

**STRADA S.S. N.219 "GUBBIO - PIAN D'ASSINO"**  
**ADEGUAMENTO TRATTO GUBBIO-UMBERTIDE**  
**2° LOTTO: MOCAIANA-UMBERTIDE - 1° STRALCIO: MOCAIANA-PIETRALUNGA**  
 CIG 6038565D77 - CUP F31B12000720001

**SOGGETTO ATTUATORE ANAS S.p.A.**

**PROGETTO ESECUTIVO**

IMPRESA:



PROGETTAZIONE:

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE  
 FRA LE VARIE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE  
*Ing. GIOVANNA CASSANI*

PROGETTAZIONE STRUTTURALE  
*Ing. PIER PAOLO CORCHIA*

PROGETTAZIONE OPERE IN SOTTERRANEO E GEOTECNICO  
*Ing. GIOVANNA CASSANI*

PROGETTAZIONE STRADALE,  
 IDRAULICA DI PIATTAFORMA E IMPIANTI  
*Ing. FILIPPO VIARO*

GEOLOGIA  
*Dott.ssa Geol. FIORENZA PENNINO*

PROGETTAZIONE AMBIENTALE  
 PAESAGGISTICA E ARCHITETTONICA  
*Arch. SERGIO BECCARELLI*



CONSULENZE SPECIALISTICHE:

PIANO UTILIZZO TERRE E ROCCE DA SCAVO  
*Dott. Geol. CARLO CALEFFI*  
 ENGE0 srl

ASPETTI ENERGETICI E PRESTAZIONALI  
*Ing. SANDRO DE FEO*  
 TKP turnkey projects engineering srl

ARCHEOLOGIA  
*Dott.ssa Archeologa FRANCESCA GERMINI*

ACUSTICA  
*Ing. GIOVANNI BRIANTI*  
 POLICREO srl

SICUREZZA  
*Ing. GIUSEPPE OLIVA*  
 OLIVA & ASSOCIATI

**STUDI ED INDAGINI**  
**IDROLOGIA E IDRAULICA**  
**INTERFERENZE IDROGRAFICHE**  
**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA**

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: *Ing. A. DEVITOFRANCESCHI*

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00ID00IDRRE01B.docx		
DPPG05	E	1701	CODICE ELAB. T00ID00IDRRE01	B	—
B	EMISSIONE PER PROCEDURE		20/06/2019	MAMMI	VIARO
A	EMISSIONE		11/12/2017	MAMMI	VIARO
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO
					APPROVATO

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2. DESCRIZIONE DELL'AREA DI STUDIO .....</b>	<b>7</b>
2.1. LA PIANIFICAZIONE DI BACINO DEL FIUME TEVERE .....	9
<b>3. QUADRO NORMATIVO E DEFINIZIONI DELL'ASSETTO FISICO DEI CORSI D'ACQUA .....</b>	<b>10</b>
<b>4. QUADRO PRESCRITTIVO .....</b>	<b>12</b>
<b>5. STUDIO IDROLOGICO .....</b>	<b>31</b>
5.1. ANALISI PLUVIOMETRICHE .....	31
5.2. DEFINIZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO.....	34
5.2.1. Risultati ottenuti con il Metodo cinematico .....	35
5.2.2. Risultati ottenuti con modellazione idrologica tramite il software HEC-HMS .....	36
<b>6. VERIFICHE IDRAULICHE .....</b>	<b>43</b>
6.1. TORRENTE ASSINO NEL TRATTO DI CONFLUENZA CON IL TORRENTE SAN GIORGIO ED IL FOSSO CASAL DEL MONTE .....	44
6.1.1. Geometria delle aste fluviali e dei manufatti idraulici modellati.....	44
6.1.2. Condizioni al contorno .....	45
6.1.3. Risultati delle modellazioni ante e post operam .....	46
6.1.4. Considerazioni sulle scelte progettuali adottate in termini di attraversamento e presidio idraulico .....	50
6.2. FOSSO BRILLI .....	53
6.2.1. Geometria delle aste fluviali e dei manufatti idraulici modellati.....	53
6.2.2. Condizioni al contorno .....	54
6.2.3. Risultati delle modellazioni ante e post operam .....	54
6.2.4. Considerazioni sulle scelte progettuali adottate in termini di attraversamento e presidio idraulico .....	55
6.3. TORRENTE ASSINO IN CORRISPONDENZA DEL VIADOTTO ASSINO 2 .....	57
6.3.1. Geometria delle aste fluviali e dei manufatti idraulici modellati.....	57
6.3.2. Condizioni al contorno .....	58
6.3.3. Risultati delle modellazioni ante e post operam .....	58
6.3.4. Considerazioni sulle scelte progettuali adottate in termini di attraversamento e presidio idraulico .....	60
6.4. FOSSO 1 .....	62
6.4.1. Geometria delle aste fluviali e dei manufatti idraulici modellati.....	62
6.4.2. Condizioni al contorno .....	62
6.4.3. Risultati delle modellazioni ante e post operam .....	63
6.4.4. Considerazioni sulle scelte progettuali adottate in termini di attraversamento e presidio idraulico .....	64
6.5. FOSSO 2 .....	66
6.5.1. Geometria delle aste fluviali e dei manufatti idraulici modellati.....	66
6.5.2. Condizioni al contorno .....	66
6.5.3. Risultati delle modellazioni ante e post operam .....	67
6.5.4. Considerazioni sulle scelte progettuali adottate in termini di attraversamento e presidio idraulico .....	68

6.6.	FOSSO 3 .....	70
6.6.1.	<i>Geometria delle aste fluviali e dei manufatti idraulici modellati</i> .....	70
6.6.2.	<i>Condizioni al contorno</i> .....	70
6.6.3.	<i>Risultati delle modellazioni ante e post operam</i> .....	71
6.6.4.	<i>Considerazioni sulle scelte progettuali adottate in termini di attraversamento e presidio idraulico</i> .....	72
6.7.	VERIFICHE IDRAULICHE IN FASE DI CANTIERE E DEFINIZIONE DELLE OPERE PROVVISORIALI .....	74
6.7.1.	<i>Fosso Casal del Monte</i> .....	76
6.7.2.	<i>Torrente San Giorgio</i> .....	79
6.7.3.	<i>Fosso Brilli</i> .....	83
6.7.4.	<i>Torrente Assino</i> .....	87
7.	<b>ALLEGATO A: IL MODELLO IDROLOGICO HEC-HMS</b> .....	<b>91</b>
8.	<b>ALLEGATO B: IL MODELLO IDRAULICO HEC-RAS</b> .....	<b>94</b>
9.	<b>ALLEGATO C: RISULTATI MODELLAZIONE IDRAULICA</b> .....	<b>98</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione descrive le risultanze dello Studio Idrologico-Idraulico condotto nell'ambito della Progettazione Esecutiva (PE) della "STRADA S.S. N. 219 "GUBBIO - PIAN D'ASSINO" - ADEGUAMENTO TRATTO GUBBIO-UMBERTIDE 2° LOTTO: MOCAIANA-UMBERTIDE - 1° STRALCIO: MOCAIANA-PIETRALUNGA".

Il progetto stradale riguarda la realizzazione della variante alla Strada Statale S.S.219 "Pian d'Assino" in prosecuzione della variante già aperta al traffico da Gubbio a Loc. Mocaiana fino all'innesto sulla statale esistente in corrispondenza del nuovo svincolo "Pietralunga". Tale tratto s'inquadra come 1° stralcio (Mocaiana-Pietralunga) del progetto di adeguamento della Gubbio-Umbertide – 2°lotto: Mocaiana-Umbertide.

La variante consiste nell'adeguamento dell'attuale itinerario della S.S. 219 alla tipologia C1; strada extraurbana secondaria a due corsie, una per ogni senso di marcia di 3,75 m di larghezza, affiancate da due banchine laterali di 1,50 m per un'ampiezza complessiva della piattaforma di 10,50 m.

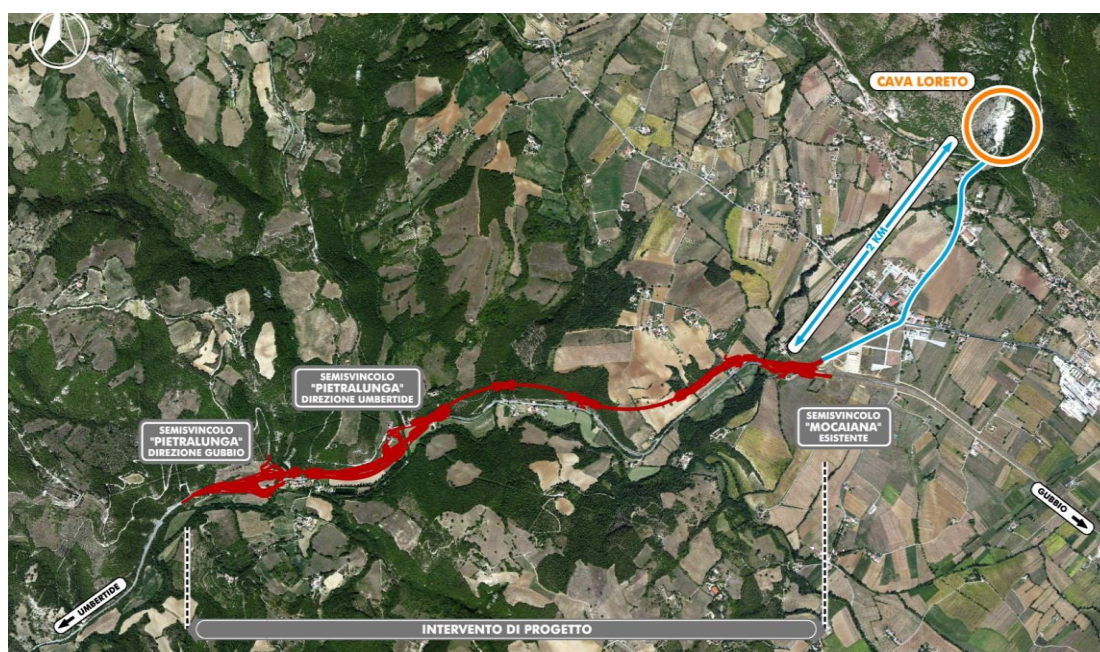


FIGURA 1-1– LOCALIZZAZIONE TERRITORIALE DELL'AREA SEDE DELLA NUOVA INFRASTRUTTURA STRADALE IN PROGETTO E DEL SITO DEGRADATO EX CAVA LORETO SOGGETTO AD UN INTERVENTO DI RECUPERO PAESAGGISTICO ED AMBIENTALE

La struttura del documento è articolata come segue:

- descrizione dell'area di studio in termini di pianificazione di bacino del Fiume Tevere e caratterizzazione del reticolo idrografico interagente con la viabilità di progetto. In questa sezione viene data evidenza dell'integrazione dei rilievi celerimetrici effettuati in questa fase progettuale ed estesi a tutte le aste fluviali e ai fossi interagenti con la viabilità di progetto;
- quadro normativo e definizioni dell'assetto fisico dei corsi d'acqua;
- quadro prescrittivo emerso in fase di conferenza dei servizi sul Progetto Definitivo (PD), focalizzato sugli aspetti propriamente idrologici-idraulici. In questo capitolo è riportato il codice e il testo della prescrizione,

l'Ente che l'ha emessa, oltre alla risposta e al codice degli elaborati del Progetto Esecutivo che danno evidenza dell'ottemperanza alla prescrizione stessa;

- studio idrologico finalizzato alla determinazione delle portate e degli idrogrammi di piena massimi attesi al variare del tempo di ritorno in corrispondenza degli attraversamenti di progetto e dei tratti di tracciato stradale in adiacenza ai corsi d'acqua. Tale studio ha comportato inizialmente la revisione degli indici pluviometrici utilizzati nel PD (aggiornati al 1991 e pertanto inadeguati all'andamento climatico attuale), sulla base delle precipitazioni di massima intensità aggiornate al 2015. La successiva definizione delle portate di progetto per ogni bacino idrografico sotteso dalla viabilità, è stata condotta attraverso l'adozione di una metodologia analoga a quella utilizzata nel PD (Metodo afflussi-deflussi di tipo cinematico). Inoltre, nella configurazione di confluenza tra più corsi d'acqua con bacini idrografici tra loro differenti per estensione (Torrente Assino, Torrente San Giorgio e Fosso Casal del Monte), è stata implementata una procedura modellistica tramite il software HEC-HMS, in grado di ricostruire gli idrogrammi di piena di progetto di ogni sottobacino, al fine di simulare idraulicamente la propagazione della piena di ogni corso d'acqua, considerando realisticamente lo sfasamento dei picchi di piena, dovuto ai diversi tempi di corrivazione di ciascun sottobacino indagato;
- studio idraulico di tutti i corsi d'acqua interferiti dal tracciato stradale, sviluppato mediante modellazione numerica in moto permanente tramite il software HEC-RAS, sulla base dell'impostazione metodologica utilizzata nel PD, considerando però i rilievi celerimetrici integrativi effettuati e le nuove risultanze delle analisi idrologiche. Tutto questo al fine di ricostruire i profili di rigurgito e le potenziali fasce di esondazione fluviale, nella fase ante e post operam. A seguito dell'implementazione delle nuove modellazioni, è emerso che, per alcuni corsi d'acqua, si sono ottenuti risultati diversi da quelli riportati nel PD, in quanto sono state ricostruite aree di allagamento più ampie che, nell'ottica di ottemperare al quadro prescrittivo, comportano modifiche progettuali significative. In conseguenza di ciò si è ritenuto opportuno approfondire le verifiche mediante una modellazione in moto vario, certamente più realistica rispetto a quella ampiamente cautelativa del moto permanente, in quanto essa simula la propagazione della piena considerando lo sfasamento dei picchi di piena di ogni bacino, ciascuno caratterizzato da un diverso tempo di corrivazione.

I risultati finali di tutte queste verifiche sono serviti per dimensionare adeguatamente le opere di attraversamento idraulico e, in alcuni casi, per ridefinire l'andamento plano-altimetrico della viabilità di progetto, garantendone sempre la sicurezza idraulica nel rispetto del quadro prescrittivo, dei vincoli idraulici e del naturale assetto idrodinamico del reticolo idrografico. In particolare lungo l'asta del Torrente Assino e del Torrente San Giorgio, alla confluenza tra i due, è stata posta in sicurezza idraulica la strada di progetto, denominata Asse "1" prevedendola in rilevato, rispetto alla soluzione in trincea del PD, con un franco di oltre 1.0 m sopra il livello idrico generato dalla piena con Tempo di Ritorno di 200 anni. Rispetto alla soluzione del Progetto Definitivo, l'Asse "1" è stato inoltre allontanato dall'alveo del T. San Giorgio, contenendo al minimo l'interferenza con le fasce di esondazione determinate nel presente progetto.

Gli attraversamenti idraulici di progetto sono stati dimensionati considerando la piena a carattere duecentennale, posizionando gli elementi di elevazione (spalle e pile) sempre all'esterno dell'alveo attivo, considerato cautelativamente coincidente con la piena cinquantennale. Le opere di attraversamento idraulico sono state adeguatamente dimensionate, non solo dal punto di vista idraulico, ma anche per garantire il

transito di un mezzo per attività di manutenzione/emergenza, in termini sia di franco rispetto all'intradosso del viadotto che di distanza tra ciglio spondale e pila/spalla.

A valle di queste scelte progettuali sono state studiate, per ciascun ponte, soluzioni talvolta alternative a quelle del PD ed inoltre sono stati previsti, ove si è ritenuto necessario, presidi di protezione idraulica realizzati prevalentemente con soluzioni di ingegneria naturalistica, per contrastare l'effetto erosivo della corrente sulle sponde dei corsi d'acqua e, in pochi casi, sui rilevati stradali potenzialmente lambiti dalle fasce di esondazione. Un ulteriore presidio adottato nel presente progetto è rappresentato da un arginello in terra per la messa in sicurezza idraulica di due abitazioni, che, dalle modellazioni condotte e anche dalla perimetrazione delle fasce di esondazioni riportate nel Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) del Fiume Tevere, risultano lambite dalla piena duecentennale del Torrente Assino, poco a monte della confluenza con il Torrente San Giorgio.

Le verifiche idrauliche sono state condotte anche per la fase di cantiere, relativa alla realizzazione dei viadotti, al fine di definire i livelli idrici che potenzialmente possono generarsi e, qualora necessario, definire le opportune opere provvisoria;

- allegati: i primi due riguardano le caratteristiche dei modelli di calcolo utilizzati (HEC-HMS e HEC-RAS) e l'ultimo riporta i risultati delle modellazioni condotte.

L'impostazione dello studio e le sue risultanze sono state condivise con gli Enti preposti all'autorizzazione idraulica attraverso incontri di coordinamento coi Responsabili tecnici, in particolare:

- *Autorità di Bacino del Fiume Tevere* presso la sede di Roma in data 17.10.2017 in presenza dell'Ing. Carlo Ferranti;
- *Regione Umbria, Ufficio Risorse Idriche e Rischio Idraulico* presso la sede di Perugia in data 20.10.2017 in presenza dell'Ing. Marco Stelluti e dell'Ing. Francesco Ramacci.

Durante questi incontri è stato presentato lo Studio in oggetto, in termini di risultati delle verifiche idrologiche-idrauliche e delle scelte progettuali condotte, descritte in dettaglio nel seguito, riscontrando un parere favorevole, seppur informale, da parte di entrambi gli Enti territorialmente competenti.

## 2. DESCRIZIONE DELL'AREA DI STUDIO

Il tratto stradale di progetto ricade all'interno del bacino idrografico del Fiume Tevere, in Comune di Gubbio; in particolare vengono interessati i sottobacini dei Torrenti San Giorgio, Assino e Saonda.

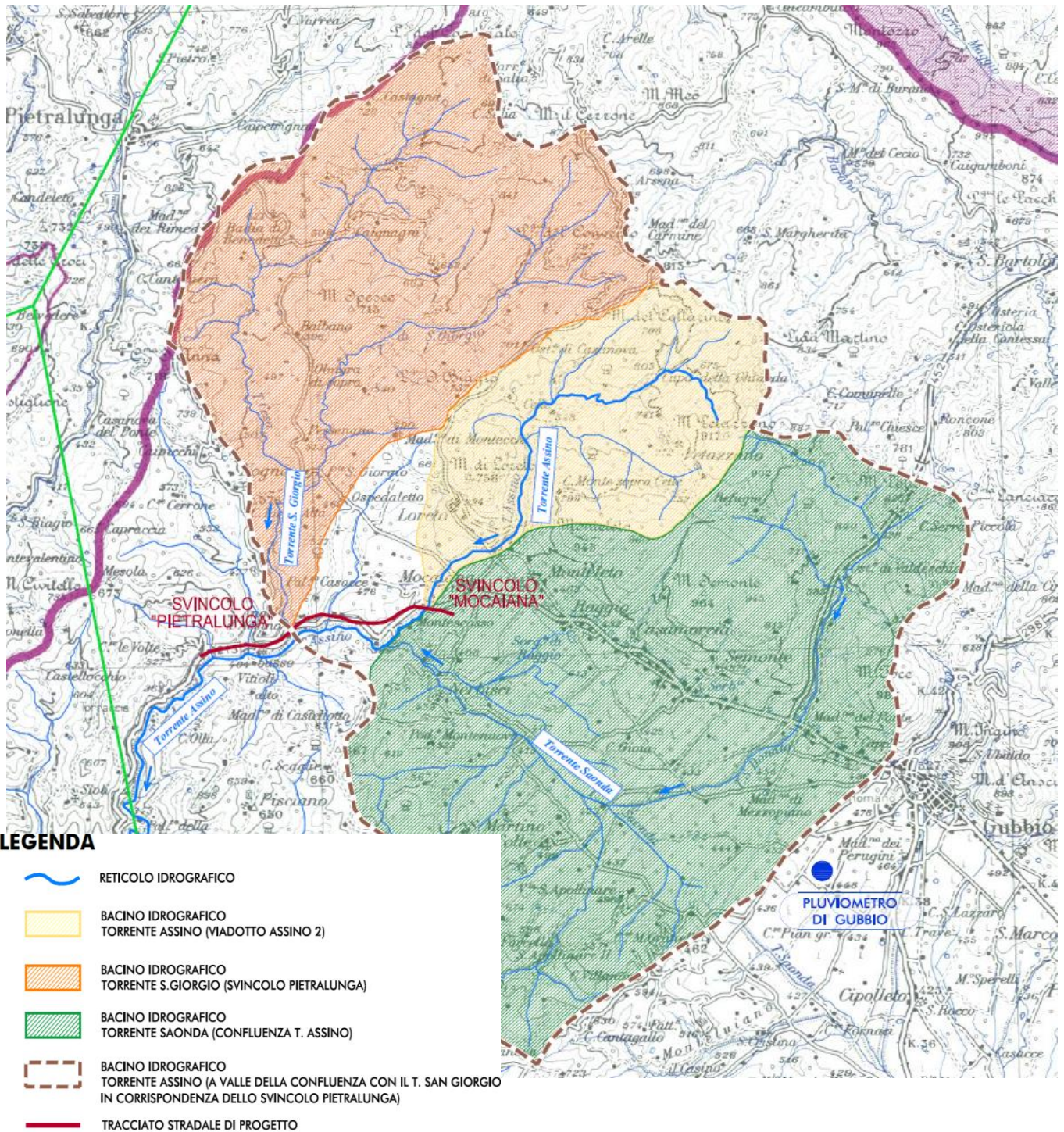


FIGURA 2-1: PRINCIPALI BACINI IDROGRAFICI INTERAGENTI CON LA VIABILITÀ DI PROGETTO

Il tratto di strada su cui è previsto l'intervento si sviluppa per una lunghezza di circa 3,6 Km, dall'innesto con il ponte esistente sul Fosso Valbarosa a nord-ovest, fino all'innesto con il semisvincolo "Mocaiana" di recente costruzione a sud-est. Il progetto è caratterizzato da n° 4 viadotti per una lunghezza complessiva di circa 304.6 metri, pari a circa l'8% dell'intero tracciato, caratterizzati da impalcati con travi in c.a.p. a cassone con luci variabili da 20 a 36 m. Sono inoltre previste n° 4 gallerie naturali per una lunghezza complessiva di 1.251.21 m circa, pari a circa il 34% dell'intero tracciato.

I corsi d'acqua interferiti dalla viabilità di progetto sono elencati nella tabella seguente, la quale riporta, per ciascuno, alcune caratteristiche in termini di estensione del bacino chiuso in corrispondenza della strada, progressiva e tipologia di attraversamento prevista nel presente Progetto Esecutivo (PE).

NOME CORSO D'ACQUA	ESTENSIONE BACINO (Km <sup>2</sup> )	PROGRESSIVA E TIPOLOGIA DELL'ATTRAVERSAMENTO PREVISTO NEL PE
Fosso Casal del Monte	5.00	Viadotto Casal del Monte Luce=70.40 m a due campate, da Pk 0+547.80 a 0+618.20
Torrente San Giorgio	29.40	Viadotto S. Angelo Luce=106.56 m a tre campate, da Pk 1+229.24 a 1+335.80
Fosso Brilli	2.14	Viadotto Fosso Brilli Luce=20.00 m ad una campata, da Pk 1+907.50 a 1+927.50
Fosso 1	0.061	Tombino T1 circolare DN 1500mm in cls autoportante Pk 2+354.48
Fosso 2	0.101	Tombino T2 circolare DN 1500mm in cls autoportante Pk 2+960.60
Fosso 3	0.089	Tombino T3 circolare DN 1500mm in cls autoportante Pk 3+196.15
Torrente Assino	14.20	Viadotto Assino 2 Luce= 108.40 m a tre campate, da Pk 3+358.00 a 3+466.40

TABELLA 2-1: ELENCO DEI CORSI D'ACQUA INTERFERITI DALLA VIABILITÀ DI PROGETTO

In ottemperanza al quadro prescrittivo, che esprime la necessità di sviluppare le verifiche idrauliche sulla base di rilievi celerimetrici delle aste interferite, è stata condotta, durante l'estate e l'autunno del 2017, una campagna di rilevamento che ha permesso di integrare la documentazione appartenente al PD, estendendola a tutti i corsi d'acqua precedentemente elencati.



## 2.1. LA PIANIFICAZIONE DI BACINO DEL FIUME TEVERE




La pianificazione di bacino contenuta nel Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere (ADB), riporta, in corrispondenza dell'area di studio, la perimetrazione delle fasce di esondazione sul reticolo secondario e minore, derivanti dallo Studio condotto dal CNR-IRPI di Perugia per conto della Regione Umbria. Sovrapponendo a questa perimetrazione il tracciato del PE, è possibile constatare che non sono presenti evidenti interferenze con le aree perimetrate; tale situazione però non risulta sempre confermata dai risultati scaturiti dall'approfondimento modellistico condotto nell'ambito della presente progettazione esecutiva. In particolare, alla confluenza tra il T. San Giorgio e il T. Assino le fasce di esondazione ottenute coinvolgono, come descritto nei successivi capitoli, una superficie più ampia rispetto a quella del PAI, andando ad interessare non solo le pile del viadotto Sant'Angelo, ma pure la deviazione della S.S. n. 219 (asse 1). La ragione di questo risultato è dovuta ai maggiori valori di portata ottenuti a parità di Tempo di Ritorno, oltre al fatto che si sono estese le modellazioni anche agli affluenti del T. Assino, tra cui appunto il T. San Giorgio.

### LEGENDA



### FASCE DI ESONDAZIONE

FRONTE: PAI - AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME TEVERE  
Studio ufficiale del CNR-IRPI di Perugia  
Progetto di primo aggiornamento - Luglio 2012  
Fasce idrauliche sul reticolo secondario e minore

-  FASCIA A (TR 50 ANNI)
-  FASCIA B (TR 200 ANNI)
-  FASCIA C (TR 500 ANNI)

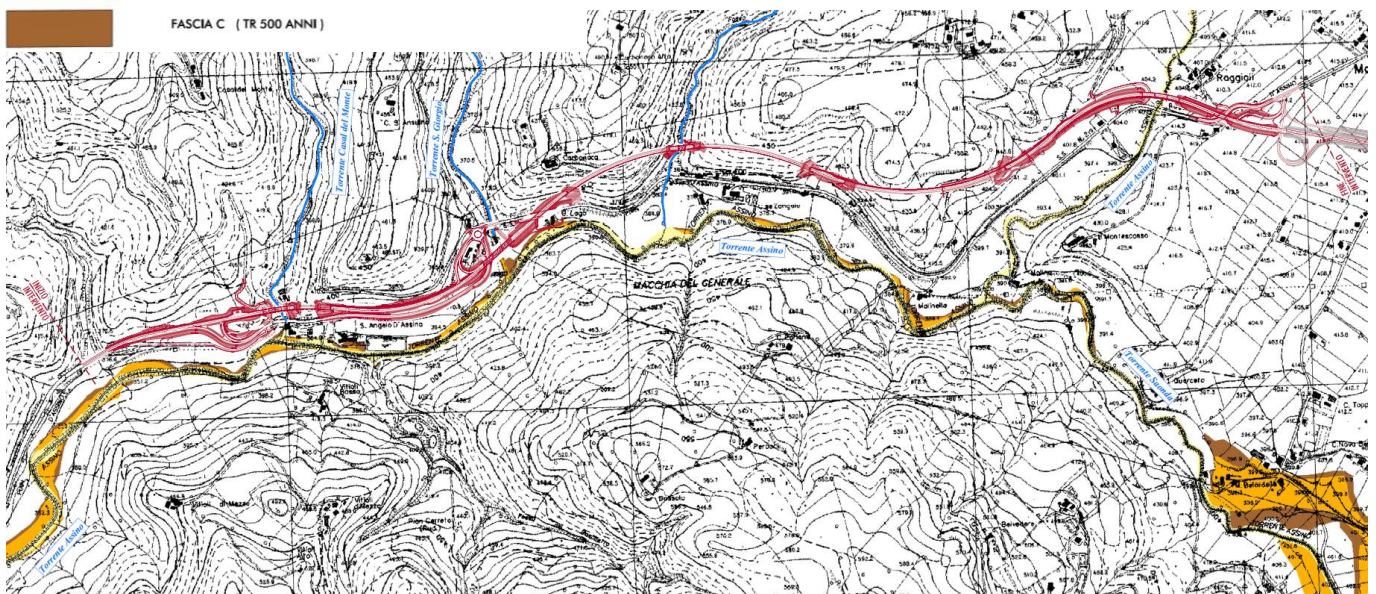


FIGURA 2-2: PLANIMETRIA DELLE FASCE DI ESONDAZIONE DEL TORRENTE ASSINO (FONTE PAI DELL' ADB TEVERE)

### 3. QUADRO NORMATIVO E DEFINIZIONI DELL'ASSETTO FISICO DEI CORSI D'ACQUA

**D.M. 14.01.2008\_Norme Tecniche delle Costruzioni e Circolare n. 617 del 2009 e s.m.i.**

#### 5.1.2.4 Compatibilità idraulica

- Di norma il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati il corso d'acqua attivo e, se arginato, i corpi arginali. Qualora eccezionalmente fosse necessario realizzare pile in alveo, la luce minima tra pile contigue, misurata ortogonalmente al filone principale della corrente, non dovrà essere inferiore a 40 metri. Soluzioni con luci inferiori potranno essere autorizzate dall'Autorità competente, previo parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.
- A titolo di indicazione, in aggiunta alla prescrizione di un franco normale minimo di 1,50÷2,00 m, è da raccomandare che il dislivello tra fondo e sottotrave sia non inferiore a 6÷7 m quando si possa temere il transito d'alberi d'alto fusto, con l'avvertenza di prevedere valori maggiori per ponti con luci inferiori a 40 m o per ponti posti su torrenti esposti a sovralti d'alveo per deposito di materiali lapidei provenienti da monte o dai versanti.

#### Piano di Assetto Idrolgeologico del Fiume Po

Direttiva n. 4: Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce "A" e "B"

- Posizionamento del ponte rispetto all'alveo. L'insieme delle opere costituenti l'attraversamento non deve comportare condizionamenti al deflusso della piena e indurre modificazioni all'assetto morfologico dell'alveo. L'orientamento delle pile (ed eventualmente delle spalle) deve essere parallelo al filone principale della corrente. In particolare devono essere rispettate le seguenti condizioni: per i corsi d'acqua non arginati le pile e le spalle devono essere poste al di fuori delle sponde incise dell'alveo; in via eccezionale la pila può interessare la sponda, purché sia integrata con opportuni accorgimenti di difesa e di rivestimento.
- E' raccomandabile considerare ogni qualvolta possibile i seguenti elementi. Dislocazione delle pile: la parte maggiormente attiva dell'alveo, significativamente l'alveo inciso, deve essere lasciata libera da pile, compatibilmente con i vincoli di natura strutturale, ricercando una soluzione che collochi le pile in golena o nelle zone dove l'altezza d'acqua in piena sia relativamente modesta.

Titolo II – Norme per le fasce fluviali – Allegato 3: Metodo di delimitazione delle fasce fluviali – Definizioni.

- Golena o area golenale: porzione di territorio compresa tra l'alveo inciso del corso d'acqua e gli argini maestri, costituente parte dell'alveo di piena, soggetta a inondazione per portate di piena con ricorrenza superiore a quella della piena ordinaria.
- Alveo inciso o alveo attivo: porzione della regione fluviale associata a un corso d'acqua compresa tra le sponde dello stesso, sede normalmente del deflusso di portate inferiori alle piene più gravose. In conformità alla circolare n. 780 del 28.2.1907 del Ministero LL.PP., il limite dell'alveo appartenente al

demanio pubblico ai sensi dell'art. 822 del Codice Civile viene determinato in base al livello corrispondente alla portata di piena ordinaria.

- Piena ordinaria: livello o portata di piena in una sezione di un corso d'acqua che, rispetto alla serie storica dei massimi livelli o delle massime portate annuali verificatisi nella stessa sezione, è uguagliata o superata nel 75% dei casi (da "Memorie e studi idrografici", Ministero LL.PP., Consiglio Superiore LL.PP., Servizio Idrografico, 1928).

### **Piano di Assetto Idrolgeologico del Fiume Tevere**

- Fascia A: è la fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno di 50 anni, sede prevalente del deflussi della corrente idrica della piena considerata, nonchè soggetta a fenomeni esondativi non marginali ai fini della valutazione del pericolo. Nella fascia definita "A" il P.A.I. persegue l'obiettivo di garantire generali condizioni di sicurezza idraulica, assicurando il libero deflusso della piena di riferimento e il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo e favorendo l'evoluzione naturale del fiume.
- Le aree interessate da eventi di piena con  $Tr = 50$  anni, rappresentano, in maniera più estesa e quindi più cautelativa rispetto a quanto riportato nella letteratura scientifica ( $Tr = 10 \div 30$  anni), la cosiddetta " fascia di pertinenza fluviale", ovvero quella zona del tratto di pianura di un corso d'acqua in cui le varie forme planimetriche, relitte o temporaneamente abbandonate, possono essere attivate o riattivate nel corso di eventi di piena, consentendo la libera divagazione dell'alveo all'interno di una definita porzione di territorio.
- Inondazione indiretta: aree collocate sul bordo esterno delle aree di inondazione caratterizzate da bassi valori del tirante idrico e della velocità, in cui il fronte di piena si propaga per connessione idraulica, dovuta a singolarità morfologiche, senza contribuire al deflusso della piena, inoltre l'efficacia di tali aree ai fini della laminazione risulta marginale

## 4. QUADRO PRESCRITTIVO

Nel presente capitolo si offre un puntuale riscontro ai quadri prescrittivi, specificatamente al tema dell'interazione del progetto con il reticolo idrografico, impartiti nelle differenti fasi autorizzative a cui il progetto definitivo è stato sottoposto, in particolare:

- Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012 (Regione Umbria – Servizio Valutazioni Ambientali: VIA, VAS e sviluppo sostenibile);
- Conferenza di Servizi del 04/06/2014 (Ministero delle infrastrutture e dei trasporti. Provveditorato interregionale per le opere pubbliche per la Toscana, le Marche e l'Umbria);
- Atto di Acclaramento di Conferenza di Servizi n. 63 del 24/09/2014 (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Provveditorato interregionale per le opere pubbliche per la Toscana, le Marche e l'Umbria).

Si precisa che le prescrizioni riportate nella Determinazione Dirigenziale n. 761, di approvazione del progetto sottoposto a V.I.A., sono relative all'intero itinerario Mocaiana – Umbertide; pertanto, le prescrizioni non riguardanti il 1° stralcio Mocaiana - Pietralunga, non hanno attinenza al progetto in esame.

In data 04/06/2014 si è tenuta la Conferenza dei Servizi per l'accertamento della conformità urbanistica – DPR 327/2001 – Apposizione del vincolo preordinato all'esproprio, del progetto presentato da ANAS in data 01/04/2014. In questa sede sono stati acquisiti i risultati delle verifiche, eseguite dai Soggetti competenti all'espressione del parere, del recepimento delle prescrizioni della Determinazione Dirigenziale riferita alla Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale del progetto.

In particolare, ARPA Umbria ha provveduto a verificare il recepimento delle prescrizioni applicabili alla fase progettuale definitiva, esprimendo parere di ottemperanza o di parziale ottemperanza, specificando in questo caso per le singole voci della Determinazione Dirigenziale le richieste alle quali attenersi nella presente fase di progettazione esecutiva.

La Regione Umbria, attraverso i propri Servizi regionali, ha formulato specifiche prescrizioni, per le quali si fornisce, in risposta, la descrizione delle modalità di ottemperanza seguite nel presente progetto.

L'Autorità di Bacino del Fiume Tevere ha espresso parere di compatibilità con il PAI, "Piano di Assetto Idrogeologico", apponendo specifiche prescrizioni, recepite nella presente fase progettuale.

La Provincia di Perugia ha espresso parere favorevole con osservazioni da intendersi prescrittive per le fasi successive di progettazione., anch'esse recepite nella presente fase progettuale.

Tutto ciò premesso, al fine di agevolare il riscontro positivo di ottemperanza del progetto esecutivo, elaborato in questa sede, rispetto ai quadri prescrittivi impartiti in sede di approvazione del livello definitivo di progettazione, sono state predisposte le seguenti tabelle sinottiche, così strutturate:

➤ **nella prima colonna** si indica il numero progressivo della prescrizione così come evinto dal dispositivo autorizzativo di riferimento, e più precisamente:

- per la prima tabella la Determinazione Dirigenziale n.761 del 6/2/2012;
- per la seconda tabella la Conferenza di Servizi del 4/06/2014;
- per la terza tabella l'atto di Acclaramento Conferenza di Servizi del 24/09/2014;

- **nella seconda colonna** si riporta il testo della prescrizione, anch'esso evinto dal dispositivo autorizzativo di riferimento;
- **nella terza colonna, a sua volta suddivisa in due sub-colonne**, si riportano il testo della risposta di ottemperanza afferente al livello esecutivo della progettazione (prima sub-colonna) e la correlata documentazione relazionale e grafica di riferimento a cui rapportarsi per operare le opportune verifiche e riscontri.

Ogni tabella raccoglie le prescrizioni suddivise per enti formulanti e nell'ordine evinto dal dispositivo autorizzativo di riferimento.

Regione Umbria – Servizio Valutazioni Ambientali: VIA, VAS e sviluppo sostenibile Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012			
N°	PRESCRIZIONE	PROGETTO ESECUTIVO	
		Risposta	Documentazione di riferimento
<b>1.1. Ambiente idrico superficiale e sotterraneo</b>			
1.1.2	Dovranno essere messe in opera opportune sistemazioni idrauliche, tali da garantire un regolare deflusso delle acque di scorrimento superficiale, al fine di evitare fenomeni di dissesto idrogeologico. Particolare attenzione si dovrà porre nel caso di intercettazione di acquiferi in galleria che andranno comunque regimati.	<p>Il presente Progetto Esecutivo conferma le forme di presidio adottate nella precedente fase progettuale, inoltre, attraverso una serie di approfondimenti di carattere topografico, idrologico e di modellazione idraulica sono state previste tutta una serie di ottimizzazioni, preventivamente concordate con gli Enti competenti (ADB Tevere e Servizio Risorse Idriche e Rischio Idraulico della Regione Umbria), volte ad ottemperare pienamente al quadro prescrittivo, rendendo l'opera in progetto più sicura dal punto di vista idraulico e idrogeologico.</p> <p>L'intero reticolo idrografico superficiale interferito dalla viabilità di progetto è stato indagato mediante modellazione idraulica nello stato di fatto e in quello di progetto al fine di definire con accuratezza i presidi di protezione idraulica. In particolare lungo l'asta del Torrente Assino e del Torrente San Giorgio, alla confluenza tra i due, è stata posta in sicurezza idraulica la strada di progetto, denominata Asse "1" prevedendola in rilevato con un franco di oltre 1.0m sopra il livello idrico generato dalla piena con Tempo di Ritorno di 200 anni. Rispetto alla soluzione del Progetto Definitivo, l'Asse "1" è stato allontanato dall'alveo del T. San Giorgio, contenendo al minimo l'interferenza con le fasce di esondazione determinate nel presente progetto. Nei casi in cui il piede del rilevato stradale di progetto risulta potenzialmente lambito dalla fascia di esondazione, è stata prevista un'adeguata difesa spondale tramite scogliera in massi rinverditati.</p> <p>In corrispondenza del Fosso Brillì è stata confermata la scogliera in massi prevista nel Progetto Definitivo, migliorandone l'efficacia, tramite l'adozione di massi di pezzatura maggiore ed inserendo talee di salice per ripristinare</p>	<p><b>T00ID00IDRRE01</b> Relazione idrologica e idraulica;</p> <p><b>T00ID00IDRDI02</b> Planimetria e sezioni delle fasce di esondazione del Torrente San Giorgio in corrispondenza del Viadotto S. Angelo e particolari dei presidi di protezione idraulica;</p> <p><b>T00ID00IDRDI03</b> Planimetria e sezioni delle fasce di esondazione del Fosso Brillì in corrispondenza del Viadotto omonimo e particolari dei presidi di protezione idraulica;</p> <p><b>T00ID01IDRRE01</b> Relazione sul sistema di gestione delle acque di piattaforma stradale;</p> <p><b>T00ID01IDRPL01-05</b> Planimetrie idrauliche;</p> <p><b>T00ID01IDRDT02</b> Opere tipo di regimazione idraulica - Piante e sezioni – Tav. 2 di 4;</p> <p><b>T00ID01IDRDT04</b> Opere tipo di regimazione idraulica - Piante e sezioni – Tav. 4 di 4;</p>

Regione Umbria – Servizio Valutazioni Ambientali: VIA, VAS e sviluppo sostenibile Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012			
N°	PRESCRIZIONE	PROGETTO ESECUTIVO	
		Risposta	Documentazione di riferimento
		<p>la configurazione ecosistemica preesistente.</p> <p>Relativamente alla gestione delle acque di ruscellamento di versante sono stati previsti tutta una serie di presidi, anche attraverso soluzioni di ingegneria geotecnica e naturalistica, per garantire l'adeguata regimazione idraulica, scongiurando possibili fenomeni di dissesto idrogeologico.</p> <p>In galleria è stato previsto un adeguato sistema di regimazione delle acque di falda potenzialmente intercettate. Queste acque, tenute separate da quelle di dilavamento stradale, sono state fatte confluire all'esterno della galleria, nel primo corpo idrico superficiale intercettato.</p>	
1.1.7	<p>In fase di progettazione esecutiva, in merito alle <b>verifiche idrauliche</b>, la modellazione d'alveo dovrà essere effettuata sulla base di rilievi celerimetrici di dettaglio delle sponde, del fondo alveo e delle eventuali opere idrauliche presenti nel tratto di corso d'acqua interagente con le infrastrutture in progetto. Le opere di attraversamento, fatta eccezione per i viadotti di altezza significativa, dovranno essere verificate con la costruzione di un modello idraulico in moto permanente basato su un numero significativo di sezioni.</p>	<p>Nell'ambito del presente Progetto Esecutivo è stata approfondita la conoscenza del reticolo idrografico interferito dalla viabilità, in particolare tutti i corsi d'acqua principali, secondari e minori, sono stati rilevati mediante rilievo celerimetrico di dettaglio (sponde, fondo alveo, aree esterne all'alveo attivo ed eventuali manufatti presenti lungo le aste indagate) condotto tra l'estate e l'autunno del 2017 al fine di definire un congruo numero di sezioni idrauliche, propedeutiche alla modellazione idraulica. A valle del rilievo è stata condotta, per ogni corso d'acqua interferito dal tracciato, una modellazione idraulica in moto permanente e, nei casi di confluenza tra più aste fluviali (Torrente Assino, Torrente San Giorgio e Fosso Casal Del Monte), caratterizzate da bacini idrografici differenti tra loro per estensione, la modellazione è stata sviluppata in moto vario per ricostruire il più realisticamente possibile la propagazione delle onde di piena generate da ogni specifico bacino.</p>	<p><b>T00ID00IDRRE01</b> Relazione idrologica e idraulica; <b>T00ID00IDRSZ01-07</b> Sezioni idrauliche...; <b>T00ID00IDRFP01-05</b> Profili idraulici...; <b>T00ID00IDRDI01-04</b> Planimetria e sezioni delle fasce di esondazione...; <b>T00ID00IDRDI05-07</b> Planimetria, profilo e sezioni trasversali....</p>
1.1.8	<p>In fase di progettazione esecutiva, in merito alla definizione delle <b>portate di progetto</b> duecentennali dovrà essere utilizzata, per tutti i corsi d'acqua demaniali, la metodologia indicata dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere: "Procedure per la definizione delle fasce fluviali e delle zone di rischio", Quaderni ABT n. 1, Ed. Cangemi. Per quanto riguarda nello specifico il Torrente Assino ed i sottobacini principali dovranno essere utilizzati i</p>	<p>Il presente Progetto Esecutivo ha recepito le analisi condotte nella precedente fase progettuale, prevedendo comunque un aggiornamento di carattere sia idrologico che idraulico. In particolare la definizione delle portate di progetto sono state determinate a valle di un aggiornamento della serie storica (dal 1929 al 2015) dei dati pluviometrici di massima intensità con scansione <math>\geq</math> di 1.0 ora e <math>\leq</math> di 1.0 ora. I metodi applicati per determinare tali portate sono stati sia quello dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere: "Procedure per la definizione delle fasce fluviali e delle zone di rischio", Quaderni ABT n. 1, Ed. Cangemi, che il metodo Afflussi-Deflussi di tipo Cinematico a valle della definizione dei parametri idrografici e morfologici di ogni bacino idrografico interagente con il tracciato stradale di progetto. Inoltre, nella configurazione di confluenza tra più corsi d'acqua con bacini idrografici tra loro differenti per estensione</p>	<p><b>T00ID00IDRRE01</b> Relazione idrologica e idraulica; <b>T00ID00IDRCO01</b> Corografia dei principali bacini idrografici sottesi dalla viabilità di progetto; <b>T00ID00IDRCO02</b> Corografia di tutti i bacini idrografici interagenti con il tracciato stradale di progetto; <b>T00ID00IDRPL01</b> Planimetria delle fasce di esondazione del Torrente Assino estratte dal PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere; <b>T00ID00IDRFP01-05</b> Profili idraulici...; <b>T00ID00IDRDI01-04</b> Planimetria e sezioni delle fasce di esondazione...;</p>

Regione Umbria – Servizio Valutazioni Ambientali: VIA, VAS e sviluppo sostenibile Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012			
N°	PRESCRIZIONE	PROGETTO ESECUTIVO	
		Risposta	Documentazione di riferimento
	<p>risultati dello studio relativo alla “redazione delle mappe di allagabilità finalizzata all’individuazione del rischio idraulico del reticolo idrografico minore del Fiume Tevere”, redatto dal CNR-IRPI di Perugia su incarico della Regione Umbria e da essa approvato, con riferimento alle portate duecentennali e provvedendo ad indicare le eventuali variazioni delle mappe di allagabilità dovute alle opera in progetto. Si dovrà altresì provvedere alla simulazione, in condizione di moto permanente, della confluenza del T. San Giorgio e del T. Assino, utilizzando alternativamente la portata duecentennale e quella cinquantennale per i due corsi d’acqua, in accordo con le direttive dell’Autorità di Bacino del Fiume Tevere.</p>	<p>(Torrente Assino, Torrente San Giorgio e Fosso Casal del Monte), è stata implementata una procedura modellistica tramite il software HEC-HMS, in grado di ricostruire l'idrogramma di piena di progetto per ogni sottobacino riproducendo realisticamente, in fase di modellazione idraulica, lo sfasamento dei picchi di piena in conseguenza dei diversi tempi di corrivazione di ciascun sottobacino indagato.</p> <p>I risultati ottenuti sono stati confrontati con quelli relativi allo Studio sulla redazione delle “<i>mappe di allagabilità finalizzata all’individuazione del rischio idraulico del reticolo idrografico minore del Fiume Tevere</i>”, redatto dal CNR-IRPI di Perugia su incarico della Regione Umbria.</p> <p>Da tale confronto è emerso che per ogni corso d’acqua indagato idrologicamente i valori maggiori delle portate di progetto sono stati ottenuti con il metodo Afflussi-Deflussi di tipo Cinematico e con la modellazione numerica tramite HEC-HMS, quest’ultima limitatamente al T. San Giorgio, Fosso Casal del Monte e T. Assino nel tratto di confluenza tra i due affluenti precedenti.</p> <p>A valle di queste risultanze, al fine di porci nella condizione più cautelativa, è stato scelto di sviluppare le verifiche idrauliche e conseguentemente il dimensionamento delle opere d’arte della viabilità considerando i valori di portata/idrogrammi di progetto più gravosi.</p> <p>Come introdotto pocanzi, la modellazione della confluenza del Torrente San Giorgio nel T. Assino, a cui è stato aggiunto anche il F. Casal del Monte come secondo affluente, è stata condotta implementando una modellazione in moto vario, che risponde positivamente alla presente prescrizione in quanto consente, il più realisticamente possibile, di rappresentare lo sfasamento della propagazione delle onde di piena generate da bacini idrografici caratterizzati ciascuno da un diverso tempo di corrivazione.</p>	<p><b>T00ID00IDRDI05-07</b> Planimetria, profilo e sezioni trasversali....</p>
1.1.9	<p>In fase di progettazione esecutiva , per gli <b>attraversamenti di corsi d’acqua</b> demaniali, quelli per i quali andrà poi formalizzata la richiesta di concessione ai fini idraulici, il franco minimo richiesto rispetto al transito della piena duecentennale è di 100 cm e comunque nei tratti montani, il</p>	<p>Nella presente fase progettuale esecutiva, sono state rifatte tutte le modellazioni idrauliche sul reticolo idrografico, alla luce dell’aggiornamento degli indici pluviometrici e dell’integrazione del rilievo celerimetrico, ottenendo per tutti i corsi d’acqua demaniali attraversati mediante viadotto, un franco idraulico, rispetto al transito della piena duecentennale, abbondantemente superiore a 1.0 m, in grado quindi di contenere anche la quota dei carichi totali della corrente.</p> <p>L’interferenza tra la viabilità di progetto e i corsi d’acqua minori,</p>	<p><b>T00ID00IDRRE01</b> Relazione idrologica e idraulica;  <b>T00ID00IDRFP01-05</b> Profili idraulici...;  <b>T00ID00IDRDI01-04</b> Planimetria e sezioni delle fasce di esondazione...;  <b>T00ID00IDRDI05-07</b> Planimetria, profilo e sezioni trasversali....  <b>T00ID00IDRDI08-10</b> Tombini idraulici.....</p>

Regione Umbria – Servizio Valutazioni Ambientali: VIA, VAS e sviluppo sostenibile Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012			
N°	PRESCRIZIONE	PROGETTO ESECUTIVO	
		Risposta	Documentazione di riferimento
	franco dovrà contenere la quota dei carichi totali della corrente.	caratterizzati da una portata centennale di circa 1.0 m <sup>3</sup> /s, sono stati risolti mediante tombino circolare con diametro interno di 1.5m e riempimento massimo per TR=100 anni sempre inferiore al 50% della sezione di deflusso.	
1.1.10	In fase di progettazione esecutiva , per i previsti <b>spostamenti dei fossi</b> minori rispetto alla loro naturale posizione planimetrica, prevista tra l'altro con l'utilizzo di gabbioni e materassi per la definizione del nuovo alveo, appare idraulicamente più corretto mantenere le attuali condizioni del corso d'acqua.	Il presente Progetto Esecutivo non prevede lo spostamento dell'alveo di alcun corso d'acqua, tantomeno dei fossi minori, inoltre prevede, come difese spondali, dei rivestimenti con massi non gelivi e privi di giunti, di pezzatura maggiore rispetto a quella scelta nella precedente fase progettuale, talvolta integrata con specie arboree ed arbustive autocrone al fine di ripristinare la naturalità dei luoghi.	<b>T00ID00IDRRE01</b> Relazione idrologica e idraulica; <b>T00ID00IDRFP01-05</b> Profili idraulici...; <b>T00ID00IDRDI01-04</b> Planimetria e sezioni delle fasce di esondazione...; <b>T00ID00IDRDI05-07</b> Planimetria, profilo e sezioni trasversali... <b>T00ID00IDRDI08-10</b> Tombini idraulici.....
1.1.11	In fase di progettazione esecutiva , per le <b>protezioni spondali</b> e le eventuali sistemazioni di tratti di corsi d'acqua naturali, in luogo delle sistemazioni con materiale "Reno", appare più idoneo il ricorso a tecniche di ingegneria naturalistica.	Il presente progetto esecutivo risponde positivamente alla prescrizione in quanto le soluzioni con gabbioni e materassi tipo "Reno" sono state sostituite ricorrendo a tecniche di ingegneria naturalistica, in particolare mediante scogliere in massi sciolti con inserimento, ove necessario, di talee di salice per ripristinare la situazione ecosistemica preesistente.	<b>T00ID00IDRRE01</b> Relazione idrologica e idraulica; <b>T00ID00IDRDI02</b> Planimetria e sezioni delle fasce di esondazione del Torrente San Giorgio in corrispondenza del Viadotto Sant'Angelo e particolari dei presidi di protezione idraulica; <b>T00ID00IDRDI03</b> Planimetria e sezioni delle fasce di esondazione del Fosso Brilli in corrispondenza del Viadotto omonimo e particolari dei presidi di protezione idraulica; <b>T00ID00IDRDI08-10</b> Tombini idraulici....
1.1.12	In fase di progettazione esecutiva , riguardo a possibili interferenze dell'opere in progetto con le fasce fluviali individuate dallo studio idraulico lungo l'asta del torrente Assino, il progetto dovrà valutare e prevedere ogni utile accorgimento costruttivo per contenere al minimo l'eventuale riduzione della capacità di laminazione delle piene di riferimento. La Provincia di Perugia, quale autorità competente alla gestione del vincolo idraulico, dovrà vigilare affinché siano rispettate le disposizioni contenute nelle Norme di PAI e nelle delibere	Nell'ambito del presente Progetto Esecutivo, al fine di contenere al minimo l'eventuale riduzione della capacità di laminazione delle piene di riferimento sono state condotte, rispetto al Progetto Definitivo (PD), le seguenti scelte: - le campate dei viadotti sono state centrate rispetto all'alveo attivo, e nella maggior parte delle volte aumentate come luce, garantendo che le opere in elevazione non interferiscano mai con la piena con TR=50 anni, considerata cautelativamente come limite dell'alveo attivo; - l'Asse "1", che nel PD era previsto a quota inferiore rispetto al piano campagna e protetto da un argine in terra, nel presente progetto è stato portato in rilevato ponendolo in sicurezza idraulica, con franco di almeno 1.0m rispetto alla piena con Tr=200 anni. Inoltre, al fine di contenere al minimo l'interferenza con le fasce di esondazione è stato allontanato il sedime dell'Asse "1" da tali fasce, rispetto alla configurazione del PD. La modesta interferenza che ancora permane tra l'Asse "1" e le	<b>T00ID00IDRRE01</b> Relazione idrologica e idraulica; <b>T00ID00IDRDI01</b> Planimetria e sezioni delle fasce di esondazione del Fosso Casal del Monte in corrispondenza del Viadotto omonimo; <b>T00ID00IDRDI02</b> Planimetria e sezioni delle fasce di esondazione del Torrente San Giorgio in corrispondenza del Viadotto Sant'Angelo e particolari dei presidi di protezione idraulica; <b>T00ID00IDRDI03</b> Planimetria e sezioni delle fasce di esondazione del Fosso Brilli in corrispondenza del Viadotto omonimo e particolari dei presidi di protezione idraulica; <b>T00ID00IDRDI04</b> Planimetria e sezioni delle fasce di esondazione del Torrente Assino in corrispondenza del Viadotto Assino2.



Regione Umbria – Servizio Valutazioni Ambientali: VIA, VAS e sviluppo sostenibile Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012			
N°	PRESCRIZIONE	PROGETTO ESECUTIVO	
		Risposta	Documentazione di riferimento
	regionali di attuazione. Si evidenzia che a scala di bacino distrettuale, occorrerà fare riferimento al Piano di Gestione del Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale, adottato con delibera di Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino, integrato con il rappresentate della Regione Molise, del 24 febbraio 2010, in attuazione di quanto previsto dalla legge n. 13/2009. Ulteriori eventuali valutazioni dovranno essere condotte con riferimento sia al Piano di gestione Distrettuale che al Piano regionale di Tutela delle Acque.	<p>fasce genera potenzialmente un incremento, in termini di tirante idrico per TR=200 anni, di solo 1.0 cm, rispetto allo stato di fatto;</p> <p>- dalle risultanze della modellazione idraulica del T. Assino, poco a monte della confluenza con il T. San Giorgio, è emerso che due edifici abitati sono parzialmente lambiti dalla piena con Tr=200anni già nello stato di fatto, quindi è stato deciso di prevedere un arginello perimetrale alle abitazioni, in grado di porre in sicurezza idraulica le stesse. Tale presidio, unitamente al rilevato stradale dell'asse principale, anch'esso lambito dalla piena del T. Assino, determinano una modesta sottrazione alle fasce di esondazione, con incremento massimo del tirante idraulico, in corrispondenza della sezione n.20, pari a 7.0cm per Tr=200 anni e 8.0cm per Tr=500 anni. Tale incremento tende a ridursi, annullarsi 50.0m più a monte, in corrispondenza della sez. 22. Nell'area delimitata dall'arginello, posta in sicurezza idraulica rispetto alla piena del T. Assino, è stato inoltre previsto un sistema di evacuazione delle acque meteoriche mediante un collettore che scarica le stessa più a valle evitando fenomeni di rigurgito in caso di piena.</p> <p>Infine le verifiche idrologiche-idrauliche e le successive scelte progettuali sono state condotte con riferimento sia al Piano di Gestione del Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale che al Piano Regionale di Tutela delle Acque.</p>	
1.1.13	<p>In fase di progettazione esecutiva , per le specifiche interferenze si richiede:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fosso Brillì: una più idonea protezione spondale;</li> <li>- Fosso Val di Genga: la "colmata" ivi prevista con terreno su tubo metallico a piastra multipla appare opportuno non attuarla.</li> <li>- lo svincolo di Pietralunga determina significative interferenze con i tratti di confluenza del T. San Giorgio e del T. Assino, la cui verifica disgiunta prodotta in relazione non risulta congruente con le effettive condizioni idrauliche di</li> </ul>	<p>Il presente Progetto Esecutivo risponde positivamente alla prescrizione a fianco in quanto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la protezione spondale in corrispondenza del Fosso Brillì è stata prevista mediante scogliere in massi sciolti non gelivi, privi di giunti e di adeguata pezzatura (minimo 0.50m) con inserimento di talee di salice per ripristinare la situazione ecosistemica preesistente;</li> <li>- il presente tracciato stradale di progetto non prevede alcuna intervento sul Fosso Val di Genga;</li> <li>- in corrispondenza dello svincolo di Pietralunga, come già indicato nella risposta alla prescrizione 1.1.8, la modellazione idraulica della confluenza del Torrente San Giorgio nel T. Assino, a cui è stato aggiunto anche il F. Casal del Monte come secondo affluente, è stata condotta implementando una modellazione in moto vario, che risponde positivamente alla presente prescrizione in quanto consente, il più realisticamente possibile, di rappresentare lo sfasamento della propagazione delle onde di piena generate da bacini idrografici caratterizzati ciascuno da un diverso tempo di corrivazione.</li> </ul>	<p><b>T00ID00IDRRE01</b> Relazione idrologica e idraulica;</p> <p><b>T00ID00IDRDI02</b> Planimetria e sezioni delle fasce di esondazione del Torrente San Giorgio in corrispondenza del Viadotto Sant'Angelo e particolari dei presidi di protezione idraulica;</p> <p><b>T00ID00IDRDI03</b> Planimetria e sezioni delle fasce di esondazione del Fosso Brillì in corrispondenza del Viadotto omonimo e particolari dei presidi di protezione idraulica.</p>

Regione Umbria – Servizio Valutazioni Ambientali: VIA, VAS e sviluppo sostenibile Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012			
N°	PRESCRIZIONE	PROGETTO ESECUTIVO	
		Risposta	Documentazione di riferimento
	deflusso. Si dovrà pertanto provvedere alla simulazione della condizione di confluenza, utilizzando alternativamente la portata duecentennale e quella cinquantennale per i due corsi d'acqua, in accordo con le direttive dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere.		
1.1.17	Dovranno essere individuate, per tutte le <b>aree di cantiere</b> poste in prossimità di fossi o torrenti, opportuni accorgimenti volti ad evitare significativi rilasci in alveo di solidi sedimentabili o fuoriuscite di acqua mista a cemento durante le fasi di getto in alveo. A tale scopo dovranno essere realizzati opportuni sistemi di regimazione e raccolta delle acque, eventualmente dotati di bacini di decantazione a monte del punto di immissione. In ogni caso la gestione delle acque di cantiere, inclusi gli scarichi provenienti da eventuali servizi per il personale, dovrà essere attuata nel rispetto della vigente normativa di settore.	<p>Il Progetto Esecutivo ha operato tutti gli approfondimenti necessari per determinare le modalità operative che saranno adottate nell'ambito delle attività poste in prossimità di corsi d'acqua.</p> <p>A tal proposito, per quanto riguarda le <b>aree di cantiere fisse (campo base ed aree operative)</b> vale quanto già riportato nelle precedenti risposte fornite alle prescrizioni n° 1.1.14 e 1.1.15, a cui si rimanda per maggiori dettagli.</p> <p>Si sottolinea, inoltre, che per i <b>cantieri operativi</b>, oltre a servizi igienici chimici per le maestranze e ad una corretta regimazione delle acque garantita da fossi di guardia, saranno utilizzate eventuali cisterne per la raccolta delle acque di lavorazione che dovessero presentarsi durante l'esecuzione dei lavori stessi, in particolare per ciò che afferisce ai fronti di scavo delle gallerie.</p> <p>Ad ulteriore integrazione di quanto sopra si evidenzia che nel presente Progetto Esecutivo sono stati effettuati ulteriori approfondimenti in merito alle lavorazioni legate alla <b>realizzazione dei viadotti</b> che, per tipologia di opere, hanno giaciture prossime ai corsi d'acqua.</p> <p>L'ottimizzazione progettuale operata sulla configurazione di tali opere d'arte (vedasi anche le risposte alle prescrizioni 1.1.12 e CDS.2), ha consentito di ridurre a priori i potenziali impatti sulla componente acque, durante le fasi realizzative degli stessi. Si ricorda, infatti, che le opere d'arte sono state studiate con luci delle campate tali da non interferire direttamente con l'alveo inciso dei corsi d'acqua, annullando sostanzialmente tutti i potenziali impatti legati anche alla fase realizzativa degli stessi. In particolare, saranno adottati:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- eventuali presidi idraulici (arginelli) da predisporre in funzione della quota del piano di lavoro in prossimità del corso d'acqua per contenere eventuali acque di lavorazione e limitare potenziali intorbidamenti del corso d'acqua interessato dai lavori;</li> <li>- eventuali vasche di decantazione qualora, durante le fasi di lavorazione, si presenti la formazione di fanghi con potenziale interferenza sul corso d'acqua, prima</li> </ul>	<p><b>T00CA00CANRE01</b> Relazione descrittiva del processo di cantierizzazione (<b>capp. 3.3 e 6.2</b>);</p> <p><b>T00CA01CANLF01</b> Cantieri "Campo Base" e "D"- Lay-out funzionale con indicazione delle reti di drenaggio delle acque superficiali, di smaltimento dei reflui e dei presidi mitigativi;</p> <p><b>T00CA01CANLF08</b> Cantieri "A" e "B" - Planimetria con indicazione delle reti di drenaggio delle acque superficiali e di smaltimento dei reflui;</p> <p><b>T00CA01CANLF15</b> Cantieri "C", "E" ed "F" - Lay-out funzionale con indicazione delle reti di drenaggio delle acque superficiali, di smaltimento dei reflui e dei presidi mitigativi;</p> <p><b>T00CA02AMBLF08</b> Realizzazione rilevati stradali - Lay-out e schemi dell'organizzazione funzionale del cantiere con indicazione dei presidi mitigativi;</p> <p><b>T00CA02AMBLF09</b> Realizzazione gallerie - Lay-out e schemi dell'organizzazione funzionale del cantiere con indicazione dei presidi mitigativi;</p> <p><b>T00CA02AMBLF10</b> Varo degli impalcati dei viadotti - Lay-out e schemi dell'organizzazione funzionale del cantiere con indicazione dei presidi mitigativi.</p>

Regione Umbria – Servizio Valutazioni Ambientali: VIA, VAS e sviluppo sostenibile Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012			
N°	PRESCRIZIONE	PROGETTO ESECUTIVO	
		Risposta	Documentazione di riferimento
		<p>dell'eventuale scarico nel sistema idrografico circostante. In questo caso sarà acquisita specifica autorizzazione ai sensi del D.Lgs 152/06 e s.m.i. presso l'Ente territoriale competente.</p> <p>Si evidenzia, infine, che tutte le attività di cantiere, in prossimità dei corsi d'acqua, saranno oggetto di specifico monitoraggio ambientale in corso d'opera, in conformità con quanto disposto nell'ambito del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), redatto con il presente Progetto Esecutivo.</p>	
1.1.18	In fase di cantiere, eventuali <b>falde intercettate</b> , in sede di esecuzione delle opere progettuali di scavo, fondazioni e gallerie, aventi interessanti portate, dovranno essere prontamente comunicate con le loro caratteristiche al Servizio Difesa e Gestione Idraulica della Provincia di Perugia al fine di contattare l'A.A.T.O. Umbria 1, per un loro possibile utilizzo a fini idropotabili.	Si ribadisce quanto proposto nel PD.: qualora la portata idrica rilevata durante gli scavi presentasse valori di un certo interesse, l'esistenza della risorsa idrica sarà prontamente comunicata, fornendo i dati sulle sue caratteristiche, in primo luogo sulla portata, al Servizio Difesa e Gestione Idraulica della Provincia di Perugia al fine di contattare l'A.A.T.O. Umbria 1, per un loro possibile utilizzo a fini idropotabili.	
1.1.19	Nel caso in cui, durante la fase dei lavori, si presentino sversamenti di sostanze inquinanti o formazione di fanghi con possibile interferenza sui corsi d'acqua, dovranno essere realizzate idonee vasche di decantazione con successivo scarico nel sistema idrografico circostante con l'obbligo, in sede esecutiva dei lavori, dell'acquisizione della specifica autorizzazione ai sensi del D.Lgs. 152/06 da richiedere alla Provincia di Perugia.	<p>Il Progetto Esecutivo, con gli approfondimenti operati, ha introdotto tutti i presidi atti ad eliminare gli impatti dell'opera sull'ambiente idrico sotterraneo e superficiale sia in fase di esercizio che di cantiere.</p> <p>Per quanto attiene alla fase di cantiere, nello specifico, sono state individuate tutte le azioni di indirizzo rivolte al trattamento delle acque in fase di realizzazione dell'opera, così come già indicato nell'ambito delle risposte alle precedenti prescrizioni 1.1.14, 1.1.15 e 1.1.17.</p> <p>Ad integrazione di quanto sopra, inoltre, si evidenzia che, qualora dovessero verificarsi situazioni d'emergenza, quali appunto accidentali sversamenti di sostanze potenzialmente inquinanti, ovvero formazione di fanghi nelle aree prossime ai corsi d'acqua, sarà attuato un protocollo d'intervento che prevede:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- delimitazione dell'area interessata (con panne assorbenti in caso l'evento interessi un ambiente idrico, ovvero con elementi prefabbricati di contenimento in ambito terrestre);</li> <li>- asportazione dei materiali potenzialmente inquinati e bonifica dell'area con relativo stoccaggio all'interno di vasche impermeabili trasportabili;</li> <li>- conferimento del materiale in oggetto presso centro autorizzato per il relativo smaltimento.</li> </ul> <p>Ogni intervento in tale senso sarà oggetto di specifica</p>	<p><b>T00CA00CANRE01</b> Relazione descrittiva del processo di cantierizzazione (<b>cap. 3.3 e 6.2</b>);</p> <p><b>T00CA01CANLF01</b> Cantieri "Campo Base" e "D" - Lay-out funzionale con indicazione delle reti di drenaggio delle acque superficiali, di smaltimento dei reflui e dei presidi mitigativi;</p> <p><b>T00CA01CANLF08</b> Cantieri "A" e "B" - Planimetria con indicazione delle reti di drenaggio delle acque superficiali e di smaltimento dei reflui;</p> <p><b>T00CA01CANLF15</b> Cantieri "C", "E" ed "F" - Lay-out funzionale con indicazione delle reti di drenaggio delle acque superficiali, di smaltimento dei reflui e dei presidi mitigativi;</p> <p><b>T00CA02AMBLF08</b> Realizzazione rilevati stradali - Lay-out e schemi dell'organizzazione funzionale del cantiere con indicazione dei presidi mitigativi;</p> <p><b>T00CA02AMBLF09</b> Realizzazione gallerie - Lay-out e schemi dell'organizzazione funzionale del cantiere con indicazione dei presidi mitigativi;</p> <p><b>T00CA02AMBLF10</b> Varo degli</p>

Regione Umbria – Servizio Valutazioni Ambientali: VIA, VAS e sviluppo sostenibile Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012			
N°	PRESCRIZIONE	PROGETTO ESECUTIVO	
		Risposta	Documentazione di riferimento
		<p>autorizzazione ai fini idraulici, secondo il regolamento degli Enti preposti.</p> <p>Le procedure di sicurezza relative alle attrezzature di lavoro specifiche da utilizzarsi nell'ambito delle suddette procedure, sono indicate nel Piano di Sicurezza e coordinamento.</p> <p>Si evidenzia, infine, che tutte le attività di cantiere, in prossimità dei corsi d'acqua, ovvero con potenziali effetti sulle falde, saranno oggetto di specifico monitoraggio ambientale in corso d'opera, in conformità con quanto disposto nell'ambito del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), redatto con il presente Progetto Esecutivo.</p>	<p>impalcati dei viadotti - Lay-out e schemi dell'organizzazione funzionale del cantiere con indicazione dei presidi mitigativi.</p>
1.7.11	<p>Dovrà essere attuato quanto prescritto dall'art. 39, c. 4 della Normativa, Criteri, Indirizzi, Direttive, Prescrizioni del P.T.C.P. per gli "ambiti fluviali". Sono ammessi gli interventi necessari alla realizzazione di infrastrutture a rete o puntuali di rilevante interesse pubblico quando il Proponente dimostri l'impossibilità di soluzioni alternative. Non dovrà essere recato pregiudizio alcuno agli argini, alle rive e alle presenze bio-vegetazionali.</p>	<p>Il presente Progetto Esecutivo, recepisce e conferma le scelte condotte nella precedente fase progettuale, improntate a criteri di naturalità e sviluppate in maniera tale da arrecare il minimo pregiudizio alle presenze bio – vegetazionali lungo i corsi d'acqua. Inoltre, apporta una serie di ottimizzazioni, capaci di minimizzare ulteriormente gli effetti sull'ambiente idrico, in particolare i corsi d'acqua interferiti dalla viabilità di progetto sono stati attraversati mediante viadotti con campate di luce ampia, maggiore rispetto alle soluzioni del PD, tale da non interferire, attraverso le opere in elevazione (spalle e pile) con l'alveo attivo. L'eventuale minima interferenza con l'ambito fluviale, potenzialmente generata nella fase di cantiere, sarà adeguatamente ripristinato mediante rinaturalizzazione.</p>	<p><b>T00ID00IDRRE01</b> Relazione idrologica e idraulica; <b>T00ID00IDRDI03</b> Planimetria e sezioni delle fasce di esondazione del Fosso Brilli in corrispondenza del Viadotto omonimo e particolari dei presidi di protezione idraulica;</p>
1.7.12	<p>Il proponente è tenuto, a seguito dell'adeguamento del progetto alle prescrizioni emerse in sede di VIA, a chiedere ed ottenere specifica autorizzazione e/o concessione ai fini idraulici, ai sensi del R.D. 523/1904, per tutte le eventuali occupazioni sia temporanee che di lunga durata su alvei demaniali.</p>	<p>Il presente Progetto Esecutivo prevede la redazione di tutta la documentazione propedeutica all'ottenimento dell'autorizzazione e/o concessione ai fini idraulici.</p>	<p><b>T00ID00IDRRE01</b> Relazione idrologica e idraulica; <b>T00ID00IDRCO01</b> Corografia dei principali bacini idrografici sottesi dalla viabilità di progetto; <b>T00ID00IDRCO02</b> Corografia di tutti i bacini idrografici interagenti con il tracciato stradale di progetto; <b>T00ID00IDRPL01</b> Planimetria delle fasce di esondazione del Torrente Assino estratte dal PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere; <b>T00ID00IDRSZ01-07</b> Sezioni idrauliche...; <b>T00ID00IDRFP01-05</b> Profili idraulici...; <b>T00ID00IDRDI01-04</b> Planimetria e sezioni delle fasce di esondazione...; <b>T00ID00IDRDI05-07</b> Planimetria, profilo e sezioni trasversali...;</p>

Regione Umbria – Servizio Valutazioni Ambientali: VIA, VAS e sviluppo sostenibile Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012			
N°	PRESCRIZIONE	PROGETTO ESECUTIVO	
		Risposta	Documentazione di riferimento
			T00ID00IDRDI08-10 Tombini idraulici....

**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI. PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OPERE PUBBLICHE PER LA TOSCANA, LE MARCHE E L'UMBRIA - CONFERENZA DI SERVIZI DEL 4.06.2014**

N°	PRESCRIZIONE	PROGETTO ESECUTIVO	
		Risposta	Documentazione di riferimento

**Autorità di Bacino del Fiume Tevere - Ufficio Piani e Programmi - nota prot.n.0001775 in data 12/5/2014**

<b>CDS 2</b>	<p><i>Omissis</i>..... Dall'esame degli elaborati progettuali pervenuti, si evince che l'intervento di che trattasi ricade nel territorio disciplinato dal "P.A.I. - Piano di Assetto Idrogeologico" redatto ai sensi del DL. 180/98 ed approvato con D.P.C.M. Del 10/II/2006. <b>Appare altresì che lo stesso non ricade direttamente in aree perimetrale a rischio idrogeologico elevato o molto elevato</b> dal suddetto atto di pianificazione. Ciò premesso, per gli aspetti di interesse della scrivente Autorità di bacino, le maggiori intersezioni con il reticolo superficiale si hanno, oltre che con il Torrente Assino, con il Fosso Valbarosa (inizio intervento a margine del ponte esistente), con il Fosso Casal del Monte, con il Torrente San Giorgio e con il Fosso Brillì). Dall'esame degli elaborati progettuali pervenuti, si evince che:</p>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>per il calcolo delle altezze idriche lungo i principali corsi d'acqua attraversati è stato utilizzato il modello in moto permanente HEC-RAS.</li> <li>la simulazione del comportamento idraulico dei corsi d'acqua nell'intorno degli attraversamenti di progetto è stata svolta ricostruendo localmente la geometria degli alvei mediante l'introduzione nel modello di un numero sufficientemente rappresentativo di sezioni trasversali.</li> <li>lo studio idraulico è stato condotto per l'attraversamento del Torrente Assino, nonché per l'area dello svincolo "Pietralunga", per il Torrente San Giorgio e per tutti gli attraversamenti idraulici con ponti e viadotti per verificare l'eventuale interazione delle opere di progetto con i livelli idrici attesi per un tempo di ritorno bicentenario.</li> </ul> <p>Tutto quanto sopra considerato, si ritiene comunque opportuno</p>	<p>Nella presente fase di progettazione esecutiva, sono state rifatte e talvolta implementate ed integrate le verifiche idrauliche di tutte le aste fluviali interferite dal tracciato di progetto. Tali verifiche sono state condotte mediante modellazione idraulica tramite il software HEC-RAS, basandosi sui rilievi celerimetrici integrativi svolti tra l'estate e l'autunno del 2017 e in riferimento ai valori di portata di progetto calcolata rispetto agli indici pluviometri aggiornati agli ultimi dati ufficiali disponibili (serie storica 1929-2015). Premesso questo, gli attraversamenti idraulici di progetto sono stati dimensionati considerando la piena a carattere duecentennale, posizionando gli elementi di elevazione (spalle e pile) sempre all'esterno dell'alveo attivo, considerato cautelativamente coincidente con la piena cinquantennale. In soli due casi: Viadotto Sant'Angelo su T. San Giorgio e Viadotto Assino 2 su T. Assino, le pile risultano parzialmente lambite dalla fascia di esondazione duecentennale, generando un sovrizzo di un solo centimetro per un brevissimo tratto a monte dell'attraversamento stesso, oltretutto in un contesto geometrico-morfologico del corso d'acqua identificabile come area di inondazione indiretta</p>	<p><b>T00ID00IDRRE01</b> Relazione idrologica e idraulica;  <b>T00ID00IDRRC001</b> Corografia dei principali bacini idrografici sottesi dalla viabilità di progetto;  <b>T00ID00IDRRC002</b> Corografia di tutti i bacini idrografici interagenti con il tracciato stradale di progetto;  <b>T00ID00IDRPL01</b> Planimetria delle fasce di esondazione del Torrente Assino estratte dal PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere;  <b>T00ID00IDRSZ01-07</b> Sezioni idrauliche...;  <b>T00ID00IDRFP01-05</b> Profili idraulici...;  <b>T00ID00IDRDI01-04</b> Planimetria e sezioni delle fasce di esondazione...</p>

**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI. PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OPERE PUBBLICHE PER LA TOSCANA, LE MARCHE E L'UMBRIA - CONFERENZA DI SERVIZI DEL 4.06.2014**

N°	PRESCRIZIONE	PROGETTO ESECUTIVO	
		Risposta	Documentazione di riferimento
	<p>prescrivere di posizionare le pile degli attraversamenti al di fuori delle aree golenali dei corsi d'acqua, di dimensionare detti attraversamenti adottando come piena di riferimento quella a carattere duecentennale e realizzandoli in modo tale da consentirne in ogni caso una facile manutenzione ordinaria.</p> <p>In ultimo, si evidenzia la presenza nell'area interessata dal tracciato stradale di possibili fenomeni franosi, come anche confermato e dettagliato nell'elaborato progettuale Relazione Geologica, al capitolo 5.</p> <p>Premesse quindi le prescrizioni indicate, si esprime per quanto di competenza il <b>proprio parere di compatibilità con l'atto di pianificazione citato.</b></p>	<p>(termine definito nel documento "Allegati Norme" del PAI del Fiume Tevere), caratterizzata da bassi valori del tirante idrico e della velocità, in cui il fronte di piena si propaga per connessione idraulica, dovuta a singolarità morfologiche, senza contribuire al deflusso della piena, inoltre l'efficacia di tali aree ai fini della laminazione risulta marginale.</p> <p>Le opere di attraversamento idraulico sono state adeguatamente dimensionate, non solo dal punto di vista idraulico, ma anche per garantire il transito di un mezzo per attività di manutenzione/emergenza, in termini sia di franco rispetto all'intradosso del viadotto che di distanza tra ciglio spondale e pila/spalla.</p> <p>La presenza di possibili fenomeni franosi, potenzialmente interagenti con la viabilità di progetto, è stata analizzata con attenzione, nella presente fase progettuale. In particolare, al fine di evitare un corpo franoso quiescente potenzialmente interferito dalle opere provvisorie, previste nel Progetto Definitivo (PD) e necessarie per la realizzazione della spalla in destra idrografia del Viadotto Brilli, è stata prevista un'ottimizzazione del viadotto stesso. Questa consiste nel rimodulare da 30.0m a 20.0m, l'unica campata del viadotto con l'obiettivo di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- centrarla rispetto all'alveo attivo,</li> <li>- rimanere esterni alle fasce di esondazione,</li> <li>- garantire come minimo una distanza di 4.0m tra spalla e ciglio spondale per il passaggio di un mezzo,</li> <li>- allontanare la spalla in destra idrografica dalla frana stessa, non rendendo più necessari, rispetto al PD, le opere provvisorie potenzialmente interferenti con il corpo franoso.</li> </ul>	
<b>ARPA Umbria - nota prot.n.9822 in data 21 /5/2014</b>			
<b>CDS 3</b>	<p>Con riferimento alla Vs. nota prot. n. 794 del 09.04.2014, pervenuta ad ARPA con prot. n. 7308 del 10.04.2014, nella quale si chiedeva a codesta Agenzia di provvedere a verificare il recepimento delle prescrizioni impartite dalla Determinazione Dirigenziale della Regione Umbria n.761 del 6/2/2012, per quanto riguardante il tratto in esame, vista la documentazione trasmessa da Anas SpA con prot. CDG-0044397-P del 01.04.2014, pervenuta ad ARPA con prot. n. 7286 del 10.04.2014, la scrivente Agenzia ha provveduto a verificare il recepimento delle prescrizioni applicabili alla presente fase progettuale di seguito elencate.</p>		
<b>1.1. Ambiente idrico superficiale e sotterraneo</b>			
<b>1.1.2</b> (Prescrizione VIA)	<p>Il testo della prescrizione corrisponde esattamente con la prescrizione 1.1.2 contenuta nella</p>	<p>Per la risposta e gli elaborati di riferimento si rimanda alla prescrizione 1.1.2 contenuta nella Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012, precedentemente riportata.</p>	

**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI. PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OPERE PUBBLICHE PER LA TOSCANA, LE MARCHE E L'UMBRIA - CONFERENZA DI SERVIZI DEL 4.06.2014**

N°	PRESCRIZIONE	PROGETTO ESECUTIVO	
		Risposta	Documentazione di riferimento
	Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012, precedentemente riportata.		
1.1.7 (Prescrizione VIA)	Il testo della prescrizione corrisponde esattamente con la prescrizione 1.1.7 contenuta nella Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012, precedentemente riportata.	Per la risposta e gli elaborati di riferimento si rimanda alla prescrizione 1.1.7 contenuta nella Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012, precedentemente riportata.	
1.1.8 (Prescrizione VIA)	Il testo della prescrizione corrisponde esattamente con la prescrizione 1.1.8 contenuta nella Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012, precedentemente riportata.	Per la risposta e gli elaborati di riferimento si rimanda alla prescrizione 1.1.8 contenuta nella Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012, precedentemente riportata.	
1.1.9 (Prescrizione VIA)	Il testo della prescrizione corrisponde esattamente con la prescrizione 1.1.9 contenuta nella Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012, precedentemente riportata.	Per la risposta e gli elaborati di riferimento si rimanda alla prescrizione 1.1.9 contenuta nella Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012, precedentemente riportata.	
1.1.10 (Prescrizione VIA)	Il testo della prescrizione corrisponde esattamente con la prescrizione 1.1.10 contenuta nella Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012, precedentemente riportata.	Per la risposta e gli elaborati di riferimento si rimanda alla prescrizione 1.1.10 contenuta nella Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012, precedentemente riportata.	
1.1.11 (Prescrizione VIA)	Il testo della prescrizione corrisponde esattamente con la prescrizione 1.1.11 contenuta nella Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012, precedentemente riportata.	Per la risposta e gli elaborati di riferimento si rimanda alla prescrizione 1.1.11 contenuta nella Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012, precedentemente riportata.	
1.1.12 (Prescrizione VIA)	Il testo della prescrizione corrisponde esattamente con la prescrizione 1.1.12 contenuta nella Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012, precedentemente riportata.	Per la risposta e gli elaborati di riferimento si rimanda alla prescrizione 1.1.12 contenuta nella Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012, precedentemente riportata.	

**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI. PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OPERE PUBBLICHE PER LA TOSCANA, LE MARCHE E L'UMBRIA - CONFERENZA DI SERVIZI DEL 4.06.2014**

N°	PRESCRIZIONE	PROGETTO ESECUTIVO	
		Risposta	Documentazione di riferimento
1.1.13 (Prescrizione VIA)	Il testo della prescrizione corrisponde esattamente con la prescrizione 1.1.13 contenuta nella Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012, precedentemente riportata.	Per la risposta e gli elaborati di riferimento si rimanda alla prescrizione 1.1.13 contenuta nella Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012, precedentemente riportata.	
1.7.11 (Prescrizione VIA)	Il testo della prescrizione corrisponde esattamente con la prescrizione 1.7.11 contenuta nella Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012, precedentemente riportata.	Per la risposta e gli elaborati di riferimento si rimanda alla prescrizione 1.7.11 contenuta nella Determinazione Dirigenziale N.761 del 06/02/2012, precedentemente riportata.	

**Provincia di Perugia (AREA AMBIENTE E TERRITORIO – Servizio Difesa e Gestione Idraulica)- parere rilasciato nel corso della riunione di conferenza di servizi**

<b>CDS 7</b>	<p>Con nota n. 794 del 09/04/2014 il Provveditorato interregionale per le OO.PP. Toscana Umbria ha inviato al Servizio Difesa e Gestione Idraulica la documentazione concernente il progetto di cui all'oggetto.</p> <p>Esso riguarda l'accertamento di conformità urbanistica del progetto denominato: "S.S. 219 - Gubbio-Pian d'Assino- Tratto Gubbio-Umbertide- Lotto 2" Mocaiana-Umbertide - Stralcio 1 Mocaiana-Pietralunga".</p> <p>Vista la documentazione presentata, si rileva, da un punto di vista geologico, quanto segue:</p>		
--------------	--	--	--

<b>7.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si prende atto che nel progetto è previsto un intervento di ingegneria naturalistica per le sistemazioni spondali del Fosso Brillì, dove è stato cartografato dal PAI un movimento franoso;</li> </ul>	<p>Il presente progetto prevede una sistemazione spondale del Fosso Brillì in sinistra idrografica, nel tratto in corrispondenza del viadotto di progetto, da realizzare mediante scogliera in massi con inserimento di talee di salice al fine di evitare l'effetto erosivo della corrente con innesco di potenziali fenomeni di dissesto.</p> <p>In corrispondenza del viadotto Fosso Brillì è stato cartografato un movimento franoso, a seguito del quale è stata effettuata l'installazione di un inclinometro e di alcuni piezometri al fine di monitorare il fenomeno di instabilità nelle fasi provvisoriale e definitiva. L'intervento di ingegneria geotecnica e naturalistica per le sistemazioni spondali prevede sbancamenti atti a non generare sollecitazioni o movimenti che mettano a rischio la stabilità del sistema.</p>	<p><b>T00ID00IDRRE01</b>          Relazione idrologica e idraulica;</p> <p><b>T00ID00IDRDI03</b>          Planimetria e sezioni delle fasce di esondazione del Fosso Brillì in corrispondenza del Viadotto omonimo e particolari dei presidi di protezione idraulica.</p>
------------	---	--	---

Da un punto di vista idraulico è stata esaminata la documentazione tecnica di progetto definitivo, fornita su supporto digitale, a firma dell'ing. Dino Bonadies, iscritto al n.829 dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia.

<b>7.3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Non è stato possibile riscontrare nel progetto gli elaborati relativi all'attraversamento dei fossi demaniali posti alle progressive 2+340 e 2+970, così come la</li> </ul>	<p>Il presente Progetto Esecutivo fornisce chiara evidenza della risoluzione di tutti gli attraversamenti idraulici: principali, secondari e minori, inoltre riporta la posizione degli impianti di trattamento e dei relativi punti di recapito finale sia in planimetria che in profilo, oltre ad una rappresentazione di dettaglio</p>	<p><b>T00ID00IDRRE01</b>          Relazione idrologica e idraulica;</p> <p><b>T00ID00IDRDI05-07</b>          Planimetria, profilo e sezioni trasversali...;</p> <p><b>T00ID00IDRDI08-10</b></p>
------------	--	---	---



**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI. PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OPERE PUBBLICHE PER LA TOSCANA, LE MARCHE E L'UMBRIA - CONFERENZA DI SERVIZI DEL 4.06.2014**

N°	PRESCRIZIONE	PROGETTO ESECUTIVO	
		Risposta	Documentazione di riferimento
	collocazione delle vasche di prima pioggia e dei relativi eventuali scarichi su corsi d'acqua demaniali.	mediante particolari costruttivi.	Tombini idraulici... <b>T00ID01DRRE01</b> Relazione sul sistema di gestione delle acque di piattaforma stradale; <b>T00ID01IDRPL01-06</b> Planimetrie idrauliche; <b>T00ID01IDRFP01-04</b> Profili idraulici; <b>T00ID01IDRDI01-4</b> Vasche di trattamento e di emergenza: pianta e sezioni tipo.
7.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Gli interventi di natura idraulica previsti consistono nella realizzazione di opere di attraversamento con ponti e viadotti del Fosso Casal del Monte, del Torrente San Giorgio, del Fosso Brillì e del Torrente Assino.</li> </ul> Dal punto di vista idrologico si evidenzia una buona rispondenza delle portate di verifica del Torrente Assino con quelle dello studio delle "Mappe di allagabilità finalizzate all'individuazione del rischio idraulico del reticolo idrografico minore del F. Tevere - Torrenti Assino, San Donato e Saonda", redatte dal CNR-IRPI di Perugia ed approvate dalla Regione Umbria con DD 9434 del 02/11/2005. Diversamente appare ingiustificata l'assunzione di un coefficiente di deflusso unico per tutti i bacini, a fronte di una variabilità del CN da 50 a 75 evidenziata nello studio sopra detto con conseguente possibile sottostima della piena duecentennale del Torrente San Giorgio, in fregio al quale è prevista una rampa dello svincolo "Pietralunga" alla quota del piano campagna.	Nella presente progettazione esecutiva le analisi idrologiche di ogni bacino idrografico interagente con il tracciato stradale, sono state ridefinite sulla base dei dati pluviometrici di massima intensità aggiornati al 2015 (serie storica dal 1929 al 2015) attraverso cui sono state determinati valori di portata di progetto maggiori sia di quelli determinati nel PD che di quelli contenuti nello Studio relativo alla "Redazione delle mappe di allagabilità finalizzata all'individuazione del rischio idraulico del reticolo idrografico minore del Fiume Tevere", redatto dal CNR-IRPI di Perugia su incarico della Regione Umbria.  I risultati di portata ottenuti, cautelativi, in quanto maggiori anche di quelli ufficiali contenuti nello studio del CNR-IRPI, consentono di ritenere ottemperata la presente prescrizione, inoltre la viabilità che nel Progetto Definitivo era prevista depressa rispetto alla quota del piano campagna, è stata prevista in rilevato con quota di sommità maggiore di oltre ad 1.0m rispetto alla piena con TR=200 anni del T. San Giorgio.	<b>T00ID00DRRE01</b> Relazione idrologica e idraulica; <b>T00ID00IDRDI01-04</b> Planimetria e sezioni delle fasce di esondazione...
7.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Facendo riferimento al proprio precedente parere reso in sede di VIA, per il tratto completo Mocaiana - E45 (Umbertide) nel settembre 2005, si prende atto delle verifiche idrauliche in condizioni di moto permanente con portate duecentennali condotte anche per i viadotti, sottolineando che nella restituzione grafica e descrittiva non risultano definiti:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'indicazione delle sezioni sui profili longitudinali;</li> <li>- la linea dei carichi totali e quella</li> </ul> </li> </ul>	Il presente Progetto Esecutivo riporta tutta una serie di elaborati progettuali che danno evidenza dei parametri idraulici richiesti. Inoltre, la modellazione della confluenza del Torrente San Giorgio nel T. Assino, a cui è stato aggiunto anche il F. Casal del Monte come secondo affluente, è stata condotta implementando una modellazione in moto vario, che risponde positivamente alla presente prescrizione in quanto consente, il più realisticamente possibile, di rappresentare lo sfasamento della propagazione delle onde di piena generate da bacini idrografici caratterizzati ciascuno da un diverso tempo di corrivazione. Nella modellazione è stato inserito anche il ponte	<b>T00ID00DRRE01</b> Relazione idrologica e idraulica; <b>T00ID00IDRSZ01-07</b> Sezioni idrauliche...; <b>T00ID00IDRFP01-05</b> Profili idraulici...; <b>T00ID00IDRDI01-04</b> Planimetria e sezioni delle fasce di

**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI. PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OPERE PUBBLICHE PER LA TOSCANA, LE MARCHE E L'UMBRIA - CONFERENZA DI SERVIZI DEL 4.06.2014**

N°	PRESCRIZIONE	PROGETTO ESECUTIVO	
		Risposta	Documentazione di riferimento
	<p>critica. peraltro spesso non calcolata;</p> <p>-la scabrezza d'alveo e delle aree di pertinenza fluviale;</p> <p>-alcune aree ineffettive in corrispondenza delle opere di attraversamento</p> <p>- il valore numerico assunto per le condizioni al contorno.</p> <p>Riguardo quest'ultimo punto si ribadisce la necessità di effettuare le verifiche idrauliche in corrispondenza dello svincolo Pietralunga, simulando la confluenza con portate alternate duecentennali e cinquantennali per i Torrenti Assino e San Giorgio, valutando le condizioni di rischio della strada che sottopassa il viadotto e chiarendo la presenza di un ulteriore ponte posto poco a monte dell'intersezione del Torrente San Giorgio con il Torrente Assino (cfr. pag 46 della Relazione idrologica e idraulica). ponte non riportato in nessun elaborato grafico. Le condizioni idrauliche in corrispondenza dello svincolo risultano particolarmente critiche con potenziale rischio di erosione anche per il rilevato stradale, e paradossalmente sempre a pag 46 della Relazione si dichiara prima che l'area in esame si presenta in maniera evidente come destinata all'esondazione del Torrente, e poi che la piena bicentenaria è pressoché contenuta nell'alveo inciso.</p>	<p>esistente sulla S.S. 219, collocato a monte di quello di progetto.</p> <p>Il ponte esistente è stato rilevato mediante rilievo celerimetrico, come evidenziato nell'elaborato delle sezioni idrauliche. Infine, come specificato nella risposta alla prescrizione precedente, la viabilità di progetto che si sviluppa parallela al T. San Giorgio è stata prevista in rilevato con quota di sommità maggiore di oltre ad 1.0m rispetto alla piena con TR=200 anni del T. San Giorgio.</p> <p>La scarpata lato torrente è stata rivestita con una scogliera in massi per evitare il potenziale effetto erosivo generato dalla corrente, inoltre per contenere al minimo l'interferenza con le fasce di esondazione fluviale, è stata allontanata da queste, rispetto alla configurazione del Progetto Definitivo.</p>	<p>esondazione...;</p> <p><b>T00ID00IDRDI05-07</b> Planimetria, profilo e sezioni trasversali....</p>
7.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Da ultimo si prende atto della volontà di posticipare l'eventuale ripermimetrazione delle aree allagabili dell'Assino e si evidenzia l'inopportunità della posa in opera di opere di protezione spondale e di fondo dei corsi d'acqua e dei fossi con materassi tipo "Reno". in ragione della scarsa durabilità manifestata da tali opere, delle complicazioni che determina l'utilizzo di reti metalliche di contenimento in sede di manutenzione con mezzi meccanici, e infine in ragione delle non verificate capacità di resistenza al moto.</li> </ul>	<p>Nella presente progettazione esecutiva sono state definite le fasce di esondazione del T. Assino e dei suoi principali affluenti.</p> <p>Inoltre, tutte i presidi di protezione spondale sono stati previsti mediante scogliere in massi non gelivi, privi di giunti e di adeguata pezzatura (minimo 0.50m di diametro).</p>	<p><b>T00ID00IDRRE01</b> Relazione idrologica e idraulica;</p> <p><b>T00ID00IDRSZ01-07</b> Sezioni idrauliche...;</p> <p><b>T00ID00IDRFP01-05</b> Profili idraulici...;</p> <p><b>T00ID00IDRDI01-04</b> Planimetria e sezioni delle fasce di esondazione...;</p>
7.7	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le considerazioni sopra riportate dovranno essere affrontate nel progetto <b>definitivo e dimostrate in</b></li> </ul>	<p>Il presente Progetto Esecutivo prevede la redazione di tutta la documentazione propedeutica all'ottenimento dell'autorizzazione e/o concessione ai fini idraulici.</p> <p><b>T00ID00IDRRE01</b> Relazione idrologica e idraulica;</p> <p><b>T00ID00IDRCC001</b> Corografia dei principali bacini idrografici sottesi dalla viabilità di</p>	

**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI. PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OPERE PUBBLICHE PER LA TOSCANA, LE MARCHE E L'UMBRIA - CONFERENZA DI SERVIZI DEL 4.06.2014**

N°	PRESCRIZIONE	PROGETTO ESECUTIVO	
		Risposta	Documentazione di riferimento
	quello esecutivo soggetto al rilascio dell'autorizzazione e concessione ai fini idraulici ai sensi del RD 523/1904	<p>progetto;</p> <p><b>T00ID00IDRCO02</b> Corografia di tutti i bacini idrografici interagenti con il tracciato stradale di progetto;</p> <p><b>T00ID00IDRPL01</b> Planimetria delle fasce di esondazione del Torrente Assino estratte dal PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere;</p> <p><b>T00ID00IDRSZ01-07</b> Sezioni idrauliche...;</p> <p><b>T00ID00IDRFP01-05</b> Profili idraulici...;</p> <p><b>T00ID00IDRDI01-04</b> Planimetria e sezioni delle fasce di esondazione...;</p> <p><b>T00ID00IDRDI05-07</b> Planimetria, profilo e sezioni trasversali...;</p> <p><b>T00ID00IDRDI08-10</b> Tombini idraulici....</p>	

**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI. PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OPERE PUBBLICHE PER LA TOSCANA, LE MARCHE E L'UMBRIA. - ATTO DI ACCLARAMENTO DI CONFERENZA DEI SERVIZI N. 63 DEL 24/09/2014**

N°	PRESCRIZIONE	PROGETTO ESECUTIVO	
		Risposta	Documentazione di riferimento

**Regione dell'Umbria - Determina Dirigenziale n. 6045 del 25/07/2014**

ACC 4.1	<p>Direzione Regionale Programmazione, Innovazione e Competitività - Servizio Infrastrutture per la mobilità ha confermato il proprio parere favorevole già espresso in sede di conferenza di servizi, prendendo atto dei pareri favorevoli dei Servizi Regionali competenti, così come di seguito riportato.</p> <p><i>Omissis</i> .....Visto che con apposita convocazione del Coordinatore regionale dell'Ambito Territorio infrastrutture e mobilità, è stata indetta una riunione per il giorno 11.06.2014, con i Servizi regionali chiamati ad esprimersi (e che si erano già pronunciati in materia ambientale, in occasione della procedura di VIA conclusasi con DD 761/2012), onde facilitare la raccolta dei pareri regionali da trasmettere al provveditorato; preso quindi atto che successivamente alla riunione dell'11.06.2014:</p> <p><b>il Servizio Valutazioni ambientali, sviluppo e sostenibilità ambientale</b>, che non ha partecipato né alla Conferenza né alla riunione, ha trasmesso una comunicazione in cui non ha inteso esprimere direttamente alcuna valutazione di merito sugli aspetti ambientali dell'opera (che, come già detto, costituisce variante ad un progetto già sottoposto con esito favorevole a giudizio di compatibilità ambientale, espresso con DD 761 del 06.02.2012) ma ha ritenuto di formulare indicazioni generali e di procedura sulla base delle disposizioni vigenti, esplicitando le condizioni in base alle quali il progetto avrebbe dovuto, in via alternativa, o essere sottoposto ad una nuova procedura di verifica di compatibilità ambientali o essere esentato dalla stessa (la discriminante è stata individuata nel fatto che le modifiche al progetto già esaminato a fini VIA "non comportino notevoli ripercussioni negative sull'ambiente"; solo in presenza di notevoli ripercussioni, richiamati il "principio dell'azione ambientale" e il "principio di precauzione e dell'azione preventiva in via prioritaria alla fonte" di cui all'art. 3 ter del Decreto 152/2006, la modifica progettuale in argomento dovrebbe essere precauzionalmente sottoposta a verifica di assoggettabilità a V.I.A. ai sensi quanto disposto al punto 8, lett. l) dell'allegato IV alla parte seconda del decreto 152/2006).</p> <p>che il <b>Servizio urbanistica</b>, preso atto anche del parere espresso dal Comune di Gubbio in ordine alla conformità urbanistica dell'intervento in progetto, ha espresso parere favorevole in ordine alla compatibilità urbanistica dell'opera, ai fini dell'intesa di cui al DPR 383/94</p> <p>che il <b>Servizio Geologico e sismico</b> ha espresso parere favorevole, ritenendo che il progetto in argomento <u>non comporti ripercussioni negative sull'ambiente</u>, a condizione che in fase di esecuzione dei lavori siano verificate le attività del movimento franoso in corrispondenza del tratto stradale dal km 2+285 al Km 2+390;</p> <p><b>il Servizio Energia, Qualità dell'ambiente, Rifiuti, Attività Estrattive</b>, nel ritenere che la modifica proposta non comporta</p>		
------------	--	--	--

**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI. PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OPERE PUBBLICHE PER LA TOSCANA, LE MARCHE E L'UMBRIA. - ATTO DI ACCLARAMENTO DI CONFERENZA DEI SERVIZI N. 63 DEL 24/09/2014**

N°	PRESCRIZIONE	PROGETTO ESECUTIVO	
		Risposta	Documentazione di riferimento
	<p>ripercussioni sull'ambiente significative rispetto al progetto originario già sottoposto al VIA, ha ricordato i riferimenti normativi aggiornati per il trattamento dei materiali di scavo;</p> <p>che il <b>Servizio Foreste, economia e territorio montano</b> si è espresso <u>favorevolmente senza ulteriori prescrizioni, rilevando oltretutto positivamente, fra gli elaborati di progetto, anche la presenza di un elaborato relativo all'ottemperanza a prescrizioni impartite in sede di VIA,</u> raccolte nella citata DD 761/20112</p> <p>che il <b>Servizio Paesaggio</b>, che nel frattempo aveva anche autonomamente trasmesso il proprio parere al Provveditorato con apposita PEC, ha dichiarato che la variante al progetto già dotato di compatibilità ambientale (DD n. 761/2012) <u>non determina impatti di notevole rilevanza sotto l'aspetto territoriale e paesaggistico e che la variante risulta migliorativa a fini paesaggistici,</u> esprimendo quindi parere favorevole anche ai fini del rilascio dell'autorizzazione ai sensi degli articoli 146 e 147 del D. Lgs 42/2004; ha poi ricordato che il parere regionale è subordinato al parere vincolante ai sensi dell'art. 146, comma 5 del D. Lgs 42/2004 della Soprintendenza per i beni Architettonici, e Paesaggistici dell'Umbria e che il provvedimento autorizzatorio rilasciato alla conclusione della Conferenza di Servizi dovrà essere trasmesso a Regione, Soprintendenza, Provincia di Perugia e Comune di Gubbio;</p> <p>che il <b>Servizio Risorse idriche</b> e rischio idraulico ha comunicato di non ritenere necessario sottoporre il progetto in esame a V.I.A. a condizione che, oltre le prescrizioni dettate con D.D. n. 761/2012, siano acquisiti prima dell'avvio dei lavori i nulla osta idraulici rilasciati dall'autorità competente, e le concessioni per occupazione aree.</p> <p><b>Constatato</b> quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- che i vari Servizi regionali, chiamati ad esprimere il loro parere di merito, anche per le valenze e le implicazioni a fini ambientali, si sono espressi favorevolmente sul progetto in argomento (che costituisce variante al progetto già assoggettato a VIA, con l'esito favorevole espresso nella più volte citata DD 761/2012);</li> <li>- che, ciascuno per gli aspetti di competenza, <u>non hanno segnalato la presenza di notevoli ripercussioni negative,</u> rilevando soltanto la presenza di lievi modifiche (in un caso definite espressamente migliorative) rispetto al progetto già sottoposto a V.I.A. o dichiarando esplicitamente di non ritenere necessaria l'assoggettabilità a verifica di VIA;</li> <li>- che alcuni Servizi hanno comunque formulato delle prescrizioni, sopra riportate sinteticamente;</li> </ul> <p><b>Ritenuto opportuno allegare al presente atto, quale parte integrante e sostanziale, anche i pareri integrali,</b> per rendere le prescrizioni meglio rilevabili e facilitare l'ottemperanza alle stesse,</p> <p>Per quanto sopra premesso e considerato che con la sottoscrizione del presente atto se ne attesta la legittimità</p> <p style="text-align: center;"><b>Il Dirigente DETERMINA</b></p> <p>1) <b>di prendere atto delle risultanze della seduta della conferenza dei servizi del 04/06/2014,</b> per l'esame, ai sensi del D.P.R. n. 383/94 e successive modifiche ed integrazioni, del progetto definitivo proposto da Anas S.p.a.-compartimento per la viabilità dell'Umbria, per la realizzazione della variante alla " S.S. 219 'Gubbio-Pian d'Assino' - Tratto Gubbio -Umbertide - Lotto 2'Mocaiana Umbertide - 1'Stralcio: Mocaiana-Pietralunga";</p> <p>2) <b>di confermare il proprio parere favorevole</b> - già espresso sul progetto in argomento in sede di conferenza, in qualità di Dirigente del Servizio Infrastrutture per la mobilità, competente quindi in materia di viabilità - nonché di prendere atto dei pareri favorevoli, allegati quale parte integrante al presente atto, subordinati alle specifiche prescrizioni rilevabili negli allegati stessi e sinteticamente riportate nella parte istruttoria del presente atto, così come formulati dai Servizi regionali competenti di seguito elencati:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Servizio urbanistica, centri storici e espropriazioni; Servizio geologico e sismico;</li> <li>• Servizio energia, qualità dell'ambiente, rifiuti, attività estrattive; Servizio foreste, economia e territorio montano;</li> <li>• Servizio paesaggio territorio e geografia;</li> <li>• Servizio risorse idriche e rischio idraulico;</li> </ul>		

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI. PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OPERE PUBBLICHE PER LA TOSCANA, LE MARCHE E L'UMBRIA. - ATTO DI ACCLARAMENTO DI CONFERENZA DEI SERVIZI N. 63 DEL 24/09/2014			
N°	PRESCRIZIONE	PROGETTO ESECUTIVO	
		Risposta	Documentazione di riferimento
	<p>3) <b>di rilevare</b> - in merito alle tematiche ambientali trattate nella nota del Servizio valutazioni ambientali, sviluppo e sostenibilità ambientale, anch'esso allegato quale parte integrante e sostanziale al presente atto - che nei pareri indicati al precedente punto 2) ed allegati al presente atto, ciascuno per gli aspetti di competenza, <b>non viene constatata né segnalata la presenza di notevoli ripercussioni negative sull'ambiente;</b></p> <p>4) di inviare copia del presente atto, corredato degli allegati, al Provveditorato Interregionale per le OO.PP. Toscana e Umbria, sede di Perugia;</p> <p>5) di dichiarare che l'atto è immediatamente efficace.</p>		
4.1.7	<p><b>Servizio Risorse idriche e rischio idraulico</b></p> <p>In risposta alla nota prot. 74986 del 05/06/2013 di pari oggetto, si comunica, per le materie di competenza, quanto segue.</p> <p>Dall'analisi della documentazione presentata da ANAS S.p.A., benché le aree oggetto dell'intervento in esame siano poste in prossimità della zona di protezione di uno degli acquiferi dei complessi carbonatici individuate dalla Tav. 6 del Piano Regolatore di Tutela delle Acque, non appare necessario sottoporre il progetto a VIA purchè vengano ottemperate tutte le prescrizioni dettate con la Determina Dirigenziale n.761 del 06/02/2012 sia in fase di cantiere che in fase di esercizio e vengano acquisiti per le opere che interferiscono con il demanio idrico, prima dell'avvio dei lavori, sia i nulla osta ai fini idraulici, rilasciati dall'autorità competente, sia le concessioni per l'occupazione delle aree appartenenti al demanio idrico rilasciate dalla Regione.</p> <p>Si raccomanda, Inoltre, che vengano attuate tutte le misure necessarie a proteggere la risorsa idrica da ulteriori rischi di inquinamento. In particolare, durante la fase di cantiere dovrà essere posta attenzione nella</p>	<p>Il presente Progetto Esecutivo è stato concepito con l'obbiettivo di ottemperato a tutte le prescrizioni, alle quali, attraverso la Relazione di ottemperanza e agli elaborati progettuali, è stata data evidenza. Questa documentazione risulterà propedeutica all'ottenimento dell'autorizzazione e/o concessione ai fini idraulici.</p> <p>Inoltre, la presente fase progettuale recepisce e conferma le forme di presidio adottate nella precedente fase (PD), introducendo comunque una serie di ottimizzazioni, sia nella fase di cantiere che di esercizio, rivolte a minimizzare la potenziale contaminazione del suolo e delle acque superficiali e sotterranee.</p> <p>Nella fase di cantiere, in tutte le aree in cui sono previste delle lavorazioni, sono stati predisposti adeguati presidi, in particolare:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- il campo base è dotato di una specifica rete per la raccolta dei reflui di origine umana, convogliati nella fognatura esistente. Inoltre nell'area è presente un impianto di trattamento delle acque meteoriche di dilavamento del piazzale;</li> <li>- i cantieri operativi, in generale, oltre ad una corretta regimazione delle acque, garantita da fossi di guardia, saranno dotati di cisterne per la raccolta delle acque di lavorazione (fronti di scavo delle gallerie) e servizi igienici chimici per le maestranze.</li> </ul> <p>Per la fase di esercizio è stato confermato il sistema di raccolta delle acque di prima pioggia di tipo "chiuso", estendendolo all'intero tracciato, in quanto nel PD alcuni tratti risultavano di tipo "aperto" con scarico diretto nel reticolo superficiale, rappresentato, nel caso specifico, dal Fosso Brillì e da un fosso minore, denominato, per comodità espositiva, Fosso 1. Le acque di dilavamento stradale, potenzialmente contaminate da sostanze inquinanti presenti nell'atmosfera e sul manto stradale, una volta raccolte, mediante un sistema di caditoie e collettori, saranno indirizzate verso gli impianti di trattamento (sedimentatore e disoleatore) delle acque di prima pioggia funzionante in continuo e quindi a gravità. Tali impianti sono stati leggermente sovradimensionati al fine di trattare anche le acque di seconda pioggia, inoltre, è stato aggiunto un quarto impianto rispetto ai tre del PD, con l'obbiettivo di realizzare un sistema effettivamente "chiuso" per tutto il tracciato stradale. Infine, con l'obbiettivo di</p>	<p><b>T00ID00DRRE01</b> Relazione idrologica e idraulica;</p> <p><b>T00ID00IDRCO01</b> Corografia dei principali bacini idrografici sottesi dalla viabilità di progetto;</p> <p><b>T00ID00IDRCO02</b> Corografia di tutti i bacini idrografici interagenti con il tracciato stradale di progetto;</p> <p><b>T00ID00IDRPL01</b> Planimetria delle fasce di esondazione del Torrente Assino estratte dal PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere;</p> <p><b>T00ID00IDRSZ01-07</b> Sezioni idrauliche...;</p> <p><b>T00ID00IDRFP01-05</b> Profili idraulici...;</p> <p><b>T00ID00IDRDI01-04</b> Planimetria e sezioni delle fasce di esondazione...;</p> <p><b>T00ID00IDRDI05-07</b> Planimetria, profilo e sezioni trasversali...;</p> <p><b>T00ID00IDRDI08-10</b> Tombini idraulici...;</p> <p><b>T00CA00CANRE01</b> Relazione descrittiva del processo di</p>

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI. PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OPERE PUBBLICHE PER LA TOSCANA, LE MARCHE E L'UMBRIA. - ATTO DI ACCLARAMENTO DI CONFERENZA DEI SERVIZI N. 63 DEL 24/09/2014			
N°	PRESCRIZIONE	PROGETTO ESECUTIVO	
		Risposta	Documentazione di riferimento
	<p>regimazione/gestione delle acque meteoriche, delle acque reflue di dilavamento e di altre tipologie di acque reflue eventualmente generate e nell'escludere la possibilità di sversamenti di olii e carburanti da parte dei macchinari presenti, nel rispetto di quanto previsto dalla disciplina nazionale e regionale di settore.</p> <p>Dovranno altresì essere rispettate tutte le norme comunitarie, nazionali e regionali vigenti in materia di tutela delle acque ed in materia di rischio idraulico.</p> <p>In sede di conferenza dei servizi gli Enti preposti al rilascio delle autorizzazioni dovranno formulare le specifiche prescrizioni del caso.</p>	<p>intercettare e trattenere l'eventualmente sversamento accidentale di liquidi leggeri riversati al suolo da una autocisterna in occasione di un incidente stradale, è stato associato ad ogni impianto di trattamento, precedentemente descritto, una vasca di emergenza a tenuta idraulica, con volume utile di 40m<sup>3</sup>, sufficiente appunto per trattenere il contenuto di un'autocisterna.</p> <p>In conclusione si conferma il rispetto tutte le norme comunitarie nazionali e regionali vigenti in materia di tutela delle acque ed in materia di rischio idraulico.</p>	<p>cantierizzazione.</p>

**TABELLA 4-1: QUADRO PRESCRITTIVO IN AMBITO IDROLOGICO-IDRAULICO**

## 5. STUDIO IDROLOGICO

Le analisi idrologiche sono state aggiornate verificando in prima fase l'adeguatezza dei dati relativi alle altezze di pioggia considerate nel PD e a seguire sono stati rifatti i calcoli per definire le portate di progetto, utilizzando la stessa metodica impiegata nel PD (Metodo afflussi-Deflussi di tipo cinematico). Inoltre, per indagare realisticamente i processi idrodinamici in corrispondenza delle confluenze tra il Torrente Assino e i suoi due affluenti, Torrente San Giorgio e Fosso Casal del Monte, è stata implementata una procedura modellistica tramite il software HEC-HMS, in grado di ricostruire l'idrogramma di piena più critico per ogni sottobacino, riuscendo in questo modo a simulare idraulicamente uno scenario di piena il più realistico possibile, attraverso lo sfasamento dei picchi di piena in conseguenza dei diversi tempi di corrivazione di ciascun sottobacino indagato.

### 5.1. ANALISI PLUVIOMETRICHE

I valori delle precipitazioni di massima intensità riferiti alla stazione pluviometrica di Gubbio ed alla serie storica 1929-2015 sono stati forniti dal Servizio Risorse Idriche e Rischio Idraulico della Regione Umbria. Solo i valori riferiti al TR=500 anni sono stati determinati, nell'ambito del presente progetto, mediante il metodo di Gumbel, a partire comunque dai dati pluviometrici ufficiali ricevuti dal precedente Ente, di seguito riportate.

ANNO	Intervallo in minuti						Intervallo ore						
	5	10	15	20	30	40	1	3	6	12	24	36	48
1929							29.00	37.00	37.20	45.00	74.20		94.60
1930					19.50		30.00	45.50	45.50	80.80	83.40		109.80
1931					8.80		14.00	35.80	35.80		79.10		83.60
1932							14.00	33.20	33.20	46.60	57.20		66.20
1933			10.80		13.40		15.40	44.80	60.00	60.00	64.60		66.00
1934			17.20			29.40	29.40	46.40	46.60	57.40	71.40		85.20
1935							43.80	57.60	66.60	67.60	67.80		105.00
1936					11.80		21.20	26.20	26.60	39.40	59.80		81.60
1937		17.60					27.20	48.40	54.20	59.20	74.00		78.00
1938							23.80				33.40		52.40
1939							22.00	30.40	33.00	43.60	44.80		45.20
1940					16.40						48.00		55.00
1941											44.60		54.80
1942							31.80	33.80	46.60	48.40	57.00		59.20
1943											60.80		70.80
1944											58.20		87.10
1946											72.00		92.00
1947											55.00		79.00
1948											61.00		62.00
1949					13.60		20.00	29.00	32.20	48.00	58.00		61.40
1950											31.70		41.70
1951											61.00		74.00
1952											41.00		59.80
1953					10.50			26.40			30.80		50.80
1954							20.00	24.40	35.00	52.40	55.00	55.00	55.00
1955							22.60	41.50	60.00	60.20	68.80	68.80	68.80
1956					10.40	10.40	10.40	24.00	31.20	34.20	50.50		57.60
1957					14.60		15.00	26.50	36.50	47.50	61.00		61.20
1958											51.00		75.60
1959						15.60	21.40	25.40	36.50	42.50	51.50		68.20
1960											127.20		201.20

ANNO	Intervallo in minuti						Intervallo ore						
	5	10	15	20	30	40	1	3	6	12	24	36	48
1961				14.60			25.50	38.00	50.00	63.40	<u>76.00</u>		76.40
1962							17.50	23.60	30.80	42.80	70.00		73.00
1963				10.20	14.80		28.50	31.50	38.60	43.00	52.00		69.20
1964											58.40		87.80
1965											115.40		150.00
1966	4.40			9.80	16.40						45.40		51.20
1968											68.20		93.70
1973						19.40					43.40		59.80
1974											40.40		44.80
1975						17.60	21.40	22.00	37.00	60.00	89.80		108.60
1976					21.00		25.40	39.40	65.40	70.40	72.40	72.40	72.40
1977			13.00		23.00		30.00	36.80	40.00	40.00	40.00		43.00
1978											54.20		59.60
1979	16.60						17.80	23.60	24.20	29.20	53.40		75.80
1980					22.80		29.80	44.20	52.20	64.20	66.80		82.00
1981					27.80		30.20	36.40	53.00	53.00	59.80	59.80	59.80
1982											77.00		102.00
1984					27.60		43.60	76.60	98.80	101.00	101.00	101.00	101.00
1985					14.00		20.20	21.00	25.40	37.60	44.00		58.00
1986					28.00		33.40	33.40	33.40	43.60	58.60		63.40
1987					33.00		35.00	40.60	47.00	51.00	<u>68.40</u>		79.00
1988					13.00		22.00	41.00	54.80	54.80	<u>62.60</u>		71.60
1989					16.00		20.40	60.00	82.80	85.80	91.40		97.60
1990					10.40		16.00	19.60	27.60	46.80	<u>78.00</u>		89.00
1991					23.80		27.40	44.40	44.40	44.40	47.80		58.20
1992	6.60	11.30	13.60	14.60	15.40	16.20	17.10	29.60	45.30	50.60	60.60	69.80	101.60
1993	6.70	11.60	14.60	15.40	16.10	18.00	23.70	34.00	48.40	62.60	64.40	86.20	89.20
1994	7.90	11.00	11.80	13.90	18.10	21.40	23.20	47.40	78.70	86.70	87.00	87.10	87.10
1995	8.30	11.40	14.20	15.10	17.50	17.50	18.00	28.70	38.50	40.90	51.10	51.20	51.20
1996	7.00	11.60	13.80	14.60	16.30	17.20	18.00	26.20	33.40	55.80	78.10	98.20	104.00
1997	6.20	9.50	11.10	12.90	17.30	18.50	21.00	29.20	37.90	55.60	76.70	97.90	99.90
1998	9.00	13.50	14.20	16.60	20.00	21.80	24.30	28.30	39.80	48.40	62.70	80.60	97.60
1999	10.70	14.90	20.30	24.10	28.70	31.40	31.80	38.90	56.90	70.20	70.40	70.40	71.70
2000	9.10	12.60	14.50	16.80	19.90	22.90	26.00	34.70	43.30	50.10	63.00	74.70	83.00
2001	8.60	14.90	21.10	26.00	34.60	41.30	44.80	47.40	47.40	47.40	51.50	55.70	60.80
2002	10.30	18.70	21.40	23.10	28.30	31.90	32.00	33.40	33.40	37.40	52.60	72.20	82.20
2003	9.80	15.60	20.10	26.50	36.80	50.30	69.00	90.60	102.60	103.00	106.80	106.80	106.80
2004	8.30	12.00	13.70	15.50	18.50	22.50	25.20	46.70	50.80	53.60	55.80	59.30	60.60
2005	6.40	9.10	10.10	10.10	10.20	11.60	11.80	28.40	44.20	56.40	91.80	107.20	110.80
2006	10.00	16.60	22.20	27.00	40.40	51.00	54.60	59.00	59.20	80.80	83.60	84.00	84.40
2007	18.40	27.40	37.20	40.60	43.40	45.00	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40
2008	11.60	17.00	19.40	19.80	20.00	20.00	20.20	24.60	38.00	53.40	65.60	78.40	80.40
2009	9.80	17.40	20.80	23.00	26.00	30.20	30.80	30.80	30.80	45.60	51.00	68.80	81.40
2010	7.00	13.40	19.60	23.20	25.20	26.60	31.40	36.40	49.80	72.20	78.00	87.60	94.00
2011	9.20	16.20	21.00	23.40	28.00	31.20	31.40	31.40	31.40	35.20	37.20	37.20	40.20
2012	7.60	9.20	12.20	13.80	15.00	15.20	16.40	29.60	54.80	85.60	131.40	166.60	175.00
2013	11.20	14.20	15.80	19.00	24.00	27.00	31.20	60.60	66.60	72.00	104.20	124.60	130.60
2014	14.80	20.60	26.20	30.00	38.40	45.00	56.80	59.60	59.60	71.80	72.40	94.00	96.60
2015	7.60	12.60	13.80	14.00	18.00	18.60	18.80	24.20	28.80	42.40	54.20	60.40	62.80

TABELLA 5-1- DATI PLUVIOMETRICI RIFERITI ALLA STAZIONE DI GUBBIO (FONTE: SERVIZIO RISORSE IDRICHE E RISCHIO IDRAULICO DELLA REGIONE UMBRIA)



Di seguito sono riportati i valori delle precipitazioni di massima intensità e le rispettive curve di possibilità pluviometrica per durate minori e maggiori di 1.0 ora.

ht(d) (mm)	DURATA (minuti)						
	Tr (anni)	5	10	15	20	30	40
5		11.3	15.4	18.4	20.9	25.1	28.6
10		13.7	18.6	22.3	25.4	30.5	34.7
25		17.1	23.3	28	31.8	38.2	43.4
50		20	27.3	32.7	37.2	44.6	50.8
100		23.2	31.7	38	43.2	51.8	58.9
200		26.7	36.5	43.7	49.7	59.7	67.9
500		28.8	39.3	47.2	53.7	64.4	73.2

TABELLA 5-2 - PRECIPITAZIONI DI MASSIMA INTENSITA' CON DURATA < 1 ORA ALLA STAZIONE DI GUBBIO - DATI AGGIORNATI AL 2015

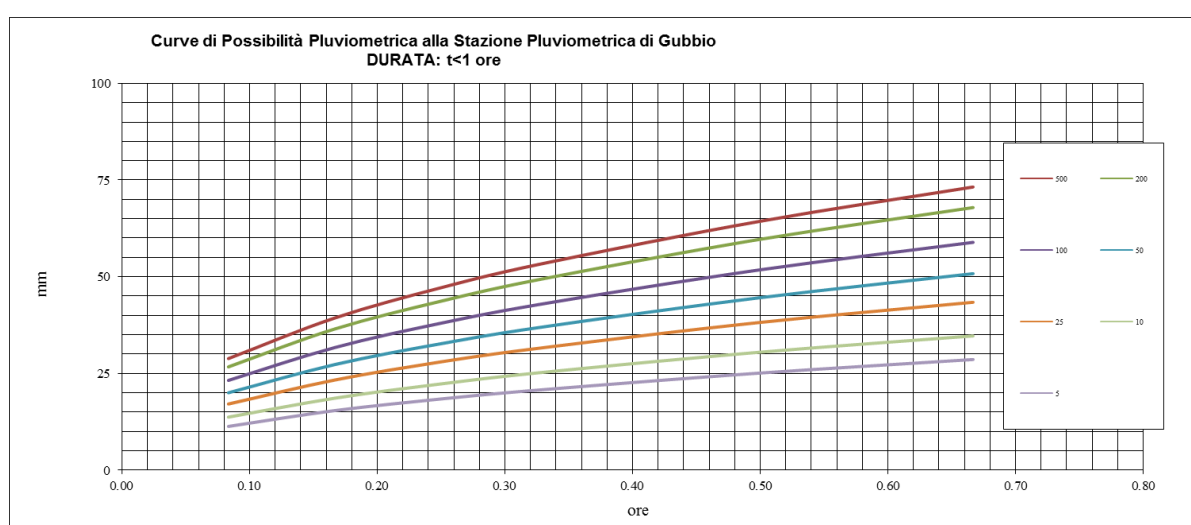


FIGURA 5-1 – CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA CON DURATA < 1 ORA ALLA STAZIONE DI GUBBIO - DATI AGGIORNATI AL 2015

ht(d) (mm)	DURATA (ore)							
	Tr (anni)	1	3	6	12	24	36	48
5		34.3	43.7	51	59.6	69.5	76.1	81.1
10		41.6	53.1	61.9	72.3	84.3	92.3	98.4
25		52	66.5	77.6	90.5	105.6	115.6	123.3
50		60.9	77.7	90.7	105.9	123.5	135.2	144.1
100		70.6	90.2	105.2	122.8	143.3	156.8	167.2
200		81.4	103.9	121.3	141.5	165.1	180.7	192.7
500		87.8	112.2	130.9	152.8	178.4	195.2	208.2

TABELLA 5-3: PRECIPITAZIONI DI MASSIMA INTENSITA' CON DURATA ≥ 1 ORA ALLA STAZIONE DI GUBBIO - DATI AGGIORNATI AL 2015

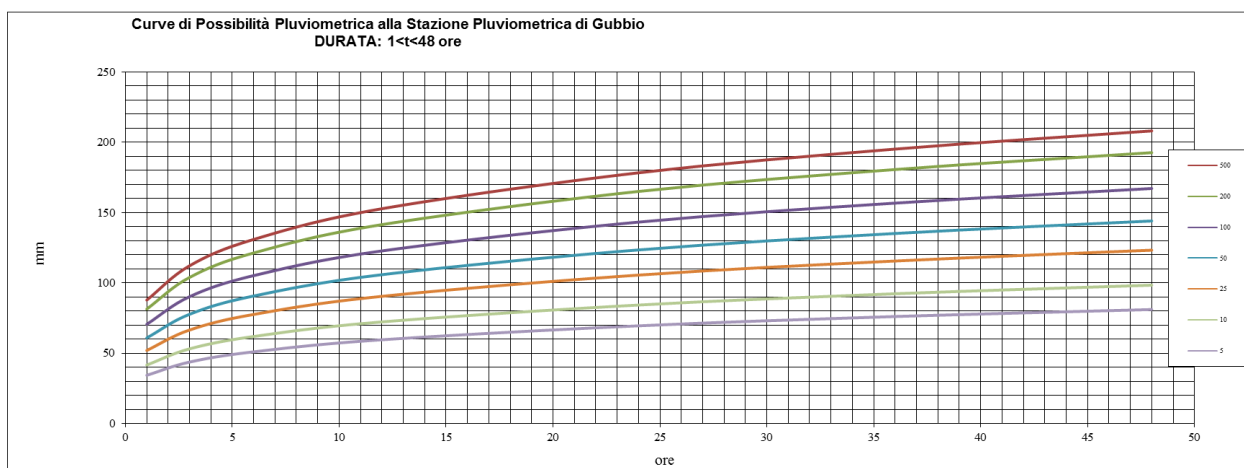


FIGURA 5-2 – CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA CON DURATA ≥ 1 ORA ALLA STAZIONE DI GUBBIO - DATI AGGIORNATI AL 2015

Confrontando i valori dell'altezza di pioggia di massima intensità "ht" in funzione del Tempo di ritorno "Tr" e della durata di pioggia "d", riportati nella tabella precedente, con quelli estratti dal PD, riportati nella tabella seguente, è evidente constatare il significativo incremento che questo parametro idrologico ha manifestato negli ultimi 25 anni. Per esempio confrontando l'altezza di pioggia di massima intensità per TR=200 anni e d=1 ora, relativa alla serie storica dal 1929, anno di prima registrazione, al 1991, pari a 53.73 mm, con quella relativa alla serie storica 1929-2015, pari a 81.4 mm, risulta un incremento di questo parametro di circa 28 mm, che genera conseguentemente un aumento nella stima delle portate di progetto.

ht(d) (mm)	DURATA (ore)				
	1	3	6	12	24
Tr (anni)					
10	35.25	49.01	60.34	74.29	91.46
20	39.62	55.08	67.82	83.49	102.79
50	45.27	62.94	77.49	95.40	117.46
100	49.51	68.83	84.74	104.33	128.45
200	53.73	74.70	91.97	113.23	139.40
500	59.29	82.44	101.50	124.96	153.84

TABELLA 5-4 PRECIPITAZIONI DI MASSIMA INTENSITA' ALLA STAZIONE DI GUBBIO - DATI ESTRATTI DAL PD, AGGIORNATI AL 1991

## 5.2. DEFINIZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO

In ragione dell'incremento delle precipitazioni di massima intensità, sono state ricalcolate le portate di progetto al variare del Tr, utilizzando il Metodo afflussi-deflussi di tipo cinematico, e nel caso di confluenza tra più corsi d'acqua, caratterizzati da tempi di corrivazione differenti, sono stati ricavati gli idrogrammi di piena che, al variare del Tr, rappresentano, il più realisticamente possibile, la condizione più gravosa in termini di picco di piena.

Questa attività ha comportato la verifica delle caratteristiche morfologiche di ogni sottobacino, in termini di estensione, lunghezza e pendenza dell'asta fluviale e quindi del tempo di corrivazione. Da questa verifica è emersa una buona corrispondenza con i rispettivi valori indicati nel PD, rispetto alla quale sono stati comunque indagati anche i sottobacini degli affluenti in sinistra idrografica del T. Assino, come mostrato nell'immagine seguente. Questi infatti contribuiscono a generare l'idrogramma di piena più gravoso per il tratto di T. Assino in corrispondenza delle due confluenze, rispettivamente con il T. San Giorgio e con il Fosso Casal del Monte. Questo tratto fluviale, comprensivo dei due affluenti, è stato modellato idraulicamente con il moto vario nella condizione più gravosa e tenendo conto dello sfasamento dei picchi di piena di ogni singolo sottobacino.

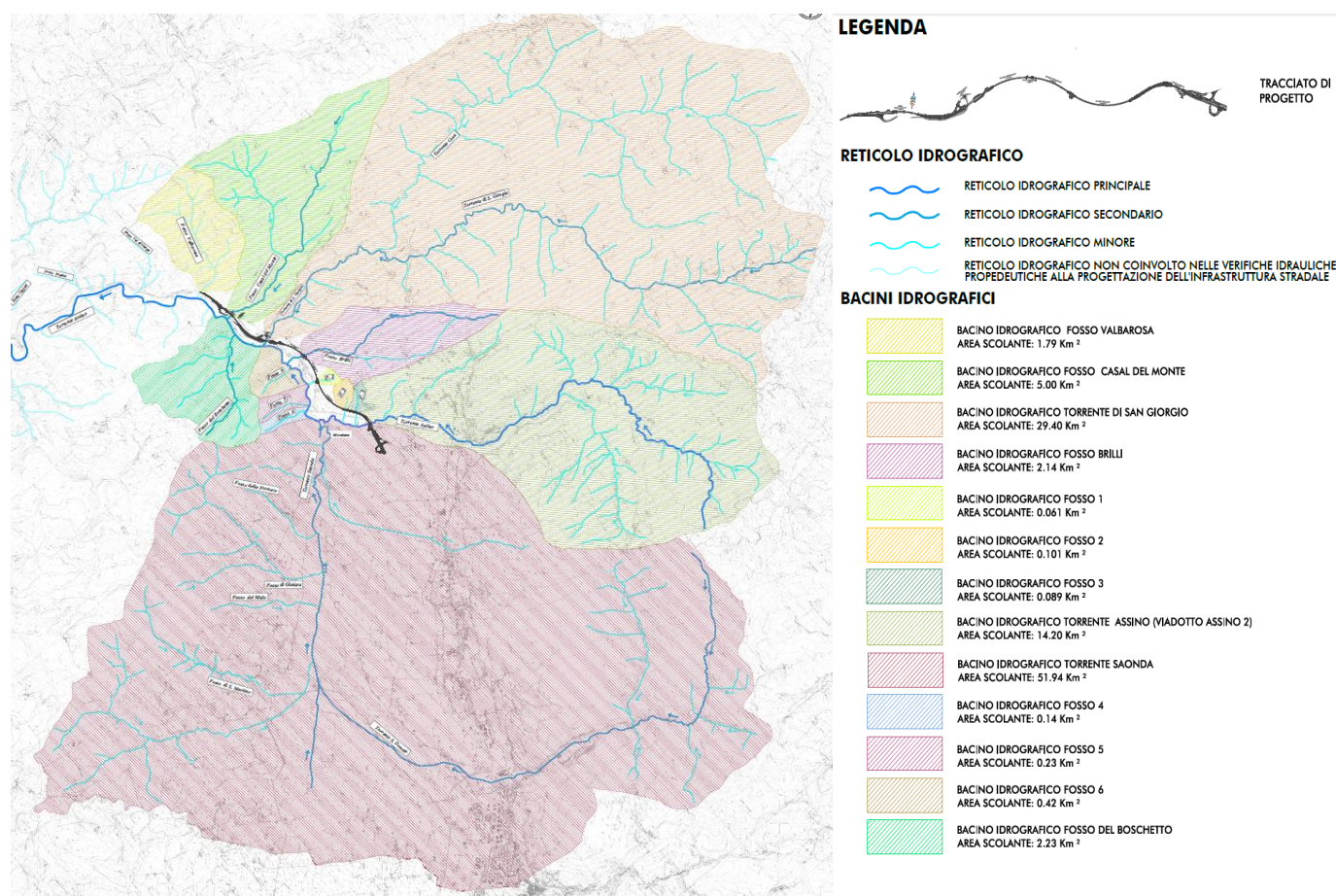


FIGURA 5-3: COROGRAFIA DEI BACINI IDROGRAFICI INTERAGENTI CON LA VIABILITÀ DI PROGETTO

### 5.2.1. Risultati ottenuti con il Metodo cinematico

Il deciso incremento degli indici pluviometrici, a parità di caratteristiche morfologiche dei bacini indagati e di metodologia di stima della portata di progetto, ha comportato, rispetto ai risultati del PD, un sensibile aumento di questo parametro, come evidenziato nella tabella seguente. Questa riporta, per ogni corso d'acqua analizzato e al variare del  $T_r$ :

- le portate di picco ricavate nel PD e riferite alle piogge aggiornate al 1991;
- le portate ricavate nel presente PE e riferite alle piogge aggiornate al 2015;
- le portate determinate nel presente PE applicando il metodo proposto dall'ADB Tevere, adottato nell'ambito degli studi propedeutici alla redazione del piano di bacino del 1998 e contenuto nell'Allegato "Procedura per la definizione delle fasce fluviali e delle zone di rischio";
- alcuni valori delle portate duecentennali calcolati dal CNR-IRPI (Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica) di Perugia tramite modello idrologico semi-distributivo attraverso il quale sono state redatte le "mappe di allagabilità finalizzate all'individuazione del rischio idraulico del reticolo minore del F. Assino" (Figura 2-2).

Corso d'acqua	Portate	PD Metodo A-D cinematico	PE Metodo A-D cinematico	Metodo ADB Tevere (*) applicato nell'ambito del PE	Studio CNR-IRPI (**)
Fosso Casal del Monte	Q_50anni (m <sup>3</sup> /s)	21.27	26.37	22.73	-
	Q_200anni (m <sup>3</sup> /s)	25.72	35.24	29.83	-
	Q_500anni (m <sup>3</sup> /s)	-	38.03	34.69	-
Torrente San Giorgio	Q_50anni (m <sup>3</sup> /s)	66.71	82.11	70.44	-
	Q_200anni (m <sup>3</sup> /s)	79.17	109.75	92.44	72.00
	Q_500anni (m <sup>3</sup> /s)	87.38	118.44	107.50	-
Torrente Assino a valle della confluenza T. San Giorgio (Svincolo Pietralunga)	Q_50anni (m <sup>3</sup> /s)	173.27	204.35	162.84	-
	Q_200anni (m <sup>3</sup> /s)	205.64	273.14	213.70	209.00
	Q_500anni (m <sup>3</sup> /s)	-	294.77	248.53	-
Fosso Brillii	Q_50anni (m <sup>3</sup> /s)	10.9	14.18	12.10	-
	Q_200anni (m <sup>3</sup> /s)	12.94	18.95	15.88	-
	Q_500anni (m <sup>3</sup> /s)	-	20.45	18.46	-
Torrente Assino (Viadotto Assino 2)	Q_50anni (m <sup>3</sup> /s)	41.43	52.57	45.52	-
	Q_200anni (m <sup>3</sup> /s)	49.17	70.27	59.74	-
	Q_500anni (m <sup>3</sup> /s)	54.26	75.83	69.48	-
<p>* Portate determinate nel PE applicando il metodo proposto dall'ADB Tevere nell'Allegato "Procedura per la definizione delle fasce fluviali e delle zone di rischio".</p> <p>** Valori delle portate duecentennali calcolati dal CNR-IRPI (Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica) di Perugia tramite modello idrologico semi-distributivo attraverso il quale sono state redatte le "mappe di allagabilità finalizzate all'individuazione del rischio idraulico del reticolo minore del F. Assino"</p>					

**TABELLA 5-5: VALORI DI PORTATA OTTENUTI CON IL METODO CINEMATICO RISPETTIVAMENTE NEL PD E NEL PRESENTE PE, CONFRONTATI CON QUELLI RICAVATI CON IL METODO DELL'ADB TEVERE E CON QUELLI ESTRATTI DAGLI STUDI DELLA REGIONE UMBRIA**

### 5.2.2. Risultati ottenuti con modellazione idrologica tramite il software HEC-HMS

L'analisi modellistica idrologica svolta è, nello specifico, funzionale al successivo approfondimento numerico idrodinamico del tratto di reticolo idrografico corrispondente al T. Assino in corrispondenza della confluenza del Torrente S. Giorgio e del Fosso Casal del Monte, consentendo di ottenere gli idrogrammi di piena di riferimento da utilizzare come dato idrologico di base per la modellazione idraulica.

Il software di cui si è fatto uso, di cui sarà più approfonditamente discusso nell'allegato A, è *Hydrologic Modelling System* dell'*Hydraulic Engineering Center* degli USA (versione 4.2.1). Il modello HEC-HMS descrive quantitativamente la trasformazione delle piogge in deflussi superficiali sulla superficie di un bacino imbrifero e in correnti idriche che confluiscono e si propagano lungo i suoi collettori drenanti.

Nella fase iniziale si è proceduto con la ricostruzione geometrica del tratto del corso d'acqua interessato e dei suoi affluenti, al fine di tenere in considerazione l'apporto di ogni sottobacino. Sono inoltre stati definiti dei parametri caratteristici per ogni sottobacino: l'area, la superficie impermeabile, il Curve Number e il tempo di

ritardo, il quale definisce il tempo di risposta di un bacino nella forma di deflusso in seguito ad una precipitazione.

Le principali cause di perdite idrologiche sono, come noto, evapotraspirazione, infiltrazione, immagazzinamento nelle depressioni superficiali.

Per la valutazione dell'entità quantitativa di tali grandezze è stato adottato il metodo *Curve Number* elaborato dal *Soil Conservation Service* (USA). Questo metodo ricava l'altezza di pioggia efficacemente defluita nel bacino in funzione del tipo di suolo, della sua capacità d'immagazzinamento e delle condizioni dello stesso prima dell'evento (terreno umido o asciutto). Sebbene originariamente non sia stato sviluppato per l'interpretazione della dinamica temporale delle perdite idrologiche, è ampiamente diffuso, soprattutto per la notevole mole di dati reperibili in letteratura per la sua applicazione.

Per la determinazione della portata di piena al colmo, sono stati simulati eventi pluviometrici critici di varia durata (1, 3, 6, 12 e 24 ore) e si è preso come riferimento quello generante le condizioni più gravose in termini di portate al colmo dell'onda di piena transitante nel corso d'acqua.

Come è noto, l'ipotesi fondamentale su cui si basa il metodo cinematico è che, nel bacino in studio si possano ritenere predominanti i fenomeni di traslazione delle acque di afflusso, ovvero che la formazione della piena sia dovuta a fenomeni di trasferimento della massa liquida e non di invaso. Il metodo cinematico richiede la preventiva determinazione della curva aree-tempi che associa ad ogni area *S* costituente il bacino, la relativa isocorriva e della curva ipsografica aree-quota che associa ad un intervallo di curve di livello le aree sottese. Questa è stata desunta dall'esame della carta idrografica del bacino, costruendo la curva aree-lunghezza ed assumendo un valore opportuno della proporzionalità lunghezze-tempi di percorrenza, vale a dire della velocità media della corrente lungo le aste idrografiche del bacino.

Come sopra ricordato per la stima del coefficiente di deflusso è stato applicato il metodo CN (Curve Number) che consente in fase successiva di determinare la distribuzione nel tempo del deflusso e la sua portata massima al colmo.

Il coefficiente CN attribuisce ad ogni singola porzione di superficie del bacino idrografico, un valore adimensionale che ne caratterizza la risposta idrologica del suolo in funzione delle sue caratteristiche di permeabilità, d'uso e di copertura.

La seguente tabella riporta i valori proposti dal S.C.S.; questi presuppongono una condizione "media" dello stato d'umidità del suolo anteriormente all'evento pluviometrico.

Tipo di Uso del Suolo	Permeabilità del suolo			
	A	B	C	D
Suoli coltivati	62-72	71-81	78-88	81-91
Pascoli	39-68	61-79	74-86	80-89
Prati	30	58	71	78
Boschi e foreste con copertura modesta	45	66	71	83
Boschi o foreste con buona copertura dall'erosione e sottobosco	25	55	70	77
Affioramenti rocciosi	98	98	98	98
Area a parco e di fruizione ricreativa:				
- con copertura erbacea superiore al 75%	39	61	74	80
- con copertura erbacea dal 50% al 75%	49	69	79	84
Aree commerciali (impermeabili per l'85%)	89	92	94	95
Aree industriali (impermeabili per il 72%)	81	88	91	93
Aree residenziali con percentuale media impermeabile				
65%	77	85	90	92
38%	61	75	83	87
30%	57	72	81	86
25%	54	70	80	85
20%	51	68	79	84
Parcheggi, aree coperte	98	98	98	98
Strade:				
- asfaltate	98	98	98	98
- inghiaiate	76	85	89	91

TABELLA 5-6: COEFFICIENTI CN PER VARIE COMBINAZIONI SUOLO-COPERTURA

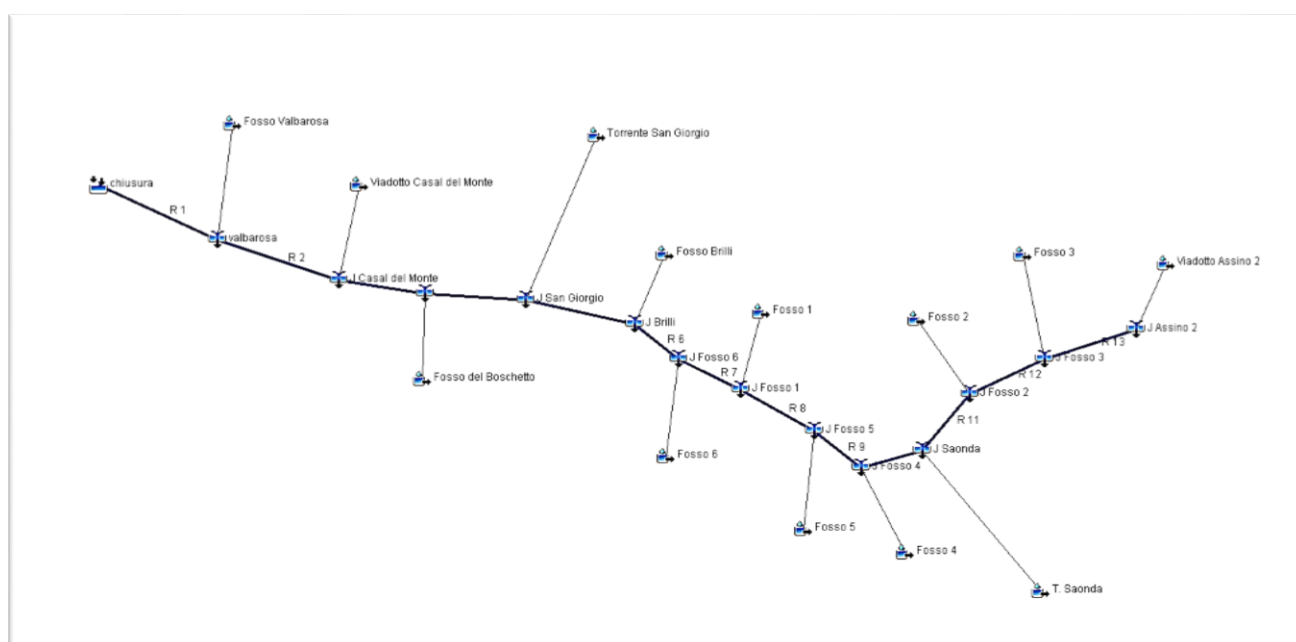
Dove la permeabilità del suolo è definita secondo i seguenti criteri:

- A: elevata infiltrazione, per suoli con strati sabbiosi o di loess profondi, a siltosi aggregati;
- B: infiltrazione moderata, per suoli con tessitura da moderatamente fine a moderatamente grossolana, quali limi sabbiosi;
- C: infiltrazione lenta, per suoli con tessitura fine, quali argille limose, deboli strati di limo sabbioso, suoli con debole contenuto organico;
- D: infiltrazione molto lenta, per argille plastiche e compatte.

Vengono quindi valutati, per ogni sottobacino del corso d'acqua esaminato, il coefficiente CN, il coefficiente di deflusso ( $\delta$ ) per piogge con diverso tempo di ritorno TR ed il tempo di corrivazione  $t_c$ ; tali valori, insieme alle caratteristiche geometriche dei vari sottobacini, vengono introdotti nel codice di calcolo utilizzato (HEC-HMS), il quale restituisce gli idrogrammi di piena transitanti lungo varie sezioni dell'asta principale del bacino imbrifero.

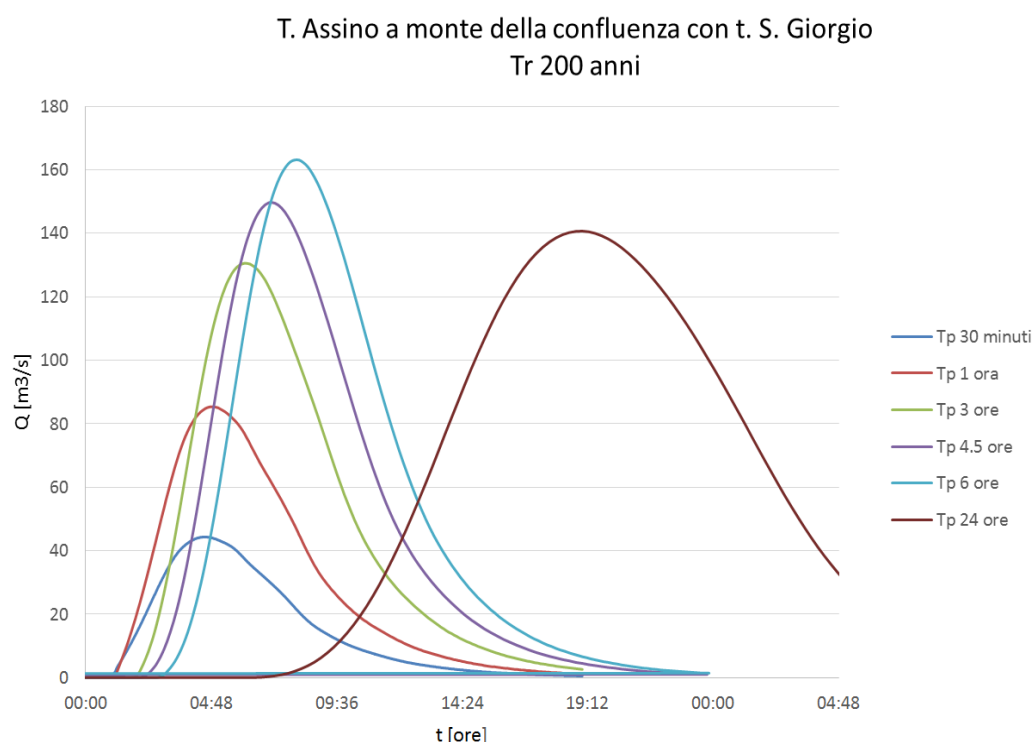
Date le finalità del presente studio si ritiene opportuno riferirsi ai risultati delle modellazioni relativi alla situazione intermedia di saturazione, riferita ai valori del coefficiente CN non modificati.

Non avendo elementi oggettivi di taratura, quali ad esempio eventi pluviometrici e corrispettivi livelli idrometrici registrati nel reticolo idrico nel tratto di interesse per eventi storici, la calibrazione della modellazione numerica è stata effettuata sulla base di un valore del coefficiente di deflusso pari a 0.4, in linea con le indagini svolte attraverso il metodo cinematico. Tale valore comporta l'assegnazione di un valore del parametro Curve Number pari a 75, imposto come caratteristica idrologica nel modello sviluppato.



**FIGURA 5-4: SCHEMA MODELLISTICO DEL BACINO IDROGRAFICO ANALIZZATO E DEI SINGOLI SOTTOBACINI CONSIDERATI**

Partendo dai valori di precipitazione cumulata ricavabili dalle curve di possibilità pluviometrica, si sono ricavati gli ietogrammi per diversi tempi di ritorno e diverse durate di pioggia. Per gli ietogrammi si è ipotizzata una forma triangolare, mentre per la durata di pioggia è stata verificata quella critica per ciascun sottobacino considerato, andando a modellare le diverse durate di pioggia di interesse e verificando la risposta idrologica maggiormente gravosa per ciascuna asta fluviale, come illustrato a titolo esemplificativo nella figura seguente per il torrente Assino nel tratto immediatamente a monte della confluenza con il torrente S. Giorgio.



**FIGURA 5-5: RISPOSTA IDROLOGICA DEL T. ASSINO PER TR 200 ANNI E DIVERSE DURATE DI PIOGGIA A CONFRONTO**

Si nota in questo caso come la risposta più gravosa sia ottenuta per un tempo di pioggia pari a 6 ore, con un picco di oltre 160 m<sup>3</sup>/s; ed è con un procedimento analogo che si è trovata la durata critica per gli altri sottobacini studiati.

Ne risulta come sollecitazione pluviometrica critica per ciascun corso d'acqua quella riassunta di seguito:

- Fosso Casal del Monte:  $t_p = 1,5$  ore;
- Torrente San Giorgio:  $t_p = 3$  ore;
- Torrente Assino a monte della confluenza con S. Giorgio:  $t_p = 6$  ore.

Si ottengono in questo modo differenti scenari per ogni tempo di ritorno analizzato, i quali hanno fornito come output gli idrogrammi di piena da introdurre nel modello idrodinamico di propagazione delle onde di piena lungo le tre aste considerate.

Si riportano di seguito degli idrogrammi di piena significativi per il tempo di ritorno di riferimento pari a 50, 200 e 500 anni, limitatamente alla durata critica di ciascun corso d'acqua. Nella Tabella 5-7 sono invece riportati in maniera esaustiva i valori al colmo degli idrogrammi di piena di ciascun corso d'acqua considerato per tutte e tre le durate critiche in esame, per i tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni.



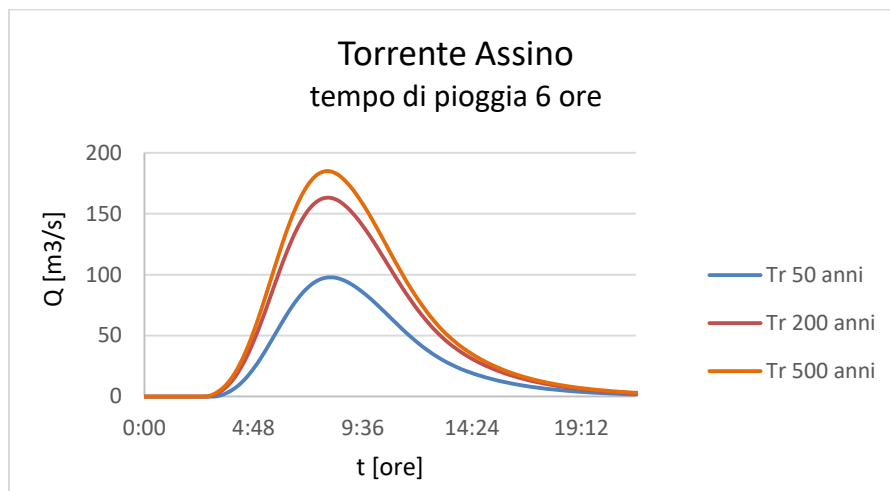


FIGURA 5-6: IDROGRAMMA DI PIENA DEL T. ASSINO A MONTE DELLA CONFLUENZA S. GIORGIO TP 6 ORE

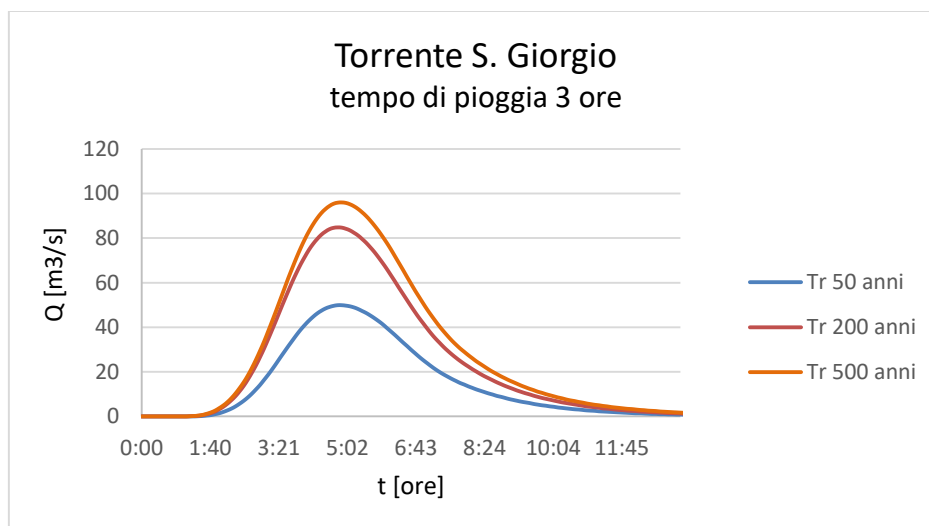


FIGURA 5-7: IDROGRAMMA DEL T. S. GIORGIO TP 3 ORE

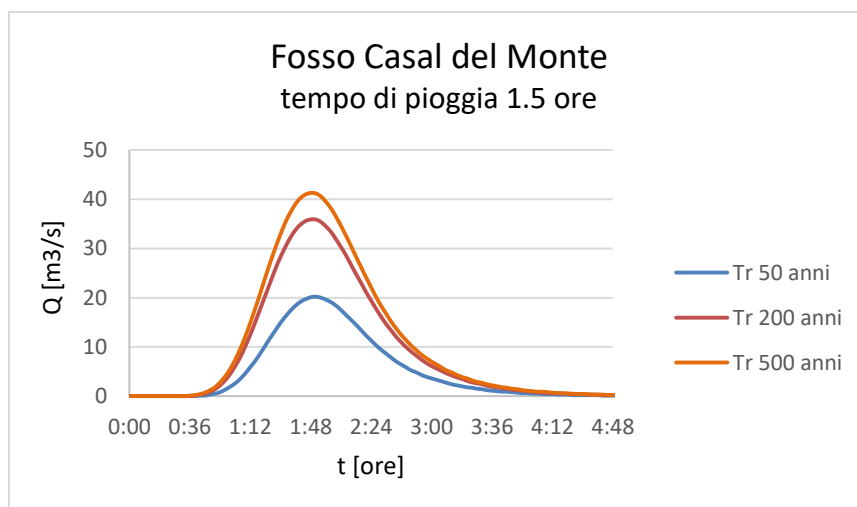


FIGURA 5-8: IDROGRAMMA PER IL FOSSO CASAL DEL MONTE TP 1,5 ORE

Corso d'acqua	Tr 50 anni			Tr 200 anni			Tr 500 anni		
	<i>Tp 1.5 ore</i>	<i>Tp 3 ore</i>	<i>Tp 6 ore</i>	<i>Tp 1.5 ore</i>	<i>Tp 3 ore</i>	<i>Tp 6 ore</i>	<i>Tp 1.5 ore</i>	<i>Tp 3 ore</i>	<i>Tp 6 ore</i>
	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]
<i>T. Assino a monte confluenza S. Giorgio</i>	90.3	95.4	97.8	154.8	162.2	163.1	178.9	185.5	184.8
<i>T. San Giorgio</i>	47.8	49.9	45.6	83.9	84.8	80.4	97.1	91.2	87.5
<i>Fosso Casal del Monte</i>	20.3	12.8	10.4	35.2	21.6	17.2	40.95	25.1	19.5

**TABELLA 5-7: VALORI AL COLMO DEGLI IDROGRAMMI PER DIVERSE DURATE DI PIOGGIA E TEMPI DI RITORNO**

Per le successive analisi modellistiche idrodinamiche, sono state considerate tutte le combinazioni di eventi sopra illustrati, in termini di tempi di ritorno e durate di pioggia, al fine di verificare per ciascuna sezione di ogni corso d'acqua la situazione più gravosa in termini di livelli idrometrici raggiunti.

Infatti, in corrispondenza della confluenza tra i corsi d'acqua esaminati gli effetti di rigurgito dei profili di piena del T. Assino possono comportare una variazione dello scenario critico in termini idrometrici rispetto a quello idrologico di ciascun sottobacino.

## 6. VERIFICHE IDRAULICHE

Le verifiche idrauliche sulle aste fluviali interferite dalla viabilità di progetto sono state condotte, in ottemperanza al quadro prescrittivo ed in analogia al PD, con modellazione in moto permanente mediante il software HEC-RAS 5.0.3 (River Anlisis System), codice di calcolo sviluppato dall' *Hydrologic Engineering Center* (HEC) del *US Army Corp of Engineers*, ampiamente utilizzato per indagare la propagazione dei fenomeni di piena nei corsi d'acqua naturali ed artificiali, anche in presenza di manufatti come viadotti e rilevati stradali.

Per ogni asta modellata è stata simulata la configurazione nello SF e nello SP, per quest'ultimo considerando il tracciato e le opere sia del PD che del PE, al fine di poter effettuare un confronto sufficientemente coerente tra i risultati ottenuti. Solamente per il Torrente Assino, in corrispondenza del Viadotto Assino 2 è stata simulata l'opera di attraversamento a monte della soluzione originaria, a seguito di una ottimizzazione plano-altimetrica del tracciato, elaborata in questa fase progettuale.

Rispetto alle modellazioni del PD, in questa fase sono stati simulati tratti più estesi delle aste fluviali, introducendo i manufatti esistenti, al fine di ricostruire con maggiore precisione l'andamento dei profili di rigurgito. In particolare per il Torrente San Giorgio ed il Fosso Casal del Monte, ove le opere di attraversamento di progetto ricadono vicino alla confluenza con il Torrente Assino, è stato creato un unico modello che indaga i fenomeni di propagazione della piena di tutti e tre i corsi d'acqua citati.

Analizzando i risultati ottenuti con modellazione in moto permanente, in particolare per il T. San Giorgio, sono state ricostruite delle aree di allagamento più ampie rispetto a quelle del PD; per tale ragione è stata messa in campo una modellazione più realistica, rispetto alla precedente, condotta in moto vario al fine di simulare la propagazione della piena prendendo in considerazione lo sfasamento dei picchi di piena di ogni sottobacino, ciascuno caratterizzato da un diverso tempo di corrivazione, per poi graficizzare le aree di allagamento nella condizione di involuppo dei picchi di piena per ogni asta fluviale considerata.

I parametri e le condizioni al contorno utilizzati nelle modellazioni sono i seguenti:

### Scabrezza di Strickler:

- Alveo attivo  $32 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Golena  $24 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Manufatti in Cls  $77 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

Condizioni al contorno: pari all'altezza di moto uniforme a monte e a valle dell'asta fluviale, simulando in condizioni di corrente mista o veloce a seconda delle caratteristiche della propagazione della corrente di ciascun asta indagata.

Nei capitoli successivi è data evidenza dei risultati delle modellazioni in forma di profili, sezioni e tabulati.

## 6.1. TORRENTE ASSINO NEL TRATTO DI CONFLUENZA CON IL TORRENTE SAN GIORGIO ED IL FOSSO CASAL DEL MONTE

Al fine di ricostruire le possibili interazioni alla foce tra l'asta principale del T. Assino e degli affluenti T. S. Giorgio e F. Casal del Monte, si è proceduto ad un approfondimento modellistico idrodinamico servendosi del software Hec Ras. Sono state simulate le durate di pioggia critiche emerse dallo studio idrologico (1.5, 3 e 6 ore) per diversi tempi di ritorno nei tratti idrici di interesse ed è emersa un'interazione tra essi, che si traduce in differenti durate critiche di pioggia a seconda della sezione dell'asta fluviale che si va ad esaminare. Si è pertanto tenuto conto, come si avrà modo di approfondire in seguito, delle condizioni più gravose in ogni tratto di alveo modellato.



FIGURA 6-1: T. S. GIORGIO A MONTE DEL PONTE SULLA S.S. 219



FIGURA 6-2: F. CASAL DEL MONTE A VALLE DEL PONTE SULLA S.S. 219

### 6.1.1. Geometria delle aste fluviali e dei manufatti idraulici modellati

La prima operazione è stata quella di ricostruzione della geometria del corso d'acqua, mediante l'inserimento di sezioni che descrivessero la forma dell'alveo. Sono stati distinti tre scenari principali: lo stato di fatto, lo stato di progetto definitivo e quello esecutivo. Si riporta di seguito lo schema planimetrico del tratto modellato e delle sezioni in corrispondenza delle confluenze.

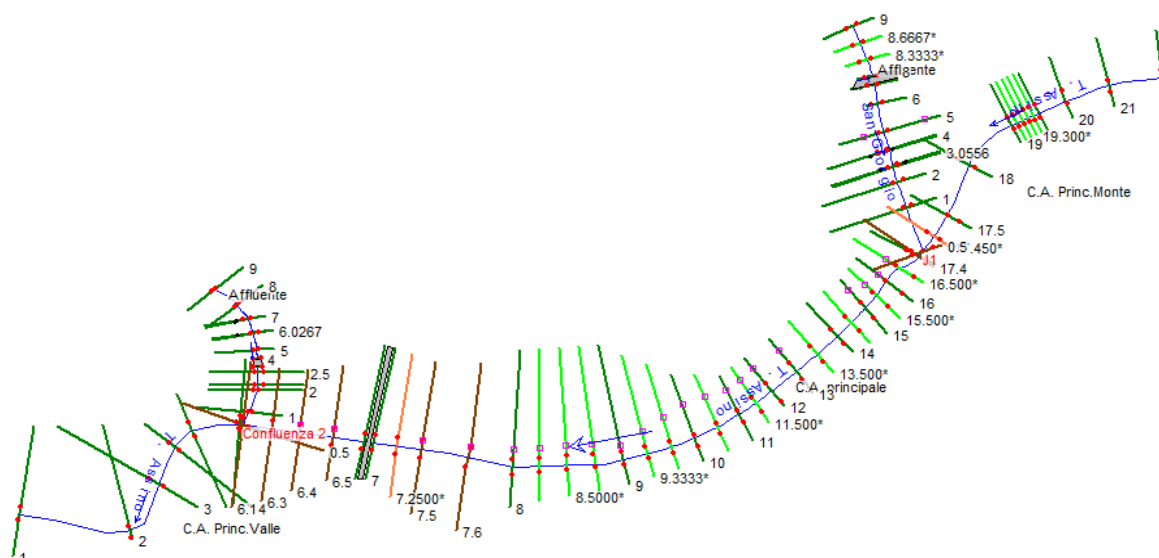


FIGURA 6-3: GEOMETRIA DELLE ASTE FLUVIALI MODELLATE

Nello stato di Progetto Definitivo si prevede l'inserimento del viadotto Casal del Monte, del viadotto Sant'Angelo e della viabilità di progetto corrispondente all'"Asse 1".

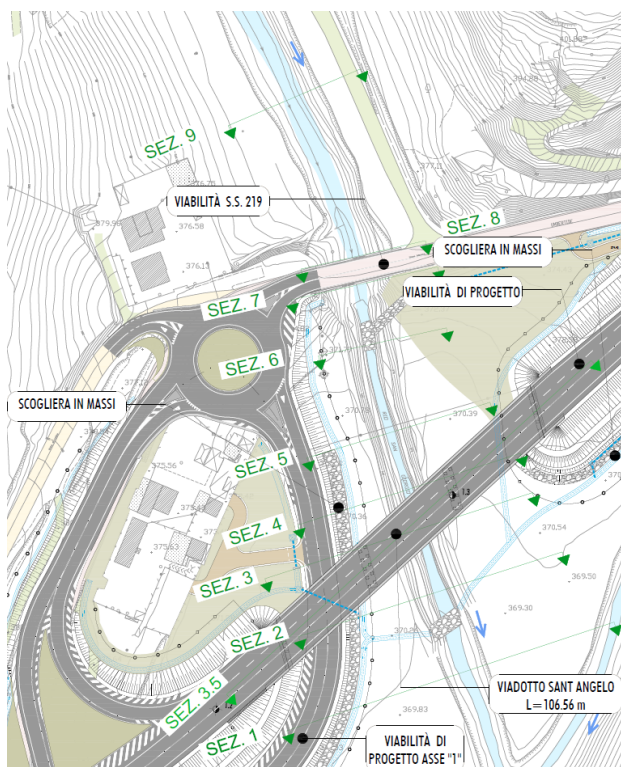


FIGURA 6-4: F. CASAL DEL MONTE IN CUI È PRESENTE IL PONTE IN PROGETTO TRA LE SEZIONI 6 E 7

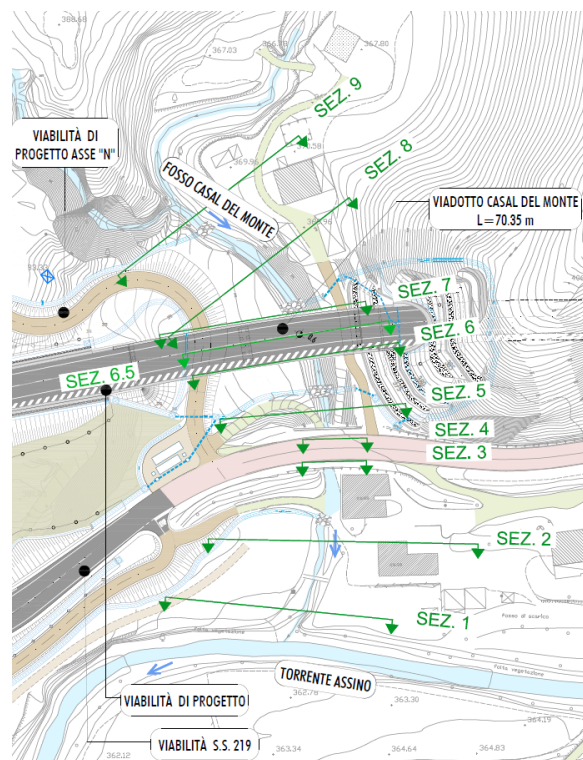


FIGURA 6-5: T. S. GIORGIO IN CUI È PRESENTE IL PONTE IN PROGETTO TRA LE SEZIONI 4 E 2

Nello stato di progetto esecutivo invece, rispetto al progetto definitivo, è stato aumentato l'interasse tra le pile di entrambi i viadotti di progetto, oltre ad avere previsto l'"Asse 1" in rilevato e ad una distanza maggiore dal T. San Giorgio. La doppia pila prevista nel PD, è stata sempre sostituita nella presente fase progettuale con un elemento a setto continuo e parallelo all'asse fluviale.

### 6.1.2. Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno considerate ricostruiscono le diverse combinazioni di scenari idrologici introdotte nel paragrafo 5.1.2.

Le condizioni al contorno di monte consistono nell'immissione dei diversi idrogrammi di piena calcolati mediante l'approfondimento modellistico idrologico precedentemente descritto. Gli idrogrammi considerati, come già detto in precedenza, sono specifici per ogni tempo di ritorno e di pioggia considerati; in particolare si sono considerate le combinazioni di eventi tra durate di pioggia di 1.5, 3 e 6 ore e tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni.

Le condizioni al contorno di valle corrispondono alla condizione di moto uniforme per il torrente Assino al transitare del corrispondente idrogramma di piena, mentre per gli affluenti S. Giorgio e Casal del Monte corrispondono ai livelli idrometrici che si instaurano istante per istante nell'asta del corpo idrico recettore.

### 6.1.3. Risultati delle modellazioni ante e post operam

Nella modellazione eseguita sono stati ricostruiti i profili di rigurgito lungo le diverse porzioni dei tre corsi d'acqua considerati, al variare delle condizioni al contorno considerate, in relazione agli idrogrammi di piena corrispondenti ai diversi TR e durate di pioggia, e al variare degli scenari morfologici considerati dovuti all'inserimento in alveo delle pile dei ponti in progetto e alla modifica delle sponde per la presenza dei nuovi rilevati stradali.

Di seguito si illustrano, a titolo esemplificativo ed in termini comparativi, i livelli idrometrici che si instaurano per le tre aste in esame per ciascuno scenario morfologico considerato e per i diversi TR di riferimento. In particolare, le figure seguenti riassumono il confronto tra stato di fatto e di progetto esecutivo per il tempo di ritorno pari a 200 anni.

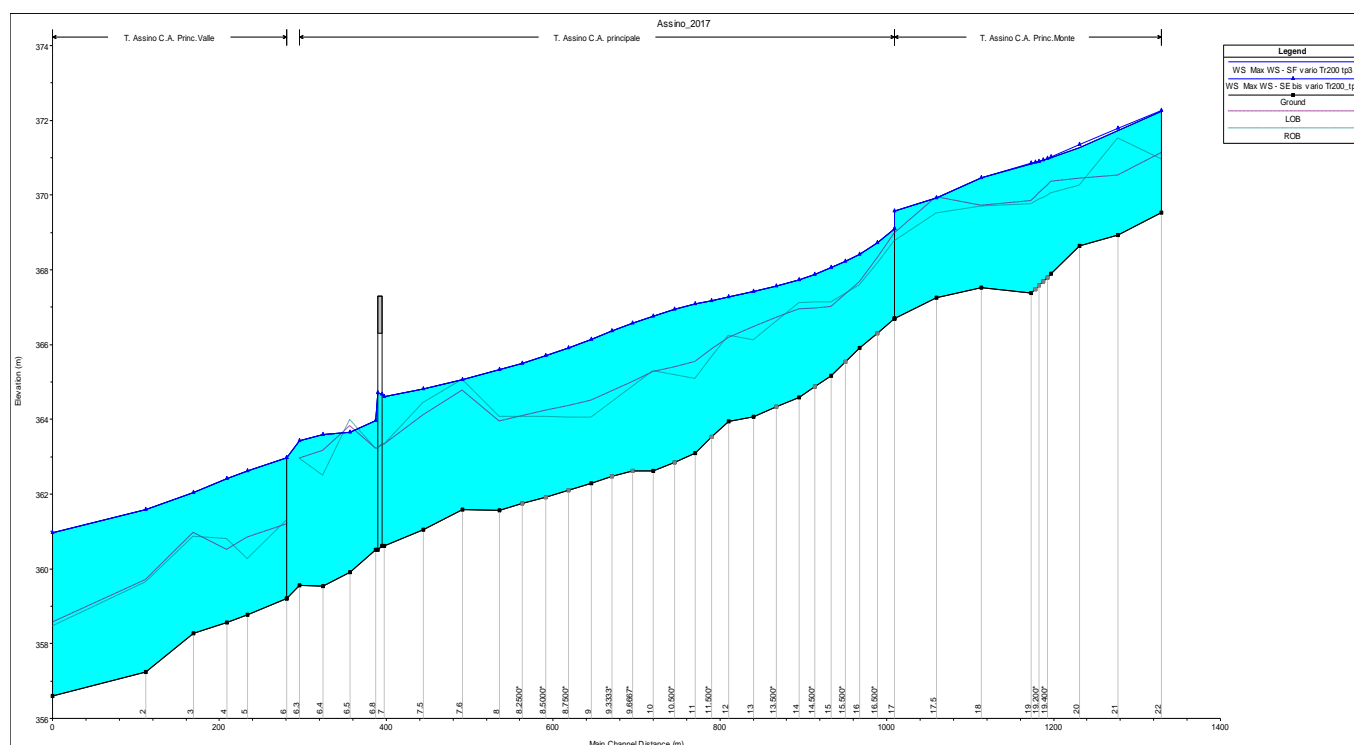
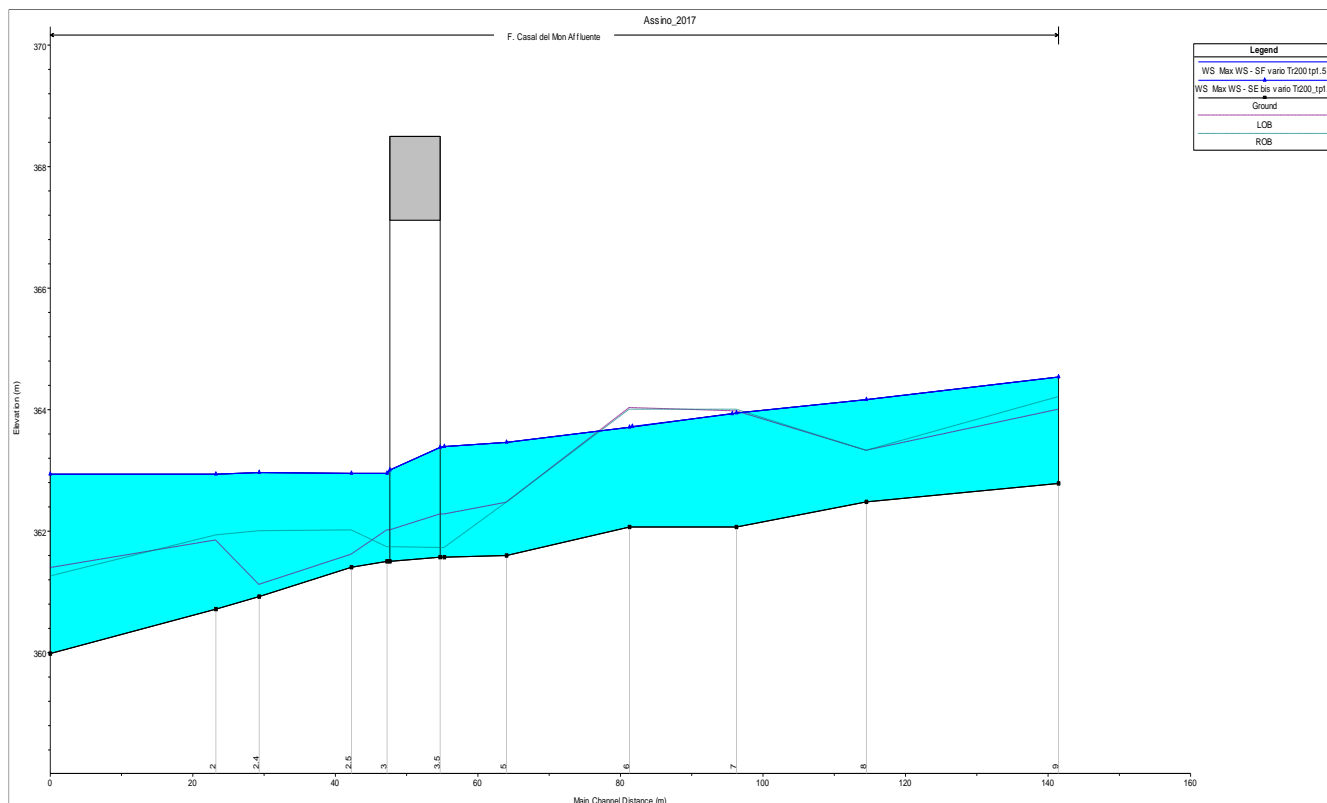
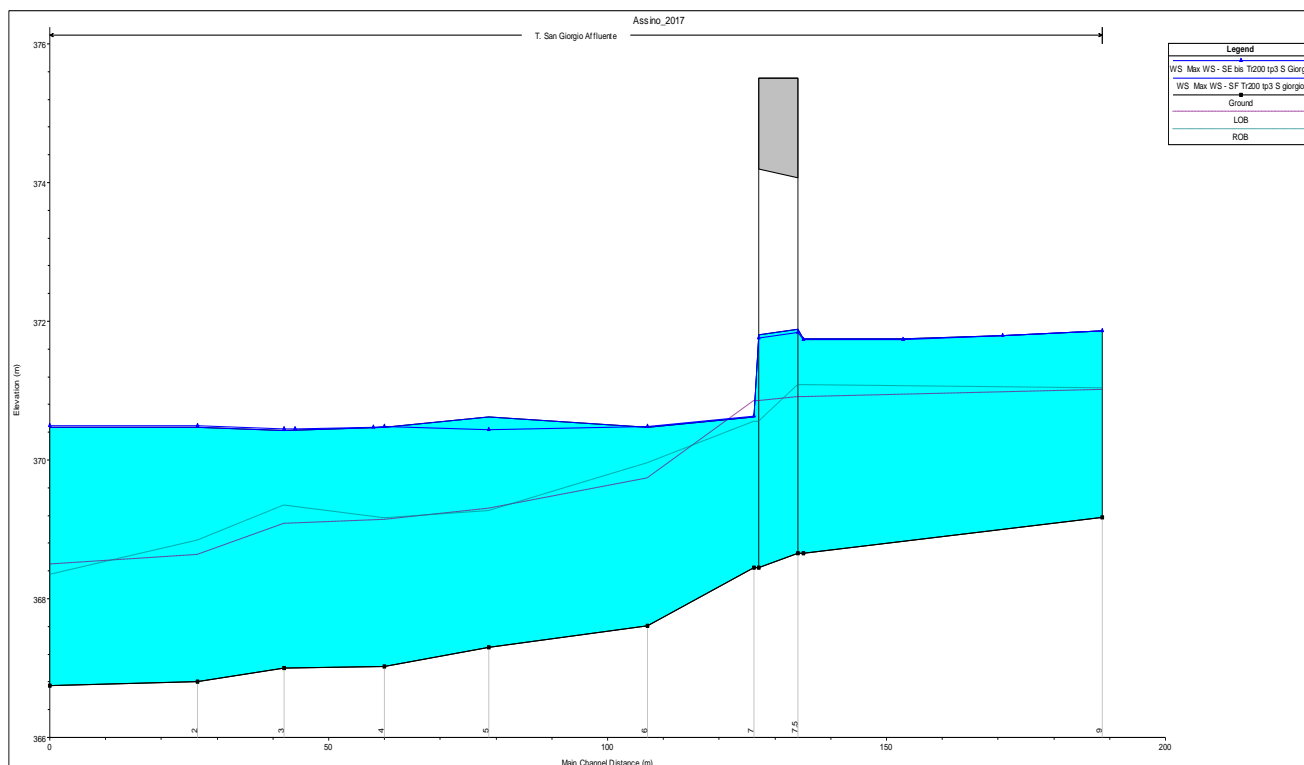


FIGURA 6-6: CONFRONTO PROFILO DELL'ASTA PRINCIPALE DEL T. ASSINO TRA STATO DI FATTO E DI PROGETTO ESECUTIVO PER TR 200 ANNI



**FIGURA 6-7: CONFRONTO PROFILO FOSSO CASAL DEL MONTE TRA STATO DI FATTO E DI PROGETTO ESECUTIVO – Tr 200 ANNI**



**FIGURA 6-8: CONFRONTO PROFILO DEL T. S. GIORGIO TRA STATO DI FATTO E DI PROGETTO ESECUTIVO – Tr 200 ANNI**

La tabella seguente riporta, invece, in forma esaustiva, il confronto tra i livelli idrometrici che si instaurano per le diverse configurazioni morfologiche per ciascuna sezione con riferimento ai TR di 50, 200 e 500 anni, riepilogando gli involuipi degli scenari più gravosi in funzione del tempo di pioggia per i tempi di ritorno considerati.

Corso d'acqua	Ramo	Sezione e modello	Quota fondo alveo	Distanza parziale	h_max SF (TR= 50 anni)	h_max SPE (TR= 50 anni)	h_max SF (TR= 200 anni)	h_max SPE (TR= 200 anni)	h_max SF (TR= 500 anni)	h_max SPE (TR= 500 anni)
			(m s.l.m.)	(m)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)
T. San Giorgio	Affluente	9	369.17	53.59	371.14	371.14	371.87	371.87	372.09	372.09
T. San Giorgio	Affluente	8	368.66	8.83	370.95	370.95	371.74	371.74	371.99	371.99
T. San Giorgio	Affluente	7.5	Ponte esistente							
T. San Giorgio	Affluente	7	368.45	16.06	370.23	370.23	370.62	370.62	370.74	370.74
T. San Giorgio	Affluente	6	367.61	28.46	370.11	370.11	370.47	370.48	370.48	370.49
T. San Giorgio	Affluente	5	367.30	18.72	370.03	370.03	370.42	370.43	370.43	370.44
T. San Giorgio	Affluente	4	367.02	18	370.04	370.04	370.47	370.48	370.48	370.49
T. San Giorgio	Affluente	3.5	Ponte progetto							
T. San Giorgio	Affluente	3	367.00	15.52	369.95	369.96	370.42	370.43	370.43	370.44
T. San Giorgio	Affluente	2	366.80	26.46	370.03	370.04	370.47	370.48	370.48	370.49
T. San Giorgio	Affluente	1	366.75	47.22*	370.04	370.05	370.48	370.49	370.49	370.5
T. Assino	Princ.Monte C.A.	22	369.52	52.28	371.72	371.73	372.25	372.26	372.38	372.4
T. Assino	Princ.Monte C.A.	21	368.94	45.48	371.23	371.25	371.73	371.78	371.86	371.93
T. Assino	Princ.Monte C.A.	20	368.65	34.27	370.82	370.84	371.28	371.35	371.41	371.49
T. Assino	Princ.Monte C.A.	19.5	367.89	24.00	370.54	370.54	371	371.03	371.13	371.16
T. Assino	Princ.Monte C.A.	19	367.37	59.51	370.38	370.38	370.84	370.85	370.97	370.97
T. Assino	Princ.Monte C.A.	18	367.53	53.89	370.05	370.05	370.46	370.46	370.56	370.56
T. Assino	Princ.Monte C.A.	17.5	367.10	50.00	369.29	369.29	369.93	369.93	369.93	369.93
T. Assino	C.A. principale	17	366.70	41.83	368.59	368.59	369.09	369.09	369.23	369.23
T. Assino	C.A. principale	16	365.91	34.64	367.84	367.84	368.41	368.41	368.58	368.58
T. Assino	C.A. principale	15	365.17	38.32	367.44	367.44	368.06	368.06	368.23	368.23
T. Assino	C.A. principale	14	364.59	54.36	367.09	367.09	367.73	367.73	367.92	367.92
T. Assino	C.A. principale	13	364.07	30.18	366.72	366.72	367.41	367.41	367.61	367.61
T. Assino	C.A. principale	12	363.94	40.04	366.55	366.55	367.27	367.27	367.48	367.48
T. Assino	C.A. principale	11	363.09	50.04	366.32	366.32	367.08	367.08	367.29	367.29
T. Assino	C.A. principale	10	362.62	74.25	365.95	365.95	366.77	366.77	366.99	366.99
T. Assino	C.A. principale	9	362.29	110.2	365.33	365.33	366.15	366.15	366.37	366.37
T. Assino	C.A. principale	8	361.56	44.24	364.54	364.54	365.32	365.32	365.52	365.52
T. Assino	C.A. principale	7.6	361.59	47.03	364.35	364.35	365.06	365.06	365.27	365.27
T. Assino	C.A. principale	7.5	361.05	46.94	364.14	364.14	364.81	364.81	365.04	365.04
T. Assino	C.A. principale	7	360.62	10	364.05	364.05	364.61	364.61	364.85	364.85
T. Assino	C.A. principale	6.9	Ponte esistente							
T. Assino	C.A. principale	6.8	360.52	30.7	363.26	363.26	363.96	363.96	364.31	364.31
T. Assino	C.A. principale	6.5	359.91	33.09	362.91	362.91	363.66	363.66	363.85	363.85
T. Assino	C.A. principale	6.4	359.54	27.83	362.75	362.75	363.59	363.59	363.71	363.71



Corso d'acqua	Ramo	Sezione e modello	Quota fondo alveo	Distanza parziale	h_max SF (TR= 50 anni)	h_max SPE (TR= 50 anni)	h_max SF (TR= 200 anni)	h_max SPE (TR= 200 anni)	h_max SF (TR= 500 anni)	h_max SPE (TR= 500 anni)
			(m s.l.m.)	(m)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)
T. Assino	C.A. principale	6.3	359.57	15	362.53	362.53	363.42	363.42	363.49	363.49
T. Assino	C.A. Princ.Valle	6	359.20	46.99	362.23	362.23	362.98	362.98	363.15	363.15
T. Assino	C.A. Princ.Valle	5	358.78	24.89	361.86	361.86	362.62	362.62	362.81	362.81
T. Assino	C.A. Princ.Valle	4	358.57	40.33	361.64	361.64	362.42	362.42	362.62	362.62
T. Assino	C.A. Princ.Valle	3	358.28	56.67	361.23	361.23	362.05	362.05	362.25	362.25
T. Assino	C.A. Princ.Valle	2	357.24	112.15	360.72	360.72	361.59	361.59	361.78	361.78
T. Assino	C.A. Princ.Valle	1	356.61	0.00	360.12	360.12	360.96	360.96	361.14	361.14
F. Casal del Mon	Affluente	9	362.79	26.97	364.1	364.1	364.53	364.53	364.66	364.66
F. Casal del Mon	Affluente	8	362.48	18.24	363.73	363.73	364.17	364.17	364.29	364.29
F. Casal del Mon	Affluente	7	362.07	15	363.51	363.51	363.94	363.94	364.07	364.07
F. Casal del Mon	Affluente	6.5	Ponte progetto							
F. Casal del Mon	Affluente	6	362.00	17.29	363.3	363.3	363.84	363.84	363.88	363.88
F. Casal del Mon	Affluente	5	361.60	8.74	363.08	363.08	363.65	363.65	363.89	363.89
F. Casal del Mon	Affluente	4	361.57	8	363.1	363.1	363.66	363.66	363.89	363.89
F. Casal del Mon	Affluente	3.5	Ponte esistente							
F. Casal del Mon	Affluente	3	361.50	5	362.54	362.54	363.42	363.42	363.65	363.65
F. Casal del Mon	Affluente	2.5	361.41	13	362.56	362.56	363.43	363.43	363.66	363.66
F. Casal del Mon	Affluente	2.4	360.92	6	362.57	362.57	363.44	363.44	363.66	363.66
F. Casal del Mon	Affluente	2	360.71	23.27	362.53	362.53	363.42	363.42	363.66	363.66
F. Casal del Mon	Affluente	1	359.99	13.94*	362.53	362.53	363.44	363.44	363.66	363.66

TABELLA 6-1: CONFRONTO LIVELLI TRA STATO DI FATTO (SF) E PROGETTO ESECUTIVO (SPE) PER DIVERSI TEMPI DI RITORNO

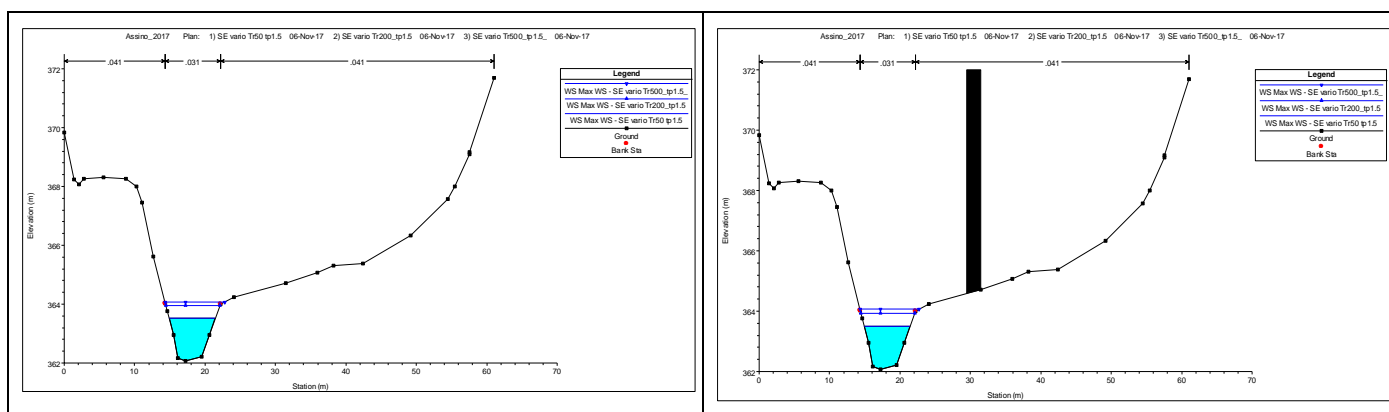
Dai risultati riportati emerge che la costruzione del ponte in progetto sul T. San Giorgio comporta un incremento dei livelli limitato a circa un centimetro lungo l'asta fluviale per i Tr di 200 e 500 anni, mentre non si registrano variazioni in occasione della portata corrispondente ad un tempo di ritorno di 50 anni.

L'introduzione del presidio arginale a protezione della esondazioni, già evidenziate anche nel P.A.I., per le case ubicate in sponda destra del t. Assino, posto tra le sezioni 19 e 22 e quindi a monte della confluenza con il t. San Giorgio, comporta invece un incremento localizzato dei profili di rigurgito compreso tra circa 2 cm per TR50 e 7-8 cm per i TR di 200 e 500 anni. Tali incrementi si esauriscono rapidamente procedendo a monte del tratto in esame.

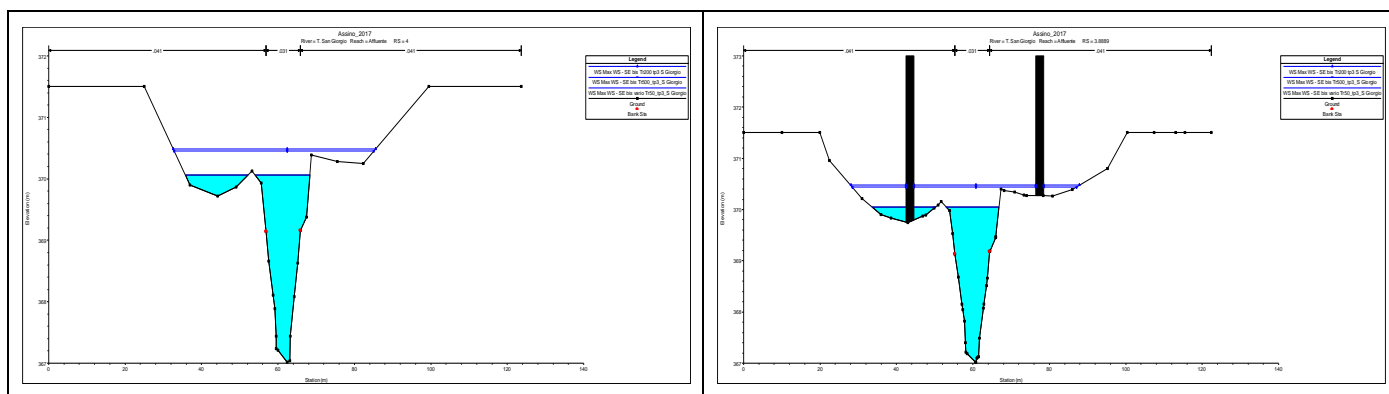
#### 6.1.4. Considerazioni sulle scelte progettuali adottate in termini di attraversamento e presidio idraulico

Le scelte progettuali adottate consentono, come illustrato nel paragrafo precedente, di minimizzare le mutue interazioni tra le dinamiche idrauliche dei tre corsi d'acque in esame e le strutture di attraversamento in progetto.

Le immagini seguenti illustrano la configurazione morfologica di progetto e la risposta idrometrica in corrispondenza dei due attraversamenti in progetto sui t. S. Giorgio e fosso Casal del Monte e in corrispondenza del rilevato arginale lungo il t. Assino, per i tempi di ritorno considerati.



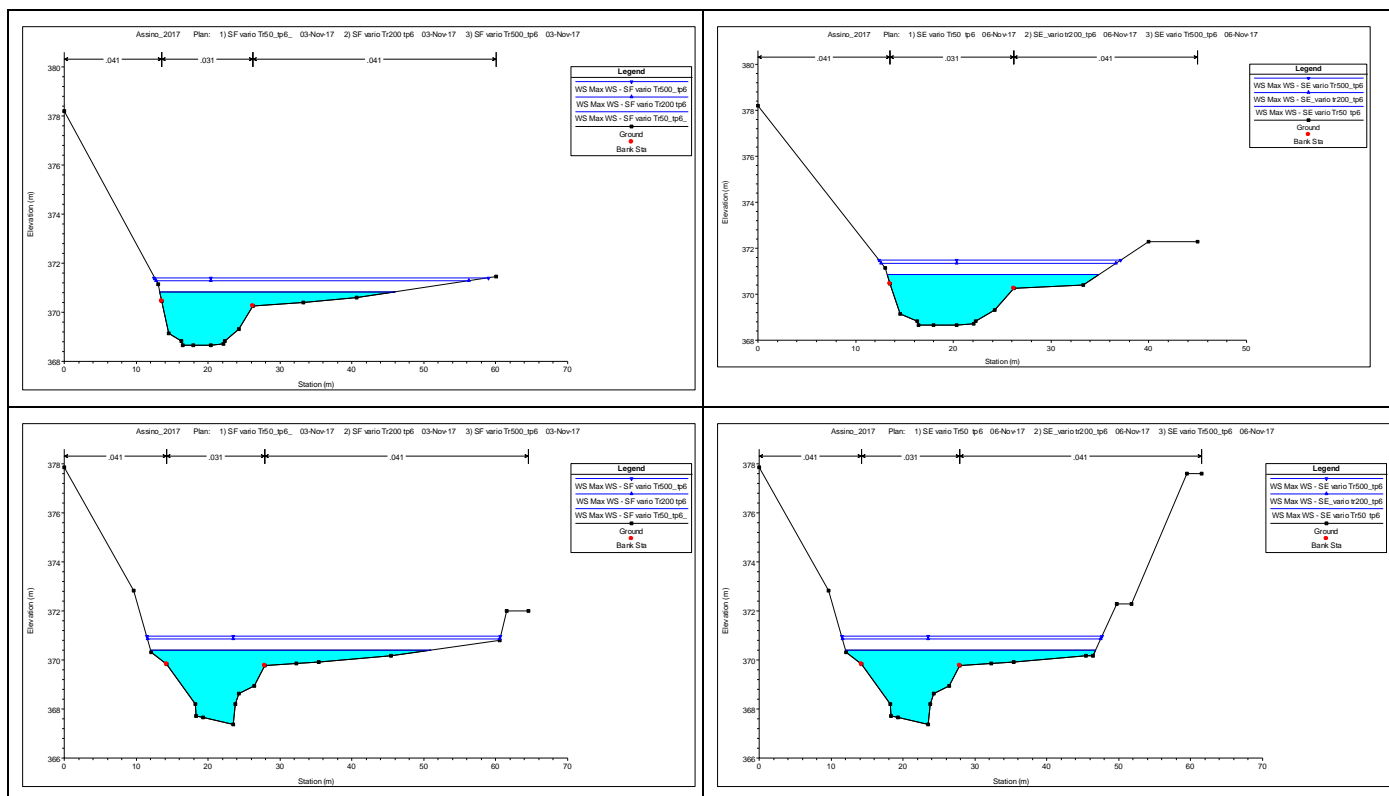
**FIGURA 6-9: LIVELLI IDROMETRICI OTTENUTI NEL FOSCO CASAL DEL MONTE IMMEDIATAMENTE A MONTE ED IN CORRISPONDENZA DEL VIADOTTO IN PROGETTO – TR 50, 200 E 500 ANNI**



**FIGURA 6-10: LIVELLI IDROMETRICI OTTENUTI NEL T. S. GIORGIO IMMEDIATAMENTE A MONTE ED IN CORRISPONDENZA DEL VIADOTTO IN PROGETTO – TR 50, 200 E 500 ANNI**

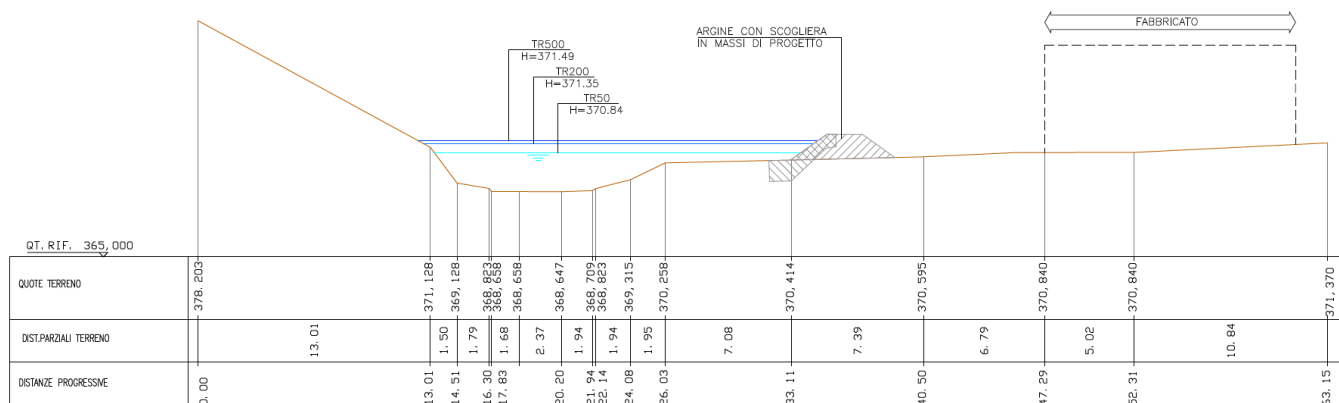
A conferma di quanto già affermato, non si registrano interazioni con il setto in alveo nel Fosso Casal del Monte neppur considerando un tempo di ritorno di 500 anni; mentre nel T. S. Giorgio entrambi i setti vengo lambite dalla corrente per i tempi di ritorno maggiori, non creando tuttavia significativi incrementi di livello, limitati a 1.0 cm per TR=200 anni e TR=500 anni.

Per quanto riguarda la modifica in sponda destra nel Tratto di Assino a monte della confluenza con T. S. Giorgio, le immagini seguenti propongono un confronto visivo tra lo stato di fatto e quello di progetto per i tre tempi di ritorno di riferimento.



**FIGURA 6-11: CONFRONTO DEI RISULTATI OTTENUTI TRA STATO DI FATTO (A SINISTRA) E STATO DI PROGETTO ESECUTIVO (A DESTRA) NEL T. ASSINO NELLA ZONA INTERESSATA DAL RESTRINGIMENTO ED INNALZAMENTO DEL CIGLIO SPONDALE DESTRO – Tr 50, 200 E 500 ANNI**

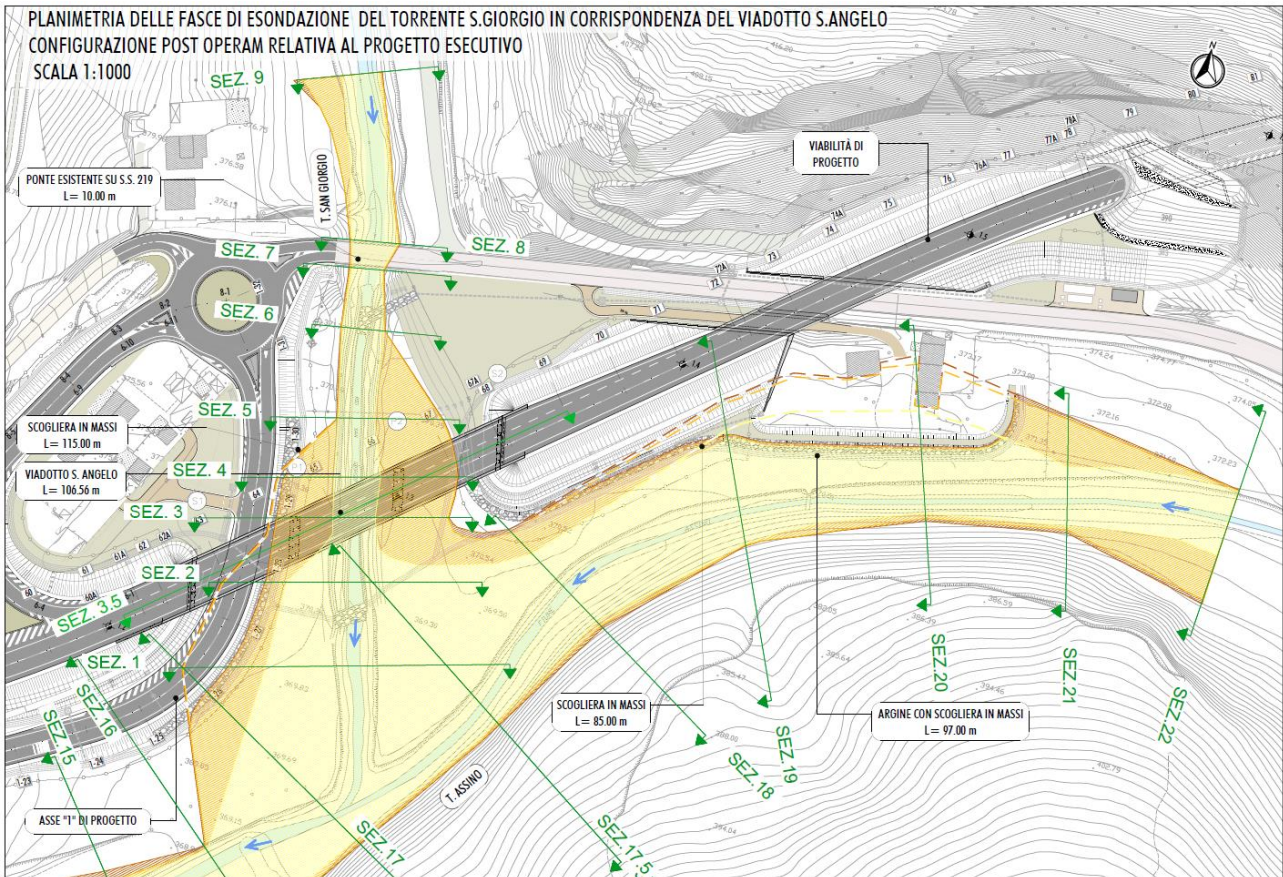
**SEZIONE N° 20**



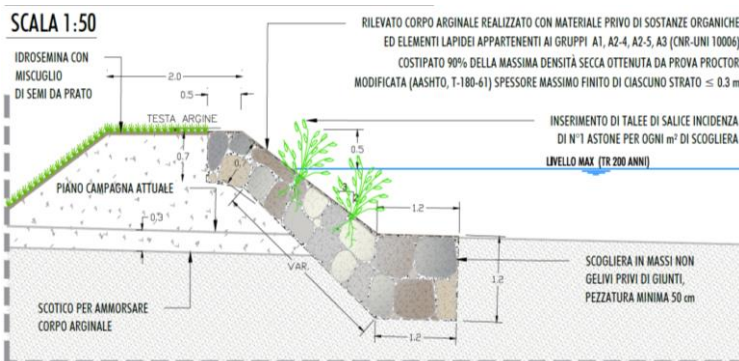
**FIGURA 6-12: SEZIONE IDRAULICA DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'ARGINELLO A PROTEZIONE DEI DUE FABBRICATI**

Emerge in questo caso un incremento dei livelli, seppur contenuti nell'ordine di pochi centimetri come già riportato in Tabella 6-1. Tuttavia, il previsto rilevato di contenimento arginale è funzionale a mitigare una condizione di rischio idraulico attualmente già presente nello stato di fatto in corrispondenza delle citate abitazioni, ubicate in sponda destra del T. Assino ed inoltre lungo l'asta del Torrente Assino e del Torrente San Giorgio, alla confluenza tra i due, è stata posta in sicurezza idraulica la strada di progetto denominata Asse "1", prevedendola in rilevato con un franco di oltre 1.0m sopra il livello idrico generato dalla piena con Tempo di Ritorno di 200 anni. Rispetto alla soluzione del Progetto Definitivo, l'Asse "1" è stato allontanato dall'alveo del T. San Giorgio, contenendo al

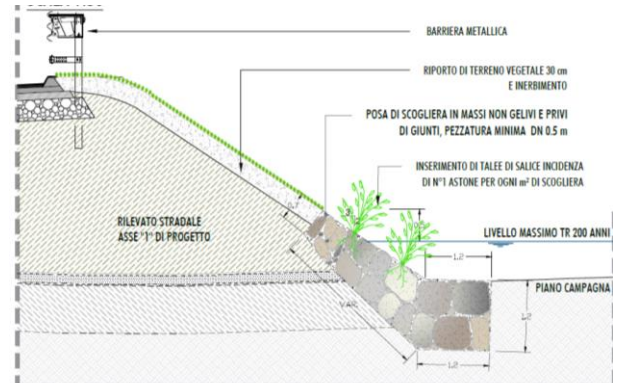
minimo l'interferenza con le fasce di esondazione determinate nel presente progetto. Nei casi in cui il piede dei rilevati stradali di progetto (Asse principale ed Asse 1) risultano potenzialmente lambiti dalla fascia di esondazione, è stata prevista un'adeguata difesa spondale al piede tramite scogliera in massi rinverdite, tramite talee di salice.



**FIGURA 6-13: PLANIMETRIA DELLE FASCE DI ESONDAZIONE IN CORRISPONDENZA DELLA CONFLUENZA TRA T. ASSINO E T. SAN GIORGIO – CONFRONTO STATO DI FATTO E STATO DI PROGETTO ESECUTIVO**



**FIGURA 6-14 PARTICOLARE DELL'ARGINELLO PREVISTO COME PRESIDIO IDRAULICO A DUE ABITAZIONI POTENZIALMENTE LAMBITE DALLA PIENA DEL T. ASSINO**



**FIGURA 6-15 PARTICOLARE DELLA PROTEZIONE IDRAULICA DELL'ASSE "1" IN CORRISPONDENZA DEL T. SAN GIORGIO**

## 6.2. FOSSO BRILLI

La finalità dell'analisi idraulica sul Fosso Brillì è la verifica dell'eventuale interferenza tra il viadotto di progetto "Viadotto Fosso Brillì" con luce pari a 20.0 m e caratterizzato da un'unica campata, ed i livelli idrici attesi per il corso d'acqua. Anche in questo caso è stato sviluppato un approfondimento modellistico idrodinamico servendosi del software Hec Ras, simulando le durate di pioggia critica.



FIGURA 6-16: FOSSO BRILLI A MONTE DEL PONTE SULLA S.S. 219



FIGURA 6-17: FOSSO BRILLI IN CORRISPONDENZA DEL PONTE SULLA S.S. 219

### 6.2.1. Geometria delle aste fluviali e dei manufatti idraulici modellati

La prima operazione è stata quella di ricostruzione della geometria del corso d'acqua, mediante l'inserimento di sezioni che descrivessero la forma dell'alveo. Sono stati distinti tre scenari principali, lo stato di fatto, lo stato di progetto definitivo e quello esecutivo. Si riporta di seguito lo schema planimetrico del tratto modellato con le relative sezioni idrauliche.

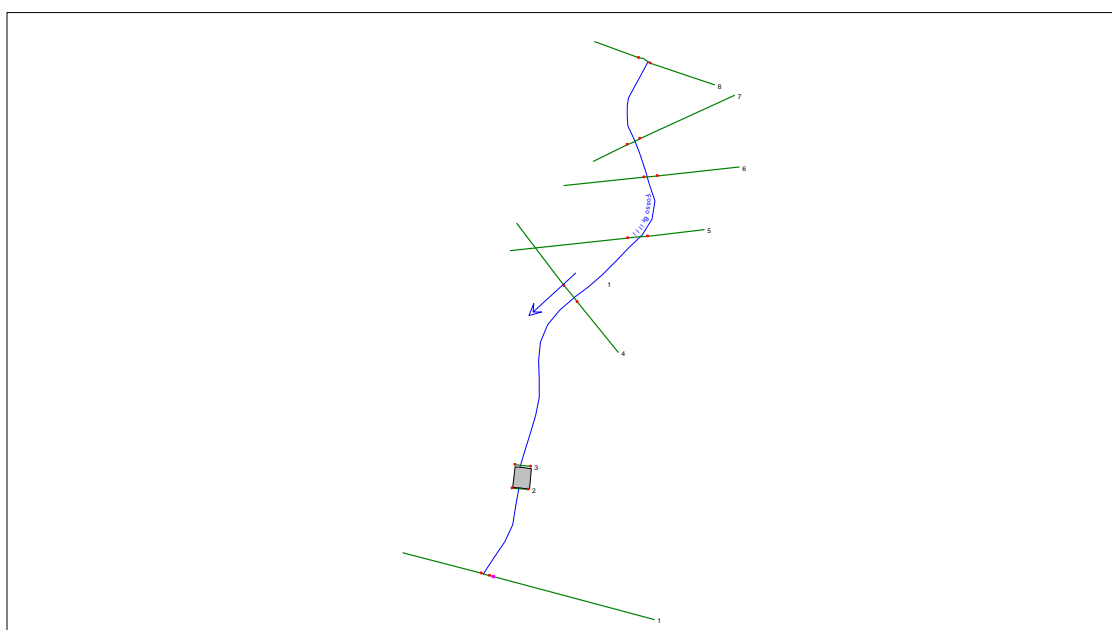


FIGURA 6-18: GEOMETRIA DELL'ASTA FLUVIALE MODELLATA

### 6.2.2. Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno considerate consistono nell'inserimento della portata di progetto nella prima sezione di monte, mentre a valle si è considerata quella corrispondente alla condizione di moto uniforme, coincidente con la pendenza del fondo alveo nel tratto terminale.

### 6.2.3. Risultati delle modellazioni ante e post operam

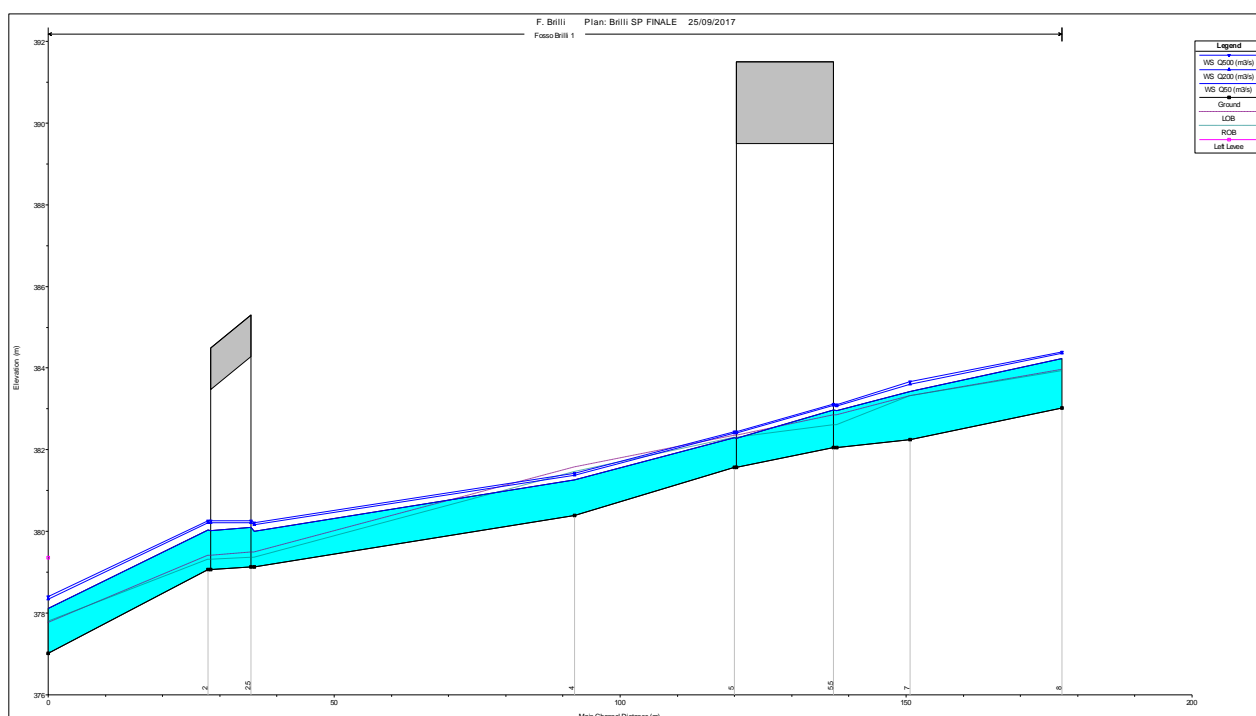


FIGURA 6-19: PROFILO DEL FOSSO BRILLI NEL TRATTO MODELLATO

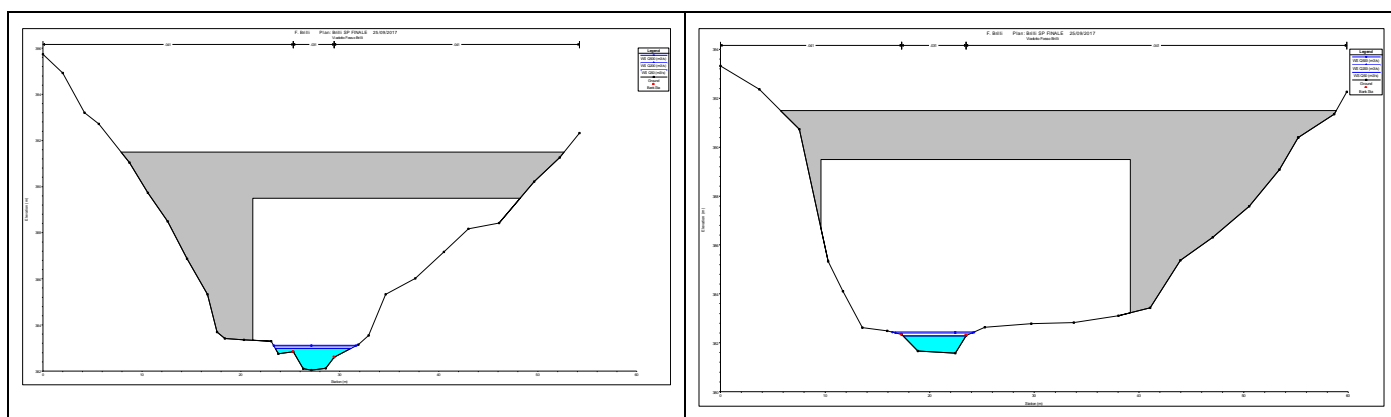


FIGURA 6-20: SEZIONE DI MONTE E DI VALLE DEL VIADOTTO FOSSO BRILLI (MOTO PERMANENTE)

La tabella seguente evidenzia l'assenza di interferenza tra il viadotto di progetto, sia nella configurazione del PD che del PE, rispetto alle fasce di esondazione determinate con le presenti modellazioni idrauliche.

Corso d'acqua	Sezione modello	Quota fondo alveo	h_max SF	h_max SPD	h_max SPE	h_max SF	h_max SPD	h_max SPE	h_max SF	h_max SPD	h_max SPE	$\Delta h_{200}$ anni SPD-SF	$\Delta h_{200}$ anni SPE-SF
			(TR= 50 anni)	(TR= 50 anni)	(TR= 50 anni)	(TR= 200 anni)	(TR= 200 anni)	(TR= 200 anni)	(TR= 500 anni)	(TR= 500 anni)	(TR= 500 anni)		
			(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(m)
Fosso Brillì	8	383.02	384.24	384.24	384.24	384.37	384.37	384.37	384.4	384.4	384.4	0.00	0.00
Fosso Brillì	7	382.25	383.43	383.43	383.43	383.61	383.61	383.61	383.66	383.66	383.66	0.00	0.00
Fosso Brillì	6	382.05	382.97	382.97	382.97	383.07	383.07	383.07	383.1	383.1	383.1	0.00	0.00
Fosso Brillì	5.5	Viadotto Brillì di progetto											
Fosso Brillì	5	381.57	382.3	382.3	382.3	382.41	382.41	382.41	382.44	382.44	382.44	0.00	0.00
Fosso Brillì	4	380.39	381.26	381.26	381.26	381.39	381.39	381.39	381.42	381.42	381.42	0.00	0.00
Fosso Brillì	3	379.14	380	380	380	380.16	380.16	380.16	380.21	380.21	380.21	0.00	0.00
Fosso Brillì	2.5	Ponte esistente su S.S. 219											
Fosso Brillì	2	379.07	380.03	380.03	380.03	380.22	380.22	380.22	380.26	380.26	380.26	0.00	0.00
Fosso Brillì	1	377.01	378.11	378.11	378.11	378.34	378.34	378.34	378.4	378.4	378.4	0.00	0.00

TABELLA 6-2: RISULTATI DELLE MODELLAZIONI IDRAULICHE, IN TERMINI DI TIRANTI IDRICI, IN CORRISPONDENZA DEL VIADOTTO FOSSO BRILLI

### 6.2.4. Considerazioni sulle scelte progettuali adottate in termini di attraversamento e presidio idraulico

Al fine di evitare un corpo franoso quiescente potenzialmente interferito dalle opere provvisorie, previste nel PD e necessarie per la realizzazione della spalla in destra idrografia del Viadotto Brillì, è stata prevista un'ottimizzazione del viadotto stesso, consistente nel rimodulare da 30.0m a 20.0m l'unica campata del viadotto ricentrandola però rispetto all'alveo attivo, in modo da rimanere esterni alle fasce di esondazione e garantire come minimo una distanza di 4.0m tra spalla e ciglio spondale per il passaggio di un mezzo; in tal modo viene allontanata la spalla in destra idrografica dalla frana, non rendendo più necessari, rispetto al PD, le opere provvisorie interferenti con il corpo franoso.

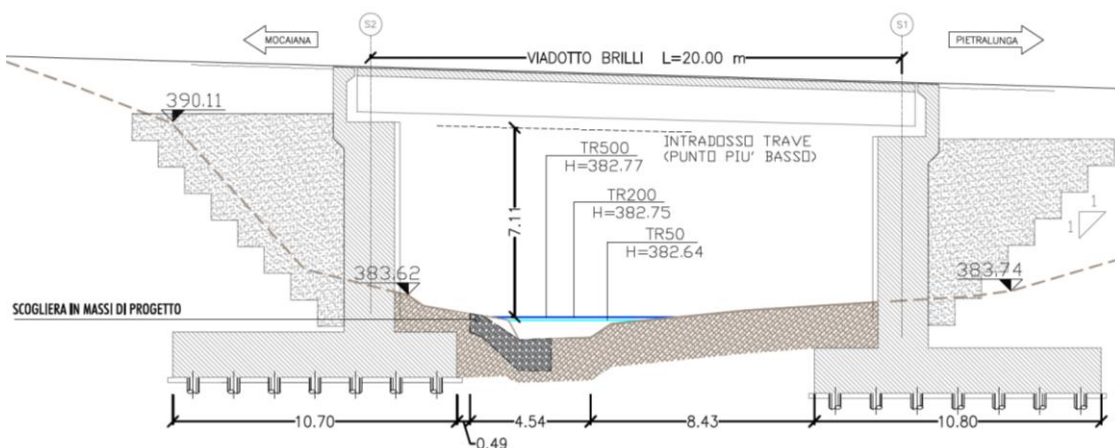
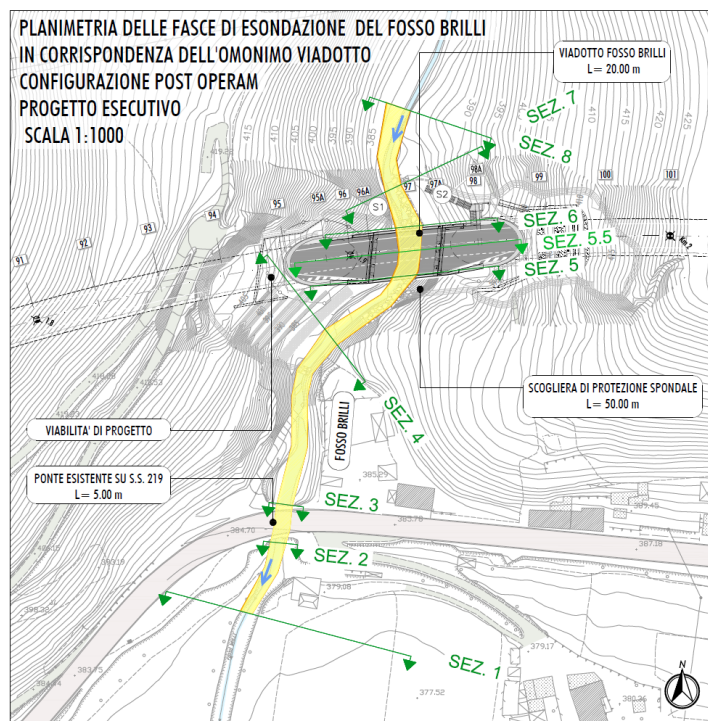
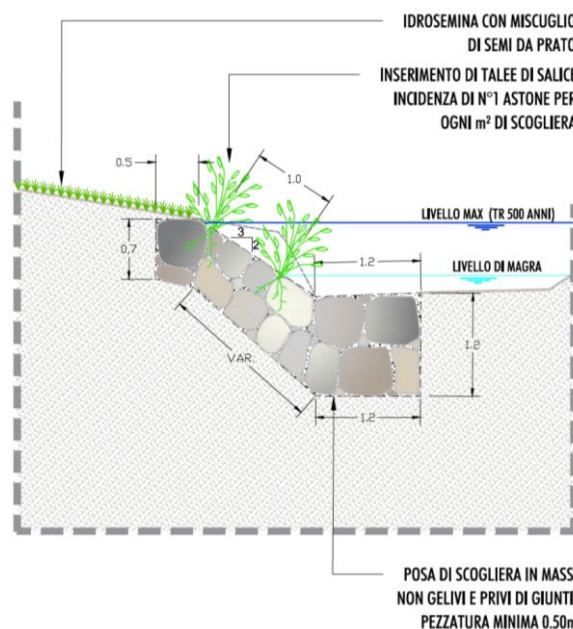


FIGURA 6-21 VIADOTTO FOSSO BRILLI, NELLA CONFIGURAZIONE DI PROGETTO ESECUTIVO

Come presidio idraulico è stata confermata la scogliera in massi prevista nel Progetto Definitivo, migliorandone l'efficacia, tramite l'adozione di massi di pezzatura maggiore ed inserendo talee di salice per ripristinare la configurazione ecosistemica preesistente.



**TABELLA 6-3: PLANIMETRIA DELLE FASCE DI ESONDAZIONE LUNGO IL FOSSO BRILLI**



**TABELLA 6-4: PARTICOLARE DELLA DIFESA SPONDALE SUL F. BRILLI IN CORRISPONDENZA DEL VIADOTTO OMONIMO**

La forte acclività dei versanti nei quali risulta inciso l'alveo del fosso Brillì non consente la formazione di una pista di cantiere proveniente dalla S.S.219 esistente, che deve garantire l'accessibilità al cantiere per la realizzazione delle opere di fondazione delle spalle, dei muri di elevazione, nonché per il varo delle travi costituenti l'impalcato del viadotto di progetto; pertanto, data la ristrettezza degli spazi disponibili ai lati del corso d'acqua, sarà necessario prevedere un tombinamento provvisorio con tubi in lamiera ondulata, facilmente asportabili al termine dei lavori, ubicati a valle del sedime del nuovo ponte. Le aree occupate temporaneamente, al completamento delle opere, saranno ripristinate nella configurazione originaria ante-operam, attraverso una specifica rinaturalizzazione.



### 6.3. TORRENTE ASSINO IN CORRISPONDENZA DEL VIADOTTO ASSINO 2

Il progetto prevede la realizzazione di un attraversamento del corso d'acqua in corrispondenza dell'intersezione con la strada di progetto mediante un ponte (Viadotto Assino 2) di lunghezza pari a 108.40m, lasciando, peraltro, inalterata la situazione del corso d'acqua a monte e a valle della sezione in esame. Anche in questo caso si è proceduto ad un approfondimento modellistico idrodinamico servendosi del software Hec Ras, simulando le durate di pioggia critica.



FIGURA 6-22: ALVEO DEL TORRENTE ASSINO SOTTO AL PONTE DELLA S.S. 219



FIGURA 6-23: TORRENTE ASSINO A VALLE DEL PONTE SULLA S.S. 219

#### 6.3.1. Geometria delle aste fluviali e dei manufatti idraulici modellati

La prima operazione è stata quella di ricostruzione della geometria del corso d'acqua, mediante l'inserimento di sezioni che descrivessero la forma dell'alveo. Sono stati distinti tre scenari principali, lo stato di fatto, lo stato di progetto definitivo e quello esecutivo. Si riporta di seguito lo schema planimetrico del tratto modellato e le relative sezioni idrauliche.

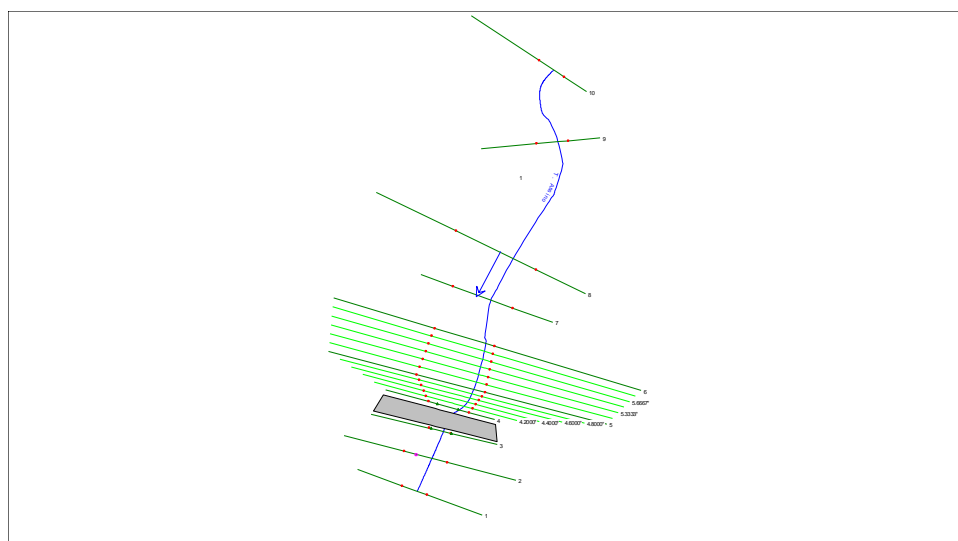
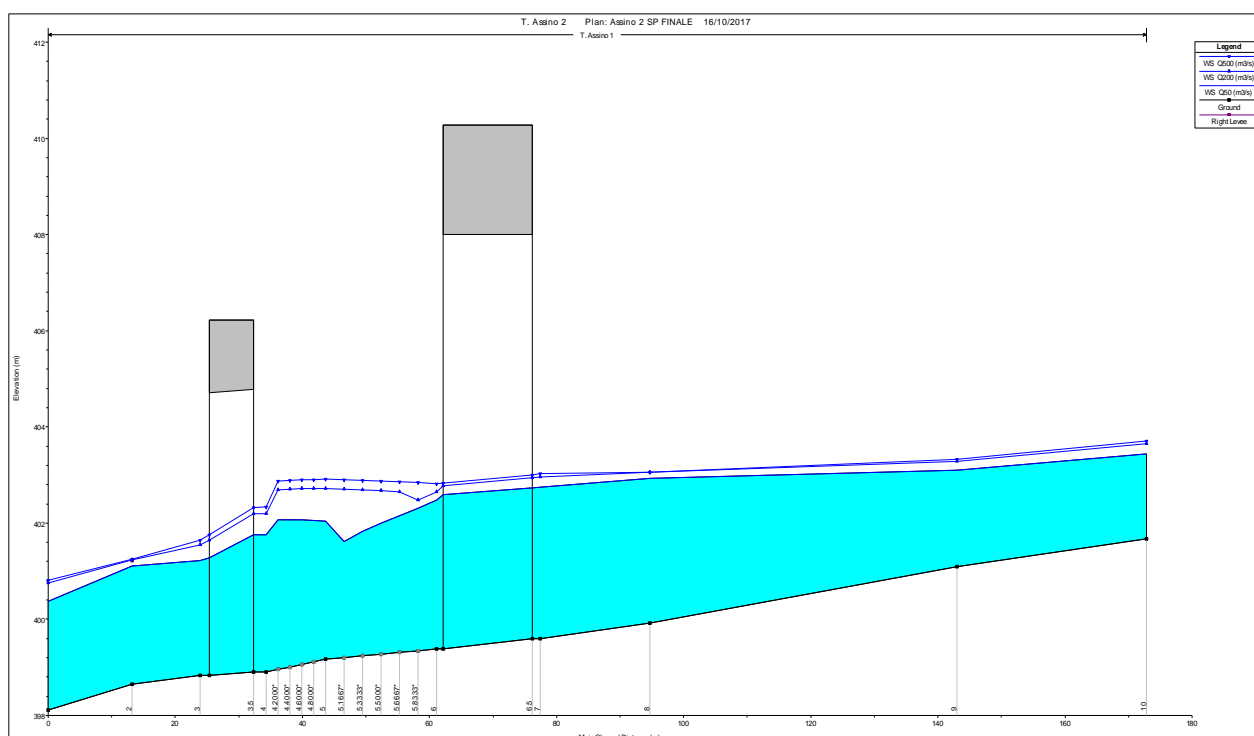


FIGURA 6-24: GEOMETRIA DELL'ASTA FLUVIALE MODELLATA

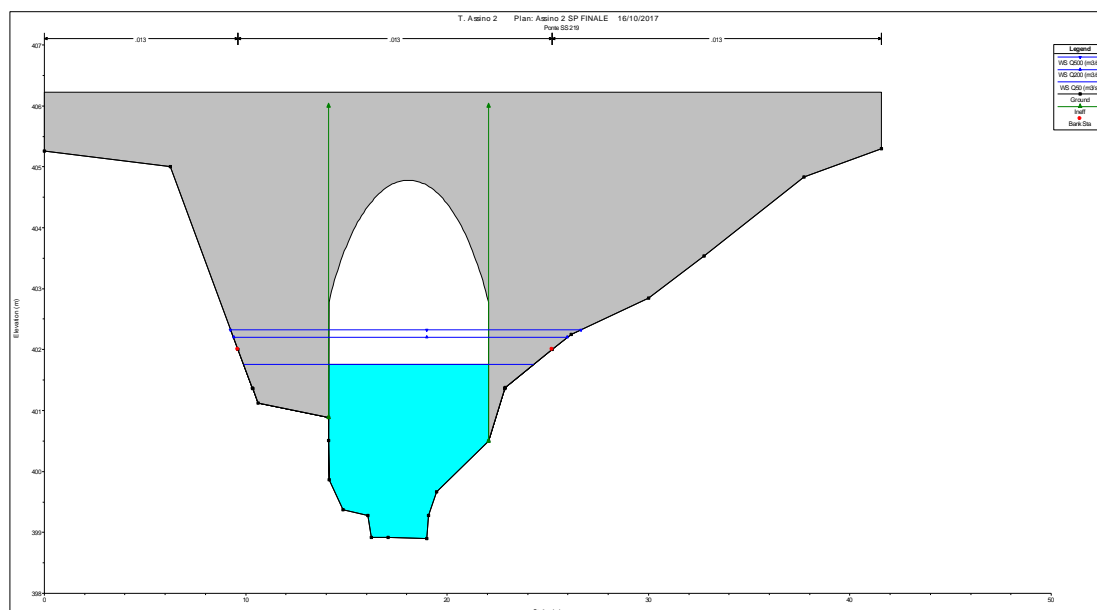
### 6.3.2. Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno considerate consistono nell'inserimento della portata di progetto nella prima sezione di monte, mentre a valle quella corrispondente alla condizione di moto uniforme, coincidente con la pendenza del fondo alveo nel tratto terminale.

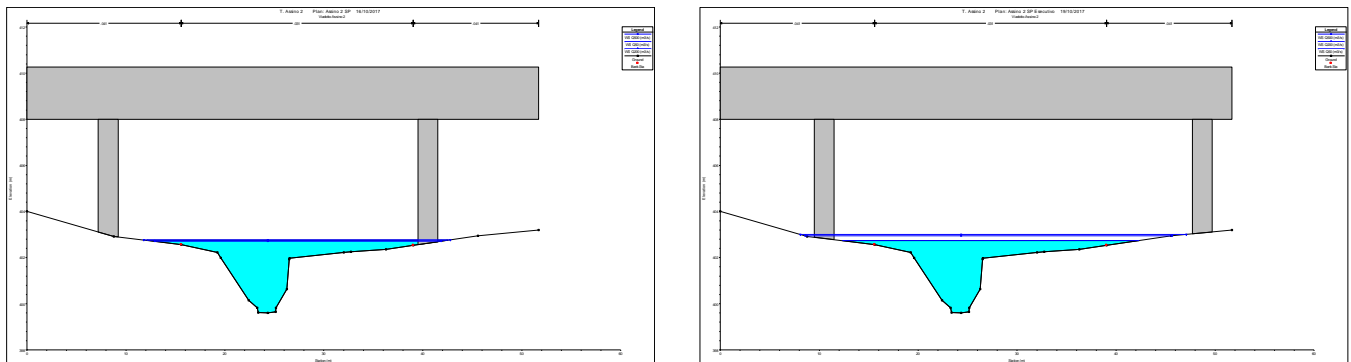
### 6.3.3. Risultati delle modellazioni ante e post operam



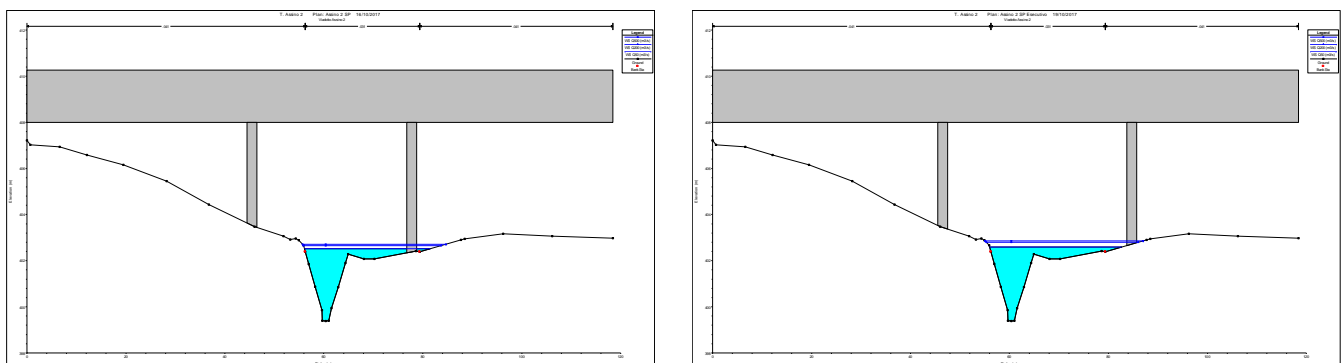
**FIGURA 6-25: PROFILO DEL TORRENTE ASSINO NEL TRATTO MODELLATO (MOTO PERMANENTE)**



**FIGURA 6-26: SEZIONE IDRAULICA A MONTE DEL PONTE ESISTENTE SULLA S.S. 219 (MOTO PERMANENTE)**



**FIGURA 6-27: SEZIONE DEL VIADOTTO DI PROGETTO (VISTO DA MONTE) NELLA CONFIGURAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO CON LUCE DA 32.90M (SINISTRA) E NELLA CONFIGURAZIONE DEL PROGETTO ESECUTIVO CON LUCE DA 36.00M (DESTRA)**



**FIGURA 6-28: SEZIONE DEL VIADOTTO DI PROGETTO (VISTO DA VALLE) NELLA CONFIGURAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO CON LUCE DA 32.90M (SINISTRA) E NELLA CONFIGURAZIONE DEL PROGETTO ESECUTIVO CON LUCE DA 36.00M (DESTRA)**

La tabella seguente evidenzia una modestissima interferenza con l'elemento in elevazione (pila o setto) in sponda destra, che si traduce in un innalzamento del battente idrico di 2.0cm nella configurazione di PD e di uno solo nel PE.

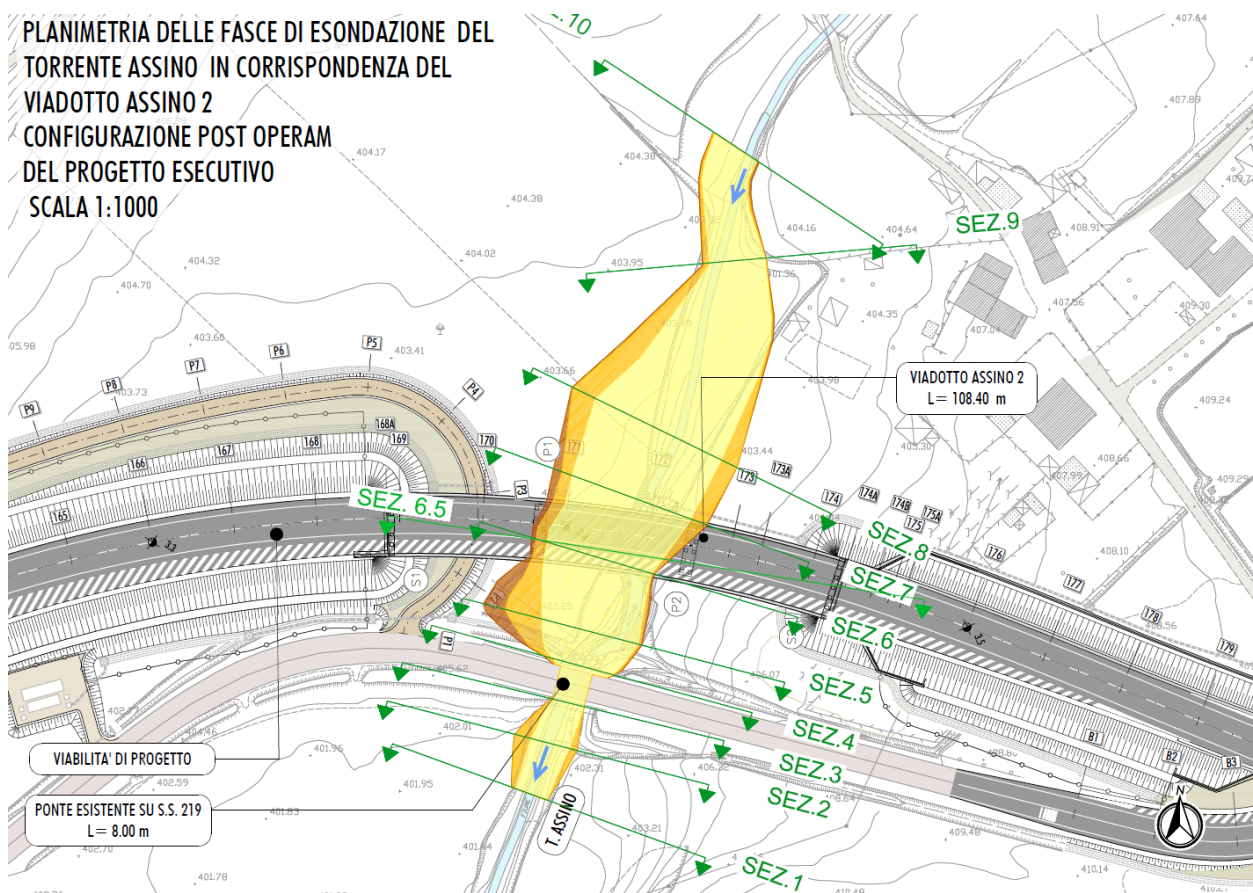
Corso d'acqua	Sezione modello	Quota fondo alveo	h_max SF (TR= 50 anni)	h_max SPD (TR= 50 anni)	h_max SPE (TR= 50 anni)	h_max SF (TR= 200 anni)	h_max SPD (TR= 200 anni)	h_max SPE (TR= 200 anni)	h_max SF (TR= 500 anni)	h_max SPE (TR= 500 anni)	h_max SPE (TR= 500 anni)	Δh_200 anni SPD-SF	Δh_200 anni SPE-SF
		(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(m)
T. Assino	10	401.68	403.44	403.44	403.44	403.65	403.65	403.65	403.71	403.71	403.71	0.00	0.00
T. Assino	9	401.1	403.11	403.11	403.11	403.28	403.28	403.28	403.32	403.32	403.32	0.00	0.00
T. Assino	8	399.92	402.93	402.93	402.93	403.05	403.05	403.05	403.06	403.06	403.06	0.00	0.00
T. Assino	7	399.6	402.75	402.75	402.75	402.95	402.97	402.96	403.01	403.03	403.02	0.02	0.01
T. Assino	6.5	Viadotto Assino 2 di progetto											
T. Assino	6	399.38	402.47	402.47	402.47	402.65	402.65	402.65	402.81	402.81	402.81	0.00	0.00
T. Assino	5	399.17	402.04	402.04	402.04	402.72	402.72	402.72	402.91	402.91	402.91	0.00	0.00
T. Assino	4	398.9	401.76	401.76	401.76	402.2	402.2	402.2	402.33	402.33	402.33	0.00	0.00
T. Assino	3.5	Ponte esistente su S.S. 219											
T. Assino	3	398.83	401.22	401.22	401.22	401.55	401.55	401.55	401.64	401.64	401.64	0.00	0.00
T. Assino	2	398.65	401.1	401.1	401.1	401.23	401.23	401.23	401.24	401.24	401.24	0.00	0.00
T. Assino	1	398.11	400.37	400.37	400.37	400.75	400.75	400.75	400.82	400.82	400.82	0.00	0.00

**TABELLA 6-5: RISULTATI DELLE MODELLAZIONI IDRAULICHE, IN TERMINI DI TIRANTI IDRICI, IN CORRISPONDENZA DEL VIADOTTO ASSINO 2**

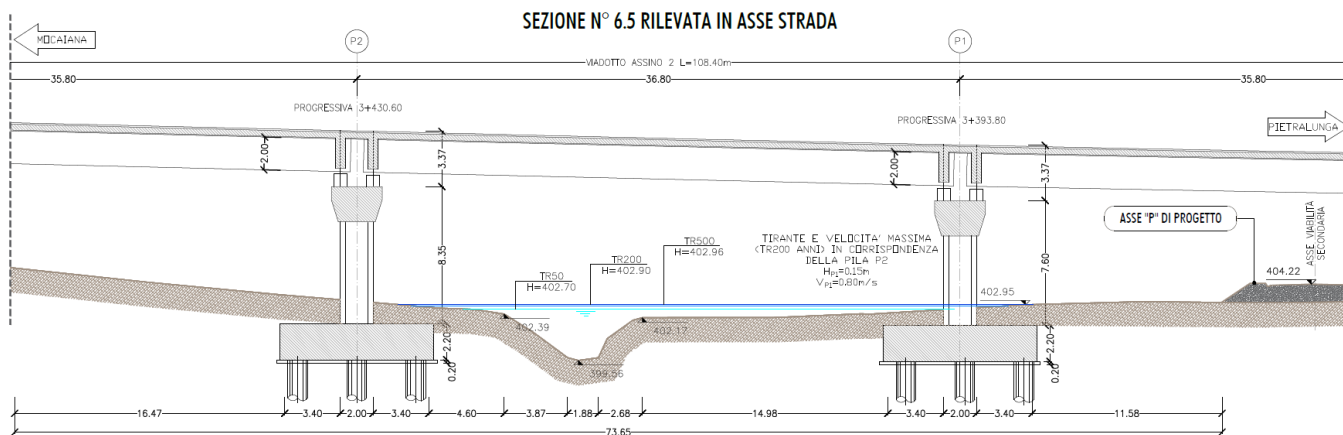
**6.3.4. Considerazioni sulle scelte progettuali adottate in termini di attraversamento e presidio idraulico**

Si riporta di seguito la planimetria delle fasce di esondazione determinate lungo l'asta del Torrente Assino in cui si evidenzia che le fasce di esondazione, frutto di una modellazione in moto permanente rimangono invariate tra configurazione ante operam e post operam.

Rispetto alla soluzione del progetto definitivo la campata centrale del viadotto e' stata aumentata al fine di localizzare le pile fuori dall'alveo attivo, considerato cautelativamente coincidente con la fascia di esondazione cinquantennale



**TABELLA 6-6: PLANIMETRIA DELLE FASCE DI ESONDAZIONE DEL T. ASSINO IN CORRISPONDENZA DEL VIADOTTO ASSINO 2**



**FIGURA 6-29: SEZIONE IDRAULICA IN CORRISPONDENZA DEL VIADOTTO ASSINO 2**

## 6.4. FOSSO 1

### 6.4.1. Geometria delle aste fluviali e dei manufatti idraulici modellati

Il fosso in esame è un affluente di sponda destra del t. Assino e viene interessato da un attraversamento della viabilità in progetto mediante la posa di un tratto tombinato costituito da una condotta circolare in c.a. DN1500 mm.

Nella figura seguente si riporta l'inquadratura planimetrica del Fosso 1 e delle rispettive sezioni trasversali rilevate, in cui si può notare la presenza della S.S. 219 in progetto tra le sezioni 3 e 4.

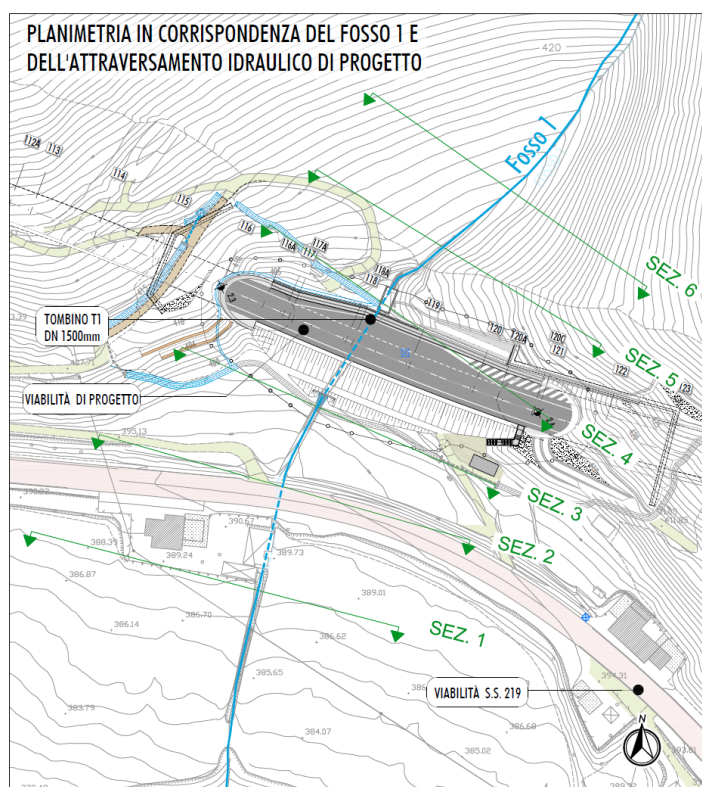


FIGURA 6-30– PLANIMETRIA DEL FOSSO 1



FIGURA 6-31– RILIEVO FOTOGRAFICO DEL FOSSO 1

Si è dapprima ricostruita la geometria del corso d'acqua, mediante l'inserimento di sezioni che descrivono la forma dell'alveo; sono stati, quindi, considerati i due scenari corrispondenti allo stato di fatto e allo stato di progetto, in cui si prevede l'inserimento di un tombino del diametro di 1.5m e lunghezza 30.0 m nella zona attraversata dall'opera in progetto.

### 6.4.2. Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno considerate sono funzionali alla ricostruzione modellistica in moto permanente dei profili di rigurgito del fosso. Per quanto riguarda le condizioni di monte, queste corrispondono all'assegnazione delle portate in ingresso nella sezione di monte per i TR di riferimento pari a 50, 100 e 200 anni. Le portate sono state calcolate con il metodo razionale come già discusso nel capitolo 3 di inquadratura teorico. Nel caso specifico, queste corrispondono ai valori seguenti:

Nome	Q50 (m <sup>3</sup> /s)	Q100 (m <sup>3</sup> /s)	Q200 (m <sup>3</sup> /s)
Fosso 1	0.87	1.01	1.16

Per quanto riguarda le condizioni al contorno di valle, è stata imposta una condizione di moto uniforme, coincidente con la pendenza del fondo alveo nel tratto terminale.

### 6.4.3. Risultati delle modellazioni ante e post operam

Grazie alla modellazione eseguita si sono potute apprezzare eventuali modifiche nel deflusso delle acque causate dall'inserimento di tombini e/o locali modifiche di pendenza dell'alveo. Si riportano di seguito dei confronti in termini di livelli idrici lungo il profilo, tra stato di fatto e di progetto, relative alle portate di 50, 100 e 200 m<sup>3</sup>/s.

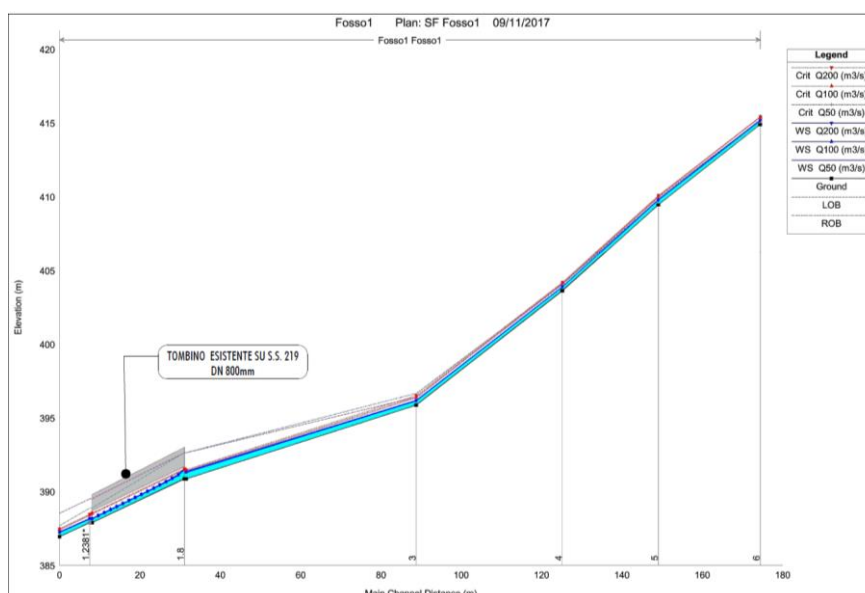


FIGURA 6-32– ANDAMENTO DEI LIVELLI IDRICI NELLO STATO DI FATTO DEL FOSSO 1 PER PORTATE RELATIVE AI Tr 50, 100 e 200 ANNI

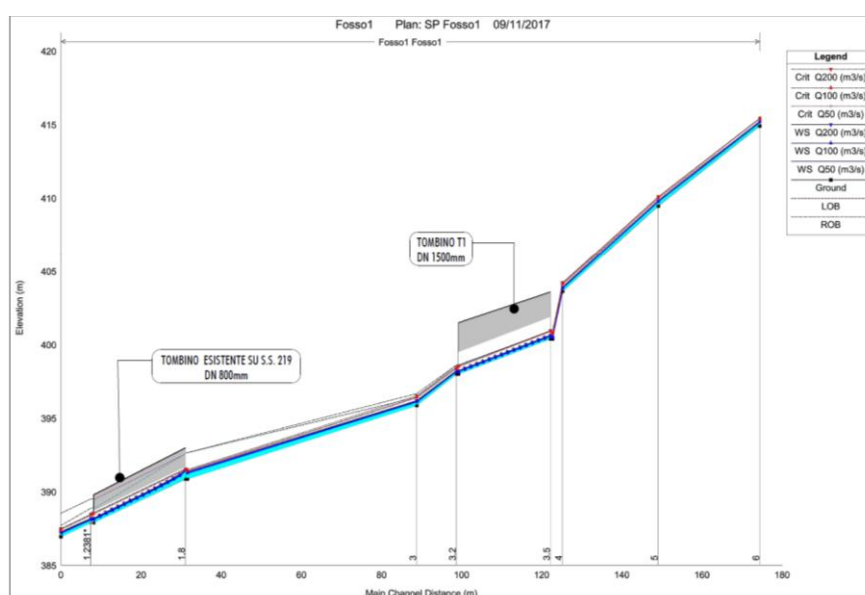


FIGURA 6-33– ANDAMENTO DEI LIVELLI IDRICI NELLO STATO DI PROGETTO DEL FOSSO 1 PER PORTATE RELATIVE AI Tr 50, 100 e 200 ANNI

Dalle immagini dei profili non emergono differenze in termini di livelli idrici tra lo stato di fatto e quello di progetto; l'ulteriore tratto tombinato non va a modificare l'andamento dei profili così come l'incremento di pendenza del fondo alveo introdotto nel tratto immediatamente a monte di questo, corrispondente all'opera di imbocco. A conferma di ciò si riportano in tabella i risultati ottenuti dalla modellazione:

RISULTATI FOSSO 1: CONFRONTO TRA STATO DI FATTO E STATO DI PROGETTO ESECUTIVO											
Corso d'acqua	Sezione	Quota fondo alveo (m s.l.m.)	h_max SF (TR= 50 anni)	h_max SPE (TR= 50 anni)	h_max SF (TR= 100 anni)	h_max SPE (TR= 100 anni)	h_max SF (TR= 200 anni)	h_max SPE (TR= 200 anni)	$\Delta h_{50}$ anni SPE-SF	$\Delta h_{100}$ anni SPE-SF	$\Delta h_{200}$ anni SPE-SF
			(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(m)
Fosso1	6	414.91	415.19	415.19	415.21	415.21	415.22	415.22	0.00	0.00	0.00
	5	409.47	409.79	409.79	409.81	409.81	409.83	409.83	0.00	0.00	0.00
	4	403.63	403.87	403.87	403.89	403.89	403.91	403.91	0.00	0.00	0.00
	3.5	Culvert	Tombino T1 di progetto								
	3	395.87	396.15	396.14	396.17	396.17	396.2	396.19	-0.01	0.00	-0.01
	2	390.86	391.28	391.29	391.33	391.33	391.37	391.38	0.01	0.00	0.01
	1.8	Culvert	Tombino esistente su SS 219								
	1	386.94	387.23	387.23	387.25	387.25	387.27	387.27	0.00	0.00	0.00

TABELLA 6-7– ANDAMENTO DEI LIVELLI IDRICI NELLO STATO FATTO E PROGETTO DEL FOSSO 1 PER PORTATE RELATIVE AL TR DA 50 A 200 ANNI

#### 6.4.4. Considerazioni sulle scelte progettuali adottate in termini di attraversamento e presidio idraulico

Per quanto riguarda le scelte progettuali adottate si è fatto riferimento alle indicazioni fornite da ANAS che prevedono, per opere di attraversamento minori come i tombini in esame, che il dimensionamento del manufatto debba presentare un franco idraulico lungo l'opera superiore al 30% dell'altezza utile dell'opera stessa e comunque superiore a 0.75 m e che i tombini di attraversamento di corsi d'acqua naturali debbano avere un diametro minimo di 1.5 m. Le immagini seguenti raffigurano le sezioni di imbocco del tombino esistente e di quello in progetto a conferma di come, nel secondo caso, le direttive imposte siano ampiamente rispettate, considerando i tempi di ritorno 50, 100 e 200 anni. Nello specifico, si mantiene un franco idraulico di sicurezza pari a 1.31m per la portata con TR 50 anni, 1.29m per TR 100 anni e 1.28m per TR 200 anni. La verifica idraulica ha quindi esito positivo.

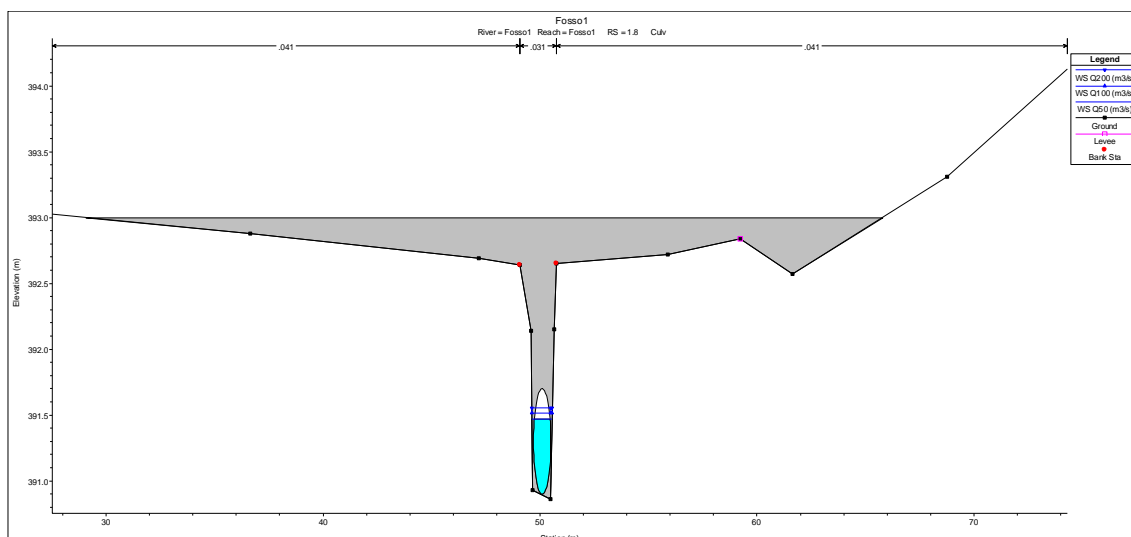
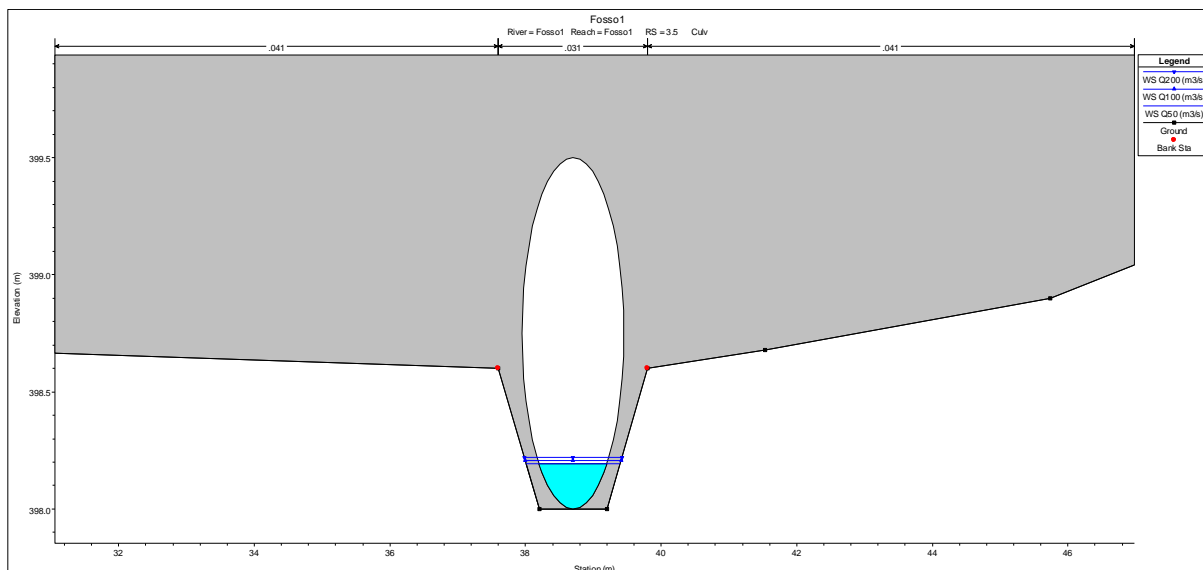
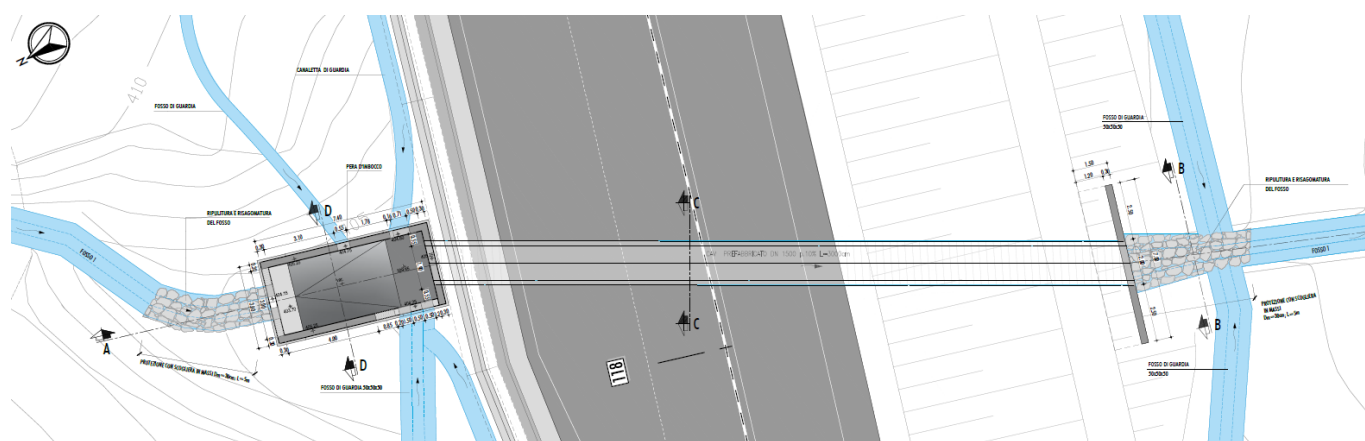


FIGURA 6-34– LIVELLI IDRICI CHE SI INSTAURANO NELLA SEZIONE DI IMBOCCO DEL TOMBINO ESISTENTE

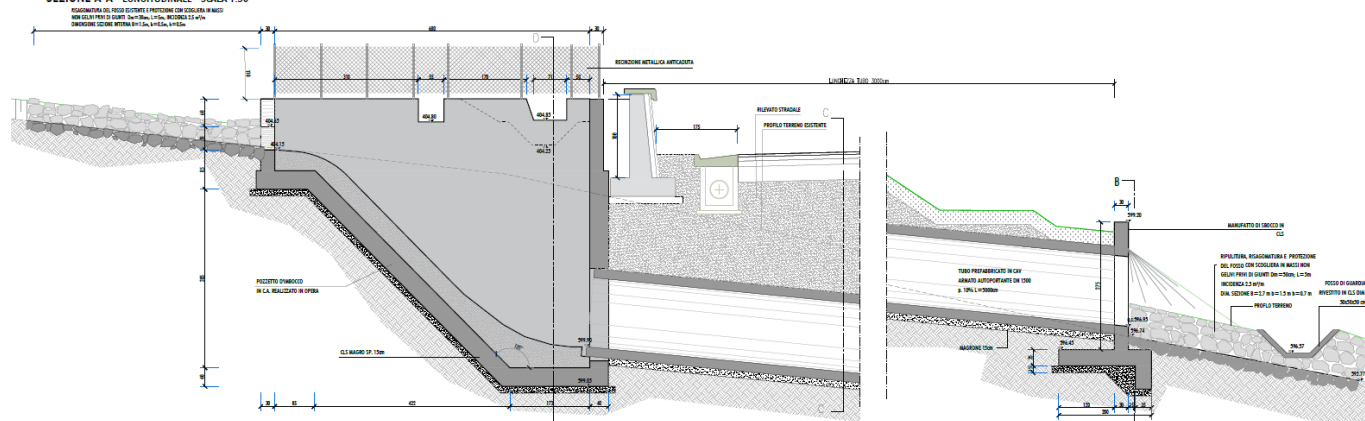




**FIGURA 6-35- LIVELLI IDRICI CHE SI INSTAURANO NELLA SEZIONE DI IMBOCCO DEL TOMBINIO IN PROGETTO**



**SEZIONE A-A - LONGITUDINALE - SCALA 1:50**



**FIGURA 6-36: RISOLUZIONE DELL'INTERFERENZA CON IL FOSSO 1**

## 6.5. FOSSO 2

### 6.5.1. Geometria delle aste fluviali e dei manufatti idraulici modellati

Il fosso in esame è un affluente di sponda destra del t. Assino e viene interessato da un attraversamento della viabilità in progetto per il quale è prevista la posa di un tratto tombinato mediante una condotta circolare in c.a. DN1500. Nella figura seguente si riporta l'inquadratura planimetrica del Fosso 1 e delle rispettive sezioni trasversali rilevate, in cui si può notare la presenza della S.S. 219 in progetto tra le sezioni 3 e 4.

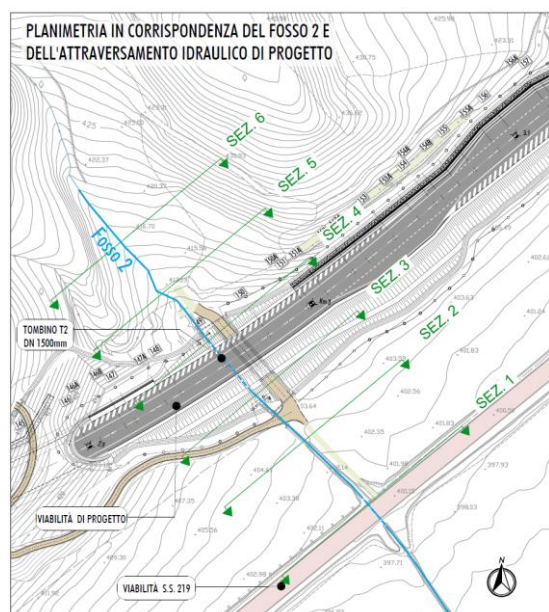


FIGURA 6-37– PLANIMETRIA DEL FOSSO 2



FIGURA 6-38– RILIEVO FOTOGRAFICO DEL FOSSO 2

Si è dapprima ricostruita la geometria del corso d'acqua, mediante l'inserimento di sezioni che descrivono la forma dell'alveo; sono stati, quindi, considerati i due scenari corrispondenti allo stato di fatto e allo stato di progetto, in cui si prevede l'inserimento di un tombino del diametro di 1.5m nella zona attraversata dall'opera in progetto.

### 6.5.2. Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno considerate sono funzionali alla ricostruzione modellistica in moto permanente dei profili di rigurgito del fosso. Per quanto riguarda le condizioni di monte, queste corrispondono all'assegnazione delle portate in ingresso nella sezione di monte per i TR di riferimento pari a 50, 100 e 200 anni. Le portate sono state calcolate con il metodo razionale come già discusso nel capitolo 3 di inquadramento teorico. Nel caso specifico, queste corrispondono ai valori seguenti:

Nome	Q50 (m <sup>3</sup> /s)	Q100 (m <sup>3</sup> /s)	Q200 (m <sup>3</sup> /s)
Fosso 2	1.11	1.28	1.48

Per quanto riguarda le condizioni al contorno di valle, è stata imposta una condizione di moto uniforme, coincidente con la pendenza del fondo alveo nel tratto terminale.

### 6.5.3. Risultati delle modellazioni ante e post operam

Grazie alla modellazione eseguita si sono potute apprezzare eventuali modifiche nel deflusso delle acque causate dall'inserimento di tombini e/o locali modifiche di pendenza dell'alveo. Si riportano di seguito dei confronti in termini di livelli idrici lungo il profilo, tra stato di fatto e di progetto, relative alle portate di 50, 100 e 200 m<sup>3</sup>/s.

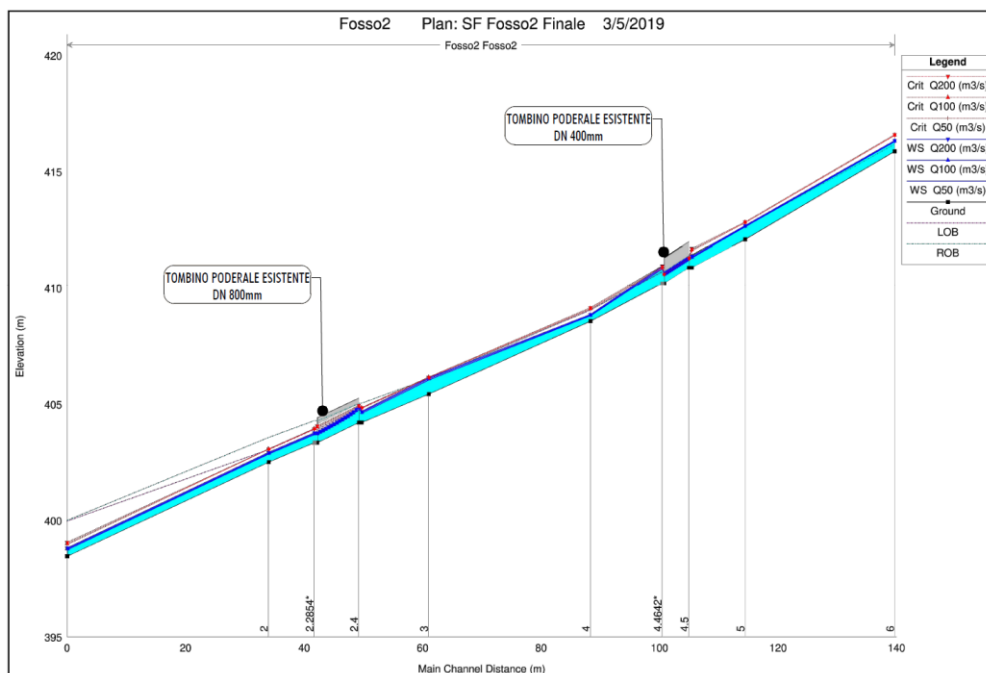


FIGURA 6-39– ANDAMENTO DEI LIVELLI IDRICI NELLO STATO DI FATTO DEL FOSSO 2 PER PORTATE RELATIVE AI TR 50, 100 E 200 ANNI

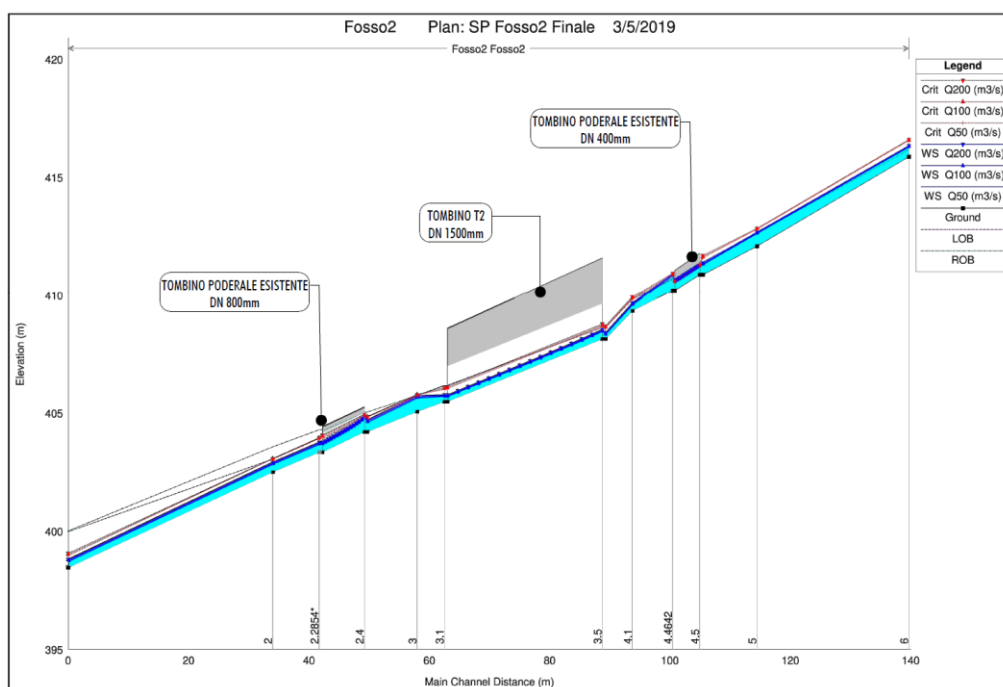


FIGURA 6-40– ANDAMENTO DEI LIVELLI IDRICI NELLO STATO DI PROGETTO DEL FOSSO 2 PER PORTATE RELATIVE AI TR 50, 100 E 200 ANNI

Dalle immagini dei profili non emergono differenze in termini di livelli idrici tra lo stato di fatto e quello di progetto; l'ulteriore tratto tombinato non va a modificare l'andamento dei profili così come l'incremento di pendenza del fondo alveo introdotto nel tratto immediatamente a monte di questo, corrispondente all'opera di imbocco. A conferma di ciò si riportano in tabella i risultati ottenuti dalla modellazione:

RISULTATI FOSSO 2: CONFRONTO TRA STATO DI FATTO E STATO DI PROGETTO ESECUTIVO											
Corso d'acqua	Sezione	Quota fondo alveo	h_max SF (TR= 50 anni)	h_max SPE (TR= 50 anni)	h_max SF (TR= 100 anni)	h_max SPE (TR= 100 anni)	h_max SF (TR= 200 anni)	h_max SPE (TR= 200 anni)	$\Delta h_{50}$ anni SPE-SF	$\Delta h_{100}$ anni SPE-SF	$\Delta h_{200}$ anni SPE-SF
		(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(m)	(m)
Fosso2	6	415.88	416.3	416.3	416.32	416.32	416.34	416.34	0.00	0.00	0.00
	5	412.1	412.63	412.63	412.67	412.67	412.68	412.68	0.00	0.00	0.00
	4.5	Culvert	Tombino poderale esistente								
	4sf	408.58	408.81		408.83		408.86				
	4sp	408.15		408.36		408.38		408.4			
	3.5	Culvert	Tombino T2 di progetto								
	3sf	405.44	406.05		406.1		406.14				
	3sp	405.08		405.67		405.71		405.75			
	2.4	Culvert	Tombino poderale esistente								
	2	402.52	402.87	402.87	402.9	402.9	402.93	402.93	0.00	0.00	0.00
	1	398.47	398.76	398.76	398.79	398.79	398.82	398.82	0.00	0.00	0.00

TABELLA 6-8– ANDAMENTO DEI LIVELLI IDRICI NELLO STATO FATTO E PROGETTO DEL FOSSO 2 PER PORTATE RELATIVE AL TR DA 50 A 200 ANNI

#### 6.5.4. Considerazioni sulle scelte progettuali adottate in termini di attraversamento e presidio idraulico

Per quanto riguarda le scelte progettuali adottate si è fatto riferimento alle indicazioni fornite da ANAS che prevedono, per opere di attraversamento minori come i tombini in esame, che il dimensionamento del manufatto debba considerare un franco idraulico lungo l'opera superiore al 30% dell'altezza utile dell'opera stessa e comunque superiore a 0.75 m e che i tombini di attraversamento di corsi d'acqua naturali debbano avere un diametro minimo di 1.5 m. L'immagine seguente raffigura la sezione d'imbocco del tombino di progetto a conferma di come le direttive imposte siano ampiamente rispettate, considerando i tempi di ritorno 50, 100 e 200 anni. Nello specifico, si mantiene un franco idraulico di sicurezza pari a 1.16 m per la portata con TR 50 anni, 1.14m per TR 100 anni e 1.11m per TR 200 anni. La verifica idraulica ha quindi esito positivo.

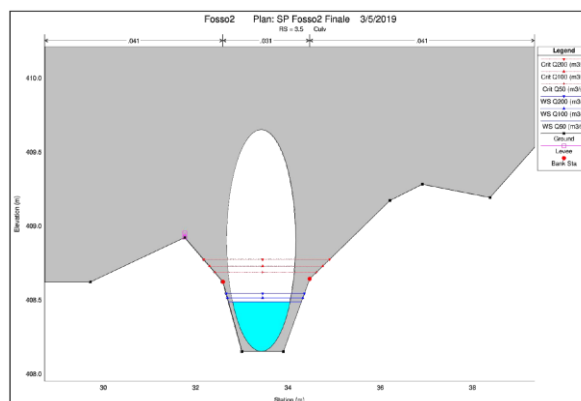


FIGURA 6-41– LIVELLI IDRICI CHE SI INSTAURANO NELLA SEZIONE DI IMBOCCO DEL TOMBINO IN PROGETTO

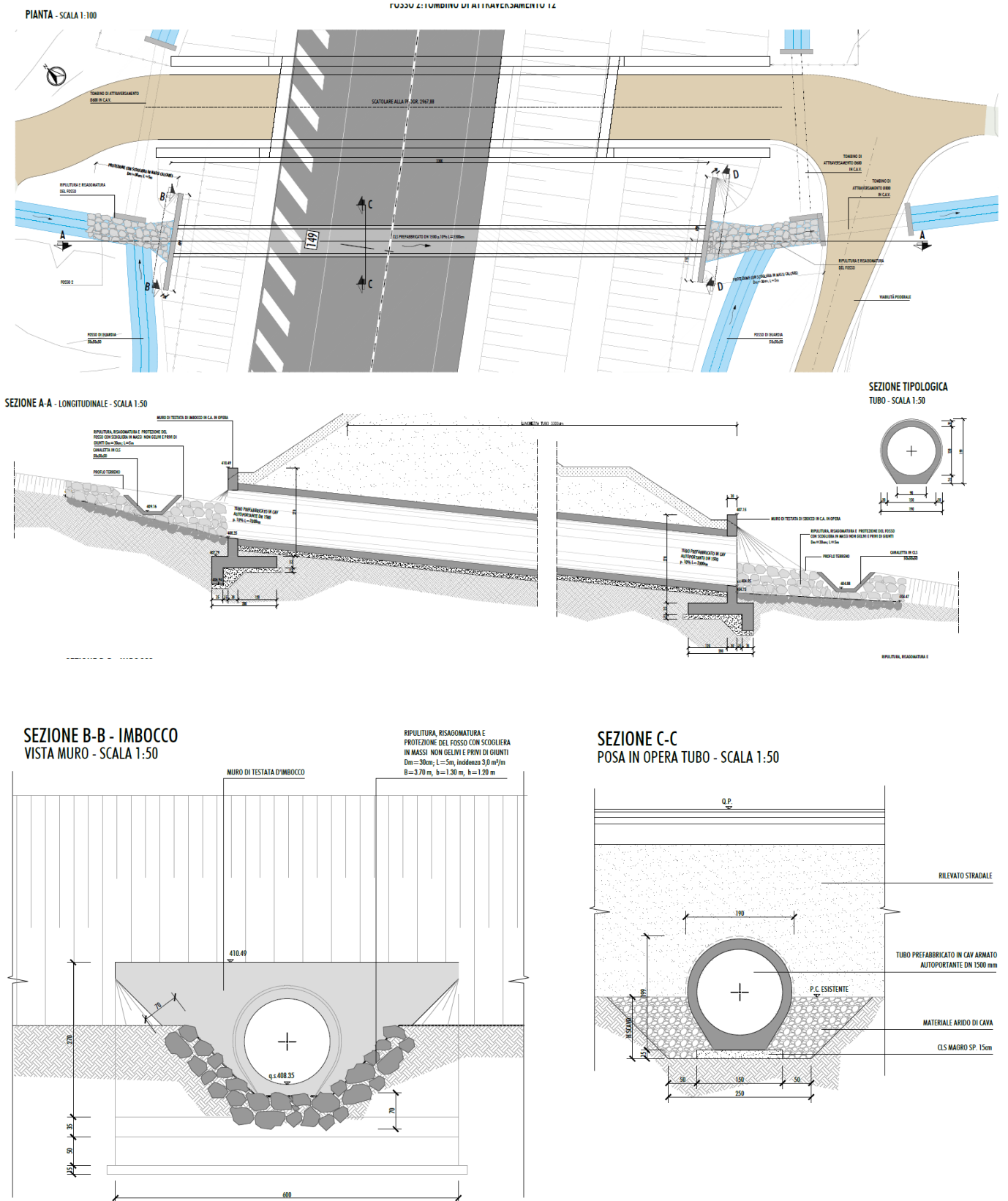


FIGURA 6-42: RISOLUZIONE DELL'INTERFERENZA CON IL FOSSO 2

## 6.6. FOSSO 3

### 6.6.1. Geometria delle aste fluviali e dei manufatti idraulici modellati

Il fosso in esame è un affluente di sponda destra del t. Assino e viene interessato da un attraversamento della viabilità in progetto costituito da un tratto tombinato mediante una condotta circolare in c.a. DN1500. Nella figura seguente si riporta l'inquadratura planimetrica del Fosso 3 e delle rispettive sezioni trasversali rilevate, in cui si può notare la presenza della S.S. 219 in progetto tra le sezioni 4 e 5.

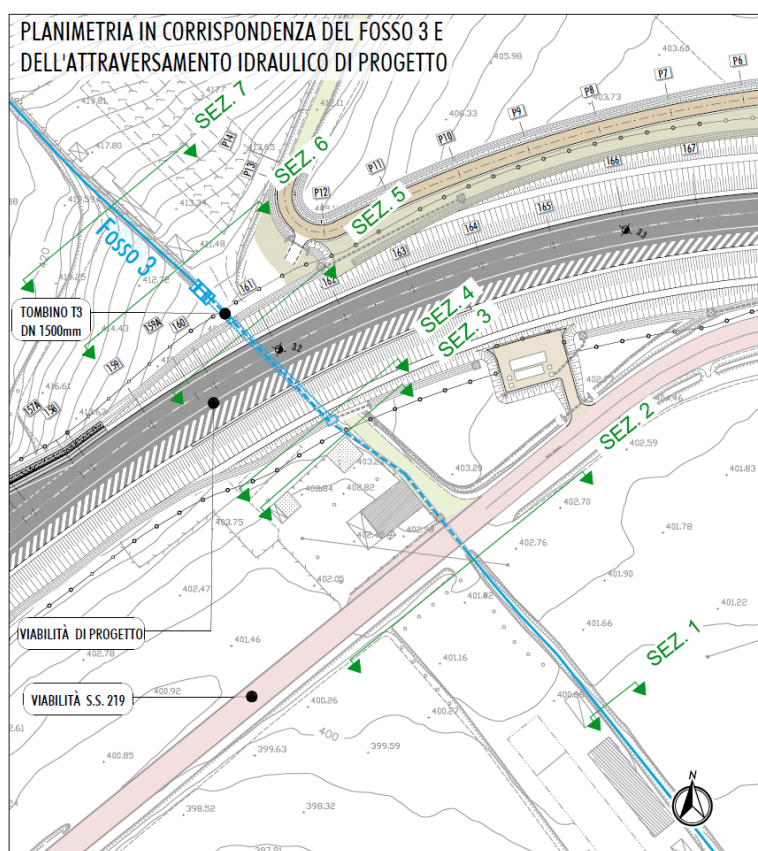


FIGURA 6-43– PLANIMETRIA DEL FOSSO 2



FIGURA 6-44– RILIEVO FOTOGRAFICO DEL FOSSO 3

Si è ricostruita la geometria del corso d'acqua, mediante l'inserimento di sezioni che descrivono la forma dell'alveo. Sono stati, quindi, considerati i due scenari corrispondenti allo stato di fatto e allo stato di progetto in cui viene previsto l'inserimento di un tombino del diametro di 1.5m nella zona attraversata dall'opera in progetto.

### 6.6.2. Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno considerate sono funzionali alla ricostruzione modellistica in moto permanente dei profili di rigurgito del fosso. Per quanto riguarda le condizioni di monte, queste corrispondono all'assegnazione delle portate in ingresso nella sezione di monte per i TR di riferimento pari a 50, 100 e 200 anni. Le portate sono state calcolate con il metodo razionale, come già discusso nel capitolo 3 di inquadramento teorico. Nel caso specifico, queste corrispondono ai valori seguenti:

Nome	Q50 (m <sup>3</sup> /s)	Q100 (m <sup>3</sup> /s)	Q200 (m <sup>3</sup> /s)
Fosso 3	0.99	1.15	1.33

Per quanto riguarda le condizioni al contorno di valle, è stata imposta una condizione di moto uniforme, coincidente con la pendenza del fondo alveo nel tratto terminale.

### 6.6.3. Risultati delle modellazioni ante e post operam

Grazie alla modellazione eseguita si sono potute apprezzare eventuali modifiche nel deflusso delle acque causate dall'inserimento di tombini e/o locali modifiche di pendenza dell'alveo. Si riportano di seguito dei confronti in termini di livelli idrici lungo il profilo, tra stato di fatto e di progetto, relative alle portate di 50, 100 e 200 m<sup>3</sup>/s.

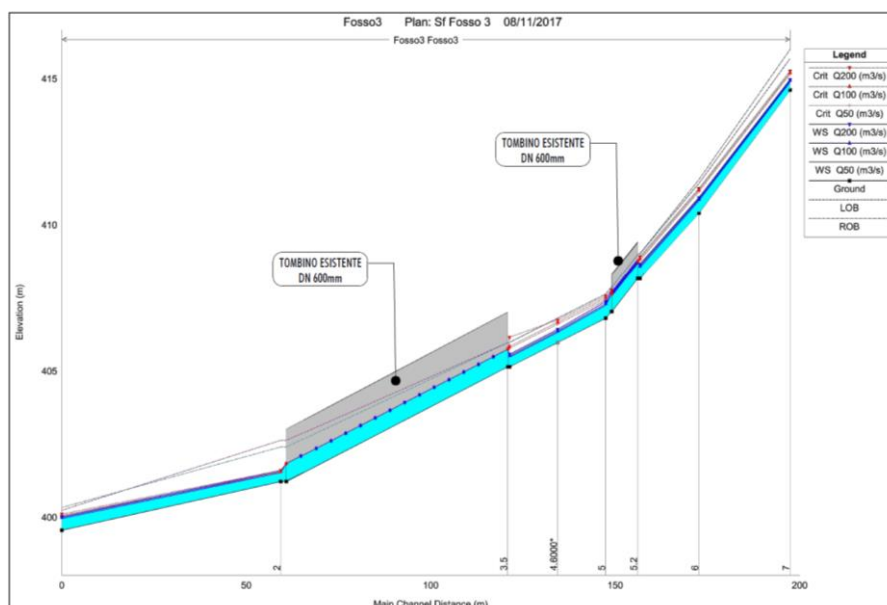


FIGURA 6-45– ANDAMENTO DEI LIVELLI IDRICI NELLO STATO DI FATTO DEL FOSSO 3 PER PORTATE RELATIVE AI Tr 50, 100 E 200 ANNI

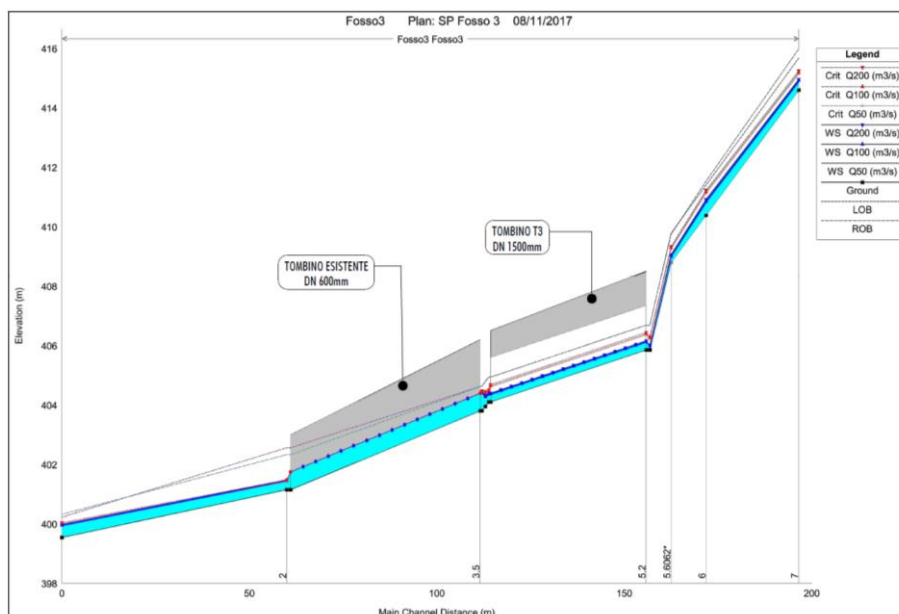


FIGURA 6-46– ANDAMENTO DEI LIVELLI IDRICI NELLO STATO DI PROGETTO DEL FOSSO 3 PER PORTATE RELATIVE AI Tr 50, 100 E 200 ANNI

Dalle immagini dei profili non emergono differenze in termini di livelli idrici tra lo stato di fatto e quello di progetto; l'ulteriore tratto tominato non va a modificare l'andamento dei profili così come l'incremento di pendenza del fondo alveo introdotto nel tratto immediatamente a monte di questo, corrispondente all'opera di imbocco. A conferma di ciò si riportano in tabella i risultati ottenuti dalla modellazione:

RISULTATI FOSSO 3: CONFRONTO TRA STATO DI FATTO E STATO DI PROGETTO ESECUTIVO											
Corso d'acqua	Sezione	Quota fondo alveo	h_max SF (TR= 50 anni)	h_max SPE (TR= 50 anni)	h_max SF (TR= 100 anni)	h_max SPE (TR= 100 anni)	h_max SF (TR= 200 anni)	h_max SPE (TR= 200 anni)	Δh_50 anni SPE-SF	Δh_100 anni SPE-SF	Δh_200 anni SPE-SF
		(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(m)	(m)
Fosso3	7	414.6	414.9	414.9	414.93	414.93	414.96	414.96	0.00	0.00	0.00
	6	410.39	410.84	410.84	410.88	410.88	410.92	410.92	0.00	0.00	0.00
	5.2	Culvert	Tombino esistente/Tombino T3 di Progetto								
	5	406.79	407.24		407.29		407.36				
	4.3	403.95		404.25		404.28		404.31			
	4.2	405.13	405.47		405.51		405.56				
	3.5	Culvert	Tombino esistente								
	2	401.21	401.52	401.44	401.55	401.46	401.59	401.48	-0.08	-0.09	-0.11
	1	399.54	399.94	399.93	399.98	399.95	400.01	399.98	-0.01	-0.03	-0.03

TABELLA 6-9– ANDAMENTO DEI LIVELLI IDRICI NELLO STATO FATTO E PROGETTO DEL FOSSO 2 PER PORTATE RELATIVE AL TR DA 50 A 200 ANNI

#### 6.6.4. Considerazioni sulle scelte progettuali adottate in termini di attraversamento e presidio idraulico

Per quanto riguarda le scelte progettuali adottate si è fatto riferimento alle indicazioni fornite da ANAS che prevedono, per opere di attraversamento minori come i tombini in esame, che il dimensionamento del manufatto debba considerare un franco idraulico lungo l'opera superiore al 30% dell'altezza utile dell'opera stessa e comunque superiore a 0.75 m e che i tombini di attraversamento di corsi d'acqua naturali debbano avere un diametro minimo di 1.5 m. L'immagine seguente raffigura la sezione d'imbocco del tombino di progetto a conferma di come le direttive imposte siano ampiamente rispettate, considerando i tempi di ritorno 50, 100 e 200 anni. Nello specifico, si mantiene un franco idraulico di sicurezza pari a 1.24m per la portata con TR 50 anni, 1.22m per TR 100 anni e 1.19m per TR 200 anni. La verifica idraulica ha quindi esito positivo.

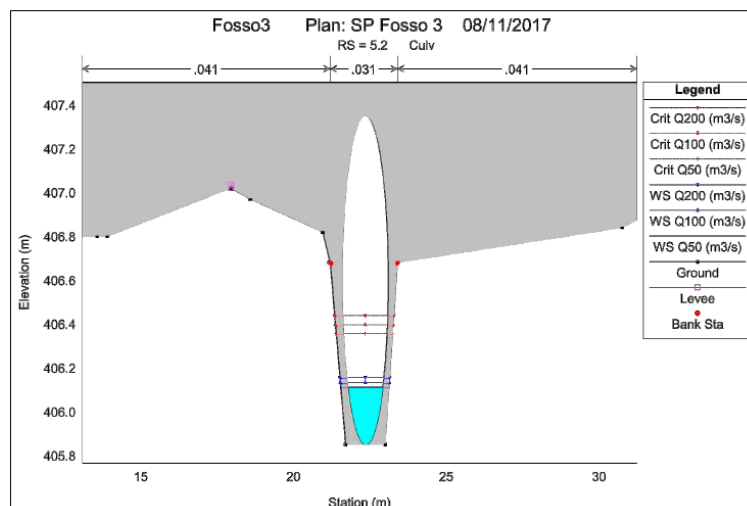
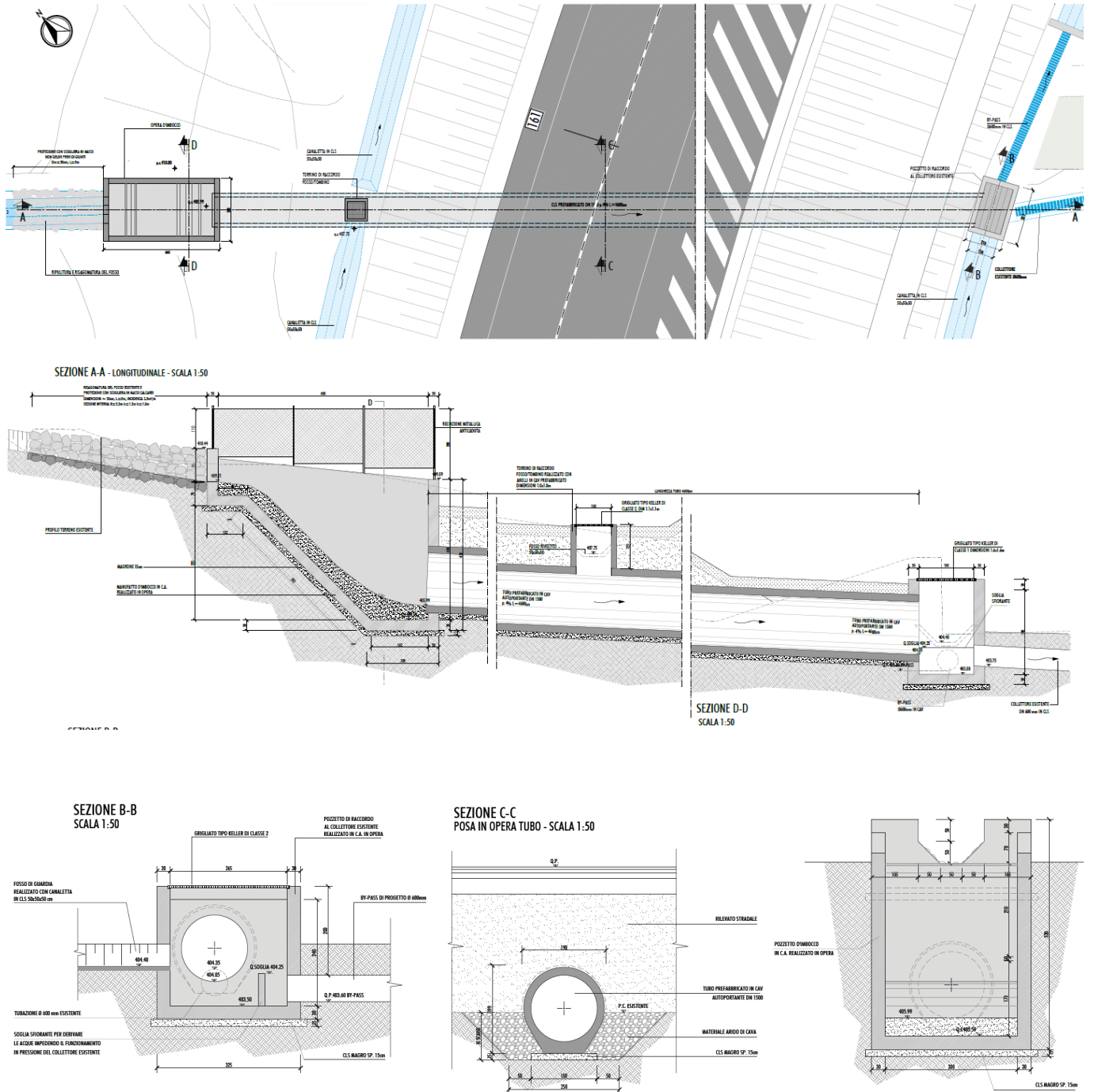


FIGURA 6-47– LIVELLI IDRICI CHE SI INSTAURANO NELLA SEZIONE DI IMBOCCO DEL TOMBINO IN PROGETTO



La risoluzione dell'interferenza con il Fosso 3, in gran parte tombato nello stato di fatto, prevede il raccordo tra il tombino di progetto e quello esistente, rappresentato da un DN600mm, che dalle modellazioni risulta funzionare in pressione per TR>25 anni. Per evitare questo, è stato previsto, in corrispondenza del pozzetto di connessione, un by-pass rappresentato da un collettore DN600mm che deriva la portata in eccesso scaricandola a gravita nel limitrofo fosso di guardia stradale di progetto, e poi nel naturale recapito costituito dal T. Assino.



**FIGURA 6-48: RISOLUZIONE DELL'INTERFERENZA CON IL FOSSO 3**

## 6.7. VERIFICHE IDRAULICHE IN FASE DI CANTIERE E DEFINIZIONE DELLE OPERE PROVVISORIALI

Il presente capitolo fornisce le evidenze delle verifiche idrologiche-idrauliche condotte sui corsi d'acqua principali (T. Assino, T. San Giorgio, Fosso Casal del Monte e Fosso Brillì) durante la fase di cantiere per la realizzazione dei viadotti di progetto, definendo, qualora necessario, le opere provvisorie indispensabili per realizzare i lavori.

L'articolazione della trattazione è così strutturata:

- 1- definizione del tempo di ritorno per condurre le verifiche idrauliche specifiche della fase di cantiere;
- 2- definizione delle portate relative al tempo di ritorno calcolato per la fase di cantiere;
- 3- implementazione del modello idraulico per ciascun corso d'acqua al fine di definire i profili di rigurgito e stabilire conseguentemente la necessità o meno di prevedere le opportune opere provvisorie.

Generalmente le opere provvisorie disposte in alveo dovrebbero consentire una parzializzazione di sezione utile tale da far defluire un determinato valore di portata, calcolabile in riferimento ad un assegnato tempo di ritorno secondo la procedura di seguito indicata.

In particolare, si sono applicate le metodologie di calcolo prescritte dalle Autorità di Bacino di rilievo nazionale; a titolo di esempio si cita la *Direttiva 2/99 dell'Autorità di Bacino del fiume Po (deliberazione 11 maggio 1999)* la quale stabilisce al paragrafo 4-8.3 – *Condizioni fisiche di riferimento – che per le "fasi significative" di costruzione dell'opera, tenendo conto delle opere provvisorie eventualmente inserite, qualora comportino interazioni più severe con le condizioni di deflusso in piena rispetto alla condizione di opera realizzata [...], il tempo di ritorno della piena da assumere per le valutazioni è quello la cui probabilità di essere raggiunta o superata una volta nel periodo temporale corrispondente alle fasi di costruzione, non è superiore alla probabilità che ha la portata di progetto di essere raggiunta o superata una volta nel periodo di vita dell'opera.*

Tale definizione richiama il concetto di "rischio idraulico", cioè la probabilità composta di non superamento che un determinato evento caratterizzato da un tempo di ritorno assegnato, T, si manifesti nel corso di un periodo temporale prefissato, N. Lo sviluppo della formulazione di tempo di ritorno, associato alla probabilità composta per la quale l'evento si manifesti all'interno dell'orizzonte temporale stabilito, porta alla seguente formulazione del rischio idraulico:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^N$$

nella quale:

R = rischio idraulico, inteso come probabilità di non superamento;

T = tempo di ritorno dell'evento di riferimento (anni);

N = orizzonte temporale di riferimento (anni).

L'assunto della Direttiva sopracitata può essere interpretato nel modo seguente: il rischio idraulico associato all'interferenza prodotta dalle opere provvisorie nel periodo d'installazione del cantiere (periodo di costruzione

dell'opera) deve essere uguale al rischio idraulico che l'evento di progetto si manifesti nel corso della vita dell'opera.

Stabilite quindi le seguenti variabili:

T = tempo di ritorno di progetto dell'opera (anni);

V = durata dell'opera (anni);

c = durata di costruzione (anni);

$T_{pr}$  = tempo di ritorno per la verifica delle opere provvisionali (anni);

l'assunto precedente si trasforma nella seguente eguaglianza:

$$1 - \left(1 - \frac{1}{T_{pr}}\right)^c = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^v$$

dalla quale si ricava  $T_{pr}$ :

$$T_{pr} = \frac{1}{1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^{\frac{v}{c}}}$$

Per i lavori connessi alla realizzazione dei viadotti in corrispondenza dei corsi d'acqua in oggetto è possibile assumere i seguenti valori di riferimento, facendo notare che all'aumentare della vita dell'opera ed al diminuire del tempo di costruzione si riduce il tempo di ritorno richiesto per la verifica delle opere provvisionali, coerentemente con la struttura delle formulazioni statistiche utilizzate.

Parametri di progetto		Fosso Casal del Monte	Torrente San Giorgio	Fosso Brillì	Torrente Assino
		Viadotto Casal del Monte	Viadotto Sant'Angelo	Viadotto fosso Brillì	Viadotto Assino 2
Tempo di ritorno di progetto dell'opera	T (anni)	200	200	200	200
Vita dell'opera	V (anni)	50	50	50	50
Durata di costruzione	c (anni)	0.5	0.5	2.5	0.5
<b>Tempo di ritorno per la verifica delle opere provvisionali</b>	<b><math>T_{pr}</math> (anni)</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>3</b>

**TABELLA 6-10 – PARAMETRI DI PROGETTO PER CALCOLARE LA PORTATA IN FASE DI CANTIERE**

Dal cronoprogramma lavori, emerge che la durata di costruzione relativa al Viadotto Casal del Monte, Sant'Angelo e Assino 2 è pari a circa 6 mesi ( $c=0.5$ ), periodo necessario per realizzare le fondazioni e le pile, in quanto sono proprio queste lavorazioni a comportare una potenziale interferenza con l'idrodinamismo del corso d'acqua. Il varo delle travi dell'impalcato infatti sarà condotto rimanendo esterni all'alveo attivo, senza interagire con il deflusso.

Situazione differente riguarda la cantierizzazione del viadotto fosso Brillì, che, in ragione dell'orografia della zona, caratterizzata da forte acclività dei versanti in cui sarà realizzata la suddetta opera, sarà necessario, durante l'esecuzione dei lavori, allestire una pista di cantiere che, dalla S.S.219 esistente, raggiungerà direttamente le aree di lavoro. Al fine di garantire la continuità della suddetta pista, sarà realizzato un parziale tombinamento provvisorio lungo il Fosso Brillì, con la finalità di ridurre ulteriormente i transiti dei mezzi operativi sulla viabilità ordinaria esistente e migliorare, quindi, l'impronta emissiva globale del cantiere. Tale opera provvisoria sarà utilizzata

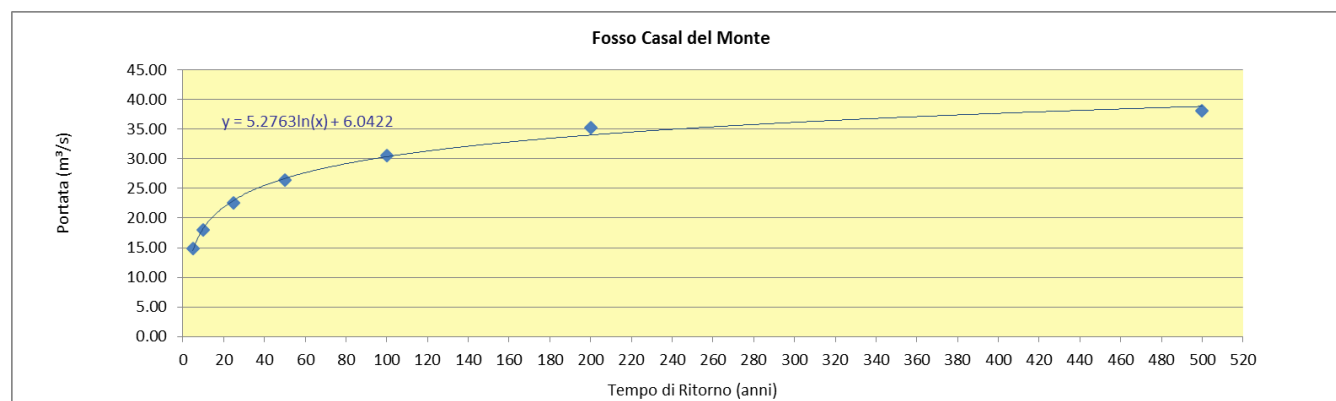
anche per le successive fasi di varo delle travi del viadotto di progetto e sarà mantenuta per un periodo pari a 2.5 anni, come da cronoprogramma lavori, che comprende anche la durata di realizzazione delle due gallerie (Pietralunga 1 e Pietralunga 2) in cui imbocchi, rispettivamente est ed ovest si trovano proprio in corrispondenza dell'attraversamento in oggetto, e costituiscono il fronte di scavo delle gallerie stesse.

La successiva trattazione analizza singolarmente ogni corso d'acqua, descrivendo le analisi idrologiche per il calcolo della portata di riferimento per la fase di cantiere e i risultati delle relative modellazioni idrauliche, definendo infine tutte le necessarie precauzioni da porre in opera durante i lavori in alveo o vicino ad esso oltre a delineare le caratteristiche delle opere provvisionali, qualora necessarie.

### 6.7.1. Fosso Casal del Monte

La determinazione della portata di riferimento per la fase di cantierizzazione ( $Q_{fc}$ ) del Viadotto Casal del Monte è stata ottenuta per interpolazione logaritmica dei valori di portata ottenuti con il metodo cinematico, riportati in Tabella 5-5 nel precedente Capitolo 5.2.

Sostituendo alla lettera "x", contenuta nell'equazione della curva logaritmica riportata nel grafico seguente, il valore del tempo di ritorno per la verifica delle opere provvisionali  $T_{pr}=3$  anni, si ottiene un valore di portata pari a 11.84  $m^3/s$ .



**FIGURA 6-49 – GRAFICO PORTATA - TEMPO DI RITORNO PER LA DEFINIZIONE DELLA PORTATA DI RIFERIMENTO PER LA FASE DI CANTIERE**

Il passaggio successivo è stato quello di implementare un modello idraulico con il software Hec-Ras in moto permanente, considerando la geometria dell'alveo ricostruita attraverso le sezioni idrauliche ricavate topograficamente, la portata  $Q_{fc}=11.84 m^3/s$  e fissando come condizioni al contorno di monte quella corrispondente alla condizione di moto uniforme e per quella di valle il livello idrometrico che si istaura nel Torrente Assino in corrispondenza della sezione di confluenza con il Casal del Monte, pari a 361.78 m slm. Tale valore è stato ottenuto implementando un modello idraulico del Torrente Assino sempre in moto permanente considerando un tempo di ritorno di 3 anni e condizioni al contorno di monte e di valle corrispondenti alla condizione di moto uniforme.

E' riportato di seguito il profilo di rigurgito del Torrente Assino, sia in forma grafica che tabellare, al fine di dimostrare il valore di 361.78 m slm, considerato come condizione al contorno di valle per il modello del F. Casal del Monte.

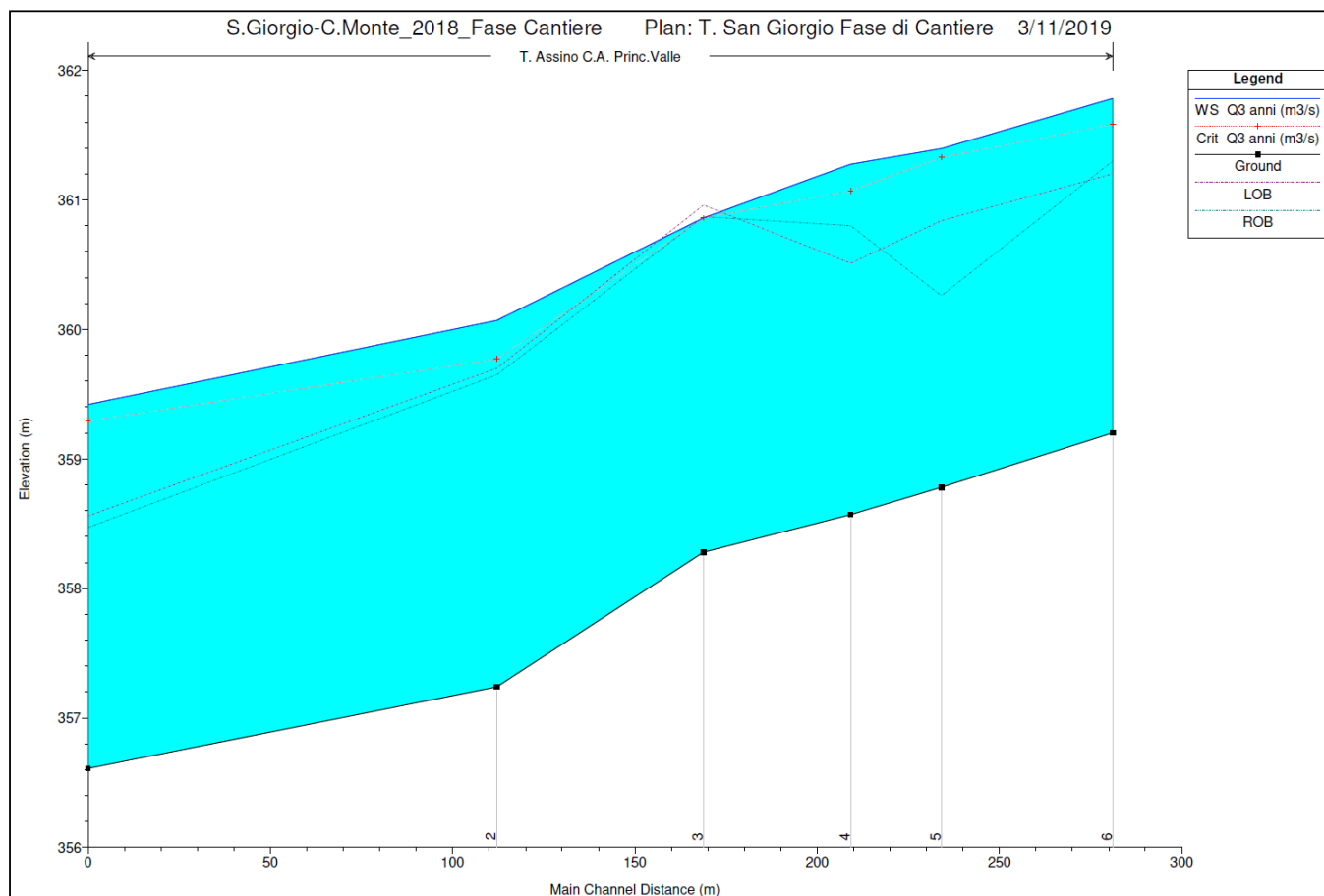


FIGURA 6-50 – PROFILO DI RIGURGITO DEL T. ASSINO (TRATTO DI VALLE) PER TPR=3 ANNI IN FORMA GRAFICA

HEC-RAS Plan: T. San Giorgio FC River: T. Assino Reach: C.A. Princ.Valle Profile: Q3 anni (m3/s)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Length Chnl (m)
C.A. Princ.Valle	6	Q3 anni (m3/s)	101.20	359.20	361.78	361.58	362.48	0.005961	3.70	27.58	15.15	0.85	46.99
C.A. Princ.Valle	5	Q3 anni (m3/s)	101.20	358.78	361.40	361.33	362.16	0.007279	3.89	26.23	15.67	0.94	24.89
C.A. Princ.Valle	4	Q3 anni (m3/s)	101.20	358.57	361.28	361.07	361.98	0.005929	3.73	27.51	14.88	0.84	40.33
C.A. Princ.Valle	3	Q3 anni (m3/s)	101.20	358.28	360.86	360.86	361.67	0.009558	4.00	25.33	15.83	1.01	56.67
C.A. Princ.Valle	2	Q3 anni (m3/s)	101.20	357.24	360.07	359.77	360.79	0.005669	3.77	27.56	15.34	0.80	112.15
C.A. Princ.Valle	1	Q3 anni (m3/s)	101.20	356.61	359.42	359.29	360.13	0.006004	3.80	28.41	17.21	0.86	

TABELLA 6-11 - PROFILO DI RIGURGITO DEL T. ASSINO (TRATTO DI VALLE) PER TPR=3 ANNI IN FORMA TABELLARE

E' riportato di seguito il profilo di rigurgito del Fosso Casal del Monte, sia in forma grafica che tabellare, da cui emerge che il livello idrico che si instaura per  $T_{pr}=3.0$  anni in corrispondenza del viadotto di progetto, ubicato tra le sezioni idrauliche 6 e 7, è ottenuto dalla media dei livelli ricavati, attraverso la modellazione, nelle sezioni citate, risultando pari a 363.28 m slm.

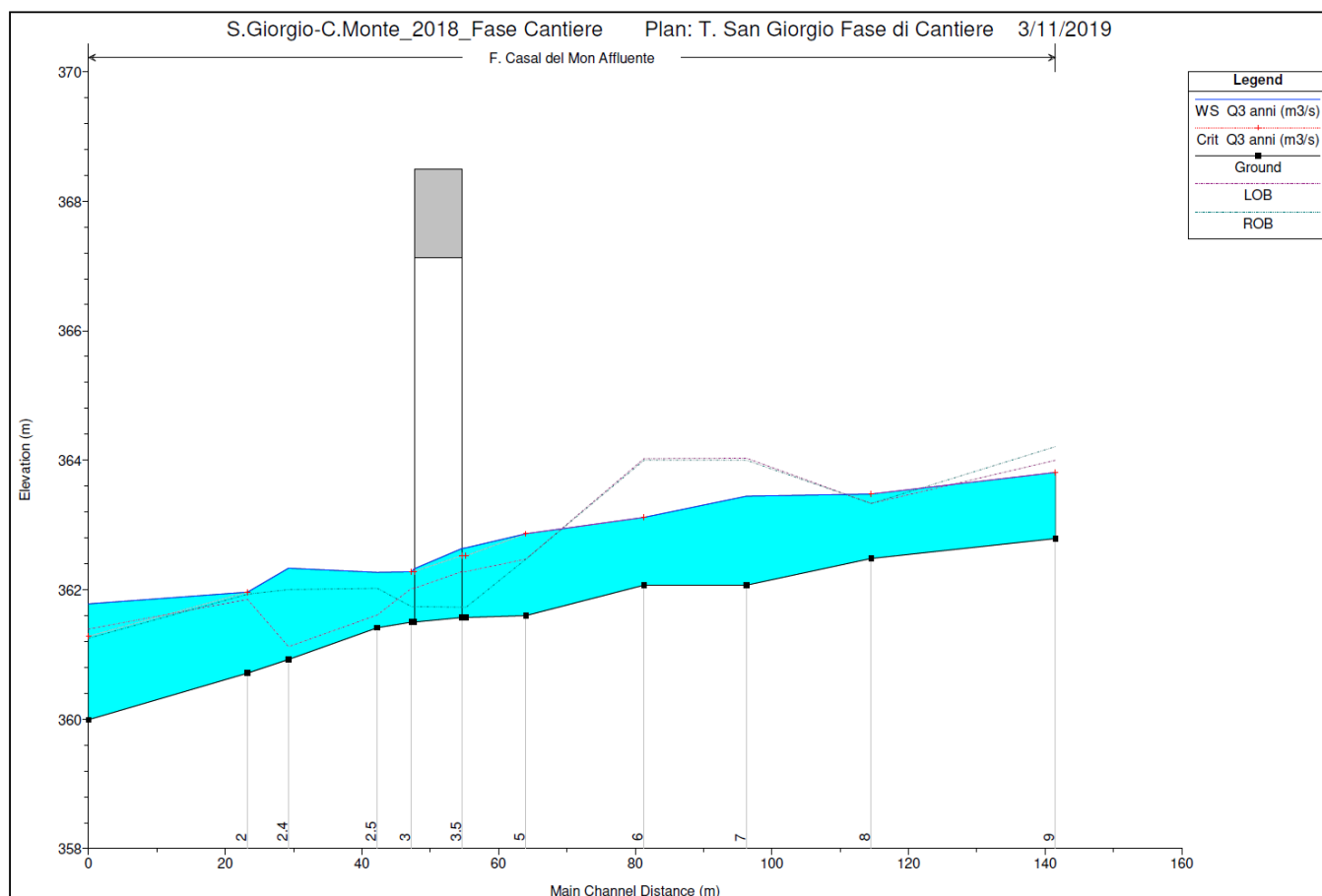


FIGURA 6-51 – PROFILO DI RIGURGITO DEL FOSSO CASAL DEL MONTE PER TPR=3 ANNI IN FORMA GRAFICA

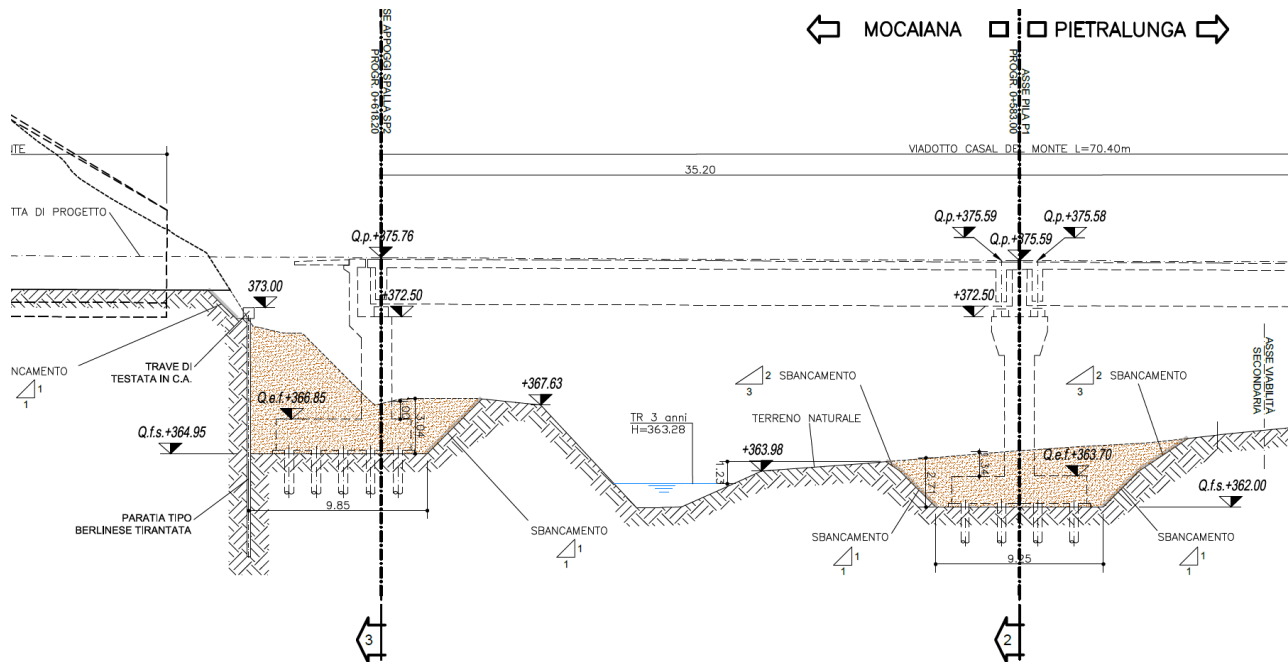
HEC-RAS Plan: T. San Giorgio FC River: F. Casal del Mon Reach: Affluente Profile: Q3 anni (m3/s)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Length Chnl (m)
Affluente	9	Q3 anni (m3/s)	11.84	362.79	363.81	363.81	364.22	0.012788	2.83	4.18	5.20	1.01	26.97
Affluente	8	Q3 anni (m3/s)	11.84	362.48	363.48	363.48	363.87	0.012043	2.79	4.26	5.60	1.00	18.24
Affluente	7	Q3 anni (m3/s)	11.84	362.07	363.44	363.12	363.63	0.004315	1.90	6.22	6.35	0.61	15.00
Affluente	6	Q3 anni (m3/s)	11.84	362.07	363.12	363.12	363.51	0.012111	2.76	4.29	5.52	1.00	17.29
Affluente	5	Q3 anni (m3/s)	11.84	361.60	362.86	362.86	363.19	0.008193	2.63	5.16	8.76	0.86	8.74
Affluente	4	Q3 anni (m3/s)	11.84	361.57	362.65	362.52	362.86	0.006188	2.04	5.80	7.99	0.76	0.60
Affluente	3,5	Bridge											
Affluente	3	Q3 anni (m3/s)	11.84	361.50	362.28	362.28	362.58	0.011460	2.46	4.82	7.96	1.01	5.00
Affluente	2,5	Q3 anni (m3/s)	11.84	361.41	362.27		362.45	0.005178	1.87	6.35	8.83	0.70	13.00
Affluente	2,4	Q3 anni (m3/s)	11.84	360.92	362.33		362.39	0.000814	1.04	11.41	9.44	0.30	6.00
Affluente	2	Q3 anni (m3/s)	11.84	360.71	361.96	361.96	362.34	0.012640	2.73	4.36	6.13	1.01	23.27
Affluente	1	Q3 anni (m3/s)	11.84	359.99	361.78	361.28	361.95	0.002782	1.84	7.16	8.21	0.50	

TABELLA 6-12 - PROFILO DI RIGURGITO DEL FOSSO CASAL DEL MONTE PER TPR=3 ANNI IN FORMA TABELLARE

Il valore di tirante idrico ottenuto è stato riportato nella sezione idraulica in asse strada, sulla quale è stato inserito il viadotto di progetto e l'ingombro delle scavi previsti per la realizzazione delle relative fondazioni, costituite da plinti

su pali. Analizzando l'immagine seguente, estratta dall'elaborato T00ID00IDRPE01A, emerge chiaramente che gli scavi di sbancamento per consentire la realizzazione delle fondazioni del viadotto non sono coinvolti dall'evento di piena di riferimento, in quanto permane un franco di 1.23 m tra il livello di piena, pari a 363.28 m slm, ed il ciglio dello scavo in sponda destra.



**FIGURA 6-52 – VIADOTTO CASAL DEL MONTE: SEZIONE IN ASSE STRADA CON SCAVI E LIVELLO IDRICO DI MASSIMA PIENA PER TR=3.0ANNI (COD. ELABORATO T00ID00IDRPE01A)**

Questo risultato consente di escludere la necessità di prevedere opere provvisorie in alveo, in quanto lo stesso non sarà interferito dalle lavorazioni. Nonostante ciò, durante tutta la fase dei lavori occorrerà monitorare accuratamente le previsioni meteo e l'evoluzione dei livelli idrici a monte dell'attraversamento, mediante l'attivazione di un costante collegamento radio con i tecnici dell' ADB Tevere, del Servizio Risorse Idriche e Rischio Idraulico e del Servizio Idrografico della Regione Umbria, al fine di stabilire in caso di innalzamento significativo dei livelli idrici, la necessità di allontanarsi dalle aree in scavo.

Inoltre, non si dovrà accumulare materiale potenzialmente inquinante in vicinanza (almeno 5.0 m) dal ciglio spondale, al fine di evitare sversamenti accidentali nel corso d'acqua.

Infine si raccomanda di disporre in cantiere di un sistema di pompaggio "trasportabile" che permetta di mantenere lo scavo all'asciutto a seguito di eventi meteorici e/o d'infiltrazioni delle acque di falda.

### 6.7.2. Torrente San Giorgio

La determinazione della portata di riferimento per la fase di cantierizzazione ( $Q_{ic}$ ) del Viadotto Sant'Angelo è stata ottenuta per interpolazione logaritmica dei valori di portata ottenuti con il metodo cinematico, riportati in Tabella 5-5 nel precedente Capitolo 5.2.

Sostituendo alla lettera "x", contenuta nell'equazione della curva logaritmica riportata nel grafico seguente, il valore del tempo di ritorno per la verifica delle opere provvisionali  $T_{pr}=3$  anni, si ottiene un valore di portata pari a 36.87  $m^3/s$ .

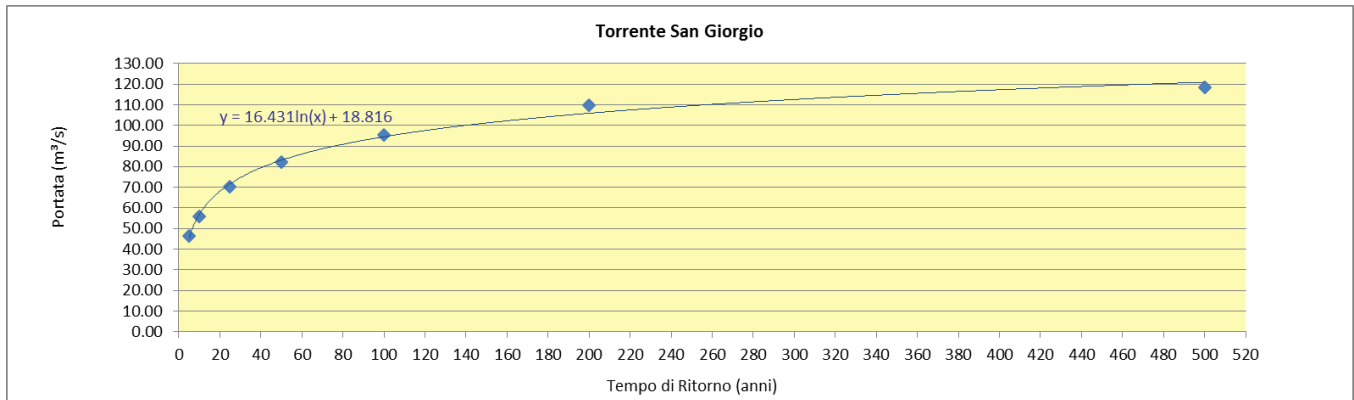


FIGURA 6-53 – GRAFICO PORTATA - TEMPO DI RITORNO PER LA DEFINIZIONE DELLA PORTATA DI RIFERIMENTO PER LA FASE DI CANTIERE

Il passaggio successivo è stato quello di implementare un modello idraulico con il software Hec-Ras in moto permanente, considerando la geometria dell'alveo ricostruita attraverso le sezioni idrauliche ricavate topograficamente, la portata  $Q_{ic}=36.87 m^3/s$  e fissando come condizioni al contorno di monte quella corrispondente alla condizione di moto uniforme e per quella di valle il livello idrometrico che si istaura nel Torrente Assino in corrispondenza della sezione di confluenza con il Torrente san Giorgio, pari a 368.32 m slm. Tale valore è stato ottenuto implementando un modello idraulico del Torrente Assino sempre in moto permanente considerando un tempo di ritorno di 3 anni e condizioni al contorno di monte e di valle corrispondenti alla condizione di moto uniforme.

E' riportato di seguito il profilo di rigurgito del Torrente Assino, sia in forma grafica che tabellare, al fine di dimostrare il valore di 368.32 m slm, considerato come condizione al contorno di valle per il modello del T. san Giorgio.



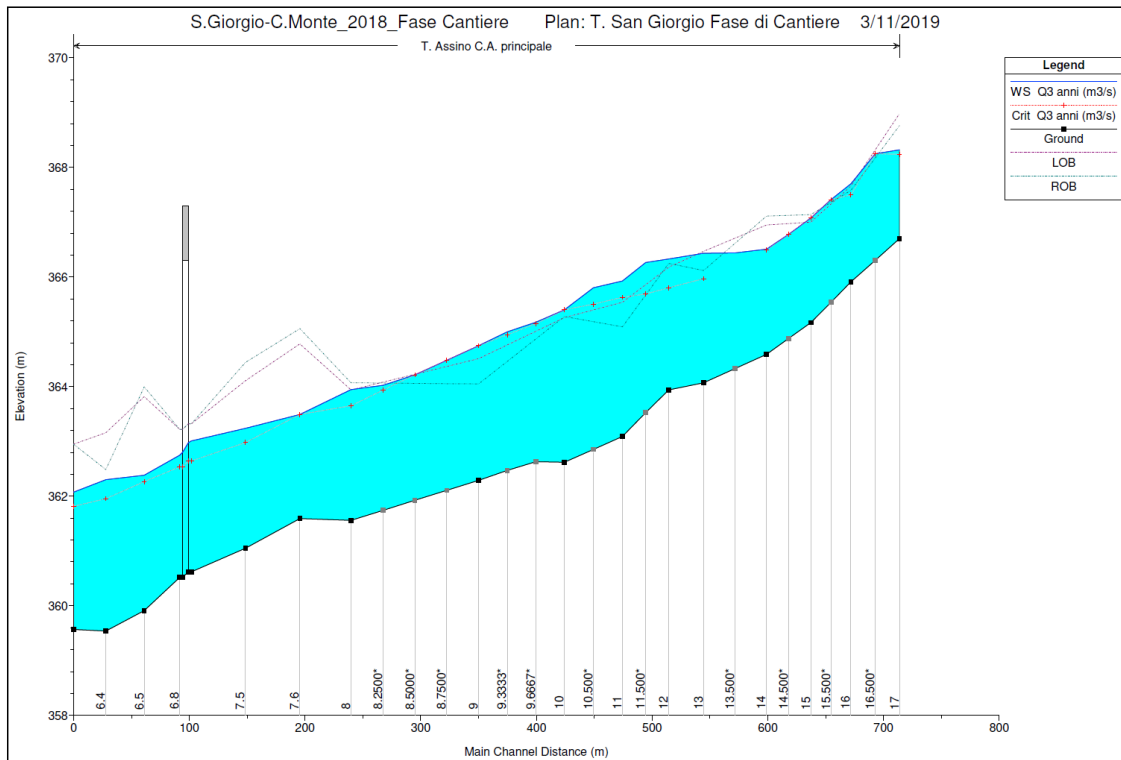
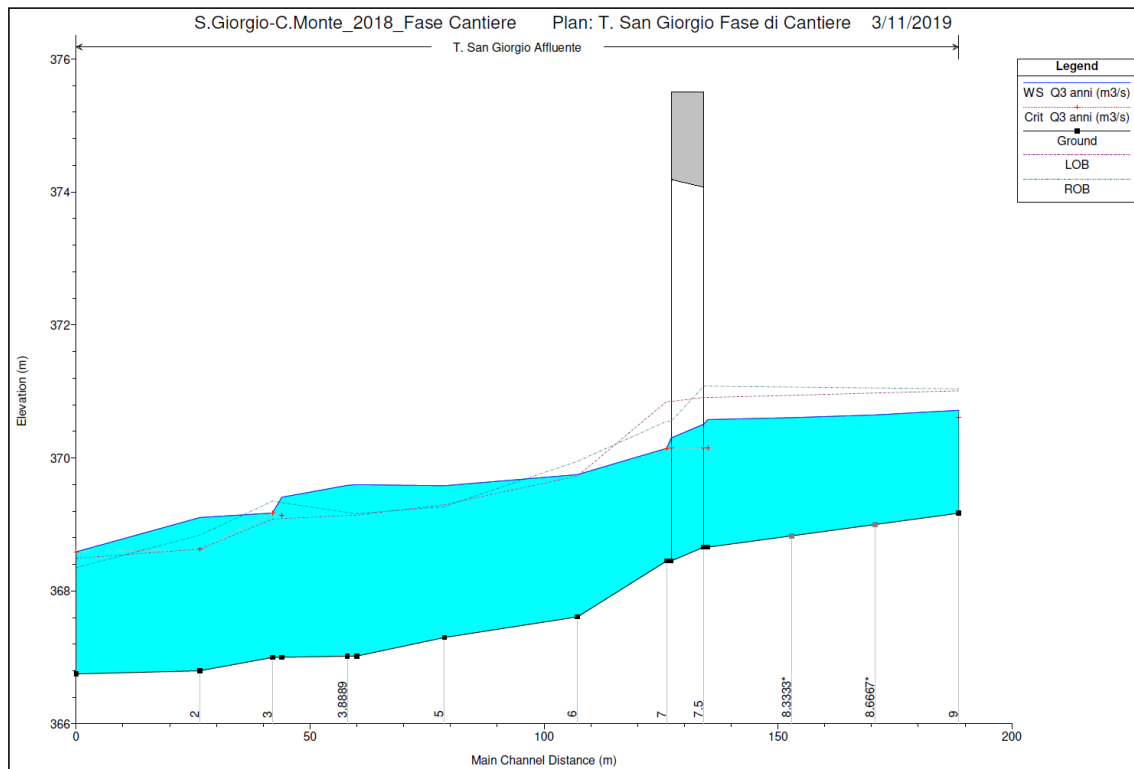


FIGURA 6-54 – PROFILO DI RIGURGITO DEL T. ASSINO (TRATTO CENTRALE) PER TPR=3 ANNI IN FORMA GRAFICA

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Length Chnl (m)
C.A. principale	17	Q3 anni (m3/s)	89.36	366.70	368.32	368.24	368.96	0.008073	3.54	25.23	16.99	0.93	20.92
C.A. principale	16.500*	Q3 anni (m3/s)	89.36	366.31	368.25	368.25	368.75	0.008182	3.23	30.33	30.37	0.94	20.92
C.A. principale	16	Q3 anni (m3/s)	89.36	365.91	367.70	367.50	368.10	0.006938	2.94	33.25	28.73	0.86	17.32
C.A. principale	15.500*	Q3 anni (m3/s)	89.36	365.54	367.41	367.41	367.95	0.008027	3.31	28.91	27.97	0.94	17.32
C.A. principale	15	Q3 anni (m3/s)	89.36	365.17	367.08	367.08	367.71	0.009009	3.52	25.42	20.00	0.99	19.16
C.A. principale	14.500*	Q3 anni (m3/s)	89.36	364.88	366.78	366.78	367.47	0.009060	3.67	24.33	17.87	1.01	19.16
C.A. principale	14	Q3 anni (m3/s)	89.36	364.59	366.51	366.49	367.21	0.008761	3.71	24.08	17.04	0.99	27.18
C.A. principale	13.500*	Q3 anni (m3/s)	89.36	364.33	366.44		366.96	0.006124	3.18	28.09	18.93	0.83	27.18
C.A. principale	13	Q3 anni (m3/s)	89.36	364.07	366.43	365.97	366.78	0.003663	2.60	34.79	24.21	0.65	30.18
C.A. principale	12	Q3 anni (m3/s)	89.36	363.94	366.33	365.81	366.66	0.003857	2.55	35.96	33.69	0.66	20.02
C.A. principale	11.500*	Q3 anni (m3/s)	89.36	363.52	366.26	365.69	366.59	0.002829	2.56	37.83	35.87	0.59	20.02
C.A. principale	11	Q3 anni (m3/s)	89.36	363.09	365.93	365.63	366.50	0.004897	3.37	28.31	23.77	0.75	25.02
C.A. principale	10.500*	Q3 anni (m3/s)	89.36	362.85	365.81	365.50	366.37	0.004862	3.38	28.21	18.08	0.74	25.02
C.A. principale	10	Q3 anni (m3/s)	89.36	362.62	365.40	365.40	366.20	0.008253	3.97	23.52	17.29	0.91	24.75
C.A. principale	9.6667*	Q3 anni (m3/s)	89.36	362.63	365.18	365.15	365.99	0.008190	4.01	22.79	14.74	0.94	24.75
C.A. principale	9.3333*	Q3 anni (m3/s)	89.36	362.47	365.00	364.94	365.79	0.007632	3.93	23.04	13.92	0.93	24.75
C.A. principale	9	Q3 anni (m3/s)	89.36	362.29	364.75	364.75	365.58	0.008624	4.05	22.18	13.49	0.99	27.55
C.A. principale	8.7500*	Q3 anni (m3/s)	89.36	362.11	364.48	364.48	365.30	0.008707	4.02	22.32	13.76	0.99	27.55
C.A. principale	8.5000*	Q3 anni (m3/s)	89.36	361.93	364.22	364.22	365.03	0.008931	3.99	22.42	13.93	1.00	27.55
C.A. principale	8.2500*	Q3 anni (m3/s)	89.36	361.74	364.02	363.94	364.76	0.007869	3.79	23.58	14.00	0.93	27.55
C.A. principale	8	Q3 anni (m3/s)	89.36	361.56	363.95	363.65	364.53	0.005633	3.37	26.49	14.30	0.79	44.24
C.A. principale	7.6	Q3 anni (m3/s)	89.36	361.59	363.49	363.49	364.20	0.009037	3.73	23.94	16.70	1.00	47.03
C.A. principale	7.5	Q3 anni (m3/s)	89.36	361.05	363.24	362.98	363.78	0.005540	3.26	27.42	15.96	0.79	46.94
C.A. principale	7	Q3 anni (m3/s)	89.36	360.62	363.01	362.64	363.53	0.005118	3.18	28.06	15.36	0.75	2.50
C.A. principale	6.9	Bridge											
C.A. principale	6.8	Q3 anni (m3/s)	89.36	360.52	362.75	362.54	363.37	0.006593	3.48	25.65	14.88	0.85	30.70
C.A. principale	6.5	Q3 anni (m3/s)	89.36	359.91	362.38	362.27	363.14	0.007475	3.85	23.23	12.77	0.91	33.09
C.A. principale	6.4	Q3 anni (m3/s)	89.36	359.54	362.30	361.95	362.88	0.005315	3.36	26.61	13.92	0.78	27.83
C.A. principale	6.3	Q3 anni (m3/s)	89.36	359.57	362.08	361.81	362.71	0.006005	3.54	25.27	13.41	0.82	

TABELLA 6-13 - PROFILO DI RIGURGITO DEL T. ASSINO (TRATTO CENTRALE) PER TPR=3 ANNI IN FORMA TABELLARE

E' riportato di seguito il profilo di rigurgito del Torrente San Giorgio, sia in forma grafica che tabellare, da cui emerge che il livello idrico che si instaura per  $T_{pr}=3.0$  anni in corrispondenza del viadotto di progetto, ubicato tra le sezioni idrauliche 3 e 4, risulta pari a 369.50 m slm.



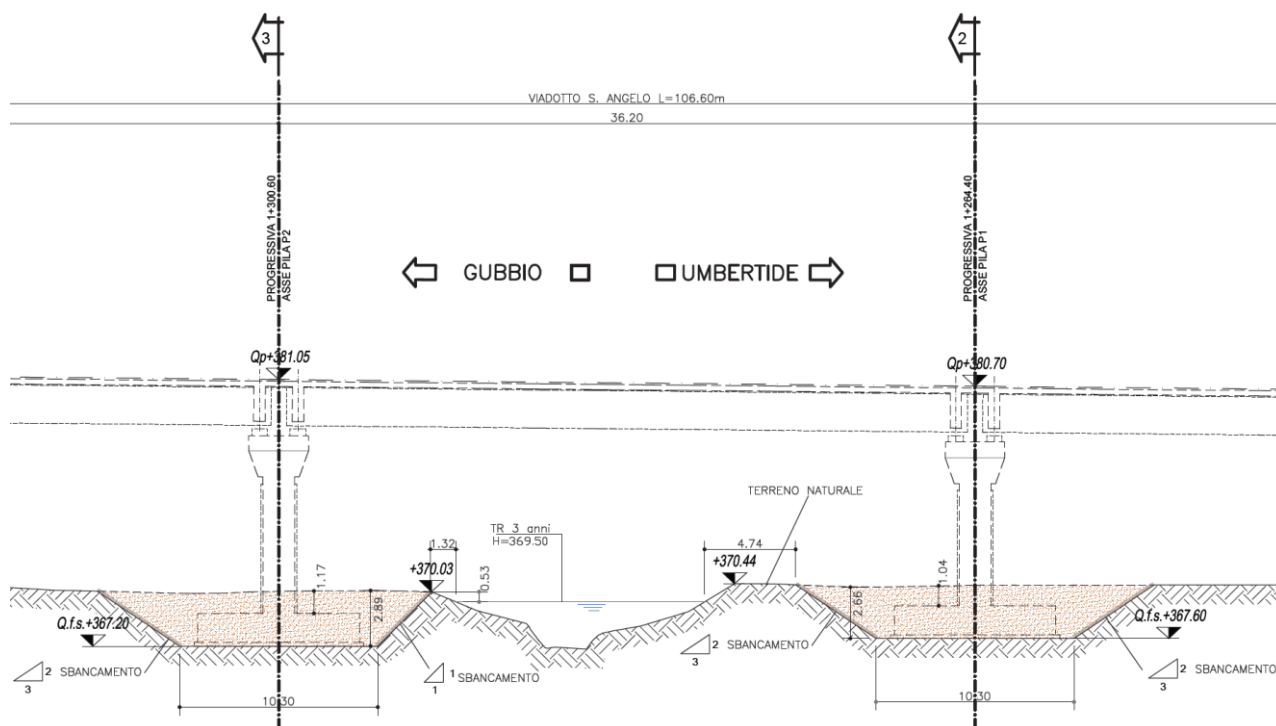
**FIGURA 6-55 – PROFILO DI RIGURGITO DEL TORRENTE SAN GIORGIO PER TPR=3 ANNI IN FORMA GRAFICA**

HEC-RAS Plan: T. San Giorgio FC River: T. San Giorgio Reach: Affluente Profile: Q3 anni (m3/s)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Length Chnl (m)
Affluente	9	Q3 anni (m3/s)	36.87	369.17	370.72	370.61	371.20	0.008008	3.08	11.97	9.78	0.89	17.86
Affluente	8.6667*	Q3 anni (m3/s)	36.87	369.00	370.65		371.05	0.006300	2.80	13.18	10.63	0.80	17.86
Affluente	8.3333*	Q3 anni (m3/s)	36.87	368.83	370.61		370.92	0.004803	2.50	14.74	11.57	0.71	17.86
Affluente	8	Q3 anni (m3/s)	36.87	368.66	370.58	370.15	370.83	0.003618	2.22	16.60	12.51	0.62	0.90
Affluente	7.5	Bridge											
Affluente	7	Q3 anni (m3/s)	36.87	368.45	370.14	370.14	370.74	0.010441	3.43	10.76	9.12	1.01	19.06
Affluente	6	Q3 anni (m3/s)	36.87	367.61	369.75		370.16	0.006952	2.82	13.07	11.06	0.83	28.46
Affluente	5	Q3 anni (m3/s)	36.87	367.30	369.58		369.97	0.005080	2.75	13.51	9.55	0.71	18.72
Affluente	4	Q3 anni (m3/s)	36.87	367.02	369.60		369.86	0.002856	2.28	16.69	11.57	0.55	2.00
Affluente	3.8889	Q3 anni (m3/s)	36.87	367.02	369.59		369.86	0.002921	2.30	16.52	11.60	0.56	14.00
Affluente	3.1111	Q3 anni (m3/s)	36.87	367.00	369.41	369.14	369.79	0.005824	2.73	13.64	10.86	0.74	2.00
Affluente	3	Q3 anni (m3/s)	36.87	367.00	369.17	369.17	369.75	0.011562	3.37	10.94	9.82	1.01	15.52
Affluente	2	Q3 anni (m3/s)	36.87	366.80	369.11	368.63	369.38	0.003521	2.33	16.20	12.16	0.60	26.46
Affluente	1	Q3 anni (m3/s)	36.87	366.75	368.59	368.59	369.20	0.010731	3.45	10.74	9.59	0.99	

**TABELLA 6-14 - PROFILO DI RIGURGITO DEL TORRENTE SAN GIORGIO PER TPR=3 ANNI IN FORMA TABELLARE**

Il valore di tirante idrico ottenuto è stato riportato nella sezione idraulica in asse strada, sulla quale è stato inserito il viadotto di progetto e l'ingombro delle scavi previsti per la realizzazione delle relative fondazioni, costituite da plinti su pali. Analizzando l'immagine seguente, estratta dall'elaborato T00ID00IDRPE02A, emerge chiaramente che gli scavi di sbancamento per consentire la realizzazione delle fondazioni del viadotto non sono coinvolti dall'evento di piena di riferimento, in quanto permane un franco di 0.53 m tra il livello di piena, pari a 369.50 m slm, ed il ciglio dello scavo in sponda sinistra.



**FIGURA 6-56 – VIADOTTO SANT'ANGELO: SEZIONE IN ASSE STRADA CON SCAVI E LIVELLO IDRICO DI MASSIMA PIENA PER TR=3.0ANNI (COD. ELABORATO T00ID00IDRPE02A)**

Questo risultato consente di escludere la necessità di prevedere opere provvisorie in alveo, in quanto lo stesso non sarà interferito dalle lavorazioni. Nonostante ciò, durante tutta la fase dei lavori occorrerà monitorare accuratamente le previsioni meteo e l'evoluzione dei livelli idrici a monte dell'attraversamento, mediante l'attivazione di un costante collegamento radio con i tecnici dell' ADB Tevere, del Servizio Risorse Idriche e Rischio Idraulico e del Servizio Idrografico della Regione Umbria, al fine di stabilire in caso di innalzamento significativo dei livelli idrici, la necessità di allontanarsi dalle aree in scavo.

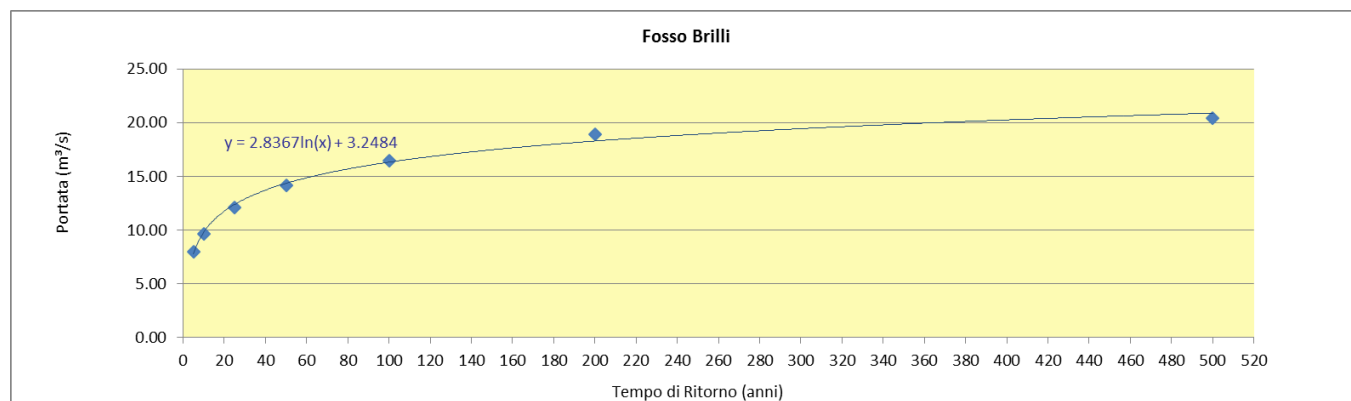
Inoltre, non si dovrà accumulare materiale potenzialmente inquinante in vicinanza (almeno 5.0 m) dal ciglio spondale, al fine di evitare sversamenti accidentali nel corso d'acqua. Infine si raccomanda di disporre in cantiere di un sistema di pompaggio "trasportabile" che permetta di mantenere lo scavo all'asciutto a seguito di eventi meteorici e/o d'infiltrazioni delle acque di falda.

### 6.7.3. Fosso Brillì

La realizzazione del Viadotto fosso Brillì necessita della creazione di una pista di cantiere che in alcuni tratti interferisce con l'alveo del corso d'acqua, in quanto l'orografia del territorio impedisce di accedere da altre direzioni all'area d'intervento. In ragione di questo è stato dimensionato un tombinamento provvisorio del fosso Brillì nel tratto interferito dalla pista di cantiere, che dovrà rimanere in esercizio per la durata dei lavori di realizzazione non solo del viadotto, ma anche delle gallerie Pietralunga 1 e Pietralunga 2, in quanto il fronte di scavo per entrambe avviene proprio in corrispondenza del fosso in oggetto.

Considerando una durata del cantiere di 2.5 anni, relativamente alle lavorazioni pocanzi indicate, si ottiene, come descritto precedentemente, un tempo di ritorno per le verifiche idrauliche di 10 anni. La determinazione della

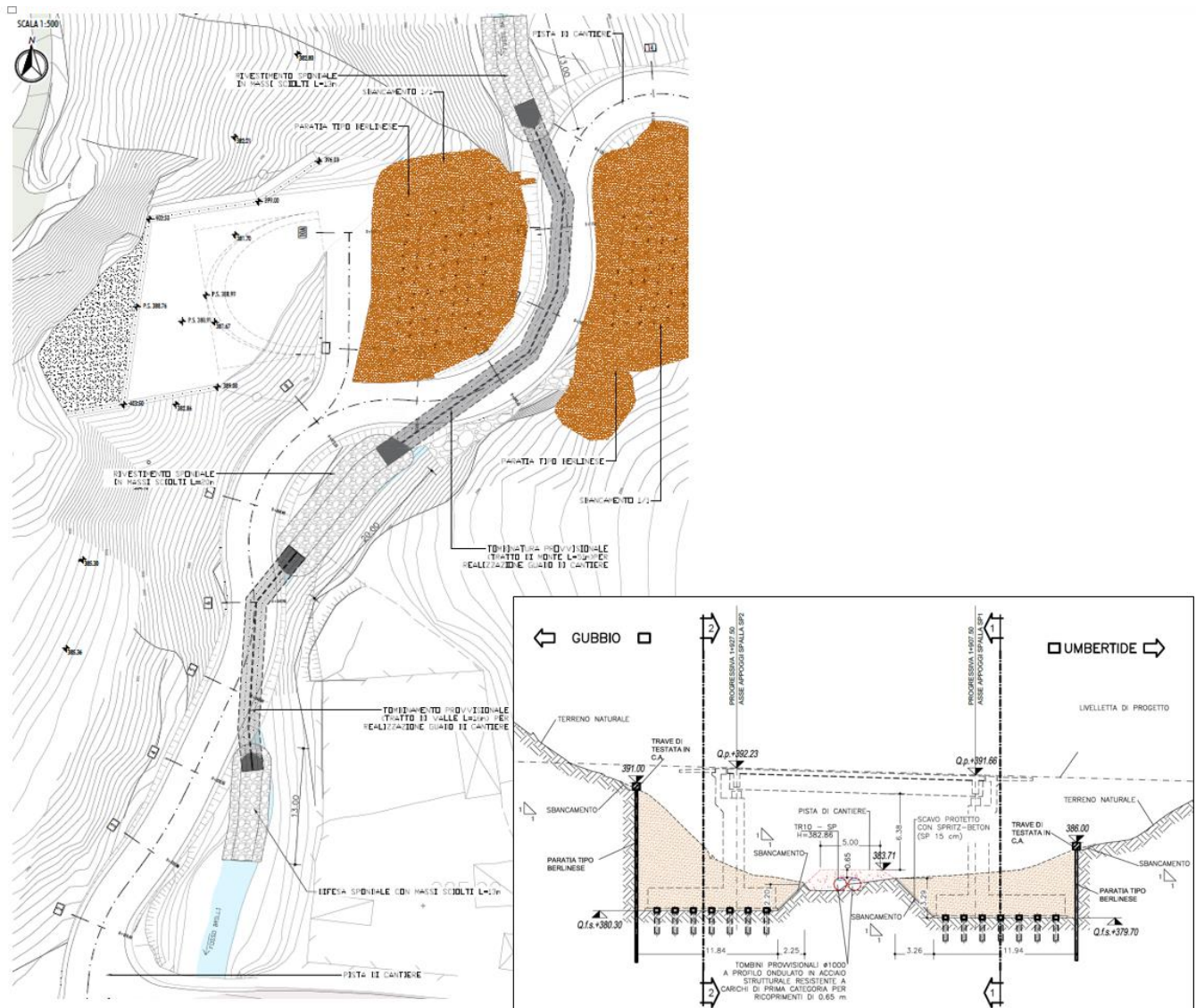
portata di riferimento per la fase di cantierizzazione ( $Q_{fc}$ ) del Viadotto fosso Brillì è stata ottenuta per interpolazione logaritmica dei valori di portata ottenuti con il metodo cinematico, riportati in Tabella 5-5 nel precedente Capitolo 5.2. Sostituendo alla lettera "x", contenuta nell'equazione della curva logaritmica riportata nel grafico seguente, il valore del tempo di ritorno per la verifica delle opere provvisionali  $T_{pr}=10$  anni, si ottiene un valore di portata pari a  $9.68 \text{ m}^3/\text{s}$ .



**FIGURA 6-57 – GRAFICO PORTATA - TEMPO DI RITORNO PER LA DEFINIZIONE DELLA PORTATA DI RIFERIMENTO PER LA FASE DI CANTIERE**

Il livello idrico di massima piena per  $T_{PR}=10$  anni è stato ottenuto applicando una modellazione idraulica in moto permanente per l'intera asta fluviale analizzata, sia nella configurazione di stato di fatto che in quella provvisoria in presenza del tombinamento e fissando come condizioni al contorno di monte e di valle quella corrispondente alla condizione di moto uniforme. Il tombinamento è stato previsto mediante due collettori in acciaio a profilo ondulato  $\varnothing 1000 \text{ mm}$  in grado di allontanare la piena di riferimento per la fase di cantiere, senza generare significative perturbazioni al profilo di rigurgito, rispetto alla configurazione attuale.

I tratti tombati lungo l'asta del fosso Brillì risultano due, come evidenziato nella planimetria seguente: quello a monte, in corrispondenza del viadotto di progetto, ha uno sviluppo di circa  $51 \text{ m}$ , mentre quello di valle, pari a  $16 \text{ m}$ , è posto ad una distanza dal primo di circa  $14.00 \text{ m}$ . La pista di cantiere avrà un piano di calpestio a circa  $0.65 \text{ m}$  rispetto all'estradosso del tombinamento, consentendo in caso di piena eccezionale di essere sormontata come avviene comunemente per i guadi.



**FIGURA 6-58 – VIADOTTO FOSSE BRILLI: PLANIMETRIA DEL TOMBINAMENTO E SEZIONE IN ASSE STRADA CON SCAVI E LIVELLO IDRICO DI MASSIMA PIENA PER TR=10 ANNI IN PRESENZA DEL GUADO PROVVISORALE (COD. ELABORATO T00ID00IDRPE03A)**

Il grafico seguente, estratto dal modello idraulico, riporta il tratto di fosso modellato, con le opere esistenti (ponte sulla SS 219) e di progetto (tombinamenti), e i livelli idrici a confronto tra stato di fatto (colore verde) e nella fase di cantiere (linea blu).

I risultati del confronto tra profilo di stato di fatto e profilo della fase di cantiere con opere provvisorie, è stato riportato anche in forma tabellare, dando evidenza della differenza di tirante idrico tra le due configurazioni ( $\Delta H$ ), da cui emerge un modesto incremento generato dal tombinamento, che comunque si esaurisce a breve distanza rispetto all'imbocco e allo sbocco del tombinamento stesso.

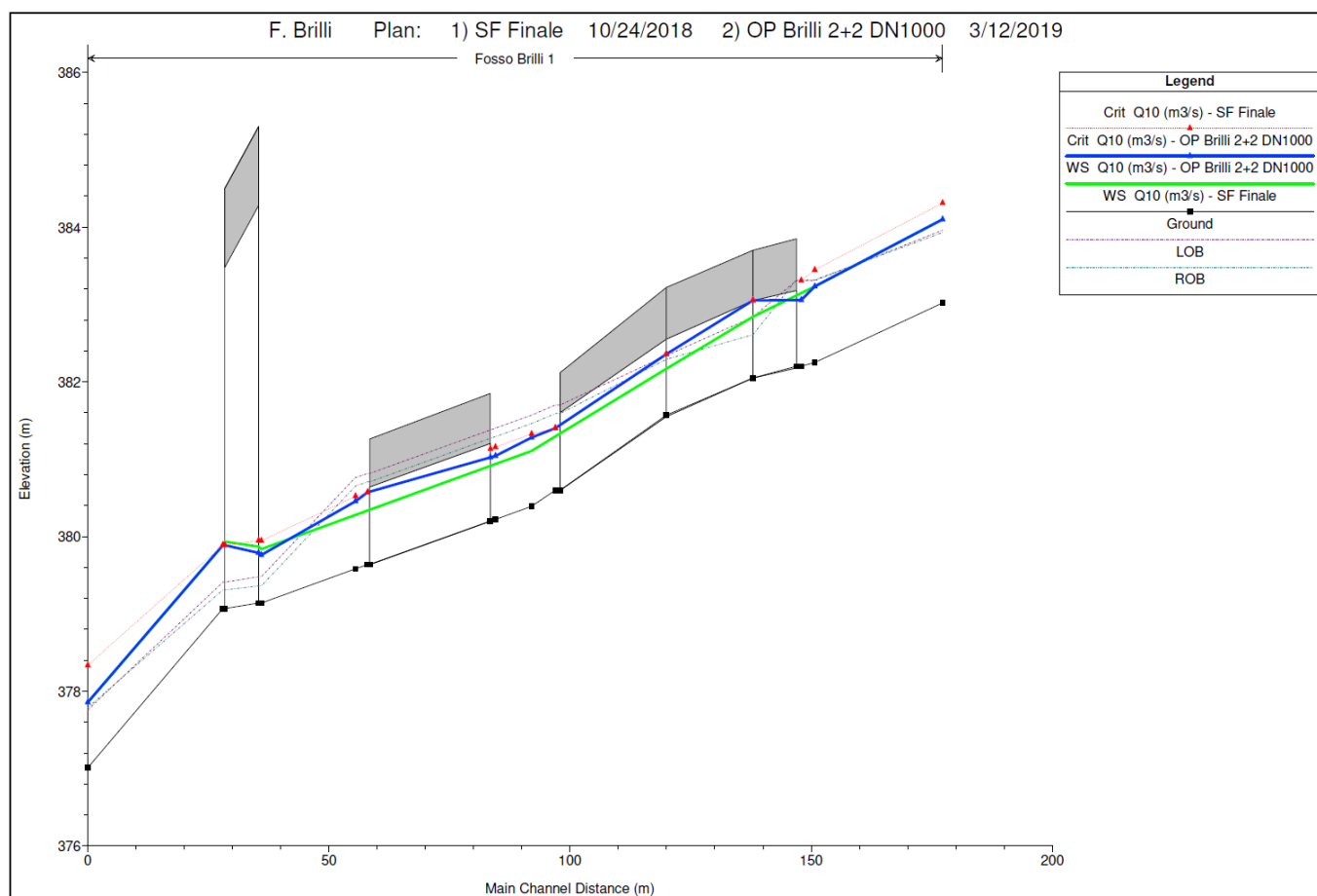


FIGURA 6-59 – PROFILO DI RIGURGITO DEL F. BRILLÌ NELLO STATO DI FATTO E NELLA FASE PROVVISORIALE DI CANTIERE PER TPR=10 ANNI

RISULTATI FOSSO BRILLÌ						
CONFRONTO TRA STATO DI FATTO E CONFIGURAZIONE DI CANTIERE CON GUADI PROVVISORIALI						
Corso d'acqua	Sezione modello	Guadi provvisionali	Q max	h_max SF	h_max OP	$\Delta h_{10 \text{ anni OP-SF}}$
			(TR=10 anni)	(TR= 10 anni)	(TR= 10 anni)	
			(m <sup>3</sup> /s)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
Fosso Brillì	8		9.68	384.10	384.10	0.00
Fosso Brillì	7		9.68	383.23	383.23	0.00
Fosso Brillì	6	Guado di monte	9.68	382.84	383.05	0.21
Fosso Brillì	5		9.68	382.17	382.36	0.19
Fosso Brillì	4	Guado di valle	9.68	381.11	381.28	0.17
Fosso Brillì	3.8		9.68	380.93	381.04	0.11
Fosso Brillì	3.3		9.68	380.29	380.46	0.17
Fosso Brillì	3		9.68	379.84	379.76	-0.08
Fosso Brillì	2.5	Ponte esistente su S.S. 219				
Fosso Brillì	2		9.68	379.89	379.89	0.00
Fosso Brillì	1		9.68	377.86	377.86	0.00

TABELLA 6-15 - PROFILO DI RIGURGITO DEL F. BRILLÌ NELLO STATO DI FATTO E NELLA FASE PROVVISORIALE DI CANTIERE PER TPR=10 ANNI IN FORMA TABELLARE (COD. ELABORATO T00ID00DRPE03A)

Il tombinamento del fosso, come mostrato nel profilo precedentemente, presenta un grado di riempimento adeguato per la portata decennale, inoltre consente di realizzare in sicurezza gli scavi e le lavorazioni per la realizzazione delle fondazioni, costituite da plinti su pali (Figura 6-58).

Ulteriore presidio messo in campo è il rivestimento di fondo e sponde del fosso, mediante massi sciolti non gelivi con pezzatura minima da 0.50 m (circa 500 kg/cad), protratto lungo l'asta fluviale per almeno 10.0 m all'imbocco e allo sbocco del tombinamento e per complessivi 14.00m nel tratto di fosso tra i due tombinamenti provvisori. Tale rivestimento è da prevedere, con le medesime caratteristiche, anche allo sbocco.

Durante l'intero periodo dei lavori il tombinamento dovrà essere costantemente monitorato, attraverso un controllo visivo settimanale dell'imbocco e dello sbocco, intervenendo, in caso di parziale occlusione, mediante la pulizia ed il ripristino dell'originaria officiosità idraulica. Inoltre, nel caso si riscontrasse una difficoltà nel deflusso delle acque, in termini di rigurgito della portata verso monte, risulterà necessario procedere con uno spurgo dell'intero tratto tombato.

Qualora si presentassero dei cedimenti della pista di cantiere, potenzialmente legati ad un disassamento/deformazione del tombino, occorrerà intervenire anche con la sostituzione del tratto eventualmente danneggiato.

Durante tutta la fase dei lavori occorrerà monitorare accuratamente le previsioni meteo e l'evoluzione dei livelli idrici a monte dell'attraversamento, mediante l'attivazione di un costante collegamento radio con i tecnici dell' ADB Tevere, del Servizio Risorse Idriche e Rischio Idraulico e del Servizio Idrografico della Regione Umbria, al fine di stabilire in caso di innalzamento significativo dei livelli idrici, la necessità di allontanarsi dalle aree in scavo.

Ulteriori raccomandazioni da perseguire sono:

- mantenere a disposizione, nell'area di cantiere, un escavatore capace d'intervenire tempestivamente in caso di accidentale parzializzazione/occlusione dell'imbocco/sbocco del tombinamento e/o dell'alveo a cielo aperto e di ripristinare la pista e le aree limitrofe in caso di sormonto del guado a seguito di un evento di piena eccezionale,
- non accumulare materiale potenzialmente inquinante in vicinanza (almeno 5.0 m) dal ciglio spondale, al fine di evitare sversamenti accidentali nel corso d'acqua;
- disporre in cantiere di un sistema di pompaggio "trasportabile" che permetta di mantenere lo scavo all'asciutto a seguito di eventi meteorici e/o d'infiltrazioni delle acque di falda.

In conclusione si può affermare che l'opera idraulica provvisoria, realizzata con tubi in lamiera ondulata, facilmente asportabili al termine dei lavori, avrà, durante lo svolgimento degli stessi, anche funzione di presidio per prevenire potenziali intorbidamenti dell'acqua nella zona del Fosso Brilli interessata dalle attività di cantiere. Naturalmente, le aree occupate temporaneamente, al completamento delle opere, saranno ripristinate nella configurazione originaria ante-operam, attraverso una specifica rinaturalizzazione.

#### **6.7.4. Torrente Assino**

La determinazione della portata di riferimento per la fase di cantierizzazione ( $Q_{fc}$ ) del Viadotto Assino 2 è stata ottenuta per interpolazione logaritmica dei valori di portata ottenuti con il metodo cinematico, riportati in Tabella 5-5 nel precedente Capitolo 5.2. Sostituendo alla lettera "x", contenuta nell'equazione della curva logaritmica riportata

nel grafico seguente, il valore del tempo di ritorno per la verifica delle opere provvisionali  $T_{pr}=3$  anni, si ottiene un valore di portata pari a  $23.60 \text{ m}^3/\text{s}$ .

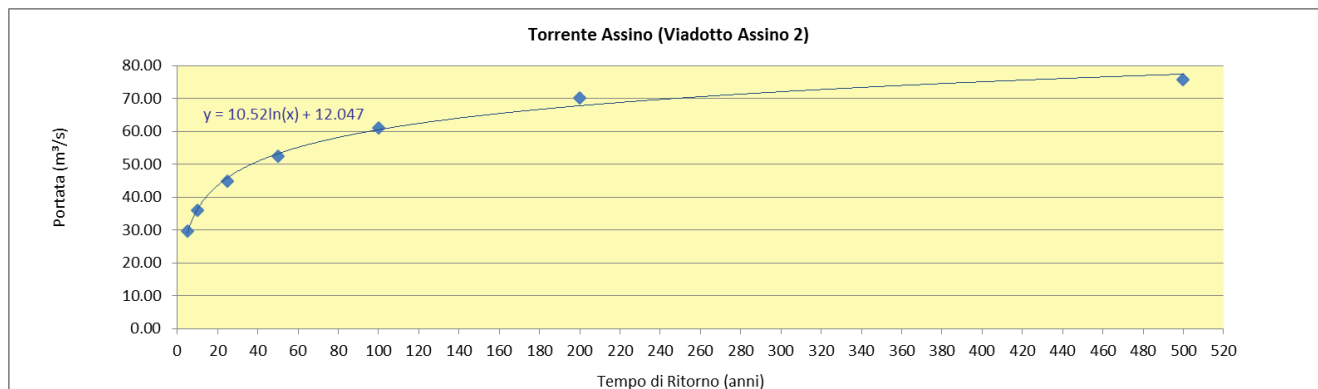


FIGURA 6-60 – GRAFICO PORTATA - TEMPO DI RITORNO PER LA DEFINIZIONE DELLA PORTATA DI RIFERIMENTO PER LA FASE DI CANTIERE

Il passaggio successivo è stato quello di implementare un modello idraulico con il software Hec-Ras in moto permanente, considerando la geometria dell'alveo ricostruita attraverso le sezioni idrauliche ricavate topograficamente, la portata  $Q_{rc}=23.60 \text{ m}^3/\text{s}$  e fissando come condizioni al contorno di monte e di valle quella corrispondente alla condizione di moto uniforme. E' riportato di seguito il profilo di rigurgito del Torrente Assino, sia in forma grafica che tabellare, da cui emerge che il livello idrico che si istaura per  $T_{pr}=3.0$  anni in corrispondenza del viadotto di progetto, ubicato immediatamente a valle della sezione 7, risulta pari a  $401.82 \text{ m slm}$ .

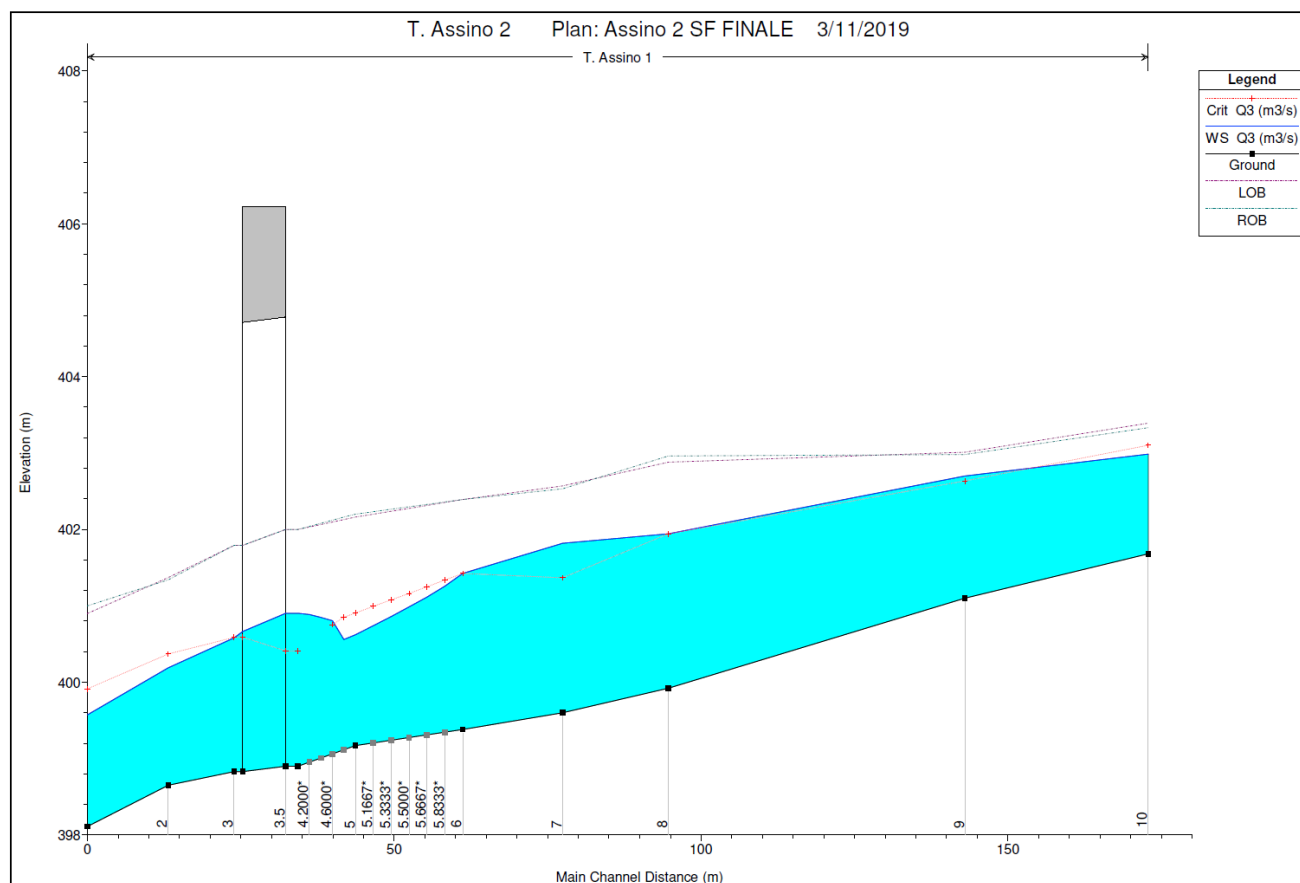


FIGURA 6-61 – PROFILO DI RIGURGITO DEL T. ASSINO IN CORRISPONDENZA DEL VIADOTTO ASSINO 2 PER  $T_{PR}=3$  ANNI IN FORMA GRAFICA



HEC-RAS Plan: Assino 2 SF FINALE River: T. Assino Reach: 1 Profile: Q3 (m3/s)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Length Chnl (m)
1	10	Q3 (m3/s)	23.60	401.68	402.99	403.10	403.54	0.019303	3.29	7.18	10.18	1.25	29.90
1	9	Q3 (m3/s)	23.60	401.10	402.70	402.63	403.05	0.009175	2.64	8.95	10.40	0.91	48.30
1	8	Q3 (m3/s)	23.60	399.92	401.94	401.94	402.52	0.012508	3.36	7.03	6.19	1.01	17.25
1	7	Q3 (m3/s)	23.60	399.60	401.82	401.37	402.12	0.004834	2.42	9.76	6.64	0.64	16.29
1	6	Q3 (m3/s)	23.60	399.38	401.42	401.42	402.00	0.012274	3.35	7.05	6.21	1.00	2.91
1	5.8333*	Q3 (m3/s)	23.60	399.35	401.25	401.34	401.91	0.014731	3.59	6.57	6.07	1.10	2.91
1	5.6667*	Q3 (m3/s)	23.60	399.31	401.11	401.25	401.84	0.016578	3.77	6.27	6.02	1.18	2.91
1	5.5000*	Q3 (m3/s)	23.60	399.27	400.98	401.16	401.76	0.018172	3.90	6.05	6.02	1.24	2.91
1	5.3333*	Q3 (m3/s)	23.60	399.24	400.86	401.08	401.68	0.019715	4.01	5.88	6.04	1.30	2.91
1	5.1667*	Q3 (m3/s)	23.60	399.21	400.74	400.99	401.60	0.021515	4.11	5.74	6.16	1.36	2.91
1	5	Q3 (m3/s)	23.60	399.17	400.62	400.91	401.52	0.023859	4.20	5.62	6.40	1.43	1.87
1	4.8000*	Q3 (m3/s)	23.60	399.12	400.56	400.85	401.47	0.019689	4.23	5.57	6.79	1.49	1.87
1	4.6000*	Q3 (m3/s)	23.60	399.06	400.81	400.75	401.25	0.006064	2.94	8.02	8.14	0.95	1.87
1	4.4000*	Q3 (m3/s)	23.60	399.01	400.85		401.19	0.003136	2.57	9.19	9.08	0.82	1.87
1	4.2000*	Q3 (m3/s)	23.60	398.95	400.89		401.14	0.001545	2.23	10.57	9.45	0.67	1.87
1	4	Q3 (m3/s)	23.60	398.90	400.90	400.41	401.12	0.000590	2.06	11.47	8.50	0.55	2.00
1	3.5		Bridge										
1	3	Q3 (m3/s)	23.60	398.83	400.58	400.58	401.08	0.002314	3.12	7.56	7.68	1.01	10.73
1	2	Q3 (m3/s)	23.60	398.65	400.19	400.37	400.99	0.018865	3.97	5.95	5.66	1.24	13.19
1	1	Q3 (m3/s)	23.60	398.11	399.57	399.91	400.66	0.028646	4.62	5.10	5.19	1.49	

TABELLA 6-16 - PROFILO DI RIGURITO DEL T. ASSINO IN CORRISPONDENZA DEL VIADOTTO ASSINO 2 PER TPR=3 ANNI IN FORMA TABELLARE

Il valore di tirante idrico ottenuto è stato riportato nella sezione idraulica in asse strada, sulla quale è stato inserito il viadotto di progetto e l'ingombro delle scavi previsti per la realizzazione delle relative fondazioni, costituite da plinti su pali. Analizzando l'immagine seguente, estratta dall'elaborato T00ID00DRPE04A, emerge chiaramente che gli scavi di sbancamento per consentire la realizzazione delle fondazioni del viadotto non sono coinvolti dall'evento di piena di riferimento, in quanto permane un franco di 0.65 m tra il livello di piena, pari a 401.82 m slm, ed il ciglio dello scavo in sponda sinistra.

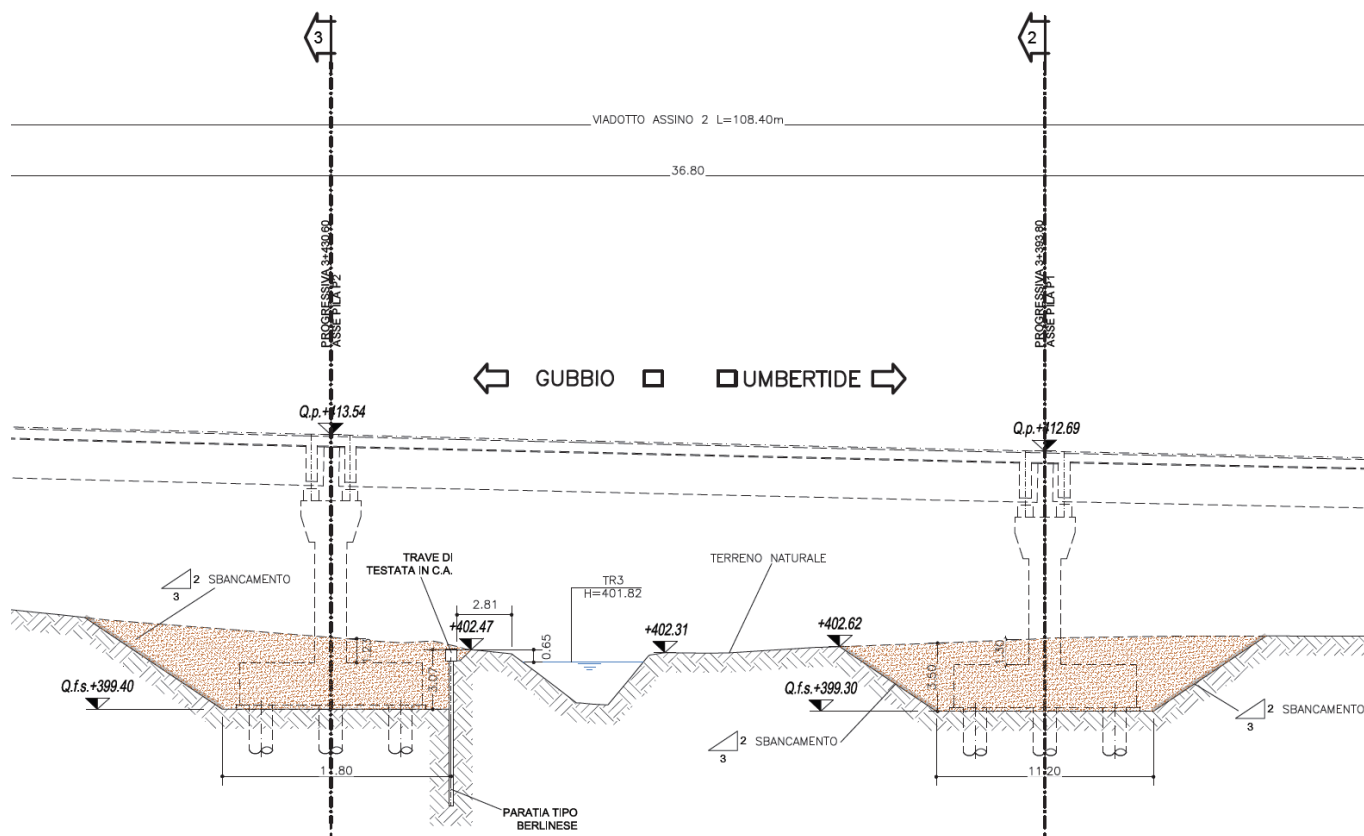


FIGURA 6-62 - VIADOTTO ASSINO 2: SEZIONE IN ASSE STRADA CON SCAVI E LIVELLO IDRICO DI MASSIMA PIENA PER TR=3.0ANNI

**(COD. ELABORATO T00ID00IDRPE04A)**

Questo risultato consente di escludere la necessità di prevedere opere provvisoriale in alveo, in quanto lo stesso non sarà interferito dalle lavorazioni. Nonostante ciò, durante tutta la fase dei lavori occorrerà monitorare accuratamente le previsioni meteo e l'evoluzione dei livelli idrici a monte dell'attraversamento, mediante l'attivazione di un costante collegamento radio con i tecnici dell' ADB Tevere, del Servizio Risorse Idriche e Rischio Idraulico e del Servizio Idrografico della Regione Umbria, al fine di stabilire in caso di innalzamento significativo dei livelli idrici, la necessità di allontanarsi dalle aree in scavo.

Inoltre, non si dovrà accumulare materiale potenzialmente inquinante in vicinanza (almeno 5.0 m) dal ciglio spondale, al fine di evitare sversamenti accidentali nel corso d'acqua.

Infine si raccomanda di disporre in cantiere di un sistema di pompaggio "trasportabile" che permetta di mantenere lo scavo all'asciutto a seguito di eventi meteorici e/o d'infiltrazioni delle acque di falda.

## 7. ALLEGATO A: IL MODELLO IDROLOGICO HEC-HMS

Il modello HEC-HMS, *Hydrologic Modelling System* dell'*Hydraulic Engineering Center* degli USA (versione 4.2.1), descrive quantitativamente la trasformazione delle piogge in deflussi superficiali sulla superficie di un bacino imbrifero e in correnti idriche che confluiscono e si propagano lungo i suoi collettori drenanti. Fra le varie potenzialità del codice, in questa occasione è stata sfruttata soprattutto quella di valutare la formazione del ruscellamento superficiale e il suo trasferimento al reticolo di correnti monodimensionali lungo i corpi idrici drenanti.

Il codice HEC-HMS supporta diverse tipologie di modelli di formazione dei deflussi di piena, e permette di combinare tra di loro più sotto-modelli per formare un modello composto. Il programma è caratterizzato da un ambiente di lavoro completamente integrato che include un database, un modulo per l'inserimento dei dati, un motore di calcolo e strumenti per la visualizzazione dei risultati. Un'interfaccia grafica d'utente, comune a tutti gli ambienti, permette di muoversi agevolmente fra le varie parti del programma. Le serie storiche di dati, i dati in forma funzionale e quelli a griglia sono immagazzinati col sistema Data Storage System HEC-DSS. L'immagazzinamento e la consultazione dei dati sono gestiti dal programma in maniera del tutto trasparente all'utente.

Per simulare la trasformazione afflussi-deflussi il programma HEC-HMS è provvisto dei seguenti componenti:

- a) Un'interfaccia di specificazione delle precipitazioni che permette di descrivere un evento storico osservato oppure una precipitazione ipotetica basata su una indagine di tipo statistico, o ancora il limite superiore di precipitazione possibile per una certa località
- b) Modelli di stima delle perdite con il quale si può stimare il volume dello scorrimento superficiale una volta noti la precipitazione e le proprietà del bacino imbrifero
- c) Modelli di formazione di volumi di piena che possono essere usati per valutare lo scorrimento superficiale, l'immagazzinamento e l'energia persa nel fenomeno in cui l'acqua si muove dal bacino imbrifero verso un canale di scorrimento
- d) Modelli di propagazione di onde di piena che descrivono il processo che ne regola il deflusso e il trasporto nella rete idrografica del bacino
- e) Moduli per elementi di collegamento utili per la descrizione geometrica della rete idrografica come confluenze, biforcazioni e altre singolarità
- f) Moduli per le strutture di controllo che includono diversioni e casse di espansione
- g) Un modello di pioggia distribuito che può essere usato con dati di precipitazione distribuiti come accade per esempio quando si usa un radar meteorologico
- h) Un modello in continuo per tenere conto dell'umidità del suolo che può essere utilizzato per simulare la risposta a lungo termine di un bacino imbrifero a variazioni meteorologiche stagionali o annuali.

Sono inoltre presenti nel programma:

- 1) Un modulo di calibrazione automatica dei parametri e condizioni iniziali di alcuni modelli date le osservazioni di alcune condizioni idro-meteorologiche
- 2) Collegamenti a sistemi di gestione di banche di dati che permettono l'immagazzinamento e il reperimento dei dati, inoltre i dati sono compatibili con altri strumenti di analisi prodotti dall'HEC.

Per i bacini analizzati è stato necessario scegliere:

- un modello di infiltrazione per la determinazione della pioggia efficace;
- un modello di formazione dei deflussi, operante a valle del modello di infiltrazione, una volta stimato il valore di pioggia efficace;
- un modello di propagazione che simulasse l'effetto di laminazione e di trasporto delle onde di piena dal sottobacino in esame alla sezione di chiusura dell'asta fluviale drenante.

Fra le possibilità disponibili presenti nel software, la scelta è ricaduta sui seguenti modelli:

a) Metodo CN per la determinazione della pioggia efficace e per la formazione dei deflussi

b) Modello dell'onda cinematica (Kinematic wave model) per la propagazione dei deflussi

Il metodo CN consiste essenzialmente di due parti: nella prima si stima il volume del deflusso risultante da una pioggia, nella seconda si determina la distribuzione nel tempo del deflusso e la portata al colmo. Nel seguito ci si limita a riportare gli elementi necessari alla sua applicazione. Scritta l'equazione di continuità nella forma:

$$Q = P - S' \quad (3.6)$$

dove:

$Q$  (mm) = volume defluito fino all'istante generico  $t$

$P$  (mm) = volume affluito al medesimo istante

$S'$  (mm) = volume complessivamente perso =  $S \cdot Q/P$

$S$  (mm) = volume max immagazzinabile nel terreno a saturazione =  $25.400/CN - 254$

La valutazione del coefficiente CN che dipende dalle caratteristiche del terreno, e la stima del coefficiente di deflusso ( $d$ ) per piogge con diverso tempo di ritorno TR, definiscono il volume defluito secondo la seguente relazione:

$$Q = (P-I)^2/(P-I-S) \quad (3.7)$$

dove:

$I$  = quota parte dell'afflusso che va ad invasarsi nelle depressioni superficiali ( $=0,2 \cdot S$ ).

Per la determinazione della portata al colmo di piena, la forma dell'idrogramma, secondo il S.C.S., è standardizzata, ed è funzione del tempo di corrivazione  $t_c$ , come pure la durata  $D$  dell'impulso di pioggia efficace  $R$ , il tempo di ritardo  $L$  (Lag) del colmo, e, quindi i tempi di crescita  $t_p$  (time to peak), di esaurimento  $t_r$  (recession time) e il tempo base (base time). Queste grandezze espresse in ore valgono:

$$\begin{aligned} D &= 1/5 t_c \\ L &= 0.6 t_c \\ t_p &= 0.7 t_c \\ t_r &= 1.67 t_p \\ t_b &= t_p + t_r = 2.67 t_p \end{aligned}$$

L'idrogramma ha forma triangolare, con valori nulli al tempi 0 e  $t_b$  ed assume al colmo il valore:

$$q' = 2/t_b \quad [\text{mm/h}]$$

Introducendo l'area del bacino ed il coefficiente di deflusso, il valore al colmo della risposta del bacino diviene:

$$Q_{TR} = \frac{A \cdot \delta \cdot h_p}{3,6 \cdot t_c} \quad [\text{m}^3/\text{sec}] \quad (3.8)$$

dove:

$Q_{TR}$  (m<sup>3</sup>/sec) = portata al colmo con tempo di ritorno assegnato

$d$  = coefficiente di deflusso

$A$  (km<sup>2</sup>) = superficie del bacino

$h_p$  (mm) = pioggia critica

$t_c$  (ore) = tempo di corrivazione

Il Metodo Cinematico per il calcolo della propagazione dei deflussi utilizza l'equazione di continuità e l'equazione del moto uniforme per approssimare le equazioni complete del moto. L'equazione che definisce il modello è data da:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \alpha m A^{(m-1)} \frac{\partial A}{\partial x} = q \quad (3.9)$$

in cui  $A$  è l'area liquida della sezione di deflusso,  $q$  la portata continua in ingresso lungo l'ascissa  $x$  del corso d'acqua,  $\alpha$  e  $m$  due parametri univocamente determinati dalla geometria e dalla scabrezza della sezione di deflusso, essendo per ipotesi nel metodo cinematico:

$$Q = \alpha A^m \quad (3.10)$$

Una volta definite le caratteristiche geometriche e di uso del suolo dei singoli sottobacini, la distribuzione delle precipitazioni per diversi tempi di ritorno e diverse durate di pioggia, nonché le caratteristiche geometriche e di scabrezza dei vari tratti dell'asta fluviale, il modello restituisce gli idrogrammi di piena transitanti ai vari nodi del reticolo idrografico; in tal modo permette di definire quale sia la durata critica e la portata al colmo che ne deriva per ogni tempo di ritorno considerato (20, 50, 100, 200 e 500 anni).

## 8. ALLEGATO B: IL MODELLO IDRAULICO HEC-RAS

Il modello numerico adottato per tutte le simulazioni condotti è HEC-RAS (*River Analysis System*), software di calcolo open source sviluppato dall' *Hydrologic Engineering Center* (HEC) del *US Army Corp of Engineers*. Si tratta di un software trova un largo impiego in applicazioni ingegneristiche per la modellazione idrodinamica.

Il modello consente di effettuare simulazioni sia in moto permanente che vario, nonché di riprodurre l'effetto di un'ampia gamma di strutture sia longitudinali (come per esempio prese, soglie di sfioro, ecc. ...), che trasversali (p.es ponti, attraversamenti, briglie, soglie, ecc. ...).

Il modello è stato progettato per contenere vari moduli di analisi idraulica monodimensionale: analisi di moto permanente, analisi del moto vario, analisi del trasporto solido in letto mobile. Tra le diverse componenti quella utilizzata nel presente studio consiste nell'algoritmo di calcolo idraulico per la determinazione delle variazioni della portata, della velocità, della larghezza del pelo libero della corrente e di altre caratteristiche idrauliche del moto durante la propagazione verso valle della corrente idrica di portata nota, per effetto della capacità di laminazione naturale dell'alveo, della sua resistenza d'attrito, della presenza di opere interagenti con la corrente (ponti e traverse).

Il modello, calcola i profili di moto vario per corsi d'acqua monodimensionali in regime di corrente lenta, veloce o mista. Il programma, è in grado di calcolare e gestire i profili per una rete di canali naturali o artificiali in un sistema ad albero od a singolo ramo. Le relazioni fondamentali della formulazione matematica sono le equazioni dei moti permanenti nell'espressione classica dell'equazione monodimensionale dell'energia secondo Manning. Le perdite valutate sono quelle d'attrito (secondo Manning), valutate per le diverse parti della sezione trasversale (canale centrale, sponde laterali, golene e parti di golene), e quelle causate dalla contrazione o espansione delle sezioni (tramite un coefficiente che moltiplica la variazione dell'altezza cinetica). L'equazione della quantità di moto è utilizzata nei punti dove il profilo del pelo libero subisce brusche variazioni ovvero in regime misto nel passaggio da corrente veloce a corrente lenta oppure, in corrispondenza di ponti, traverse e sottopassi o alla confluenza di più rami di una rete.

Il modello richiede, oltre alla geometria generale del corso d'acqua, profili e sezioni trasversali, i dati di portata in ingresso nella prima sezione di monte ed, eventualmente in tutte le sezioni dove sono disponibili dati di portata, ed infine le condizioni al contorno dipendenti dal regime di moto della corrente.

L'equazione generale dell'energia è la seguente:

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

dove:

$Y_1, Y_2$             altezza idrometrica nella sezione 1 e 2,

$Z_1, Z_2$             quota del fondo alveo nelle sezioni 1 e 2,

$V_1, V_2$  velocità medie (portata totale/area bagnata) nelle sezioni 1 e 2,

$\alpha_1, \alpha_2$  coefficienti di velocità,

$h_e$  perdita di carico nel tratto 1-2.

La perdita di carico tra due sezioni trasversali è calcolata come somma delle perdite distribuite per attrito e di quelle concentrate per effetto di contrazioni o allargamenti bruschi di sezione secondo l'equazione:

$$h_e = LS_f + C \left( \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} \right)$$

dove:

L distanza pesata, in funzione della portata, tra le due sezioni trasversali 1 e 2,

$S_f$  pendenza motrice tra le sezioni 1 e 2,

C coefficiente di perdita di carico per contrazione o allargamento di sezione.

La pendenza d'attrito  $S_f$  è valutata secondo l'espressione di Manning:

$$S_f = n^2 Q|Q| / (A^2 R^{4/3})$$

dove n è il coefficiente di resistenza di Manning (che vale anche  $n=1/c$  con c di Gauckler-Strickler) ed R è il raggio idraulico.

L'equazione differenziale del moto viene integrata per via numerica, attraverso un insieme di fasi iterative che vengono ripetute più volte per affinarne la risoluzione; per la determinazione dei profili è quindi necessario fornire le condizioni iniziali di portata in ingresso e le condizioni al contorno in funzione del regime di moto.

## **LA MODELLAZIONE IN MOTO VARIO**

La modellazione in moto vario si basa su una serie di ipotesi semplificative quali distribuzione delle pressioni idrostatica; pendenza del fondo tale da poter confondere la direzione normale alla corrente con la verticale; corso d'acqua approssimato a tratti prismatici, perdite di carico espresse con la formulazione di Manning per il moto uniforme, velocità ed accelerazioni lungo la verticale trascurabili, variazioni di densità del flusso trascurabili.

Queste ipotesi vengono applicate alle equazioni che governano il moto monodimensionale di una corrente fluida in un alveo prismatico, ossia all'equazione di continuità e di conservazione della quantità di moto. Nel caso più generale, il modello consente di trattare sezioni composite, costituite da alveo di magra (*main channel*) e golene (*floodplains*), per le quali è possibile definire scabrezze differenti anche entro la stessa sezione monodimensionale.

Le equazioni di continuità e di conservazione della quantità di moto vengono applicate separatamente ad alveo e golene, assumendo però che il pelo libero dell'acqua sia un'unica superficie orizzontale per tutta la sezione; per semplicità si trascurano anche gli scambi di quantità di moto tra alveo e golena.

Da queste ultime considerazioni deriva che, durante il moto, alveo e golene sono legati dalla seguente relazione:

$$Q = \Phi Q_c = (1 - \Phi) Q_f$$

dove:

- Q è la portata totale in alveo smaltita dalla sezione;
- $Q_c$  e  $Q_f$  sono rispettivamente la portata nell'alveo di magra e nelle golene, la cui somma è pari a Q;
- $\Phi$  è un coefficiente di ripartizione tra alveo e golene, che dipende dalle sezioni idrauliche, dalle scabrezze e dal perimetro bagnato del *main channel* e delle *floodplains*.

Applicando quindi l'equazione di continuità e di quantità di moto ad alveo e golene, sotto le ipotesi semplificative di cui discusso sopra, e tenuto conto della ripartizione del flusso tra alveo e golena appena esposta, si ottiene infine la seguente formulazione delle equazioni di de St. Venant 1D:

$$\begin{cases} \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial(\Phi Q)}{\partial x_c} + \frac{\partial[(1-\Phi)Q]}{\partial x_c} = 0 \\ \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(\Phi^2 Q^2 / A_c)}{\partial x_c} + \frac{\partial((1-\Phi)^2 Q^2 / A_f)}{\partial x_f} + gA_c \left[ \frac{\partial z}{\partial x_c} + S_{fc} \right] + gA_f \left[ \frac{\partial z}{\partial x_f} + S_{ff} \right] = 0 \end{cases}$$

Dove:

- t è la variabile temporale
- $x_c$  e  $x_f$  sono le ascisse spaziali, avente direzione ed orientazioni il più possibile coincidenti rispettivamente con linee di flusso nell'alveo di magra (*main channel*) e nelle golene (*floodplains*)
- $A_c$  e  $A_f$  sono le aree bagnate in alveo e golena
- g è l'accelerazione di gravità
- z è la quota della superficie libera (livello)
- $S_{fc}$  e  $S_{ff}$  sono le *friction slope* di alveo e golene, derivante dalle tradizionali relazioni di Mannig-Chezy per il moto uniforme (dipendono dalla scabrezza dell'alveo e dalle variabili idrodinamiche).

Per risolvere il precedente sistema di equazioni differenziali, che costituisce il modello matematico, occorre il ricorso a tecniche di integrazione numerica che prevedono la discretizzazione spaziale del dominio. Questa che viene stabilita dall'utente mediante la definizione di un certo numero di sezioni trasversali lungo l'asta fluviale.



Una volta definita la geometria da parte dell'utente, la tecnica (solutore) usata per la risoluzione numerica delle equazioni di de St Venant 1D è quella delle differenze finite con schema implicito.

Molto brevemente, questa tecnica consiste nell'approssimare i termini differenziali a rapporti incrementali, previa la definizione di un opportuno passo di discretizzazione spaziale per alveo e golene ( $\Delta x_r$  e  $\Delta x_c$ ) e temporale ( $\Delta t$ ). I primi di derivano dalla distanza tra le sezioni trasversali definite dall'utente lungo le aste fluviali; la discretizzazione temporale deve invece essere direttamente esplicitata, previa analisi di sensitività per accertare che il valore specificato dall'utente sia tale da non introdurre instabilità numeriche.

Infine, il problema differenziale risulta determinato solo previa definizione da parte dell'utente di opportune condizioni al contorno e condizioni iniziali. Le prime vanno definite in corrispondenza di ogni sezione di monte del corso d'acqua (eccetto nel caso di confluenze di due corsi d'acqua o divisioni in più rami) e possono essere: idrogrammi di portata, variazioni di livelli nel tempo, oppure una scala delle portate. In maniera analoga vengono definite anche le condizioni iniziali, col vincolo che però HEC-RAS non ammette sezioni 1D asciutte.

Il modello richiede infine anche la definizione di condizioni al contorno per tutte le sezioni di valle dei corsi d'acqua (eccetto nel caso di confluenze di corsi d'acqua o divisioni in più rami), in questo caso sono assegnabili le stesse condizioni applicabili alle sezioni di monte, più quella di moto uniforme.

Inoltre l'utente deve definire opportune condizioni al contorno per tutti i manufatti (che siano strutture in linea o laterali) dotati di aperture (*gates*), al fine di descrivere il funzionamento di eventuali paratoie presenti sulle aperture. Infine è possibile definire, in corrispondenza di ogni sezione monodimensionale, eventuali immissioni/sottrazioni di portata.

Il modello consente infine all'utente di inserire nella geometria strutture trasversali (per simulare manufatti come briglie, soglie, prese, traverse ecc...), ponti (anche con pile), scatolari e strutture laterali (p.es soglie di sfioro). Tutti questi elementi vengono opportunamente inseriti nel sistema di equazioni del moto, al fine modellare gli effetti da essi indotti (contrazioni o espansioni della vena fluida, con conseguenza perdita di carico e modifica delle caratteristiche idrodinamiche; immissione/sottrazione di portata ecc.....).

## 9. ALLEGATO C: RISULTATI MODELLAZIONE IDRAULICA

---

**TORRENTE ASSINO - TRATTO TRA LA CONFLUENZA CON IL TORRENTE  
SAN GIORGIO E IL FOSSO CASAL DEL MONTE**

**TABELLA DEI RISULTATI A CONFRONTO TRA CONFIGURAZIONE DI STATO DI FATTO E  
DI STATO DI PROGETTO ESECUTIVO**

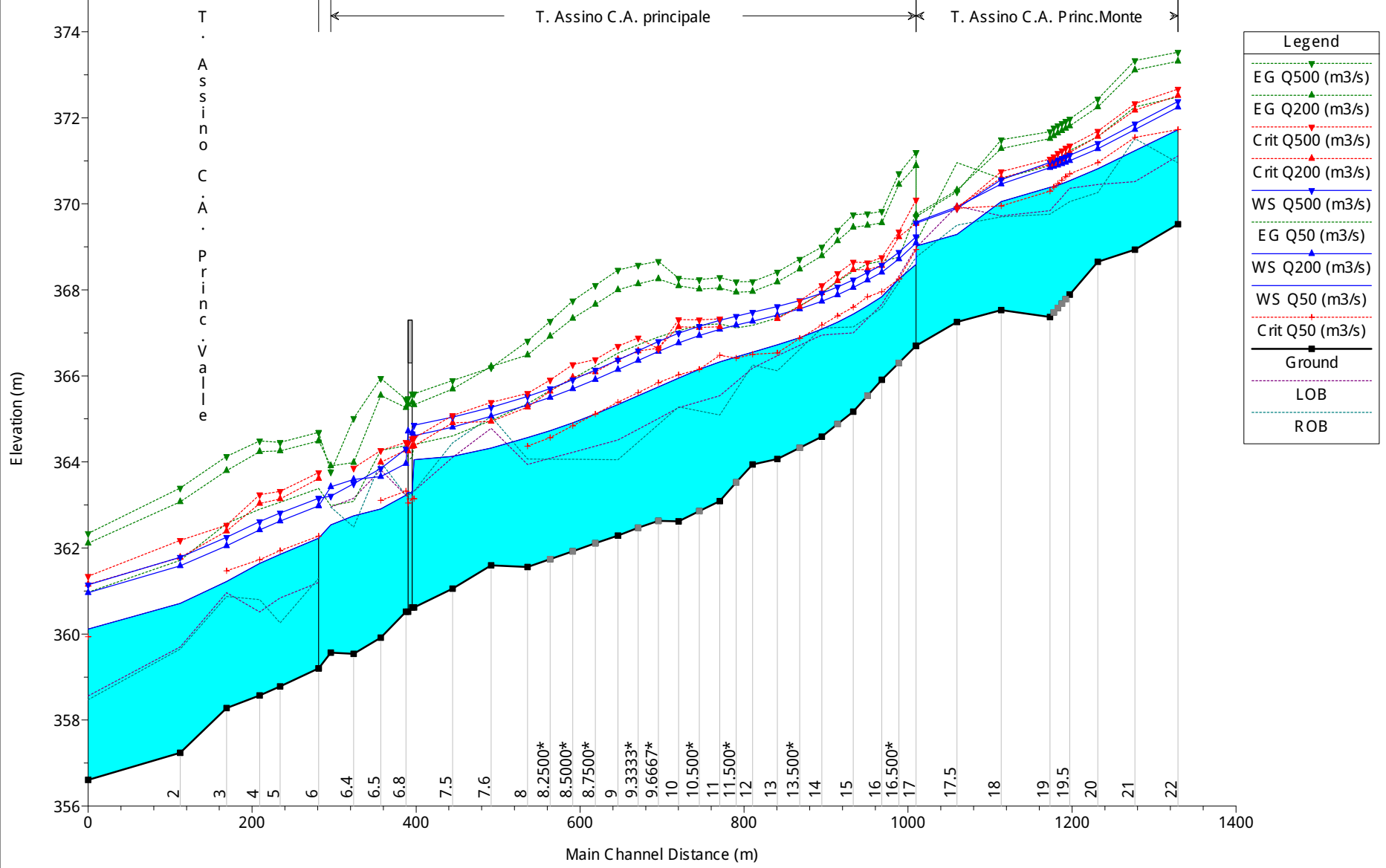
TABELLA DEI RISULTATI A CONFRONTO TRA CONFIGURAZIONE DI STATO DI FATTO E DI STATO DI PROGETTO ESECUTIVO

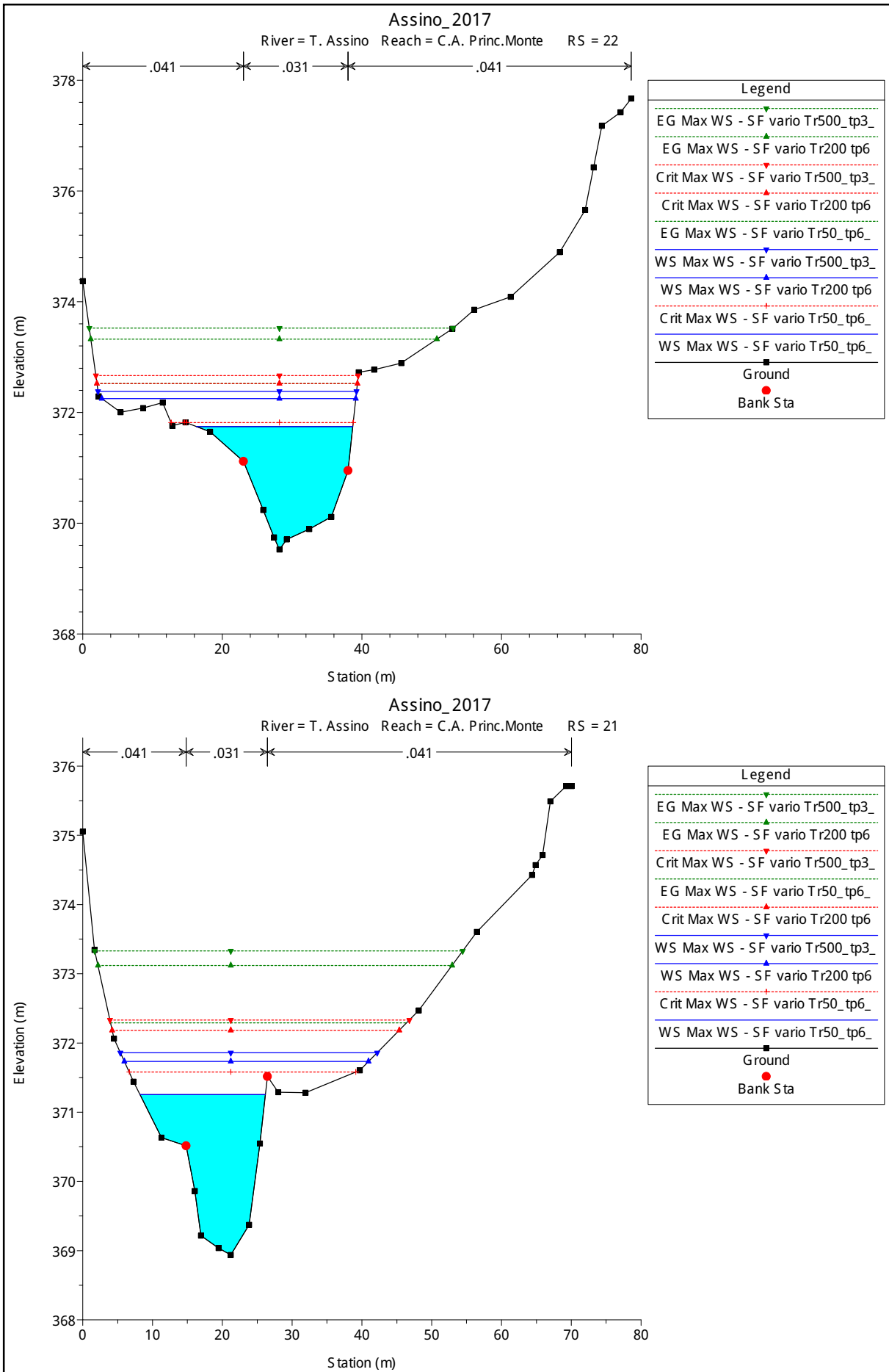
Corso d'acqua	Sezione modello	Q max (TR=50 anni)	Q max (TR=200 anni)	Q max (TR=500 anni)	h_max SF (TR= 50 anni)	h_max SPE (TR= 50 anni)	h_max SF (TR= 200 anni)	h_max SPE (TR= 200 anni)	h_max SF (TR= 500 anni)	h_max SPE (TR= 500 anni)	Δh_50 anni SPE-SF	Δh_200 anni SPE-SF	Δh_500 anni SPE-SF
		(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(m)	(m)
T. Assino	22	97.80	162.2	185.5	371.72	371.73	372.25	372.26	372.38	372.4	0.01	0.01	0.02
T. Assino	21	97.80	162.21	185.49	371.23	371.25	371.73	371.78	371.86	371.93	0.02	0.05	0.07
T. Assino	20	97.80	162.2	185.49	370.82	370.84	371.28	371.35	371.41	371.49	0.02	0.07	0.08
T. Assino	19.5	97.79	162.19	185.49	370.54	370.54	371	371.03	371.13	371.16	0.00	0.03	0.03
T. Assino	19	97.80	162.21	185.49	370.38	370.38	370.84	370.85	370.97	370.97	0.00	0.01	0.00
T. Assino	18	97.79	162.15	185.49	370.05	370.05	370.46	370.46	370.56	370.56	0.00	0.00	0.00
T. Assino	17.5	97.80	162.15	185.49	369.29	369.29	369.93	369.93	369.93	369.93	0.00	0.00	0.00
T. Assino	17	144.65	246.14	280.57	368.59	368.59	369.09	369.09	369.23	369.23	0.00	0.00	0.00
T. Assino	16	144.65	246.12	280.56	367.84	367.84	368.41	368.41	368.58	368.58	0.00	0.00	0.00
T. Assino	15	144.65	246.14	280.57	367.44	367.44	368.06	368.06	368.23	368.23	0.00	0.00	0.00
T. Assino	14	144.65	246.13	280.56	367.09	367.09	367.73	367.73	367.92	367.92	0.00	0.00	0.00
T. Assino	13	144.65	246.13	280.56	366.72	366.72	367.41	367.41	367.61	367.61	0.00	0.00	0.00
T. Assino	12	144.65	246.12	280.56	366.55	366.55	367.27	367.27	367.48	367.48	0.00	0.00	0.00
T. Assino	11	144.65	246.11	280.56	366.32	366.32	367.08	367.08	367.29	367.29	0.00	0.00	0.00
T. Assino	10	144.64	246.13	280.56	365.95	365.95	366.77	366.77	366.99	366.99	0.00	0.00	0.00
T. Assino	9	144.62	246.11	280.53	365.33	365.33	366.15	366.15	366.37	366.37	0.00	0.00	0.00
T. Assino	8	144.45	246.1	280.53	364.54	364.54	365.32	365.32	365.52	365.52	0.00	0.00	0.00
T. Assino	7.6	147.86	252.12	285.69	364.35	364.35	365.06	365.06	365.27	365.27	0.00	0.00	0.00
T. Assino	7.5	143.73	252.11	285.69	364.14	364.14	364.81	364.81	365.04	365.04	0.00	0.00	0.00
T. Assino	7	131.94	252.1	285.69	364.05	364.05	364.61	364.61	364.85	364.85	0.00	0.00	0.00
T. Assino	6.9	Ponte esistente											
T. Assino	6.8	159.67	252.1	285.68	363.26	363.26	363.96	363.96	364.31	364.31	0.00	0.00	0.00
T. Assino	6.5	160.01	252.09	285.64	362.91	362.91	363.66	363.66	363.85	363.85	0.00	0.00	0.00
T. Assino	6.4	160.01	252.09	285.33	362.75	362.75	363.59	363.59	363.71	363.71	0.00	0.00	0.00
T. Assino	6.3	160.01	252.09	285.33	362.53	362.53	363.42	363.42	363.49	363.49	0.00	0.00	0.00
T. Assino	6	159.37	267.11	299.58	362.23	362.23	362.98	362.98	363.15	363.15	0.00	0.00	0.00
T. Assino	5	158.57	267.09	299.58	361.86	361.86	362.62	362.62	362.81	362.81	0.00	0.00	0.00
T. Assino	4	157.01	267.09	299.58	361.64	361.64	362.42	362.42	362.62	362.62	0.00	0.00	0.00
T. Assino	3	156.91	267.1	299.58	361.23	361.23	362.05	362.05	362.25	362.25	0.00	0.00	0.00
T. Assino	2	156.83	267.1	299.58	360.72	360.72	361.59	361.59	361.78	361.78	0.00	0.00	0.00
T. Assino	1	156.7	267.08	299.58	360.12	360.12	360.96	360.96	361.14	361.14	0.00	0.00	0.00

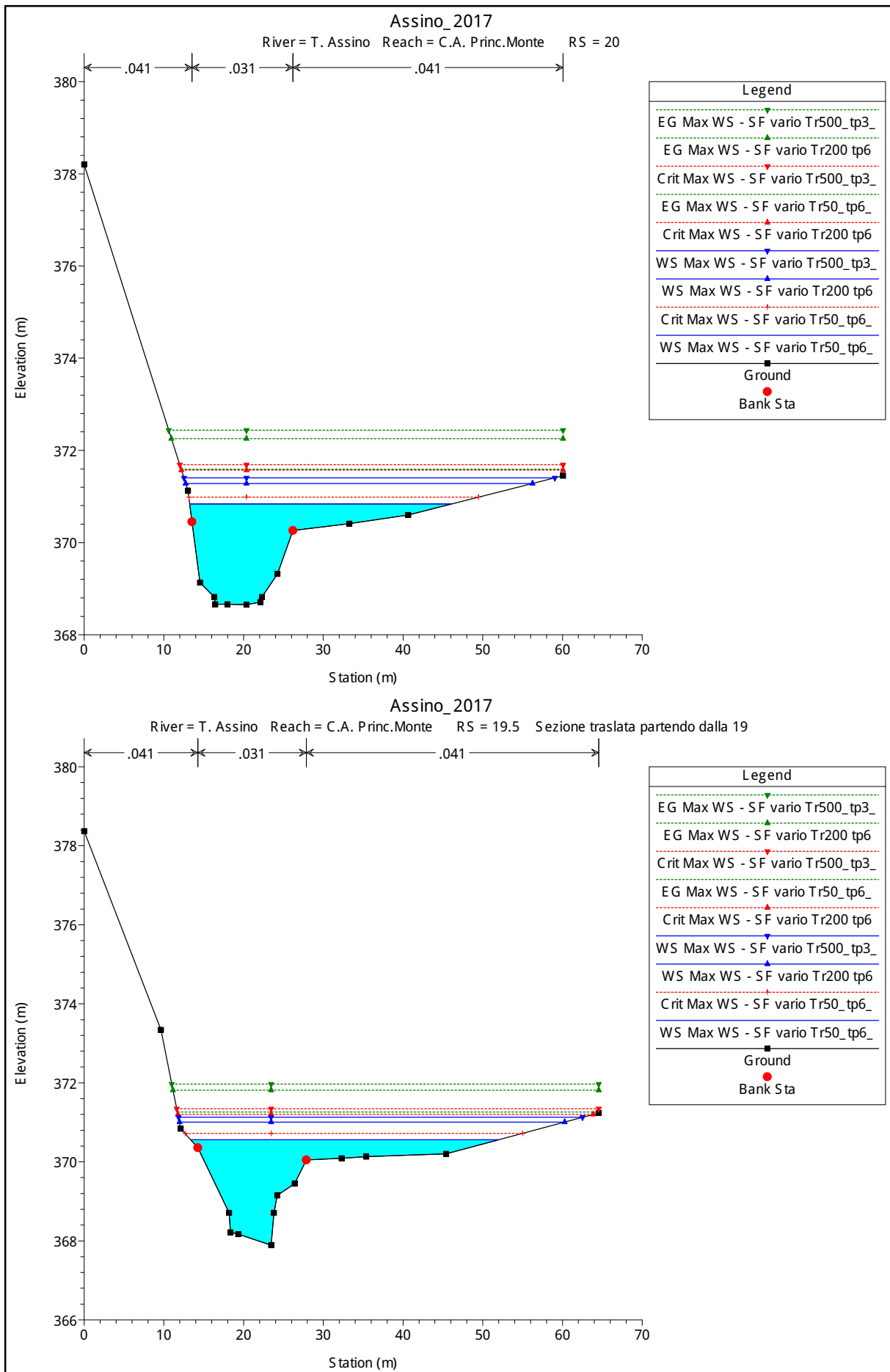
**TORRENTE ASSINO - TRATTO TRA LA CONFLUENZA CON IL TORRENTE  
SAN GIORGIO E IL FOSSO CASAL DEL MONTE**

**RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA NELLO STATO DI FATTO**

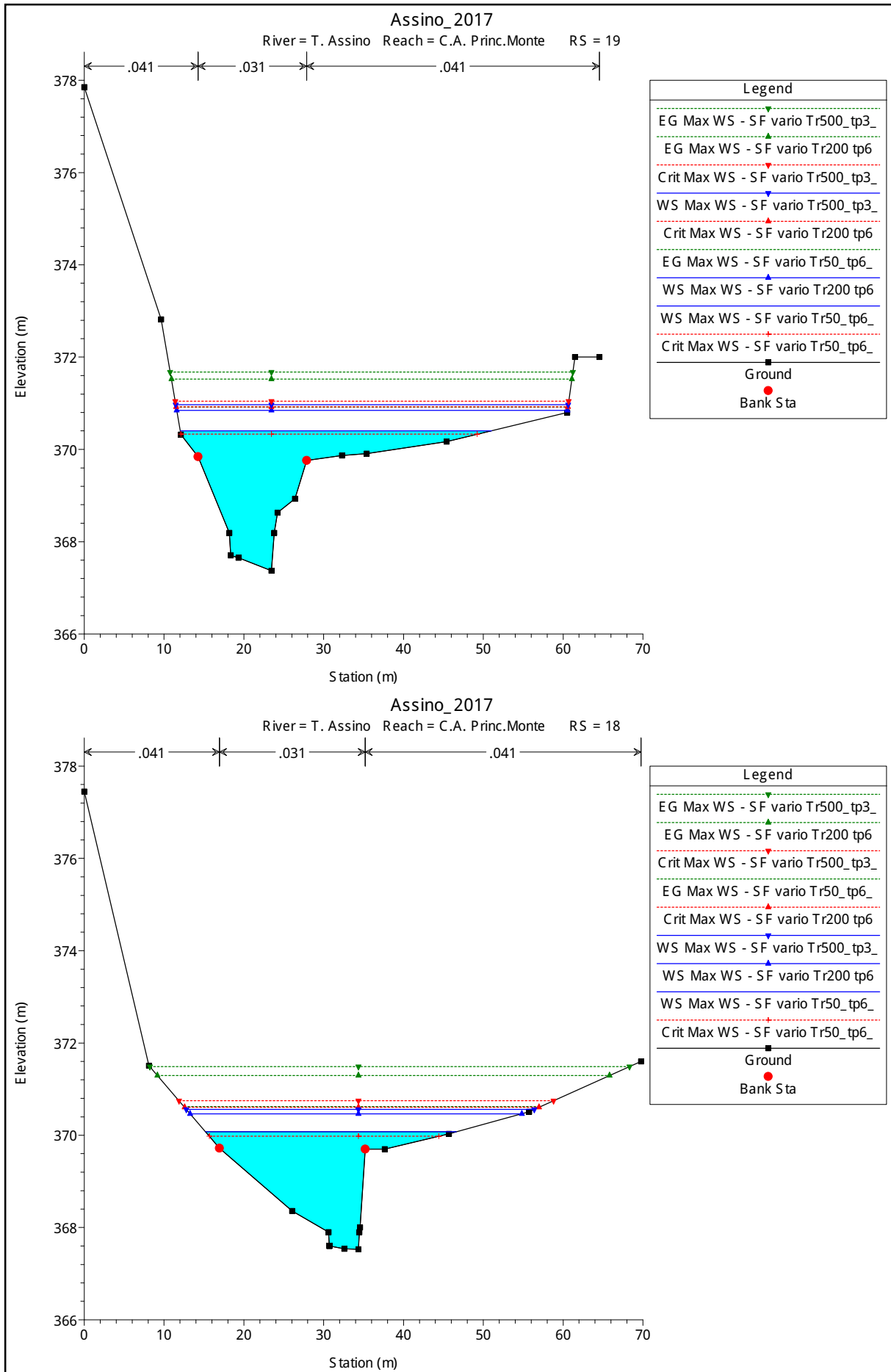
### Assino\_2017





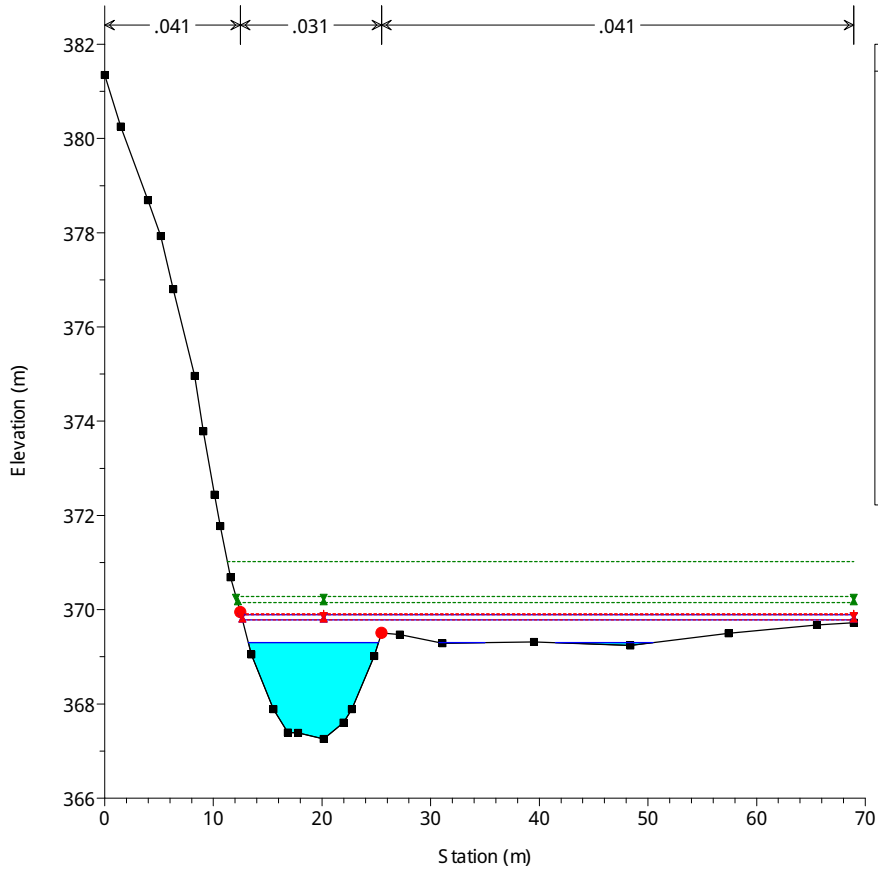




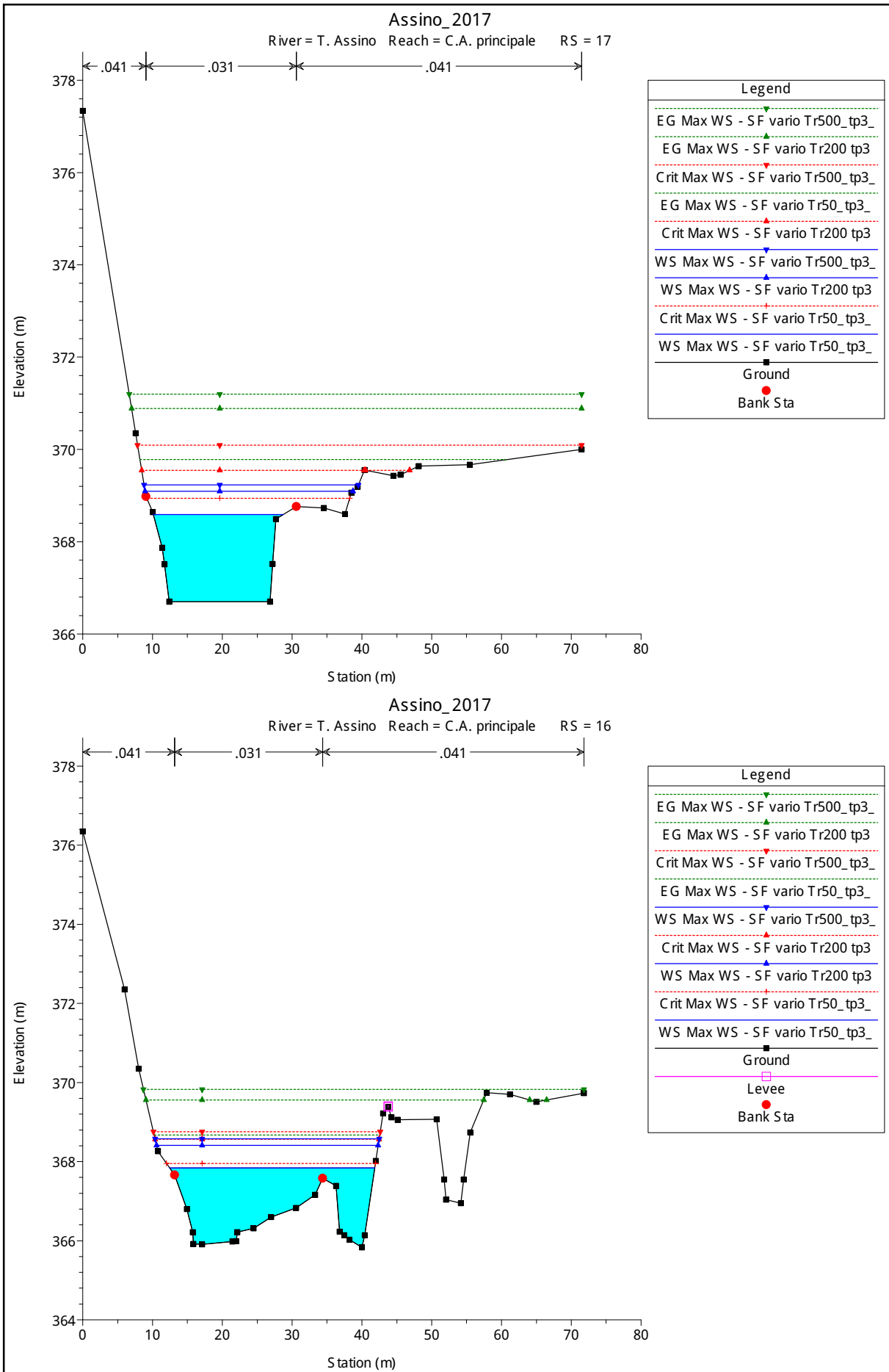


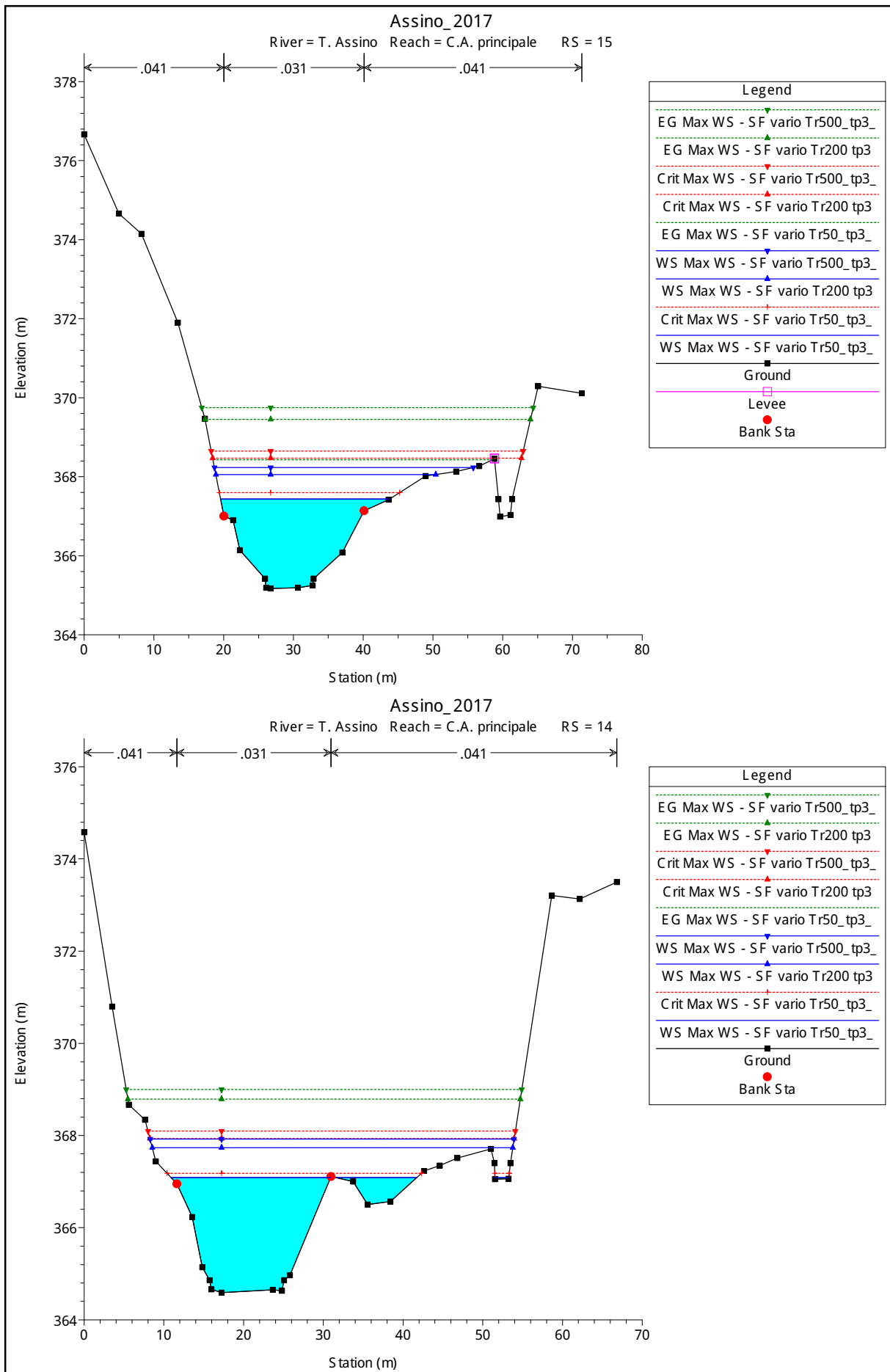
### Assino\_2017

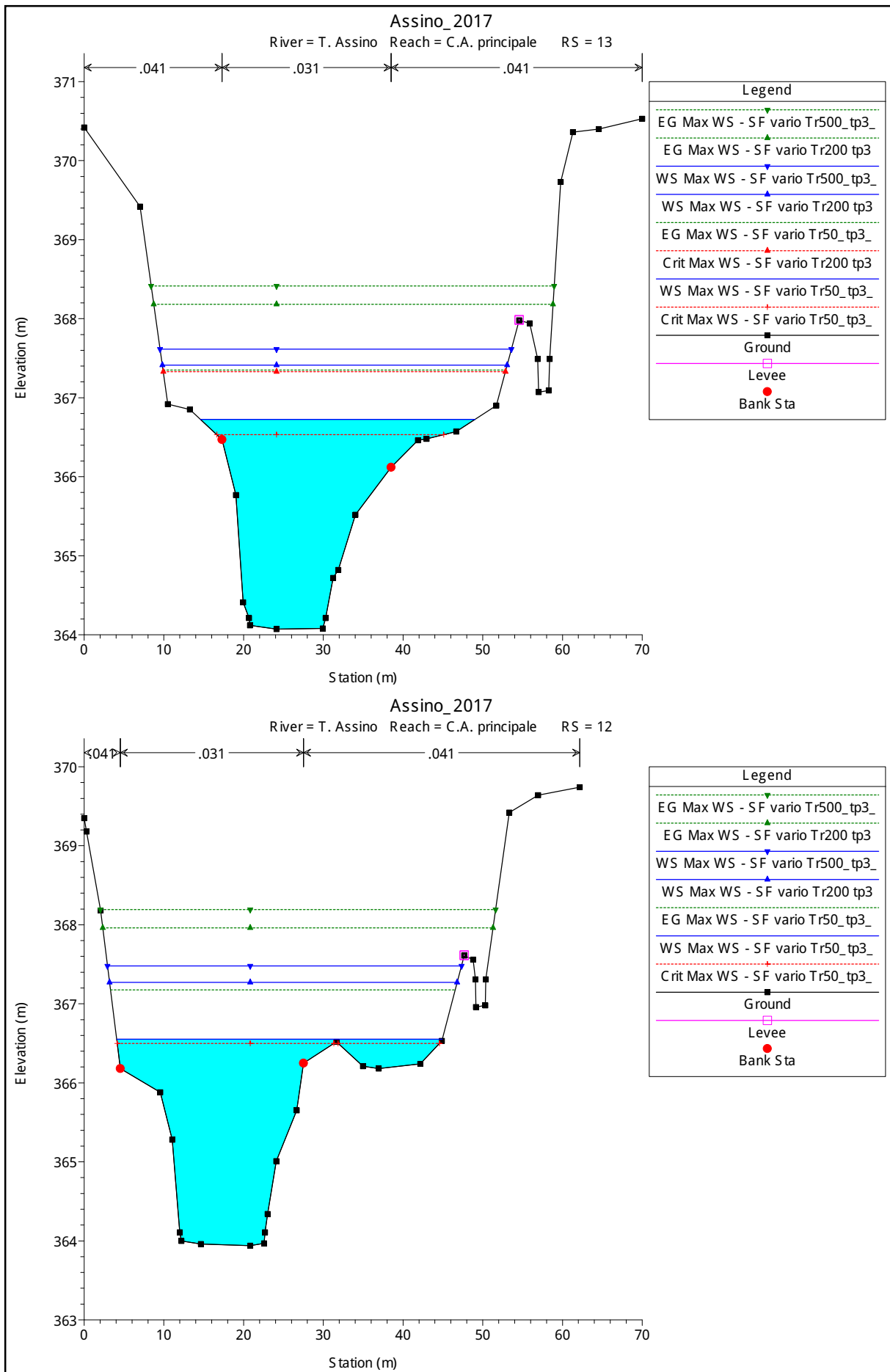
River = T. Assino Reach = C.A. Princ.Monte RS = 17.5

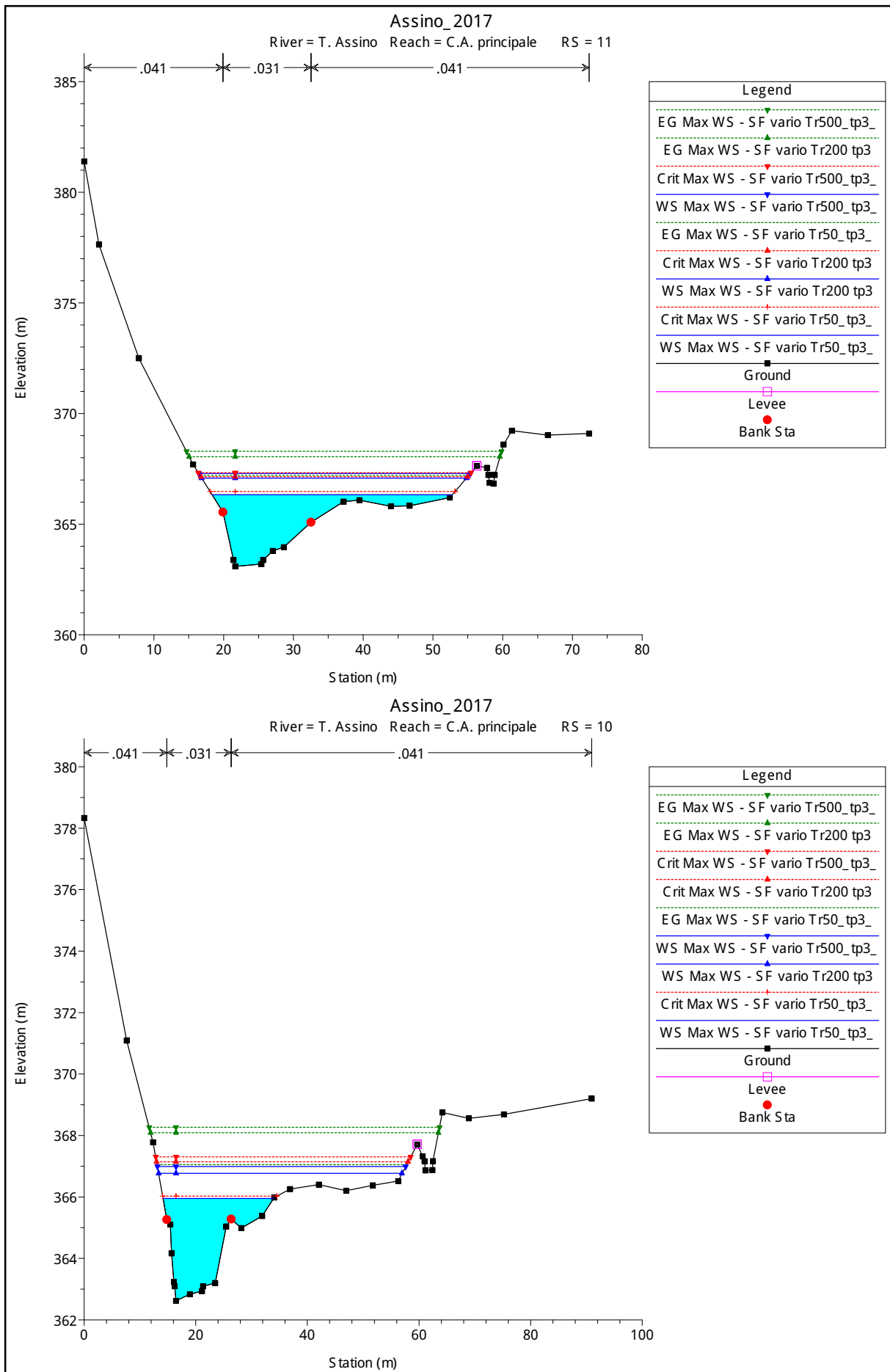


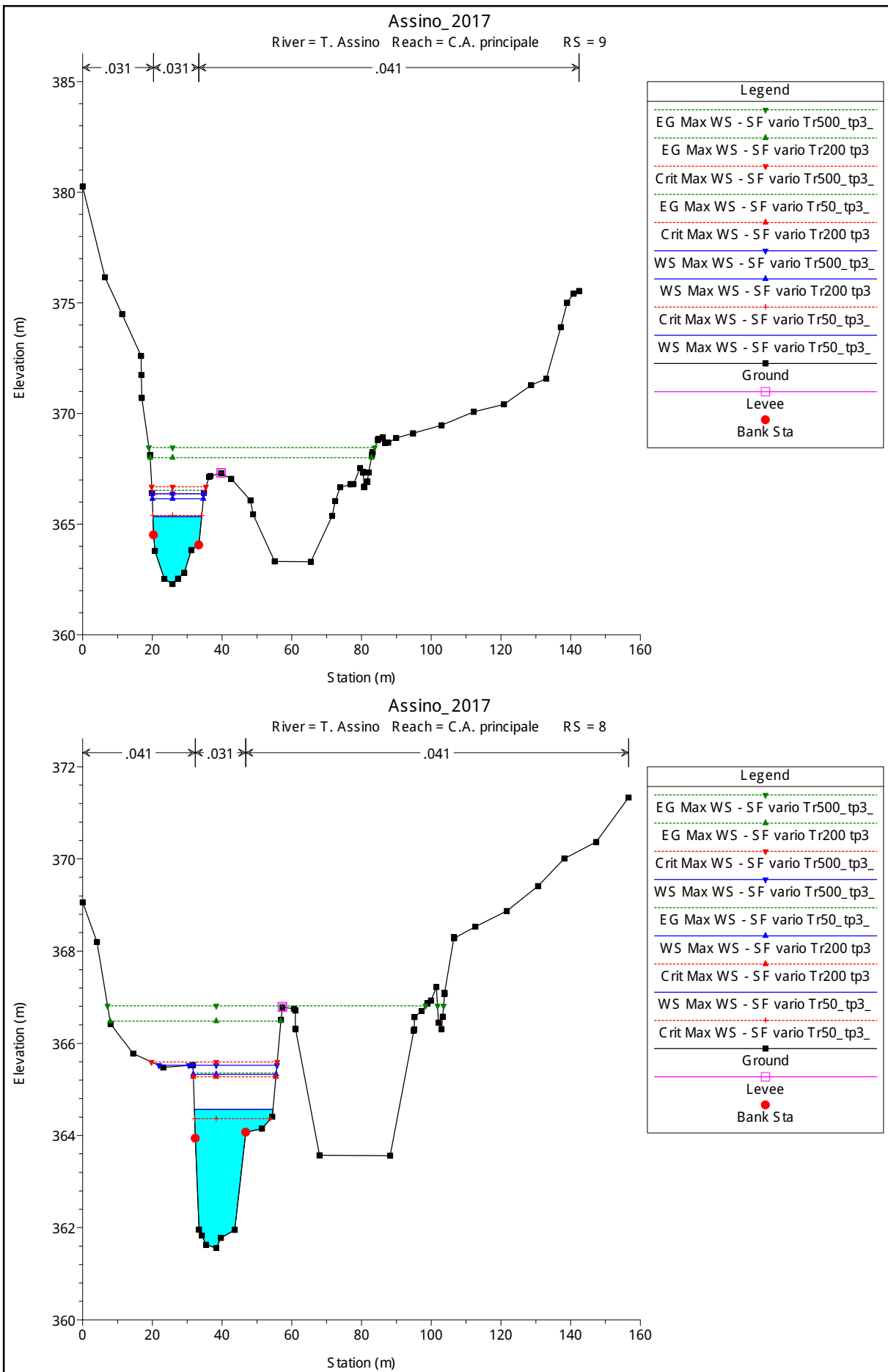
Legend	
EG Max WS - SF vario Tr50_tp6_	Green dashed line with downward triangle
EG Max WS - SF vario Tr500_tp3_	Green dashed line with upward triangle
EG Max WS - SF vario Tr200_tp6	Green dashed line with diamond
Crit Max WS - SF vario Tr50_tp6_	Red dashed line with downward triangle
Crit Max WS - SF vario Tr500_tp3_	Red dashed line with upward triangle
WS Max WS - SF vario Tr500_tp3_	Blue solid line with downward triangle
Crit Max WS - SF vario Tr200_tp6	Red dashed line with diamond
WS Max WS - SF vario Tr200_tp6	Blue solid line with upward triangle
WS Max WS - SF vario Tr50_tp6_	Blue solid line with diamond
Ground	Black solid line with square
Bank Sta	Red solid circle

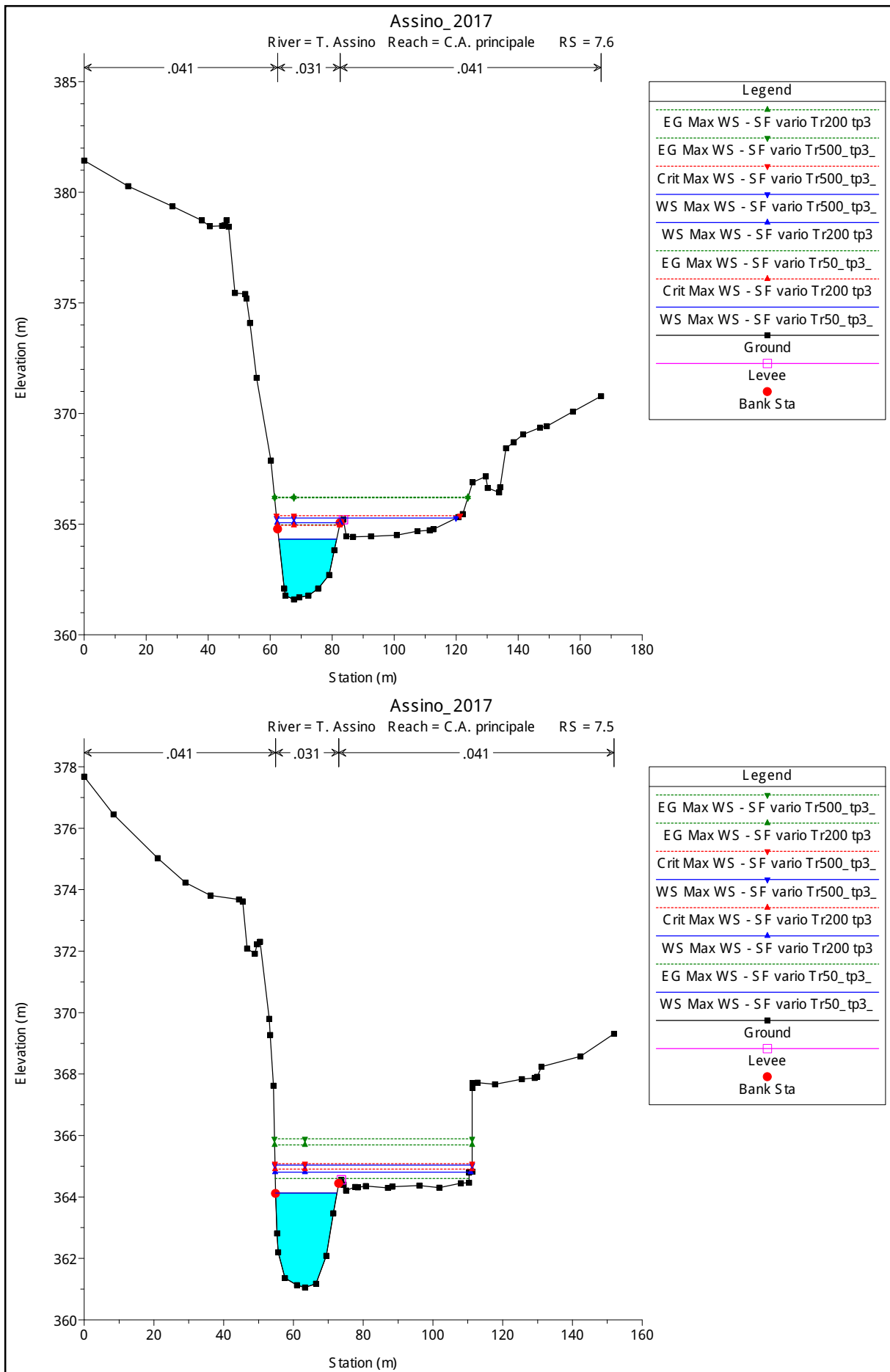




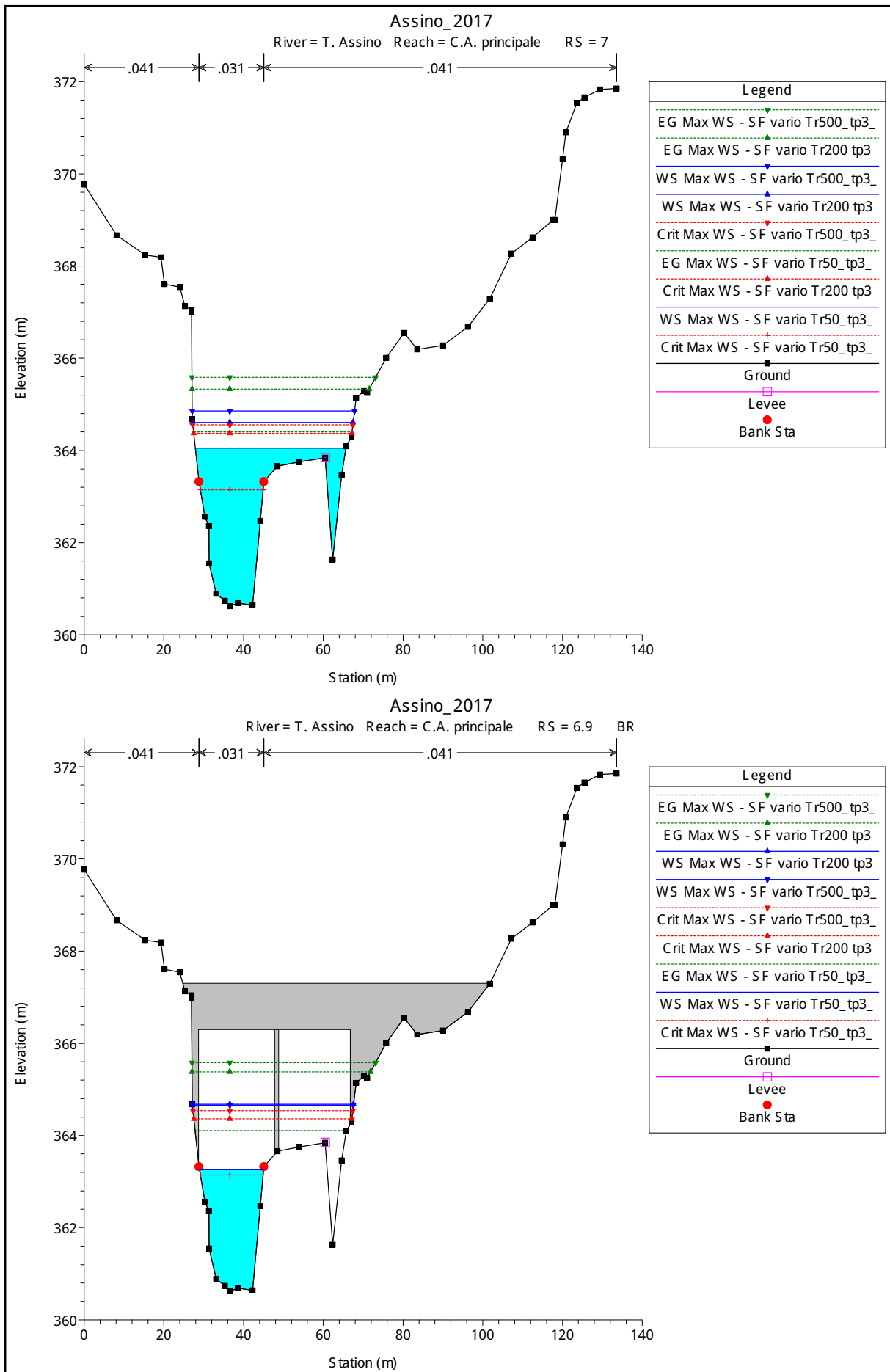


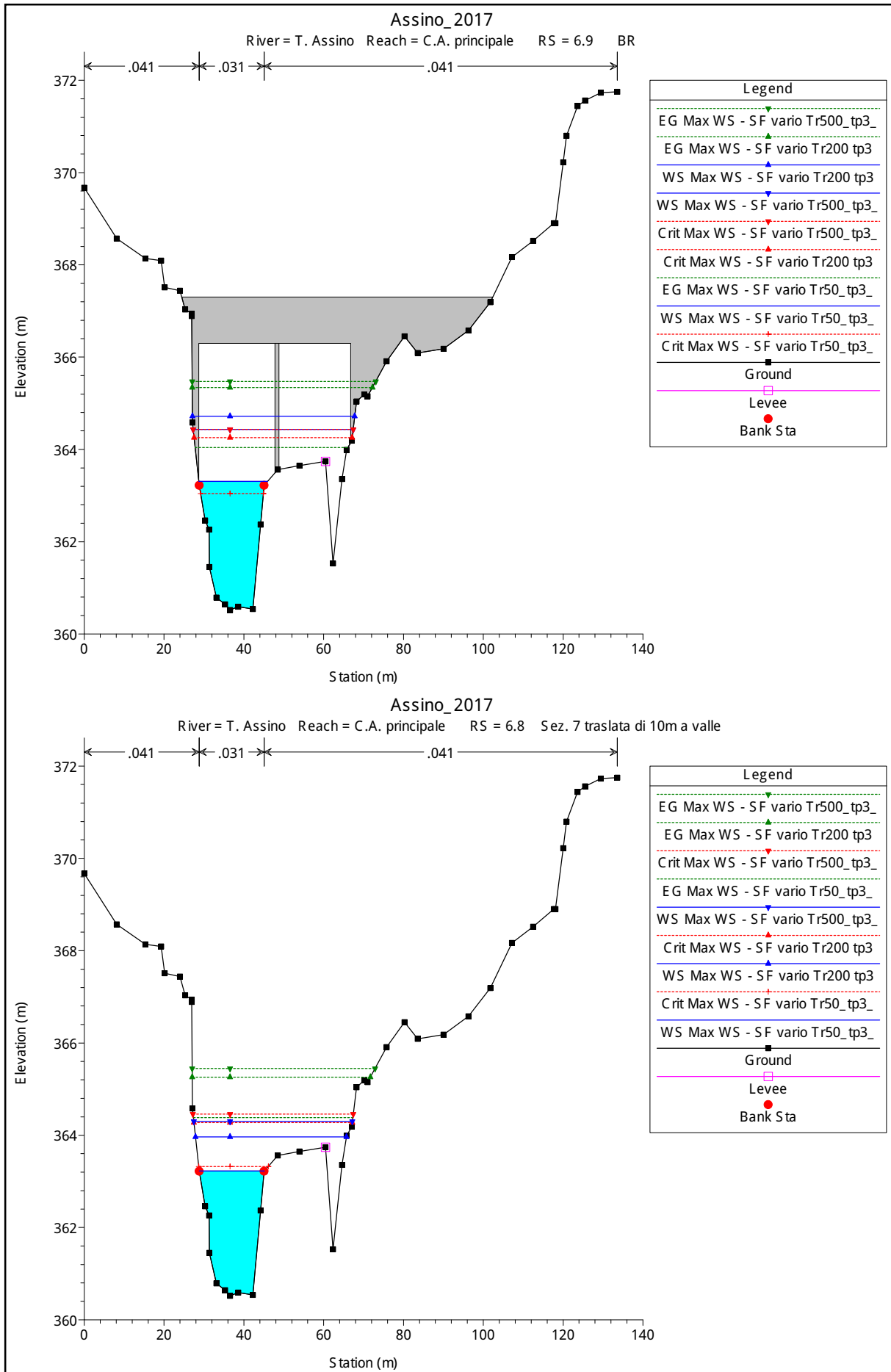


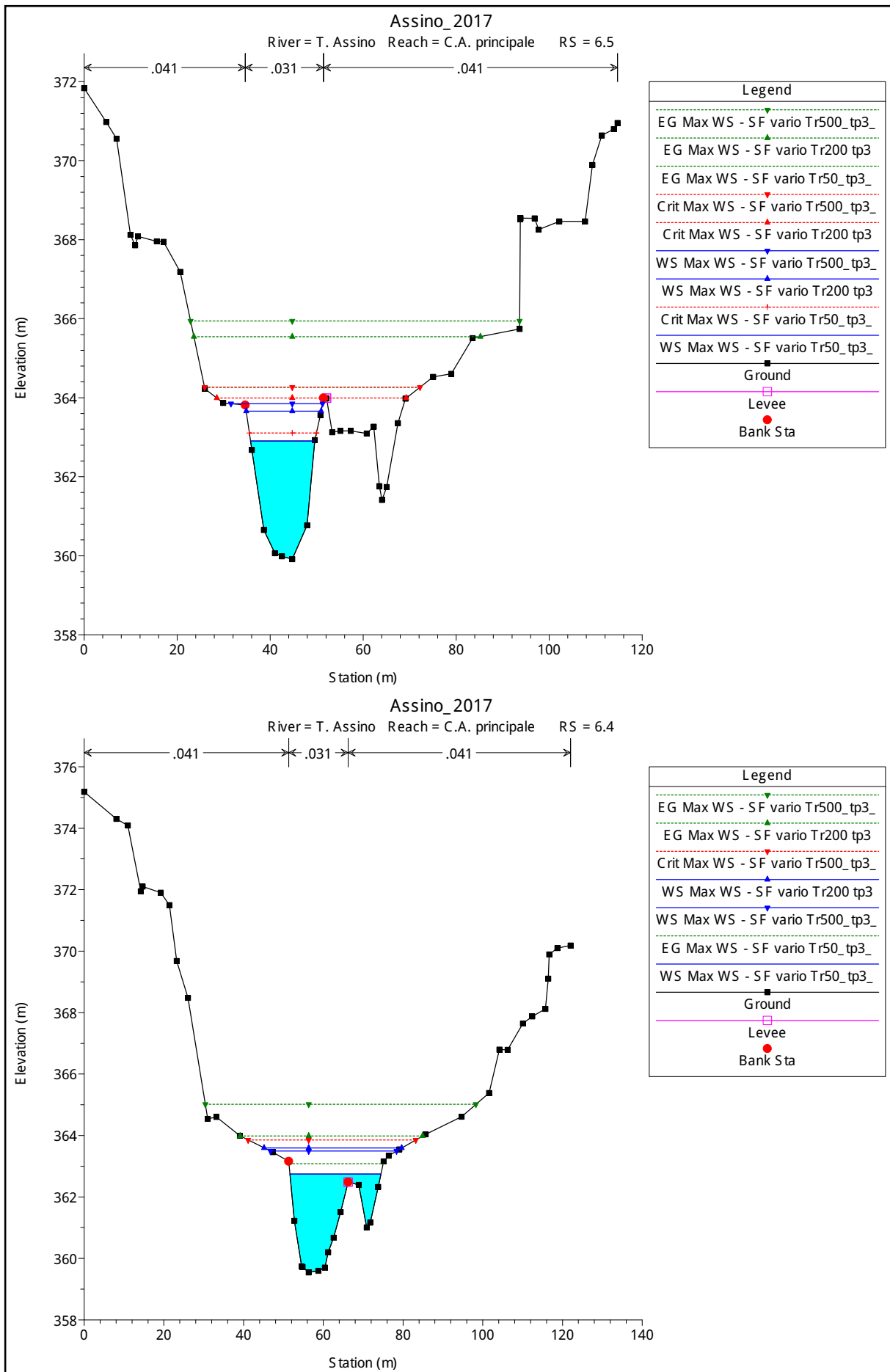


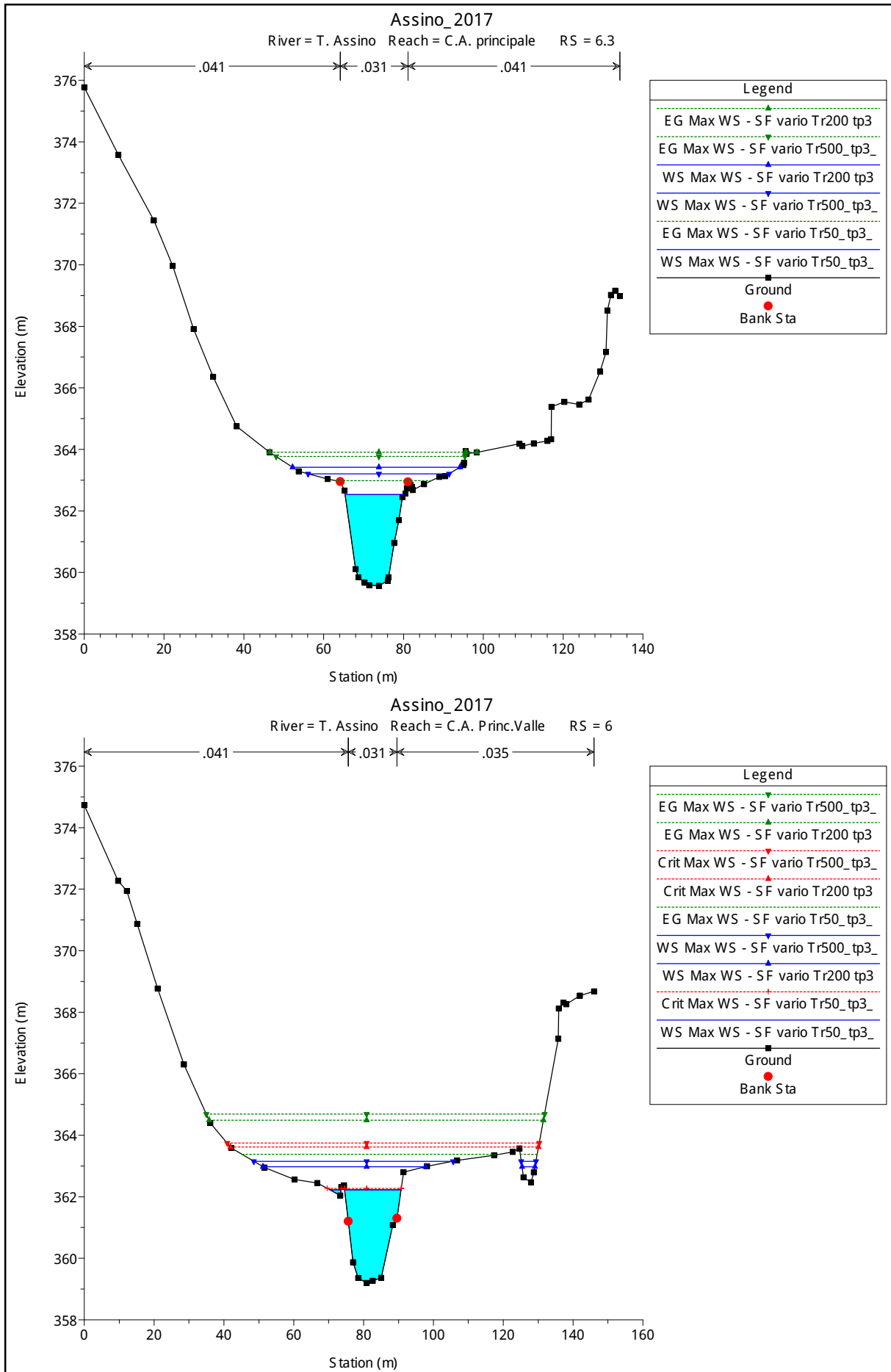


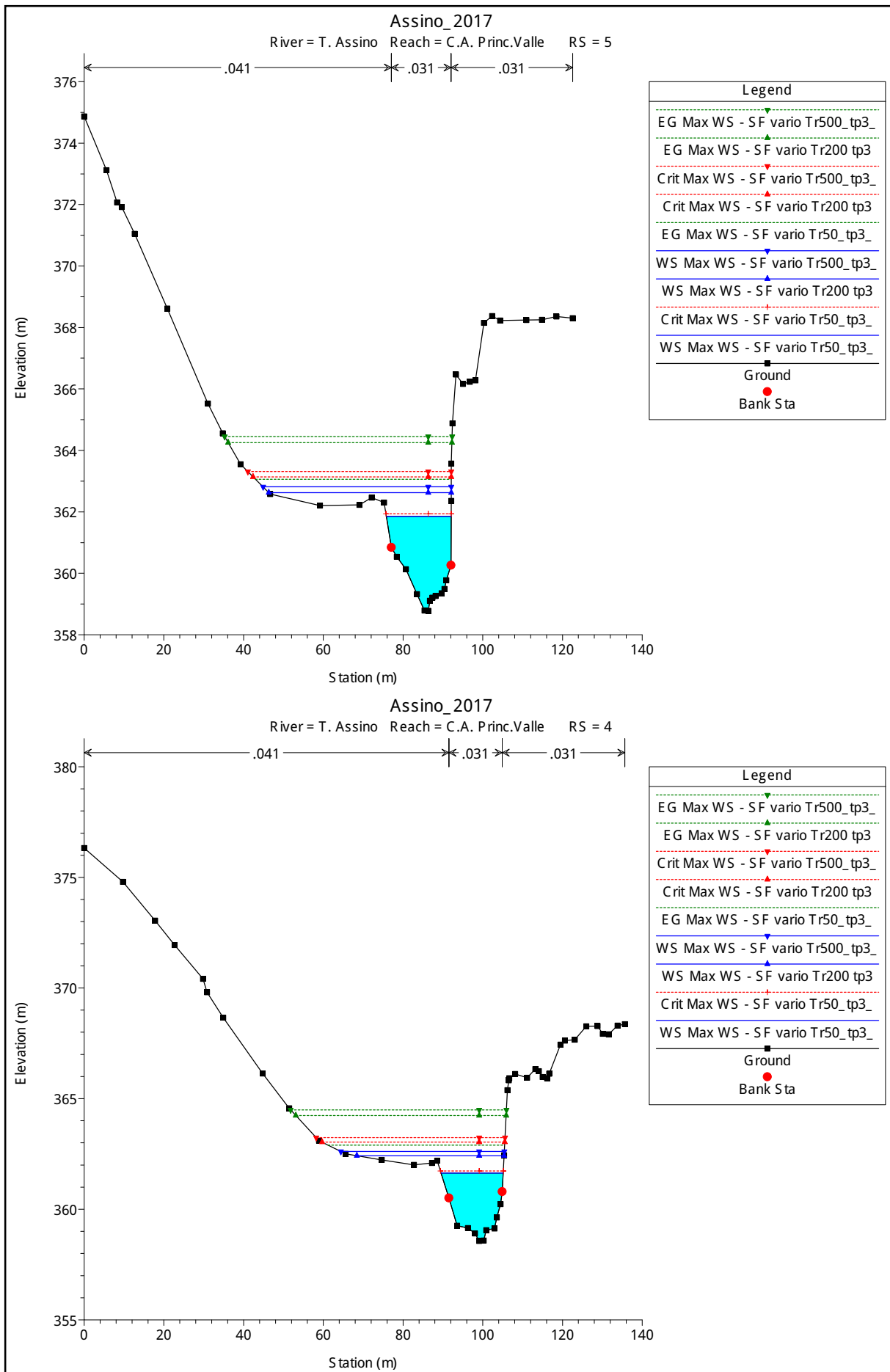


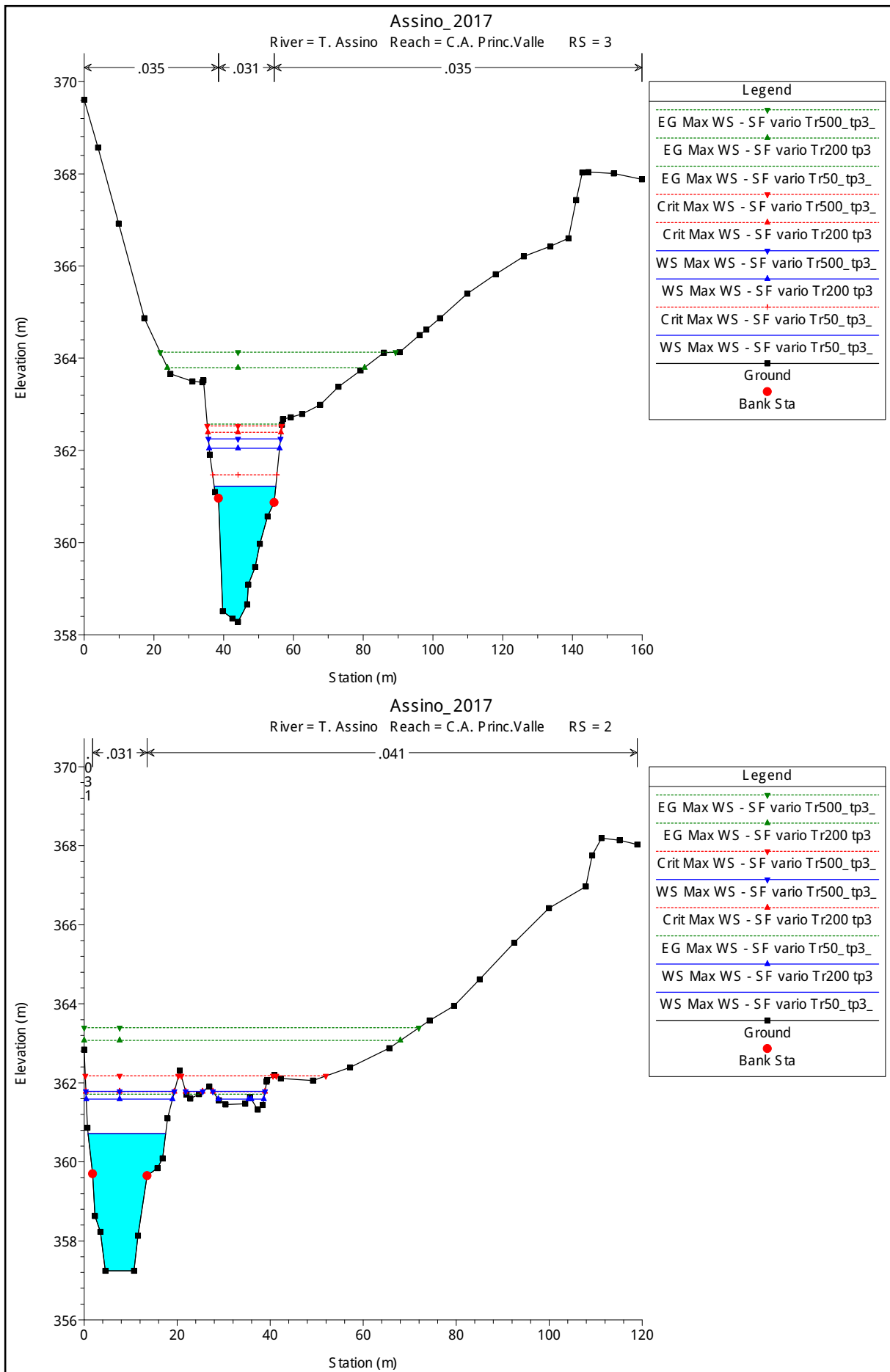






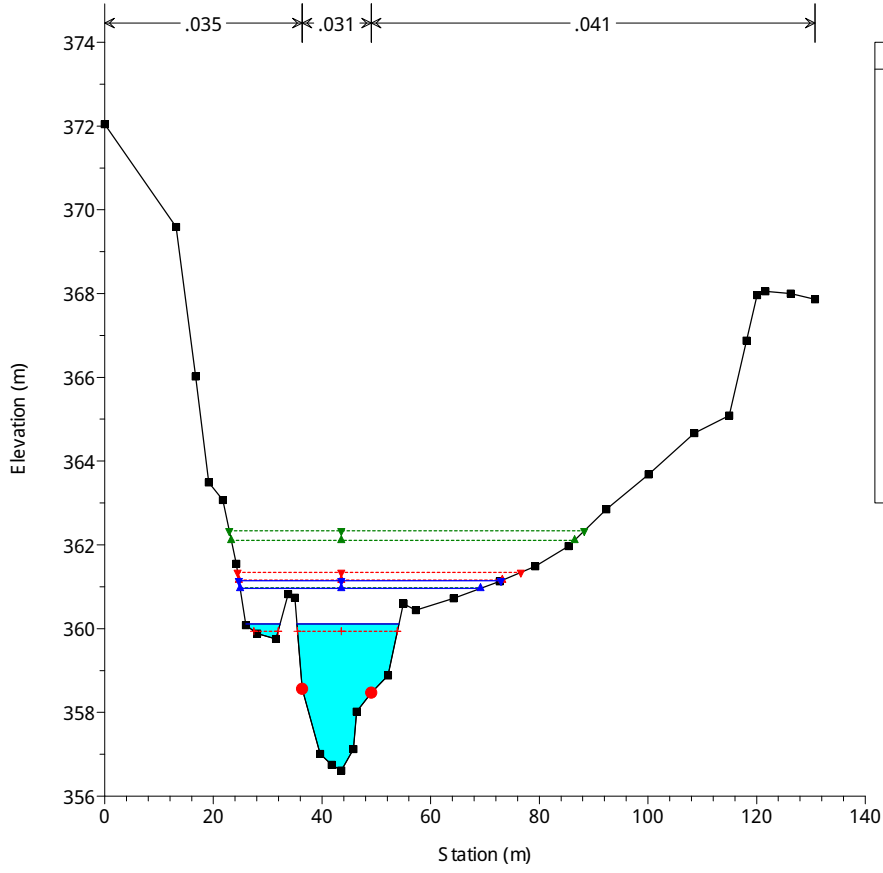






### Assino\_2017

River = T. Assino Reach = C.A. Princ.Valle RS = 1



Legend	
EG Max WS - SF vario Tr500_tp3_	▲
EG Max WS - SF vario Tr200_tp3	▲
Crit Max WS - SF vario Tr500_tp3_	▲
Crit Max WS - SF vario Tr200_tp3	▲
WS Max WS - SF vario Tr500_tp3_	▲
EG Max WS - SF vario Tr50_tp3_	▲
WS Max WS - SF vario Tr200_tp3	▲
WS Max WS - SF vario Tr50_tp3_	▲
Crit Max WS - SF vario Tr50_tp3_	▲
Ground	■
Bank Sta	●

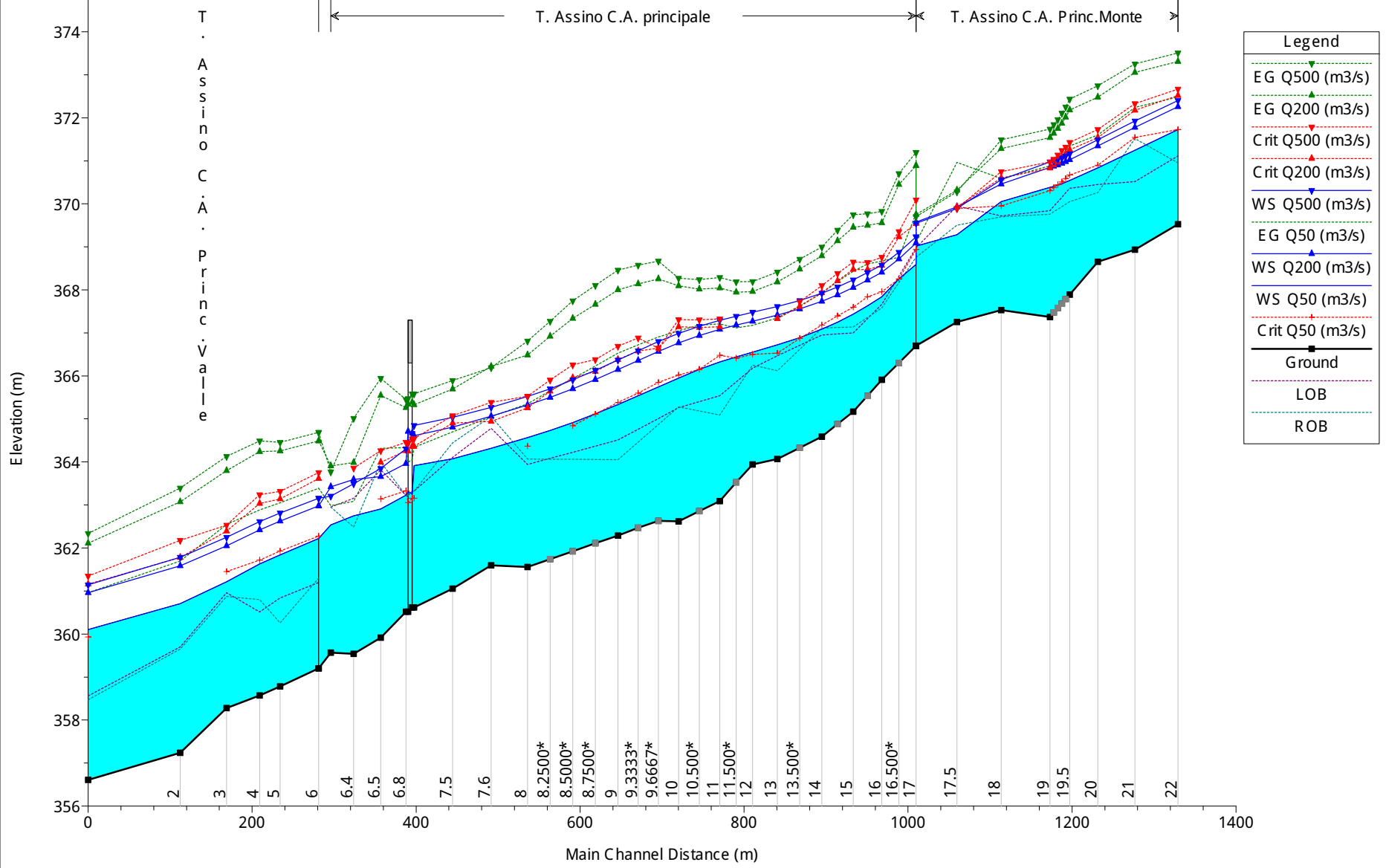
**TORRENTE ASSINO - TRATTO TRA LA CONFLUENZA CON IL TORRENTE  
SAN GIORGIO E IL FOSSO CASAL DEL MONTE**

**RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA NELLO STATO DI PROGETTO**

**ESECUTIVO**



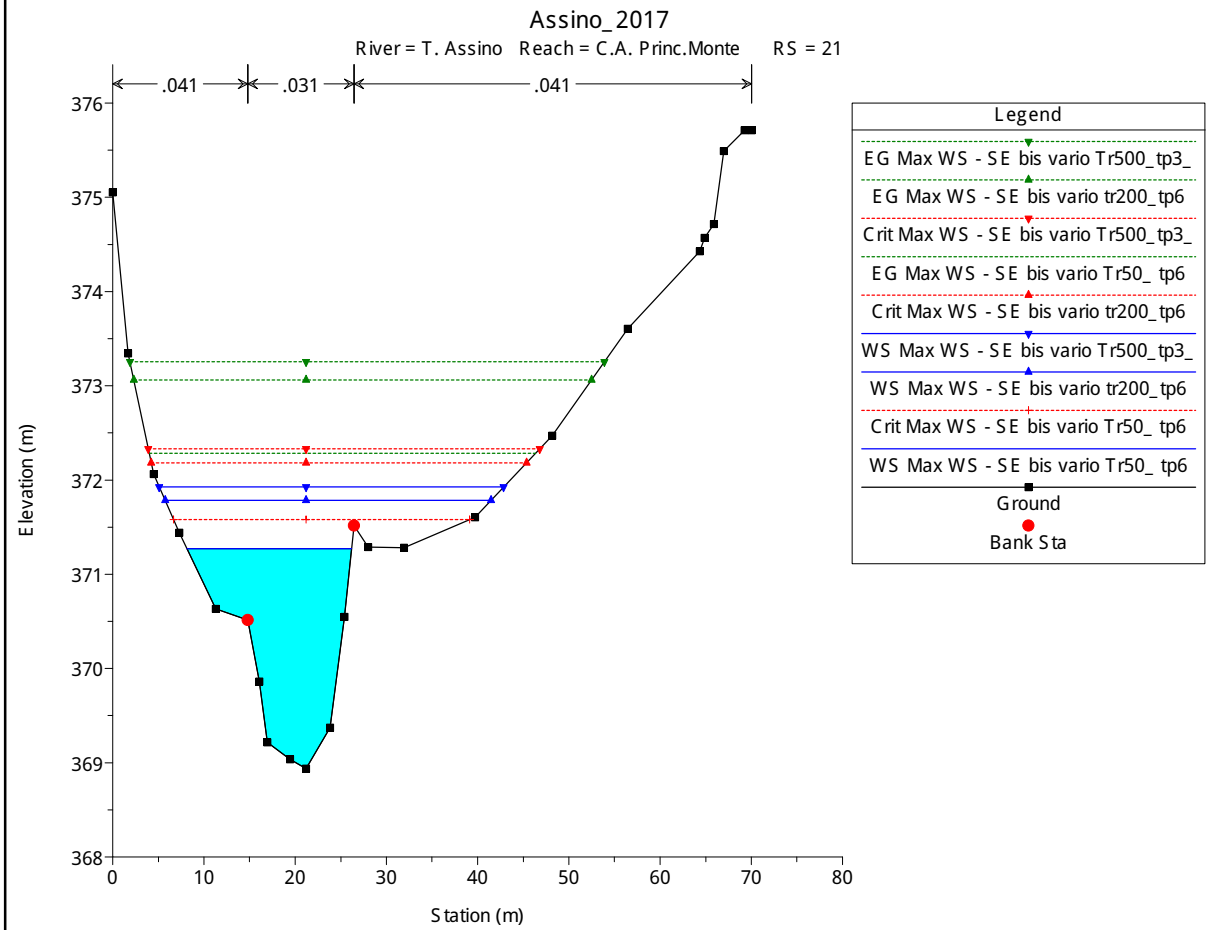
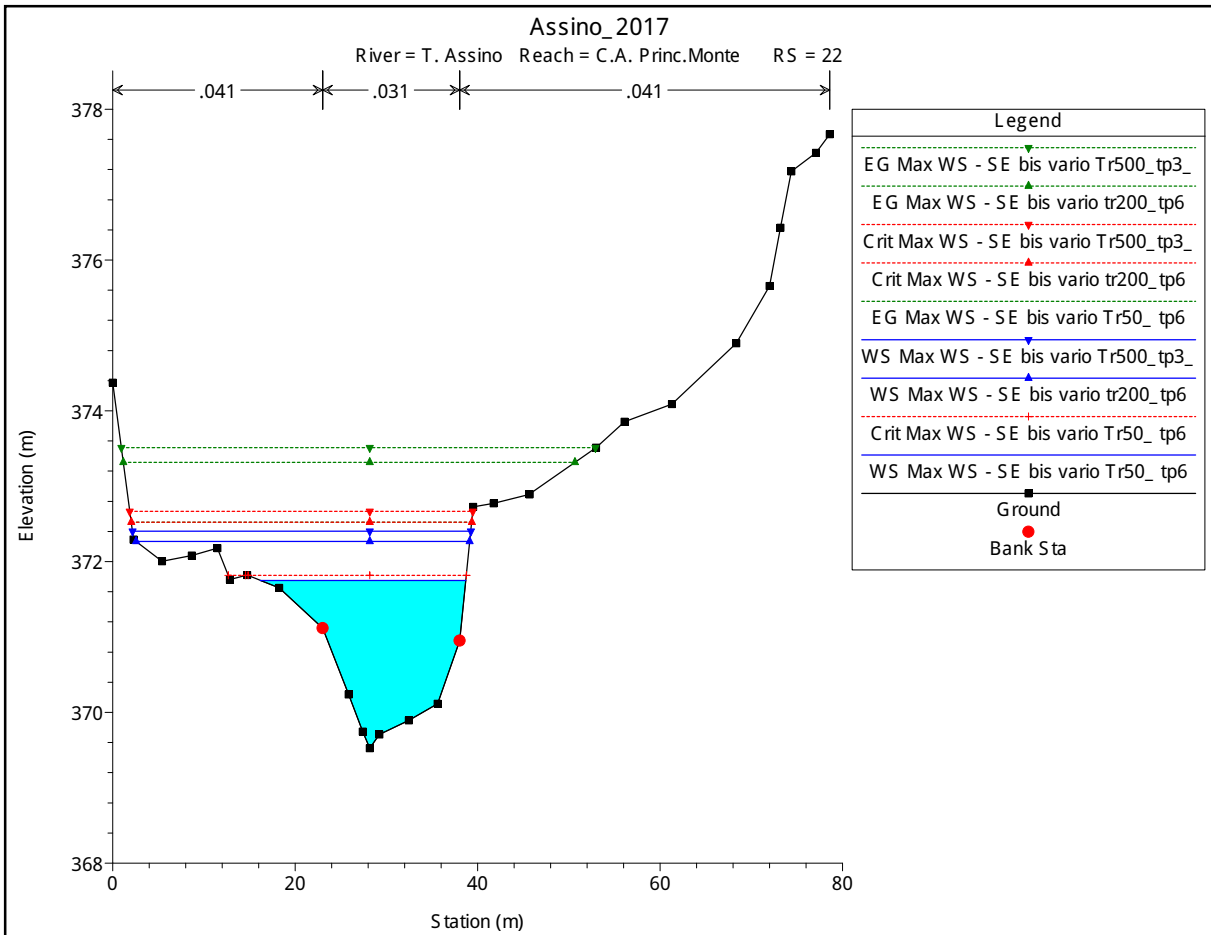
### Assino\_2017

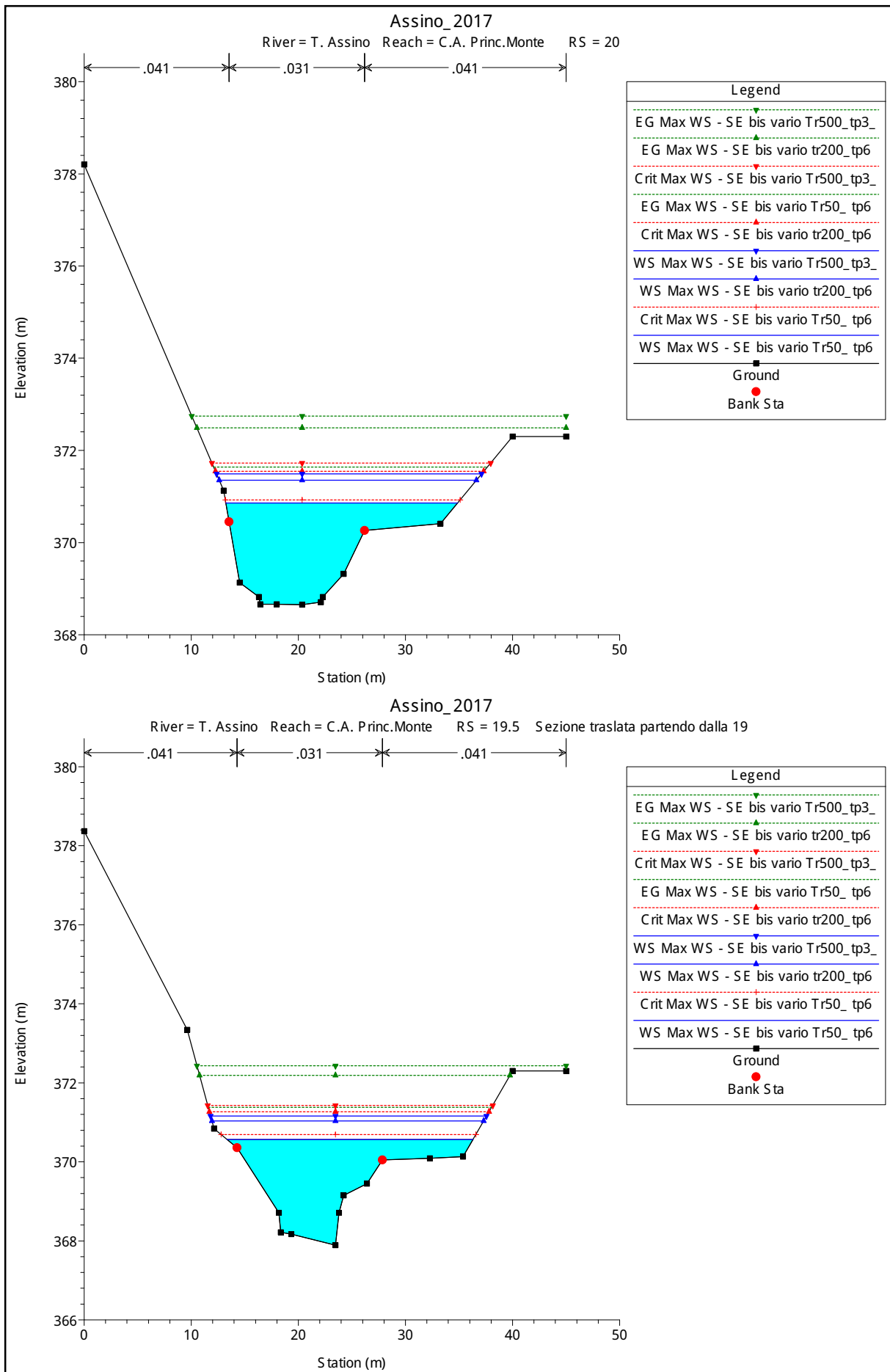


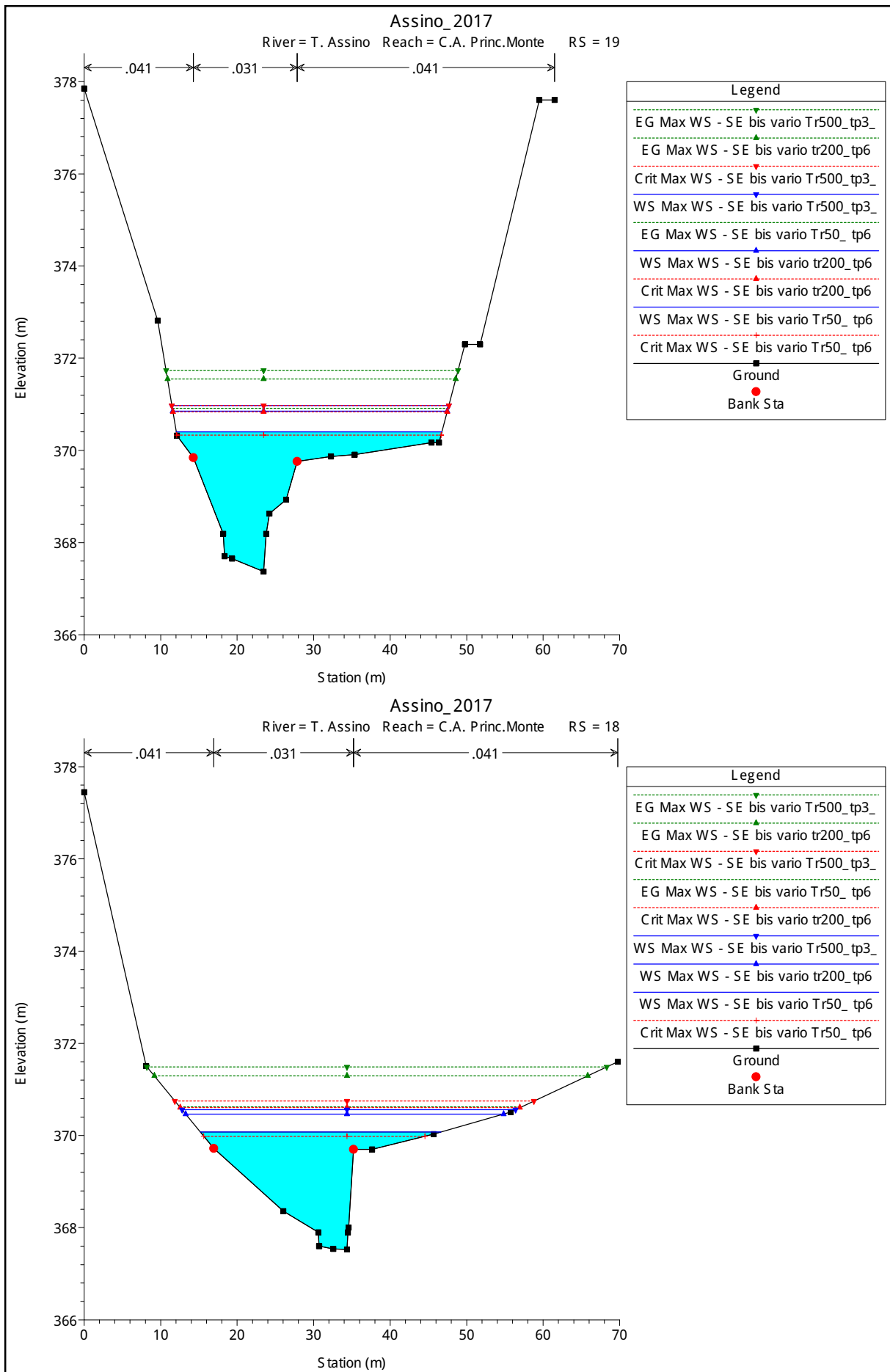
374  
 372  
 370  
 368  
 366  
 364  
 362  
 360  
 358  
 356

0 2 3 4 5 6 6.4 6.5 6.8 7.5 7.6 8 8.2500\* 8.5000\* 8.7500\* 9 9.3333\* 9.6667\* 10 10.5000\* 11 11.5000\* 12 13 13.5000\* 14 15 16 16.5000\* 17 17.5 18 19 19.5 20 21 22

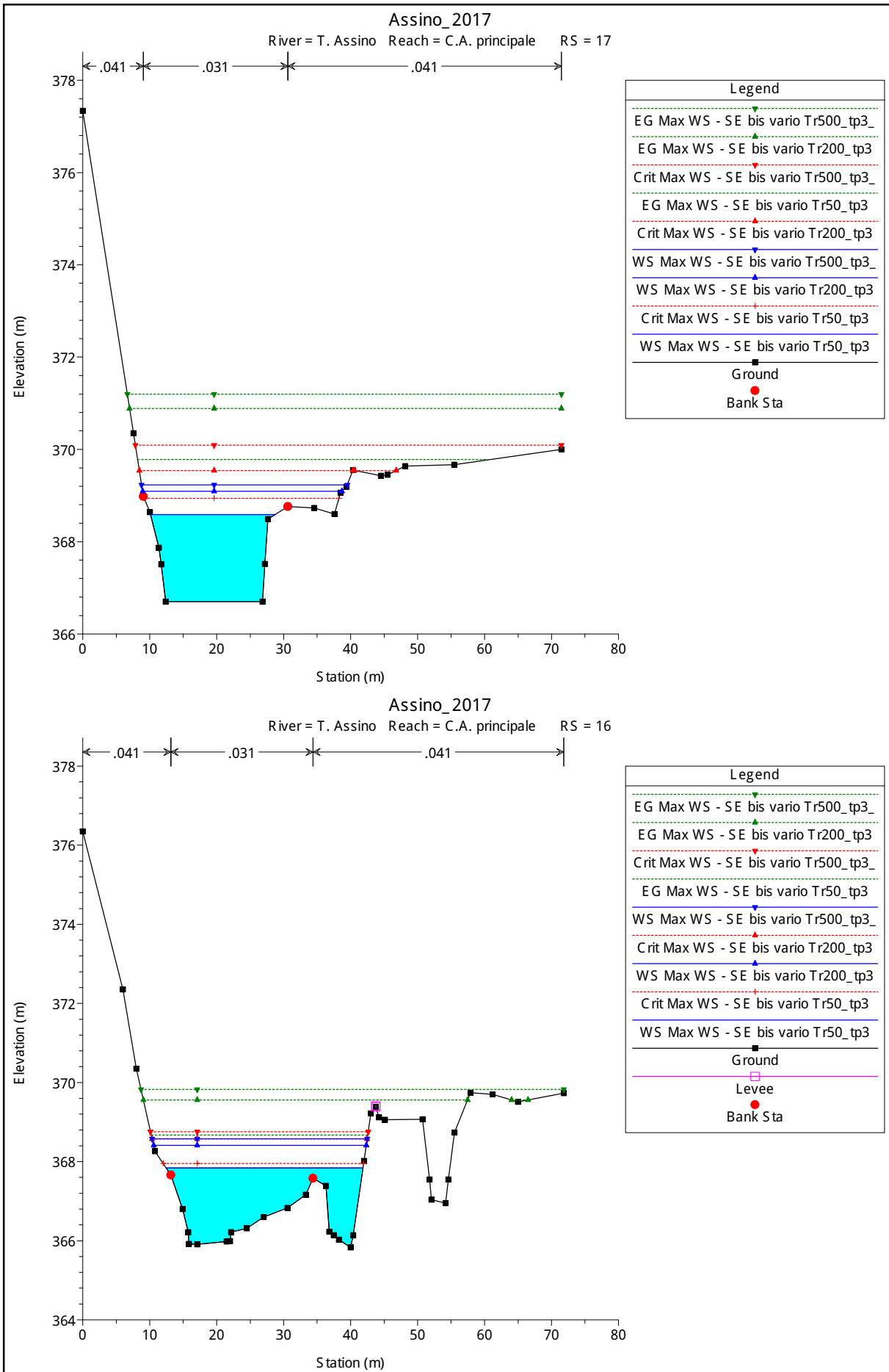
1400

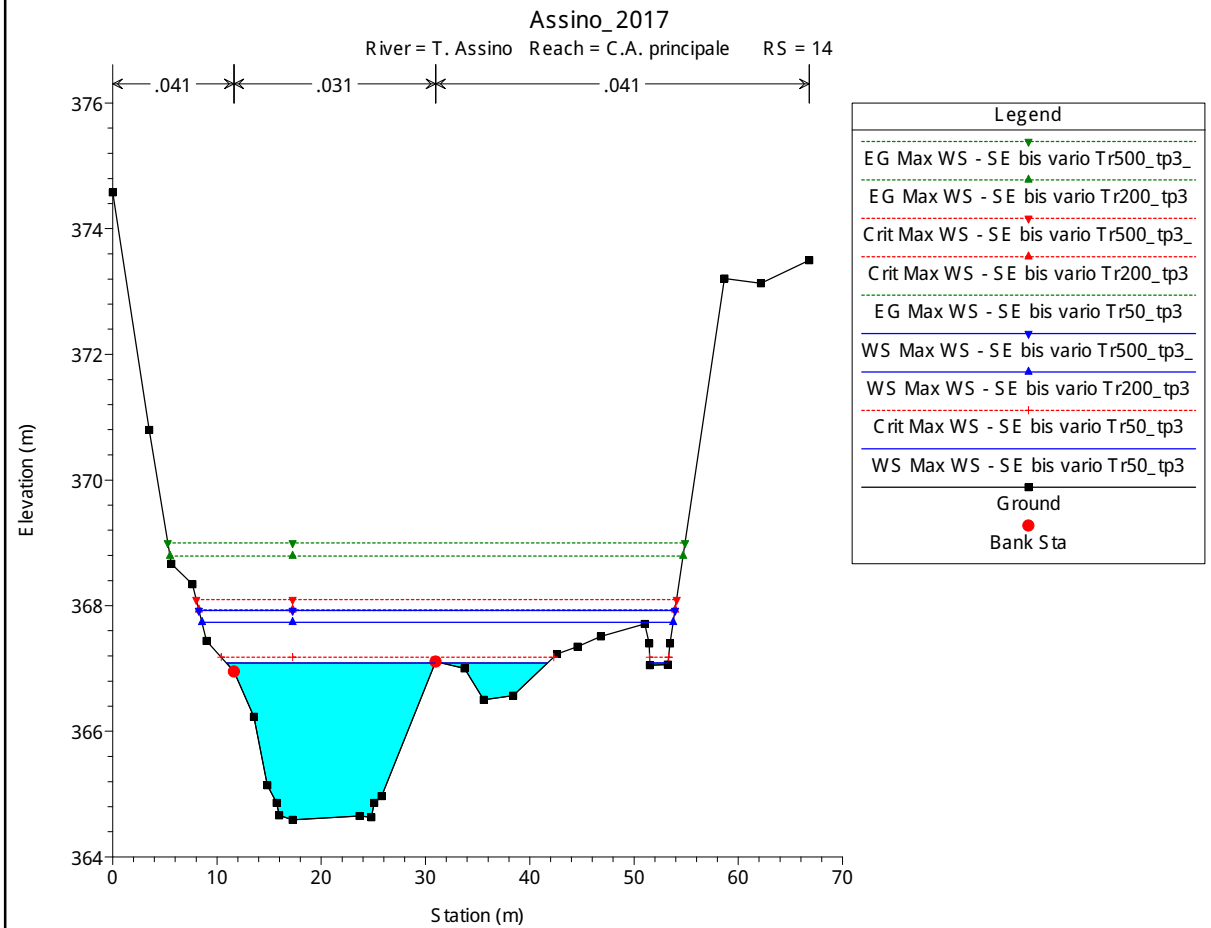
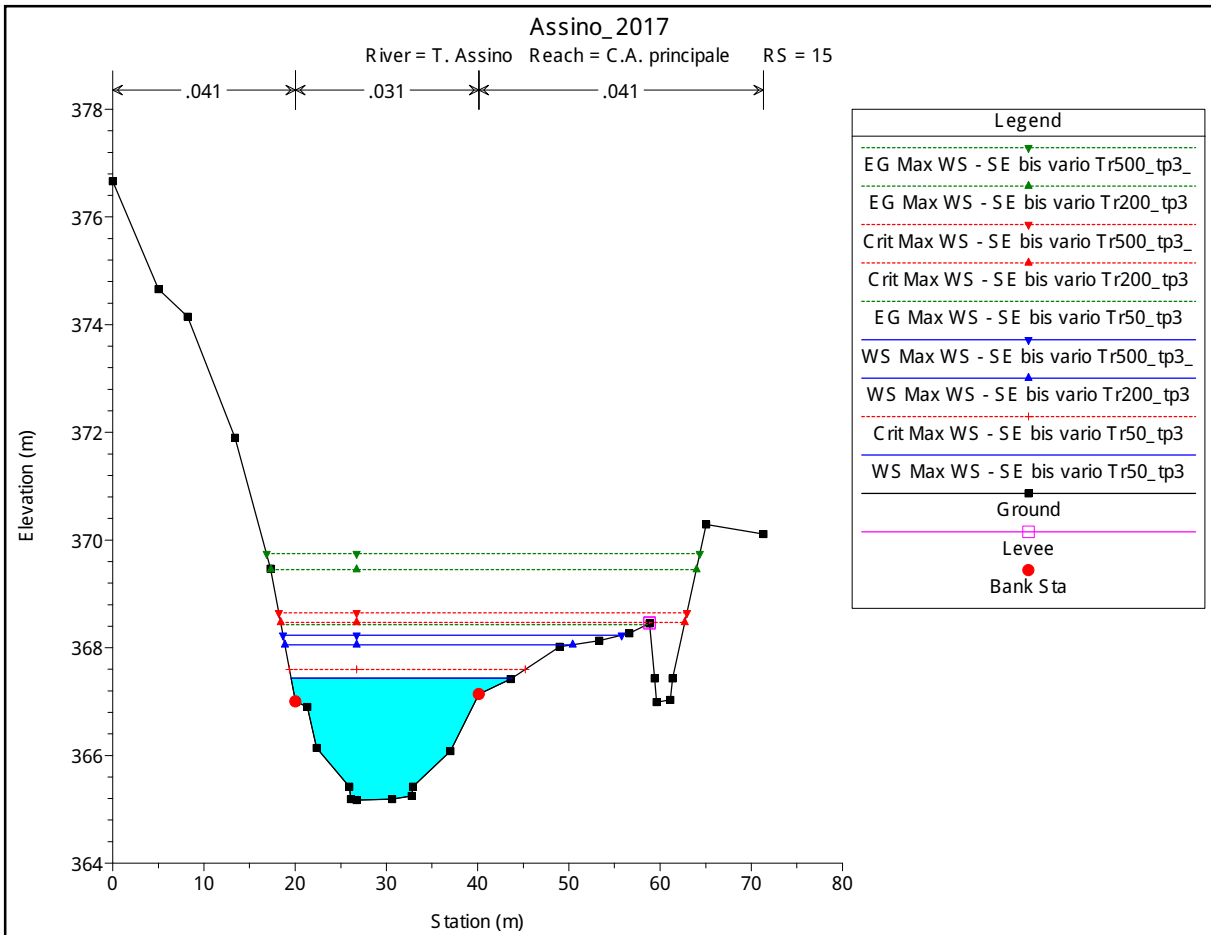


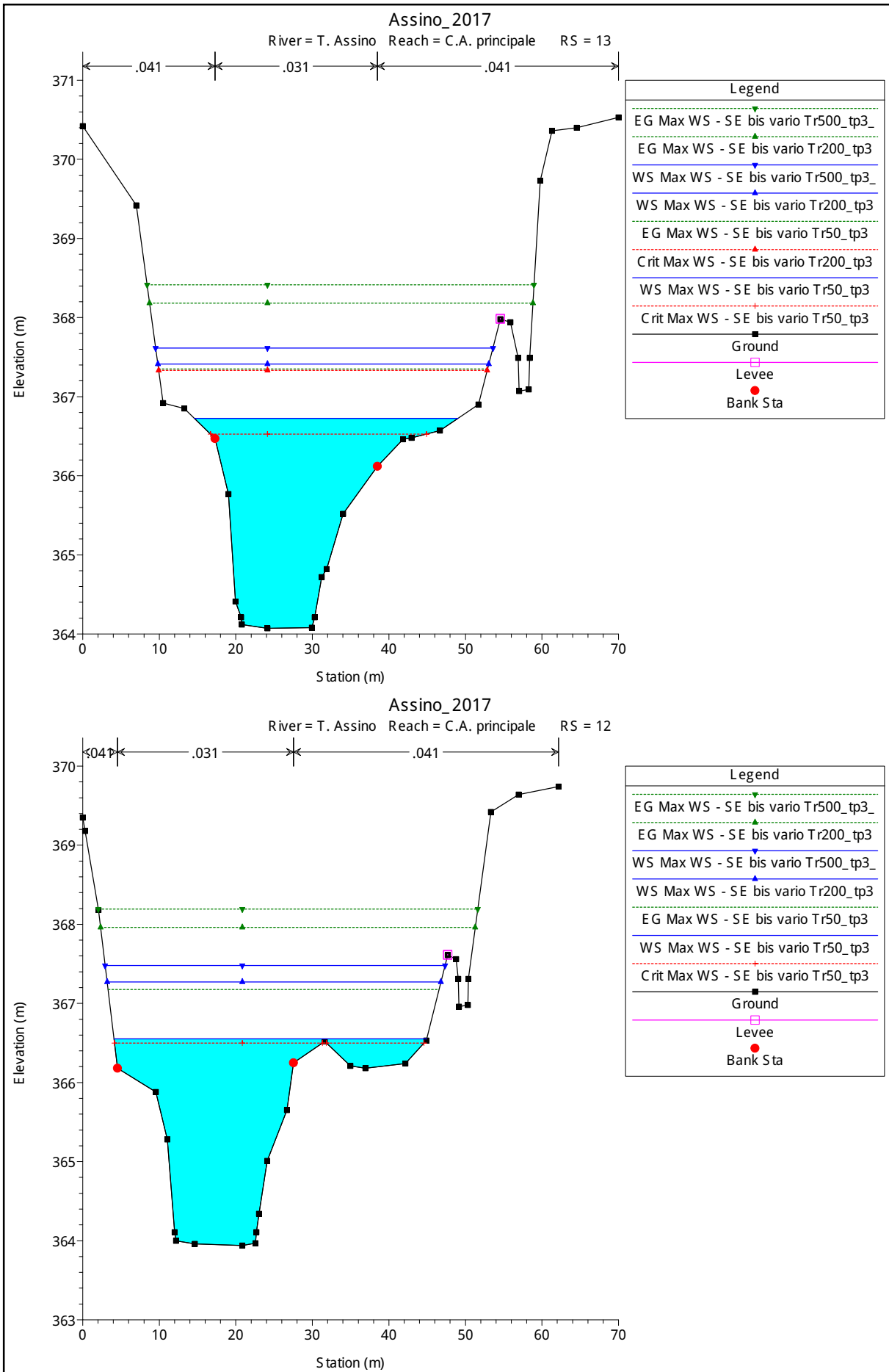




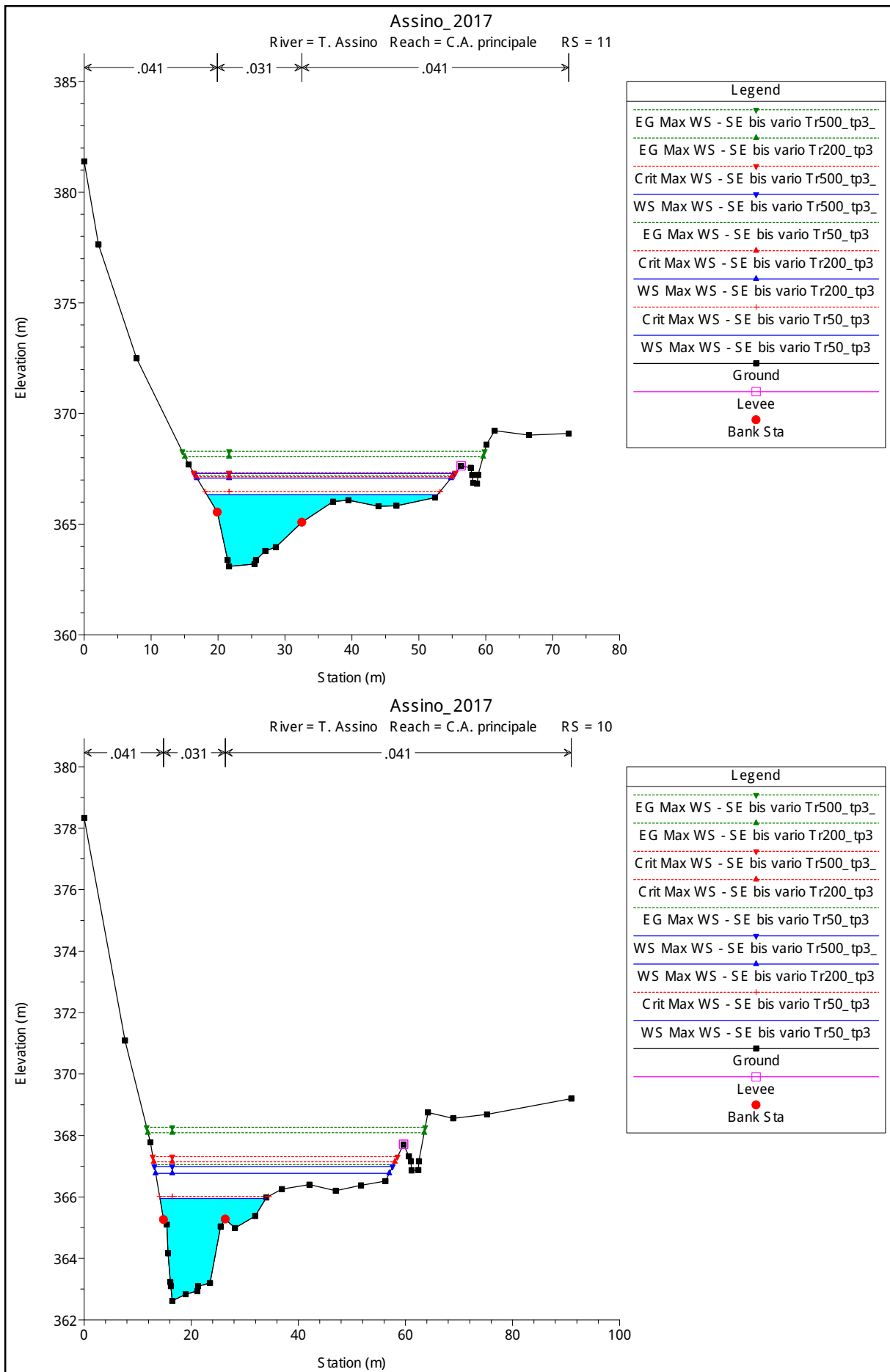


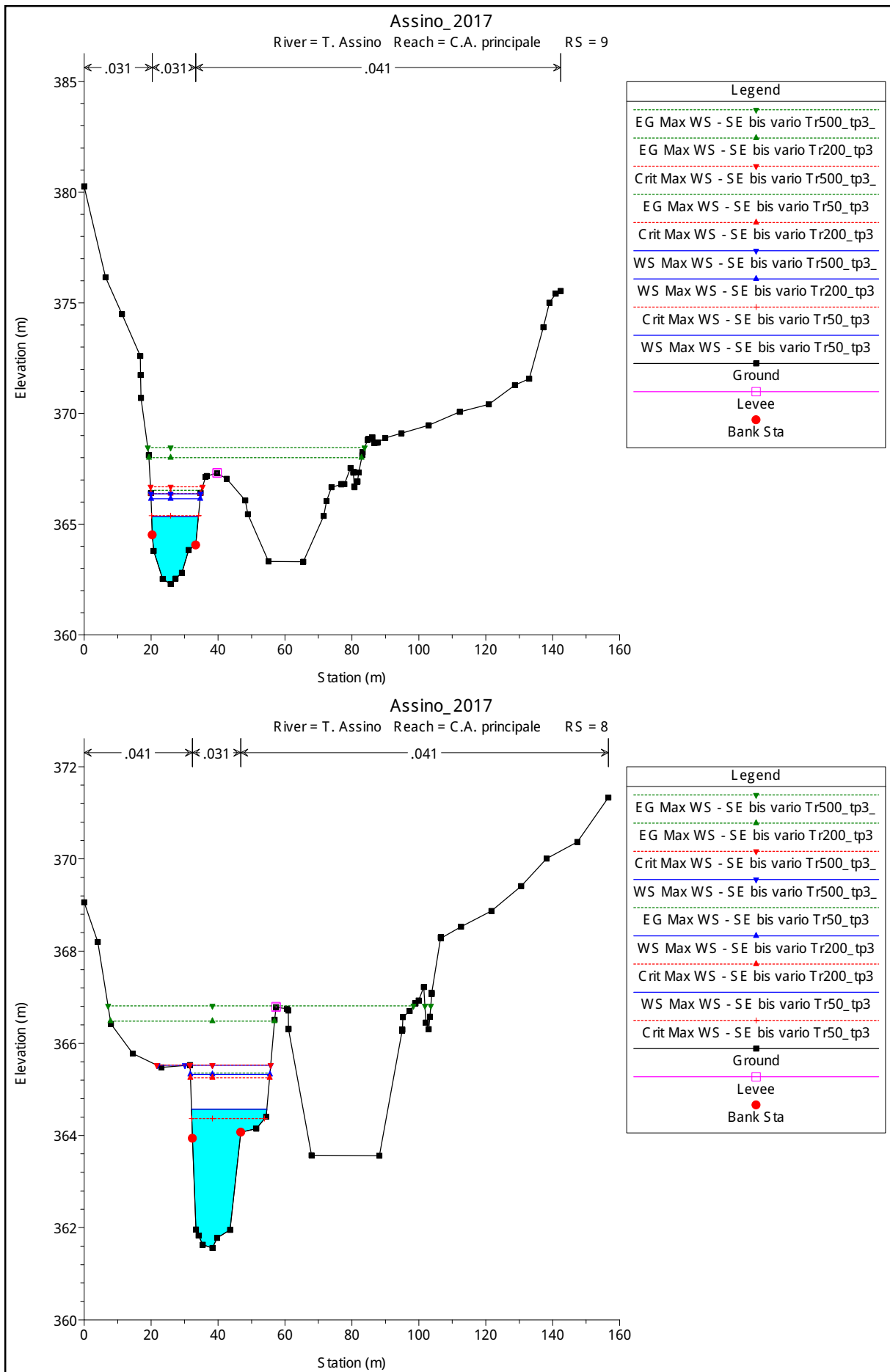


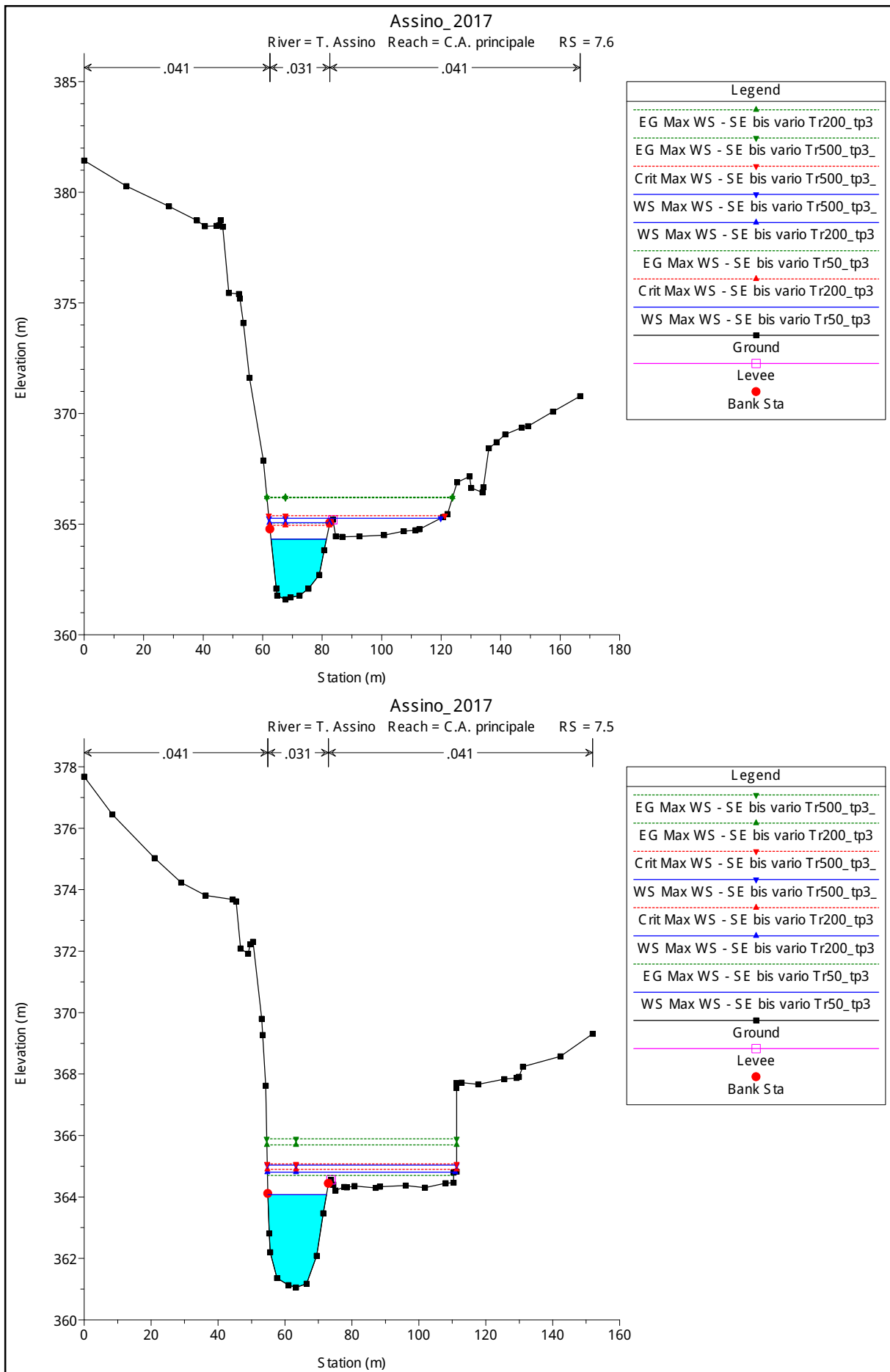


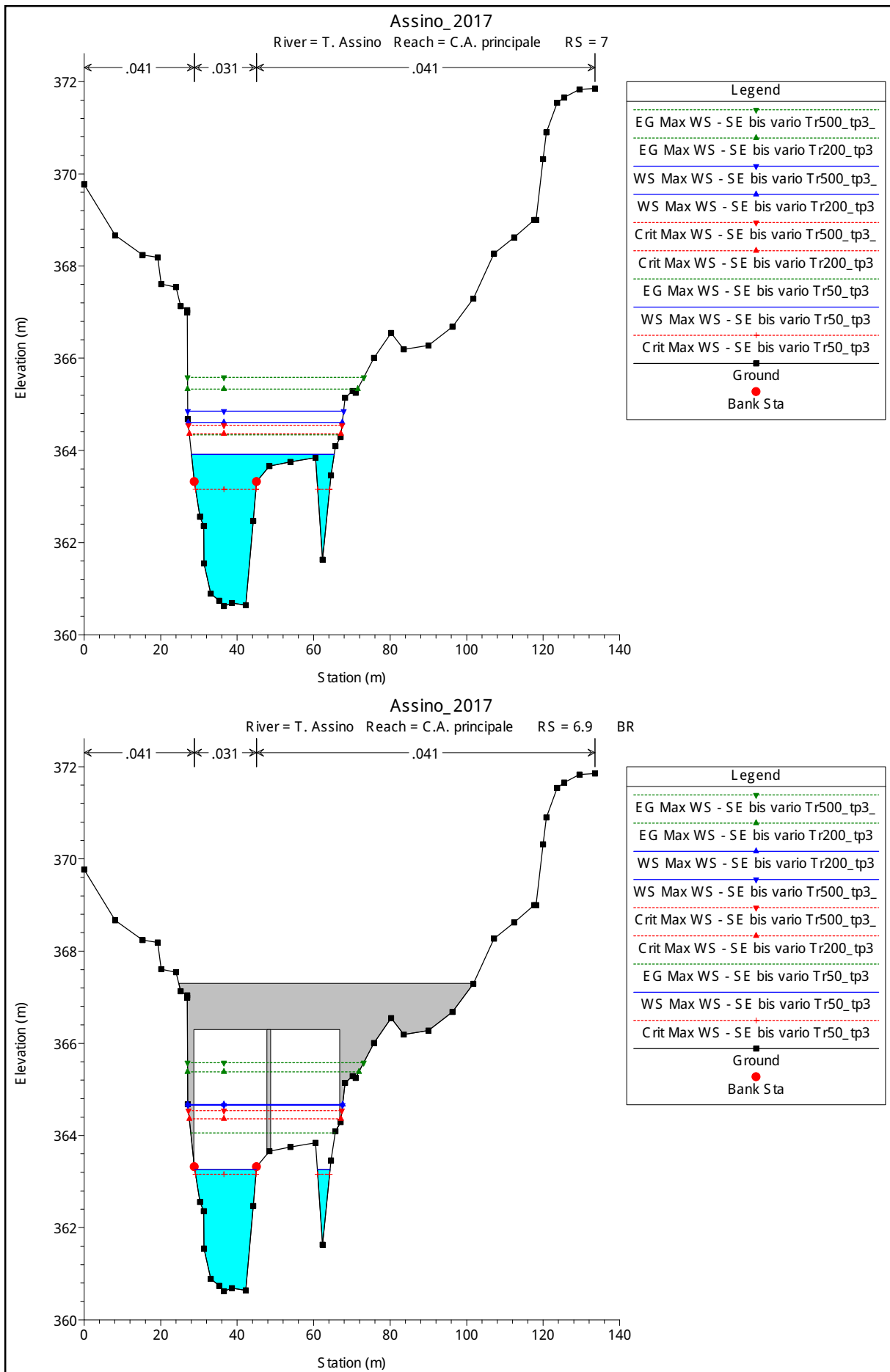


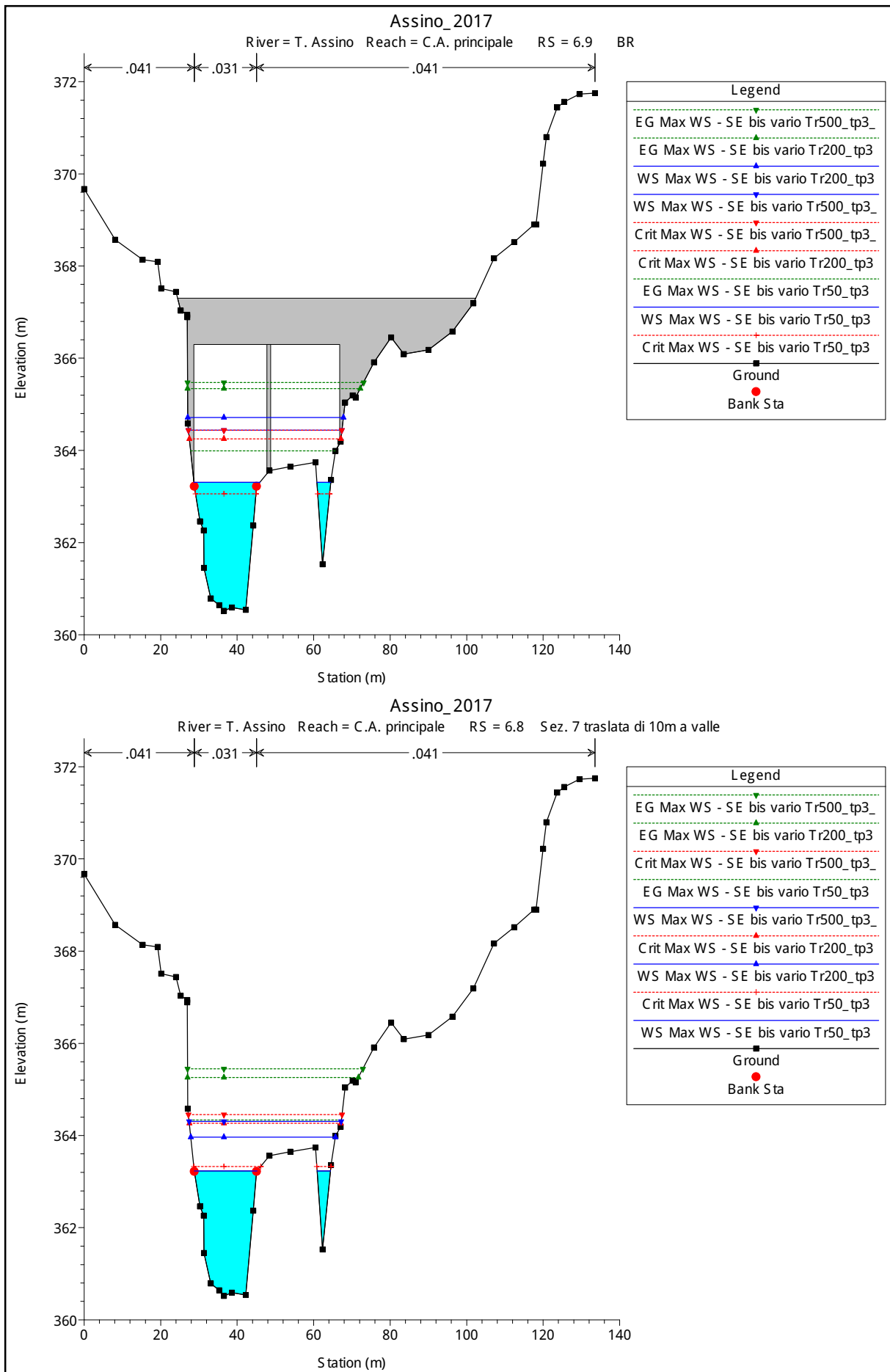


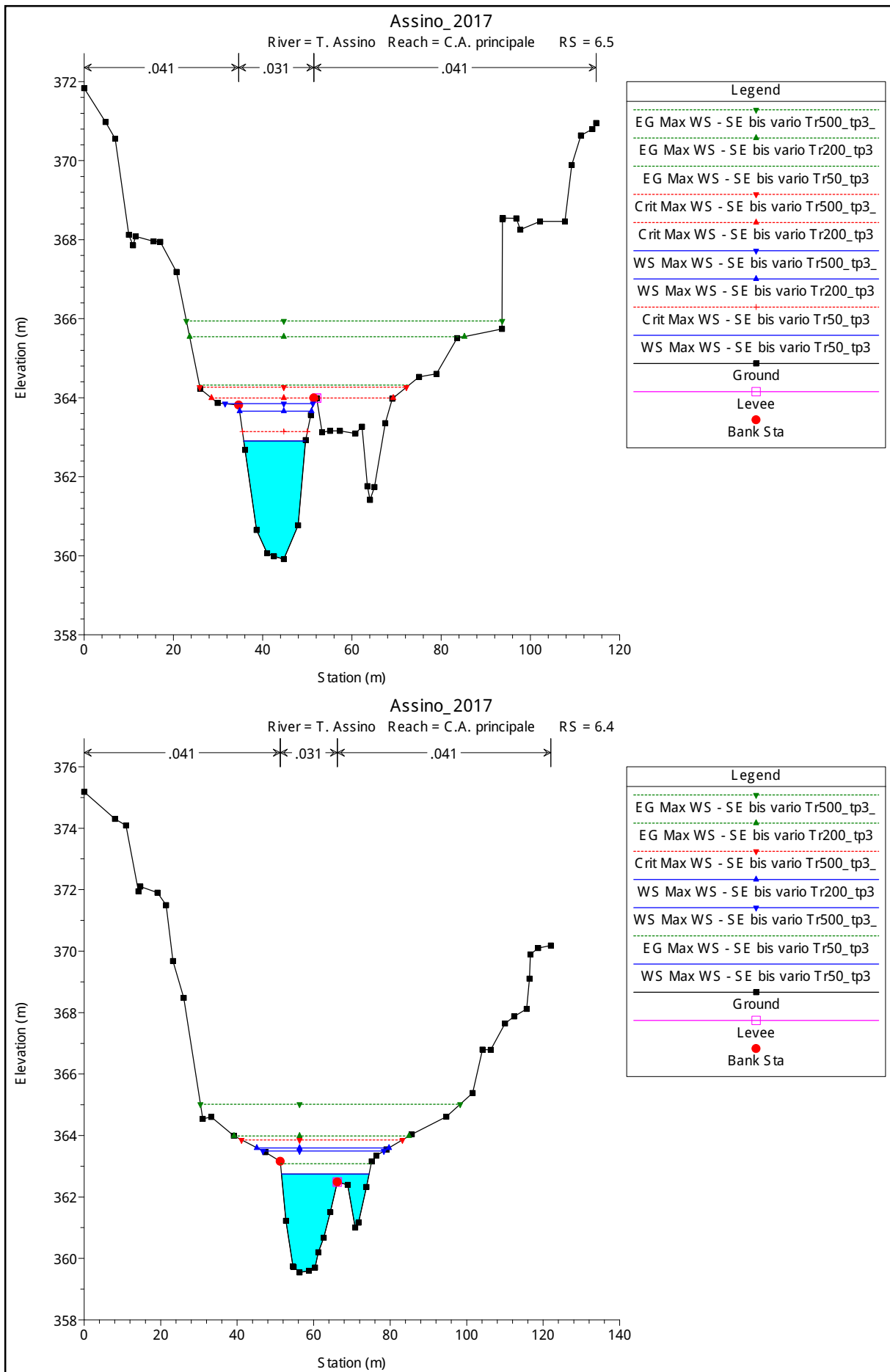


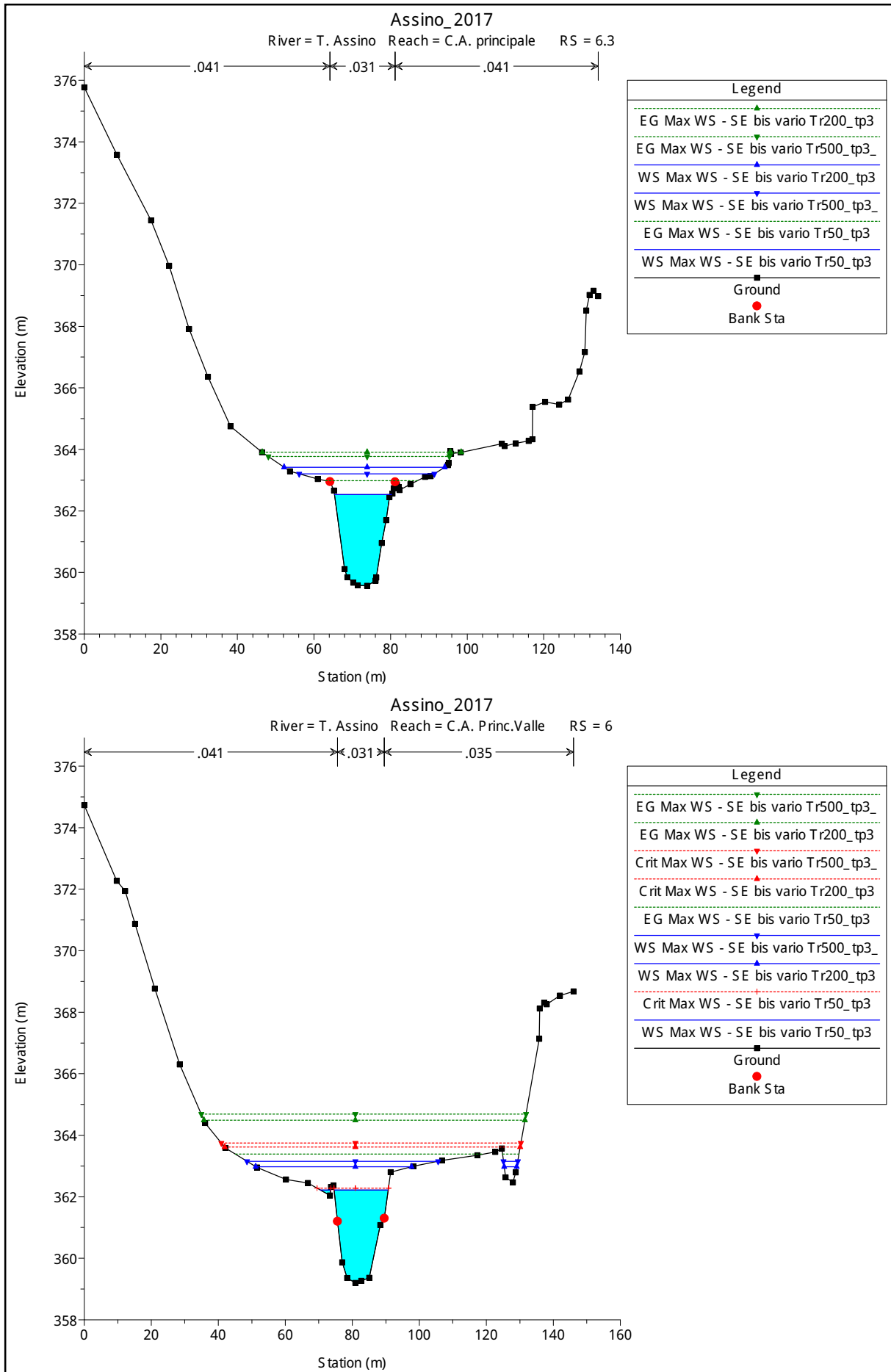


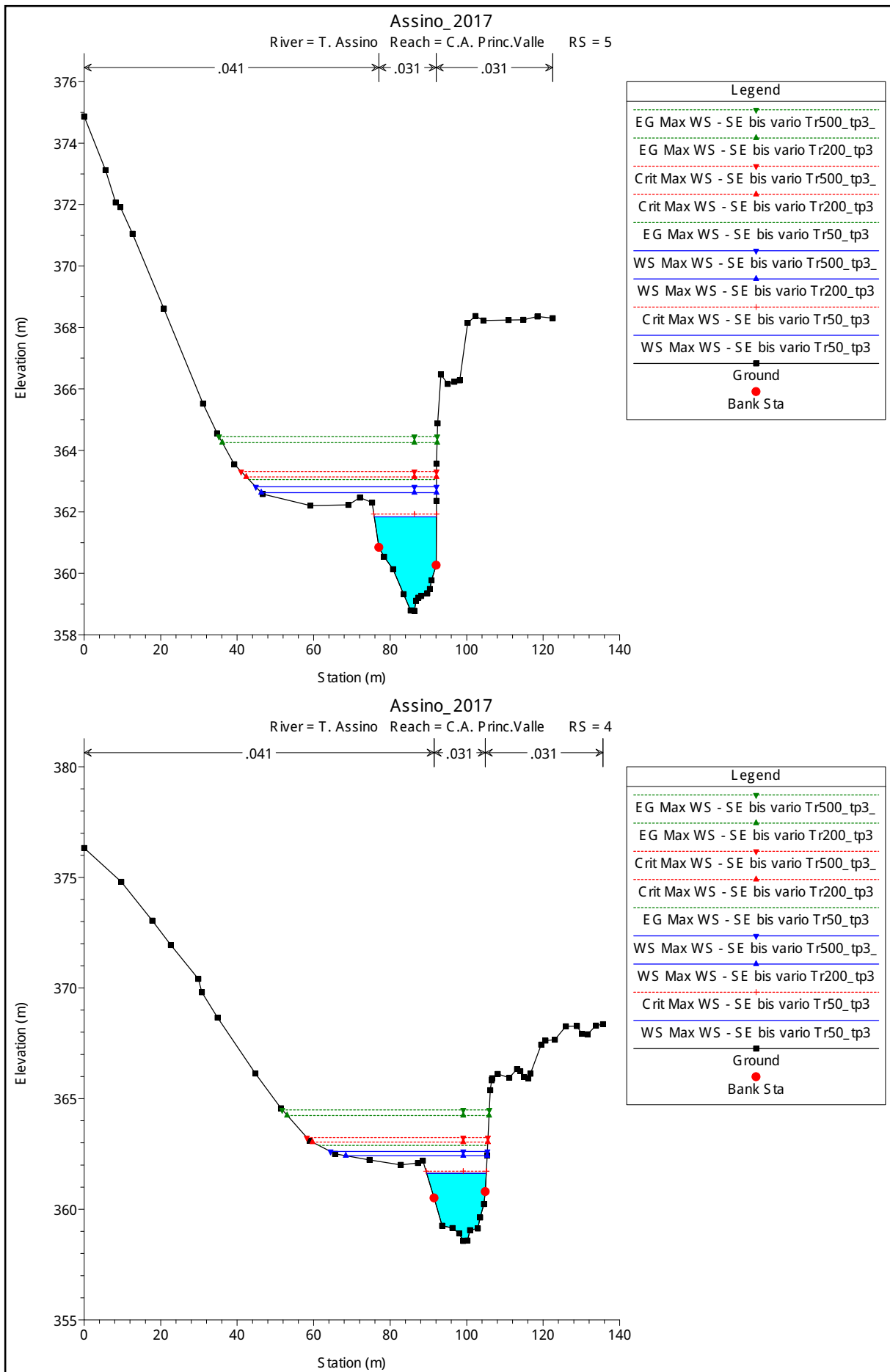




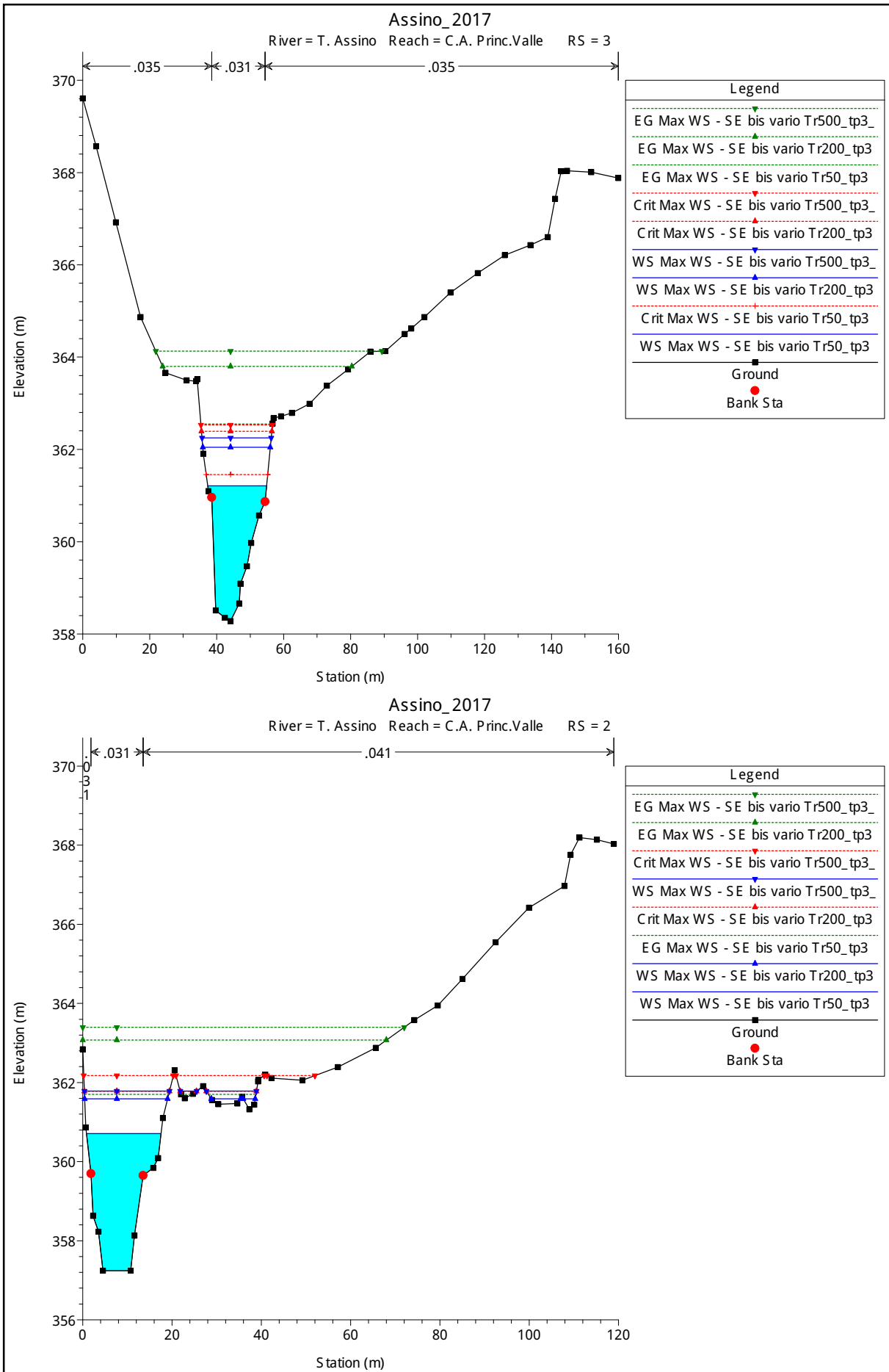






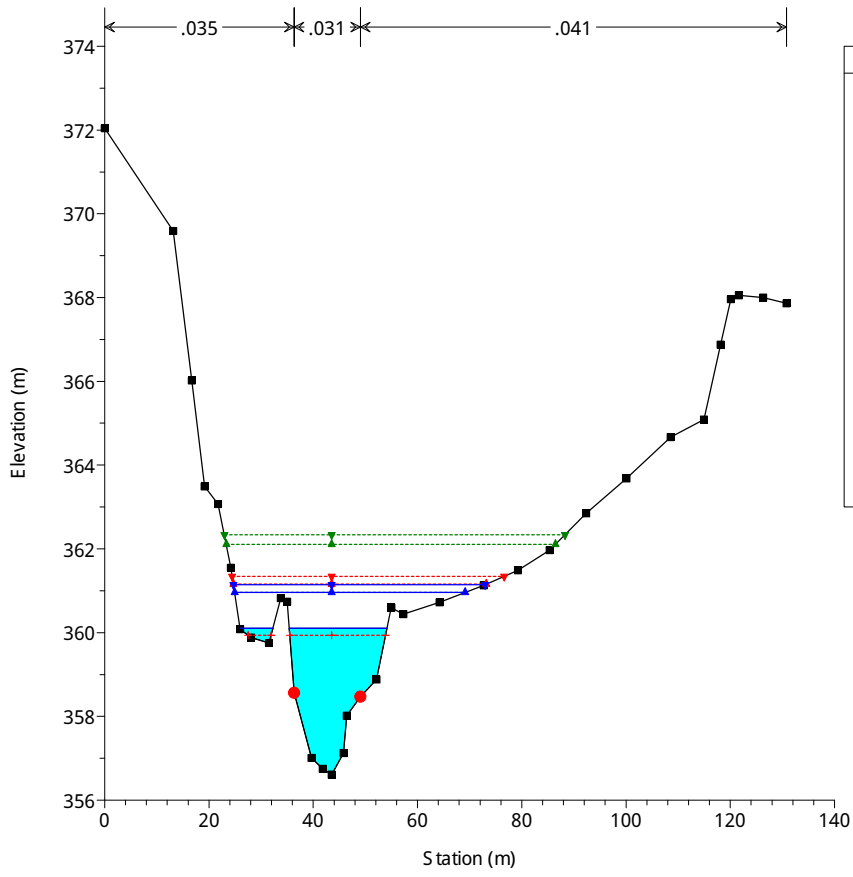






### Assino\_2017

River = T. Assino Reach = C.A. Princ.Valle RS = 1



## **FOSSO CASAL DEL MONTE**

**TABELLA DEI RISULTATI A CONFRONTO TRA CONFIGURAZIONE DI STATO DI FATTO E  
DI STATO DI PROGETTO ESECUTIVO**

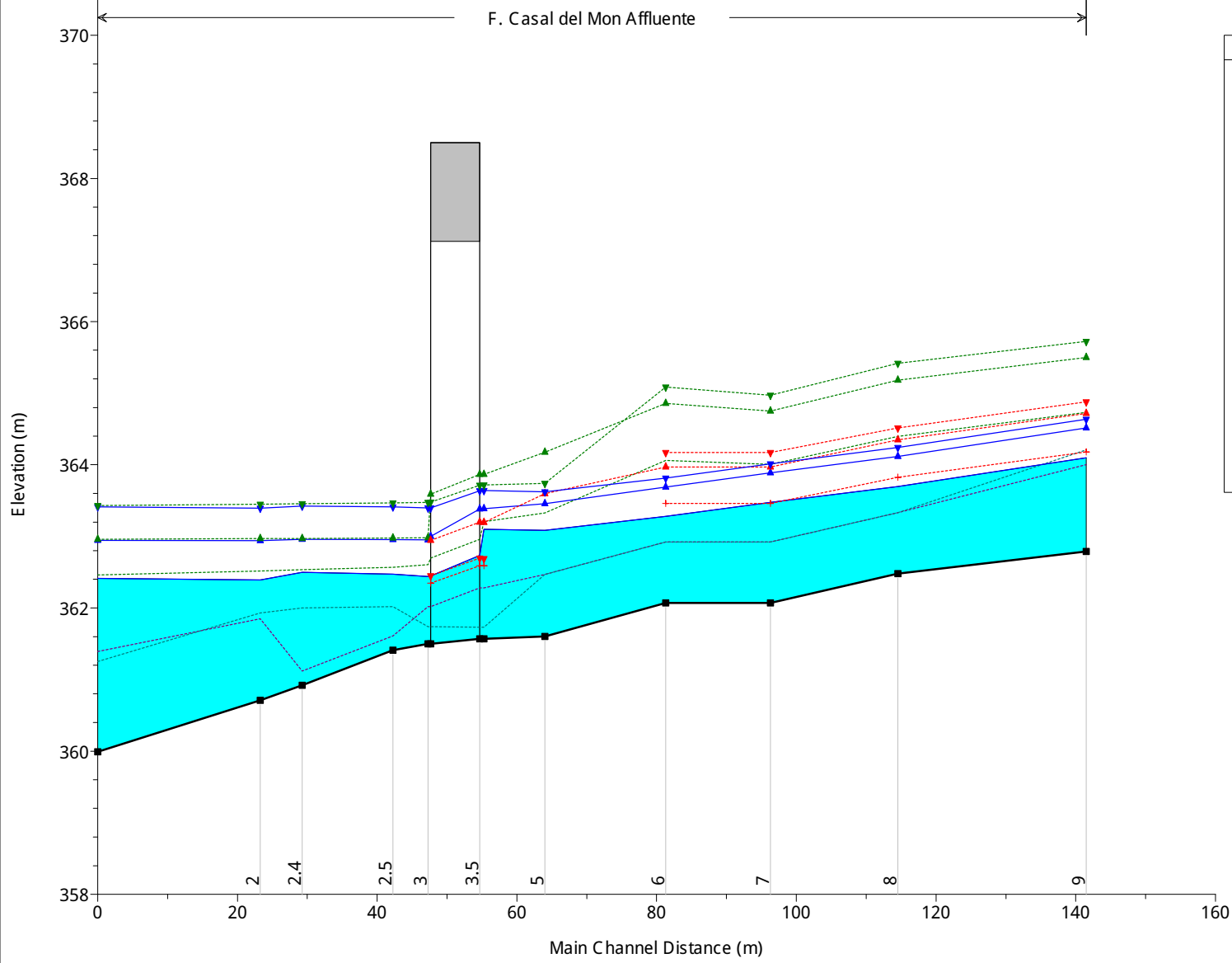
Corso d'acqua	Sezione modello	Q max (TR=50 anni)	Q max (TR=200 anni)	Q max (TR=500 anni)	h_max SF (TR= 50 anni)	h_max SPD (TR= 50 anni)	h_max SPE (TR= 50 anni)	h_max SF (TR= 200 anni)	h_max SPE (TR= 200 anni)	h_max SF (TR= 500 anni)	h_max SPE (TR= 500 anni)	Δh_50 anni SPE-SF	Δh_200 anni SPE-SF	Δh_500 anni SPE-SF
		(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(m)	(m)
F. Casal del Mon	9	20.20	35.90	41.30	364.1	364.1	364.1	364.53	364.53	364.66	364.66	0.00	0.00	0.00
F. Casal del Mon	8	20.20	35.90	41.29	363.73	363.73	363.73	364.17	364.17	364.29	364.29	0.00	0.00	0.00
F. Casal del Mon	7	20.20	35.90	41.29	363.51	363.51	363.51	363.94	363.94	364.07	364.07	0.00	0.00	0.00
F. Casal del Mon	6.5	Viadotto Casal del Monte di progetto												
F. Casal del Mon	6	20.20	35.90	41.29	363.3	363.3	363.3	363.84	363.84	363.88	363.88	0.00	0.00	0.00
F. Casal del Mon	5	20.20	35.90	41.29	363.08	363.08	363.08	363.65	363.65	363.89	363.89	0.00	0.00	0.00
F. Casal del Mon	4	20.20	35.90	41.29	363.1	363.1	363.1	363.66	363.66	363.89	363.89	0.00	0.00	0.00
F. Casal del Mon	3.5	Ponte esistente su S.S. 219												
F. Casal del Mon	3	20.20	35.90	41.29	362.54	362.54	362.54	363.42	363.42	363.65	363.65	0.00	0.00	0.00
F. Casal del Mon	2.5	20.20	35.90	41.29	362.56	362.56	362.56	363.43	363.43	363.66	363.66	0.00	0.00	0.00
F. Casal del Mon	2.4	20.20	35.90	41.29	362.57	362.57	362.57	363.44	363.44	363.66	363.66	0.00	0.00	0.00
F. Casal del Mon	2	20.20	35.90	41.29	362.53	362.53	362.53	363.42	363.42	363.66	363.66	0.00	0.00	0.00
F. Casal del Mon	1	20.20	35.90	41.29	362.53	362.53	362.53	363.44	363.44	363.66	363.66	0.00	0.00	0.00

## **FOSSO CASAL DEL MONTE**

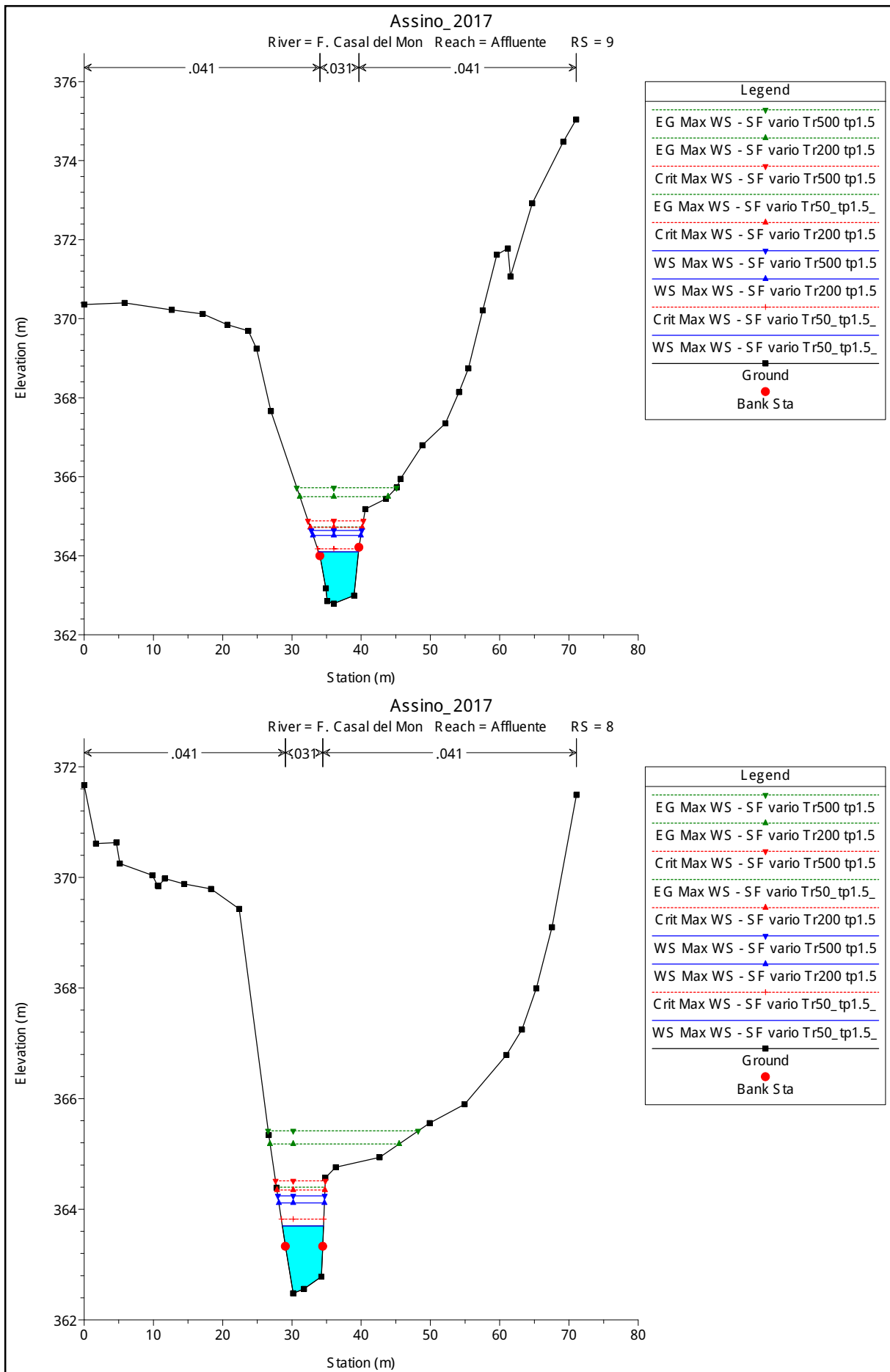
**RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA NELLO STATO DI FATTO**

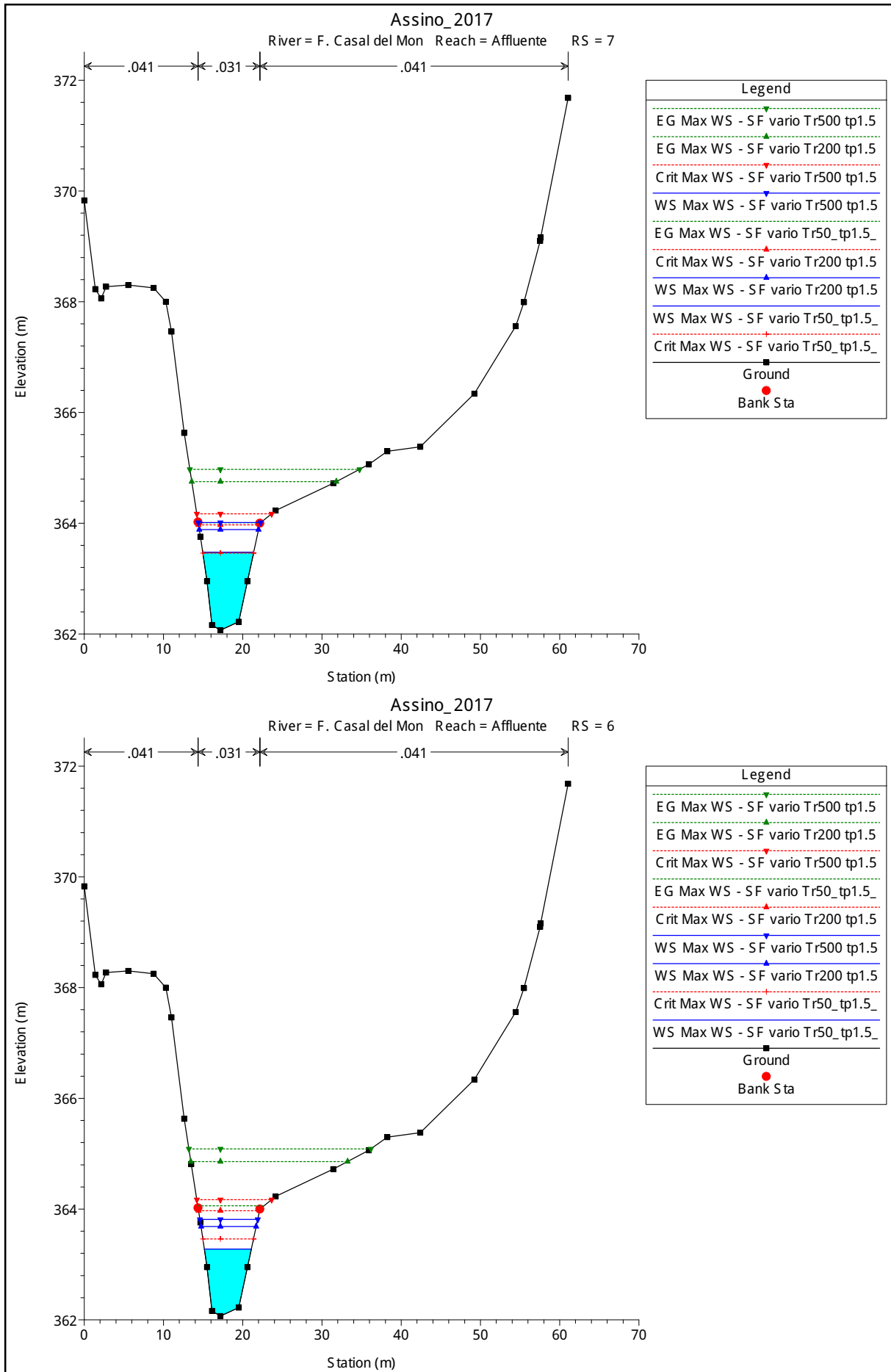
# Assino\_2017

F. Casal del Mon Affluente

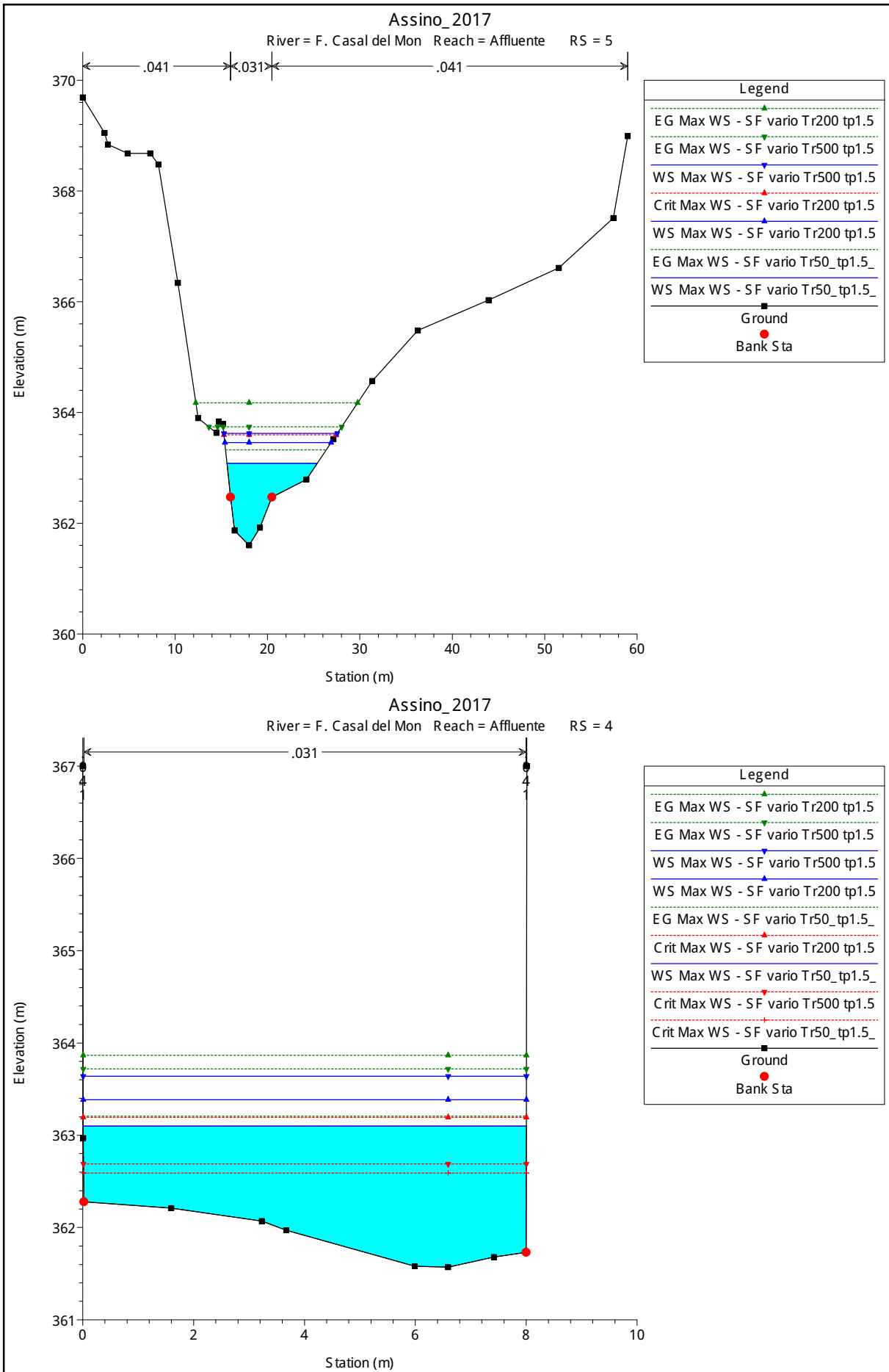


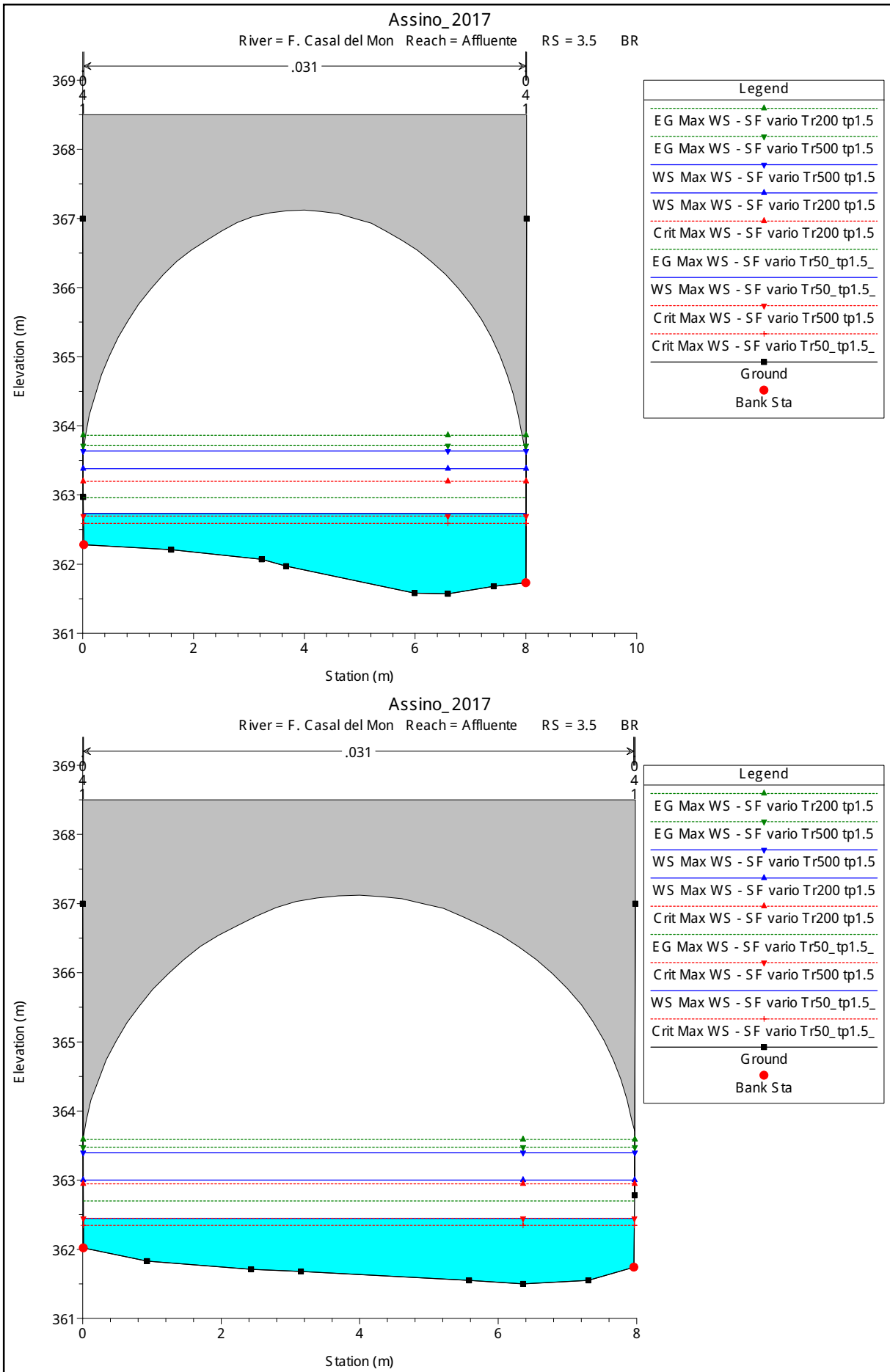
Legend	
EG Max WS - SF vario Tr500 tp1.5	(Green dashed line with inverted triangle markers)
WS Max WS - SF vario Tr500 tp1.5	(Blue solid line with inverted triangle markers)
EG Max WS - SF vario Tr200 tp1.5	(Green dashed line with triangle markers)
Crit Max WS - SF vario Tr200 tp1.5	(Red dashed line with triangle markers)
WS Max WS - SF vario Tr200 tp1.5	(Blue solid line with triangle markers)
EG Max WS - SF vario Tr50_tp1.5_	(Green dashed line with inverted triangle markers)
Crit Max WS - SF vario Tr500 tp1.5	(Red dashed line with inverted triangle markers)
WS Max WS - SF vario Tr50_tp1.5_	(Blue solid line with inverted triangle markers)
Crit Max WS - SF vario Tr50_tp1.5_	(Red dashed line with inverted triangle markers)
Ground	(Black solid line with square markers)
LOB	(Purple dashed line)
ROB	(Cyan dashed line)

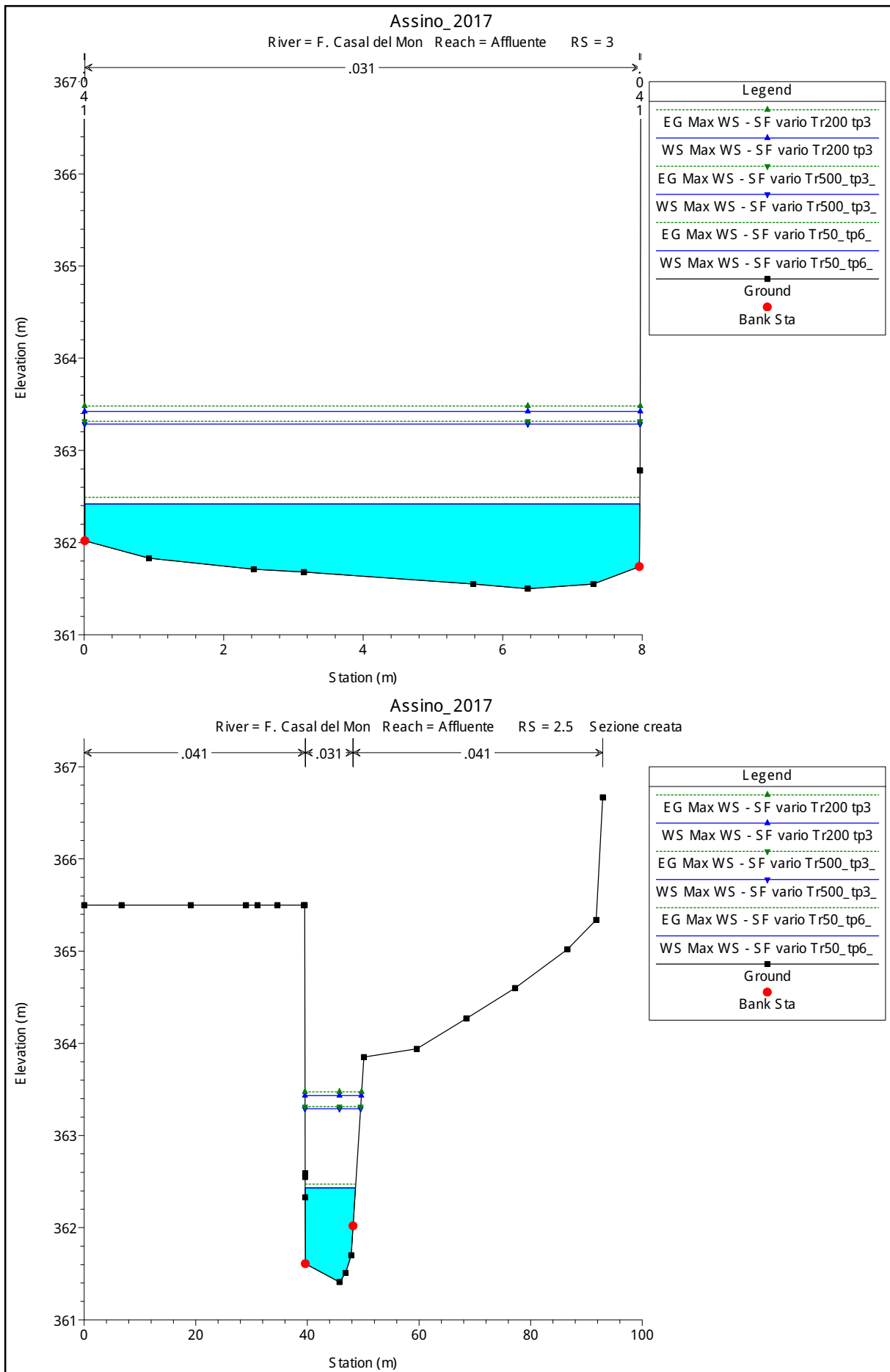


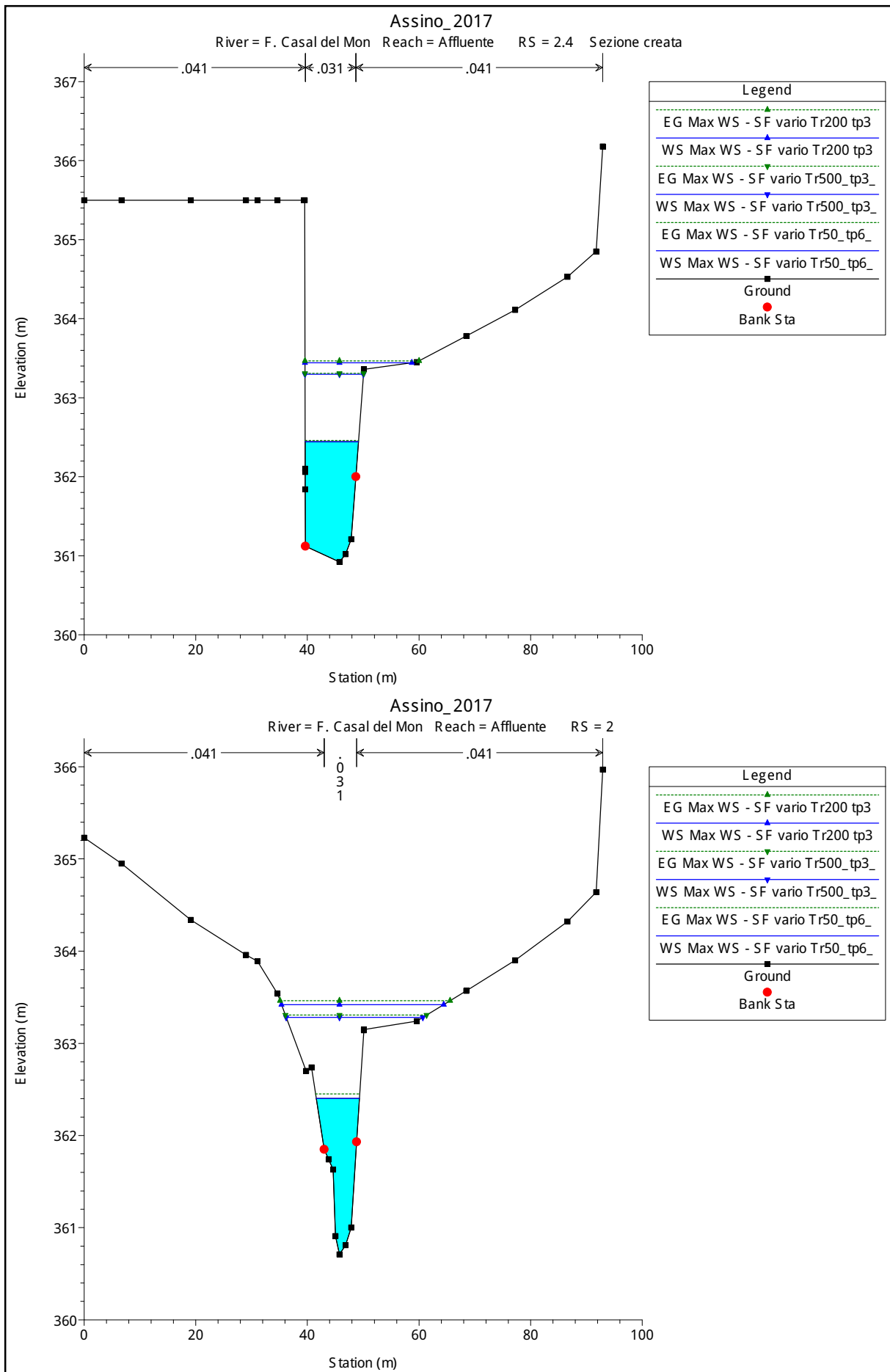






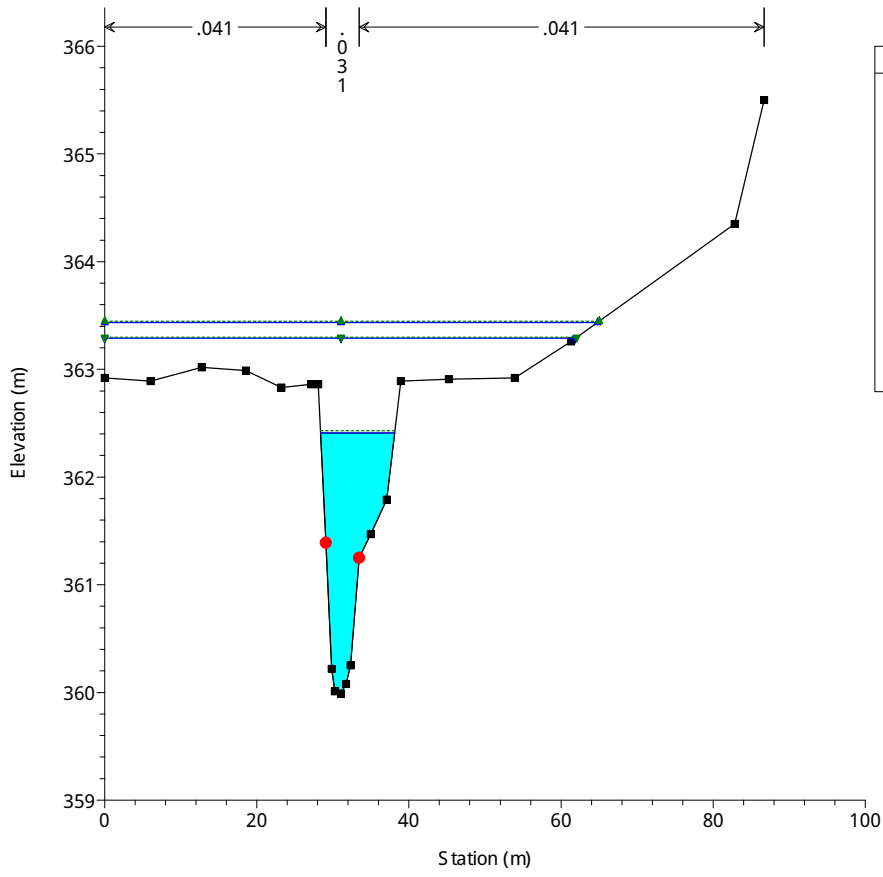






Assino\_2017

River = F. Casal del Mon Reach = Affluente RS = 1



Legend	
EG Max WS - SF vario Tr200 tp3	▲
WS Max WS - SF vario Tr200 tp3	▲
EG Max WS - SF vario Tr500_tp3_	▲
WS Max WS - SF vario Tr500_tp3_	▲
EG Max WS - SF vario Tr50_tp6_	▲
WS Max WS - SF vario Tr50_tp6_	▲
Ground	■
Bank Sta	●

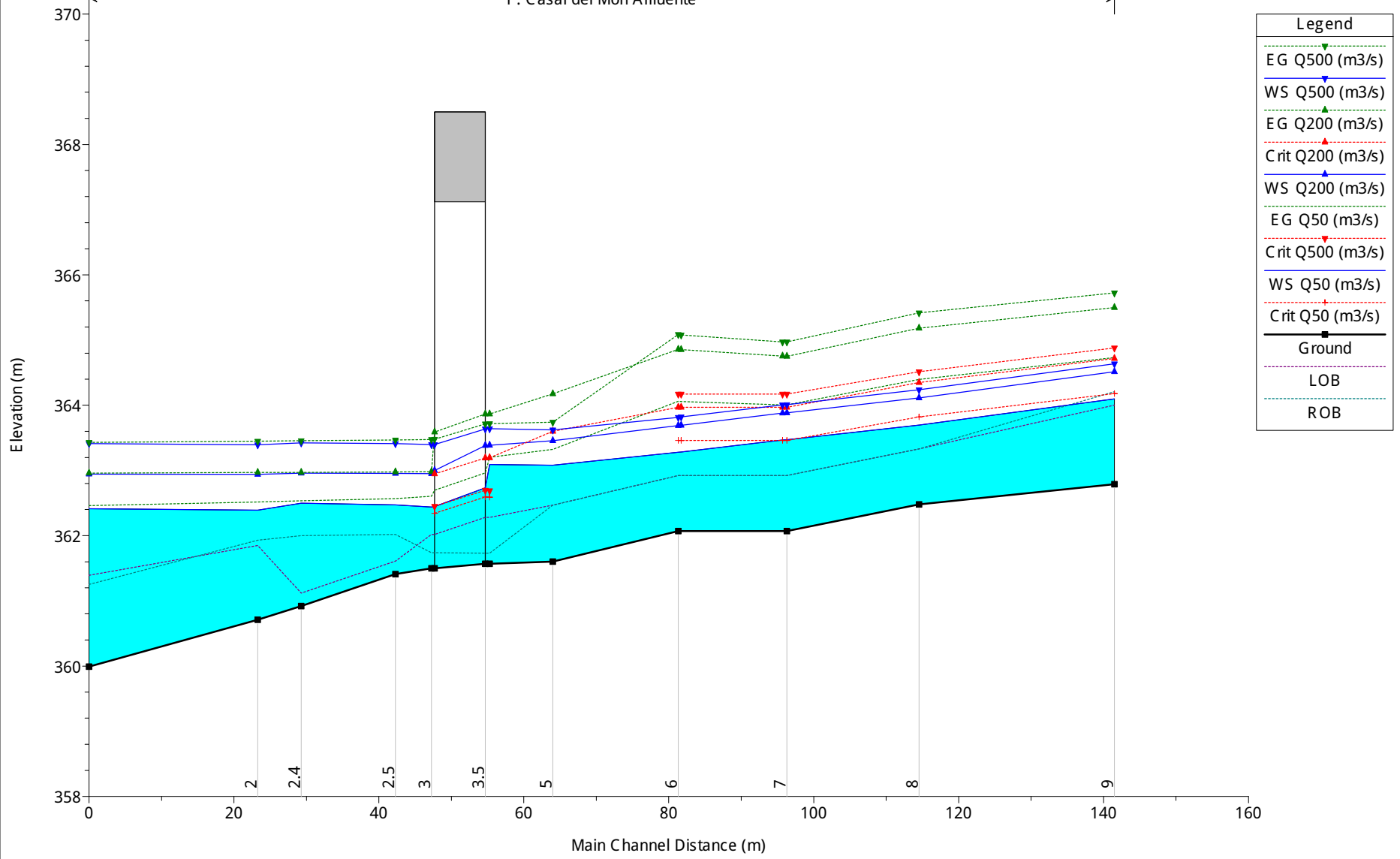
# **FOSSO CASAL DEL MONTE**

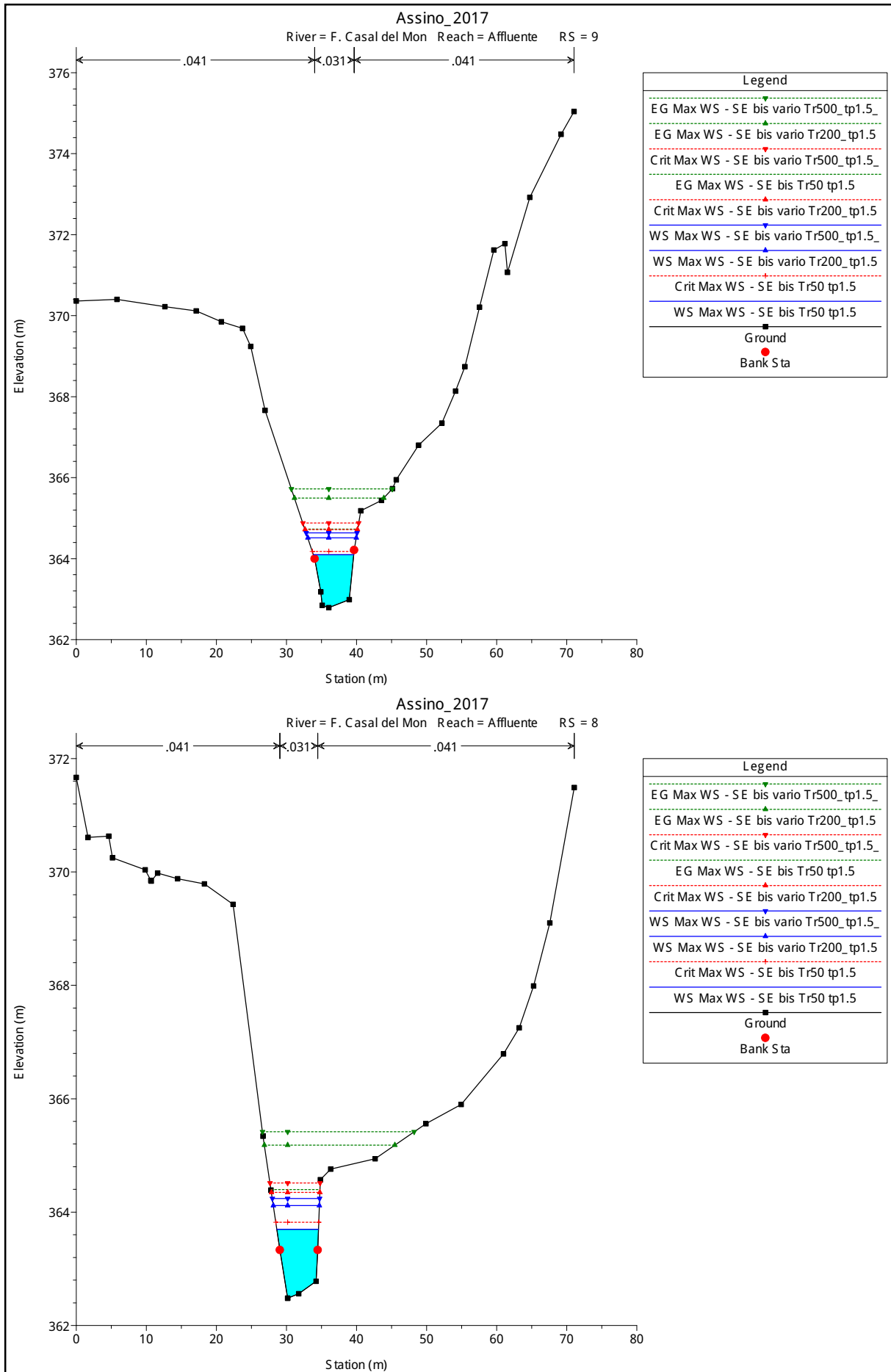
**RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA NELLO STATO DI PROGETTO**

**ESECUTIVO**

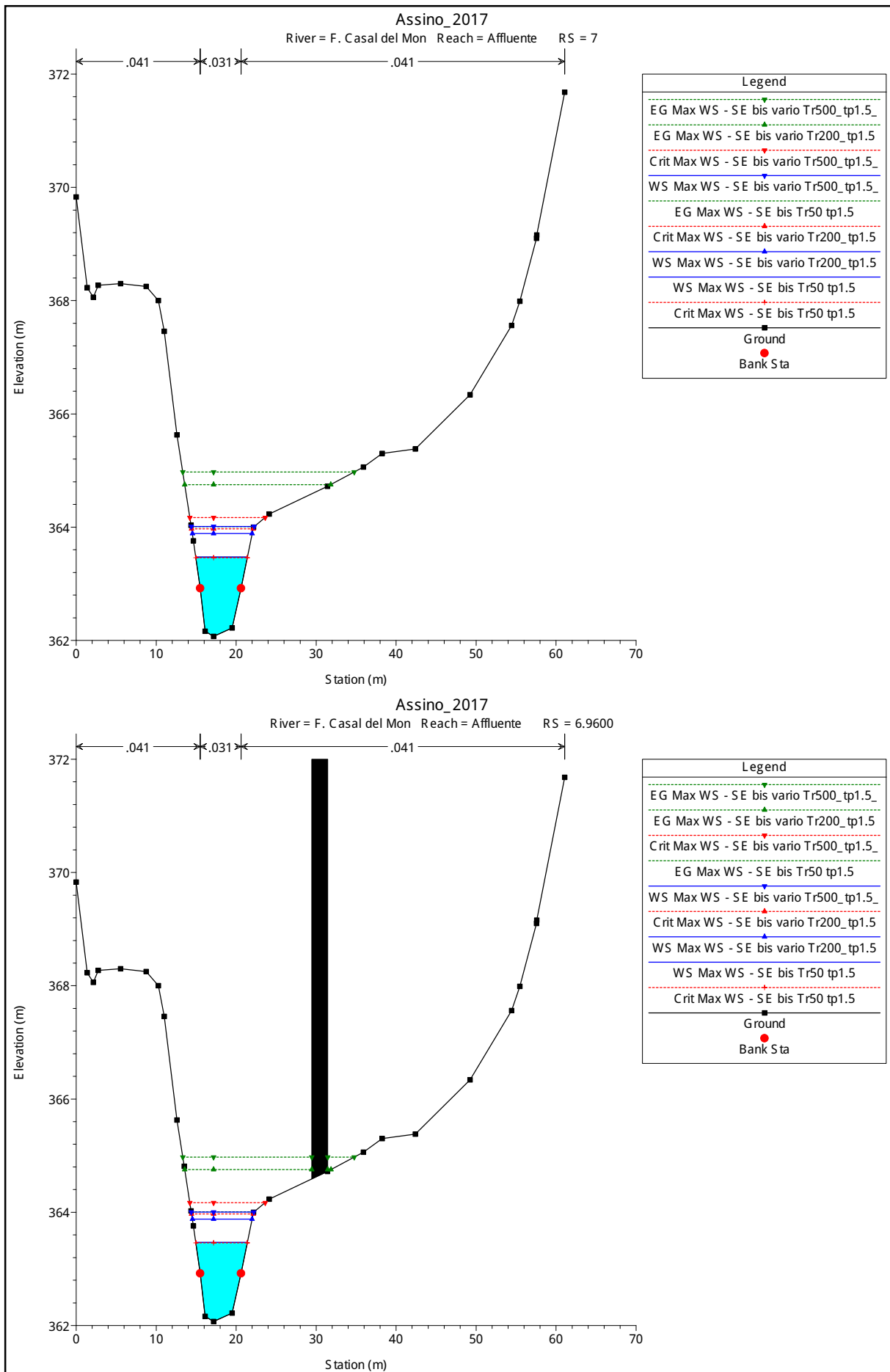
# Assino\_2017

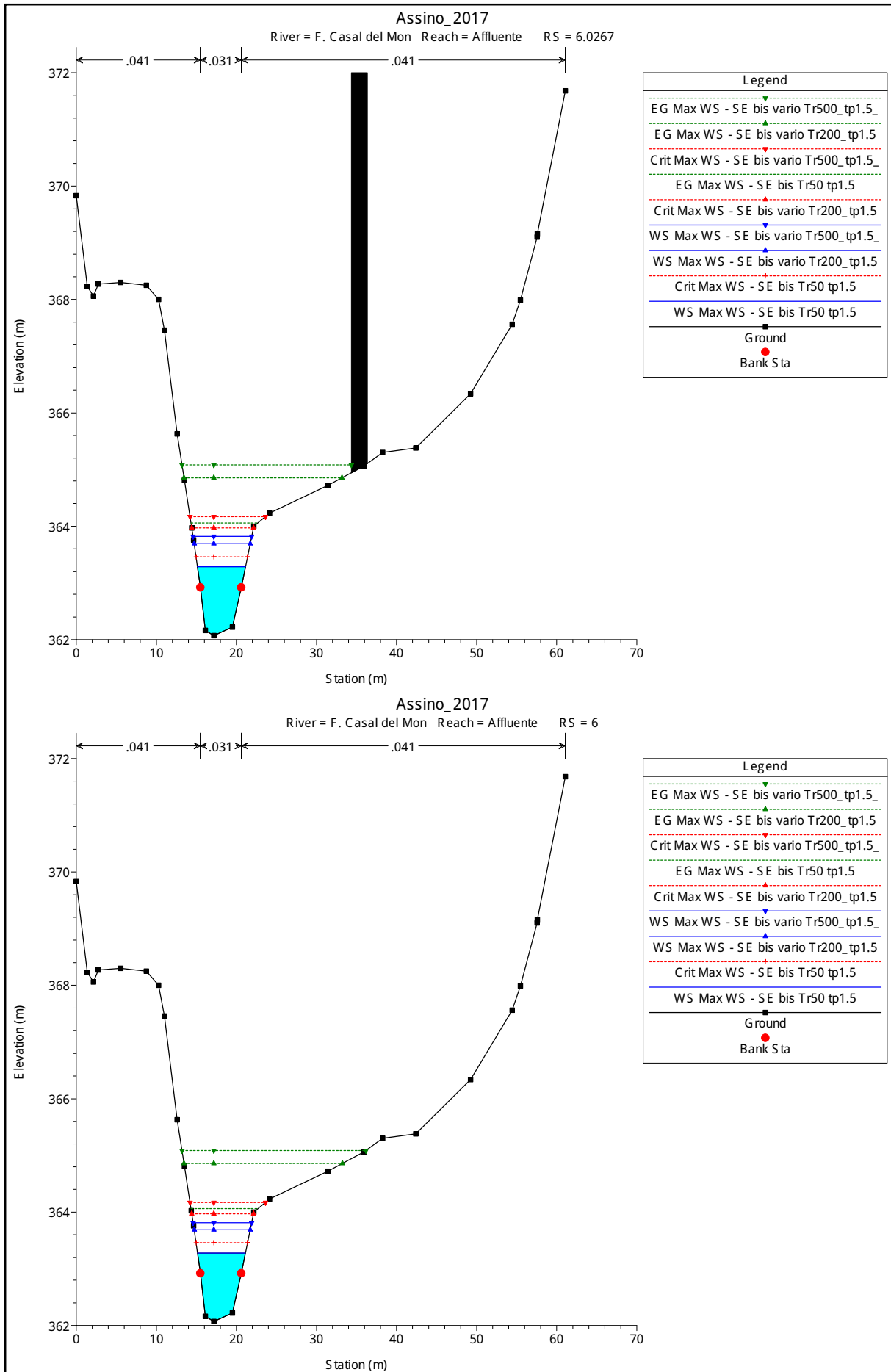
F. Casal del Mon Affluente

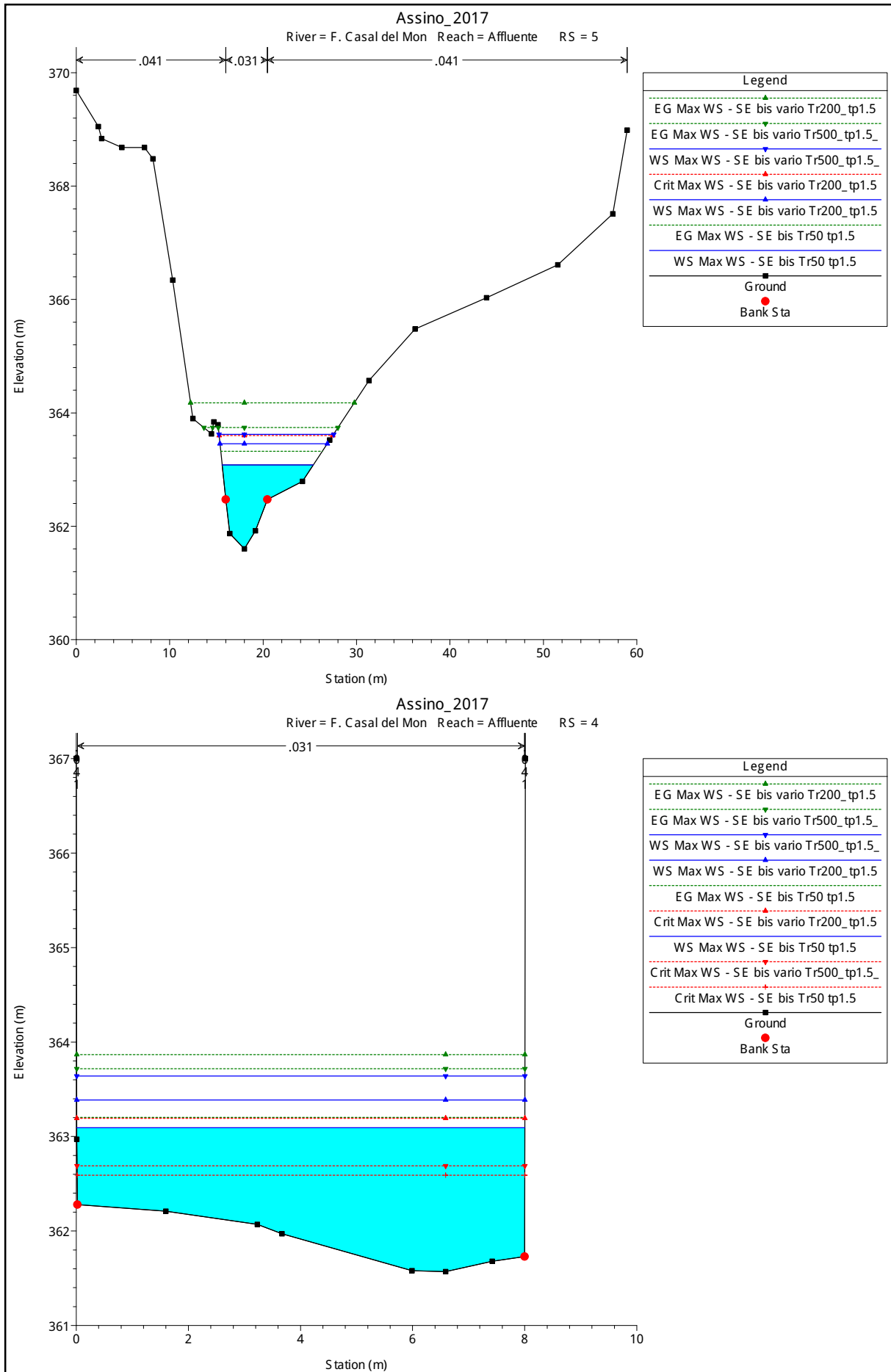


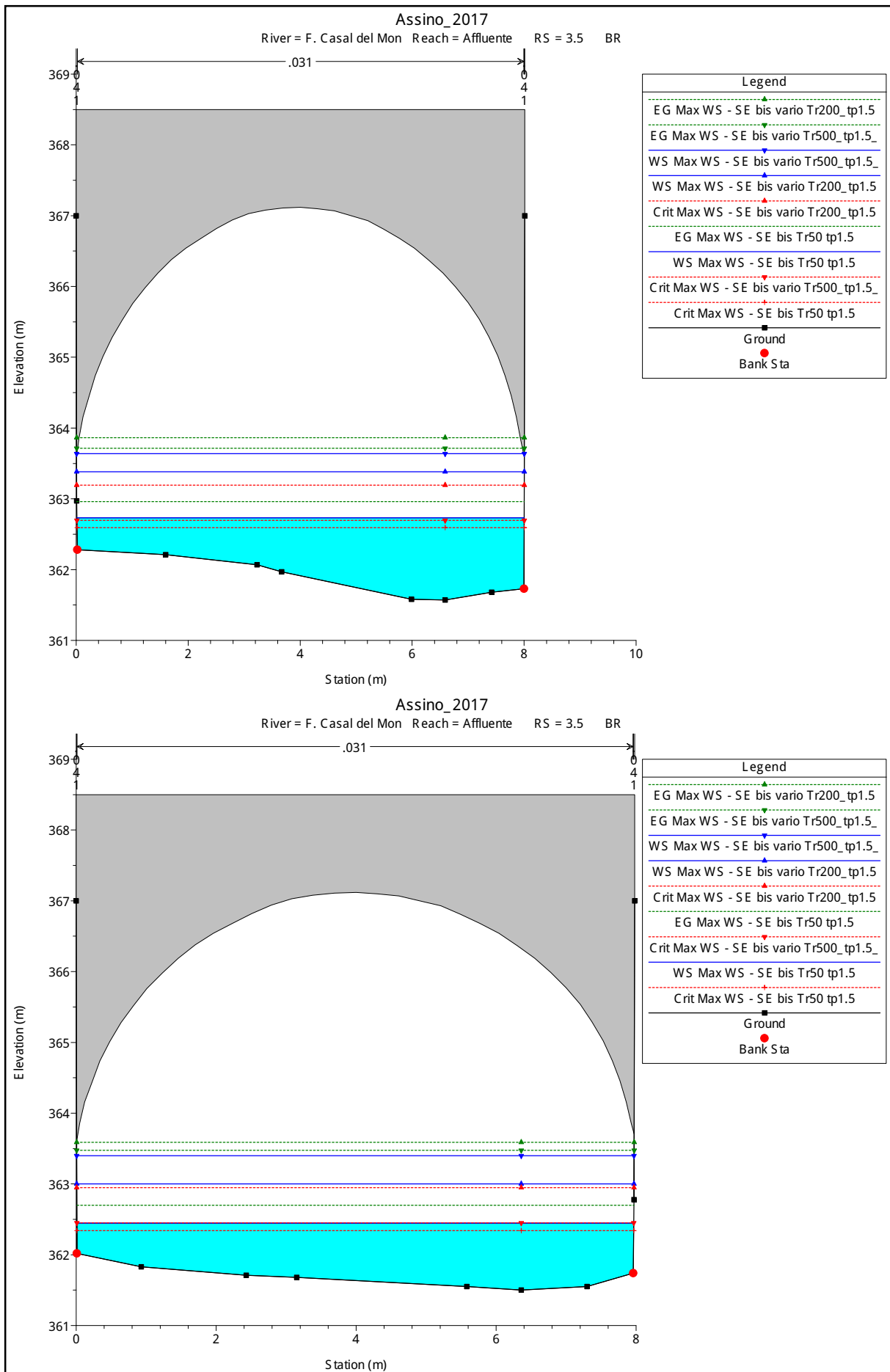


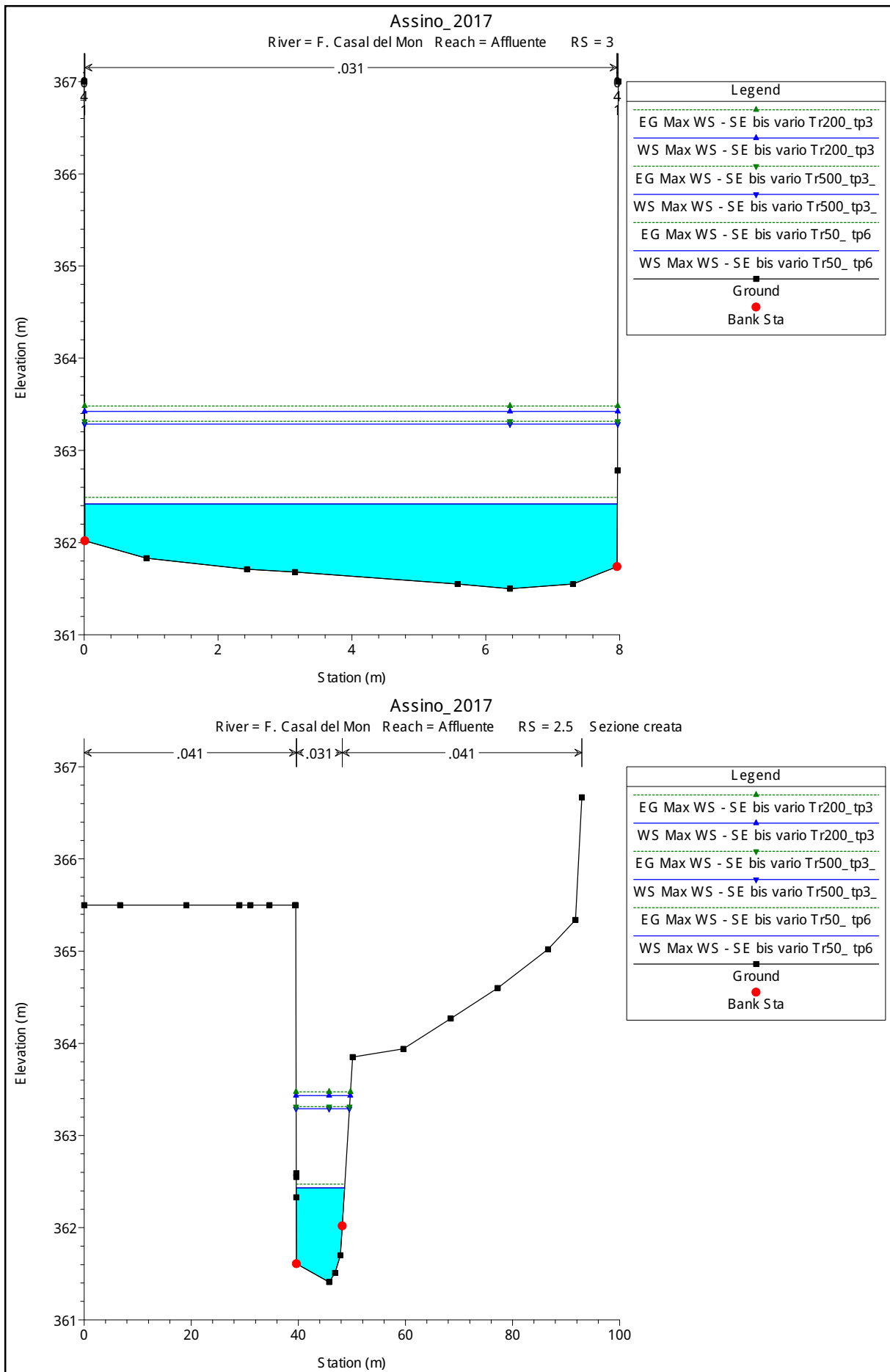


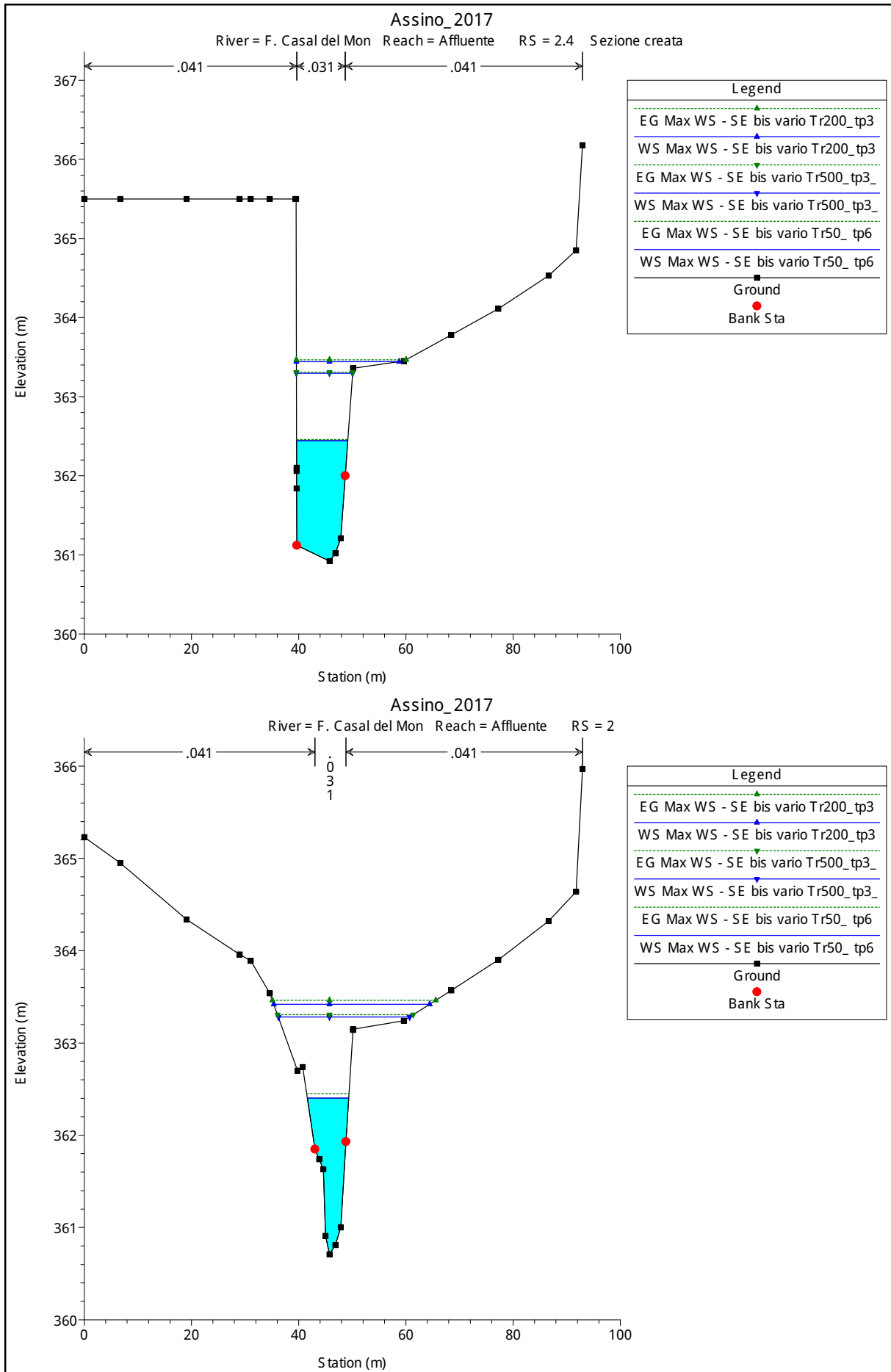


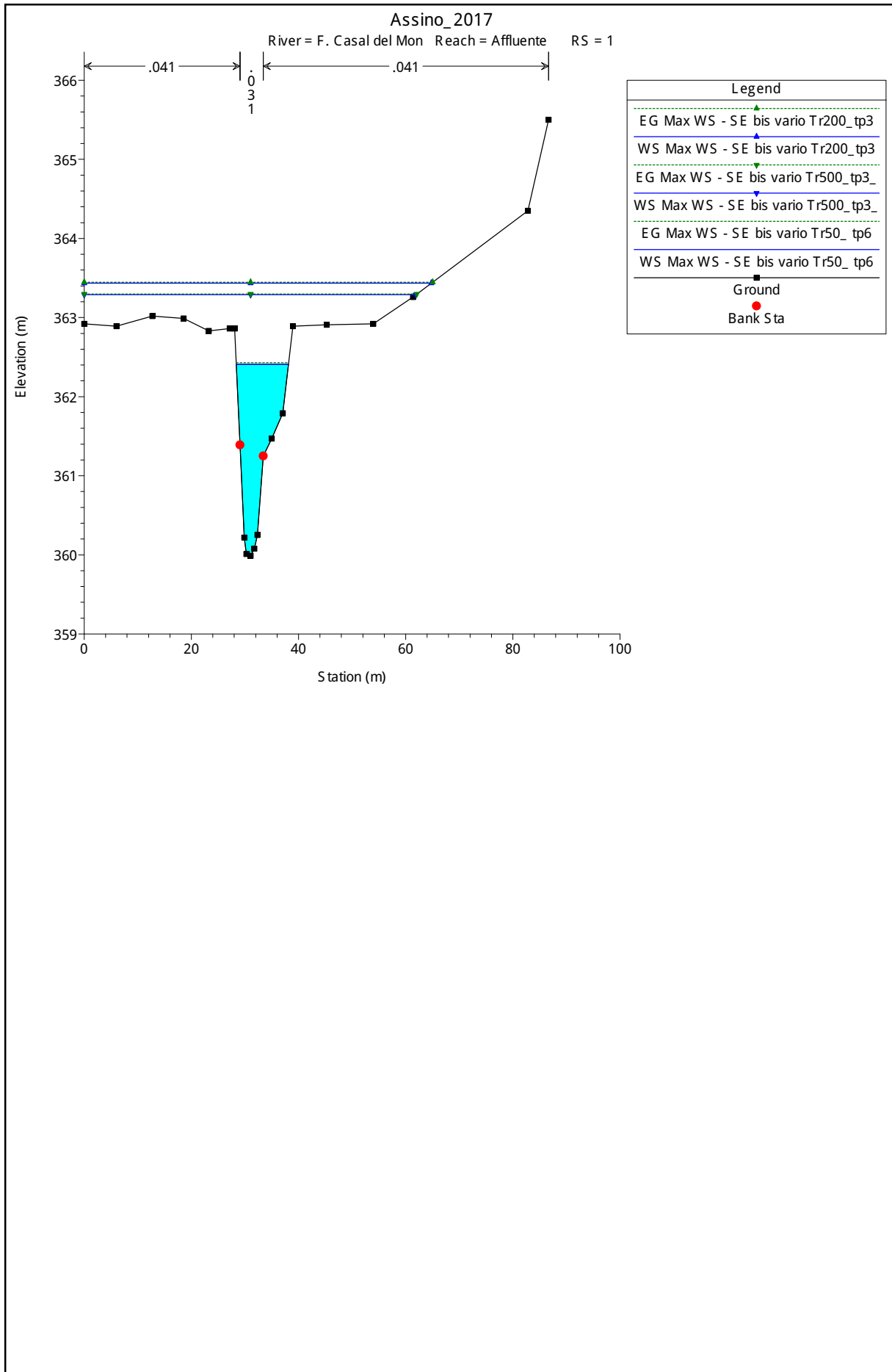












## **TORRENTE SAN GIORGIO**

**TABELLA DEI RISULTATI A CONFRONTO TRA CONFIGURAZIONE DI STATO DI FATTO E  
DI STATO DI PROGETTO ESECUTIVO**

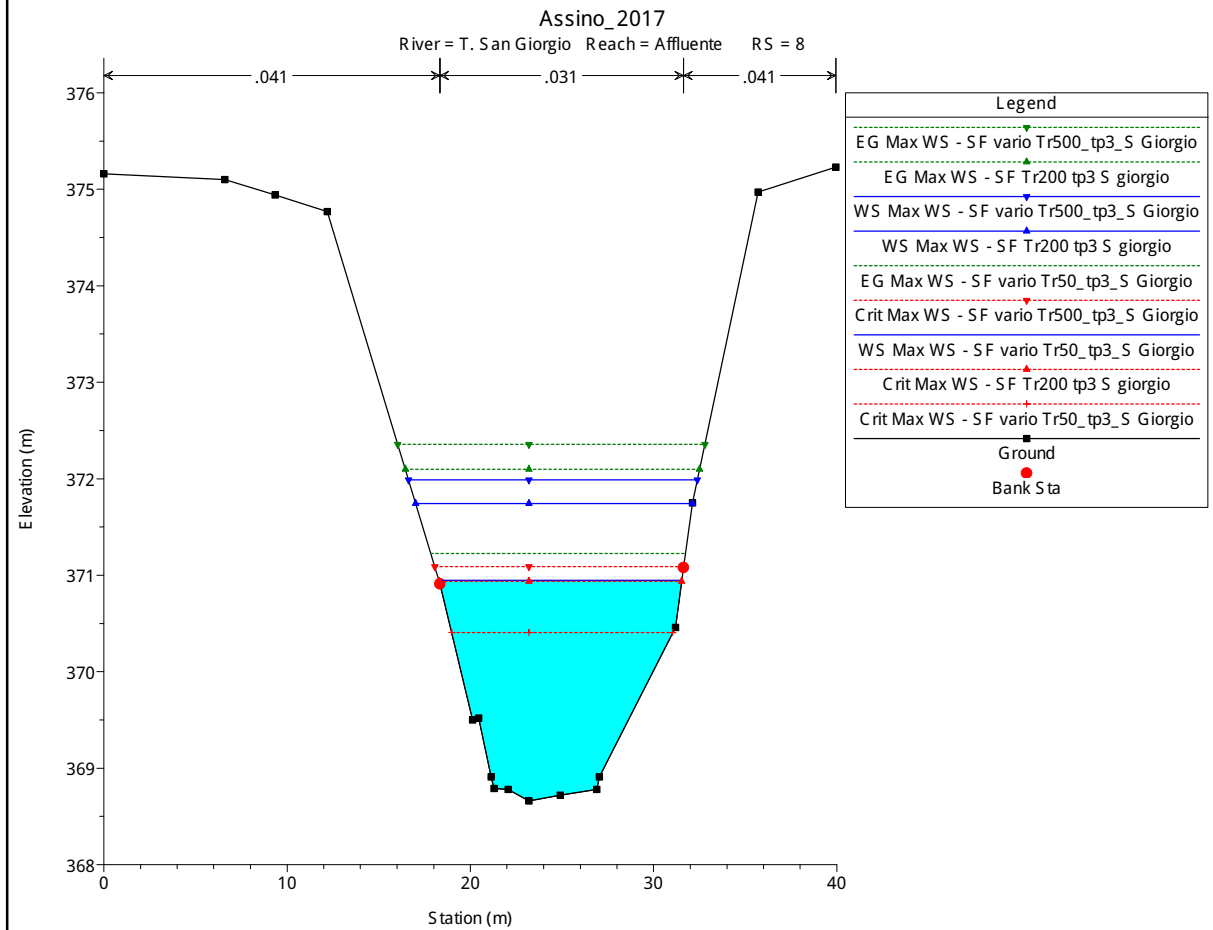
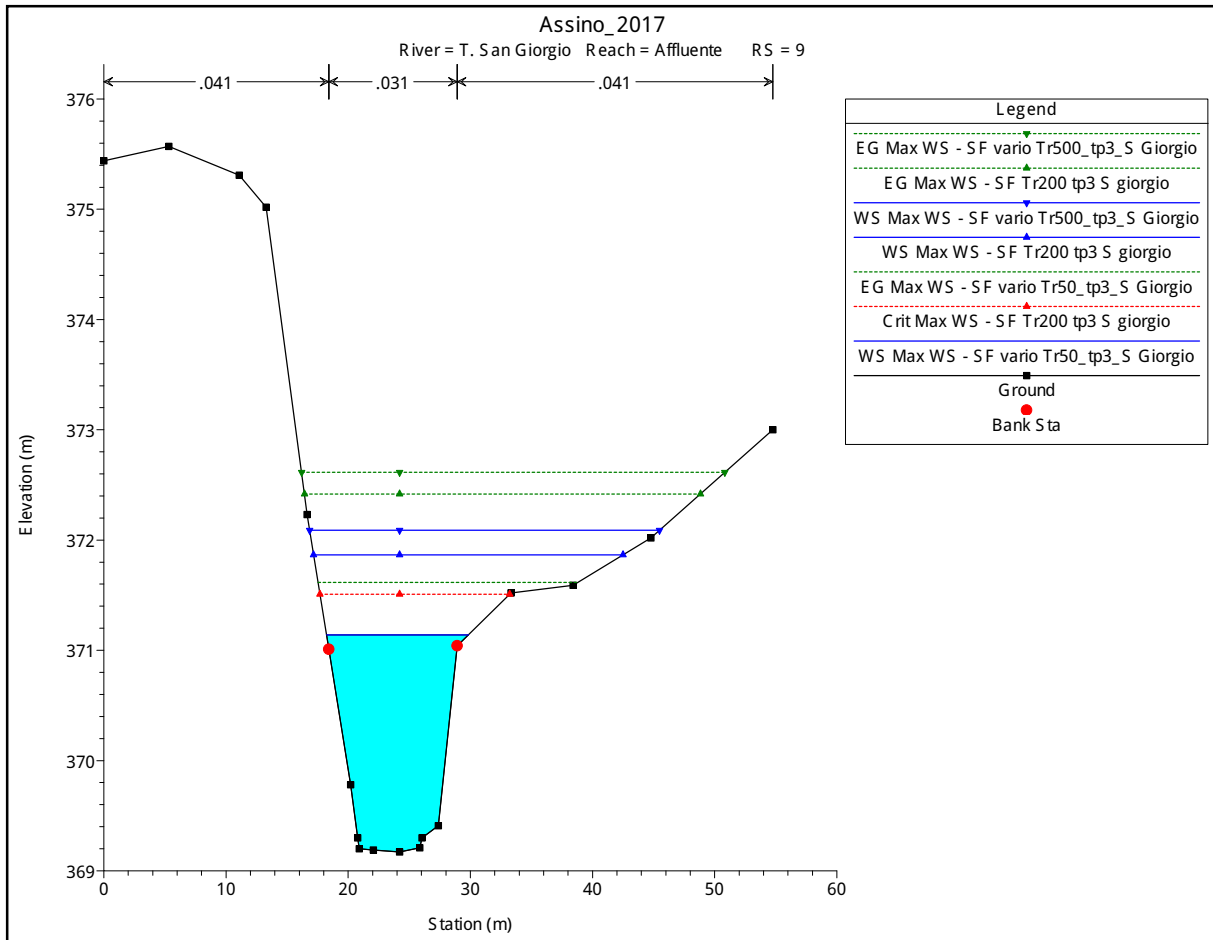


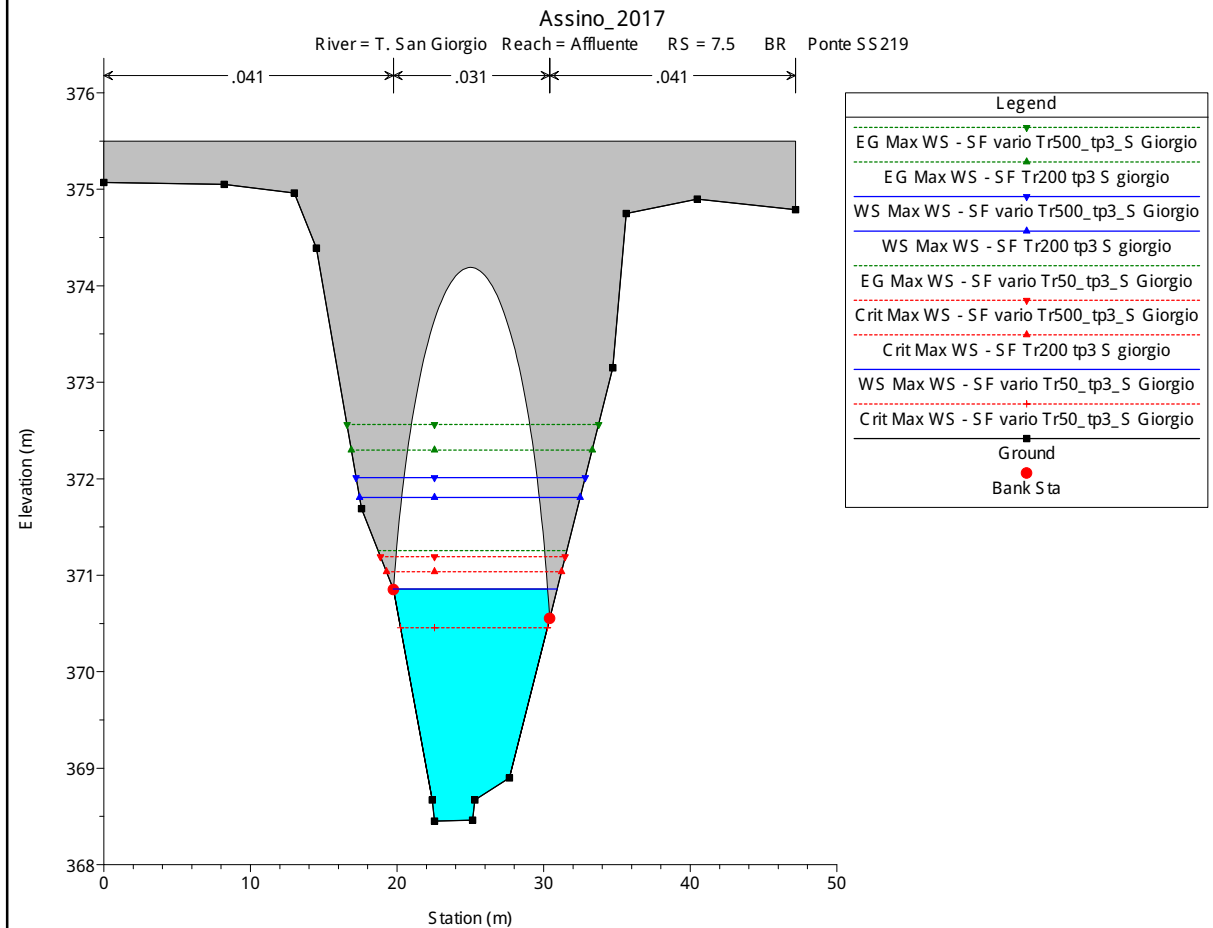
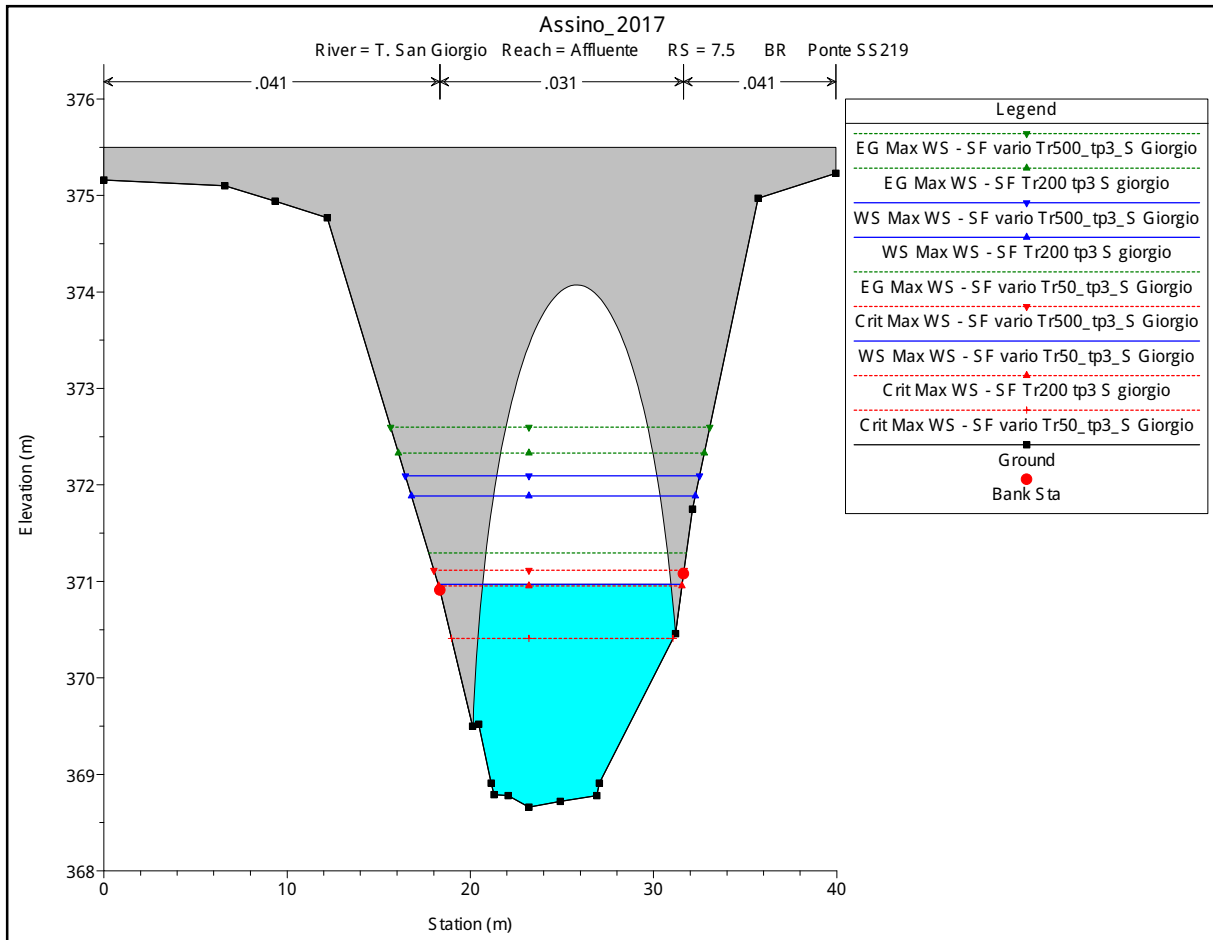
Corso d'acqua	Sezione modello	Q max (TR=50 anni)	Q max (TR=200 anni)	Q max (TR=500 anni)	h_max SF (TR= 50 anni)	h_max SPE (TR= 50 anni)	h_max SF (TR= 200 anni)	h_max SPE (TR= 200 anni)	h_max SF (TR= 500 anni)	h_max SPE (TR= 500 anni)	Δh_50 anni SPE-SF	Δh_200 anni SPE-SF	Δh_500 anni SPE-SF
		(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(m)	(m)
T. San Giorgio	9	49.9	84.79	96	371.14	371.14	371.87	371.87	372.09	372.09	0.00	0.00	0.00
T. San Giorgio	8	49.9	84.79	96	370.95	370.95	371.74	371.74	371.99	371.99	0.00	0.00	0.00
T. San Giorgio	7.5	Ponte esistente su S.S. 219											
T. San Giorgio	7	49.49	84.79	96	370.23	370.23	370.62	370.62	370.74	370.74	0.00	0.00	
T. San Giorgio	6	49.49	84.79	96	370.11	370.11	370.47	370.48	370.48	370.49	0.00	0.01	0.01
T. San Giorgio	5	49.49	84.79	96	370.03	370.03	370.42	370.43	370.43	370.44	0.00	0.01	0.01
T. San Giorgio	4	49.49	84.79	96	370.04	370.04	370.47	370.48	370.48	370.49	0.00	0.01	0.01
T. San Giorgio	3.5	Viadotto Sant'Angelo di progetto											
T. San Giorgio	3	49.49	84.79	96	369.95	369.96	370.42	370.43	370.43	370.44	0.01	0.01	0.01
T. San Giorgio	2	49.49	84.79	96	370.03	370.04	370.47	370.48	370.48	370.49	0.01	0.01	0.01
T. San Giorgio	1	49.49	84.79	96	370.04	370.05	370.48	370.49	370.49	370.5	0.01	0.01	0.01

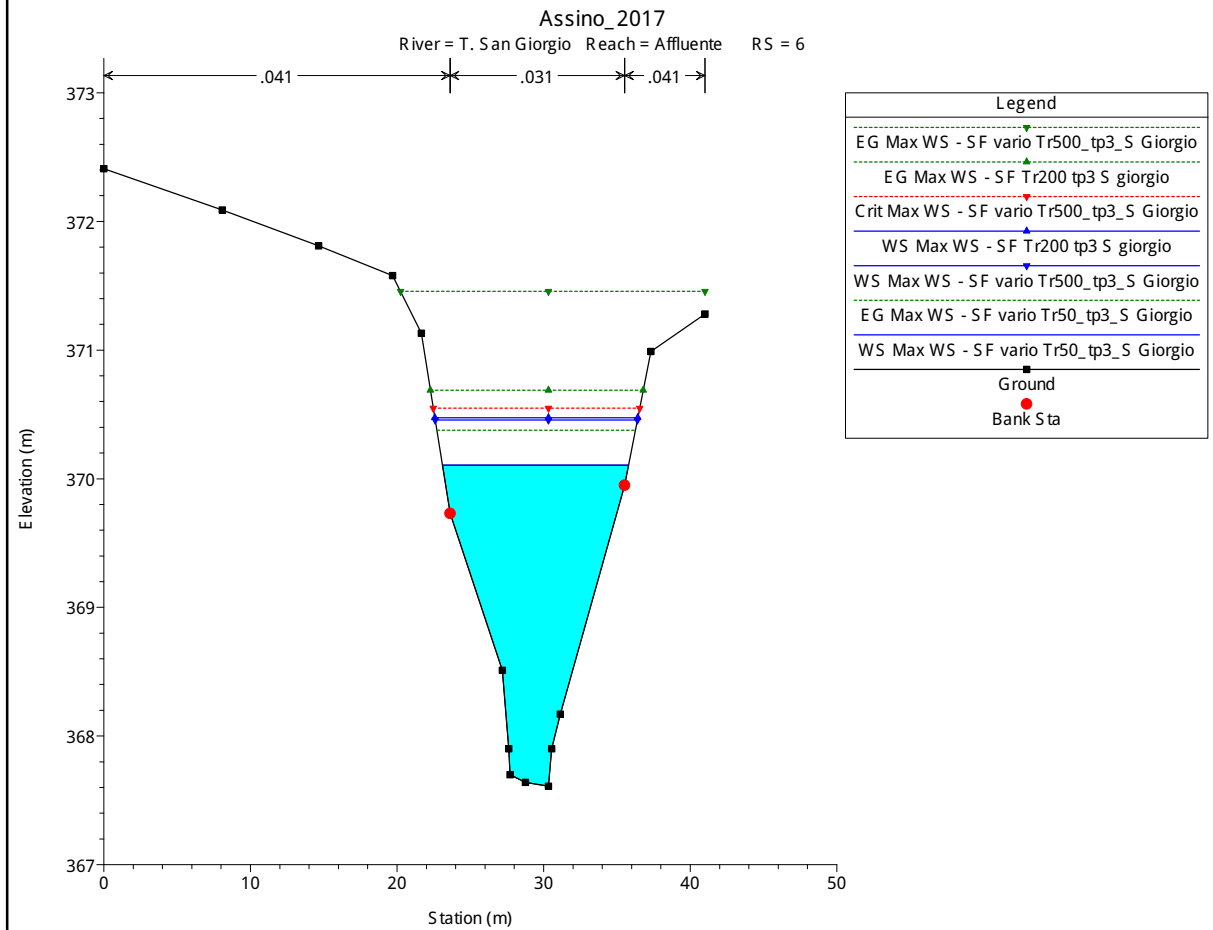
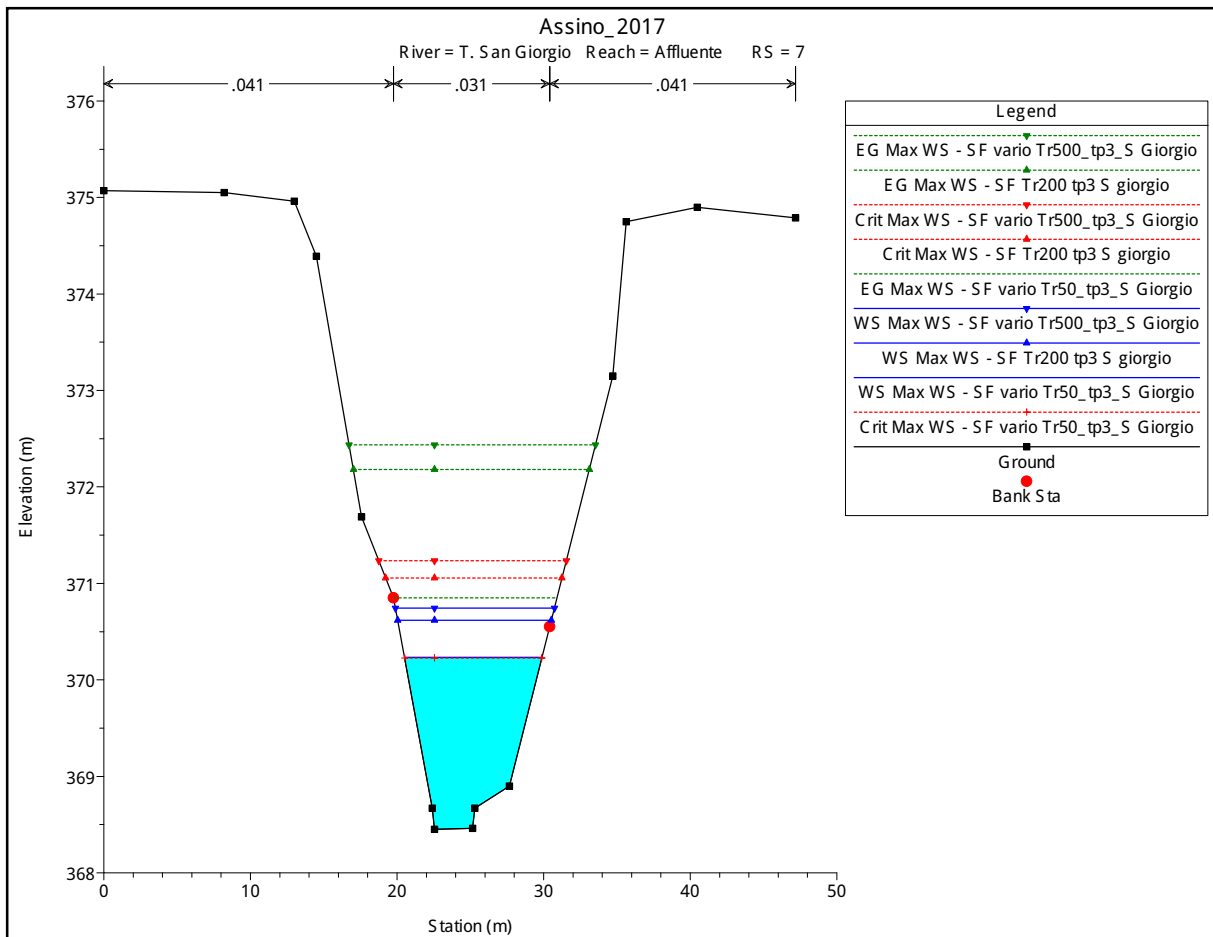
# **TORRENTE SAN GIORGIO**

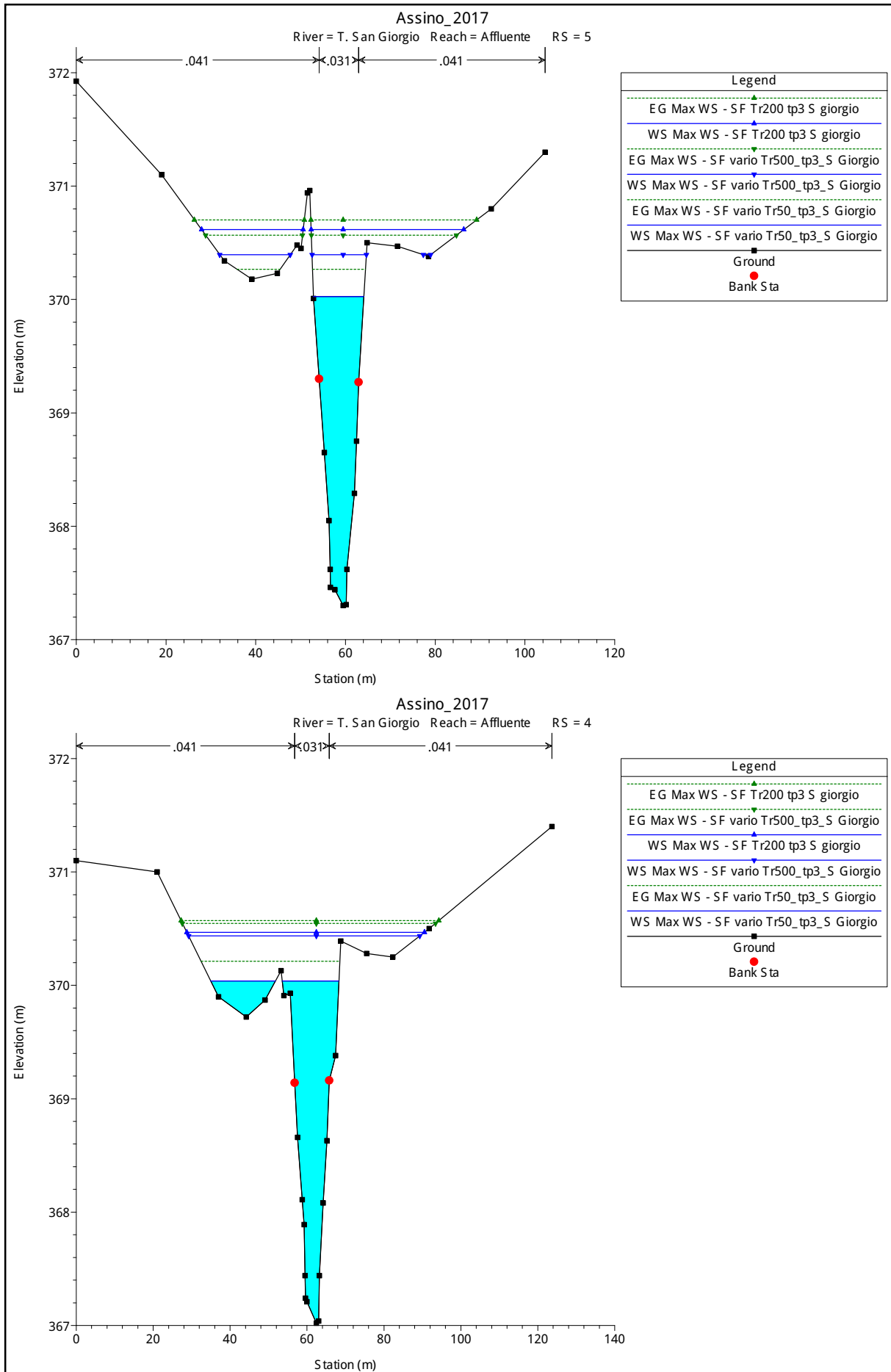
**RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA NELLO STATO DI FATTO**

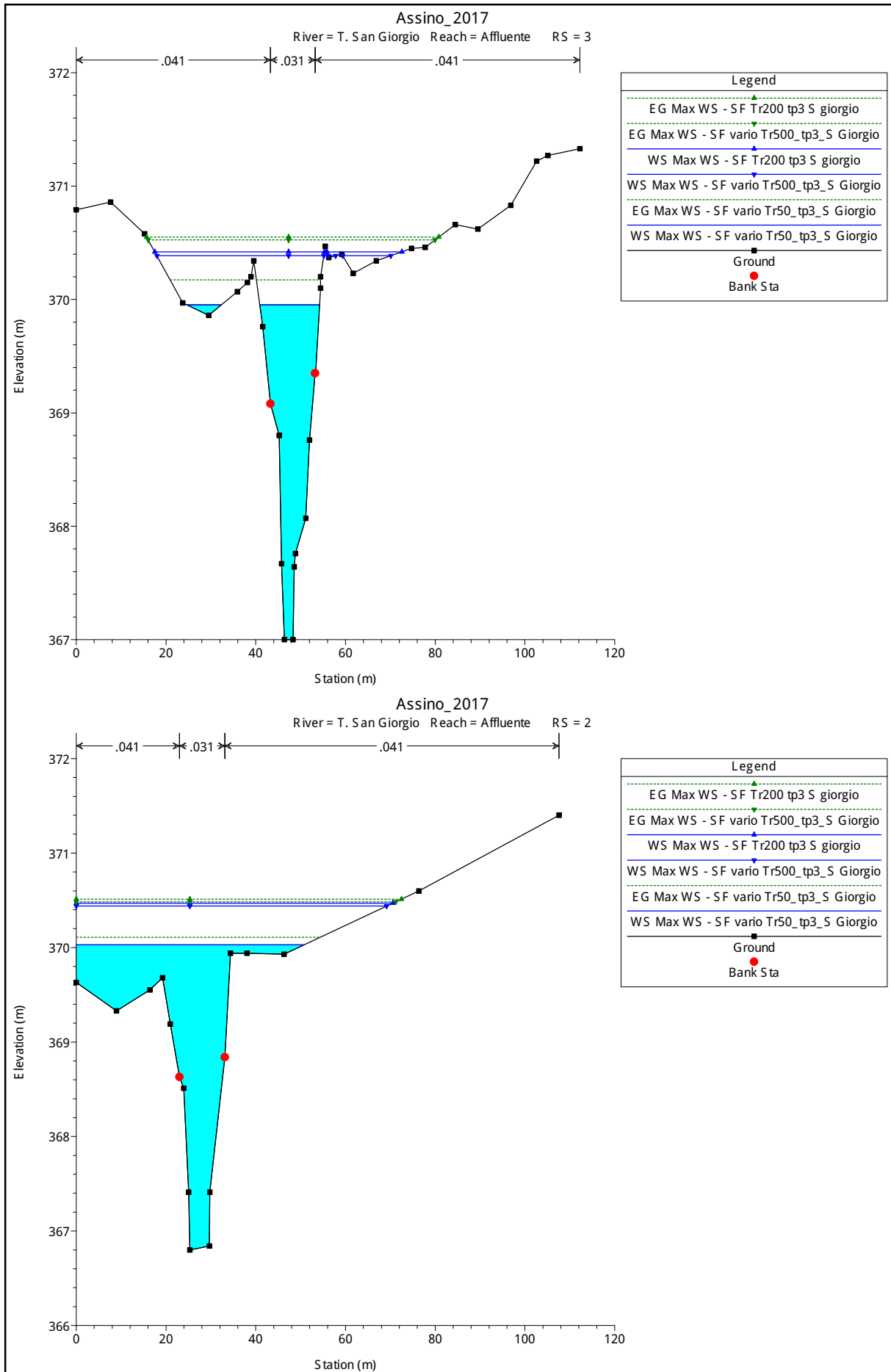




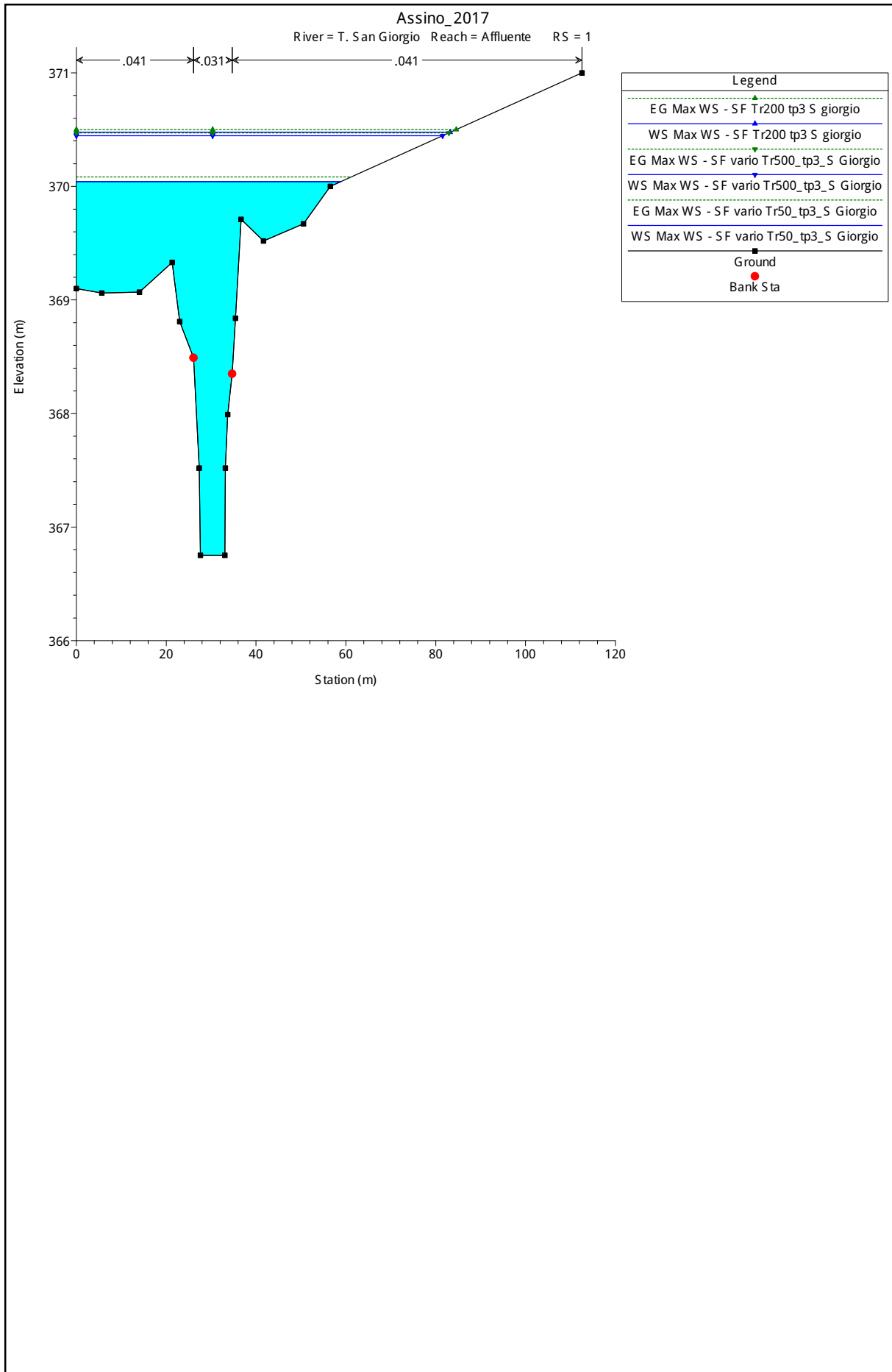












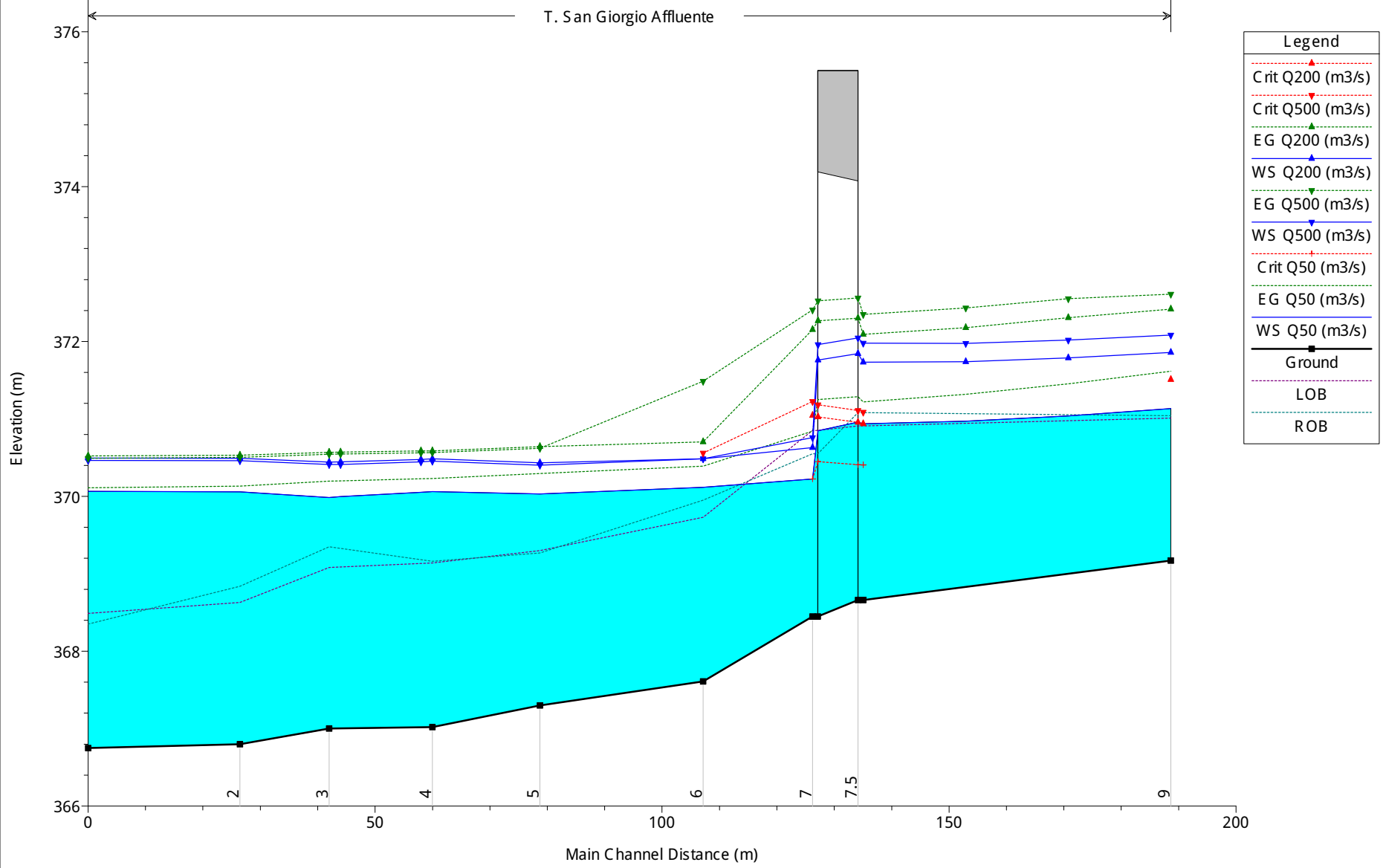
# **TORRENTE SAN GIORGIO**

**RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA NELLO STATO DI PROGETTO**

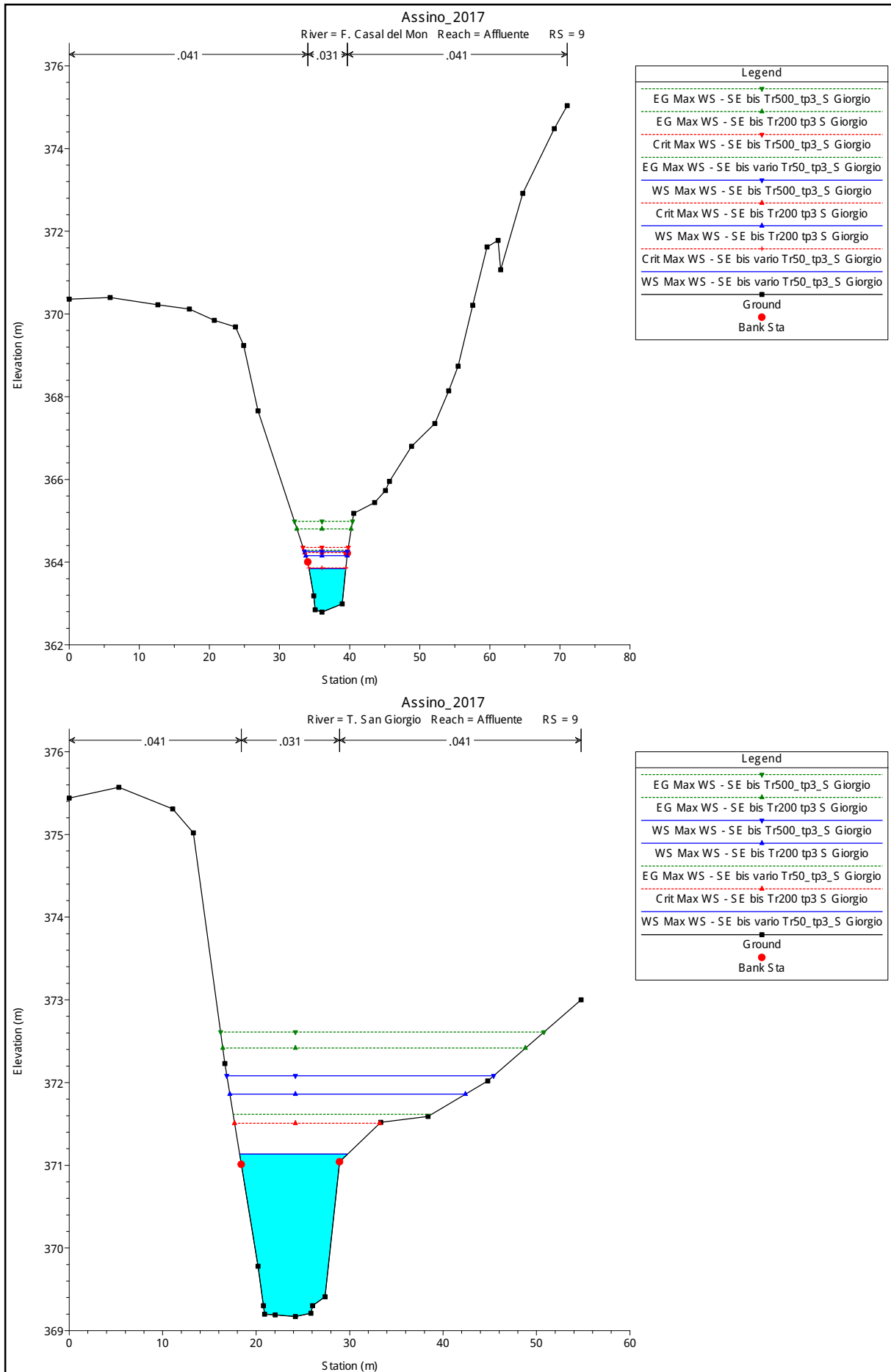
**ESECUTIVO**

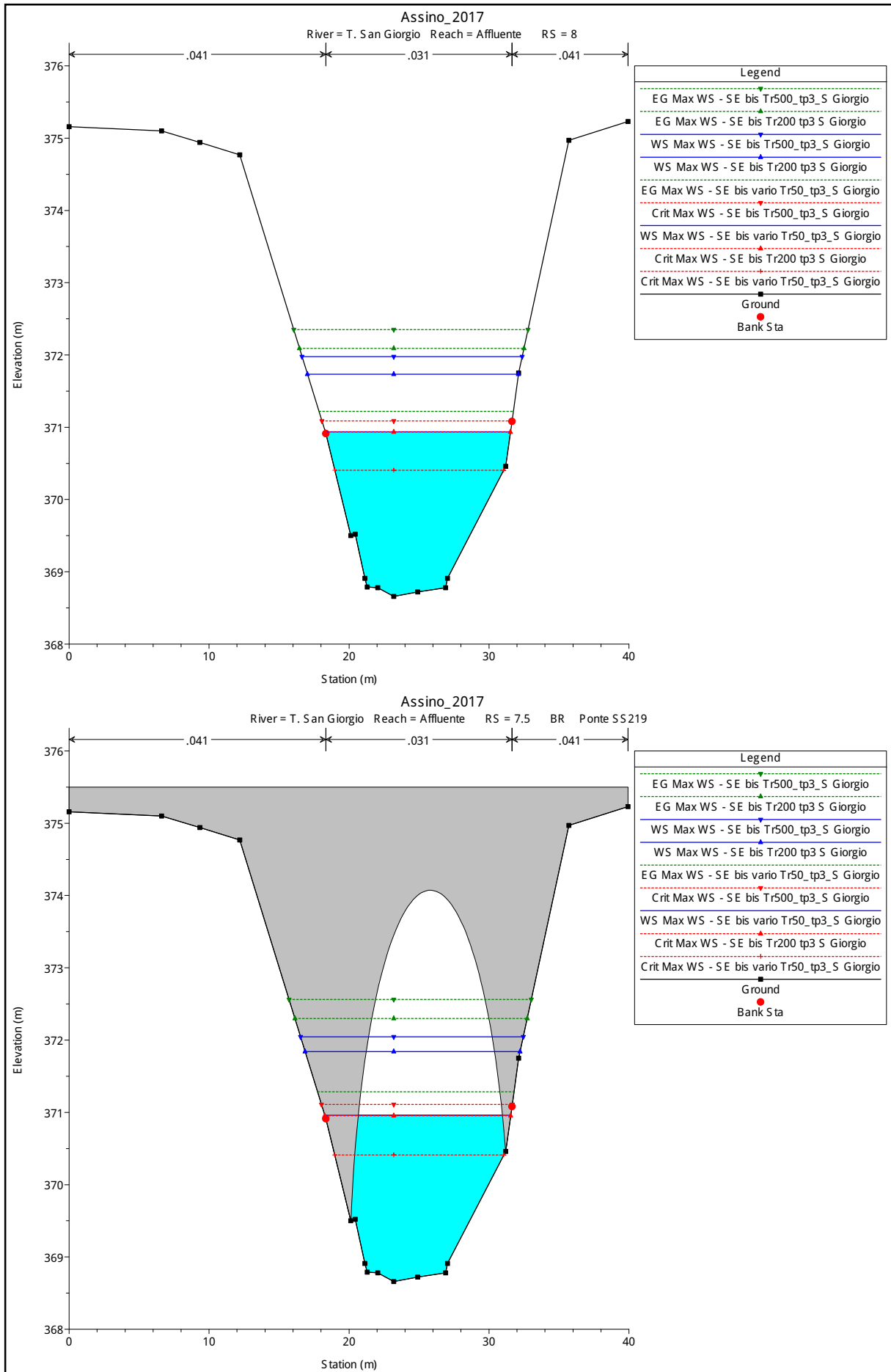
# Assino\_2017

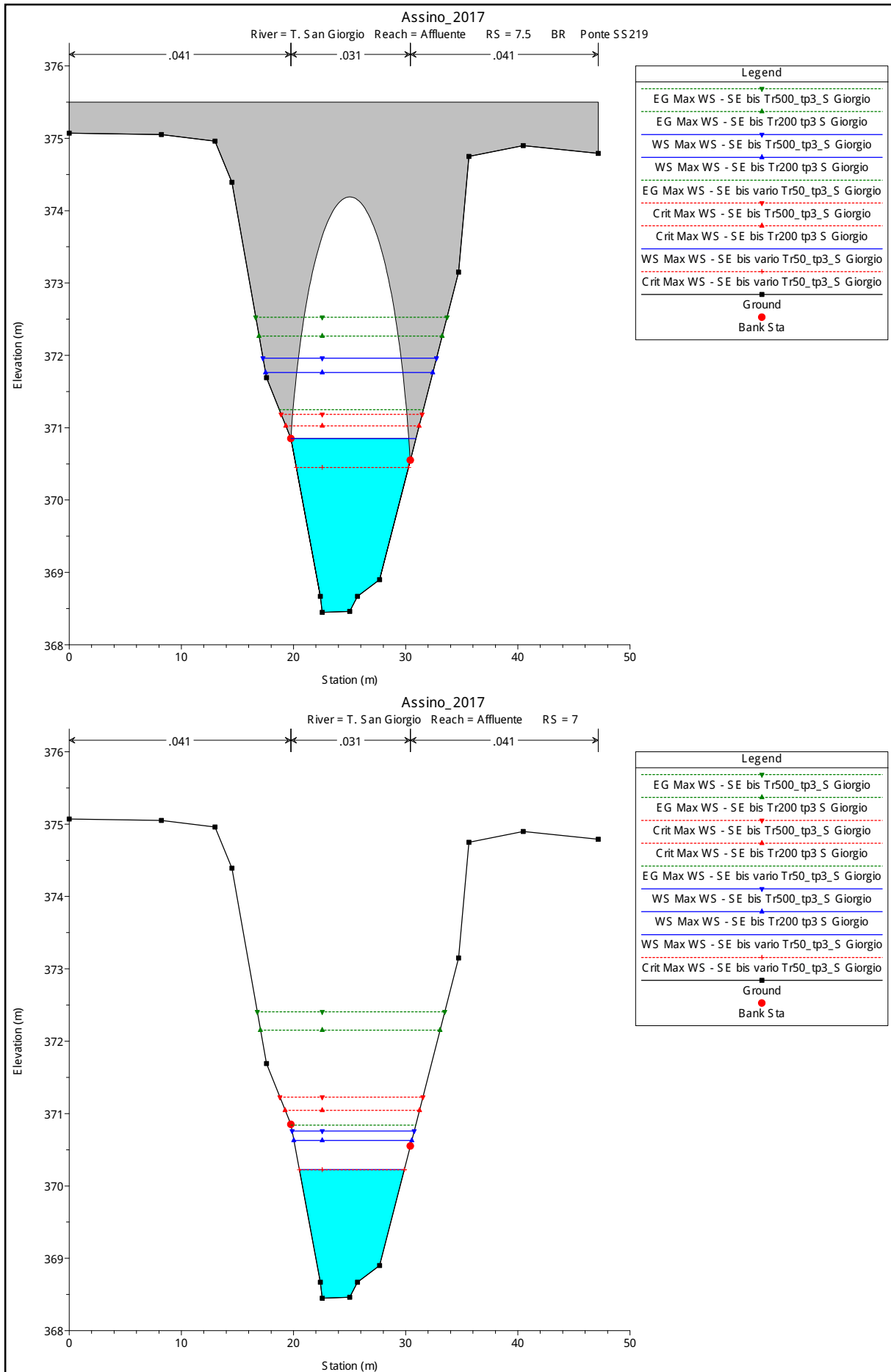
T. San Giorgio Affluente

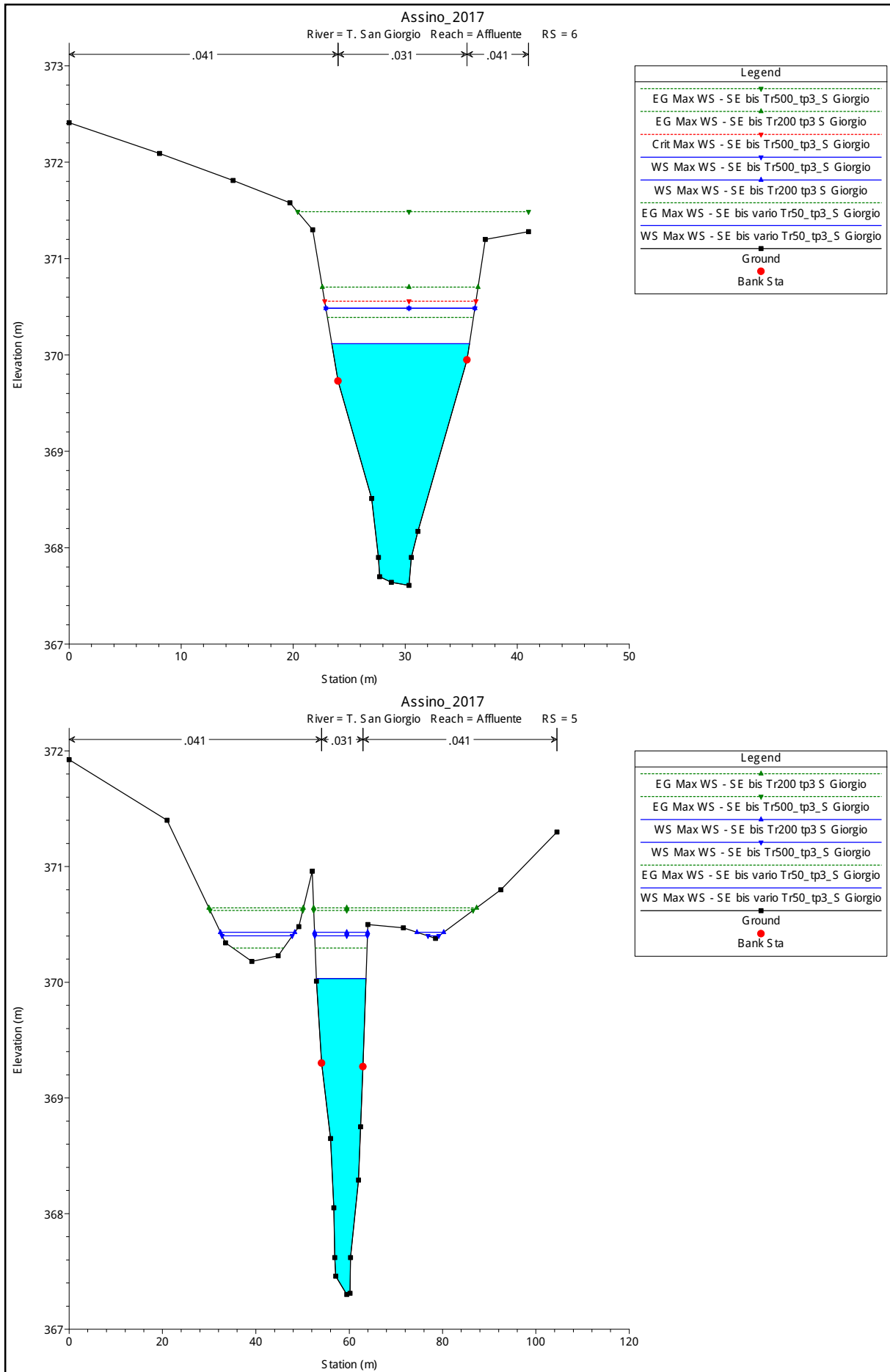


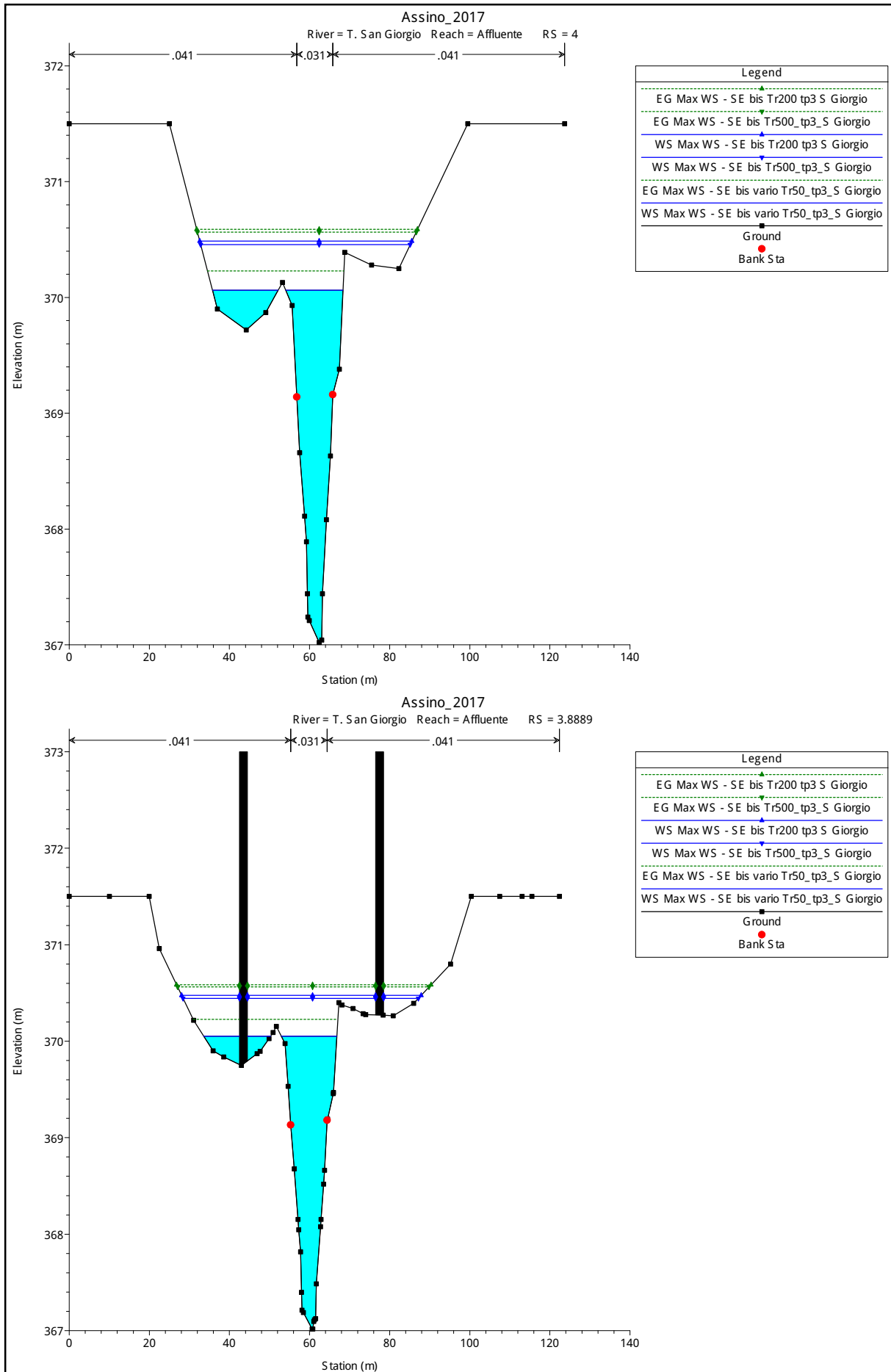
Legend	
Crit Q200 (m3/s)	Red dashed line with upward triangle
Crit Q500 (m3/s)	Red dashed line with downward triangle
EG Q200 (m3/s)	Green dashed line with upward triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue solid line with upward triangle
EG Q500 (m3/s)	Green dashed line with downward triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue solid line with downward triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red dashed line with upward triangle
EG Q50 (m3/s)	Green dashed line with downward triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue solid line with downward triangle
Ground	Black solid line with square
LOB	Purple dashed line
ROB	Cyan dashed line



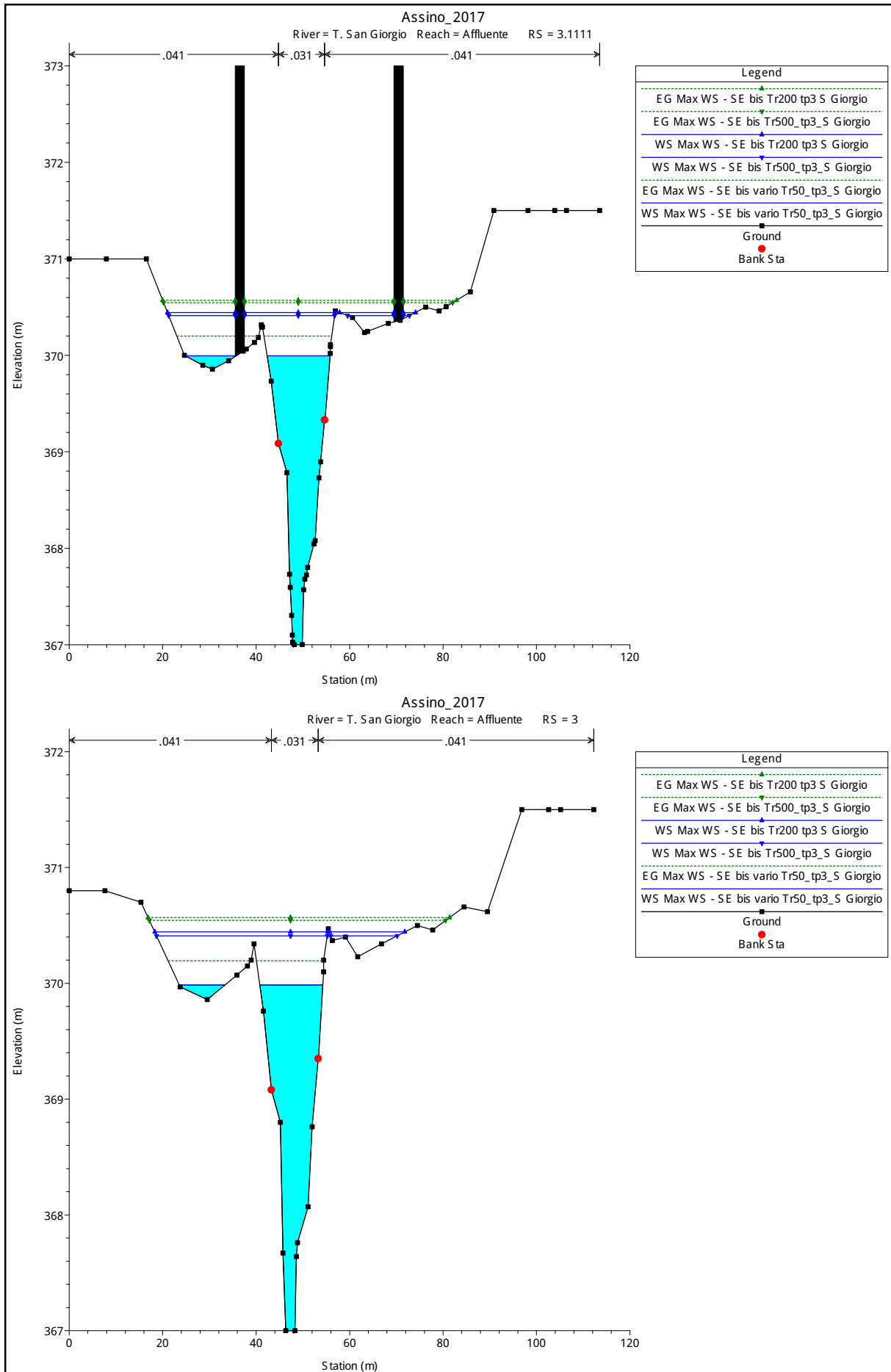


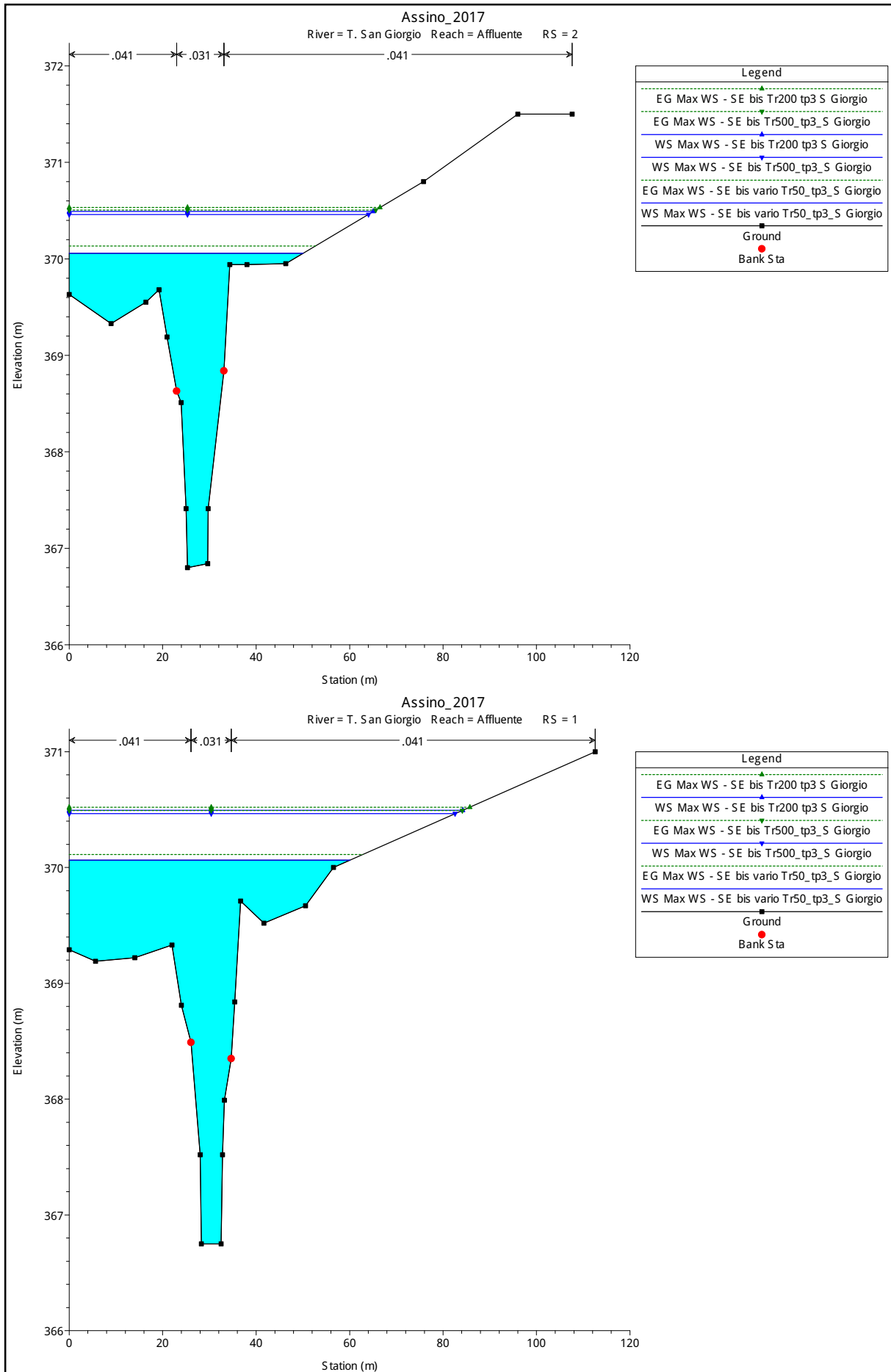












## **FOSSO BRILLI**

**TABELLA DEI RISULTATI A CONFRONTO TRA CONFIGURAZIONE DI STATO DI FATTO E  
DI STATO DI PROGETTO ESECUTIVO**

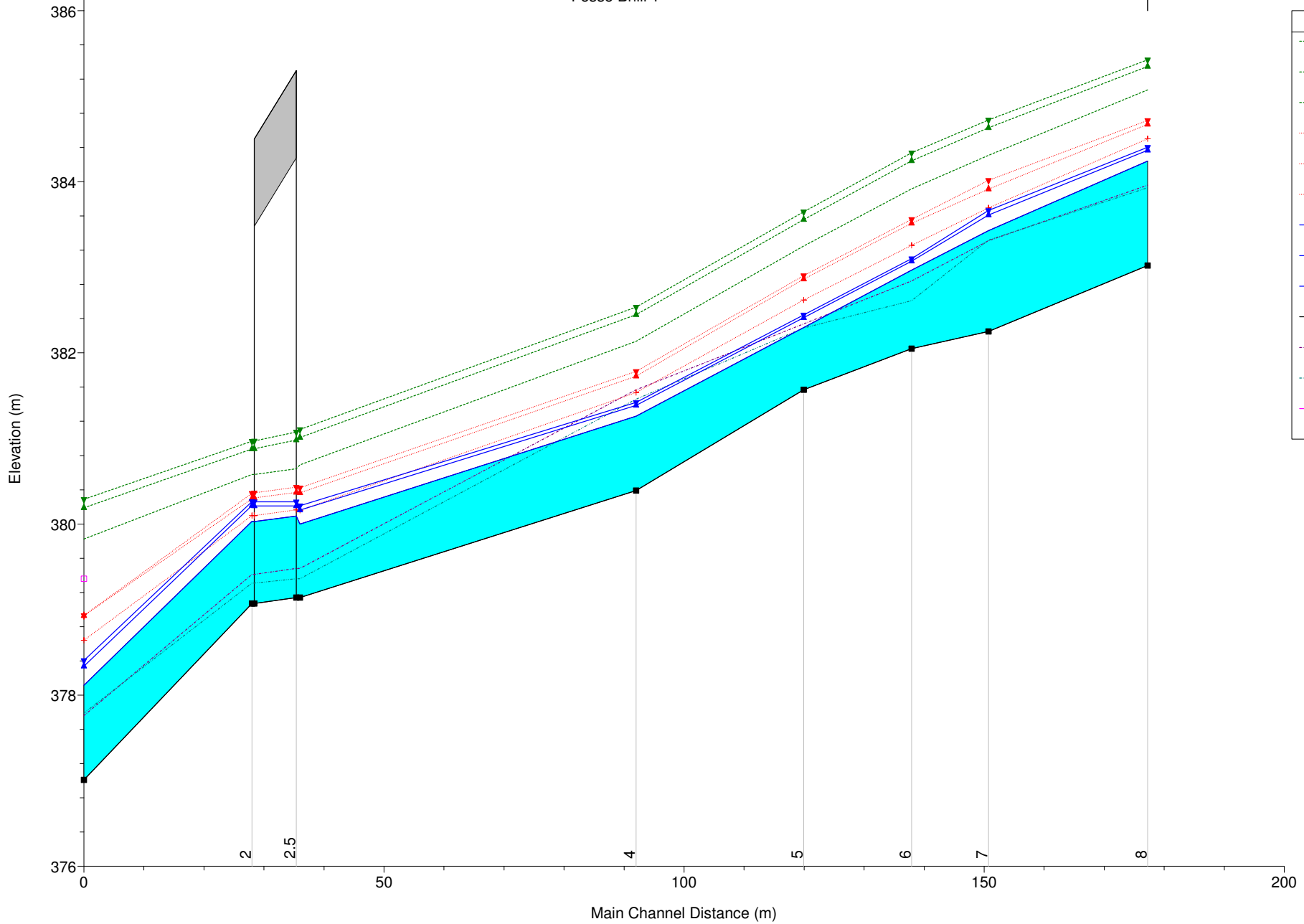
**RISULTATI FOSSO BRILLI: CONFRONTO TRA STATO DI FATTO E STATO DI PROGETTO ESECUTIVO**

Corso d'acqua	Sezione modello	Q max (TR=50 anni)	Q max (TR=200 anni)	Q max (TR=500 anni)	h_max SF (TR= 50 anni)	h_max SPE (TR= 50 anni)	h_max SF (TR= 200 anni)	h_max SPE (TR= 200 anni)	h_max SF (TR= 500 anni)	h_max SPE (TR= 500 anni)	Δh_50 anni SPE-SF	Δh_200 anni SPE-SF	Δh_500 anni SPE-SF
		(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(m)	(m)
Fosso Brilli	8	14.18	18.95	20.45	384.24	384.24	384.37	384.37	384.4	384.4	0.00	0.00	0.00
Fosso Brilli	7	14.18	18.95	20.45	383.43	383.43	383.61	383.61	383.66	383.66	0.00	0.00	0.00
Fosso Brilli	6	14.18	18.95	20.45	382.97	382.97	383.07	383.07	383.1	383.1	0.00	0.00	0.00
Fosso Brilli	5.5	Viadotto Fosso Brilli di progetto											
Fosso Brilli	5	14.18	18.95	20.45	382.3	382.3	382.41	382.41	382.44	382.44	0.00	0.00	0.00
Fosso Brilli	4	14.18	18.95	20.45	381.26	381.26	381.39	381.39	381.42	381.42	0.00	0.00	0.00
Fosso Brilli	3	14.18	18.95	20.45	380	380	380.16	380.16	380.21	380.21	0.00	0.00	0.00
Fosso Brilli	2.5	Ponte esistente su S.S. 219											
Fosso Brilli	2	14.18	18.95	20.45	380.03	380.03	380.22	380.22	380.26	380.26	0.00	0.00	0.00
Fosso Brilli	1	14.18	18.95	20.45	378.11	378.11	378.34	378.34	378.4	378.4	0.00	0.00	0.00

## **FOSSO BRILLI**

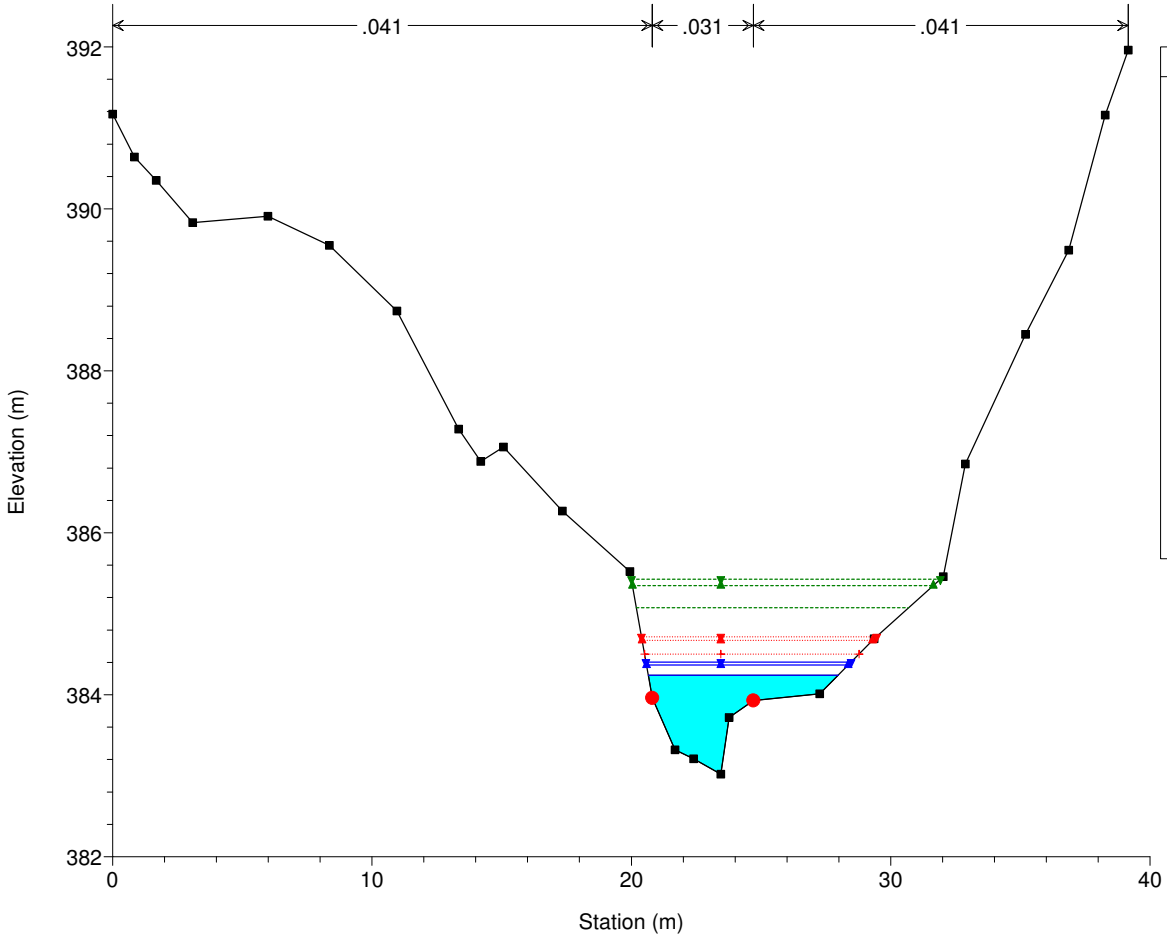
**RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA NELLO STATO DI FATTO**

Fosso Brilli 1



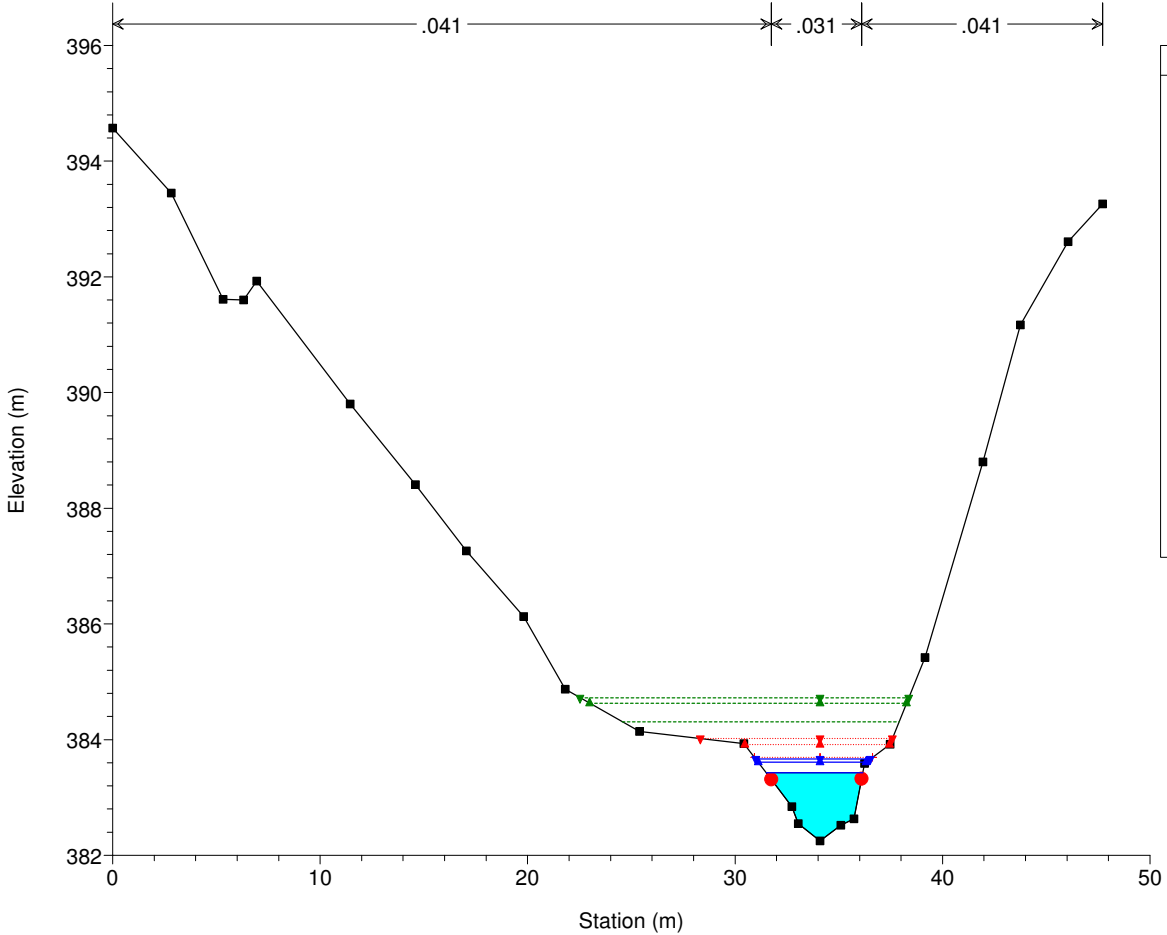
Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green dashed line with inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green dashed line with triangle
EG Q50 (m3/s)	Green dashed line with cross
Crit Q500 (m3/s)	Red dotted line with inverted triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red dotted line with triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red dotted line with cross
WS Q500 (m3/s)	Solid blue line with inverted triangle
WS Q200 (m3/s)	Solid blue line with triangle
WS Q50 (m3/s)	Solid blue line with cross
Ground	Solid black line with square
LOB	Dashed black line
ROB	Dotted black line
Left Levee	Solid magenta line with square

RS = 8



Legend	
EG Q500 (m3/s)	
EG Q200 (m3/s)	
EG Q50 (m3/s)	
Crit Q500 (m3/s)	
Crit Q200 (m3/s)	
Crit Q50 (m3/s)	
WS Q500 (m3/s)	
WS Q200 (m3/s)	
WS Q50 (m3/s)	
Ground	
Bank Sta	

RS = 7

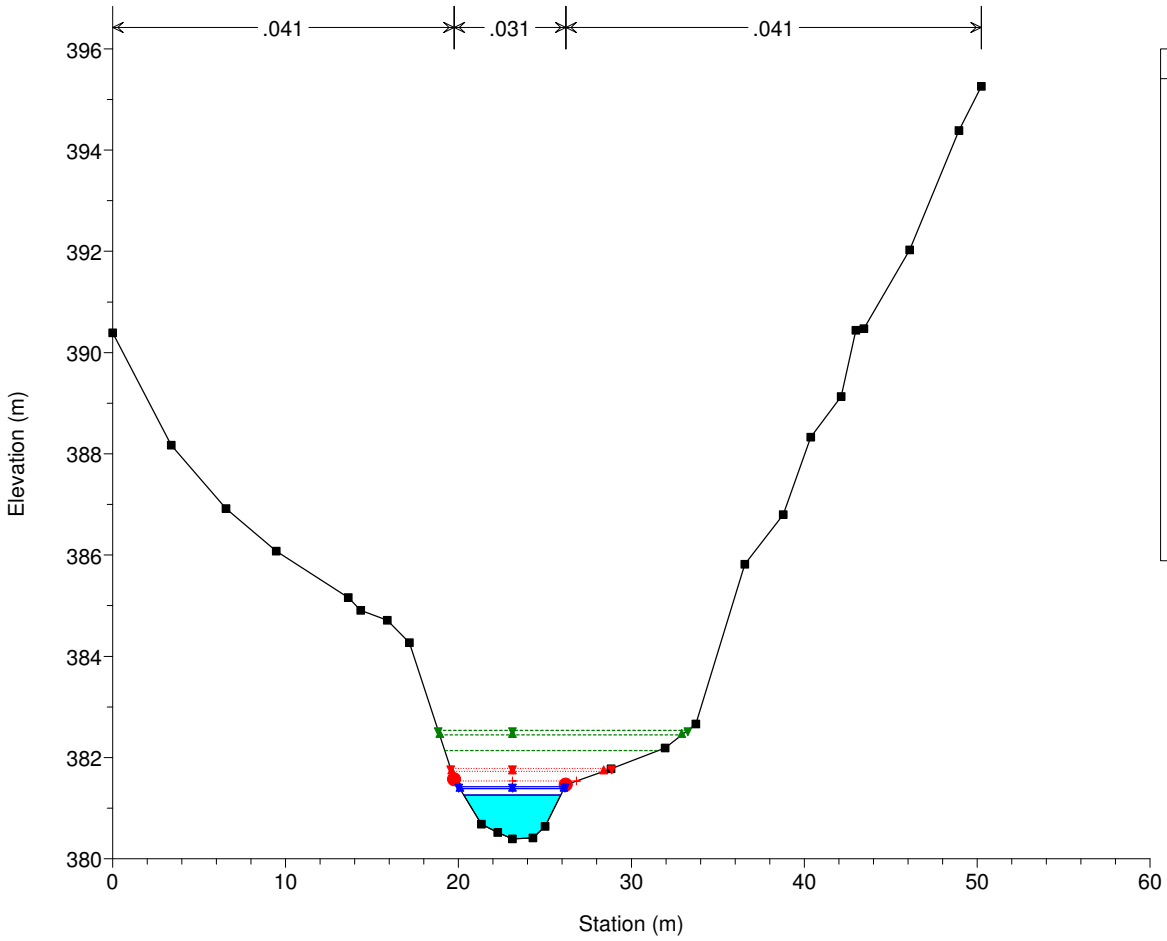


Legend	
EG Q500 (m3/s)	
EG Q200 (m3/s)	
EG Q50 (m3/s)	
Crit Q500 (m3/s)	
Crit Q200 (m3/s)	
Crit Q50 (m3/s)	
WS Q500 (m3/s)	
WS Q200 (m3/s)	
WS Q50 (m3/s)	
Ground	
Bank Sta	



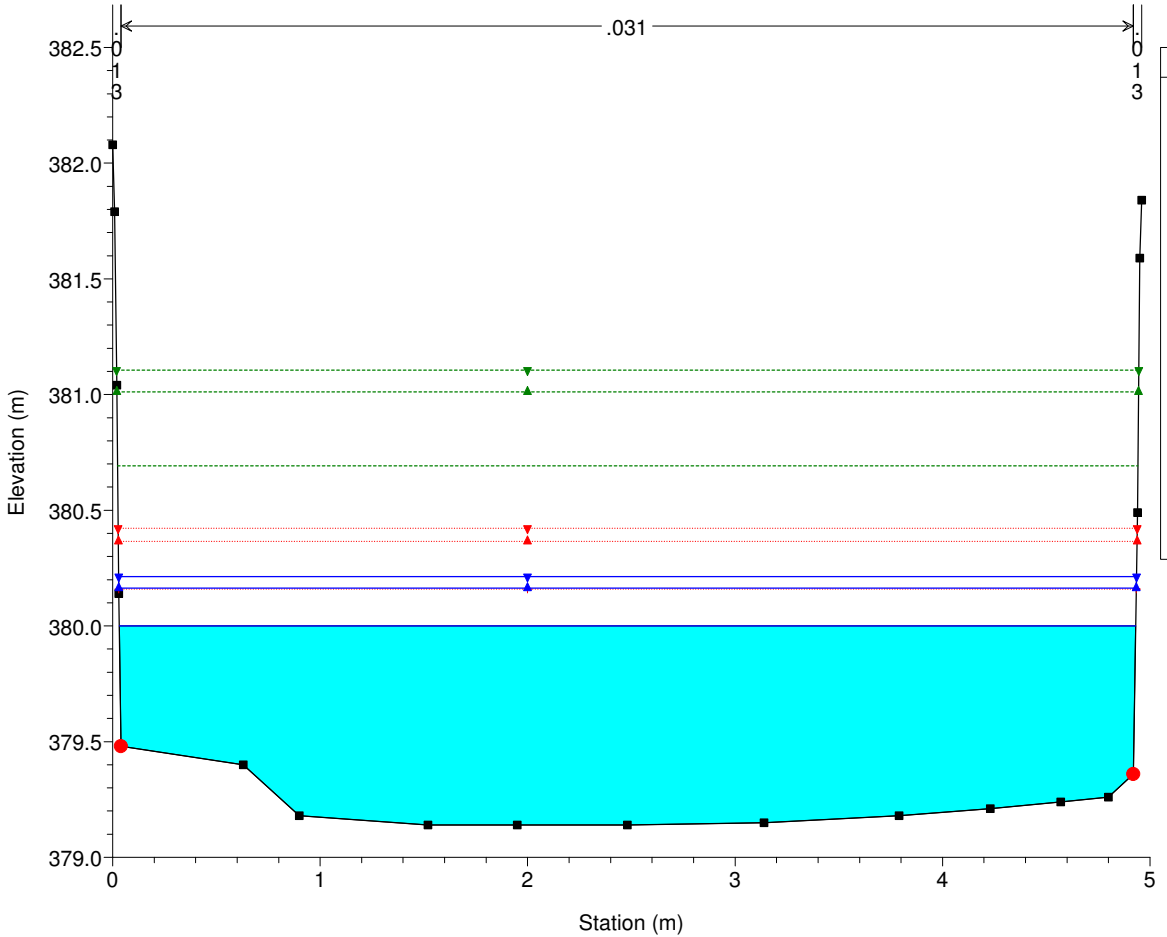


F. Brilli Plan: Brilli SF FINALE 25/10/2017  
RS = 4



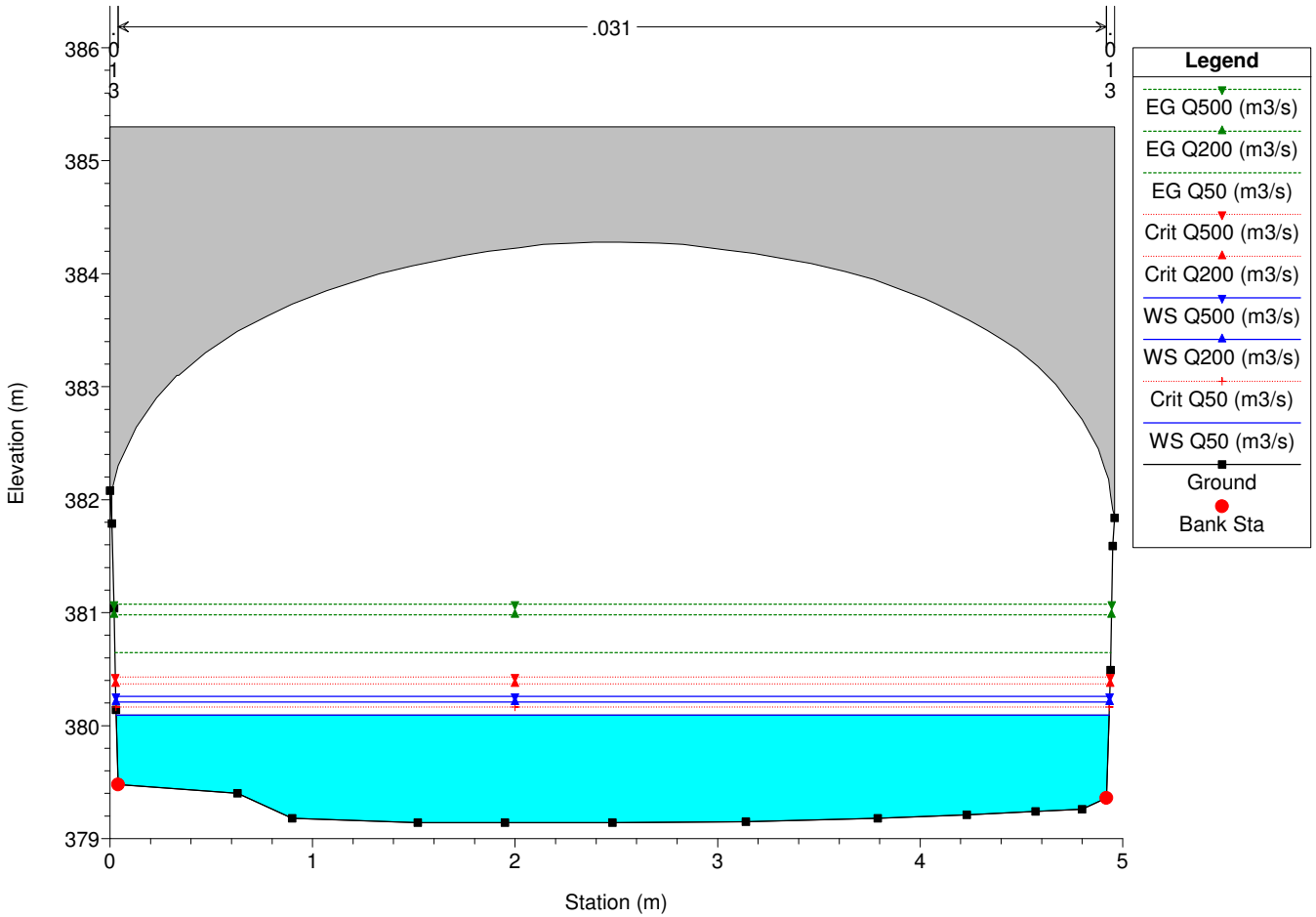
Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green dashed line with upward triangle
EG Q200 (m3/s)	Green dashed line with upward triangle
EG Q50 (m3/s)	Green dashed line with upward triangle
Crit Q500 (m3/s)	Red dotted line with downward triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red dotted line with downward triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red dotted line with plus sign
WS Q500 (m3/s)	Blue solid line with upward triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue solid line with upward triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue solid line with plus sign
Ground	Black solid line with square marker
Bank Sta	Red solid line with circle marker

F. Brilli Plan: Brilli SF FINALE 25/10/2017  
RS = 3

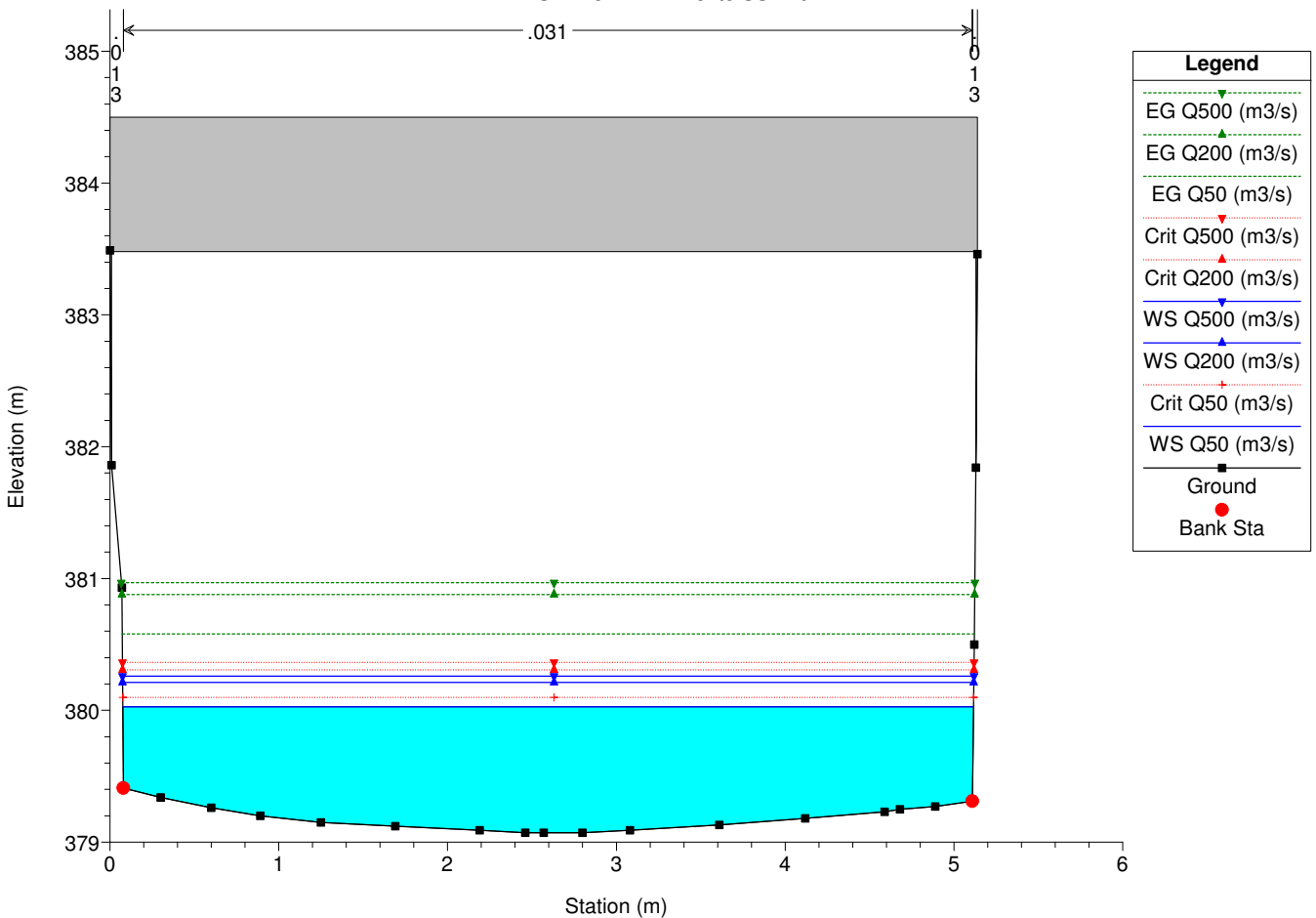


Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green dashed line with upward triangle
EG Q200 (m3/s)	Green dashed line with upward triangle
EG Q50 (m3/s)	Green dashed line with upward triangle
Crit Q500 (m3/s)	Red dotted line with downward triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red dotted line with downward triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red dotted line with plus sign
WS Q500 (m3/s)	Blue solid line with upward triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue solid line with upward triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue solid line with plus sign
Ground	Black solid line with square marker
Bank Sta	Red solid line with circle marker

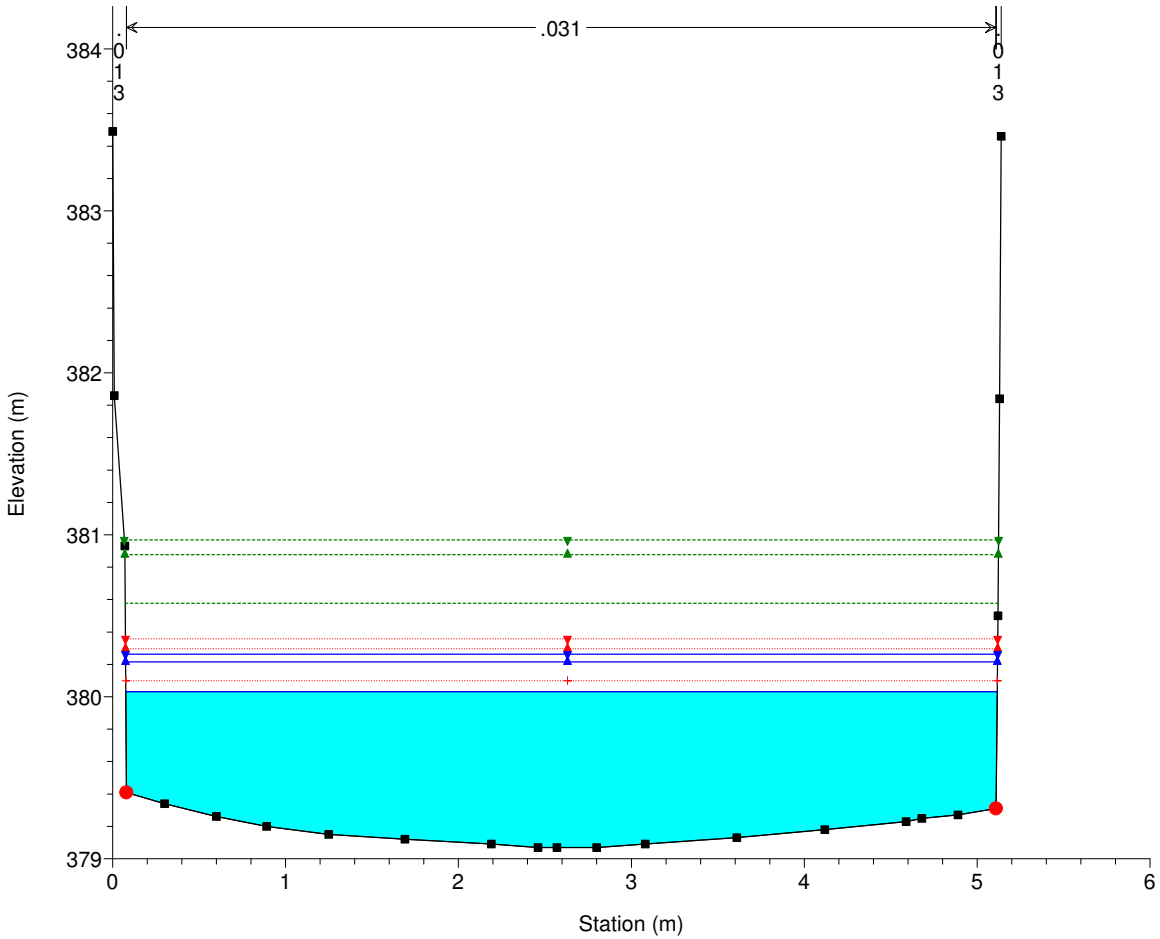
F. Brillì Plan: Brillì SF FINALE 25/10/2017  
RS = 2.5 BR Ponte SS 219



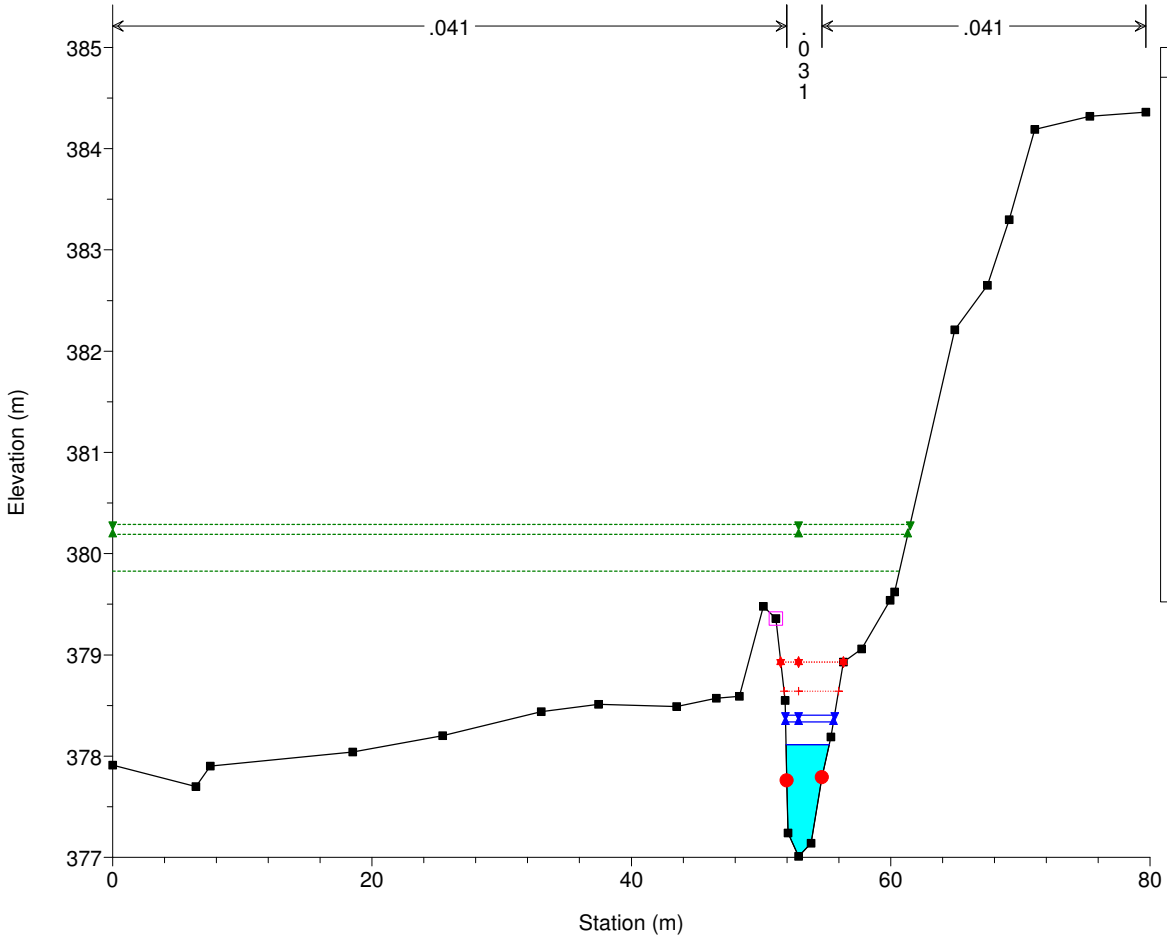
F. Brillì Plan: Brillì SF FINALE 25/10/2017  
RS = 2.5 BR Ponte SS 219



F. Brillì Plan: Brillì SF FINALE 25/10/2017  
RS = 2



F. Brillì Plan: Brillì SF FINALE 25/10/2017  
RS = 1

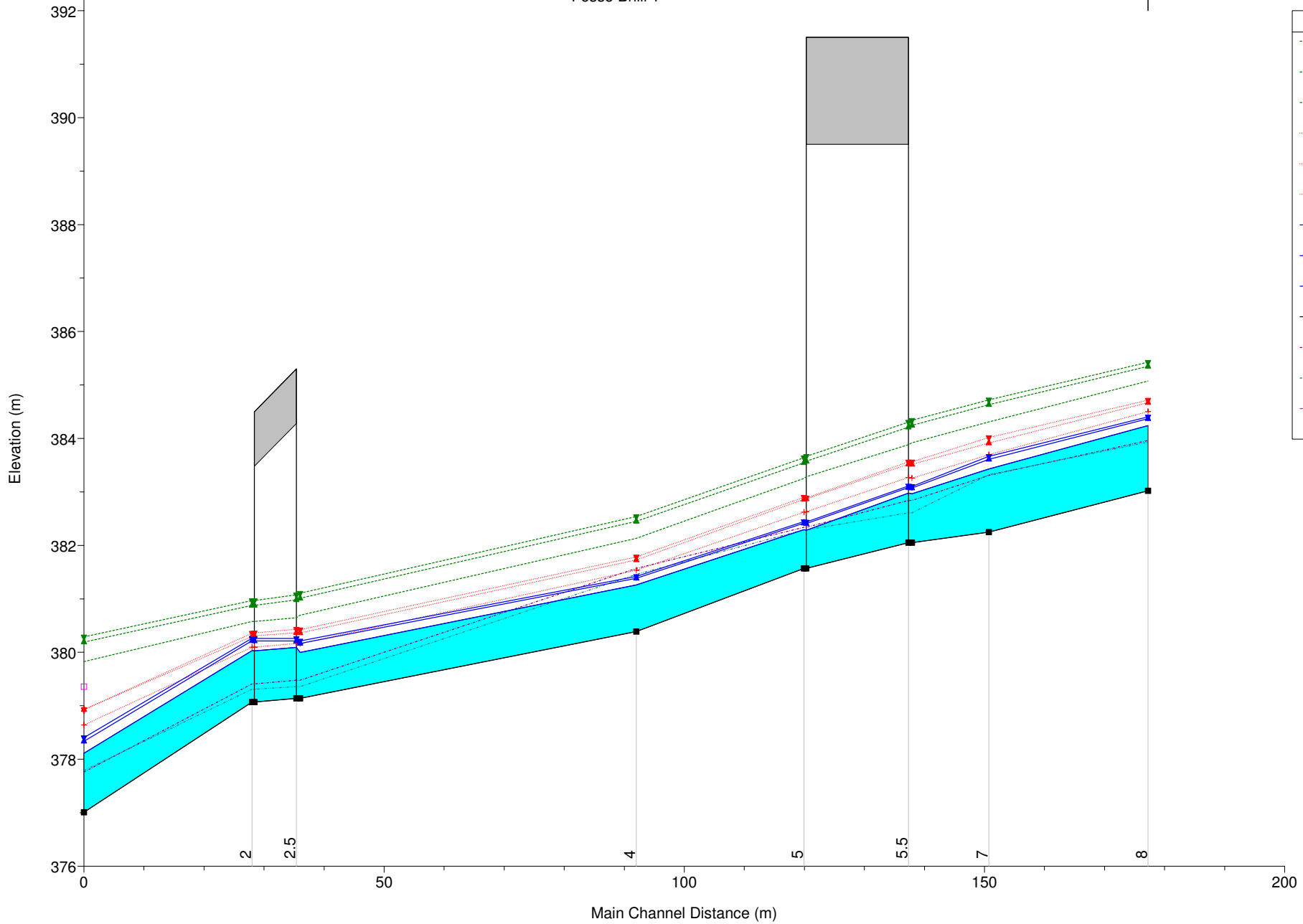


# **FOSSO BRILLI**

**RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA NELLO STATO DI PROGETTO**

**ESECUTIVO**

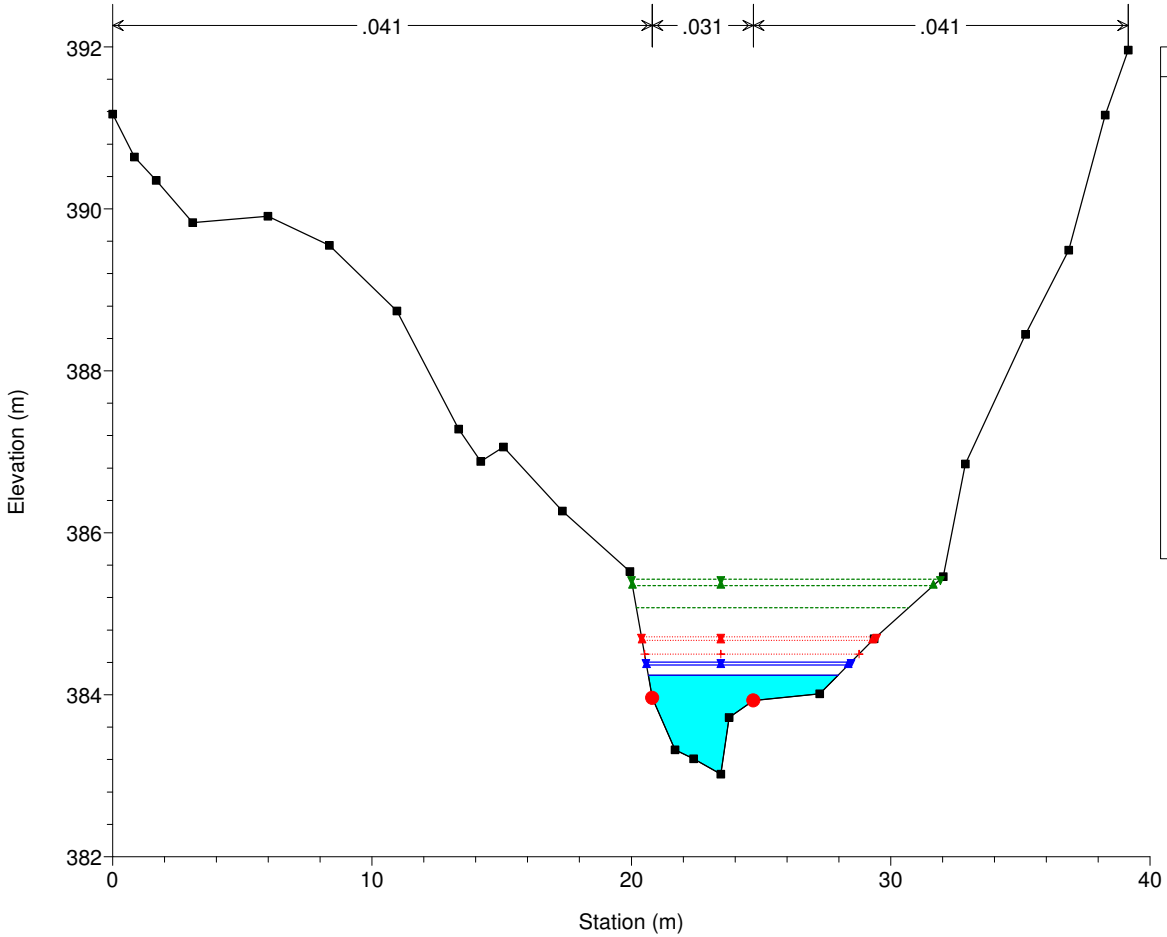
Fosso Brilli 1



Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green dashed line with inverted triangle marker
EG Q200 (m3/s)	Green dashed line with triangle marker
EG Q50 (m3/s)	Green dotted line with triangle marker
Crit Q500 (m3/s)	Red dotted line with inverted triangle marker
Crit Q200 (m3/s)	Red dotted line with triangle marker
Crit Q50 (m3/s)	Red dotted line with plus marker
WS Q500 (m3/s)	Blue solid line with inverted triangle marker
WS Q200 (m3/s)	Blue solid line with triangle marker
WS Q50 (m3/s)	Blue solid line with plus marker
Ground	Black solid line with square marker
LOB	Black dashed line
ROB	Black dotted line
Left Levee	Pink solid line with square marker

F. Brillì Plan: Brillì SPE FINALE 25/10/2017

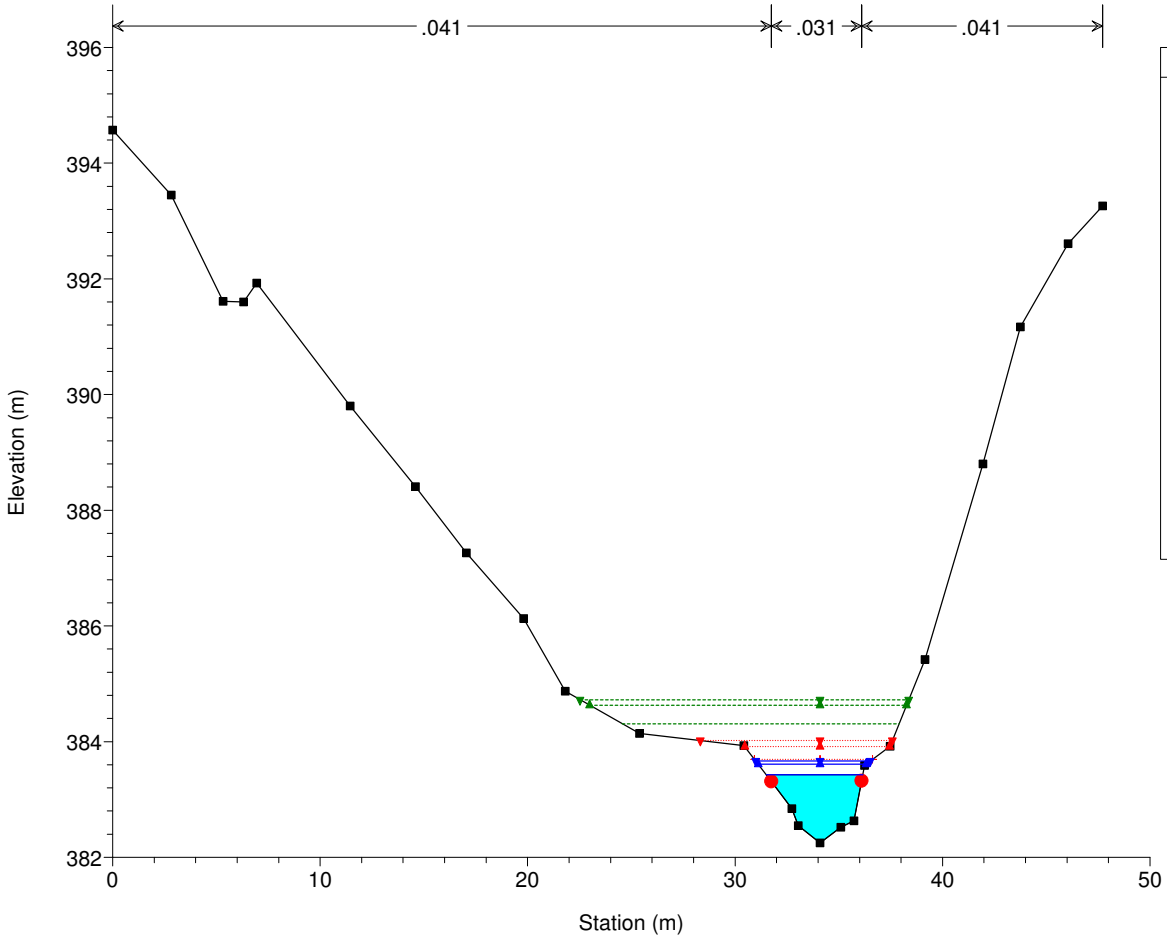
RS = 8



Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green triangle
EG Q50 (m3/s)	Green inverted triangle
Crit Q500 (m3/s)	Red inverted triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red inverted triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue inverted triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue inverted triangle
Ground	Black square
Bank Sta	Red circle

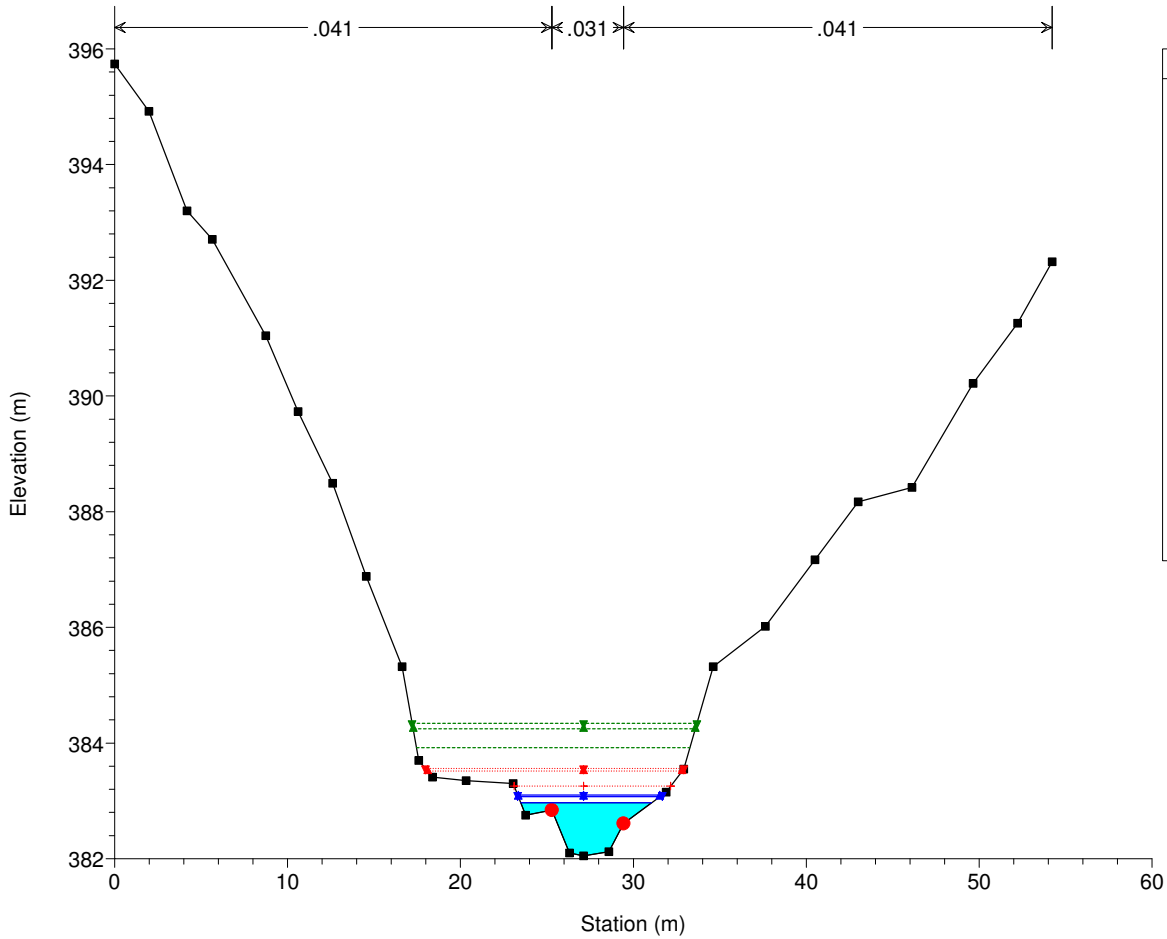
F. Brillì Plan: Brillì SPE FINALE 25/10/2017

RS = 7



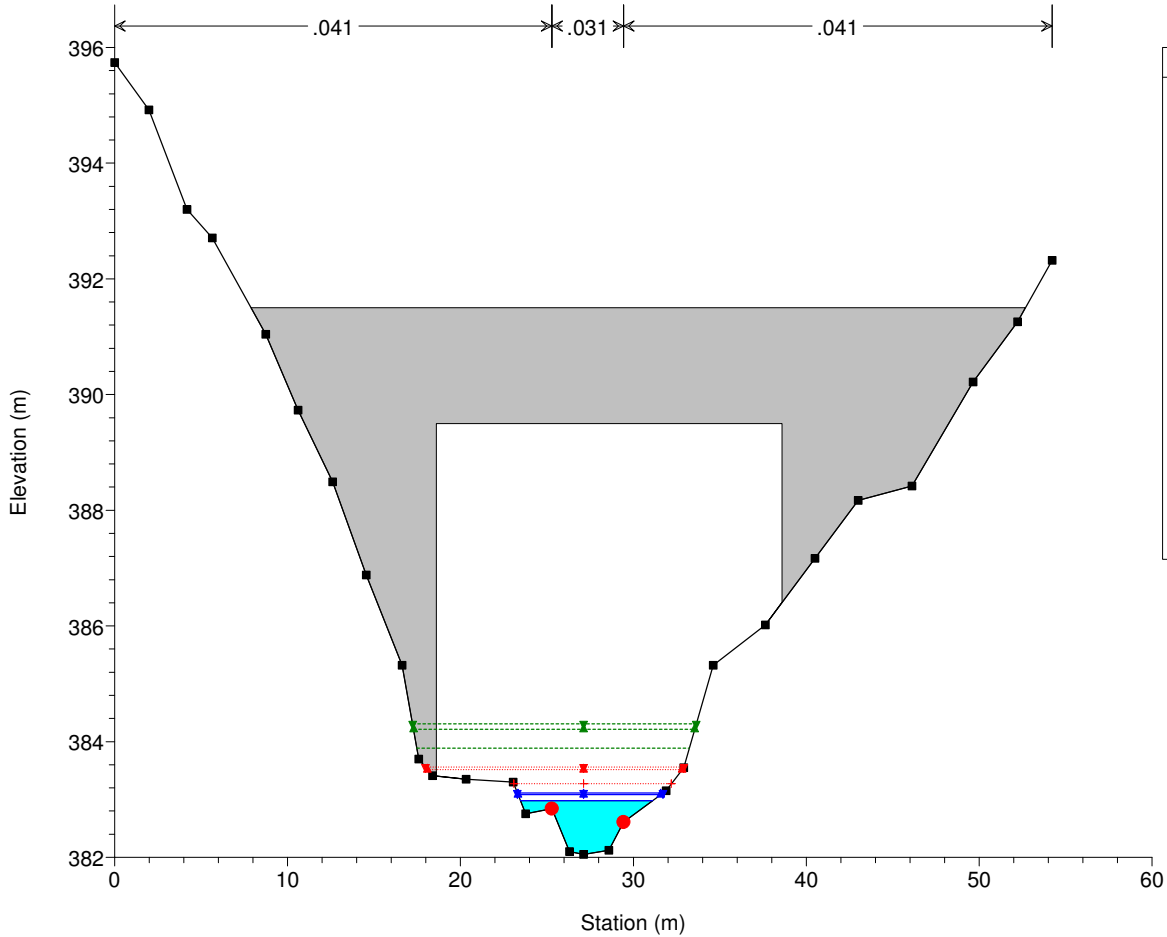
Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green triangle
EG Q50 (m3/s)	Green inverted triangle
Crit Q500 (m3/s)	Red inverted triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red inverted triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue inverted triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue inverted triangle
Ground	Black square
Bank Sta	Red circle

F. Brillì Plan: Brillì SPE FINALE 25/10/2017  
RS = 6



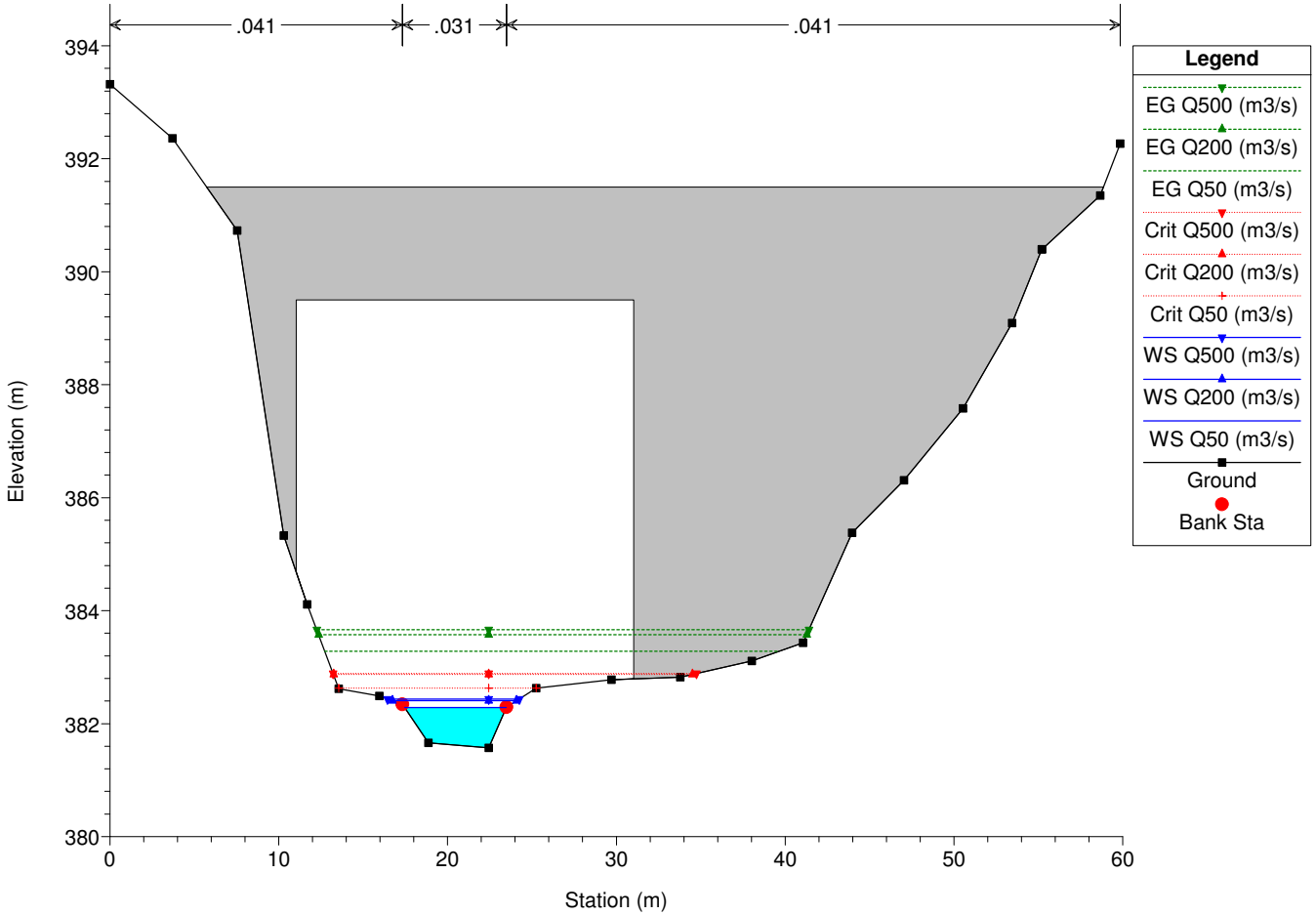
Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green dashed line with inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green dashed line with triangle
EG Q50 (m3/s)	Green dashed line with square
Crit Q500 (m3/s)	Red dotted line with inverted triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red dotted line with triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red dotted line with square
WS Q500 (m3/s)	Blue solid line with inverted triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue solid line with triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue solid line with square
Ground	Black solid line with square
Bank Sta	Red solid circle

F. Brillì Plan: Brillì SPE FINALE 25/10/2017  
RS = 5.5 BR Viadotto Fosso Brillì

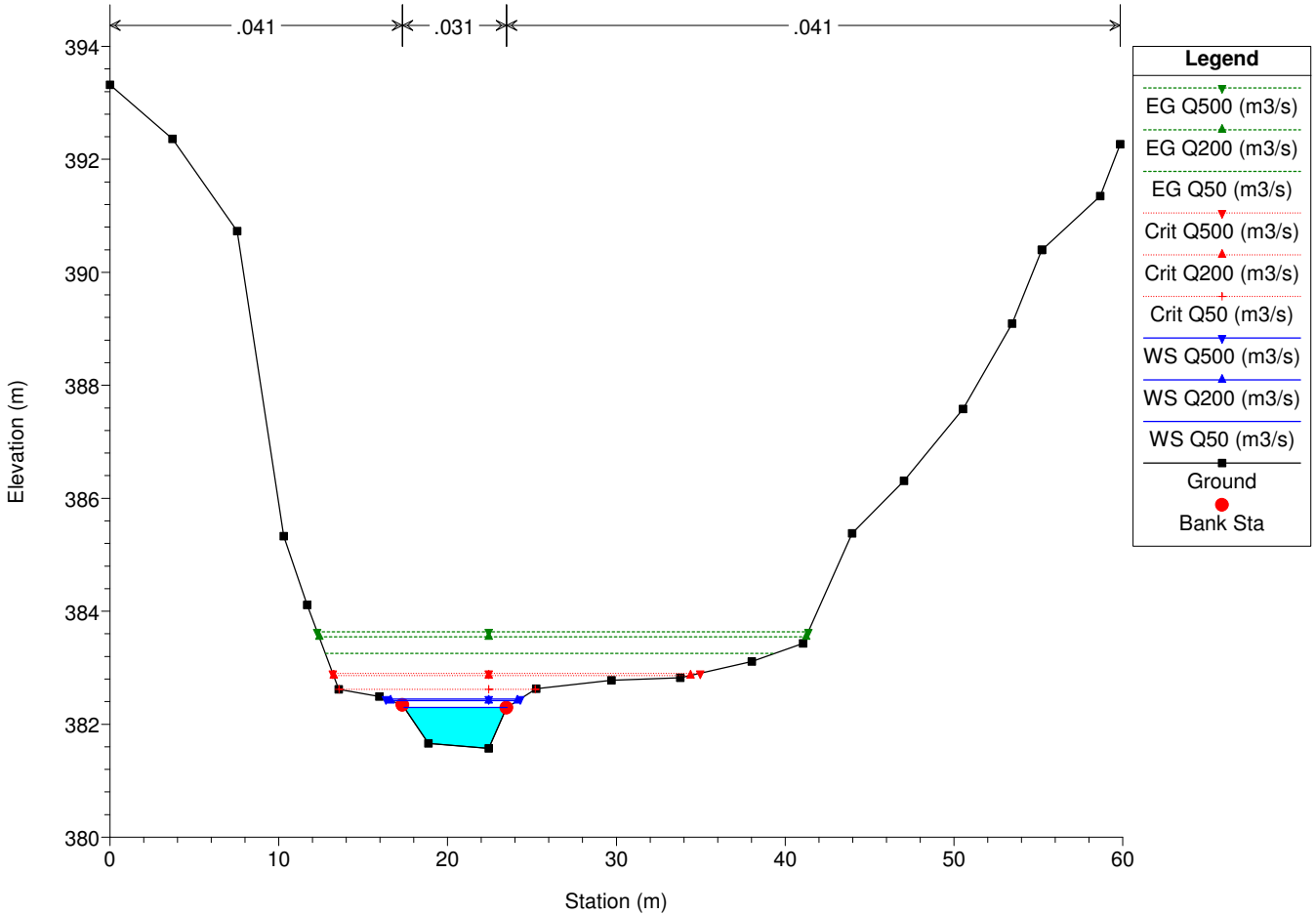


Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green dashed line with inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green dashed line with triangle
EG Q50 (m3/s)	Green dashed line with square
Crit Q500 (m3/s)	Red dotted line with inverted triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red dotted line with triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red dotted line with square
WS Q500 (m3/s)	Blue solid line with inverted triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue solid line with triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue solid line with square
Ground	Black solid line with square
Bank Sta	Red solid circle

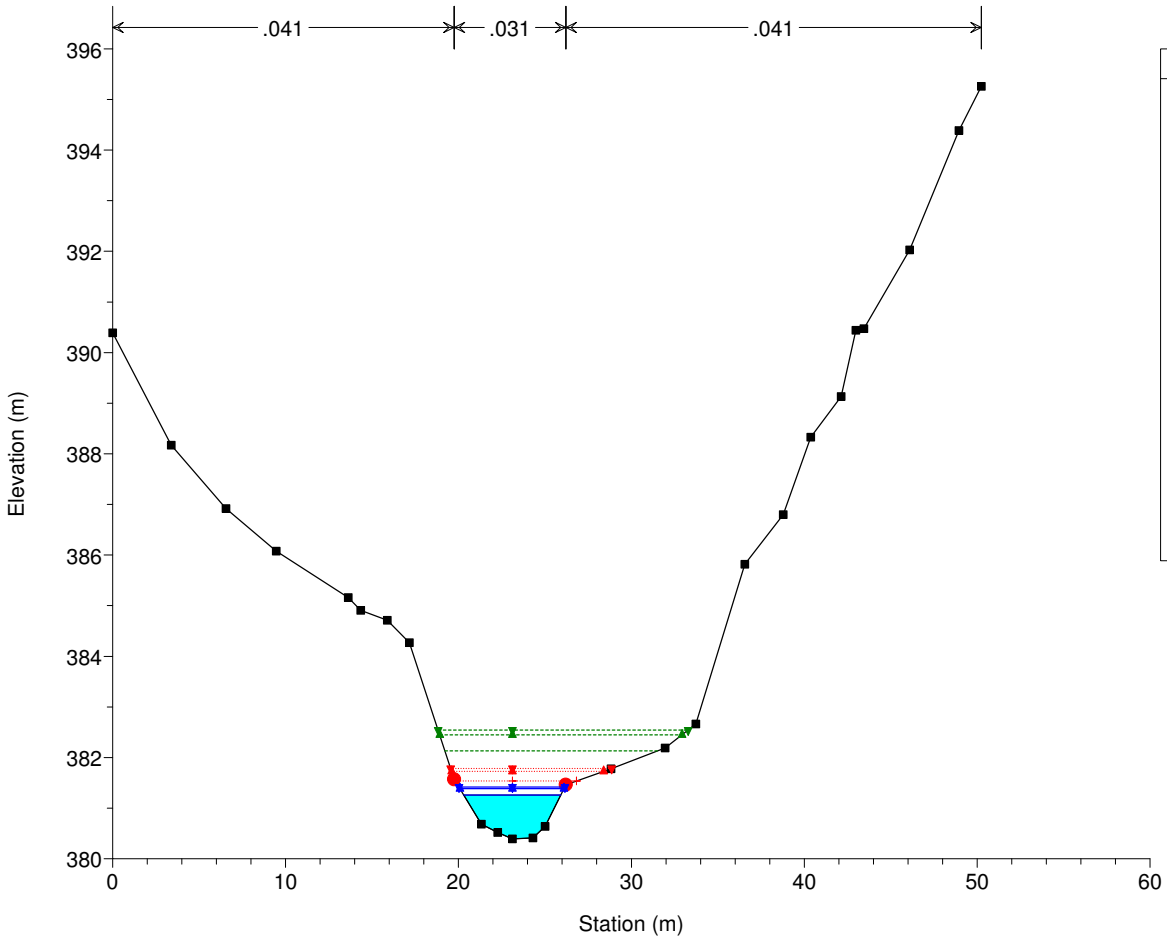
F. Brillì Plan: Brillì SPE FINALE 25/10/2017  
 RS = 5.5 BR Viadotto Fosso Brillì



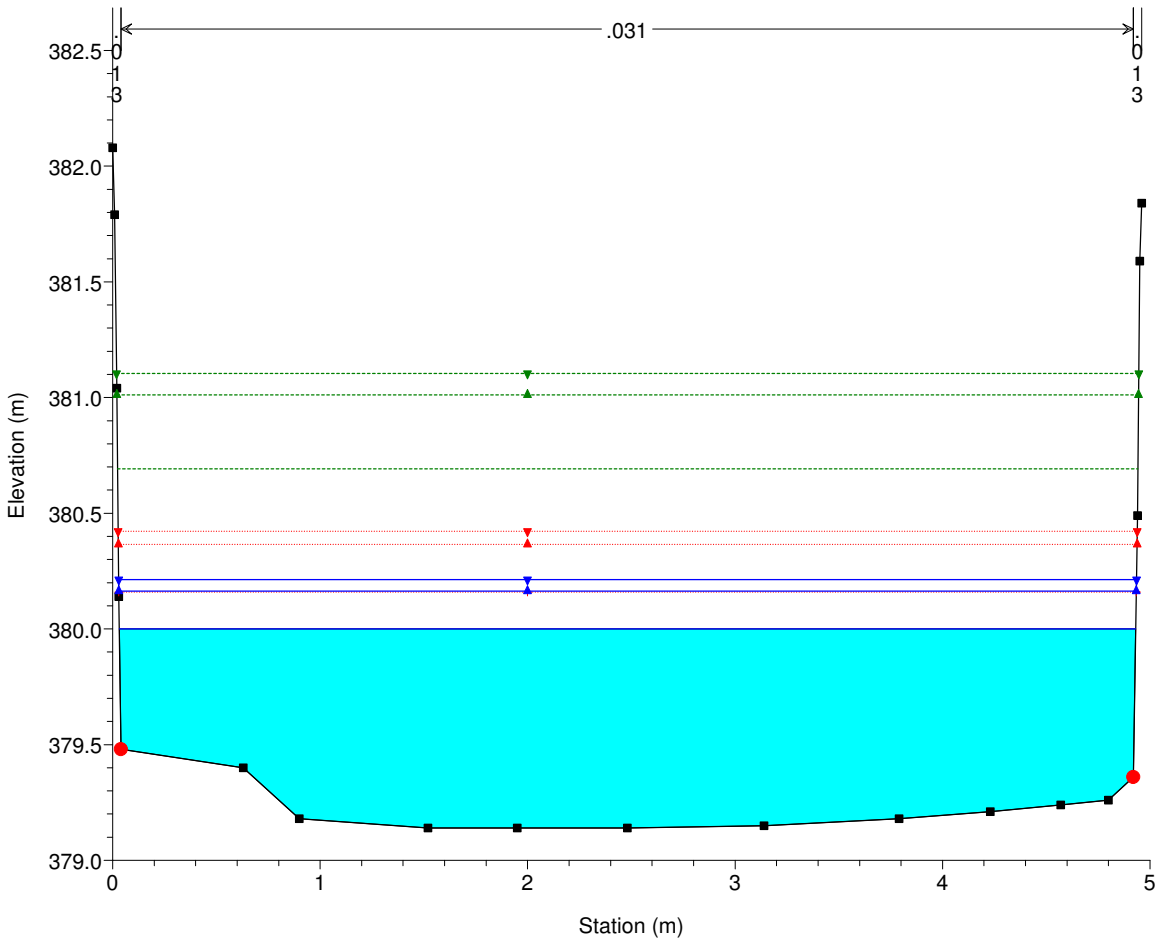
F. Brillì Plan: Brillì SPE FINALE 25/10/2017  
 RS = 5



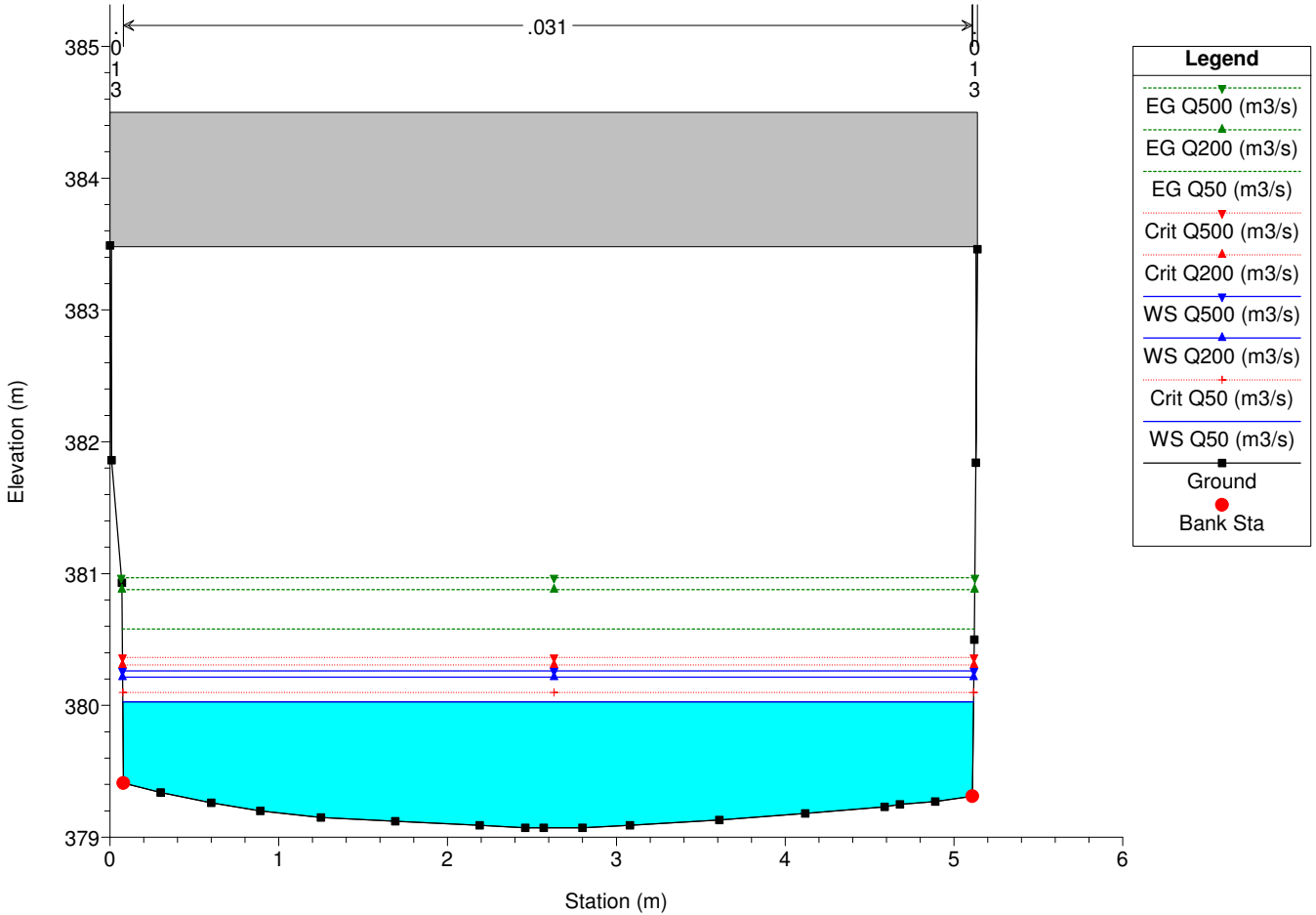
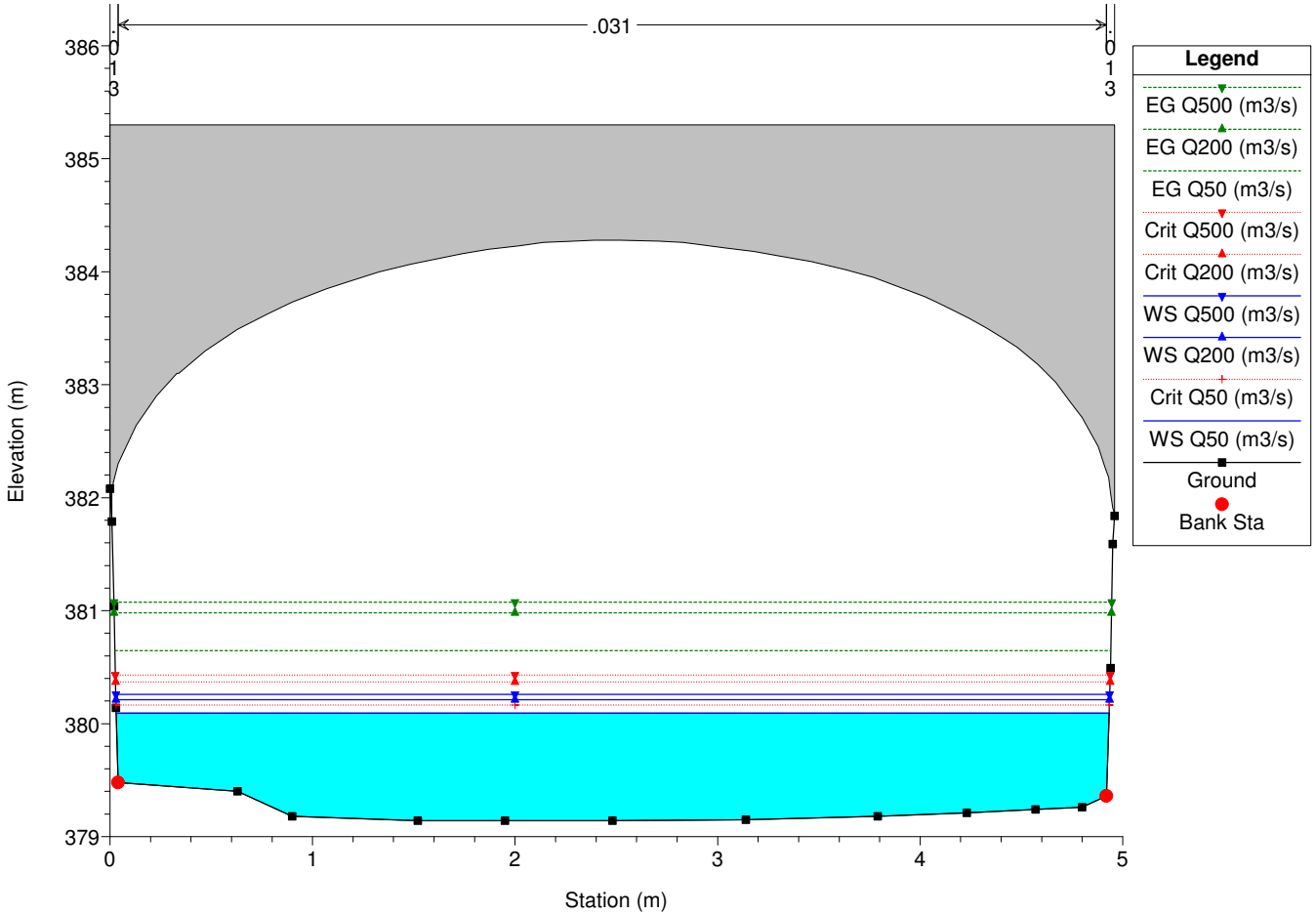


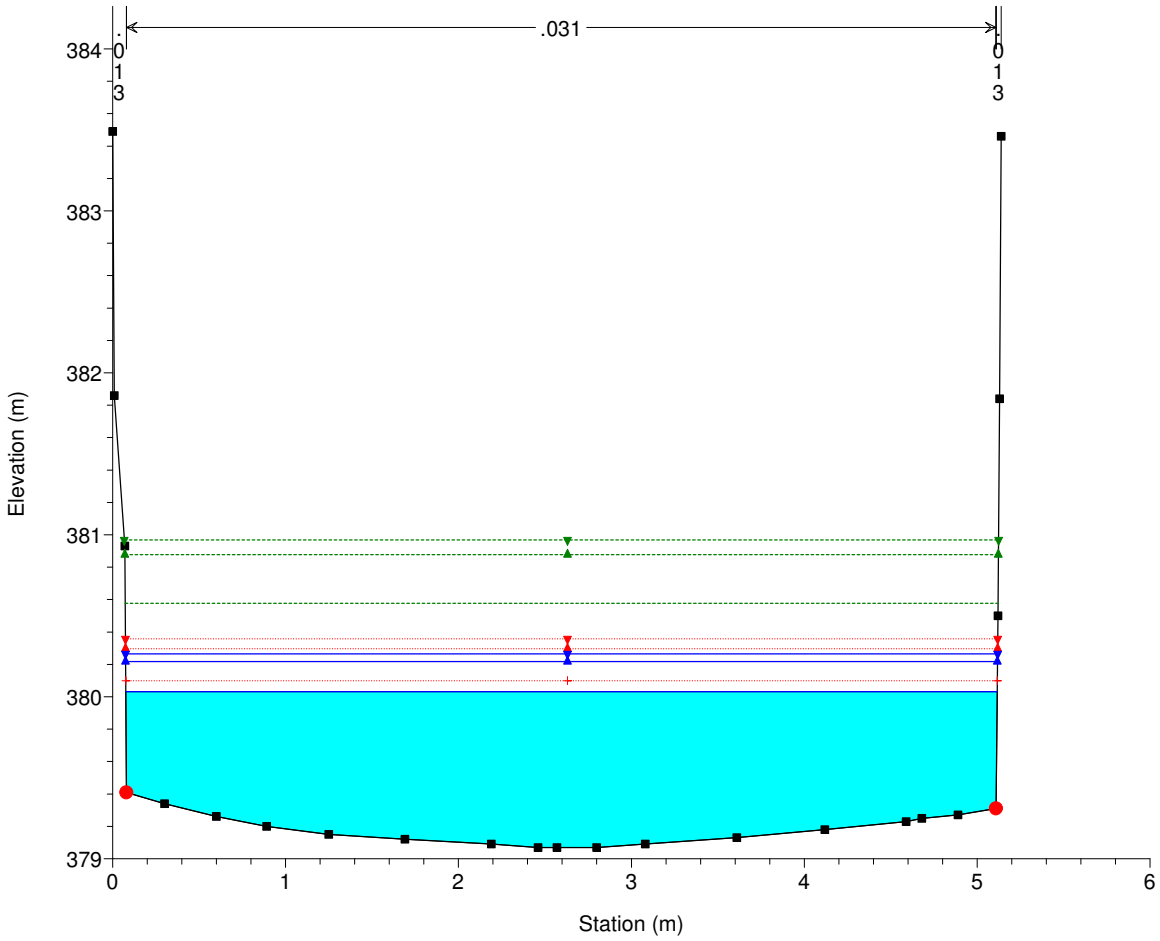


Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green dashed line with inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green dotted line with triangle
EG Q50 (m3/s)	Green dash-dot line with inverted triangle
Crit Q500 (m3/s)	Red dotted line with inverted triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red dotted line with triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red dash-dot line with inverted triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue solid line with inverted triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue solid line with triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue solid line with inverted triangle
Ground	Black solid line with square
Bank Sta	Red solid circle

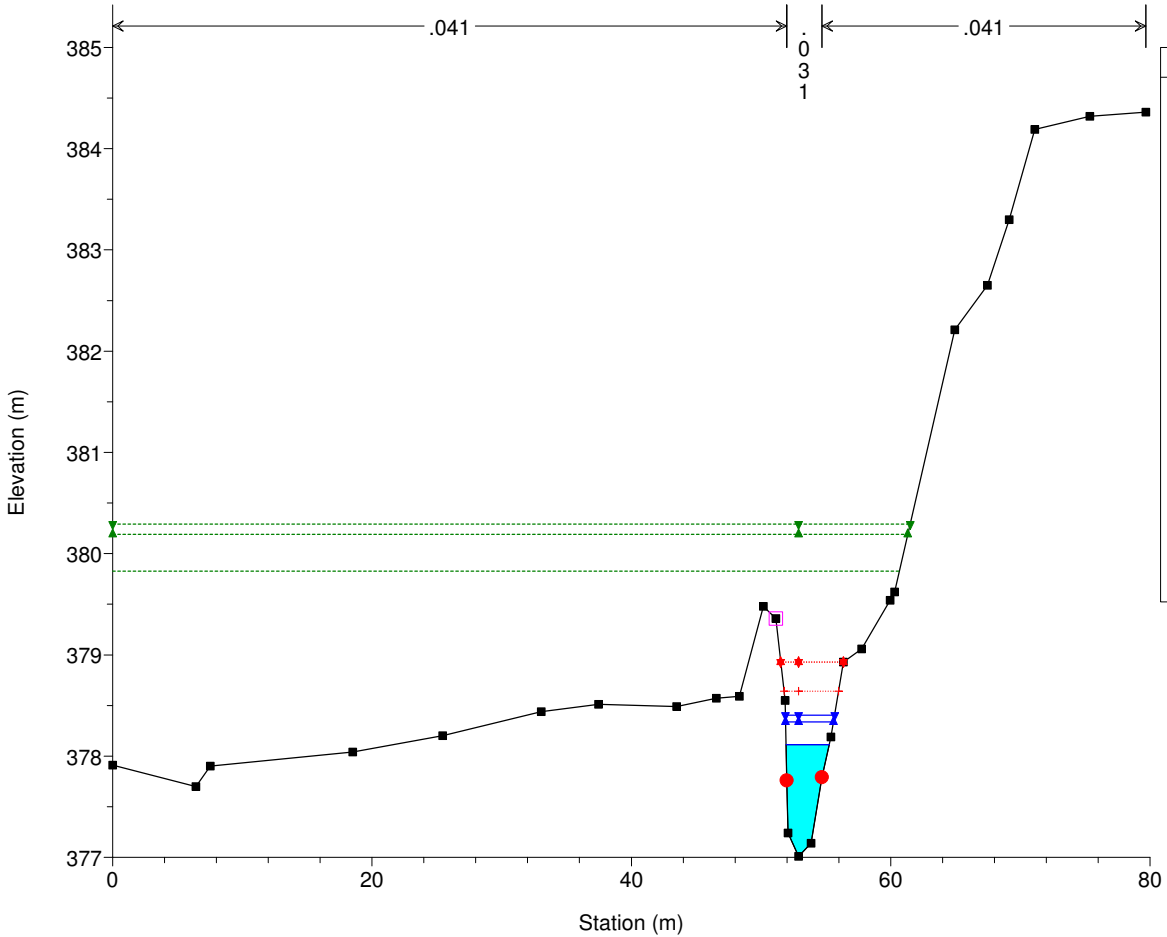


Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green dashed line with inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green dotted line with triangle
EG Q50 (m3/s)	Green dash-dot line with inverted triangle
Crit Q500 (m3/s)	Red dotted line with inverted triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red dotted line with triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red dash-dot line with inverted triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue solid line with inverted triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue solid line with triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue solid line with inverted triangle
Ground	Black solid line with square
Bank Sta	Red solid circle





Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green triangle
EG Q50 (m3/s)	Green inverted triangle
Crit Q500 (m3/s)	Red inverted triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue inverted triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red plus sign
WS Q50 (m3/s)	Blue plus sign
Ground	Black square
Bank Sta	Red circle



Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green triangle
EG Q50 (m3/s)	Green inverted triangle
Crit Q500 (m3/s)	Red inverted triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red plus sign
WS Q500 (m3/s)	Blue inverted triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue plus sign
Ground	Black square
Levee	Pink square
Bank Sta	Red circle

## **TORRENTE ASSINO IN CORRISPONDENZA DEL VIADOTTO ASSINO 2**

**TABELLA DEI RISULTATI A CONFRONTO TRA CONFIGURAZIONE DI STATO DI FATTO E  
DI STATO DI PROGETTO ESECUTIVO**

**RISULTATI T. ASSINO IN CORRISPONDENZA DEL VIADOTTO ASSINO 2: CONFRONTO TRA STATO DI FATTO E STATO DI PROGETTO ESECUTIVO**

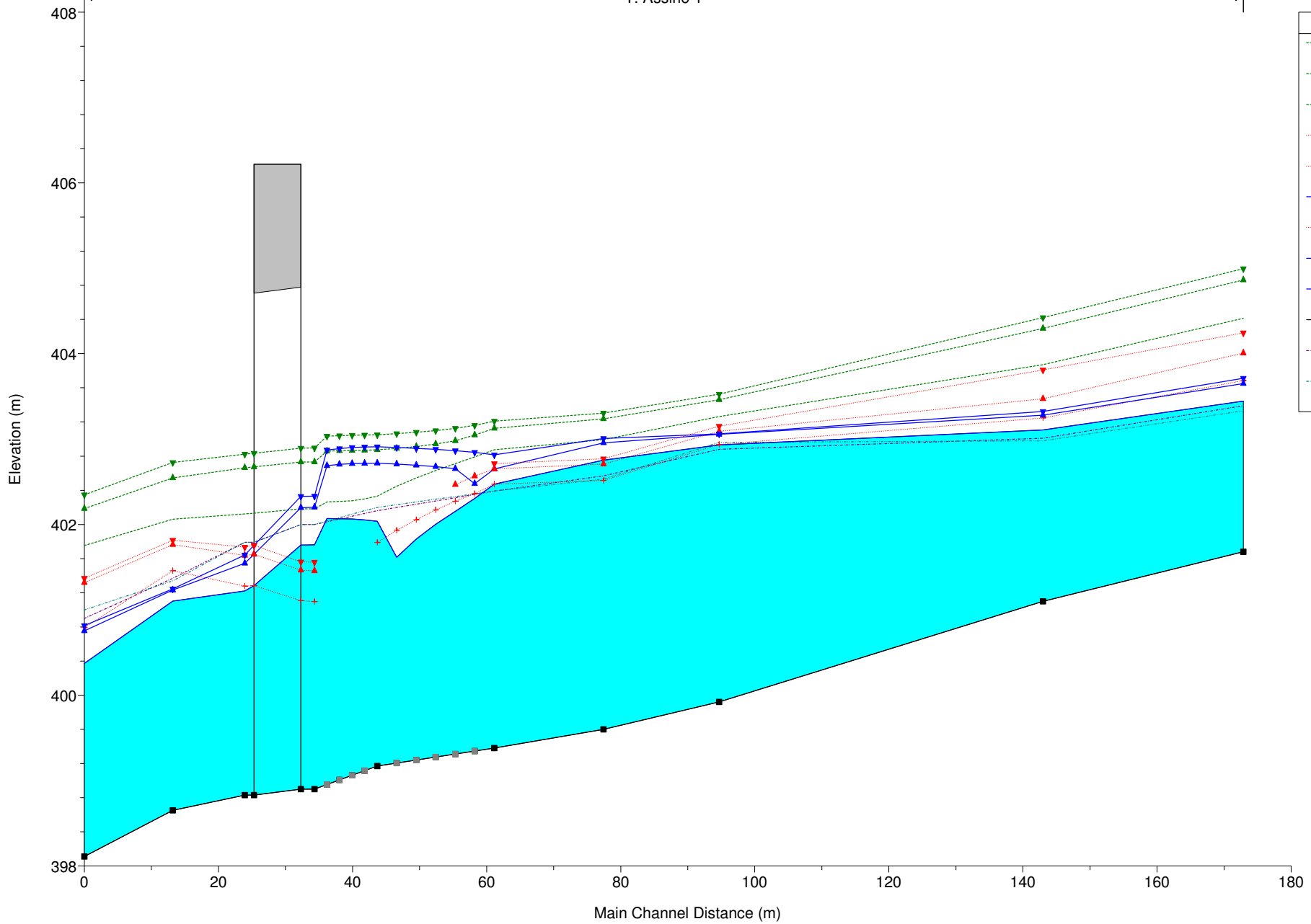
Corso d'acqua	Sezione modello	Q max (TR=50 anni)	Q max (TR=200 anni)	Q max (TR=500 anni)	h_max SF (TR= 50 anni)	h_max SPE (TR= 50 anni)	h_max SF (TR= 200 anni)	h_max SPE (TR= 200 anni)	h_max SF (TR= 500 anni)	h_max SPE (TR= 500 anni)	Δh_50 anni SPE-SF	Δh_200 anni SPE-SF	Δh_500 anni SPE-SF
		(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(m)	(m)
T. Assino	10	52.57	70.27	75.83	403.44	403.44	403.65	403.65	403.71	403.71	0.00	0.00	0.00
T. Assino	9	52.57	70.27	75.83	403.11	403.11	403.28	403.28	403.32	403.32	0.00	0.00	0.00
T. Assino	8	52.57	70.27	75.83	402.93	402.93	403.05	403.05	403.06	403.06	0.00	0.00	0.00
T. Assino	7	52.57	70.27	75.83	402.75	402.75	402.95	402.96	403.01	403.02	0.00	0.01	0.01
T. Assino	6.5	Viadotto Assino 2 di progetto											
T. Assino	6	52.57	70.27	75.83	402.47	402.47	402.65	402.65	402.81	402.81	0.00	0.00	0.00
T. Assino	5	52.57	70.27	75.83	402.04	402.04	402.72	402.72	402.91	402.91	0.00	0.00	0.00
T. Assino	4	52.57	70.27	75.83	401.76	401.76	402.2	402.2	402.33	402.33	0.00	0.00	0.00
T. Assino	3.5	Ponte esistente su S.S. 219											
T. Assino	3	52.57	70.27	75.83	401.22	401.22	401.55	401.55	401.64	401.64	0.00	0.00	0.00
T. Assino	2	52.57	70.27	75.83	401.1	401.1	401.23	401.23	401.24	401.24	0.00	0.00	0.00
T. Assino	1	52.57	70.27	75.83	400.37	400.37	400.75	400.75	400.82	400.82	0.00	0.00	0.00

# **TORRENTE ASSINO IN CORRISPONDENZA DEL VIADOTTO ASSINO 2**

**RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA NELLO STATO DI FATTO**

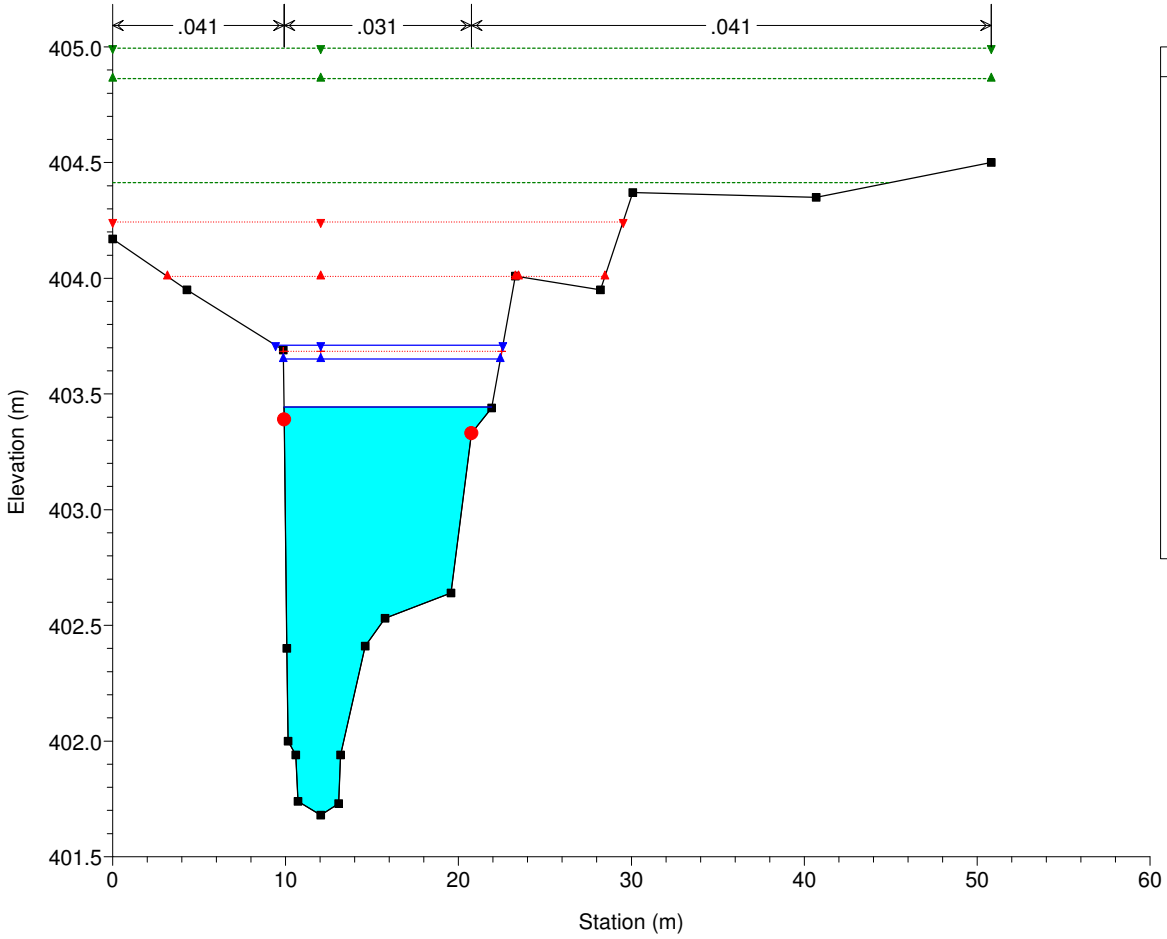
T. Assino 2 Plan: Assino 2 SF FINALE 25/10/2017

T. Assino 1



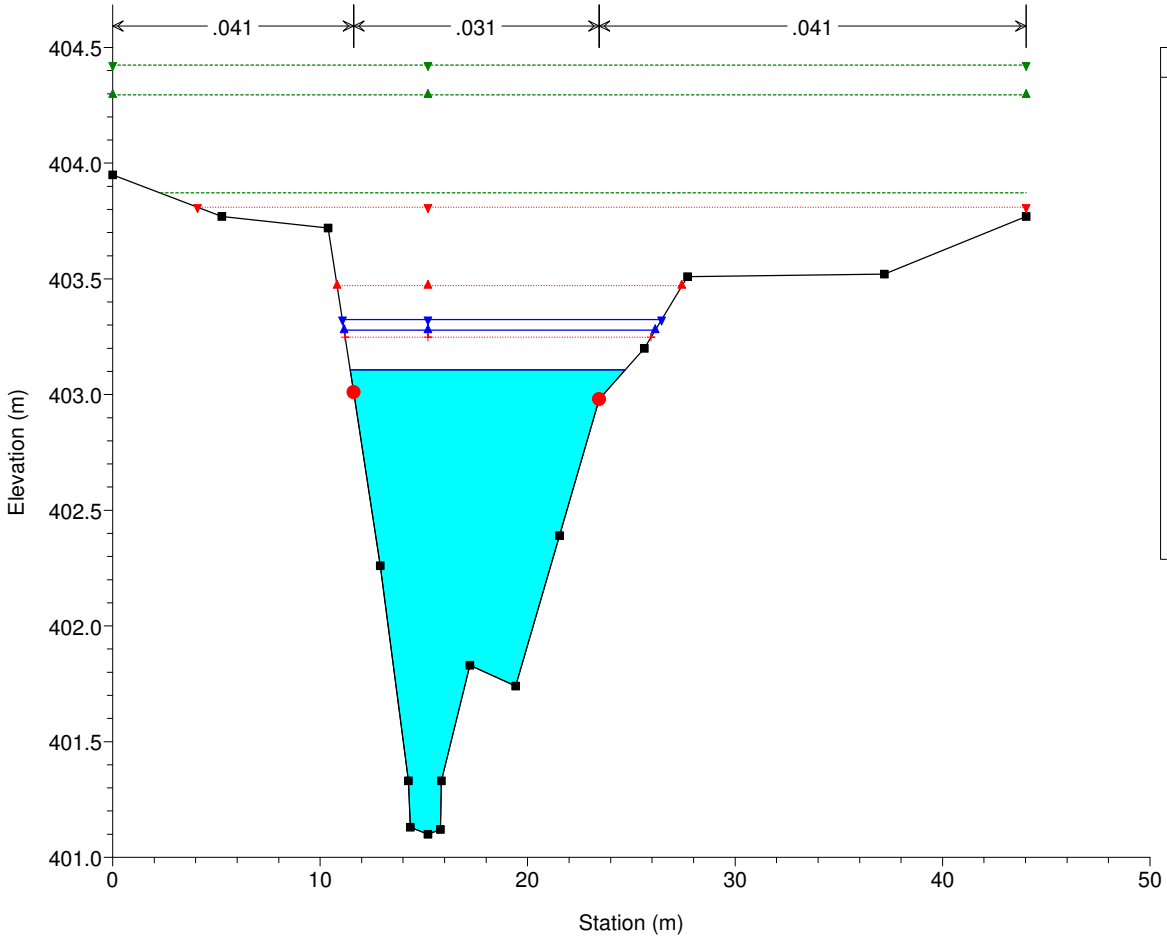
Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green dashed line with inverted triangles
EG Q200 (m3/s)	Green dotted line with triangles
EG Q50 (m3/s)	Green solid line
Crit Q500 (m3/s)	Red dashed line with inverted triangles
Crit Q200 (m3/s)	Red dotted line with triangles
Crit Q50 (m3/s)	Red solid line
WS Q500 (m3/s)	Blue solid line with inverted triangles
WS Q200 (m3/s)	Blue dotted line with triangles
WS Q50 (m3/s)	Blue solid line
Ground	Black solid line with squares
LOB	Black dashed line
ROB	Black dotted line

T. Assino 2 Plan: Assino 2 SF FINALE 25/10/2017  
RS = 10



Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green triangle
EG Q50 (m3/s)	Green inverted triangle
Crit Q500 (m3/s)	Red inverted triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue inverted triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red inverted triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue inverted triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue inverted triangle
Ground	Black square
Bank Sta	Red circle

T. Assino 2 Plan: Assino 2 SF FINALE 25/10/2017  
RS = 9

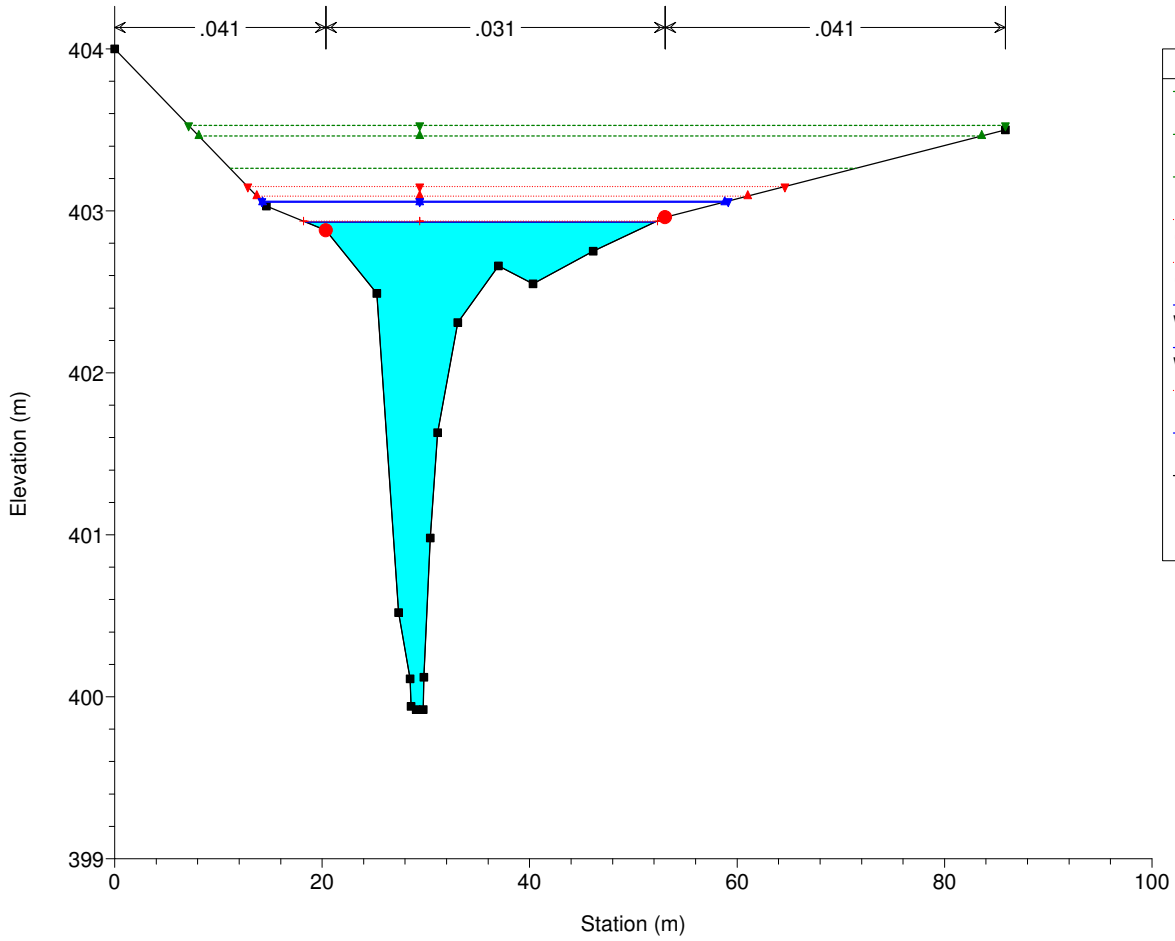


Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green triangle
EG Q50 (m3/s)	Green inverted triangle
Crit Q500 (m3/s)	Red inverted triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue inverted triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue inverted triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red inverted triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue inverted triangle
Ground	Black square
Bank Sta	Red circle



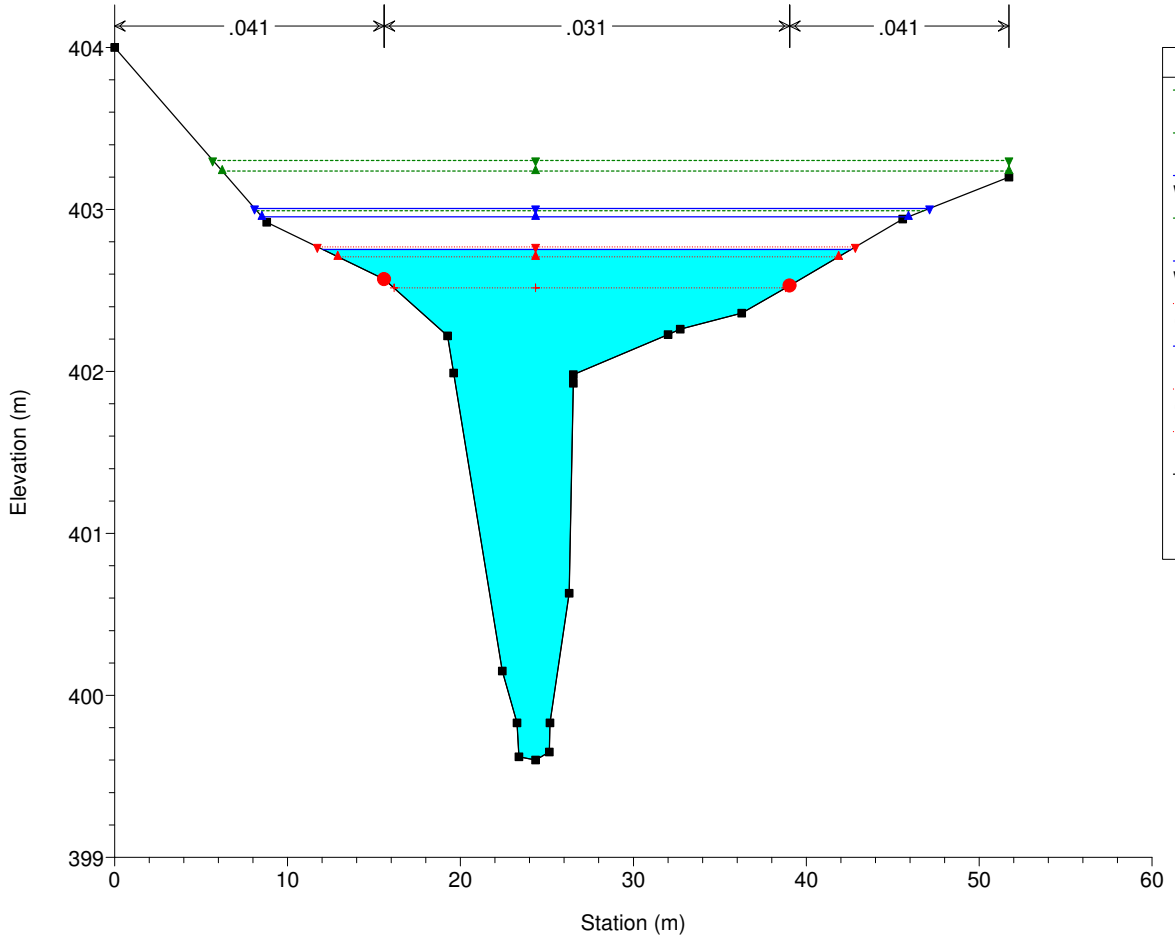
T. Assino 2 Plan: Assino 2 SF FINALE 25/10/2017

RS = 8



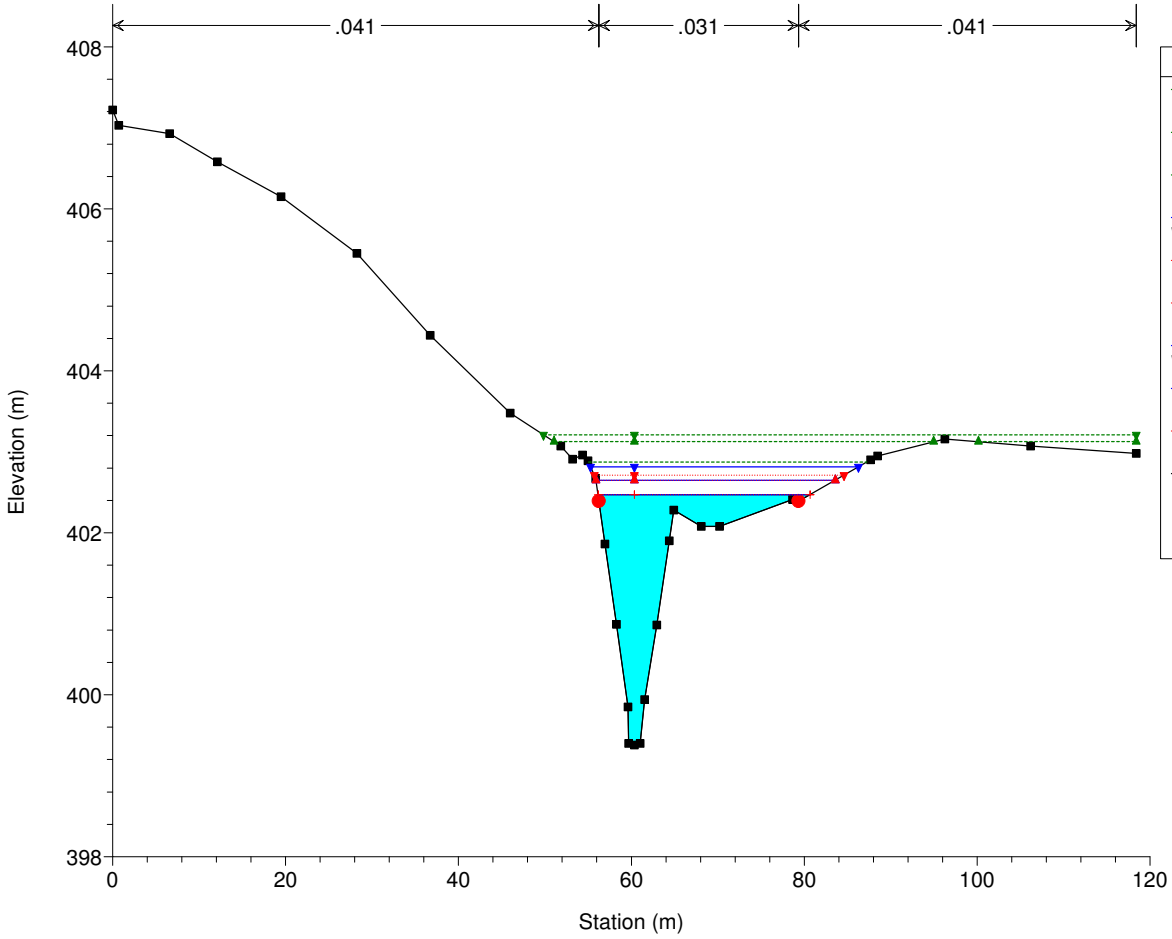
T. Assino 2 Plan: Assino 2 SF FINALE 25/10/2017

RS = 7



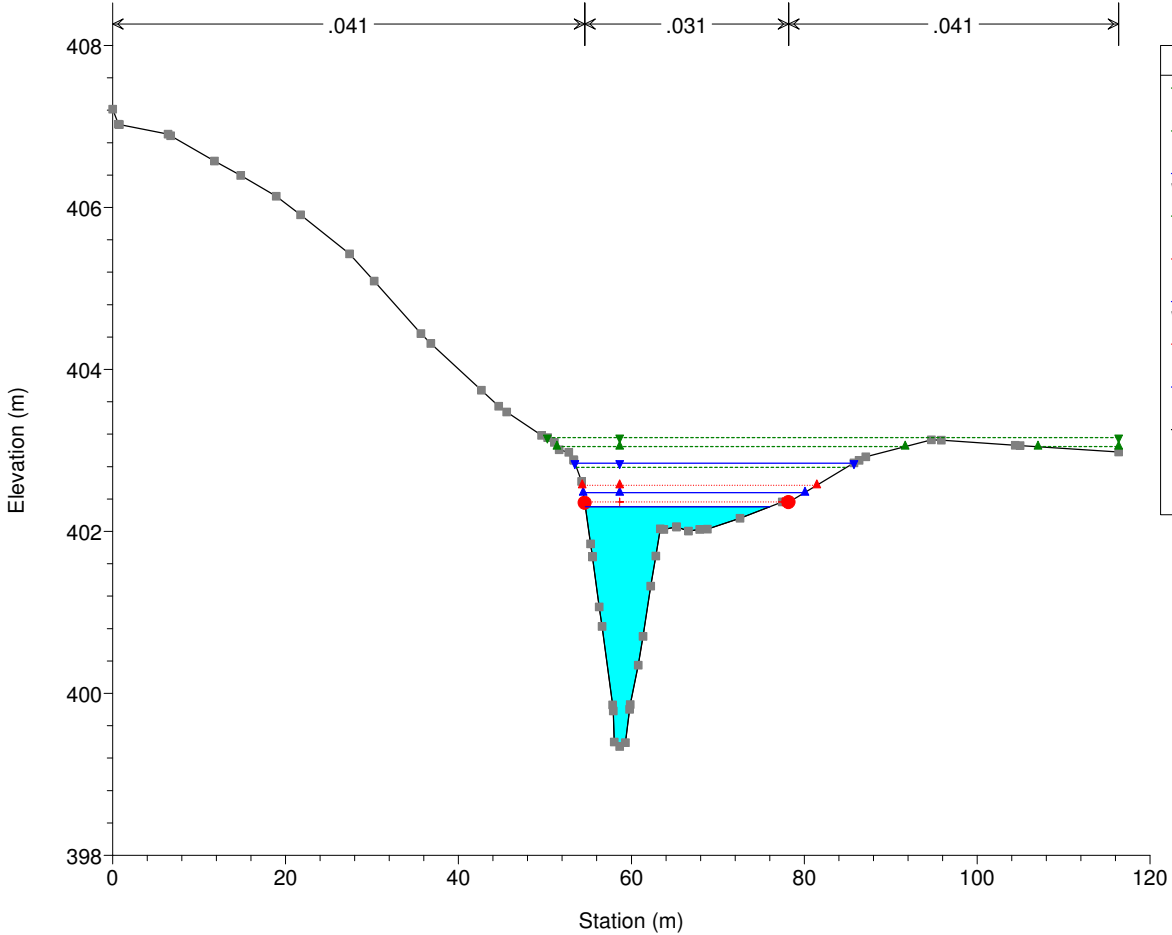
T. Assino 2 Plan: Assino 2 SF FINALE 25/10/2017

RS = 6



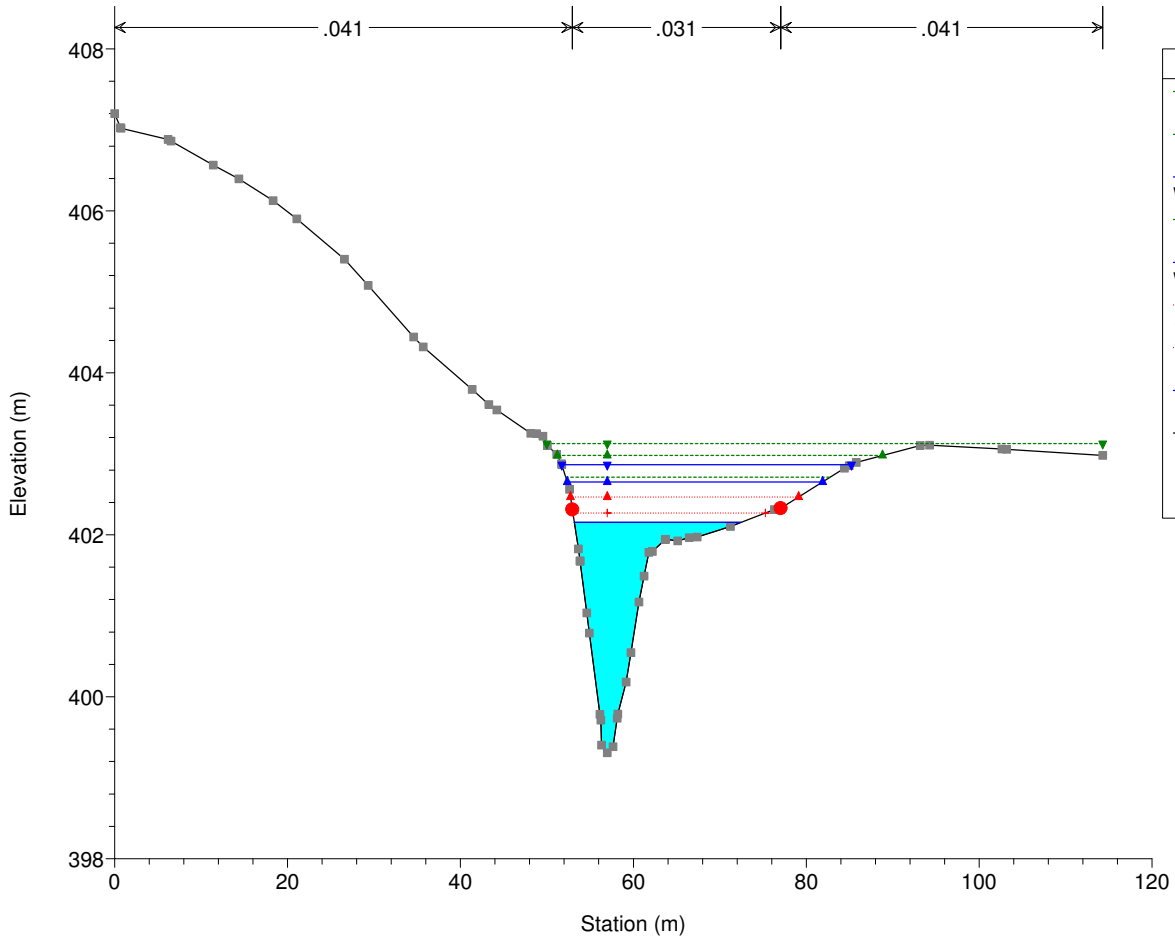
T. Assino 2 Plan: Assino 2 SF FINALE 25/10/2017

RS = 5.8333\*



T. Assino 2 Plan: Assino 2 SF FINALE 25/10/2017

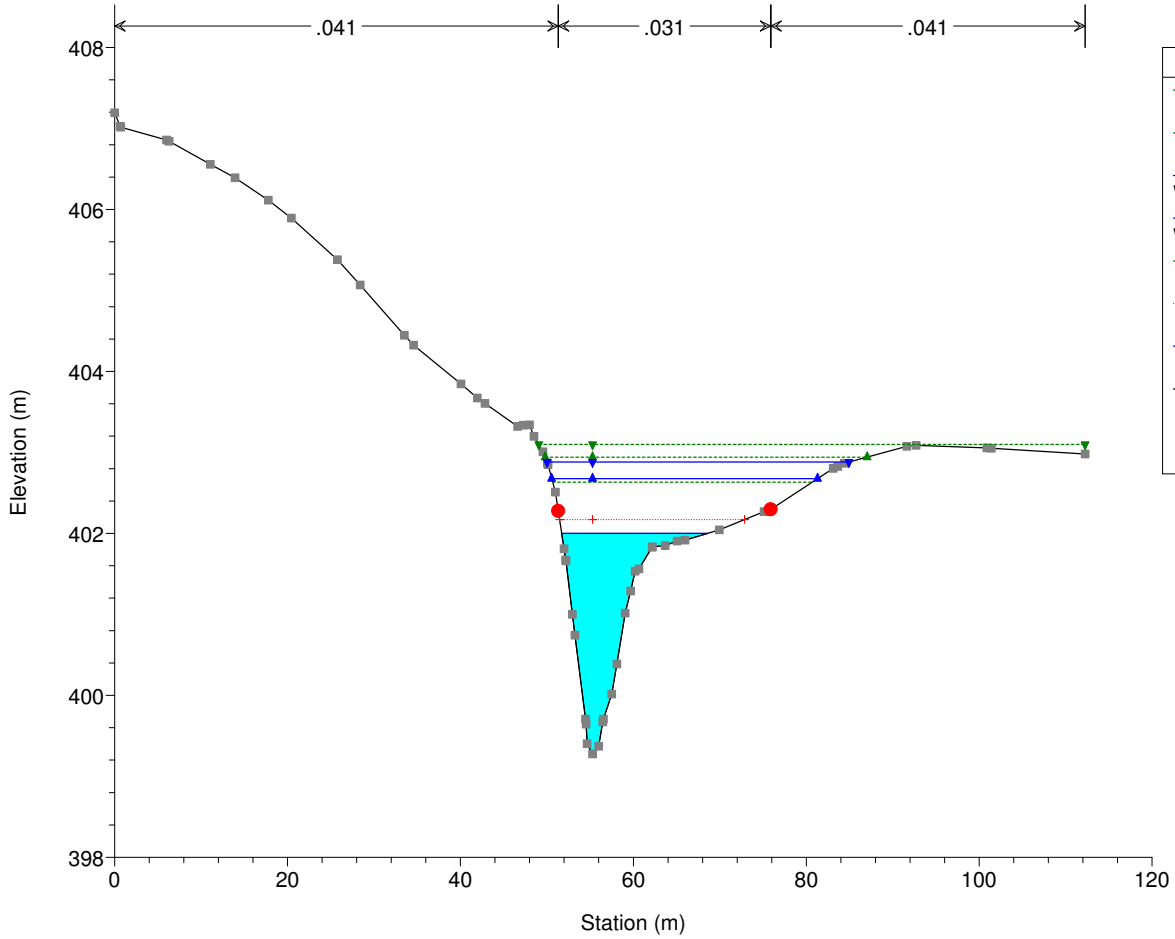
RS = 5.6667\*



Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green dashed line with inverted triangles
EG Q200 (m3/s)	Green solid line with triangles
WS Q500 (m3/s)	Blue dashed line with inverted triangles
EG Q50 (m3/s)	Blue solid line with triangles
WS Q200 (m3/s)	Blue solid line with triangles
Crit Q200 (m3/s)	Red dotted line with triangles
Crit Q50 (m3/s)	Red dotted line with crosses
WS Q50 (m3/s)	Blue solid line with crosses
Ground	Grey line with square markers
Bank Sta	Red circle

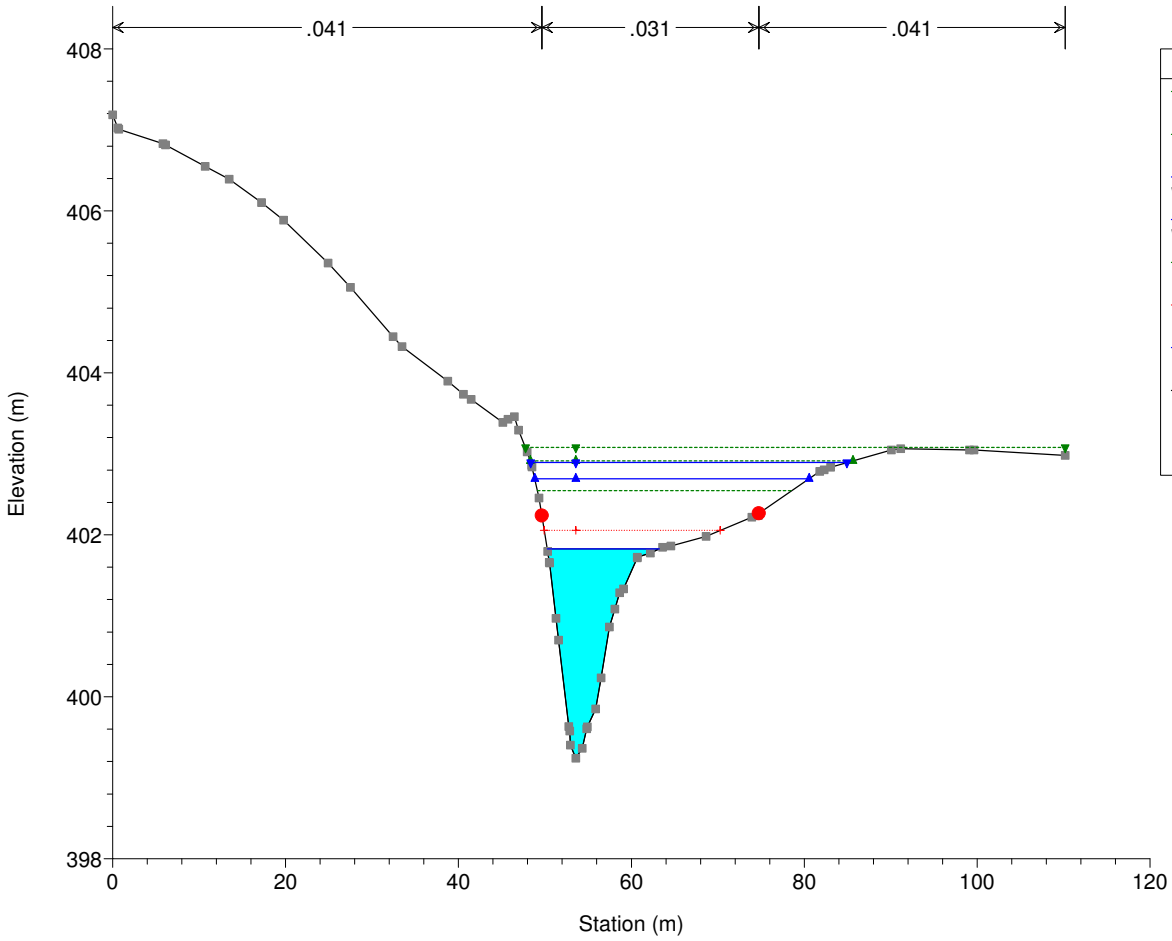
T. Assino 2 Plan: Assino 2 SF FINALE 25/10/2017

RS = 5.5000\*

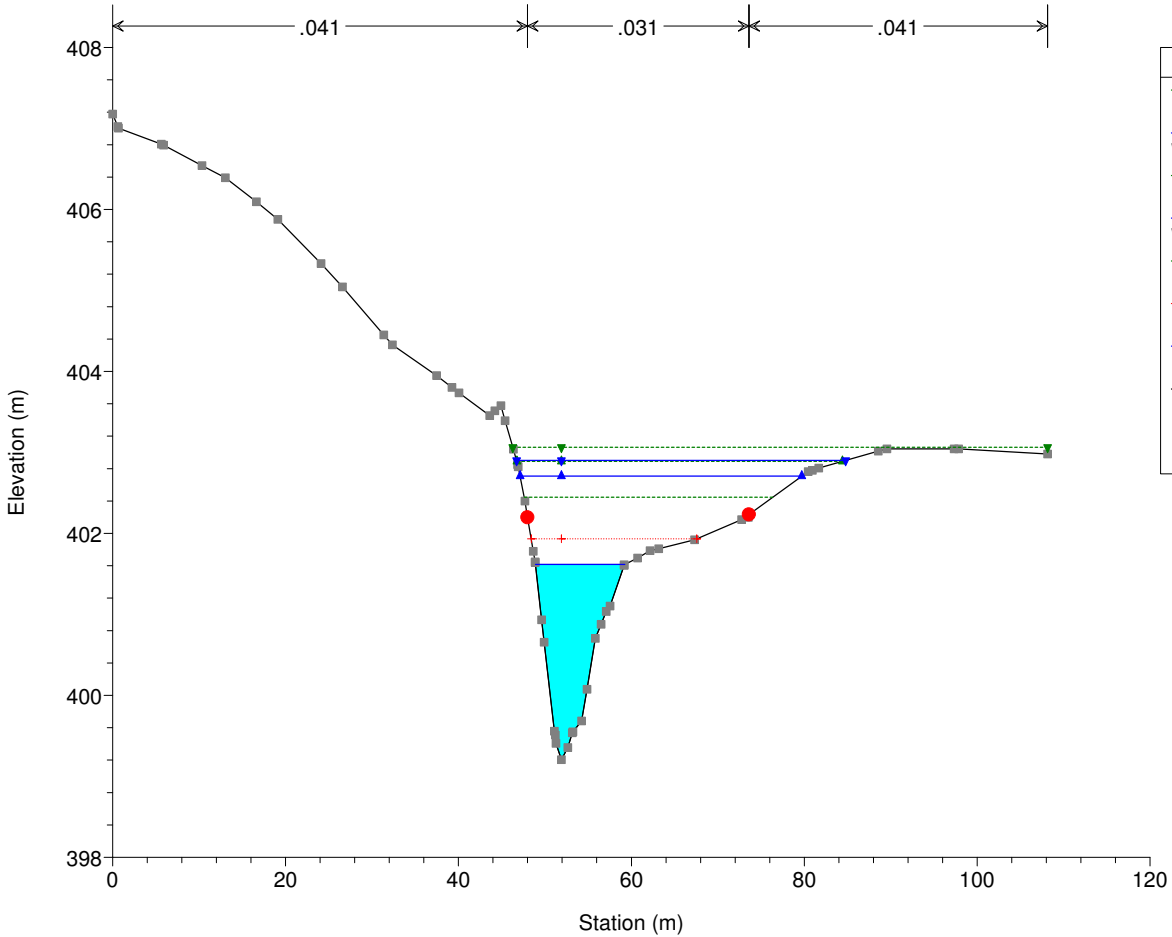


Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green dashed line with inverted triangles
EG Q200 (m3/s)	Green solid line with triangles
WS Q500 (m3/s)	Blue dashed line with inverted triangles
EG Q50 (m3/s)	Blue solid line with triangles
WS Q200 (m3/s)	Blue solid line with triangles
EG Q50 (m3/s)	Blue solid line with triangles
Crit Q50 (m3/s)	Red dotted line with crosses
WS Q50 (m3/s)	Blue solid line with crosses
Ground	Grey line with square markers
Bank Sta	Red circle

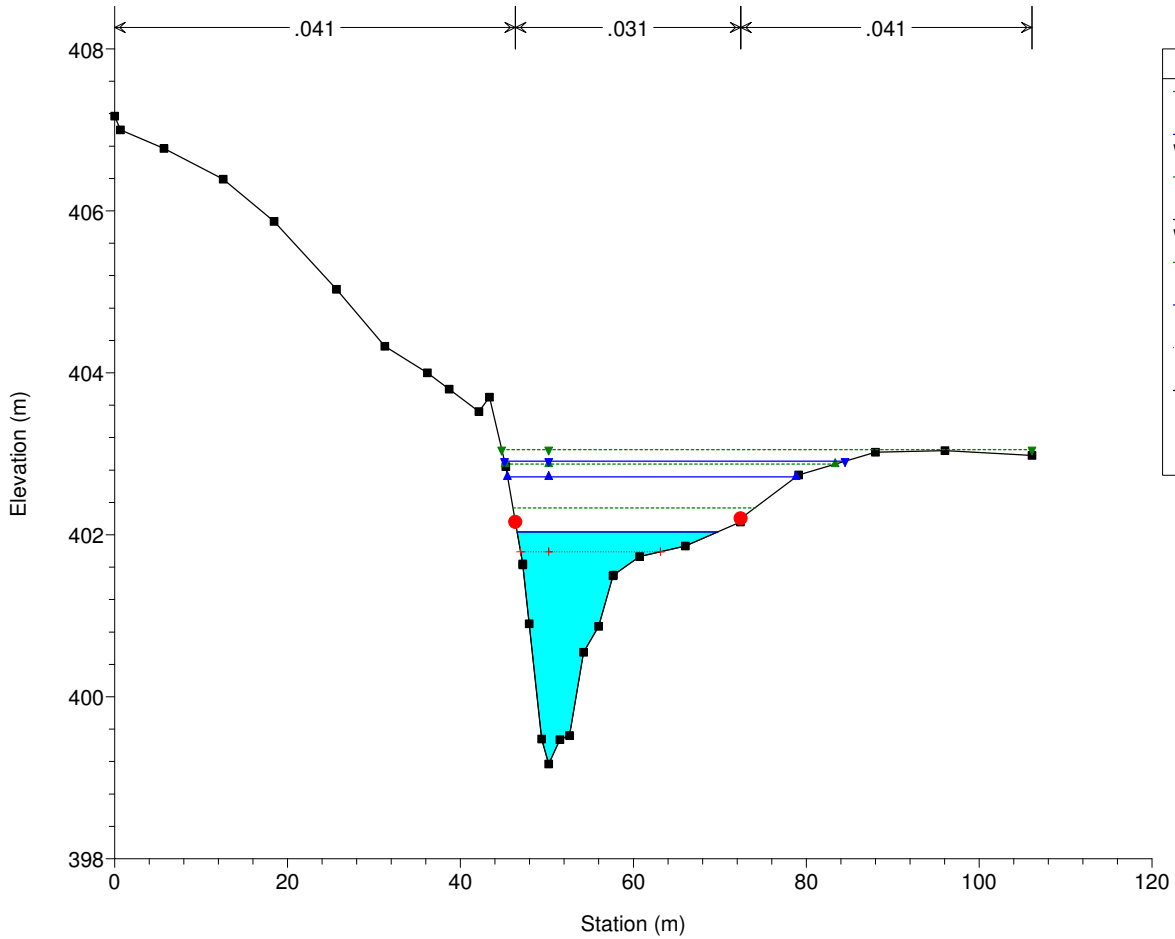
T. Assino 2 Plan: Assino 2 SF FINALE 25/10/2017  
RS = 5.3333\*



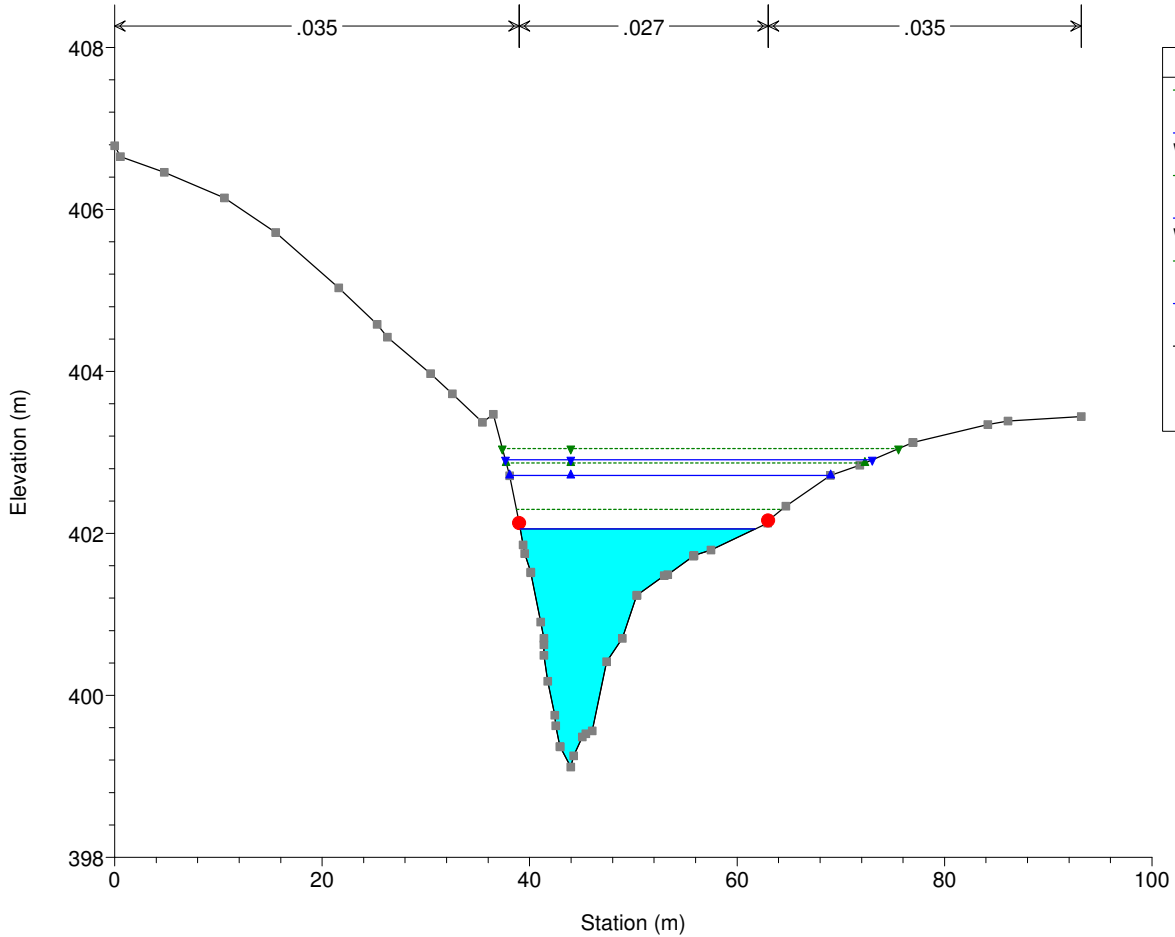
T. Assino 2 Plan: Assino 2 SF FINALE 25/10/2017  
RS = 5.1667\*



T. Assino 2 Plan: Assino 2 SF FINALE 25/10/2017  
RS = 5

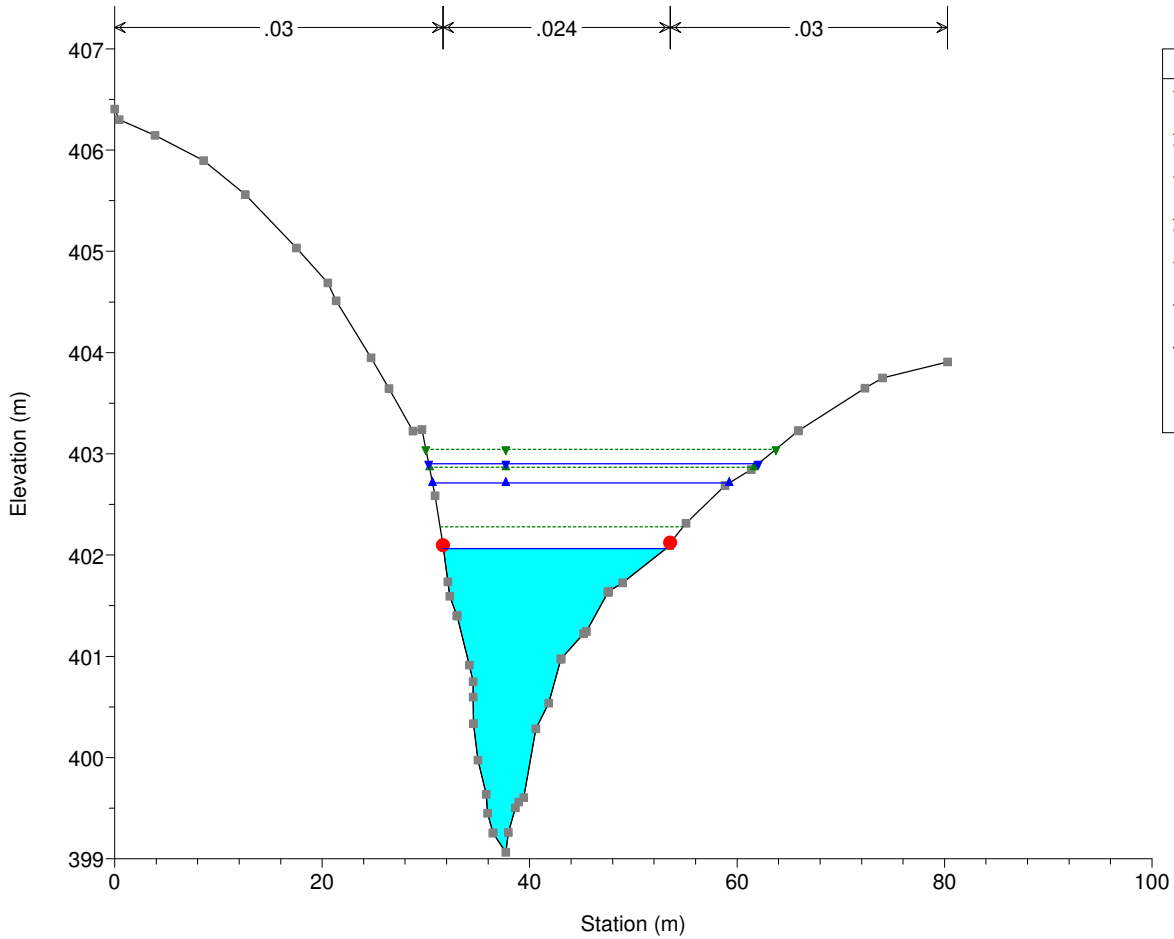


T. Assino 2 Plan: Assino 2 SF FINALE 25/10/2017  
RS = 4.8000\*



T. Assino 2 Plan: Assino 2 SF FINALE 25/10/2017

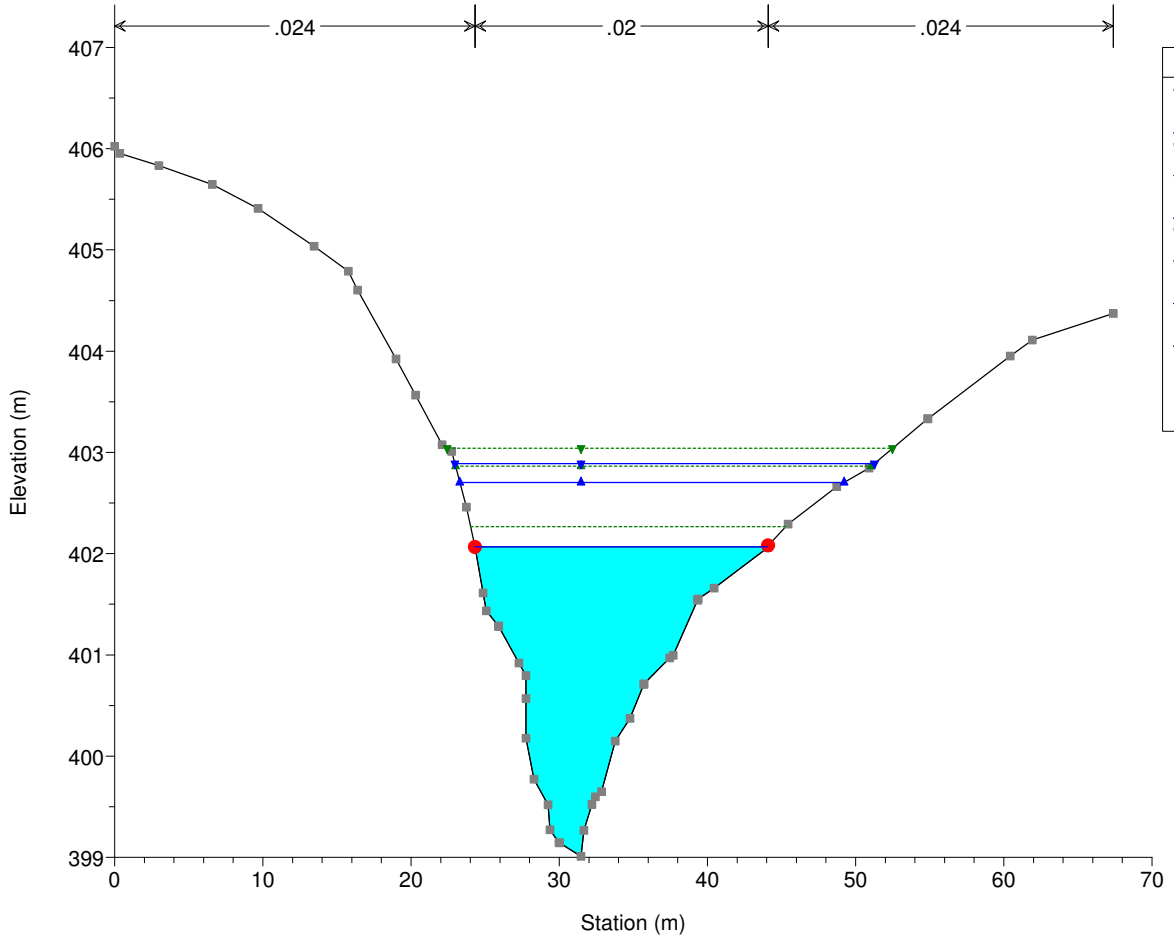
RS = 4.6000\*



Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue triangle
EG Q200 (m3/s)	Green triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue triangle
EG Q50 (m3/s)	Green triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue triangle
Ground	Grey square
Bank Sta	Red circle

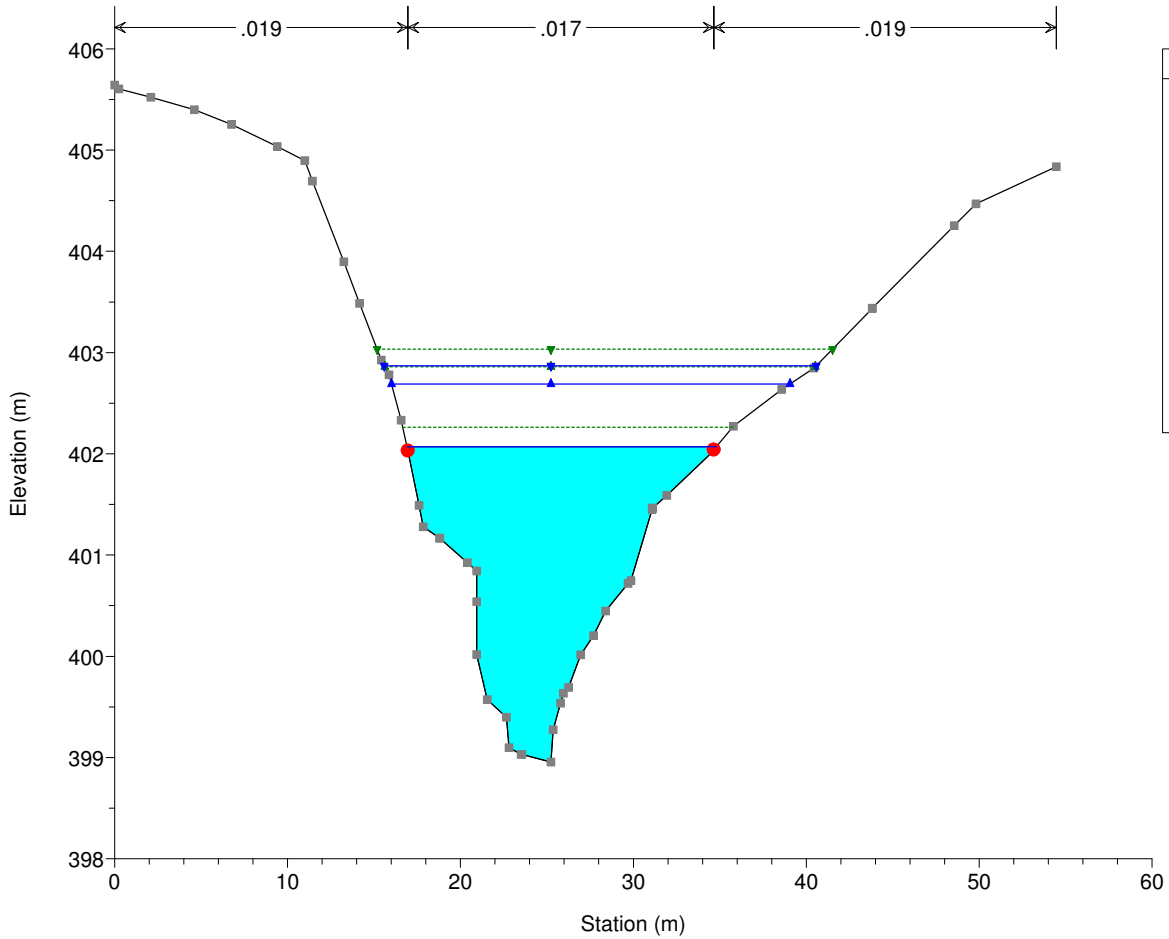
T. Assino 2 Plan: Assino 2 SF FINALE 25/10/2017

RS = 4.4000\*



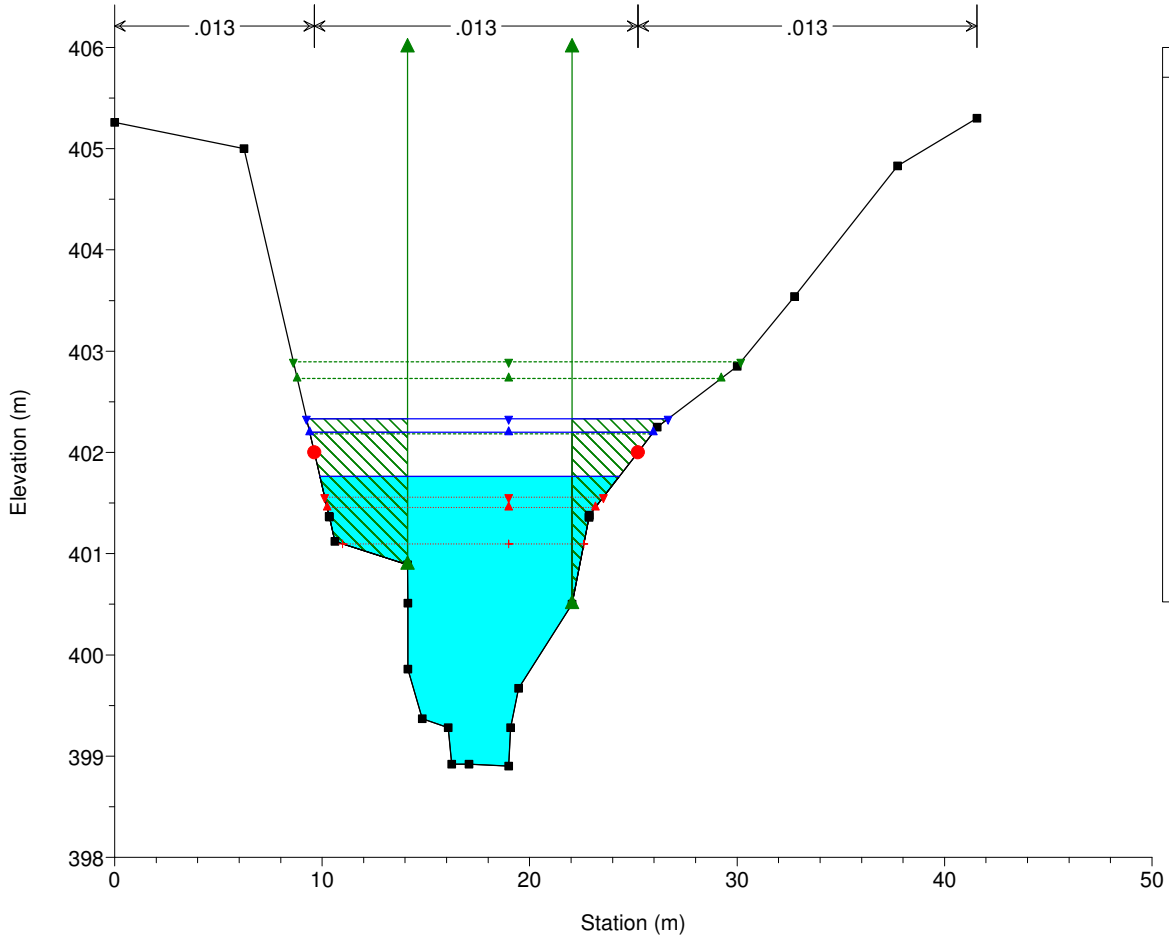
Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue triangle
EG Q200 (m3/s)	Green triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue triangle
EG Q50 (m3/s)	Green triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue triangle
Ground	Grey square
Bank Sta	Red circle

T. Assino 2 Plan: Assino 2 SF FINALE 25/10/2017  
RS = 4.2000\*



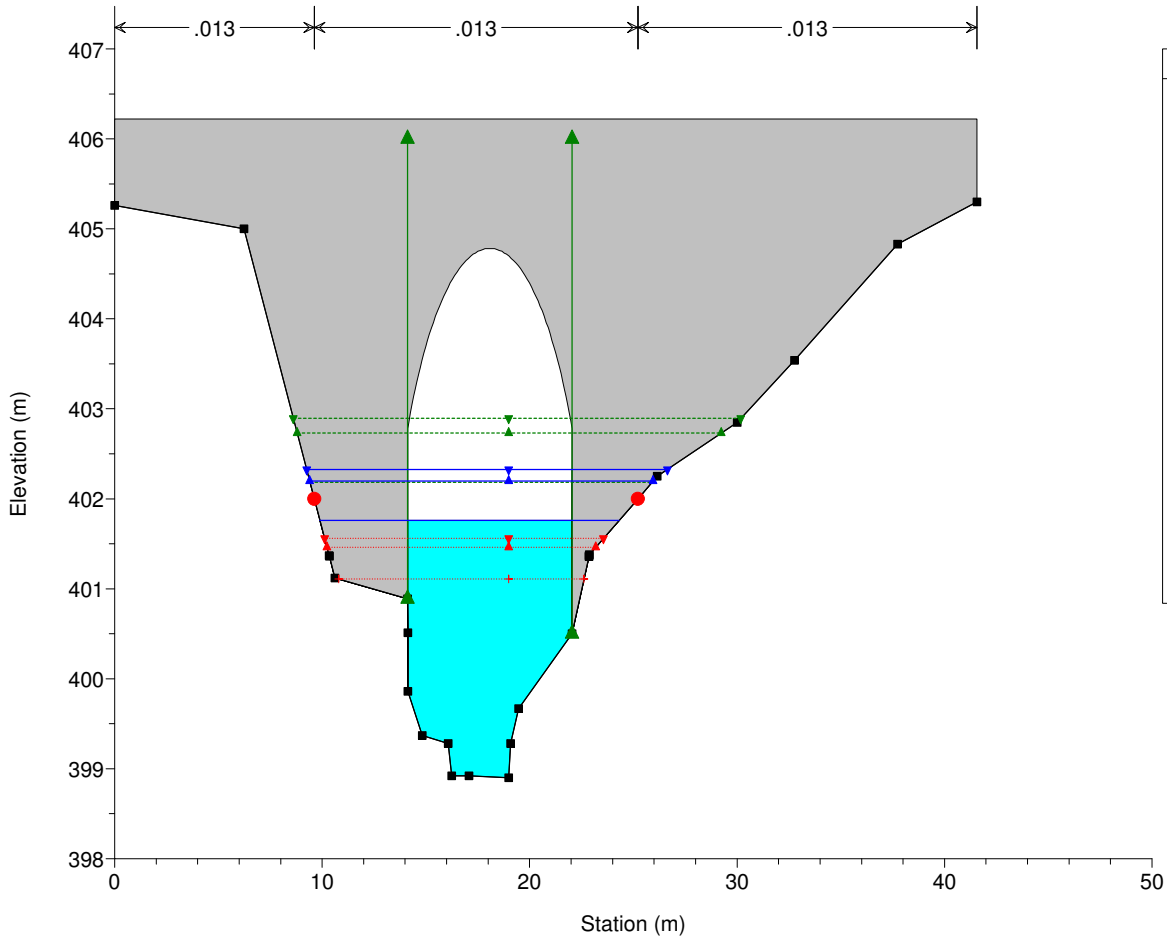
Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green dashed line with inverted triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue solid line with inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green dashed line with triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue solid line with triangle
EG Q50 (m3/s)	Green dashed line with inverted triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue solid line with inverted triangle
Ground	Grey square
Bank Sta	Red circle

T. Assino 2 Plan: Assino 2 SF FINALE 25/10/2017  
RS = 4

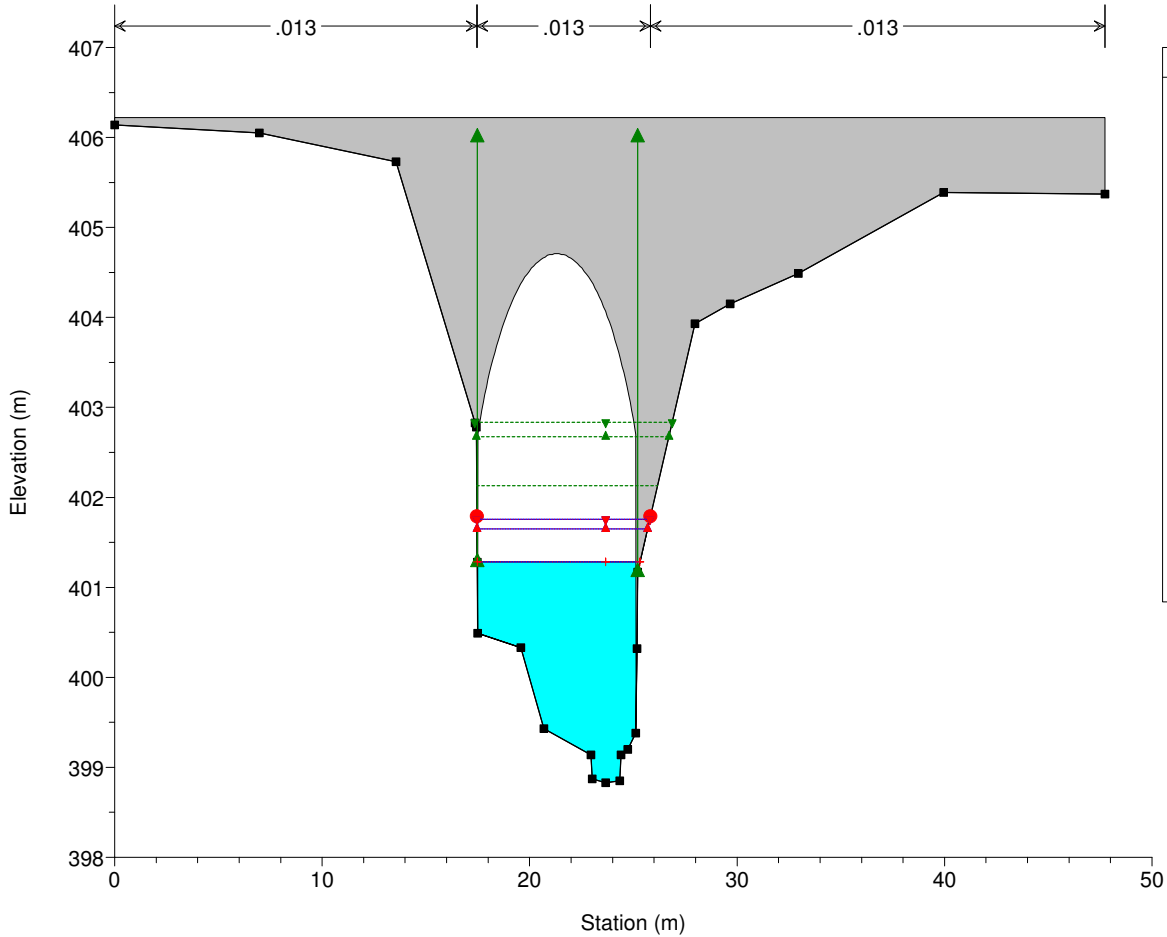


Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green dashed line with inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green dashed line with triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue solid line with inverted triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue solid line with triangle
EG Q50 (m3/s)	Green dashed line with inverted triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue solid line with inverted triangle
Crit Q500 (m3/s)	Red dashed line with inverted triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red dashed line with triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red dashed line with inverted triangle
Ground	Grey square
Ineff	Green solid line with triangle
Bank Sta	Red circle

T. Assino 2 Plan: Assino 2 SF FINALE 25/10/2017  
 RS = 3.5 BR Ponte SS 219



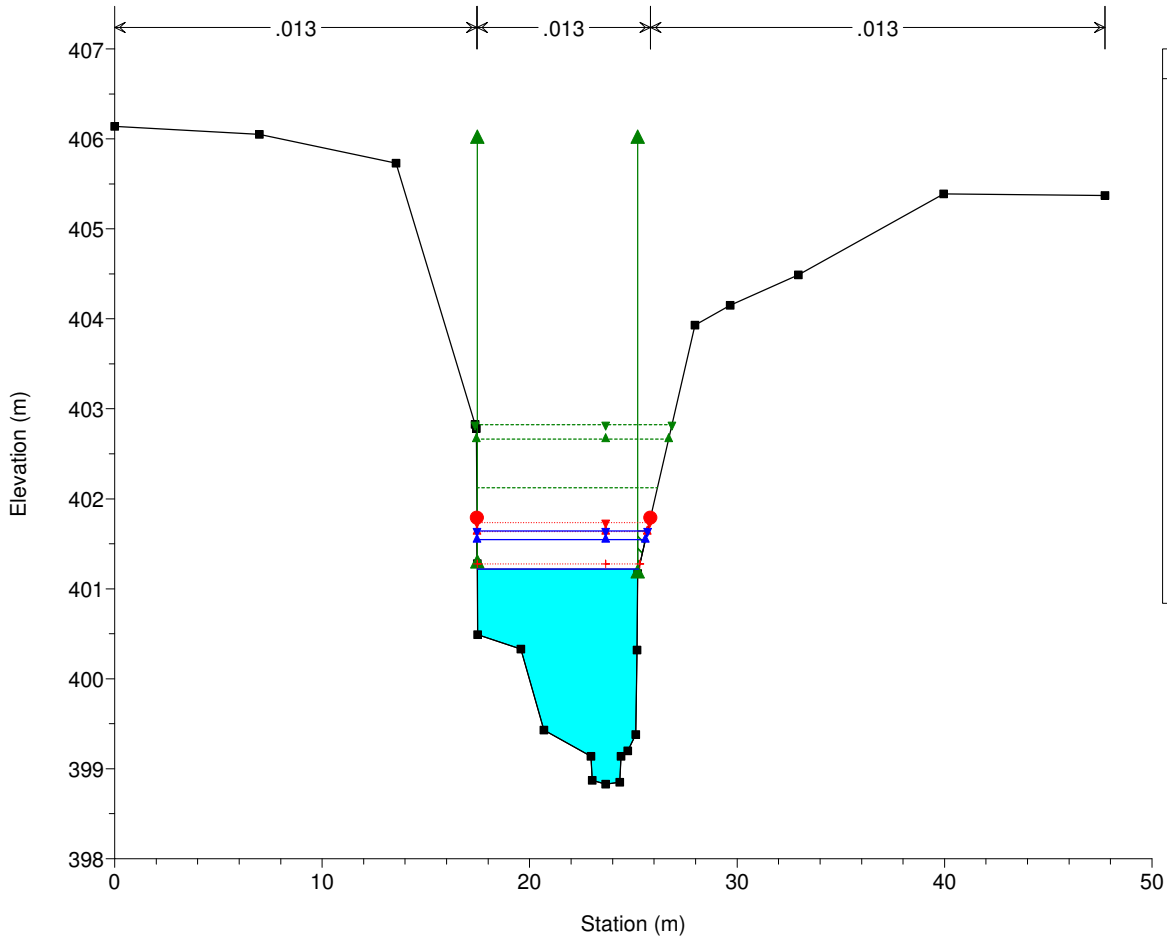
T. Assino 2 Plan: Assino 2 SF FINALE 25/10/2017  
 RS = 3.5 BR Ponte SS 219





T. Assino 2 Plan: Assino 2 SF FINALE 25/10/2017

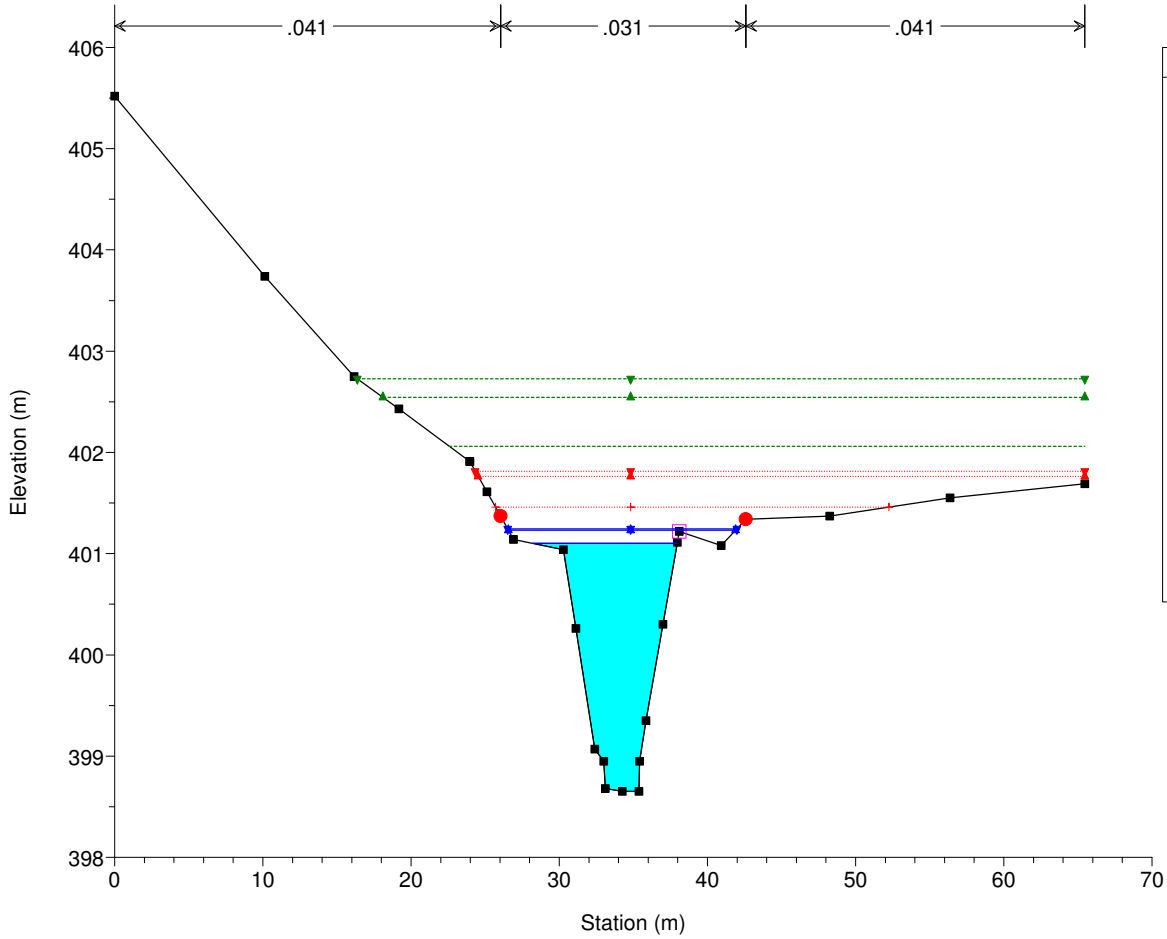
RS = 3



Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green triangle
EG Q50 (m3/s)	Green inverted triangle
Crit Q500 (m3/s)	Red inverted triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue inverted triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red inverted triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue inverted triangle
Ground	Black square
Ineff	Green triangle
Bank Sta	Red circle

T. Assino 2 Plan: Assino 2 SF FINALE 25/10/2017

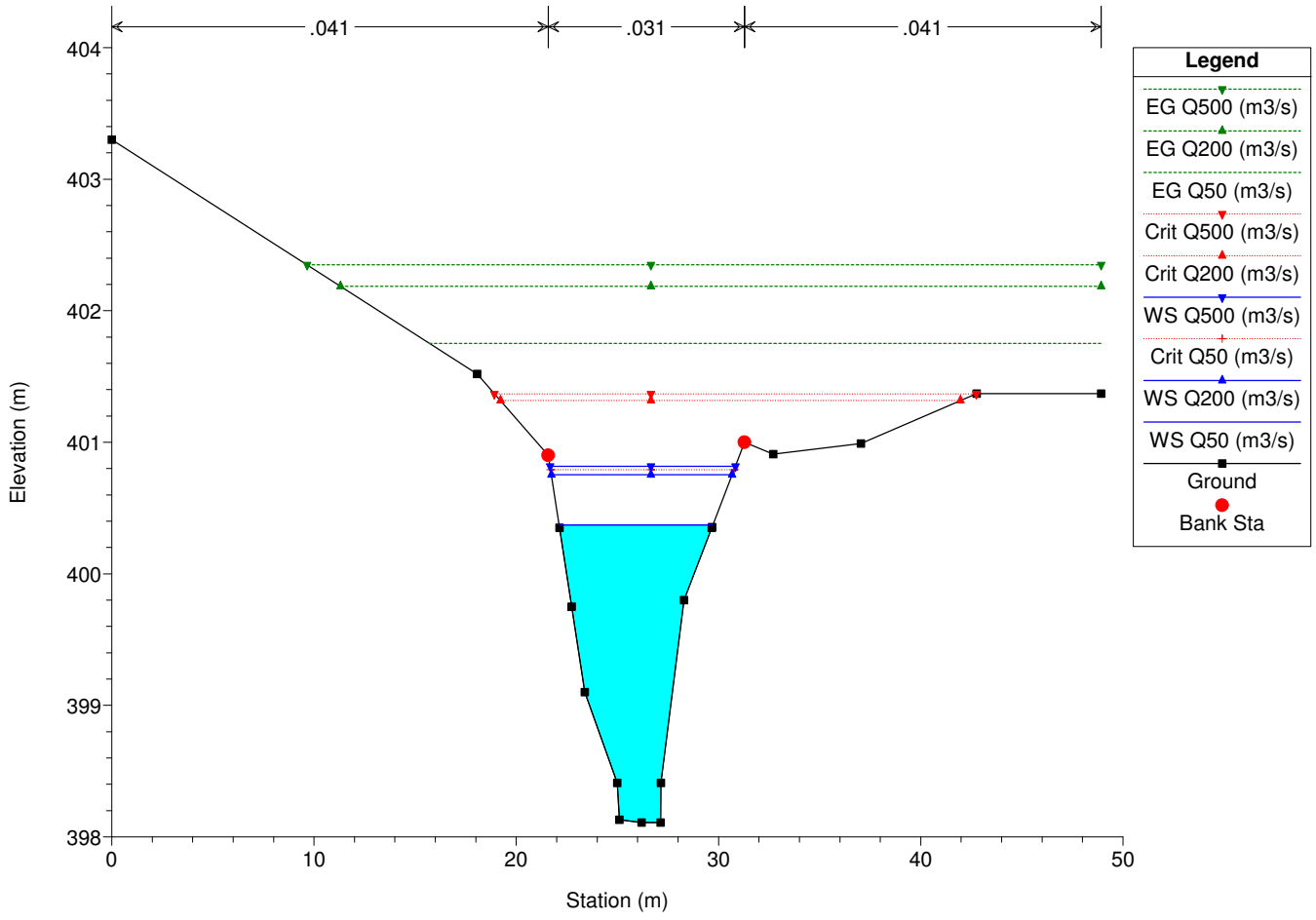
RS = 2



Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green triangle
EG Q50 (m3/s)	Green inverted triangle
Crit Q500 (m3/s)	Red inverted triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red inverted triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue inverted triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue inverted triangle
Ground	Black square
Levee	Pink square
Bank Sta	Red circle

T. Assino 2 Plan: Assino 2 SF FINALE 25/10/2017

RS = 1



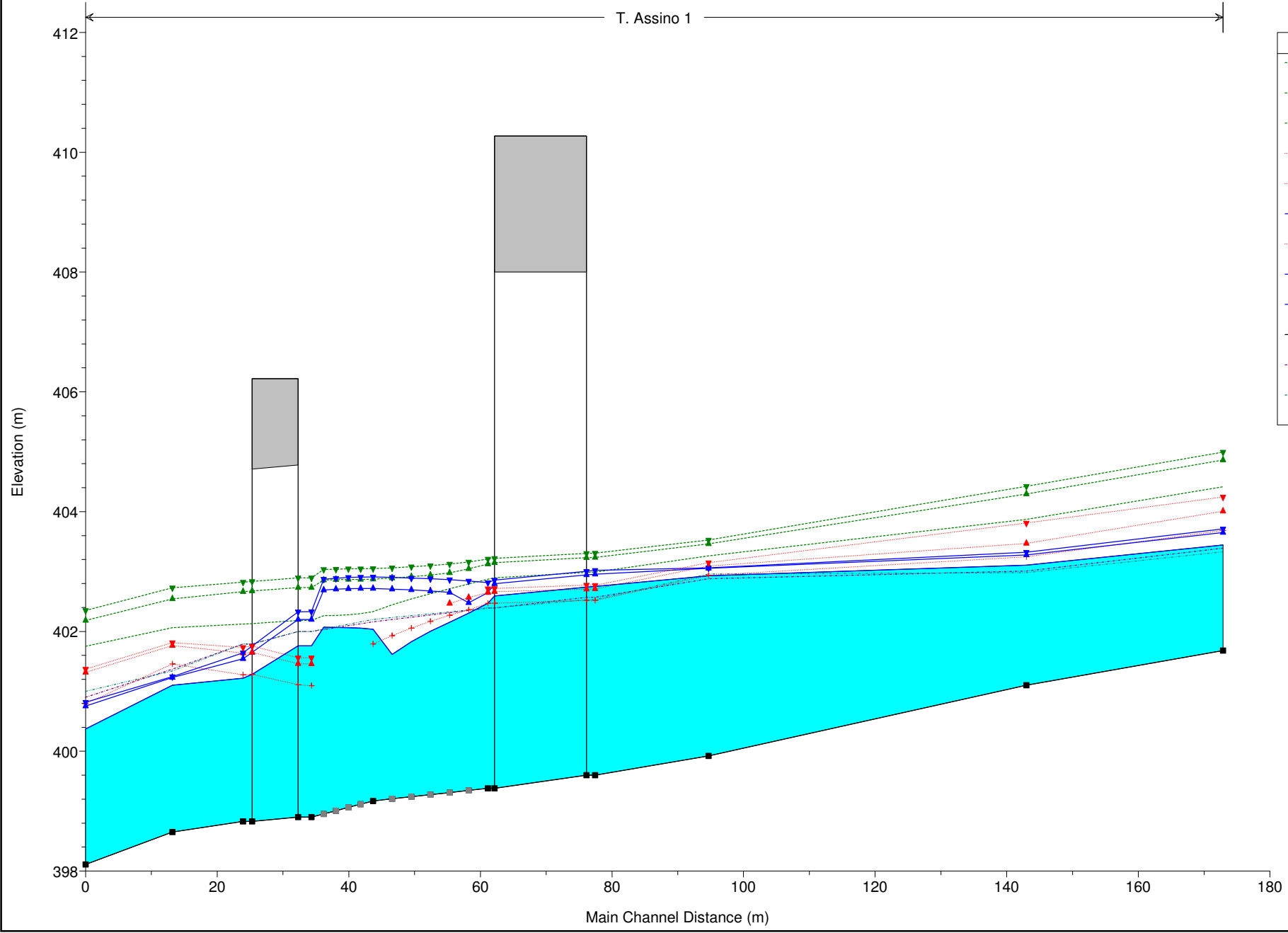
# **TORRENTE ASSINO IN CORRISPONDENZA DEL VIADOTTO ASSINO 2**

**RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA NELLO STATO DI PROGETTO**

**ESECUTIVO**

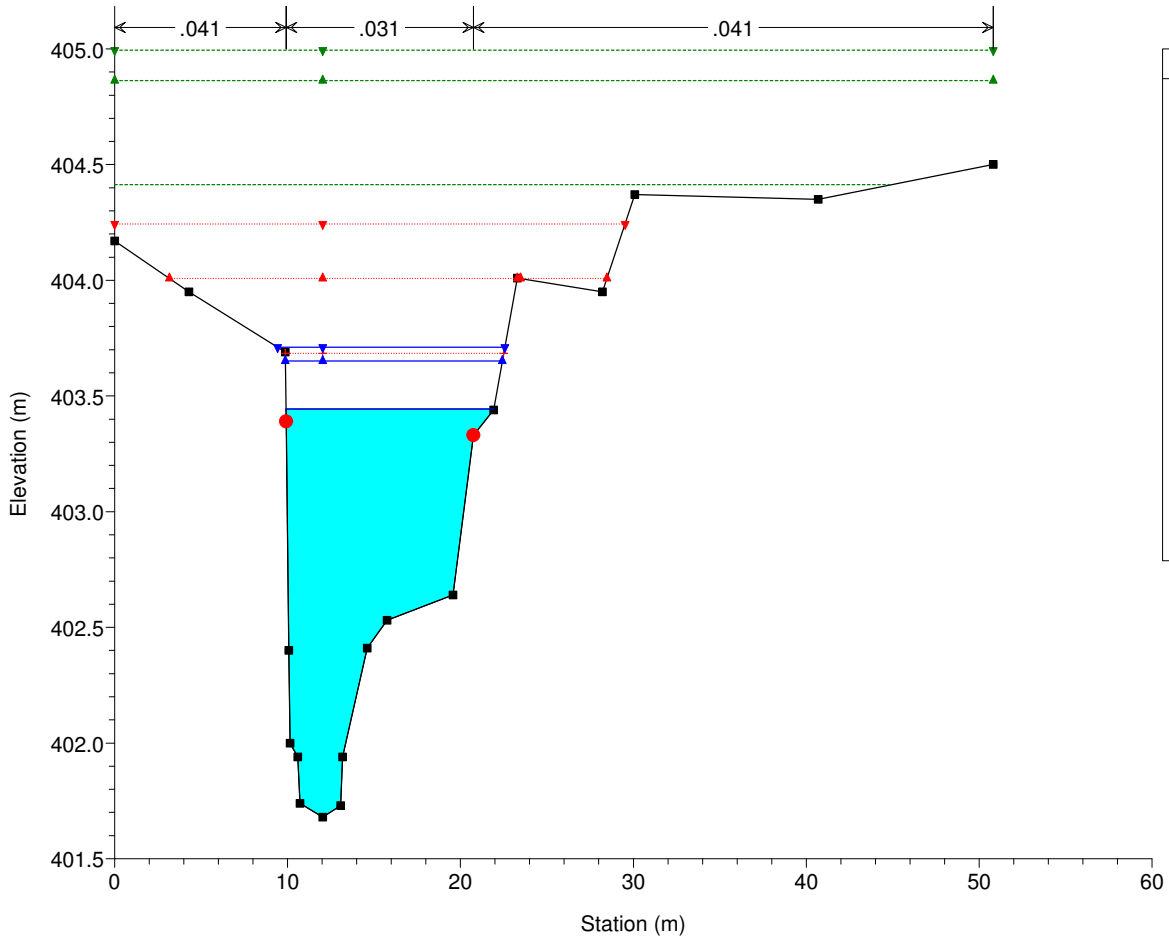
T. Assino 2 Plan: Assino 2 SP Esecutivo 06/11/2017

T. Assino 1



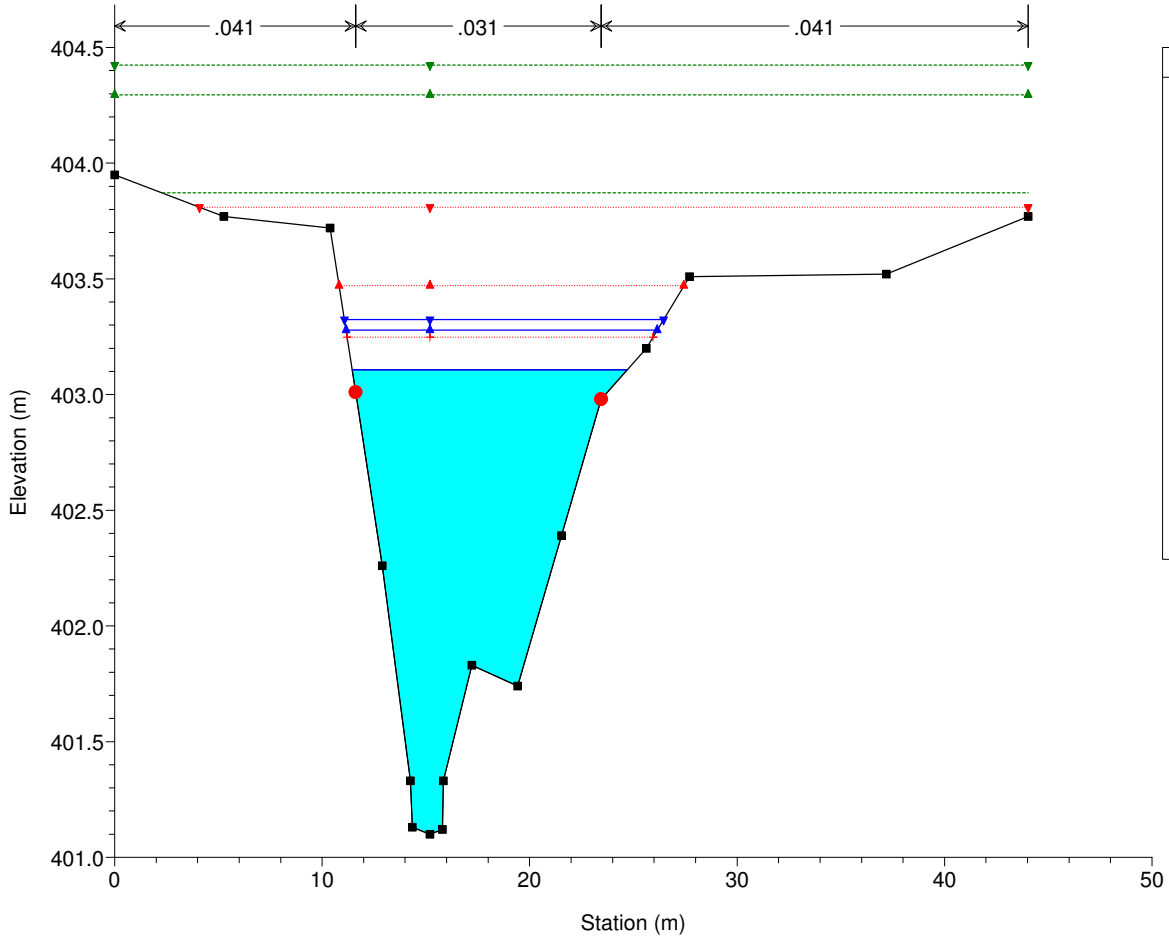
Legend	
EG Q500 (m3/s)	Blue dashed line with downward-pointing triangles
EG Q200 (m3/s)	Red dashed line with downward-pointing triangles
EG Q50 (m3/s)	Green dashed line with downward-pointing triangles
Crit Q500 (m3/s)	Blue dotted line with downward-pointing triangles
Crit Q200 (m3/s)	Red dotted line with downward-pointing triangles
Crit Q50 (m3/s)	Green dotted line with downward-pointing triangles
WS Q500 (m3/s)	Blue solid line with upward-pointing triangles
WS Q200 (m3/s)	Red solid line with upward-pointing triangles
WS Q50 (m3/s)	Green solid line with upward-pointing triangles
Ground	Black solid line with square markers
LOB	Black dashed line
ROB	Black dotted line

T. Assino 2 Plan: Assino 2 SP Esecutivo 25/10/2017  
RS = 10



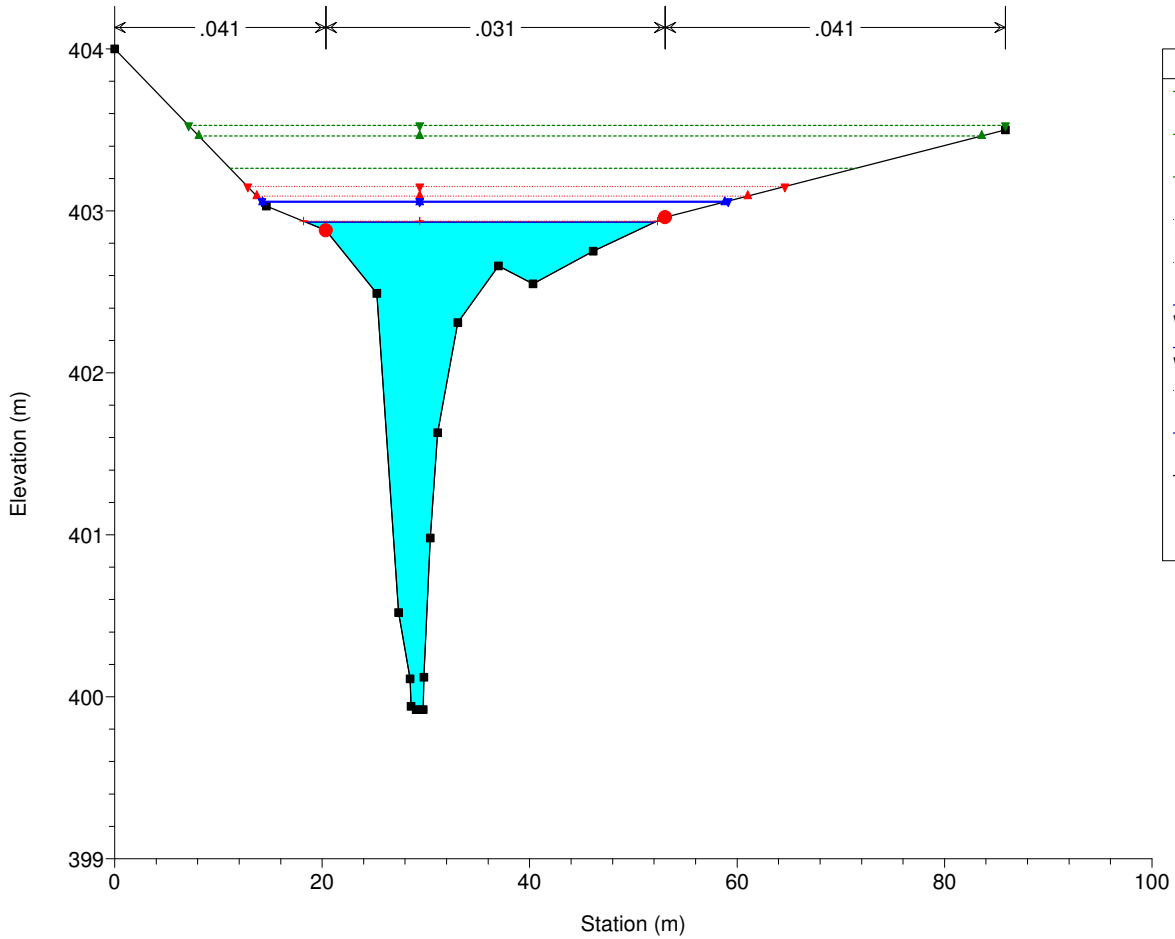
Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green triangle
EG Q50 (m3/s)	Green dashed line
Crit Q500 (m3/s)	Red inverted triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue inverted triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red plus sign
WS Q200 (m3/s)	Blue triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue dashed line
Ground	Black square
Bank Sta	Red circle

T. Assino 2 Plan: Assino 2 SP Esecutivo 25/10/2017  
RS = 9



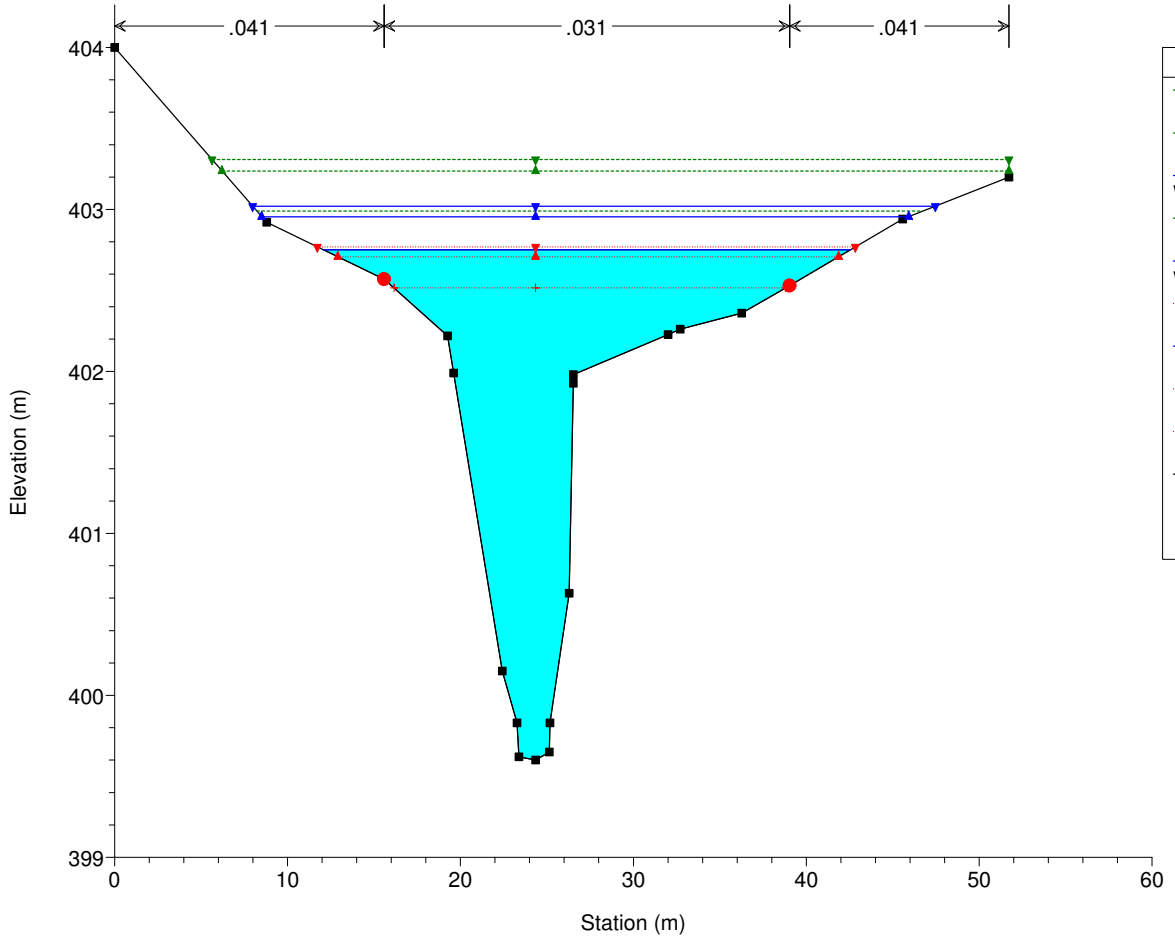
Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green triangle
EG Q50 (m3/s)	Green dashed line
Crit Q500 (m3/s)	Red inverted triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue inverted triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red plus sign
WS Q200 (m3/s)	Blue triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue dashed line
Ground	Black square
Bank Sta	Red circle

T. Assino 2 Plan: Assino 2 SP Esecutivo 25/10/2017  
RS = 8



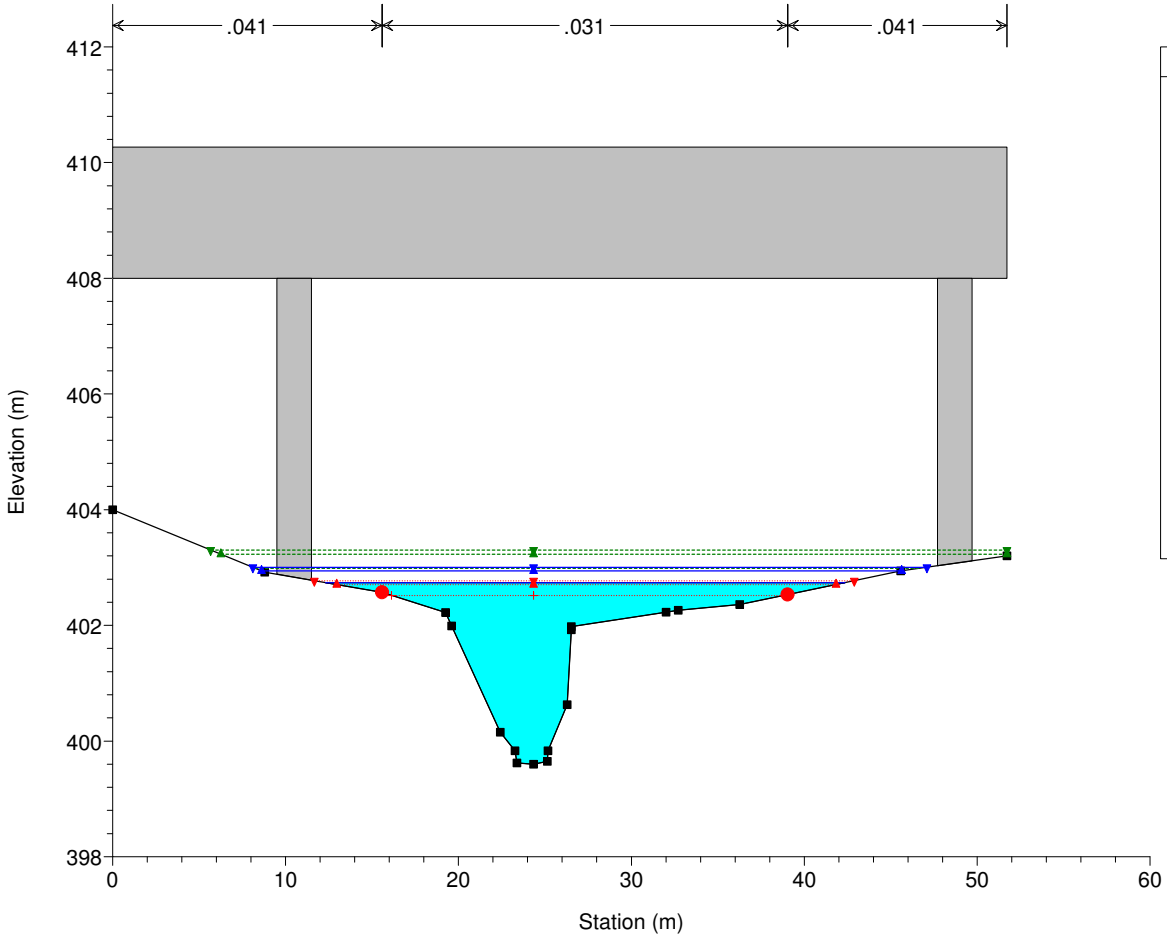
Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green triangle
EG Q50 (m3/s)	Red inverted triangle
Crit Q500 (m3/s)	Red triangle
Crit Q200 (m3/s)	Blue inverted triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue triangle
WS Q200 (m3/s)	Red inverted triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue inverted triangle
Ground	Black square
Bank Sta	Red circle

T. Assino 2 Plan: Assino 2 SP Esecutivo 25/10/2017  
RS = 7

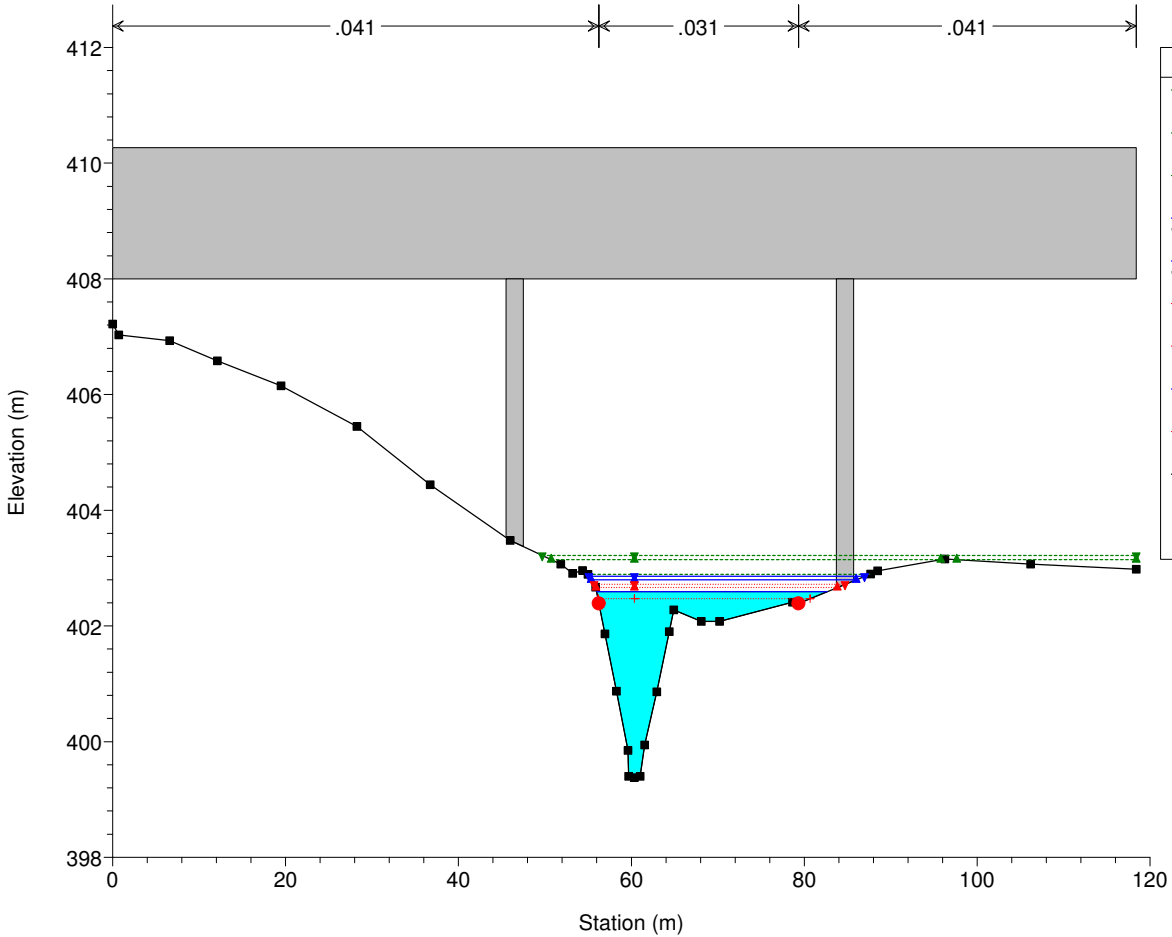


Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue inverted triangle
EG Q50 (m3/s)	Red inverted triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue triangle
Crit Q500 (m3/s)	Red inverted triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red inverted triangle
Ground	Black square
Bank Sta	Red circle

T. Assino 2 Plan: Assino 2 SP Esecutivo 25/10/2017  
 RS = 6.5 BR Viadotto Assino 2

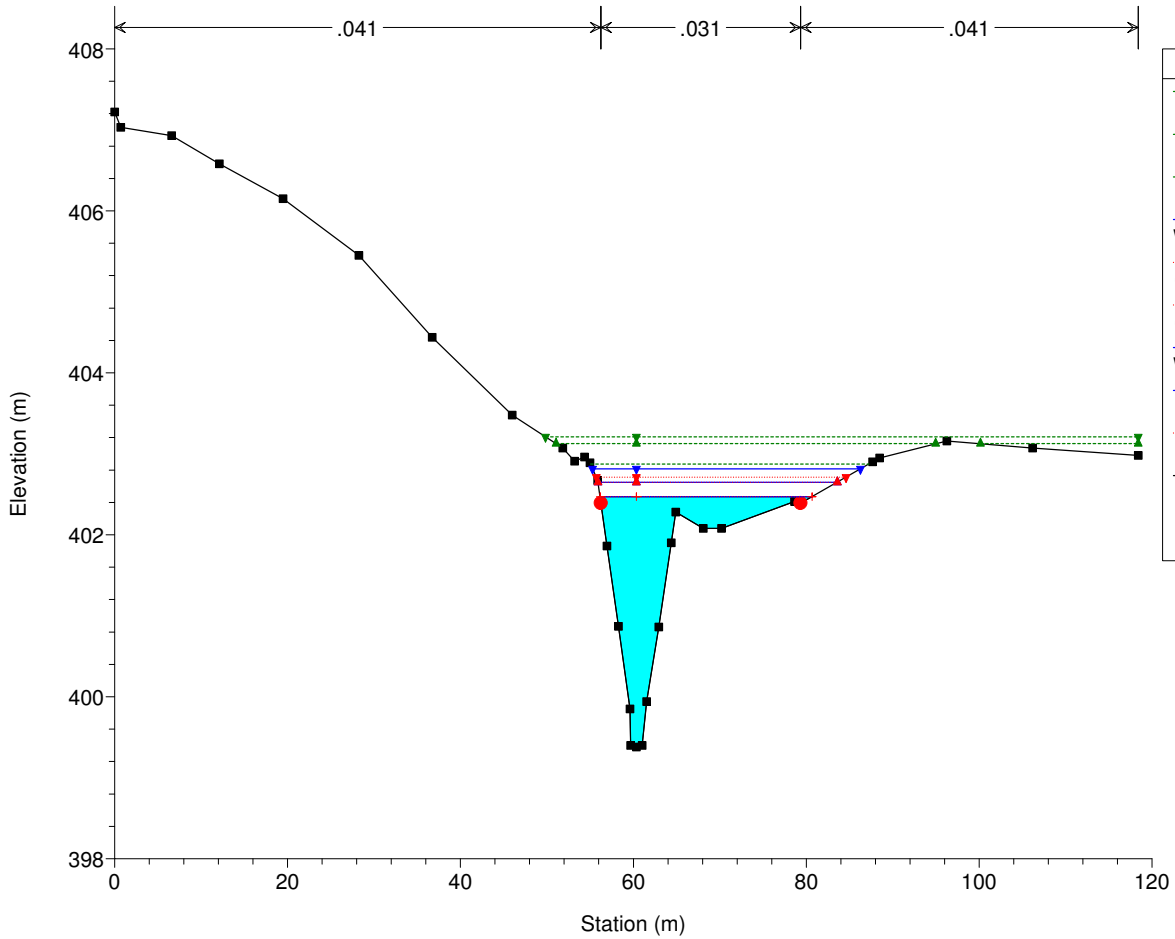


T. Assino 2 Plan: Assino 2 SP Esecutivo 25/10/2017  
 RS = 6.5 BR Viadotto Assino 2



T. Assino 2 Plan: Assino 2 SP Esecutivo 25/10/2017

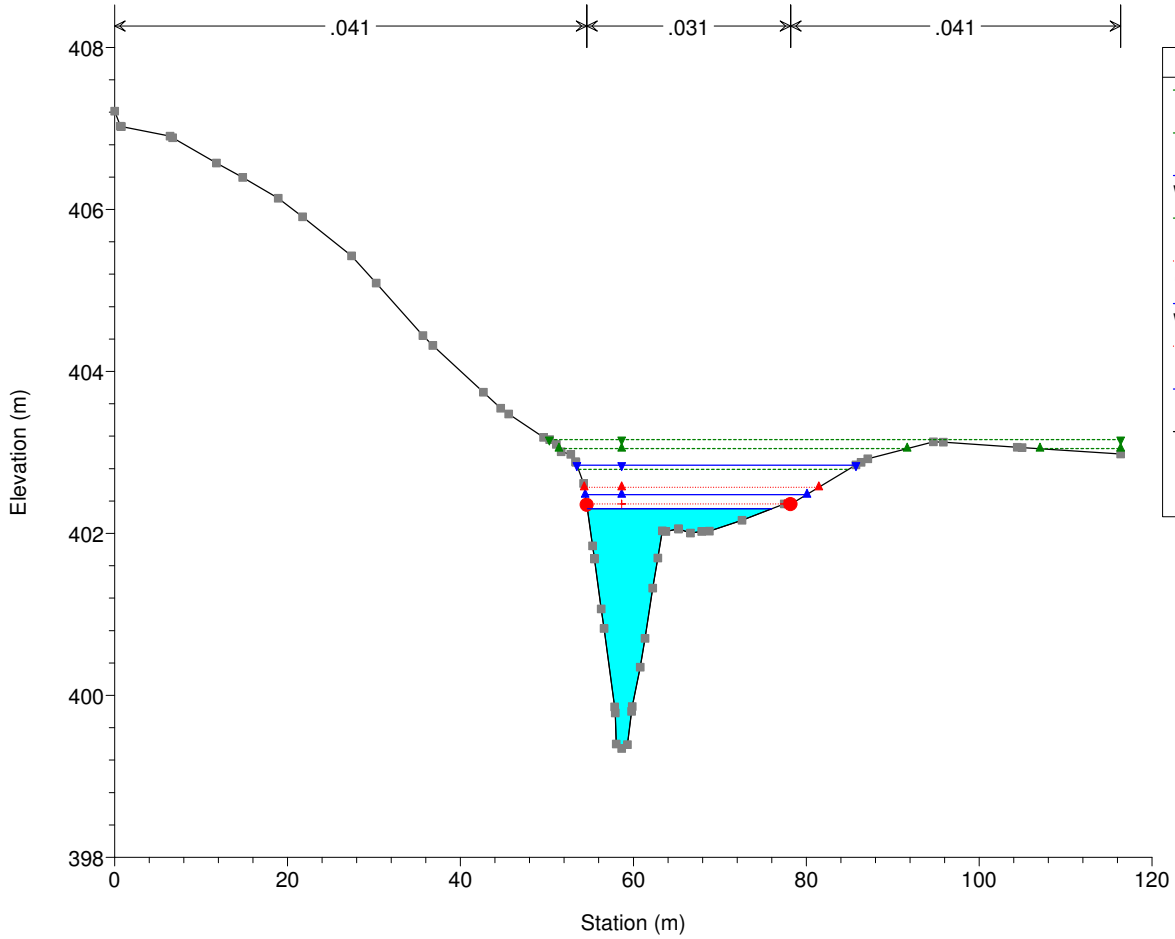
RS = 6



Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green dashed line with inverted triangles
EG Q200 (m3/s)	Green dashed line with triangles
EG Q50 (m3/s)	Blue solid line with inverted triangles
WS Q500 (m3/s)	Blue solid line with triangles
Crit Q500 (m3/s)	Red dashed line with inverted triangles
Crit Q200 (m3/s)	Red dashed line with triangles
WS Q200 (m3/s)	Blue solid line with inverted triangles
WS Q50 (m3/s)	Blue solid line with triangles
Crit Q50 (m3/s)	Red dashed line with inverted triangles
Ground	Black squares
Bank Sta	Red circles

T. Assino 2 Plan: Assino 2 SP Esecutivo 25/10/2017

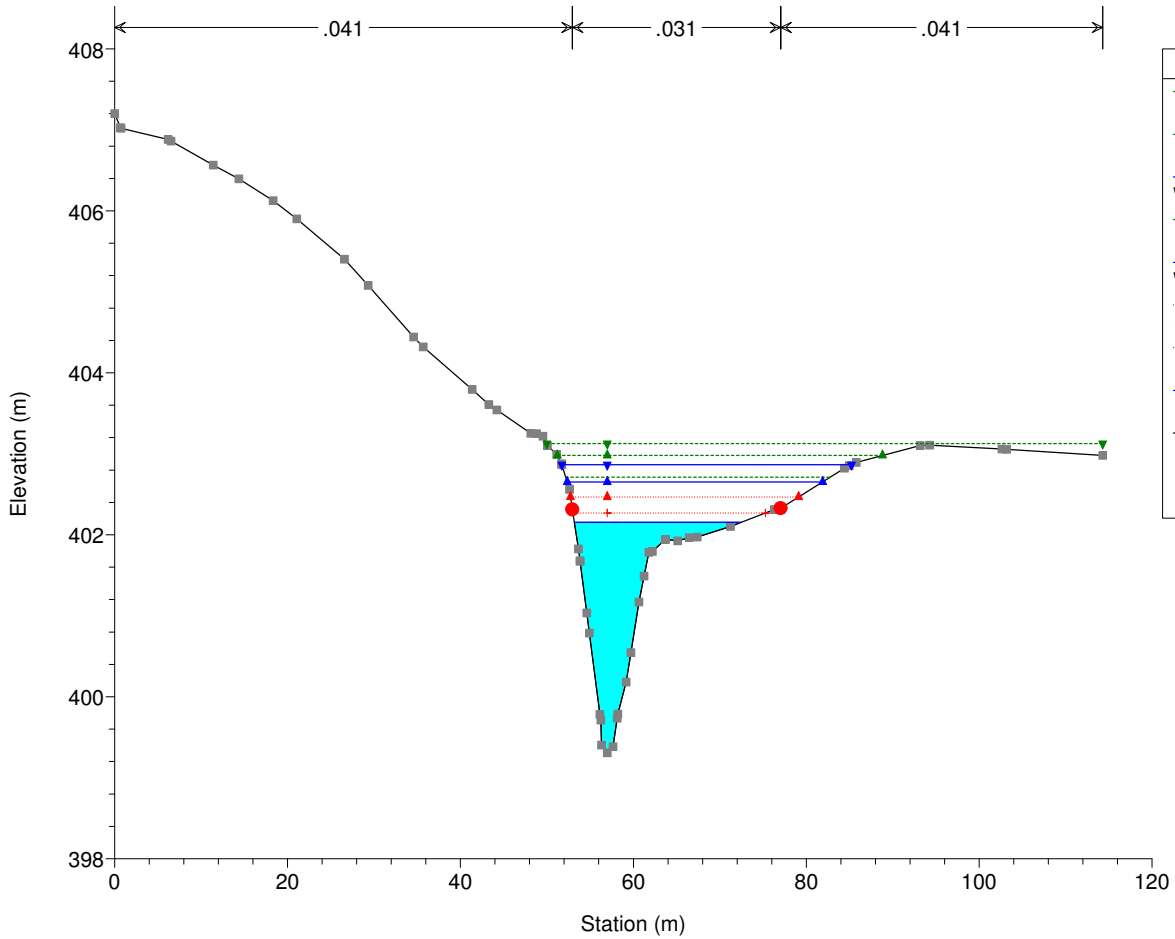
RS = 5.8333\*



Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green dashed line with inverted triangles
EG Q200 (m3/s)	Green dashed line with triangles
WS Q500 (m3/s)	Blue solid line with inverted triangles
EG Q50 (m3/s)	Blue solid line with triangles
Crit Q200 (m3/s)	Red dashed line with inverted triangles
WS Q200 (m3/s)	Blue solid line with triangles
Crit Q50 (m3/s)	Red dashed line with inverted triangles
WS Q50 (m3/s)	Blue solid line with inverted triangles
Ground	Grey squares
Bank Sta	Red circles

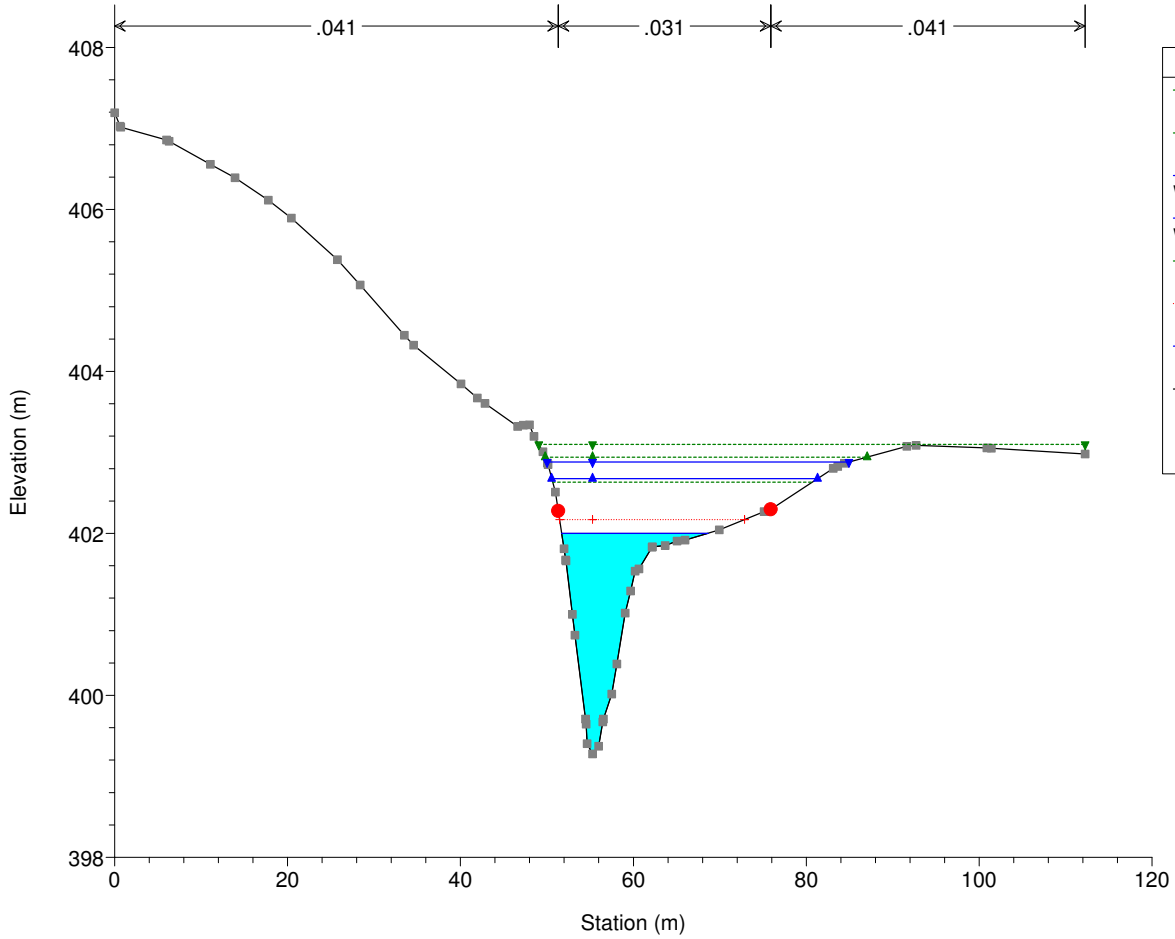


T. Assino 2 Plan: Assino 2 SP Esecutivo 25/10/2017  
RS = 5.6667\*



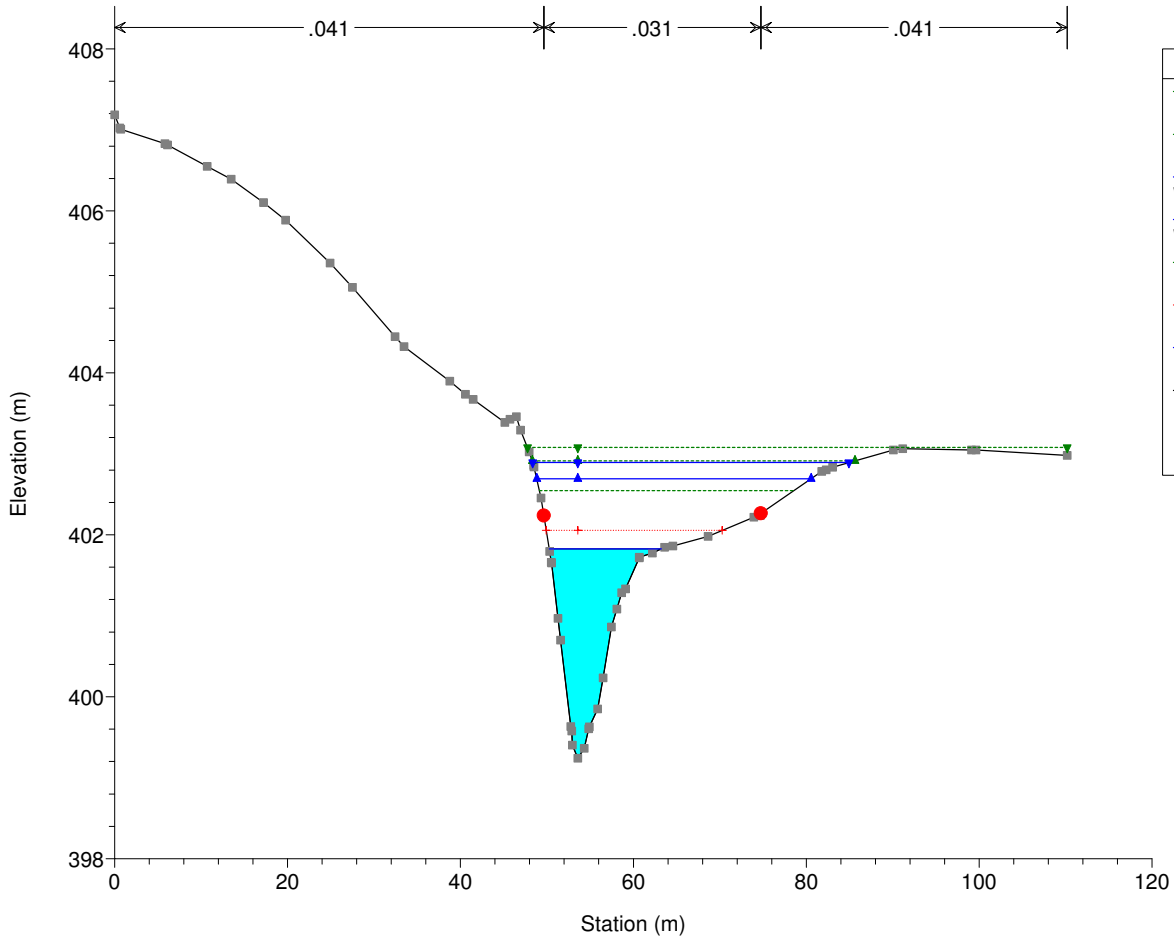
Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green dashed line with inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green solid line with triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue dashed line with inverted triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue solid line with triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red dashed line with triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red solid line with triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue solid line with triangle
Ground	Grey solid line with square
Bank Sta	Red solid line with circle

T. Assino 2 Plan: Assino 2 SP Esecutivo 25/10/2017  
RS = 5.5000\*

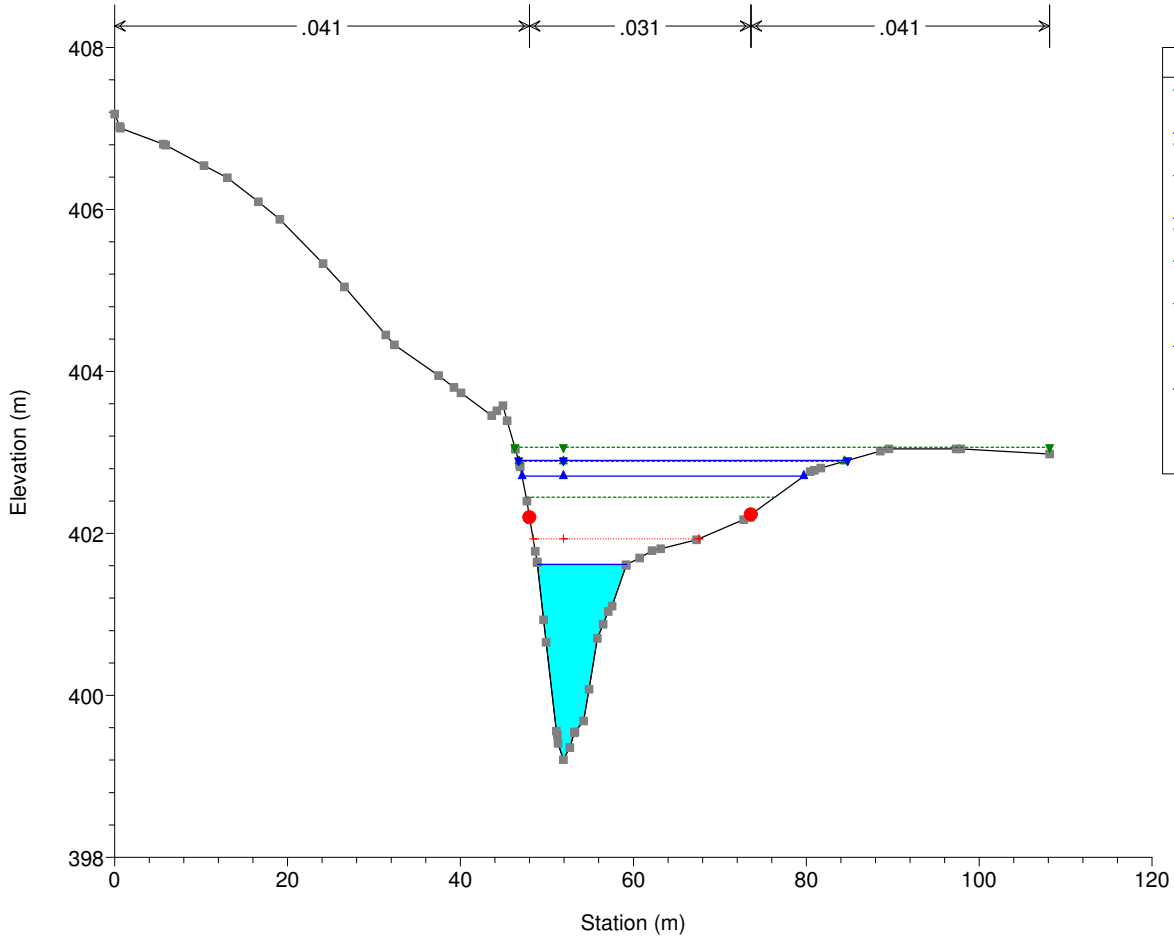


Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green dashed line with inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green solid line with triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue dashed line with inverted triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue solid line with triangle
EG Q50 (m3/s)	Green dashed line with inverted triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red dashed line with triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue solid line with triangle
Ground	Grey solid line with square
Bank Sta	Red solid line with circle

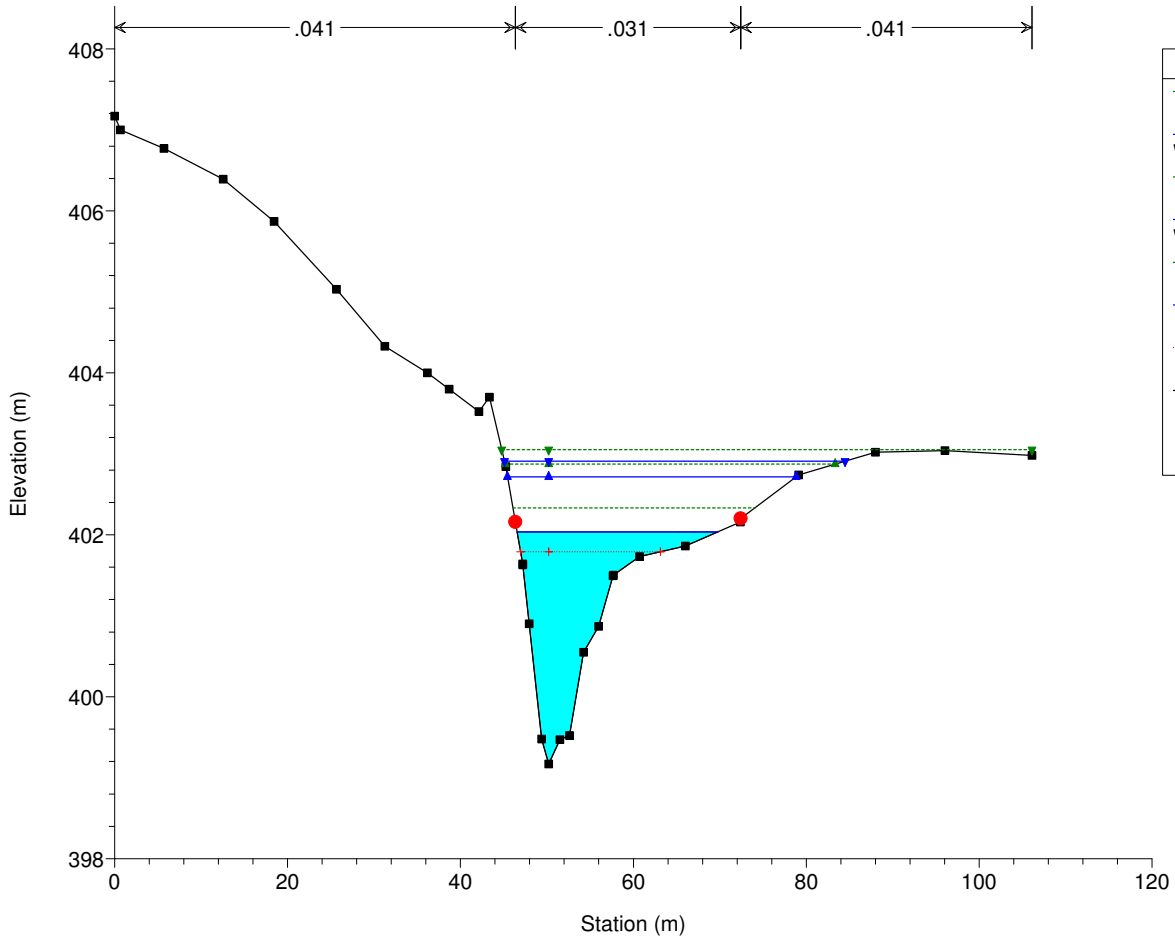
T. Assino 2 Plan: Assino 2 SP Esecutivo 25/10/2017  
RS = 5.3333\*



T. Assino 2 Plan: Assino 2 SP Esecutivo 25/10/2017  
RS = 5.1667\*

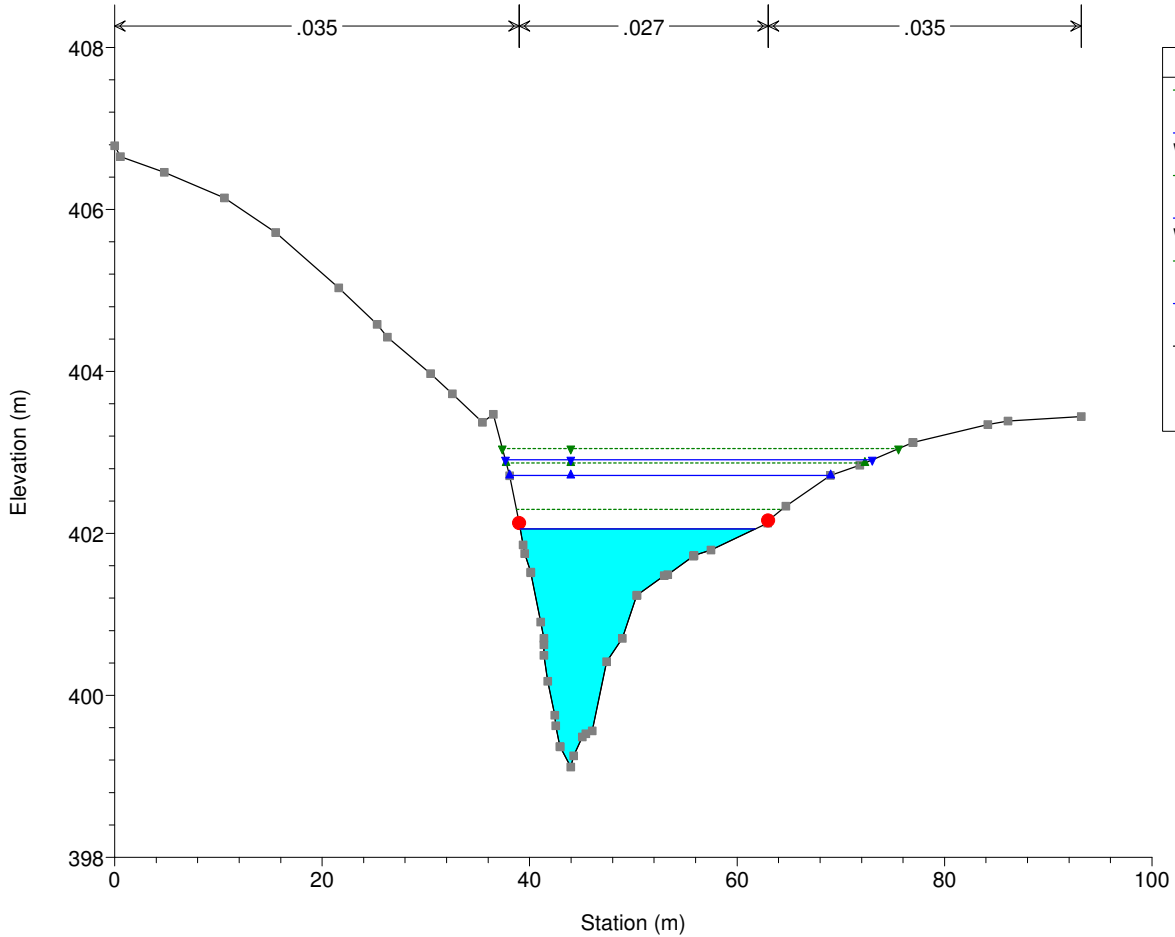


T. Assino 2 Plan: Assino 2 SP Esecutivo 25/10/2017  
RS = 5



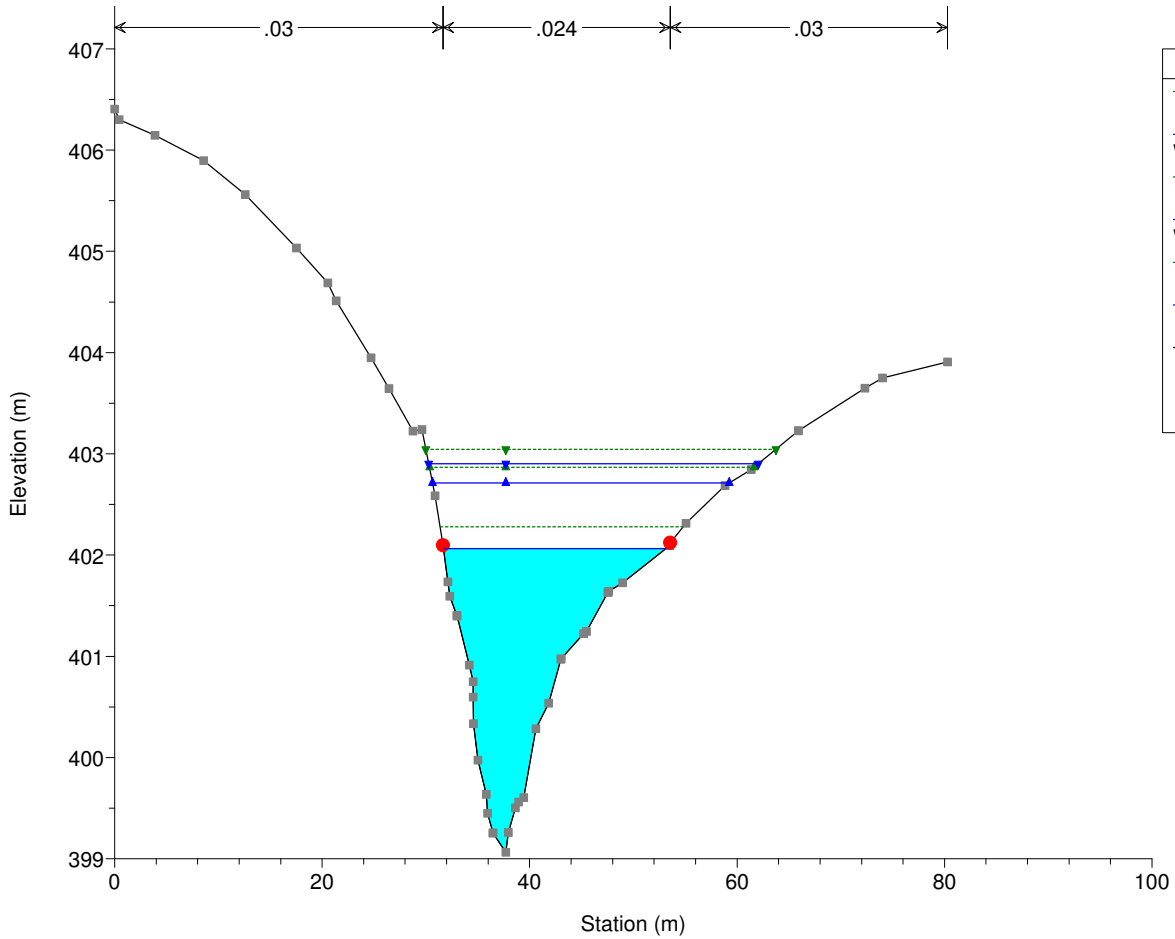
Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green dashed line with inverted triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue solid line with inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green dashed line with triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue solid line with triangle
EG Q50 (m3/s)	Green dashed line with inverted triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue solid line with inverted triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red dashed line with cross
Ground	Black solid line with square
Bank Sta	Red solid line with circle

T. Assino 2 Plan: Assino 2 SP Esecutivo 25/10/2017  
RS = 4.8000\*



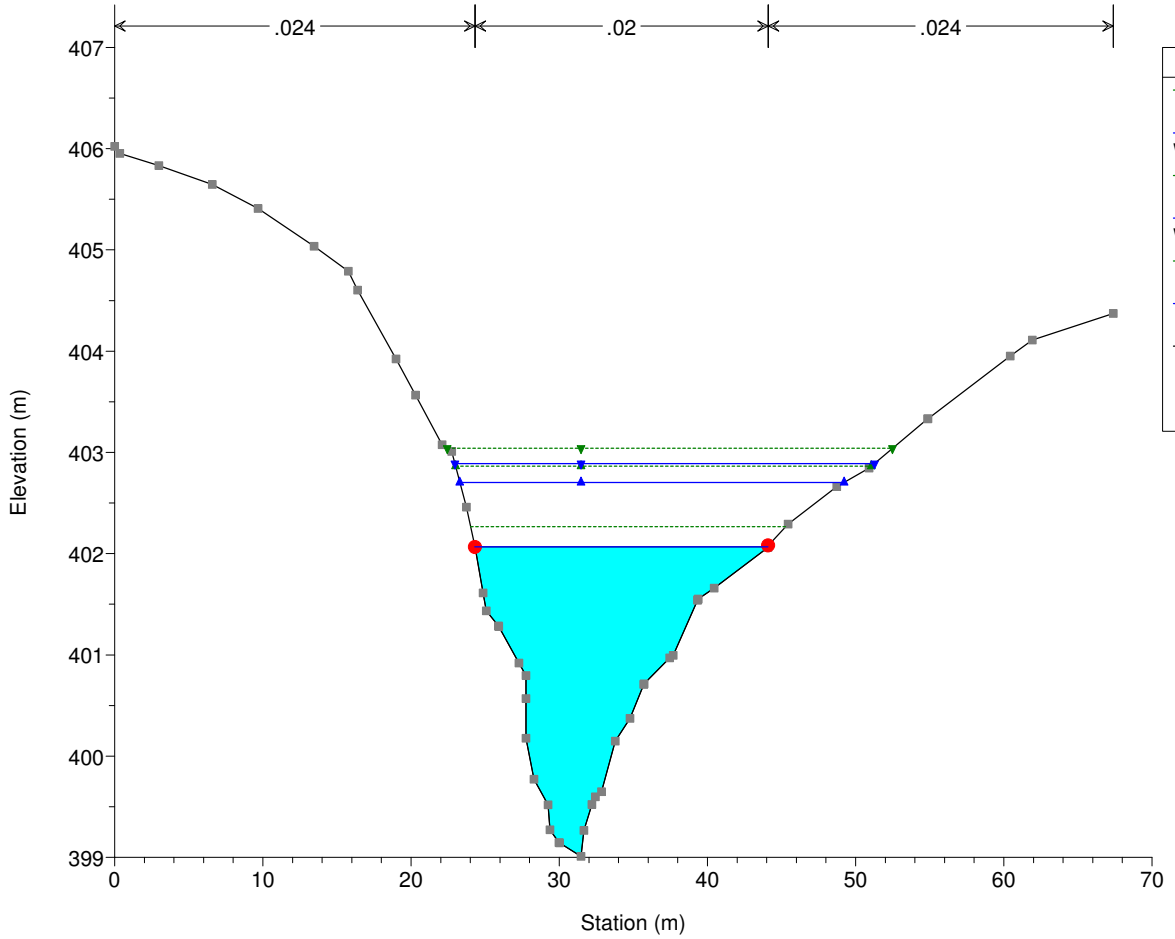
Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green dashed line with inverted triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue solid line with inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green dashed line with triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue solid line with triangle
EG Q50 (m3/s)	Green dashed line with inverted triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue solid line with inverted triangle
Ground	Black solid line with square
Bank Sta	Red solid line with circle

T. Assino 2 Plan: Assino 2 SP Esecutivo 25/10/2017  
RS = 4.6000\*



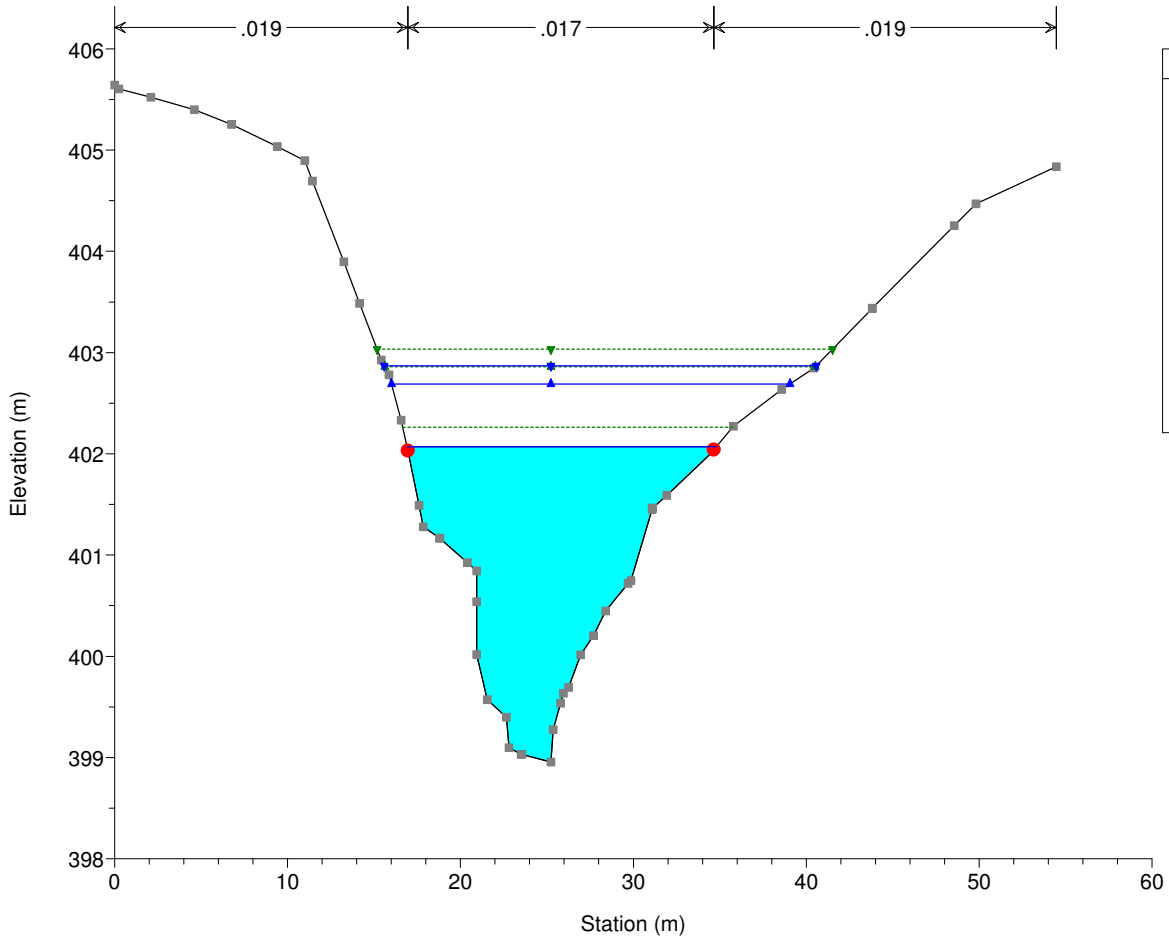
Legend	
EG Q500 (m3/s)	
WS Q500 (m3/s)	
EG Q200 (m3/s)	
WS Q200 (m3/s)	
EG Q50 (m3/s)	
WS Q50 (m3/s)	
Ground	
Bank Sta	

T. Assino 2 Plan: Assino 2 SP Esecutivo 25/10/2017  
RS = 4.4000\*



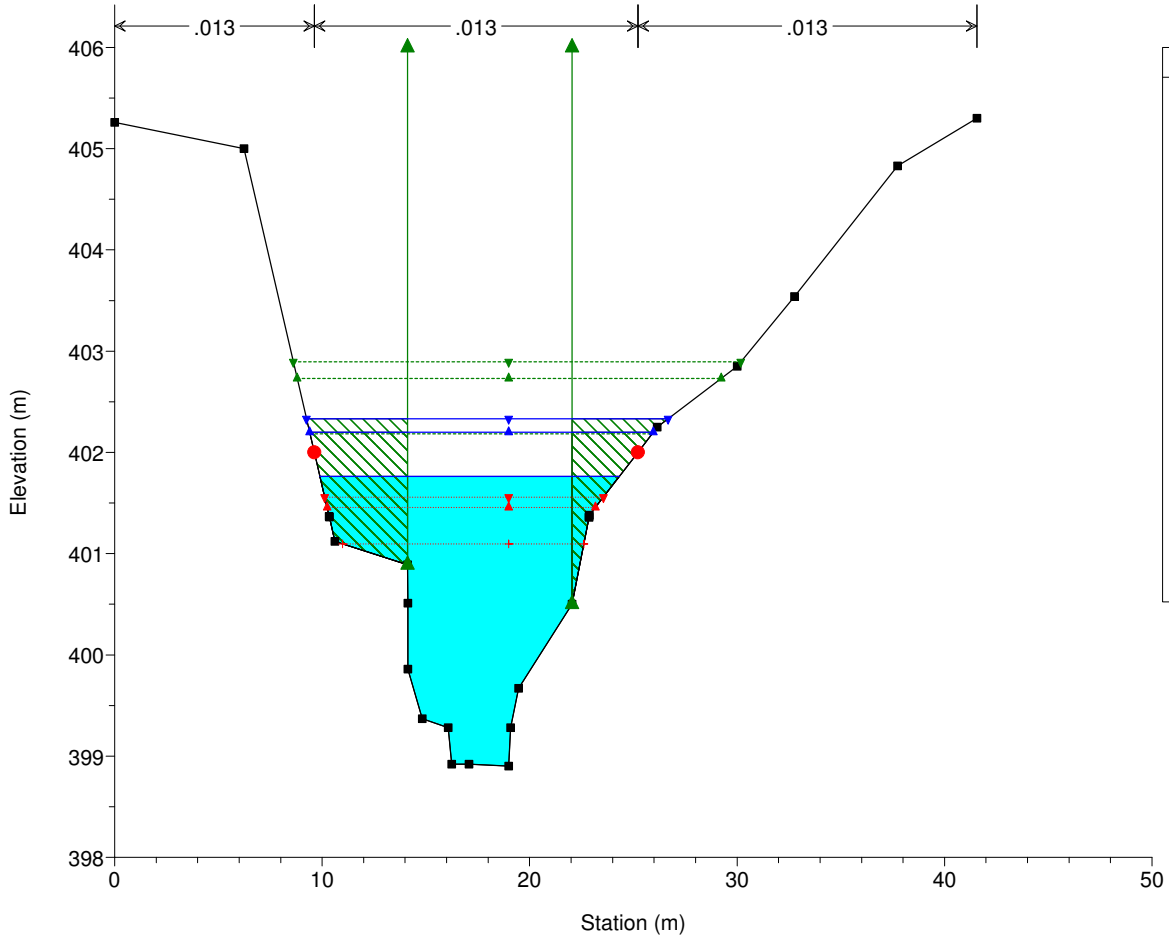
Legend	
EG Q500 (m3/s)	
WS Q500 (m3/s)	
EG Q200 (m3/s)	
WS Q200 (m3/s)	
EG Q50 (m3/s)	
WS Q50 (m3/s)	
Ground	
Bank Sta	

T. Assino 2 Plan: Assino 2 SP Esecutivo 25/10/2017  
RS = 4.2000\*



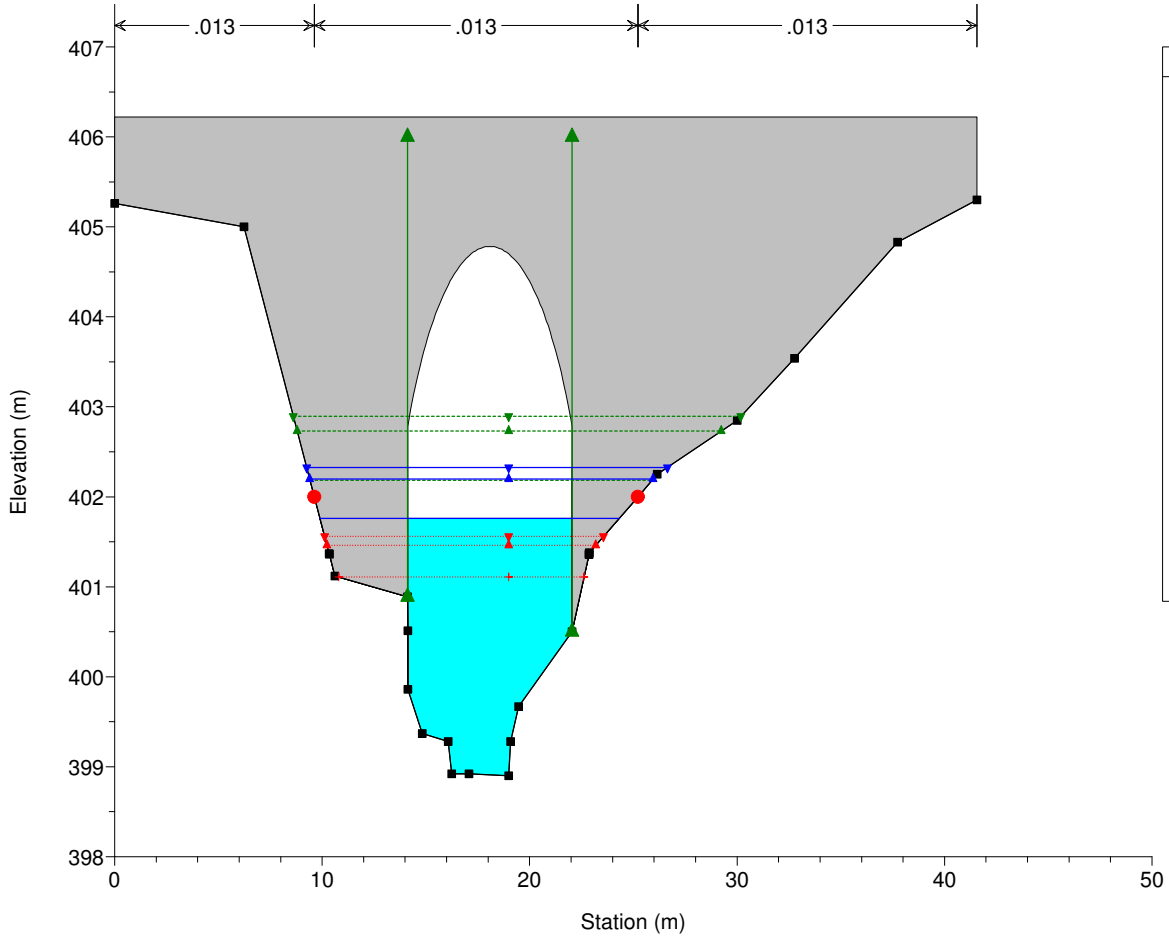
Legend	
EG Q500 (m3/s)	▼
WS Q500 (m3/s)	—
EG Q200 (m3/s)	▲
WS Q200 (m3/s)	—
EG Q50 (m3/s)	—
WS Q50 (m3/s)	—
Ground	■
Bank Sta	●

T. Assino 2 Plan: Assino 2 SP Esecutivo 25/10/2017  
RS = 4



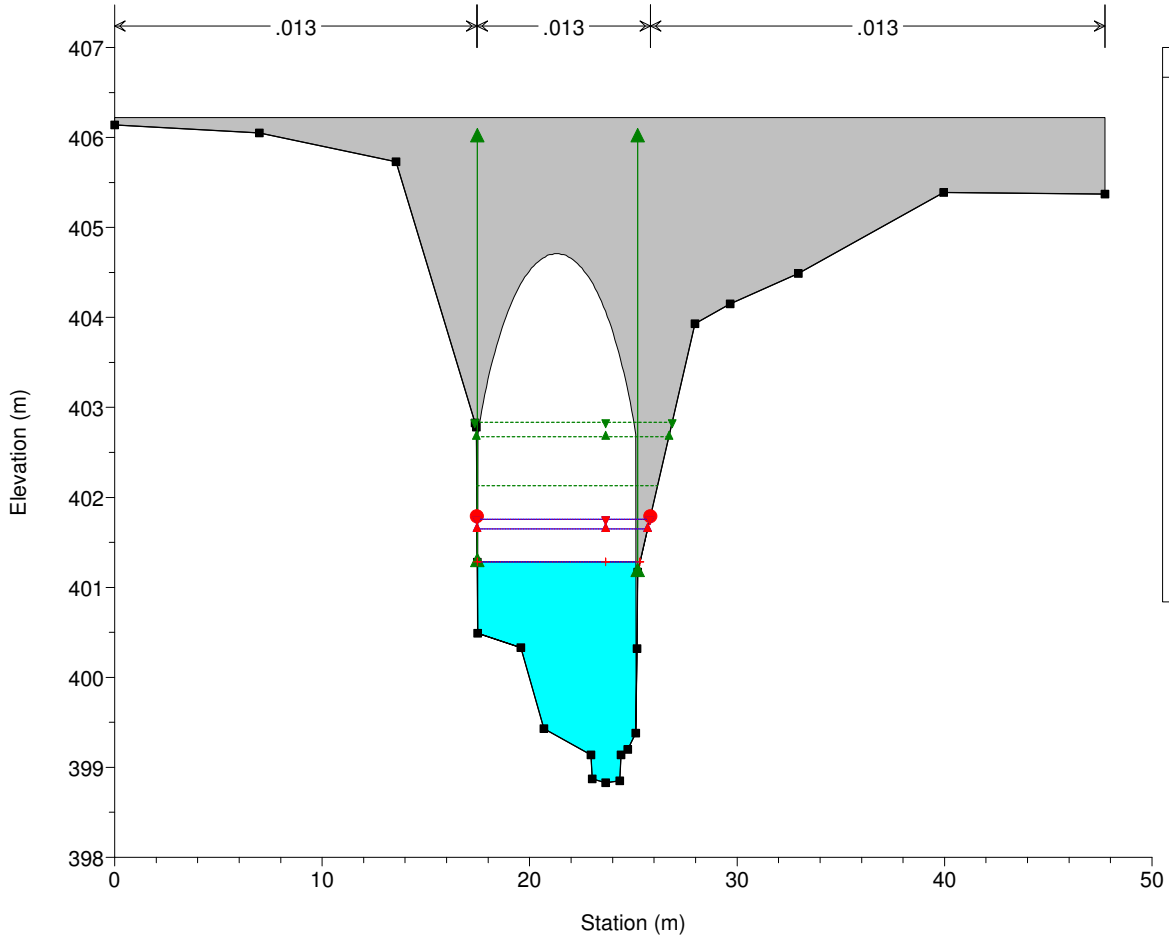
Legend	
EG Q500 (m3/s)	▼
EG Q200 (m3/s)	▲
WS Q500 (m3/s)	—
WS Q200 (m3/s)	—
EG Q50 (m3/s)	—
WS Q50 (m3/s)	—
Crit Q500 (m3/s)	▼
Crit Q200 (m3/s)	▲
Crit Q50 (m3/s)	+
Ground	■
Ineff	▲
Bank Sta	●

T. Assino 2 Plan: Assino 2 SP Esecutivo 25/10/2017  
RS = 3.5 BR Ponte SS 219



Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue inverted triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue triangle
EG Q50 (m3/s)	Green inverted triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue inverted triangle
Crit Q500 (m3/s)	Red inverted triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red plus sign
Ground	Black square
Ineff	Green triangle
Bank Sta	Red circle

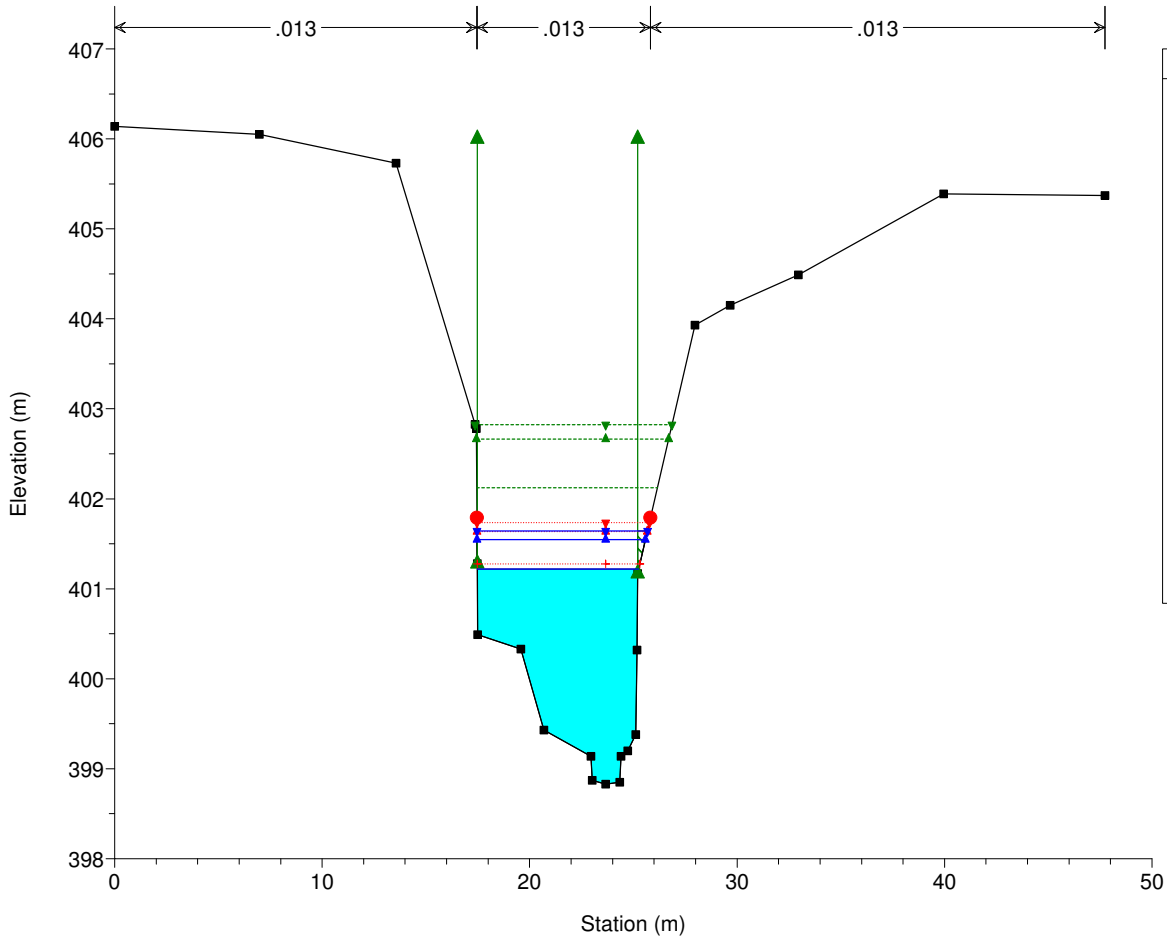
T. Assino 2 Plan: Assino 2 SP Esecutivo 25/10/2017  
RS = 3.5 BR Ponte SS 219



Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green triangle
EG Q50 (m3/s)	Green inverted triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue inverted triangle
Crit Q500 (m3/s)	Red inverted triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue inverted triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red plus sign
Ground	Black square
Ineff	Green triangle
Bank Sta	Red circle

T. Assino 2 Plan: Assino 2 SP Esecutivo 25/10/2017

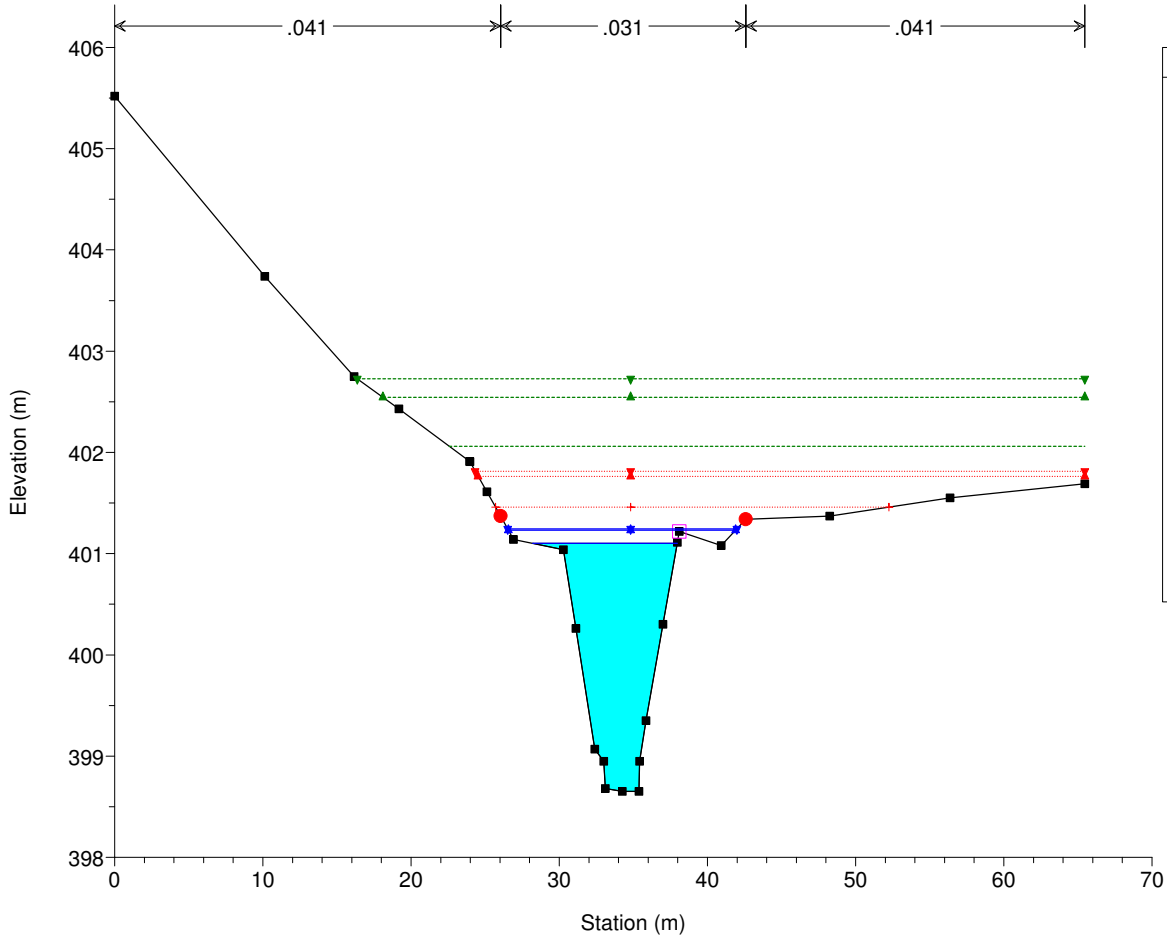
RS = 3



Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green triangle
EG Q50 (m3/s)	Green inverted triangle
Crit Q500 (m3/s)	Red inverted triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue inverted triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red inverted triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue inverted triangle
Ground	Black square
Ineff	Green triangle
Bank Sta	Red circle

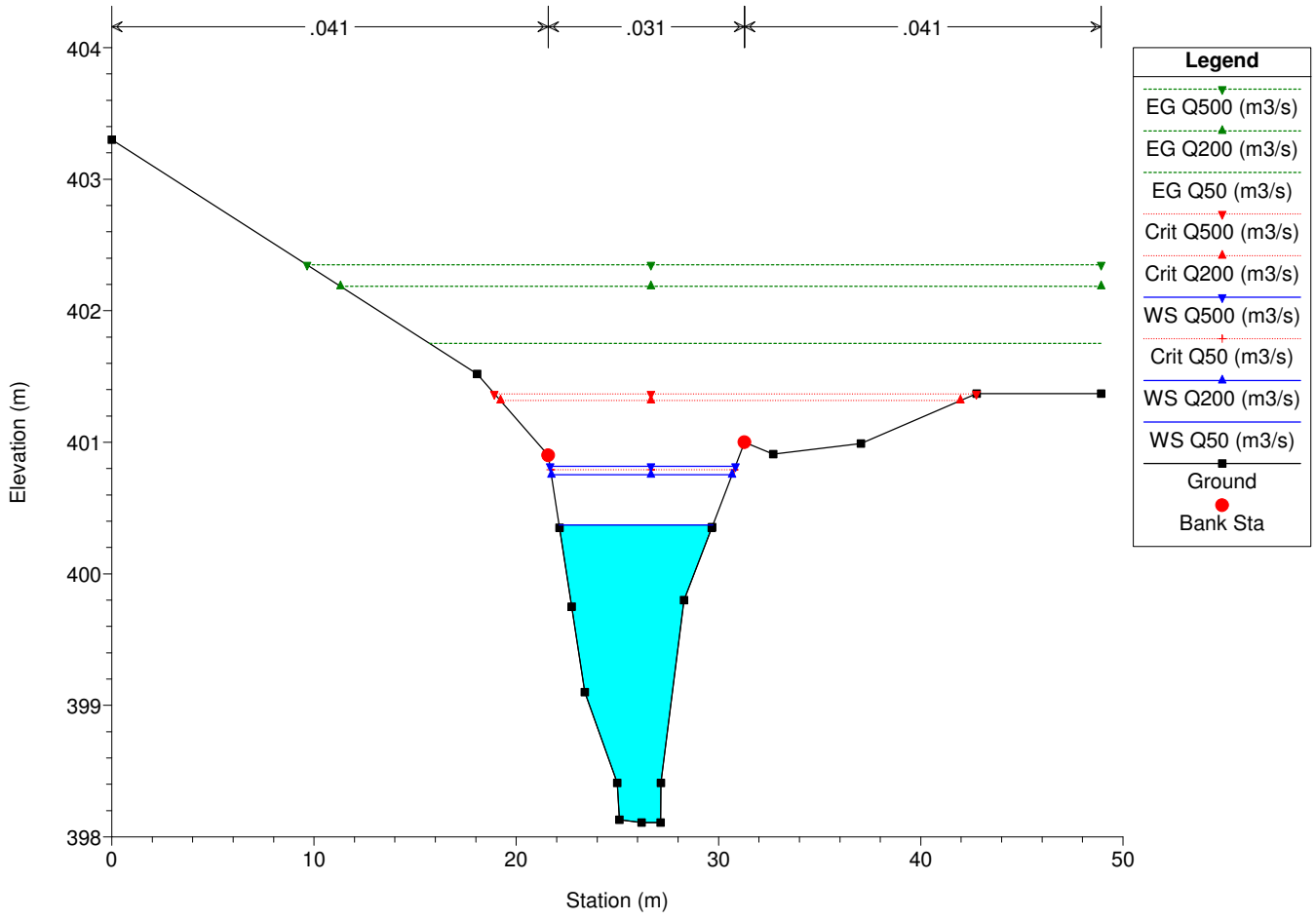
T. Assino 2 Plan: Assino 2 SP Esecutivo 25/10/2017

RS = 2



Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green triangle
EG Q50 (m3/s)	Green inverted triangle
Crit Q500 (m3/s)	Red inverted triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red inverted triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue inverted triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue inverted triangle
Ground	Black square
Levee	Pink square
Bank Sta	Red circle

RS = 1



Legend	
EG Q500 (m3/s)	Green inverted triangle
EG Q200 (m3/s)	Green triangle
EG Q50 (m3/s)	Green inverted triangle
Crit Q500 (m3/s)	Red inverted triangle
Crit Q200 (m3/s)	Red triangle
Crit Q50 (m3/s)	Red inverted triangle
WS Q500 (m3/s)	Blue inverted triangle
WS Q200 (m3/s)	Blue triangle
WS Q50 (m3/s)	Blue inverted triangle
Ground	Black square
Bank Sta	Red circle



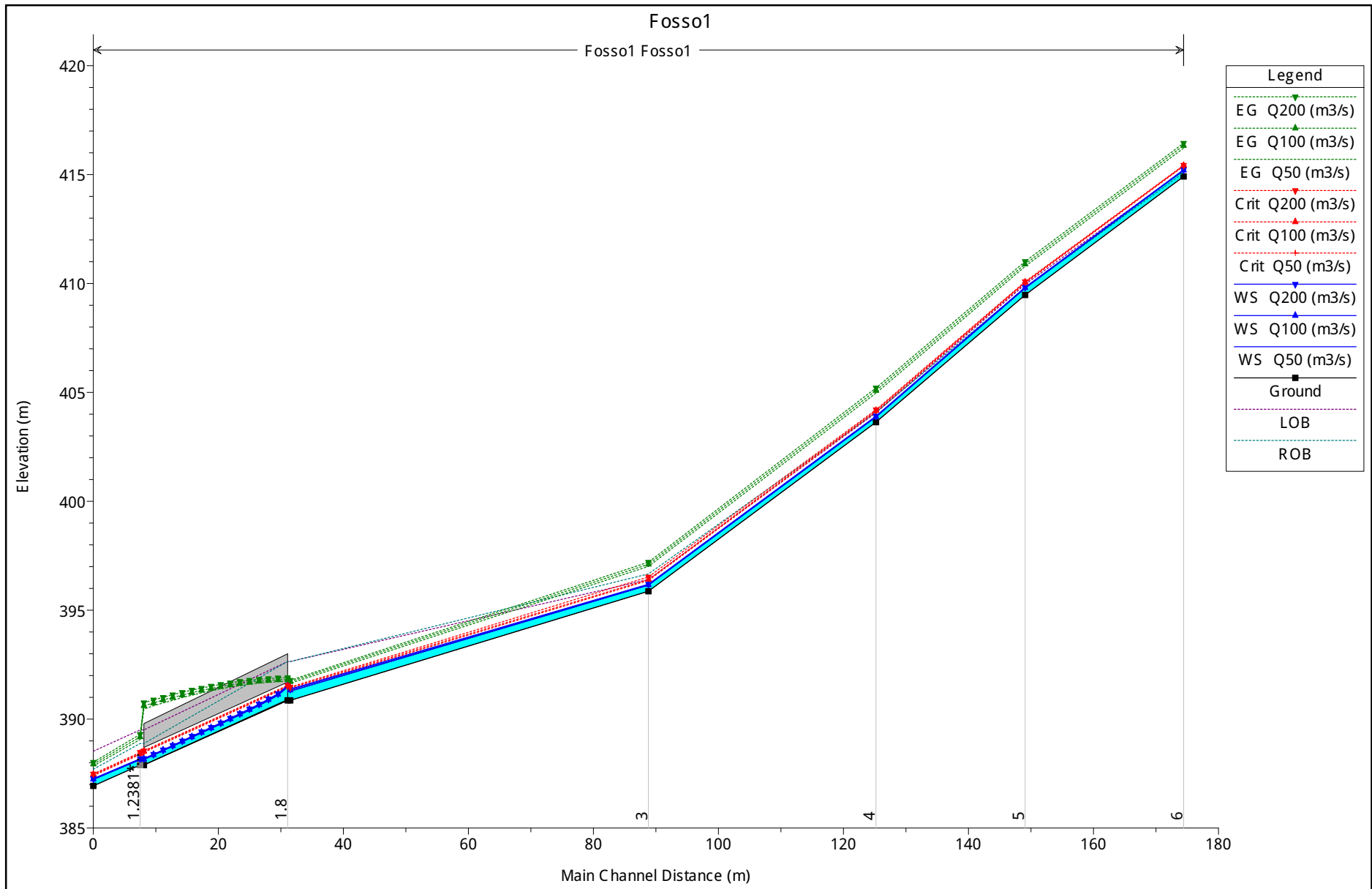
## **FOSSO 1**

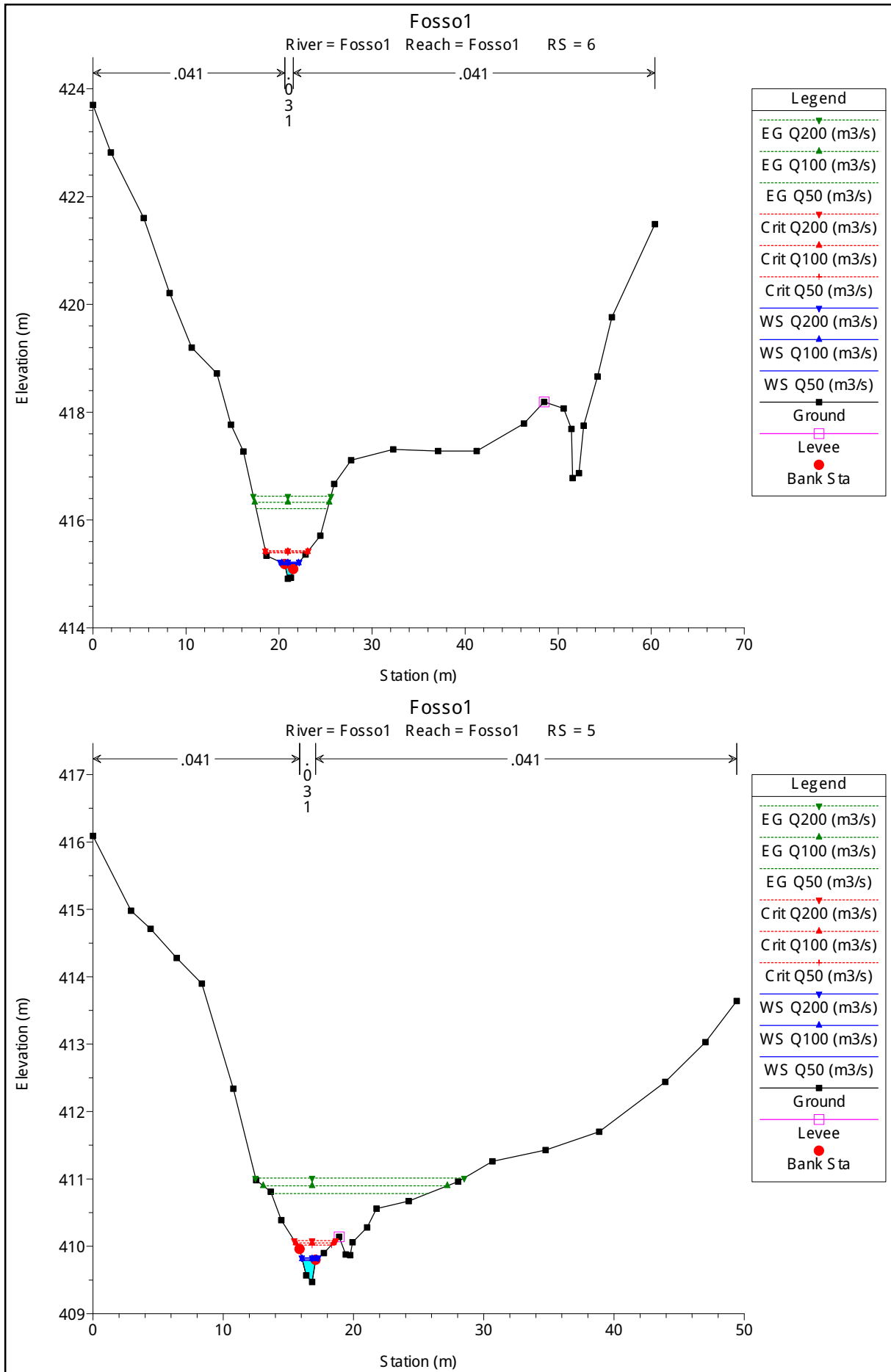
**TABELLA DEI RISULTATI A CONFRONTO TRA CONFIGURAZIONE DI STATO DI FATTO E  
DI STATO DI PROGETTO ESECUTIVO**

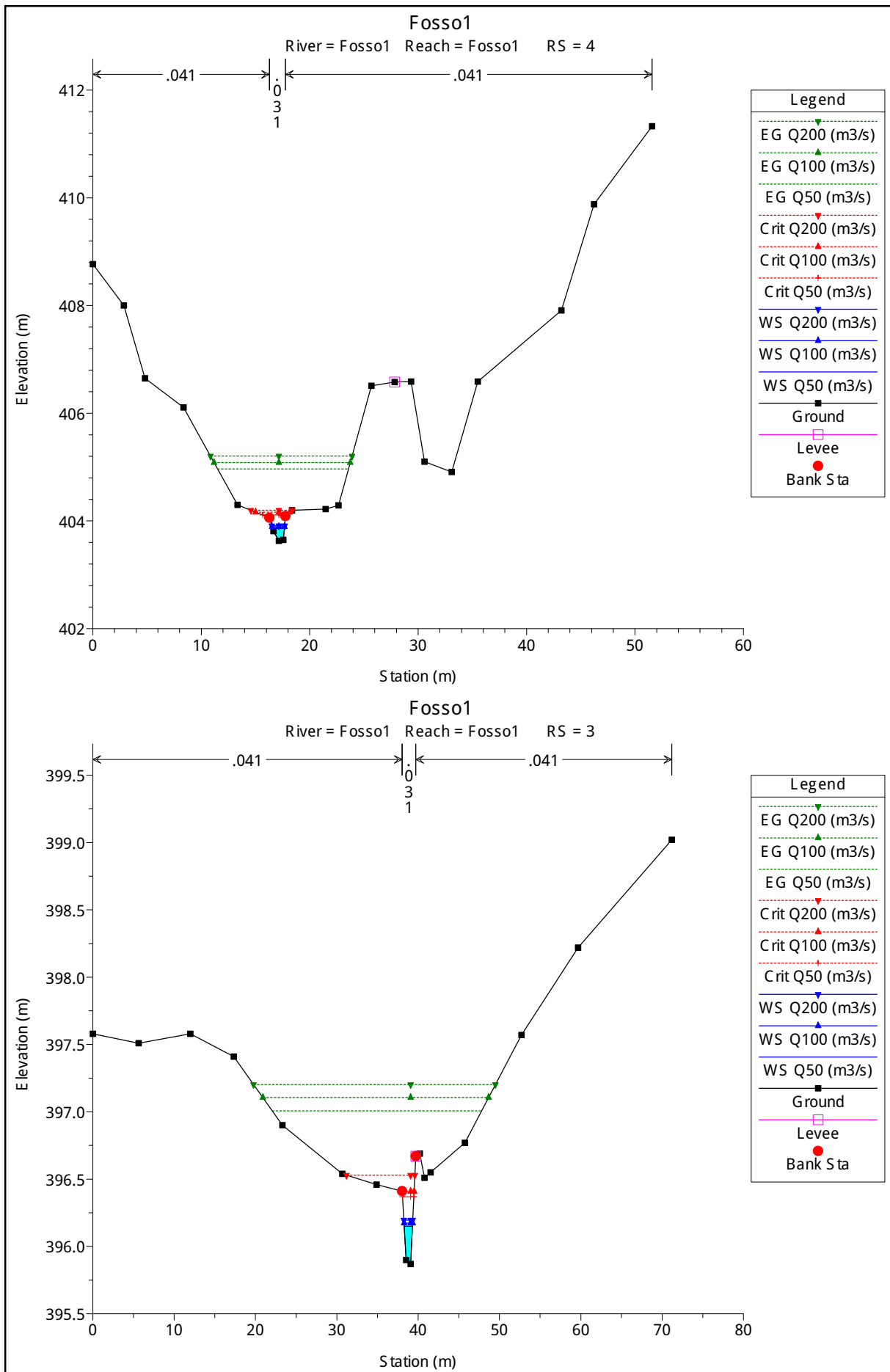
RISULTATI FOSSO 1: CONFRONTO TRA STATO DI FATTO E STATO DI PROGETTO ESECUTIVO											
Corso d'acqua	Sezione	Quota fondo alveo	h_max SF (TR= 50 anni)	h_max SPE (TR= 50 anni)	h_max SF (TR= 100 anni)	h_max SPE (TR= 100 anni)	h_max SF (TR= 200 anni)	h_max SPE (TR= 200 anni)	Δh_50 anni SPE-SF	Δh_100 anni SPE-SF	Δh_200 anni SPE-SF
		(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(m)	(m)
Fosso1	6	414.91	415.19	415.19	415.21	415.21	415.22	415.22	0.00	0.00	0.00
	5	409.47	409.79	409.79	409.81	409.81	409.83	409.83	0.00	0.00	0.00
	4	403.63	403.87	403.87	403.89	403.89	403.91	403.91	0.00	0.00	0.00
	3.5	Culvert	Tombino T1 di progetto								
	3	395.87	396.15	396.14	396.17	396.17	396.2	396.19	-0.01	0.00	-0.01
	2	390.86	391.28	391.29	391.33	391.33	391.37	391.38	0.01	0.00	0.01
	1.8	Culvert	Tombino esistente su SS 219								
	1	386.94	387.23	387.23	387.25	387.25	387.27	387.27	0.00	0.00	0.00

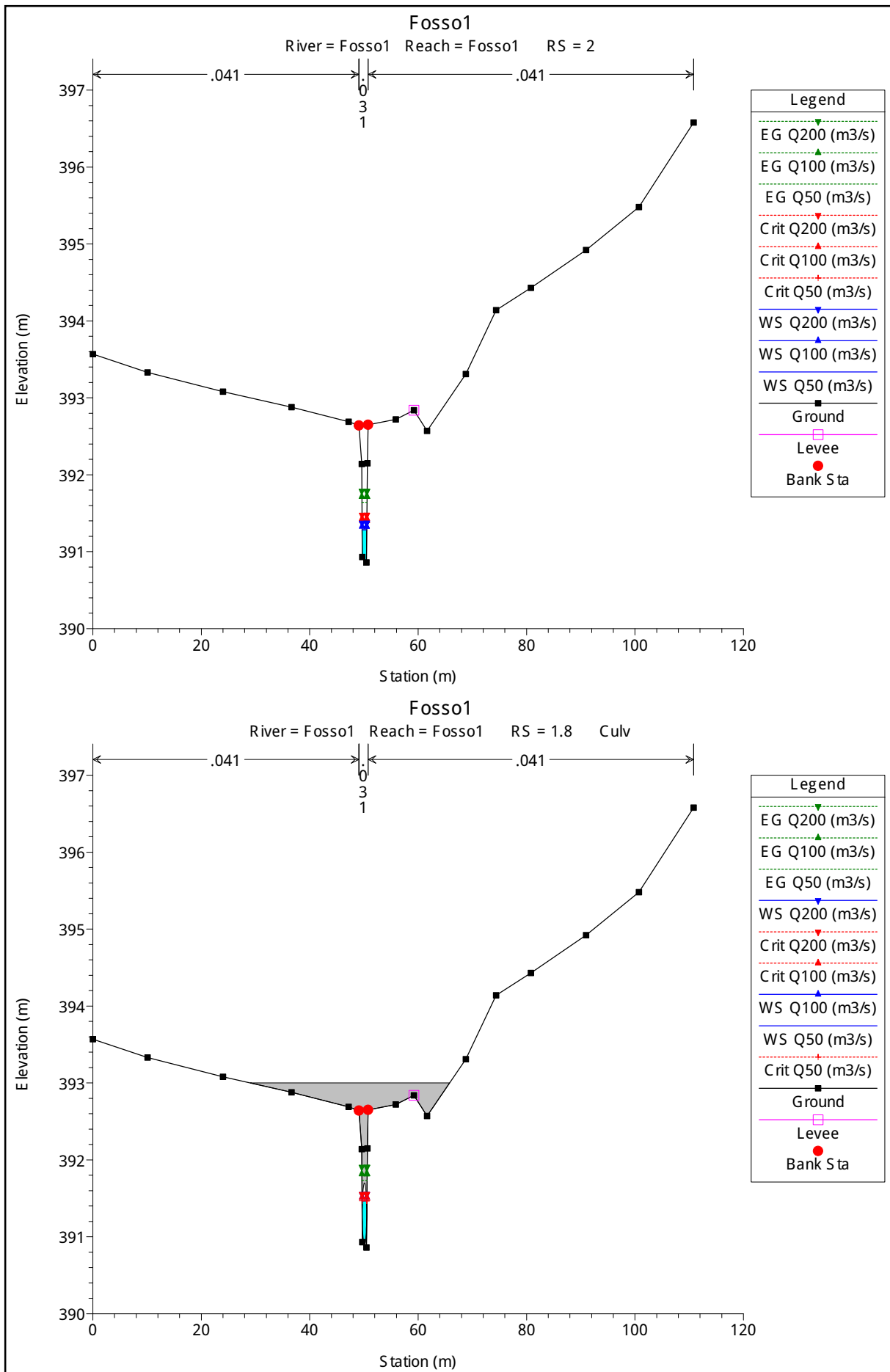
## **FOSSO 1**

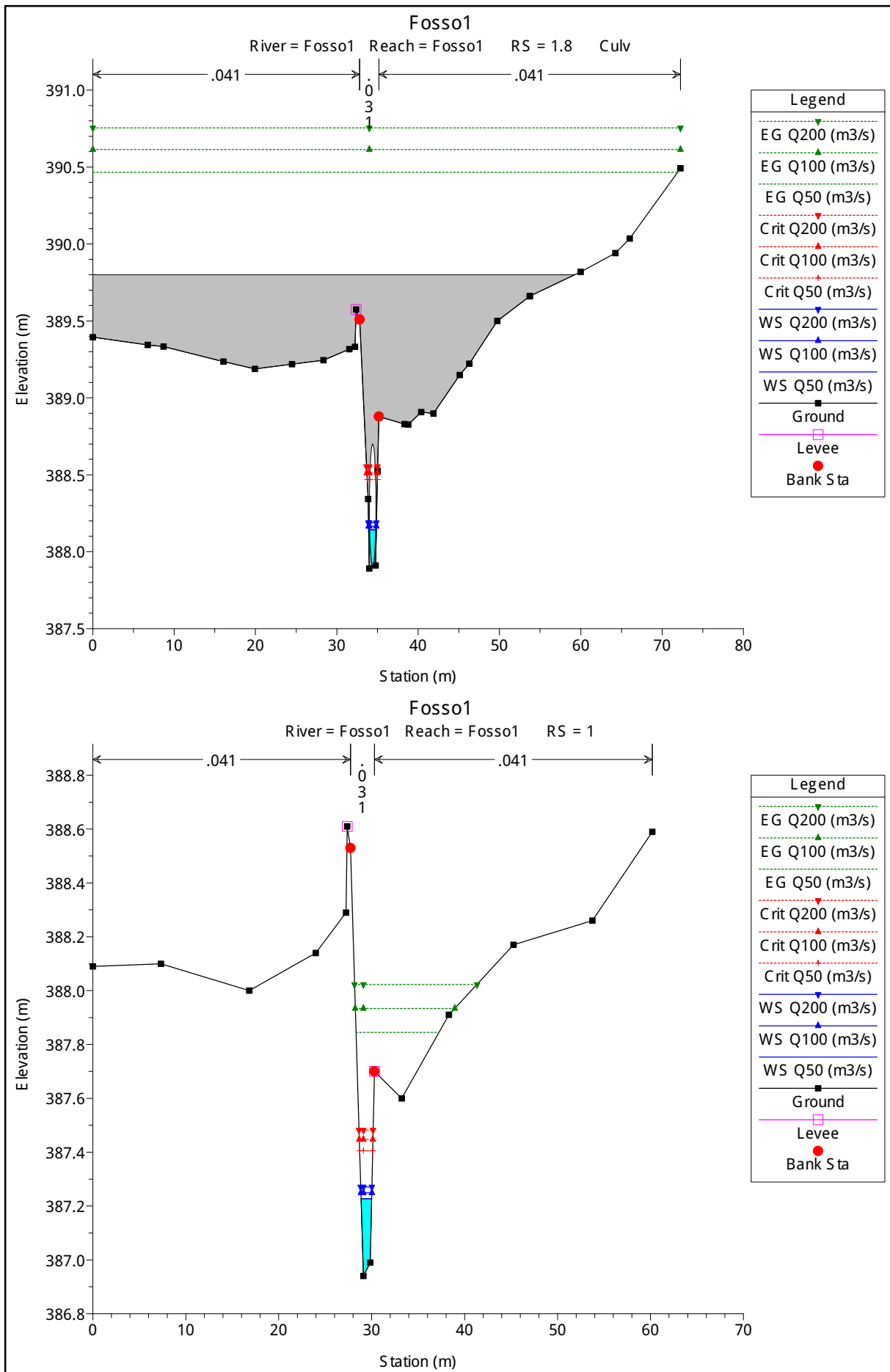
**RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA NELLO STATO DI FATTO**









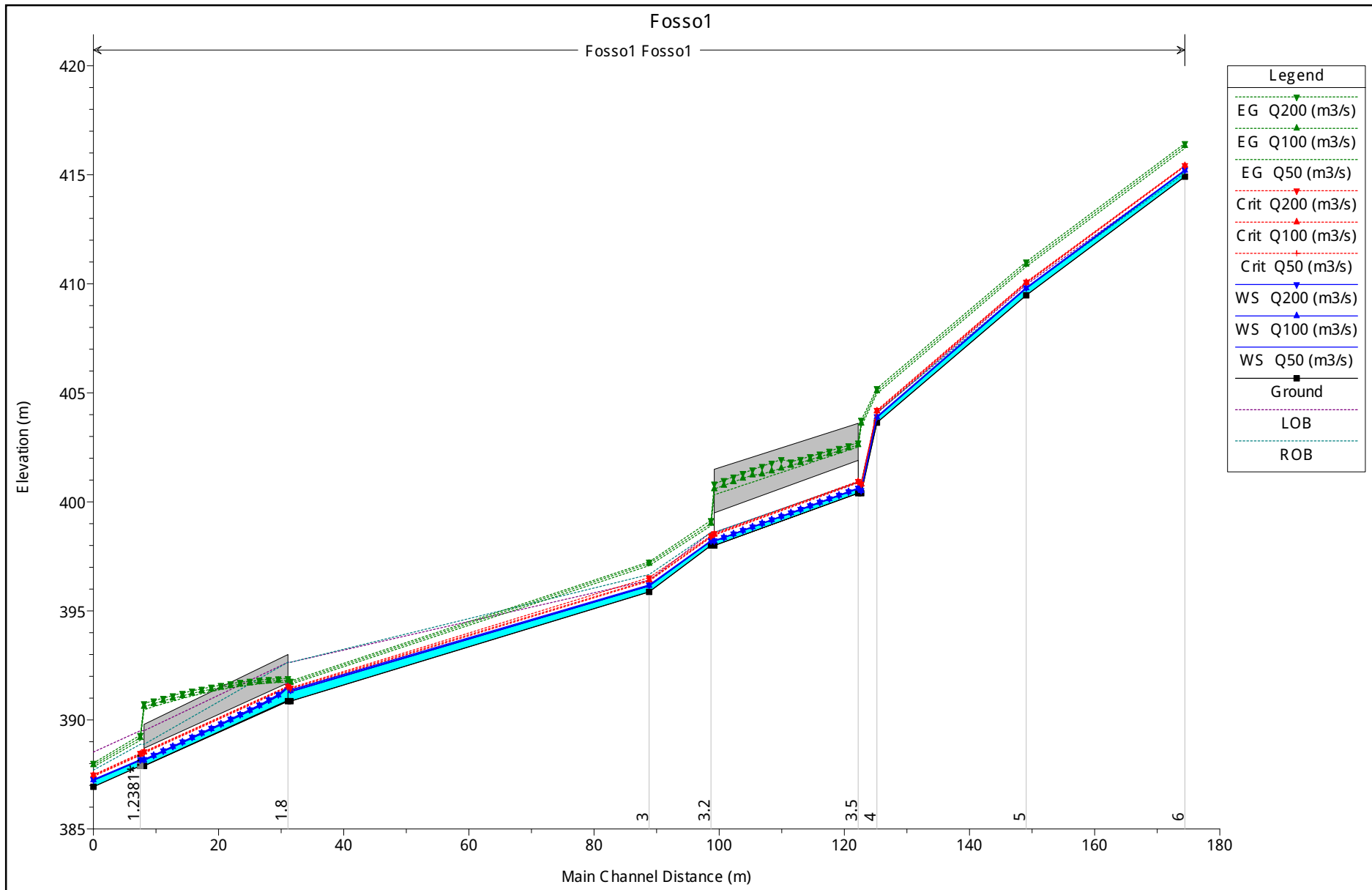


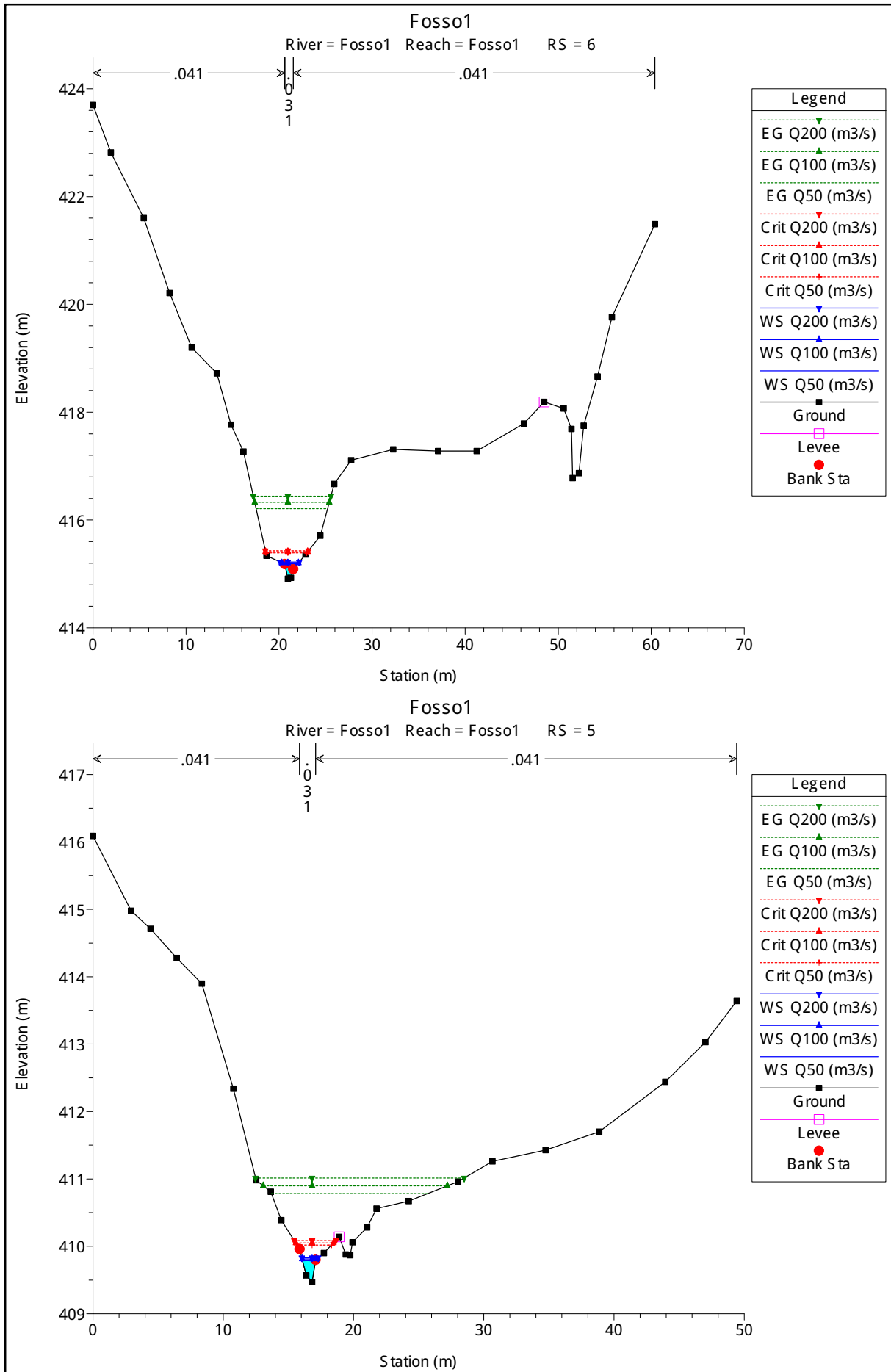


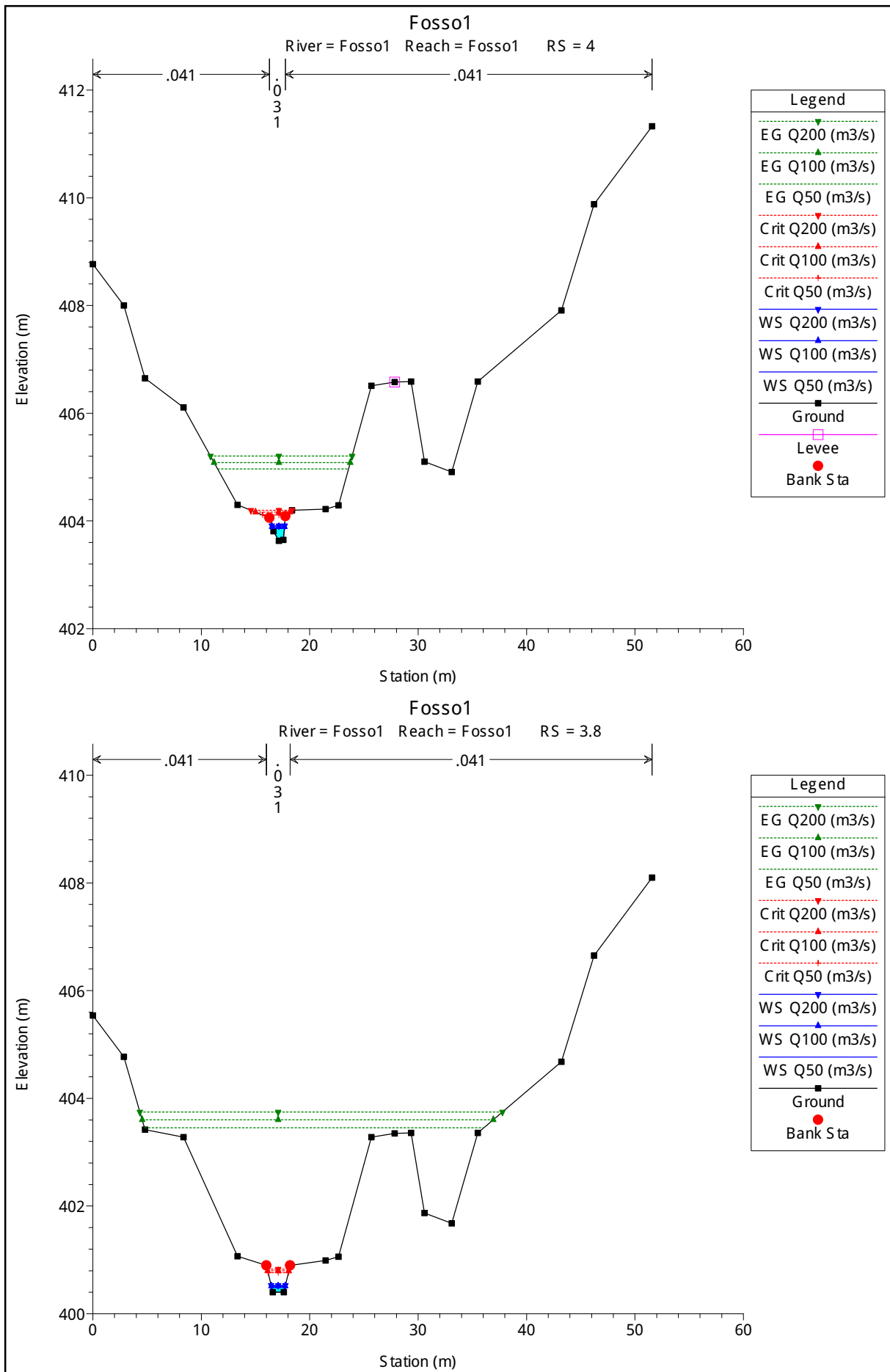
# **FOSSO 1**

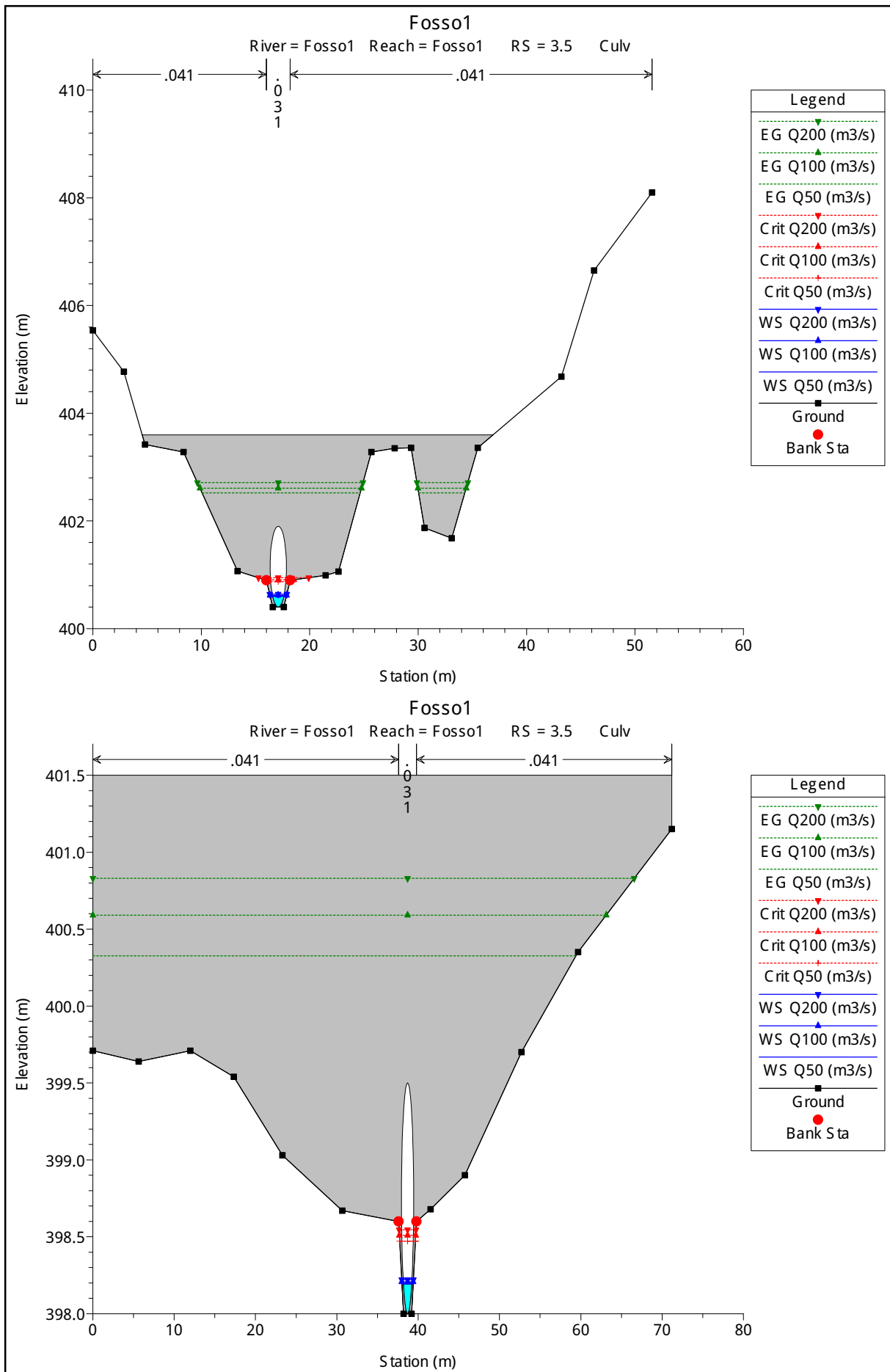
**RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA NELLO STATO DI PROGETTO**

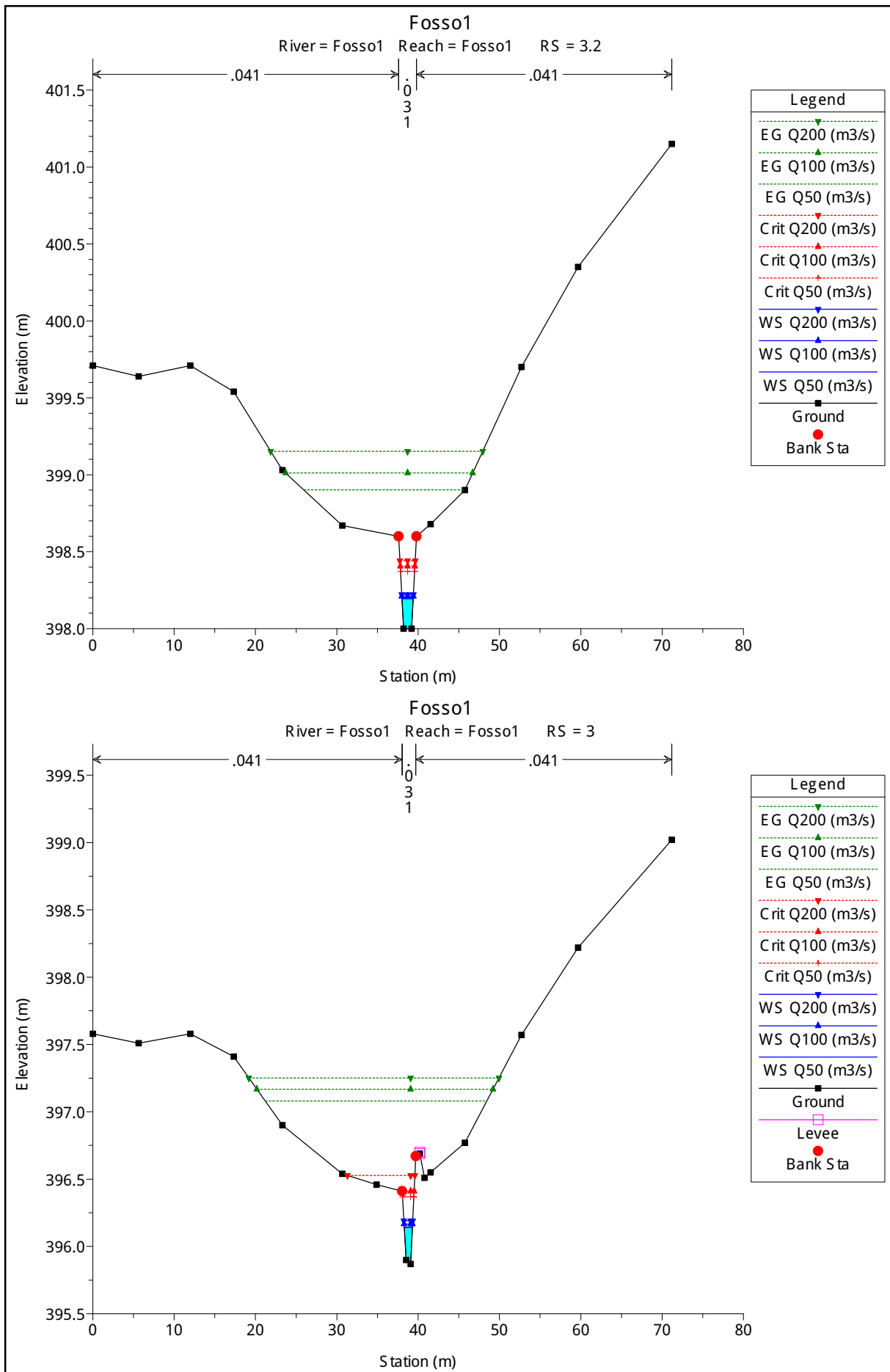
**ESECUTIVO**

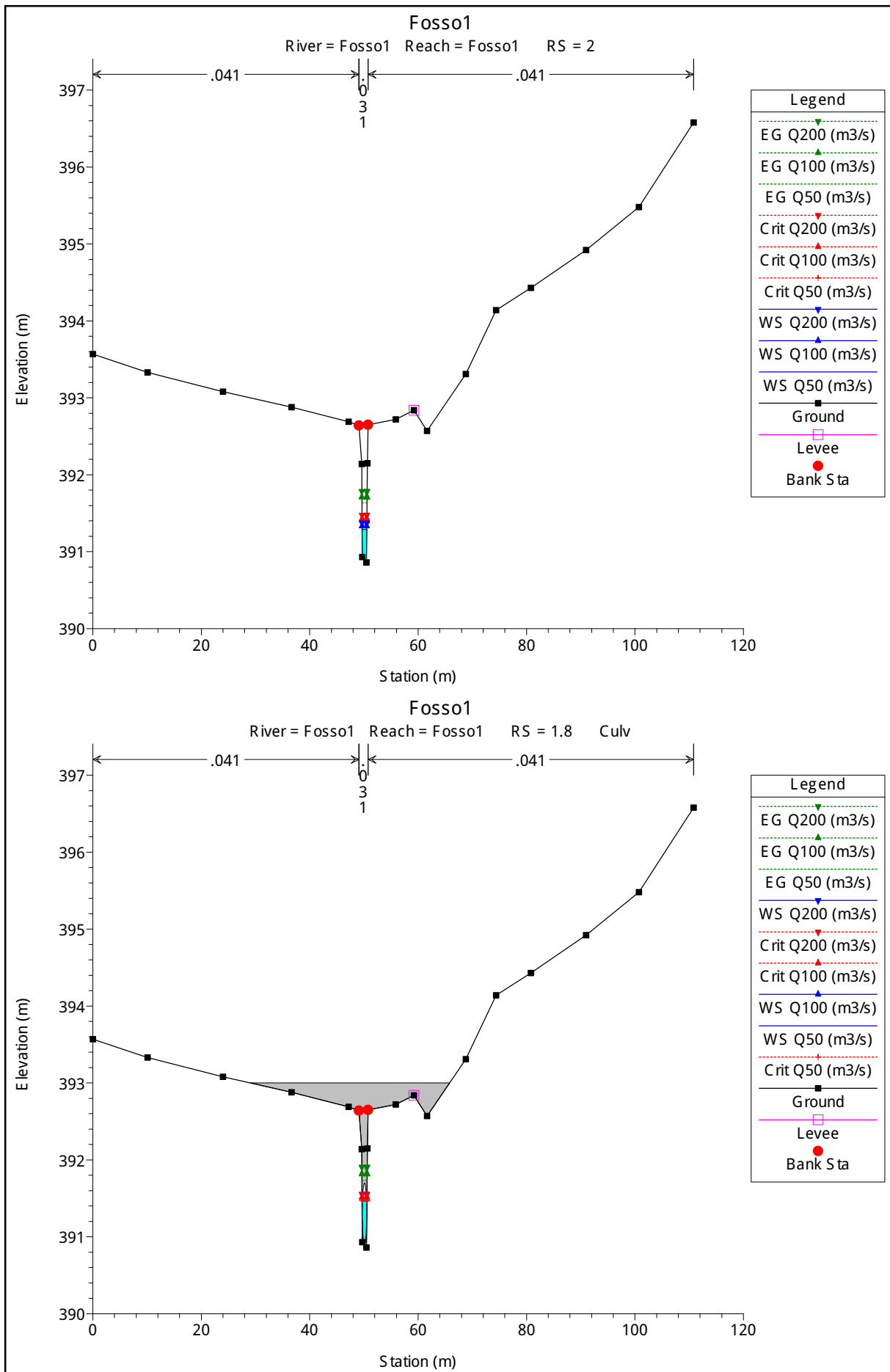


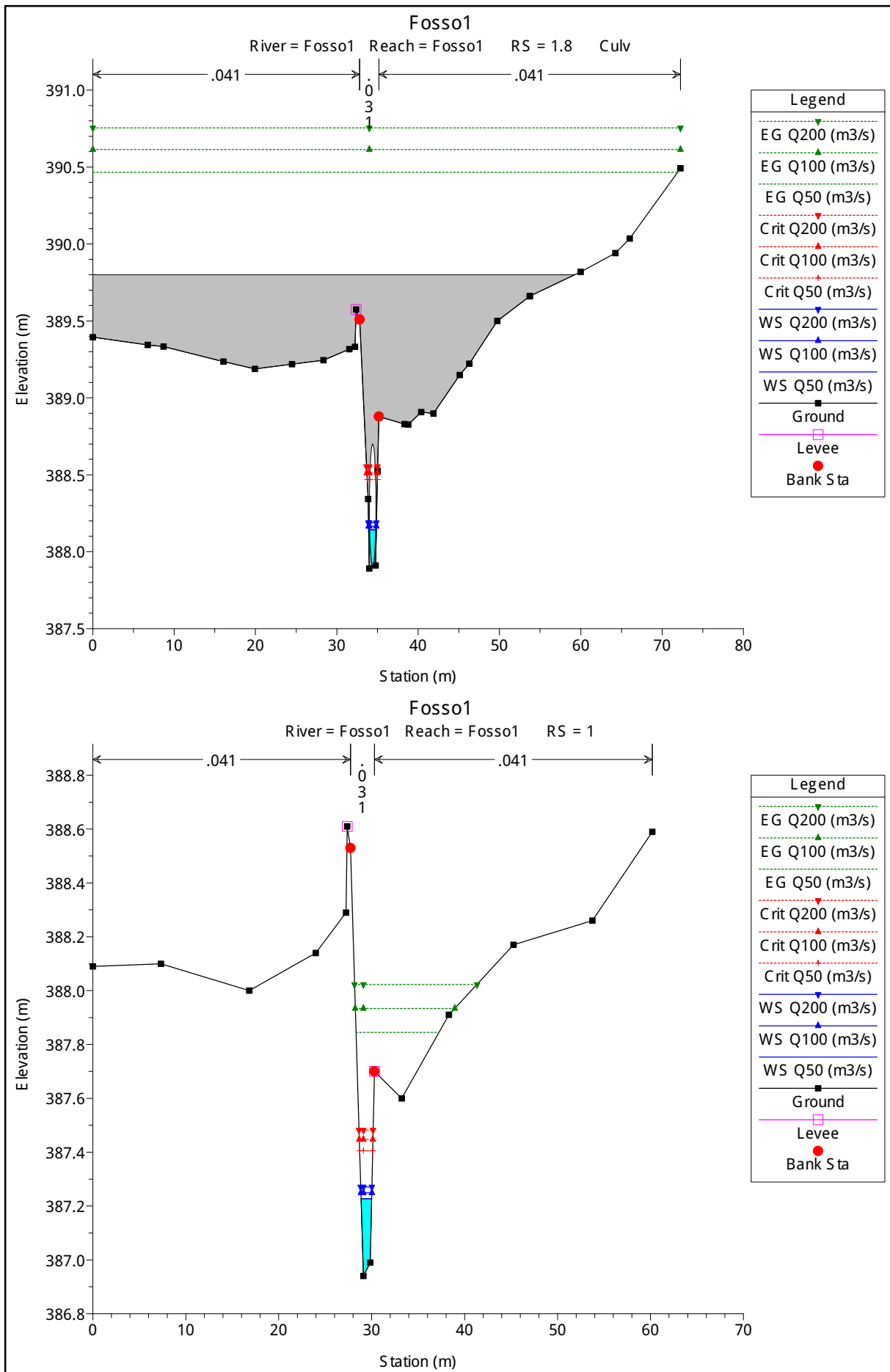














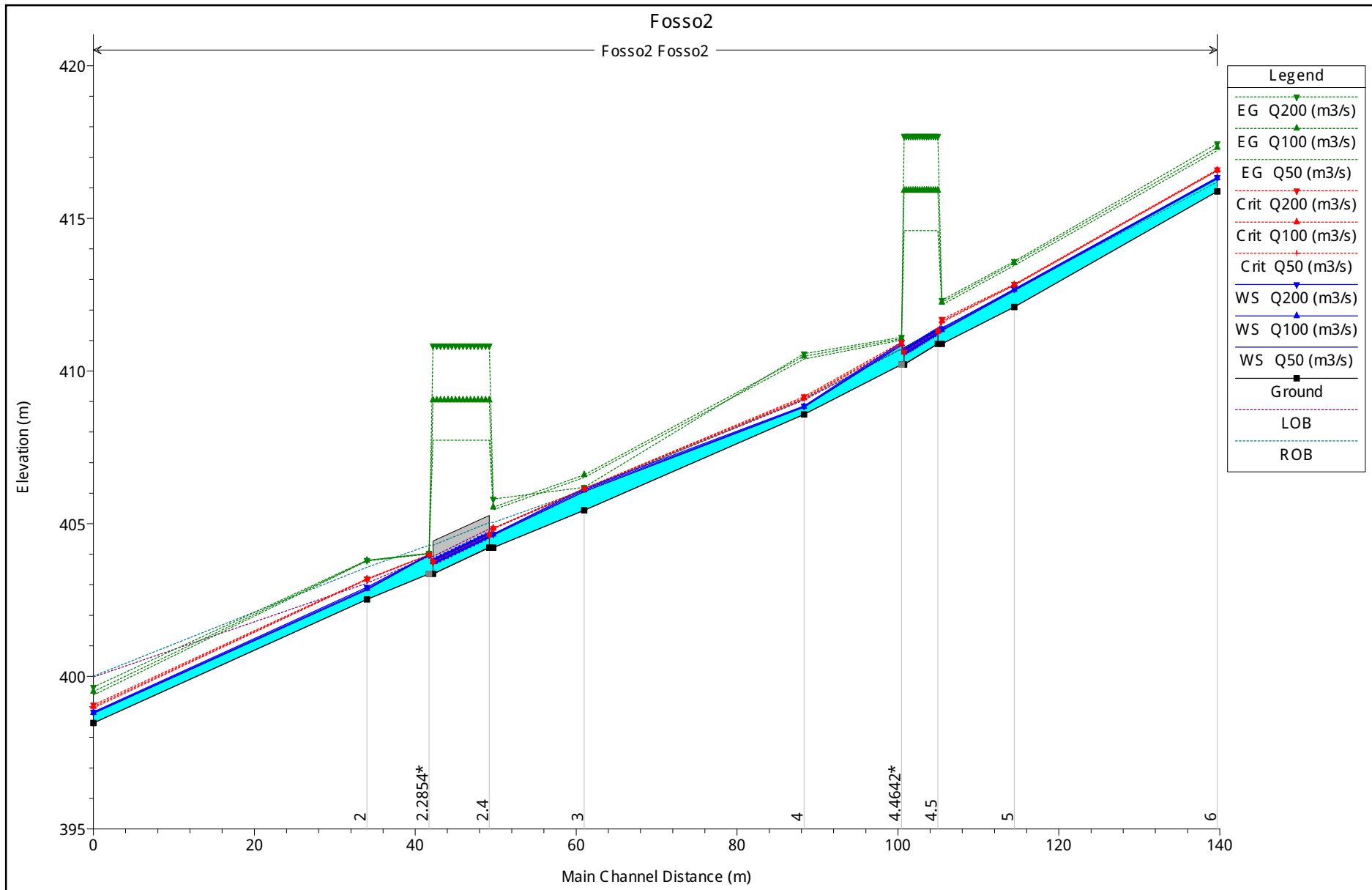
## **FOSSO 2**

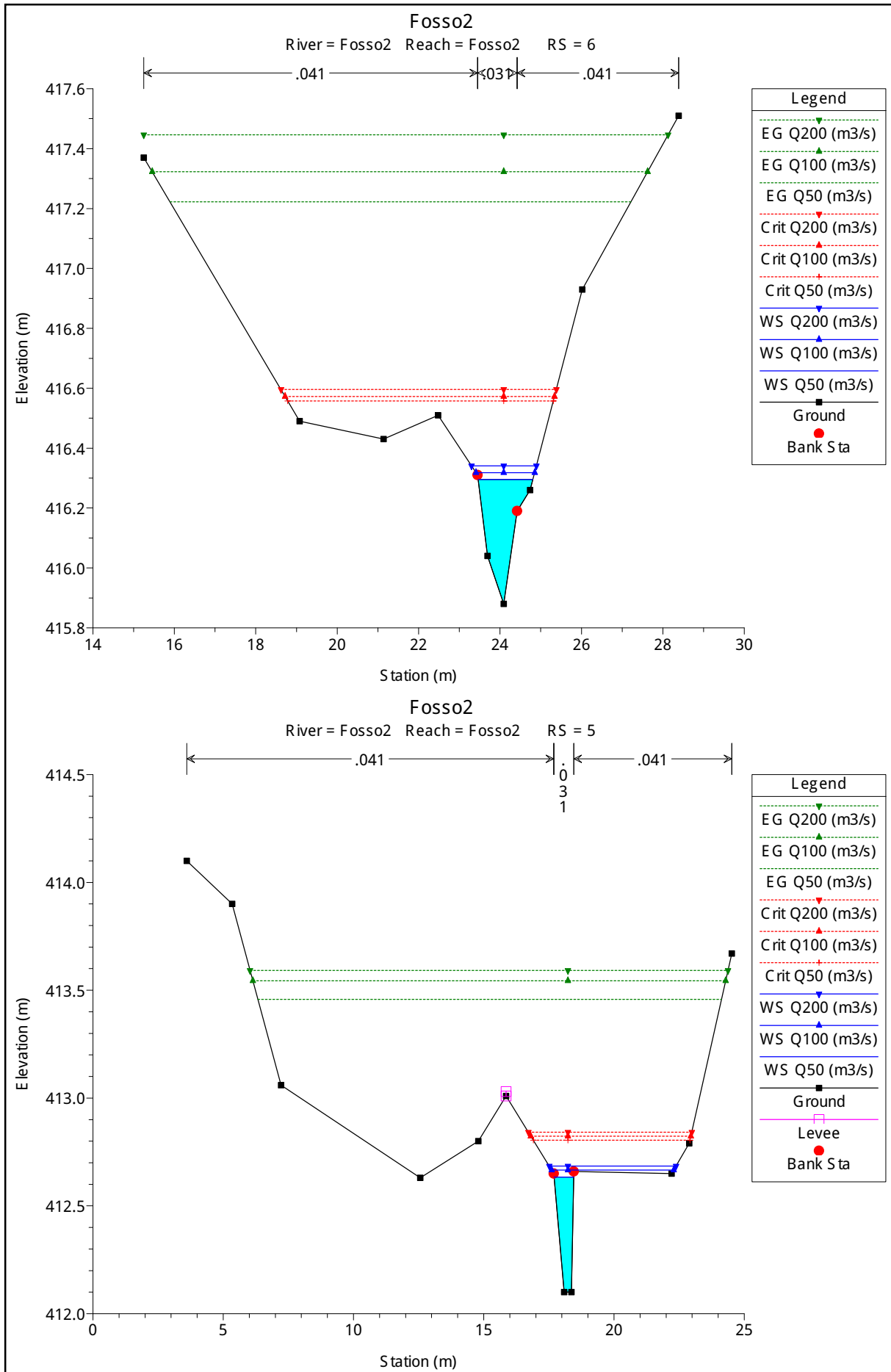
**TABELLA DEI RISULTATI A CONFRONTO TRA CONFIGURAZIONE DI STATO DI FATTO E  
DI STATO DI PROGETTO ESECUTIVO**

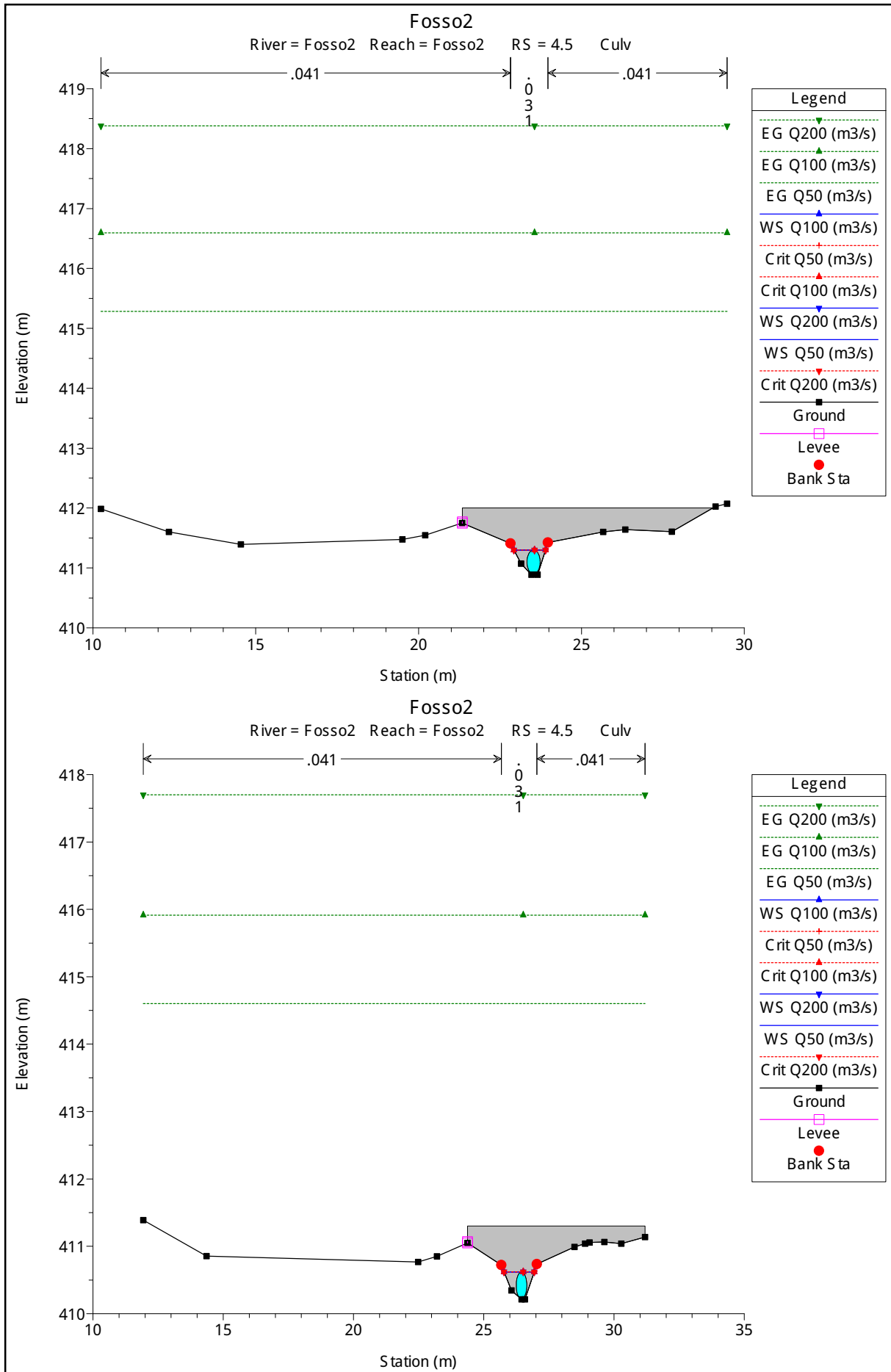
RISULTATI FOSSO 2: CONFRONTO TRA STATO DI FATTO E STATO DI PROGETTO ESECUTIVO											
Corso d'acqua	Sezione	Quota fondo alveo	h_max SF (TR= 50 anni)	h_max SPE (TR= 50 anni)	h_max SF (TR= 100 anni)	h_max SPE (TR= 100 anni)	h_max SF (TR= 200 anni)	h_max SPE (TR= 200 anni)	Δh_50 anni SPE-SF	Δh_100 anni SPE-SF	Δh_200 anni SPE-SF
		(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(m)	(m)
Fosso2	6	415.88	416.3	416.3	416.32	416.32	416.34	416.34	0.00	0.00	0.00
	5	412.1	412.63	412.63	412.67	412.67	412.68	412.68	0.00	0.00	0.00
	4.5	Culvert	Tombino poderale esistente								
	4sf	408.58	408.81		408.83		408.86				
	4sp	408.15		408.36		408.38		408.4			
	3.5	Culvert	Tombino T2 di progetto								
	3sf	405.44	406.05		406.1		406.15				
	3sp	405.08		405.67		405.71		405.75			
	2.4	Culvert	Tombino poderale esistente								
	2	402.52	402.83	402.82	402.87	402.86	402.92	402.91	-0.01	-0.01	-0.01
1	398.47	398.79	398.79	398.81	398.82	398.83	398.84	0.00	0.01	0.01	

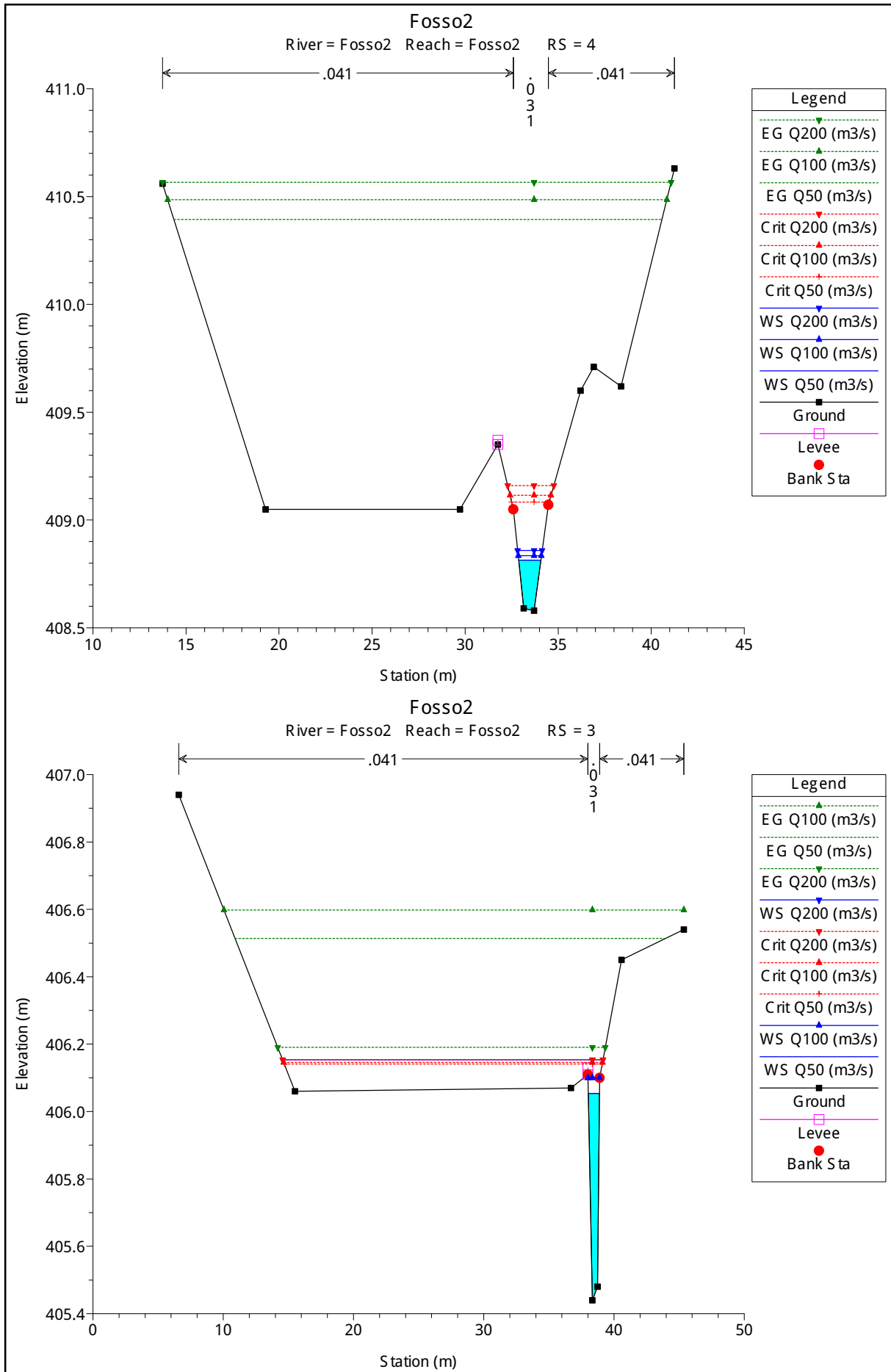
## **FOSSO 2**

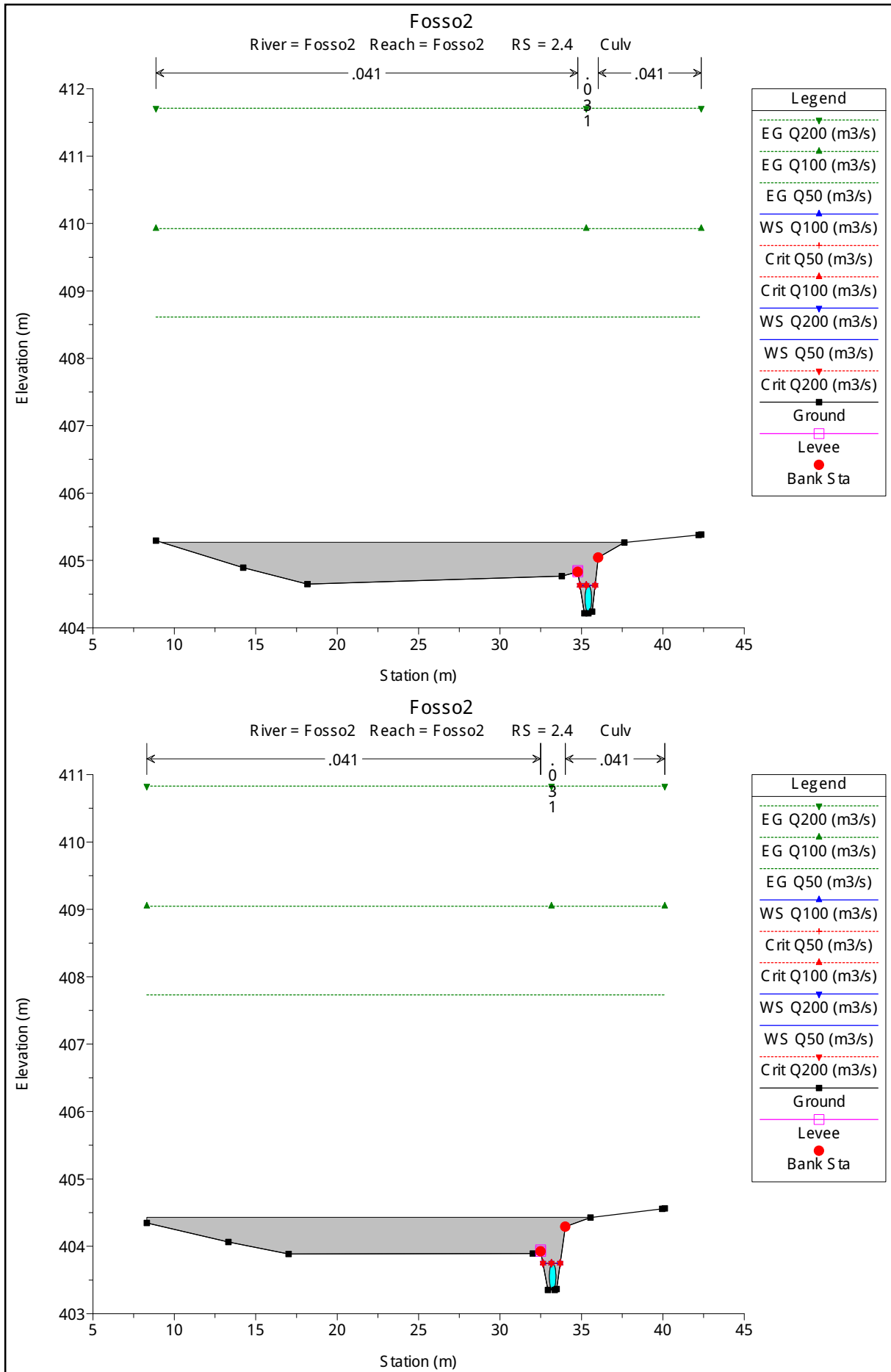
**RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA NELLO STATO DI FATTO**



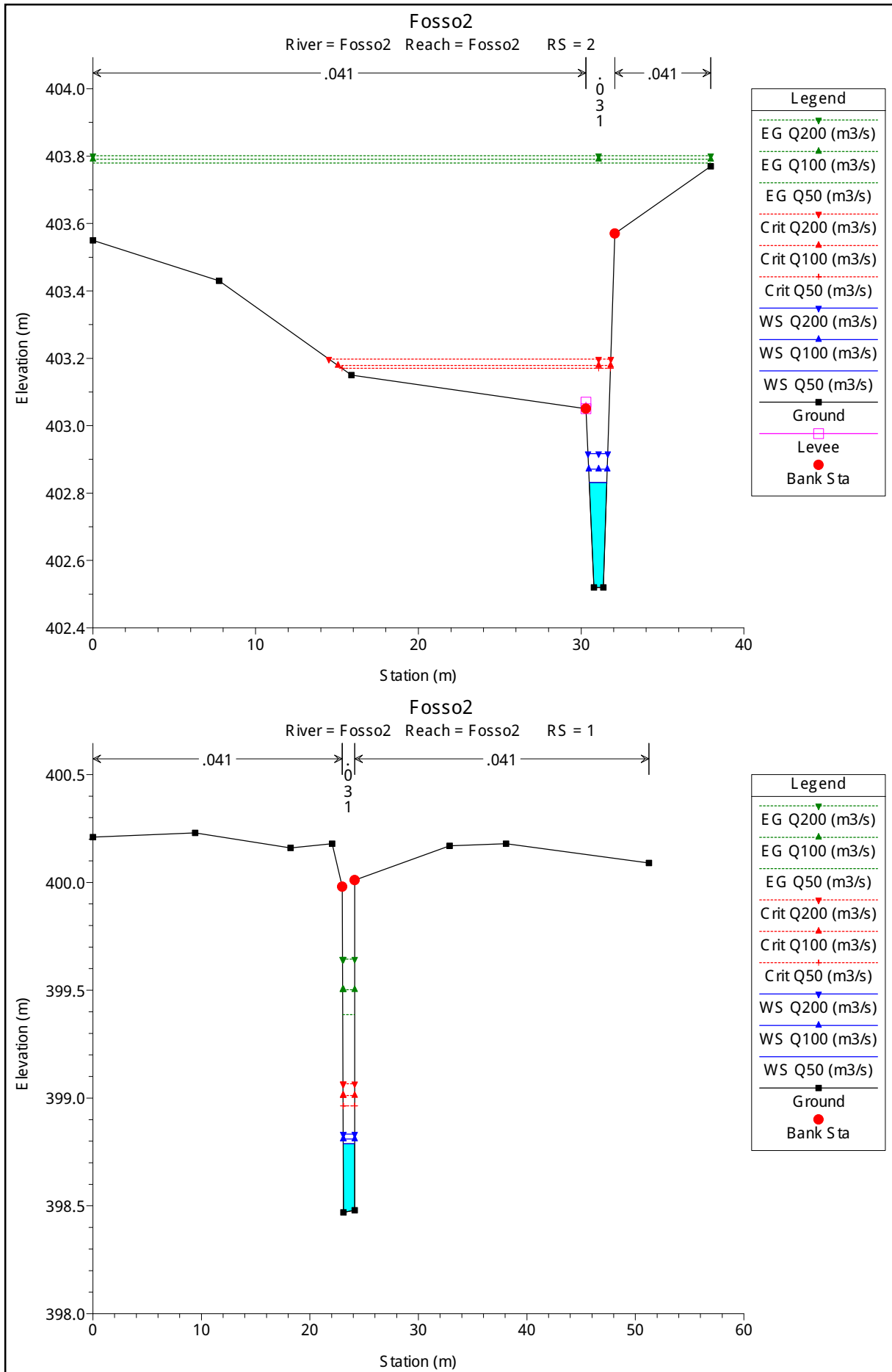








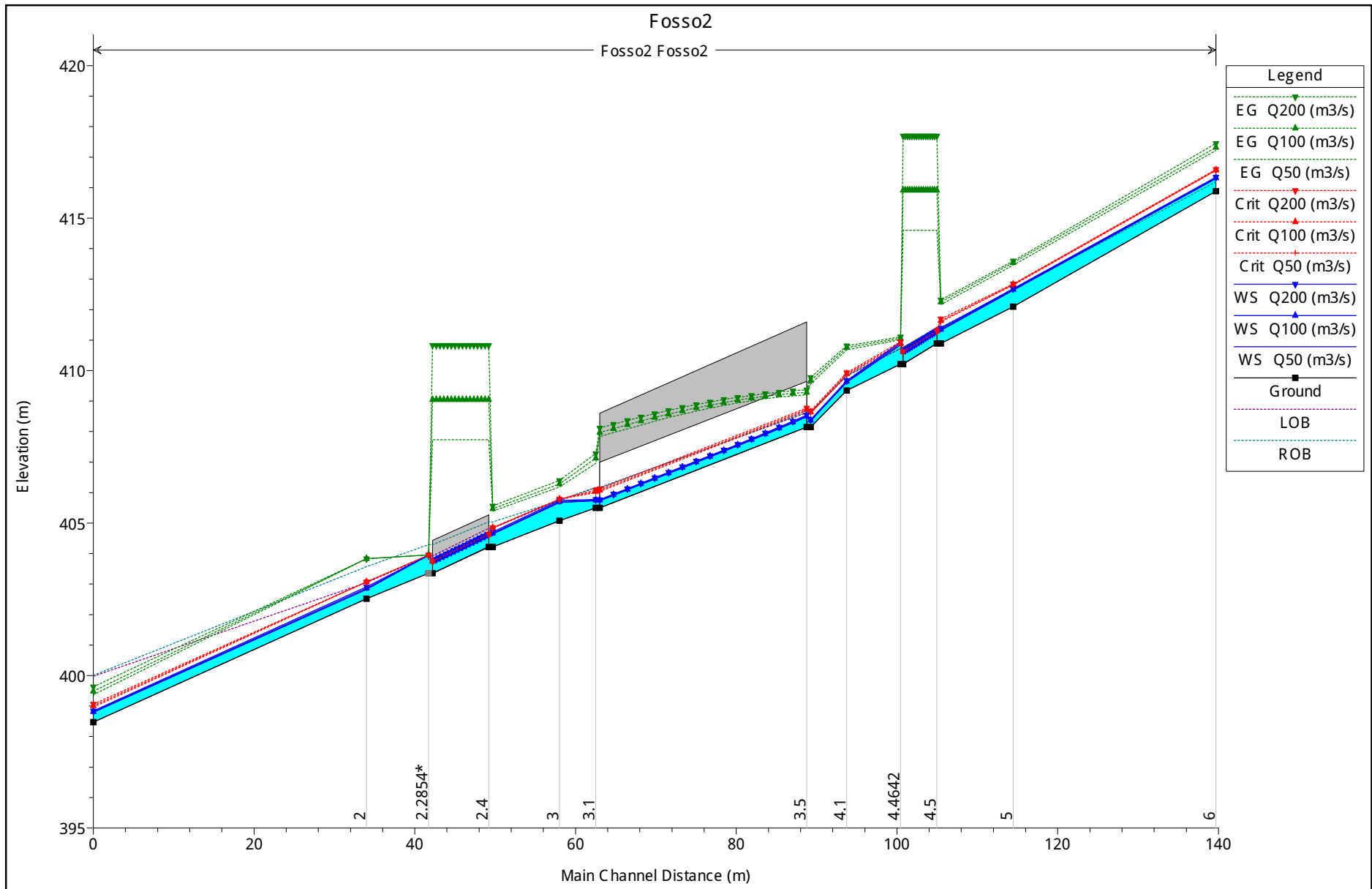


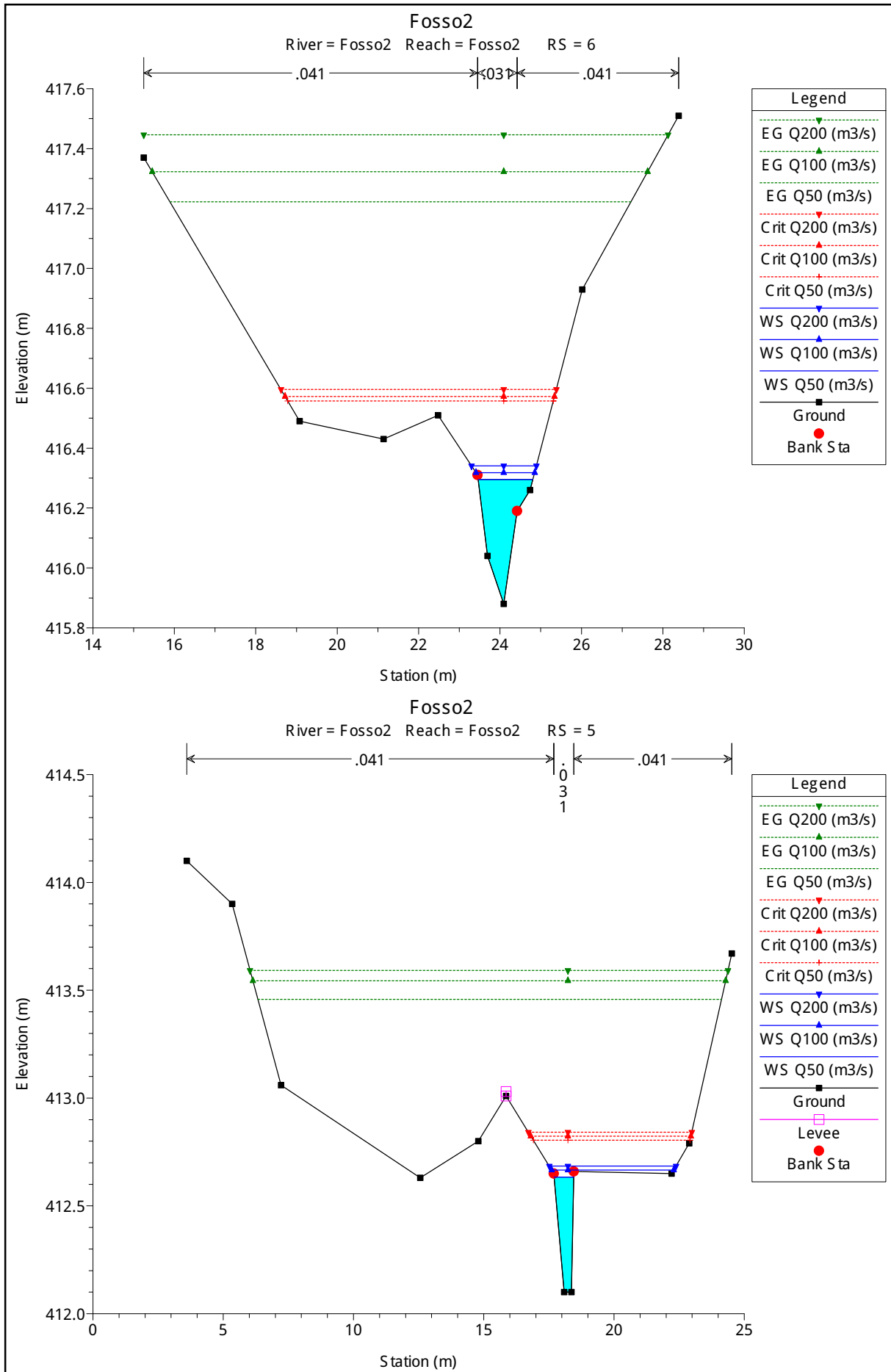


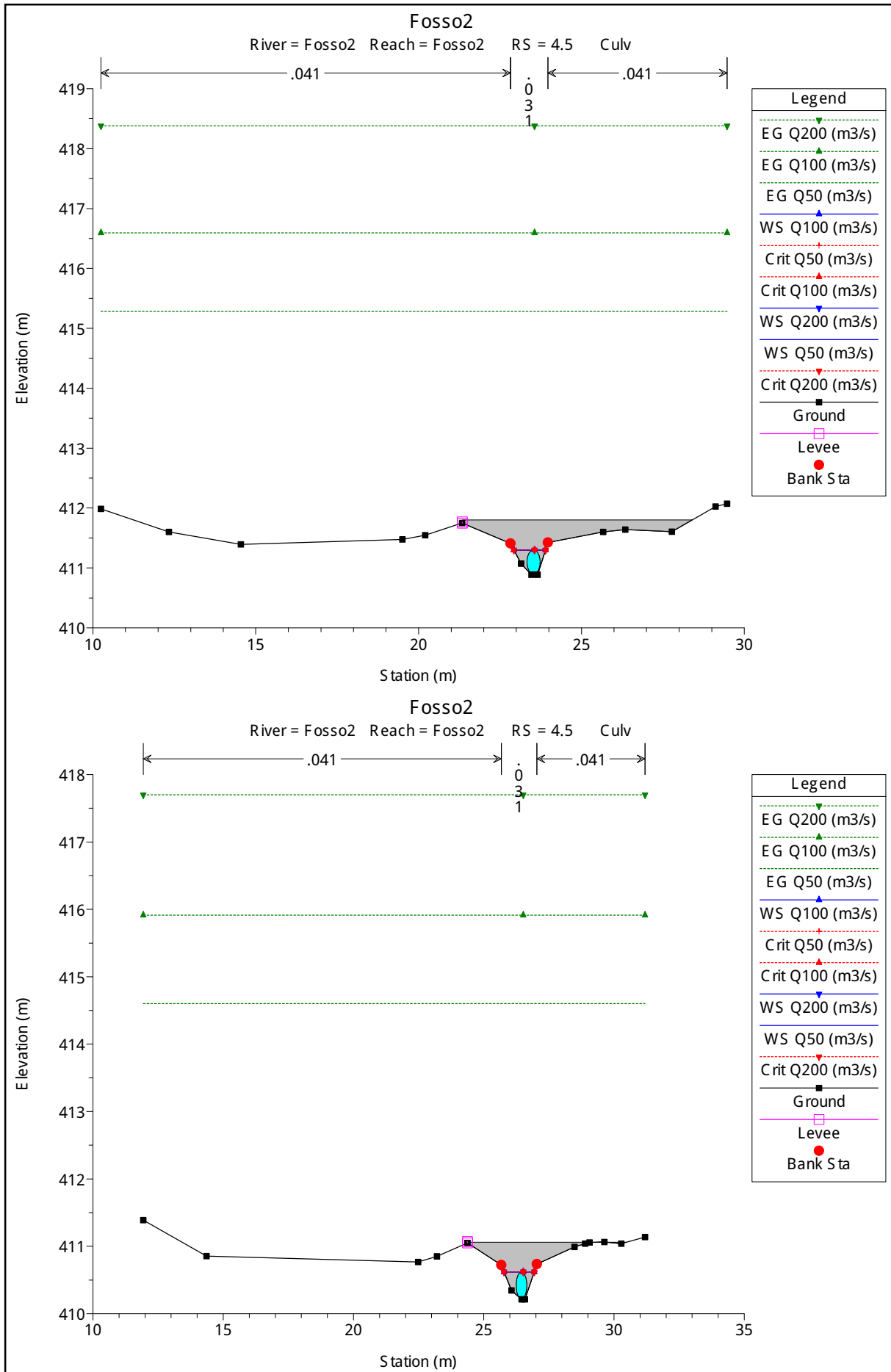
## **FOSSO 2**

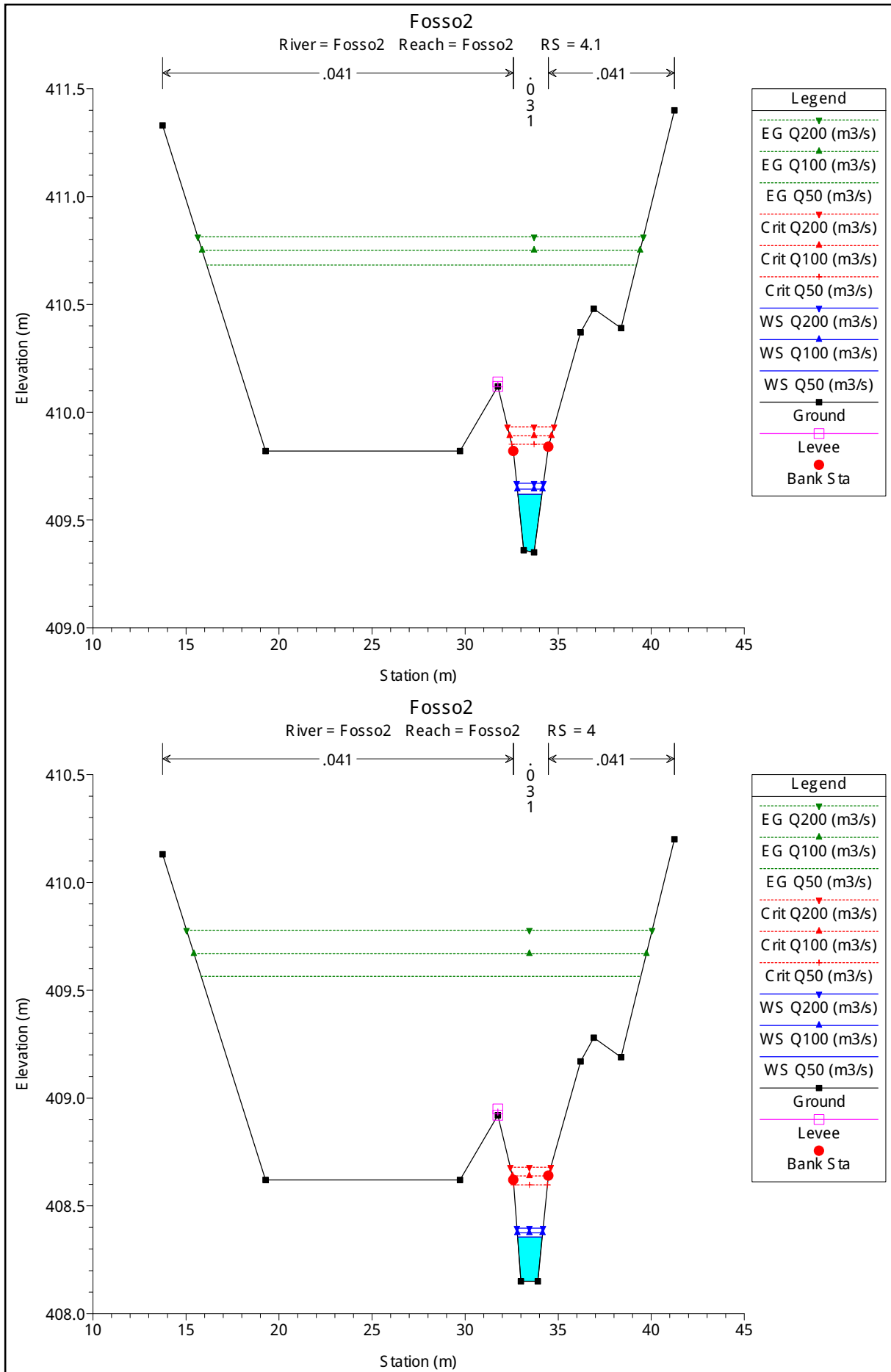
**RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA NELLO STATO DI PROGETTO**

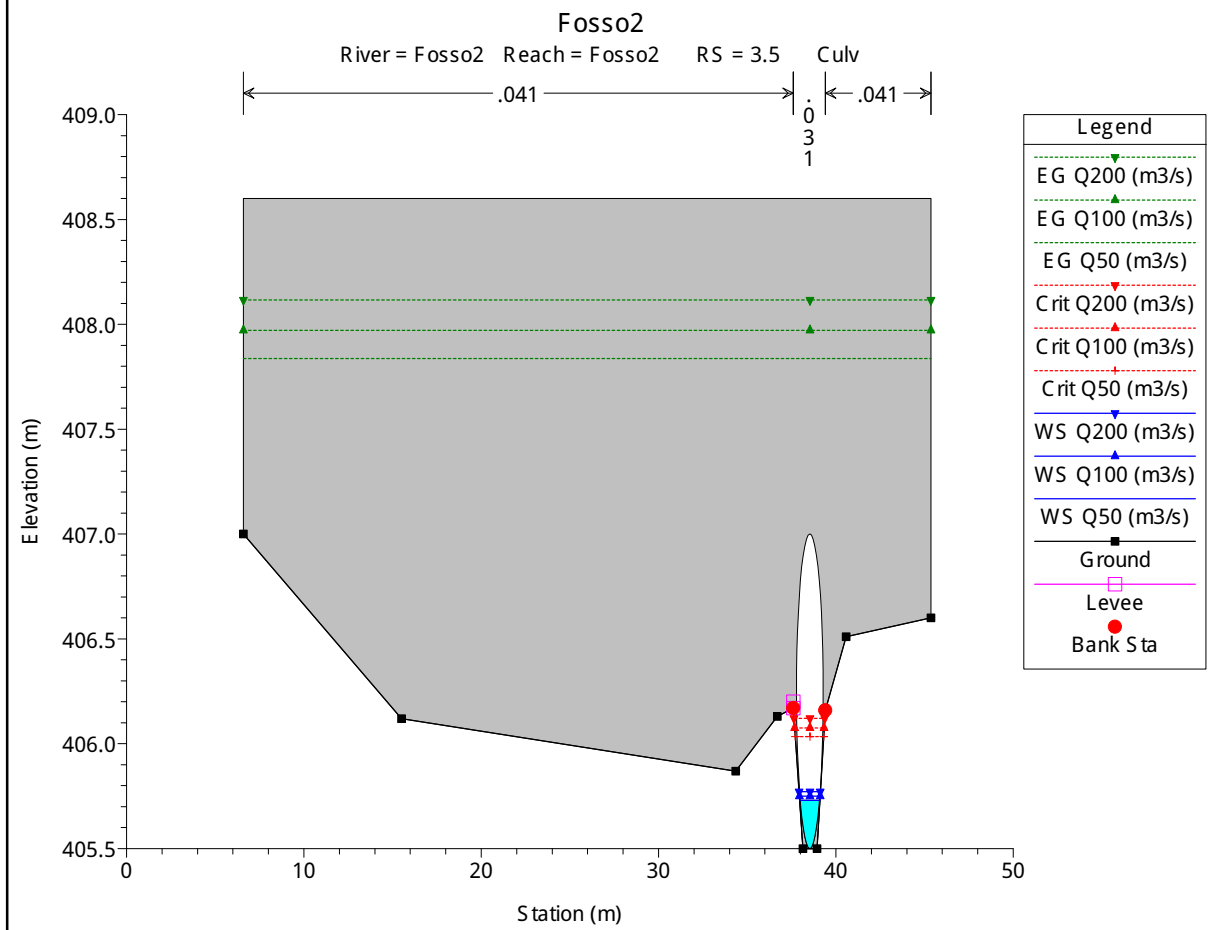
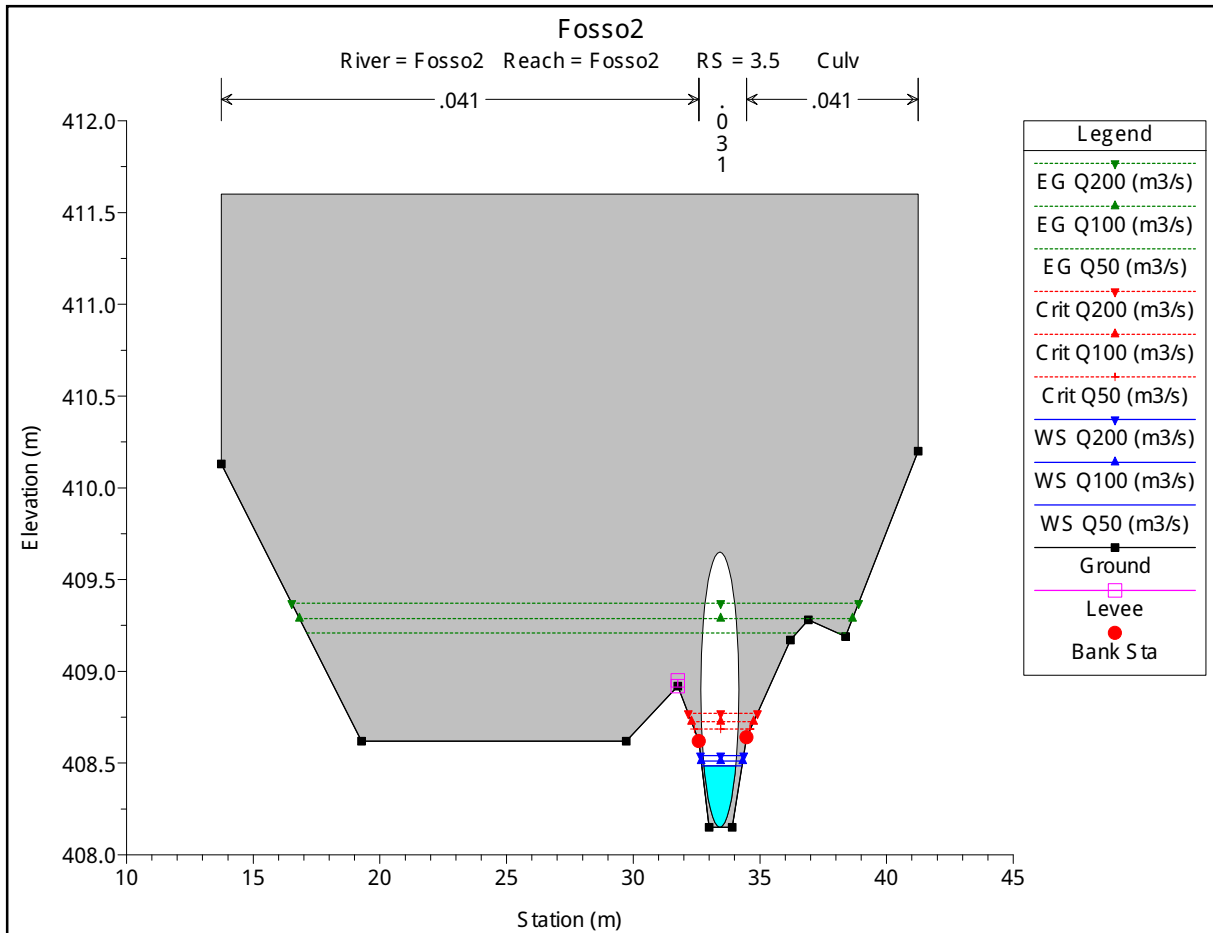
**ESECUTIVO**

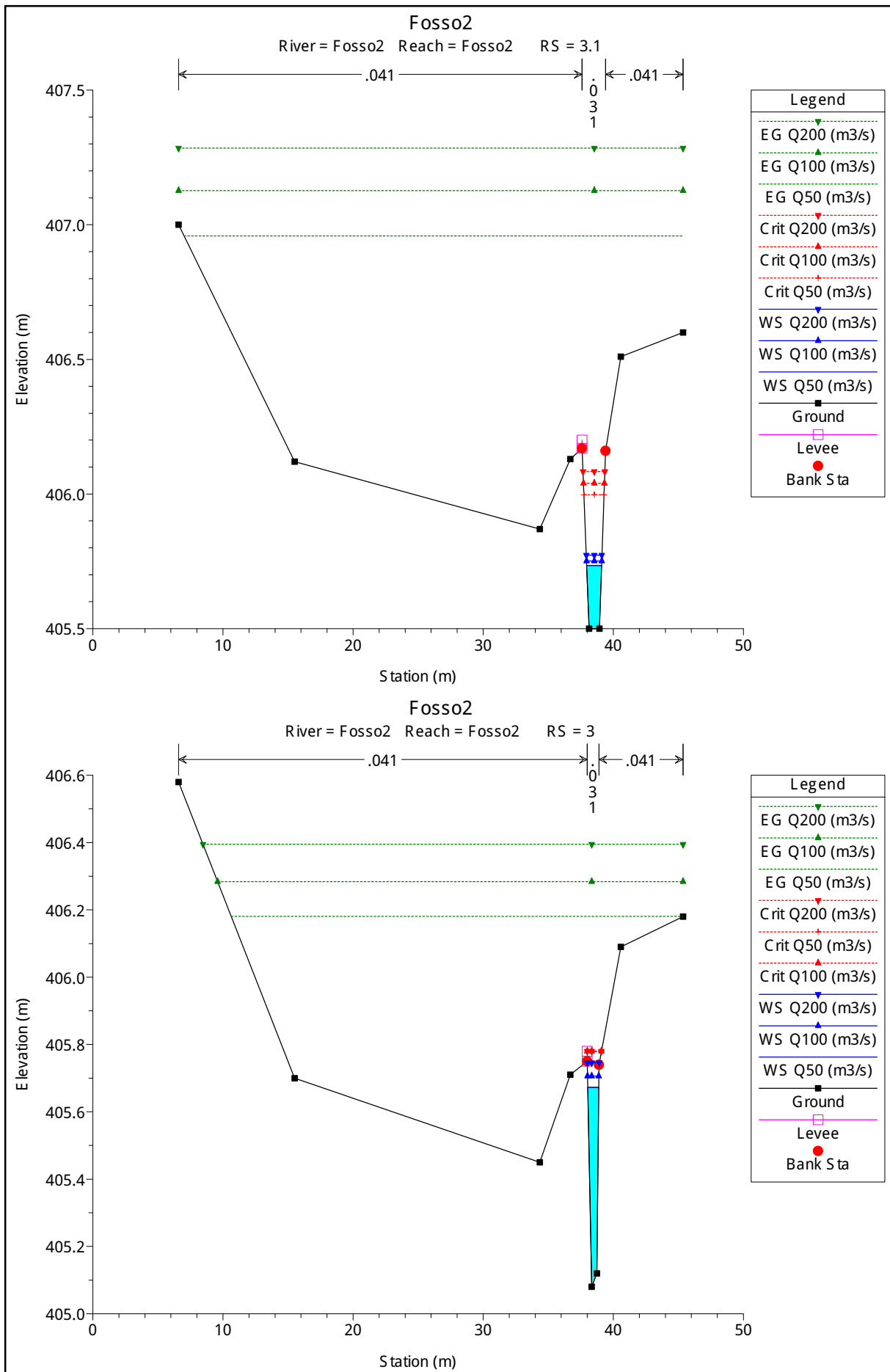




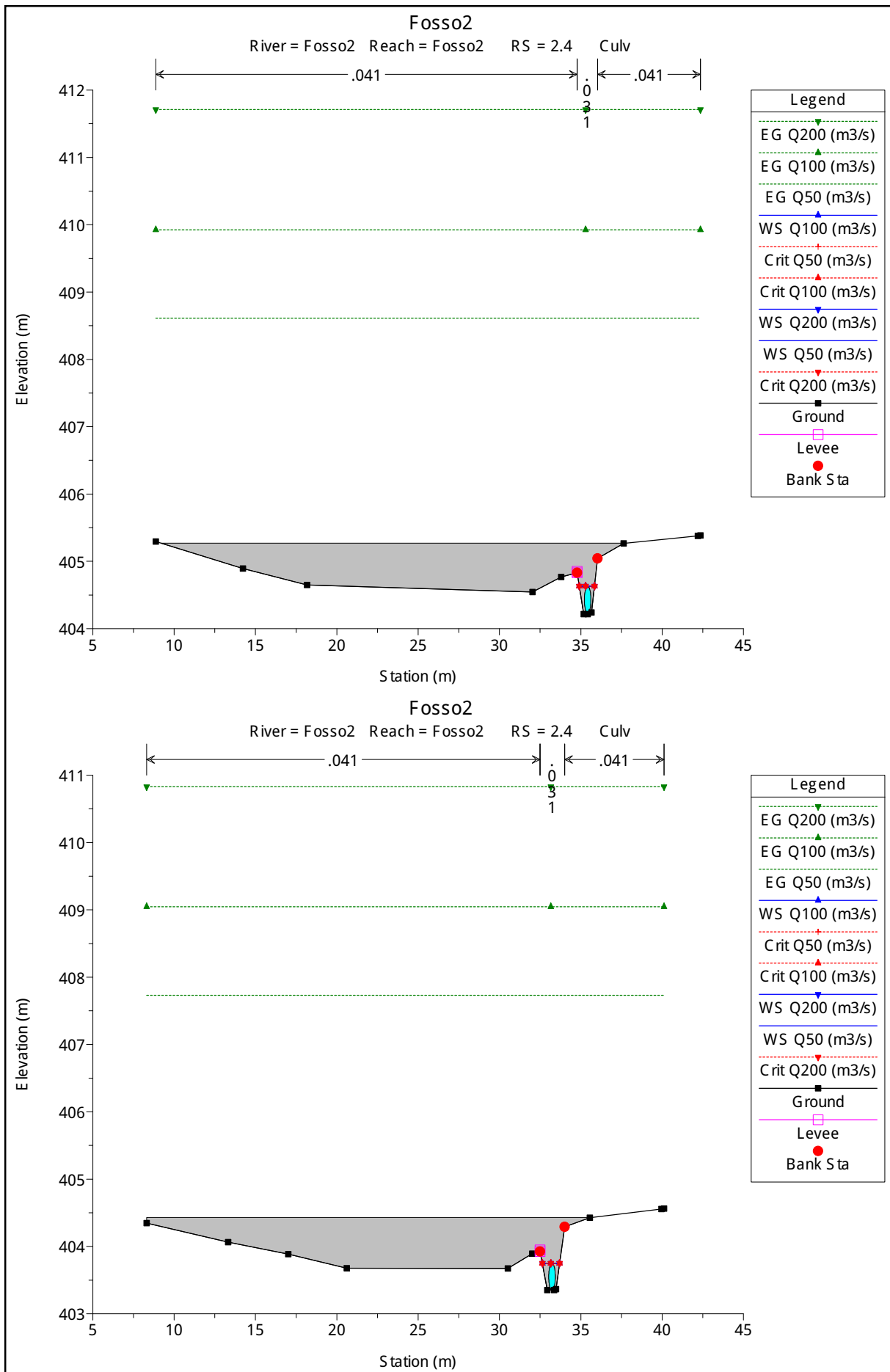


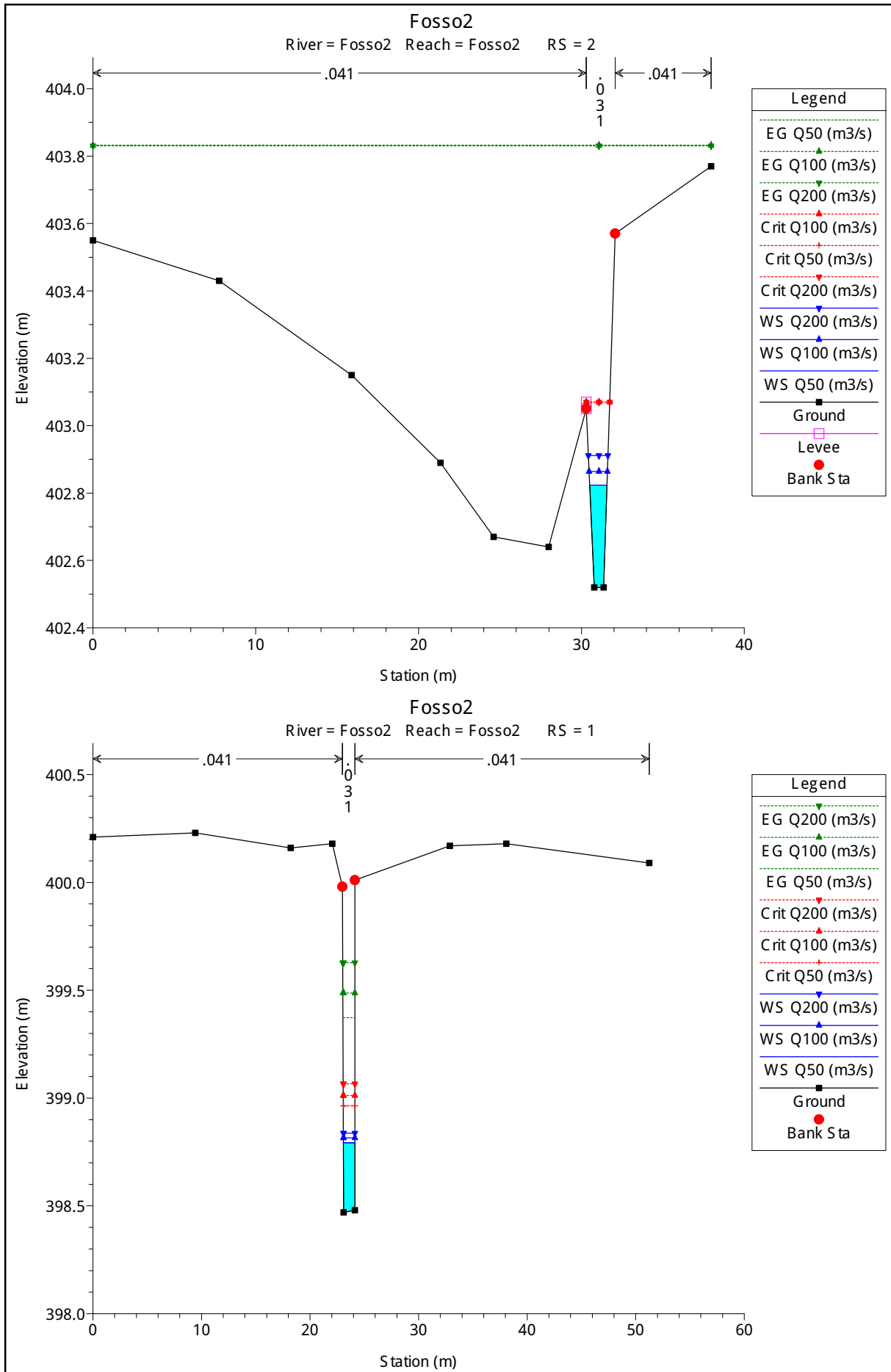












## **FOSSO 3**

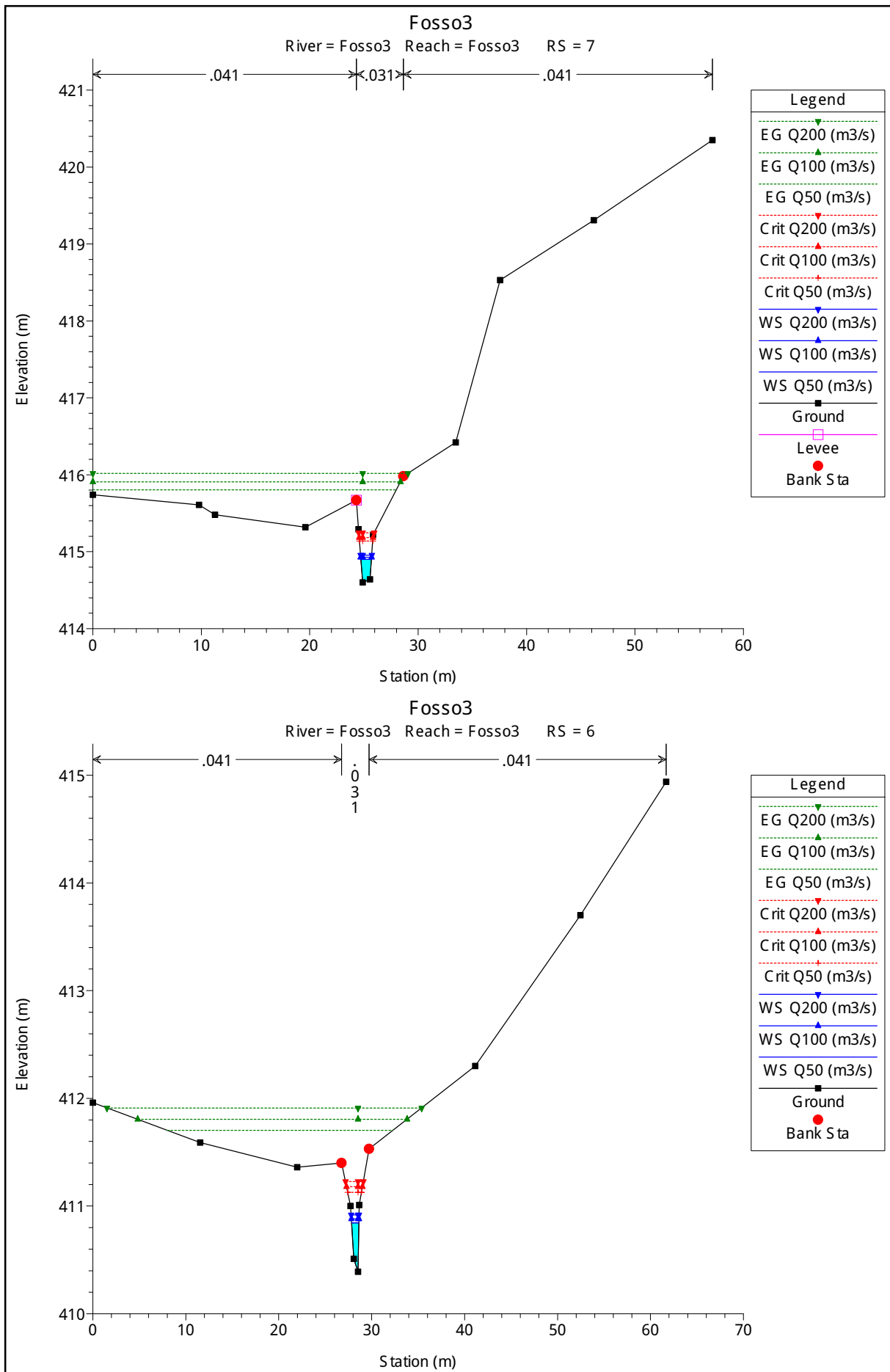
**TABELLA DEI RISULTATI A CONFRONTO TRA CONFIGURAZIONE DI STATO DI FATTO E  
DI STATO DI PROGETTO ESECUTIVO**

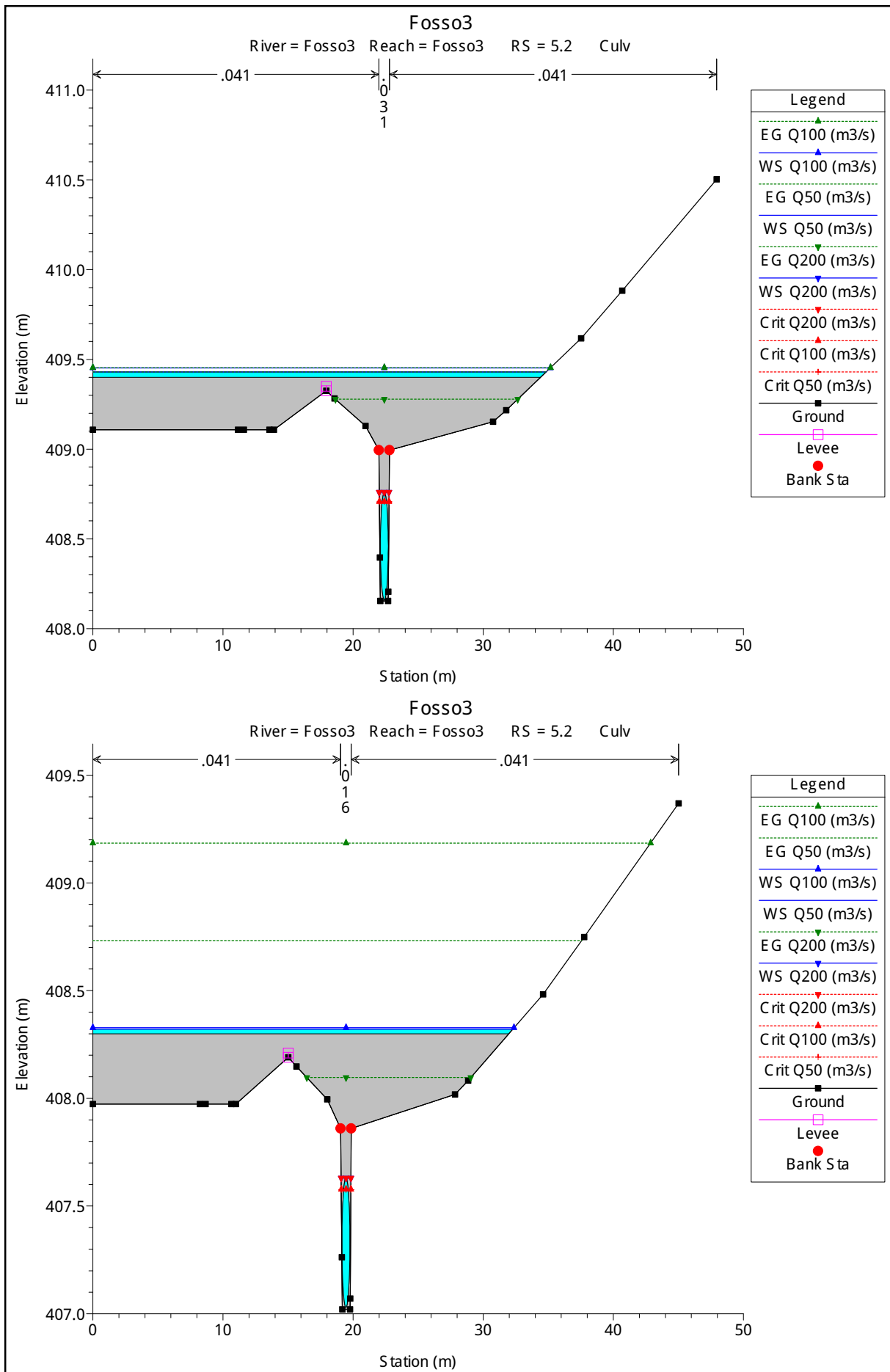
RISULTATI FOSSO 3: CONFRONTO TRA STATO DI FATTO E STATO DI PROGETTO ESECUTIVO											
Corso d'acqua	Sezione	Quota fondo alveo	h_max SF (TR= 50 anni)	h_max SPE (TR= 50 anni)	h_max SF (TR= 100 anni)	h_max SPE (TR= 100 anni)	h_max SF (TR= 200 anni)	h_max SPE (TR= 200 anni)	Δh_50 anni SPE-SF	Δh_100 anni SPE-SF	Δh_200 anni SPE-SF
		(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(m)	(m)
Fosso3	7	414.6	414.9	414.9	414.93	414.93	414.96	414.96	0.00	0.00	0.00
	6	410.39	410.84	410.84	410.88	410.88	410.92	410.92	0.00	0.00	0.00
	5.2	Culvert	Tombino esistente/Tombino T3 di Progetto								
	5	406.79	407.24		407.29		407.36				
	4.3	403.95		404.25		404.28		404.31			
	4.2	405.13	405.47		405.51		405.56				
	3.5	Culvert	Tombino esistente								
	2	401.21	401.52	401.44	401.55	401.46	401.59	401.48	-0.08	-0.09	-0.11
	1	399.54	399.94	399.93	399.98	399.95	400.01	399.98	-0.01	-0.03	-0.03

## **FOSSO 3**

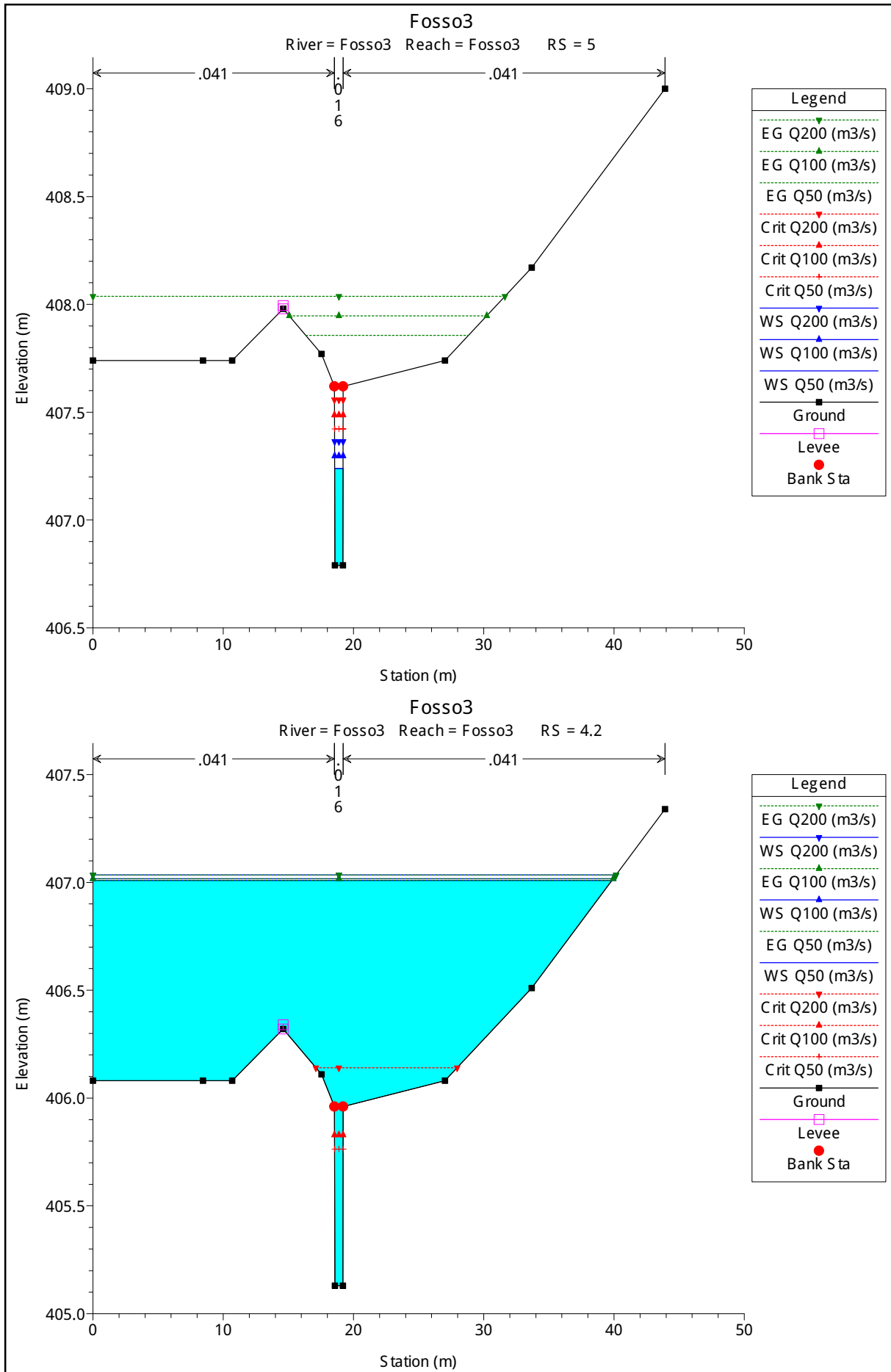
**RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA NELLO STATO DI FATTO**

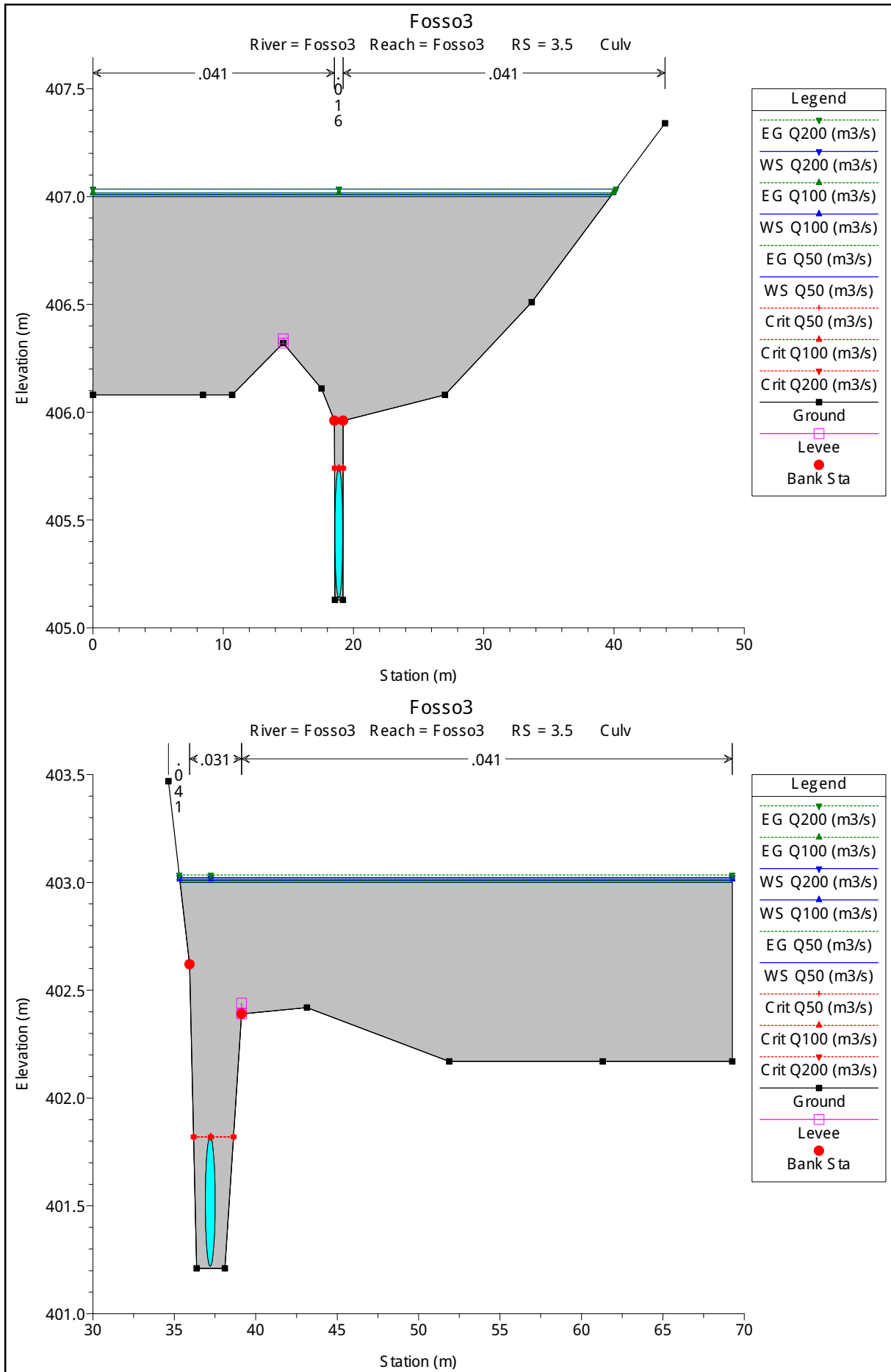


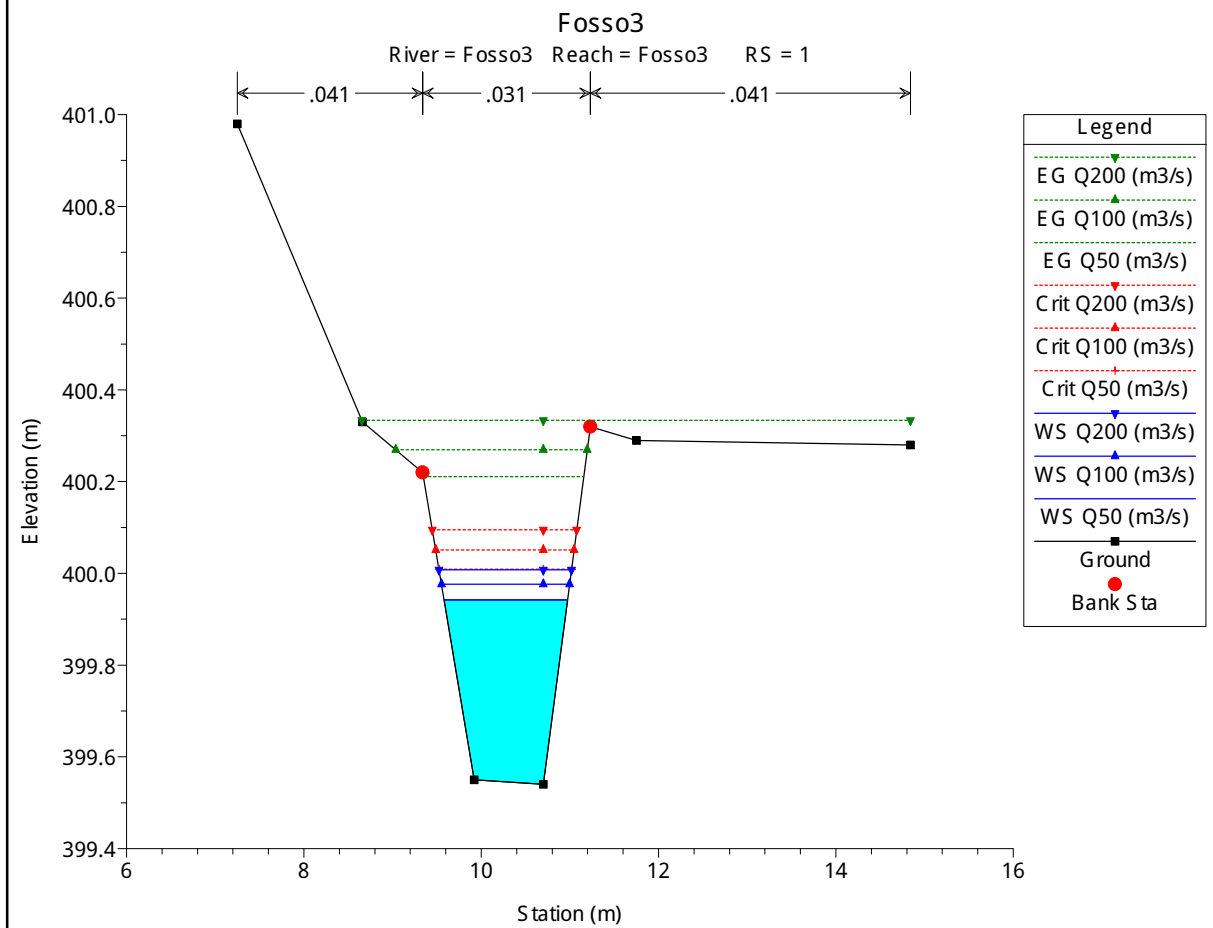
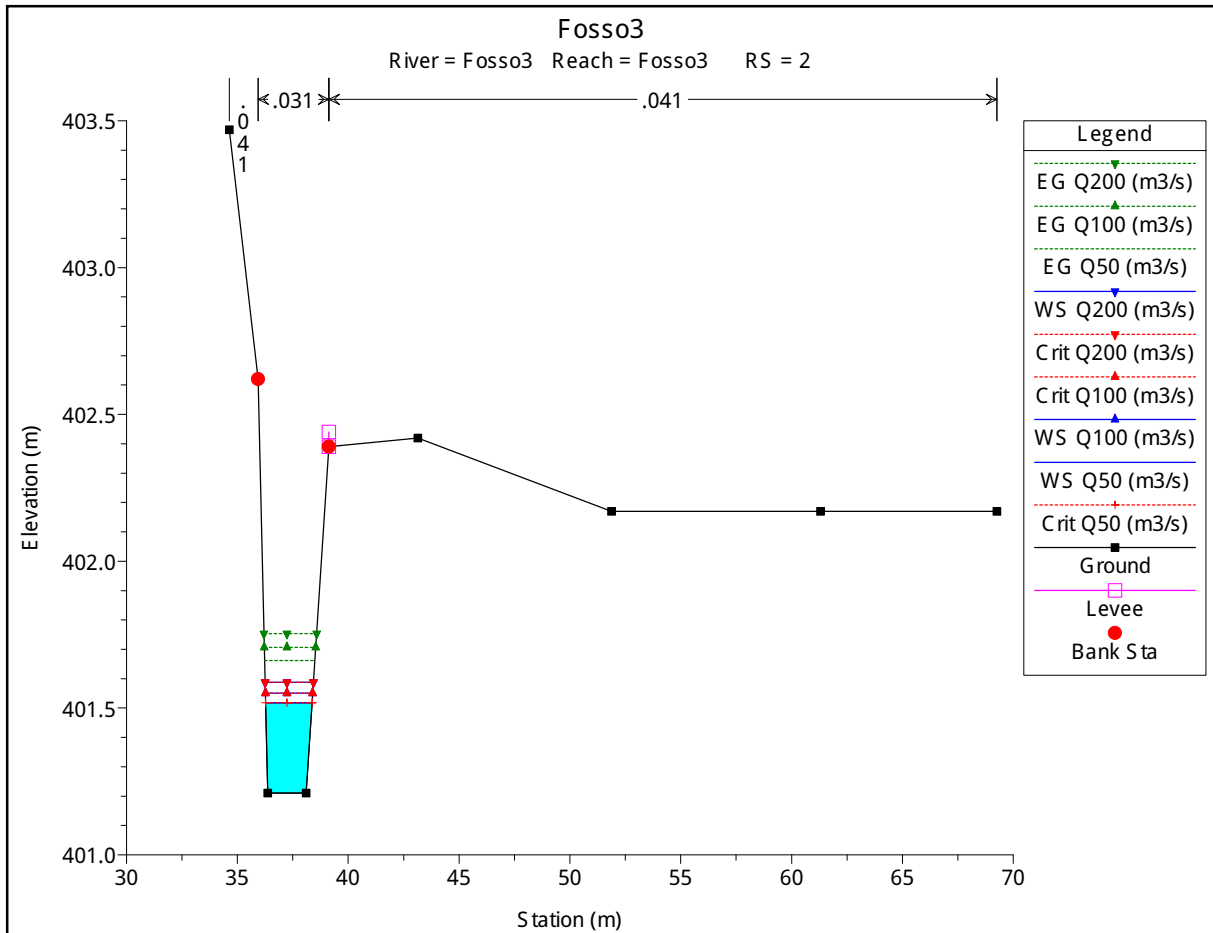












## **FOSSO 3**

**RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA NELLO STATO DI PROGETTO**

**ESECUTIVO**

