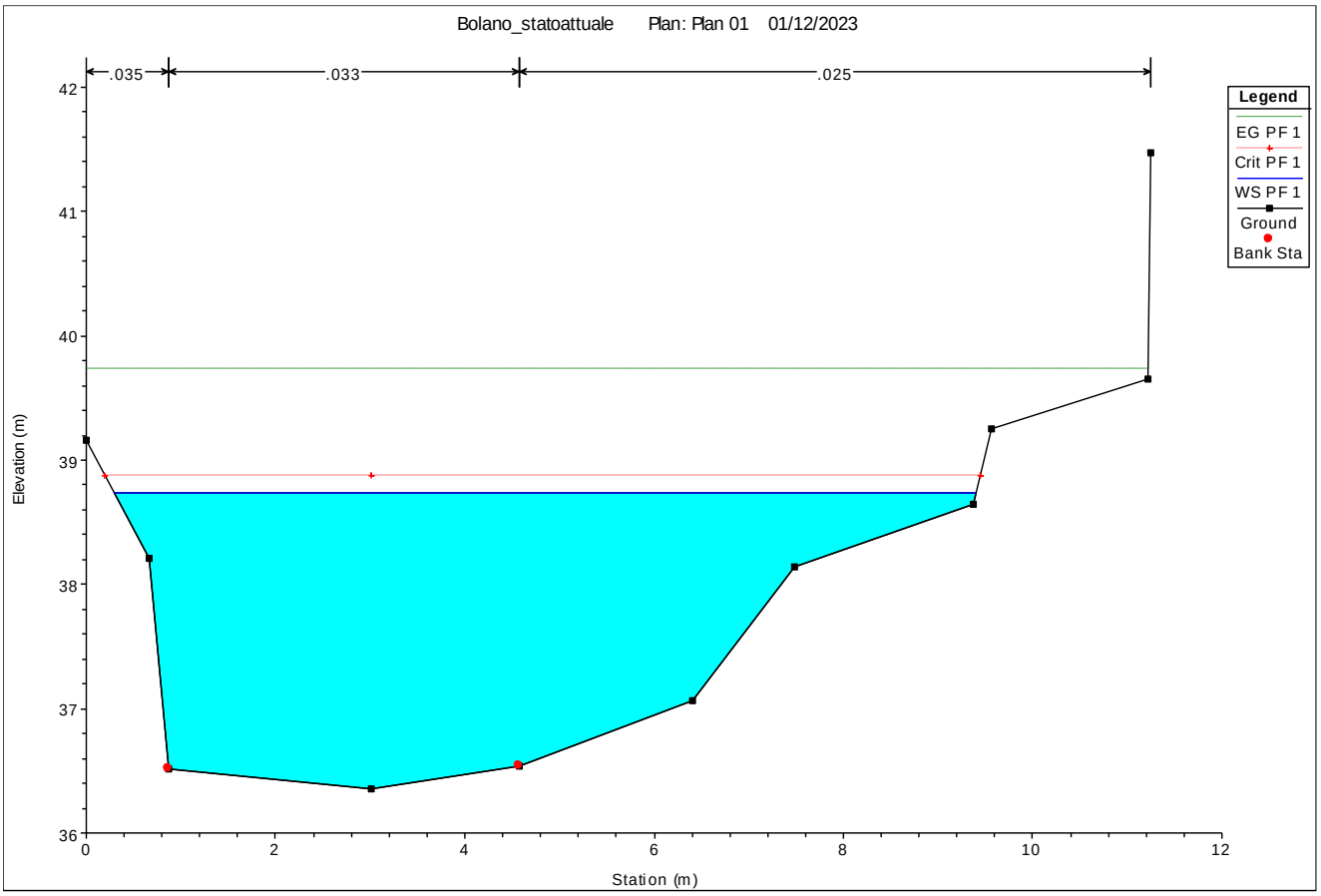
Sez. 1.3


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.025
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
40
39
38
37
36
35
0
2
4
6
8
10
12
14

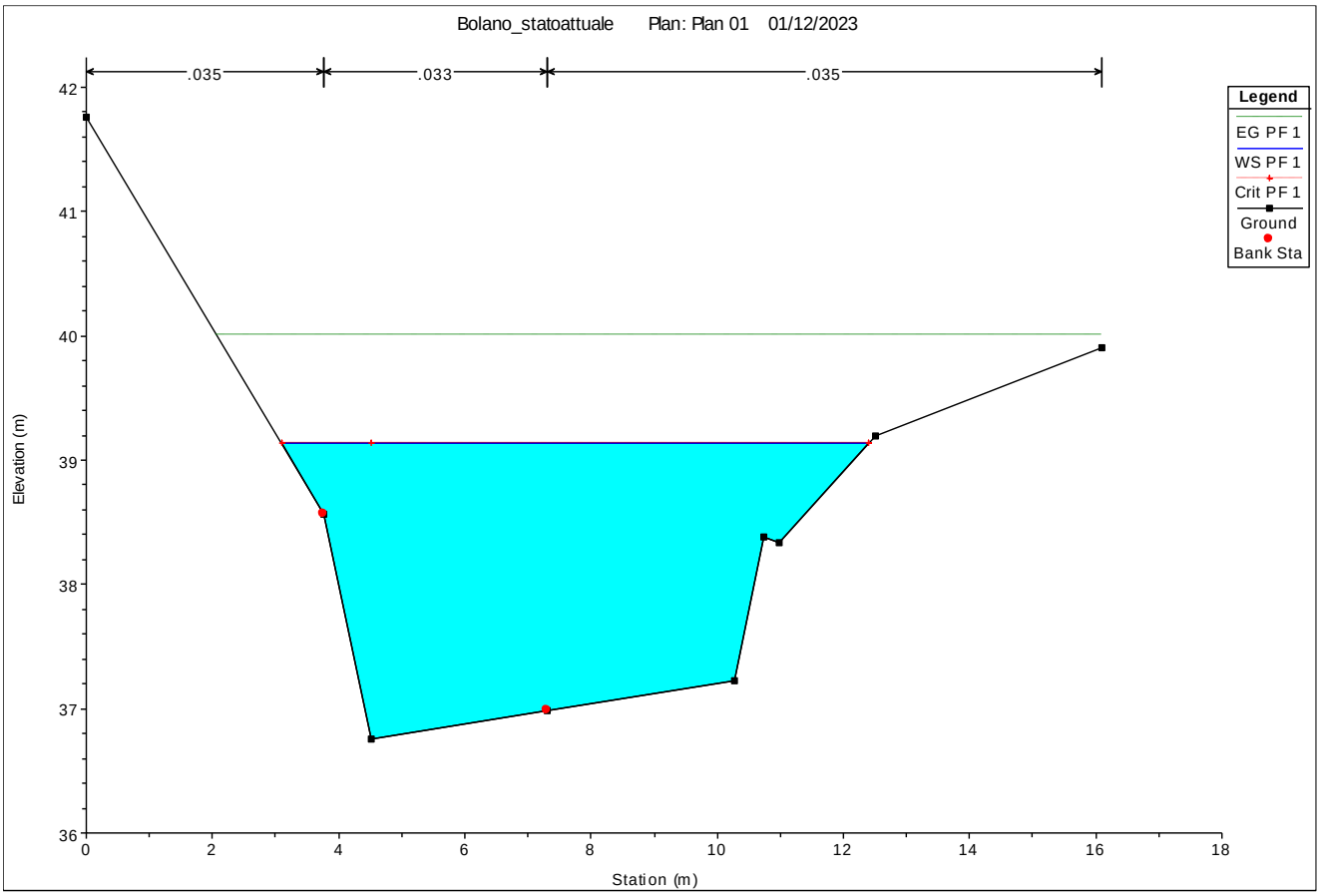
Sez. 1.4


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.025
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
40
39
38
37
36
35
0
2
4
6
8
10
12
14

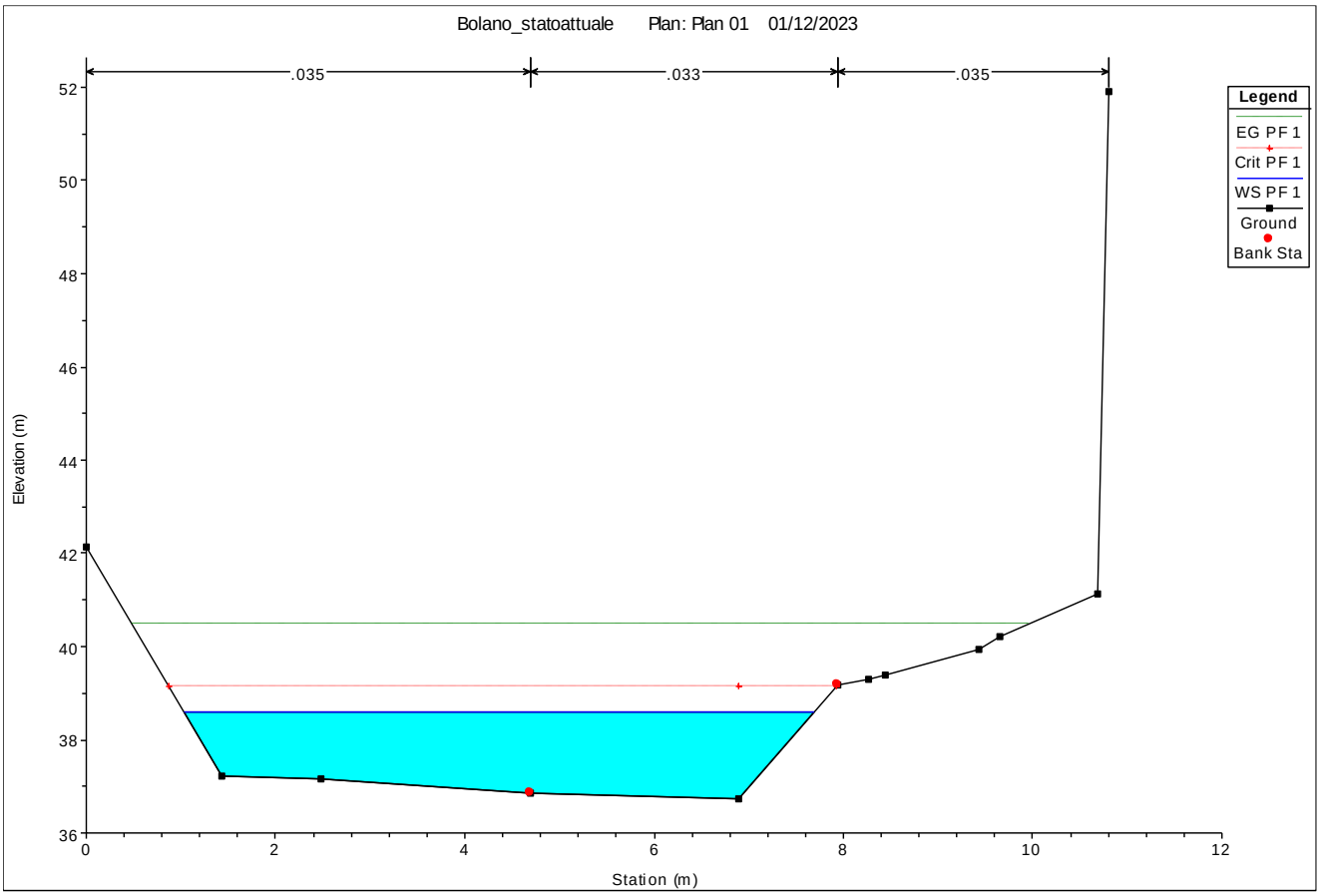
Sez. 1.5


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.025
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
42
41
40
39
38
37
36
0
2
4
6
8
10
12

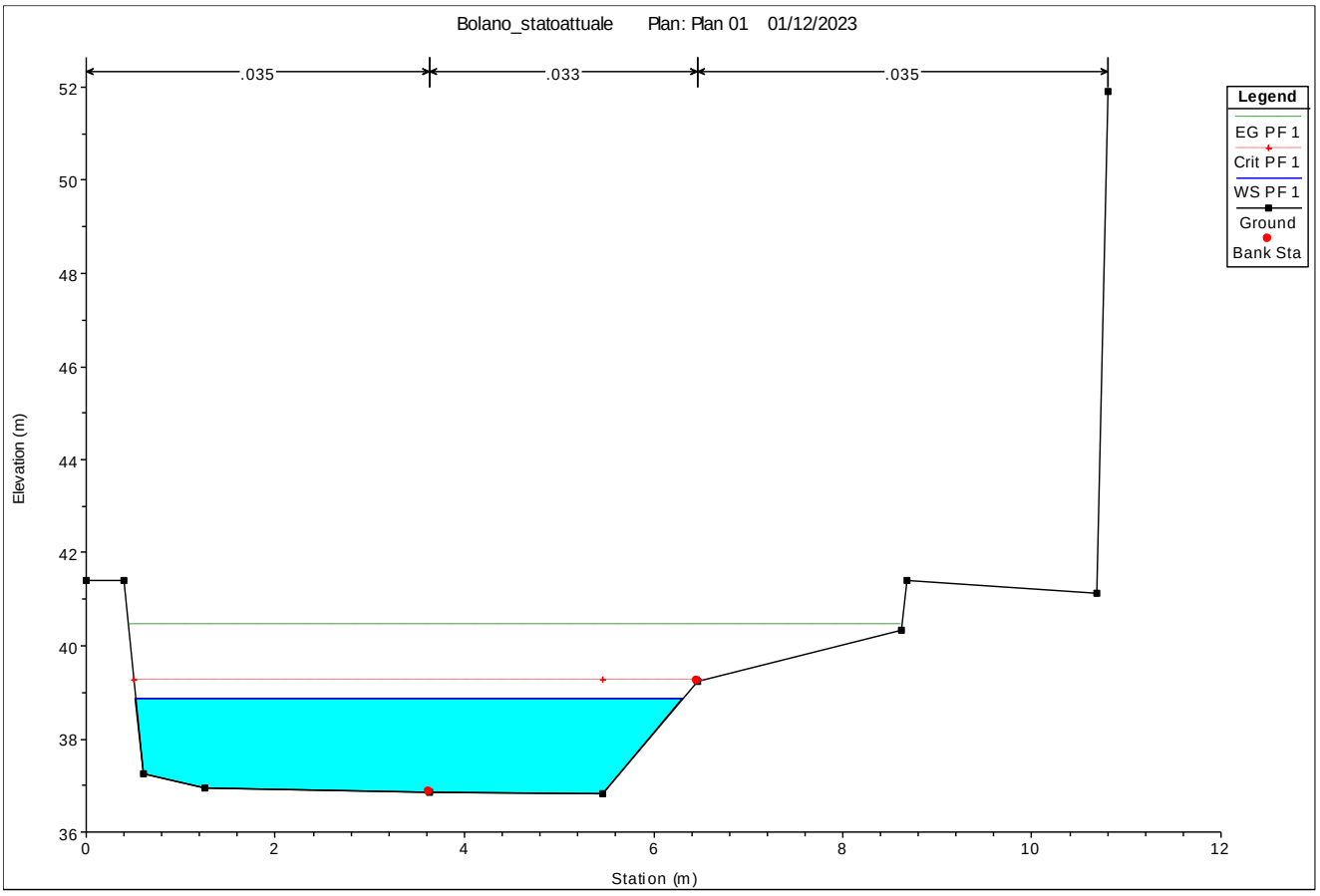
Sez. 1.8


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
42
41
40
39
38
37
36
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18

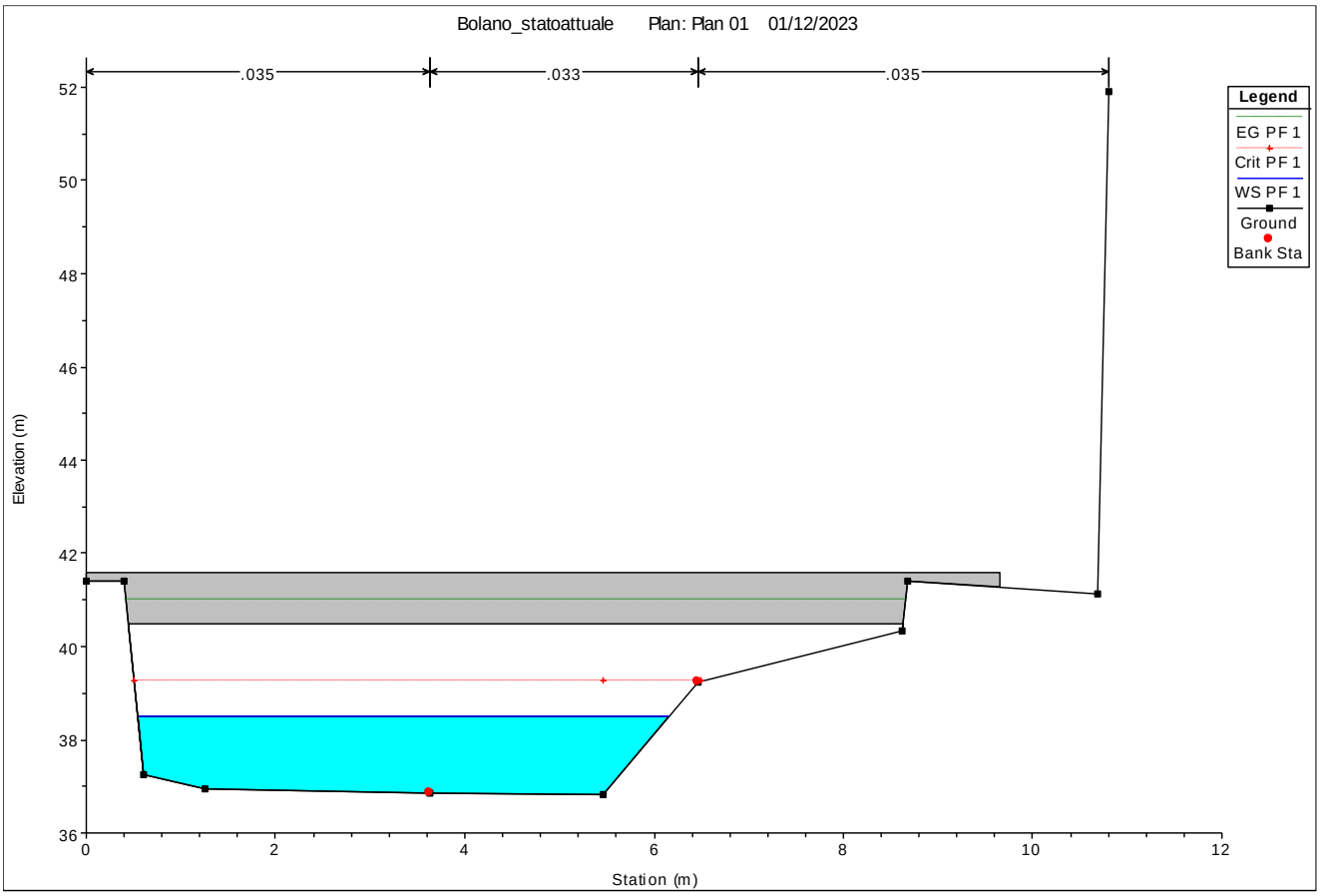
Sez. 2.0


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
52
50
48
46
44
42
40
38
36
0
2
4
6
8
10
12

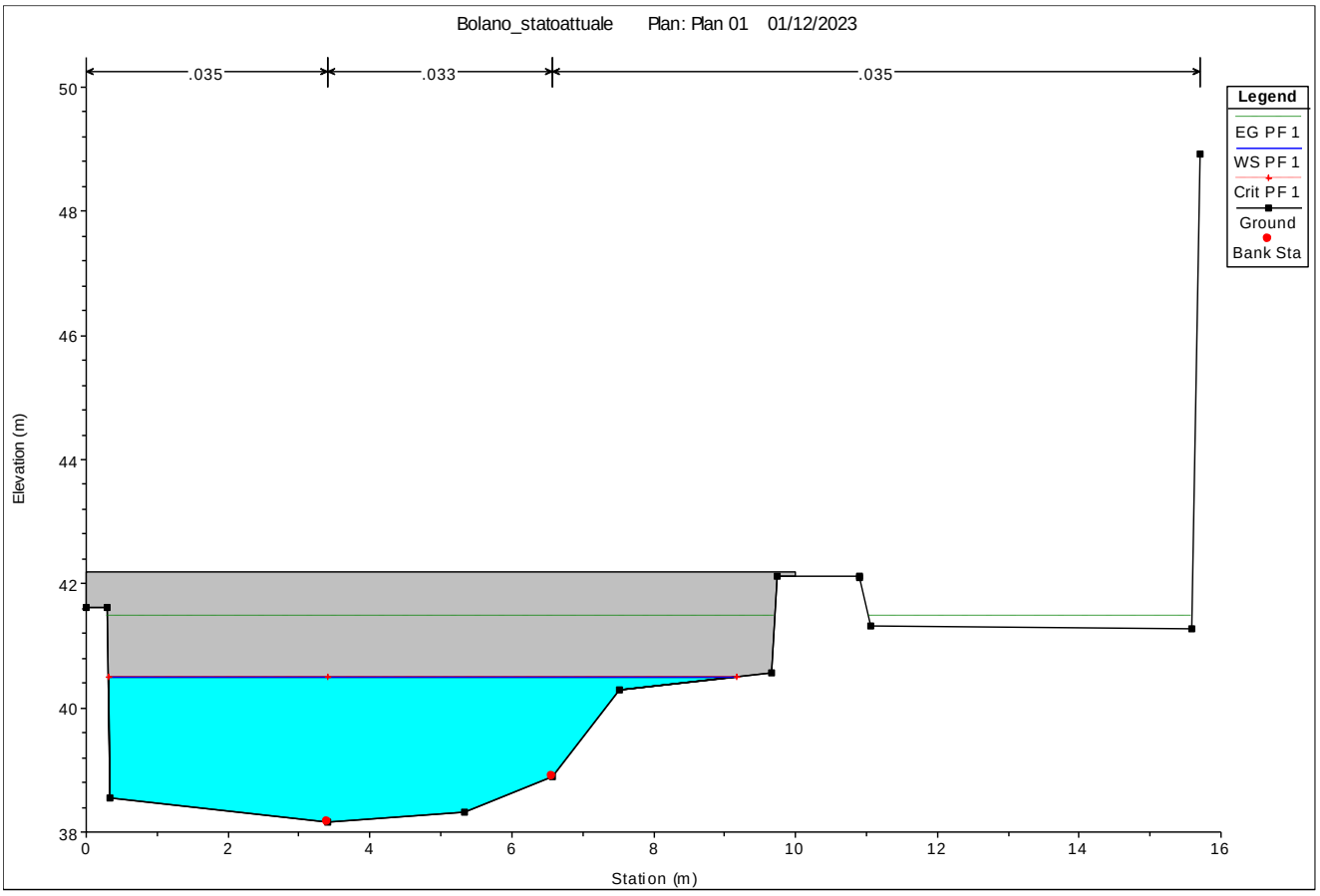
Sez. 2.1


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
52
50
48
46
44
42
40
38
36
0
2
4
6
8
10
12

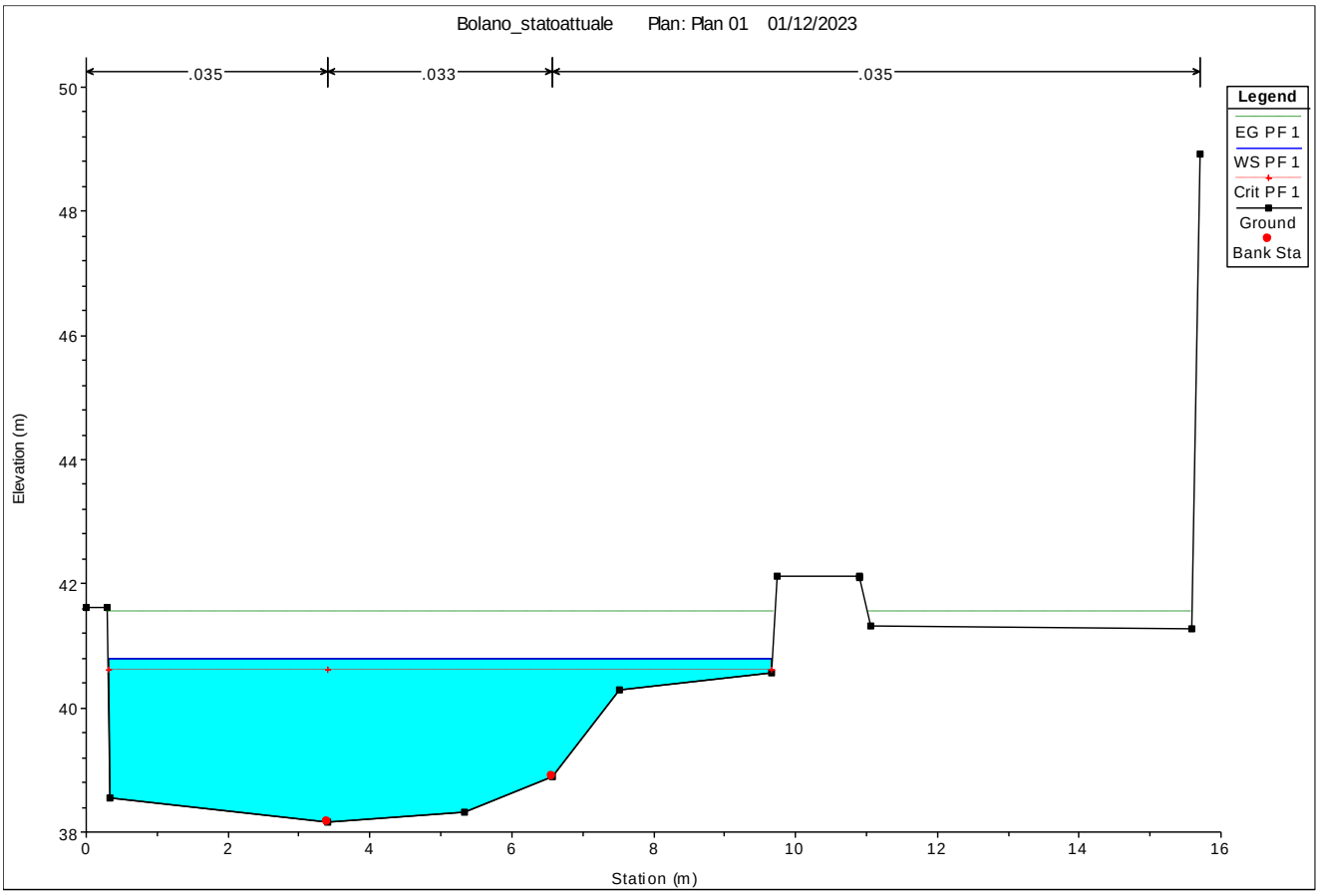
Sez. 2.2 BR D (Ponte via Dante)



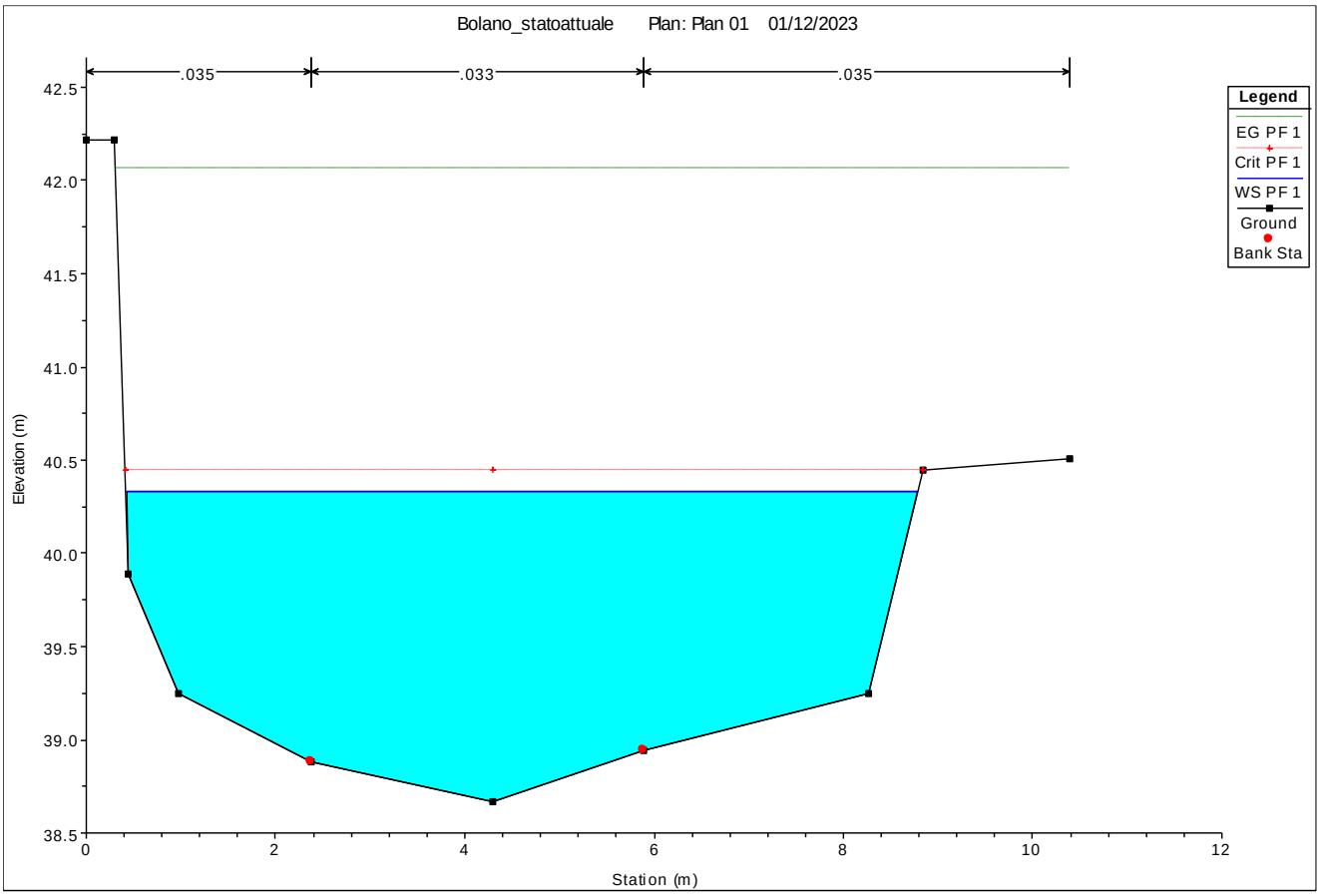
Sez. 2.2 BR U (Ponte via Dante)



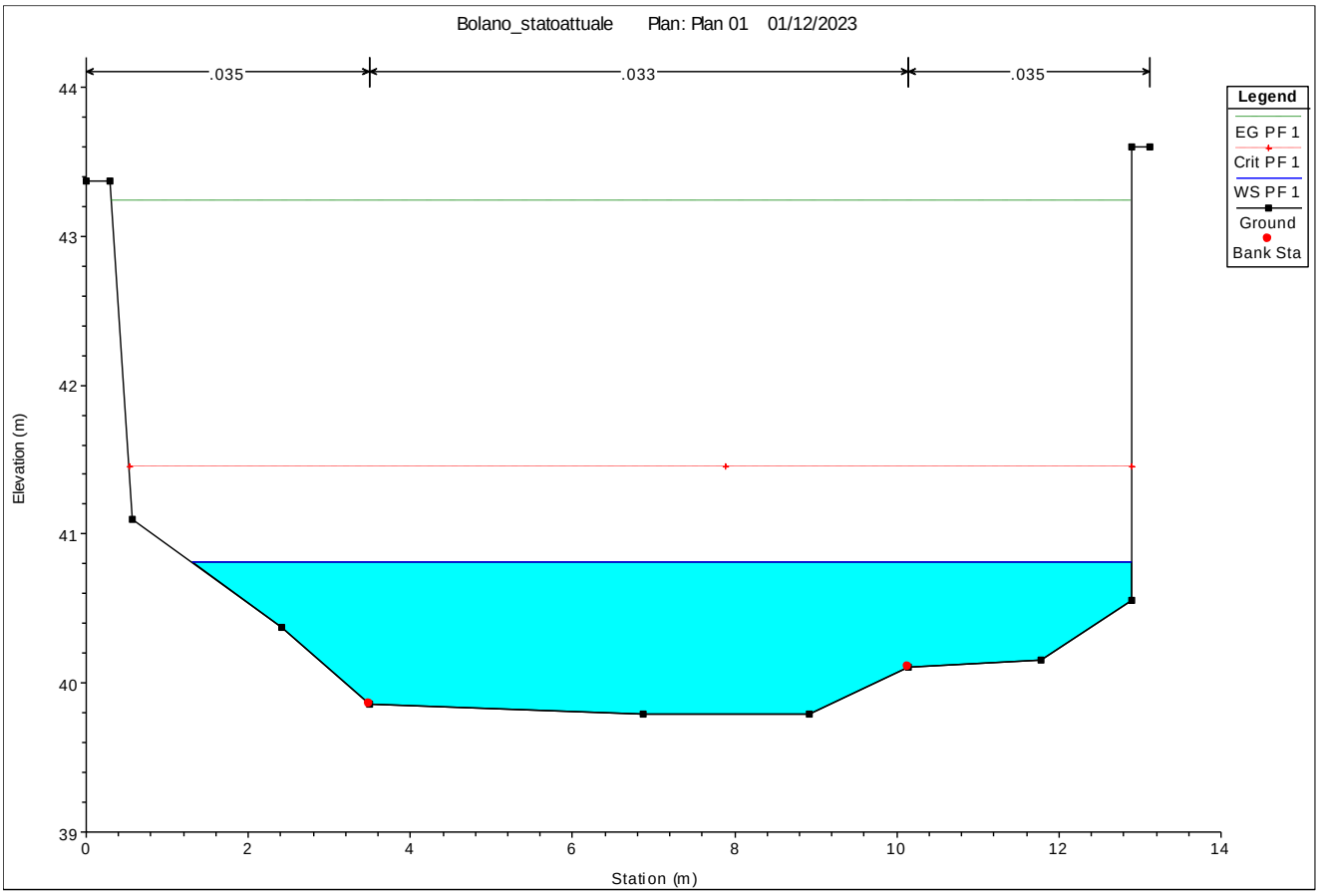
Sez. 2.41


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
50
48
46
44
42
40
38
0
2
4
6
8
10
12
14
16

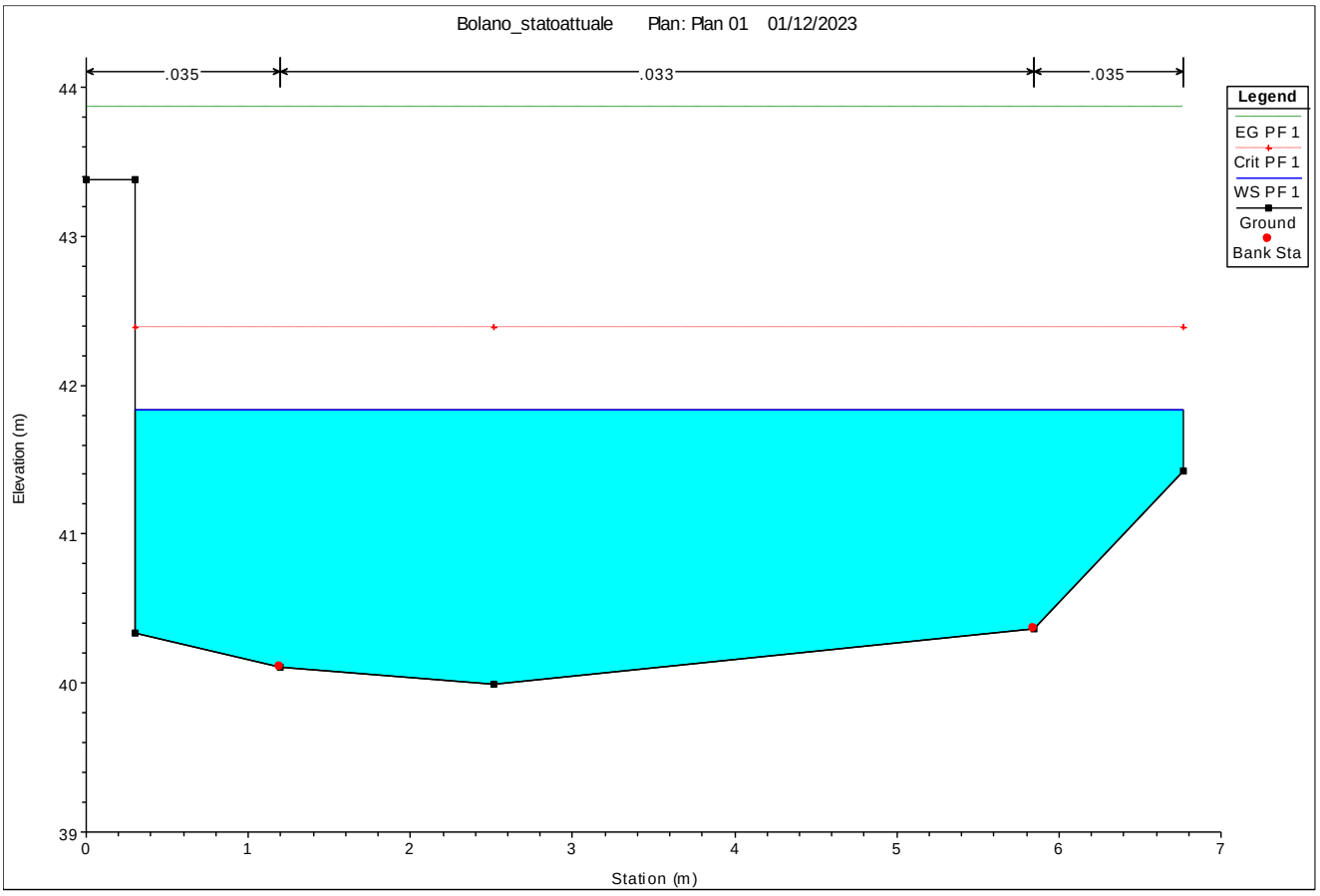
Sez. 2.45


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
42.5
42.0
41.5
41.0
40.5
40.0
39.5
39.0
38.5
0
2
4
6
8
10
12

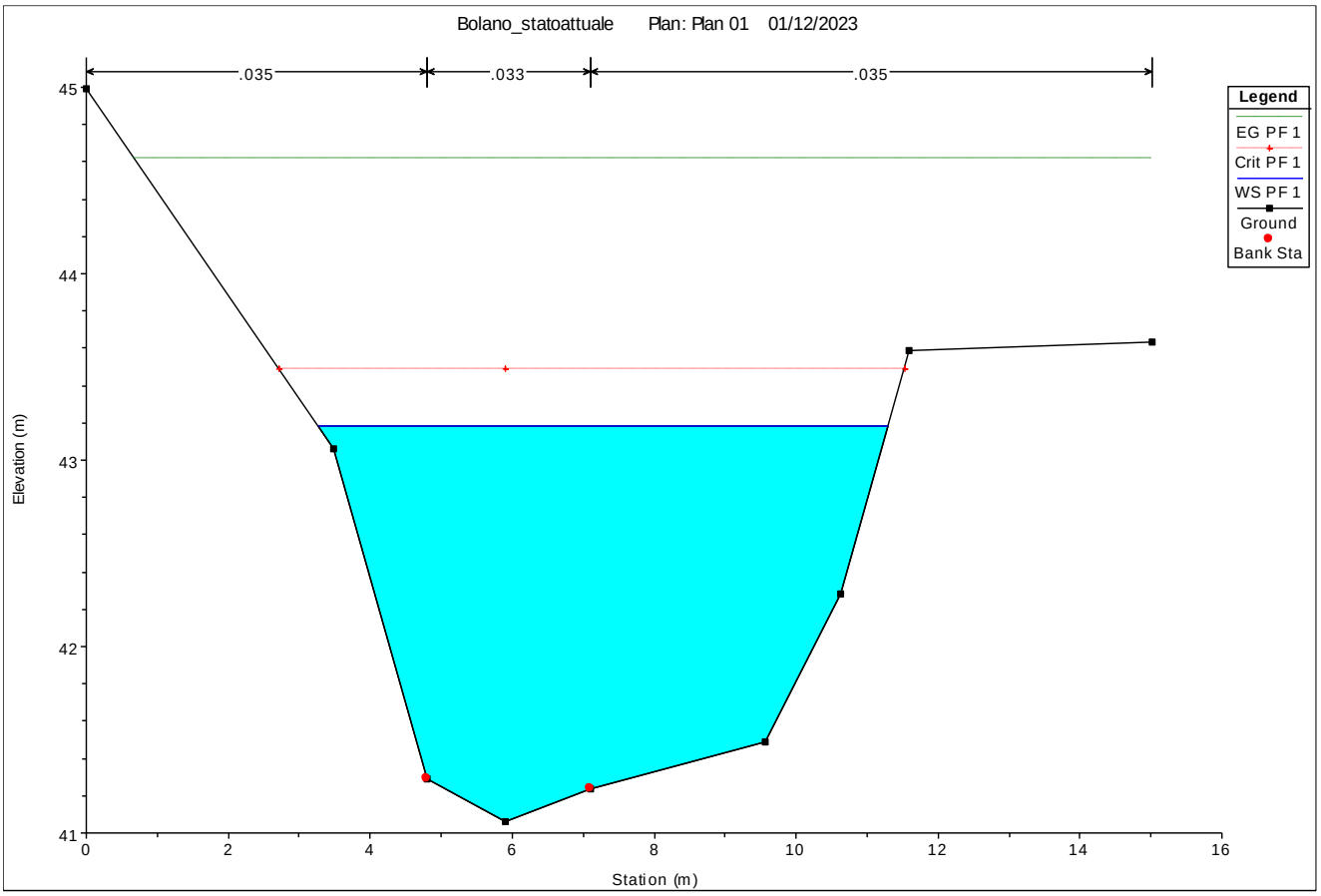
Sez. 2.5


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
44
43
42
41
40
39
0
2
4
6
8
10
12
14

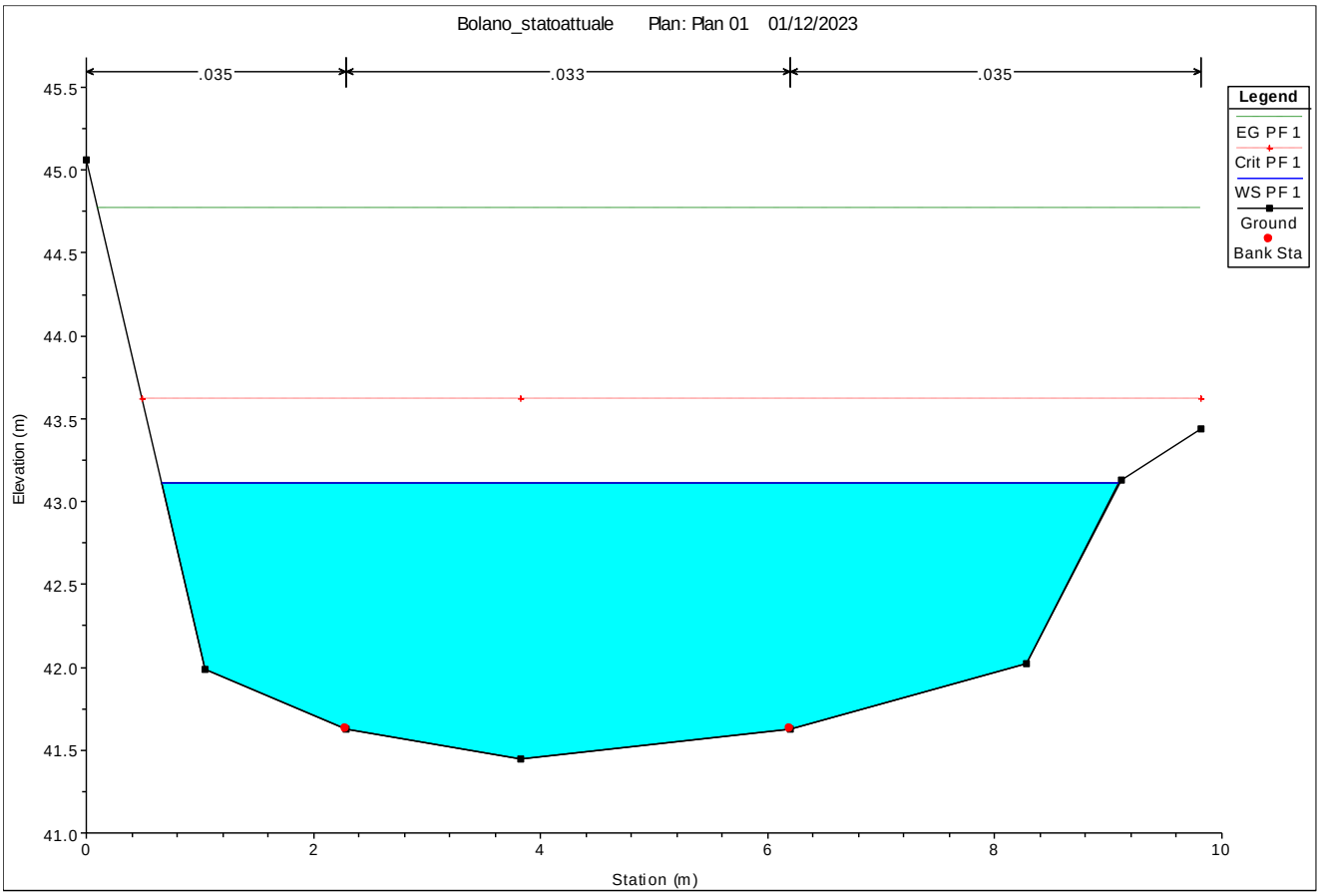
Sez. 2.8


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
44
43
42
41
40
39
0
1
2
3
4
5
6
7

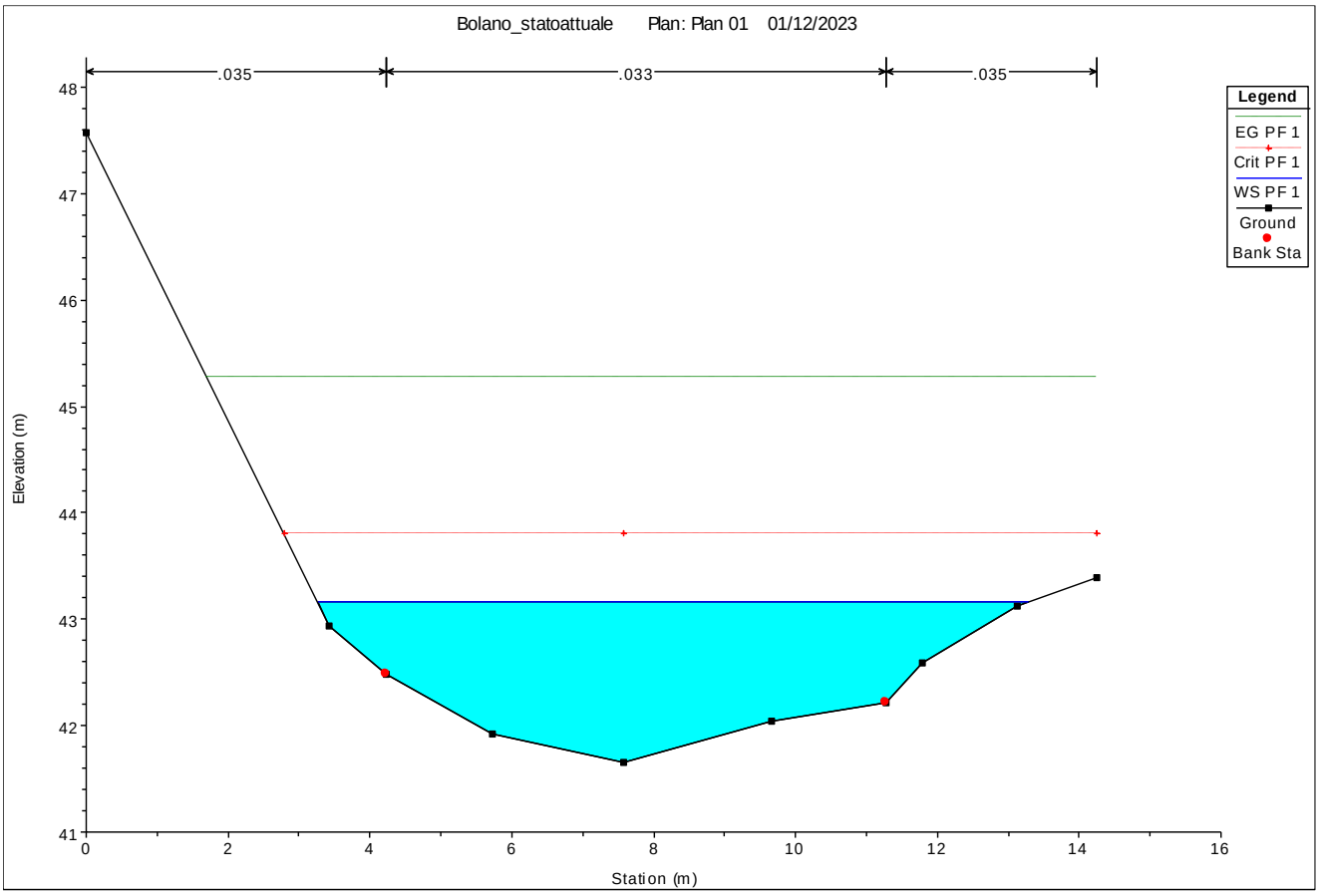
Sez. 3.0


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
45
44
43
42
41
0
2
4
6
8
10
12
14
16

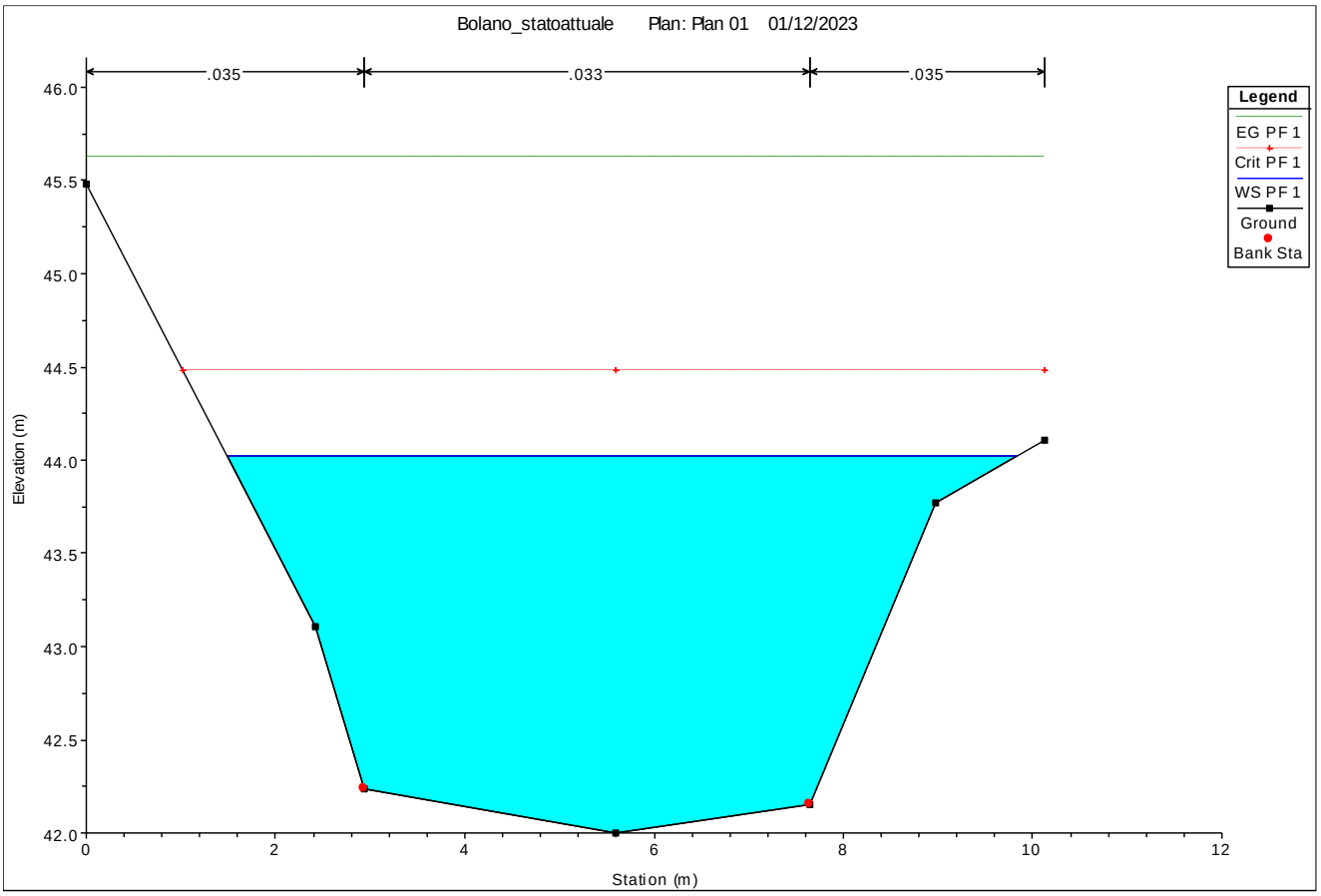
Sez. 3.5


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
45.5
45.0
44.5
44.0
43.5
43.0
42.5
42.0
41.5
41.0
0
2
4
6
8
10

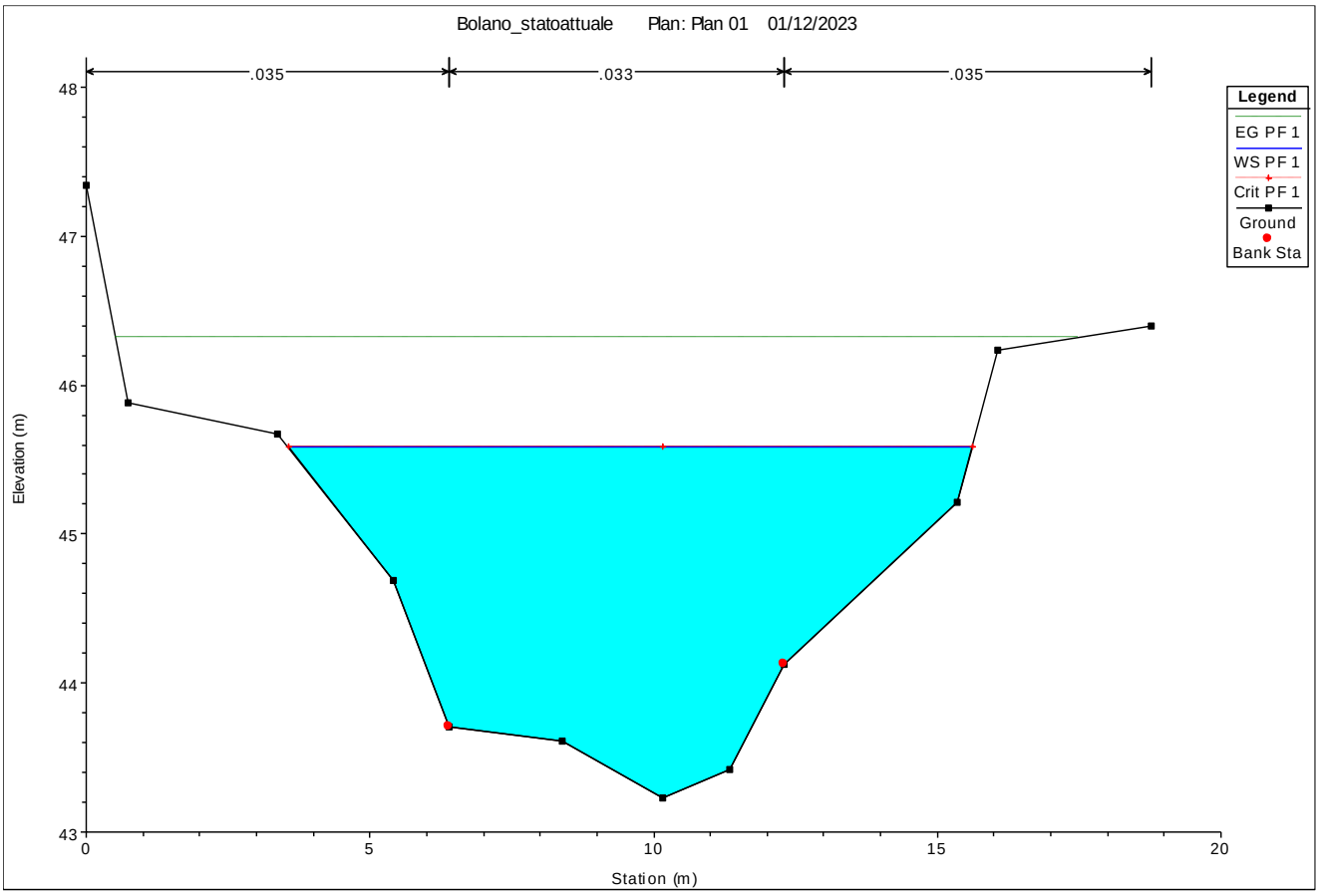
Sez. 4.0


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
48
47
46
45
44
43
42
41
0
2
4
6
8
10
12
14
16

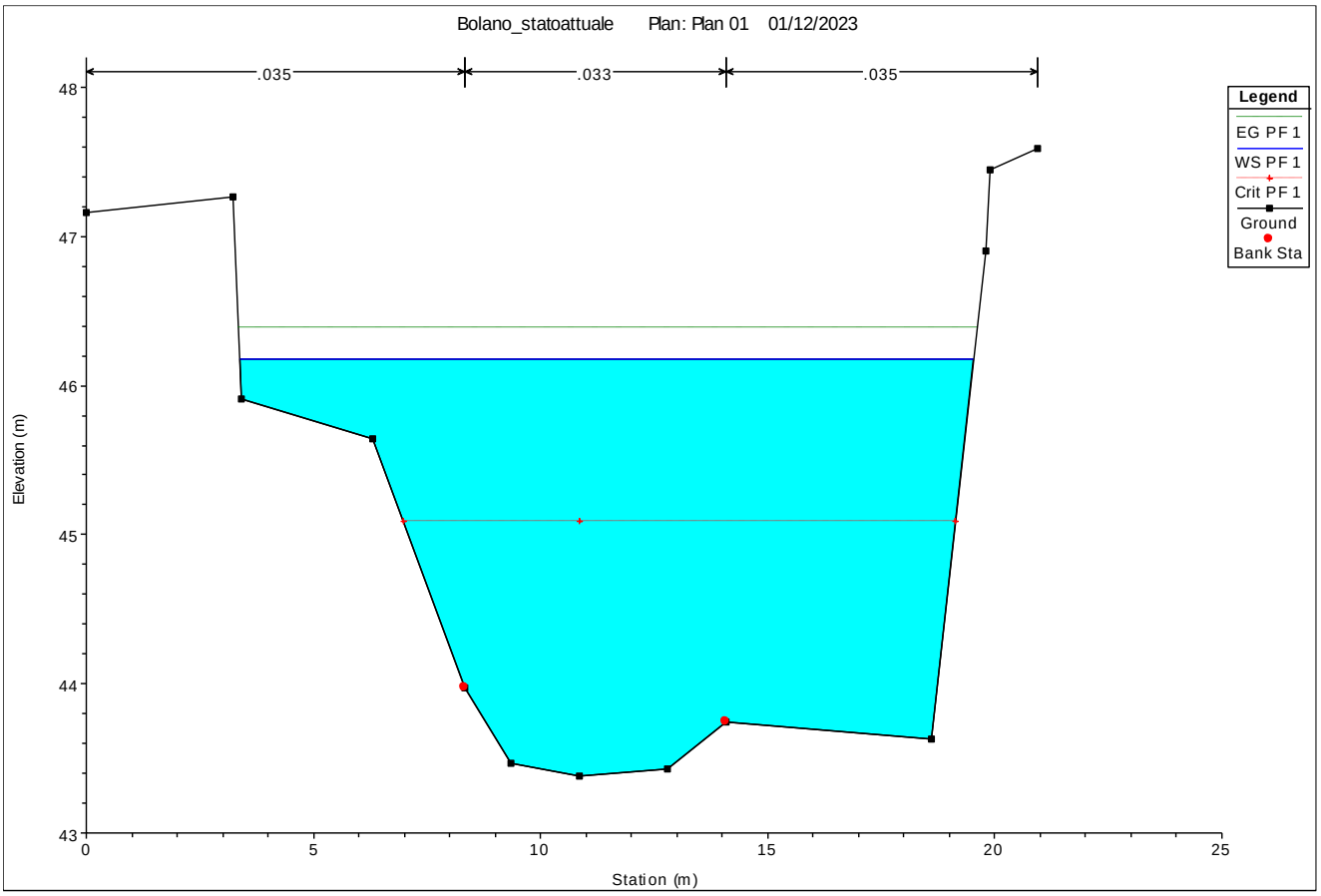
Sez. 4.5


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
46.0
45.5
45.0
44.5
44.0
43.5
43.0
42.5
42.0
0
2
4
6
8
10
12

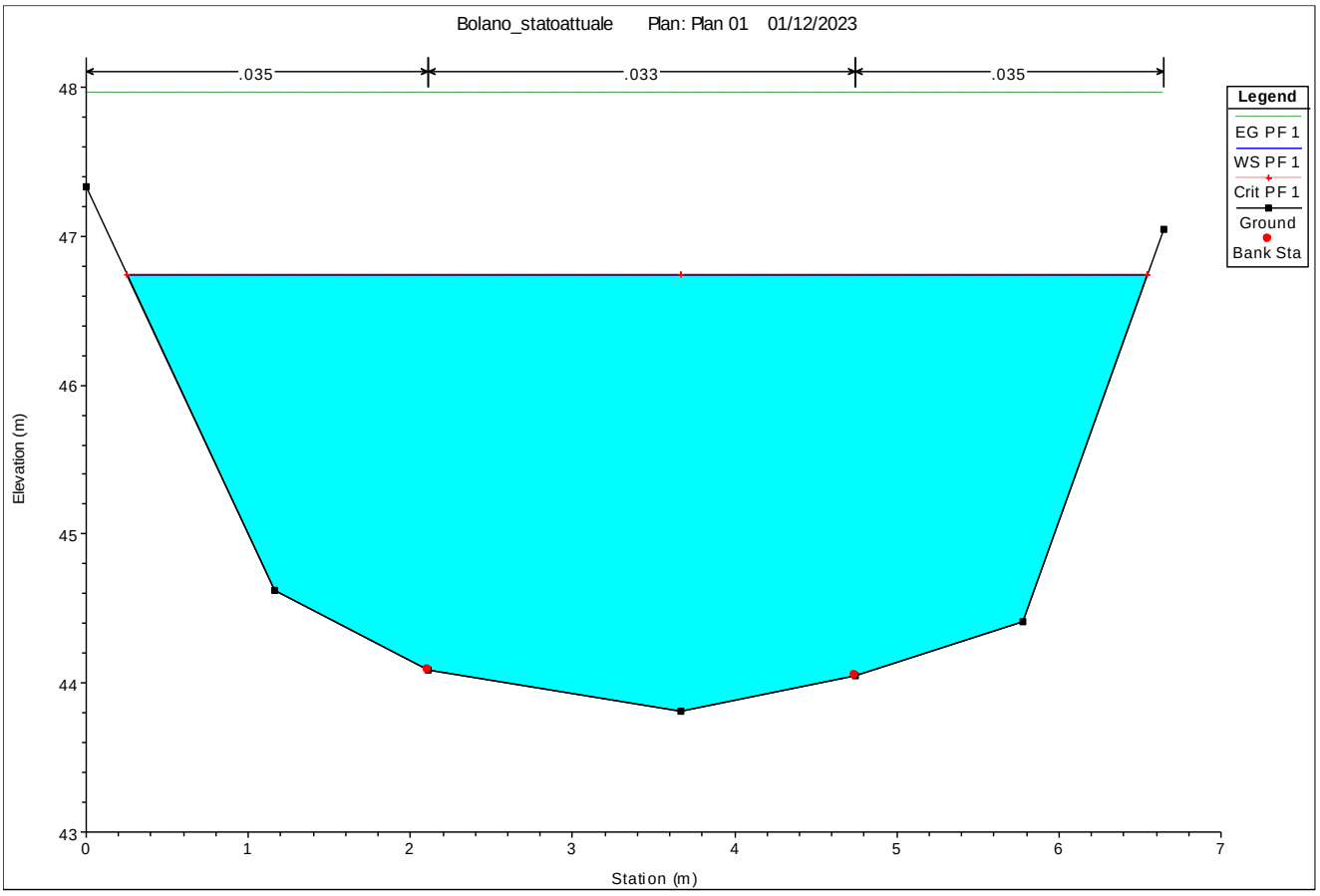
Sez. 5.0


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
48
47
46
45
44
43
0
5
10
15
20

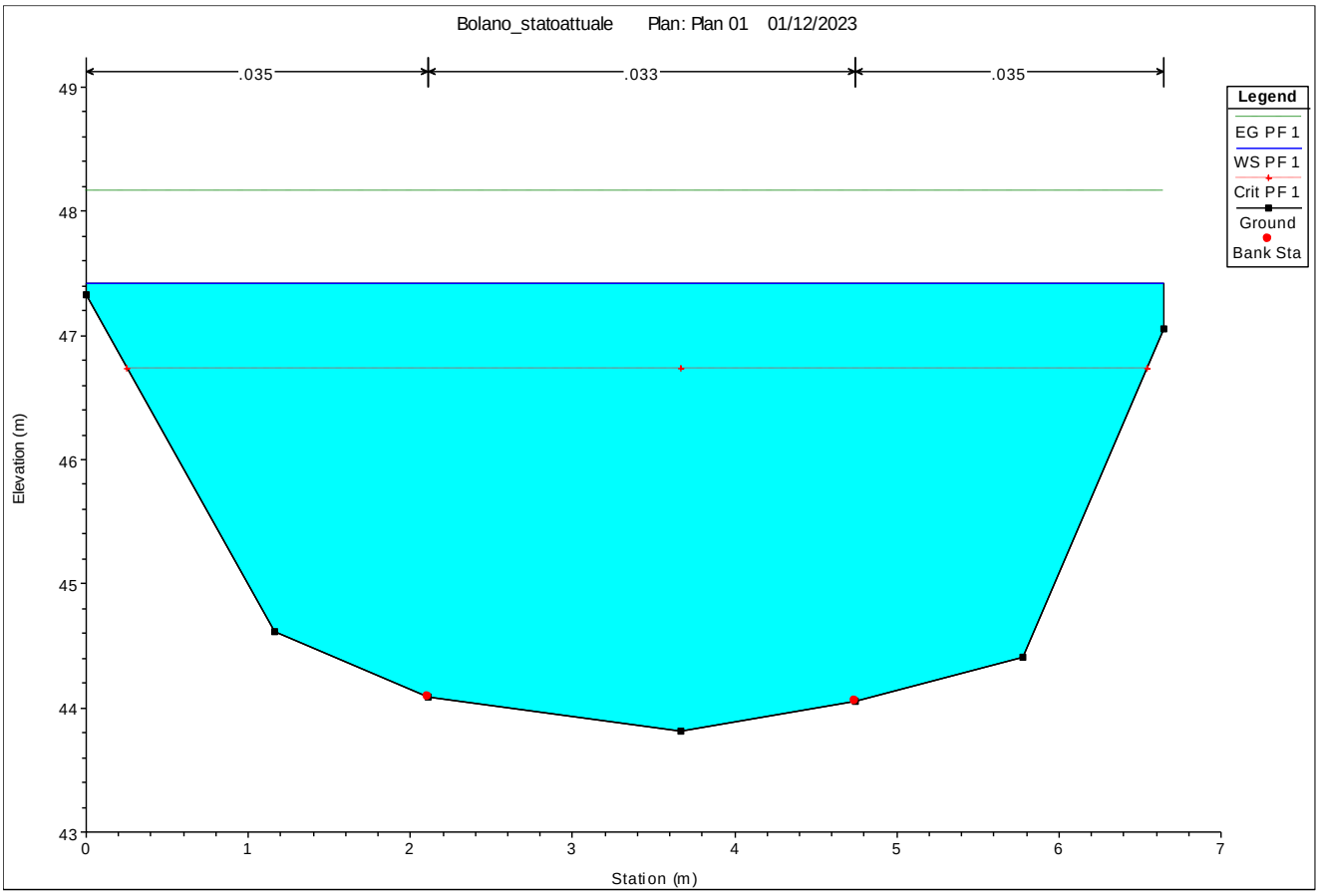
Sez. 5.2


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
48
47
46
45
44
43
0
5
10
15
20
25

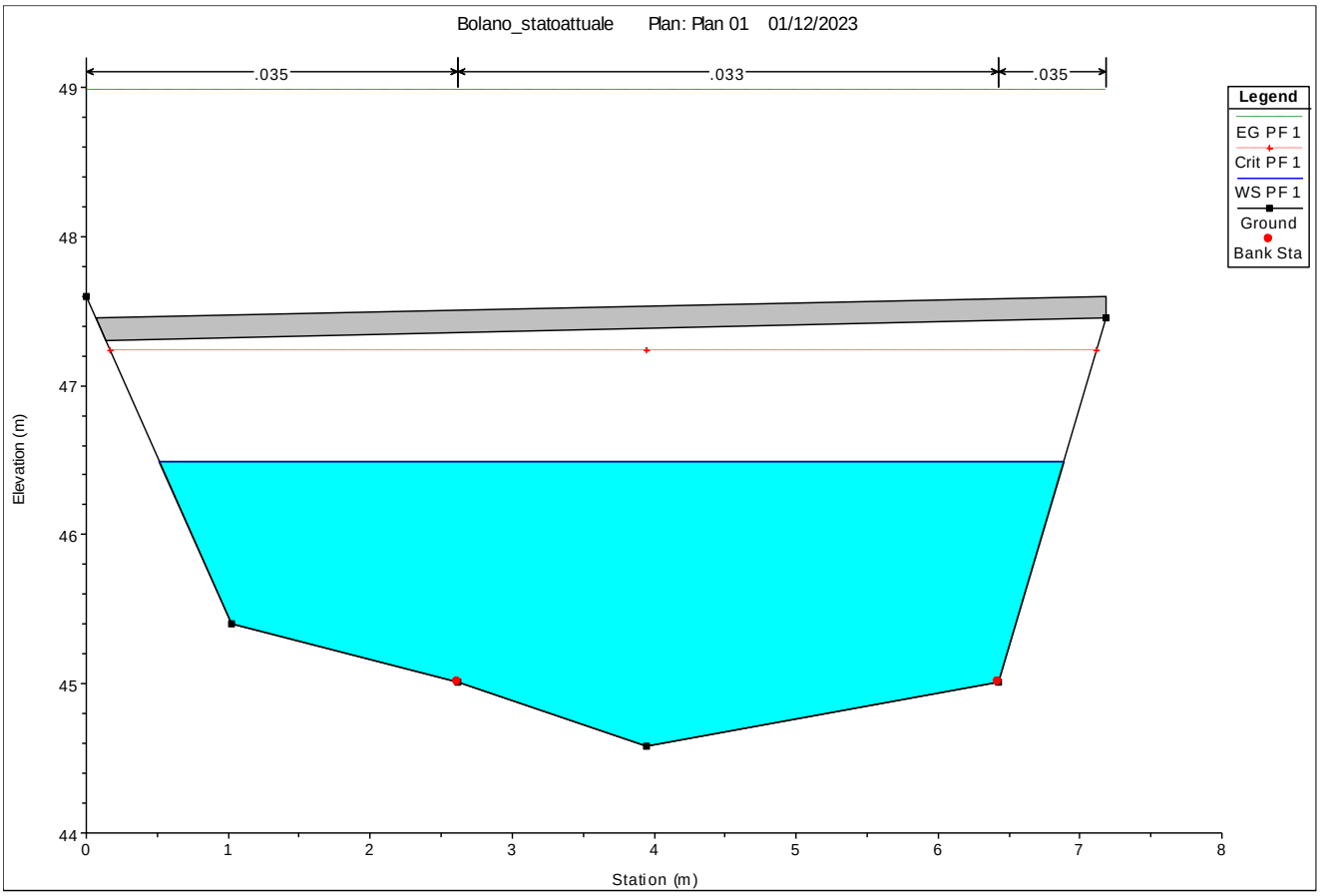
Sez. 5.5


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
48
47
46
45
44
43
0
1
2
3
4
5
6
7

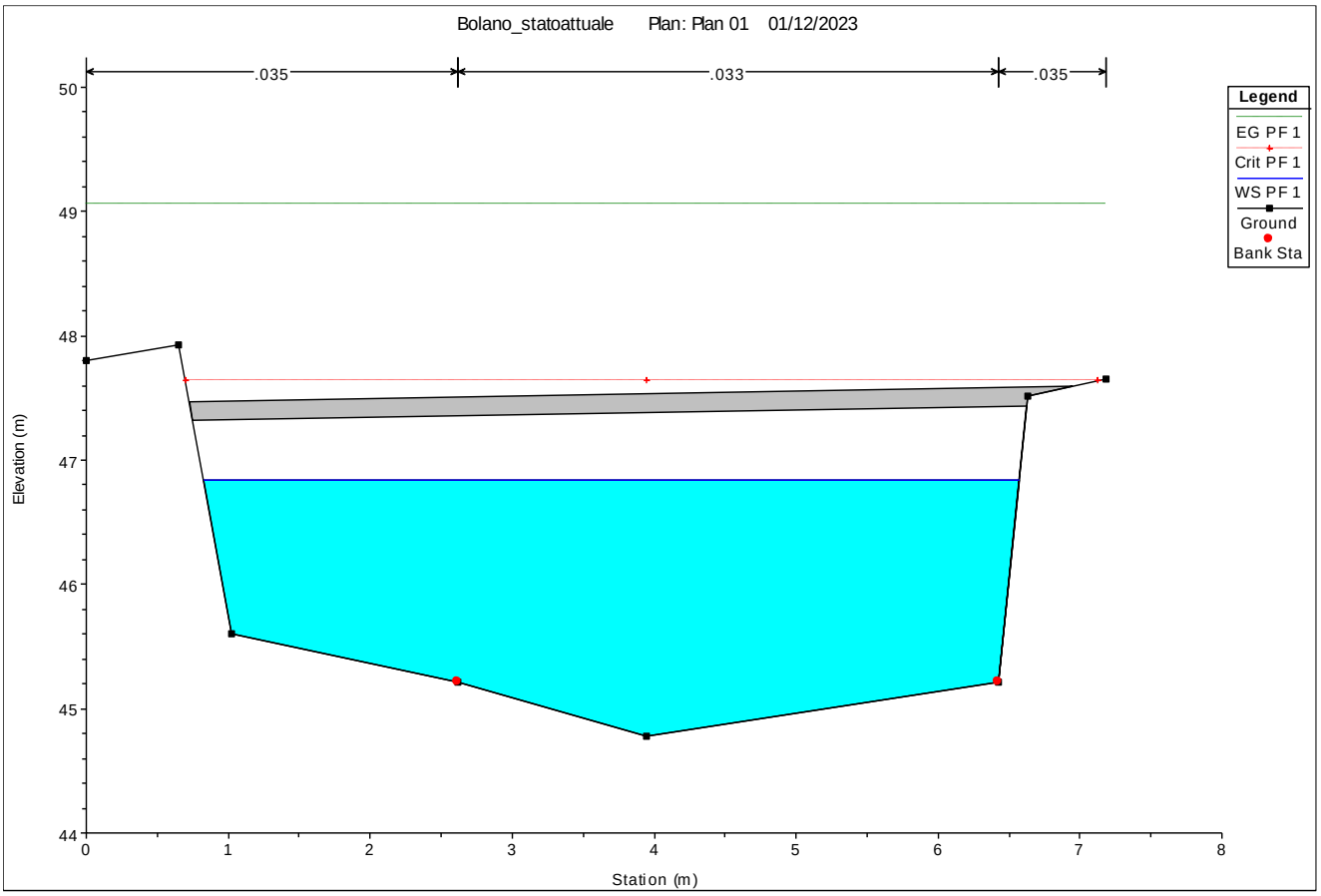
Sez. 6.0


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
49
48
47
46
45
44
43
0
1
2
3
4
5
6
7

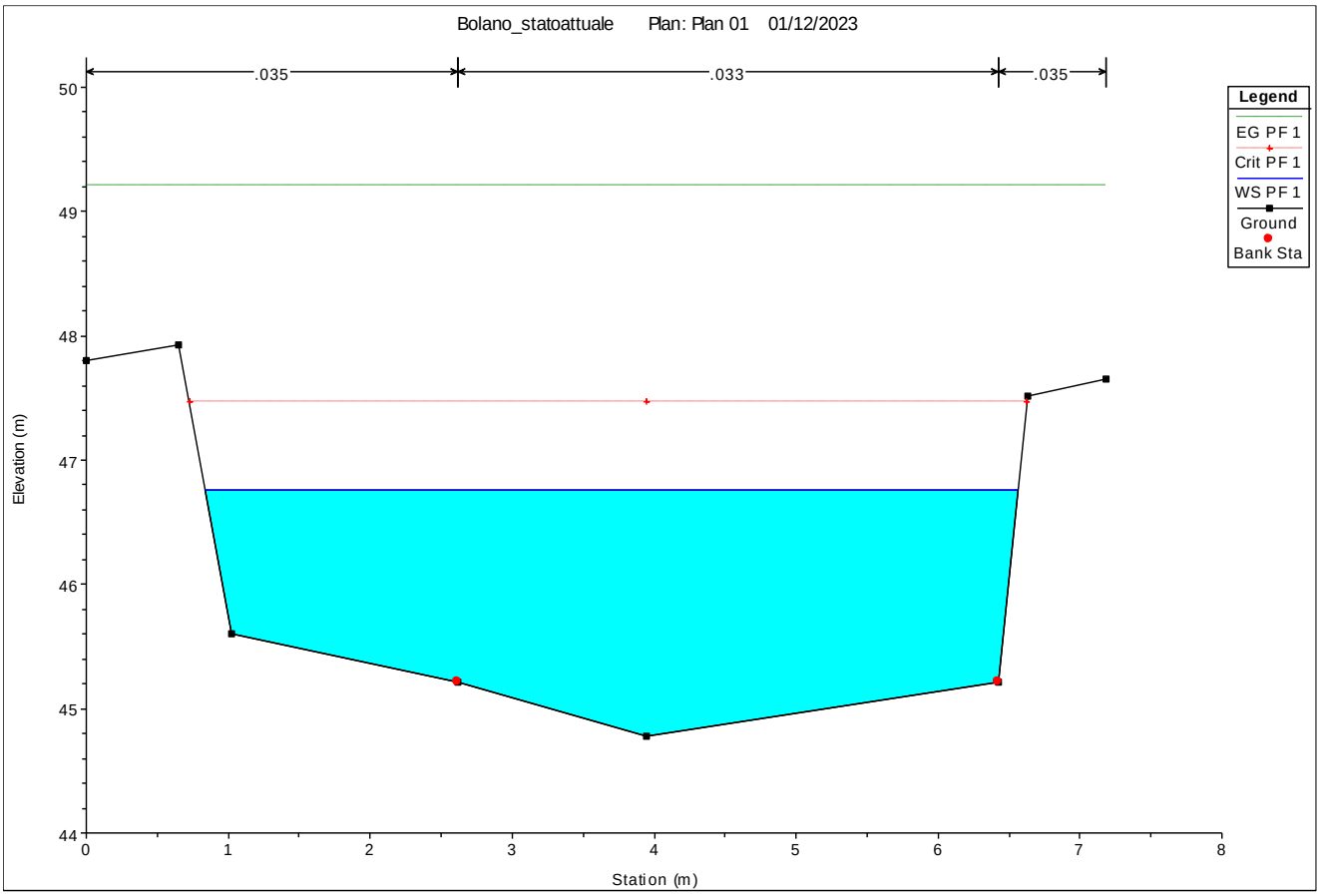
Sez. 6.7 BR D (Passerella pedonale)



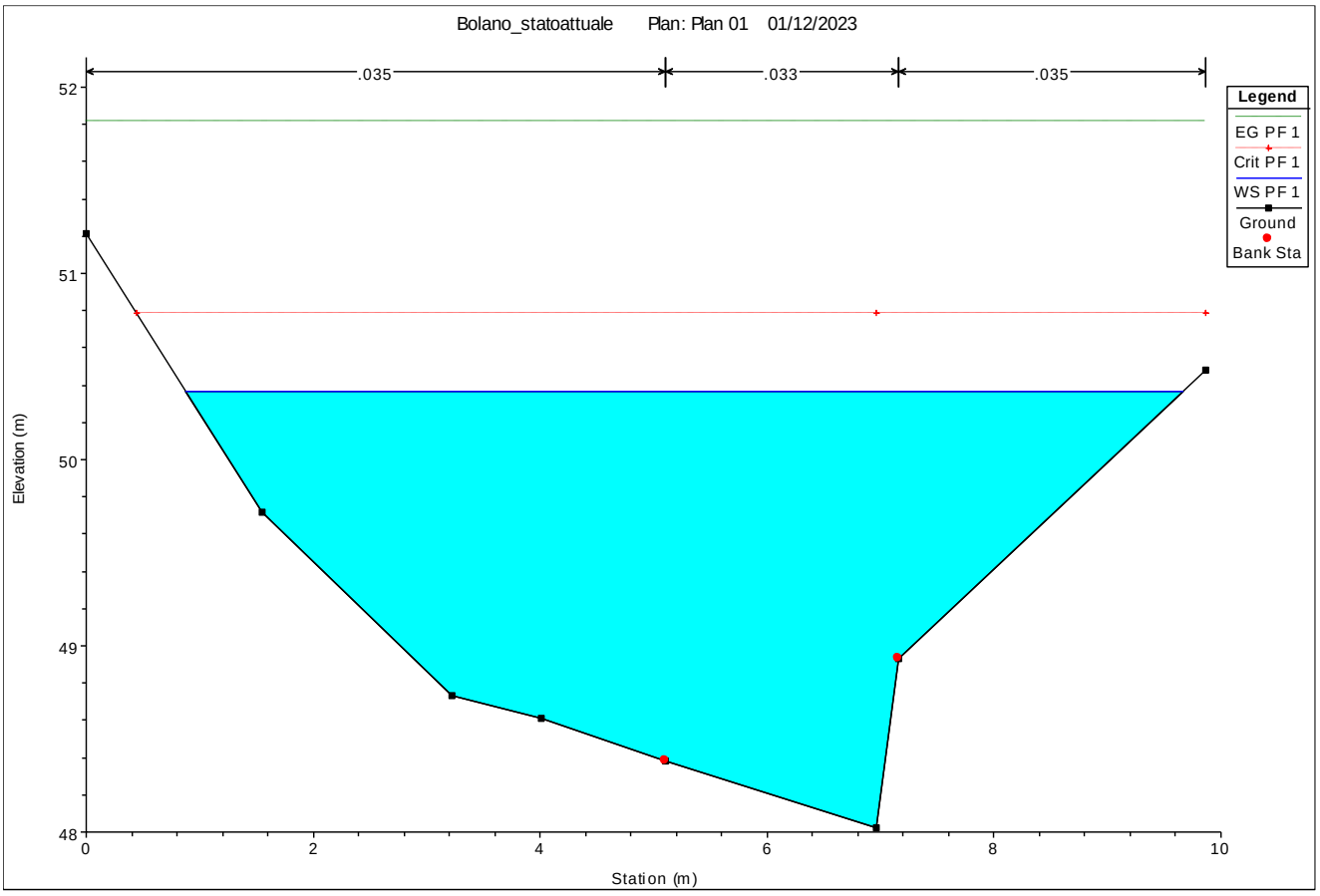
Sez. 6.7 BR U (Passerella pedonale)



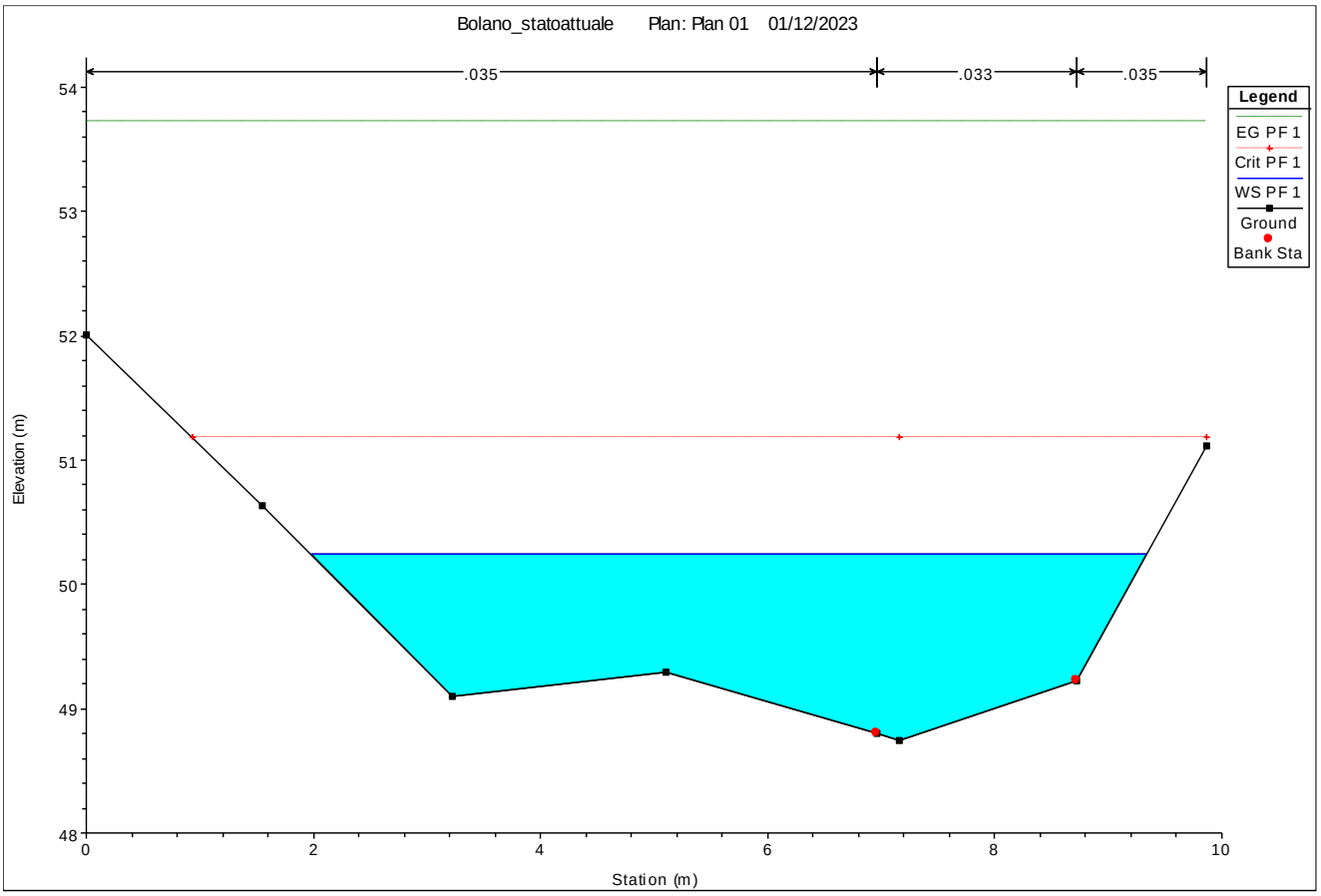
Sez. 7.0


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
50
49
48
47
46
45
44
0
1
2
3
4
5
6
7
8

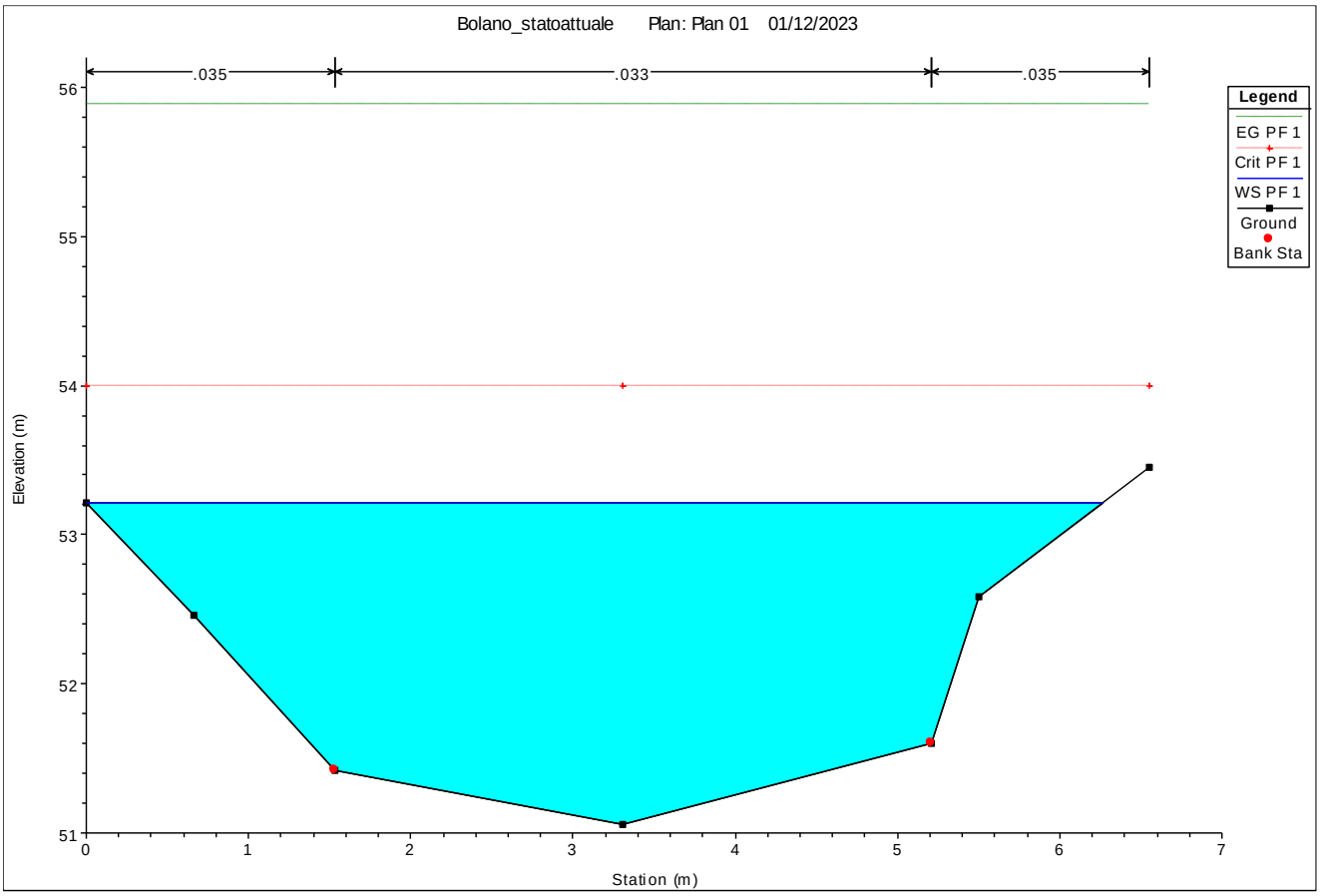
Sez. 8.0


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
52
51
50
49
48
0
2
4
6
8
10

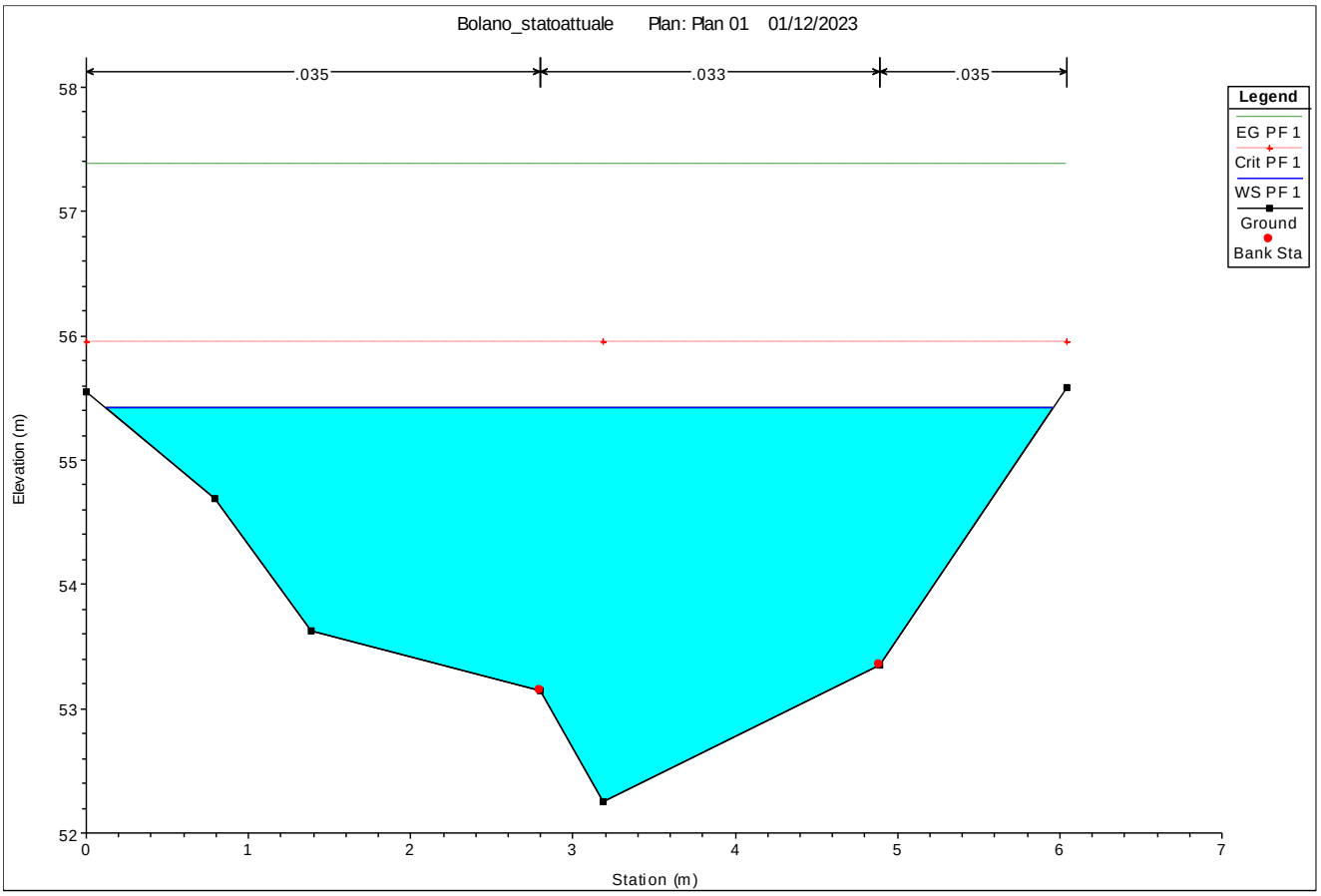
Sez. 8.5


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
54
53
52
51
50
49
48
0
2
4
6
8
10

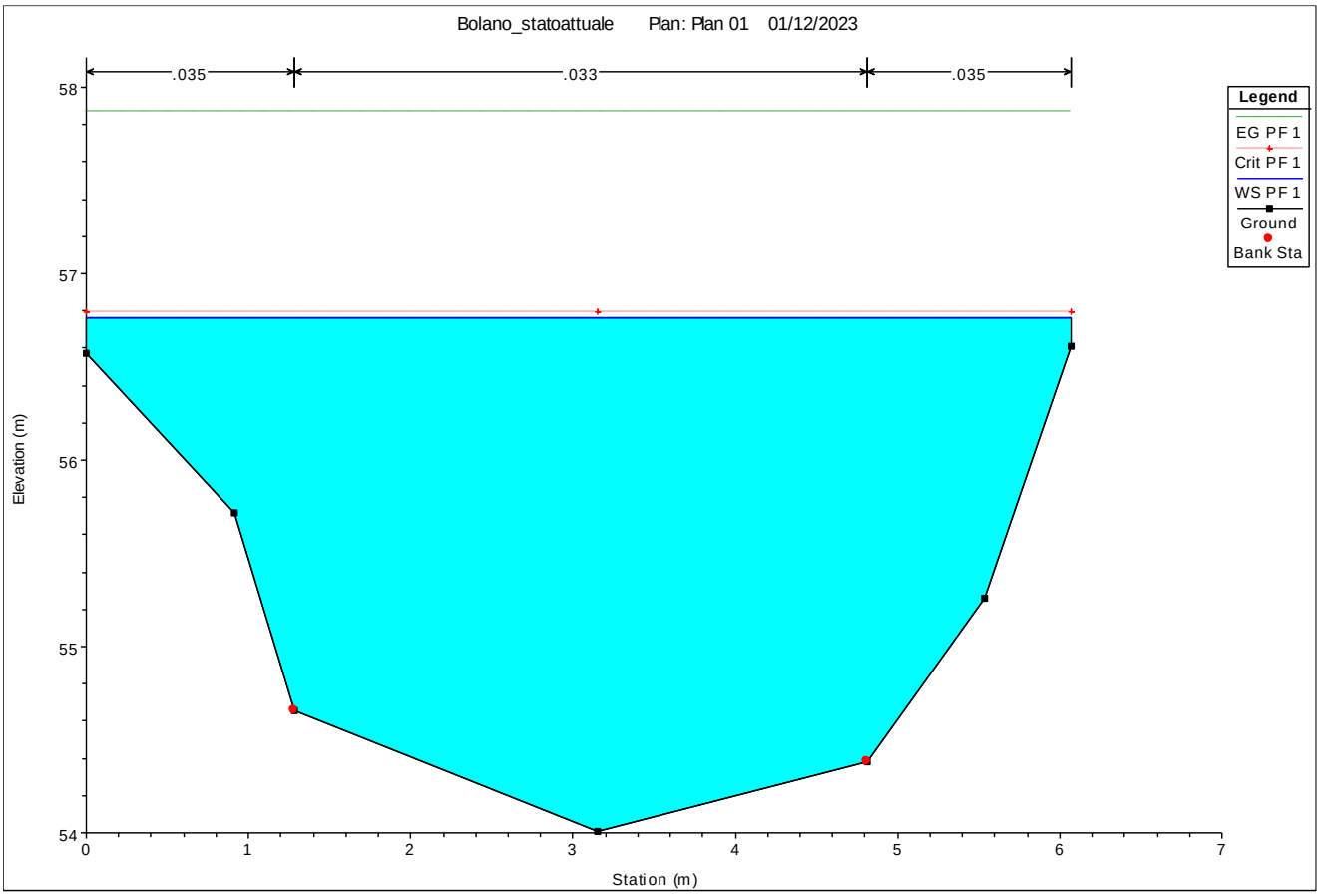
Sez. 9.0


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
56
55
54
53
52
51
0
1
2
3
4
5
6
7

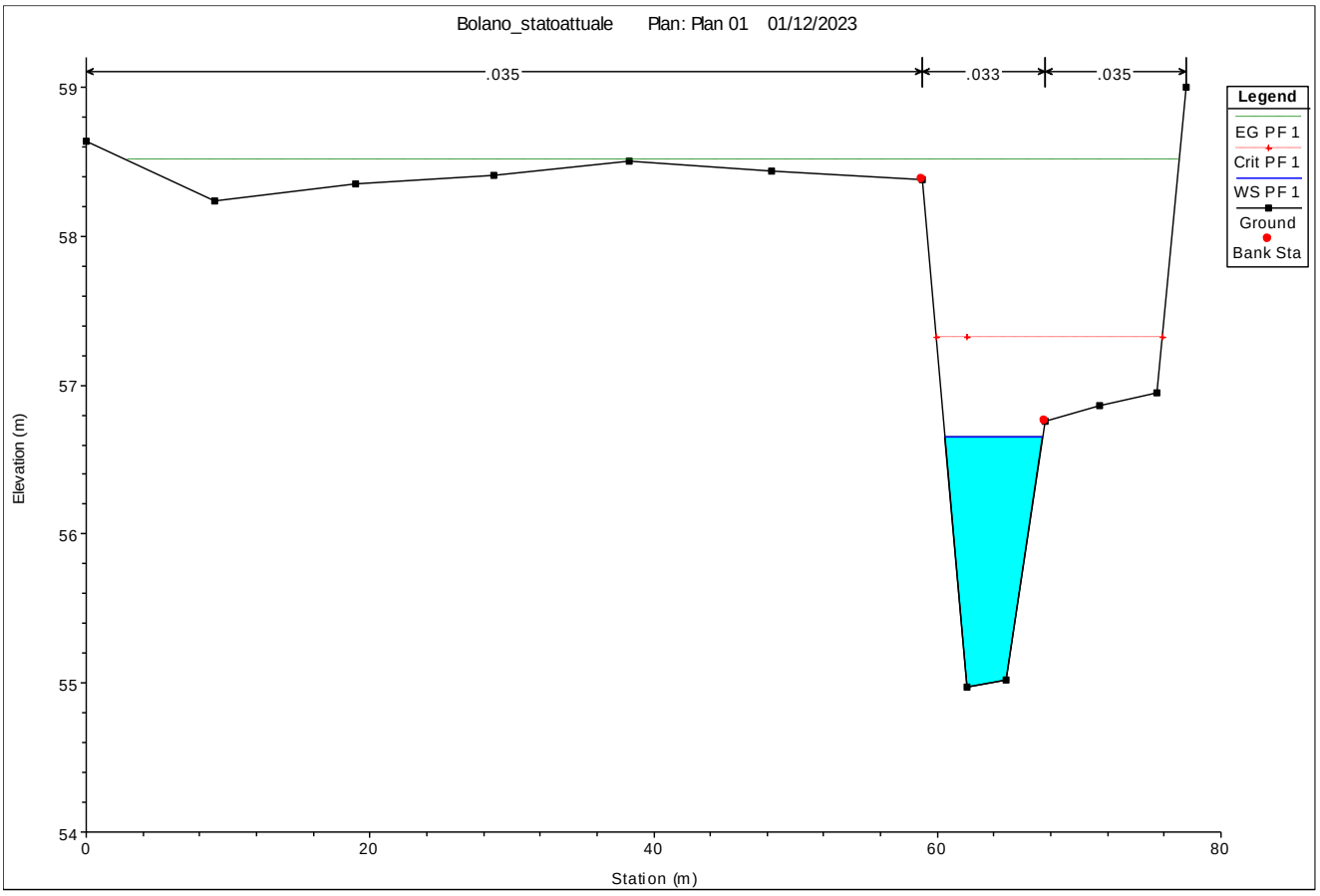
Sez. 9.5


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
58
57
56
55
54
53
52
0
1
2
3
4
5
6
7

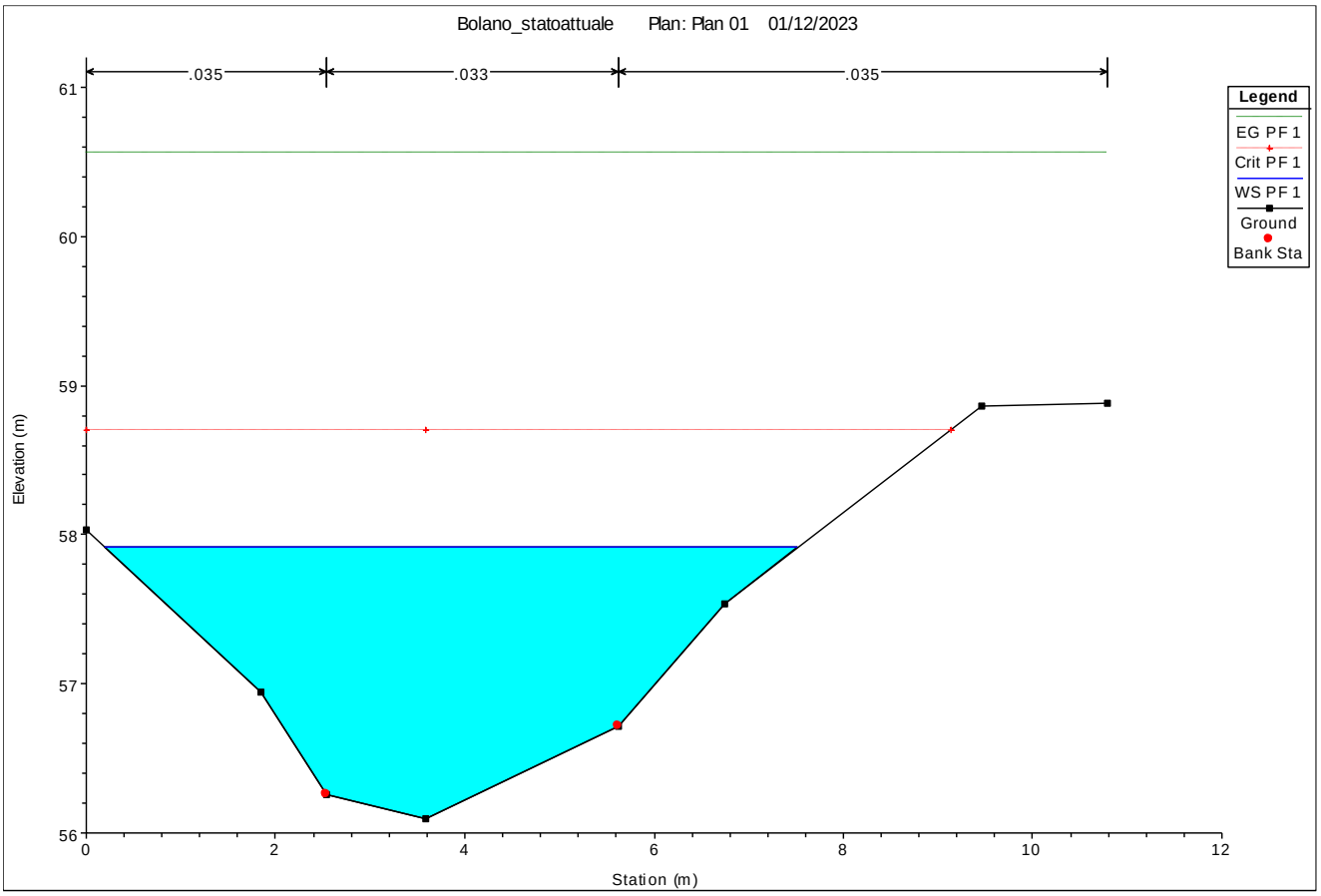
Sez. 10.0


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
58
57
56
55
54
0
1
2
3
4
5
6
7

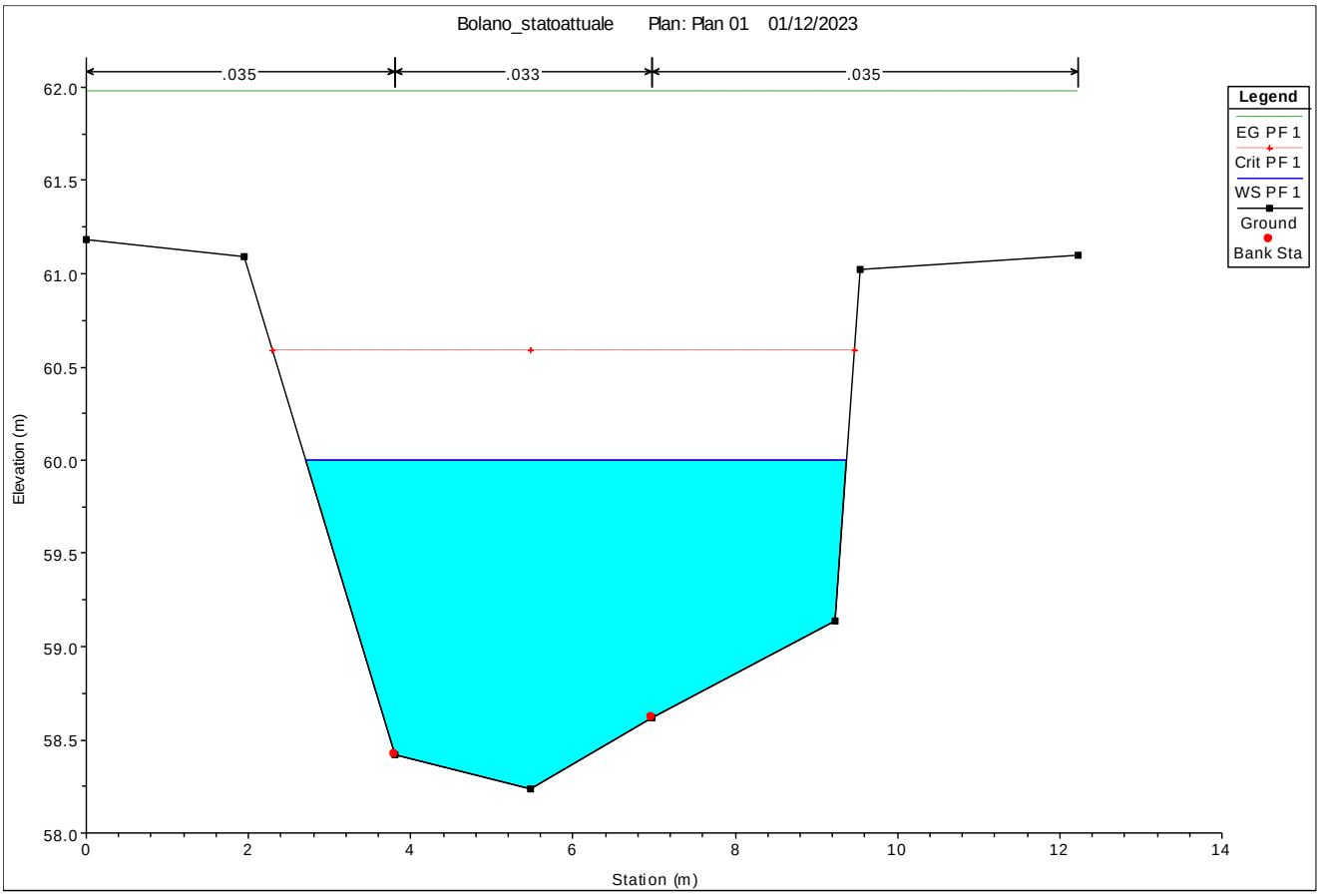
Sez. 10.5


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
59
58
57
56
55
54
0
20
40
60
80
Station (m)

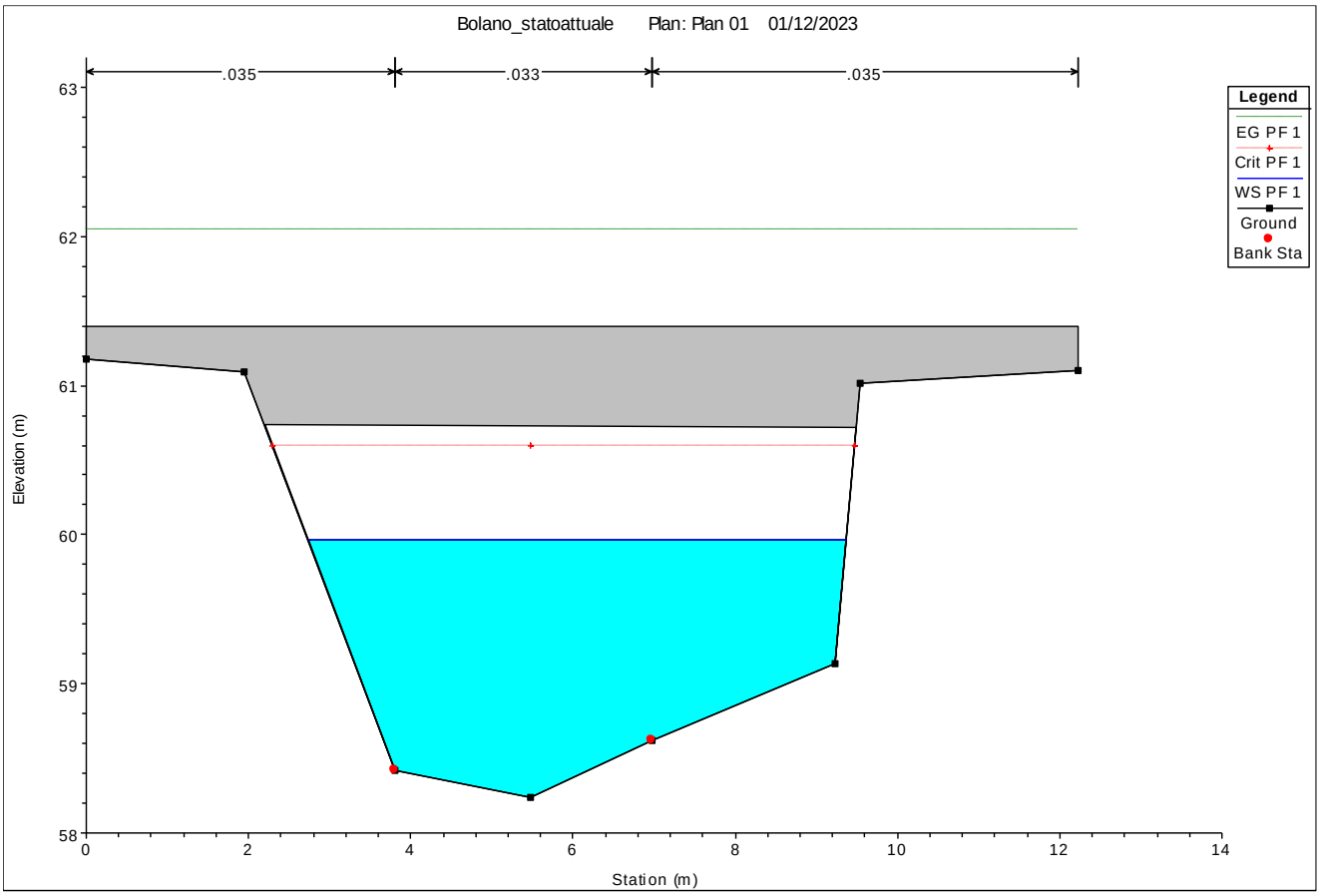
Sez. 11.0


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
61
60
59
58
57
56
0
2
4
6
8
10
12

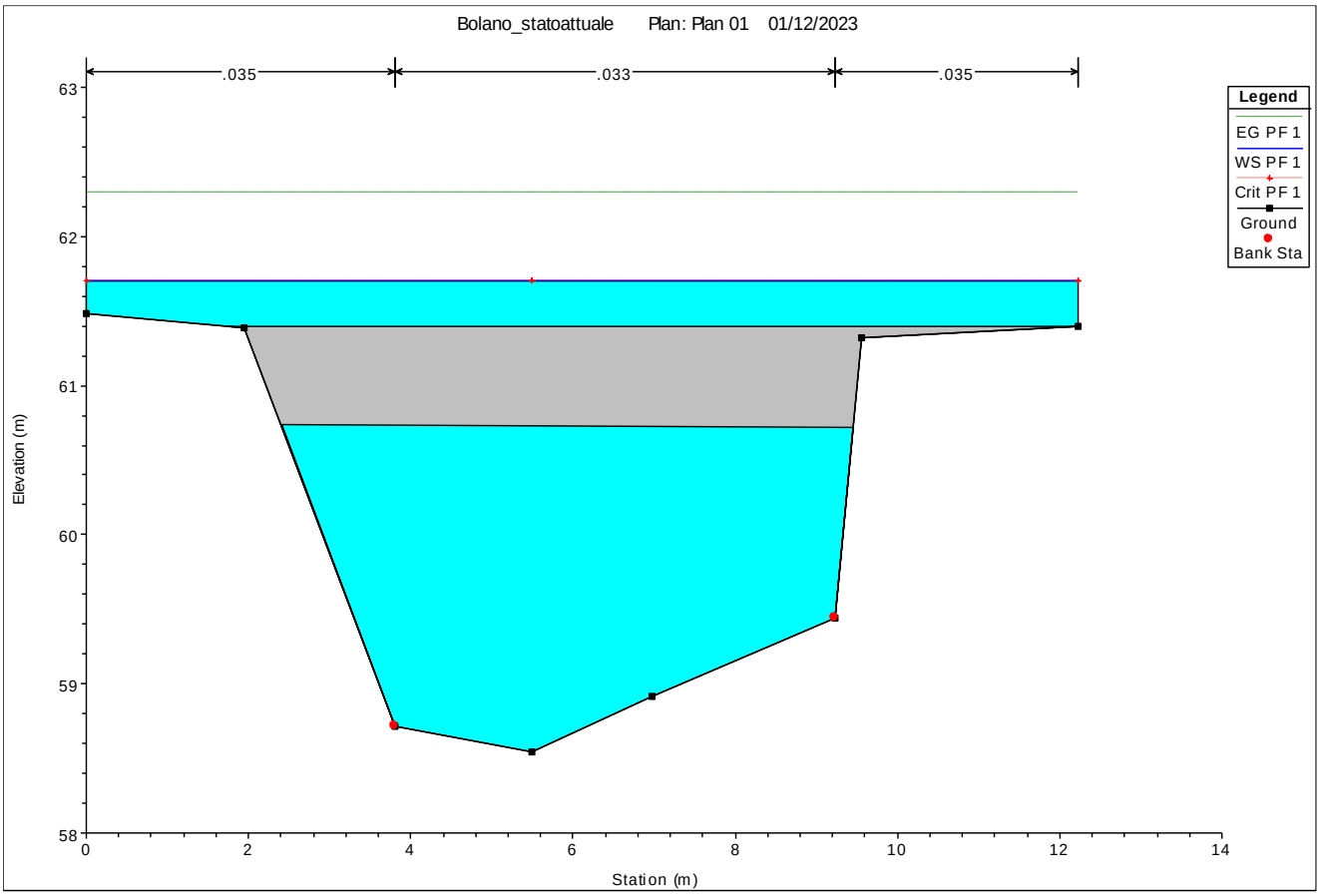
Sez. 11.8


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
62.0
61.5
61.0
60.5
60.0
59.5
59.0
58.5
58.0
0
2
4
6
8
10
12
14

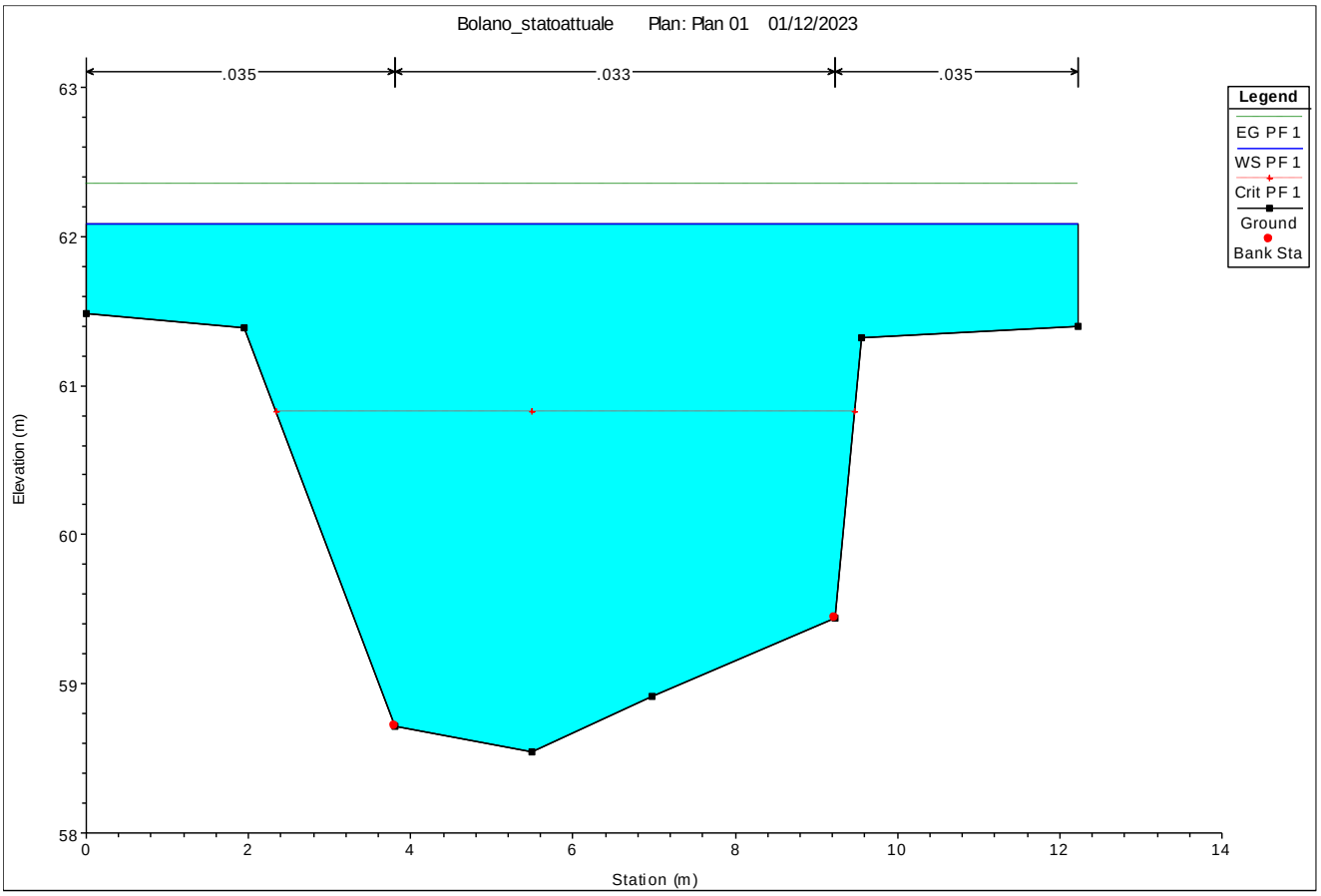
Sez. 11.9 BR D (Ponte Via Garibaldi)



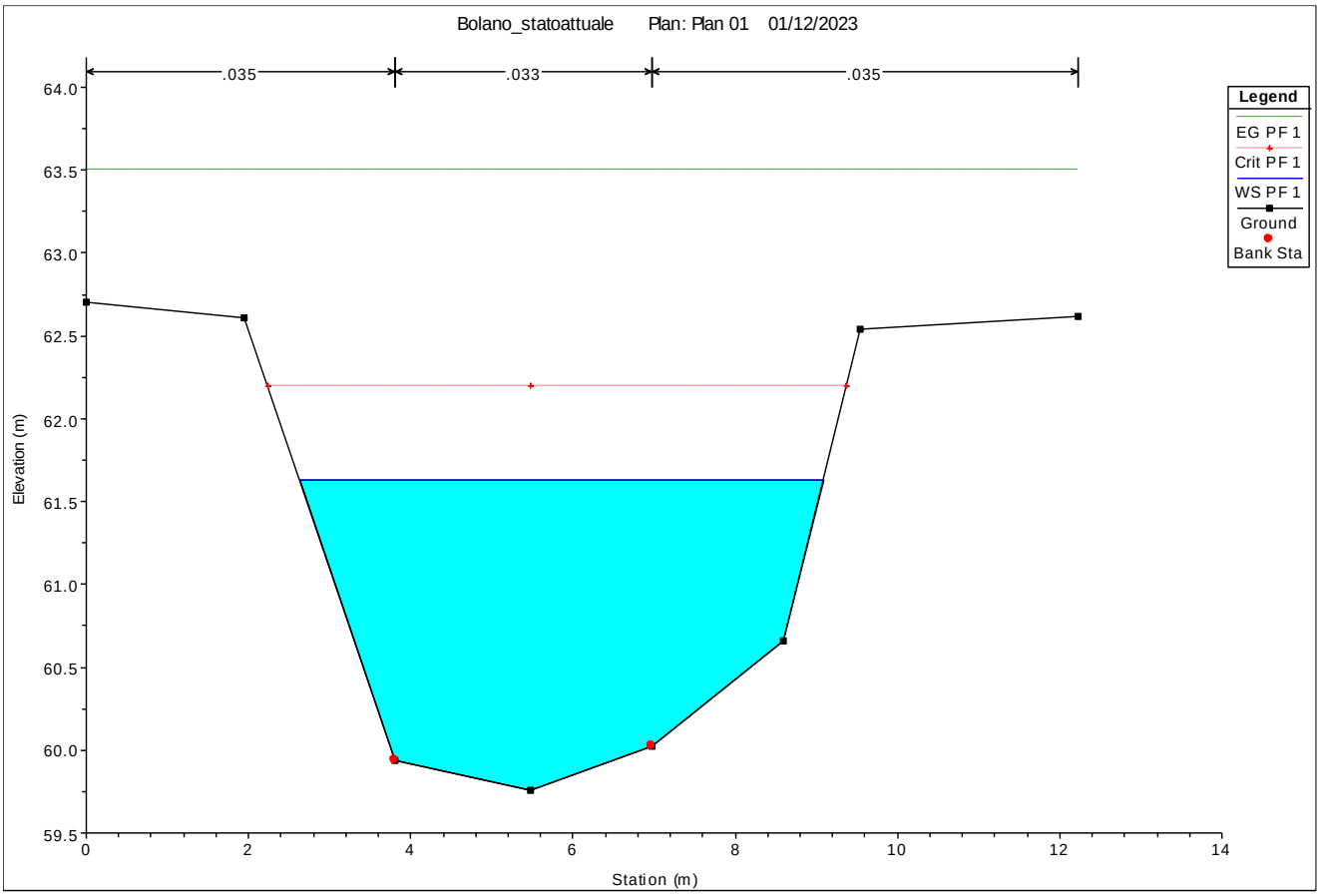
Sez. 11.9 BR U (Ponte Via Garibaldi)



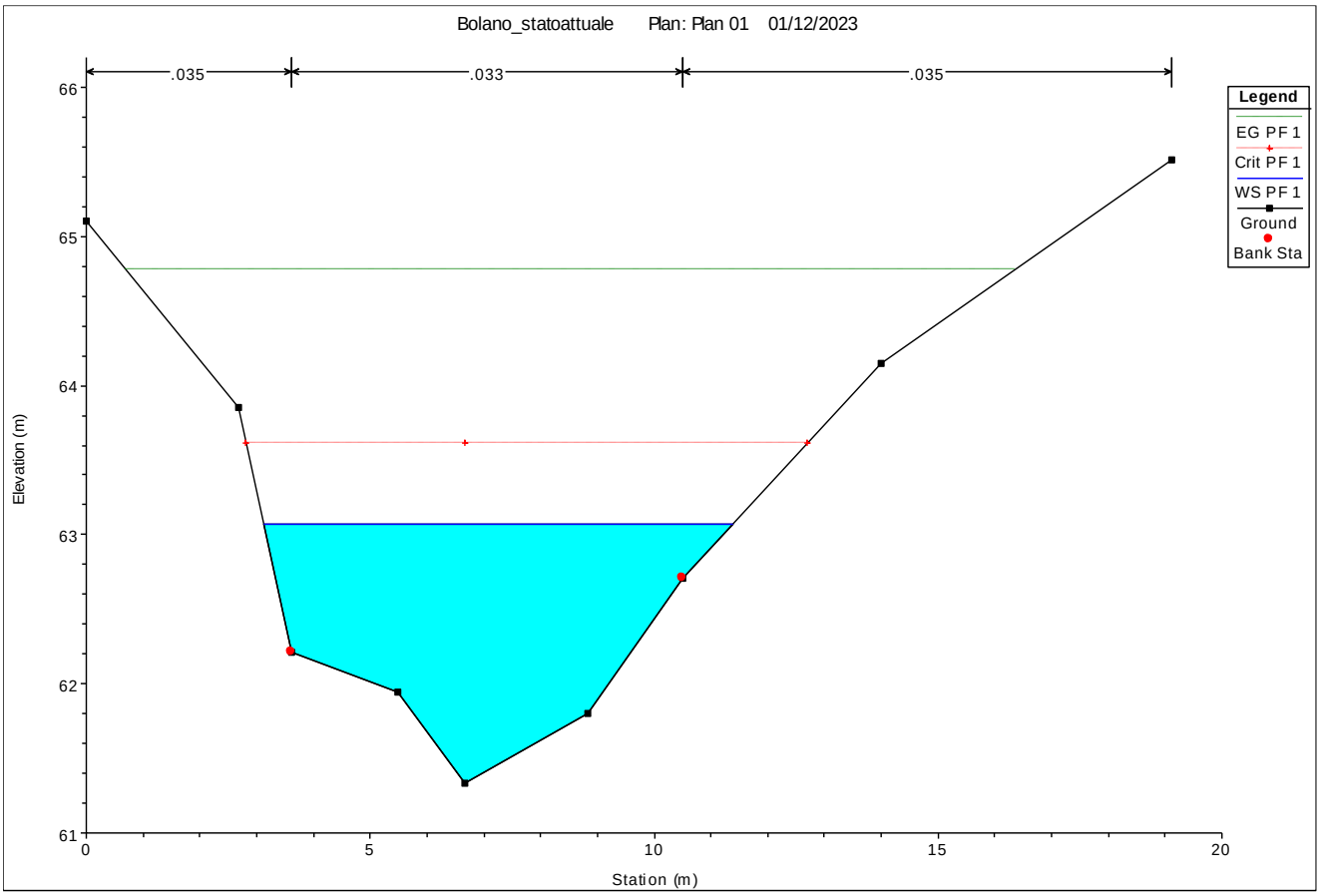
Sez. 12.0


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
63
62
61
60
59
58
0
2
4
6
8
10
12
14

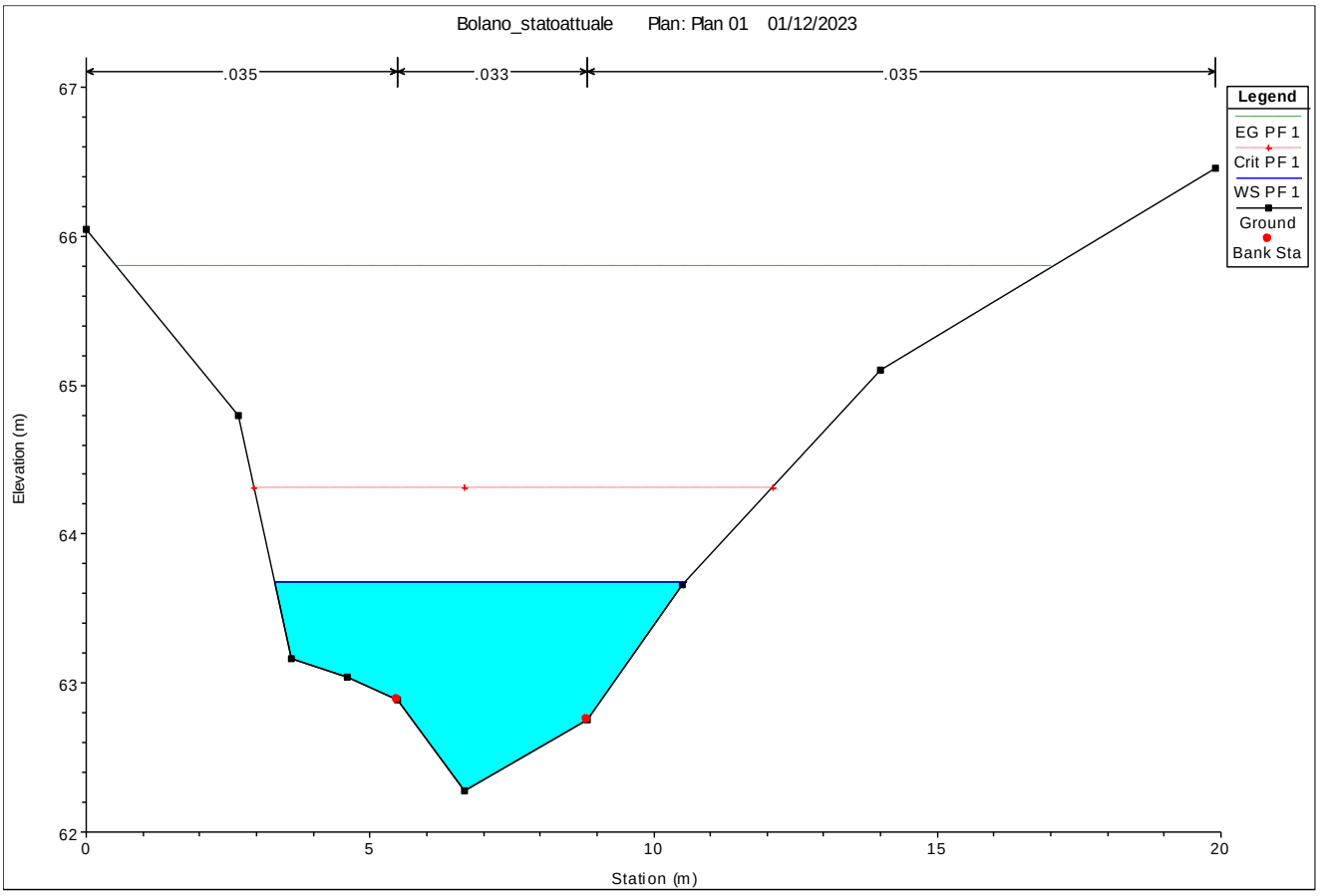
Sez. 12.5


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
64.0
63.5
63.0
62.5
62.0
61.5
61.0
60.5
60.0
59.5
0
2
4
6
8
10
12
14

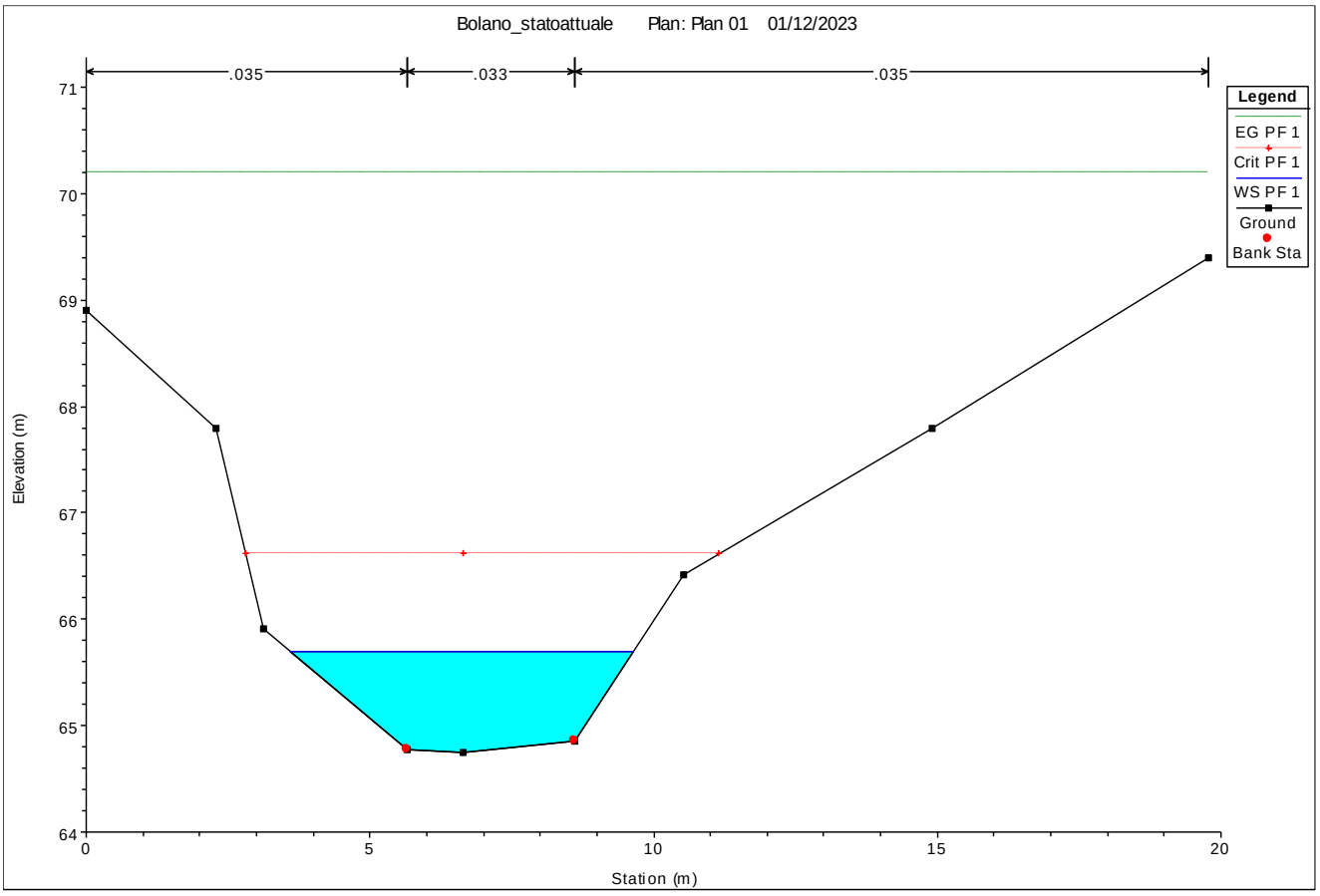
Sez. 12.8


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
66
65
64
63
62
61
0
5
10
15
20
Station (m)

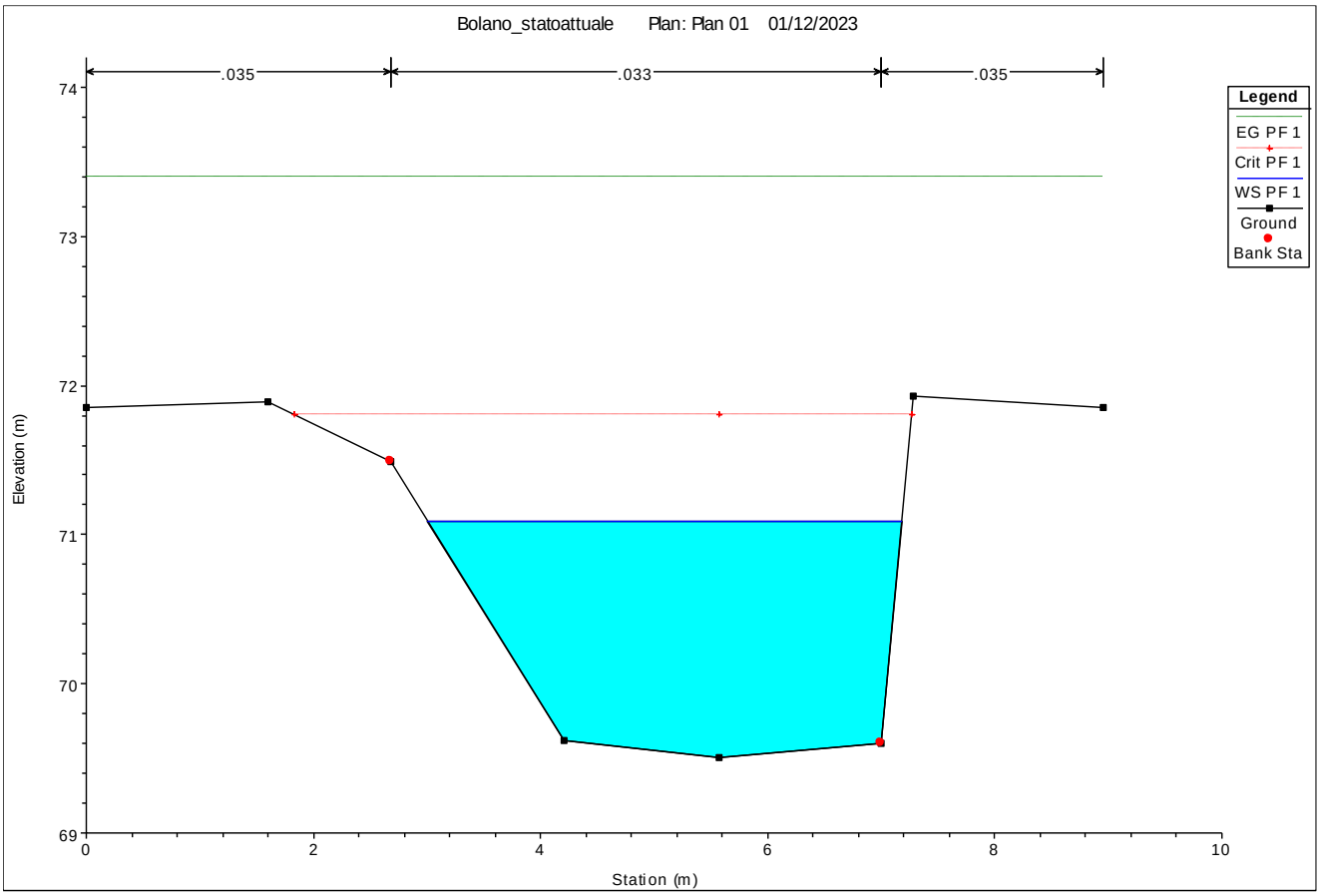
Sez. 13.0


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
67
66
65
64
63
62
0
5
10
15
20

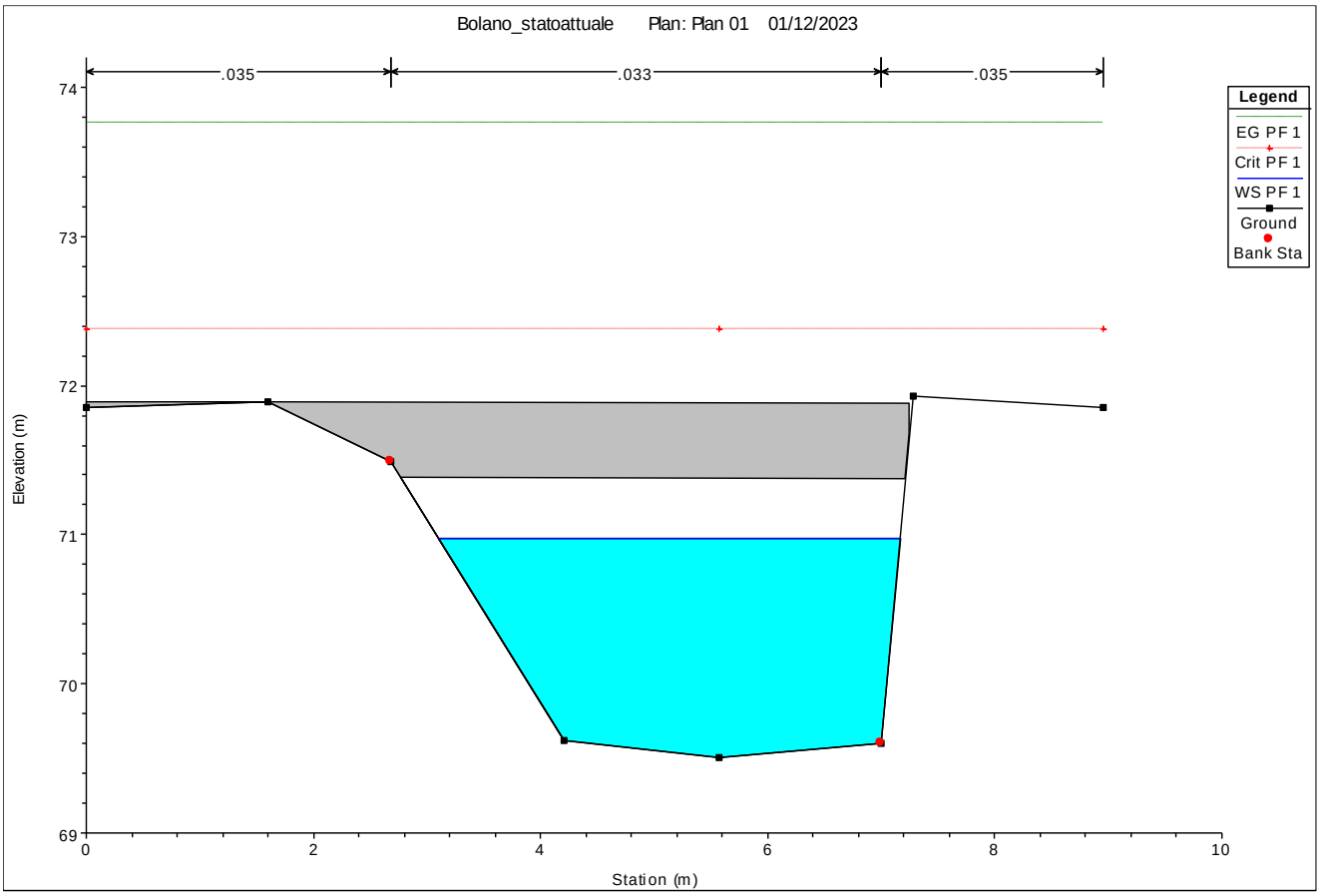
Sez. 13.5


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
71
70
69
68
67
66
65
64
0
5
10
15
20

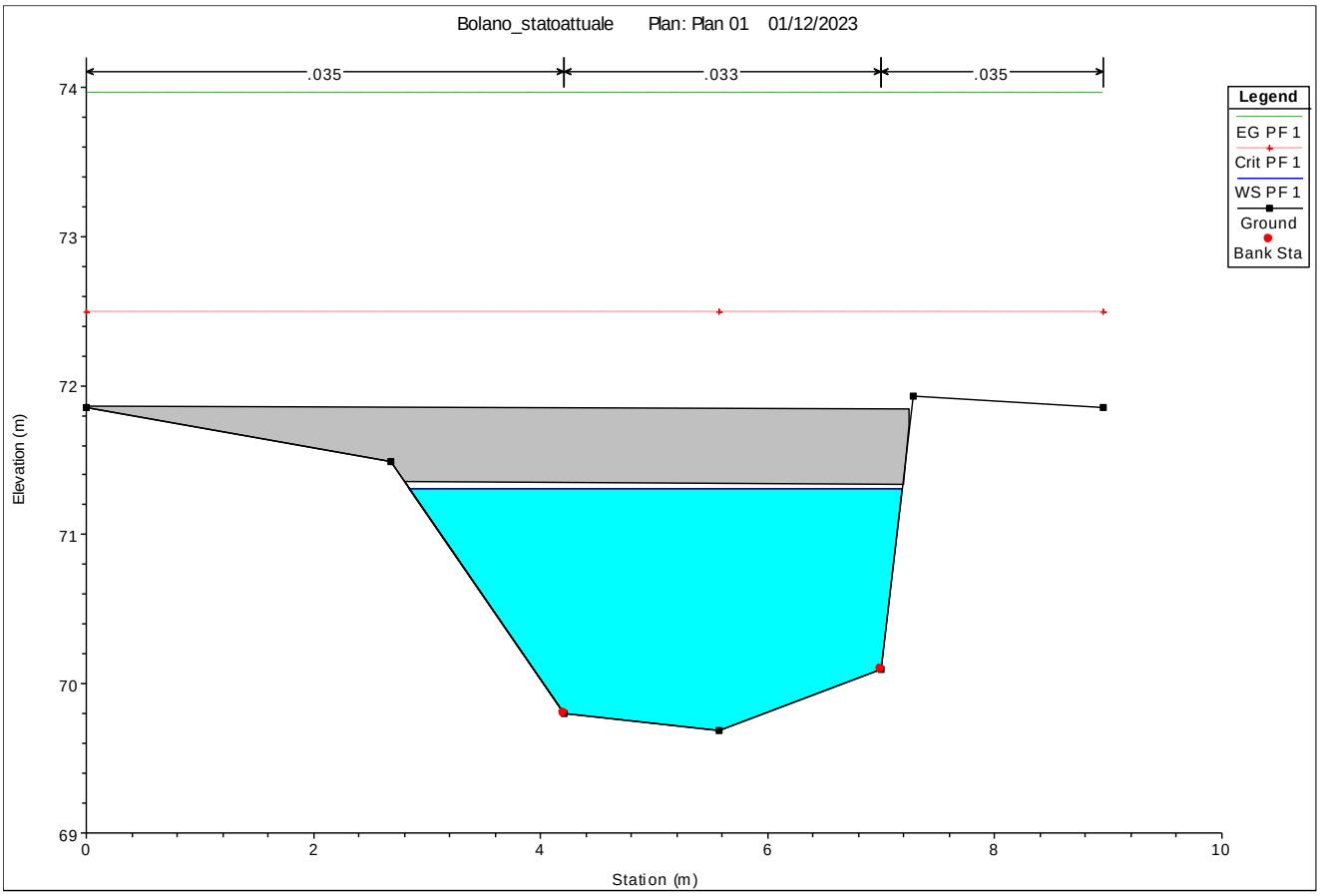
Sez. 14.0


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
74
73
72
71
70
69
0
2
4
6
8
10

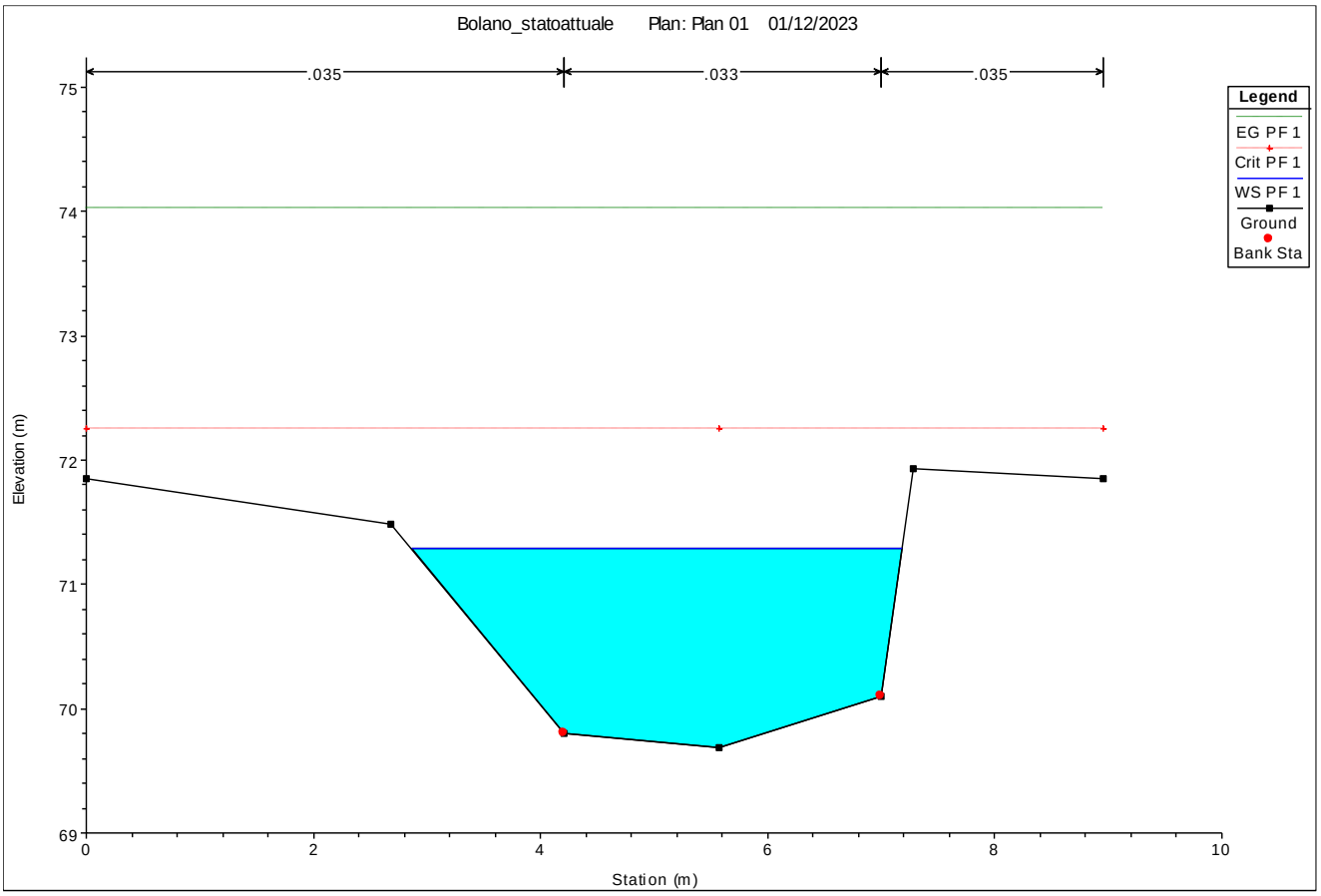
Sez. 14.2 BR D (Attraversamento loc. Villa-F)



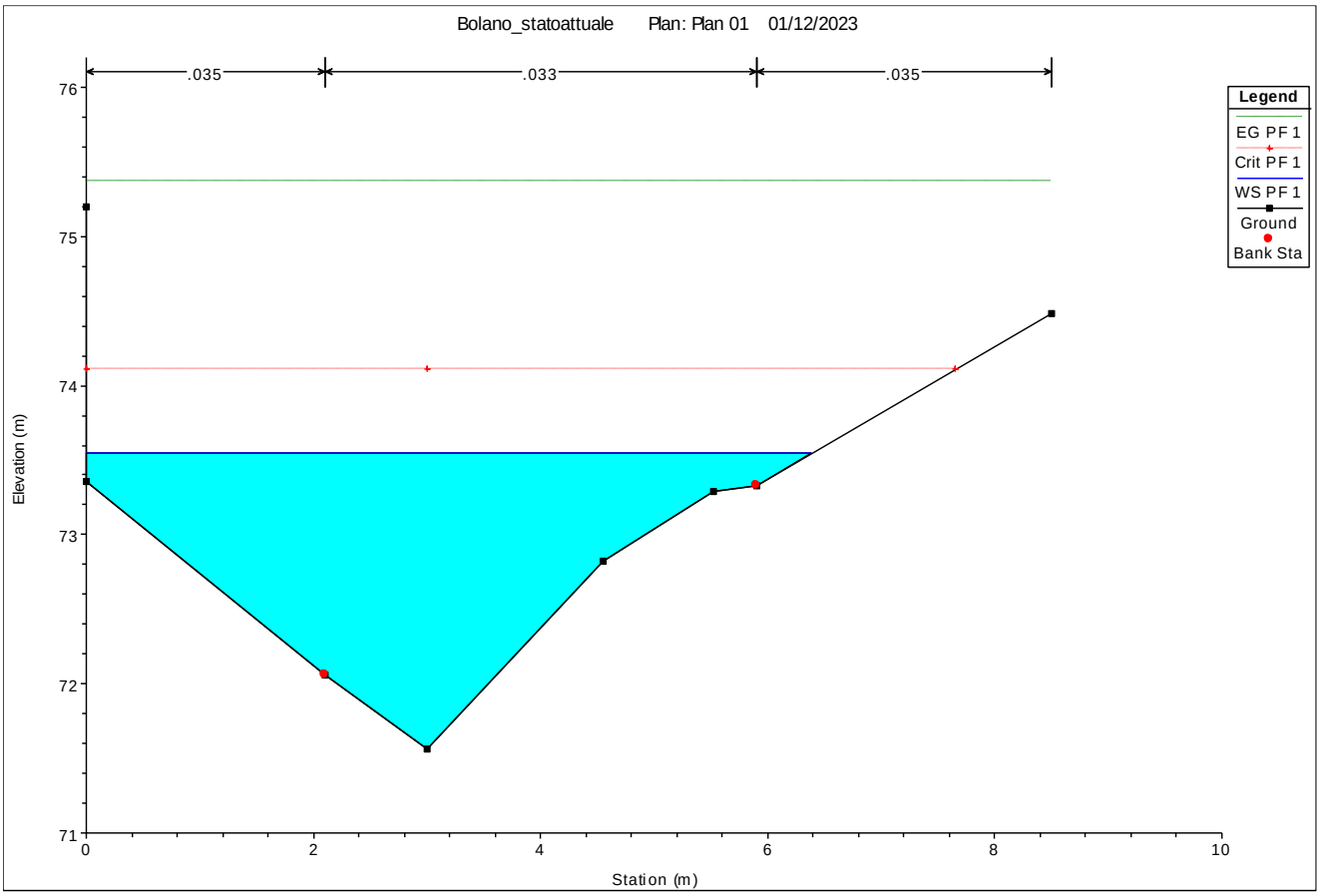
Sez. 14.2 BR U (Attraversamento loc. Villa-F)



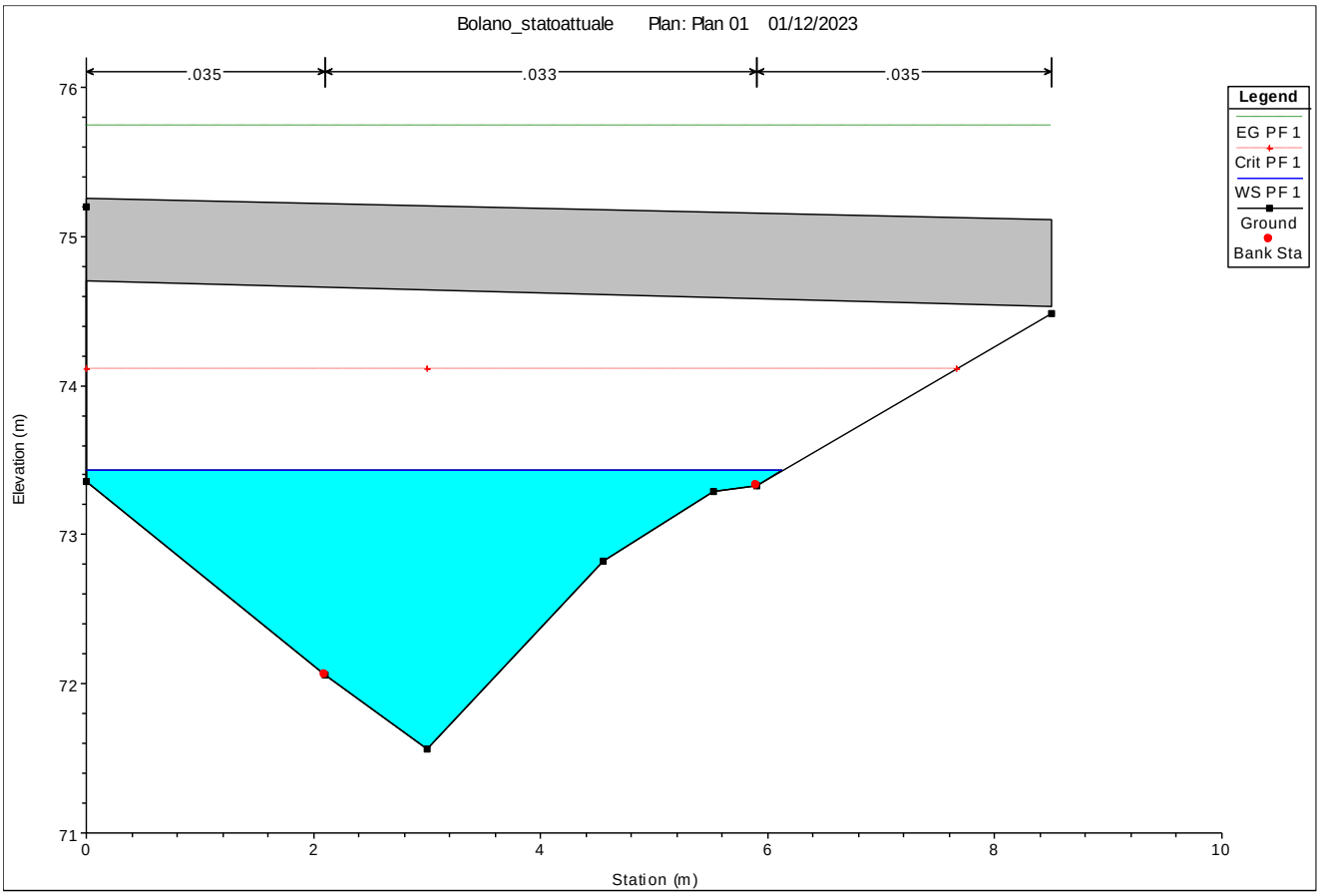
Sez. 14.5


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
75
74
73
72
71
70
69
0
2
4
6
8
10
Station (m)

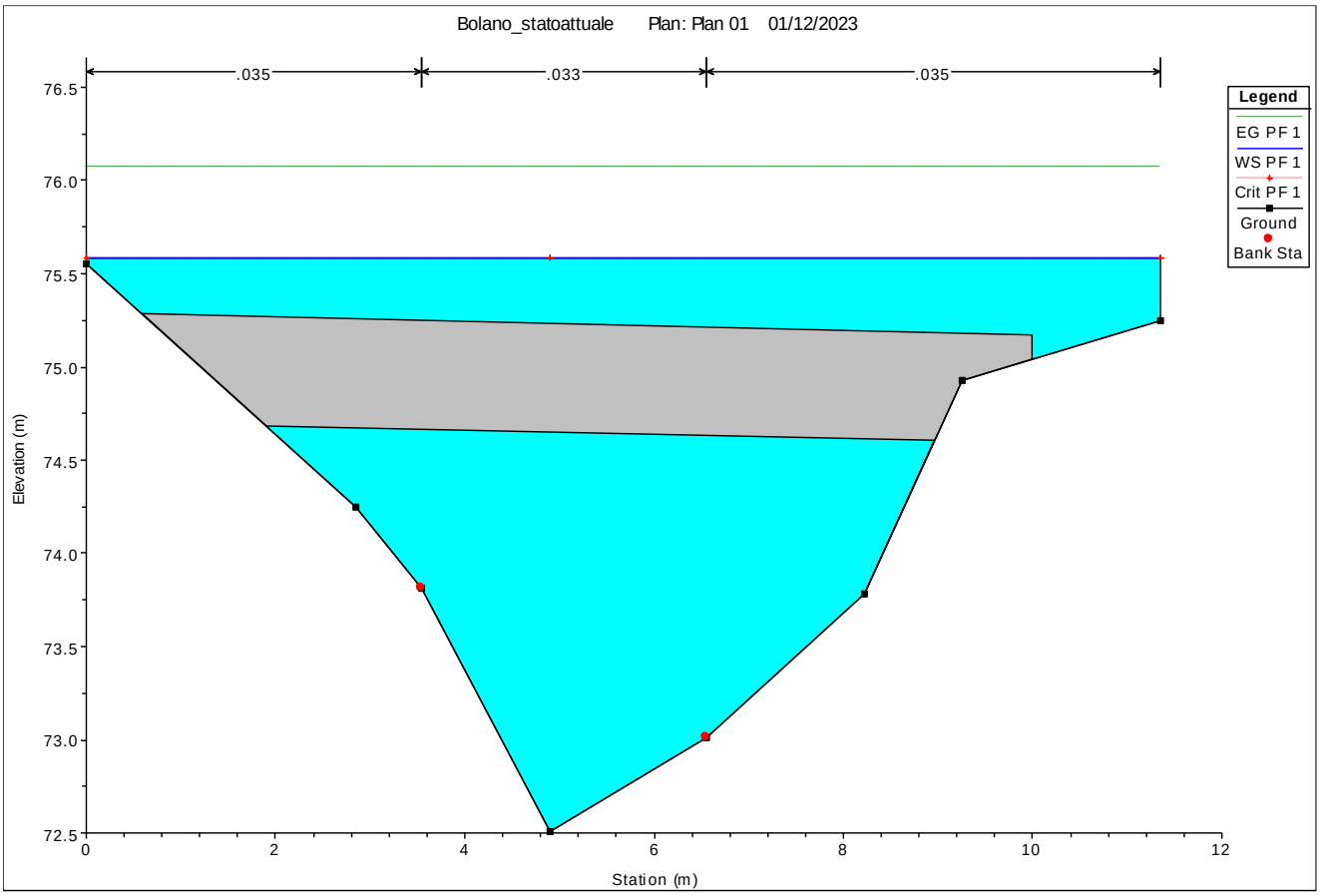
Sez. 15.0


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
76
75
74
73
72
71
0
2
4
6
8
10

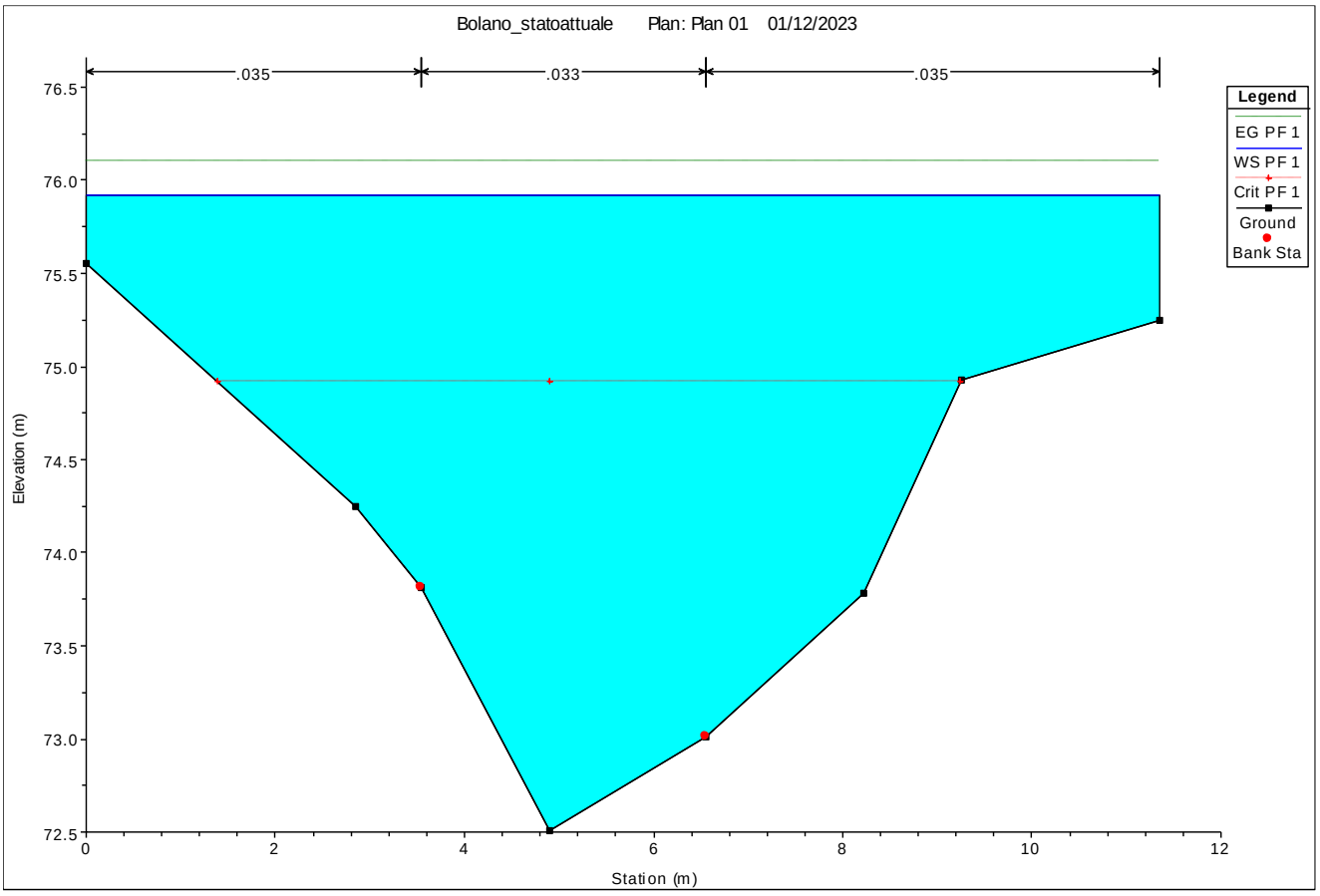
Sez. 15.1 BR D (Attraversamento loc. Villa- G)



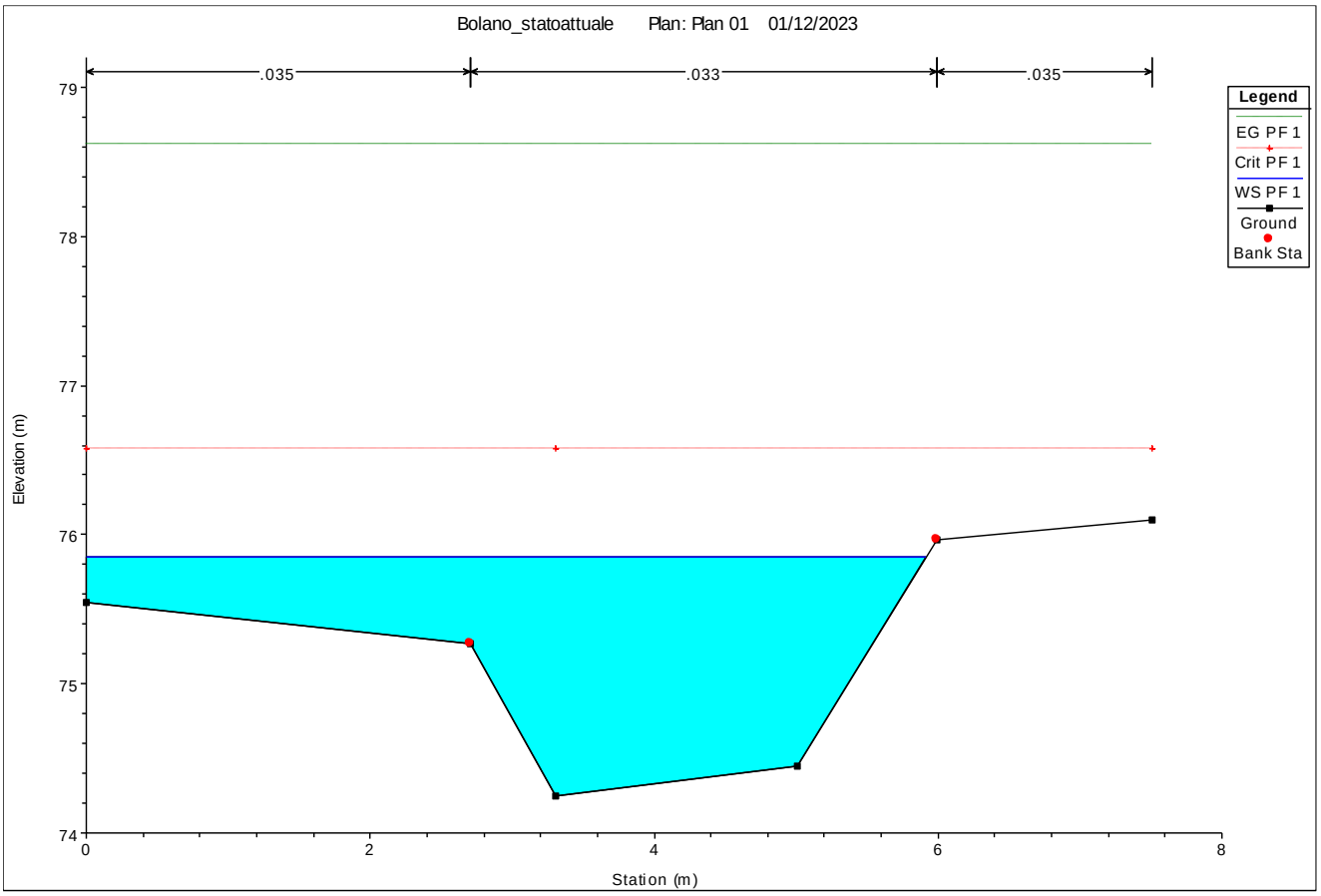
Sez. 15.1 BR U (Attraversamento loc. Villa- G)



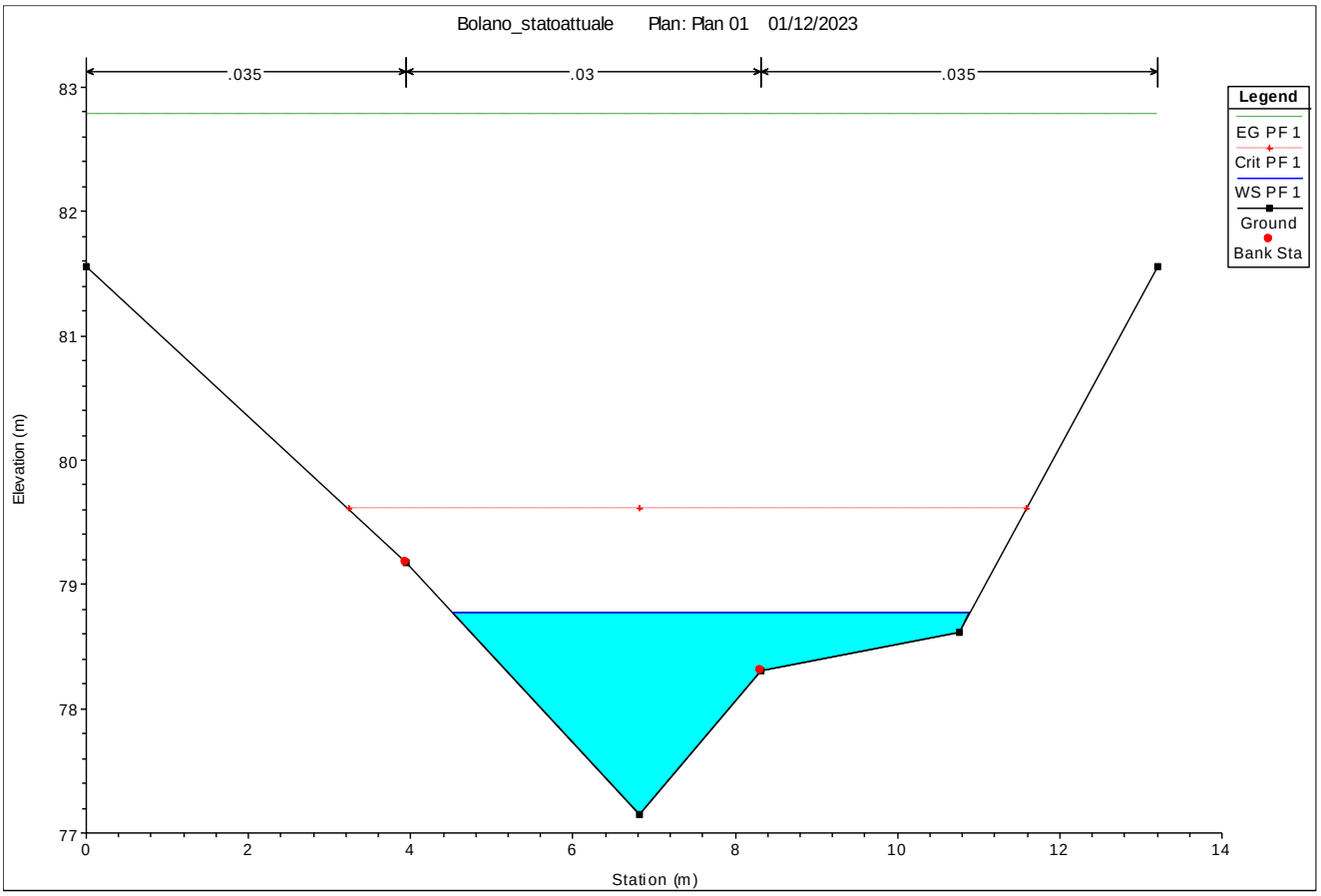
Sez. 15.2


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
76.5
76.0
75.5
75.0
74.5
74.0
73.5
73.0
72.5
0
2
4
6
8
10
12

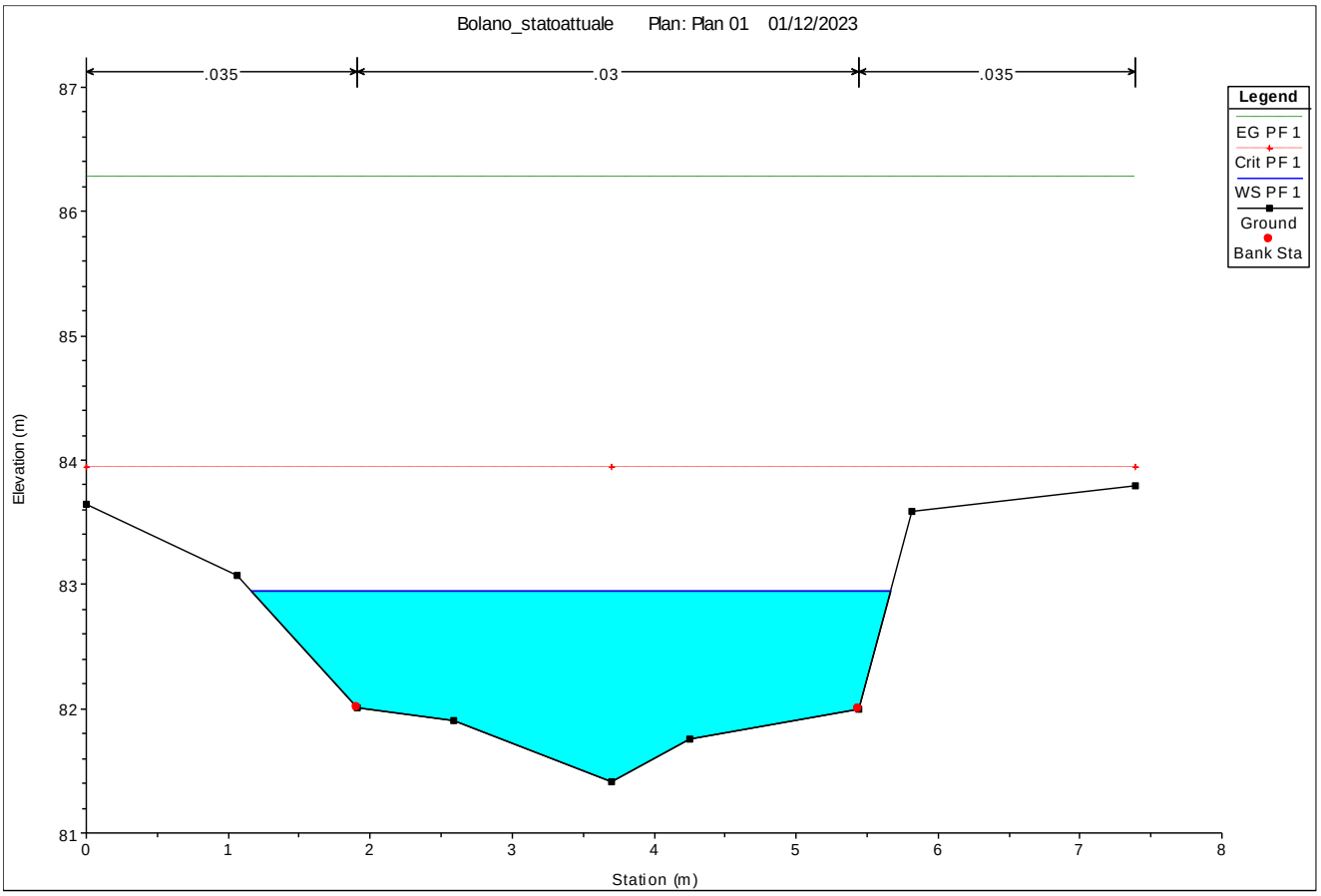
Sez. 15.5


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
79
78
77
76
75
74
0
2
4
6
8
Station (m)

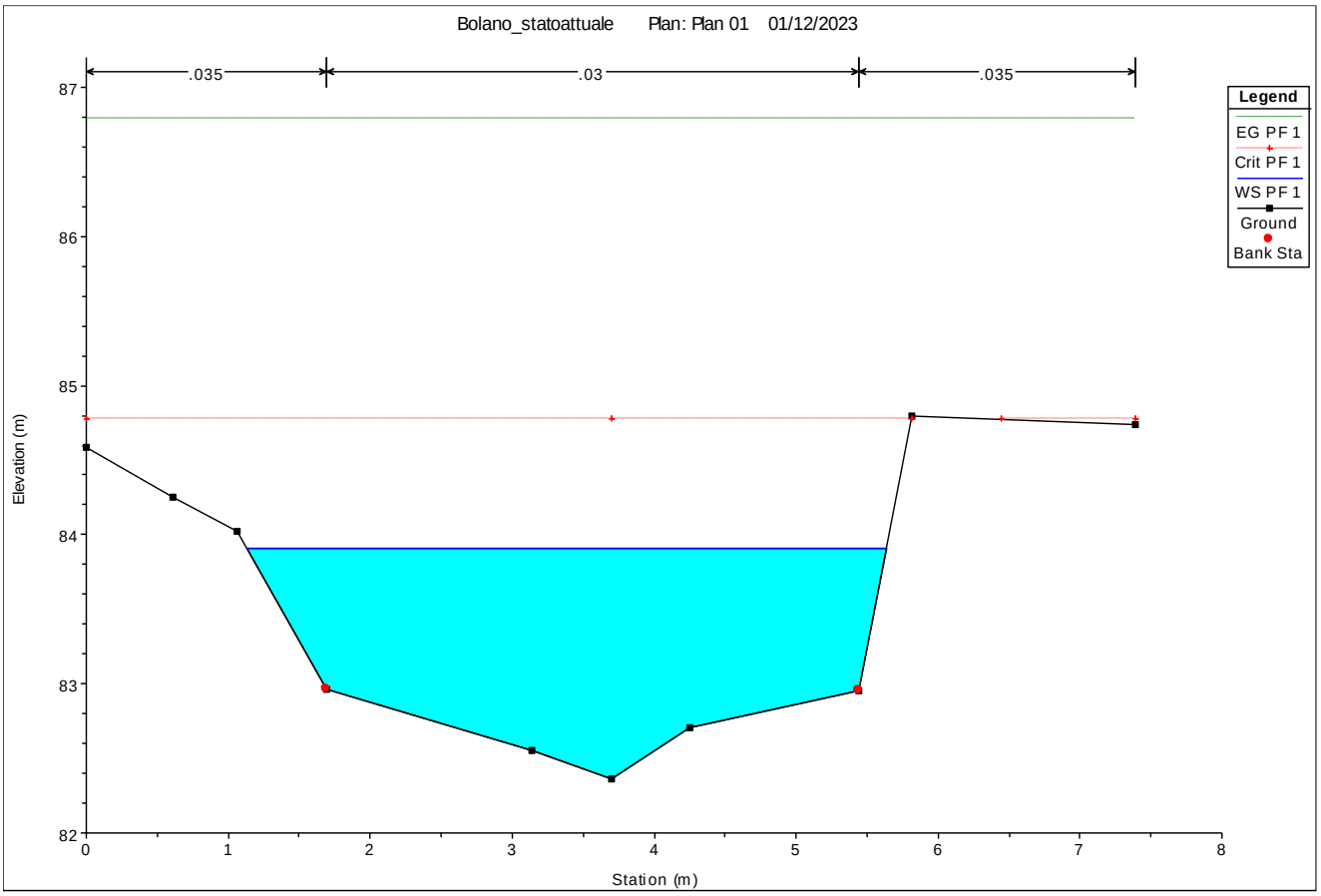
Sez. 16.0


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.03
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
83
82
81
80
79
78
77
0
2
4
6
8
10
12
14

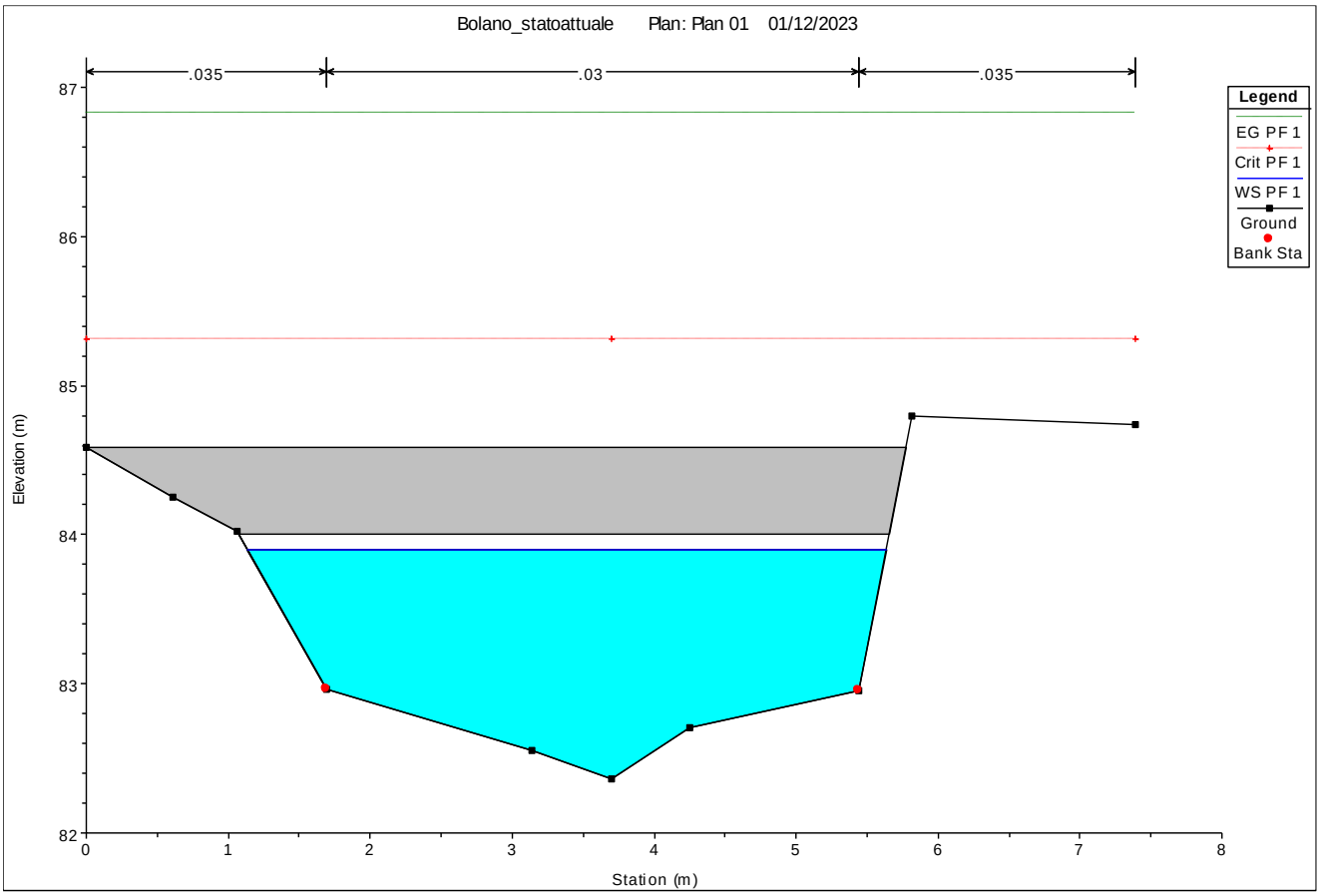
Sez. 17.0


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.03
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
87
86
85
84
83
82
81
0
1
2
3
4
5
6
7
8

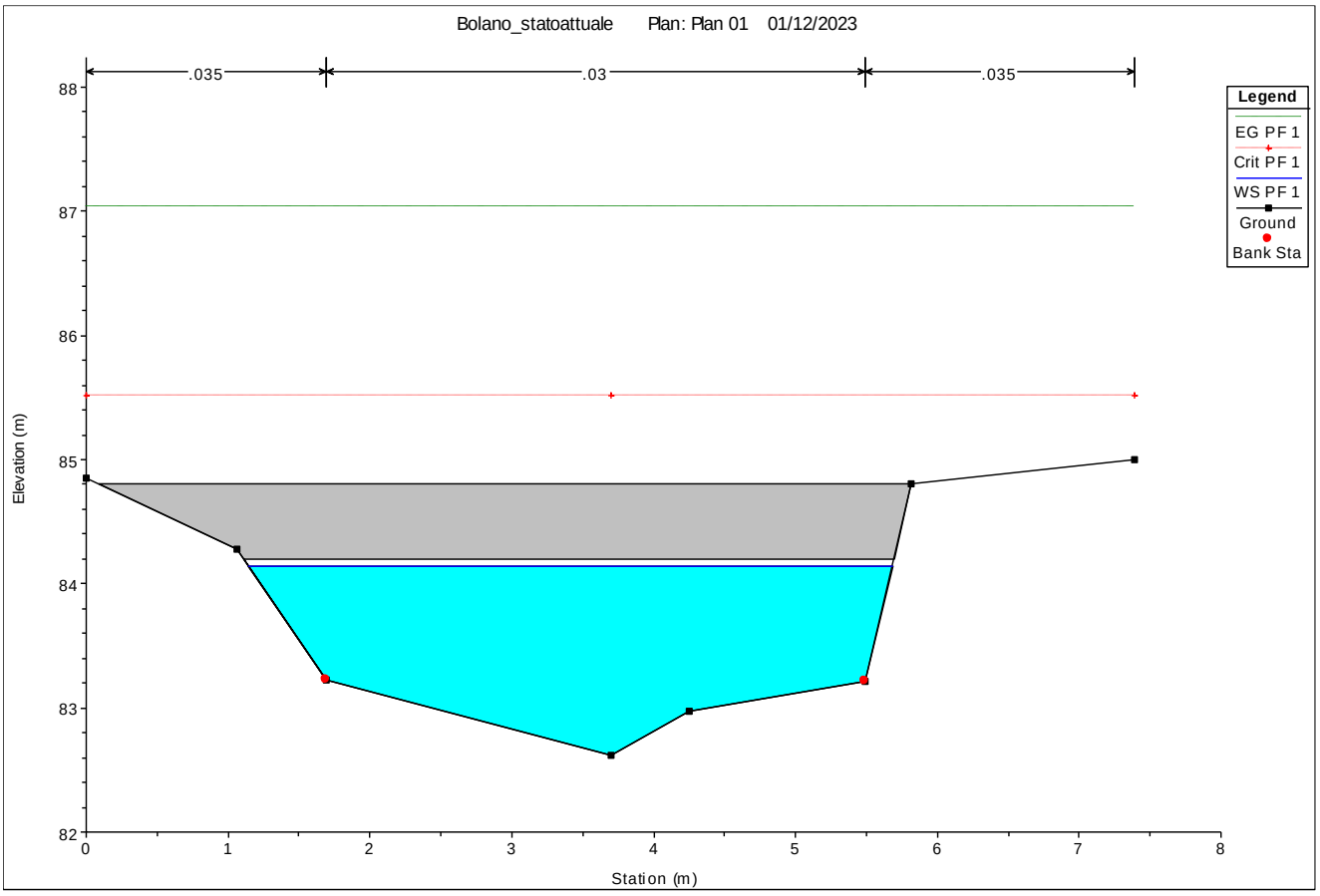
Sez. 17.4


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.03
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
87
86
85
84
83
82
0
1
2
3
4
5
6
7
8

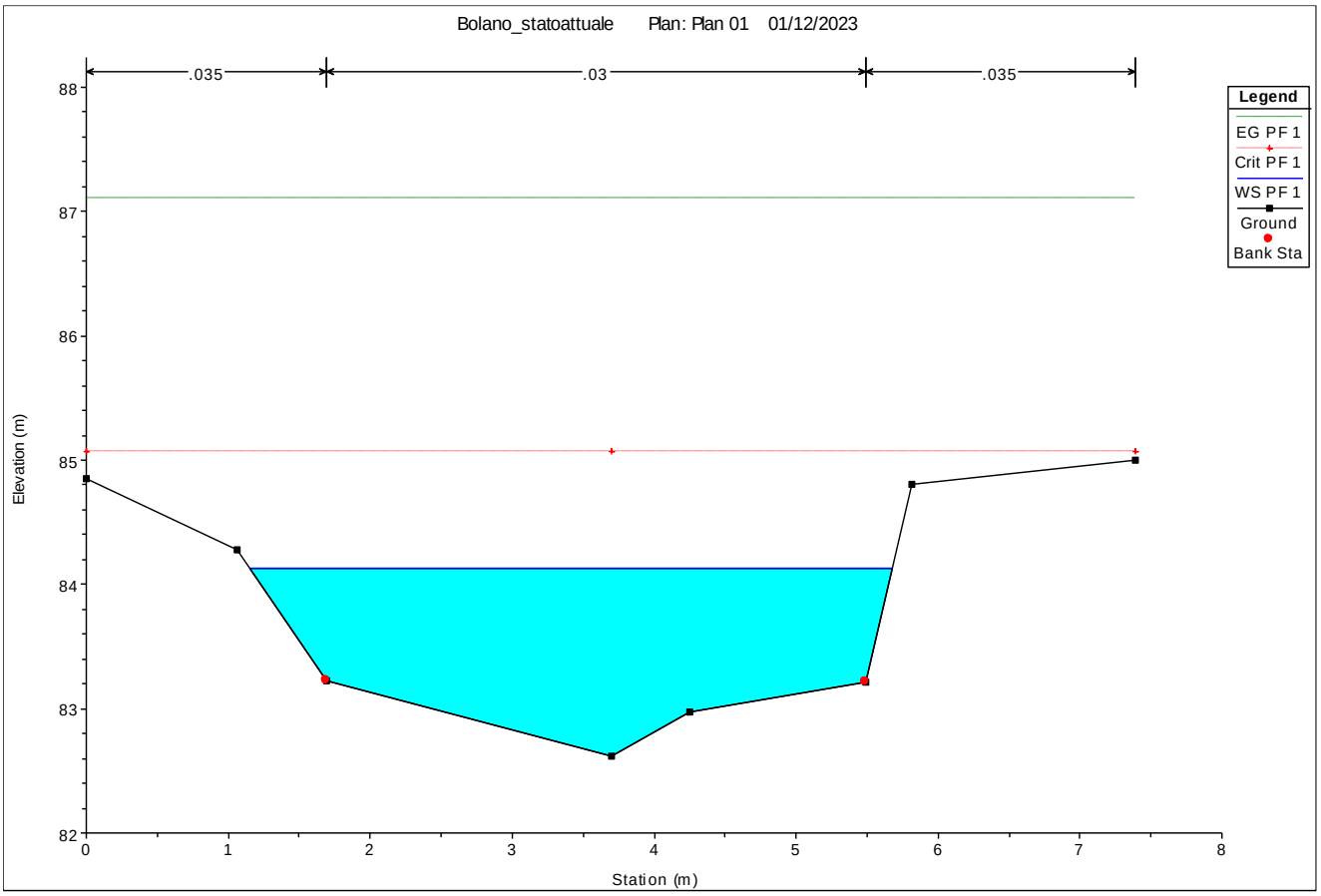
Sez. 17.5 BR D (Ponte su Via Picarda)



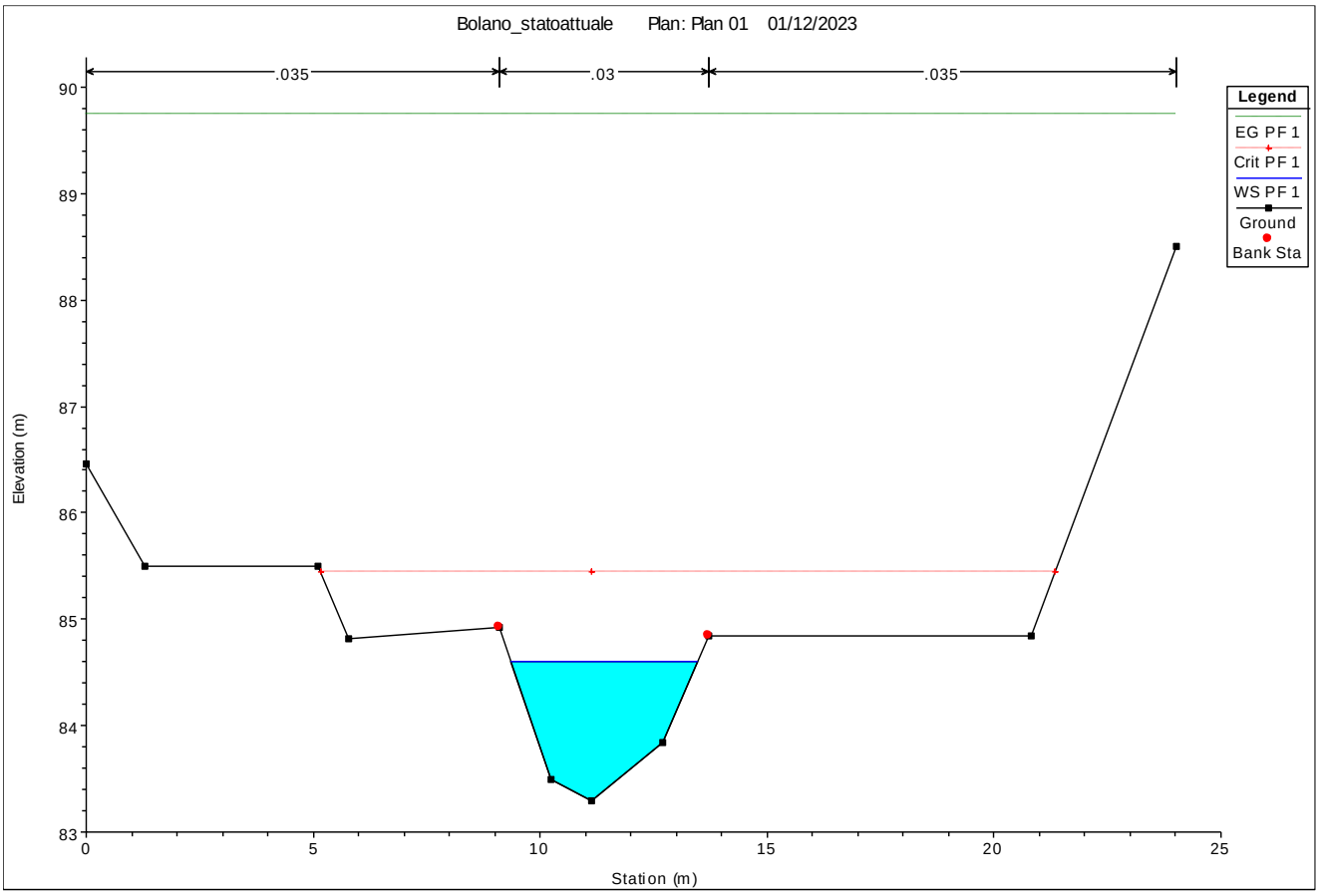
Sez. 17.5 BR U (Ponte su Via Picarda)



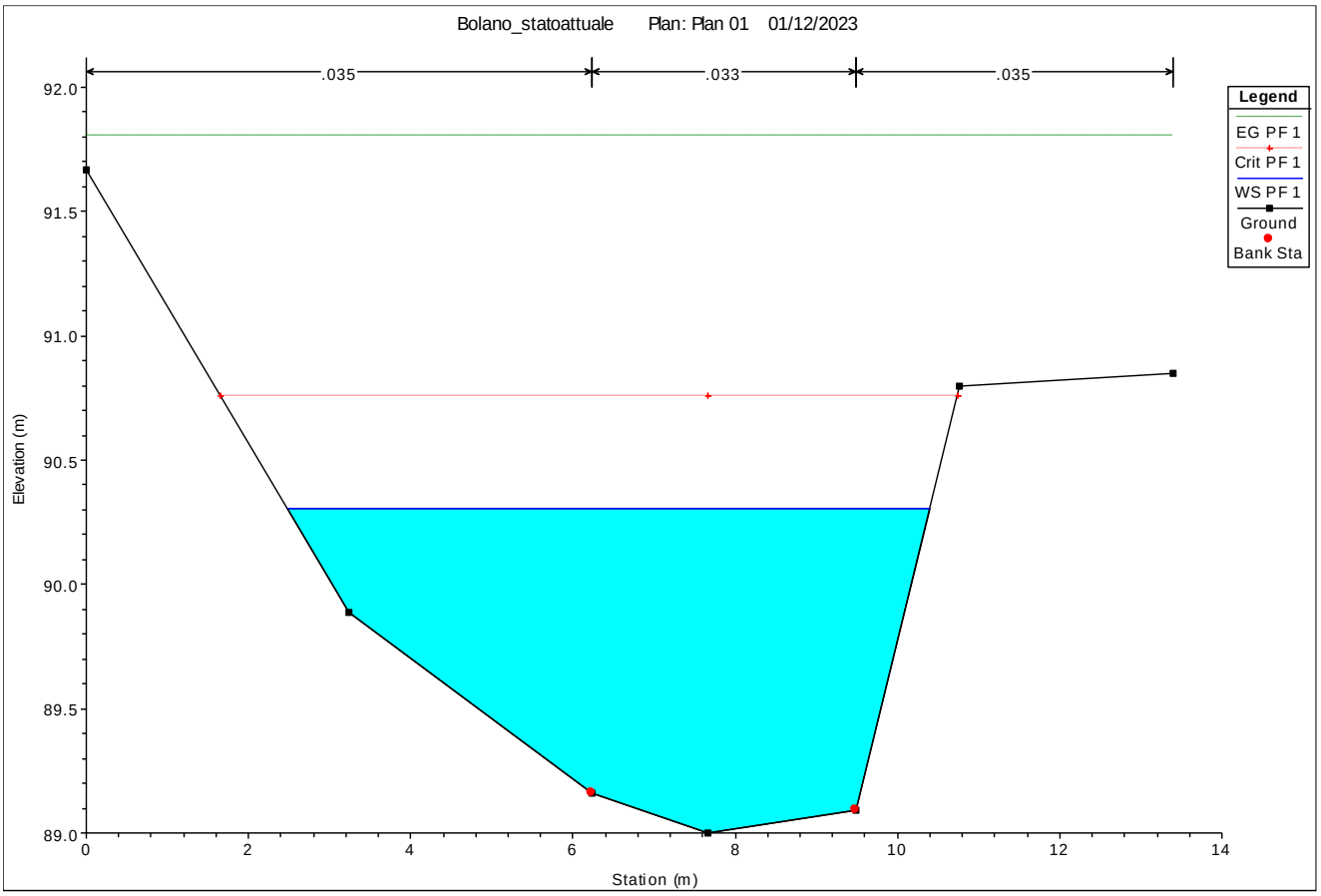
Sez. 17.6


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.03
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
88
87
86
85
84
83
82
0
1
2
3
4
5
6
7
8

Sez. 17.8


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.03
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
90
89
88
87
86
85
84
83
0
5
10
15
20
25

Sez. 18.0


Bolano_statoattuale Plan: Plan 01 01/12/2023
.035
.033
.035
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
92.0
91.5
91.0
90.5
90.0
89.5
89.0
0
2
4
6
8
10
12
14

n.sez.	sezione	v (m/s)	v2/2g (m)	F_{min} (m)	Quota di controllo (m s.l.m.)	Quota min channel (m s.l.m.)	Livello idrico (m s.l.m.)	h (m)	Franco (m)	Verifica
1	18	4.94	1.24	0.5	91.67	89.00	90.3	1.3	1.37	OK
3	17.8	10.04	5.14	0.5	88.5	83.29	84.6	1.31	3.90	NO
4	17.6	7.33	2.74	0.5	85	82.62	84.13	1.51	0.87	NO
5	17.5 PONTE U	7.21	2.65	1.5	84.2	82.62	84.14	1.52	0.06	NO
6	17.5 PONTE D	7.24	2.67	1.5	84	82.36	83.90	1.54	0.10	NO
7	17.4	7.19	2.63	0.5	84.8	82.36	83.9	1.54	0.90	NO
8	17	7.65	2.98	0.5	83.59	81.41	82.94	1.53	0.65	NO
10	16	8.3	3.51	0.5	81.56	77.15	78.78	1.63	2.78	NO
11	15.5	6.98	2.48	0.5	75.97	74.25	75.85	1.6	0.12	NO
12	15.2	1.68	0.14	0.5	75.55	72.51	75.92	3.41	-0.37	NO
13	15.1 PONTE U	2.87	0.42	1.5	74.61	72.51	75.58	3.07	-0.97	NO
14	15.1 PONTE D	6.57	2.2	1.5	74.53	71.56	73.43	1.87	1.10	NO
15	15	5.81	1.72	0.5	74.48	71.56	73.54	1.98	0.94	NO
17	14.5	6.73	2.31	0.5	71.93	69.69	71.29	1.6	0.64	NO
18	14.2 PONTE U	6.62	2.23	1.5	71.34	69.69	71.31	1.62	0.03	NO
19	14.2 PONTE D	7.27	2.69	1.5	71.38	69.51	70.98	1.47	0.40	NO
20	14	6.6	2.22	0.5	71.93	69.51	71.09	1.58	0.84	NO
22	13.5	8.61	3.78	0.5	69.4	64.75	65.69	0.94	3.71	NO
23	13	5.9	1.77	0.5	66.46	62.28	63.68	1.4	2.78	OK
24	12.8	5.64	1.62	0.5	65.51	61.33	63.07	1.74	2.44	OK
25	12.5	5.46	1.52	0.5	62.61	59.76	61.63	1.87	0.98	NO
26	12	1.95	0.19	0.5	61.48	58.54	62.08	3.54	-0.60	NO
27	11.9 PONTE U	3.19	0.52	1.5	60.72	58.54	61.71	3.17	-0.99	NO
28	11.9 PONTE D	5.81	1.72	1.5	60.73	58.24	59.96	1.72	0.77	NO
29	11.8	5.65	1.63	0.5	61.18	58.24	60	1.76	1.18	NO
30	11	6.37	2.07	0.5	58.88	56.10	57.91	1.81	0.97	NO
31	10.5	6.03	1.85	0.5	59	54.97	56.66	1.69	2.34	OK
32	10	4.11	0.86	0.5	56.61	54.01	56.76	2.75	-0.15	NO
33	9.5	5.63	1.62	0.5	55.58	52.25	55.42	3.17	0.16	NO
34	9	6.54	2.18	0.5	53.45	51.06	53.21	2.15	0.24	NO
35	8,5	7.9	3.18	0.5	52.01	48.74	50.24	1.5	1.77	NO
36	8	5.04	1.29	0.5	51.21	48.02	50.37	2.35	0.84	NO
37	7	6.48	2.14	0.5	47.93	44.78	46.76	1.98	1.17	NO
38	6.7 PONTE U	6.15	1.93	1.5	47.3	44.78	46.85	2.07	0.45	NO
39	6.7 PONTE D	6.48	2.14	1.5	47.3	44.58	46.49	1.91	0.81	NO
40	6	3.18	0.52	0.5	47.33	43.81	47.42	3.61	-0.09	NO
41	5.5	4.19	0.89	0.5	47.33	43.81	46.74	2.93	0.59	NO
42	5.2	1.86	0.18	1.5	47.59	43.38	46.18	2.8	1.41	NO
44	5	3.45	0.61	0.5	47.34	43.23	45.58	2.35	1.76	OK
45	4.5	5.05	1.3	0.5	45.48	42.00	44.02	2.02	1.46	OK
46	4	6.11	1.9	0.5	47.57	41.65	43.17	1.52	4.40	OK
47	3.5	5.32	1.44	0.5	45.06	41.45	43.11	1.66	1.95	OK
48	3	4.87	1.21	0.5	45	41.06	43.18	2.12	1.82	OK
49	2.8	5.8	1.71	0.5	43.38	39.99	41.83	1.84	1.55	NO
50	2.5	6.51	2.16	0.5	43.6	39.79	40.81	1.02	2.79	OK
51	2.45	5.45	1.51	0.5	42.22	38.67	40.33	1.66	1.89	OK
52	2.41	3.45	0.61	0.5	48.92	38.17	40.8	2.63	8.12	OK
53	2.2 PONTE DANTE U	4.12	0.87	0.75	40.51	38.17	40.51	2.34	0.00	NO
54	2.2 PONTE DANTE D	7.02	2.51	0.75	40.5	36.81	38.5	1.69	2.00	NO
55	2.1	5.6	1.6	0.5	51.9	36.81	38.87	2.06	13.03	OK
56	2	6.06	1.87	0.5	51.9	36.73	38.6	1.87	13.30	OK
57	1.8	4.01	0.82	0.5	41.76	36.76	39.14	2.38	2.62	OK
58	1.5	4.23	0.91	0.5	41.47	36.36	38.74	2.38	2.73	OK
59	1.4	5.19	1.37	0.5	39.68	35.84	37.83	1.99	1.85	OK
60	1.3	5.21	1.38	0.5	39.28	35.47	37.35	1.88	1.93	OK
61	1.2	3.71	0.7	0.5	39.17	35.40	37.73	2.33	1.44	OK
62	1	4.91	1.23	0.5	37.96	35.00	37.08	2.08	0.88	NO
63	0.8	5.15	1.35	0.5	38.1	34.14	36.18	2.04	1.92	OK
64	0.6	4.7	1.13	0.5	39.01	33.79	35.96	2.17	3.05	OK
65	0.5	5.71	1.66	0.5	37.57	33.74	35.25	1.51	2.32	OK
66	0.2 PONTE PIAZZA CORRIERE U	5.33	1.45	0.75	36.27	33.74	35.33	1.59	0.94	NO
67	0.2 PONTE PIAZZA CORRIERE D	7.42	2.81	0.75	34.8	32.96	33.90	0.94	0.90	NO
68	0.1	6.63	2.24	0.5	35.91	32.96	34.01	1.05	1.90	NO
69	0	5.05	1.3	0.5	33.95	30.31	32.23	1.92	1.72	OK

Per una migliore analisi dei risultati ottenuti con HEC-RAS nelle tabelle che seguono si riportano per le simulazioni con QT=200, e per ciascuna delle sezioni considerate ai fini della descrizione del Torrente Villa a seguito degli interventi di progetto, l'altezza della corrente ed i valori delle principali grandezze idrauliche:

- numero sezione;
- portata complessiva;
- quota del fondo della sezione;
- quota del profilo della corrente;
- quota del profilo critico della corrente;
- quota del profilo dell'energia della corrente;
- pendenza del profilo dell'energia della corrente;
- velocità della corrente;
- area bagnata;
- numero di Froude;

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Bolano Reach: principale Profile: PF 1

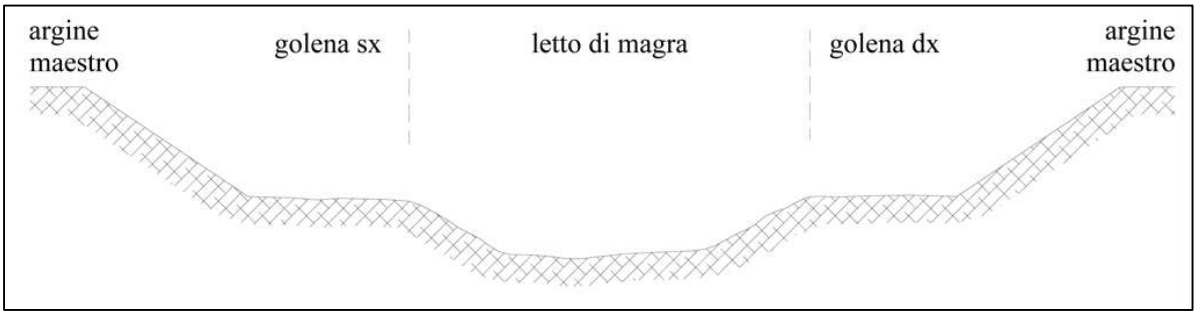
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
principale	18	PF 1	35.00	89.00	90.30	90.76	91.80	0.030002	6.06	7.09	7.91	1.73
principale	17.8	PF 1	35.00	83.29	84.60	85.44	89.74	0.149763	10.04	3.49	4.11	3.48
principale	17.6	PF 1	35.00	82.62	84.13	85.07	87.11	0.046797	7.72	4.78	4.53	2.28
principale	17.5		Bridge									
principale	17.4	PF 1	35.00	82.36	83.90	84.78	86.79	0.043825	7.60	4.87	4.51	2.21
principale	17	PF 1	35.00	81.41	82.94	83.94	86.28	0.053803	8.21	4.58	4.51	2.43
principale	16	PF 1	35.00	77.15	78.78	79.61	82.78	0.116072	9.21	4.22	6.37	3.09
principale	15.5	PF 1	35.00	74.25	75.85	76.58	78.61	0.082924	7.77	5.02	5.91	2.27
principale	15.2	PF 1	35.00	72.51	75.92	74.92	76.11	0.001631	2.25	20.78	11.35	0.42
principale	15.1		Bridge									
principale	15	PF 1	35.00	71.56	73.54	74.11	75.37	0.047334	6.33	6.02	6.38	1.92
principale	14.5	PF 1	35.00	69.69	71.29	72.25	74.03	0.039472	7.65	5.20	4.32	2.02
principale	14.2		Bridge									
principale	14	PF 1	35.00	69.51	71.09	71.80	73.40	0.043597	6.74	5.30	4.18	1.89
principale	13.5	PF 1	35.00	64.75	65.69	66.61	70.19	0.129535	10.21	4.07	6.04	3.42
principale	13	PF 1	35.00	62.28	63.68	64.31	65.80	0.048478	7.03	5.93	7.26	2.10
principale	12.8	PF 1	48.50	61.33	63.07	63.61	64.78	0.031680	5.82	8.60	8.28	1.70
principale	12.5	PF 1	48.50	59.76	61.63	62.19	63.50	0.022959	6.65	8.89	6.45	1.60
principale	12	PF 1	48.50	58.54	62.08	60.83	62.35	0.001397	2.42	24.85	12.23	0.43
principale	11.9		Bridge									
principale	11.8	PF 1	48.50	58.24	60.00	60.59	61.98	0.027832	6.89	8.58	6.66	1.73
principale	11	PF 1	48.50	56.10	57.91	58.70	60.56	0.038225	7.86	7.61	7.31	2.00
principale	10.5	PF 1	48.50	54.97	56.66	57.32	58.51	0.040187	6.03	8.04	6.91	1.79
principale	10	PF 1	48.50	54.01	56.76	56.79	57.87	0.008141	4.89	11.81	6.07	0.99
principale	9.5	PF 1	59.00	52.25	55.42	55.95	57.38	0.023683	6.99	10.48	5.84	1.37
principale	9	PF 1	59.00	51.06	53.21	53.99	55.88	0.026857	7.54	9.02	6.26	1.73
principale	8.5	PF 1	59.00	48.74	50.24	51.18	53.72	0.077925	9.69	7.47	7.36	2.73
principale	8	PF 1	59.00	48.02	50.37	50.78	51.82	0.022984	6.17	11.70	8.79	1.35
principale	7	PF 1	59.00	44.78	46.76	47.47	49.21	0.028534	7.34	9.11	5.73	1.76
principale	6.7		Bridge									
principale	6.5	PF 1	59.00	44.58	46.53	47.24	48.90	0.028859	7.29	9.35	6.40	1.77
principale	6	PF 1	59.00	43.81	47.42	46.74	48.17	0.004138	4.42	18.53	6.65	0.76
principale	5.5	PF 1	59.00	43.81	46.74	46.74	47.97	0.008923	5.61	14.08	6.29	1.07
principale	5.2	PF 1	59.00	43.38	46.18	45.09	46.38	0.001598	2.29	31.71	16.16	0.45
principale	5	PF 1	59.00	43.23	45.58	45.58	46.32	0.007437	4.07	17.09	12.06	0.91
principale	4.5	PF 1	59.00	42.00	44.02	44.48	45.62	0.015753	5.86	11.68	8.33	1.35
principale	4	PF 1	59.00	41.65	43.17	43.80	45.28	0.038178	6.59	9.66	10.03	1.92
principale	3.5	PF 1	59.00	41.45	43.11	43.62	44.77	0.024627	6.40	11.09	8.43	1.63
principale	3	PF 1	59.00	41.06	43.18	43.49	44.62	0.017127	6.27	12.11	8.02	1.41
principale	2.8	PF 1	59.00	39.99	41.83	42.39	43.86	0.023929	6.63	10.18	6.47	1.63
principale	2.5	PF 1	59.00	39.79	40.81	41.46	43.23	0.062043	7.37	9.06	11.59	2.39
principale	2.45	PF 1	59.00	38.67	40.33	40.45	42.06	0.027196	6.63	10.83	8.36	1.70
principale	2.41	PF 1	59.00	38.17	40.80	40.60	41.55	0.006923	4.42	17.10	9.36	0.91
principale	2.2		Bridge									
principale	2.1	PF 1	59.00	36.81	38.87	39.26	40.47	0.028608	5.58	10.53	5.78	1.36
principale	2	PF 1	60.50	36.73	38.60	39.15	40.48	0.036795	6.24	9.98	6.66	1.59
principale	1.8	PF 1	60.50	36.76	39.14	39.14	40.00	0.012194	4.51	15.07	9.32	0.99
principale	1.5	PF 1	60.50	36.36	38.74	38.88	39.73	0.008255	4.78	14.31	9.11	1.01
principale	1.4	PF 1	60.50	35.84	37.83	38.34	39.41	0.019495	6.40	11.66	9.26	1.49
principale	1.3	PF 1	60.50	35.47	37.35	37.83	38.94	0.020168	5.99	11.61	9.33	1.48
principale	1.2	PF 1	60.50	35.40	37.73	37.83	38.59	0.008189	4.72	16.29	11.01	1.00
principale	1	PF 1	60.50	35.00	37.08	37.20	38.34	0.012183	5.15	12.32	7.37	1.18
principale	0.8	PF 1	60.50	34.14	36.18	36.59	37.68	0.018825	6.36	11.74	7.19	1.46
principale	0.6	PF 1	60.50	33.79	35.96	36.16	37.30	0.013671	5.77	12.86	6.94	1.28
principale	0.5	PF 1	60.50	33.74	35.25	35.78	37.09	0.030239	6.74	10.60	8.92	1.79
principale	0.2		Bridge									
principale	0.1	PF 1	60.50	32.96	34.01	34.65	36.25	0.061166	6.63	9.13	9.02	2.10
principale	0	PF 1	60.50	30.31	32.23	32.59	33.60	0.023705	5.33	11.98	9.24	1.23

Nella tabella seguente vengono riportate le quote relative ad ogni singola sezione, si identifica con:

ROB Elev: quota della golena destra (porzione della sezione compresa tra il limite di golena destro e l'estremo destro delle sezioni);

Min Ch Elev: quota minima del canale (compreso tra i due limiti di golena);

LOB Elev: quota della golena sinistra (porzione della sezione compresa tra l'estremo sinistro della sezione e il limite di golena sinistro).



HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Bolano Reach: principale Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	ROB Elev	Min Ch El	LOB Elev
			(m)	(m)	(m)
principale	18	PF 1	89.09	89.00	89.16
principale	17.8	PF 1	84.84	83.29	84.92
principale	17.6	PF 1	83.21	82.62	83.22
principale	17.5		Bridge		
principale	17.4	PF 1	82.95	82.36	82.96
principale	17	PF 1	82.00	81.41	82.01
principale	16	PF 1	78.31	77.15	79.18
principale	15.5	PF 1	75.97	74.25	75.27
principale	15.2	PF 1	73.01	72.51	73.81
principale	15.1		Bridge		
principale	15	PF 1	73.33	71.56	72.06
principale	14.5	PF 1	70.10	69.69	69.80
principale	14.2		Bridge		
principale	14	PF 1	69.60	69.51	71.49
principale	13.5	PF 1	64.85	64.75	64.77
principale	13	PF 1	62.75	62.28	62.89
principale	12.8	PF 1	62.71	61.33	62.21
principale	12.5	PF 1	60.02	59.76	59.94
principale	12	PF 1	59.44	58.54	58.72
principale	11.9		Bridge		
principale	11.8	PF 1	58.62	58.24	58.42
principale	11	PF 1	56.72	56.10	56.26
principale	10.5	PF 1	56.76	54.97	58.38
principale	10	PF 1	54.38	54.01	54.66
principale	9.5	PF 1	53.35	52.25	53.15
principale	9	PF 1	51.60	51.06	51.42
principale	8.5	PF 1	49.22	48.74	48.80
principale	8	PF 1	48.93	48.02	48.38
principale	7	PF 1	45.21	44.78	45.21
principale	6.7		Bridge		
principale	6.5	PF 1	45.01	44.58	45.01
principale	6	PF 1	44.05	43.81	44.09
principale	5.5	PF 1	44.05	43.81	44.09
principale	5.2	PF 1	43.74	43.38	43.97
principale	5	PF 1	44.13	43.23	43.71
principale	4.5	PF 1	42.15	42.00	42.24
principale	4	PF 1	42.21	41.65	42.48
principale	3.5	PF 1	41.63	41.45	41.63
principale	3	PF 1	41.24	41.06	41.29
principale	2.8	PF 1	40.36	39.99	40.11
principale	2.5	PF 1	40.11	39.79	39.86
principale	2.45	PF 1	38.94	38.67	38.88
principale	2.41	PF 1	38.89	38.17	38.17
principale	2.2		Bridge		
principale	2.1	PF 1	39.25	36.81	36.84
principale	2	PF 1	39.18	36.73	36.86
principale	1.8	PF 1	36.98	36.76	38.57
principale	1.5	PF 1	36.54	36.36	36.52
principale	1.4	PF 1	36.08	35.84	36.04
principale	1.3	PF 1	35.96	35.47	35.80
principale	1.2	PF 1	35.55	35.40	35.51
principale	1	PF 1	35.16	35.00	35.43
principale	0.8	PF 1	34.35	34.14	34.35
principale	0.6	PF 1	33.96	33.79	33.95
principale	0.5	PF 1	33.78	33.74	33.91
principale	0.2		Bridge		
principale	0.1	PF 1	35.20	32.96	35.23
principale	0	PF 1	31.64	30.31	32.04

Valori caratteristici dello sforzo tangenziale τ_0 esercitato dalla corrente sul materiale costituente il fondo alveo.

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Bolano Reach: principale Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Shear Chan (N/m2)
principale	18	PF 1	364.69
principale	17.8	PF 1	1008.57
principale	17.6	PF 1	508.40
principale	17.5		Bridge
principale	17.4	PF 1	488.72
principale	17	PF 1	576.94
principale	16	PF 1	831.28
principale	15.5	PF 1	683.21
principale	15.2	PF 1	39.81
principale	15.1		Bridge
principale	15	PF 1	436.42
principale	14.5	PF 1	554.94
principale	14.2		Bridge
principale	14	PF 1	470.04
principale	13.5	PF 1	1149.76
principale	13	PF 1	513.78
principale	12.8	PF 1	347.90
principale	12.5	PF 1	392.01
principale	12	PF 1	42.88
principale	11.9		Bridge
principale	11.8	PF 1	434.44
principale	11	PF 1	573.32
principale	10.5	PF 1	389.92
principale	10	PF 1	191.04
principale	9.5	PF 1	426.18
principale	9	PF 1	492.61
principale	8.5	PF 1	937.30
principale	8	PF 1	350.89
principale	7	PF 1	480.81
principale	6.7		Bridge
principale	6.5	PF 1	476.54
principale	6	PF 1	138.45
principale	5.5	PF 1	239.94
principale	5.2	PF 1	40.71
principale	5	PF 1	141.91
principale	4.5	PF 1	295.62
principale	4	PF 1	439.24
principale	3.5	PF 1	377.31
principale	3	PF 1	333.51
principale	2.8	PF 1	394.65
principale	2.5	PF 1	587.21
principale	2.45	PF 1	407.85
principale	2.41	PF 1	157.41
principale	2.2		Bridge
principale	2.1	PF 1	319.06
principale	2	PF 1	401.14
principale	1.8	PF 1	186.90
principale	1.5	PF 1	184.90
principale	1.4	PF 1	355.78
principale	1.3	PF 1	324.98
principale	1.2	PF 1	181.63
principale	1	PF 1	227.99
principale	0.8	PF 1	349.63
principale	0.6	PF 1	278.83
principale	0.5	PF 1	429.03
principale	0.2		Bridge
principale	0.1	PF 1	498.86
principale	0	PF 1	283.73

Valori caratteristici del coefficiente di Manning relativi alla scabrezza del materiale che costituisce il fondo alveo.

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Bolano Reach: principale Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Mann Wtd Chnl
principale	18	PF 1	0.033
principale	17.8	PF 1	0.030
principale	17.6	PF 1	0.030
principale	17.5		Bridge
principale	17.4	PF 1	0.030
principale	17	PF 1	0.030
principale	16	PF 1	0.030
principale	15.5	PF 1	0.033
principale	15.2	PF 1	0.033
principale	15.1		Bridge
principale	15	PF 1	0.033
principale	14.5	PF 1	0.033
principale	14.2		Bridge
principale	14	PF 1	0.033
principale	13.5	PF 1	0.033
principale	13	PF 1	0.033
principale	12.8	PF 1	0.033
principale	12.5	PF 1	0.033
principale	12	PF 1	0.033
principale	11.9		Bridge
principale	11.8	PF 1	0.033
principale	11	PF 1	0.033
principale	10.5	PF 1	0.033
principale	10	PF 1	0.033
principale	9.5	PF 1	0.033
principale	9	PF 1	0.033
principale	8.5	PF 1	0.033
principale	8	PF 1	0.033
principale	7	PF 1	0.033
principale	6.7		Bridge
principale	6.5	PF 1	0.033
principale	6	PF 1	0.033
principale	5.5	PF 1	0.033
principale	5.2	PF 1	0.033
principale	5	PF 1	0.033
principale	4.5	PF 1	0.033
principale	4	PF 1	0.033
principale	3.5	PF 1	0.033
principale	3	PF 1	0.033
principale	2.8	PF 1	0.033
principale	2.5	PF 1	0.033
principale	2.45	PF 1	0.033
principale	2.41	PF 1	0.033
principale	2.2		Bridge
principale	2.1	PF 1	0.033
principale	2	PF 1	0.033
principale	1.8	PF 1	0.033
principale	1.5	PF 1	0.033
principale	1.4	PF 1	0.033
principale	1.3	PF 1	0.033
principale	1.2	PF 1	0.033
principale	1	PF 1	0.033
principale	0.8	PF 1	0.033
principale	0.6	PF 1	0.033
principale	0.5	PF 1	0.033
principale	0.2		Bridge
principale	0.1	PF 1	0.033
principale	0	PF 1	0.033

Di seguito si riportano i valori delle distanze parziali e progressive delle sezioni considerate estrapolate dalla modellazione idraulica su hec-ras:

STATO DI FATTO		
SEZIONI	DISTANZE PARZIALI	DISTANZE PROGRESSIVE
18	2.5	0
17.9	26.94	2.5
17.8	26.22	29.44
17.6	3.14	55.66
17.5 BR	3.4	58.8
17.4	9.34	62.2
17	2.5	71.54
16.9	42.5	74.04
16	39.13	116.54
15.5	26.81	155.67
15.2	3.22	182.48
15.1 BR	3.35	185.7
15	2.5	189.05
14.9	30.7	191.55
14.5	3.18	222.25
14.2 BR	3.3	225.43
14	2.5	228.73
13.9	41	231.23
13.5	50	272.23
13	23.61	322.23
12.8	46.64	345.84
12.5	42.47	392.48
12	3.24	434.95
11.9 BR	3.26	438.19
11.8	42.94	441.45
11	43.22	484.39
10.5	28.56	527.61
10	29.23	556.17
9.5	55.87	585.4
9	49.28	641.27
8.5	33.31	690.55
8	98.56	723.86
7	31.02	822.42

6	27.76	853.44
5.5	3.36	881.20
5.2 BR	3.18	884.56
5	53.53	887.74
4.5	12.58	941.27
4	12.21	953.85
3.5	4.4	966.06
3	32.68	970.46
2.8	19	1003.14
2.5	24.36	1022.14
2.45	32.58	1046.5
2.41	10.17	1079.08
2.2 BR	9.38	1089.25
2.1	2.1	1098.63
2	18.94	1100.73
1.8	26.63	1119.67
1.5	22.27	1146.3
1.4	25.03	1168.57
1.3	9.56	1193.6
1.2	20.75	1203.16
1	43	1223.91
0.8	20.89	1266.91
0.6	7.85	1287.8
0.5	4.9	1295.65
0.2 BR	4.5	1300.55
0.1	66.72	1305.05
0		1371.77

I risultati ottenuti, per una portata con tempo di ritorno duecentennale (Cfr "*PD.RT.04 Relazione idrologica*) evidenziano diverse criticità idrauliche con fenomeni di evidente esondazione nel tratto montano compreso tra via Picarda e l'attraversamento di via Garibaldi.

Inoltre anche per il tratto di valle non sono garantite adeguate condizioni di sicurezza, maggiormente in corrispondenza degli attraversamenti (via Dante) e mancato rispetto dei franchi minimi imposti dal PAI.

STATO DI PROGETTO

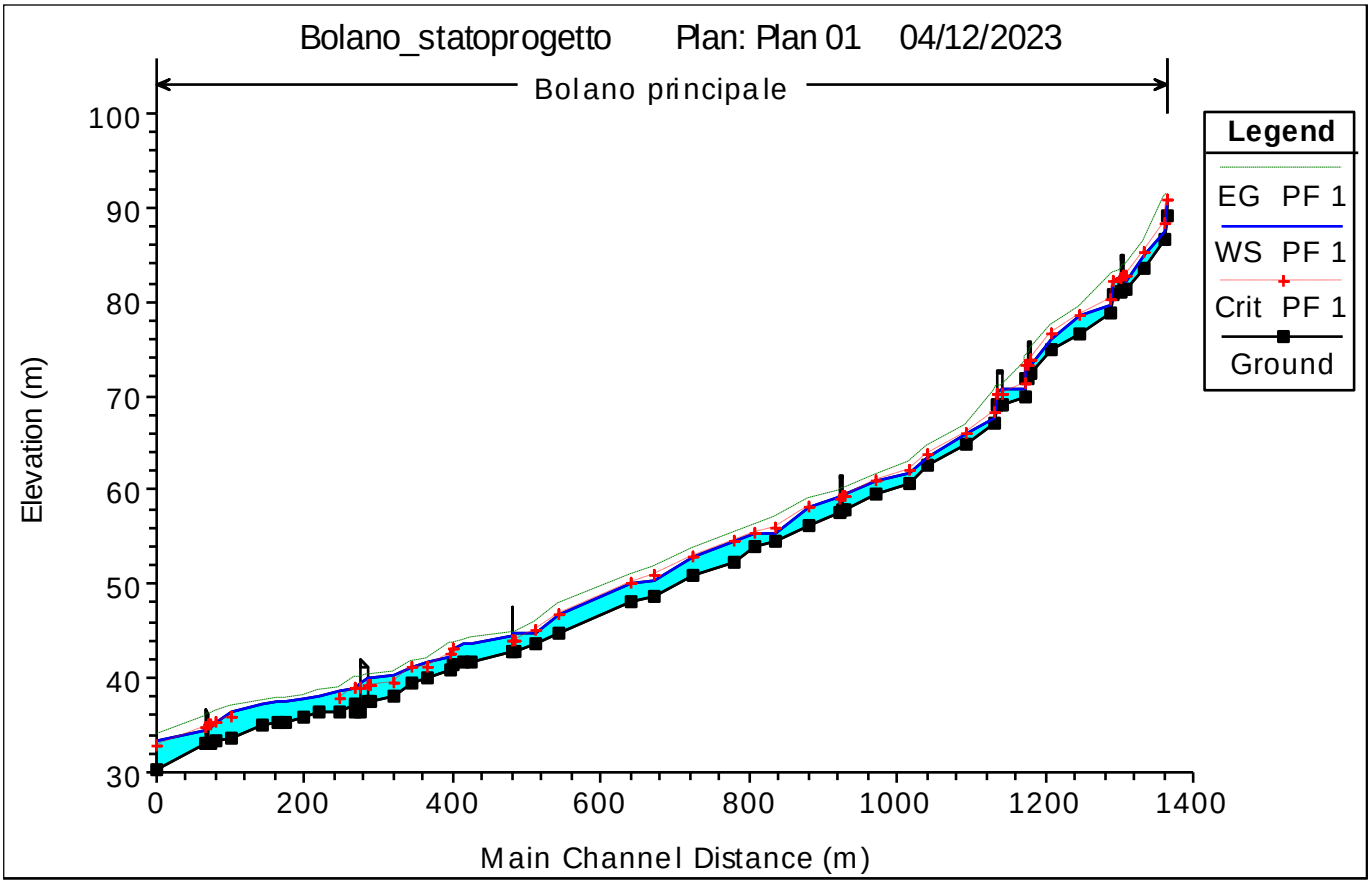
Gli interventi in progetto possono sintetizzarsi come seguono, salvo ulteriori approfondimenti riportati negli elaborati specialistici:

- **Riprofilatura in alveo naturale;**
- **Posa di massi ciclopici di II categoria non cementati per il rivestimento dell'alveo;**
- **Realizzazione di nuove opere spondali in massi ciclopici di II e III categoria non cementati e con idrosemina di talee;**
- **Realizzazione di nuove opere spondali in C.A.;**
- **Consolidamento in fondazione delle opere spondali in C.A. esistenti tramite la posa di massi di II categoria;**
- **Protezione al piede dell'argine in terra tramite la posa di massi di II categoria;**
- **Realizzazione di n°4 salti in massi ciclopici di II categoria cementati;**
- **Realizzazione di n° 4 scale di risalita dei pesci;**
- **Realizzazione di n°4 vasche di dissipazione tramite la realizzazione di un arginetto di massi cementati;**
- **Realizzazione di fascia riparia per la protezione dell'argine in terra tramite la piantumazione di specie arboree autoctone;**
- **Demolizione e ricostruzione degli attraversamenti esistenti (attraversamenti E,F,G,H);**
- **Demolizione dell'attraversamento D;**
- **Realizzazione di un nuovo attraversamento (attraversamento C).**

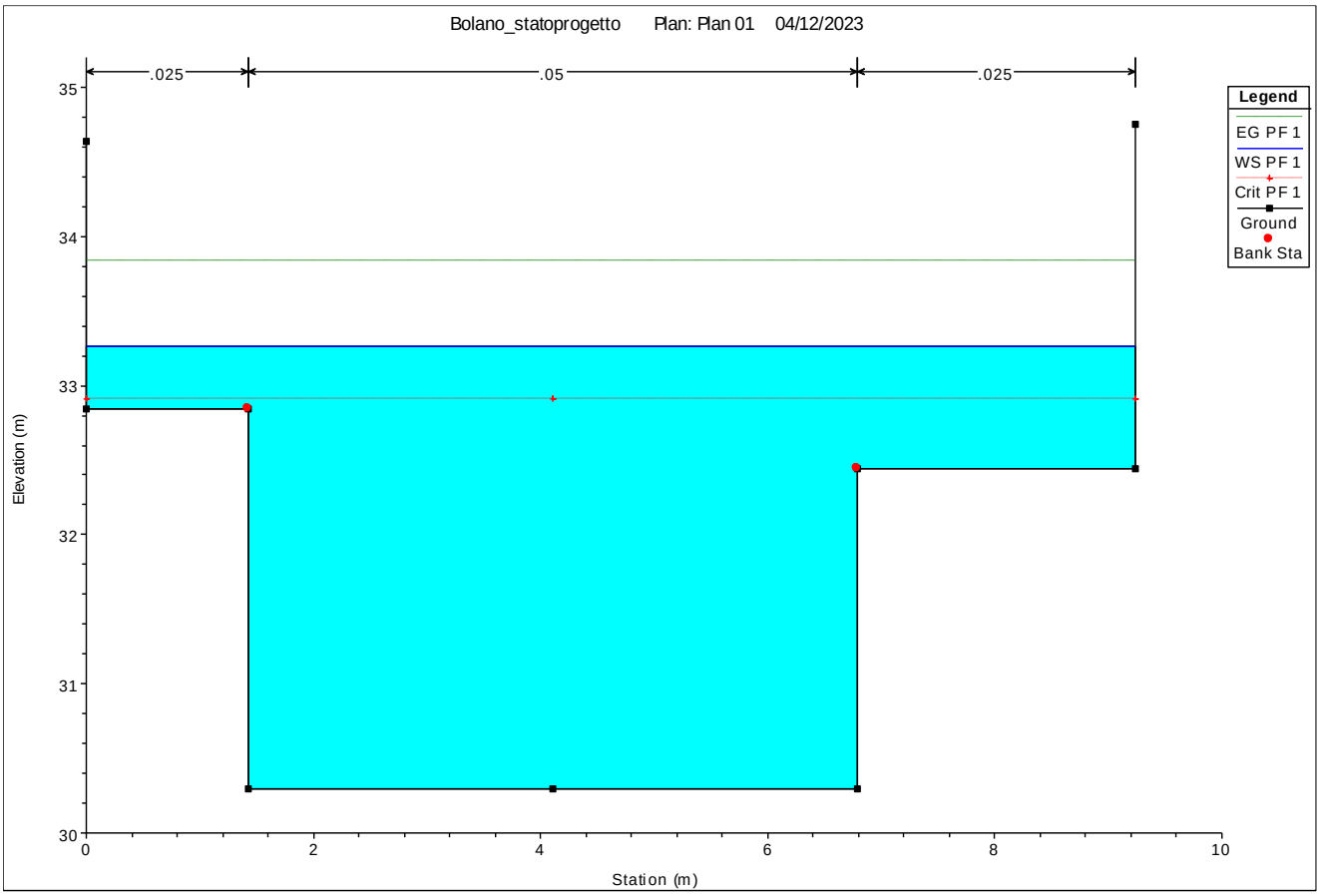
Le scelte progettuali sono effettuate in seguito ai risultati ottenuti dallo studio idraulico ante operam, sono state opportunamente verificate nella simulazione idraulica post operam.

La simulazione idraulica post-operam è stata effettuata tenendo conto delle scelte progettuali, considerando gli interventi come sopra elencati, e tenendo conto degli ingombri dei massi ciclopici in alveo.

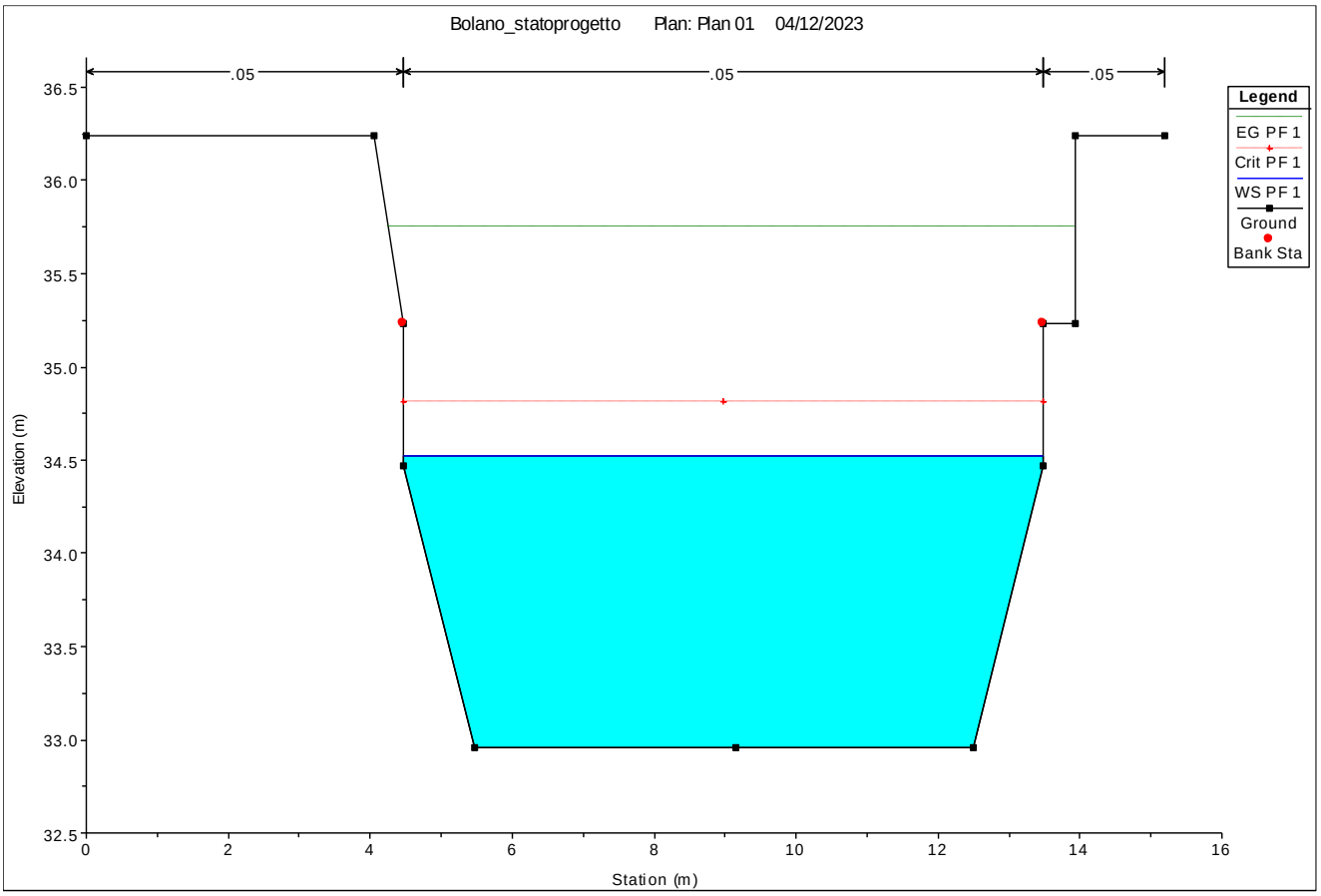
Si rappresenta che l'intervento è stato oggetto di approvazione da parte degli Enti preposti al rilascio dell'autorizzazione idraulica. I profili e le sezioni sono riportati nelle scale adeguate negli elaborati grafici che fanno parte del progetto esecutivo di che trattasi.



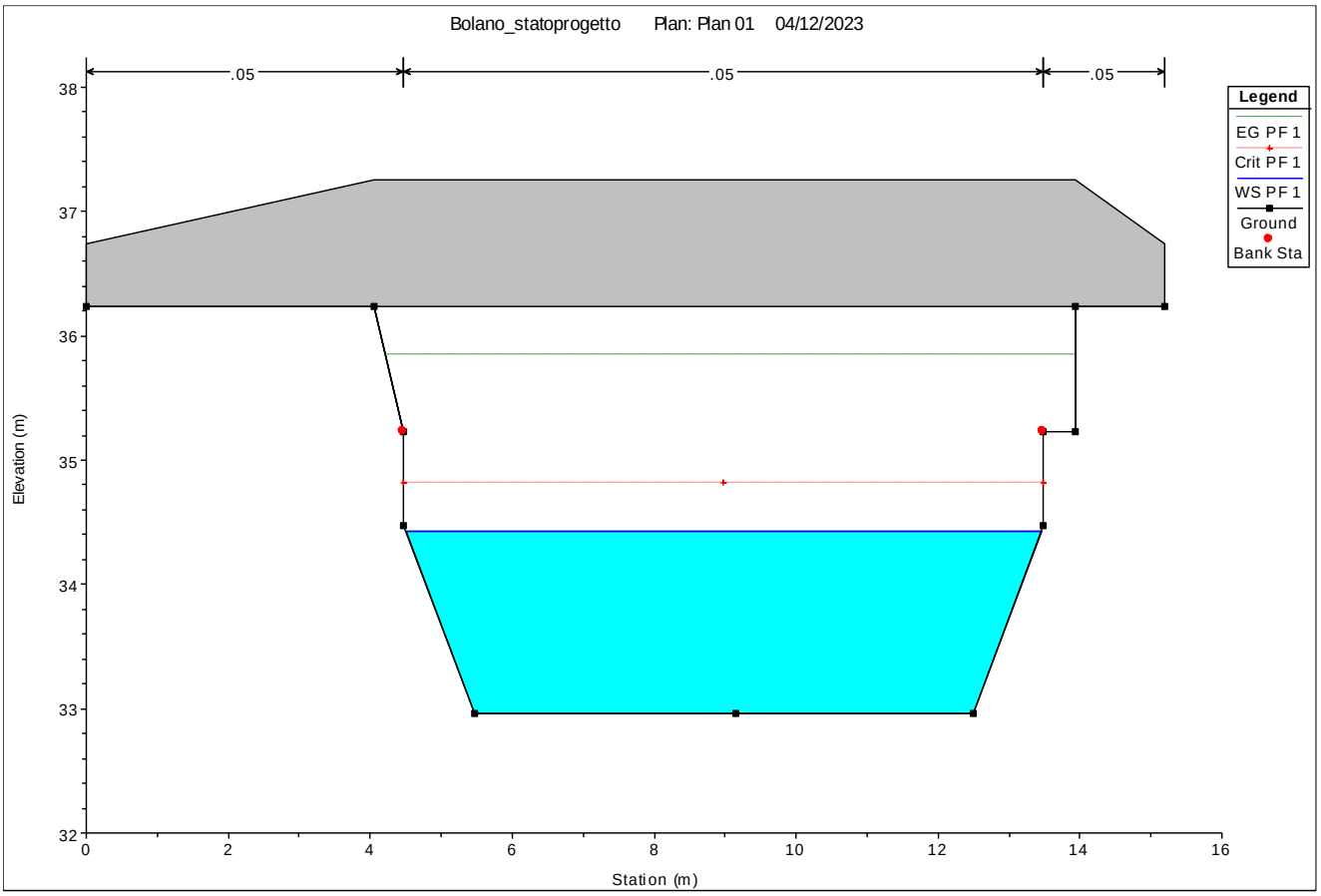
Sez.0.0


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.025
.05
.025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
35
34
33
32
31
30
0
2
4
6
8
10

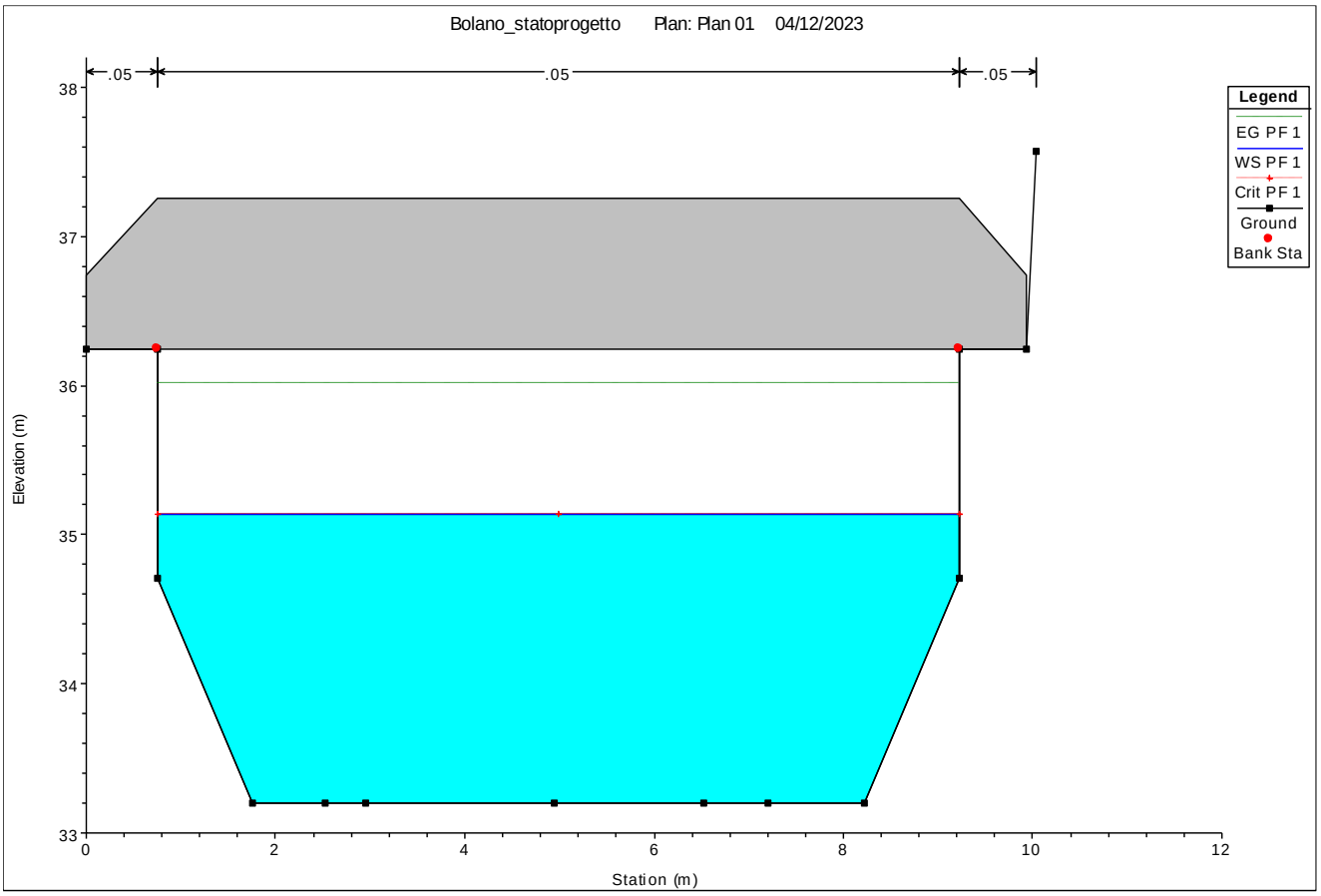
Sez.0.1


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
36.5
36.0
35.5
35.0
34.5
34.0
33.5
33.0
32.5
0
2
4
6
8
10
12
14
16

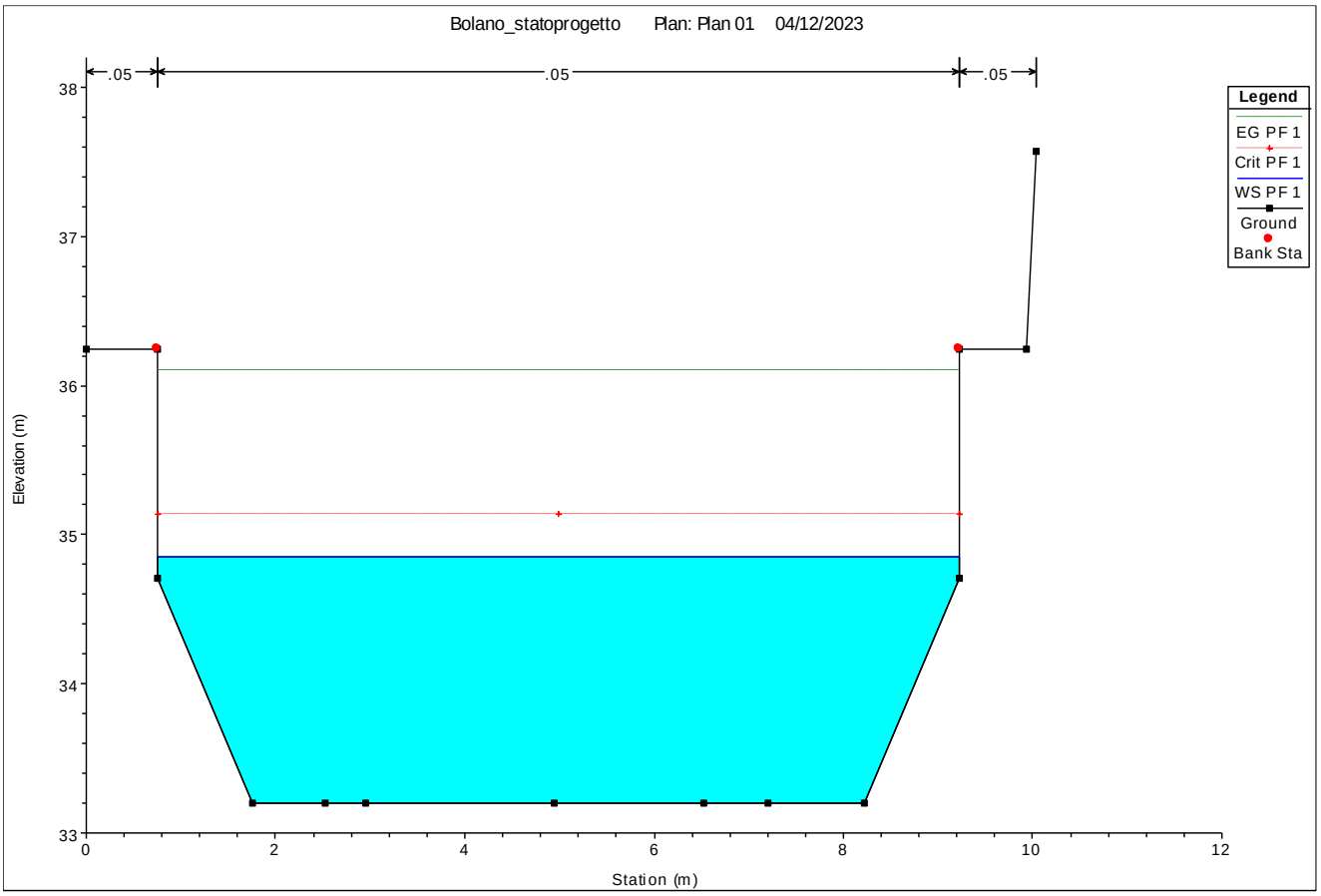
Sez.0.2 BR D (Passerella pedonale- Piazza delle corriere)



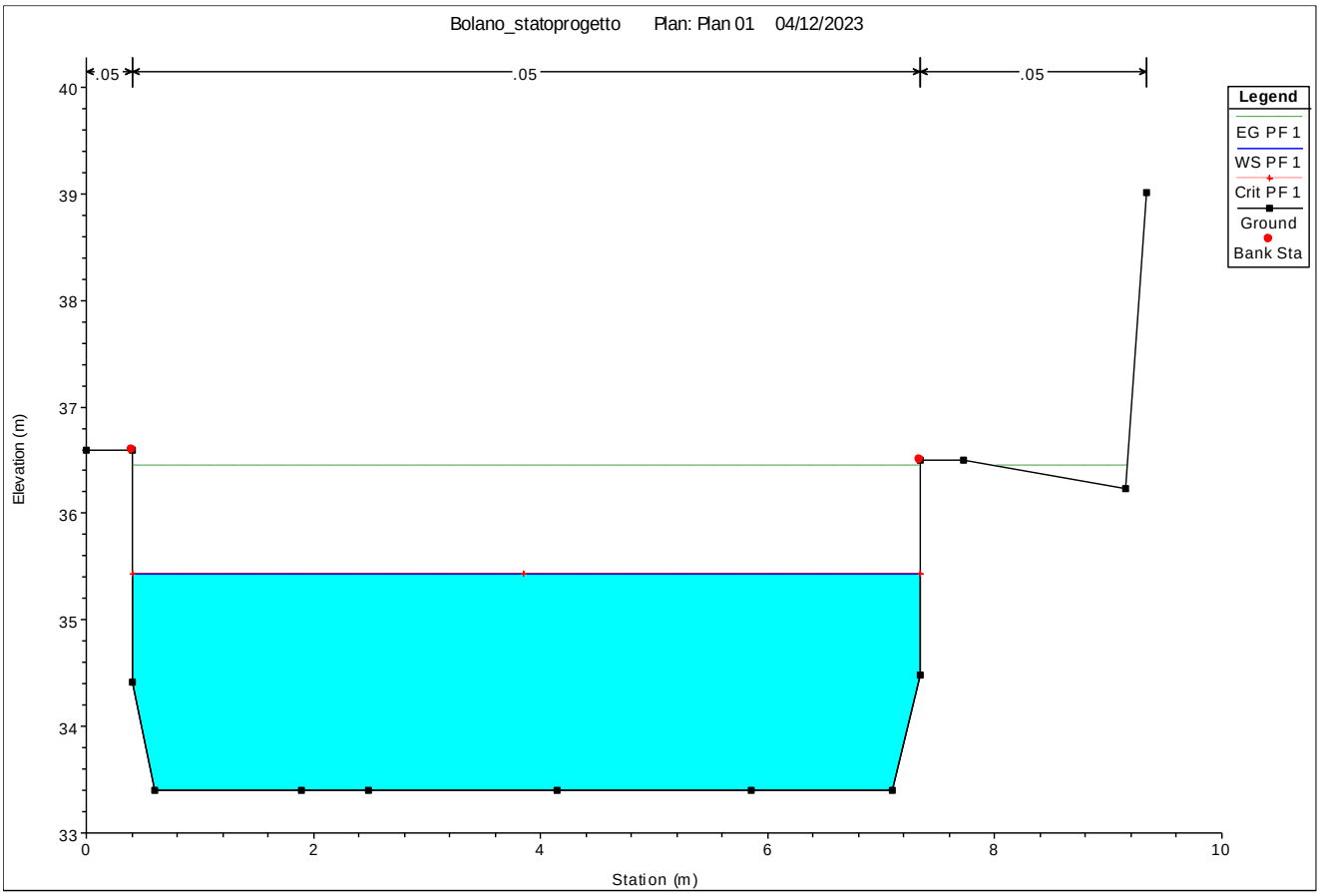
Sez.0.2 BR U (Passerella pedonale- Piazza delle corriere)



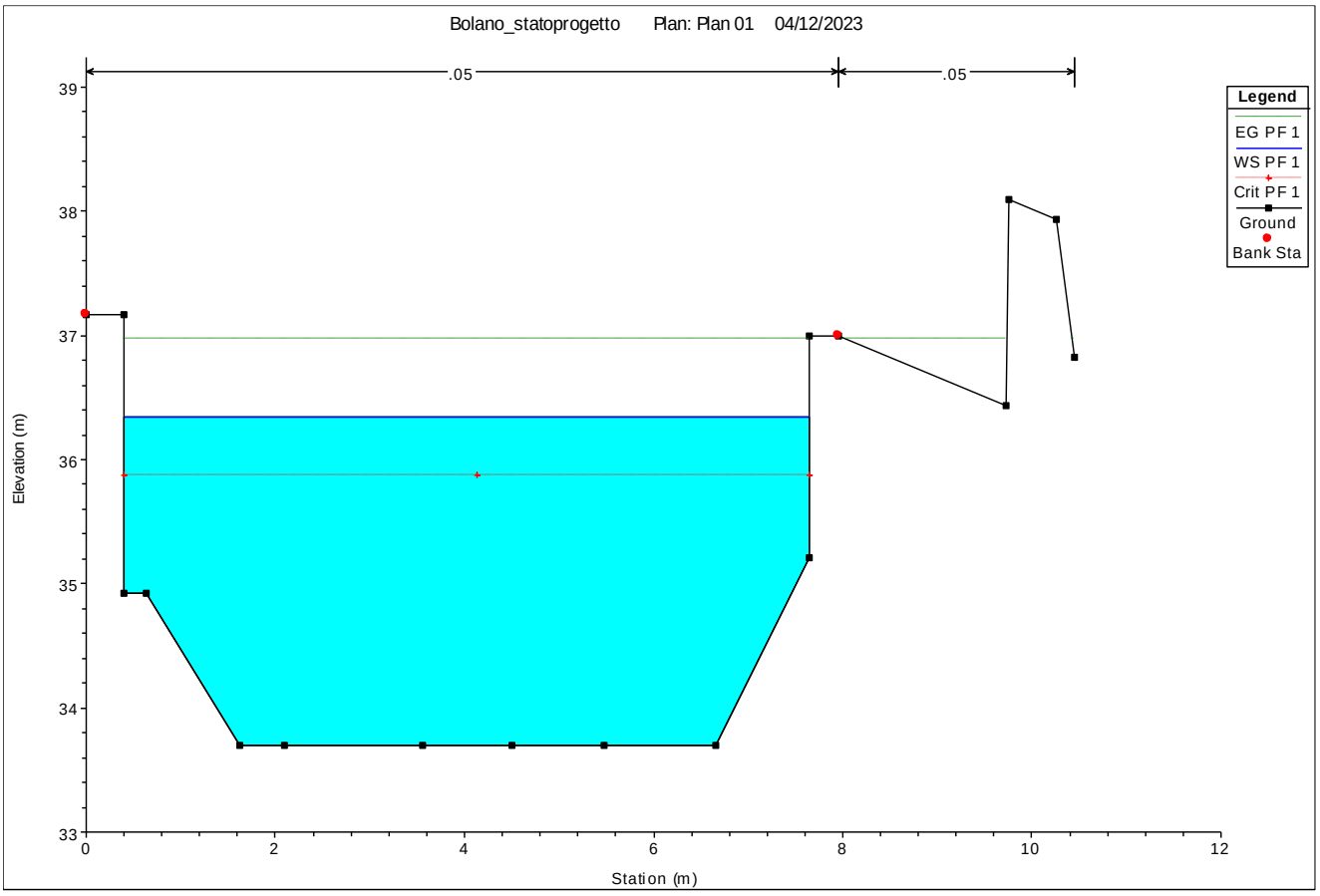
Sez.0.5


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
38
37
36
35
34
33
0
2
4
6
8
10
12

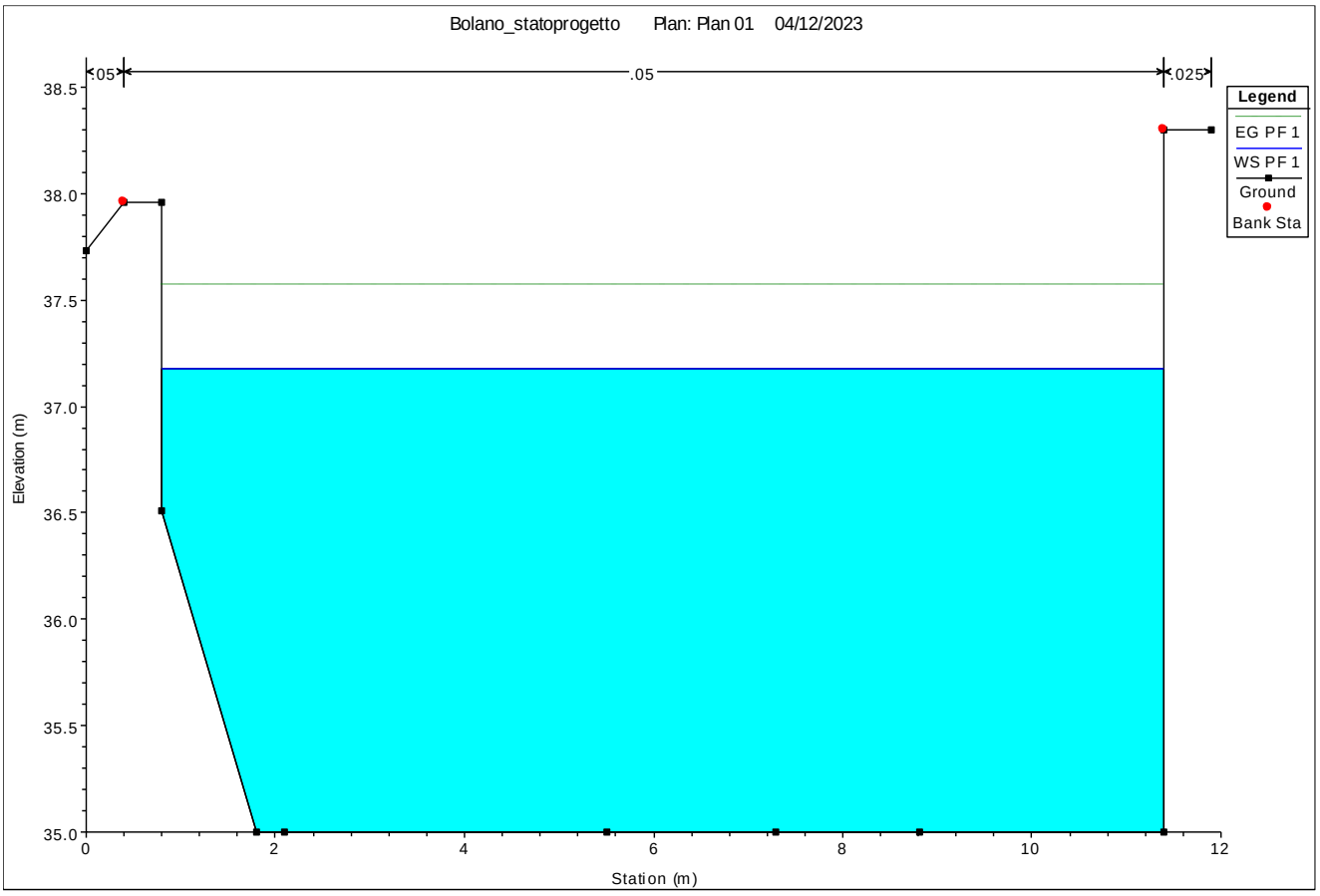
Sez.0.6


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
40
39
38
37
36
35
34
33
0
2
4
6
8
10

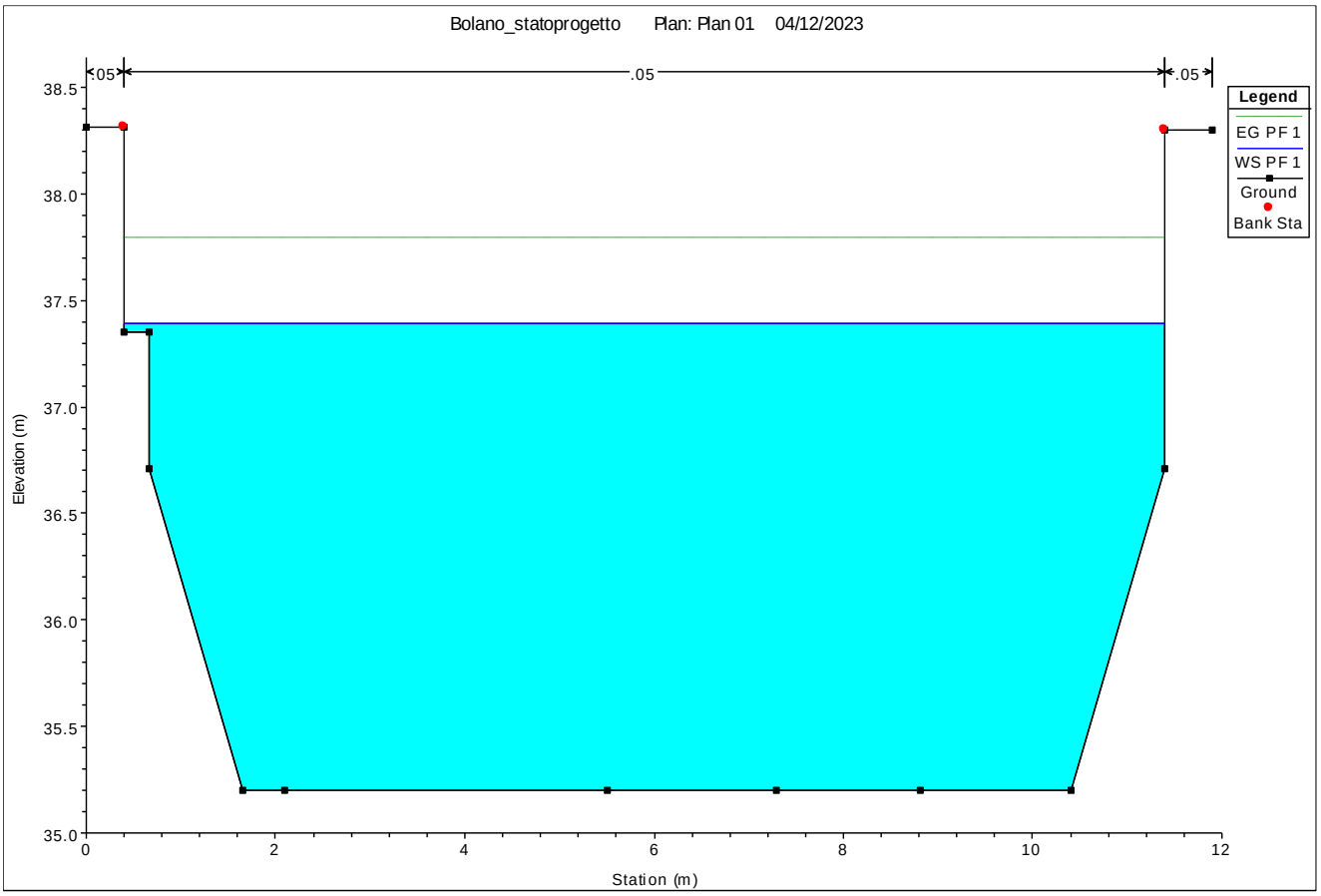
Sez.0.8


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
39
38
37
36
35
34
33
0
2
4
6
8
10
12

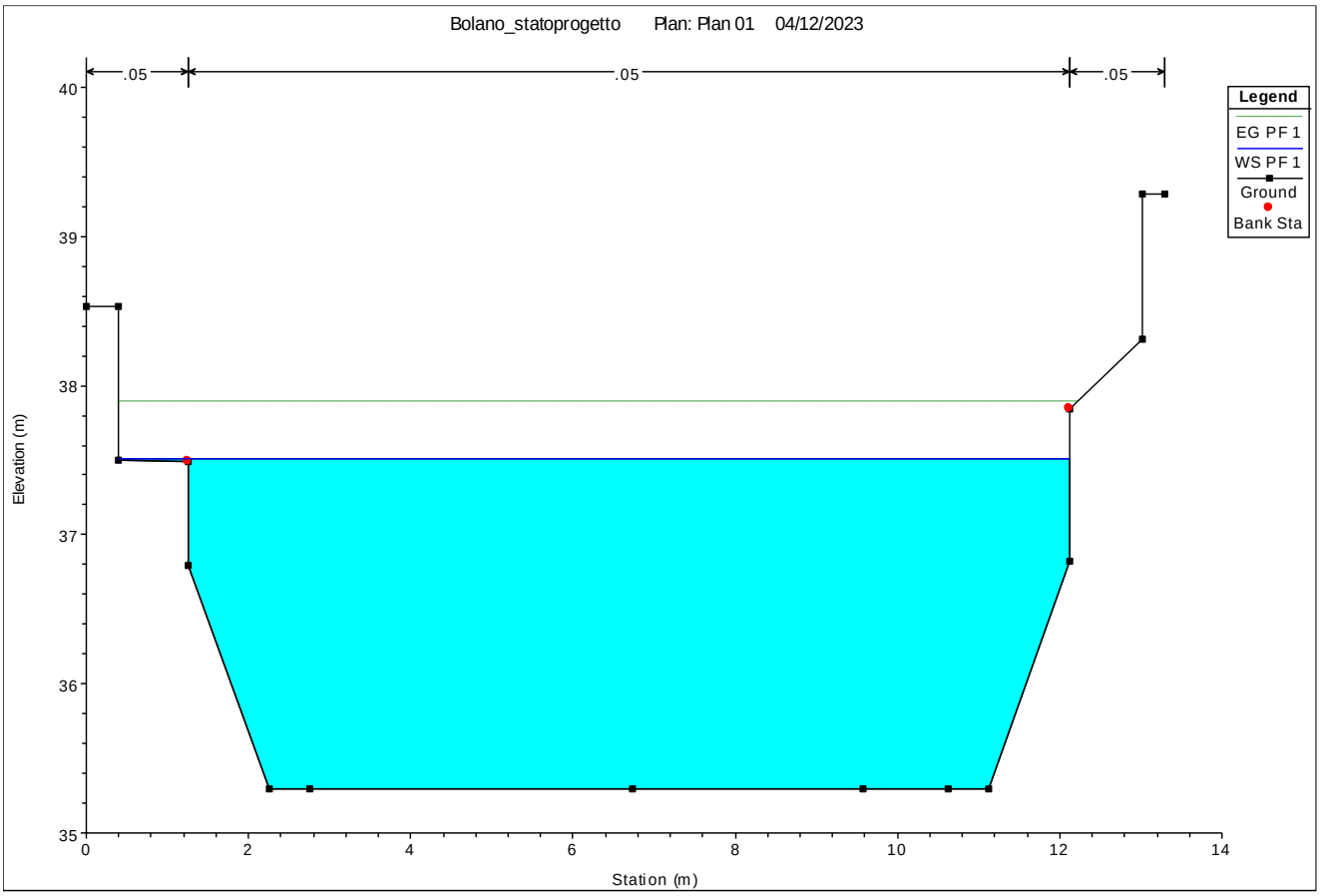
Sez. 1.0


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
38.5
38.0
37.5
37.0
36.5
36.0
35.5
35.0
0
2
4
6
8
10
12

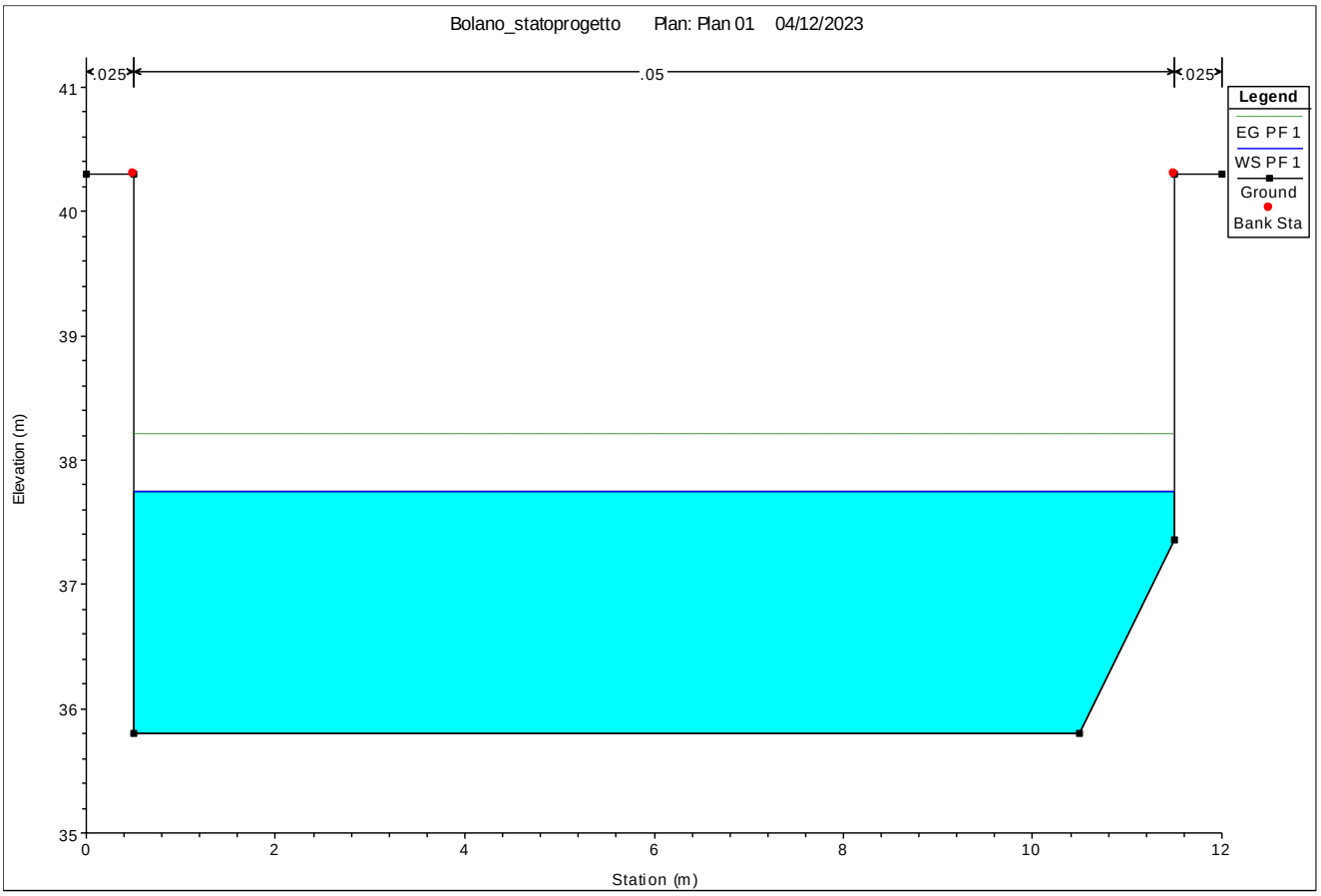
Sez. 1.2


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
38.5
38.0
37.5
37.0
36.5
36.0
35.5
35.0
0
2
4
6
8
10
12
Station (m)

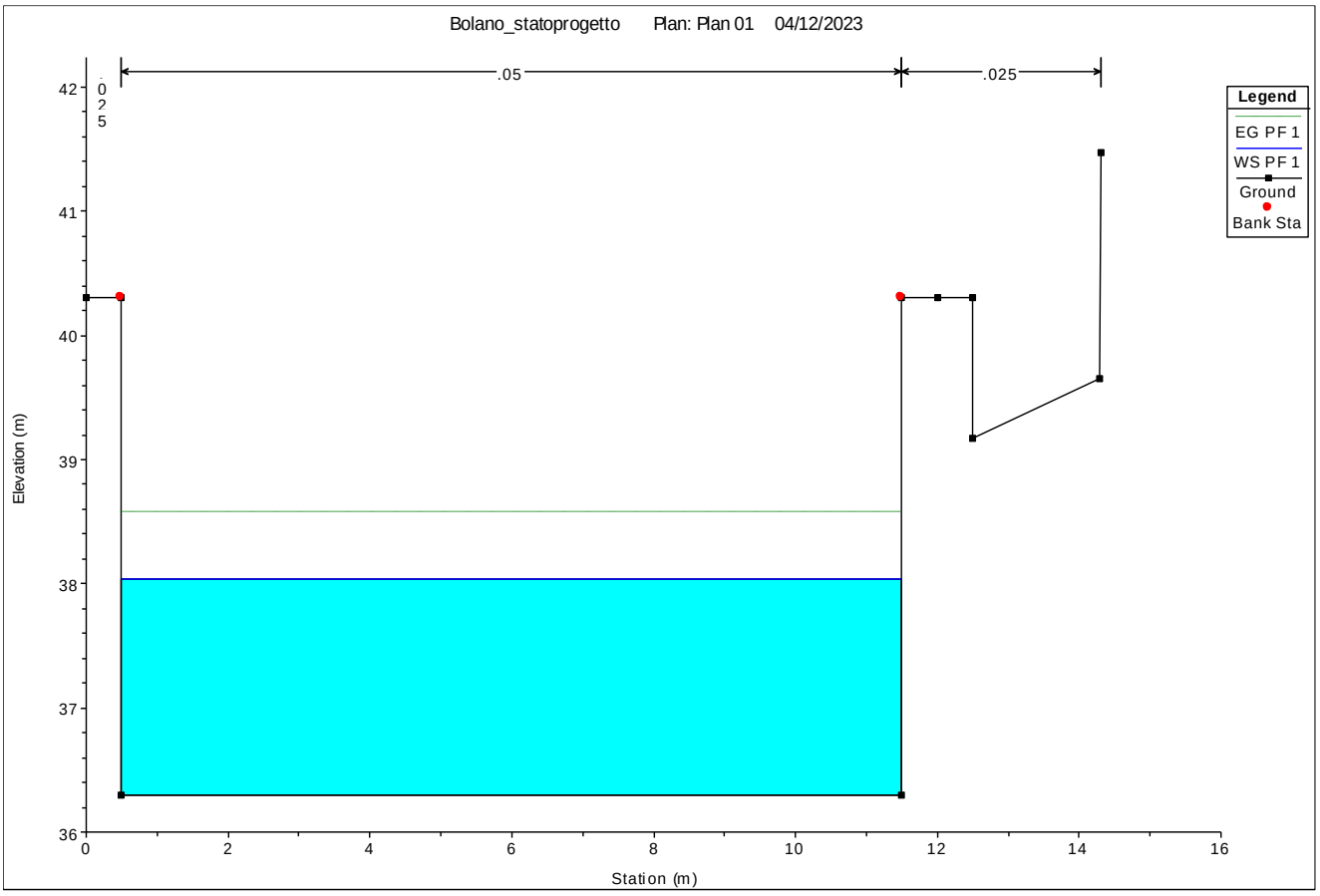
Sez. 1.3


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
40
39
38
37
36
35
0
2
4
6
8
10
12
14

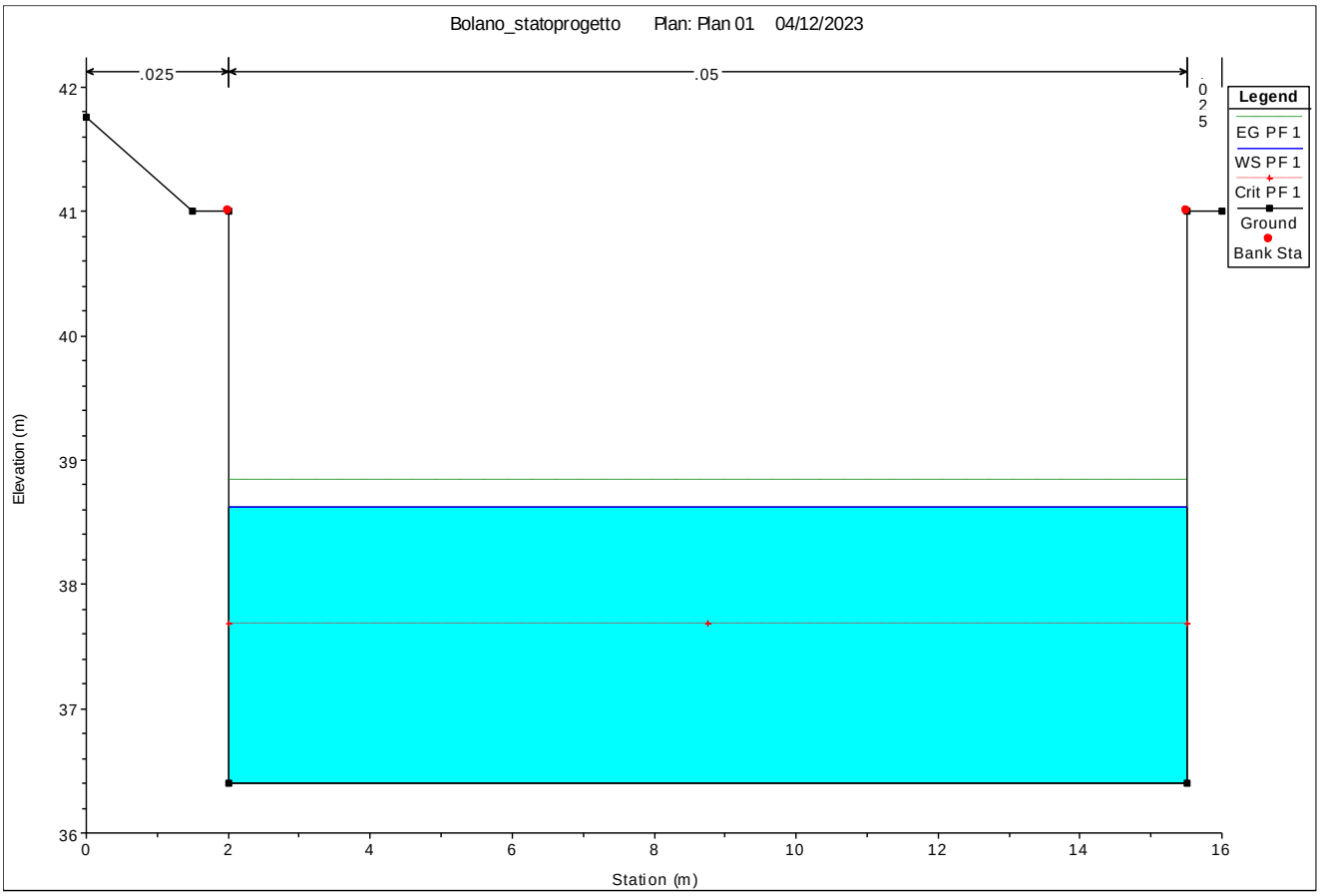
Sez. 1.4


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.025
.05
.025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
41
40
39
38
37
36
35
0
2
4
6
8
10
12

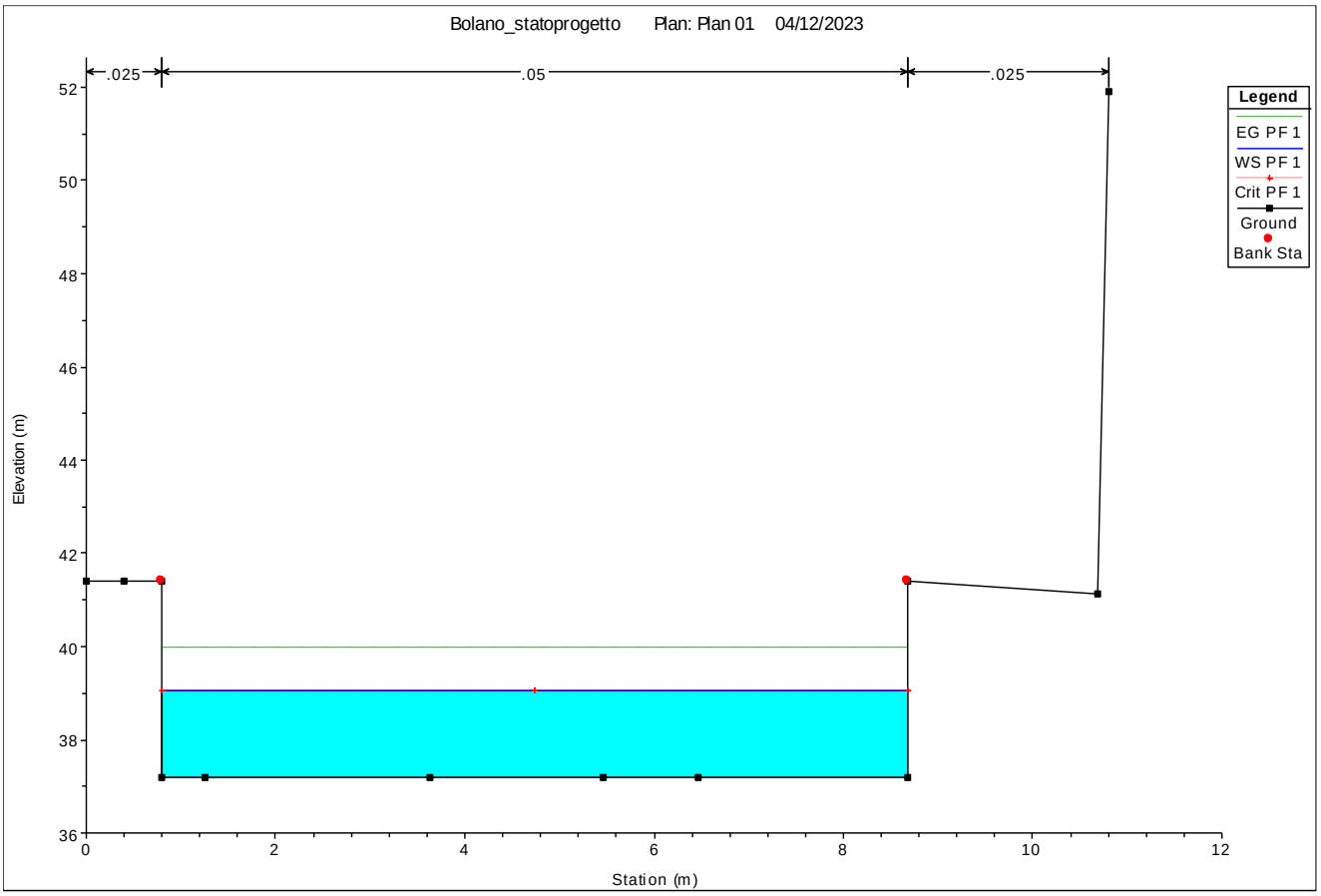
Sez. 1.5


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.025
.025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
42
41
40
39
38
37
36
0
2
4
6
8
10
12
14
16

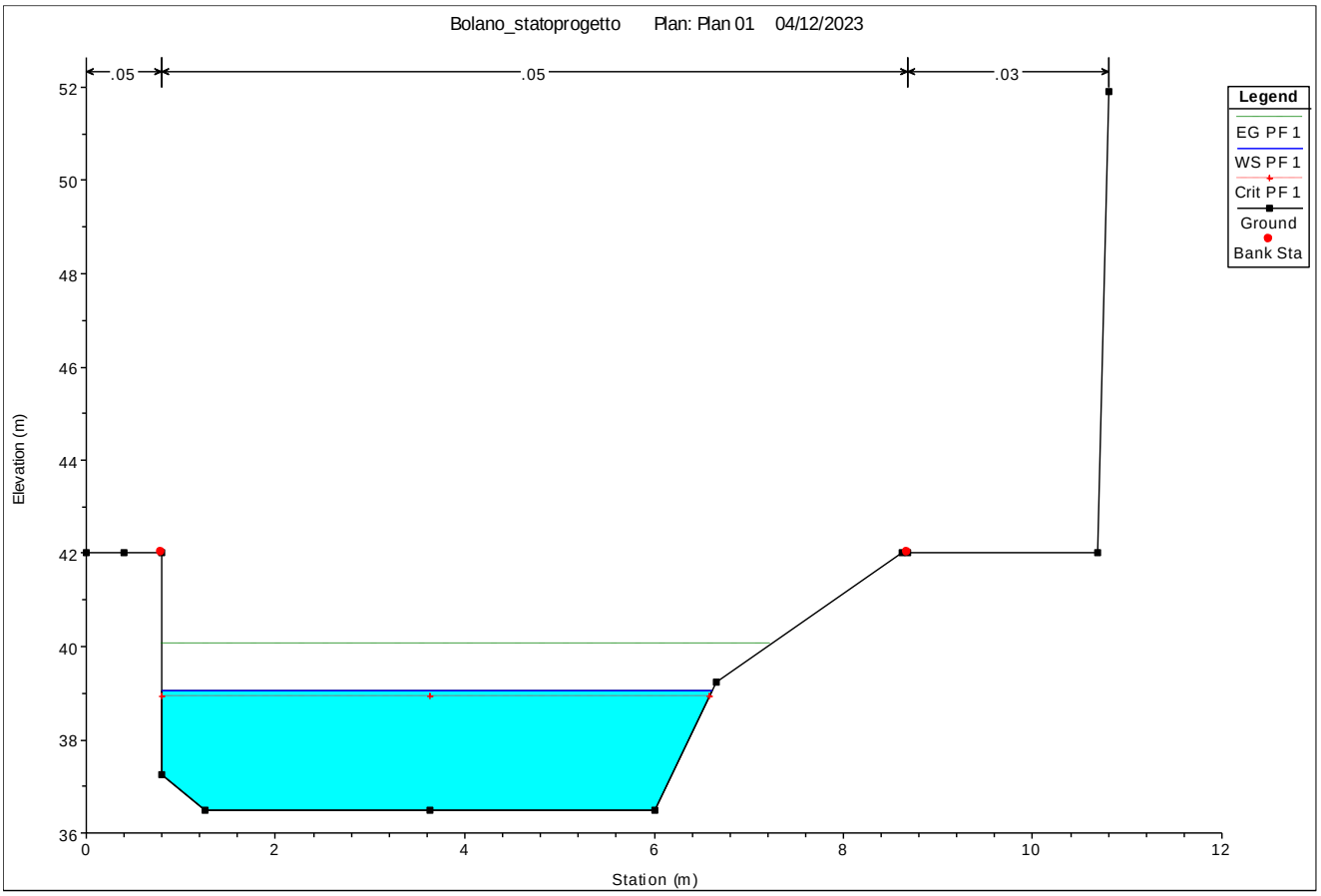
Sez. 1.8


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.025
.05
.025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
42
41
40
39
38
37
36
0
2
4
6
8
10
12
14
16

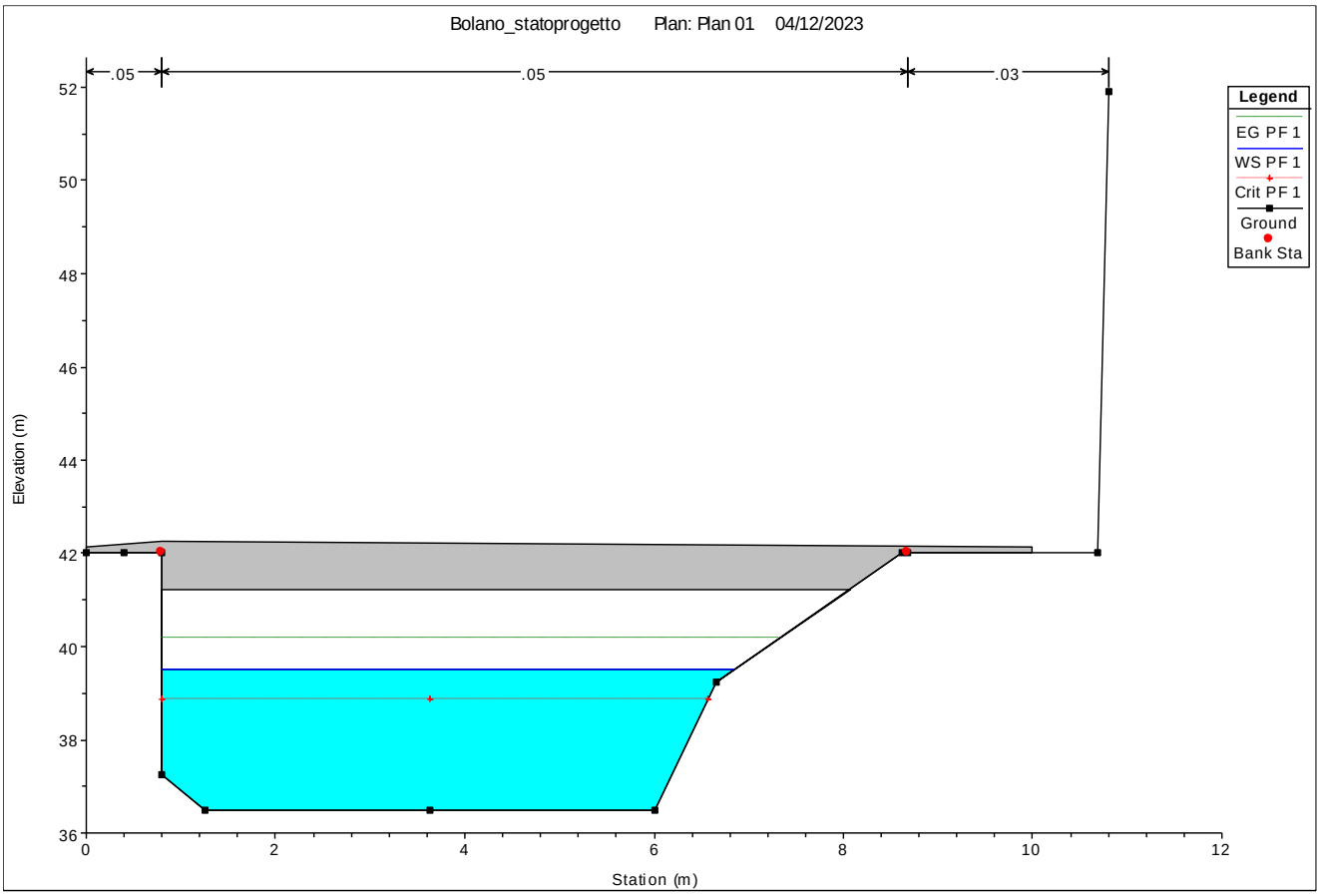
Sez. 2.0


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.025
.05
.025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
52
50
48
46
44
42
40
38
36
0
2
4
6
8
10
12

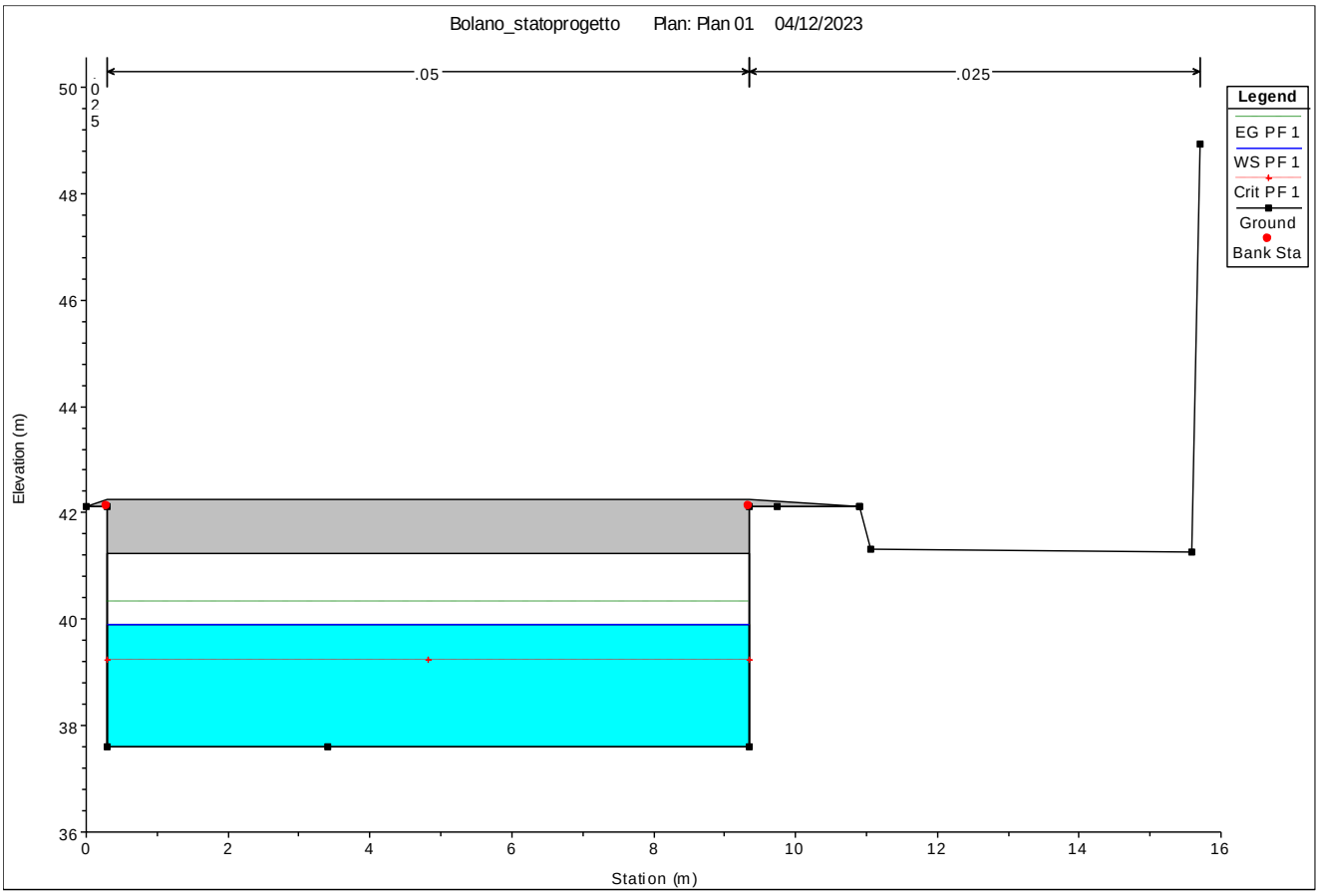
Sez. 2.1


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.03
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
52
50
48
46
44
42
40
38
36
0
2
4
6
8
10
12

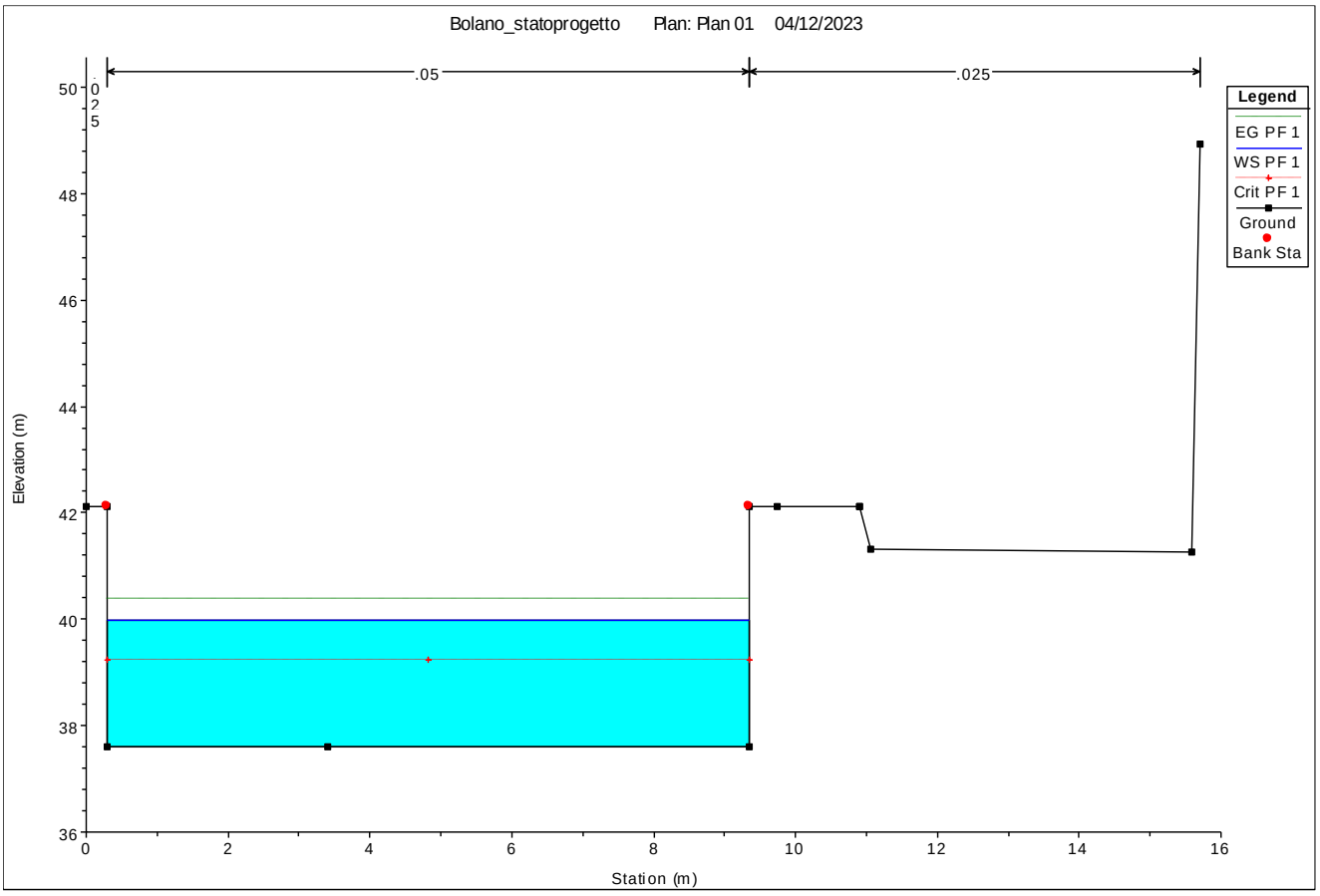
Sez. 2.2 BR D (Ponte Via Dante A.)



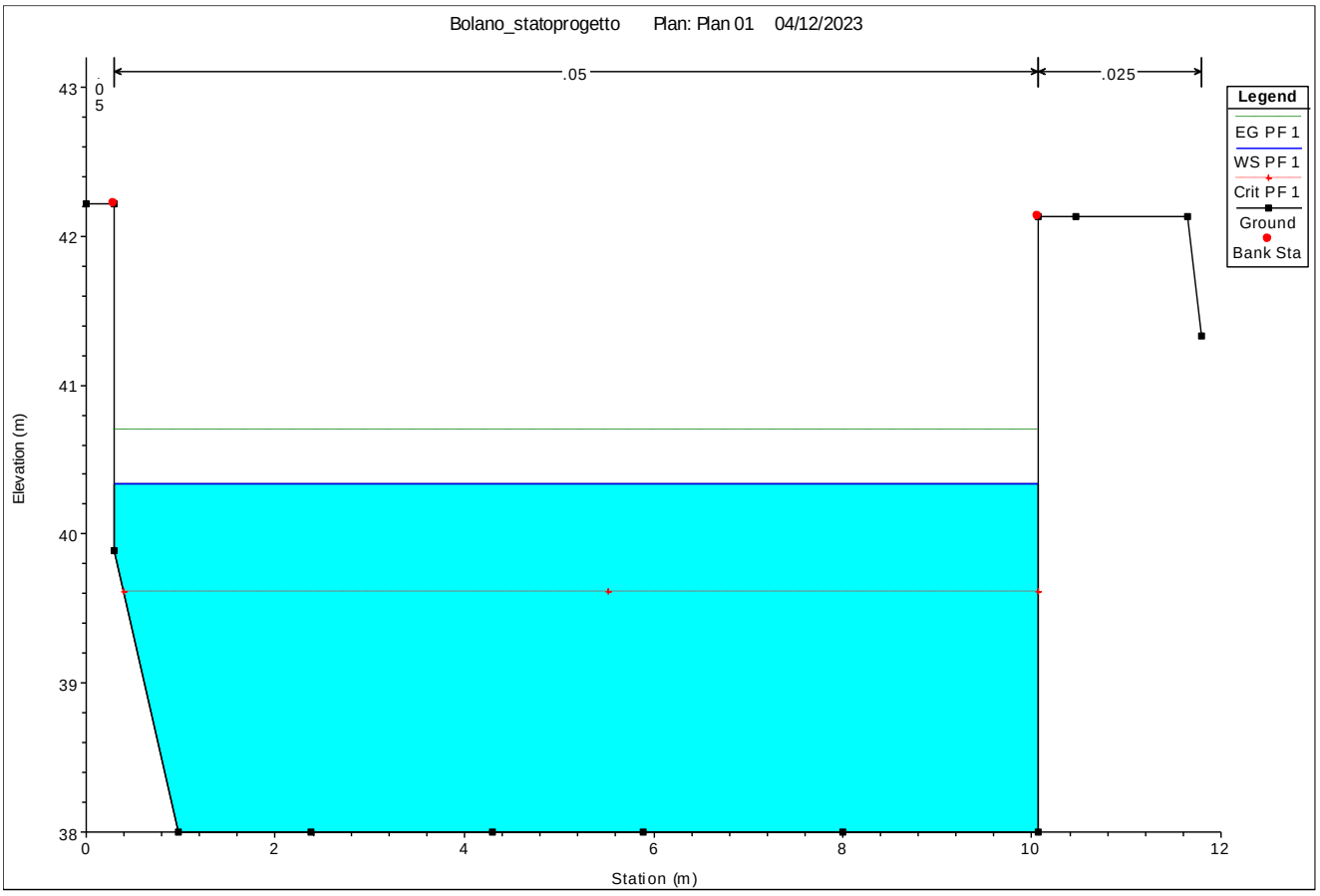
Sez. 2.2 BR U (Ponte Via Dante A.)



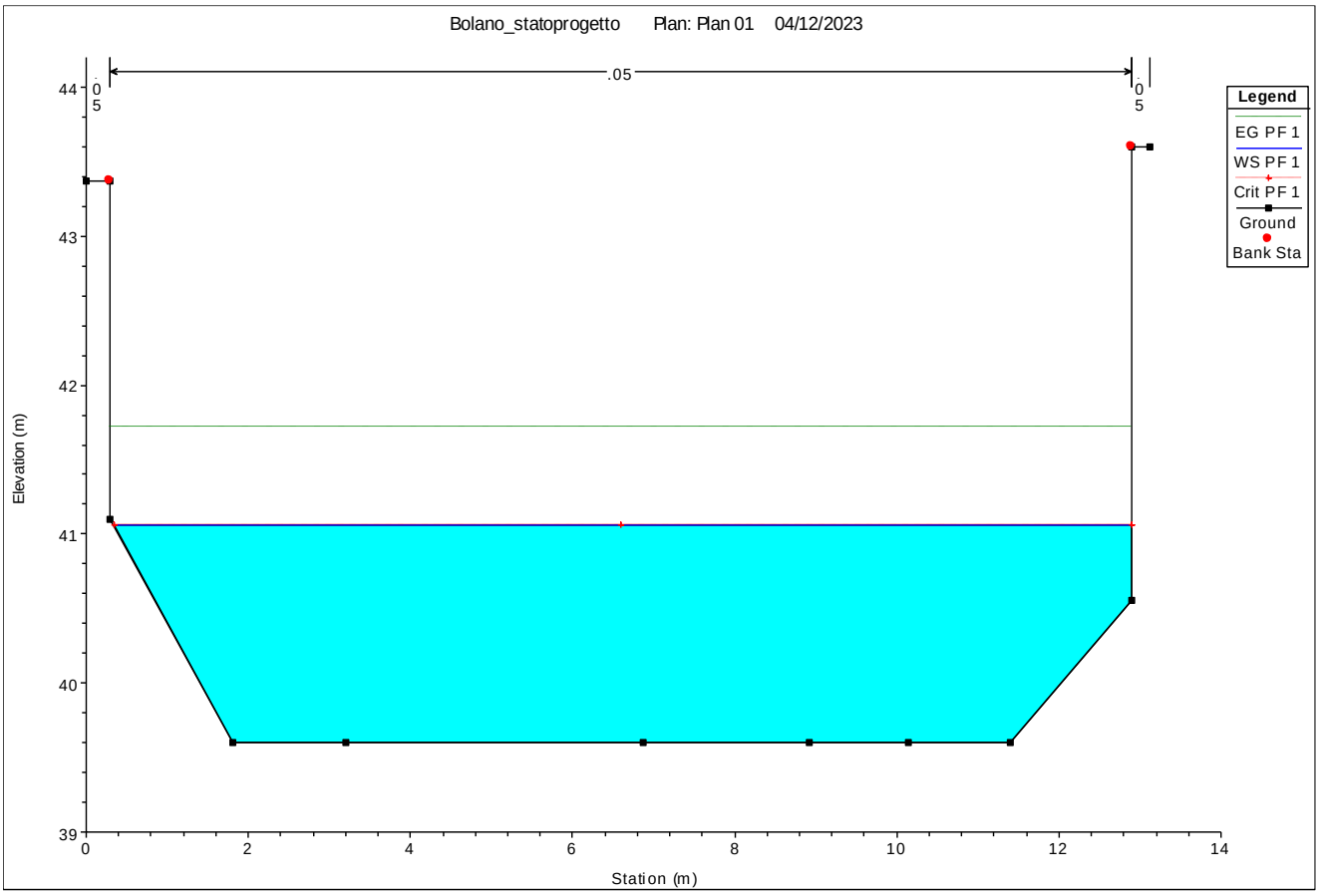
Sez. 2.41


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.025
.025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
50
48
46
44
42
40
38
36
0
2
4
6
8
10
12
14
16

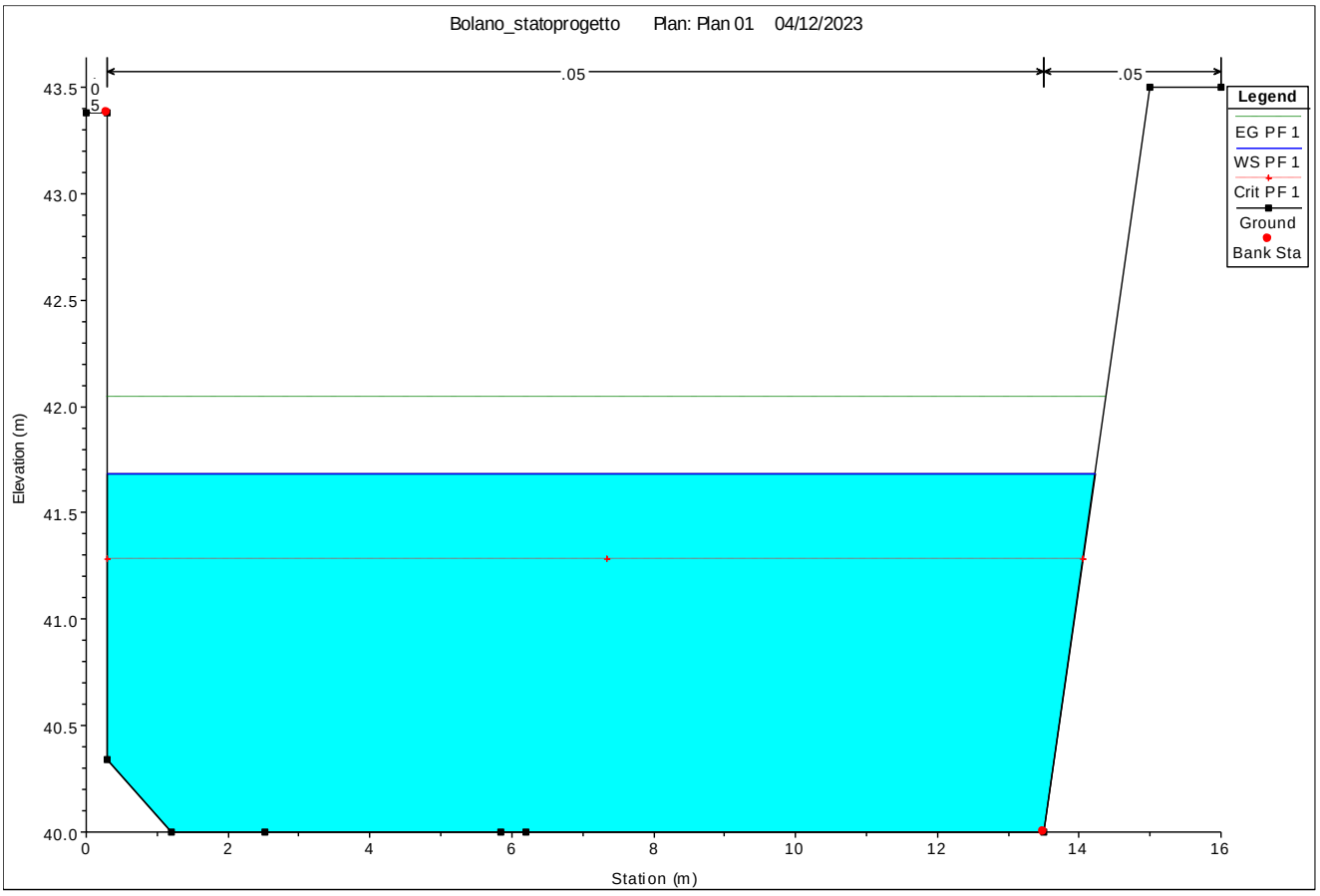
Sez. 2.45


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
43
42
41
40
39
38
0
2
4
6
8
10
12

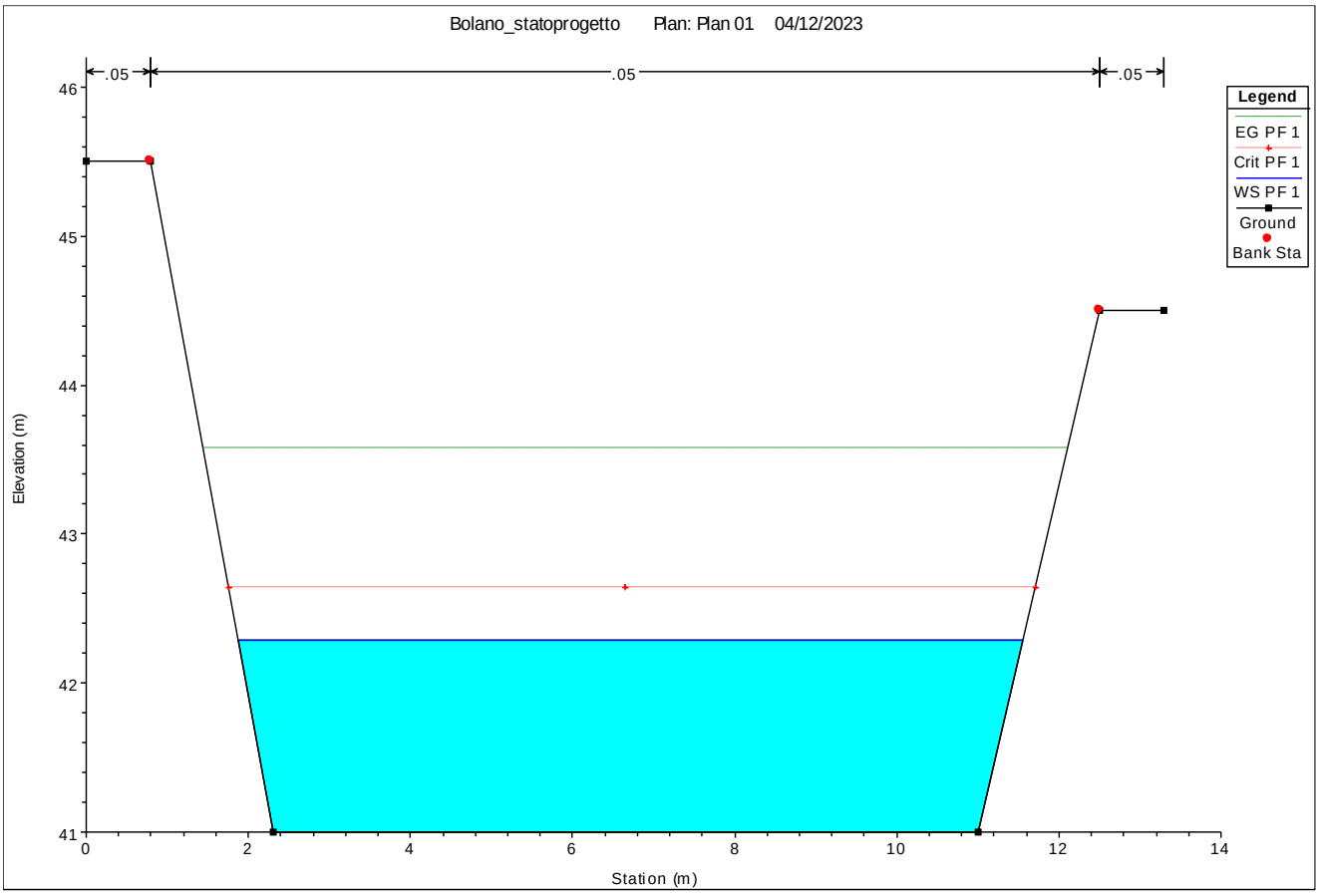
Sez. 2.5


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
44
43
42
41
40
39
0
2
4
6
8
10
12
14

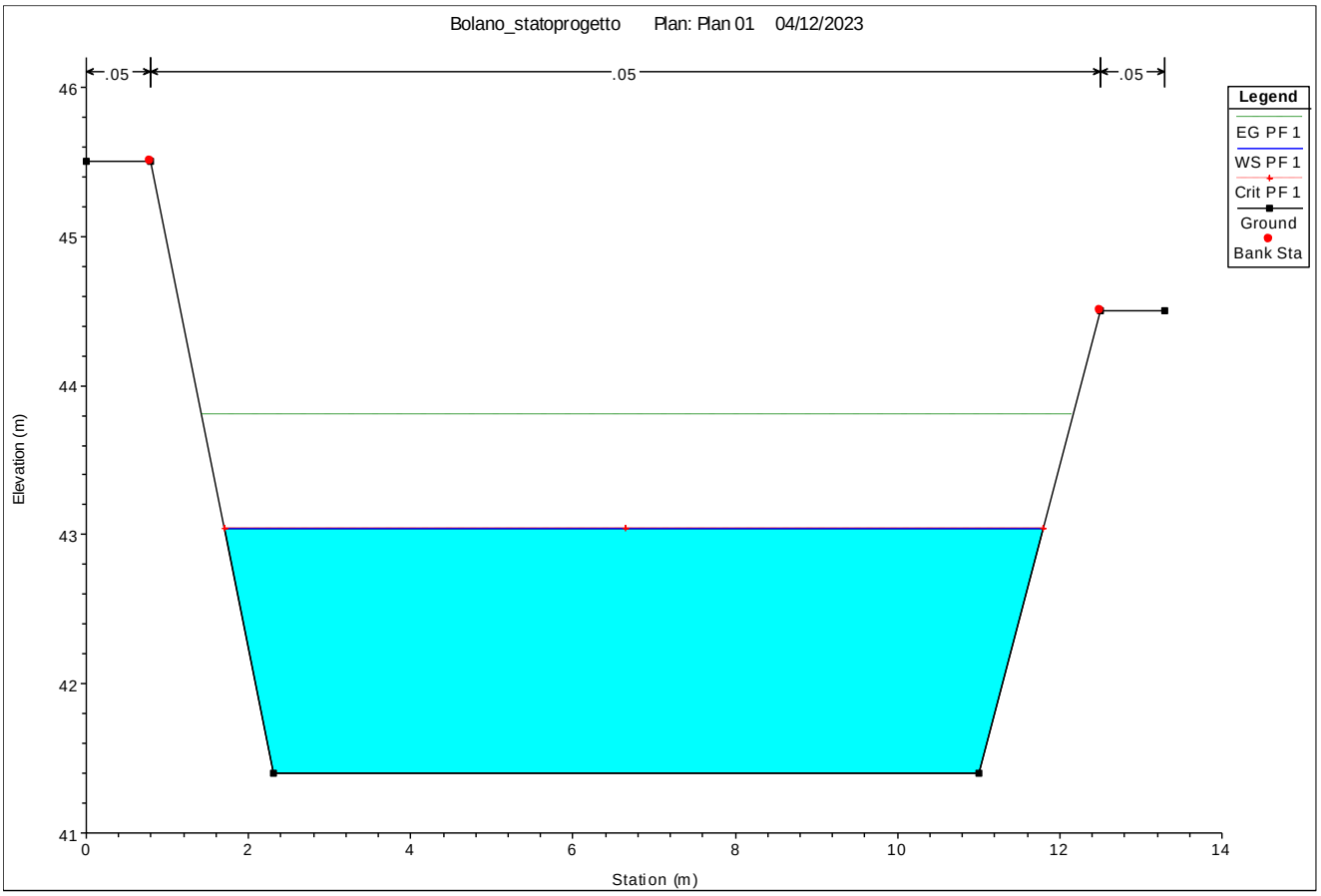
Sez. 2.8


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
43.5
43.0
42.5
42.0
41.5
41.0
40.5
40.0
0
2
4
6
8
10
12
14
16

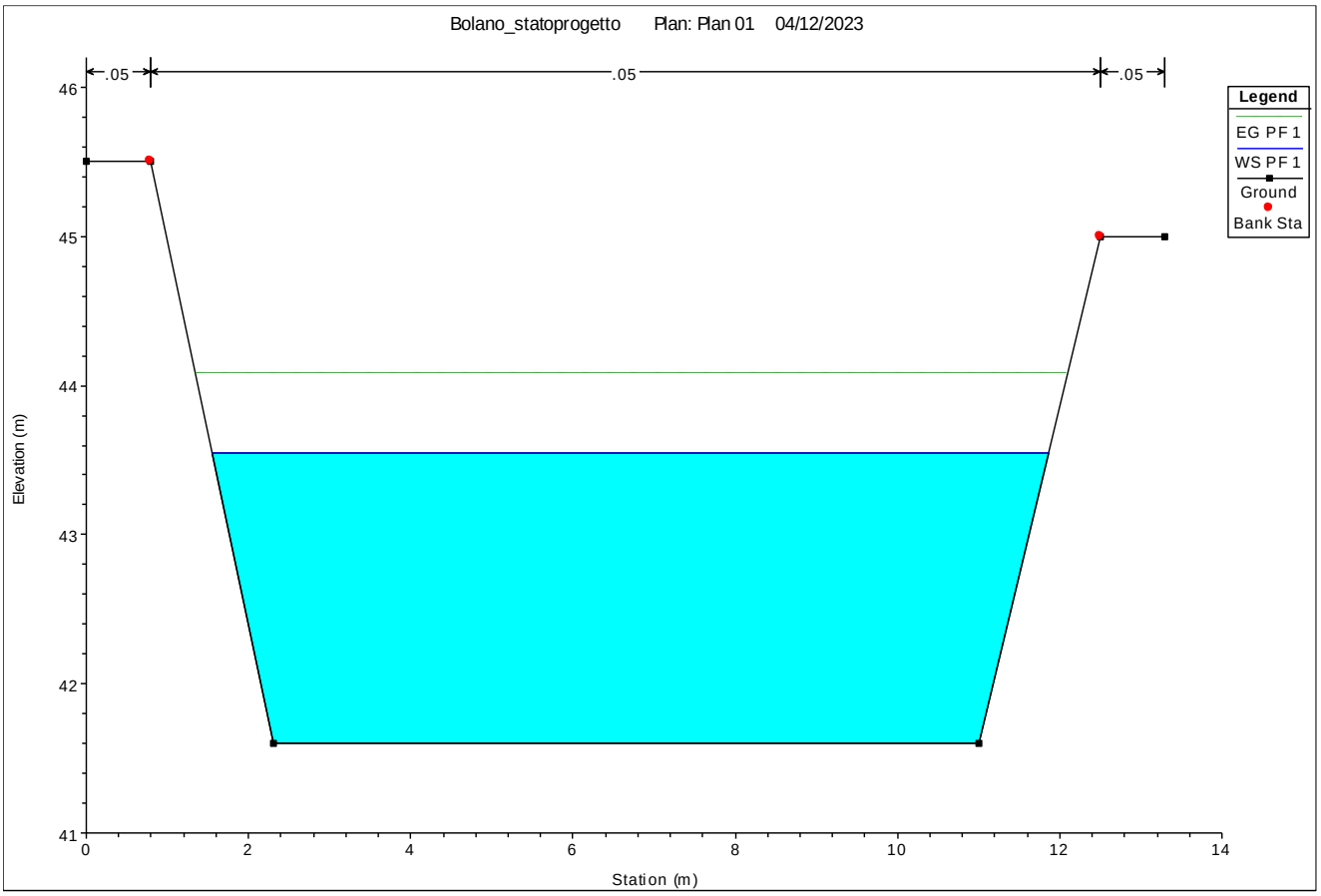
Sez. 3.0


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
46
45
44
43
42
41
0
2
4
6
8
10
12
14

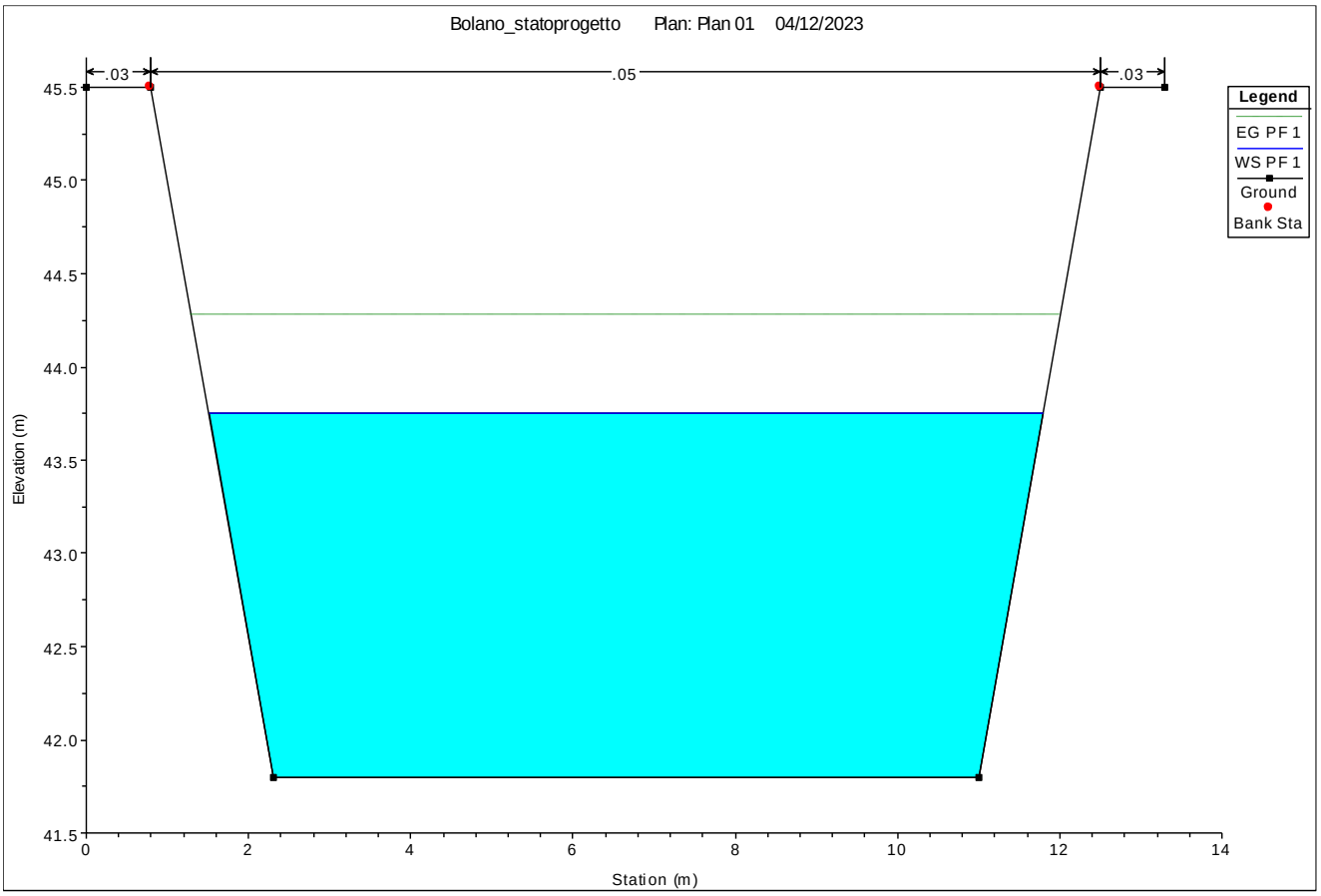
Sez. 3.5


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
46
45
44
43
42
41
0
2
4
6
8
10
12
14

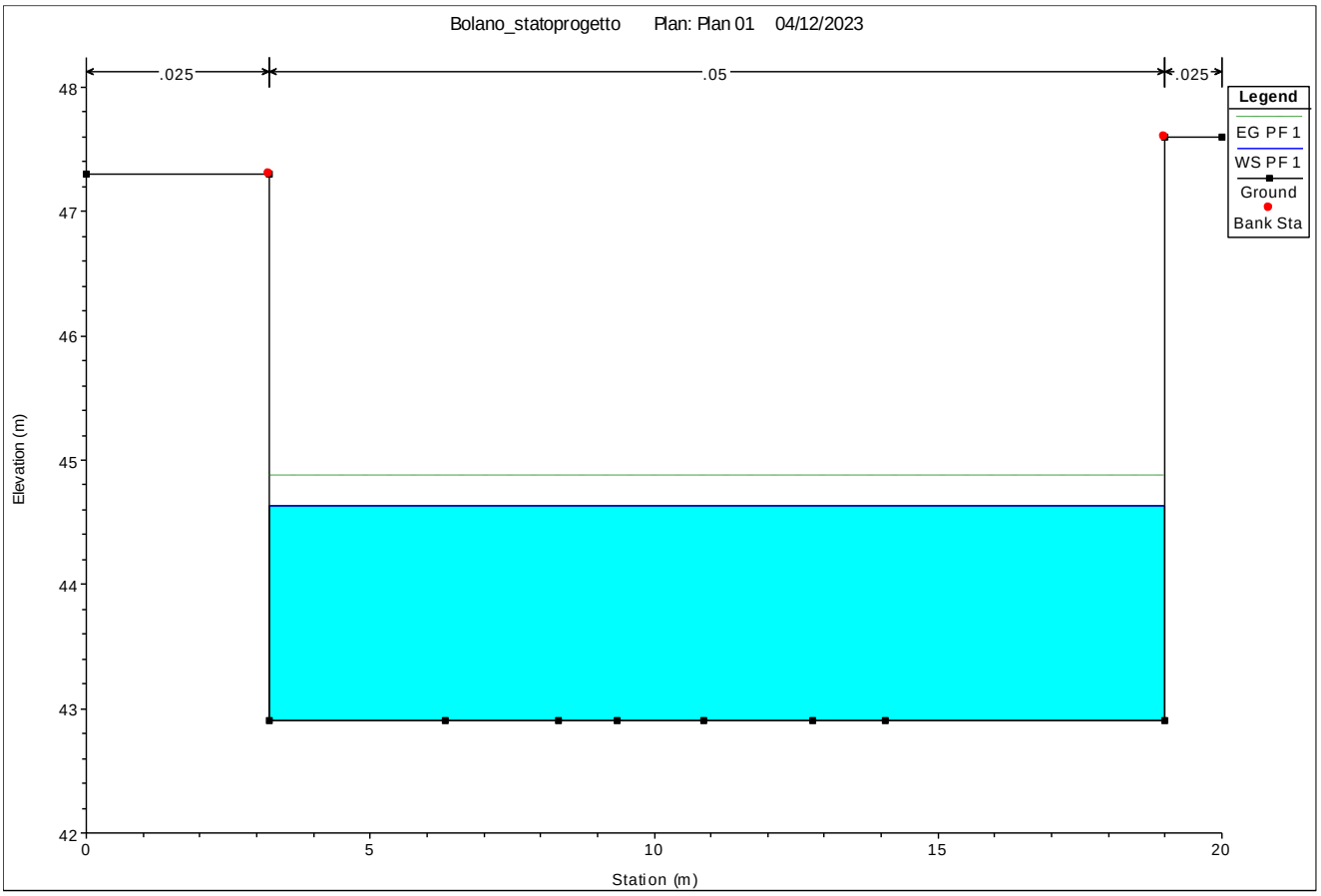
Sez. 4.0


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
46
45
44
43
42
41
0
2
4
6
8
10
12
14

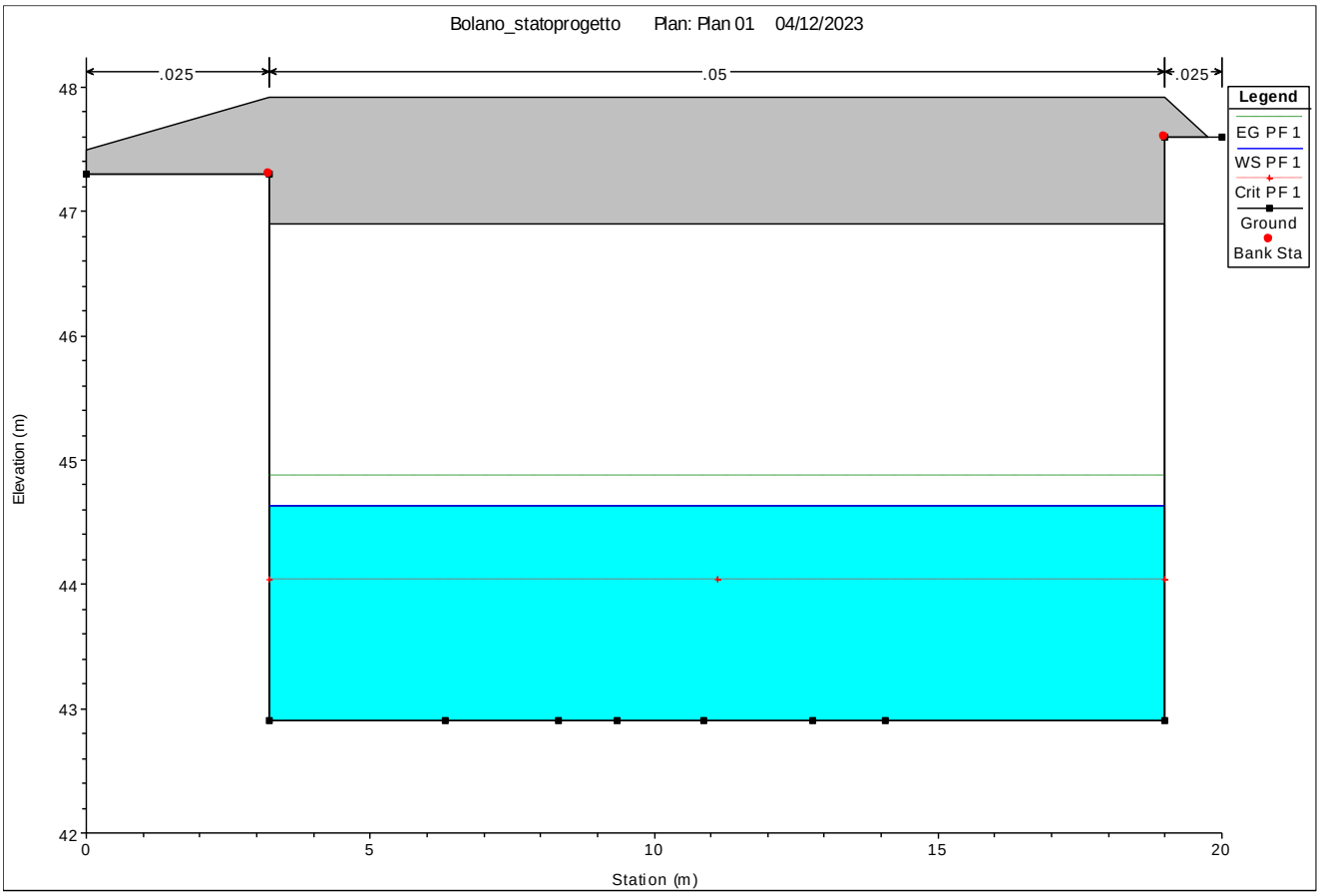
Sez. 4.5


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.03
.05
.03
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
45.5
45.0
44.5
44.0
43.5
43.0
42.5
42.0
41.5
0
2
4
6
8
10
12
14

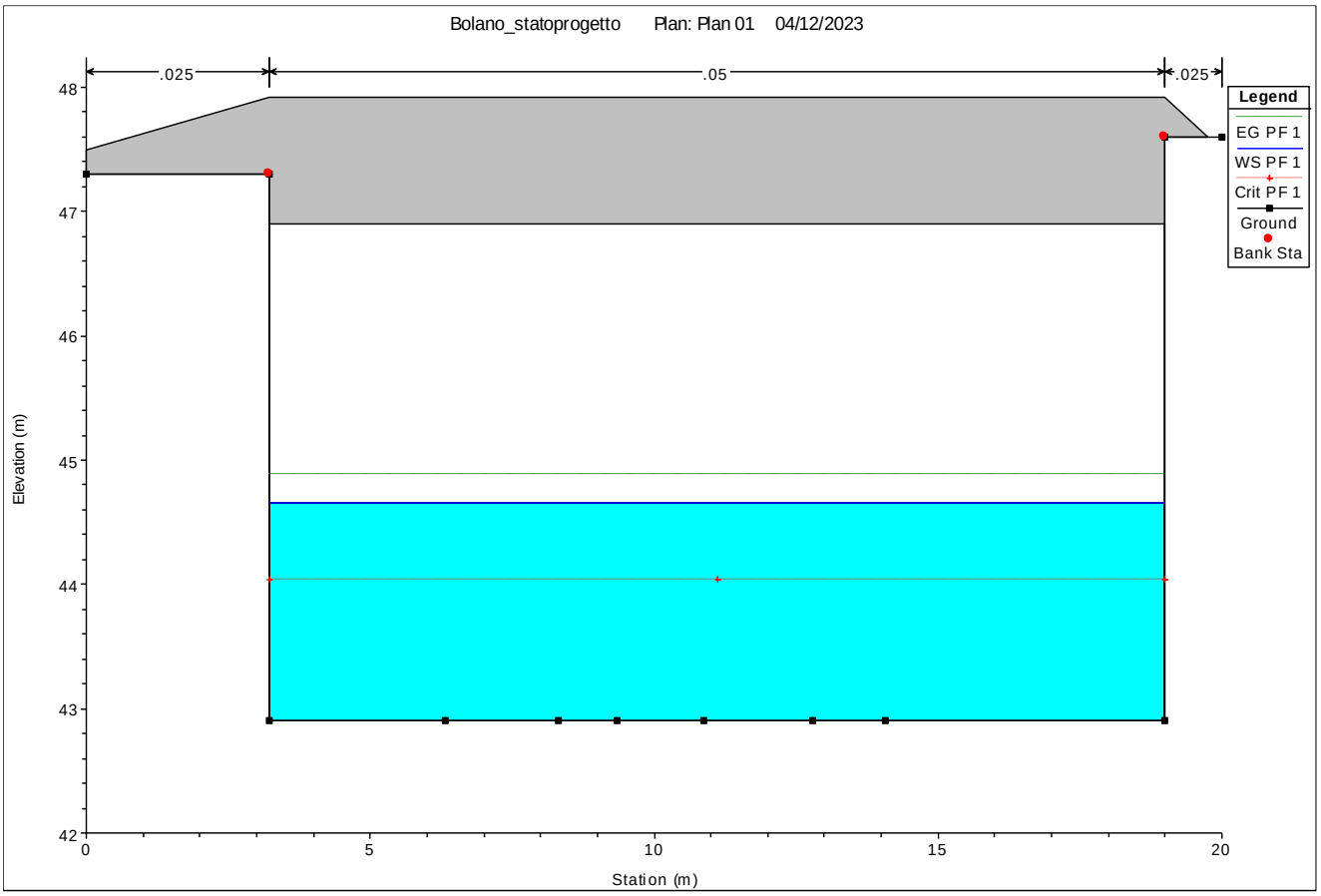
Sez. 5.0


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.025
.05
.025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
48
47
46
45
44
43
42
0
5
10
15
20
Station (m)

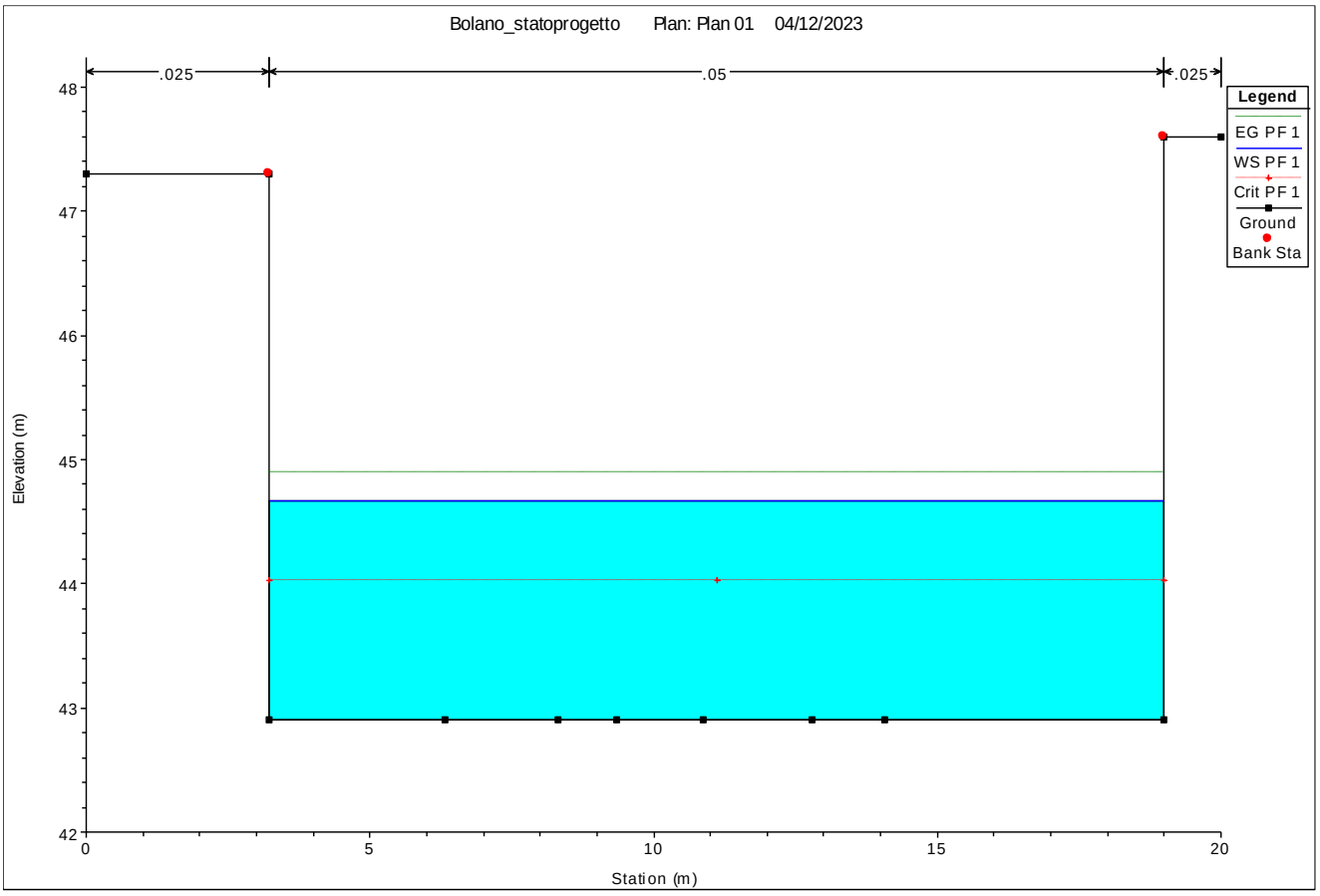
Sez. 5.2 BR D (Nuovo ponte via Bersaglione)



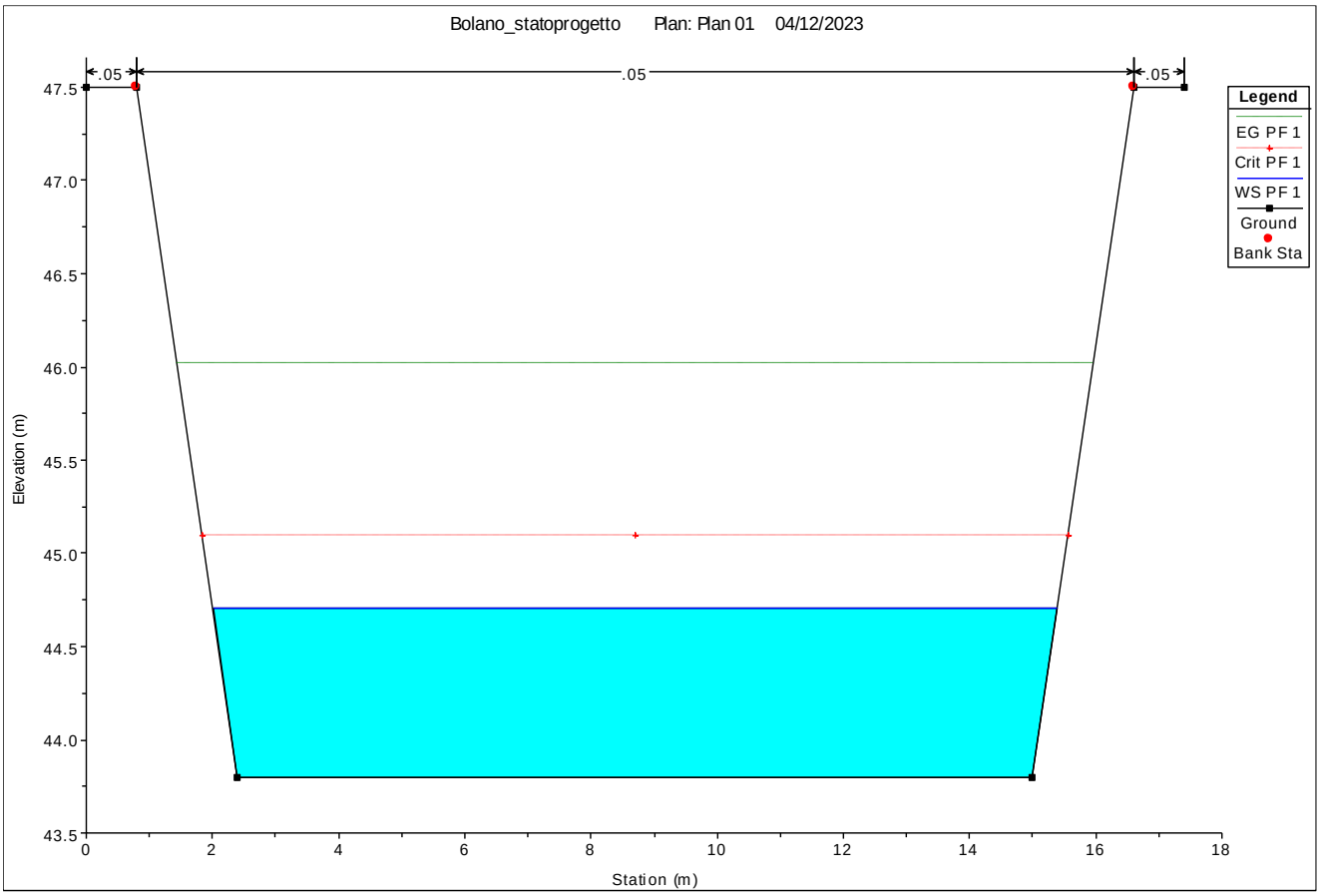
Sez. 5.2 BR U (Nuovo ponte via Bersaglione)



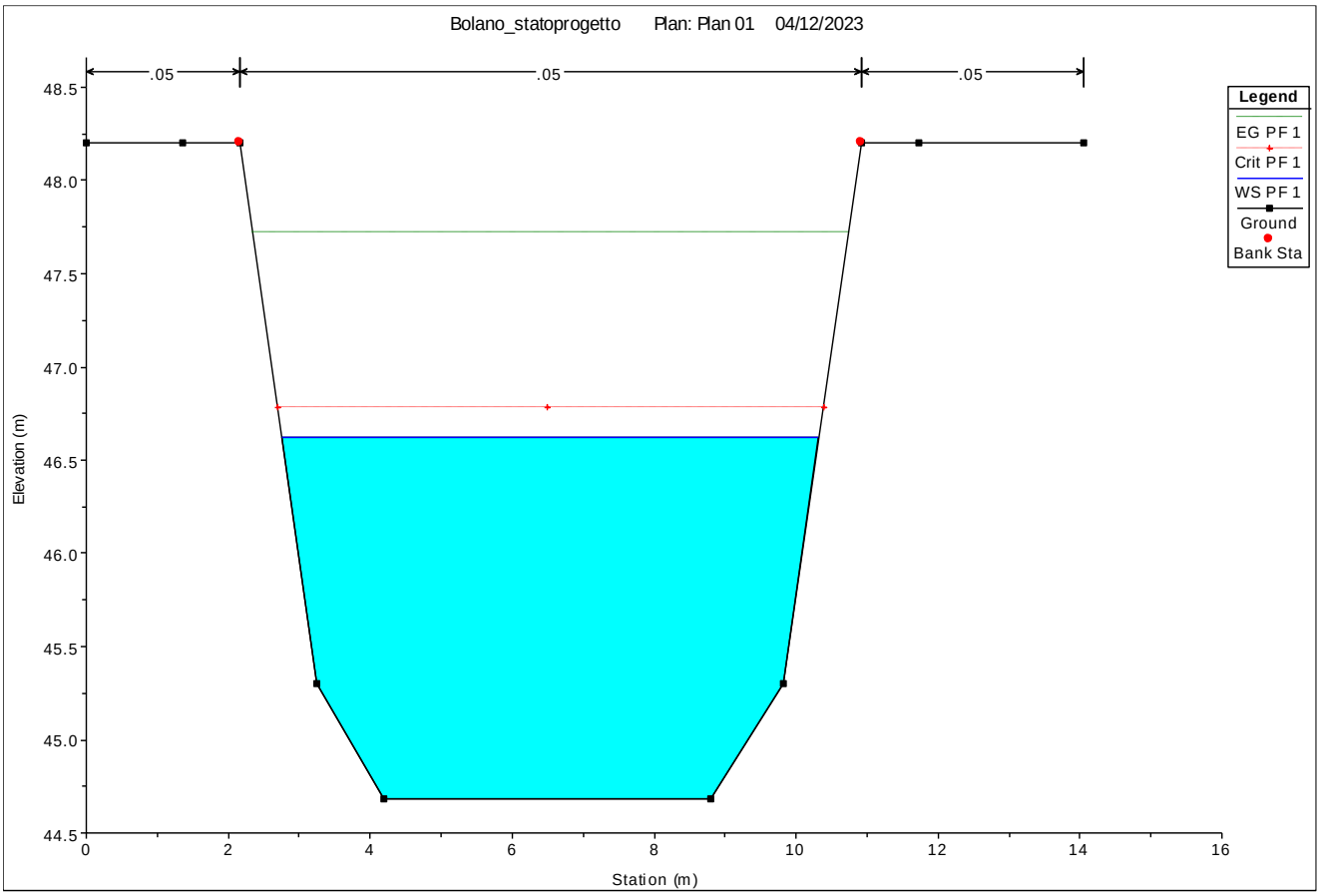
Sez. 5.5


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.025
.05
.025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
48
47
46
45
44
43
42
0
5
10
15
20

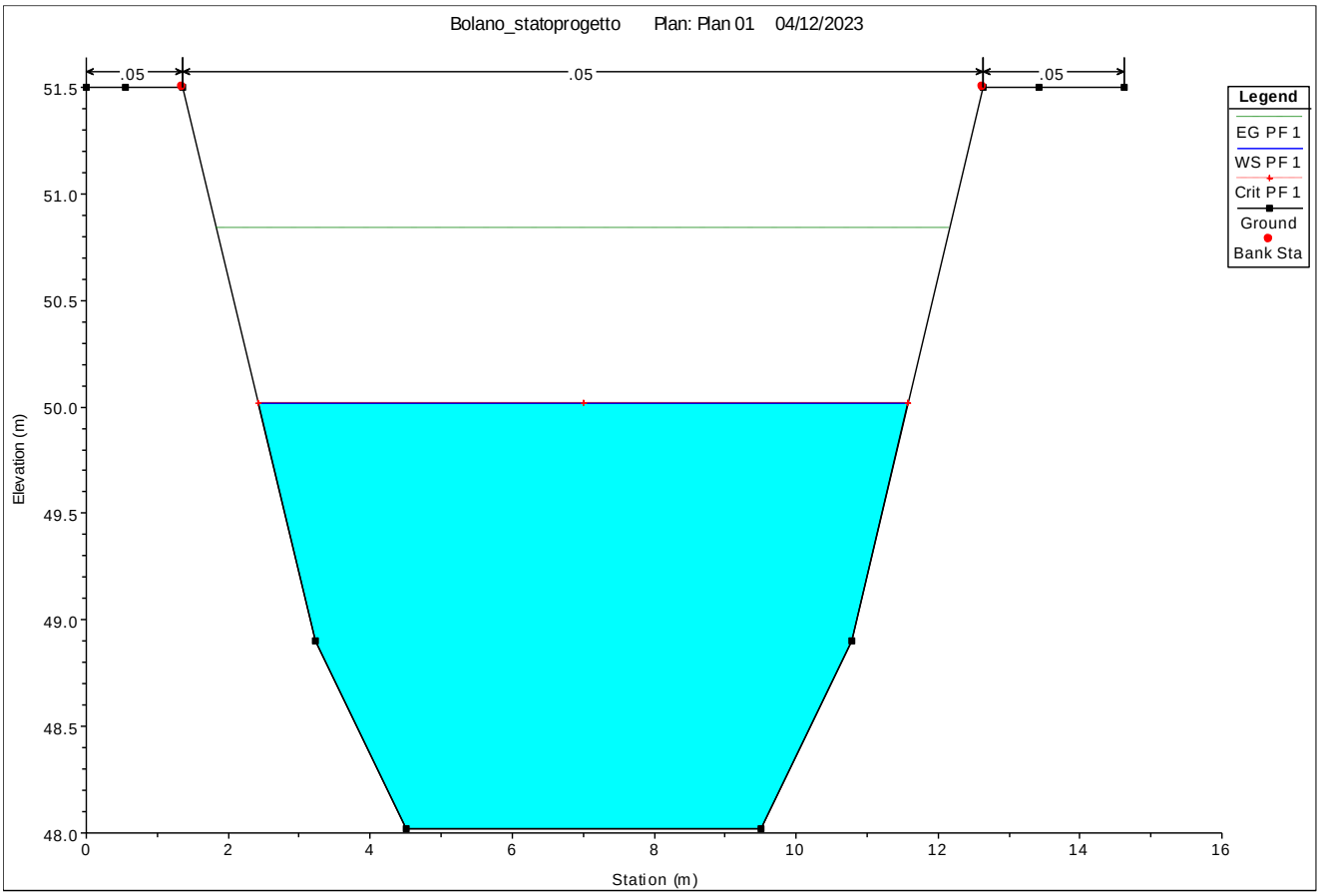
Sez. 6.0


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
47.5
47.0
46.5
46.0
45.5
45.0
44.5
44.0
43.5
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18

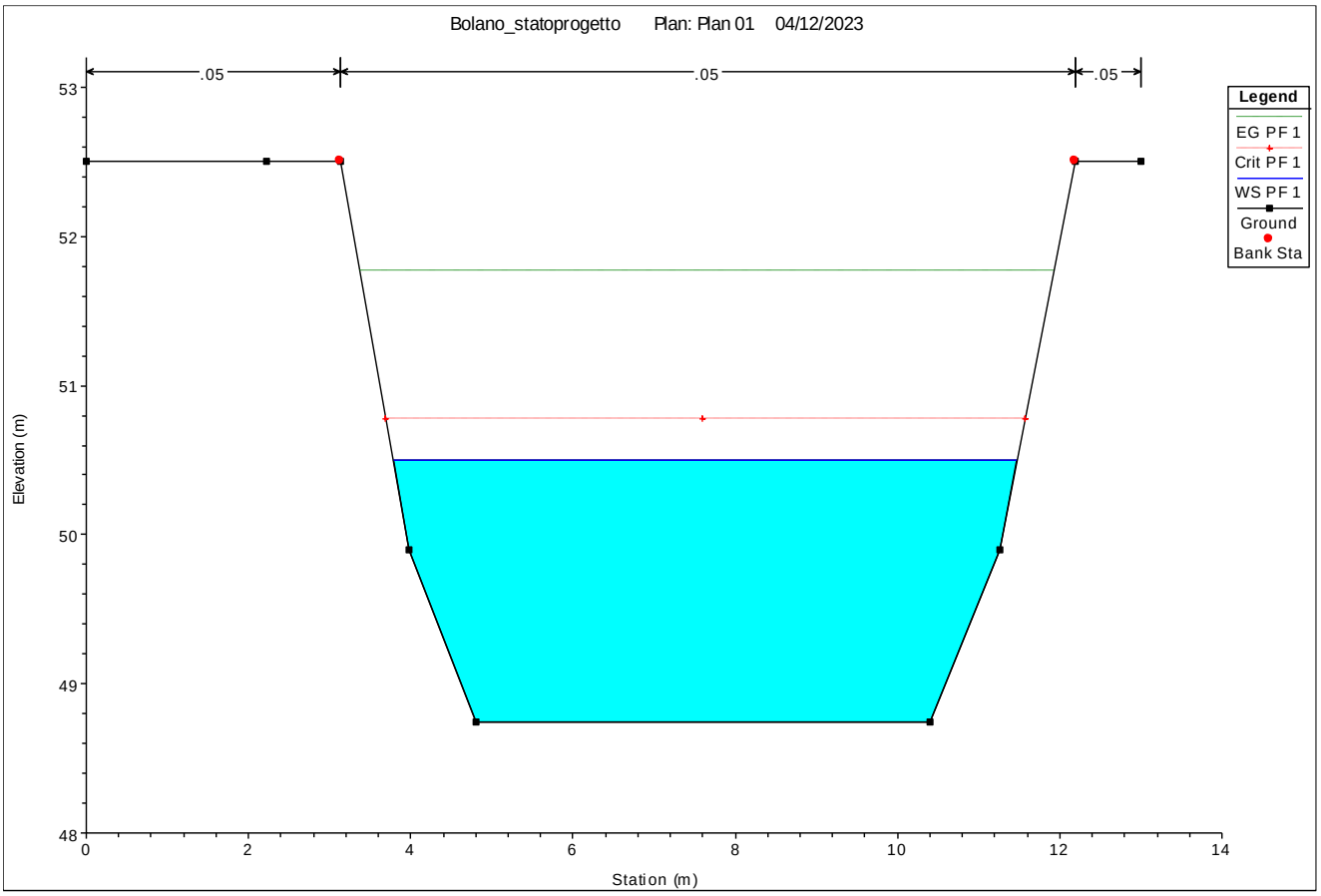
Sez. 7.0


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
48.5
48.0
47.5
47.0
46.5
46.0
45.5
45.0
44.5
0
2
4
6
8
10
12
14
16

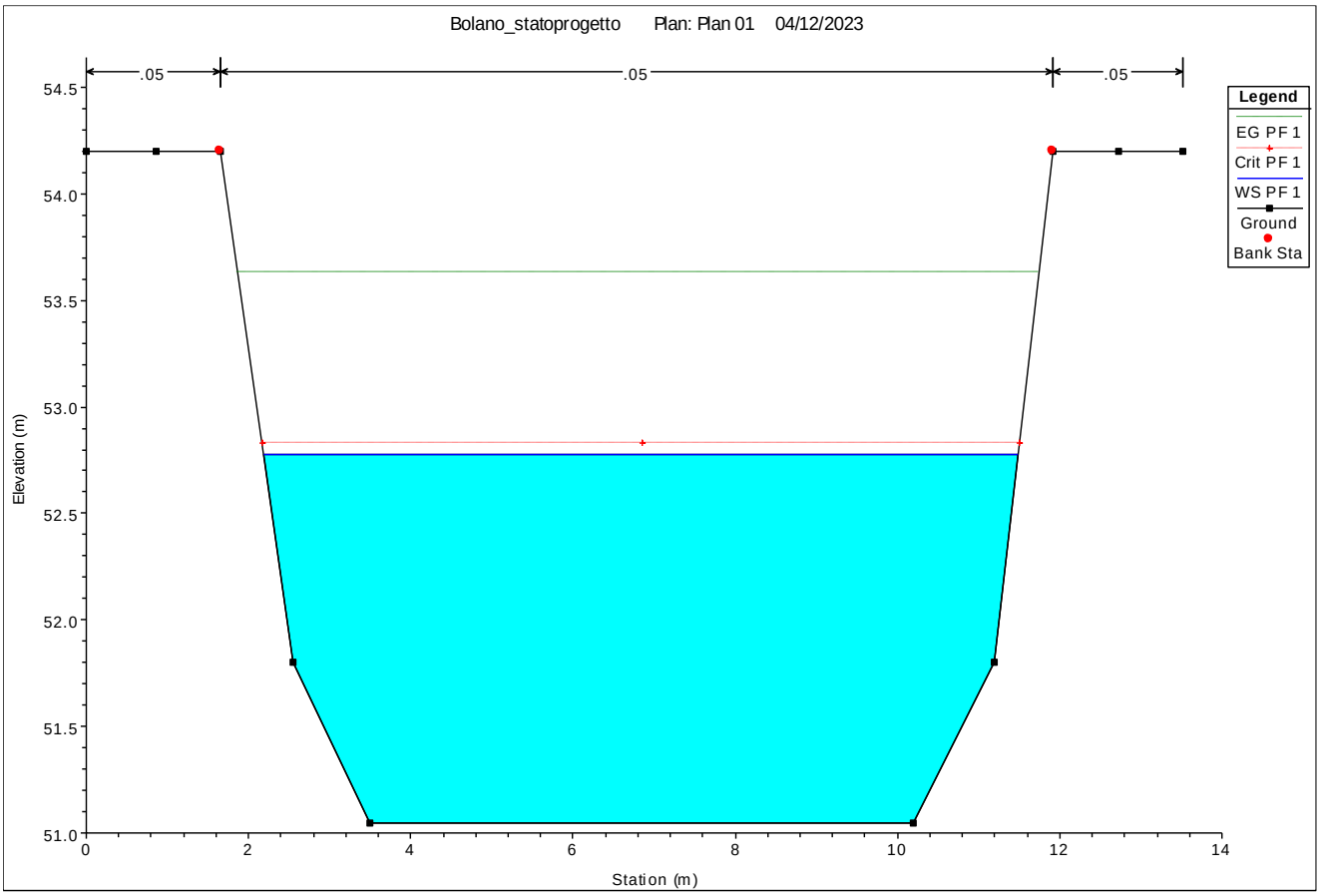
Sez. 8.0


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
51.5
51.0
50.5
50.0
49.5
49.0
48.5
48.0
0
2
4
6
8
10
12
14
16

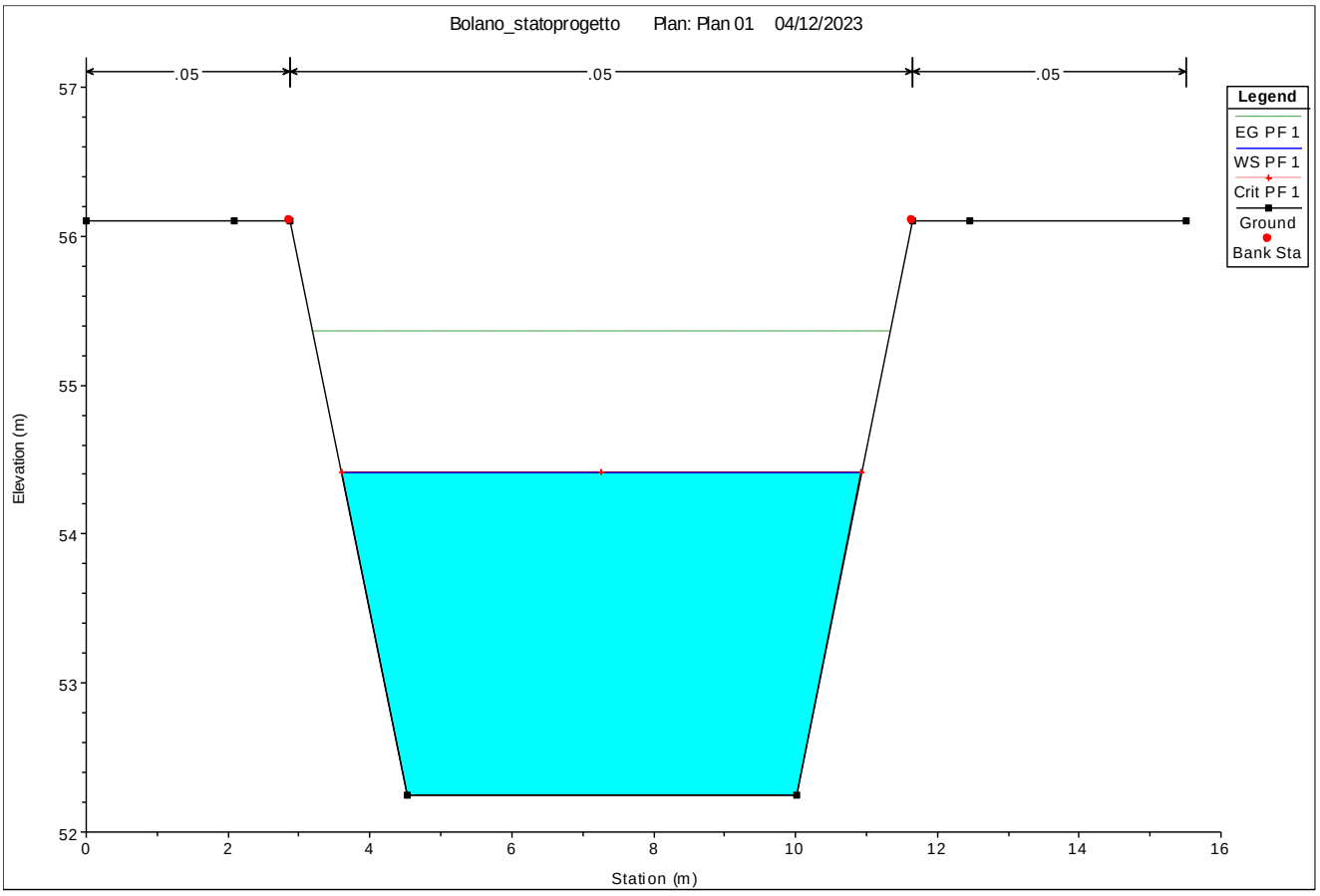
Sez. 8.5


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
53
52
51
50
49
48
0
2
4
6
8
10
12
14

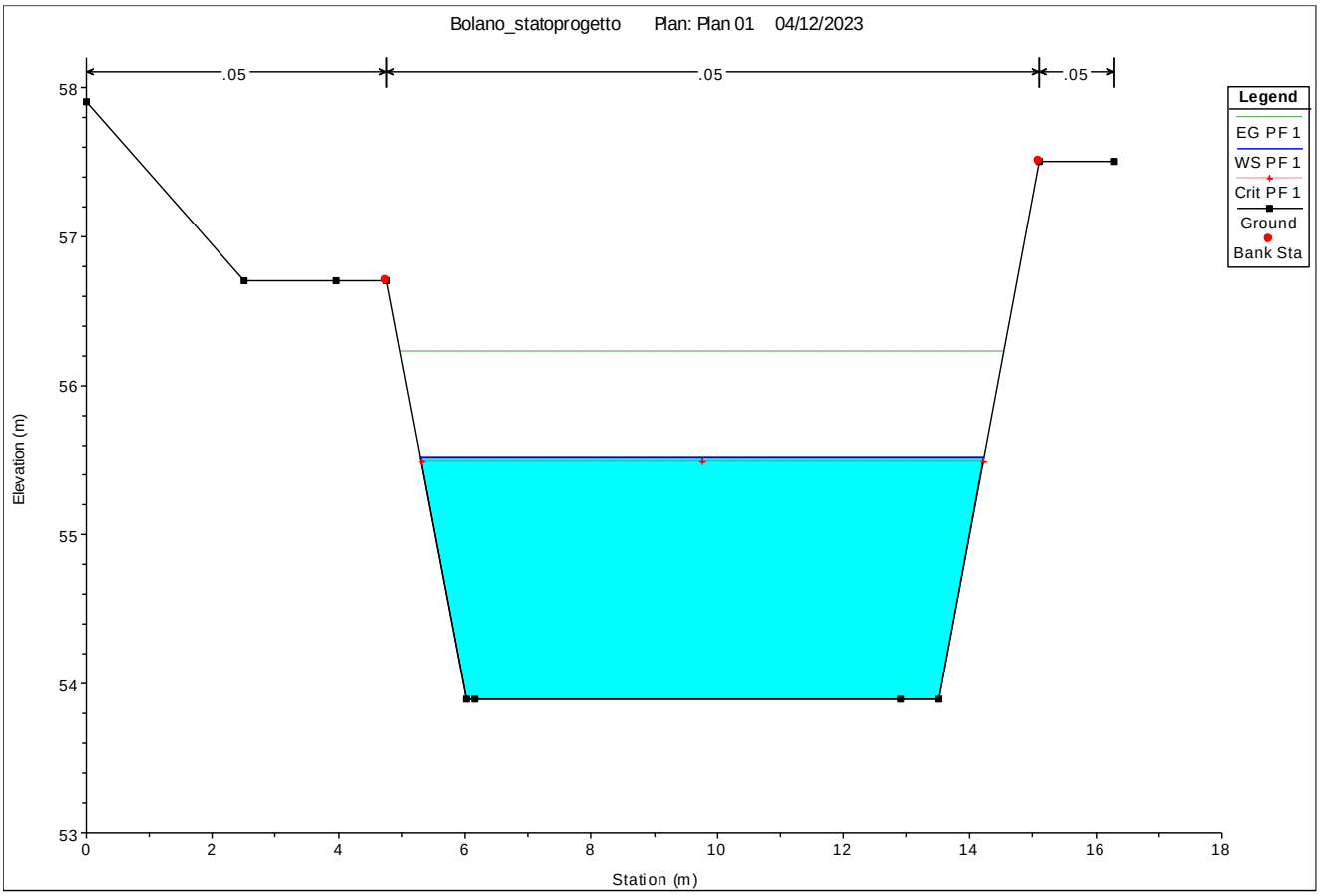
Sez. 9.0


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
54.5
54.0
53.5
53.0
52.5
52.0
51.5
51.0
0
2
4
6
8
10
12
14

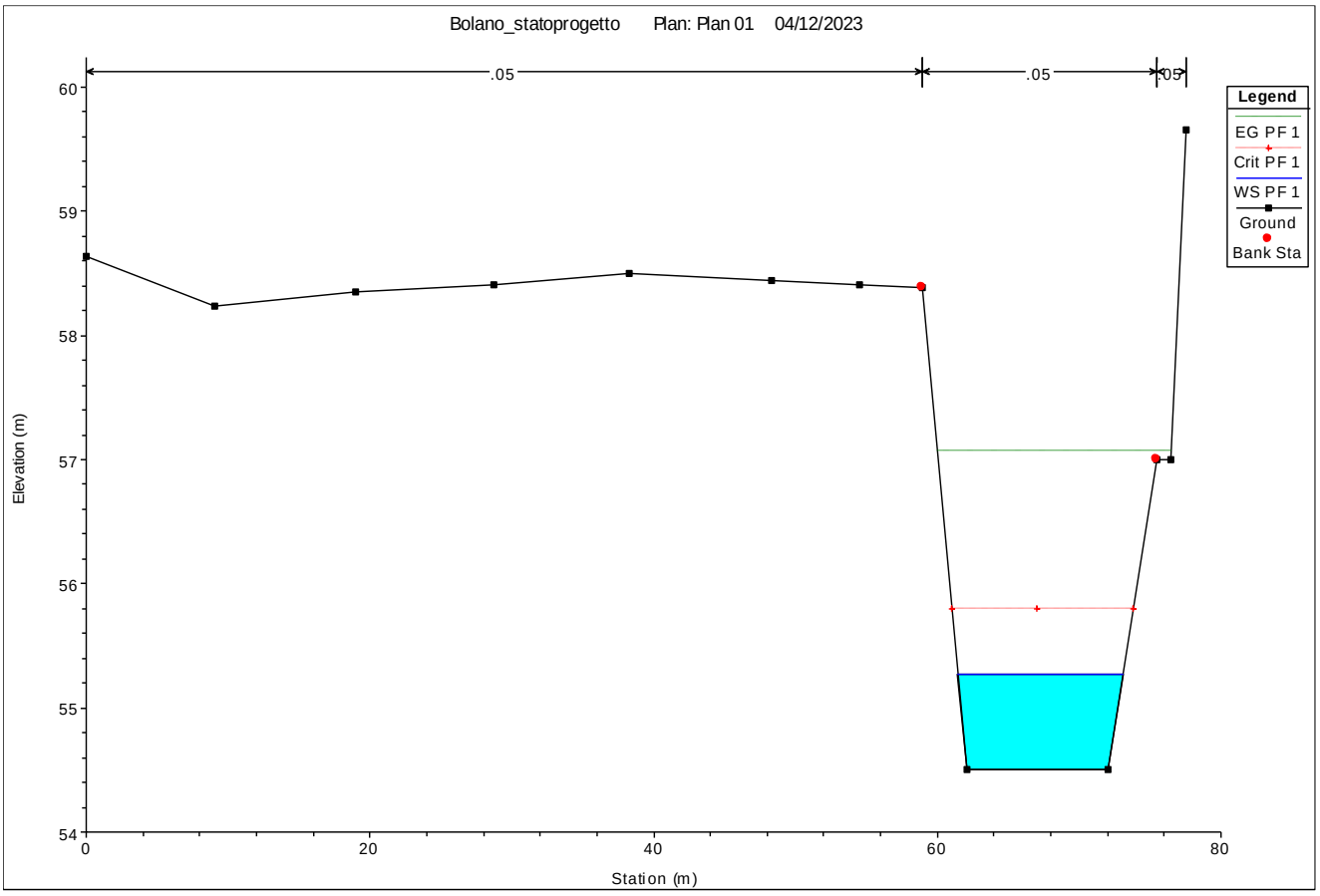
Sez. 9.5


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
57
56
55
54
53
52
0
2
4
6
8
10
12
14
16

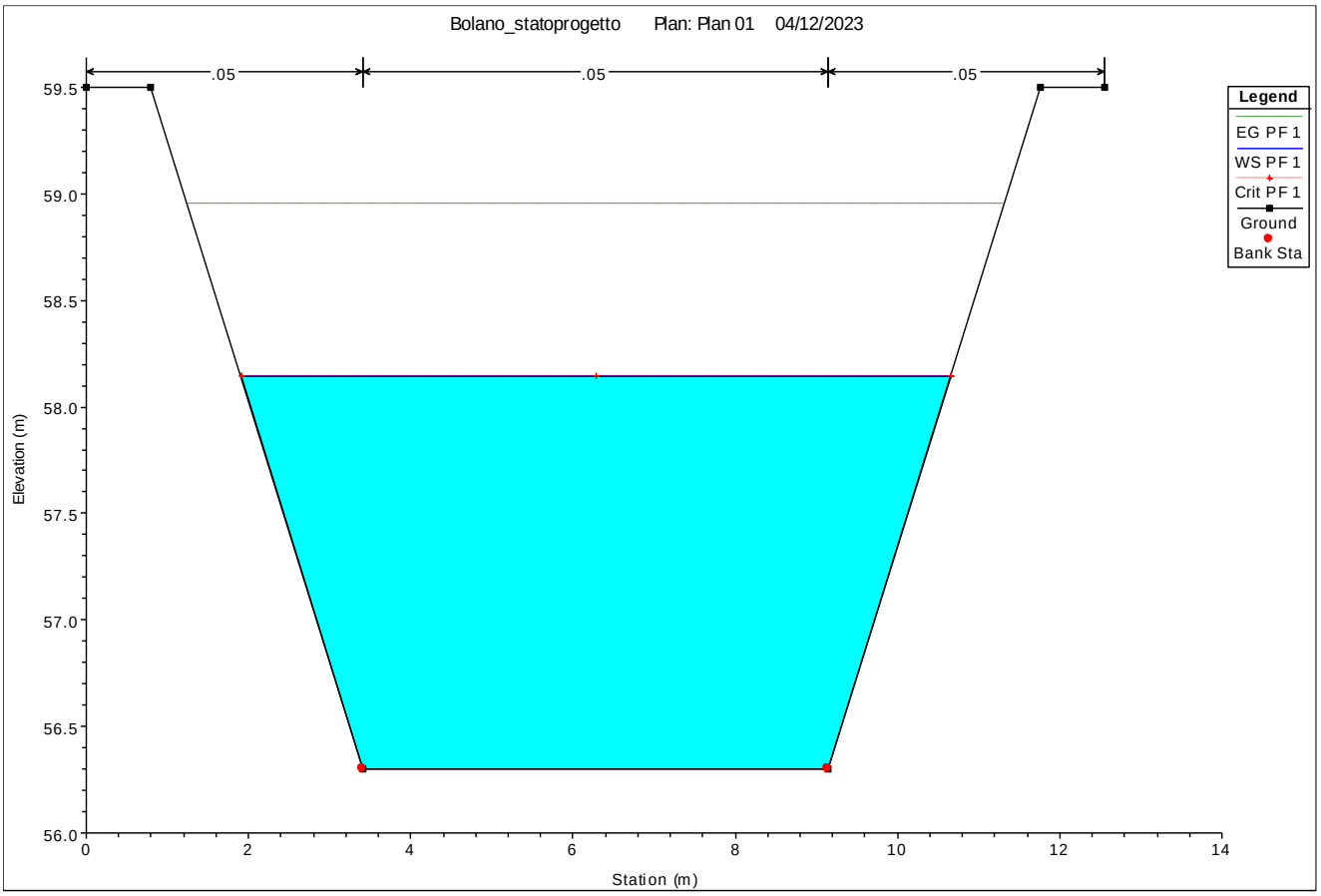
Sez. 10.0


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
58
57
56
55
54
53
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18

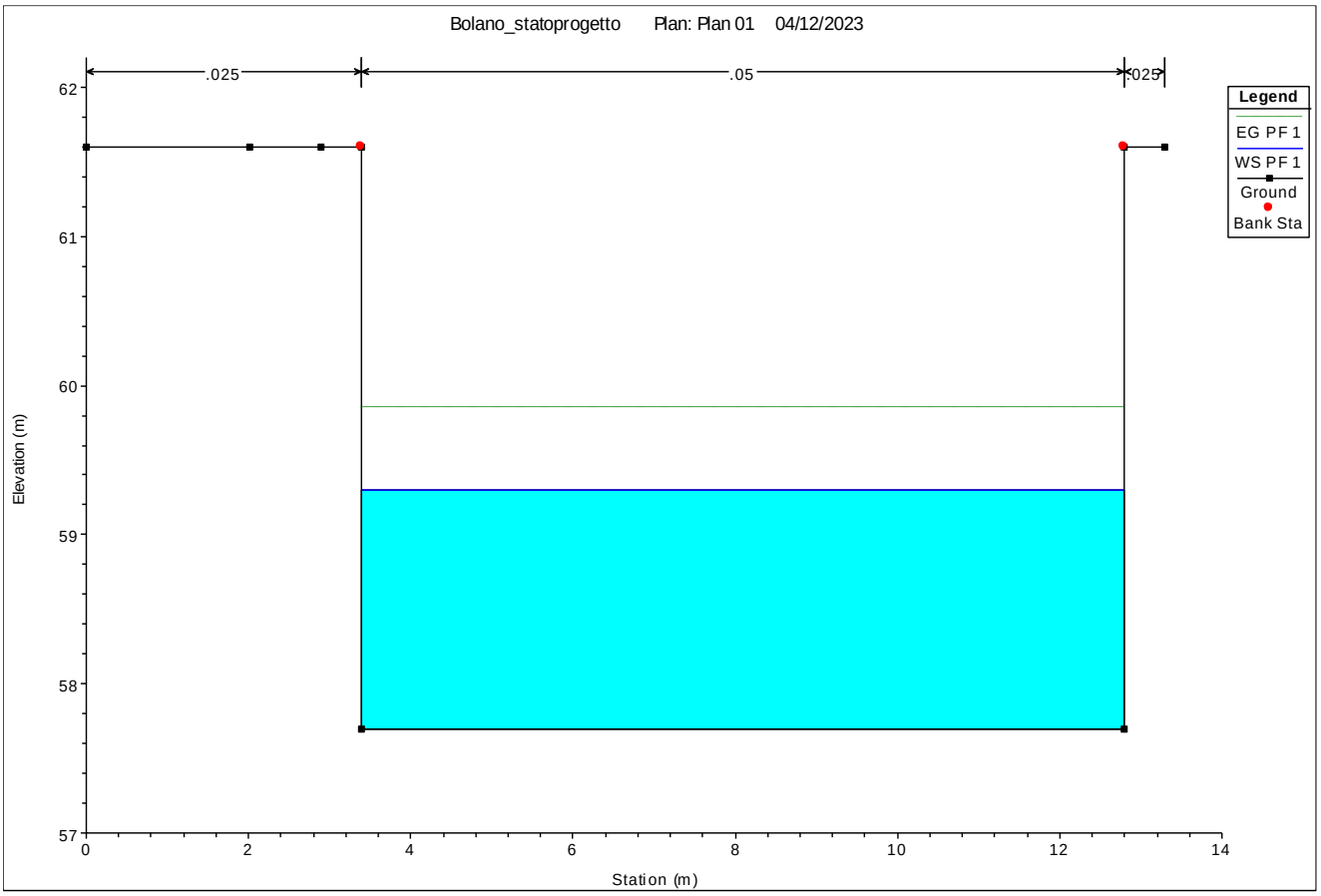
Sez. 10.5


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
60
59
58
57
56
55
54
0
20
40
60
80

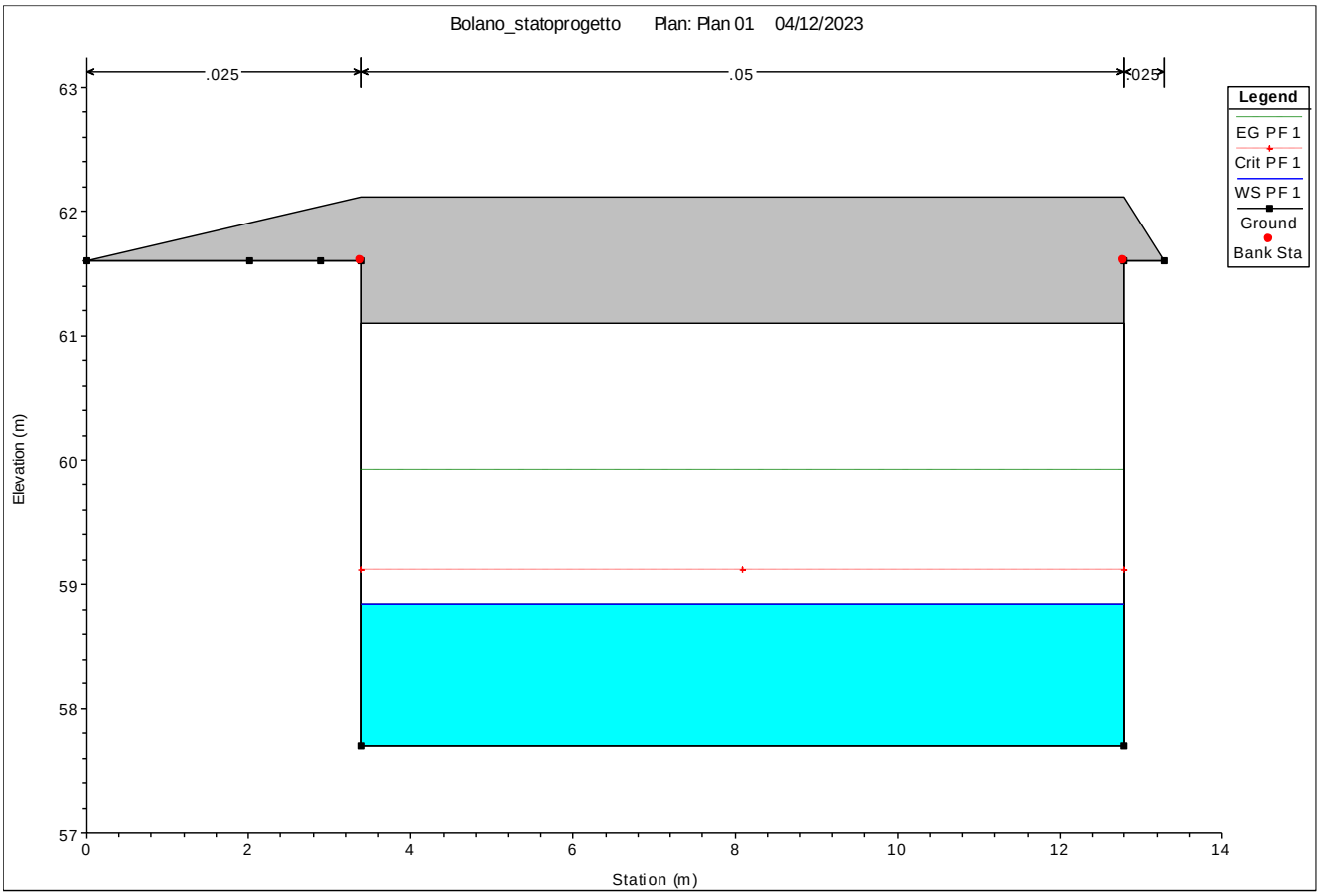
Sez. 11.0


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
59.5
59.0
58.5
58.0
57.5
57.0
56.5
56.0
0
2
4
6
8
10
12
14
Station (m)

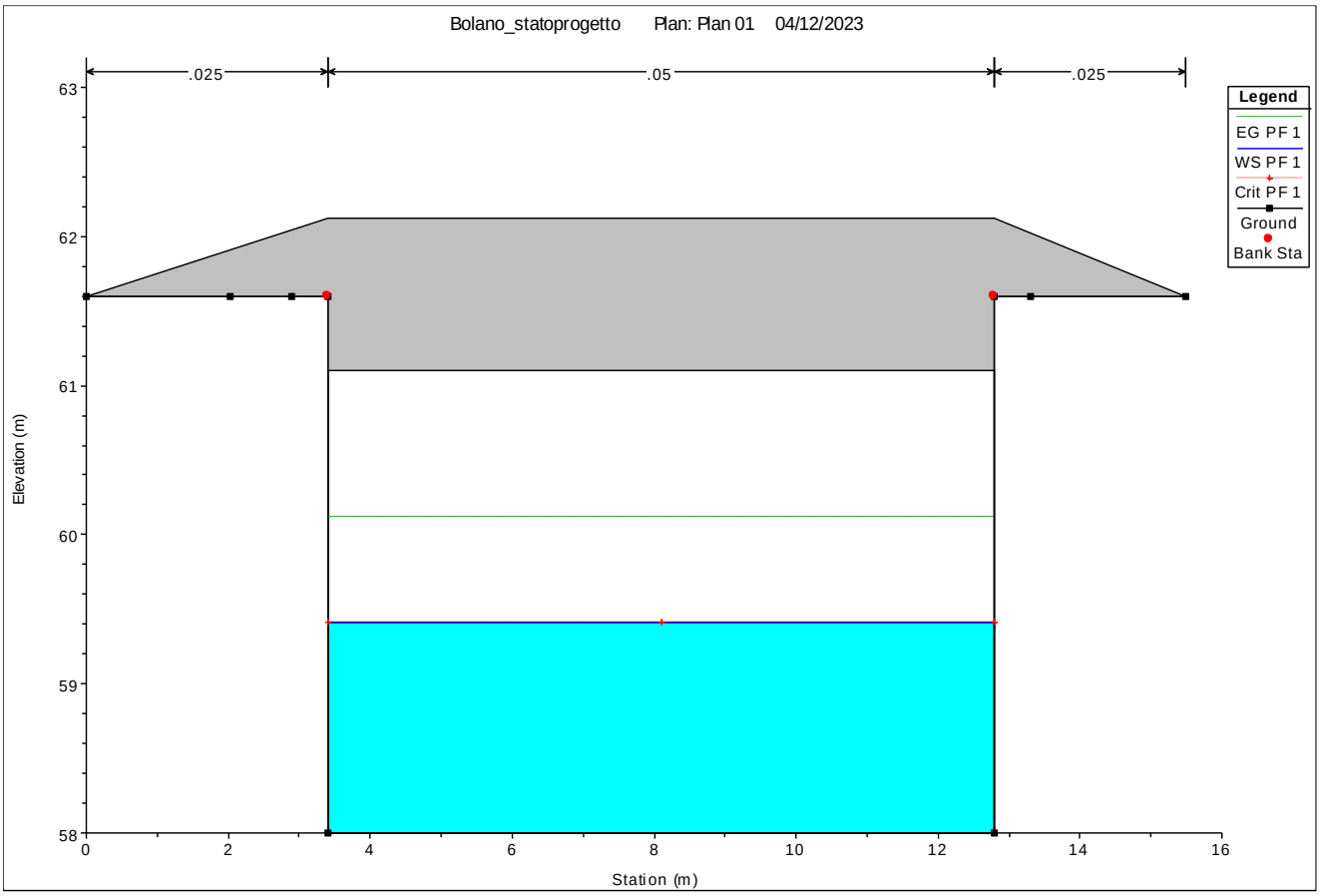
Sez. 11.8


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.025
.05
.025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
62
61
60
59
58
57
0
2
4
6
8
10
12
14

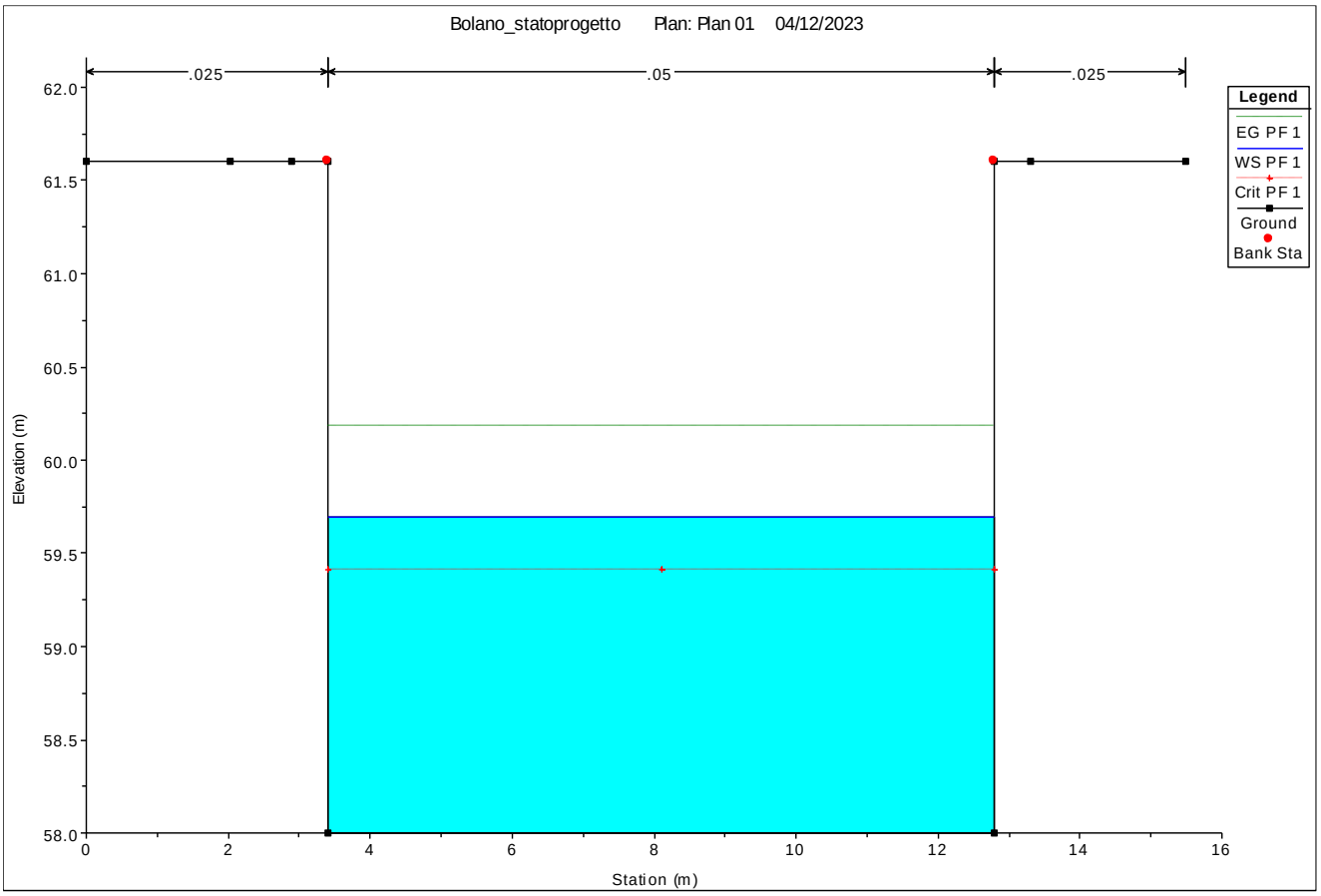
Sez. 11.9 BR D (Ponte Via Garibaldi)



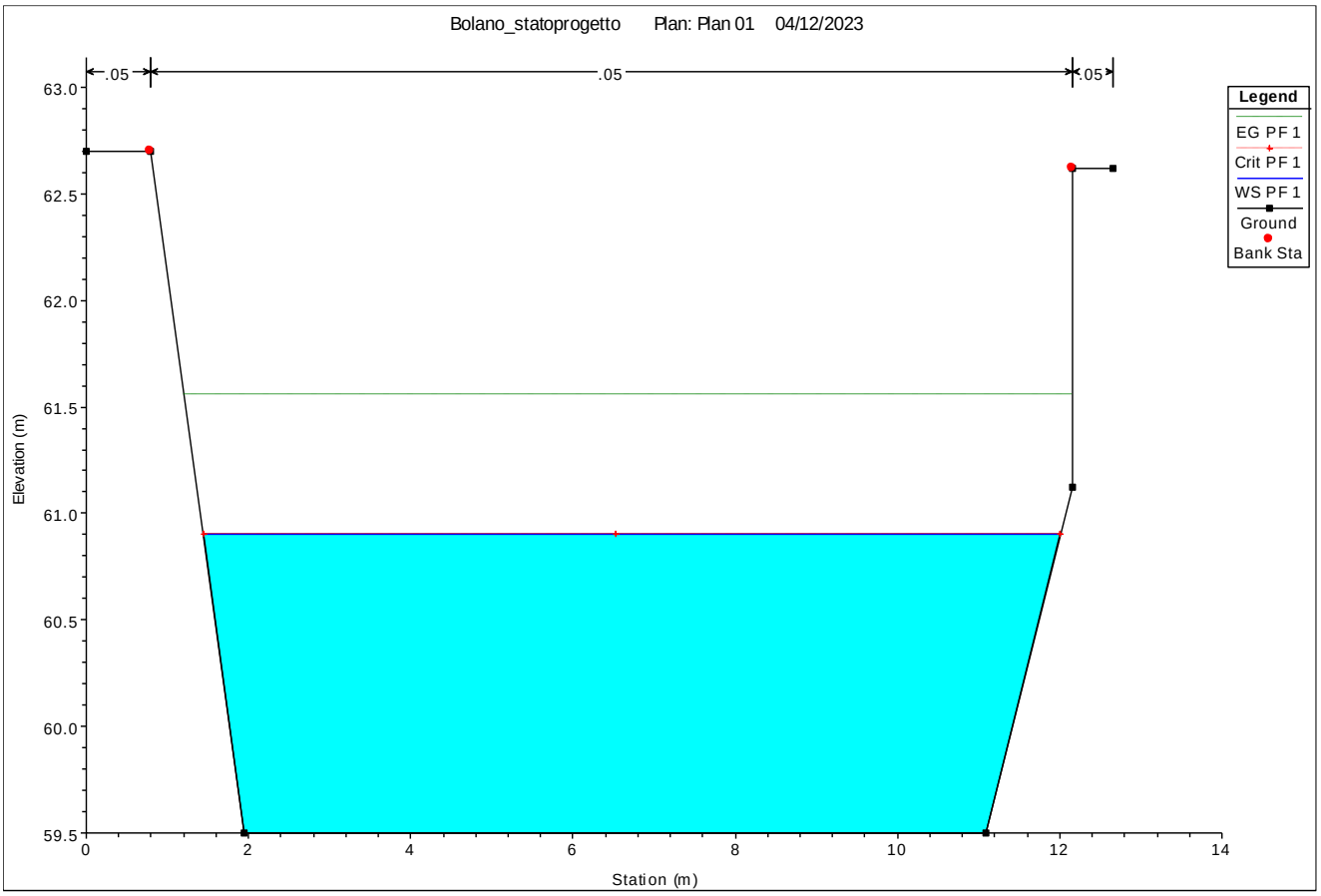
Sez. 11.9 BR U (Ponte Via Garibaldi)



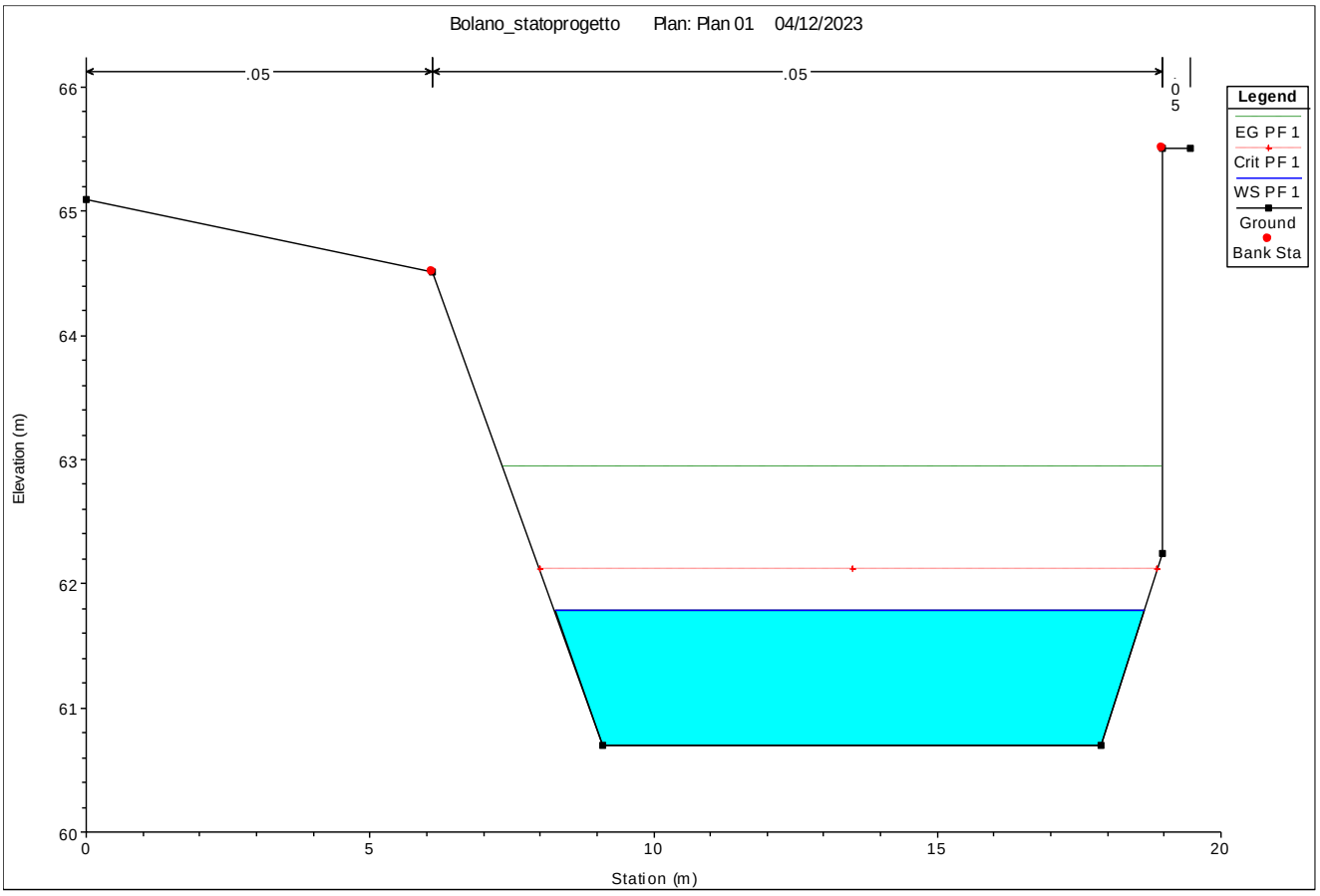
Sez. 12.0


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.025
.05
.025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
62.0
61.5
61.0
60.5
60.0
59.5
59.0
58.5
58.0
0
2
4
6
8
10
12
14
16
Station (m)

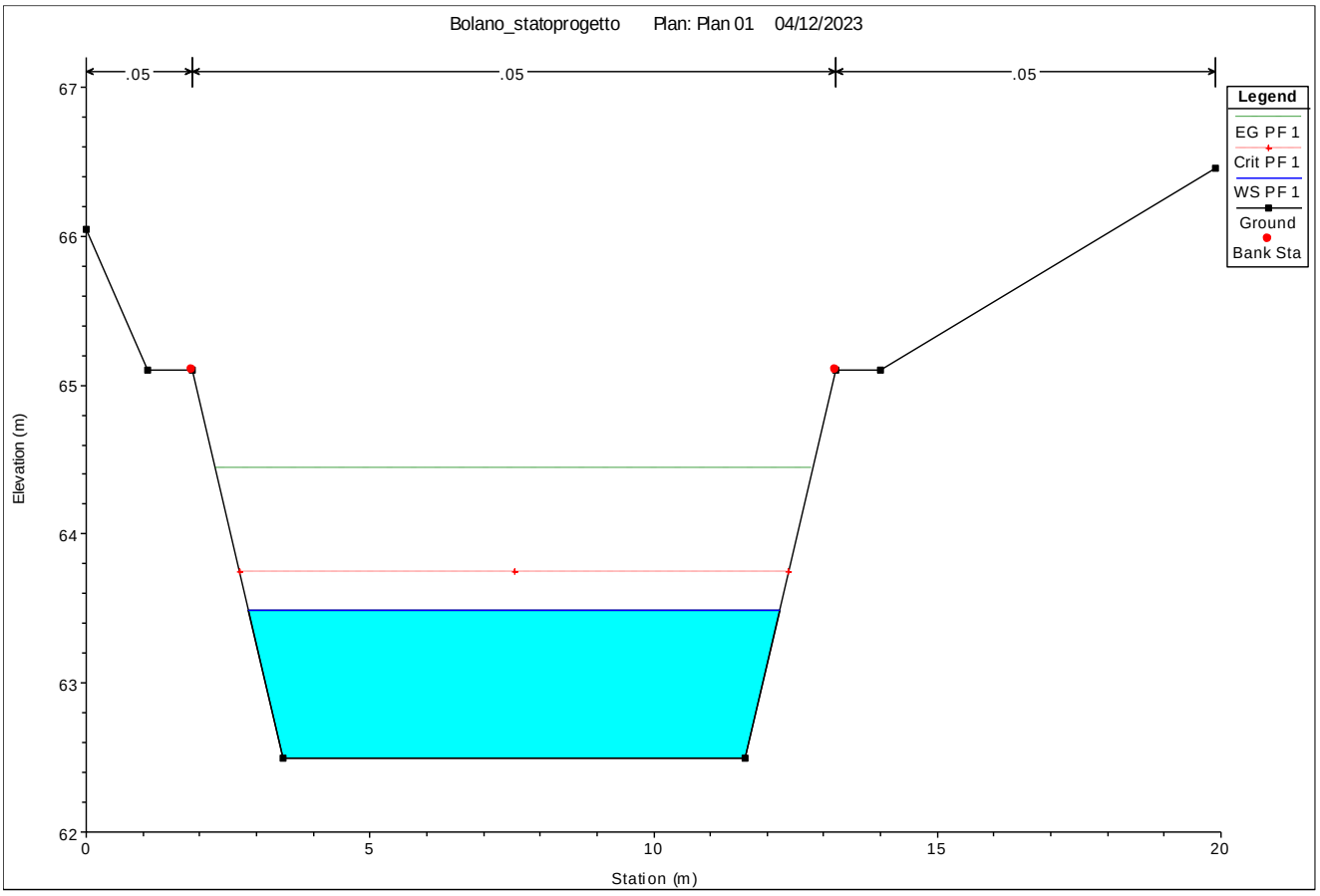
Sez. 12.5


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
63.0
62.5
62.0
61.5
61.0
60.5
60.0
59.5
0
2
4
6
8
10
12
14
Station (m)

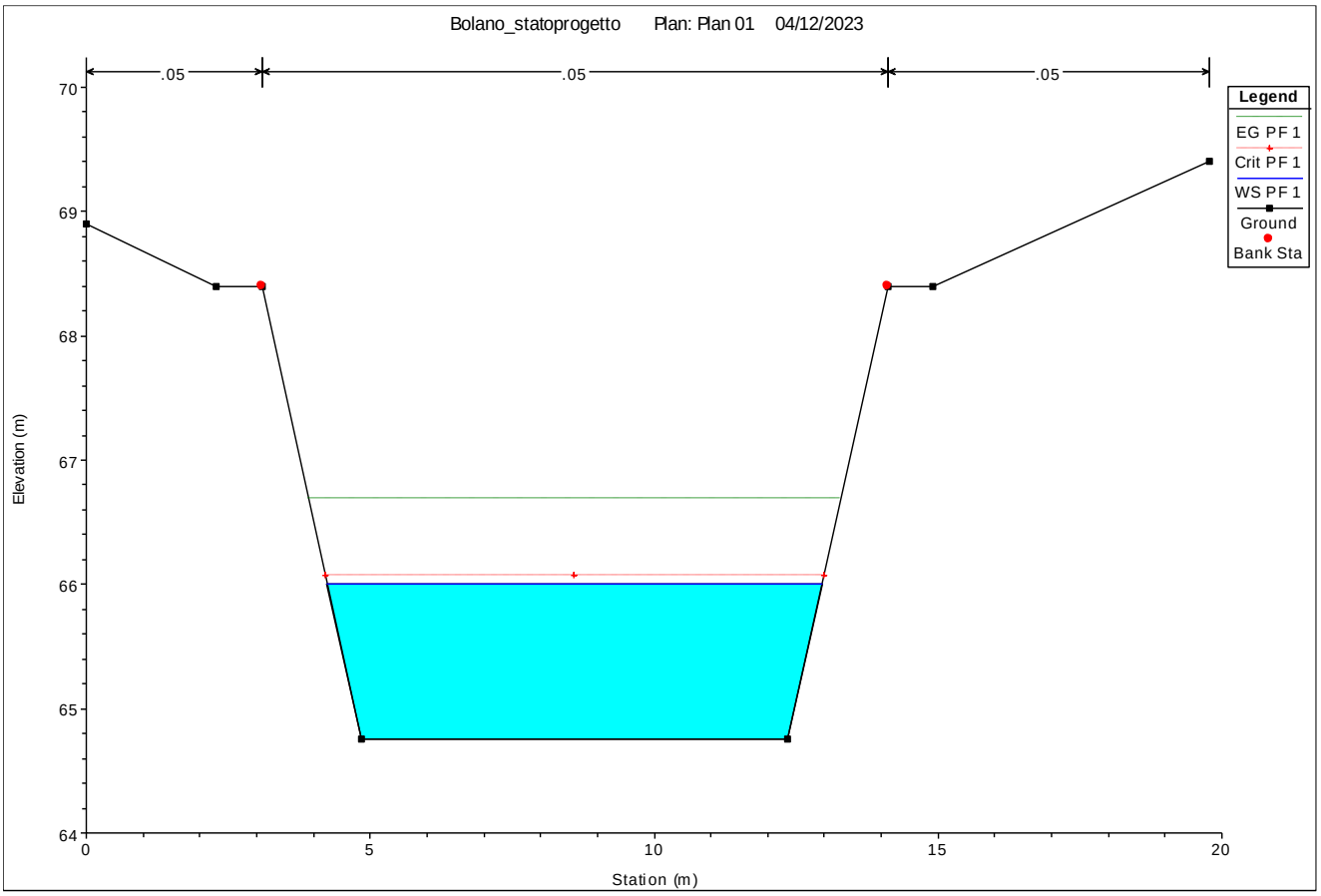
Sez. 12.8


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
66
65
64
63
62
61
60
0
5
10
15
20
Station (m)

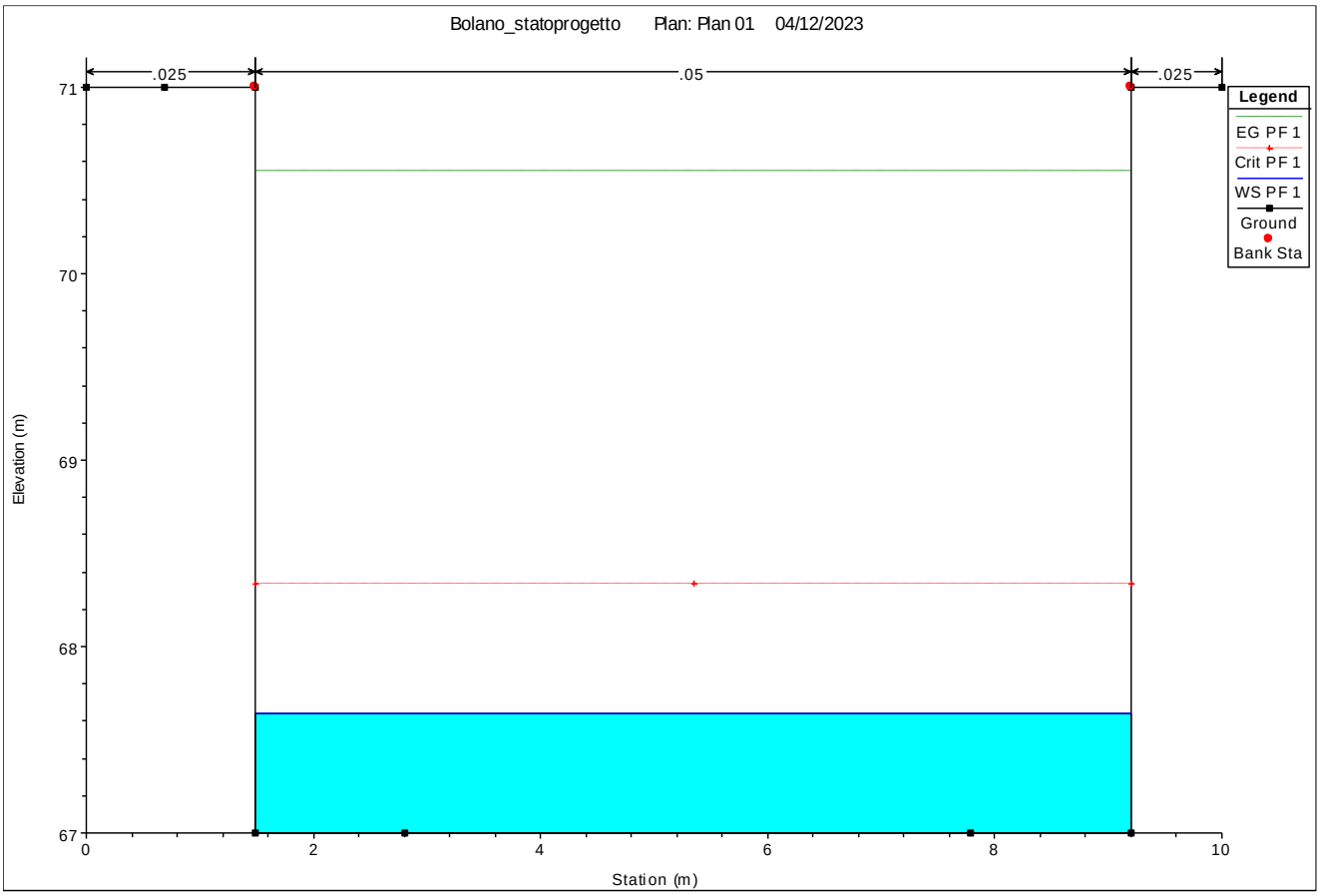
Sez. 13.0


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
67
66
65
64
63
62
0
5
10
15
20

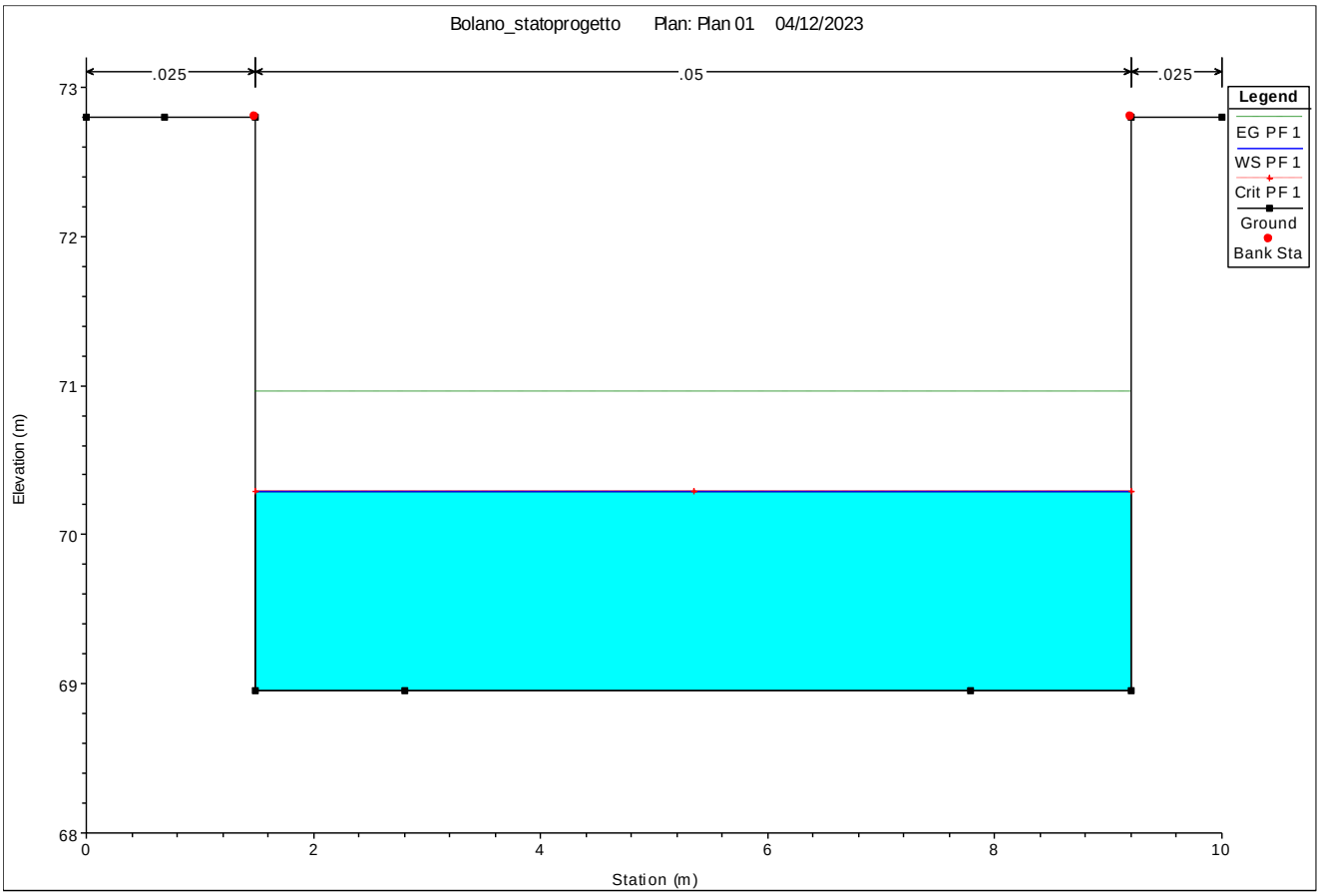
Sez. 13.5


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
70
69
68
67
66
65
64
0
5
10
15
20

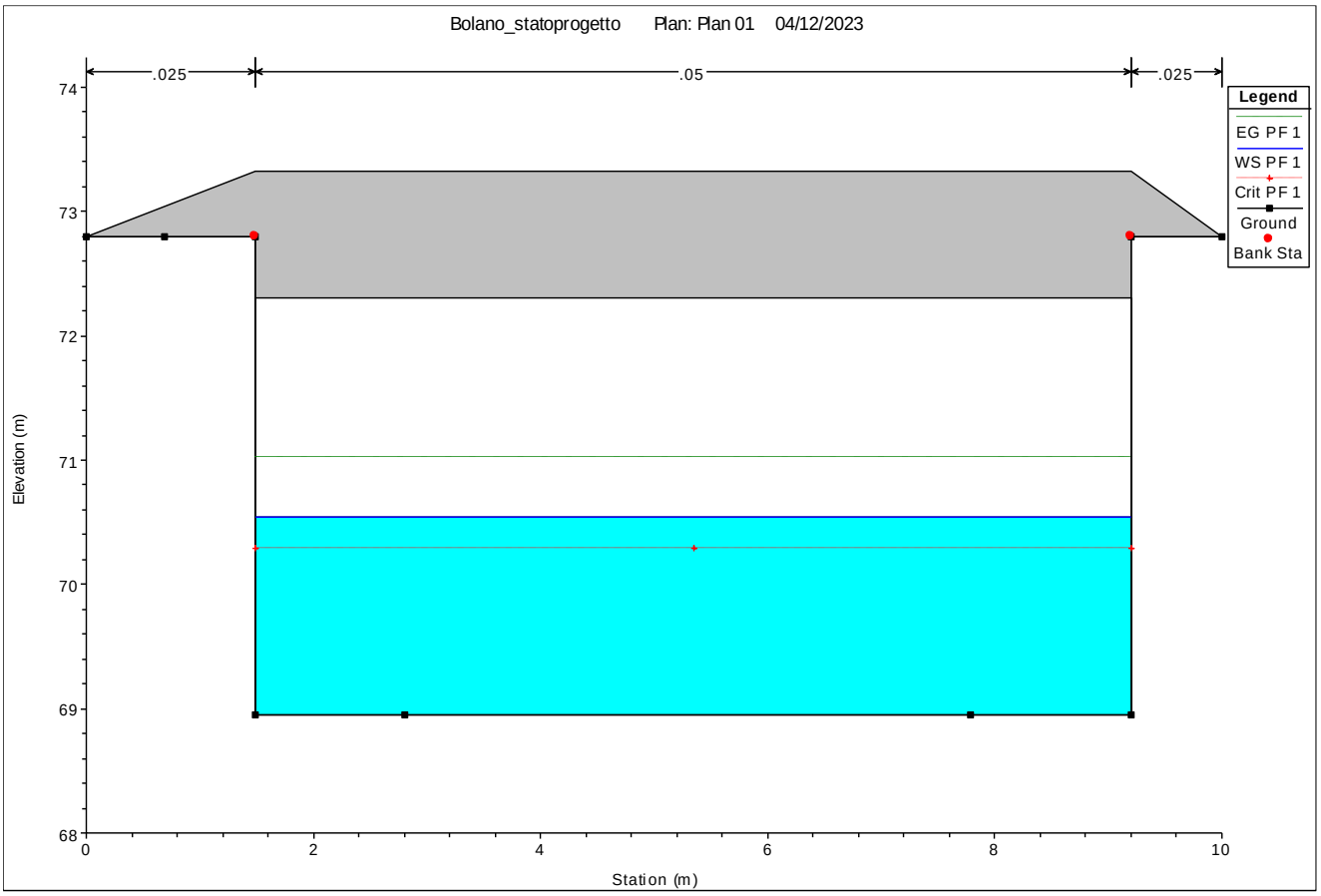
Sez. 13.9


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.025
.05
.025
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
71
70
69
68
67
0
2
4
6
8
10
Station (m)

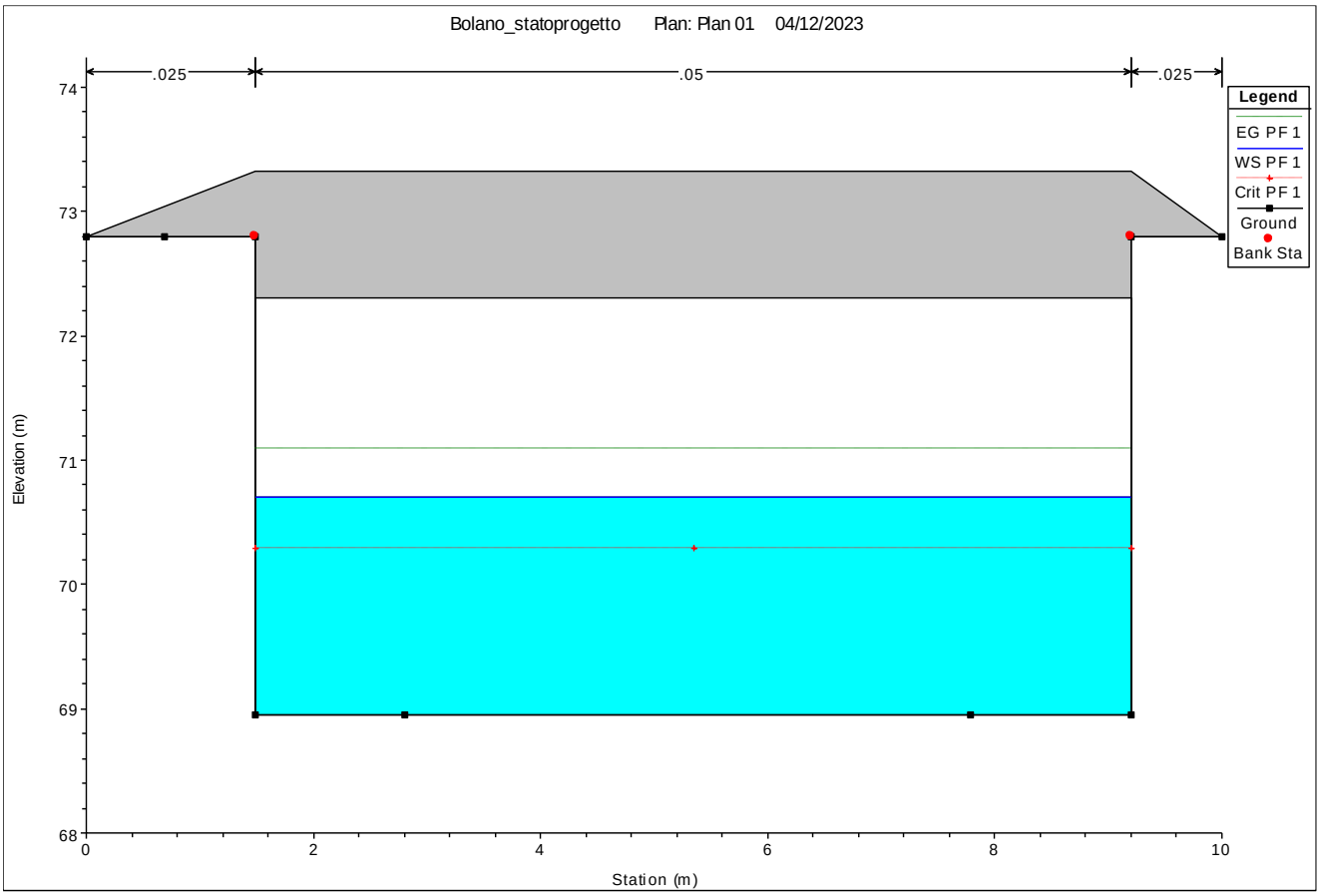
Sez. 14.0


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.025
.05
.025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
73
72
71
70
69
68
0
2
4
6
8
10

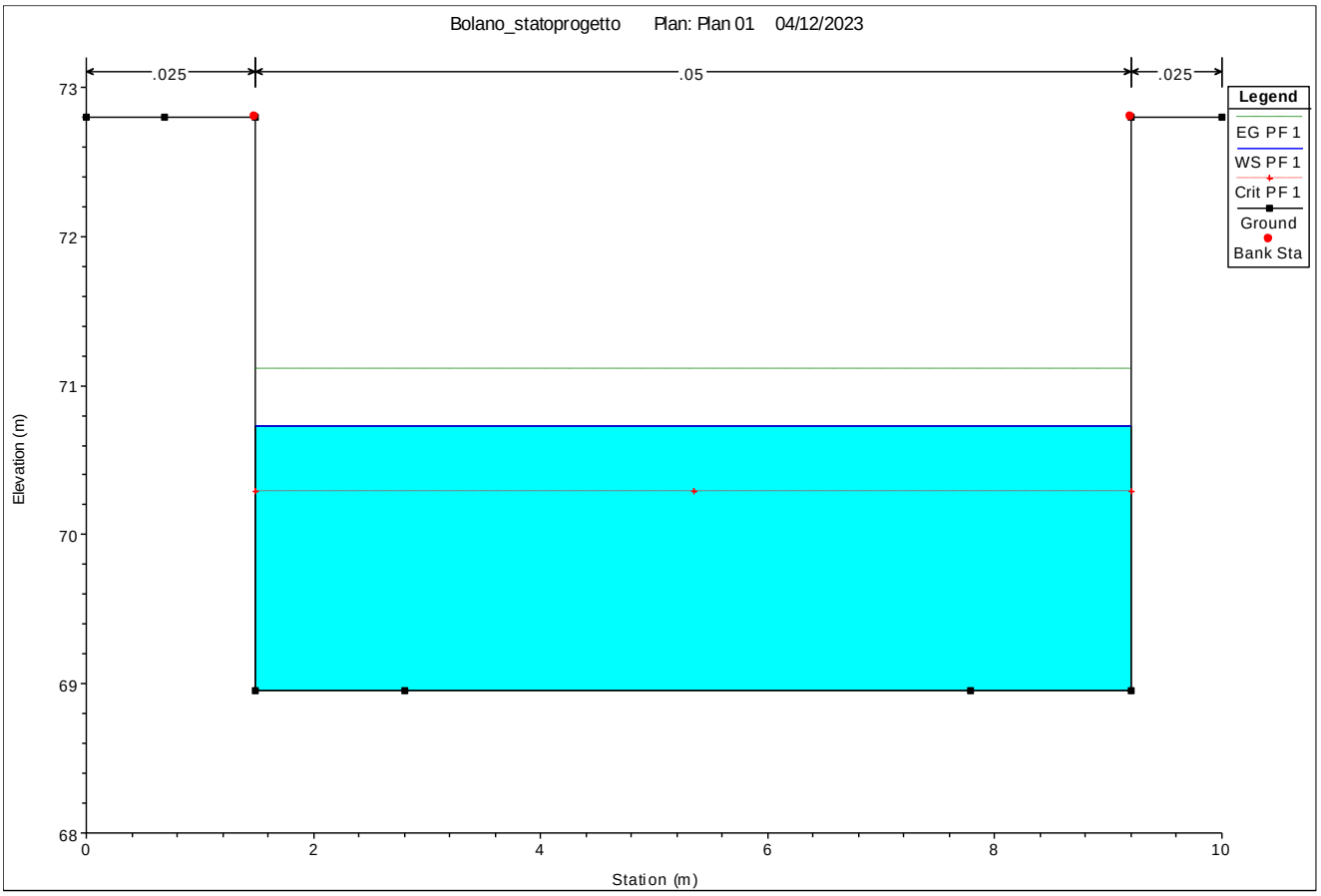
Sez. 14.2 BR D (Attraversamento loc. Villa- F)



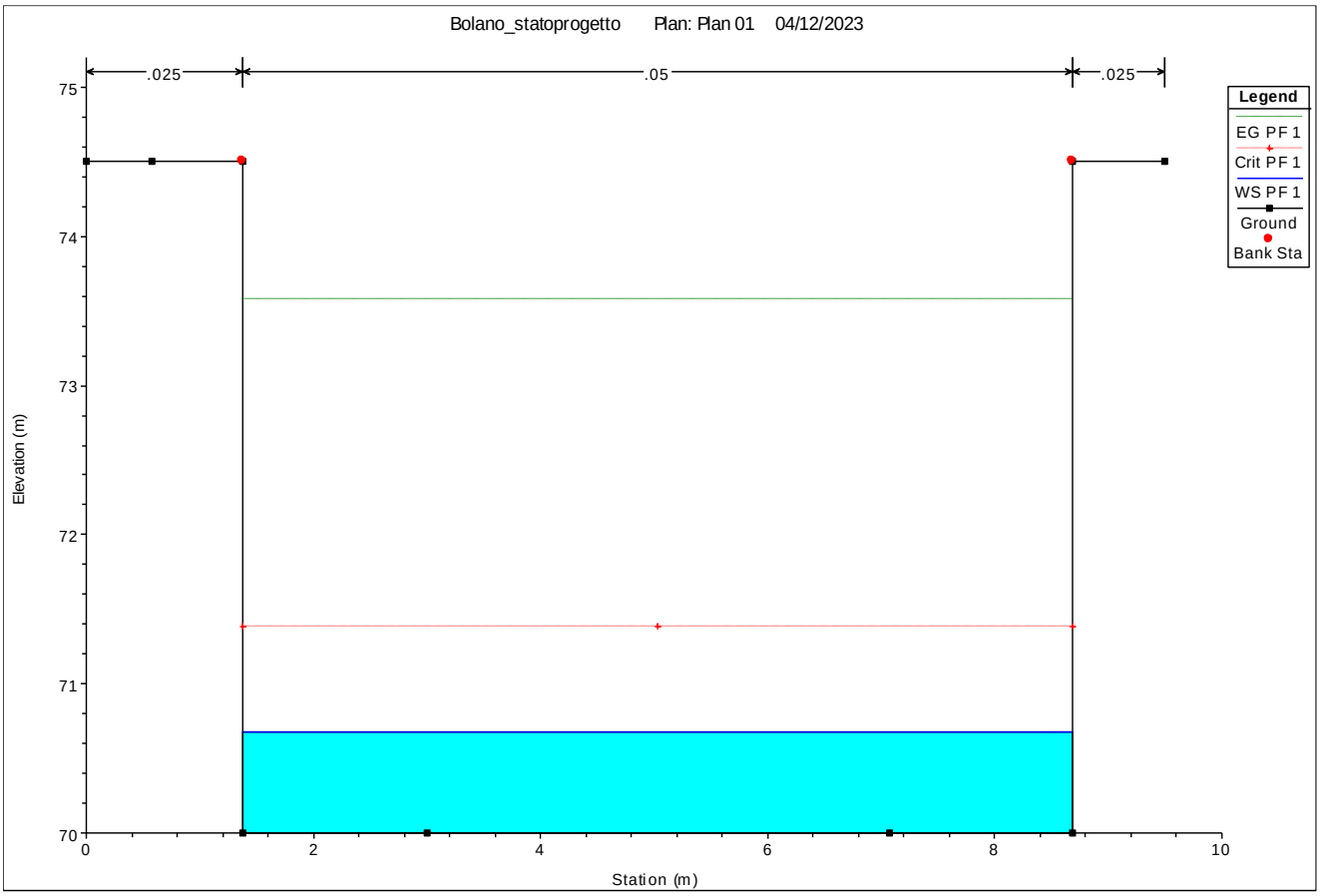
Sez. 14.2 BR U (Attraversamento loc. Villa- F)



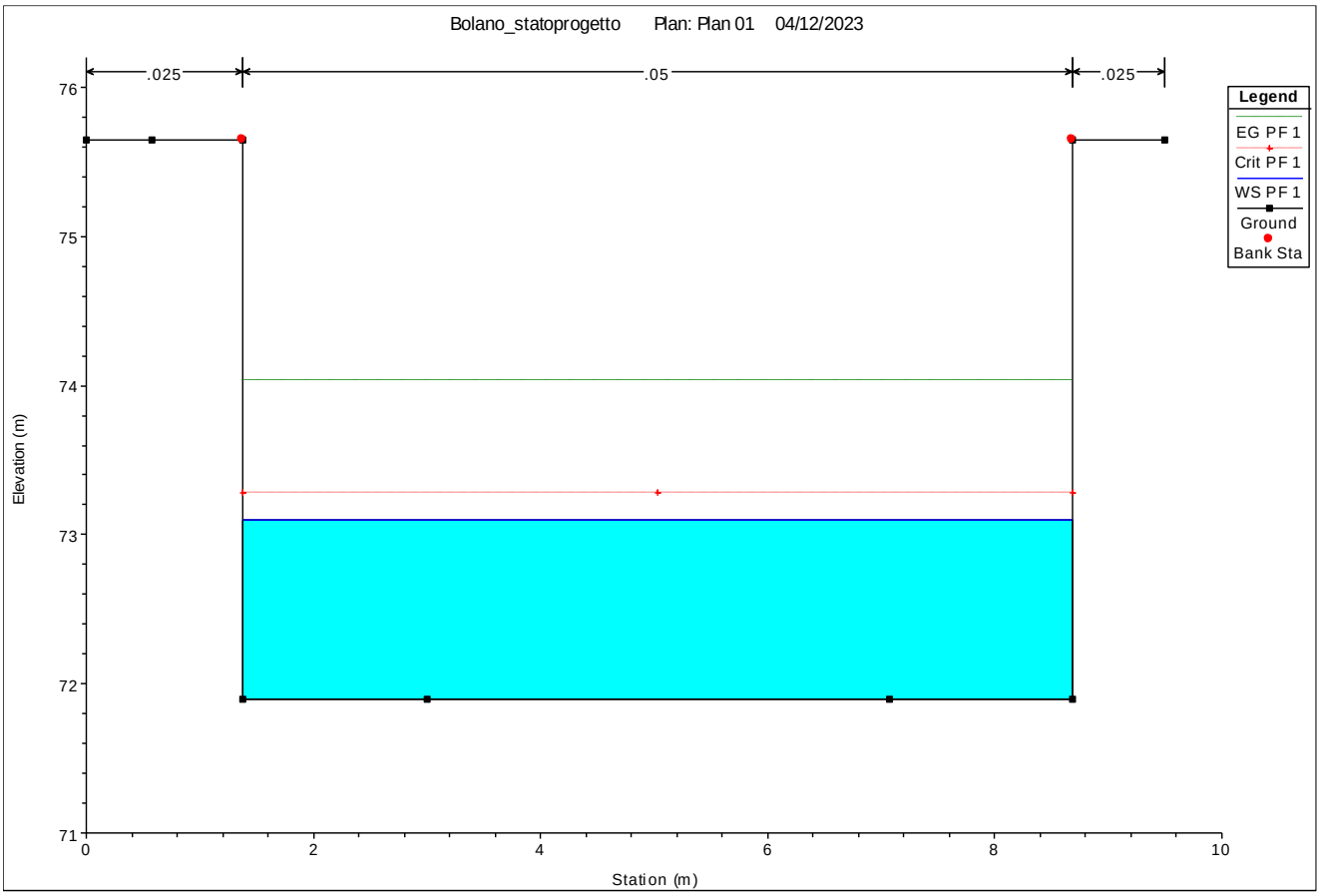
Sez. 14.5


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.025
.05
.025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
73
72
71
70
69
68
0
2
4
6
8
10

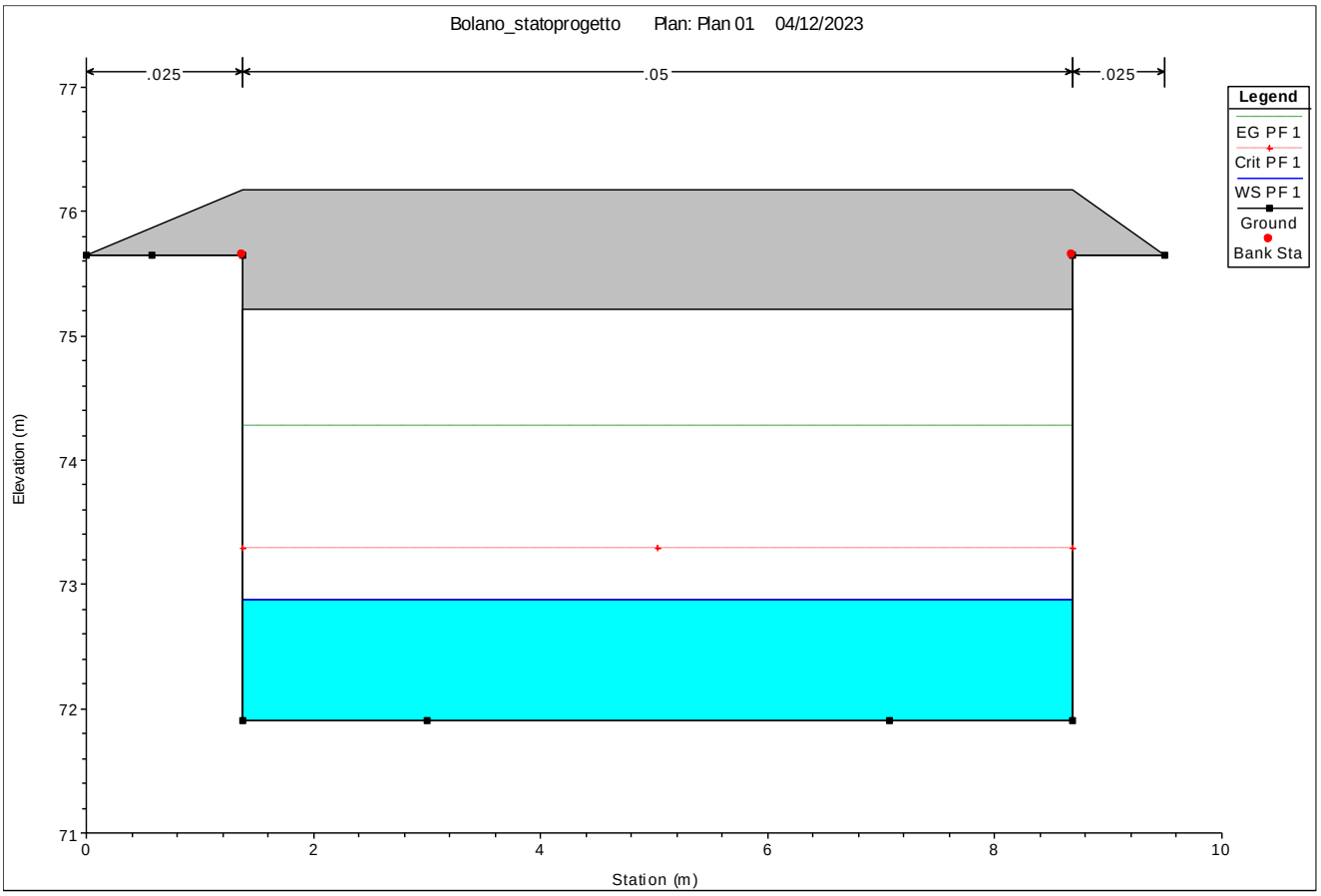
Sez. 14.9


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.025
.05
.025
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
75
74
73
72
71
70
0
2
4
6
8
10
Station (m)

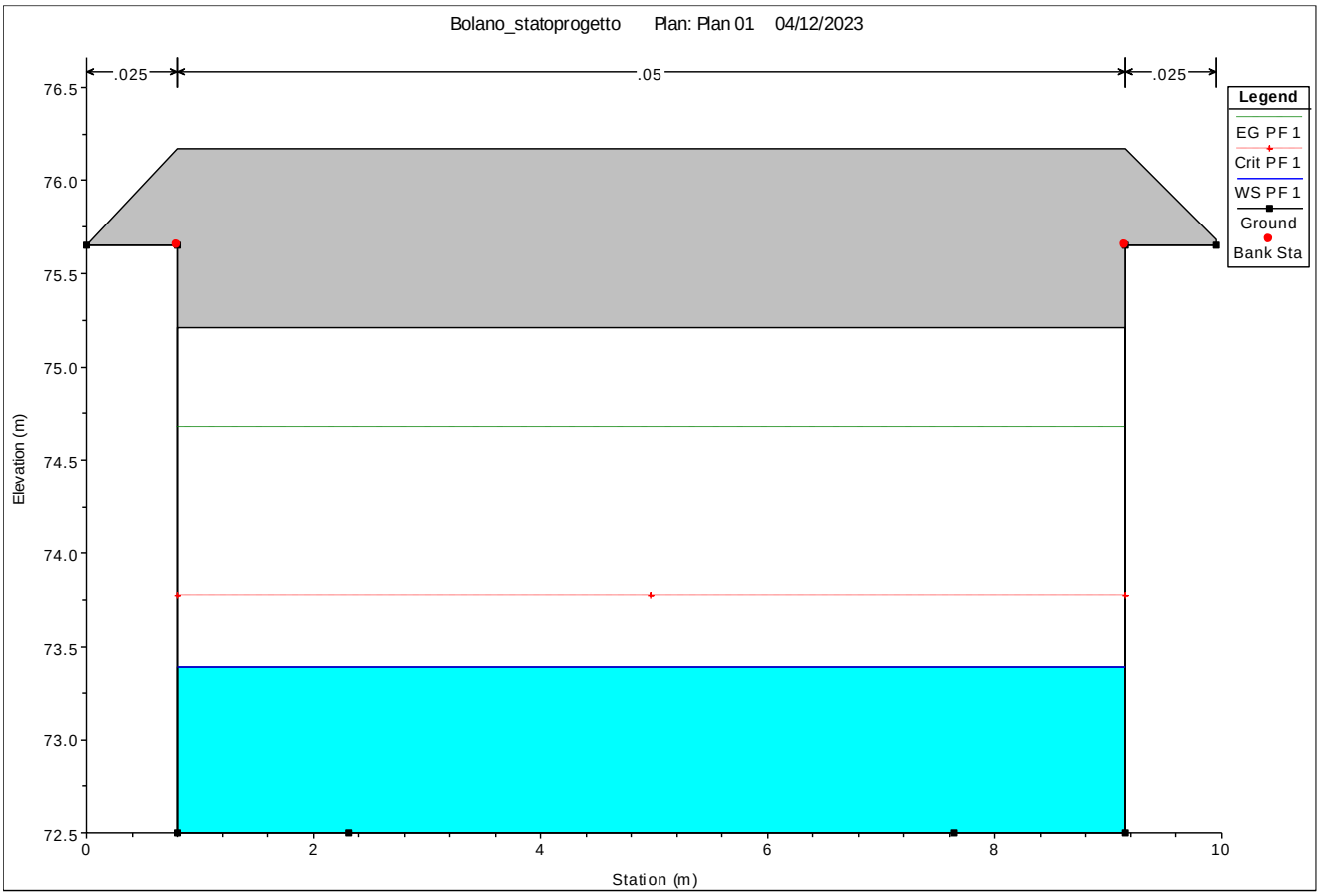
Sez. 15.0


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.025
.05
.025
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
76
75
74
73
72
71
0
2
4
6
8
10

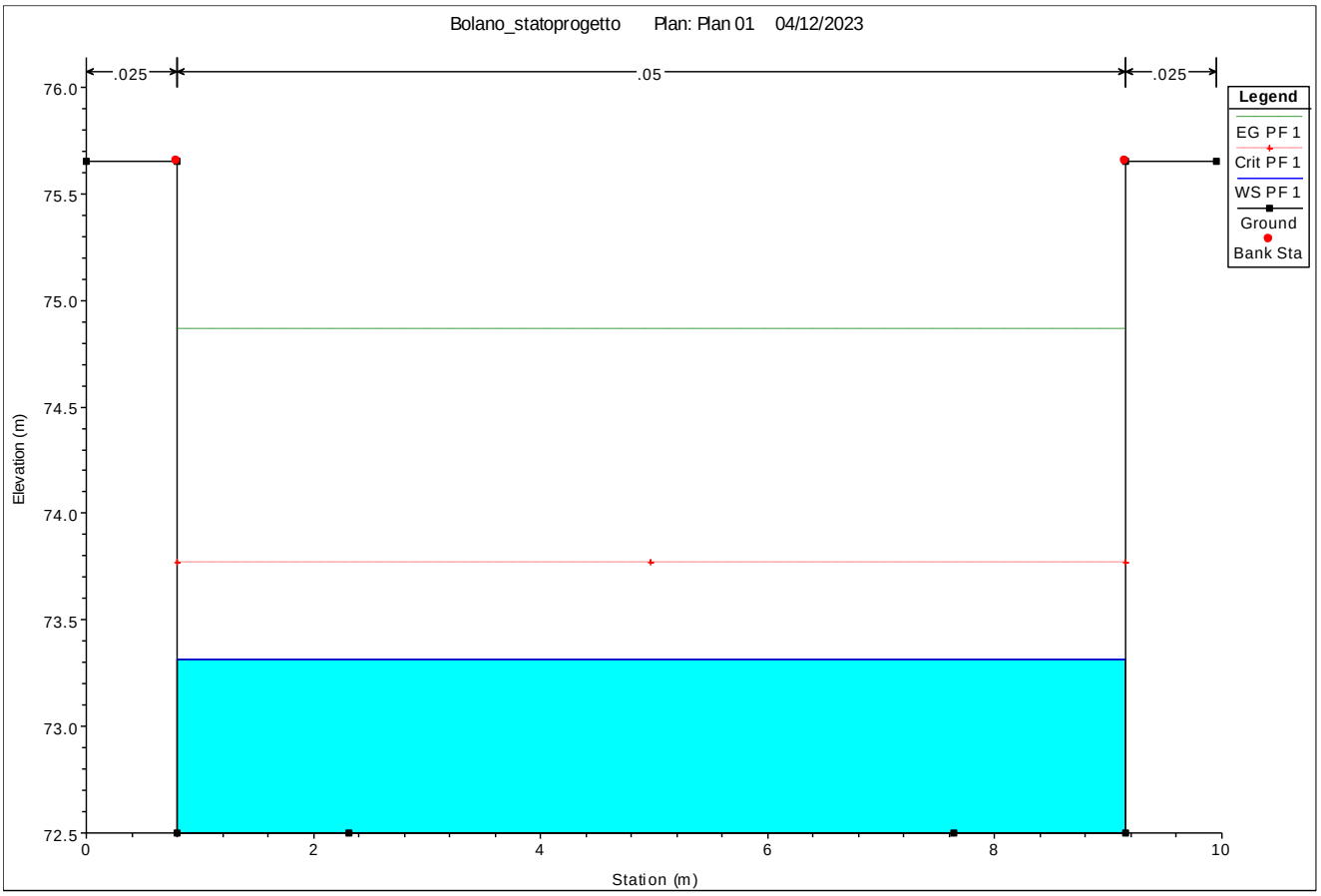
Sez. 15.1 BR D (Attraversamento loc. Villa – G)



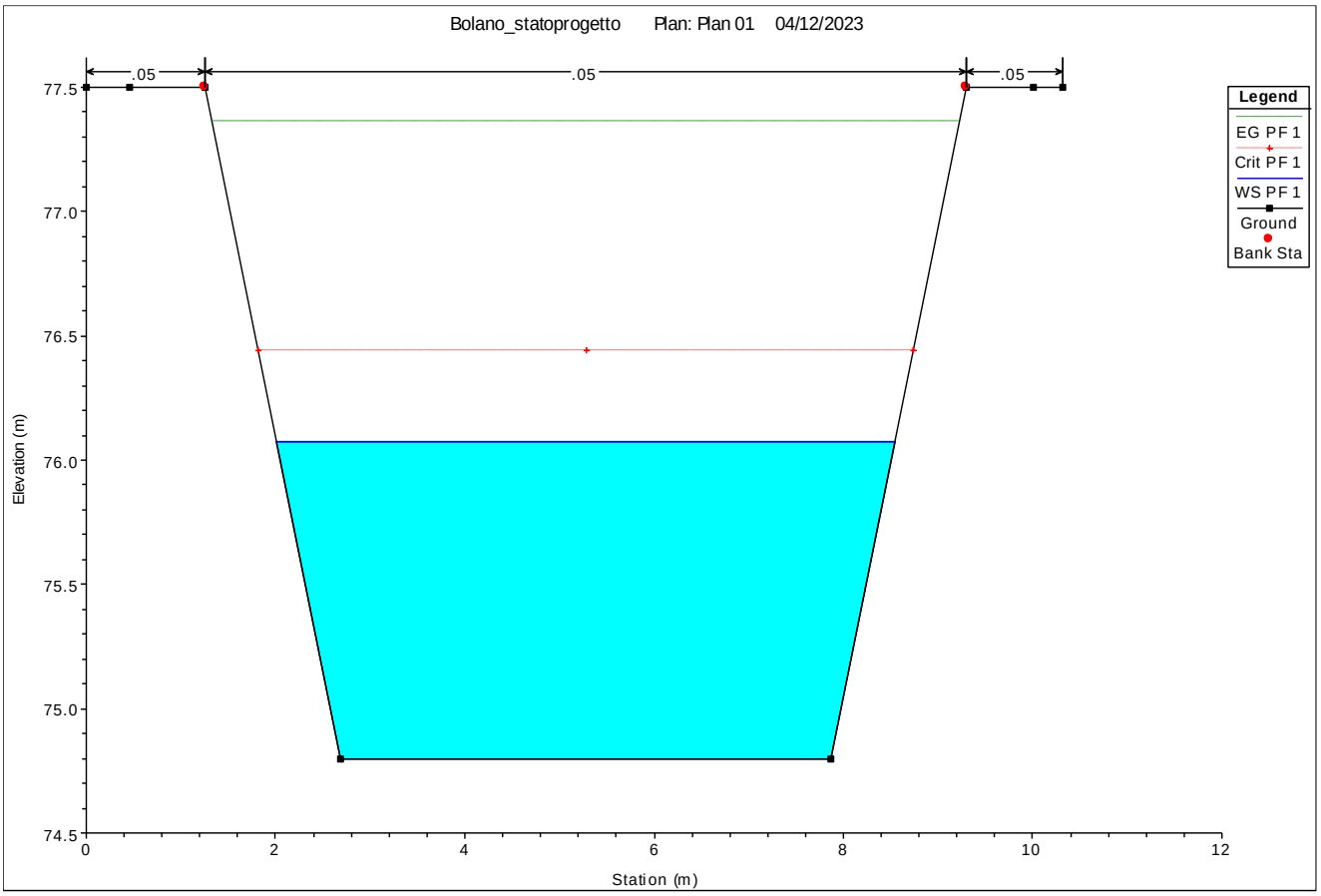
Sez. 15.1 BR U (Attraversamento loc. Villa – G)



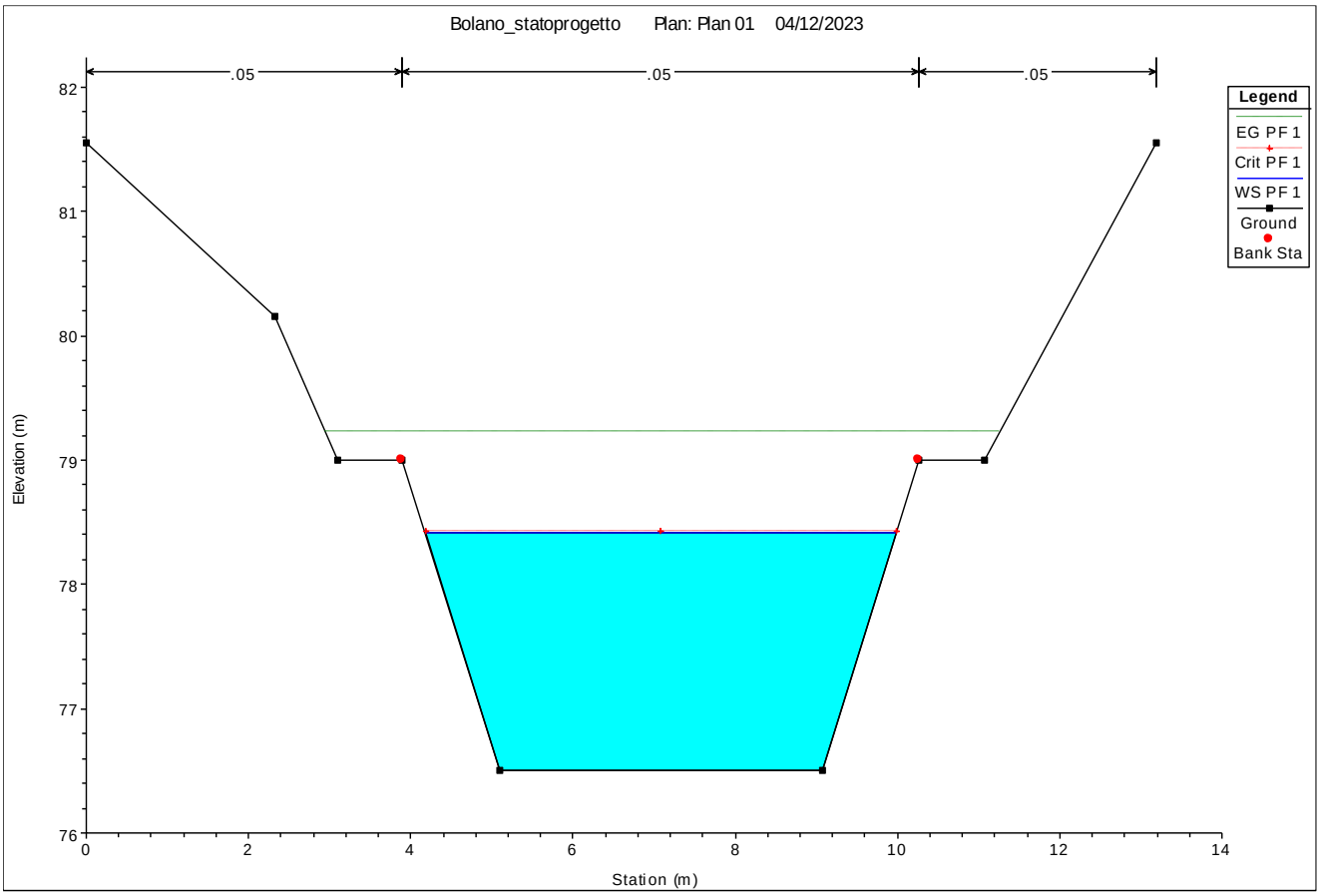
Sez. 15.2


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.025
.05
.025
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
76.0
75.5
75.0
74.5
74.0
73.5
73.0
72.5
0
2
4
6
8
10
Station (m)

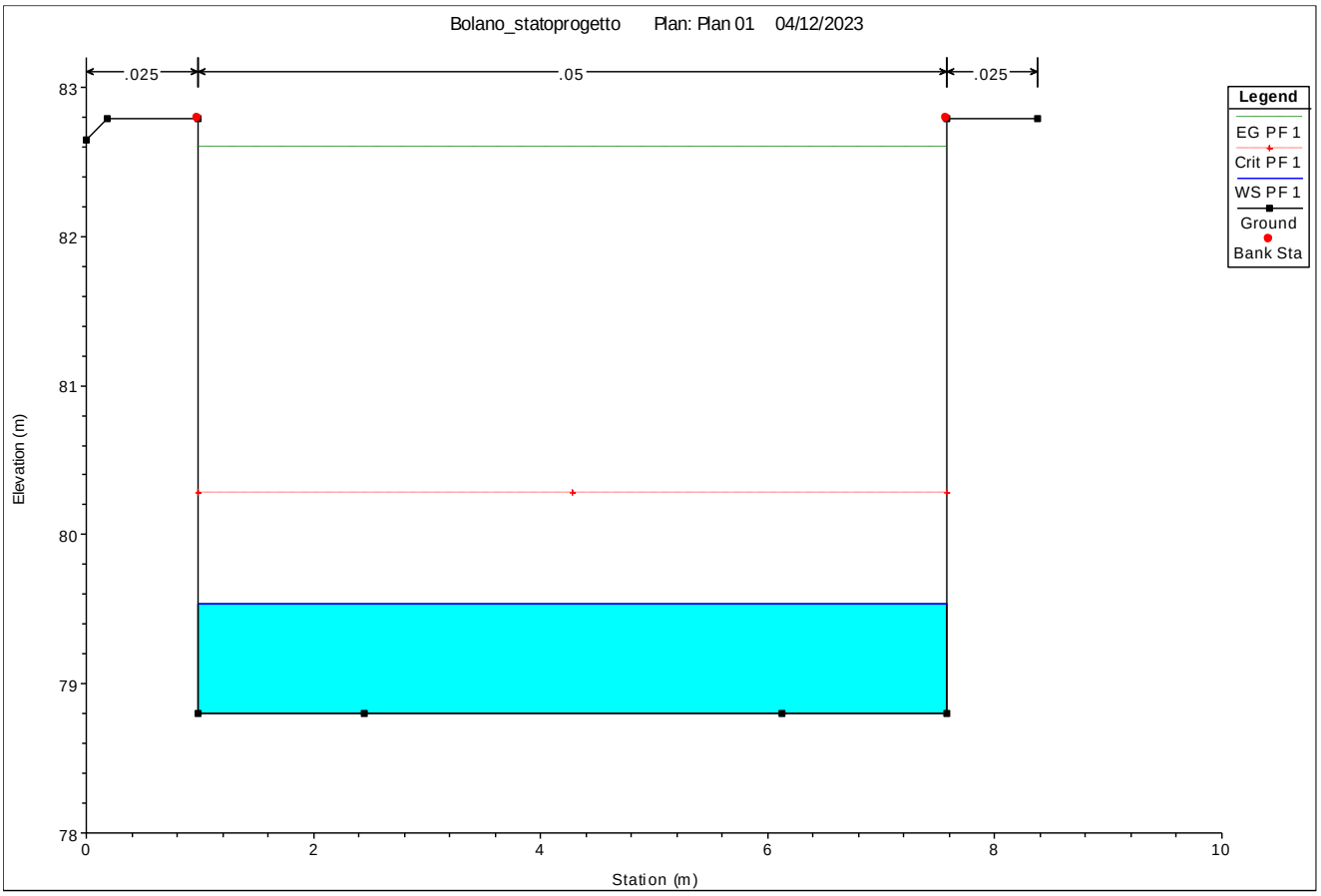
Sez. 15.5


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
77.5
77.0
76.5
76.0
75.5
75.0
74.5
0
2
4
6
8
10
12
Station (m)

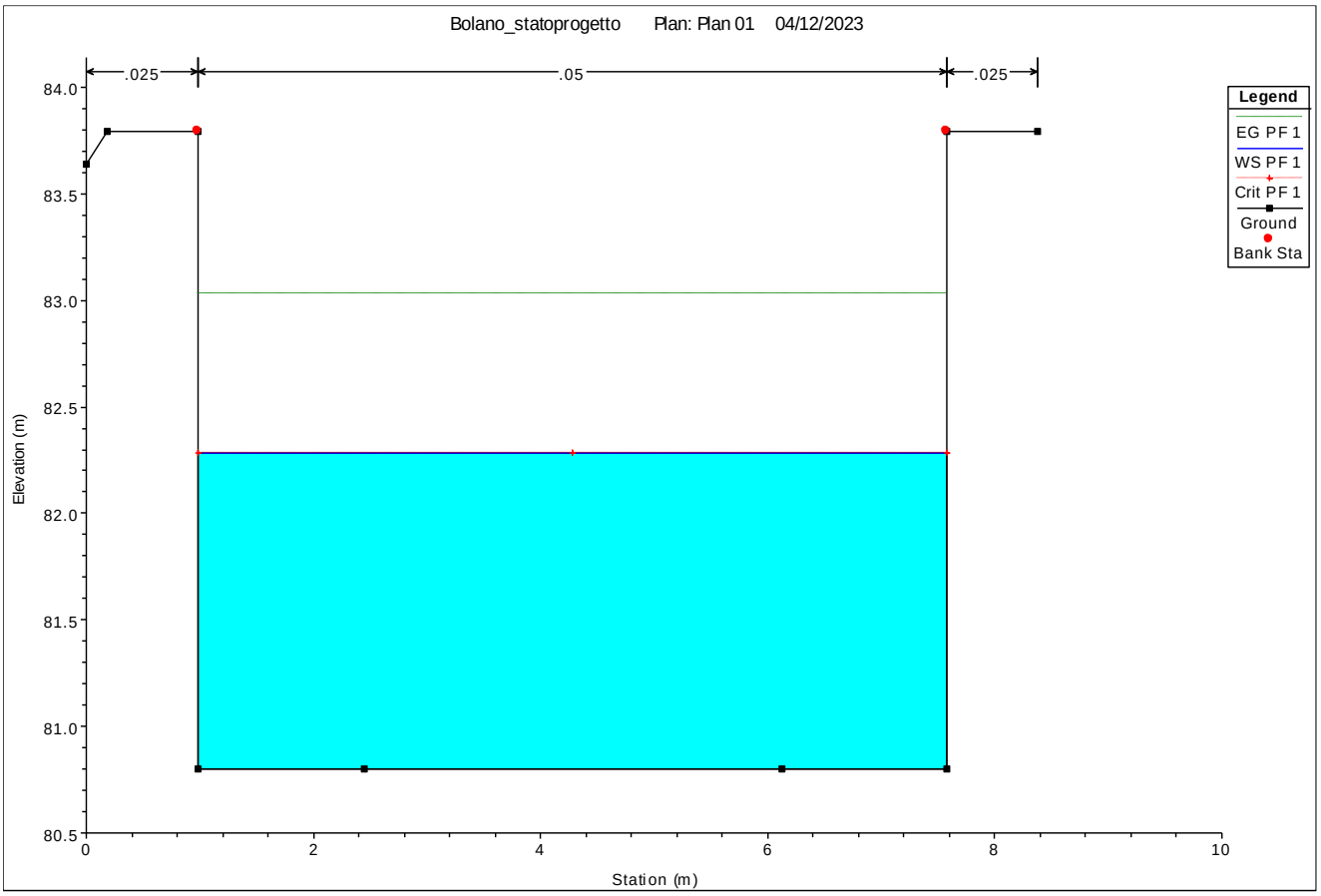
Sez. 16.0


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
82
81
80
79
78
77
76
0
2
4
6
8
10
12
14

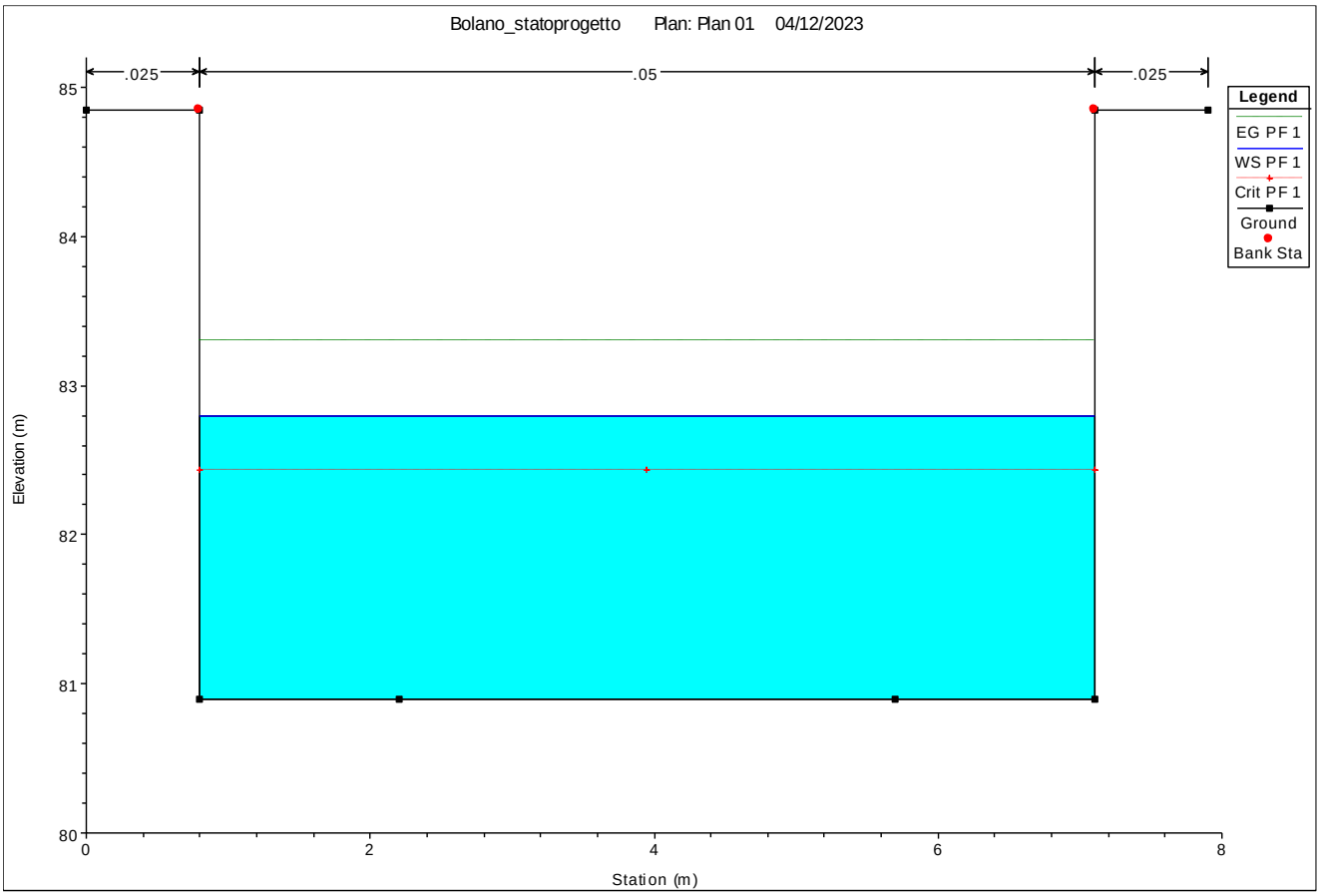
Sez. 16.9


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.025
.05
.025
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
83
82
81
80
79
78
0
2
4
6
8
10

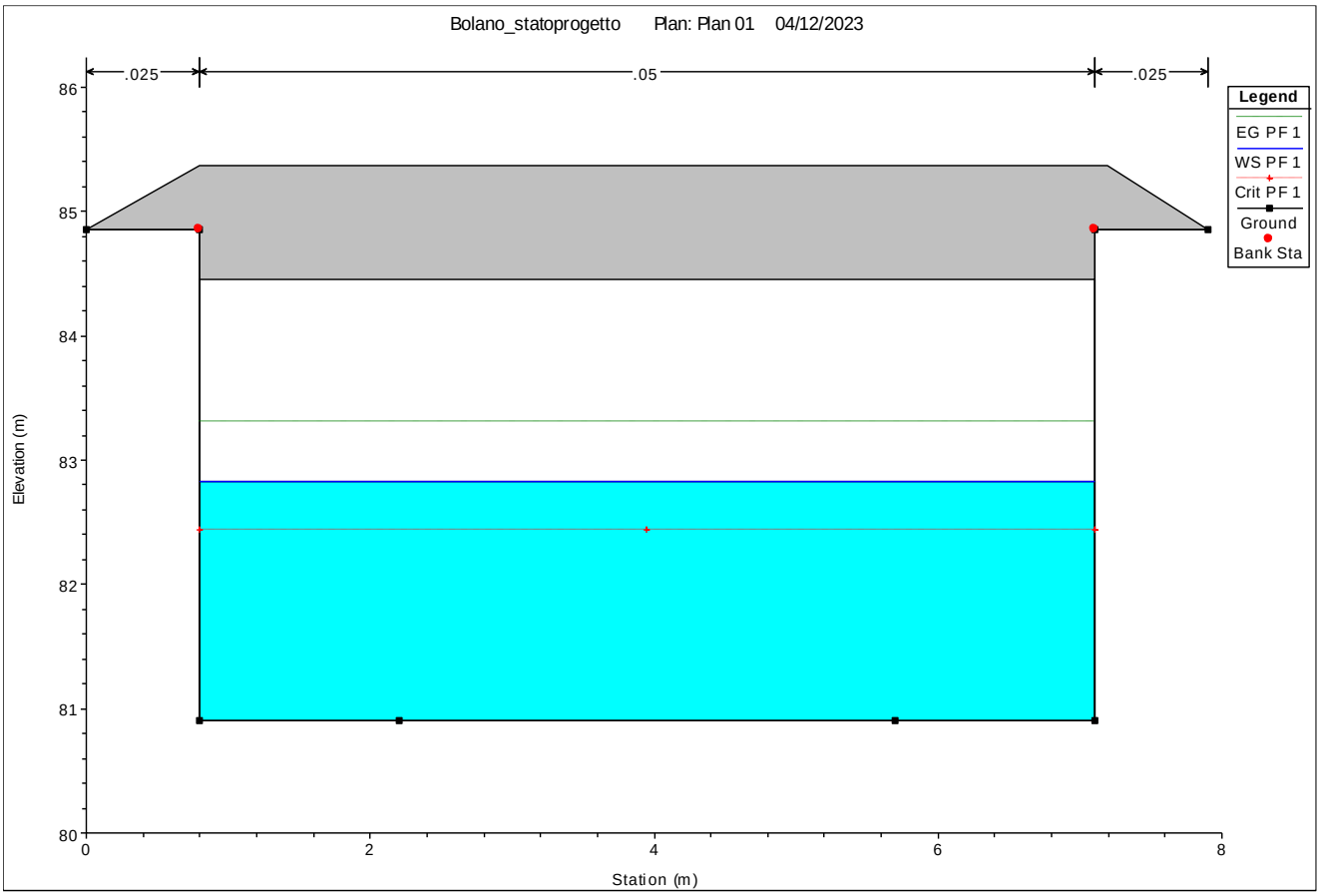
Sez. 17.0


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.025
.05
.025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
84.0
83.5
83.0
82.5
82.0
81.5
81.0
80.5
0
2
4
6
8
10
Station (m)

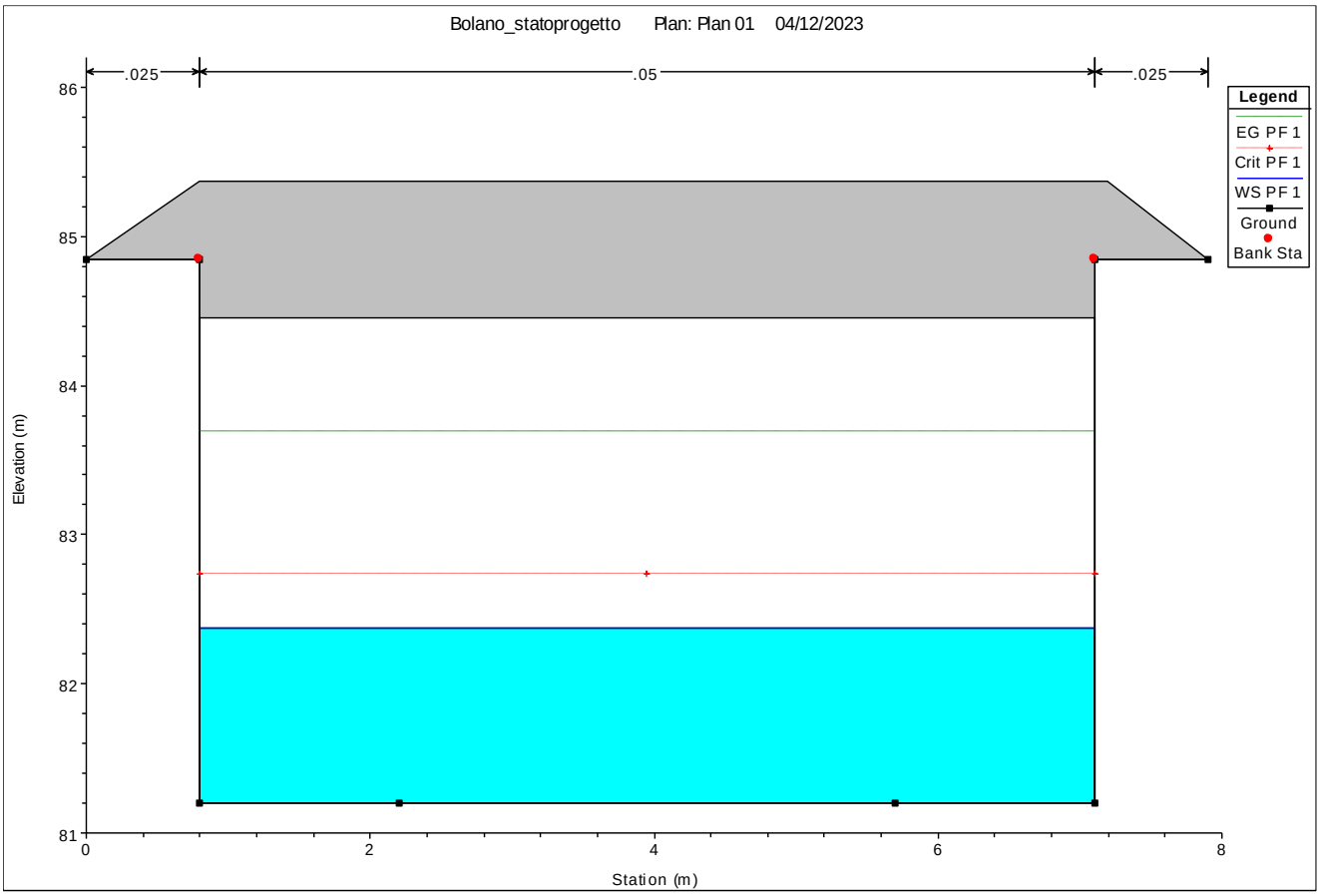
Sez. 17.4


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.025
.05
.025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
85
84
83
82
81
80
0
2
4
6
8
Station (m)

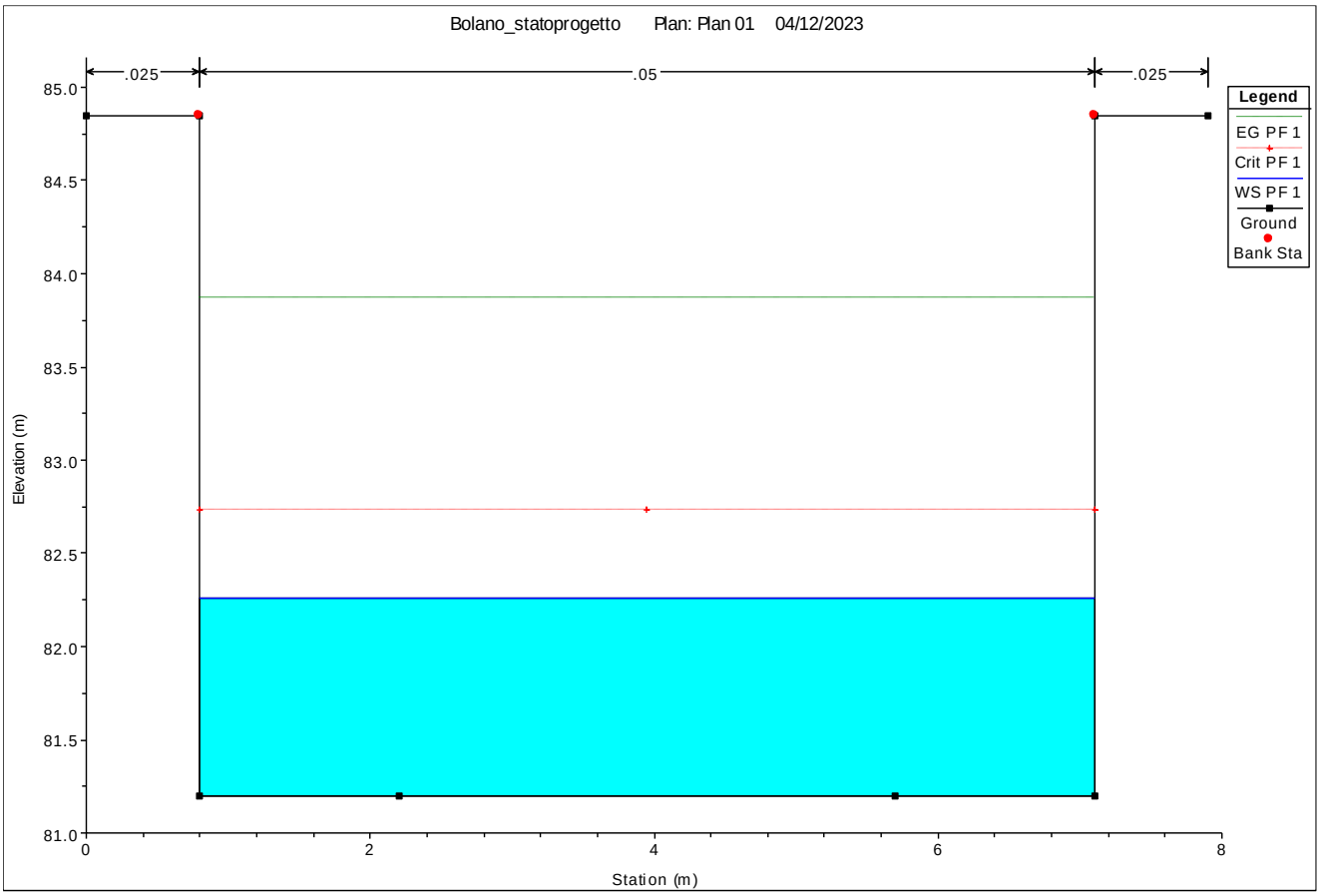
Sez. 17.5 BR D (Ponte Via Picarda)



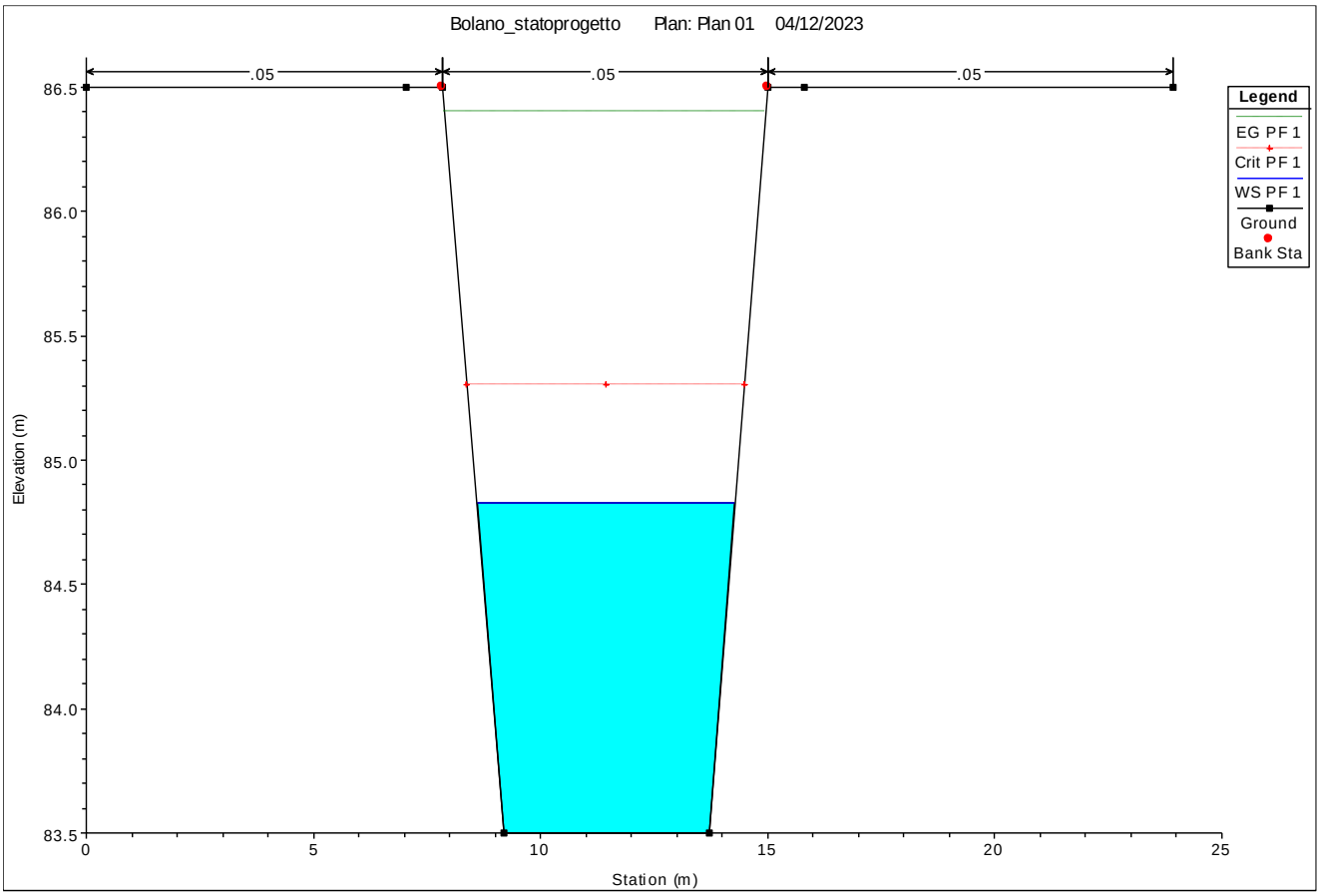
Sez. 17.5 BR U (Ponte Via Picarda)



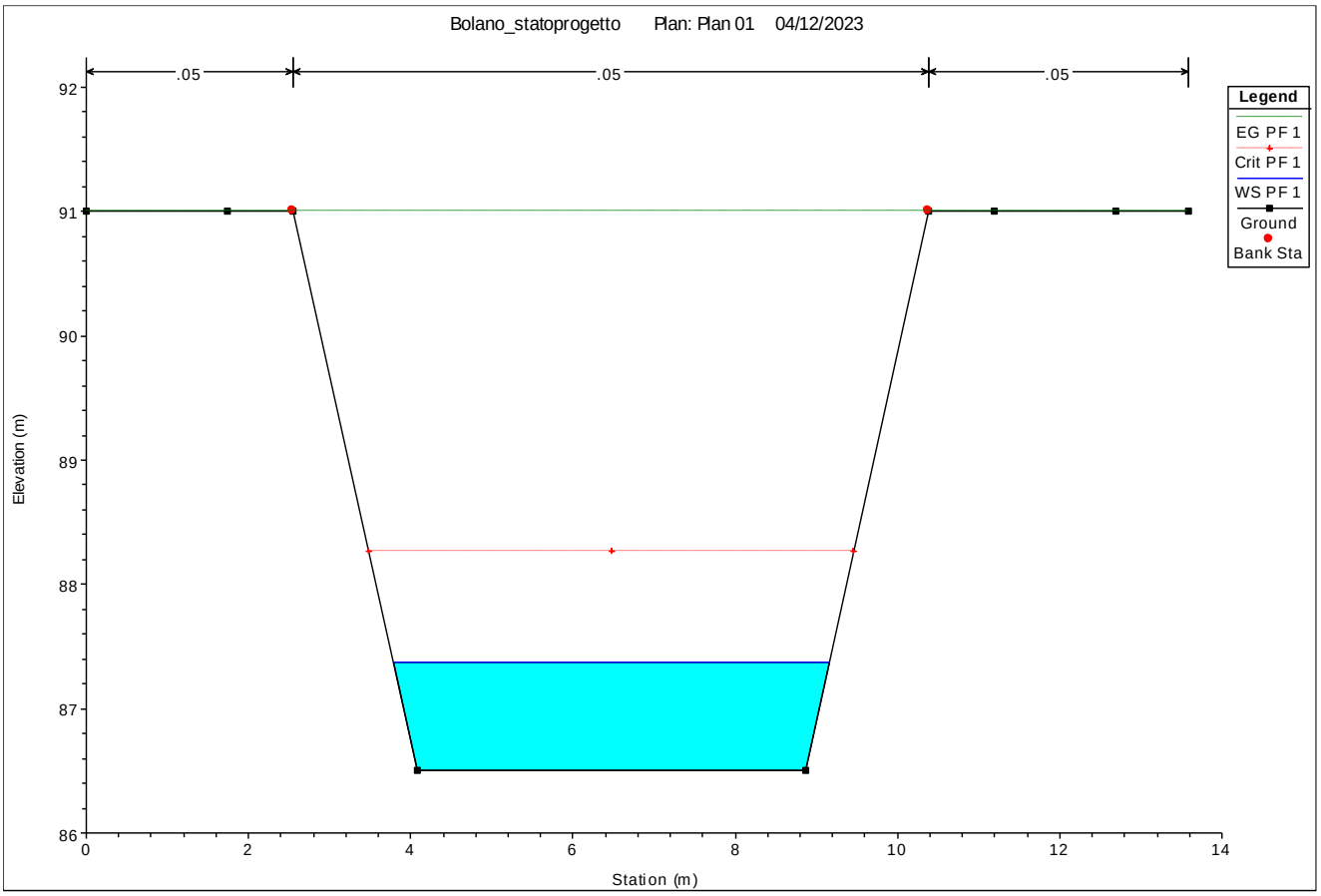
Sez. 17.6


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.025
.05
.025
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
85.0
84.5
84.0
83.5
83.0
82.5
82.0
81.5
81.0
0
2
4
6
8
Station (m)

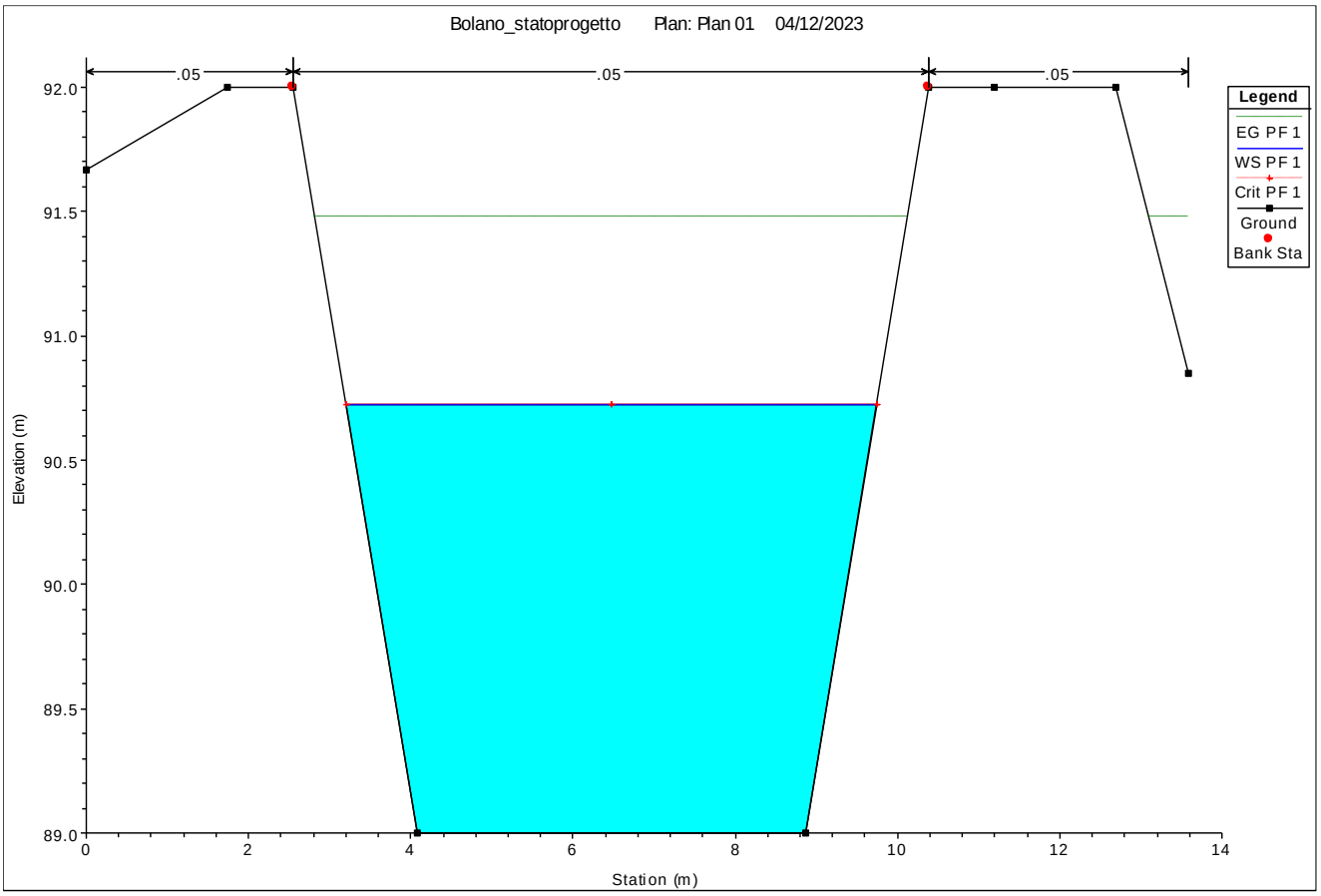
Sez. 17.8


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
86.5
86.0
85.5
85.0
84.5
84.0
83.5
0
5
10
15
20
25
Station (m)

Sez. 17.9


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
92
91
90
89
88
87
86
0
2
4
6
8
10
12
14

Sez. 18.0


Bolano_statoprogetto Plan: Plan 01 04/12/2023
.05
.05
.05
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
92.0
91.5
91.0
90.5
90.0
89.5
89.0
0
2
4
6
8
10
12
14
Station (m)

A seguito delle verifiche su HEC – RAS, viene riportata di seguito la verifica dei franchi di sicurezza in stato di progetto:

n.sez.	sezione	v (m/s)	v2/2g (m)	F_{min} (m)	Quota di controllo (m s.l.m.)	Quota min channel (m s.l.m.)	Livello idrico (m s.l.m.)	h (m)	Franco (m)	Verifica
1	18	3.84	0.75	0.5	92	89.00	90.72	1.72	1.28	OK
2	17.9	8.44	3.63	0.5	91	86.50	87.37	0.87	3.63	OK
3	17.8	5.56	1.58	0.5	86.5	83.50	84.83	1.33	1.67	OK
4	17.6	5.61	1.6	0.5	84.85	81.20	82.26	1.06	2.59	OK
5	17.5 PONTE U	5.09	1.32	1.5	84.45	81.20	82.37	1.17	2.08	OK
6	17.5 PONTE D	3.09	0.49	1.5	84.45	80.90	82.83	1.93	1.62	OK
7	17.4	3.14	0.5	0.5	84.85	80.90	82.8	1.9	2.05	OK
8	17	3.83	0.75	0.5	83.79	80.80	82.28	1.48	1.51	OK
9	16.9	7.76	3.07	0.5	82.79	78.80	79.53	0.73	3.26	OK
10	16	3.99	0.81	0.5	81.55	76.50	78.42	1.92	3.13	OK
11	15.5	5.02	1.28	0.5	77.5	74.80	76.08	1.28	1.42	OK
12	15.2	5.52	1.55	0.5	75.65	72.50	73.31	0.81	2.34	OK
13	15.1 PONTE U	5.01	1.28	1.5	75.21	72.50	73.40	0.9	1.81	OK
14	15.1 PONTE D	5.24	1.4	1.5	75.21	71.90	72.88	0.98	2.33	OK
15	15	4.27	0.93	0.5	75.65	71.90	73.1	1.2	2.55	OK
16	14.9	7.53	2.89	0.5	74.5	70.00	70.68	0.68	3.82	OK
17	14.5	2.73	0.38	0.5	72.8	68.95	70.73	1.78	2.07	OK
18	14.2 PONTE U	2.78	0.39	1.5	72.3	68.95	70.70	1.75	1.60	OK
19	14.2 PONTE D	3.06	0.48	1.5	72.3	68.95	70.54	1.59	1.76	OK
20	14	3.64	0.68	0.5	72.8	68.95	70.29	1.34	2.51	OK
21	13.9	7.55	2.91	0.5	71	67.00	67.64	0.64	3.36	OK
22	13.5	3.68	0.69	0.5	68.5	64.75	66	1.25	2.50	OK
23	13	4.32	0.95	0.5	65.1	62.50	63.49	0.99	1.61	OK
24	12.8	4.77	1.16	0.5	65.1	60.70	61.78	1.08	3.32	OK
25	12.5	3.59	0.66	0.5	62.7	59.50	60.9	1.4	1.80	OK
26	12	3.11	0.49	0.5	61.6	58.00	59.69	1.69	1.91	OK
27	11.9 PONTE U	3.72	0.71	1.5	61.1	58.00	59.41	1.41	1.69	OK
28	11.9 PONTE D	4.6	1.08	1.5	61.1	57.70	58.84	1.14	2.26	OK
29	11.8	3.29	0.55	0.5	61.6	57.70	59.3	1.6	2.30	OK
30	11	3.7	0.7	0.5	59.5	56.30	58.14	1.84	1.36	OK
31	10.5	5.93	1.79	0.5	58.38	54.50	55.28	0.78	3.10	OK
32	10	3.73	0.71	0.5	57.9	53.90	55.52	1.62	2.38	OK
33	9,5	4.31	0.95	0.5	56.1	52.25	54.41	2.16	1.69	OK
34	9	4.09	0.85	0.5	54.2	51.05	52.78	1.73	1.42	OK
35	8,5	5	1.27	0.5	52.5	48.74	50.5	1.76	2.00	OK
36	8	4.01	0.82	0.5	51.65	48.02	50.02	2	1.63	OK
37	7	4.65	1.1	0.5	48.2	44.68	46.62	1.94	1.58	OK
38	6	5.07	1.31	0.5	47.5	43.80	44.7	0.9	2.80	OK
39	5.5	2.13	0.23	0.5	47.5	42.90	44.67	1.77	2.83	OK
40	5.2 PONTE U	2.14	0.23	1.5	46.9	42.90	44.66	1.76	2.24	OK
41	5.2 PONTE D	2.18	0.24	1.5	46.9	42.90	44.63	1.73	2.27	OK
42	5	2.18	0.24	0.5	47.3	42.90	44.63	1.73	2.67	OK
43	4.5	3.22	0.53	0.5	45.5	41.80	43.75	1.95	1.75	OK
44	4	3.21	0.53	0.5	45.5	41.60	43.55	1.95	1.95	OK
45	3.5	3.87	0.76	0.5	45.5	41.40	43.04	1.64	2.46	OK
46	3	5.02	1.28	0.5	45.5	41.00	42.29	1.29	3.21	OK
47	2.8	2.63	0.35	0.5	43.38	40.00	41.68	1.68	1.70	OK
48	2.5	3.61	0.66	0.5	43.37	39.60	41.06	1.46	2.31	OK
49	2.45	2.69	0.37	0.5	42.22	38.00	40.34	2.34	1.88	OK
50	2.41	2.77	0.39	0.5	42.13	37.60	39.98	2.38	2.15	OK
51	2.2 PONTE DANTE U	2.85	0.41	0.75	41.23	37.60	39.91	2.31	1.32	OK
52	2.2 PONTE D.NTE D	3.6	0.66	0.75	41.23	36.50	39.51	3.01	1.72	OK
53	2.1	4.46	1.01	0.5	42	36.50	39.05	2.55	2.95	OK
54	2	4.27	0.93	0.5	41.4	37.20	39.04	1.84	2.36	OK
55	1.8	2.06	0.22	0.5	41	36.40	38.63	2.23	2.37	OK
56	1.5	3.23	0.53	0.5	40.3	36.30	38.04	1.74	2.26	OK
57	1.4	3	0.46	0.5	40.3	35.80	37.75	1.95	2.55	OK
58	1.3	2.75	0.39	0.5	38.53	35.30	37.51	2.21	1.02	OK
59	1.2	2.8	0.4	0.5	38.31	35.20	37.39	2.19	0.92	OK
60	1	2.76	0.39	0.5	37.96	35.00	37.18	2.18	0.78	OK
61	0.8	3.54	0.64	0.5	37.17	33.70	36.34	2.64	0.83	OK
62	0.6	4.45	1.01	0.5	36.6	33.40	35.43	2.03	1.17	OK
63	0.5	4.95	1.25	0.5	36.24	33.20	34.85	1.65	1.39	OK
64	0.2 PONTE PIAZZA CORRIERE U	4.15	0.88	0.75	36.24	33.20	35.14	1.94	1.10	OK
65	0.2 PONTE PIAZZA CORRIERE D	5.29	1.43	0.75	36.24	32.96	34.42	1.46	1.82	OK
66	0.1	4.91	1.23	0.5	36.24	32.96	34.52	1.56	1.72	OK
67	0	3.34	0.57	0.5	34.64	30.30	33.26	2.96	1.38	OK

Per una migliore analisi dei risultati ottenuti con HEC-RAS nelle tabelle che seguono si riportano per la simulazione con T=200, e per ciascuna delle sezioni considerate ai fini della descrizione del Torrente Villa a seguito degli interventi di progetto, l'altezza della corrente ed i valori delle principali grandezze idrauliche:

- numero sezione;
- portata complessiva;
- quota del fondo della sezione;
- quota del profilo della corrente;
- quota del profilo critico della corrente;
- quota del profilo dell'energia della corrente;
- pendenza del profilo dell'energia della corrente;
- velocità della corrente;
- area bagnata;
- numero di Froude;

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Bolano Reach: principale Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
principale	18	PF 1	37.50	89.00	90.72	91.48	0.031458	3.84	9.76	6.54	1.01
principale	17.9	PF 1	37.50	86.50	87.37	91.01	0.303789	8.44	4.44	5.38	2.97
principale	17.8	PF 1	37.50	83.50	84.83	86.40	0.087402	5.56	6.75	5.68	1.63
principale	17.6	PF 1	37.50	81.20	82.26	83.87	0.107193	5.61	6.68	6.30	1.74
principale	17.5		Bridge								
principale	17.4	PF 1	37.50	80.90	82.80	83.30	0.019682	3.14	11.94	6.30	0.73
principale	17	PF 1	37.50	80.80	82.28	83.03	0.035622	3.83	9.78	6.59	1.00
principale	16.9	PF 1	37.50	78.80	79.53	82.60	0.297457	7.76	4.83	6.59	2.89
principale	16	PF 1	37.50	76.50	78.42	79.23	0.033346	3.99	9.40	5.81	1.00
principale	15.5	PF 1	37.50	74.80	76.08	77.36	0.069930	5.02	7.47	6.53	1.50
principale	15.2	PF 1	37.50	72.50	73.31	74.87	0.126935	5.52	6.80	8.35	1.95
principale	15.1		Bridge								
principale	15	PF 1	37.50	71.90	73.10	74.03	0.052235	4.27	8.78	7.31	1.25
principale	14.9	PF 1	37.50	70.00	70.68	73.58	0.297535	7.53	4.98	7.31	2.92
principale	14.5	PF 1	37.50	68.95	70.73	71.11	0.014388	2.73	13.71	7.71	0.65
principale	14.2		Bridge								
principale	14	PF 1	37.50	68.95	70.29	70.96	0.033421	3.64	10.31	7.71	1.00
principale	13.9	PF 1	37.50	67.00	67.64	70.55	0.314317	7.55	4.97	7.71	3.00
principale	13.5	PF 1	37.50	64.75	66.00	66.70	0.034440	3.68	10.18	8.72	1.09
principale	13	PF 1	37.50	62.50	63.49	64.44	0.059852	4.32	8.68	9.35	1.43
principale	12.8	PF 1	49.50	60.70	61.78	62.94	0.064973	4.77	10.38	10.39	1.52
principale	12.5	PF 1	49.50	59.50	60.90	61.56	0.027684	3.59	13.79	10.56	1.00
principale	12	PF 1	49.50	58.00	59.69	60.19	0.018027	3.11	15.93	9.40	0.76
principale	11.9		Bridge								
principale	11.8	PF 1	49.50	57.70	59.30	59.85	0.021460	3.29	15.02	9.40	0.83
principale	11	PF 1	49.50	56.30	58.14	58.95	0.019202	4.17	13.36	8.75	0.98
principale	10.5	PF 1	49.50	54.50	55.28	57.07	0.146482	5.93	8.35	11.62	2.23
principale	10	PF 1	49.50	53.90	55.52	56.23	0.027184	3.73	13.27	8.93	0.98
principale	9.5	PF 1	59.60	52.25	54.41	55.35	0.030780	4.31	13.84	7.33	1.00
principale	9	PF 1	59.60	51.05	52.78	53.63	0.029603	4.09	14.57	9.31	1.04
principale	8.5	PF 1	59.60	48.74	50.50	51.77	0.047538	5.00	11.93	7.69	1.28
principale	8	PF 1	59.60	48.02	50.02	50.84	0.026465	4.01	14.85	9.15	1.01
principale	7	PF 1	59.60	44.68	46.62	47.72	0.037560	4.65	12.82	7.57	1.14
principale	6	PF 1	59.60	43.80	44.70	46.02	0.085649	5.07	11.75	13.38	1.73
principale	5.5	PF 1	59.60	42.90	44.66	44.90	0.007050	2.14	27.82	15.78	0.52
principale	5.2		Bridge								
principale	5	PF 1	59.60	42.90	44.63	44.87	0.007478	2.18	27.30	15.78	0.53
principale	4.5	PF 1	59.60	41.80	43.75	44.28	0.016016	3.22	18.52	10.28	0.77
principale	4	PF 1	59.60	41.60	43.55	44.08	0.015960	3.21	18.54	10.31	0.77
principale	3.5	PF 1	59.60	41.40	43.04	43.80	0.027614	3.87	15.41	10.09	1.00
principale	3	PF 1	59.60	41.00	42.29	43.58	0.059975	5.02	11.88	9.68	1.45
principale	2.8	PF 1	59.60	40.00	41.68	42.05	0.010283	2.67	22.69	13.92	0.66
principale	2.5	PF 1	59.60	39.60	41.06	41.72	0.025962	3.61	16.52	12.56	1.00
principale	2.45	PF 1	59.60	38.00	40.34	40.70	0.009689	2.69	22.16	9.76	0.57
principale	2.41	PF 1	59.60	37.60	39.98	40.37	0.010581	2.77	21.54	9.04	0.57
principale	2.2		Bridge								
principale	2.1	PF 1	61.80	36.50	39.05	40.06	0.032331	4.46	13.86	5.81	0.92
principale	2	PF 1	61.80	37.20	39.04	39.97	0.033665	4.27	14.49	7.88	1.00
principale	1.8	PF 1	61.80	36.40	38.63	38.84	0.005326	2.06	30.04	13.50	0.44
principale	1.5	PF 1	61.80	36.30	38.04	38.57	0.017924	3.23	19.16	11.00	0.78
principale	1.4	PF 1	61.80	35.80	37.75	38.20	0.013625	3.00	20.63	11.00	0.70
principale	1.3	PF 1	61.80	35.30	37.51	37.89	0.009902	2.75	22.51	11.72	0.61
principale	1.2	PF 1	61.80	35.20	37.39	37.79	0.010714	2.80	22.04	11.00	0.63
principale	1	PF 1	61.80	35.00	37.18	37.57	0.010498	2.76	22.35	10.60	0.61
principale	0.8	PF 1	61.80	33.70	36.34	36.98	0.017228	3.54	17.48	7.25	0.73
principale	0.6	PF 1	61.80	33.40	35.43	36.44	0.034580	4.45	13.89	6.94	1.00
principale	0.5	PF 1	61.80	33.20	34.85	36.10	0.047786	4.95	12.49	8.46	1.30
principale	0.2		Bridge								
principale	0.1	PF 1	61.80	32.96	34.52	35.75	0.048962	4.91	12.57	9.02	1.33
principale	0	PF 1	61.80	30.30	33.26	33.84	0.015278	3.35	18.48	9.24	0.62

Valori caratteristici dello sforzo tangenziale τ_0 esercitato dalla corrente sul materiale costituente il fondo alveo.

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Bolano Reach: principale Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Shear Chan
			(N/m2)
principale	18	PF 1	347.91
principale	17.9	PF 1	1996.51
principale	17.8	PF 1	781.23
principale	17.6	PF 1	834.08
principale	17.5		Bridge
principale	17.4	PF 1	228.45
principale	17	PF 1	357.50
principale	16.9	PF 1	1749.88
principale	16	PF 1	373.37
principale	15.5	PF 1	634.74
principale	15.2	PF 1	847.99
principale	15.1		Bridge
principale	15	PF 1	462.94
principale	14.9	PF 1	1674.69
principale	14.5	PF 1	171.72
principale	14.2		Bridge
principale	14	PF 1	325.32
principale	13.9	PF 1	1701.96
principale	13.5	PF 1	333.95
principale	13	PF 1	486.83
principale	12.8	PF 1	576.30
principale	12.5	PF 1	304.28
principale	12	PF 1	220.15
principale	11.9		Bridge
principale	11.8	PF 1	250.99
principale	11	PF 1	347.33
principale	10.5	PF 1	979.51
principale	10	PF 1	320.91
principale	9.5	PF 1	410.27
principale	9	PF 1	376.38
principale	8.5	PF 1	571.81
principale	8	PF 1	355.41
principale	7	PF 1	483.79
principale	6	PF 1	677.41
principale	5.5	PF 1	99.62
principale	5.2		Bridge
principale	5	PF 1	104.01
principale	4.5	PF 1	225.26
principale	4	PF 1	224.58
principale	3.5	PF 1	340.09
principale	3	PF 1	609.41
principale	2.8	PF 1	152.48
principale	2.5	PF 1	301.68
principale	2.45	PF 1	151.77
principale	2.41	PF 1	161.88
principale	2.2		Bridge
principale	2.1	PF 1	437.62
principale	2	PF 1	413.82
principale	1.8	PF 1	87.40
principale	1.5	PF 1	232.48
principale	1.4	PF 1	194.28
principale	1.3	PF 1	157.47
principale	1.2	PF 1	165.59
principale	1	PF 1	161.36
principale	0.8	PF 1	264.05
principale	0.6	PF 1	443.72
principale	0.5	PF 1	564.27
principale	0.2		Bridge
principale	0.1	PF 1	561.90
principale	0	PF 1	236.77

Di seguito si riportano i valori delle distanze parziali e progressive delle sezioni considerate estrapolate dalla modellazione idraulica su hec-ras:

STATO DI PROGETTO		
SEZIONI	DISTANZE PARZIALI	DISTANZE PROGRESSIVE
18	2.5	0
17.9	26.94	2.5
17.8	26.22	29.44
17.6	3.14	55.66
17.5 BR	3.4	58.8
17.4	9.34	62.2
17	2.5	71.54
16.9	42.5	74.04
16	39.13	116.54
15.5	26.81	155.67
15.2	3.22	182.48
15.1 BR	3.35	185.7
15	2.5	189.05
14.9	30.7	191.55
14.5	3.18	222.25
14.2 BR	3.3	225.43
14	2.5	228.73
13.9	41	231.23
13.5	50	272.23
13	23.61	322.23
12.8	46.64	345.84
12.5	42.47	392.48
12	3.24	434.95
11.9 BR	3.26	438.19
11.8	42.94	441.45
11	43.22	484.39
10.5	28.56	527.61
10	29.23	556.17
9.5	55.87	585.4
9	49.28	641.27
8.5	33.31	690.55
8	98.56	723.86
7	31.02	822.42

6	27.76	853.44
5.5	3.36	881.2
5.2 BR	3.18	884.56
5	53.53	887.74
4.5	12.58	941.27
4	12.21	953.85
3.5	4.4	966.06
3	32.68	970.46
2.8	19	1003.14
2.5	24.36	1022.14
2.45	32.58	1046.5
2.41	10.17	1079.08
2.2 BR	9.38	1089.25
2.1	2.1	1098.63
2	18.94	1100.73
1.8	26.63	1119.67
1.5	22.27	1146.3
1.4	25.03	1168.57
1.3	9.56	1193.6
1.2	20.75	1203.16
1	43	1223.91
0.8	20.89	1266.91
0.6	7.85	1287.8
0.5	4.9	1295.65
0.2 BR	4.5	1300.55
0.1	66.72	1305.05
0		1371.77

VASCHE DI DISSIPAZIONE

I dispositivi di dissipazione di energia cinetica vengono dimensionati in maniera opportuna determinando le lunghezze *l* delle vasche di dissipazione ed in particolare a valle dei salti di fondo ovvero tra le sezioni 18-17.9; sezioni 17-16.9; sezioni 15-14.9; sezioni 14-13.9.

Determiniamo prima se la corrente è in condizione di regime lento o veloce, tenendo in considerazione i valori del numero di Froude, in base a questo una corrente può essere caratterizzata nel seguente modo:

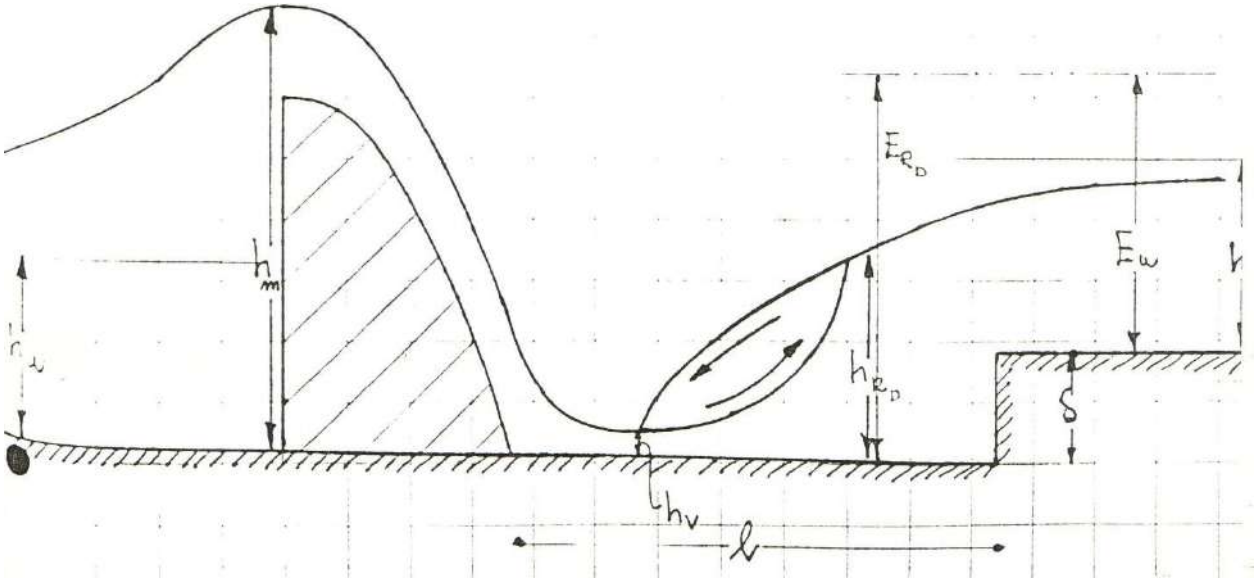
- Se Fr < 1 → la corrente è subcritica (lenta);
- Se Fr = 1 → la corrente è nel suo punto critico;
- Se Fr > 1 → la corrente è supercritica (veloce).

Sezioni considerate	Numero di Froude della corrente	Regime
18	1	CRITICO
17.9	2.97	VELOCE
17	1	CRITICO
16.9	2.89	VELOCE
15	1	CRITICO
14.9	2.92	VELOCE
14	1.0	CRITICO
13.9	3.0	VELOCE

Subito dopo il salto si instaura una corrente veloce che risulta influenzata da monte.

Generalmente il risalto si fa avvenire in una vasca di dissipazione, importante è dimensionare la lunghezza di tale vasca, a seguito della formazione del risalto idraulico (*Rif. Idraulica, Citrini & Noseda, cap. 10*)

$$l = 7\ (h_{RD})$$



Per come influisce tale vasca sul regime del moto, si ha che il risalto si ha tra h_V e h_R, perciò

$$\underline{S}(h_v) = \underline{S}(h_{RD})$$

che in questo caso risolviamo facilmente utilizzando la relazione:

$$h_{RD} + h_V = \frac{2k^3}{h_{RD}h_V}$$

Dove:

h_v= altezza coniugata di corrente veloce;

$h_{RD=}$ altezza coniugata di corrente lenta;

K= altezza di stato critico.

Il parametro h_{RD} è l'unica incognita.

I parametri opportuni per tale verifica vengono estrapolati dal programma di calcolo idraulico HEC – RAS.

Pertanto, sono state dimensionate n.4 vasche di dissipazione, i cui valori delle lunghezze ottenuti sono riportate nelle tabelle di seguito:

VASCA DISSIPAZIONE n.1 - SEZ. 14/13.9	
K	3.36
h_r	2.35
h_v	0.64
Lunghezza (m)	***16.45***

VASCA DISSIPAZIONE n.2 - SEZ. 15/14.9	
K	3.82
h_r	2.76
h_v	0.71
Lunghezza (m)	***19.34***

VASCA DISSIPAZIONE n.3 - SEZ. 17/16.9	
K	2.57
h_r	2.53
h_v	0.73
Lunghezza (m)	***17.72***

VASCA DISSIPAZIONE n.4 - SEZ. 18/17.9	
K	3.63
h_r	2.76
h_v	0.87
Lunghezza (m)	***19.34***

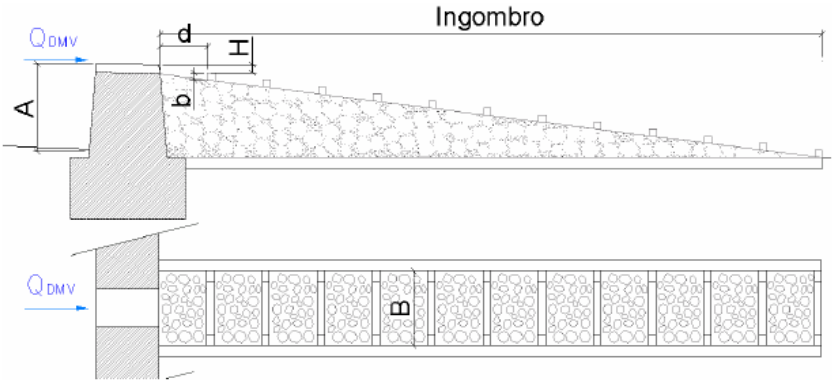
SCALE DI RISALITA DEI PESCI

La scala di risalita dei pesci è prevista adiacente alla traversa in corrispondenza del sistema di rilascio del DMV. Il percorso e le caratteristiche della scala sono tali da:

- garantire lo scorrimento del DMV
- garantire sulla scala una velocità adeguata alle capacità natatorie dei pesci
- garantire l'imbocco in prossimità dello sbarramento.

Le principali caratteristiche della scala:

- dislivello *H* tra i salti;
- larghezza *B* delle vasche;
- distanza *d* tra due salti successivi;
- profondità *b* delle vasche.



La *potenza dissipata P* deve essere compresa tra 150 - 200 W/m^3 in relazione alla tipologia di pesce presente.
Per il calcolo del *DMV* si fa riferimento al PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE redatto dalla Regione Liguria.

Il territorio della Regione Liguria ricade sotto la competenza di tre diverse autorità di bacino:

- l'Autorità di bacino nazionale del F. Po;
- l'Autorità di bacino di rilievo regionale;
- l'Autorità di bacino interregionale del F. Magra.

Il Bilancio Idrico si pone l'obiettivo della gestione sostenibile della risorsa idrica, in grado di garantire la tutela quali-quantitativa della risorsa idrica e di preservare l'equilibrio dell'ecosistema fluviale.

In particolare, per quanto riguarda le acque superficiali, un elemento imprescindibile per l'equilibrio dell'ecosistema fluviale è il Minimo Deflusso Vitale.

Il DMV così come anche definito dalle "Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino (art. 22 comma 4 d.lgs. 11 maggio 1999 n. 152)", approvate nella seduta della Conferenza Stato – Regioni del 17 giugno 2004, è la portata istantanea, da determinare in ogni tratto omogeneo del corso d'acqua, al fine di:

- garantire l'integrità ecologica del corso d'acqua con particolare riferimento alla tutela della fauna acquatica. Il DMV è quindi la portata in alveo che, al netto delle derivazioni idriche di monte, è in grado di mantenere vitali le condizioni di funzionalità e di qualità degli ecosistemi in una determinata sezione del corso d'acqua stesso;
- assicurare un utilizzo sostenibile della risorsa idrica, salvaguardando le esigenze di

soddisfacimento dei diversi fabbisogni sotto il profilo qualitativo e quantitativo;

- tutelare l'equilibrio del bilancio idrico ed idrogeologico.

La normativa vigente prevede che le Regioni determinino il Deflusso Minimo Vitale in base ai criteri individuati dalle Autorità di Bacino.

L'area oggetto del presente studio ricade nel bacino del Fiume Magra che non tiene conto delle formule per la determinazione del DMV elaborate a cura dell'autorità di bacino del fiume Po.

Per le porzioni di territorio ligure ricadenti nell'ambito del bacino del Fiume Magra il valore del DMV assume due formulazioni distinte, una per l'uso irriguo e l'altra per tutti gli altri usi.

Per gli usi non irrigui la formula del DMV è:

$$Q_{DMV} = R_{specifico} \cdot S \cdot P \cdot A \cdot Q_B \cdot Q_R \cdot N \cdot G \cdot L_{7,5} + M_{10}$$

Dove:

- Q_{DMV} è espressa in l/s;

- $R_{specifico}$ x S x P è la componente idrologica del DMV ed in particolare: è il rilascio specifico espresso in l/s/km^2 posto pari a 1.6;
- S è la superficie drenata dal bacino nel punto di derivazione espressa in km^2;
- P è un parametro adimensionale compreso tra 1 e 1.8 che aumenta il rilascio specifico di un fattore pari ad un millesimo delle piogge medie del bacino sotteso al punto di presa, espresse in mm;
- A è un parametro adimensionale compreso tra 1 e 1.2 che in base alla quota tiene conto delle variazioni al deflusso minimo di base derivanti dall'innevamento (parti montane) o dall'infiltrazione in sub-alveo (parti vallive);
- Q_B è un parametro adimensionale compreso tra 1 e 1.4 che dipende dalla qualità biologica del corso d'acqua, come parametro di misura di qualità ambientale dello stesso, e tiene conto della necessità di diluizione dei tratti d'alveo più inquinati;
- Q_R è un parametro adimensionale compreso tra 1 e 1.8 che dipende dall'utilizzo delle acque derivate ed in particolare dalla qualità chimica delle acque restituite al corso d'acqua dopo la fruizione;
- N è un parametro adimensionale compreso tra 1 e 1.6 che dipende dalla naturalità e funzionalità degli ecosistemi fluviali ed ha lo scopo di proteggere maggiormente gli ambienti caratterizzati da elevata naturalità;
- G è un parametro adimensionale compreso fra 1 e 1.4 volto a salvaguardare i tratti d'alveo morfologicamente più vulnerabili alle diminuzioni di portata, ovvero quelli più larghi e pianeggianti.
- $L_{7.5}$ = 1+ (D x 0.075) è un parametro adimensionale che tiene conto dell'incremento di impatto della derivazione sull'ecosistema acquatico in relazione all'aumento della distanza tra punto di presa e punto di restituzione.
- D è la distanza, lungo il corso d'acqua, tra presa e restituzione espressa in km.
- M_{10} è un parametro di modulazione di portata in l/s che risponde all'esigenza ecologica di garantire all'alveo una percentuale delle variazioni di portata che caratterizzano il regime idrologico naturale.
  M_{10} = 0.1 ($Q_{naturale}$ – Q_{DMV}) dove $Q_{naturale}$ è la portata istantanea naturale e Q_{DMV} è il DMV non modulato.

Per gli usi irrigui il DMV, o rilascio minimo, è soddisfatto se vengono rispettati, congiuntamente i seguenti tre vincoli:

1) $Q_{MaxDer} \leq \frac{1}{3} \cdot Q_{estiva}$

dove Q_{MaxDer} è la portata massima derivabile espressa in l/s e Q_{estiva} è la portata abituale estiva in l/s, ossia la media delle mediane delle portate medie mensili dei mesi di Luglio, Agosto e Settembre;

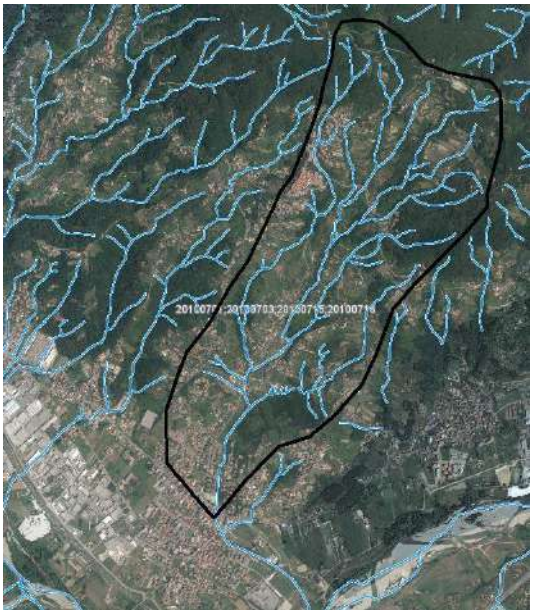
2) $Q_{RilMin} \geq \frac{1}{3} \cdot Q_{estiva}$

dove Q_{RilMin} è il rilascio minimo in l/s;

3) $Q_{MaxDer} \leq 0.46 \cdot S_{irrigabile}$

dove $S_{irrigabile}$ è la superficie irrigabile espressa in ha.

Nel nostro caso, per il calcolo del DMV sono stati considerati tutti i parametri con i valori più sfavorevoli a vantaggio di sicurezza e una superficie del bacino sotteso alla derivazione di 3.12 km².



$$\boldsymbol{Q_{DMV} = (3.12\ km^2 \cdot 1.6) = 5\ l/s}$$

In base al valore calcolato del DMV si può procedere al dimensionamento della scala di risalita dei pesci.

Le scale di risalita dei pesci sono dimensionate come segue, ipotizzando una potenza dissipata P pari a 175 W/m³ e un dislivello Δh= 0.25 come consigliato in letteratura, nel caso

che la specie da tutelare sia la trota fario con una velocità natatoria massima di lunghezza 15 cm: 2,5 m/s, si ha un volume complessivo espresso dalla seguente formula:

$$W = \frac{9819 \cdot Q_{DMV} \cdot \Delta_h}{P}$$

$$n^o di\ salti = \frac{Dislivello}{\Delta_h}$$

dove:

- Δ_h è il dislivello tra i tiranti idrici in due vasche successive;
- b è la larghezza delle vasche;
- h_m è il tirante medio in vasca;
- l è la lunghezza di ogni singola vasca.

Le scale di risalita dei pesci vengono dimensionate come segue:

SCALA DI RISALITA DEI PESCI n.1 - SEZ. 14/13.9				
P_{diss}	175	W/m^3		
Q_{DMV}	0.005	m3/s		
Δh	0.25	m		
Volume	0.070	m^3		
b	0.9	m		
l	1	m		
h_m	0.08	m		

$$n^o di\ salti = \frac{2.67}{0.25} = 11\ salti$$

Considerando che il dislivello da coprire da monte a valle è pari a 2.67 metri (altezza della traversa, ***A***), e il dislivello tra ogni singola vasca è pari a 0.25 m, devono essere realizzati 11 salti.

SCALA DI RISALITA DEI PESCI n.2 - SEZ. 15/14.9		
P_{diss}	175	W/m^3
Q_{DMV}	0.005	m3/s
Δh	0.25	m
Volume	0.070	m^3
b	0.9	m
l	1	m
h_m	0.08	m

$$n^o di\ salti = \frac{3.00}{0.25} = 12\ salti$$

Considerando che il dislivello da coprire da monte a valle è pari a 3.00 metri (altezza della traversa, ***A***), e il dislivello tra ogni singola vasca è pari a 0.25 m, devono essere realizzati 12 salti.

SCALA DI RISALITA DEI PESCI n.3 - SEZ. 17/16.9		
P_{diss}	175	W/m^3
Q_{DMV}	0.005	m3/s
Δh	0.25	m
Volume	0.070	m^3
b	0.7	m
l	1	m
h_m	0.10	m

$$n^o di\ salti = \frac{2.74}{0.25} = 11\ salti$$

Considerando che il dislivello da coprire da monte a valle è pari a 2.74 metri (altezza della traversa, ***A***), e il dislivello tra ogni singola vasca è pari a 0.25 m, devono essere realizzati 11 salti.

SCALA DI RISALITA DEI PESCI n.4 - SEZ. 18/17.9				
P_{diss}	175	W/m^3		
Q_{DMV}	0.005	m3/s		
Δh	0.25	m		
Volume	0.070	m^3		
b	0.7	m		
l	1	m		
h_m	0.10	m		

$$n^o di\ salti = \frac{4.45}{0.25} = 18\ salti$$

Considerando che il dislivello da coprire da monte a valle è pari a 4.45 metri (altezza della traversa, ***A***), e il dislivello tra ogni singola vasca è pari a 0.25 m, devono essere realizzati 18 salti.

CONCLUSIONI

Lo studio idraulico condotto sul tratto del Torrente Villa del Comune di Bolano, ha evidenziato che a seguito degli interventi di progetto (risagomatura con stabilizzazione del fondo e delle sponde mediante rifacimento di n.4 attraversamenti) non si presentano condizioni di criticità rilevanti in condizioni di piena eccezionale, ovvero corrispondente ad una portata con tempo di ritorno pari a 200 anni, garantendo in ciascuna sezione il franco di sicurezza.

Per ciò che concerne i valori di velocità in alveo, essi risultano accettabili ed inferiori ai valori di velocità accettati per la sistemazione a valle del tratto tombato (ad eccezione chiaramente delle sezioni ove sono presenti i salti di fondo) dove sono presenti dei dispositivi di dissipazione dell'energia cinetica mediante la posa di massi non cementati di II categoria.

Per quanto riguarda l'eventuale azione erosiva dovuta alla forza di trascinamento della corrente, si è proceduto alla posa in opera di massi ciclopici per tutto l'alveo con massi ciclopici di II categoria (per i quali è stata redatta apposita relazione specialistica, si veda elaborato *PE.RT.06.00*).

Come già precisato nei paragrafi precedenti i franchi di sicurezza rispettano quanto previsto dalle NTC 2018 per quanto riguarda la realizzazione dei nuovi attraversamenti, ad eccezione dei ponti esistenti che non saranno oggetto di rifacimento di Via Dante e della passerella delle Corriere dove comunque è garantito un franco di sicurezza superiore ad 1 metro.

Non vi è evidenza inoltre nel bacino imbrifero a monte e/o di episodi accaduti in passato, della possibilità di trasporto di materiale in sospensione quali alberi di alto fusto o derivante da episodi franosi di scorrimento superficiale, pertanto si ritiene che il franco ottenuto in corrispondenza dei ponti sia adeguato anche da questo punto di vista.

Infine si riscontra che durante le attività di cantiere le opere provvisionali pur riducendo parzialmente la sezione (di circa il 50%) non vanno a pregiudicare le condizioni di sicurezza, in quanto comunque garantiscono un'adeguata officiosità idraulica in condizioni di piena ordinaria (T=5 anni) ed in ogni caso sarà cura dell'Amministrazione Comunale e del Direttore dei Lavori sospendere le lavorazioni in alveo in caso di allerta meteo secondo le indicazioni della Protezione Civile Regionale.