REMNA Srl
Sviluppo impianti di produzione energia da fonti rinnovabili
Via De Amicis 26, 20123 Milano (MI)
Partita IVA e Cod. Fiscale 07405480968
Tel - 3496535114 - 3402570771 - 3288175300
Tel – 02 83986400; Fax – 02 83986401
Pec – remna@legalmail.it

Regione Liguria	*Comuni di Montalto Carpasio e Molini di Triora*

IMPIANTO IDROELETTRICO DEL TORRENTE ARGENTINA A MONTALTO CARPASIO

AUTORIZZAZIONE UNICA
ai sensi del D.L. 29 dicembre 2003, n. 387
CONCESSIONE DI DERIVAZIONE ACQUE AD USO IDROELETTRICO
ai sensi del R.D. 11 dicembre 1933, n. 1775
VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE
Ai Sensi del dlgs 152/2006

R3B – RELAZIONE IDRAULICA Rev. 2019

Gruppo di lavoro

Progettazione - Coordinamento dello SIA:

REMNA SRL
Dott. Ing. Camilla Castoldi

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO
DOTT. ING. CASTOLDI CAMILLA
Sez. A Settore: a) civile e ambientale
n° A 30466

Comparto Ambientale:

FLUME SRL
Dott. Ing. Paolo Vezza
Dr. Michele Spairani
Dr. Nicola Polisciano
Dr. Alessandro Balestrieri
Dott. Ing. Andrea Zanin

FLUME s.r.l.
FLUvial Management and Ecology
Località Alpe Rong n. 1
11010 GIGNOD (AO)
C.F. e P.IVA: 01180000075

Comparto Geologia:

GEOTECAM
Dott.Geol. Andrea Robbiano
Dott.Geol. Giacomo Canepa

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
A.P. n. 292
ANDREA ROBBIANO
GEOLOGO
data iscr. 12-01-1995

Dott. Geol. Andrea Robbiano

Data:	Maggio 2019	Revisione:	01

Sommario

1 Premessa 3
2 Descrizione dell'intervento in progetto 4
3 Analisi idraulica dell'opera di presa sul Torrente Argentina 6
3.1 Calcolo della portata di verifica del Torrente Argentina 6
3.2 Descrizione dell'area rilevata 7
3.3 Verifica idraulica dell'opera di presa sul Torrente Argentina 13
4 Analisi idraulica del ponte in Località Desteglio sul Torrente Argentina 22
4.1 Descrizione dell'area rilevata 22
4.2 Verifica idraulica del ponte in Loc. Desteglio 28
5 Analisi idraulica del ponte sul Fosso Senza Nome 30
5.1 Calcolo della portata di verifica del corso d'acqua 30
5.2 Descrizione dell'area di rilievo 31
5.3 Verifica idraulica dell'attraversamento 35
6 Analisi idraulica del ponte sul Rio Tovagnoli 36
6.1 Calcolo della portata di verifica del corso d'acqua 36
6.2 Descrizione dell'area di rilievo 37
6.3 Verifica idraulica dell'attraversamento 43
7 Analisi idraulica del ponte sul Rio Gerim 45
7.1 Calcolo della portata di verifica del corso d'acqua 45
7.2 Descrizione dell'area di rilievo 46
7.3 Verifica idraulica dell'attraversamento 50
8 Verifiche statiche Briglia sul Torrente Argentina 51
8.1 Caratteristiche geotecniche e geometria 51
8.2 Forze agenti sulla struttura drenata 54
8.3 Scorrimento 57
8.4 Ribaltamento 59
9 Conclusioni 62
10 ALLEGATI: risultati HEC RAS 63

1 Premessa

La presente relazione è allegata al progetto di realizzazione di una centralina idroelettrica lungo il corso del Torrente Argentina nel Comune di Montalto Ligure e Molini Di Triora (IM).

L'intervento, come meglio descritto nella Relazione Tecnica allegata alla domanda di concessione di derivazione acqua, prevede l'innalzamento dello stato attuale della briglia, la costruzione di una scala di risalita per ittiofauna, la realizzazione di un'opera di presa e la posa di una condotta forzata sotto il manto stradale della Strada Provinciale 21 bis e della Strada Statale 584; la condotta convoglia la portata derivata fino all'edificio centrale, costruito in sponda sinistra circa 2.3 km a valle della presa, dove viene trasformata in energia elettrica da due gruppi turbina.
L'opera di presa è posizionata in sponda destra ed è dotata di vano dissabbiatore e vasca di carico che hanno la funzione di incanalare l'acqua verso la condotta di presa eliminando il materiale solido.

L'edificio centrale, nel quale verranno alloggiate le due turbine ed i quadri elettrici, verrà collocato in una fascia coltivata posta al di fuori delle fasce di pericolosità idraulica.

Scopo di questa analisi è quello di effettuare tutte le verifiche idrauliche necessarie alla realizzazione dell'impianto al fine di garantire la sicurezza idraulica dei manufatti in progetto senza alterare quella delle aree limitrofe e di ottenere la concessione demaniale per gli interventi in alveo.

Lo studio idraulico è stato eseguito in MOTO PERMANENTE con il programma di calcolo HEC-RAS versione 4.1.0 del 'U.S. Army Corps of Engineers' degli Stati Uniti d'America. I dati geometrici sono stati desunti da un rilievo plano altimetrico di dettaglio.

Come si evince dagli elaborati cartografici del vigente PdB il torrente in oggetto risulta indagato.

In sede di Visita locale di Istruttoria effettuata in data 12/12/2018, l'Ufficio Difesa del Suolo di Imperia ha indicato alcuni approfondimenti progettuali e soluzioni tecniche rispetto alle soluzioni previste nel progetto depositato datato 2016.

Si è quindi proceduto, oltre all'approfondimento di alcuni aspetti tecnici e modellistici richiesti dall'Ufficio, alla modifica di alcune soluzioni progettuali rispetto alla soluzione precedentemente proposta, in particolare:

- Per quanto riguarda gli attraversamenti dei rii minori, stante un taglio del 40% delle tariffe incentivanti, si è previsto il passaggio della condotta forzata nell'ombra dell'impalcato di valle degli attraversamenti esistenti, senza adeguamento degli attraversamenti stessi.
  Questo permette di ammortizzare più facilmente l'investimento iniziale e posticipare la spesa di riposizionamento della condotta in caso di adeguamento dell'attraversamento.
- Per quanto riguarda l'attraversamento del Torrente Argentina si è previsto il passaggio nell'ombra dell'impalcato di valle del ponte di Desteglio in luogo della passerella pedonale aerea precedentemente prevista.
  Questo sempre a causa del taglio degli incentivi, al fine di evitare l'impatto visivo e soprattutto al fatto che si è considerata oggettivamente remota la possibilità di adeguamento del ponte esistente, stante il ridotto rischio idraulico generato in relazione agli elevati costi di adeguamento.

2 Descrizione dell'intervento in progetto

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto idroelettrico, costituito da tre parti fondamentali: l'opera di presa, la condotta forzata e l'edificio centrale.

Il presente studio è finalizzato alla verifica idraulica in moto permanente del Torrente Argentina nel tratto ubicato in prossimità della sezione in cui verranno realizzate le opere di presa per la centrale idroelettrica e nel tratto in cui si ha l'attraversamento di corsi d'acqua da parte della condotta forzata, mentre nel tratto prossimo al sito di costruzione dell'edificio centrale, essendo già al di fuori delle fasce fluviali in un tratto indagato, non si prevede alcuna verifica idraulica trovandosi al di fuori delle relative fasce.

L'intervento relativo all'opera di presa prevede l'innalzamento dello stato attuale del coronamento della briglia di 1.5 metri portandolo ad una quota di 265.2 m s.l.m. e la realizzazione di un dissabbiatore e di una vasca di carico il cui sviluppo longitudinale complessivo è pari a ca. 55 m con la funzione di incanalare l'acqua verso la condotta forzata una volta privata della componente del trasporto solido. Sempre sulla sezione di presa vi è la scala di risalita per l'ittiofauna, posizionata sull'ala sinistra della briglia esistente, che si protrae a valle della scala per circa 14 m.

L'innalzamento della briglia si rende necessario per fini tecnici, in particolare per diminuire sensibilmente gli scavi necessari sul versante destro a mezza costa prima di guadagnare l'altimetria necessaria per procedere con la posa sotto la carreggiata della Strada Provinciale.

A valle dell'opera di presa è posizionata la condotta forzata, di diametro nominale 1.3 m, lunga complessivamente 2360 m che convoglia la portata derivata fino all'edificio centrale. La condotta viene posata per un primo tratto, lungo circa 115 m, all'interno della sponda attuale, mentre per tutto il resto del percorso è posta al di sotto del manto stradale della Strada Provinciale 21 bis e della Strada Statale 584.

La condotta lungo il suo percorso da monte verso valle attraversa tre impluvi minori, per i quali si prevede l'attraversamento nell'ombra dell'impalcato di valle, senza quindi alterazione della sezione idraulica di deflusso.

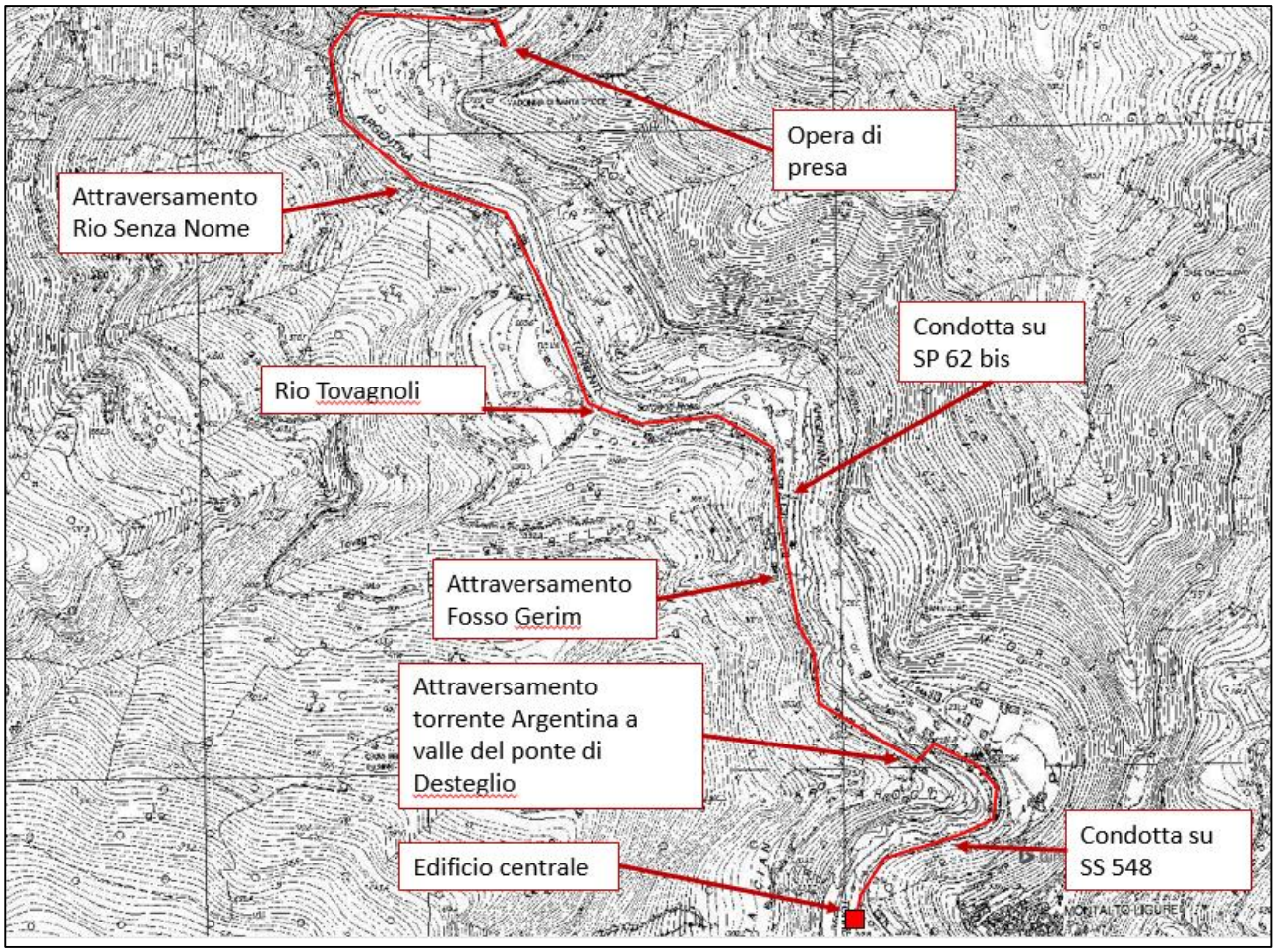
La condotta in località Desteglio, a valle dell'esistente ponte sul Torrente Argentina, passa alla sponda sinistra del torrente per proseguire sempre sotto la Provinciale 21 bis che dopo pochi metri si immette nella Statale 584 fino ad arrivare alla centrale di produzione.

L'edificio centrale, nel quale sono alloggiati due turbine ed i quadri elettrici, viene collocato in una fascia coltivata, posta al di fuori delle fasce di pericolosità idraulica. L'edificio si trova ad una quota di circa 209.2 m s.l.m.

Per la descrizione dettagliata dell'intervento in progetto si rimanda alla relazione tecnico-illustrativa allegata al progetto definitivo.

Per lo studio idraulico si fa solo riferimento alle opere che verranno realizzate in alveo in termini di modifica della sezione idraulica attuale.

Nella verifica relativa allo "stato di progetto" viene innanzi tutto innalzato il profilo del coronamento della briglia esistente, mentre nelle sezioni interessate dalle altre opere viene inserito l'ingombro provocato dal manufatto in progetto.



Planimetria impianto

Si riporta l'elenco delle carte tematiche analizzate e riportate nella Relazione Tecnica.

Carta	**Esito**
Vincolo idrogeologico	Il progetto ricade in aree sottoposte a vincolo idrogeologico
Assetto insediativo	Il progetto ricade in aree IS-MA e IS-MO-B
Assetto geomorfologico	Il progetto ricade in zona MO-B
Assetto vegetazionale	Il progetto ricade in aree COL-ISS-MA
Carta dei manufatti emergenti	Nessun manufatto nell'area di progetto
Carta dei SIC	Il progetto non insiste su SIC
Carta delle ZPS	Il progetto non insiste su ZPS
Carta delle aree carsiche	Il progetto non insiste in aree carsiche
Carta delle biodiversità	Il progetto ricade in un corridoio ecologico
Carta dell'indice IBE	Il progetto ricade in area classificata: IBE 1
Carta dell'uso del suolo	Il progetto insiste su un'arteria di viabilità, aree coltivate, boschi e uliveti.
Carta della zonazione ittica	Il progetto ricade in area classificata a vocazione ciprinicola
Carta del DMV – Correttivo Q	Fattore correttivo 1
Carta del DMV – Correttivo G	Fattore correttivo CM3 – 1,1
Carta della pericolosità geomorfologica	Il progetto insiste in aree PG0, PG1, PG3a e PG3b
Carta degli interventi in atto	Il progetto non interferisce con interventi previsti dai Piani di Bacino
Carta dei regimi di tutela ai fini naturalistici	Il progetto non ricade in SIC, ZPS, Parchi regionali, Aree carsiche, ZRC, Foreste Demaniali o zone ANI-CE

3 Analisi idraulica dell'opera di presa sul Torrente Argentina

L'opera di presa sul Torrente Argentina consiste nella modifica della briglia esistente a servizio dell'acquedotto irriguo di Badalucco, innalzandone la quota fino a 265.20 m.s.l.m.

Di seguito vengono analizzati gli aspetti relativi alla compatibilità idraulica dell'opera.

3.1 Calcolo della portata di verifica del Torrente Argentina

All'interno delle Norme di Attuazione del Piano di Bacino dell'ambito n° 4 - Argentina -, nello specifico nell'Allegato 2 alle NdA, sono riportati i risultati dello studio idrologico eseguito dal Politecnico di Milano: "Valutazione delle portate e dei volumi idrici di piena del Torrente Argentina", in allegato alla relazione di piano. Lo studio fornisce i valori delle portate di piena nelle sezioni più importanti del Torrente Argentina calcolate tramite il metodo della portata indice, e illustra anche le metodologie di calcolo per la valutazione delle portate in sezioni non indicate e nei rami più piccoli del bacino.

Nella tabella seguente si riportano in corrispondenza di ogni sezione i valori delle portate indice e delle portate al colmo di piena relative ai diversi periodi di ritorno, valutati dagli autori con il metodo della Simulazione dell'Evento Critico.

Tabella. 7.1. Stime dei valori di portata indice e per tempi di ritorno salienti nelle sezioni non strumentate del torrente Argentina. Metodo GEV regionale con portata indice stimata con il metodo della Simulazione dell'Evento Critico.

Corso d'Acqua	Sezione	*Area* [Km^2]	q_{indice} [m^3s^{-1}]	q_{50} [m^3s^{-1}]	q_{100} [m^3s^{-1}]	q_{200} [m^3s^{-1}]	q_{500} [m^3s^{-1}]
Argentina	Alla foce	208.68	327	1074	1353	1690	2245
Argentina	A Taggia	200.54	306	1004	1265	1579	2098
Argentina	*Merelli*	*192.20*	*299*	*982*	*1236*	*1544*	*2051*
Argentina	T. Oxentina v	183.39	281	923	1163	1452	1929
~~Argentina~~	~~T. Oxentina m~~	~~155.96~~	~~251~~	~~825~~	~~1039~~	~~1297~~	~~1723~~
Argentina	T. Carpasina m	130.52	221	725	914	1141	1516
Argentina	Ponte nuovo	118.65	212	698	879	1097	1458
Argentina	Ponte Aigovo	114.86	209	687	865	1080	1435
Argentina	A Agaggio	108.68	203	668	841	1050	1395
Argentina	Ponte Gavano	84.87	168	553	696	869	1154

Per il calcolo delle portate di piena nelle aste dei corsi d'acqua individuati nella tabella precedente, in sezioni non indicate nella tabella stessa, è possibile calcolare la portata mediante interpolazione lineare tra i valori relativi a due sezioni consecutive.

La superficie del bacino chiuso alla sezione di presa è pari a circa 124 km^2.

La sezione dell'opera di presa dell'impianto è compresa tra le sezioni T. Carpasina m e Ponte nuovo. Si procede interpolando i valori delle portate tra le due sezioni in funzione delle superfici di bacino interessate dalle sezioni. Per cui si ottiene:

$$T = 50\ anni \qquad Q_{50} = 710\ {}^{m^3}/_{s}$$

$$T = 200\ anni \qquad Q_{200} = 1117\ {}^{m^3}/_{s}$$

$$T = 500\ anni \qquad Q_{500} = 1484\ {}^{m^3}/_{s}$$

3.2 Descrizione dell'area rilevata

Il tratto rilevato a cavallo della sezione di presa è lungo complessivamente ca. 630 m e copre un dislivello di 25 m, risulta quindi una pendenza media del 4.0%, variabile lungo il suo sviluppo.

La forma e le dimensioni delle sezioni sono fondamentalmente omogenee, costituite da una profonda forra incisa dal corso d'acqua, con pareti rocciose scoscese.

La morfologia del fondo al contrario risulta molto eterogenea, caratterizzate da un fondo roccioso affiorante modellato in forme complesse dalla corrente, con presenza di materiale in alveo di media e grossa pezzatura; sono inoltre presenti numerosi salti di fondo e locali restringimenti di sezione dell'alveo di morbida.

La sponda sinistra è costituita da un ripido versante roccioso, privo di vegetazione nei primi metri di corso d'acqua.

La sponda destra presenta medesima conformazione, ad eccezione della presenza della strada SP21 Bis, che taglia il versante a una quota tra i 7 e i 15 metri dal fondo del corso d'acqua.

Non si sono rilevati fenomeni di instabilità né localizzati né diffusi nelle aree interessate dalle dinamiche fluviali, né ostruzioni al corretto deflusso della piena.

Al contrario sui versanti più lontani dalle aree fluviali sono presenti estese protezioni da crolli con reti paramassi in destra idrografica.

Per la scelta del coefficiente di scabrezza, vista la sostanziale omogeneità del corso d'acqua con i tratti più a valle, si è scelto il valore utilizzato nella modellazione dei tratti indagati poco più a valle nel Piano di Bacino, peraltro coerenti con i principi generali assunti all'interno delle Norme di Attuazione del Piano di Bacino dell'ambito n° 4 – Argentina ("Valori di riferimento da adottare nei calcoli idraulici per la scabrezza idraulica").

Il coefficiente di scabrezza utilizzato è quindi pari a n = 0,0286 corrispondente a Ks = 35,0 $m^{1/3}/s$ valido "per corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo".

Le sezioni rilevate per la verifica dell'opera di presa sono 16 denominate MNT 1, MNT 2 etc; per la visione in dettaglio delle sezioni si rimanda agli elaborati grafici di rilievo e alla documentazione fotografica allegata.

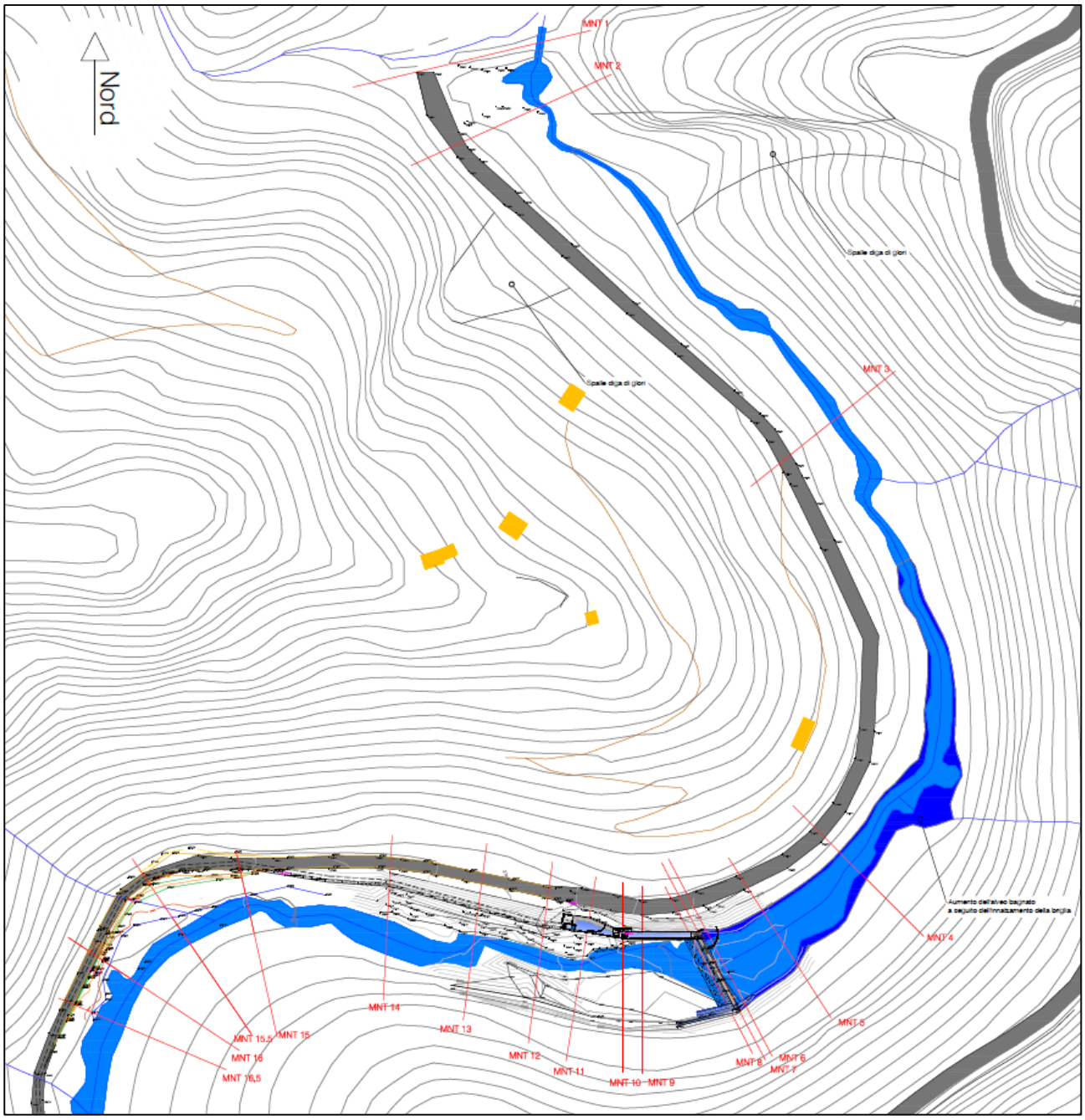
Nel tratto a monte del rilievo in Sezione 1 è presente la preesistente struttura del muro di bypass del corso d'acqua realizzato negli anni 70 per la realizzazione della diga, demolito in anni recenti.

Al centro del tratto rilevato si trova la briglia esistente, alta ca 4.6 m, posta sulla sezione 7.

In corrispondenza della briglia è presente il canale di presa irriguo del Comune di Montalto, costituito da una semplice canaletta con pelo libero alla quota della briglia.

Su indicazione dell'Ufficio Difesa Del Suolo è stato integrato il rilievo dell'area nel 2019, tracciando 2 sezioni aggiuntive, denominate 15.5 e 16.5, per dettagliare la struttura del muro di sostegno della strada, posto in corrispondenza dell'area pg3A.

Il tratto idraulicamente studiato, di rilevante estensione, è da considerarsi significativo per la presenza di discontinuità a monte e per l'omogeneità della morfologia del tratto a valle, che fa escludere modifiche delle dinamiche fluviali tali da poter influenzarne il regime verso monte fino al tratto studiato.



Tratto oggetto dello studio idraulico



Sezione 1 in corrispondenza della briglia demolita. Il salto di fondo comporta discontinuità col tratto a monte



Tratto in corrispondenza della sezione 3



Sezione 5 da valle verso monte.



Vista della briglia in Sezione 7



Vista del canale a pelo libero in sinistra alla quota della briglia esistente



Locale restringimento dell'affioramento roccioso in sezione 12



Vista del muro della strada in sezione 15



Vista del tratto terminale di rilievo in sezione 15-16

3.3 Verifica idraulica dell'opera di presa sul Torrente Argentina

Come anticipato nelle premesse, la verifica idraulica è stata eseguita in MOTO PERMANENTE con il programma di calcolo HEC-RAS versione 4.1.0.

Per il calcolo si è assunto, secondo i 'Valori di riferimento da adottare nei calcoli idraulici per la scabrezza idraulica' indicati nelle Norme di Attuazione del Piano di Bacino dell'ambito n° 4 - Argentina -, un coefficiente di scabrezza pari a n = 0,0286, corrispondente a Ks = 35,0 $m^{1/3}/s$ valido "per corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo" equivalente a quello utilizzato nella modellazione dei tratti indagati poco più a valle nel Piano di Bacino, vista la sostanziale omogeneità dei tratti considerati.

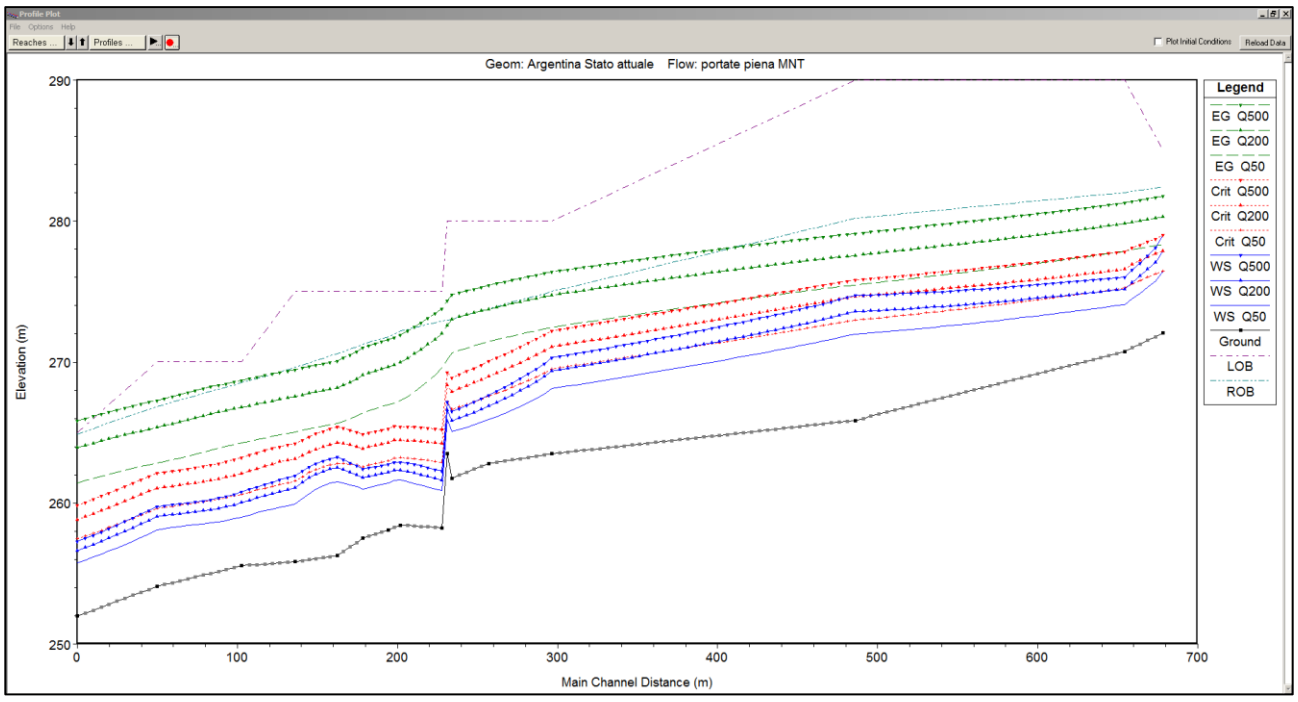
Tra le ipotesi fatte nel calcolo idraulico si sono assunte come condizioni al contorno quelle di livello critico sia a monte che a valle, determinate dalla naturale presenza di salti di fondo.

I risultati relativi alle simulazioni fatte per i tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni sono riportati nelle tabelle seguenti e nei grafici riportanti i livelli d'acqua nelle diverse sezioni considerate (documentazione completa in allegato alla relazione.

Si vedano le Tavole 2.5B, 2.6B e 2.7B, per una visione di dettaglio dello stato attuale, le Tavole 2.8B, 2.9B e 2.10B per lo stato di progetto e le Tavole 2.11B, 2.12B e 2.13B per il raffronto tra i due.

3.3.1 Risultati della verifica allo stato attuale dell'opera presa

Dall'analisi dei risultati si evince che il moto della corrente per le tre portate di piena si mantiene supercritico per tutto il tratto. Il tratto di fiume si trova quindi in condizioni di corrente veloce, le sponde sono sempre in grado di contenere le tre portate e dunque non si verificano esondazioni né in sinistra né in destra idrografica per tutto il tratto esaminato.



Tratto dell'opera di presa allo stato attuale - Profili idraulici per Q500, Q200 e Q50

Inoltre come indicato nell'allegato 3 delle NdA, il franco idraulico tra la sommità arginale ed il previsto livello della piena per la portata duecentennale, non deve essere inferiore al maggiore tra i valori contrassegnati con le lettere (a) e (b):

Franco idraulico: valore maggiore tra (a) e (b)			
		Reticolo principale e secondario	**Reticolo minore**
(a)		$U^2/2g$,	$0,5\ U^2/2g$,
(b)	I) argini e difese spondali	cm. 50/100	cm 50
	II) ponti e strutture di attraversamento fino a estensioni longitudinali di m. 12	cm. 100/150	cm 75
	III) coperture o tombinature (ove ammesse), ponti e strutture di attraversamento di estensione oltre m. 12	cm. 150/200	cm 100

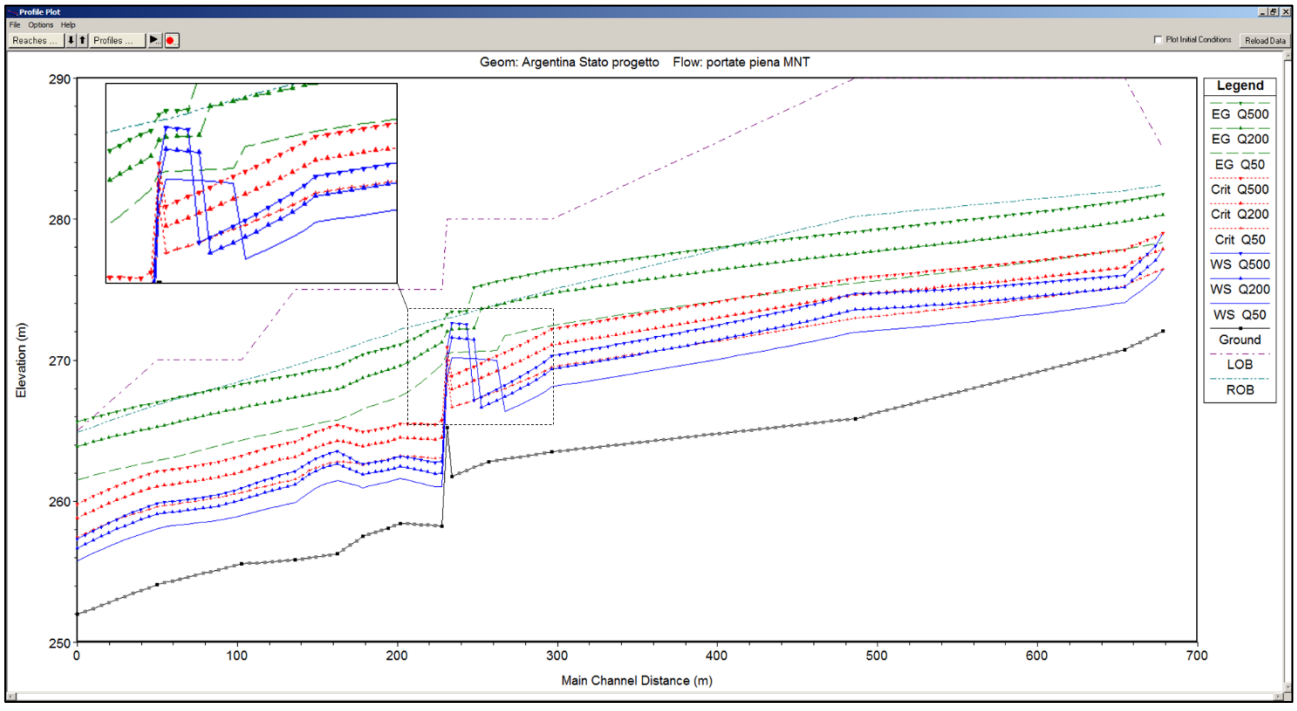
Nel caso specifico tra il carico cinetico ($U^2/2g$) e 1 m.

Allo stato attuale la sezione più critica è la MNT 6, dove comunque il franco è pari al carico cinetico ed è maggiore di 1 m.
Il tratto risulta quindi verificato per la portata duecentennale.

Le velocità si attestano, in riferimento alla portata duecentennale, su valori anche elevati (6.9 - 14.3 m/s) ben sopportati dal substrato roccioso in alveo che infatti non evidenzia fenomeni di instabilità o erosione rilevanti.

3.3.2 Risultati della verifica allo stato di progetto dell'opera di presa

L'innalzamento della briglia di 1.5 m e la presenza dell'intera opera di presa, collocata tra le sezioni 6 e 11, determina un locale cambiamento del profilo idraulico di deflusso.



Tratto dell'opera di presa allo stato di progetto - Profili idraulici per Q500, Q200 e Q50

Per simulare l'ingombro del manufatto è stata utilizzata l'opzione "*obstruction"*, in quanto a differenza della classica "*inline structure"* l'opzione riproduce l'ingombro anche nelle sezioni interpolate.

Come si evince dagli elaborati grafici (allegati anche al termine della relazione), nell'ipotesi di progetto si può evidenziare un locale passaggio dallo stato di corrente veloce a quello di corrente lenta per le tre portate Q50, Q200 e Q500 in corrispondenza del tratto a monte del corpo di briglia.

Questo passaggio comporta un innalzamento locale dei tiranti, ed un conseguente abbassamento del carico cinetico dovuto alle velocità ridotte. La presenza del risalto idraulico, che si innesta naturalmente al passaggio dalla corrente veloce a quella lenta, comporta inoltre un abbassamento del carico idraulico totale, essendo il risalto un fenomeno fortemente dissipativo grazie alla presenza di vorticosità al suo interno che trasformano l'energia meccanica in energia termica, disperdendola.

Il risalto generato per i tre tempi di ritorno 50, 200 e 500 anni risulta completamente contenuto all'interno degli argini, e presenta un'estensione massima rispettivamente di circa 36 m, 21.6 m e 17 m a monte della briglia (sezione MNT 7); il massimo innalzamento locale dei tiranti è pari a circa 5.1 m per la portata cinquantennale, 5.7 m per la duecentennale e 6.2 m per la cinquecentennale e si verifica in corrispondenza della sezione MNT 6 subito a monte dell'opera di sbarramento.

A monte del risalto idraulico gli effetti sono nulli e il profilo è perfettamente coincidente con quello allo stato attuale.

A valle del manufatto il profilo di corrente subisce deformazioni di modestissima entità, con un innalzamento dei tiranti nella maggior parte dei casi di pochi centimetri, la variazione maggiore si ha in corrispondenza della sezione subito a valle della briglia che presenta un innalzamento del tirante di circa 13 cm, 36 cm e 59 cm per le portate rispettivamente con Tr 50, 200, 500 anni.

Le sponde in roccia sono sempre in grado di contenere la piena anche in corrispondenza del tratto in cui si registrano gli effetti della presenza dell'opera di presa in progetto e non si verificano quindi esondazioni al di fuori delle naturali aree golenali.

L'area interessata dall'opera di presa è completamente disabitata, inoltre le fasce fluviali sono interamente comprese all'interno dell'alveo naturale, l'intero tratto non è quindi soggetto ad alcun rischio idraulico.

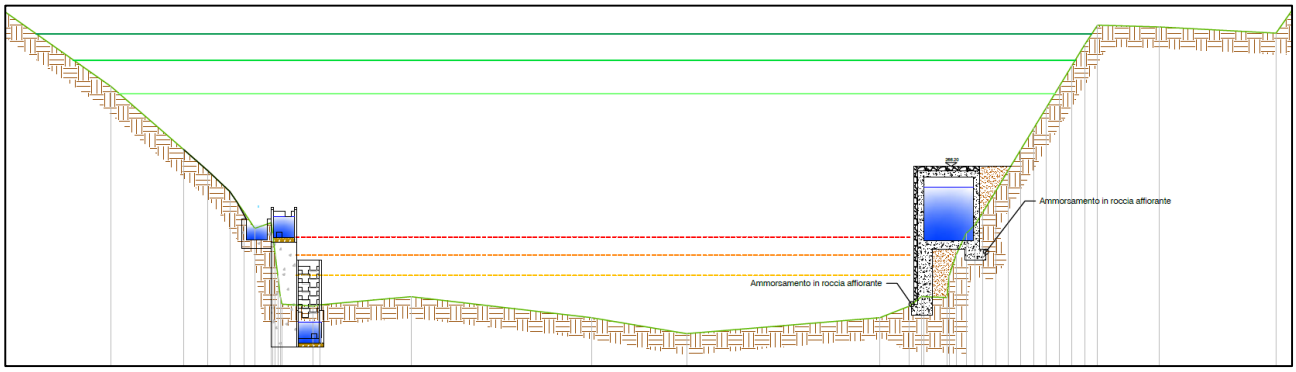
Come già indicato nelle verifiche allo stato attuale, il franco idraulico tra la sommità arginale ed il previsto livello della piena per la portata duecentennale, non deve essere inferiore al maggiore tra il carico cinetico ($U^2/2g$) e 1 m.

Rispetto allo stato attuale, per la portata duecentennale si ha una diminuzione del carico totale in corrispondenza del risalto idraulico e un aumento della quota del pelo libero laddove la corrente è lenta. La sezione più critica risulta sempre la MNT 6 dove il franco è superiore di poco al carico cinetico, mentre è sempre superiore a 1 m per tutto il tratto analizzato.

Nelle sezioni dalla 8 alla 11, in destra idrografica vengono realizzate le opere di derivazione dell'acqua, in particolare il canale dissabbiatore e la vasca di carico.

Le opere, che modificano marginalmente le sezioni idrauliche, interagiscono con le dinamiche fluviali senza tuttavia comportare aggravio del rischio idraulico, in quanto le modifiche dei tiranti

sono dell'ordine di 30 cm sulla portata duecentennale, e restano contenuti nelle attuali sponde con franchi superiori ai 10 metri per i tiranti e verificati anche per il carico cinetico.



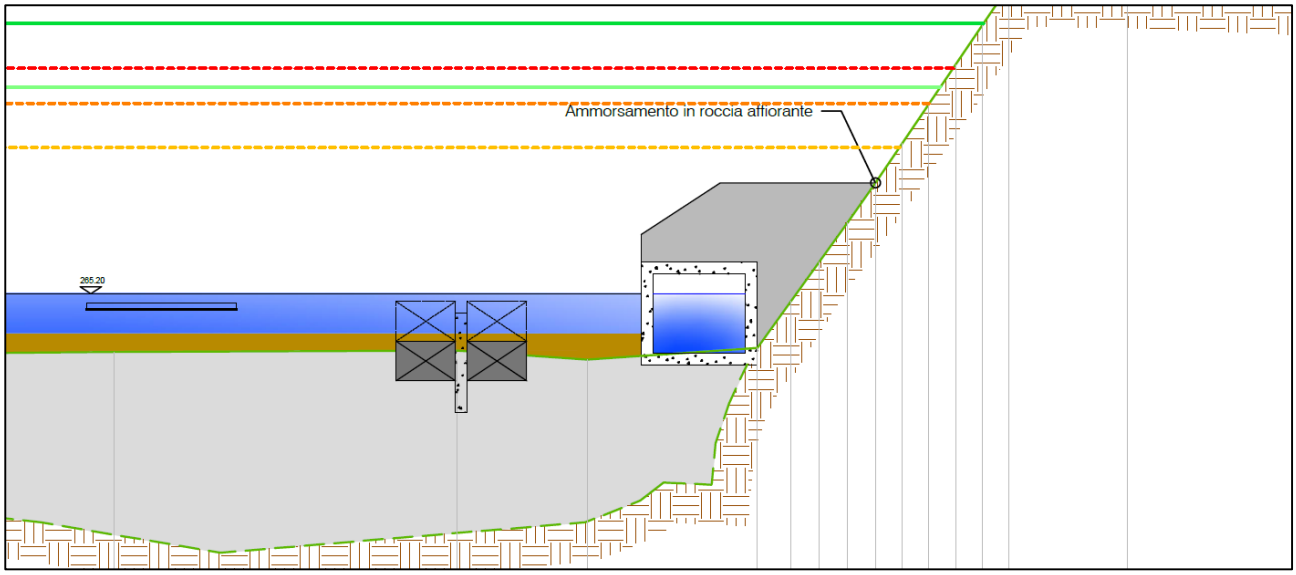
Sezione 8 in cui vi è la maggiore interferenza

Considerato che le opere risultano comunque sollecitate dalle dinamiche fluviali, si utilizzeranno tutte quelle che sono le normali prassi che si adottano in edilizia per assicurare durata ed efficienza alle opere idrauliche, come l'utilizzo di calcestruzzo strutturale ad alta classe di resistenza ed tecniche di ancoraggio delle fondazioni al substrato roccioso, che affiora in tutte le aree destinate ad ospitare le opere.

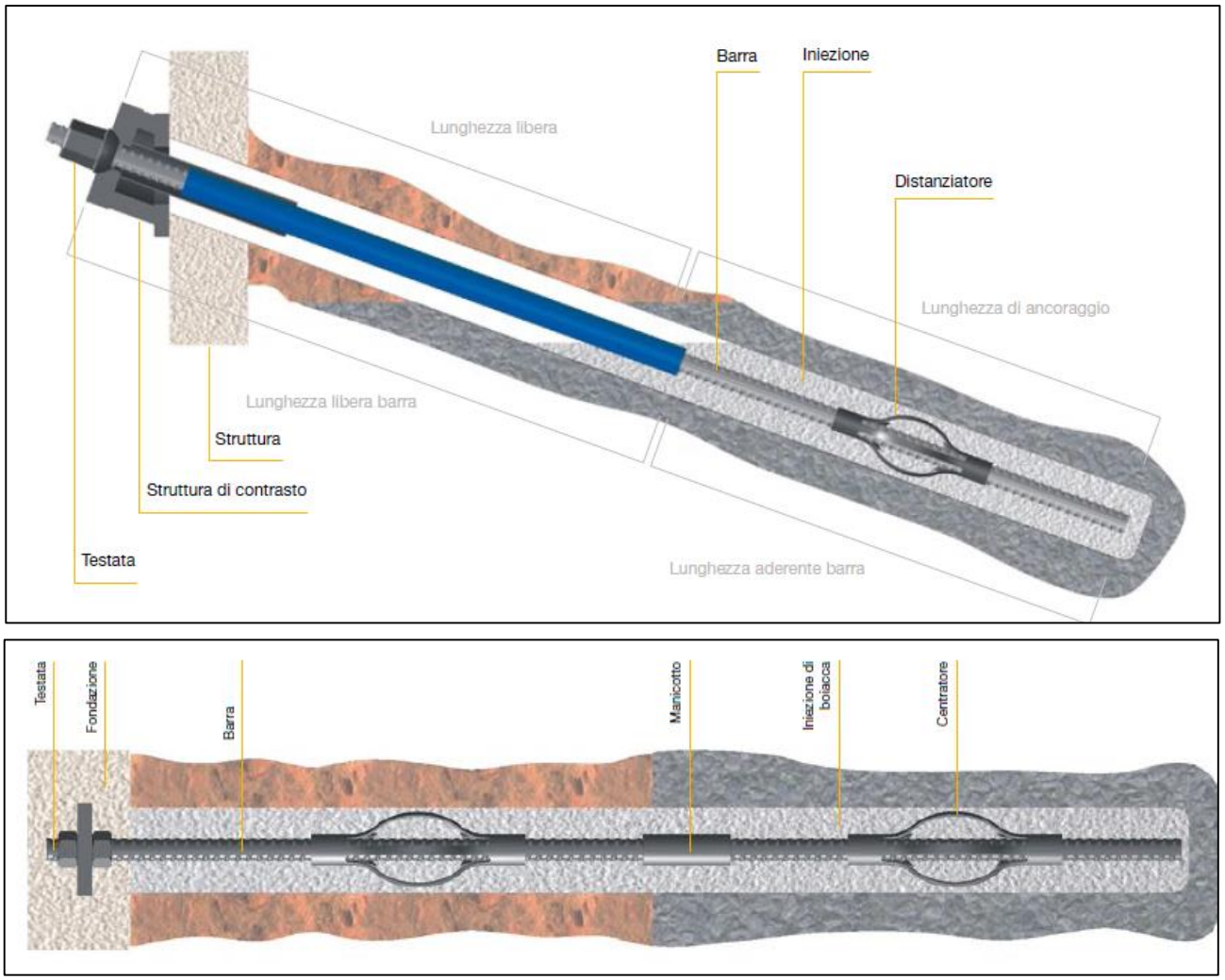
Il tipo di tecniche che saranno utilizzate per garantire la massima aderenza delle fondazioni al terreno, sarà valutato in sede esecutiva, a seguito della progettazione strutturale delle opere necessaria per l'Autorizzazione Sismica Preventiva, che sarà rilasciata prima dell'inizio lavori.

In linea di principio si può prevedere per tutte le superfici a contatto con il substrato roccioso l'uso di ancoraggi normalmente usati in edilizia, ad esempio tirafondi in barre d'acciaio come ancoraggi meccanici e malte cementizie come ancoranti chimici, fino a prevedere l'uso di micropali di ridotta profondità per le opere di fondazione direttamente a contatto con il corso d'acqua o tiranti a barre per le spalle della briglia ammorsate direttamente in roccia.

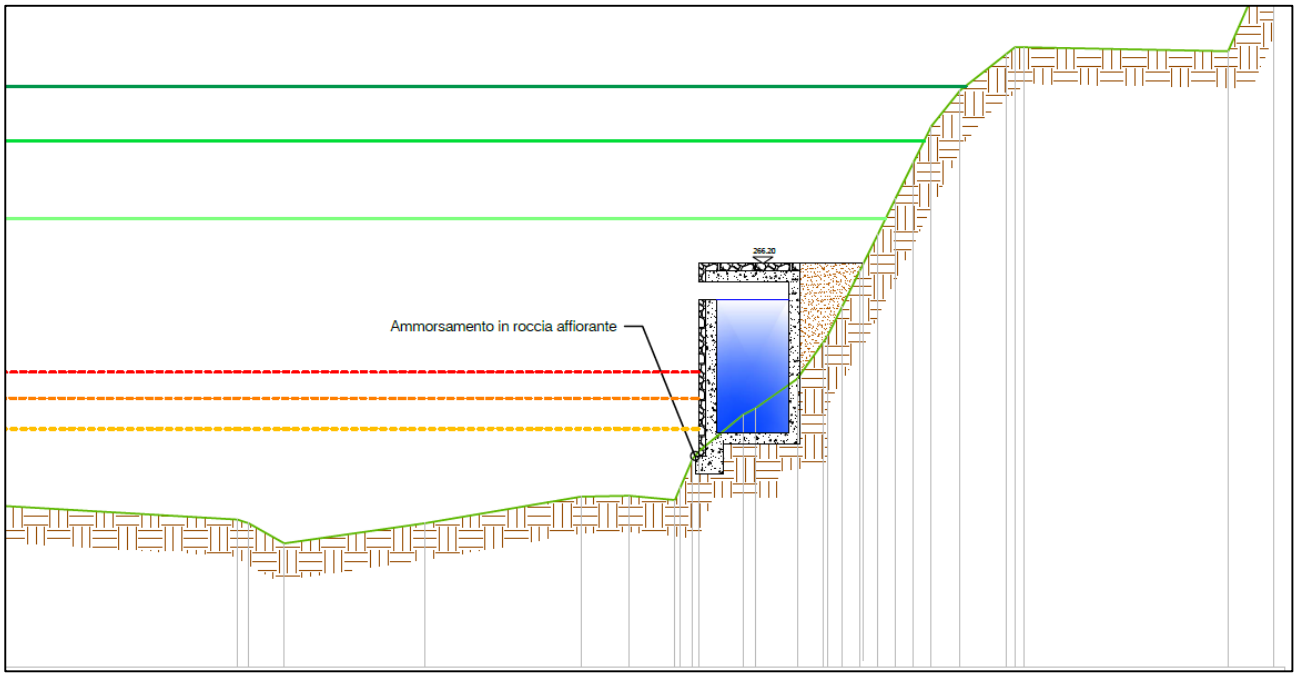
In ogni caso tutte le tecniche disponibili permettono di operare la scelta più idonea in sede esecutiva senza alcuna necessità di modifica dei volumi autorizzati in sede di autorizzazione del progetto definitivo.



Esempio dove potranno essere utilizzati tiranti a barre per l'ancoraggio della briglia al substrato



Tipologia di micropali o tiranti a barre utilizzabili nel caso in esame



Esempio dove potranno essere utilizzati micropali per l'ancoraggio delle fondazioni al substrato

In corrispondenza delle sezioni 12-13-14, è prevista la posa della condotta sul versante roccioso a mezza costa, fino al raggiungimento dell'altimetria necessaria per la posa della condotta sotto la sede stradale.

In tale tratto è previsto di ricavare la sella di posa della condotta mediante taglio del versante e successiva protezione della stessa lato corso d'acqua mediante scogliera in massi ciclopici intasati, e successivo ricoprimento con i materiali di scavo al fine di mascherare l'intervento.

Si è quindi preliminarmente valutato quelli che sono i dimensionamenti necessari al fine di escludere i principali fenomeni responsabili delle inefficienze delle opere di difesa spondale quali l'erosione degli elementi della scogliera e del materiale di fondazione. L'erosione degli elementi della scogliera può essere limitata e contrastata tramite la scelta di un'opportuna pezzatura dei massi oltre alla pendenza con la quale essi vengono posati.

L'analisi della stabilità del materiale utilizzato per le opere di difesa idraulica previste in condizioni di progetto è svolta secondo la seguente procedura:

1. definizione dei parametri idraulici di interesse;

2. caratterizzazione del materiale e verifica della sua stabilità nella situazione di progetto.

L'analisi delle condizioni critiche di moto incipiente è effettuata mediante l'utilizzo di formule basate sul confronto delle tensioni di trascinamento. Tale criterio si basa sulla definizione dello sforzo tangenziale esercitato dalla corrente sul materiale costituente il letto fluviale, secondo la formula:

$$\tau_0 = \gamma * R * i$$

Dove:

- γ è la densità dell'acqua (997 kg/mc)
- R è il raggio idraulico della sezione incisa a monte della scogliera
- i è la pendenza del tratto (2,62%)

La verifica è stata svolta ipotizzando le condizioni idrauliche riscontrabili in corrispondenza della piena 500ennale, quando si ha un raggio idraulico pari a 1,62: ne risulta una tensione di trascinamento pari a 42 kg/mq.

La condizione di stabilità del fondo risulta quando la tensione tangenziale critica (τ_{Cr}) è maggiore di quella di trascinamento (τ_0) esercitata dalla corrente.

La seguente analisi di stabilità è riferita alla teoria della tensione tangenziale critica (Shields -1936 - la cui formula base è stata ricavata da esperimenti su letti a granulometria uniforme di forte scabrezza), attraverso la valutazione della forza che determina il moto incipiente dei granuli, esprimibile in termini generali con la seguente relazione che esprime una condizione di equilibrio:

$$\frac{\tau_{Cr}}{(\gamma_s - \gamma) * d} = \varphi\,(Re^*)$$

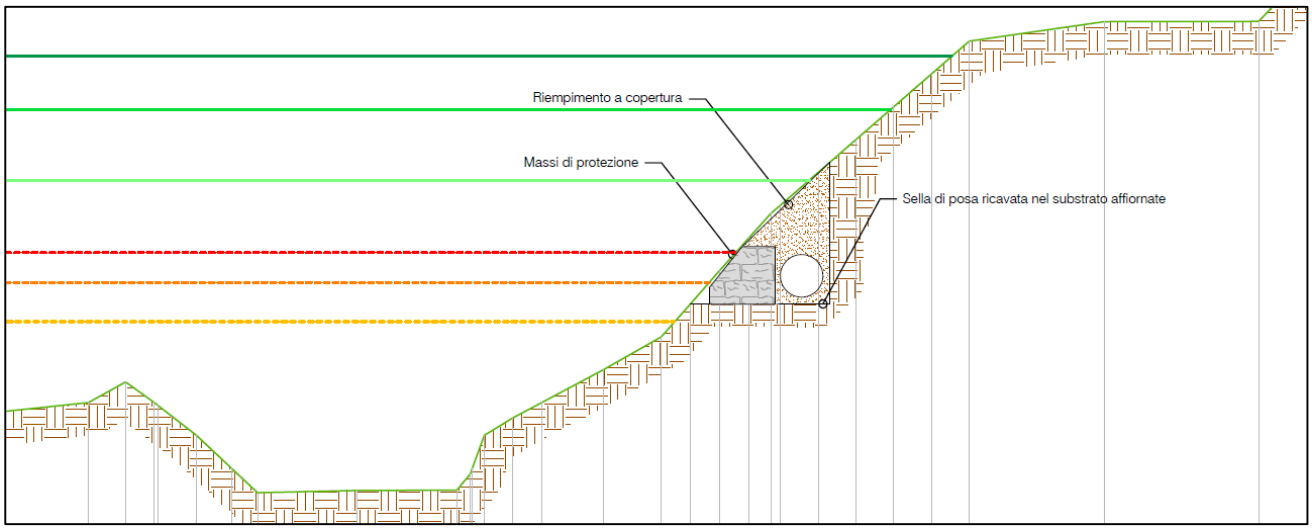
Dove:

- $\boldsymbol{\tau_{Cr}}$ è tensione tangenziale critica
- $\boldsymbol{\gamma_s}$ è la densità del materiale (in questo caso i massi in pietra = 2.400 kg/mc)
- d è il diametro del singolo masso (1m)

$$\varphi\,(Re^*) = 0{,}06 * \left\{1 + 0{,}67 * \sqrt{(d/h)}\right\}$$

Con h pari a 1,3 m (tirante in condizioni di piena 500ennale) si ottiene $\varphi\,(Re^*)$ pari a 0,077 e di conseguenza una tensione critica pari a 109,4 kg/mq. Con massi di 1 metro di diametro si avrebbe quindi un fattore di sicurezza di 2,6 (con fattore di sicurezza si indica il rapporto tra tensione critica e tensione di trascinamento).

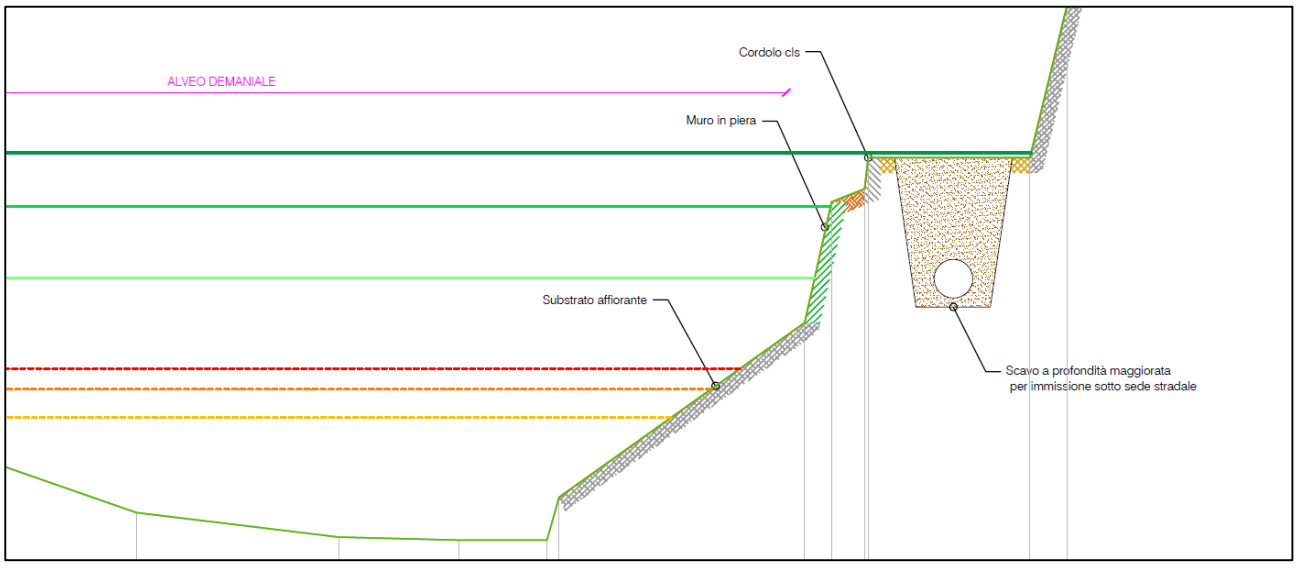
Per resistere alla tensione di trascinamento sono sufficienti massi con diametro 0,5 m per la tratta a protezione della scogliera in Sezioni 12-14 e ca 1.5 m per la tratta al piede della vasca di carico in Sezioni 10-11.



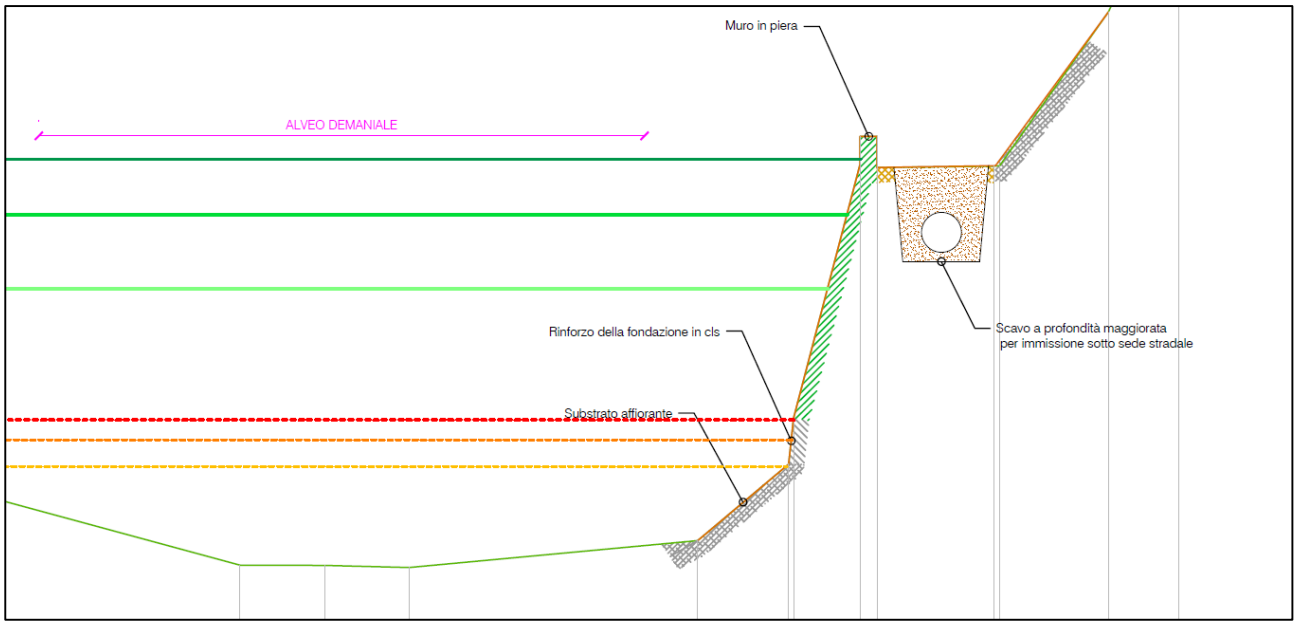
Sezione 14 in cui avviene il massimo carico idraulico sulle scogliere a progetto

Subito a monte delle sezioni 15-16 è previsto il passaggio della condotta sotto strada. In tale tratto è presente un esteso muraglione di sostegno della strada, costituito da pietra e cemento.

Il muraglione è stato rilevato nel dettaglio al fine di valutare eventuali interazioni con gli scavi a progetto. Vista la natura dei terreni e i fronti di scavo previsti non si prevede alcuna conseguenza dell'opera sulla stabilità del muraglione, considerato che la geometria del versante fa presagire la presenza del substrato roccioso già in profondità ridotte e che per gli scavi superiori ai 2.5 metri saranno previste comunque opere provvisionali di sostegno degli quali puntellature dei fronti di scavo, come prescritto nella relazione geologica.



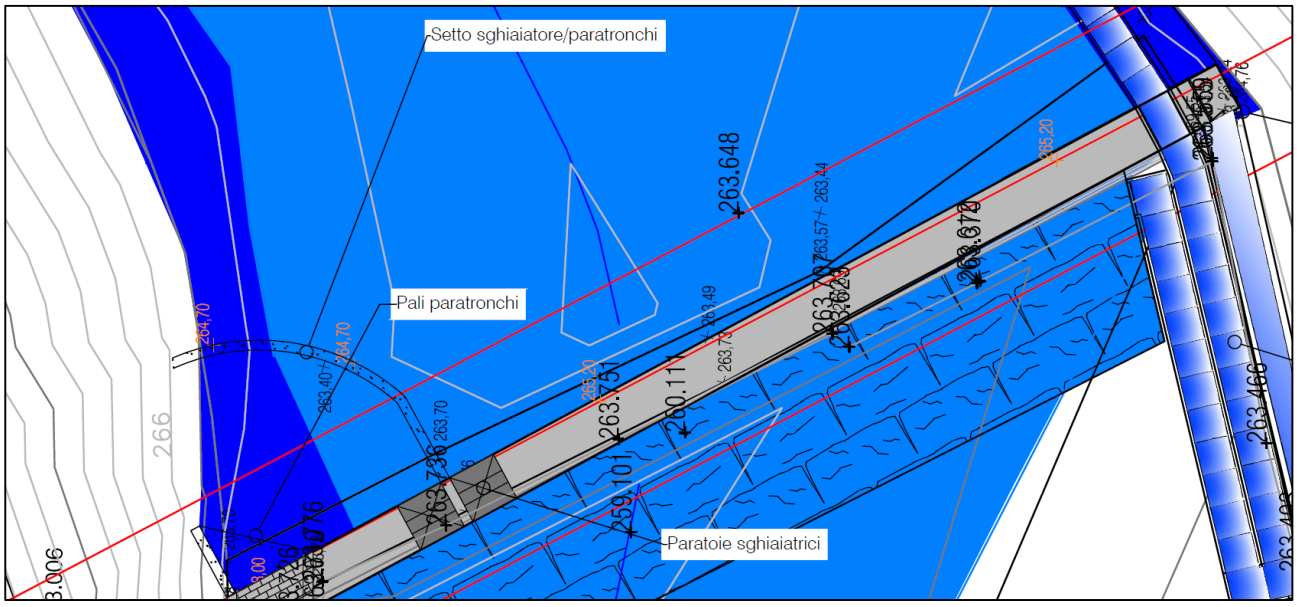
Sezione 15 con massimo scavo sotto strada



Sezione 16 con massimo sviluppo del muraglione

Per quanto riguarda la possibilità di parziale interrimento della briglia, viene previsto il controllo periodico e lo svuotamento del materiale depositato a seguito di fenomeni intensi tramite l'utilizzo di paratoie mobili poste nel corpo briglia. Il controllo dello svuotamento della briglia è ricompreso nella normale prassi di manutenzione in quanto costituisce elemento fondamentale al corretto funzionamento della captazione delle acque. In caso di interrimento infatti la derivazione non potrebbe essere attiva.

Il sistema previsto per la gestione delle paratoie prevede un setto di protezione sommerso a monte del canale di presa che indirizzi i sedimenti verso il centro della briglia e la paratoia sghiaiatrice. A valle del setto è presente una seconda sghiaiatrice per i sedimenti che dovessero eventualmente superare il setto negli eventi più intensi.



Layout del sistema di gestione dei sedimenti

L'azionamento delle paratoie automatizzate avviene nelle giornate in cui transitano le portate di supero della captazione idroelettrica, ossia quando le velocità della corrente permettono il trasporto del sedimento, permettendo inoltre il contemporaneo funzionamento della derivazione.

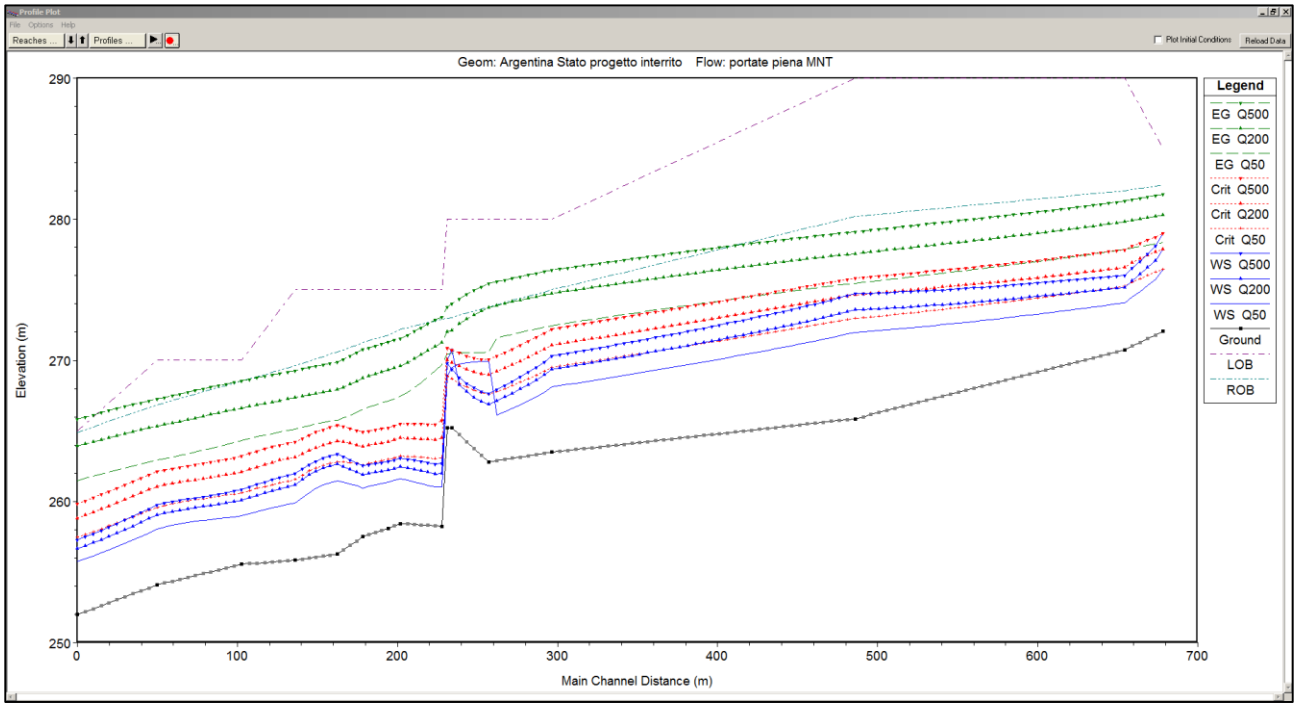
In caso di eventi particolarmente straordinari si può prevedere a seguito di specifica richiesta l'accesso in alveo all'area a monte della briglia mediante piccoli scavatori che potranno accedere percorrendo il canale derivatore senza necessità di nuove vie d'accesso.

In caso di eventi catastrofici con accumuli dovuti a frane a monte, è possibile comunque accedere all'alveo con grandi escavatori circa 300 m a monte della briglia, all'incirca dove è situata la briglia demolita della vecchia diga, dove i versanti permettono un agevole accesso all'alveo anche a mezzi di grandi dimensioni che potranno quindi raggiungere agevolmente l'area della briglia.

A livello idraulico un eventuale interrimento andrà a provocare un miglioramento del profilo idraulico rispetto allo stato di progetto, in quanto l'assenza di un brusco cambiamento del fondo permette il passaggio delle portate Q200 e Q500 in corrente "veloce" con tiranti inferiori, mentre la Q50 provoca un risalto in prossimità della briglia, completamente contenuto negli argini.

Un eventuale interrimento catastrofico non comporterebbe quindi alcun aggravio del rischio idraulico rispetto alla situazione attuale, ma esclusivamente un'eventuale fermata dell'impianto idroelettrico fino alle operazioni di rimozione del sedimento.

I sedimenti accumulati, non essendo estratti al di fuori dell'alveo, potranno essere restituiti al corso d'acqua come prevede la normativa. Questo permette anche di non generare eventuali squilibri alla dinamica di trasporto solido del torrente stesso.



Tratto dell'opera di presa allo stato di progetto con interrimento - Profili idraulici per Q500, Q200 e Q50

Sulla base di quanto sopra si può considerare che tutte le opere risultano quindi verificate sotto il profilo idraulico e risultano pertanto conformi alla normativa.

4 Analisi idraulica del ponte in Località Desteglio sul Torrente Argentina

Dopo circa 1880 m dall'opera di presa è previsto l'attraversamento con la condotta del Torrente Argentina per passare dalla sponda destra alla sponda sinistra, sulla quale più a valle è posizionato l'edificio centrale. Il punto prescelto per il passaggio è situato poco a valle del ponte in località Desteglio con soluzione di passaggio nell'ombra dell'impalcato di valle del ponte.

Il ponte della Provinciale in località Desteglio comporta un restringimento che determina insufficienze idrauliche al passaggio delle piene. In particolare il restringimento determina un rigurgito a monte che va ad interessare alcuni terreni agricoli per la fascia cinquantennale e due fabbricati per la fascia duecentennale.

Il Piano interventi dell'Autorità di Bacino non prevede ancora un progetto per la messa in sicurezza dell'area, ma vengono sinteticamente individuate come soluzione la demolizione e ricostruzione del ponte o la realizzazione di bypass. Vista la bassa importanza strategica e l'ingente costo di tali interventi la priorità della messa in sicurezza risulta comunque bassa, pertanto si è previsto il passaggio nell'impalcato di valle che garantisce la possibilità di un eventuale adeguamento futuro del ponte con esborso per l'eventuale adeguamento della condotta contenuti, unitamente al fatto che la soluzione comporta un minimo impatto visivo rispetto alla precedente soluzione prevista nel progetto 2016.

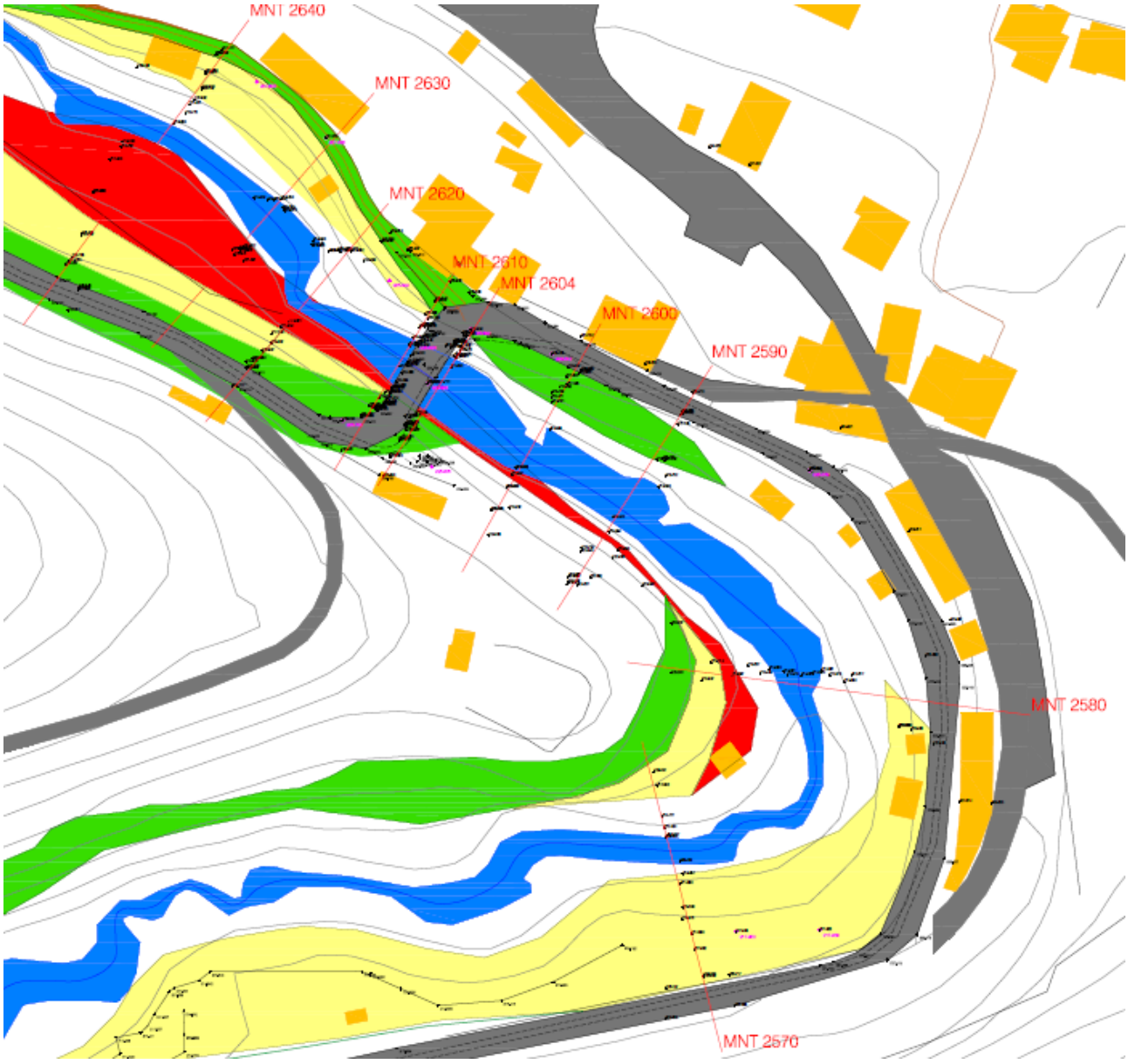
In sede di Visita Locale di Istruttoria effettuata in data 12/12/2018, l'Ufficio Difesa del Suolo di Imperia ha indicato la necessità di effettuare il rilievo di dettaglio dell'area posta a monte e a valle del ponte di Desteglio, per verificare che le sezioni utilizzate nella modellazione del tratto indagato a scala di bacino fossero coerenti con lo stato attuale, stante anche il tempo trascorso dagli studi dell'Autorità Di Bacino.

4.1 Descrizione dell'area rilevata

Si è quindi proceduto a ritracciare le sezioni indagate nel modello idraulico del Torrente Argentina, presenti nel file denominato "monte Badalucco", andando di fatto a sostituire le sezioni dalla 2640 alla 2570, al fine di poterle immettere direttamente nel modello del tratto indagato.

L'area di rilievo si estende per ca 300 metri ed è da considerarsi idraulicamente significativa in quanto il ponte è ricompreso tra due rilevanti discontinuità idrauliche, costituite da una cascata naturale di ca 3 metri a monte della sezione 2640 e da uno scivolo di 5 metri di dislivello tra la soglia naturale della sezione 2580 e la sezione 2570.

Particolare attenzione è stata prestata nel rilievo alle geometrie delle strutture presenti in alveo, che sono costituite dal ponte carrabile e dal ponte medievale posto subito a monte, di cui restano integre solo le spalle.



Area rilevata in loc. Desteglio

La morfologia del corso d'acqua è assimilabile a quella rilevata nell'area dell'opera di presa con forma e dimensioni delle sezioni che risultano fondamentalmente omogenee, costituite da una profonda forra incisa dal corso d'acqua, con pareti rocciose scoscese e morfologia del fondo al molto eterogenea, con fondo roccioso affiorante modellato in forme complesse dalla corrente con presenza di materiale in alveo di media e grossa pezzatura; sono inoltre presenti numerosi salti di fondo e locali restringimenti di sezione dell'alveo di morbida.

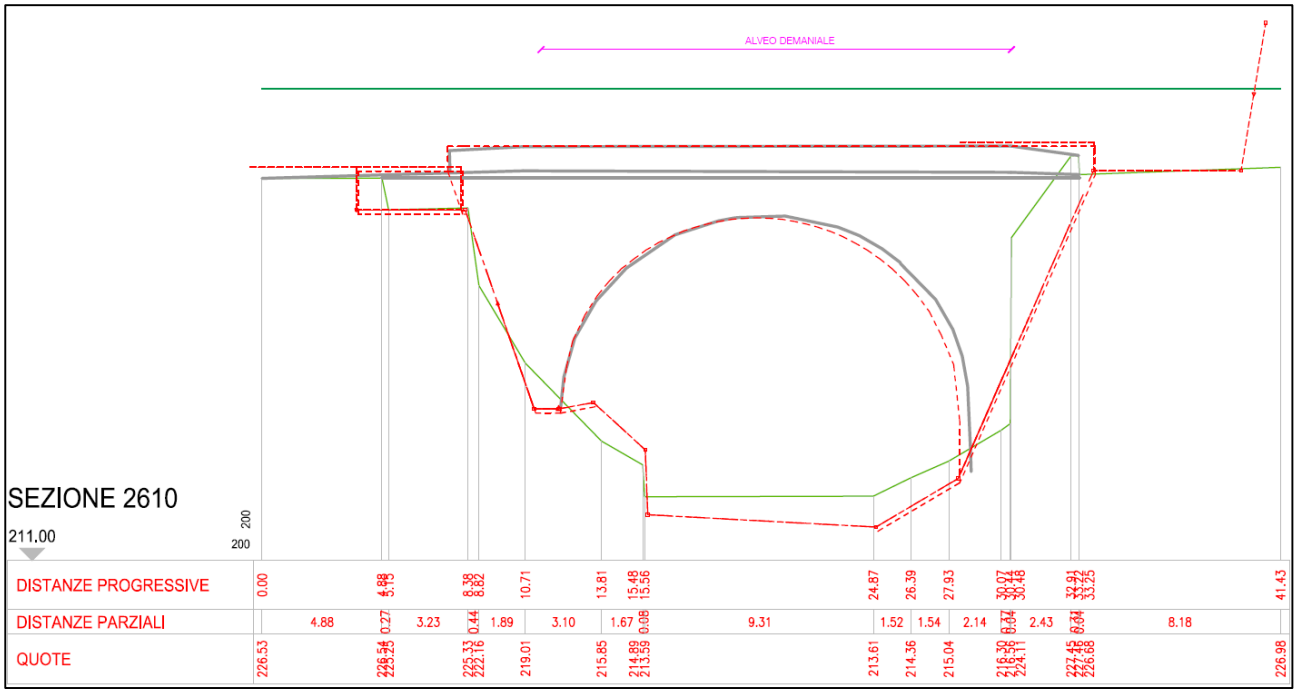
Oltre la quota di 10 m dal fondo alveo, la morfologia incisa lascia spazio a paesaggi più digradanti, costituiti da terrazzi fluviali antichi modellati dall'azione antropica volta allo sfruttamento agricolo.

Tali terrazzi risultano occupati prevalentemente da coltivi antropici e solo marginalmente è presente vegetazione spontanea dovuta all'abbandono.

Sono presenti in destra idrografica due fabbricati destinati allo sfruttamento della forza motrice dell'acqua, uno a monte e uno a valle del ponte, mentre in sinistra sono presenti fabbricati residenziali lungo la strada.

Il rilievo ha evidenziato una sostanziale corrispondenza con le quote della sezioni utilizzate nella modellazione dell'Autorità di Bacino, specie per quanto riguarda le geometrie dei manufatti in alveo.

Le sole differenze si rilevano della morfologia del fondo, aspetto tra l'altro prevedibile considerando la naturale evoluzione morfologica dovuta alla movimentazione del trasporto solido.



Sovrapposizione del rilievo attuale con quello dell'Adb (in rosso)



Tratto a monte del ponte in corrispondenza delle sezioni da 2610 a 2640



Tratto a monte – in evidenza il salto di fondo a monte della sezione 2640



Tratto a valle del ponte in corrispondenza delle sezioni 2600-2590



Ponte di Desteglio da monte



Ponte di Desteglio da valle



Soglia naturale con salto di fondo in sezione 2580



Tratto in forra in sezione 2570

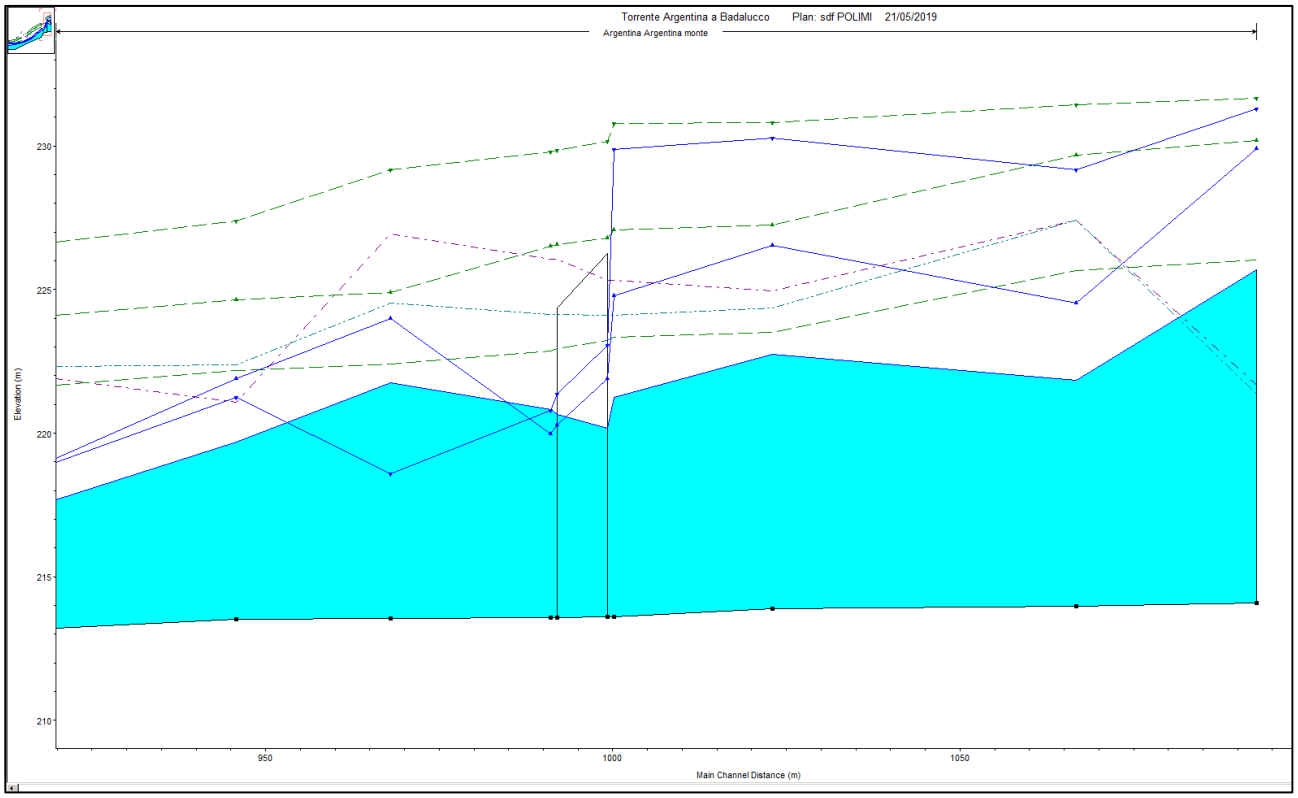
4.2 Verifica idraulica del ponte in Loc. Desteglio

Per la verifica idraulica si è utilizzato il modello sviluppato all'interno del Piano di Bacino il quale si è avvalso dello studio effettuato dal Politecnico di Milano a cura del Prof. Renzo Rosso "*Valutazioni delle portate e dei volumi idrici di piena del Torrente Argentina*" (2007), per l'aggiornamento delle portate di piena da includere tra le norme di attuazione del piano stesso.

Lo studio idraulico è stato eseguito in moto permanente con il programma di calcolo HEC-RAS versione 4.1.0, del 'U.S. Army Corps of Engineers' degli Stati Uniti d'America.

Nel modello si ci è limitato a modificare i parametri geometrici delle sezioni da 2640 a 2570 sulla base del rilievo aggiornato, senza modificare parametri di scabrezza o approccio modellistico dei ponti.

Analizzando i risultati del modello è emersa la sostanziale conferma con l'output della modellazione dell'Adb, evidenziando insufficienza idraulica tale da interessare con il rigurgito alcuni terreni posti in destra e sinistra idrografica.

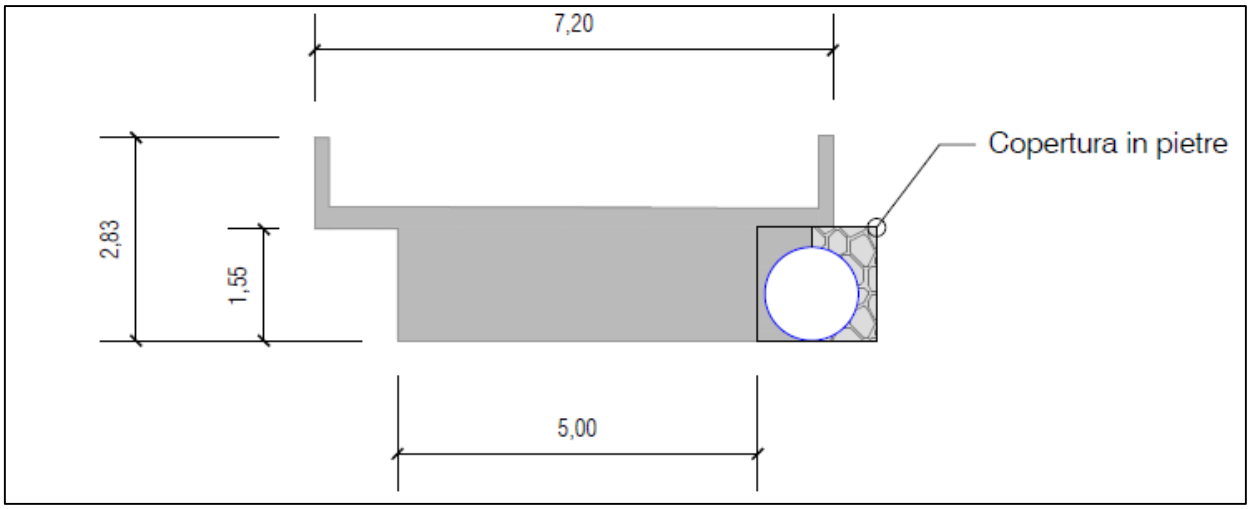


Profilo idraulico del ponte e della passerella pedonale in progetto – località Desteglio

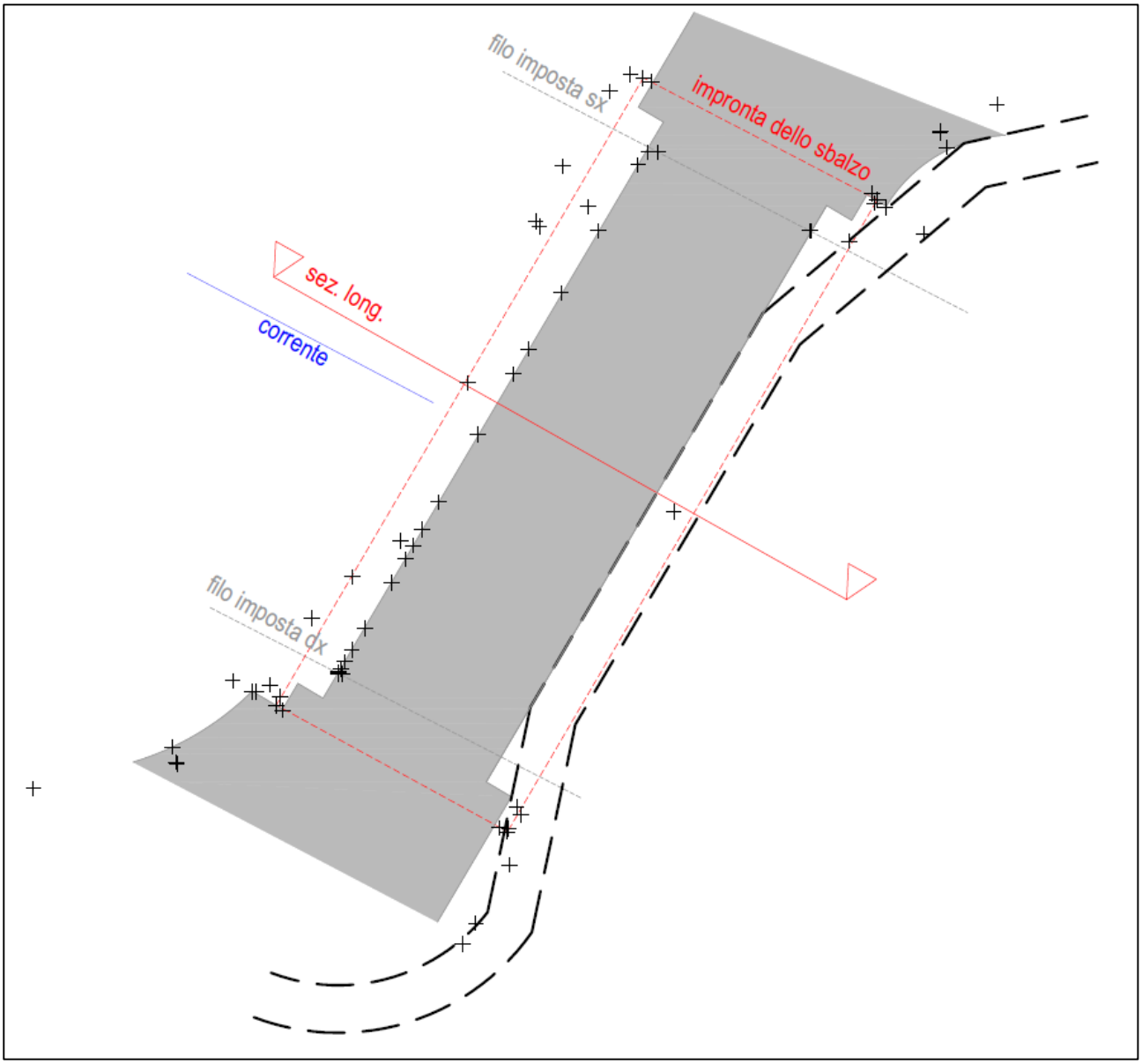
Si è quindi previsto il passaggio della condotta nell'ombra dell'impalcato di valle del ponte, che in caso di demolizione e ricostruzione del ponte potrà essere agevolmente adeguata alla nuova struttura con esborso contenuto per il concessionario.

La condotta sarà occultata tramite copertura in pietre della stessa tipologia e colore dell'arcata ponte.

Sarà necessaria la realizzazione di pezzi speciali per la curva che dovrà effettuare la condotta al fine di porsi in aderenza al ponte e utilizzare lo spazio posto sotto allo sbalzo della carreggiata.



Sezione con indicazione del passaggio della condotta al di sotto dello sbalzo

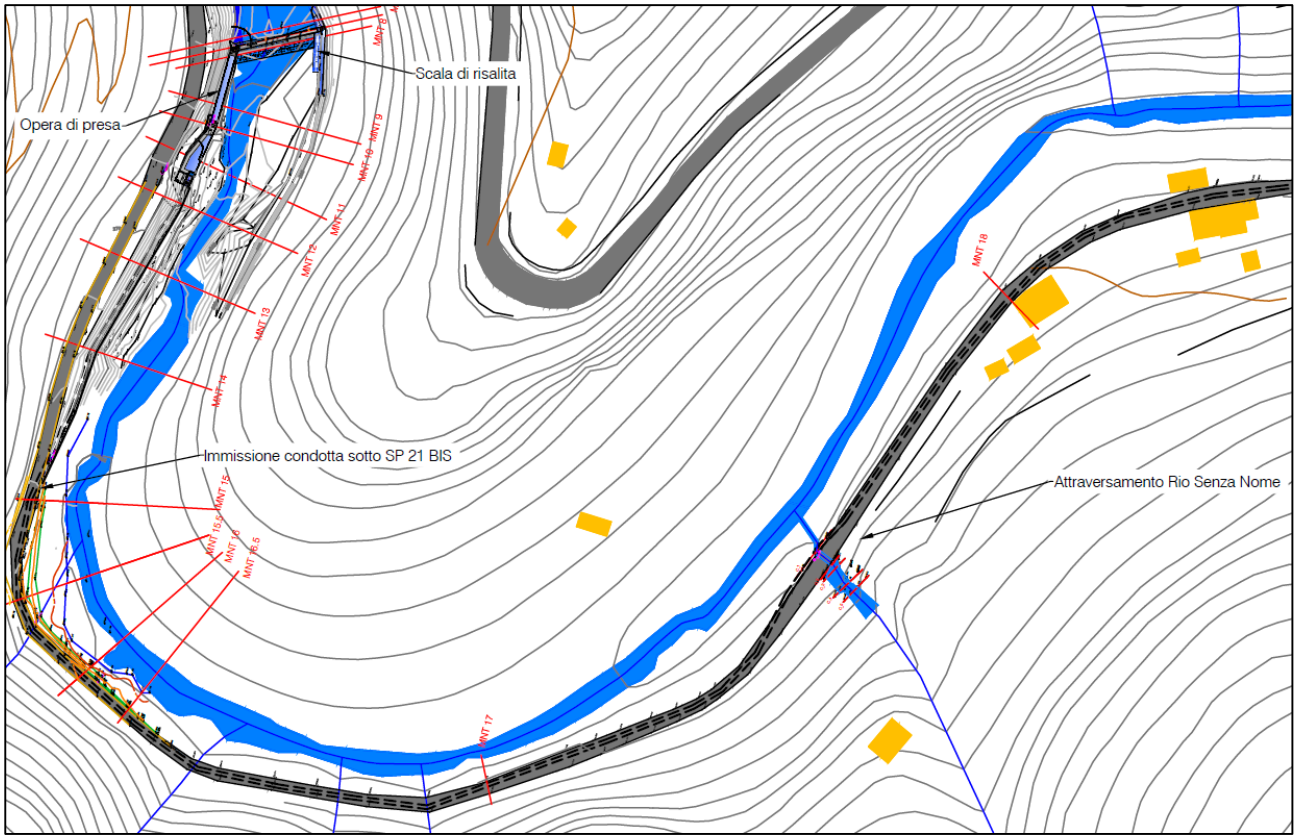


Planimetria della condotta posta nell'impalcato di valle

5 Analisi idraulica del ponte sul Fosso Senza Nome

Poco a valle dell'opera di presa è presente l'attraversamento della strada SP21 bis su un piccolo corso d'acqua senza nome.

Tale attraversamento interferisce con la condotta forzata che quindi necessariamente sarà posata nell'ombra dell'impalcato di valle dell'attraversamento.



Posizionamento dell'attraversamento sul Rio Senza nome

5.1 Calcolo della portata di verifica del corso d'acqua

Essendo il fosso di dimensioni ridotte, con bacino inferiore ai 2 km^2, si valuta la portata di progetto come indicato nelle Norme di Attuazione del Piano di Bacino dell'ambito n° 4 – Argentina: "Per i corsi d'acqua minori nonché per gli affluenti dei torrenti principali con bacino inferiore a 2 km^2, salvo diversa indicazione prevista nel presente Piano, si assume una portata massima ottenuta utilizzando un contributo unitario pari a 40 m^3/s per ogni chilometro quadrato di superficie del bacino sotteso da assumere come portata duecentennale".
I valori da adottarsi per la determinazione delle portate Q50 e Q500 sono rispettivamente:

- **Q50 = Q200 (calcolato con il contributo unitario pari a m^3/s 40) moltiplicato 0.64**
- **Q500 = Q200 (calcolato con il contributo unitario pari a m^3/s 40) moltiplicato 1.33**

Si ottengono quindi le seguenti portate di progetto:

Bacino	A [km^2]	q [m^3/s/km^2]	Q50 [m^3/s]	Q200 [m^3/s]	Q500 [m^3/s]
Rio Senza Nome	0.339	40	8.69	13.57	18.05

Il corso d'acqua ricade nel reticolo secondario.

5.2 Descrizione dell'area di rilievo

A seguito della Visita Locale Istruttoria è stato richiesto dall'Ufficio Difesa del Suolo di Imperia l'approfondimento del rilievo di corso d'acqua.

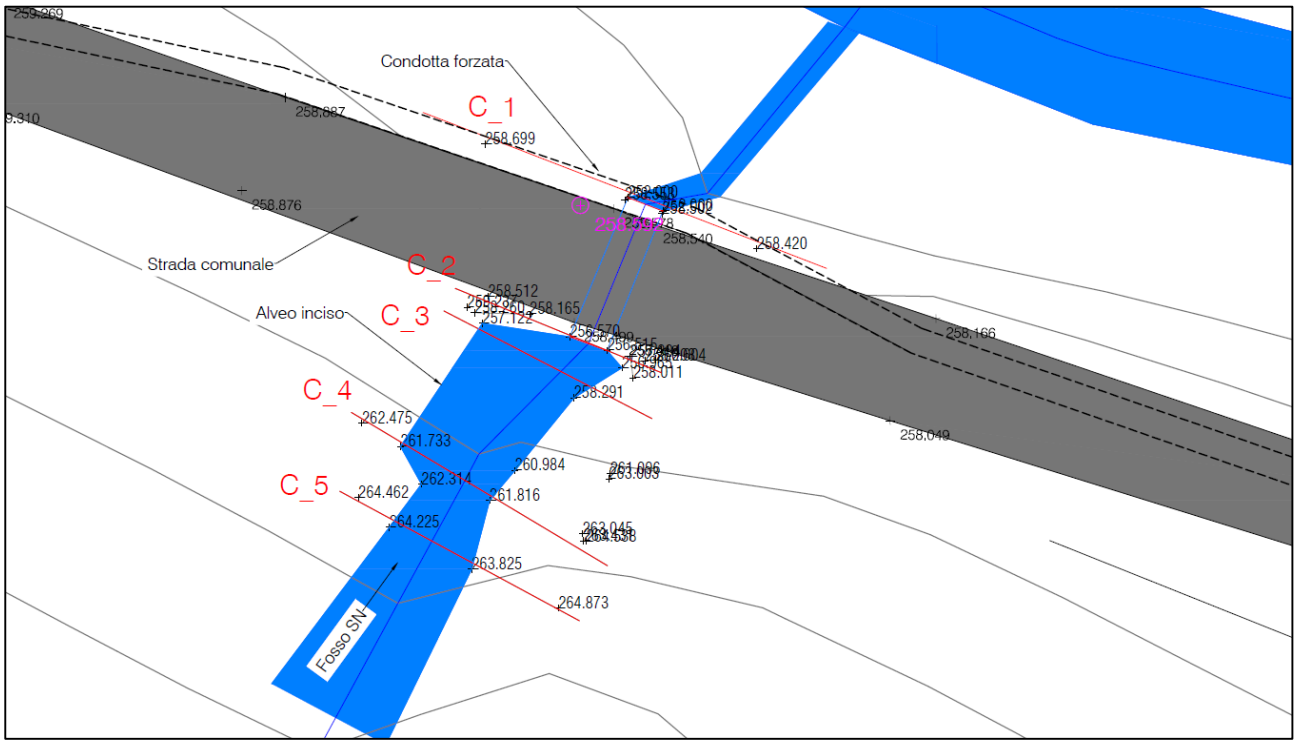
Il rilievo si è esteso per ca 30 metri a monte dell'attraversamento, mentre a valle è stata rilevata solo la sezione di uscita della tombinatura, in quanto questa è costituita da un muro strapiombante sopra il Torrente Argentina.

Il corso d'acqua è costituito da una continua lama di roccia, liscia e levigata, con pendenze molto elevate.

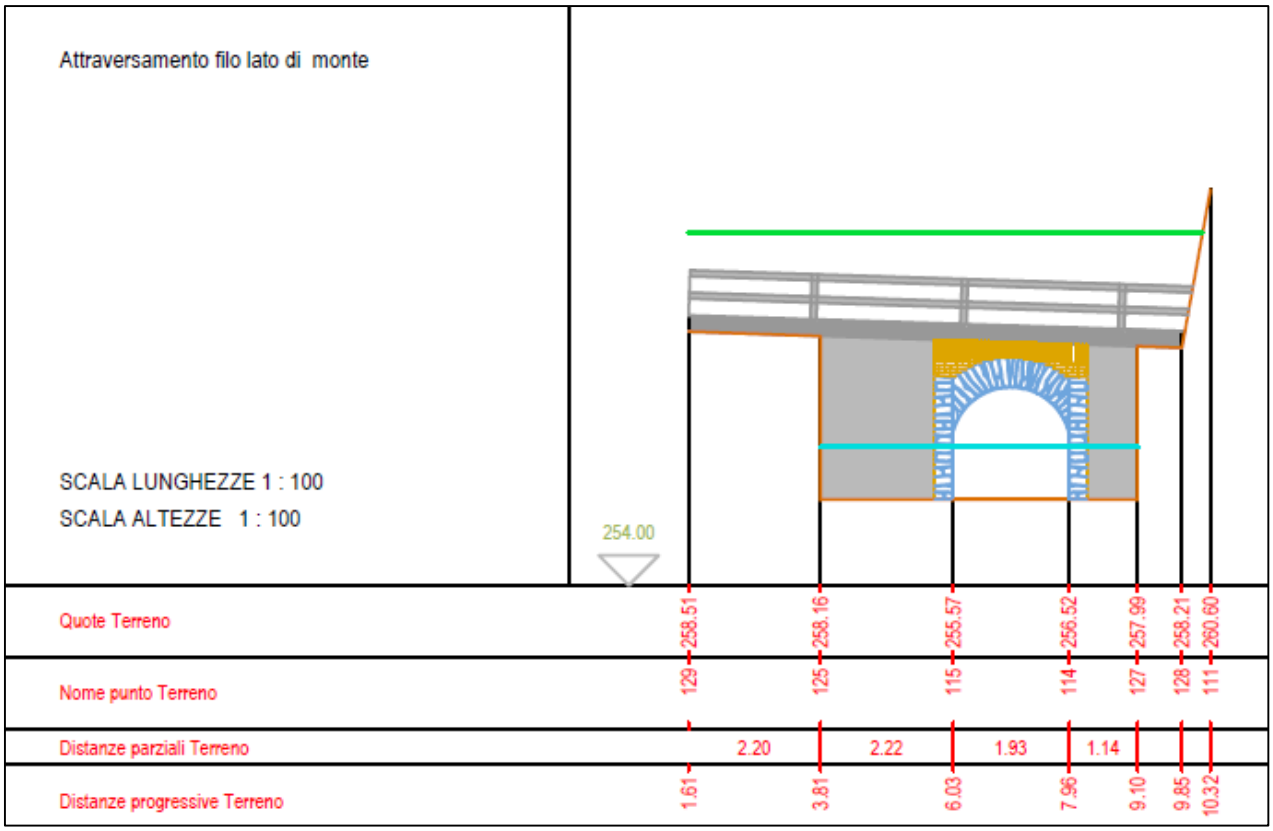
Il salto di quota rilevato è di 9 metri in soli 30 di sviluppo.

L'attraversamento è costituito da una trave in cemento sostenuta da una piccola arcata, con ridotta sezione a monte che invece si estende verso valle a oltre 6 metri di altezza fino alla base del muro di valle dell'attraversamento.

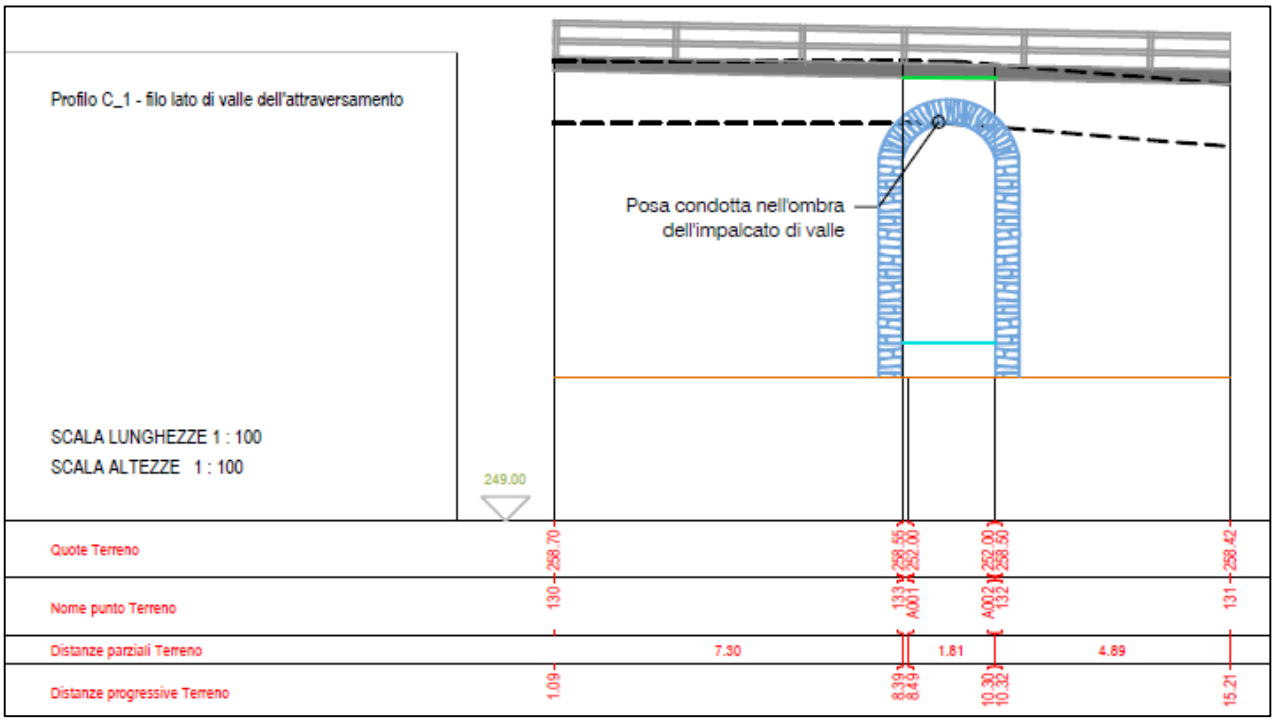
Il tratto è idraulicamente significativo per la presenza di un gradino naturale nel tratto a monte del rilievo e per lo strapiombo a valle, che di fatto rende discontinuo il tratto.



Area di rilievo



Geometria dell'attraversamento a monte



Geometria dell'attraversamento lato valle



Sezione C2-C3 a monte dell'attraversamento



Vista a monte dell'attraversamento



Gradino naturale a monte della sezione C5

5.3 Verifica idraulica dell'attraversamento

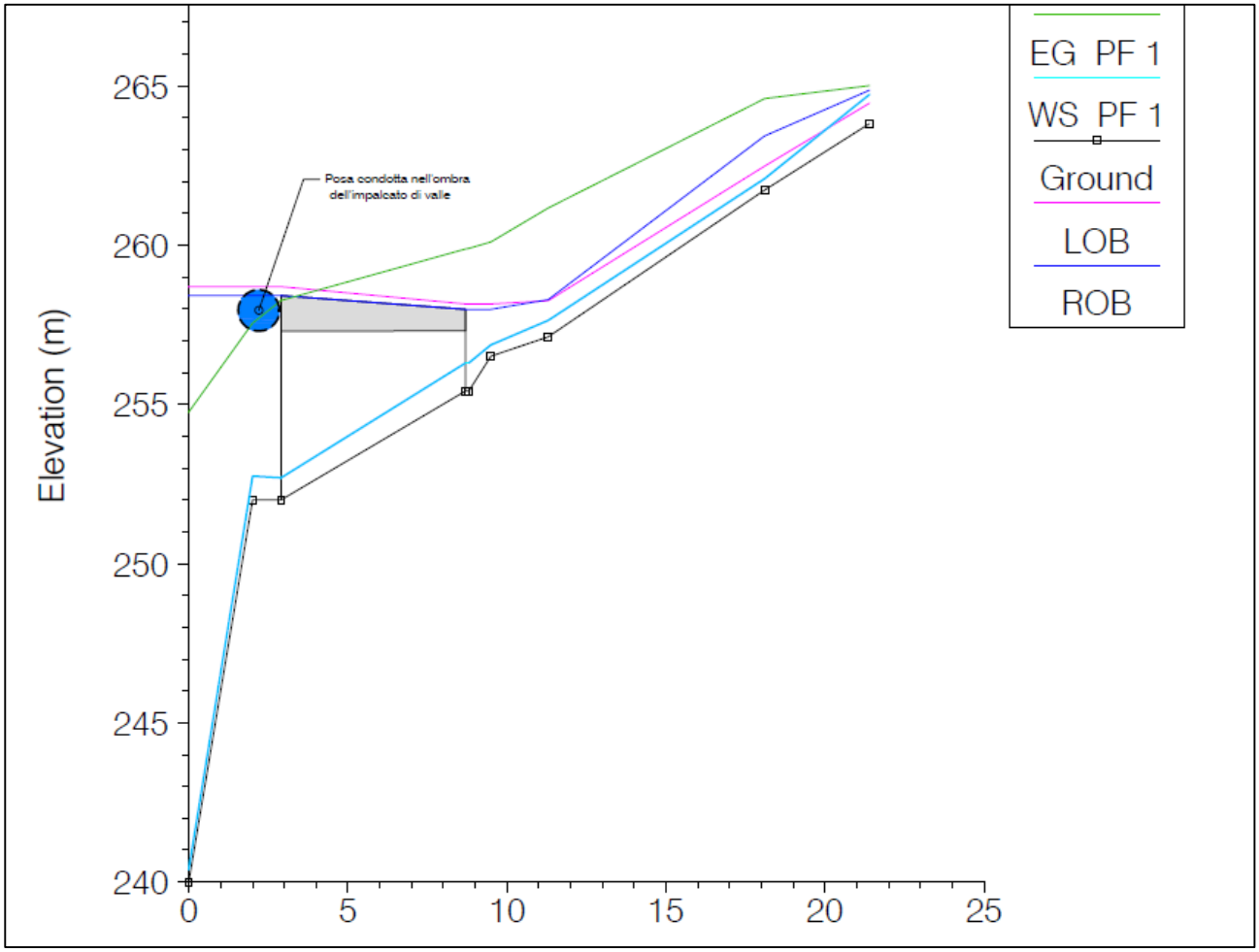
Per il calcolo si è assunto, secondo i 'Valori di riferimento da adottare nei calcoli idraulici per la scabrezza idraulica' indicati nelle Norme di Attuazione del Piano di Bacino dell'ambito n° 4 - Argentina -, un coefficiente di scabrezza pari a n = 0,04, corrispondente a Ks = 25,0 $m^{1/3}/s$ valido "per corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo".

La scelta del parametro è particolarmente cautelativa, considerato che il corso d'acqua presenta fondo liscio e regolare assimilabile a quello di un canale cementato.

Come condizioni al contorno utilizzate si è preso in considerazione il livello critico di monte e di valle, idoneo al caso in esame per la presenza di discontinuità a monte e a valle

Dall'analisi del profilo idraulico di calcolo emerge che l'attraversamento risulta verificato per il tirante della duecentennale con franco di 101 cm dall'intradosso dell'attraversamento, mentre non risulta verificato il franco dal carico cinetico.

La condotta idrica posta nell'impalcato di valle non va a costituire alcun aggravio alla situazione esistente.

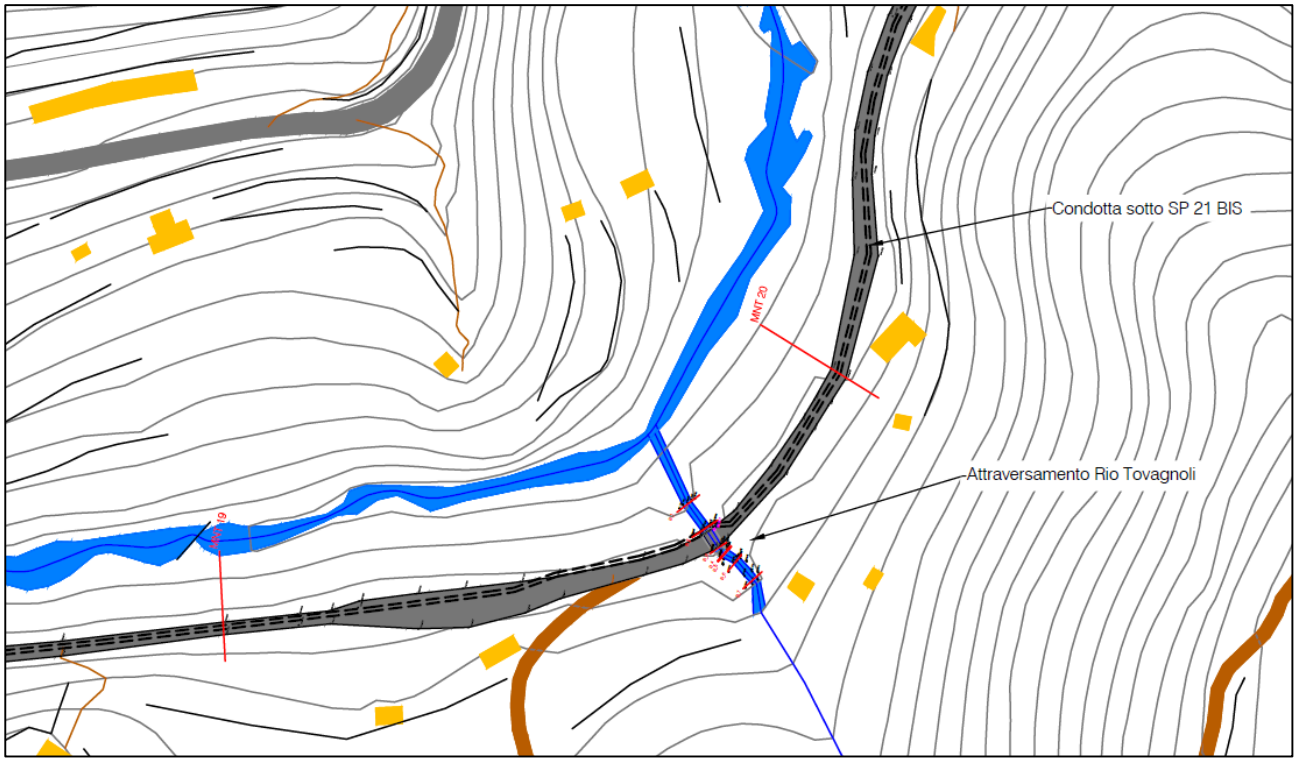


Profilo idraulico dell'attraversamento

6 Analisi idraulica del ponte sul Rio Tovagnoli

Tra le sezioni MNT19 e MNT20 all'incirca alla progressiva 950 m, la condotta incrocia l'attraversamento sul Rio Tovagnoli.

Tale attraversamento interferisce con la condotta forzata che quindi necessariamente sarà posata nell'ombra dell'impalcato di valle dell'attraversamento.



Posizionamento dell'attraversamento sul Rio Tovagnoli

6.1 Calcolo della portata di verifica del corso d'acqua

Essendo il fosso di dimensioni ridotte, con bacino inferiore ai 2 km^2, si valuta la portata di progetto come indicato nelle Norme di Attuazione del Piano di Bacino dell'ambito n° 4 – Argentina: "Per i corsi d'acqua minori nonché per gli affluenti dei torrenti principali con bacino inferiore a 2 km^2, salvo diversa indicazione prevista nel presente Piano, si assume una portata massima ottenuta utilizzando un contributo unitario pari a 40 m^3/s per ogni chilometro quadrato di superficie del bacino sotteso da assumere come portata duecentennale".

I valori da adottarsi per la determinazione delle portate Q50 e Q500 sono rispettivamente:

- **Q50 = Q200 (calcolato con il contributo unitario pari a m^3/s 40) moltiplicato 0.64**
- **Q500 = Q200 (calcolato con il contributo unitario pari a m^3/s 40) moltiplicato 1.33**

Si ottengono quindi le seguenti portate di progetto:

Bacino	A [km^2]	q [m^3/s/km^2]	Q50 [m^3/s]	Q200 [m^3/s]	Q500 [m^3/s]
Rio Tovagnoli	1.018	40	26.06	40.72	54.16

Il corso d'acqua ricade nel reticolo principale.

6.2 Descrizione dell'area di rilievo

A seguito della Visita Locale Istruttoria è stato richiesto dall'Ufficio Difesa del Suolo di Imperia l'approfondimento del rilievo di corso d'acqua.

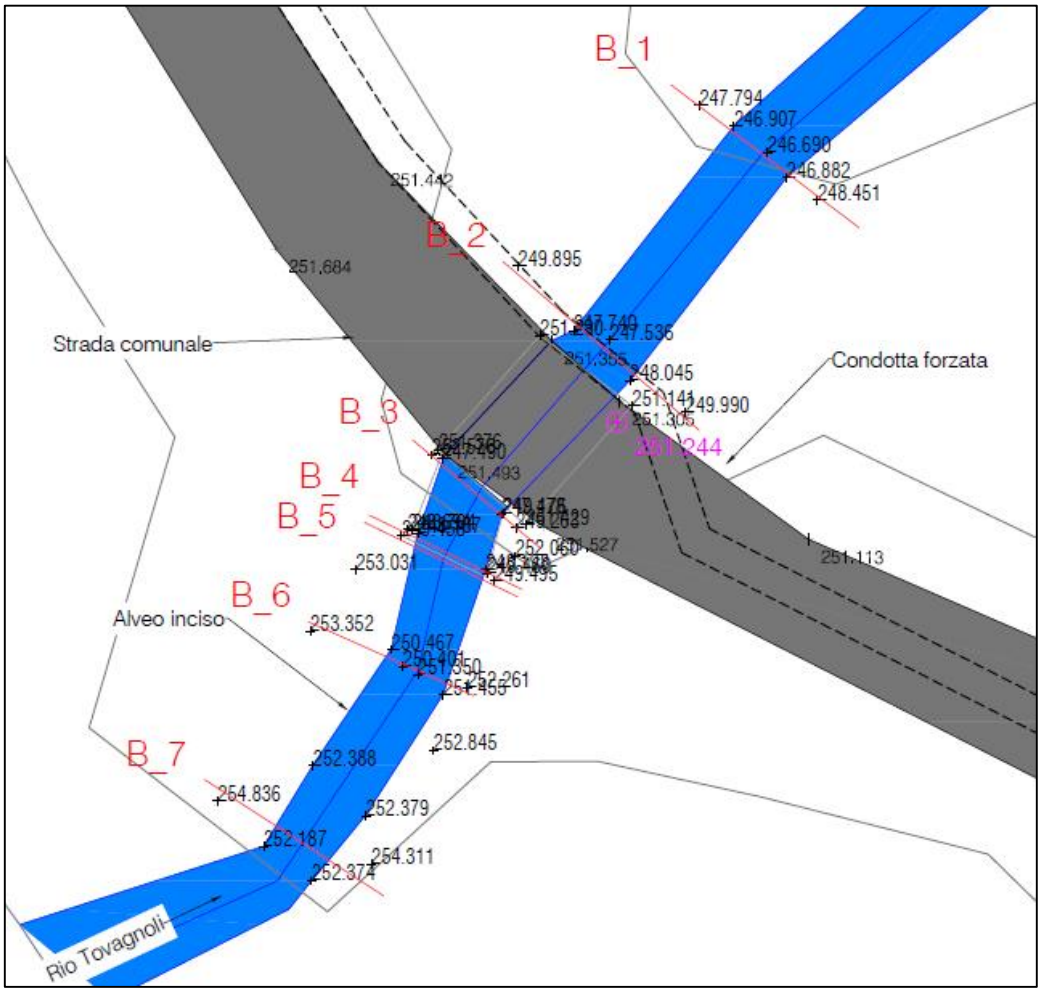
Il rilievo si è esteso per ca 80 metri, tracciando 7 sezioni complessivamente.

Il corso d'acqua è costituito da un piccolo rio naturale, con sponde naturali ricoperte di vegetazione e substrato formato da massi di varia pezzatura. La morfologia è abbastanza regolare senza bruschi restringimenti o cambi di direzione.

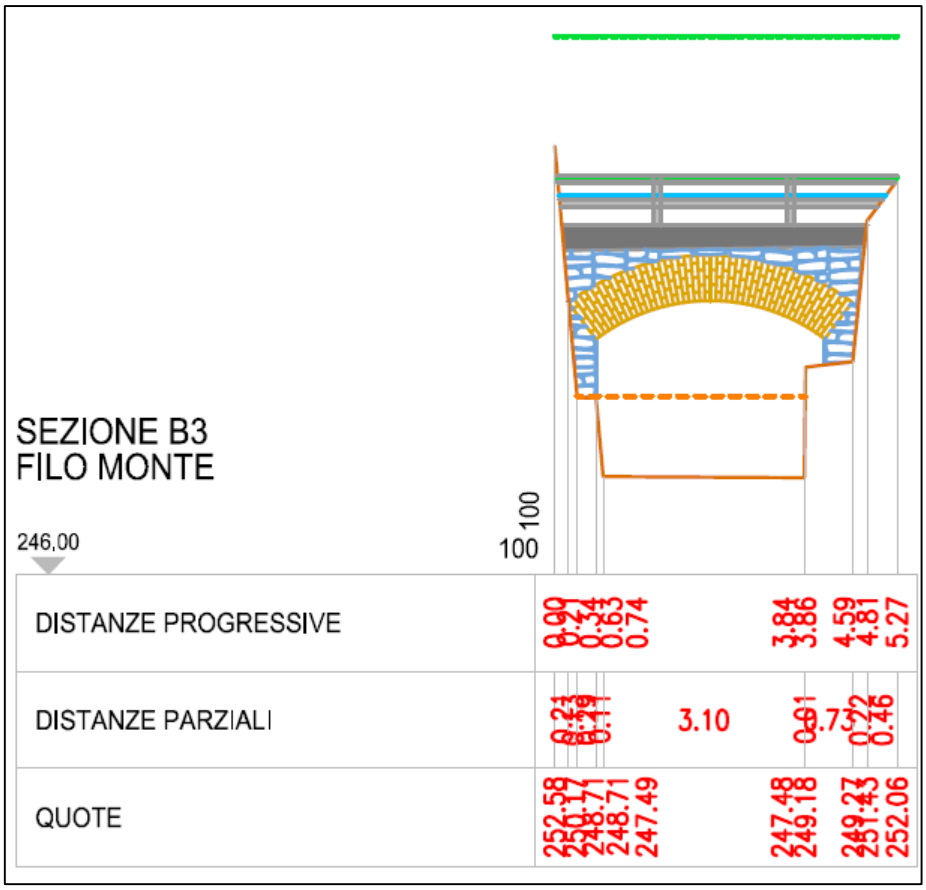
Appena a monte dell'attraversamento, in corrispondenza della Sezione B6 il fondo risulta cementato, con uno scivolo che va dalla sezione B6 alla sezione B5 ricoprendo un dislivello di ca 2 metri seguito da una gradino di ca 1 metro in sezione B5/B4 appena a monte dell'imbocco dell'attraversamento, con pareti verticali costituite da muretti a secco. Allo stato attuale il fondo cementato dalla sezione B4 appare quasi totalmente degradato, e quindi praticamente tornato allo stato naturale con un fondo formato da pietre e sassi.

A valle dell'attraversamento il fondo risulta naturale e rettilineo.

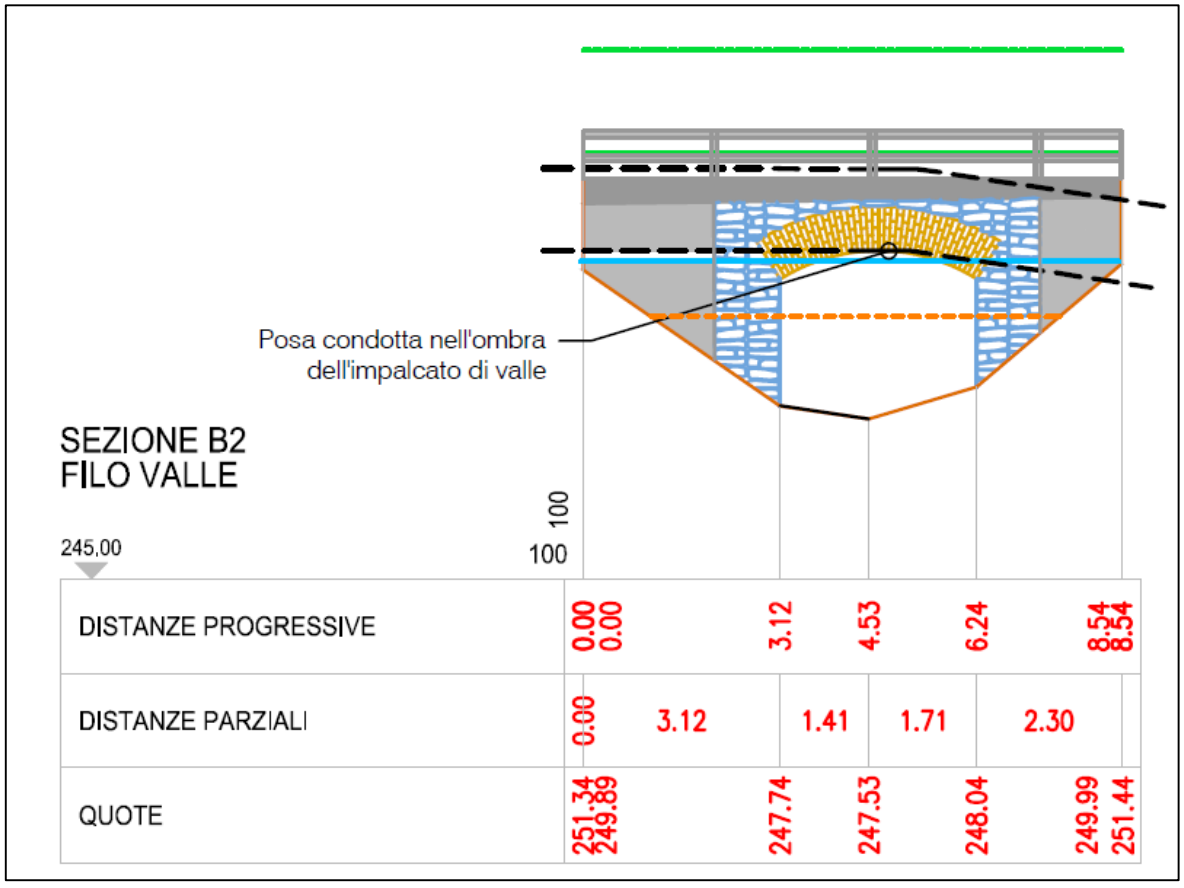
Il tratto è idraulicamente significativo per la presenza di discontinuità naturali nel tratto a monte e a valle del rilievo, che di fatto rendono discontinuo il tratto.



Area di rilievo



Geometria dell'attraversamento a monte



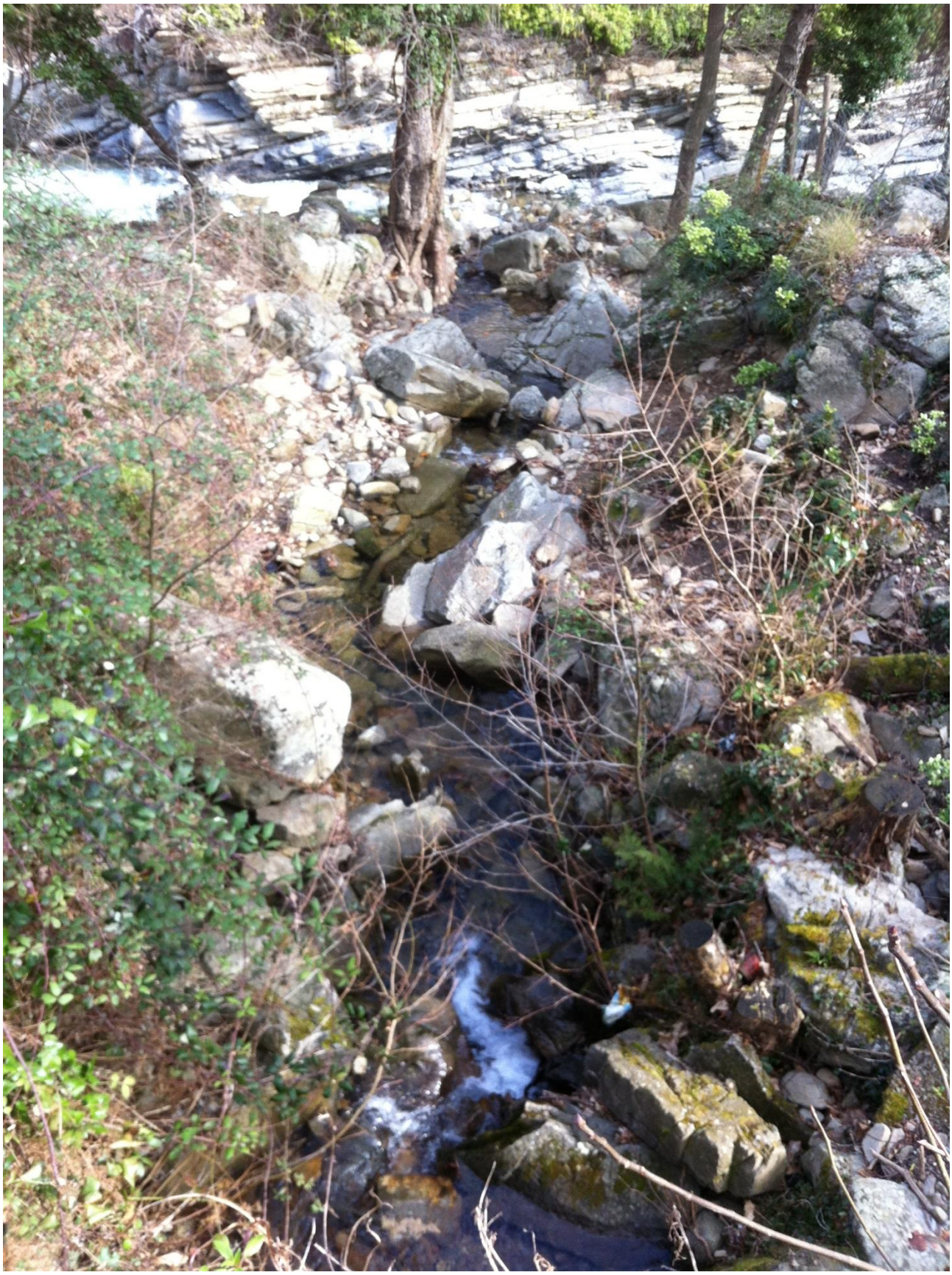
Geometria dell'attraversamento lato valle



Rio naturale a monte dell'attraversamento in sezione B7-B6 e tratto a scivolo cementato in sezione B6-B5



Vista a monte dell'attraversamento – Salto di fondo in sezione B5/B4



Tratto a valle dell'attraversamento Sezione B1



Fondo degradato all'imbocco dell'attraversamento tra la sezione B4 e B3



Dettaglio dell'attraversamento e del fondo

6.3 Verifica idraulica dell'attraversamento

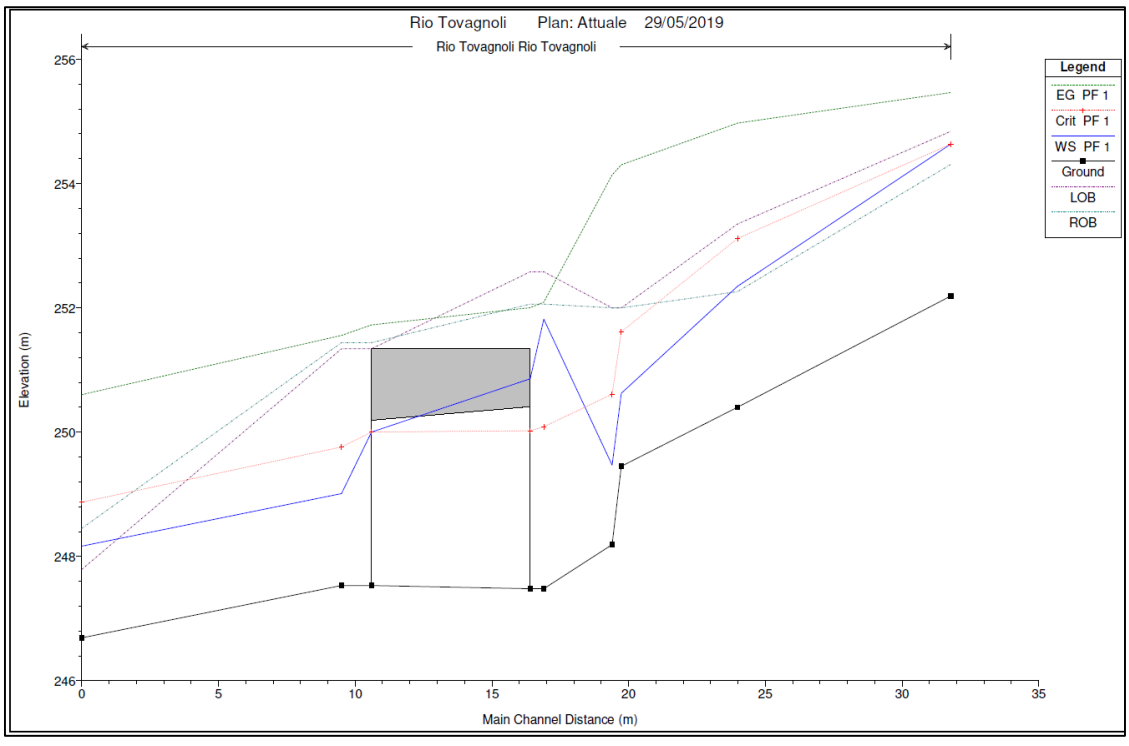
Per il calcolo si è assunto, secondo i 'Valori di riferimento da adottare nei calcoli idraulici per la scabrezza idraulica' indicati nelle Norme di Attuazione del Piano di Bacino dell'ambito n° 4 - Argentina -, un coefficiente di scabrezza pari a n = 0,04, corrispondente a Ks = 25,0 $m^{1/3}/s$ valido "per corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo "per le parti con fondo naturale e una valore pari a n=0.025 pari a Ks= 40,0 m1/3/s valido "Tratti urbanizzati di corsi d'acqua naturali con argini cementati" per le parti con fondo cementato a monte dell'attraversamento.

Tuttavia considerando il fatto che il fondo in corrispondenza delle sezioni B4/B2 risulta completamente ammalorato, si è scelto il valore di scabrezza del fondo per corso d'acqua naturale in via cautelativa.

Valori di scabrezza allo stato attuale:

Sezione	Fondo	Ks=
B1	Naturale	25
B2	Naturale	25
B3	Cementato ammalorato	25
B4	Cementato ammalorato	25
B5	Cementato	40
B6	Cementato	40
B7	Naturale	25

La verifica idraulica mette in evidenza l'insufficienza idraulica dell'attraversamento, causata dal restringimento subito a monte dell'attraversamento, sia per il tirante della duecentennale che per il franco dal carico cinetico.



Profilo idraulico attuale

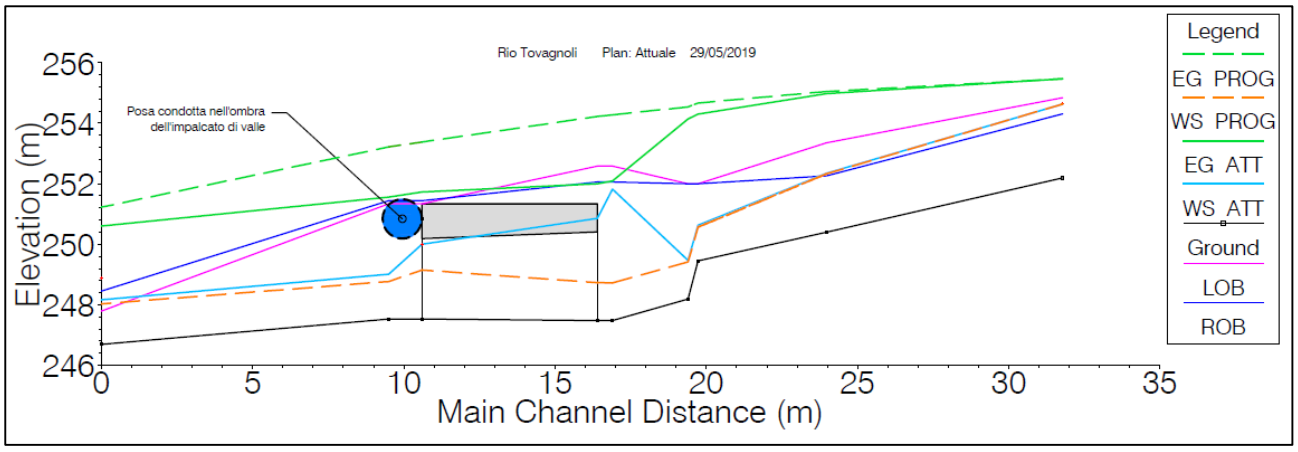
Si è valutato quindi di porre la condotta nell'impalcato di valle così da non costituire alcun aggravio alla situazione esistente che in caso di adeguamento dell'attraversamento con demolizione e ricostruzione del ponte potrà essere agevolmente adeguata alla nuova struttura con esborso contenuto per il concessionario.

Considerato che il fondo a monte dell'attraversamento risulta ammalorato, causando un sicuro peggioramento alle condizioni di deflusso, si propone come intervento migliorativo il ripristino del fondo nel tratto di imbocco della tombinatura, così da riportare le condizioni allo stato di progetto. Si è quindi proceduto alla modellazione idraulica modificando i parametri di scabrezza con il fondo in condizioni pari a nuovo, e si è ottenuto un miglioramento del profilo idraulico che rende l'attraversamento verificato dal tirante della duecentennale, con franco di ca 160 cm dal tirante della duecentennale anche se senza franco dal carico cinetico.

Considerata l'esiguità dell'intervento e comunque il miglioramento della situazione attuale, si ritiene comunque utile l'intervento sul fondo, anche se non risolutivo della verifica del franco dal carico cinetico.

Di seguito i valori di scabrezza utilizzati in condizione di ripristino del fondo cementato.

Sezione	Fondo	Ks=
B1	Naturale	25
B2	Naturale	25
B3	Cementato ripristinato	40
B4	Cementato ripristinato	40
B5	Cementato	40
B6	Cementato	40
B7	Naturale	25

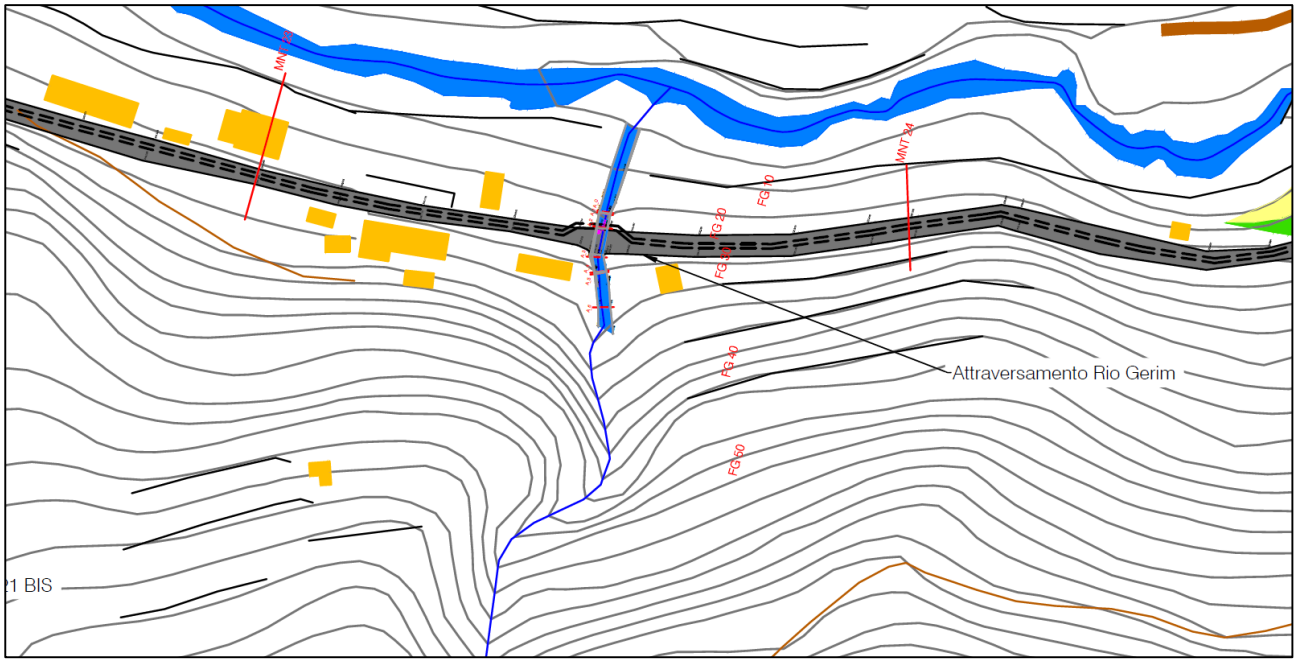


Profilo idraulico dell'attraversamento – In rosso tratteggiato il tirante a seguito del ripristino del fondo in cemento

7 Analisi idraulica del ponte sul Rio Gerim

Tra le sezioni MNT23 e MNT24 all'incirca alla progressiva 1470 m, la condotta incrocia l'attraversamento sul Rio Gerim.

Tale attraversamento interferisce con la condotta forzata che quindi necessariamente sarà posata nell'ombra dell'impalcato di valle dell'attraversamento.



Posizionamento dell'attraversamento sul Rio Senza nome

7.1 Calcolo della portata di verifica del corso d'acqua

Essendo il fosso di dimensioni ridotte, con bacino inferiore ai 2 km^2, si valuta la portata di progetto come indicato nelle Norme di Attuazione del Piano di Bacino dell'ambito n° 4 – Argentina: "Per i corsi d'acqua minori nonché per gli affluenti dei torrenti principali con bacino inferiore a 2 km^2, salvo diversa indicazione prevista nel presente Piano, si assume una portata massima ottenuta utilizzando un contributo unitario pari a 40 m^3/s per ogni chilometro quadrato di superficie del bacino sotteso da assumere come portata duecentennale".
I valori da adottarsi per la determinazione delle portate Q50 e Q500 sono rispettivamente:

- **Q50 = Q200 (calcolato con il contributo unitario pari a m^3/s 40) moltiplicato 0.64**
- **Q500 = Q200 (calcolato con il contributo unitario pari a m^3/s 40) moltiplicato 1.33**

Si ottengono quindi le seguenti portate di progetto:

Bacino	A [km^2]	q [m^3/s/km^2]	Q50 [m^3/s]	Q200 [m^3/s]	Q500 [m^3/s]
Rio Gerim	0.190	40	4.86	7.59	10.10

Il corso d'acqua ricade nel reticolo minore.

7.2 Descrizione dell'area di rilievo

A seguito della Visita Locale Istruttoria è stato richiesto dall'Ufficio Difesa del Suolo di Imperia l'approfondimento del rilievo di corso d'acqua.

Il rilievo si è esteso per ca 40 metri, di cui 30 a monte dell'attraversamento, mentre a valle è stata rilevata fino alla prima gradonatura, che costituisce discontinuità con il tratto di valle.

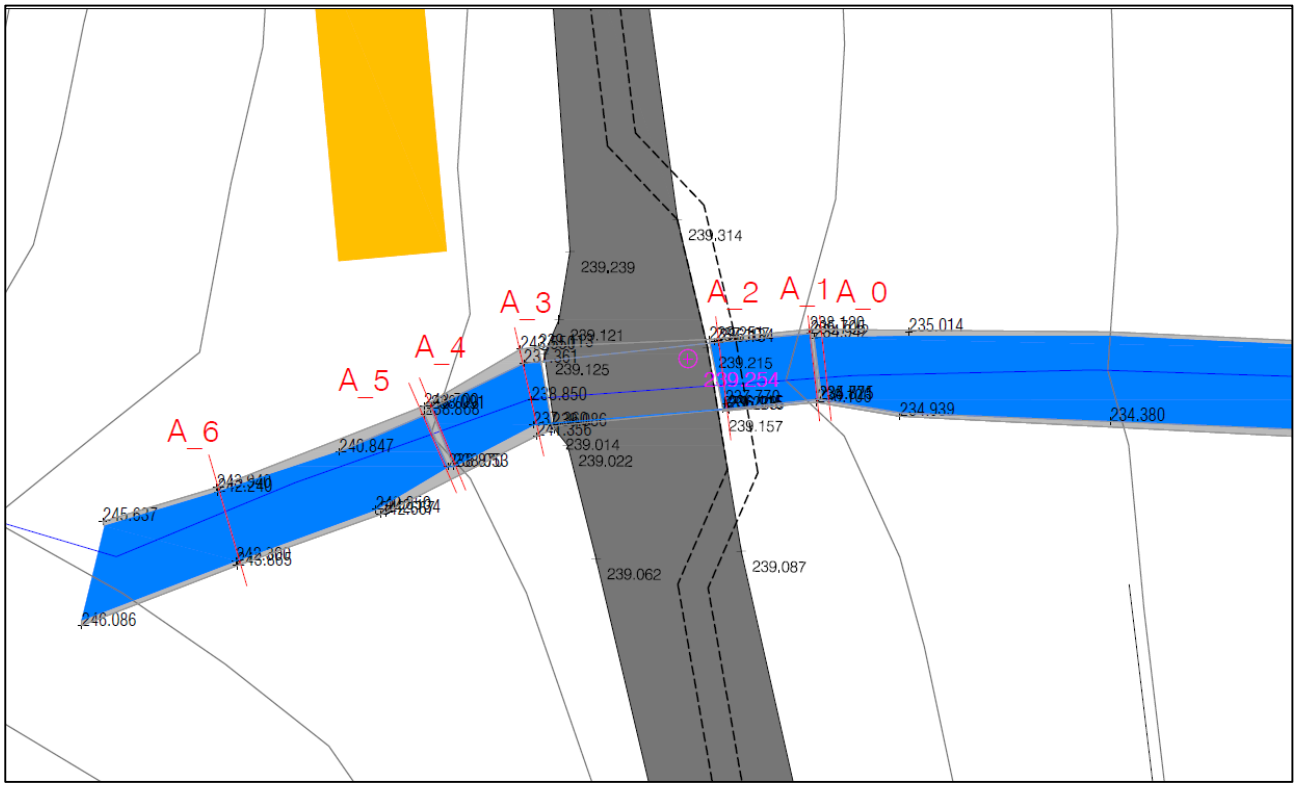
Sono state tracciate 7 sezioni, andando a dettagliare le geometrie dell'attraversamento e i salti di fondo.

Il corso d'acqua nel tratto rilevato risulta artificializzato, costituito da fondo cementato e pareti verticali costituite da muri a secco. Nel tratto dalla sezione A6 alla sezione A5 il rio è costituito da uno scivolo in cemento, con presenza di vegetazione invasiva penetrata tra il muro a secco in sinistra e il fondo.

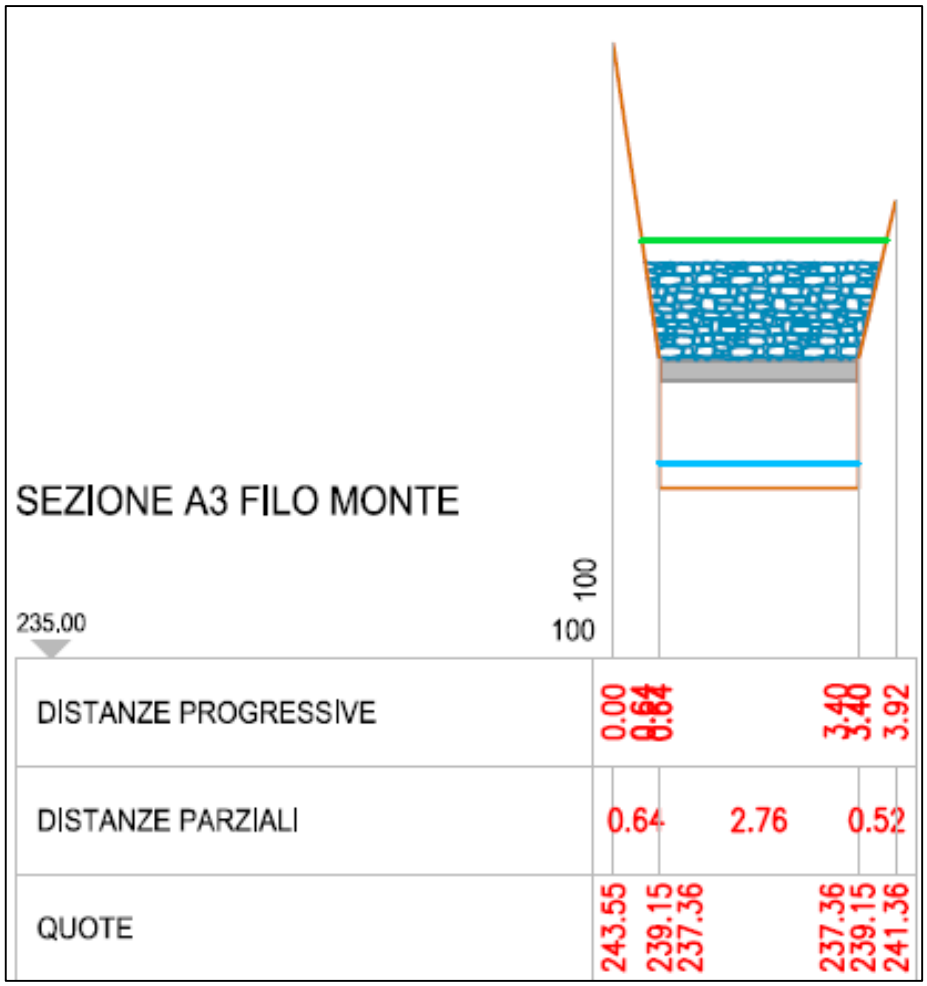
In sezione A5/A4 è presente un gradino di fondo appena prima dell'imbocco della tombinatura, costituita da uno scatolare di 3 metri di larghezza per 1.5 di altezza.

A valle della tombinatura il corso d'acqua è costituito da una serie di gradonate in serie, per cui si è esteso il rilievo fino al primo salto di fondo che genera la discontinuità col tratto di valle.

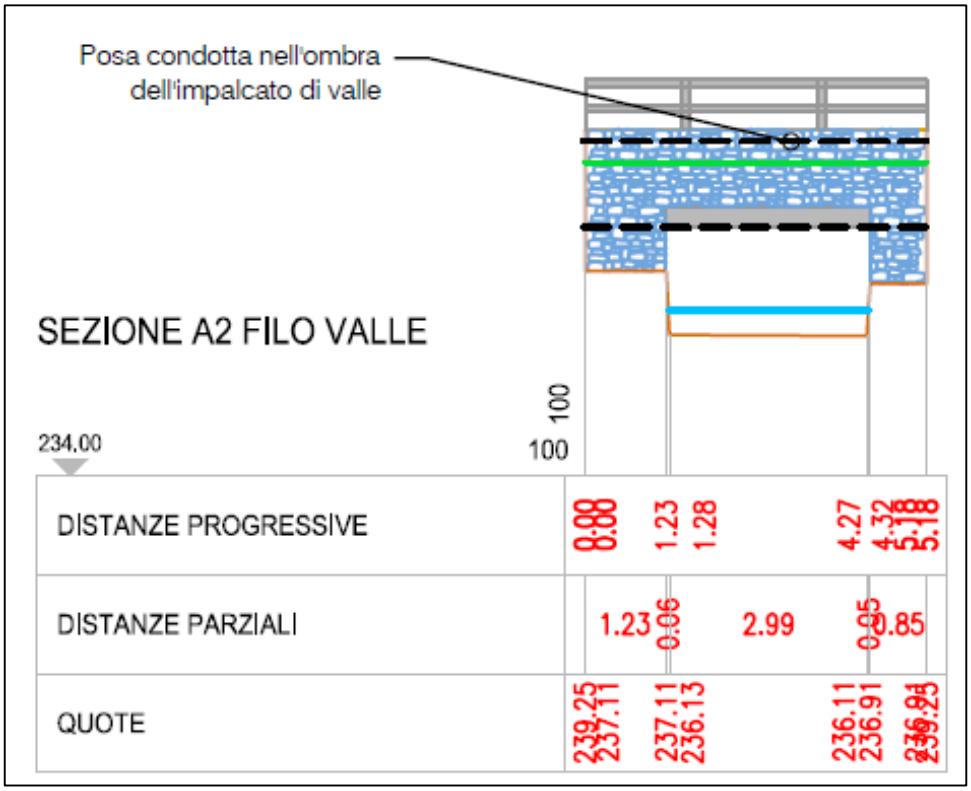
Il tratto è idraulicamente significativo per la presenza di un gradino naturale nel tratto a monte del rilievo e per lo strapiombo a valle, che di fatto rende discontinuo il tratto.



Area di rilievo



Geometria dell'attraversamento a monte



Geometria dell'attraversamento lato valle



Sezione A6-A5 a monte dell'attraversamento



Sezione A5/4 gradino a monte dell'imbocco della tombinatura



Sezione A2 a valle della tombinatura

7.3 Verifica idraulica dell'attraversamento

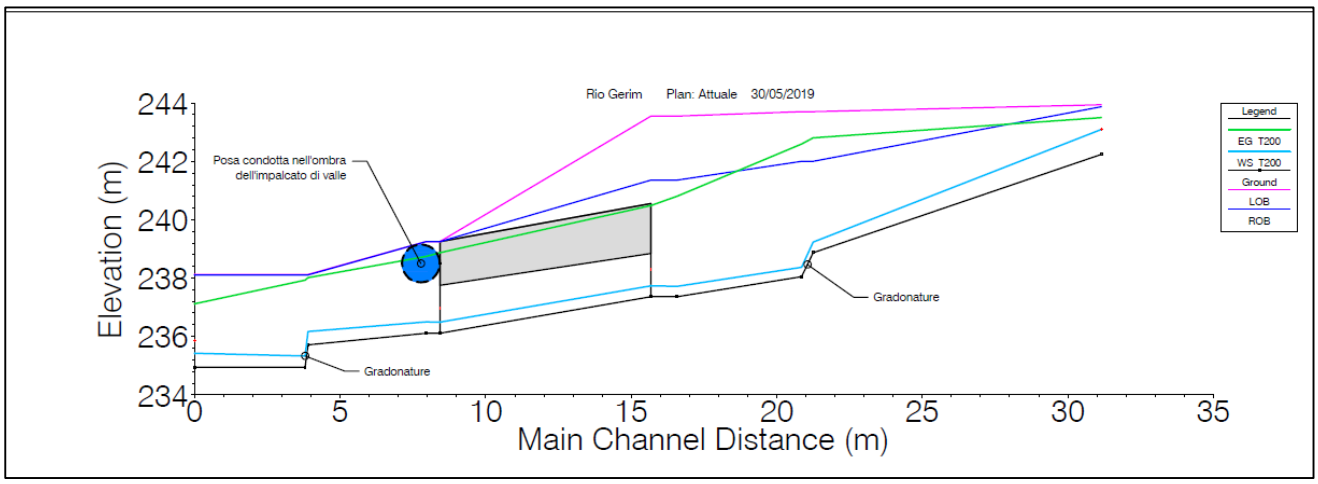
Per il calcolo si è assunto, secondo i 'Valori di riferimento da adottare nei calcoli idraulici per la scabrezza idraulica' indicati nelle Norme di Attuazione del Piano di Bacino dell'ambito n° 4 - Argentina -, un coefficiente di scabrezza pari a n=0.0286 pari a Ks= 35,0 m1/3/s valido per "Tratti urbanizzati di corsi d'acqua naturali con argini cementati", scegliendo il valore inferiore tra i due proposti per la presenza di vegetazione invasiva in alcuni tratti.

Come condizione al contorno utilizzate si è preso in considerazione il livello critico di monte e di valle, idoneo al caso in esame per la presenza di discontinuità a monte e a valle.

Dall'analisi del profilo idraulico di calcolo emerge che l'attraversamento risulta verificato per il tirante della duecentennale con franco di 108 cm dall'intradosso dell'attraversamento, mentre non risulta verificato per soli 5 cm il franco dal carico cinetico, considerato che trattasi di reticolo minore.

La condotta idrica verrà posta nell'ombra dell'impalcato di valle senza andare a costituire alcun aggravio alla situazione esistente.

Considerando infatti che l'attraversamento si trova al limite della conformità, si preferisce quindi optare per una soluzione che non comporta ingenti costi anche in caso di adeguamento.



Profilo idraulico dell'attraversamento

8 Verifiche statiche Briglia sul Torrente Argentina

Al fine di valutare la capacità di resistenza del manufatto di presa, procediamo ad analizzare le diverse forze che sollecitano la struttura:

- Le spinte dell'acqua e del terreno sul paramento di monte
- Le spinte dell'acqua e del terreno sul paramento di valle
- Le spinte dell'acqua e del terreno sulla fondazione
- La sottospinta dell'acqua sul piando di fondazione
- Il peso del corpo della briglia, del terreno e dell'acqua presente su di essa

L'analisi viene svolta sulla sezione con maggiore esposizione.
Le verifiche si effettuano generalmente mediante calcoli di tipo "bidimensionale" considerando il comportamento statico di un tronco di briglia di larghezza unitaria (1 m).
Nel calcolo bidimensionale si trascura a favore di sicurezza, l'apporto statico delle sponde, ovvero il concio largo 1 m non riceve dalla struttura della briglia alcuna forza stabilizzante.

8.1 Caratteristiche geotecniche e geometria

Per quanto riguarda le caratteristiche geotecniche del territorio si riporta quanto indicato nella relazione geotecnica:

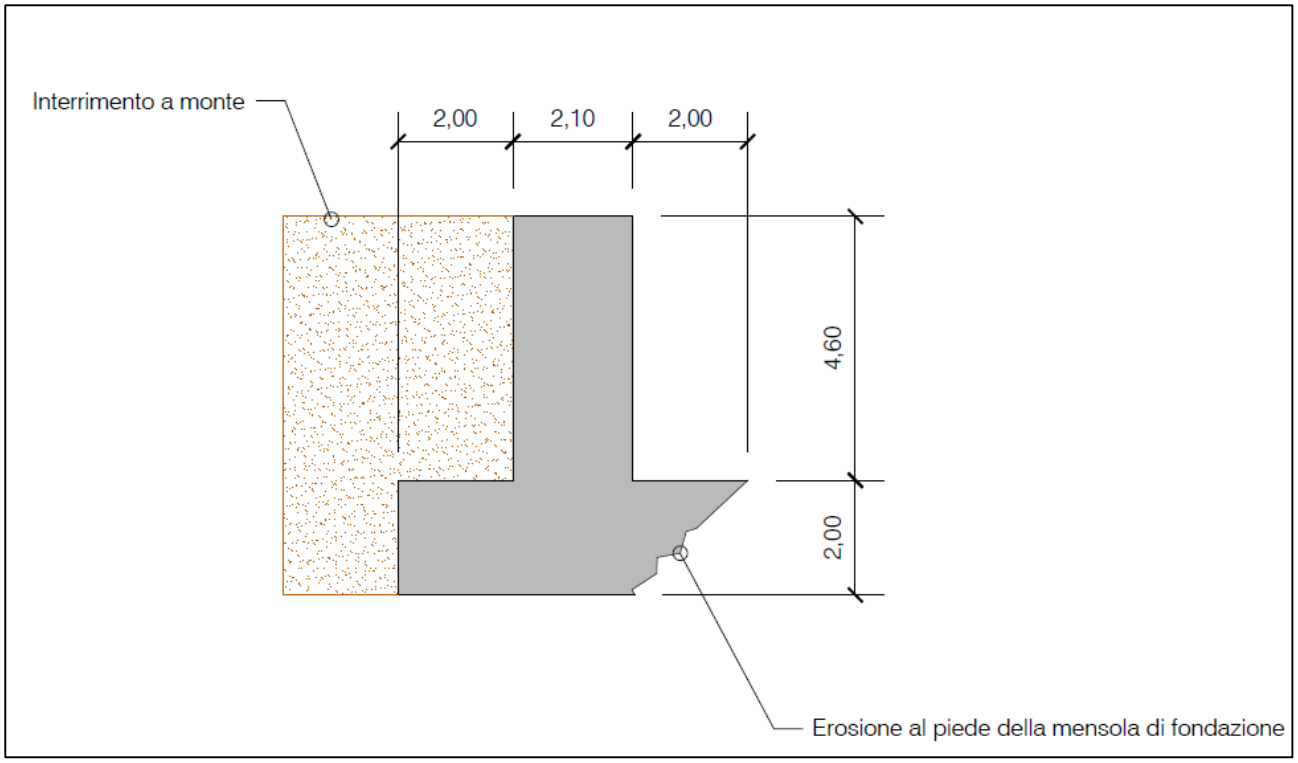
"Al fine della ricostruzione del modello geotecnico dell'area d'intervento, finalizzato a fornire tutti i dati geotecnici necessari per il progetto e le verifiche di stabilità e delle fondazioni, nonché per l'impostazione delle successive attività di monitoraggio, si riportano i parametri **geotecnici**, da verificare eventualmente in fase esecutiva, da attribuire ai terreni presenti in sito, desunti da indagini e prove svolte dallo scrivente in terreni simili in aree limitrofe e dalla letteratura, confermati da valori tabellari"

				VALORI MEDI		
Unità litologica	**Litologia**	**Tipo**	**Classificazione A.G.I.**	γ_m	φ'_m	Cu_m
				t/m³	°	kg/cm²
1	Substrato roccioso, passante da alterato e fratturato nei livelli superficiali a mediamente integro e compatto in profondità (valori medi validi per le diverse litologie affioranti in sito)	Coesivo	Consistente	2,2 – 2,5	35	0,5 - 1
2	Coltre eluvio – colluviale di versante, composta in prevalenza da sabbie limose, e accumuli di frana a composizione eterogenea	Incoerente	Da poco a moderatamente addensato	1,7 – 1,9	20	0
3	Depositi torrentizi, costituiti in prevalenza da sabbie ghiaiose	Incoerente	Da poco a moderatamente addensato	1,7 – 1,9	28	0

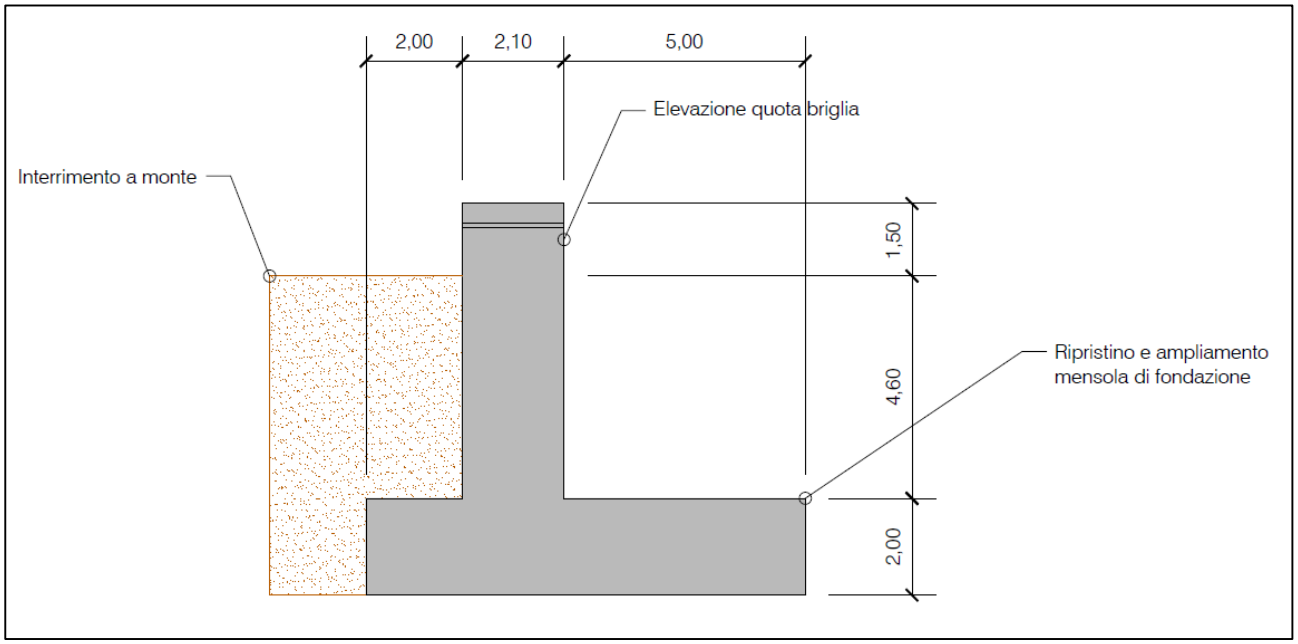
dove:

- γ_m: peso di volume;
- φ'_m: angolo di attrito interno efficace;
- Cu_m: coesione non drenata.

La briglia poggia su substrato roccioso:

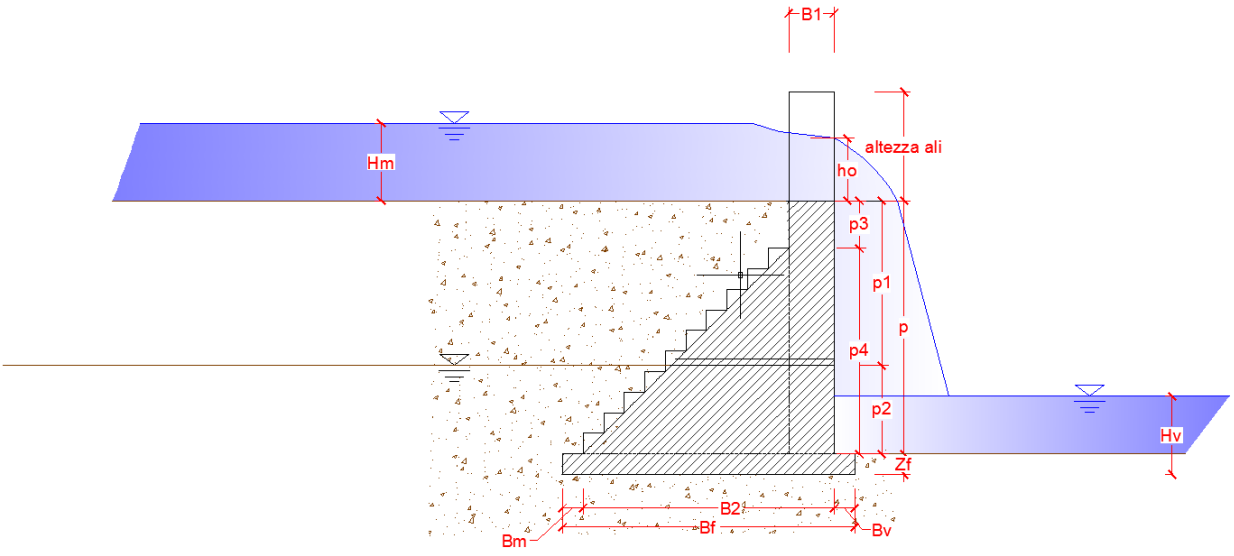


Dimensioni briglia attuali



Dimensioni briglia a progetto

Le grandezze geometriche della struttura esemplificativa nella seguente rappresentazione:



Si specifica che la sezione raffigurata non è indicativa della briglia oggetto di studio, ma ha il solo fine di rappresentare le forze in gioco.

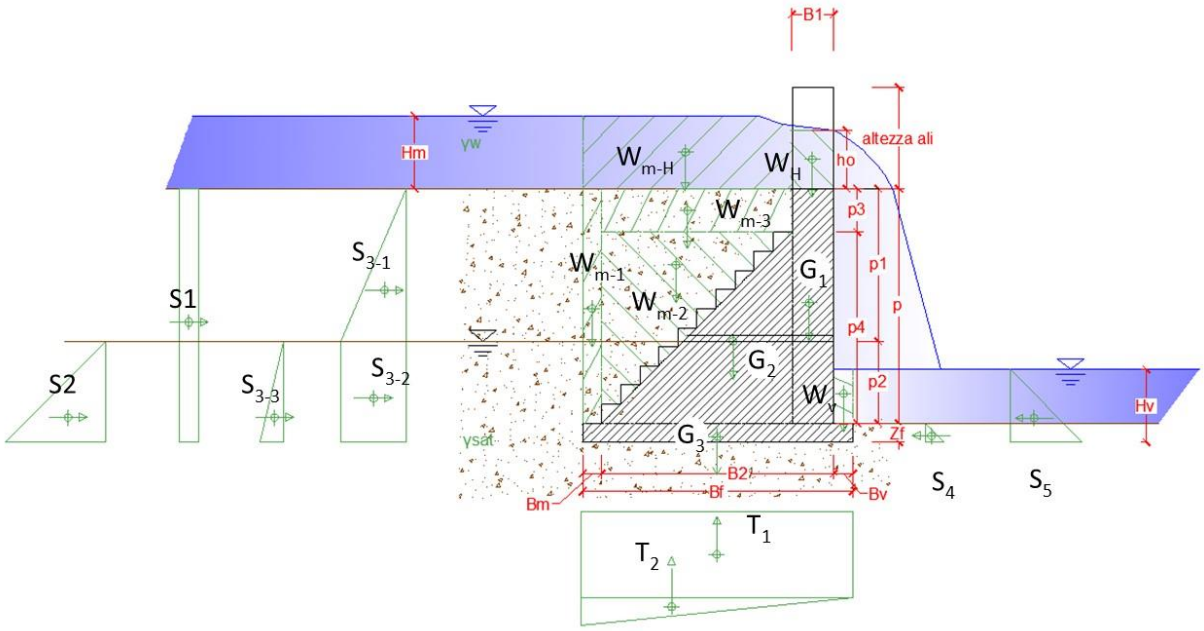
Tutte le grandezze geometriche e le caratteristiche geotecniche dei terreni coinvolti utilizzate per le verifiche dei due manufatti sono raccolte nella seguente tabella.

Descrizione	Parametro	Teiro
Peso specifico dell'acqua	γ	9.810 N/m^3
Peso specifico del calcestruzzo	γ_c	24.000 N/m^3
Peso specifico del terreno saturo	γ_{SAT}	21.264 N/m^3
Peso specifico del substrato roccioso	γ_{roccia}	25.500 N/m^3
Angolo di resistenza al taglio del substrato roccioso	φ'_{roccia}	35°
Angolo di resistenza al taglio del terreno	φ'_t	28°
Petto della briglia	p	6,1 m
Spessore strato drenato a monte del petto	p_1	0,4 m
Spessore strato non drenato a monte del petto	p_2	5,7 m
Spessore strato senza gradini	p_3	6,1 m
Spessore strato con gradini a monte del petto	p_4	0 m
Spessore fondazione	z_f	2 m
Profondità coronamento briglia	b_1	2,1 m
Profondità base briglia	b_2	2,1 m
Profondità base fondazione	B_f	7,1 m
Profondità zoccolo di monte	B_m	2 m
Profondità zoccolo di valle	B_v	5 m
Coefficiente di spinta attiva del terreno	K_a	0.333
Coefficiente di spinta a riposo del terreno	K_0	0.53
Tirante a monte della briglia	H_m	7,44 m
Tirante sulla briglia	h_0	5,7 m
Tirante a valle della briglia	H_v	4,6 m
Spessore terreno valle rispetto piano fondazione	$H_{T,v}$	0,8 m

8.2 Forze agenti sulla struttura drenata

La configurazione delle sollecitazioni che si presenta nel caso preso in esame è quella di una briglia interrita. La spinta idrostatica complessiva sul lato monte della struttura è leggermente alleviata dalla presenza di un dreno.

Si riporta uno schema delle forze tipiche che agiscono su una briglia dopo l'interrimento a monte, in presenza di drenaggi nel corpo murario della briglia. Si specifica che la sezione raffigurata non è indicativa della briglia oggetto di studio, ma ha il solo fine di rappresentare le forze in gioco.



Spinte agenti su una briglia dopo l'interrimento a monte in presenza di drenaggi nel corpo murario della briglia

Di seguito si riporta una breve descrizione delle spinte in gioco nel caso illustrato.

La spinta del terreno sul paramento di monte, dell'acqua nell'eventuale zona immersa nelle vicinanze del piano di fondazione (area non drenata) e dell'acqua per il carico h sulla gáveta.

Per il calcolo della spinta del terreno sul paramento di monte è da osservare che parte del terreno stesso, al di sotto del dreno che in figura è posizionato subito sopra la fondazione, è in stato di saturazione, mentre la rimanente parte lo è solo parzialmente, ne consegue che il peso specifico del terreno è legato al suo grado di saturazione, tuttavia la sicurezza consiglia di assumere $\gamma_t = \gamma_{sat}$, inoltre per il calcolo della spinta attiva del terreno non drenato è da considerare il suo peso specifico immerso ($\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$).

Sul paramento di valle agisce la spinta idrostatica e la spinta a riposo dovuta al terreno (immerso) nella zona compresa tra il fondo alveo ed il piano di fondazione (qualora la briglia non sia già scalzata).

Sul piano di fondazione agisce la spinta dovuta alle sottopressioni dell'acqua lungo il piano di contatto tra fondazione e terreno. L'andamento delle spinte delle sottopressioni è assunto variabile linearmente lungo il piano di fondazione tra la pressione di monte ed il carico idrostatico di valle.

Si riportano nella tabella seguente le descrizioni delle forze agenti sulla struttura indicate nella figura precedente.

S_1	Il tirante d'acqua viene qui considerato come un generico carico q distribuito sul terreno, per cui aumenta la pressione efficace del terreno seguendo le medesime leggi.
S_2	Spinta idrostatica di monte, parte dal dreno posizionato più in basso
$S_3 = \Sigma S_{3-i}$	Spinta attiva del terreno di monte
S_{3-1}	Spinta attiva del terreno di monte strato non saturo
S_{3-2}	Spinta attiva strato saturo dovuta al peso degli strati soprastanti
S_{3-3}	Spinta attiva strato saturo immerso
S_4	Spinta passiva terreno di valle
S_5	Spinta idrostatica valle
T_1	Sottospinta componente rettangolare
T_2	Sottospinta componente triangolare data dalla differenza di carico tra monte valle
G_1	Peso corpo briglia paramento di valle
G_2	Peso corpo briglia paramento a sezione triangolare di monte
G_3	Peso corpo briglia fondazione
$W_m = \Sigma W_{m-i}$	Somma dei contributi del concio di terra a monte della briglia e del carico dell'acqua sopra il terreno.
W_{m-1}	Peso terreno saturo sopra zoccolo di valle
W_{m-2}	Peso cuneo triangolare terreno saturo sul paramento inclinato di monte
W_{m-3}	Peso cuneo rettangolare di terreno saturo sul paramento inclinato di monte
W_{m-4}	Peso cuneo rettangolare terreno insaturo
W_{m-w}	Peso dell'acqua al di sopra del terreno
W_v	Peso acqua sullo zoccolo di valle della briglia
W_w	Peso dell'acqua sulla sommità delle briglia

Nella seguente tabella sono indicate le formule utilizzate per il calcolo delle forze e i risultati per le due opere.

Formula	Risultato	
$S_1 = \gamma H_m K_a (p + z_f)$	196.866	N/m²
$S_2 = \frac{1}{2} \gamma (p + z_f)^2$	290.817	N/m²
$S_{3-1} = \frac{1}{2} K_a \gamma_t {p_1}^2$	566	N/m²
$S_{3-2} = K_a \gamma_t p_1 (p_2 + z_f)$	21.809	N/m²
$S_{3-3} = \frac{1}{2} K_a (\gamma_{SAT} - \gamma)(p_2 + z_f)^2$	113.071	N/m²
$S_4 = \frac{1}{2} k_0 (\gamma_{SAT} - \gamma) {H_{T,v}}^2$	1.943	N/m²
$S_5 = \frac{1}{2} \gamma {H_v}^2$	213.662	N/m²
$G_1 = \gamma_c p B_1$	307.440	N/m²
$G_2 = \frac{1}{2} \gamma_c p_2 (B_2 - B_1)$	0	N/m²
$G_3 = \gamma_c z_f B_f$	340.800	N/m²
$W_{m-1} = \gamma_{SAT} p B_m$	259.421	N/m²
$W_{m-2} = \frac{1}{2} \gamma_{SAT} p_4 (B_2 - B_1)$	0	N/m²
$W_{m-3} = \gamma_{SAT} p_3 (B_2 - B_1)$	0	N/m²
$W_{m-H} = \gamma h_0 (B_m + B_2 - B_1)$	111.834	N/m²
$W_v = \gamma H_v B_v$	225.630	N/m²
$W_H = \gamma h_0 B_1$	117.426	N/m²
$T_1 = \gamma H_v B_f$	320.395	N/m²
$T_2 = \gamma (p_2 + z_f - H_v) B_f$	215.918	N/m²

Vengono indicate come positive tutte le forze che hanno direzione da monte verso valle o dal basso verso l'alto, mentre sono negative tutte quelle di senso inverso.

8.3 Scorrimento

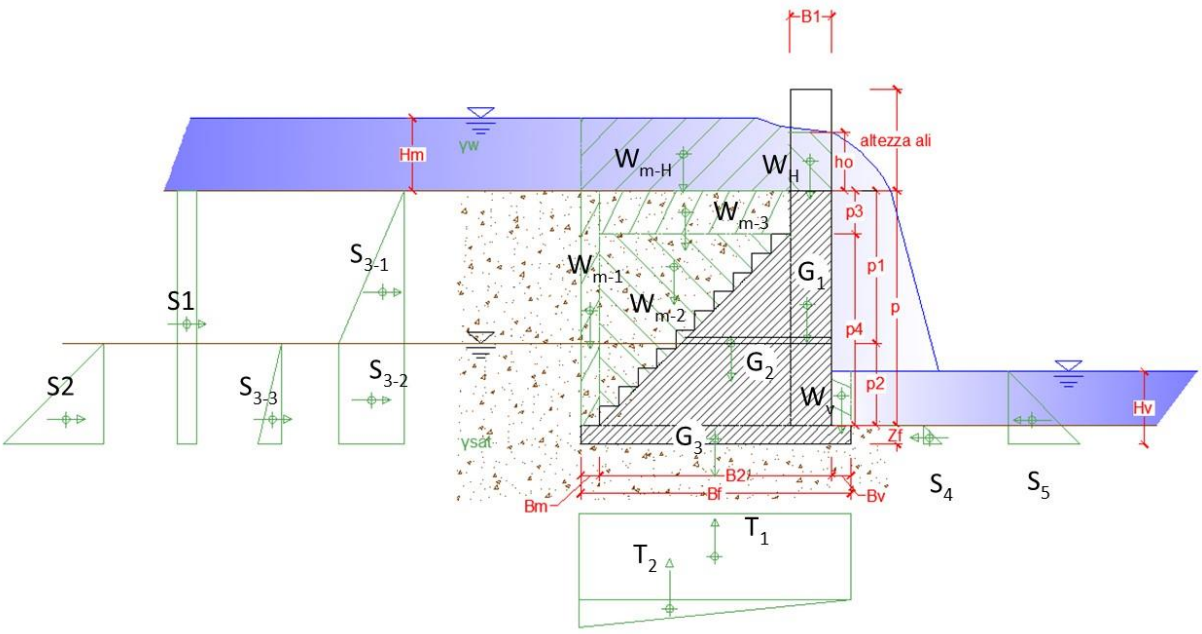
La verifica allo scorrimento sul piano di posa della fondazione della briglia consiste nell'imporre l'equilibrio alla traslazione orizzontale tra tutte le forze instabilizzanti e quelle resistenti che intervengono nel problema, in modo tale che l'equilibrio sia soddisfatto con un fattore di sicurezza pari a 1.3.

$$\boldsymbol{FS} = \frac{\sum F_{stabilizzanti}}{\sum F_{instabilizzanti}} > 1.3$$

Tra le forze instabilizzanti vi sono la spinta delle terre e dell'acqua a monte della briglia, e le sottospinte dovute alla pressione idrostatica sotto il piano di fondazione, mentre tra le stabilizzanti vi sono la spinta delle terre e dell'acqua a valle, e la reazione che si genera per attrito all'interfaccia tra la fondazione e il piano di posa, questa è proporzionale alla risultante delle forze normali al piano di posa, ed è posizionata nella stessa direzione della risultante delle forze instabilizzanti, ma con verso opposto.

Il coefficiente di attrito f è pari a $\tan\varphi'$ nel caso che il piano di fondazione poggi su un terreno incoerente e permeabile (sabbia e ghiaia) con angolo di resistenza al taglio φ', altrimenti viene assunto un valore pari a 0.75 per terreni rocciosi, e pari a 0.7 se la verifica si effettua in una generica sezione orizzontale della briglia.

In generale, le forze resistenti sono rappresentate dalla reazione che, per attrito, si desta all'interfaccia tra la base del muro e il terreno di fondazione, dalla reazione fornita dal terreno di fondazione e da quella fornita dal terreno antistante il muro, che si oppone alla traslazione.



Rappresentazione delle spinte orizzontali e verticali

Le spinte sono state quantificate nel capitolo precedente.

La verifica allo slittamento consiste nel rapporto tra le forze stabilizzanti e quelle instabilizzanti.

La somma delle forza instabilizzanti è data dalla somma di tutte le componenti delle forze parallele al piano di scorrimento, con verso dello scorrimento, mentre la somma delle forze stabilizzanti è data dalla somma delle componenti parallele al piano di scorrimento con verso opposto a quello dello scorrimento. Tra le forze stabilizzanti vi è la forza di attrito che è proporzionale alla somma algebrica di tutte le componenti ortogonali al piano di scorrimento delle forze.

In questo casco con piano di fondazione orizzontale il calcolo risulta semplificato. Le forze instabilizzanti sono le spinte del terreno e dell'acqua a monte, mentre le forze stabilizzanti sono la spinta del terreno e dell'acqua di valle, e la forza di attrito proporzionale alla somma algebrica delle forze verticali.

$$\sum F_{instabilizzanti} = S_1 + S_2 + \sum_1^3 S_{3-i}$$

$$\sum F_{stabilizzanti} = f \cdot \left(G_1 + G_2 + G_3 + \sum_1^3 W_{m-i} + W_{m-H} + W_H + W_v - T_1 - T_2 \right) + S_4 + S_5$$

Il coefficiente di attrito f è stato scelto pari a 0.75 per i terreni rocciosi essendo il piano di fondazione costituito da substrato roccioso.

Il fattore di sicurezza di F_S risulta quindi:

$$\boldsymbol{FS} = \frac{\sum F_{stabilizzanti}}{\sum F_{instabilizzanti}} = \frac{566\,817\ N}{353\,370\ N} = 1{,}6 > 1.3$$

La struttura risulta verificata per lo scorrimento.

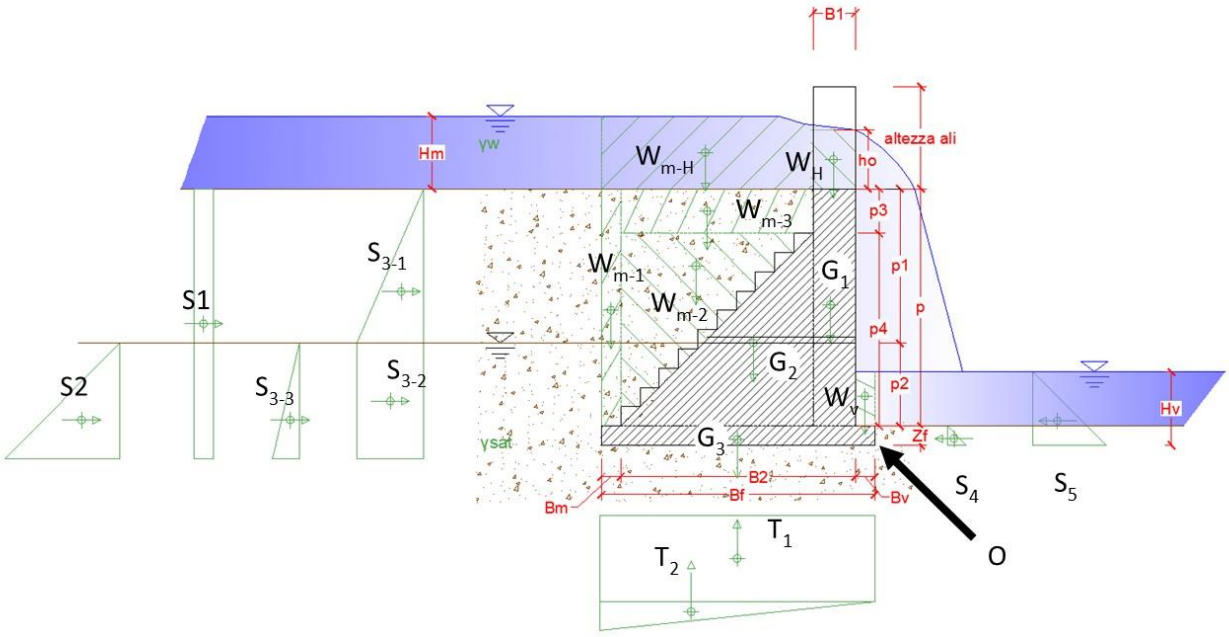
8.4 Ribaltamento

La verifica al ribaltamento si effettua come quella per lo scorrimento, imponendo un equilibrio alla rotazione rispetto al piede della struttura tra tutti i momenti ribaltanti e quelli stabilizzanti, in modo tale che l'equilibrio sia soddisfatto con un fattore di sicurezza pari a 1.5.

$$\boldsymbol{FS} = \frac{\sum M_{stabilizzanti}}{\sum M_{Ribaltanti}} > \mathbf{1.5}$$

Conoscendo le spinte, già stimate per la verifica allo slittamento, si calcolano i bracci delle forze rispetto al punto O che rappresenta il piede della struttura.

Le forze che generano un momento ribaltante rispetto al punto O sono tutte quelle che generano un momento positivo (senso orario) quali la spinta delle terre e dell'acqua a monte della briglia, e le sottospinte dovute alla pressione idrostatica sotto il piano di fondazione, mentre quelle che generano un momento stabilizzante sono quelle che generano un momento negativo (senso antiorario) quali la spinta delle terre e dell'acqua a valle, il peso del corpo di briglia in tutte le sue componenti e il peso del terreno e dell'acqua che vi sono sopra.



Rappresentazione grafica dei bracci associati alle diverse spinte

Forza	Braccio (formula)	Braccio		Momento	
S_1	$b_1 = \frac{1}{2}(p + z_f)$	4,05	m	797.308	Nm
S_2	$b_2 = \frac{1}{3}(p + z_f)$	2,70	m	785.207	Nm
S_{3-1}	$b_{3-1} = \frac{1}{3}p_1 + p_2 + z_f$	7,83	m	4.437	Nm

S_{3-2}	$b_{3-2} = \frac{1}{2}(p_2 + z_f)$	3,85	m	83.965	Nm
S_{3-3}	$b_{3-3} = \frac{1}{3}(p_2 + z_f)$	2,57	m	290.217	Nm
S_4	$b_4 = \frac{1}{3}H_{T,v}$	0.27	m	518	Nm
S_5	$b_5 = \frac{1}{3}H_v$	1,53	m	327.615	Nm
G_1	$c_1 = B_v + \frac{1}{2}B_1$	6,05	m	1.860.012	Nm
G_2	$c_2 = B_v + B_1 + \frac{1}{3}(B_2 - B_1)$	7,1	m	0	Nm
G_3	$c_3 = \frac{1}{2}B_f$	3,55	m	1.209.840	Nm
W_{m-1}	$c_{m-1} = B_v + B_2 + \frac{1}{2}B_m$	8,1	m	2.101.308	Nm
W_{m-2}	$c_{m-2} = B_v + B_1 + \frac{2}{3}(B_2 - B_1)$	7,1	m	0	Nm
W_{m-3}	$c_{m-3} = B_v + B_1 + \frac{1}{2}(B_2 - B_1)$	7,1	m	0	Nm
W_{m-H}	$c_{m-H} = B_v + \frac{1}{2}(B_m + B_2 - B_1)$	6	m	671.004	Nm
W_v	$c_v = \frac{1}{2}B_v$	2,5	m	564.075	Nm
W_H	$c_H = B_v + \frac{1}{2}B_1$	6,05	m	710.425	Nm
T_1	$f_1 = \frac{1}{2}B_f$	3,55	m	1.137.401	Nm
T_2	$f_2 = \frac{2}{3}B_f$	4,73	m	1.022.012	Nm

I momenti ribaltanti sono quelli positivi, ossia che hanno senso orario, mentre quelli stabilizzanti sono quelli negativi, che hanno senso antiorario.

La somma di tutti i momenti ribaltanti è data da:

$$\sum M_{Ribaltanti} = S_1 b_1 + S_2 b_2 + \sum_1^3 S_{3-i} b_{3-i} + T_1 f_1 + T_2 f_2$$

La somma di tutti i momenti stabilizzanti è data da:

$$\sum M_{Stabilizzanti} = S_4 b_4 + S_5 b_5 + G_1 c_1 + G_2 c_2 + G_3 c_3 \sum_1^3 W_{m-i} c_{m-i} + W_{m-H} c_{m-H} + W_v c_v + W_H c_H$$

Il fattore di sicurezza di F_S risulta quindi:

$$\boldsymbol{FS} = \frac{\sum M_{stabilizzanti}}{\sum M_{Ribaltanti}} = \frac{\mathbf{7\,444\,798}}{\mathbf{4\,120\,548}} > \mathbf{1,81}$$

La struttura risultano verificata per il ribaltamento.

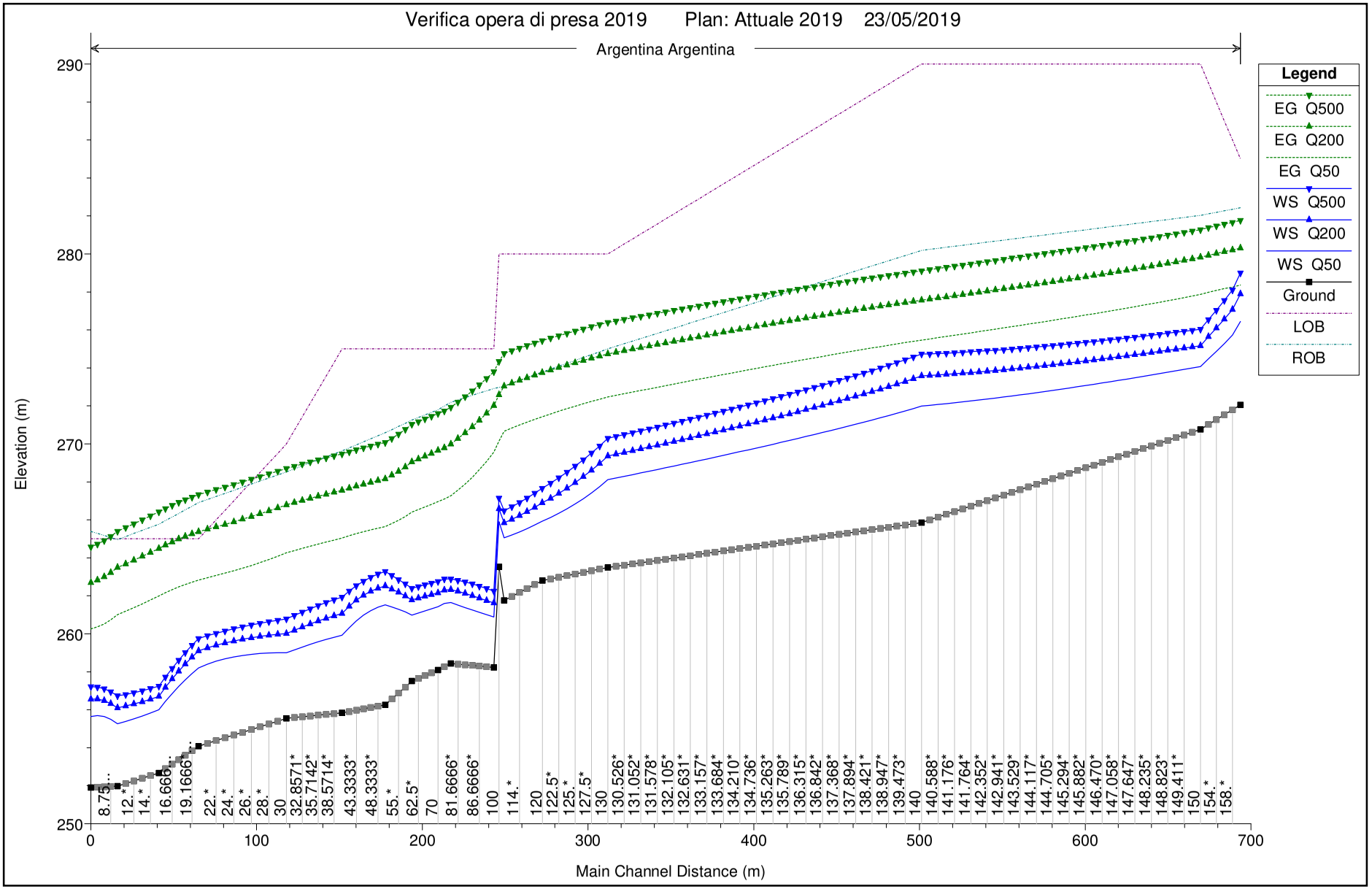
9 Conclusioni

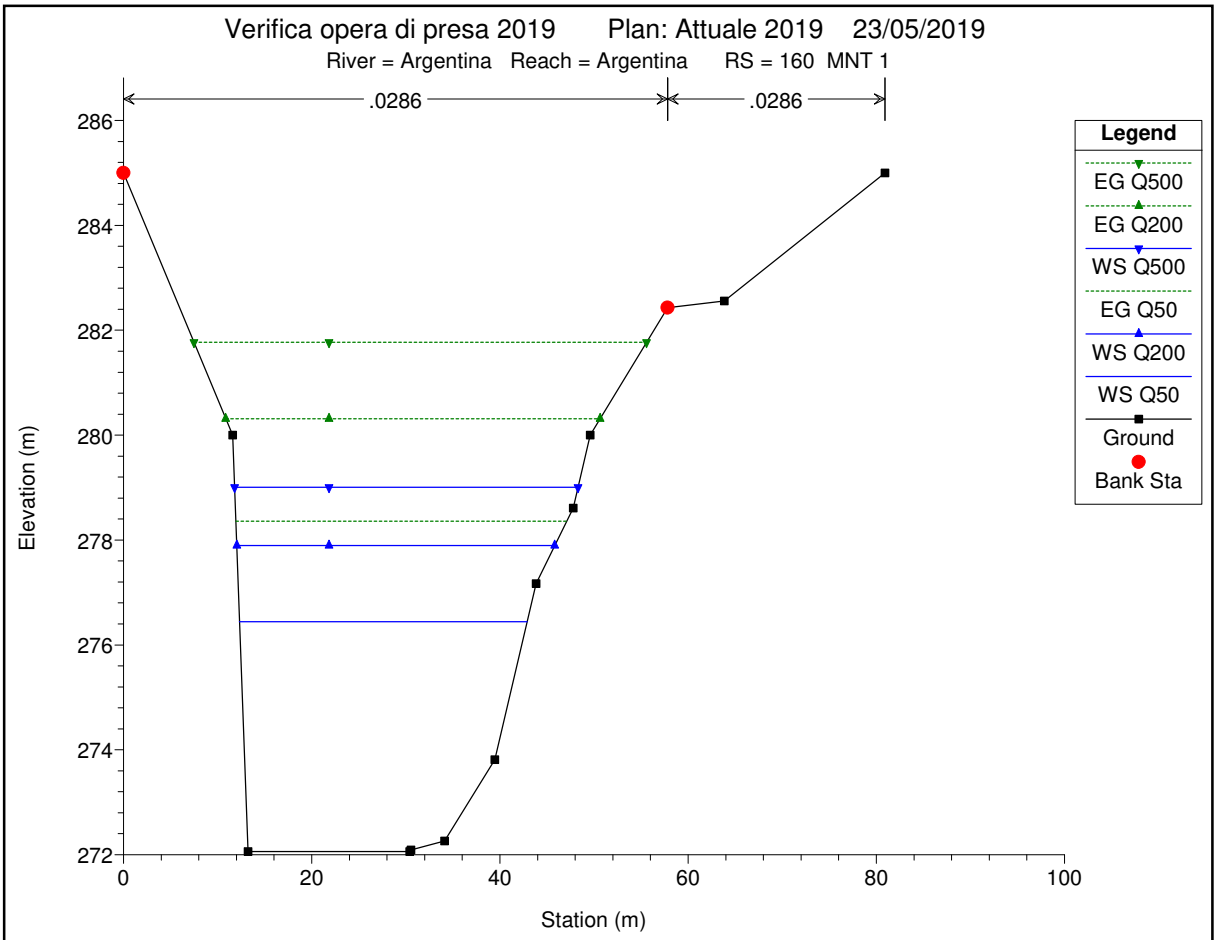
Dall'esame della relazione idraulica i si osserva quanto segue:

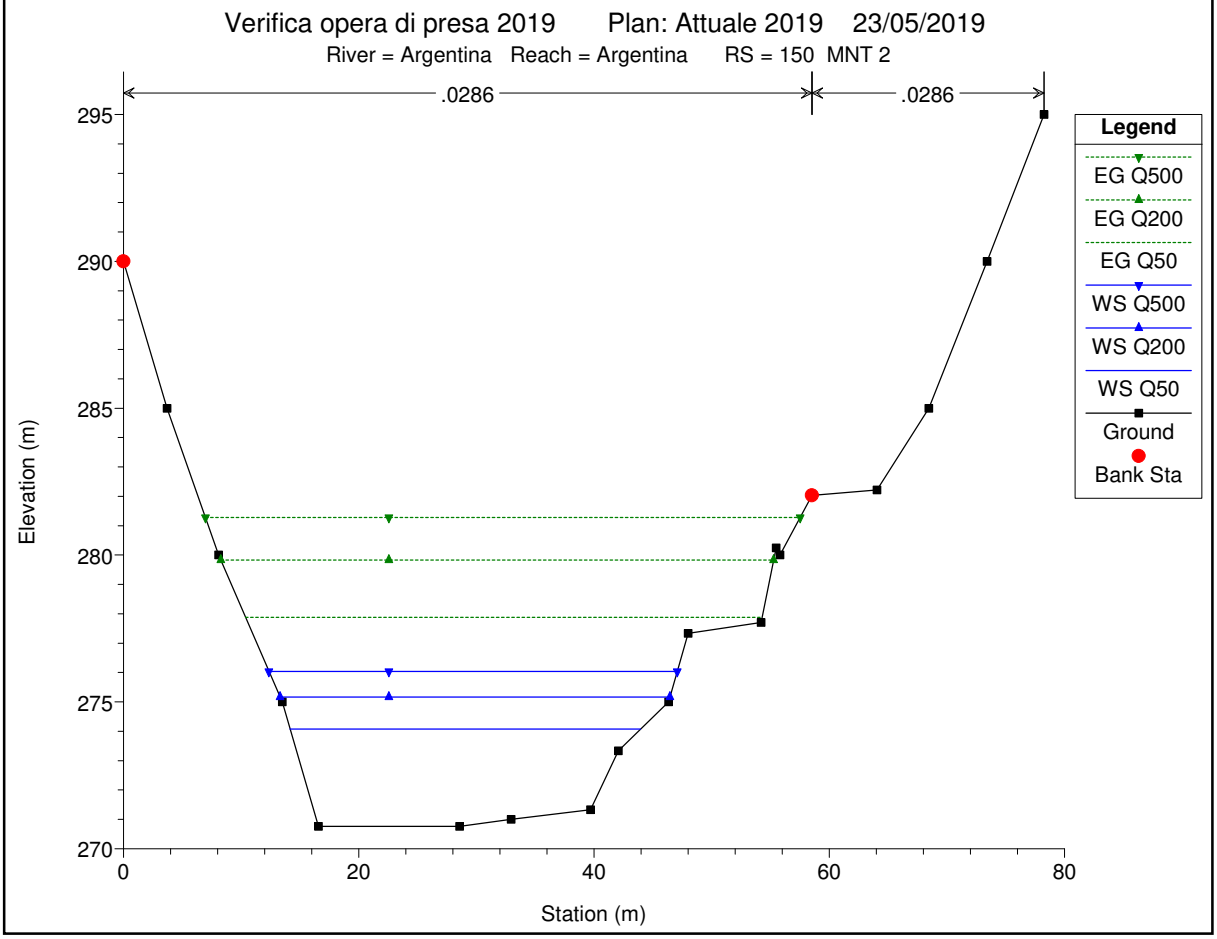
- La costruzione dell'opera di presa in progetto non determina peggioramenti delle condizioni di rischio nel tratto indagato in quanto il rigurgito generato dalla presenza della stessa risulta rimanere contenuto dalle sponde naturali del torrente senza determinare esondazioni, anzi il risalto riduce il carico totale in prossimità della briglia grazie alla dissipazione di energia portando la linea al di sotto della quota strada;
- L'attraversamento del ponte in Località Desteglio non determina alcuna interferenza con le condizioni idrauliche della portata duecentennale per il tratto esaminato e con eventuali interventi di messa in sicurezza dei tratti a monte, i cui costi di adeguamento della condotta al nuovo ponte saranno sostenuti dal Concessionario.
- La posa della condotta sulla SP 21 bis non comporta interferenze per i tre attraversamenti di corsi d'acqua (Fosso Senza Nome, Fosso Gerim, Rio Tovagnoli) in quanto è previsto il posizionamento delle condotte nell'ombra degli impalcati esistenti.
- La costruzione dell'edificio è effettuata al di fuori della fascia di rispetto di 10 m dai corsi d'acqua e dalle fasce di pericolosità idraulica.

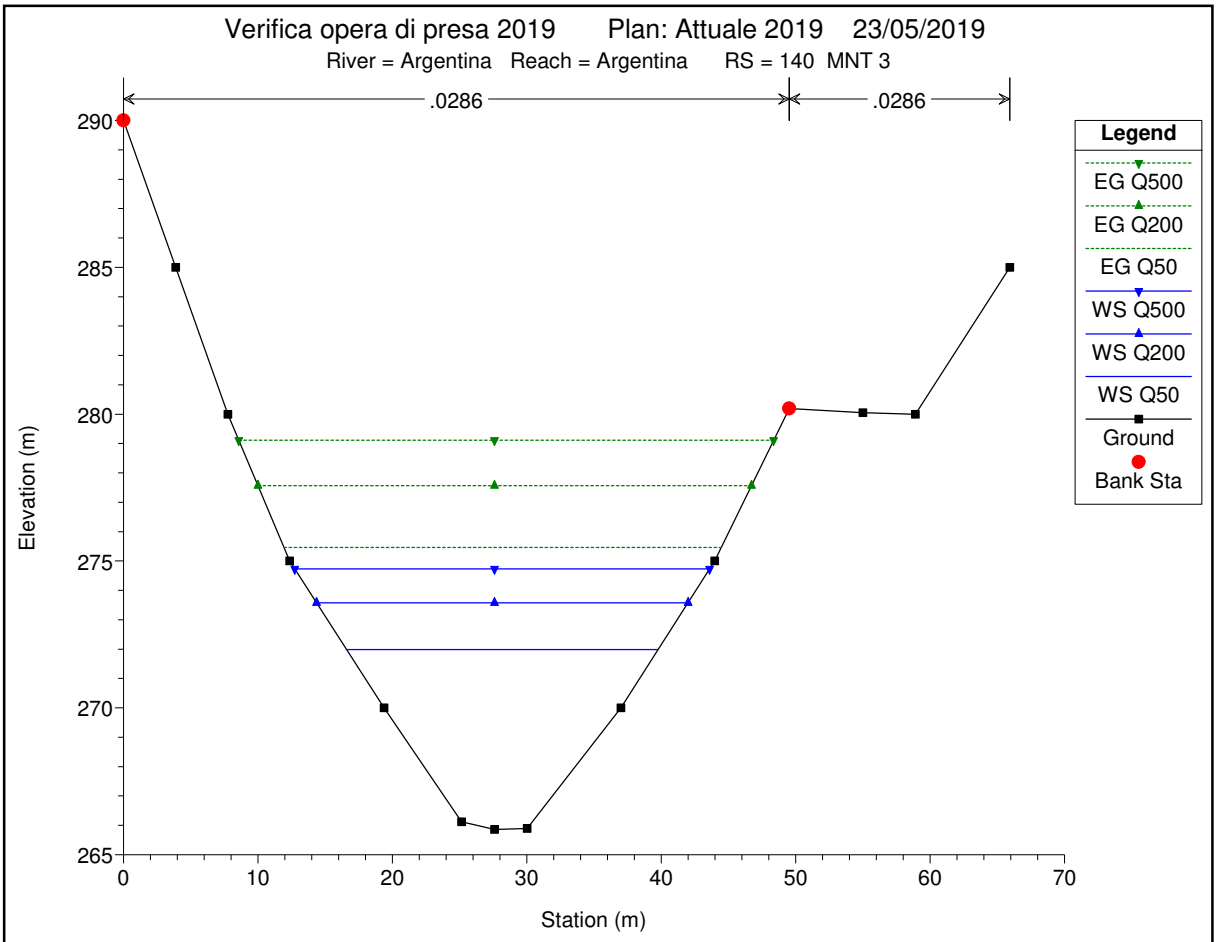
Tutto ciò premesso conferma che le opere in progetto siano conformi dal punto di vista idraulico.

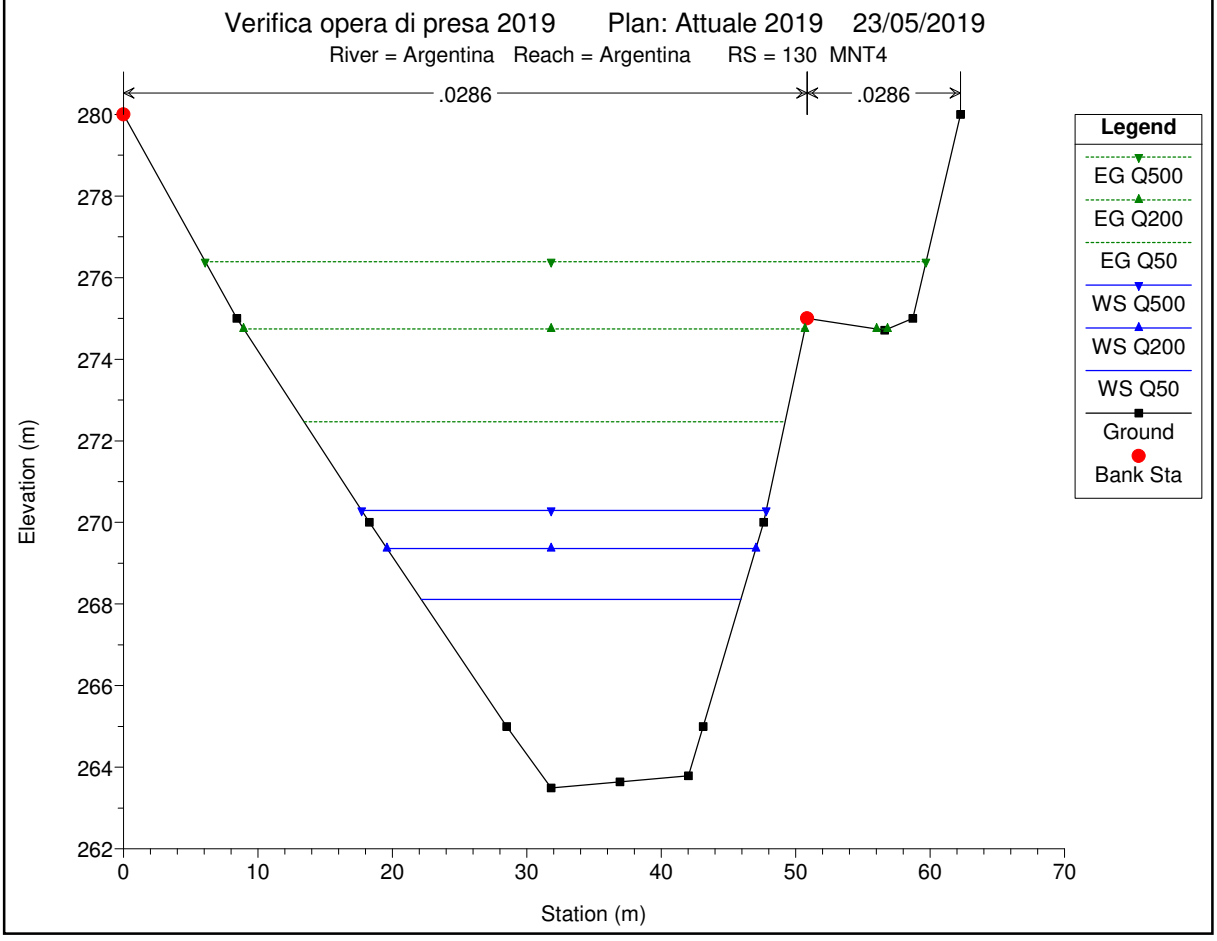
10 ALLEGATI: risultati HEC RAS

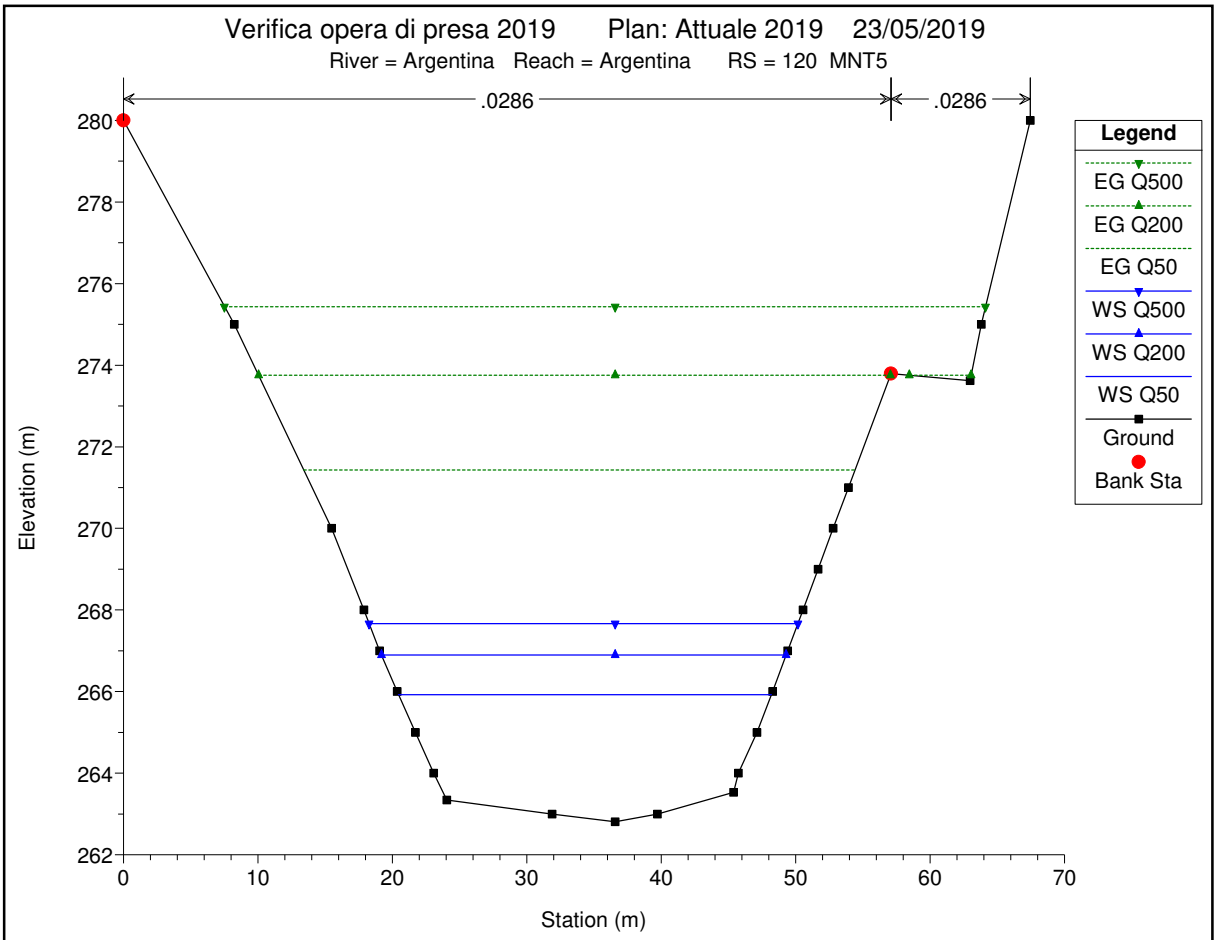

Verifica opera di presa 2019 Plan: Attuale 2019 23/05/2019
Argentina Argentina
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
LOB
ROB
Elevation (m)
290
280
270
260
250
0
100
200
300
400
500
600
700
Main Channel Distance (m)
8.75...
12.*
14.*
16.666...
19.1666...
22.*
24.*
26.*
28.*
30
32.8571*
35.7142*
38.5714*
43.3333*
48.3333*
55.*
62.5*
70
81.6666*
86.6666*
100
114.*
120
122.5*
125.*
127.5*
130
130.526*
131.052*
131.578*
132.105*
132.631*
133.157*
133.684*
134.210*
134.736*
135.263*
135.789*
136.315*
136.842*
137.368*
137.894*
138.421*
138.947*
139.473*
140
140.588*
141.176*
141.764*
142.352*
142.941*
143.529*
144.117*
144.705*
145.294*
145.882*
146.470*
147.058*
147.647*
148.235*
148.823*
149.411*
150
154.*
158.*

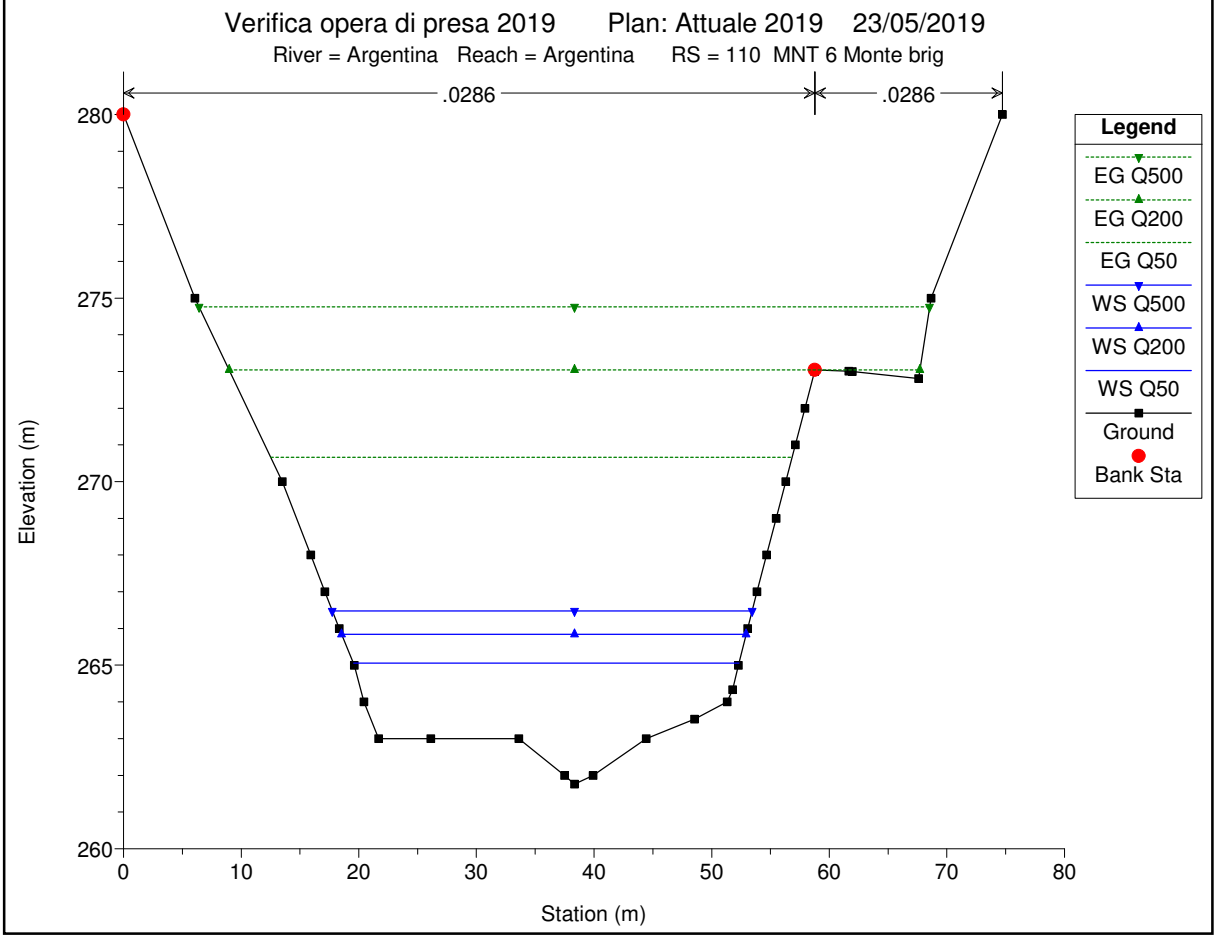

Verifica opera di presa 2019 Plan: Attuale 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 160 MNT 1
.0286
.0286
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
WS Q500
EG Q50
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta

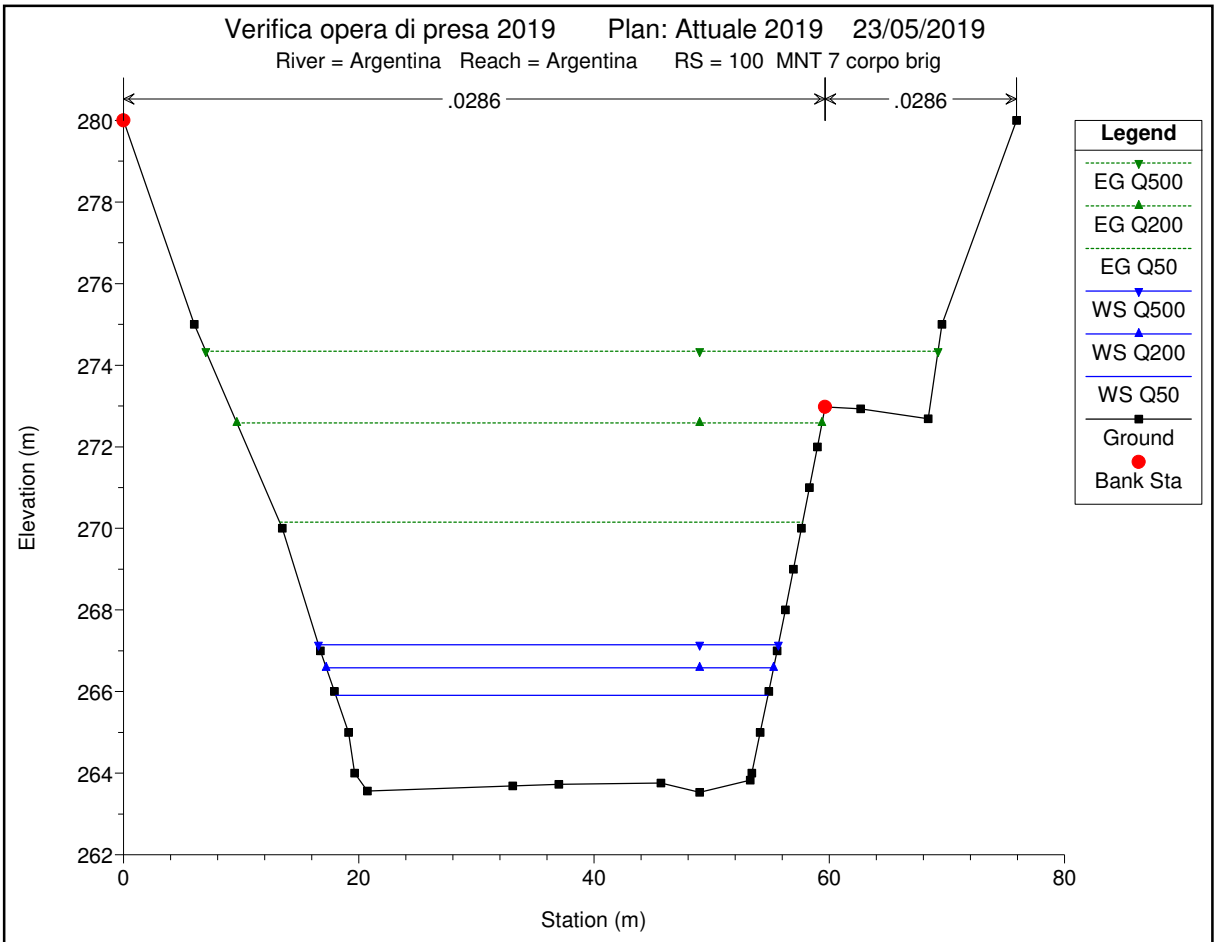

Verifica opera di presa 2019 Plan: Attuale 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 150 MNT 2
.0286
.0286
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta

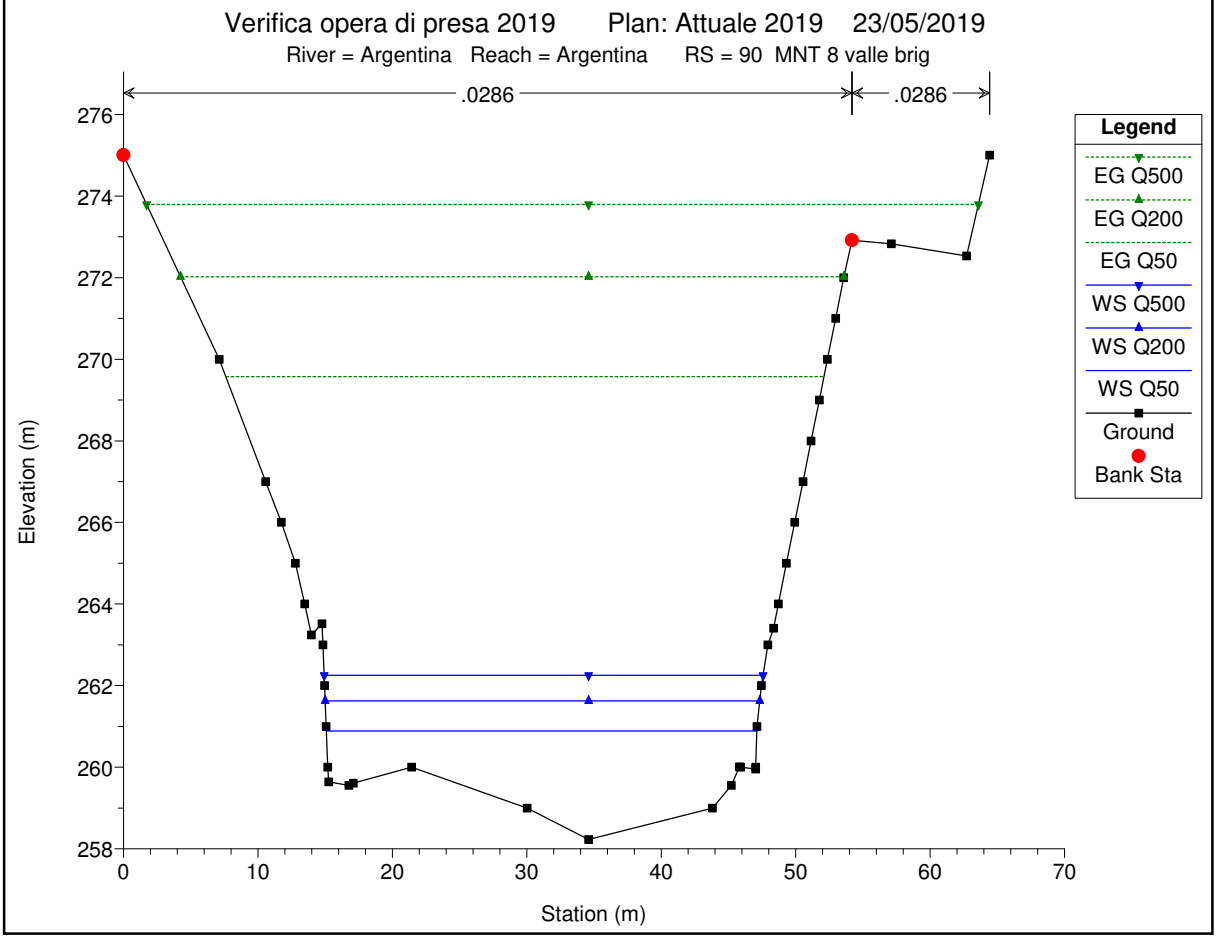

Verifica opera di presa 2019 Plan: Attuale 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 140 MNT 3
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
290
285
280
275
270
265
0
10
20
30
40
50
60
70

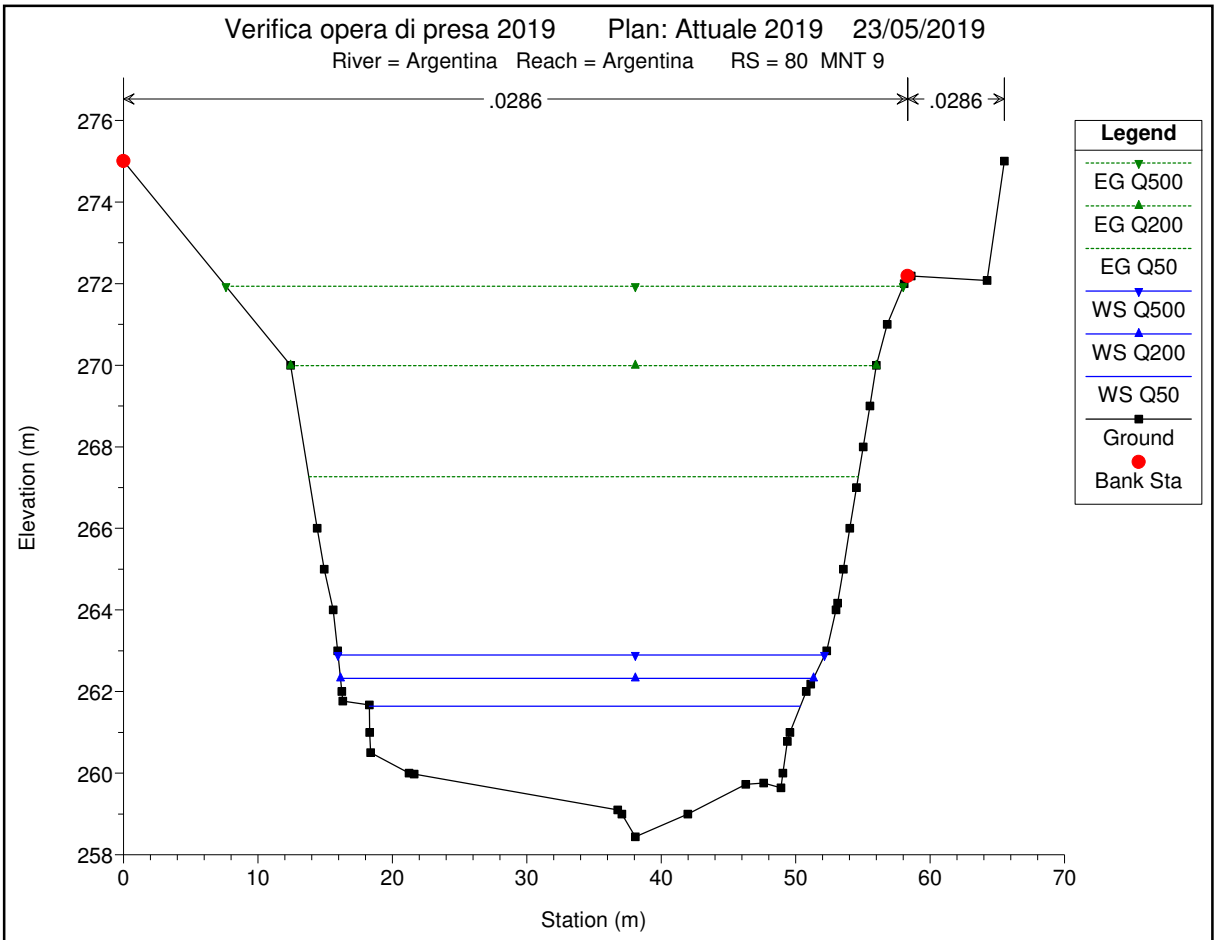

Verifica opera di presa 2019 Plan: Attuale 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 130 MNT4
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
280
278
276
274
272
270
268
266
264
262
0
10
20
30
40
50
60
70

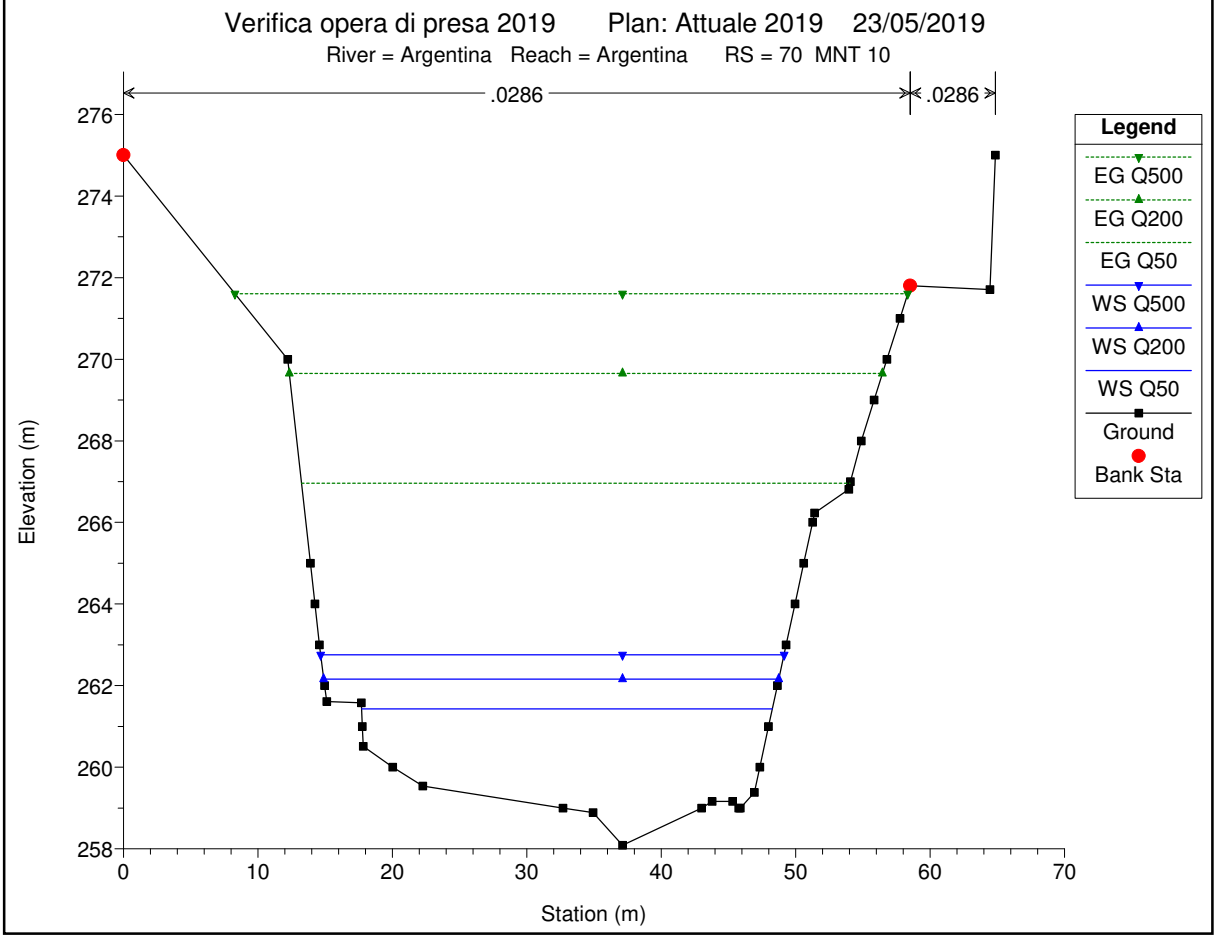

Verifica opera di presa 2019 Plan: Attuale 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 120 MNT5
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
280
278
276
274
272
270
268
266
264
262
0
10
20
30
40
50
60
70

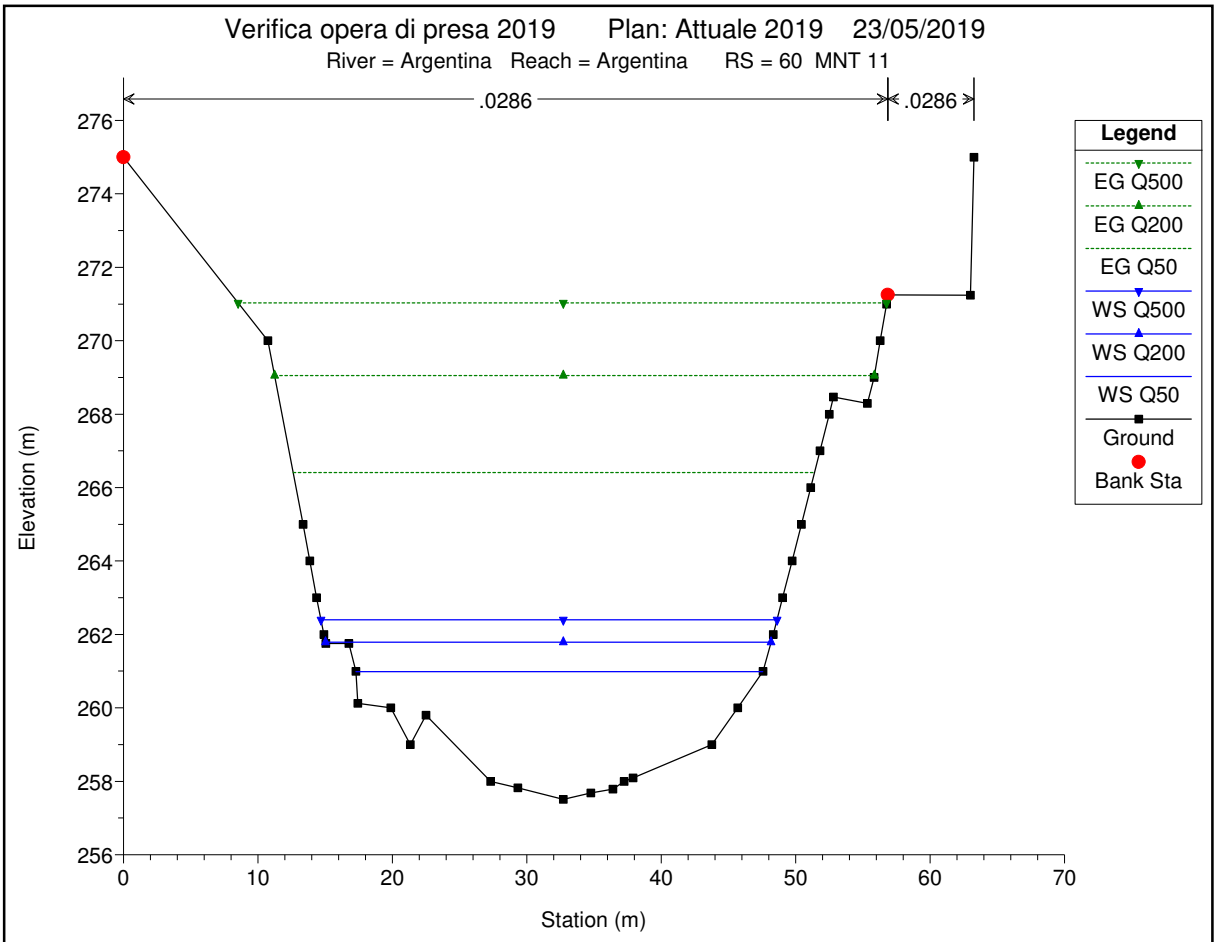

Verifica opera di presa 2019 Plan: Attuale 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 110 MNT 6 Monte brig
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
280
275
270
265
260
0
10
20
30
40
50
60
70
80

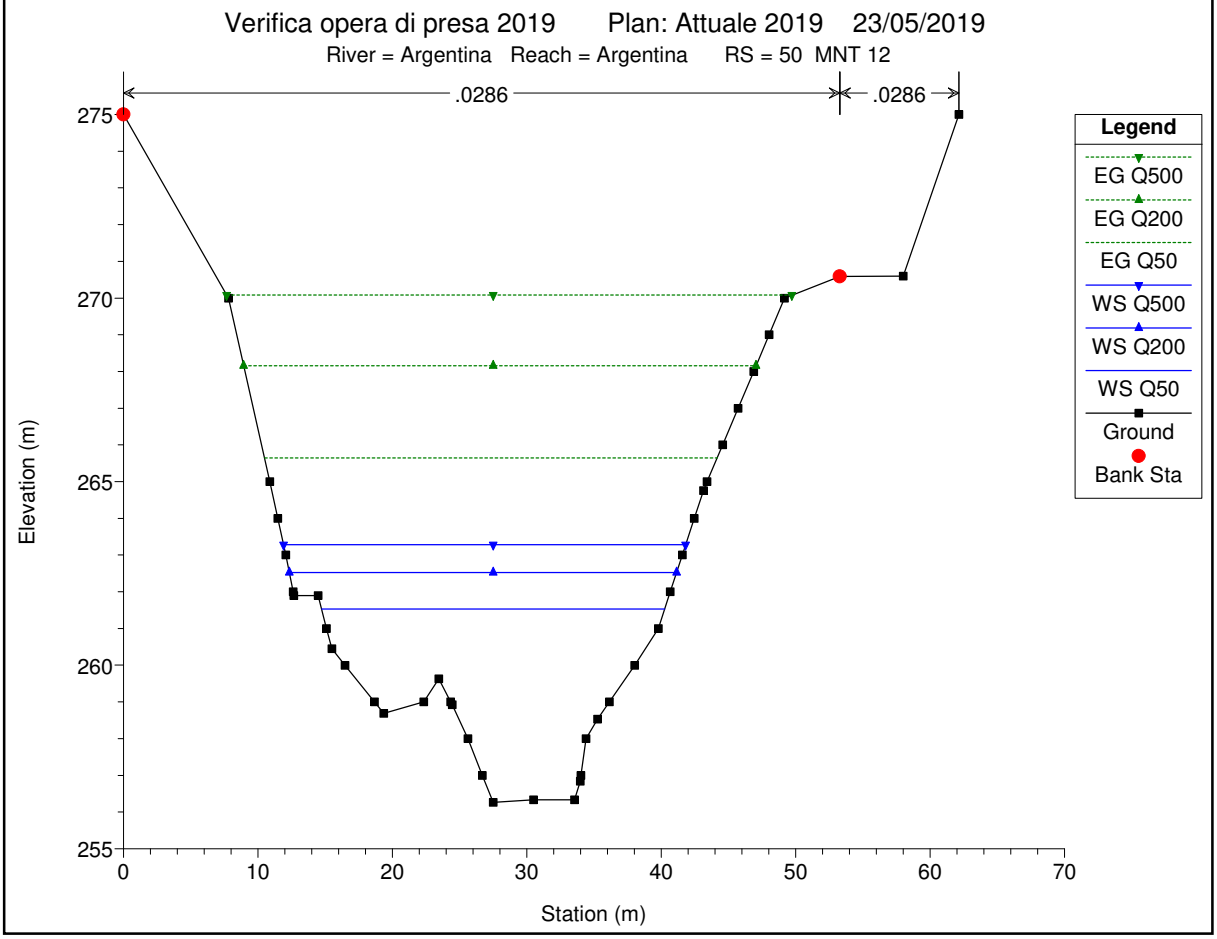

Verifica opera di presa 2019 Plan: Attuale 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 100 MNT 7 corpo brig
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

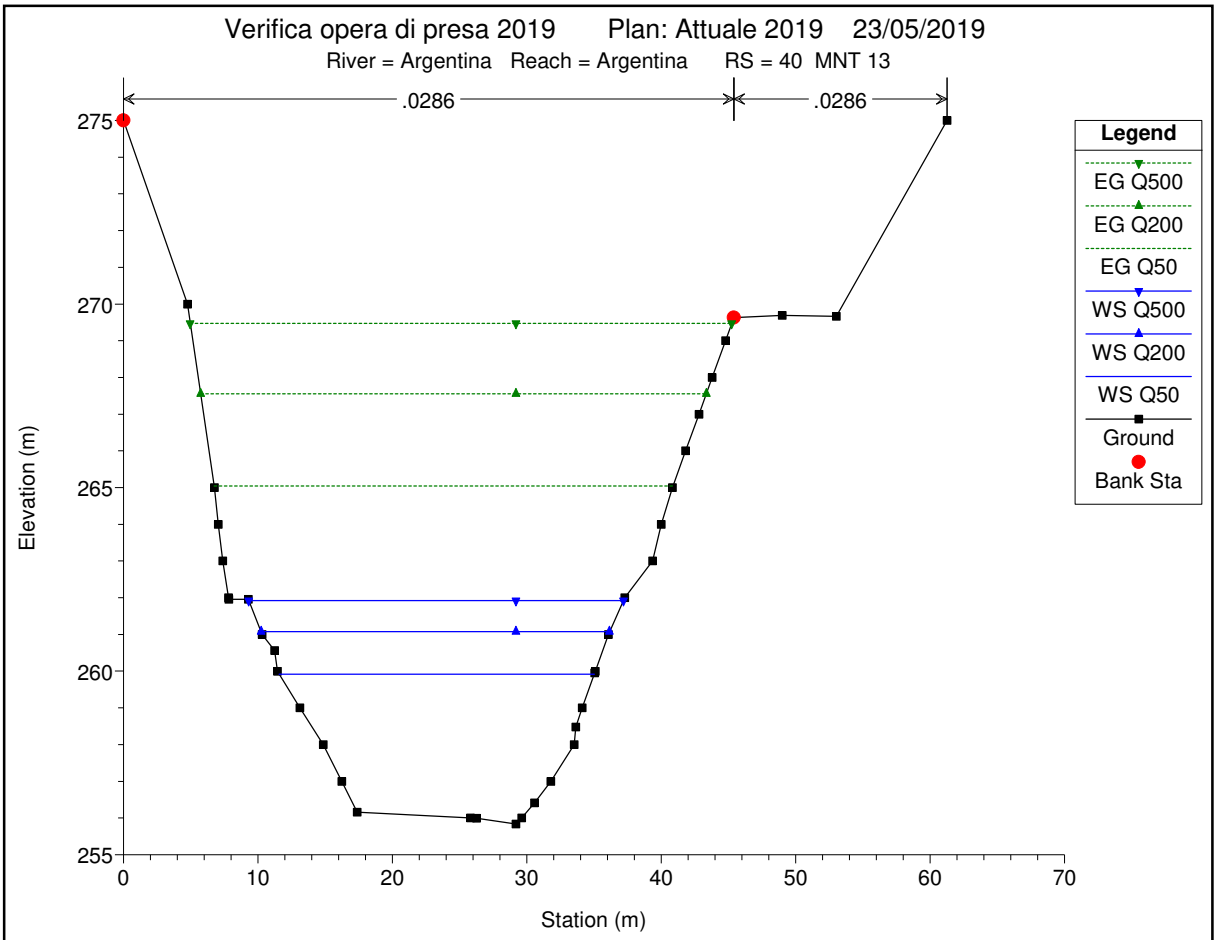

Verifica opera di presa 2019 Plan: Attuale 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 90 MNT 8 valle brig
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

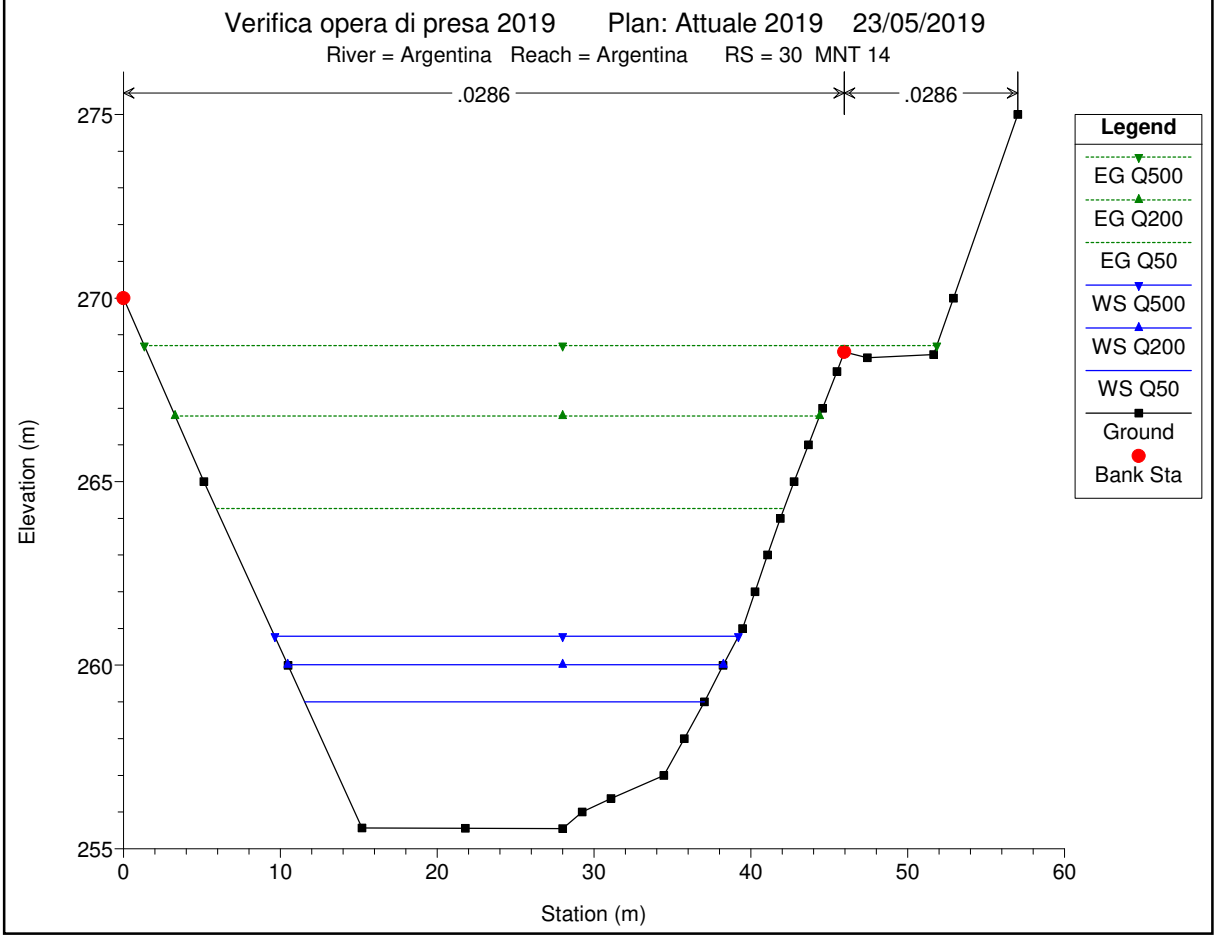

Verifica opera di presa 2019 Plan: Attuale 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 80 MNT 9
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
276
274
272
270
268
266
264
262
260
258
0
10
20
30
40
50
60
70

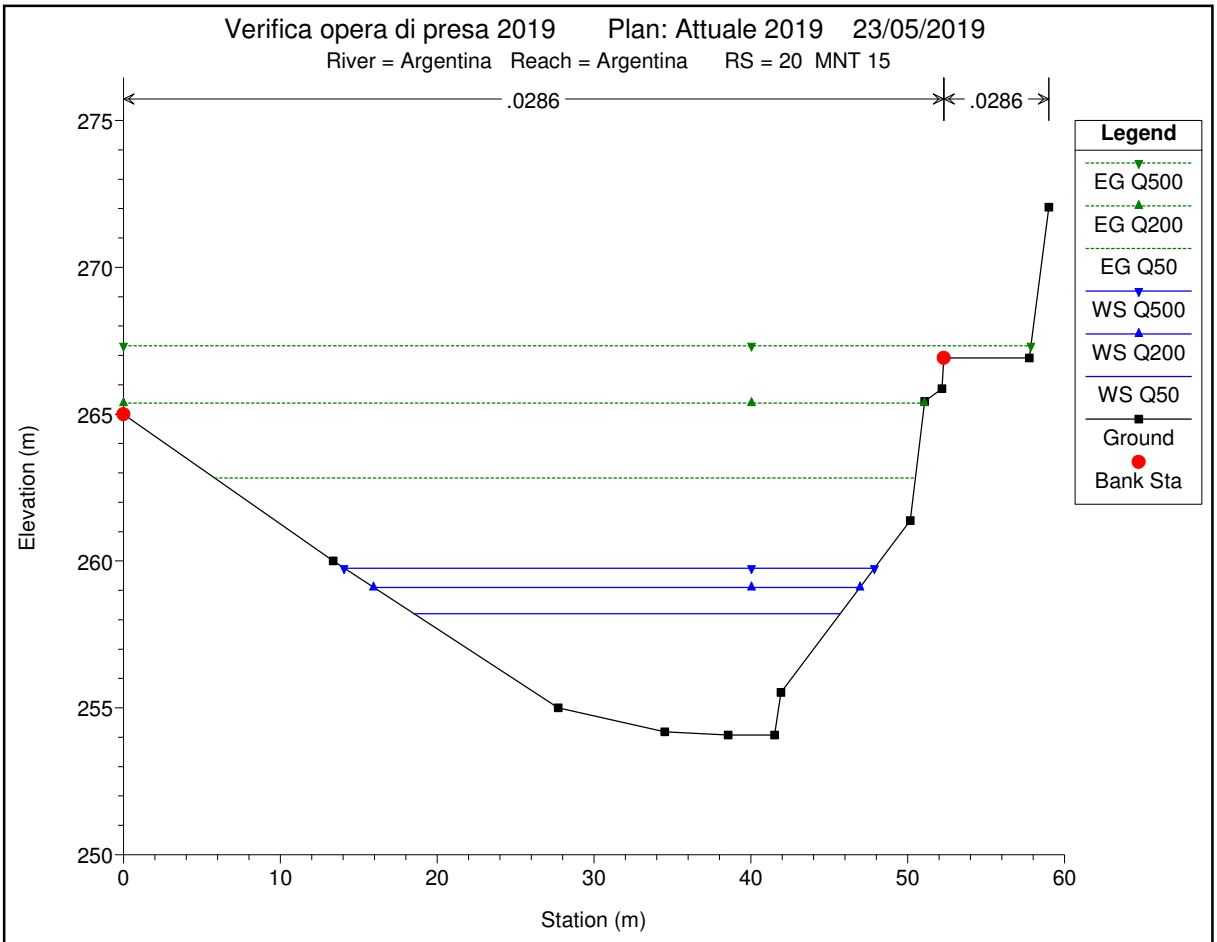

Verifica opera di presa 2019 Plan: Attuale 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 70 MNT 10
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
276
274
272
270
268
266
264
262
260
258
0
10
20
30
40
50
60
70

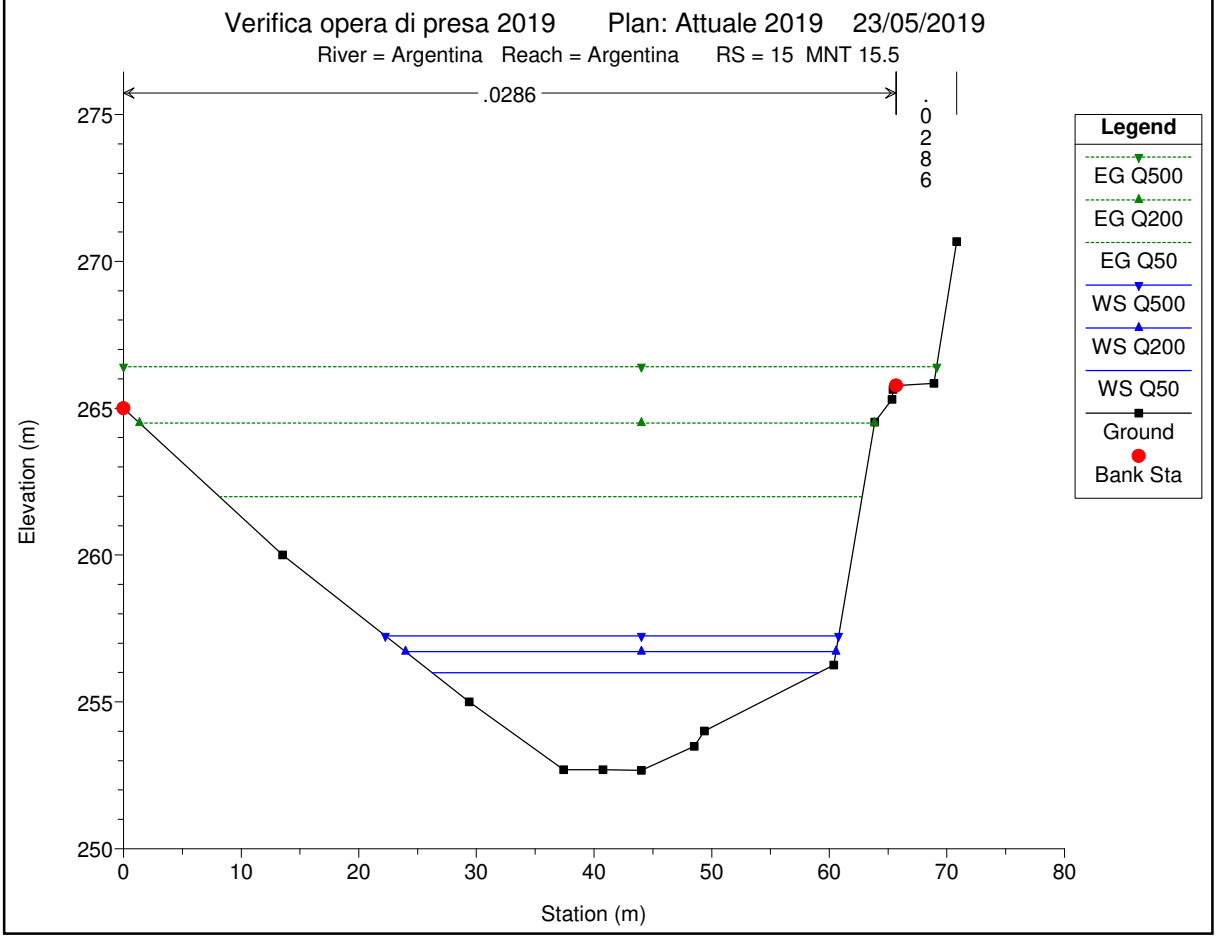

Verifica opera di presa 2019 Plan: Attuale 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 60 MNT 11
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
276
274
272
270
268
266
264
262
260
258
256
0
10
20
30
40
50
60
70

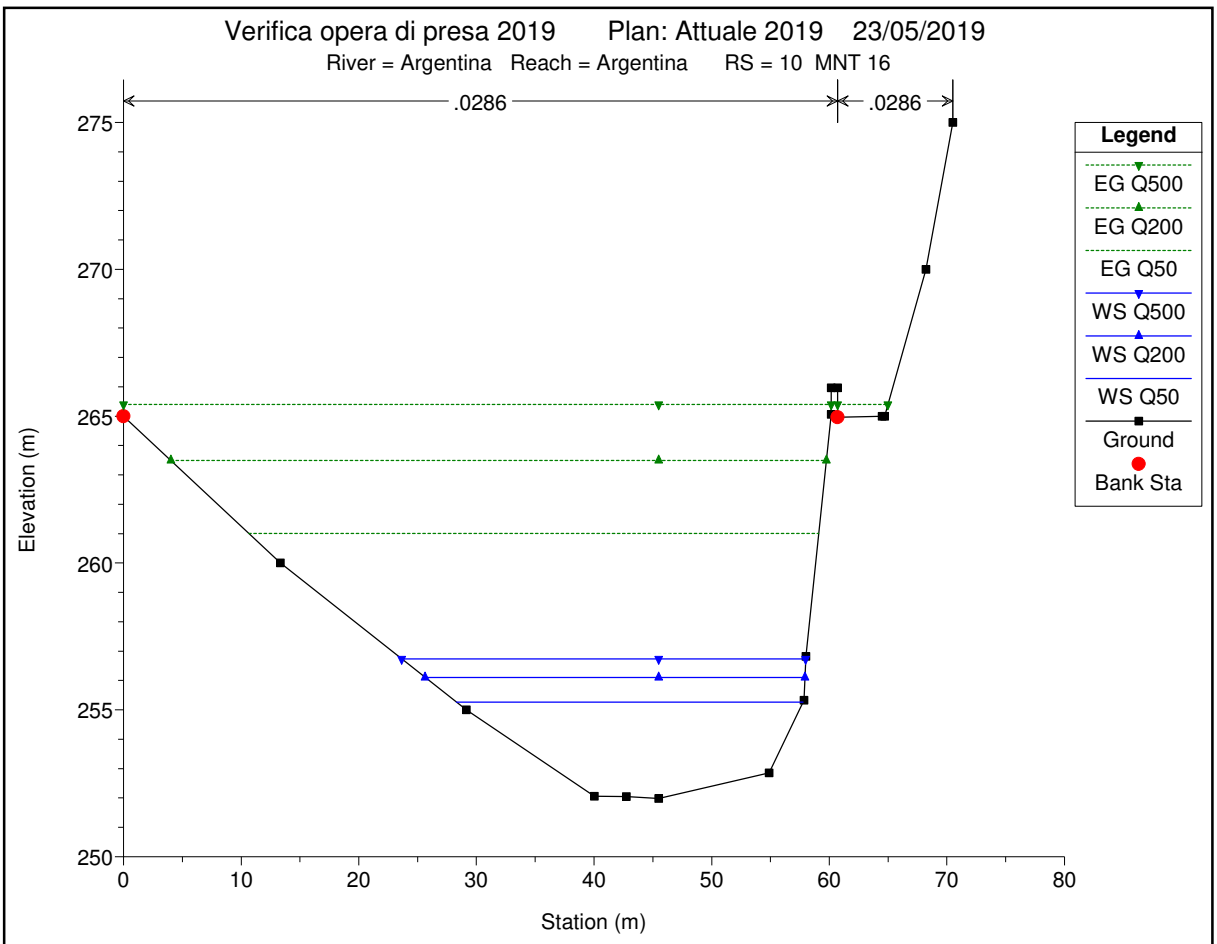

Verifica opera di presa 2019 Plan: Attuale 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 50 MNT 12
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
275
270
265
260
255
0
10
20
30
40
50
60
70

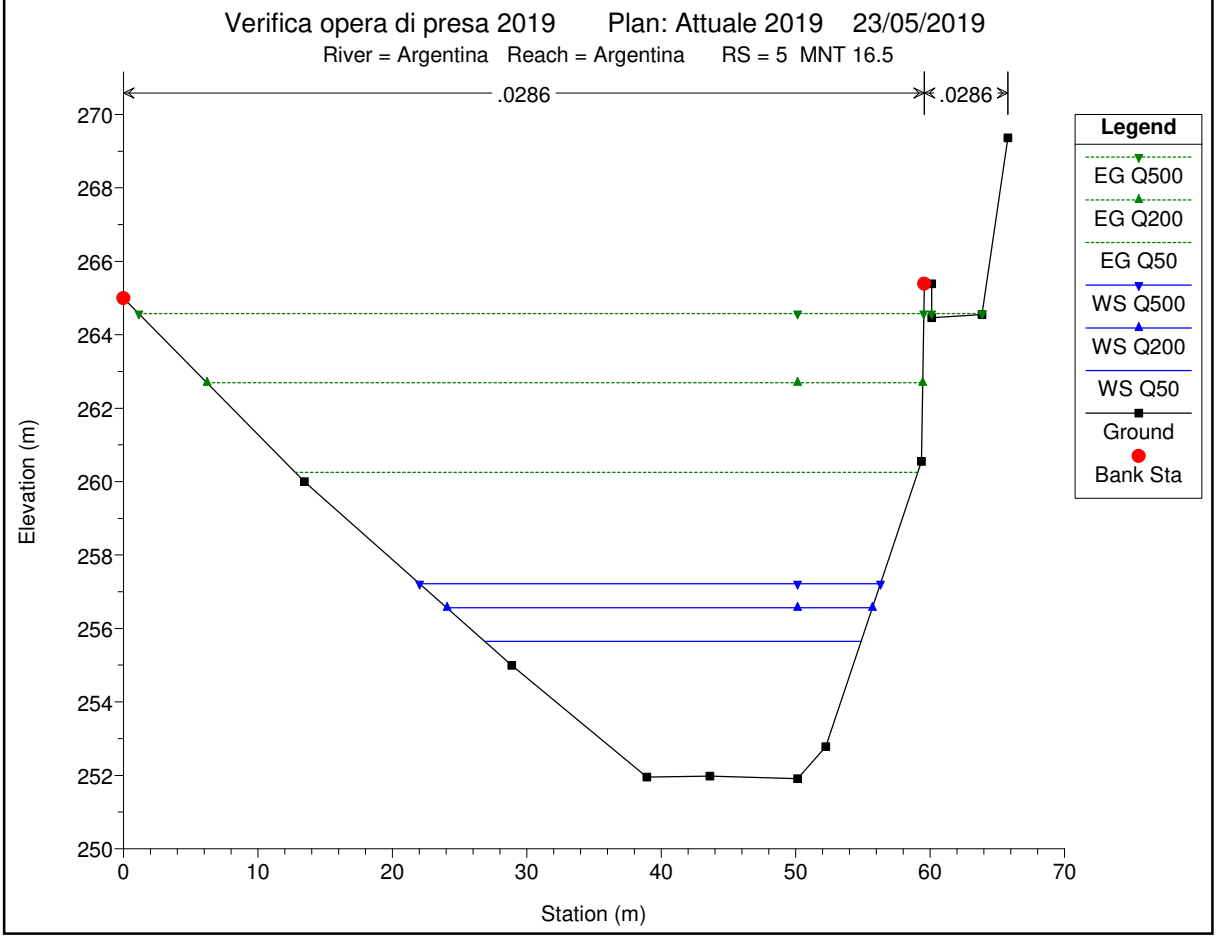

Verifica opera di presa 2019 Plan: Attuale 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 40 MNT 13
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
275
270
265
260
255
0
10
20
30
40
50
60
70


Verifica opera di presa 2019 Plan: Attuale 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 30 MNT 14
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
275
270
265
260
255
0
10
20
30
40
50
60


Verifica opera di presa 2019 Plan: Attuale 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 20 MNT 15
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

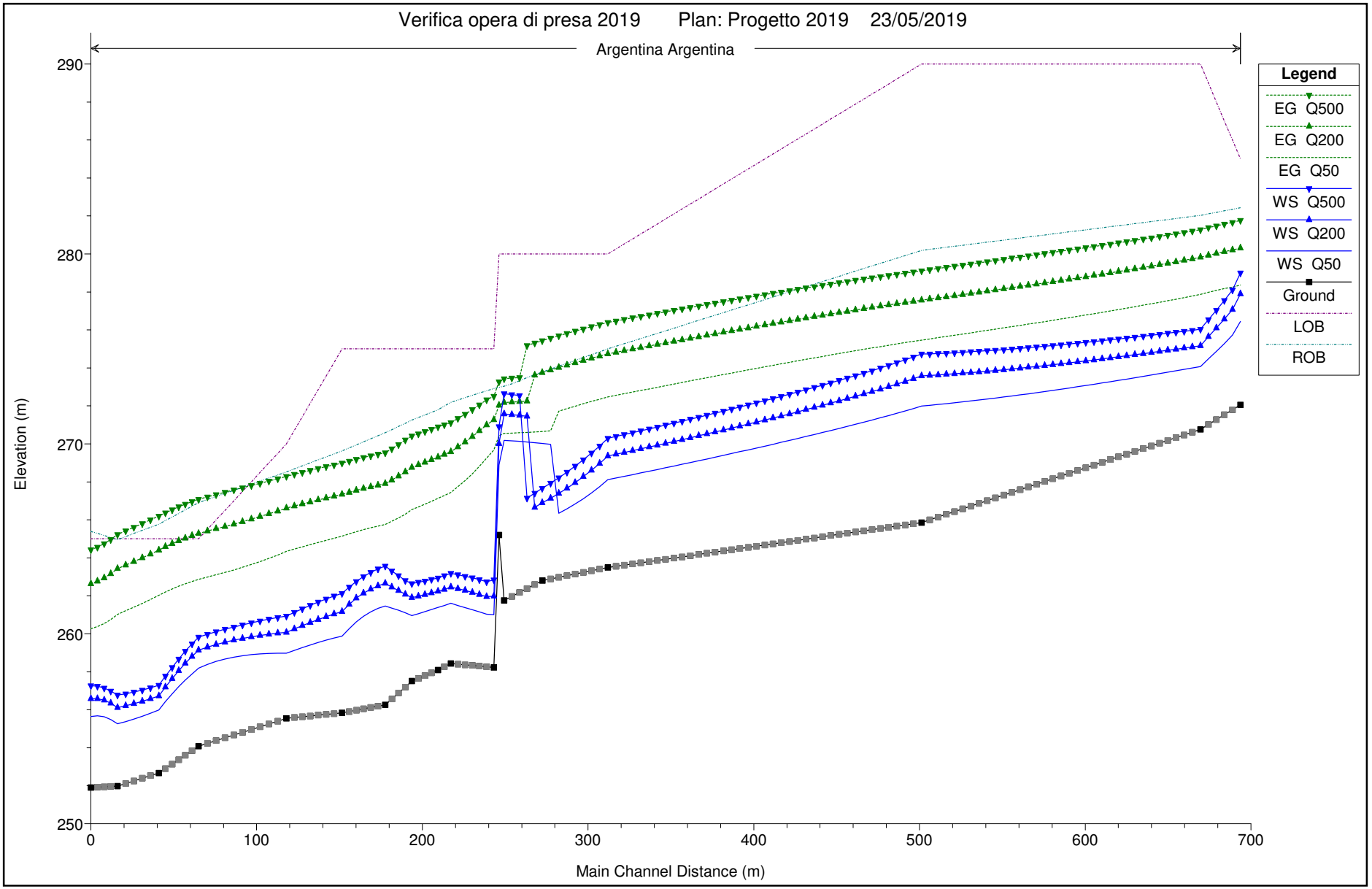

Verifica opera di presa 2019 Plan: Attuale 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 15 MNT 15.5
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

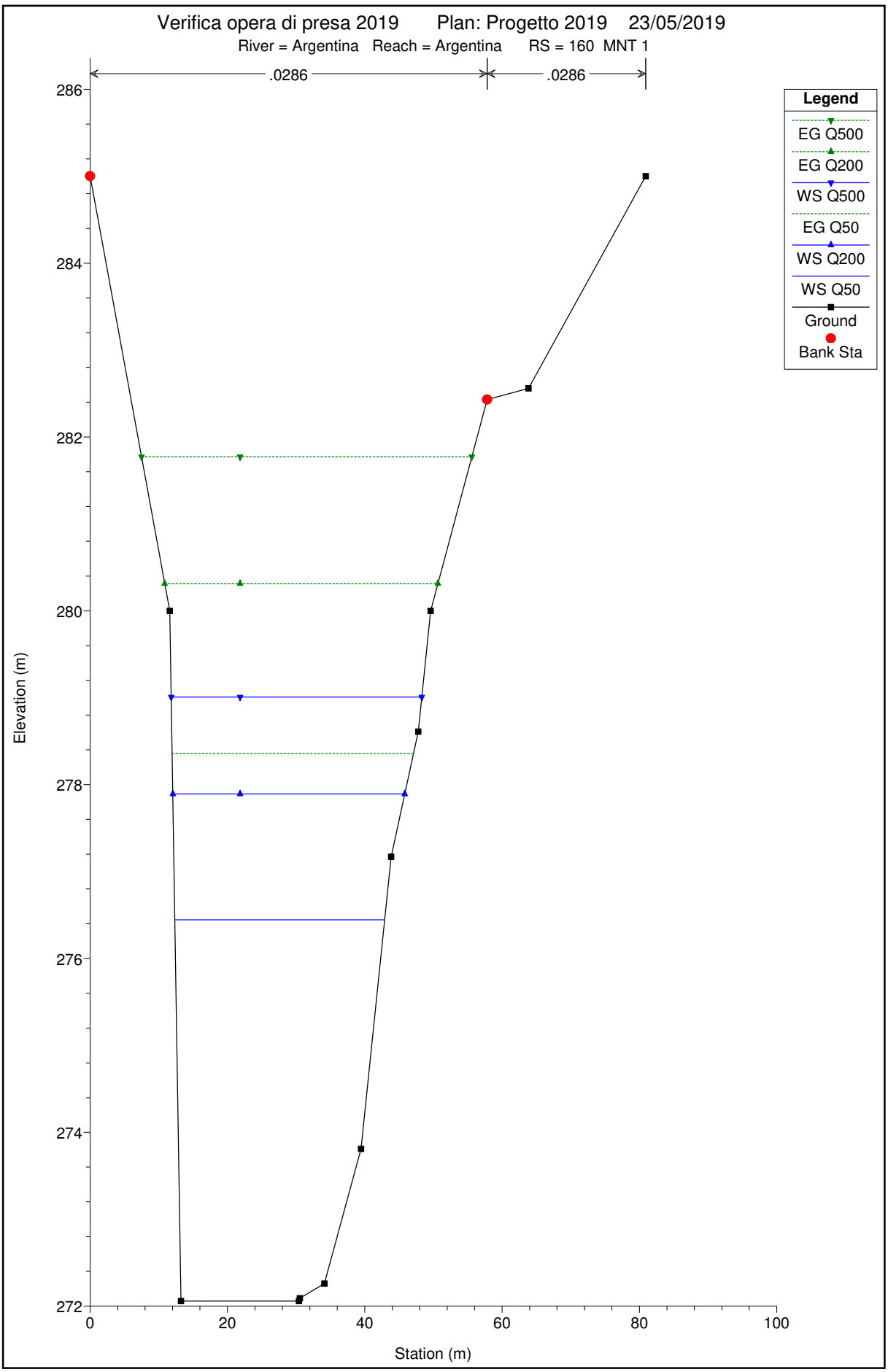

Verifica opera di presa 2019 Plan: Attuale 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 10 MNT 16
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

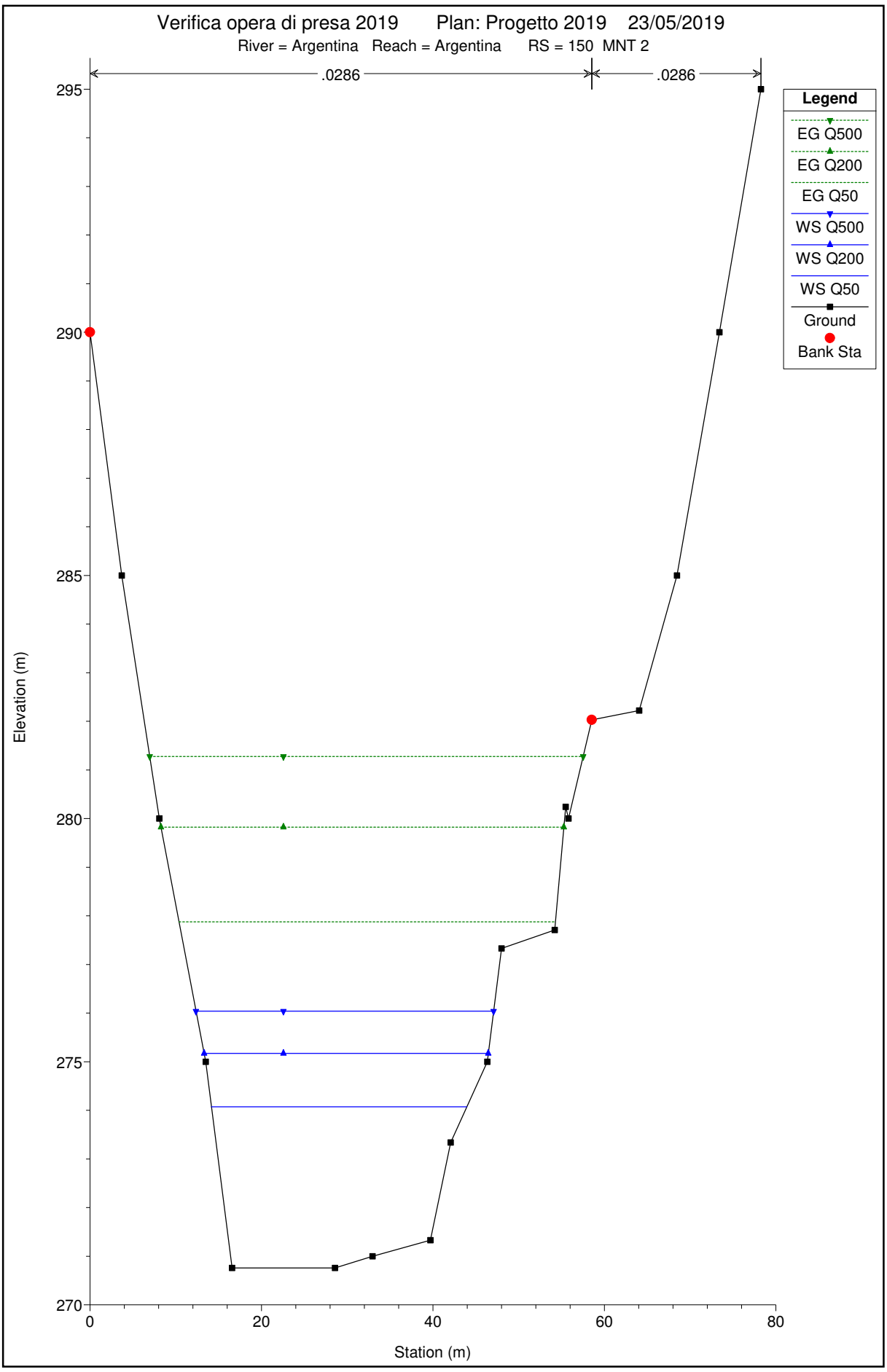

Verifica opera di presa 2019 Plan: Attuale 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 5 MNT 16.5
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

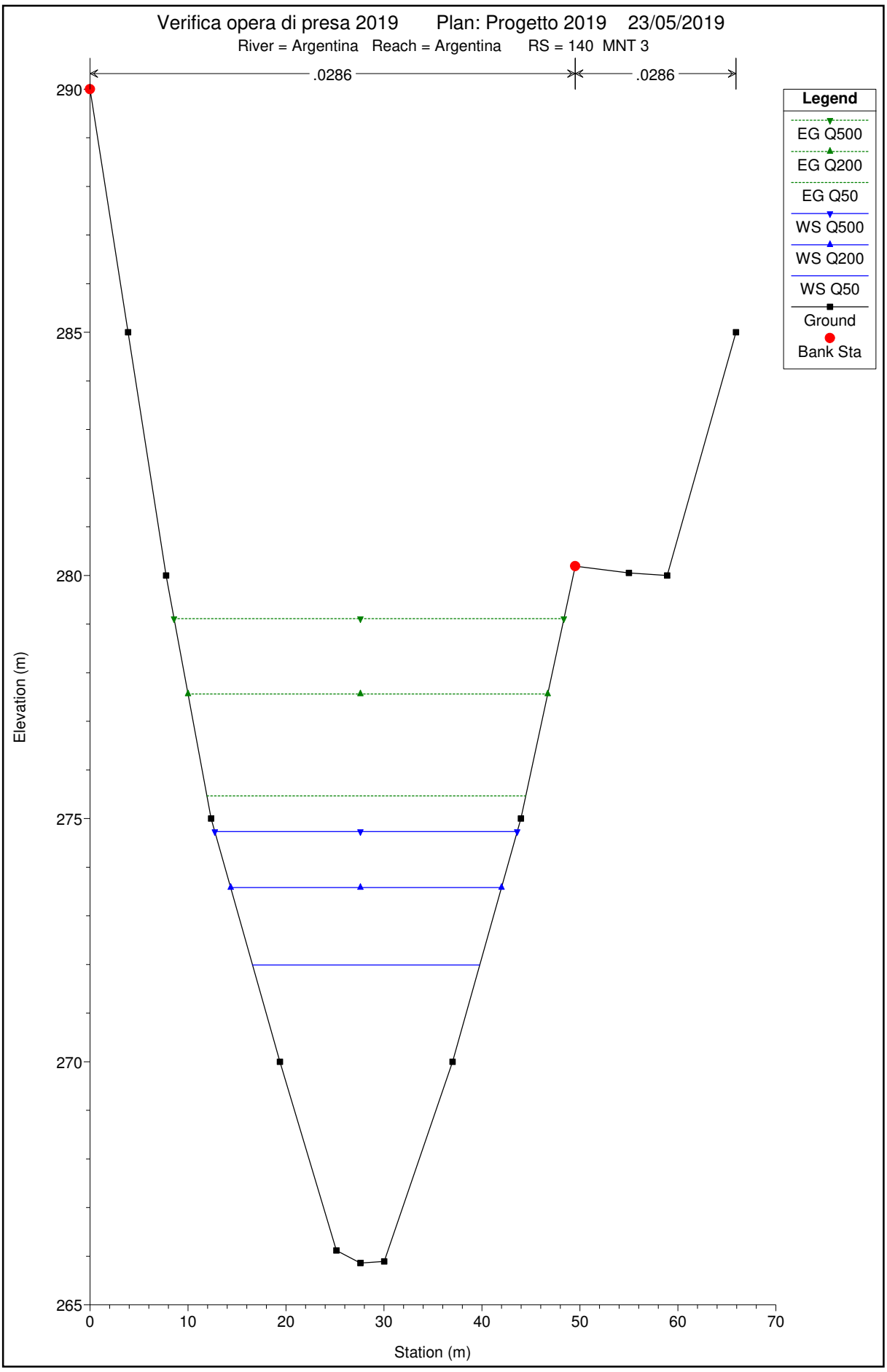
HEC-RAS Plan: Attuale 2019 River: Argentina Reach: Argentina

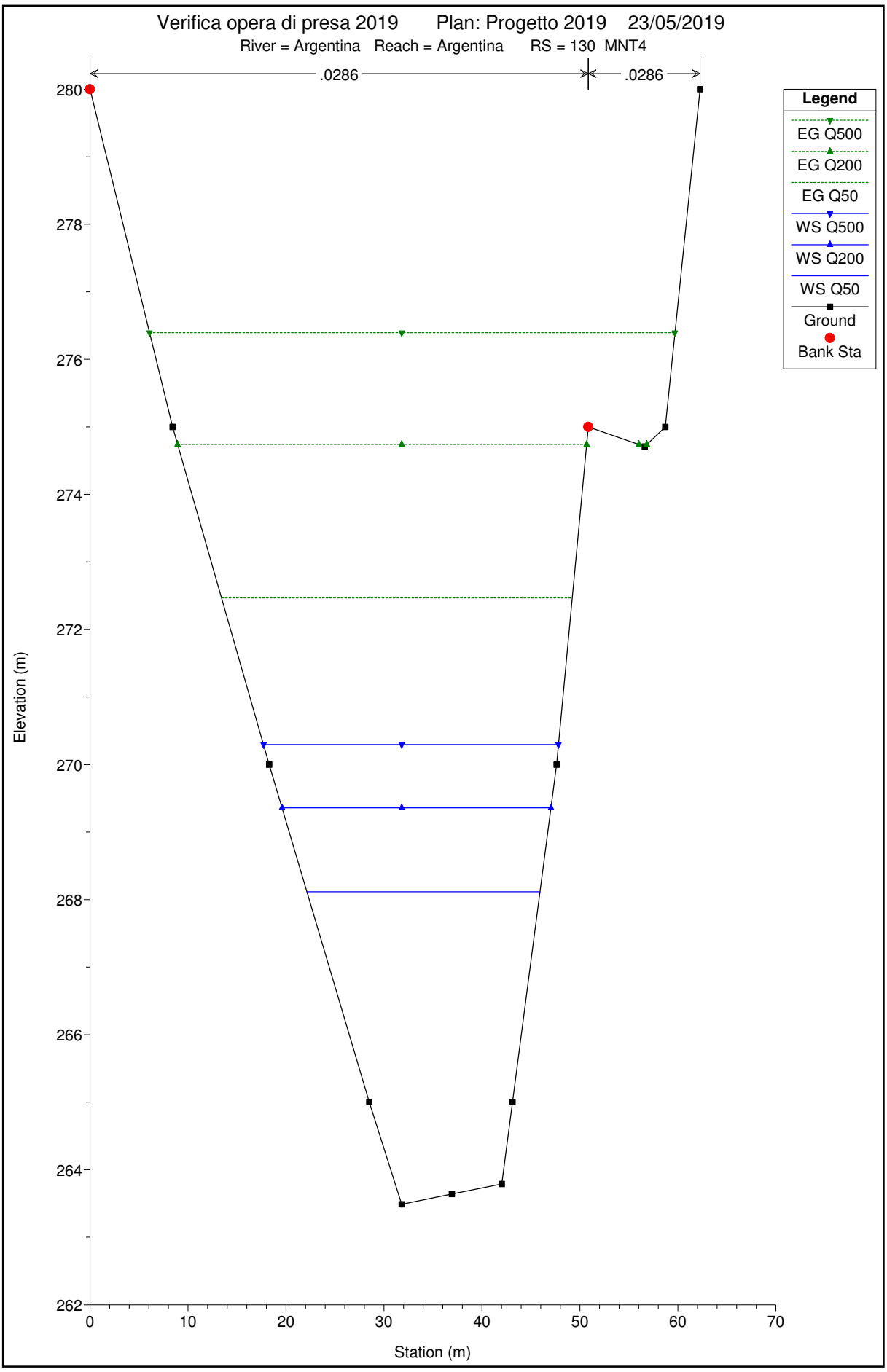
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Argentina	160 MNT 1	Q50	710.00	272.06	276.44	276.44	278.36	0.006290	6.13	115.83	30.56	1.01
Argentina	160 MNT 1	Q200	1117.00	272.06	277.89	277.89	280.31	0.006021	6.89	162.09	33.80	1.00
Argentina	160 MNT 1	Q500	1484.00	272.06	279.01	279.01	281.77	0.005820	7.36	201.51	36.52	1.00
Argentina	150 MNT 2	Q50	710.00	270.76	274.07	275.24	277.88	0.017643	8.64	82.16	29.80	1.66
Argentina	150 MNT 2	Q200	1117.00	270.76	275.17	276.57	279.83	0.015857	9.56	116.86	33.16	1.63
Argentina	150 MNT 2	Q500	1484.00	270.76	276.04	277.84	281.28	0.014376	10.14	146.32	34.72	1.58
Argentina	140 MNT 3	Q50	710.00	265.86	271.99	272.96	275.47	0.011799	8.26	85.93	23.19	1.37
Argentina	140 MNT 3	Q200	1117.00	265.86	273.58	274.63	277.56	0.010356	8.84	126.33	27.64	1.32
Argentina	140 MNT 3	Q500	1484.00	265.86	274.73	275.81	279.11	0.009692	9.27	160.08	30.87	1.30
Argentina	130 MNT4	Q50	710.00	263.49	268.12	269.50	272.47	0.017125	9.24	76.82	23.78	1.64
Argentina	130 MNT4	Q200	1117.00	263.49	269.36	271.07	274.74	0.016408	10.28	108.68	27.45	1.65
Argentina	130 MNT4	Q500	1484.00	263.49	270.29	272.23	276.39	0.015842	10.94	135.61	30.11	1.65
Argentina	120 MNT5	Q50	710.00	262.81	265.93	267.58	271.43	0.028874	10.39	68.31	27.75	2.11
Argentina	120 MNT5	Q200	1117.00	262.81	266.89	268.98	273.75	0.025946	11.60	96.29	30.10	2.07
Argentina	120 MNT5	Q500	1484.00	262.81	267.66	270.05	275.44	0.024037	12.35	120.14	31.89	2.03
Argentina	110 MNT 6 Monte brig	Q50	710.00	261.76	265.06	266.65	270.66	0.036510	10.48	67.72	32.76	2.33
Argentina	110 MNT 6 Monte brig	Q200	1117.00	261.76	265.84	267.90	273.04	0.033038	11.89	93.96	34.39	2.30
Argentina	110 MNT 6 Monte brig	Q500	1484.00	261.76	266.48	268.90	274.76	0.030477	12.75	116.40	35.69	2.25
Argentina	100 MNT 7 corpo brig	Q50	710.00	263.53	265.91	267.17	270.15	0.026981	9.12	77.81	36.76	2.00
Argentina	100 MNT 7 corpo brig	Q200	1117.00	263.53	266.58	268.36	272.58	0.028017	10.86	102.89	38.03	2.11
Argentina	100 MNT 7 corpo brig	Q500	1484.00	263.53	267.15	269.29	274.34	0.027259	11.88	124.90	39.10	2.12
Argentina	90 MNT 8 valle brig	Q50	710.00	258.23	260.88	262.87	269.57	0.075786	13.06	54.36	32.01	3.20
Argentina	90 MNT 8 valle brig	Q200	1117.00	258.23	261.62	264.22	272.02	0.059148	14.29	78.19	32.33	2.93
Argentina	90 MNT 8 valle brig	Q500	1484.00	258.23	262.25	265.24	273.79	0.050558	15.05	98.59	32.65	2.76
Argentina	80 MNT 9	Q50	710.00	258.44	261.64	263.21	267.27	0.036913	10.51	67.58	32.07	2.31
Argentina	80 MNT 9	Q200	1117.00	258.44	262.33	264.45	269.99	0.038844	12.27	91.06	35.20	2.43
Argentina	80 MNT 9	Q500	1484.00	258.44	262.90	265.41	271.94	0.036963	13.32	111.40	36.20	2.42
Argentina	70 MNT 10	Q50	710.00	258.09	261.43	262.99	266.96	0.033633	10.42	68.15	30.56	2.23
Argentina	70 MNT 10	Q200	1117.00	258.09	262.16	264.27	269.65	0.035828	12.13	92.07	33.85	2.35
Argentina	70 MNT 10	Q500	1484.00	258.09	262.76	265.26	271.60	0.033904	13.18	112.61	34.46	2.33
Argentina	60 MNT 11	Q50	710.00	257.51	260.99	262.58	266.41	0.032073	10.32	68.80	30.27	2.19
Argentina	60 MNT 11	Q200	1117.00	257.51	261.79	263.86	269.05	0.032898	11.94	93.55	33.16	2.27
Argentina	60 MNT 11	Q500	1484.00	257.51	262.40	264.87	271.03	0.031660	13.02	113.99	33.93	2.27
Argentina	50 MNT 12	Q50	710.00	256.26	261.53	262.80	265.65	0.018142	8.99	78.98	25.52	1.63
Argentina	50 MNT 12	Q200	1117.00	256.26	262.52	264.26	268.16	0.020015	10.52	106.17	28.80	1.75
Argentina	50 MNT 12	Q500	1484.00	256.26	263.28	265.40	270.08	0.020105	11.55	128.46	29.90	1.78
Argentina	40 MNT 13	Q50	710.00	255.84	259.92	261.54	265.05	0.021725	10.03	70.79	23.44	1.84
Argentina	40 MNT 13	Q200	1117.00	255.84	261.07	263.15	267.55	0.020745	11.28	99.06	25.91	1.84
Argentina	40 MNT 13	Q500	1484.00	255.84	261.93	264.23	269.47	0.020484	12.17	121.96	27.87	1.86
Argentina	30 MNT 14	Q50	710.00	255.55	259.00	260.62	264.27	0.024644	10.17	69.84	25.49	1.96
Argentina	30 MNT 14	Q200	1117.00	255.55	260.01	262.09	266.79	0.023568	11.53	96.86	27.77	1.97
Argentina	30 MNT 14	Q500	1484.00	255.55	260.79	263.22	268.71	0.023104	12.47	119.01	29.55	1.98
Argentina	20 MNT 15	Q50	710.00	254.08	258.21	259.69	262.83	0.021806	9.53	74.53	27.20	1.84
Argentina	20 MNT 15	Q200	1117.00	254.08	259.10	261.08	265.38	0.023721	11.10	100.64	31.03	1.97
Argentina	20 MNT 15	Q500	1484.00	254.08	259.75	262.07	267.33	0.024959	12.19	121.71	33.81	2.05
Argentina	15	Q50	710.00	252.67	256.00	257.67	261.99	0.039799	10.85	65.46	32.86	2.45
Argentina	15	Q200	1117.00	252.67	256.71	258.87	264.49	0.039262	12.36	90.36	36.58	2.51
Argentina	15	Q500	1484.00	252.67	257.25	259.78	266.42	0.038310	13.42	110.61	38.52	2.53
Argentina	10 MNT 16	Q50	710.00	251.98	255.27	256.95	261.01	0.032796	10.61	66.89	29.47	2.25
Argentina	10 MNT 16	Q200	1117.00	251.98	256.10	258.28	263.49	0.031702	12.04	92.75	32.28	2.27
Argentina	10 MNT 16	Q500	1484.00	251.98	256.73	259.28	265.40	0.031326	13.04	113.79	34.34	2.29
Argentina	5	Q50	710.00	251.91	255.65	257.12	260.26	0.021900	9.51	74.68	27.99	1.86
Argentina	5	Q200	1117.00	251.91	256.56	258.49	262.69	0.022963	10.97	101.82	31.64	1.95
Argentina	5	Q500	1484.00	251.91	257.22	259.51	264.57	0.023843	12.02	123.51	34.27	2.02

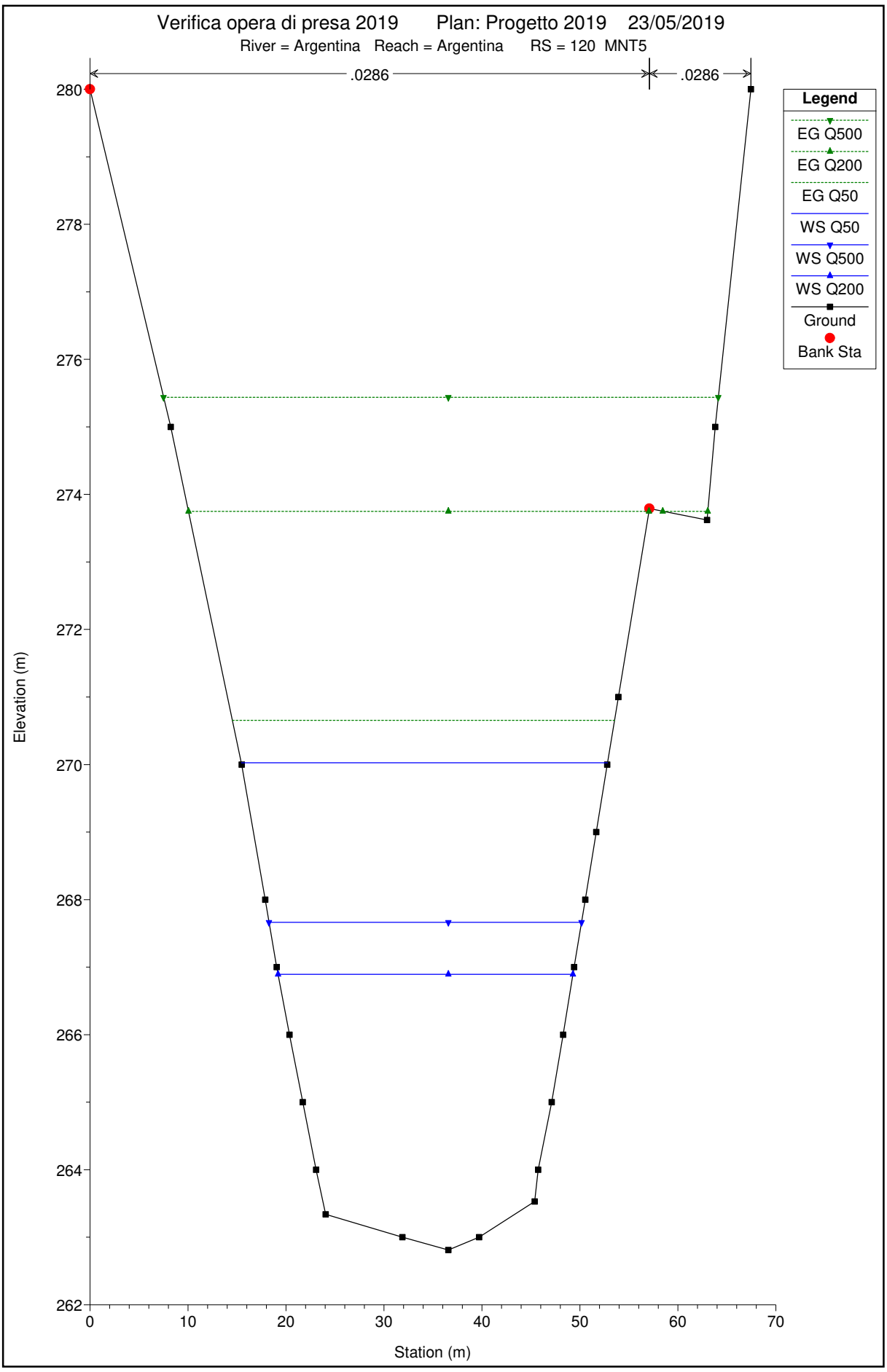

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 23/05/2019
Argentina Argentina
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
LOB
ROB
Elevation (m)
290
280
270
260
250
0
100
200
300
400
500
600
700
Main Channel Distance (m)

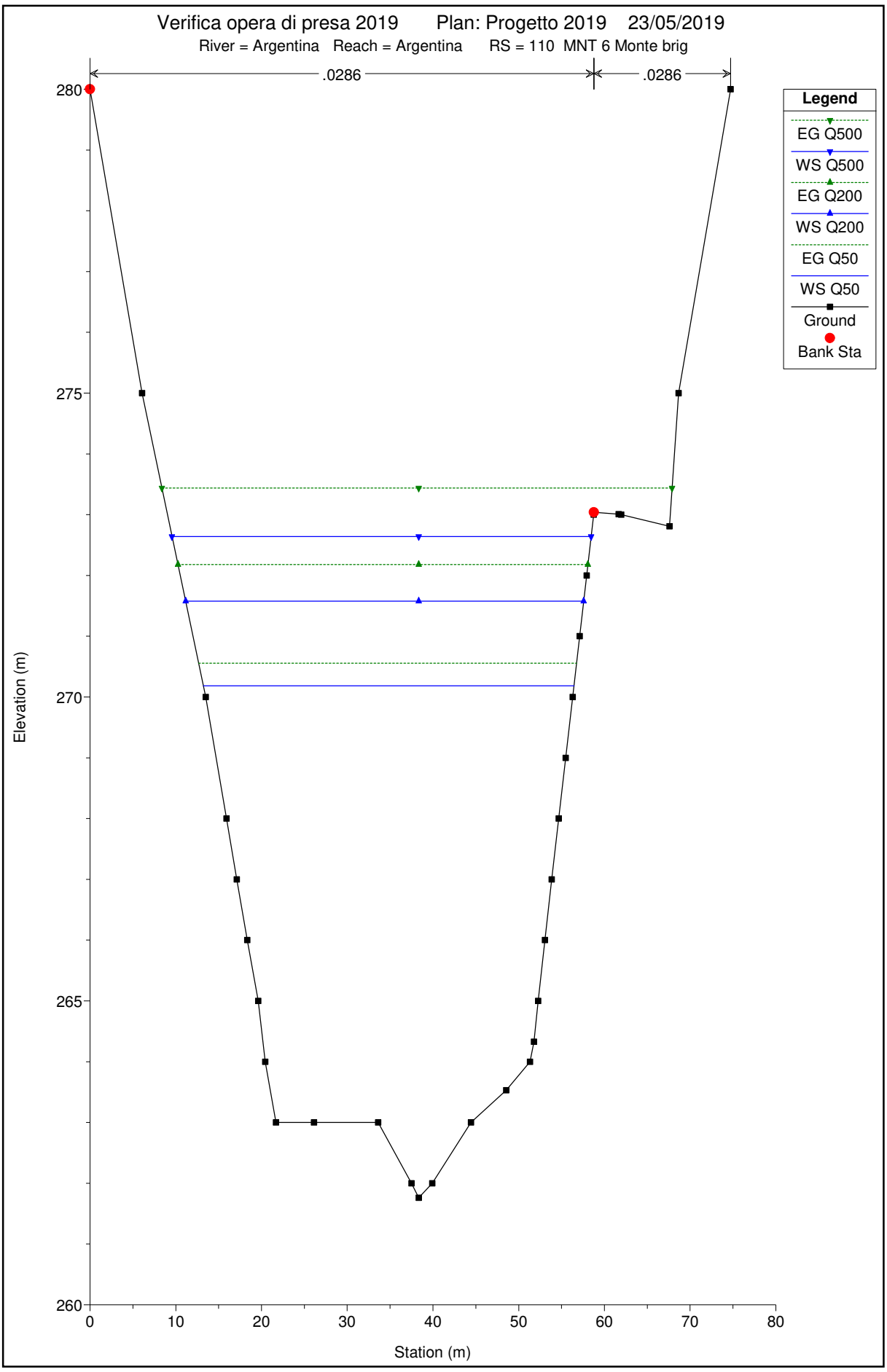

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 160 MNT 1
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
WS Q500
EG Q50
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
286
284
282
280
278
276
274
272
0
20
40
60
80
100
Station (m)

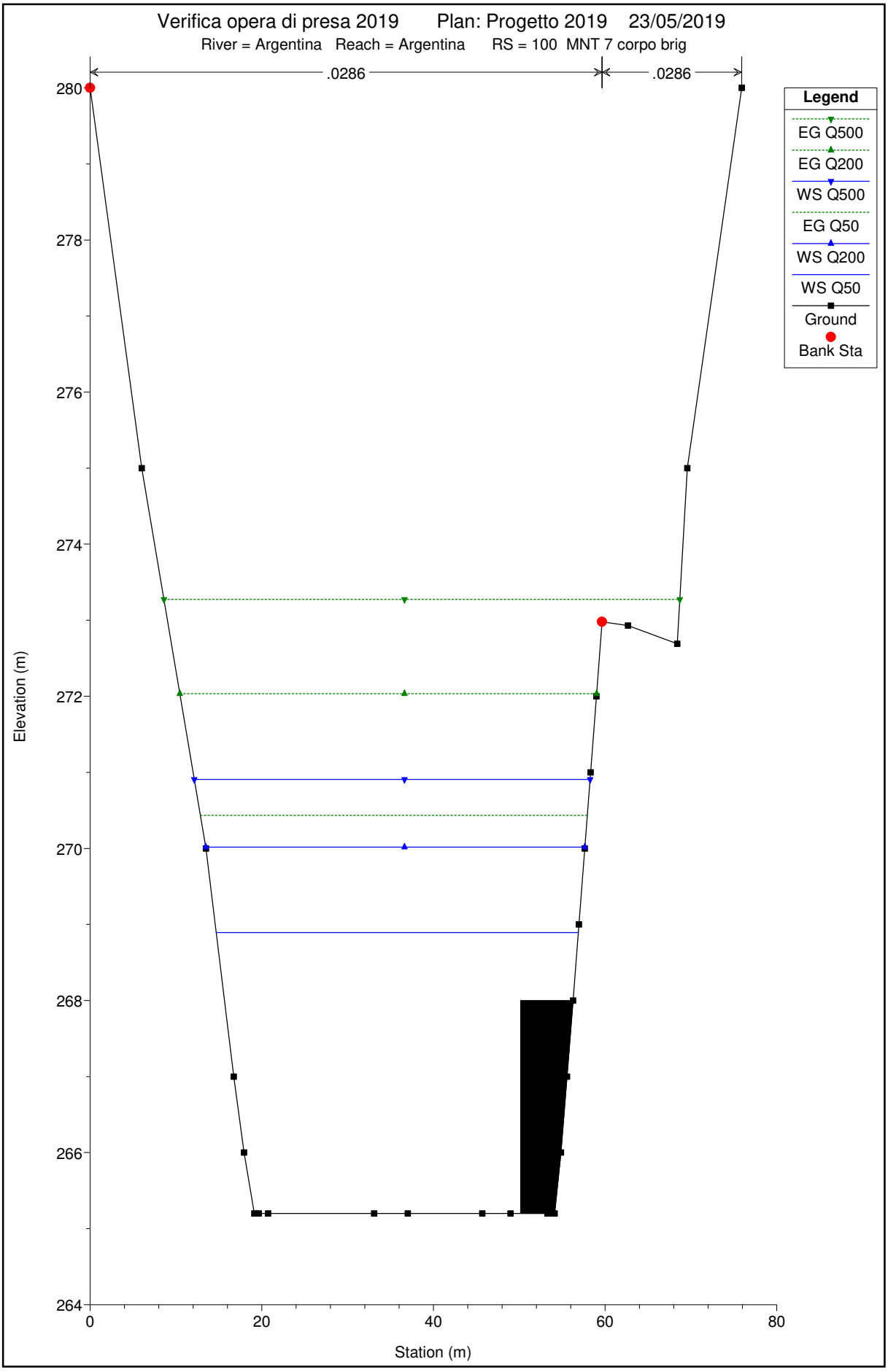

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 150 MNT 2
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
295
290
285
280
275
270
Elevation (m)
0
20
40
60
80
Station (m)

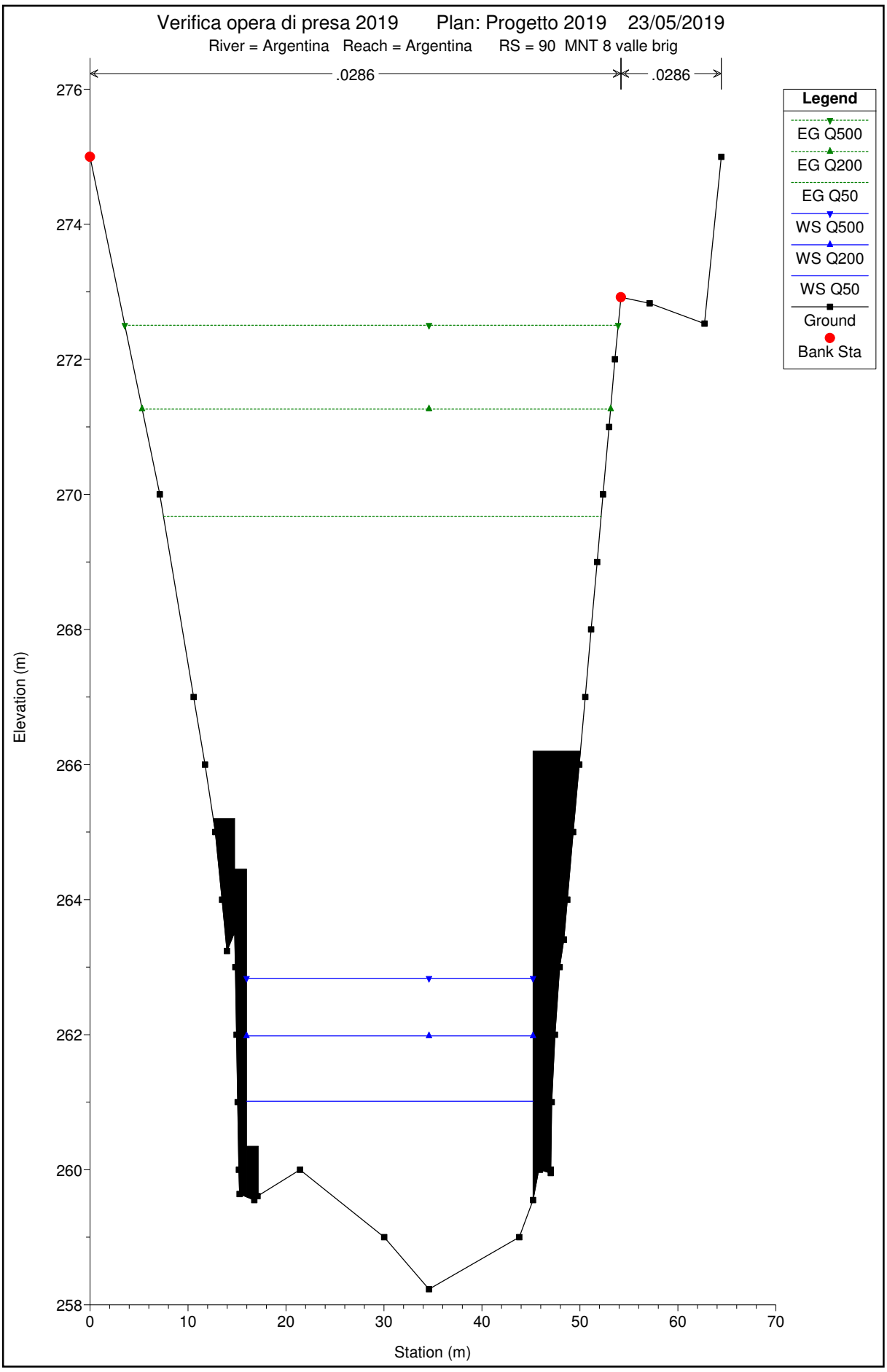

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 140 MNT 3
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
290
285
280
275
270
265
Elevation (m)
0
10
20
30
40
50
60
70
Station (m)

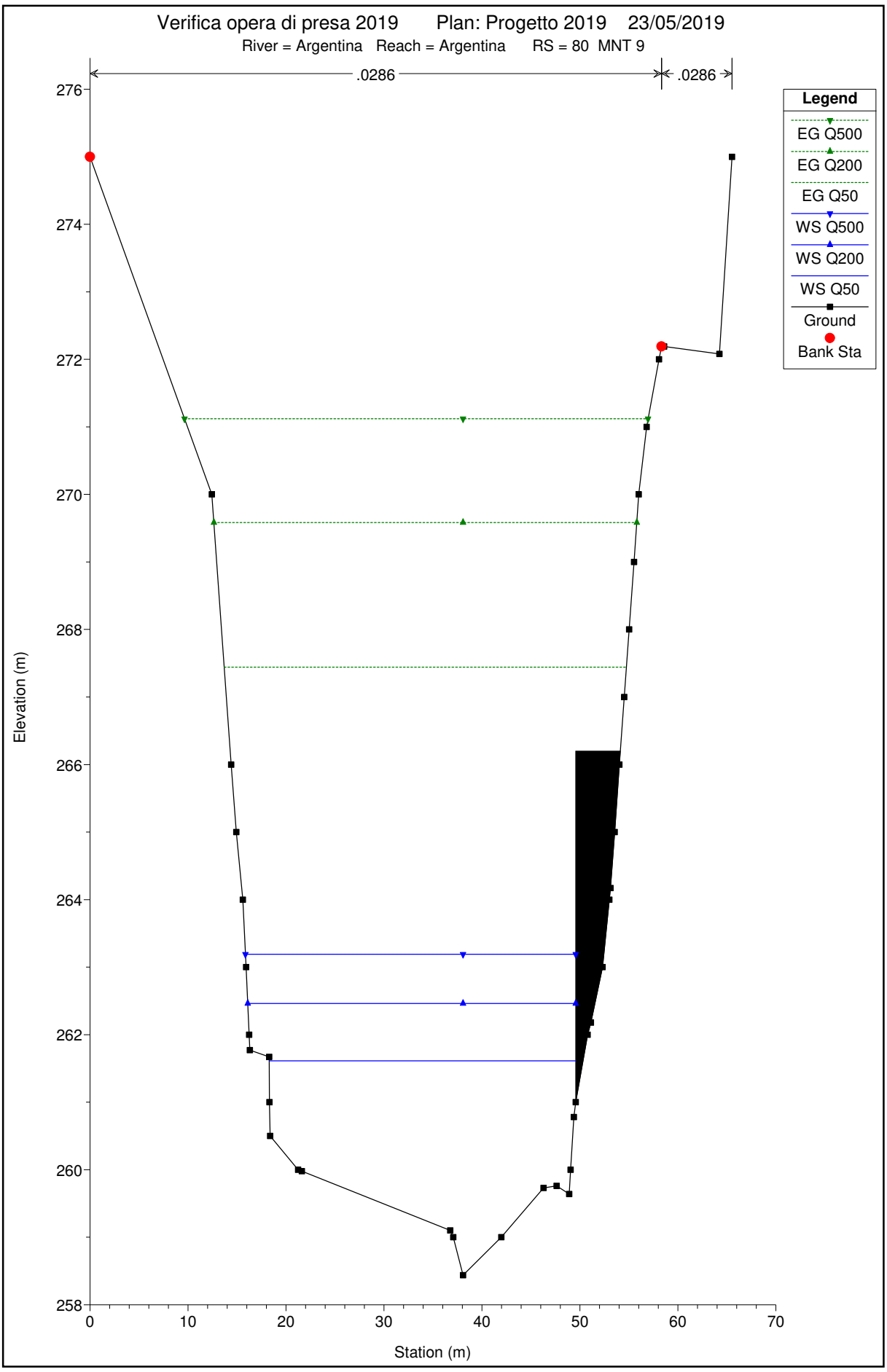

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 130 MNT4
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
280
278
276
274
272
270
268
266
264
262
0
10
20
30
40
50
60
70

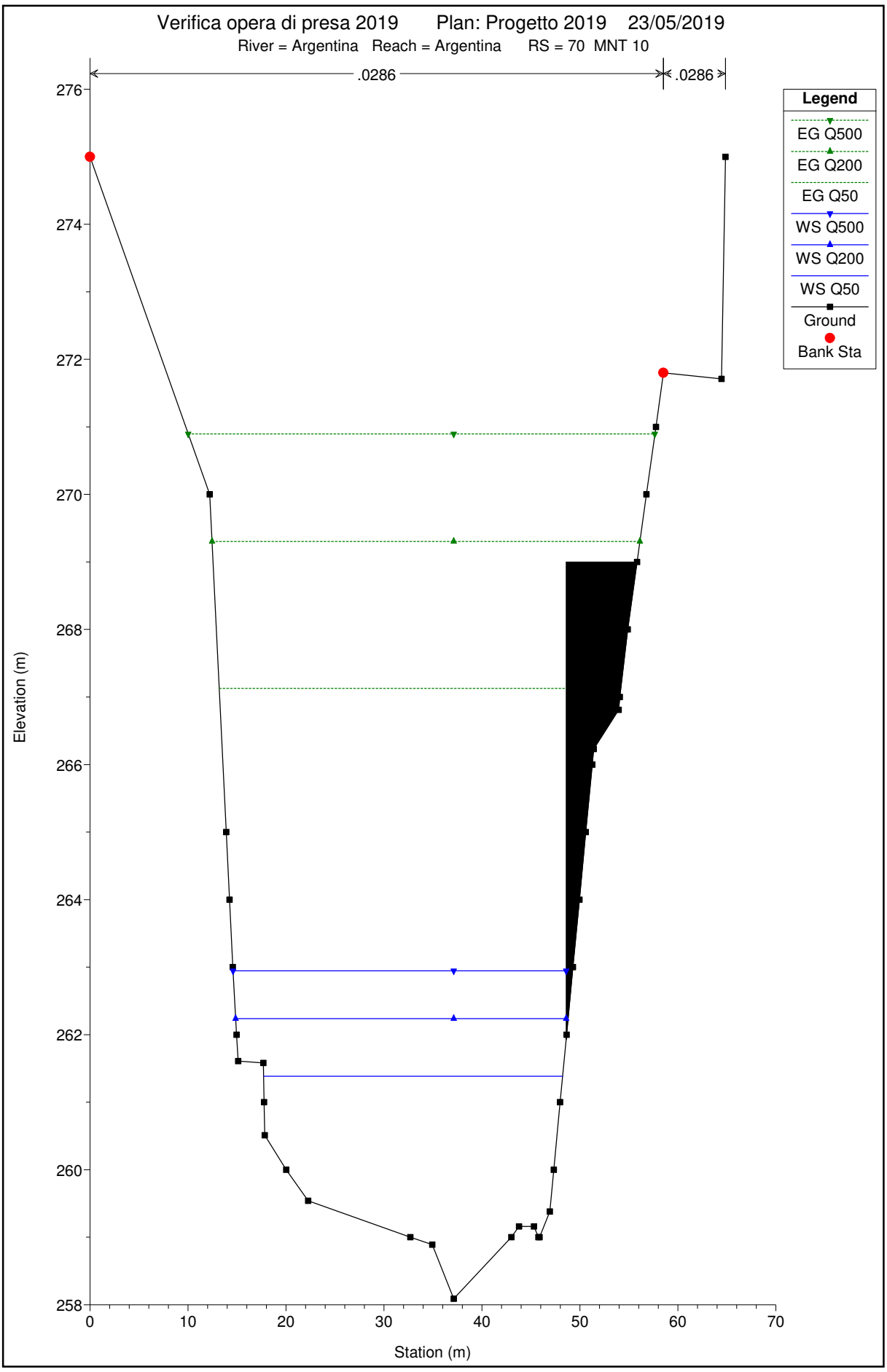

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 120 MNT5
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q50
WS Q500
WS Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
280
278
276
274
272
270
268
266
264
262
0
10
20
30
40
50
60
70
Station (m)

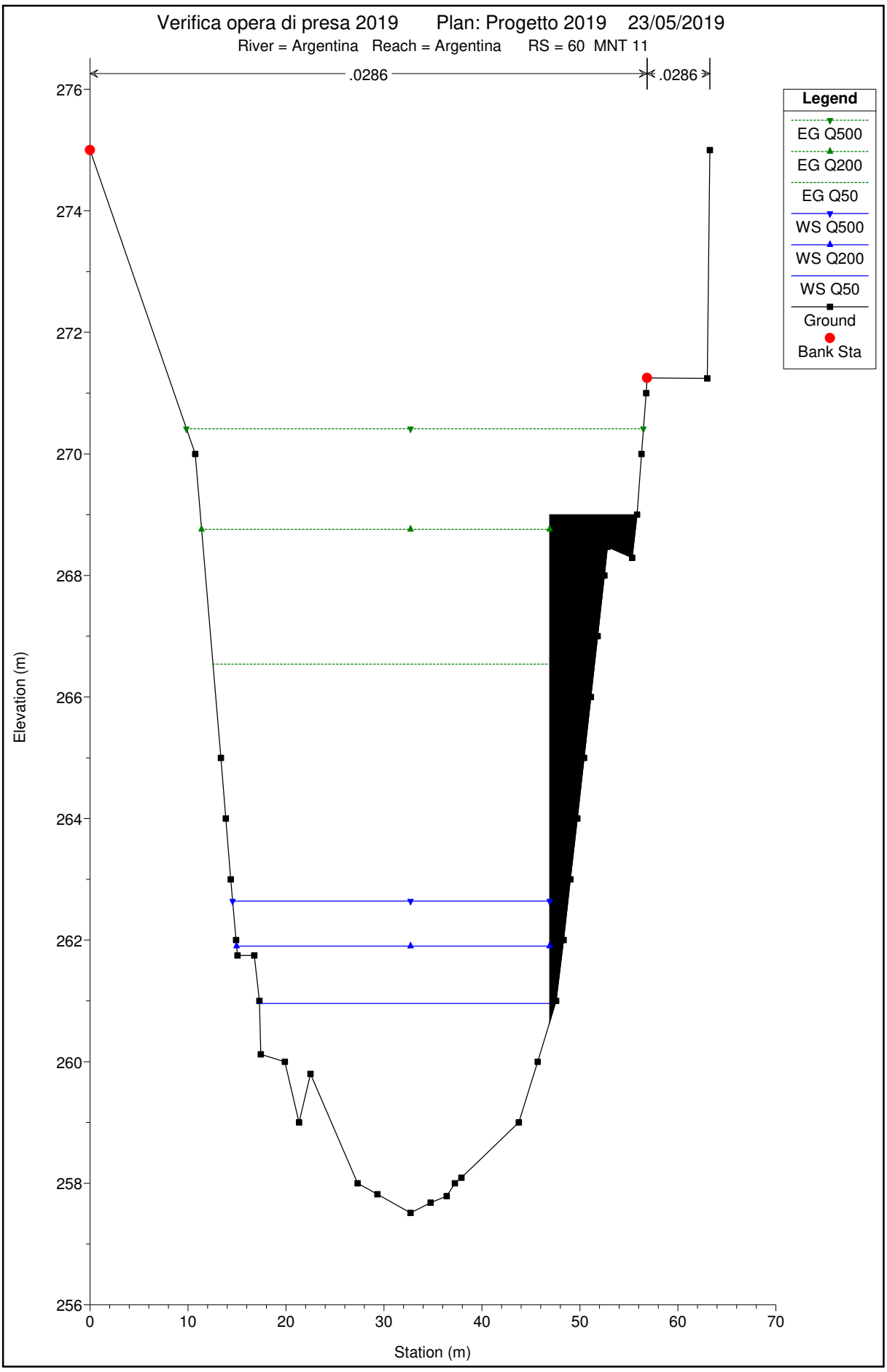

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 110 MNT 6 Monte brig
.0286
.0286
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
EG Q50
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
280
275
270
265
260
0
10
20
30
40
50
60
70
80
Station (m)

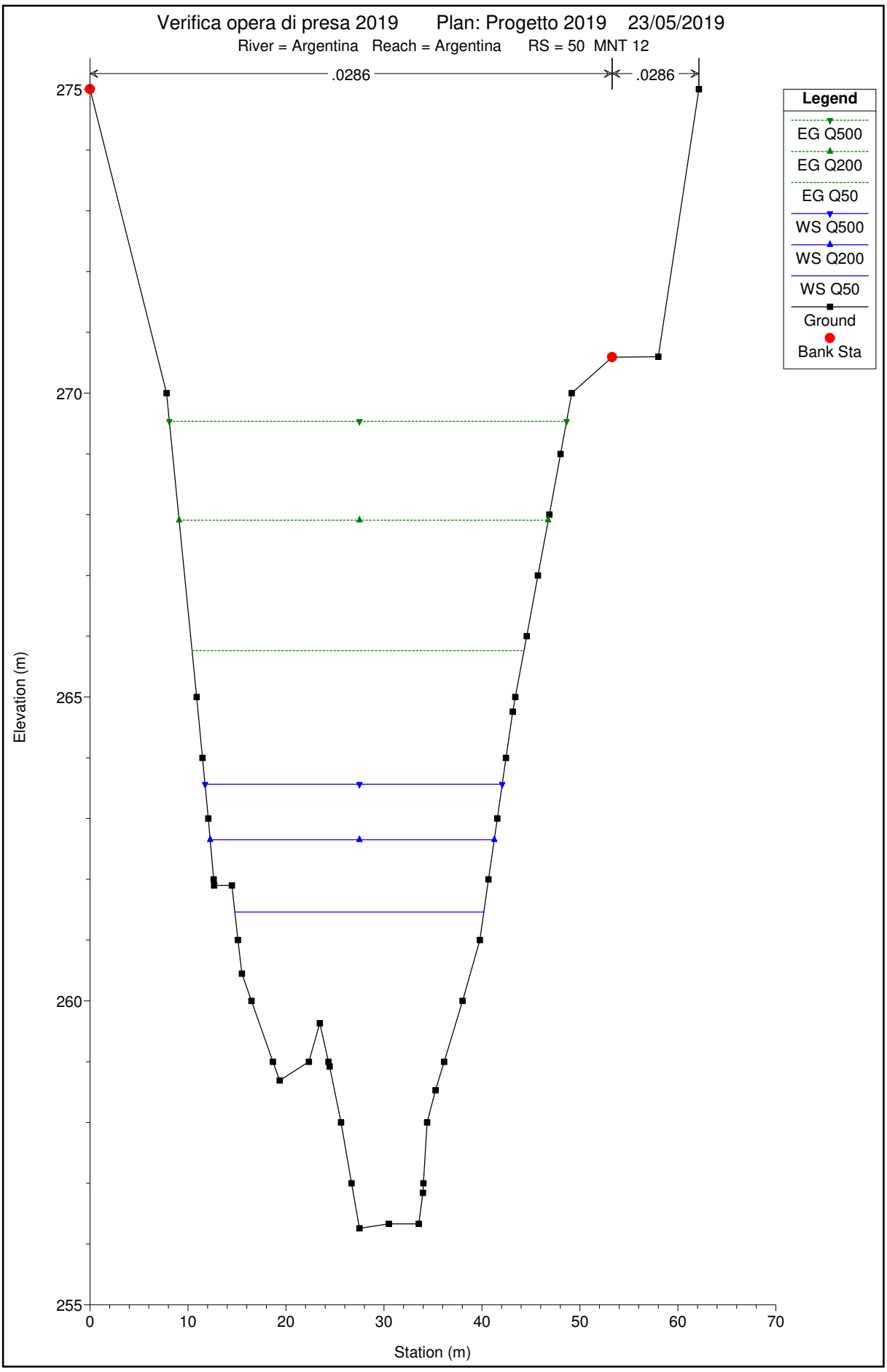

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 100 MNT 7 corpo brig
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
WS Q500
EG Q50
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
280
278
276
274
272
270
268
266
264
0
20
40
60
80
Station (m)

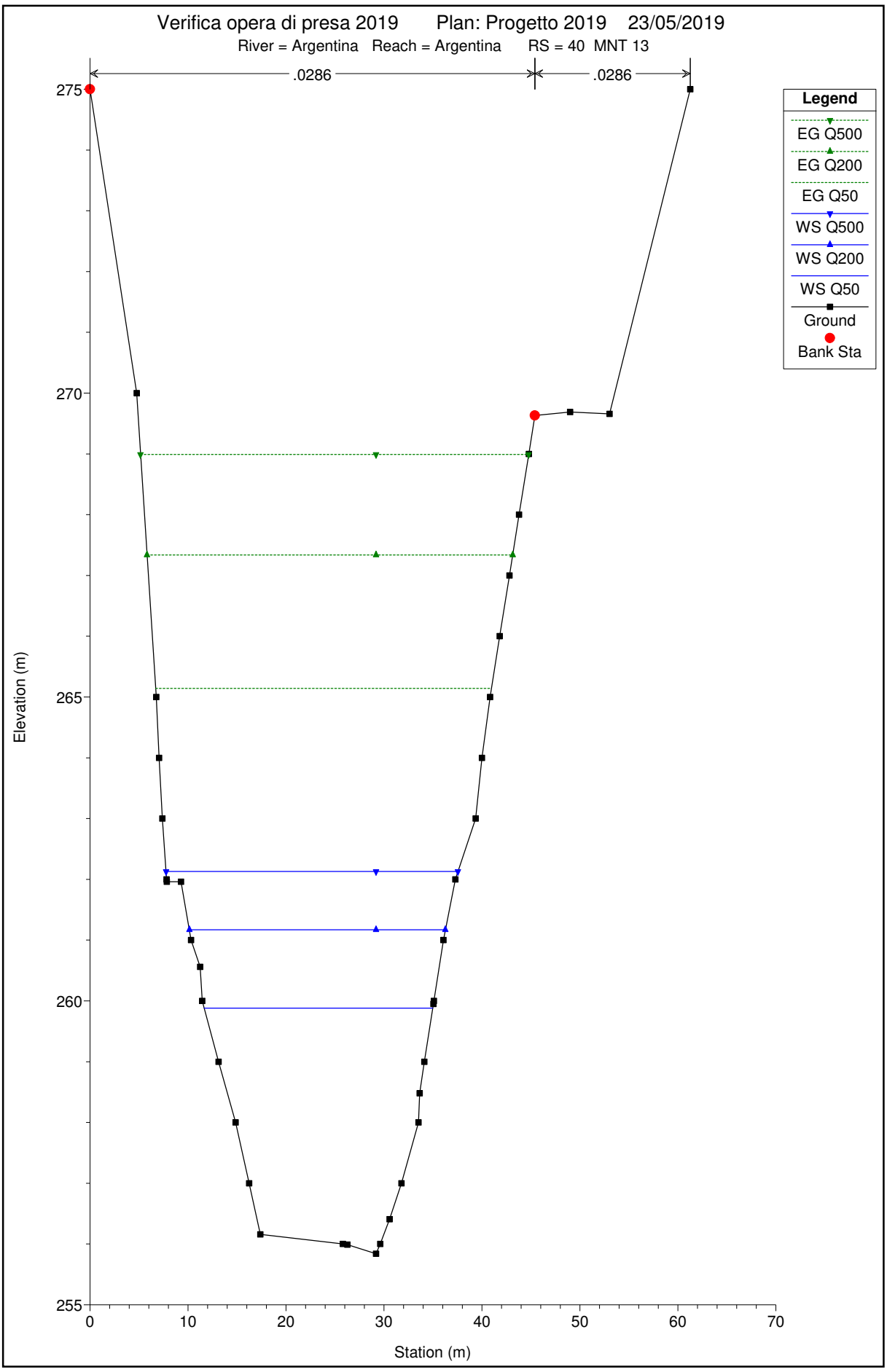

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 90 MNT 8 valle brig
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
276
274
272
270
268
266
264
262
260
258
0
10
20
30
40
50
60
70
Station (m)

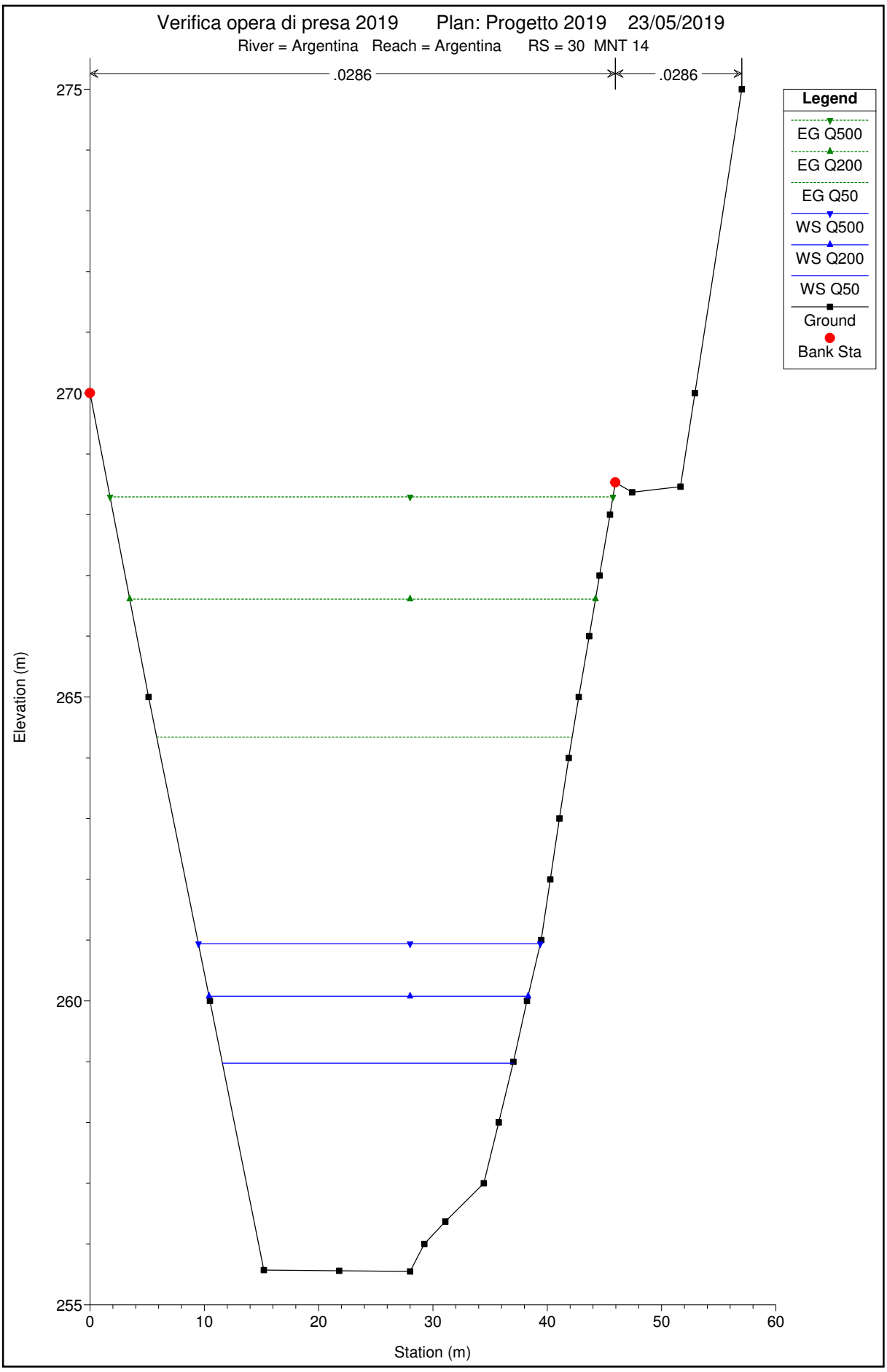

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 80 MNT 9
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
276
274
272
270
268
266
264
262
260
258
0
10
20
30
40
50
60
70
Station (m)

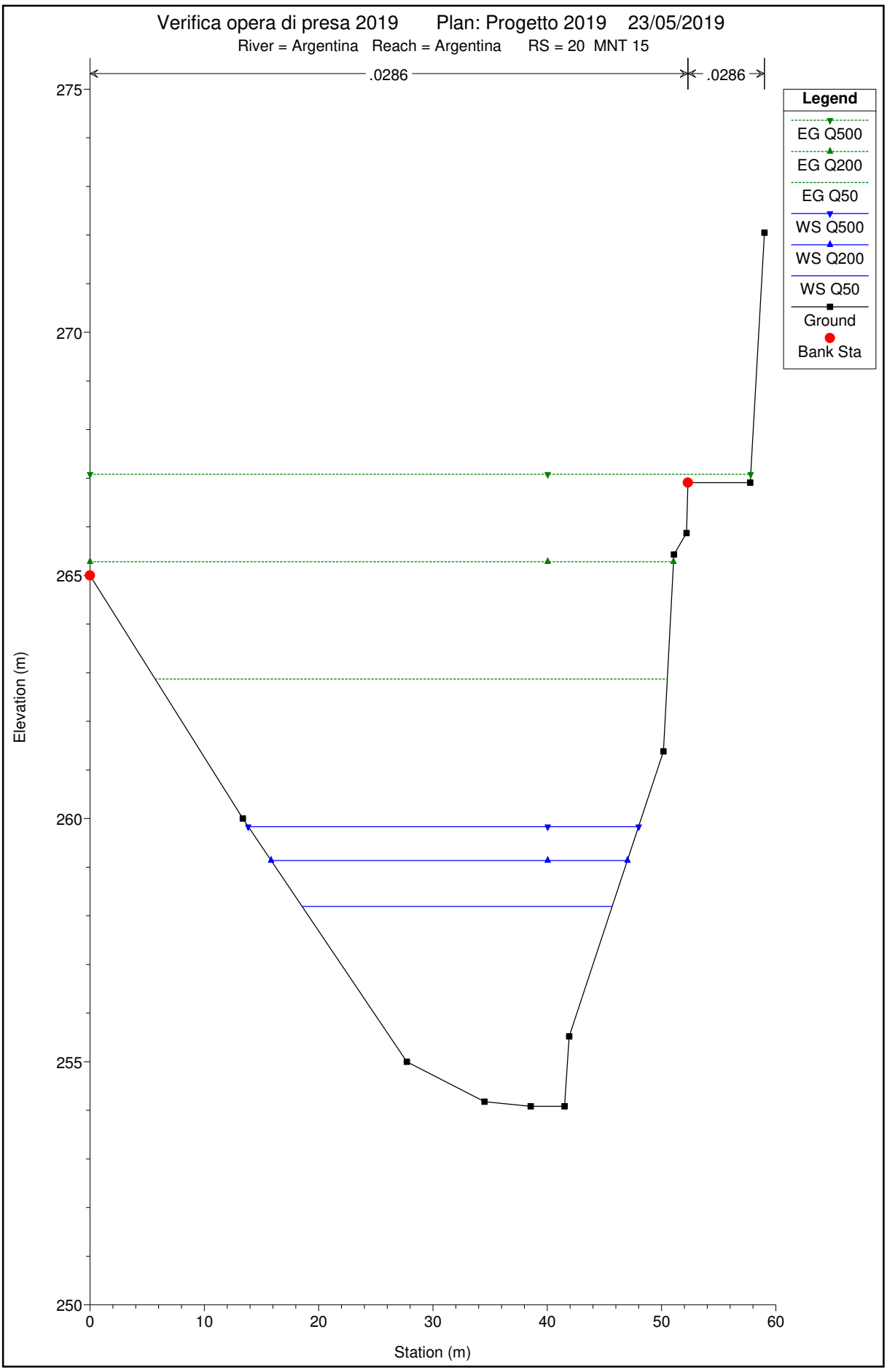

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 70 MNT 10
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
276
274
272
270
268
266
264
262
260
258
0
10
20
30
40
50
60
70
Station (m)

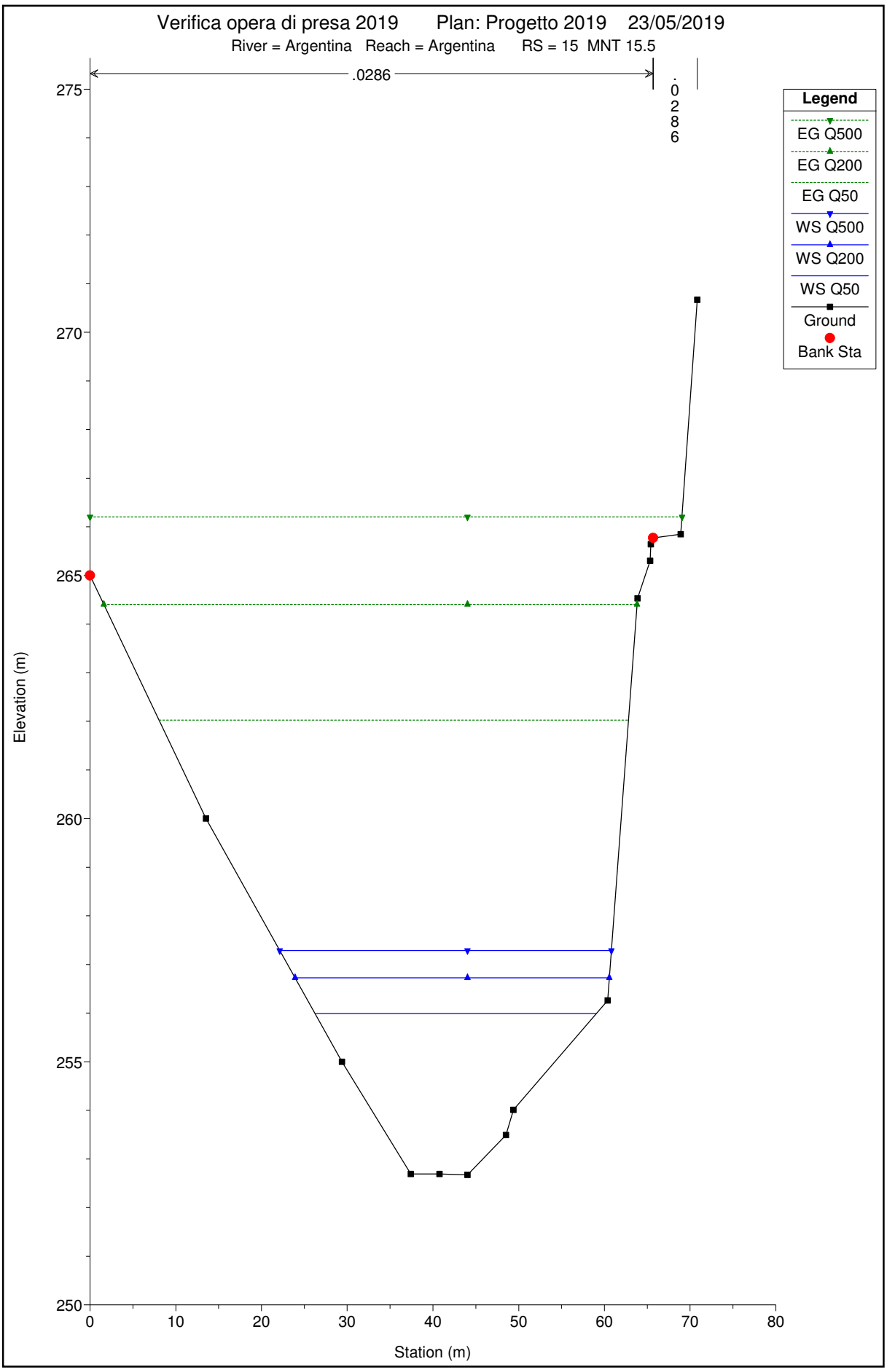

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 60 MNT 11
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
276
274
272
270
268
266
264
262
260
258
256
0
10
20
30
40
50
60
70
Station (m)

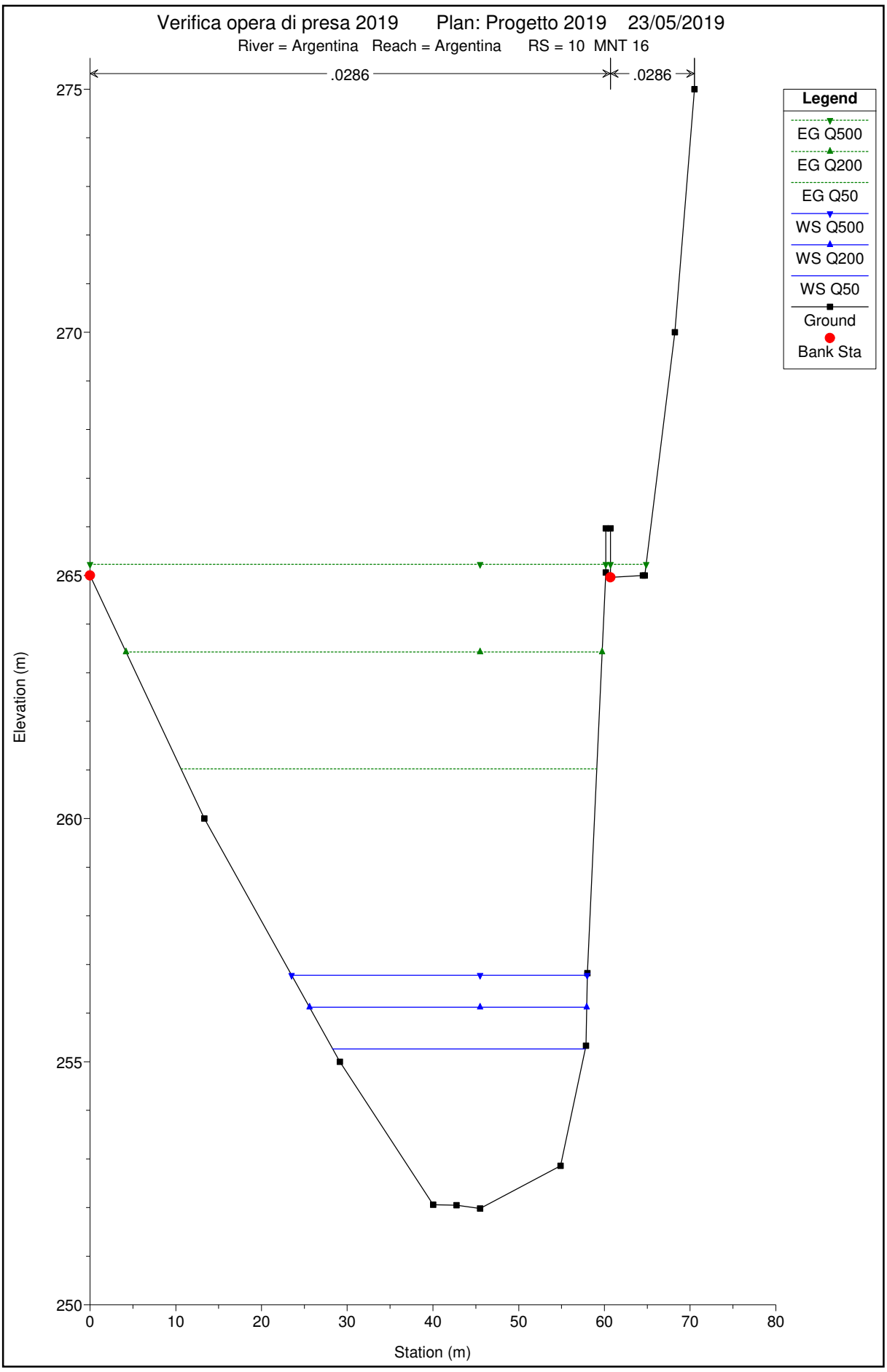

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 50 MNT 12
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
275
270
265
260
255
0
10
20
30
40
50
60
70
Station (m)

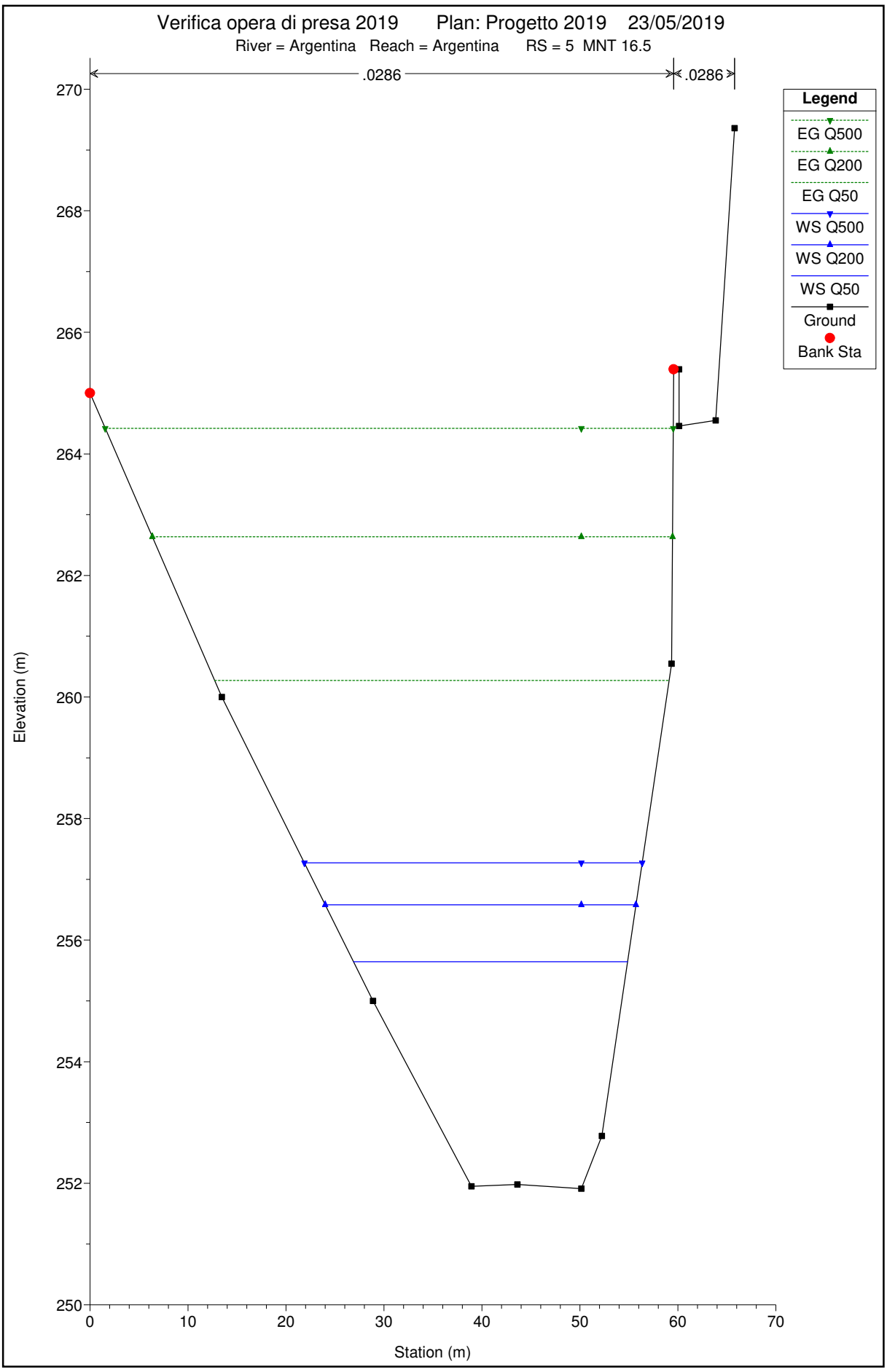

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 40 MNT 13
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
275
270
265
260
255
0
10
20
30
40
50
60
70
Station (m)


Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 30 MNT 14
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
275
270
265
260
255
0
10
20
30
40
50
60
Station (m)


Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 20 MNT 15
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
275
270
265
260
255
250
0
10
20
30
40
50
60

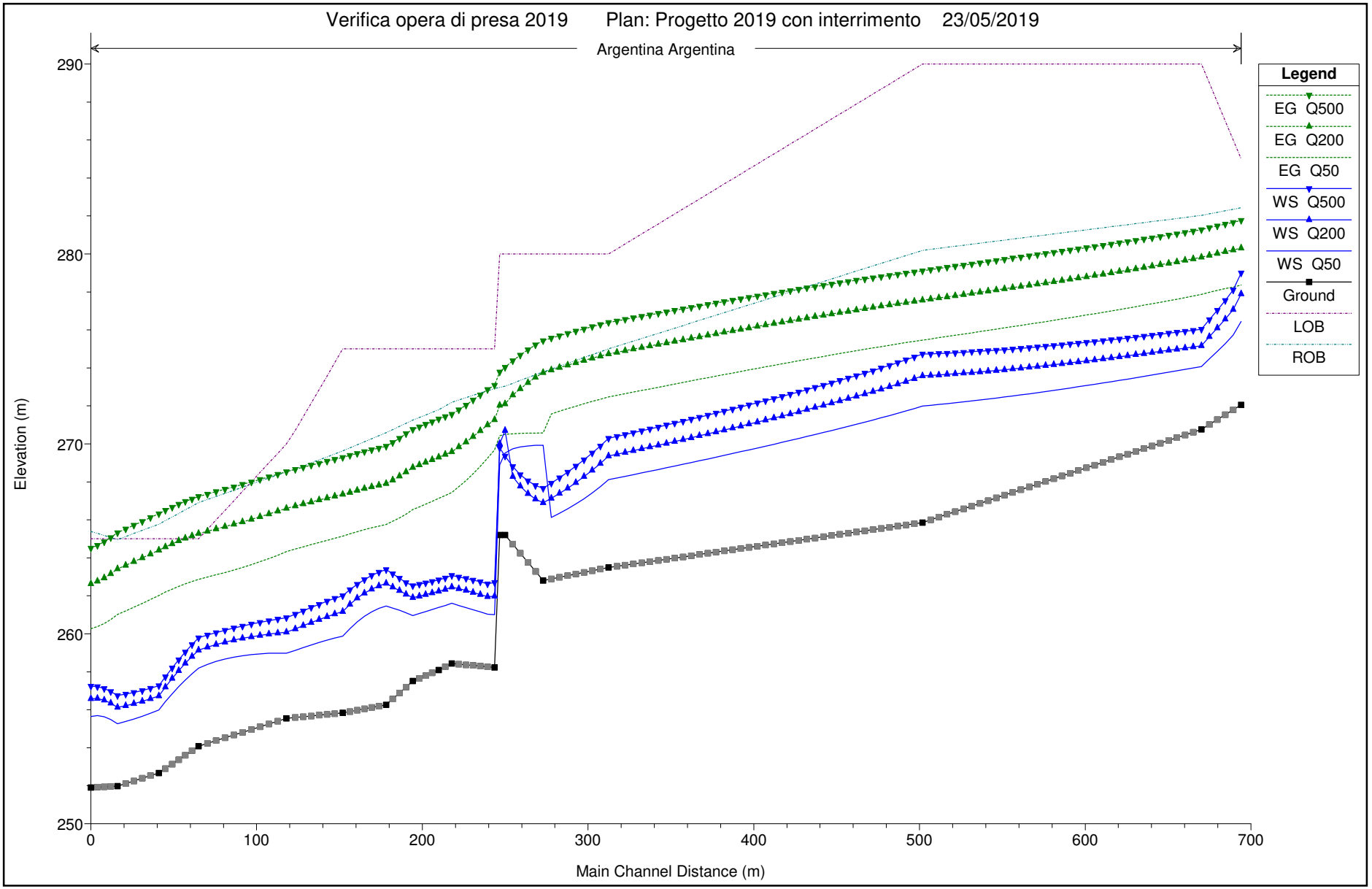

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 15 MNT 15.5
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
275
270
265
260
255
250
0
10
20
30
40
50
60
70
80

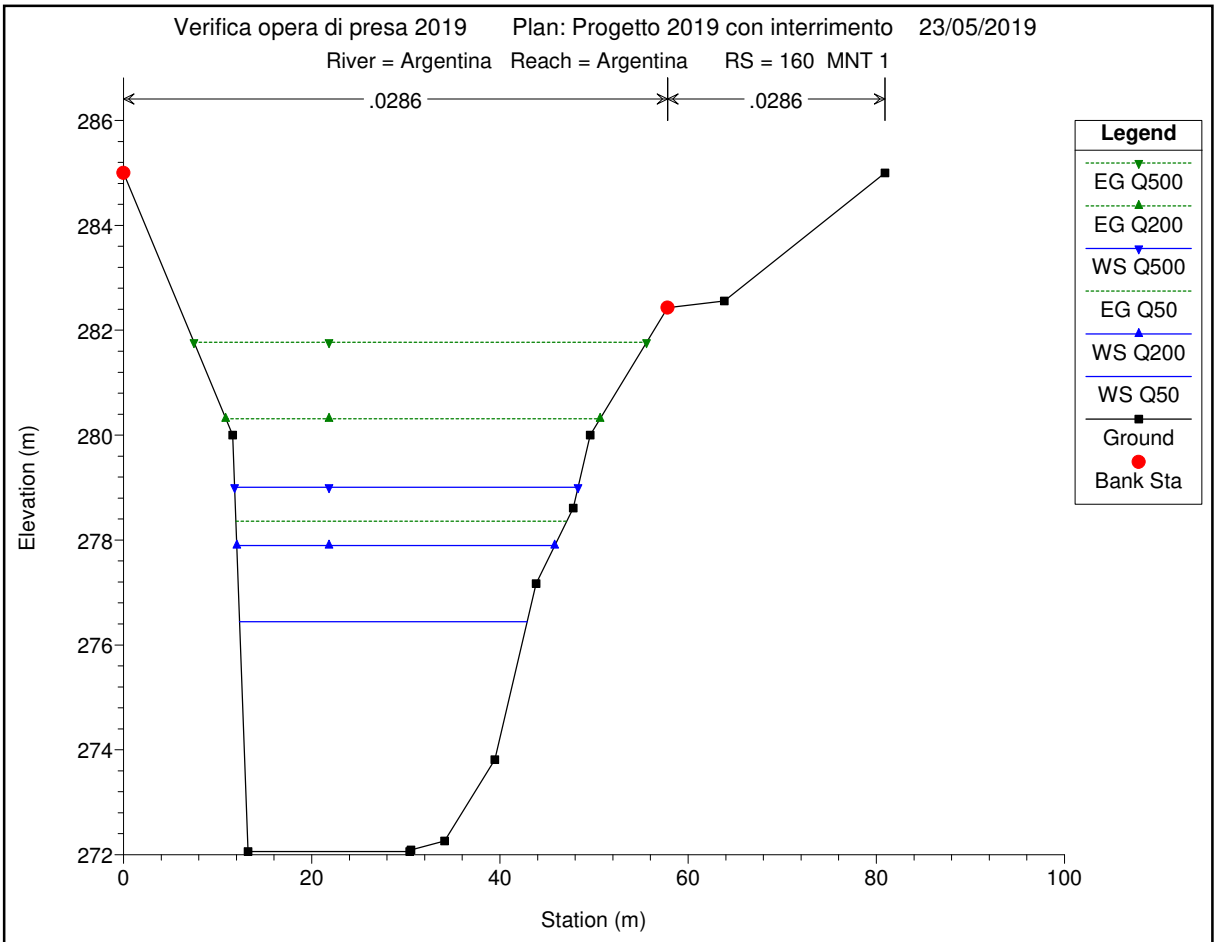

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 10 MNT 16
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
275
270
265
260
255
250
0
10
20
30
40
50
60
70
80

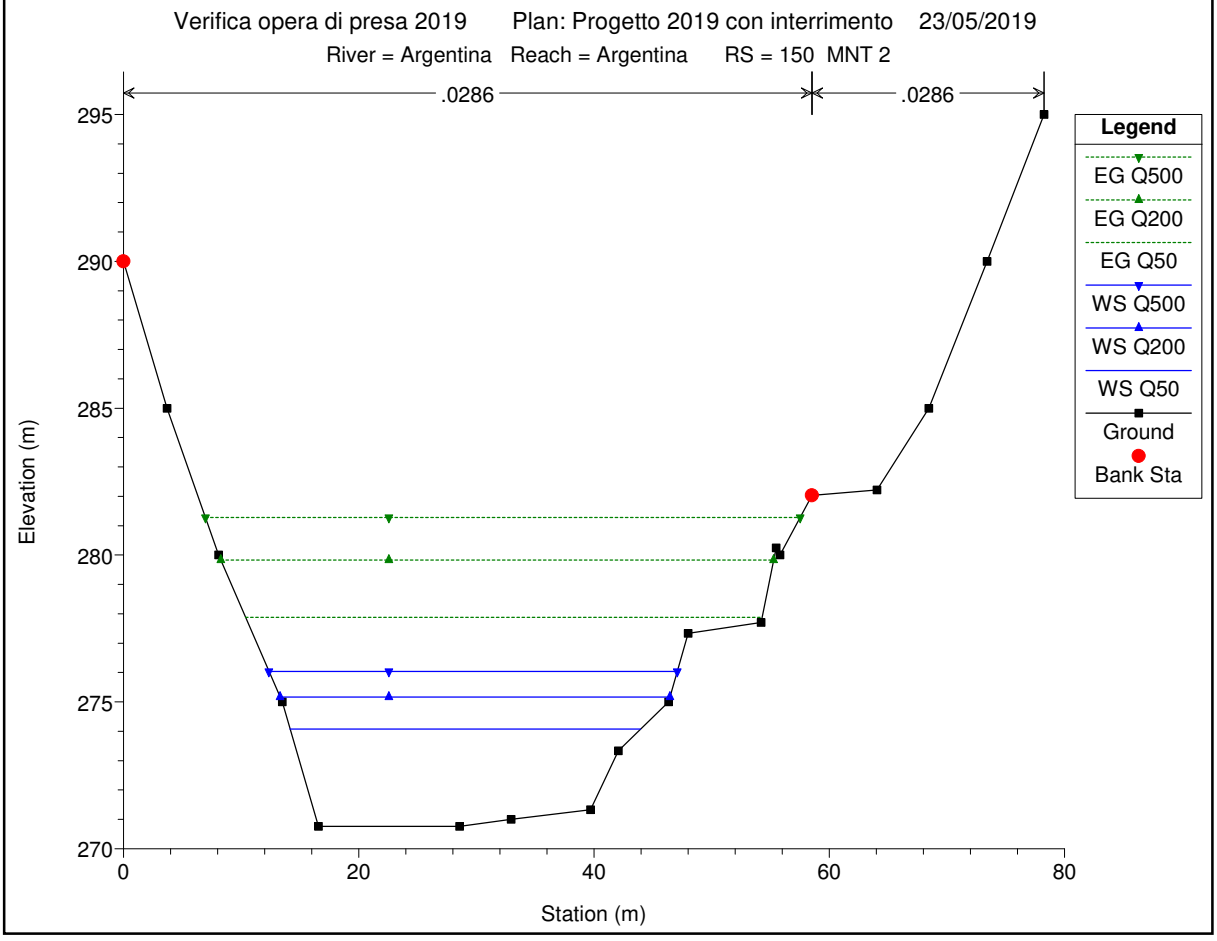

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 5 MNT 16.5
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
270
268
266
264
262
260
258
256
254
252
250
0
10
20
30
40
50
60
70

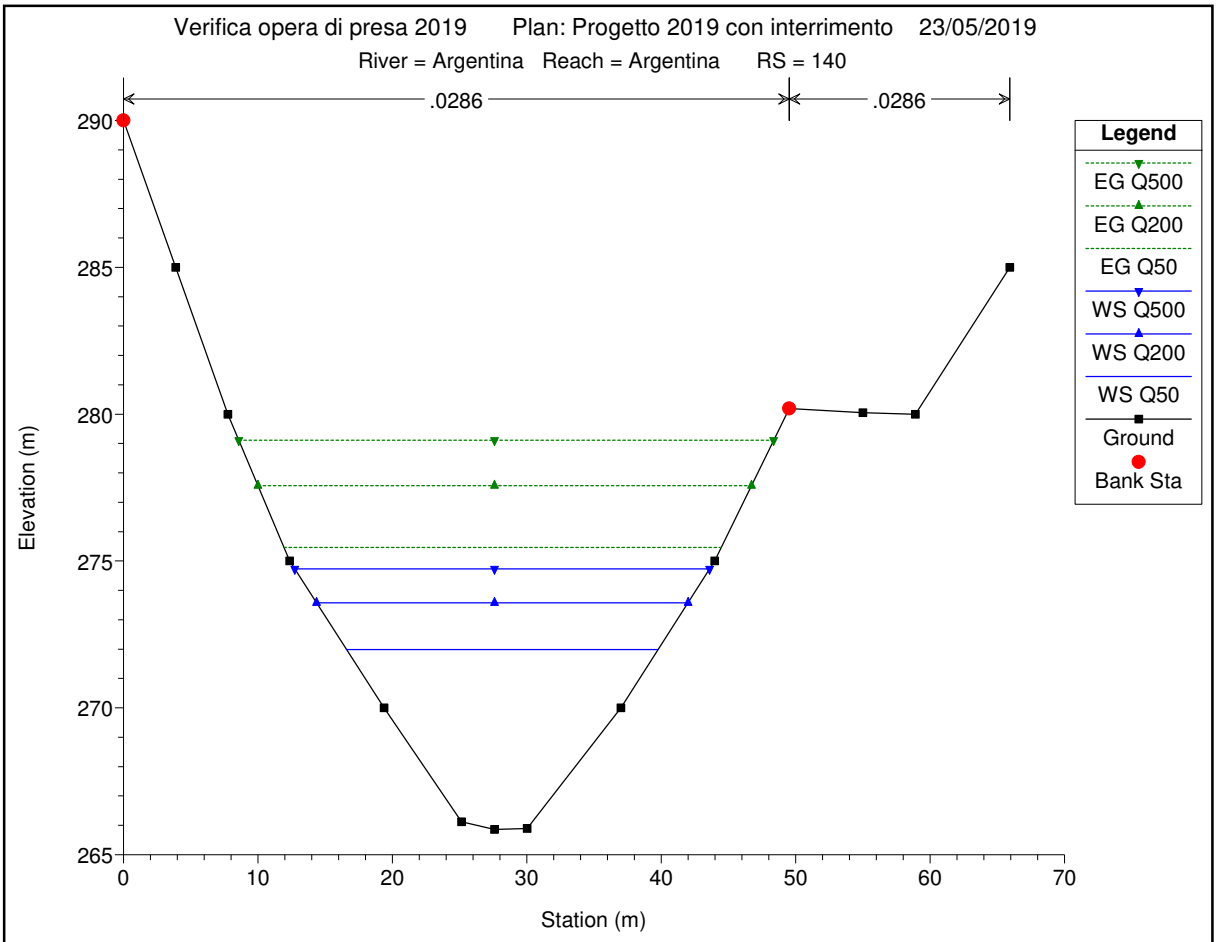
HEC-RAS Plan: Progetto 201 River: Argentina Reach: Argentina

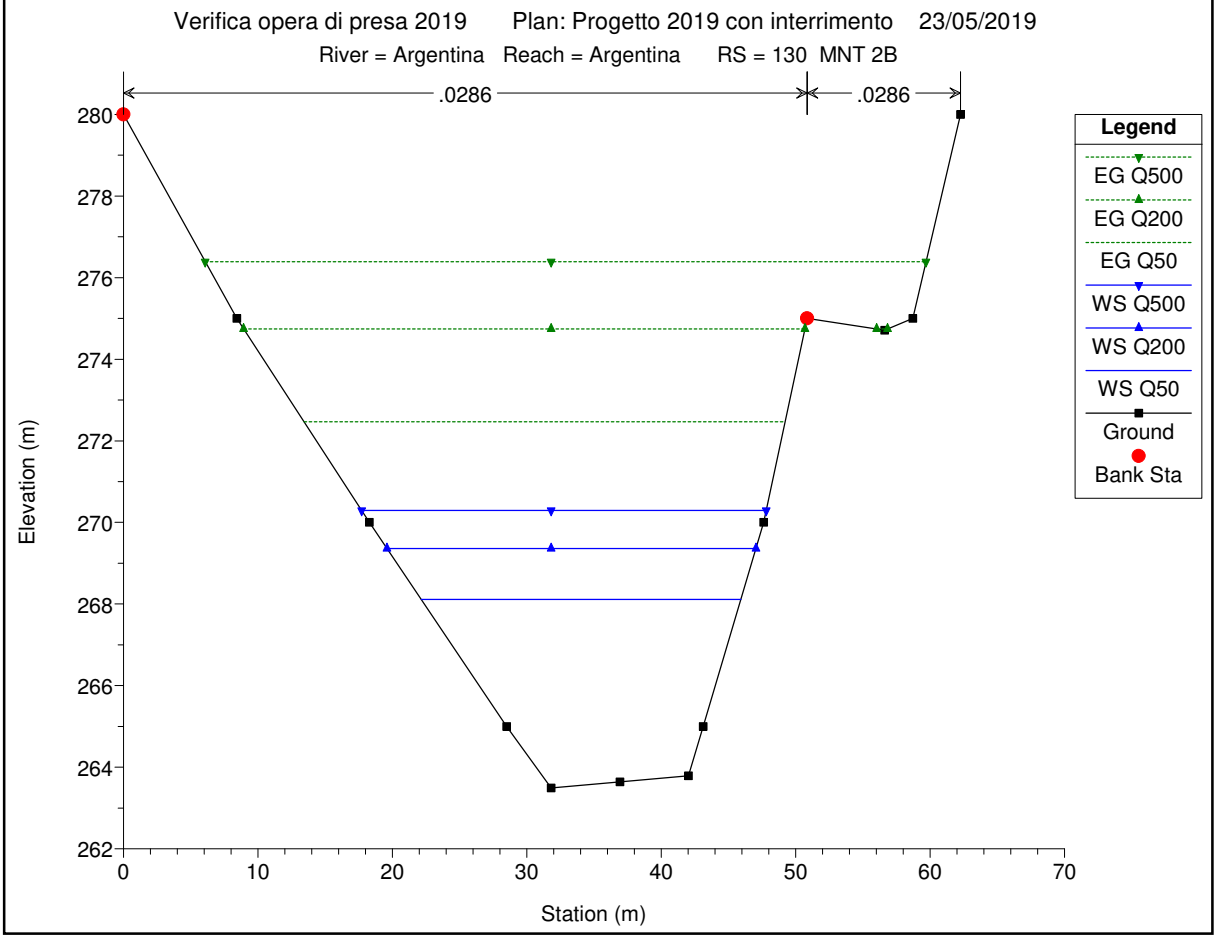
Reach	River Sta		Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
				(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Argentina	160	MNT 1	Q50	710.00	272.06	276.44	276.44	278.36	0.006290	6.13	115.83	30.56	1.01
Argentina	160	MNT 1	Q200	1117.00	272.06	277.89	277.89	280.31	0.006021	6.89	162.09	33.80	1.00
Argentina	160	MNT 1	Q500	1484.00	272.06	279.01	279.01	281.77	0.005820	7.36	201.51	36.52	1.00
Argentina	150	MNT 2	Q50	710.00	270.76	274.07	275.24	277.88	0.017643	8.64	82.16	29.80	1.66
Argentina	150	MNT 2	Q200	1117.00	270.76	275.17	276.57	279.83	0.015857	9.56	116.86	33.16	1.63
Argentina	150	MNT 2	Q500	1484.00	270.76	276.04	277.84	281.28	0.014376	10.14	146.32	34.72	1.58
Argentina	140	MNT 3	Q50	710.00	265.86	271.99	272.96	275.47	0.011799	8.26	85.93	23.19	1.37
Argentina	140	MNT 3	Q200	1117.00	265.86	273.58	274.63	277.56	0.010356	8.84	126.33	27.64	1.32
Argentina	140	MNT 3	Q500	1484.00	265.86	274.73	275.81	279.11	0.009692	9.27	160.08	30.87	1.30
Argentina	130	MNT4	Q50	710.00	263.49	268.12	269.50	272.47	0.017125	9.24	76.82	23.78	1.64
Argentina	130	MNT4	Q200	1117.00	263.49	269.36	271.07	274.74	0.016408	10.28	108.68	27.45	1.65
Argentina	130	MNT4	Q500	1484.00	263.49	270.29	272.23	276.39	0.015842	10.94	135.61	30.11	1.65
Argentina	120	MNT5	Q50	710.00	262.81	270.02		270.65	0.001253	3.52	201.90	37.37	0.48
Argentina	120	MNT5	Q200	1117.00	262.81	266.89	268.98	273.75	0.025946	11.60	96.29	30.10	2.07
Argentina	120	MNT5	Q500	1484.00	262.81	267.66	270.05	275.44	0.024037	12.35	120.14	31.89	2.03
Argentina	110	MNT 6 Monte brig	Q50	710.00	261.76	270.18		270.56	0.000642	2.71	262.43	43.23	0.35
Argentina	110	MNT 6 Monte brig	Q200	1117.00	261.76	271.58		272.18	0.000872	3.44	324.96	46.44	0.41
Argentina	110	MNT 6 Monte brig	Q500	1484.00	261.76	272.64		273.44	0.001027	3.95	375.65	48.89	0.45
Argentina	100	MNT 7 corpo brig	Q50	710.00	265.20	268.89	268.89	270.44	0.006400	5.50	129.09	42.19	1.00
Argentina	100	MNT 7 corpo brig	Q200	1117.00	265.20	270.02	270.02	272.03	0.005952	6.29	177.51	44.16	1.00
Argentina	100	MNT 7 corpo brig	Q500	1484.00	265.20	270.91	270.91	273.27	0.005698	6.81	217.80	46.11	1.00
Argentina	90	MNT 8 valle brig	Q50	710.00	258.23	261.01	263.06	269.68	0.069540	13.04	54.45	29.24	3.05
Argentina	90	MNT 8 valle brig	Q200	1117.00	258.23	261.98	264.50	271.27	0.046094	13.50	82.74	29.24	2.56
Argentina	90	MNT 8 valle brig	Q500	1484.00	258.23	262.84	265.72	272.51	0.036044	13.78	107.71	29.24	2.29
Argentina	80	MNT 9	Q50	710.00	258.44	261.61	263.22	267.44	0.038541	10.70	66.37	31.27	2.34
Argentina	80	MNT 9	Q200	1117.00	258.44	262.46	264.50	269.58	0.033618	11.82	94.48	33.47	2.25
Argentina	80	MNT 9	Q500	1484.00	258.44	263.19	265.51	271.12	0.029010	12.48	118.94	33.70	2.12
Argentina	70	MNT 10	Q50	710.00	258.09	261.39	262.98	267.13	0.035684	10.62	66.88	30.52	2.29
Argentina	70	MNT 10	Q200	1117.00	258.09	262.24	264.24	269.30	0.032592	11.78	94.85	33.73	2.24
Argentina	70	MNT 10	Q500	1484.00	258.09	262.95	265.24	270.90	0.028601	12.49	118.78	33.99	2.13
Argentina	60	MNT 11	Q50	710.00	257.51	260.96	262.58	266.54	0.033022	10.47	67.82	29.62	2.21
Argentina	60	MNT 11	Q200	1117.00	257.51	261.90	263.89	268.76	0.029493	11.60	96.28	31.95	2.13
Argentina	60	MNT 11	Q500	1484.00	257.51	262.64	264.93	270.41	0.026352	12.35	120.16	32.36	2.05
Argentina	50	MNT 12	Q50	710.00	256.26	261.46	262.80	265.76	0.019363	9.19	77.27	25.42	1.68
Argentina	50	MNT 12	Q200	1117.00	256.26	262.65	264.26	267.91	0.018031	10.16	109.96	28.99	1.66
Argentina	50	MNT 12	Q500	1484.00	256.26	263.57	265.40	269.54	0.016619	10.83	137.09	30.33	1.63
Argentina	40	MNT 13	Q50	710.00	255.84	259.88	261.54	265.14	0.022538	10.16	69.88	23.34	1.87
Argentina	40	MNT 13	Q200	1117.00	255.84	261.17	263.15	267.34	0.019371	11.00	101.51	26.13	1.78
Argentina	40	MNT 13	Q500	1484.00	255.84	262.13	264.23	268.99	0.019027	11.61	127.87	29.78	1.79
Argentina	30	MNT 14	Q50	710.00	255.55	258.97	260.62	264.34	0.025328	10.26	69.19	25.43	1.99
Argentina	30	MNT 14	Q200	1117.00	255.55	260.08	262.09	266.61	0.022379	11.33	98.62	27.92	1.92
Argentina	30	MNT 14	Q500	1484.00	255.55	260.94	263.22	268.29	0.020800	12.02	123.51	29.90	1.89
Argentina	20	MNT 15	Q50	710.00	254.08	258.19	259.69	262.87	0.022165	9.58	74.09	27.13	1.85
Argentina	20	MNT 15	Q200	1117.00	254.08	259.14	261.08	265.28	0.023036	10.98	101.73	31.18	1.94
Argentina	20	MNT 15	Q500	1484.00	254.08	259.83	262.07	267.08	0.023516	11.93	124.41	34.15	2.00
Argentina	15		Q50	710.00	252.67	255.99	257.67	262.02	0.040148	10.88	65.25	32.81	2.46
Argentina	15		Q200	1117.00	252.67	256.72	258.87	264.40	0.038489	12.28	90.97	36.64	2.49
Argentina	15		Q500	1484.00	252.67	257.29	259.78	266.20	0.036757	13.23	112.19	38.67	2.48
Argentina	10	MNT 16	Q50	710.00	251.98	255.26	256.95	261.02	0.032984	10.64	66.76	29.45	2.26
Argentina	10	MNT 16	Q200	1117.00	251.98	256.12	258.28	263.43	0.031208	11.98	93.26	32.33	2.25
Argentina	10	MNT 16	Q500	1484.00	251.98	256.78	259.28	265.23	0.030256	12.88	115.21	34.48	2.25
Argentina	5		Q50	710.00	251.91	255.65	257.12	260.27	0.022043	9.53	74.51	27.97	1.86
Argentina	5		Q200	1117.00	251.91	256.58	258.49	262.64	0.022565	10.90	102.47	31.72	1.94
Argentina	5		Q500	1484.00	251.91	257.27	259.51	264.42	0.022950	11.85	125.25	34.48	1.98

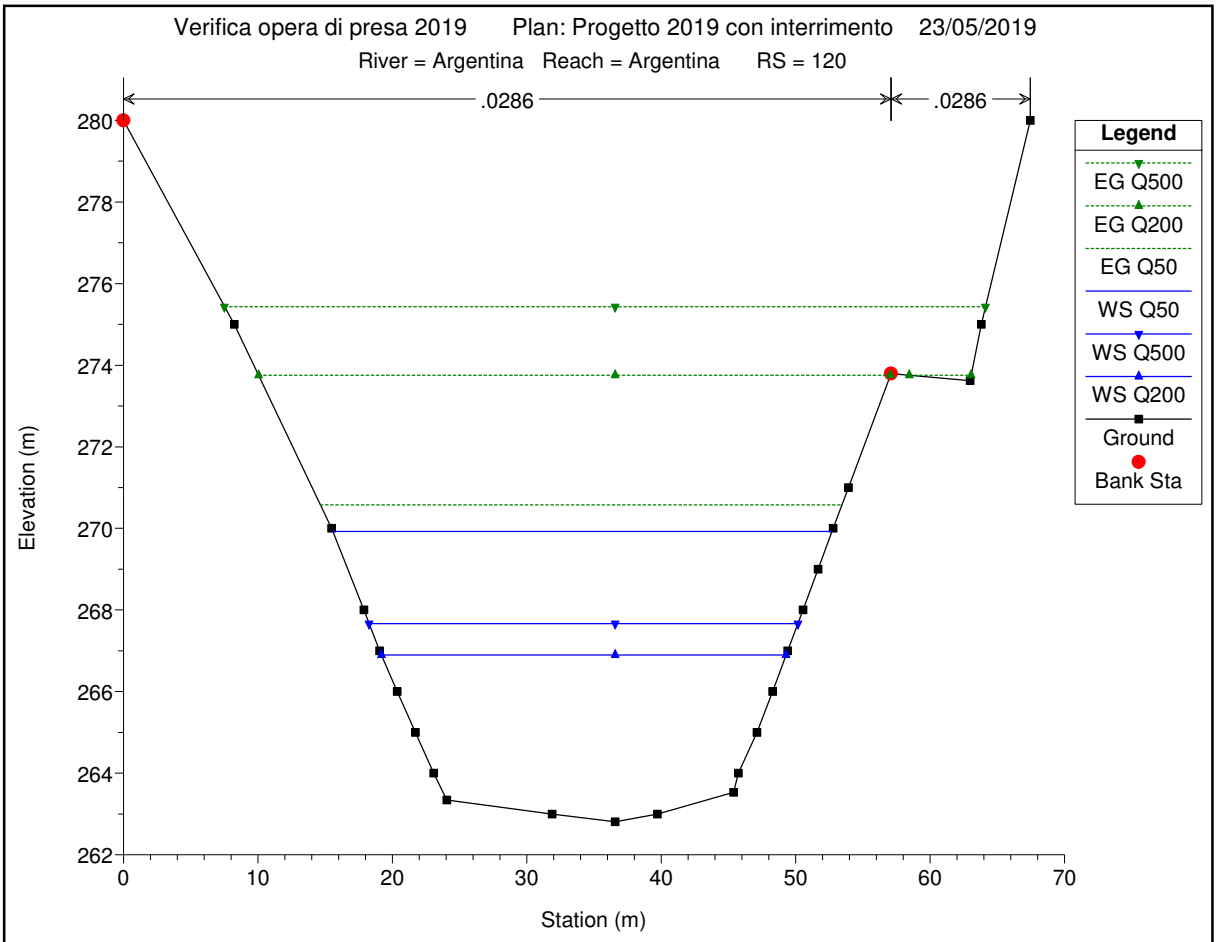

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 con interrimento 23/05/2019
Argentina Argentina
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
LOB
ROB
Elevation (m)
290
280
270
260
250
0
100
200
300
400
500
600
700
Main Channel Distance (m)

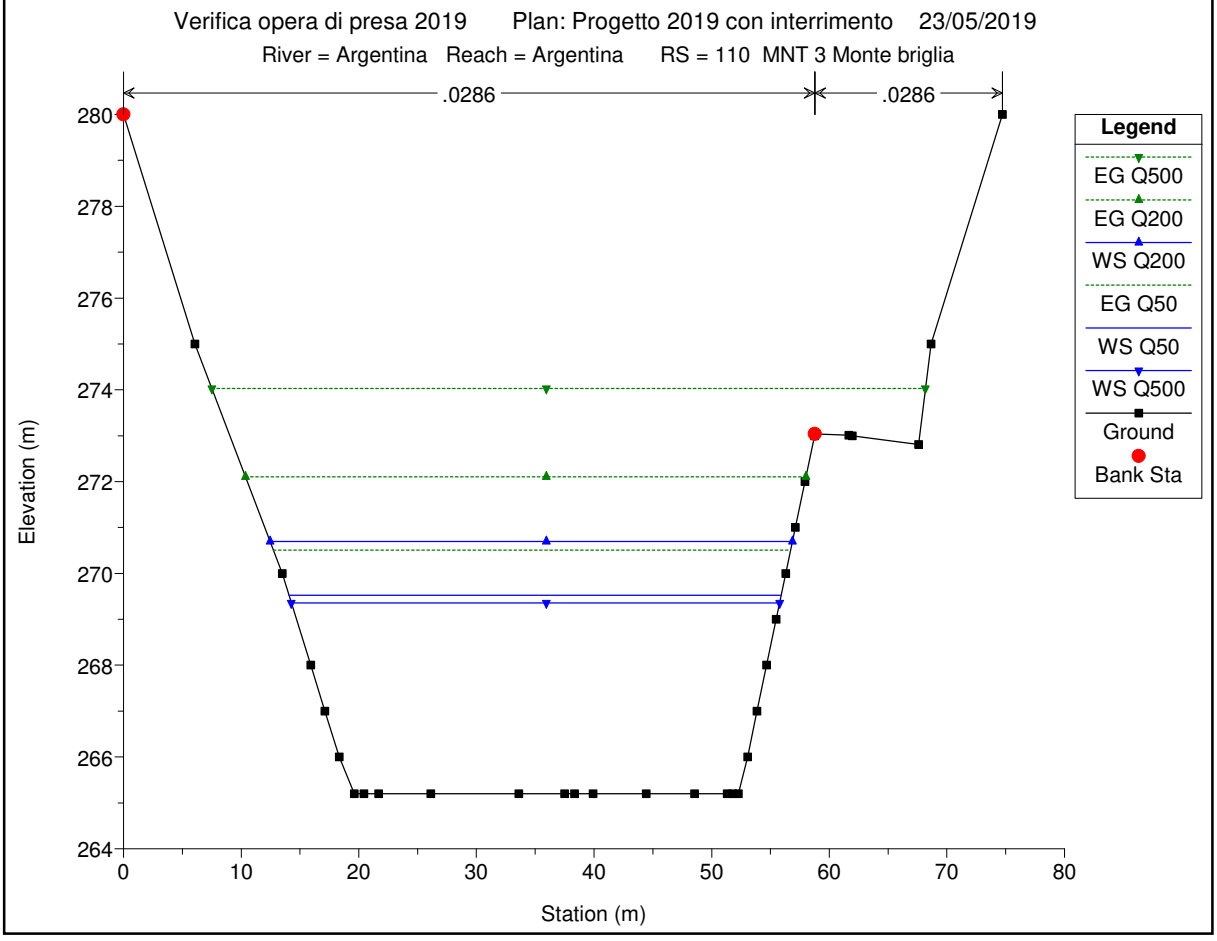

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 con interrimento 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 160 MNT 1
.0286
.0286
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
WS Q500
EG Q50
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta

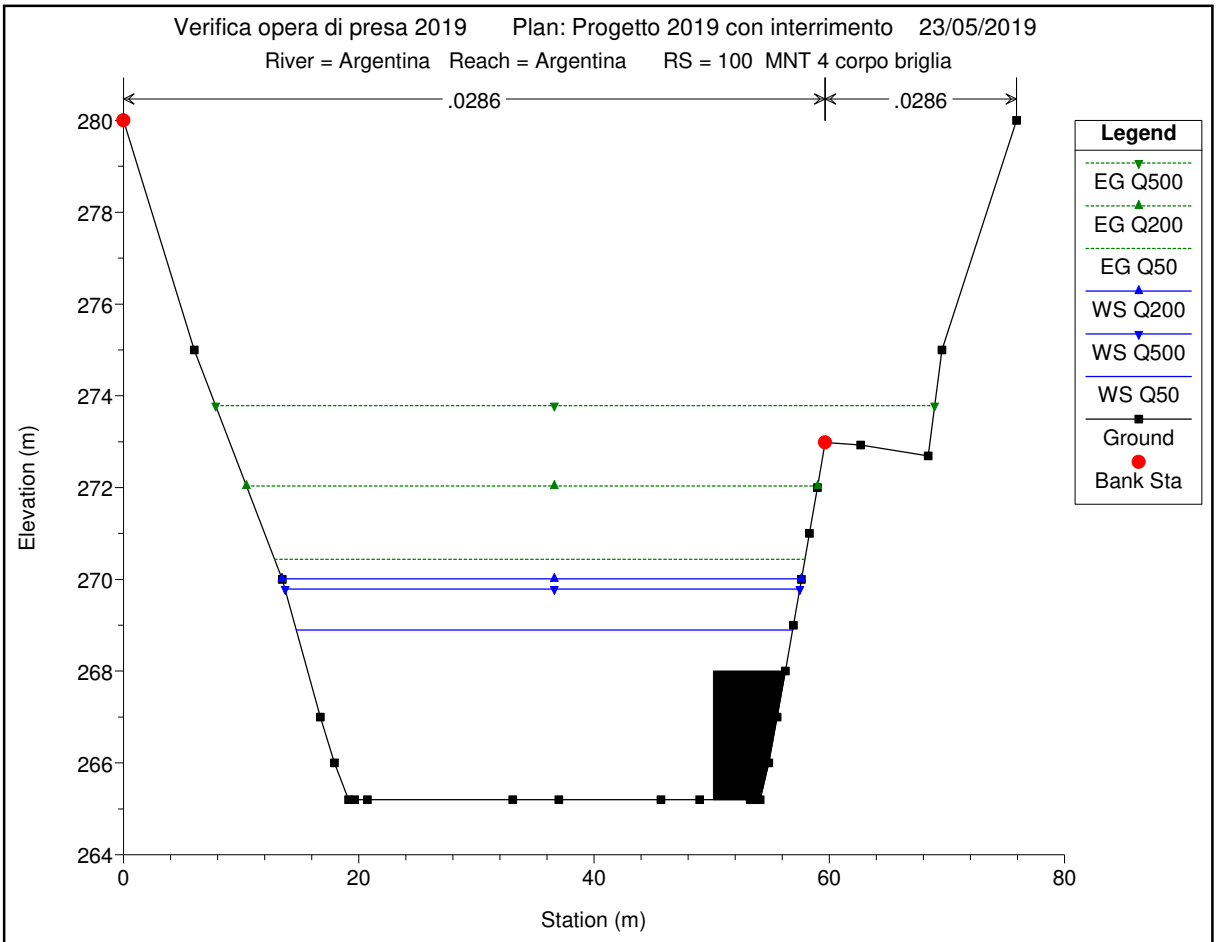

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 con interrimento 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 150 MNT 2
.0286
.0286
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta

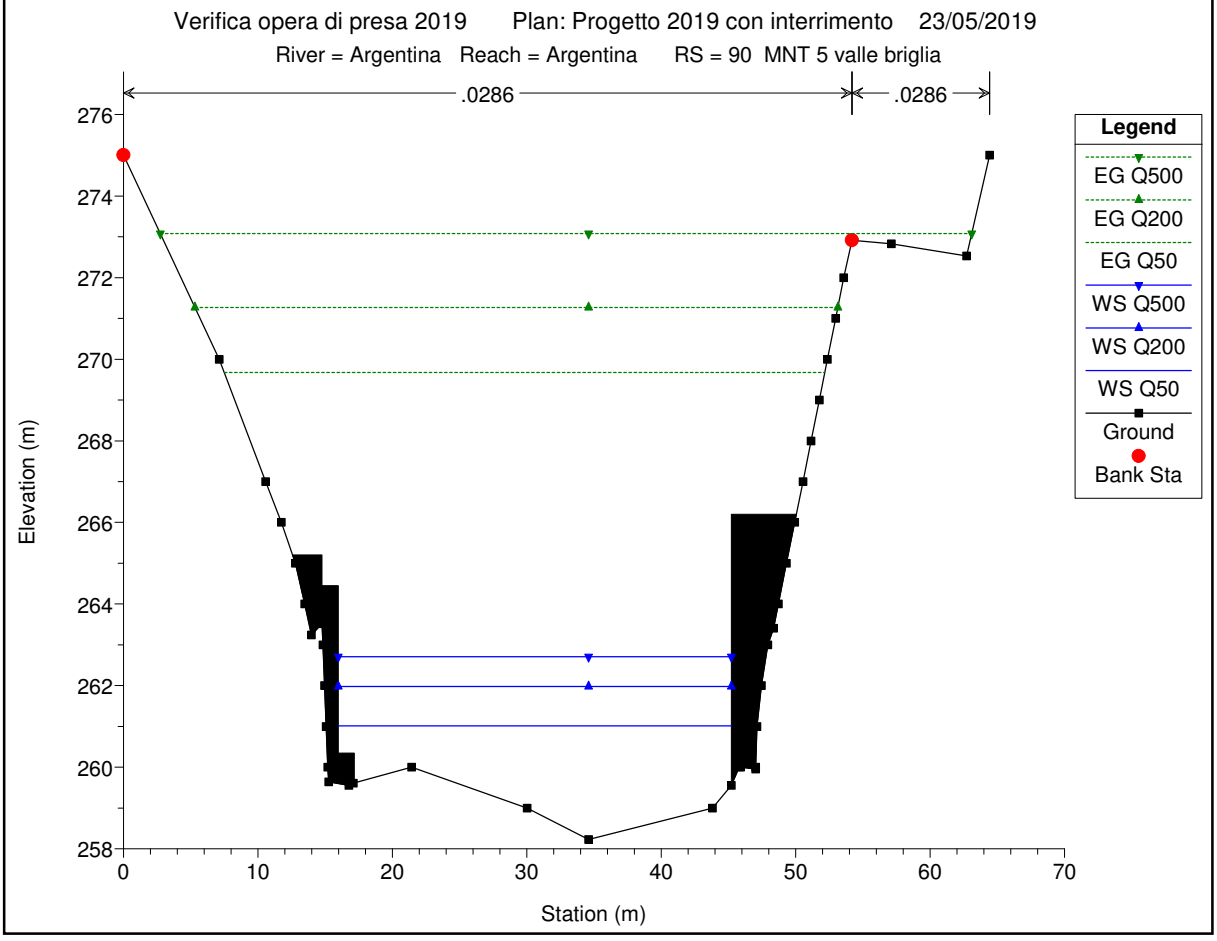

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 con interrimento 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 140
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
290
285
280
275
270
265
0
10
20
30
40
50
60
70

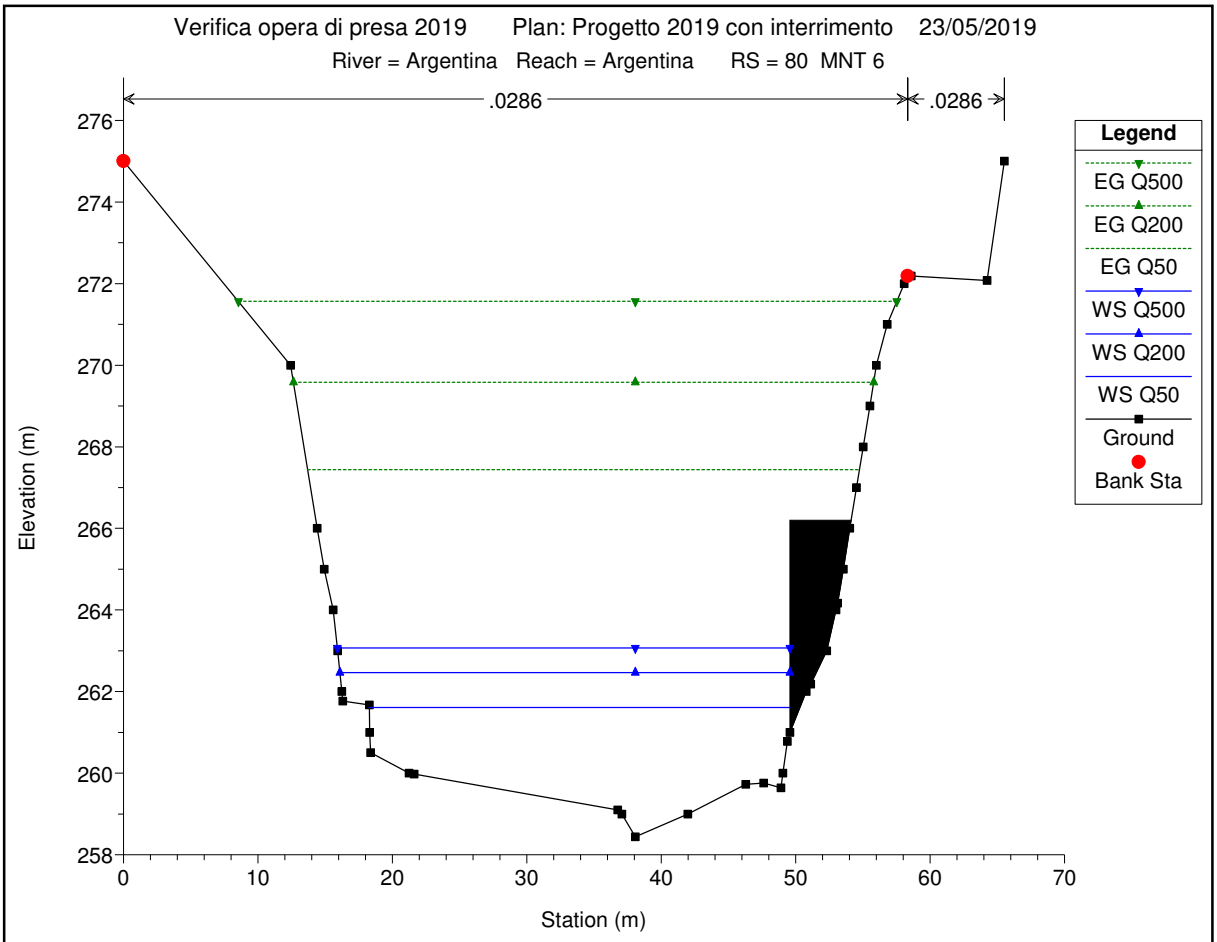

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 con interrimento 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 130 MNT 2B
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
280
278
276
274
272
270
268
266
264
262
0
10
20
30
40
50
60
70

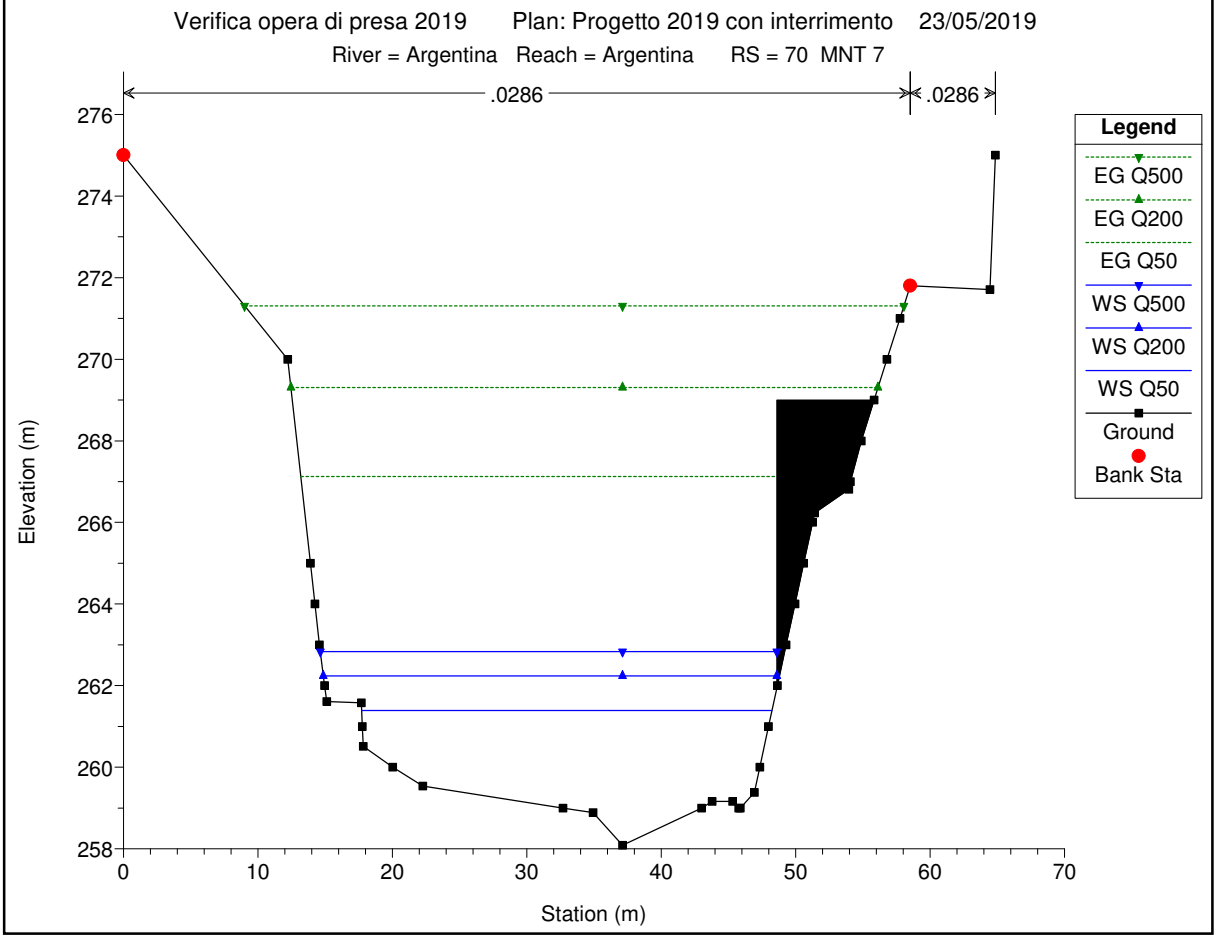

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 con interrimento 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 120
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q50
WS Q500
WS Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
280
278
276
274
272
270
268
266
264
262
0
10
20
30
40
50
60
70

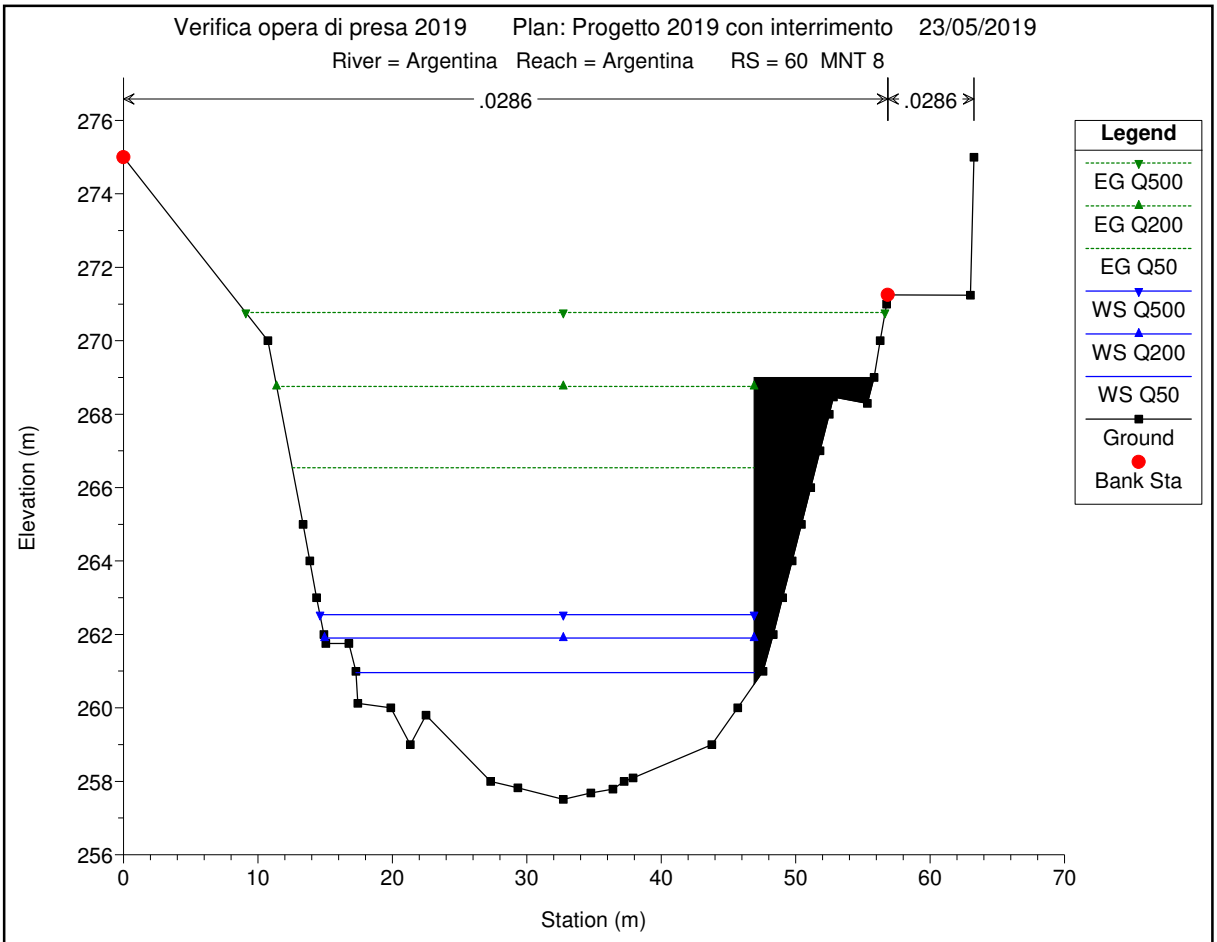

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 con interrimento 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 110 MNT 3 Monte briglia
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
WS Q200
EG Q50
WS Q50
WS Q500
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
280
278
276
274
272
270
268
266
264
0
10
20
30
40
50
60
70
80

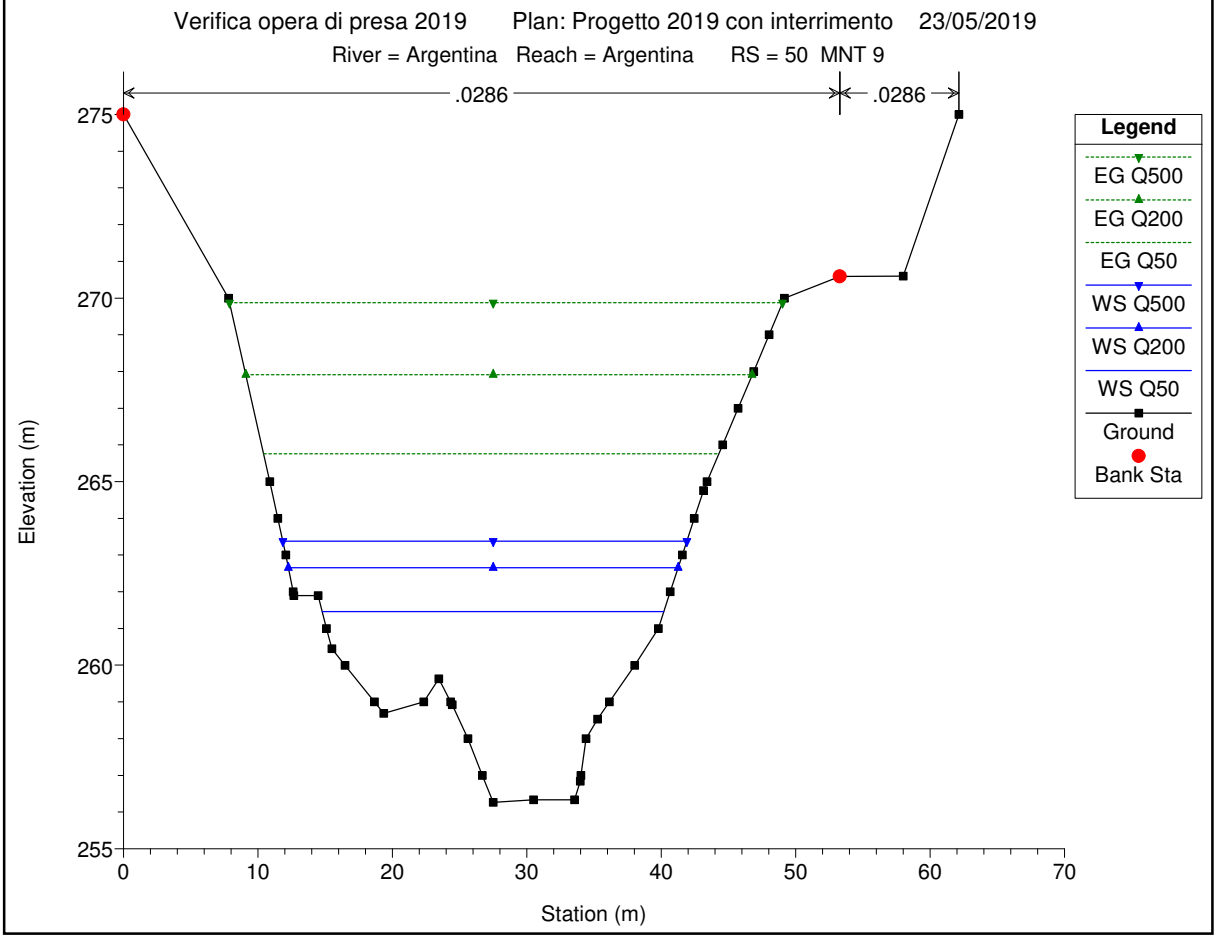

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 con interrimento 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 100 MNT 4 corpo briglia
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q200
WS Q500
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
280
278
276
274
272
270
268
266
264
0
20
40
60
80

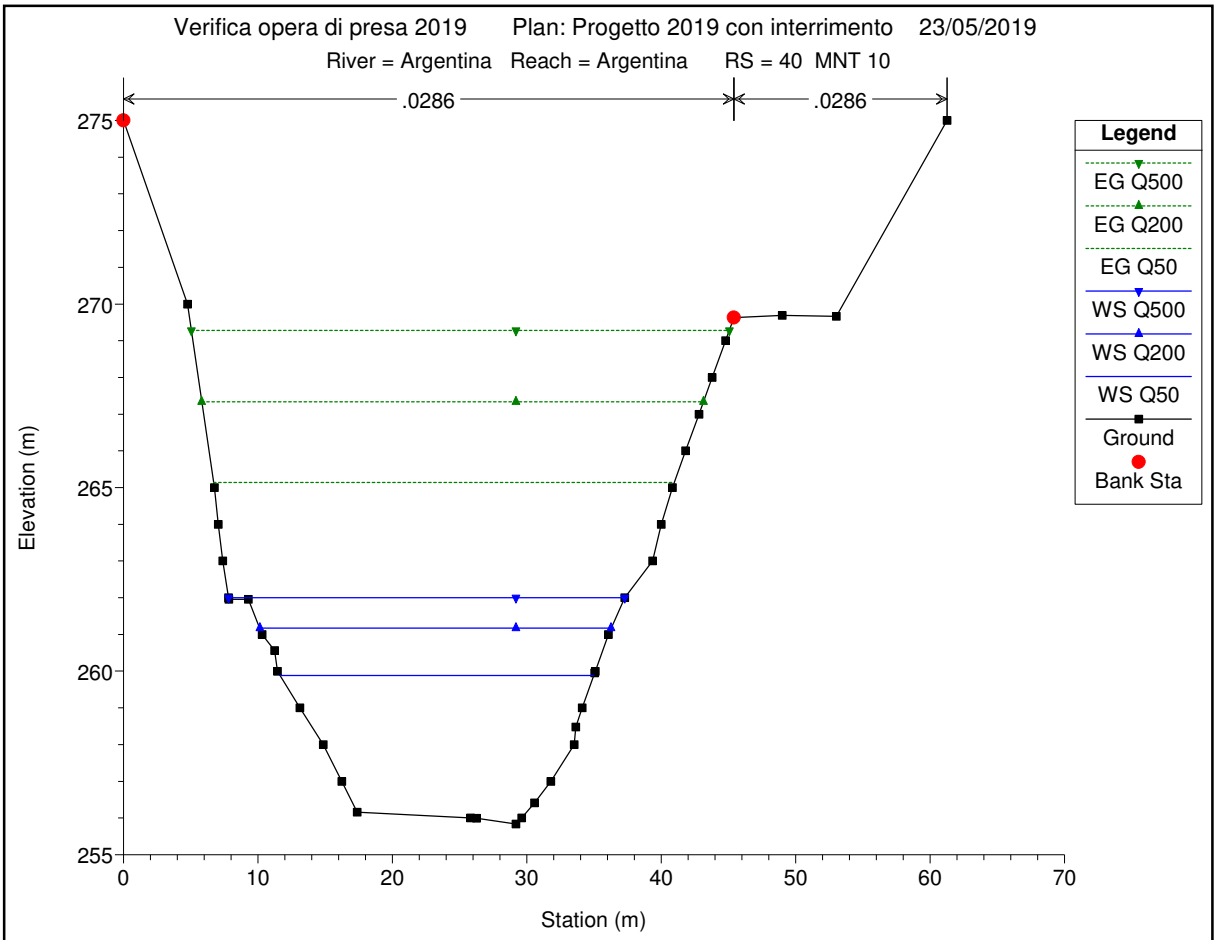

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 con interrimento 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 90 MNT 5 valle briglia
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
276
274
272
270
268
266
264
262
260
258
0
10
20
30
40
50
60
70

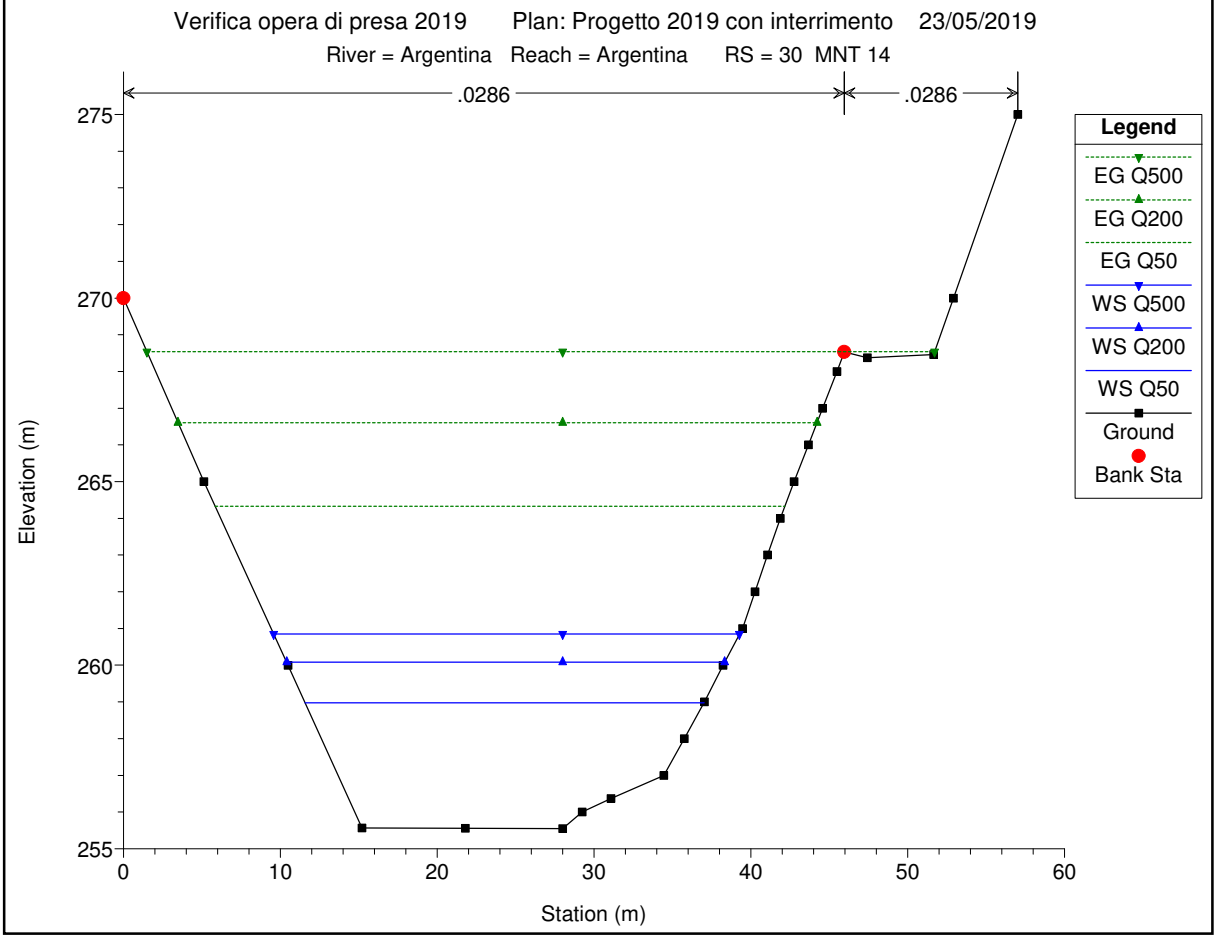

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 con interrimento 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 80 MNT 6
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
276
274
272
270
268
266
264
262
260
258
0
10
20
30
40
50
60
70

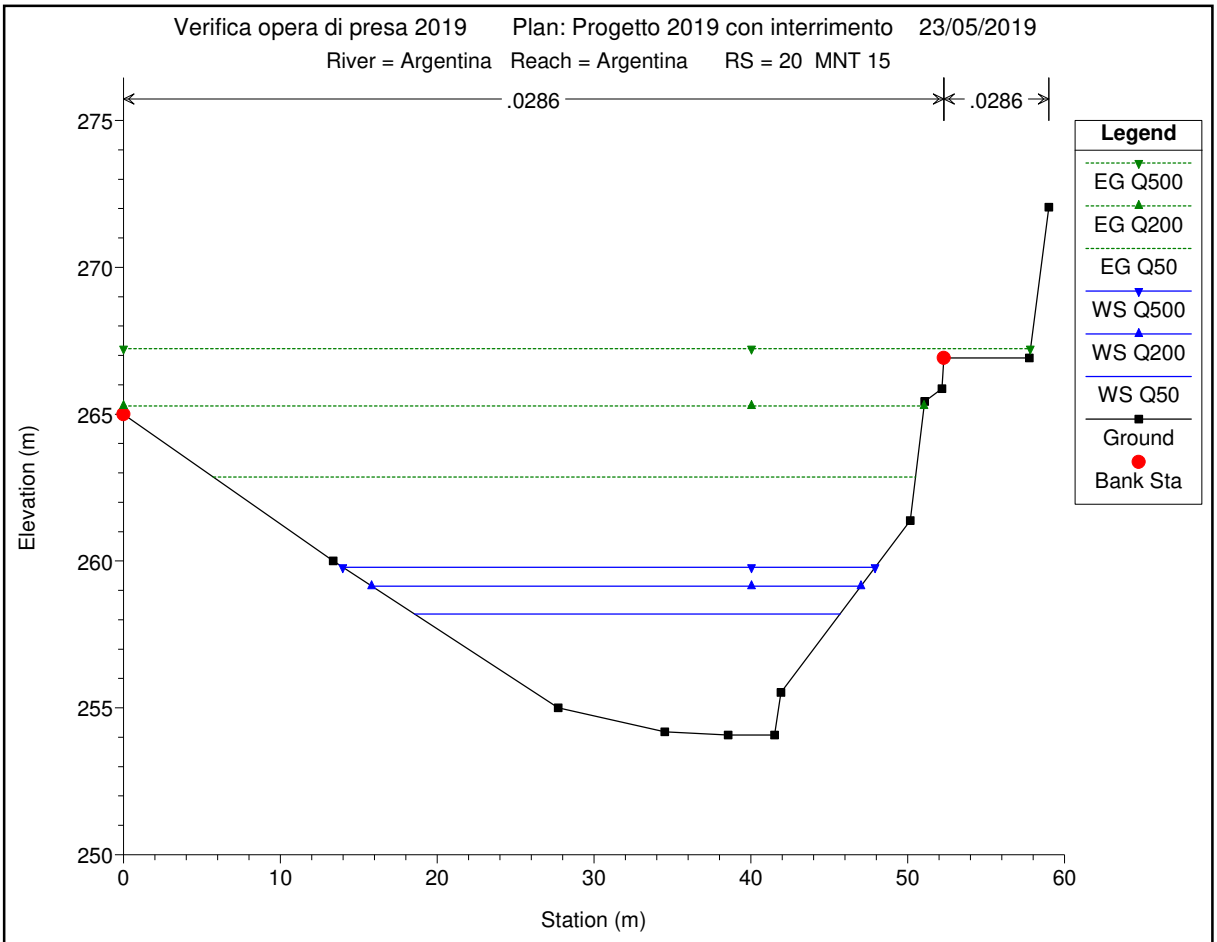

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 con interrimento 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 70 MNT 7
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
276
274
272
270
268
266
264
262
260
258
0
10
20
30
40
50
60
70

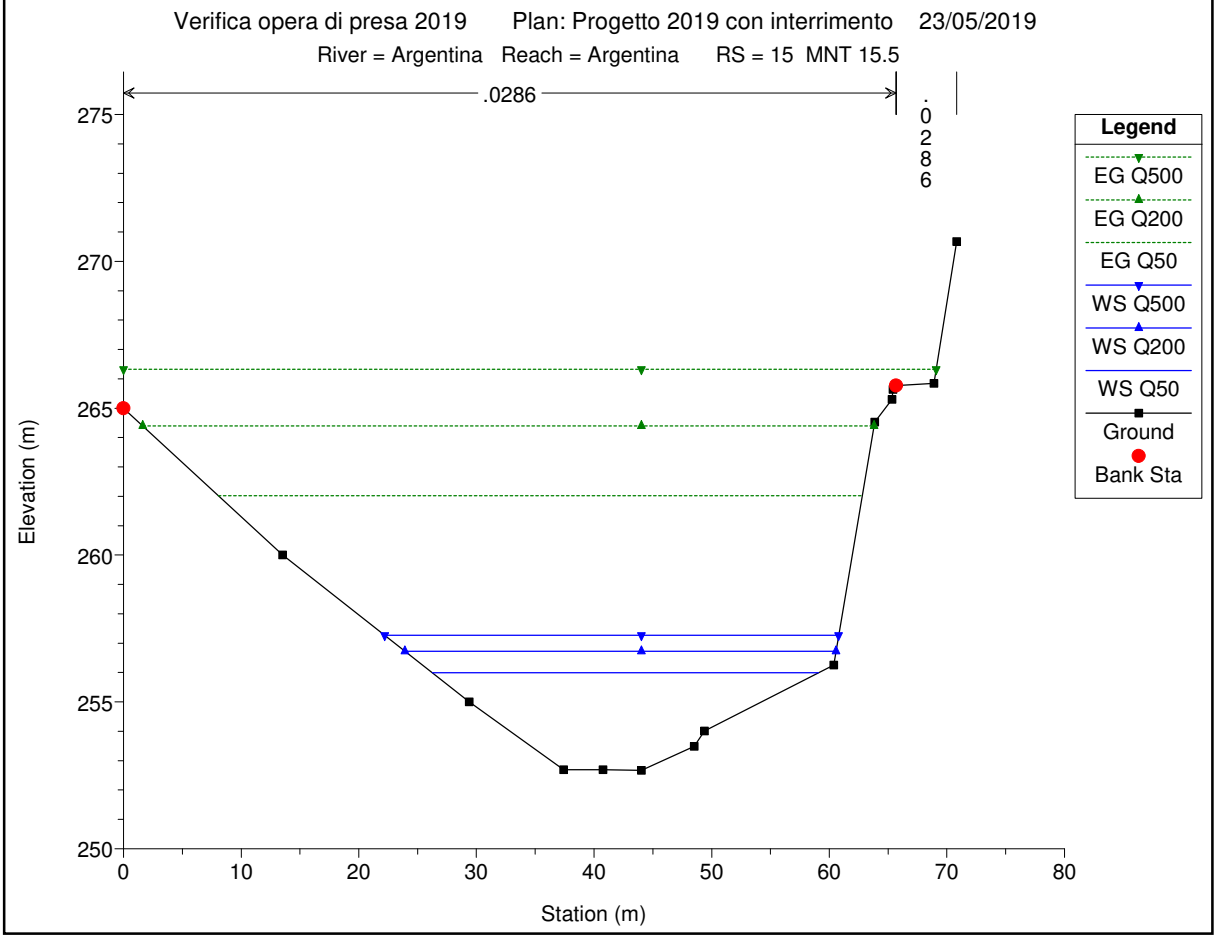

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 con interrimento 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 60 MNT 8
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
276
274
272
270
268
266
264
262
260
258
256
0
10
20
30
40
50
60
70

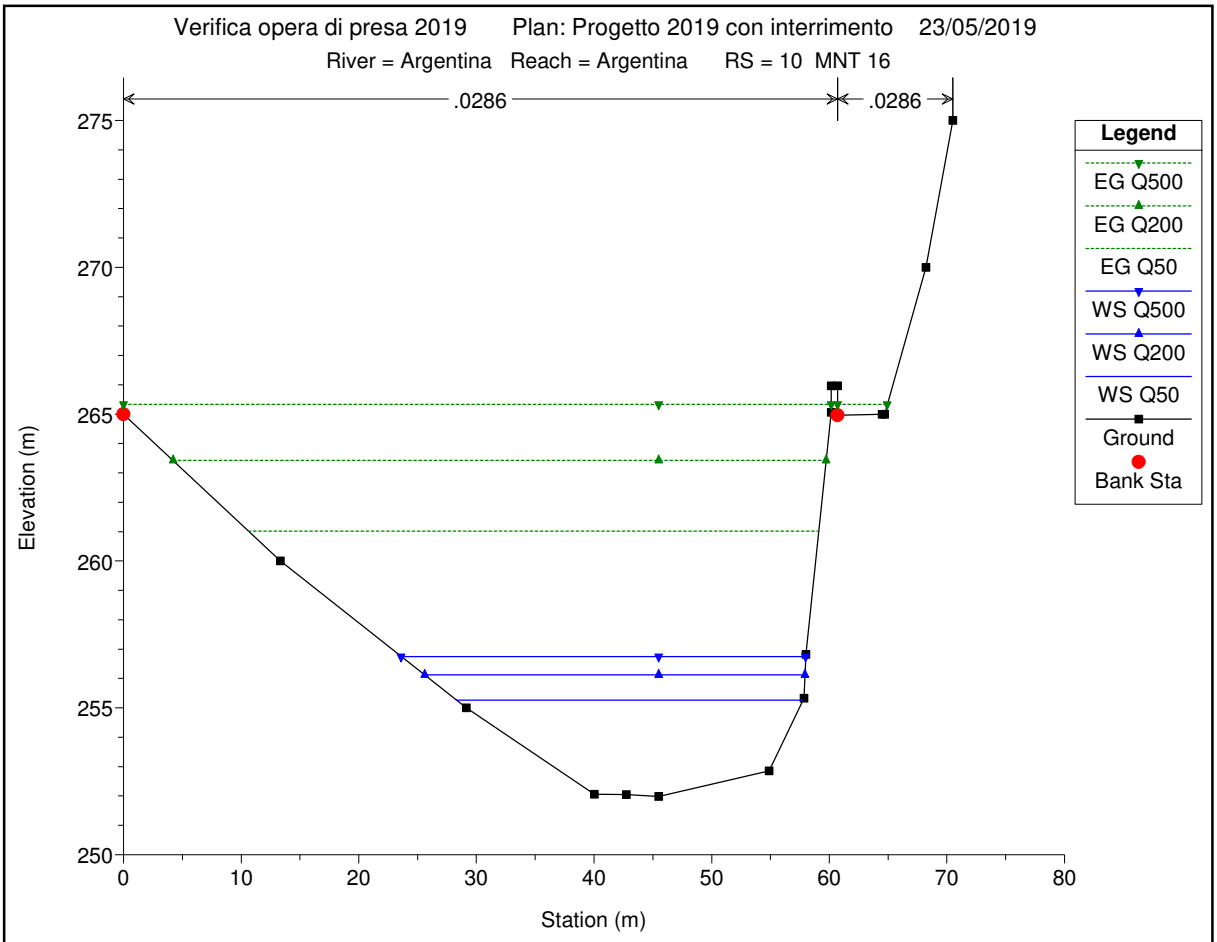

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 con interrimento 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 50 MNT 9
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
275
270
265
260
255
0
10
20
30
40
50
60
70

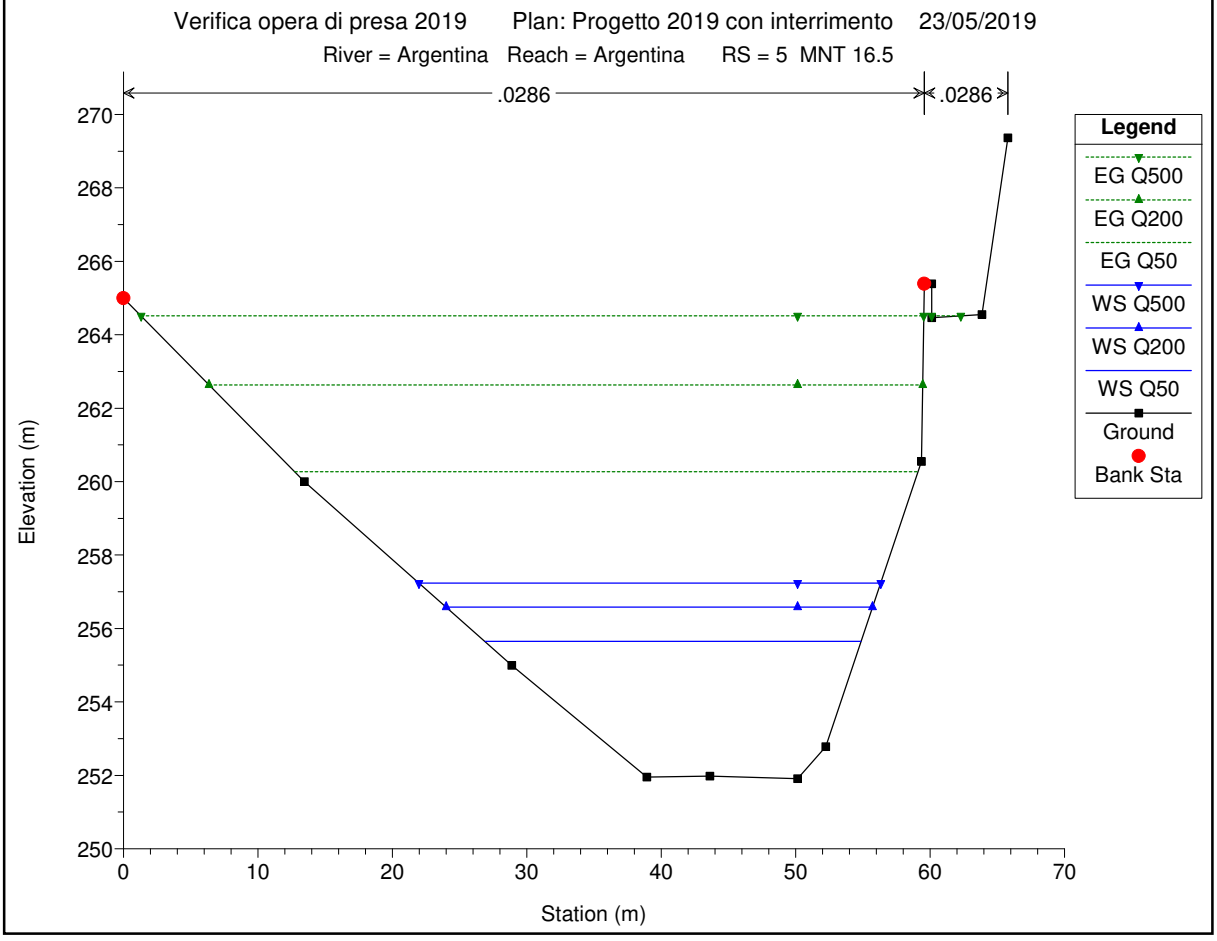

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 con interrimento 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 40 MNT 10
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
275
270
265
260
255
0
10
20
30
40
50
60
70


Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 con interrimento 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 30 MNT 14
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
275
270
265
260
255
0
10
20
30
40
50
60


Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 con interrimento 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 20 MNT 15
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
275
270
265
260
255
250
0
10
20
30
40
50
60

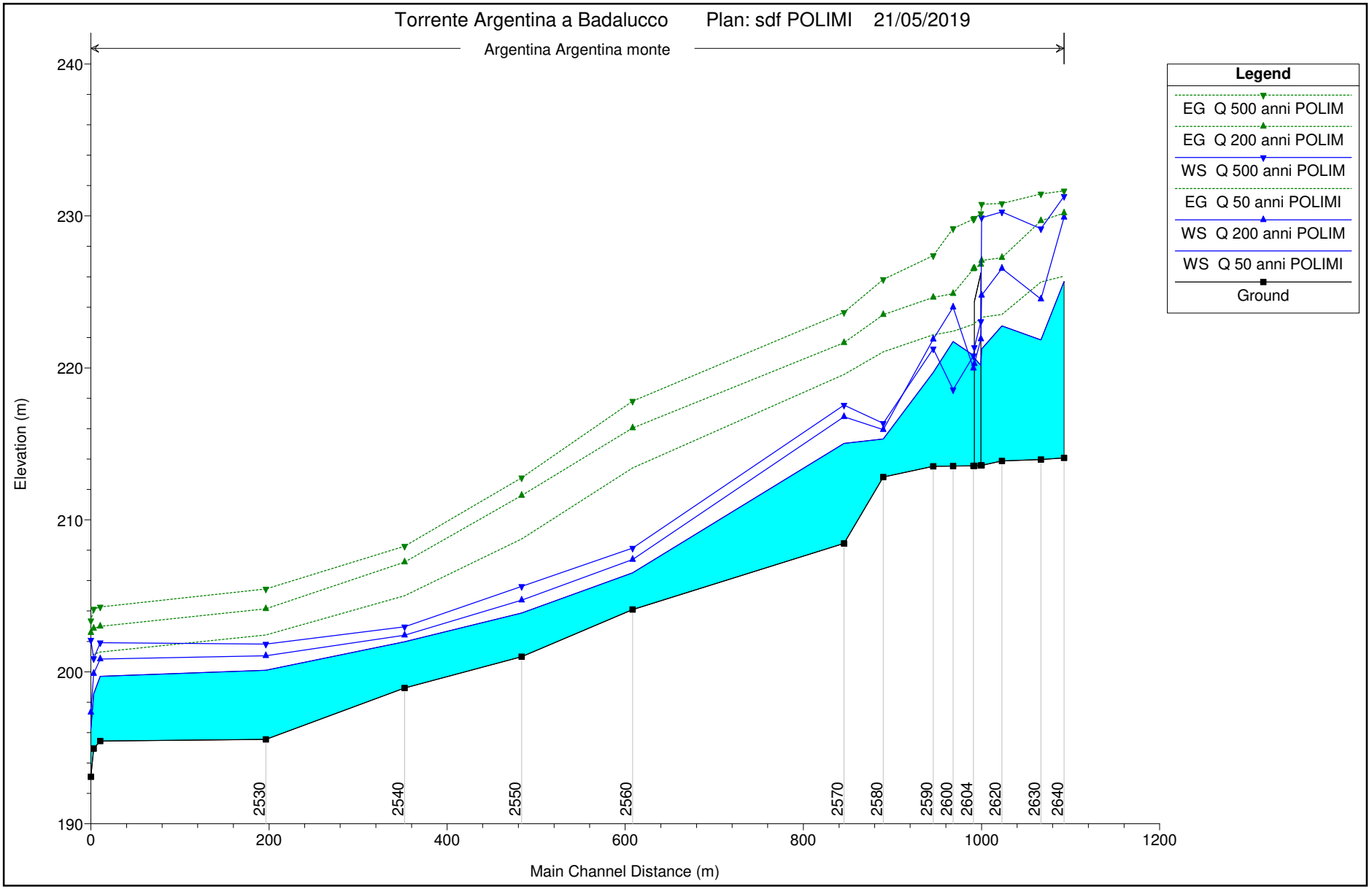

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 con interrimento 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 15 MNT 15.5
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
275
270
265
260
255
250
0
10
20
30
40
50
60
70
80

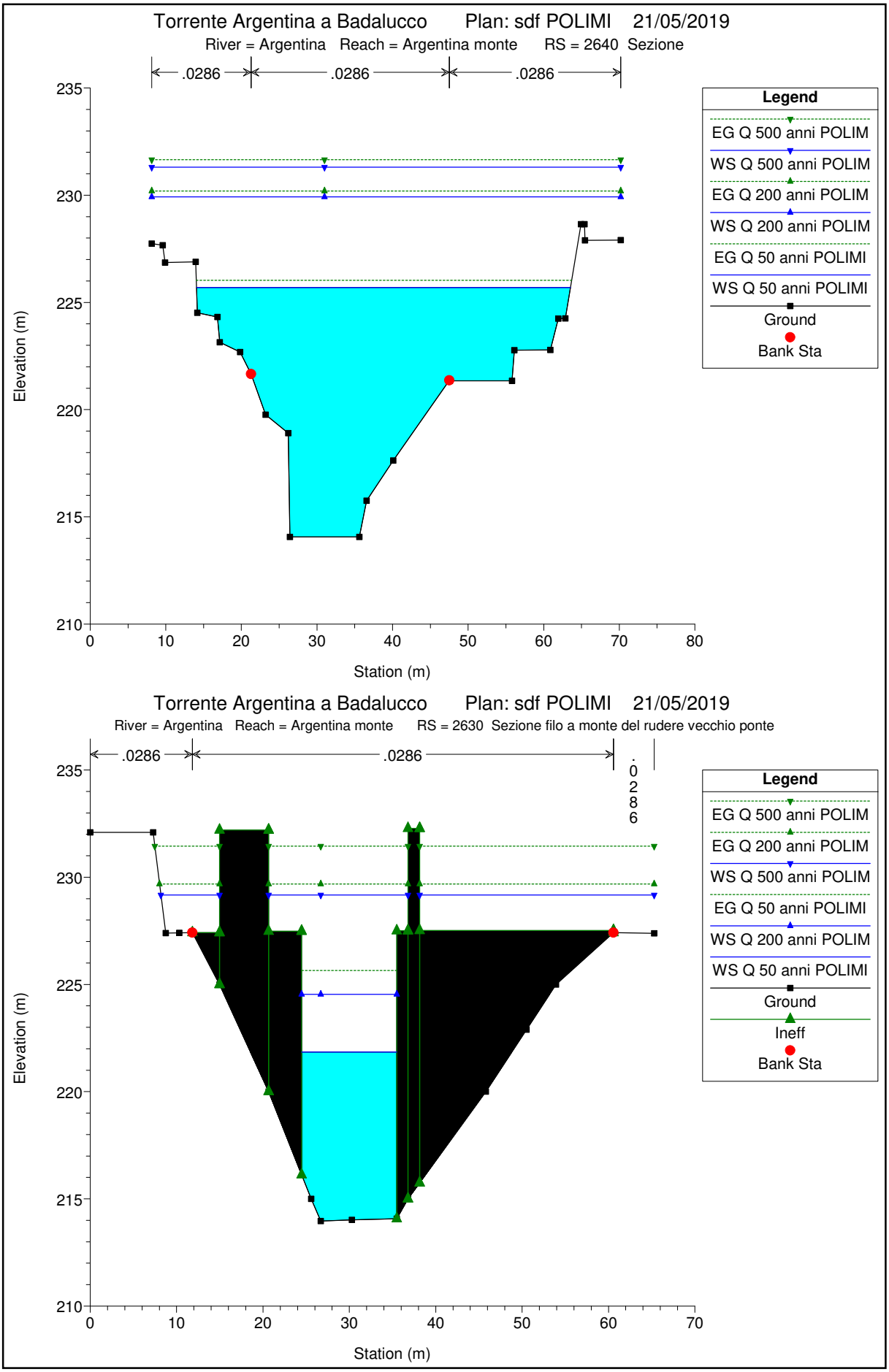

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 con interrimento 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 10 MNT 16
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
275
270
265
260
255
250
0
10
20
30
40
50
60
70
80

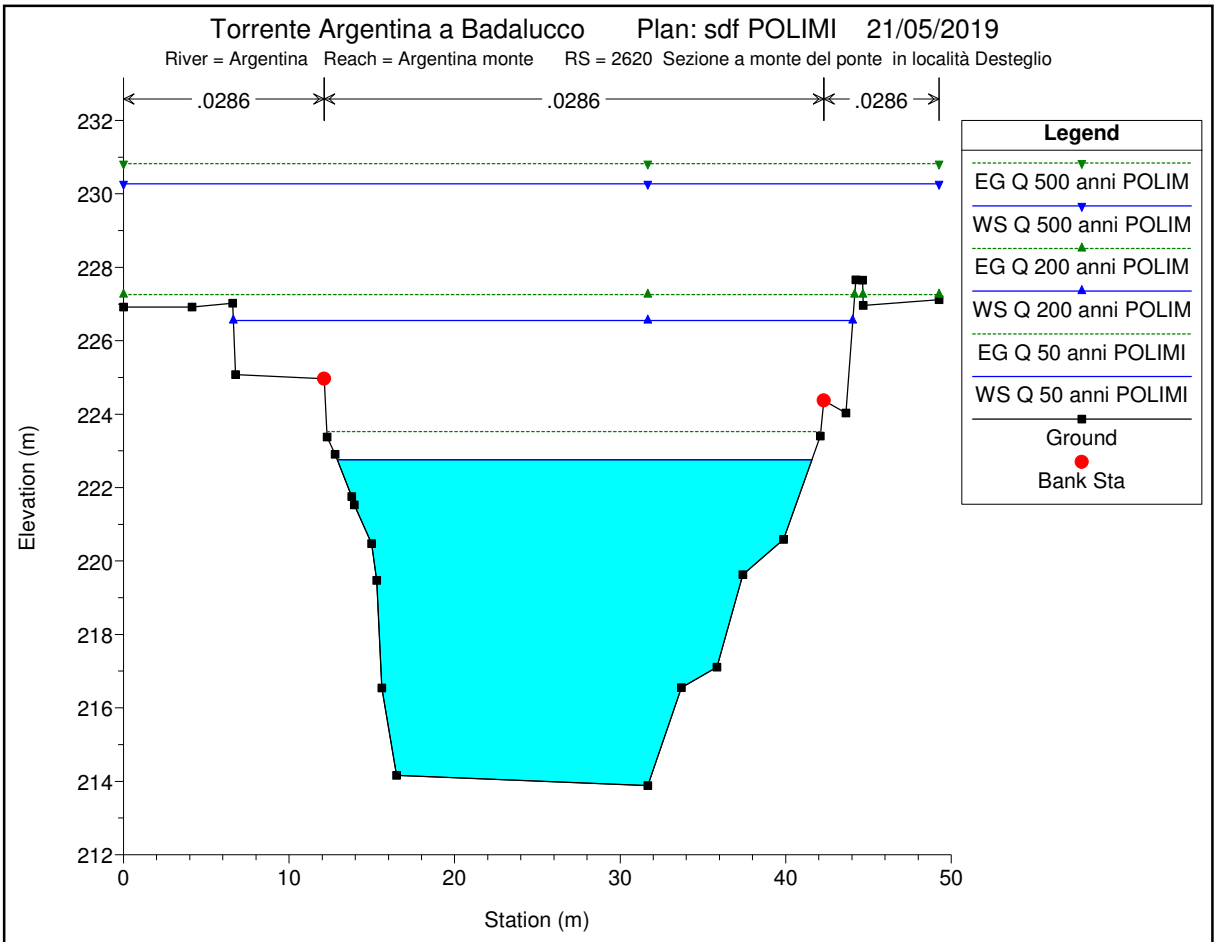

Verifica opera di presa 2019 Plan: Progetto 2019 con interrimento 23/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina RS = 5 MNT 16.5
.0286
.0286
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
270
268
266
264
262
260
258
256
254
252
250
0
10
20
30
40
50
60
70

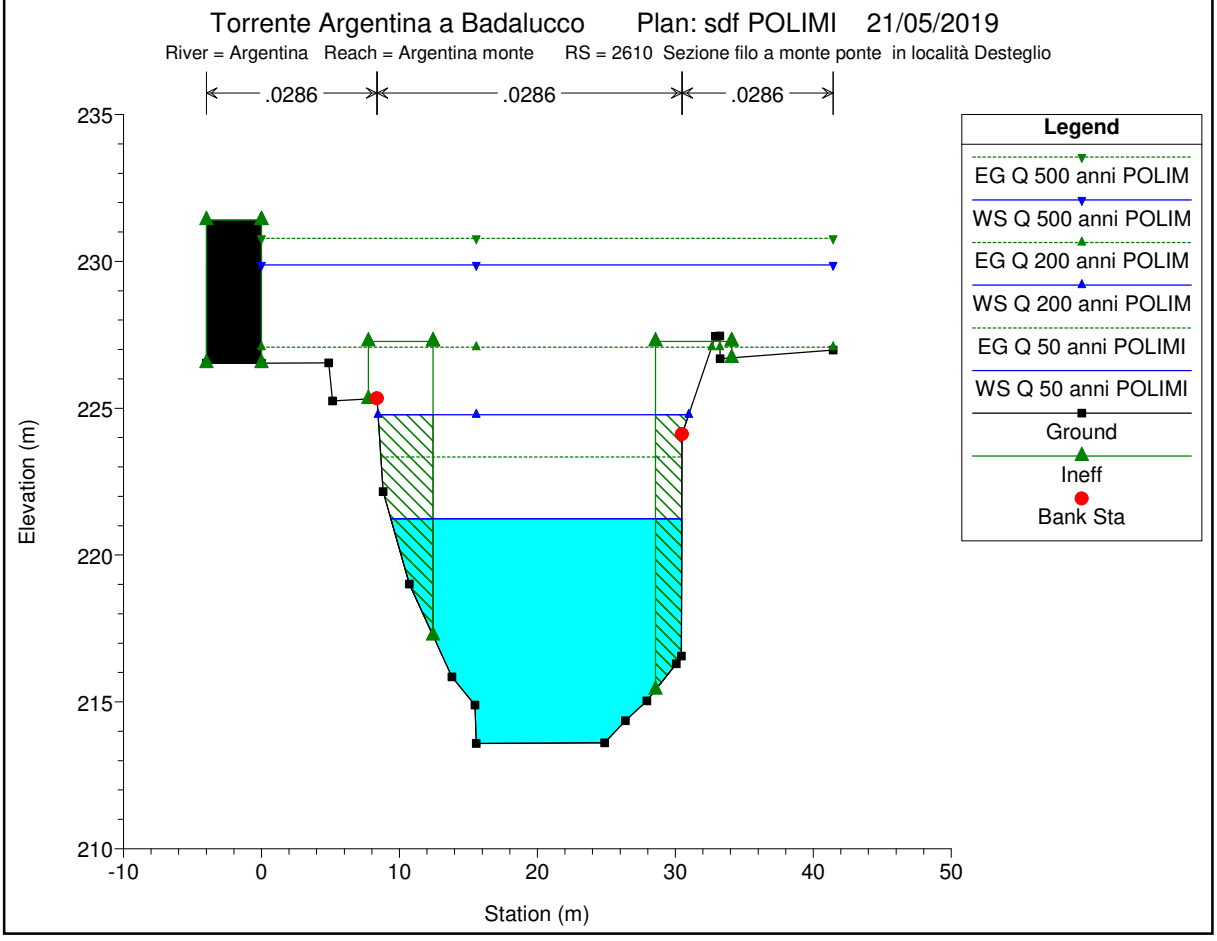
HEC-RAS Plan:

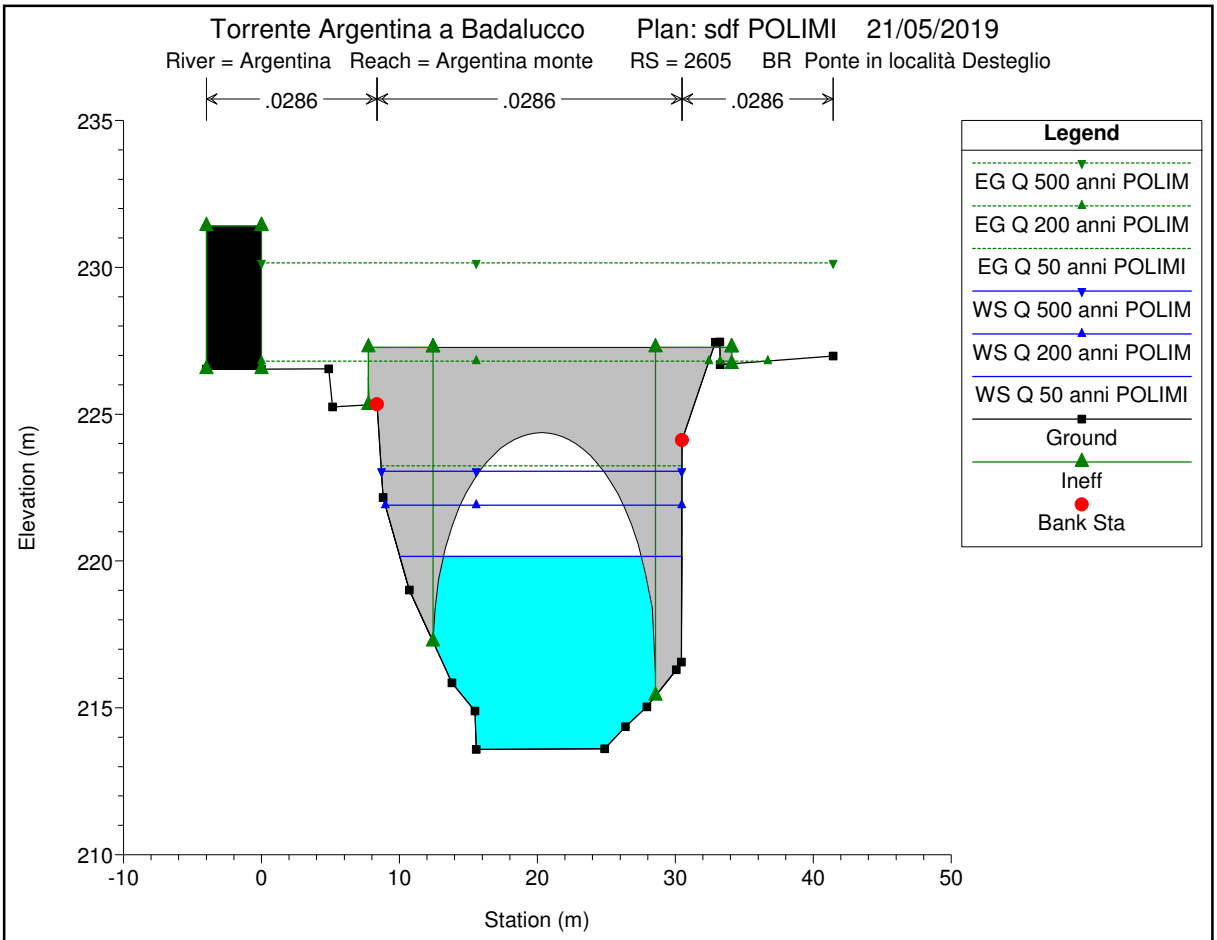
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Argentina	160 MNT 1	Q50	710.00	272.06	276.44	276.44	278.36	0.006290	6.13	115.83	30.56	1.01
Argentina	160 MNT 1	Q200	1117.00	272.06	277.89	277.89	280.31	0.006021	6.89	162.09	33.80	1.00
Argentina	160 MNT 1	Q500	1484.00	272.06	279.01	279.01	281.77	0.005820	7.36	201.51	36.52	1.00
Argentina	150 MNT 2	Q50	710.00	270.76	274.07	275.24	277.88	0.017643	8.64	82.16	29.80	1.66
Argentina	150 MNT 2	Q200	1117.00	270.76	275.17	276.57	279.83	0.015857	9.56	116.86	33.16	1.63
Argentina	150 MNT 2	Q500	1484.00	270.76	276.04	277.84	281.28	0.014376	10.14	146.32	34.72	1.58
Argentina	140 MNT 3	Q50	710.00	265.86	271.99	272.96	275.47	0.011799	8.26	85.93	23.19	1.37
Argentina	140 MNT 3	Q200	1117.00	265.86	273.58	274.63	277.56	0.010356	8.84	126.33	27.64	1.32
Argentina	140 MNT 3	Q500	1484.00	265.86	274.73	275.81	279.11	0.009692	9.27	160.08	30.87	1.30
Argentina	130 MNT4	Q50	710.00	263.49	268.12	269.50	272.47	0.017125	9.24	76.82	23.78	1.64
Argentina	130 MNT4	Q200	1117.00	263.49	269.36	271.07	274.74	0.016408	10.28	108.68	27.45	1.65
Argentina	130 MNT4	Q500	1484.00	263.49	270.29	272.23	276.39	0.015842	10.94	135.61	30.11	1.65
Argentina	120 MNT5	Q50	710.00	262.81	269.92	267.58	270.58	0.001321	3.58	198.17	37.14	0.50
Argentina	120 MNT5	Q200	1117.00	262.81	266.89	268.98	273.75	0.025946	11.60	96.29	30.10	2.07
Argentina	120 MNT5	Q500	1484.00	262.81	267.66	270.05	275.44	0.024037	12.35	120.14	31.89	2.03
Argentina	110 MNT 6 Monte brig	Q50	710.00	265.20	269.52		270.50	0.002885	4.39	161.88	41.85	0.71
Argentina	110 MNT 6 Monte brig	Q200	1117.00	265.20	270.70	269.84	272.11	0.003185	5.26	212.49	44.42	0.77
Argentina	110 MNT 6 Monte brig	Q500	1484.00	265.20	269.36	270.76	274.03	0.014380	9.58	154.95	41.51	1.58
Argentina	100 MNT 7 corpo brig	Q50	710.00	265.20	268.89	268.89	270.44	0.006400	5.50	129.09	42.19	1.00
Argentina	100 MNT 7 corpo brig	Q200	1117.00	265.20	270.02	270.02	272.03	0.005952	6.29	177.51	44.16	1.00
Argentina	100 MNT 7 corpo brig	Q500	1484.00	265.20	269.79	270.90	273.79	0.012535	8.86	167.52	43.76	1.45
Argentina	90 MNT 8 valle brig	Q50	710.00	258.23	261.01	263.06	269.68	0.069538	13.04	54.45	29.24	3.05
Argentina	90 MNT 8 valle brig	Q200	1117.00	258.23	261.98	264.50	271.27	0.046094	13.50	82.74	29.24	2.56
Argentina	90 MNT 8 valle brig	Q500	1484.00	258.23	262.71	265.72	273.08	0.040143	14.27	103.99	29.24	2.42
Argentina	80 MNT 9	Q50	710.00	258.44	261.61	263.22	267.44	0.038539	10.70	66.37	31.27	2.34
Argentina	80 MNT 9	Q200	1117.00	258.44	262.46	264.50	269.58	0.033618	11.82	94.48	33.47	2.25
Argentina	80 MNT 9	Q500	1484.00	258.44	263.07	265.51	271.57	0.032261	12.91	114.92	33.66	2.23
Argentina	70 MNT 10	Q50	710.00	258.09	261.39	262.98	267.13	0.035682	10.62	66.88	30.52	2.29
Argentina	70 MNT 10	Q200	1117.00	258.09	262.24	264.24	269.30	0.032592	11.78	94.85	33.73	2.24
Argentina	70 MNT 10	Q500	1484.00	258.09	262.84	265.24	271.31	0.031561	12.90	115.06	33.95	2.24
Argentina	60 MNT 11	Q50	710.00	257.51	260.96	262.58	266.54	0.033020	10.47	67.82	29.62	2.21
Argentina	60 MNT 11	Q200	1117.00	257.51	261.90	263.89	268.76	0.029493	11.60	96.28	31.95	2.13
Argentina	60 MNT 11	Q500	1484.00	257.51	262.54	264.93	270.77	0.028757	12.71	116.78	32.30	2.13
Argentina	50 MNT 12	Q50	710.00	256.26	261.46	262.80	265.76	0.019361	9.19	77.27	25.42	1.68
Argentina	50 MNT 12	Q200	1117.00	256.26	262.65	264.26	267.91	0.018031	10.16	109.96	28.99	1.66
Argentina	50 MNT 12	Q500	1484.00	256.26	263.38	265.40	269.87	0.018782	11.29	131.48	30.05	1.72
Argentina	40 MNT 13	Q50	710.00	255.84	259.88	261.54	265.14	0.022536	10.16	69.88	23.34	1.87
Argentina	40 MNT 13	Q200	1117.00	255.84	261.17	263.15	267.34	0.019371	11.00	101.51	26.13	1.78
Argentina	40 MNT 13	Q500	1484.00	255.84	262.00	264.23	269.28	0.020664	11.96	124.11	29.46	1.86
Argentina	30 MNT 14	Q50	710.00	255.55	258.98	260.62	264.33	0.025209	10.25	69.30	25.44	1.98
Argentina	30 MNT 14	Q200	1117.00	255.55	260.08	262.09	266.60	0.022313	11.31	98.72	27.93	1.92
Argentina	30 MNT 14	Q500	1484.00	255.55	260.85	263.22	268.54	0.022155	12.29	120.78	29.69	1.94
Argentina	20 MNT 15	Q50	710.00	254.08	258.19	259.69	262.86	0.022111	9.57	74.16	27.14	1.85
Argentina	20 MNT 15	Q200	1117.00	254.08	259.14	261.08	265.27	0.022990	10.97	101.81	31.19	1.94
Argentina	20 MNT 15	Q500	1484.00	254.08	259.79	262.07	267.23	0.024366	12.09	122.79	33.95	2.03
Argentina	15	Q50	710.00	252.67	255.99	257.67	262.02	0.040095	10.88	65.28	32.82	2.46
Argentina	15	Q200	1117.00	252.67	256.73	258.87	264.40	0.038440	12.27	91.01	36.65	2.49
Argentina	15	Q500	1484.00	252.67	257.26	259.78	266.33	0.037668	13.34	111.25	38.58	2.51
Argentina	10 MNT 16	Q50	710.00	251.98	255.26	256.95	261.02	0.032950	10.63	66.78	29.46	2.25
Argentina	10 MNT 16	Q200	1117.00	251.98	256.12	258.28	263.42	0.031176	11.97	93.29	32.33	2.25
Argentina	10 MNT 16	Q500	1484.00	251.98	256.75	259.28	265.33	0.030884	12.98	114.37	34.40	2.27
Argentina	5	Q50	710.00	251.91	255.65	257.12	260.27	0.022017	9.53	74.54	27.97	1.86
Argentina	5	Q200	1117.00	251.91	256.58	258.49	262.63	0.022539	10.90	102.51	31.72	1.93
Argentina	5	Q500	1484.00	251.91	257.24	259.51	264.51	0.023477	11.95	124.21	34.36	2.01

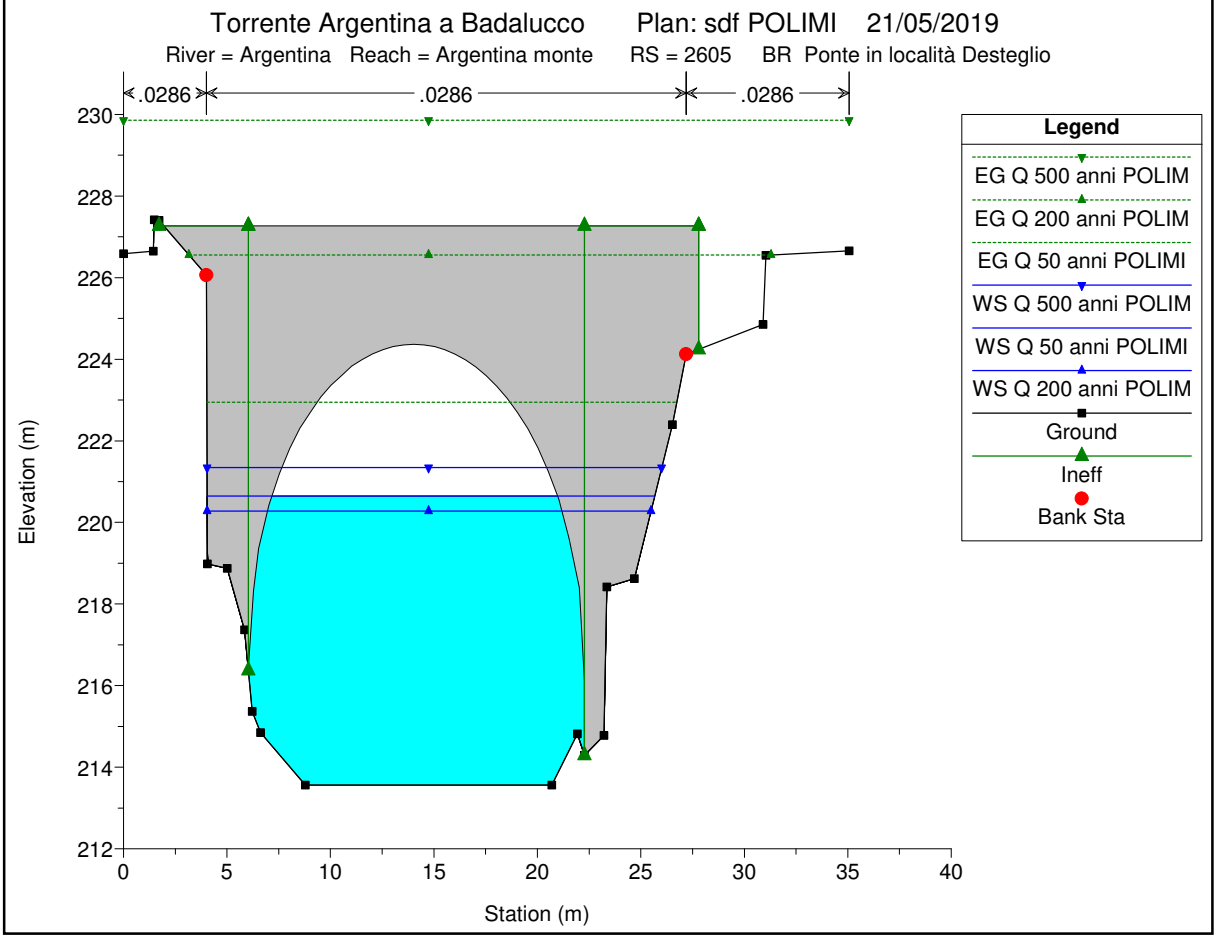

Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 21/05/2019
Argentina Argentina monte
Legend
EG Q 500 anni POLIM
EG Q 200 anni POLIM
WS Q 500 anni POLIM
EG Q 50 anni POLIMI
WS Q 200 anni POLIM
WS Q 50 anni POLIMI
Ground
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
240
230
220
210
200
190
0
200
400
600
800
1000
1200
2530
2540
2550
2560
2570
2580
2590
2600
2604
2620
2630
2640

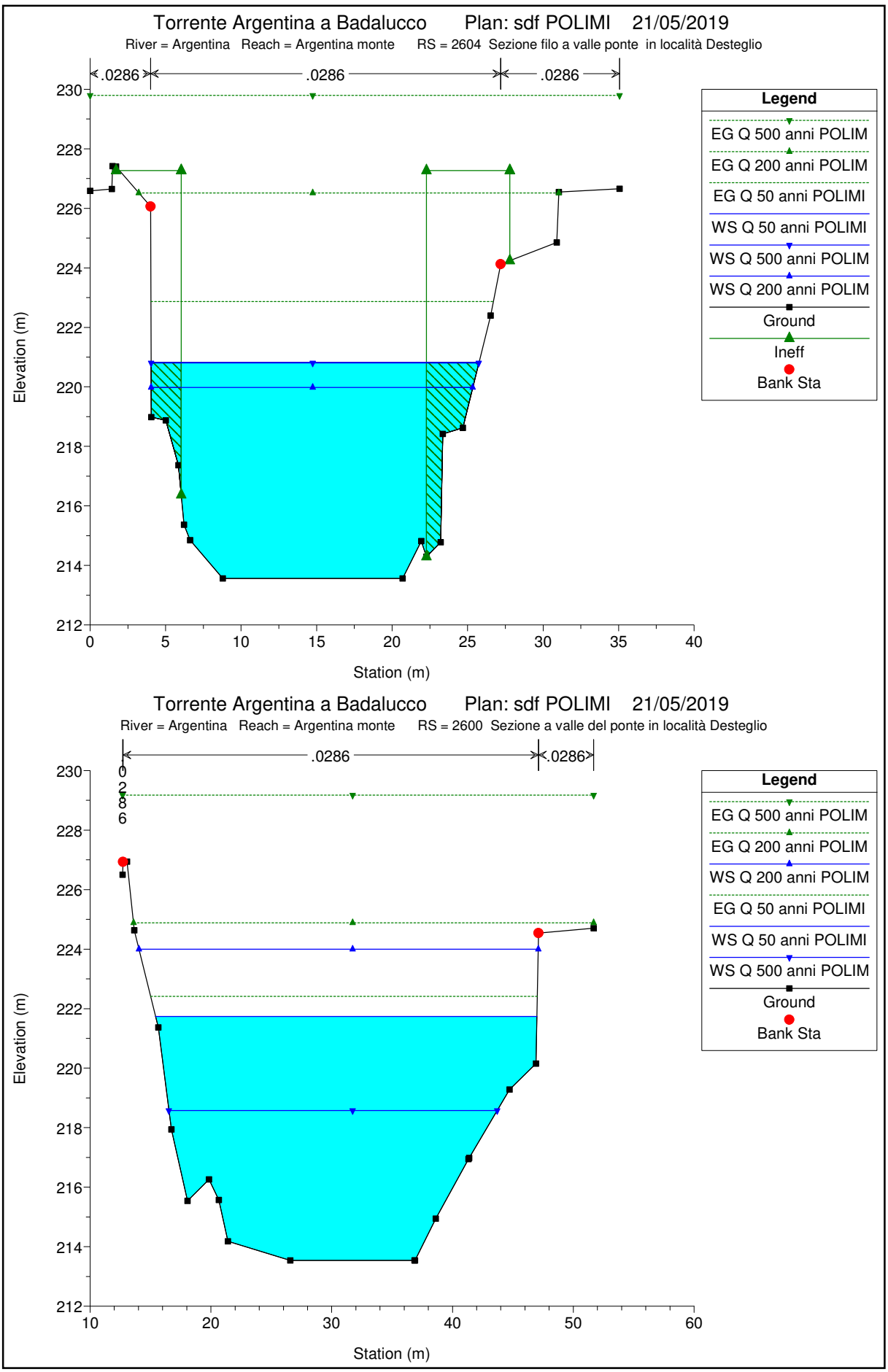

Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 21/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina monte RS = 2640 Sezione
.0286
.0286
.0286
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q 500 anni POLIM
WS Q 500 anni POLIM
EG Q 200 anni POLIM
WS Q 200 anni POLIM
EG Q 50 anni POLIMI
WS Q 50 anni POLIMI
Ground
Bank Sta
Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 21/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina monte RS = 2630 Sezione filo a monte del rudere vecchio ponte
.0286
.0286
.0286
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q 500 anni POLIM
EG Q 200 anni POLIM
WS Q 500 anni POLIM
EG Q 50 anni POLIMI
WS Q 200 anni POLIM
WS Q 50 anni POLIMI
Ground
Ineff
Bank Sta

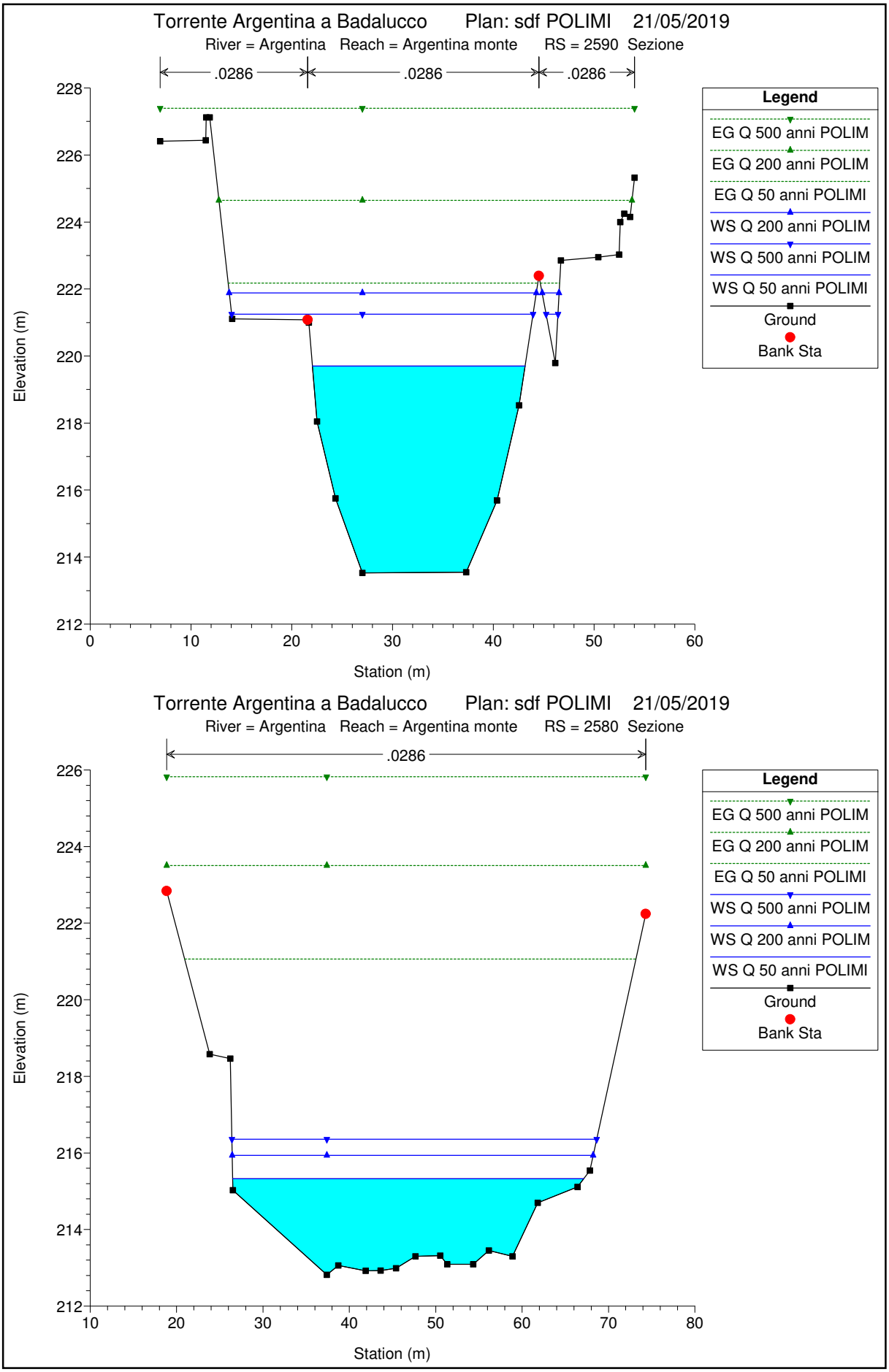

Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 21/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina monte RS = 2620 Sezione a monte del ponte in località Desteglio
.0286
.0286
.0286
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q 500 anni POLIM
WS Q 500 anni POLIM
EG Q 200 anni POLIM
WS Q 200 anni POLIM
EG Q 50 anni POLIMI
WS Q 50 anni POLIMI
Ground
Bank Sta

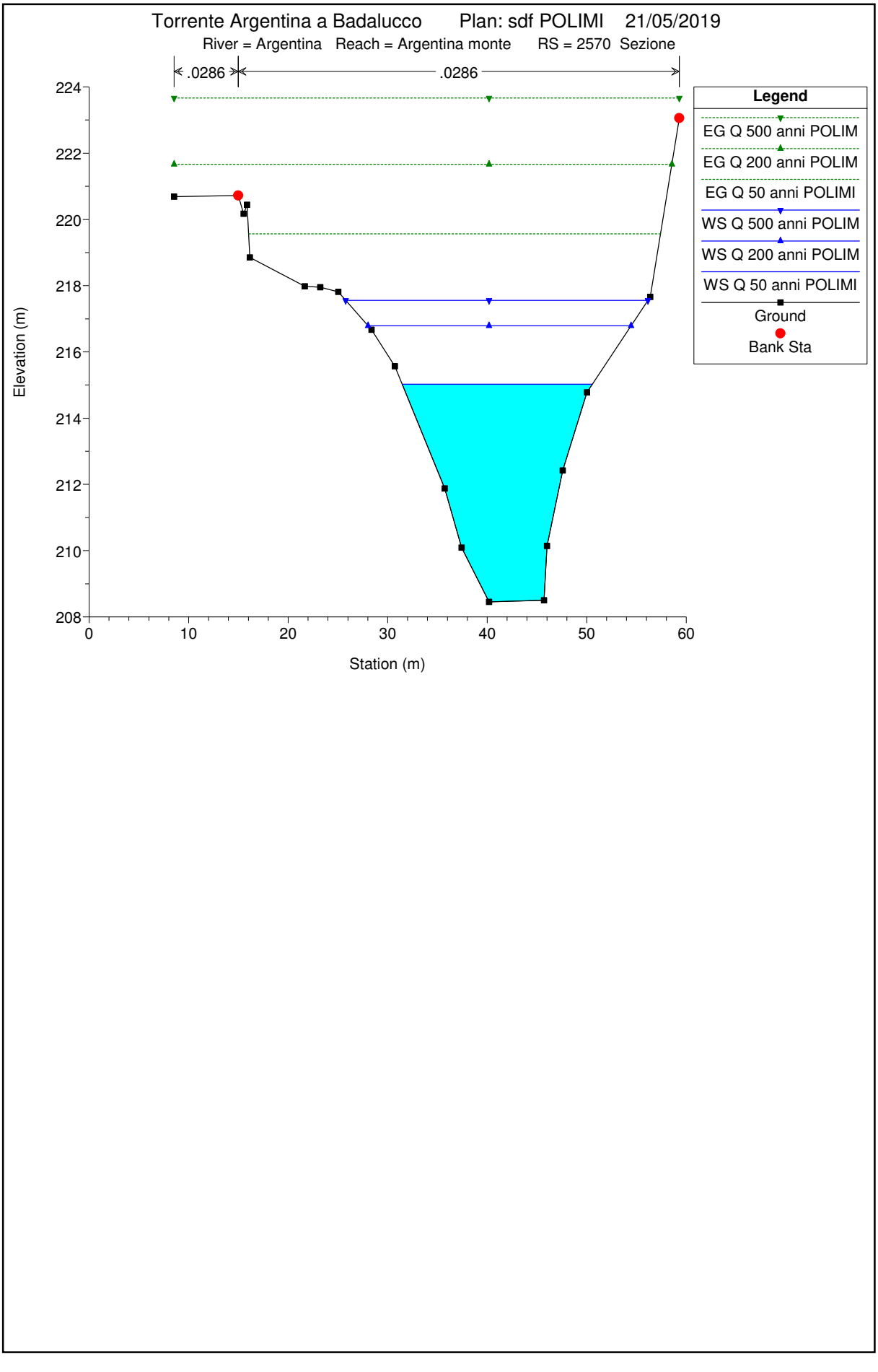

Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 21/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina monte RS = 2610 Sezione filo a monte ponte in località Desteglio
.0286
.0286
.0286
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q 500 anni POLIM
WS Q 500 anni POLIM
EG Q 200 anni POLIM
WS Q 200 anni POLIM
EG Q 50 anni POLIMI
WS Q 50 anni POLIMI
Ground
Ineff
Bank Sta


Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 21/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina monte RS = 2605 BR Ponte in località Desteglio
.0286
.0286
.0286
Legend
EG Q 500 anni POLIM
EG Q 200 anni POLIM
EG Q 50 anni POLIMI
WS Q 500 anni POLIM
WS Q 200 anni POLIM
WS Q 50 anni POLIMI
Ground
Ineff
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
235
230
225
220
215
210
-10
0
10
20
30
40
50


Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 21/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina monte RS = 2605 BR Ponte in località Desteglio
.0286
.0286
.0286
Legend
EG Q 500 anni POLIM
EG Q 200 anni POLIM
EG Q 50 anni POLIMI
WS Q 500 anni POLIM
WS Q 50 anni POLIMI
WS Q 200 anni POLIM
Ground
Ineff
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
230
228
226
224
222
220
218
216
214
212
0
5
10
15
20
25
30
35
40

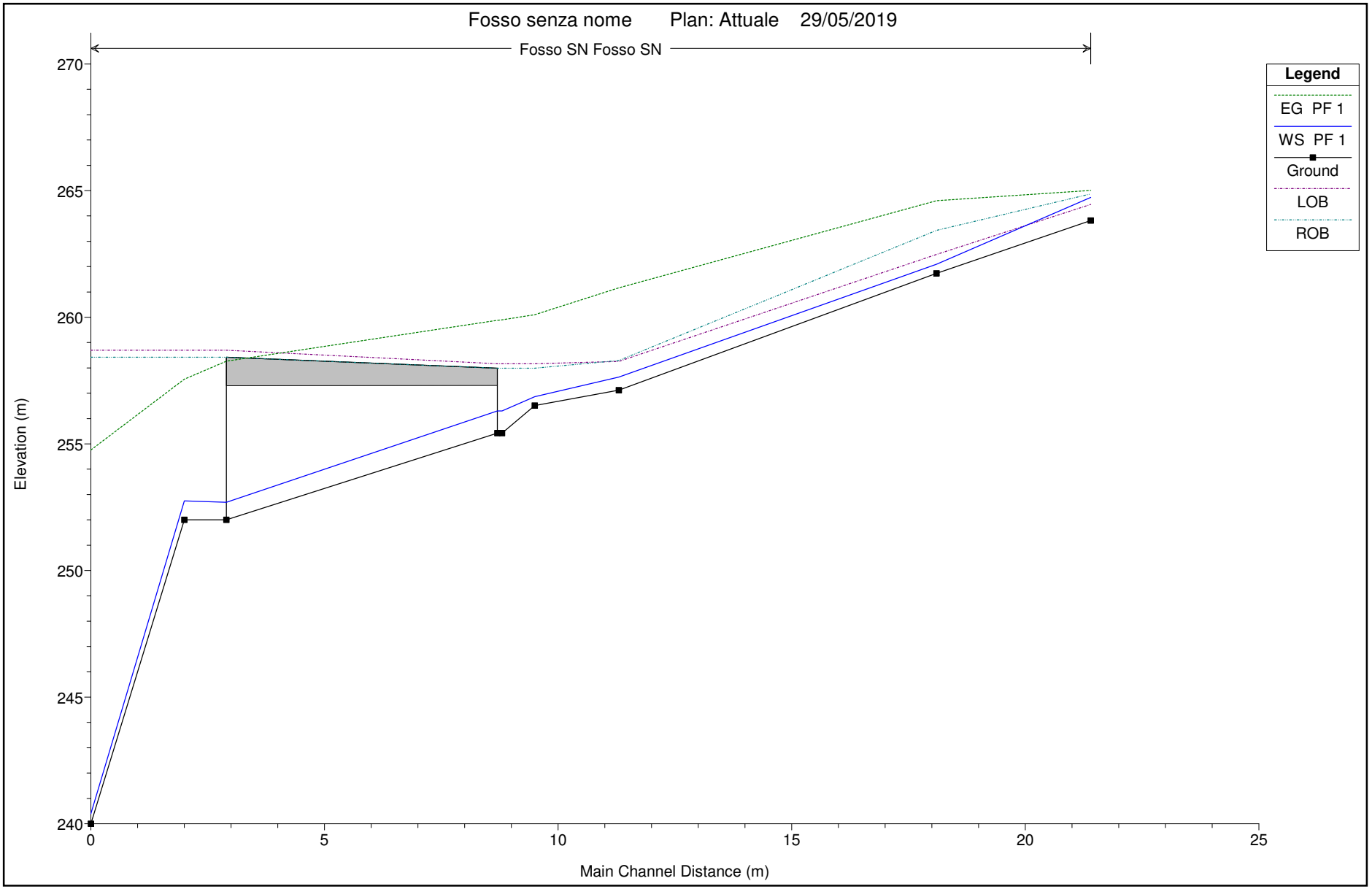

Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 21/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina monte RS = 2604 Sezione filo a valle ponte in località Desteglio
.0286
.0286
.0286
Legend
EG Q 500 anni POLIM
EG Q 200 anni POLIM
EG Q 50 anni POLIMI
WS Q 50 anni POLIMI
WS Q 500 anni POLIM
WS Q 200 anni POLIM
Ground
Ineff
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 21/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina monte RS = 2600 Sezione a valle del ponte in località Desteglio
.0286
.0286
Legend
EG Q 500 anni POLIM
EG Q 200 anni POLIM
WS Q 200 anni POLIM
EG Q 50 anni POLIMI
WS Q 50 anni POLIMI
WS Q 500 anni POLIM
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

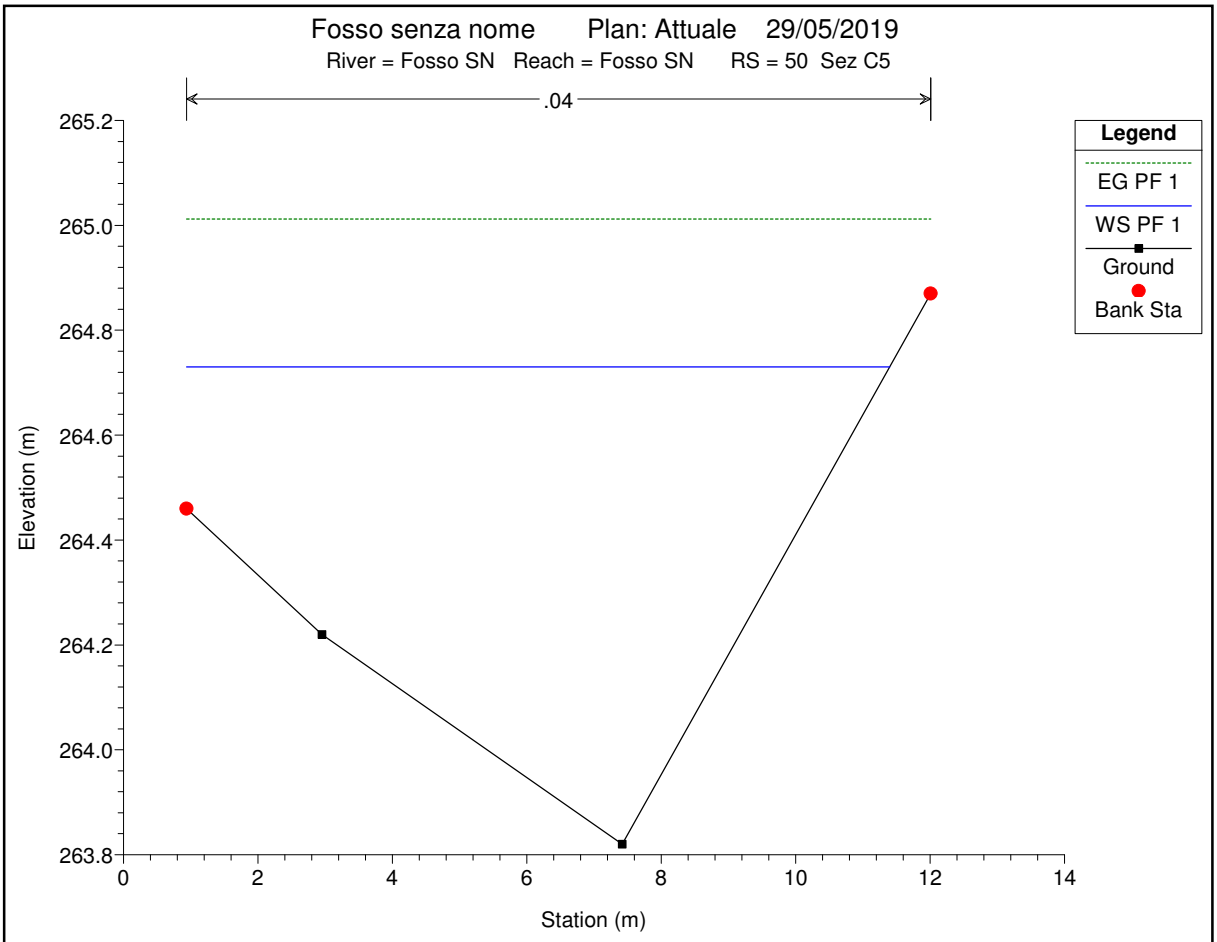

Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 21/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina monte RS = 2590 Sezione
.0286
.0286
.0286
Legend
EG Q 500 anni POLIM
EG Q 200 anni POLIM
EG Q 50 anni POLIMI
WS Q 200 anni POLIM
WS Q 500 anni POLIM
WS Q 50 anni POLIMI
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 21/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina monte RS = 2580 Sezione
.0286
Legend
EG Q 500 anni POLIM
EG Q 200 anni POLIM
EG Q 50 anni POLIMI
WS Q 500 anni POLIM
WS Q 200 anni POLIM
WS Q 50 anni POLIMI
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

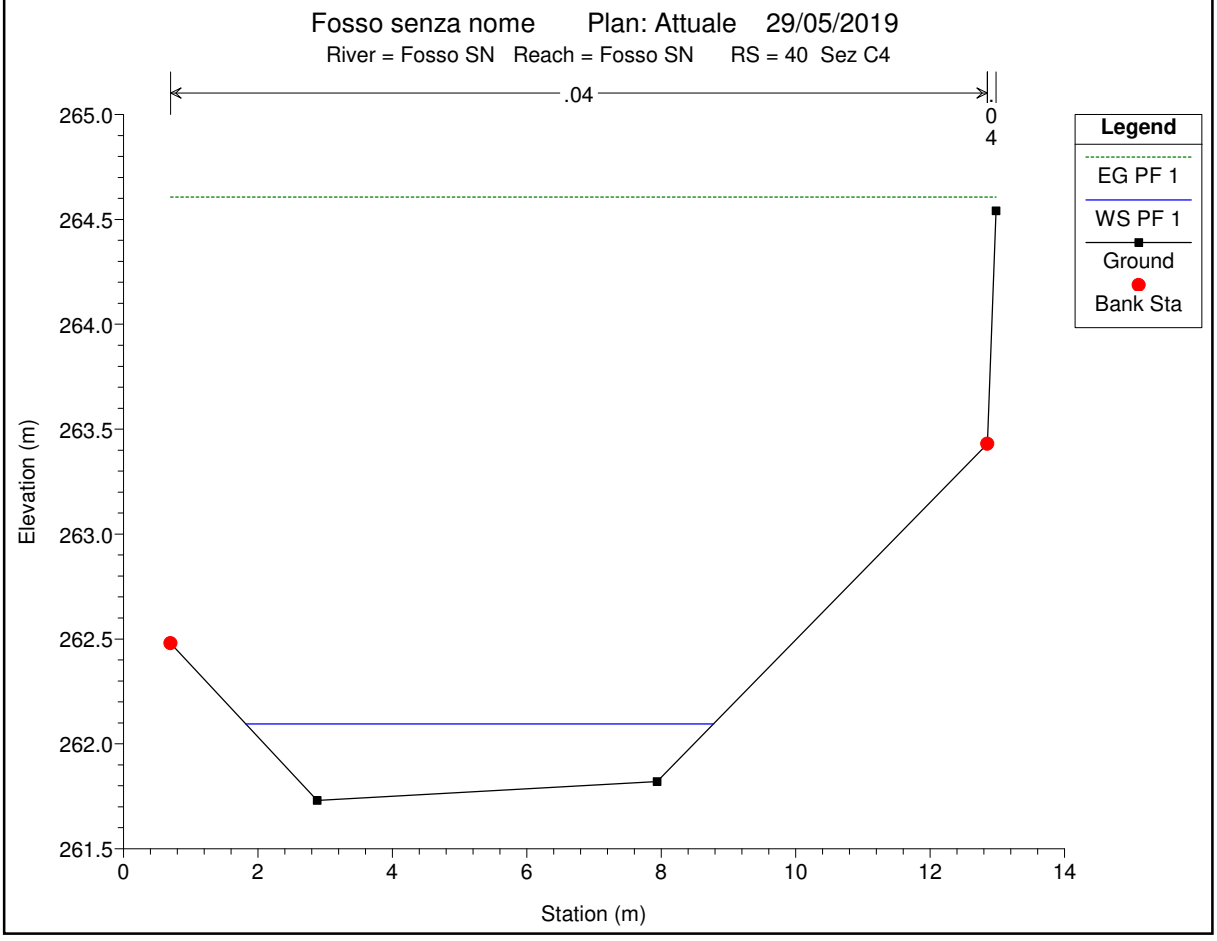

Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 21/05/2019
River = Argentina Reach = Argentina monte RS = 2570 Sezione
.0286
.0286
Elevation (m)
Station (m)
224
222
220
218
216
214
212
210
208
0
10
20
30
40
50
60
Legend
EG Q 500 anni POLIM
EG Q 200 anni POLIM
EG Q 50 anni POLIMI
WS Q 500 anni POLIM
WS Q 200 anni POLIM
WS Q 50 anni POLIMI
Ground
Bank Sta

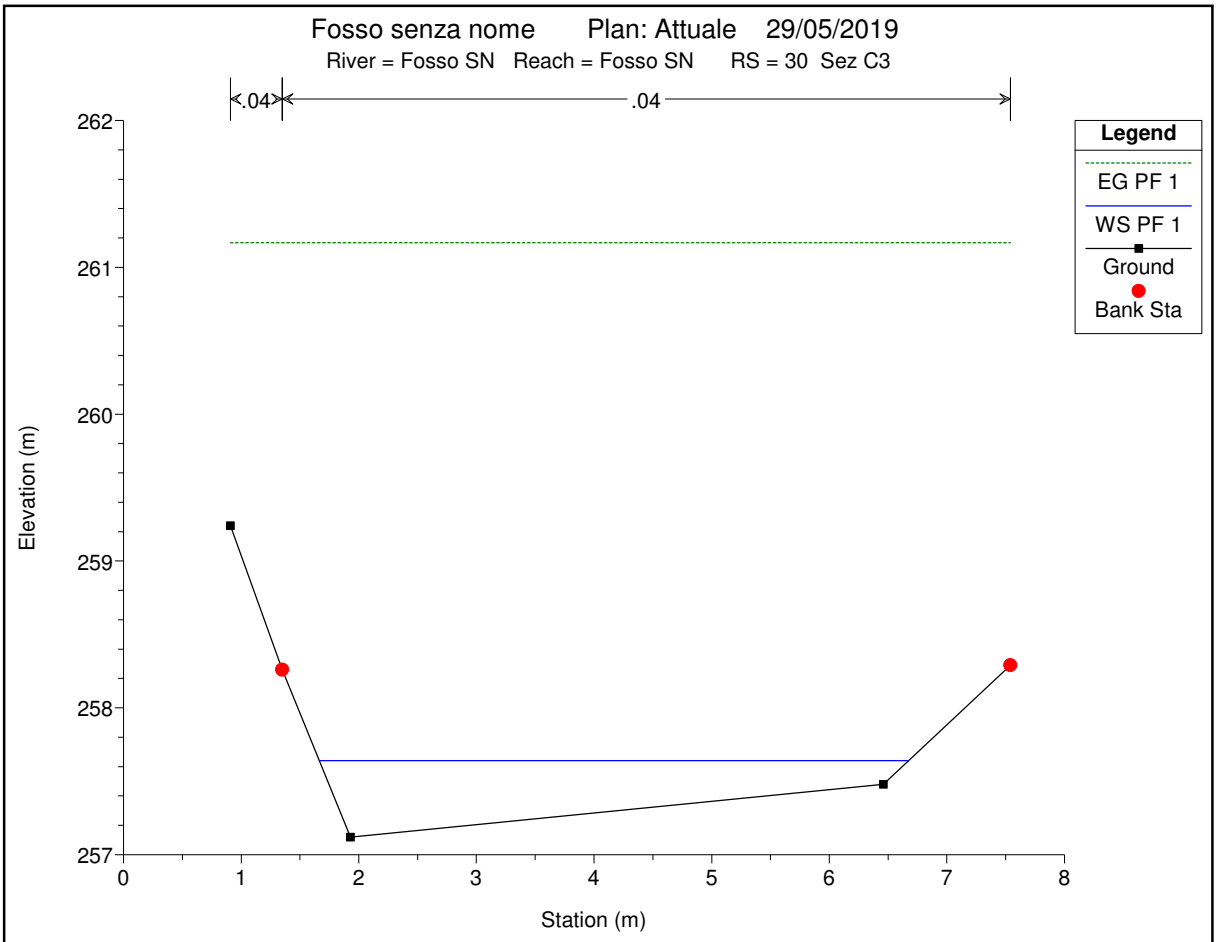
HEC-RAS Plan: sdf POLIMI River: Argentina Reach: Argentina monte

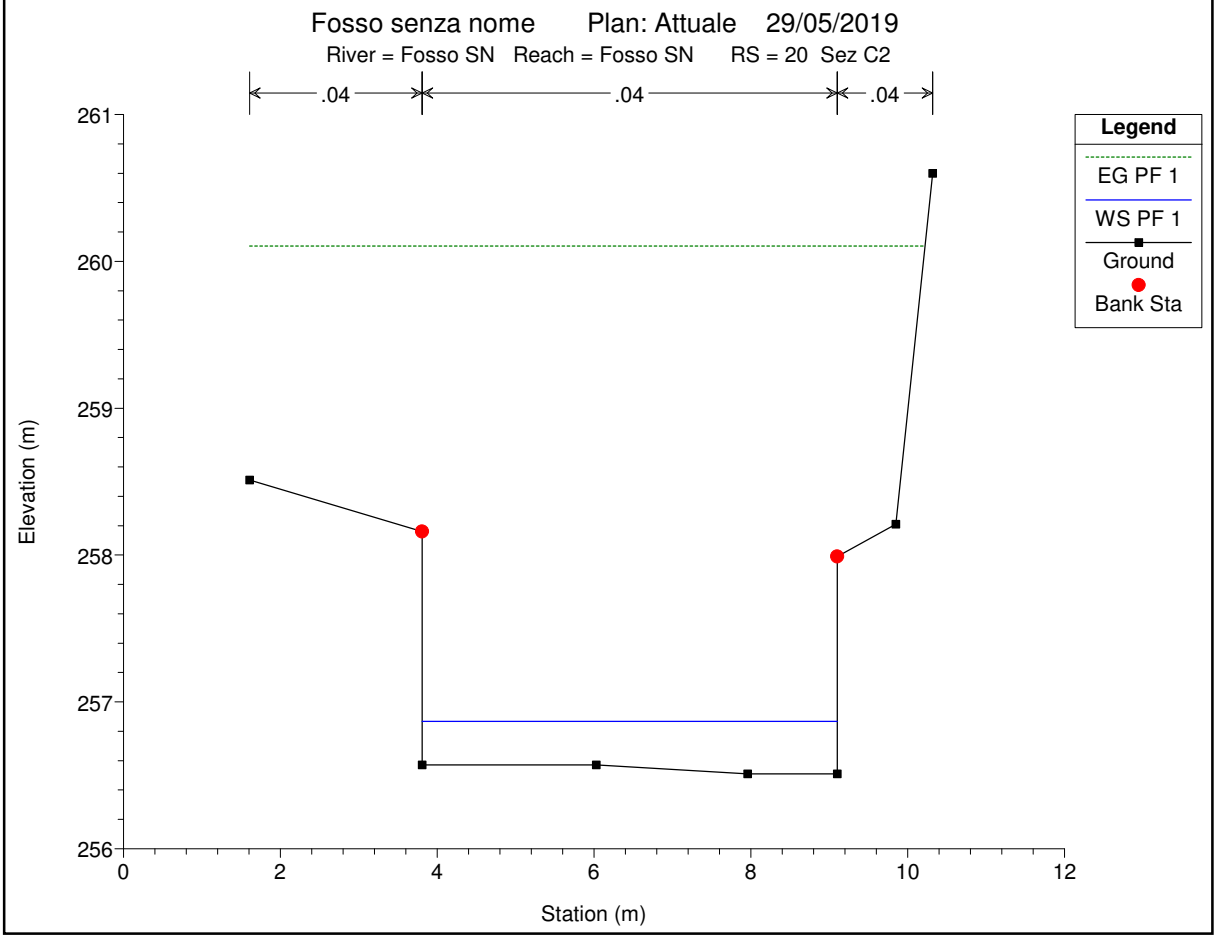
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Argentina monte	2640	Q 50 anni POLIMI	725.00	214.07	225.69	221.48	226.04	0.000496	2.74	297.22	49.47	0.30
Argentina monte	2640	Q 200 anni POLIM	1141.00	214.07	229.92	223.27	230.19	0.000250	2.54	537.31	62.04	0.23
Argentina monte	2640	Q 500 anni POLIM	1516.00	214.07	231.30	224.20	231.66	0.000288	2.92	623.08	62.04	0.25
Argentina monte	2630	Q 50 anni POLIMI	725.00	213.97	221.84	221.84	225.65	0.012423	8.65	83.84	11.01	1.00
Argentina monte	2630	Q 200 anni POLIM	1141.00	213.97	224.54	224.54	229.69	0.014486	10.05	113.53	11.01	1.00
Argentina monte	2630	Q 500 anni POLIM	1516.00	213.97	229.17	229.17	231.44	0.009021	6.77	230.16	50.11	0.95
Argentina monte	2620	Q 50 anni POLIMI	725.00	213.88	222.76	219.60	223.52	0.001500	3.87	187.29	28.67	0.48
Argentina monte	2620	Q 200 anni POLIM	1141.00	213.88	226.55	221.48	227.26	0.000859	3.75	312.85	37.42	0.38
Argentina monte	2620	Q 500 anni POLIM	1516.00	213.88	230.27	222.81	230.83	0.000464	3.40	490.79	49.27	0.29
Argentina monte	2610	Q 50 anni POLIMI	725.00	213.59	221.24	220.14	223.34	0.003052	6.42	112.91	21.09	0.77
Argentina monte	2610	Q 200 anni POLIM	1141.00	213.59	224.78	222.24	227.07	0.001933	6.71	169.99	22.51	0.66
Argentina monte	2610	Q 500 anni POLIM	1516.00	213.59	229.88	223.90	230.78	0.000900	4.36	387.05	41.43	0.37
Argentina monte	2605		Bridge									
Argentina monte	2604	Q 50 anni POLIMI	725.00	213.56	220.82	219.66	222.87	0.002896	6.34	114.39	21.71	0.76
Argentina monte	2604	Q 200 anni POLIM	1141.00	213.56	219.98	221.73	226.52	0.010963	11.33	100.72	21.30	1.45
Argentina monte	2604	Q 500 anni POLIM	1516.00	213.56	220.80	223.40	229.80	0.012769	13.29	114.10	21.71	1.60
Argentina monte	2600	Q 50 anni POLIMI	725.00	213.54	221.74	218.89	222.41	0.001277	3.62	200.10	31.57	0.46
Argentina monte	2600	Q 200 anni POLIM	1141.00	213.54	224.00	220.46	224.89	0.001307	4.18	273.01	33.05	0.46
Argentina monte	2600	Q 500 anni POLIM	1516.00	213.54	218.57	221.56	229.18	0.034837	14.43	105.08	27.18	2.34
Argentina monte	2590	Q 50 anni POLIMI	725.00	213.53	219.70	219.70	222.17	0.006588	6.97	104.08	21.10	1.00
Argentina monte	2590	Q 200 anni POLIM	1141.00	213.53	221.88	221.88	224.65	0.005391	7.41	159.78	32.16	0.91
Argentina monte	2590	Q 500 anni POLIM	1516.00	213.53	221.25	223.34	227.39	0.013107	10.99	139.76	31.09	1.41
Argentina monte	2580	Q 50 anni POLIMI	725.00	212.82	215.33	216.83	221.06	0.047551	10.61	68.33	40.65	2.61
Argentina monte	2580	Q 200 anni POLIM	1141.00	212.82	215.94	217.95	223.50	0.043741	12.18	93.64	41.80	2.60
Argentina monte	2580	Q 500 anni POLIM	1516.00	212.82	216.36	218.91	225.82	0.044842	13.63	111.23	42.24	2.68
Argentina monte	2570	Q 50 anni POLIMI	725.00	208.45	215.02	216.56	219.57	0.016251	9.44	76.80	19.10	1.50
Argentina monte	2570	Q 200 anni POLIM	1141.00	208.45	216.79	218.54	221.67	0.014580	9.78	116.63	26.43	1.49
Argentina monte	2570	Q 500 anni POLIM	1516.00	208.45	217.56	219.49	223.66	0.017058	10.95	138.48	30.38	1.64
Argentina monte	2560	Q 50 anni POLIMI	725.00	204.09	206.51	208.39	213.41	0.042923	11.64	62.29	28.30	2.50
Argentina monte	2560	Q 200 anni POLIM	1141.00	204.09	207.39	210.09	216.04	0.037372	13.03	87.56	29.25	2.40
Argentina monte	2560	Q 500 anni POLIM	1516.00	204.09	208.15	211.29	217.82	0.033115	13.78	110.05	30.07	2.30
Argentina monte	2550	Q 50 anni POLIMI	725.00	201.00	203.87	205.78	208.75	0.025579	9.79	74.09	28.04	1.92
Argentina monte	2550	Q 200 anni POLIM	1141.00	201.00	204.72	206.90	211.61	0.026654	11.63	98.13	28.41	2.00
Argentina monte	2550	Q 500 anni POLIM	1516.00	201.00	205.63	207.65	212.76	0.035886	11.84	128.07	46.74	2.28
Argentina monte	2540	Q 50 anni POLIMI	725.00	198.94	201.98	202.89	205.00	0.023011	7.71	94.07	50.88	1.81
Argentina monte	2540	Q 200 anni POLIM	1141.00	198.94	202.41	203.81	207.23	0.030689	9.72	117.37	55.78	2.14
Argentina monte	2540	Q 500 anni POLIM	1516.00	198.94	202.97	204.53	208.27	0.025443	10.20	148.61	56.46	2.01
Argentina monte	2530	Q 50 anni POLIMI	725.00	195.55	200.10	200.67	202.43	0.010741	6.75	107.37	40.40	1.32
Argentina monte	2530	Q 200 anni POLIM	1141.00	195.55	201.05	201.81	204.15	0.010241	7.80	146.36	42.10	1.33
Argentina monte	2530	Q 500 anni POLIM	1516.00	195.55	201.83	203.28	205.45	0.009694	8.44	179.71	43.50	1.32
Argentina monte	2520	Q 50 anni POLIMI	725.00	195.45	199.70	199.70	201.30	0.006882	5.62	129.11	40.41	1.00
Argentina monte	2520	Q 200 anni POLIM	1141.00	195.45	200.83	200.83	202.99	0.006550	6.51	175.27	40.70	1.00
Argentina monte	2520	Q 500 anni POLIM	1516.00	195.45	201.92	201.92	204.27	0.005508	6.82	228.03	50.90	0.94
Argentina monte	2518	Q 50 anni POLIMI	725.00	194.95	198.55	199.36	201.14	0.010737	7.14	101.61	30.25	1.24
Argentina monte	2518	Q 200 anni POLIM	1141.00	194.95	199.88	200.52	202.85	0.010777	7.64	149.40	40.46	1.27
Argentina monte	2518	Q 500 anni POLIM	1516.00	194.95	200.87	201.60	204.13	0.009050	7.99	189.72	40.71	1.18
Argentina monte	2510	Q 50 anni POLIMI	725.00	193.09	196.25	197.75	200.88	0.027677	9.54	75.98	32.55	1.99
Argentina monte	2510	Q 200 anni POLIM	1141.00	193.09	197.33	198.91	202.58	0.021421	10.15	112.40	35.20	1.81
Argentina monte	2510	Q 500 anni POLIM	1516.00	193.09	202.09	199.90	203.36	0.001906	5.03	312.24	52.03	0.58

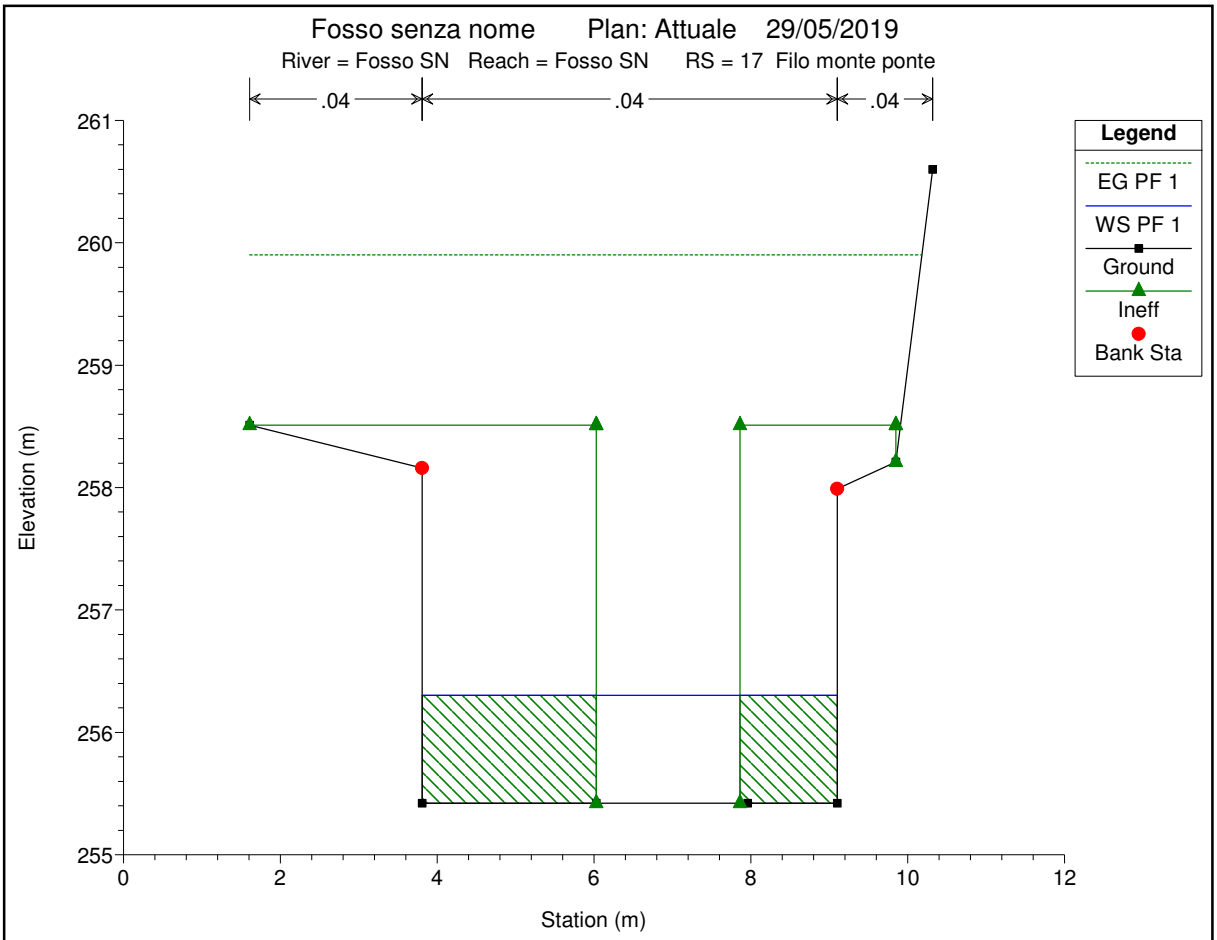

Fosso senza nome Plan: Attuale 29/05/2019
Fosso SN Fosso SN
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
LOB
ROB
Elevation (m)
270
265
260
255
250
245
240
0
5
10
15
20
25
Main Channel Distance (m)

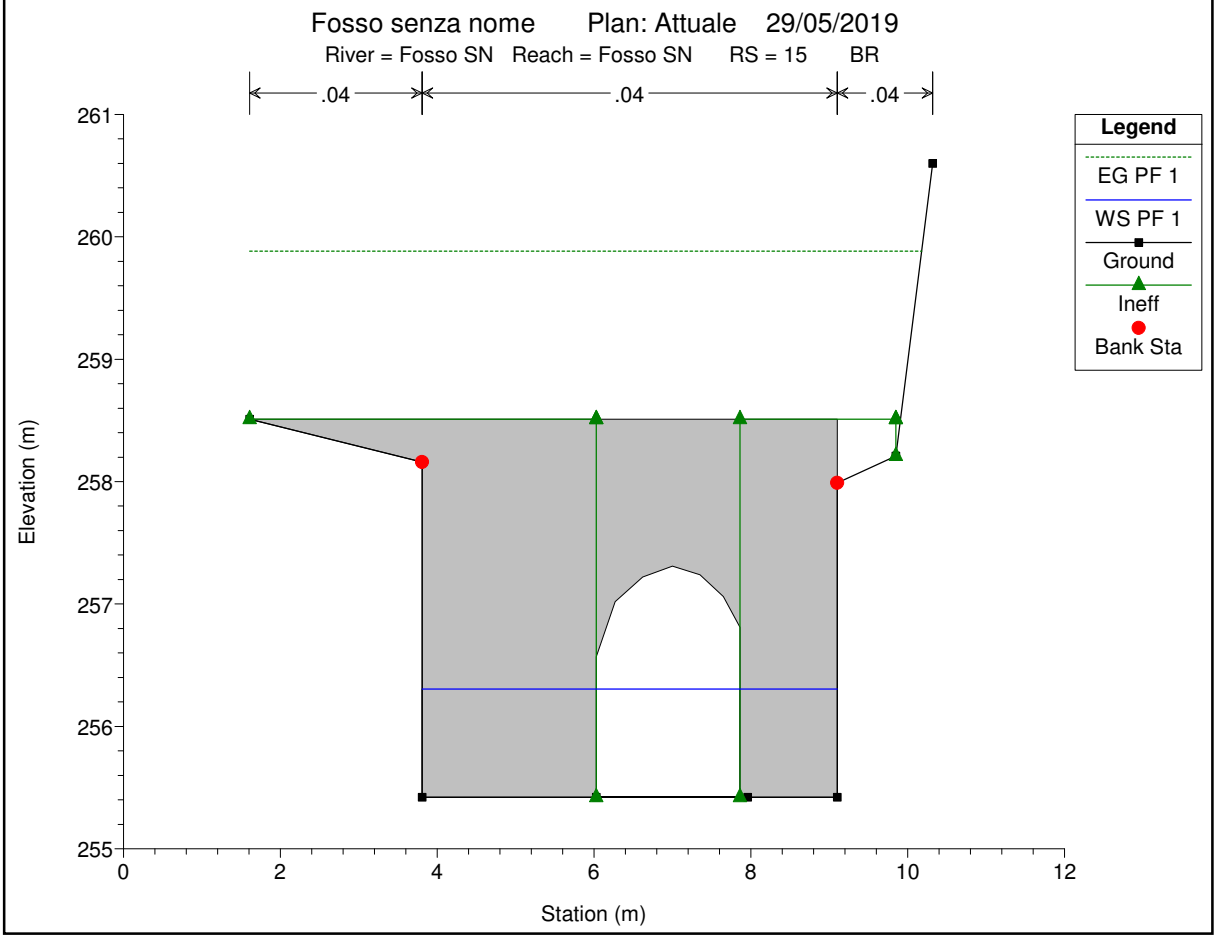

Fosso senza nome Plan: Attuale 29/05/2019
River = Fosso SN Reach = Fosso SN RS = 50 Sez C5
.04
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
265.2
265.0
264.8
264.6
264.4
264.2
264.0
263.8
0
2
4
6
8
10
12
14

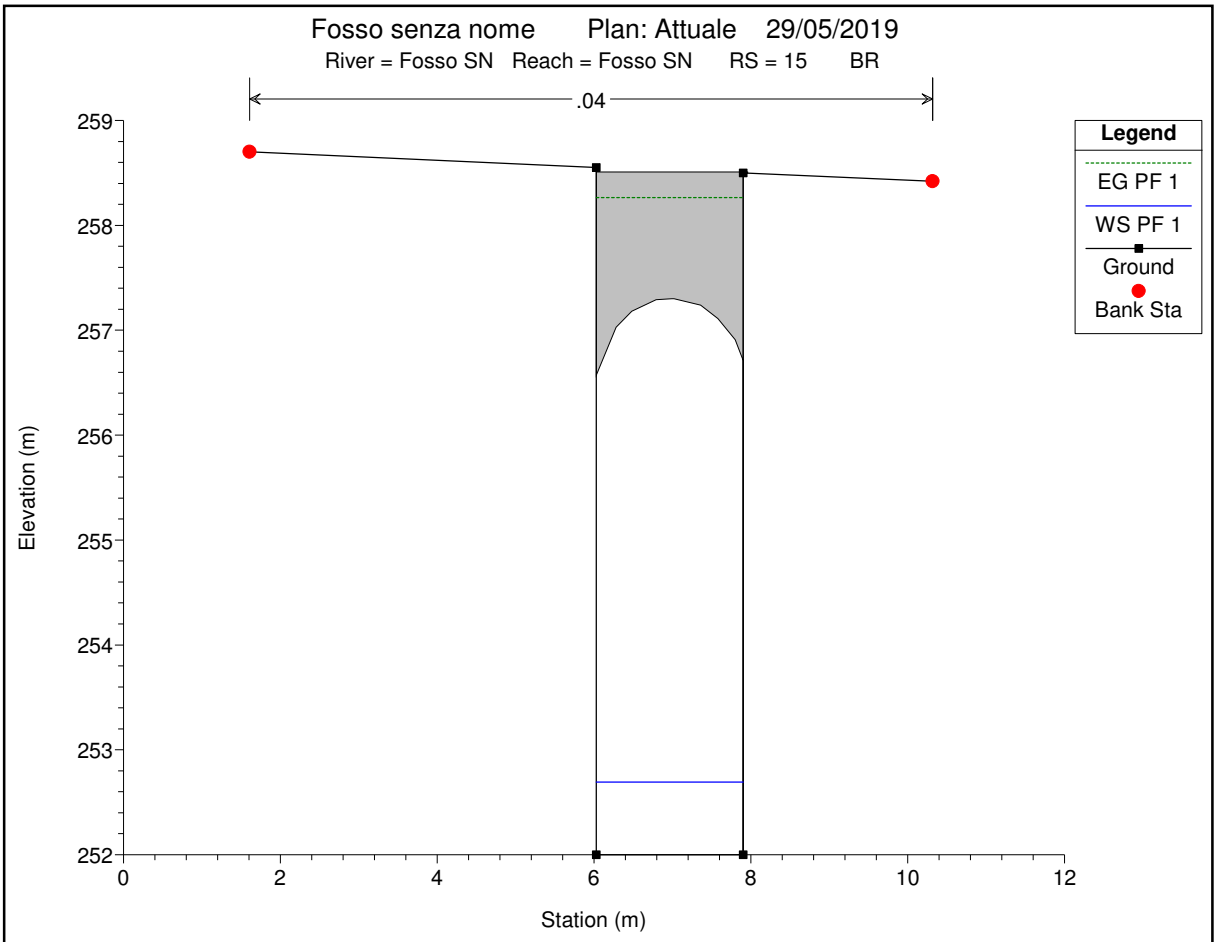

Fosso senza nome Plan: Attuale 29/05/2019
River = Fosso SN Reach = Fosso SN RS = 40 Sez C4
.04
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
265.0
264.5
264.0
263.5
263.0
262.5
262.0
261.5
0
2
4
6
8
10
12
14

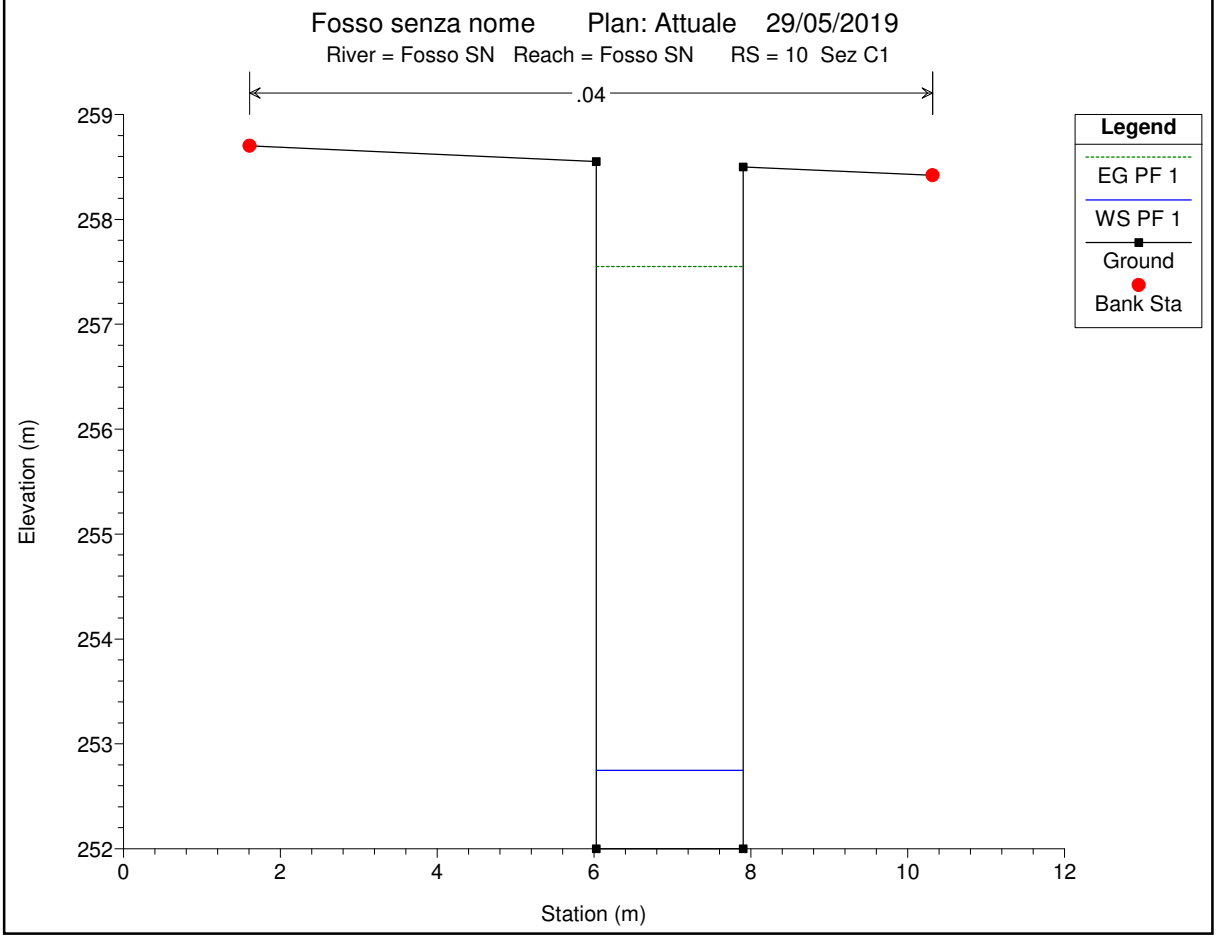

Fosso senza nome Plan: Attuale 29/05/2019
River = Fosso SN Reach = Fosso SN RS = 30 Sez C3
.04
.04
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
262
261
260
259
258
257
0
1
2
3
4
5
6
7
8

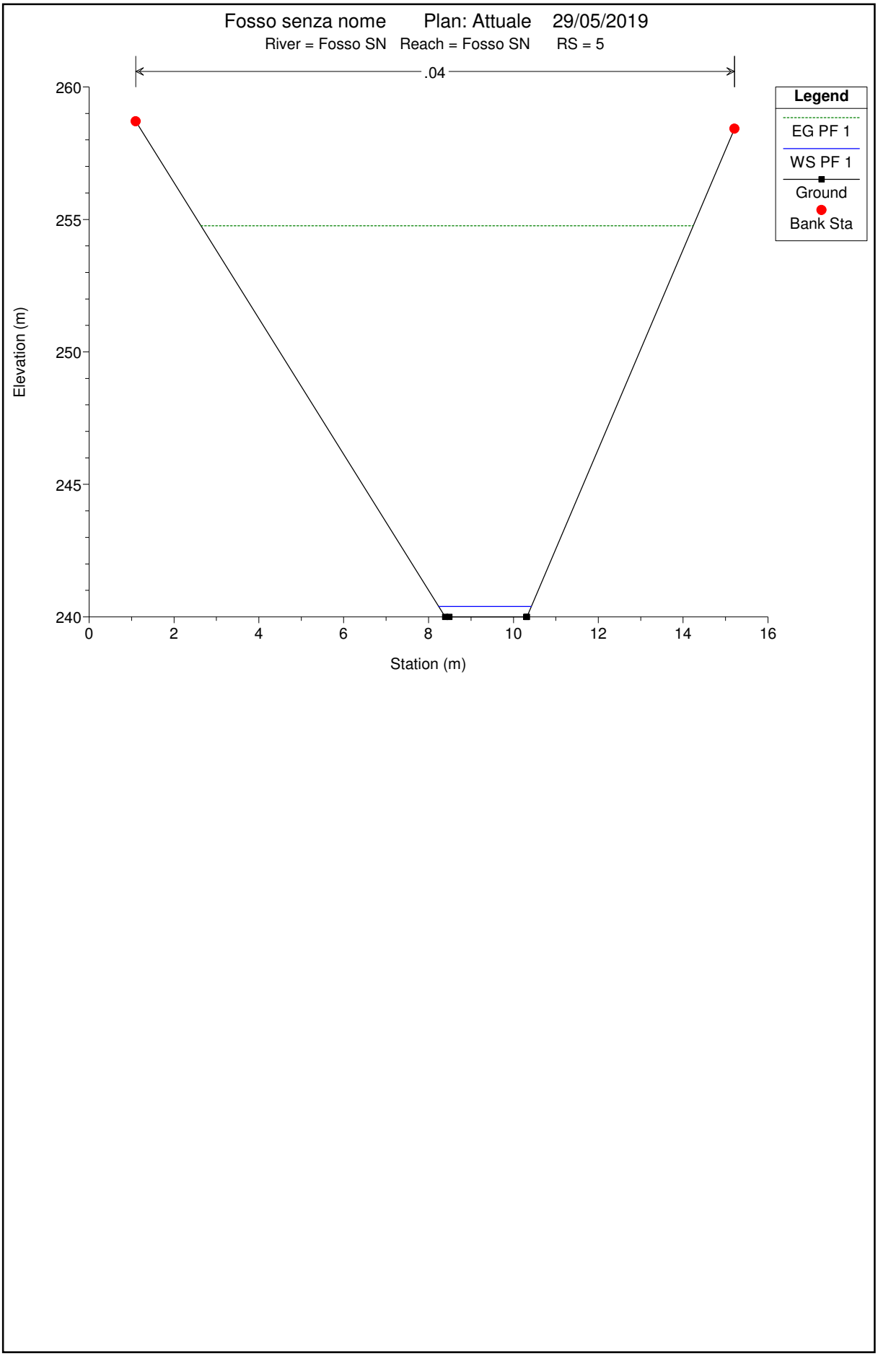

Fosso senza nome Plan: Attuale 29/05/2019
River = Fosso SN Reach = Fosso SN RS = 20 Sez C2
.04
.04
.04
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
261
260
259
258
257
256
0
2
4
6
8
10
12


Fosso senza nome Plan: Attuale 29/05/2019
River = Fosso SN Reach = Fosso SN RS = 17 Filo monte ponte
.04
.04
.04
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Ineff
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
255
256
257
258
259
260
261
0
2
4
6
8
10
12


Fosso senza nome Plan: Attuale 29/05/2019
River = Fosso SN Reach = Fosso SN RS = 15 BR
.04
.04
.04
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Ineff
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
255
256
257
258
259
260
261
0
2
4
6
8
10
12

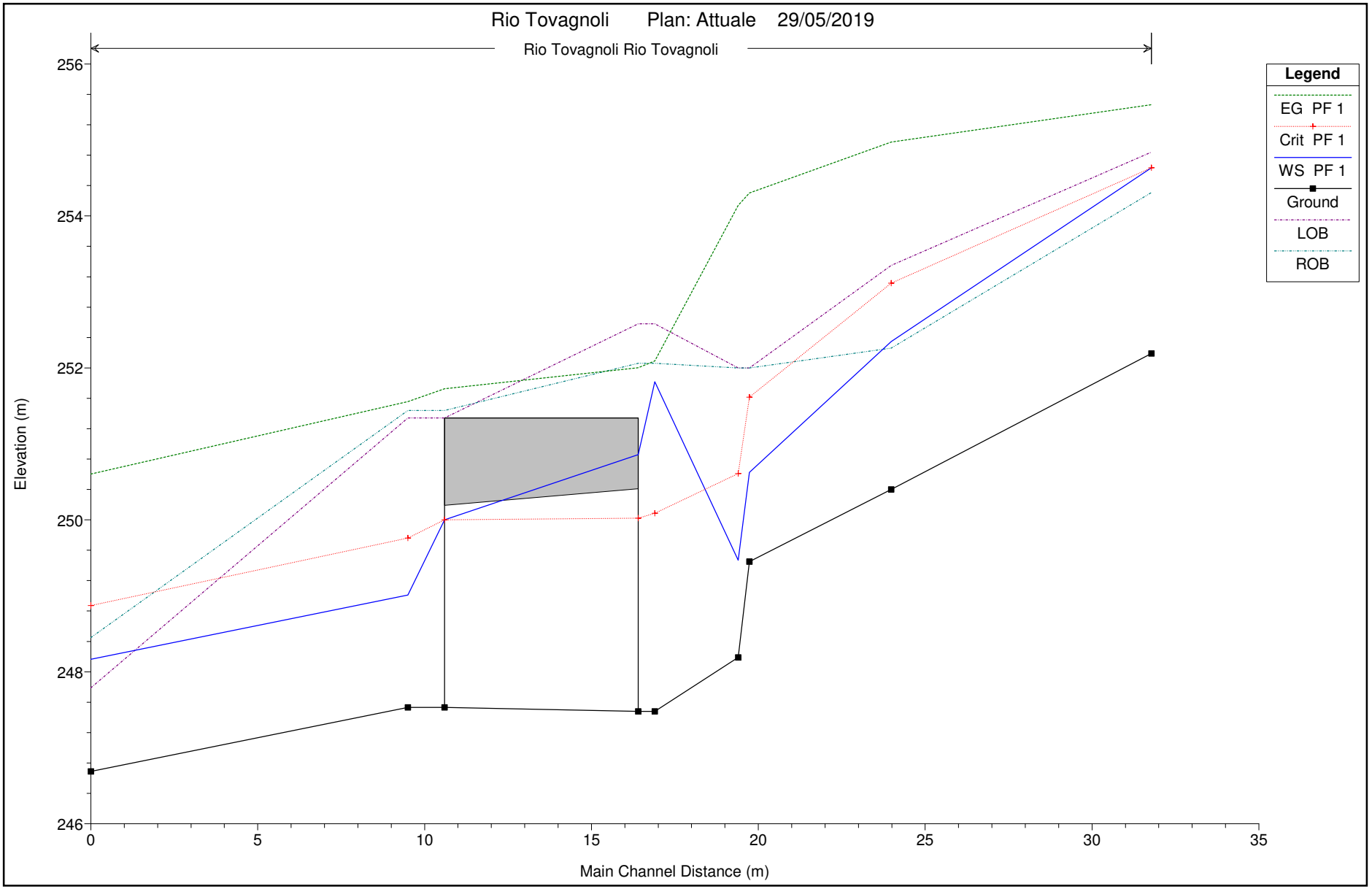

Fosso senza nome Plan: Attuale 29/05/2019
River = Fosso SN Reach = Fosso SN RS = 15 BR
.04
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
259
258
257
256
255
254
253
252
0
2
4
6
8
10
12

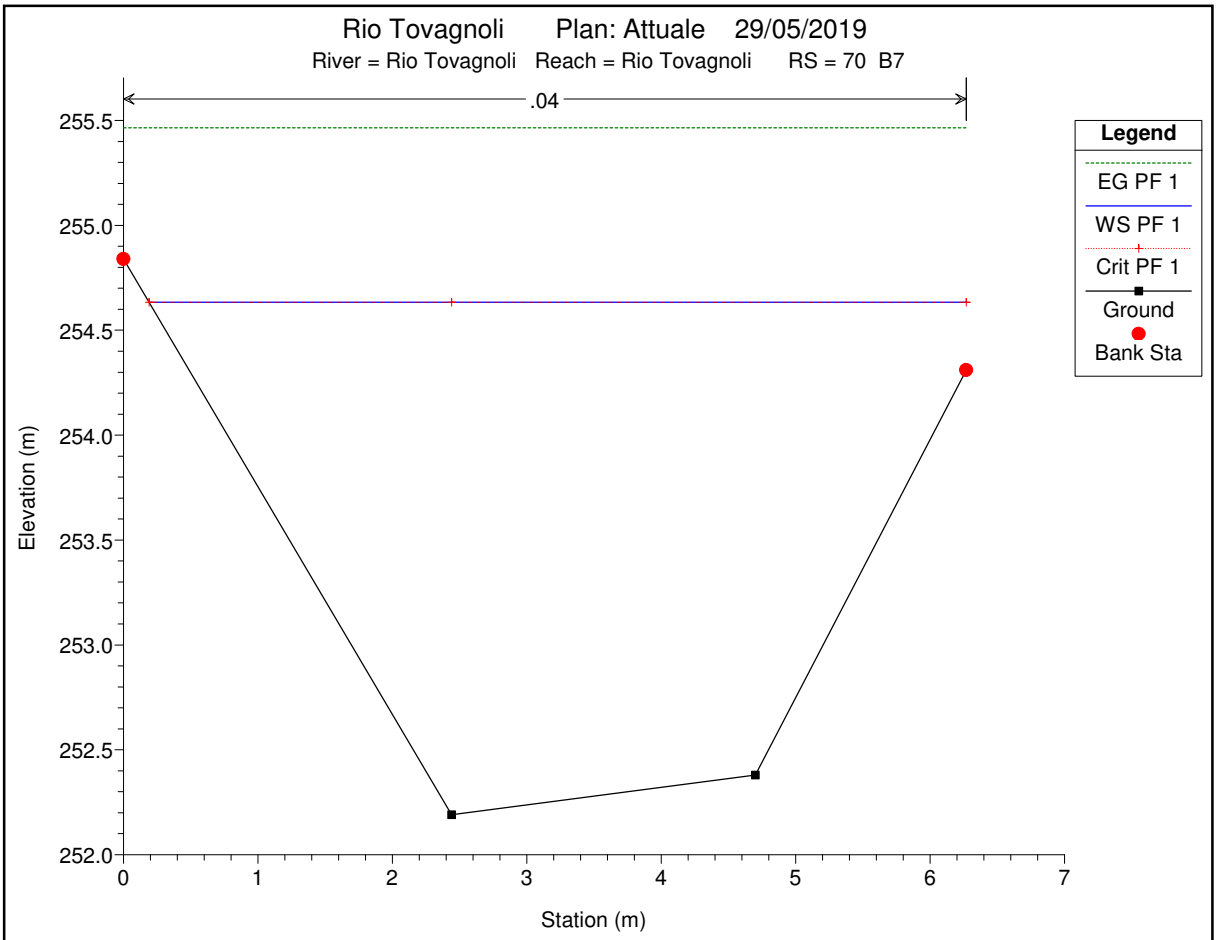

Fosso senza nome Plan: Attuale 29/05/2019
River = Fosso SN Reach = Fosso SN RS = 10 Sez C1
.04
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
259
258
257
256
255
254
253
252
0
2
4
6
8
10
12

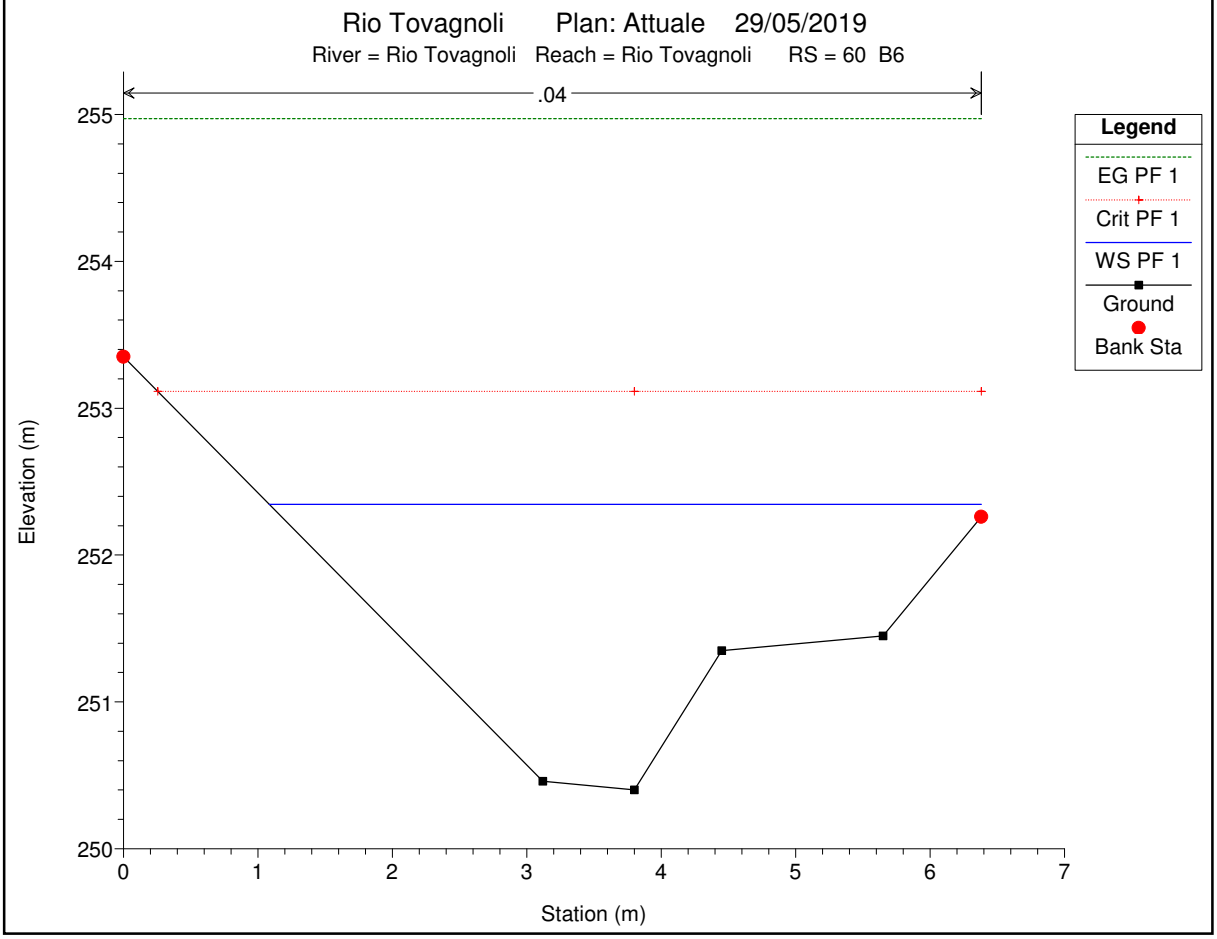

Fosso senza nome Plan: Attuale 29/05/2019
River = Fosso SN Reach = Fosso SN RS = 5
.04
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
260
255
250
245
240
0
2
4
6
8
10
12
14
16
Station (m)

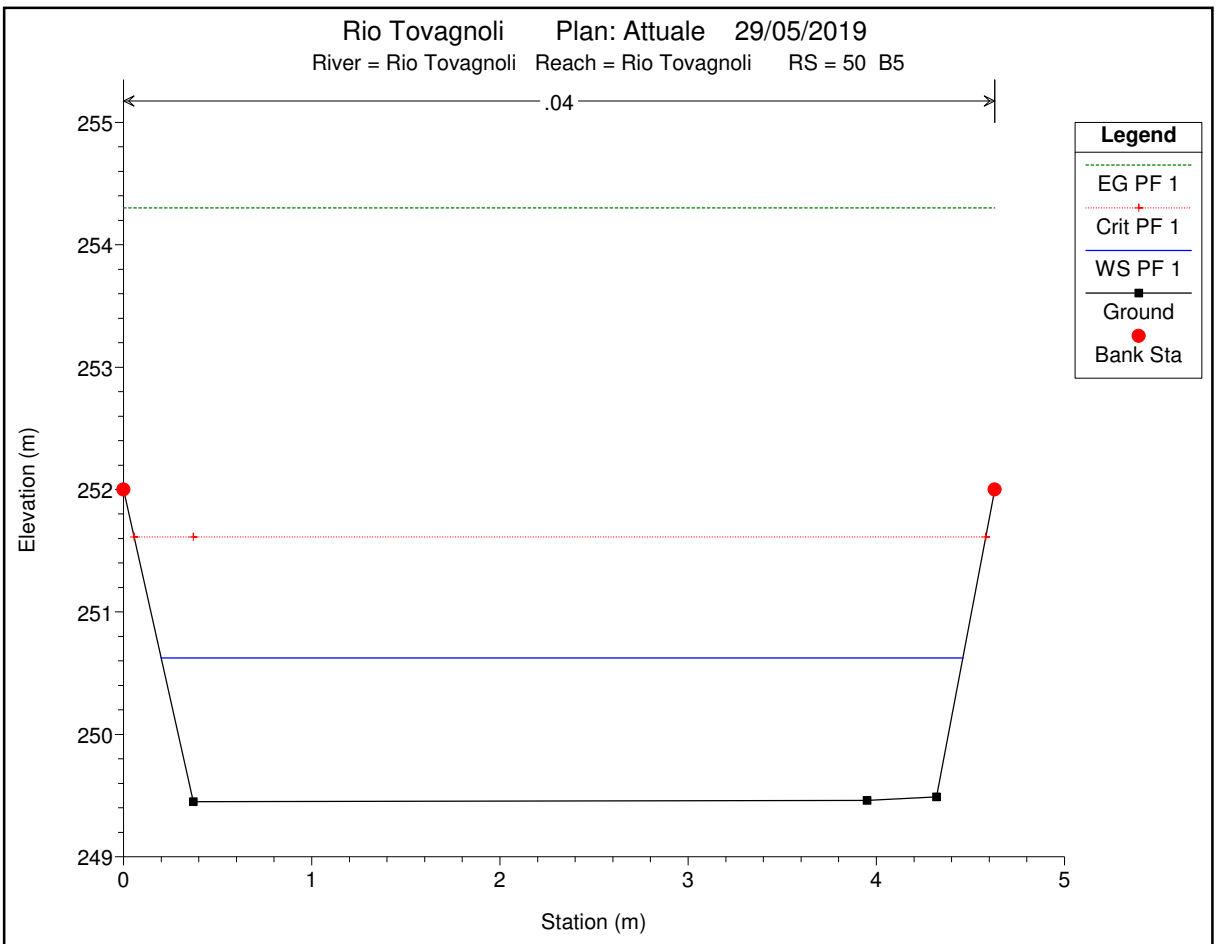
HEC-RAS Plan: Attuale River: Fosso SN Reach: Fosso SN Profile: PF 1

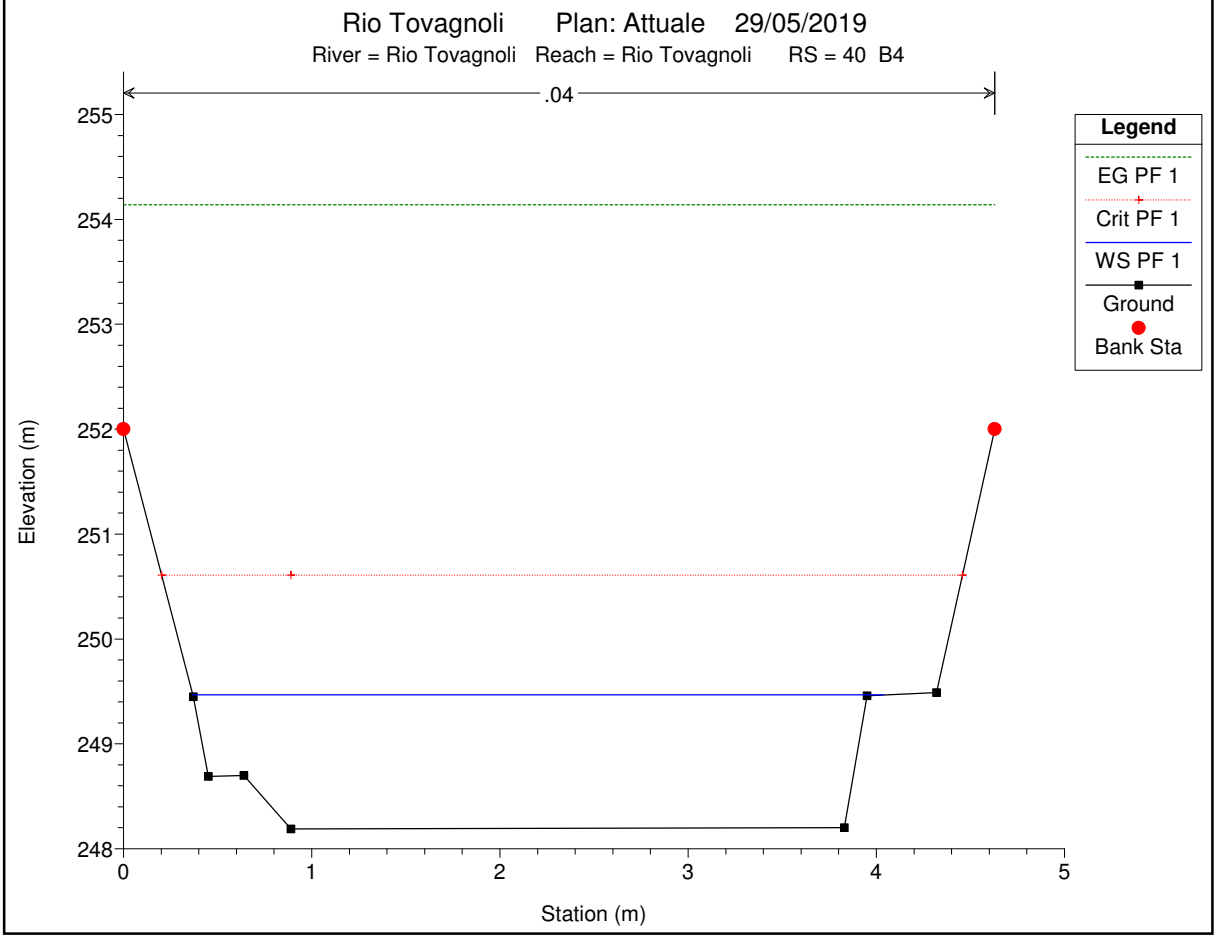
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Fosso SN	50	PF 1	13.57	263.82	264.73	264.73	265.01	0.020610	2.35	5.77	10.46	1.01
Fosso SN	40	PF 1	13.57	261.73	262.10	262.54	264.61	0.444206	7.02	1.93	6.96	4.25
Fosso SN	30	PF 1	13.57	257.12	257.64	258.22	261.17	0.545947	8.32	1.63	5.01	4.65
Fosso SN	20	PF 1	13.57	256.51	256.87	257.42	260.10	0.538707	7.97	1.70	5.29	4.48
Fosso SN	17	PF 1	13.57	255.42	256.30	257.19	259.90	0.133603	8.41	1.61	5.29	2.86
Fosso SN	15		Bridge									
Fosso SN	10	PF 1	13.57	252.00	252.75	253.75	257.55	0.487014	9.71	1.40	1.87	3.59
Fosso SN	5	PF 1	13.57	240.00	240.39	241.56	254.76	2.319029	16.80	0.81	2.19	8.82

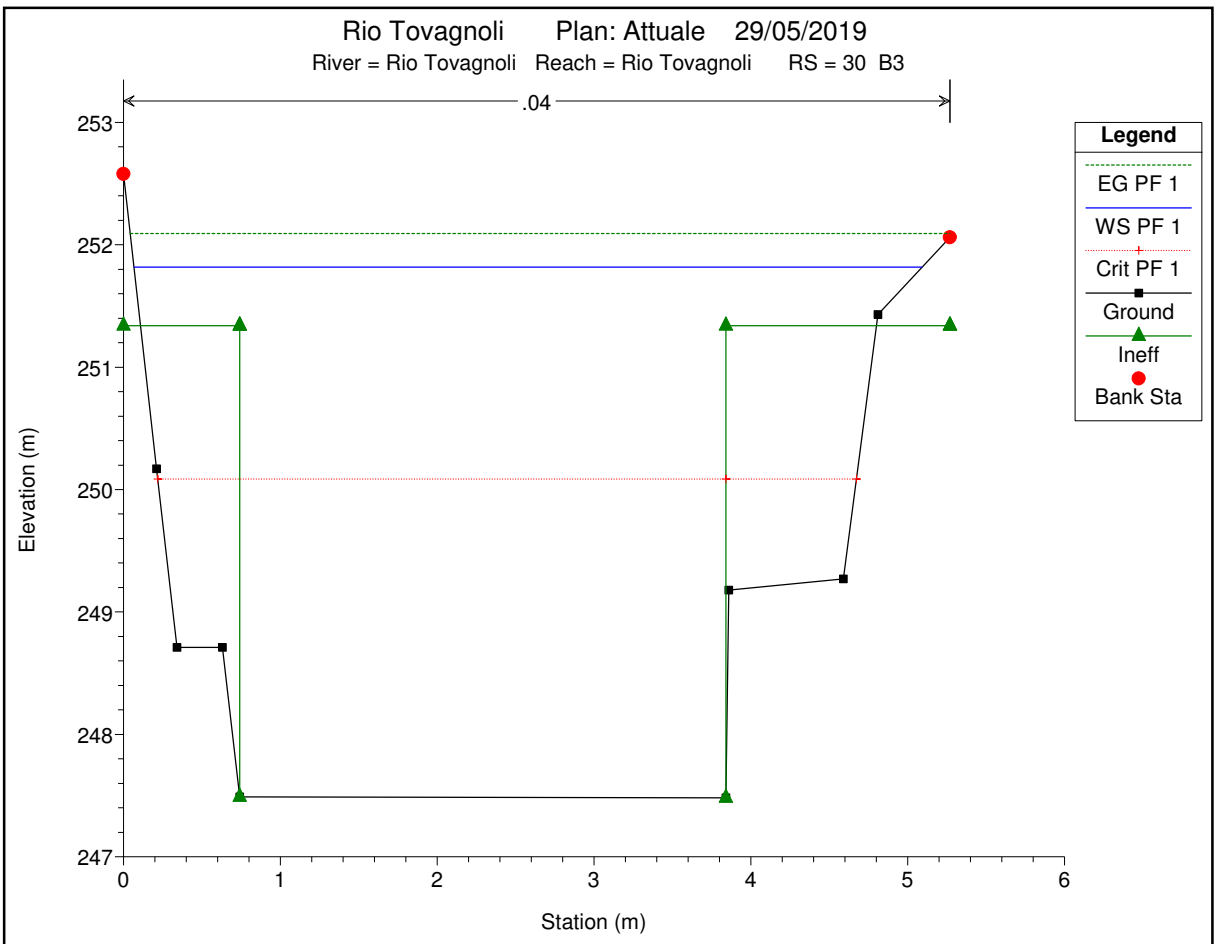

Rio Tovagnoli Plan: Attuale 29/05/2019
Rio Tovagnoli Rio Tovagnoli
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
LOB
ROB
Elevation (m)
256
254
252
250
248
246
0
5
10
15
20
25
30
35
Main Channel Distance (m)

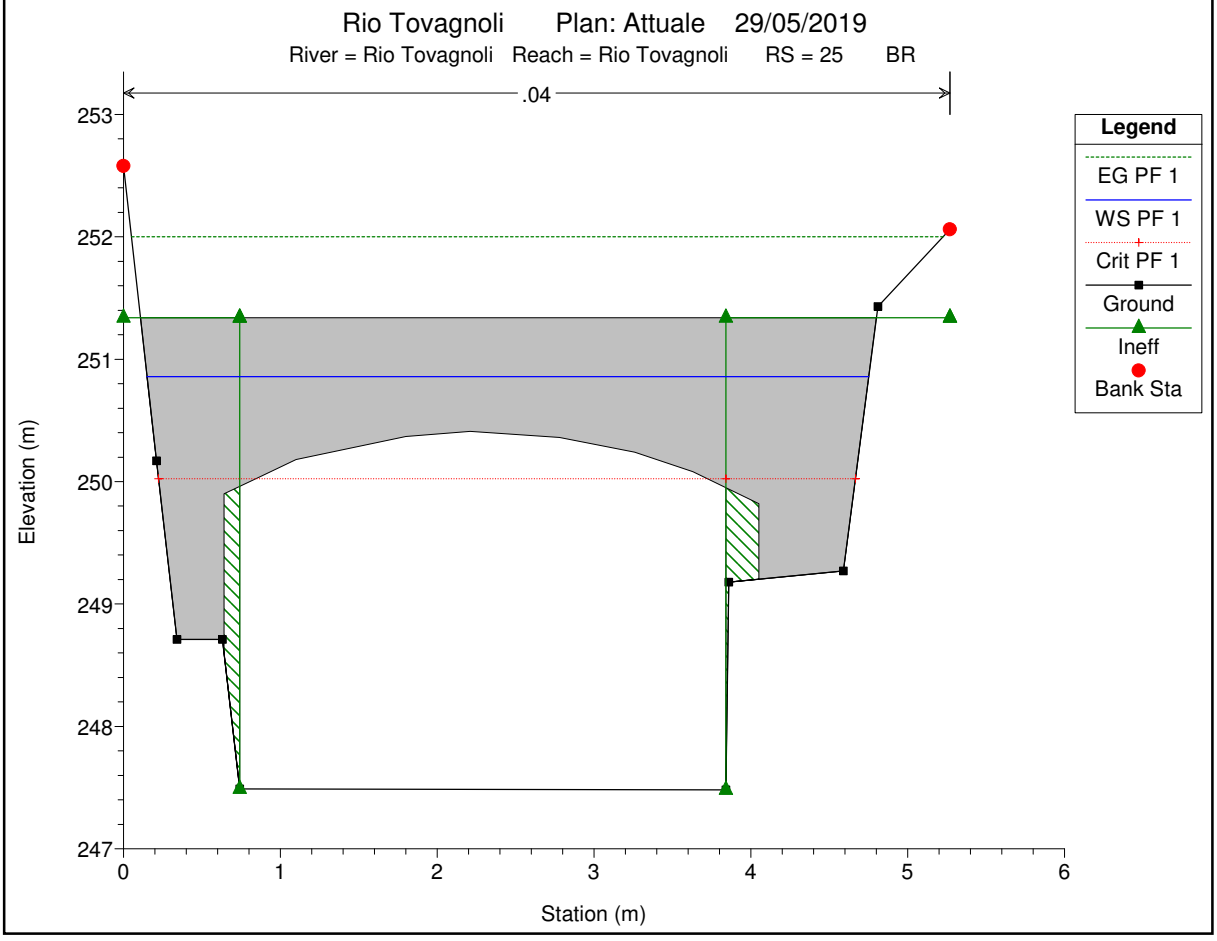

Rio Tovagnoli Plan: Attuale 29/05/2019
River = Rio Tovagnoli Reach = Rio Tovagnoli RS = 70 B7
.04
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
255.5
255.0
254.5
254.0
253.5
253.0
252.5
252.0
0
1
2
3
4
5
6
7

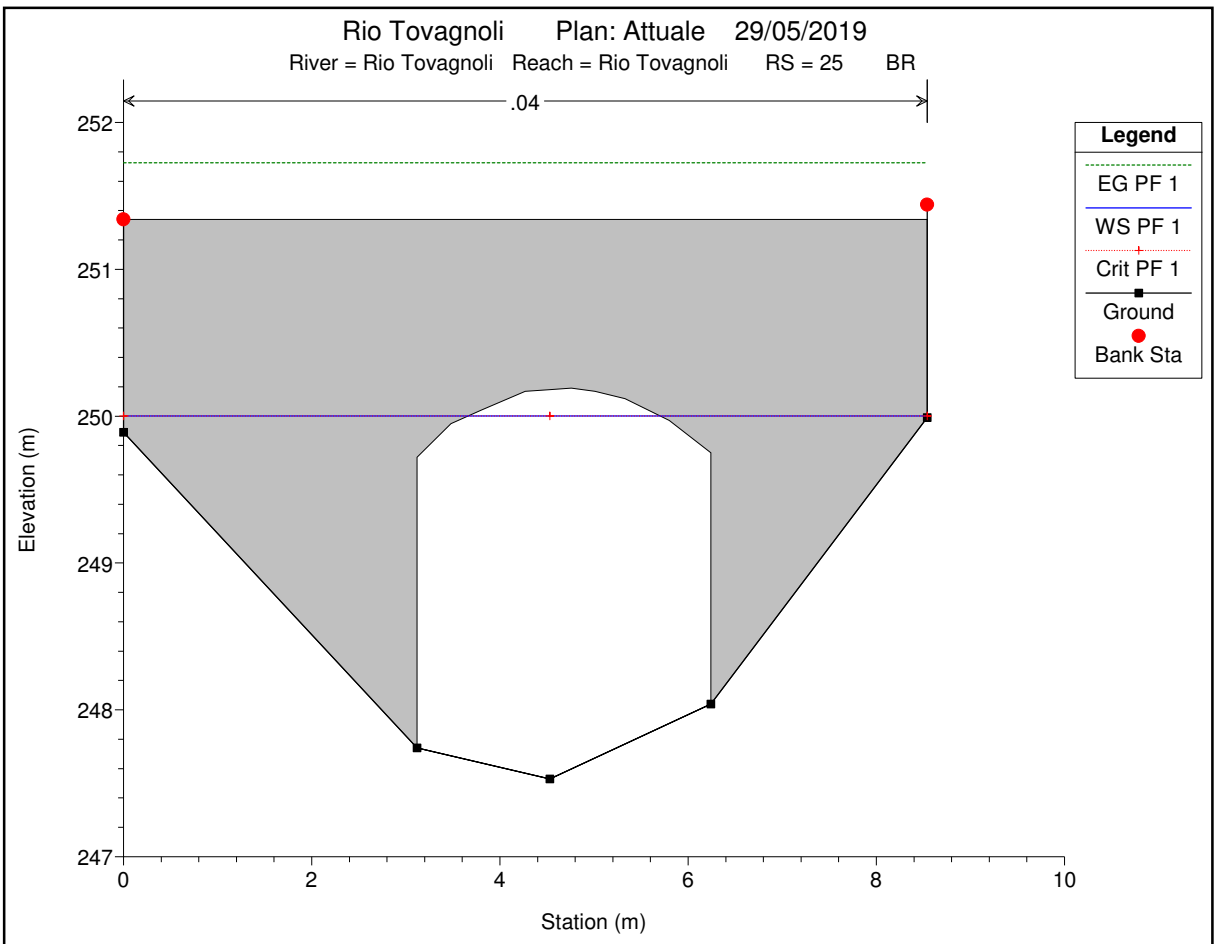

Rio Tovagnoli Plan: Attuale 29/05/2019
River = Rio Tovagnoli Reach = Rio Tovagnoli RS = 60 B6
.04
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
255
254
253
252
251
250
0
1
2
3
4
5
6
7

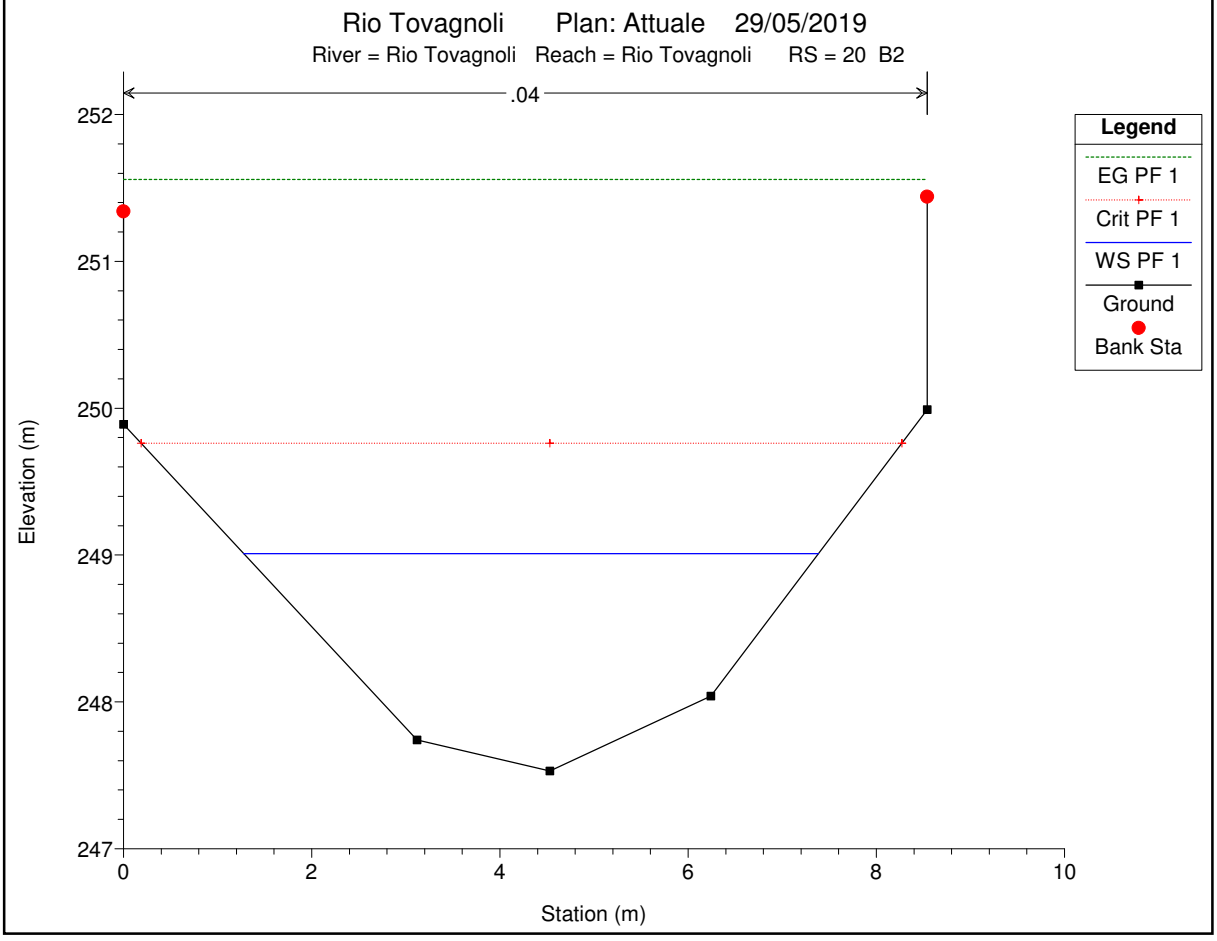

Rio Tovagnoli Plan: Attuale 29/05/2019
River = Rio Tovagnoli Reach = Rio Tovagnoli RS = 50 B5
.04
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
255
254
253
252
251
250
249
0
1
2
3
4
5


Rio Tovagnoli Plan: Attuale 29/05/2019
River = Rio Tovagnoli Reach = Rio Tovagnoli RS = 40 B4
.04
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
255
254
253
252
251
250
249
248
0
1
2
3
4
5


Rio Tovagnoli Plan: Attuale 29/05/2019
River = Rio Tovagnoli Reach = Rio Tovagnoli RS = 30 B3
.04
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Ineff
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
253
252
251
250
249
248
247
0
1
2
3
4
5
6

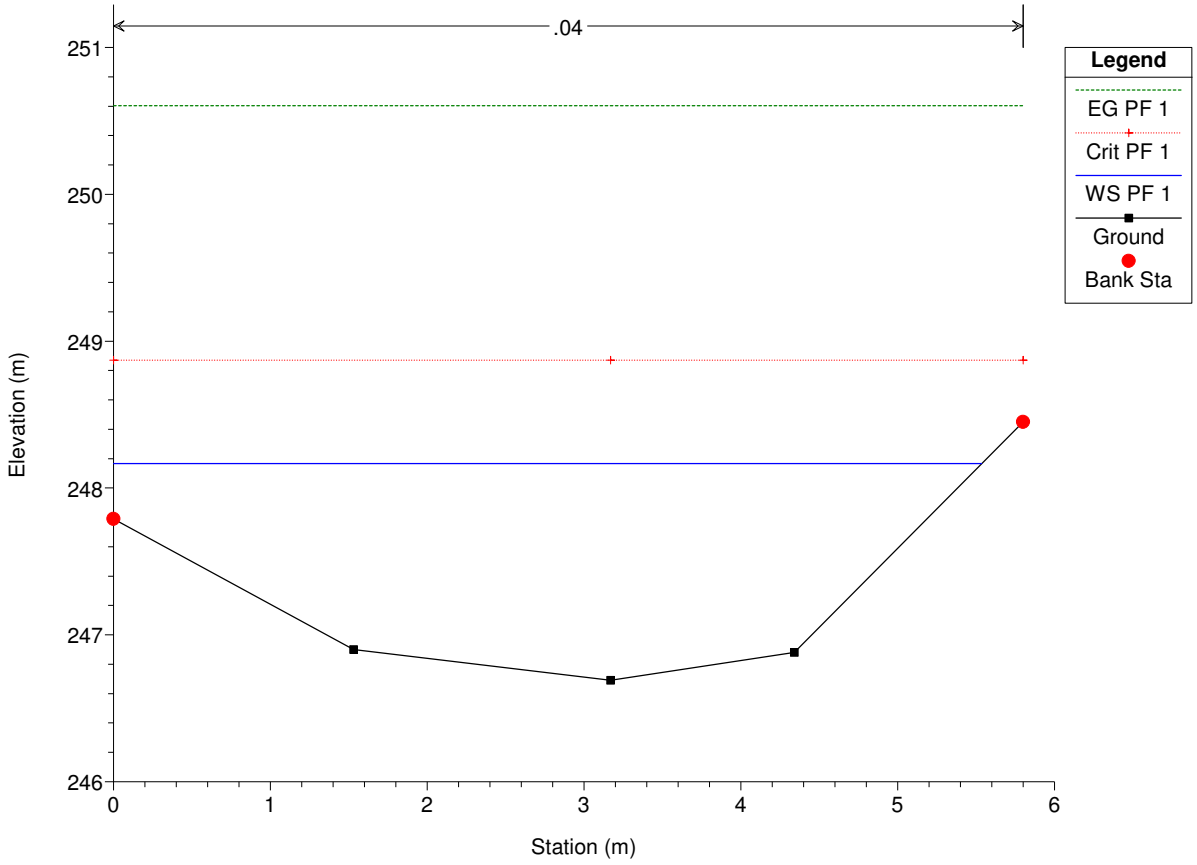

Rio Tovagnoli Plan: Attuale 29/05/2019
River = Rio Tovagnoli Reach = Rio Tovagnoli RS = 25 BR
.04
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Ineff
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
253
252
251
250
249
248
247
0
1
2
3
4
5
6


Rio Tovagnoli Plan: Attuale 29/05/2019
River = Rio Tovagnoli Reach = Rio Tovagnoli RS = 25 BR
.04
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
252
251
250
249
248
247
0
2
4
6
8
10


Rio Tovagnoli Plan: Attuale 29/05/2019
River = Rio Tovagnoli Reach = Rio Tovagnoli RS = 20 B2
.04
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
252
251
250
249
248
247
0
2
4
6
8
10

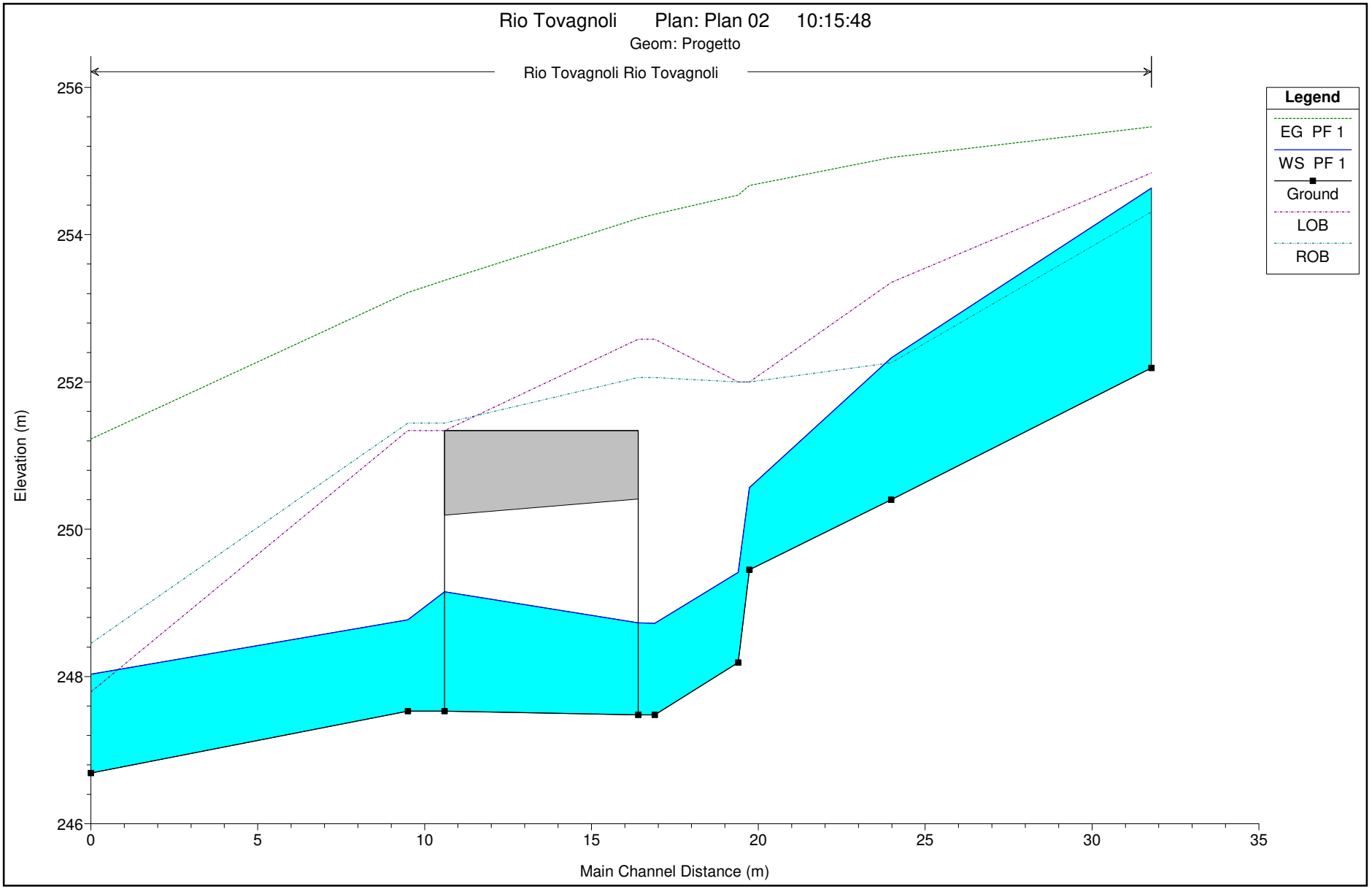
Rio Tovagnoli Plan: Attuale 29/05/2019

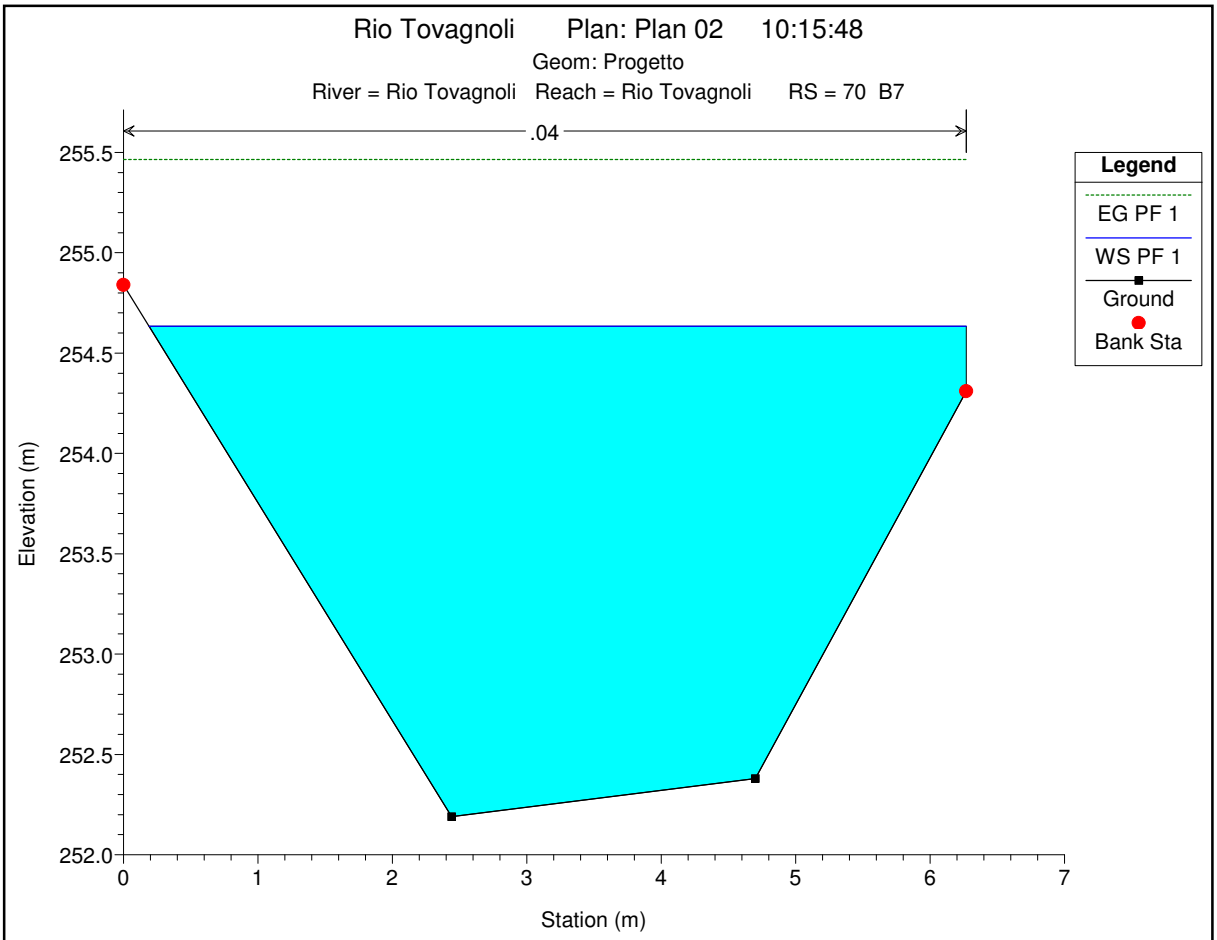
River = Rio Tovagnoli Reach = Rio Tovagnoli RS = 10 B1

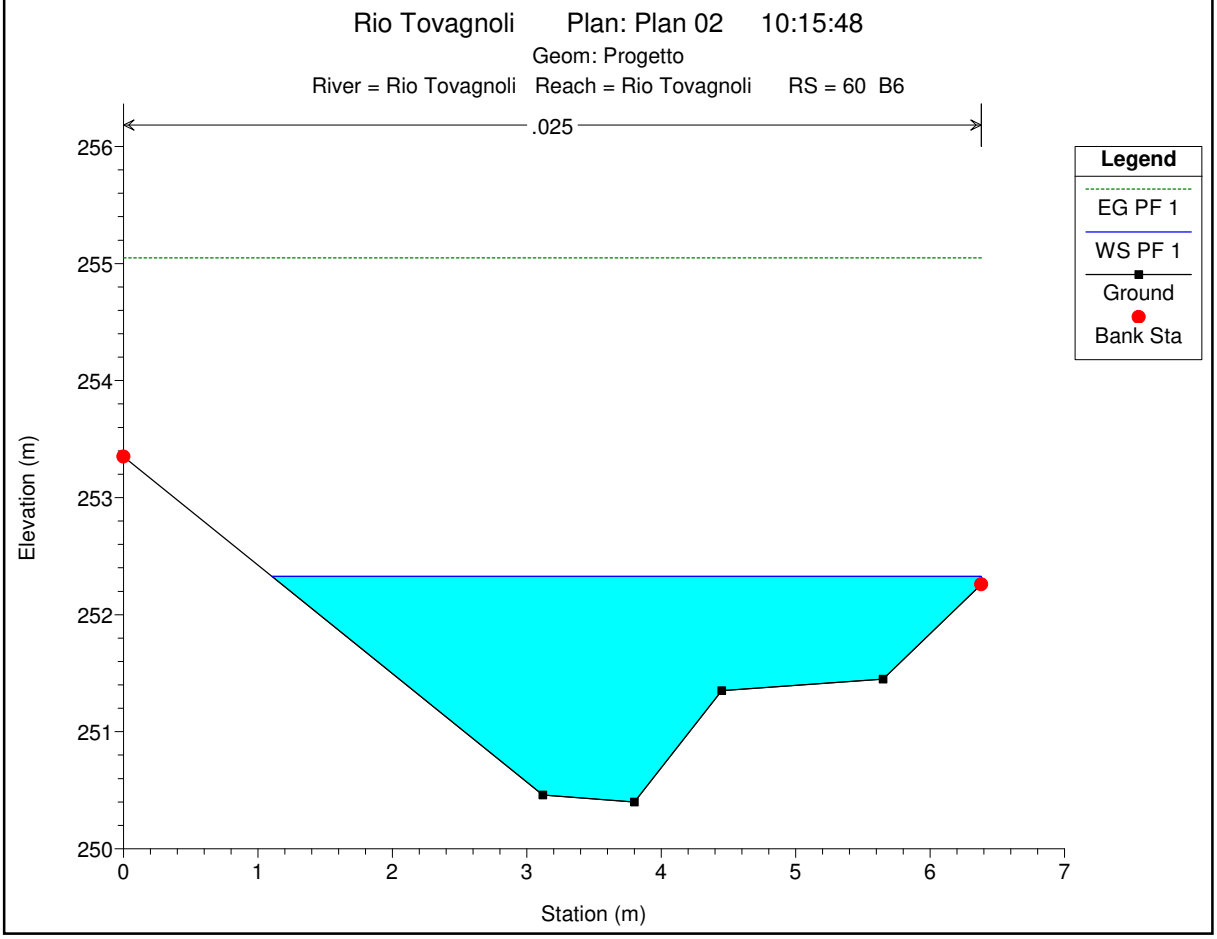


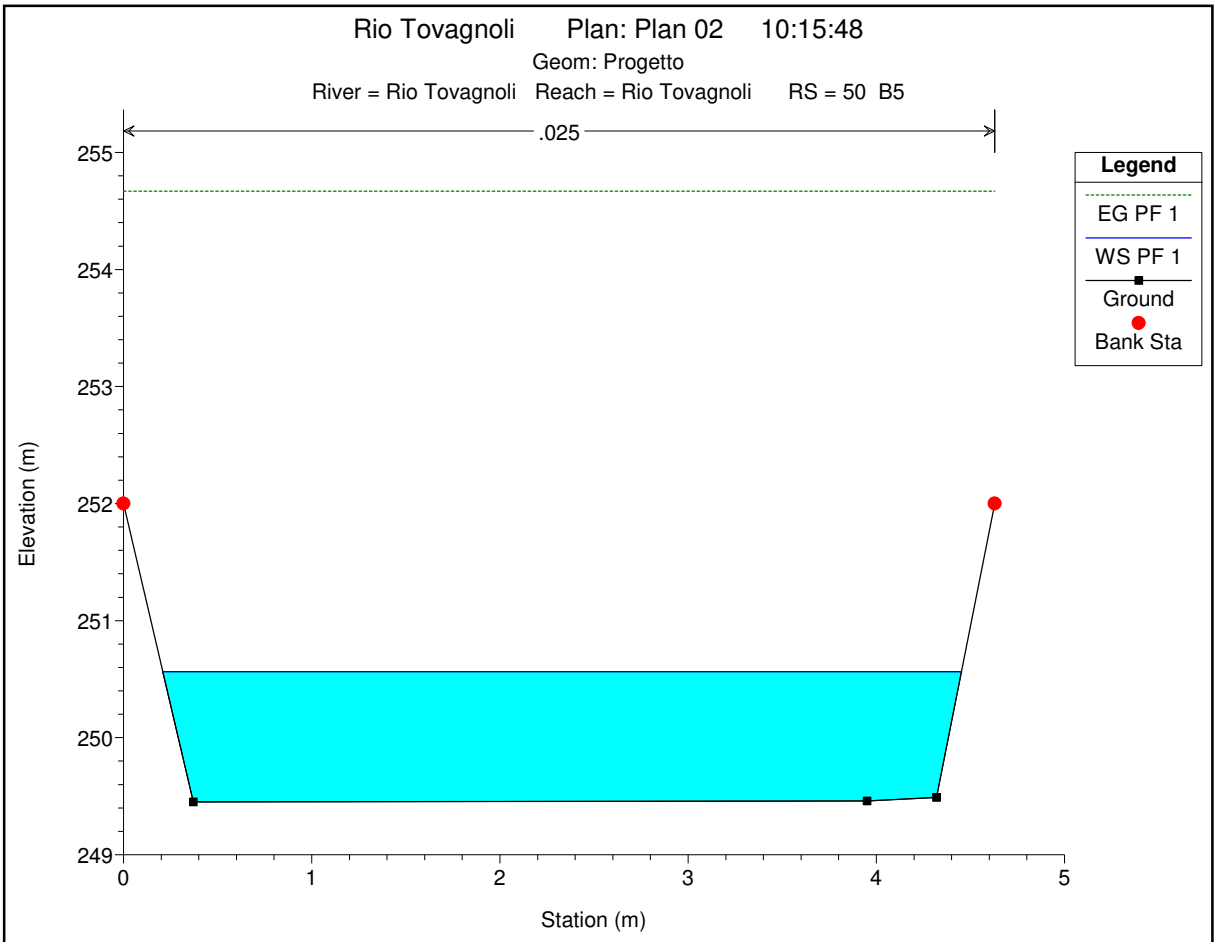
HEC-RAS Plan:

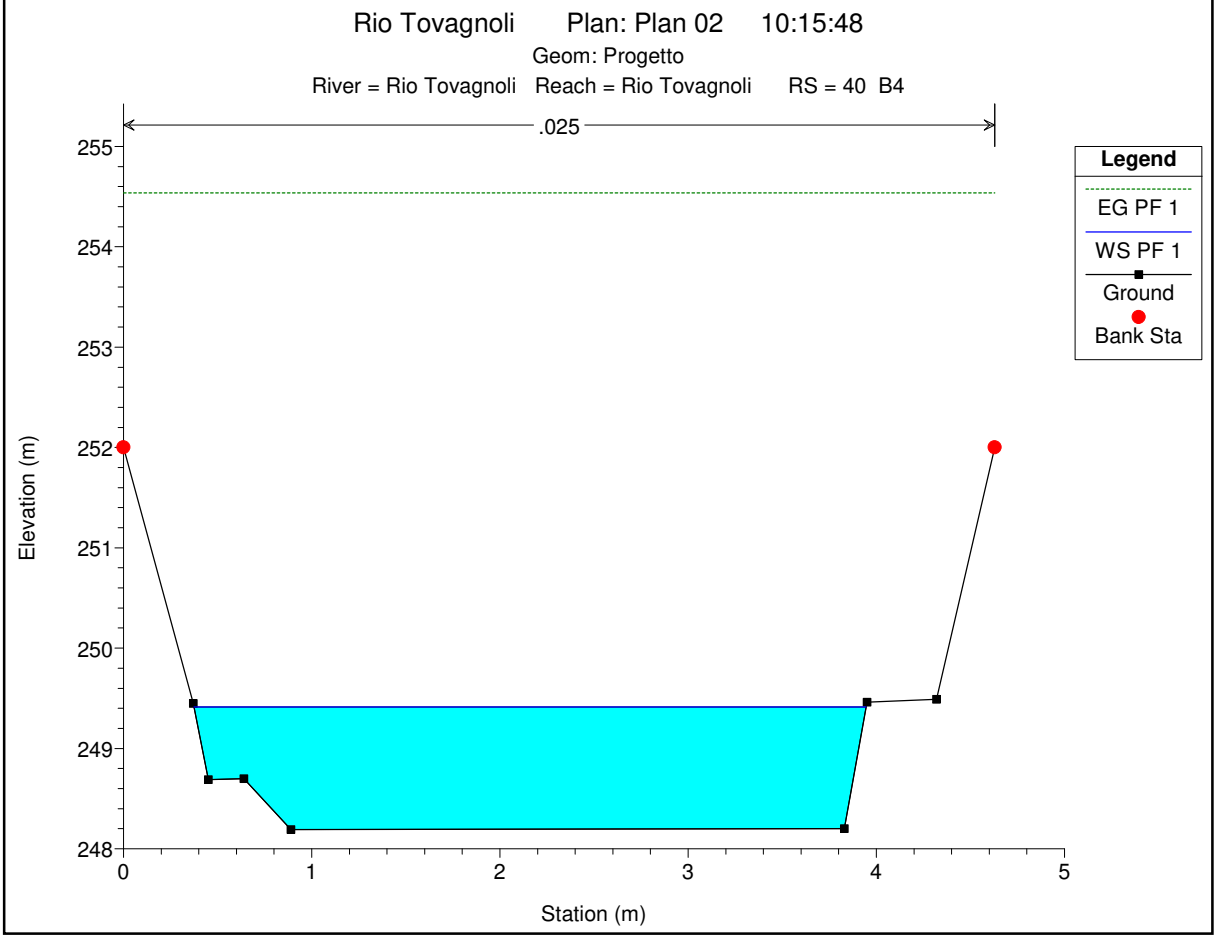
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Rio Tovagnoli	70	PF 1	40.72	252.19	254.63	254.63	255.46	0.020460	4.04	10.08	6.08	1.00
Rio Tovagnoli	60	PF 1	40.72	250.40	252.35	253.11	254.97	0.109026	7.18	5.67	5.30	2.22
Rio Tovagnoli	50	PF 1	40.72	249.45	250.62	251.61	254.30	0.165688	8.50	4.79	4.26	2.56
Rio Tovagnoli	40	PF 1	40.72	248.19	249.47	250.61	254.14	0.223955	9.58	4.25	3.67	2.84
Rio Tovagnoli	30	PF 1	40.72	247.48	251.82	250.09	252.09	0.005714	2.33	17.51	5.03	0.40
Rio Tovagnoli	25		Bridge									
Rio Tovagnoli	20	PF 1	40.72	247.53	249.01	249.76	251.56	0.102728	7.07	5.76	6.11	2.32
Rio Tovagnoli	10	PF 1	40.72	246.69	248.17	248.87	250.60	0.091693	6.92	5.89	5.54	2.14

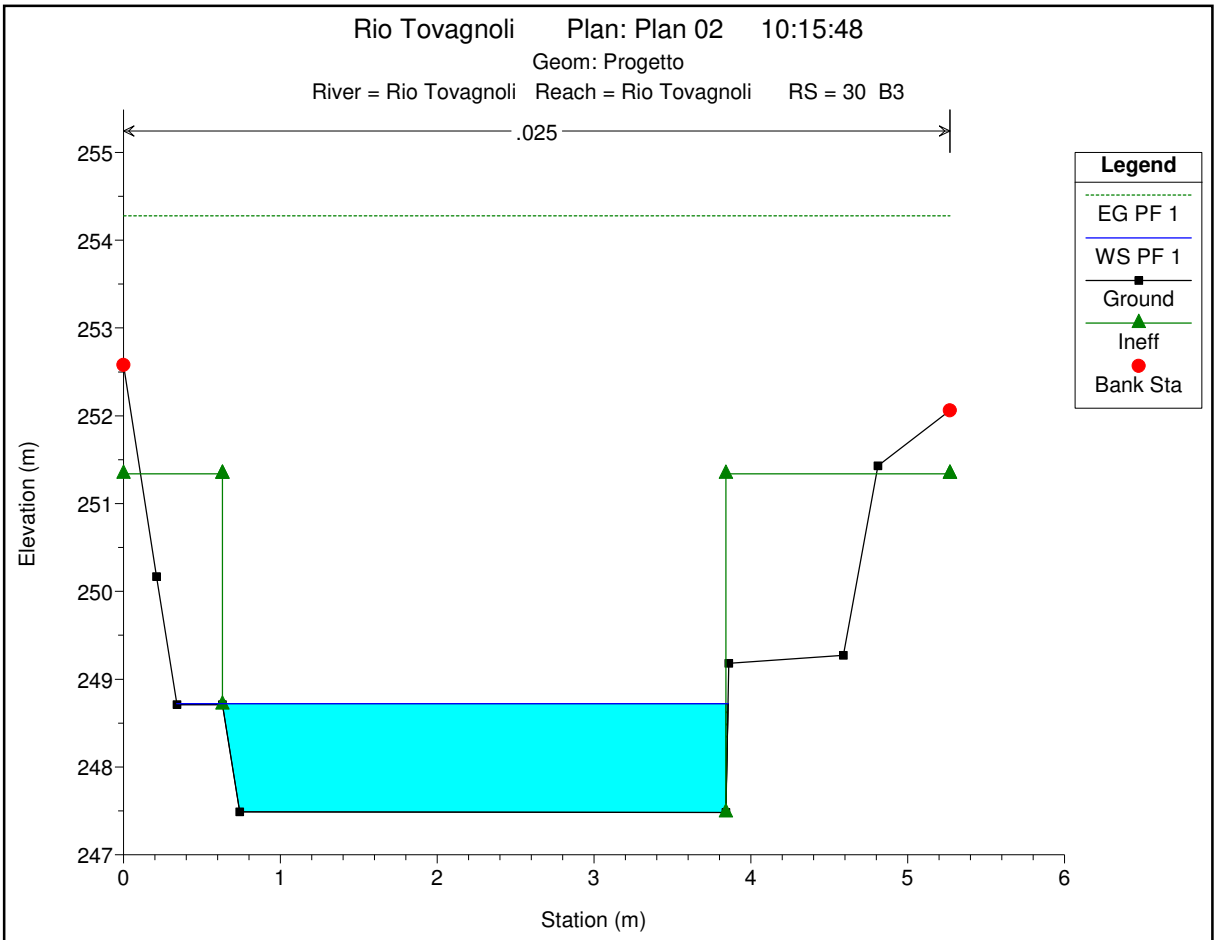

Rio Tovagnoli Plan: Plan 02 10:15:48
Geom: Progetto
Rio Tovagnoli Rio Tovagnoli
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
LOB
ROB
Elevation (m)
256
254
252
250
248
246
0
5
10
15
20
25
30
35
Main Channel Distance (m)

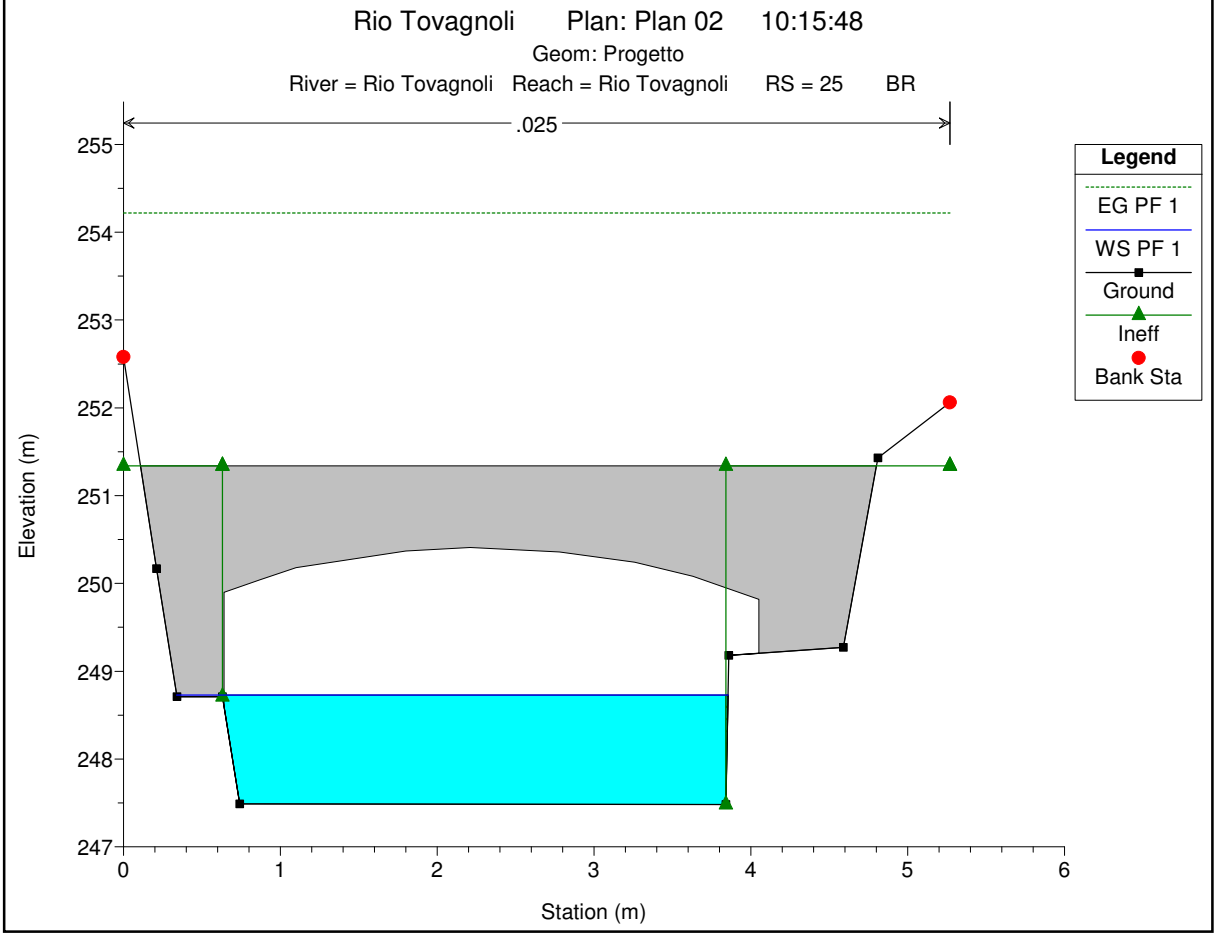

Rio Tovagnoli Plan: Plan 02 10:15:48
Geom: Progetto
River = Rio Tovagnoli Reach = Rio Tovagnoli RS = 70 B7
.04
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
255.5
255.0
254.5
254.0
253.5
253.0
252.5
252.0
0
1
2
3
4
5
6
7

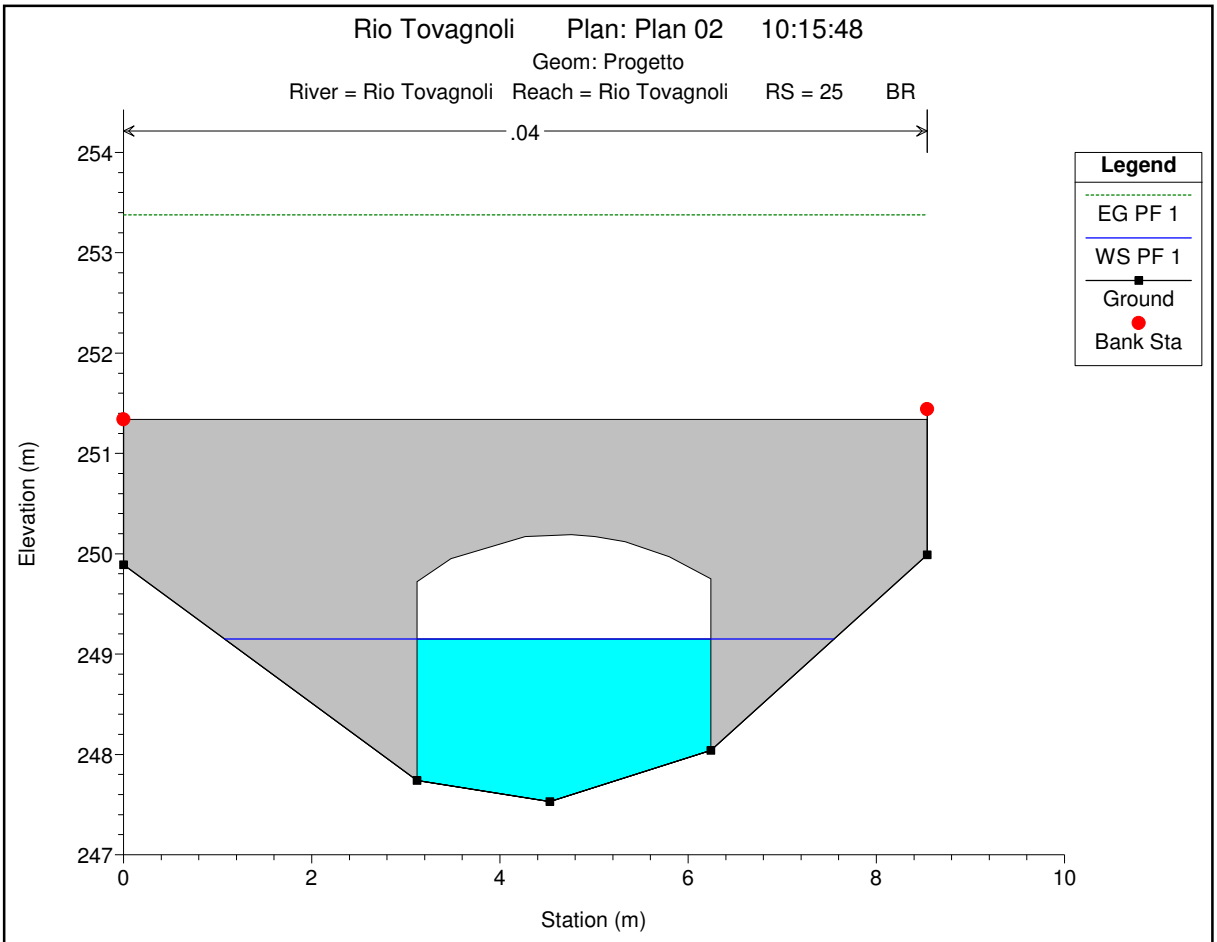

Rio Tovagnoli Plan: Plan 02 10:15:48
Geom: Progetto
River = Rio Tovagnoli Reach = Rio Tovagnoli RS = 60 B6
.025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
256
255
254
253
252
251
250
0
1
2
3
4
5
6
7

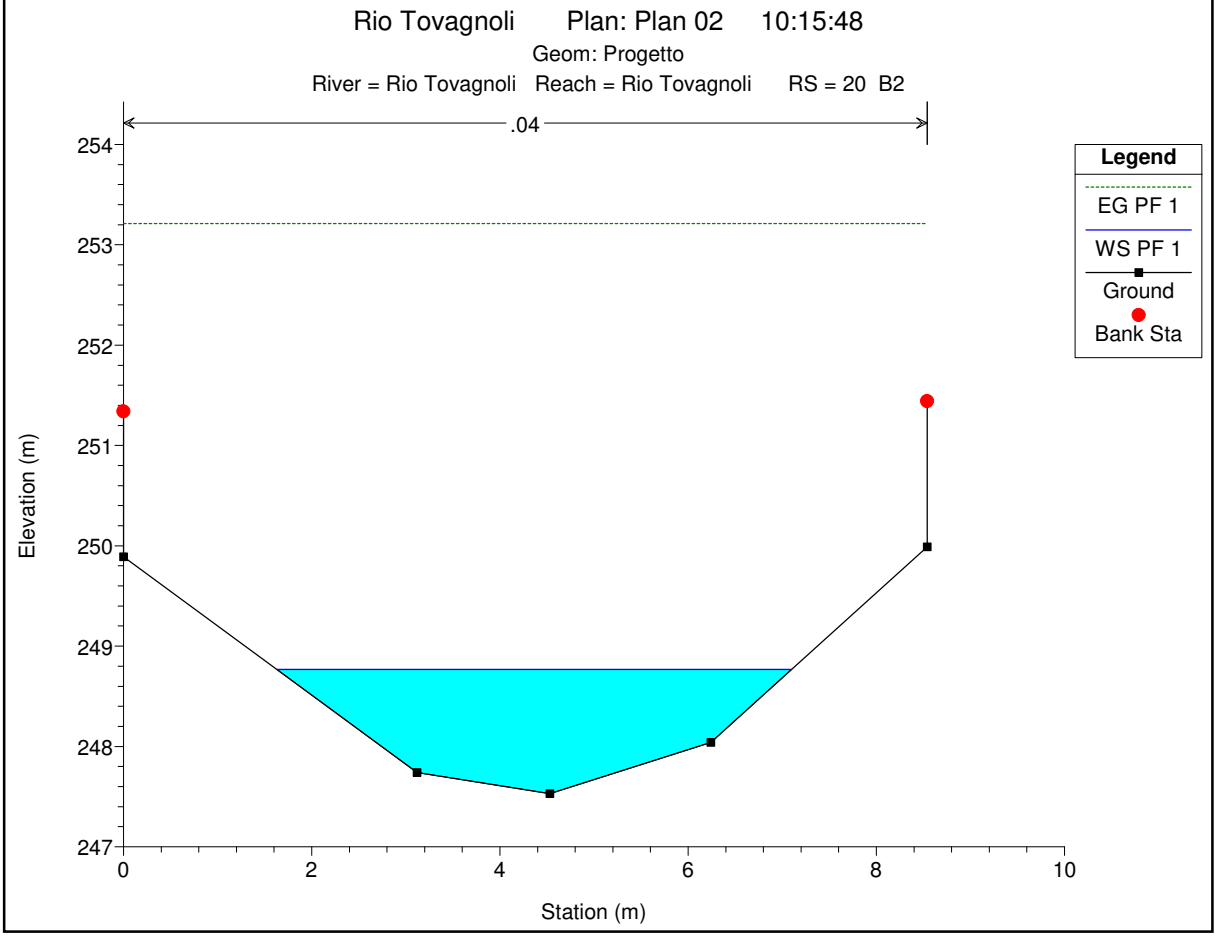

Rio Tovagnoli Plan: Plan 02 10:15:48
Geom: Progetto
River = Rio Tovagnoli Reach = Rio Tovagnoli RS = 50 B5
.025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
255
254
253
252
251
250
249
0
1
2
3
4
5

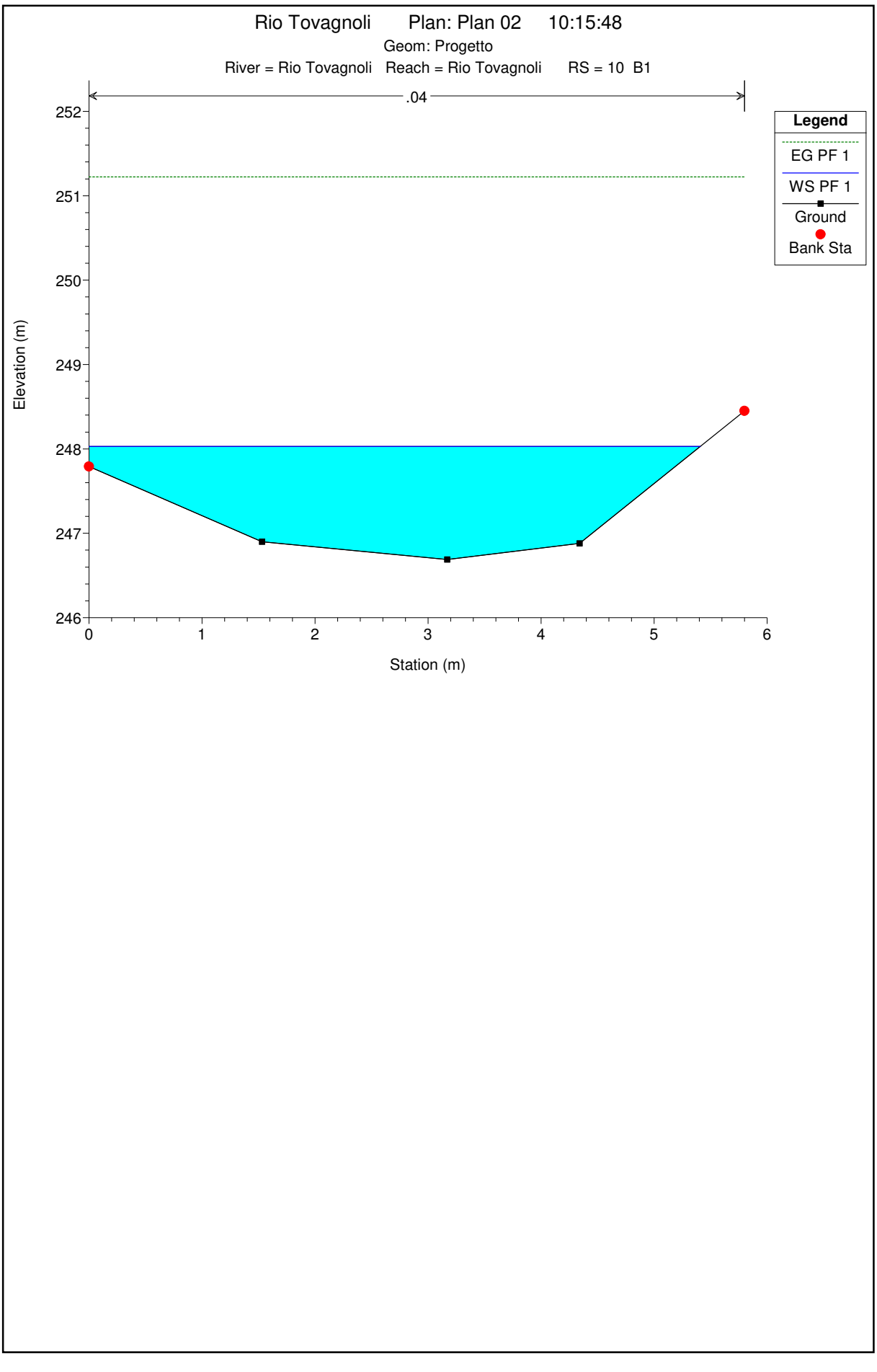

Rio Tovagnoli Plan: Plan 02 10:15:48
Geom: Progetto
River = Rio Tovagnoli Reach = Rio Tovagnoli RS = 40 B4
.025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
255
254
253
252
251
250
249
248
0
1
2
3
4
5


Rio Tovagnoli Plan: Plan 02 10:15:48
Geom: Progetto
River = Rio Tovagnoli Reach = Rio Tovagnoli RS = 30 B3
.025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Ineff
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
255
254
253
252
251
250
249
248
247
0
1
2
3
4
5
6


Rio Tovagnoli Plan: Plan 02 10:15:48
Geom: Progetto
River = Rio Tovagnoli Reach = Rio Tovagnoli RS = 25 BR
.025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Ineff
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
255
254
253
252
251
250
249
248
247
0
1
2
3
4
5
6

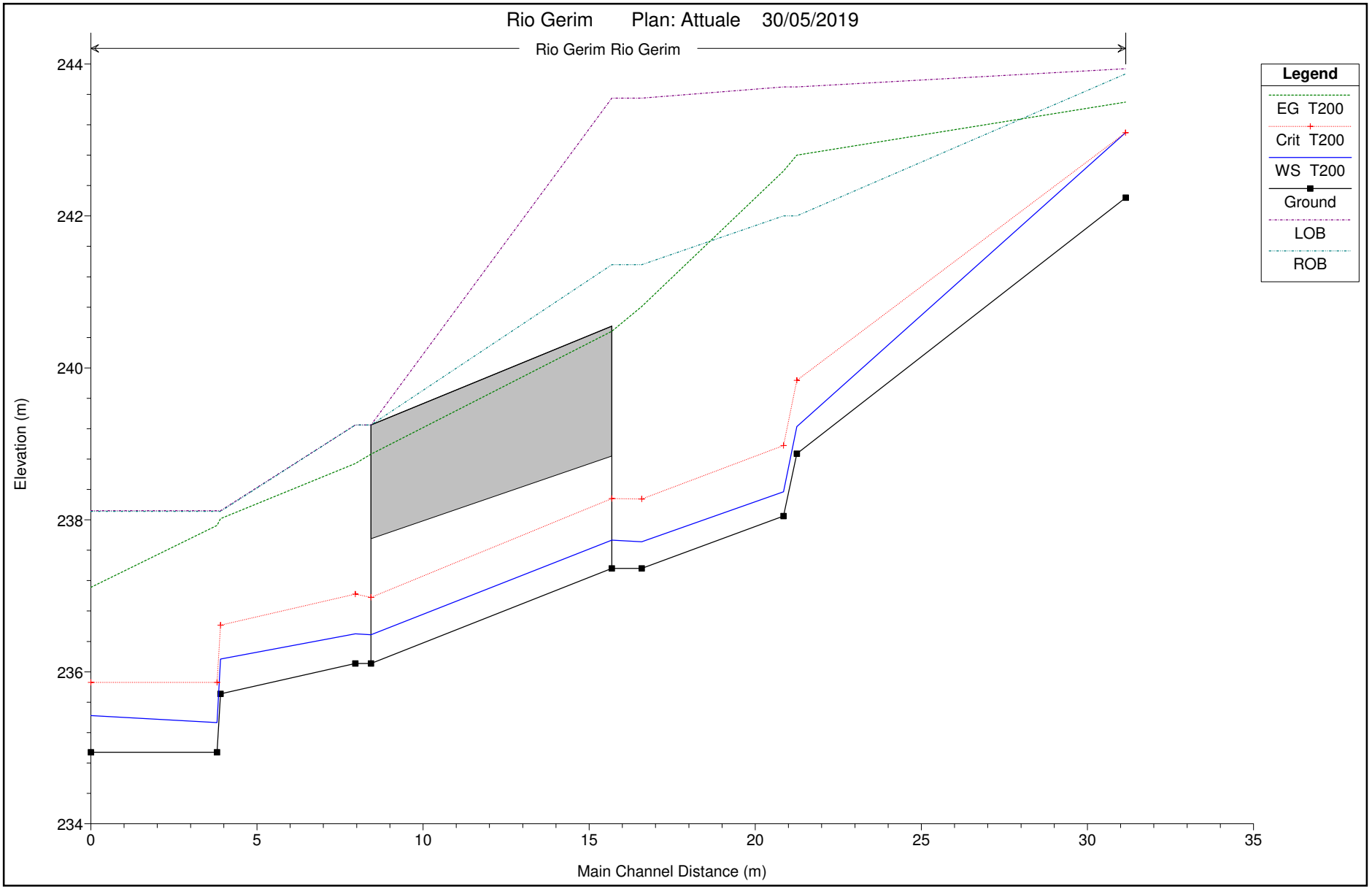

Rio Tovagnoli Plan: Plan 02 10:15:48
Geom: Progetto
River = Rio Tovagnoli Reach = Rio Tovagnoli RS = 25 BR
.04
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
254
253
252
251
250
249
248
247
0
2
4
6
8
10

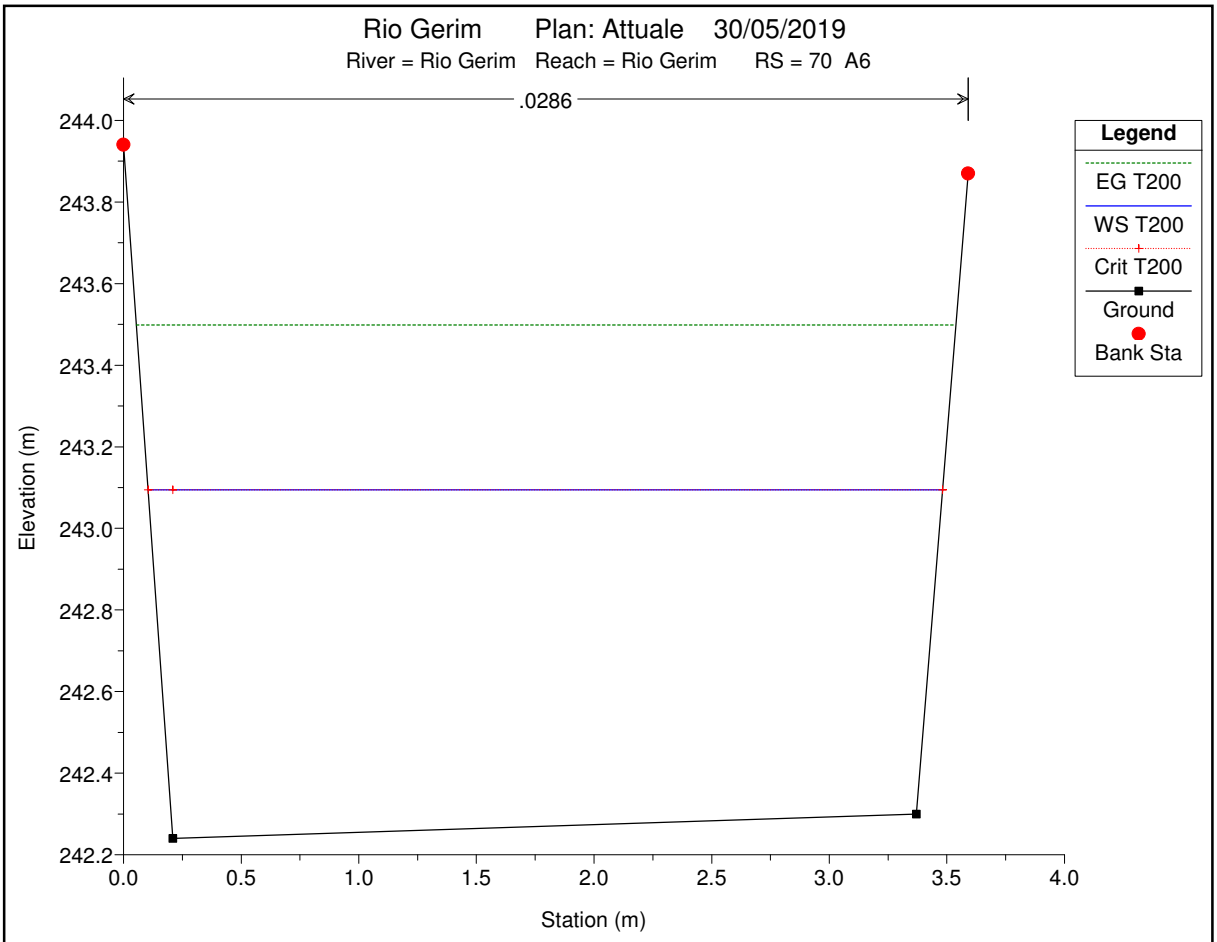

Rio Tovagnoli Plan: Plan 02 10:15:48
Geom: Progetto
River = Rio Tovagnoli Reach = Rio Tovagnoli RS = 20 B2
.04
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
254
253
252
251
250
249
248
247
0
2
4
6
8
10

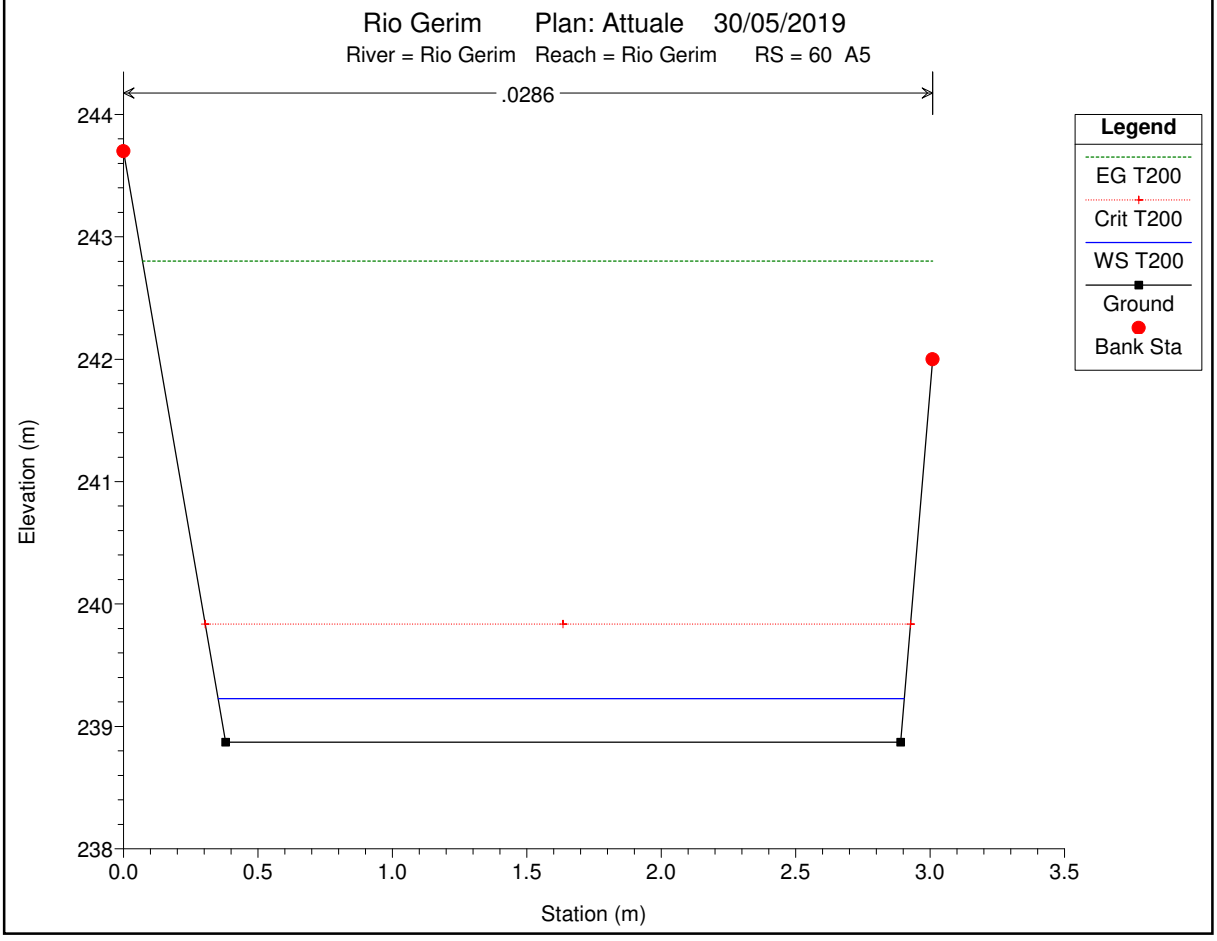

Rio Tovagnoli Plan: Plan 02 10:15:48
Geom: Progetto
River = Rio Tovagnoli Reach = Rio Tovagnoli RS = 10 B1
.04
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
252
251
250
249
248
247
246
0
1
2
3
4
5
6
Station (m)

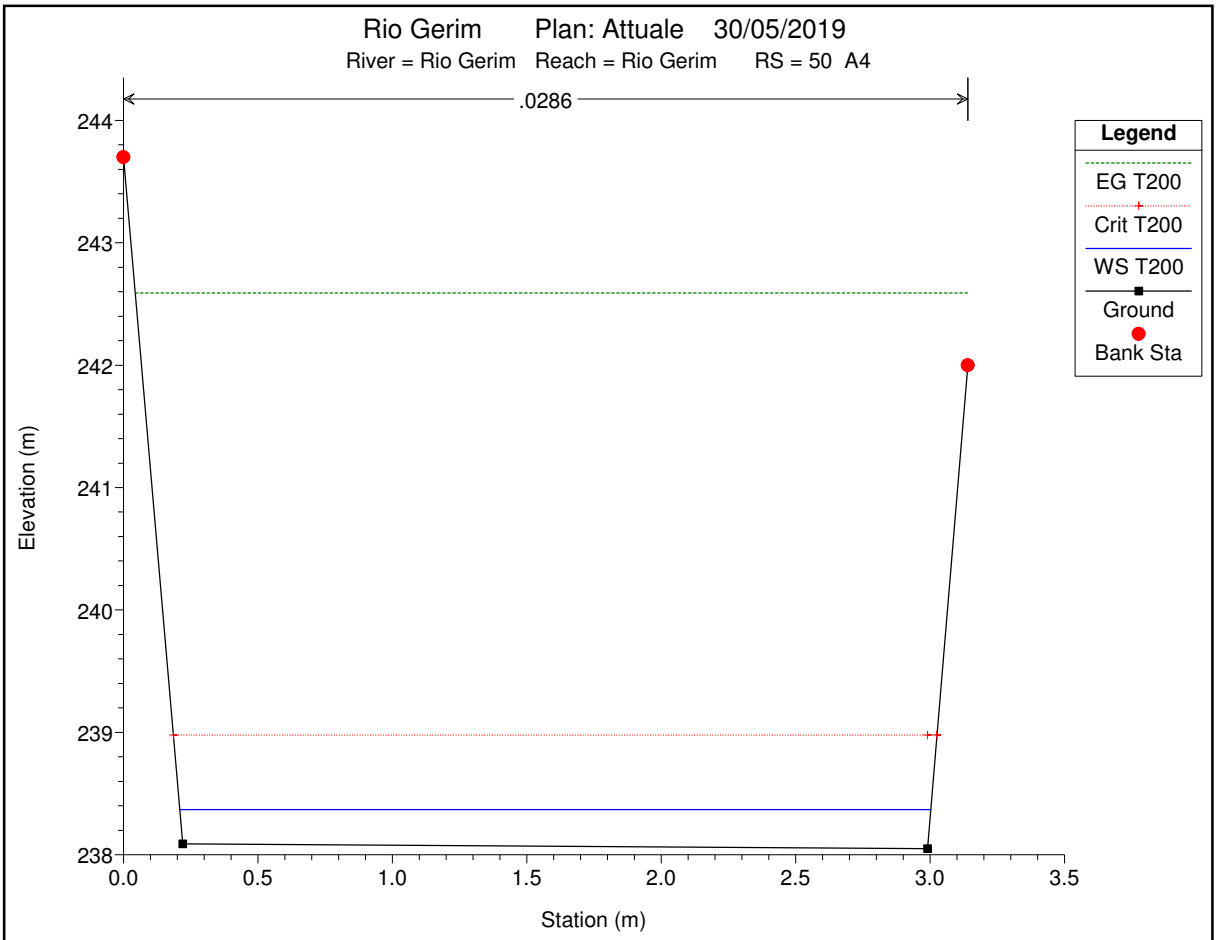
HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Rio Tovagnoli Reach: Rio Tovagnoli Profile: PF 1

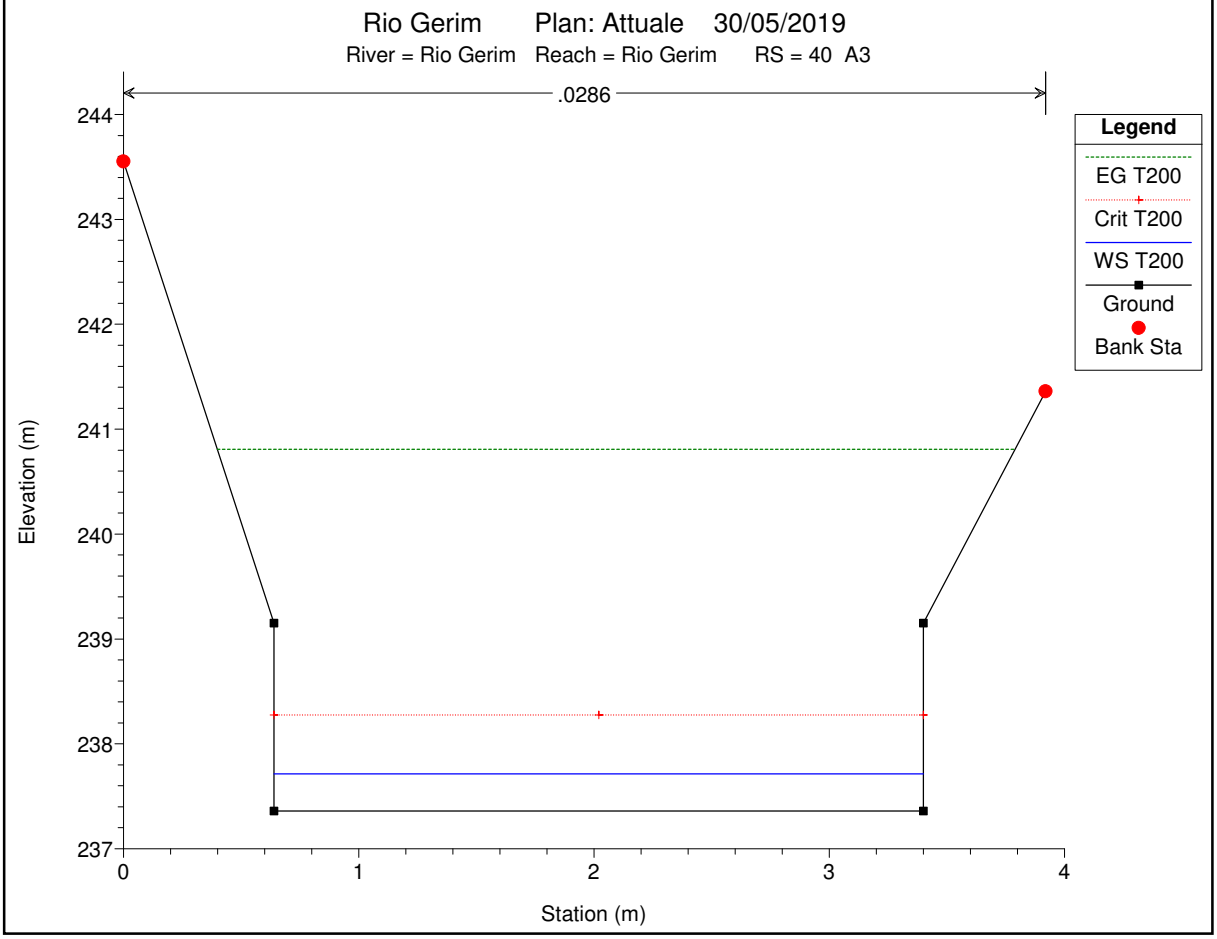
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Rio Tovagnoli	70	PF 1	40.72	252.19	254.63	254.63	255.46	0.020460	4.04	10.08	6.08	1.00
Rio Tovagnoli	60	PF 1	40.72	250.40	252.33	253.11	255.05	0.044770	7.31	5.57	5.28	2.27
Rio Tovagnoli	50	PF 1	40.72	249.45	250.56	251.61	254.67	0.075690	8.98	4.54	4.24	2.77
Rio Tovagnoli	40	PF 1	40.72	248.19	249.41	250.61	254.54	0.097575	10.03	4.06	3.57	3.00
Rio Tovagnoli	30	PF 1	40.72	247.48	248.72	250.05	254.28	0.078272	10.44	3.90	3.52	3.02
Rio Tovagnoli	25		Bridge									
Rio Tovagnoli	20	PF 1	40.72	247.53	248.77	249.76	253.21	0.220824	9.34	4.36	5.47	3.34
Rio Tovagnoli	10	PF 1	40.72	246.69	248.03	248.87	251.22	0.134837	7.92	5.14	5.41	2.59

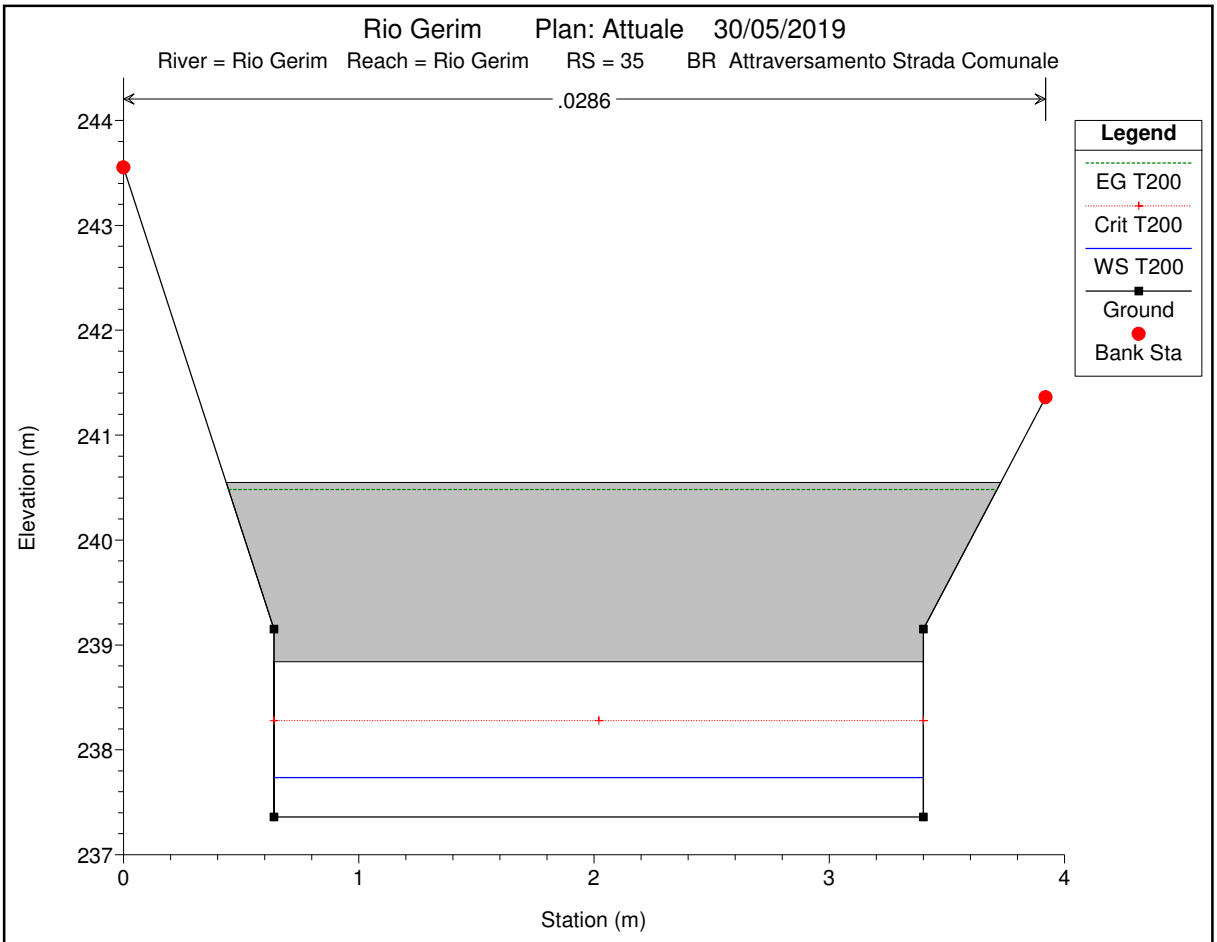

Rio Gerim Plan: Attuale 30/05/2019
Rio Gerim Rio Gerim
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
LOB
ROB
Elevation (m)
244
242
240
238
236
234
0
5
10
15
20
25
30
35
Main Channel Distance (m)

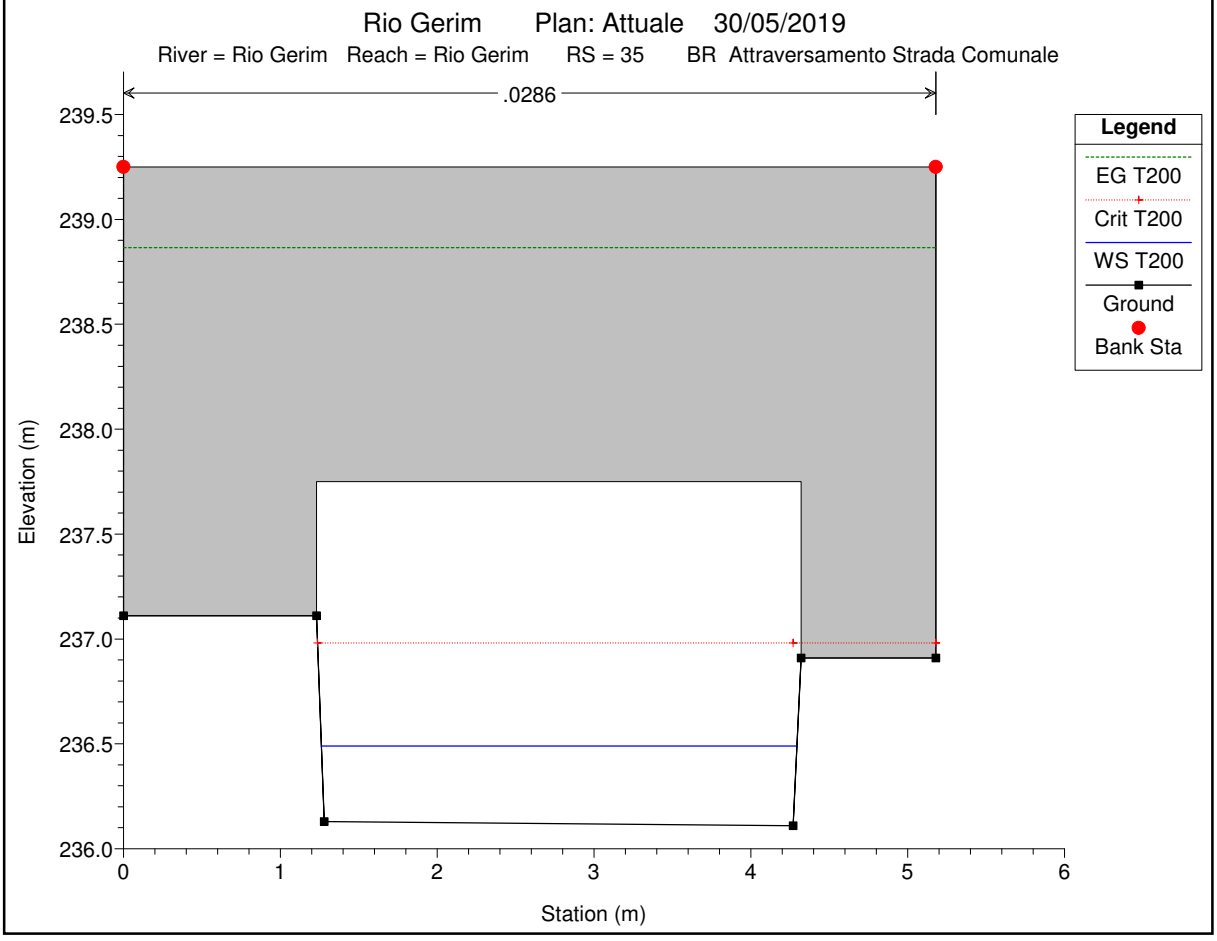

Rio Gerim Plan: Attuale 30/05/2019
River = Rio Gerim Reach = Rio Gerim RS = 70 A6
.0286
Legend
EG T200
WS T200
Crit T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
244.0
243.8
243.6
243.4
243.2
243.0
242.8
242.6
242.4
242.2
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0

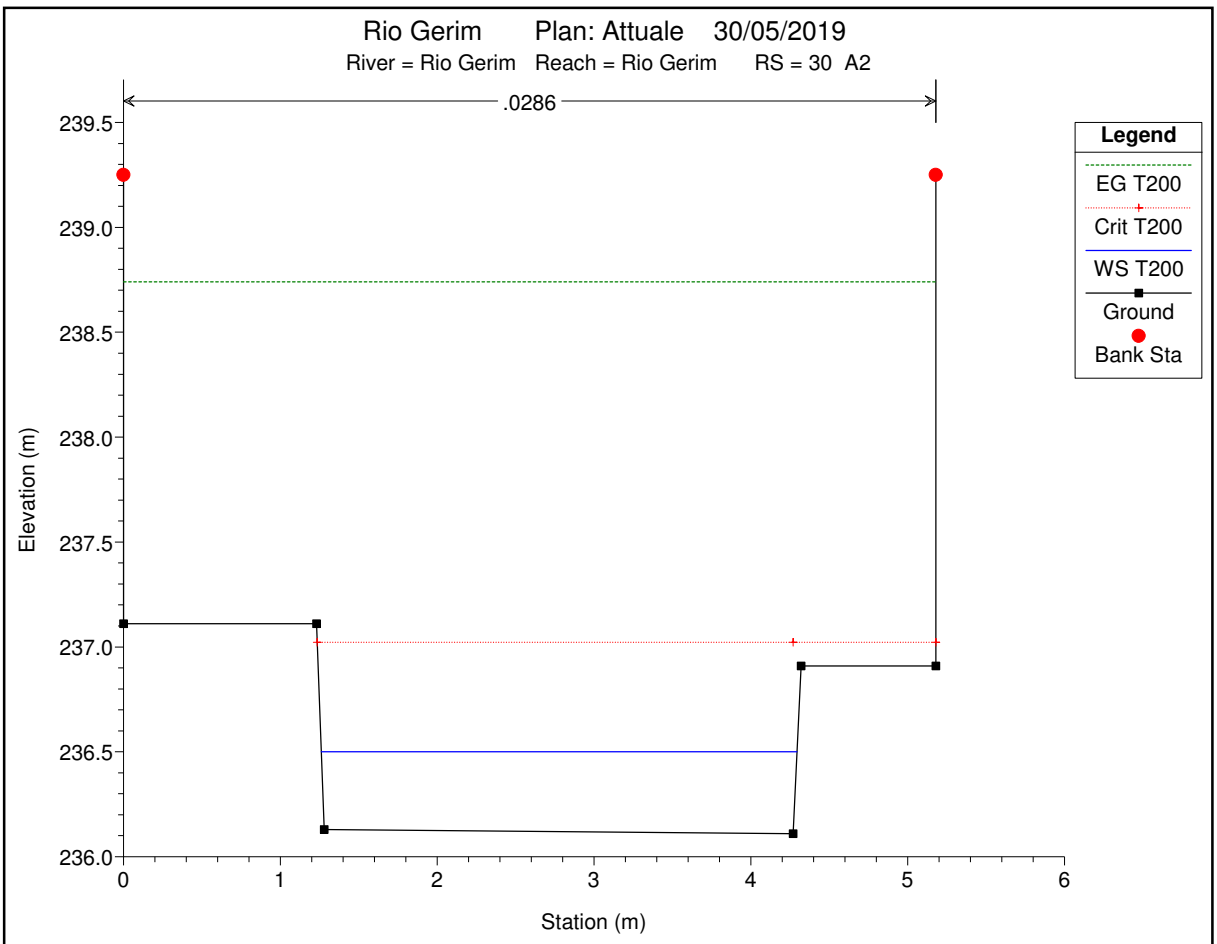

Rio Gerim Plan: Attuale 30/05/2019
River = Rio Gerim Reach = Rio Gerim RS = 60 A5
.0286
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
244
243
242
241
240
239
238
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5

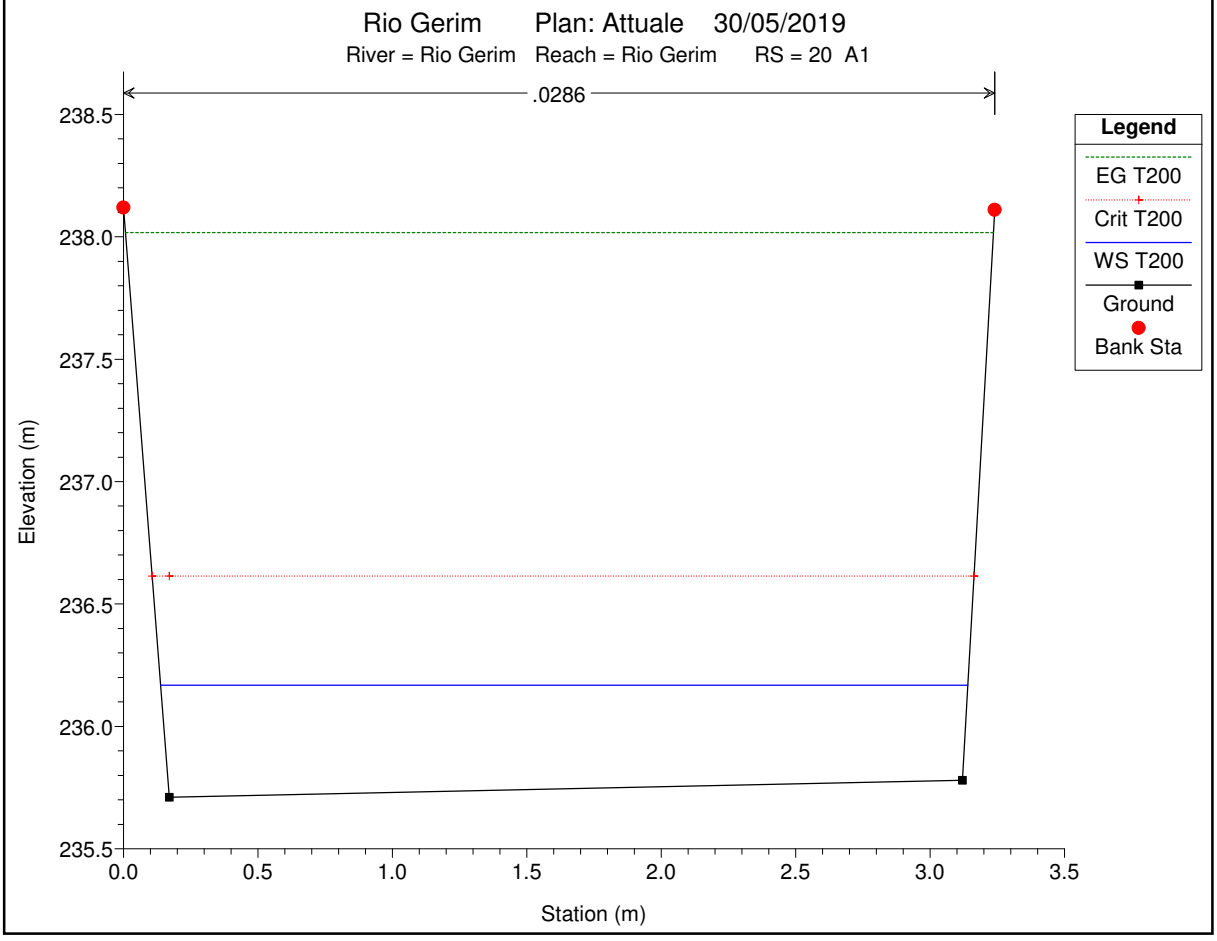

Rio Gerim Plan: Attuale 30/05/2019
River = Rio Gerim Reach = Rio Gerim RS = 50 A4
.0286
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
244
243
242
241
240
239
238
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5

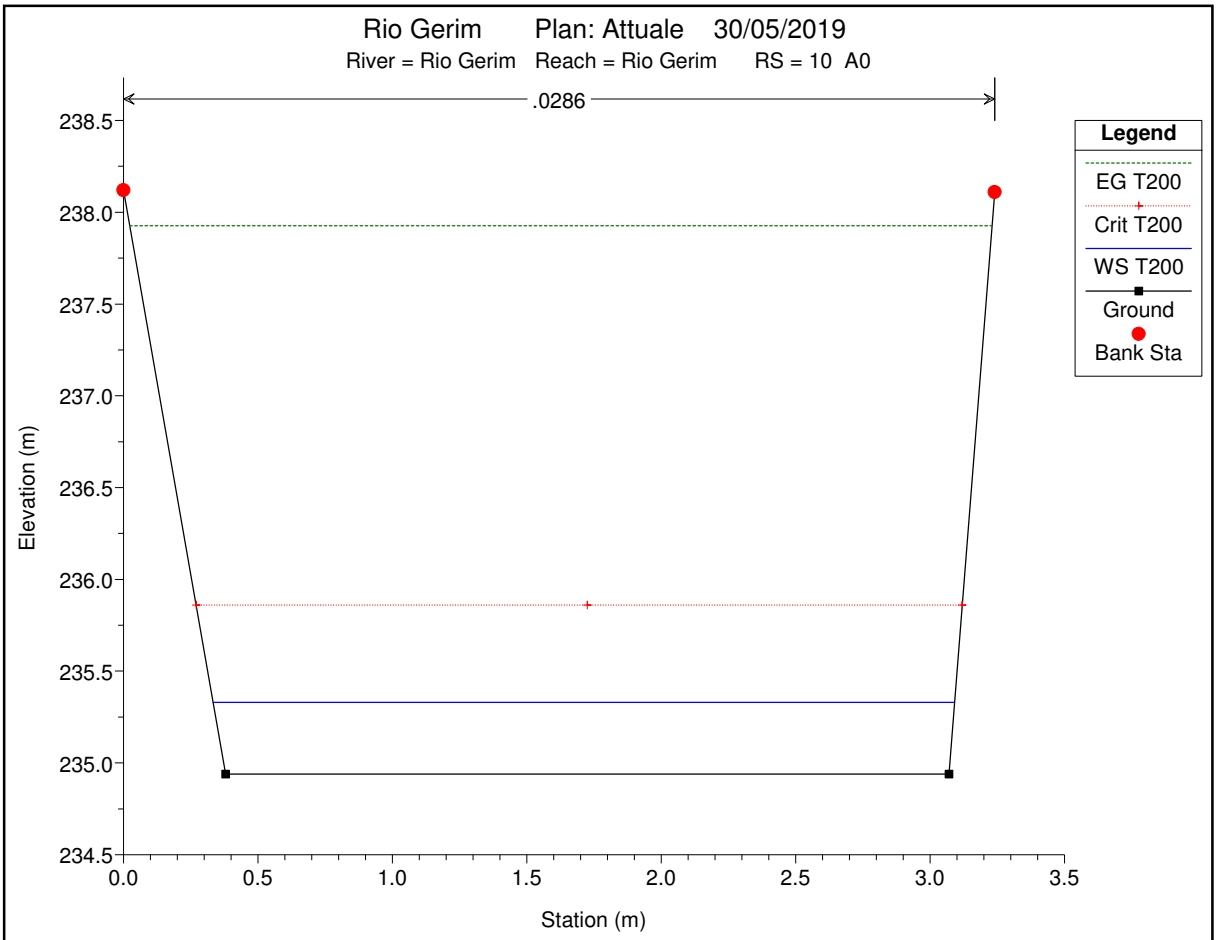

Rio Gerim Plan: Attuale 30/05/2019
River = Rio Gerim Reach = Rio Gerim RS = 40 A3
.0286
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
244
243
242
241
240
239
238
237
0
1
2
3
4

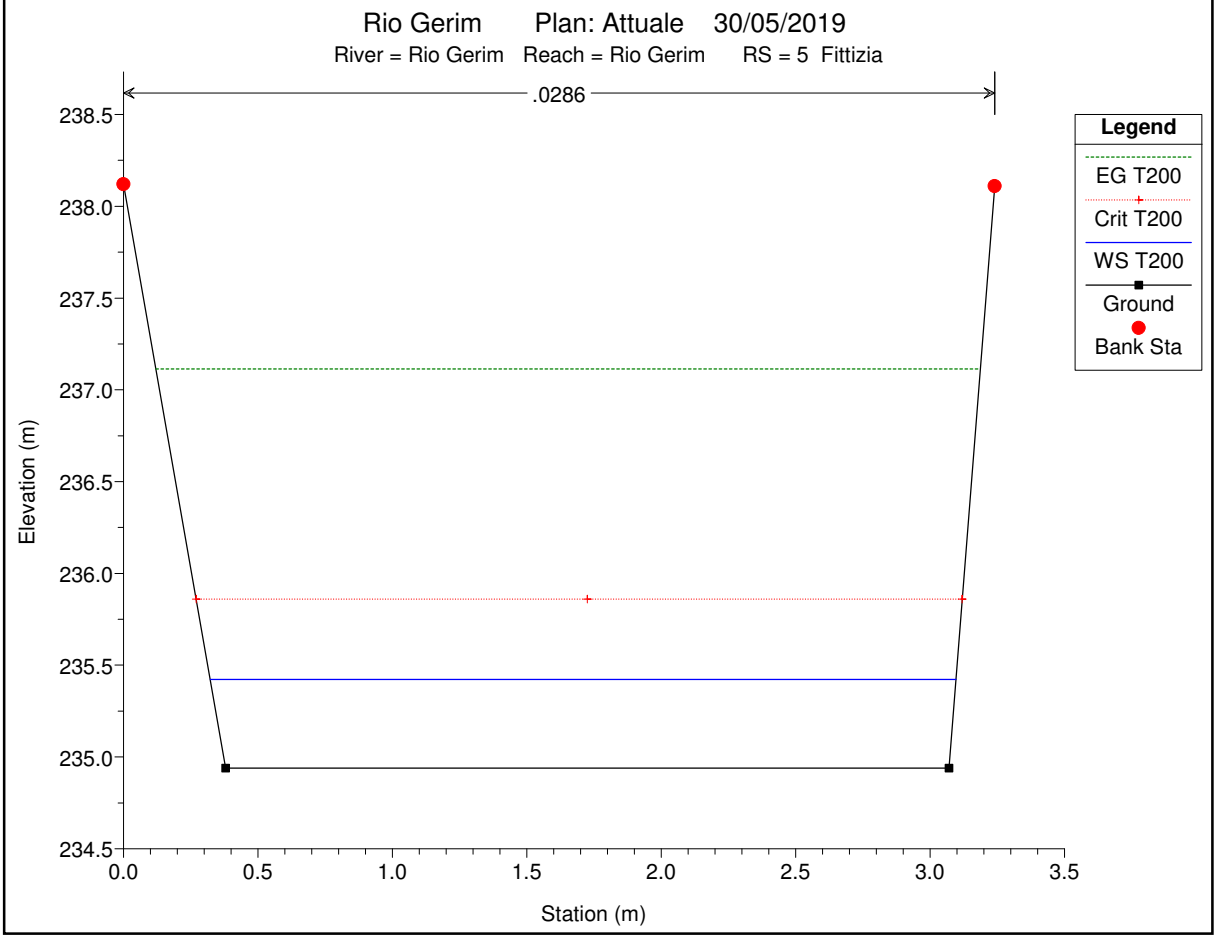

Rio Gerim Plan: Attuale 30/05/2019
River = Rio Gerim Reach = Rio Gerim RS = 35 BR Attraversamento Strada Comunale
.0286
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Rio Gerim Plan: Attuale 30/05/2019
River = Rio Gerim Reach = Rio Gerim RS = 35 BR Attraversamento Strada Comunale
.0286
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Rio Gerim Plan: Attuale 30/05/2019
River = Rio Gerim Reach = Rio Gerim RS = 30 A2
.0286
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
239.5
239.0
238.5
238.0
237.5
237.0
236.5
236.0
0
1
2
3
4
5
6


Rio Gerim Plan: Attuale 30/05/2019
River = Rio Gerim Reach = Rio Gerim RS = 20 A1
.0286
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
238.5
238.0
237.5
237.0
236.5
236.0
235.5
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5


Rio Gerim Plan: Attuale 30/05/2019
River = Rio Gerim Reach = Rio Gerim RS = 10 A0
.0286
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
238.5
238.0
237.5
237.0
236.5
236.0
235.5
235.0
234.5
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5


Rio Gerim Plan: Attuale 30/05/2019
River = Rio Gerim Reach = Rio Gerim RS = 5 Fittizia
.0286
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
238.5
238.0
237.5
237.0
236.5
236.0
235.5
235.0
234.5
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5

HEC-RAS Plan:

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)	
Rio Gerim	70	T200	7.59	242.24	243.09	243.09	243.50	0.014092	2.82	2.70	3.38	1.01
Rio Gerim	60	T200	7.59	238.87	239.23	239.84	242.80	0.312150	8.38	0.91	2.55	4.49
Rio Gerim	50	T200	7.59	238.05	238.37	238.98	242.59	0.436303	9.10	0.83	2.79	5.32
Rio Gerim	40	T200	7.59	237.36	237.71	238.27	240.81	0.270075	7.79	0.97	2.76	4.19
Rio Gerim	35		Bridge									
Rio Gerim	30	T200	7.59	236.11	236.50	237.02	238.74	0.175120	6.63	1.14	3.03	3.45
Rio Gerim	20	T200	7.59	235.71	236.17	236.61	238.02	0.129321	6.02	1.26	3.00	2.97
Rio Gerim	10	T200	7.59	234.94	235.33	235.86	237.93	0.202022	7.14	1.06	2.76	3.67
Rio Gerim	5	T200	7.59	234.94	235.42	235.86	237.11	0.105933	5.76	1.32	2.77	2.67