

REGOLAMENTO URBANISTICO

Valutazione della pericolosità idraulica del Borro Salvaticolle e del Fosso di Celle Relazione idrologico idraulica



Dicembre 2013

Gruppo di progetto

Arch. Daniela Anceschi, progettista, coordinatrice

Arch. Adalgisa Rubino, progettista, consulente per le analisi territoriali e per la progettazione paesaggistico-ambientale

Dott.ssa Ilaria Scatarzi, consulente per il processo di informatizzazione e per gli aspetti agronomico-forestali

Dott. Geologo Michele Sani, consulente per le indagini geologiche, geomorfologiche e del rischio sismico

Dott. Ing. Claudia Lombardi

Responsabile del procedimento, Arch. Furio Biagioli

Garante dell'informazione, Geom. Antonio Nencetti



COMUNE DI DICOMANO

1. Premessa

Il presente studio idrologico-idraulico è stato svolto per rispondere alle integrazioni richieste dell'Ufficio del Genio Civile (Area vasta Firenze, Prato, Pistoia e Arezzo – sede di Firenze) in fase di accertamento della pratica relativa al Regolamento Urbanistico comunale di Dicomano.

In particolare le richieste del Genio Civile esaminate nel presente lavoro sono relative al Borro Salvaticolle e al Fosso di Celle:

11. in relazione alle nuove previsioni TR11, RA17 e RA18 non è stata valutata la pericolosità idraulica del Borro Salvaticolle del quale si richiedono le verifiche idrauliche; inoltre con riferimento ai comparti TR11 e RA17, si richiede di verificare la continuità della chiusura idraulica costituita dalla linea ferroviaria nei confronti dei livelli di piena del fiume Sieve; è opportuno estendere tale valutazione anche in tutti i casi in cui il rilevato ferroviario costituisce barriera idraulica delimitando aree con battenti e quindi con pericolosità idrauliche diverse, verificando con precisione la continuità fisica di detta struttura;

12. in relazione alle nuove previsioni RA12 e RU5 non è stata valutata la pericolosità idraulica del Fosso di Celle del quale si richiedono le verifiche idrauliche; si richiede inoltre di verificare la fattibilità della riapertura del fosso ad oggi tombato.

2. *La perimetrazione P.A.I. attuale*

Nelle seguenti immagini si riportano a livello informativo gli estratti della carta di pericolosità idraulica a livello di dettaglio (scala 1:10'000) del Piano di Assetto Idrogeologico dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno relativi ai due corsi d'acqua in esame.



Figura 1 – PAI – Piano di Assetto Idrogeologico nell'area prossima la Borro Salvaticolle (evidenziato in ciano)

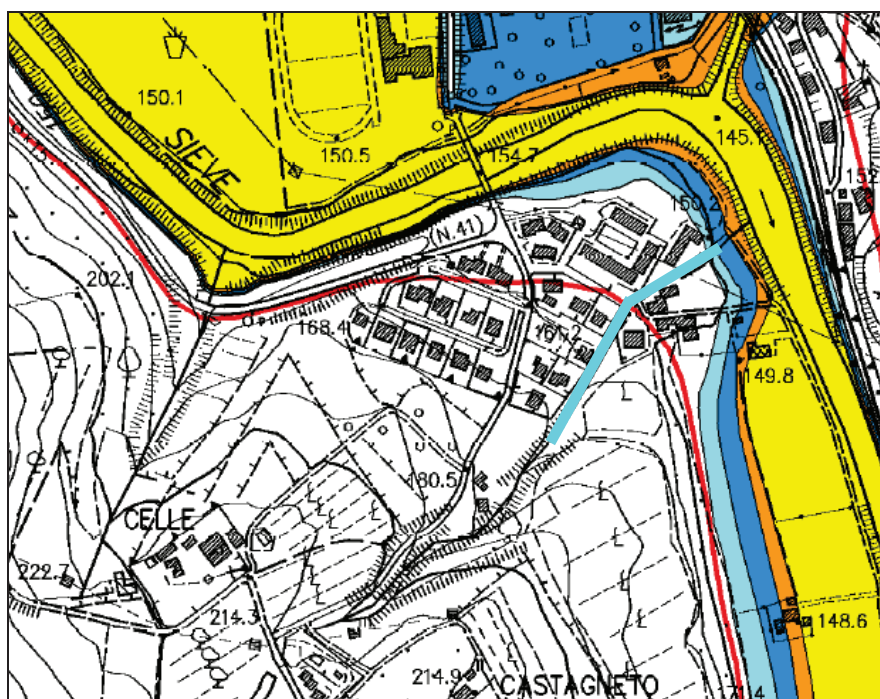


Figura 2 – PAI – Piano di Assetto Idrogeologico nell'area prossima la Fosso di Celle (evidenziato in ciano)

3. *Studio idrologico*

3.1 Premessa

Le finalità dello studio hanno comportato la necessità di caratterizzare dal punto di vista idrologico i corsi d'acqua oggetto di studio, al fine di valutare le capacità di deflusso attuali e le volumetrie esondate per i diversi scenari di verifica.

Le condizioni al contorno di monte, sono costituite dagli idrogrammi di piena desunti dal modello Al.To. 2000; mentre relativamente alle condizioni al contorno di valle, dato che entrambi i corsi d'acqua si immettono nel fiume Sieve sono state valutate le quote di sbocco in relazione ai massimi battenti nella Sieve stessa, così come meglio specificato nei paragrafi seguenti.

3.2 Il modello Al.To. 2000

4.2.1. Caratteristiche del modello Al.To. 2000

Dove:

Cover	codice identificativo dell'asta in esame
Area_por	area del bacino utilizzata per la stima della portata
RB	rapporto di biforcazione del bacino imbrifero
RL	rapporto di lunghezza del bacino imbrifero
RA	rapporto di area del bacino imbrifero
IA	perdita iniziale (mm)
KS	velocità di infiltrazione a saturazione (mm/h)
N	parametro di forma dell'idrogramma di Nash
K	parametro di scala dell'idrogramma di Nash (h)
TL	tempo di lag (h)

Si riassumono di seguito le caratterizzazioni pluviometriche alla base dei modelli idrologici utilizzati.

L'analisi statistica dei dati pluviometrici in ambito regionale è finalizzata alla definizione delle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica per durate di pioggia inferiori all'ora e da 1 a 24 ore. La curva di possibilità climatica, espressa nella forma:

$$h = a \cdot d^n \cdot T_r^m$$

con h altezza di pioggia [mm]

d durata [ore]

T_r tempo di ritorno [anni]

risulta pertanto caratterizzata dai parametri a , n , m .

Tali parametri, relativi alle curve di possibilità climatica di ciascuna stazione, sono stati ragguagliati sull'intero bacino oggetto di studio mediante un'operazione di media ponderata basata sulla suddivisione in topoi. Il parametro di ragguaglio areale K_r è stato definito mediante un'analisi statistica dei dati di pioggia giornaliera, che ne ha messo in evidenza la dipendenza dalla durata della pioggia, dall'estensione del bacino e dalla piovosità media. Il coefficiente K_r esprime la variabilità spazio-temporale della precipitazione mediante una relazione che dipende da tre fattori:

- l'estensione dell'area investita dalla precipitazione
- la durata considerata
- l'altezza di pioggia

Per la quantificazione di K_r si fa riferimento ad una formulazione del tipo (Eagleson, 1970):

$$K_r = 1 - \exp(-\alpha t^\beta) + \exp(-(\alpha t^\beta - \gamma A))$$

dove α , β e γ sono i parametri della formula, t è la durata della precipitazione espressa in ore e A è l'area del bacino in km^2 . Nell'ambito dello studio di regionalizzazione sono stati definiti i seguenti valori dei parametri:

- $\alpha = F_a \cdot a = 0.036 \cdot a$ dove a è il parametro della curva di possibilità climatica
- $\beta = F_b = 0.25$
- $\gamma = F_c = 0.01$

Rispetto alla versione precedente (AlTo), il software AlTo2000¹ presenta una maggiore versatilità, sia nella scelta delle durate di pioggia per le quali effettuare le elaborazioni idrologiche, sia per le sezioni di chiusura in corrispondenza delle quali calcolare gli idrogrammi.

Il software Al.To. 2000, per ogni sezione di chiusura, individua un'area di bacino, attraverso una propria procedura per la determinazione del bacino idrologico, ma per i corsi d'acqua di minore entità (mediamente per quelli con bacino inferiore a 10 kmq) il programma Al.To. 2000 sovrastima le aree dei bacini. Nel presente studio pertanto le superfici dei bacini imbriferi sono state ricalcolate in base alla cartografia CTR 1:10'000, allo scopo di correggere eventuali errori derivanti dalla definizione della griglia del modello AlTo. Le aree così ottenute e riportate nella tabella sottostante sono state poi reinserite nella routine di calcolo del software Al.To. 2000.

	Borro Salvaticolle	Fosso di Celle
Superficie bacino (kmq)	0.50	0.76

Tabella 1 – Riepilogo delle superfici dei bacini calcolate da cartografia

Nelle immagini seguenti sono riportati i bacini idrografici individuati da cartografia.

¹ La Regionalizzazione delle portate di piena (PIN, 1997) ha prodotto uno strumento che permette la determinazione delle portate al colmo e del corrispondente tempo di ritorno, per una sezione generica del reticolo idrografico naturale toscano. La stima è condotta attraverso una modellazione afflussi-deflussi basata sull'idrogramma istantaneo unitario di tipo geomorfologico (GIUH). La modellazione si basa sull'analisi statistica delle caratteristiche pluviometriche locali e sulla stima dell'intercettazione iniziale e delle perdite per infiltrazione. Infine, determinando la durata di pioggia che massimizza, per un assegnato tempo di ritorno, la portata al colmo, sono individuabili gli idrogrammi di piena per ogni sezione di verifica. Infine, determinando la durata di pioggia che massimizza, per un assegnato tempo di ritorno, la portata al colmo, sono individuabili gli idrogrammi di piena per ogni sezione di verifica.

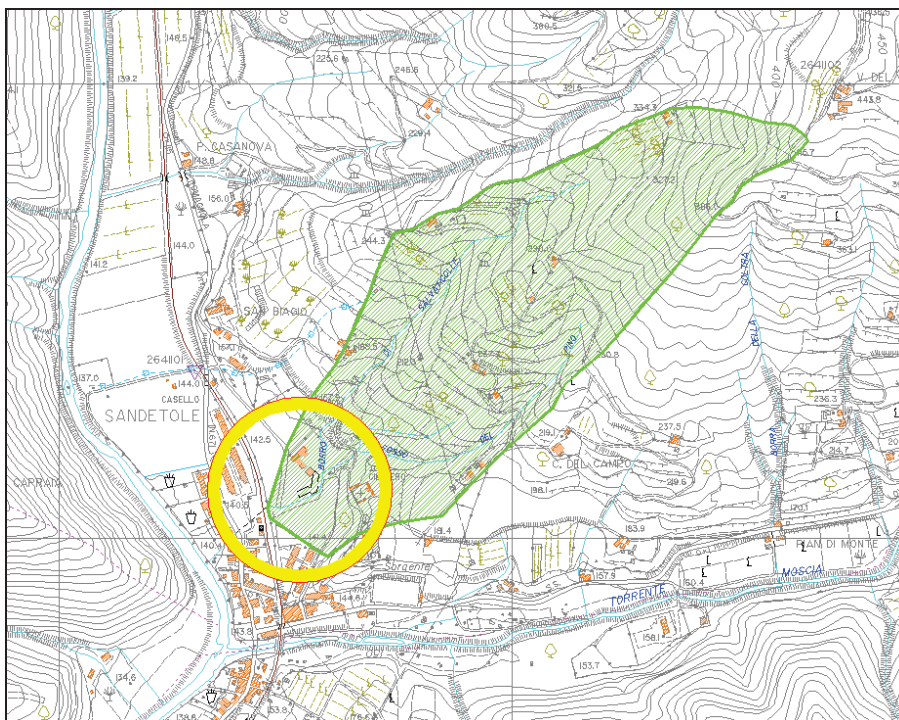


Figura 3 – Bacino idrografico borro Salvaticolle con evidenziata l’area di studio

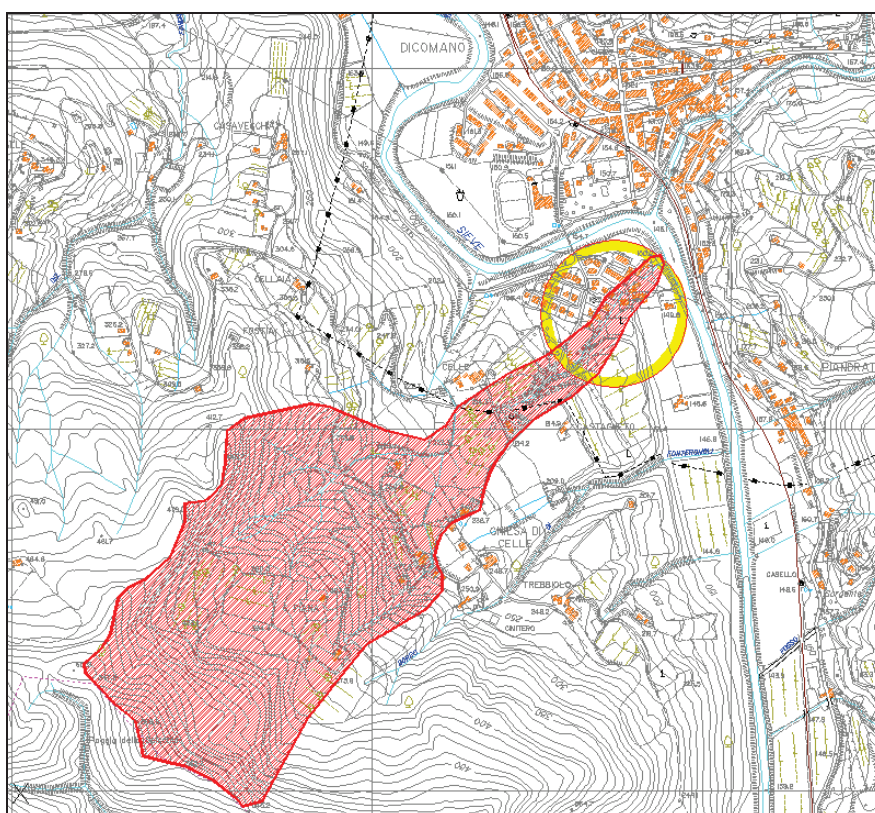


Figura 4 – Bacino idrografico fosso di Cella con evidenziata l’area di studio

4.2.3. Gli scenari idrologici di interesse

Per quanto riguarda gli scenari di interesse si fa riferimento agli scenari individuati nel rispetto Decreto del Presidente della Giunta Regionale n. 53/R, che risultano:

- Tr=200 anni;
- Tr=30 anni.

4.2.4. Risultati della modellazione idrologica

Nella tabella seguente si riportano i picchi di piena nei tempi di ritorno d'interesse, come descritto nel paragrafo seguente relativamente al borro Salvaticolle sono stati calcolati gli idrogrammi anche nello scenario di evento critico sul fiume Sieve ($T_p=11.5$ h).

Corso d'acqua	Evento	Tr 30 anni	Tr 200 anni
Borro Salvaticolle	Tp critico	5.5 mc/s	8.6 mc/s
	Tp = 11.5 h	1.1 mc/s	1.5 mc/s
Fosso di Celle	Tp critico	9.2 mc/s	13.7 mc/s

Tabella 2 – Picchi di piena

Nelle immagini seguenti si riportano i grafici degli idrogrammi di piena ottenuti come descritto in precedenza

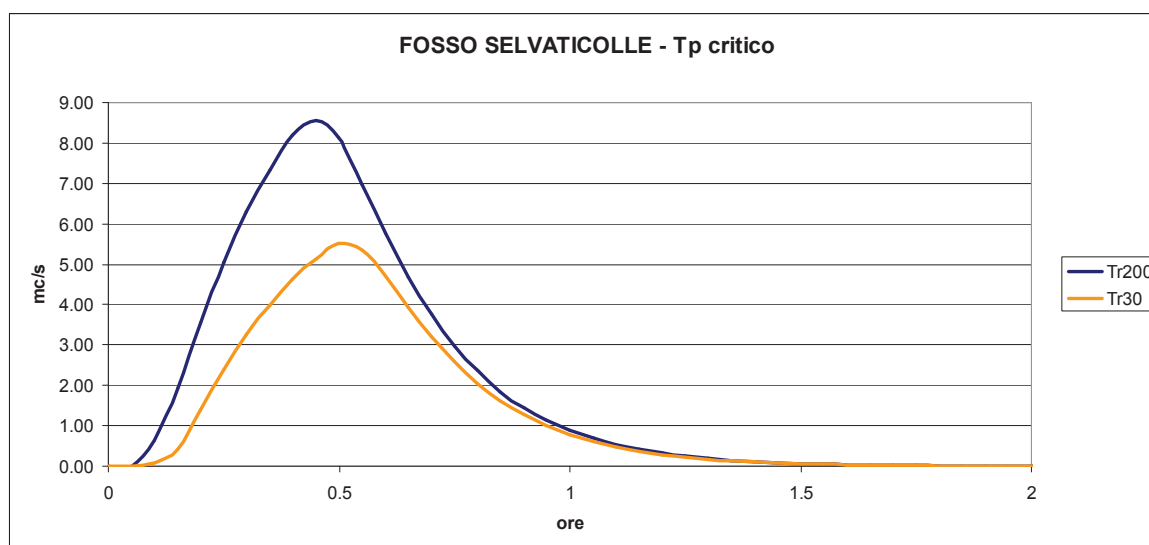


Figura 5 – Idrogrammi di piena borro Salvaticolle per Tp critico

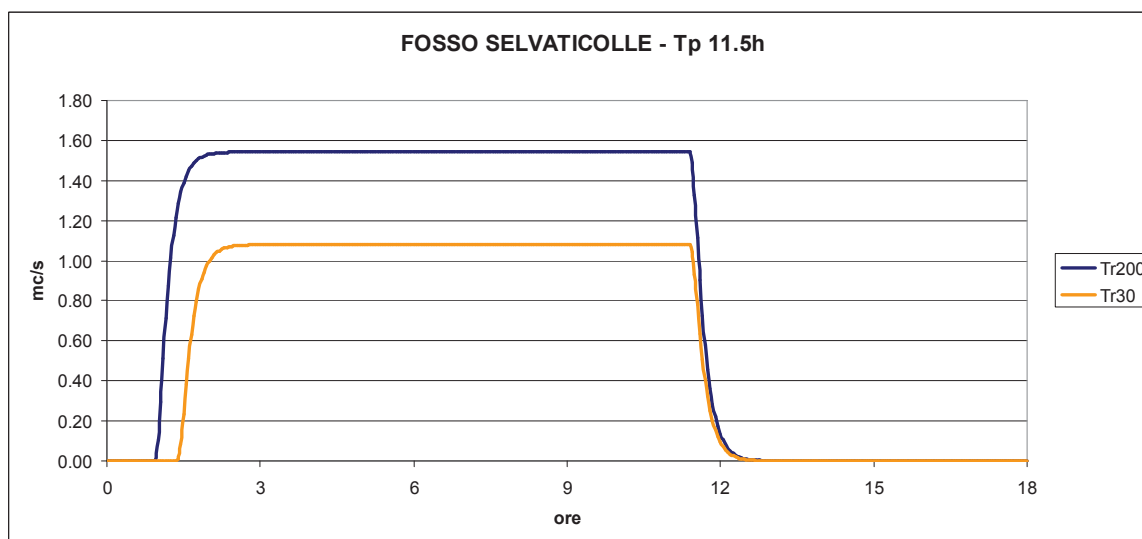


Figura 6 – Idrogrammi di piena borro Salvaticolle per $T_p = 11.5$ h

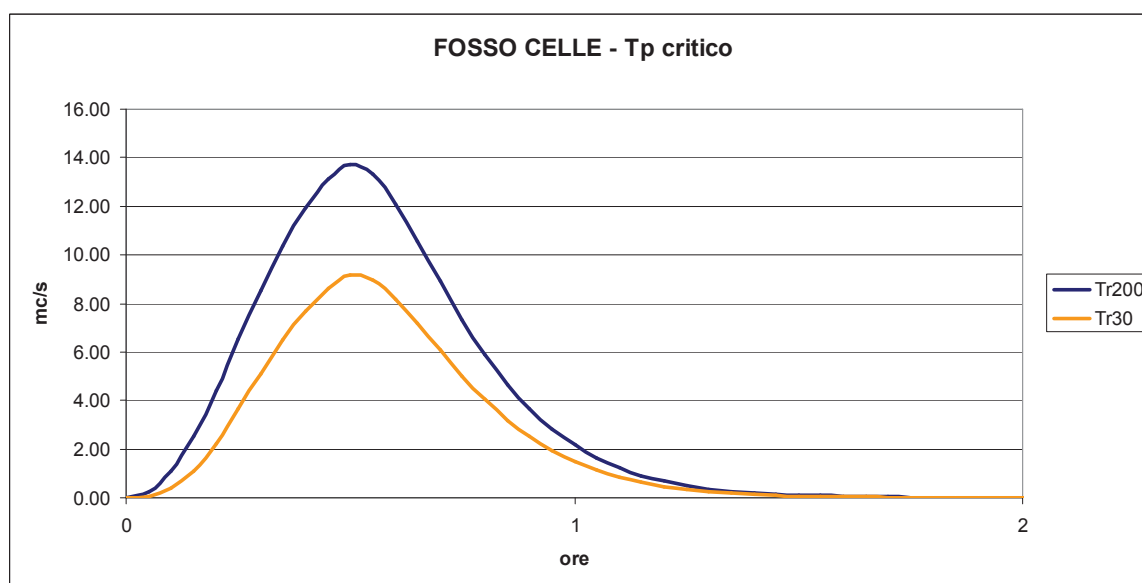


Figura 7 – Idrogrammi di piena fosso di Celle per T_p critico

4.3 La condizione al contorno di valle

Relativamente al fosso di Celle la quota di immissione nella Sieve è tale da non comportare fenomeni di rigurgito da parte della Sieve stessa neppure durante un suo evento di piena. Di conseguenza la condizione di valle assunta nelle verifiche è quella di pendenza di moto uniforme.

Al contrario la quota di immissione del borro Salvaticolle è inferiore alla sommità dell'argine della Sieve e di conseguenza sono stati presi in considerazione due scenari diversi:

- a. tempo di pioggia critico sul borro Salvaticolle ($T_p = 0.5$ h) e livello nella Sieve circa 1 metro sotto la sommità arginale;
- b. tempo di pioggia critico sulla Sieve ($T_p = 11.5$ h) con livelli forniti dal Genio Civile.

Nella tabella seguente sono riportati i valori massimi dei battenti assunti nei diversi scenari:

Corso d'acqua	Evento	Sez. Sieve	Tr 30 anni	Tr 200 anni
Borro Salvaticolle	Tp critico	068	140 m s.l.m.	140 m s.l.m.
	Tp = 11.5 h	068	140.23 mc/s	140.94 mc/s

Tabella 3 – Condizioni di valle assunte per il borro Salvaticolle nei diversi scenari

4. Studio idraulico dello stato attuale

5.1 Modellazione idraulica attraverso il software Hec-ras 4.0

5.1.1. Il modello di moto vario utilizzato nelle simulazioni

La modellazione idraulica è stata effettuata in moto vario attraverso il software Hec-Ras (River Analysis System) versione 4.0 sviluppata dall' U.S. Army Corps of Engineers – Hydrologic Engineering Center.

Di seguito si riportano alcune delle caratteristiche di base del modello in moto vario.

Il sistema di equazioni implementato in Hec-ras per le simulazioni in moto vario è capace di ricostruire i profili idraulici attraverso una rete di canali aperti.

Le equazioni del solutore in moto vario sono state adattate dal modello UNET del Dr. Robert L. Barkau (Barkau, 1992 and HEC, 1997). I calcoli idraulici per sezioni, ponti, culvert e altre strutture idrauliche che sono stati sviluppati nel modulo in moto permanente sono stati incorporati nel modulo in moto vario. Inoltre, la componente in moto vario ha la capacità di modellare aree/casse di espansione e le connessioni idrauliche tra alveo e casce e tra cassa e cassa.

Vengono di seguito descritte brevemente le principali caratteristiche del programma di calcolo automatico impiegato per la determinazione del profilo della corrente a pelo libero.

5.1.2 Equazioni di base per la modellazione in moto vario

Le leggi fisiche che governano il flusso in un corso d'acqua sono:

1. *il principio di conservazione della massa (Legge di continuità);*
2. *il principio di conservazione del momento.*

Queste leggi sono espresse matematicamente nella forma di equazioni alle differenze finite.

Il modello risolve il problema dell'individuazione del livello del pelo libero della corrente in un' assegnata sezione, nelle seguenti ipotesi:

- il flusso è monodimensionale;
- le pendenze del fondo sono inferiori al 10 %.

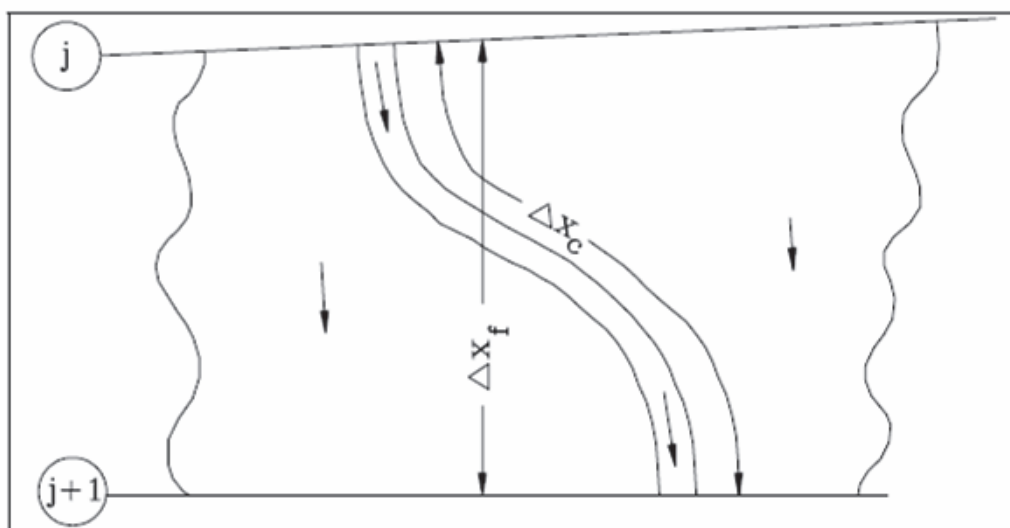


Figura 8 – Portata nel canale e nelle aree golenali

Nella figura precedente sono rappresentate le caratteristiche bidimensionali dell'interazione tra il canale e il flusso all'interno delle aree golenali. Quando il livello nel canale si alza l'acqua si sposta lateralmente via dal canale, inondando le aree allagabili e riempiendo eventuali casse di espansione. Quando l'altezza d'acqua aumenta, le aree golenali iniziano a convogliare l'acqua verso valle generalmente seguendo un percorso più corto rispetto a quello del canale principale, soprattutto in caso di corsi d'acqua naturali. Quando infine decresce il livello nel fiume, l'acqua rientra nel canale principale e si ha in esso un aumento di portata. Poiché la direzione principale del flusso è orientata lungo il canale, questo flusso bidimensionale può spesso essere accuratamente approssimato con una rappresentazione monodimensionale.

Le aree di esondazione possono essere ben modellate con casse di espansione che scambiano portata con il canale. Il flusso nelle aree golenali può essere ben approssimato come il flusso attraverso un canale separato.

Il problema del rapporto tra alveo e aree allagabili si può risolvere in differenti modi a seconda del tipo di corso d'acqua studiato, in relazione alle sue dimensioni, alla presenza di arginature e alla presenza di aree confinate (ad esempio da argini e infrastrutture) che possono essere modellate con casse di espansione.

5.1.3 Condizioni al contorno del modello in moto vario

Per ogni tratto fluviale si considerano N nodi di calcolo, che generano $N-1$ tratti di calcolo. Per questi tratti si possono scrivere $2N-2$ equazioni alle differenze finite. Poichè ci sono $2N$ incognite (e cioè ΔQ e Δz per ogni nodo), sono necessarie 2 ulteriori equazioni. Queste equazioni sono fornite dalle condizioni al contorno per ogni tratto fluviale, che nel caso di corrente subcritica (lenta) sono necessarie a monte e a valle del tratto, mentre per corrente supercritica (veloce) sono richieste solo a monte del tratto.

Condizioni al contorno di monte: a monte del tratto fluviale la condizione al contorno è costituita dall'idrogramma di piena.

Condizioni al contorno di valle: a valle del tratto fluviale possono essere specificate 4 tipi di condizioni al contorno:

- *un idrogramma dei livelli di piena* (usato quando il fiume sfocia in un mare governato dalle fluttuazioni di marea o in un lago o serbatoio del quale è nota l'altezza d'acqua nel tempo);
- *un idrogramma delle portate di piena* (utile se si è in possesso di dati registrati di un evento di piena e si vuole calibrare il modello);
- *la curva di deflusso per una certa sezione* (utile per descrivere cascate naturali o sfioratori delle dighe, da utilizzare con cautela e possibilmente molto a valle rispetto all'area di studio in modo che i livelli del pelo libero nell'area di studio non ne vengano troppo influenzati);
- *l'altezza di moto uniforme proveniente dall'equazione di Manning* (poichè negli alvei naturali non sussistono le condizioni di moto uniforme è necessario spostare a valle dell'area di studio la condizione al contorno in modo da non avere influenze di questo dato sui livelli nelle sezioni di interesse).

5.1.4 Condizioni iniziali del modello in moto vario

Oltre alle condizioni al contorno, devono essere inserite come input delle condizioni iniziali, cioè quelle presenti all'inizio della simulazione: si è ipotizzato che le aree di laminazione fossero vuota

all'inizio della simulazione, inserendo quindi come livello d'acqua nelle varie storage areas il livello minimo medio attuale.

5.1.5 Criteri di suddivisione della sezione

La sezione idraulica del corso d'acqua viene rappresentata geometricamente per punti. All'interno di essa si distinguono in generale tre zone Figura 2 che, adottando la terminologia inglese, indichiamo con:

main channel = M.CHA. (canale principale)

left overbank = LO (golena sinistra)

right overbank = RO (golena destra)

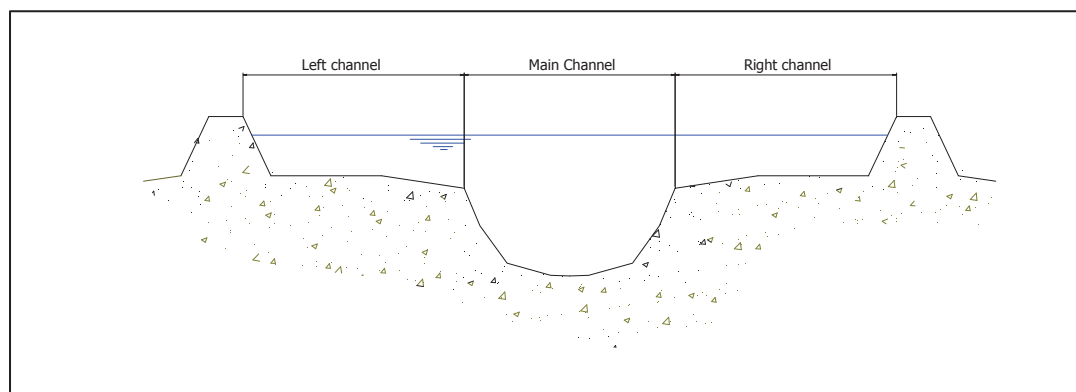


Figura 9 – Schema fondamentale di suddivisione in sottosezioni

In ciascun ambito (ma è possibile in generale assegnare differenti scabrezze ad ogni segmento della sezione) vengono definite le scabrezze del fondo, che poi vengono composte al fine di generare una scabrezza equivalente valida per l'intera sezione.

Per ciascuna sottosezione si determina la capacità di deflusso (portata per unità di pendenza^{1/2}) in moto uniforme:

$$K = \frac{ar^{\frac{2}{3}}}{n}$$

dove:

K [m³/s] = capacità di deflusso nell'ambito;

n [s/m^{1/3}] = scabrezza di Manning;

r [m] = raggio idraulico dell'ambito;
 a [m²] = area della sezione bagnata dell'ambito.

Il valore del coefficiente di Manning è stato assunto pari a 0.04, valore mediato tra alveo inciso e aree golenali.

5.1.6 Valutazione delle perdite di carico per attrito

Le perdite di carico per attrito sono calcolate attraverso la formula $L\bar{S}_f$ dove, $\bar{S}_f$ è la pendenza d'attrito media, pesata, del tratto, secondo la seguente formula:

$$\bar{S}_f = \left(\frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2$$

dove K_1 , K_2 rappresentano le capacità di deflusso totali delle sezioni estreme.

5.1.7 Storage areas (aree di laminazione)

L'opzione storage areas permette di inserire nella geometria un'area di laminazione, che tipicamente è un volume dove si accumula l'acqua deviata dal corso d'acqua principale. Le storage areas possono essere connesse a un corso d'acqua attraverso un lateral weir, oppure a un'altra storage areas tramite l'elemento storage areas connection.

Per descrivere l'area di laminazione è necessario inserire l'area e l'altezza minima in caso di invasi prismatici, oppure la curva dei volumi, che fornisce ad ogni assegnato livello d'acqua nell'area di laminazione il relativo volume di invaso.

5.1.8 Lateral weir (sfioratore laterale)

L'opzione lateral weir permette di inserire nella geometria la connessione tra l'alveo e l'area/cassa di laminazione. E' possibile inserire diverse tipologie di sfioratori laterali, sia a soglia fissa, che a soglia mobile.

5.2. Il modello geometrico del Borro Salvaticolle

5.5.1. Il modello geometrico

Il borro scorre a cielo aperto fino ad immettersi in un tratto tombato di circa 185 m di lunghezza che ha inizio con l'attraversamento ferroviario e termina con una valvola di non ritorno di tipo clapet allo sbocco nella Sieve.

A monte dell'attraversamento di via San Biagio è presente una piccola cassa di espansione in sinistra idraulica.

La geometria del modello è stata implementata mediante l'inserimento di 14 sezioni trasversali dell'alveo rilevate con strumentazione GPS, comprensive dell'attraversamento di via San Biagio e del tratto tombato.

Sono state inserite inoltre 2 aree di accumulo per modellare i fenomeni di esondazione denominate:

- *Cassa_in_sx*, in sinistra idraulica in prossimità della sezione 8;
- *Via_S.Biagio_Sud*, in sinistra idraulica oltre la cassa d'espansione.

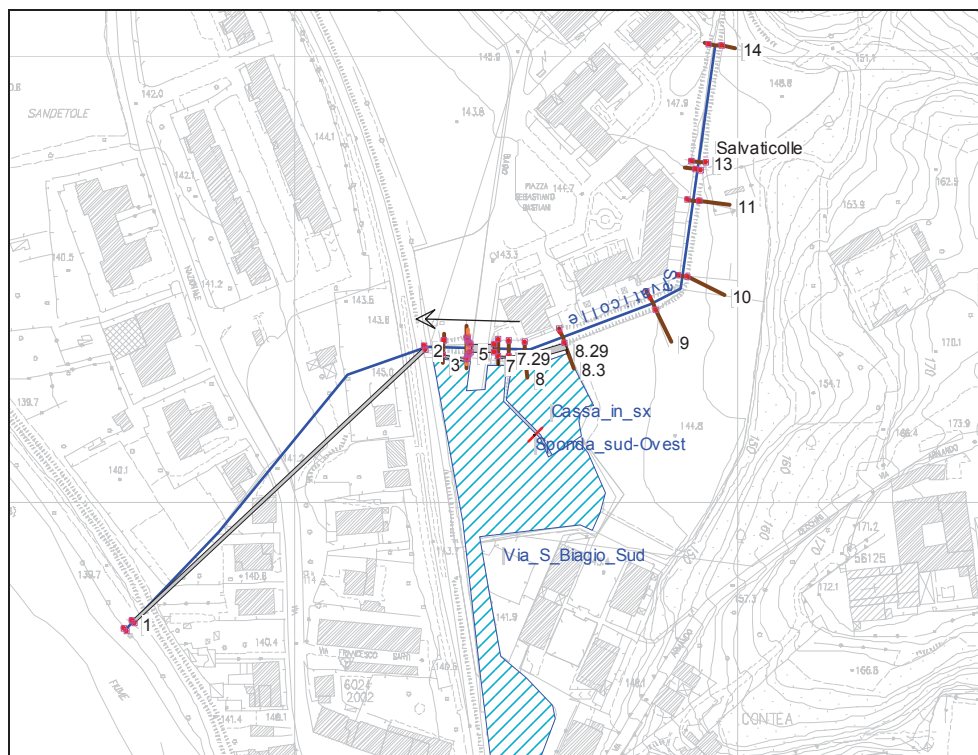


Figura 10 –La geometria del modello idraulico del borro Salvaticolle (Hec-Ras 4.0)

5.5.3. Analisi dei risultati allo stato attuale

Il rischio idraulico indotto dal borro Salvaticolle per il suo tempo di pioggia critico è localizzato in sinistra idraulica a monte dell'attraversamento ferroviario. In particolare sia nello scenario duecentennale che trentennale si verifica che l'acqua che invade la piccola area destinata a cassa d'espansione sormonta il ciglio di sponda sud-ovest della cassa stessa con conseguente allagamento del campo sportivo e del tratto di via San Biagio a sud del ponte sul borro.

Nella tabella seguente si riporta una stima dei volumi e dei battenti idraulici massimi nell'area denominata *Via_S.Biagio_Sud*.

Evento	W.S. Elev (m)	SA Volume (1000 m3)
Tr200 Tpcr	142.84	3.10
Tr30 Tpcr	142.48	1.10

Tabella 4 – massimi battenti e volumi nella cella Via_S.Biagio_Sud

Per il tempo di pioggia critico della Sieve invece, dato che il battente all'imbocco del tratto tombato è superiore al massimo battente nella Sieve, il clapet risulta aperto senza quindi funzionamento rigurgitato ed essendo il picco di piena sul borro molto ridotto (inferiore a 2 mc/s) non si verificano esondazioni.

In risposta alla richiesta di verificare la continuità della chiusura idraulica costituita dalla linea ferroviaria nei confronti dei livelli di piena del fiume Sieve, in riferimento ai comparti TR11 e RA17, si nota come il piano di campagna posto ad Est della linea ferroviaria è tutto a quota maggiore del massimo battente nella Sieve alla sezione 68, pari a 140.94 m s.l.m. per l'evento duecentennale; in particolare l'area della previsione TR11 risulta a quota oltre 2 m maggiore del suddetto battente.

Inoltre anche a Est del rilevato ferroviario le quote risultano, almeno per una fascia di circa 50 m dal rilevato stesso, oltre i 142.00 m s.l.m. e pertanto il piano di campagna si mantiene superiore di oltre 1 metro rispetto al massimo battente della Sieve.

5.2. Il modello geometrico del Fosso di Celle

5.5.1. Il modello geometrico

Il fosso scorre a cielo aperto fino ad immettersi in un tratto tombato di circa 120 m di lunghezza che ha inizio con l'attraversamento di via Luca Landucci e termina allo sbocco nella Sieve.

La geometria del modello è stata implementata mediante l'inserimento di 7 sezioni trasversali dell'alveo rilevate con strumentazione GPS, comprensive del tratto tombato di via Luca Landucci.

Sono state inseriti inoltre due fronti d'esondazione in destra idraulica nel tratto compreso tra la sezione 6 e la sezione 4, in particolare sono state modellati in modo da considerare che l'acqua che tracima nel tratto prossimo alle sezioni 6 e 5 tende a defluire in direzione Est senza più rientrare in alveo. Al contrario i volumi che esondano in prossimità della sez. 4 allagano l'area definita *Area_dx_sez.4*, fino al muro di protezione dell'abitato per poi rientrare in alveo più a valle.

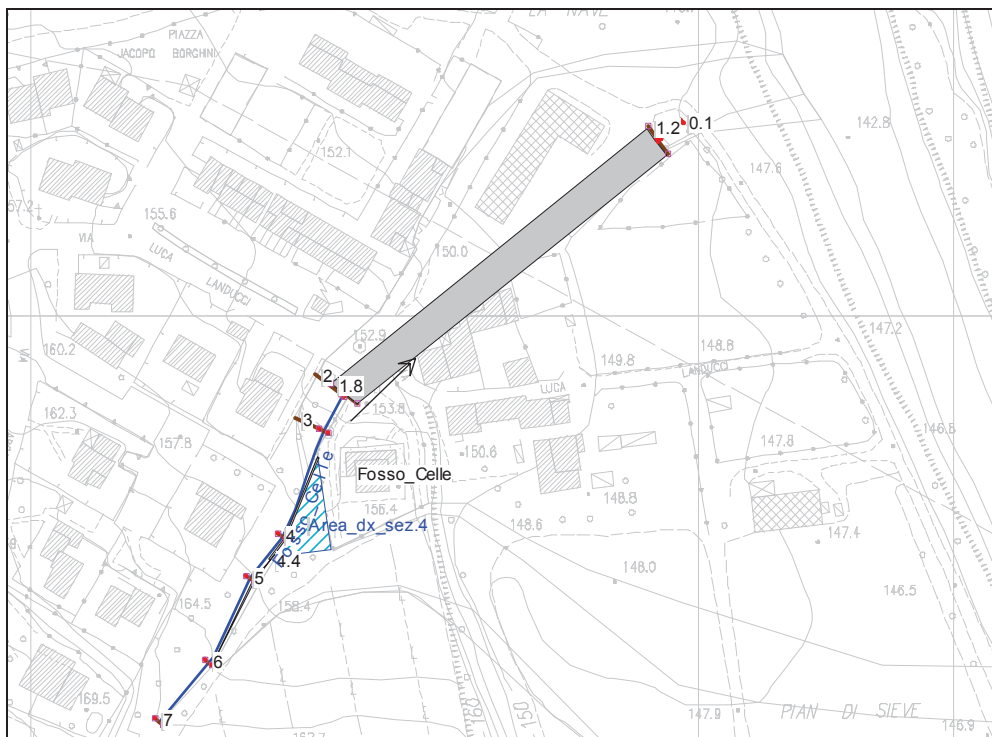


Figura 11 –La geometria del modello idraulico del fosso di Celle (Hec-Ras 4.0)

5.5.3. Analisi dei risultati allo stato attuale

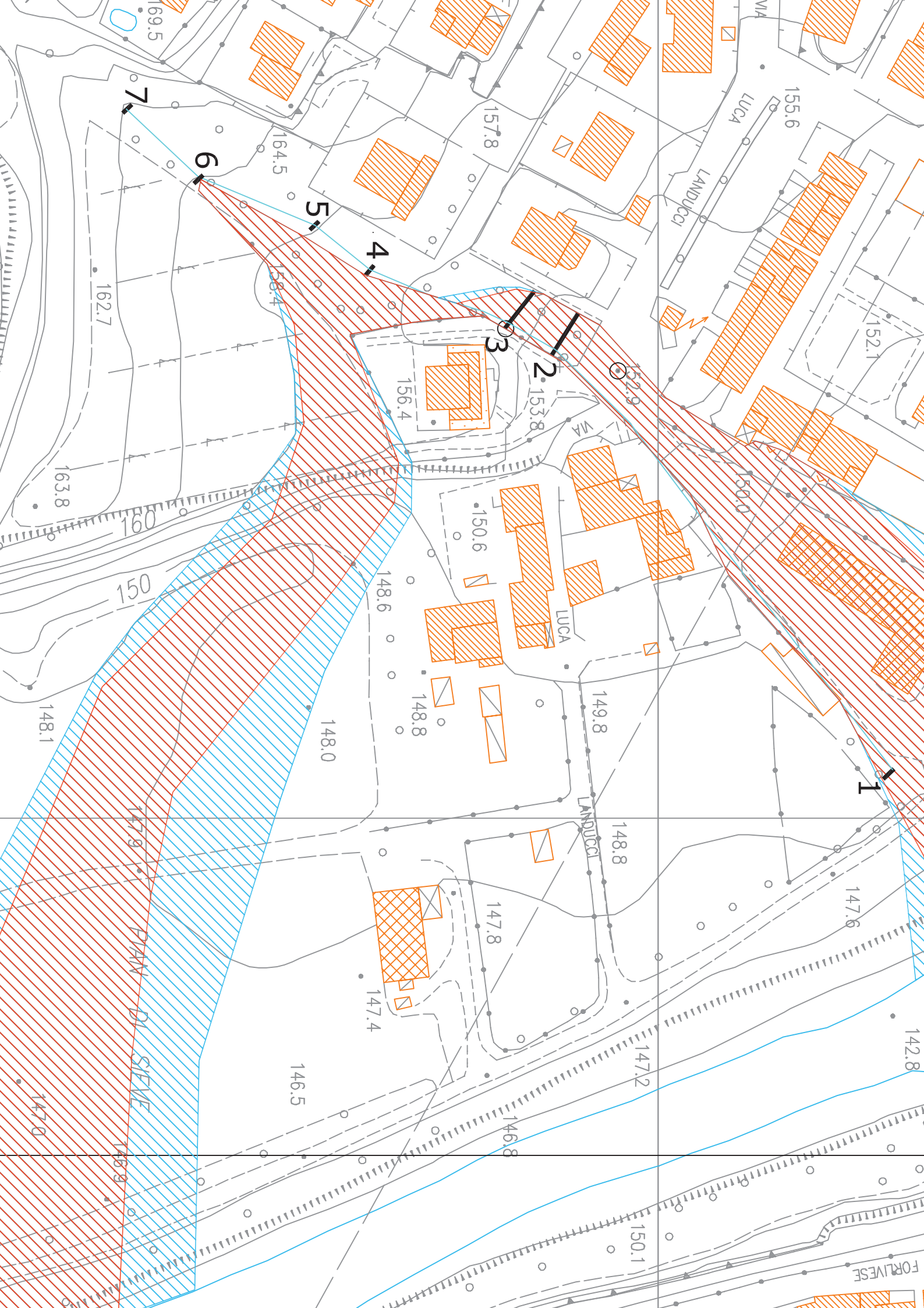
Il fosso di Celle tracima notevolmente in destra idraulica in prossimità della sezione 5 e i volumi in esubero scorrono sul terreno che pende verso Est: di conseguenza le portate in arrivo tendono a dirigersi a sud del centro abitato per poi rientrare nella golena del fiume Sieve.

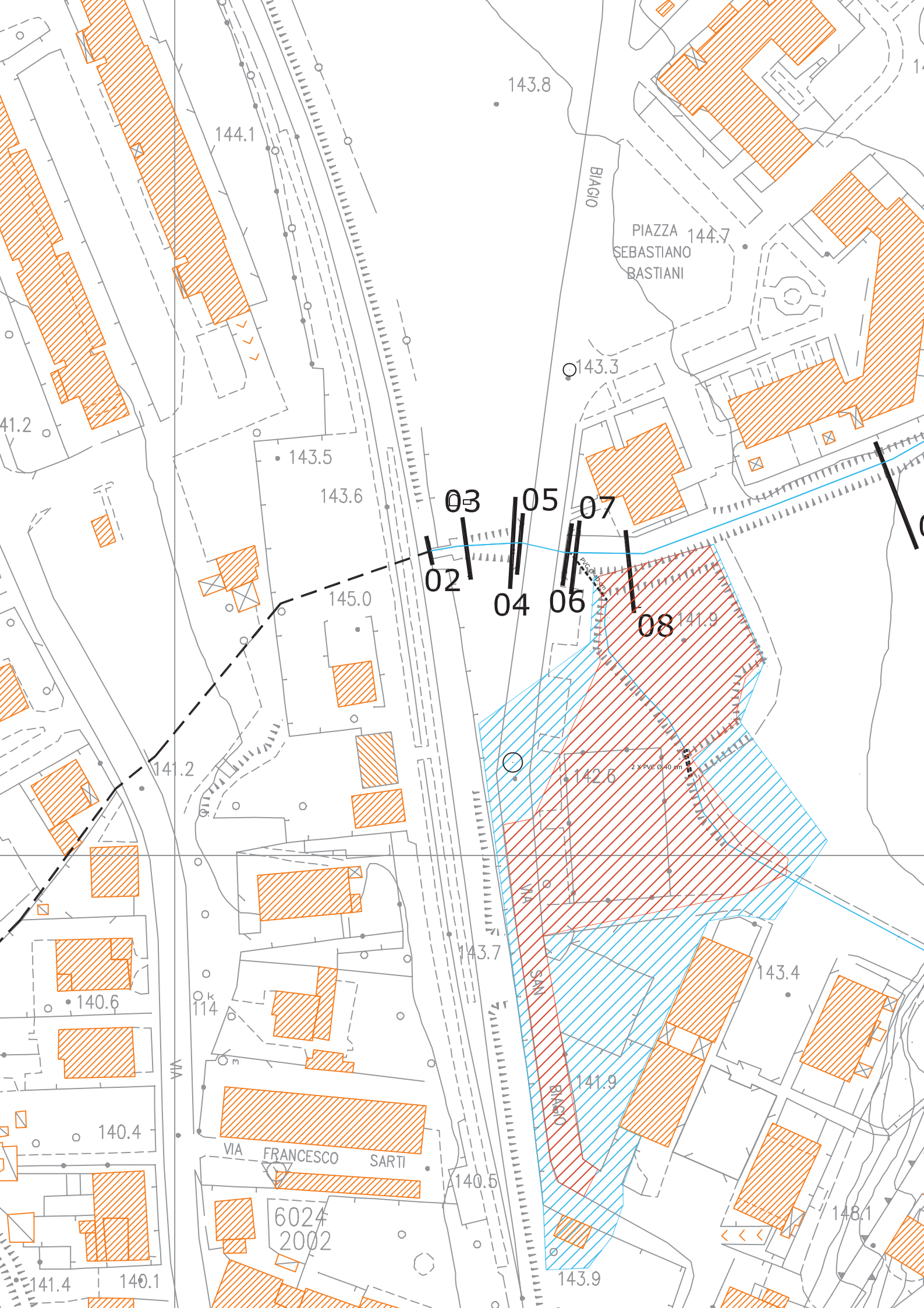
La portata che prosegue a valle della sezione 4 non è comunque in grado di transitare all'interno del tratto tombato; pertanto sia nell'evento duecentennale che trentennale si verifica sormonto del tombamento di circa 1.5 mc/s d'acqua, che scorrendo sopra il tratto tombato allaga i fabbricati comunali esistenti.

Relativamente all'ipotesi di riapertura del tratto tombato, questa soluzione risulta complicata per la viabilità di accesso ai fabbricati esistenti. Una riorganizzazione della viabilità esistente potrebbe altresì rendere possibile lo stombamento di buona parte del fosso di Celle prima della sua immissione nel F.Sieve.

In alternativa si potrebbe ipotizzare di modificare il tracciato del fosso in corrispondenza della sezione 5 deviandolo verso Est, passando così a Sud del centro abitato in aree già interessate da allagamenti allo stato attuale: tale soluzione risulta comunque complessa per gli elevati dislivelli presenti.

In conclusione occorrerebbe eseguire delle ulteriori indagini al fine di poter meglio valutare, anche dal punto di vista economico, la soluzione ottimale per la messa in sicurezza del fosso di Celle.





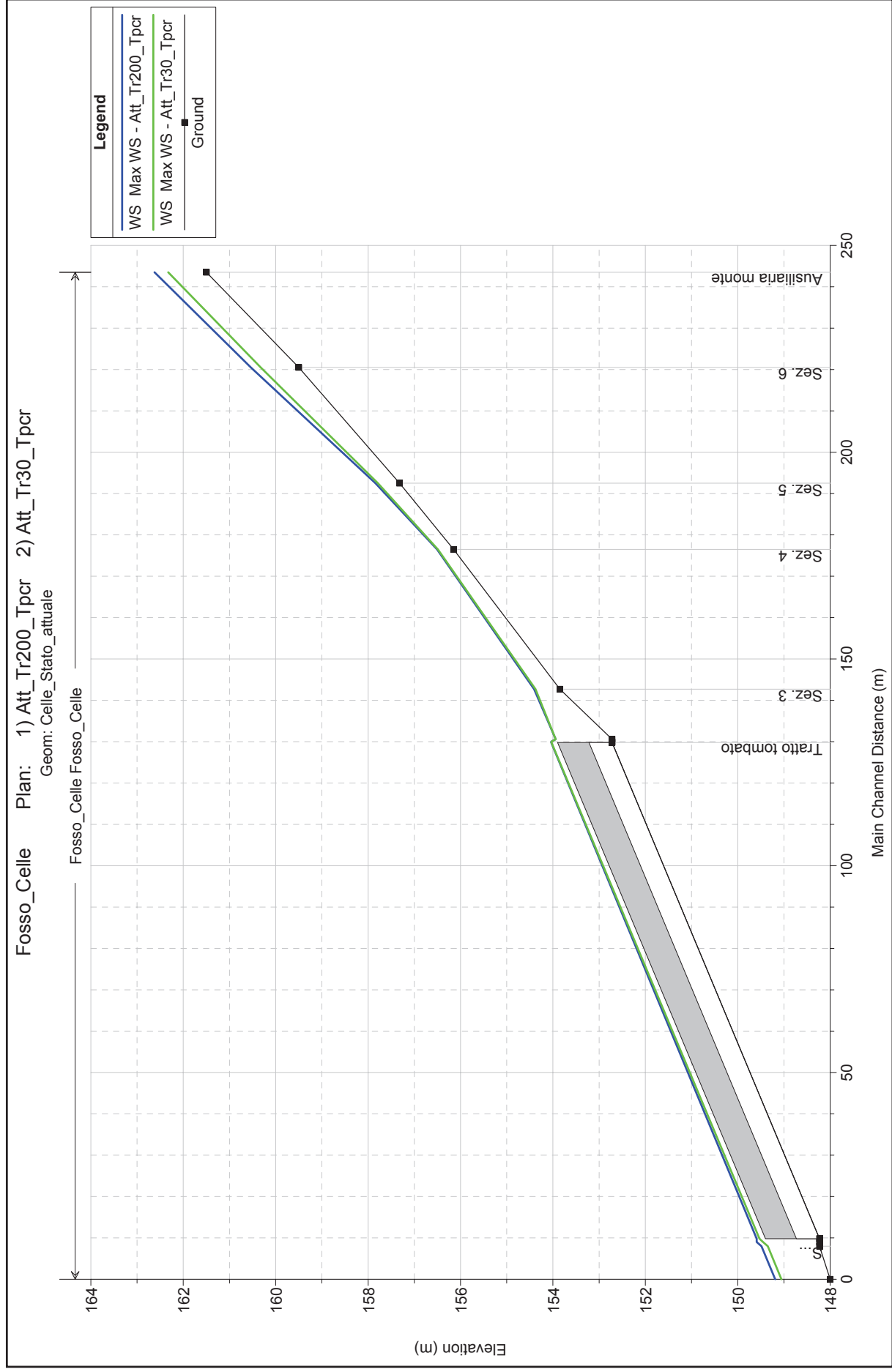
VERIFICHE IDRAULICHE

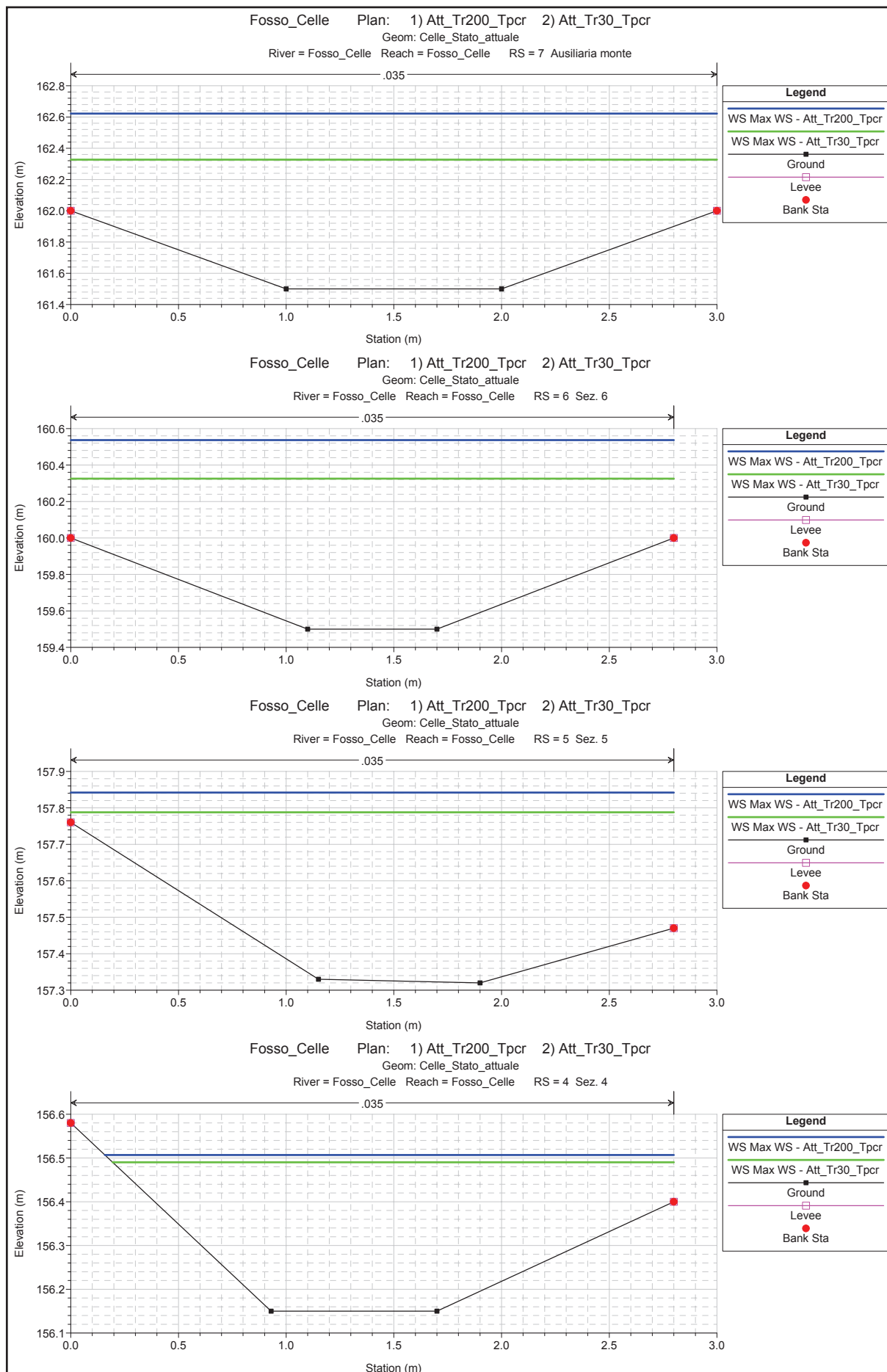
STATO ATTUALE

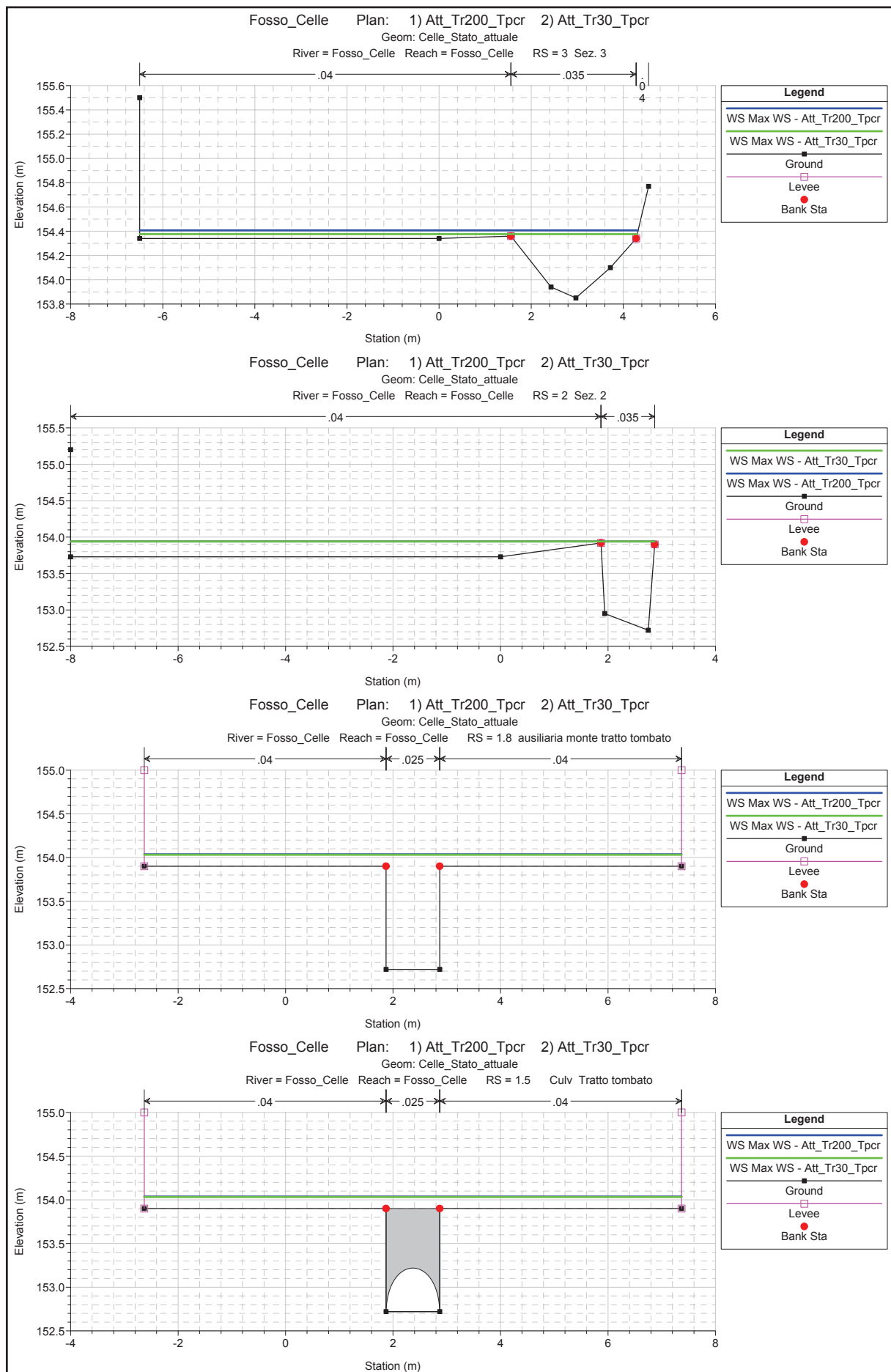
Fosso di Celle

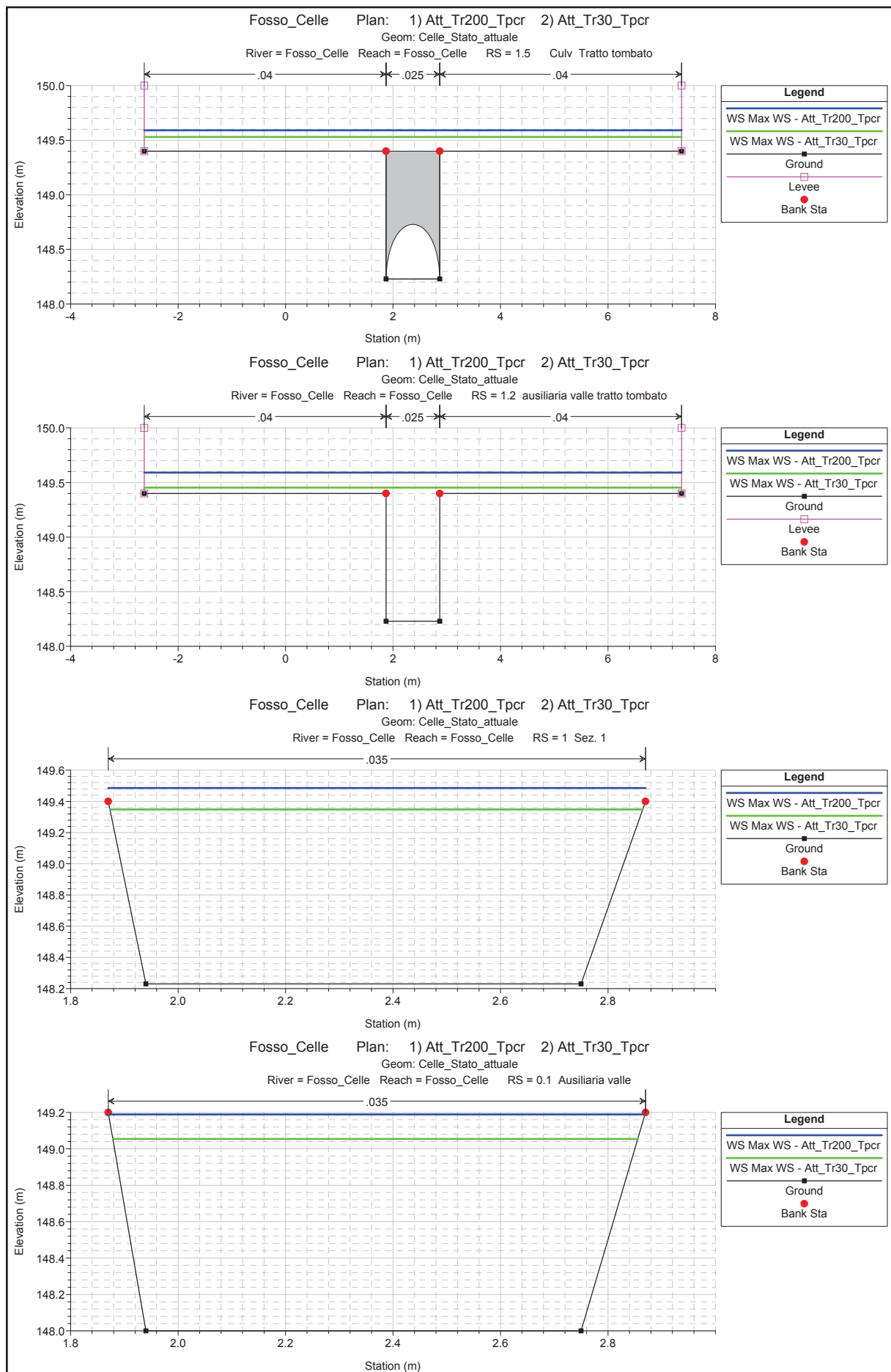
Tr 200 e 30 anni - Tempo di pioggia critico

- Profili
- Sezioni
- Tabella di output









HEC-RAS River: Fosso_Celle Reach: Fosso_Celle Profile: Max WS

Reach	River Sta	Profile	Plan	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
Fosso_Celle	7	Max WS	Att_Tr200_Tpcr	13.73	161.50	162.62	162.96	163.79	0.051088	4.79	2.86	3.00	1.57
Fosso_Celle	7	Max WS	Att_Tr30_Tpcr	9.15	161.50	162.33	162.65	163.41	0.064271	4.62	1.98	3.00	1.81
Fosso_Celle	6	Max WS	Att_Tr200_Tpcr	13.72	159.50	160.54	161.04	162.27	0.086970	5.83	2.35	2.80	2.03
Fosso_Celle	6	Max WS	Att_Tr30_Tpcr	9.14	159.50	160.33	160.72	161.70	0.087725	5.19	1.76	2.80	2.09
Fosso_Celle	5.98			Lat Struct									
Fosso_Celle	5	Max WS	Att_Tr200_Tpcr	4.24	157.32	157.84	158.05	158.56	0.073097	3.75	1.13	2.80	1.88
Fosso_Celle	5	Max WS	Att_Tr30_Tpcr	3.53	157.32	157.79	157.98	158.45	0.078195	3.60	0.98	2.80	1.94
Fosso_Celle	4.4			Lat Struct									
Fosso_Celle	4	Max WS	Att_Tr200_Tpcr	2.14	156.15	156.51	156.66	157.03	0.087411	3.21	0.67	2.64	2.04
Fosso_Celle	4	Max WS	Att_Tr30_Tpcr	1.88	156.15	156.49	156.63	156.95	0.082014	3.01	0.62	2.61	1.96
Fosso_Celle	3	Max WS	Att_Tr200_Tpcr	2.78	153.85	154.41	154.50	154.70	0.036807	2.56	1.46	10.82	1.40
Fosso_Celle	3	Max WS	Att_Tr30_Tpcr	2.37	153.85	154.38	154.47	154.70	0.043466	2.61	1.13	10.80	1.50
Fosso_Celle	2	Max WS	Att_Tr200_Tpcr	1.65	152.72	153.94		153.96	0.003153	0.77	2.91	10.87	0.24
Fosso_Celle	2	Max WS	Att_Tr30_Tpcr	1.65	152.72	153.94		153.96	0.003153	0.77	2.91	10.87	0.24
Fosso_Celle	1.8	Max WS	Att_Tr200_Tpcr	2.42	152.72	154.04		154.12	0.004426	1.43	2.56	10.00	0.40
Fosso_Celle	1.8	Max WS	Att_Tr30_Tpcr	2.37	152.72	154.03		154.11	0.004421	1.42	2.50	10.00	0.40
Fosso_Celle	1.5			Culvert									
Fosso_Celle	1.2	Max WS	Att_Tr200_Tpcr	2.78	148.23	149.59		149.66	0.004024	1.39	3.08	10.00	0.38
Fosso_Celle	1.2	Max WS	Att_Tr30_Tpcr	2.37	148.23	149.45	149.06	149.61	0.007833	1.81	1.70	10.00	0.52
Fosso_Celle	1	Max WS	Att_Tr200_Tpcr	2.78	148.23	149.49		149.79	0.029978	2.43	1.14	1.00	0.72
Fosso_Celle	1	Max WS	Att_Tr30_Tpcr	2.37	148.23	149.35		149.63	0.029661	2.35	1.01	0.99	0.74
Fosso_Celle	0.1	Max WS	Att_Tr200_Tpcr	2.78	148.00	149.19	149.02	149.53	0.034958	2.58	1.08	1.00	0.79
Fosso_Celle	0.1	Max WS	Att_Tr30_Tpcr	2.37	148.00	149.05	148.92	149.38	0.034996	2.51	0.94	0.98	0.82

VERIFICHE IDRAULICHE

STATO ATTUALE

Borro Salvaticolle

- Tempo di pioggia critico per il borro Salvaticolle
- Tempo di pioggia critico per il fiume Sieve

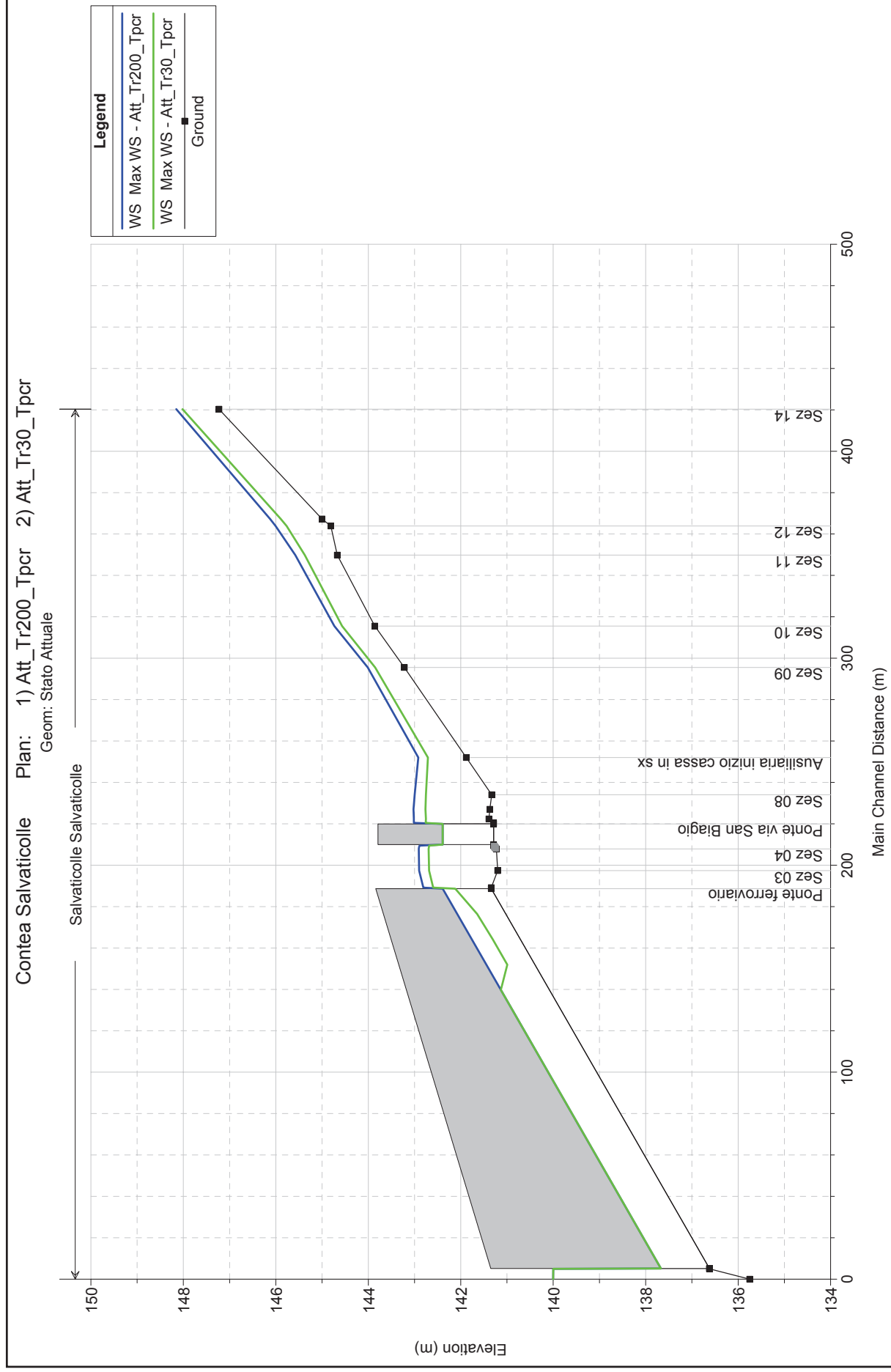
VERIFICHE IDRAULICHE

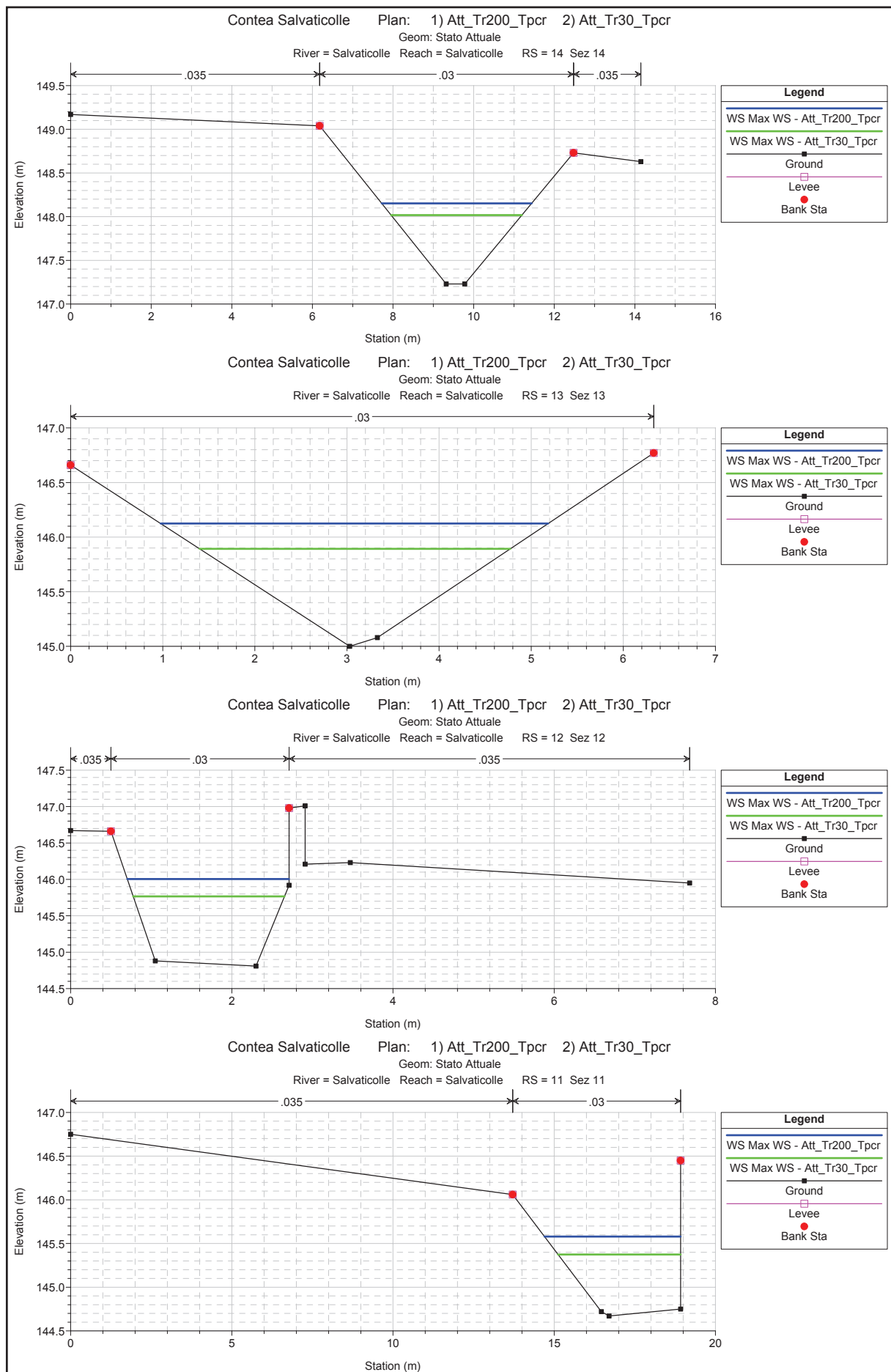
STATO ATTUALE

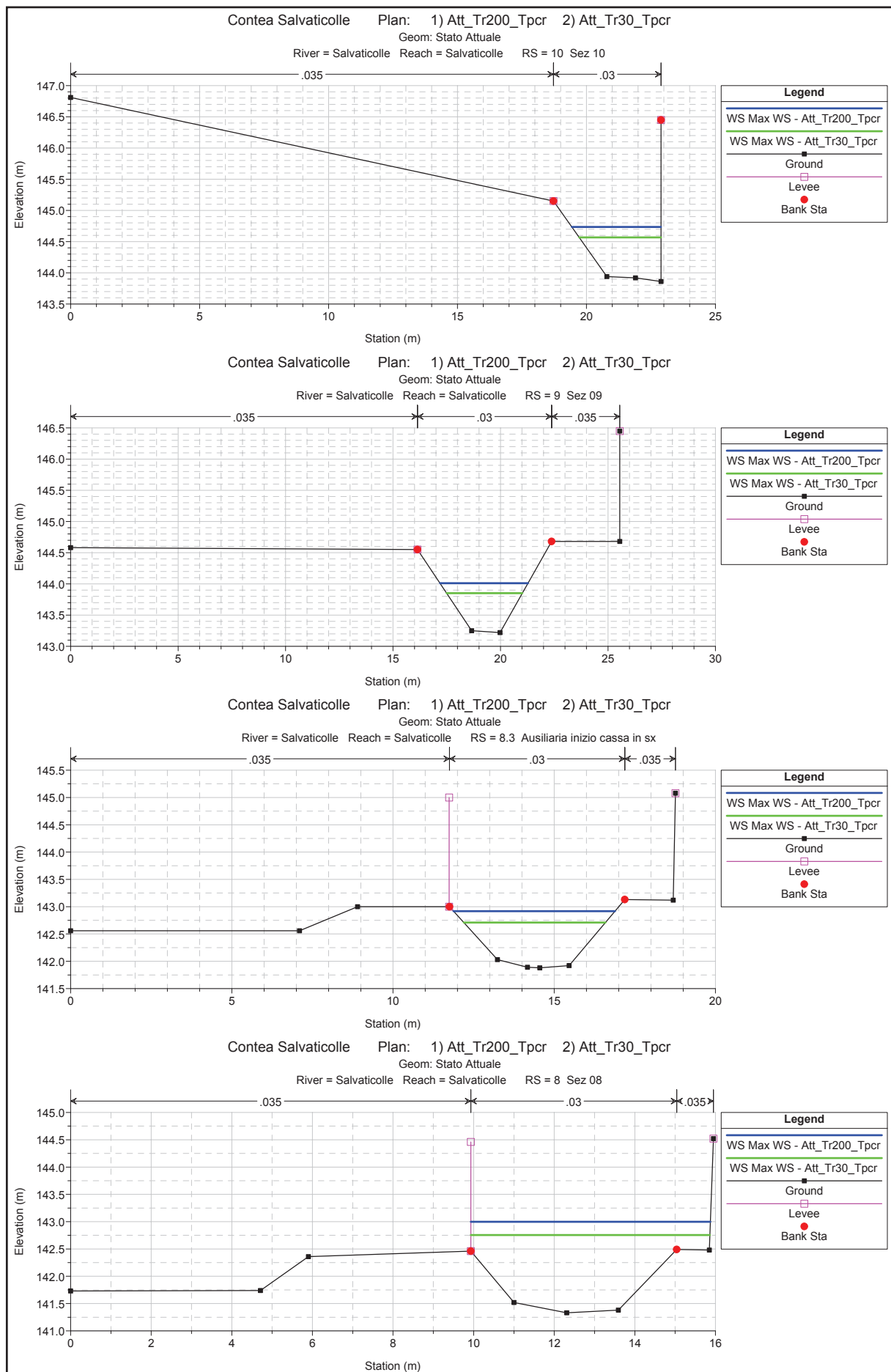
Borro Salvaticolle

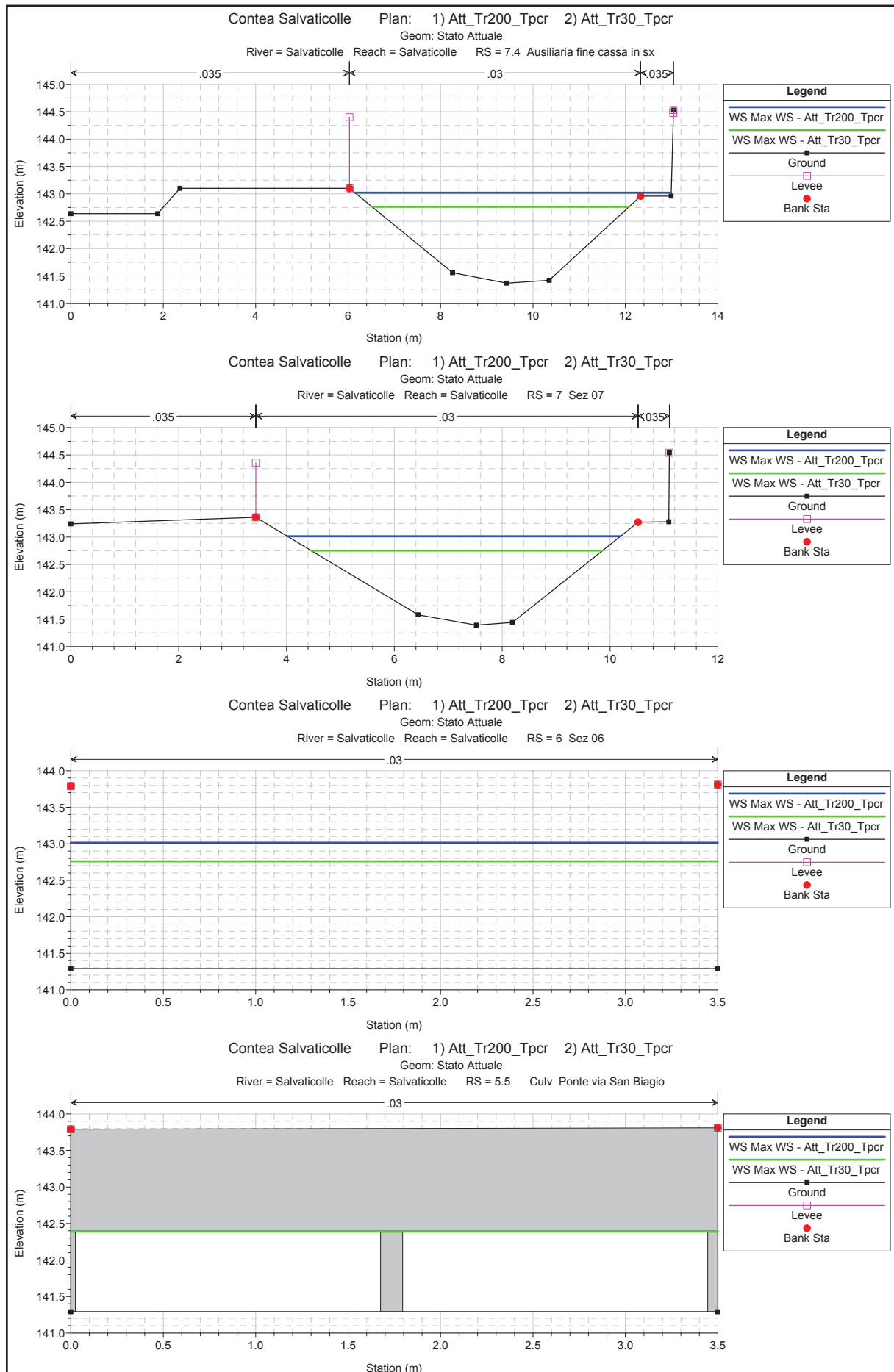
Tr 200 e 30 anni - Tempo di pioggia critico per il borro

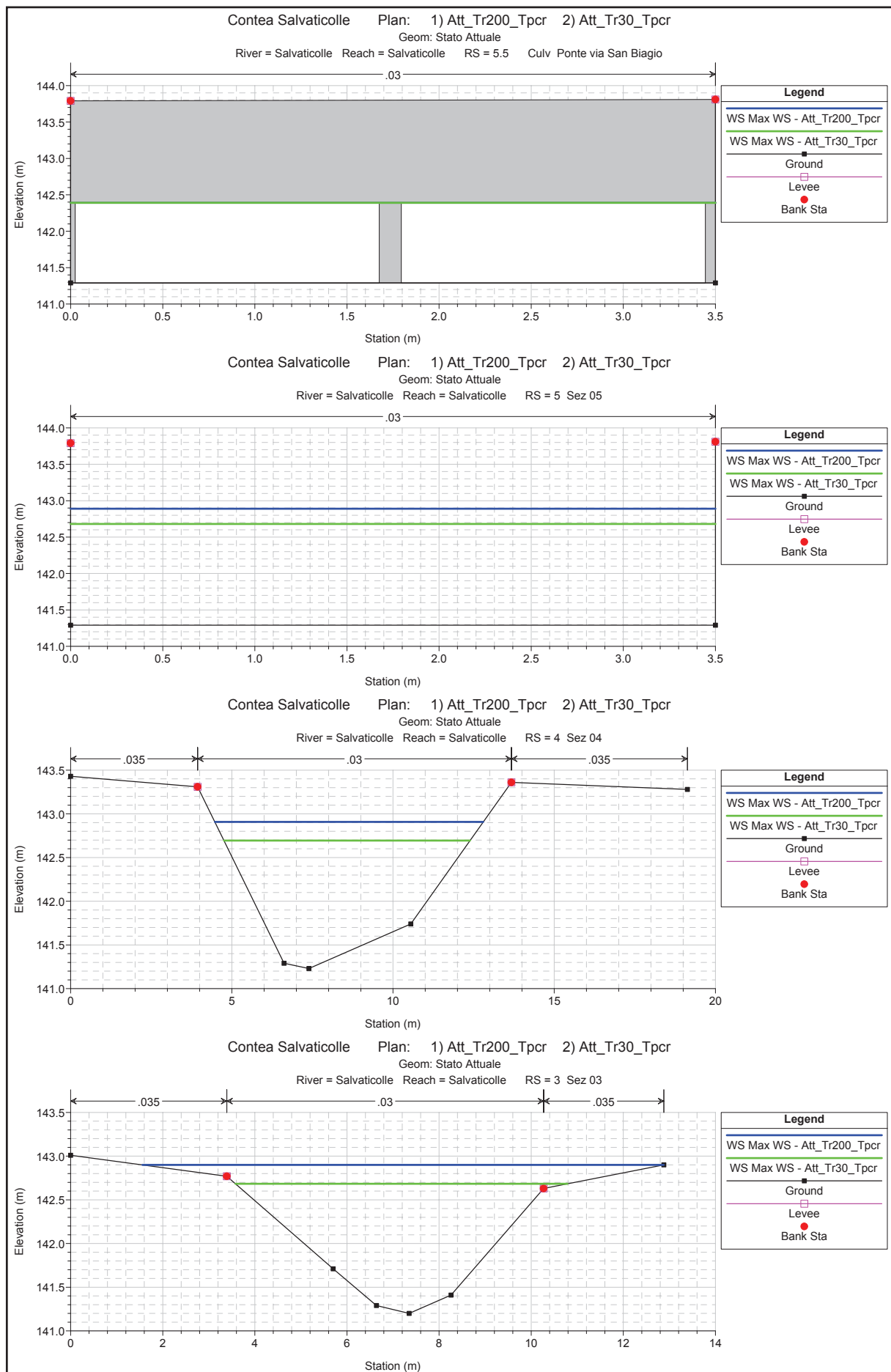
- Profili
- Sezioni
- Tabella di output

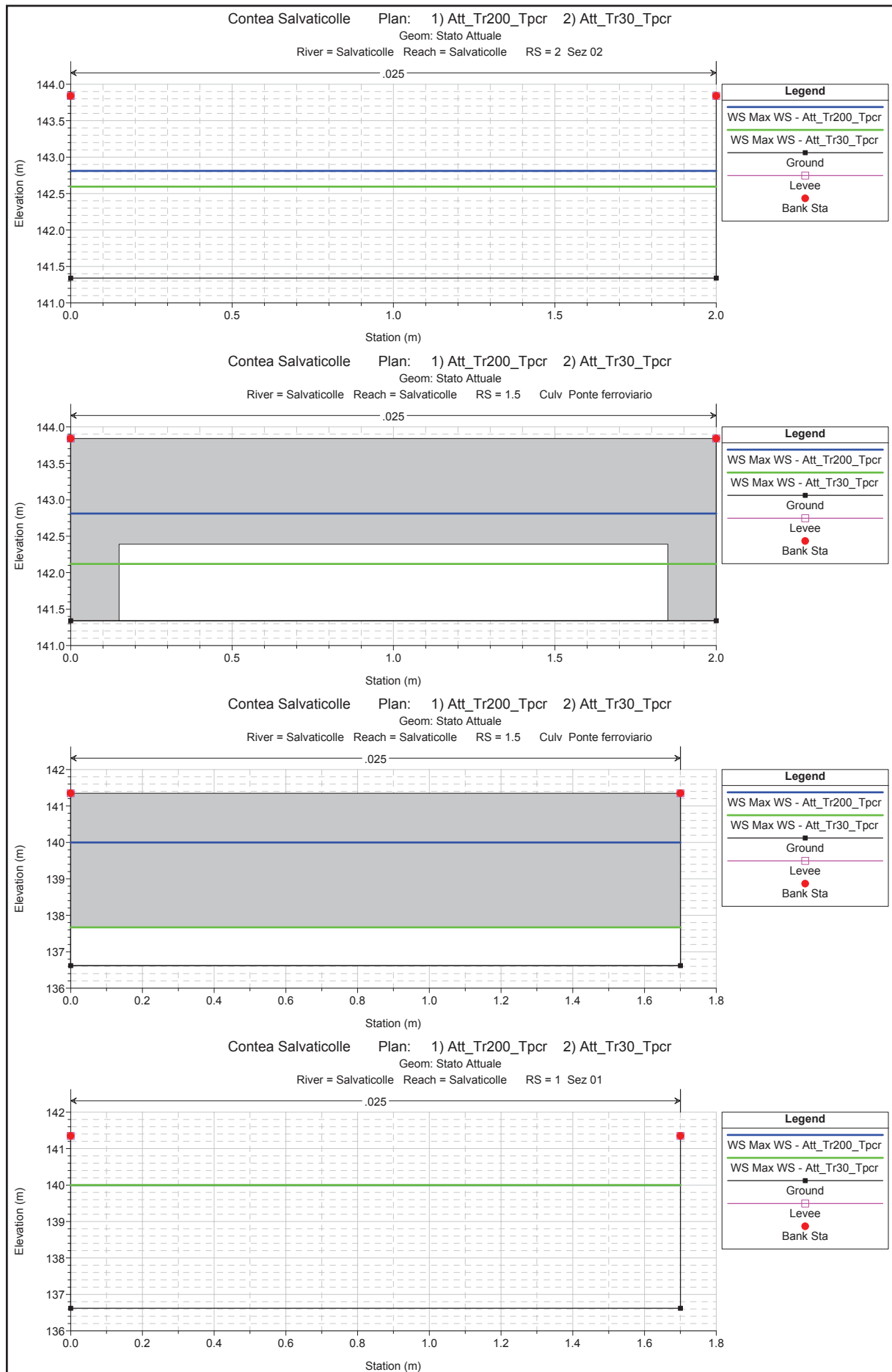


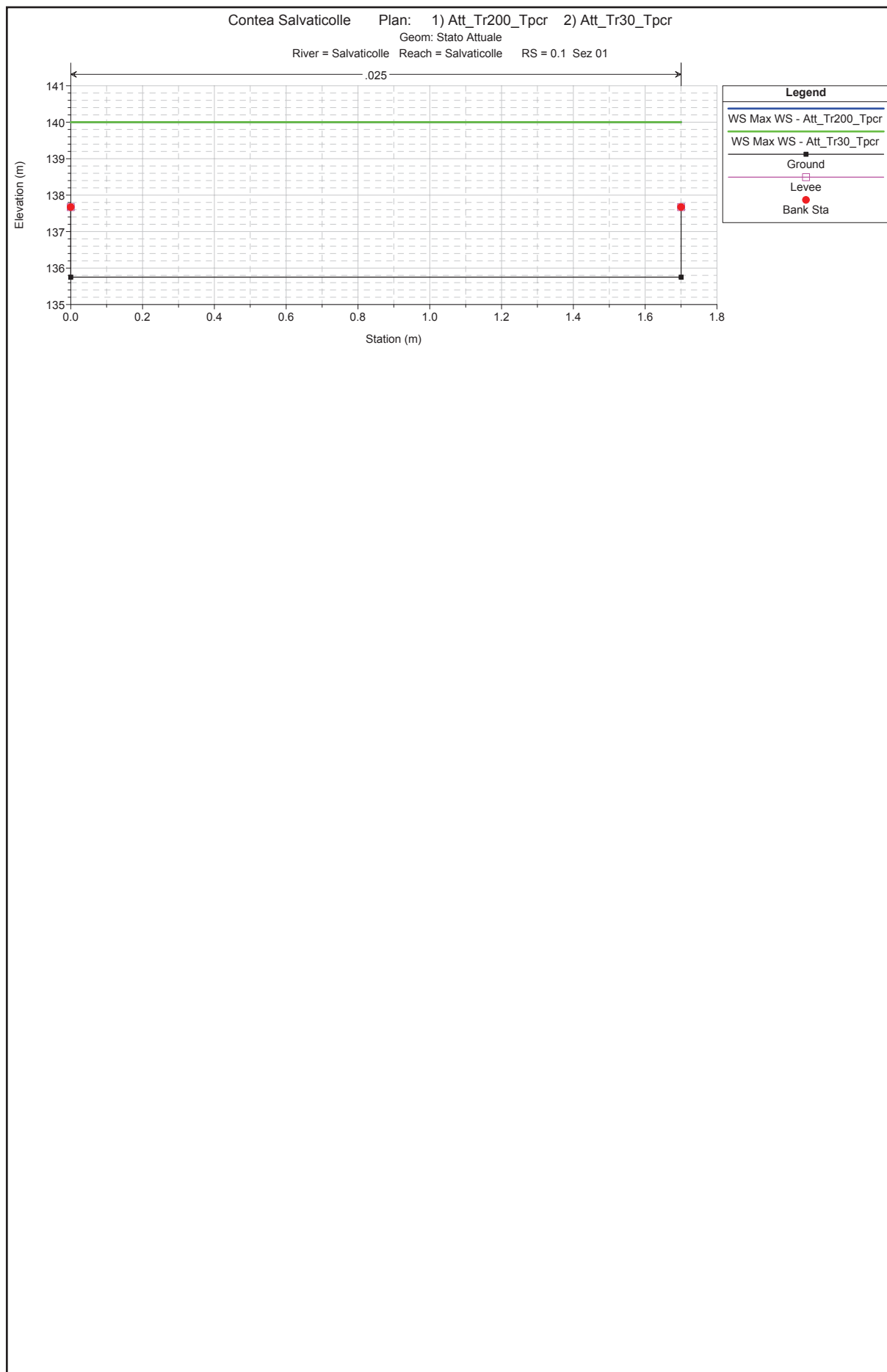












HEC-RAS River: Salvaticolle Reach: Salvaticolle Profile: Max WS

Reach	River Sta	Profile	Plan	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
Salvaticolle	14	Max WS	Att_Tr200_Tpccr	8.56	147.23	148.15	148.48	149.16	0.050121	4.44	1.93	3.72	1.97
Salvaticolle	14	Max WS	Att_Tr30_Tpccr	5.53	147.23	148.02	148.26	148.75	0.043913	3.79	1.46	3.25	1.80
Salvaticolle	13	Max WS	Att_Tr200_Tpccr	8.54	145.00	146.12	146.31	146.74	0.026736	3.49	2.45	4.21	1.46
Salvaticolle	13	Max WS	Att_Tr30_Tpccr	5.50	145.00	145.89	146.10	146.52	0.036265	3.51	1.57	3.37	1.64
Salvaticolle	12	Max WS	Att_Tr200_Tpccr	8.54	144.81	146.01	146.29	147.03	0.043517	4.47	1.91	2.01	1.46
Salvaticolle	12	Max WS	Att_Tr30_Tpccr	5.51	144.81	145.77	145.97	146.51	0.037916	3.82	1.44	1.88	1.39
Salvaticolle	11	Max WS	Att_Tr200_Tpccr	8.54	144.67	145.58	145.65	146.02	0.017272	2.95	2.90	4.22	1.13
Salvaticolle	11	Max WS	Att_Tr30_Tpccr	5.50	144.67	145.37	145.43	145.73	0.018138	2.65	2.08	3.80	1.14
Salvaticolle	10	Max WS	Att_Tr200_Tpccr	8.53	143.86	144.74	144.95	145.45	0.032073	3.76	2.27	3.46	1.48
Salvaticolle	10	Max WS	Att_Tr30_Tpccr	5.50	143.86	144.57	144.71	145.09	0.029035	3.20	1.72	3.17	1.39
Salvaticolle	9	Max WS	Att_Tr200_Tpccr	8.52	143.22	144.01	144.28	144.85	0.040961	4.06	2.10	4.10	1.81
Salvaticolle	9	Max WS	Att_Tr30_Tpccr	5.50	143.22	143.85	144.08	144.54	0.043408	3.69	1.49	3.52	1.81
Salvaticolle	8.3	Max WS	Att_Tr200_Tpccr	8.47	141.88	142.92		143.21	0.009580	2.40	3.53	5.01	0.91
Salvaticolle	8.3	Max WS	Att_Tr30_Tpccr	5.49	141.88	142.71		142.95	0.009831	2.15	2.55	4.40	0.90
Salvaticolle	8.29			Lat Struct									
Salvaticolle	8	Max WS	Att_Tr200_Tpccr	5.95	141.33	143.00		143.03	0.000613	0.86	7.20	5.95	0.24
Salvaticolle	8	Max WS	Att_Tr30_Tpccr	4.38	141.33	142.75		142.79	0.000630	0.78	5.76	5.93	0.24
Salvaticolle	7.4	Max WS	Att_Tr200_Tpccr	4.43	141.37	143.02		143.05	0.000474	0.68	6.55	6.85	0.21
Salvaticolle	7.4	Max WS	Att_Tr30_Tpccr	3.67	141.37	142.76		142.79	0.000683	0.74	4.98	5.56	0.25
Salvaticolle	7.29			Lat Struct									
Salvaticolle	7	Max WS	Att_Tr200_Tpccr	4.42	141.39	143.02		143.04	0.000601	0.73	6.05	6.18	0.24
Salvaticolle	7	Max WS	Att_Tr30_Tpccr	3.67	141.39	142.75		142.79	0.000899	0.81	4.53	5.41	0.28
Salvaticolle	6	Max WS	Att_Tr200_Tpccr	4.42	141.29	143.01		143.04	0.000583	0.73	6.03	3.50	0.18
Salvaticolle	6	Max WS	Att_Tr30_Tpccr	3.67	141.29	142.76		142.79	0.000619	0.71	5.14	3.50	0.19
Salvaticolle	5.5			Culvert									

HEC-RAS River: Salvaticolle Reach: Salvaticolle Profile: Max WS (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Plan	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
Salvaticolle	5	Max WS	Att_Tr200_Tpccr	4.41	141.29	142.89		142.92	0.000710	0.79	5.60	3.50	0.20
Salvaticolle	5	Max WS	Att_Tr30_Tpccr	3.67	141.29	142.68		142.71	0.000720	0.75	4.87	3.50	0.20
Salvaticolle	4	Max WS	Att_Tr200_Tpccr	4.41	141.23	142.91		142.92	0.000239	0.50	8.81	8.32	0.16
Salvaticolle	4	Max WS	Att_Tr30_Tpccr	3.67	141.23	142.69		142.71	0.000298	0.52	7.12	7.63	0.17
Salvaticolle	3.9			Lat Struct									
Salvaticolle	3	Max WS	Att_Tr200_Tpccr	4.41	141.20	142.90		142.92	0.000346	0.60	7.70	11.32	0.19
Salvaticolle	3	Max WS	Att_Tr30_Tpccr	3.67	141.20	142.68		142.70	0.000508	0.64	5.77	7.21	0.22
Salvaticolle	2	Max WS	Att_Tr200_Tpccr	4.41	141.34	142.81		142.93	0.002808	1.50	2.94	2.00	0.39
Salvaticolle	2	Max WS	Att_Tr30_Tpccr	3.67	141.34	142.60		142.70	0.002908	1.46	2.51	2.00	0.42
Salvaticolle	1.5			Culvert									
Salvaticolle	1	Max WS	Att_Tr200_Tpccr	1.05	136.62	140.00		140.00	0.000035	0.18	5.75	1.70	0.03
Salvaticolle	1	Max WS	Att_Tr30_Tpccr	0.98	136.62	140.00		140.00	0.000031	0.17	5.75	1.70	0.03
Salvaticolle	0.1	Max WS	Att_Tr200_Tpccr	1.00	135.75	140.00	136.08	140.00	0.000024	0.14	7.22	1.70	0.02
Salvaticolle	0.1	Max WS	Att_Tr30_Tpccr	0.99	135.75	140.00	136.08	140.00	0.000023	0.14	7.22	1.70	0.02

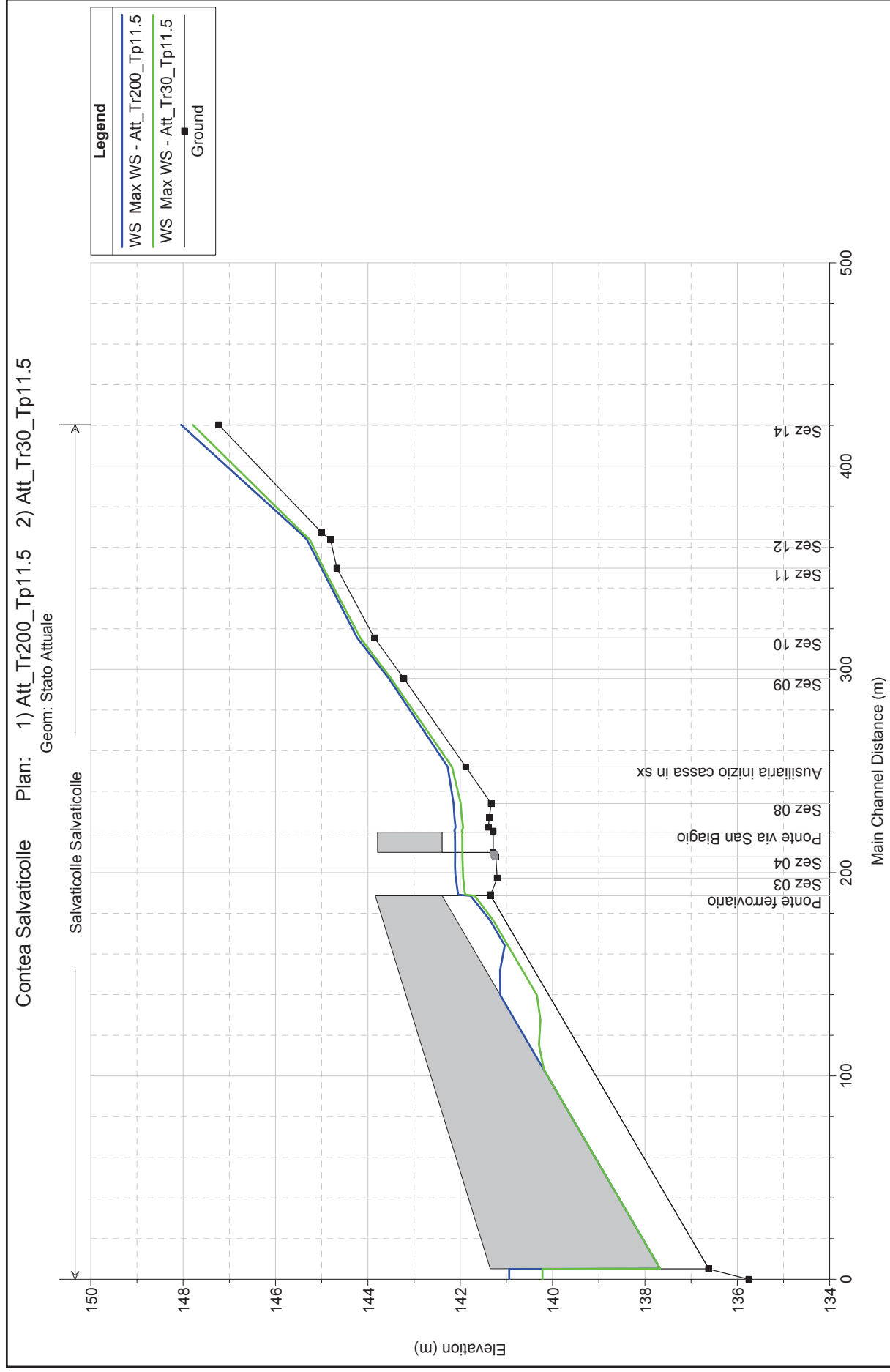
VERIFICHE IDRAULICHE

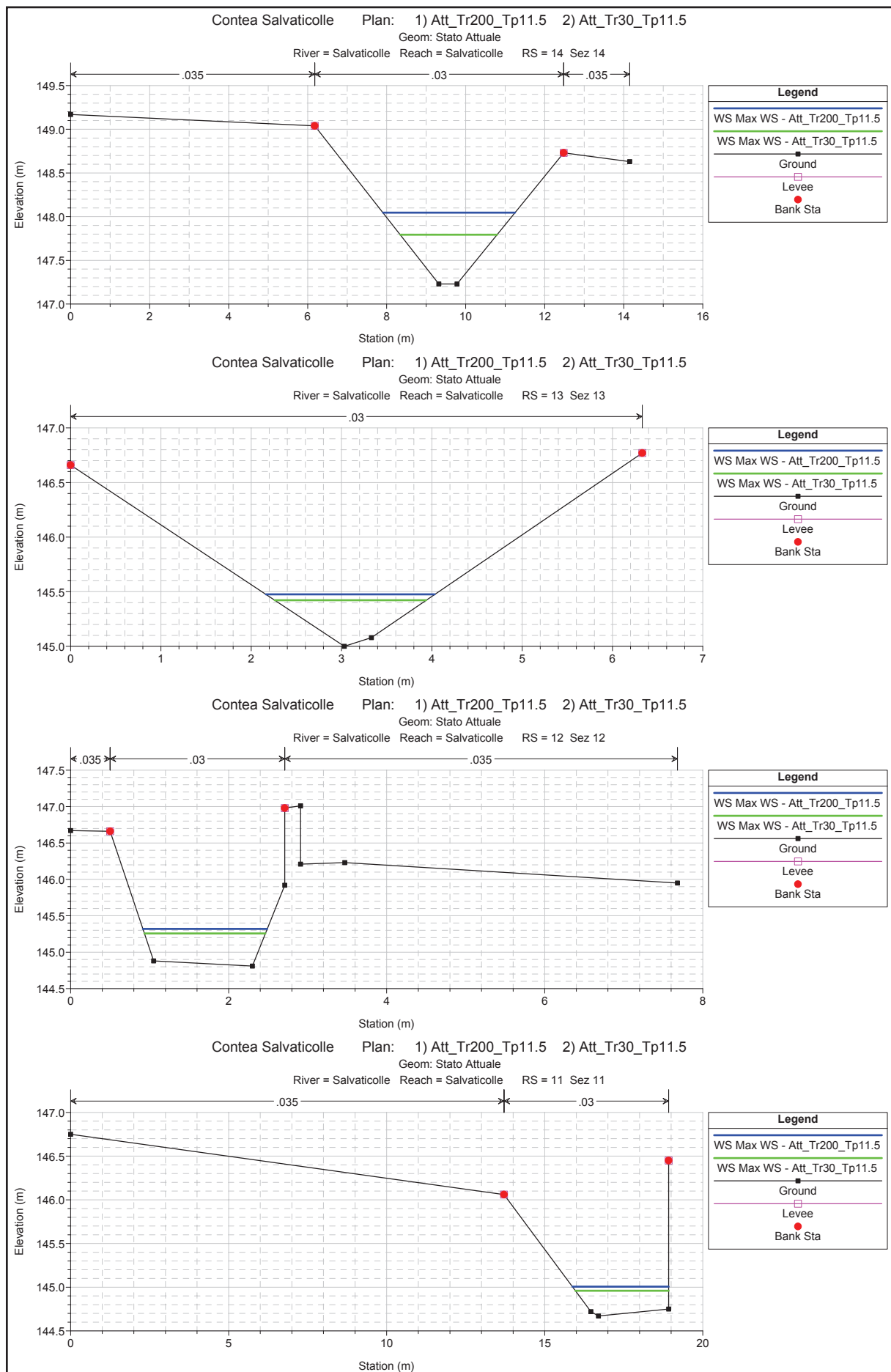
STATO ATTUALE

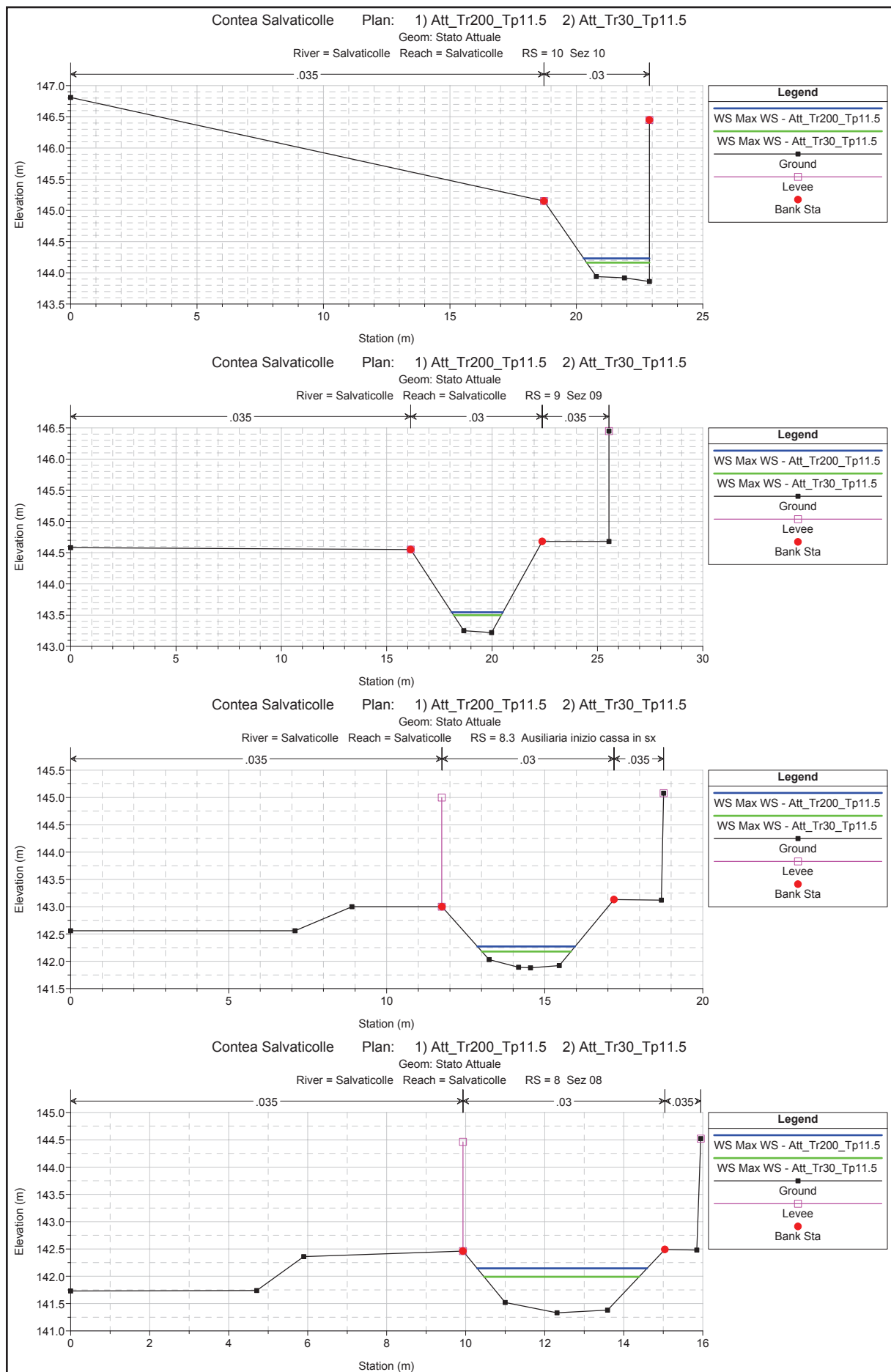
Borro Salvaticolle

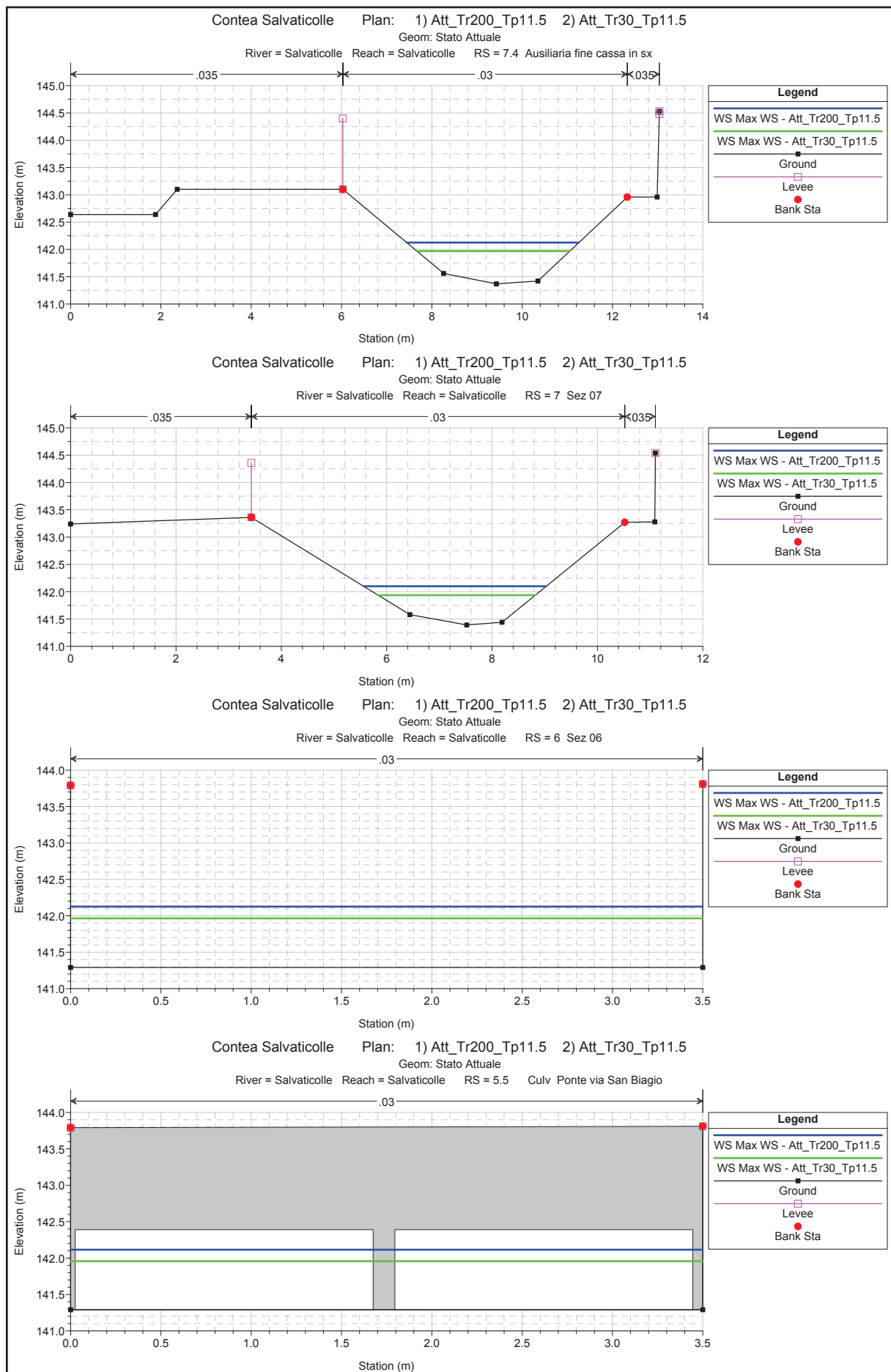
Tr 200 e 30 anni - Tempo di pioggia critico per il fiume Sieve

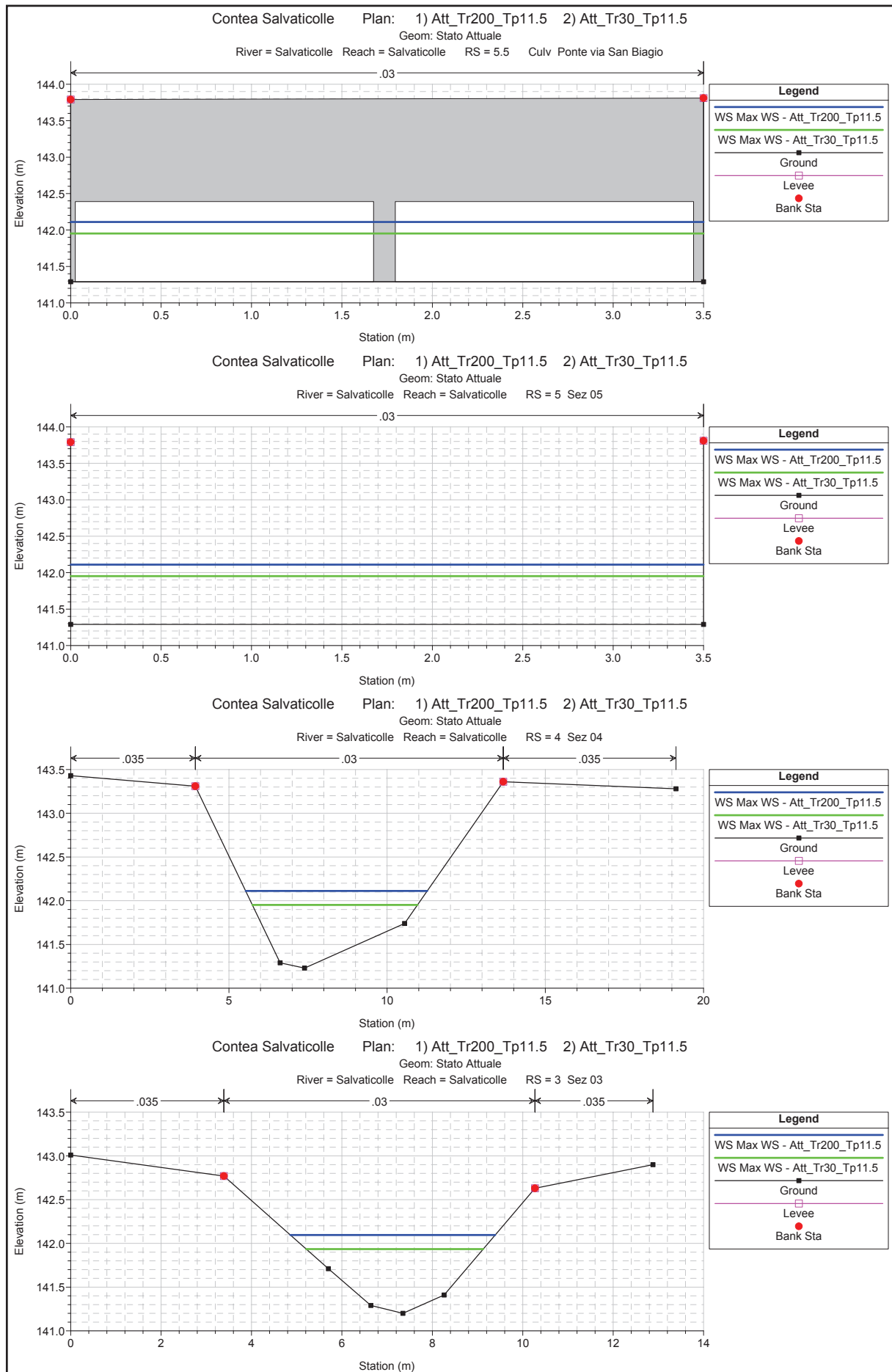
- Profili
- Sezioni
- Tabella di output

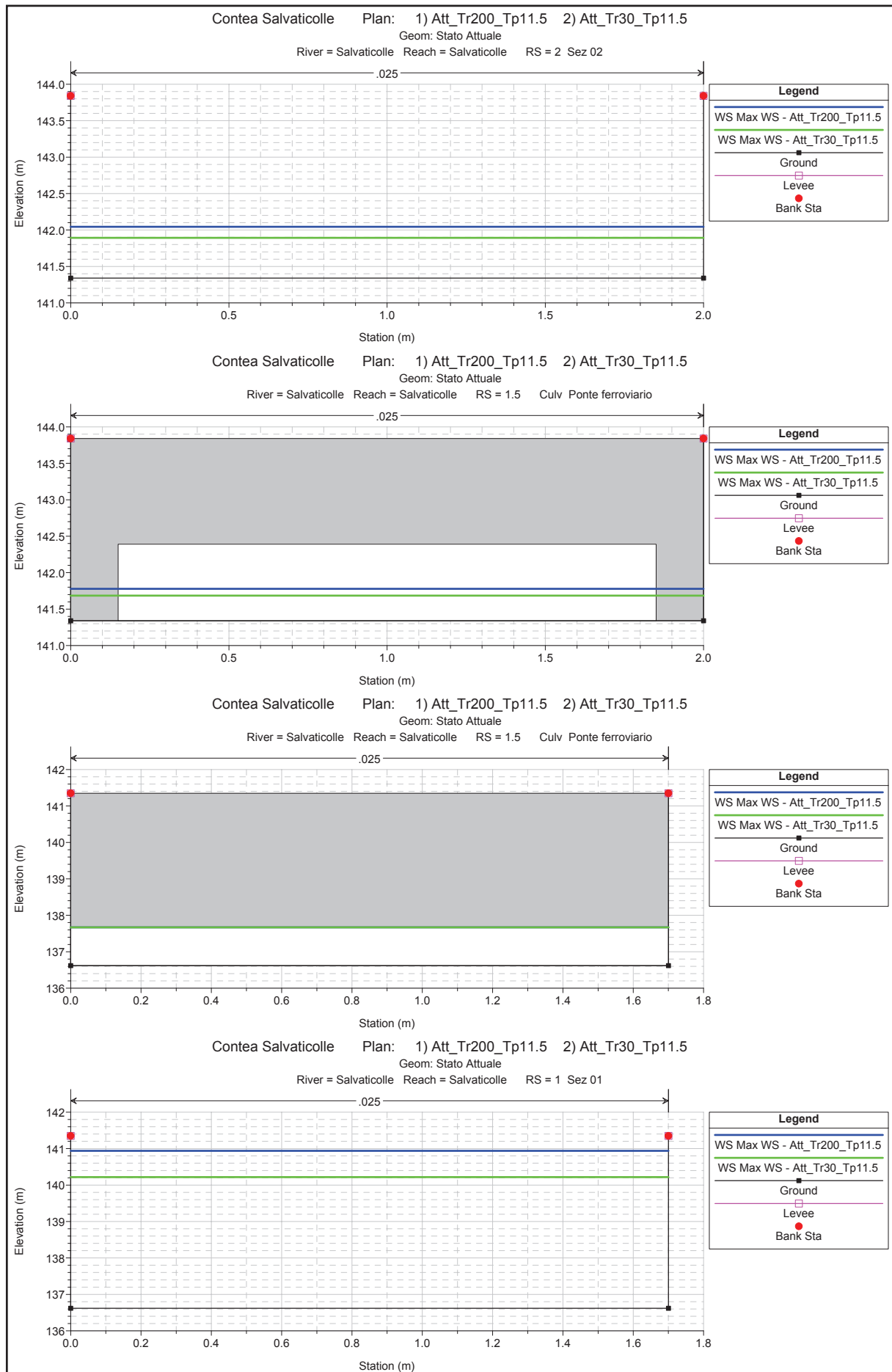


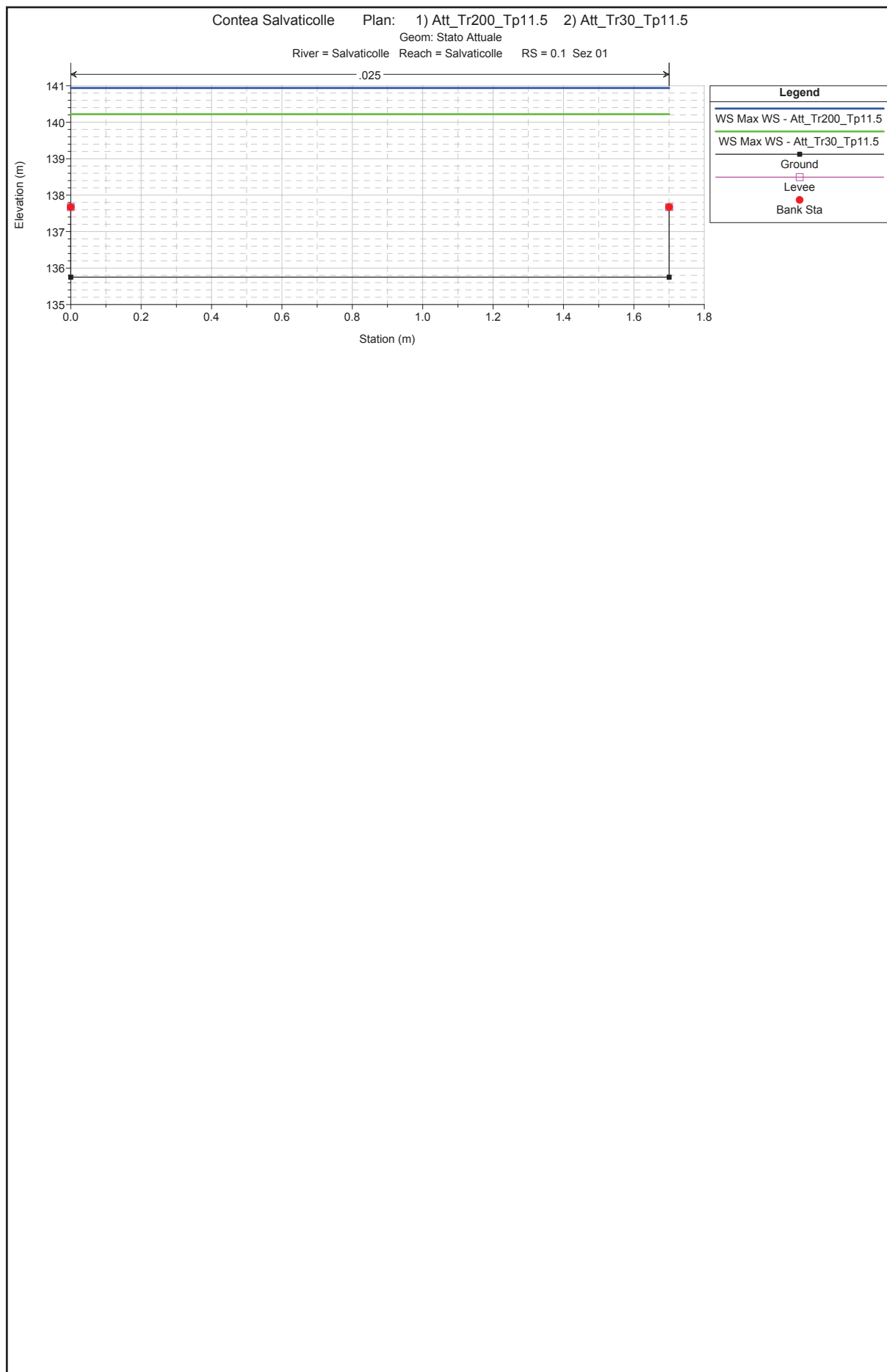












Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Salvaticolle	14	Max WS	Att_Tr200_Tp11.5	1.00	147.23	148.05		148.07	0.001226	0.65	1.55	3.34	0.30
Salvaticolle	14	Max WS	Att_Tr30_Tp11.5	1.08	147.23	147.79		147.88	0.007791	1.31	0.82	2.45	0.73
Salvaticolle	13	Max WS	Att_Tr200_Tp11.5	1.54	145.00	145.48	145.64	146.01	0.068509	3.24	0.48	1.87	2.05
Salvaticolle	13	Max WS	Att_Tr30_Tp11.5	1.17	145.00	145.42	145.57	145.90	0.071319	3.06	0.38	1.68	2.05
Salvaticolle	12	Max WS	Att_Tr200_Tp11.5	1.54	144.81	145.32	145.36	145.59	0.023781	2.29	0.67	1.57	1.12
Salvaticolle	12	Max WS	Att_Tr30_Tp11.5	1.15	144.81	145.26	145.27	145.46	0.020500	2.00	0.57	1.53	1.04
Salvaticolle	11	Max WS	Att_Tr200_Tp11.5	1.54	144.67	145.01	145.04	145.19	0.021406	1.89	0.81	3.05	1.17
Salvaticolle	11	Max WS	Att_Tr30_Tp11.5	1.07	144.67	144.96	144.97	145.09	0.017986	1.58	0.68	2.95	1.05
Salvaticolle	10	Max WS	Att_Tr200_Tp11.5	1.54	143.86	144.23	144.28	144.45	0.025012	2.06	0.75	2.60	1.23
Salvaticolle	10	Max WS	Att_Tr30_Tp11.5	1.08	143.86	144.16	144.20	144.34	0.027203	1.89	0.57	2.48	1.25
Salvaticolle	9	Max WS	Att_Tr200_Tp11.5	1.54	143.22	143.55	143.66	143.90	0.046582	2.65	0.58	2.43	1.73
Salvaticolle	9	Max WS	Att_Tr30_Tp11.5	1.08	143.22	143.50	143.58	143.77	0.041911	2.30	0.47	2.26	1.61
Salvaticolle	8.3	Max WS	Att_Tr200_Tp11.5	1.53	141.88	142.27	142.27	142.42	0.014408	1.69	0.90	3.09	1.00
Salvaticolle	8.3	Max WS	Att_Tr30_Tp11.5	1.08	141.88	142.18	142.20	142.33	0.020446	1.71	0.63	2.82	1.15
Salvaticolle	8.29			Lat Struct									
Salvaticolle	8	Max WS	Att_Tr200_Tp11.5	1.55	141.33	142.14		142.16	0.000767	0.61	2.56	4.30	0.25
Salvaticolle	8	Max WS	Att_Tr30_Tp11.5	1.08	141.33	141.99		142.01	0.000834	0.56	1.92	3.92	0.26
Salvaticolle	7.4	Max WS	Att_Tr200_Tp11.5	1.55	141.37	142.12		142.16	0.001482	0.77	1.99	3.81	0.34
Salvaticolle	7.4	Max WS	Att_Tr30_Tp11.5	1.08	141.37	141.97		142.00	0.001839	0.76	1.43	3.39	0.37
Salvaticolle	7.29			Lat Struct									
Salvaticolle	7	Max WS	Att_Tr200_Tp11.5	1.54	141.39	142.10		142.15	0.002540	0.95	1.63	3.47	0.44
Salvaticolle	7	Max WS	Att_Tr30_Tp11.5	1.08	141.39	141.94		141.99	0.003702	0.98	1.10	2.99	0.52
Salvaticolle	6	Max WS	Att_Tr200_Tp11.5	1.54	141.29	142.13		142.14	0.000534	0.53	2.93	3.50	0.18
Salvaticolle	6	Max WS	Att_Tr30_Tp11.5	1.08	141.29	141.97		141.98	0.000490	0.46	2.36	3.50	0.18
Salvaticolle	5.5			Culvert									

HEC-RAS River: Salvaticolle Reach: Salvaticolle Profile: Max WS (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Plan	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
Salvaticolle	5	Max WS	Att_Tr200_Tp11.5	1.54	141.29	142.11		142.12	0.000567	0.54	2.87	3.50	0.19
Salvaticolle	5	Max WS	Att_Tr30_Tp11.5	1.08	141.29	141.95		141.96	0.000520	0.47	2.32	3.50	0.18
Salvaticolle	4	Max WS	Att_Tr200_Tp11.5	1.54	141.23	142.11		142.12	0.000490	0.48	3.22	5.74	0.20
Salvaticolle	4	Max WS	Att_Tr30_Tp11.5	1.08	141.23	141.95		141.96	0.000602	0.46	2.34	5.22	0.22
Salvaticolle	3.9			Lat Struct									
Salvaticolle	3	Max WS	Att_Tr200_Tp11.5	1.54	141.20	142.10		142.12	0.000926	0.63	2.43	4.53	0.28
Salvaticolle	3	Max WS	Att_Tr30_Tp11.5	1.08	141.20	141.93		141.95	0.001106	0.62	1.75	3.91	0.29
Salvaticolle	2	Max WS	Att_Tr200_Tp11.5	1.54	141.34	142.04		142.11	0.002428	1.09	1.41	2.00	0.42
Salvaticolle	2	Max WS	Att_Tr30_Tp11.5	1.08	141.34	141.89		141.94	0.002366	0.98	1.11	2.00	0.42
Salvaticolle	1.5			Culvert									
Salvaticolle	1	Max WS	Att_Tr200_Tp11.5	1.01	136.62	140.94		140.94	0.000018	0.14	7.34	1.70	0.02
Salvaticolle	1	Max WS	Att_Tr30_Tp11.5	1.00	136.62	140.22		140.22	0.000028	0.16	6.12	1.70	0.03
Salvaticolle	0.1	Max WS	Att_Tr200_Tp11.5	1.01	135.75	140.94	136.08	140.94	0.000015	0.11	8.82	1.70	0.02
Salvaticolle	0.1	Max WS	Att_Tr30_Tp11.5	1.00	135.75	140.22	136.08	140.22	0.000021	0.13	7.60	1.70	0.02