

COMUNE DI BRESCIA - *Assessorato all'Urbanistica e Pianificazione per lo sviluppo sostenibile - Area Pianificazione urbana e Mobilità - Settore Urbanistica*

SINDACO

Dott. Emilio Del Bono

ASSESSORE

Prof. Ing. Michela Tiboni

DIRIGENTE

Arch. Gianpiero Ribolla

UFFICIO DI PIANO

Arch. Fabio Gavazzi

Arch. Laura Treccani

CONSULENTI

Dott. Geol. Davide Gasparetti

Dott. Geol. Gianantonio Quassoli

Ing. Giuseppe Rossi

ADEGUAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PGT AL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (P.G.R.A.) (D.G.R. 19 GIUGNO 2017 N. 9/6738)



**V.I.-ALALL
04L-01A**

**RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA
(GARZETTA)**

Scala

Data

GENNAIO 2018

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	3
2	AMBITO TERRITORIALE	3
2.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE E IDROGRAFICO.....	3
2.2	CARATTERISTICHE DELLA RETE IDROGRAFICA	6
2.2.1.	Torrente Garzetta	6
2.2.2.	Rio Val Bottesa.....	12
2.3	INDIVIDUAZIONE DELLE AREE ALLAGABILI OGGETTO DELLO STUDIO IDRAULICO.....	15
3	ANALISI IDROLOGICA	18
3.1	METODO DI CALCOLO.....	18
3.2	INDIVIDUAZIONE DEI BACINI E DELLE SEZIONI DI CHIUSURA PER IL CALCOLO	19
3.3	TEMPO DI RITORNO - PIOGGIA DI RIFERIMENTO.....	20
3.4	DEPURAZIONE DALLE PERDITE IDROLOGICHE.....	24
3.5	ELABORAZIONI IDROLOGICHE	25
3.5.1.	Bacino n°1 - t. Garzetta di Costalunga (Nord) - Sez. di chiusura N1.....	25
3.5.2.	Bacino n°2 – t. Garzetta di Costalunga (Sud) - Sez. di chiusura N2.....	29
3.5.3.	Bacino n°3 – Rio Val Bottesa - Sez. di chiusura N3.....	33
4	STUDIO IDRAULICO	37
4.1	PREMESSA	37
4.2	MODELLO DI CALCOLO.....	37
4.2.1.	Torrente Garzetta di Costalunga	37
4.2.2.	Rio Val Bottesa.....	41
4.3	SCABREZZE E COEFFICIENTI DI EFFLUSSO	42
4.4	CONDIZIONI AL CONTORNO. FLUSSI IN INGRESSO.....	43
4.4.1.	Torrente Garzetta di Costalunga	43
4.4.2.	Rio Val Bottesa.....	44
4.5	MODELLAZIONE IDRAULICA	46
4.5.1.	Torrente Garzetta di Costalunga	46
4.5.2.	Torrente Rio Val Bottesa	54
4.6	RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI.....	59
5	ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ	61
6	ZONAZIONE DEL RISCHIO	61
7	SCHEMI GRAFICI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA – T. GARZETTA	62
8	SCHEMI GRAFICI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA – RIO VAL BOTTESA	105

1 INTRODUZIONE

La presente relazione illustra l'analisi idrologica e lo studio idraulico compiuti nell'ambito territoriale del Comune di Brescia, interessato dalle possibili esondazione del torrente Garzetta di Costalunga e del rio Val Bottesa durante le piene, al fine di accertare il livello di pericolosità idraulica esistente nelle aree esondabili ed il rischio idraulico cui sono soggette le zone edificate.

L'analisi idrologica e lo studio idraulico sono svolti secondo il procedimento illustrato nella relazione di inquadramento metodologico (all. V.I.-Alall041-00). Nel seguito di questa relazione, si riportano gli sviluppi delle varie fasi degli studi, in forma sintetica e schematica, riassuntiva delle numerose e complesse elaborazioni eseguite.

2 AMBITO TERRITORIALE

2.1 Inquadramento territoriale e idrografico

Il presente studio riguarda la parte del territorio comunale di Brescia, Zona Nord – Quartiere Mompiano, con particolare riferimento all'area urbana pedecollinare della Costalunga (Rif. *Fig. 1 – Planimetria d'inquadramento*).

Il drenaggio delle acque meteoriche lungo i versanti del Monte Maddalena esposti ad ovest, dà origine ai due corsi d'acqua, a carattere torrentizio, denominati torrente Garzetta di Costalunga e rio Val Bottesa, i quali terminano il loro percorso nella zona urbana della Costalunga, prima di confluire, in due punti distinti, nel ricettore fiume Celato, a sua volta tributario del torrente Garza, in Città (Rif. Carta della rete idrografica e dei bacini - allegato V.I.-ALall041-02a).

Questo ambito territoriale non è interessato dalla pianificazione di bacino, bensì entrambi i corsi d'acqua appartengono al Reticolo idrico minore (RIM) di competenza comunale, come individuato nell'elaborato tecnico approvato dall'Amministrazione comunale ai sensi della DGR 25 Gennaio 2002, n. VII/7868 e s.m.i.

Figura n°2.1.1 - Planimetria d'inquadramento

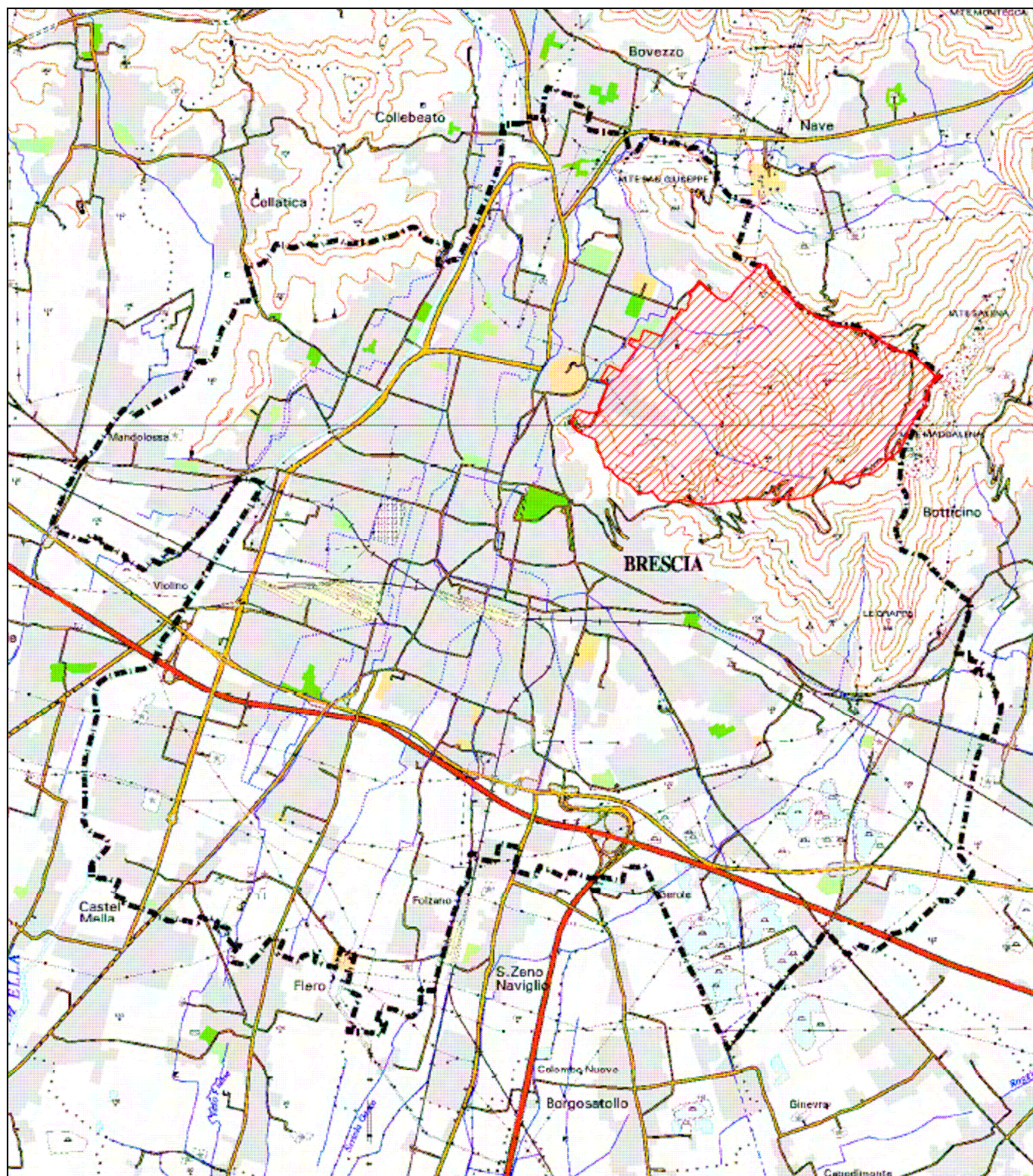
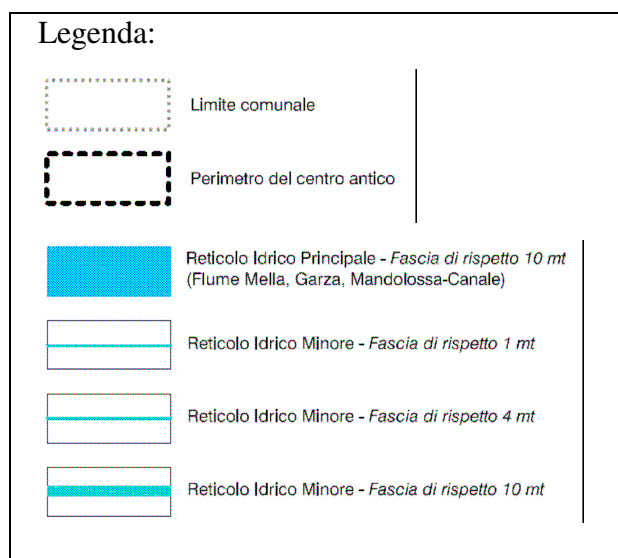
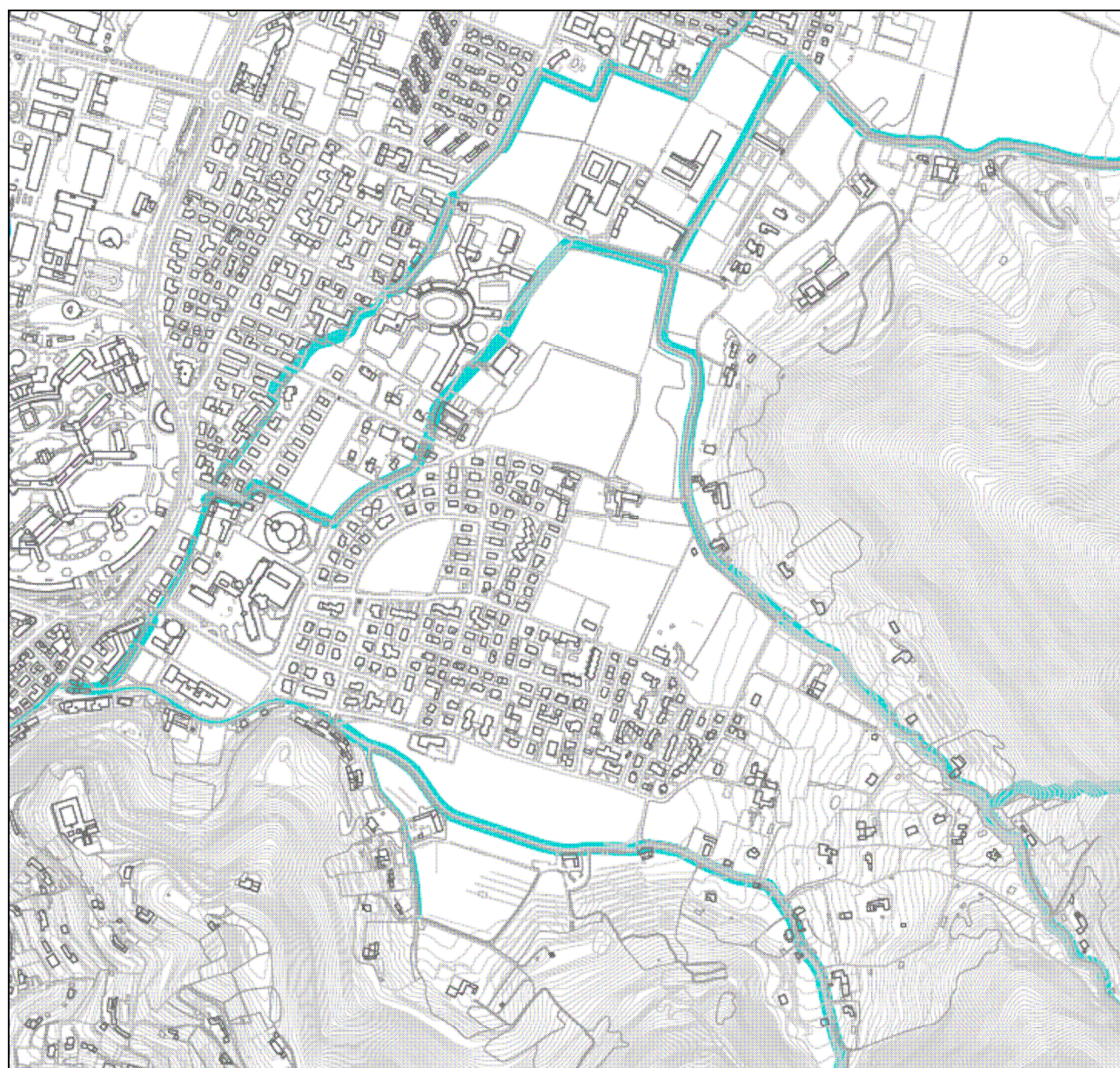


Figura n°2.1.2 - Stralcio carta RIM



2.2 Caratteristiche della rete idrografica

2.2.1. Torrente Garzetta

Il torrente Garzetta di Costalunga è formato dall'unione di due rami principali, identificati nel presente studio come *Ramo nord*, alimentato dalle valli Persane, Fredda e Renada, e *Ramo sud*, proveniente dalla valle Fontanelle.

Versanti collinari della Garzetta



Il corso del t. Garzetta è composto da due tronchi nettamente distinti fra loro, per quanto riguarda l'assetto degli alvei e le trasformazioni indotte dalle sistemazioni artificiali. Il primo tronco, dalle origini fino alla pianura pedecollinare, si trova allo stato naturale, con alvei incisi lungo i versanti boscati delle pendici montuose, scarsamente antropizzati specialmente alle quote maggiori ed in buono stato ecologico.

Garzetta Ramo sud – Tronco pensile



Raggiunto il fondo valle, entrambi i successivi rami dei corsi d'acqua hanno subito, in tempi remoti, radicali trasformazioni nell'assetto strutturale, che tutt'ora li contraddistinguono, con lo scopo di canalizzare gli alvei e di impedire l'erosione delle acque nel territorio attraversato. Per lunghi tratti, infatti, il profilo dei piani di scorrimento delle acque è pensile rispetto alla giacitura dei terreni limitrofi, e gli alvei sono arginati con muri di contenimento regolari e continui, per lo più in pietrame e malta di cemento.

Garzetta Ramo nord – Tronco montano



Il torrente Garzetta raccoglie le acque del bacino imbrifero costituito dalle pendici montuose del Monte Maddalena, rivolte a nord ovest. Esso alimenta la portata d'acqua nei propri solchi vallivi solo in periodo di pioggia, rimanendo normalmente asciutta l'intera rete drenante nella maggior

parte dell'anno, ad eccezione di alcuni brevi tratti alle quote maggiori, ove il modesto deflusso d'acqua è alimentato da piccole sorgenti naturali, laddove il fondo del torrente è in roccia affiorante.

La morfologia del rilievo montuoso dà origine a due rami distinti del torrente, entrambi denominati Garzetta, confluenti in un unico corso all'inizio della pianura, al ponte di Via della Garzetta, presso il Centro Sportivo Club Azzurri, poco prima dell'area dell'ex Seminario Vescovile.

Il ramo a nord sottende la maggior parte del bacino, attraverso gli impluvi della Valle Persane e della Valle Fredda, mentre il ramo a sud raccoglie le sole acque della Valle Fontanelle, di minore estensione.

La rete idrografica è discretamente sviluppata e ramificata, specialmente nella parte a nord, corrispondente alla Garzetta delle Valli Persane e Fredda, in cui il maggiore percorso lungo l'asta principale, dalla quota massima alla sezione di chiusura, misura 4,7 Km

Ramo Nord

Si distinguono due tratti omogenei, come segue.

Primo tratto: corso d'acqua naturale. Dalle origini, dopo l'unione dei rami secondari affluenti alle quote maggiori, fino a quota 183,00 m, presso un complesso residenziale in via Valle di Mompiano, il corso d'acqua è un torrente naturale con alveo inciso nella formazione rocciosa ad ampiezza variabile; presenta profilo longitudinale irregolare ad elevata pendenza e sponde ricoperte dalla vegetazione spontanea. La sezione dell'alveo è comunque libera e profonda, priva di significativi slarghi e zone golenali, in grado, quindi, di raccogliere e convogliare verso valle tutta l'acqua meteorica che affluisce dal proprio bacino imbrifero durante le piogge. L'alveo è generalmente stabile, per effetto della natura rocciosa del fondo sul quale scorre. La tendenza è comunque all'erosione, non rilevandosi in alveo significativi depositi di materiale alluvionale. Sono presenti alcune singolarità interferenti con il deflusso, fra le quali il ponte presso il sito della ex Polveriera militare ed alcuni tratti con locali difese spondali radenti, in ogni caso ininfluenti rispetto alla capacità idraulica complessiva del tratto di corso d'acqua in esame ed alle dinamiche che presiedono alla formazione ed alla propagazione delle piene.

Secondo tratto: corso d'acqua antropizzato. Da quota 183,00 a quota 166,90, presso la confluenza del Ramo Sud della Garzetta, in via della Garzetta, il corso del torrente è stato oggetto, in passato, di interventi di arginatura, sia alla sponda destra sia alla sinistra, laddove necessario al fine di contenere le acque nell'alveo, altrimenti esondabili verso i terreni limitrofi. L'alveo è in terra, a sezione e pendenza longitudinale di fondo irregolari e sponde ricoperte dalla vegetazione spontanea, anche arborea. Lungo il tratto, si nota la presenza di alcuni fenomeni erosivi al fondo ed

alle sponde del torrente, specialmente nella parte mediana, presso la zona urbana di via Dabbeni, ove, in alcuni punti l'erosione minaccia la stabilità del ciglio stradale. Interferiscono con il corso del torrente alcuni ponticelli di attraversamenti stradali, fra i quali quello maggiormente critico è il ponte di via della Garzetta, al termine del tratto in esame.

Ramo Sud

Anche in questo caso si distingue il tratto con alveo inciso al fondo della valle in ambiente montano boscato, privo di arginature e senza possibilità di esondare o modificare il proprio percorso, dal tratto vallivo antropizzato ed arginato.

Primo tratto: corso d'acqua naturale. Si sviluppa dalle origini fino a quota 206,00, in via Monte della Valle. Anche in questo caso le caratteristiche sono quelle tipiche di un torrente montano in ambiente boscato.

Secondo tratto: corso d'acqua antropizzato. Lungo la prima parte di questo tratto, ove la pendenza del fondo si mantiene elevata, il torrente è ancora incassato nel solco vallivo, in ambiente naturale, ed è regimato mediante alcune briglie a salto di fondo, in sezione dell'alveo, necessarie a causa della tendenza del corso d'acqua all'erosione e della natura instabile dei versanti. Segue un tratto a pendenza minore, lungo il quale il corso d'acqua è un fossato scavato nel terreno, privo di argini, ed invaso dalla vegetazione. Da quota 189,00 m, il torrente diviene pensile, rispetto alla morfologia del territorio, sia a destra che a sinistra. L'alveo assume l'aspetto di un ampio canale a fondo naturale, delimitato lungo entrambe le sponde da muri di contenimento verticali in pietrame e malta di cemento. Il torrente mantiene questa tipologia strutturale fino alla confluenza con il Ramo nord, presso via della Garzetta. L'unica interferenza presente si trova in corrispondenza dell'estremità est di via Val di Fassa, ove la continuità dei muri spondali del canale è interrotta, per consentire l'attraversamento a guado del torrente e l'accesso ad un complesso residenziale, situato in lato destro. In questo punto, il fondo del torrente è sagomato a cunetta poco profonda, risultando pertanto aperte, nei muri di sponda, due luci di possibile fuoriuscita delle acque. In caso di piena, l'esondazione avviene prioritariamente verso sinistra, trovando libero sfogo lungo la sede stradale di via Val di Fassa, per effetto dell'andamento in rapida discesa della strada. Lungo il tratto a valle del guado si rileva localmente qualche corrosione al fondo del canale, alternata a qualche accumulo di materiale litoide contro i muri di sponda. I muri sono generalmente in sufficiente stato di conservazione, tranne in alcuni punti ove si riscontrano vere e proprie falle aperte nelle murature in elevazione. Lungo il fronte della sponda sinistra, esternamente al muro di contenimento del canale, il terreno degrada con ripida scarpata, fino al piano campagna sottostante, situato fra 2 e 5 metri al di sotto del piano di scorrimento del torrente.

Tratto da via della Garzetta allo scarico nel f. Celato

Dopo l'unione dei due rami precedentemente descritti, il torrente prosegue in zona pianeggiante, verso l'area urbana della Costalunga, canalizzato in vario modo lungo il percorso, fino a confluire nel fiume Celato, all'interno dell'area esterna di pertinenza della Casa delle Suore Ancelle della Carità, in via Schivardi.

Garzetta di Costalunga – Scarico nel F. Celato

Inizialmente il canale costeggia via della Garzetta, con alveo ampio in terra arginato, con profilo longitudinale pensile rispetto al piano di campagna, fino al ponticello della pista ciclabile. Lungo la sponda destra l'argine è costituito dal rilevato stradale, mentre in lato opposto un consistente argine di terra boscato, a tratti rinforzato con un muro in pietrame e malta, delimita l'alveo rispetto al sottostante ampio terreno pianeggiante.

Garzetta di Costalunga – canale lungo via della Garzetta vista verso monte



Da questo punto il corso d'acqua curva ad angolo retto, in direzione sud, portando il fondo a quota del piano di campagna. Inizialmente è delimitato a destra dal muro di recinzione dell'area dell'ex Seminario Vescovile ed in sinistra da un argine in terra, che separa l'alveo dapprima dall'adiacente pista ciclabile e dall'ampio terreno pianeggiante, già precedentemente menzionato, situato a sud di via della Garzetta, e poi dall'area del centro sportivo dell'Istituto scolastico "Lunardi".

Proseguendo verso valle si trovano in successione: un tombotto in calcestruzzo a sezione rettangolare, della lunghezza di 40,00 metri circa; il ponte stradale d'attraversamento di via Riccobelli; un secondo tombotto chiuso, della lunghezza di circa 4,00 metri, e successivamente un tratto aperto, a sezione ampia, a lato di via Val Giudicarie, ove, al termine del parallelismo con la strada, piega ad angolo retto verso destra, ristretto fra il muro dell'area della Clinica "Domus Salutis" verso sud ed un argine di terra al confine con un terreno naturale, in lato opposto. Infine continua in zona urbana, incanalato fra i muri dei lotti edificati, inizialmente con fondo in terra ed alveo invaso dalla vegetazione e poi con alveo in calcestruzzo, perfettamente pulito, fino alla confluenza nel canale del fiume Celato. Si evidenzia l'interferenza di un ponticello stradale ed un breve tratto di copertura, circa 20 metri a monte della foce.

2.2.2. Rio Val Bottesa

Le caratteristiche strutturali di questo corso d'acqua sono del tutto simili a quelle del torrente Garzetta di Costalunga. Anche in questo caso, infatti, si distinguono due ambiti nettamente diversi fra loro: il primo relativo al corso d'acqua alle quote maggiori, con alveo torrentizio allo stato naturale ed a forte pendenza, incassato fra le pendici della valle, ed il successivo, in zona pedecollinare e pianeggiante, ove l'alveo è stato canalizzato artificialmente ed arginato in posizione pensile rispetto al piano di campagna, al fine di impedire lo spaglio delle acque di piena nel territorio attraversato, a cui segue lo scarico nel fiume Celato, in ambito urbano.

rio Val Bottesa – tratto montano



Il primo tratto naturale, si sviluppa dalle origini fino alla quota 206,00 m, ove il corso d'acqua principale ha le caratteristiche tipiche di un torrente montano, con alveo ampio ed irregolare inciso in roccia o nel deposito alluvionale di grossi massi e pietre, in ambiente fittamente boscato.

Dalla predetta quota inizia il tratto antropizzato, con lungo percorso a fianco della sede stradale di via Valbottesa, in zona urbanizzata a fondo valle. L'alveo è ristretto fra il muro di sostegno della strada, a destra, ed il piede del versante montuoso, in lato opposto. Il corso è interamente regimato mediante numerosi salti di fondo in successione lungo il percorso, realizzati per limitare l'elevata pendenza del piano di scorrimento delle acque. Si riscontrano numerosi ponticelli d'attraversamento, per l'accesso alle aree edificate adiacenti al torrente. L'alveo è libero, privo di depositi alluvionali e significativi ostacoli al libero deflusso della acque. Le murature di sponda ed i rivestimenti del fondo, presenti a tratti in corrispondenza dei ponticelli, si presentano in buono stato di costruzione e di conservazione. Solamente presso alcune traverse all'inizio del tratto, si

riscontrano locali corrosioni al selciato, al piede del salto di fondo. La vegetazione in alveo è limitata alla sponda naturale di sinistra, lungo i tratti non interessati dall'urbanizzazione.

Raggiunta la quota 180,00 m, il torrente si stacca dalla strada ed inizia a scorrere lungo un canale pensile, arginato, fino a raggiungere via Valbarbisona, presso la chiesa di San Bernardo. L'argine destro è costituito da un muro in pietrame e malta, costruito senza soluzione di continuità a lato di una estesa piana di terreno, in pendenza dal corso d'acqua verso via Maiera, distante oltre cento metri. Rispetto al terreno in destra, il fondo del torrente si trova sopraelevato di circa 5,00 metri. Anche in sponda sinistra il canale è arginato, con un rilevato di terra di modesta altezza rispetto alla fascia di terreno limitrofo, il quale è in pendenza verso il corso d'acqua. Il canale è generalmente libero, rilevandosi la presenza di uno strato continuo ed uniforme di materiale alluvionale depositato al fondo e localmente contro le sponde. La vegetazione, in prevalenza arbustiva con radi alberi, è presente lungo la sommità delle sponde, per buona parte del percorso.

rio Val Bottesa – tratto di canale pensile



L'ultima parte di questo tratto presenta i piani delle superfici del fondo e delle sponde del canale, rivestiti in pietrame e malta di cemento, fino al punto in cui il corso d'acqua raggiunge e si affianca a via Valbarbisona, ove confluisce un ramo torrentizio secondario dalla sinistra. In questo punto, nel muro a destra del confluente, si trova un'apertura verso il terreno di pertinenza di un'abitazione privata, in pendenza verso il corso d'acqua.

Segue il breve tratto di canale aperto delimitato a sinistra dal muro verticale in calcestruzzo di sostegno della strada e a destra da un rilevato arginale, anch'esso rivestito internamente in calcestruzzo, come il fondo.

Da questo punto inizia la tubazione interrata, protetta all'imbocco da una griglia in ferro, per lo scarico delle acque nel fiume Celato dalla sinistra, in via Costalunga, poco prima dell'incrocio con via San Rocchino, dopo un percorso sotterraneo di circa 520 metri, lungo le vie Valbarbisona e Costalunga.

rio Val Bottesa – imbocco tubazione di scarico



Il ramo secondario confluyente proviene affiancato alla sede stradale di via Valbarbisona. Si tratta di un canale di scolo di breve lunghezza, inizialmente a sezione naturale in terra, con sponda sinistra verticale, contro il rilevato stradale, sorretto da una palificata in legno in più punti al limite del collasso. Segue l'ultimo tratto vallivo, lungo il quale il canale è in muratura a sezione ristretta fra la strada ed i muri di recinzione delle proprietà confinanti, coperto a tratti, in corrispondenza di alcuni ponticelli d'attraversamento.

rio Val Bottesa – ramo secondario**2.3 Individuazione delle aree allagabili oggetto dello studio idraulico**

Le criticità idrauliche di questi corsi d'acqua sono state oggetto di uno studio idrologico e idraulico, a scala di sottobacino locale, *“Indagine relativa alla criticità di carattere idraulico riguardante il bacino del fiume Celato e suoi affluenti – torrente Garzetta di Costalunga e rio Val Bottesa, in Comune di Brescia”* (Ing. G. Rossi), redatto in data settembre 2016 per incarico del Comune di Brescia, Settore Verde, Parchi e Reticolo idrico.

Sulla base dei risultati del predetto studio, in particolare per quanto riguarda l'indagine sulla capienza della rete idrografica nei confronti delle portate massime di piena, si sono individuati i tronchi dei corsi d'acqua esondabili e le aree potenzialmente allagabili, da considerare nella costruzione del modello geometrico di calcolo idraulico 1D/2D.

Lungo entrambi i rami della Garzetta, la sezione d'inizio per la modellazione 1/D è individuata in corrispondenza del primo tronco esondabile di monte, e le aree di possibile allagamento sono delimitate con riferimento al loro andamento piano altimetrico risultante dall'esame dei rilievi topografici e dalle osservazioni locali.

Figura n°2.3.1 - Planimetria di individuazione delle aree allagabili oggetto dello studio idraulico - torrente Garzetta di Costalunga



Figura n°2.3.2 - Planimetria di individuazione delle aree allagabili oggetto dello studio idraulico -
rio Val Bottesa



3 ANALISI IDROLOGICA

3.1 Metodo di calcolo

Per i corsi d'acqua all'oggetto si procede al calcolo ed alla definizione degli idrogrammi di piena, in corrispondenza delle sezioni di chiusura dei bacini tributari, mediante un modello matematico afflussi-deflussi, sulla base della serie dei dati pluviometrici disponibili e significativi.

L'algoritmo utilizzato per la trasformazione delle piogge in deflussi, è il modello cinematico di corrivazione, secondo il quale gli idrogrammi di piena, conseguenti agli eventi piovosi di riferimento, vengono calcolati integrando l'Idrogramma unitario istantaneo (IUH) con gli ietogrammi corrispondenti alle diverse piogge considerate.

Il modello matematico utilizzato contiene numerosi parametri e coefficienti, la cui esatta determinazione richiede l'elaborazione e la correlazione dei valori delle portate e delle piogge che hanno generato le stesse, in funzione del tempo, almeno di un evento reale verificatosi.

In mancanza di questi dati statistici, si ricorre alla stima dei parametri del modello, con procedimenti e metodi basati sulle caratteristiche geomorfologiche del bacino.

Il modello di corrivazione schematizza il bacino come un insieme di canali lineari per i quali valgono le seguenti ipotesi:

- la formazione della piena è dovuta esclusivamente ad un fenomeno di trasferimento della massa liquida;
- il percorso di ogni singola goccia d'acqua, dal punto in cui essa cade alla sezione di chiusura, rimane immutato nel corso dell'evento;
- il movimento di ogni singola goccia d'acqua non è influenzato dalla presenza delle altre gocce;
- la portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari provenienti dalle varie aree del bacino, che si presentano nello stesso istante nella sezione di chiusura.

L'idrogramma unitario istantaneo, in questo caso, assume, per il generico bacino, la forma rappresentata dalla seguente relazione differenziale:

$$h(t) = \frac{1}{S} \frac{dS}{dt} \quad \text{per } t \leq t_c$$

nella quale il tempo di corrivazione t , corrispondente alla superficie S , è definito semplicemente "tempo di corrivazione del bacino" (t_c).

Il rapporto ds/dt è la derivata della curva aree/tempi di corrivazione che pertanto deve essere costruita.

Particolare cura si è posta alla costruzione della predetta curva, che nel modello rappresenta e

schematizza le caratteristiche geomorfologiche del bacino.

Il tempo di corrivazione dell'intero bacino, rispetto alla chiusura considerata, è determinato applicando le formule di Giandotti.

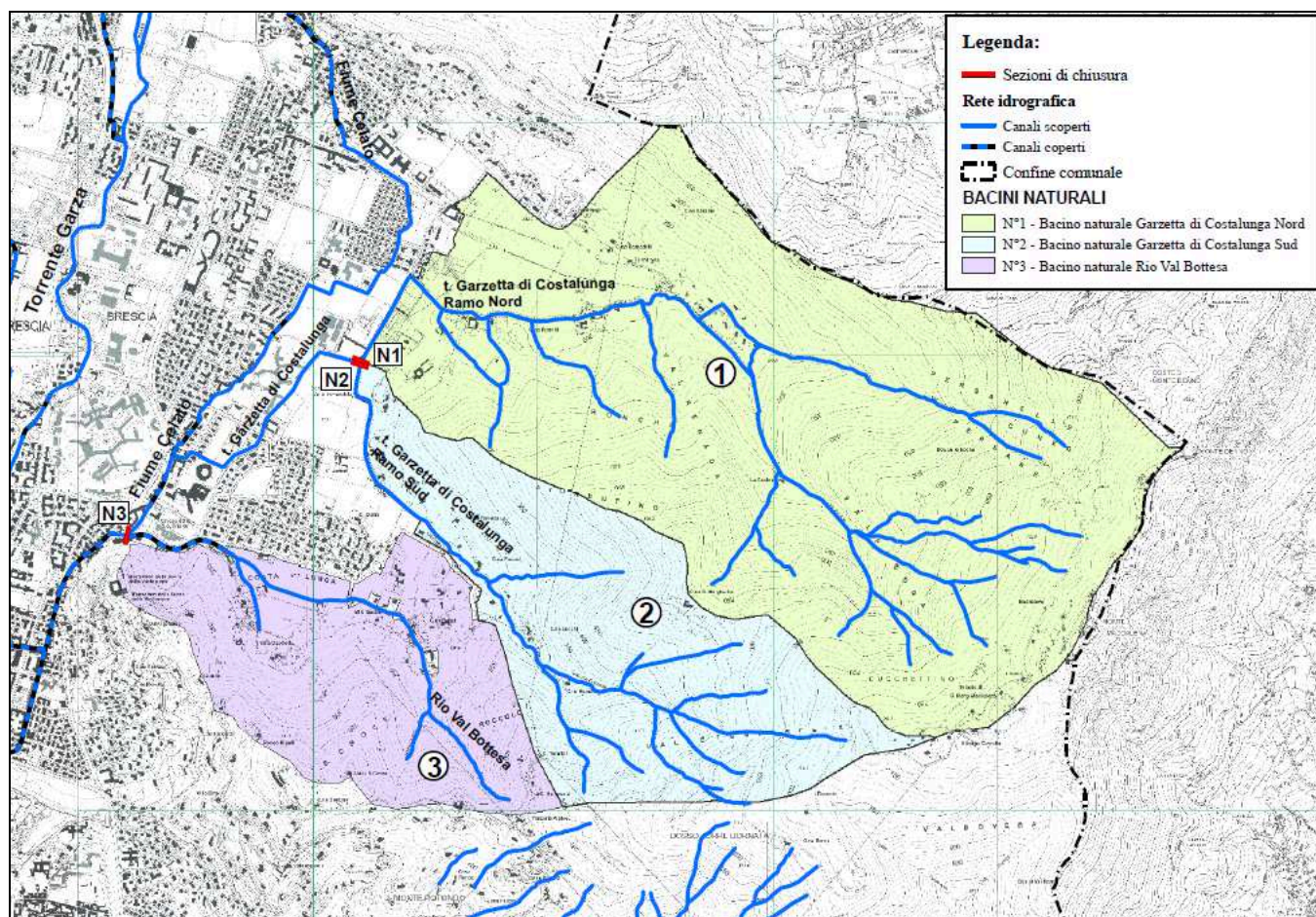
Si è quindi trasformata la curva ipsografica nella corrispondente curva aree/tempi di corrivazione, suddividendo l'ordinata del primo grafico in tanti intervalli quanti risultano dal rapporto $t_c/5$ minuti, essendo 5 minuti il tempo di discretizzazione preso a base dei calcoli.

3.2 Individuazione dei bacini e delle sezioni di chiusura per il calcolo

L'analisi idrologica è svolta per ciascuno dei due bacini del torrente Garzetta di Costalunga, relativi al Ramo nord ed al Ramo Sud, in corrispondenza della loro unione presso il ponte di via della Garzetta, ed al bacino del rio Val Bottesa, chiuso alla sezione corrispondente alla confluenza nel fiume Celato, in via Costalunga.

I bacini e le sezioni di chiusura sono individuati nella seguente figura n°3.2.1 e nell'allegato V.I.-Alall041-02a.

Figura n°3.2.1 - Schema bacini e sezioni di chiusura



3.3 Tempo di ritorno - Pioggia di riferimento

Lo scenario di rischio idraulico da considerare fa riferimento alle portate ed agli idrogrammi con tempo di ritorno $T_R=100$ anni, stimato secondo il metodo di trasformazione afflussi-deflussi illustrato nel precedente paragrafo,.

Nel modello di simulazione idrologico, utilizzato per il calcolo degli idrogrammi di piena, le piogge di riferimento sono quelle rappresentate dalle equazioni di possibilità climatica aventi tempo di ritorno di 100 anni, ottenute mediante elaborazione statistica, secondo il metodo di Gumbel, dei massimi valori annuali di pioggia, registrati al pluviografo di Brescia nel periodo 1950-2010, della durata di 0,50, 0,75, 1, 3, 12 e 24 ore consecutive, come illustrato nel seguito.

I dati e le elaborazioni sono riportati nelle tabelle n° 3.3.1 e n° 3.3.2 e nella carta probabilistica di Gumbel seguenti.

TABELLA n° 3.3.1 - OSSERVAZIONI AL PLUVIOMETRO

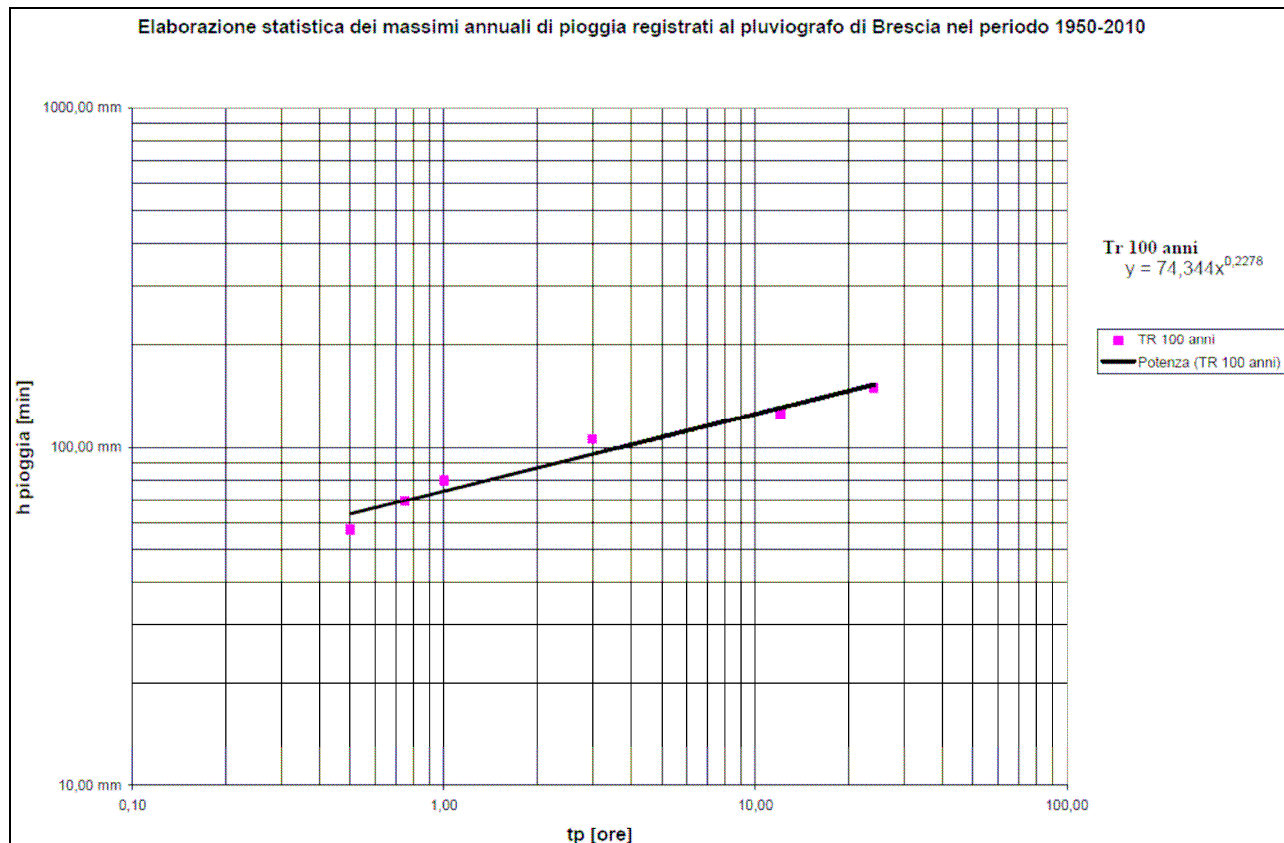
STAZIONE PLUVIOMETRICA DI:		BRESCIA											
BACINO :													
QUOTA:		m s.l.m.m.											
Anni di osservazione		61											
Anno	INTERVALLO DI ORE												
	0,50		0,75		1		3		12		24		
	h(mm)	$X^2 = (h_i - M)^2$	h(mm)	$X^2 = (h_i - M)^2$	h(mm)	$X^2 = (h_i - M)^2$	h(mm)	$X^2 = (h_i - M)^2$	h(mm)	$X^2 = (h_i - M)^2$	h(mm)	$X^2 = (h_i - M)^2$	
1950	23.00	6.97	27.00	8.90	35.00	0.26	75.00	903.94	94.00	1095.50	103.00	900.00	
1951	47.00	456.28	49.00	361.62	50.00	240.50	62.00	291.23	108.00	2218.26	132.00	3481.00	
1952	35.00	87.62	44.00	196.46	48.00	182.47	55.00	101.32	55.00	34.83	58.00	225.00	
1953	20.00	31.80	32.00	4.07	42.00	56.37	45.00	0.00	80.00	364.75	132.00	3481.00	
1954	25.00	0.41	32.00	4.07	39.00	20.32	55.00	101.32	45.00	252.86	47.00	676.00	
1955	25.00	0.41	30.00	0.00	33.00	2.23	43.00	3.74	55.00	34.83	64.00	81.00	
1956	17.00	74.64	18.00	143.61	19.00	240.00	31.00	194.17	58.00	8.42	58.00	225.00	
1957	30.00	19.02	32.00	4.07	33.00	2.23	36.00	79.82	43.00	320.47	73.00	225.00	
1958	12.00	186.03	16.00	195.54	18.00	271.98	22.00	525.99	93.00	1030.30	118.00	2025.00	
1959	36.00	107.34	38.00	64.26	40.00	30.34	88.00	1854.64	97.00	1303.09	97.00	576.00	
1960	24.00	2.69	25.00	24.84	26.00	72.11	33.00	142.43	71.00	101.98	79.00	36.00	
1961	55.00	862.05	80.00	2501.64	93.00	3423.21	97.00	2710.82	111.00	2509.85	111.00	1444.00	
1962	22.00	13.24	24.00	35.80	26.00	72.11	34.00	119.56	43.00	320.47	51.00	484.00	
1963	30.00	19.02	40.00	100.33	50.00	240.50	80.00	1229.59	93.00	1030.30	101.00	784.00	
1964	18.00	58.36	22.00	63.74	26.00	72.11	34.00	119.56	51.00	98.04	63.00	100.00	
1965	20.00	31.80	25.00	24.84	25.00	90.09	38.00	48.09	64.00	9.60	64.00	81.00	
1966	42.00	267.67	43.00	169.43	43.00	169.43	43.00	0.00	45.00	252.86	71.00	4.00	
1967	20.00	31.80	20.00	99.67	20.00	210.01	22.00	525.99	29.00	1017.71	48.00	625.00	
1968	27.00	1.85	30.00	0.00	33.00	2.23	63.00	326.36	72.00	123.17	80.00	49.00	
1969	20.00	31.80	20.00	99.67	32.00	6.21	36.00	79.82	46.00	222.06	54.00	361.00	
1970	16.00	92.92	18.00	143.61	19.00	240.00	22.00	525.99	30.00	954.91	56.00	289.00	
1971	28.00	5.57	28.00	3.93	28.00	42.14	29.00	253.91	45.00	252.86	48.00	625.00	
1972	18.00	58.36	18.00	143.61	19.00	240.00	22.00	525.99	40.00	436.88	50.00	529.00	
1973	35.00	87.62	36.00	36.20	37.00	6.29	43.00	3.74	50.00	118.85	52.00	441.00	
1974	25.00	0.41	29.00	0.97	31.00	12.19	38.00	48.09	49.00	141.65	69.00	16.00	
1975	20.00	31.80	28.00	3.93	28.00	42.14	28.00	286.77	60.00	0.81	81.00	64.00	
1976	50.00	593.44	50.00	400.66	50.00	240.50	50.00	25.66	72.00	123.17	94.00	441.00	
1977	17.00	74.64	25.00	24.84	47.00	156.45	47.00	4.27	63.00	4.40	83.00	100.00	
1978	17.00	74.64	22.00	63.74	24.00	110.08	28.00	286.77	53.00	62.44	53.00	400.00	
1979	11.00	214.31	13.00	288.44	20.00	210.01	34.00	119.56	55.00	34.83	69.00	16.00	
1980	15.00	113.20	17.00	168.57	19.00	240.00	23.00	481.12	54.00	47.63	87.00	196.00	
1981	16.00	92.92	25.00	24.84	29.00	30.16	45.00	0.00	47.00	193.26	54.00	361.00	
1982	48.00	500.00	73.00	1850.41	74.00	1560.90	75.00	903.94	75.00	198.76	89.00	256.00	
1983	14.00	135.47	15.00	224.51	17.00	305.96	23.00	481.12	43.00	320.47	47.00	676.00	
1984	17.00	74.64	19.00	120.64	20.00	210.01	40.00	24.35	50.00	118.85	55.00	324.00	
1985	25.00	0.41	25.00	24.84	25.00	90.09	25.00	397.38	44.00	285.67	59.00	196.00	
1986	25.00	0.41	28.00	3.93	31.00	12.19	32.00	167.30	35.00	670.89	64.00	81.00	
1987	32.00	40.46	32.00	4.07	32.00	6.21	32.00	167.30	37.00	571.29	42.00	961.00	
1988	20.00	31.80	22.00	63.74	25.00	90.09	52.00	49.92	56.00	24.03	57.00	256.00	
1989	31.00	28.74	35.00	25.16	37.00	6.29	58.00	170.71	63.00	4.40	71.00	4.00	
1990	21.00	21.52	29.00	0.97	29.00	30.16	35.00	98.69	43.00	320.47	49.00	576.00	
1991	38.00	152.79	43.00	169.43	44.00	90.41	44.00	0.87	59.00	3.62	85.00	144.00	
1992	19.00	44.08	20.00	99.67	22.00	156.05	32.00	167.30	68.00	50.39	90.00	289.00	
1993	40.00	206.23	50.00	400.66	70.00	1260.83	93.00	2310.30	93.00	1030.30	107.00	1156.00	
1994	17.00	74.64	26.00	15.87	30.00	20.18	55.00	101.32	69.00	65.58	74.00	1.00	
1995	28.00	5.57	30.00	0.00	33.00	2.23	36.00	79.82	48.00	166.45	60.00	169.00	
1996	23.00	6.97	25.00	24.84	35.00	0.26	40.00	24.35	59.00	3.62	59.00	196.00	
1997	24.00	2.69	26.00	15.87	30.00	20.18	38.00	48.09	64.00	9.60	64.00	81.00	
1998	25.00	0.41	29.00	0.97	38.00	12.31	45.00	0.00	75.00	198.76	80.00	49.00	
1999	23.00	6.97	23.00	48.77	23.00	132.06	31.00	194.17	48.00	166.45	57.00	256.00	
2000	40.00	206.23	43.00	169.43	60.00	650.67	85.00	1605.25	118.00	3260.22	118.00	2025.00	
2001	35.00	87.62	40.00	100.33	46.00	132.44	59.00	197.84	59.00	3.62	59.00	196.00	
2002	31.00	28.74	37.00	49.23	38.00	12.31	73.00	787.68	90.00	846.71	101.00	784.00	
2003	20.00	31.80	30.00	19.02	40.00	30.34	54.00	82.18	59.00	3.62	59.00	196.00	
2004	40.00	206.23	45.00	374.83	50.00	240.50	54.00	82.18	66.00	25.99	66.00	49.00	
2005	20.00	31.80	25.00	0.41	28.00	42.14	35.00	98.69	50.00	118.85	56.00	289.00	
2006	16.00	92.92	20.00	99.67	27.00	56.13	30.00	223.04	67.00	37.19	78.00	25.00	
2007	22.00	13.24	22.00	13.24	24.00	110.08	26.00	358.51	59.00	3.62	70.00	9.00	
2008	15.00	113.20	16.00	92.92	23.00	132.06	33.00	142.43	33.00	778.50	45.00	784.00	
2009	14.00	135.47	15.00	113.20	21.00	182.03	23.00	481.12	34.00	723.70	42.00	961.00	
2010	25.00	0.41	30.00	19.02	50.00	240.50	80.00	1229.59	80.00	364.75	150.00	5929.00	

Tabella n°3.3.2 - ELABORAZIONI STATISTICHE - METODO DI GUMBEL

$N =$	61	61	61	61	61	61
$M = \frac{\sum h}{N}$	25,64	29,98	34,49	44,93	60,90	73,00
$\sum X^2$	6012,07	9551,50	12713,25	22595,74	25097,41	36034,00
$\sigma \sqrt{\frac{\sum X^2}{N-1}}$	10,01	12,62	14,56	19,41	20,45	24,51
$\alpha = 1,283 / \sigma$	0,13	0,10	0,09	0,07	0,06	0,05
$\beta = M - 0,5772 / \alpha$	21,14	24,31	27,94	36,20	51,70	61,97

Tempo di ritorno		0,50	0,75	1,00	3,00	12,00	24,00
100 anni	hmax=	57,03 mm	69,55 mm	80,13 mm	105,78 mm	125,03 mm	149,84 mm

Figura 3.3.3 - Carta di Gumbel



L'equazioni di possibilità climatica risultante è la seguente:

(TR = tempo di ritorno; t_p = durata della pioggia; h = altezza della precipitazione in mm; t = durata generica in ore)

$$\text{TR 100 anni } t_p \geq 0,5 \text{ ore} \quad h = 74,344 \times t^{0,2278}$$

La predetta equazioni è stata ragguagliata all'estensione complessiva relativa alla chiusura dei singoli bacini, con le note formule di Columbo, per la correzione dei valori dei parametri a ed n, come segue:

$$a' = a \left[1 - 0,006 \left(\frac{S}{100} \right)^{0,4} \right]$$

$$n' = +0,003 \left(\frac{S}{100} \right)^{0,6}$$

in cui S è la superficie del bacino generico in ettari.

In tal modo si ottengono le seguenti coppie di equazioni, ciascuna da utilizzare nel calcolo degli idrogrammi nell'ambito dello specifico bacino di competenza:

- Bacino Naturale n°1 - T. Garzetta di Costalunga (Nord): ragguaglio alla superficie di ettari
473,88

$$h = 66,033 t^{0,235} \quad (\text{TR} = 100 \text{ anni})$$

- Bacino Naturale n°2 - T. Garzetta di Costalunga (Sud): ragguaglio alla superficie di ettari
184,1581

$$h = 68,649 t^{0,232} \quad (\text{TR} = 100 \text{ anni})$$

- Bacino Naturale n°3 - Rio Valle Bottesa: ragguaglio alla superficie di ettari 137,0654

$$h = 69,284 t^{0,231} \quad (\text{TR} = 100 \text{ anni})$$

3.4 Depurazione dalle perdite idrologiche

Non tutta l'acqua che cade sul bacino durante gli eventi considerati concorre a formare l'onda di piena, perché non sono trascurabili i fenomeni di infiltrazione, di invaso e di evapotraspirazione.

Anche per questo aspetto non si dispone di dati rilevati che possano dar conto del reale rapporto tra pioggia netta, definita come la pioggia che genera l'onda di piena, e la pioggia effettivamente caduta.

La riduzione dello ietogramma è pertanto definita con il metodo "Curve Number" (metodo CN-SCS), proposto dal Natural Resources Conservation Service (NRCS), dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti (USDA), già Soil Conservation Service, che fornisce, rispetto ad altri metodi di depurazione, il vantaggio di una considerevole mole di dati per l'applicazione, con riferimento al gruppo idrologico ed all'uso del suolo.

3.5 Elaborazioni idrologiche

3.5.1. Bacino n°1 - t. Garzetta di Costalunga (Nord) - Sez. di chiusura N1

Sezione di

chiusura

Località Mompiano

Comune Brescia

Quota (msm) 167,10

Metodo dello

studio

Modello CINEMATICO DI CORRIVAZIONE

Calcolo Idrogramma unitario istantaneo (IUH)

Ietogramma COSTANTE

Perdite METODO CN-SCS

Caratteristiche geomorfologiche del bacino

Superficie 473,88,00 ha

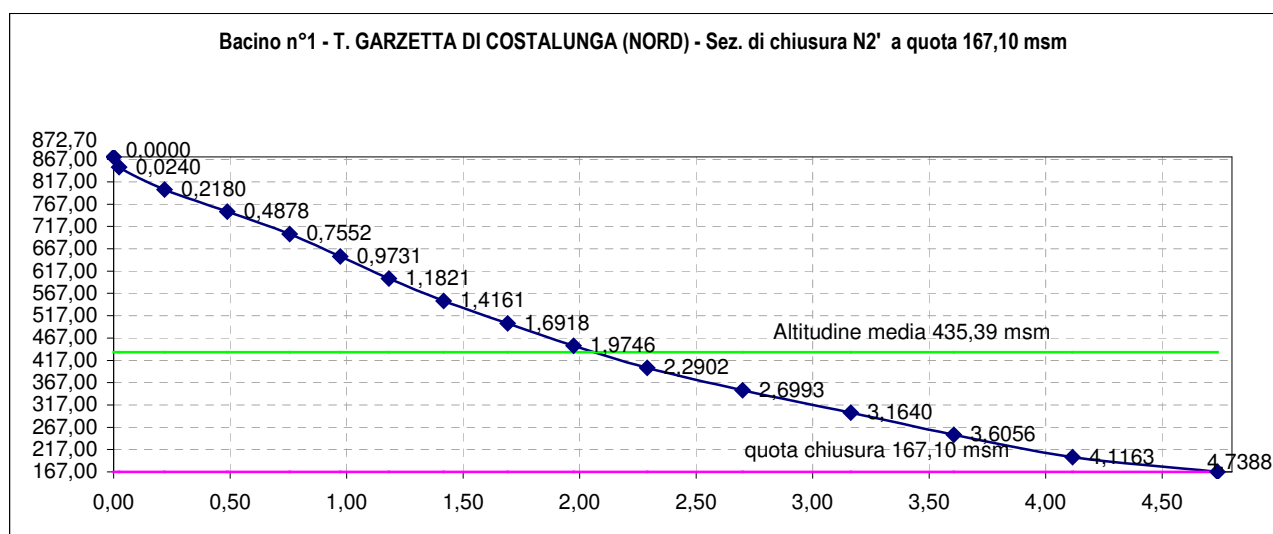
Andamento altimetrico Curva ipsografica

Altitudine (msm)	872,7	850	800	750	700	650
Superficie (ha)		2,39,77	21,79,66	48,78,35	75,51,83	97,31,08

Altitudine (msm)	600	550	500	450	400	350
Superficie (ha)	118,21,19	141,60,66	169,17,50	197,45,62	229,01,57	269,92,94

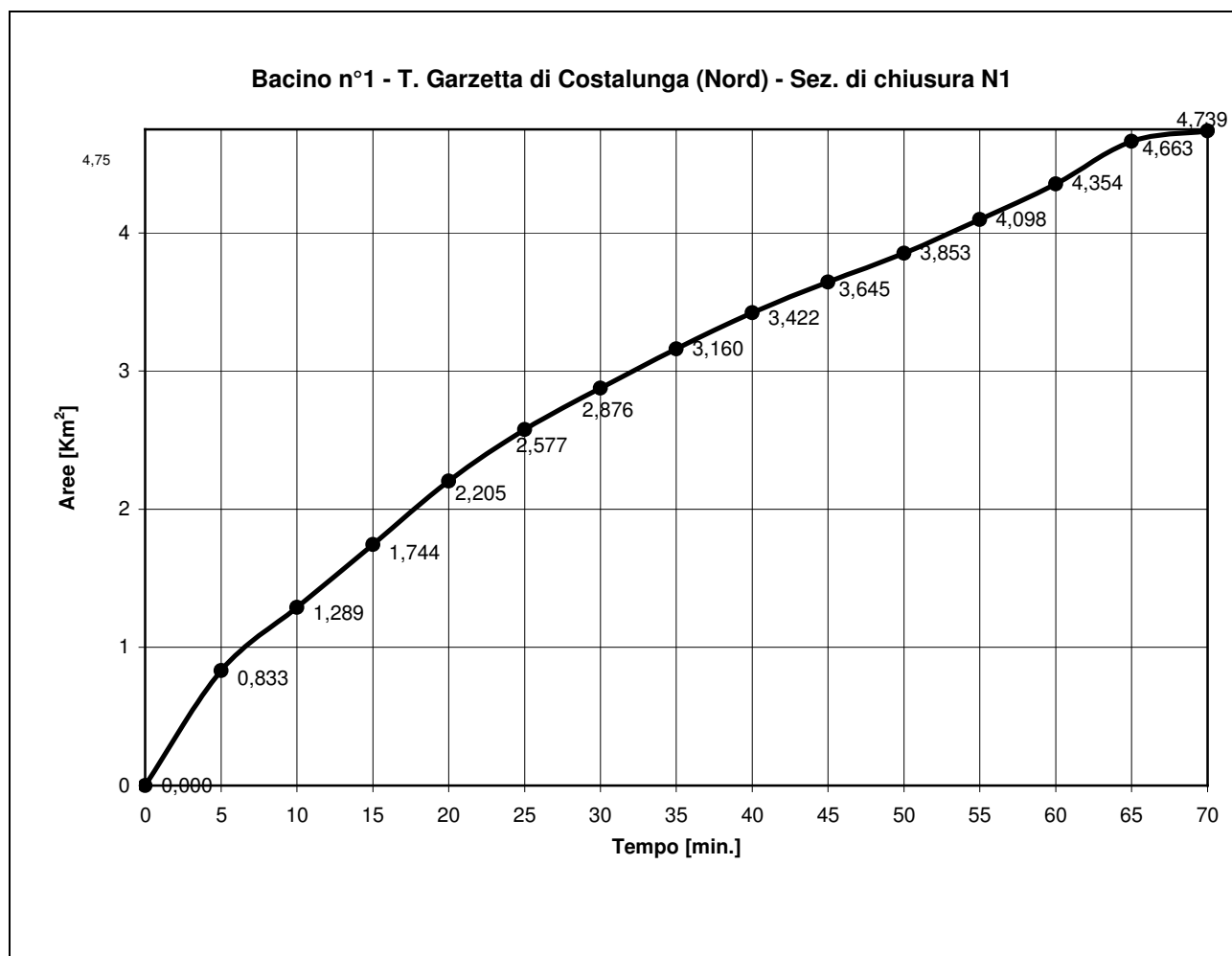
Altitudine (msm)	300	250	200	167,1		
Superficie (ha)	316,40,35	360,56,18	411,63,20	473,88,00		

CURVA IPSOGRAFICA



Altitudine (msm) Massima	872,70
Media (da curva ipso.)	435,59
Sez. chiusura	167,10
Pendenza media (m/m)	0,4338
Densità di drenaggio	0,00281295
Lunghezza asta (m)	4.120.00
Tempo di corrivazione (min)	70

CURVA AREE CONFLUENTI / TEMPI DI CORRIVAZIONE



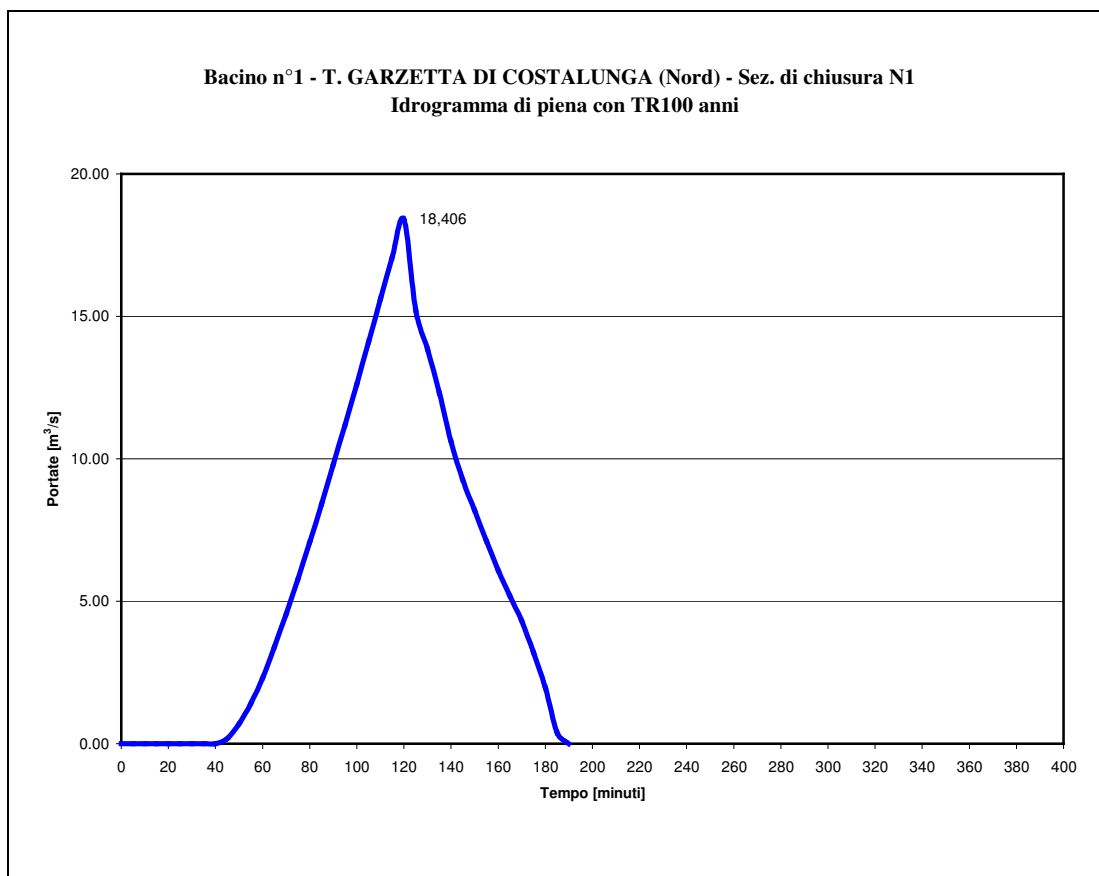
Calcolo della pioggia netta

Metodo CN-SCS

Uso del suolo	Sup. (ha)	Gruppo	CN
Prati permanenti	14.09.85	C	71
Boschi di latifoglie a densità medio alta e cespuglieti	400.42.30	C	65
Vigneti e frutteti	9.56.88	C	71
Seminativi semplici	36.43.45	C	71
Tessuto residenziale sparso, impianti sportivi, di servizi pubblici e privati	13.35.52	C	80
	473.88.00	CN medio	66

Risultati del calcolo idrologico

Evento meteorico	Durata della pioggia [min]	Volume piovuto [mm]	Volume Dep. [mm]	Coefficiente di afflusso ϕ	Portata al colmo [m ³ /s]	Volume idrogramma [m ³]
TR 100 anni	120	77,74	14,58	0,19	18,406	69'082



Bacino n°1 - T. Garzetta di Costalunga (Nord) - Sez. di chiusura N1
Idrogramma tabellare di piena con TR100 anni

Tempo min.	Portata m3/s		Tempo min.	Portata m3/s
0	0.000		95	12.617
5	0.000		100	14.109
10	0.000		105	15.616
15	0.000		110	17.054
20	0.000		115	18.406
25	0.000		120	15.229
30	0.000		125	13.839
35	0.000		130	12.308
40	0.185		135	10.613
45	0.701		140	9.260
50	1.416		145	8.192
55	2.319		150	7.118
60	3.378		155	6.082
65	4.541		160	5.192
70	5.778		165	4.317
75	7.077		170	3.199
80	8.417		175	1.961
85	9.784		180	0.387
90	11.180		185	0.000

3.5.2. Bacino n°2 – t. Garzetta di Costalunga (Sud) - Sez. di chiusura N2

Sezione di

chiusura

Località Mompiano

Comune Brescia

Quota (msm) 167,10

Coordinate

Metodo dello

studio

Modello CINEMATICO DI CORRIVAZIONI

Calcolo Idrogramma unitario istantaneo (IUH)

Ietogramma COSTANTE

Perdite METODO CN-SCS

Caratteristiche geomorfologiche del

bacino

Superficie 184,15,81 ha

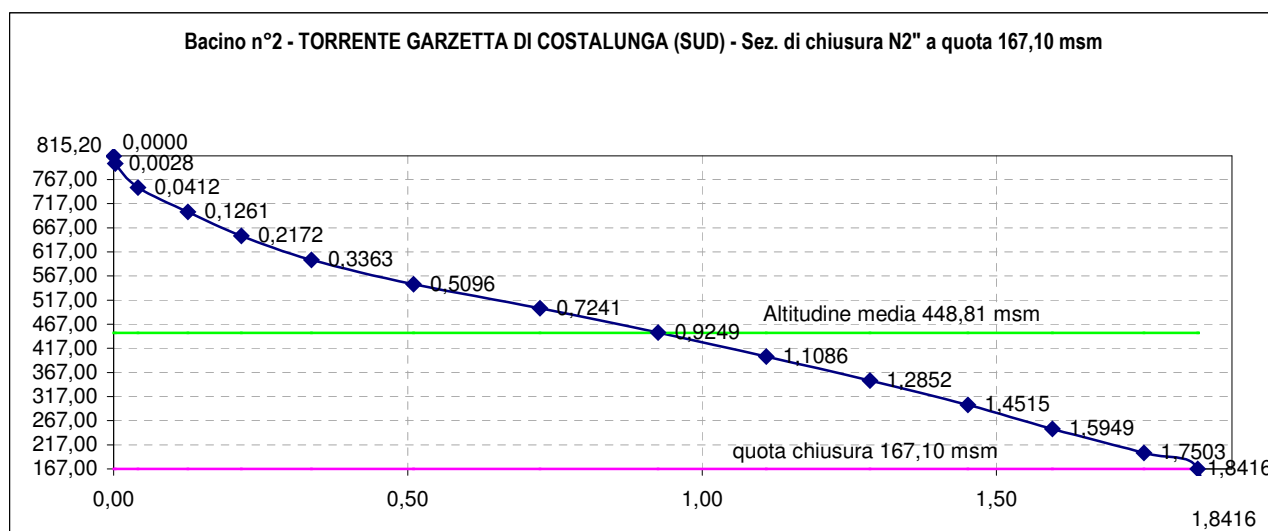
Andamento altimetrico Curva ipsografica

Altitudine (msm)	815,2	800	750	700	650	600
Superficie (ha)		0,27,74	4,12,36	12,61,05	21,72,16	33,62,53

Altitudine (msm)	550	500	450	400	350	300
Superficie (ha)	50,95,78	72,40,66	92,48,91	110,86,40	128,52,07	145,15,22

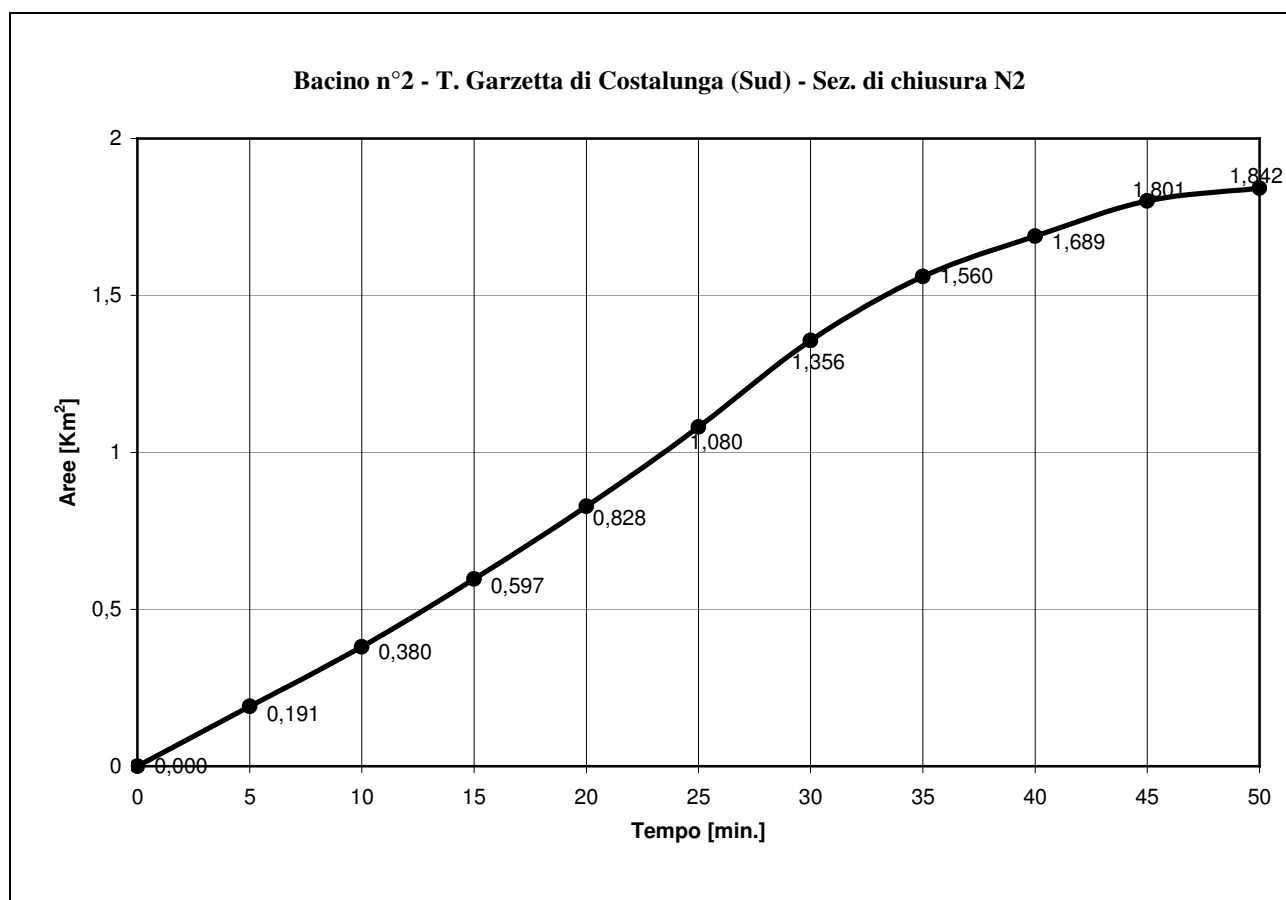
Altitudine (msm)	250	200	167,1			
Superficie (ha)	159,48,87	175,03,32	184,15,81			

CURVA IPSOGRAFICA



Altitudine (msm) Massima	815,20
Media (da curva ipso.)	448,81
Sez. chiusura	167,10
Pendenza media (m/m)	0,4738
Densità di drenaggio	0,00386733
Lunghezza asta (m)	3.460,00
Tempo di corrivazione (min)	50

CURVA AREE CONFLUENTI / TEMPI DI CORRIVAZIONE



Calcolo della pioggia netta

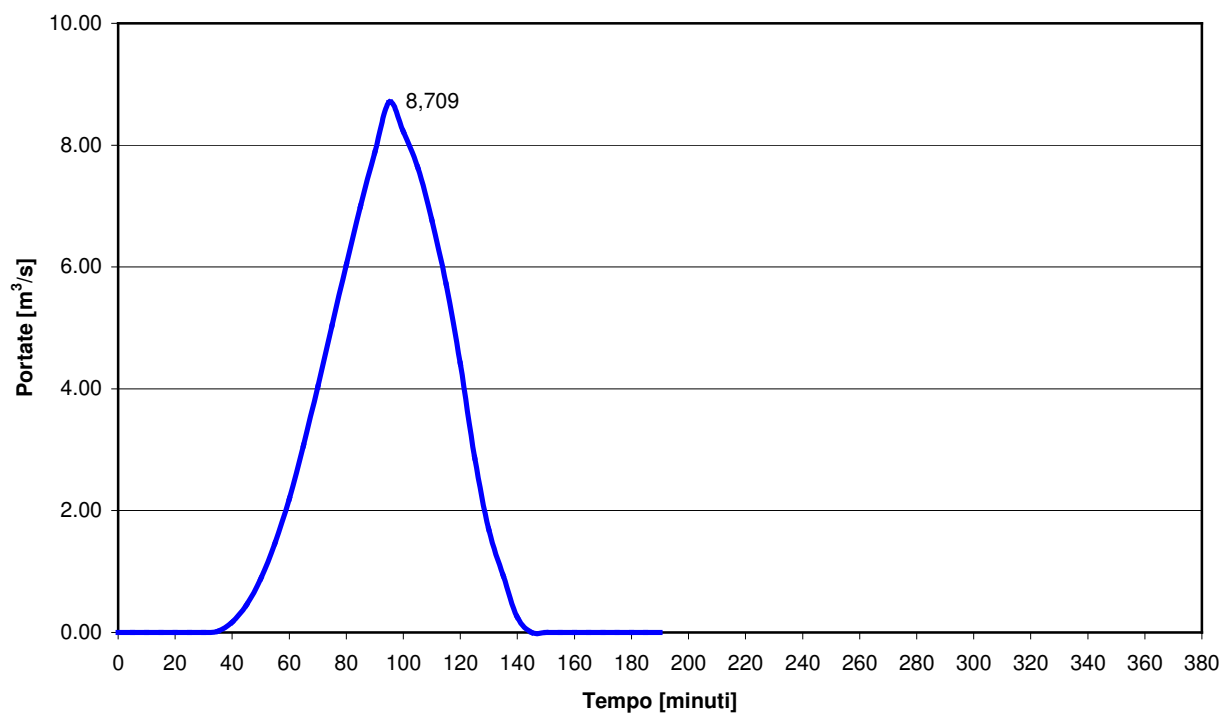
Metodo CN-SCS

Uso del suolo	Sup. (ha)	Gruppo	CN
Prati permanenti	11,64,61	C	71
Boschi di latifoglie a densità medio alta e cespuglieti	165,72,60	C	65
Vigneti e frutteti	0,60,60	C	71
Seminativi semplici	1,41,96	C	71
Tessuto residenziale sparso, impianti sportivi, di servizi pubblici e privati	4,76,05	C	80
184,15,81 CN medio			66

Risultati del calcolo idrologico

Evento meteorico	Durata della pioggia [min]	Volume piovuto [mm]	Volume Dep. [mm]	Coefficiente di afflusso ϕ	Portata al colmo [m ³ /s]	Volume idrogramma [m ³]
TR 100 anni	95	76,38	13,92	0,18	8,709	25'640

**Bacino n°2 - T. GARZETTA DI COSTALUNGA (Sud) - Sez. di chiusura N2 -
Idrogrammi di piena con TR100 anni**



**Bacino n°2 - T. Garzetta di Costalunga (Sud) - Sez. di chiusura N2
Idrogramma tabellare di piena con TR100 anni**

Tempo min.	Portata m3/s		Tempo min.	Portata m3/s
0	0.000		75	6.036
5	0.000		80	6.995
10	0.000		85	7.885
15	0.000		90	8.709
20	0.000		95	8.225
25	0.000		100	7.637
30	0.019		105	6.773
35	0.166		110	5.711
40	0.454		115	4.416
45	0.886		120	2.869
50	1.465		125	1.690
55	2.194		130	0.938
60	3.071		135	0.254
65	4.038		140	0.000
70	5.035			

3.5.3. Bacino n°3 – Rio Val Bottesa - Sez. di chiusura N3

Sezione di

chiusura

Località Costalunga

Comune Brescia

Quota (msm) 162,00

Coordinate

Metodo dello

studio

Modello CINEMATICO DI CORRIVAZIONE

Calcolo Idrogramma unitario istantaneo (IUH)

Ietogramma COSTANTE

Perdite METODO CN-SCS

Caratteristiche geomorfologiche del

bacino

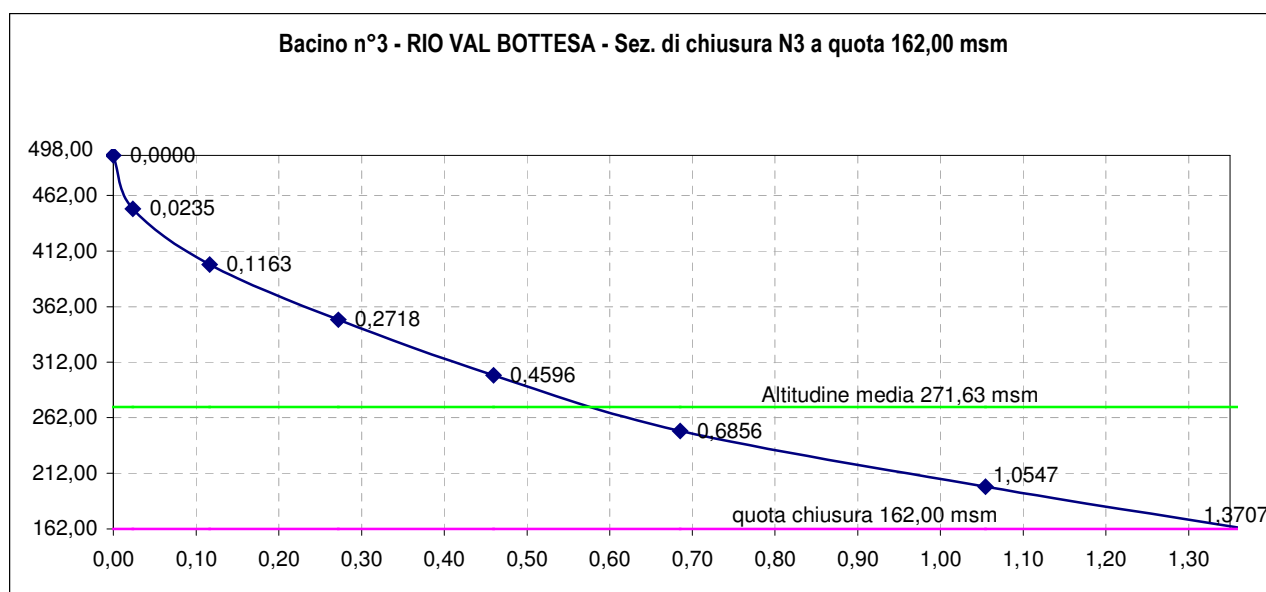
Superficie 137,06,54 ha

Andamento altimetrico Curva ipsografica

Altitudine (msm)	498	450	400	350	300	250
Superficie (ha)		2,34,76	11,62,68	27,18,23	45,95,82	68,56,12

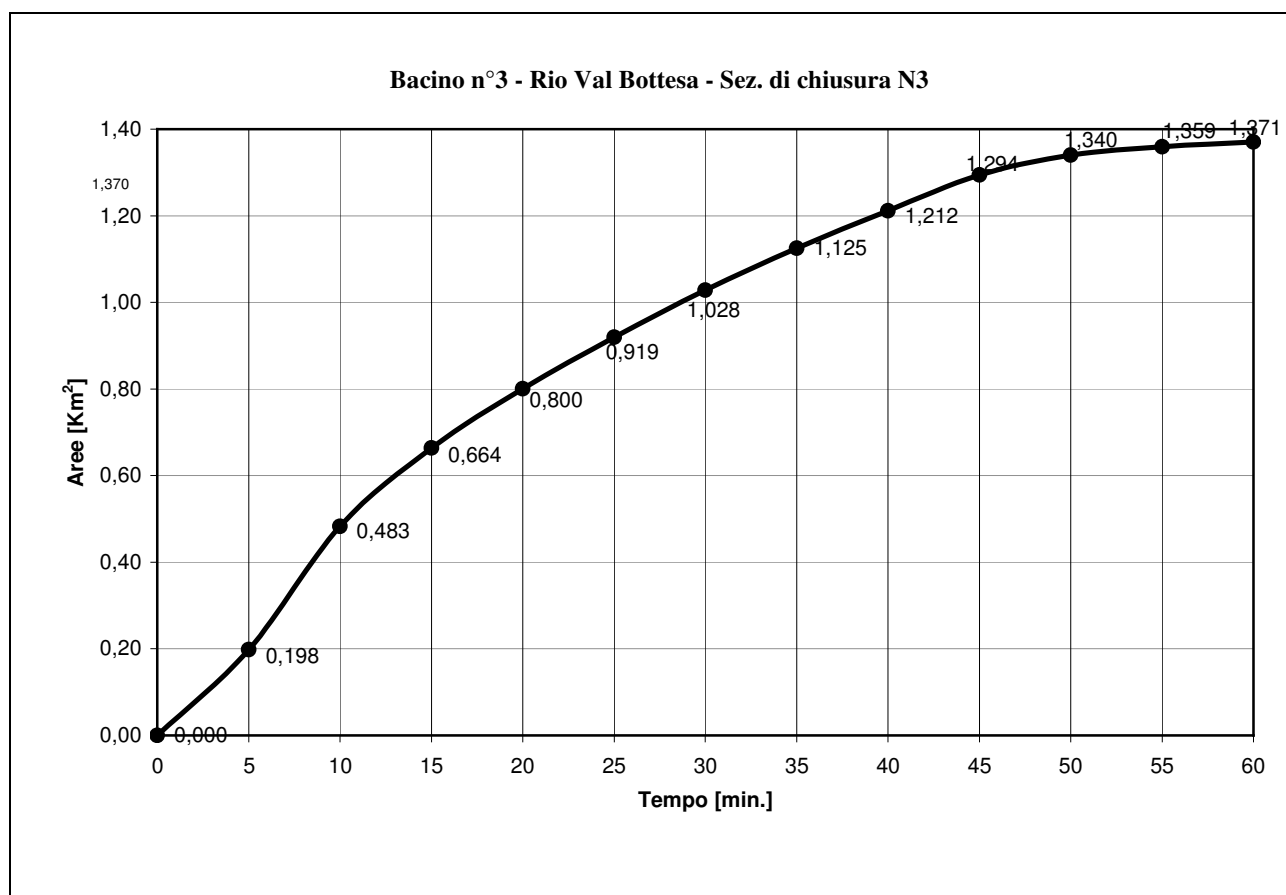
Altitudine (msm)	200	162				
Superficie (ha)	105,46,54	137,06,54				

CURVA IPSOGRAFICA



Altitudine (msm) Massima	498,00
Media (da curva ipso.)	271,63
Sez. chiusura	162,00
Pendenza media (m/m)	0,4552
Densità di drenaggio	0,0017656
Lunghezza asta (m)	2.553,00
Tempo di corrivazione (min)	60

CURVA AREE CONFLUENTI / TEMPI DI CORRIVAZIONE



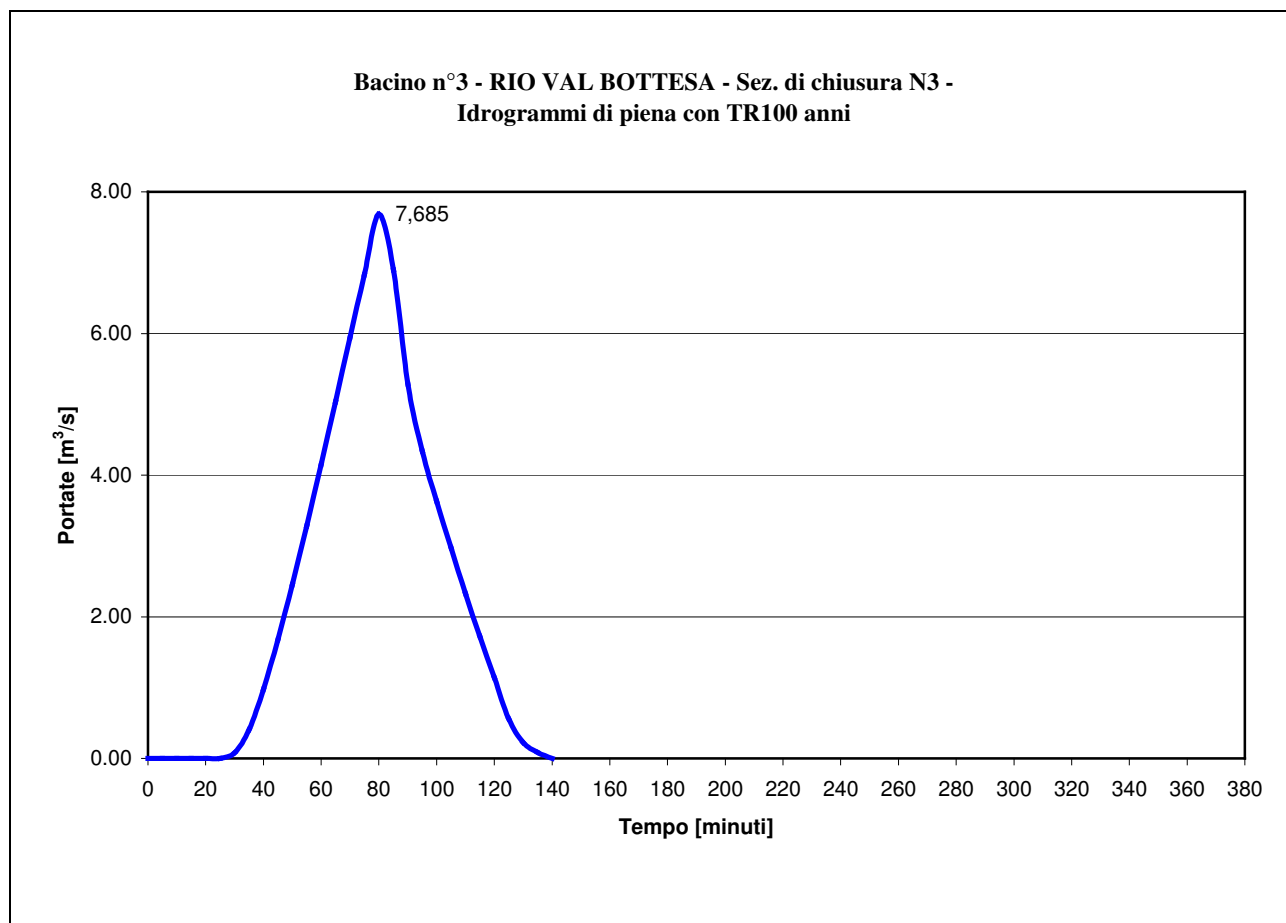
Calcolo della pioggia netta

Metodo CN-SCS

Uso del suolo	Sup. (ha)	Gruppo	CN
Prati permanenti	1,35,79	C	71
Boschi di latifoglie a densità medio alta e cespuglieti	94,64,76	C	65
Vigneti	2,26,58	C	71
Seminativi semplici	28,83,79	C	71
Tessuto residenziale discontinuo	9,95,61	C	80
137,06,54 CN medio			68

Risultati del calcolo idrologico

Evento meteorico	Durata della pioggia [min]	Volume piovuto [mm]	Volume Dep. [mm]	Coefficiente di afflusso ϕ	Portata al colmo [m ³ /s]	Volume idrogramma [m ³]
TR 100 anni	80	75,05	14,82	0,20	7,685	20'314



**Bacino n°3 - RIO VAL BOTTESA - Sez. di chiusura N3
Idrogramma tabellare di piena con TR100 anni**

Tempo min.	Portata m3/s		Tempo min.	Portata m3/s
0	0.000		75	7.685
5	0.000		80	6.898
10	0.000		85	5.288
15	0.000		90	4.339
20	0.000		95	3.628
25	0.080		100	2.975
30	0.407		105	2.329
35	0.978		110	1.723
40	1.678		115	1.144
45	2.454		120	0.560
50	3.283		125	0.226
55	4.149		130	0.086
60	5.037		135	0.000
65	5.937			
70	6.831			

4 STUDIO IDRAULICO

4.1 Premessa

Lo studio è condotto conformemente alle metodologie definite nell'Allegato 4 alla DGR 30 novembre 2011, n. IX/2616 e nella direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, approvate dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con deliberazione n. 2/99 del 11 maggio 1999 e n. 10/06 del 5 aprile 2006.

La valutazione delle condizioni di pericolosità e rischio locali, all'interno delle aree allagabili, è basata sui risultati della modellazione idraulica bidimensionale del deflusso delle acque esondate dalla Garzetta di Costalunga e dal rio Val Bottesa durante il transito della piena di riferimento.

La modellazione idraulica è stata eseguita separatamente per entrambi i corsi d'acqua, mediante l'utilizzo del codice di calcolo HEC-RAS versione 5.0.3 e dei più recenti rilievi topografici ad alta precisione, ottenuti con tecnologia Laser Scanning LiDAR- Light Detection And Ranging, resi disponibili dal MATTM tramite Regione Lombardia.

Il procedimento dello studio e la spiegazione delle basi teoriche del programma di modellazione idraulica utilizzato, sono illustrati nell'allegato V.I.-Alall041-00 Relazione idrologica e idraulica – Inquadramento metodologico.

4.2 Modello di calcolo

Il modello geometrico implementato nel programma di calcolo HEC-RAS ver. 5.0.3, per ciascuno dei due corsi d'acqua, è composto come segue:

4.2.1. Torrente Garzetta di Costalunga

Geometria del corso d'acqua

- Ramo Garzetta di Costalunga Nord:
 - lunghezza 403,86 m, da inizio modellazione (sezione n. 1499.43) presso area Club Azzurri, fino all'unione con il ramo Garzetta Sud, presso il ponte di via della Garzetta (sezione n. 1105.85)
 - sezioni del modello: n. 8
 - Strutture trasversali: n. 1 ponte (bridge) (ponte via della Garzetta rif. sezione n. 1114.00)
- Ramo Garzetta di Costalunga Sud:
 - lunghezza 613,83 m, da inizio modellazione (sezione n. 606) a monte dell'attraversamento a guado di via Val di Fassa, fino all'unione con il ramo Garzetta Sud, presso il ponte di via della Garzetta (sezione n. 1105.85);
 - sezioni del modello: n. 12

- Strutture trasversali: n. 0
- Giunzioni (Junction): n.1 fra i rami Nord (sezione n. 1105.85) e Sud (sezione n. 0);
- Ramo Garzetta di Costalunga a valle della giunzione:
 - lunghezza 1'095,60 m, da giunzione fra i rami Nord e Sud (sezione n. 1105.85) presso il ponte di via della Garzetta, alla confluenza nel fiume Celato (sezione n. 0);
 - sezioni del modello: n. 34
 - Strutture trasversali: n. 2 tombotti (culvert): primo tombotto (sezione n. 530.00) lunghezza 47,00 m a valle area ex Seminario vescovile; secondo tombotto (sezione n. 482,04) lunghezza 13,20 m attraversamento via Riccobelli

Area di allagamento e collegamenti idraulici

Nel caso specifico, non compreso nelle mappe del PGRA, le aree di allagamento sono perimetrate a seguito dell'esame dei profili idraulici della piena lungo l'asta del torrente (modellazione 1D), per l'individuazione dei tratti con sponde tracimate, e della morfologia del terreno interessato dalle esondazione.

In caso di incertezza, ove manchi un limite fisico certo, le aree sono perimetrate, almeno in prima ipotesi, in modo abbondante, a discapito della velocità di elaborazione dei calcoli da parte del programma, e successivamente ridotte sulla base dei risultati della prima modellazione.

Area n. 1

- Posizione: a lato della sponda sinistra del Ramo Nord ed in parte a destra del Ramo Sud, a monte della giunzione fra i due rami;
- Superficie: 47'962,00 m², compresa fra la sponda del torrente a ovest e il piede del rilevato collinare a est;
- Uso del suolo: area parzialmente edificata a destinazione residenziale e ricreativa;
- Rilievo: copertura LiDAR
- Griglia di calcolo: 2x2 m;
- Collegamenti idraulici fra area di allagamento e corso d'acqua (laterl structure): sfioratore laterale lungo l'intero sviluppo della sponda sinistra del ramo Garzetta Nord (245,50 m) ed in parte lungo la sponda destra del ramo Sud (82,85 m);

Area n. 2

- Posizione: a lato della sponda destra del Ramo Garzetta Sud, in prossimità del guado della via Val di Fassa;
- Superficie: 12'819,00 m², compresa fra la sponda del torrente a ovest e il piede del rilevato collinare lungo il resto del perimetro;
- Uso del suolo: area parzialmente edificata a destinazione residenziale;
- Rilievo: copertura LiDAR
- Griglia di calcolo: 2x2 m;
- Collegamenti idraulici fra area esondabile e corso d'acqua (laterl structure): sfioratore laterale lungo il varco alla sponda del torrente in corrispondenza dell'attraversamento a guado (6,30 m);

Area n. 3

- Posizione: a lato della sponda destra del torrente Garzetta di Costalunga, a partire dall'unione dei rami nord e sud, fino all'area dell'ex Seminario vescovile;
- Superficie: 77'106,00 m², compresa fra la sponda destra del torrente a est ed in parte a sud, e limiti fisici a nord e ovest (rive);
- Uso del suolo: area parzialmente edificata, occupata dalle strutture della Scuole Edile e dal Poligono di Tiro;
- Rilievo: copertura LiDAR
- Griglia di calcolo: 2x2 m;
- Collegamenti idraulici fra area esondabile e corso d'acqua (laterl structure): sfioratore laterale lungo l'intero sviluppo della sponda destra del torrente, dopo la giunzione dei Rami nord e sud (181,80 m);
- Linee di separazione (Break Line): tratto a lato di via della Garzetta (111,60 m) corrispondente al muro esistente.

Area n. 4

- Posizione: a lato della sponda sinistra del Ramo Garzetta Sud e della Garzetta dopo l'unione dei due rami, fino a via Val di Fassa all'incrocio con via Val Giudicarie;
- Superficie: 124'574,00 m², circondata dai corsi d'acqua a est, nord e ovest, e delimitata a sud dalla sede stradale di via Val di Fassa;
- Uso del suolo: area prevalentemente agricola e a verde, comprendente la palestra della scuola Istituto Lunardi;
- Rilievo: copertura LiDAR
- Griglia di calcolo: 2x2 m;
- Collegamenti idraulici fra area esondabile e corso d'acqua (laterl structure):
 - n. 1 sfioratore laterale sponda destra Garzetta Sud, presso apertura guado via Val di Fassa (5,60 m);
 - n.1 sfioratore laterale sponda sinistra Garzetta, da unione rami nord e sud fino alla canalizzazione presso palestra Istituto Lunardi (380,60 m);
 - n.1 scaricatore di fondo a simulazione del funzionamento dell'esistente tubazione sotterranea di scarico dell'area verso il torrente Garzetta, lungo via Val Giudicarie;
 - n.1 sfioratore laterale di collegamento fra le aree di allagamento n.4 e n.5, per sormonto del rilevato stradale di via Val di Fassa, al confine fra le due aree (462,10 m).

Area n. 5

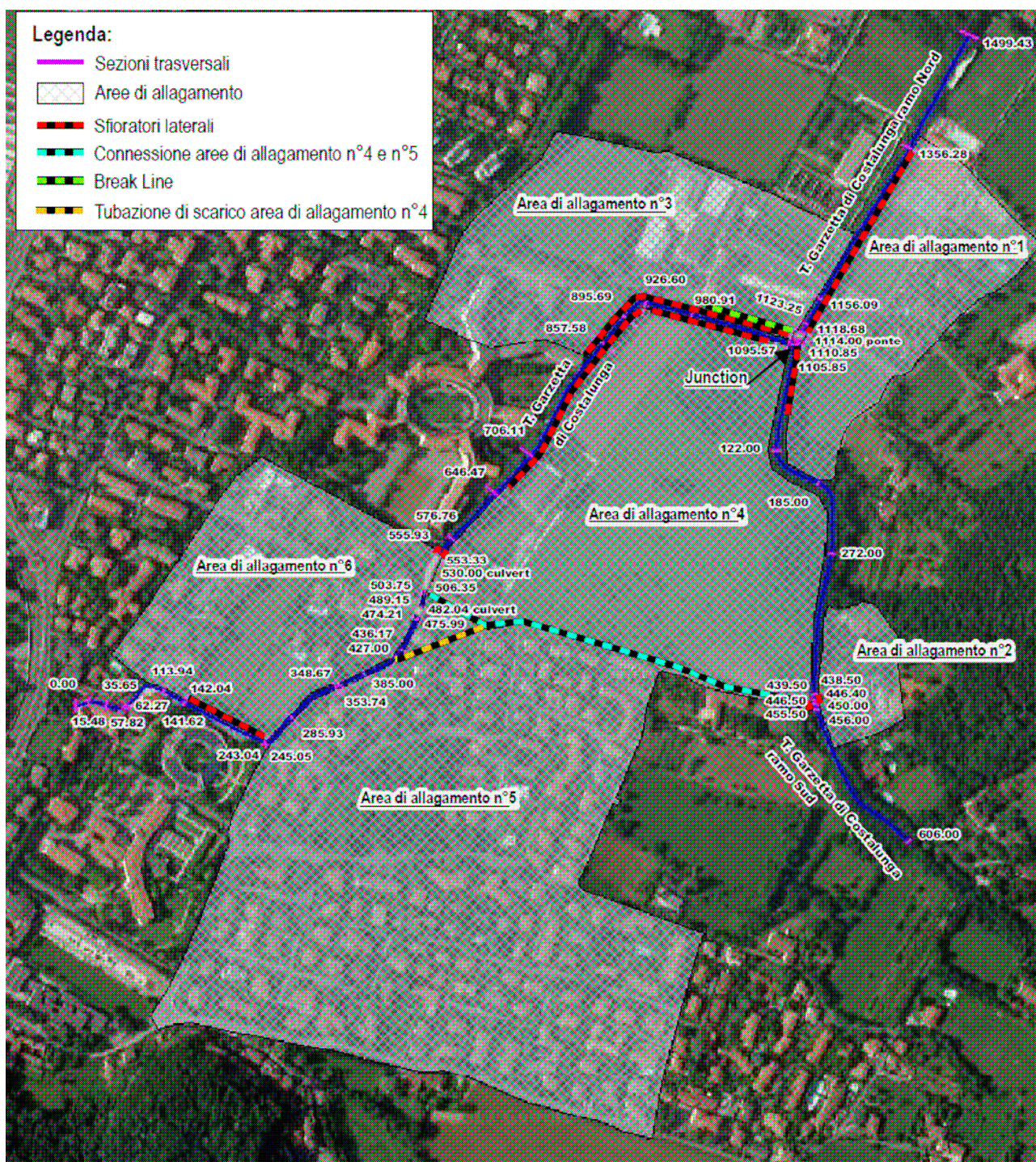
- Posizione: area urbana del quartiere Costalunga, a sud del torrente Garzetta. Si sovrappone all'area di allagamento n. 1 del rio Val Bottesa;
- Superficie: 233'494,00 m², interamente urbana, solo a nord delimitata dal t. Garzetta e dal collegamento idraulico con l'area di allagamento n. 4;
- Uso del suolo: area urbana;
- Rilievo: copertura LiDAR
- Griglia di calcolo: 2x2 m;
- Collegamenti idraulici fra area esondabile e corso d'acqua (laterl structure):
 - n.1 sfioratore laterale di collegamento fra le aree di allagamento n.4 e n.5, per sormonto del rilevato stradale di via Val di Fassa, al confine fra le due aree (462,10 m).

Area n. 6

- Posizione: area a lato della sponda destra del t. Garzetta, fra Costalunga e Mompiano;
- Superficie: 67'709,00 m², in parte edificata ed in parte a verde, delimitata da strade e

- recinzioni di aree urbane;
- Uso del suolo: comprende le aree urbane a destinazione residenziale di via Riccobelli ed un'area verde;
- Rilievo: copertura LiDAR
- Griglia di calcolo: 2x2 m;
- Collegamenti idraulici fra area esondabile e corso d'acqua (laterl structure): sfioratore laterale lungo il tratto esondabile della sponda destra del t. Garzetta, confinante con l'area di terreno naturale (100,40 m);

Figura n°4.2.1.1 - Planimetria del modello geometrico di calcolo - Torrente Garzetta di Costalunga



4.2.2. Rio Val Bottesa

Geometria del corso d'acqua

- Lunghezza 753,77 m, da inizio modellazione (sezione n. 753,77) in via Val Bottesa, fino all'imbocco del tombotto di scarico verso il ricettore fiume Celato, in via Val Barbisona (sezione n. 0,00)
- Sezioni del modello: n. 17
- Strutture trasversali: n. 1 tombotto (culvert) (accesso a proprietà privata rif. sezione n. 545.00)

Aree di allagamento e collegamenti idraulici

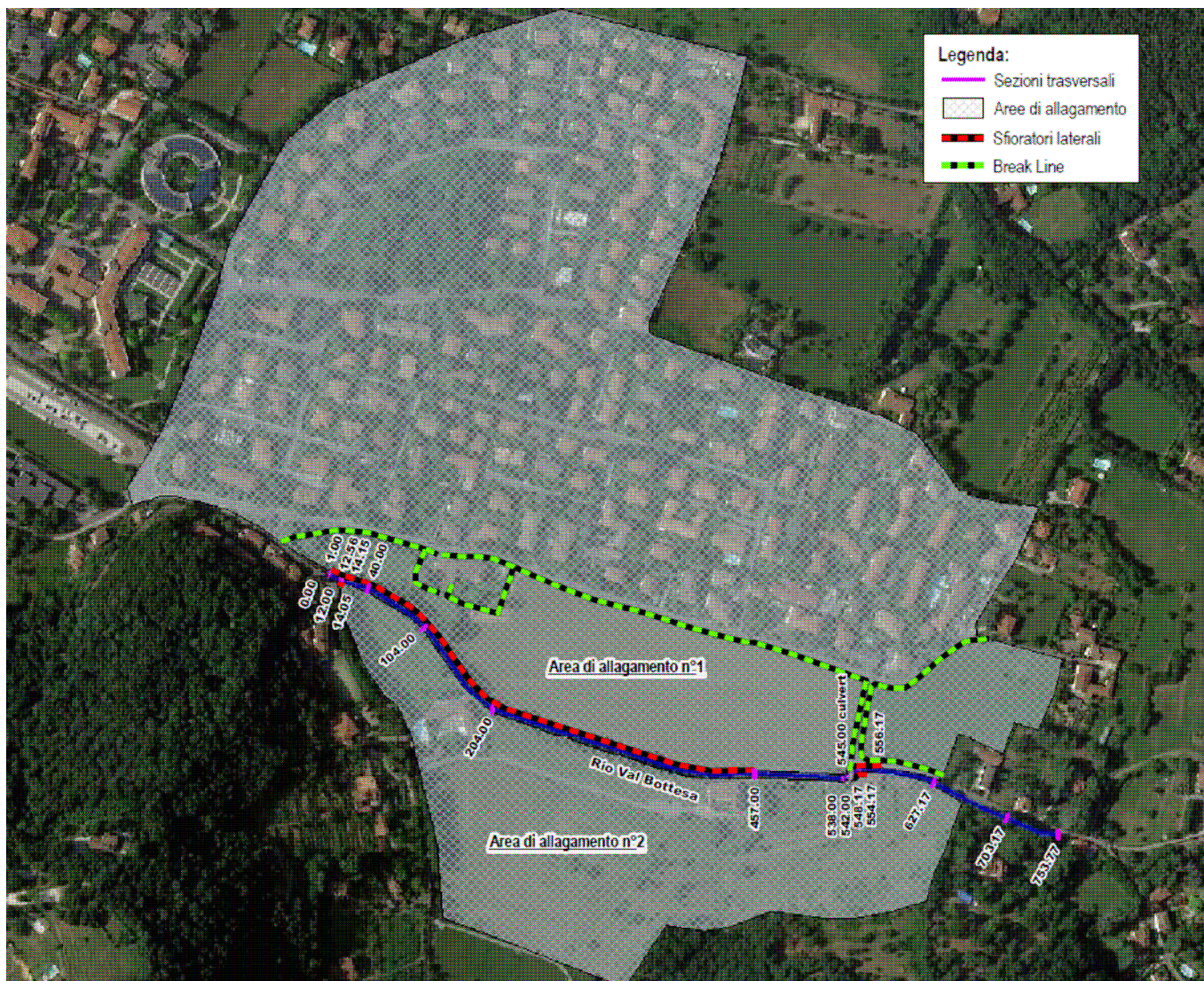
Area n. 1

- Posizione: a lato della sponda destra del torrente. Si sovrappone all'area di allagamento n. 5 del torrente Garzetta di Costalunga;
- Superficie: 346'691,00 m², compresa fra la sponda del torrente a sud ed il contorno dell'area urbana della Costalunga per il resto;
- Uso del suolo: area prevalentemente urbana a destinazione residenziale, salvo l'ampia area verde limitrofa alla sponda del torrente;
- Rilievo: copertura LiDAR
- Griglia di calcolo: 2x2 m;
- Collegamenti idraulici fra area di allagamento e corso d'acqua (laterl structure):
 - n.1 sfioratore laterale lungo la sponda destra del torrente a monte del tombotto (culvert) (30,00 m);
 - n.1 sfioratore laterale in sponda destra del torrente, lungo il muro d'argine e di sostegno del canale pensile (454,50 m)
- Linee di separazione (Break Line):
 - lungo i margini delle vie Val Bottesa e Maiera, per simulare la presenza dei muri in pietrame e malta di cemento continui, con introduzione delle aperture degli accessi alle aree, in corrispondenza di n. 3 cancelli d'ingresso esistenti, (932,50 m);
 - Attorno allo stabile compreso fra il corso del torrente e via Maiera, lungo il muro di recinzione dell'area, con aperture in corrispondenza degli ingressi (160,80 m).

Area n. 2

- Posizione: a lato della sponda sinistra del torrente;
- Superficie: 85'951,00 m², compresa fra la sponda del torrente a nord ed il piede del rilevato collinare per la restante parte del contorno;
- Uso del suolo: area prevalentemente a verde, con tre insediamenti residenziali isolati;
- Rilievo: copertura LiDAR
- Griglia di calcolo: 2x2 m;
- Collegamenti idraulici fra area di allagamento e corso d'acqua (laterl structure):
 - n.1 sfioratore laterale lungo la sponda sinistra del torrente a monte del tombotto (culvert) (lunghezza sfioratore 28,30 m);
 - n.1 sfioratore laterale in sponda sinistra del torrente, circa 12,00 m a monte dell'imbocco del tombotto di scarico, per introdurre nel modello un'apertura esistente a quota fondo canale (lunghezza sfioratore 2,60 m);

Figura n°4.2.2.1 - Planimetria del modello geometrico di calcolo - Torrente rio Val Bottesa



4.3 Scabrezze e coefficienti di efflusso

I coefficienti di scabrezza di Manning (n) sono scelti a seguito di accurate ricognizioni dei luoghi e quantificati secondo il metodo contenuto nella Direttiva “*Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all’interno delle fasce A e B*” del Piano Stralcio nelle Fasce Fluviali dell’Autorità di Bacino del Fiume Po, con la seguente relazione:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \times m_5$$

in cui i vari coefficienti parziali, variano in funzione dei seguenti aspetti:

- Materiali costituenti l’alveo (n_0)
- Irregolarità della superficie della sezione (n_1)
- Variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale (n_2)
- Effetto relativo di ostruzioni (n_3)
- Effetto della vegetazione (n_4)
- Grado di sinuosità dell’alveo (m_5)

I valori dei coefficienti utilizzati nel calcolo, per le diverse situazioni riscontrate, sono evidenziati negli schemi grafici dei risultati della modellazione allegati nei successivi capitoli 7 e 8

I coefficienti di efflusso, determinati come illustrato nella relazione metodologica (elaborato n. Alall041-00), utilizzati nel calcolo idraulico degli sfioratori laterali e degli altri collegamenti fra gli elementi del modello, sono riportati negli schemi grafici allegati nei successivi capitoli 7 e 8.

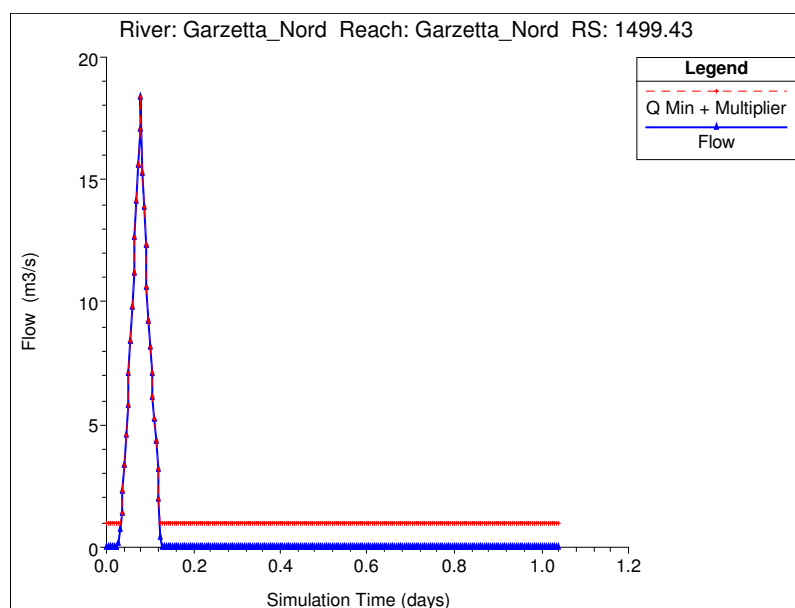
4.4 Condizioni al contorno. Flussi in ingresso

4.4.1. Torrente Garzetta di Costalunga

I flussi (flow) delle portate d'acqua in ingresso al sistema idrografico del torrente Garzetta di Costalunga, schematizzati nel modello di calcolo idraulico per la simulazione del deflusso della piena di progetto in regime di moto vario (unsteady flow analysis), sono specificati ed applicati come segue:

- Idrogramma della piena di progetto con TR 100 anni relativo al bacino n.1 - Garzetta Ramo nord, calcolato come illustrato nel precedente paragrafo 3.5.1 e riportato nel grafico seguente, applicato in corrispondenza della sezione n. 1499.43, all'estremità a monte del t. Garzetta di Costalunga Ramo Nord., con passo temporale di 5 minuti e condizioni iniziali di portata di 1,0 m³/s.

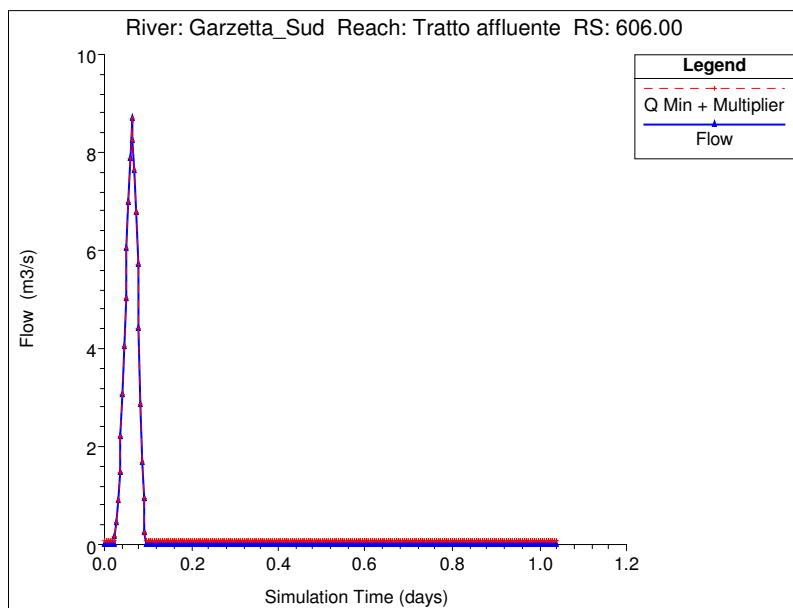
Figura 4.4.1.1 - Idrogramma della piena di progetto con TR100 anni - Garzetta Ramo nord



- Idrogramma della piena di progetto con TR 100 relativo al bacino n.2 - Garzetta Ramo sud, calcolato come illustrato nel precedente paragrafo 3.5.2, applicato in corrispondenza della

sezione n. 606.00, all'estremità a monte del t. Garzetta di Costalunga Ramo Sud, con passo temporale di 5 minuti e condizioni iniziali di portata di 0,1 m³/s.

Figura 4.4.1.2 - Idrogramma della piena di progetto con TR100 anni - Garzetta Ramo sud



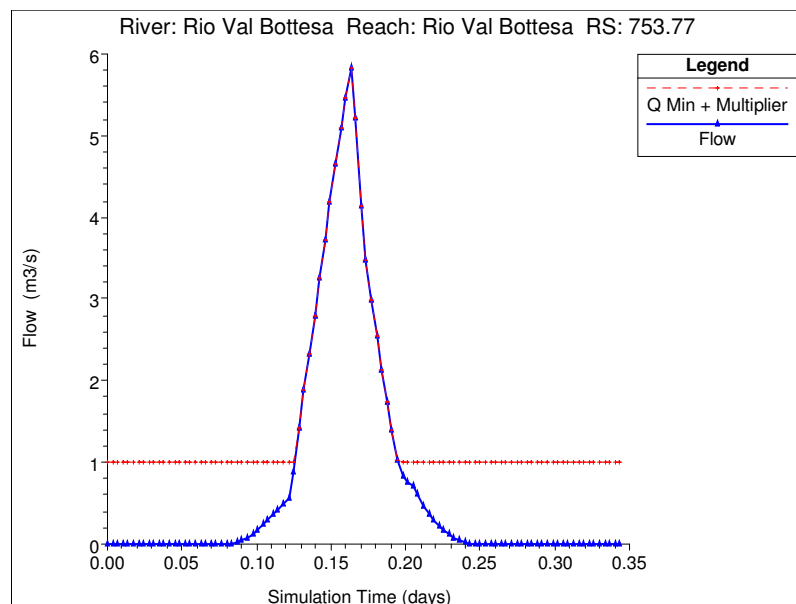
All'estremità di valle del t. Garzetta di Costalunga, sezione n. 0,00 – confluenza nel f. Celato, si è posta la cadente (normal depth) pari a 0,0001 m/m, per tener conto del possibile stato di piena del ricettore. Si evidenzia che questa condizione al contorno influenza l'andamento del profilo del pelo libero per breve tratto a monte dell'ultima sezione, senza effetti sullo sfioratore laterale di collegamento con l'area di allagamento n. 6.

4.4.2. Rio Val Bottesa

I flussi (flow) delle portate d'acqua in ingresso al sistema idrografico del torrente rio Val Bottesa, schematizzati nel modello di calcolo idraulico per la simulazione del deflusso della piena di progetto in regime di moto vario (unsteady flow analysis), sono specificati ed applicati come segue:

- Idrogramma della piena di progetto con TR 100 anni relativo al bacino del rio Val Bottesa, calcolato come illustrato nel precedente paragrafo 3.5.3 e riportato nel grafico seguente, applicato in corrispondenza della sezione n. 753.77, all'estremità a monte del corso d'acqua, con passo temporale di 5 minuti e condizioni iniziali di portata di 1,0 m³/s.

Figura 4.4.2.1- Idrogramma della piena di progetto con TR100 anni - Rio Val Bottesa



All'estremità di valle, in corrispondenza dell'imbocco della tubazione circolare (diametro D) di scarico verso il fiume Celato (sezione n. 0,00), la condizione al contorno imposta è la scala delle portate del tombotto $Q[m^3/s] / H[msm]$, calcolata come segue:

- per $h \leq D$ (deflusso nella tubazione a pelo libero), con la formula di Chezy (moto uniforme);
- per $D < h \leq (D+a)$ con "a" altezza del tamponamento sopra la tubazione fino alla quota di stramazzo (tubazione in pressione) con il teorema di Bernoulli;
- per $h > D+a$ (tubazione in pressione e stramazzo delle acque sopra il tamponamento) con il teorema di Bernoulli e la formula dello stramazzo a larga soglia.

La scala delle portate ottenuta dall'interpolazione lineare dei dati calcolati per ciascuna modalità di funzionamento del tombotto ed introdotta nel codice di calcolo, è rappresentata nel grafico seguente e nella relativa tabella dei valori della portata in funzione del carico idraulico all'imbocco del tombotto, espresso dalla quota assoluta del pelo libero dell'acqua.

Figura 4.4.2.2 - Scala delle portate del tombotto di scarico del rio Val Bottesa

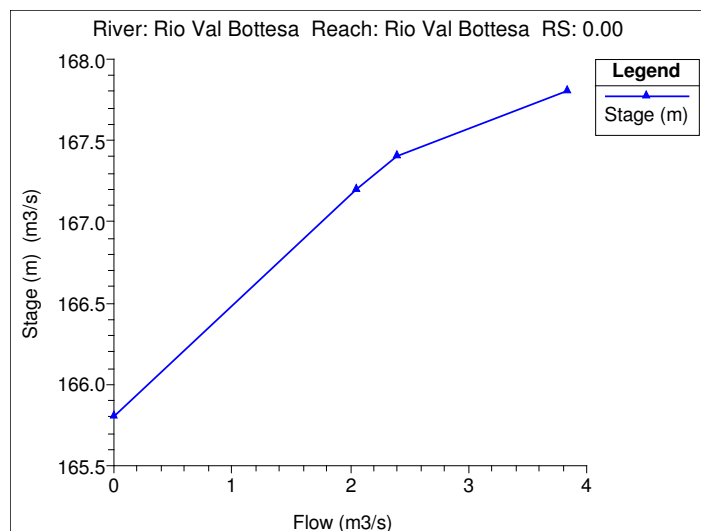


Tabella 4.4.2.3

Quota [msm]	Portata [m³/s]
165,80	0,00
167,20	2,047
167,40	2.398
167,80	3.829

4.5 Modellazione idraulica

4.5.1. Torrente Garzetta di Costalunga

La durata dell'evento di piena simulato mediante la modellazione idraulica 1D/2D è di 24 ore, sufficiente al fine di ottenere dal programma il calcolo dei flussi nelle aree 2D, fino al limite estremo delle aree allagabili.

Flusso monodimensionale (1/D)- Profili idraulici

I risultati del calcolo idraulico, sono riportati nella seguente tabella, in cui, per ciascuna sezione del modello geometrico, costruito come illustrato nel precedente capitolo 4.2.1, sono riportati, i valori dei principali parametri idraulici della corrente (quota del pelo libero, quota dell'altezza critica, quota dell'energia specifica, velocità della corrente nell'alveo, numero di Froude ed altri), relativi al deflusso, in condizioni di moto vario monodimensionale, della portata massima dell'idrogramma di piena di progetto, lungo i singoli tratti del corso d'acqua, nelle condizioni fisiche attuali.

L'andamento e le quote del pelo libero della corrente, risultanti dalla modellazione idraulica eseguita, sono rappresentati negli schemi grafici allegati nel successivo capitolo 7 precisando che i profili idraulici rappresentano l'involuppo dei massimi livelli idrici raggiunti dalla piena nelle sezioni, in momenti diversi.

Tabella n° 4.5.1.1 - Risultati della modellazione idraulica torrente Garzetta di Costalunga - inviluppo dei massimi livelli idrici raggiunti con TR100 anni

River	River Station	Q Total (m3/s)	Length Chnl (m)	Cum Ch Len (m)	Min Ch El (m)	Levee El Left (m)	Levee El Right (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Sud	606.00	8.71	150.00	613.83	183.96	185.30	185.64	0.41	184.37	184.56	185.01	0.052927	3.54	2.46	6.00	1.76
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Sud	456.00	8.66	0.50	463.83	178.26	180.00	180.00	0.54	178.80	178.86	179.16	0.021713	2.66	3.26	6.00	1.15
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Sud	455.50	8.66	5.50	463.33	178.25	178.63	180.00	0.54	178.79	178.86	179.18	0.022234	2.74	3.16	8.00	1.21
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Sud	452.00	Lat Struct														
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Sud	450.00	8.31	3.50	457.83	178.13	178.53	180.00	0.55	178.68	178.73	179.03	0.020146	2.62	3.18	8.00	1.15
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Sud	446.50	8.31	0.10	454.33	178.05	180.36	180.36	0.56	178.61	178.63	178.92	0.018245	2.48	3.35	6.00	1.06
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Sud	446.40	8.31	6.90	454.23	178.05	180.10	178.55	1.11	178.61	178.65	178.95	0.019602	2.58	3.22	7.10	1.13
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Sud	442.00	Lat Struct														
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Sud	439.50	8.19	1.00	447.33	177.90	180.10	178.40	0.98	178.48	178.50	178.78	0.016213	2.42	3.38	7.10	1.03
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Sud	438.50	8.19	166.50	446.33	177.87	178.90	178.90	1.46	178.46	178.58	178.97	0.029935	3.15	2.60	4.40	1.31
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Sud	272.00	8.18	87.00	279.83	173.28	174.48	174.48	1.11	173.91	173.98	174.35	0.024792	2.96	2.76	4.40	1.19
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Sud	185.00	8.17	63.00	192.83	171.28	172.38	172.38	4.95	171.95	171.99	172.34	0.020248	2.77	2.95	4.40	1.08
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Sud	122.00	8.16	122.00	129.83	169.84	171.19	170.64	2.33	170.45	170.56	170.93	0.027531	3.07	2.66	4.76	1.31
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Sud	100.00	Lat Struct														
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Sud	0.00	5.93	7.83	7.83	167.50	168.85	168.30	1.59	168.59		168.66	0.002050	1.18	5.05	9.00	0.37
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Nord	1499.43	18.41	143.15	403.85	169.83	172.53	172.53	2.04	171.87		172.23	0.009588	2.66	6.92	3.40	0.60
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Nord	1356.28	18.29	200.19	260.70	168.84	170.50	171.13	3.65	170.42		170.80	0.010315	2.76	6.64	5.49	0.80
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Nord	1200.00	Lat Struct														
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Nord	1156.09	16.41	32.84	60.51	167.27	168.81	168.85	1.74	169.01		169.25	0.005666	2.18	7.52	16.55	0.64
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Nord	1123.25	14.06	4.57	27.68	167.06	168.60	168.64	1.99	169.05		169.17	0.002162	1.54	9.15	16.23	0.41
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Nord	1118.68	12.72	7.83	23.11	167.04	168.50	168.50	2.06	169.10	168.26	169.18	0.001380	1.30	9.80	20.02	0.33
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Nord	1114.00	Bridge														
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Nord	1110.85	9.21	5.00	15.28	167.04	168.50	168.50	1.46	168.50		168.62	0.003735	1.54	5.99	19.79	0.51
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Nord	1108.00	Lat Struct														
T. Garzetta di Costalunga - Ramo Nord	1105.85	11.54	10.28	10.28	166.96	168.63	168.50	1.63	168.59		168.65	0.001304	1.09	10.62	11.55	0.31
T. Garzetta di Costalunga		Junction														
T. Garzetta di Costalunga	1095.57	17.48	114.66	1095.59	166.79	168.76	168.37	3.86	168.59		168.97	0.010629	2.72	6.43	15.33	0.78
T. Garzetta di Costalunga	1010.00	Lat Struct														
T. Garzetta di Costalunga	1000.00	Lat Struct														
T. Garzetta di Costalunga	980.91	15.86	54.32	980.93	166.01	167.12	167.24	1.91	167.33		167.72	0.012013	2.78	5.70	20.61	0.93
T. Garzetta di Costalunga	926.60	15.65	30.91	926.61	165.02	167.24	167.13	2.25	166.85		167.13	0.008109	2.35	6.65	6.56	0.75
T. Garzetta di Costalunga	900.00	Lat Struct														
T. Garzetta di Costalunga	896.00	Lat Struct														
T. Garzetta di Costalunga	895.69	15.28	38.12	895.70	164.85	166.20	166.05	2.72	166.65		166.91	0.005317	2.28	7.04	32.49	0.59
T. Garzetta di Costalunga	857.58	12.88	151.47	857.58	164.75	165.82	166.52	2.61	166.24	166.20	166.70	0.012460	3.06	4.44	21.83	0.88
T. Garzetta di Costalunga	706.11	6.76	59.64	706.11	164.10	165.08	166.20	1.35	165.35		165.49	0.004529	1.68	4.02	16.25	0.53
T. Garzetta di Costalunga	646.47	6.38	69.71	646.47	163.63	165.03	165.63	1.19	164.82		165.06	0.010837	2.14	2.98	2.50	0.63
T. Garzetta di Costalunga	576.76	6.38	20.83	576.76	163.03	164.43	165.37	1.36	164.37		164.55	0.003736	1.85	3.45	2.57	0.51
T. Garzetta di Costalunga	556.00	Lat Struct														
T. Garzetta di Costalunga	555.93	6.38	2.60	555.93	162.91	164.34	165.25	1.41	164.32		164.48	0.003161	1.74	3.68	2.91	0.47
T. Garzetta di Costalunga	554.00	Lat Struct														
T. Garzetta di Costalunga	553.33	6.38	46.98	553.33	162.89	164.29	164.29	1.43	164.32		164.47	0.004137	1.72	3.71	18.74	0.46

River	River Station	Q Total (m3/s)	Length Chnl (m)	Cum Ch Len (m)	Min Ch El (m)	Levee El Left (m)	Levee El Right (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
T. Garzetta di Costalunga	530.00	Culvert														
T. Garzetta di Costalunga	506.35	6.37	2.60	506.35	162.50	164.02	164.02	1.27	163.77		163.96	0.004188	1.93	3.30	2.60	0.55
T. Garzetta di Costalunga	503.75	6.37	13.57	503.75	162.48	164.03	164.03	1.28	163.76		163.95	0.004077	1.91	3.34	2.60	0.54
T. Garzetta di Costalunga	490.18	6.37	1.03	490.19	162.36	164.16	164.30	1.38	163.74		163.90	0.003379	1.78	3.58	2.60	0.48
T. Garzetta di Costalunga	489.15	6.37	13.16	489.16	162.34	163.95	163.95	1.48	163.83		163.89	0.001058	1.15	5.55	3.74	0.30
T. Garzetta di Costalunga	482.04	Culvert														
T. Garzetta di Costalunga	475.99	6.37	1.78	475.99	162.28	164.06	164.06	1.51	163.79		163.85	0.001015	1.13	5.64	3.74	0.29
T. Garzetta di Costalunga	474.21	6.37	38.04	474.21	162.28	164.56	163.88	1.46	163.74		163.85	0.002833	1.45	4.39	3.00	0.38
T. Garzetta di Costalunga	436.17	6.33	9.17	436.18	162.25	164.56	163.85	1.83	163.61		163.73	0.003425	1.56	4.07	3.00	0.43
T. Garzetta di Costalunga	427.00	6.33	42.01	427.01	162.23	164.04	163.83	1.37	163.60		163.70	0.002582	1.40	4.53	3.30	0.38
T. Garzetta di Costalunga	426.00	Lat Struct														
T. Garzetta di Costalunga	385.00	7.11	31.26	385.00	162.03	163.83	163.83	1.12	163.15		163.45	0.009516	2.42	2.94	3.24	0.81
T. Garzetta di Costalunga	353.74	7.11	5.07	353.74	161.50	163.75	163.80	1.63	163.13		163.22	0.002478	1.32	5.38	3.30	0.33
T. Garzetta di Costalunga	348.67	7.11	62.74	348.67	161.46	163.65	163.70	1.62	163.08		163.20	0.003655	1.58	4.49	3.56	0.45
T. Garzetta di Costalunga	285.93	7.11	40.87	285.93	161.11	163.60	163.15	1.79	162.90		163.00	0.002837	1.38	5.16	3.76	0.37
T. Garzetta di Costalunga	245.05	7.11	2.02	245.05	160.91	162.71	162.71	1.32	162.23		162.60	0.018886	2.70	2.64	2.00	0.75
T. Garzetta di Costalunga	243.04	7.11	101.00	243.04	160.87	163.61	162.31	1.41	162.28		162.56	0.013100	2.36	3.01	3.02	0.75
T. Garzetta di Costalunga	200.00	Lat Struct														
T. Garzetta di Costalunga	142.04	6.19	0.42	142.04	160.00	162.96	161.46	1.68	161.68		161.77	0.003010	1.35	4.57	10.42	0.38
T. Garzetta di Costalunga	141.62	6.19	27.68	141.62	160.00	162.96	162.96	1.48	161.48		161.79	0.021905	2.45	2.52	1.70	0.64
T. Garzetta di Costalunga	113.94	6.19	51.67	113.94	159.75	163.10	163.10	1.17	160.92		161.22	0.019529	2.40	2.58	2.20	0.71
T. Garzetta di Costalunga	62.27	6.19	4.45	62.27	159.30	163.60	160.88	0.98	160.28		160.58	0.005054	2.42	2.56	2.60	0.78
T. Garzetta di Costalunga	57.82	6.19	22.17	57.82	159.28	163.60	160.88	0.94	160.22	160.20	160.66	0.008435	2.94	2.11	2.25	0.97
T. Garzetta di Costalunga	35.65	6.19	20.17	35.65	159.12	163.60	160.72	0.99	160.11		160.40	0.004889	2.39	2.59	2.62	0.77
T. Garzetta di Costalunga	15.48	6.19	15.48	15.48	159.01	163.00	160.61	1.06	160.07		160.31	0.003723	2.16	2.87	2.70	0.67
T. Garzetta di Costalunga	0.00	6.19			158.96	161.53	160.58	1.22	160.18	159.32	160.19	0.000100	0.50	12.44	10.50	0.15

Flusso bidimensionale (2/D) nelle aree di allagamento

Il funzionamento delle strutture di collegamento fra i corsi d'acqua e le aree di allagamento, è rappresentato nell'allegato capitolo 7, in cui, per ogni struttura, è riportato l'idrogramma dei flussi tracimati e delle portate transitate lungo il corso d'acqua a monte ed a valle della struttura laterale, nel corso della piena, ed il volume massimo tracimato.

Si descrive nel seguito l'andamento dell'allagamento e dello scorrimento delle acque nelle aree esondate, come risulta dalla simulazione eseguita, riportando gli schemi grafici delle situazioni maggiormente significative.

- L'esondatazione inizia dalla sponda sinistra del torrente, verso l'area di allagamento n.4, attraverso lo sfioratore n. 896,00, di fronte all'area dell'ex Seminario Vescovile e, subito dopo, prosegue in successione come segue:
- In corrispondenza del guado di via Val di Fassa, dalla sponda sinistra del Ramo nord, a monte del ponticello di via della Garzetta, verso l'area del parcheggio Club Azzurri.
- A monte del ponticello di via Riccobelli, in sponda sinistra, e verso l'area verde compresa fra via Riccobelli ed il muro di cinta della Clinica Domus, in destra.
- Proseguendo, si attivano le esondazioni dalla destra del corso d'acqua, subito dopo la giunzione dei due rami confluenti, verso via della Garzetta in direzione della Scuola Edile, e verso l'area dell'ex Seminario Vescovile. Si verifica inoltre l'esondatazione verso destra dal guado di via Val di Fassa.
- Nell'area di allagamento n.4, le acque tracimano il rilevato stradale di via Val di Fassa, in lato sud-ovest, ed iniziano a scorrere lungo le strade del quartiere Costalunga (area di allagamento n.5).
- Lo scorrimento delle acque nell'abitato continua verso sud, fino a raggiungere via Lazzaretto, riducendosi contemporaneamente l'allagamento nelle aree n. 1 e n. 4, dalle quali è possibile il rientro di parte delle acque nel torrente, dopo il passaggio del colmo di piena, mentre, nelle altre aree, l'allagamento rimane al valore massimo raggiunto.

Gli schemi planimetrici seguenti mostrano l'espansione massima raggiunta dalle acque nelle varie aree di allagamento e l'andamento dei flussi in un istante significativo della simulazione.

Figura n°4.5.1.2 - Planimetria dell'espansione massima dell'allagamento

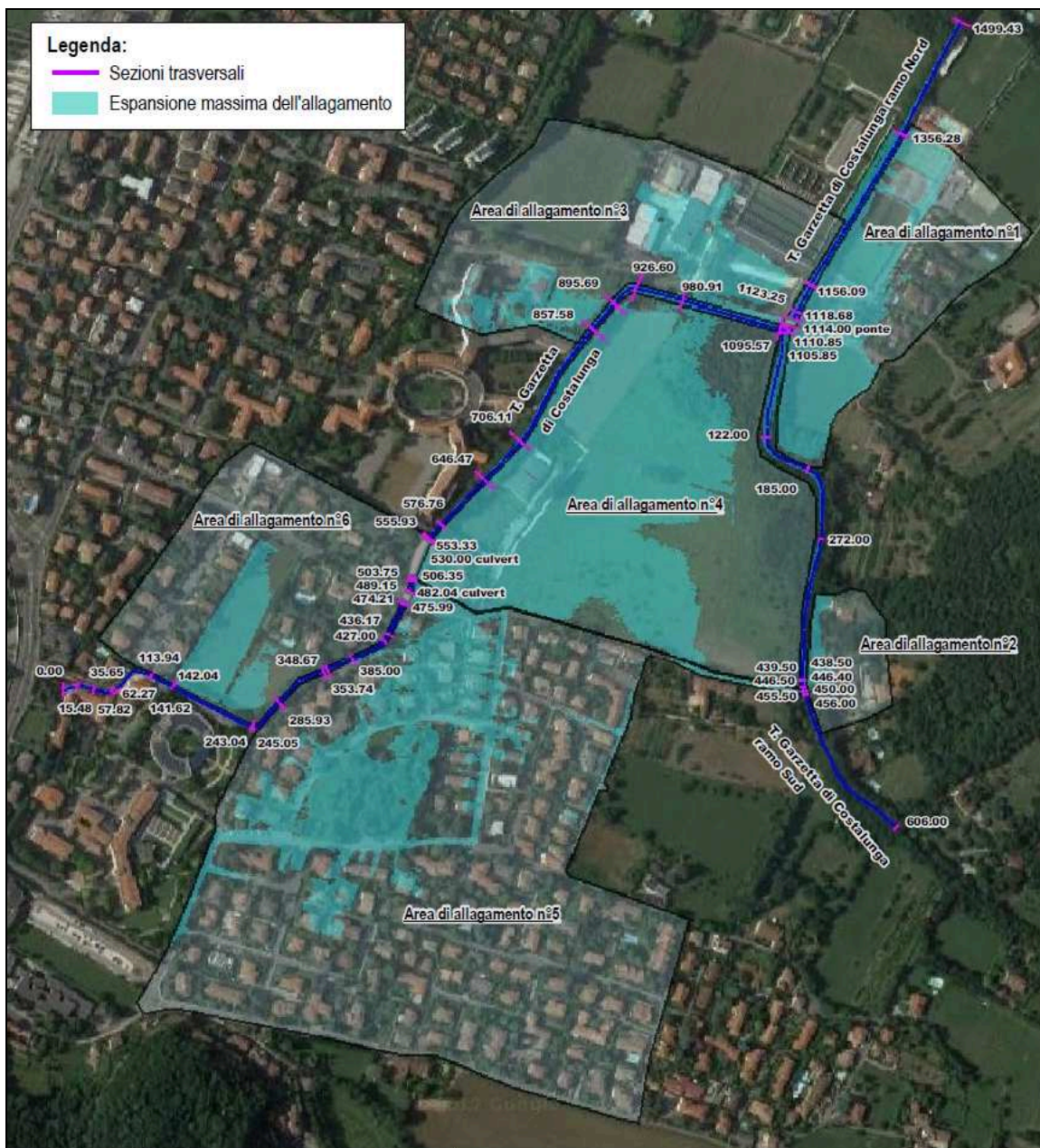


Figura n°4.5.1.3 - Flussi nell'area di allagamento n°1

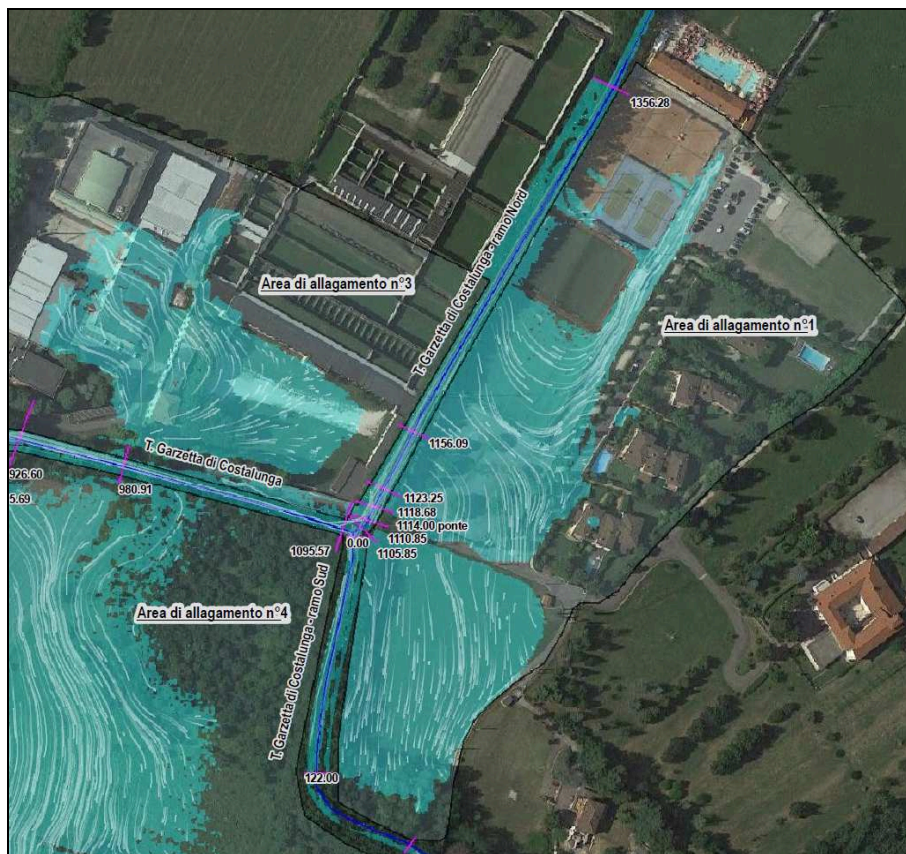


Figura n°4.5.1.4 - Flussi nell'area di allagamento n°2

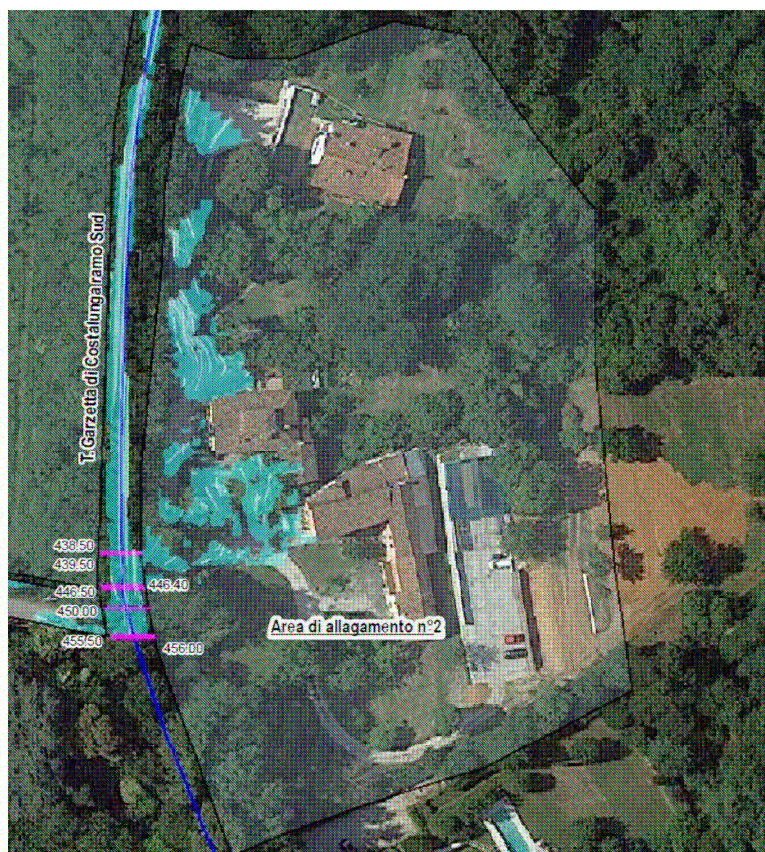


Figura n°4.5.1.5 - Flussi nell'area di allagamento n°3



Figura n°4.5.1.6 - Flussi nell'area di allagamento n°4

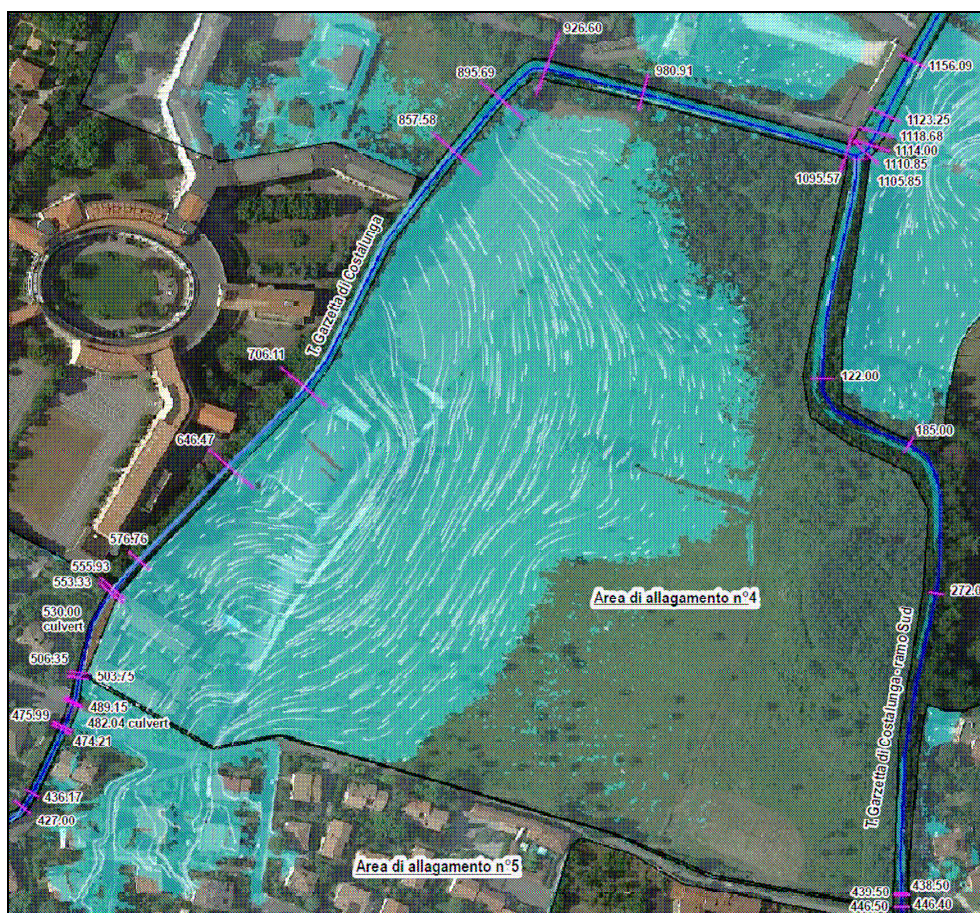


Figura n°4.5.1.7 - Flussi nell'area di allagamento n°5



Figura n°4.5.1.8 - Flussi nell'area di allagamento n°6



4.5.2. Torrente Rio Val Bottesa

La durata dell'evento di piena simulato mediante la modellazione idraulica 1D/2D è di 8 ore, sufficiente al fine di ottenere dal programma il calcolo dei flussi nelle aree 2D, fino al limite estremo delle aree allagabili.

Flusso monodimensionale (1/D)- Profili idraulici

I risultati del calcolo idraulico, sono riportati nella seguente tabella, in cui, per ciascuna sezione del modello geometrico, costruito come illustrato nel precedente capitolo 4.2.2, sono riportati, i valori dei principali parametri idraulici della corrente (quota del pelo libero, quota dell'altezza critica, quota dell'energia specifica, velocità della corrente nell'alveo, numero di Froude ed altri), relativi al deflusso, in condizioni di moto vario monodimensionale, della portata massima dell'idrogramma di piena di progetto, lungo i singoli tratti del corso d'acqua, nelle condizioni fisiche attuali.

L'andamento e le quote del pelo libero della corrente, risultanti dalla modellazione idraulica eseguita, sono rappresentati negli schemi grafici allegati nel successivo capitolo 8, precisando che i profili idraulici rappresentano l'inviluppo dei massimi livelli idrici raggiunti dalla piena nelle sezioni, in momenti diversi.

Tabella n° 4.5.2.1 - Risultati della modellazione idraulica trio Val Bottesa - involucro dei massimi livelli idrici raggiunti con TR100 anni

River	River Station	Q Total (m3/s)	Length Chnl (m)	Cum Ch Len (m)	Min Ch El (m)	Levee El Left (m)	Levee El Right (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio Val Bottesa	753.77	7.68	50.60	753.77	189.15	191.05	191.05	0.70	189.85	190.09	190.69	0.049647	4.04	1.90	2.70	1.54
Rio Val Bottesa	703.17	7.66	76.00	703.17	186.68	188.58	188.58	0.71	187.39	187.62	188.20	0.047714	3.98	1.92	2.70	1.51
Rio Val Bottesa	627.17	7.63	71.00	627.17	183.26	184.56	184.56	0.80	184.06	184.27	184.78	0.040053	3.77	2.02	3.42	1.56
Rio Val Bottesa	560.00	Lat Struct														
Rio Val Bottesa	558.00	Lat Struct														
Rio Val Bottesa	556.17	7.38	2.00	556.17	180.71	181.67	181.67	1.09	181.80	181.79	182.30	0.021071	3.12	2.37	3.00	0.98
Rio Val Bottesa	554.17	7.34	6.00	554.17	180.65	181.65	181.65	1.12	181.77		182.18	0.023096	2.85	2.58	3.00	0.86
Rio Val Bottesa	548.17	7.00	6.17	548.17	180.43	181.73	181.73	1.42	181.85		182.08	0.011845	2.15	3.26	3.00	0.58
Rio Val Bottesa	545.00	Culvert														
Rio Val Bottesa	542.00	7.00	4.00	542.00	180.35	181.60	181.60	0.59	180.95	181.33	182.28	0.099183	5.11	1.37	2.30	2.12
Rio Val Bottesa	538.00	7.00	81.00	538.00	179.81	181.01	180.81	0.83	180.64	180.89	181.44	0.051378	3.95	1.77	3.54	1.79
Rio Val Bottesa	457.00	6.98	253.00	457.00	176.57	177.77	177.57	0.98	177.55	177.65	178.01	0.025232	3.03	2.31	4.02	1.28
Rio Val Bottesa	450.00	Lat Struct														
Rio Val Bottesa	204.00	5.53	100.00	204.00	169.63	170.63	170.33	0.84	170.47	170.62	171.02	0.030859	3.31	1.67	3.14	1.38
Rio Val Bottesa	104.00	4.98	64.00	104.00	167.00	168.40	168.30	1.24	168.24		168.52	0.013613	2.35	2.13	2.82	0.86
Rio Val Bottesa	40.00	4.14	25.85	40.00	166.31	167.72	167.72	1.34	167.65		167.78	0.005086	1.56	2.65	2.54	0.49
Rio Val Bottesa	15.00	Lat Struct														
Rio Val Bottesa	14.15	3.66	0.10	14.15	166.06	167.82	167.46	1.63	167.69		167.72	0.000494	0.81	4.53	3.80	0.22
Rio Val Bottesa	14.05	3.57	1.55	14.05	166.05	166.05	167.45	1.63	167.68		167.72	0.000305	0.93	3.85	5.20	0.25
Rio Val Bottesa	12.50	4.07	0.50	12.50	166.03	166.03	167.43	1.64	167.67		167.72	0.000385	1.05	3.89	5.20	0.28
Rio Val Bottesa	12.00	4.04	11.00	12.00	166.02	167.82	167.42	3.37	167.67		167.73	0.000612	1.03	3.93	4.00	0.28
Rio Val Bottesa	1.00	3.44	1.00	1.00	165.81	167.81	167.41	3.40	167.70		167.74	0.000408	0.84	4.09	4.00	0.22
Rio Val Bottesa	0.00	3.39			165.80	167.80	167.40	3.38	167.68	166.66	167.74	0.001117	1.07	3.16	4.00	0.28

Flusso bidimensionale (2/D) nelle aree di allagamento

Il funzionamento delle strutture di collegamento fra il corso d'acqua e le aree di allagamento, è rappresentato nell'allegato capitolo 8, in cui, per ogni struttura, è riportato l'idrogramma dei flussi tracimati e delle portate transitate lungo il corso d'acqua a monte ed a valle della struttura laterale, nel corso della piena, ed il volume massimo tracimato.

Si descrive nel seguito l'andamento dell'allagamento e dello scorrimento delle acque nelle aree esondate, come risulta dalla simulazione eseguita, riportando gli schemi grafici delle situazioni maggiormente significative.

- L'esondazione inizia dalla sponda sinistra del torrente, al termine del percorso del torrente, verso la parte all'estremità ovest dell'area di allagamento n.2, compresa fra via Valbarbisona ed il torrente, attraverso lo sfioratore n.15,00.
- Dopo l'esteso allagamento della predetta area, l'alveo è esondato anche lungo un tratto della sponda destra del canale pensile, verso l'area verde ad elevata pendenza compresa fra il canale e via Maiera e, in parte, anche lungo il breve tratto immediatamente precedente l'imbocco del tombotto di scarico finale (area di allagamento n. 1), con scorrimento a ondate.
- Proseguendo, si amplia il fronte di tracimazione dalla sponda destra del canale pensile, e si attiva l'esondazione dalla destra, a monte del canale pensile, verso via Val Bottesa e quindi verso la parte alta, a est, di via Maiera. Si verificano allagamenti anche alla sponda sinistra del canale, verso la parte a est dell'area di allagamento n. 2. L'acqua ristagna ed aumenta di livello nell'area compresa fra il canale e l'interno del muro di cinta lungo via Maiera.
- Il modello di calcolo non considera cedimenti o rotture del predetto muro, per cui le acque si sfogano solo attraverso le aperture presenti nel muro in corrispondenza dei cancelli d'ingresso alla proprietà privata, verso la strada e l'area urbana a nord.
- Le acque esondate a monte percorrono a forte velocità in discesa via Maiera, come pure scorrono a ondate anche lungo la fascia di terreno attigua alla sponda sinistra del canale pensile.
- Continua l'espansione delle acque verso nord, all'interno del territorio urbanizzato in direzione di via Val di Fumo e Val Passiria, fino a via Lazzaretto, sovrapponendosi alle aree interessate dalla piena della Garzetta.
- Al termine dell'evento, le acque rimangono accumulate nell'area a destra della parte terminale del canale compresa fra via Val Barbisona e via Maiera, ed in parte anche nel tessuto urbano.

Gli schemi planimetrici seguenti mostrano l'espansione massima raggiunta dalle acque nelle varie aree di allagamento e l'andamento dei flussi in tre istanti significativi della simulazione.

Figura n°4.5.2.2 - Planimetria dell'espansione massima dell'allagamento

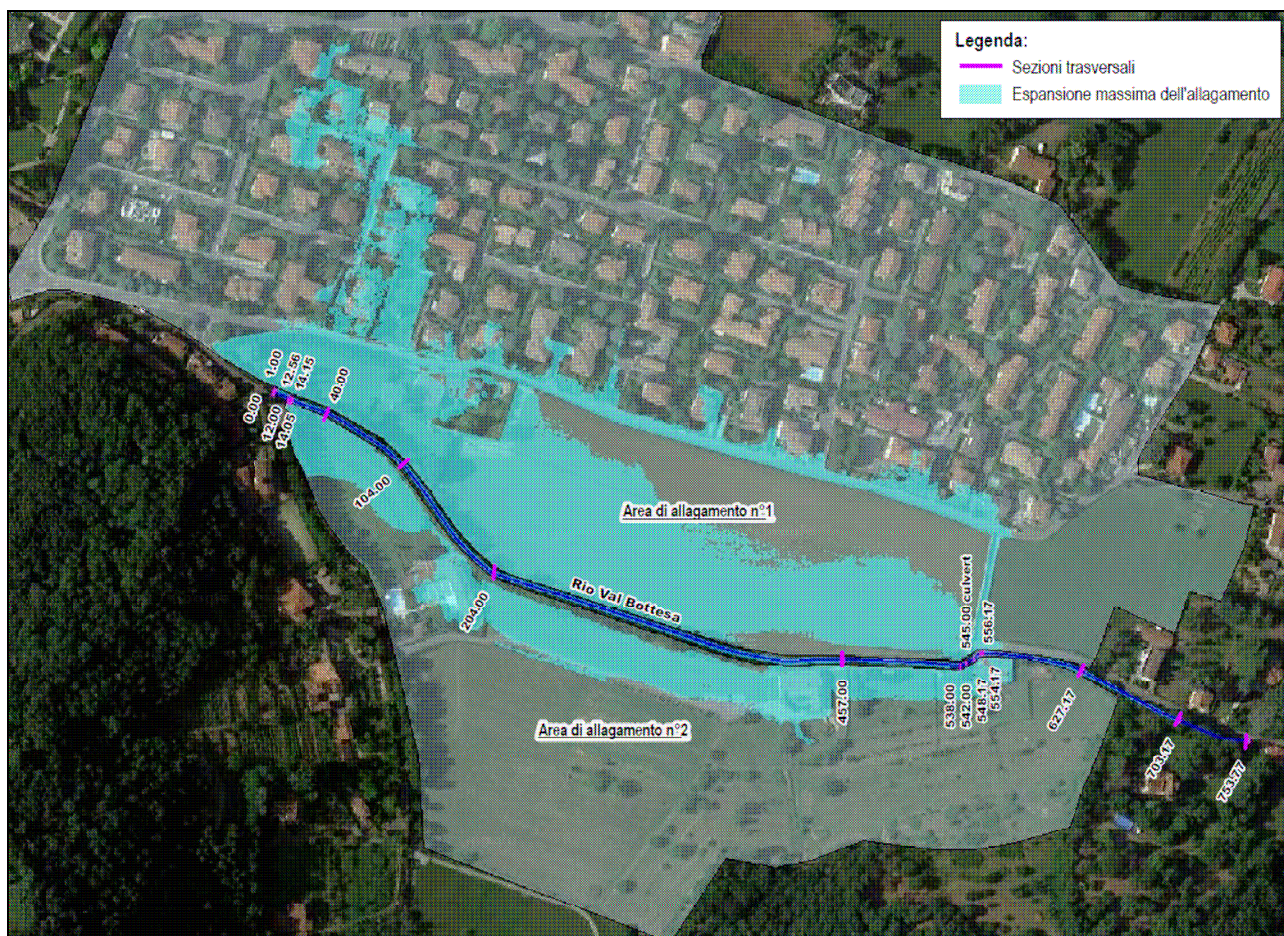


Figura n°4.5.2.3 - Flusso alle ore 1:20



Figura n°4.5.2.4 - Flusso alle ore 2:30

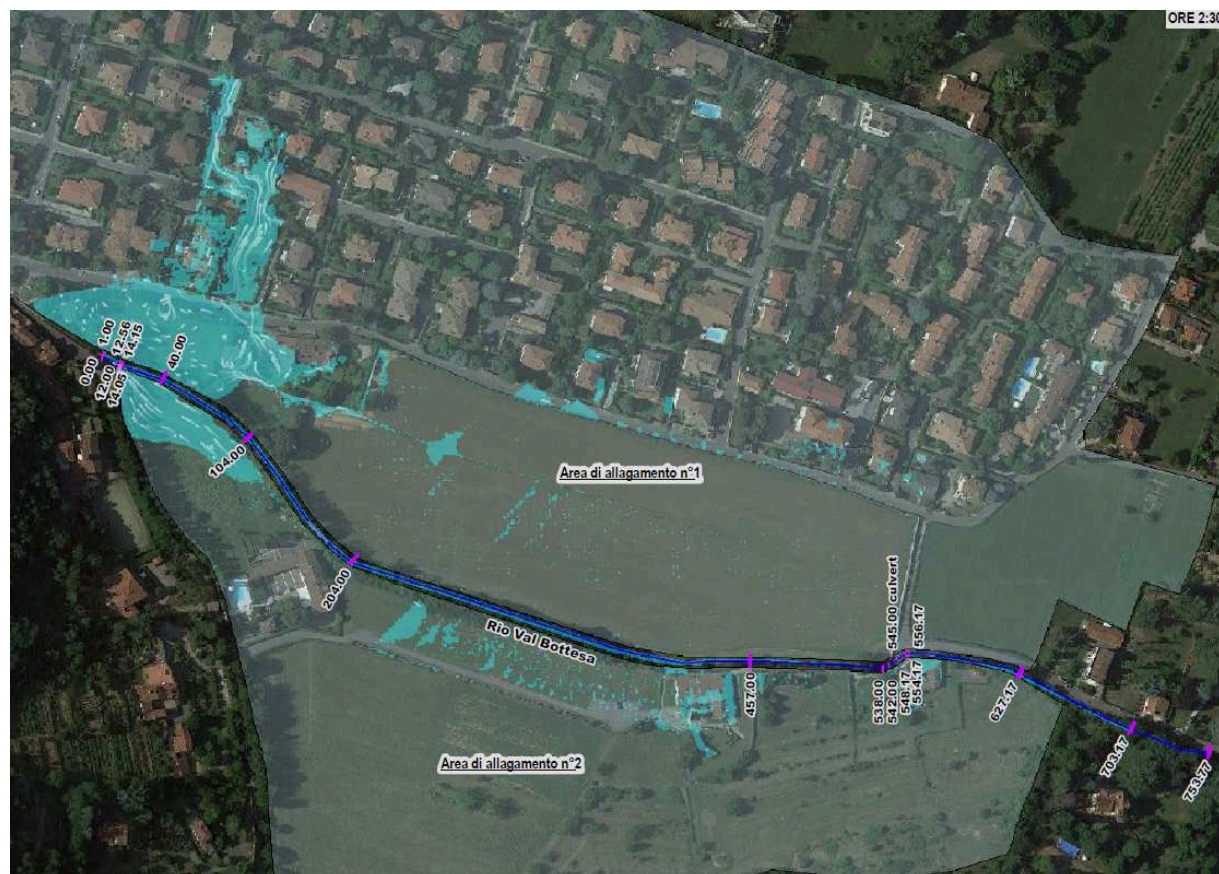
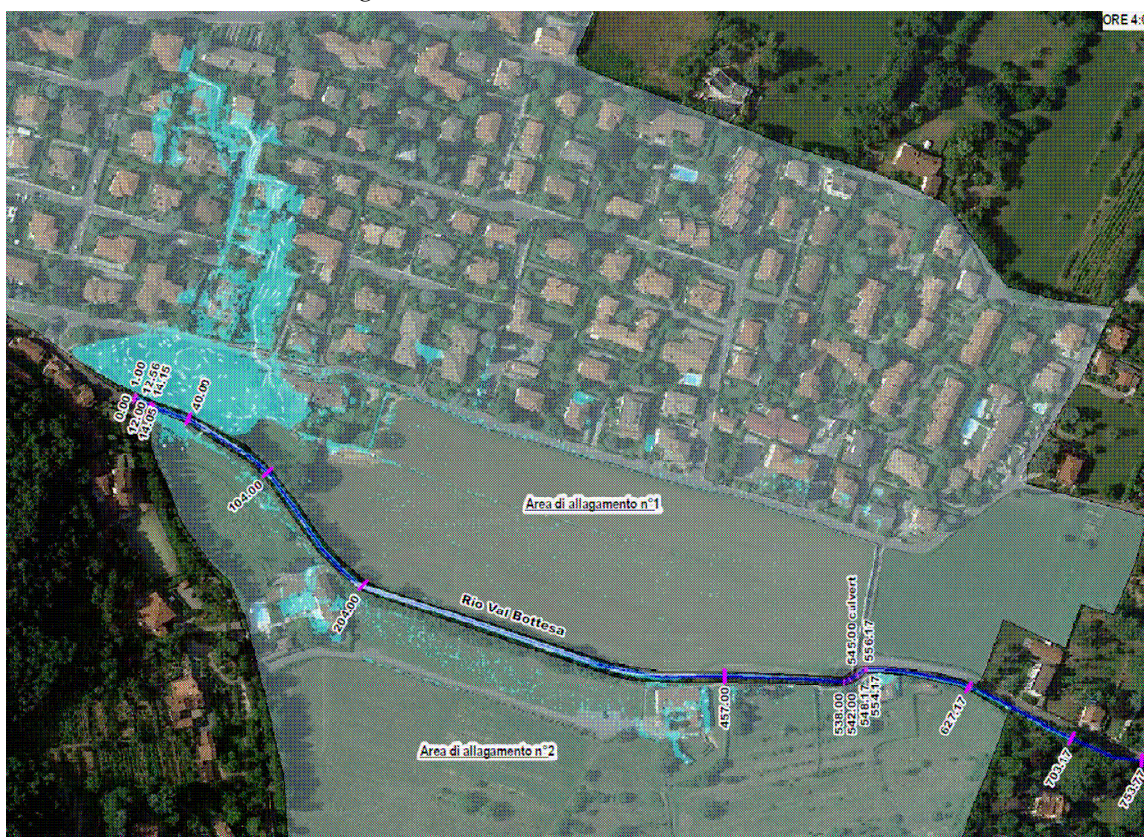


Figura n°4.5.2.5 - Flusso alle ore 4:00



4.6 Rappresentazione grafica dei risultati

Per l'intero ambito della Costalunga, interessato dalle possibili esondazione del t. Garzetta e dal rio Val Bottesa, i risultati dello studio idraulico sono rappresentati nelle allegate carte tematiche, elencate e descritte nel seguito:

Tavola n. V.I. - ALall041-03a – Carta delle aree esondabili – Battente (Garzetta)

Contenente la delimitazione delle aree esondabili, corrispondente alla massima espansione dell'allagamento risultante dalla modellazione idraulica dell'evento di piena con tempo di ritorno di 100 anni, per il t. Garzetta ed il rio Val Bottesa, e la mappatura delle altezze massime del battente d'acqua, mediante cromatismo, al fine di distinguere, all'interno delle aree allagate, i valori massimi del battente, espresso in metri, nei seguenti insiemi, per la zonazione della pericolosità, come stabilito nella DGR IX/2616/2011 All. 4, paragrafo 3.4.

$h \leq 0,20$ m

$0,20 < h \leq 0,30$

$0,30 < h \leq 0,50$

$0,50 > h \leq 0,70$

$h > 0,70$ m

Tavola n. V.I. - ALall04I-04a – Carta delle aree esondabili – Velocità (Garzetta)

Contenente la delimitazione delle aree esondabili, corrispondente alla massima espansione dell'allagamento risultante dalla modellazione idraulica dell'evento di piena con tempo di ritorno di 100 anni, per il t. Garzetta ed il rio Val Bottesa, e la mappatura delle velocità massime dei flussi d'acqua, mediante cromatismo, al fine di distinguere, all'interno delle aree allagate, i valori massimi delle velocità, espressi in metri/secondo, nei seguenti insiemi, per la zonazione della pericolosità, come stabilito nella DGR IX/2616/2011 All. 4, paragrafo 3.4.

$h \leq 0,40$ m/s

$0,40 < h \leq 0,60$

$0,60 < h \leq 1,50$

$h > 1,50$ m/s

5 ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ

La zonazione della pericolosità, all'interno delle aree allagabili, è eseguita secondo il procedimento illustrato nel capitolo 4 dell'allegato n. V.I. - ALall041-00 - Relazione idrologica e idraulica – Inquadramento metodologico, mediante l'analisi del battente e della velocità del flusso idrico, ottenuti dai risultati della modellazione idraulica in ogni punto significativo del terreno, in combinazione con i rispettivi valori massimi, secondo lo schema di cui al paragrafo 3.4 dell'Allegato 4 alla DGR IX/2616/2011, e della loro distribuzione planimetrica.

Le aree allagate sono così suddivise nelle quattro classi di pericolosità:

- H2 o H1 – Media o moderata
- H3 – Elevata
- H4 – Molto elevata

Come rappresentato nella tavola grafica dell'allegato V.I. - ALall041-05a – Carta della pericolosità (Garzetta)

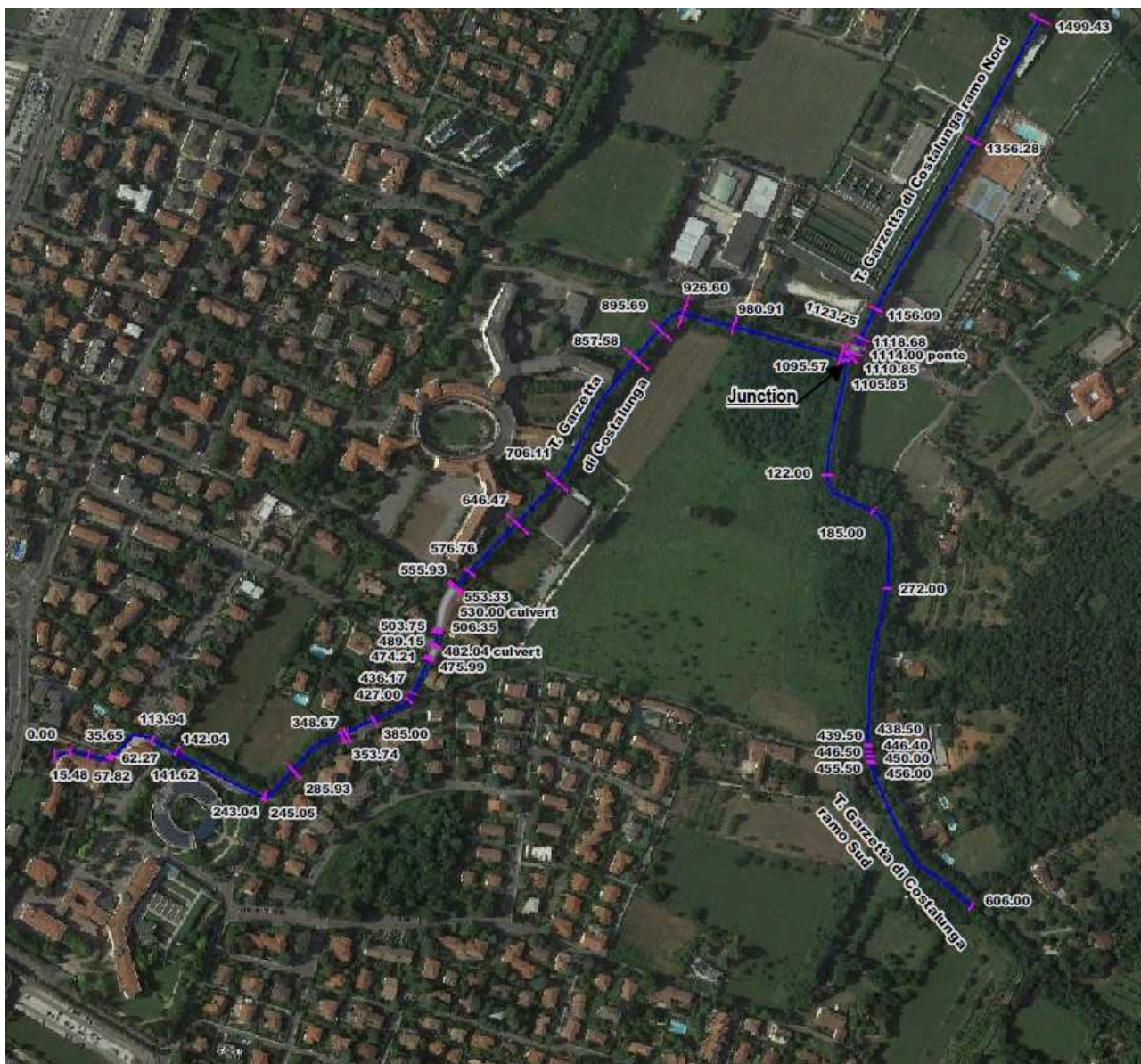
6 ZONAZIONE DEL RISCHIO

La zonazione del rischio, all'interno delle aree allagabili, è eseguita secondo il procedimento illustrato nel capitolo 4 dell'allegato n. V.I. - ALall041-00 - Relazione idrologica e idraulica – Inquadramento metodologico, mediante un'analisi effettuata mettendo in relazione la pericolosità (H) e il danno potenziale (E) temuto per gli elementi a rischio presenti, considerando massima la vulnerabilità, secondo le classi di danno e lo schema di cui al paragrafo 3.5 dell'Allegato 4 alla DGR IX/2616/2011.

Le aree allagate sono così suddivise nelle quattro classi di rischio decrescente: R4, R3, R2, R1, come rappresentato nella tavola grafica dell'allegato V.I. - ALall041-06a – Carta del rischio (Garzetta).

7 SCHEMI GRAFICI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA – T. GARZETTA

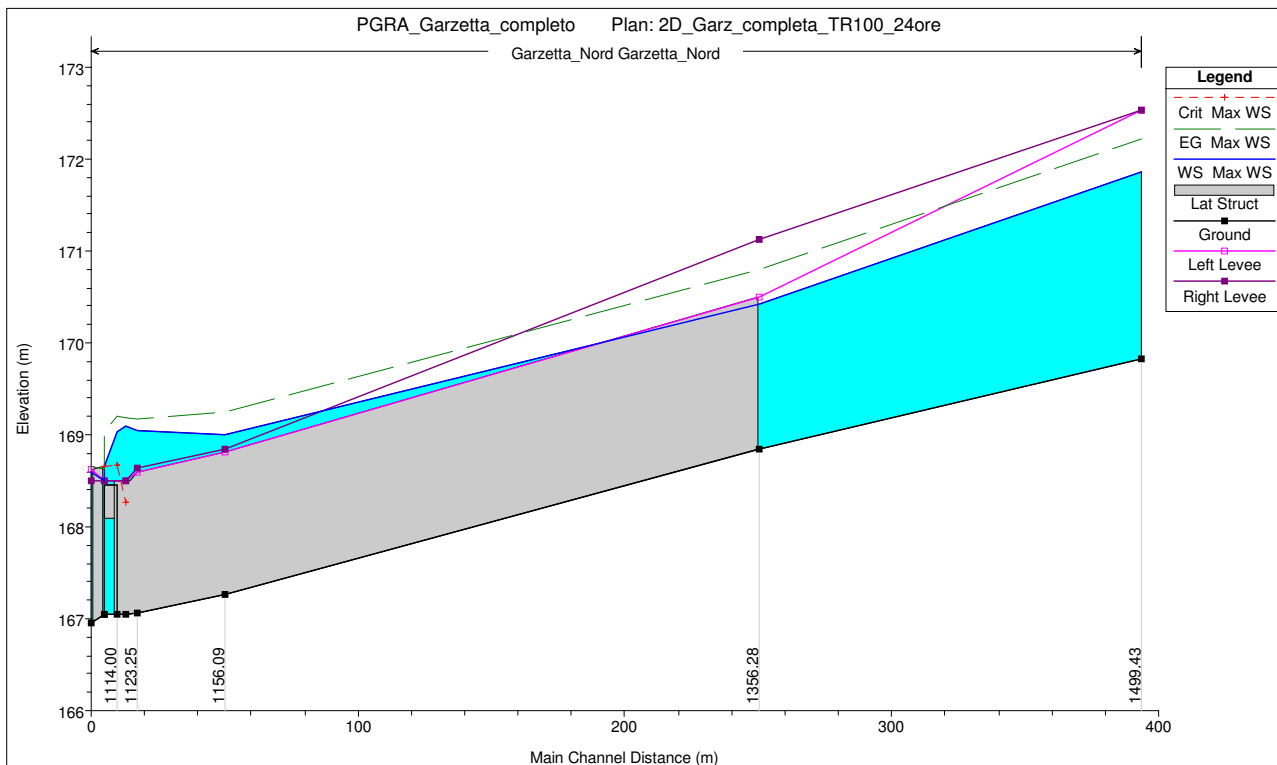
PLANIMETRIA



PROFILI IDRAULICI

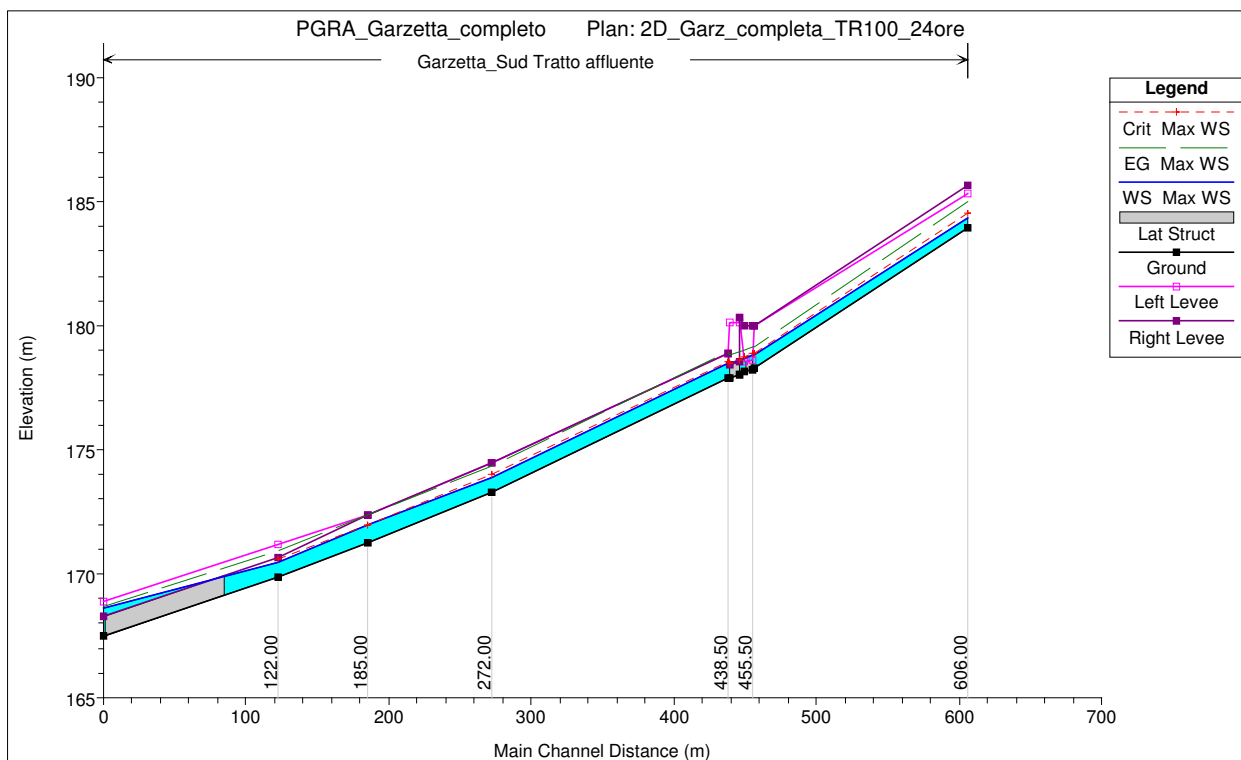
T. Garzetta di Costalunga ramo Nord - Inviluppo delle altezze massime nelle sezioni

(Da inizio modellazione fino al ponte di via della Garzetta - da sez. 1499.43 a sez. 1114.00)



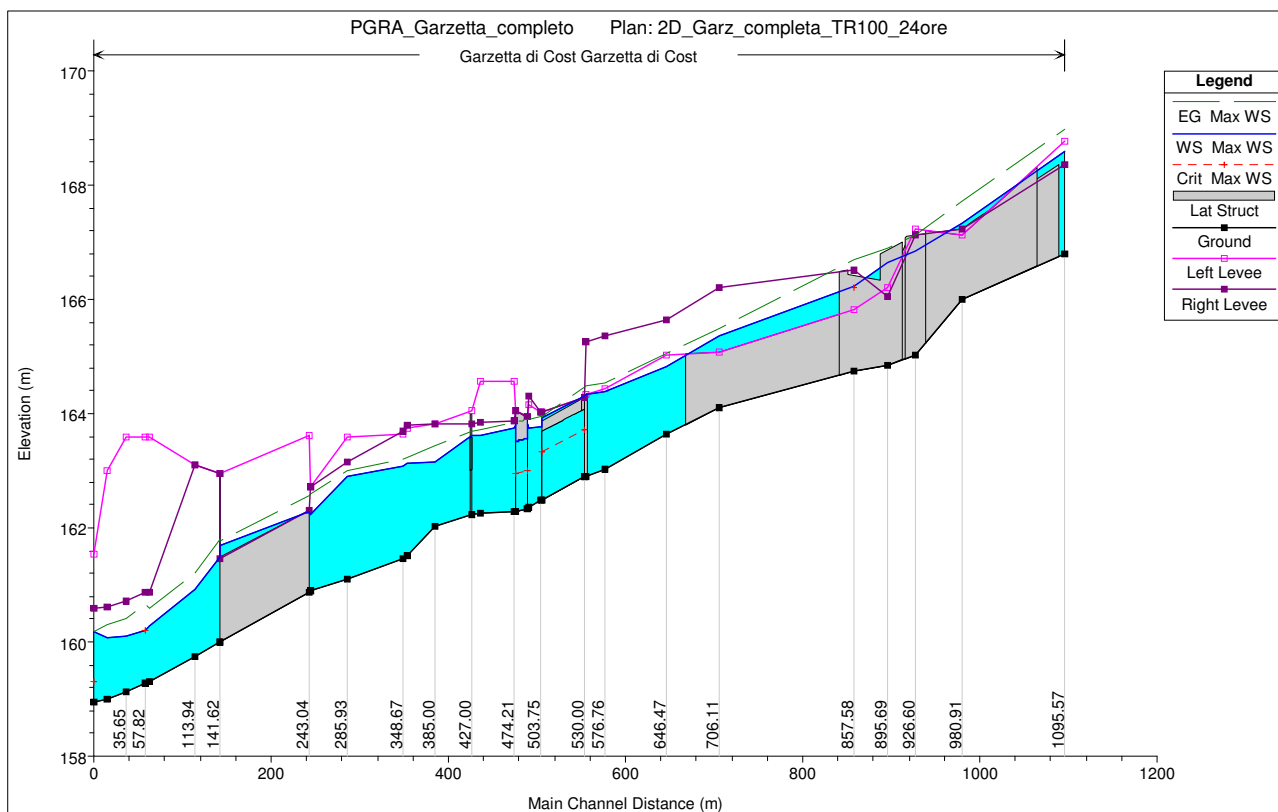
T. Garzetta di Costalunga ramo Sud

(Da inizio modellazione fino alla confluenza nella Garzetta di Costalunga in via della Garzetta - da sez. 606.00 a sez. 0.00)



T. Garzetta di Costalunga

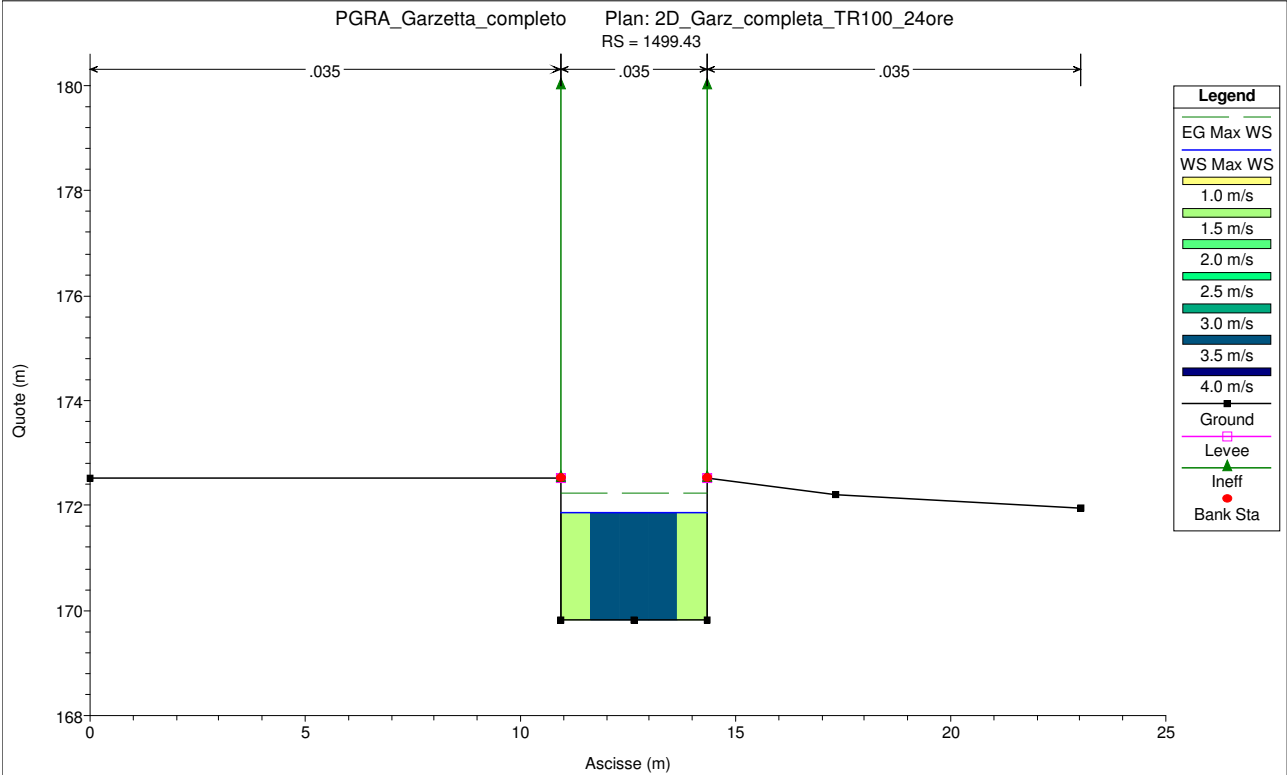
(da ponte di via della Garzetta alla confluenza nel F. Celato - da sez. 1095.57 a sez. 0.00)



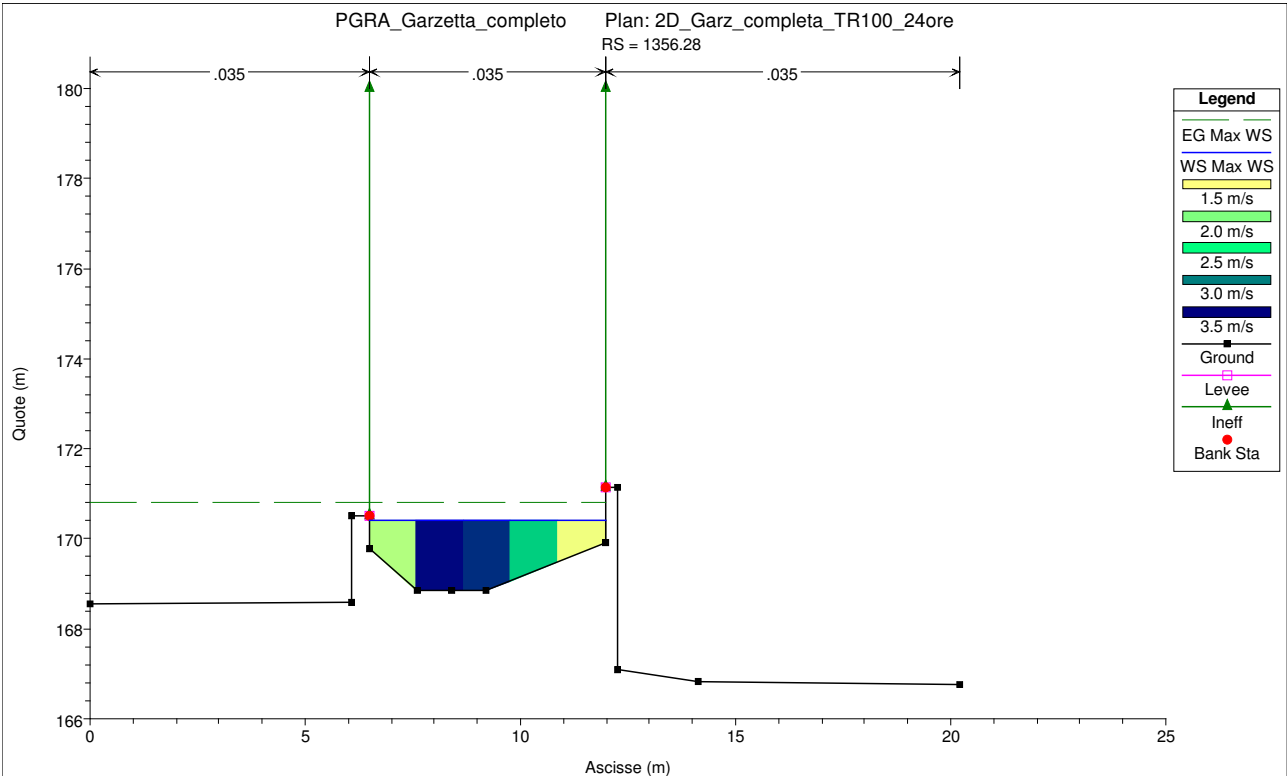
T. Garzetta di Costalunga ramo Nord - Livello massimo

(Da inizio modellazione fino al ponte di via della Garzetta - da sez. 1499.43 a sez. 1105.85)

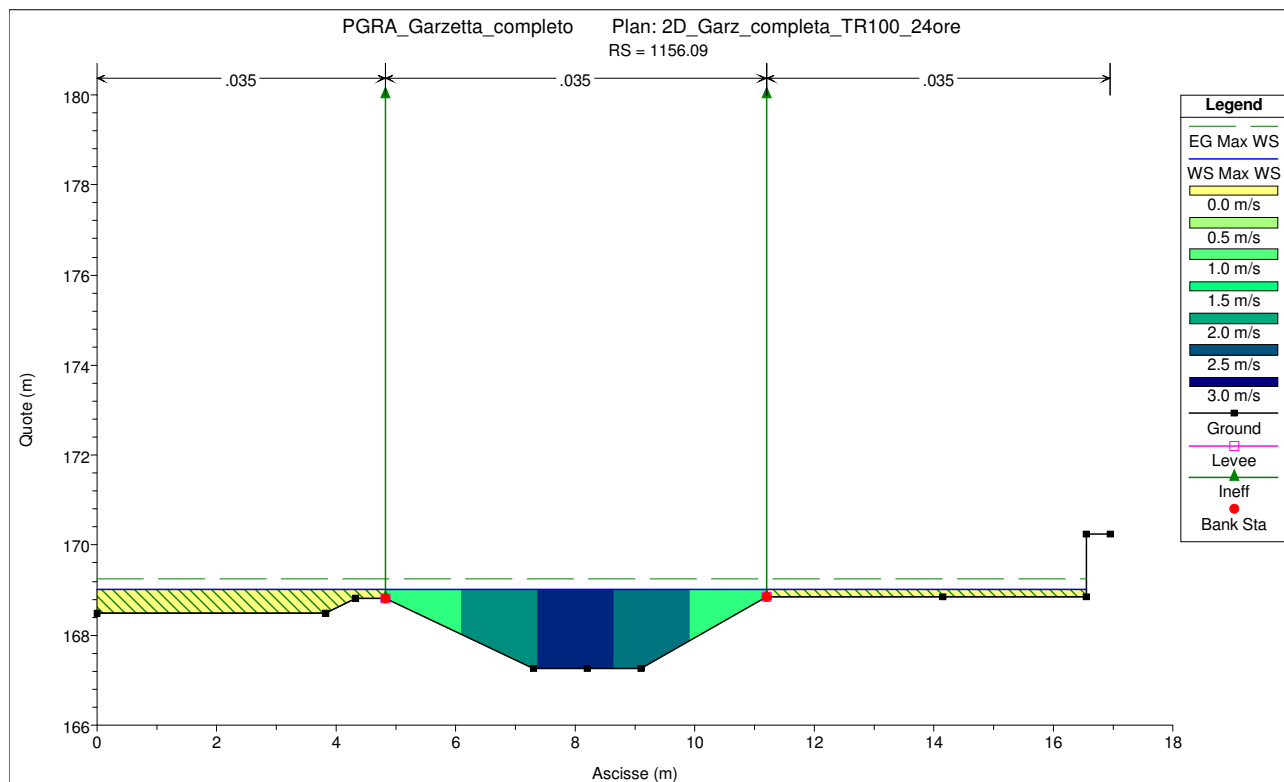
SEZIONE n°1499.43 (t. Garzetta di Costalunga ramo Nord)



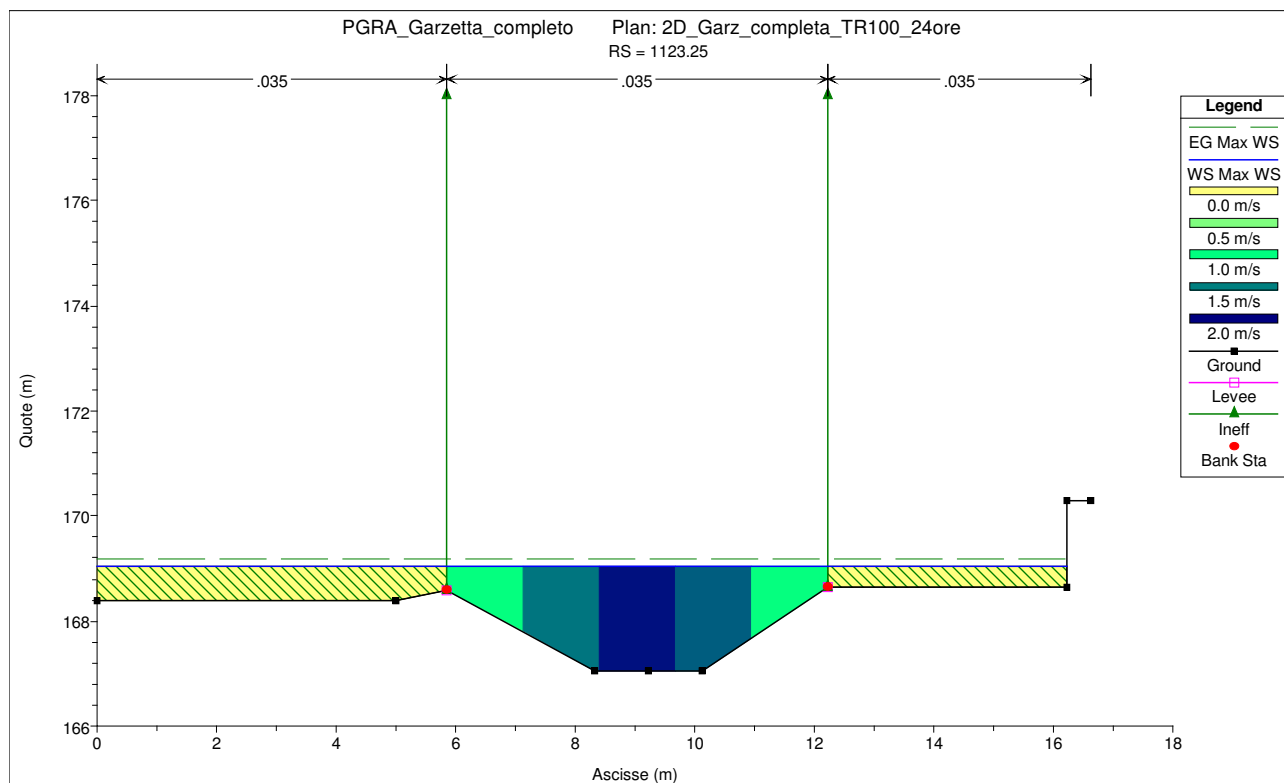
SEZIONE n°1356.26 (t. Garzetta di Costalunga ramo Nord)



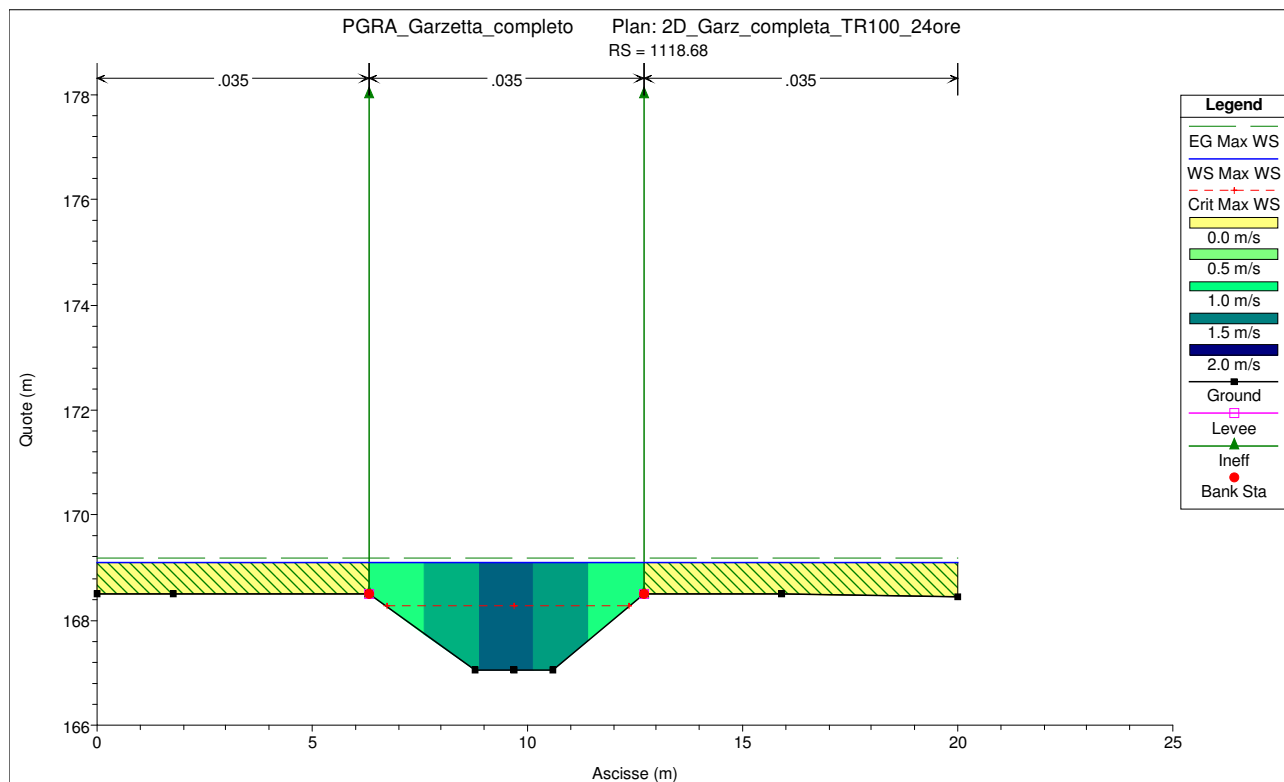
SEZIONE n°1156.09 (t. Garzetta di Costalunga ramo Nord)



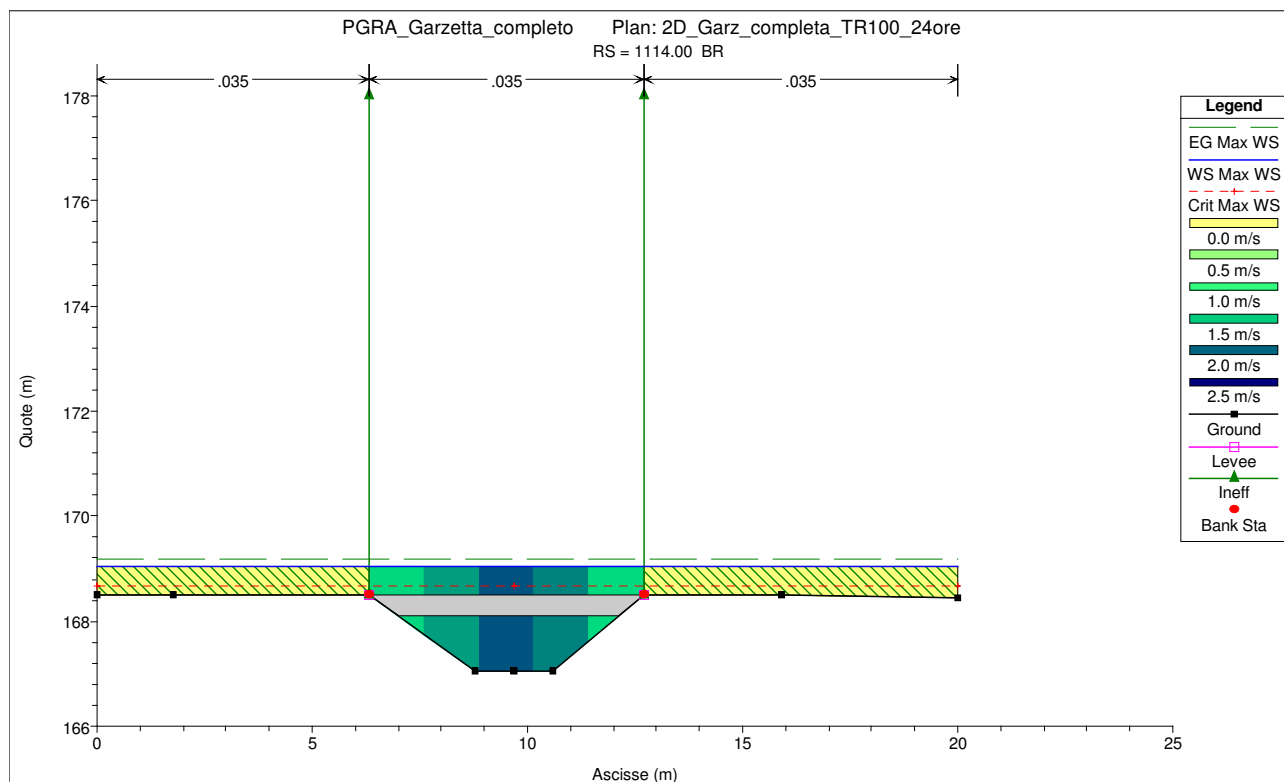
SEZIONE n°1123.25 (t. Garzetta di Costalunga ramo Nord)



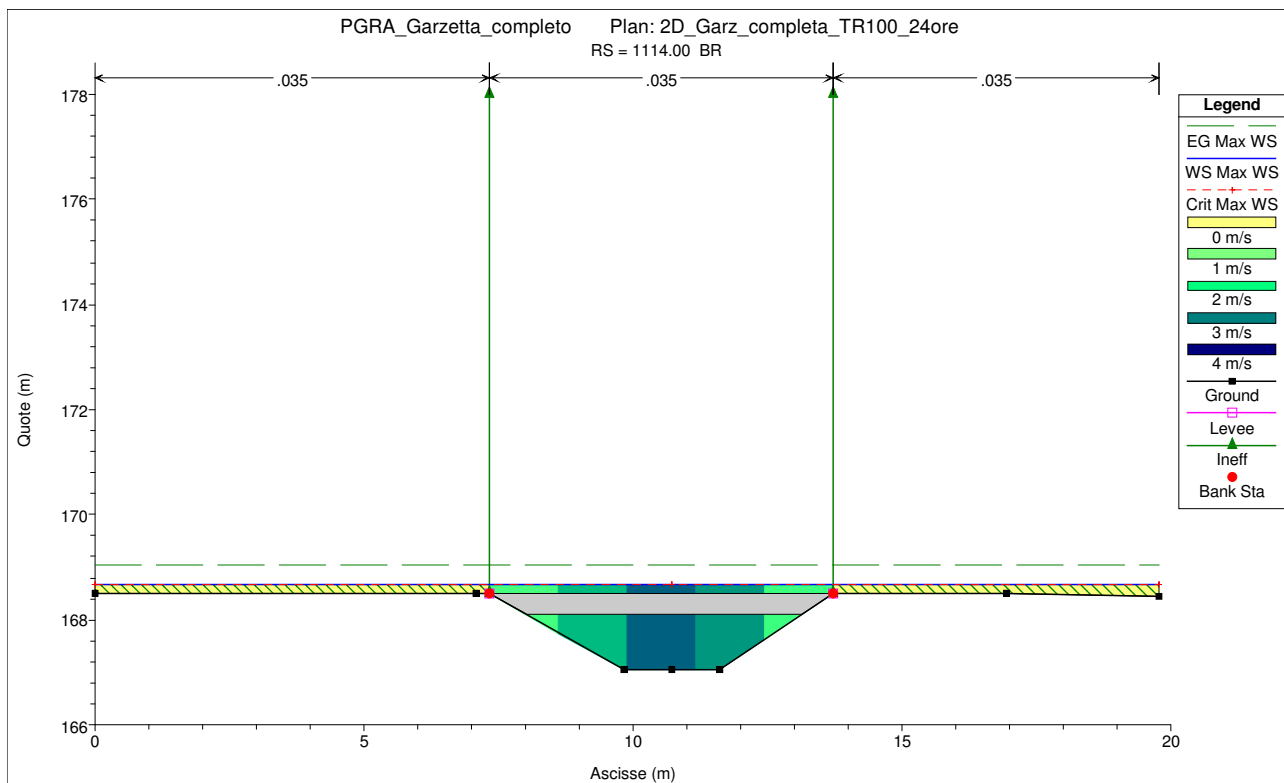
SEZIONE n°1118.68 (t. Garzetta di Costalunga ramo Nord)



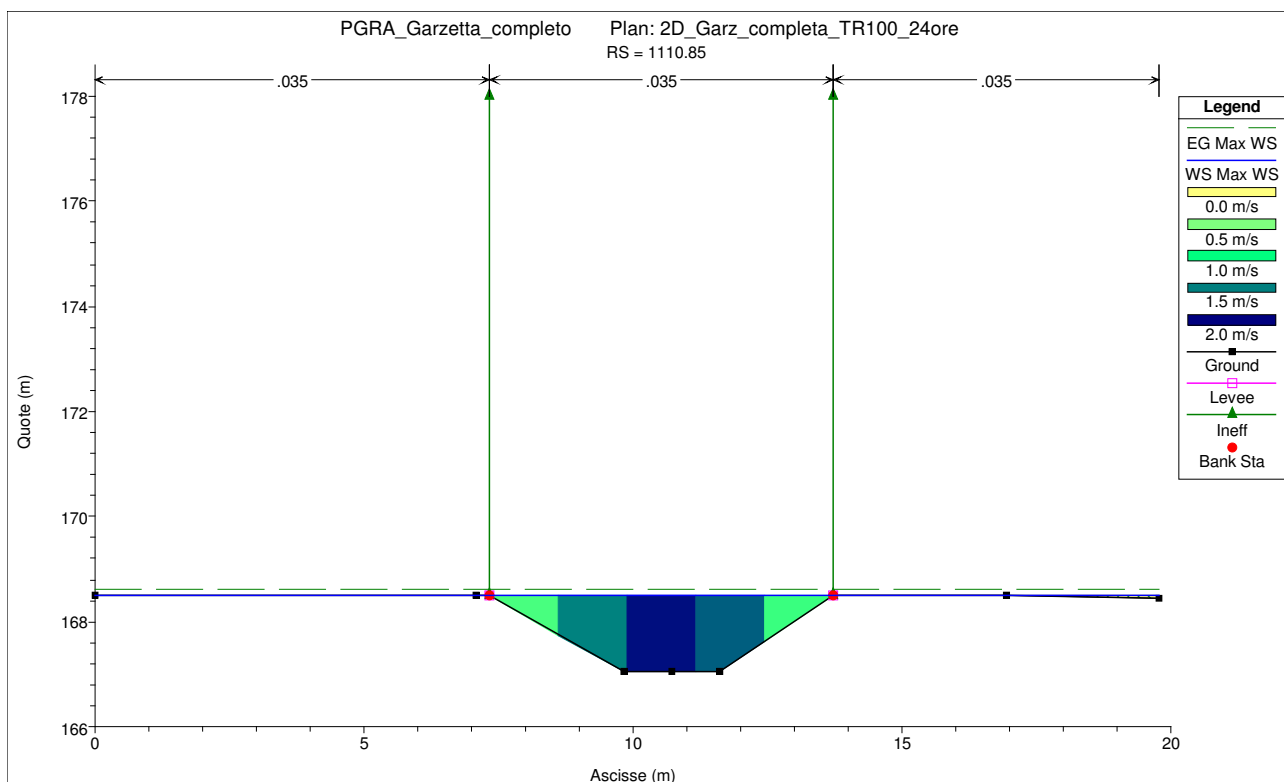
SEZIONE n°1114.00 sezione di monte del ponte di via della Garzetta (t. Garzetta di Costalunga ramo Nord)



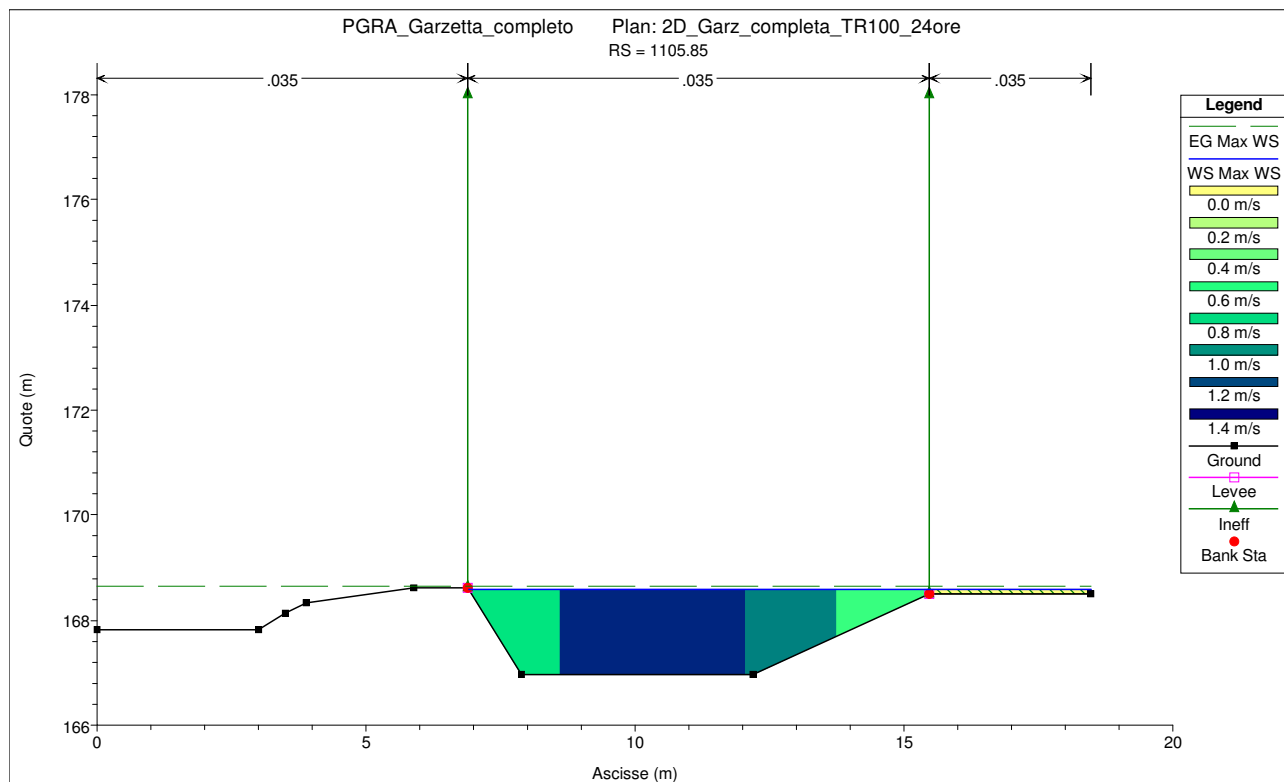
SEZIONE n°1114.00 sezione di valle del ponte di via della Garzetta (t. Garzetta di Costalunga ramo Nord)



SEZIONE n°1110.85 (t. Garzetta di Costalunga ramo Nord)



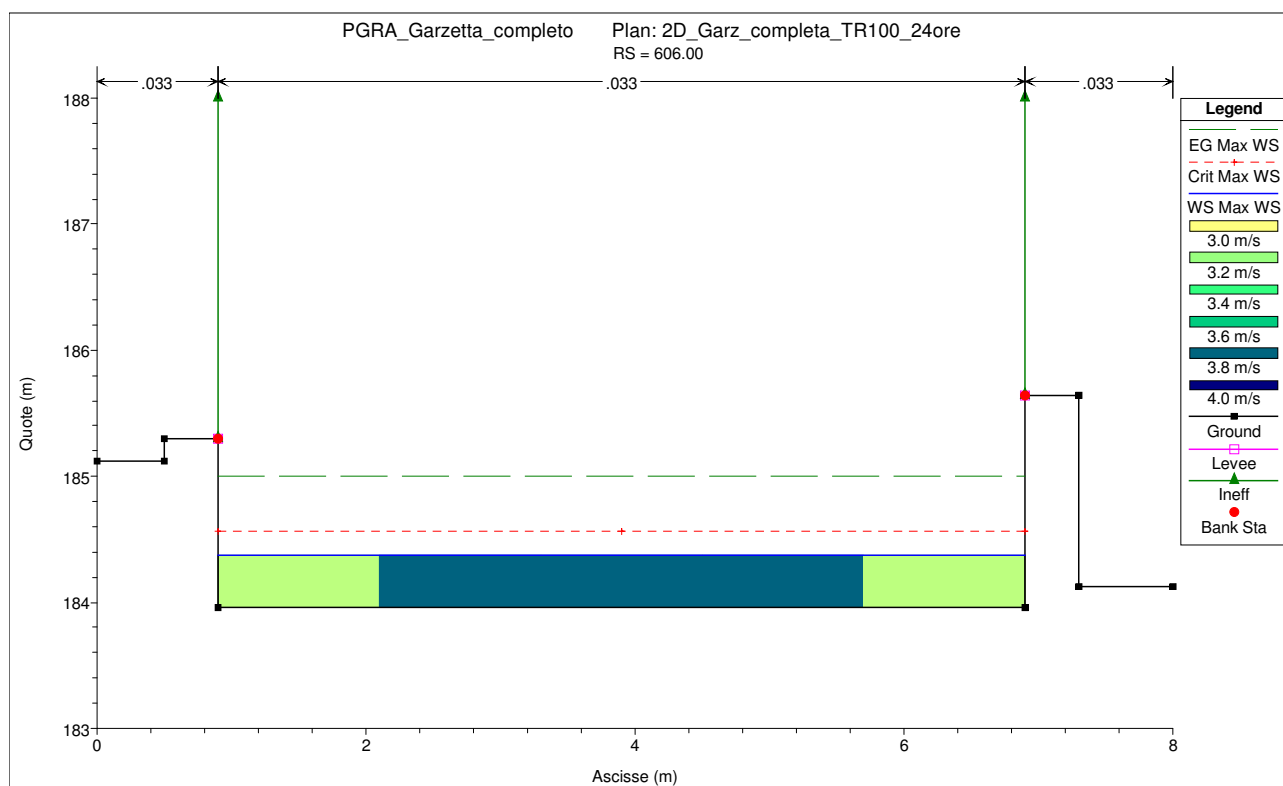
SEZIONE n°1105.85 (t. Garzetta di Costalunga ramo Nord)



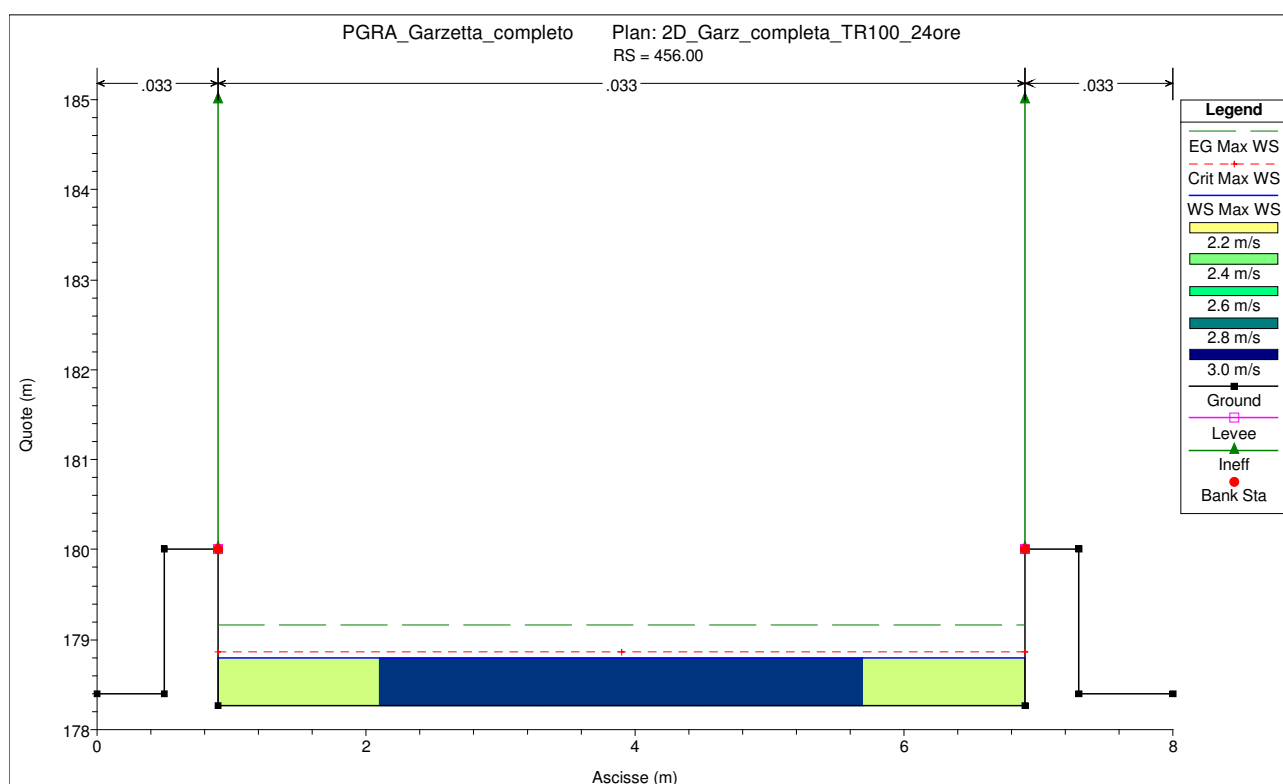
T. Garzetta di Costalunga ramo Sud - Livello massimo

(Da inizio modellazione fino alla confluenza nella Garzetta di Costalunga in via della Garzetta - da sez. 606.00 a sez. 0.00)

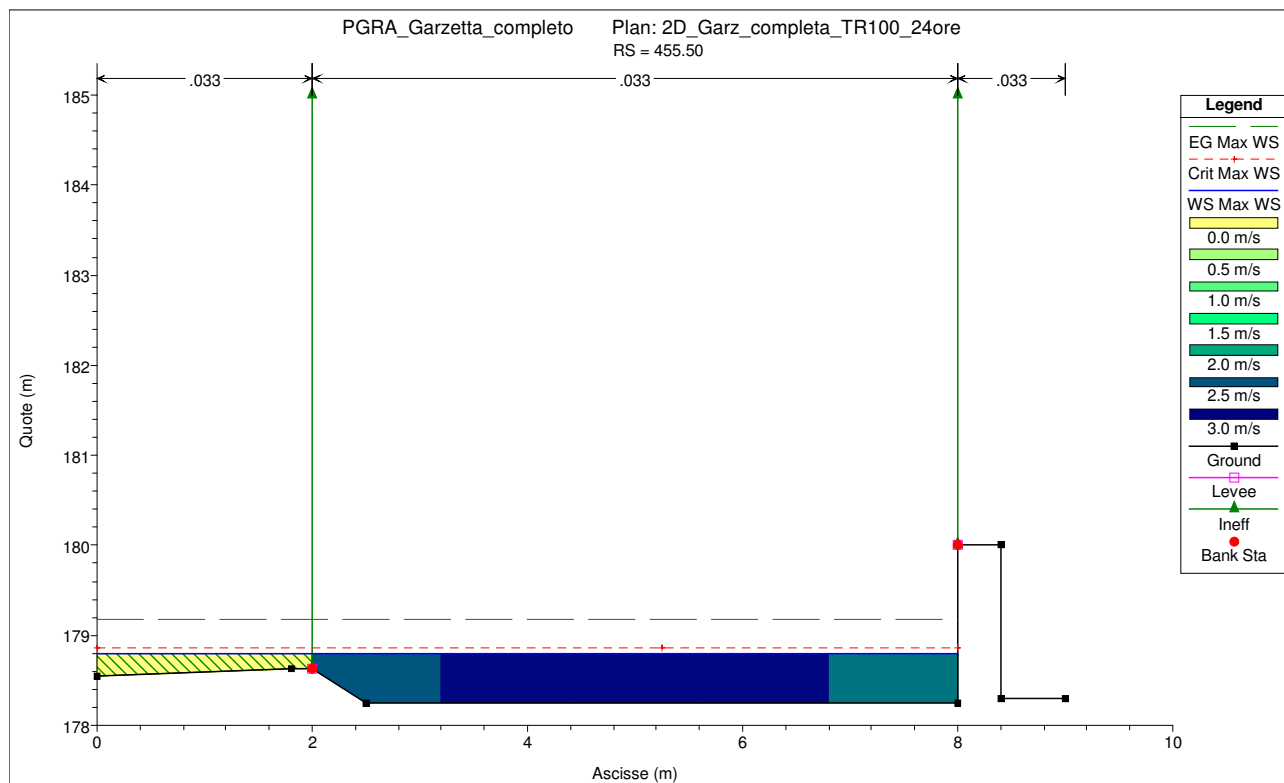
SEZIONE n° 606.00 (t. Garzetta di Costalunga ramo Sud)



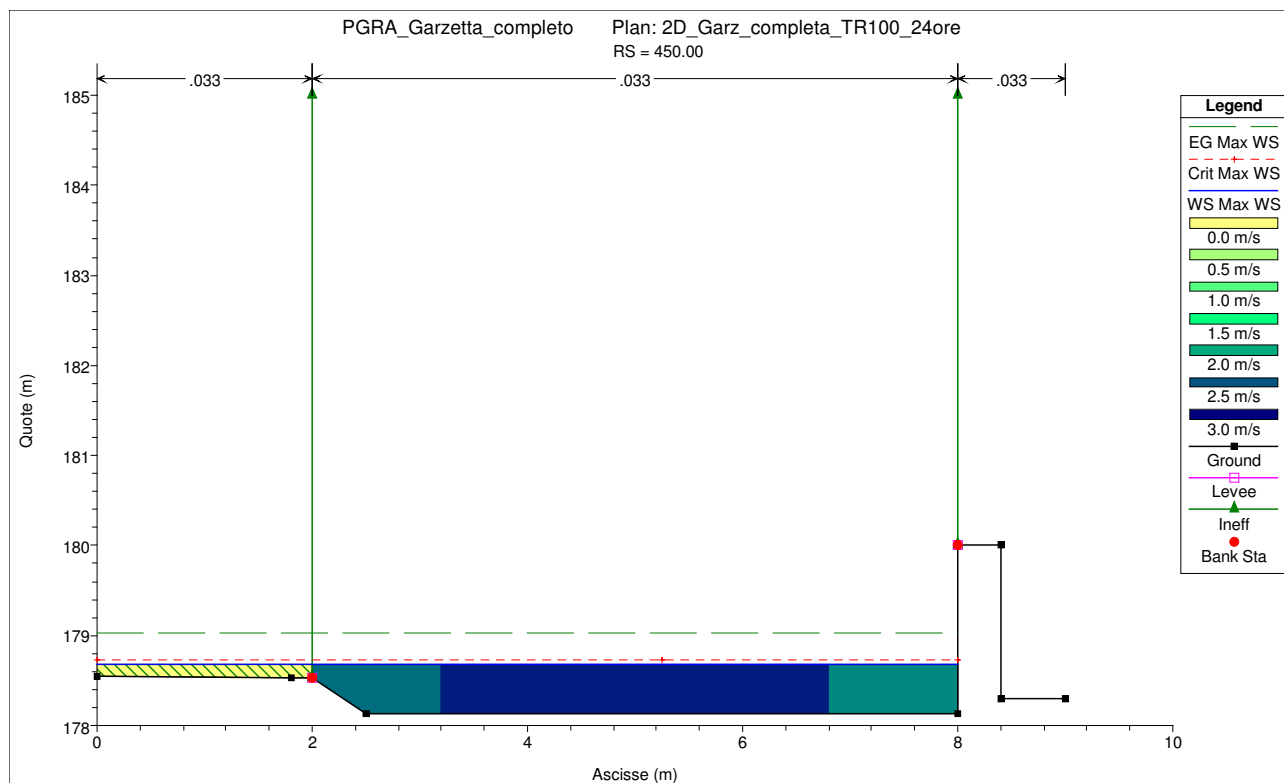
SEZIONE n°456.00 (t. Garzetta di Costalunga ramo Sud)



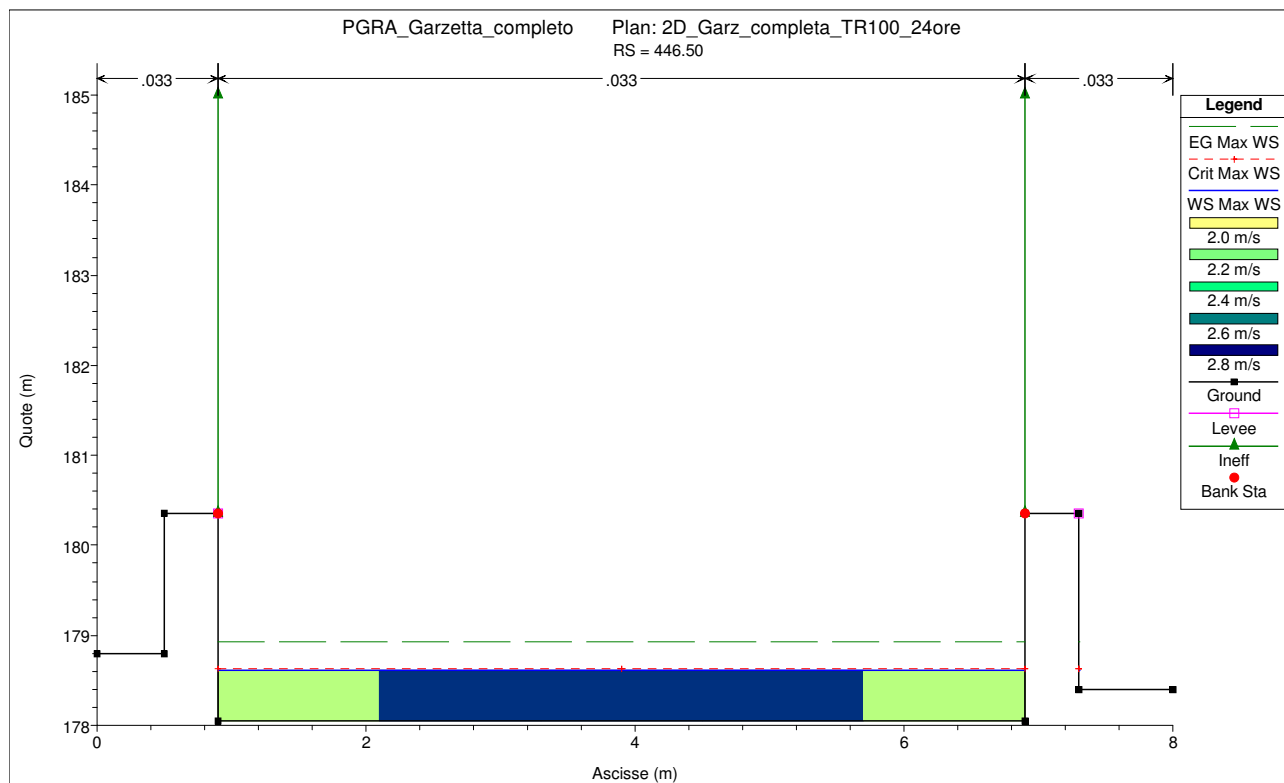
SEZIONE n°455.50 (t. Garzetta di Costalunga ramo Sud)



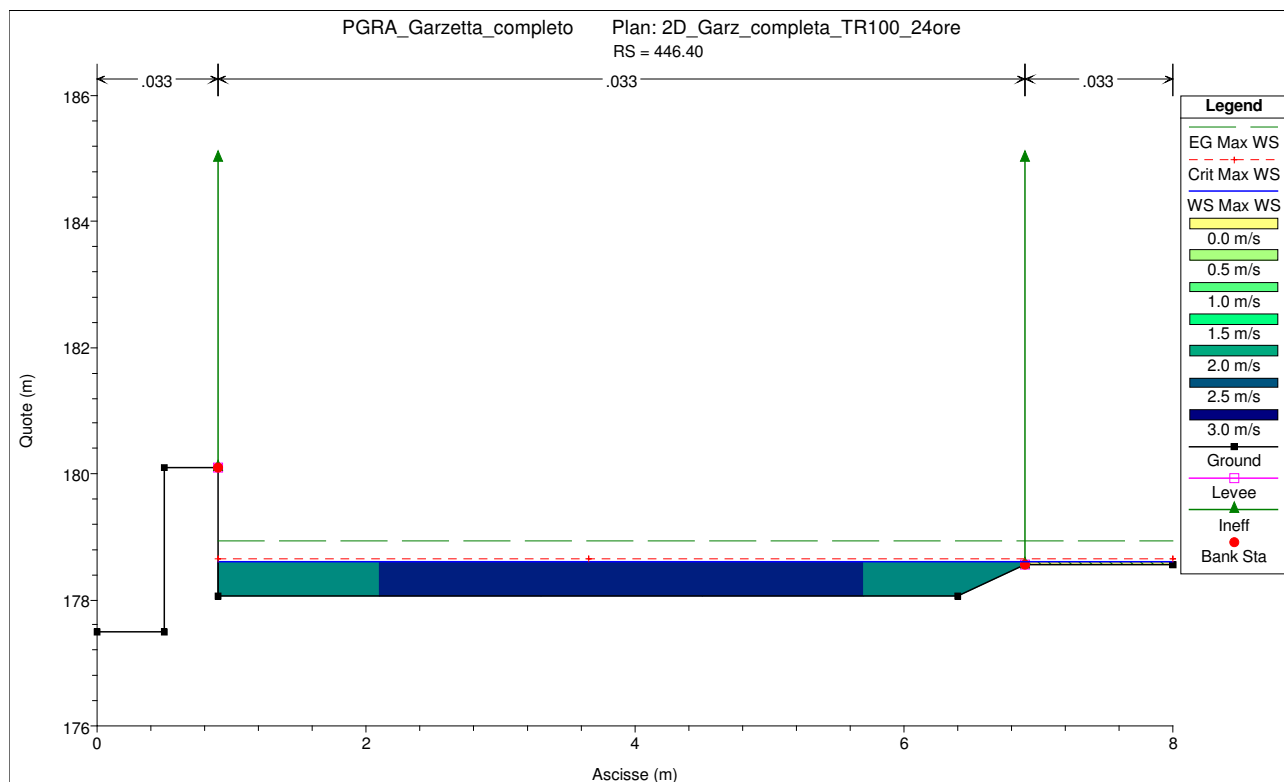
SEZIONE n°450.00 (t. Garzetta di Costalunga ramo Sud)



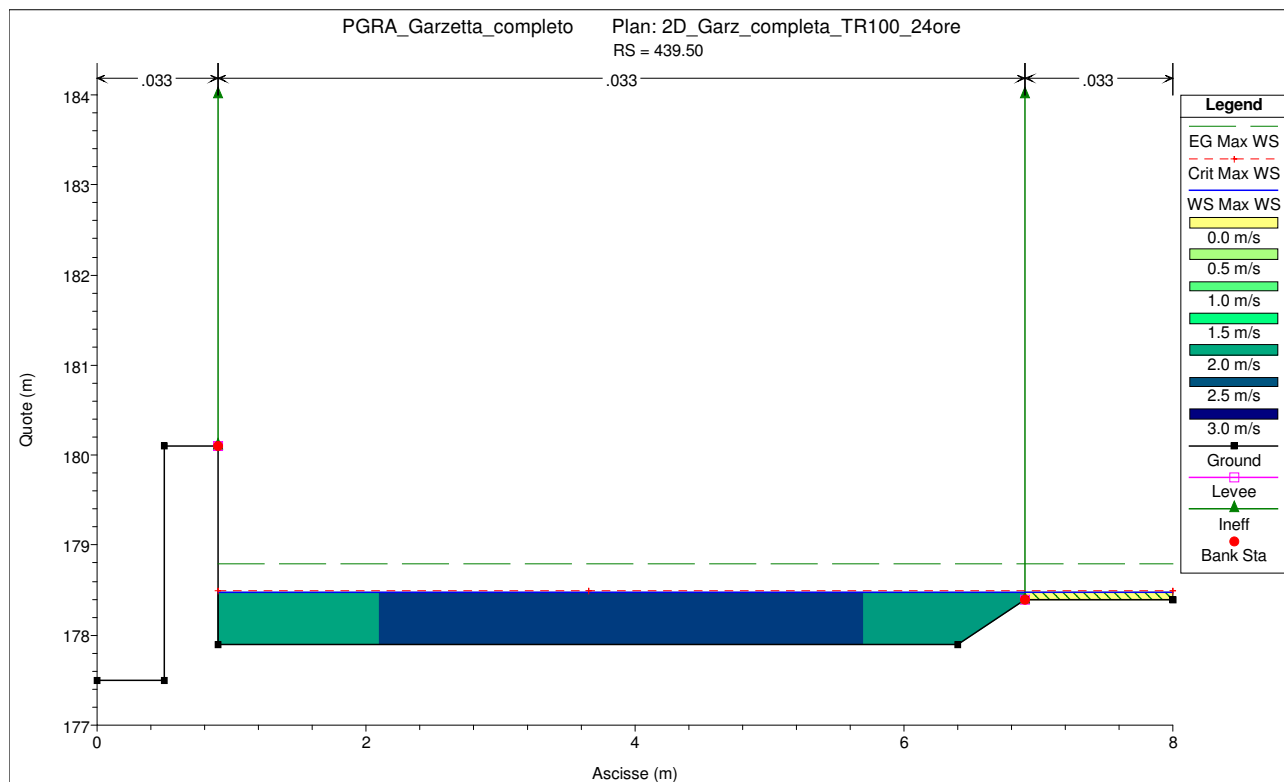
SEZIONE n°446.50 (t. Garzetta di Costalunga ramo Sud)



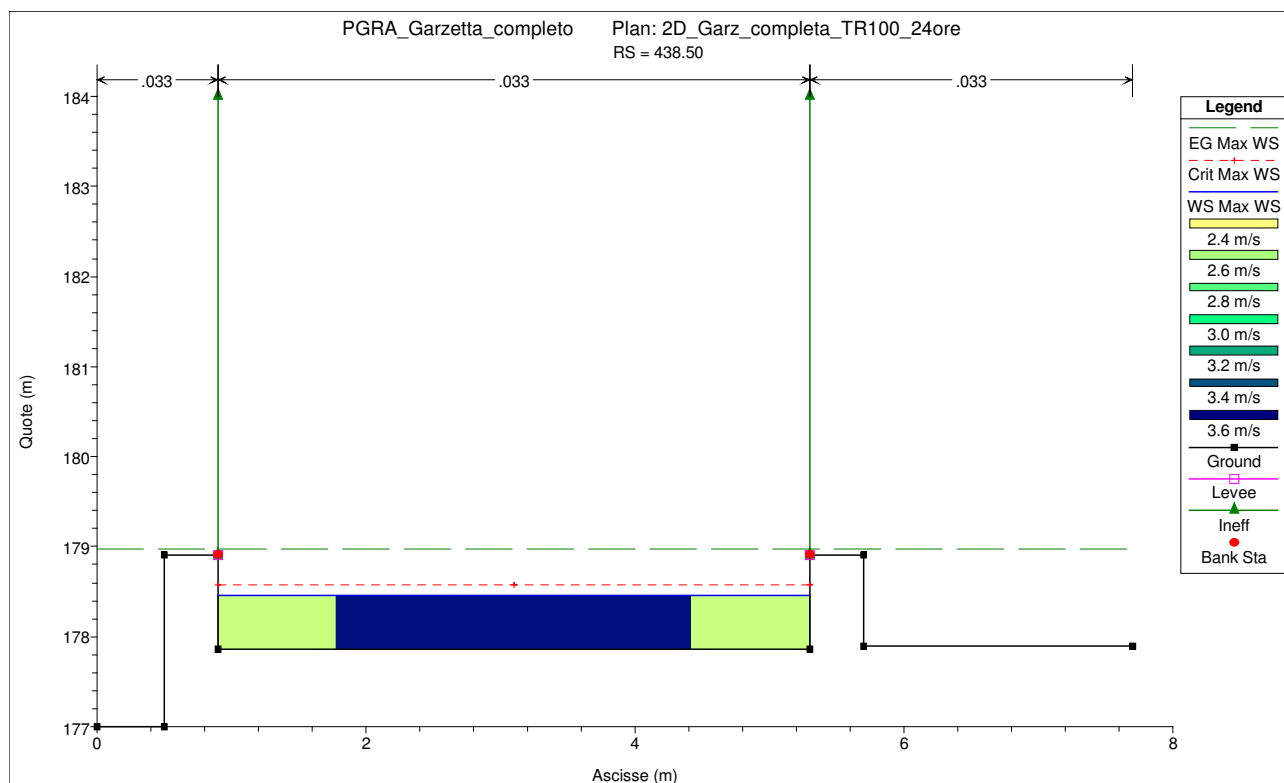
SEZIONE n°446.40 (t. Garzetta di Costalunga ramo Sud)



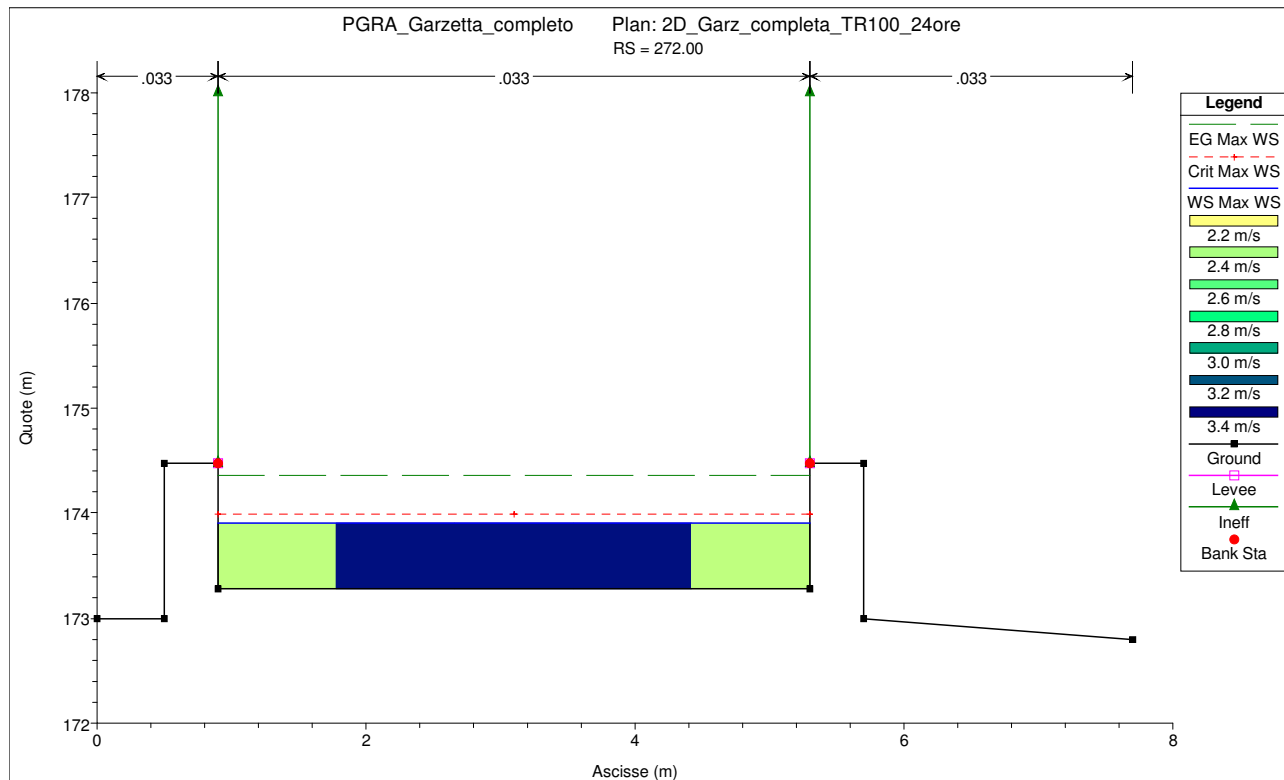
SEZIONE n°439.50 (t. Garzetta di Costalunga ramo Sud)



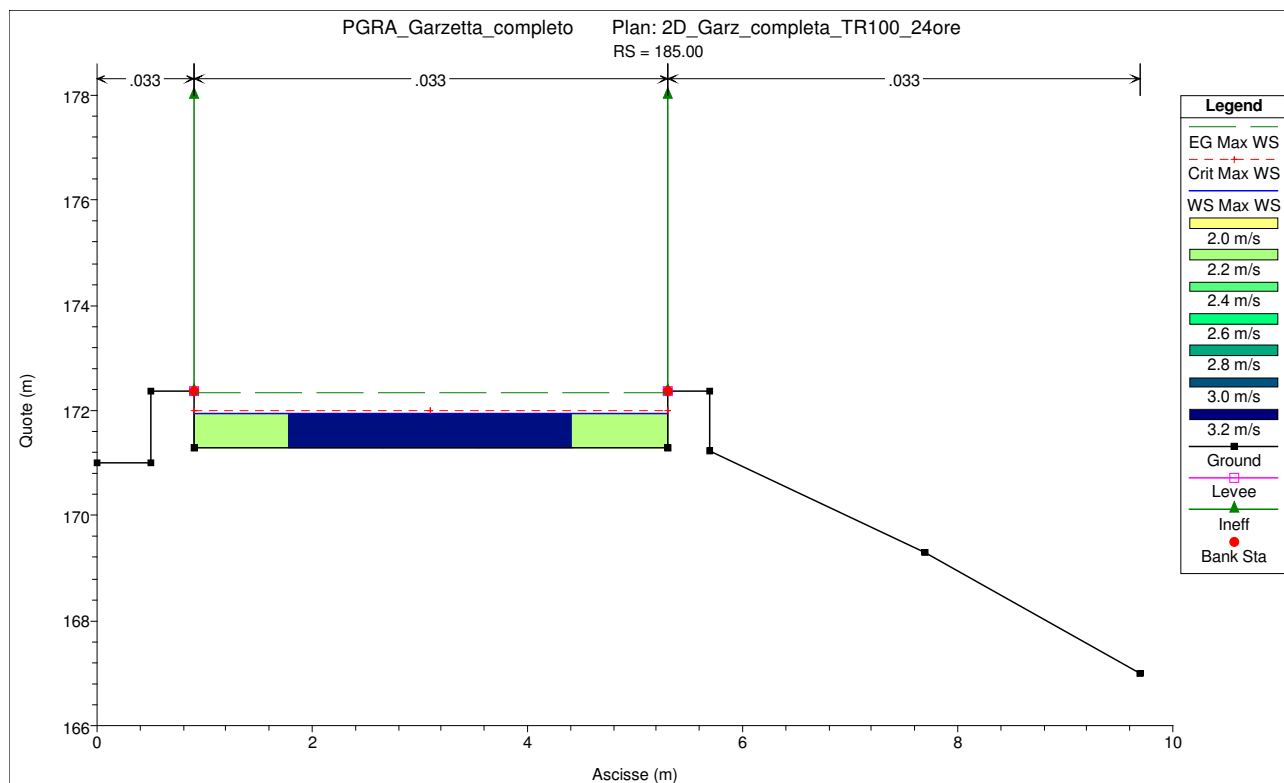
SEZIONE n°438.50 (t. Garzetta di Costalunga ramo Sud)



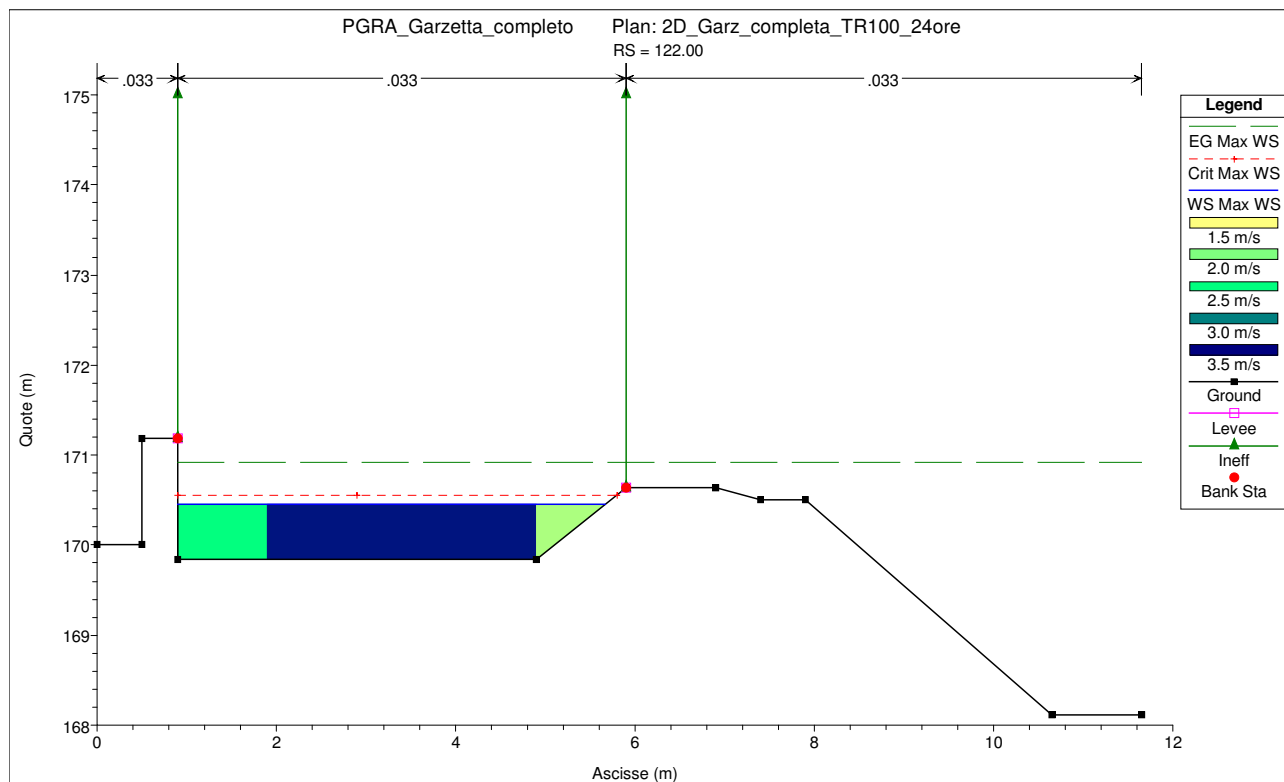
SEZIONE n°272.00 (t. Garzetta di Costalunga ramo Sud)



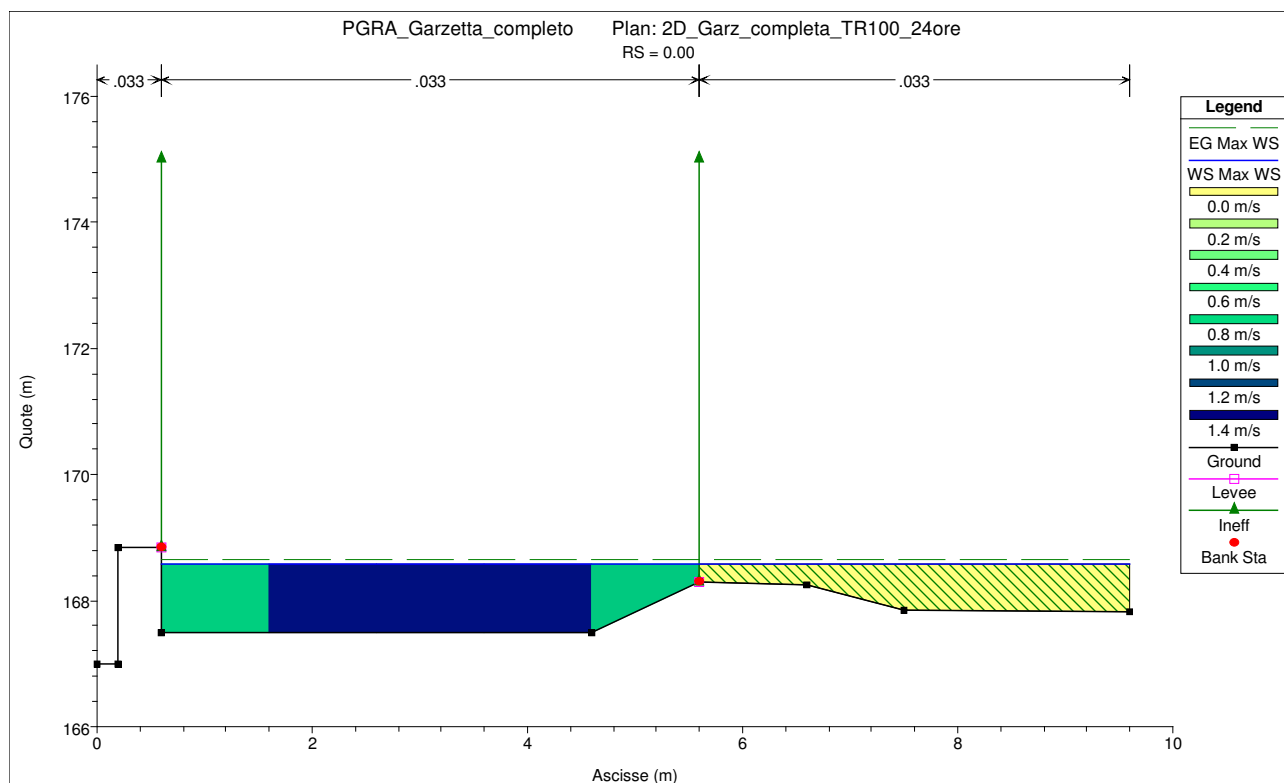
SEZIONE n°185.00 (t. Garzetta di Costalunga ramo Sud)



SEZIONE n°122.00 (t. Garzetta di Costalunga ramo Sud)



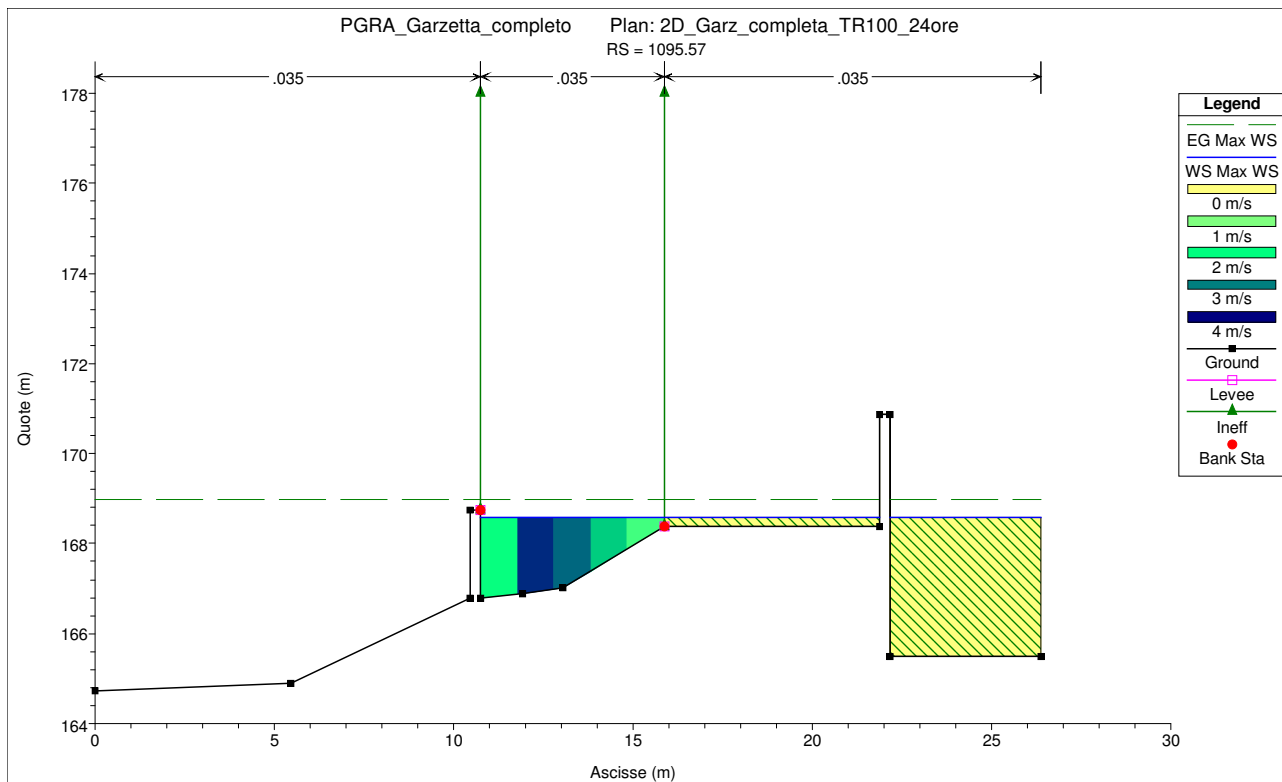
SEZIONE n°0.00 (t. Garzetta di Costalunga ramo Sud)



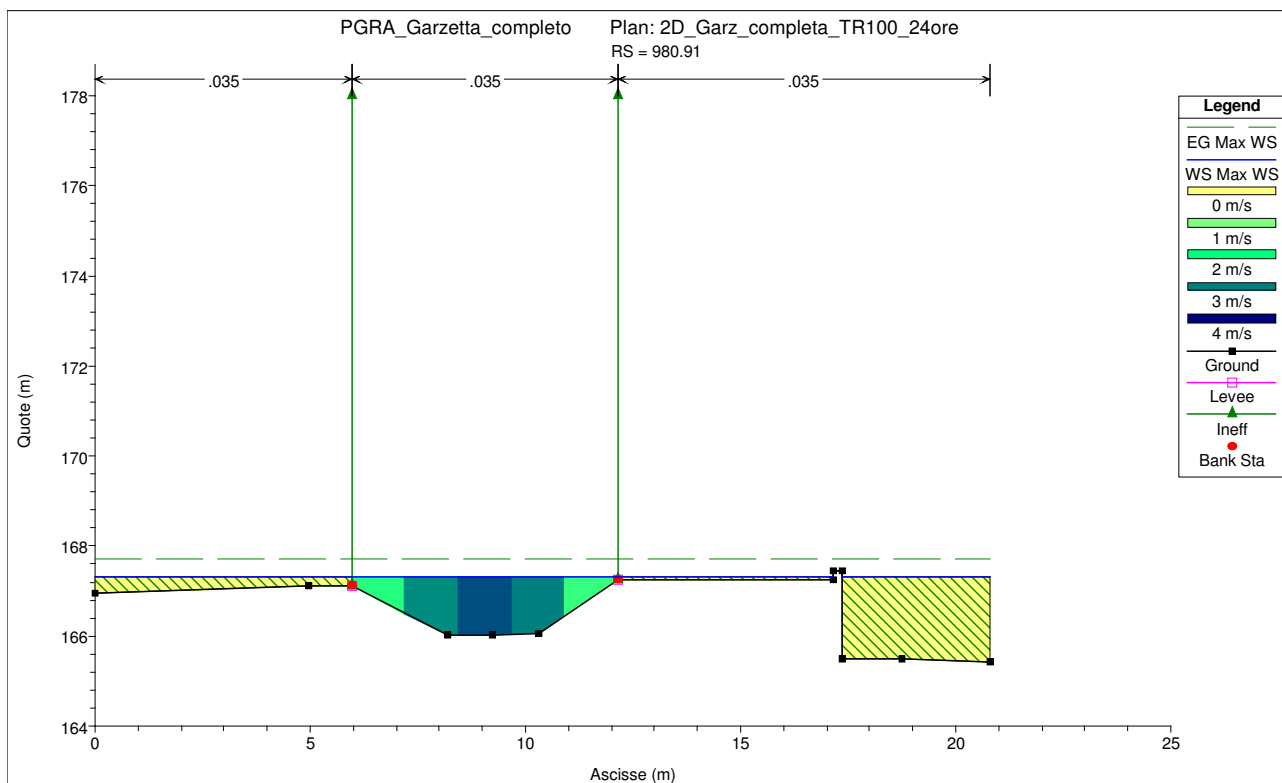
T. Garzetta di Costalunga - Livello massimo

(da ponte di via della Garzetta alla confluenza nel F. Celato - da sez. 1095.57 a sez. 0.00)

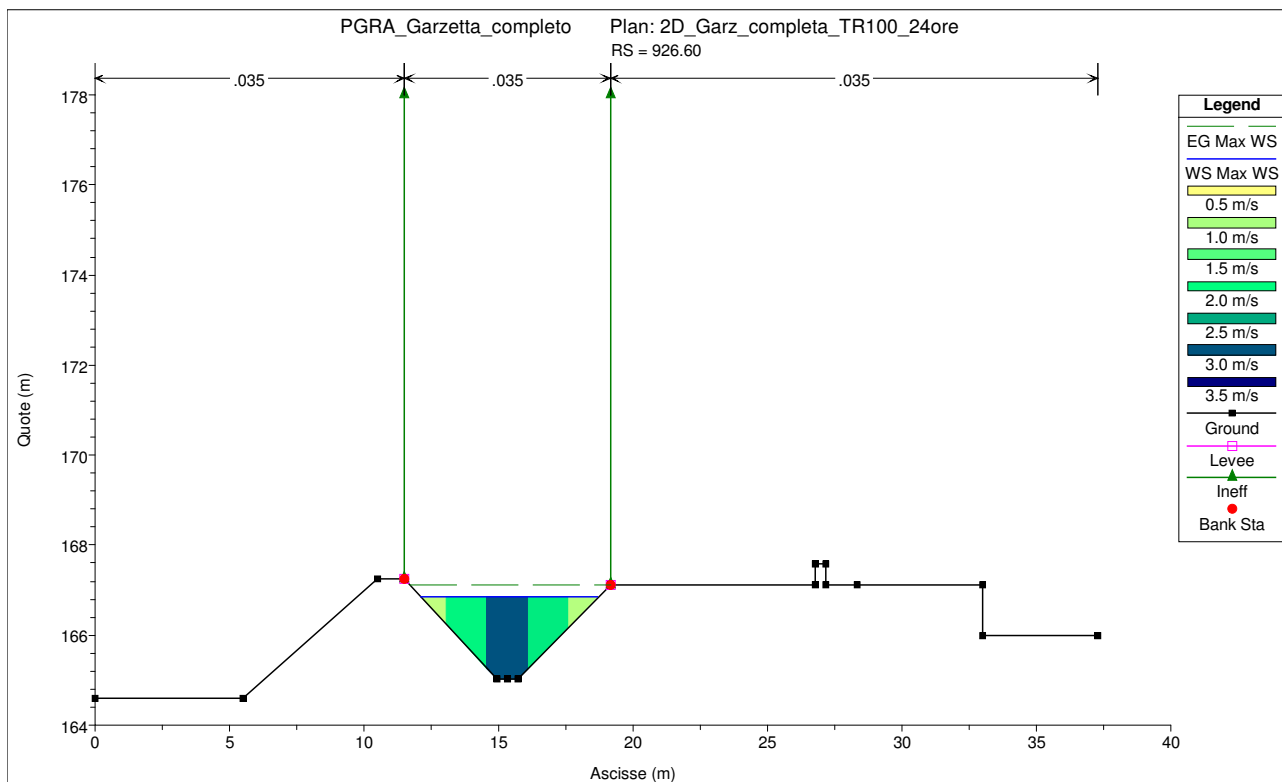
SEZIONE n°1095.57 (t. Garzetta di Costalunga)



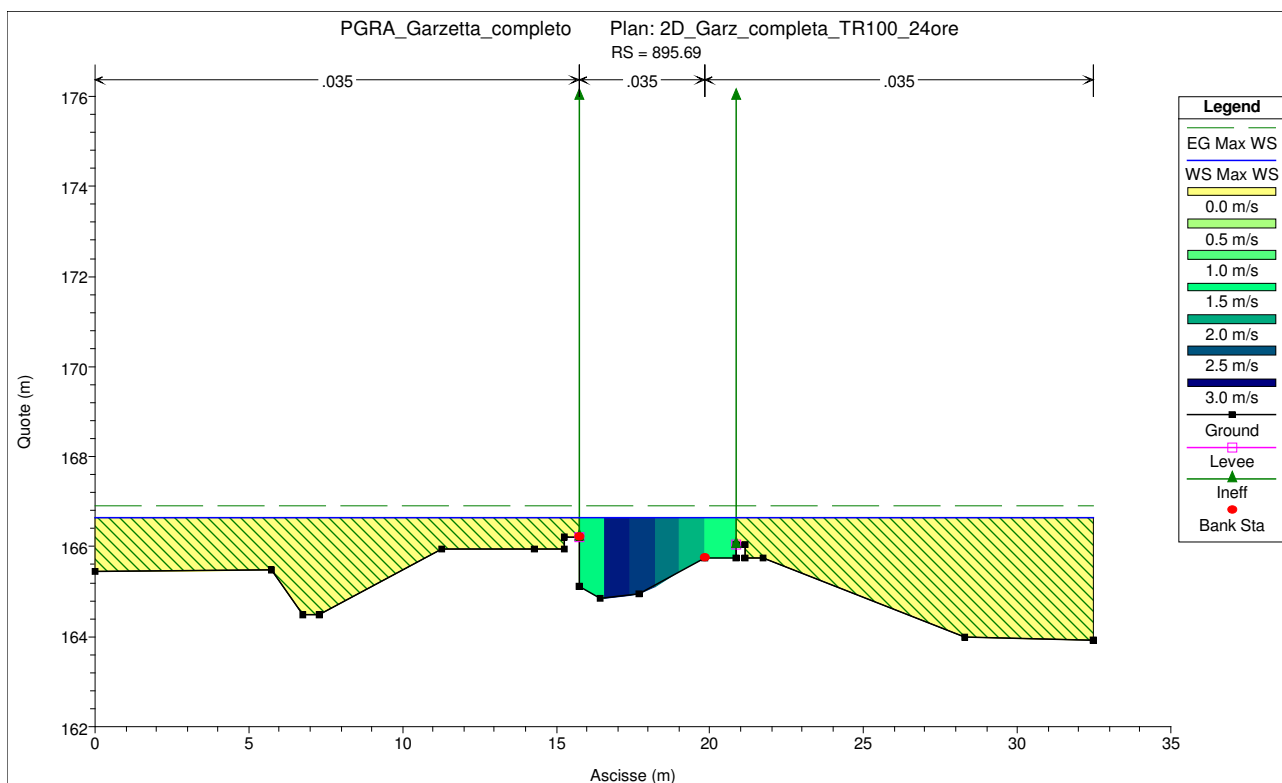
SEZIONE n°980.91 (t. Garzetta di Costalunga)



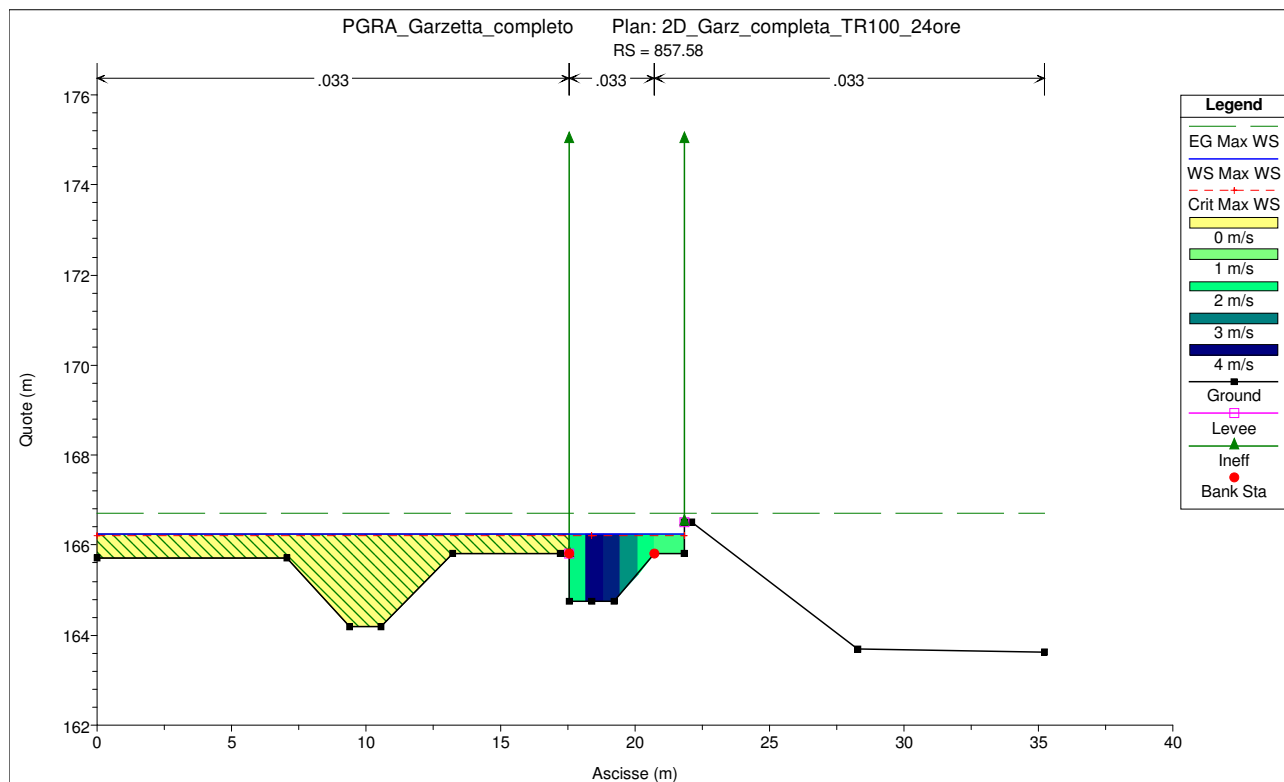
SEZIONE n°926.60 (t. Garzetta di Costalunga)



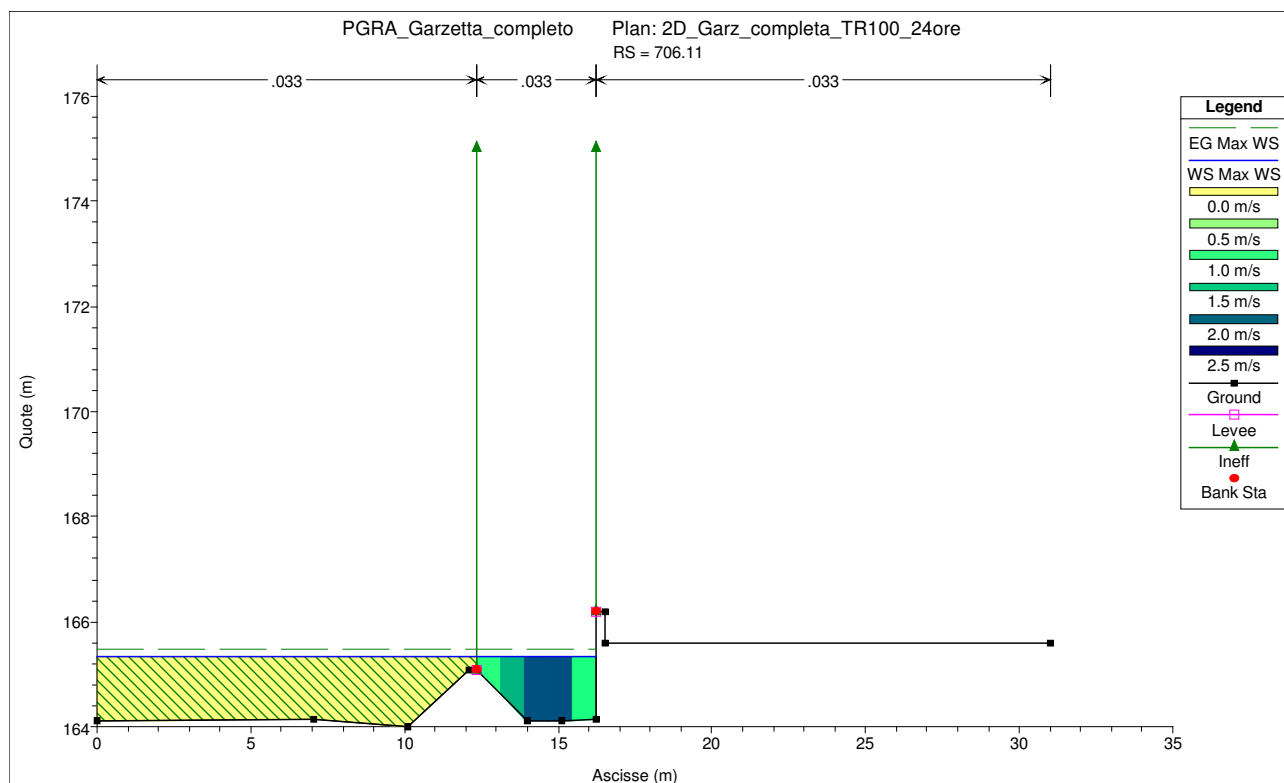
SEZIONE n°895.69 (t. Garzetta di Costalunga)



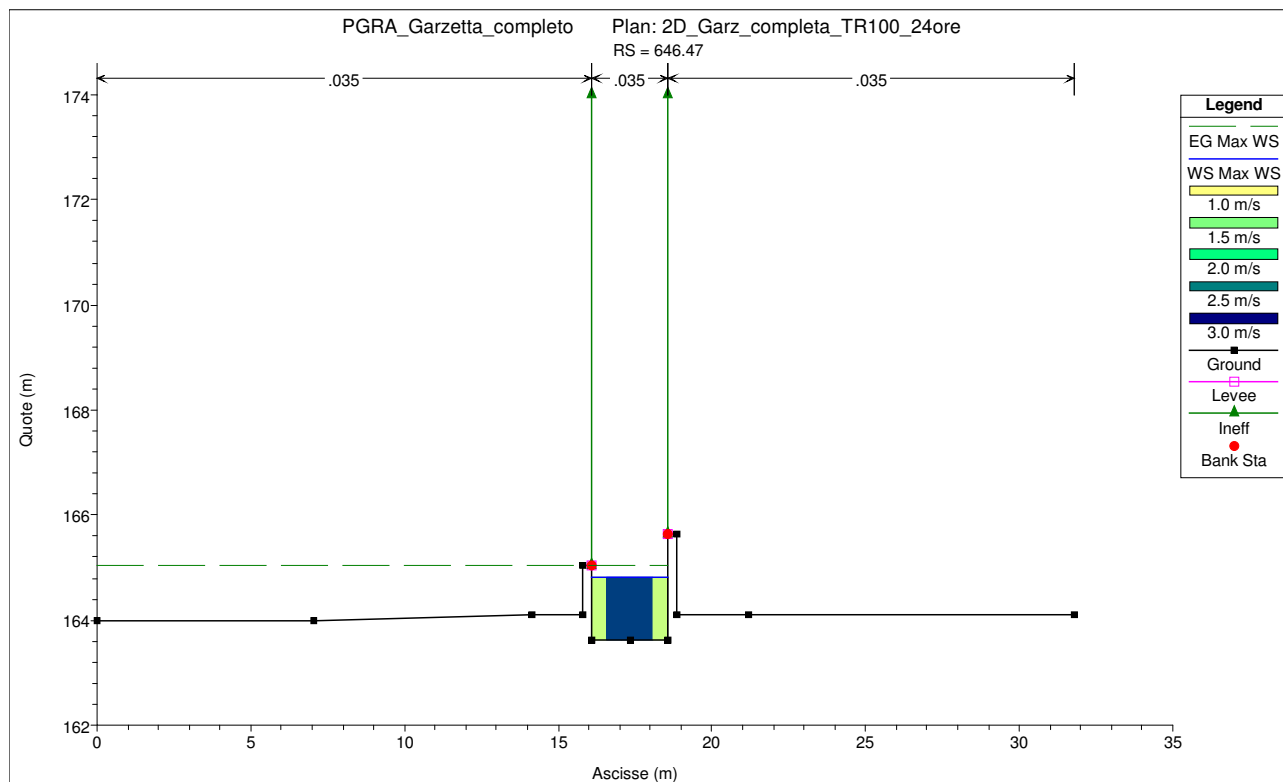
SEZIONE n°857.58 (t. Garzetta di Costalunga)



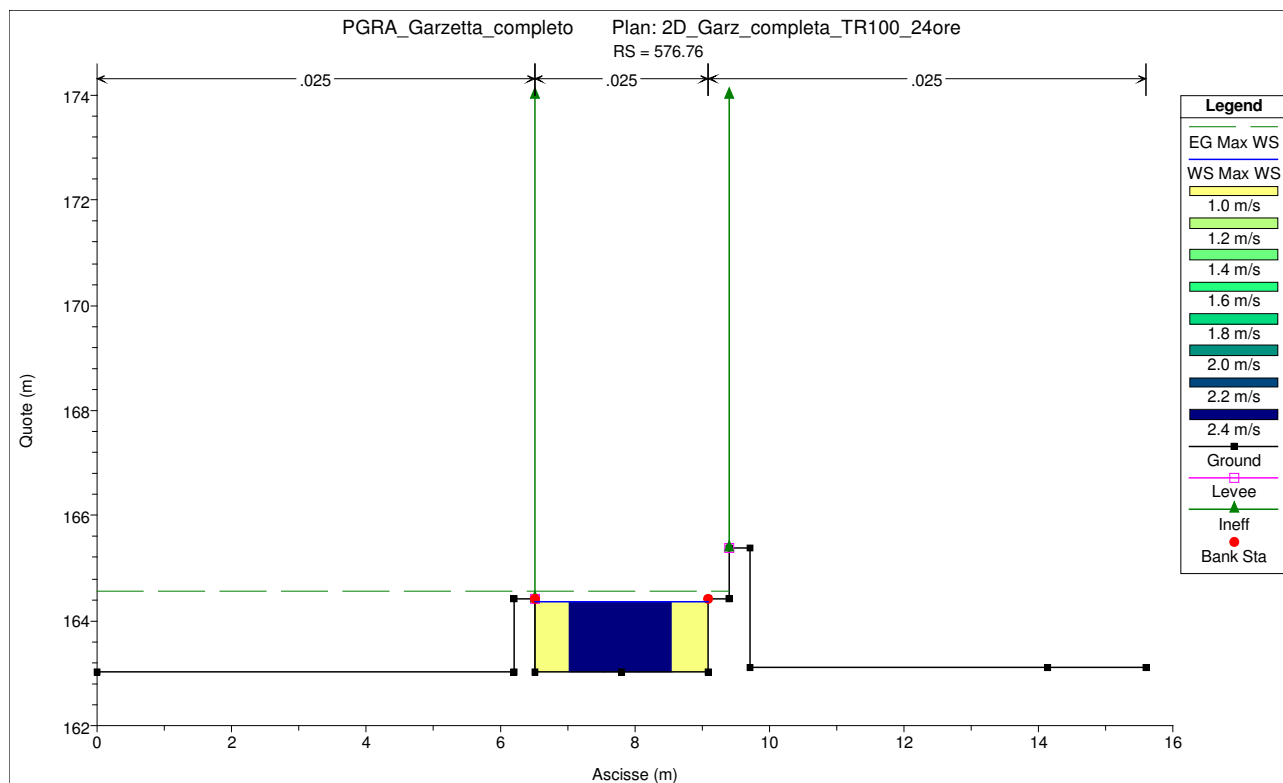
SEZIONE n°706.11 (t. Garzetta di Costalunga)



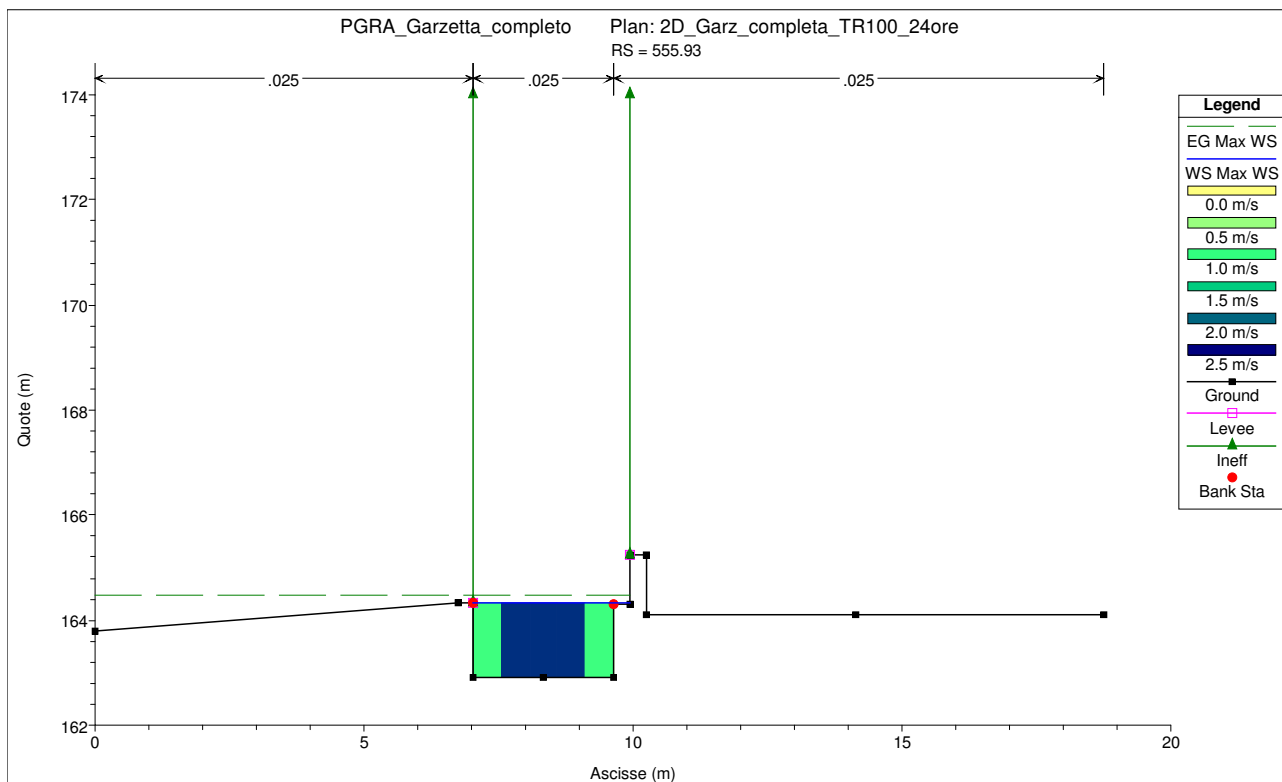
SEZIONE n°646.67 (t. Garzetta di Costalunga)



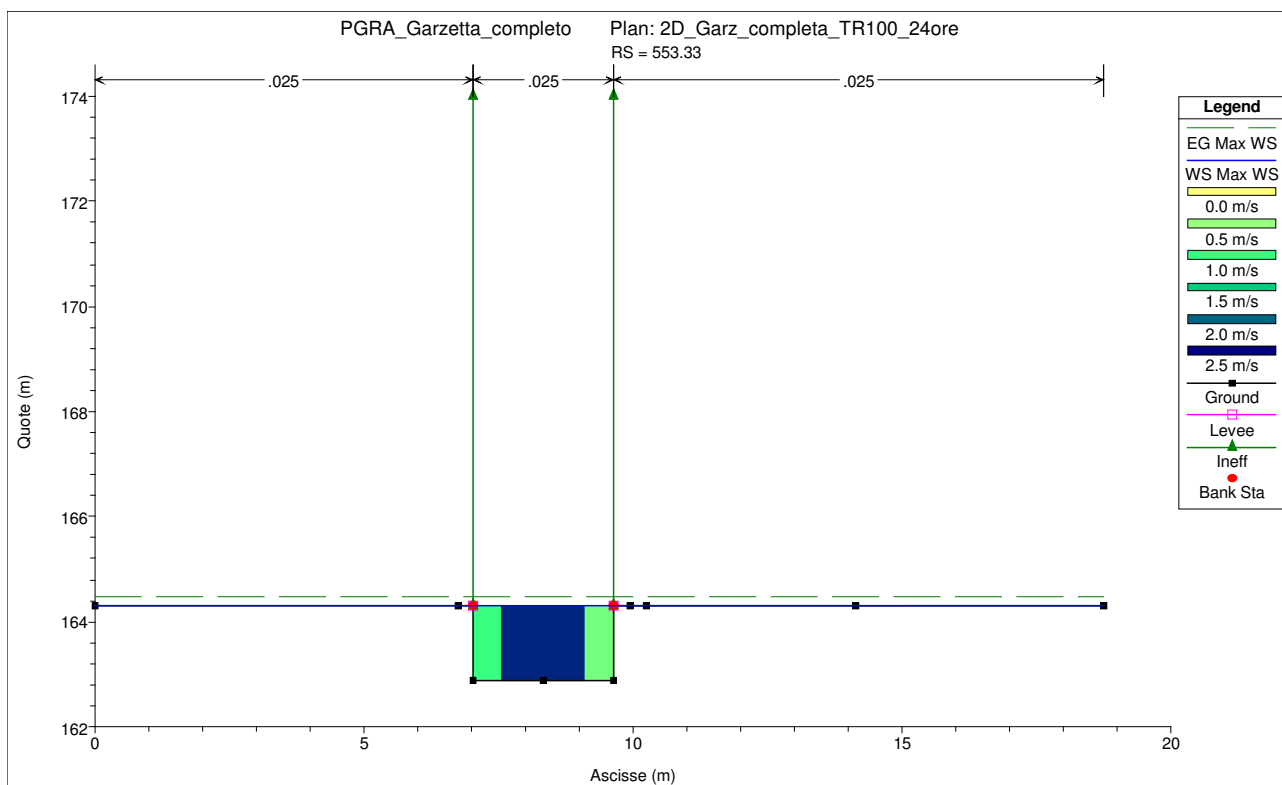
SEZIONE n°576.76 (t. Garzetta di Costalunga)



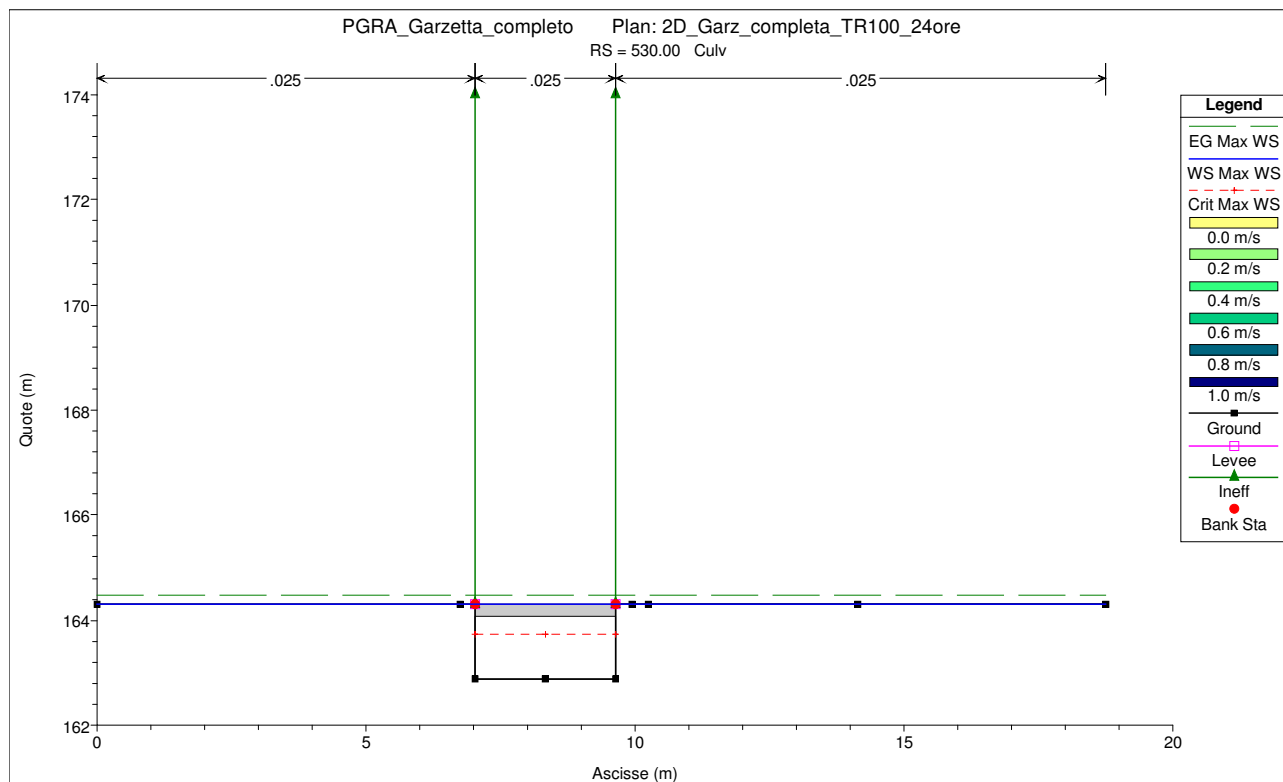
SEZIONE n°555.93 (t. Garzetta di Costalunga)



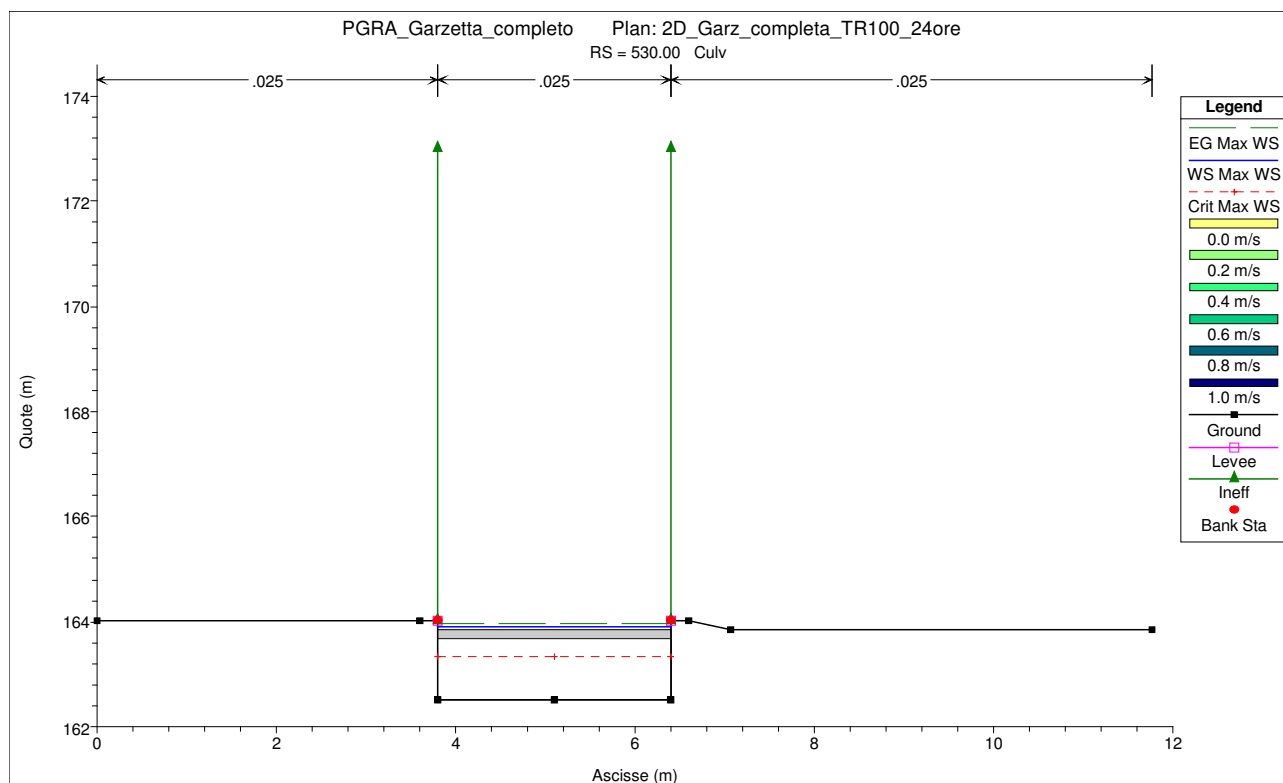
SEZIONE n°555.33 (t. Garzetta di Costalunga)



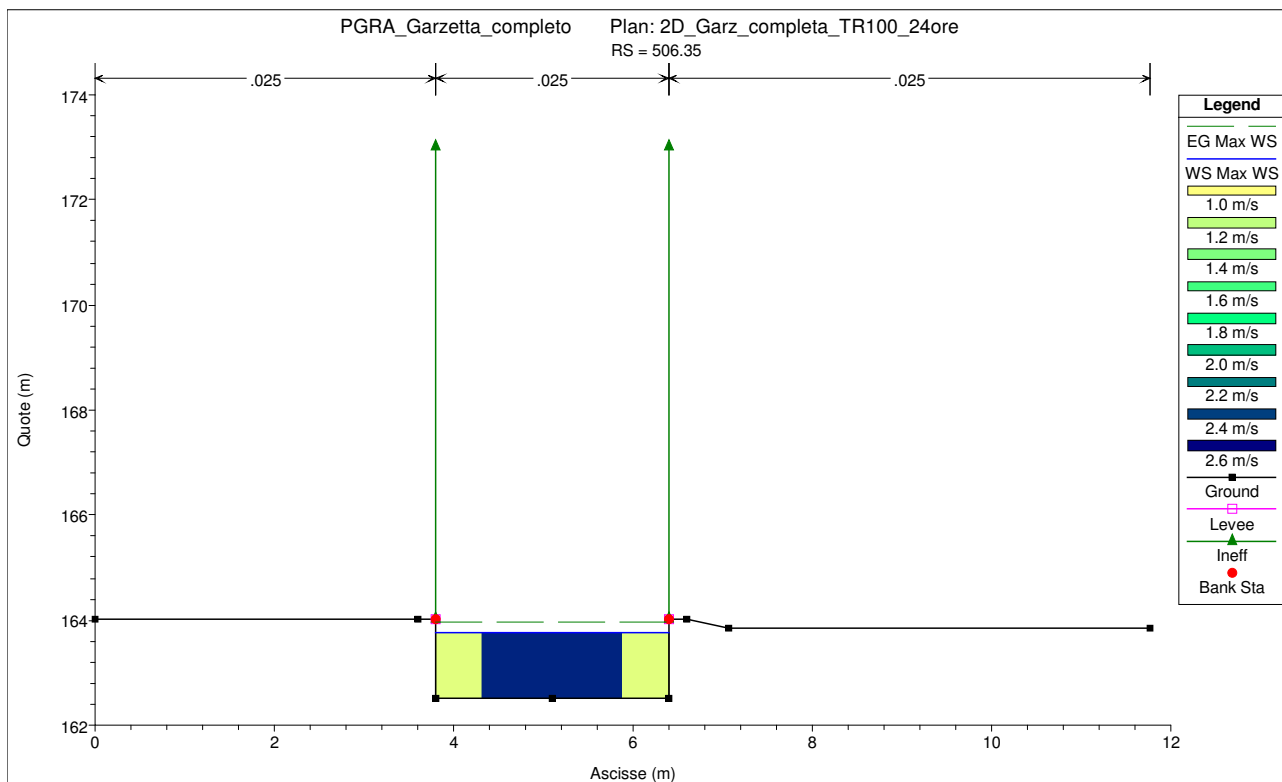
SEZIONE n°530.00 sezione di monte culvert (t. Garzetta di Costalunga)



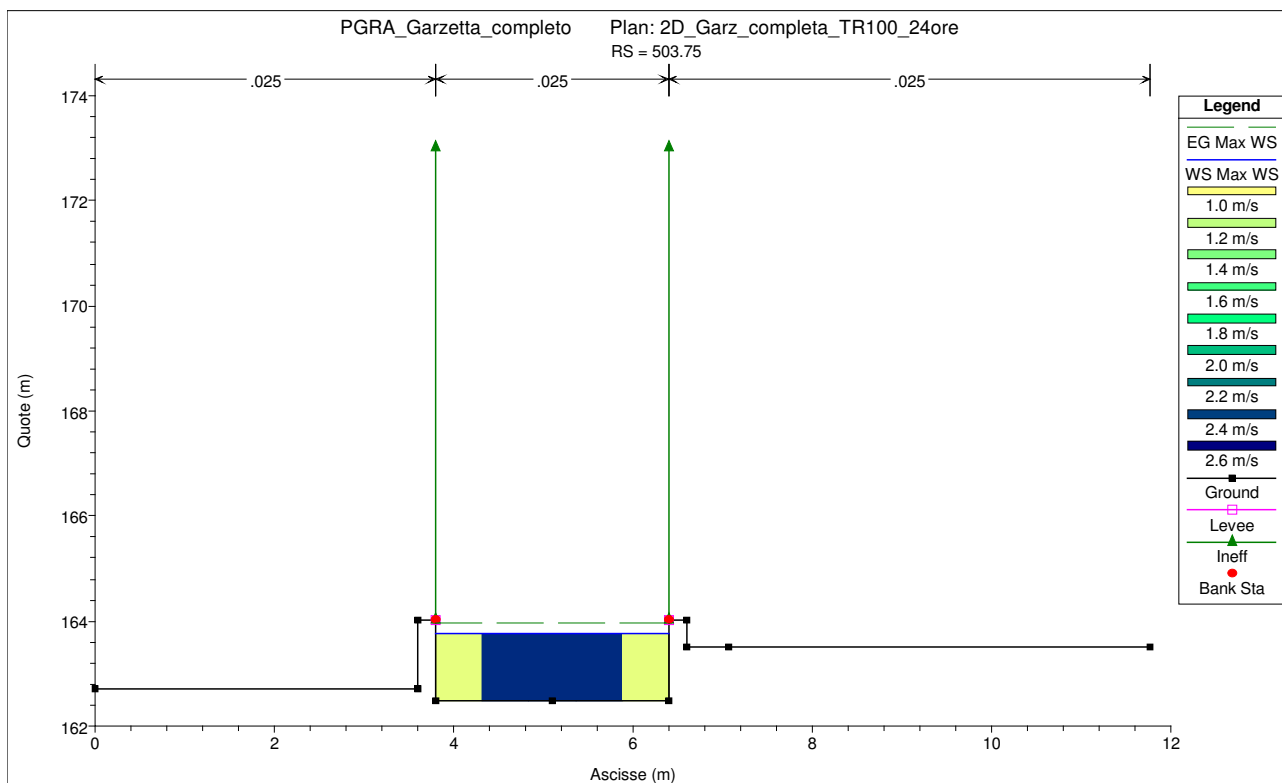
SEZIONE n°530.00 sezione di valle culvert (t. Garzetta di Costalunga)



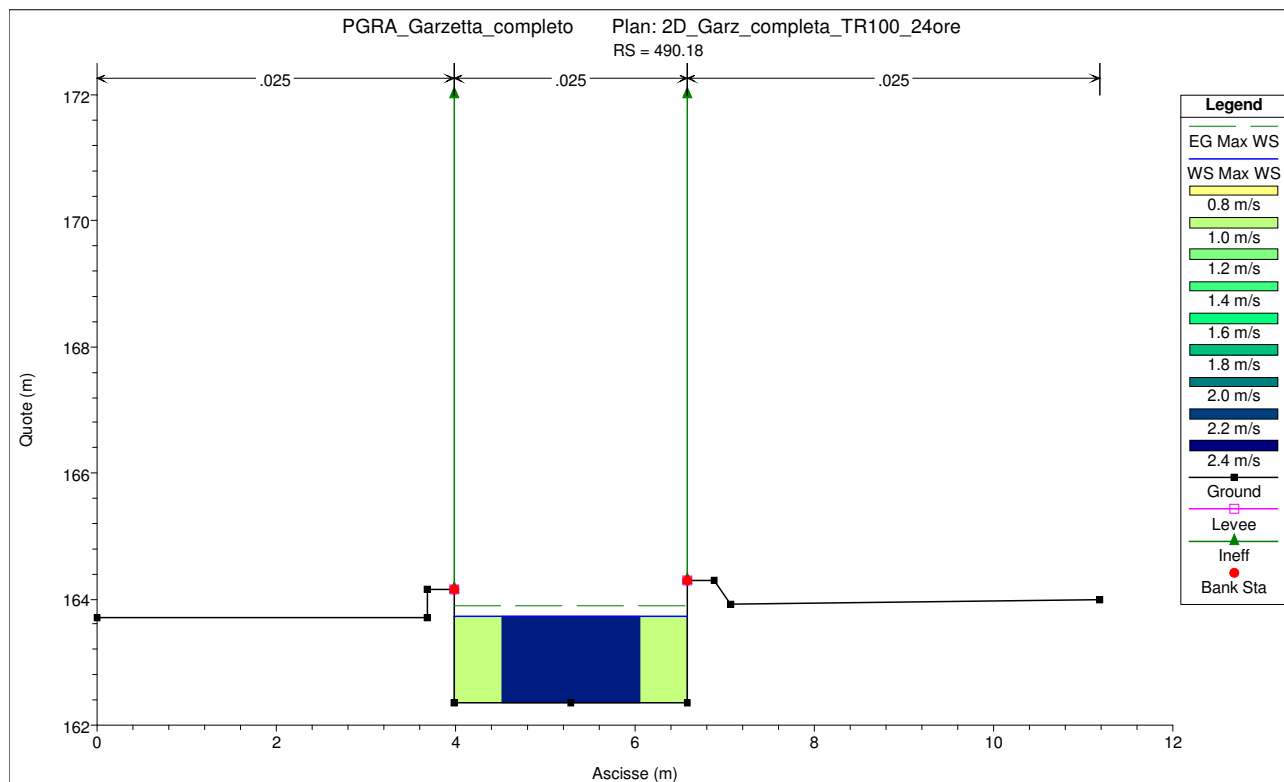
SEZIONE n°506.35 (t. Garzetta di Costalunga)



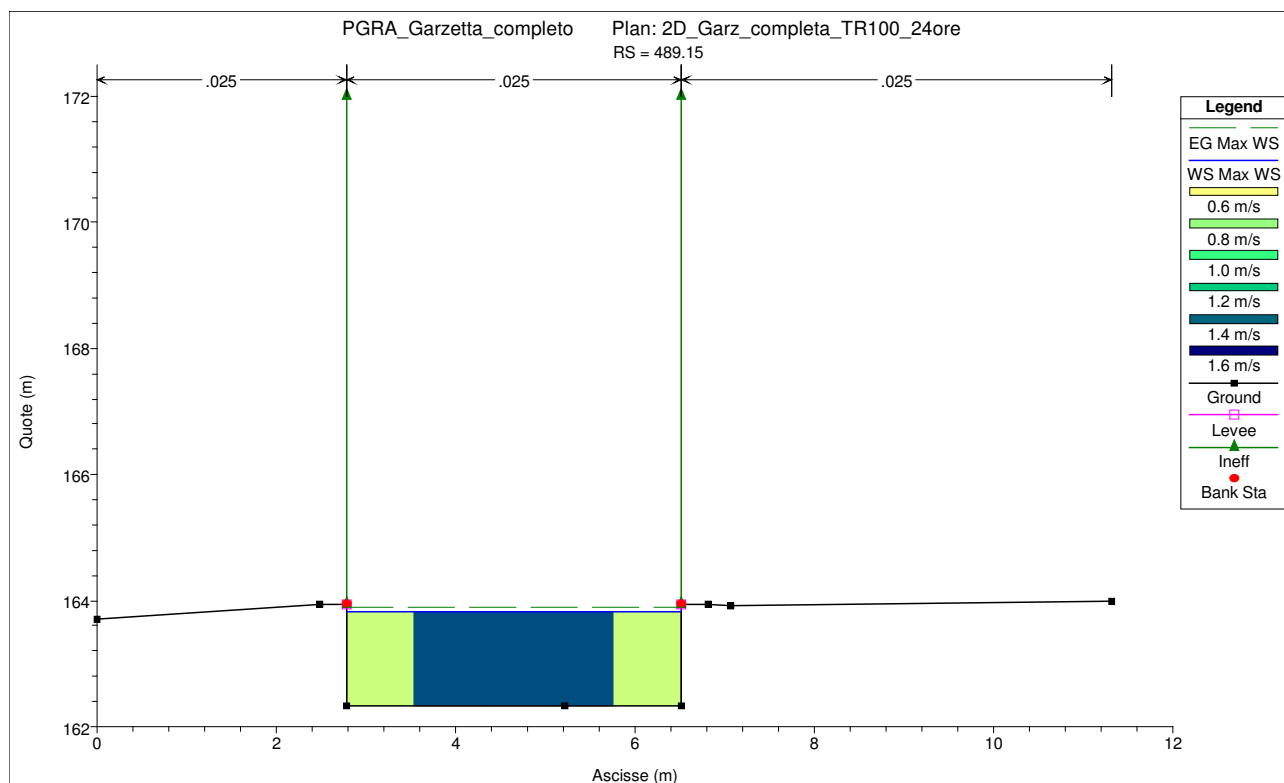
SEZIONE n°503.75 (t. Garzetta di Costalunga)



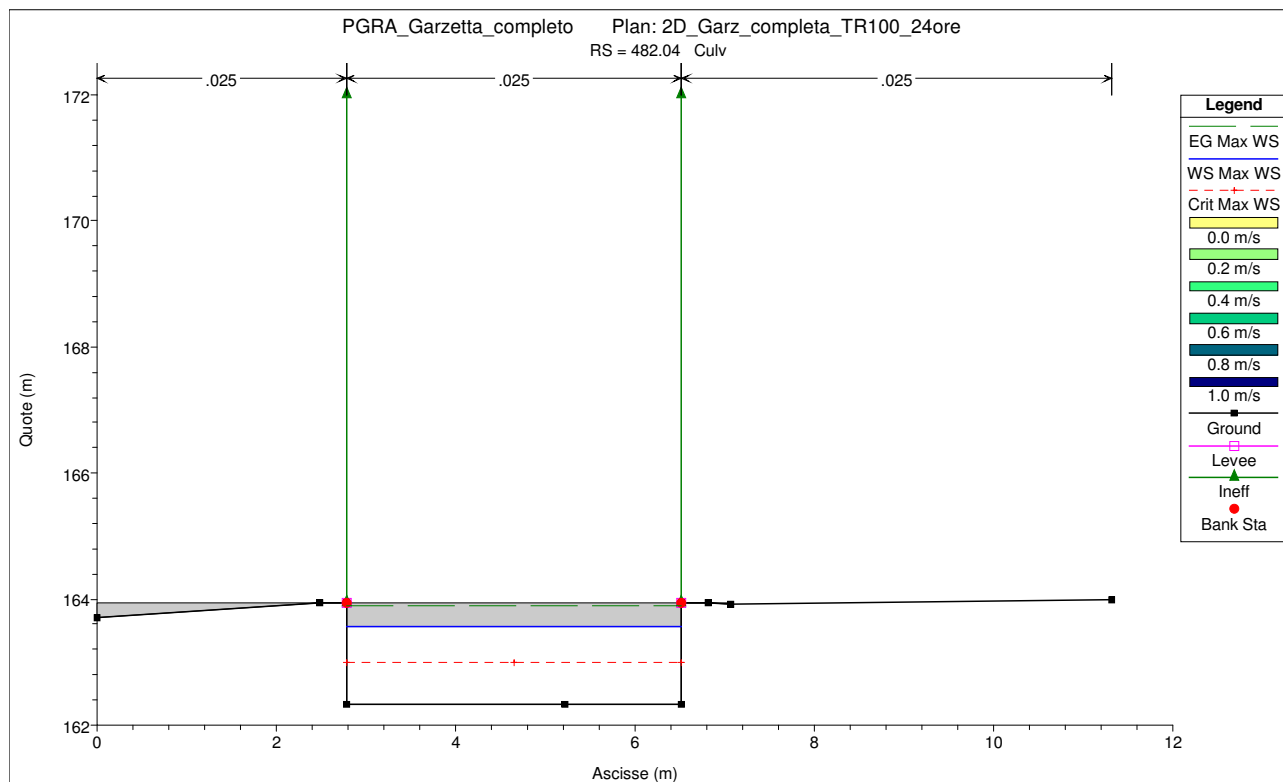
SEZIONE n°490.18 (t. Garzetta di Costalunga)



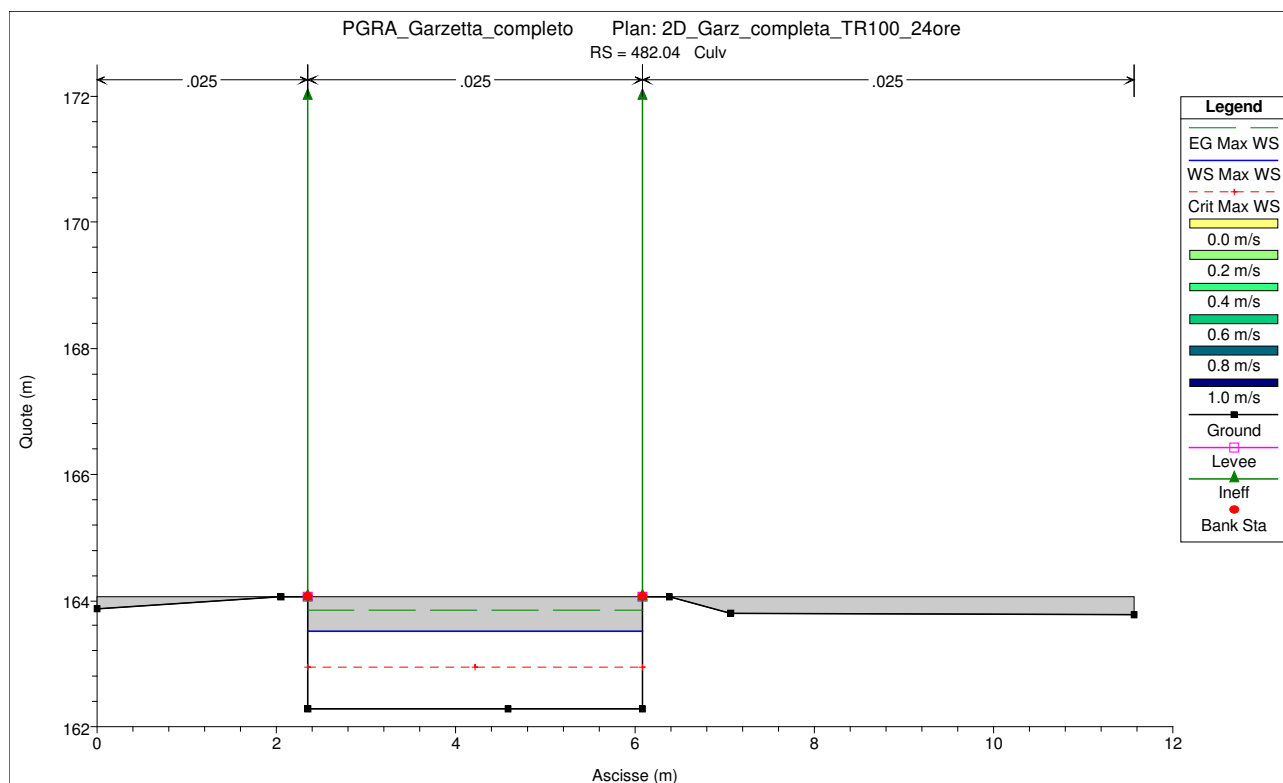
SEZIONE n°489.15 (t. Garzetta di Costalunga)



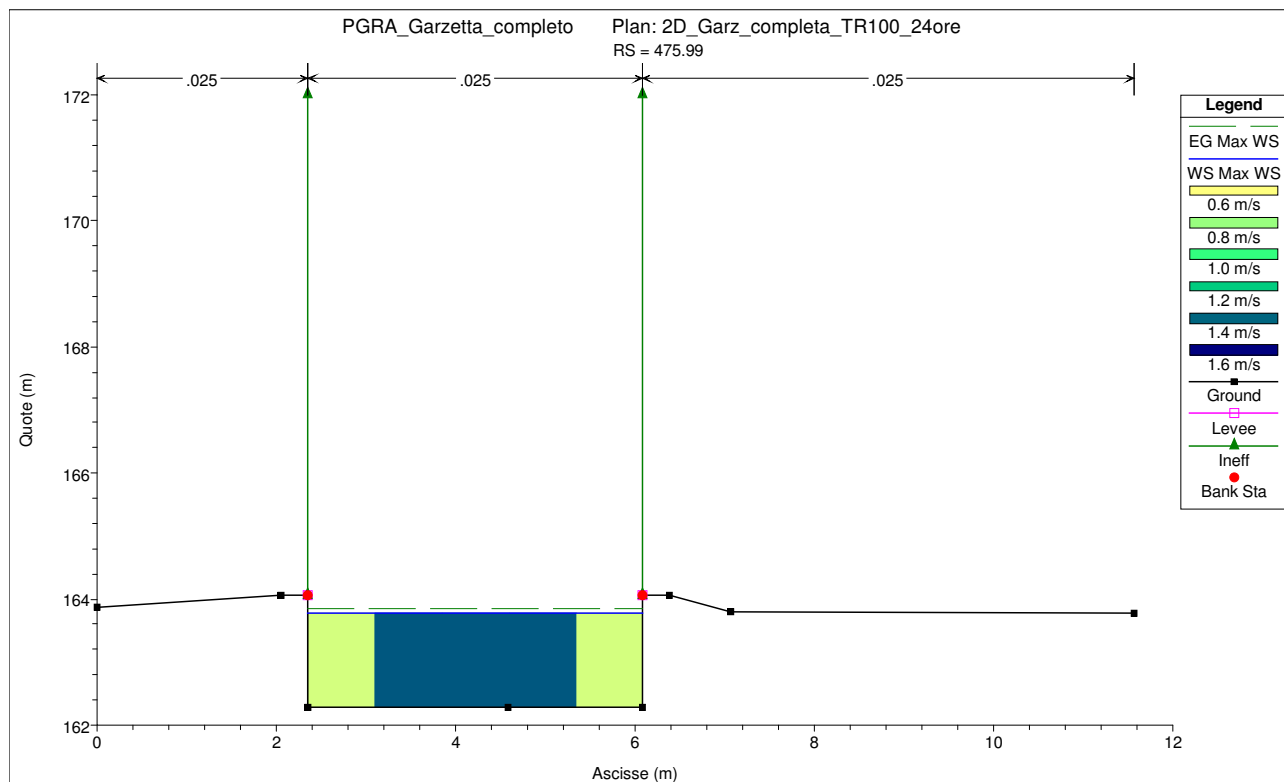
SEZIONE n°482.04 sezione di monte culvert di via Riccobelli (t. Garzetta di Costalunga)



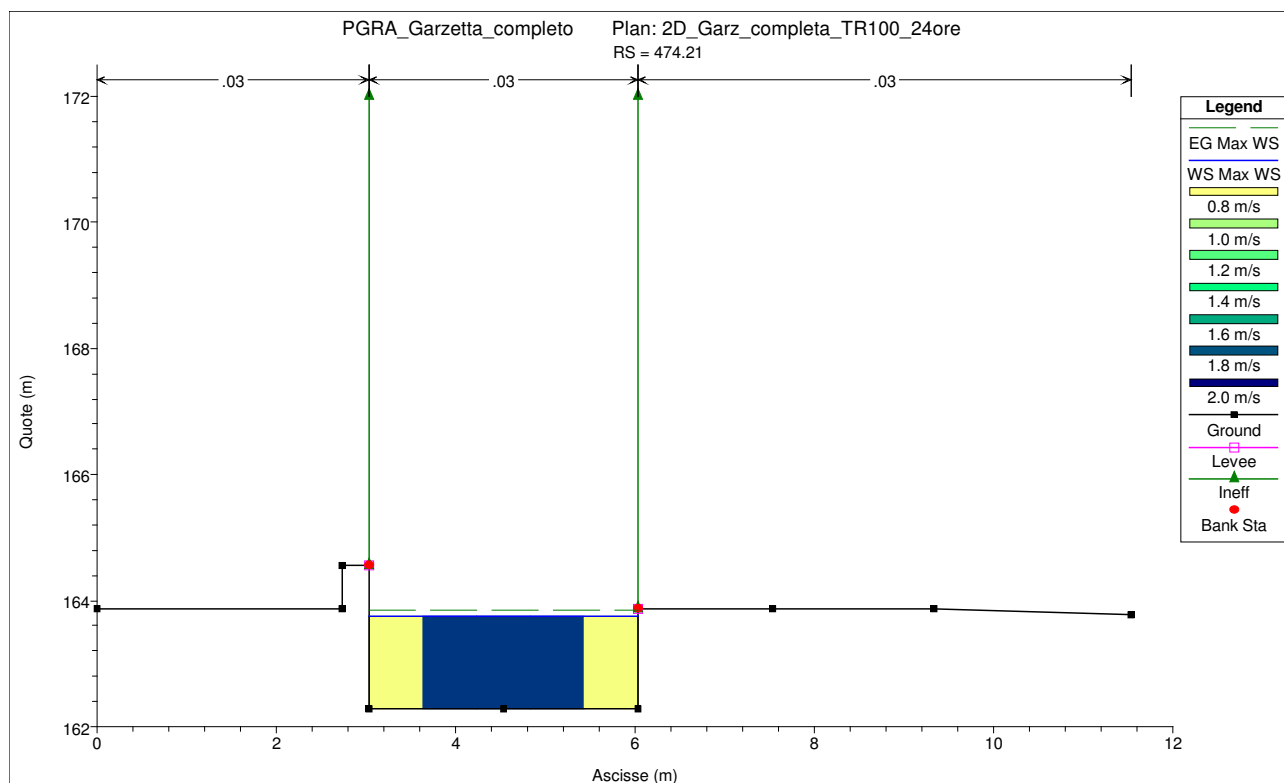
SEZIONE n°482.04 sezione di valle culvert di via Riccobelli (t. Garzetta di Costalunga)



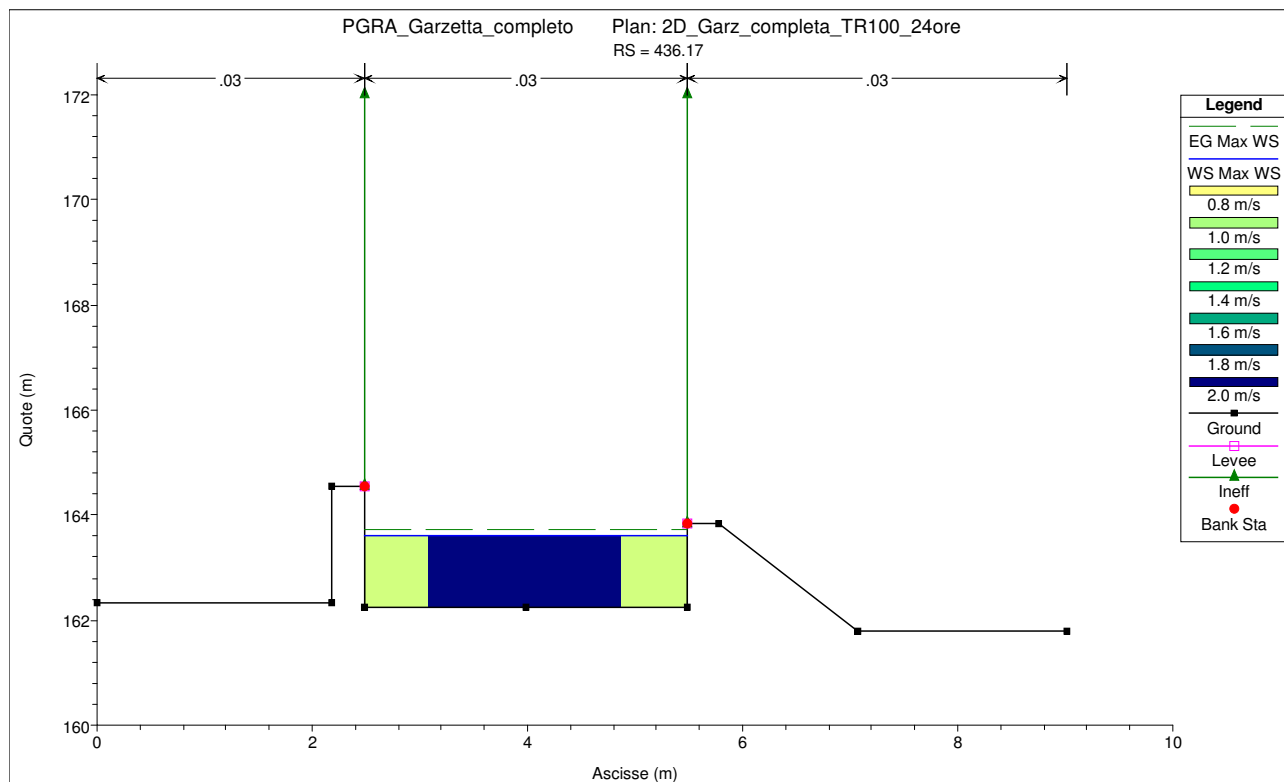
SEZIONE n°475.99 (t. Garzetta di Costalunga)



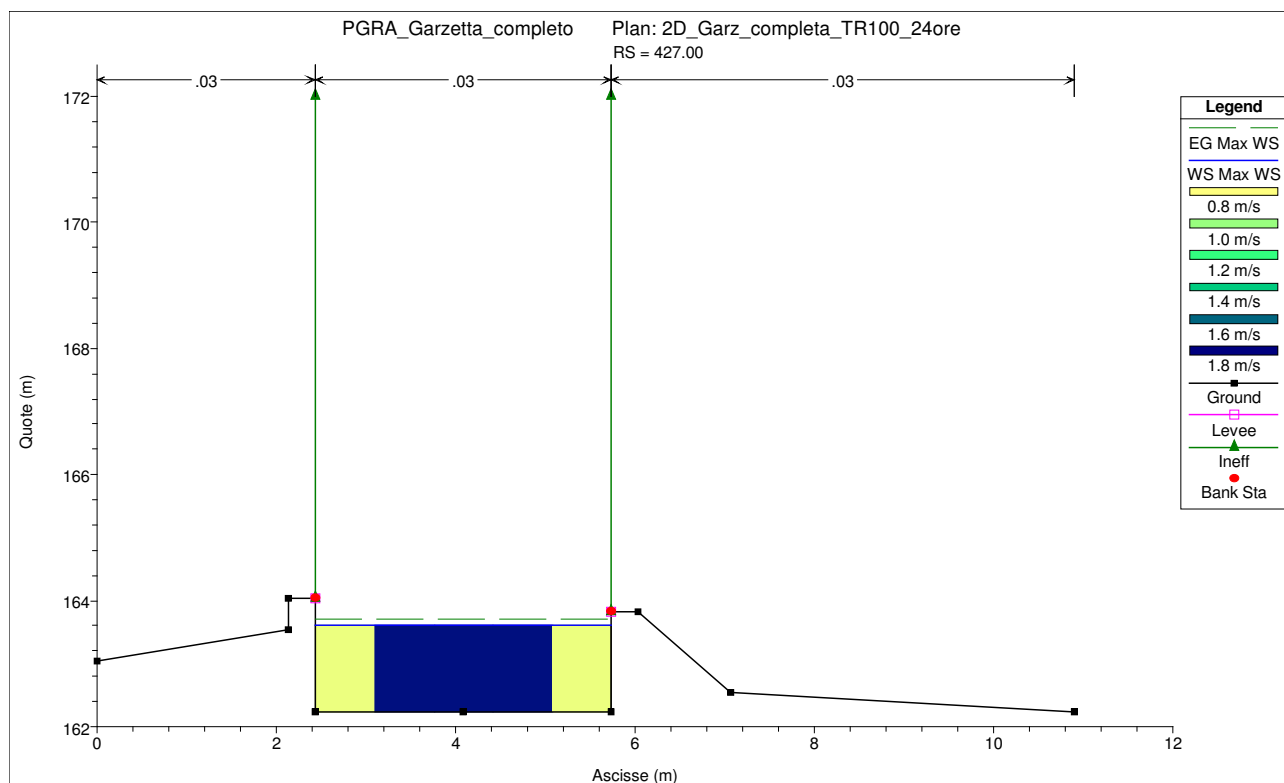
SEZIONE n°474.21 (t. Garzetta di Costalunga)



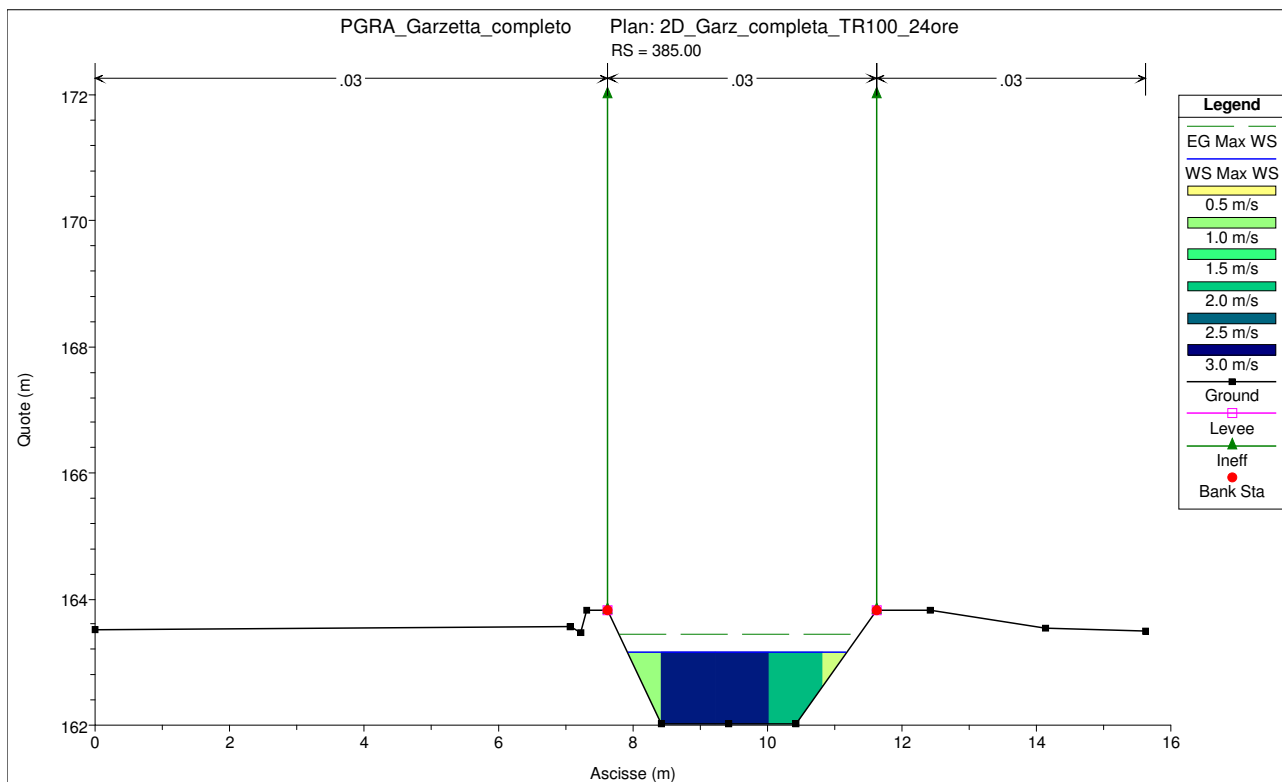
SEZIONE n°436.17 (t. Garzetta di Costalunga)



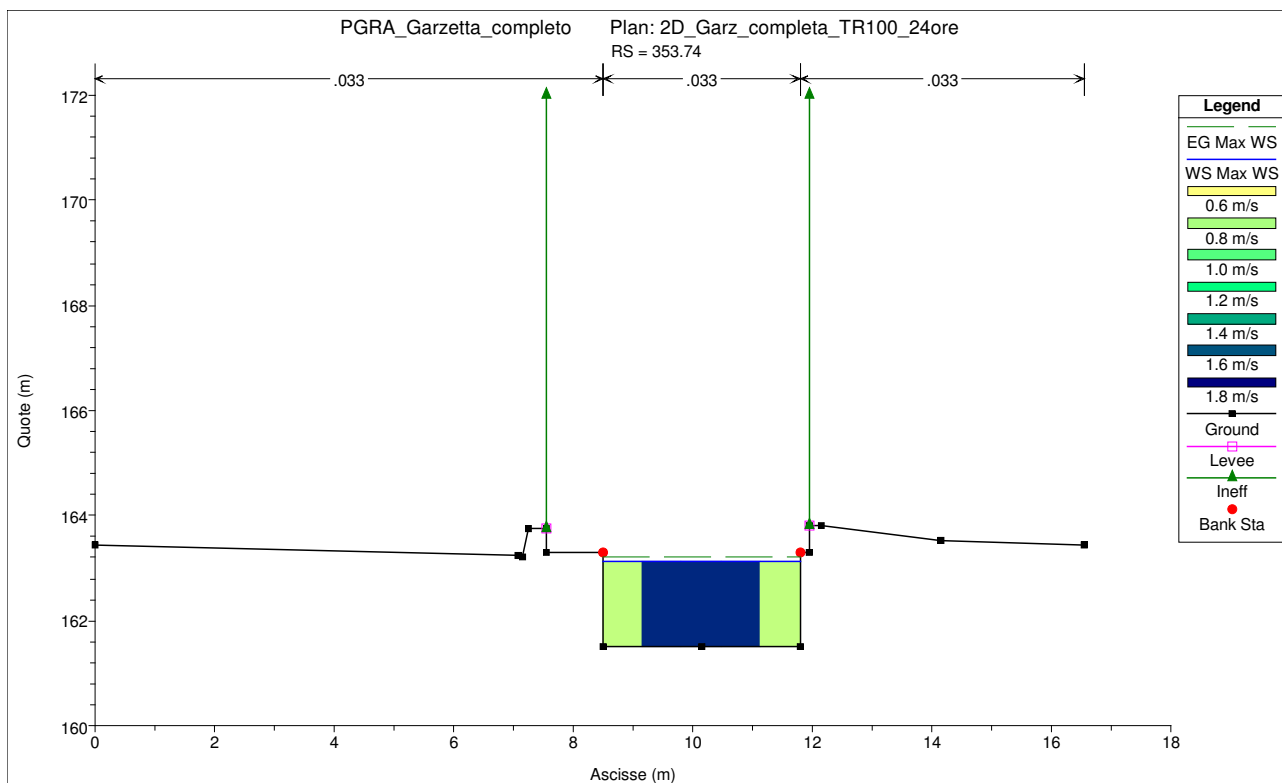
SEZIONE n°427.00 (t. Garzetta di Costalunga)



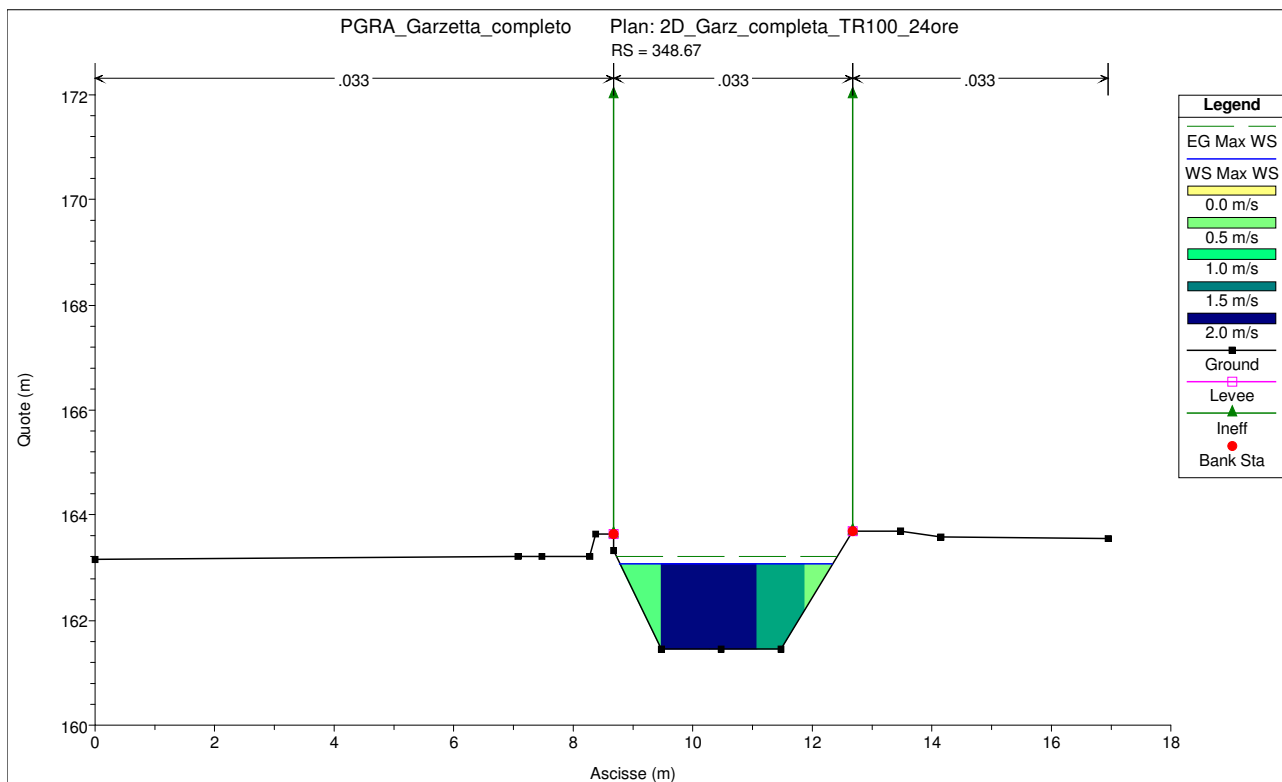
SEZIONE n°385.00 (t. Garzetta di Costalunga)



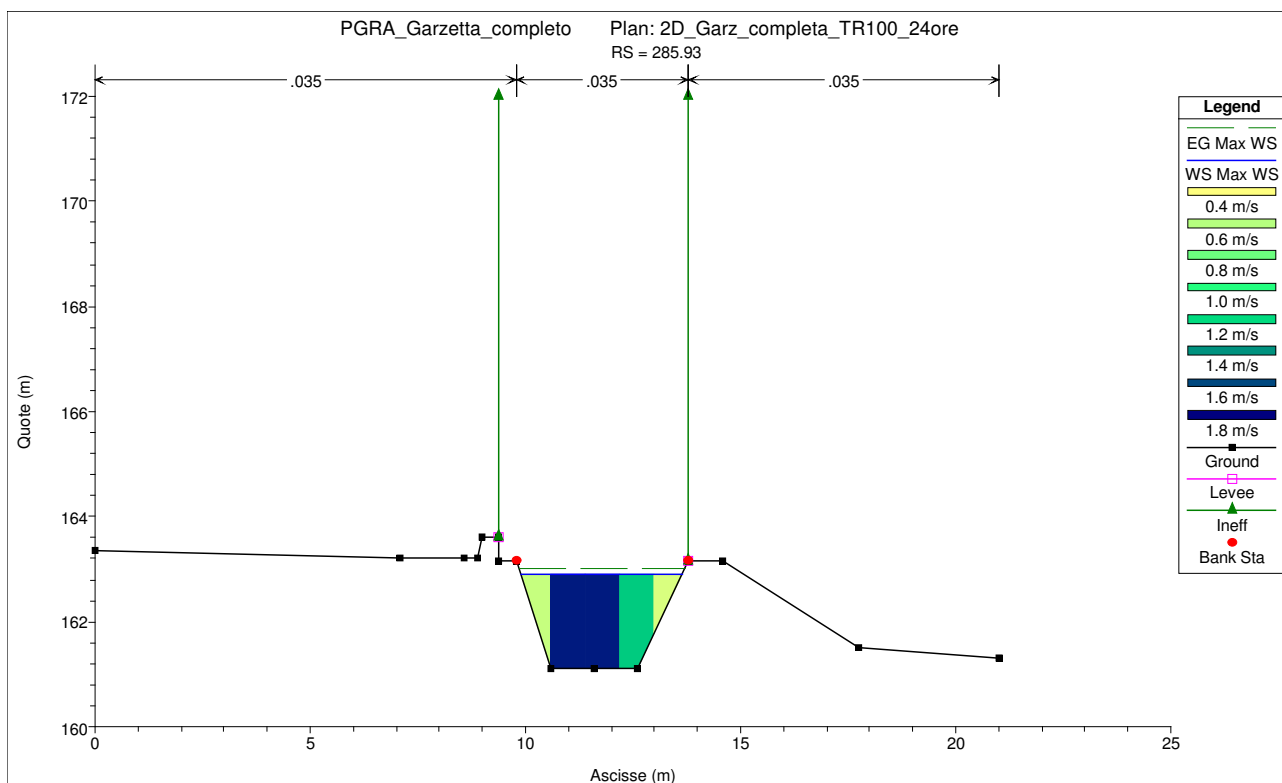
SEZIONE n°353.74 (t. Garzetta di Costalunga)



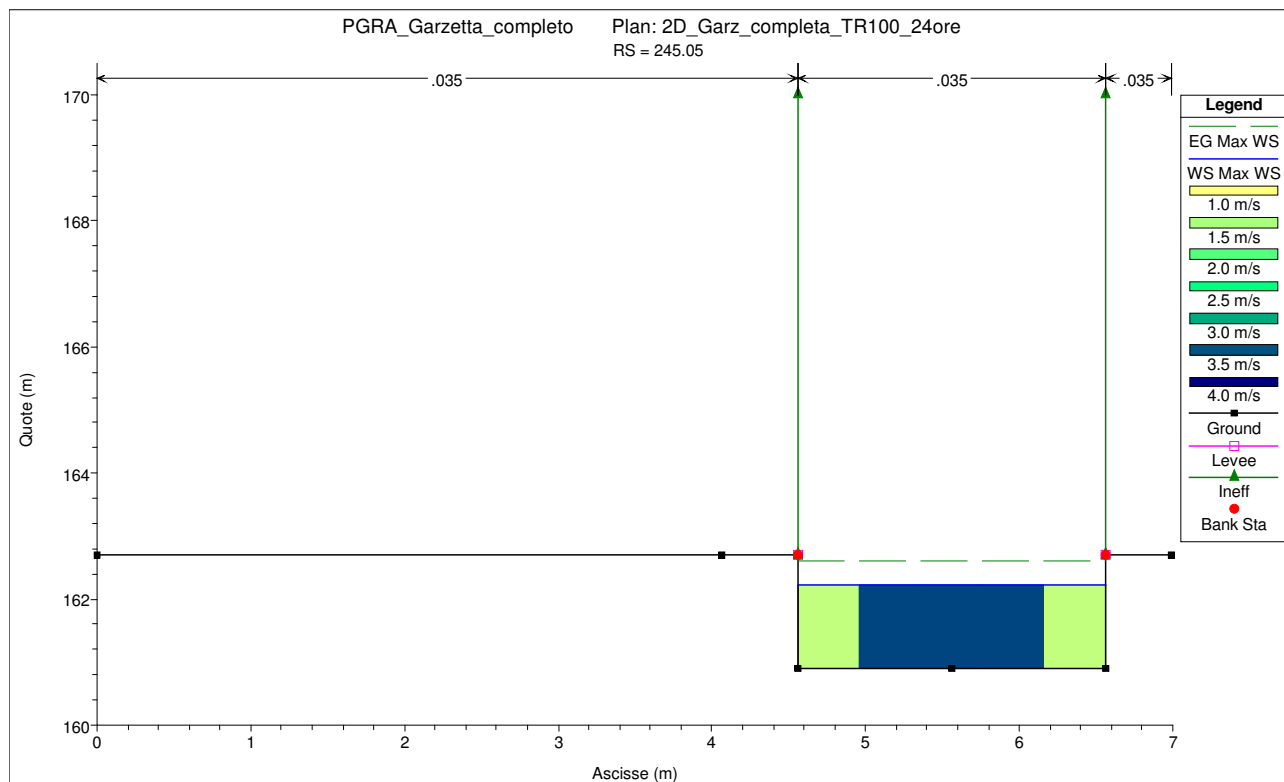
SEZIONE n°348.67 (t. Garzetta di Costalunga)



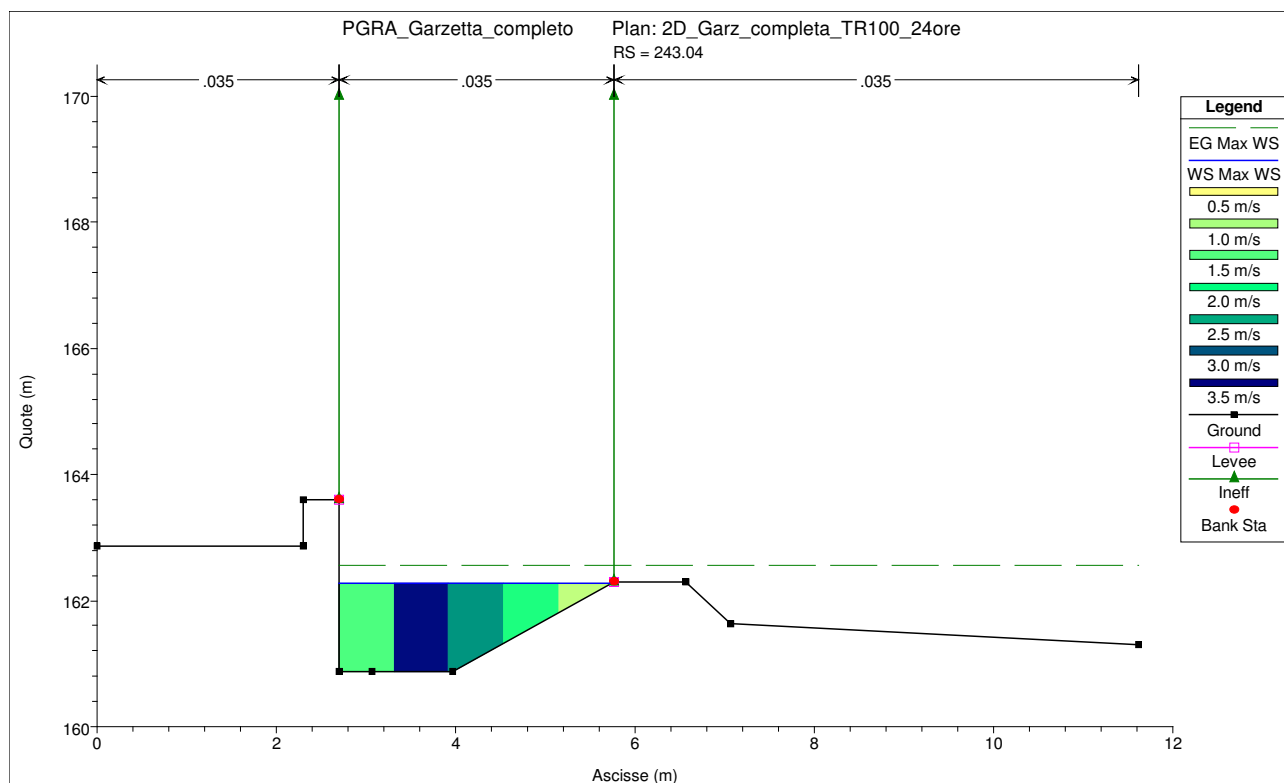
SEZIONE n°285.93 (t. Garzetta di Costalunga)



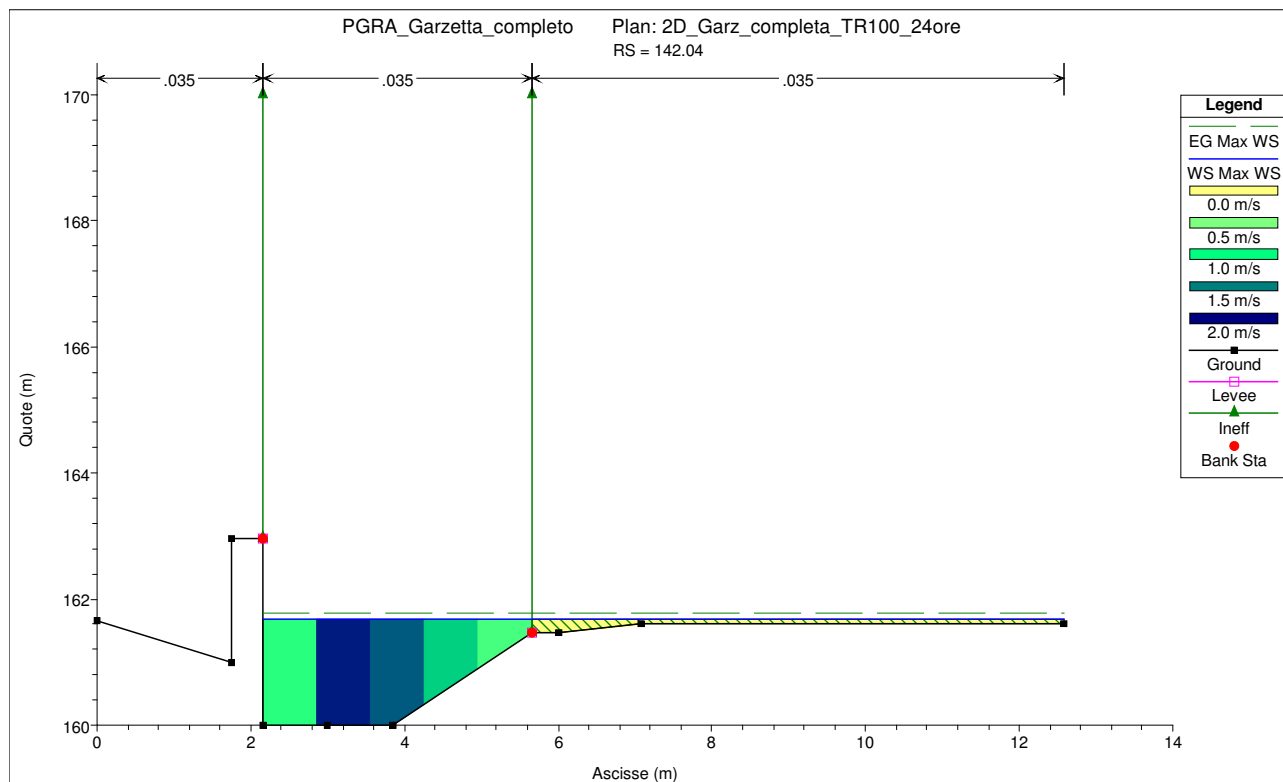
SEZIONE n°245.05 (t. Garzetta di Costalunga)



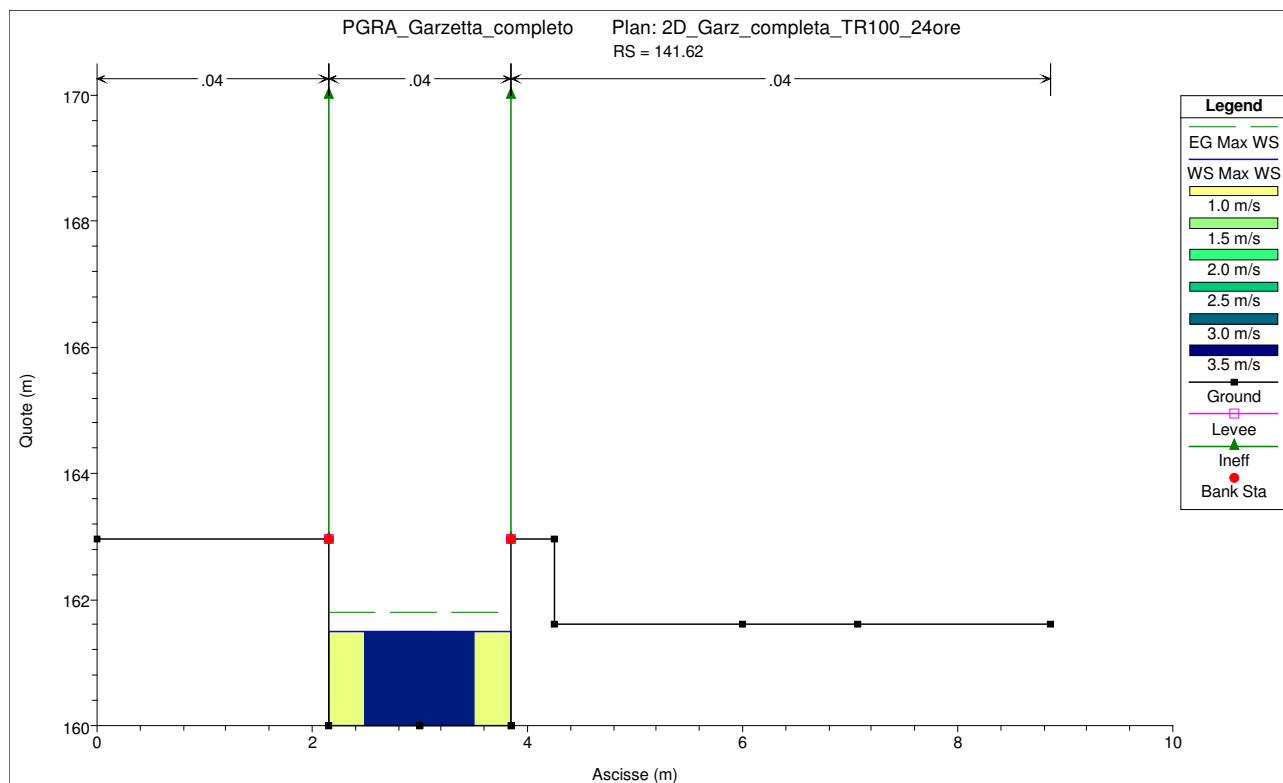
SEZIONE n°243.04 (t. Garzetta di Costalunga)



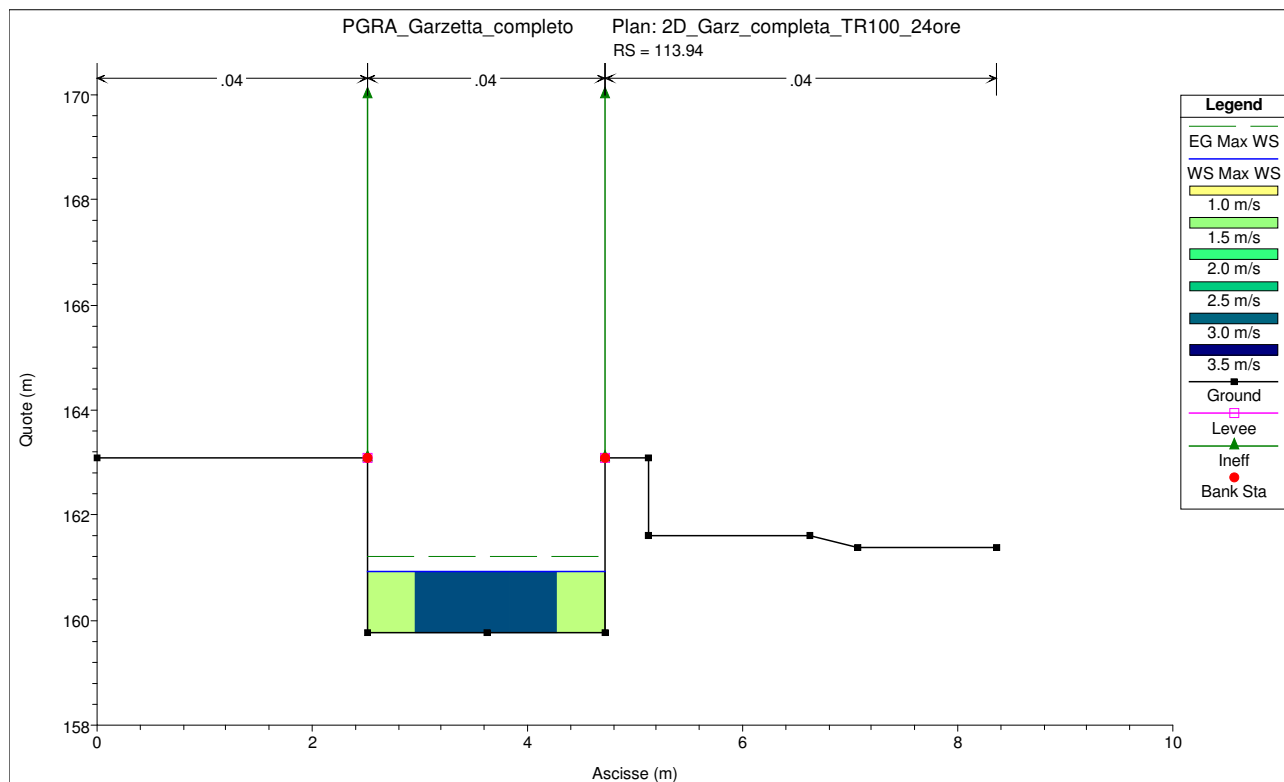
SEZIONE n°142.04 (t. Garzetta di Costalunga)



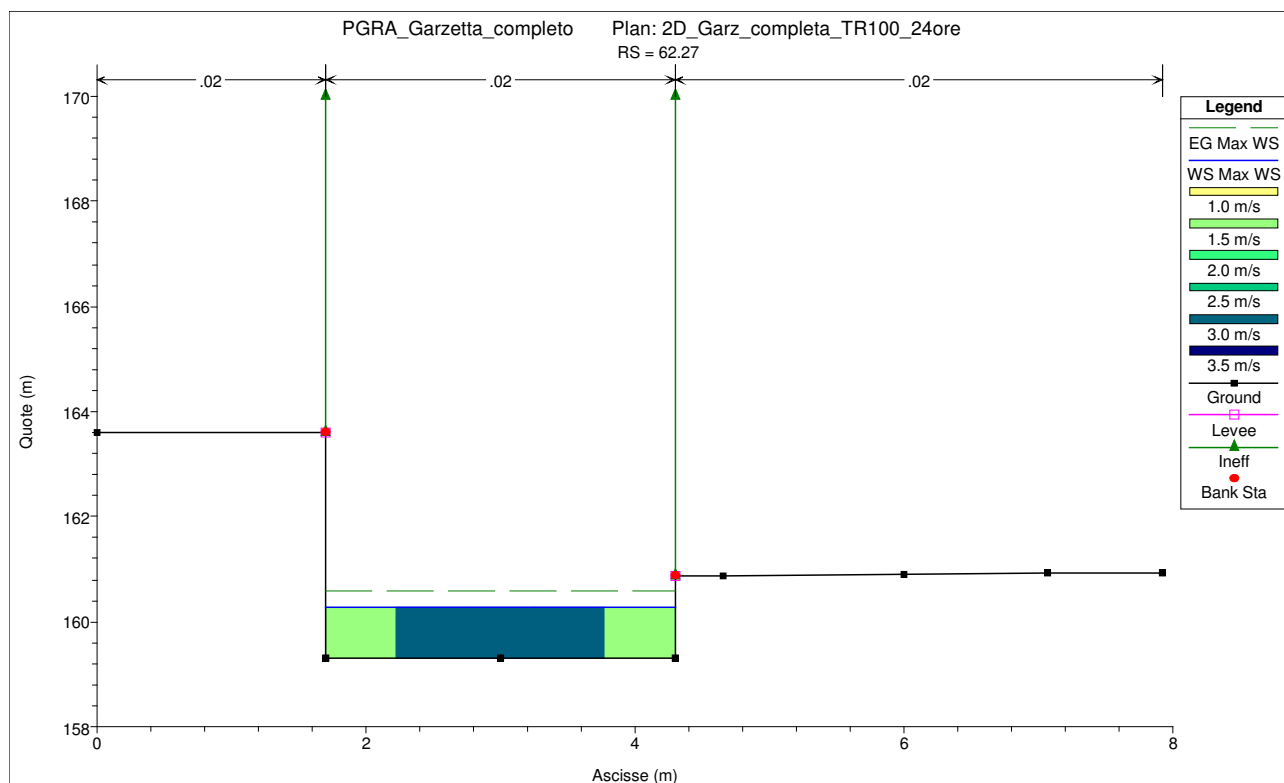
SEZIONE n°141.62 (t. Garzetta di Costalunga)



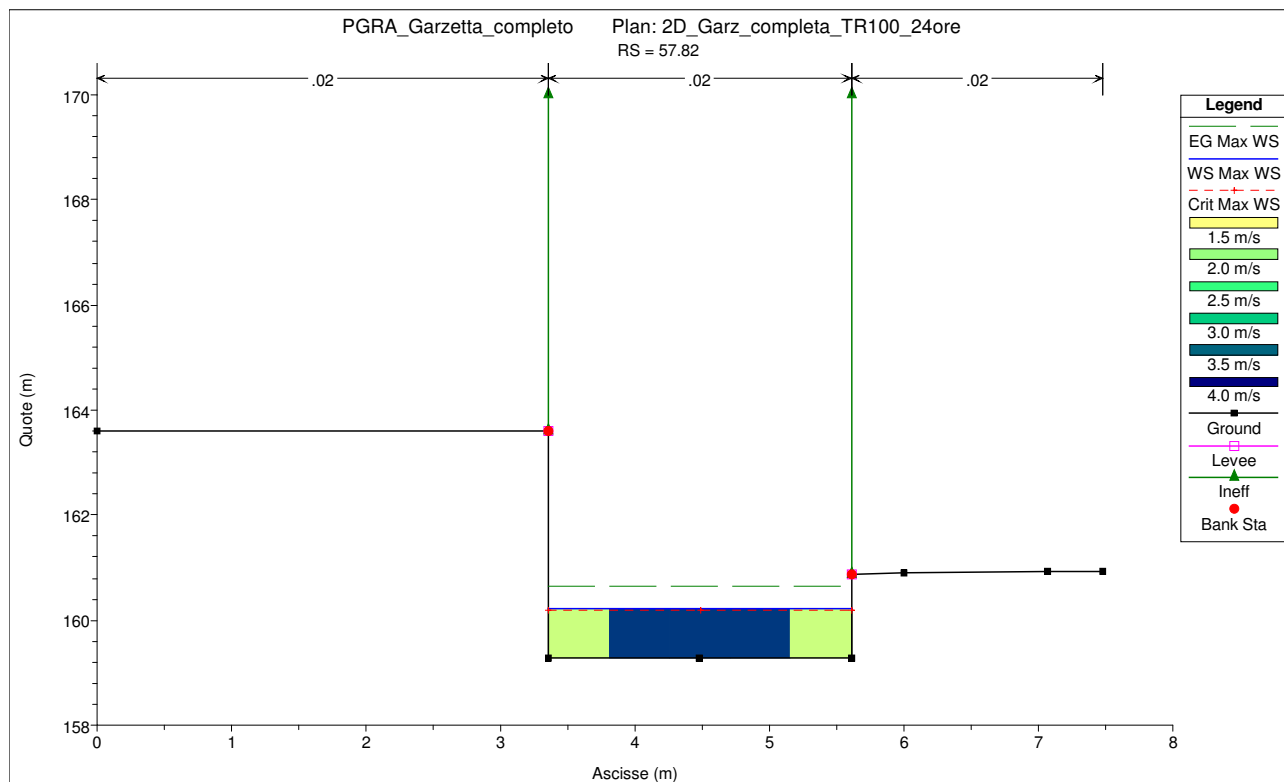
SEZIONE n°113.94 (t. Garzetta di Costalunga)



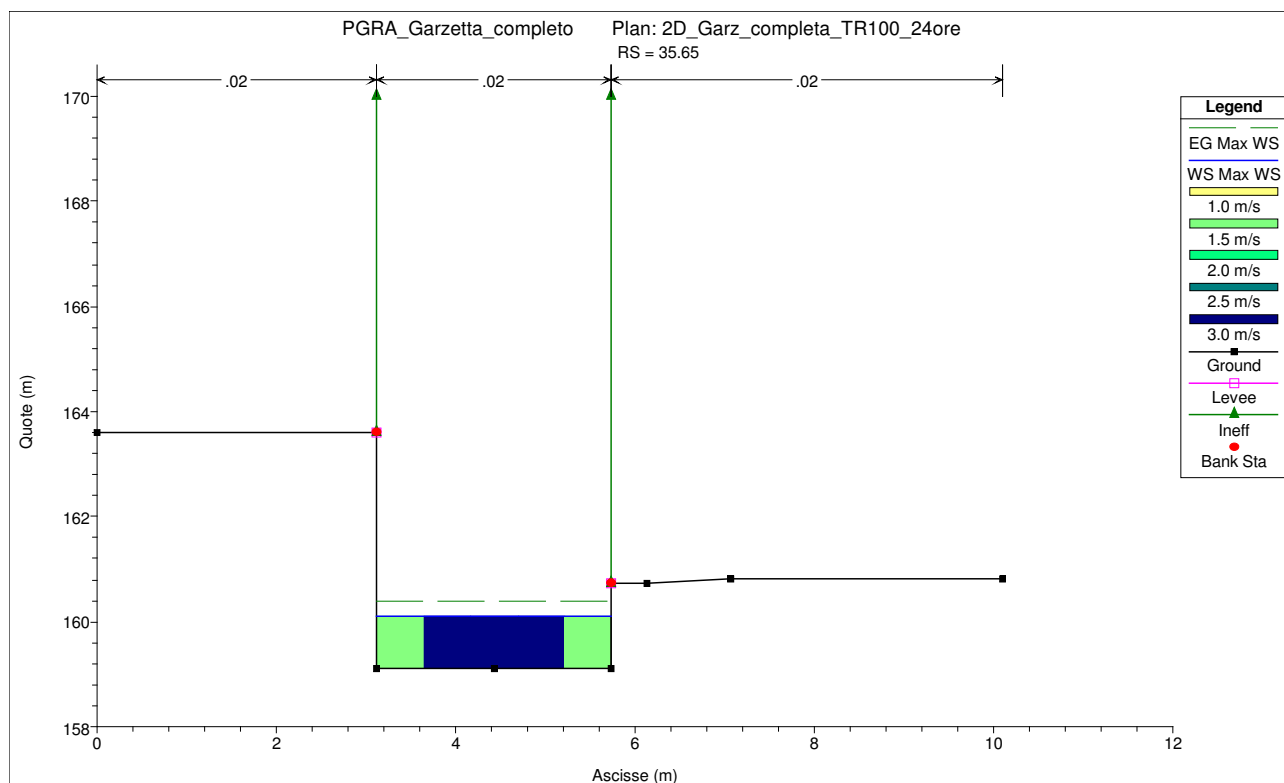
SEZIONE n°62.27 (t. Garzetta di Costalunga)



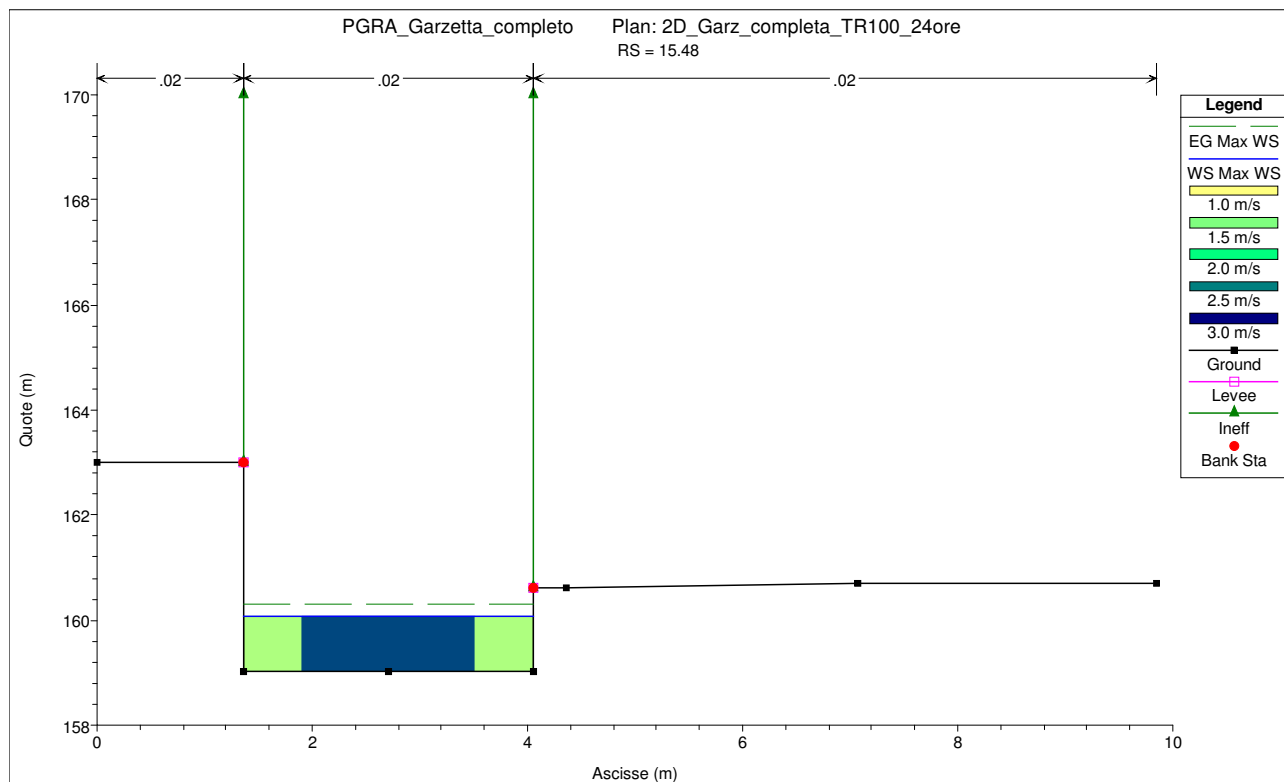
SEZIONE n°57.82 (t. Garzetta di Costalunga)



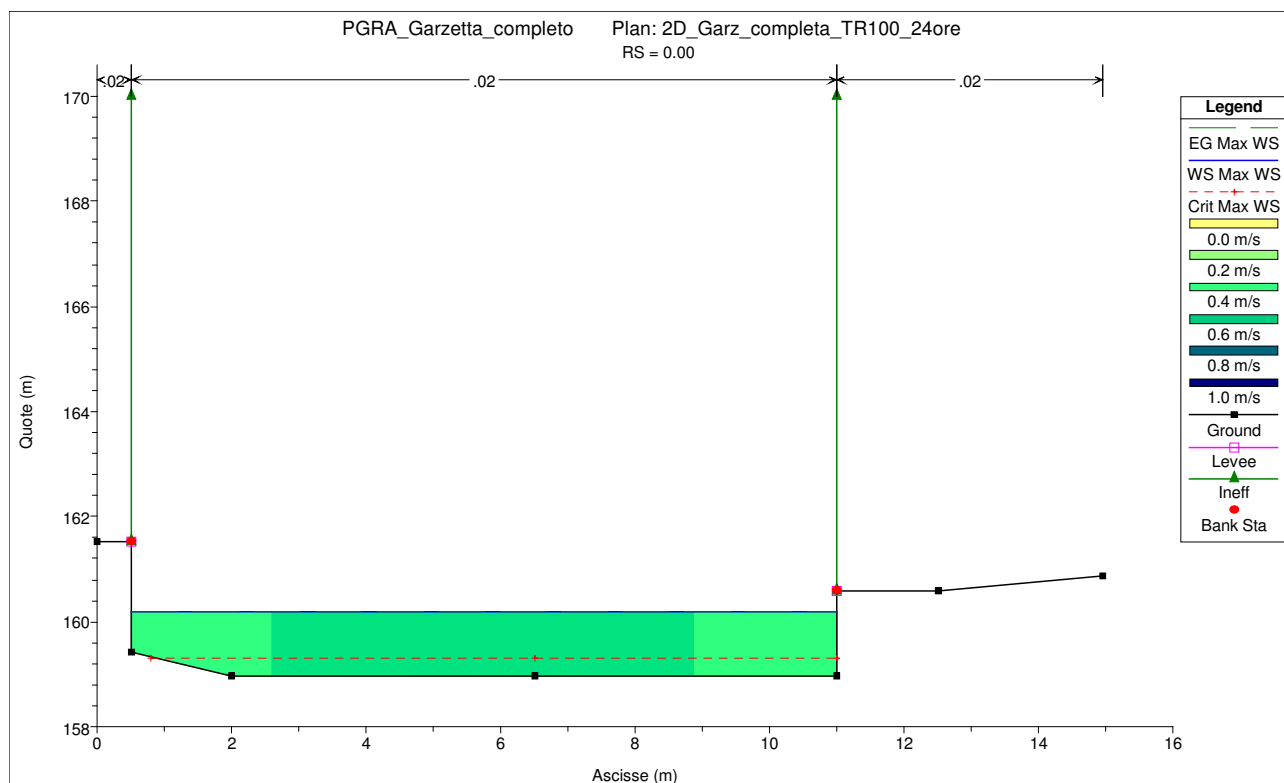
SEZIONE n°35.65 (t. Garzetta di Costalunga)



SEZIONE n°15.48 (t. Garzetta di Costalunga)



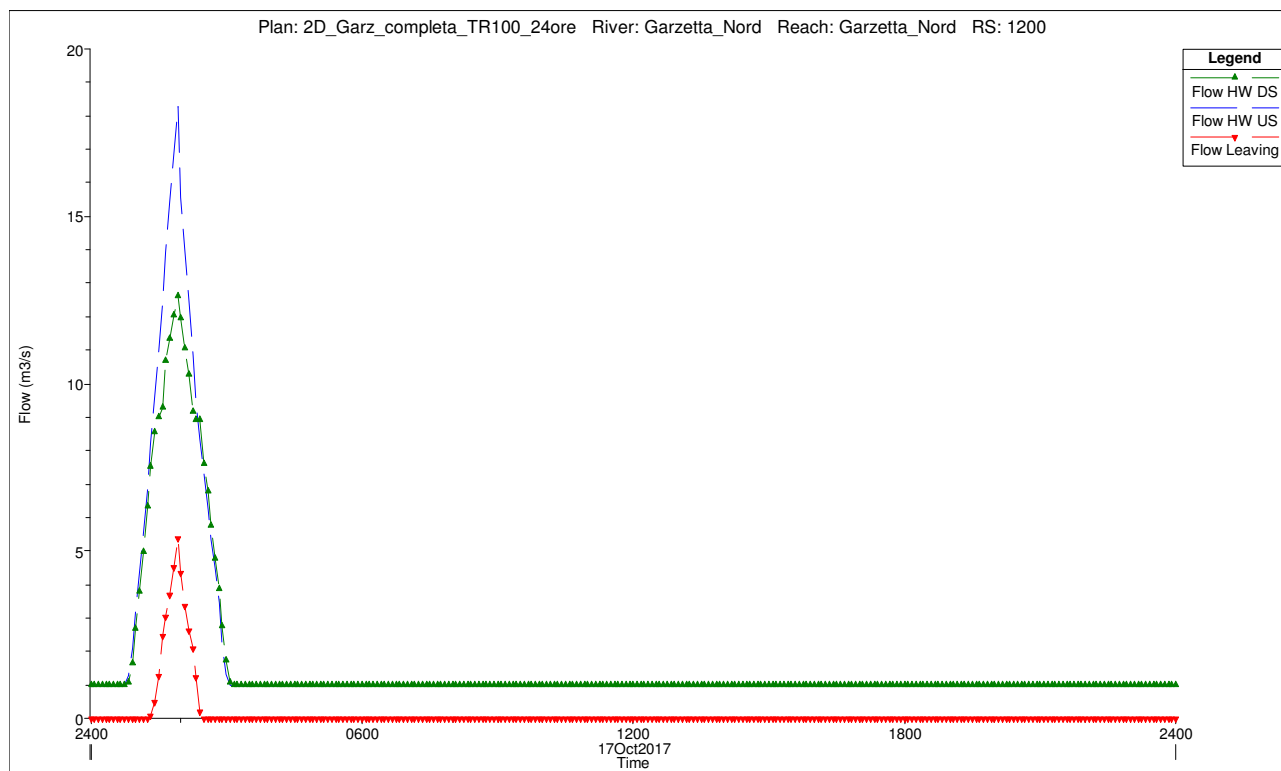
SEZIONE n°0.00 (t. Garzetta di Costalunga)



CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO DEI COLLEGAMENTI IDRAULICI

TORRENTE GARZETTA DI COSTALUNGA RAMO NORD

SFIORATORE (sponda sinistra tra sez. 1356.28 e sez. 1118.68)

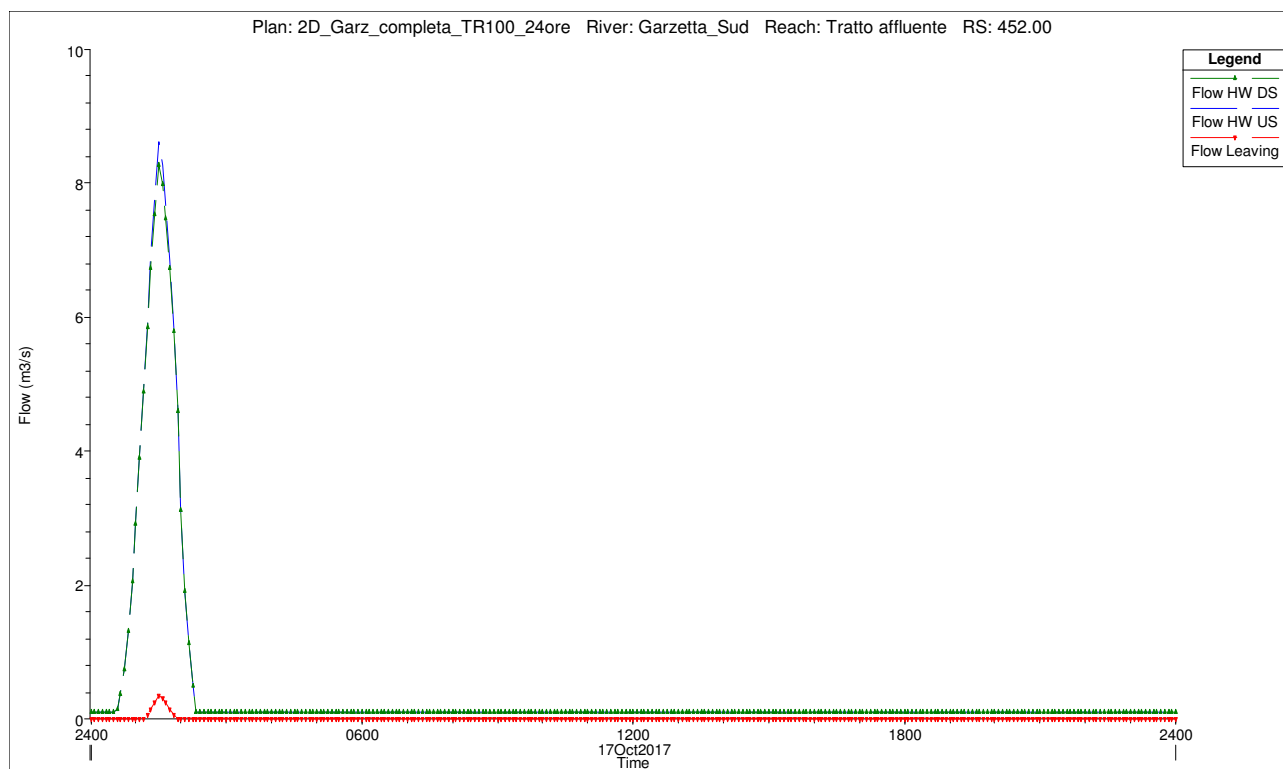


Dati sfioratore:

- Lunghezza 245,50 m
- Collegato all'area di allagamento n°1
- Coefficiente di efflusso 0,385
- Portata massima tracimata 5,36 m³/s (dato ore 1:55)
- Volume totale tracimato 10'440,00 m³
- Portata massima transitata a monte 18,27 m³/s (dato ore 1:55)
- Portata massima transitata a valle 12,60 m³/s (dato ore 1:55)

TORRENTE GARZETTA DI COSTALUNGA RAMO SUD

SFIORATORE (sponda sinistra tra sez. 456.00 e sez. 450.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 5,60 m
- Collegato all'area di allagamento n°5
- Coefficiente di efflusso 1,00
- Portata massima tracimata 0,34 m³/s (dato ore 1:30)
- Volume totale tracimato 460,00 m³
- Portata massima transitata a monte 8,63 m³/s (dato ore 1:30)
- Portata massima transitata a valle 8,27 m³/s (dato ore 1:30)

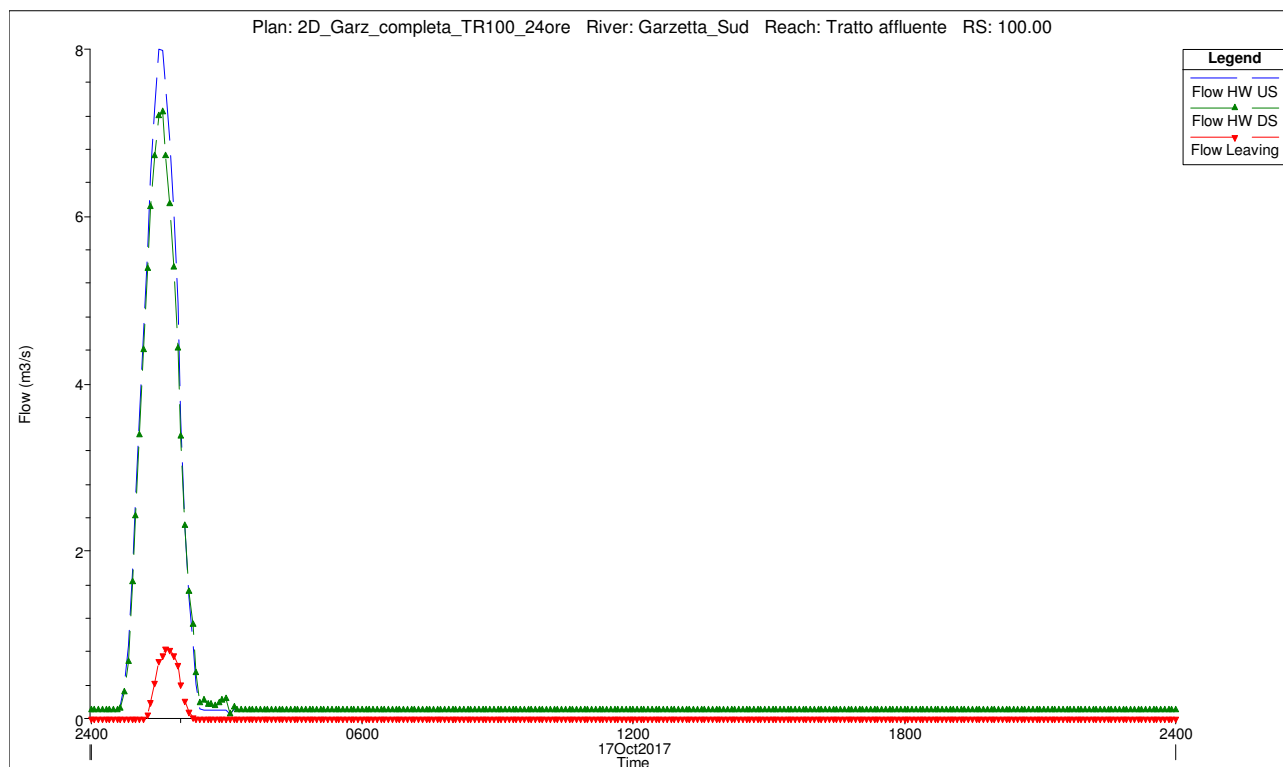
SFIORATORE (sponda destra tra sez. 446.40 e sez. 439.50)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 6,30 m
- Collegato all'area di allagamento n°2
- Coefficiente di efflusso 1,00
- Portata massima tracimata 0,11 m³/s (dato ore 1:30)
- Volume totale tracimato 90,00 m³
- Portata massima transitata a monte 8,27 m³/s (dato ore 1:30)
- Portata massima transitata a valle 8,14 m³/s (dato ore 1:30)

SFIORATORE (sponda destra tra sez. 122.00 e sez. 0.00)

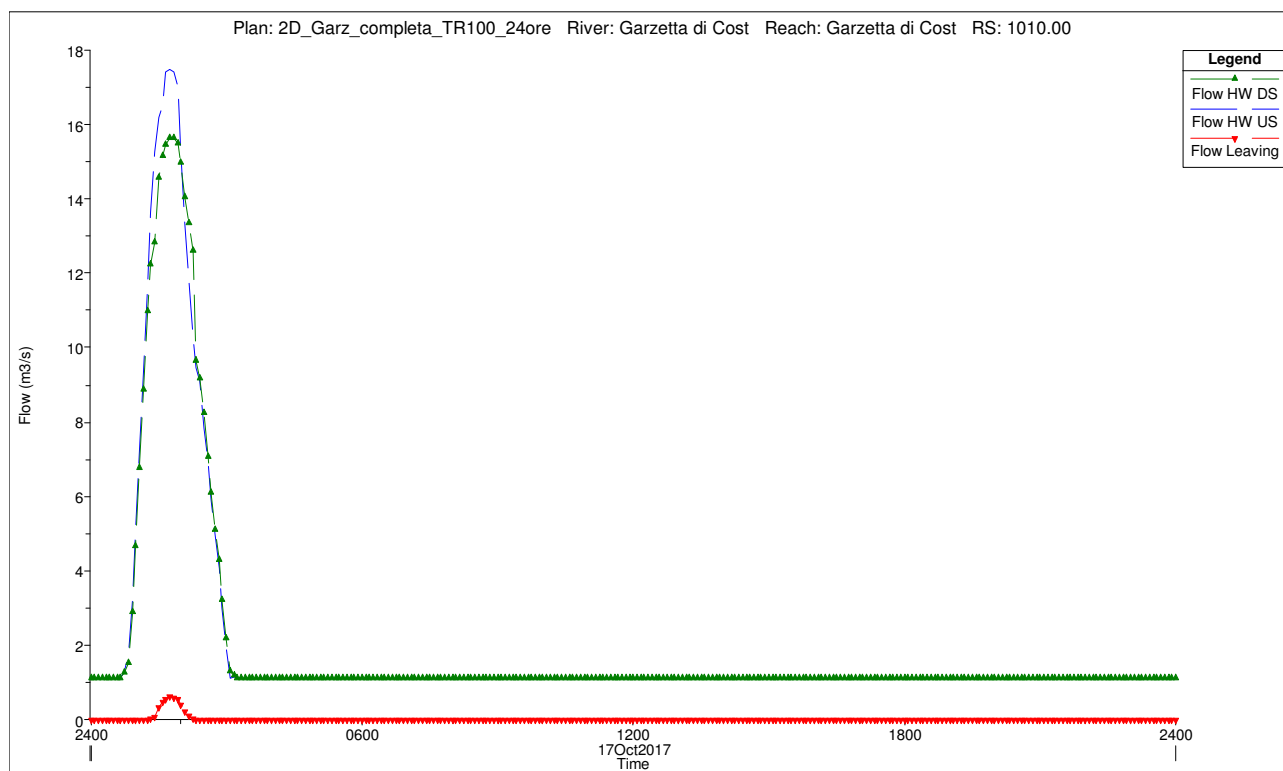


Dati sfioratore:

- Lunghezza 82,85 m
- Collegato all'area di allagamento n°1
- Coefficiente di efflusso 0,2
- Portata massima tracimata 0,84 m³/s (dato ore 1:40)
- Volume totale tracimato 1'770,00 m³
- Portata massima transitata a monte 7,99 m³/s (dato ore 1:30)
- Portata massima transitata a valle 7,25 m³/s (dato ore 1:35)

TORRENTE GARZETTA DI COSTALUNGA

SFIORATORE (sponda sinistra tra sez. 1095.57 e sez. 926.60)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 129,00 m
- Collegato all'area di allagamento n°4
- Coefficiente di efflusso 0,20
- Portata massima tracimata 0,62 m³/s (dato ore 1:45)
- Volume totale tracimato 1'220,00 m³
- Portata massima transitata a monte 17,48 m³/s (dato ore 1:45)
- Portata massima transitata a valle 15,64 m³/s (dato ore 1:45)

SFIORATORE (sponda destra tra sez. 1095.57 e sez. 895.69)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 181,80 m
- Collegato all'area di allagamento n°3
- Coefficiente di efflusso 0,385
- Portata massima tracimata 1,34 m³/s (dato ore 1:50)
- Volume totale tracimato 2'200,00 m³
- Portata massima transitata a monte 17,48 m³/s (dato ore 1:45)
- Portata massima transitata a valle 15,27 m³/s (dato ore 1:45)

SFIORATORE (sponda destra tra sez. 926.60 e sez. 706.11)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 74,00 m
- Collegato all'area di allagamento n°3
- Coefficiente di efflusso 0,15
- Portata massima tracimata 0,11 m³/s (dato ore 1:50)
- Volume totale tracimato 260,00 m³
- Portata massima transitata a monte 15,64 m³/s (dato ore 1:45)
- Portata massima transitata a valle 6,76 m³/s (dato ore 1:50)

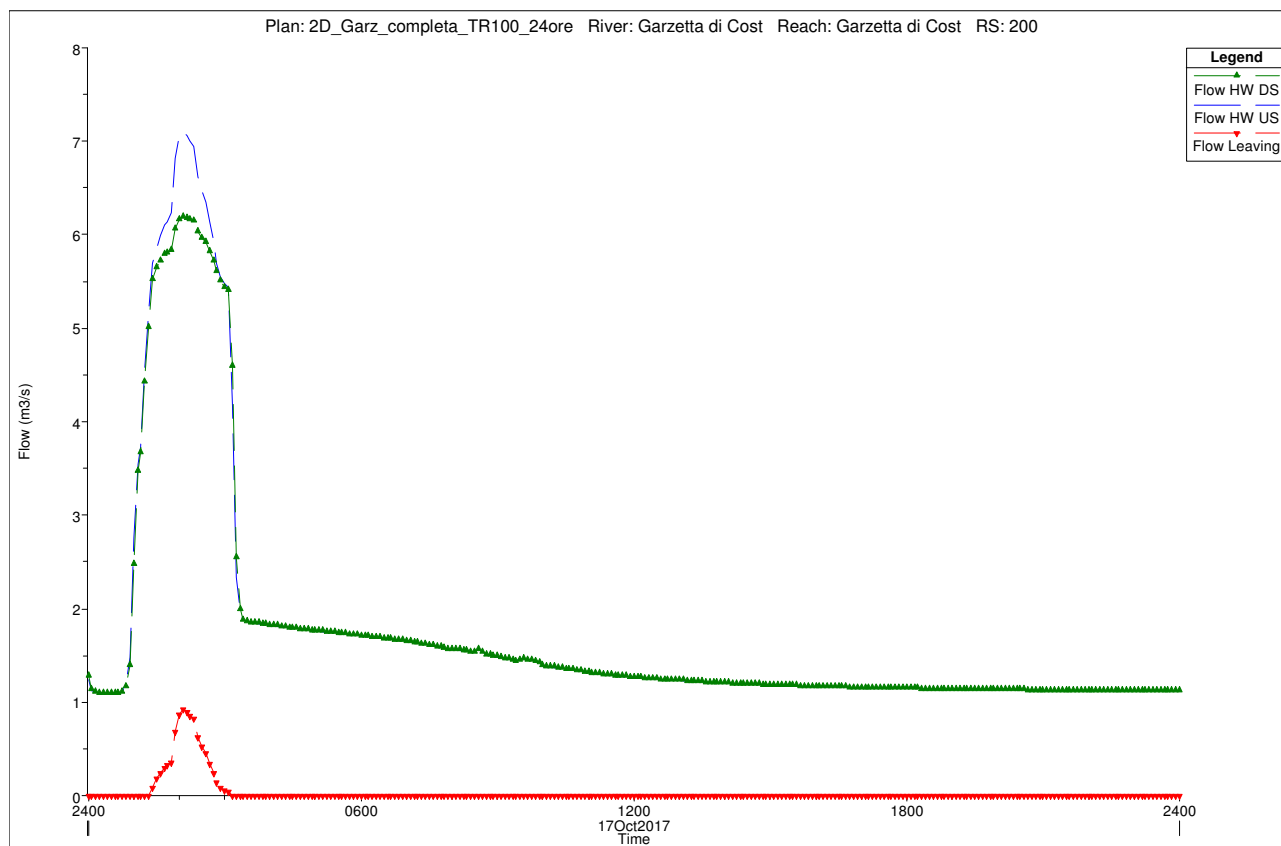
SFIORATORE (sponda sinistra tra sez. 926.60 e sez. 646.47)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 251,60 m
- Collegato all'area di allagamento n°4
- Coefficiente di efflusso 0,20
- Portata massima tracimata 9,15 m³/s (dato ore 1:50)
- Volume totale tracimato 35'070,00 m³
- Portata massima transitata a monte 15,64 m³/s (dato ore 1:45)
- Portata massima transitata a valle 6,38 m³/s (dato ore 1:50)

SFIORATORE (sponda destra tra sez. 243.04 e sez. 142.04)

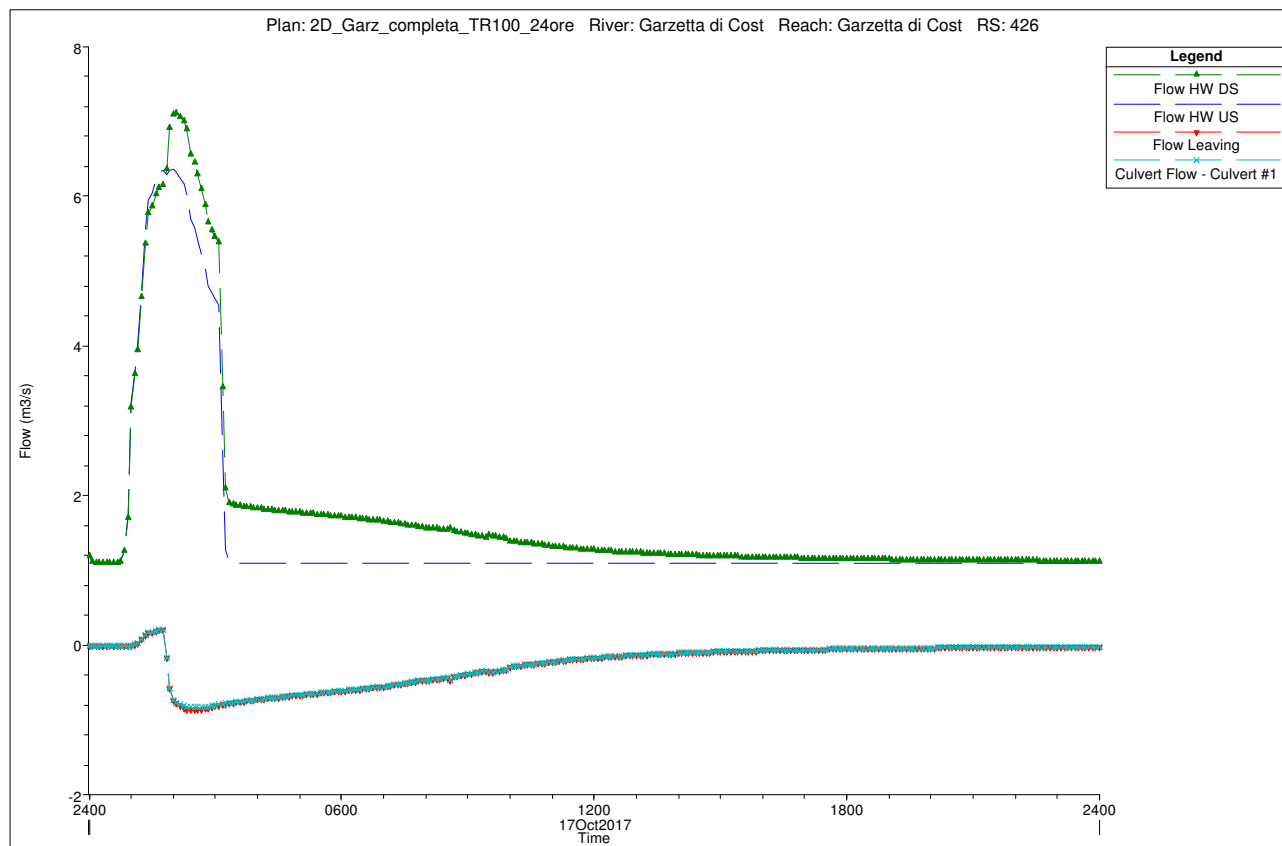


Dati sfioratore:

- Lunghezza 100,40 m
- Collegato all'area di allagamento n°6
- Coefficiente di efflusso 0,30
- Portata massima tracimata 0,92 m³/s (dato ore 2:05)
- Volume totale tracimato 2'720,00 m³
- Portata massima transitata a monte 7,11 m³/s (dato ore 2,05)
- Portata massima transitata a valle 6,19 m³/s (dato ore 2:05)

TUBAZIONE DI SCARICO DELL'AREA DI ALLAGAMENTO n°4

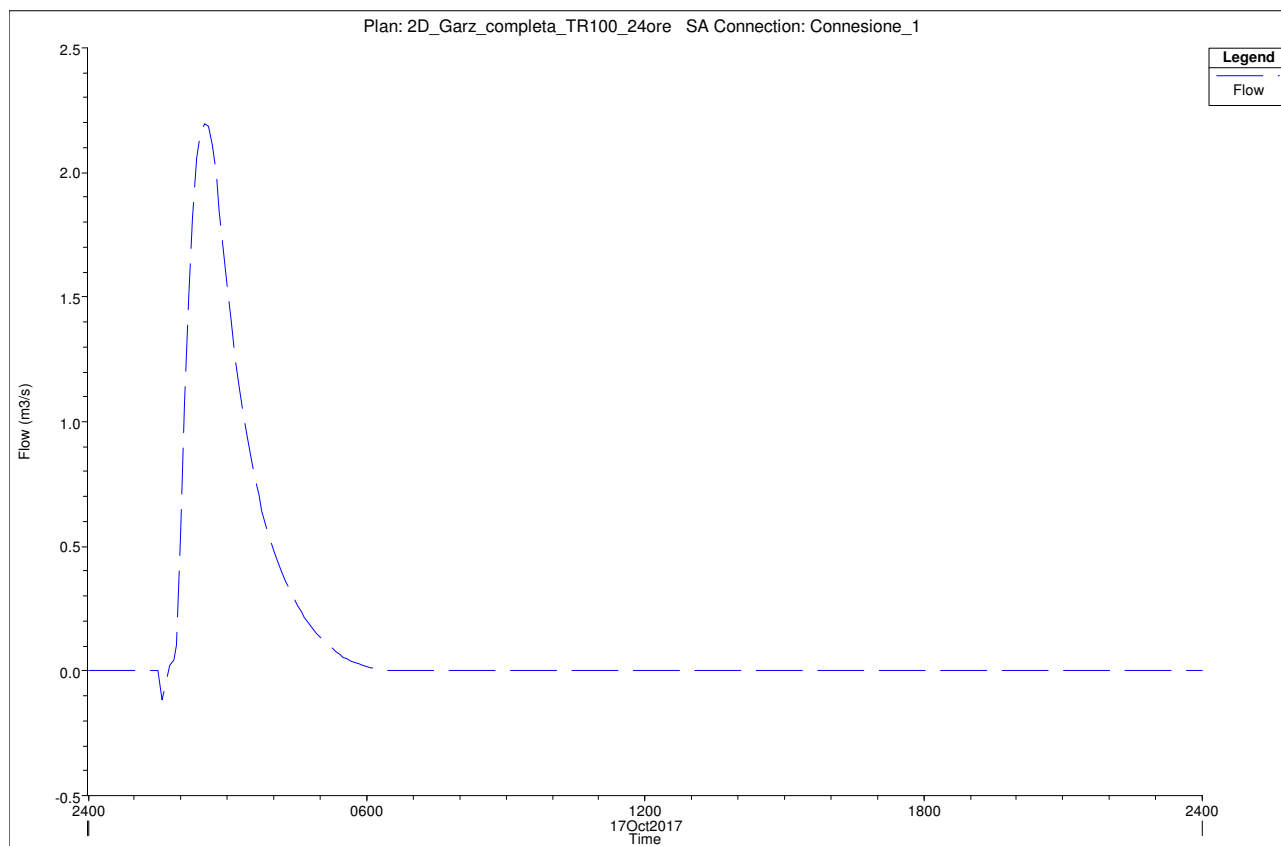
(scarico in sponda destra tra sez. 427.00 e sez. 385.00)



Dati scarico:

- Diametro tubazione 60 cm
- Portata massima scaricata 0,833 m³/s (dato ore 2:30)
- Volume totale scaricato 21'490,00 m³
- Portata massima transitata a monte 6,37 m³/s (dato ore 2,00)
- Portata massima transitata a valle 7,11 m³/s (dato ore 2:05)

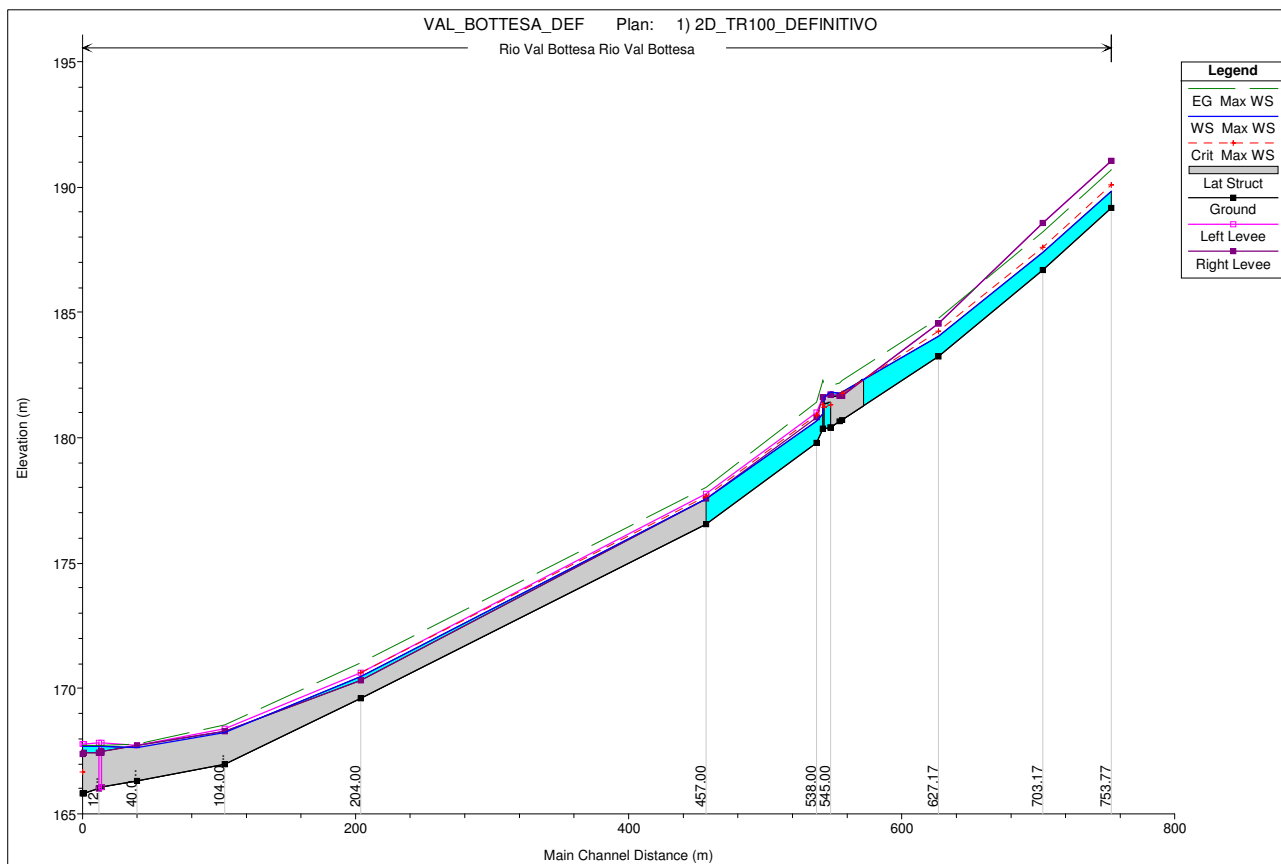
CONNESSIONE IDRAULICA TRA AREE DI ALLAGAMENTO n°4 E n°5



Dati connessione:

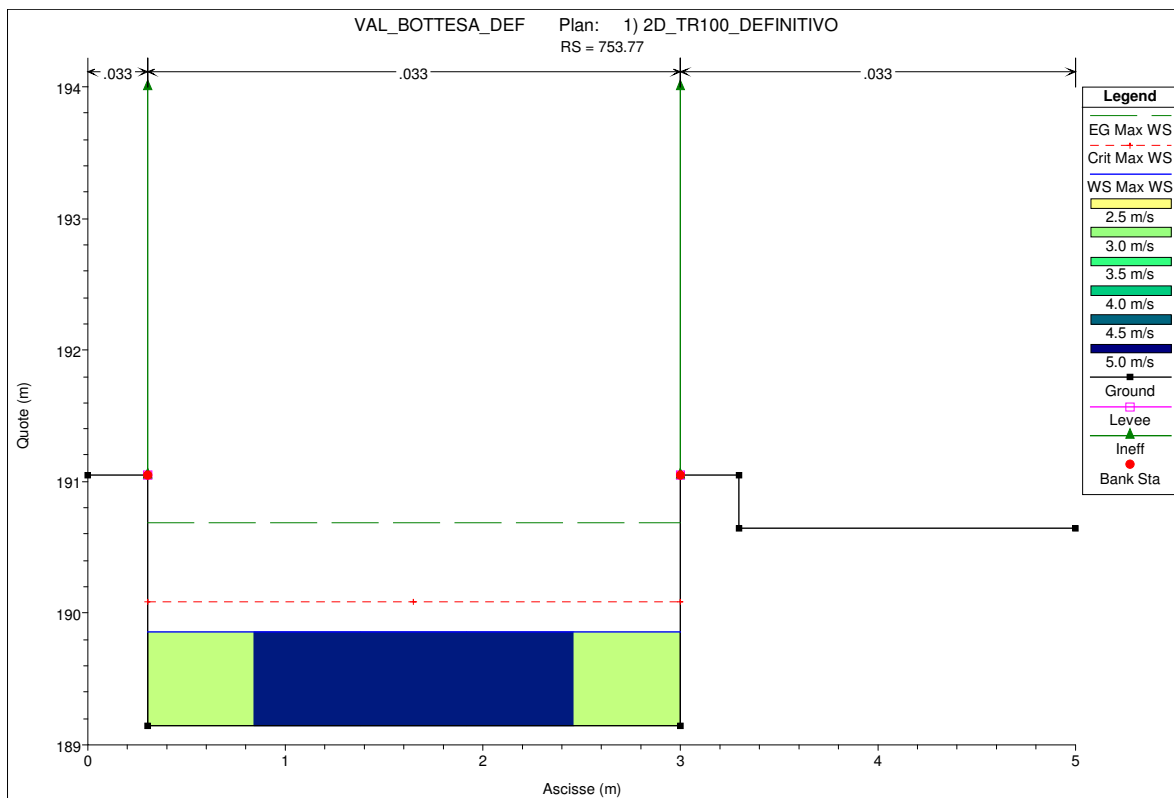
- Lunghezza connessione 462,00 m
- Coefficiente di efflusso 0,30
- Portata massima tracimata 2,20 m³/s (dato ore 2:30)
- Volume totale tracimata 11'110,00 m³

PROFILO IDRAULICO - Involuppo delle altezze massime nelle sezioni Rio Val Bottesa

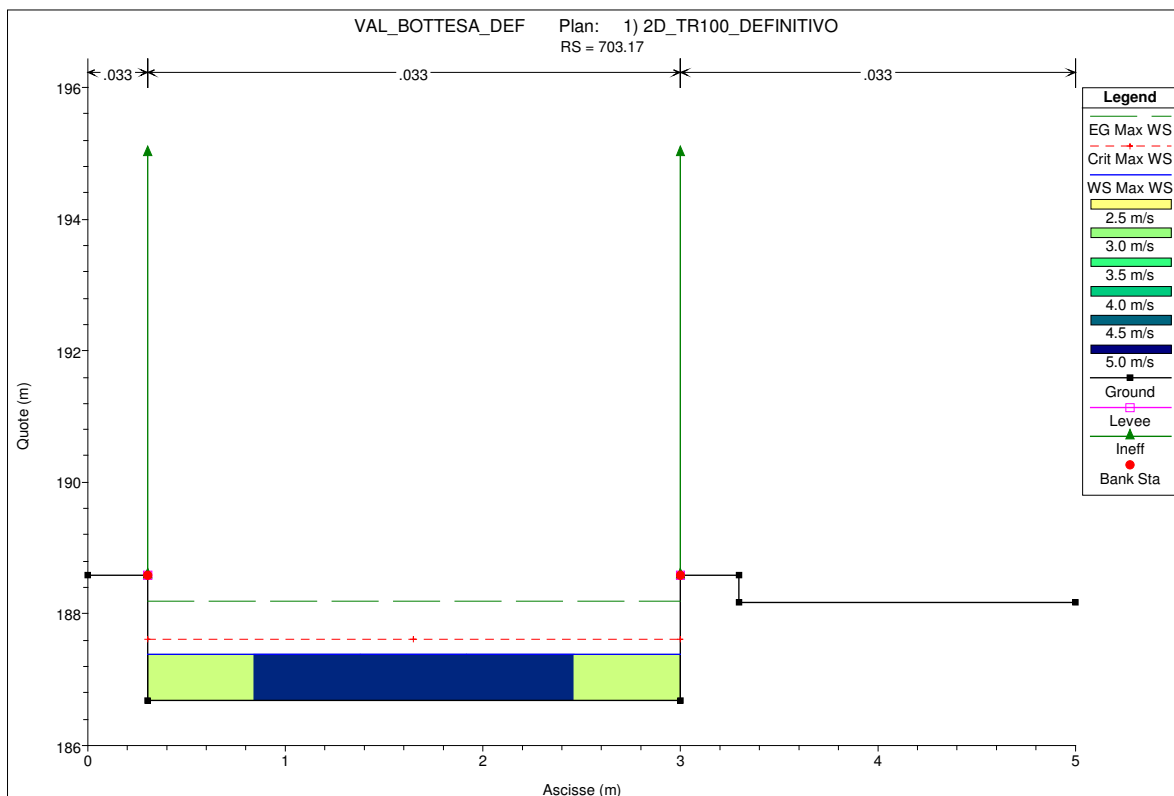


Rio Val Bottesa - Livello massimo

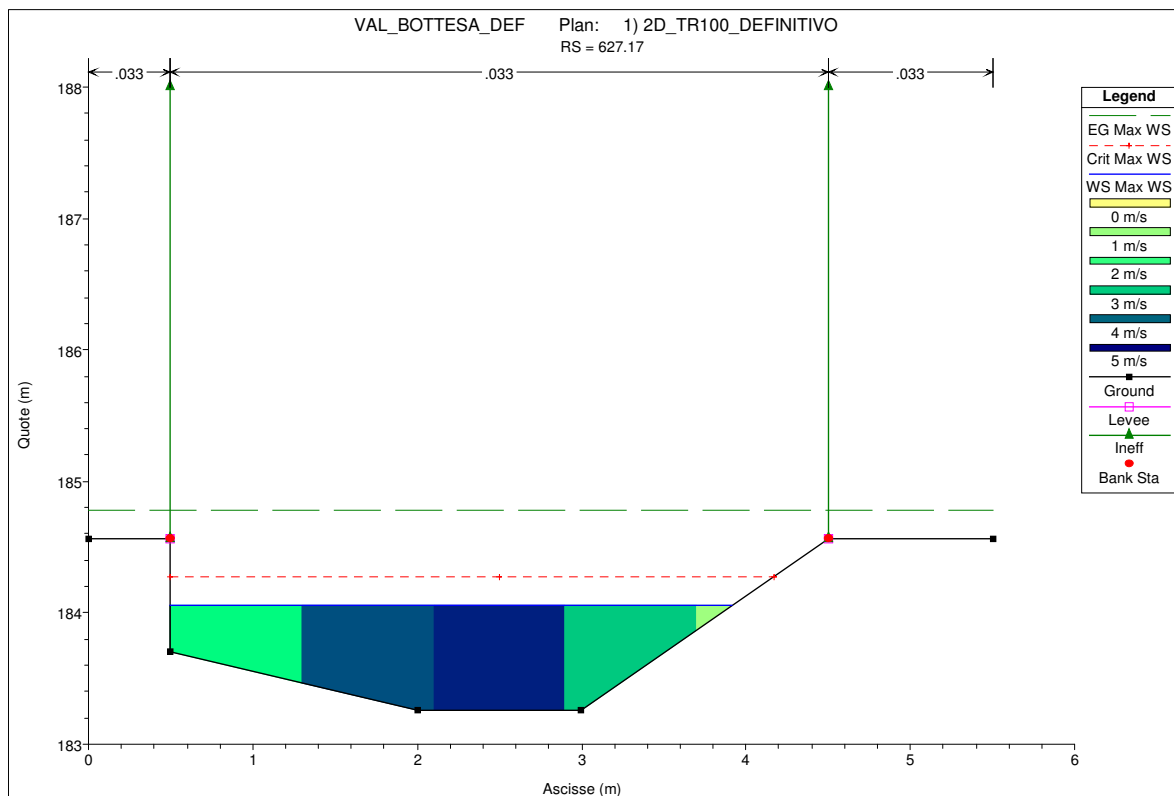
SEZIONE n° 753.77 (Rio Val Bottesa)



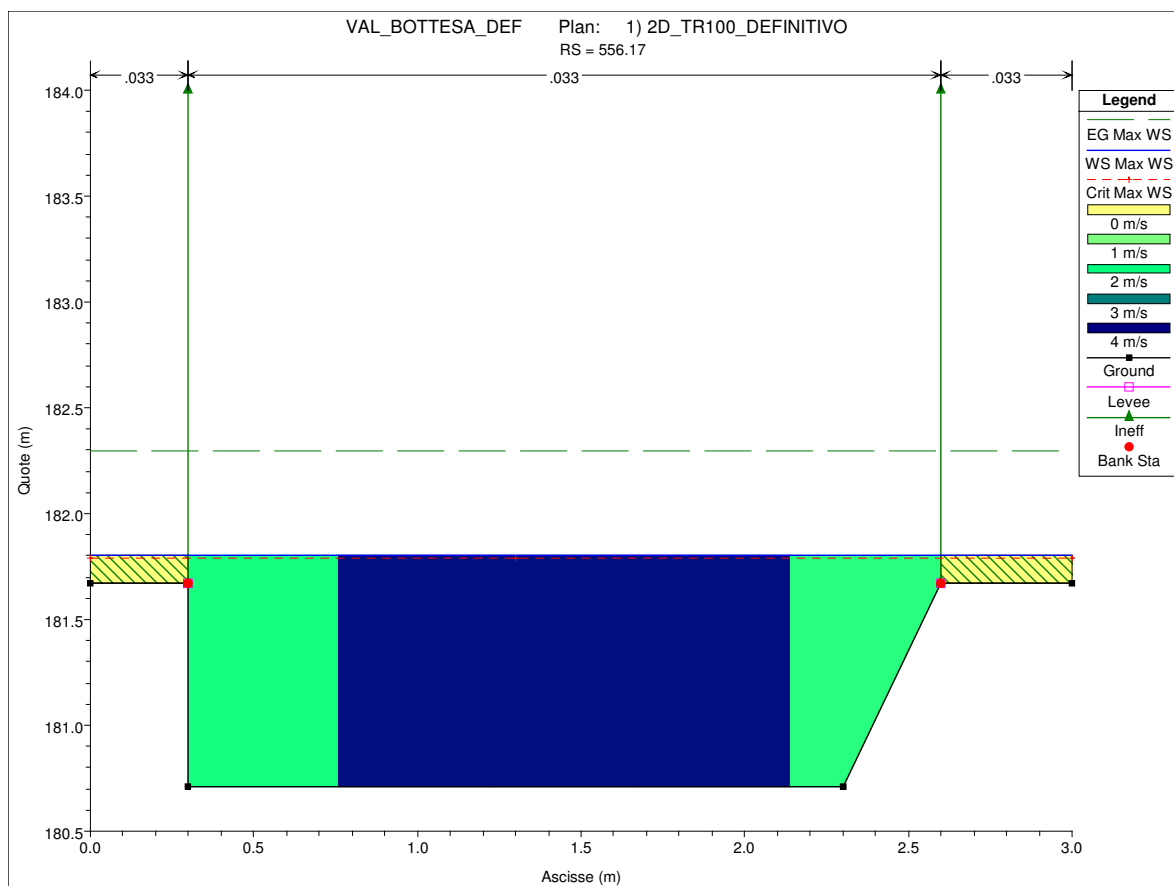
SEZIONE n° 703.17 (Rio Val Bottesa)



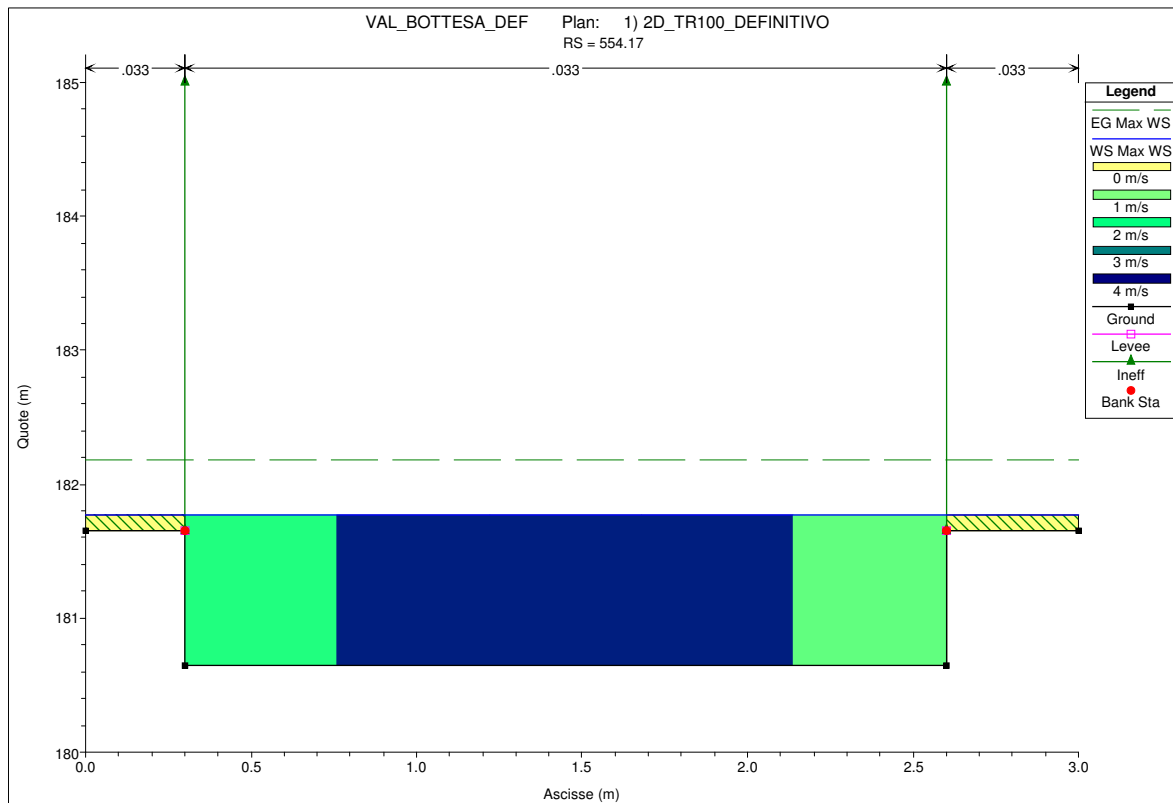
SEZIONE n° 627.17 (Rio Val Bottesa)



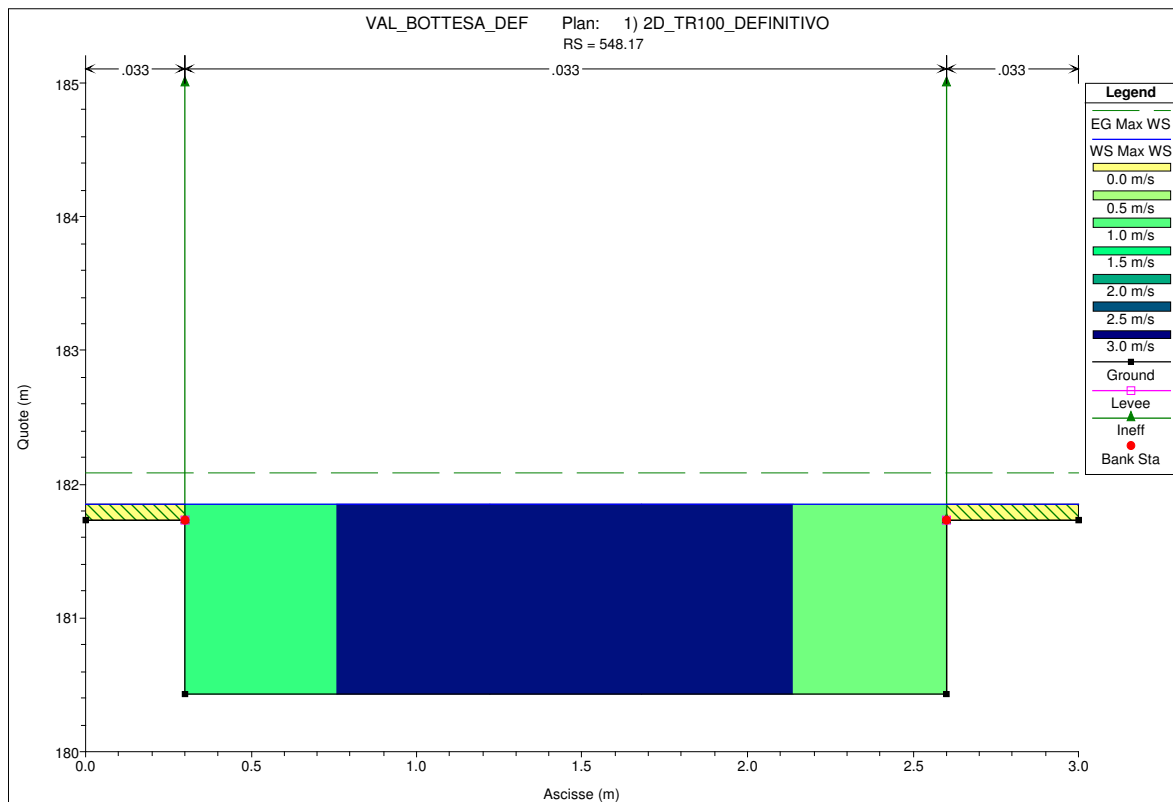
SEZIONE n° 556.17 (Rio Val Bottesa)



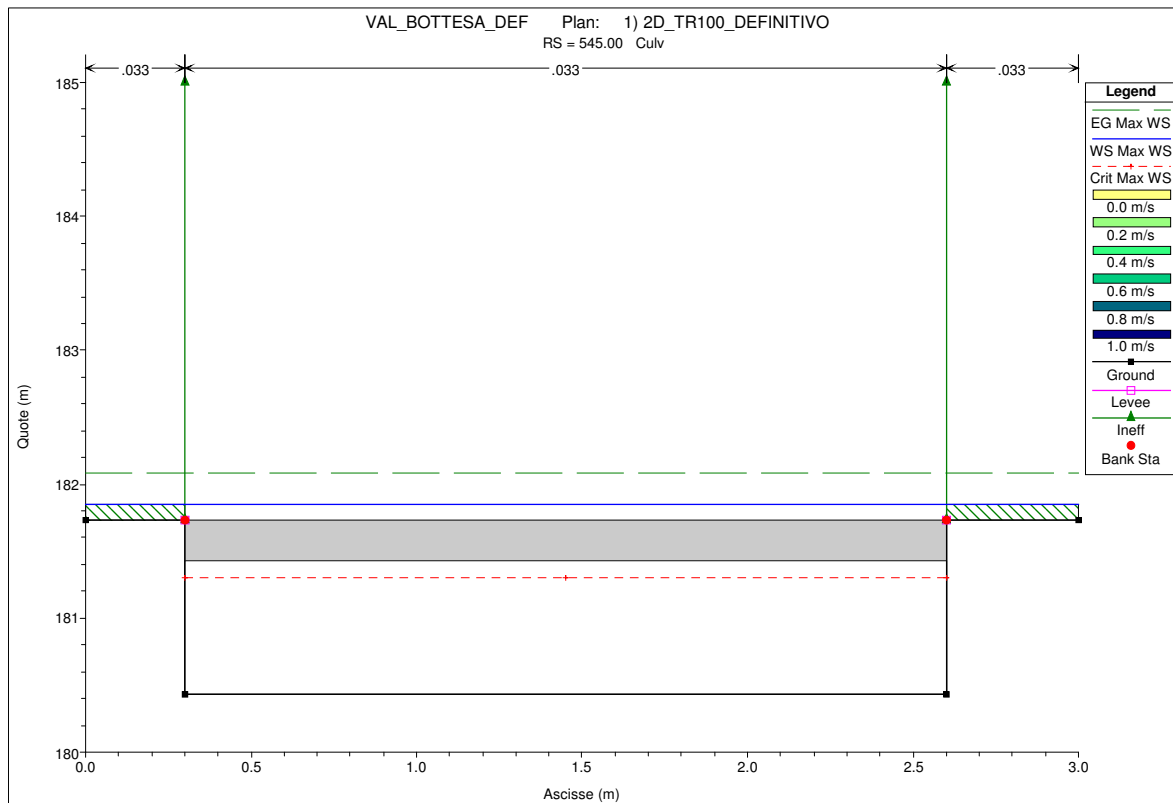
SEZIONE n° 554.17 (Rio Val Bottesa)



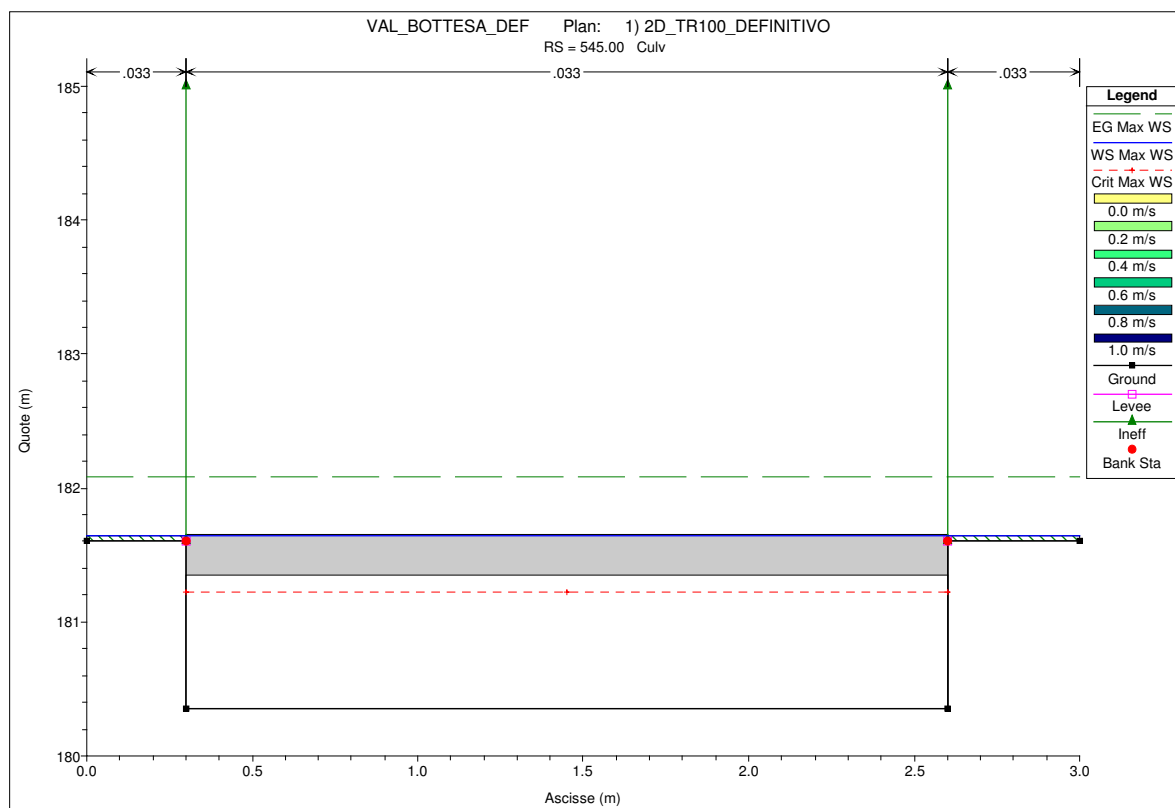
SEZIONE n° 548.17 (Rio Val Bottesa)



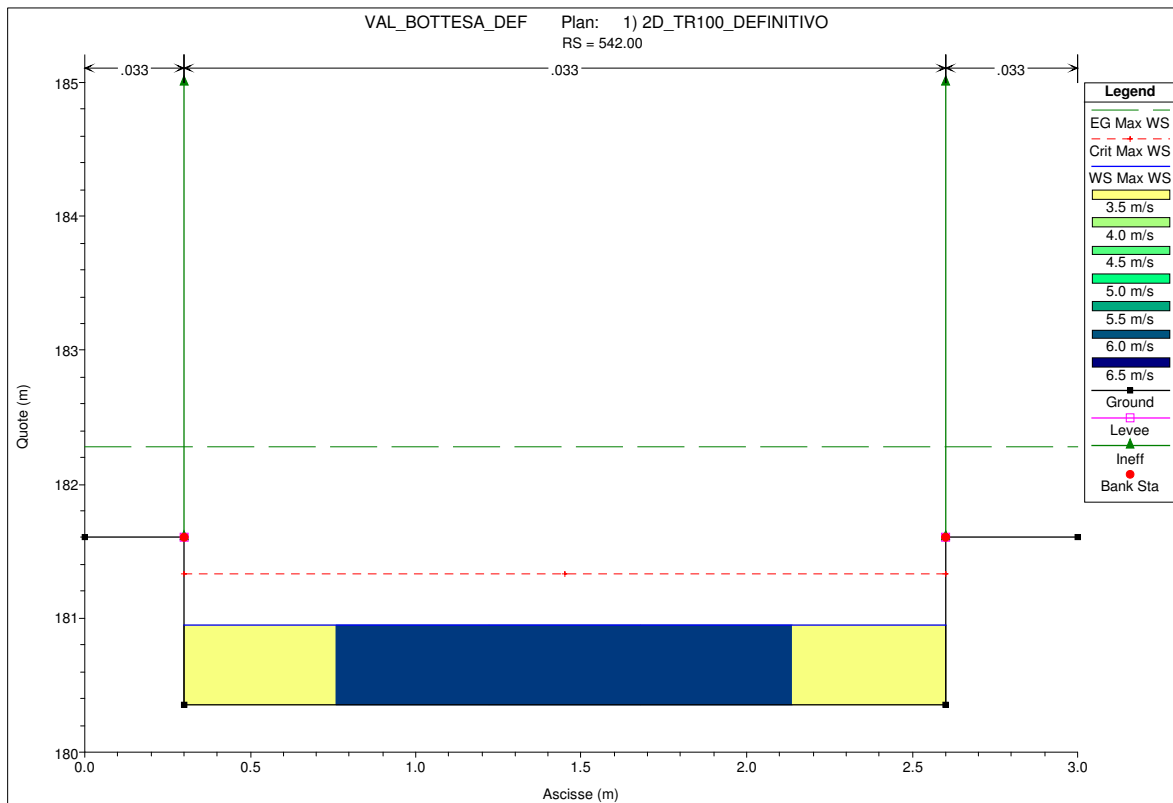
SEZIONE n° 545.00 sezione di monte del culvert (Rio Val Bottesa)



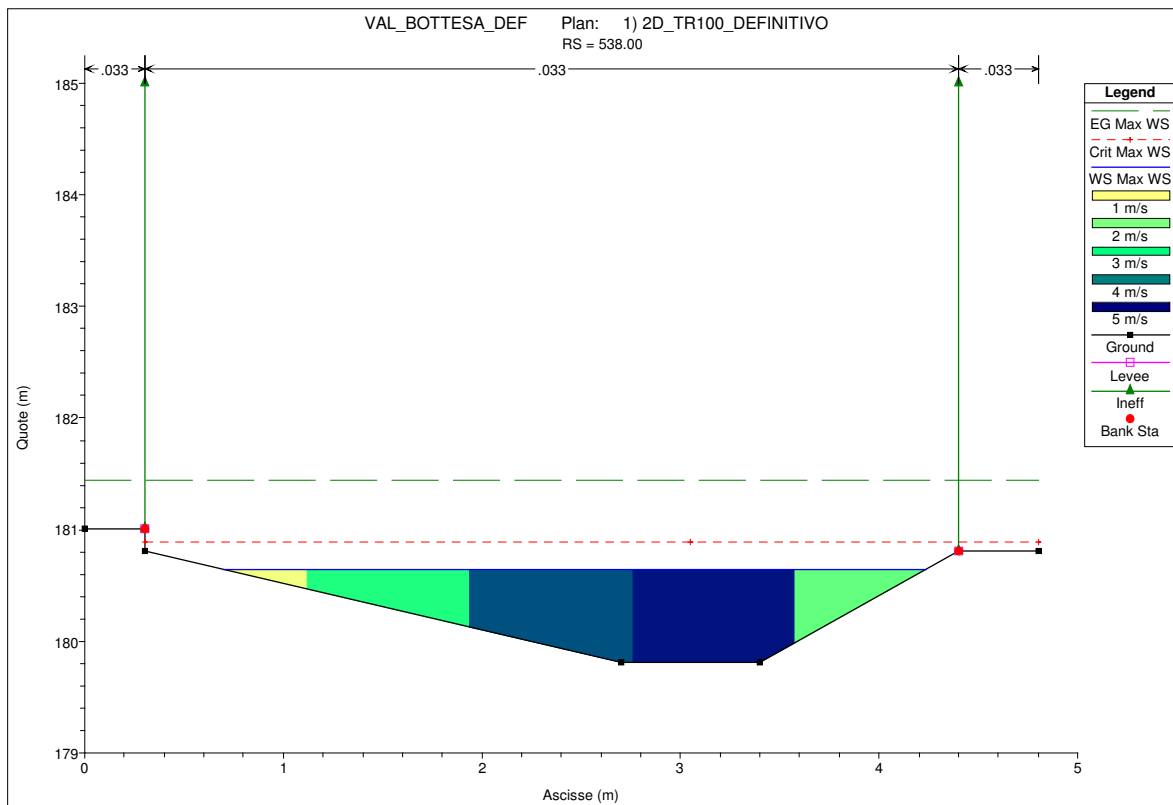
SEZIONE n° 545.00 sezione di valle del culvert (Rio Val Bottesa)



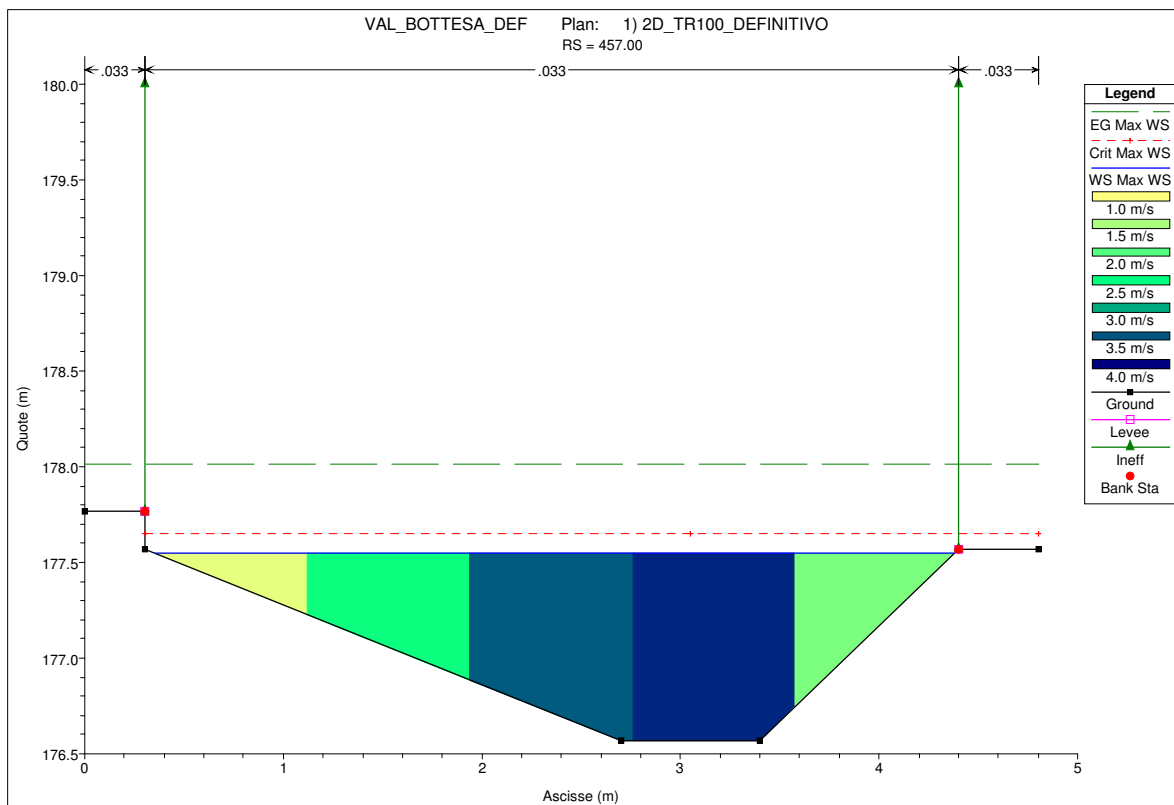
SEZIONE n° 542.00 (Rio Val Bottesa)



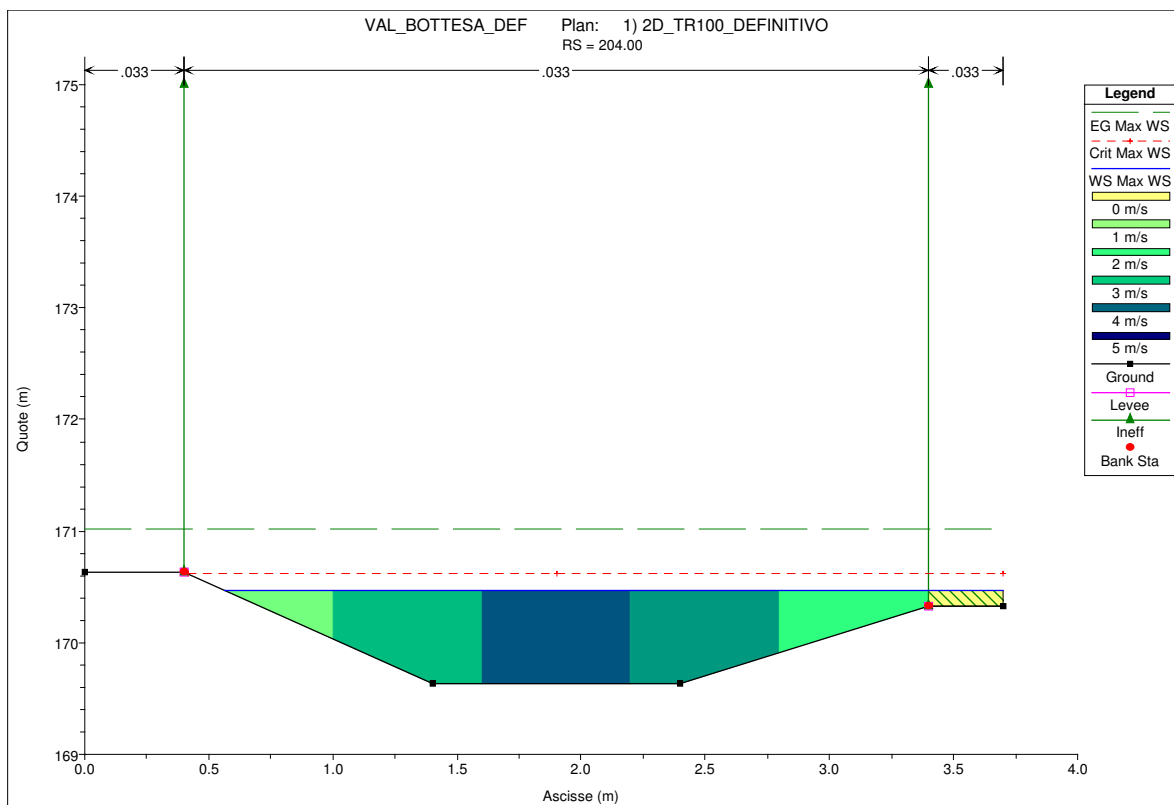
SEZIONE n° 538.00 (Rio Val Bottesa)



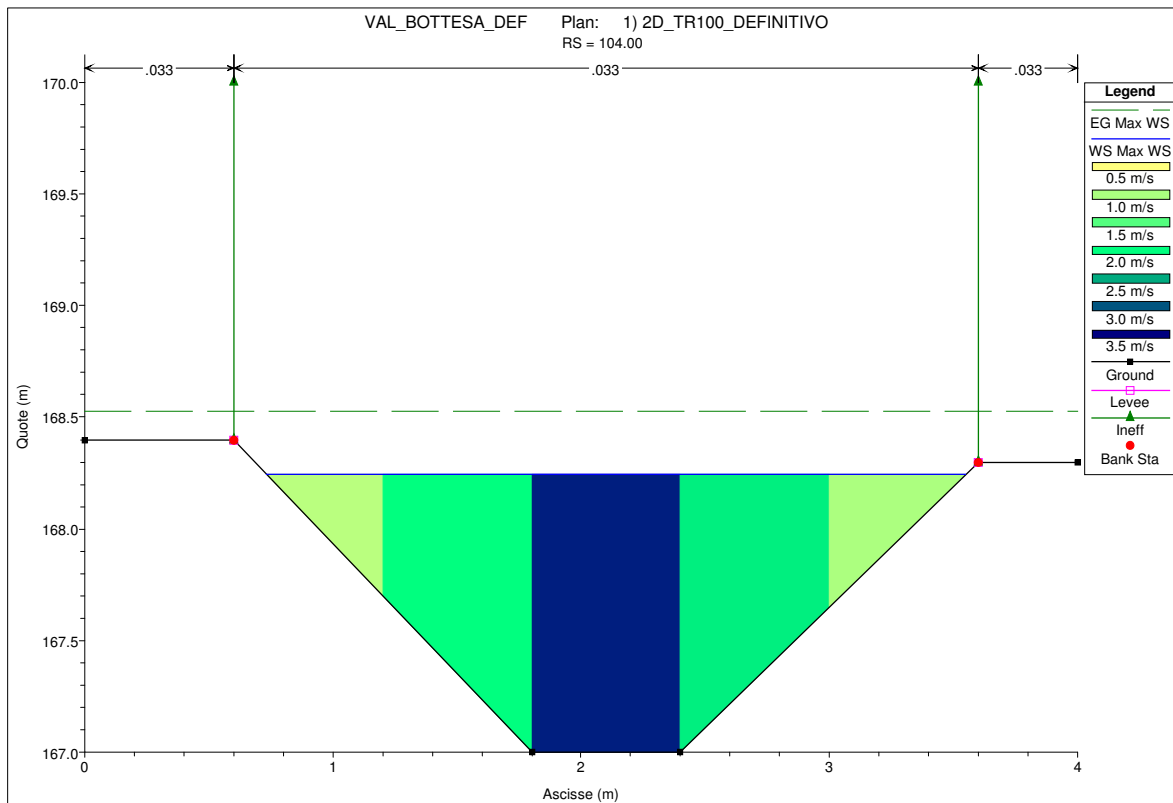
SEZIONE n° 457.00 (Rio Val Bottesa)



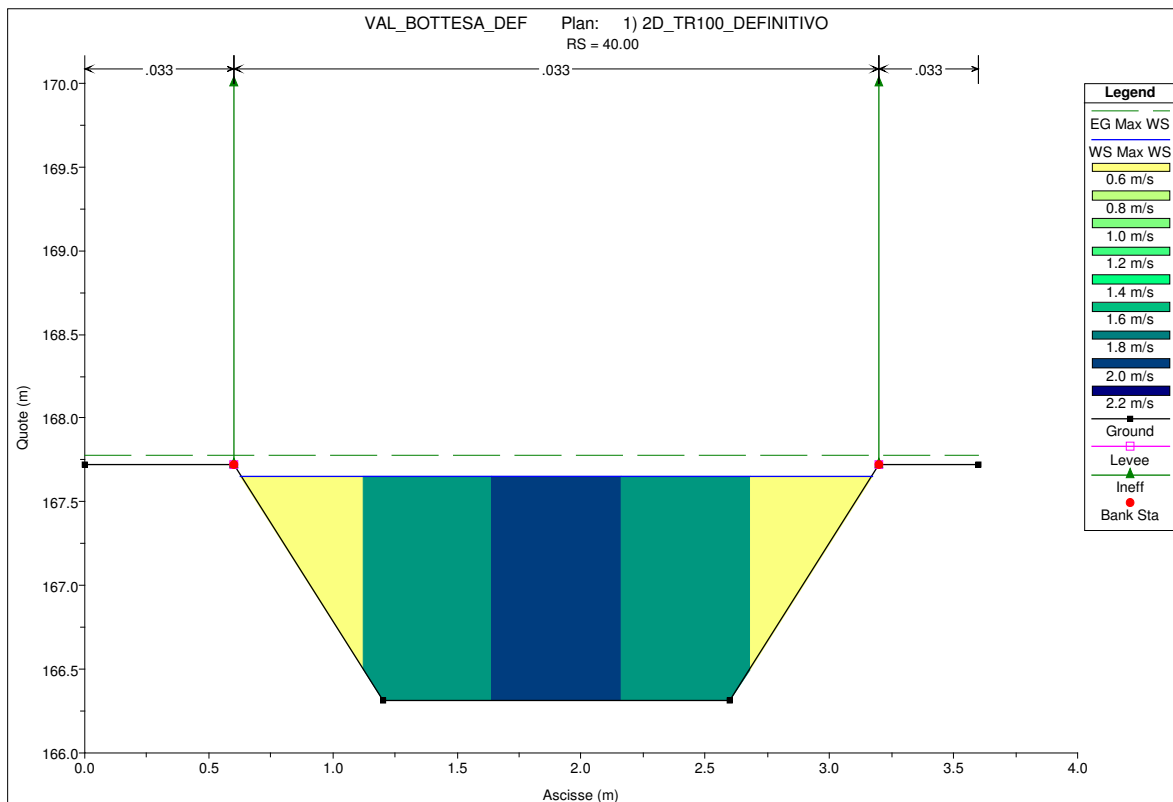
SEZIONE n° 204.00 (Rio Val Bottesa)



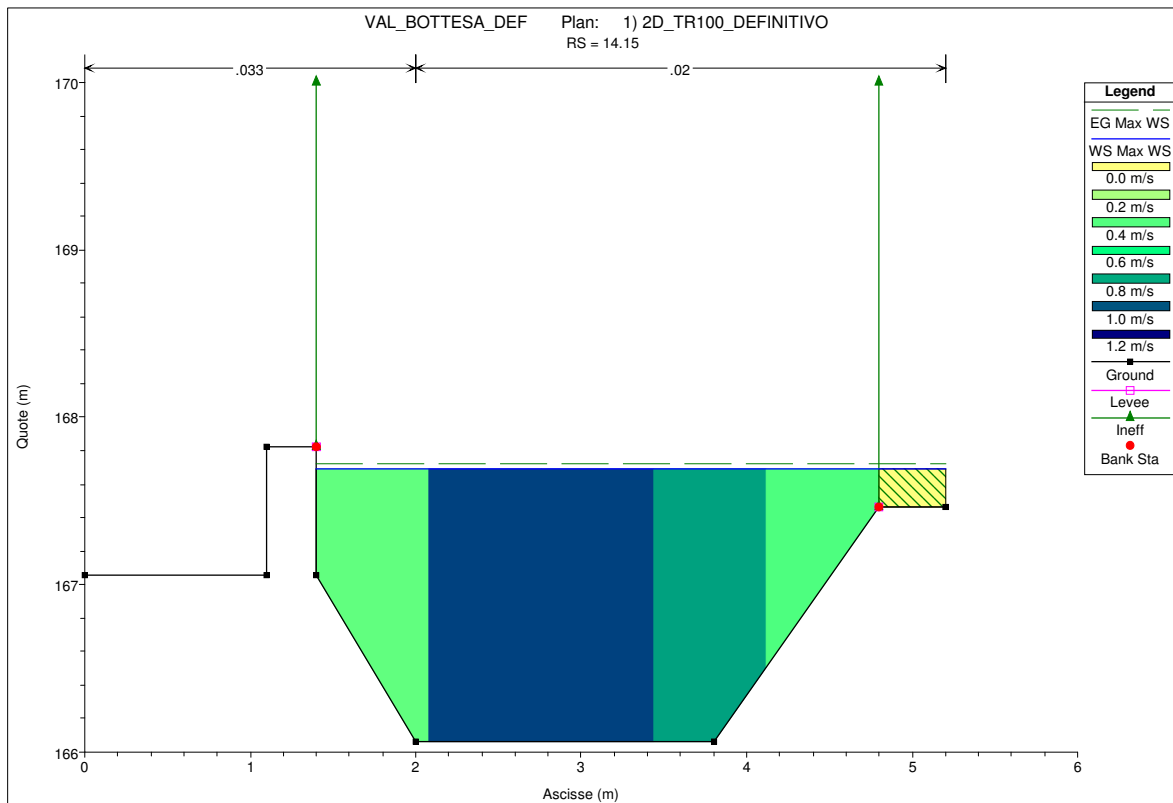
SEZIONE n° 104.00 (Rio Val Bottesa)



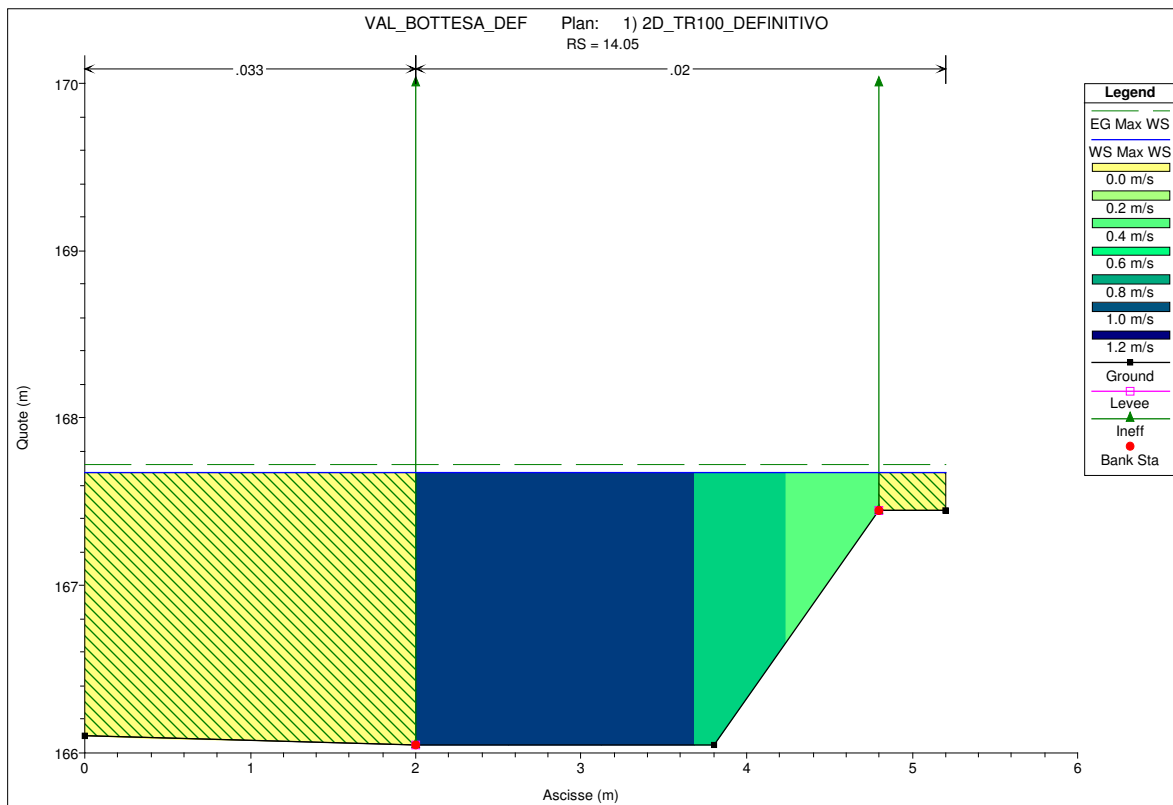
SEZIONE n° 40.00 (Rio Val Bottesa)



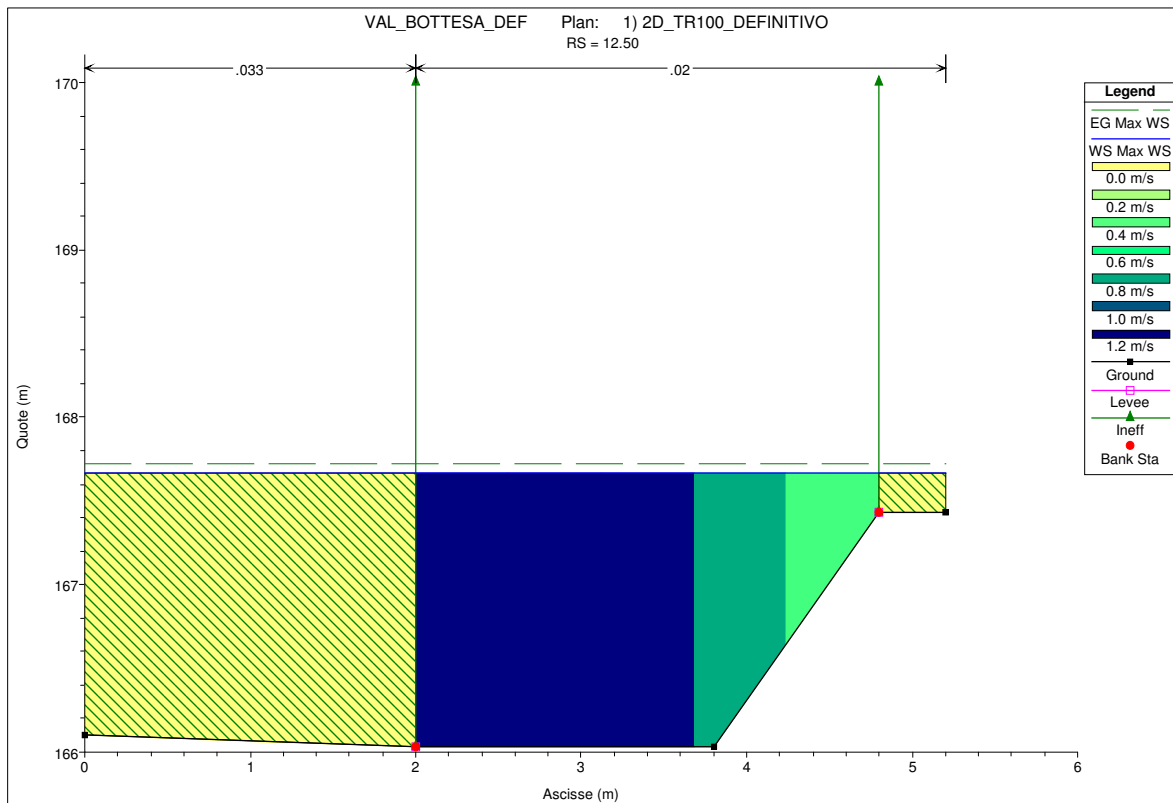
SEZIONE n° 14.15 (Rio Val Bottesa)



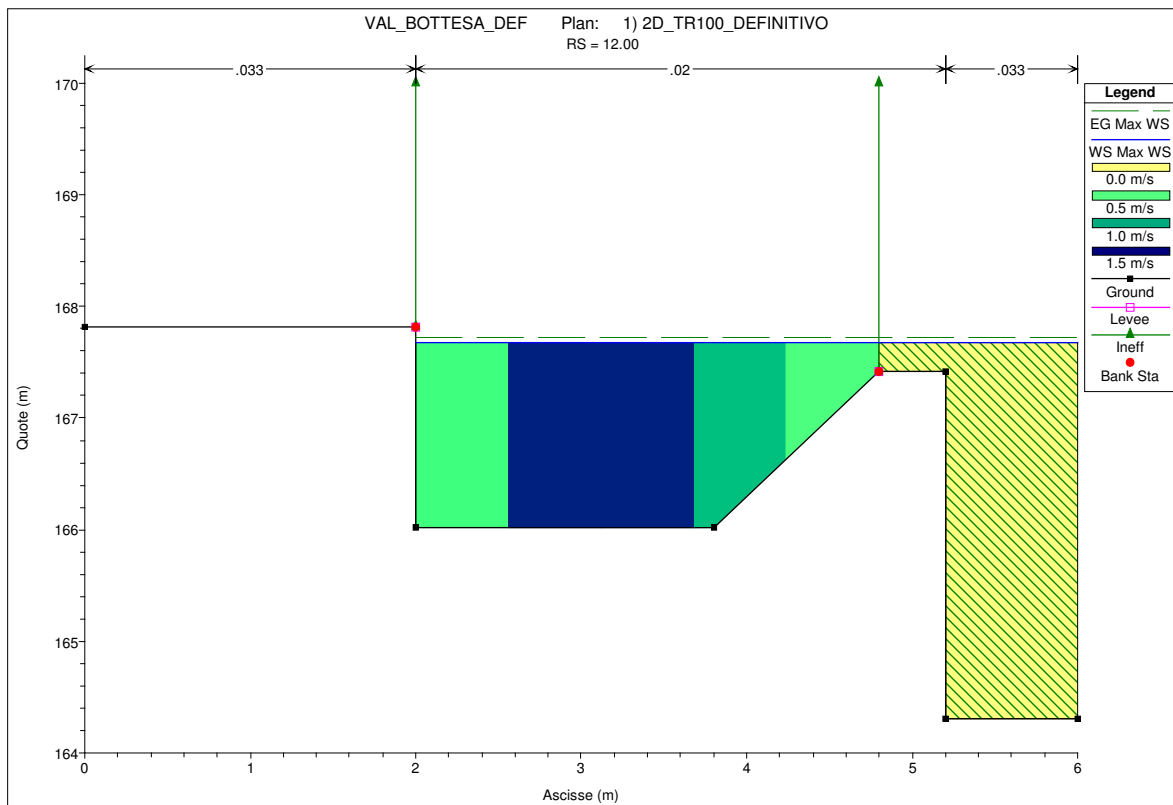
SEZIONE n° 14.05 (Rio Val Bottesa)



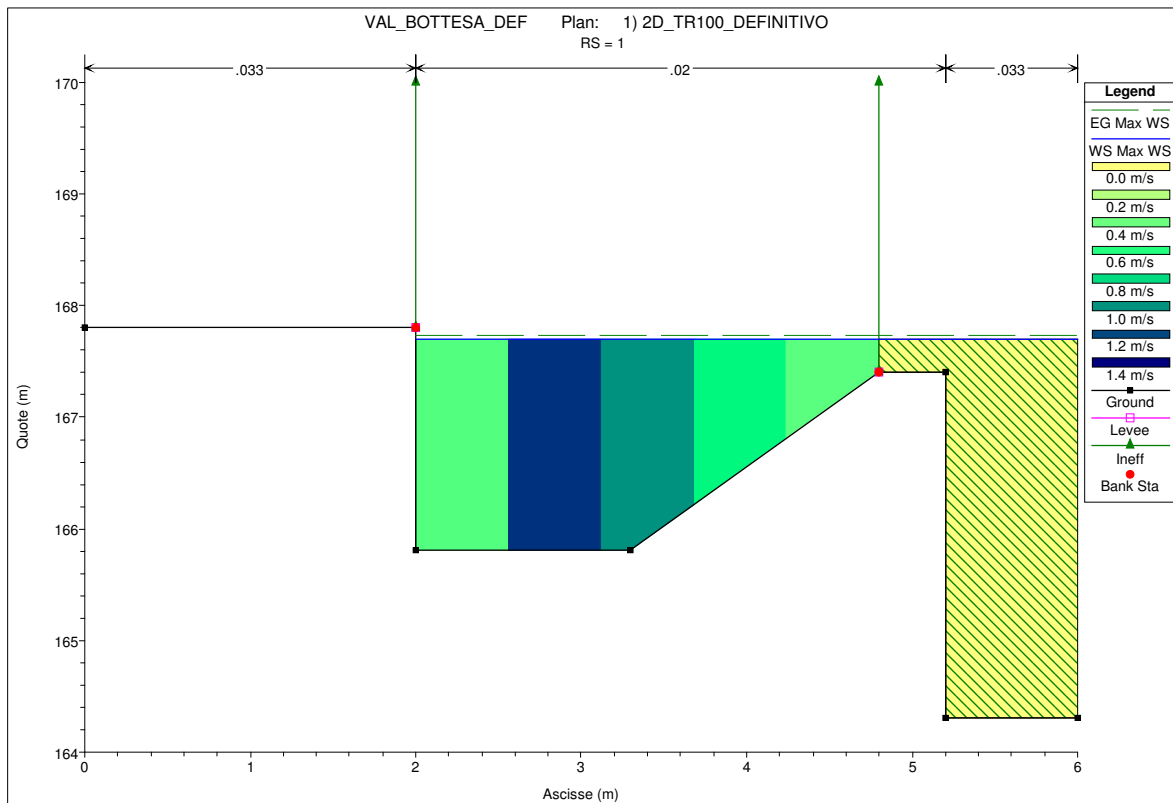
SEZIONE n° 12.56 (Rio Val Bottesa)



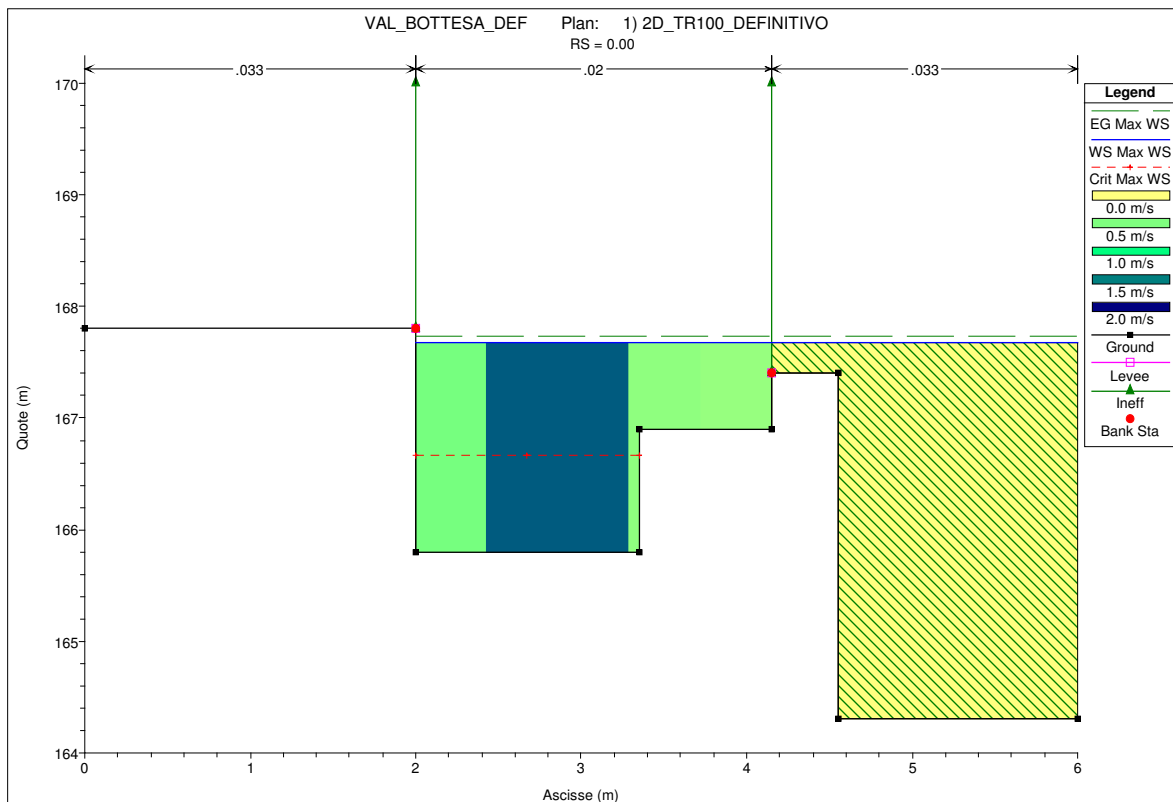
SEZIONE n° 12.00 (Rio Val Bottesa)



SEZIONE n° 1.00 (Rio Val Bottesa)

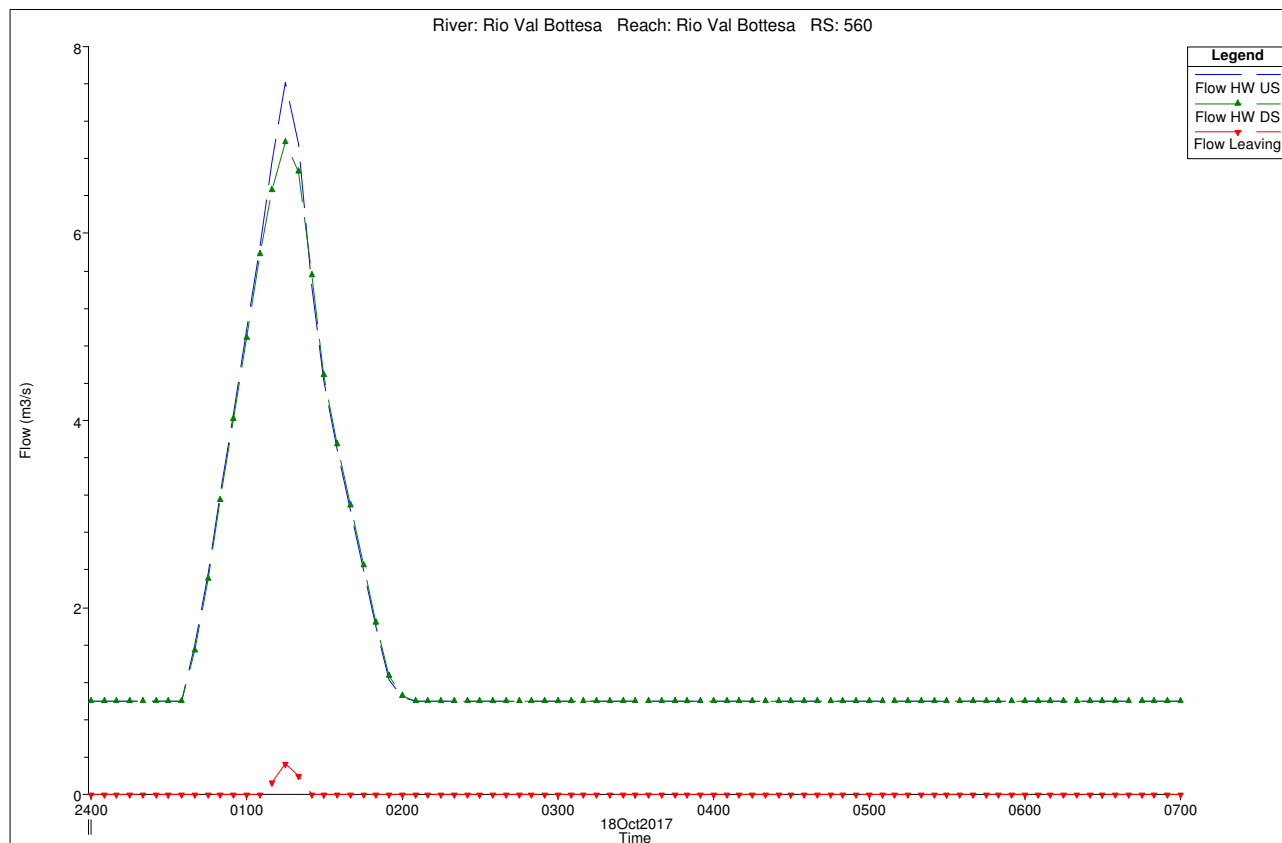


SEZIONE n° 0.00 (Rio Val Bottesa)



CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO DEI COLLEGAMENTI IDRAULICI**RIO VAL BOTTESA**

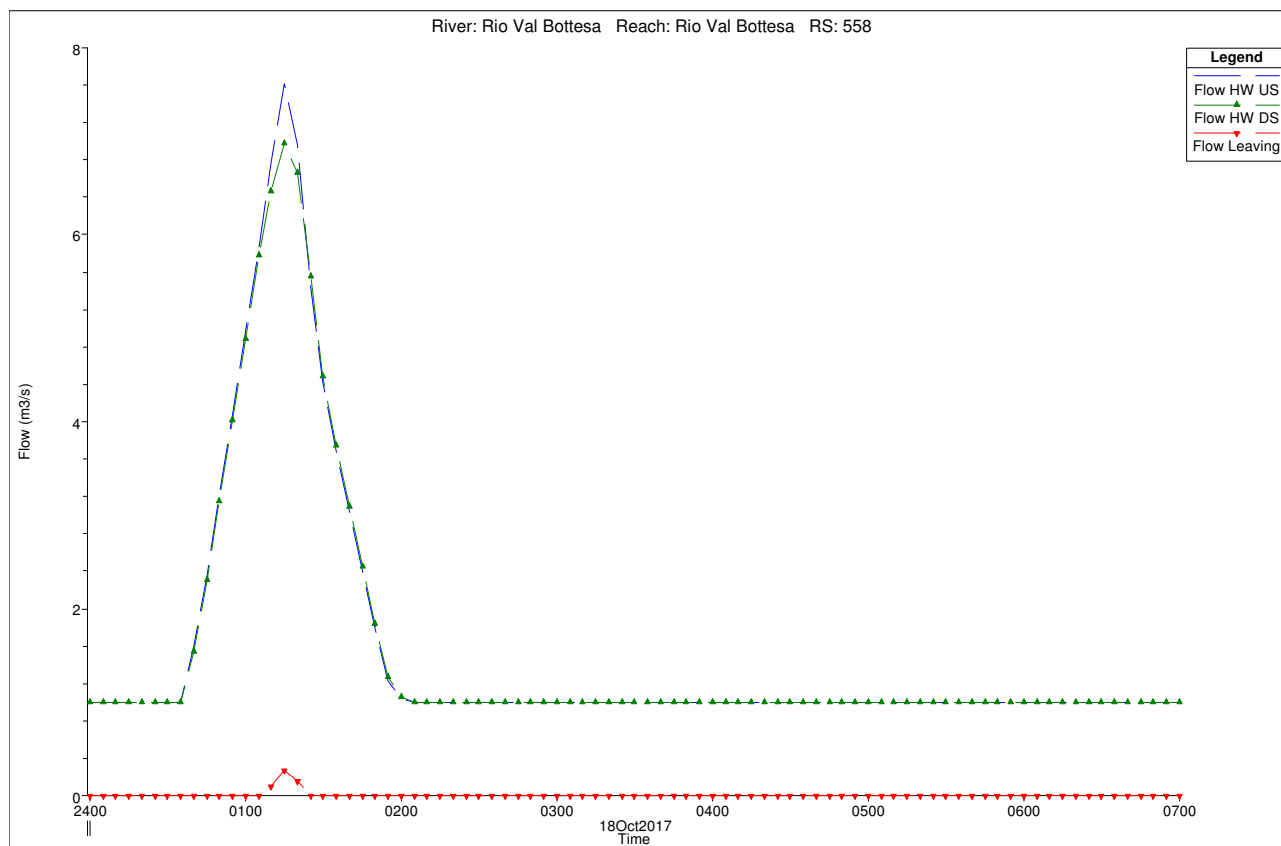
SFIORATORE (sponda destra tra sez. 627.17 e sez. 542.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 30,00 m
- Collegato all'area di allagamento n°1
- Coefficiente di efflusso 0,385
- Portata massima tracimata 0,32 m³/s (dato ore 1:15)
- Volume totale tracimato 190,00 m³
- Portata massima transitata a monte 7,62 m³/s (dato ore 1:15)
- Portata massima transitata a valle 6,97 m³/s (dato ore 1:15)

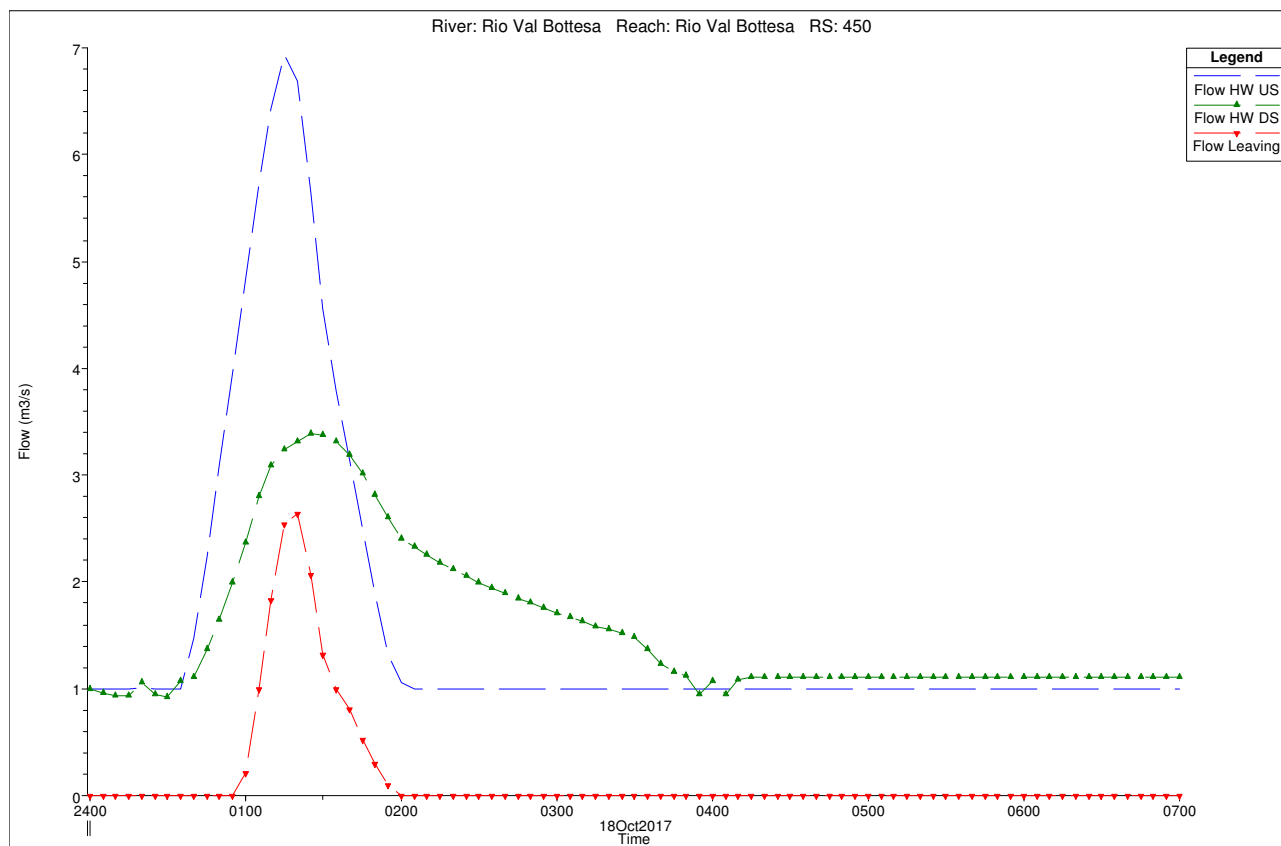
SFIORATORE (sponda sinistra tra sez. 627.17 e sez. 542.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 28,30 m
- Collegato all'area di allagamento n°2
- Coefficiente di efflusso 0,385
- Portata massima tracimata $0,26\text{m}^3/\text{s}$ (dato ore 1:15)
- Volume totale tracimato 160 m^3
- Portata massima transitata a monte $7,62\text{ m}^3/\text{s}$ (dato ore 1:15)
- Portata massima transitata a valle $6,97\text{ m}^3/\text{s}$ (dato ore 1:15)

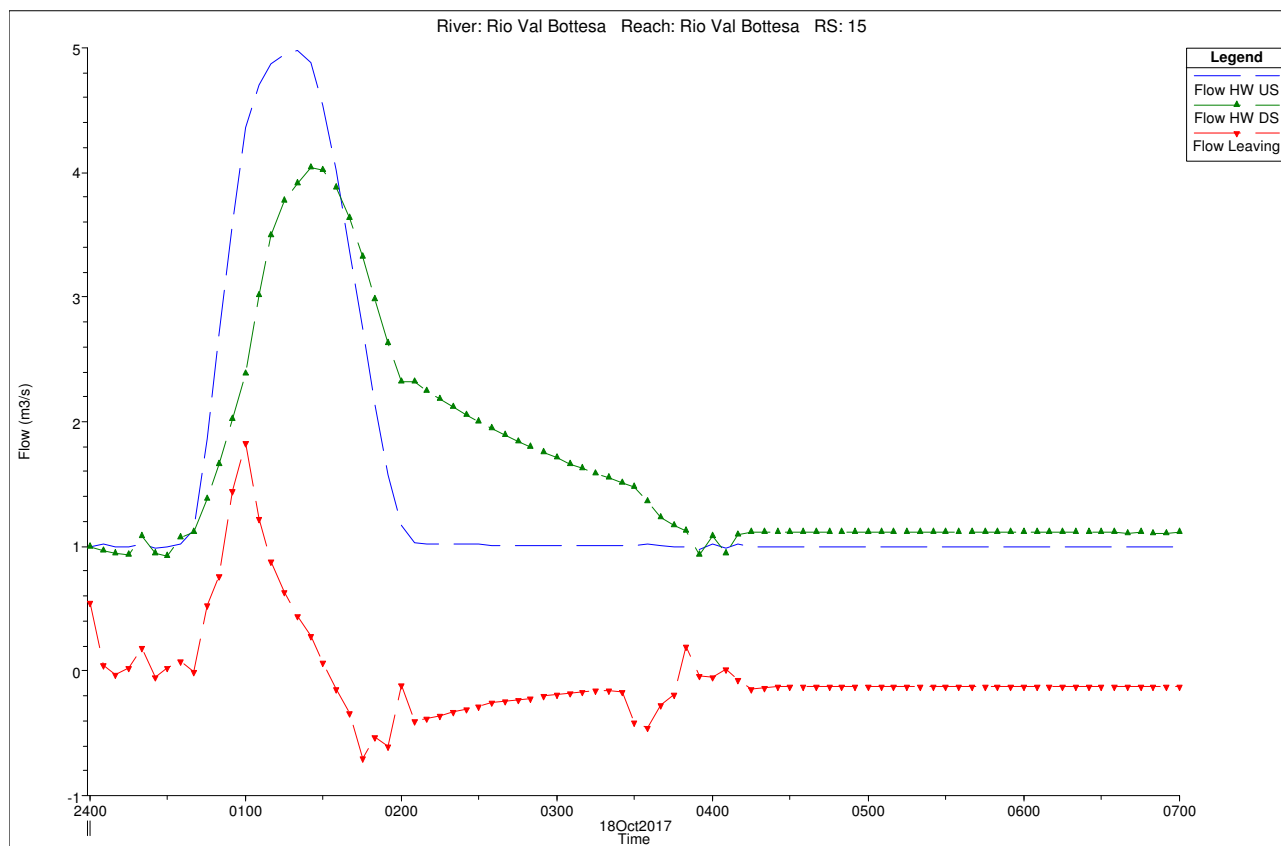
SFIORATORE (sponda destra tra sez. 457.00 e sez. 1.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 454,50 m
- Collegato all'area di allagamento n°1
- Coefficiente di efflusso 0,385
- Portata massima tracimata 2,64 m³/s (dato ore 1:20)
- Volume totale tracimato 4'300 m³
- Portata massima transitata a monte 6,94 m³/s (dato ore 1:15)
- Portata massima transitata a valle 3,39 m³/s (dato ore 1:25)

SFIORATORE (sponda sinistra tra sez. 40.00 e sez. 12.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 2,60 m
- Collegato all'area di allagamento n°2
- Coefficiente di efflusso 1,10
- Portata massima tracimata 1,83 m³/s (dato ore 1:00)
- Volume totale tracimato -1'030 m³
- Portata massima transitata a monte 4,97 m³/s (dato ore 1:20)
- Portata massima transitata a valle 4,04 m³/s (dato ore 1:25)