

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.) - GARZA NORD (D.G.R. 19 GIUGNO 2017 N. 9/6738)



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

**RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA
(GARZA NORD)**

Scala

Data

NOVEMBRE 2018

Elaborazioni eseguite mediante l'uso di dati geografici ottenuti tramite rilievo LIDAR di proprietà del MATTM

SOMMARIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUZIONE | 3 |
| 2 | AMBITO TERRITORIALE | 3 |
| 2.1 | INQUADRAMENTO TERRITORIALE E IDROGRAFICO..... | 3 |
| 2.2 | CARATTERISTICHE DELLA RETE IDROGRAFICA E DEL BACINO | 6 |
| 2.2.1. | Origini, percorso e caratteristiche del torrente Garza | 6 |
| 2.2.2. | Bacino idrografico | 7 |
| 2.2.3. | Assetto idraulico attuale del t. Garza | 9 |
| 2.3 | INDIVIDUAZIONE E CARATTERISTICHE DEL TRONCO FLUVIALE OGGETTO DELLO STUDIO IDRAULICO | 11 |
| 2.4 | INDIVIDUAZIONE DELLE AREE ALLAGABILI OGGETTO DELLO STUDIO IDRAULICO..... | 13 |
| 3 | ANALISI IDROLOGICA | 16 |
| 3.1 | PROCEDIMENTO..... | 16 |
| 3.2 | TEMPO DI RITORNO..... | 16 |
| 3.3 | DATI IDROLOGICI..... | 16 |
| 4 | STUDIO IDRAULICO | 20 |
| 4.1 | PREMESSA | 20 |
| 4.2 | MODELLO DI CALCOLO | 20 |
| 4.3 | SCABREZZE E COEFFICIENTI DI EFFLUSSO | 24 |
| 4.4 | CONDIZIONI AL CONTORNO. FLUSSI IN INGRESSO | 24 |
| 4.5 | MODELLAZIONE IDRAULICA | 26 |
| 4.6 | RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI..... | 36 |
| 5 | ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ | 37 |
| 6 | ZONAZIONE DEL RISCHIO | 38 |
| 7 | SCHEMI GRAFICI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA - T. GARZA | 39 |

1 INTRODUZIONE

La presente relazione illustra l'analisi idrologica e lo studio idraulico compiuti nell'ambito territoriale del Comune di Brescia – Zona Nord, località Conicchio e Crocevia Nave, interessato dalle possibili esondazione delle piene del torrente Garza, al fine di accertare il livello di pericolosità idraulica esistente nelle aree esondabili ed il rischio idraulico cui sono soggette le zone urbanizzate.

Questo studio completa la prima fase degli studi redatti in data gennaio 2018 ed aggiornamento marzo 2018 a supporto della Variante idrogeologica al PGT, adottata con deliberazione di Consiglio Comunale n. 34 del 16 aprile 2018, per l'adeguamento della componente geologica del PGT al Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) negli ambiti, prioritariamente considerati, del Reticolo principale del PGRA (f. Mella e t. Garza sud), del Reticolo secondario collinare e montano del PGRA (t. Mandolossa, t. Canale e t. Solda) e del Reticolo idrico minore (t. Garzetta di Costalunga e rio Val Bottesa).

L'analisi idrologica e lo studio idraulico sono svolti secondo il procedimento illustrato nella relazione di inquadramento metodologico allegato alla prima fase dello studio in data gennaio 2018 (all. V.I.-Alall041-00). Nel seguito di questa relazione, si riportano gli sviluppi delle varie fasi dello studio, 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 – fra la località Conicchio, al confine con il comune di Bovezzo, e la località Crocevia Nave (Rif. Fig. 2.1.1 – Planimetria d'inquadramento).

Il tronco del torrente Garza interessato è quello immediatamente a valle del ponte di via San Cristoforo, al confine con il Comune di Bovezzo, fino a Crocevia Nave.

Nella pianificazione di bacino vigente, il t. Garza appartiene al Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP), non interessato dalla delimitazione delle fasce fluviali.

Il tempo di ritorno della piena di riferimento è quello corrispondente allo scenario di pericolosità poco frequente (P2), come definito nel PGRA.

Per il torrente Garza, il tempo di ritorno è pari a 100 anni, come chiarito dalla Regione Lombardia - U.O. Difesa del suolo - Struttura pianificazione dell'assetto idrogeologico, e la

perimetrazione delle aree allagabili per l'evento poco frequente (P2/M) è quella fornita dalla predetta U.O. regionale, e non quella attualmente contenuta nella cartografia del PGRA pubblicata.

Figura n° 2.1.1 - Planimetria d'inquadramento

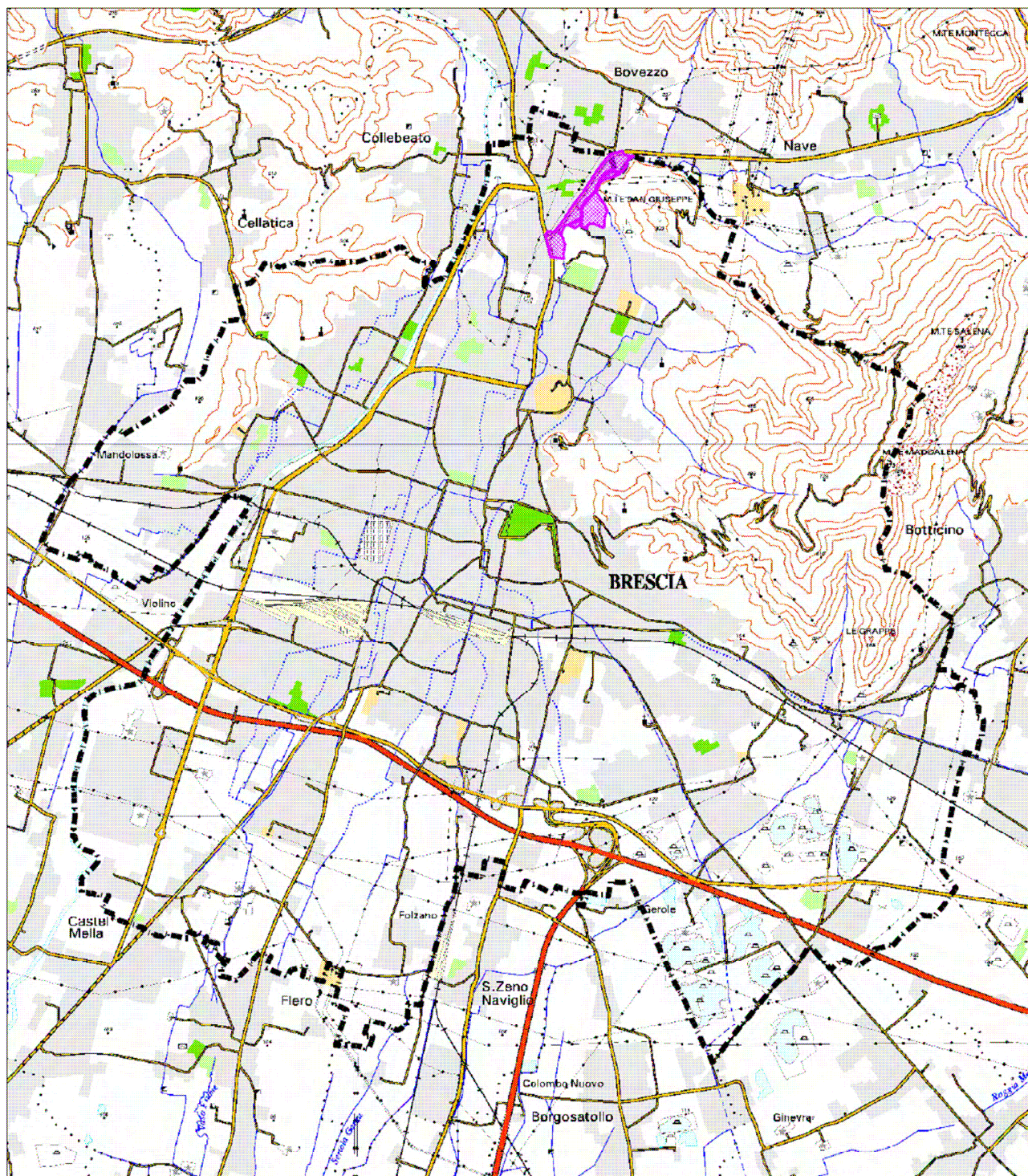


Figura n° 2.1.2 – Stralcio carta rete idrografica locale



2.2 Caratteristiche della rete idrografica e del bacino

2.2.1. Origini, percorso e caratteristiche del torrente Garza

Il Torrente Garza nasce in comune di Lumezzane, dal versante sud del monte Prealpa, alla quota massima di 1270 msm.

Percorre la Valle Bertone fino a Caino e, successivamente, solca l'omonima valle, attraversando i territori e gli abitati di Nave, Caino e Bovezzo, fino alla località Crocevia Nave del Comune di Brescia, ove sbocca in pianura, contestualmente alla valle del Mella.

Dalle origini fino alla piana di Nave, il torrente presenta le caratteristiche tipiche di un corso d'acqua montano naturale, localmente provvisto di difese longitudinali e trasversali, e di opere per lo sfruttamento della forza motrice dell'acqua, in parte di antica costruzione ed ora dismesse, di importanza crescente lungo il percorso, specialmente in corrispondenza degli abitati.

Da Nave a Crocevia, il corso d'acqua ha conservato solo parzialmente l'aspetto naturale, a causa delle numerose opere di canalizzazione e diversione del tracciato originale.

In località Prada del Comune di Nave, è stata realizzata ed è entrata recentemente in funzione una vasca di laminazione delle piene del Garza, della capacità massima d'invaso di 144'000 m³.

A Crocevia Nave, un'importante opera idraulica, completata nel 1963, consente lo scarico delle piene del Garza nel fiume Mella, per mezzo di un ampio canale sotterraneo.

Da Crocevia Nave in poi, il Garza scorre entro un canale artificiale. Dapprima attraversa il territorio urbano di Brescia, circondando il Centro Storico, per dirigersi verso il quartiere San Polo alla periferia sudest del Capoluogo, a seguito dell'antica deviazione dal suo naturale percorso, originariamente diretto verso Bagnolo Mella e Manerbio, fino al Mella.

Da San Polo procede in aperta campagna, nei territori dei comuni di Borgosatollo, Montirone e Ghedi, ove attualmente termina in località Belvedere, all'interno di una zona urbanizzata, in prevalenza a destinazione produttiva, al limite di una vasta cava d'inerti.

In questo luogo, fino ad una quindicina di anni fa, il Garza sfociava in un'area di "spaglio", a ridosso della zona urbanizzata, dell'estensione di oltre 5 ettari, con scarico dell'emissario, dopo la laminazione e la deposizione delle torbide e del materiale solido trasportato dalla corrente, nel seguente cavo capofonte del fontanile del vaso Campagna.

Detta area di "spaglio" è stata sostituita da una vasca di laminazione, realizzata in località Motta, circa 900 m a monte, al confine fra i territori comunali di Ghedi e di Montichiari, dell'estensione di circa 43'000 m², e capienza massima di 180'000 m³, ad efflusso regolato mediante una paratoia.

Il vaso Campagna funge tuttora da ricettore e scaricatore delle acque del Garza, inizialmente con percorso coincidente con i limiti nord ed est del villaggio Belvedere, e seguente sottopasso della S.P. n° 668

2.2.2. Bacino idrografico

La determinazione del bacino tributario del Garza da Brescia in poi è assai difficile ed incerta, a causa delle interferenze e dei collegamenti idraulici fra questo corso d'acqua ed altre reti idrografiche artificiali del territorio attraversato lungo il percorso.

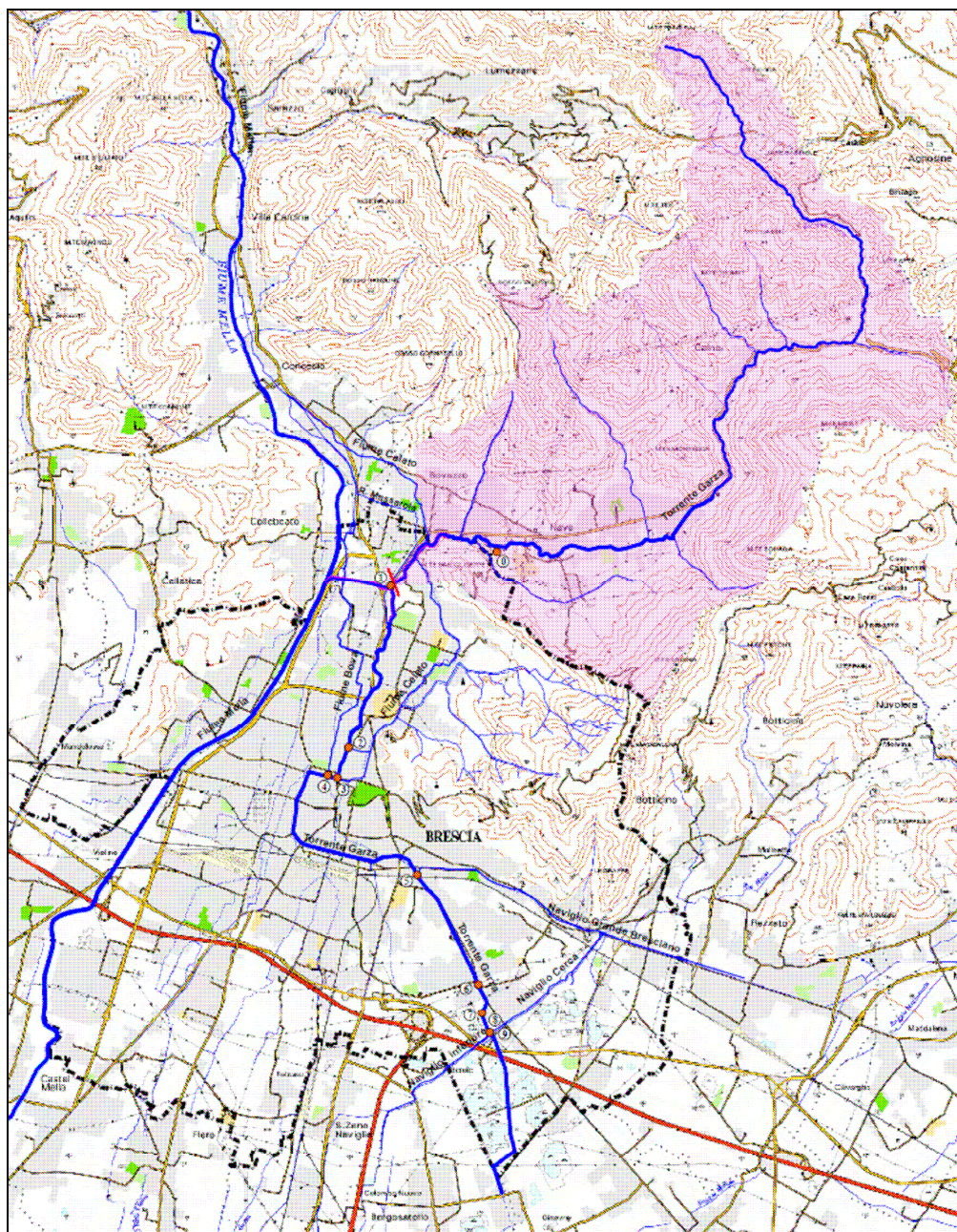
Se si esclude il bacino montano, chiuso a Crocevia Nave in Comune di Brescia, ben definito nell'estensione e nelle caratteristiche morfologiche e idrologiche, risulta difficilmente individuabile quanta parte delle portate afferenti ai bacini degli altri sistemi idrografici interferenti, specialmente durante gli eventi di piena, venga scaricato in Garza e con quali modalità e tempistiche.







Nella tavola grafica all. V.I.-ALall041-02e "Carta della rete idrografica e dei bacini", è rappresentato il percorso del Garza dalle origini fino a tutto il territorio comunale di Brescia, e sono individuati i nodi idraulici più importanti e le intersezioni con i corsi d'acqua delle reti idrografiche interferenti, descritti nel seguito.

A Nord della Città, a valle della vasca di laminazione della località Prada del comune di Nave (nodo idraulico n. 0), in località Crocevia Nave (nodo idraulico n.1), un canale scolmatore consente lo scarico delle piene del Garza verso il Mella; in Città (nodi idraulici n. 2, 3, 4) il Garza riceve gli scaricatori dei canali irrigui derivati dal Mella, alcuni dei quali, a loro volta, ricettori delle acque dei bacini collinari dei Ronchi di Brescia; a sud della Città, in località Sant'Alessandro (nodo idraulico n. 5), confluisce in Garza il tratto di canale terminale del Naviglio Grande Bresciano (c.d. Fognolo) con il carico idraulico della Val Carobbio (Sant'Eufemia). Seguono le confluenze delle tubazioni del drenaggio urbano (nodi idraulici n. 6 e n. 7). A San Polo, periferia est di Brescia (nodo idraulico n. 8), il Garza interseca il Naviglio Cerca, principale scaricatore delle acque del Naviglio Grande Bresciano, e ne riceve le portate di piena eccedenti la capienza della botte a sifone e del seguente Naviglio Inferiore; da San Polo a Castenedolo, il Garza riceve gli scarichi della fitta rete di canali derivati dal Naviglio Grande Bresciano, dopo la confluenza dei torrenti provenienti dalla vasta area collinare di Botticino, Nuvolera e Nuvolento.

La situazione della rete idrografica sopra illustrata, dà conto del fatto che, a valle della località Crocevia Nave del Comune di Brescia, non può essere individuato per il Garza un bacino imbrifero direttamente ed interamente contribuente alla formazione delle proprie piene, poiché gli apporti idrici maggiormente significativi provengono dalla confluenza di scaricatori di reti idrografiche artificiali a portata regolata.

Figura 2.2.2.1 - Stralcio carta della rete idrografica e dei bacini



| Legenda: | |
|---|--|
|  | Confine Comune di Brescia |
|  | Bacino montano del Torrente Garza |
|  | Sezione di chiusura bacino montano del T. Garza |
|  | Rete idrografica |
|  | Tratto del Torrente Garza oggetto dello studio |
|  | Nodi idraulici significativi : |
| ① | Vasca di laminazione - loc. Prada del comune di Nave |
| ② | Manufatto di scarico piene del T. Garza nel F. Mella - loc. crocevia Nave |
| ③ | Manufatto di scarico del Fiume Celato nel T. Garza - loc. via Pisacane |
| ④ | Manufatto di scarico del F. Celato nel T. Garza - loc. Fossa Bagni |
| ⑤ | Manufatto di scarico Fiume Bova nel T. Garza - loc. via Leonardo Da Vinci |
| ⑥ | Manufatto di scarico Naviglio Grande nel T. Garza - loc. via Ferri |
| ⑦ | Manufatto di scarico fognatura - loc. via San Polo |
| ⑧ | Manufatto di scarico fognatura - loc. via Cadizzoni |
| ⑨ | Manufatto di scarico del Naviglio Cerca nel T. Garza - loc. via Chioderolo |
| ⑩ | Manufatto di scarico in sponda destra del T. Garza nel Naviglio inferiore |

2.2.3. Assetto idraulico attuale del t. Garza

L'attuale assetto idraulico del Garza e le previsioni di sviluppo della sistemazione, derivano dalle iniziative intraprese dagli enti locali, in primo luogo dai Comuni di Brescia e di Ghedi, e dalle autorità idrauliche statali e regionali (Magistrato per il Po, AIPO, Dir. Gen. Protezione Civile e Difesa del Suolo della Regione Lombardia) a partire dalla metà del secolo scorso.

Nel seguito si illustrano sinteticamente i principali progetti e le opere eseguite, dagli anni sessanta del secolo scorso ad oggi, per la sistemazione strutturale del t. Garza, aventi effetto nei riguardi della formazione e della propagazione delle piene lungo l'asta fluviale.

- Canale scolmatore Garza/Mella

Questa è la principale opera idraulica per la difesa dei centri abitati e delle infrastrutture pubbliche, dalla Città di Brescia in poi. Fu realizzata dal Ministero dei Lavori Pubblici – Magistrato per il Po nel 1963, e classificata come opera di “terza categoria” ai sensi del R.D. 25.07.1904, n. 523. Lo scolmatore consente la diversione dei colmi di piena del bacino montano del Garza, in località Crocevia Nave del Comune di Brescia, con scarico nel fiume Mella, mediante opere di sbarramento e regolazione dei deflussi all'incile e canale sotterraneo, progettato per la portata massima di 90 m³/s.

- Recapito in Chiese

Già dalla fine degli anni '60, fu proposta, quale soluzione del recapito finale delle acque del Garza, la realizzazione di un canale scaricatore, in prosecuzione del vaso Campagna, dal Belvedere di Ghedi al f. Chiese.

Fu pertanto redatto il progetto a cura del Consorzio di Bonifica “Agro Bresciano Fra Mella e Chiese”, ed avviata l'esecuzione dei lavori, suddivisi in più lotti.

Dell'intera opera, ad oggi, è stata realizzata la parte maggiore e più onerosa, nel periodo dal 1970 al 1982. Con i lavori, suddivisi in tre lotti, è stato scavato un canale nuovo, in terra, della lunghezza di 4448 m, in comune di Calvisano, dalla località Pozzo Rovata al f. Chiese, nel cui argine destro è pure stata realizzata l'opera di scarico, circa 1500 metri a monte del ponte di Mezzane.

Allo stato attuale, sono in corso i lavori di realizzazione del “*canale colatore di gronda sud al fiume Chiese dei territori in destra orografica dello stesso nei comuni di: Ghedi, Montichiari, Calvisano e Carpenedolo in provincia di Brescia*”, patrocinati dall'Agenzia interregionale per il fiume Po e finanziati dalla Direzione Generale Territorio, Urbanistica e Difesa del Suolo della Regione Lombardia, a carico del “Programma per gli anni 2016, 2017 e 2018, di interventi prioritari nelle aree a rischio idrogeologico elevato, nonché conseguente a calamità naturali”, con d.G.R. 30 marzo 2016, n. 4996, per il drenaggio ed il recapito delle acque del bacino

tributario denominato “*Bacino Santa Giovanna*”, mediante un collegamento idraulico fra il canale eseguito negli anni '70 e '80 del secolo scorso ed il manufatto di scarico in Chiese.

- Progetto generale della sistemazione idraulica del Ministero LL.PP. Magistrato per il Po

Nel 1988 fu redatto, a cura del Magistrato per il Po, uno Studio di massima per la sistemazione dell'intero corso del T. Garza.

Lungo l'intera asta fluviale fu prevista una serie di opere di sistemazione dell'alveo e di regimazione delle piene, fra le quali, ad oggi, sono state realizzate le seguenti:

- Una vasca di sghiaimento, posta immediatamente a monte del manufatto scolmatore Garza/Mella, a Crocevia Nave in Comune di Brescia, finalizzata alla decantazione ed all'accumulo, per la successiva rimozione, dell'ingente quantità di trasporto solido del torrente, a salvaguardia dell'officiosità del predetto canale scolmatore, soggetto ad ostruzione durante gli eventi di piena.
- Una vasca di laminazione in località C.na Motta in Comune di Montichiari, circa 1'400 m a monte del villaggio Belvedere di Ghedi, dell'estensione di circa 68'000 m² in grado di contenere un volume utile per l'invaso di circa 280'000 m³.

L'opera idraulica fu progettata con riferimento alla piena relativa la tempo di ritorno di 50 anni, al fine di limitare la portata effluente al valore massimo di 11 m³/s, compatibile con la capienza del canale di valle.

- Scolmatore di Nuvolera

Il predetto progetto generale del Magistrato per il Po, individuava, oltre agli interventi lungo l'asta del Garza, la necessità di realizzare uno scolmatore di piena del Naviglio Grande Bresciano a Nuvolera, al fine di ridurre le portate dirette verso la città di Brescia, allo scarico in Garza a San Polo.

Negli anni seguenti, l'ipotesi di un intervento atto a ridurre il carico idraulico del Naviglio Grande Bresciano, fu delineato nello studio della “Sistemazione idraulica dei bacini idrografici afferenti al territorio del comune di Brescia” (Direzione Generale OO.PP. e Protezione Civile – Servizio difesa del Suolo e gestione AA.PP. della Regione Lombardia – Settembre 1999), ed ammesso al finanziamento regionale della D.G. Territorio ed Urbanistica, con fondi ministeriali nell'ambito dei Progetti Strategici di cui all'art. 1 comma 1 DPR 27.07.1999.

Il progetto fu redatto per la costruzione di un canale scolmatore delle acque dei sistemi idrografici dei Torrenti Rudone, Prospesio, Abate e Giava, nei Comuni di Nuvolento e Nuvolera, per il recapito in Chiese della portata di circa 30 m³/s, sottraendola al carico idraulico gravante sul Naviglio Grande Bresciano.

Detta opera, realizzata a cura dell'ente attuatore Comune di Nuvolera, è stata collaudata ed è entrata in funzione lo scorso anno.

- Vasca volano in Comune di Nave

Quest'opera, ultimata e collaudata nel mese di febbraio del corrente anno, è stata finanziata dalla Regione Lombardia, D.G. Territorio, Urbanistica e Difesa del Suolo, ai sensi dell'Accordo di Programma con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

La vasca di laminazione, situata in località Prada del Comune di Nave, è progettata per un volume complessivo di 144'000 m³, sulla superficie di circa 45'000 m², ed è finalizzata alla laminazione dell'onda di piena del Torrente Garza, per eventi con tempo di ritorno di 100 anni, tale da garantire a valle una portata massima non superiore a 80 m³/s, compatibile con la capacità del successivo canale scolmatore Garza/Mella di Crocevia Nave.

L'opera costituisce un'efficace intervento di difesa dalle esondazione del Garza, poiché, come verificato durante i maggiori eventi recenti, le onde di piena del Garza possono superare la capacità dello scolmatore Garza/Mella, con conseguente deflusso verso la Città di Brescia e la pianura, di portate critiche.

Rimane comunque necessario un ulteriore intervento di completamento del riassetto idraulico del Garza a monte della città di Brescia, poiché, come evidenziato nel certificato di collaudo idraulico della vasca di laminazione di Nave, il t. Garza, lungo il tronco a valle della vasca e fino a Crocevia Nave, nello stato attuale, appare generalmente insufficiente a contenere la portata massima dell'evento di progetto nonostante la laminazione del colmo per effetto della nuova opera, e che, anche per portate del Garza inferiori a quella limite sotto la quale non avviene alcuna derivazione verso la vasca (65 m³/s), si possono verificare tracimazioni e dissesti lungo il predetto tronco fluviale.

2.3 Individuazione e caratteristiche del tronco fluviale oggetto dello studio idraulico

La sezione d'inizio per la modellazione 1D è individuata in corrispondenza del ponte carrabile di via San Cristoforo, in corrispondenza del confine fra il Comune di Brescia e il Comune di Bovezzo.

Il tronco del t. Garza allo studio inizia dalla sezione di valle del predetto ponte e, al nodo idraulico di Crocevia Nave, prosegue lungo il canale scolmatore fino alla confluenza in Mella, dopo un percorso complessivo di 2'700 m. A Crocevia Nave, nel modello geometrico di calcolo, è stato inserito un collegamento laterale (lateral structure) per dare continuità al ramo principale del T. Garza diretto verso il centro della Città.

Rispetto alla documentazione del PGRA e dello Studio di fattibilità dell'AdBPo, questo tronco inizia in corrispondenza della sezione n. 108P, a partire dalla quale le mappe del PGRA evidenziano l'esonazione delle acque del Garza dall'alveo.

Il corso d'acqua è un canale artificiale composto da lunghi tratti rettilinei, raccordati da curve regolari e geometriche, per la maggior parte a cielo libero, interessato da numerose strutture trasversali interferenti distribuite lungo il percorso. In genere si tratta di ponti d'attraversamento stradale, di tombotti e coperture, di attraversamenti di tubazioni varie e di strettoie.

Iniziando da monte, le principali strutture interferenti lungo il tronco sono:

- Un tombotto in c.a. che sottopassa l'area di uno stabilimento industriale dismesso, avente lunghezza di 50 m (tra sezione n. 3250.25 e sezione n. 2300.15);
- Un ponte carraio in c.a. per l'accesso ad un'area privata in sponda sinistra del t. Garza (sezione n. 2170,00) ad unica luce;
- Una passerella ciclopedonale in c.a. (sezione n. 2019.07) ad unica luce;
- Un ponte carrabile in c.a. di via Sant'Antonio (sezione n. 1672,00) ad unica luce;
- Una passerella in c.a. a monte della vasca di sghiaimento (sezione n. 1549.00) ad unica luce;
- Un manufatto trasversale con paratoia per la regolazione delle portate della vasca di sghiaimento (sezione 1426.00);
- Una passerella in c.a. a valle della vasca di sghiaimento (sezione n. 1367.00) ad unica luce;
- Due ponti carrabili per l'accesso a proprietà private alle sezioni n. 1272,00 e n. 1227,00 (entrambi ad unica luce);
- In loc. Crocevia nave è presente l'opera di sbarramento con regolazione dei deflussi verso il centro della Città e verso il canale scolmatore;
- Un tombotto in c.a. (canale scolmatore) per lo scarico delle portate di piena del T. Garza verso il f. Mella (lunghezza tombotto 1'121.00 m).

Le sezioni aperte presentano forme ed ampiezze diverse, a seconda della destinazione d'uso delle aree attraversate. Si passa dalle sezioni di forma trapezia a superfici naturali con sponde vegetate, in zone rurali o a verde, a sezioni parzialmente antropizzate, con muri verticali lungo una sola sponda, a sezioni completamente artificiali, come lungo le canalizzazioni presso la vasca di sghiaimento o in zone edificate.

I due tombotti sono canalizzazioni in muratura di calcestruzzo, con sezioni diverse fra un'opera e l'altra. I ponti presenti lungo il tronco fluviale, sono tutti ad unica luce, di forma e dimensioni diverse fra loro.

Il principale nodo idraulico presente lungo questo tronco fluviale è costituito dallo scolmatore che consente la diversione dei colmi di piena del bacino montano del Garza, in località Crocevia Nave del Comune di Brescia, con scarico nel Fiume Mella, mediante opere di sbarramento e regolazione dei deflussi all'incile e canale sotterraneo.

2.4 Individuazione delle aree allagabili oggetto dello studio idraulico

Il territorio interessato dalle esondazioni del Garza, lungo il tronco in oggetto, è suddiviso in n. 4 aree di allagamento collegate all'asta fluviale, fra loro distinte nei riguardi dei fenomeni di scorrimento superficiale e di espansione delle acque esondate.

Le aree allagabili, considerate in prima analisi nel calcolo idraulico, sono quelle relative allo scenario di pericolosità poco frequente (P2/M) per la piena di riferimento con TR 100 anni del PGRA, secondo la delimitazione fornita dalla Regione, come precisato nel precedente paragrafo 2.1, compresa inoltre un'area classificata a rischio molto elevato (RME) nella cartografia del PAI vigente, in località Conicchio, evidenziata nella seguente figura 2.4.1.

Nel corso dello studio della modellazione idraulica bidimensionale, si è riscontrata la necessità di ampliare le aree allagabili di prima analisi, nella parte a ovest di via Conicchio comprendendo tutta l'area edificata fino a via Triumplina, come illustrato nella seguente figura n. 2.4.1.

Gli ampliamenti derivano dall'utilizzo, nel modello di calcolo, del rilievo LiDAR, i cui dati forniscono una dettagliata ed aggiornata configurazione piano altimetrica del suolo, e dalle risultanze degli accertamenti sopralluogo.

L'ampliamento riguarda quasi interamente il limite a ovest dell'area a pericolosità P2 (area di allagamento 01) lungo via Conicchio, densamente edificata, ed entrambi i limiti a est e a ovest di via Triumplina e del Crocevia Nave, occupata a ovest da un nuovo complesso sia residenziale che commerciale (complesso "Futura") e dalla stazione sotterranea "Casazza" della metropolitana, realizzati successivamente allo studio di approfondimento dell'AdBPo.

A est di via Triumplina, l'ampliamento dell'area di allagamento 01 riguarda un'area prevalentemente agricola, un ambito di trasformazione (AT-A.2) e un piccolo nucleo di case, delimitato a est dalla sponda destra del T. Garza, a ovest da via Triumplina e a sud da via Castelli.

Figura n°2.4.1 - Planimetria di individuazione delle aree allagabili oggetto dello studio idraulico - torrente Garza località crocevia Nave (BS)

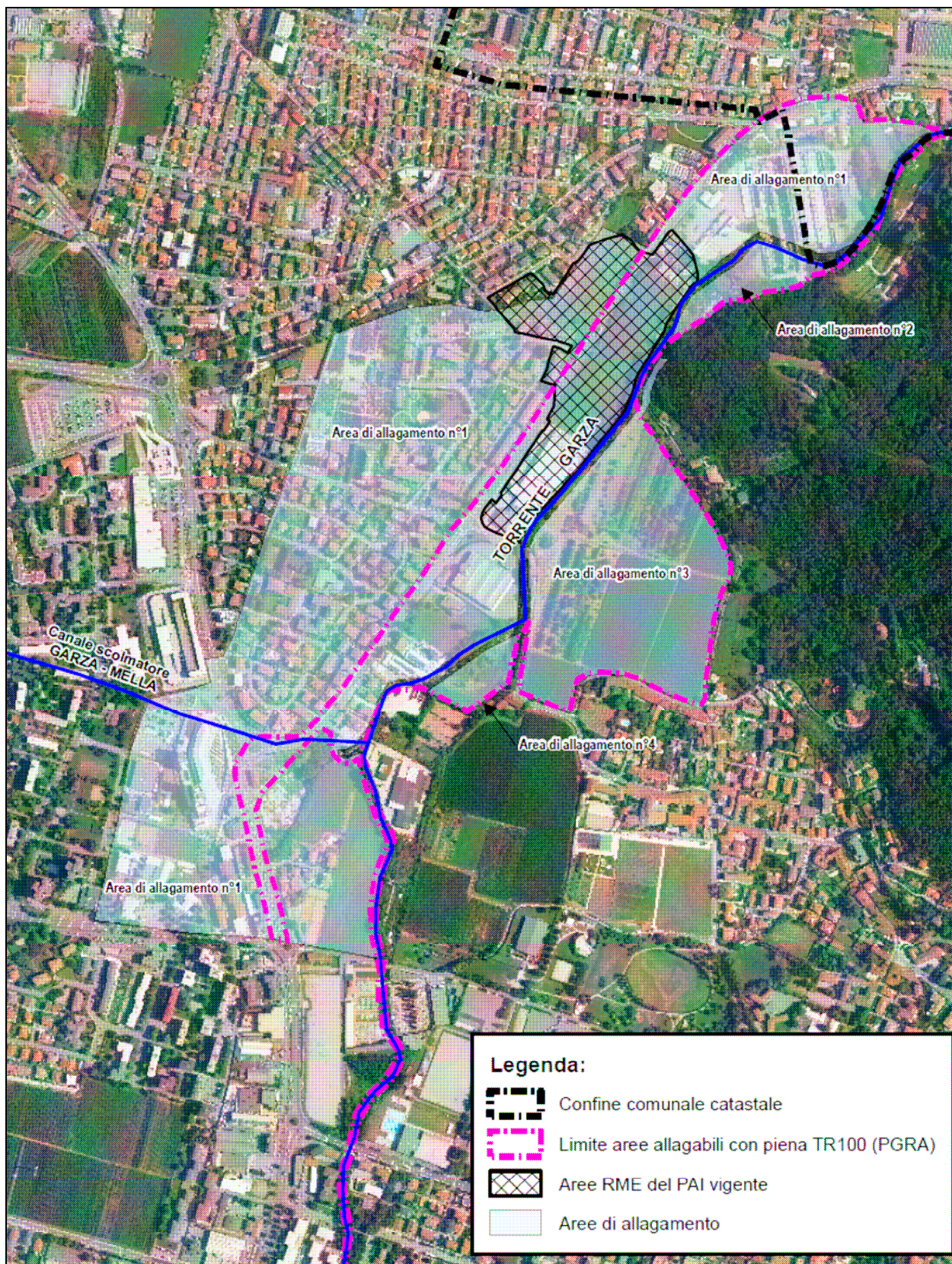
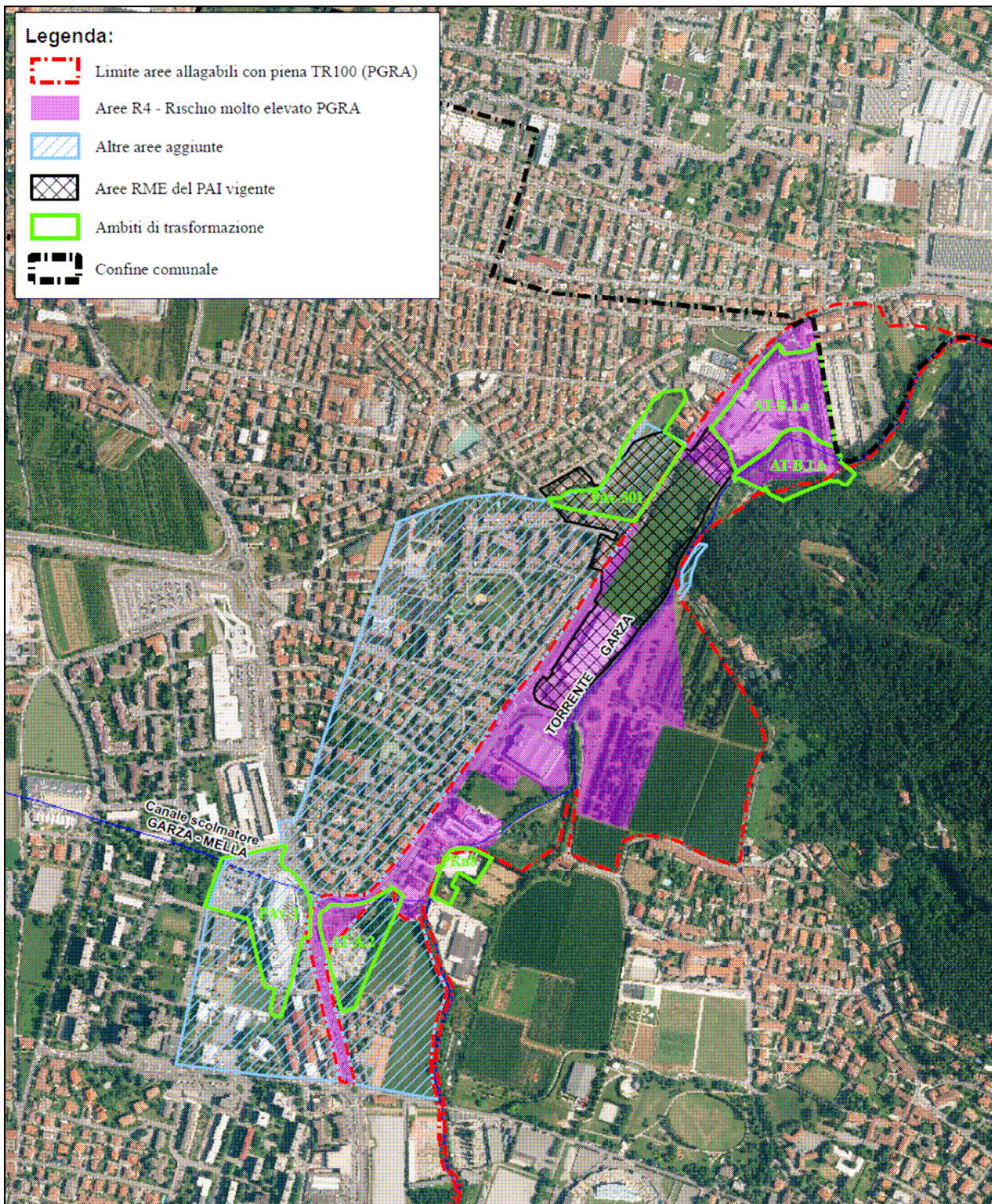


Figura n°2.4.2 - Planimetria di individuazione delle aree oggetto dello studio idraulico - torrente Garza località crocevia Nave (BS)



3 ANALISI IDROLOGICA

3.1 Procedimento

I dati della piena di riferimento per il calcolo idraulico sono ottenuti dalla documentazione contenuta nello “*Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Oglio nel tratto da Sonico alla confluenza in Po e del suo affluente Cherio dal lago di Endine alla confluenza, del fiume Mella da Brozzo alla confluenza in Oglio, del fiume Garza dalla confluenza Valle del Loc alla confluenza in Chiese e del fiume Chiese da Gavardo alla confluenza in Oglio*”, predisposto a cura dell’Autorità di Bacino, elaborati come illustrato nel seguito.

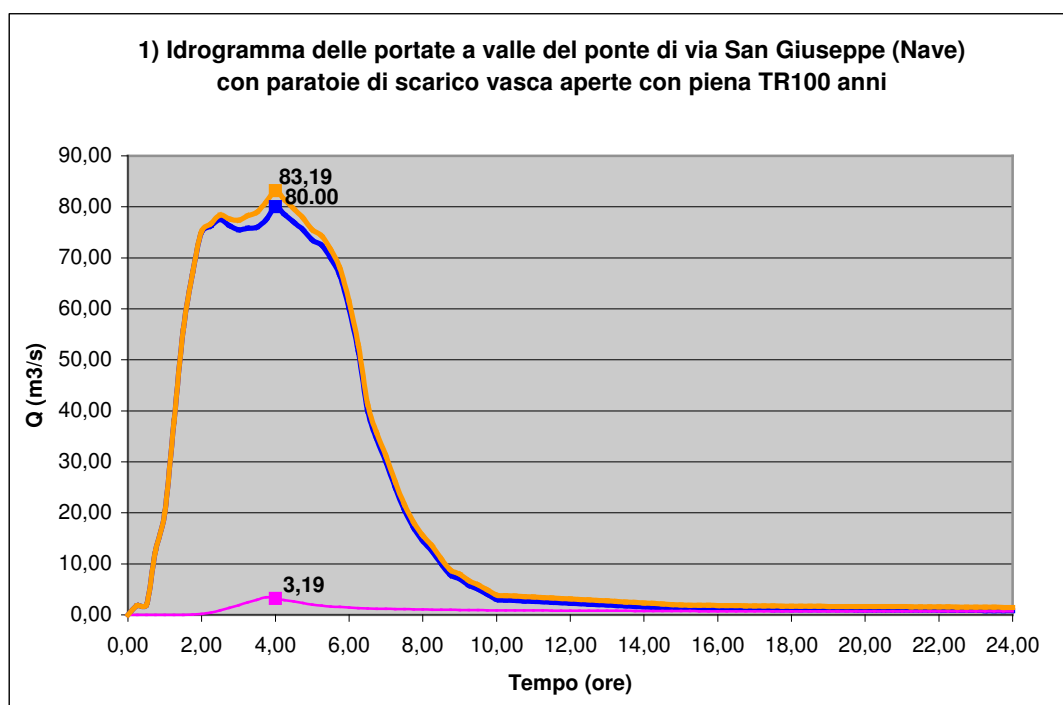
3.2 Tempo di ritorno

Il tempo di ritorno della piena di riferimento è pari a 100 anni, come chiarito dalla Regione Lombardia - U.O. Difesa del suolo - Struttura pianificazione dell’assetto idrogeologico.

3.3 Dati idrologici

Si fa riferimento alla relazione di progetto della vasca di laminazione di Nave (Prof. Ing. B. Bacchi e Studio Taccolini ingegneri associati - maggio 2014) e allo schema idrologico fornito dal “Tabellone” contenuto nella relazione idrologica dello Studio di fattibilità (elaborato n. 3.1.2.2/5/1D) ed all’idrogramma dell’elaborato 3.2.2.2/2/1R “Analisi Idraulica - Relazione descrittiva e di analisi dell’attività e dei risultati” del medesimo studio.

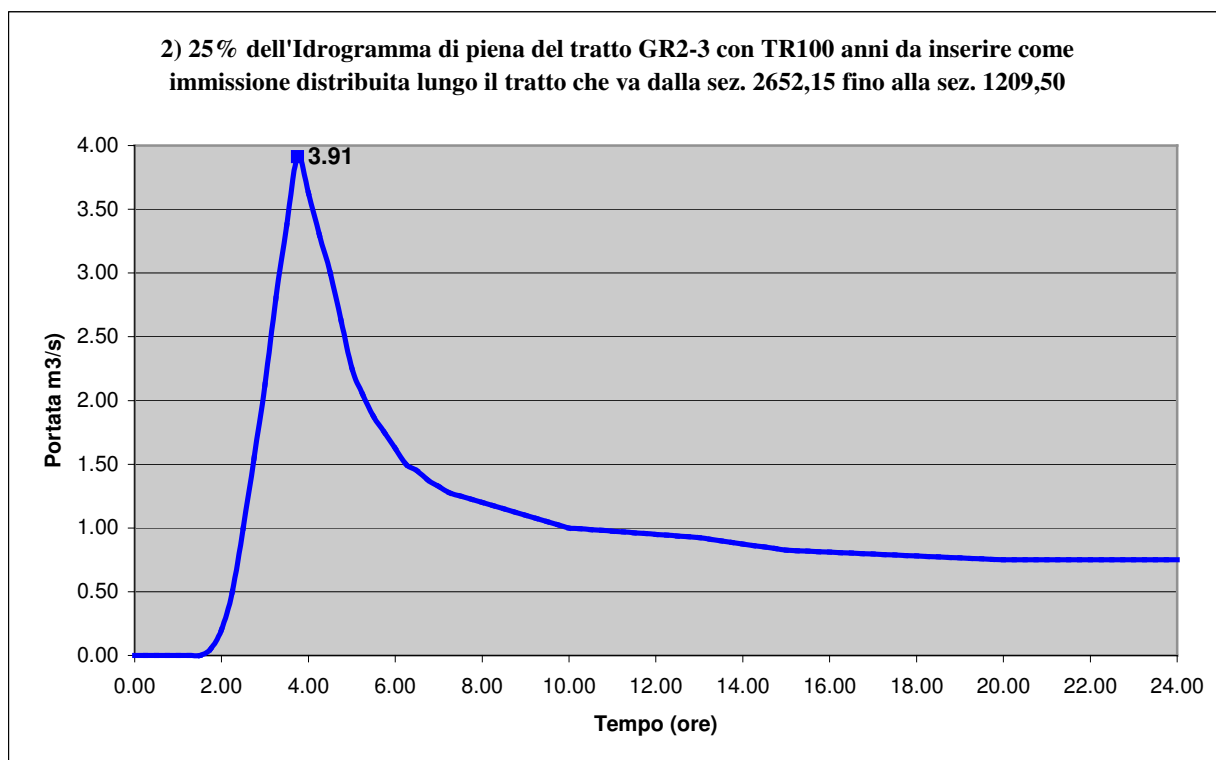
Come condizione al contorno di monte, in corrispondenza della sezione del modello di calcolo n. 2700,15, si utilizza l’idrogramma TR 100 della piena del Garza considerata nel progetto della vasca di laminazione di Nave alla sezione del ponte San Giuseppe, comprensivo dell’apporto degli scarichi della vasca, sommato alla quota dell’idrogramma degli apporti lungo il tronco “GR 2-3” (Nave – Crocevia Nave), fornito dallo Studio di fattibilità solo in forma grafica (fig.5 elaborato 3.2.2.2/2/1R) considerato distribuito da sezione n. 121 pm (ponte loc. Muratello) a Nave, fino in corrispondenza della sezione PAI n. 089 (a Crocevia Nave), in ragione della superficie del bacino tributario compreso fra il ponte S. Giuseppe e la sezione d’inizio della modellazione, pari al 22%.



1) Idrogramma tabellare del tronco

| Tempo (ore) | 1) Idro. di piena (Qm3/s) | 2) Idro. 22% di GR2-3 (Qm3/s) | 3) Idro. 1+2 (Qm3/s) | Tempo (ore) | 1) Idro. di piena (Qm3/s) | 2) Idro. 22% di GR2-3 (Qm3/s) | 3) Idro. 1+2 (Qm3/s) | Tempo (ore) | 1) Idro. di piena (Qm3/s) | 2) Idro. 22% di GR2-3 (Qm3/s) | 3) Idro. 1+2 (Qm3/s) |
|-------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------|-------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------|-------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 8,25 | 12,500 | 1,034 | 13,534 | 16,25 | 1,117 | 0,710 | 1,826 |
| 0,25 | 1,800 | 0,000 | 1,800 | 8,50 | 10,000 | 1,012 | 11,012 | 16,50 | 1,100 | 0,706 | 1,806 |
| 0,50 | 2,000 | 0,000 | 2,000 | 8,75 | 7,800 | 0,990 | 8,790 | 16,75 | 1,083 | 0,703 | 1,786 |
| 0,75 | 12,500 | 0,000 | 12,500 | 9,00 | 7,000 | 0,968 | 7,968 | 17,00 | 1,067 | 0,700 | 1,766 |
| 1,00 | 20,000 | 0,000 | 20,000 | 9,25 | 5,800 | 0,946 | 6,746 | 17,25 | 1,050 | 0,696 | 1,746 |
| 1,25 | 38,000 | 0,000 | 38,000 | 9,50 | 5,000 | 0,924 | 5,924 | 17,50 | 1,033 | 0,693 | 1,726 |
| 1,50 | 56,000 | 0,000 | 56,000 | 9,75 | 4,000 | 0,902 | 4,902 | 17,75 | 1,017 | 0,690 | 1,706 |
| 1,75 | 67,000 | 0,044 | 67,044 | 10,00 | 3,000 | 0,880 | 3,880 | 18,00 | 1,000 | 0,686 | 1,686 |
| 2,00 | 75,000 | 0,176 | 75,176 | 10,25 | 2,910 | 0,875 | 3,785 | 18,25 | 0,996 | 0,683 | 1,679 |
| 2,25 | 76,250 | 0,440 | 76,690 | 10,50 | 2,820 | 0,869 | 3,689 | 18,50 | 0,992 | 0,680 | 1,671 |
| 2,50 | 77,500 | 0,880 | 78,380 | 10,75 | 2,730 | 0,864 | 3,594 | 18,75 | 0,988 | 0,677 | 1,664 |
| 2,75 | 76,300 | 1,364 | 77,664 | 11,00 | 2,640 | 0,858 | 3,498 | 19,00 | 0,983 | 0,673 | 1,657 |
| 3,00 | 75,500 | 1,870 | 77,370 | 11,25 | 2,550 | 0,853 | 3,403 | 19,25 | 0,979 | 0,670 | 1,649 |
| 3,25 | 75,800 | 2,464 | 78,264 | 11,50 | 2,460 | 0,847 | 3,307 | 19,50 | 0,975 | 0,667 | 1,642 |
| 3,50 | 76,000 | 2,970 | 78,970 | 11,75 | 2,370 | 0,842 | 3,212 | 19,75 | 0,971 | 0,663 | 1,634 |
| 3,75 | 77,500 | 3,443 | 80,943 | 12,00 | 2,280 | 0,836 | 3,116 | 20,00 | 0,967 | 0,660 | 1,627 |
| 4,00 | 80,000 | 3,190 | 83,190 | 12,25 | 2,190 | 0,831 | 3,021 | 20,25 | 0,963 | 0,660 | 1,623 |
| 4,25 | 78,500 | 2,904 | 81,404 | 12,50 | 2,100 | 0,825 | 2,925 | 20,50 | 0,958 | 0,660 | 1,618 |
| 4,50 | 77,000 | 2,640 | 79,640 | 12,75 | 2,010 | 0,820 | 2,830 | 20,75 | 0,954 | 0,660 | 1,614 |
| 4,75 | 75,500 | 2,310 | 77,810 | 13,00 | 1,920 | 0,814 | 2,734 | 21,00 | 0,950 | 0,660 | 1,610 |
| 5,00 | 73,500 | 1,980 | 75,480 | 13,25 | 1,830 | 0,803 | 2,633 | 21,25 | 0,938 | 0,660 | 1,598 |
| 5,25 | 72,500 | 1,804 | 74,304 | 13,50 | 1,740 | 0,792 | 2,532 | 21,50 | 0,925 | 0,660 | 1,585 |
| 5,50 | 70,000 | 1,650 | 71,650 | 13,75 | 1,650 | 0,781 | 2,431 | 21,75 | 0,913 | 0,660 | 1,573 |
| 5,75 | 66,500 | 1,540 | 68,040 | 14,00 | 1,560 | 0,770 | 2,330 | 22,00 | 0,900 | 0,660 | 1,560 |
| 6,00 | 60,000 | 1,430 | 61,430 | 14,25 | 1,470 | 0,759 | 2,229 | 22,25 | 0,888 | 0,660 | 1,548 |
| 6,25 | 51,500 | 1,320 | 52,820 | 14,50 | 1,380 | 0,748 | 2,128 | 22,50 | 0,875 | 0,660 | 1,535 |
| 6,50 | 40,000 | 1,276 | 41,276 | 14,75 | 1,290 | 0,737 | 2,027 | 22,75 | 0,863 | 0,660 | 1,523 |
| 6,75 | 34,500 | 1,210 | 35,710 | 15,00 | 1,200 | 0,726 | 1,926 | 23,00 | 0,850 | 0,660 | 1,510 |
| 7,00 | 30,000 | 1,166 | 31,166 | 15,25 | 1,183 | 0,723 | 1,906 | 23,25 | 0,838 | 0,660 | 1,498 |
| 7,25 | 25,000 | 1,122 | 26,122 | 15,50 | 1,167 | 0,719 | 1,886 | 23,50 | 0,825 | 0,660 | 1,485 |
| 7,50 | 20,500 | 1,100 | 21,600 | 15,75 | 1,150 | 0,716 | 1,866 | 23,75 | 0,813 | 0,660 | 1,473 |

Lungo l'asta del Garza fino a Crocevia Nave (sezione del modello idraulico n. 1209.50), si considera confluyente, sempre in forma di idrogramma ed in proporzione all'estensione del bacino tributario, il 25% degli apporti del tratto "GR 2-3", fornito dallo Studio di fattibilità solo in forma grafica (fig.5 elaborato 3.2.2.2/2/1R), con un'immissione distribuita uniformemente lungo tutto il tratto.



2) 25% dell'idrogramma di piena del tratto GR2-3 con TR100 anni

| Tempo (ore) | Idrogramma di piena (Q m ³ /s) | | Tempo (ore) | Idrogramma di piena (Q m ³ /s) | | Tempo (ore) | Idrogramma di piena (Q m ³ /s) |
|-------------|---|--|-------------|---|--|-------------|---|
| 0,00 | 0,00 | | 8,25 | 1,18 | | 16,25 | 0,81 |
| 0,25 | 0,00 | | 8,50 | 1,15 | | 16,50 | 0,80 |
| 0,50 | 0,00 | | 8,75 | 1,13 | | 16,75 | 0,80 |
| 0,75 | 0,00 | | 9,00 | 1,10 | | 17,00 | 0,80 |
| 1,00 | 0,00 | | 9,25 | 1,08 | | 17,25 | 0,79 |
| 1,25 | 0,00 | | 9,50 | 1,05 | | 17,50 | 0,79 |
| 1,50 | 0,00 | | 9,75 | 1,03 | | 17,75 | 0,78 |
| 1,75 | 0,05 | | 10,00 | 1,00 | | 18,00 | 0,78 |
| 2,00 | 0,20 | | 10,25 | 0,99 | | 18,25 | 0,78 |
| 2,25 | 0,50 | | 10,50 | 0,99 | | 18,50 | 0,77 |
| 2,50 | 1,00 | | 10,75 | 0,98 | | 18,75 | 0,77 |
| 2,75 | 1,55 | | 11,00 | 0,98 | | 19,00 | 0,77 |
| 3,00 | 2,13 | | 11,25 | 0,97 | | 19,25 | 0,76 |
| 3,25 | 2,80 | | 11,50 | 0,96 | | 19,50 | 0,76 |
| 3,50 | 3,38 | | 11,75 | 0,96 | | 19,75 | 0,75 |
| 3,75 | 3,91 | | 12,00 | 0,95 | | 20,00 | 0,75 |
| 4,00 | 3,63 | | 12,25 | 0,94 | | 20,25 | 0,75 |
| 4,25 | 3,30 | | 12,50 | 0,94 | | 20,50 | 0,75 |
| 4,50 | 3,00 | | 12,75 | 0,93 | | 20,75 | 0,75 |
| 4,75 | 2,63 | | 13,00 | 0,93 | | 21,00 | 0,75 |
| 5,00 | 2,25 | | 13,25 | 0,91 | | 21,25 | 0,75 |
| 5,25 | 2,05 | | 13,50 | 0,90 | | 21,50 | 0,75 |
| 5,50 | 1,88 | | 13,75 | 0,89 | | 21,75 | 0,75 |
| 5,75 | 1,75 | | 14,00 | 0,88 | | 22,00 | 0,75 |
| 6,00 | 1,63 | | 14,25 | 0,86 | | 22,25 | 0,75 |
| 6,25 | 1,50 | | 14,50 | 0,85 | | 22,50 | 0,75 |
| 6,50 | 1,45 | | 14,75 | 0,84 | | 22,75 | 0,75 |
| 6,75 | 1,38 | | 15,00 | 0,83 | | 23,00 | 0,75 |
| 7,00 | 1,33 | | 15,25 | 0,82 | | 23,25 | 0,75 |
| 7,25 | 1,28 | | 15,50 | 0,82 | | 23,50 | 0,75 |
| 7,50 | 1,25 | | 15,75 | 0,81 | | 23,75 | 0,75 |
| 8,00 | 1,23 | | 16,00 | 0,81 | | 24,00 | 0,75 |

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 dal Torrente Garza durante il transito della piena di riferimento.

La modellazione idraulica è stata eseguita 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 in data gennaio 2018 "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 è composto come segue:

Geometria del corso d'acqua

- Torrente Garza fino al nodo idraulico di Crocevia Nave e, in continuazione, successivo canale scolmatore fino alla confluenza in Mella:
 - lunghezza 2700 m, da inizio modellazione (sezione n. 2700.15) appena a valle del ponte di via San Cristoforo, al confine tra i comuni di Brescia e Bovezzo, alla confluenza in Mella in loc. San Bartolomeo (sezione n. 0.00)
 - sezioni del modello: n. 60
 - Strutture trasversali: n. 5 ponti (bridge), n. 2 coperture (tombini), n. 1 tombotto (culvert) e n. 1 manufatto con paratoia (inline structure)
- Torrente Garza da nodo idraulico di Crocevia Nave verso la Città:
 - lunghezza 348 m, da loc. Crocevia Nave (sezione n. 1209,50), al ponte di via Castelli (sezione n. 0.00)

- sezioni del modello: n. 6
- Strutture trasversali; n. 1 manufatto con paratoia (inline structure)

Arete di allagamento e collegamenti idraulici

Le aree allagabili, considerate in prima analisi nel calcolo idraulico, sono quelle relative allo scenario di pericolosità poco frequente (P2/M) per la piena di riferimento con TR 100 anni, secondo la delimitazione fornita dalla Regione, come precisato nel precedente paragrafo 2.1.

Nel corso dello studio della modellazione idraulica bidimensionale, si è riscontrata la necessità di ampliare le aree allagabili di prima analisi, come già specificato nel precedente paragrafo 2.4, in maggior misura nella parte a ovest di via Conicchio (quartiere Villaggio Prealpino) ed in misura minore nella parte sud / sudovest di Crocevia Nave (area complesso Futura ed area a lato via Triumplina fino all'argine del T. Garza come limite ad est e via Castelli come limite sud), come illustrato nella seguente figura n. 4.2.1.

Area n. 01

- Posizione: a lato della sponda destra del Torrente Garza da inizio modellazione fino a via Castelli.
- Superficie: 535'000 m², area di allagamento TR100 del PGRA in sponda destra del t. Garza ampliata verso ovest.
- Uso del suolo: area prevalentemente edificata a destinazione residenziale, strade ed infrastrutture pubbliche, compresa la stazione "Casazza" della metropolitana.
- 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 da sez. 2652,15 fino all'imbocco del tombotto che sottopassa l'area dello stabilimento industriale dismesso in corrispondenza della sez. 2350,25 (288,80 m);
 - n.4 sfioratori laterali consecutivi lungo la sponda destra, intervallati da n°2 ponti carrabili, dalla fine del tombotto che sottopassa l'area dello stabilimento dismesso fino al muro di recinzione di un complesso industriale situato a monte di via Sant'Antonio (418,10 m);
 - n.1 sfioratore laterale lungo la sponda destra dal ponte pedonale a monte della vasca di sghiaiamiento fino al manufatto di regolazione delle portate del T. Garza in corrispondenza della sez. 1533(107,50 m);
 - n.1 sfioratore laterale all'imbocco del tombotto del canale scolmatore da sez. 1183,81 fino a sez. 1172,00 (9,47 m)
- Linee di separazione (Break Line):
 - lungo il confine est della fabbrica dismessa, per simulare il muro di cinta in pannelli prefabbricati, con apertura in corrispondenza di una cancello d'ingresso (108,74 m).
 - lungo il primo tratto in lato ovest di via Conicchio fino all'incrocio con via Zola per simulare inizialmente il cordolo stradale e di seguito la barriera fonoassorbente presente (cordolo 146,17, barriera fonoassorbente 334,40 m);
 - lungo il fronte nord dell'area edificata del Villaggio Prealpino, per simulare il

- muro di cinta (150,30 m).
- lungo il perimetro dei due complessi industriali situati in sponda destra del T. Garza in prossimità dell'incrocio tra via Conicchio e via Sant'Antonio.
- lungo tutto il fronte ovest di via Conicchio dall'incrocio con le vie Zola e Sant'Antonio fino a via Triumplina per simulare i muri di cinta degli edifici presenti su tutto il fronte lasciando delle aperture in corrispondenza degli accessi pedonali e carrabili (791,56 m).
- lungo il confine del complesso "Futura" in prossimità della rotatoria di via Triumplina per simulare il muro di cinta in c.a. (125,95 m).
- lungo il confine ovest e all'interno dell'area di trasformazione AT-A.2. per simulare un muro di cinta in c.a. (125,30 m).
- contorno di tutti gli edifici non rappresentati nel LIDAR.

Area n. 02

- Posizione: a lato della sponda sinistra del torrente Garza, in parte all'interno dell'area dello stabilimento dismesso in località Conicchio.
- Superficie: 13'016 m², compresa fra la sponda sinistra del torrente ed il versante del colle San Giuseppe, stessa perimetrazione dell'area di allagamento TR100 del PGRA.
- 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):
 - n.3 sfioratore laterali consecutivi intervallati da una copertura e da n.1 ponte carrabile lungo la sponda sinistra su tutto il fronte dell'area n°02 da sez. 2391.74 a sez. 2073.15 (222,00 m);

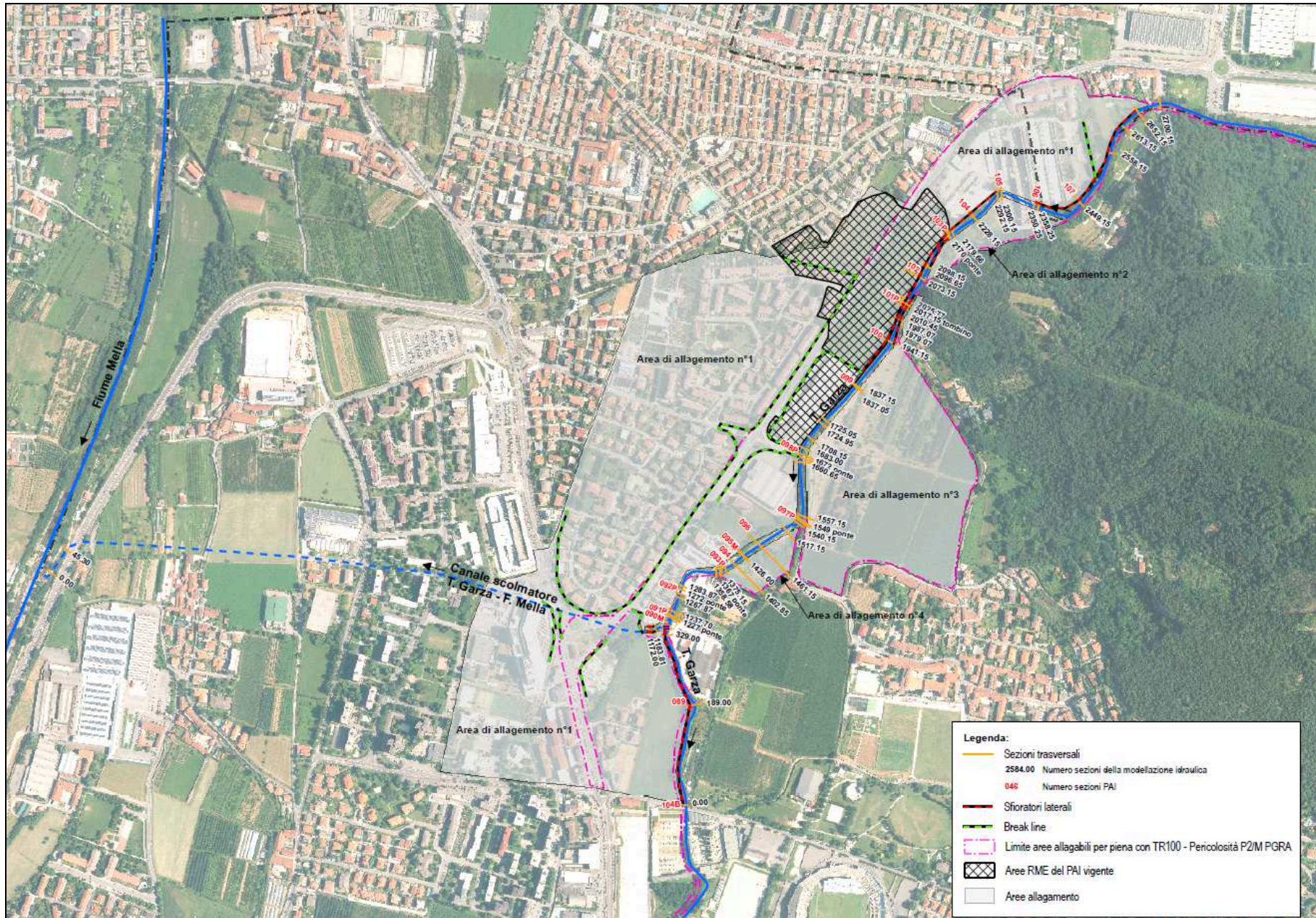
Area n. 03

- Posizione: a lato della sponda sinistra del torrente Garza, a partire dalla passerella ciclo pedonale a monte di via San Cristoforo, fino a via Sant'Antonio.
- Superficie: 101'000 m², stessa perimetrazione dell'area di allagamento TR100 del PGRA in sponda sinistra del t. Garza con un ampliamento dell'area a monte di via San Cristoforo, fino alla passerella ciclopeditonale.
- Uso del suolo: area prevalentemente agricola e a verde.
- Rilievo: copertura LiDAR.
- Griglia di calcolo: 2x2 m.
- Collegamenti idraulici fra area esondabile e corso d'acqua (laterl structure):
 - n.4 sfioratori laterali consecutivi intervallati da n.2 ponti lungo la sponda sinistra fino alla passerella pedonale a monte della vasca di sghiaimento (470,93 m).

Area n. 04

- Posizione: delimitazione della vasca di sghiaimento in sponda sinistra del t. Garza dalla sez. 1540.15 fino alla sezione 1375.15.
- Superficie: 8'210 m², stessa perimetrazione dell'area di allagamento TR100 del PGRA.
- Uso del suolo: area agricola incolta.
- Rilievo: copertura LiDAR.
- Griglia di calcolo: 2x2 m.
- Collegamenti idraulici fra area esondabile e corso d'acqua (laterl structure):
 - n.2 sfioratori laterale consecutivi, intervallati da un manufatto trasversale con paratoia (inline structure), lungo l'intero sviluppo della sponda sinistra del torrente nell'area di allagamento (158,63 m);

Figura n°4.2.1 - Planimetria del modello geometrico di calcolo - Torrente Garza nord



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 nel successivo capitolo 7.

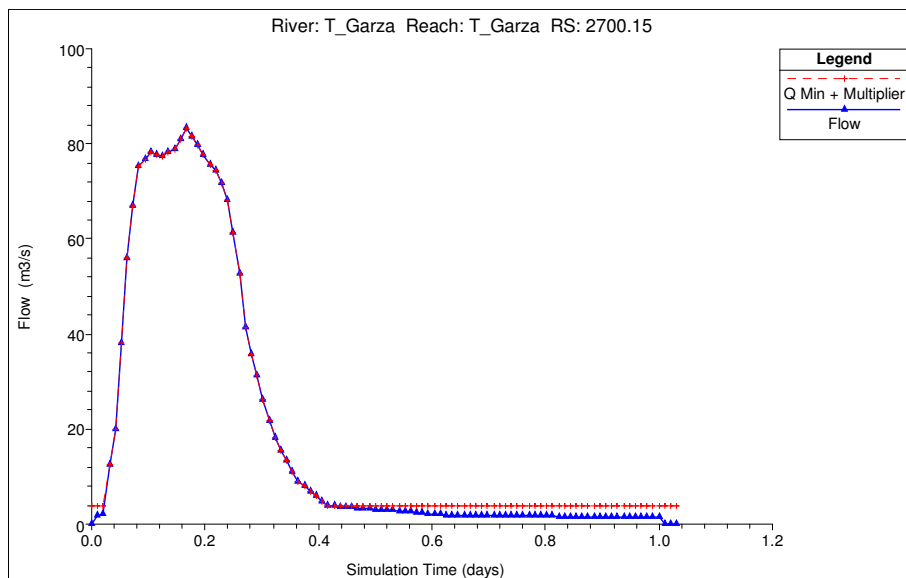
I coefficienti di efflusso, determinati come illustrato nella relazione metodologica (elaborato n. Alall041-00 in data gennaio 2018), utilizzati nel calcolo idraulico degli sfioratori laterali e degli altri collegamenti fra gli elementi del modello, sono riportati negli schemi grafici allegati nel successivo capitolo 7.

4.4 Condizioni al contorno. Flussi in ingresso

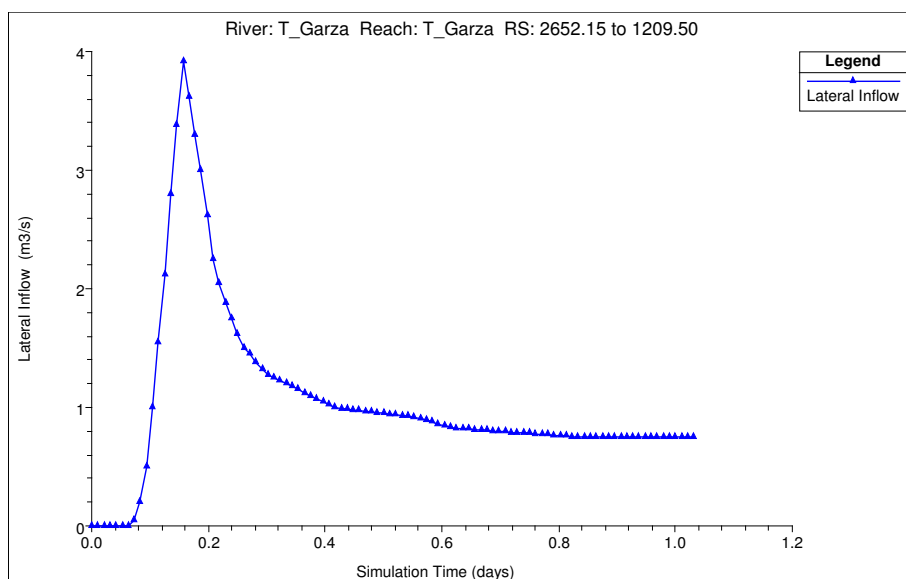
I flussi (flow) delle portate d’acqua in ingresso al sistema idrografico del torrente Garza, schematizzati nel modello di calcolo idraulico per la simulazione del deflusso della piena di progetto in regime di moto vario (unsteady flow analysis), sono specificati ed applicati come segue:

- Come condizione al contorno di monte (sez. n. 2700,15) si applica l’idrogramma di piena TR100 del Garza, considerando l’effetto del funzionamento della vasca di laminazione di Nave, come risultante dai dati di progetto della predetta opera. Precisamente, l’idrogramma applicato alla sezione di monte del modello di calcolo è determinato sommando all’idrogramma definito nel progetto della vasca di laminazione di Nave per la sezione corrispondente al ponte San Giuseppe, gli apporti distribuiti a valle del predetto ponte, come specificato nel precedente punto 3.3. dell’analisi idrologica, ossia in proporzione alla quota

corrispondente all'area del bacino tributario competente al tratto dal ponte S. Giuseppe a sezione inizio modellazione (22%), parte dell'idrogramma degli apporti distribuiti lungo il tronco "GR 2-3" (Nave – Crocevia Nave) fornito dallo Studio di fattibilità dell'AdBPo (fig.5 elaborato 3.2.2.2/2/1R) da sezione n. 121 pm (ponte loc. Muratello – Nave), a sezione PAI n. 089 (Crocevia Nave - Brescia).



- Lungo l'asta del Garza fino a Crocevia Nave (sezione del modello idraulico n. 1209.50), si considera confluyente, sempre in forma di idrogramma, il 25% degli apporti del tratto "GR 2-3", fornito dallo Studio di fattibilità solo in forma grafica (fig.5 elaborato 3.2.2.2/2/1R), con un'immissione distribuita uniformemente lungo tutto il tratto, anche in questo caso commisurati alla quota del bacino tributario competente.



- All'estremità di valle del t. Garza alla confluenza in Mella, sezione n. 0,00, si è posta la cadente (normal depth) pari a 0,0032 m/m.

- Per il tratto del t.Garza che da Crocevia Nave prosegue verso il centro della città è stato modellato un tratto di canale fino all'intersezione con via Castelli, collegandolo al t. Garza mediante una lateral structure, in corrispondenza dell'inizio del canale scolmatore. Come condizione al contorno di monte è stata introdotta una portata costante di $1 \text{ m}^3/\text{s}$ per permettere al modello di elaborare correttamente, senza incorrere in problemi di instabilità per insufficiente portata presente nel canale. All'estremità di valle si è posta la cadente (normale depth) pari a $0,0035 \text{ m/m}$.

4.5 Modellazione idraulica

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 ed all'esaurimento dei deflussi nelle aree allagate.

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, 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 contenuti nel seguente 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 - Risultati della modellazione idraulica del t. Garza nord - involucro dei massimi livelli idrici raggiunti con TR100 anni

| River Station | Q Total | Length Chnl | Cum Ch Len | Min Ch El | Levee El Left | Levee El Right | Max Chl Dpth | W.S. Elev | Crit W.S. | E.G. Elev | E.G. Slope | Vel Chnl | Flow Area | Top Width | Froude # Chl |
|---------------|------------|-------------|------------|-----------|---------------|----------------|--------------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|-----------|--------------|
| | (m3/s) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m/m) | (m/s) | (m2) | (m) | |
| 2700.15 | 83.19 | 48.00 | 2698.48 | 183.78 | 188.21 | 188.20 | 3.40 | 187.18 | | 187.60 | 0.004432 | 2.87 | 28.96 | 9.03 | 0.51 |
| 2652.15 | 83.16 | 0.05 | 2650.48 | 183.21 | 188.16 | 187.78 | 3.75 | 186.97 | | 187.38 | 0.004783 | 2.86 | 29.12 | 11.40 | 0.57 |
| 2652.10 | 83.16 | 38.95 | 2650.43 | 183.21 | 188.16 | 186.58 | 3.76 | 186.97 | | 187.38 | 0.005674 | 2.86 | 29.12 | 20.30 | 0.57 |
| 2650.00 | Lat Struct | | | | | | | | | | | | | | |
| 2613.15 | 81.14 | 54.99 | 2611.48 | 183.20 | 187.99 | 186.52 | 3.39 | 186.59 | | 187.14 | 0.008497 | 3.29 | 24.68 | 15.98 | 0.65 |
| 2558.15 | 79.48 | 109.01 | 2556.49 | 182.78 | 187.68 | 186.29 | 3.74 | 186.52 | | 186.83 | 0.003689 | 2.45 | 32.49 | 14.88 | 0.44 |
| 2449.15 | 79.13 | 90.90 | 2447.48 | 182.76 | 186.87 | 186.19 | 2.65 | 185.41 | | 186.15 | 0.010549 | 3.80 | 20.84 | 9.96 | 0.84 |
| 2390.00 | Lat Struct | | | | | | | | | | | | | | |
| 2358.25 | 79.36 | 8.00 | 2356.58 | 181.73 | 186.61 | 186.61 | 3.19 | 184.92 | | 185.43 | 0.004271 | 3.17 | 25.05 | 8.40 | 0.59 |
| 2350.25 | 79.38 | 50.10 | 2348.58 | 181.73 | 186.61 | 186.61 | 2.49 | 184.22 | 183.96 | 185.44 | 0.012200 | 4.89 | 16.22 | 4.04 | 0.99 |
| 2298.45 | 79.5 | 6.00 | 2298.48 | 181.34 | 186.61 | 186.61 | 2.47 | 183.81 | 183.58 | 184.88 | 0.008890 | 4.59 | 17.33 | 5.68 | 0.93 |
| 2292.45 | 79.52 | 0.30 | 2292.48 | 181.29 | 185.30 | 185.16 | 2.48 | 183.77 | 183.78 | 184.86 | 0.005569 | 4.62 | 17.20 | 7.97 | 1.01 |
| 2292.15 | 79.52 | 64.00 | 2292.18 | 181.28 | 185.30 | 185.16 | 2.48 | 183.77 | 183.77 | 184.85 | 0.005537 | 4.61 | 17.23 | 7.97 | 1.00 |
| 2290.00 | Lat Struct | | | | | | | | | | | | | | |
| 2289.00 | Lat Struct | | | | | | | | | | | | | | |
| 2228.15 | 79.68 | 48.49 | 2228.18 | 179.91 | 185.28 | 185.03 | 3.46 | 183.37 | | 183.88 | 0.006727 | 3.14 | 25.36 | 13.23 | 0.72 |
| 2179.66 | 79.79 | 8.00 | 2179.69 | 179.58 | 185.28 | 183.13 | 3.35 | 182.93 | | 183.55 | 0.007103 | 3.49 | 22.88 | 7.80 | 0.65 |
| 2171.66 | 78.54 | 0.09 | 2171.69 | 179.58 | 183.14 | 183.13 | 3.36 | 182.94 | 182.11 | 183.51 | 0.006318 | 3.34 | 23.49 | 7.80 | 0.62 |
| 2170.00 | Bridge | | | | | | | | | | | | | | |
| 2168.15 | 78.54 | 8.00 | 2168.18 | 179.58 | 183.14 | 183.13 | 3.09 | 182.67 | | 183.36 | 0.008187 | 3.67 | 21.37 | 7.80 | 0.71 |
| 2165.00 | Lat Struct | | | | | | | | | | | | | | |
| 2164.00 | Lat Struct | | | | | | | | | | | | | | |
| 2160.15 | 78.54 | 62.00 | 2160.18 | 179.55 | 182.57 | 182.57 | 3.18 | 182.73 | | 183.29 | 0.006715 | 3.32 | 23.67 | 16.49 | 0.66 |
| 2098.15 | 78.21 | 1.50 | 2098.18 | 179.29 | 182.12 | 182.12 | 2.87 | 182.16 | | 182.81 | 0.009178 | 3.56 | 21.97 | 16.49 | 0.73 |
| 2096.65 | 78.22 | 23.50 | 2096.68 | 179.28 | 184.30 | 182.11 | 3.14 | 182.42 | | 182.78 | 0.005263 | 2.67 | 29.27 | 19.31 | 0.55 |
| 2073.15 | 77.43 | 47.38 | 2073.18 | 179.18 | 187.05 | 182.02 | 3.15 | 182.33 | | 182.67 | 0.004730 | 2.57 | 30.07 | 45.29 | 0.49 |
| 2044.00 | Lat Struct | | | | | | | | | | | | | | |
| 2025.77 | 71.83 | 6.70 | 2025.80 | 178.98 | 185.20 | 181.60 | 3.28 | 182.26 | | 182.52 | 0.003434 | 2.25 | 31.89 | 24.82 | 0.44 |
| 2019.07 | 71.39 | 1.92 | 2019.10 | 178.95 | 181.17 | 181.17 | 2.42 | 181.37 | 181.71 | 182.53 | 0.031745 | 4.79 | 14.92 | | 0.98 |
| 2017.15 | 71.4 | 6.70 | 2017.18 | 178.95 | 181.17 | 181.17 | 2.36 | 181.31 | 181.71 | 182.48 | 0.031749 | 4.79 | 14.92 | | 0.99 |
| 2015.00 | Lat Struct | | | | | | | | | | | | | | |
| 2014.00 | Lat Struct | | | | | | | | | | | | | | |
| 2010.45 | 71.41 | 23.38 | 2010.48 | 178.87 | 181.17 | 181.60 | 3.04 | 181.91 | | 182.31 | 0.004282 | 2.80 | 25.49 | 27.08 | 0.57 |
| 1987.07 | 70.71 | 8.00 | 1987.10 | 178.58 | 181.10 | 181.37 | 2.79 | 181.37 | | 182.17 | 0.015688 | 3.95 | 17.90 | 15.00 | 0.77 |
| 1979.07 | 71.35 | 37.92 | 1979.10 | 178.48 | 181.10 | 181.28 | 2.65 | 181.13 | | 182.10 | 0.015423 | 4.35 | 16.40 | 9.75 | 0.89 |
| 1941.15 | 72.86 | 103.99 | 1941.18 | 178.01 | 181.27 | 180.90 | 3.04 | 181.05 | | 181.47 | 0.006754 | 2.89 | 25.24 | 23.42 | 0.68 |
| 1940.00 | Lat Struct | | | | | | | | | | | | | | |
| 1939.00 | Lat Struct | | | | | | | | | | | | | | |
| 1837.15 | 72.95 | 0.10 | 1837.19 | 176.94 | 181.04 | 180.60 | 3.01 | 179.95 | | 180.65 | 0.009629 | 3.72 | 19.63 | 8.67 | 0.79 |
| 1837.05 | 72.95 | 112.01 | 1837.09 | 176.94 | 180.49 | 180.60 | 3.02 | 179.96 | | 180.65 | 0.007539 | 3.66 | 19.91 | 7.20 | 0.70 |
| 1725.05 | 73.22 | 0.10 | 1725.08 | 176.04 | 179.60 | 180.02 | 2.92 | 178.96 | | 179.73 | 0.008859 | 3.89 | 18.82 | 7.20 | 0.77 |
| 1724.95 | 73.22 | 16.81 | 1724.98 | 176.04 | 180.55 | 180.02 | 3.06 | 179.10 | | 179.72 | 0.006643 | 3.49 | 20.99 | 9.42 | 0.75 |
| 1708.15 | 73.23 | 25.15 | 1708.17 | 175.91 | 180.45 | 179.92 | 3.06 | 178.97 | | 179.60 | 0.006769 | 3.51 | 20.83 | 9.39 | 0.75 |
| 1683.00 | 73.02 | 8.50 | 1683.02 | 175.72 | 180.17 | 179.13 | 2.98 | 178.70 | 178.63 | 179.49 | 0.010220 | 3.94 | 18.53 | 10.51 | 0.95 |

| River Station | Q Total | Length Chnl | Cum Ch Len | Min Ch El | Levee El Left | Levee El Right | Max Chl Dpth | W.S. Elev | Crit W.S. | E.G. Elev | E.G. Slope | Vel Chnl | Flow Area | Top Width | Froude # Chl |
|---------------|------------|-------------|------------|-----------|---------------|----------------|--------------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|-----------|--------------|
| | (m3/s) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m/m) | (m/s) | (m2) | (m) | |
| 1674.50 | 73.65 | 0.09 | 1674.52 | 175.61 | 180.04 | 180.02 | 3.19 | 178.80 | 177.80 | 179.15 | 0.003109 | 2.65 | 27.82 | 10.10 | 0.51 |
| 1672.00 | Bridge | | | | | | | | | | | | | | |
| 1669.15 | 73.65 | 8.50 | 1669.17 | 175.61 | 180.02 | 179.99 | 3.09 | 178.70 | | 179.08 | 0.003428 | 2.74 | 26.88 | 10.10 | 0.54 |
| 1669.00 | Lat Struct | | | | | | | | | | | | | | |
| 1660.65 | 73.57 | 103.51 | 1660.67 | 175.39 | 179.28 | 180.12 | 3.39 | 178.78 | | 179.05 | 0.004144 | 2.29 | 32.12 | 15.54 | 0.51 |
| 1557.15 | 73.12 | 6.90 | 1557.16 | 174.27 | 179.05 | 179.04 | 4.11 | 178.38 | | 178.70 | 0.002477 | 2.50 | 29.20 | 7.75 | 0.41 |
| 1550.25 | 73.11 | 0.09 | 1550.26 | 174.21 | 179.05 | 179.04 | 4.16 | 178.37 | 176.64 | 178.68 | 0.002401 | 2.47 | 29.55 | 7.75 | 0.40 |
| 1549.00 | Bridge | | | | | | | | | | | | | | |
| 1547.15 | 73.11 | 7.00 | 1547.16 | 174.21 | 179.05 | 179.05 | 4.15 | 178.36 | | 178.67 | 0.002421 | 2.48 | 29.46 | 7.75 | 0.41 |
| 1540.15 | 73.11 | 1.92 | 1540.16 | 174.23 | 179.05 | 179.04 | 4.11 | 178.34 | | 178.65 | 0.002415 | 2.48 | 29.44 | 7.75 | 0.41 |
| 1538.00 | Lat Struct | | | | | | | | | | | | | | |
| 1533.00 | Lat Struct | | | | | | | | | | | | | | |
| 1517.15 | 78.39 | 2.00 | 1517.16 | 174.39 | 174.78 | 178.09 | 3.43 | 177.82 | | 178.33 | 0.003000 | 3.14 | 24.96 | 29.91 | 0.55 |
| 1461.15 | 59.54 | 1.94 | 1461.16 | 174.13 | 174.64 | 178.90 | 4.11 | 178.24 | | 178.31 | 0.000283 | 1.16 | 51.11 | 79.42 | 0.21 |
| 1426.15 | 25 | 1.00 | 1426.17 | 173.73 | 179.08 | 179.08 | 4.63 | 178.35 | 174.80 | 178.38 | 0.000195 | 0.75 | 33.49 | 7.24 | 0.11 |
| 1426.00 | Inl Struct | | | | | | | | | | | | | | |
| 1425.15 | 24.84 | 1.86 | 1425.17 | 173.73 | 179.08 | 179.08 | 3.75 | 177.48 | | 177.52 | 0.000333 | 0.91 | 27.16 | 7.24 | 0.15 |
| 1418.00 | Lat Struct | | | | | | | | | | | | | | |
| 1402.85 | 43.92 | 1.98 | 1402.87 | 173.60 | 175.46 | 179.04 | 3.78 | 177.38 | | 177.45 | 0.000346 | 1.17 | 37.61 | 83.41 | 0.21 |
| 1375.15 | 72.27 | 7.35 | 1375.16 | 173.38 | 178.51 | 178.51 | 3.44 | 176.82 | | 177.23 | 0.002958 | 2.86 | 25.26 | 7.45 | 0.50 |
| 1367.80 | 73.81 | 0.09 | 1367.81 | 173.34 | 178.51 | 178.51 | 3.40 | 176.75 | 175.56 | 177.19 | 0.003199 | 2.96 | 24.90 | 7.45 | 0.52 |
| 1367.00 | Bridge | | | | | | | | | | | | | | |
| 1366.03 | 73.81 | 7.45 | 1366.04 | 173.34 | 178.51 | 178.51 | 3.39 | 176.73 | | 177.18 | 0.003229 | 2.97 | 24.81 | 7.45 | 0.52 |
| 1358.58 | 73.83 | 4.98 | 1358.59 | 173.32 | 178.51 | 178.51 | 3.39 | 176.71 | | 177.16 | 0.003232 | 2.97 | 24.82 | 7.45 | 0.52 |
| 1283.87 | 74.01 | 6.90 | 1283.88 | 172.61 | 176.66 | 176.63 | 3.83 | 176.44 | | 176.89 | 0.003354 | 2.98 | 24.88 | 7.07 | 0.51 |
| 1276.97 | 74.03 | 0.09 | 1276.98 | 172.58 | 176.66 | 176.63 | 3.83 | 176.41 | 175.12 | 176.86 | 0.003333 | 2.97 | 24.94 | 7.07 | 0.50 |
| 1272.00 | Bridge | | | | | | | | | | | | | | |
| 1267.87 | 74.03 | 7.00 | 1267.88 | 172.78 | 176.68 | 176.68 | 3.18 | 175.96 | | 176.64 | 0.005733 | 3.65 | 20.27 | 7.00 | 0.69 |
| 1260.87 | 74.05 | 23.17 | 1260.88 | 172.78 | 176.64 | 180.00 | 3.13 | 175.91 | | 176.60 | 0.005735 | 3.66 | 20.24 | 7.00 | 0.69 |
| 1237.70 | 74.1 | 8.43 | 1237.71 | 172.83 | 176.41 | 176.22 | 3.25 | 176.08 | | 176.49 | 0.002796 | 2.82 | 26.26 | 8.43 | 0.51 |
| 1229.27 | 74.12 | 0.09 | 1229.28 | 172.83 | 176.41 | 176.22 | 3.22 | 176.05 | 174.96 | 176.46 | 0.002880 | 2.85 | 25.98 | 8.43 | 0.52 |
| 1227.00 | Bridge | | | | | | | | | | | | | | |
| 1224.87 | 74.12 | 15.38 | 1224.88 | 172.83 | 176.41 | 176.22 | 3.19 | 176.02 | | 176.44 | 0.002945 | 2.88 | 25.78 | 8.43 | 0.53 |
| 1209.50 | 74.16 | 1.98 | 1209.50 | 173.16 | 176.18 | 176.25 | 2.43 | 175.59 | | 176.57 | 0.007451 | 4.38 | 16.91 | 6.96 | 0.90 |
| 1209.00 | Lat Struct | | | | | | | | | | | | | | |
| 1183.81 | 71.89 | 1.97 | 1183.81 | 172.33 | 176.48 | 176.45 | 3.78 | 176.11 | | 176.46 | 0.001869 | 2.61 | 27.54 | 7.28 | 0.43 |
| 1181.00 | Lat Struct | | | | | | | | | | | | | | |
| 1180.00 | Lat Struct | | | | | | | | | | | | | | |
| 1172.00 | 71.89 | 1126.70 | 1172.00 | 172.33 | 177.20 | 177.20 | 3.64 | 175.97 | | 176.43 | 0.002723 | 3.00 | 23.93 | 6.57 | 0.50 |
| 1171.00 | Culvert | | | | | | | | | | | | | | |
| 45.30 | 71.89 | 45.30 | 45.30 | 169.97 | 176.60 | 176.60 | 3.17 | 173.14 | | 173.67 | 0.003327 | 3.24 | 22.19 | 7.00 | 0.58 |
| 0.00 | 71.89 | | | 169.88 | 176.50 | 176.50 | 3.11 | 172.99 | 172.14 | 173.52 | 0.003202 | 3.24 | 22.19 | 7.64 | 0.61 |

Tabella n° 4.5.2 - Risultati della modellazione idraulica del tratto di t. Garza tratto da crocevia Nave a via Castelli verso il centro città - inviluppo dei massimi livelli idrici raggiunti con TR100 anni

| Reach | River Sta | Q Total | Length Chnl | Cum Ch Len | Min Ch El | Levee El Left | Levee El Right | Max Chl Dpth | W.S. Elev | Crit W.S. | E.G. Elev | E.G. Slope | Vel Chnl | Flow Area | Top Width | Froude # Chl |
|-----------------|-----------|------------|-------------|------------|-----------|---------------|----------------|--------------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|-----------|--------------|
| | | (m3/s) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m/m) | (m/s) | (m2) | (m) | |
| Garza inferiore | 348.00 | 1.00 | 6.00 | 348.00 | 172.74 | 176.14 | 176.18 | 2.82 | 175.56 | | 175.56 | 0.000001 | 0.05 | 19.94 | 7.10 | 0.01 |
| Garza inferiore | 342.00 | 3.27 | 1.00 | 342.00 | 172.53 | 176.34 | 175.59 | 3.03 | 175.56 | 172.81 | 175.56 | 0.000005 | 0.15 | 21.40 | 7.07 | 0.03 |
| Garza inferiore | 341.30 | Inl Struct | | | | | | | | | | | | | | |
| Garza inferiore | 341.00 | 3.25 | 12.00 | 341.00 | 172.53 | 176.34 | 175.59 | 0.41 | 172.94 | | 173.00 | 0.001986 | 1.13 | 2.86 | 7.07 | 0.57 |
| Garza inferiore | 340.00 | Lat Struct | | | | | | | | | | | | | | |
| Garza inferiore | 329.00 | 3.25 | 140.00 | 329.00 | 172.53 | 176.34 | 175.59 | 0.36 | 172.89 | | 172.97 | 0.002922 | 1.28 | 2.54 | 7.07 | 0.68 |
| Garza inferiore | 189.00 | 3.25 | 189.00 | 189.00 | 171.55 | 174.52 | 174.20 | 0.61 | 172.16 | | 172.22 | 0.002525 | 1.12 | 2.89 | 6.20 | 0.53 |
| Garza inferiore | 0.00 | 10.39 | | | 170.04 | 172.94 | 172.96 | 1.17 | 171.21 | 170.95 | 171.39 | 0.003509 | 1.90 | 5.48 | 5.78 | 0.62 |

Flusso bidimensionale (2/D) nelle aree di allagamento

Il funzionamento delle strutture di collegamento fra i vari tratti del corso d'acqua e le aree di allagamento, è rappresentato nel seguente 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 nel seguito gli schemi grafici delle situazioni maggiormente significative.

Si osserva, nel complesso, che l'esondatazione del Garza avviene in modo rapido e per breve tempo, durante il transito del colmo della piena. L'allagamento e lo scorrimento delle acque nelle aree limitrofe è di conseguenza un fenomeno repentino e non persistente, come effettivamente osservato durante i maggiori eventi alluvionali degli ultimi decenni.

- Inizialmente, la prima area di espansione delle acque è quella della vasca di sghiaimento di Crocevia Nave, nella quale, durante il transito della piena, l'acqua esondata rimane sempre contenuta entro gli argini perimetrali del bacino, con franco minimo di circa 70 cm al passaggio del colmo della piena;
- La prima insufficienza strutturale del corso d'acqua si verifica lungo il tratto del Garza a cavallo del ponticello pedonale a nord di via San Cristoforo, ove il torrente scorre al piede delle pendici del colle S. Giuseppe. L'esondatazione avviene dalla sponda destra sul fronte di circa 160 m, per sormonto di un modesto arginello in terra, attraverso gli sfioratori compresi fra le sezioni 2'168,15 e 1'941,15, espandendosi rapidamente nel limitrofo terreno agricolo pianeggiante, all'interno della fascia di territorio compresa fra il corso del Garza a est ed il tracciato della SP BS 237 via Conicchio (area di allagamento n. 1) in lato opposto;
- L'esondatazione lungo il tratto fluviale predetto si estende rapidamente verso monte, fino al precedente ponticello carraio privato della località Conicchio, ove un canale fognario aperto, confluyente dalla destra, favorisce lo sfogo delle acque verso la strada. L'allagamento delle aree in destra del Garza raggiunge la SP BS 237 via Conicchio, lungo la quale scorre velocemente verso Crocevia Nave.
- Contemporaneamente, inizia l'esondatazione dalla sponda destra in località Conicchio, a monte del sito dello stabilimento industriale dismesso e dalla sponda sinistra a valle del ponticello pedonale a nord di via San Cristoforo, con l'allagamento parziale dei terreni agricoli confinanti, progressivamente verso via Sant'Antonio.
- La tracimazione delle acque dall'alveo prosegue con le stesse dinamiche lungo i tratti predetti, fino all'esaurimento della piena. L'allagamento interessa l'intera fascia di area in destra Garza

compresa fra il corso del torrente e la strada provinciale, dalla località Conicchio a Crocevia Nave, Le acque esondate in località Conicchio ed incanalate con rapido scorrimento lungo via Conicchio, allagano l'area delle attività produttive limitrofe al torrente e la parte della zona edificata del villaggio Prealpino situate accanto alla strada in lato nordest, fino ad interessare la zona urbana di Crocevia Nave, fra cui un tratto di via Triumfina ed il complesso del centro commerciale Futura, ivi compresa la stazione "Casazza" della metropolitana.

- Si evidenzia che la massima espansione dell'allagamento non interessa la parte dell'area RME del Pai a ovest della SP BS 237 via Conicchio.
- In sinistra Garza, l'allagamento si limita ad una parte del terreno agricolo a nord di via Sant'Antonio.
- Lungo il corso del Garza, la portata massima che raggiunge Crocevia Nave ($71,89 \text{ m}^3/\text{s}$) è compatibile con la capacità del canale scolmatore verso Mella, nella peggiore condizione al contorno imposta nel modello di calcolo di concomitante piena centennale del ricevitore.

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 - Planimetria dell'espansione massima dell'allagamento (Garza nord)

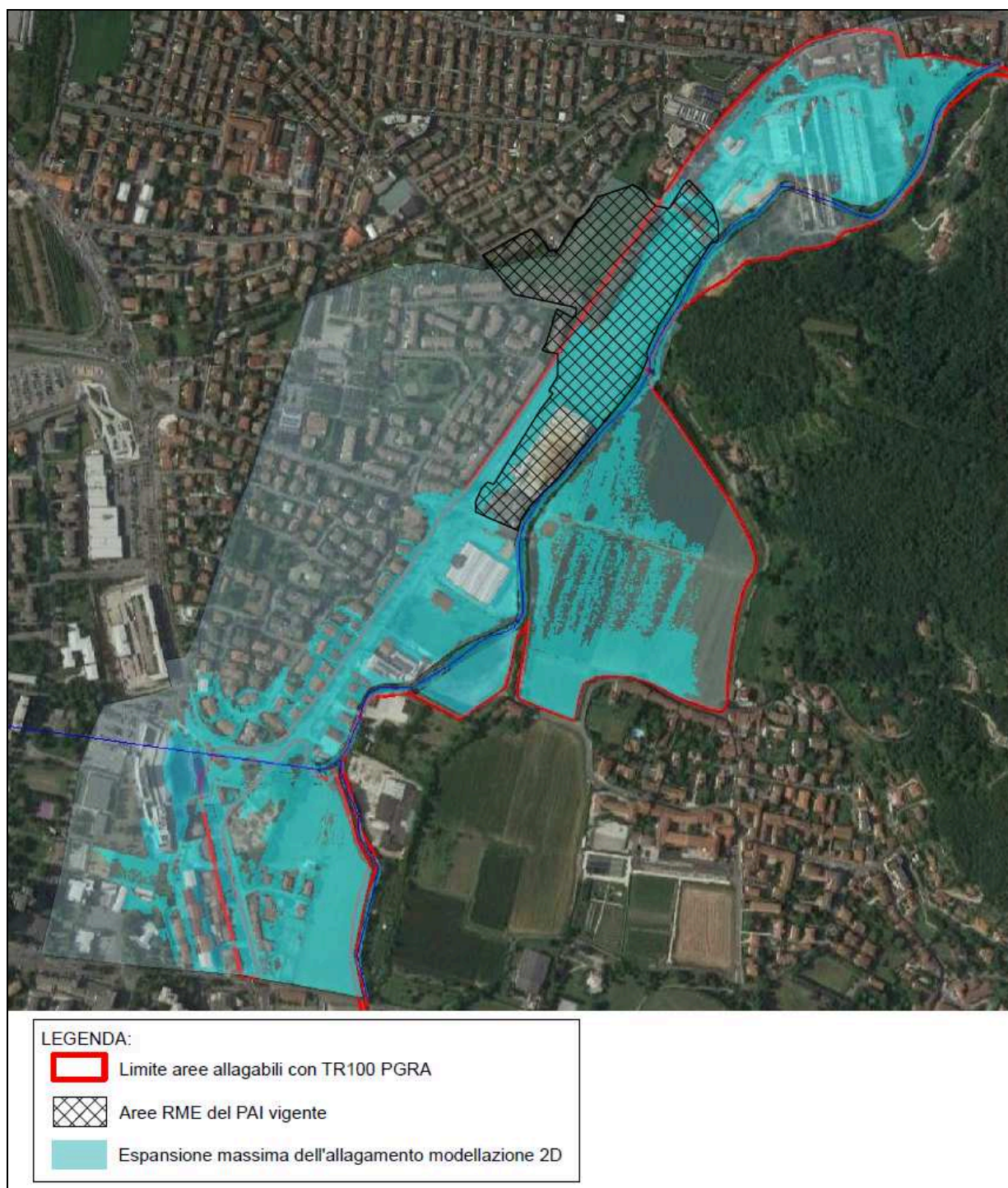


Figura n°4.5.2 - Flussi all'inizio dell'esondazione



Figura n°4.5.3 - Flussi massimi nelle aree di allagamento n°01 - 02 - 03 a monte di del ponte di Via Sant'Antonio

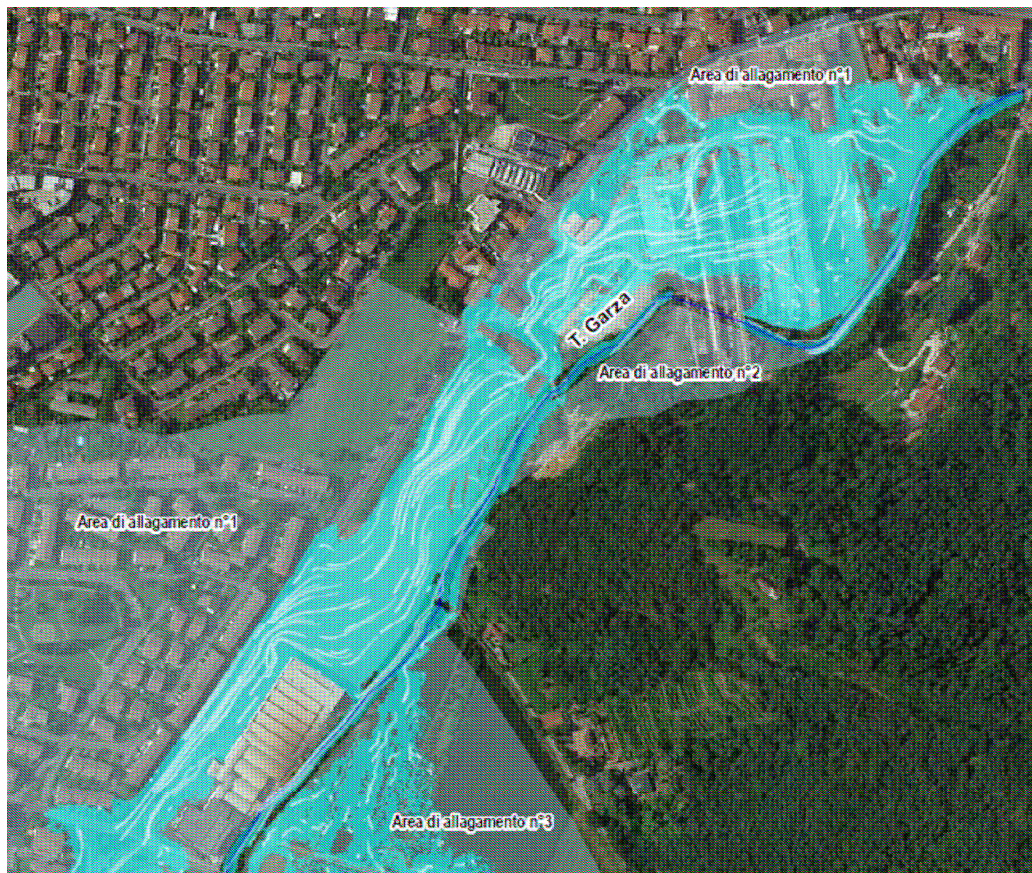


Figura n°4.5.4 - Flussi massimi nelle aree di allagamento n°01-03-04 a monte di crocevia Nave

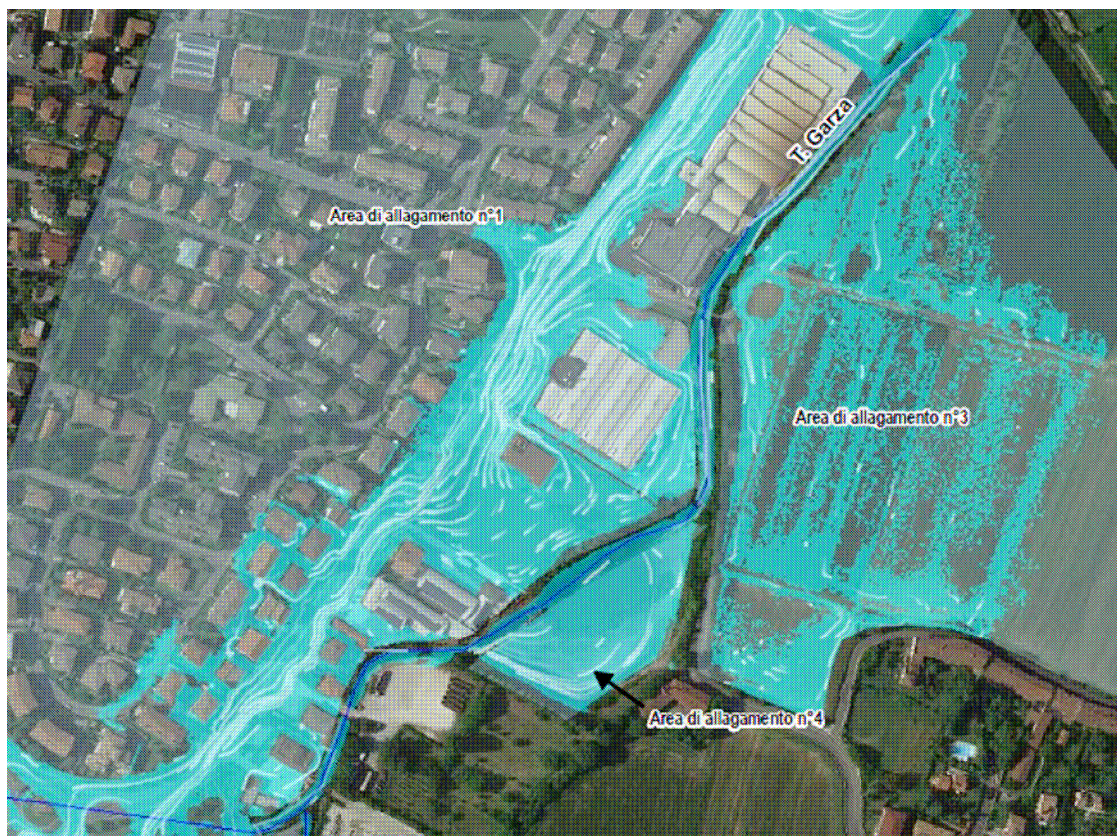


Figura n°4.5.5 - Flussi massimi nelle aree di allagamento n°01 a crocevia Nave

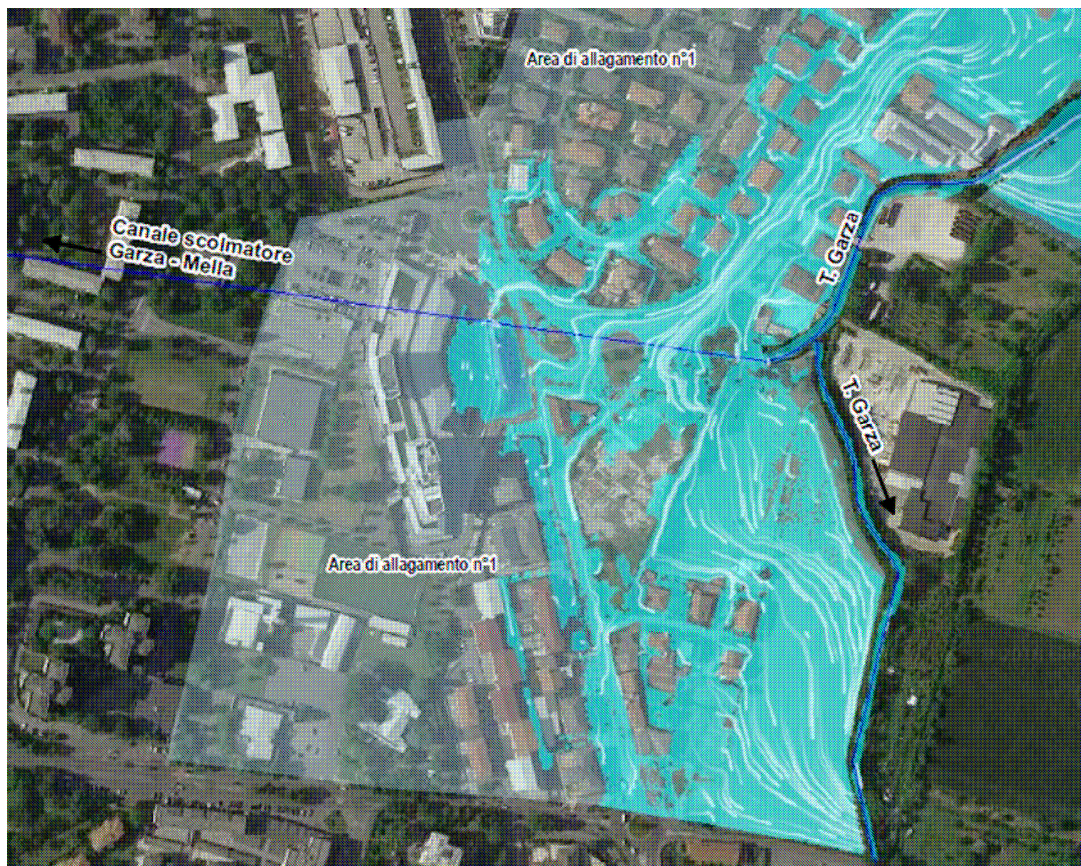


Figura n°4.5.6 - Flussi massimi nelle aree di allagamento n°01 a crocevia Nave



4.6 Rappresentazione grafica dei risultati

Per l'intero ambito, interessato dalle possibili esondazione delle piene del torrente Garza, i risultati dello studio idraulico sono rappresentati nelle allegate carte tematiche, elencate e descritte nel seguito:

Tavola n. V.I. - ALall041-03e – Carta delle aree esondabili – Battente (Garza nord)

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. Garza, 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. - ALall041-04e – Carta delle aree esondabili – Velocità (Garza nord)

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. Garza, 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 redatto in data gennaio 2018 n. V.I. - ALall04l-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. - ALall04l-05e – Carta della pericolosità (Garza nord)

Casi particolari

La modellazione idraulica 2D mostra che alcune parti delle aree esondabili rappresentate nelle mappe del PGRA, relativamente allo scenario di pericolosità poco frequente (P2/M), non risultano interessate dagli allagamenti. Si tratta in ogni caso di aree di modesta estensione, situate in località Conicchio, sia in destra che in sinistra idrografica del Garza.

Per dette aree situate in sinistra del Garza, il limite dell'allagamento, rappresentato nelle mappe del PGRA, è tracciato a mezza costa della pendice collinare del monte S. Giuseppe, a quote superiori di alcuni metri rispetto al livello delle acque esondate nella piana di fondo valle, tali da escludere ogni possibile loro allagamento, anche per eventi con tempo di ritorno superiore ai cento anni. In questo caso, si propone di escludere le aree certamente non esondabili dalle mappe della pericolosità, con l'opportuna modifica dei limiti riportati nelle mappe del PGRA.

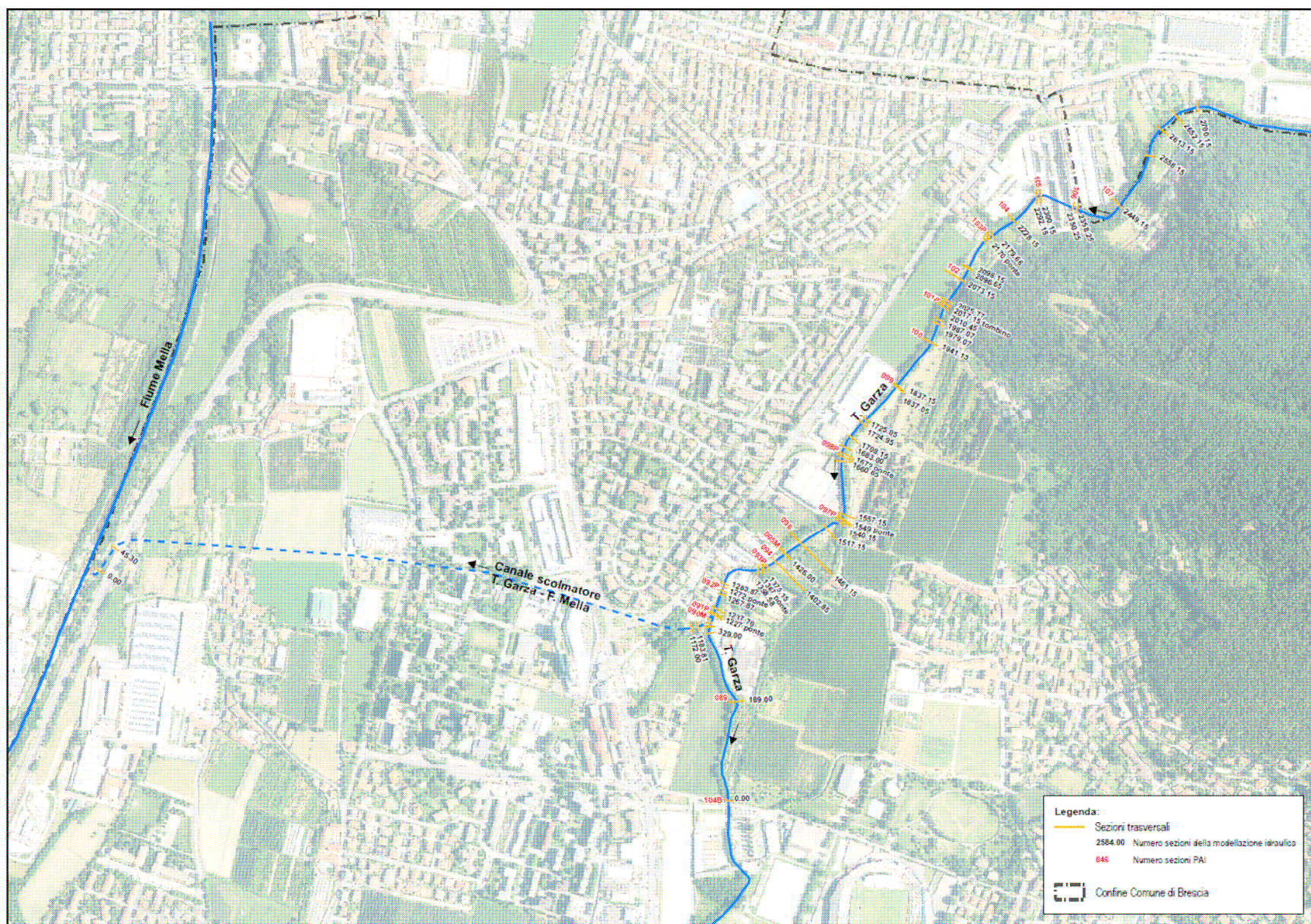
Per le aree situate in destra del Garza, relative ad un tratto della sede stradale di via Conicchio e ad una parte dell'area dello stabilimento industriale dismesso, si propone di estendere ad esse la pericolosità attribuita alle aree contermini (H1), considerata l'assenza di limiti fisici fra loro e della possibilità che la morfologia dell'area dello stabilimento possa essere modificata a seguito di movimenti di materiali e di macerie.

6 ZONAZIONE DEL RISCHIO

La zonazione del rischio, all'interno delle aree allagabili, è eseguita secondo il procedimento illustrato nel capitolo 4 dell'allegato redatto in data gennaio 2018 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.

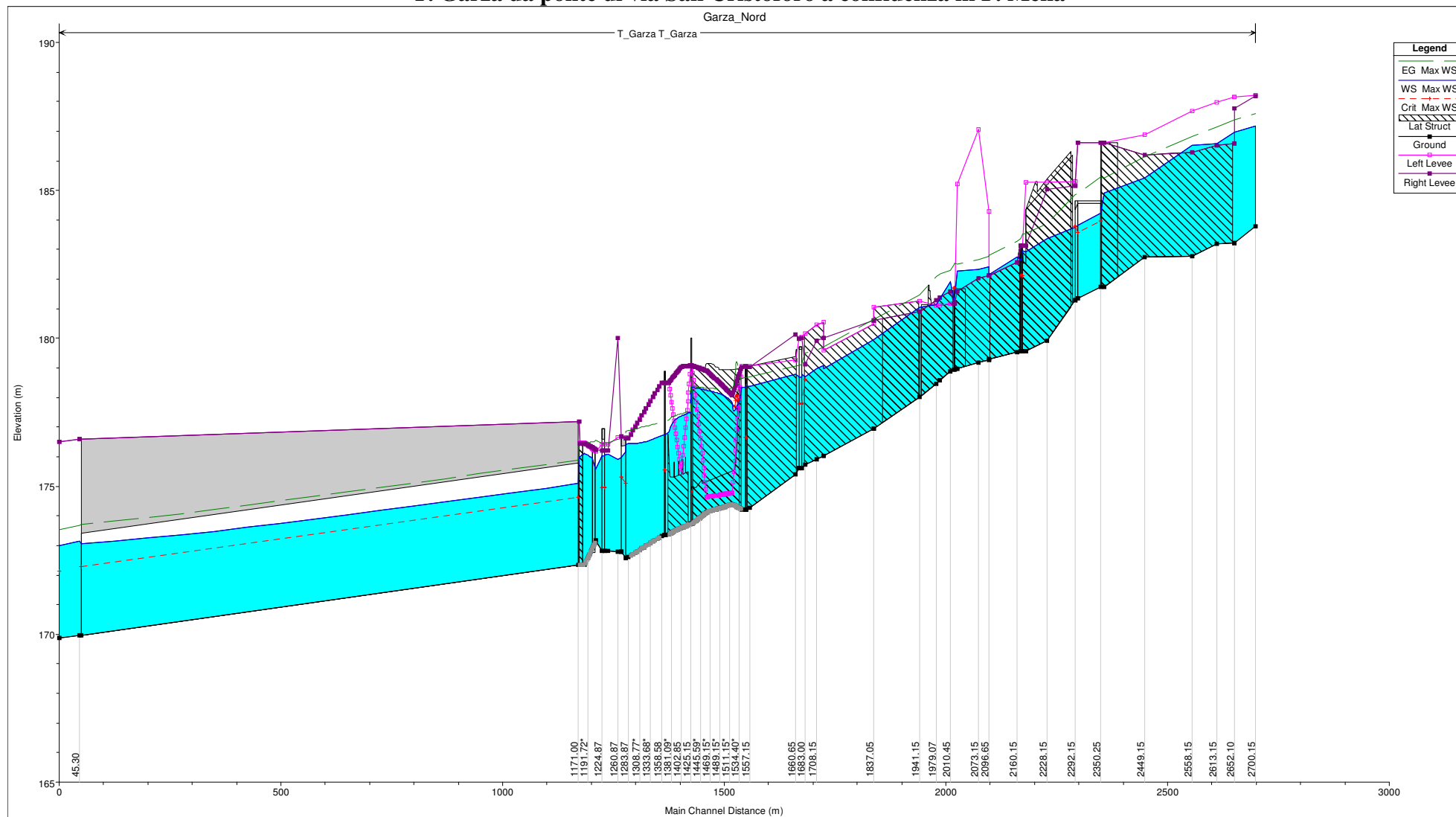
Le aree allagate sono così suddivise nelle quattro classi di rischio decrescente: R4, R3, R2, R1, come rappresentato nella tavola grafica dell'allegato V.I. - ALall041-06e – Carta del rischio (Garza nord).

7 SCHEMI GRAFICI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA - T. GARZA PLANIMETRIA



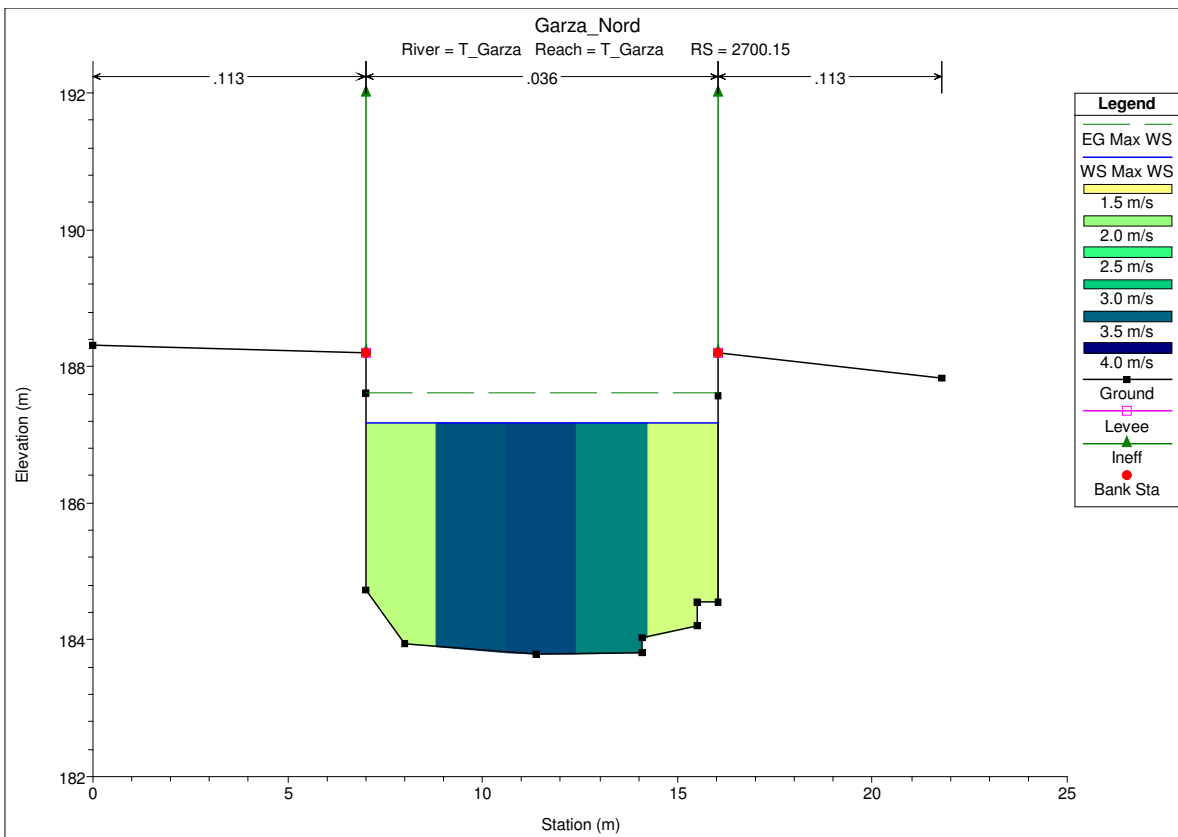
PROFILO IDRAULICO

Inviluppo delle altezze massime della piena con TR 100 nelle sezioni
T. Garza da ponte di via San Cristoforo a confluenza in F. Mella

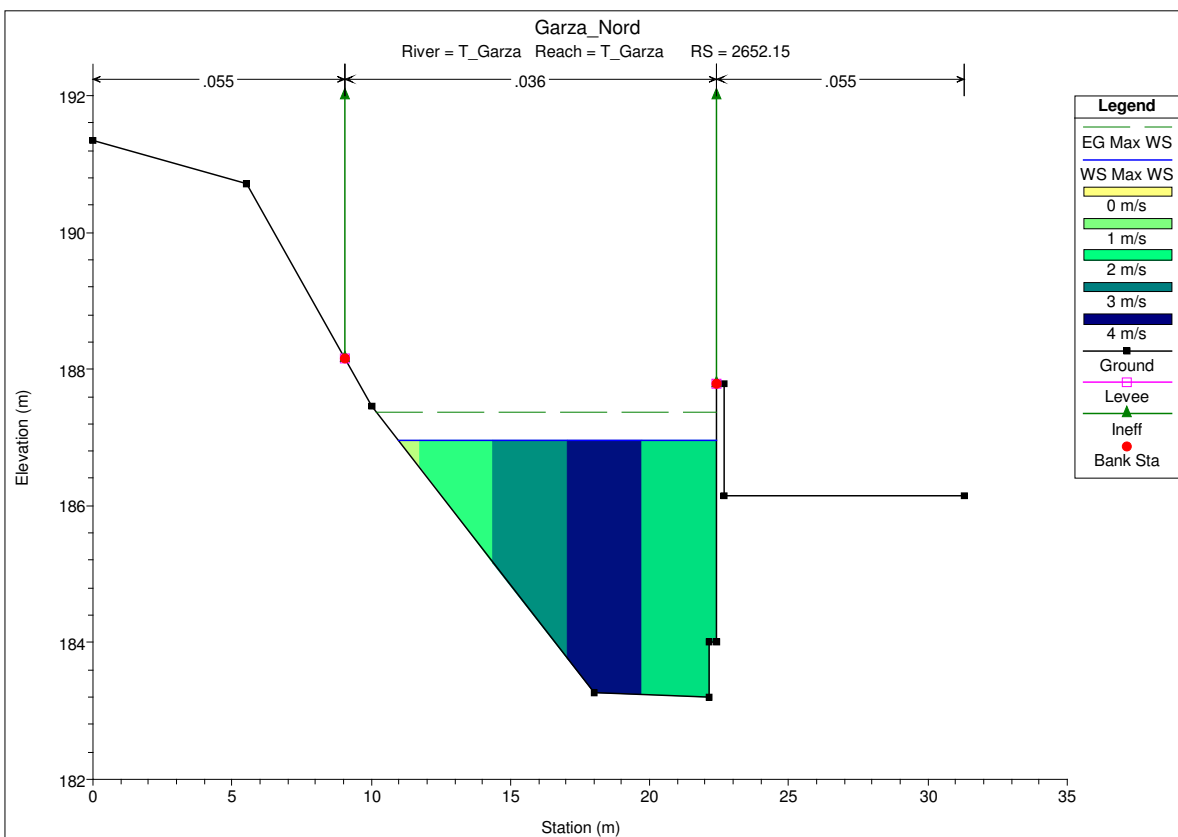


SEZIONI – Altezze massime della piena con TR 100

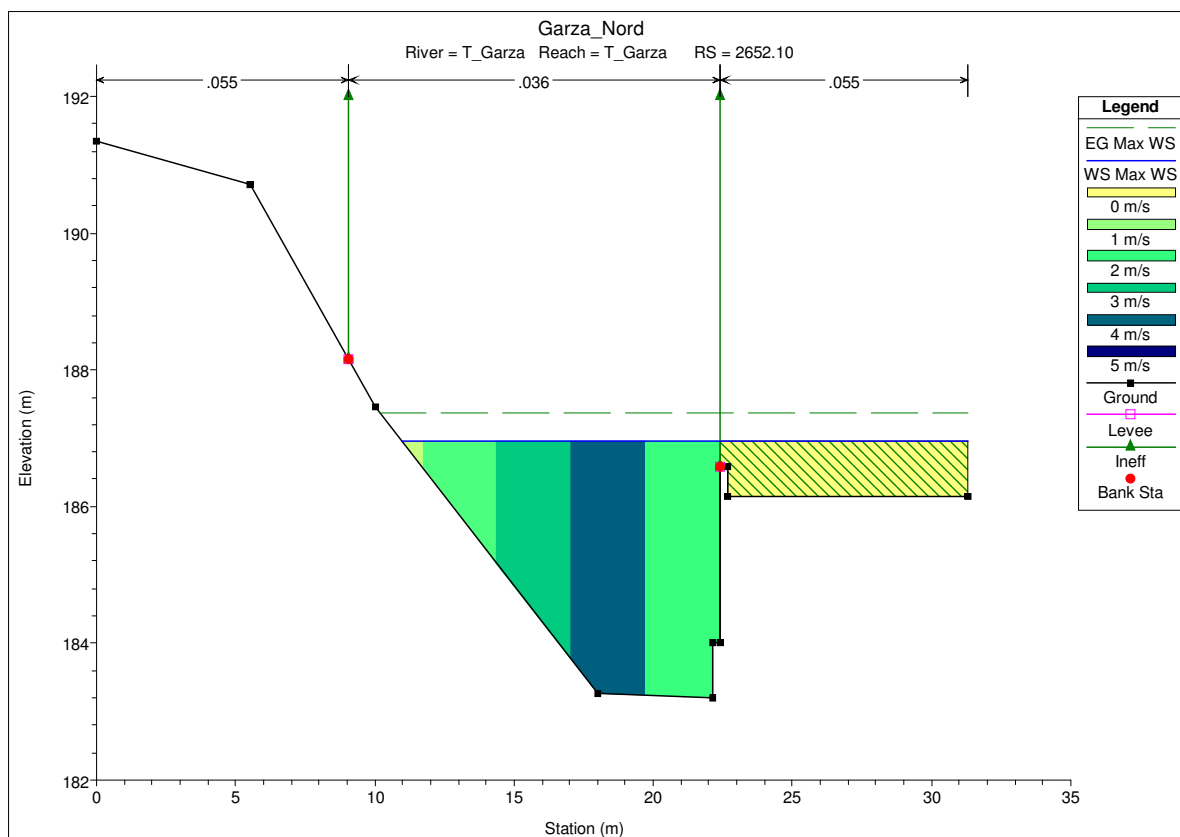
SEZIONE n° 2700.15



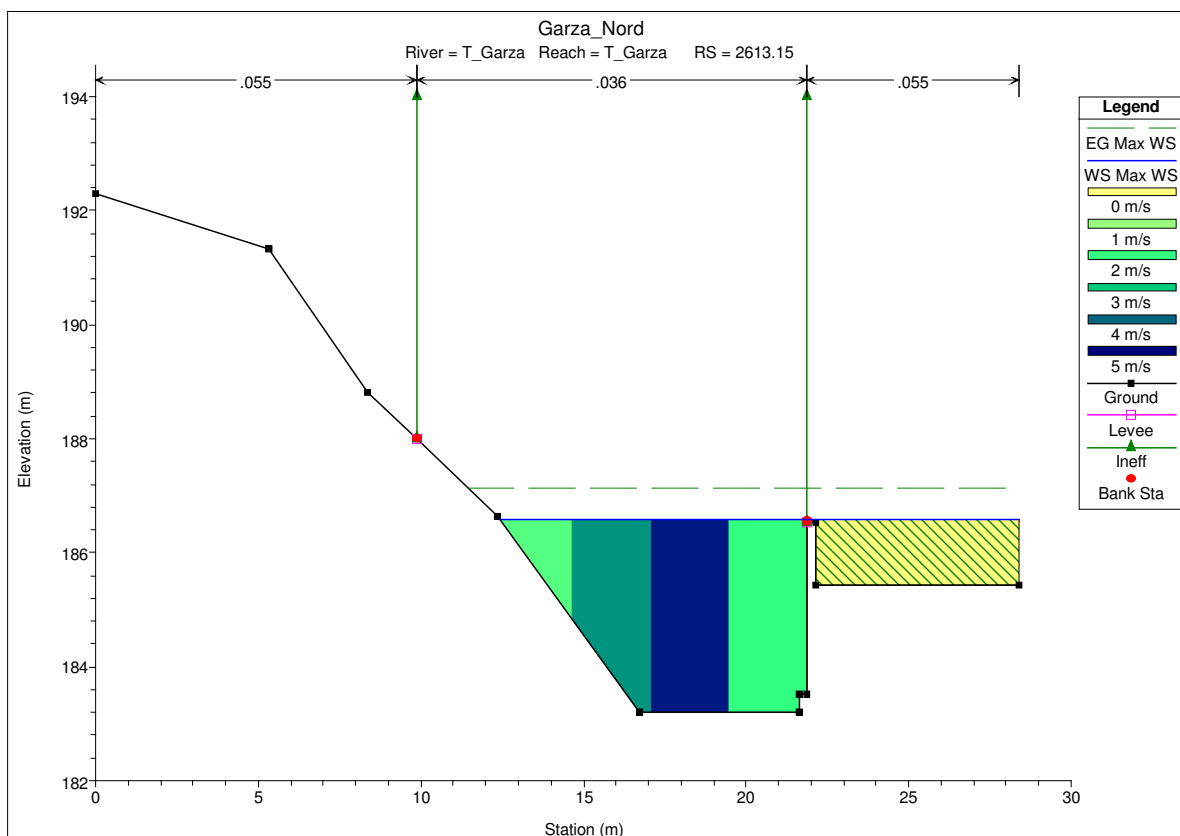
SEZIONE n° 2652.15



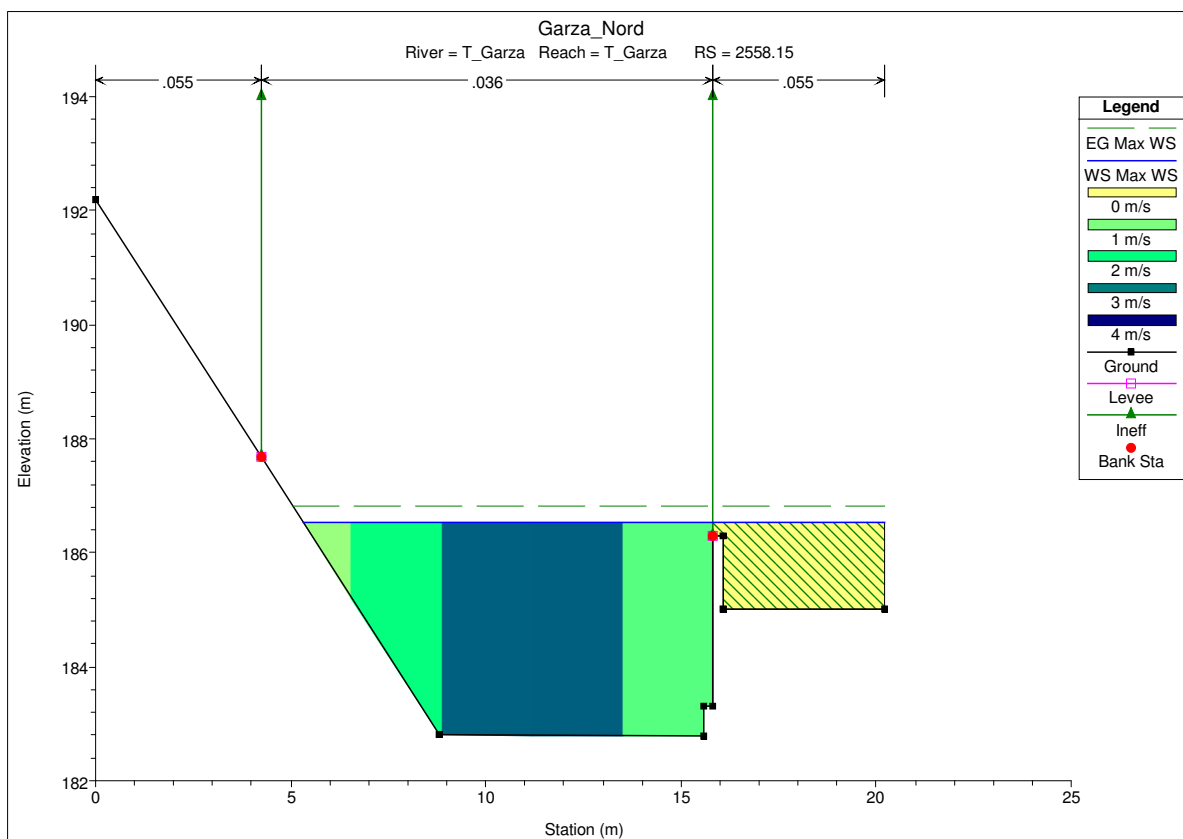
SEZIONE n° 2652.10



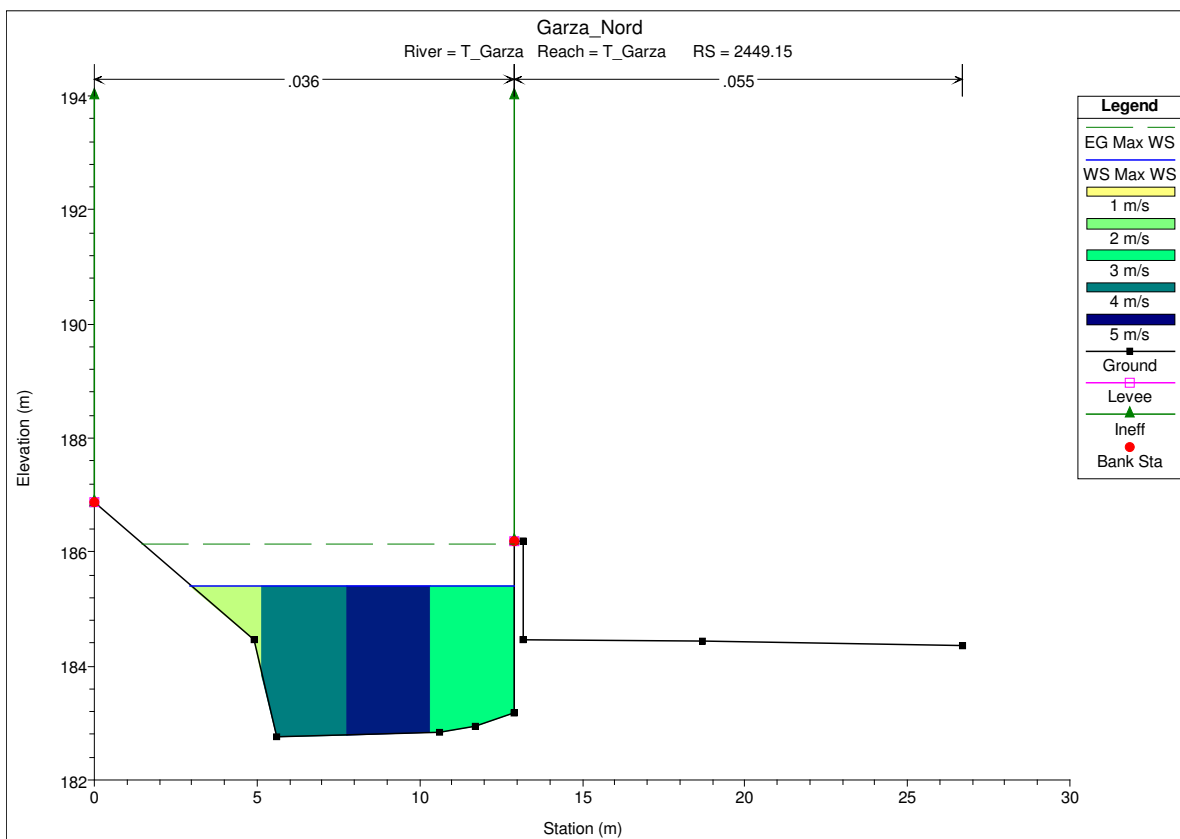
SEZIONE n° 2613.15



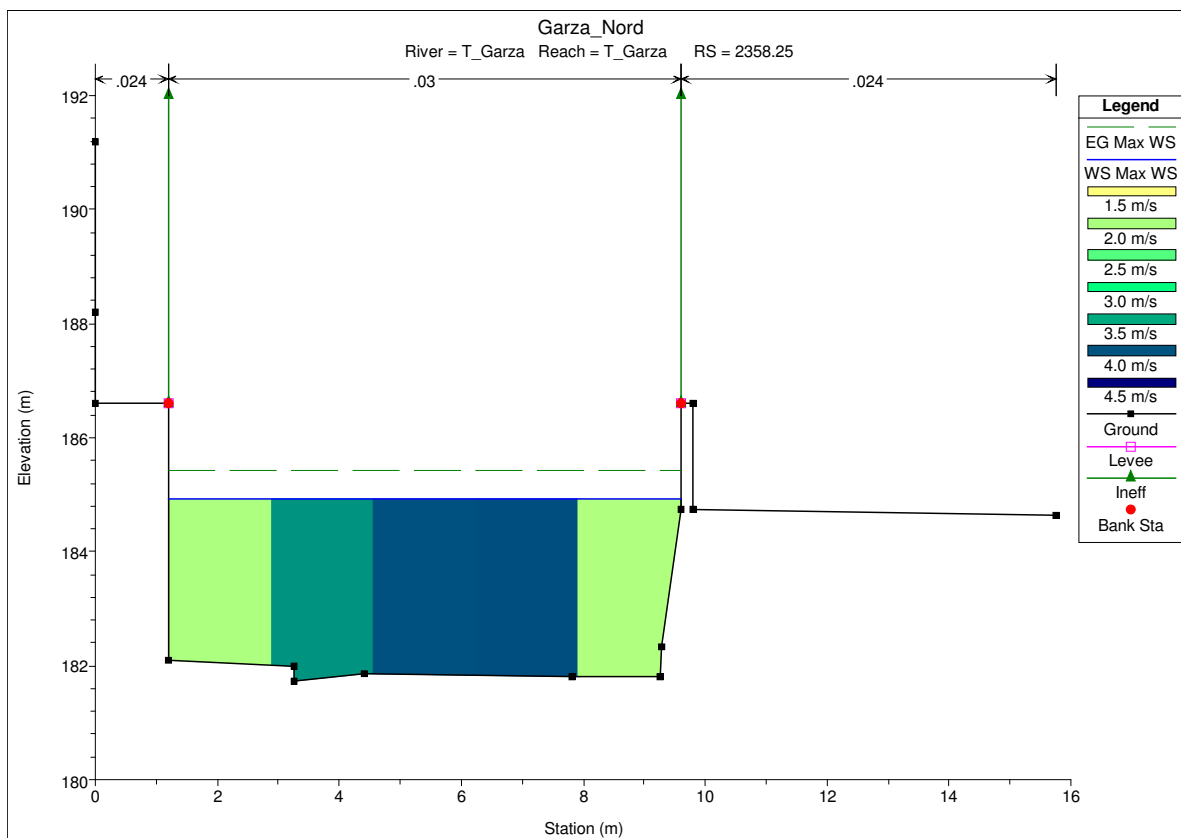
SEZIONE n° 2558.15



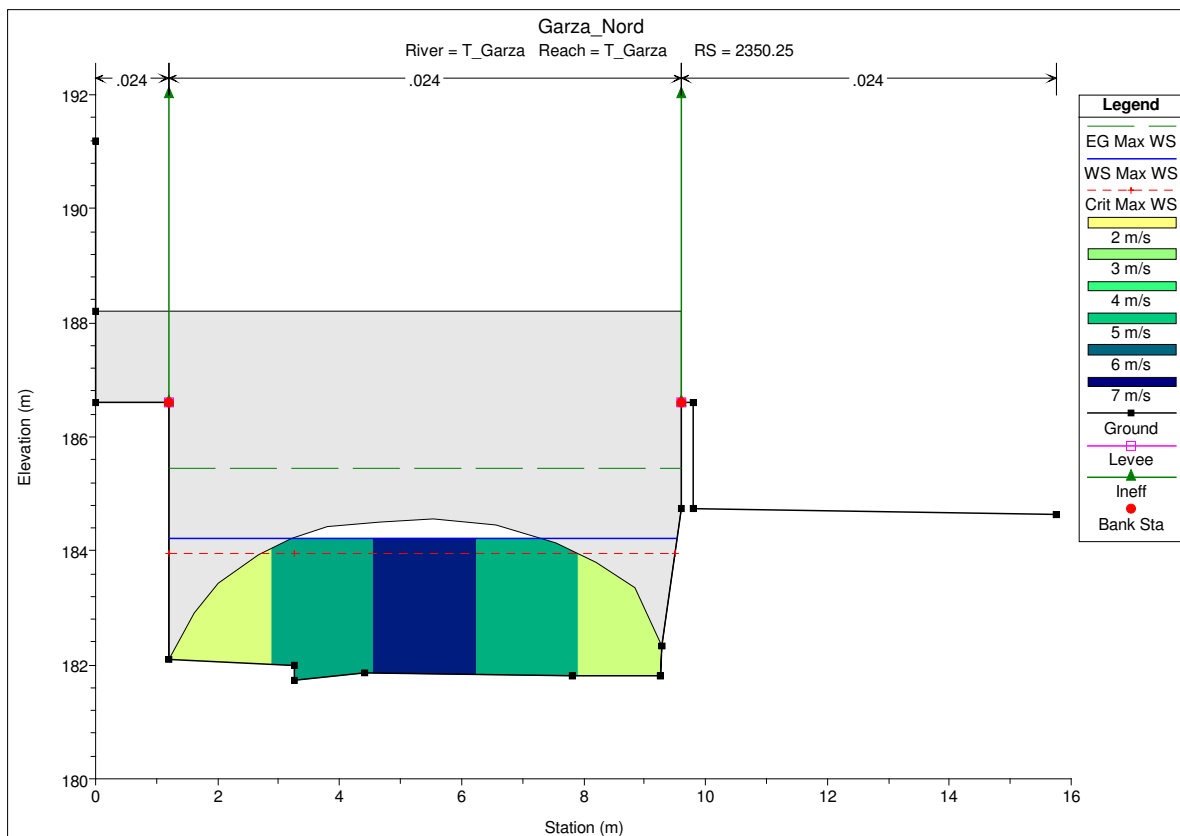
SEZIONE n° 2449.15



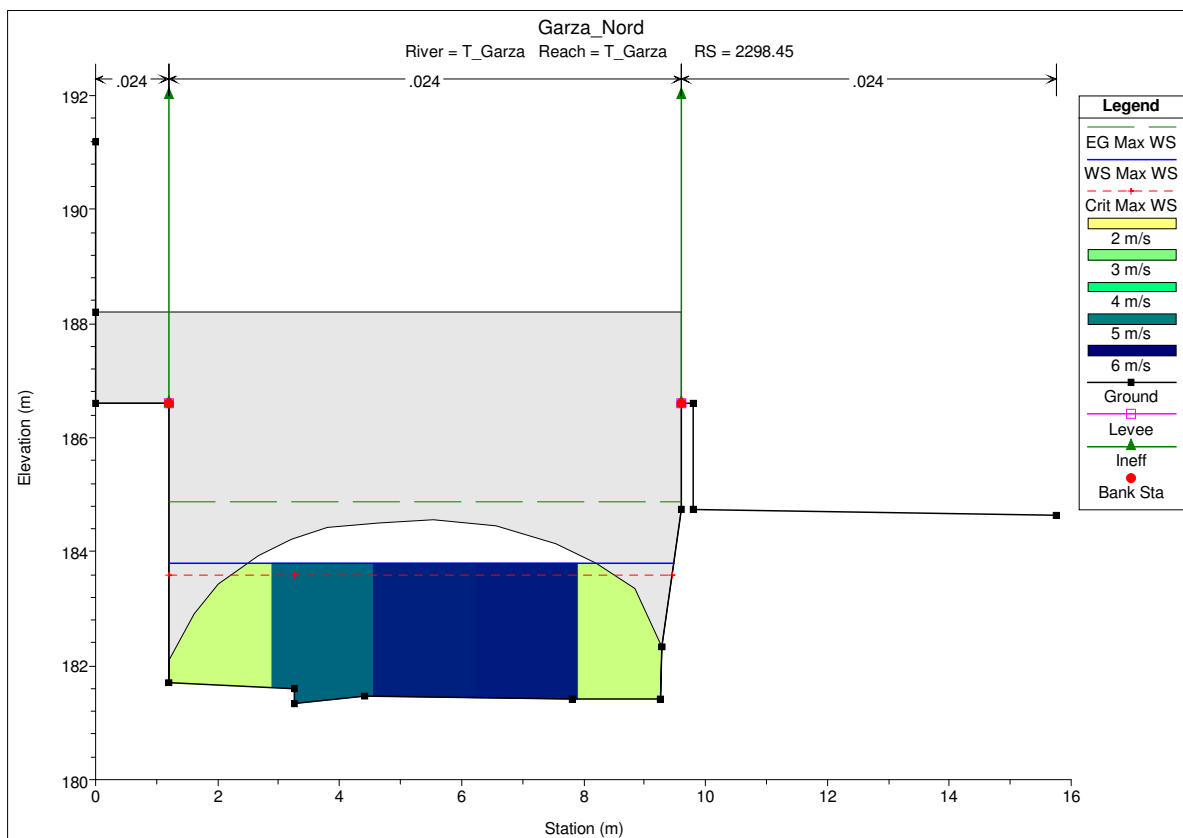
SEZIONE n° 2358.25



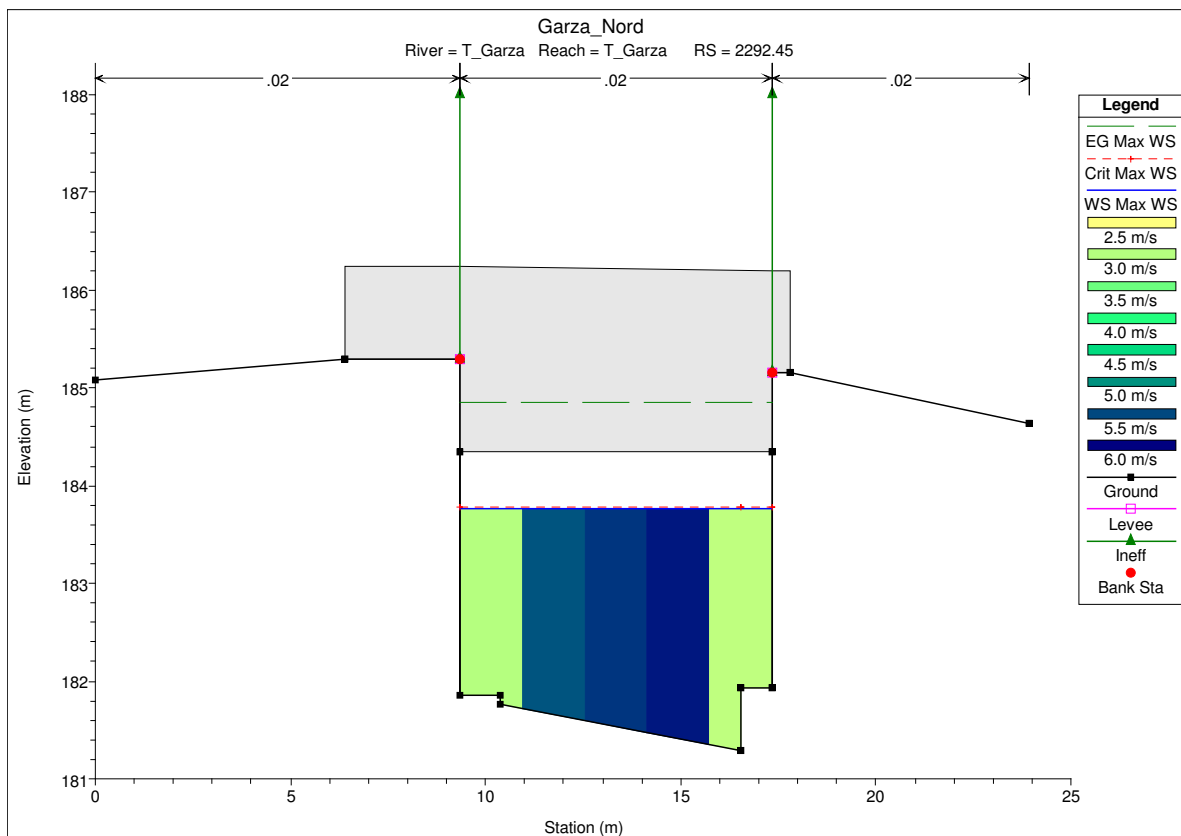
SEZIONE n° 2350.25



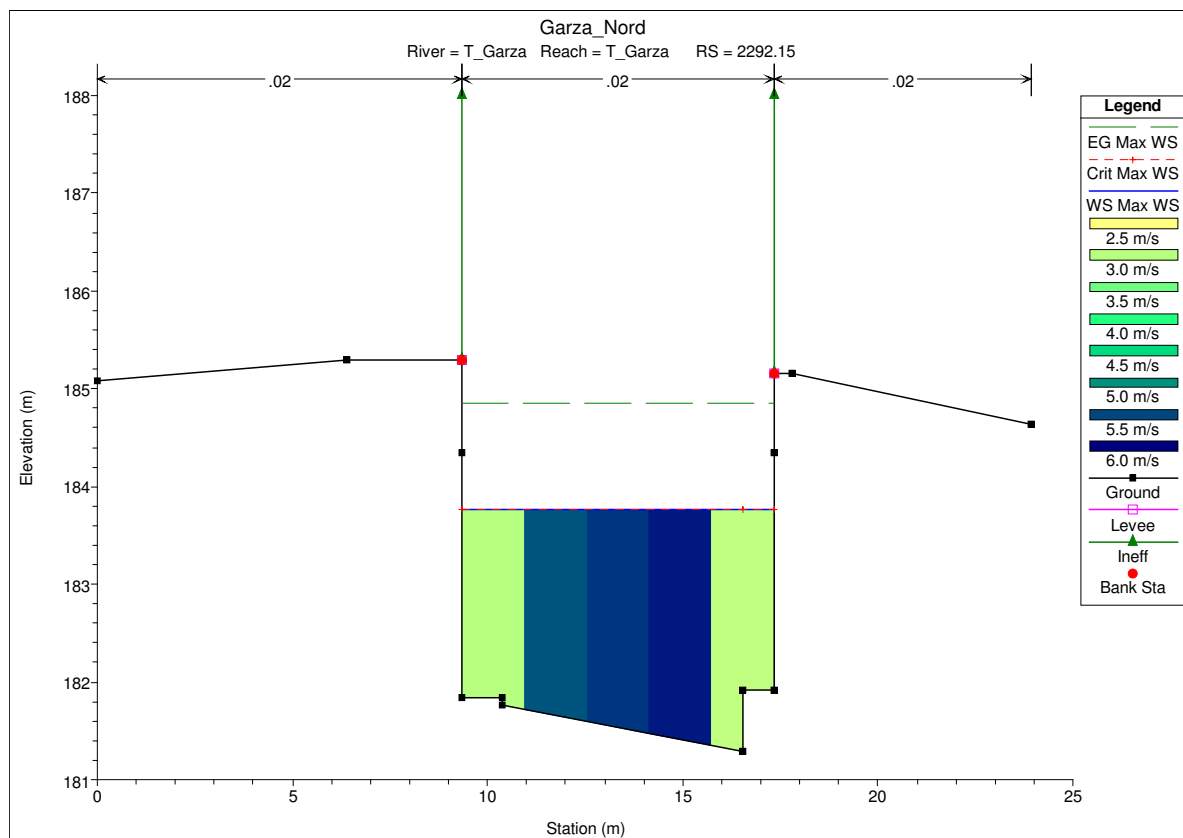
SEZIONE n° 2298.45



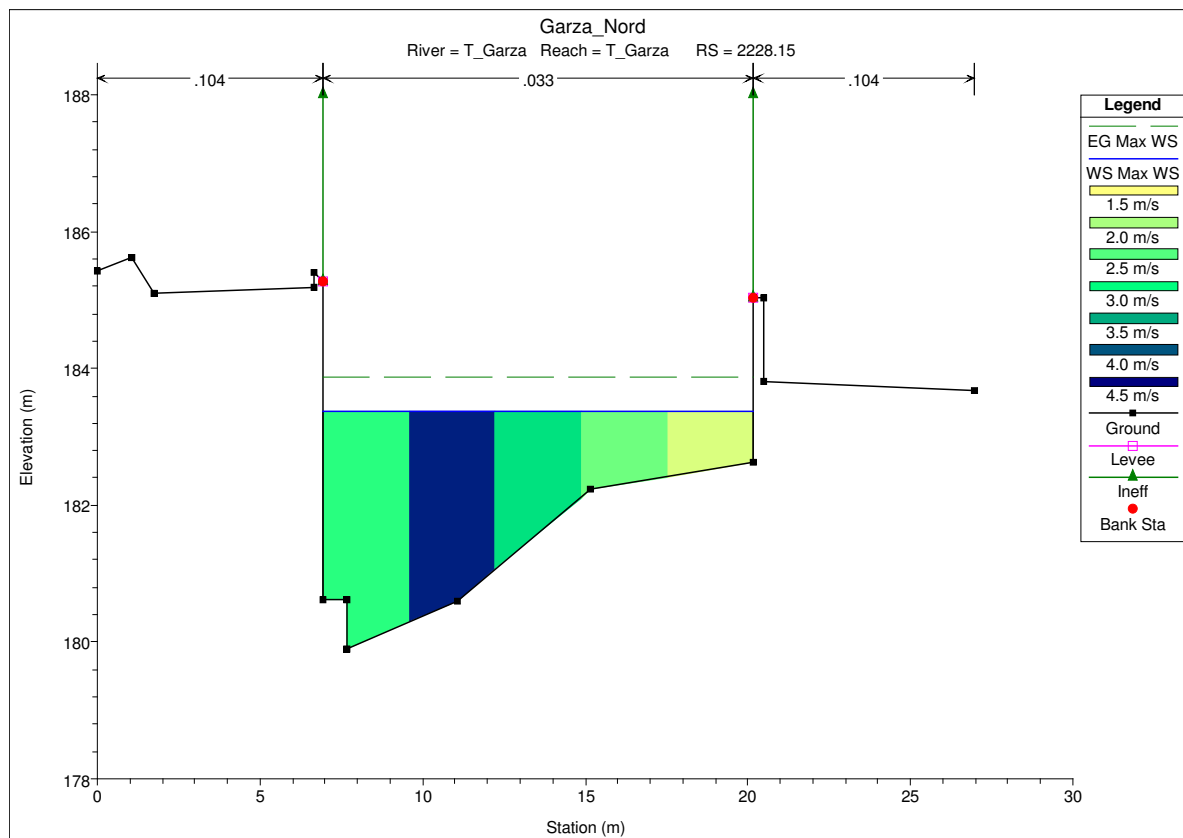
SEZIONE n° 2292.45



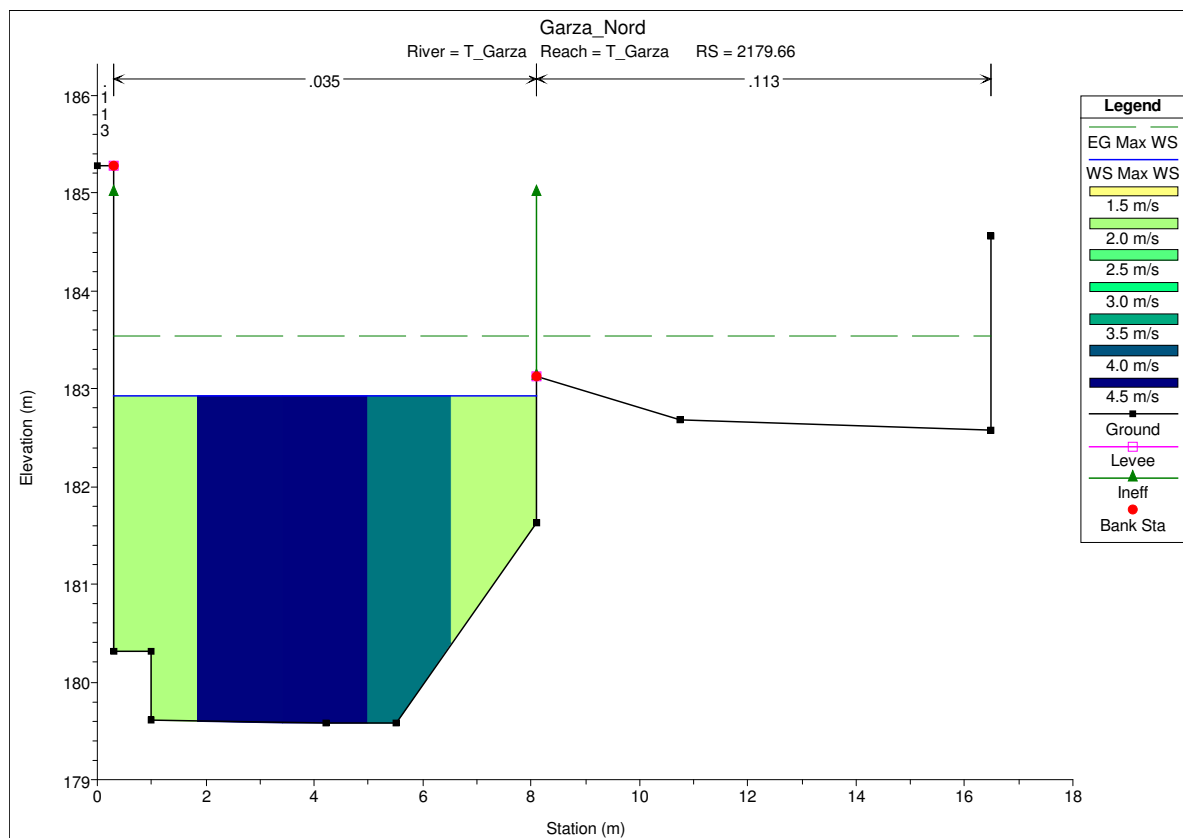
SEZIONE n° 2292.15



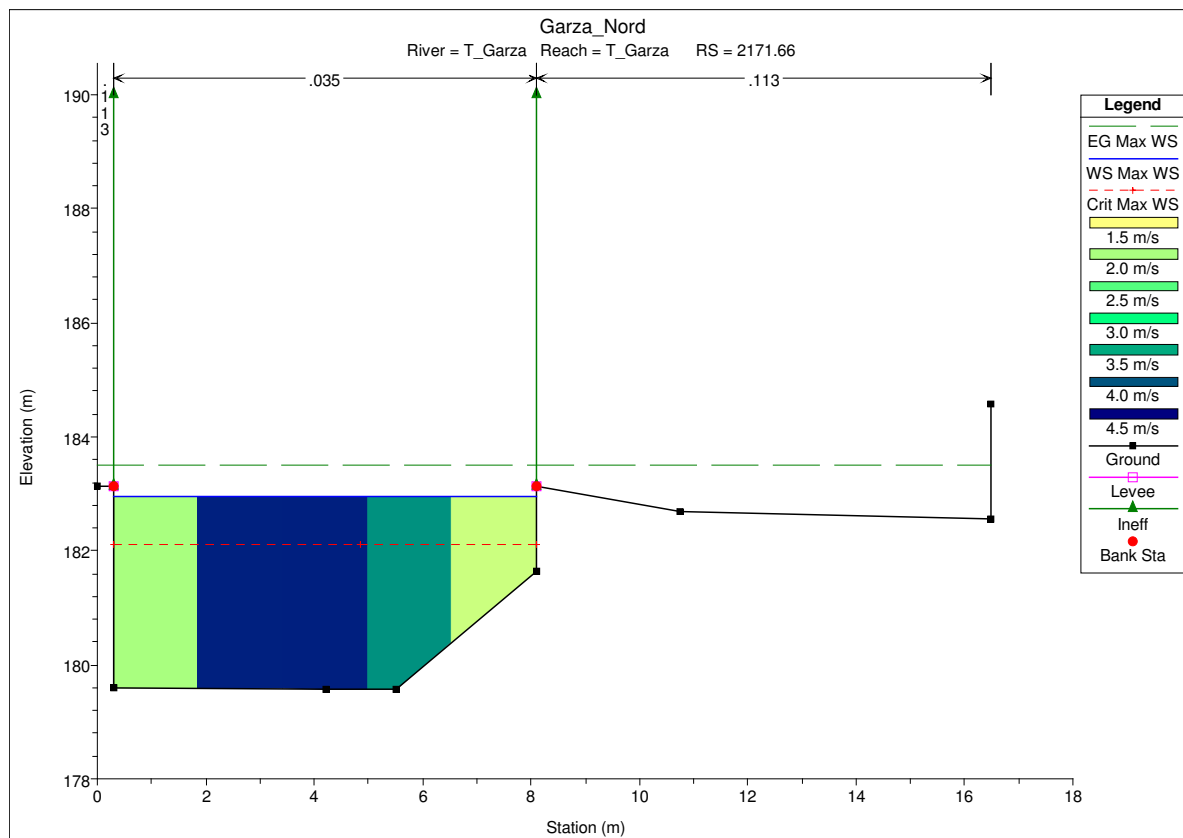
SEZIONE n° 2228.15



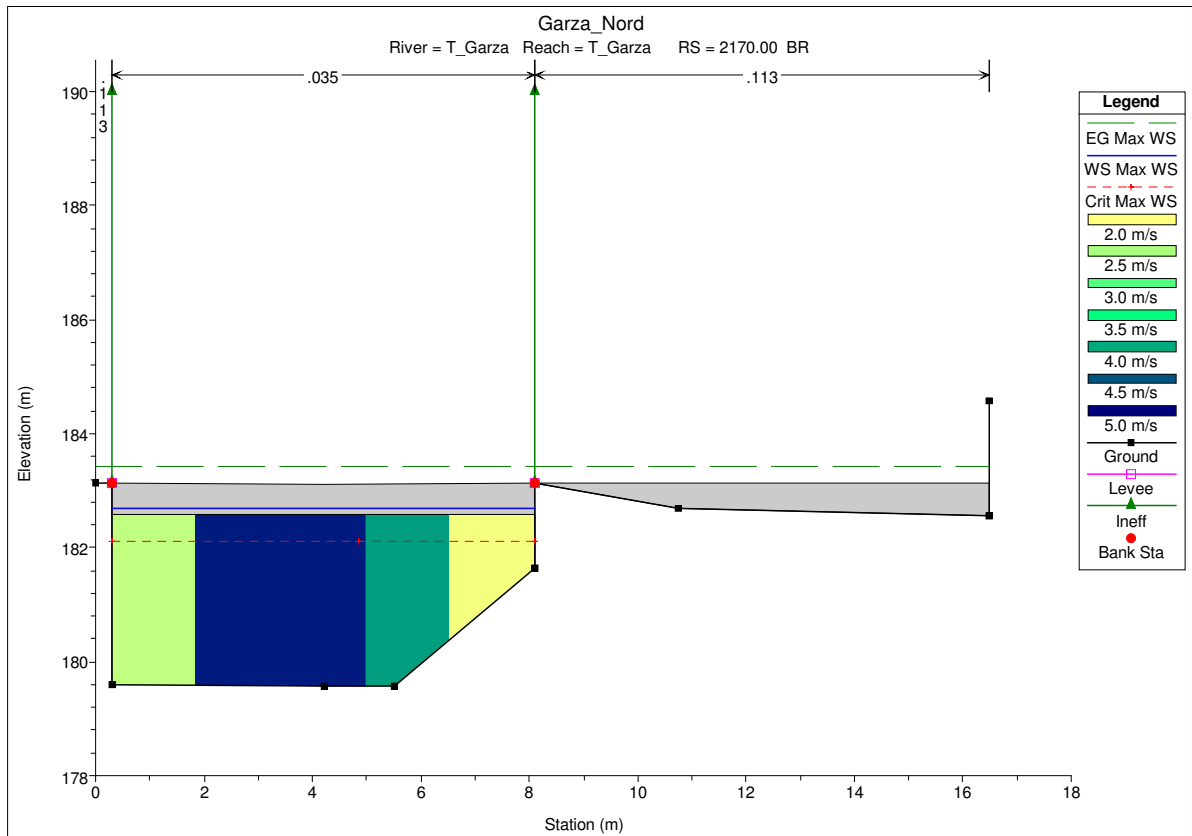
SEZIONE n° 2179.66



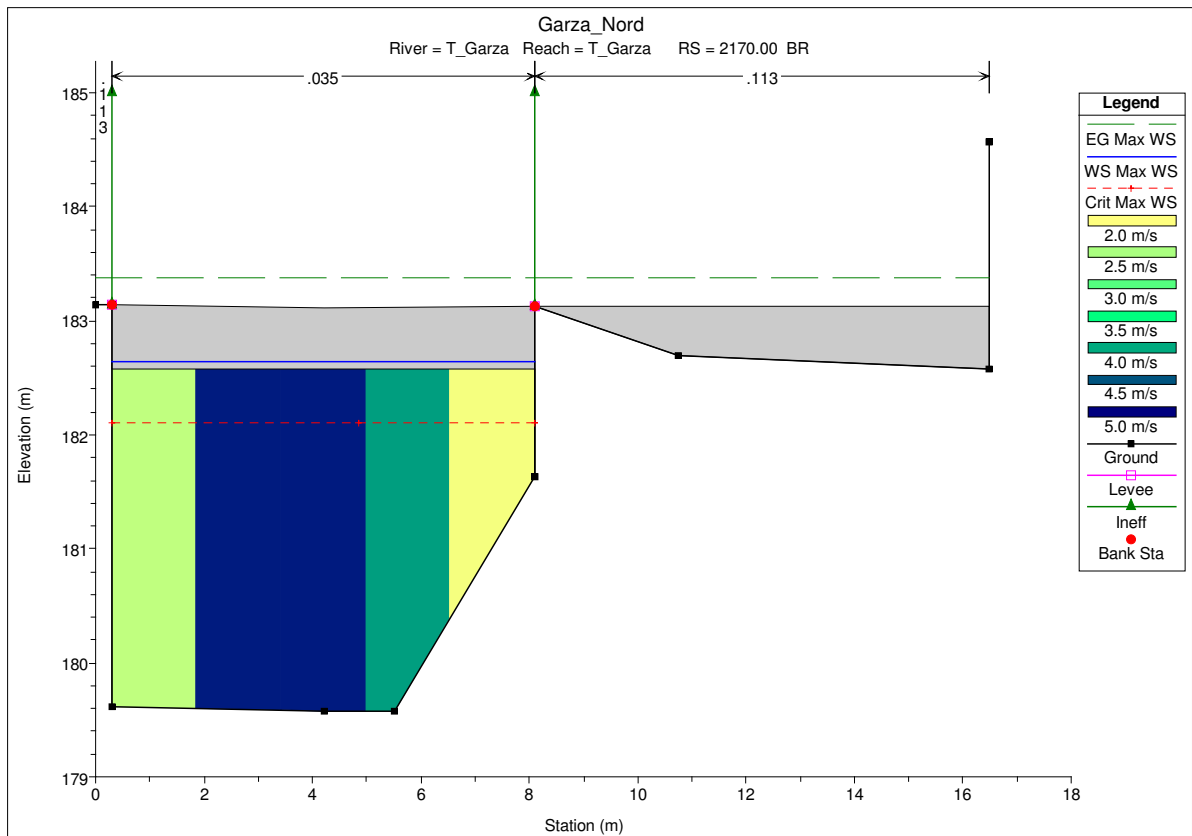
SEZIONE n° 2171.66



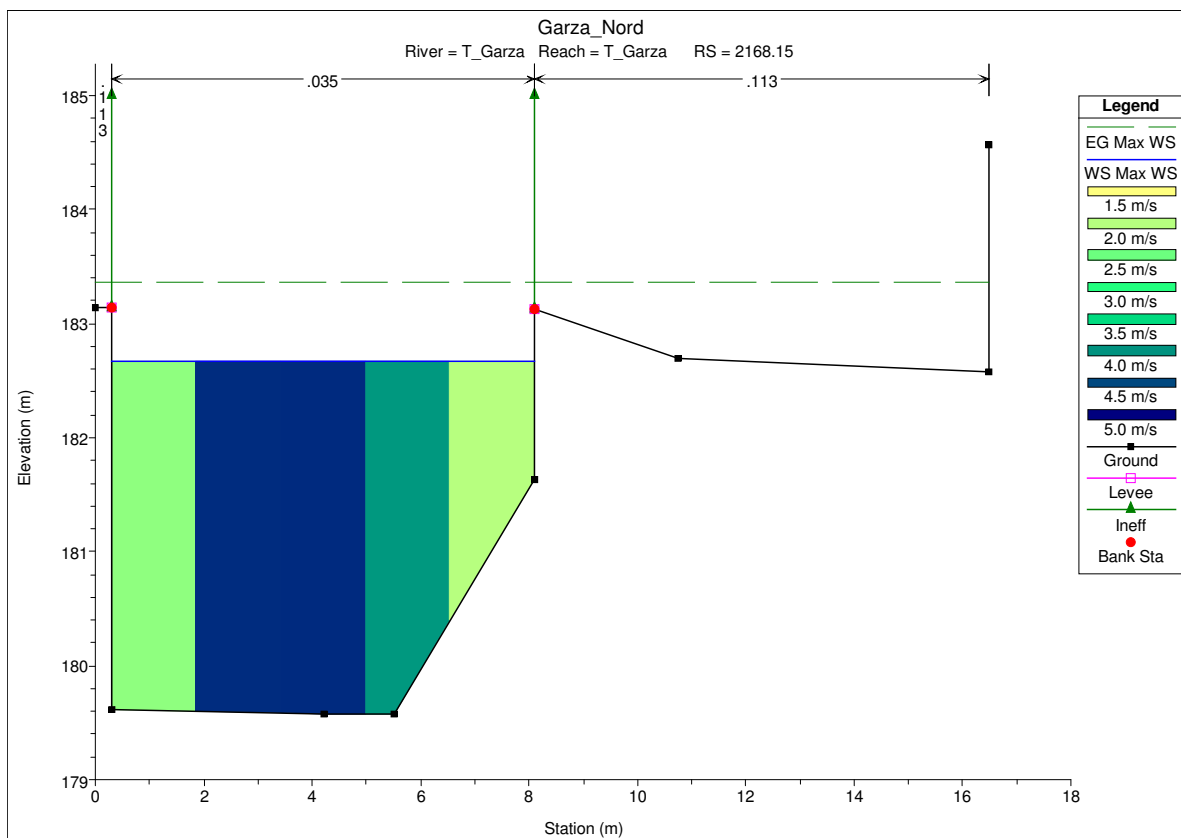
SEZIONE n° 2170 PONTE (Sez. di monte)



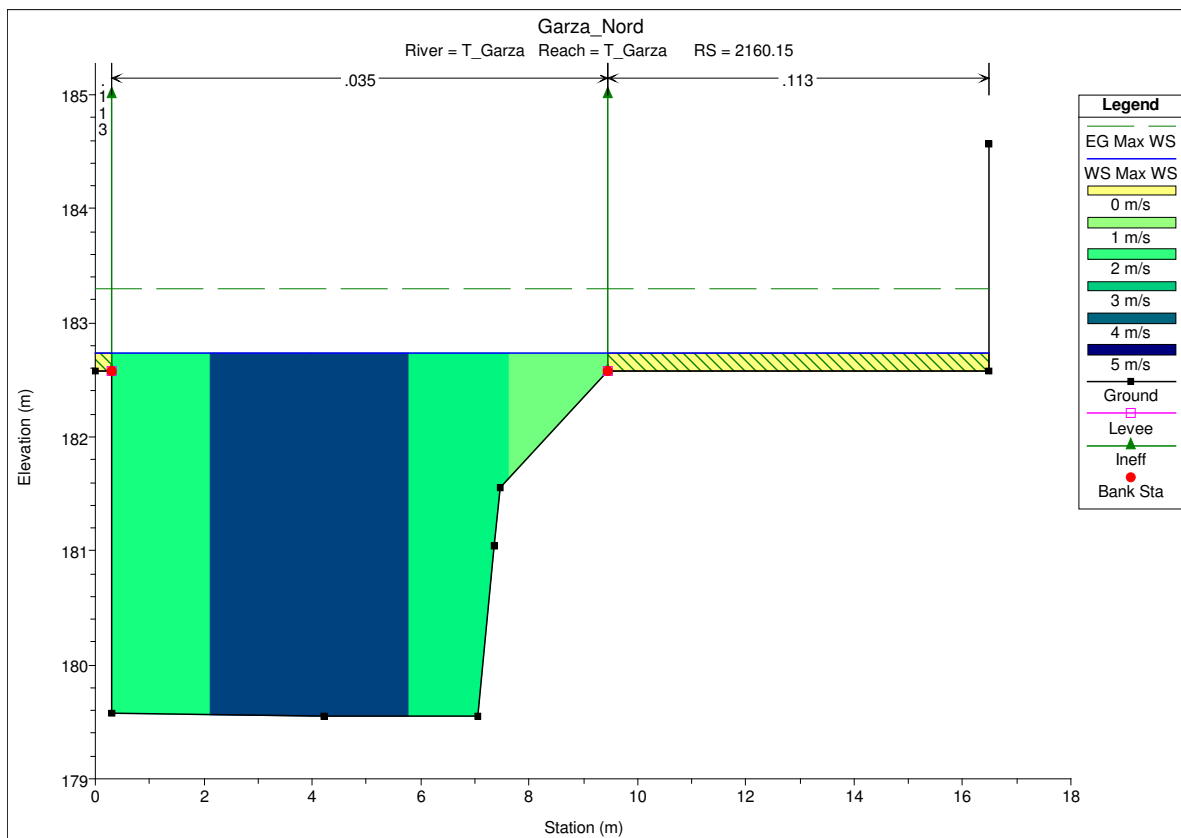
SEZIONE n° 2170 PONTE (Sez. di valle)



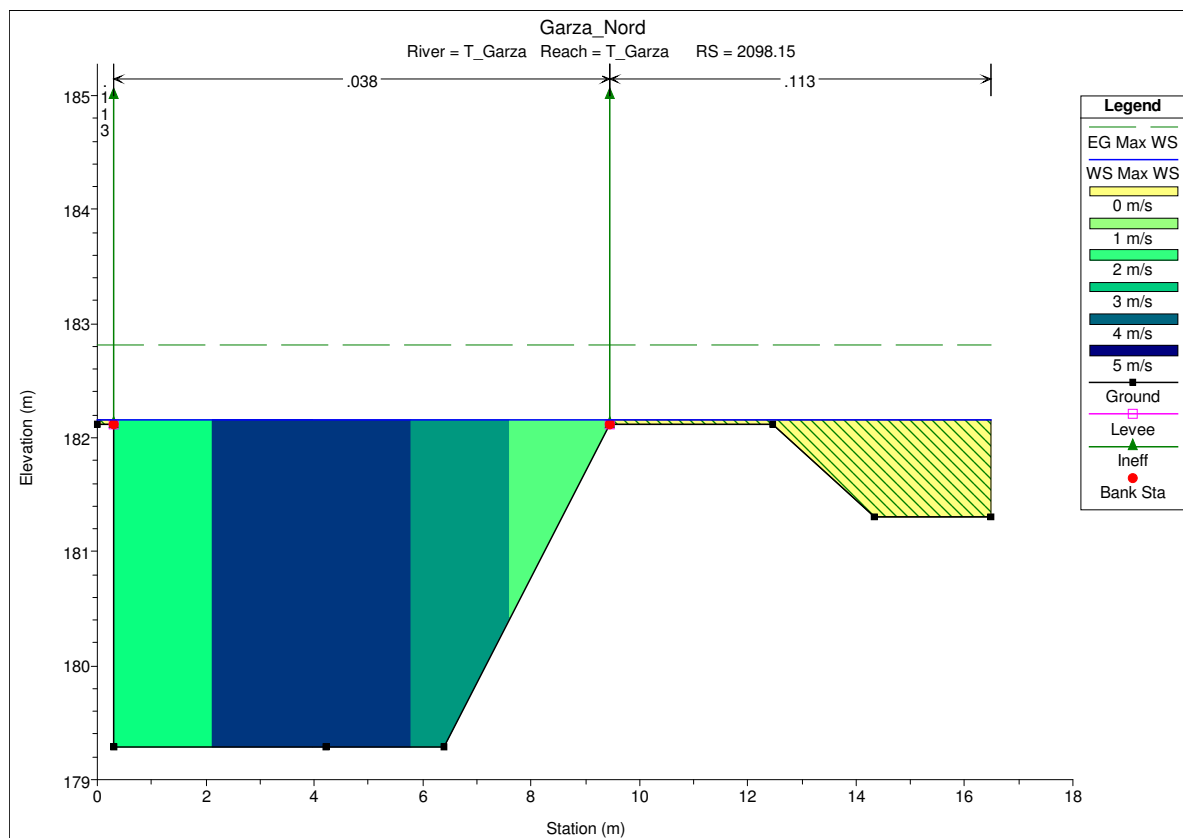
SEZIONE n° 2168.15



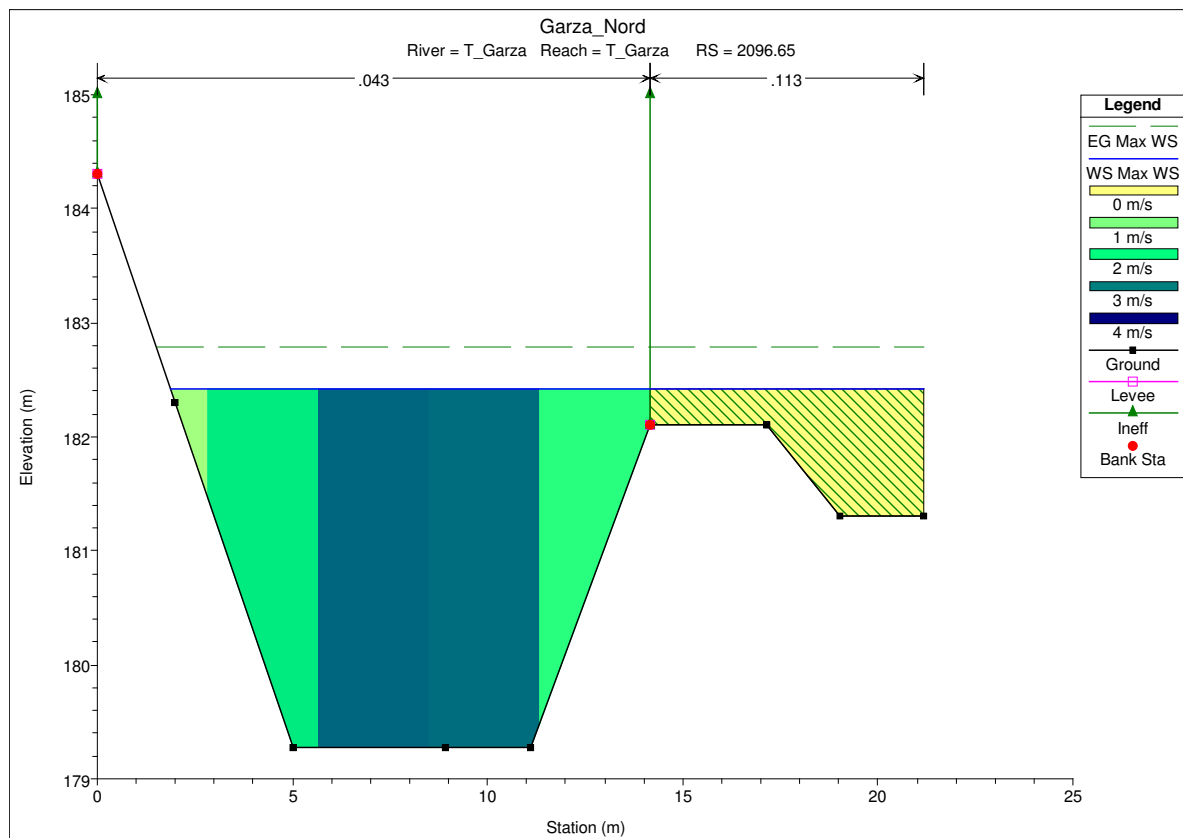
SEZIONE n° 2160.15



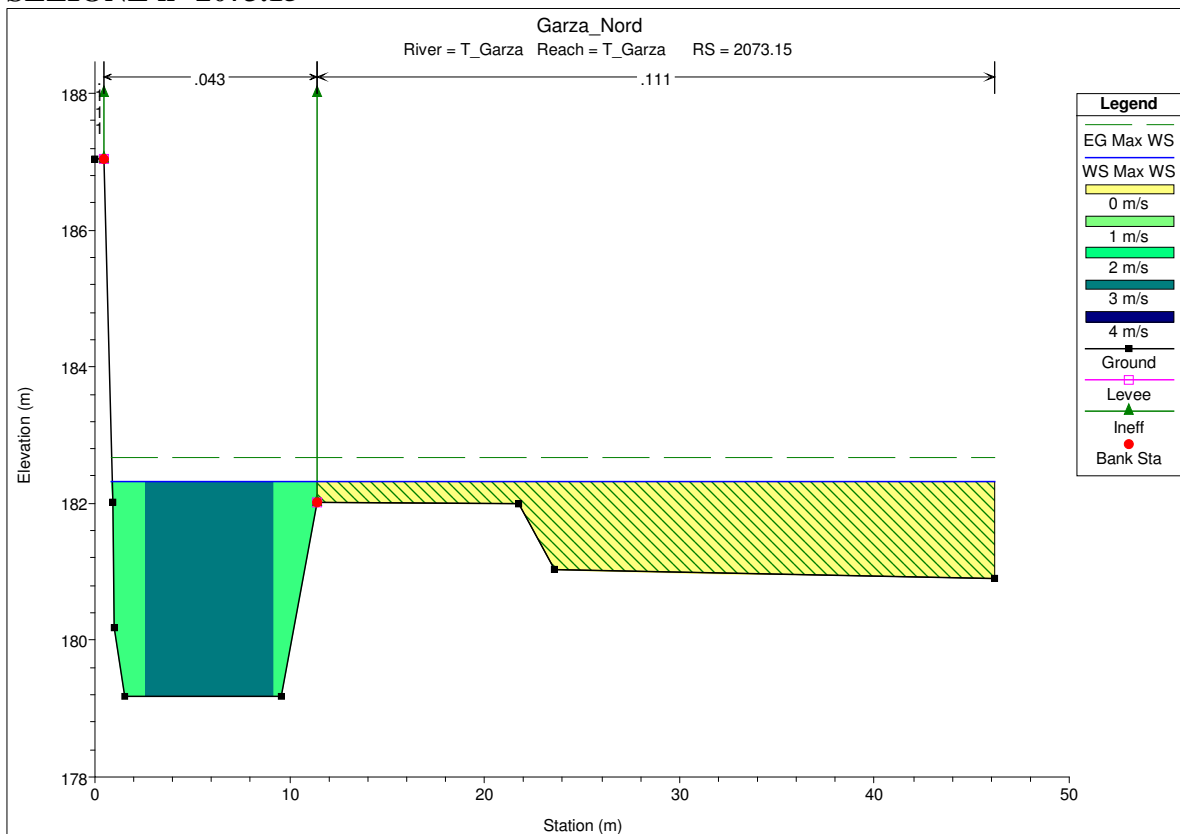
SEZIONE n° 2098.15



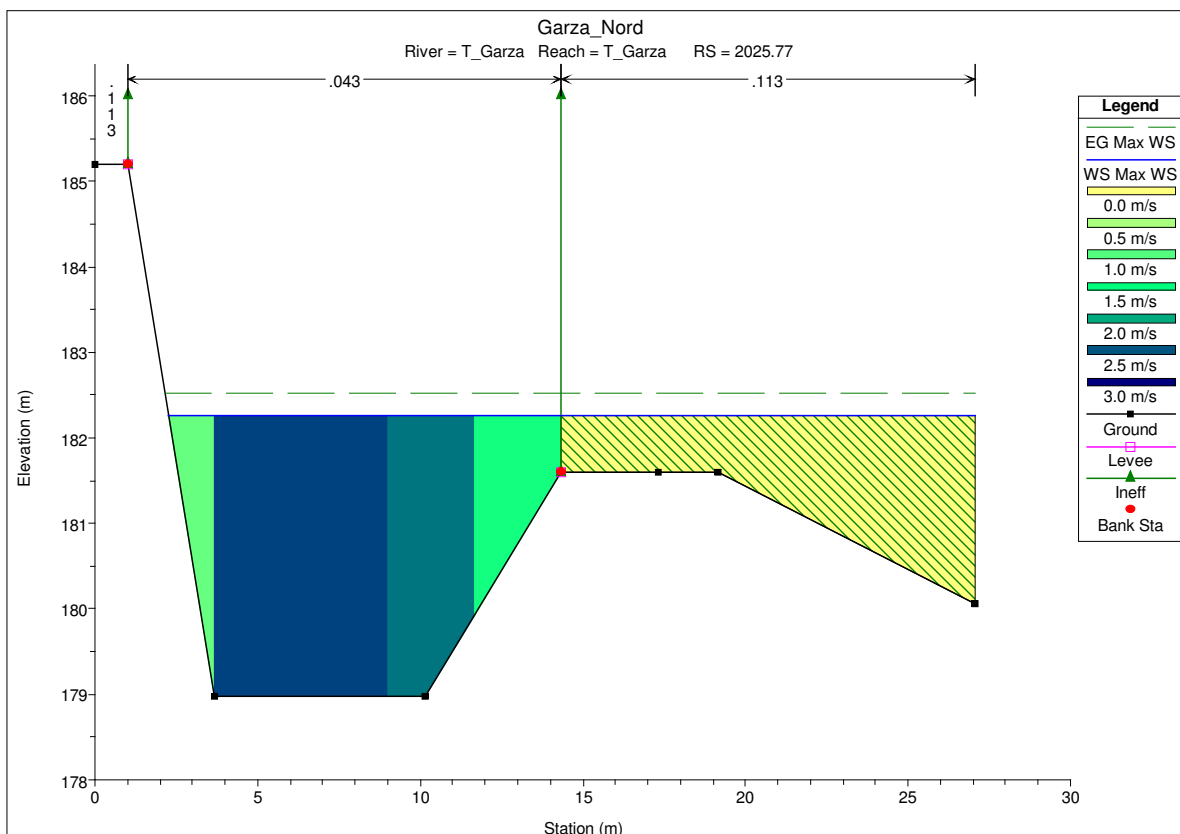
SEZIONE n° 2096.65



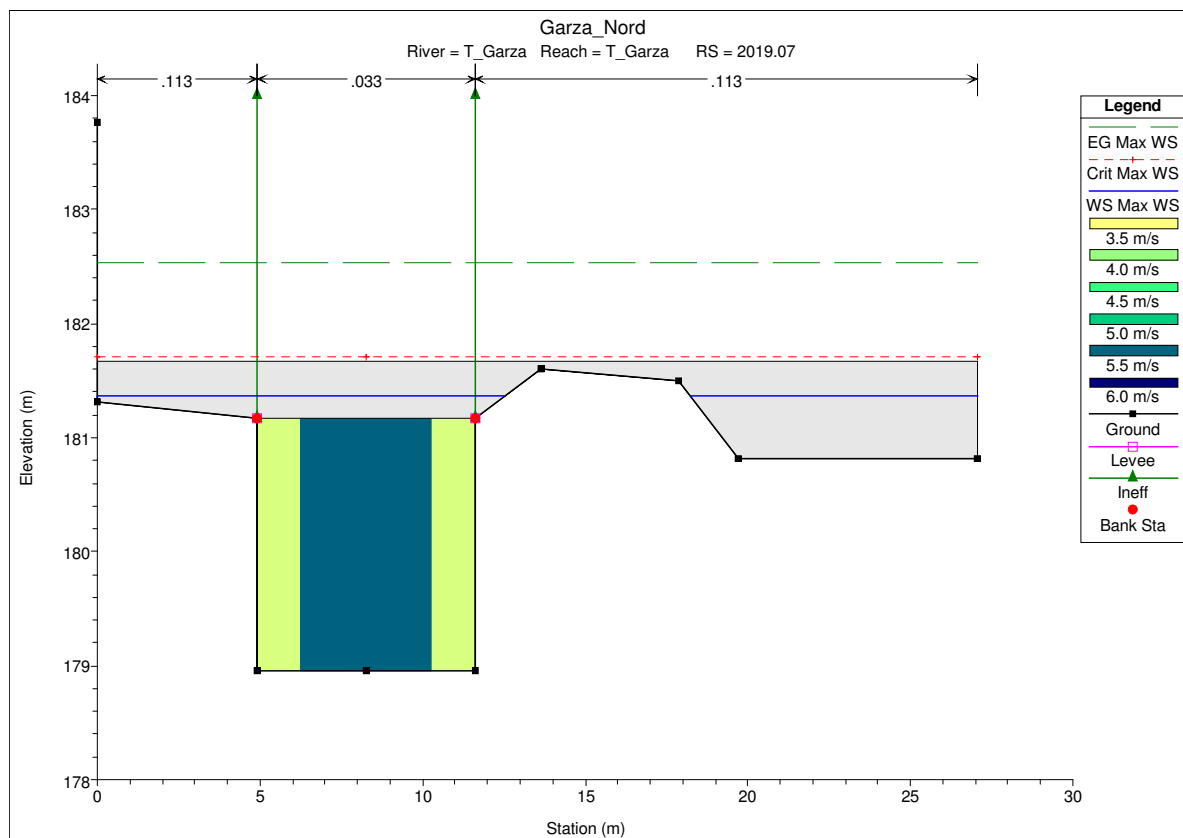
SEZIONE n° 2073.15



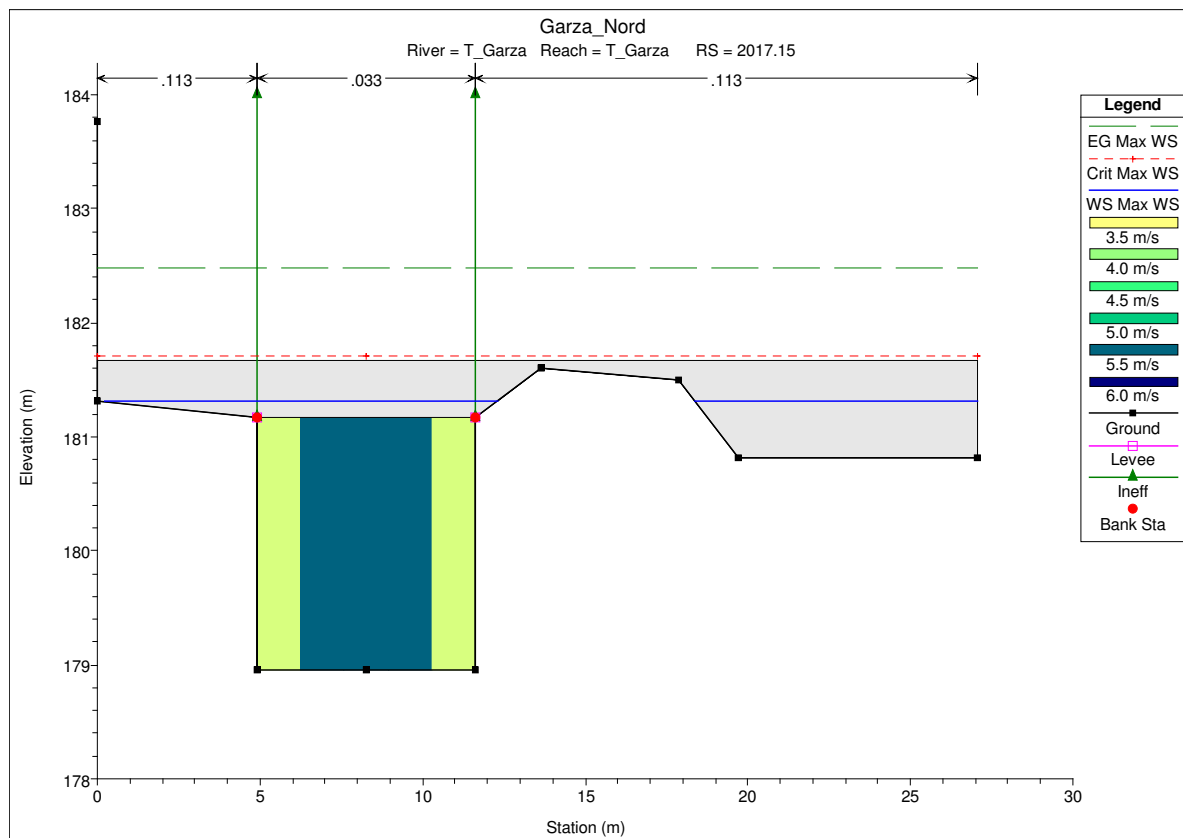
SEZIONE n° 2025.77



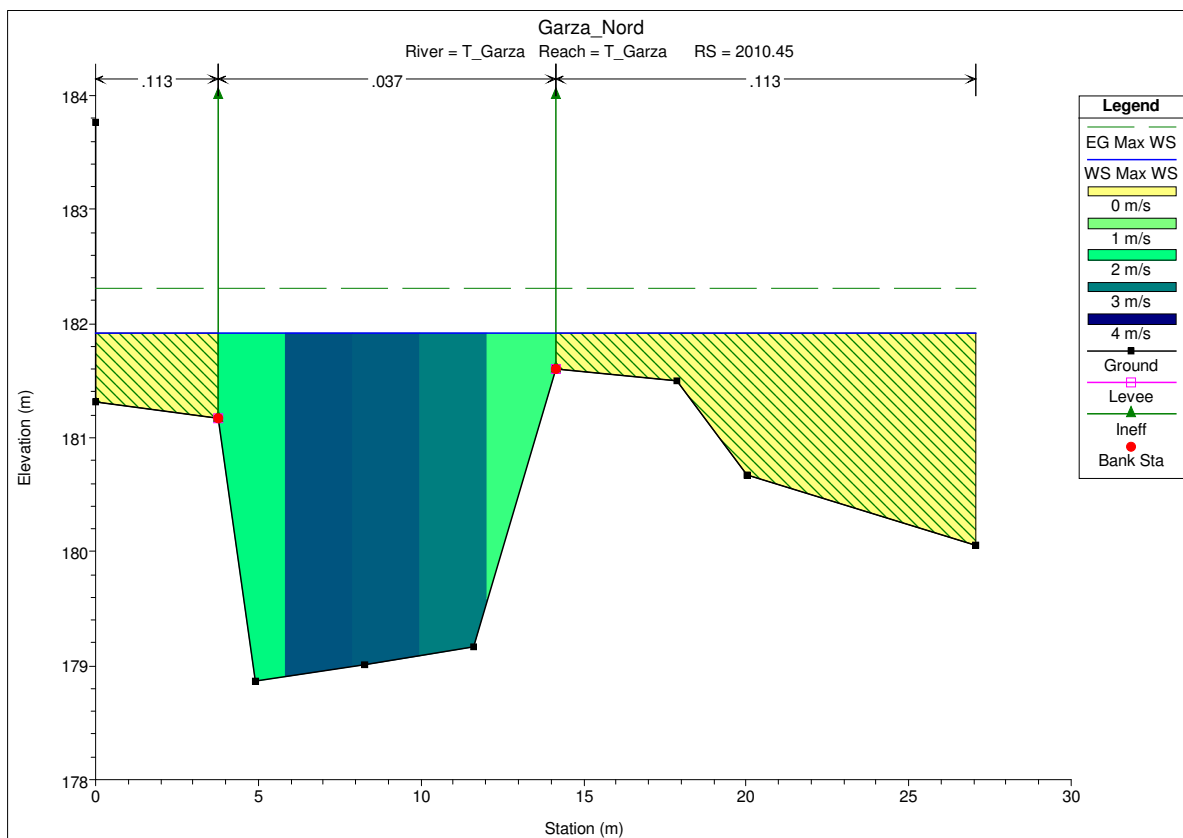
SEZIONE n° 2019.07 (tombino sez. di monte)



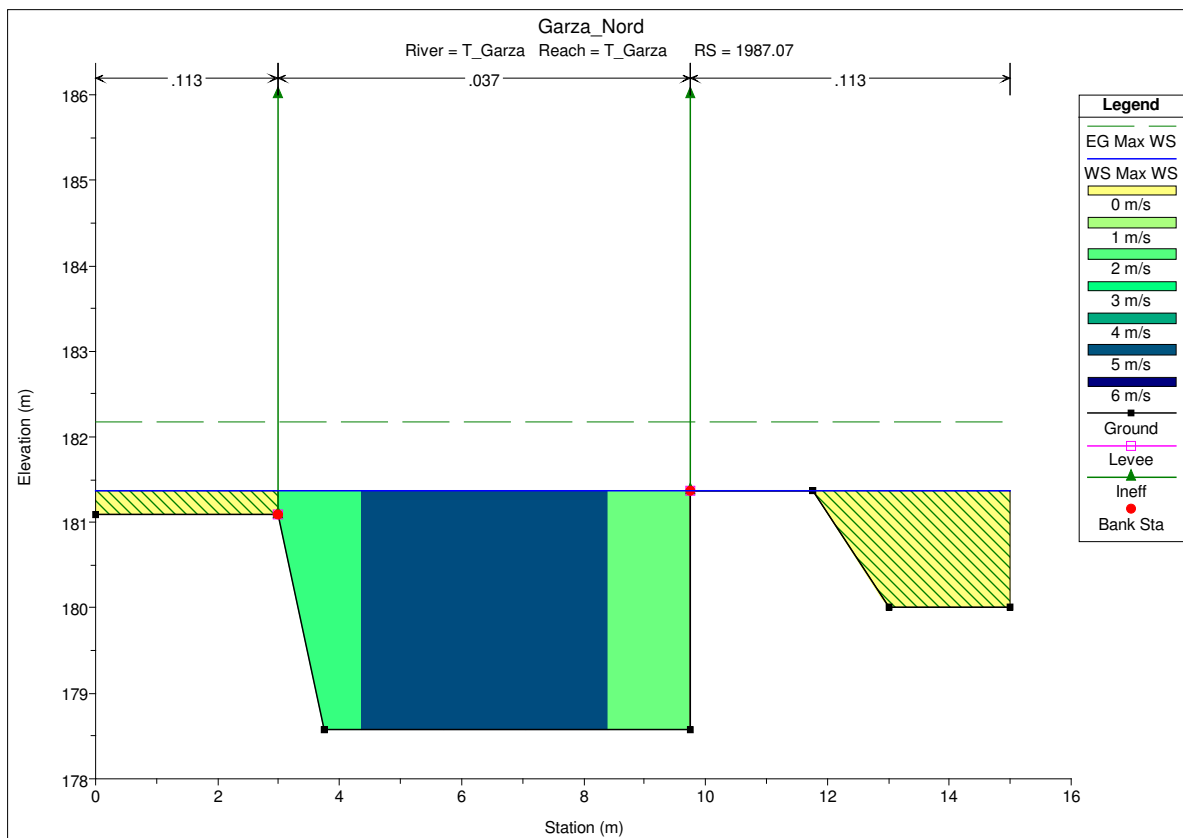
SEZIONE n° 2017.15 (tombino sez. di valle)



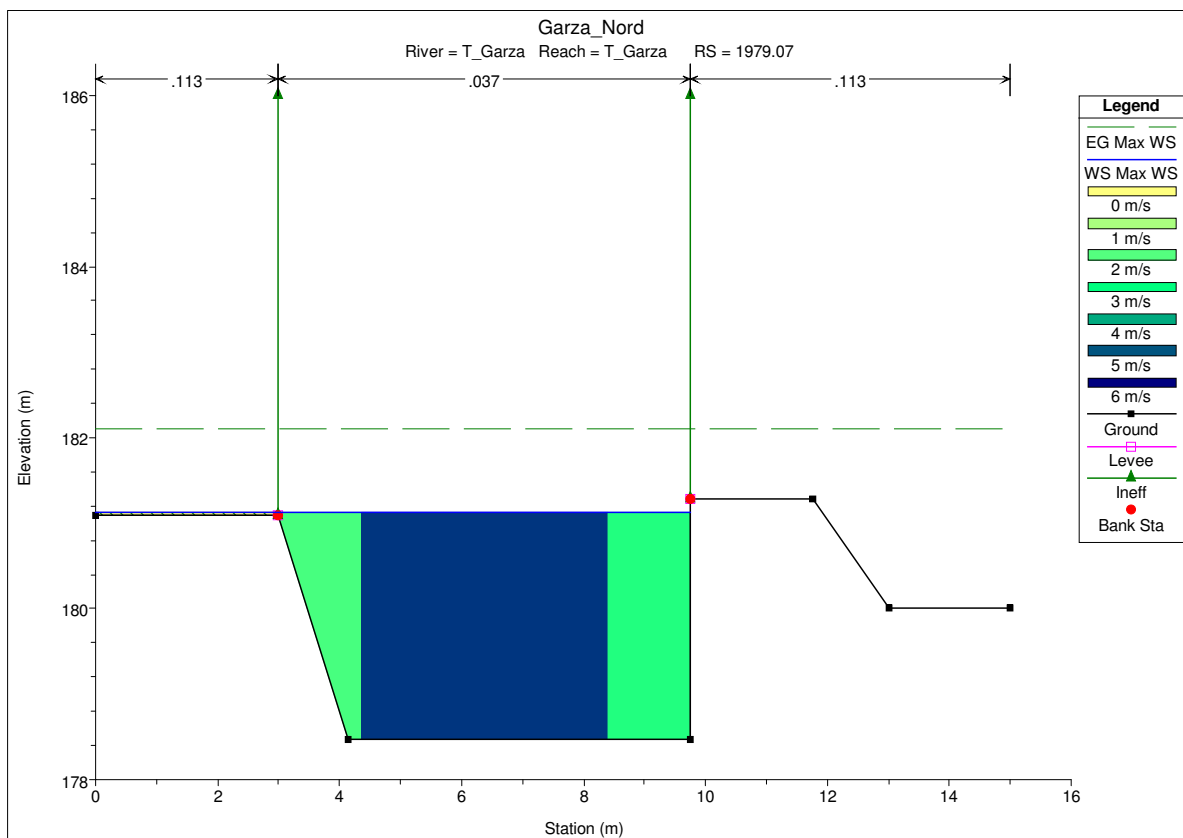
SEZIONE n° 2010.45



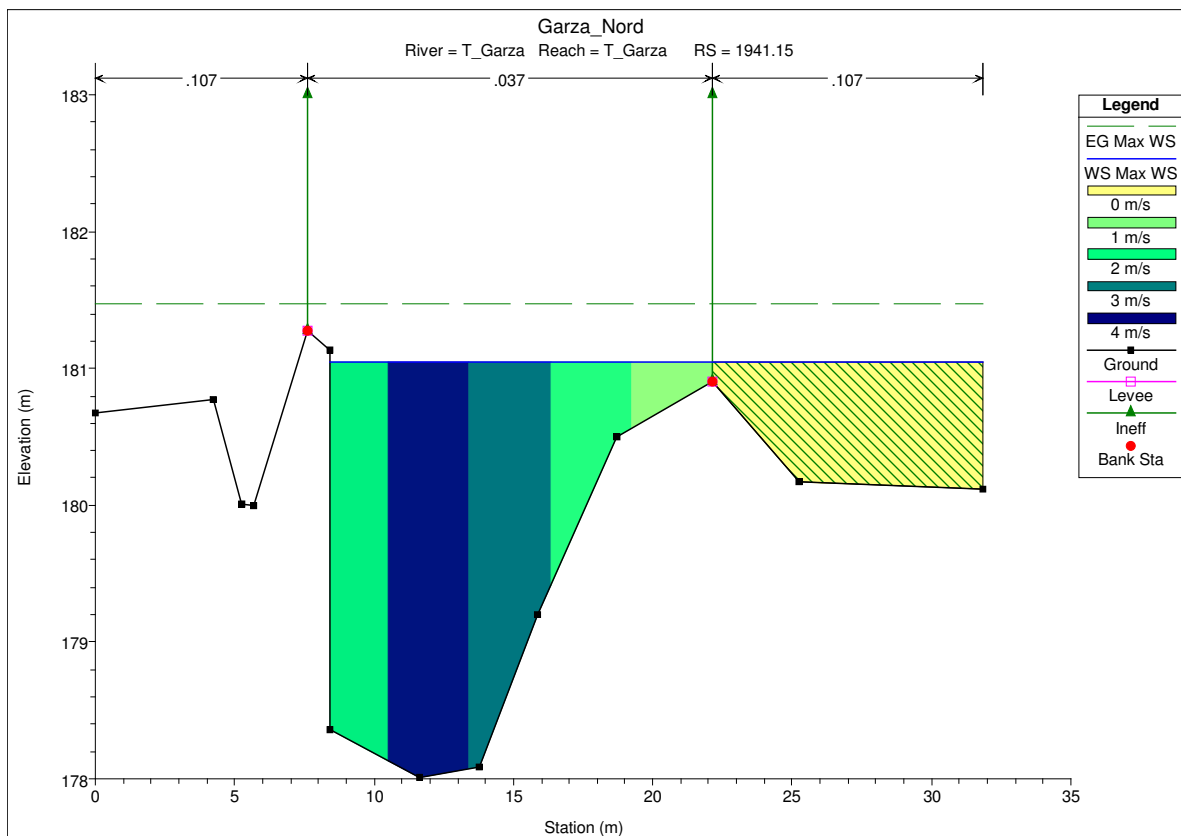
SEZIONE n° 1987.07



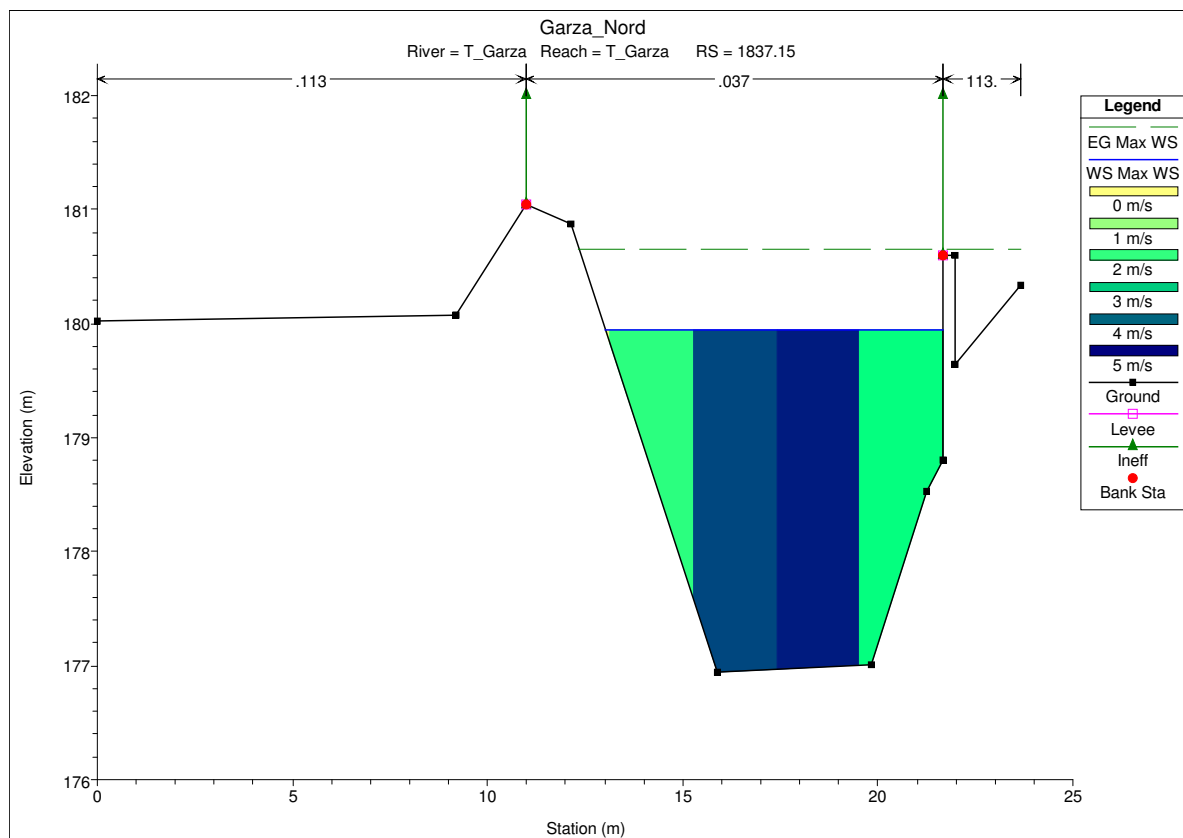
SEZIONE n° 1979.07



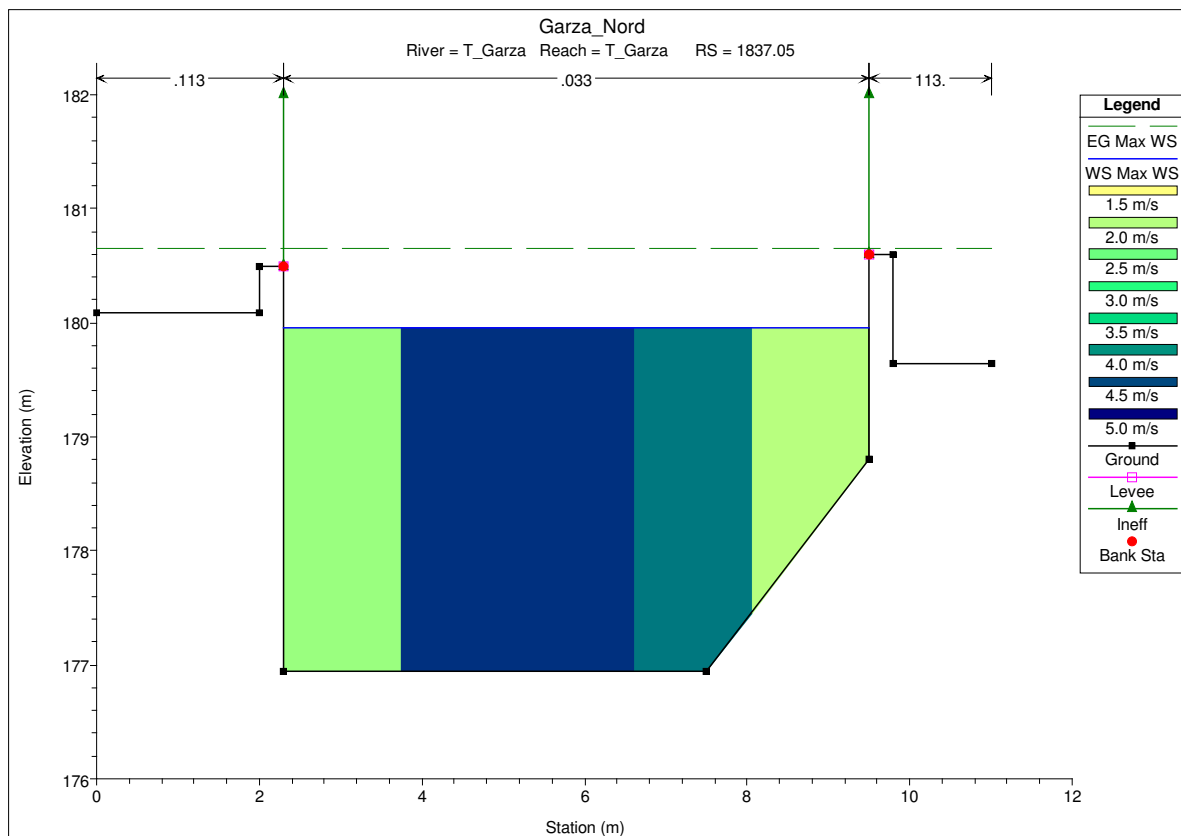
SEZIONE n° 1941.15



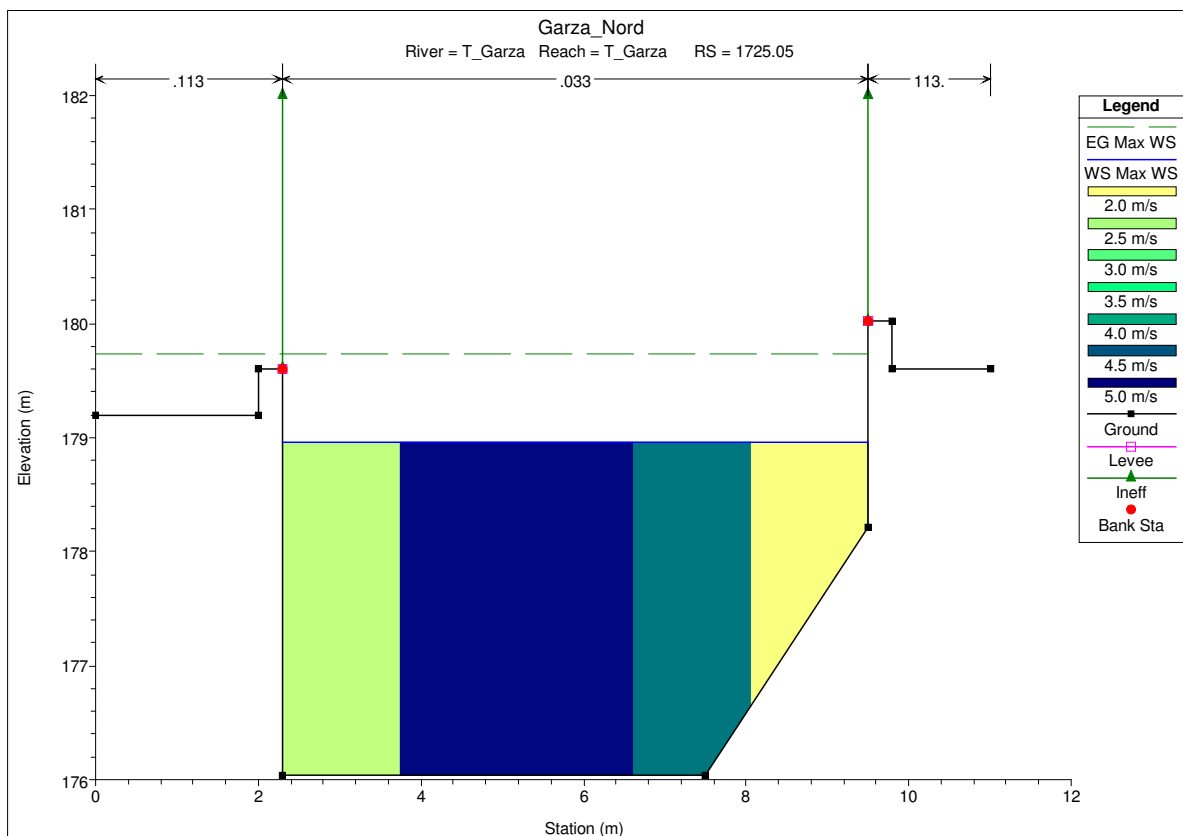
SEZIONE n° 1837.15



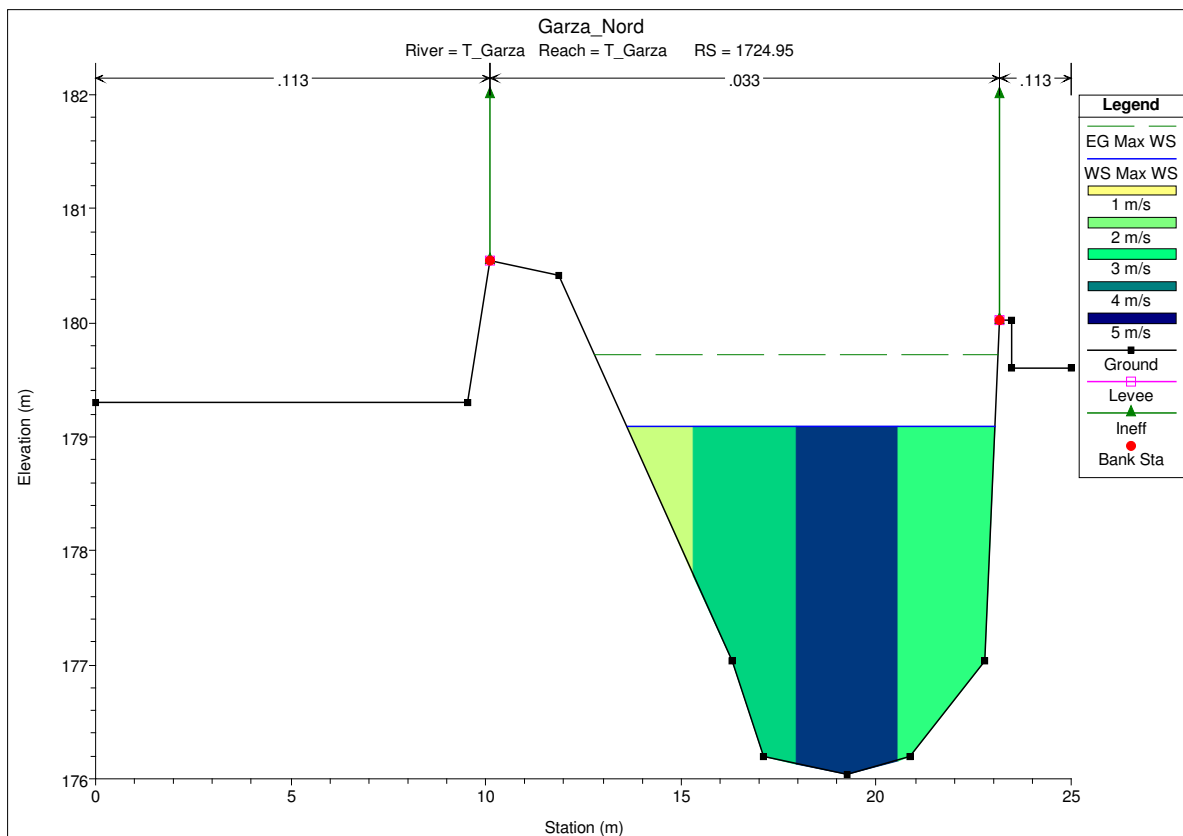
SEZIONE n° 1837.05



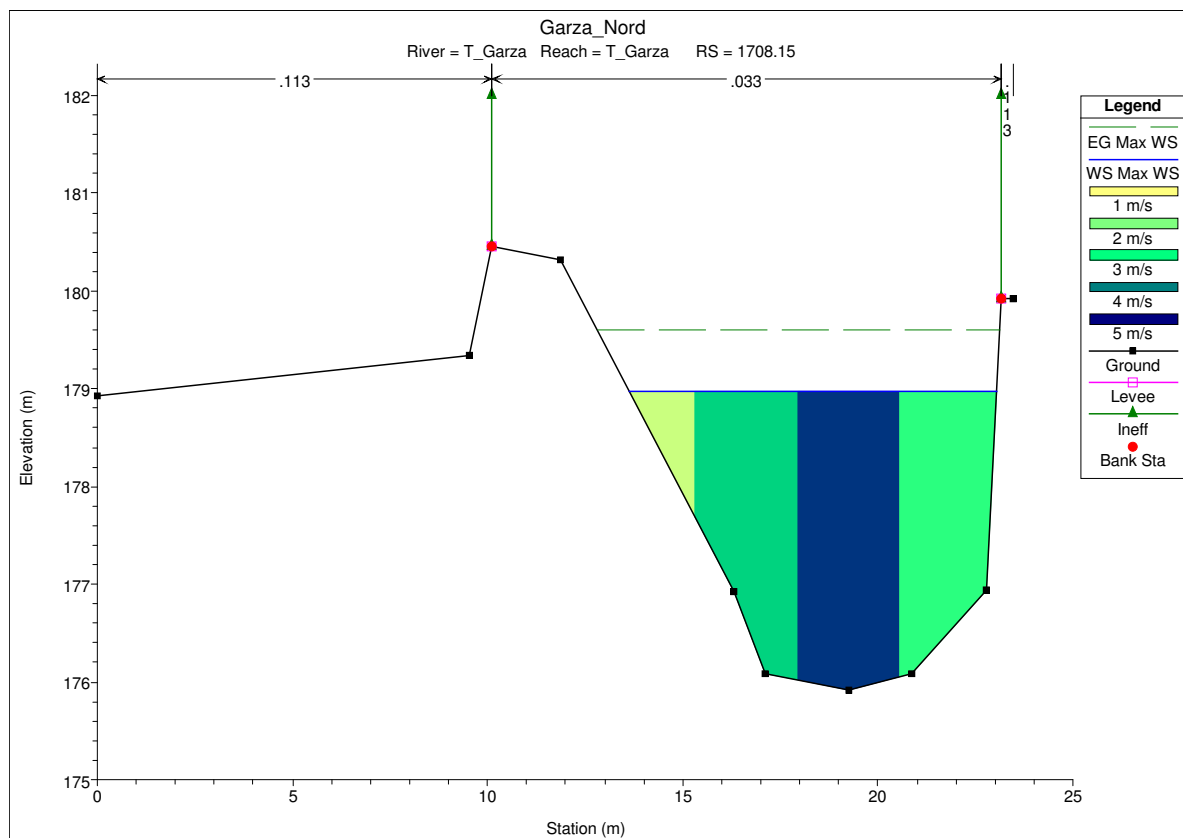
SEZIONE n° 1725.05



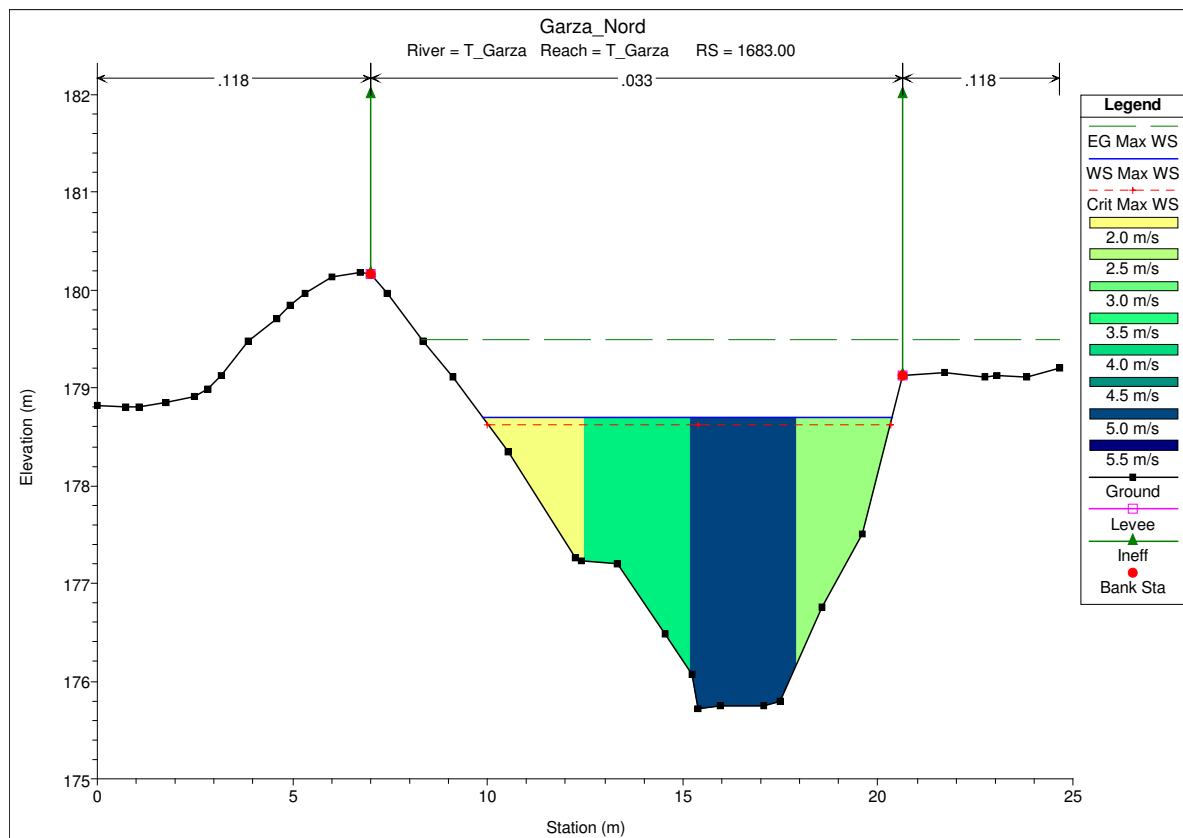
SEZIONE n° 1724.95



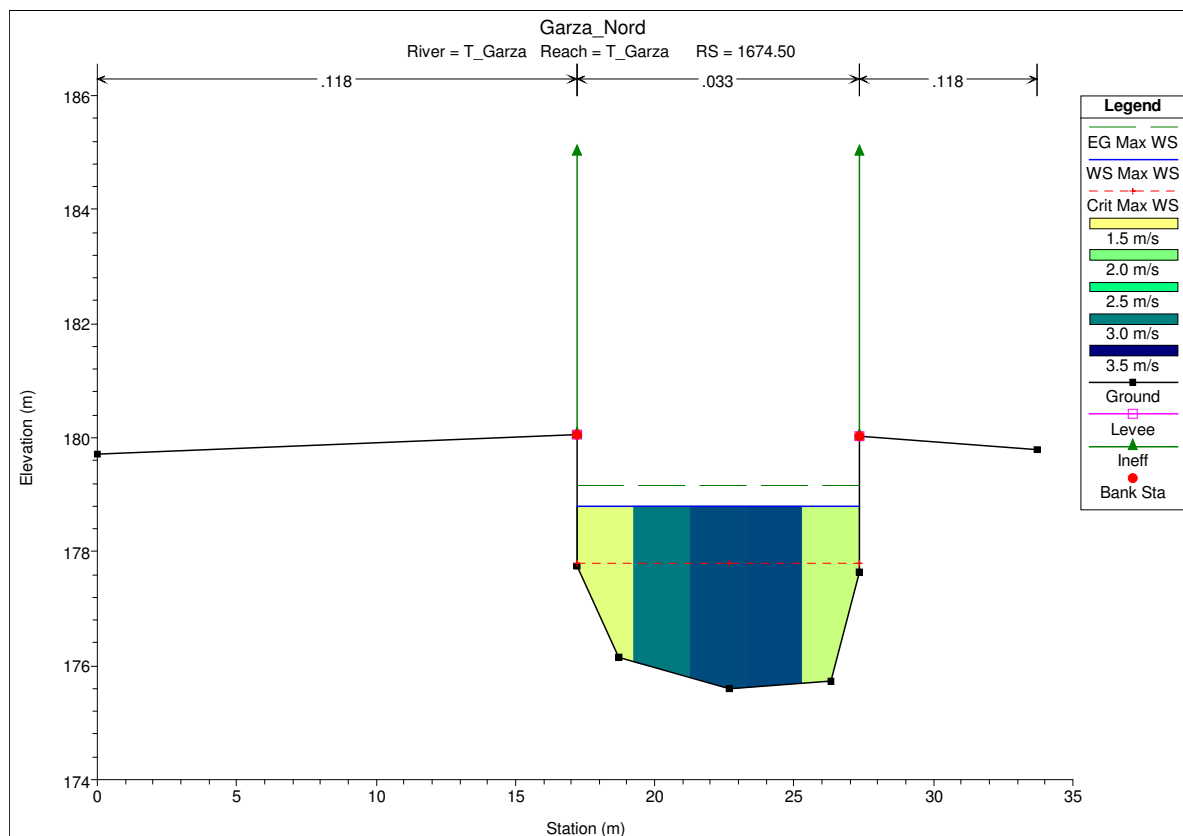
SEZIONE n° 1708.15



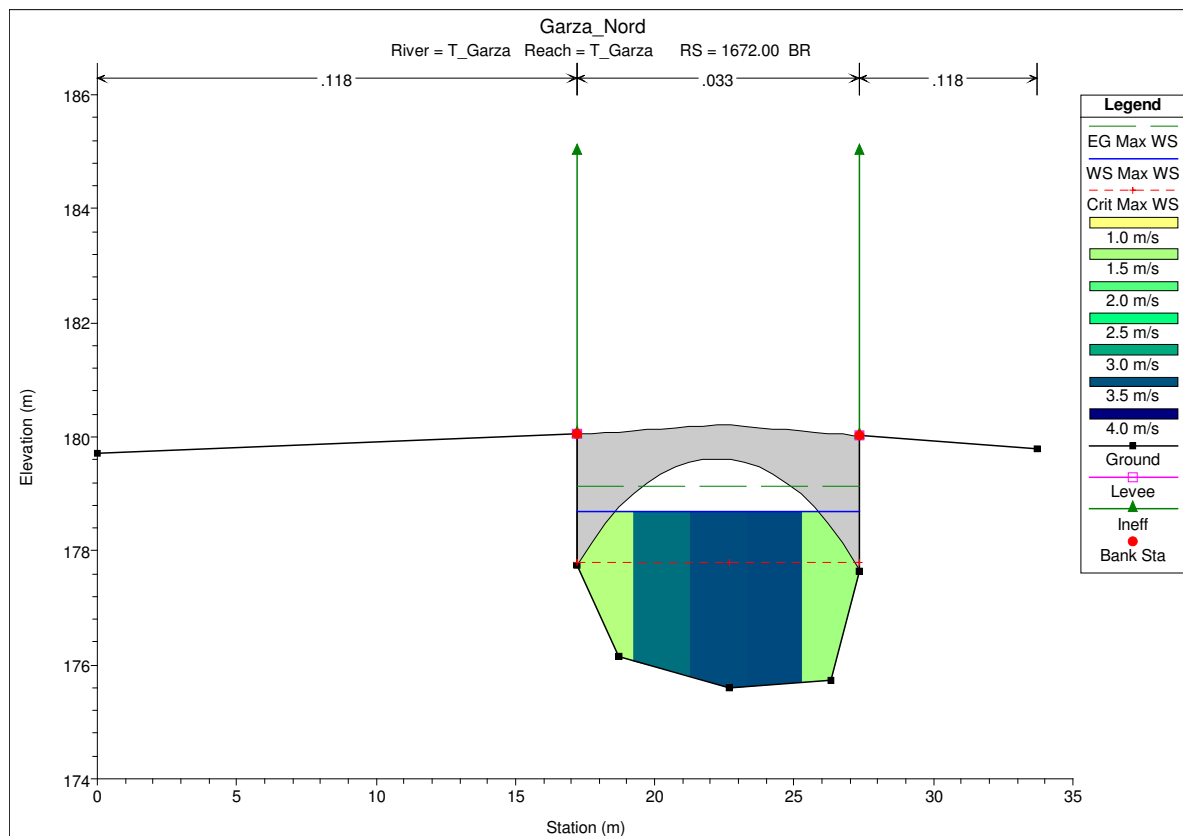
SEZIONE n° 1683.00



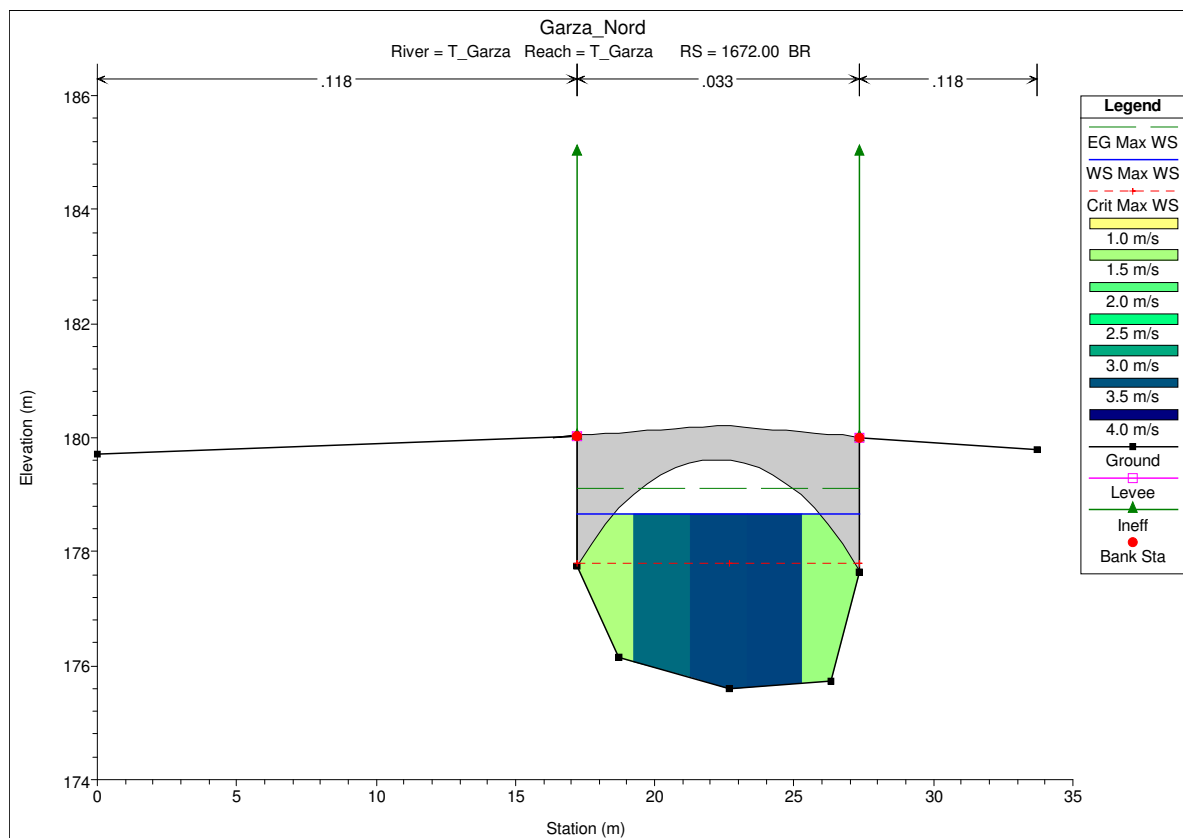
SEZIONE n° 1674.50



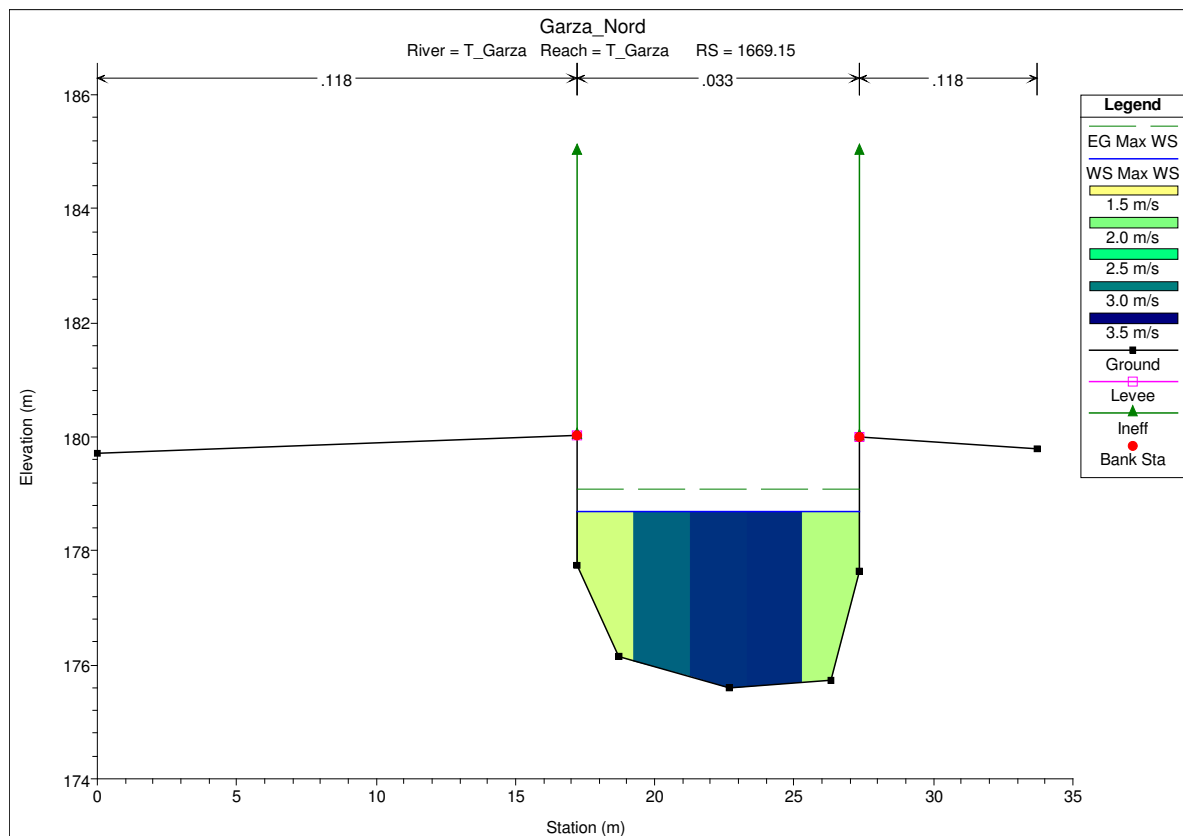
SEZIONE n° 1672.00 PONTE (Sez. di monte)



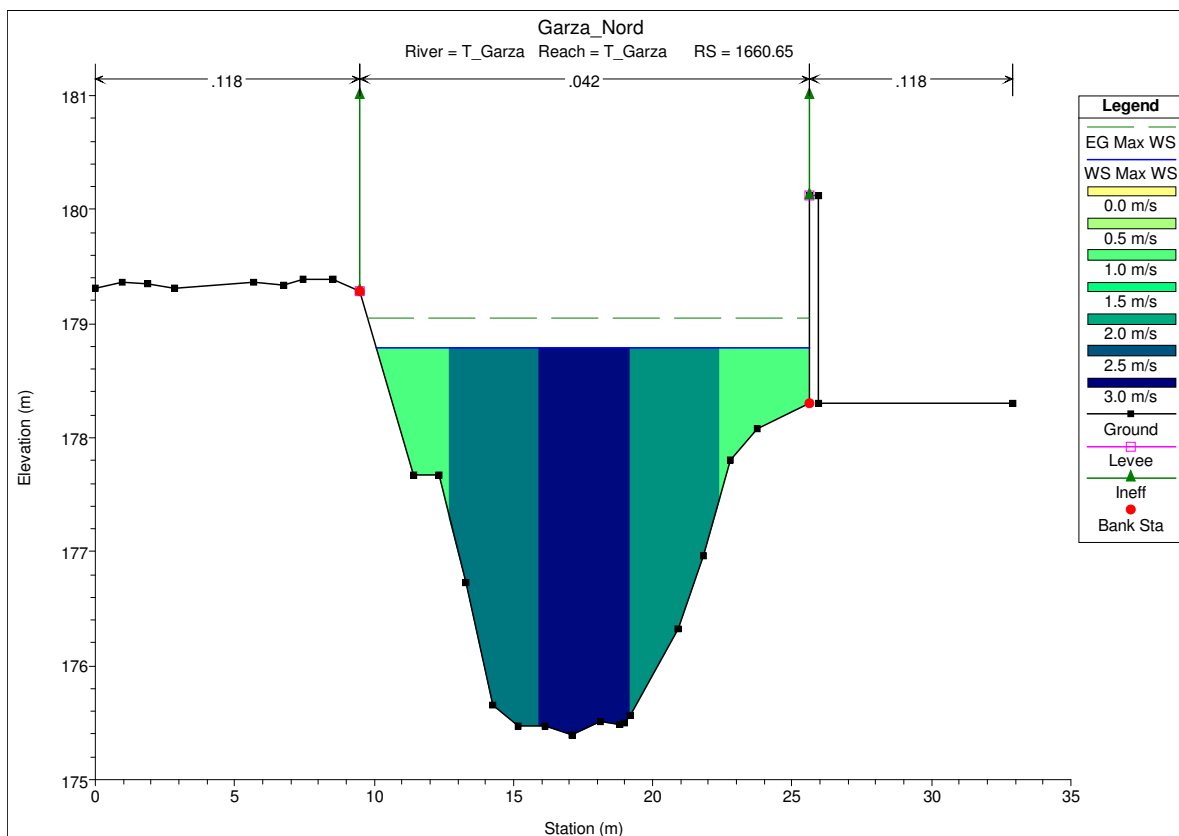
SEZIONE n° 1672.00 PONTE (Sez. di valle)



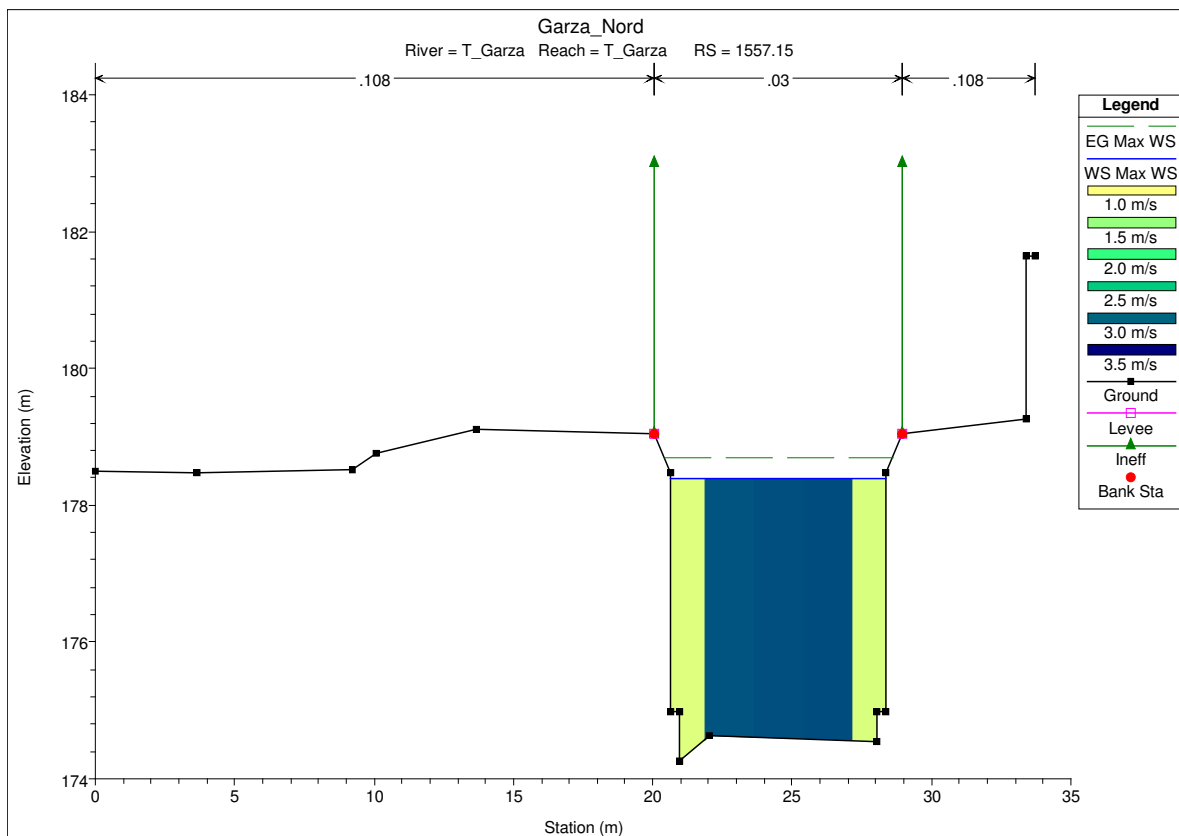
SEZIONE n° 1669.15



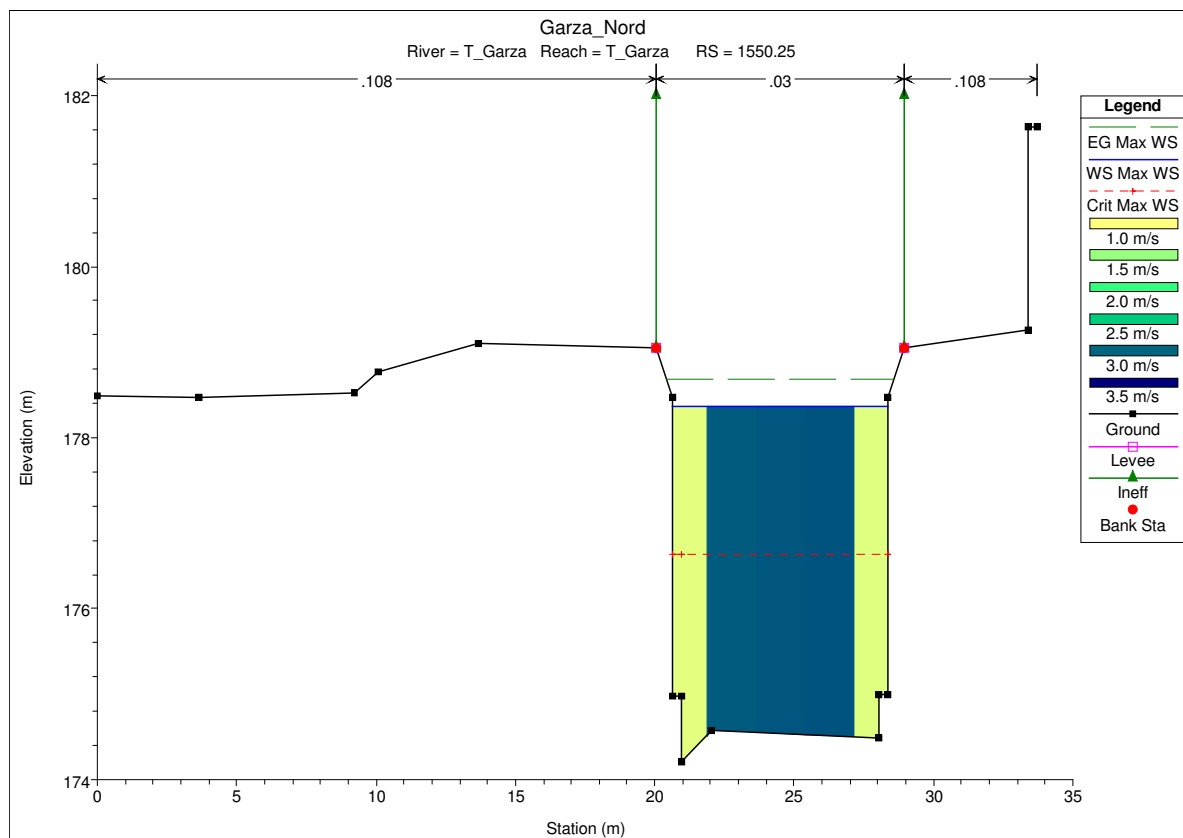
SEZIONE n° 1660.65



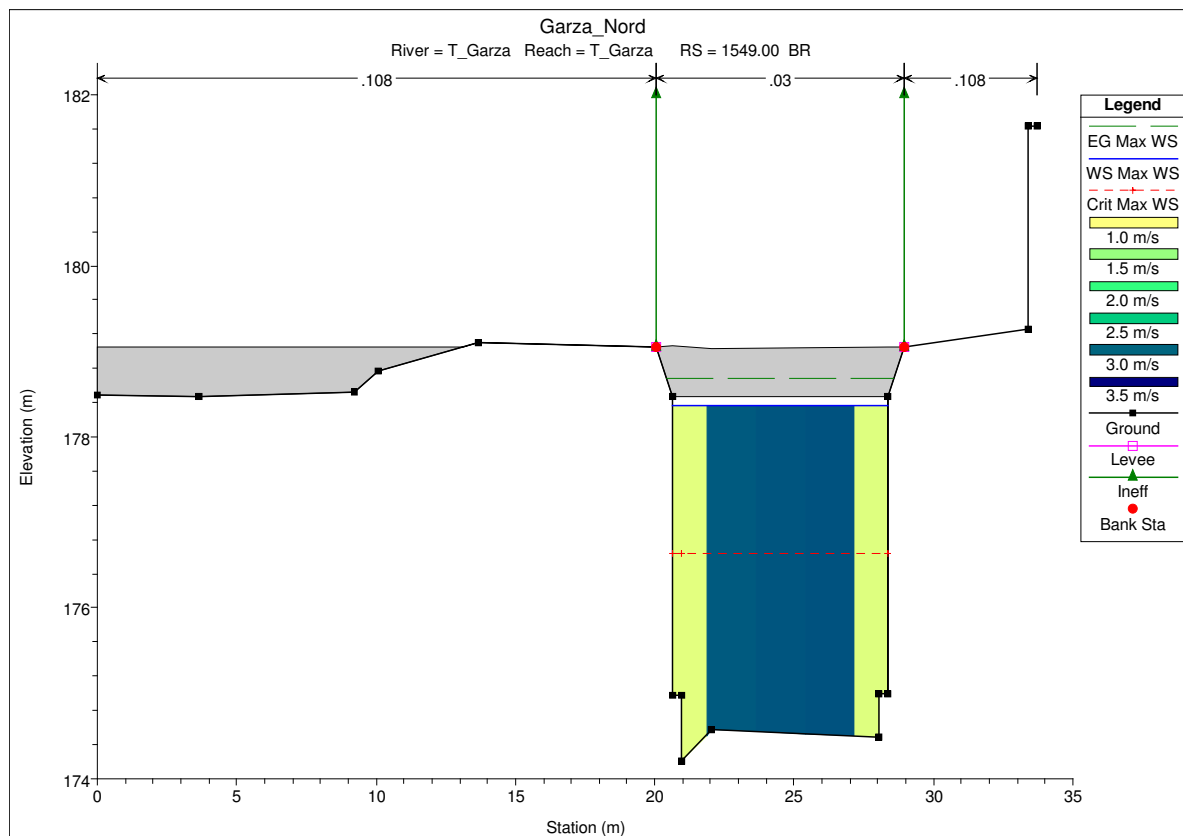
SEZIONE n° 1557.15



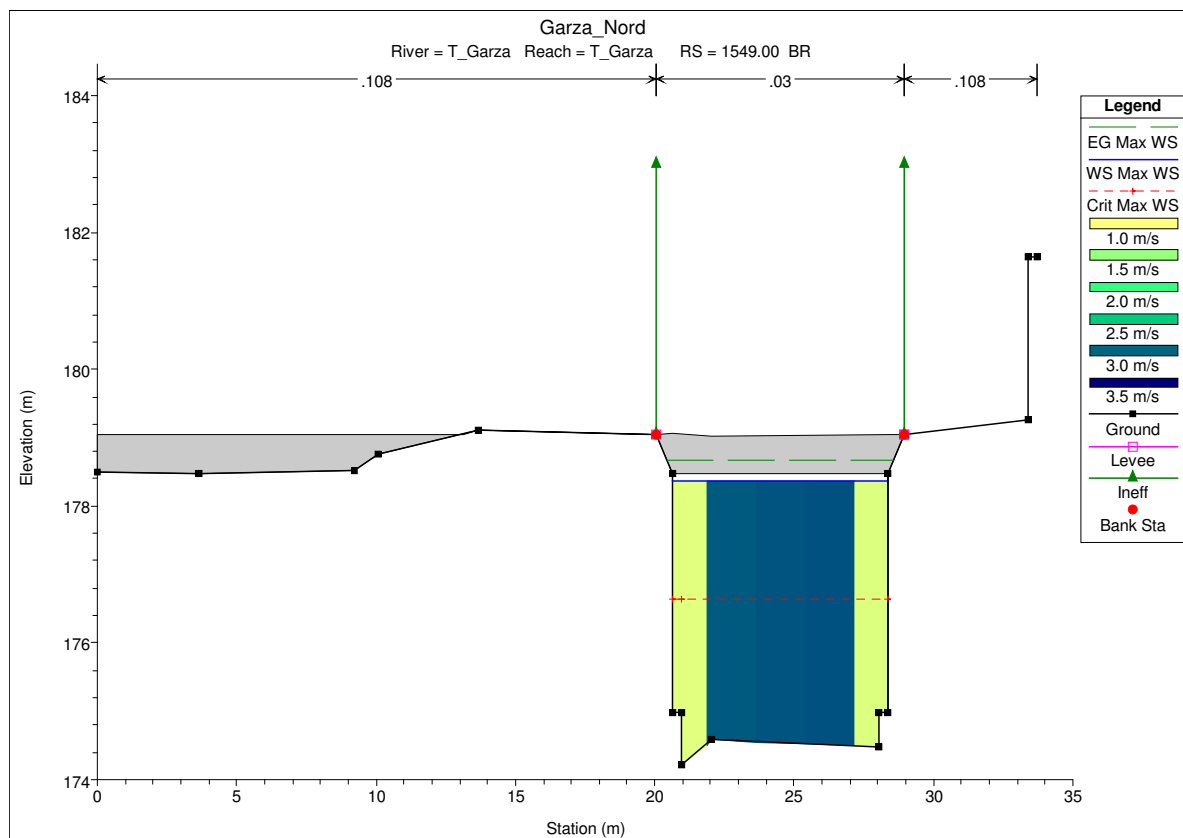
SEZIONE n° 1550.25



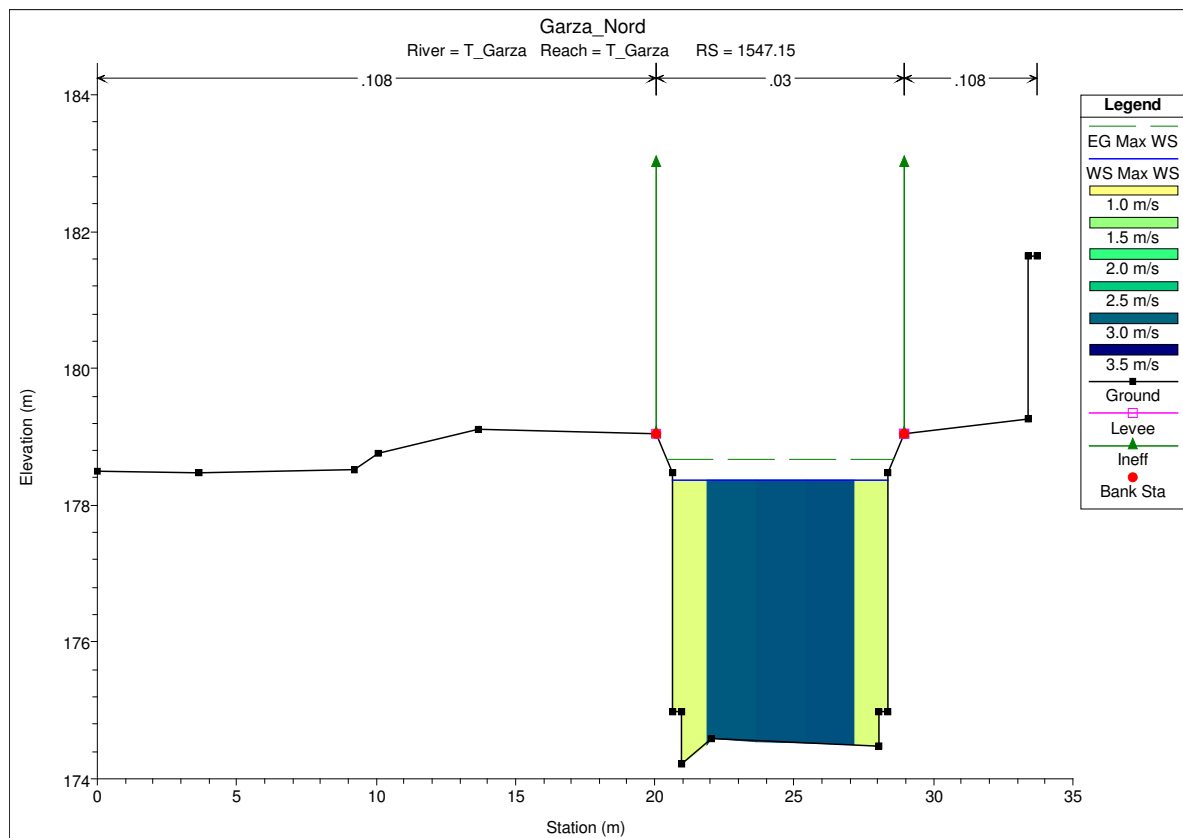
SEZIONE n° 1549.00 PONTE (Sez. di monte)



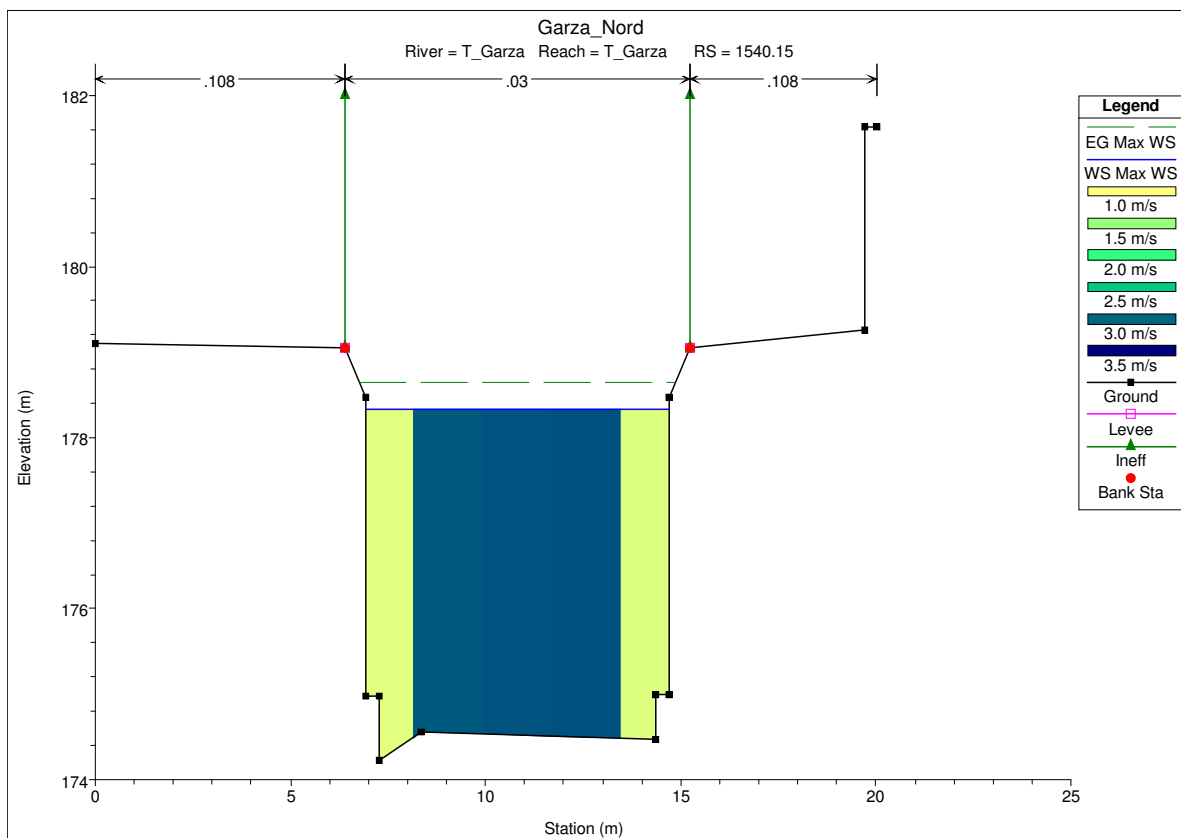
SEZIONE n° 1549.00 PONTE (Sez. di valle)



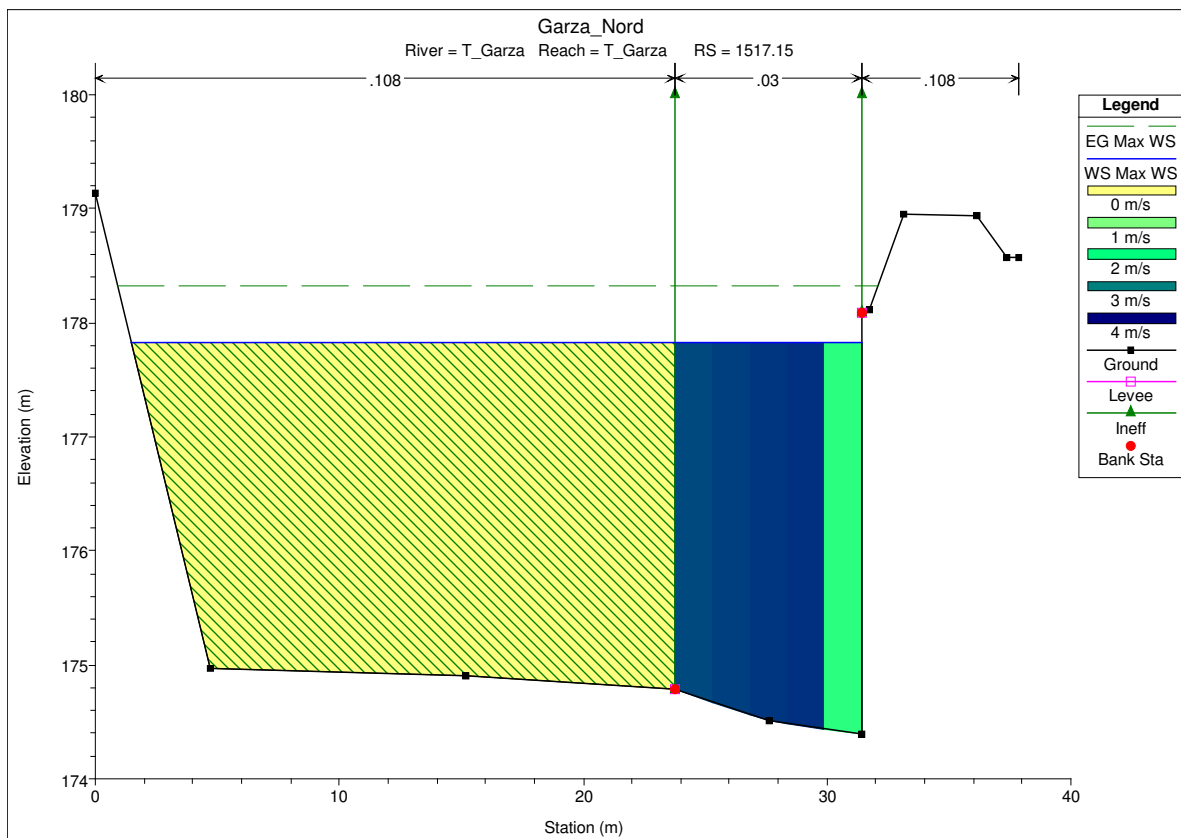
SEZIONE n° 1547.15



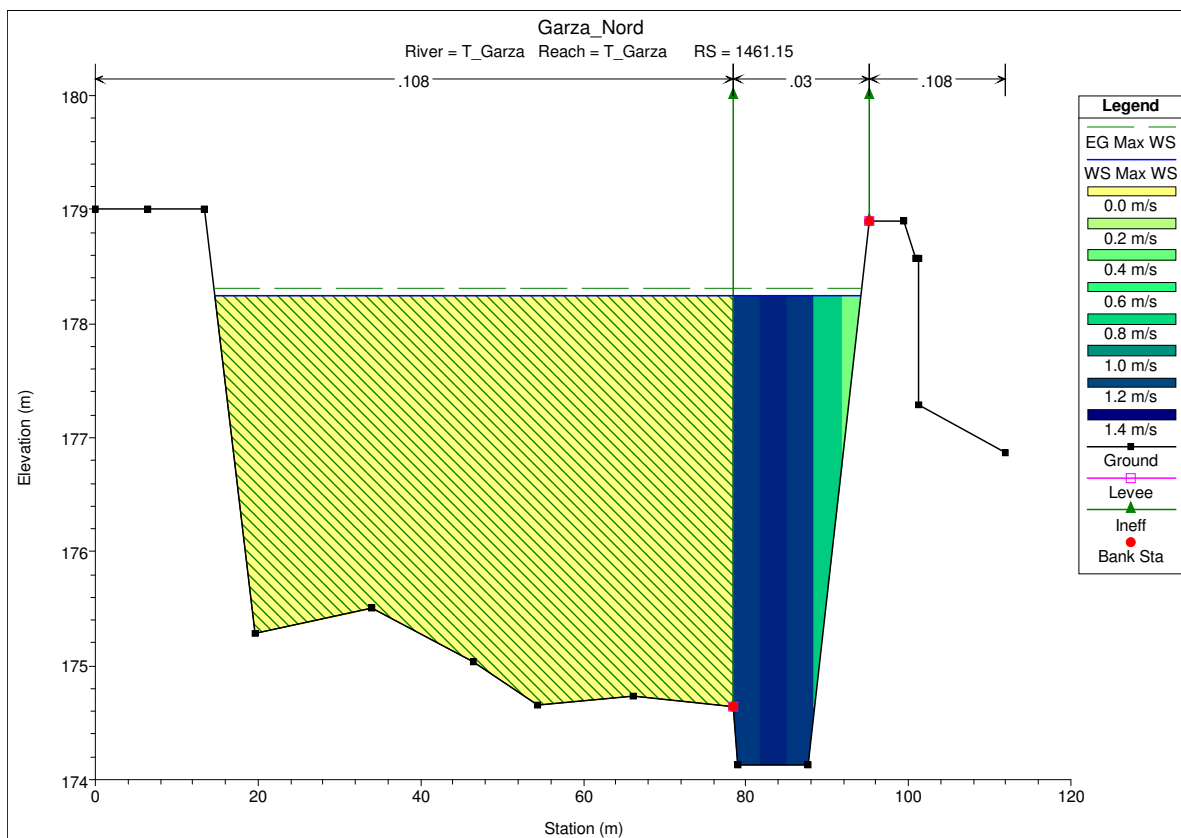
SEZIONE n° 1540.15



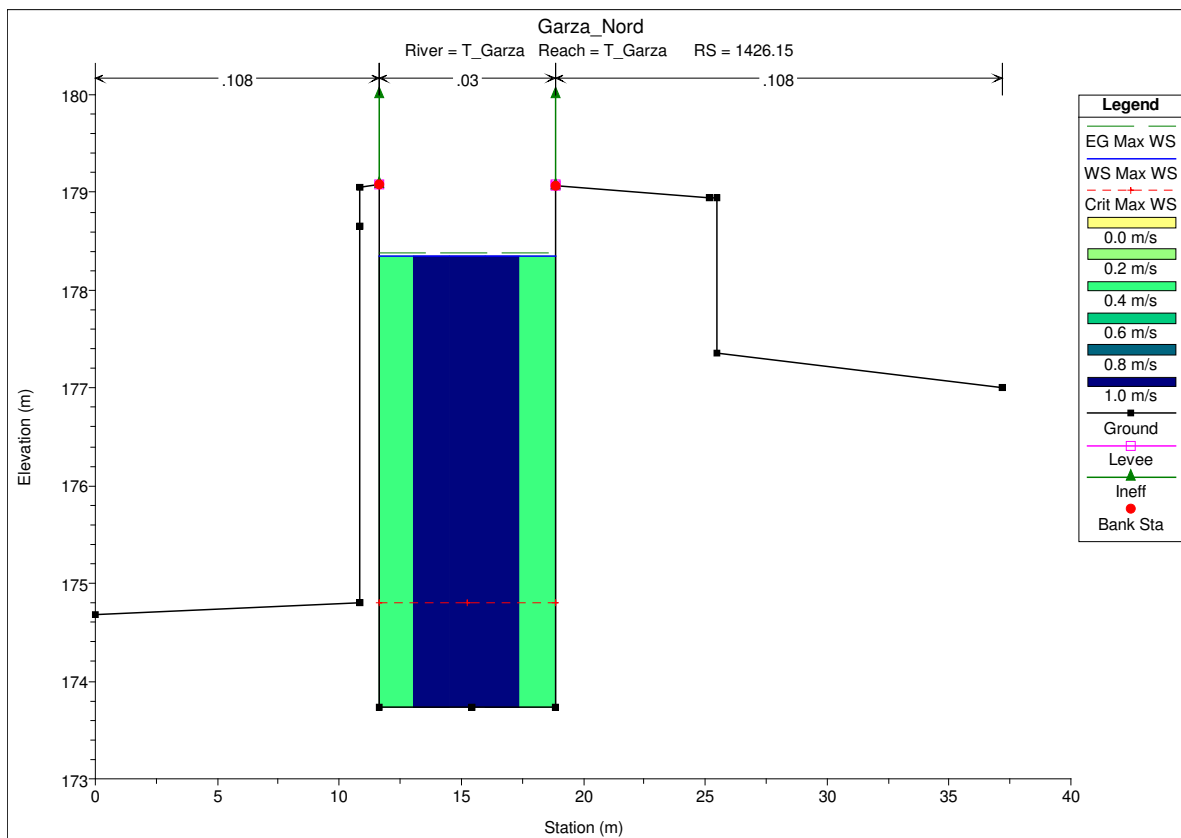
SEZIONE n° 1517.15 (vasca di sghiaimento)



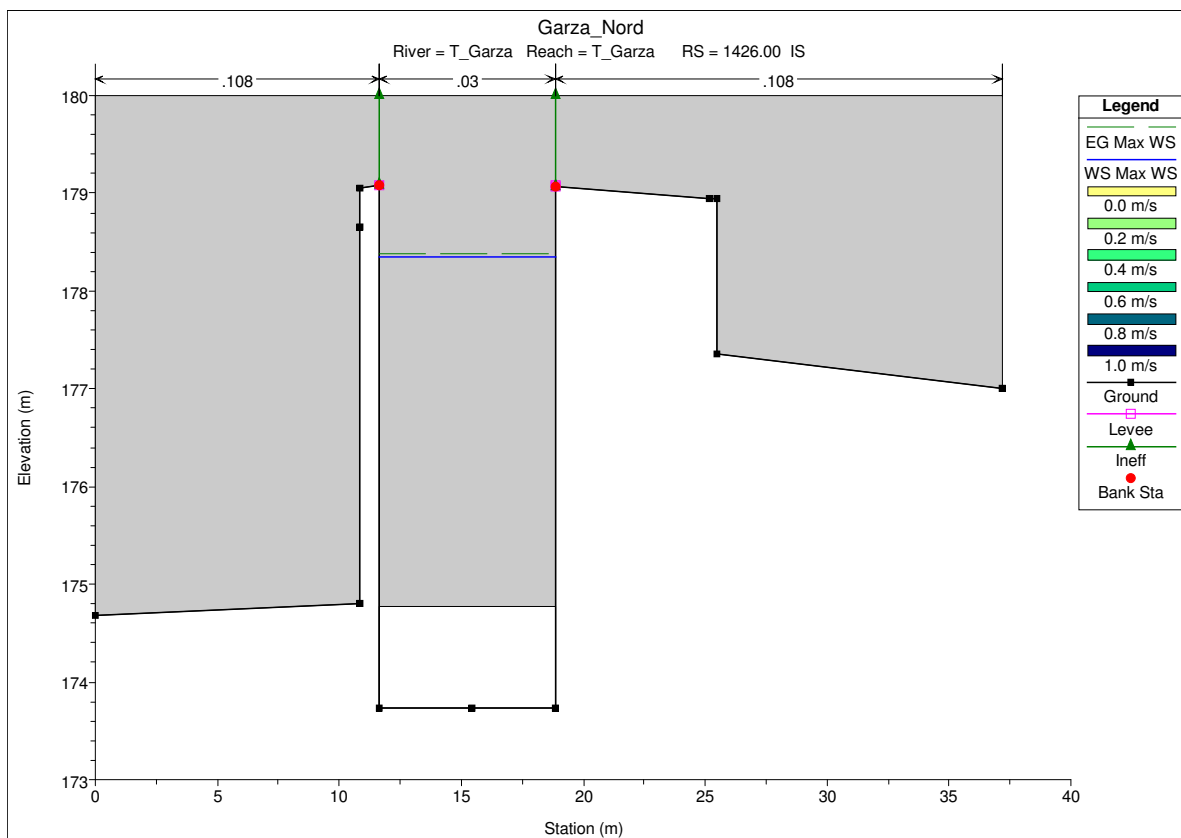
SEZIONE n° 1461.15 (vasca di sghiaimento)



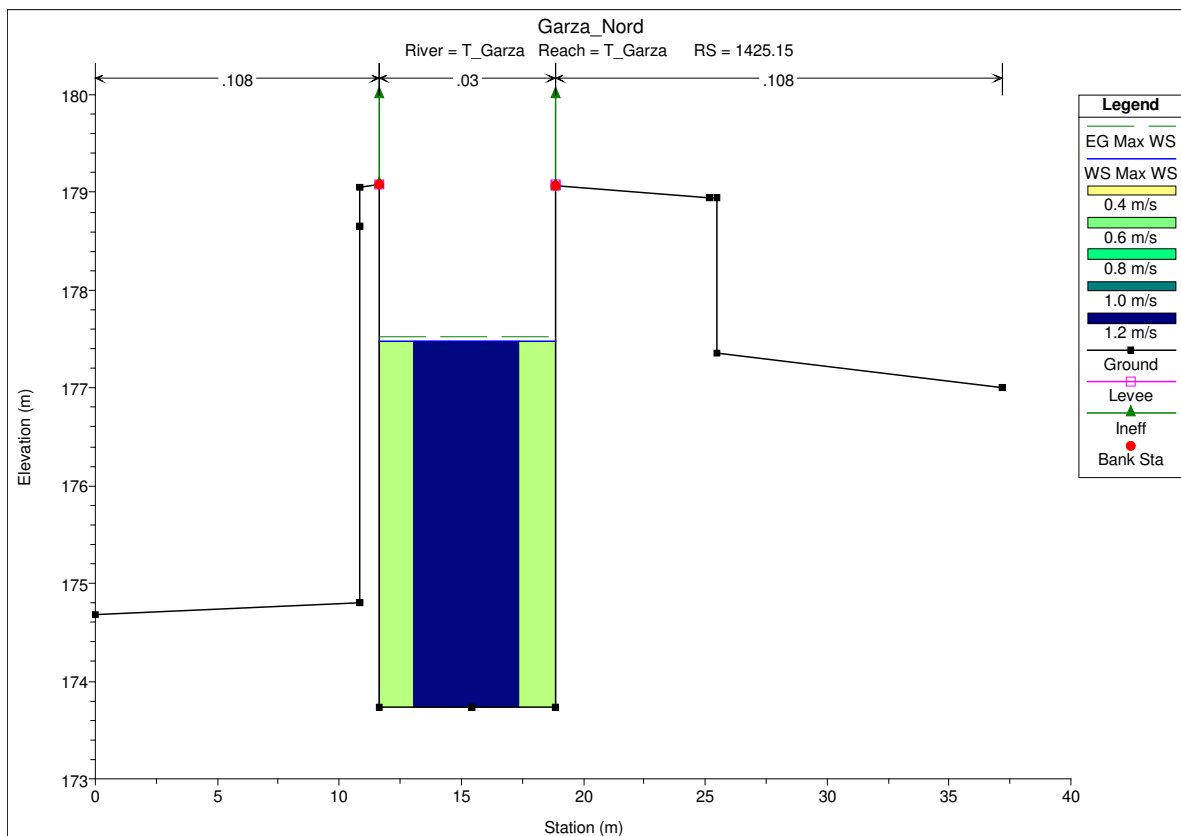
SEZIONE n° 1426.15 (vasca di sghiaimento)



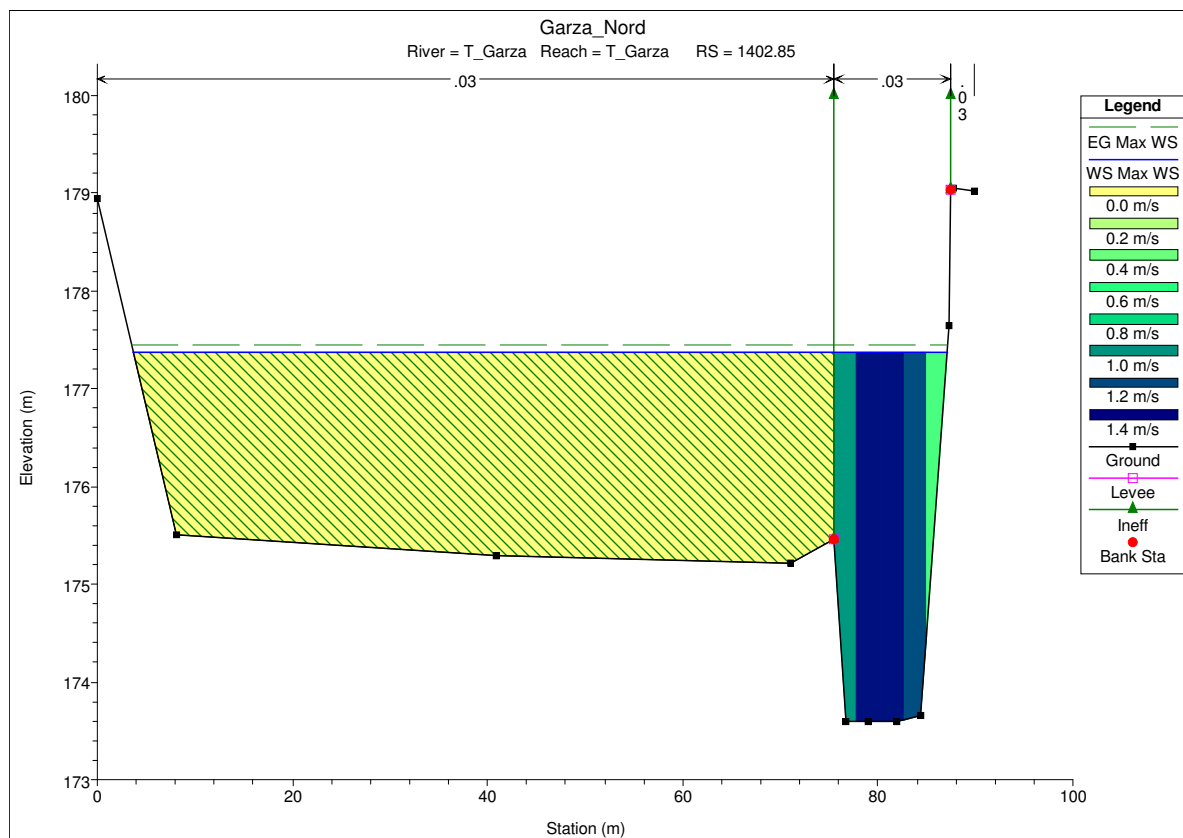
SEZIONE n° 1426.00 INLINE STRUCTURE (vasca di sghiaimento)



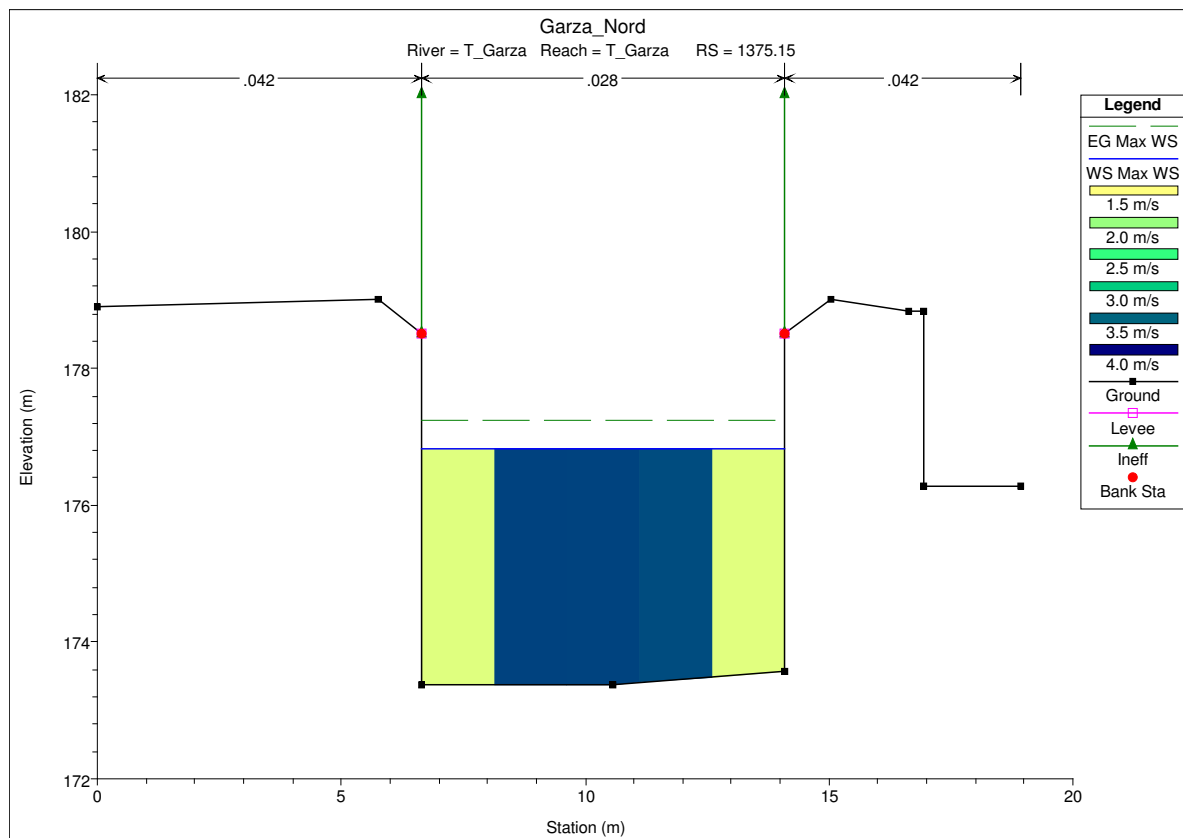
SEZIONE n° 1425.15 (vasca di sghiaimento)



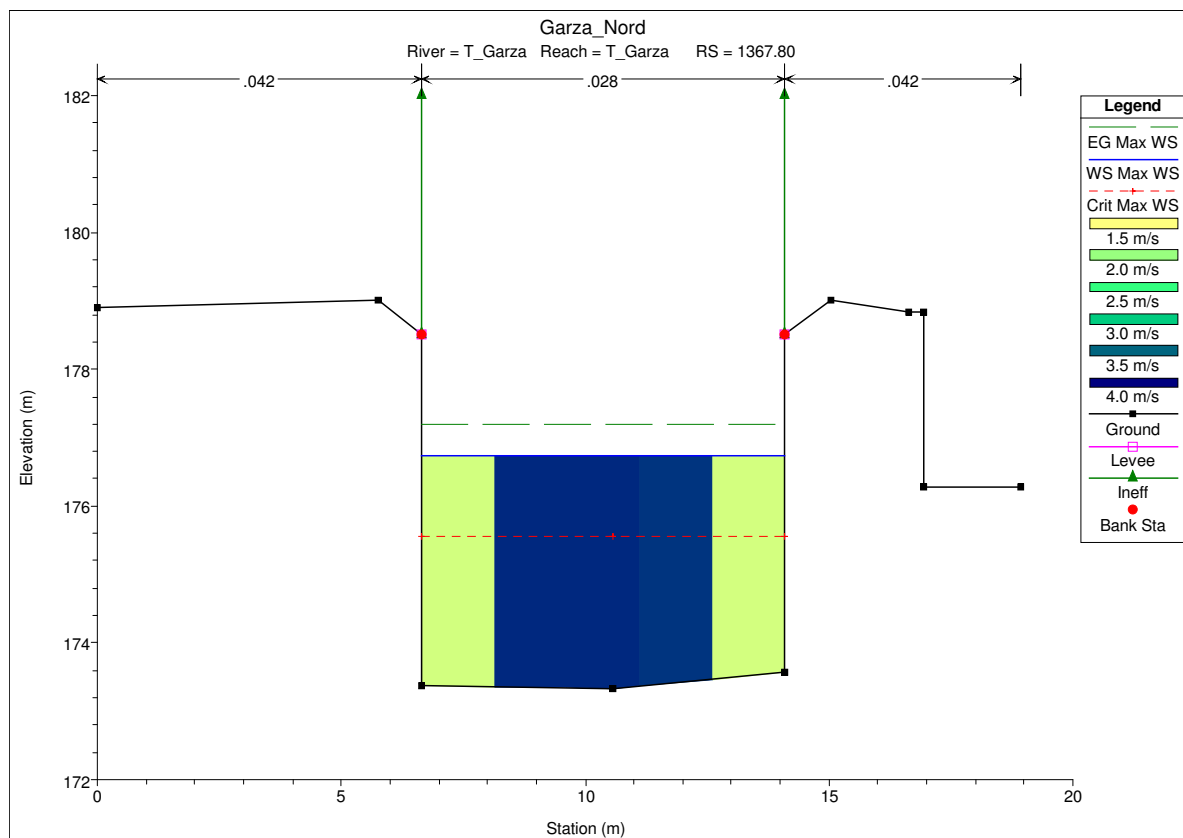
SEZIONE n° 1402.85 (vasca di sghiaimento)



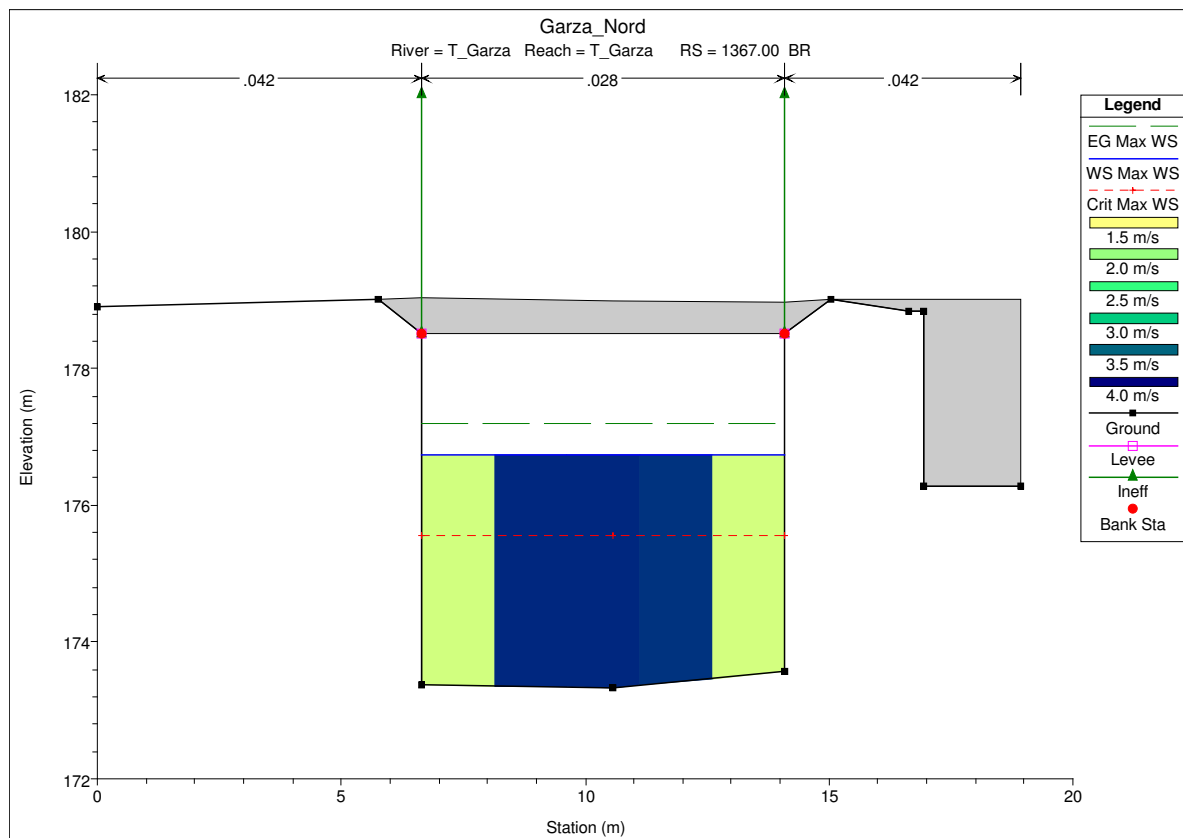
SEZIONE n° 1375.15



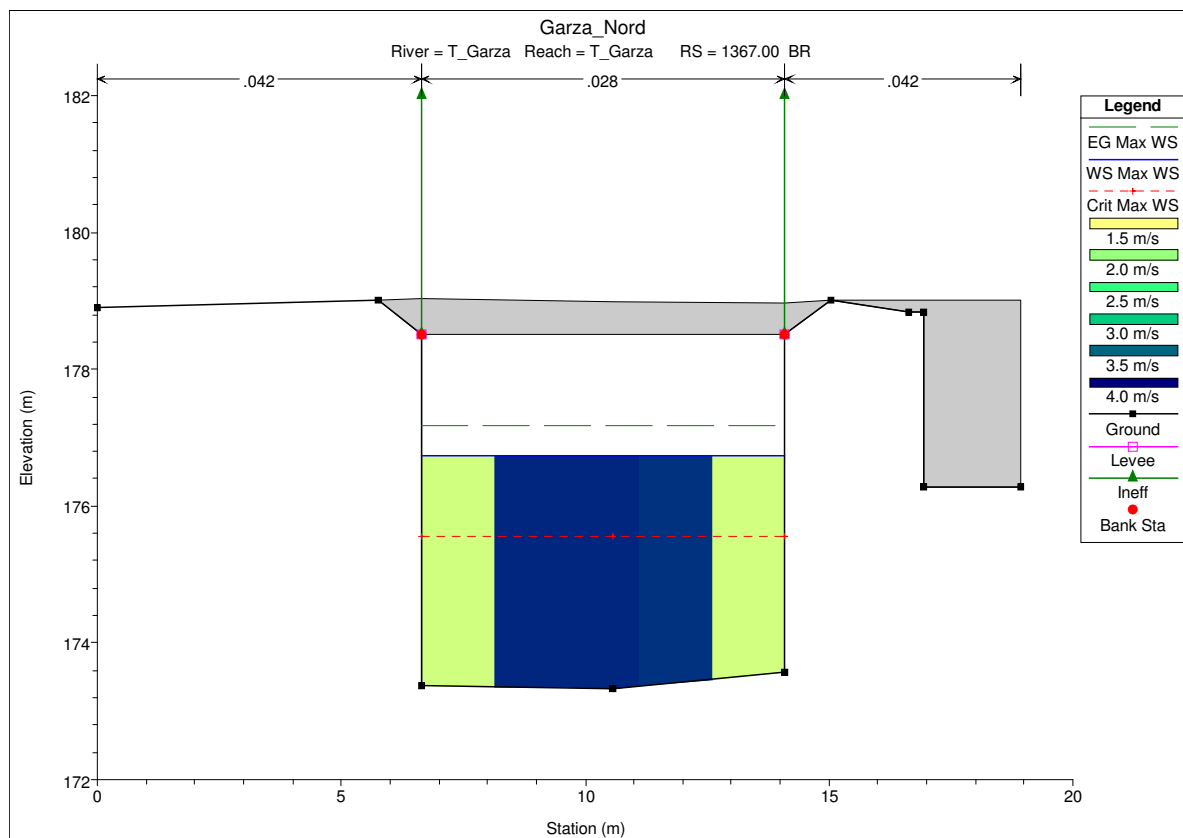
SEZIONE n° 1367.80



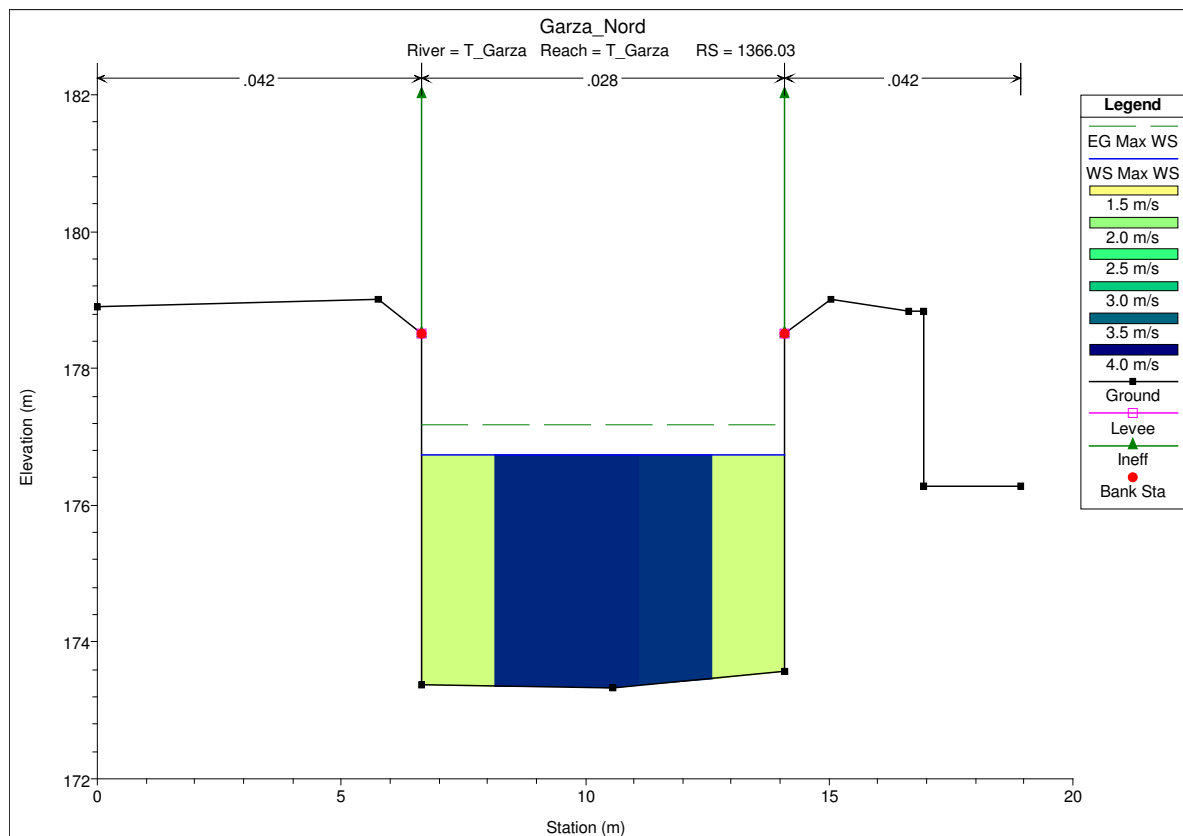
SEZIONE n° 1367.00 PONTE (sez. di monte)



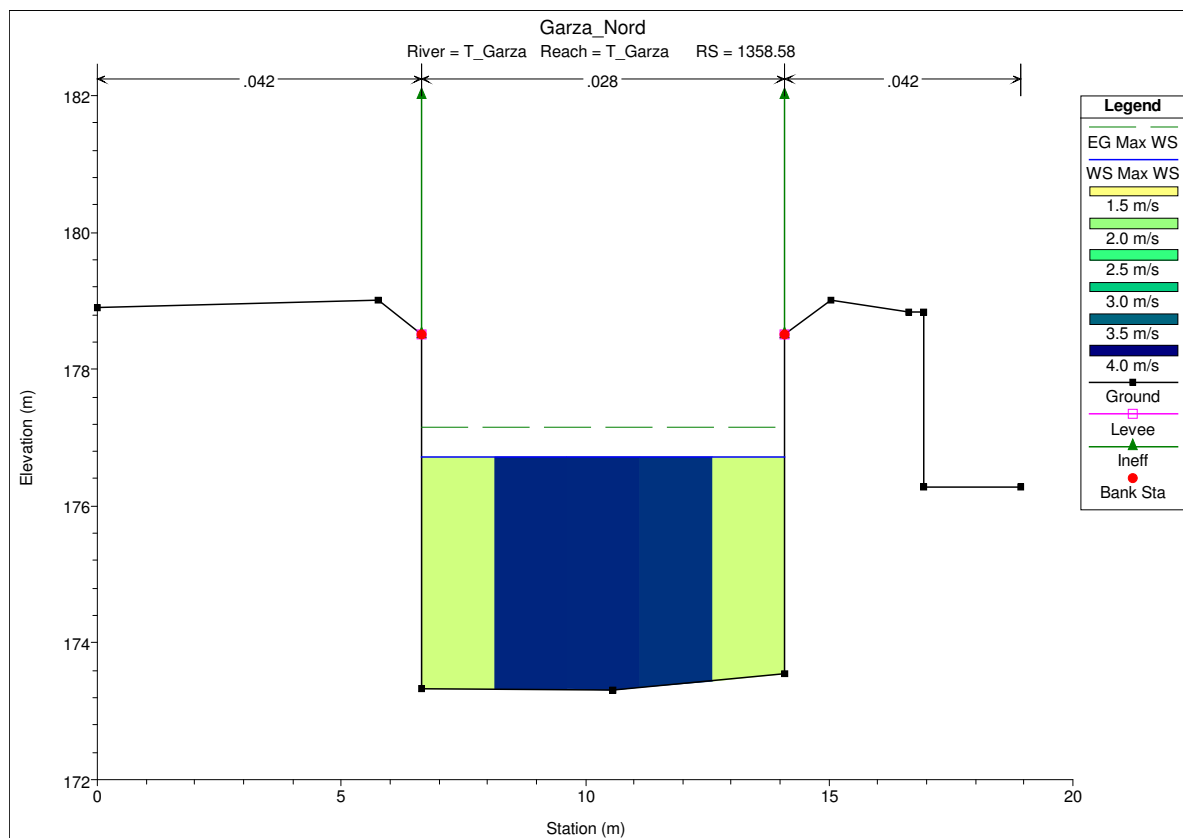
SEZIONE n° 1367.00 PONTE (sez. di valle)



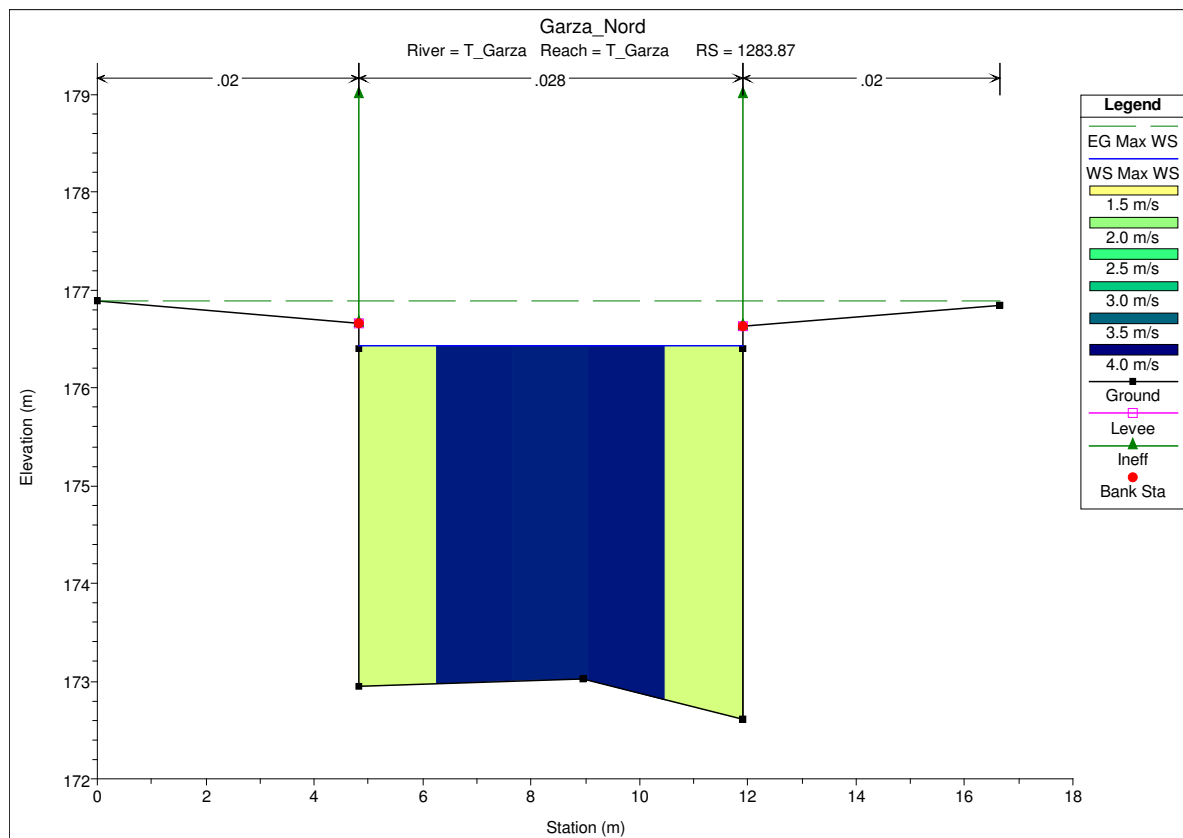
SEZIONE n° 1366.03



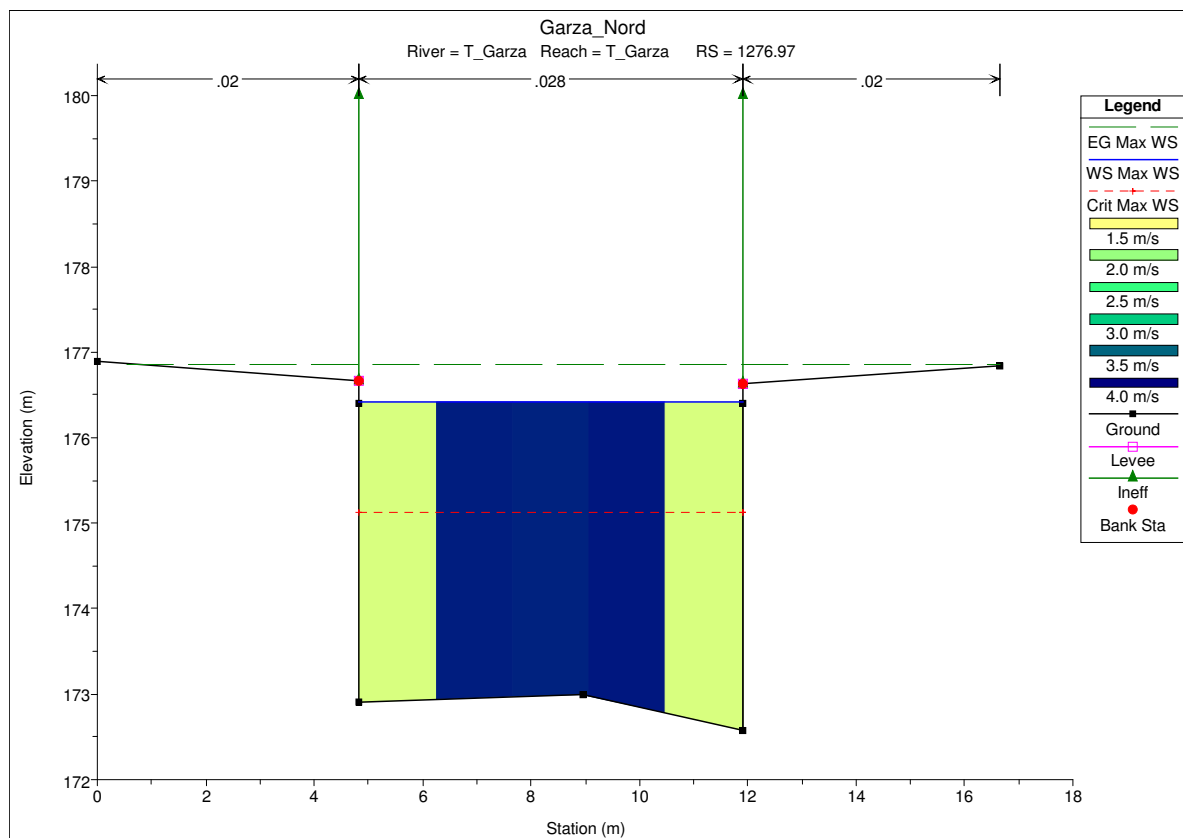
SEZIONE n° 1358.58



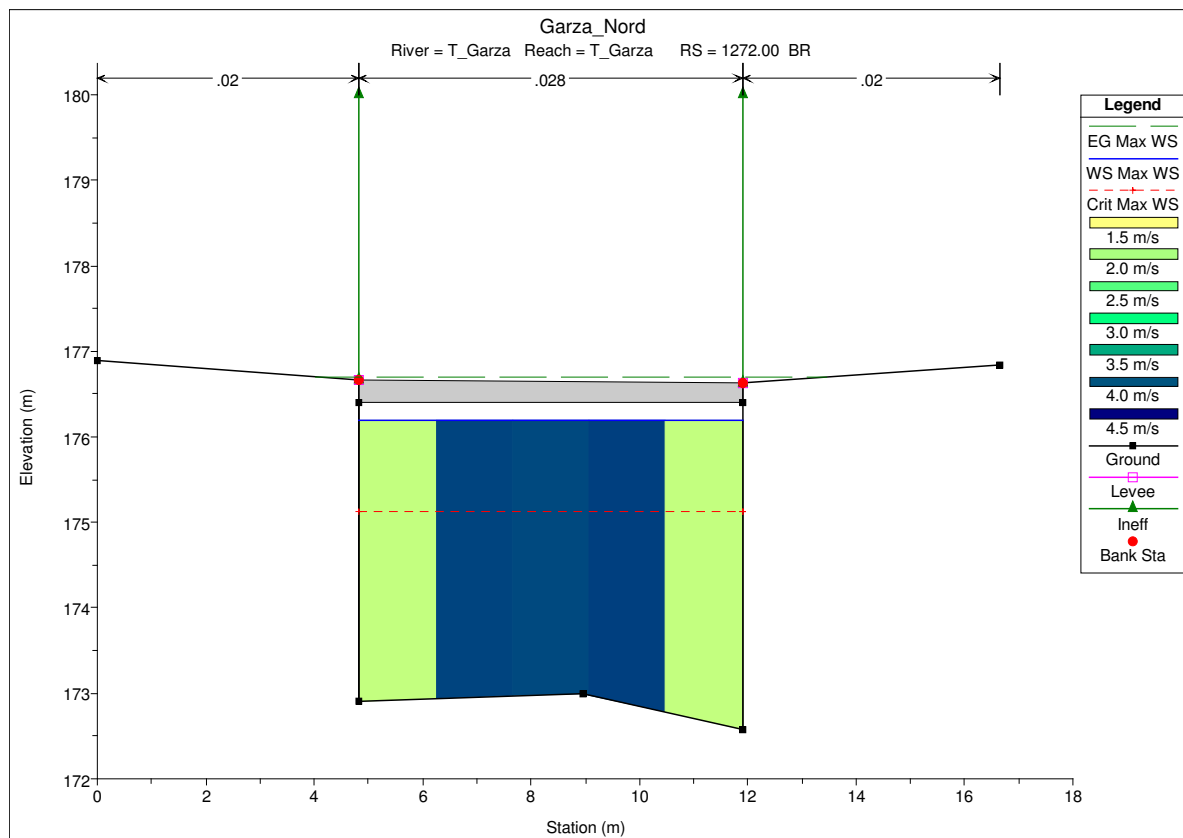
SEZIONE n° 1283.87



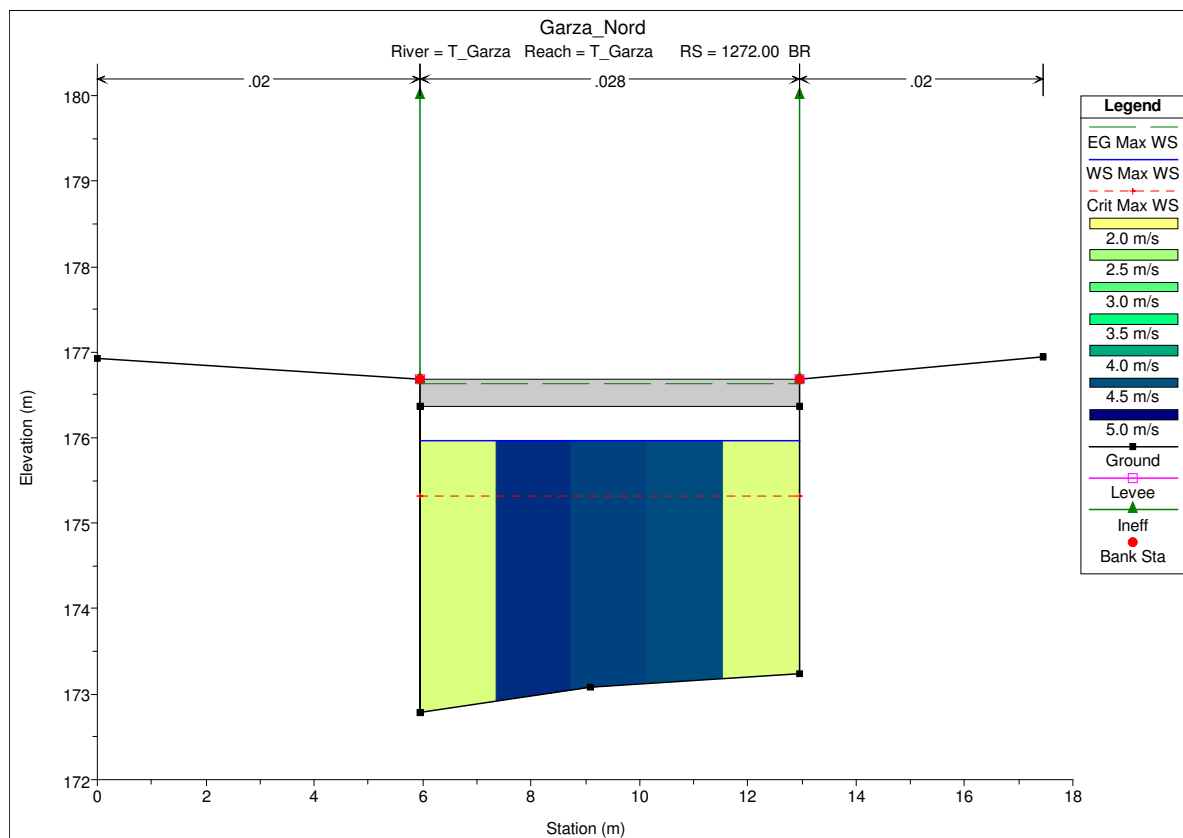
SEZIONE n° 1276.97



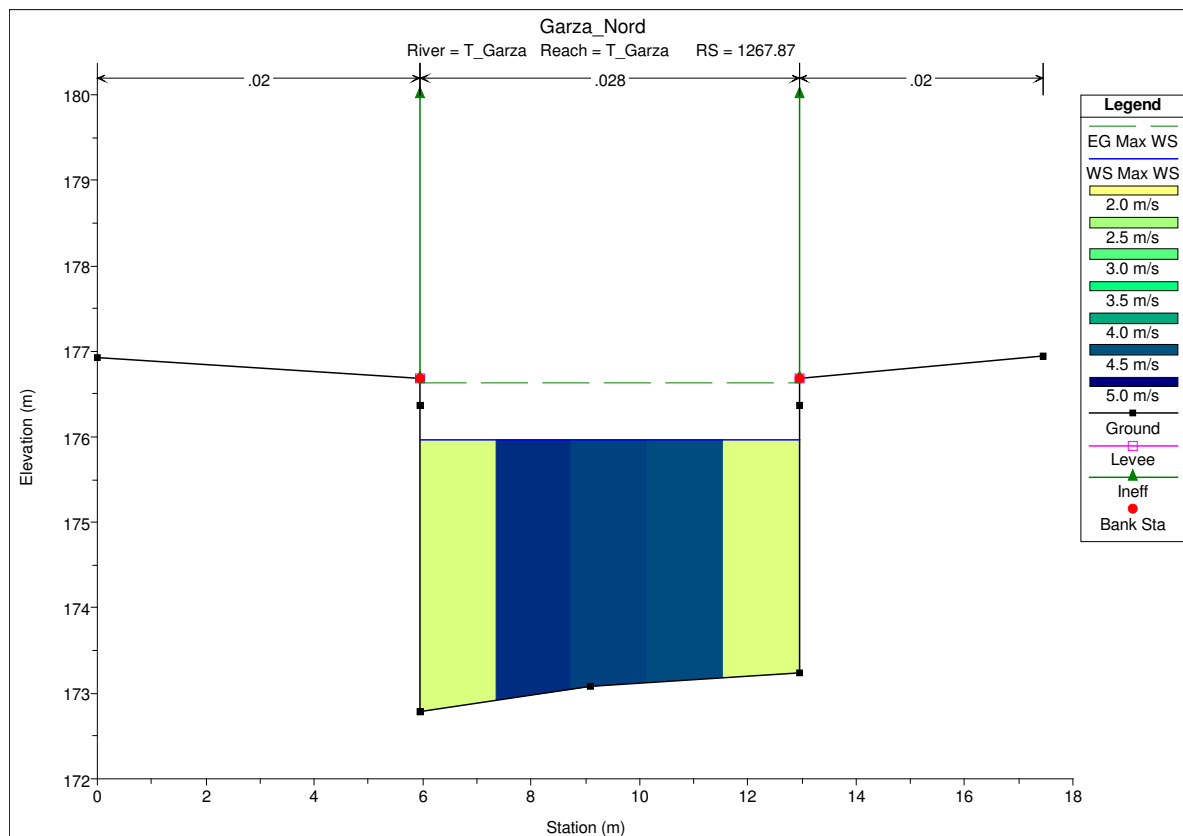
SEZIONE n° 1272.00 PONTE (Sez. di monte)



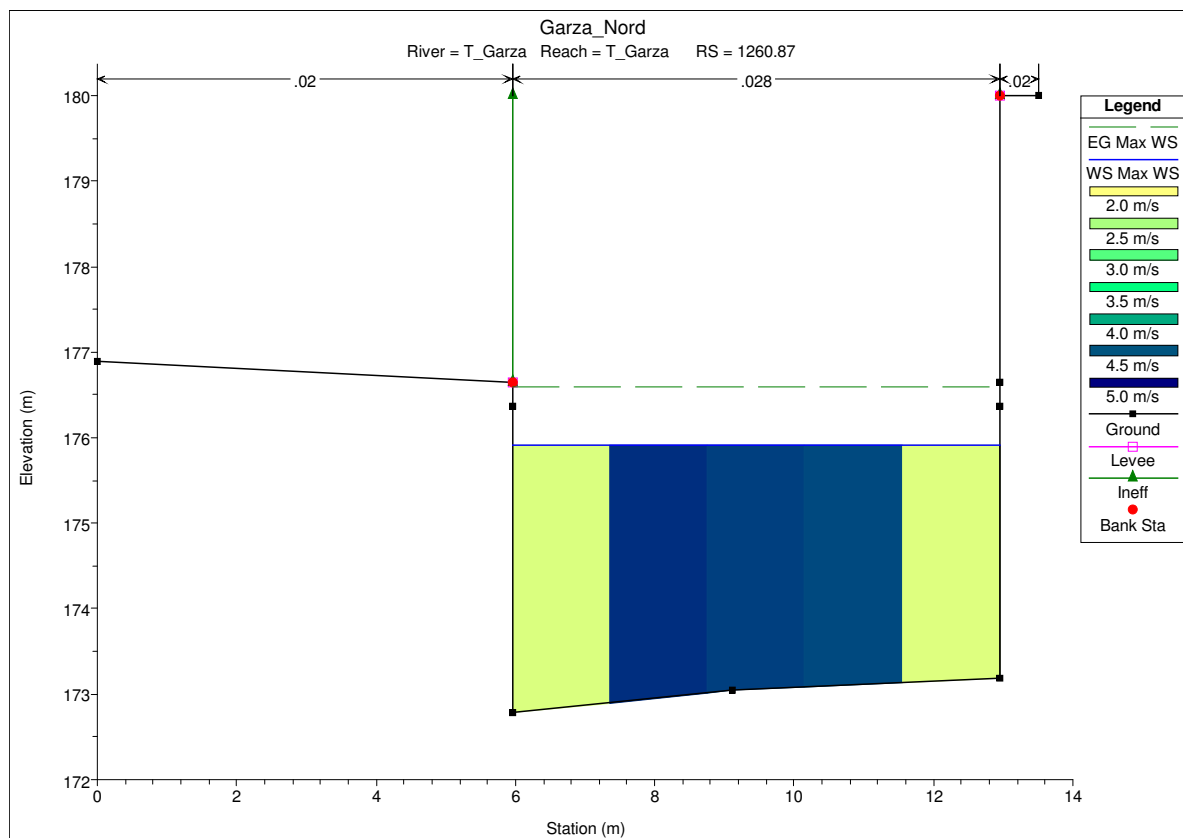
SEZIONE n° 1272.00 PONTE (Sez. di valle)



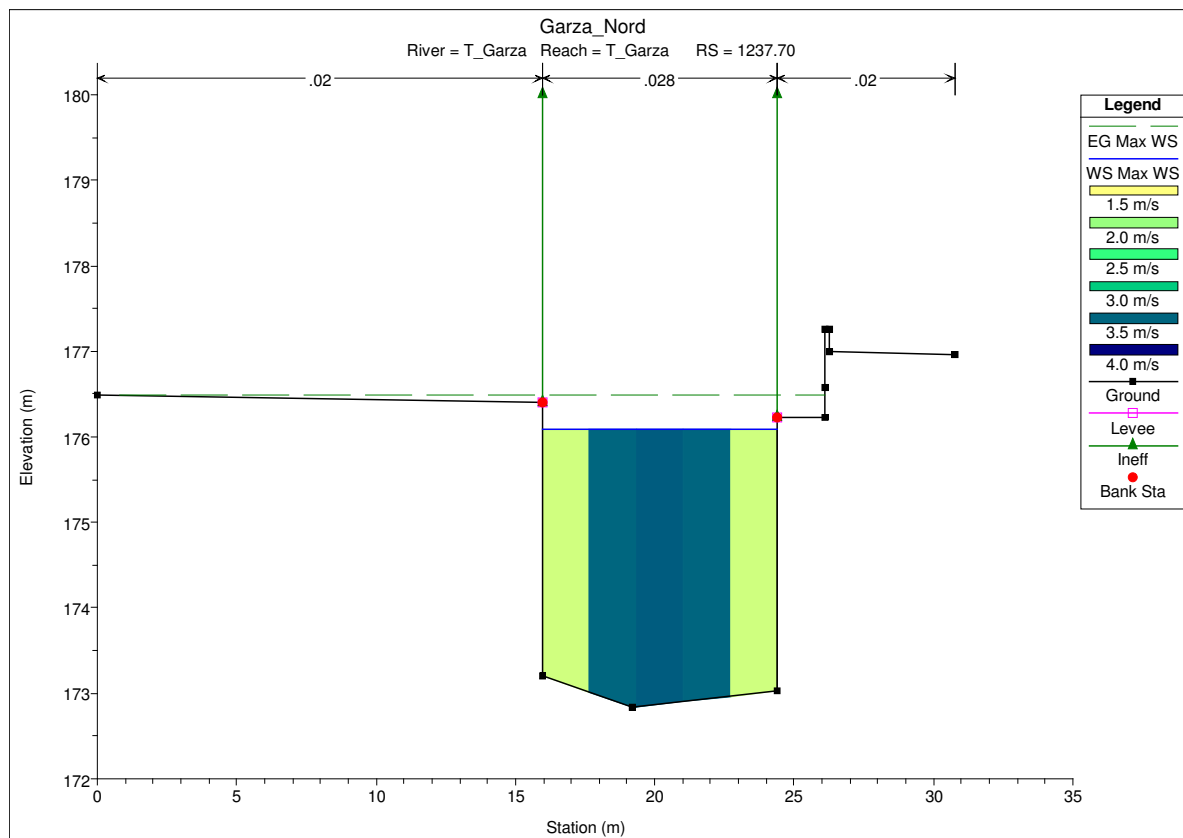
SEZIONE n° 1267.87



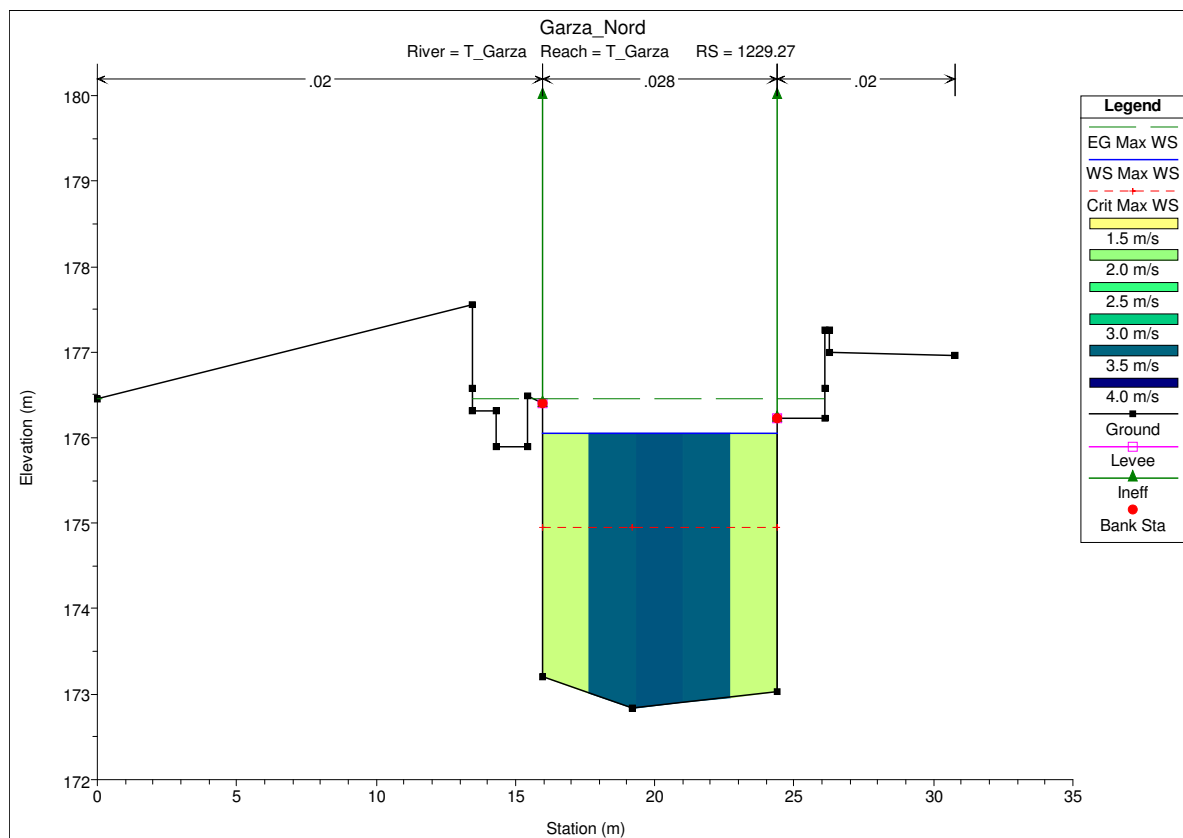
SEZIONE n° 1260.87



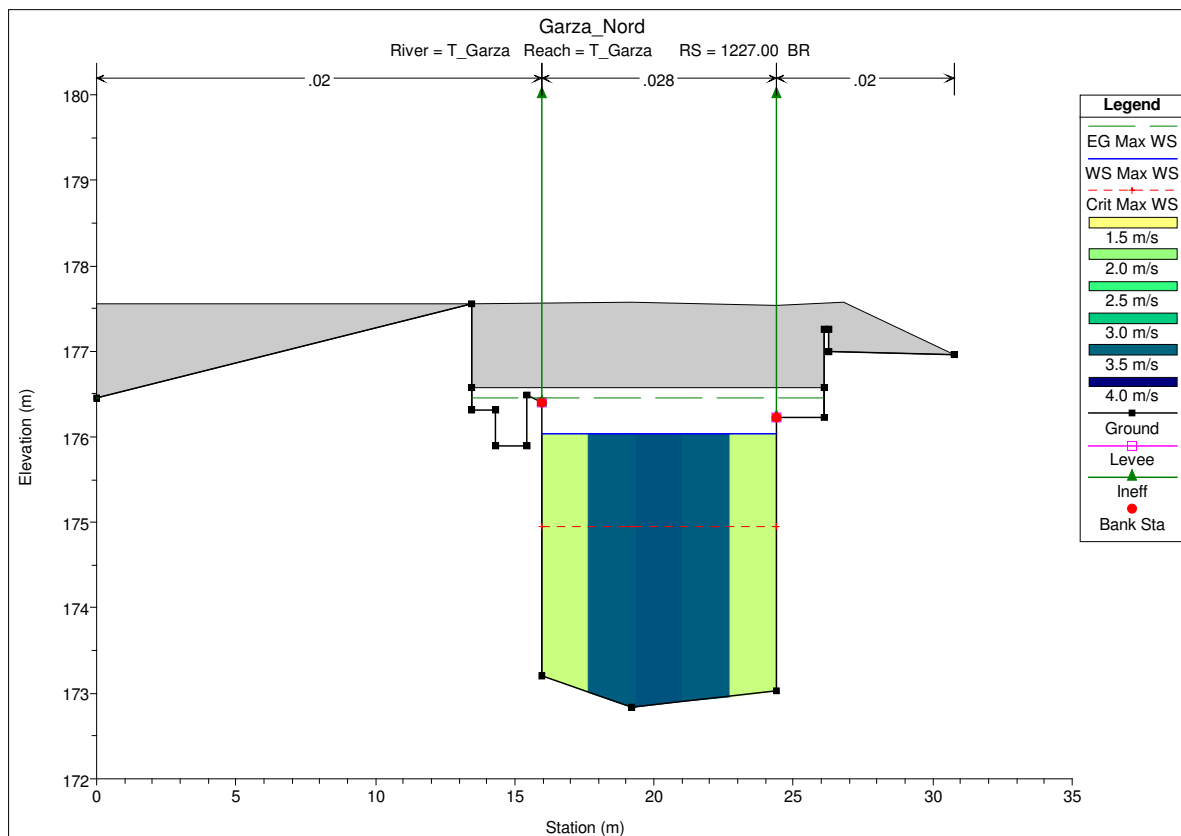
SEZIONE n° 1237.70



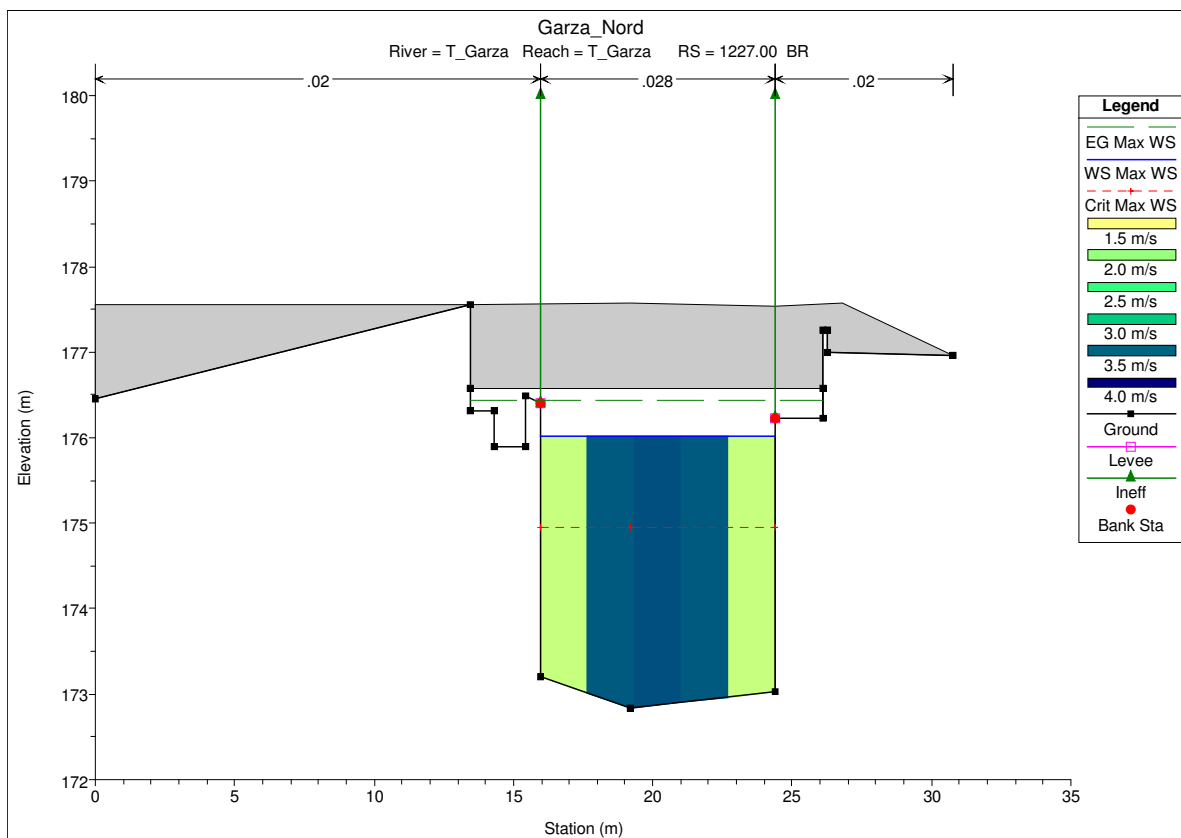
SEZIONE n° 1229.27



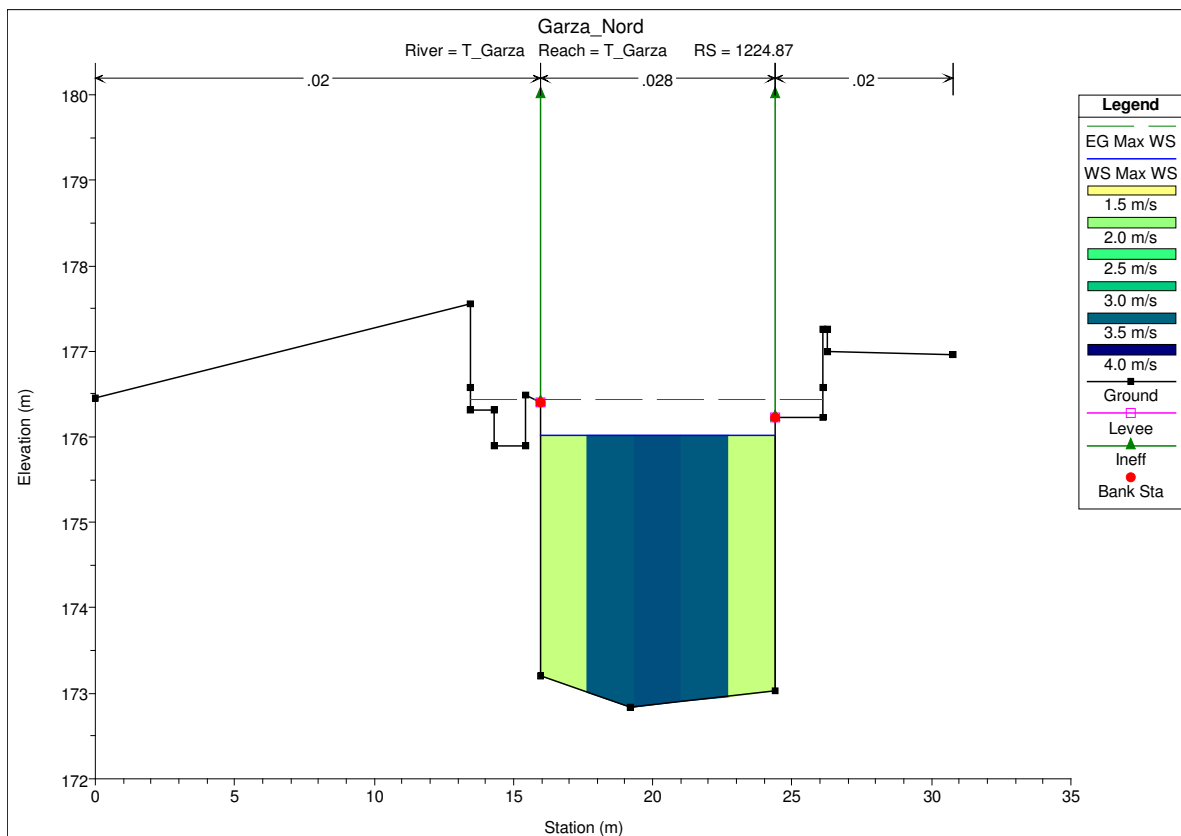
SEZIONE n° 1227.00 PONTE (Sez. di monte)



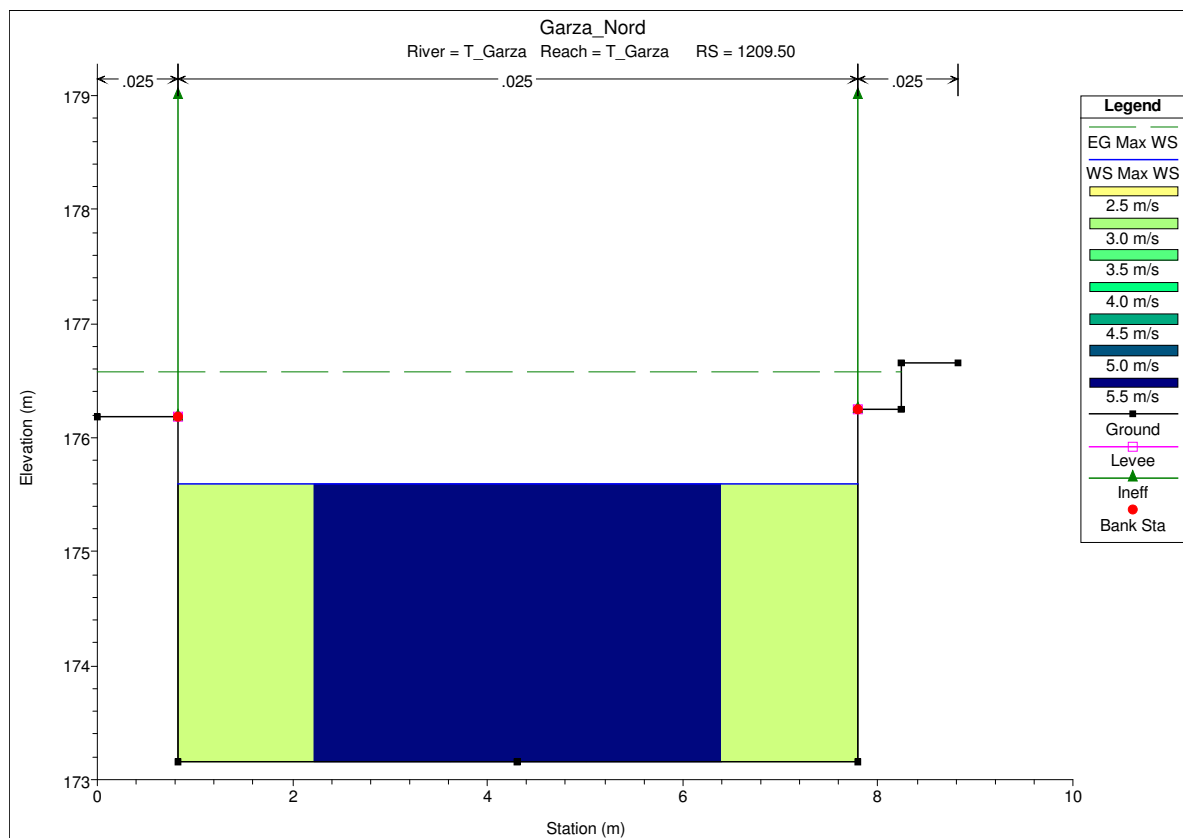
SEZIONE n° 1227.00 PONTE (Sez. di valle)



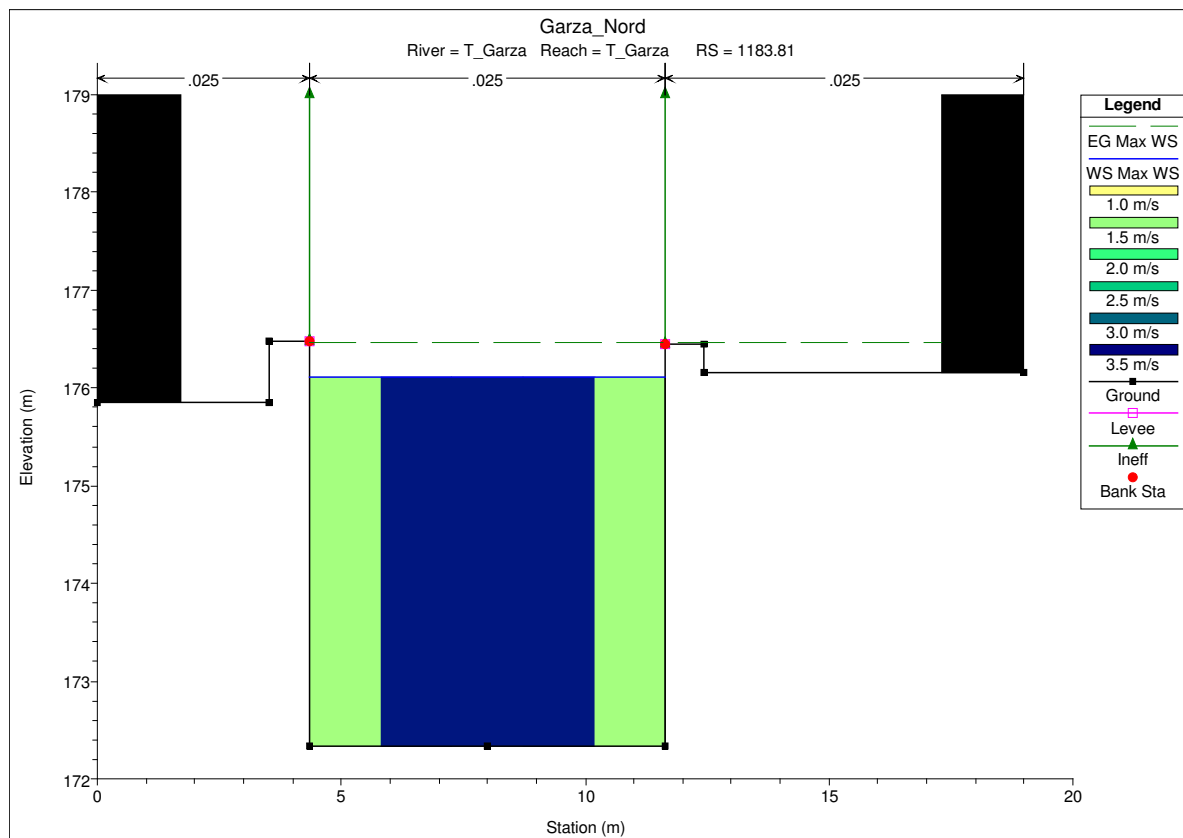
SEZIONE n° 1224.87



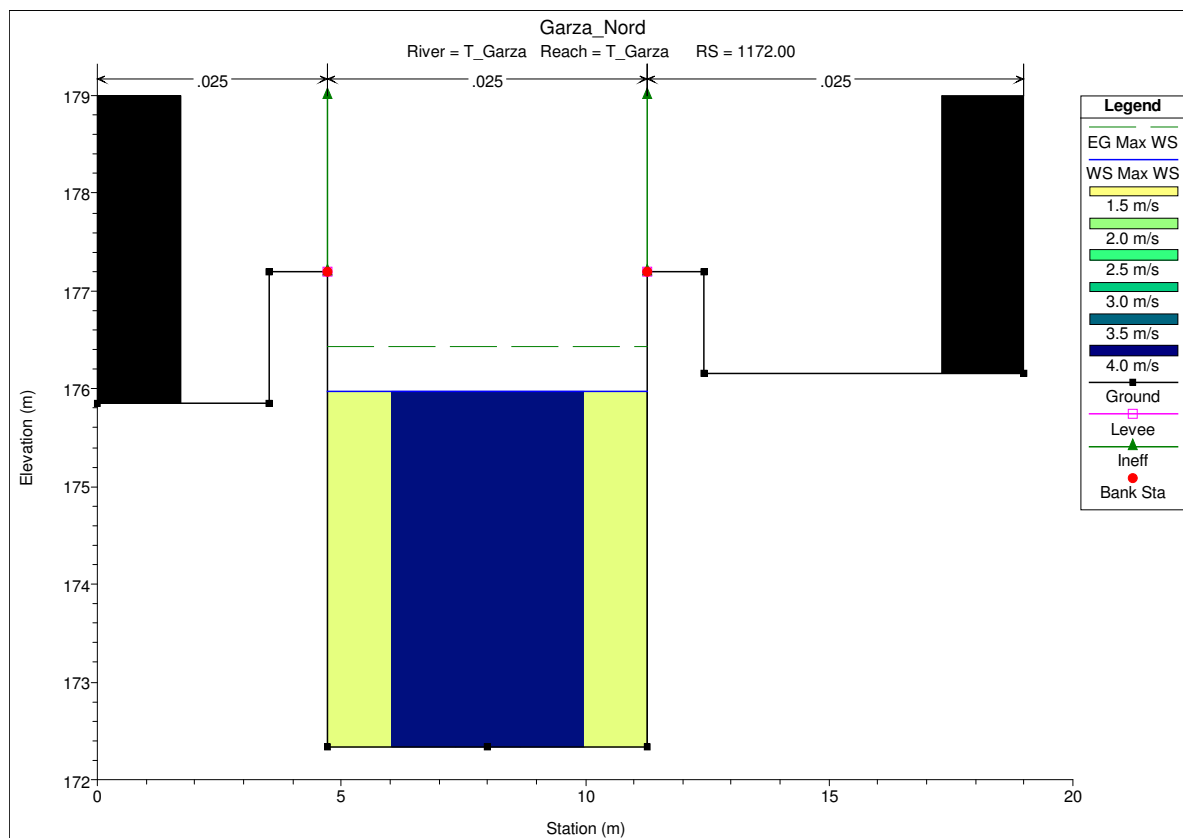
SEZIONE n° 1209.50



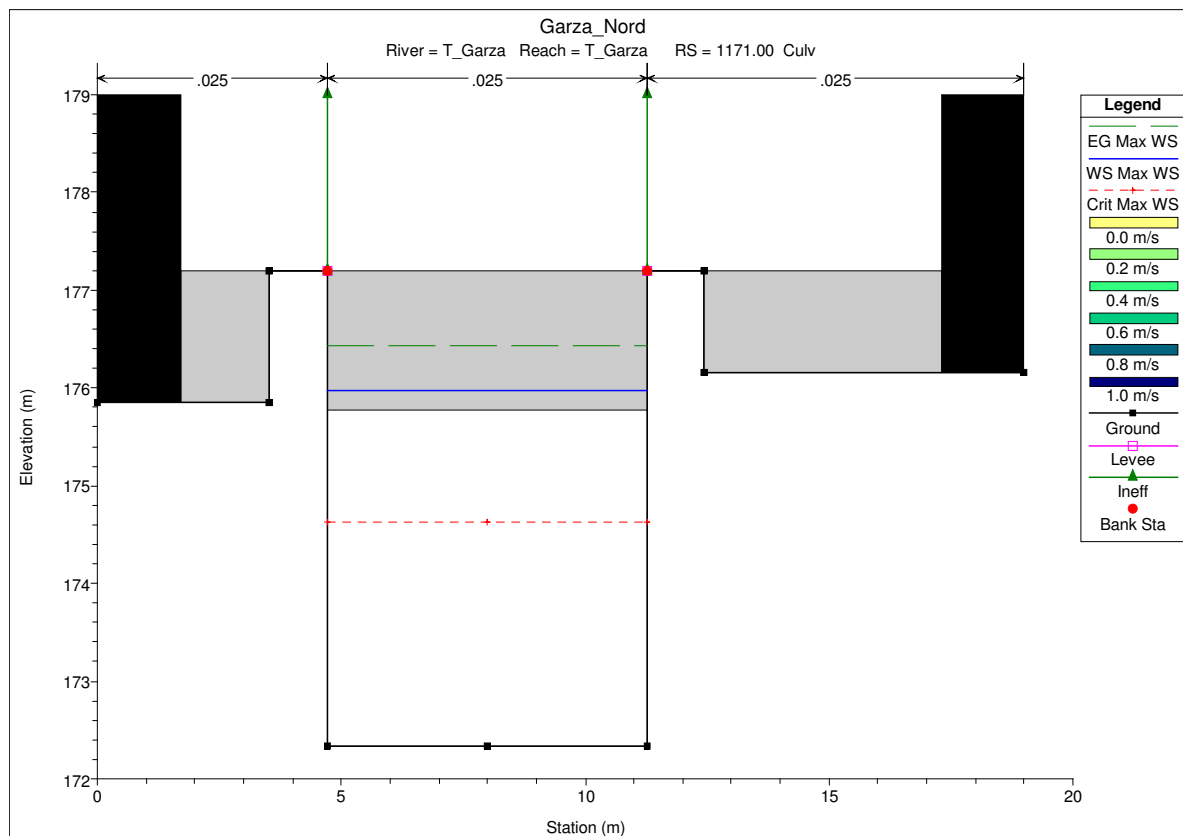
SEZIONE n° 1183.81



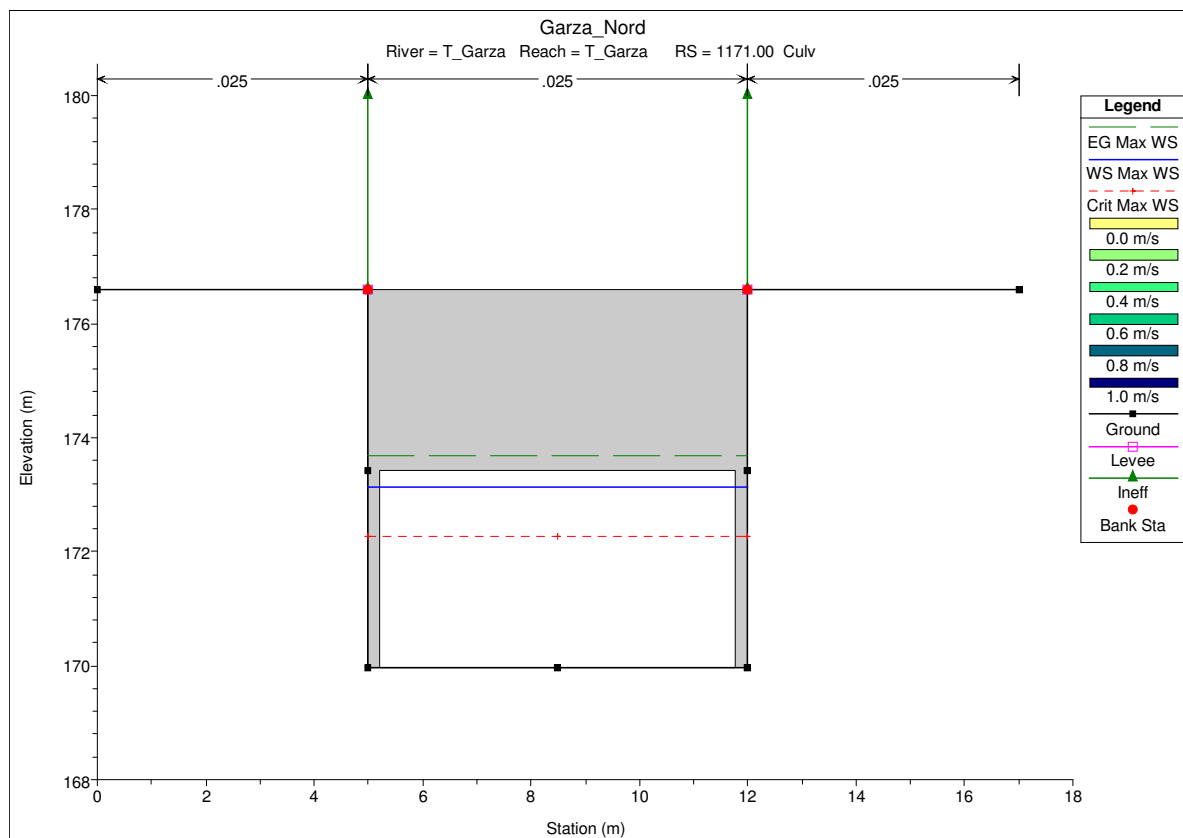
SEZIONE n° 1172.00



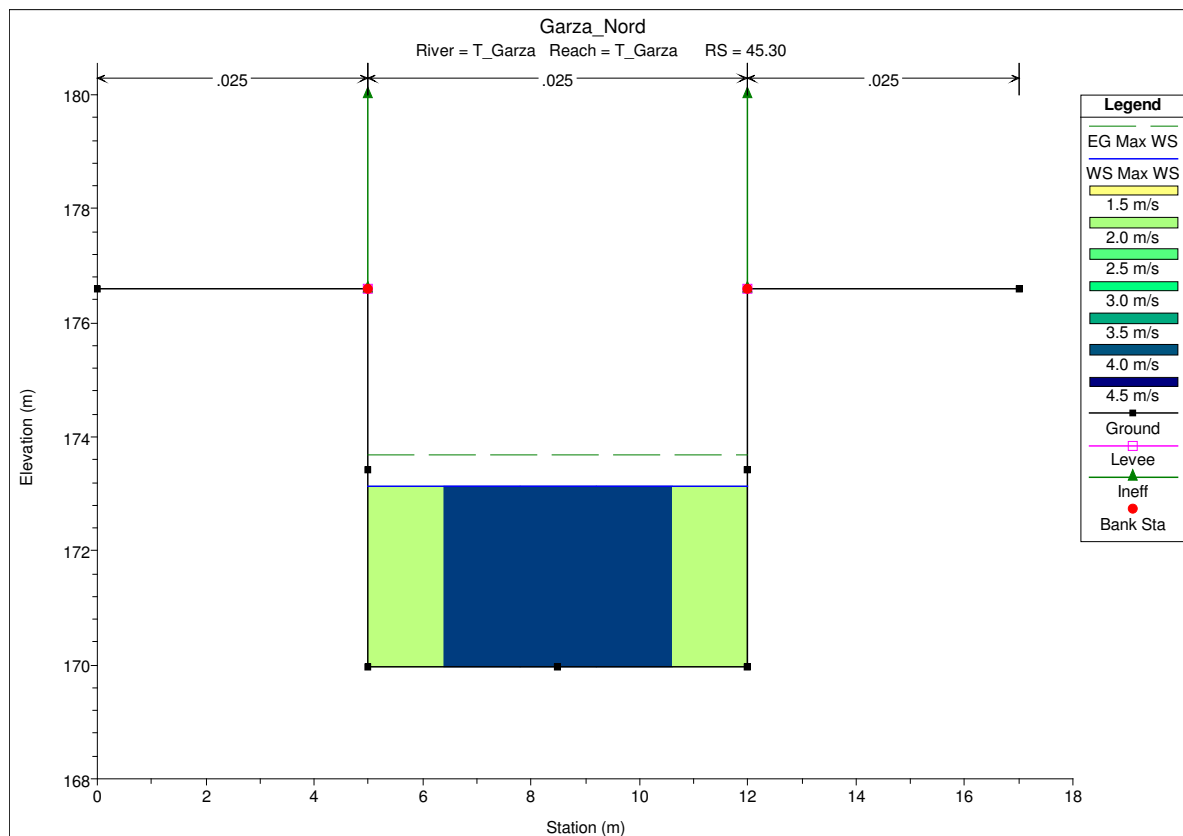
SEZIONE n° 1171.00 CULVERT (Sez. di monte)



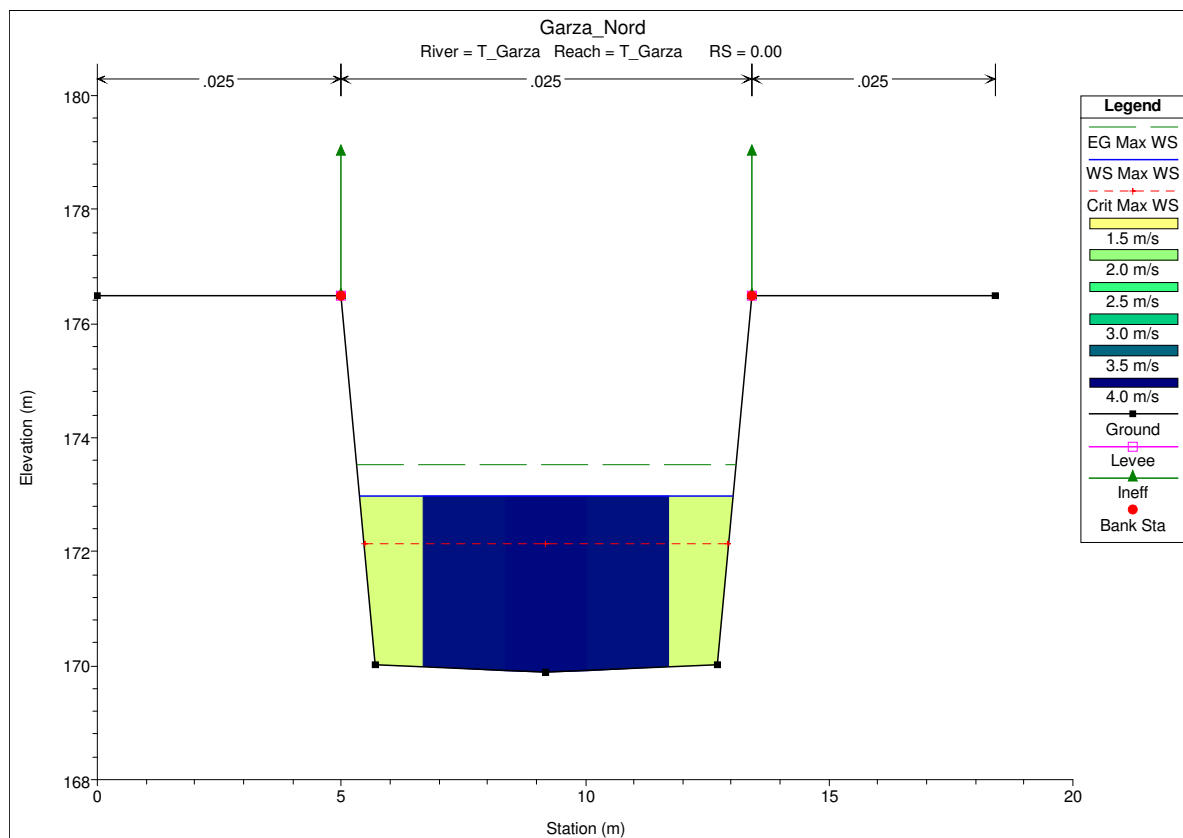
SEZIONE n° 1171.00 CULVERT (Sez. di valle)



SEZIONE n° 45.30

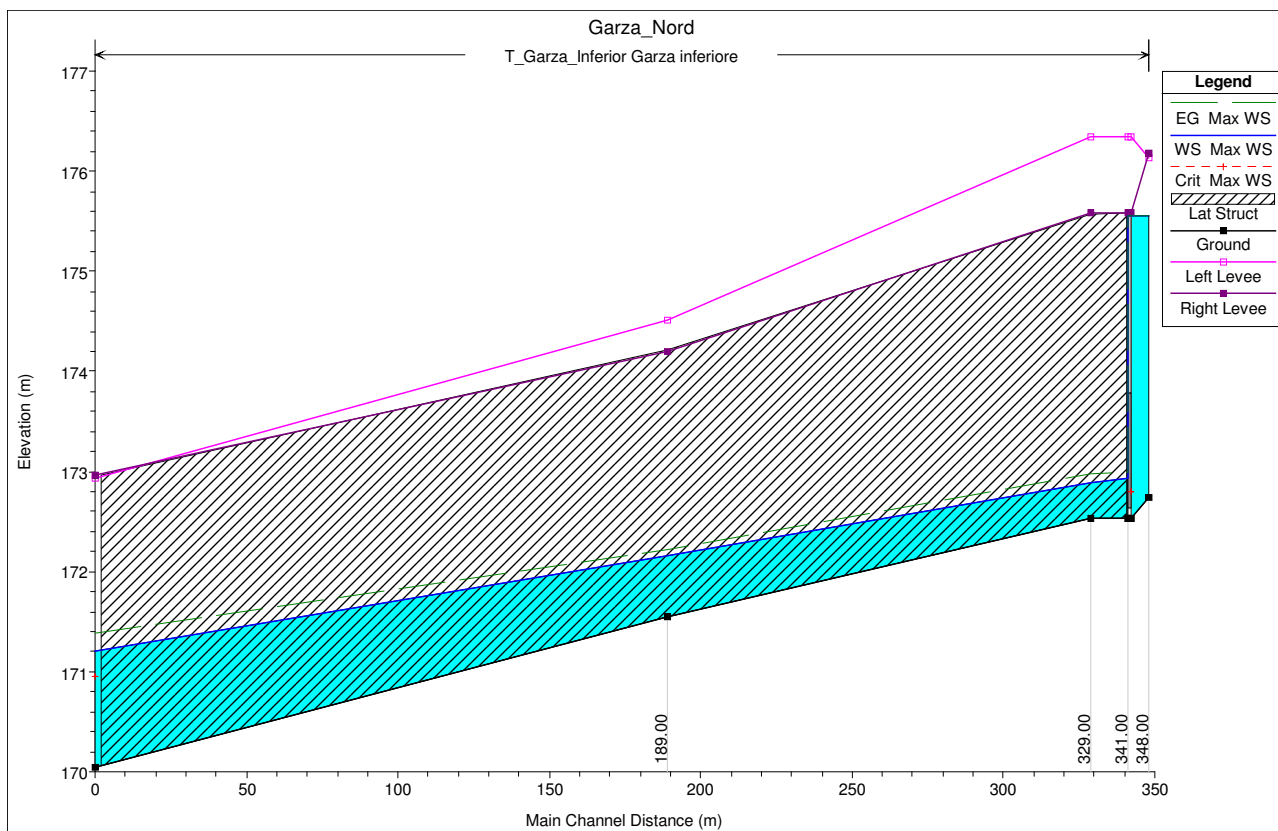


SEZIONE n° 0.00

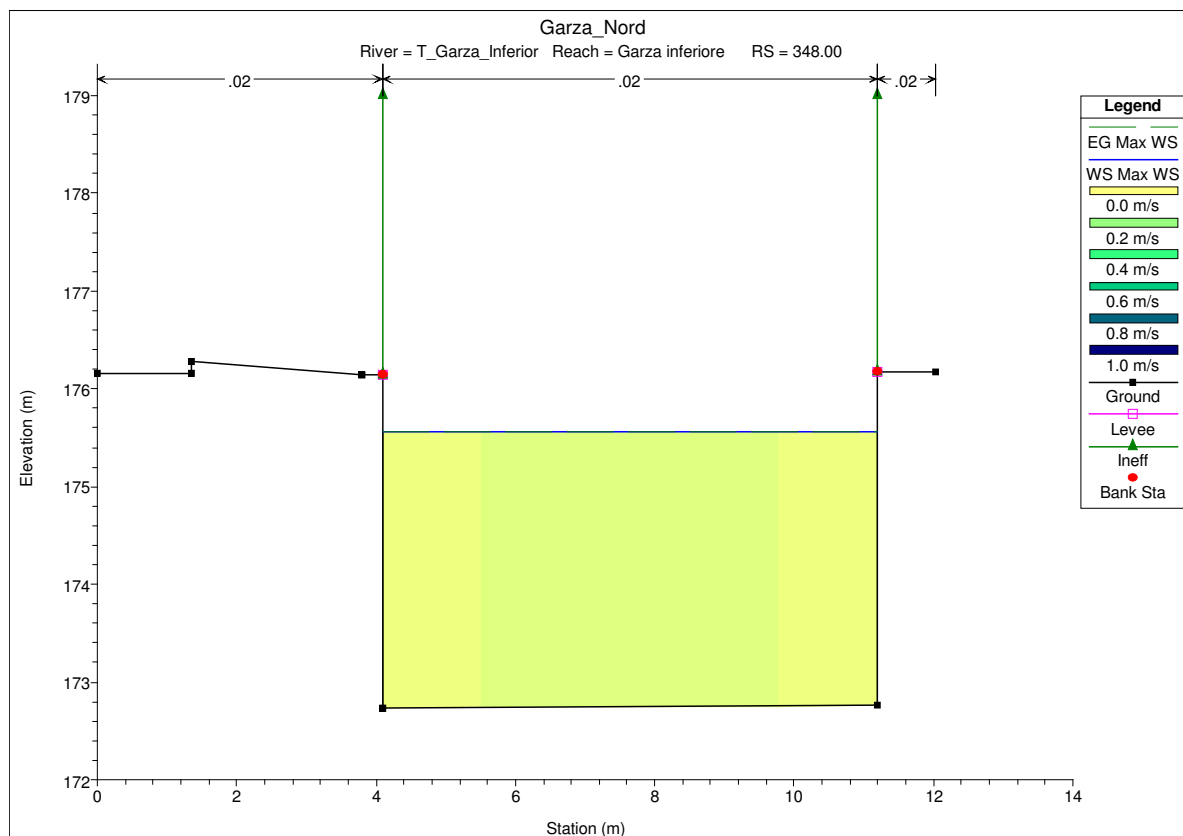


T. Garza da Crocevia Nave a via Castelli

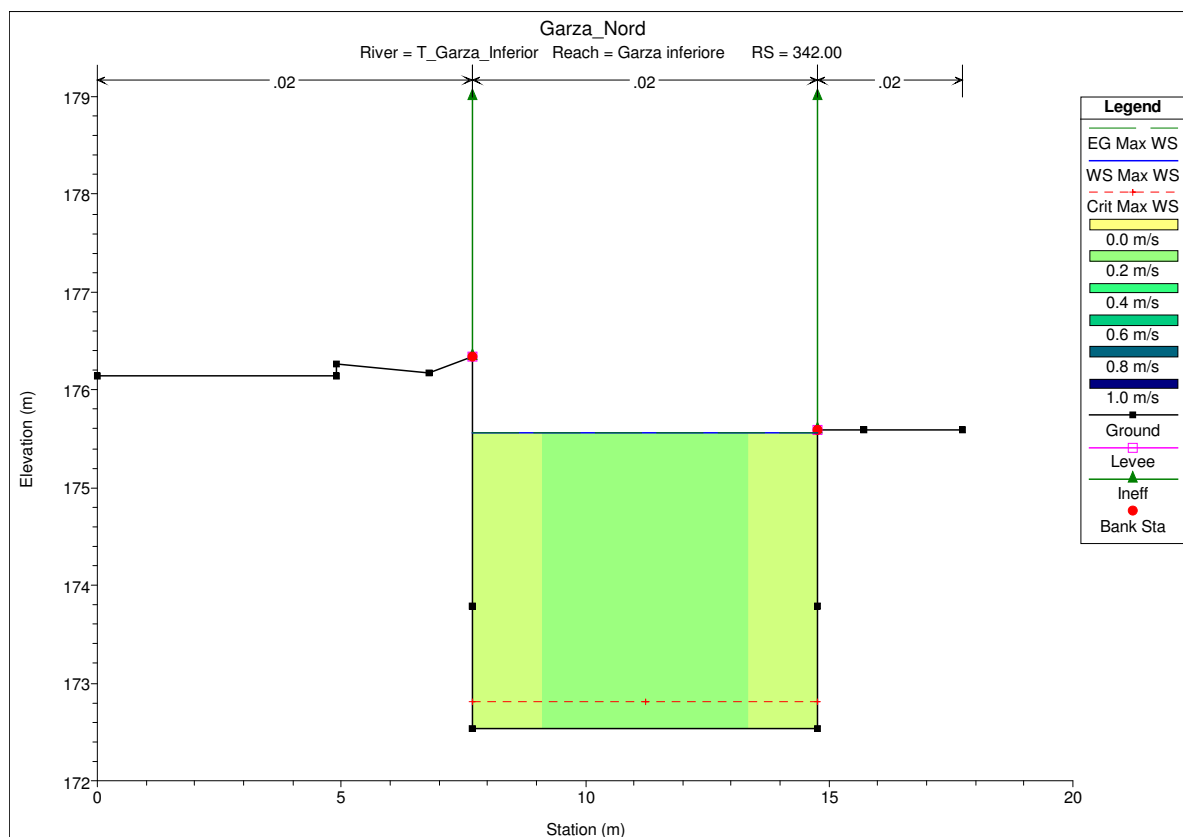
PROFILO IDRAULICO



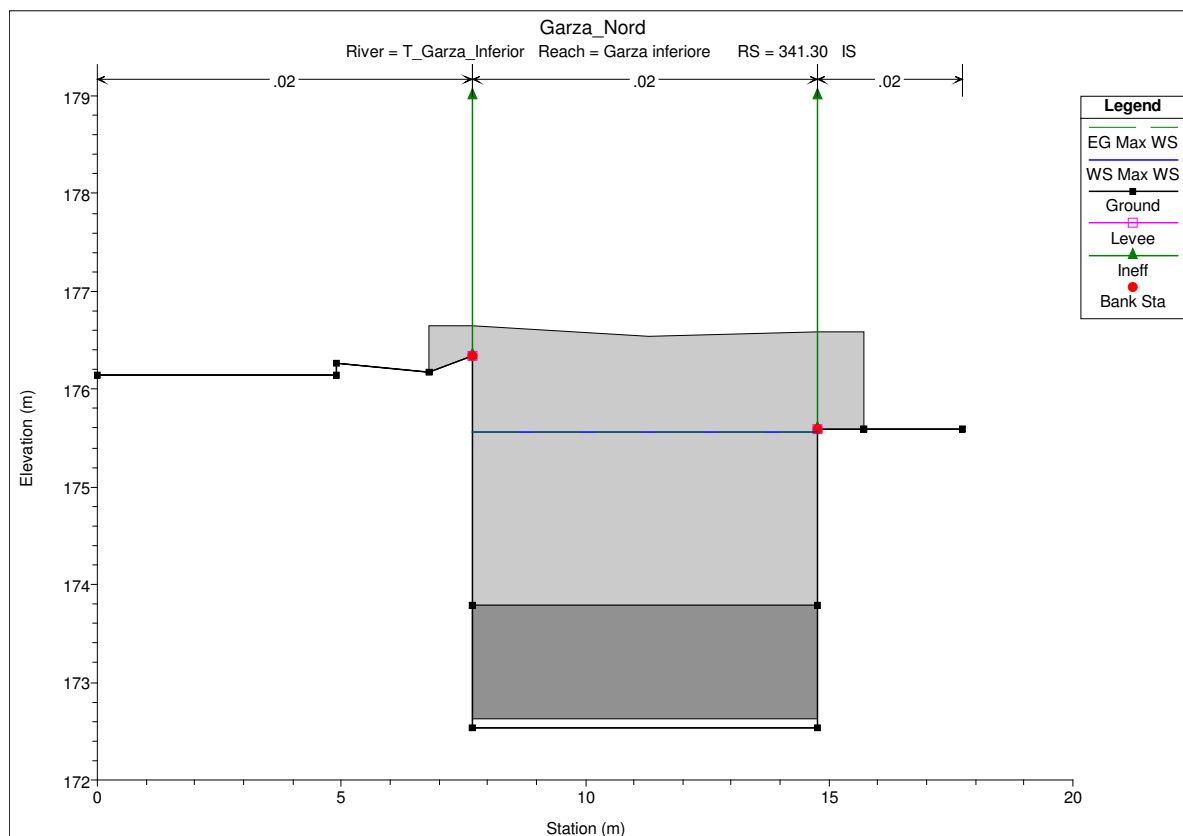
SEZIONE n° 348.00



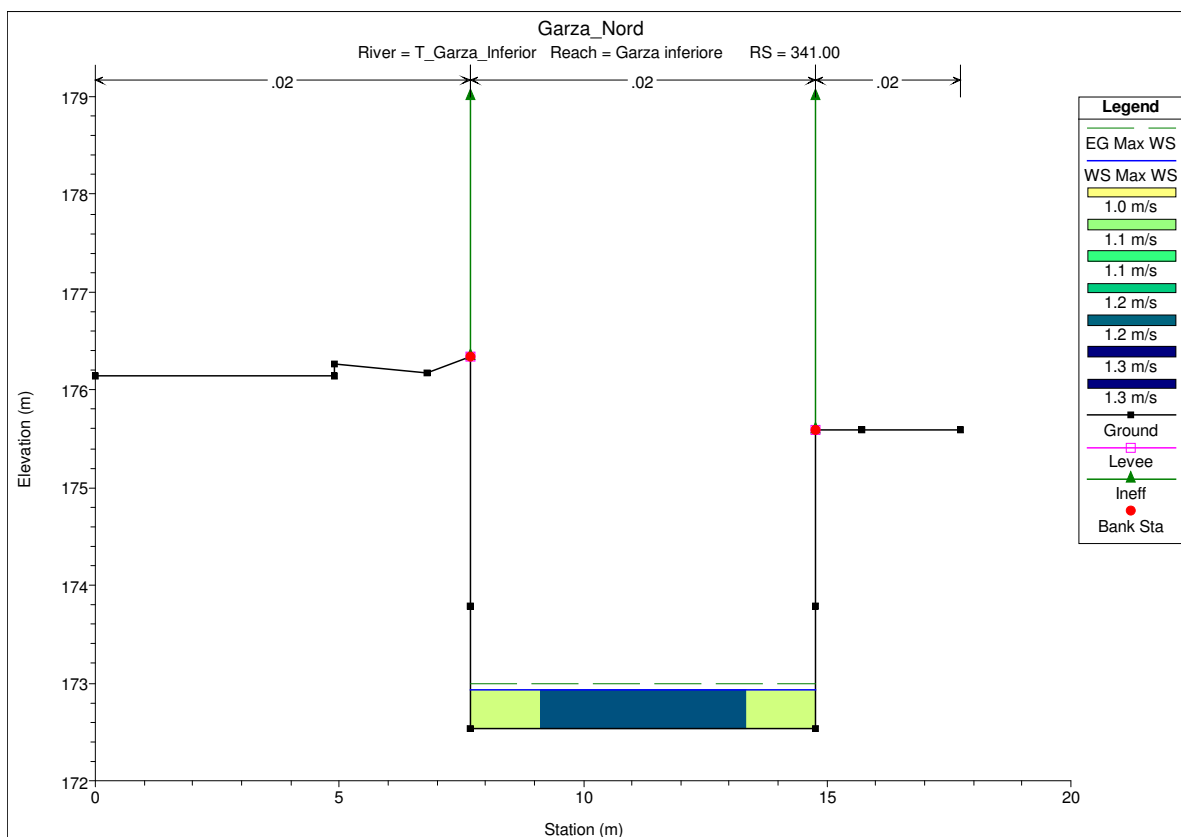
SEZIONE n° 342.00



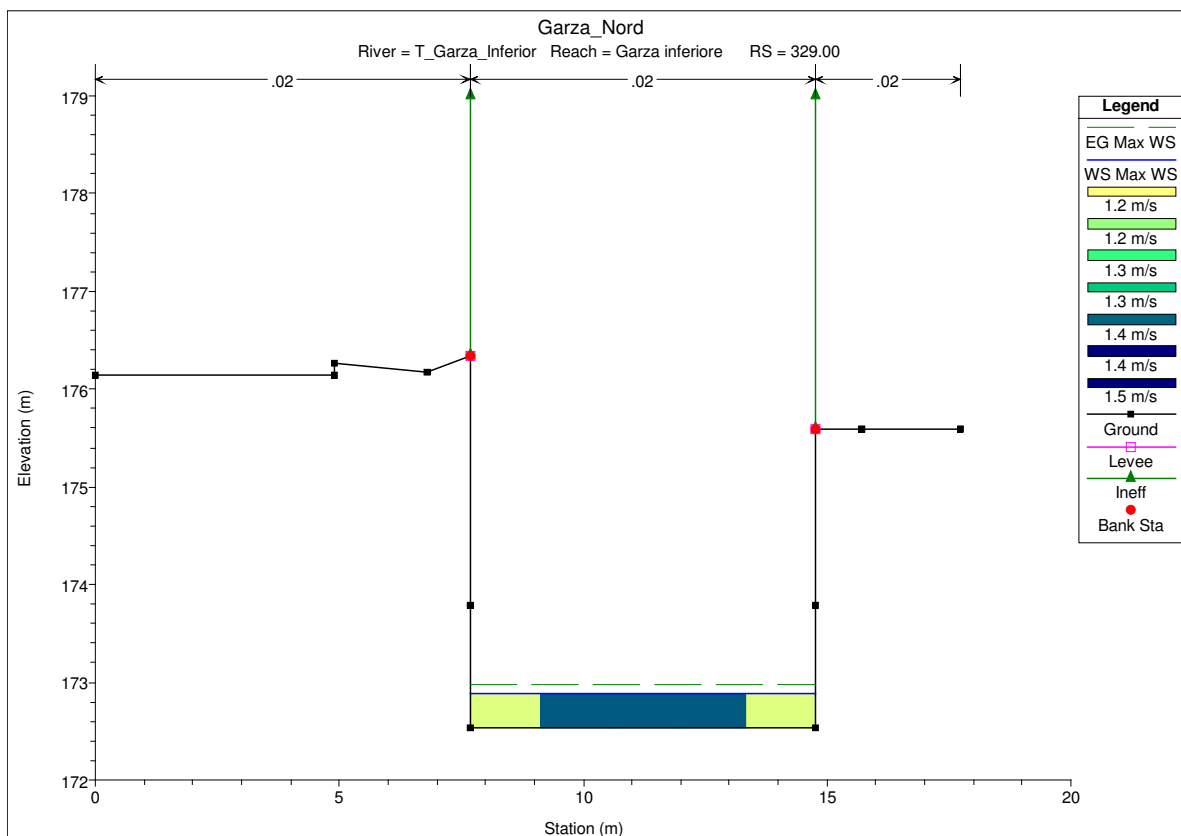
SEZIONE n° 341.30 INLINE STRUCTURE (paratoia aperta h = 0,10 m)



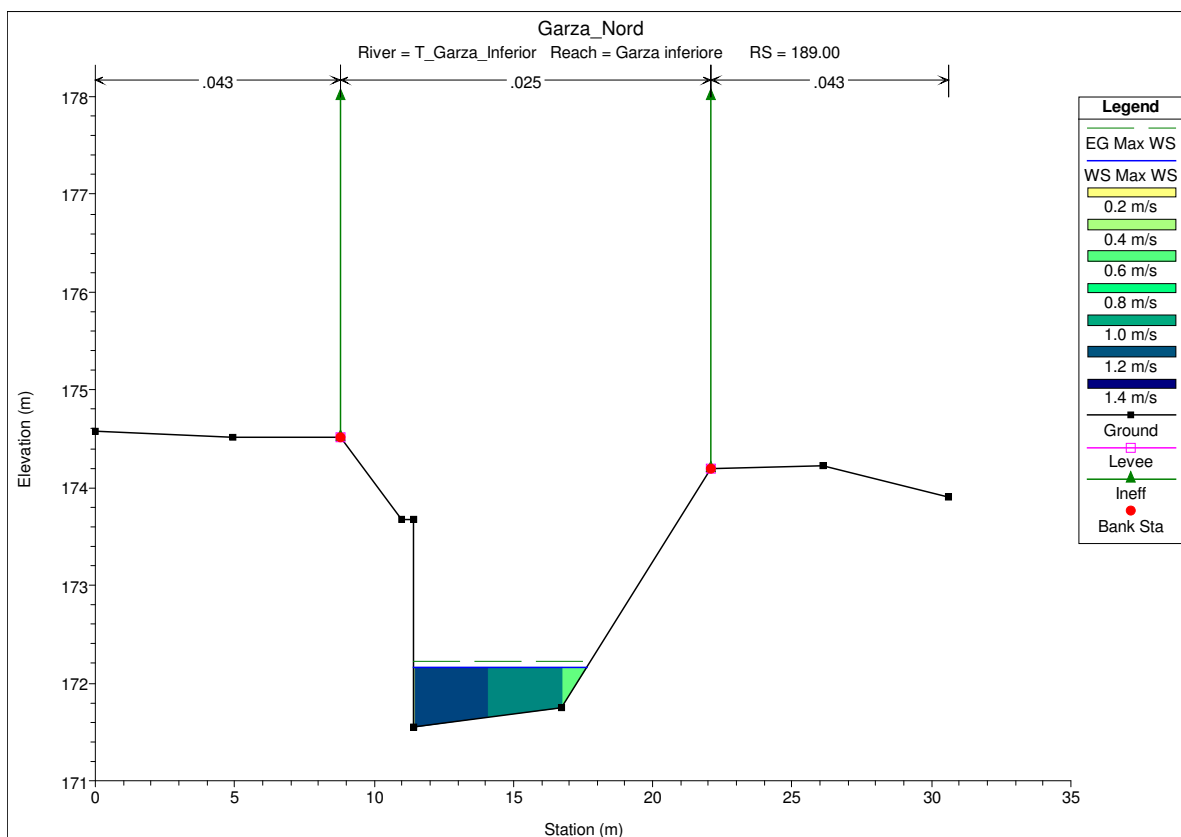
SEZIONE n° 341.00



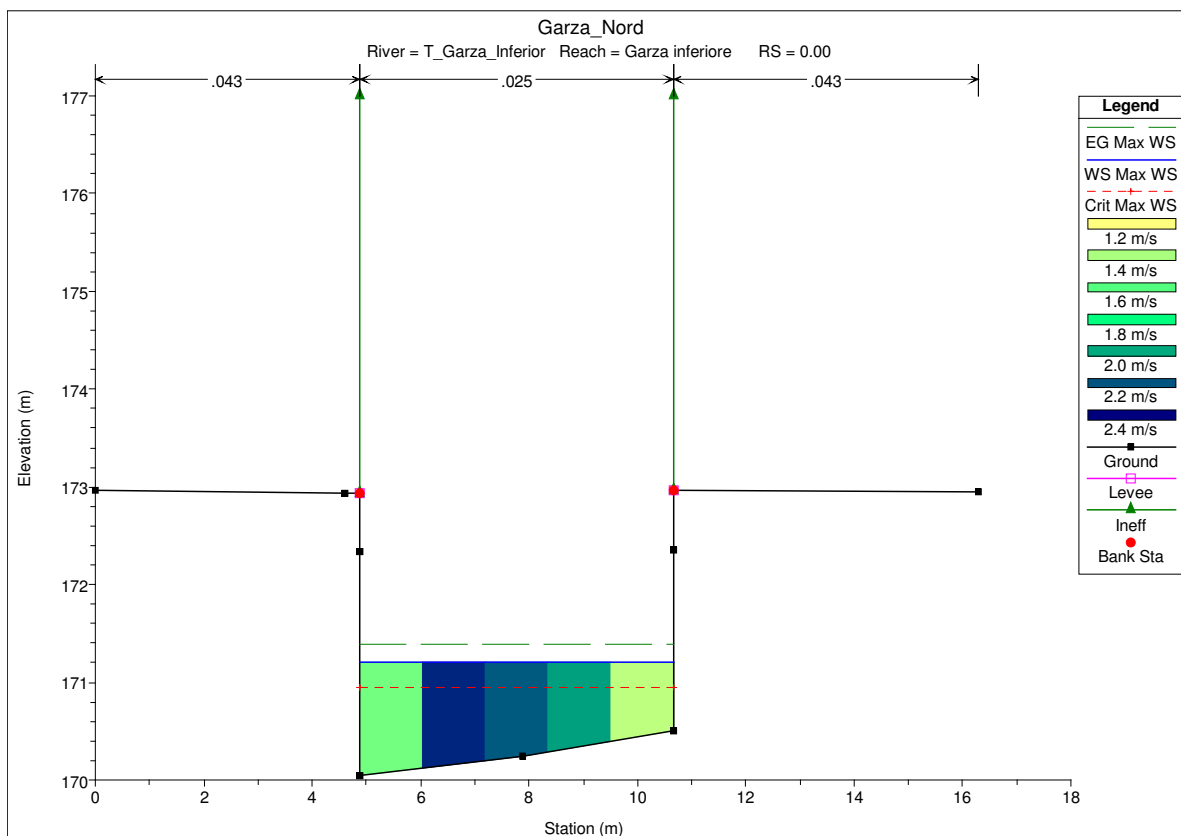
SEZIONE n° 329.00



SEZIONE n° 189.00



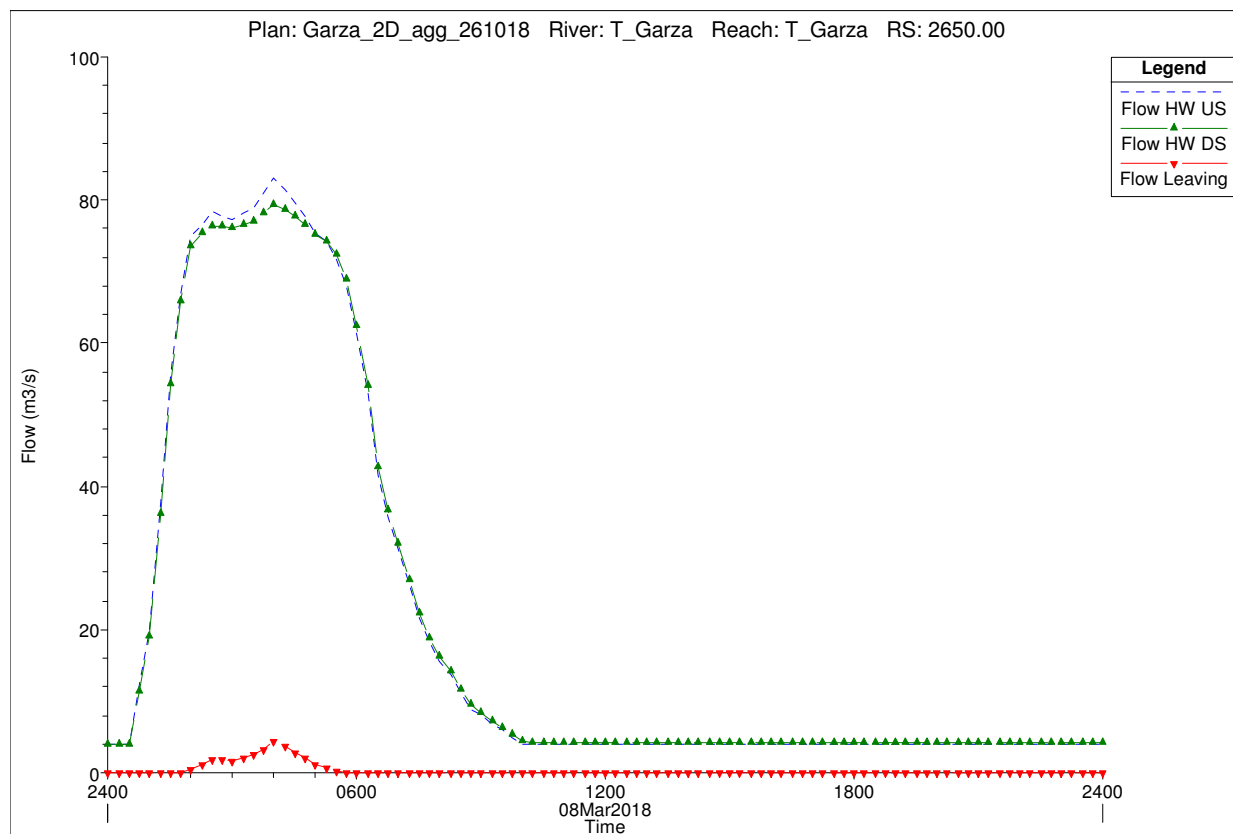
SEZIONE n° 0.00



CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO DEI COLLEGAMENTI IDRAULICI

TORRENTE GARZA

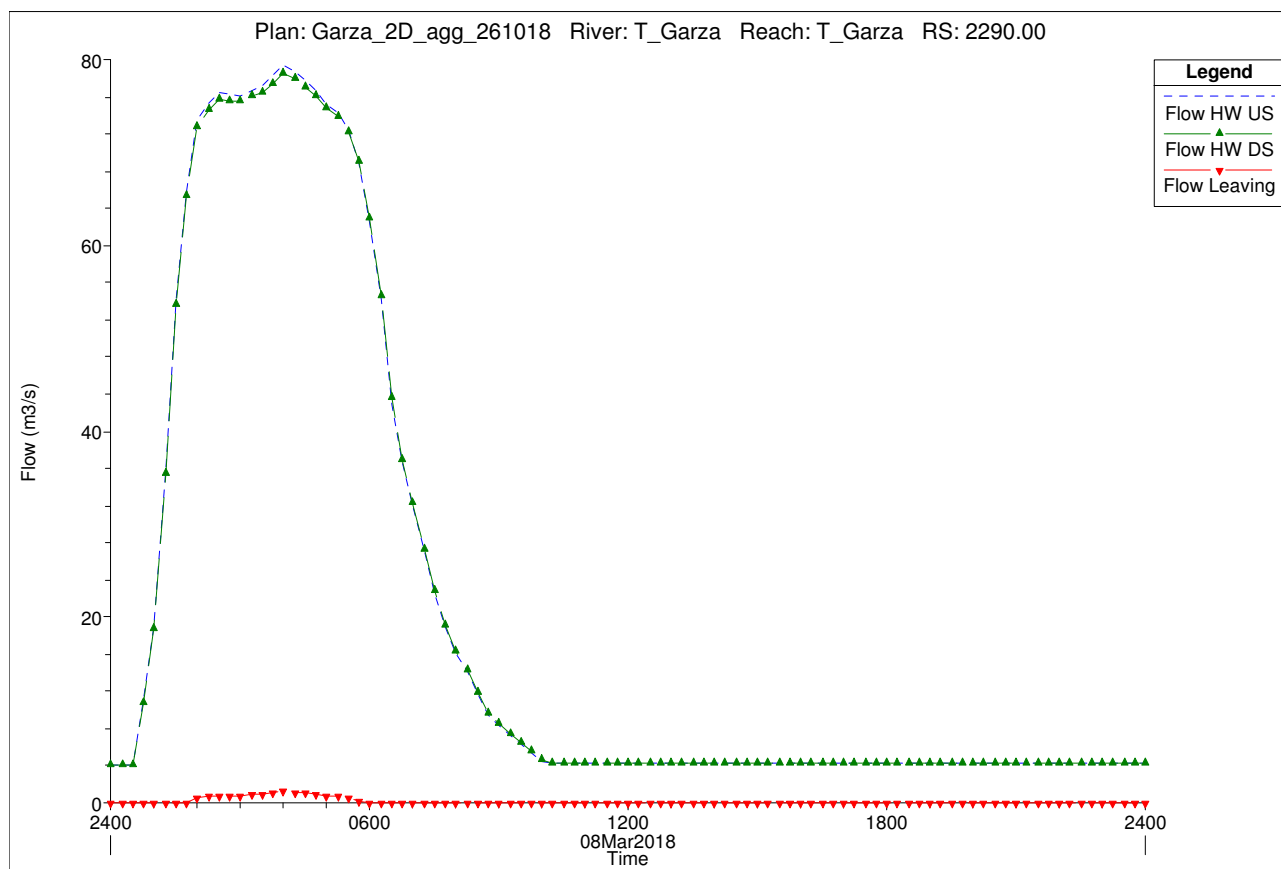
SFIORATORE n° 2650.00 (sponda destra tra sez. 2652.15 e sez. 2350.25)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 288,80 m
- Collegato all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 0,55
- Portata massima tracimata 4,41 m³/s (dato ore 4:00)
- Portata media tracimata 2,16 m³/s (durata tracimazione ore 3:30)
- Volume totale tracimato 27'210 m³
- Portata massima transitata a monte 83,17 m³/s (dato ore 4:00)
- Portata massima transitata a valle 79,32 m³/s (dato ore 4:00)

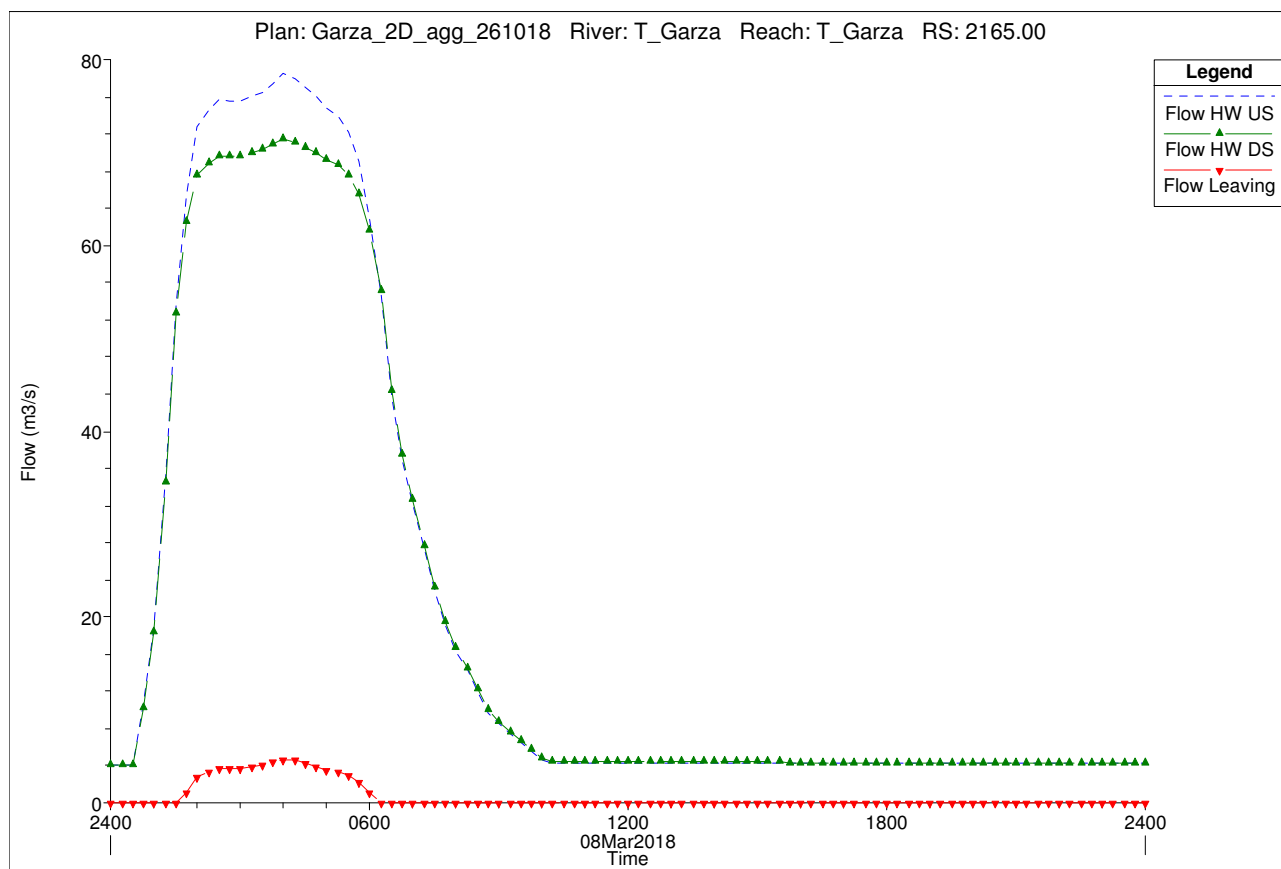
SFIORATORE n°2290.00 (sponda destra tra sez. 2292.45 e sez. 2171.66)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 122,47 m
- Collegato all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 1
- Portata massima tracimata 1,26 m³/s (dato ore 4:00)
- Portata media tracimata 0,78 m³/s (durata tracimazione ore 4:15)
- Volume totale tracimato 11'950,00 m³
- Portata massima transitata a monte 79,46 m³/s (dato ore 4:00)
- Portata massima transitata a valle 78,46 m³/s (dato ore 4:00)

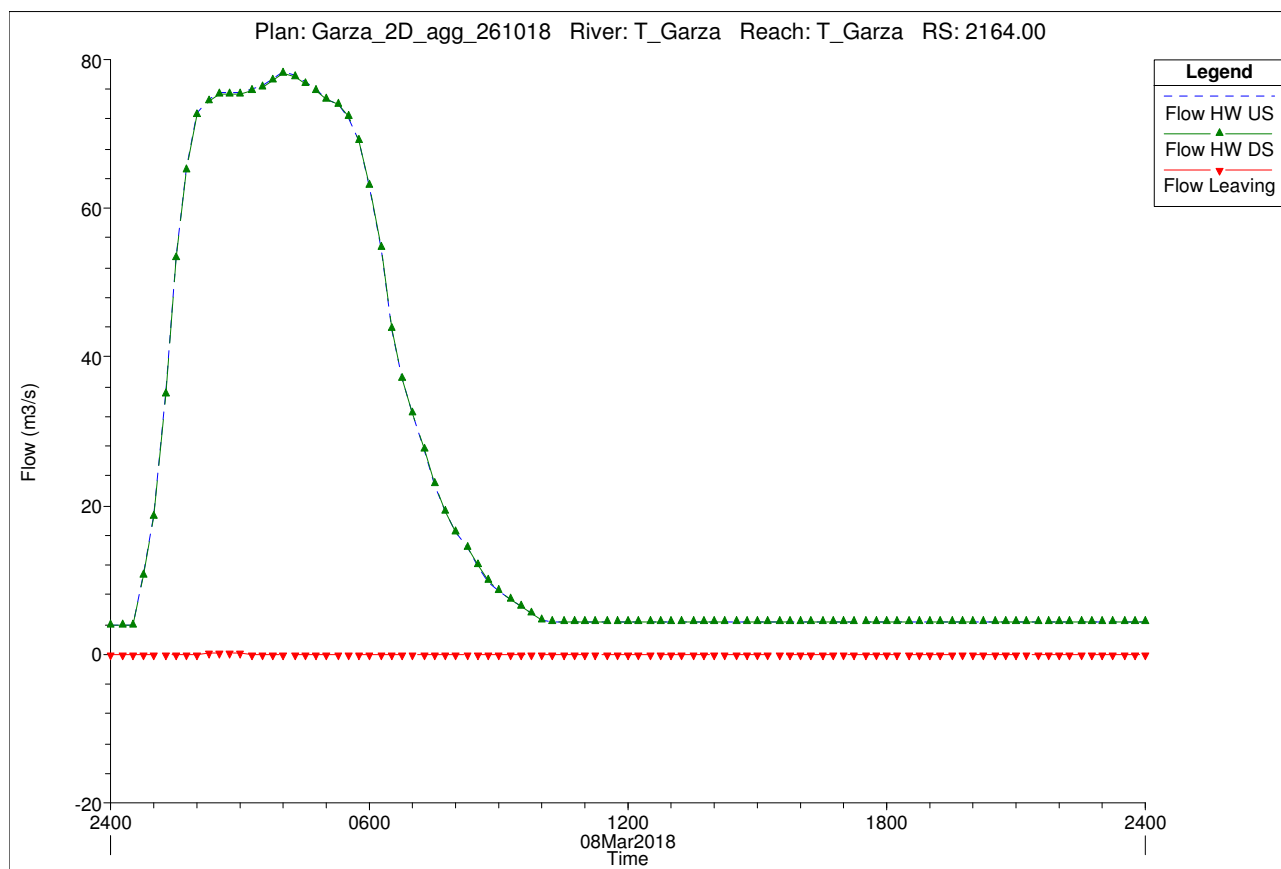
SFIORATORE n°2165.00 (sponda destra tra sez. 2168.15 e sez. 2019.07)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 147,42 m
- Collegato all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 0,2
- Portata massima tracimata 4,71 m³/s (dato ore 4:00)
- Portata media tracimata 3,25 m³/s (durata tracimazione ore 4:45)
- Volume totale tracimato 55'540 m³
- Portata massima transitata a monte 78,46 m³/s (dato ore 4:00)
- Portata massima transitata a valle 71,38 m³/s (dato ore 4:00)

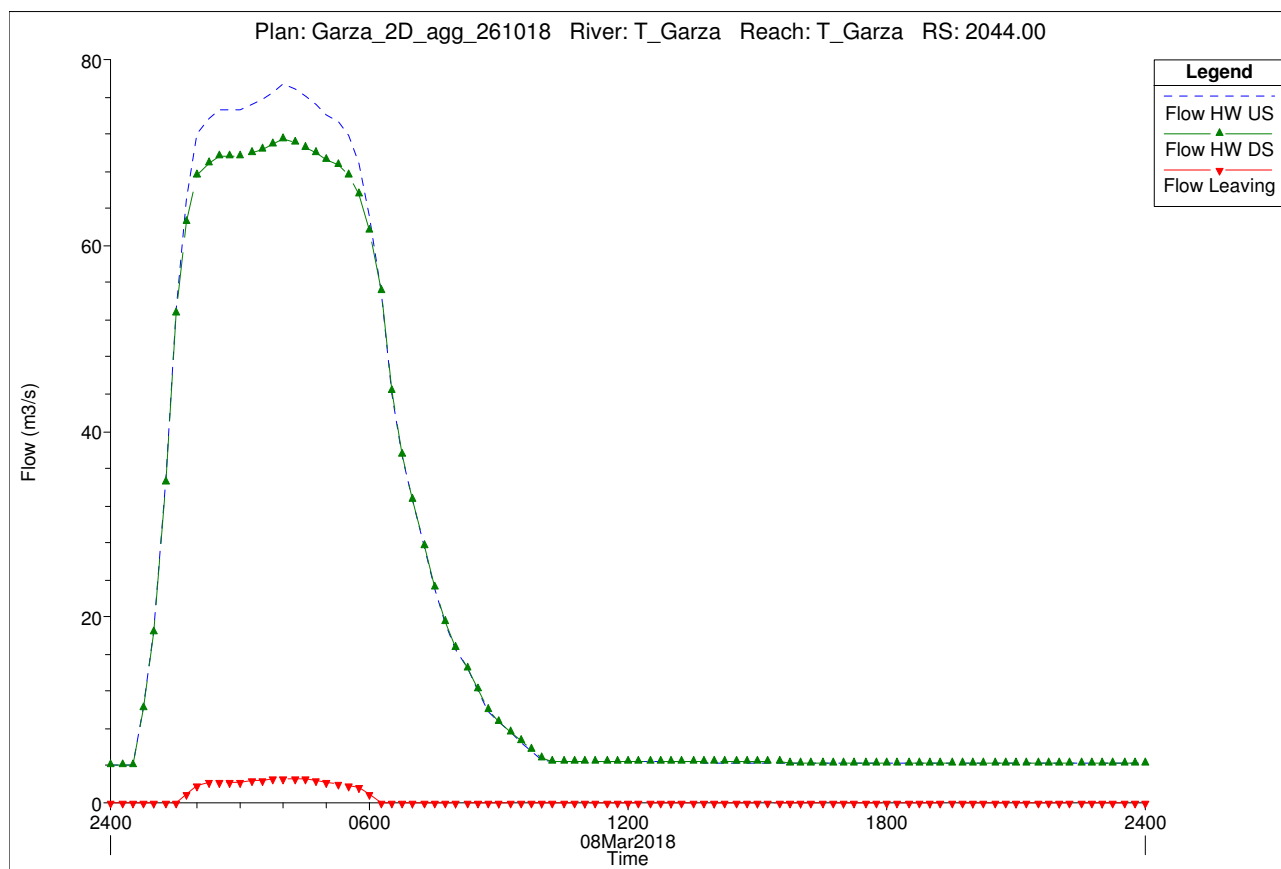
SFIORATORE n°2164.00 (sponda sinistra tra sez. 2168.15 e sez. 2098.15)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 1161,84 m
- Collegato all'area di allagamento n°02
- Coefficiente di efflusso 0,28
- Portata massima tracimata 0,23 m³/s (dato ore 3:00)
- Portata media tracimata 0,09 m³/s (durata tracimazione ore 2:15)
- Volume totale tracimato 710,00 m³
- Portata massima transitata a monte 78,46 m³/s (dato ore 4:00)
- Portata massima transitata a valle 78,18 m³/s (dato ore 4:00)

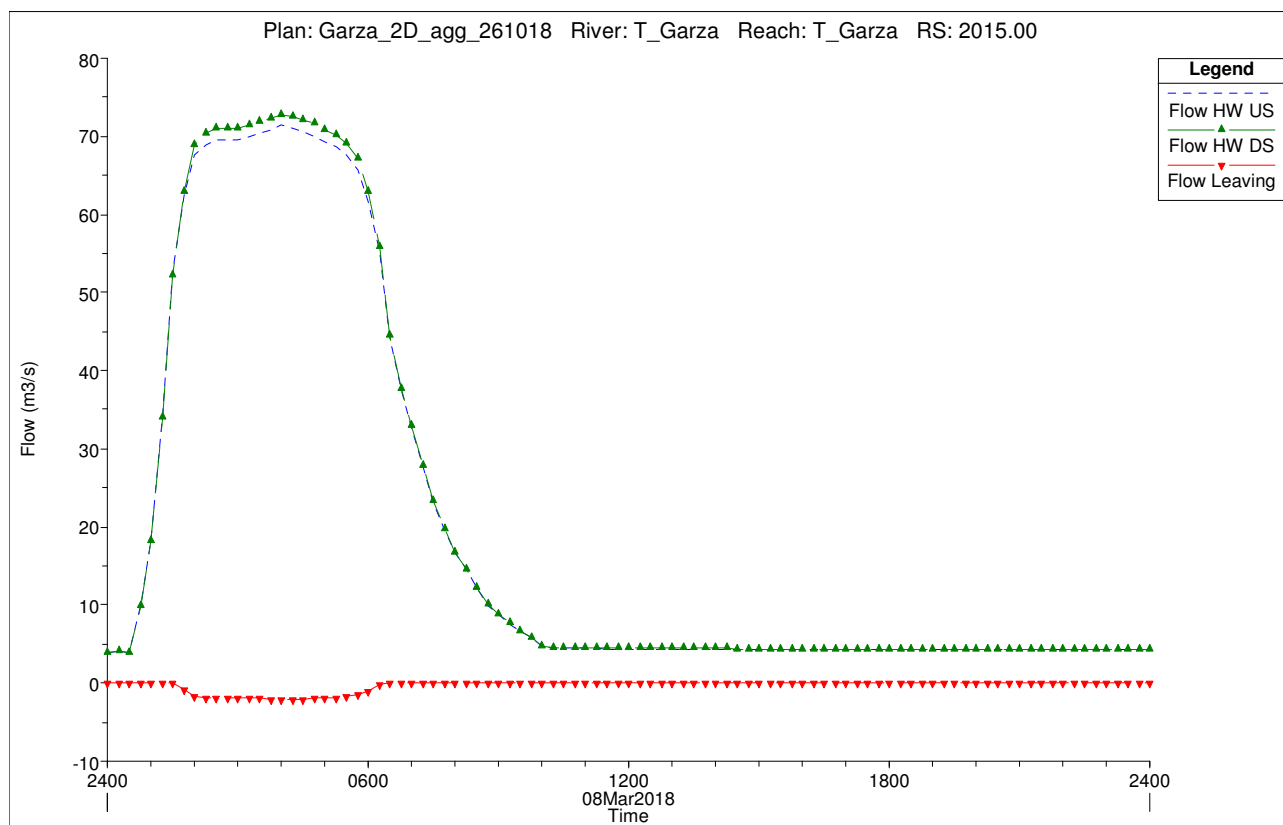
SFIORATORE n°2044.00 (sponda sinistra tra sez. 2073.15 e sez. 2019.07)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 23,86 m
- Collegato all'area di allagamento n°03
- Coefficiente di efflusso 0,28
- Portata massima tracimata 2,68 m³/s (dato ore 4:00)
- Portata media tracimata 2,01 m³/s (durata tracimazione ore 4:45)
- Volume totale tracimato 34'390,00 m³
- Portata massima transitata a monte 77,36 m³/s (dato ore 4:00)
- Portata massima transitata a valle 71,38 m³/s (dato ore 4:00)

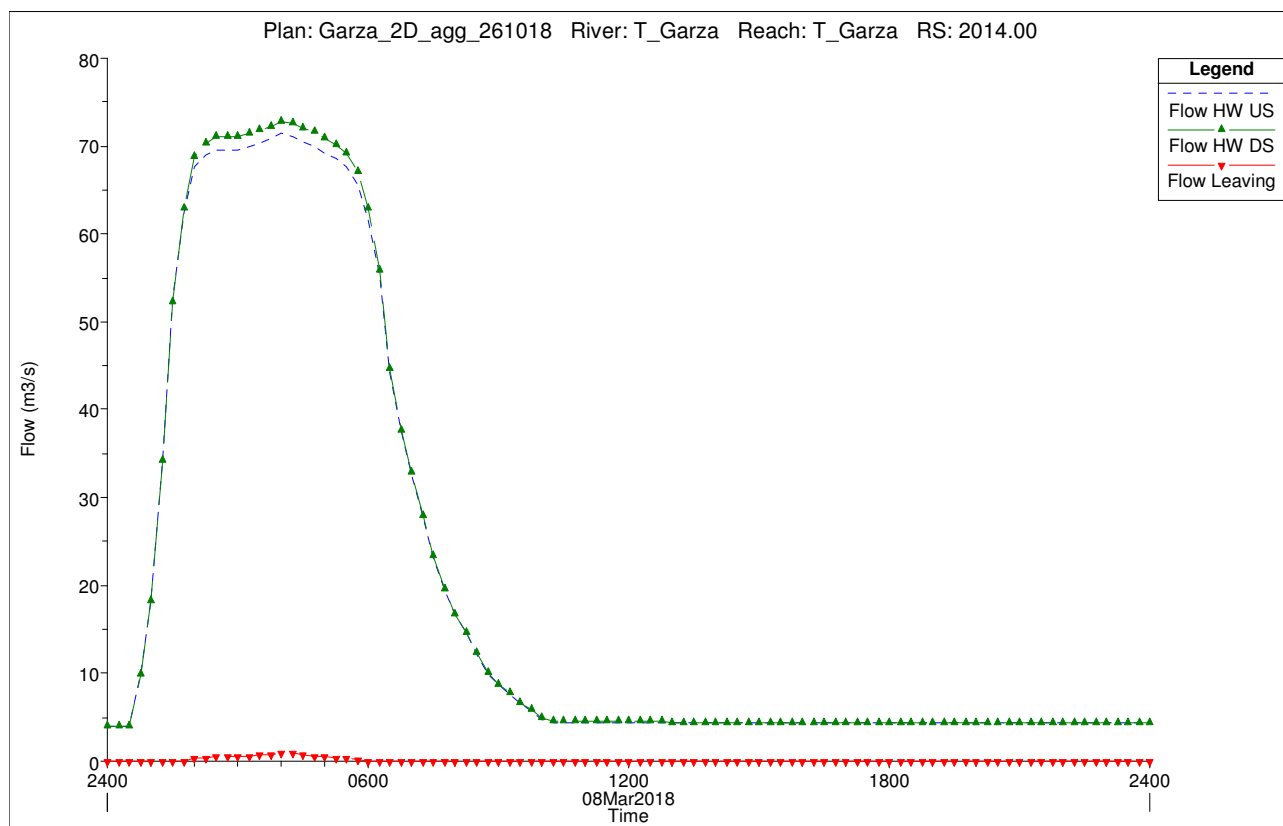
SFIORATORE n° 2015.00 (sponda sinistra tra sez. 2017.15 e sez. 1941.15)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 74,30 m
- Collegato all'area di allagamento n°03
- Coefficiente di efflusso 0,28
- Portata massima rientrata 2,07 m³/s (dato ore 4:00)
- Portata media di rientro 1,37 m³/s (durata rientro portata esondata ore 5:45)
- Volume totale rientrato 28'490 m³
- Portata massima transitata a monte 71,38 m³/s (dato ore 4:00)
- Portata massima transitata a valle 72,80 m³/s (dato ore 4:00)

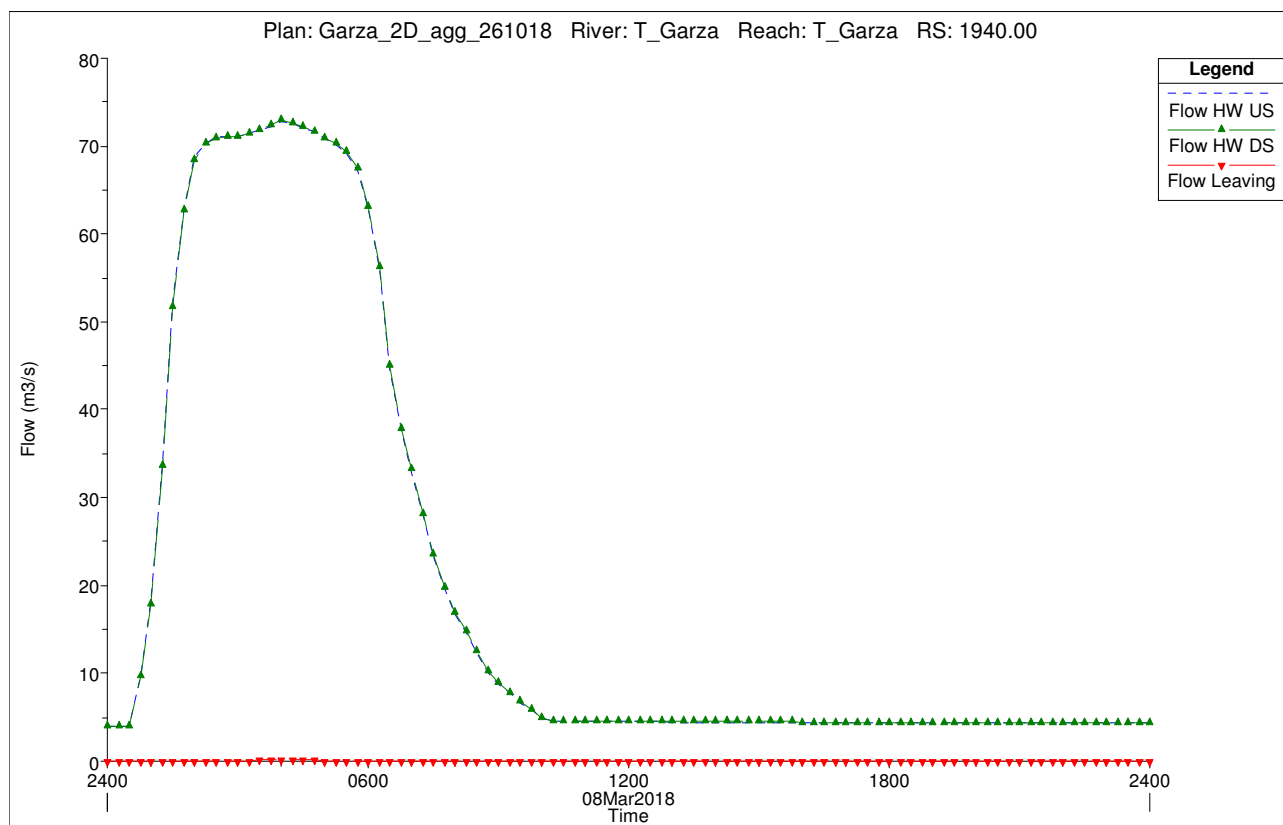
SFIORATORE n° 2014.00 (sponda destra tra sez. 2017.15 e sez. 1941.15)



Dati sfioratore:

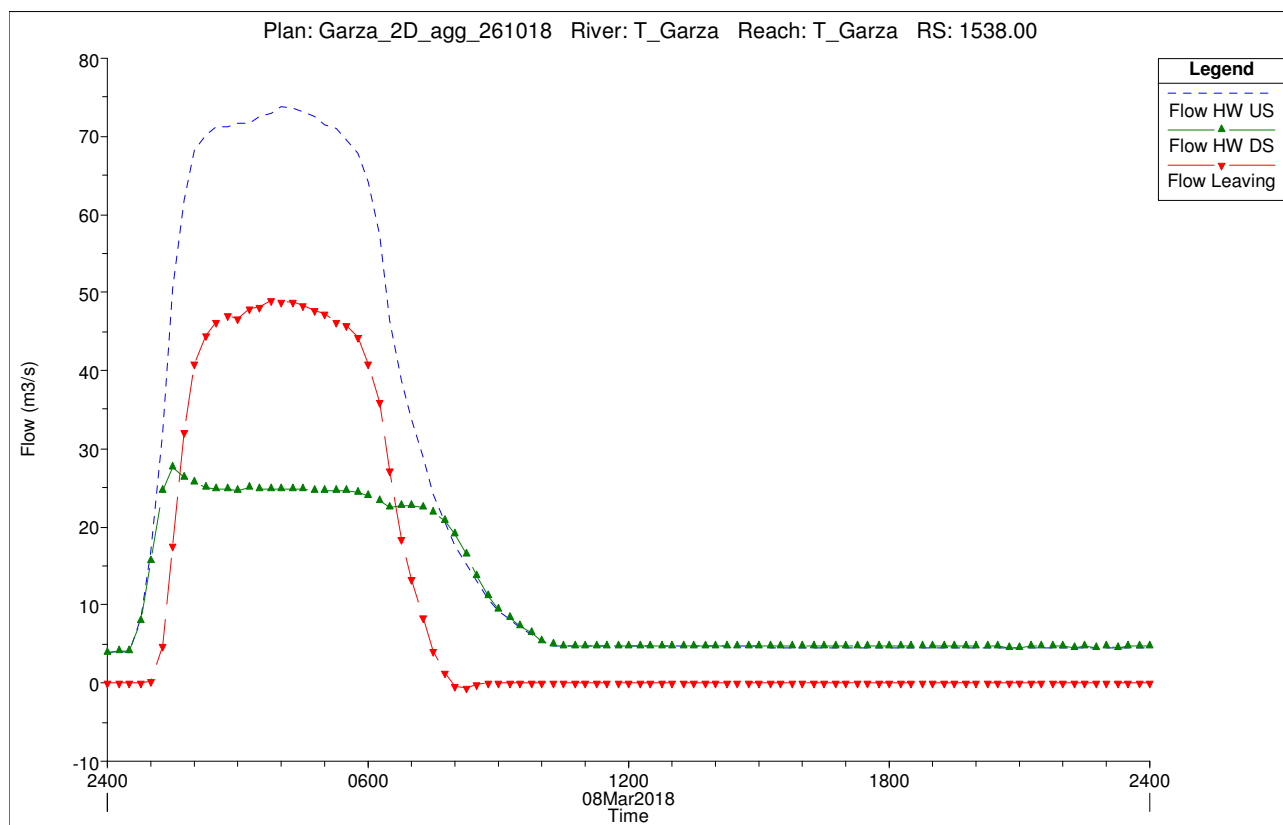
- Lunghezza 72,11 m
- Collegato all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 0,415
- Portata massima tracimata 0,92 m³/s (dato ore 4:00)
- Portata media tracimata 0,51 m³/s (durata tracimazione ore 0:45)
- Volume totale tracimato 8'290 m³
- Portata massima transitata a monte 71,38 m³/s (dato ore 4:00)
- Portata massima transitata a valle 72,80 m³/s (dato ore 4:00)

SFIORATORE n°1940.00 (sponda destra tra sez. 1941.15 e sez. 1837.15)



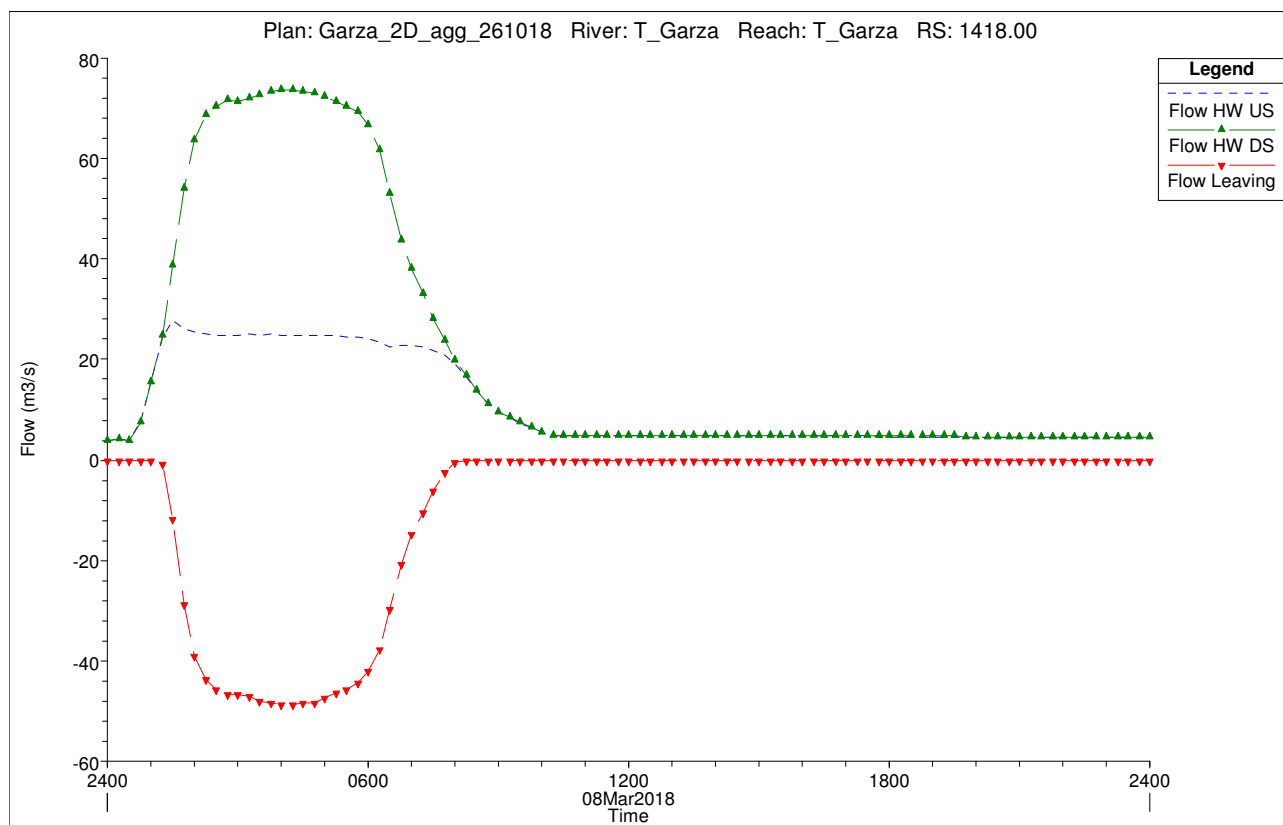
Dati sfioratore:

- Lunghezza 80,56 m
- Collegato all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 0,415
- Portata massima tracimata 0,16 m³/s (dato ore 4:00)
- Portata media tracimata 0,08 m³/s (durata tracimazione ore 4:00)
- Volume totale tracimato 1'120 m³
- Portata massima transitata a monte 72,80 m³/s (dato ore 4:00)
- Portata massima transitata a valle 72,88 m³/s (dato ore 4:00)

SFIORATORE n°1538.00 (sponda sinistra tra sez. 1540.15 e sez. 1426.15) - **Vasca di sghiaimento**

Dati sfioratore:

- Lunghezza 120,44 m
- Collegato all'area di allagamento n°04 (vasca di sghiaimento)
- Coefficiente di efflusso 0,11
- Portata massima tracimata 49,09 m³/s (dato ore 3:45)
- Portata media tracimata 33,96 m³/s (durata tracimazione ore 7:00)
- Volume totale tracimato 855'850,00 m³
- Volume totale rientrato 1'125,00 m³
- Portata massima transitata a monte 73,80 m³/s (dato ore 4:00)
- Portata massima transitata a valle 27,68 m³/s (dato ore 1:30)

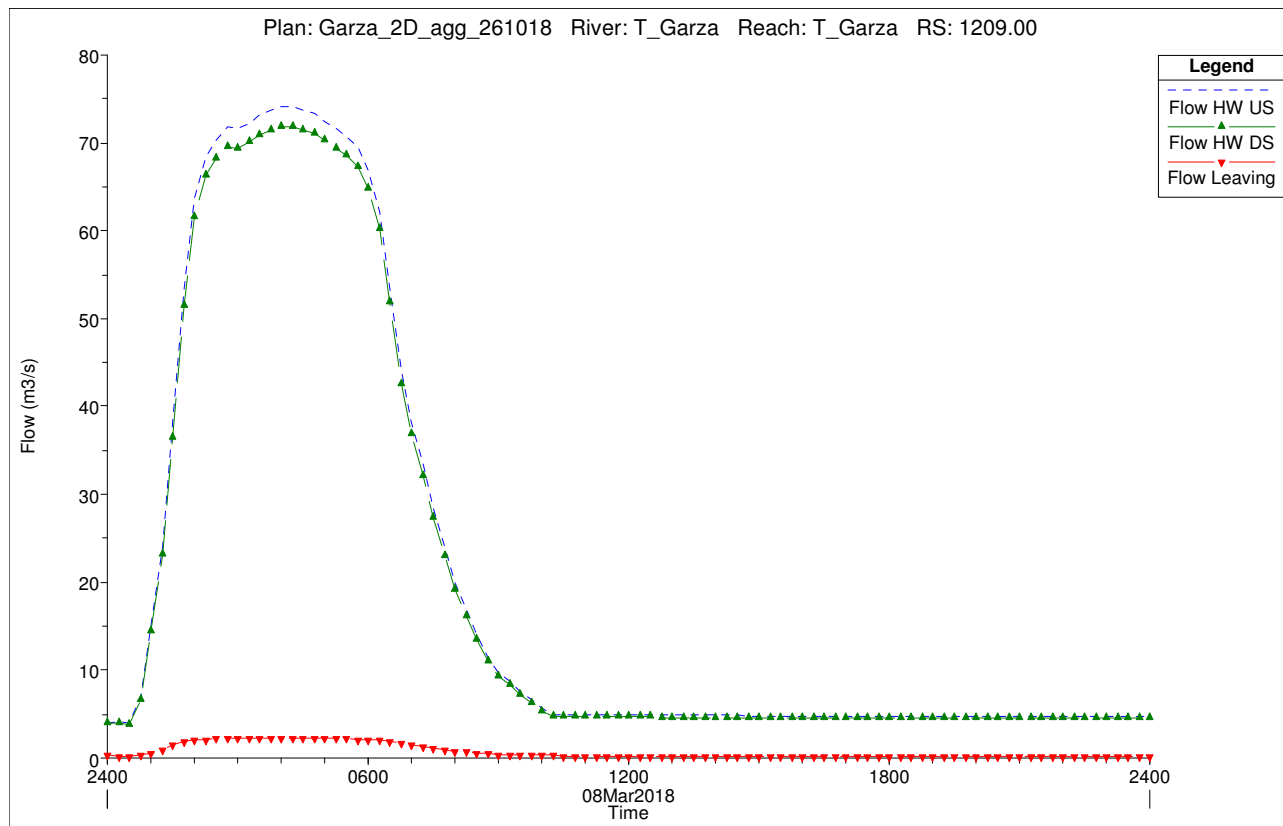
SFIORATORE n°1418.00 (sponda sinistra tra sez. 1425.15 e sez. 1367.80) - **Vasca di sghiaimento**

Dati sfioratore:

- Lunghezza 38,19 m
- Collegato all'area di allagamento n°04 (vasca di sghiaimento)
- Coefficiente di efflusso 0,415
- Portata massima rientrata 48,79 m³/s (dato ore 4:00)
- Portata media rientrata 33,90 m³/s (durata rientro portate tracimate ore 7:00)
- Volume totale rientrato 854'420,00 m³
- Portata massima transitata a monte 27,64 m³/s (dato ore 1:30)
- Portata massima transitata a valle 73,77 m³/s (dato ore 4:00)

SFIORATORE n°1209.00 (sponda sinistra tra sez. 1183,81 e sez. 1172,00)

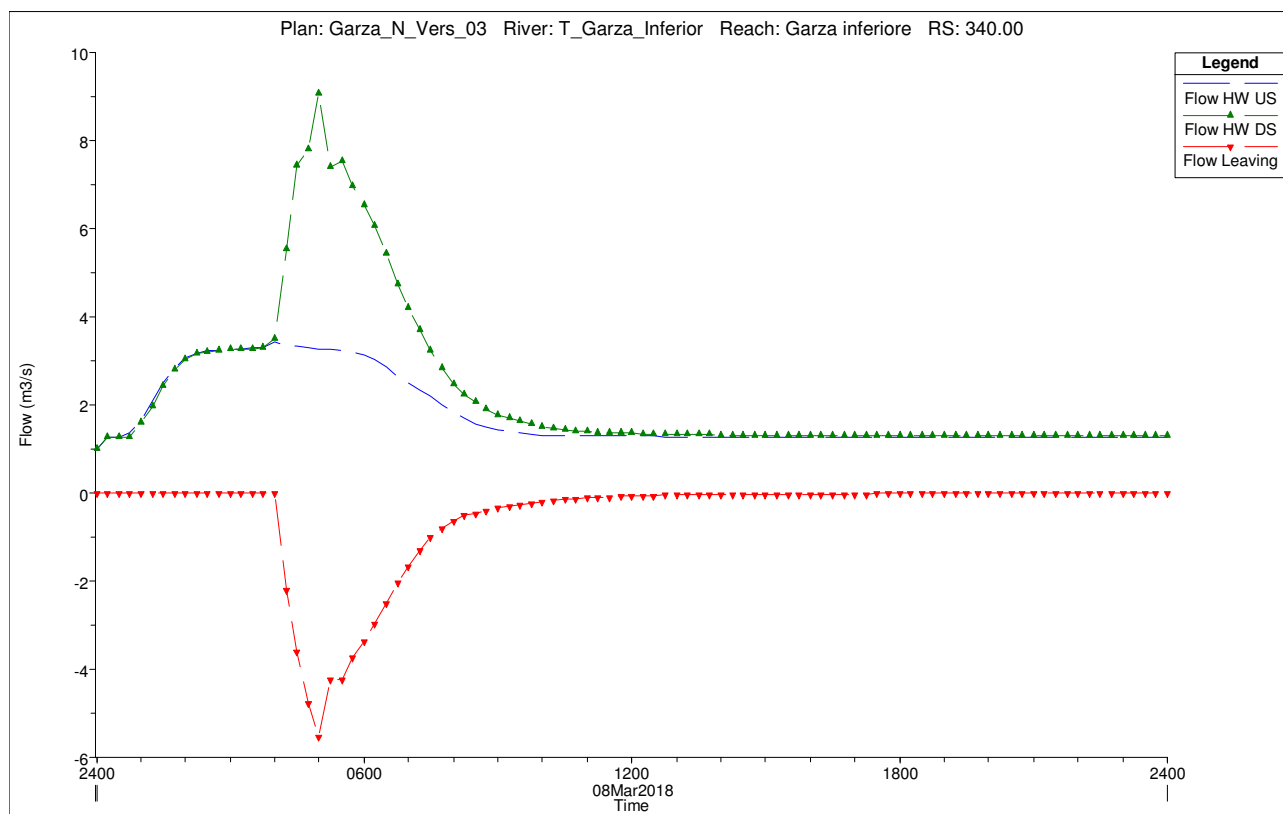
Connessione con T.Garza in direzione sud verso il centro città



Dati sfioratore:

- Lunghezza 7,70 m
- Collegato al canale T. Garza direzione sud
- Coefficiente di efflusso 0,11
- Portata massima transitata verso il centro città 2,27 m³/s (dato ore 4:00)
- Portata media transitata verso il centro città 0,77 m³/s (durata 24:00)
- Volume totale transitato verso il centro città 66'740 m³
- Portata massima transitata a monte 74,14 m³/s (dato ore 4:00)
- Portata massima transitata a valle 71,87 m³/s (dato ore 4:00)

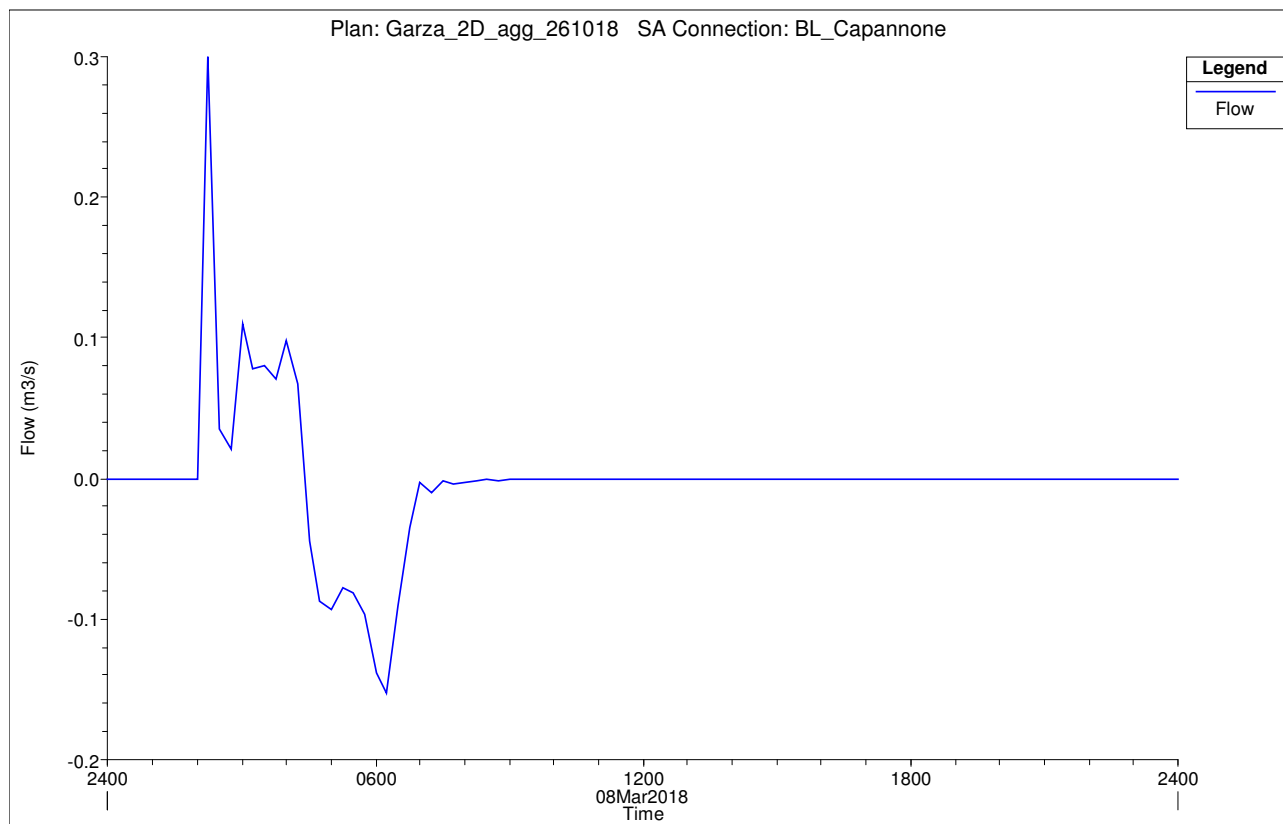
SFIORATORE n°340.00 (sponda destra tra sez. 341.00 e sez. 0.00 - t. Garza verso il centro città)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 334,63 m
- Collegato all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 0,415
- Portata massima rientrata 7,08 m³/s (dato ore 4:45)
- Portata media rientrata 0,83 m³/s (durata rientro portate tracimate ore 20:45)
- Volume totale rientrato 61'730,00 m³
- Portata massima transitata a monte 3,27 m³/s (dato ore 4:00)
- Portata massima transitata a valle 10,30 m³/s (dato ore 4:45)

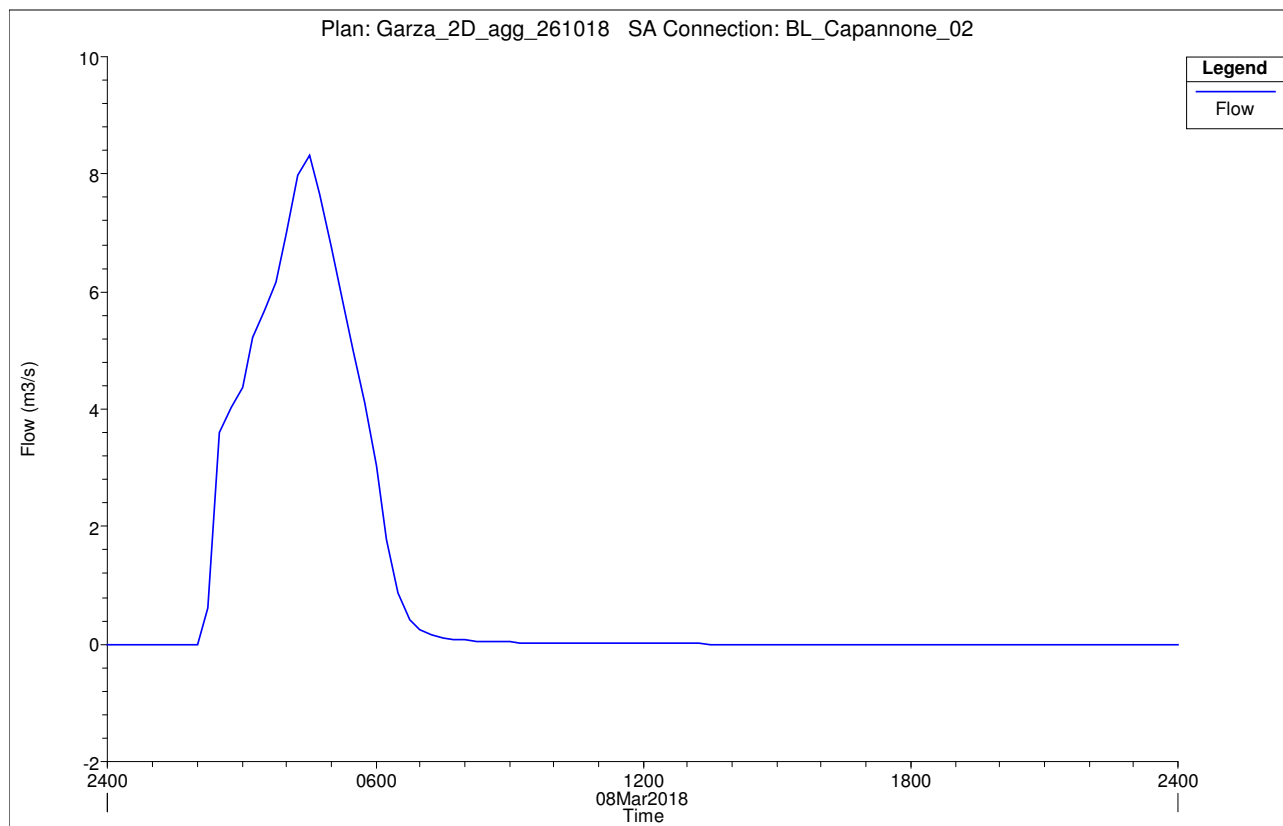
BREAK LINE - MURO DI CINTA LOTTO INDUSTRIALE A MONTE DI VIA
SANT'ANTONIO CON APERTURE IN CORRISPONDENZA DEGLI ACCESSI PEDONALI E
CARRABILI



Dati break line:

- Lunghezza 346,11 m
- Interna all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 0,55
- Portata massima transitata 0,30 m³/s (dato ore 2:30)
- Volume totale transitato 1'608 m³

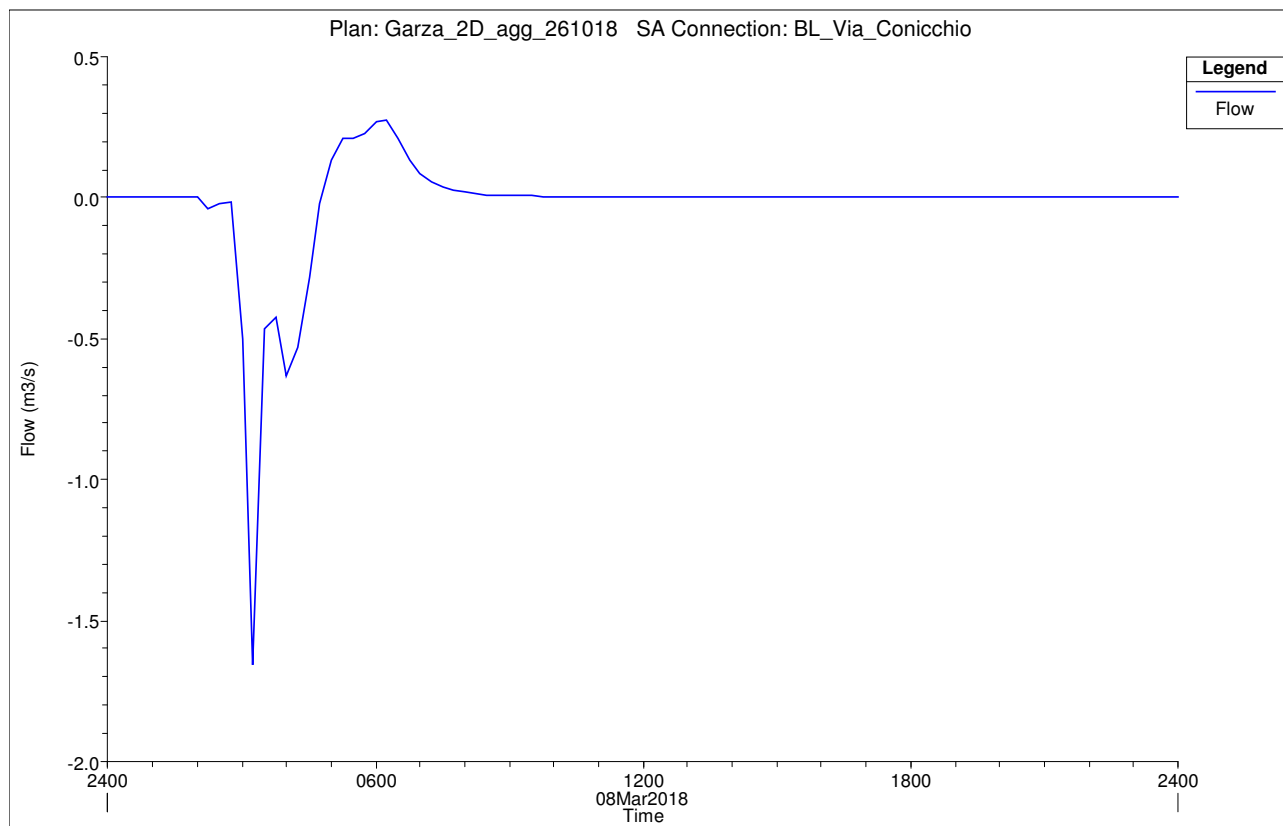
BREAK LINE - MURO DI CINTA LOTTO INDUSTRIALE A VALLE DI VIA
SANT'ANTONIO CON APERTURE IN CORRISPONDENZA DEGLI ACCESSI PEDONALI E
CARRABILI



Dati break line:

- Lunghezza 200,29 m
- Interna all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 0,55
- Portata massima transitata 8,32 m³/s (dato ore 4:30)
- Volume totale transitato 80'660 m³

BREAK LINE - MURO DI CINTA DEGLI EDIFICI LUNGO VIA CONICCHIO LATO OVEST
DA VIA TRIUMPLINA FINO A INCROCIO CON VIA ZOLA CON APERTURE IN
CORRISPONDENZA DEGLI ACCESSI PEDONALI E CARRABILI



Dati break line:

- Lunghezza 791,56 m
- Interna all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 0,55
- Portata massima transitata 1,65 m³/s (dato ore 3:15)
- Volume totale transitato 5'922,00 m³