

SS38 "dello Stelvio" - Tangenziale Sud di Sondrio

Nuovo attraversamento in viadotto della linea ferroviaria Sondrio-Tirano e nuove connessioni alla viabilità locale tra le Pk 40+000 e la Pk 40+700 nei Comuni di Sondrio e Montagna in Valtellina

PROGETTO DEFINITIVO

COD. MI634

PROGETTAZIONE:



PROGETTISTI:

Ing. Stefano Monni
Ordine Ing. Prato n. 155

Ing. Carlo Mazzetti
Ordine Ing. Siena n. 1177

Dott. Luciano Luciani
Dott. Sc. Forestali

Dott. Giulio Tona
Ordine Agronomi e Forestali Firenze n. 1045

Ing. Michele Frizzarin
Ordine Ing. Verona n. A4547

Il responsabile dell'integrazione tra le varie discipline specialistiche:

Ing. Stefano Monni
Ordine Ing. Prato n. 155

Il coordinatore della sicurezza in fase di progettazione:

Arch. Giorgio Salimbene
Ordine Arch. Firenze n. 3997

Il geologo:

Dott. Geol. Pier Paolo Binazzi
Ordine Geologi Toscana n. 130

VISTO Il responsabile del procedimento:

Ing. Giancarlo Luongo

IDROLOGIA E IDRAULICA

RETICOLO IDROGRAFICO

RELAZIONE COMPATIBILITA' IDRAULICA

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00ID01IDRRE02B.DOC			
DPMI0634	D 23	CODICE ELAB.	T00ID01IDRRE02	B	—
B	EMISSIONE PER INTEGRAZIONI VIA	GENNAIO 2024	E. LUCCHESI	S. MONNI	S. MONNI
A	EMISSIONE	AGOSTO 2023	E. LUCCHESI	C. MAZZETTI	S. MONNI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Indice

1	PREMESSA.....	2
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3	COMPATIBILITÀ CON LA VINCOLISTICA IDROLOGICA ED IDRAULICA VIGENTE	5
4	ANALISI IDRAULICA	11
4.1	RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA	14
4.1.1	Stato attuale.....	14
4.1.2	Stato di progetto.....	14
4.1.3	Stato attuale in assenza dell’infrastruttura ferroviaria	15
4.1.4	Profili idrici	16
5	CONCLUSIONI.....	19

1 PREMESSA

Il presente elaborato, nell’ambito della trattazione degli aspetti idrologico-idraulici del progetto in oggetto, affronta le tematiche di compatibilità idraulica del nuovo intervento nei confronti dei corsi d’acqua censiti nel reticolo principale, vale a dire il Fiume Adda e il Torrente Davaglione. Per quanto riguarda il primo, si sviluppa lo studio sulla base di quelli disponibili a supporto del PGRA **vigente, adottato con decreto del Segretario Generale n. 158 del 27/12/2022** e del Progetto Definitivo “SS 38 dello Stelvio (Valtellina) - Lotto 7 - Completamento della Tangenziale di Sondrio dallo Svincolo di Montagna (compreso) allo Svincolo di Tresivio (compreso)” – RTI: STE Srl – Lombardi SA – COALPA – PROGER – SINA).

Per il Torrente Davaglione, invece, viene indagata più dettagliatamente, per mezzo di modellazione idraulica, l’interazione tra l’opera in oggetto e il Torrente stesso.

In particolare, per quanto riguarda le interferenze con il Torrente Davaglione la nuova sistemazione prevede:

- la sostituzione dell’attuale passerella pedonale adiacente all’attuale via Stelvio con viabilità di collegamento tra la SS 38 e l’abitato di Piano (SO);
- la sostituzione dell’impalcato di attraversamento stradale del Davaglione e la predisposizione a rampa di uscita dall’attuale via Stelvio;
- un viadotto per lo scavalco della Ferrovia al fine di evitare l’intersezione tra la SS 38 con la Linea Ferroviaria Tirano-Sondrio.

Per la sistemazione dei primi due punti su elencati si prevede **la realizzazione di un rivestimento del fondo alveo in materassi Reno bitumati per il tratto di interesse dell’attraversamento mentre, al fine di garantire il rispetto del franco idraulico, viene eseguita la regolarizzazione del fondo mediante l’inserimento di una soglia in gabbioni 50x50 cm collocata 10 m a monte del nuovo attraversamento. Al fine di evitare lo scalzamento dell’alveo a valle della soglia, si prevede il rivestimento dell’alveo per la lunghezza di interesse per mezzo di materassi Reno, sp. 20 cm non bitumati. L’utilizzo di tale modalità costruttiva permette il mantenimento della naturalità dell’alveo.**

Si riporta in Figura 1 una pianta dell’attuale configurazione dello svincolo mentre in Figura 2 la configurazione di progetto.

Sono stati utilizzati i valori di pioggia estratti dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia, **in particolare i parametri LSPP 1-24 come determinati nell’ambito del Progetto STRADA nel Report “Il monitoraggio degli eventi estremi come strategia di adattamento ai cambiamenti climatici”**. Per la caratterizzazione idrologica del Bacino i dati riportati nel Sistema Informativo Bacini e Corsi d’Acqua (SIBCA) della Regione Lombardia. L’elaborazione dei dati è stata eseguita come riportato nella Relazione Idrologica.

Al fine di determinare la quota di intradosso dei nuovi attraversamenti e del nuovo viadotto in modo da ottemperare alla verifica della compatibilità idraulica si è effettuato un modello idraulico in moto permanente.

In linea con le indicazioni riportate nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) è stata adottata la portata con tempo di ritorno duecentennale.

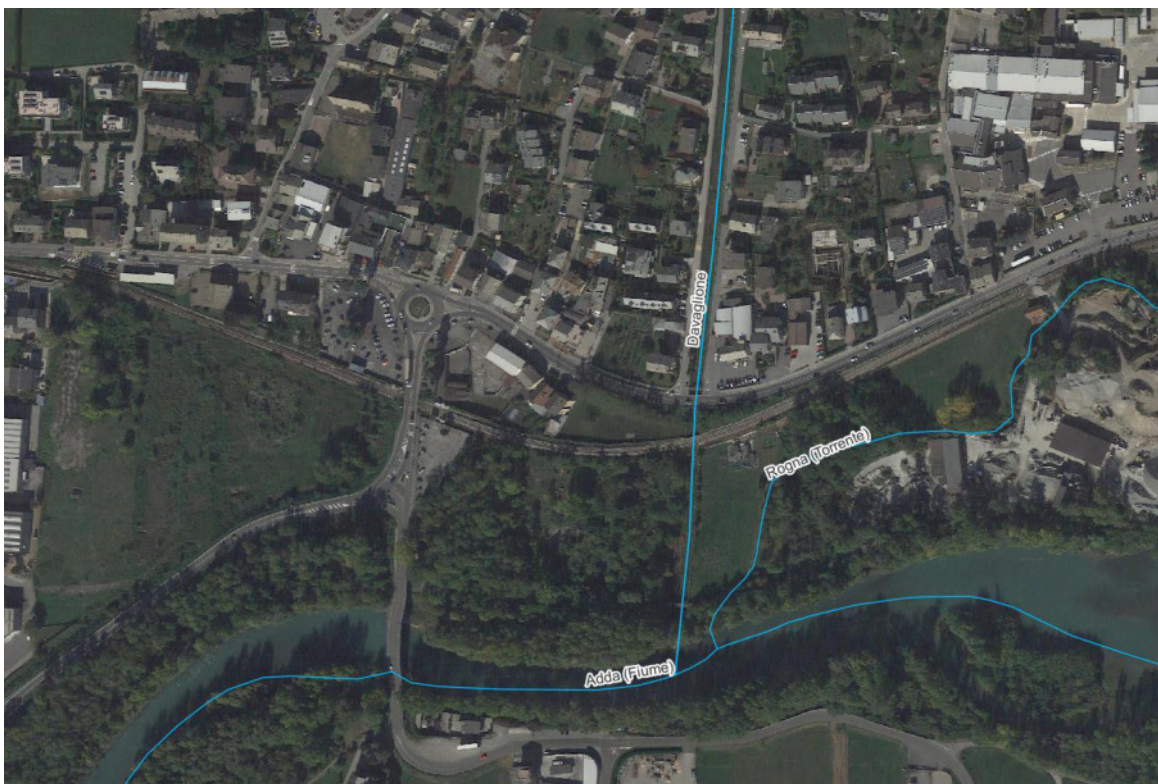


Figura 1 – SS 38 – Stato Attuale

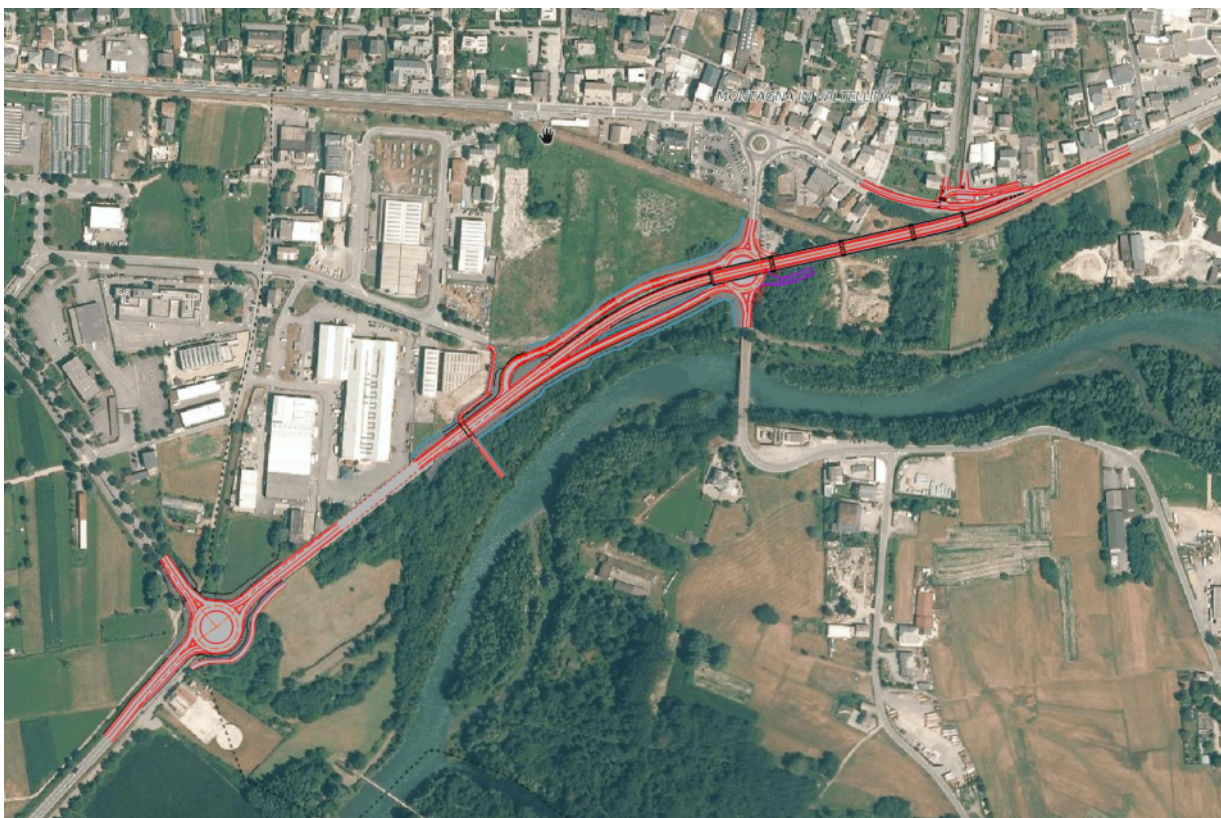


Figura 2 – SS 38 – Stato di Progetto

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riportano di seguito i riferimenti normativi alla base delle trattazioni successive:

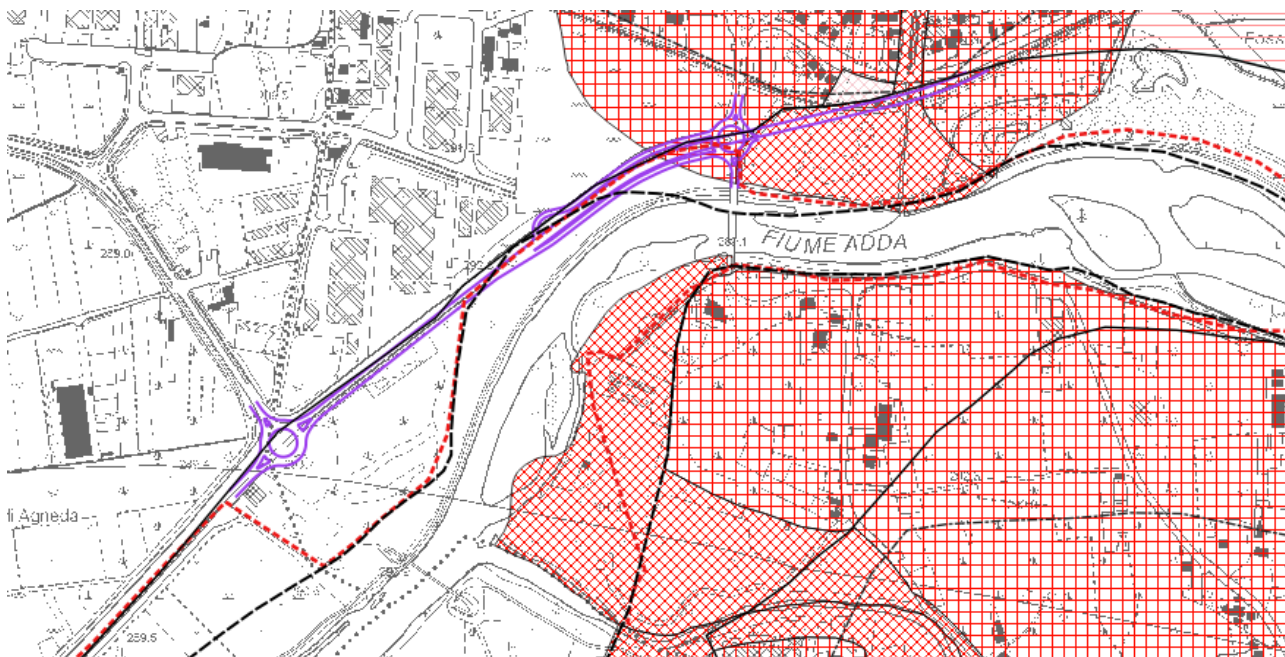
- Decreto Ministeriale 17.01.2018 – “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” (NTC) e Circolare 21.01.2019 – “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni”;
- Deliberazione n. 5/2021 dell’Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po – “Il ciclo Piani di Gestione Rischio Alluvioni. I aggiornamento – Art. 14, comma 3 Direttiva 2007/60/CE. Adozione dell’aggiornamento del PGRI ai sensi del artt. 65 e 66 del D. Lgs. 2006”;
- Direttiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2007 relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni;
- Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 – “Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”;
- Regio Decreto 25 luglio 1904, n.523 – “Testo unico sulle opere idrauliche”;
- Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7 “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della Legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)”.

L’osservanza di tali riferimenti normativi è fondamentale all’ottenimento delle autorizzazioni al fine della compatibilità idraulica dell’opera e dell’invarianza idraulica dell’opera.

Gli Enti interessati sono la Regione Lombardia, l’Ufficio Territoriale Regionale Montagna di Sondrio il comune di Montagna di Valtellina e l’Autorità di Bacino del Fiume Po.

3 COMPATIBILITÀ CON LA VINCOLISTICA IDROLOGICA ED IDRAULICA VIGENTE

Il sedime delle opere in progetto interferisce marginalmente con la Fascia di rispetto fluviale A del fiume Adda e più diffusamente con la Fascia B (limite della fascia esteso fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena Tr 200 anni) dello stesso, mentre ricade interamente entro la Fascia C (portata di riferimento la massima piena storicamente registrata, se corrispondente a un TR superiore a 200 anni, o in assenza di essa, la piena con TR di 500 anni).



- Opere in progetto
- Limite_Fascia_A
- Limite_Fascia_B
- Limite_Fascia_C
- Arginature maestre fiume Adda
- Dissesti poligonali PAI
 - ⊠ Area di conoide attivo non protetta (Ca)
 - ⊠ Area di conoide attivo parzialmente protetta (Cp)
 - ⊠ Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cm)

Stralcio della Carta del Dissesto PAI

Il raffronto con i risultati della più recente “Analisi idraulica sull’asta dell’Adda Sopralacuale finalizzata alla redazione delle mappe di pericolosità e del rischio alluvioni” elaborata nel 2013 dagli Ingg. Baggini e Begnis, poi accolta dal PGRA e rimasta tuttora invariata, evidenziano tuttavia come il limite esterno delle aree potenzialmente interessate da fenomeni di esondazione e/o rigurgito con tempi di ritorno Tr 500 anni in questo secondo documento – sviluppato a partire da basi topografiche più dettagliate e soprattutto più aggiornate rispetto **quelle disponibili nelle precedenti fasi progettuali** – interferisca solo marginalmente con le opere in progetto in prossimità della Rotatoria SP19, addossandosi all’attuale rilevato stradale della SS38.

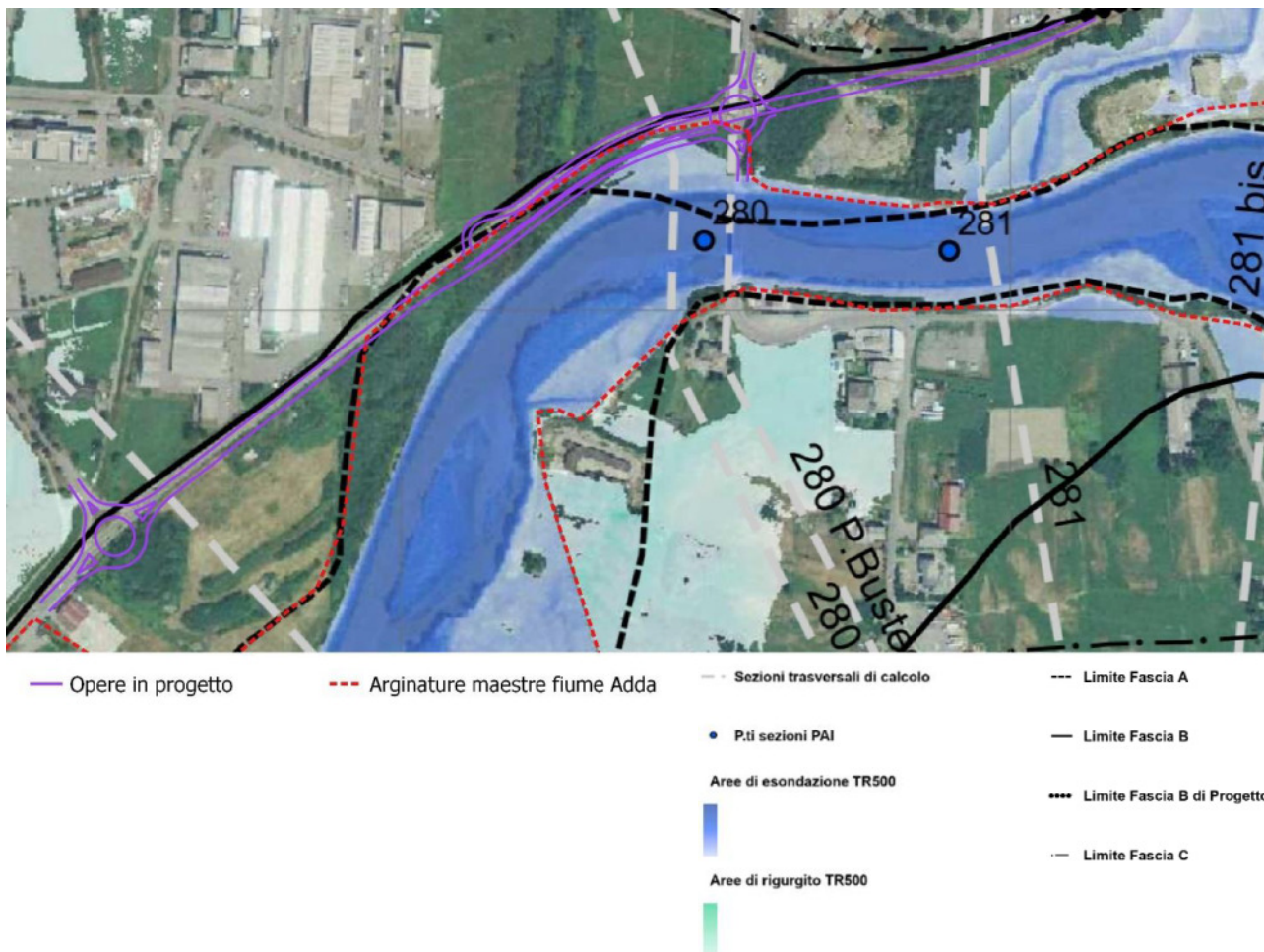


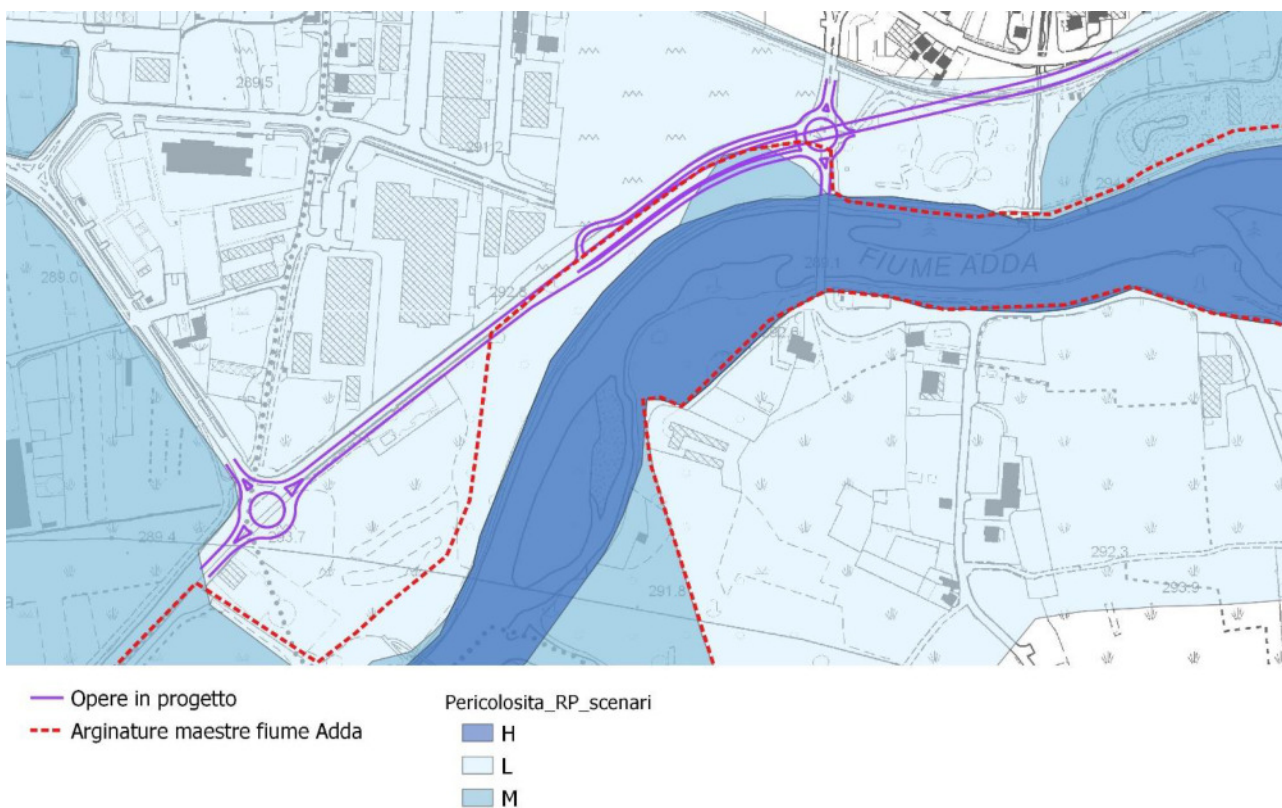
Tavola di delimitazione delle zone di esondazione con tiranti idraulici Tr500 - Sondrio

Il tratto compreso tra Rotatoria SP19 e la spalla lato est del viadotto rientra in gran parte entro l'area di conoide attivo non protetto Ca relativo al t. Davaglione, così come parte della linea ferroviaria. Le NTA del PAI prevedono, all'art. 9 comma 7, che *nelle aree Ca sono esclusivamente consentiti [...] la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti.*

Per questo motivo, sia le spalle del viadotto che le pile sono dotate di fondazioni profonde tali da attestarsi allo strato più stabile della stratigrafia.

L'esame della documentazione allegata al Piano di Gestione Rischio Alluvioni nel bacino del Fiume Po (PGRA), qui sviluppata a partire dallo studio idraulico degli ingg. Baggini e Begnis sopra citato, mostra come il lotto di intervento rientri interamente nelle aree di pericolosità con scenario raro L nell'ambito del reticolo principale RP e – per un brevissimo tratto immediatamente ad Ovest della nuova rotonda per Piateda – con lo scenario

M. Sulla base di quanto previsto dalla DGR X/6738 del 19/06/2017, per i corsi d’acqua già interessati nella pianificazione di bacino vigente dalla delimitazione delle fasce fluviali (quale il caso in esame), alle perimetrazioni di fascia vigenti si sono sovrapposte nuove perimetrazioni di aree allagabili; in particolare, nelle aree interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2/M), si applicano le limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia B dalle norme del “Titolo II – Norme per le fasce fluviali”, delle N.T.A. del PAI. Relativamente allo scenario RP, nelle aree interessate da alluvioni rare (aree P1/L), si applicano le disposizioni di cui all’art. 31 delle N.T.A. del PAI, che rimanda agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti per i territori ricadenti in fascia C.

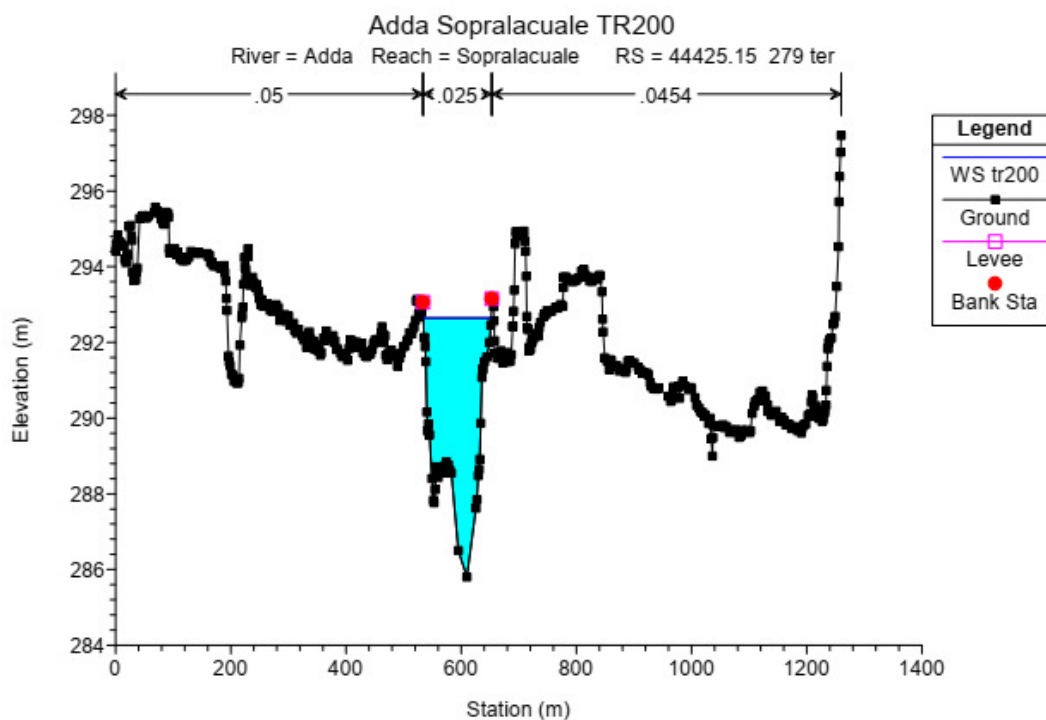


Stralcio della Carta della Pericolosità RP – PGRA

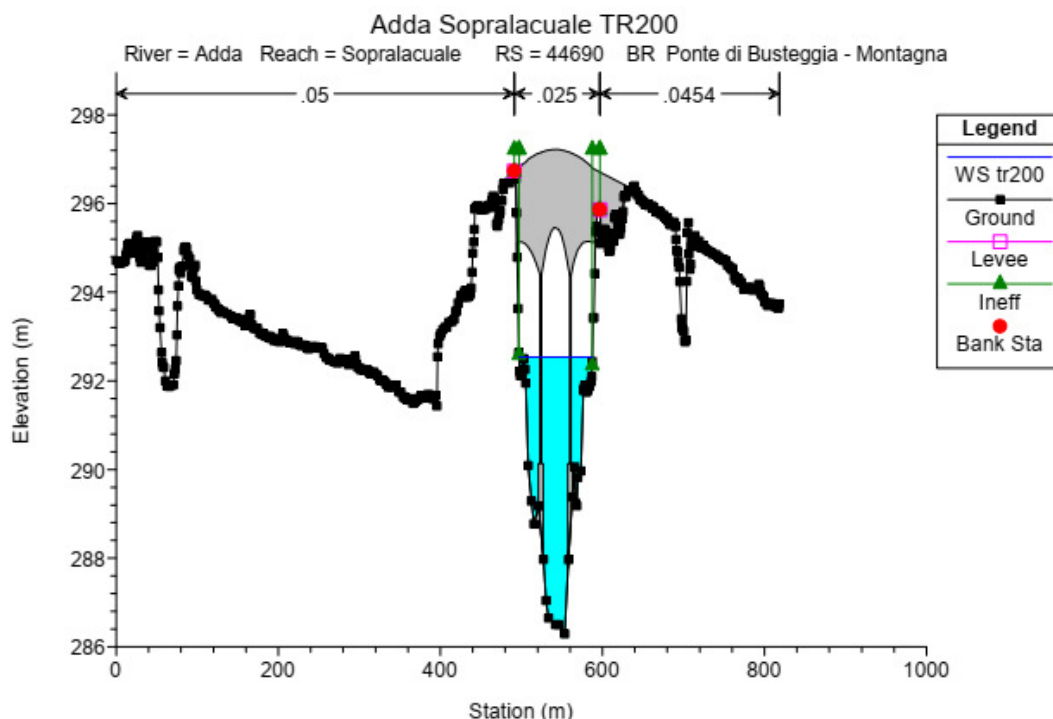
Si evidenzia tuttavia che nella su citata “Analisi idraulica sull’asta dell’Adda Sopralacuale finalizzata alla redazione delle mappe di pericolosità e del rischio alluvioni” l’interferenza tra le aree di esondazione e gli interventi progettuali porta all’interessamento non della piattaforma stradale ma del piede del rilevato.

Nelle Figure seguenti si riportano graficamente le risultanze dello studio commissionato da Autorità di bacino e Provincia di Sondrio per l’aggiornamento del PGRA. Si riporta inoltre il profilo stradale con indicazione delle quote di progetto della strada e del terreno, quindi del piede del rilevato.

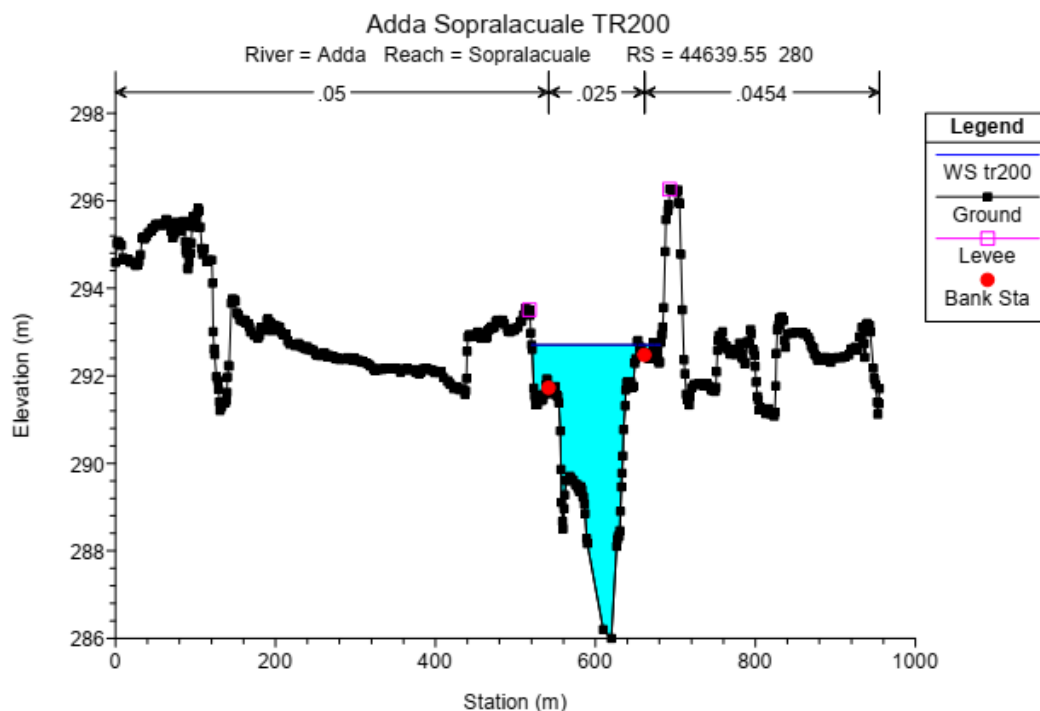
Le sezioni riportate di seguito sono collocate come indicato nella Figura “Tavola di delimitazione delle zone di esondazione con tiranti idraulici Tr500 - Sondrio”.



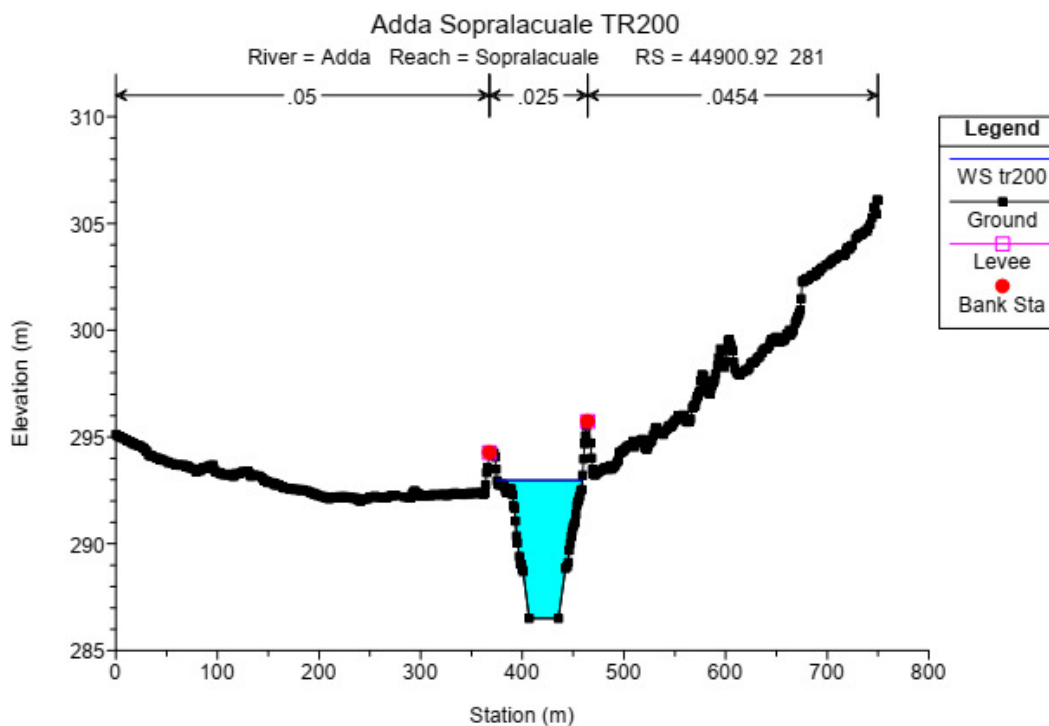
Studio AdbPo 2012 (ing. Baggini e Begnis) – Risultati modellazione idraulica f. Adda – sez. 279



Studio AdbPo 2012 (ing. Baggini e Begnis) – Risultati modellazione idraulica f. Adda – sez. 280 – Ponte per Faedo

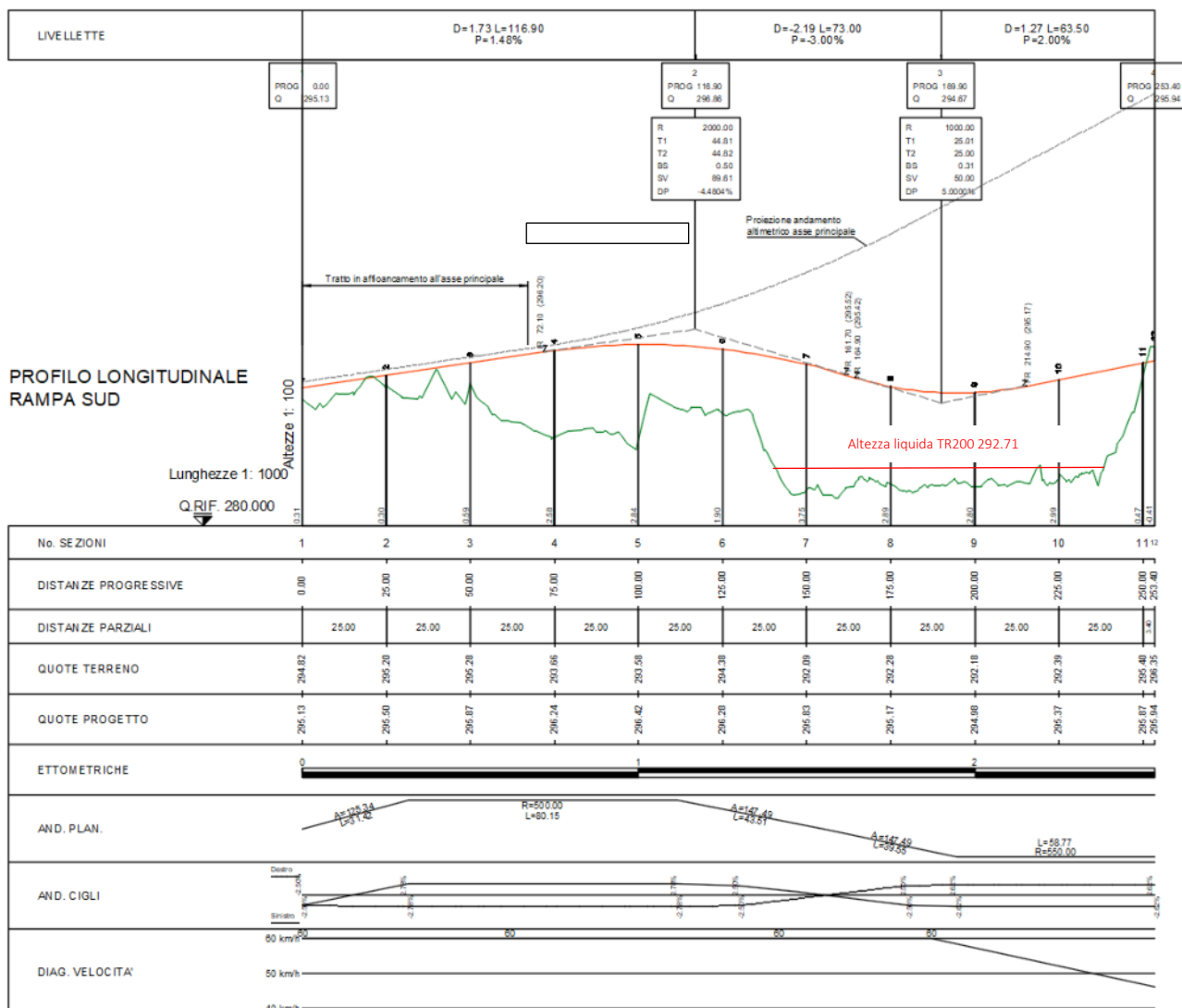


Studio AdbPo 2012 (ingg. Baggini e Begnis) – Risultati modellazione idraulica f. Adda – sez. 280



Studio AdbPo 2012 (ingg. Baggini e Begnis) – Risultati modellazione idraulica f. Adda – sez. 281

PROGETTO DEFINITIVO
Relazione compatibilità idraulica



Profilo di progetto della Rampa Sud con indicazione del livello di piena duecentennale

Stante l'interferenza tra il livello di piena duecentennale e il piede del rilevato stradale della Rampa Sud verranno previsti interventi di ingegneria naturalistica tramite utilizzo di scogliera in massi di 2° categoria intasati in terra opportunamente vegetati con astoni/talee di essenze arbustive idrofile, tipiche dell'ambiente ripariale limitrofo. In tal modo la stabilità del corpo stradale non verrà messa a rischio in caso di piena del Fiume Adda.

4 ANALISI IDRAULICA

La modellazione idraulica dei fenomeni di propagazione delle piene in alveo è stata effettuata con riferimento ad uno schema di moto permanente monodimensionale.

Gli scenari analizzati, in linea con le Norme di Attuazione del PAI, all.4 contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica, sono quello dello stato attuale, quello con l'opera di progetto nella configurazione definitiva e quello in assenza dell'impalcato ferroviario perché caratterizzato da altezza dell'impalcato minore rispetto alle altre opere e quindi più impattante nei confronti del deflusso.

Le simulazioni sono state condotte con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System) v. 6.2. sviluppato e reso disponibile gratuitamente dall'USACE (United States Army Corps of Engineering). Per l'implementazione del codice di calcolo è necessario l'insieme dei dati che caratterizza il sistema idrografico, in particolare dati geometrici e topografici (coordinate planimetriche, quote altimetriche, ponti).

Tali informazioni sono state ottenute a partire dal modello digitale del terreno per le sezioni in alveo e mediante rilievo di dettaglio per le strutture quali attraversamenti e ponti esistenti. I dati delle sezioni e dell'alveo del Torrente sono stati determinati sulla base del DTM da Lidar reso disponibile dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) e precisamente al link riportato di seguito: http://wms.pcn.minambiente.it/ogc?map=/ms_ogc/wfs/QU_Lidar.map. Inoltre, sono state rilevate le soglie di fondo distribuite lungo il corso del Torrente, la passerella pedonale in adiacenza all'attuale Via Stelvio, il ponte di via Stelvio, il ponte ferroviario e infine il ponte a monte della cittadina di Piano su via Valeriana.

Il tratto di Torrente analizzato è di circa 550 m e compreso tra il suo ingresso nell'abitato di Piano e l'immissione in Adda. In totale sono state adottate 31 sezioni al fine di cogliere le discontinuità altimetriche del corso d'acqua.

Il corso d'acqua si trova in un tratto di conoide e fino al recapito in Adda è interamente regimato e privo di significative variazioni geometriche o del profilo (alveo simil cilindrico): presenta una sezione sostanzialmente rettangolare, con larghezza minima al piede delle arginature in calcestruzzo di 7,80 m e altezze delle stesse pari a 3,0 m, con scarpa 15%.

La pendenza longitudinale del torrente nel tratto di conoide è di circa il 7%, ridotta al 5% per la presenza di briglie distribuite lungo tutto il tratto regimato, mentre a valle dell'attraversamento ferroviario si riscontra una diminuzione fino a circa il 4%.

La sezione del Torrente è rivestita in cls ma presenta vegetazione dovuta ai sedimenti depositatesi lungo il suo sviluppo, pertanto, la scabrezza caratteristica secondo Strickler è stata assunta pari a $K_S = 29 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$, equivalente a un coefficiente di Manning $n = 0.035$.

Il progetto prevede il superamento del Torrente Davaglione per mezzo di un nuovo impalcato che sostituisce la passerella pedonale con una strada per collegare il centro di Piano alla Strada Statale e la SS 38 con una rampa di uscita. Inoltre, nello spazio compreso tra le due nuove viabilità saranno previsti nuovi parcheggi ed una aiuola. Dato che si intende rivestire completamente la sezione si farà riferimento, per la determinazione del franco idraulico, alla definizione di tombino riportata in C5.1.2.3 della Circolare Applicativa delle NTC 2018.

Si riporta in Figura 3 la planimetria del modello idraulico utilizzato per lo stato attuale mentre in Figura 4 la planimetria dello stato di progetto. **La planimetria dello stato attuale in assenza dell'infrastruttura ferroviaria è la medesima dello stato attuale, con la differenza che è stato rimosso l'attraversamento ferroviario.**

Le condizioni al contorno per entrambi gli scenari sono:

- La portata duecentennale, **come determinata nella Relazione Idrologica**, applicata nella sezione più a monte del modello;
- Il livello idrico duecentennale dell'Adda in corrispondenza dell'immissione del Davaglione, pari a 293.07 m s.l.m. applicata alla sezione più a valle del modello, (sez. 281 dell'“Analisi idraulica sull'asta dell'Adda Sopralacuale finalizzata alla redazione delle mappe di pericolosità e del rischio alluvioni – Attuazione della direttiva 2007/60/CE a supporto del progetto di variante generale del PAI” (Ing. Baggini e Begnis, 2012)

Per il rispetto del franco idraulico sono state messe a confronto le indicazioni delle NTC e della Direttiva n.4 delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Po.

In particolare, secondo le NTC, più specificatamente il capitolo C5.1.2.3 della Circolare **Applicativa**, risulta un franco minimo pari a 1/3 dell'altezza della sezione, mentre secondo la Direttiva n.4, al capitolo 3.2.1 risulta un franco pari a 1 m. Dato che la sezione è alta circa **2 m** e che quindi risulterebbe un franco di circa **67 cm**, nel proseguo verrà fatto riferimento esclusivamente all'indicazione riportata dalla Direttiva n.4 pari a 1 m.

Si riporta di seguito un riepilogo dei risultati ottenuti per ciascun scenario analizzato.



Figura 3 – Planimetria Stato Attuale



Figura 4 – Planimetria stato di progetto

4.1 RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA

I risultati di maggiore interesse, nell'ottica della compatibilità idraulica delle nuove opere nei confronti del Torrente Davaglione, riguardano il livello idrico del Torrente in corrispondenza della passerella pedonale, dell'attuale Via Stelvio, della ferrovia e delle nuove opere in progetto.

4.1.1 STATO ATTUALE

Le sezioni notevoli delle quali si riportano i risultati sono quella a monte della passerella pedonale, a monte dell'attuale Via Stelvio e a monte della ferrovia.

Si riportano in Tabella 1 i risultati mentre in Figura 5 il profilo del Torrente. Si evidenzia come, data la pendenza del tratto di Torrente, la tendenza del livello è quella di mantenersi in corrente veloce per tutto il tratto, ma, data la presenza di alcune discontinuità plano-altimetriche si verifica il passaggio a corrente lenta con conseguenti livelli idrici molto maggiori rispetto a quelli dell'altra condizione di moto. Questo fenomeno si presenta a monte della passerella pedonale fino al ponte della SS38 causando il non rispetto del franco secondo le Norme di Attuazione del Piano di Bacino dell'Autorità di Bacino del Po.

	n. sezione	Quota intradosso [m s.l.m.]	Livello idrico [m s.l.m.]	Quota minima della sezione [m s.l.m.]	Franco [m]	Franco minimo [m]	
Passerella pedonale	12	300.08	298.67	297.30	1.45	1.00	VERIFICATO
Via Stelvio	10	299.60	299.36	297.23	0.24	1.00	NON VERIFICATO
Ferrovia	7	297.67	298.45	296.38	-	1.00	NON VERIFICATO

Tabella 1 – Risultati dello stato attuale

4.1.2 STATO DI PROGETTO

Le sezioni notevoli delle quali si riportano i risultati sono quella a monte del nuovo manufatto che sostituisce la passerella pedonale e l'attuale Via Stelvio con la viabilità di raccordo all'abitato e la rampa di uscita dalla SS n.38, il nuovo viadotto della SS n.38 e la ferrovia.

Si riporta in Tabella 2 i risultati mentre in Figura 6 il profilo del Torrente. Si evidenzia che con questa sistemazione, in seguito ad una riprofilatura del fondo dovuta alla presenza di un nuovo manufatto, si evita il passaggio in corrente lenta in prossimità dell'attuale passerella pedonale con conseguente mantenimento della corrente in condizioni veloci con conseguenti limitate altezze idriche del Torrente. Non sono previste in questa sistemazione opere per la riduzione del rischio nei confronti della ferrovia.

	n. sezione	Quota intradosso [m s.l.m.]	Livello idrico [m s.l.m.]	Quota minima della sezione [m s.l.m.]	Franco [m]	Franco minimo [m]	
Nuova viabilità	12	299.60	298.60	297.56	1.00	1.00	VERIFICATO
Nuovo viadotto	9	302.50	299.62	296.88	2.88	1.50	VERIFICATO
Ferrovia	7	297.67	297.48	296.38	0.19	1.00	NON VERIFICATO

Tabella 2 – Risultati dello stato di progetto

4.1.3 STATO ATTUALE IN ASSENZA DELL'INFRASTRUTTURA FERROVIARIA

Le sezioni notevoli delle quali si riportano i risultati sono le medesime dello stato attuale.

Si riporta in Tabella 3 i risultati mentre in Figura 7 il profilo del Torrente. Si evidenzia che in questo caso, a seguito della rimozione dell'impalcato il livello idrico a monte dello stesso risulta più contenuto anche se, il rigonfiamento che questa infrastruttura causa non comporta variazioni del livello liquido in prossimità delle strutture più a monte.

	n. sezione	Quota intradosso [m s.l.m.]	Livello idrico [m s.l.m.]	Quota minima della sezione [m s.l.m.]	Franco [m]	Franco minimo [m]	
Passerella pedonale	12	300.08	298.67	297.30	1.45	1.00	VERIFICATO
Via Stelvio	10	299.60	299.08	297.44	0.52	1.00	NON VERIFICATO
Ferrovia	7	297.67*	297.72	296.38	-	1.00	NON VERIFICATO
*dati virtuali data l'assenza dell'attraversamento in questo scenario							

Tabella 3 – Risultati dello stato attuale in assenza della ferrovia

4.1.4 PROFILI IDRICI

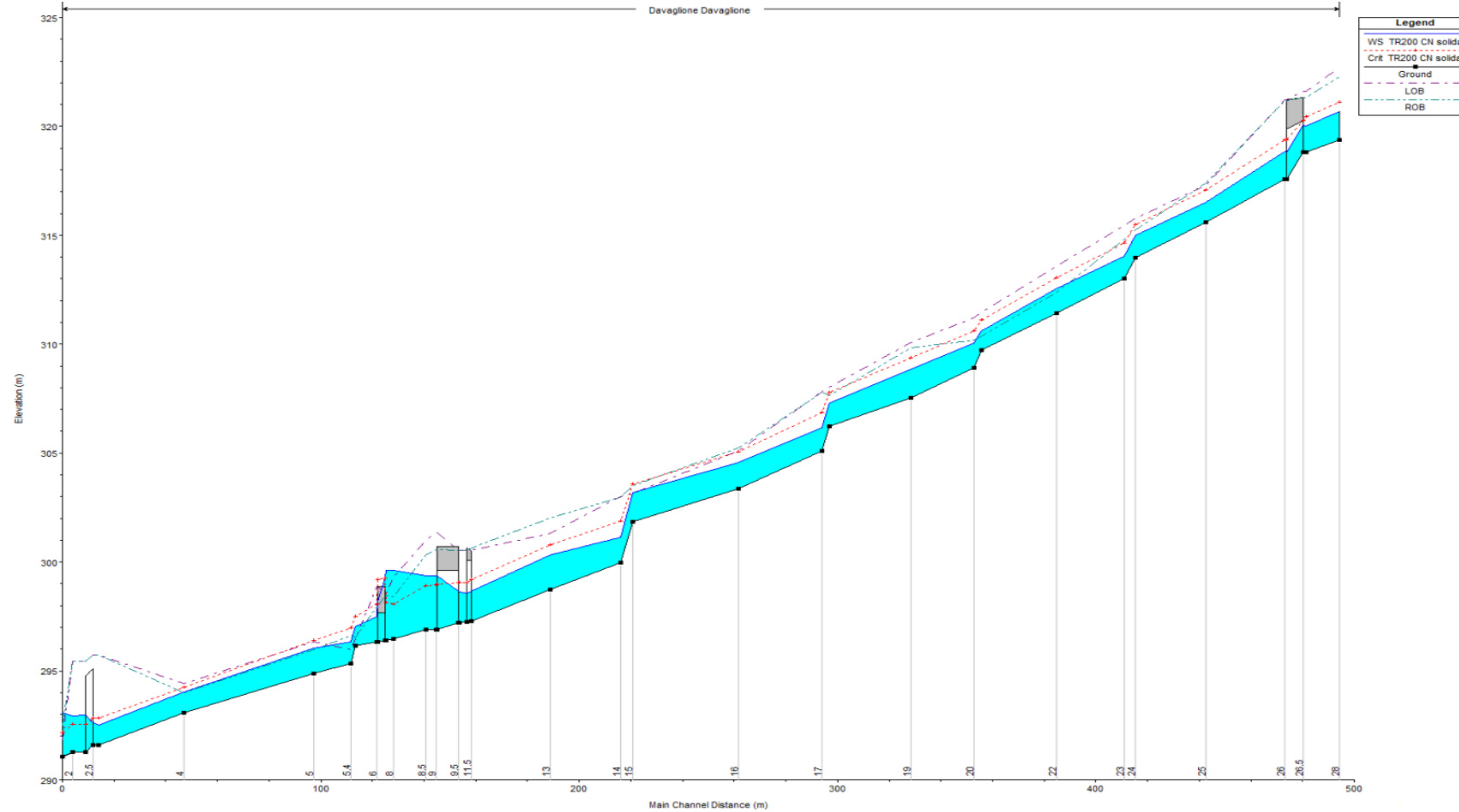


Figura 5 – Profilo Stato Attuale

Relazione compatibilità idraulica

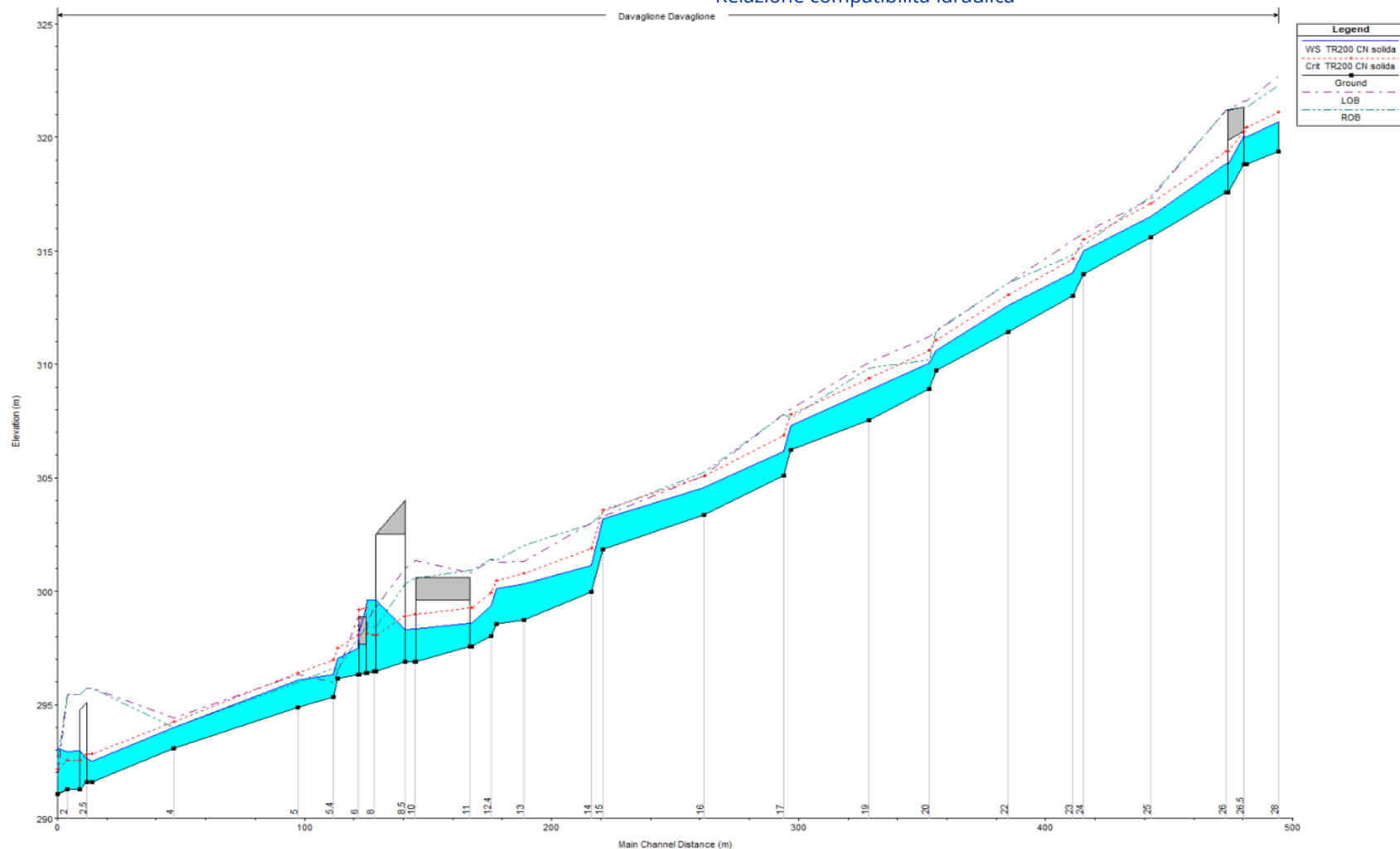


Figura 6 – Profilo stato di progetto

Relazione compatibilità idraulica

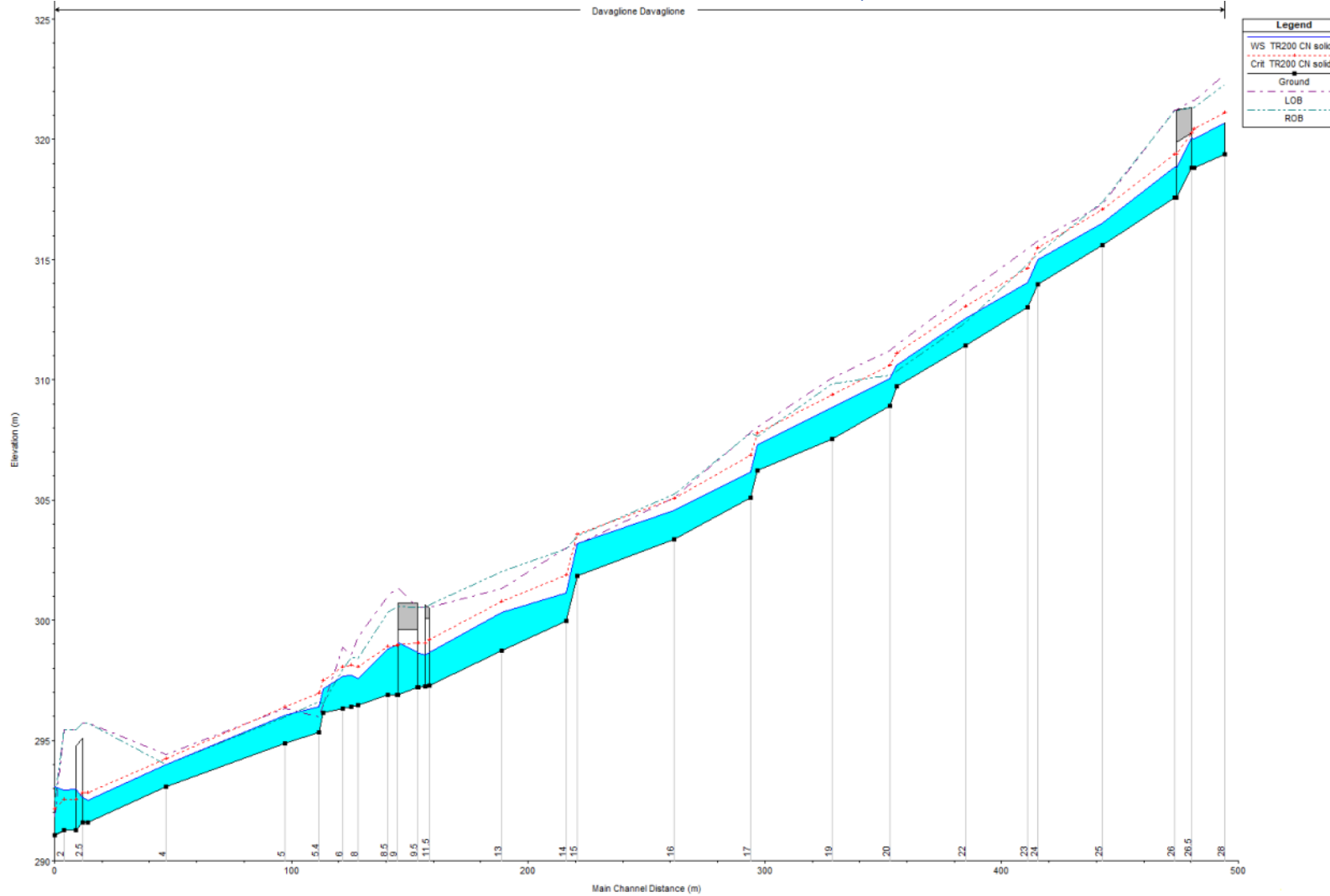


Figura 7 – Profilo stato attuale in assenza di ferrovia

5 CONCLUSIONI

In base alle risultanze dello studio qui presentato è possibile confermare che le opere in progetto soddisfano i criteri di compatibilità idraulica sia delle Norme Tecniche delle Costruzioni 2018 e relativa circolare applicativa sia della Direttiva n. 4 delle Norme di Attuazione del PAI del Bacino del Po.

La presenza dell'impalcato ferroviario, vale a dire quello con minore sezione di deflusso, comporta un rigurgito della corrente tale da far assumere alla corrente un comportamento in pressione **che influenza** le opere a monte nella configurazione di progetto, **ma non nella misura tale da non rispettare il franco.**

Il livello dell'Adda con tempo di ritorno di 200 anni in corrispondenza dell'immissione del Torrente Davaglione è tale da non creare rigurgito nel Torrente stesso né tale da causare esondazioni che interessano le superfici occupate dall'intervento, per cui non si riscontra interferenza dell'intervento sul profilo idraulico del Fiume Adda.

6 ALLEGATI DI CALCOLO

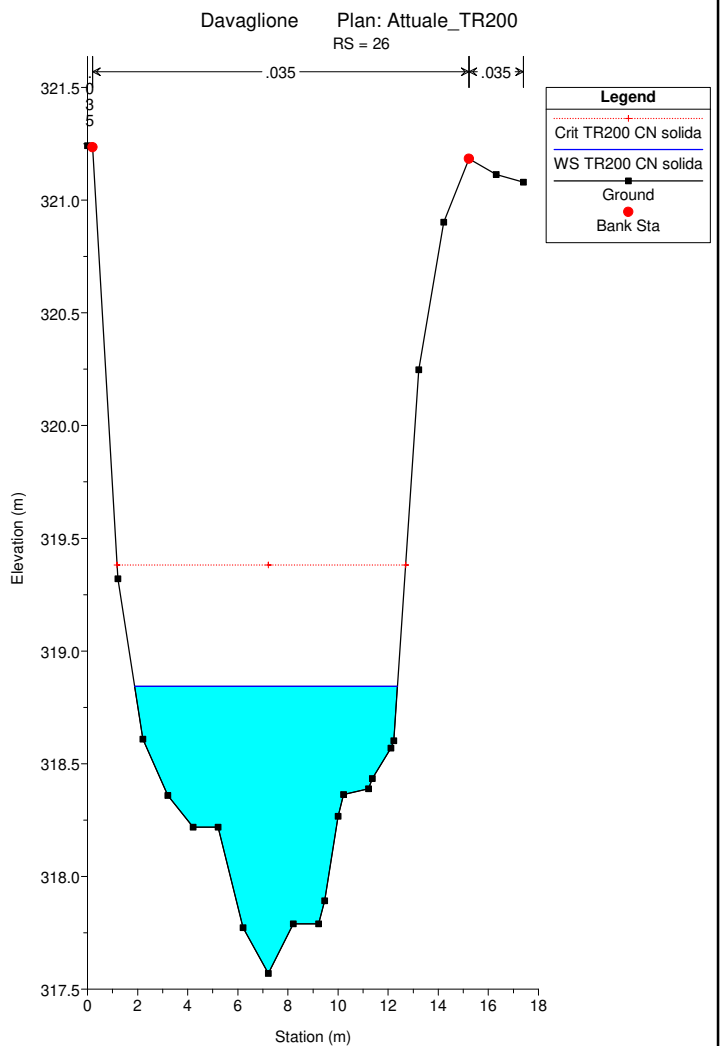
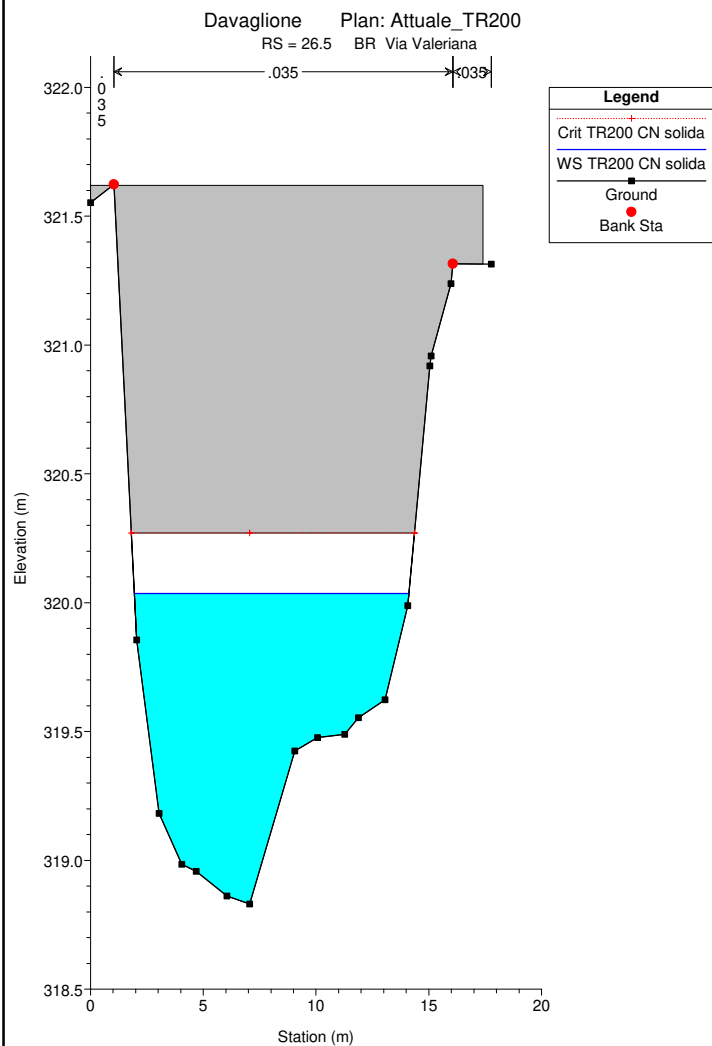
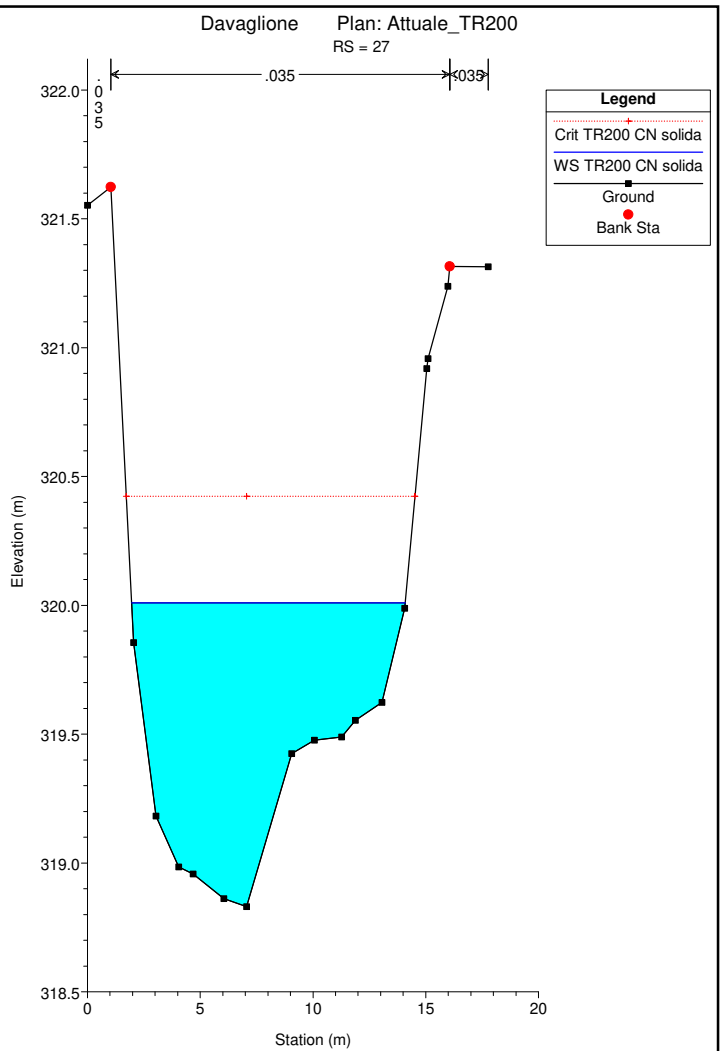
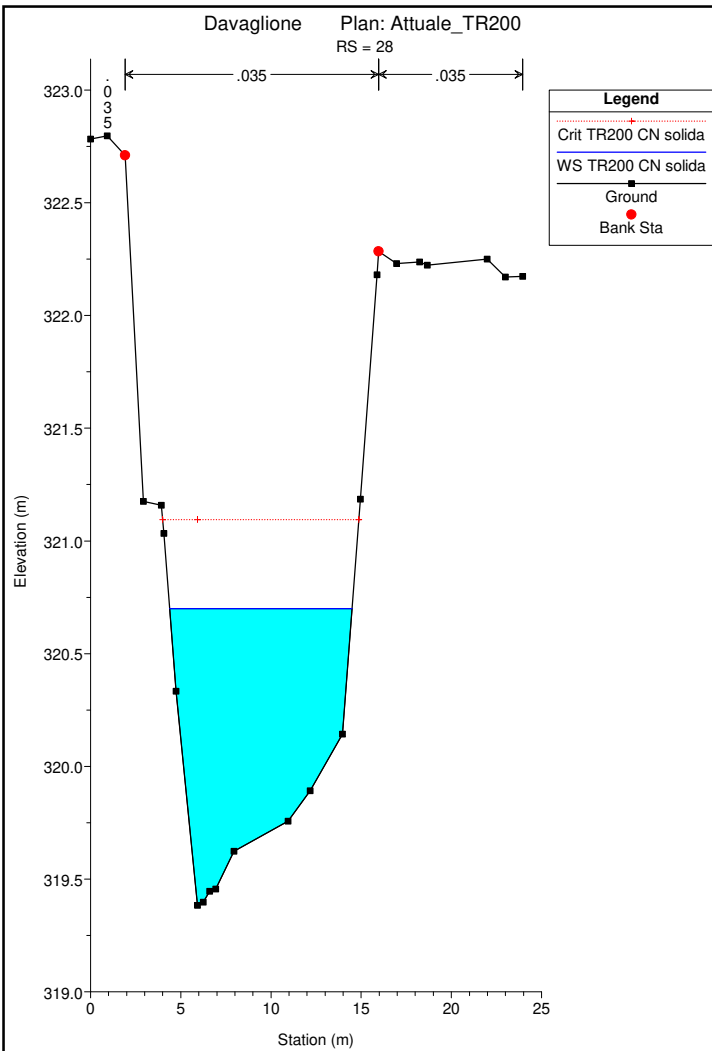
6.1 Stato Attuale

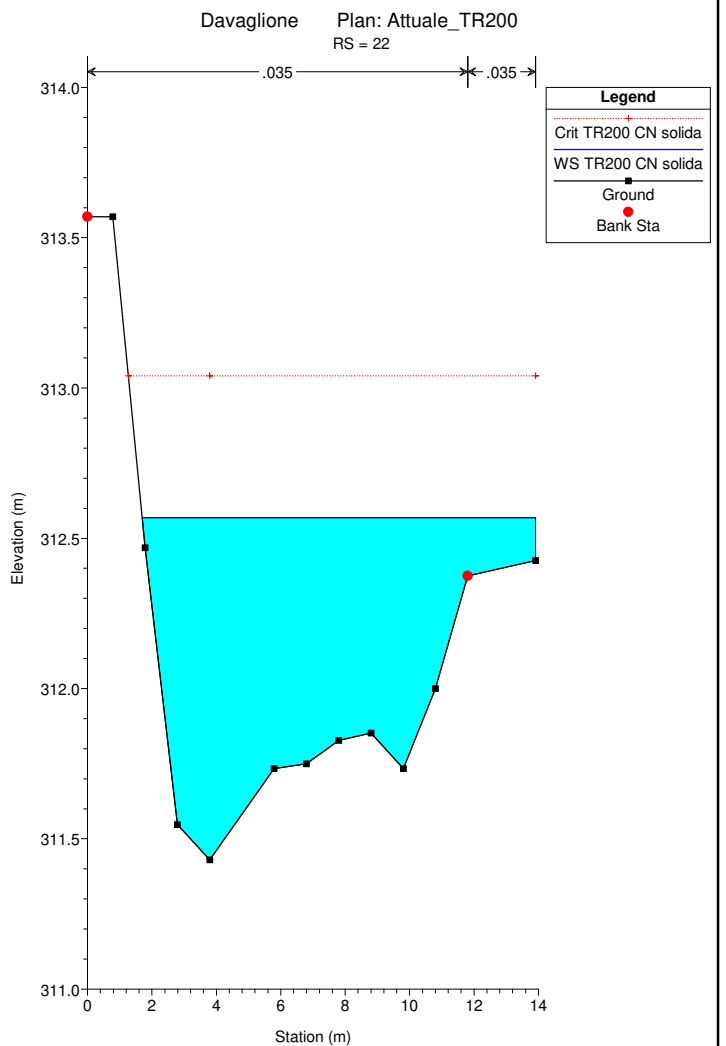
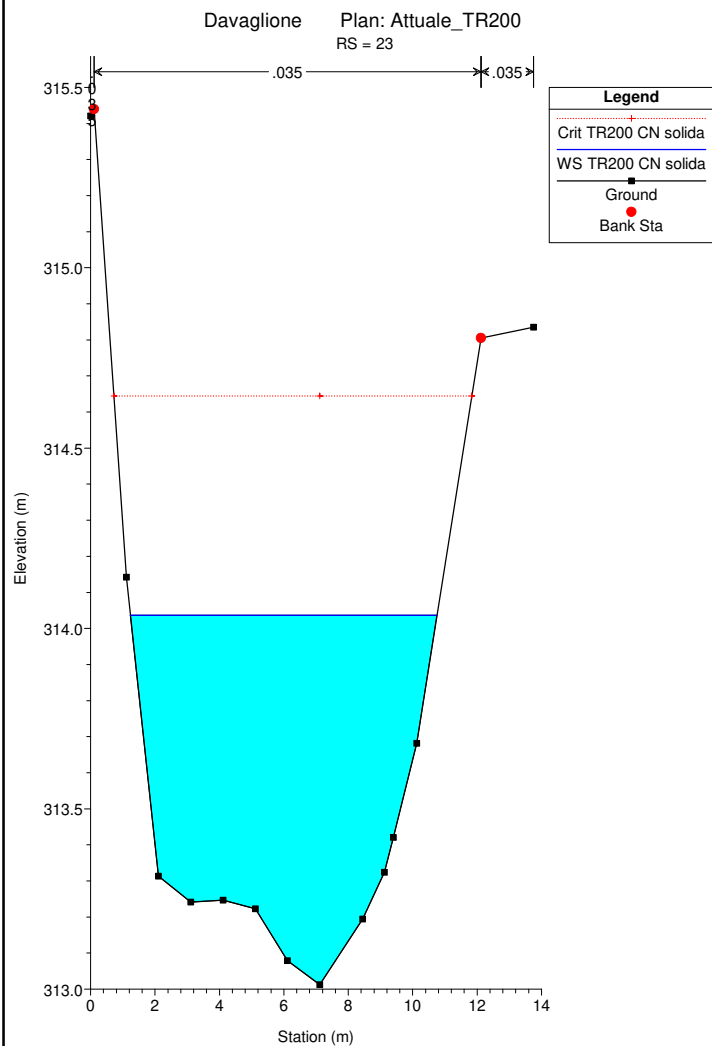
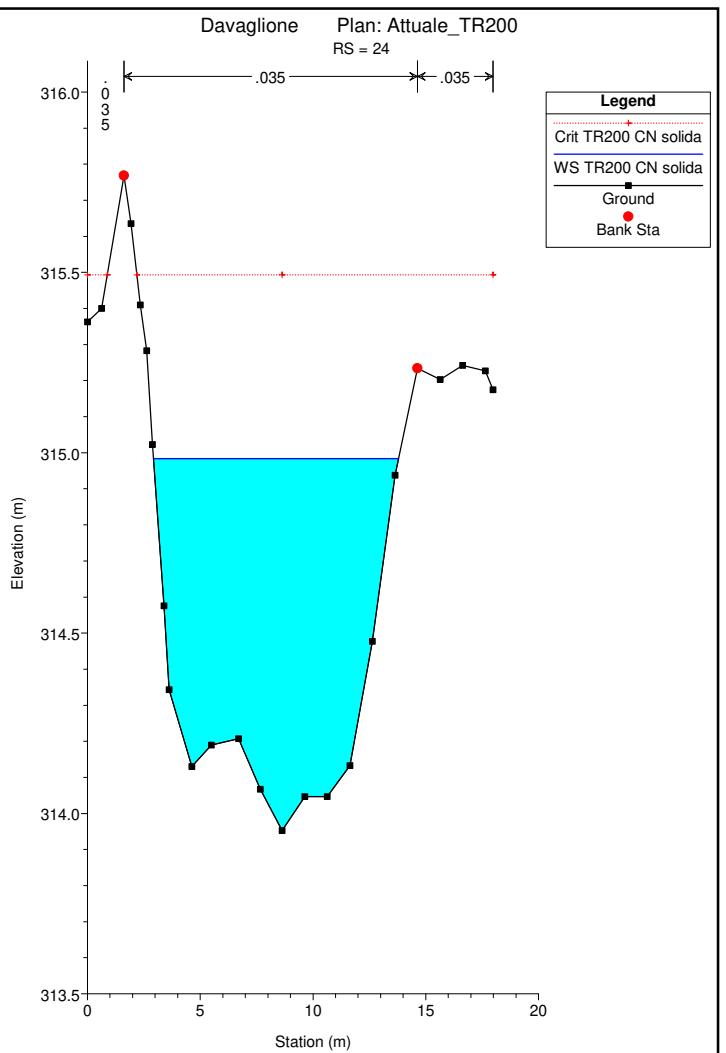
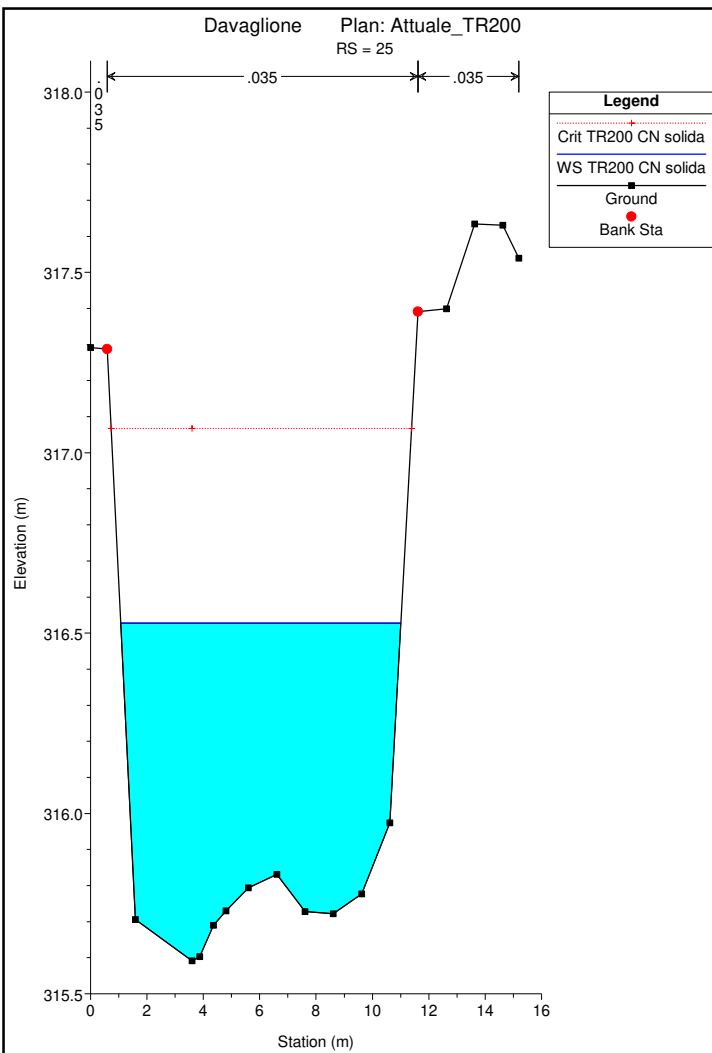
6.1.1 TABULATI DI CALCOLO

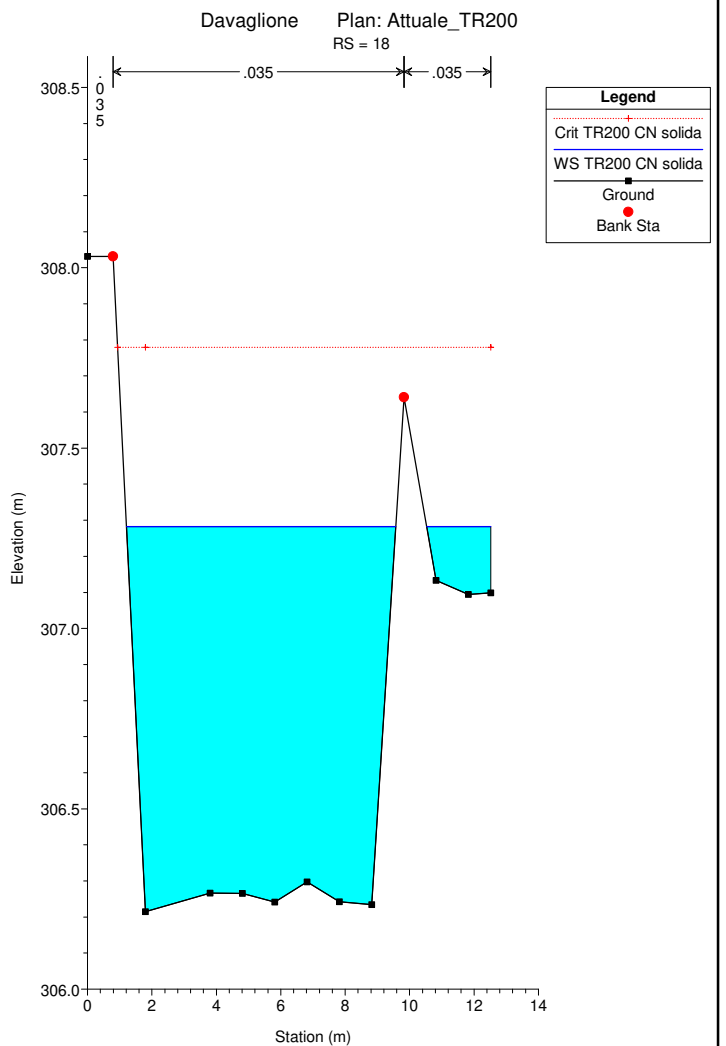
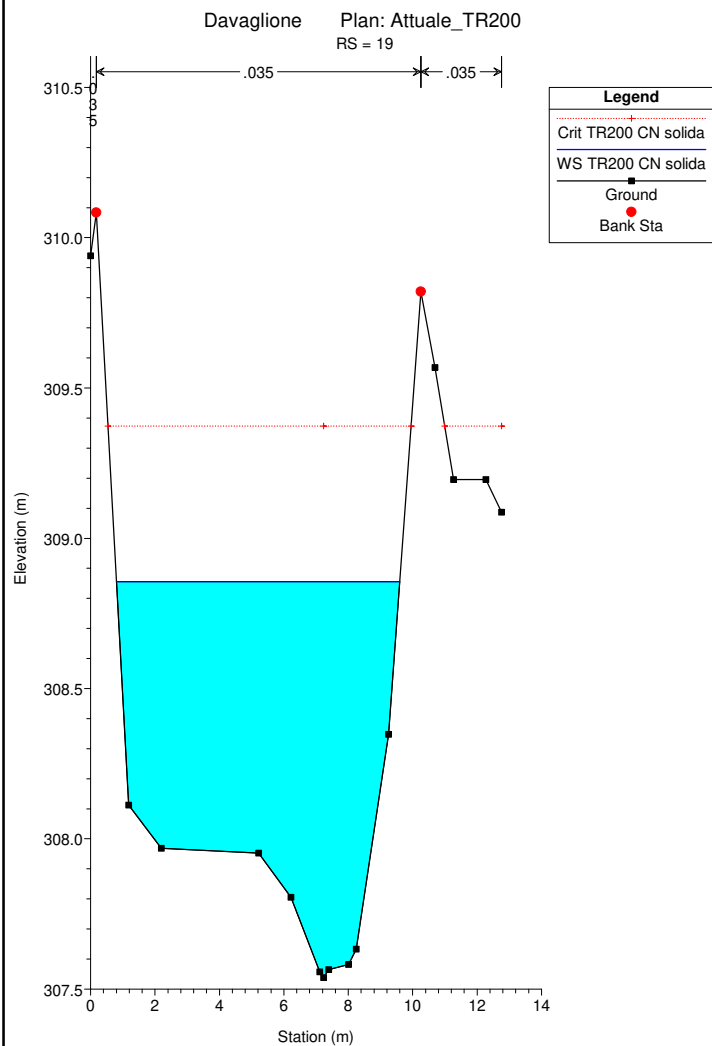
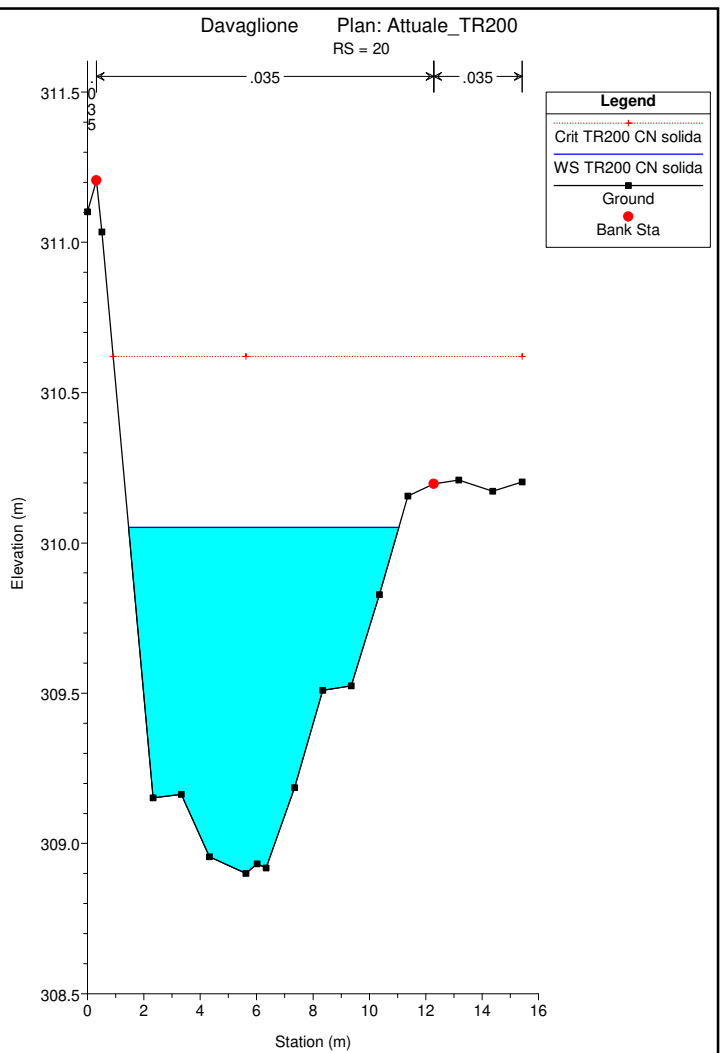
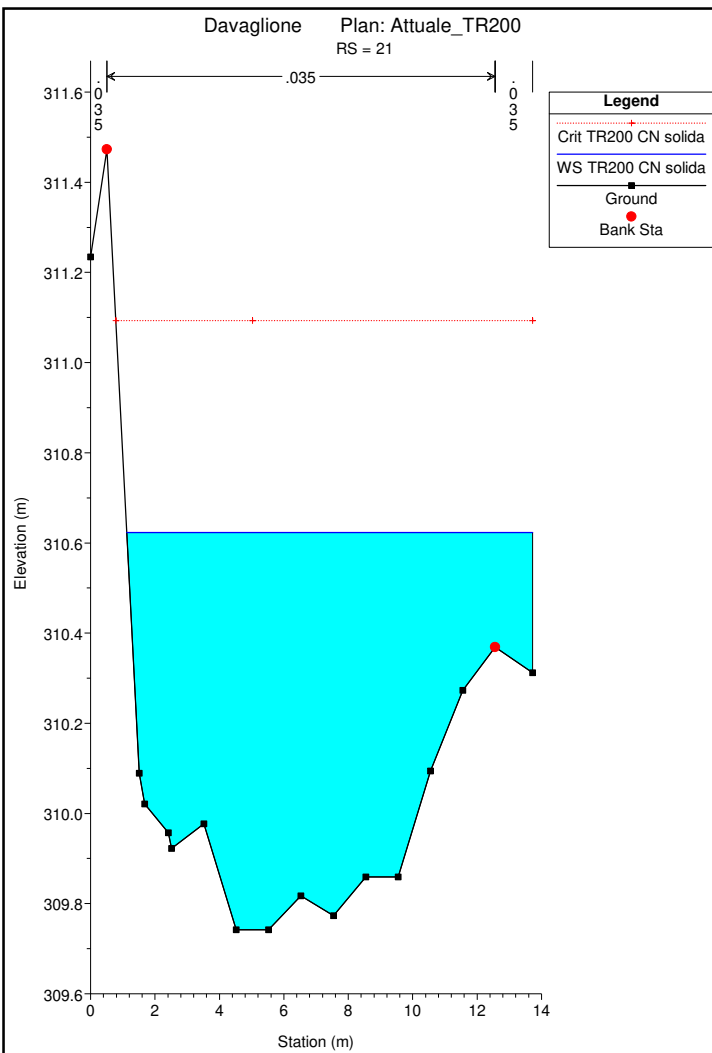
HEC-RAS Plan: Attuale TR200 River: Davaglione Reach: Davaglione Profile: TR200 CN solida

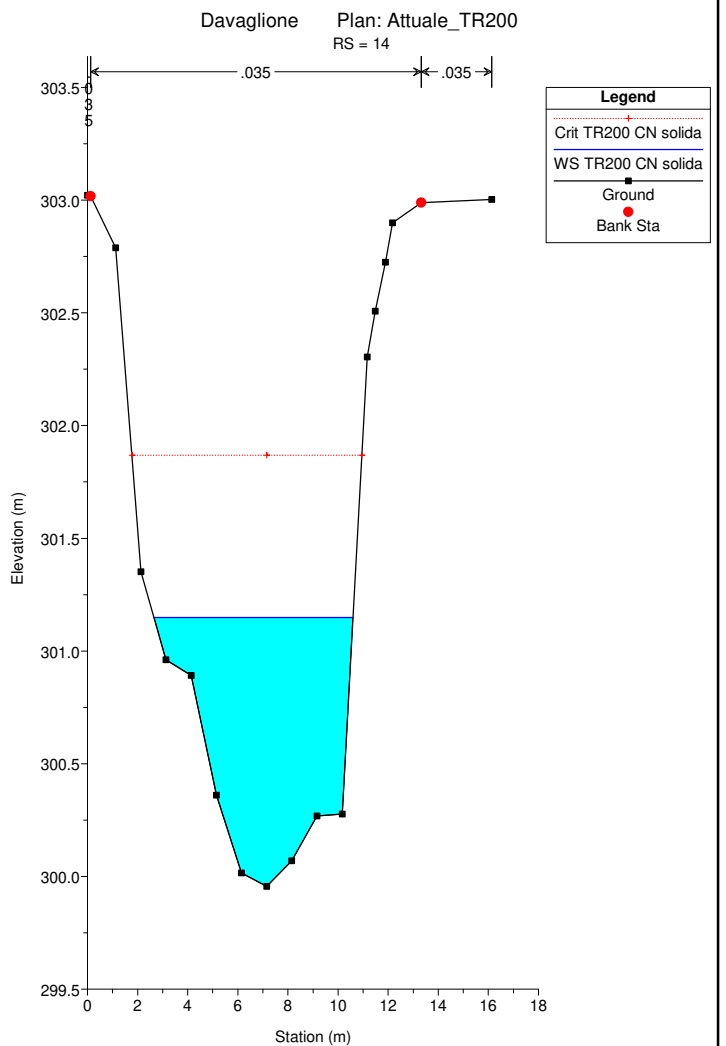
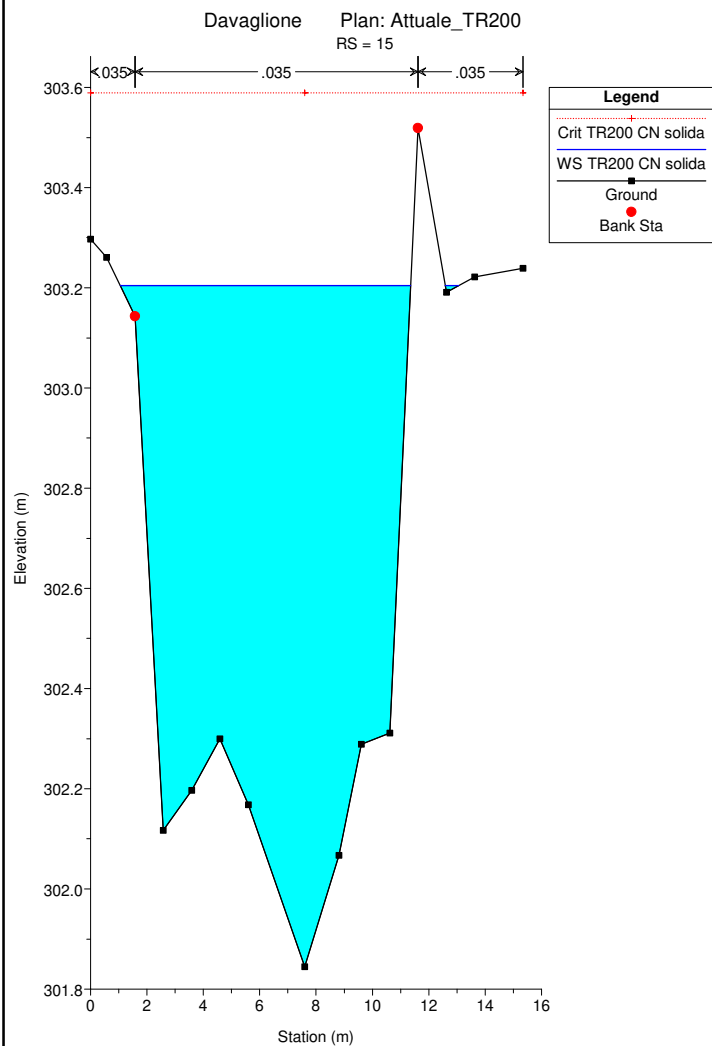
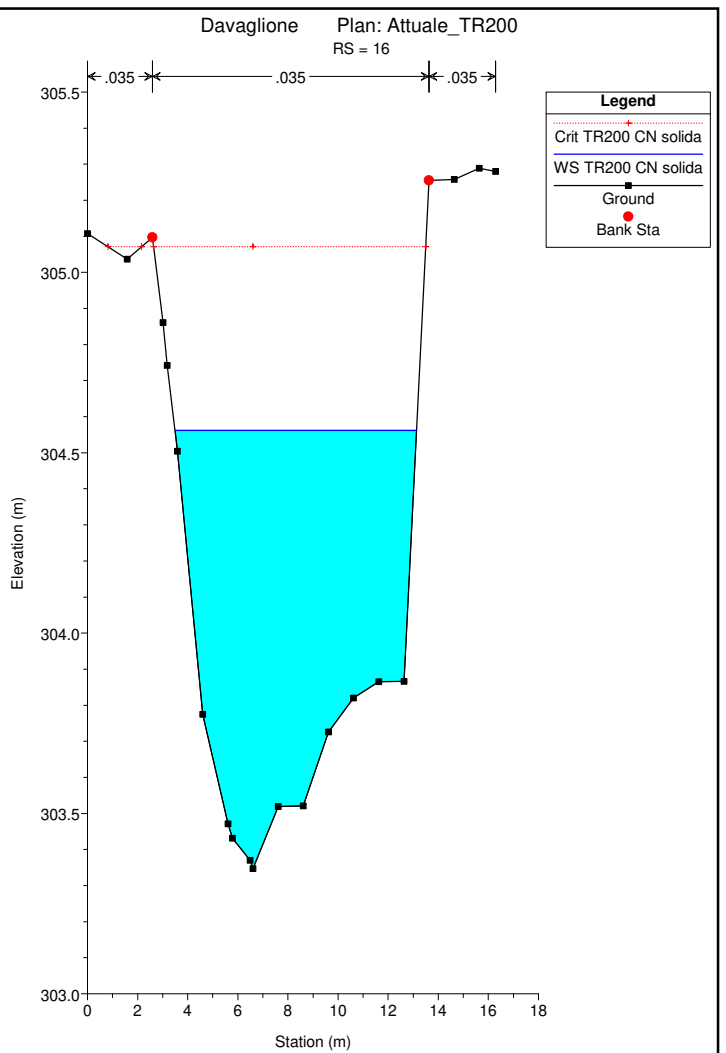
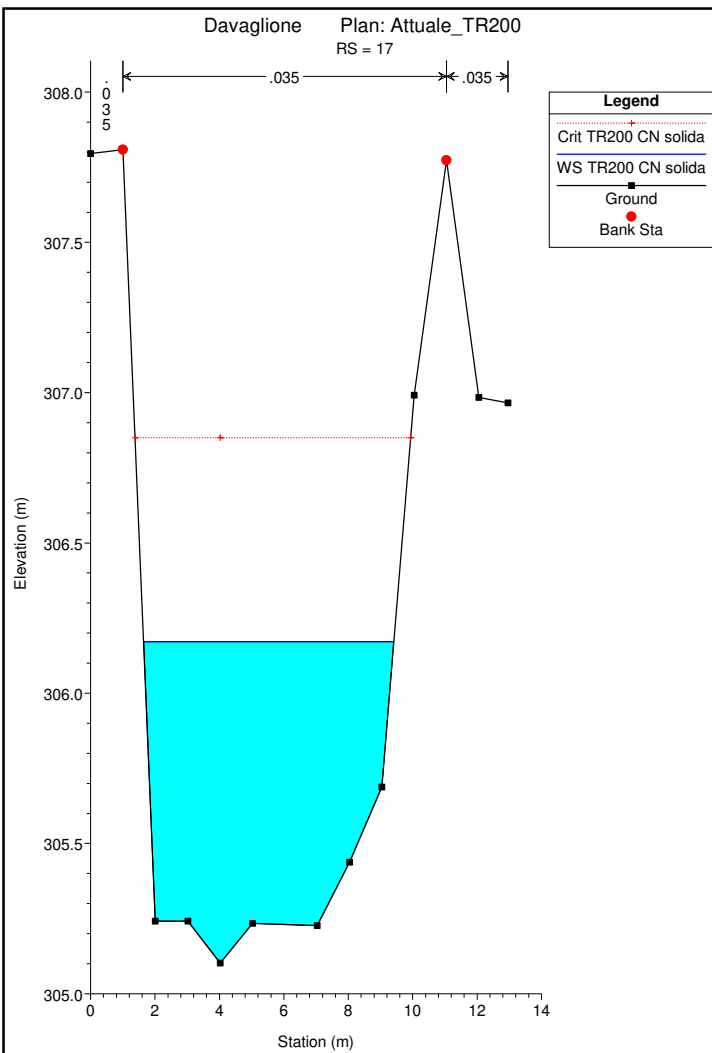
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Davaglione	28	TR200 CN solida	45.30	319.38	320.70	321.09	321.99	0.040065	5.04	8.99	10.11	1.71
Davaglione	27	TR200 CN solida	45.30	318.83	320.01	320.42	321.38	0.053929	5.19	8.73	12.14	1.95
Davaglione	26.5	Bridge										
Davaglione	26	TR200 CN solida	45.30	317.57	318.84	319.38	320.75	0.077872	6.11	7.42	10.49	2.32
Davaglione	25	TR200 CN solida	45.30	315.59	316.53	317.07	318.41	0.073525	6.08	7.45	9.94	2.24
Davaglione	24	TR200 CN solida	45.30	313.95	314.98	315.49	316.55	0.058452	5.55	8.16	10.86	2.05
Davaglione	23	TR200 CN solida	45.30	313.01	314.04	314.64	316.19	0.083721	6.51	6.96	9.52	2.43
Davaglione	22	TR200 CN solida	45.30	311.43	312.57	313.04	314.20	0.059908	5.69	8.18	12.21	2.07
Davaglione	21	TR200 CN solida	45.30	309.74	310.62	311.09	312.28	0.071534	5.75	8.04	12.60	2.24
Davaglione	20	TR200 CN solida	45.30	308.90	310.05	310.62	312.04	0.074912	6.25	7.25	9.59	2.29
Davaglione	19	TR200 CN solida	45.30	307.54	308.86	309.37	310.45	0.049302	5.59	8.11	8.79	1.86
Davaglione	18	TR200 CN solida	45.30	306.21	307.28	307.78	308.89	0.049858	5.64	8.25	10.34	1.85
Davaglione	17	TR200 CN solida	45.30	305.10	306.17	306.85	308.61	0.085890	6.92	6.54	7.76	2.41
Davaglione	16	TR200 CN solida	45.30	303.35	304.56	305.07	306.18	0.054442	5.64	8.04	9.64	1.97
Davaglione	15	TR200 CN solida	45.30	301.85	303.20	303.59	304.35	0.032279	4.75	9.56	10.78	1.54
Davaglione	14	TR200 CN solida	45.30	299.96	301.15	301.87	303.95	0.108432	7.41	6.11	7.94	2.70
Davaglione	13	TR200 CN solida	45.30	298.72	300.32	300.78	301.82	0.041031	5.43	8.34	7.85	1.68
Davaglione	12	TR200 CN solida	45.30	297.30	298.66	299.18	300.39	0.053033	5.83	7.78	7.78	1.86
Davaglione	11.5	Bridge										
Davaglione	11	TR200 CN solida	45.30	297.23	298.54	299.06	300.29	0.054462	5.86	7.74	7.88	1.89
Davaglione	10	TR200 CN solida	45.30	297.22	298.64	299.05	300.06	0.039589	5.27	8.59	7.91	1.62
Davaglione	9.5	Bridge										
Davaglione	9	TR200 CN solida	45.30	296.88	299.36	298.96	299.87	0.008505	3.17	14.29	7.31	0.72
Davaglione	8.5	TR200 CN solida	45.30	296.88	299.37	298.90	299.82	0.006599	2.96	15.28	8.07	0.69
Davaglione	8	TR200 CN solida	45.30	296.47	299.62	298.07	299.68	0.000611	1.14	43.68	23.95	0.24
Davaglione	7	TR200 CN solida	45.30	296.38	299.62	298.13	299.68	0.000588	1.16	41.84	20.14	0.24
Davaglione	6.5	Bridge										
Davaglione	6	TR200 CN solida	45.30	296.34	297.49	298.06	299.34	0.061885	6.02	7.53	9.09	2.11
Davaglione	5.6	TR200 CN solida	45.30	296.14	297.02	297.51	298.75	0.073564	6.02	7.92	12.04	2.25
Davaglione	5.4	TR200 CN solida	45.30	295.33	296.34	296.96	298.54	0.083003	6.57	6.89	9.05	2.41
Davaglione	5	TR200 CN solida	45.30	294.89	296.03	296.38	297.19	0.063217	4.95	10.02	22.00	2.06
Davaglione	4	TR200 CN solida	45.30	293.06	294.02	294.24	294.83	0.033726	3.80	11.37	14.58	1.51
Davaglione	3	TR200 CN solida	45.30	291.59	292.51	292.83	293.58	0.040978	4.57	9.91	13.09	1.68
Davaglione	2.5	Bridge										
Davaglione	2	TR200 CN solida	45.30	291.29	292.94	292.53	293.21	0.004767	2.29	19.77	13.99	0.62
Davaglione	1	TR200 CN solida	45.30	291.04	293.07	292.15	293.14	0.000999	1.18	38.96	25.57	0.30

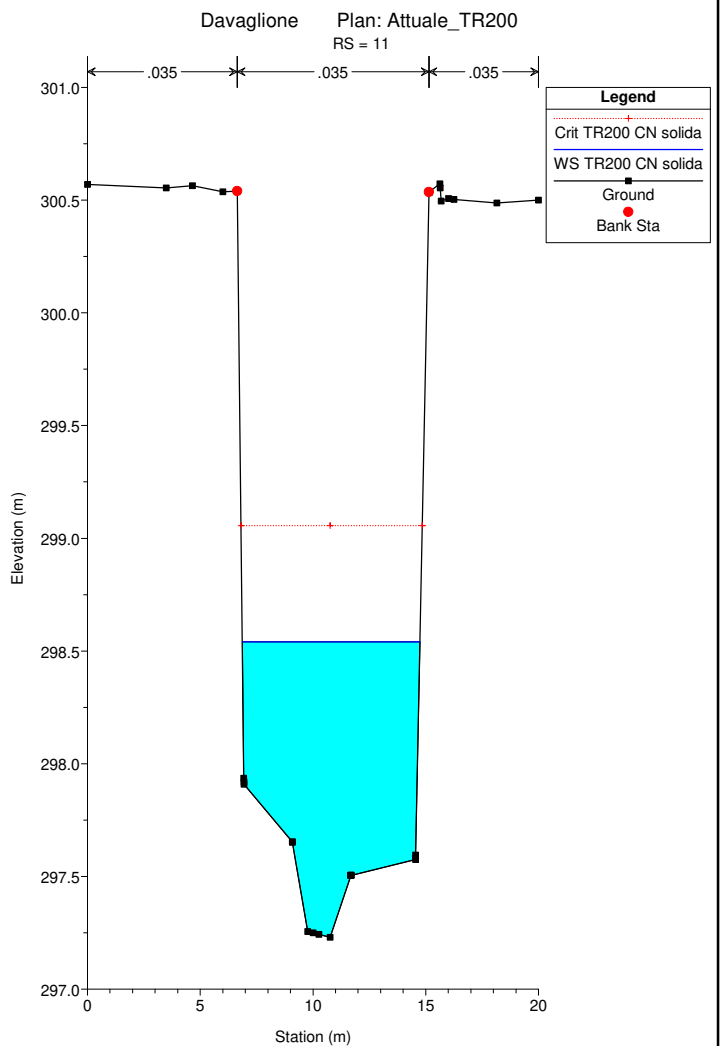
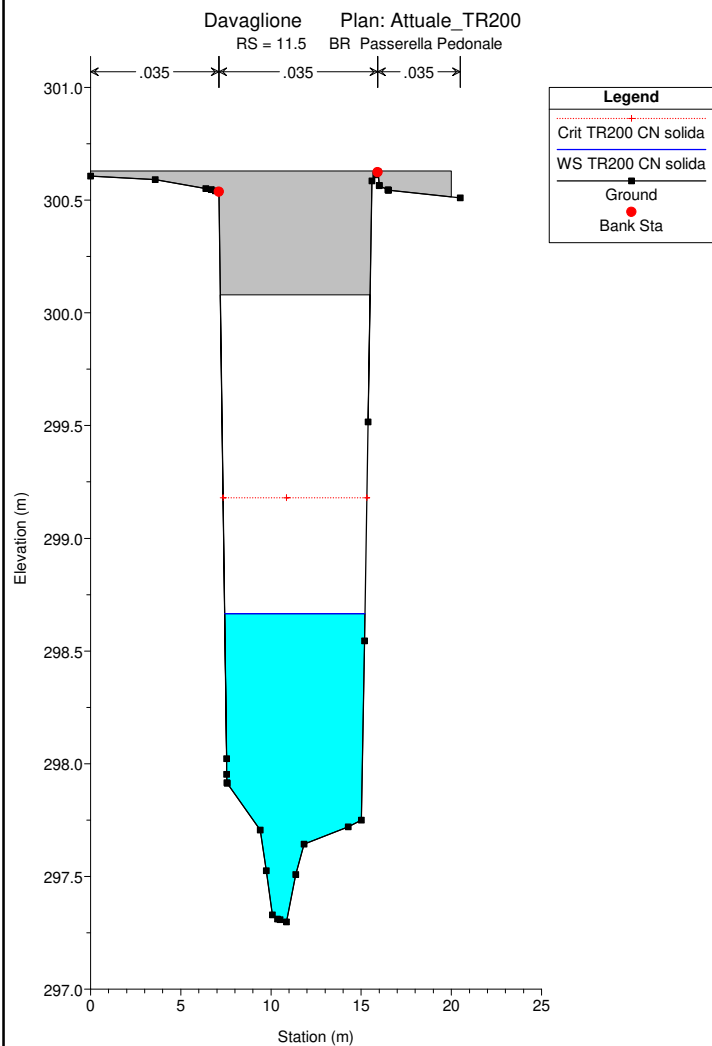
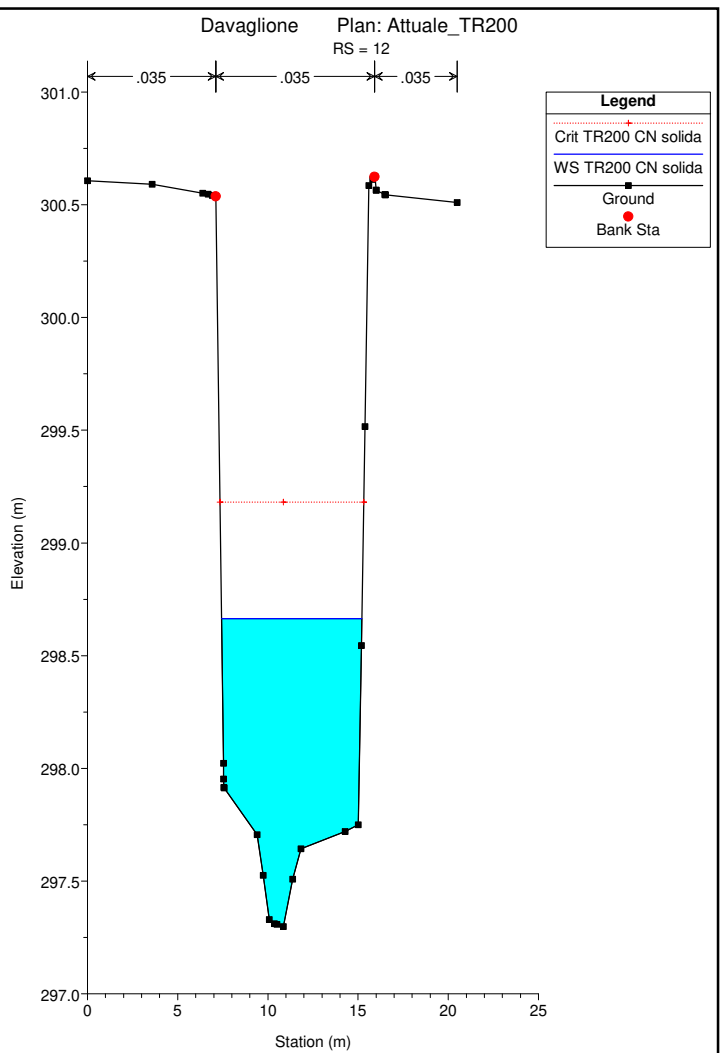
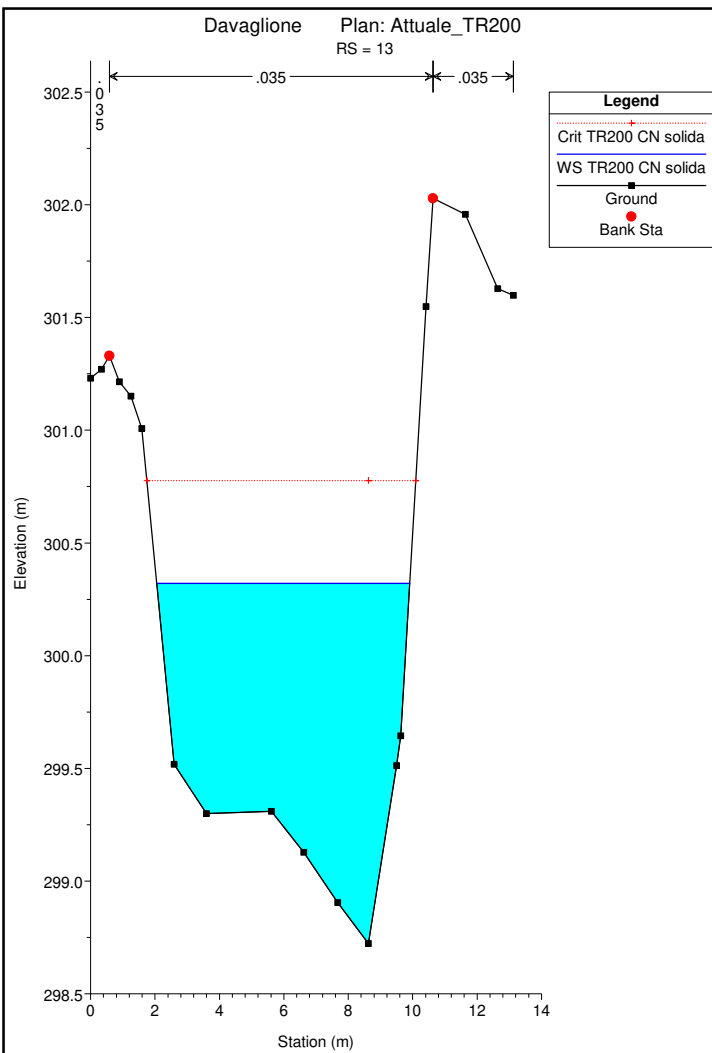
6.1.2 SEZIONI TRASVERSALI

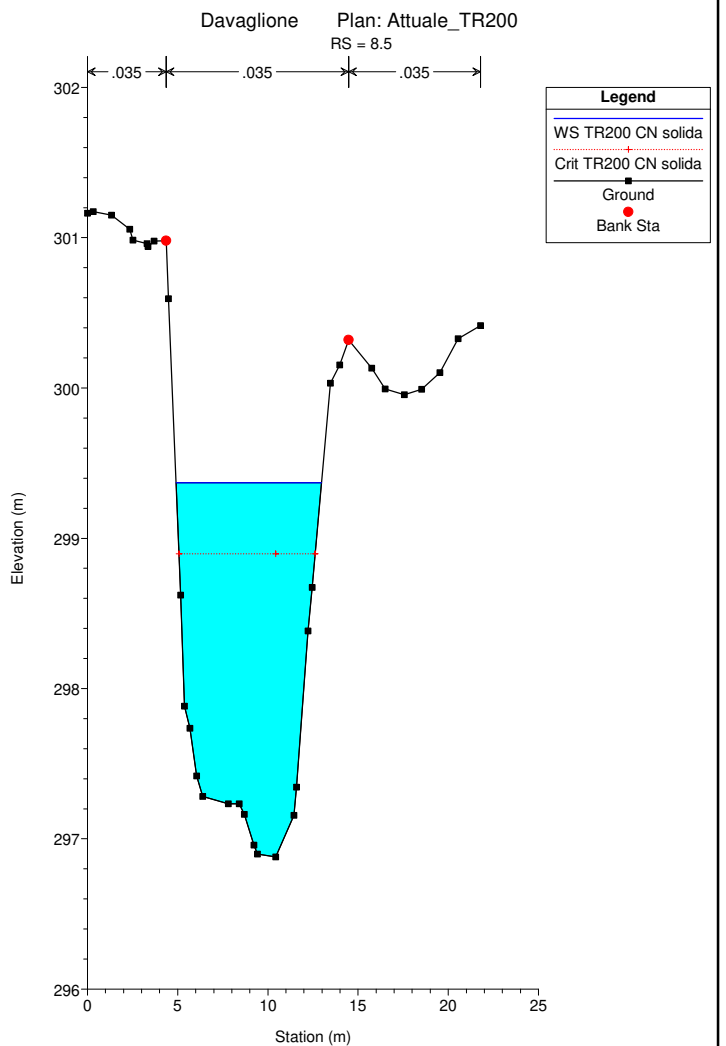
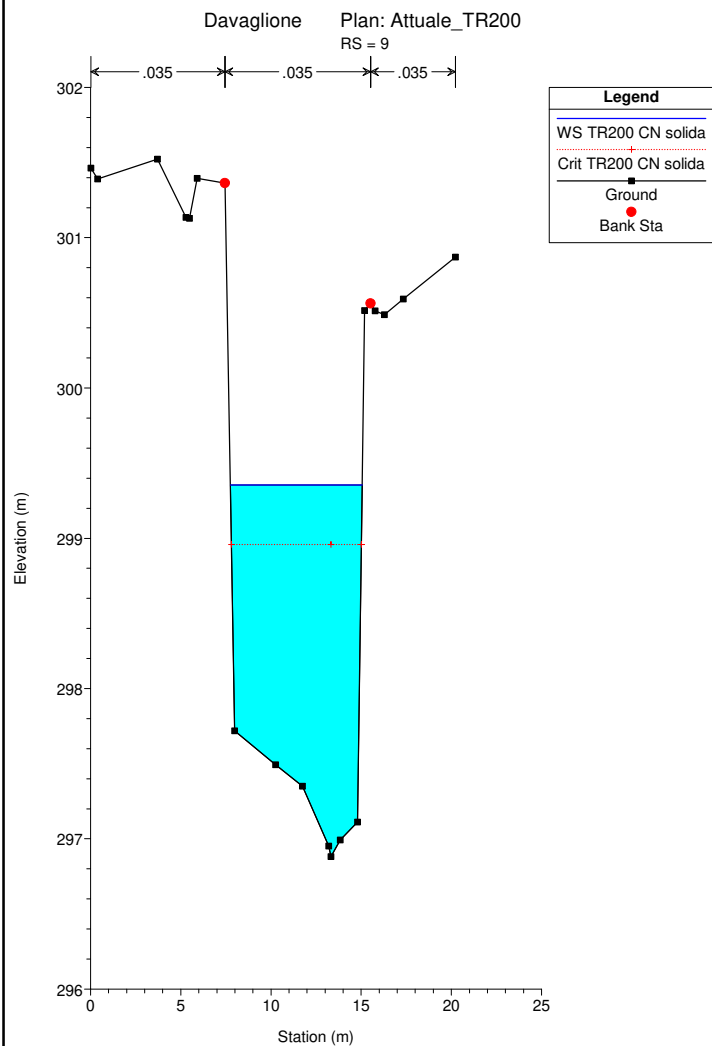
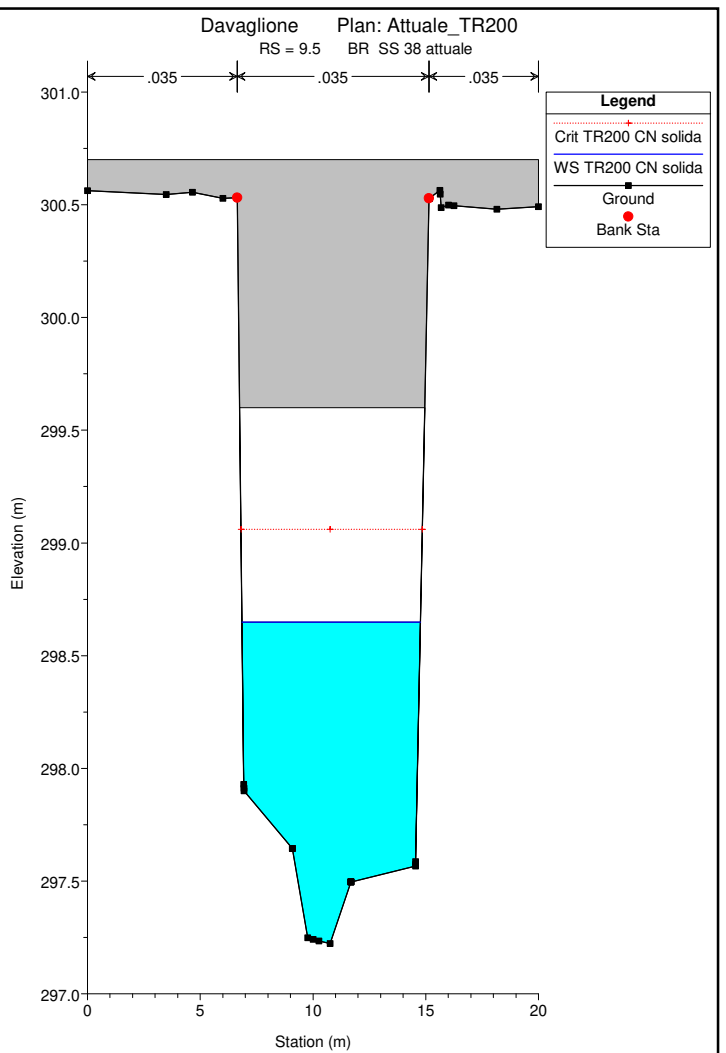
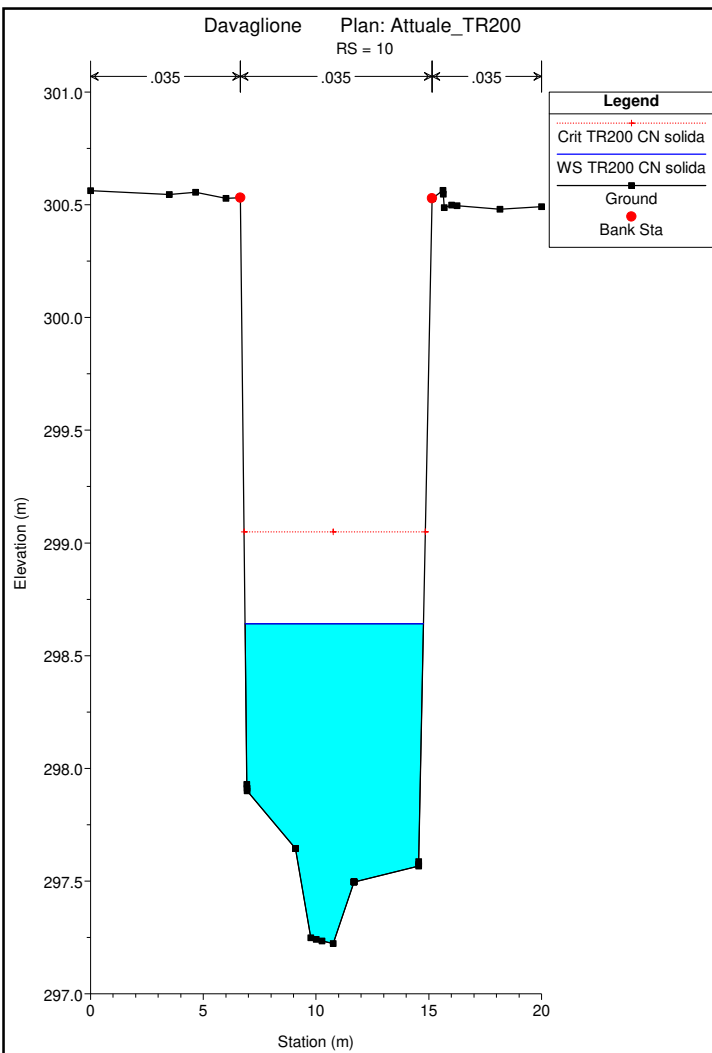


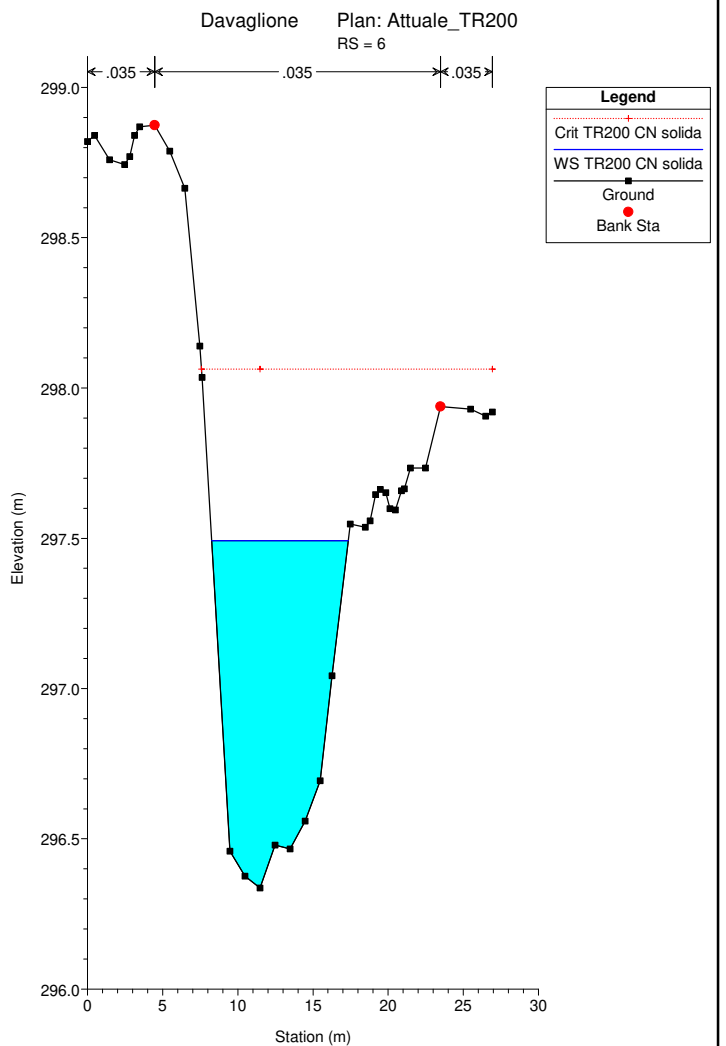
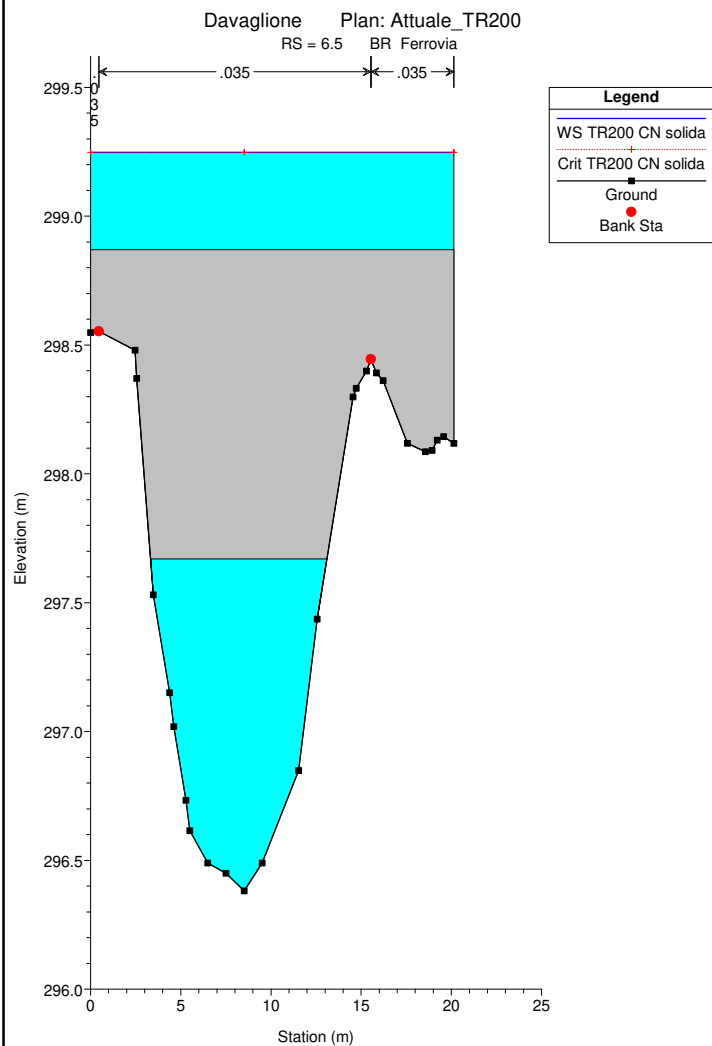
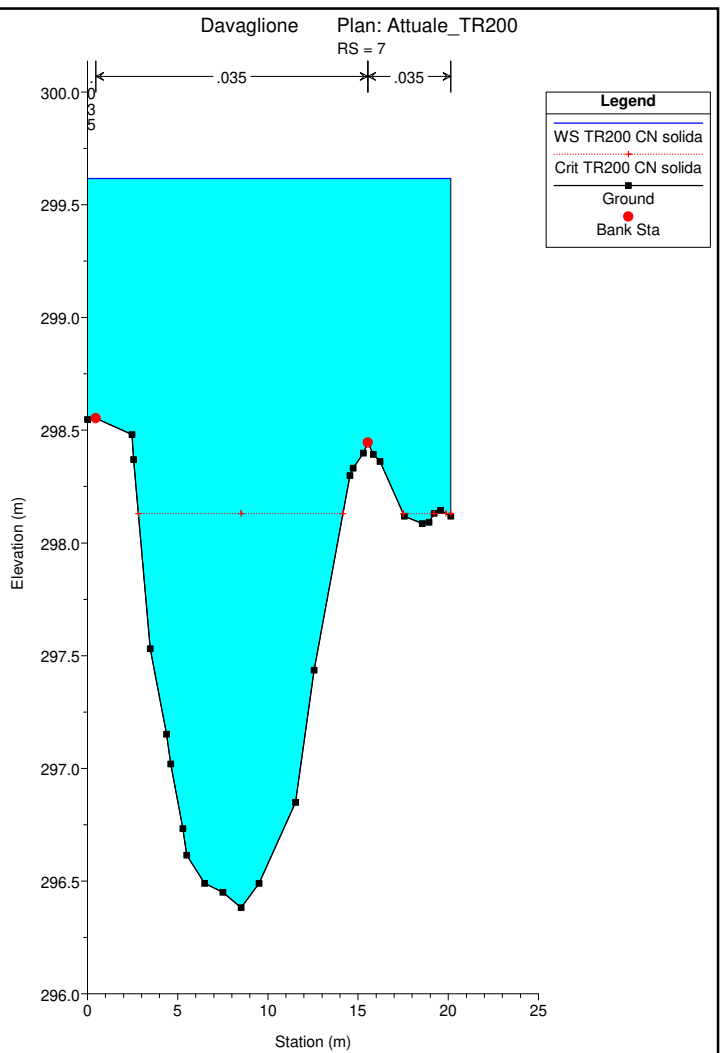
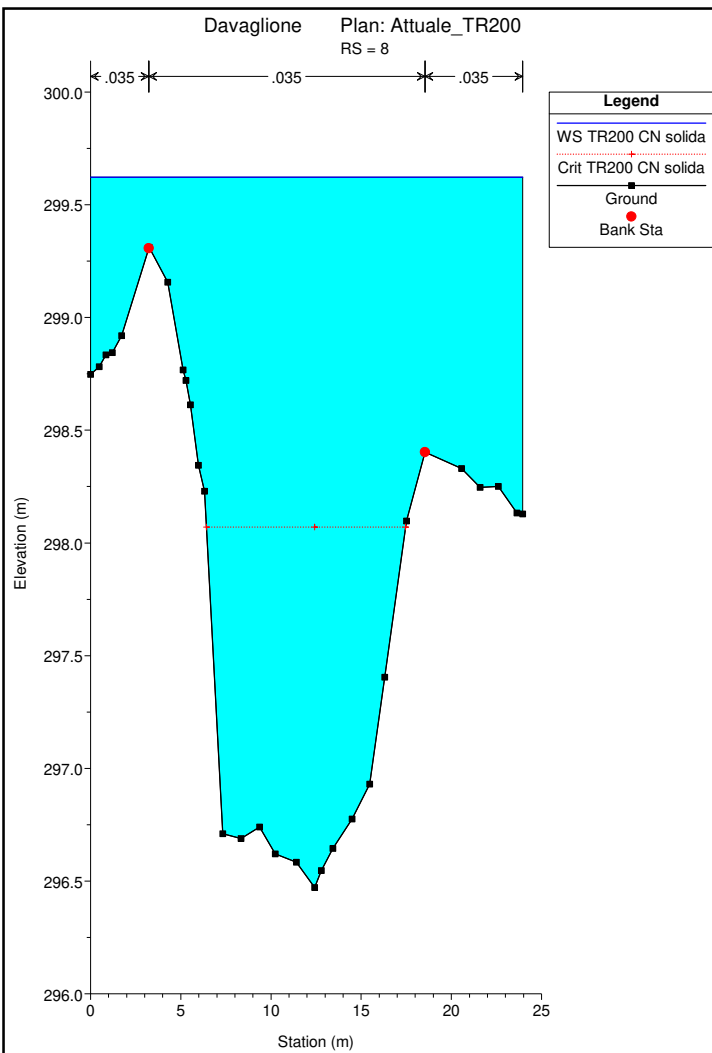


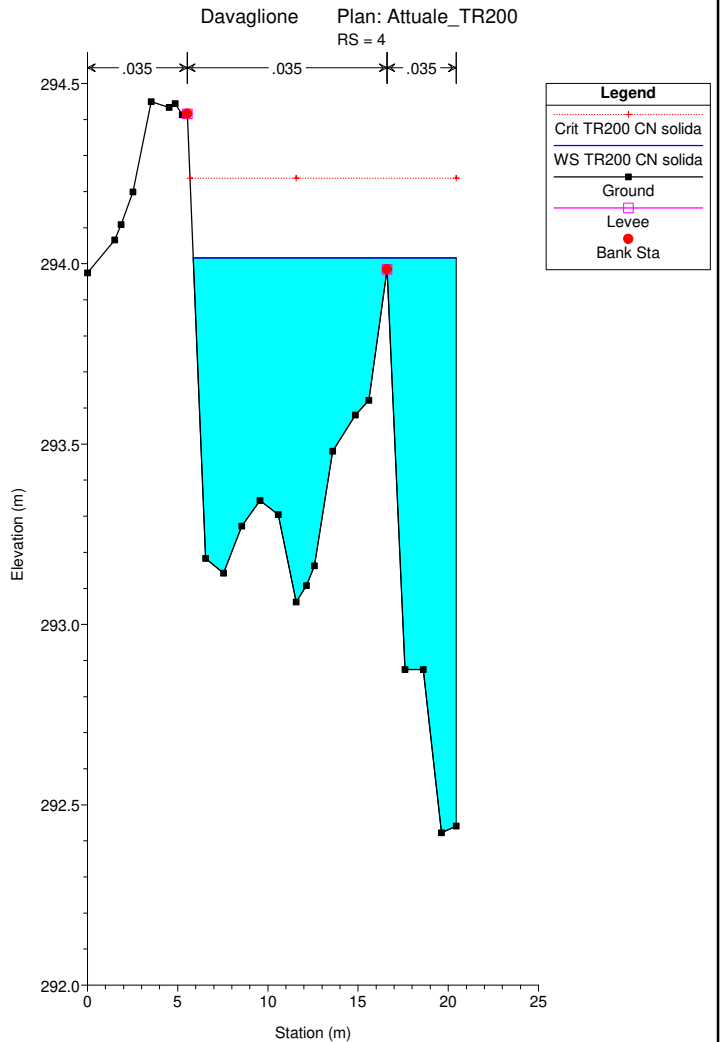
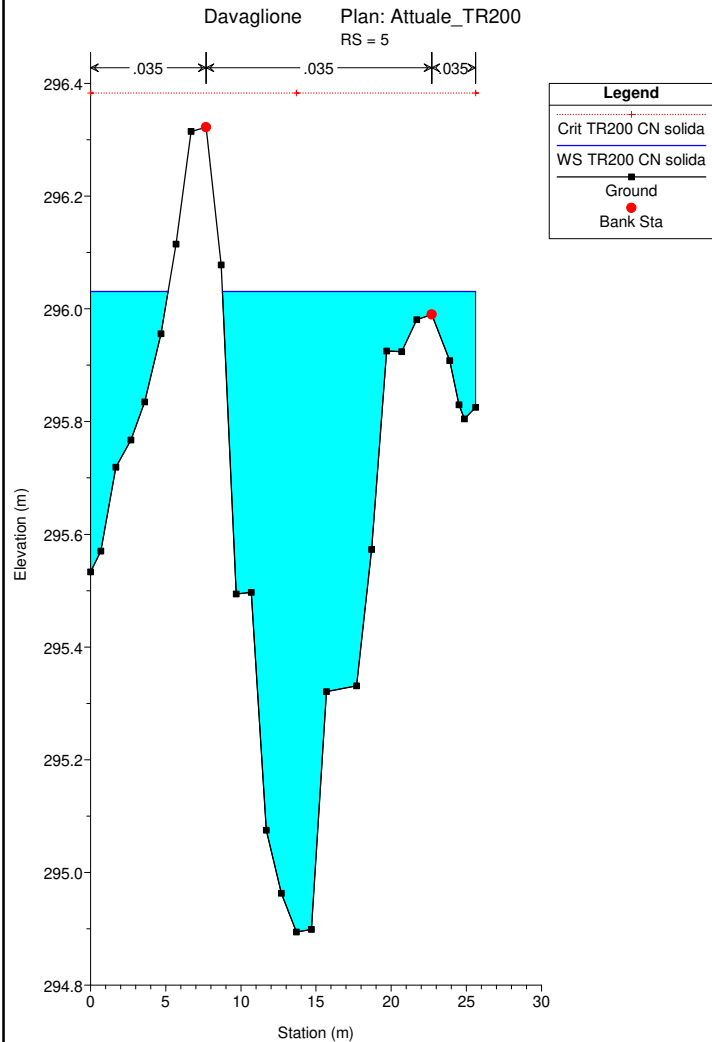
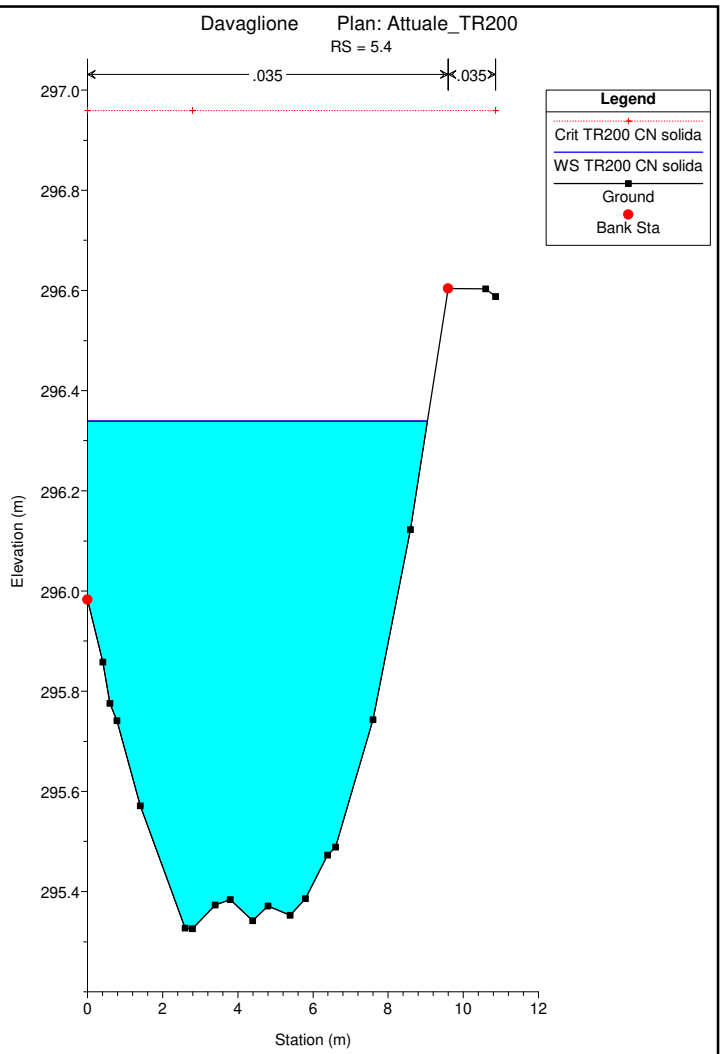
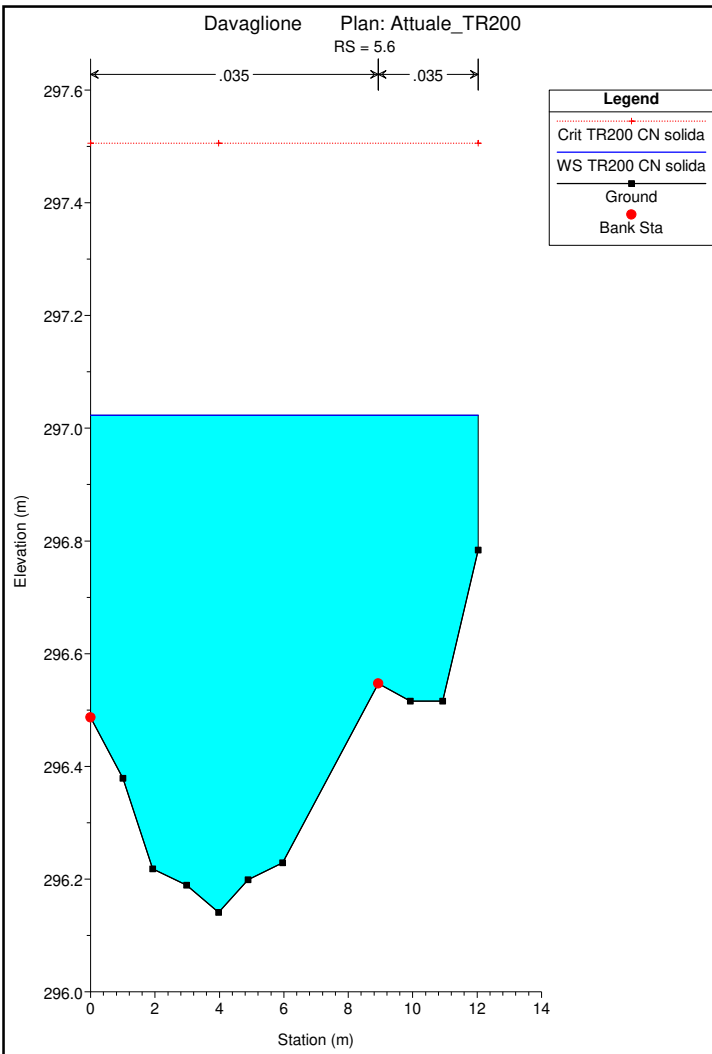


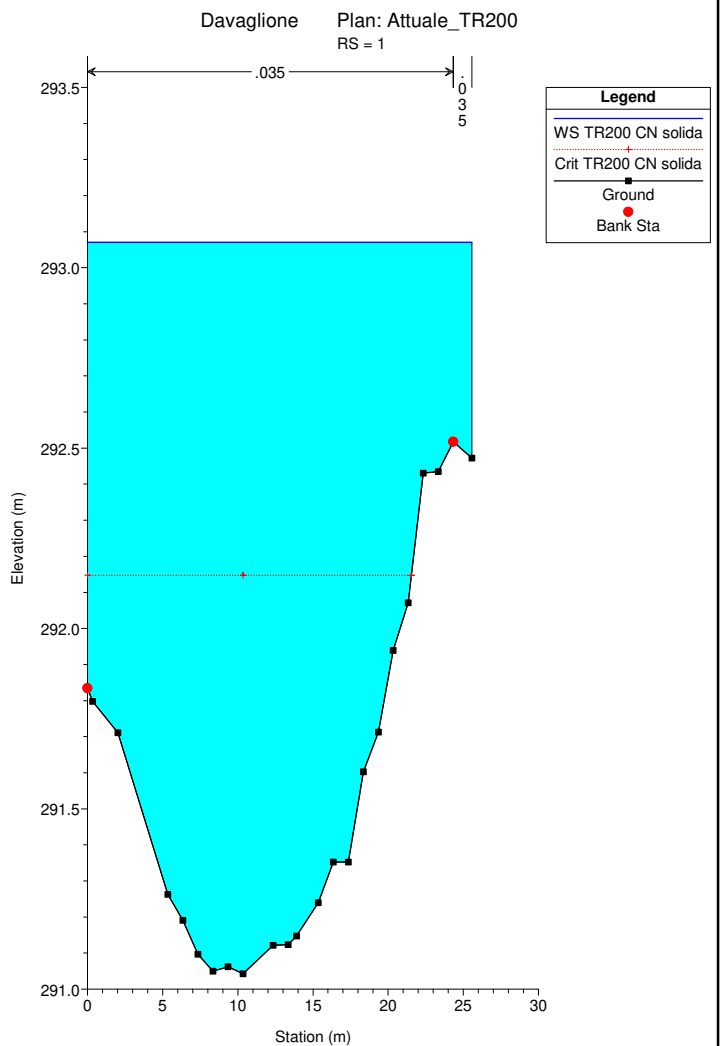
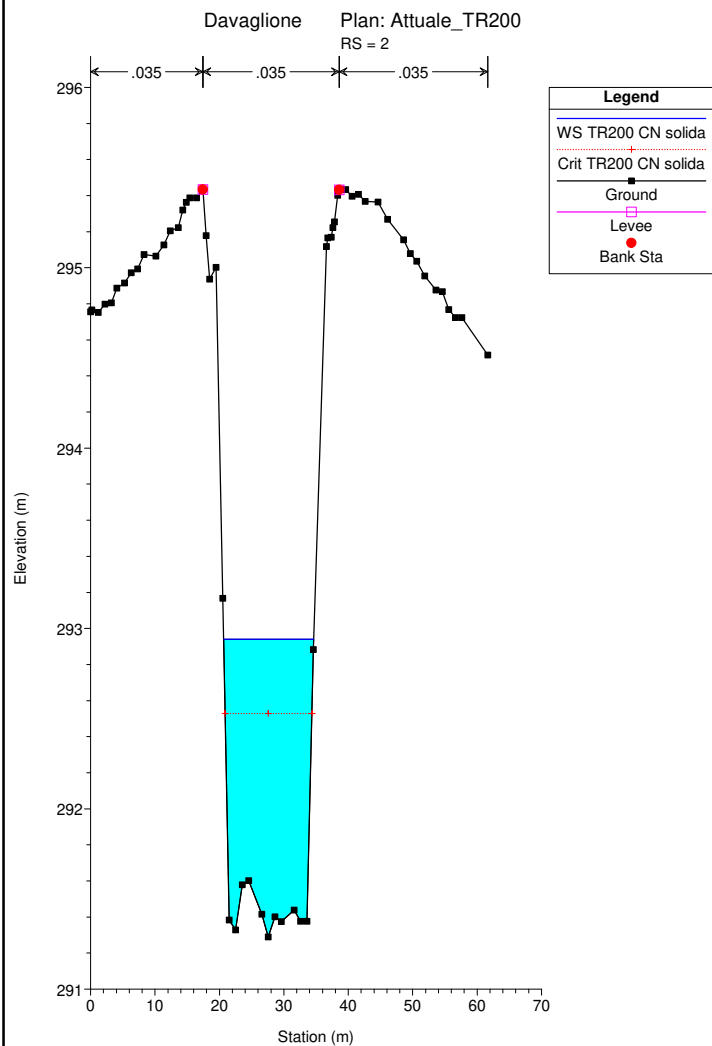
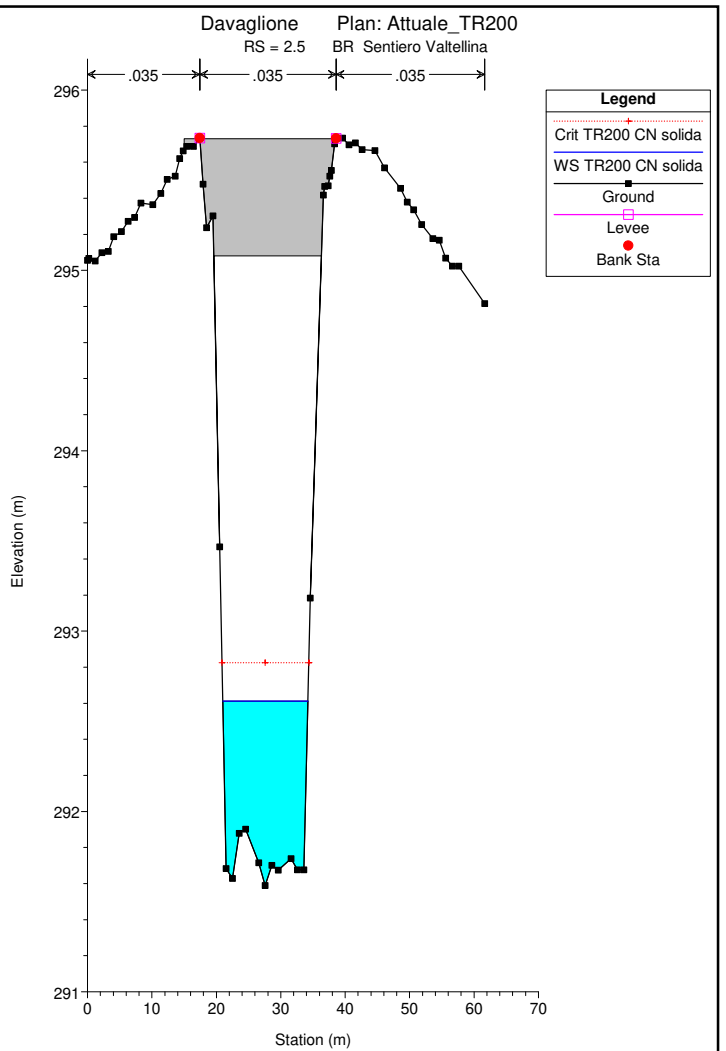
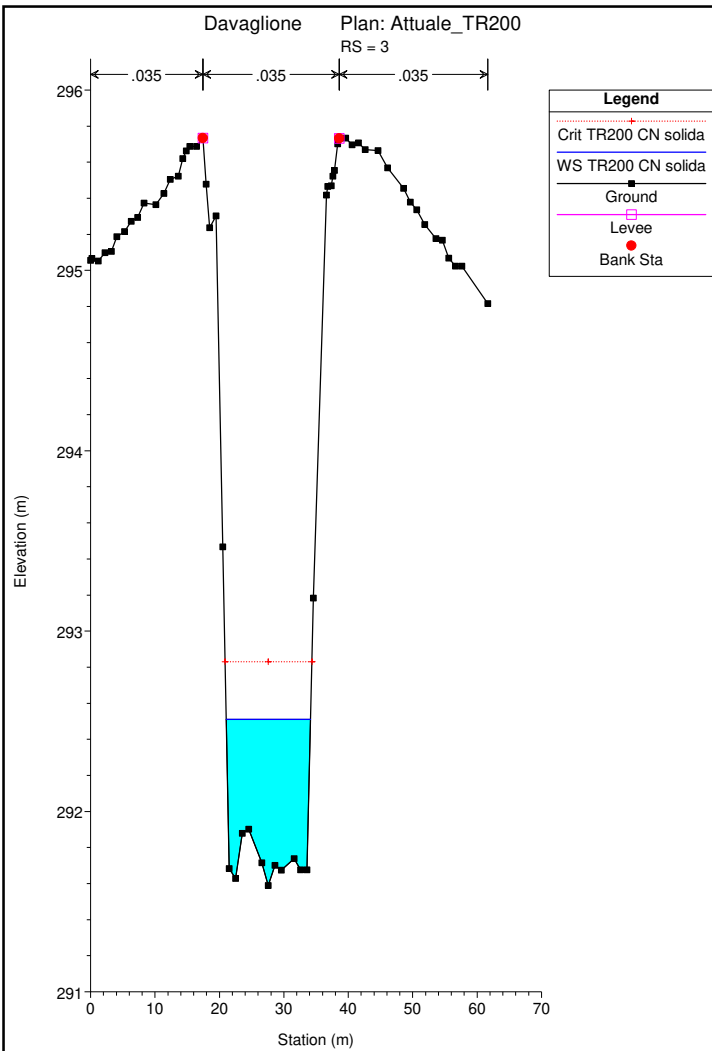




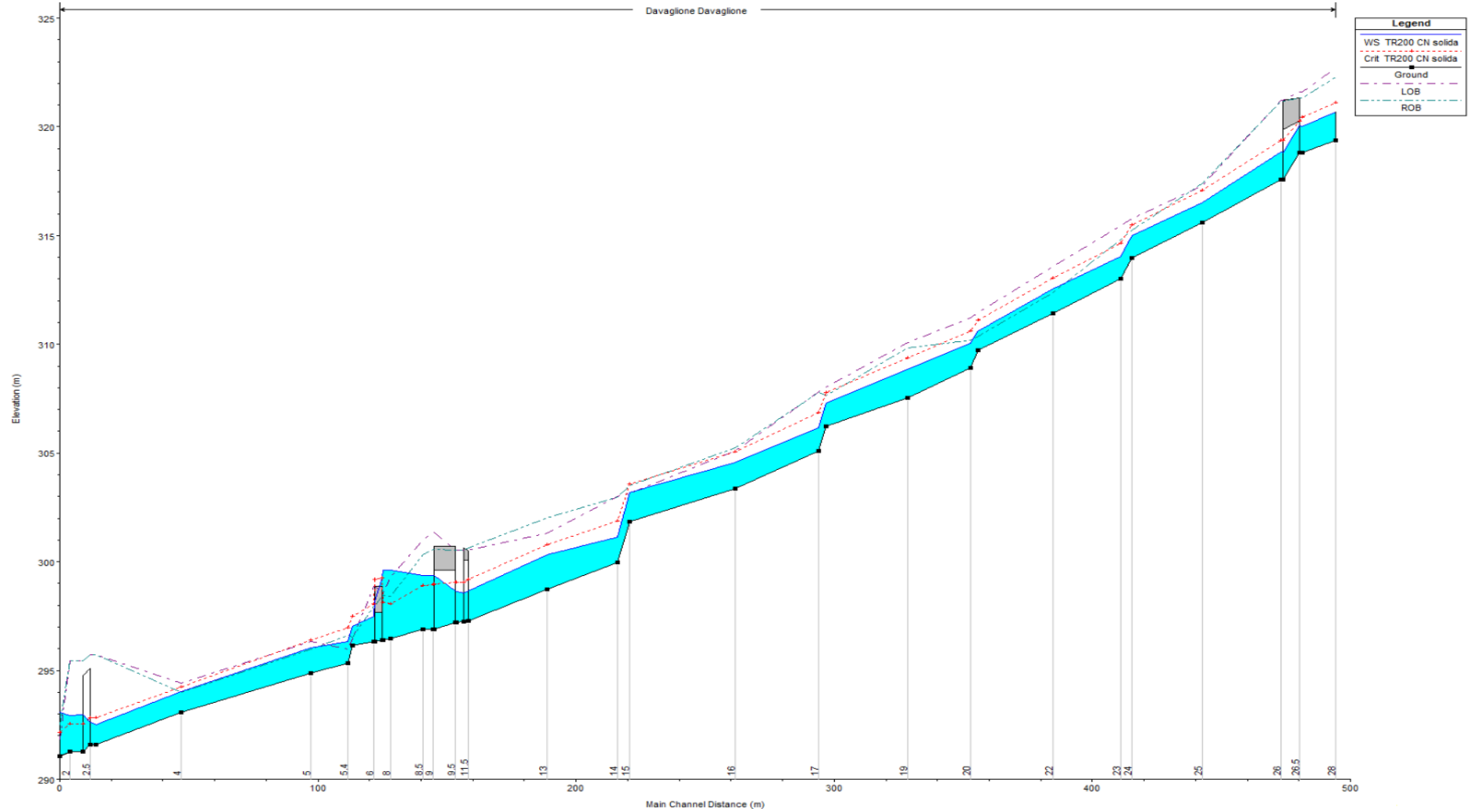








6.1.3 PROFILI IDRICI



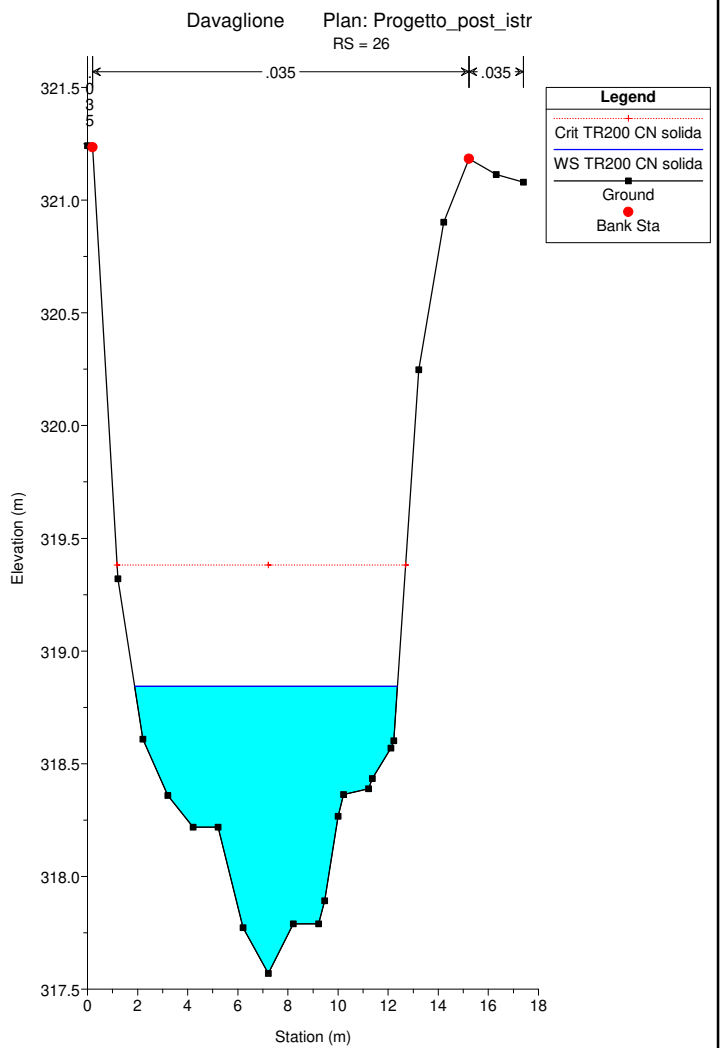
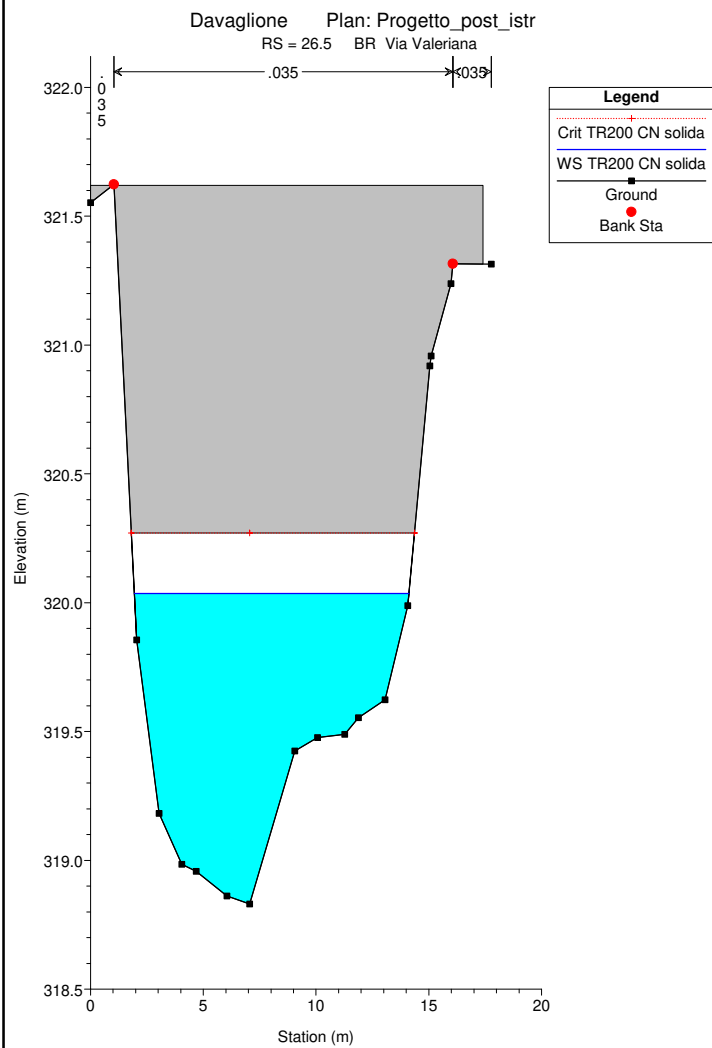
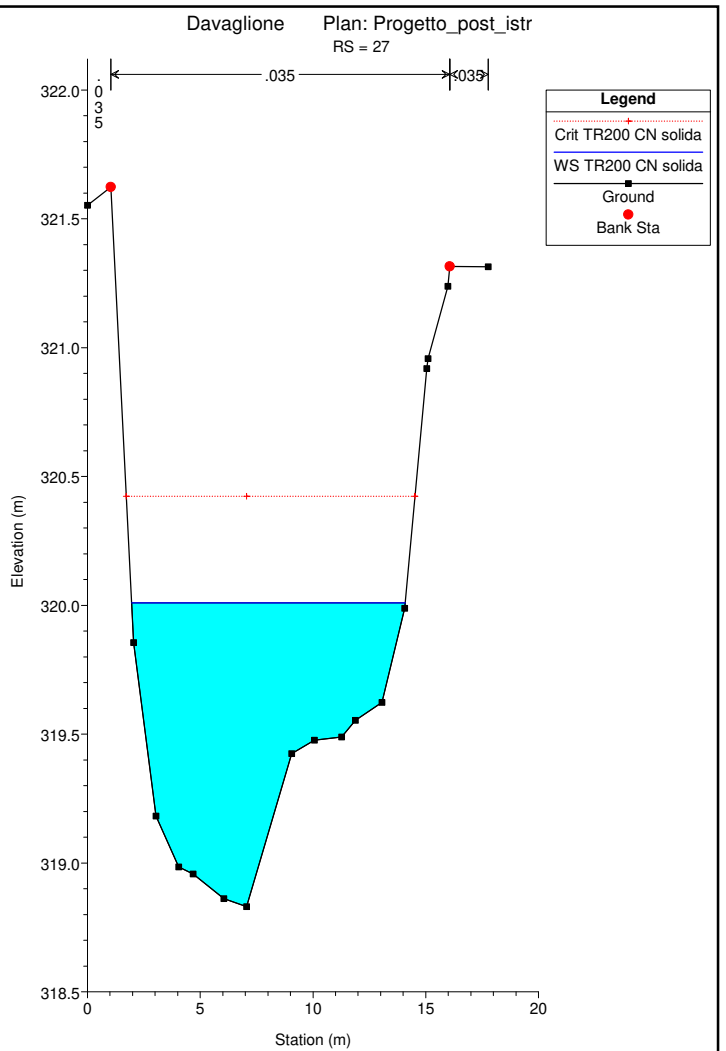
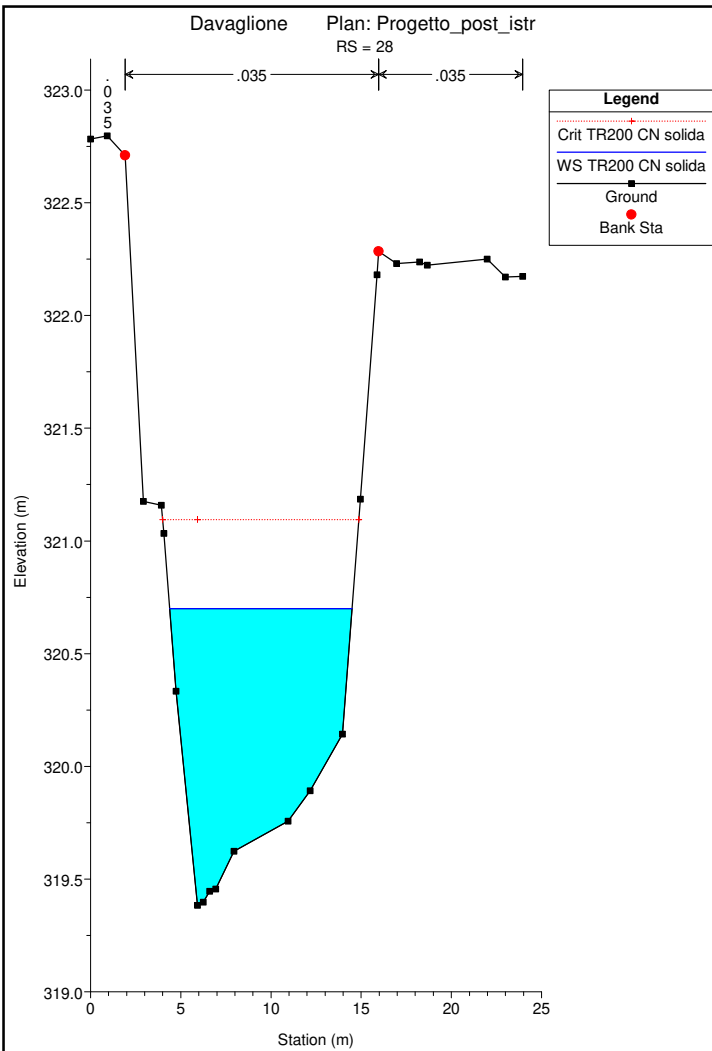
6.2 Stato di Progetto

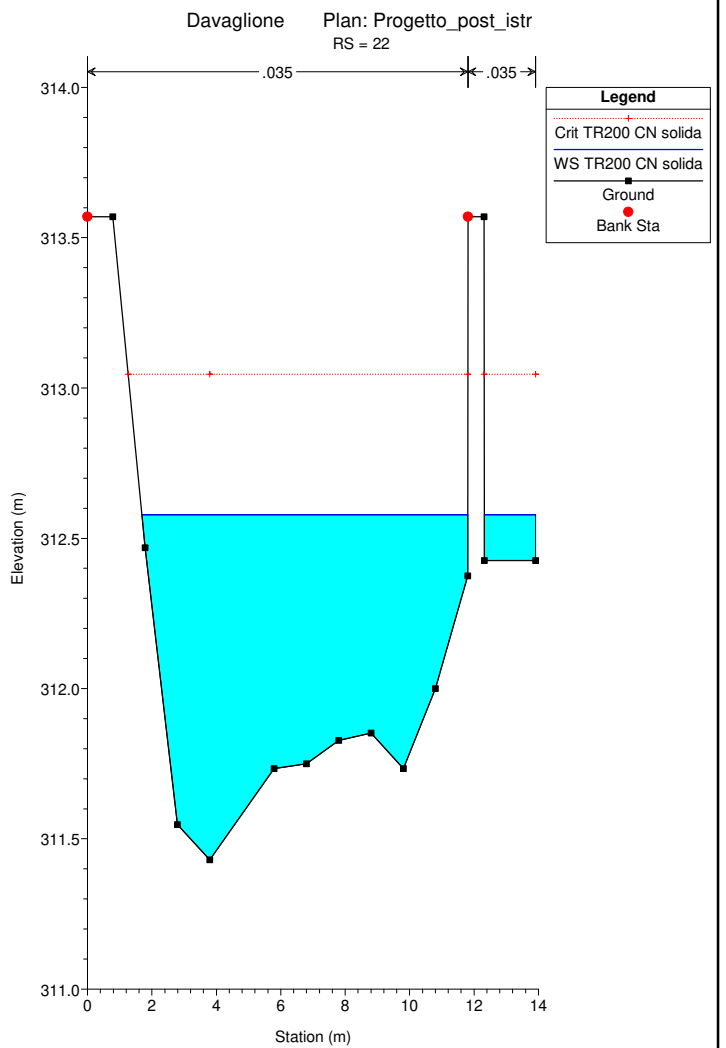
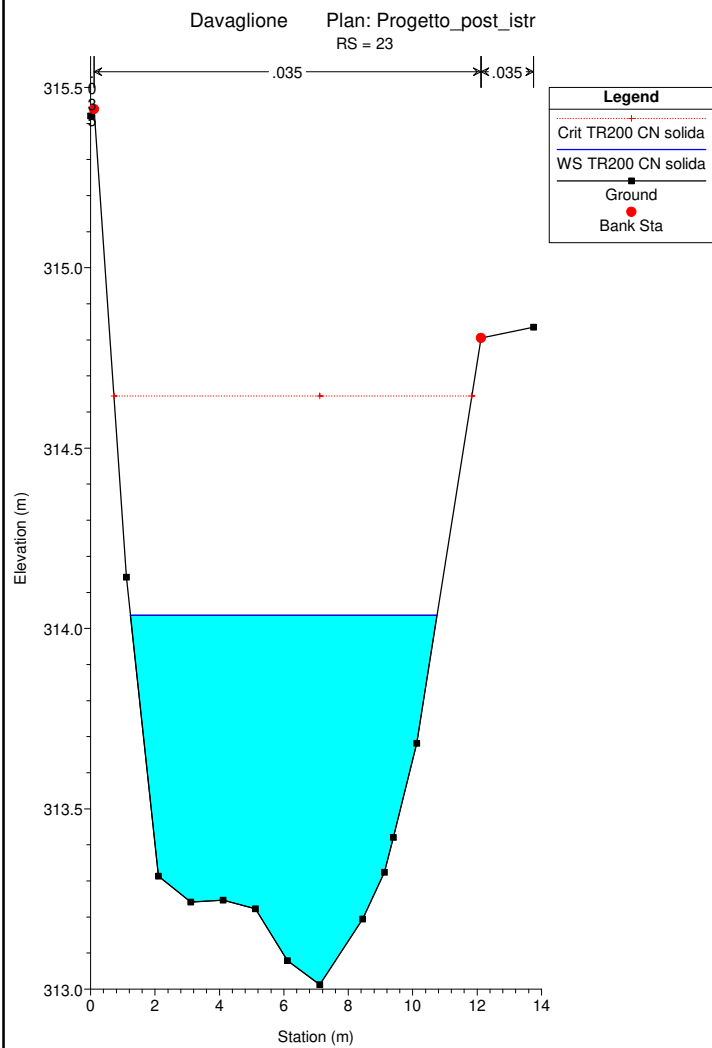
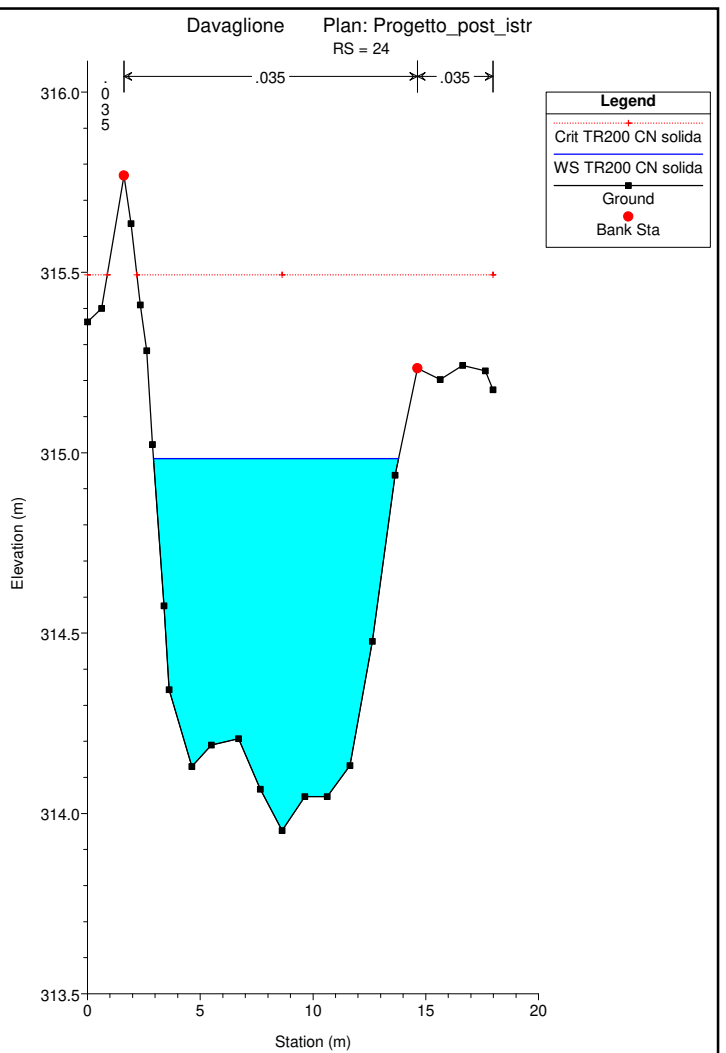
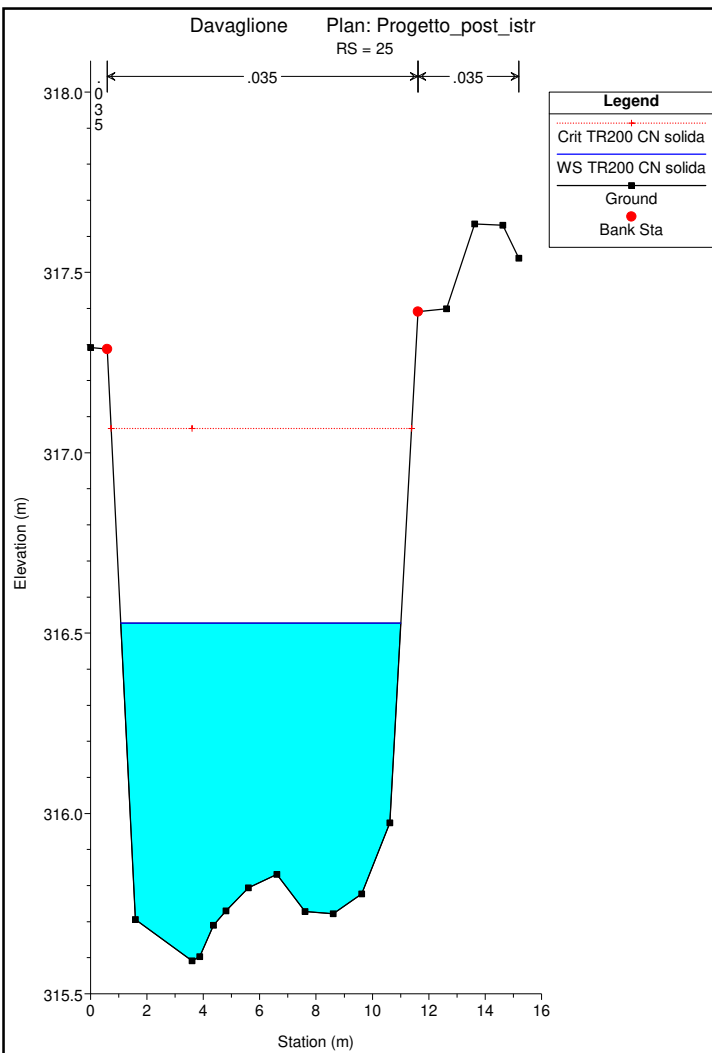
6.2.1 TABULATI DI CALCOLO

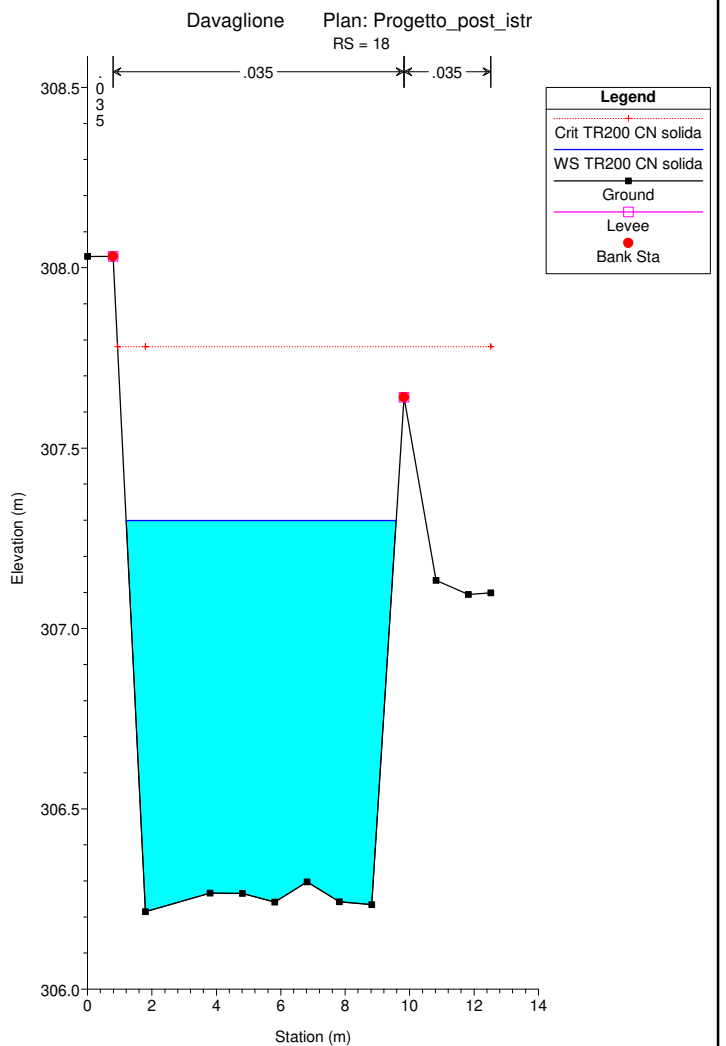
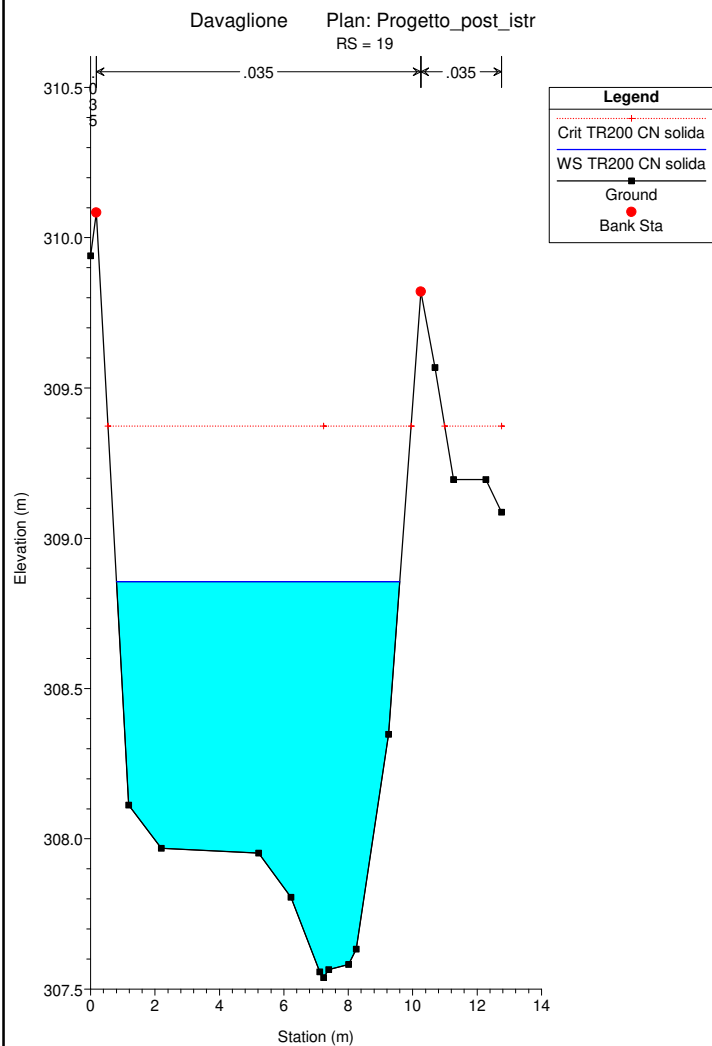
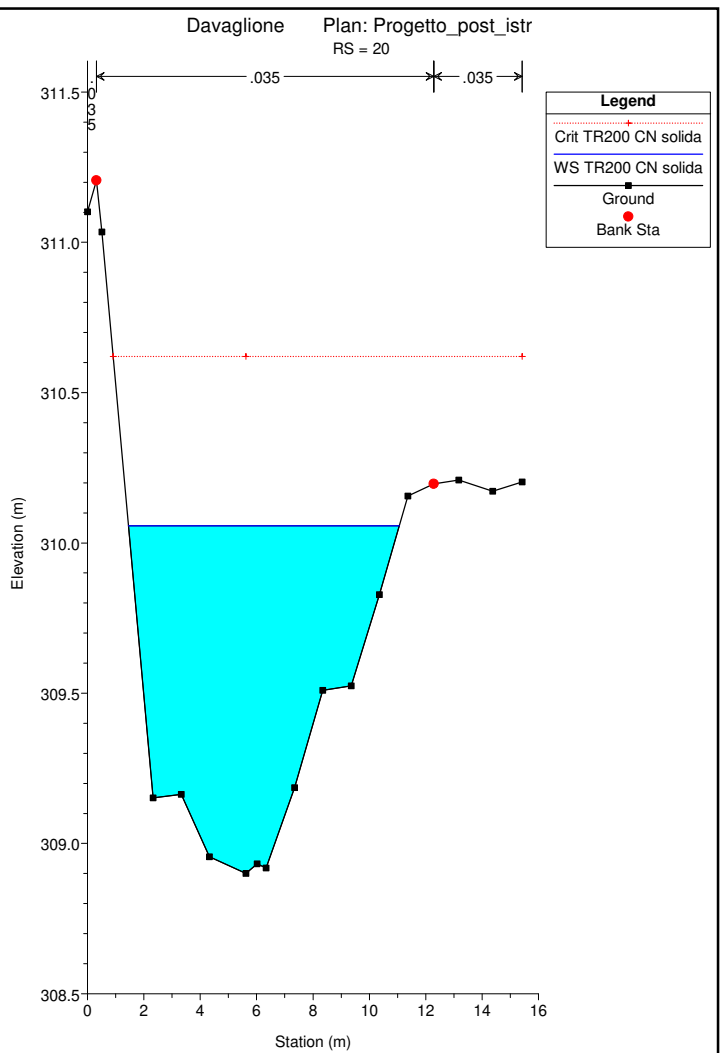
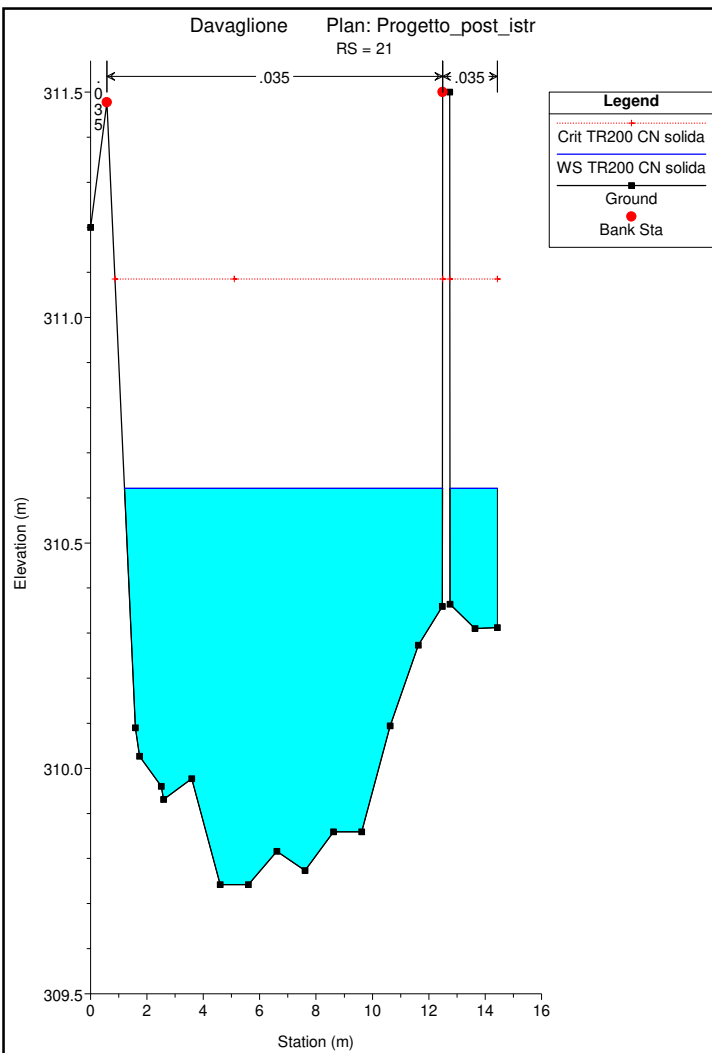
HEC-RAS Plan: prova_post_istr River: Davaglione Reach: Davaglione Profile: TR200 CN solida

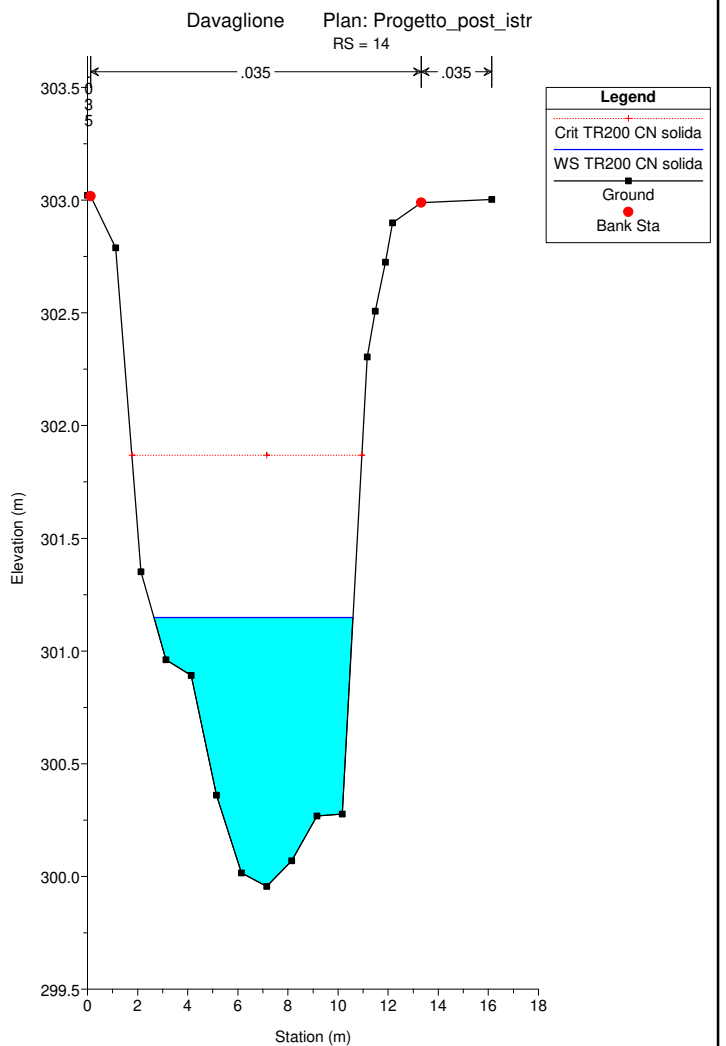
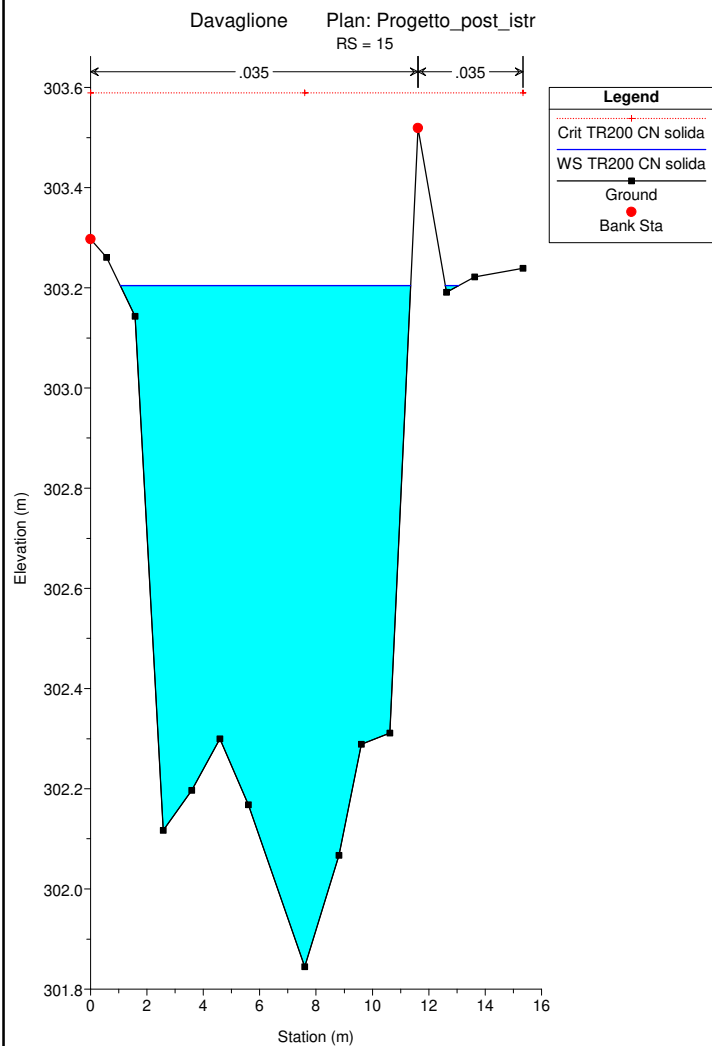
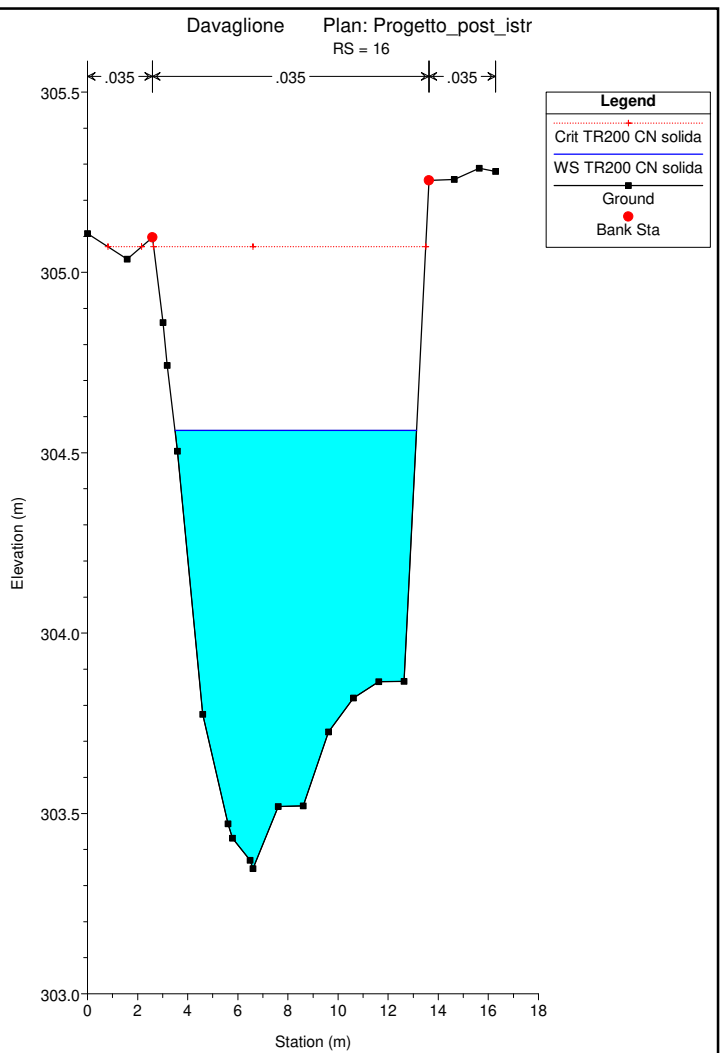
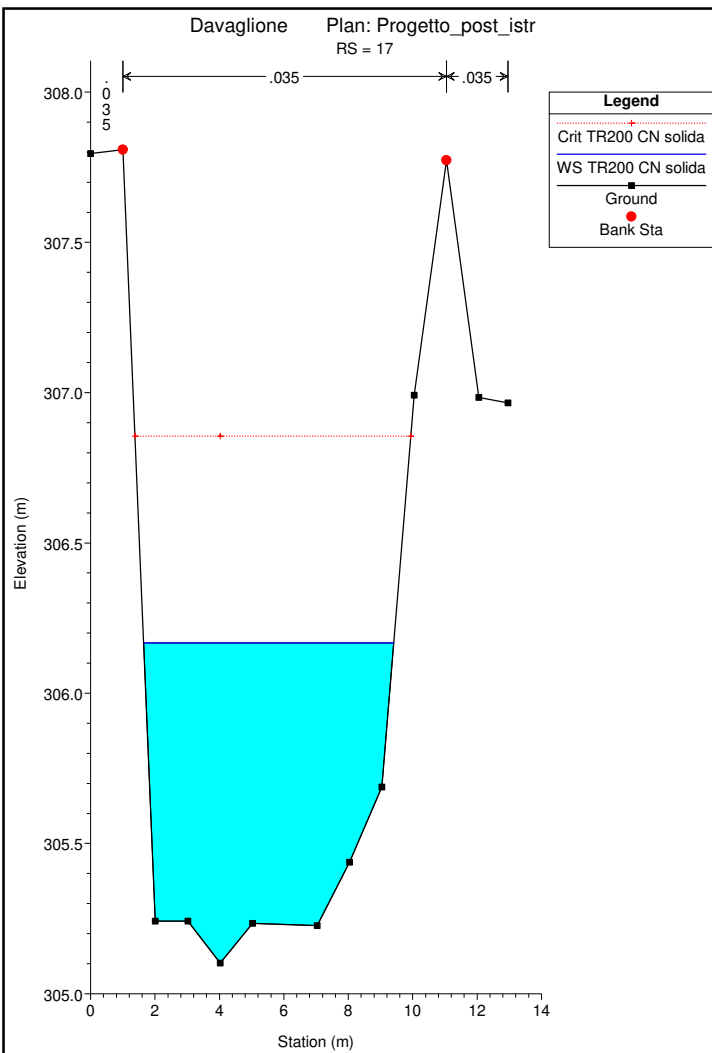
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Davaglione	28	TR200 CN solida	45.30	319.38	320.70	321.09	321.99	0.040065	5.04	8.99	10.11	1.71
Davaglione	27	TR200 CN solida	45.30	318.83	320.01	320.42	321.38	0.053929	5.19	8.73	12.14	1.95
Davaglione	26.5	Bridge										
Davaglione	26	TR200 CN solida	45.30	317.57	318.84	319.38	320.75	0.077872	6.11	7.42	10.49	2.32
Davaglione	25	TR200 CN solida	45.30	315.59	316.53	317.07	318.41	0.073525	6.08	7.45	9.94	2.24
Davaglione	24	TR200 CN solida	45.30	313.95	314.98	315.49	316.55	0.058452	5.55	8.16	10.86	2.05
Davaglione	23	TR200 CN solida	45.30	313.01	314.04	314.64	316.19	0.083721	6.51	6.96	9.52	2.43
Davaglione	22	TR200 CN solida	45.30	311.43	312.58	313.05	314.20	0.059790	5.66	8.17	11.71	2.04
Davaglione	21	TR200 CN solida	45.30	309.74	310.62	311.09	312.26	0.073199	5.75	8.14	12.97	2.23
Davaglione	20	TR200 CN solida	45.30	308.90	310.06	310.62	312.02	0.073618	6.21	7.30	9.61	2.27
Davaglione	19	TR200 CN solida	45.30	307.54	308.86	309.37	310.45	0.049390	5.59	8.10	8.79	1.86
Davaglione	18	TR200 CN solida	45.30	306.21	307.30	307.78	308.91	0.048493	5.62	8.07	8.38	1.83
Davaglione	17	TR200 CN solida	45.30	305.10	306.17	306.86	308.63	0.087103	6.95	6.51	7.76	2.42
Davaglione	16	TR200 CN solida	45.30	303.35	304.56	305.07	306.18	0.054395	5.63	8.04	9.64	1.97
Davaglione	15	TR200 CN solida	45.30	301.85	303.20	303.59	304.35	0.032287	4.75	9.56	10.78	1.54
Davaglione	14	TR200 CN solida	45.30	299.96	301.15	301.87	303.95	0.108439	7.41	6.11	7.94	2.70
Davaglione	13	TR200 CN solida	45.30	298.72	300.32	300.78	301.82	0.041031	5.43	8.34	7.85	1.68
Davaglione	12.6	TR200 CN solida	45.30	298.56	300.13	300.47	301.37	0.029269	4.93	9.20	7.81	1.45
Davaglione	12.4	TR200 CN solida	45.30	298.02	299.38	299.95	301.23	0.049841	6.02	7.52	6.96	1.85
Davaglione	12	TR200 CN solida	45.30	297.56	298.60	299.25	300.93	0.022069	6.76	6.71	7.73	2.32
Davaglione	11	Bridge										
Davaglione	10	TR200 CN solida	45.30	296.88	298.36	298.97	300.41	0.017186	6.33	7.15	7.04	2.01
Davaglione	9	TR200 CN solida	45.30	296.88	298.30	298.90	300.27	0.054678	6.21	7.29	6.91	1.93
Davaglione	8.5	Bridge										
Davaglione	8	TR200 CN solida	45.30	296.47	299.62	298.07	299.68	0.000611	1.14	43.68	23.95	0.24
Davaglione	7	TR200 CN solida	45.30	296.38	299.62	298.13	299.68	0.000588	1.16	41.84	20.14	0.24
Davaglione	6.5	Bridge										
Davaglione	6	TR200 CN solida	45.30	296.34	297.49	298.06	299.34	0.061885	6.02	7.53	9.09	2.11
Davaglione	5.6	TR200 CN solida	45.30	296.14	297.02	297.51	298.75	0.073219	6.01	7.93	12.04	2.25
Davaglione	5.4	TR200 CN solida	45.30	295.33	296.34	296.96	298.54	0.082749	6.57	6.90	9.05	2.40
Davaglione	5	TR200 CN solida	45.30	294.89	296.09	296.38	297.27	0.054881	4.88	9.62	16.97	1.95
Davaglione	4	TR200 CN solida	45.30	293.06	294.01	294.24	294.84	0.034477	3.82	11.29	14.57	1.52
Davaglione	3	TR200 CN solida	45.30	291.59	292.51	292.83	293.57	0.040711	4.56	9.93	13.10	1.67
Davaglione	2.5	Bridge										
Davaglione	2	TR200 CN solida	45.30	291.29	292.94	292.53	293.21	0.004767	2.29	19.77	13.99	0.62
Davaglione	1	TR200 CN solida	45.30	291.04	293.07	292.15	293.14	0.000999	1.18	38.96	25.57	0.30

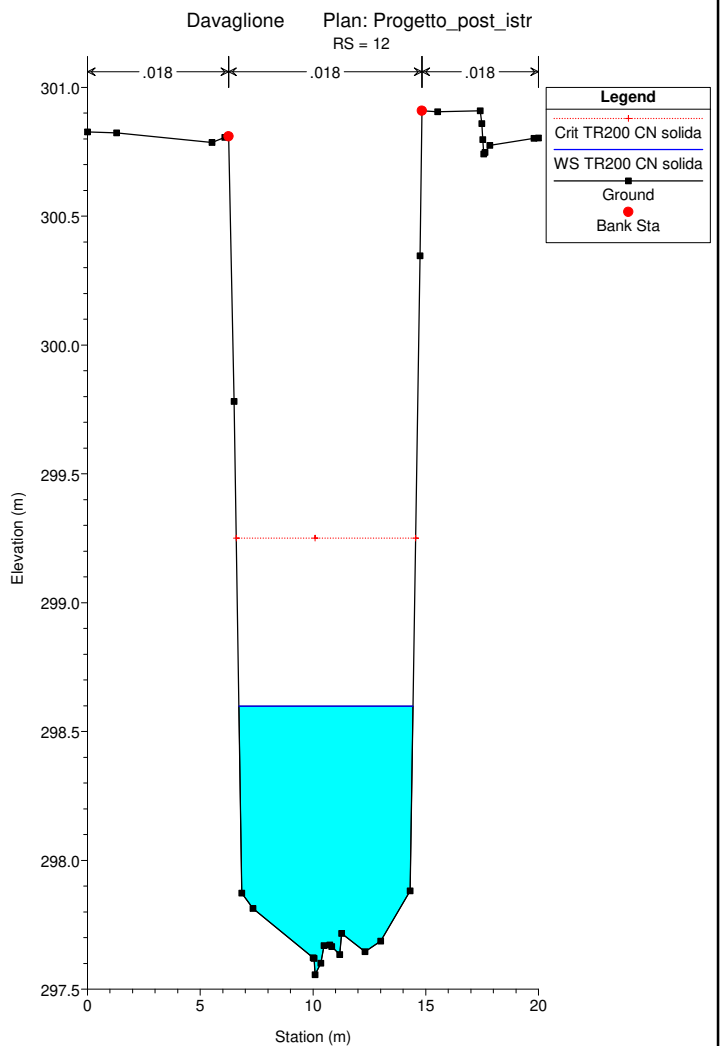
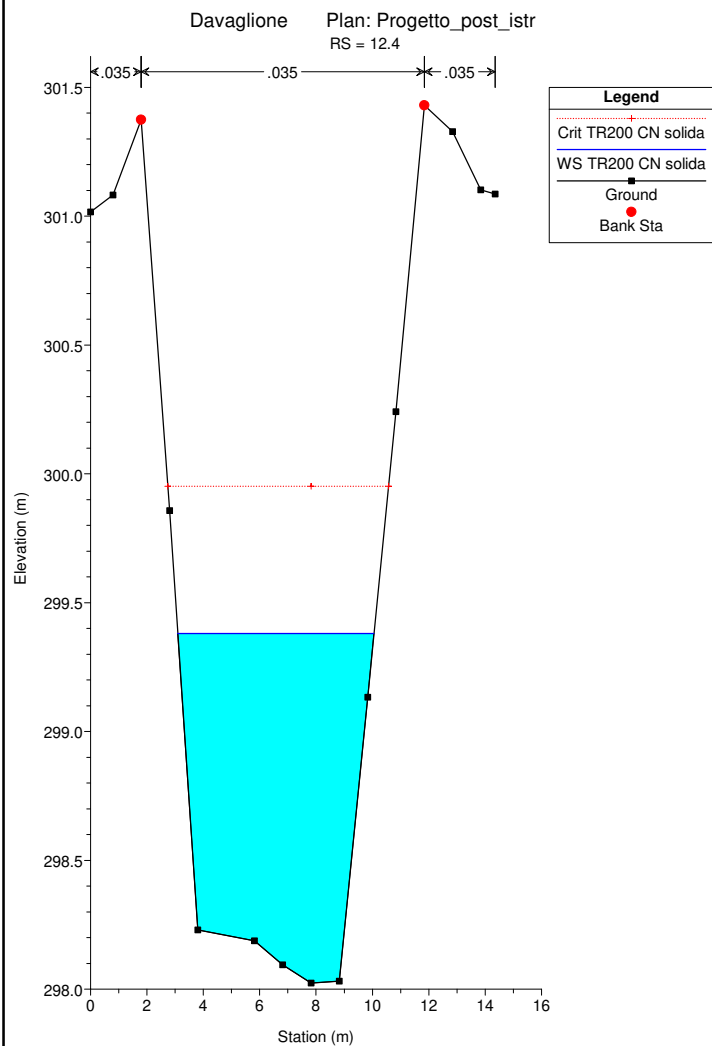
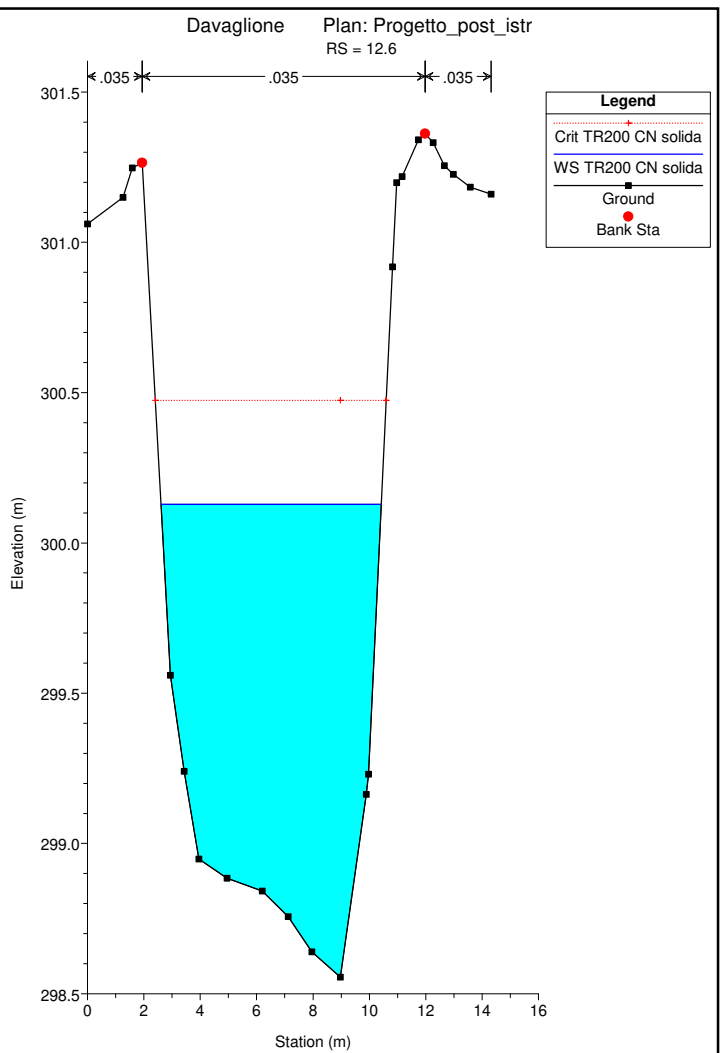
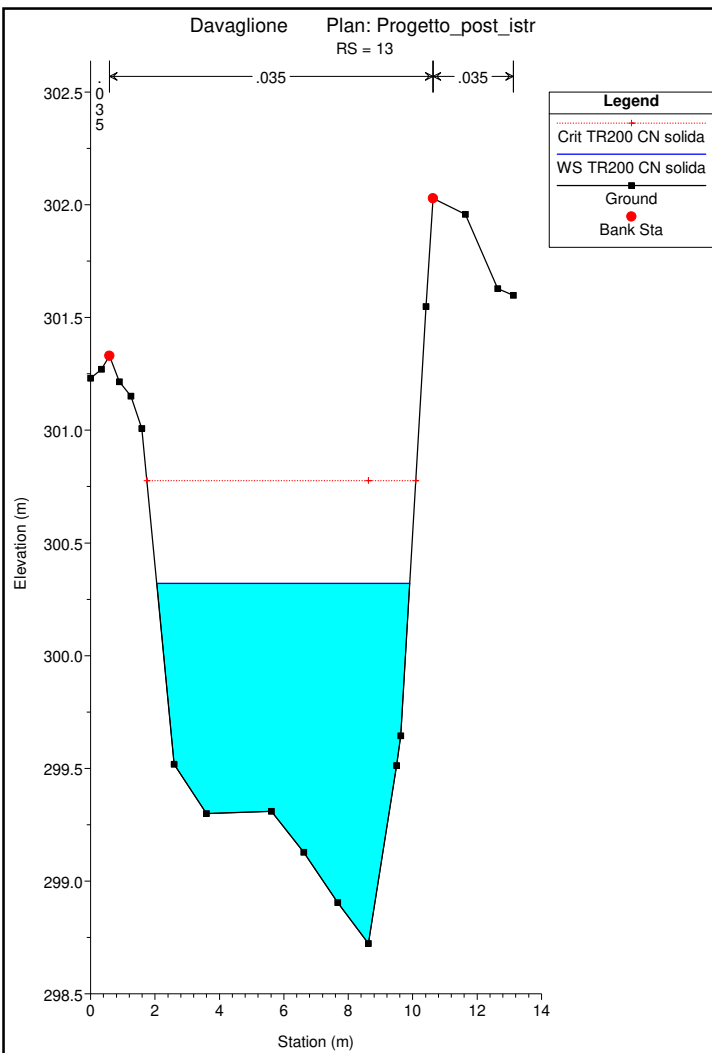
6.2.2 SEZIONI TRASVERSALI

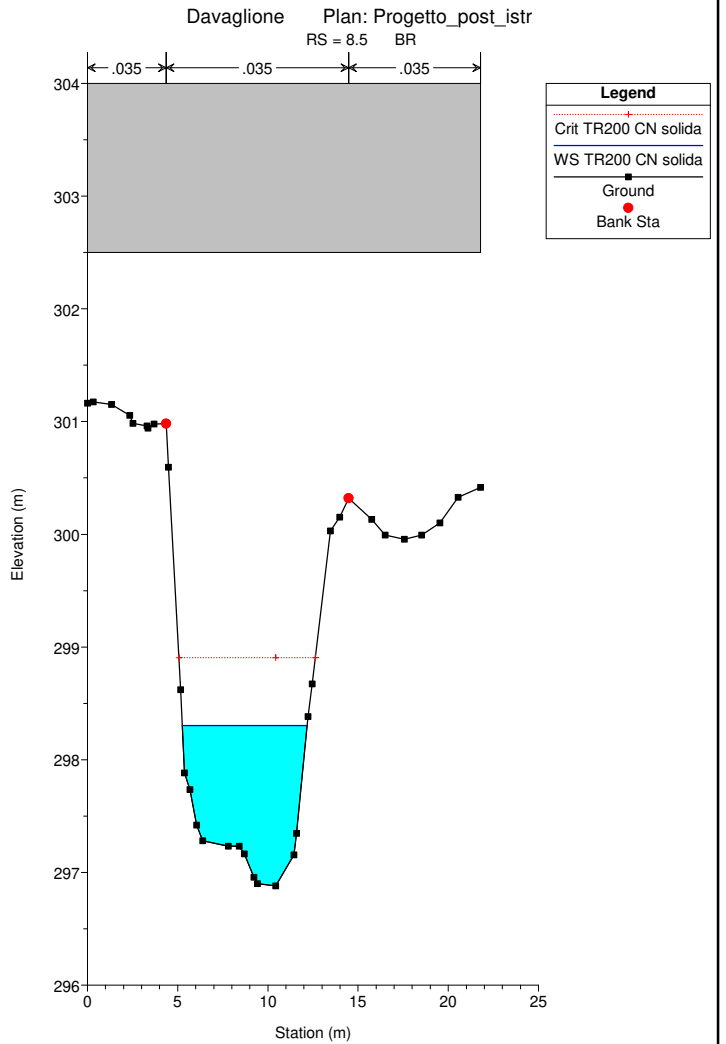
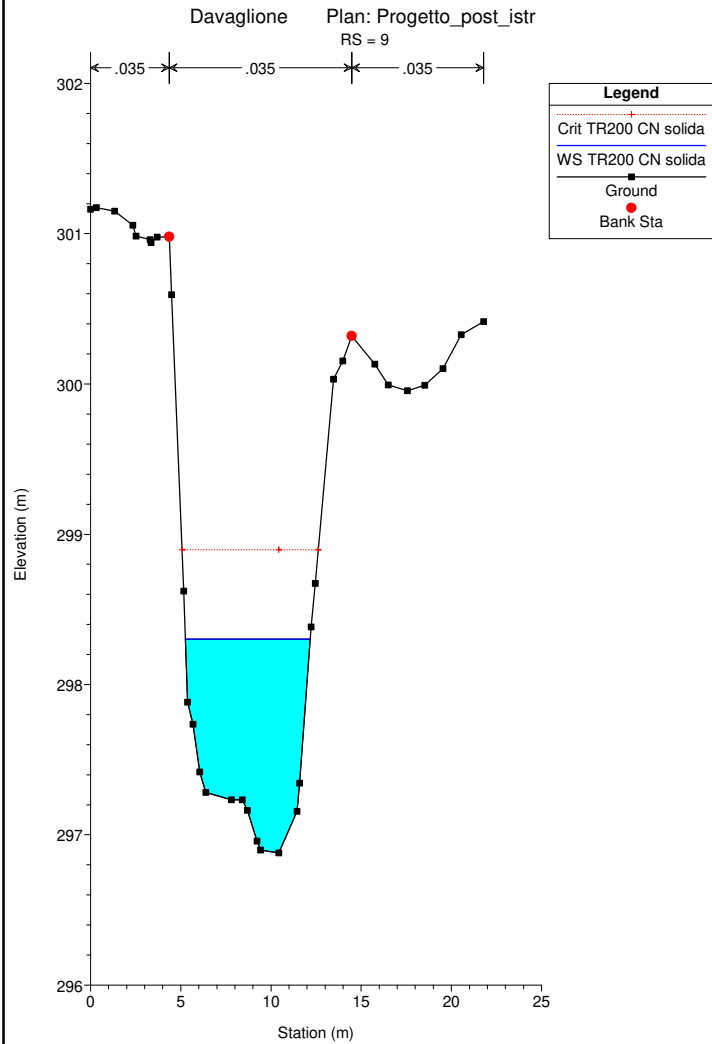
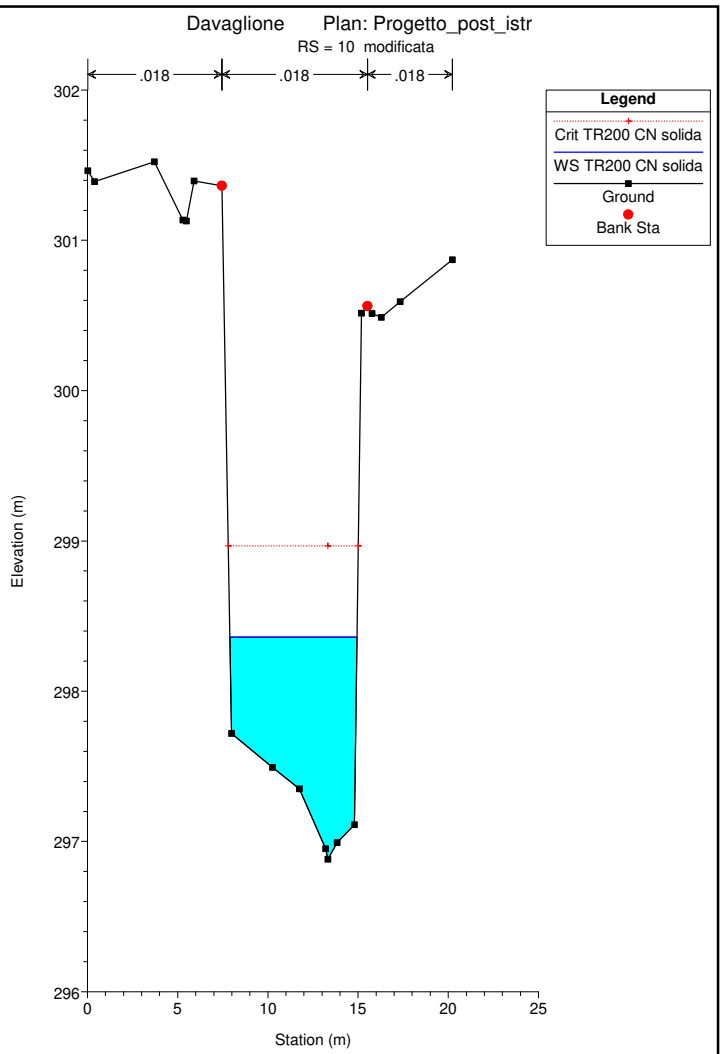
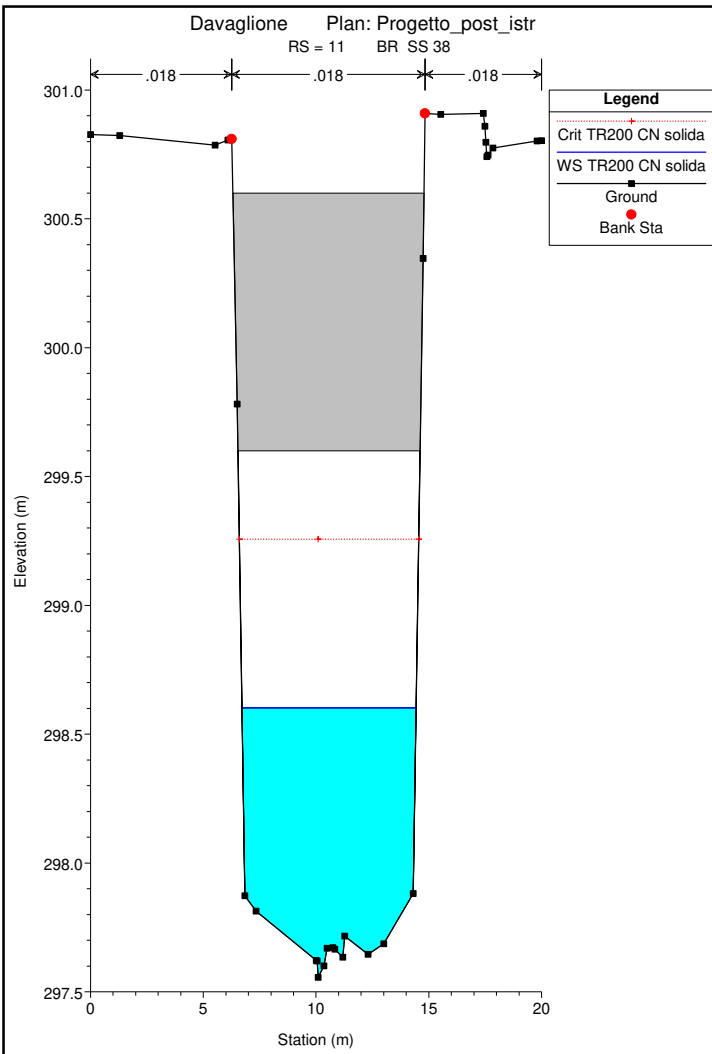


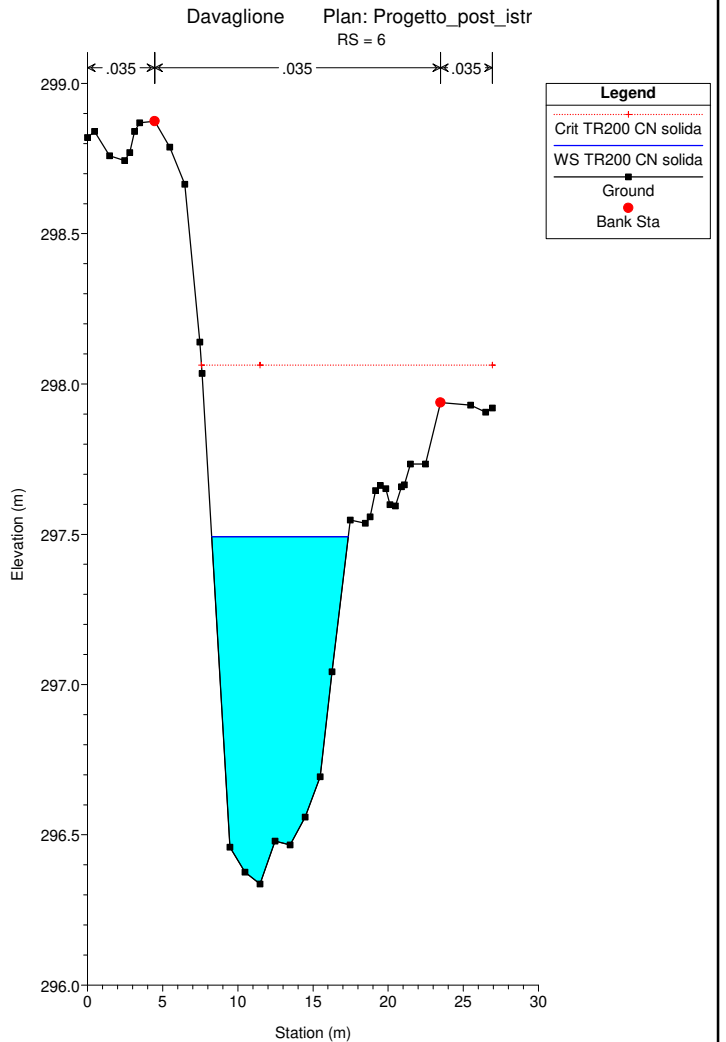
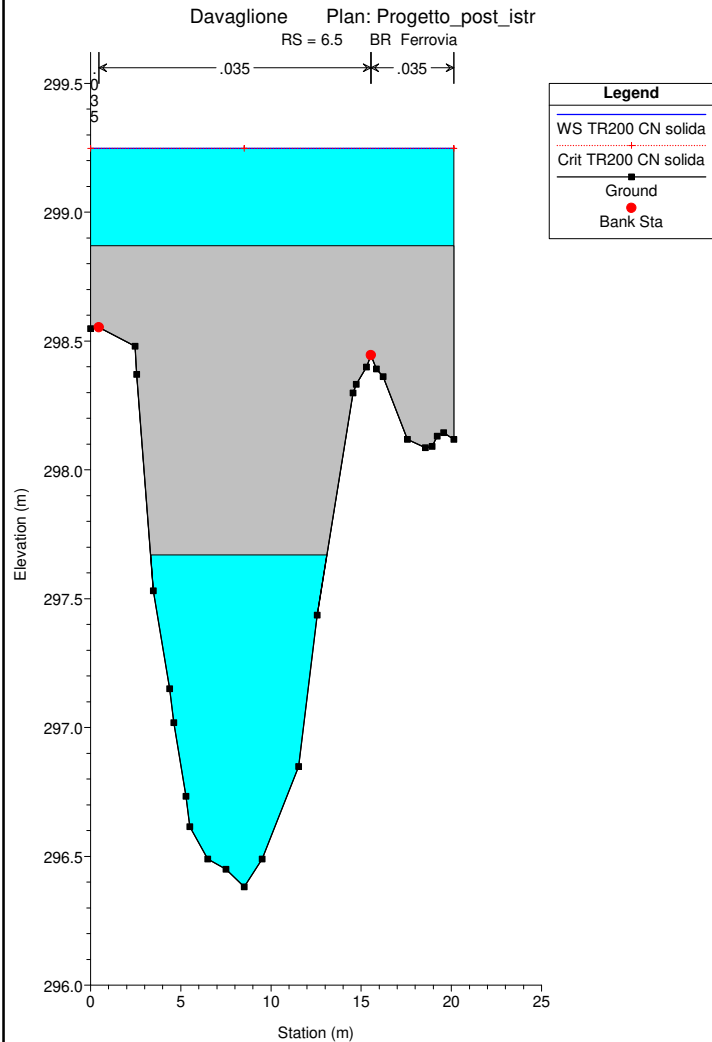
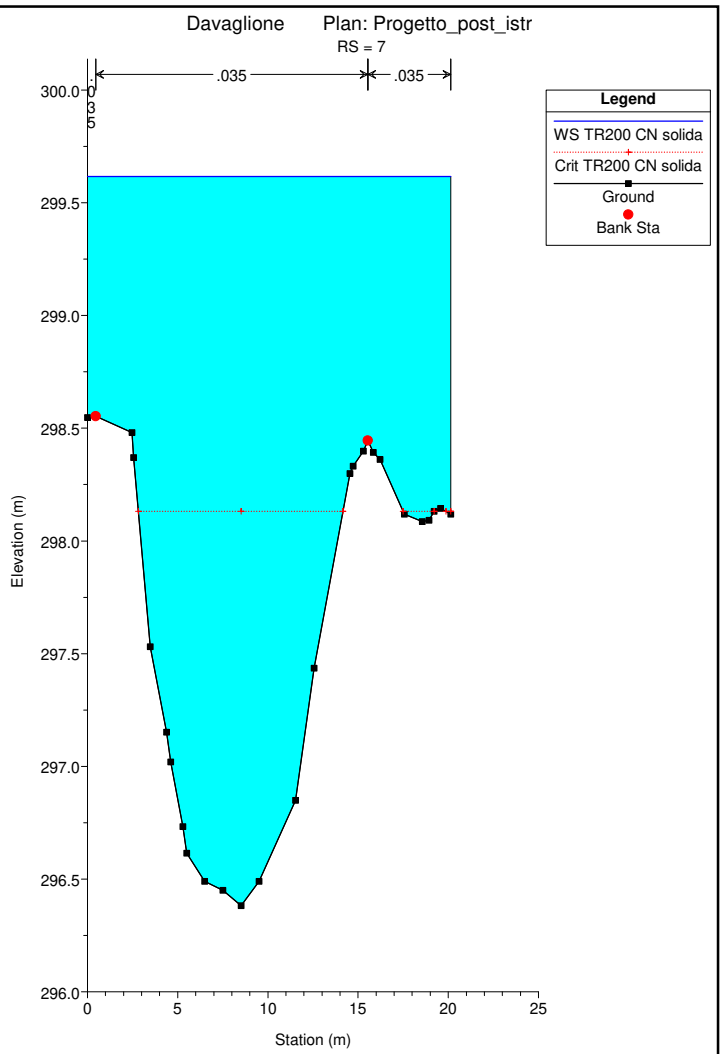
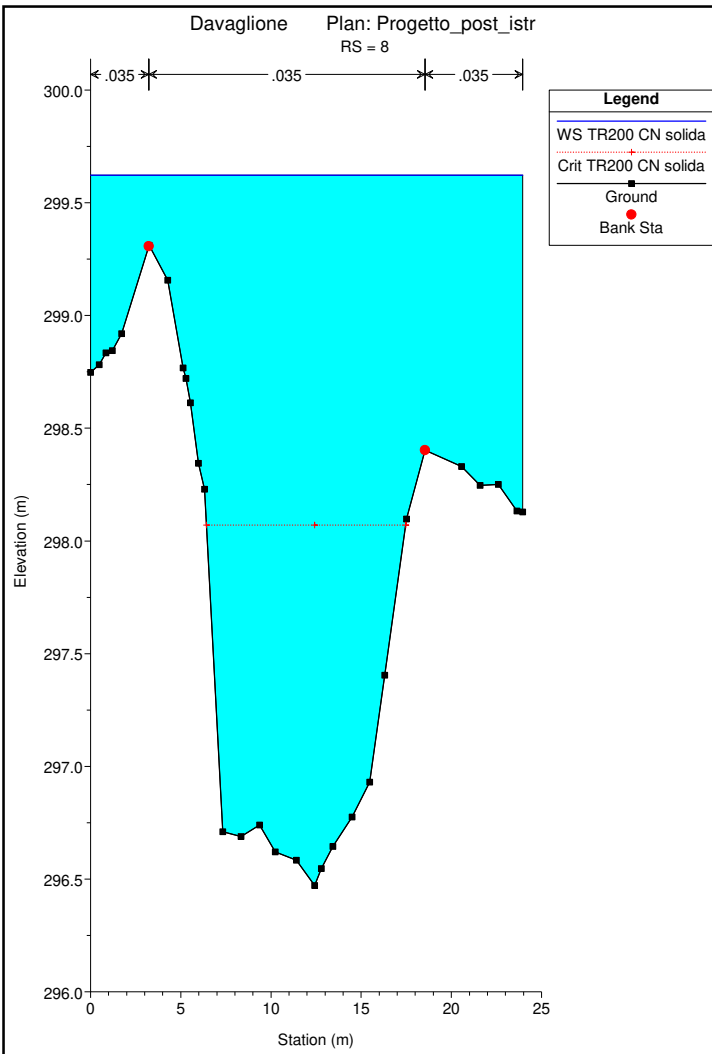


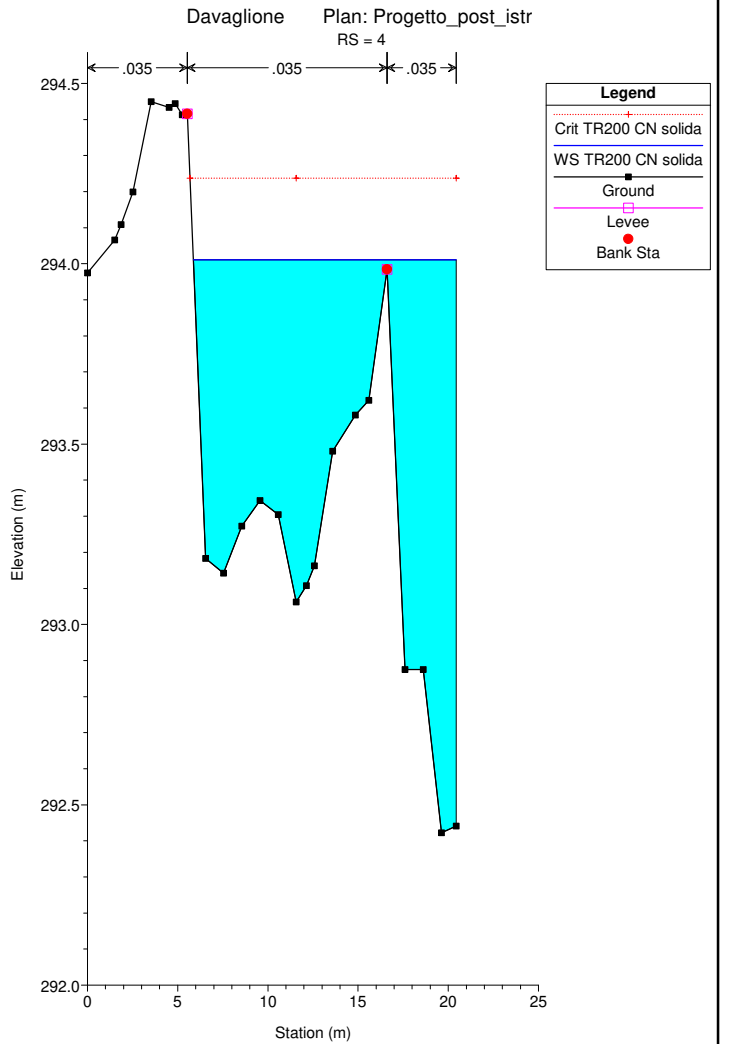
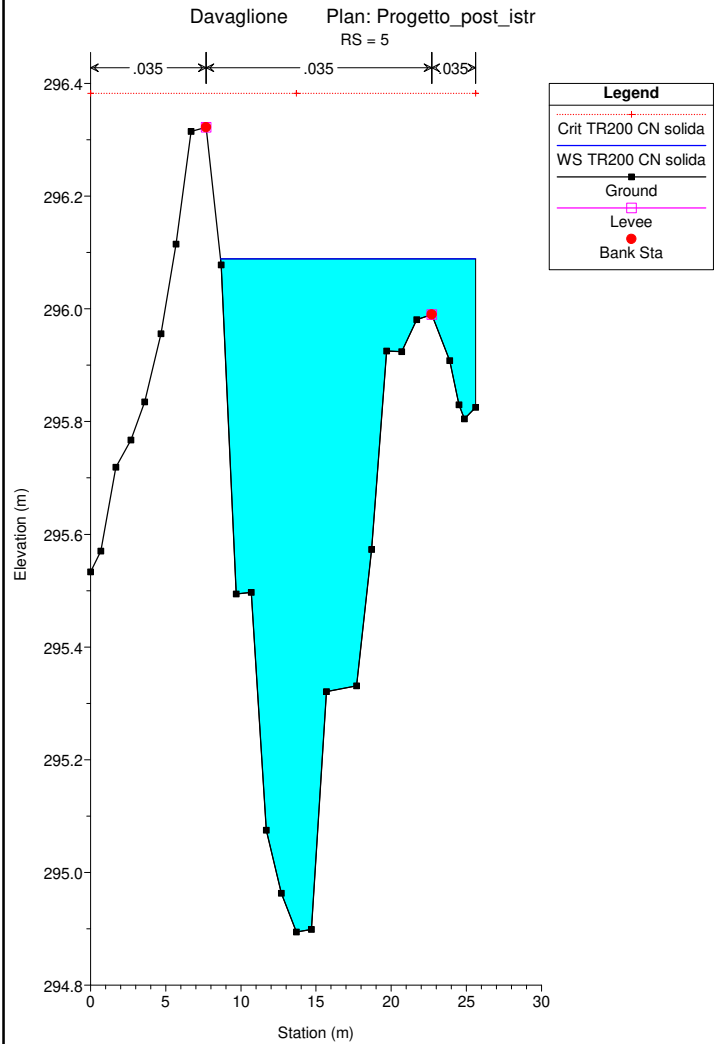
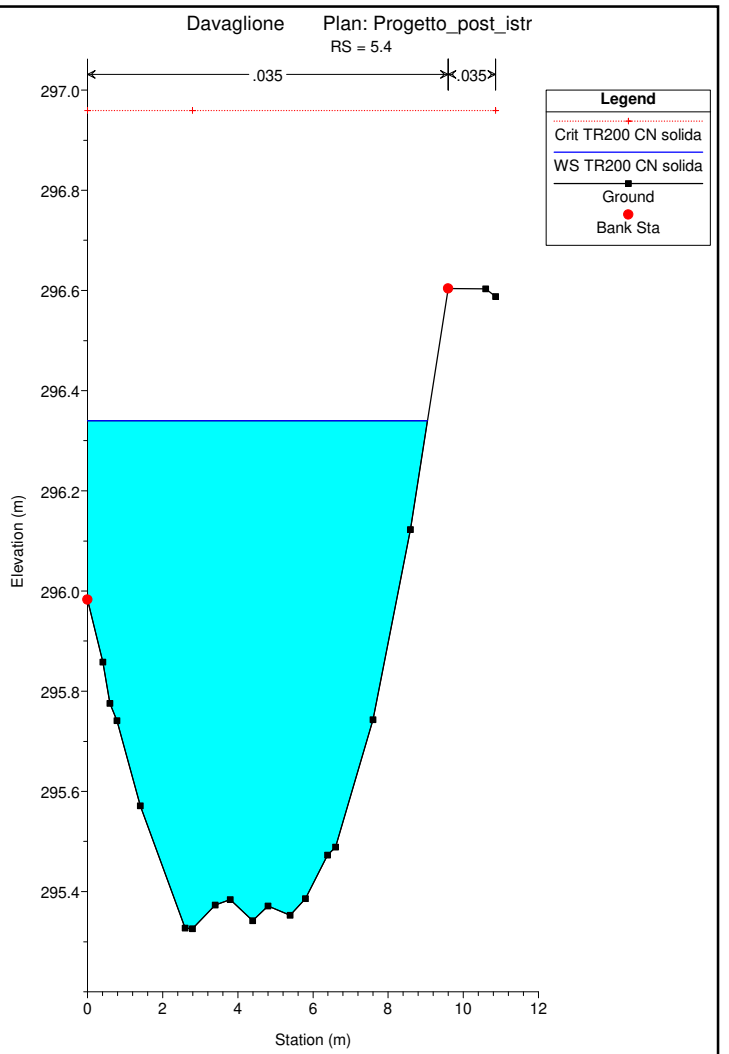
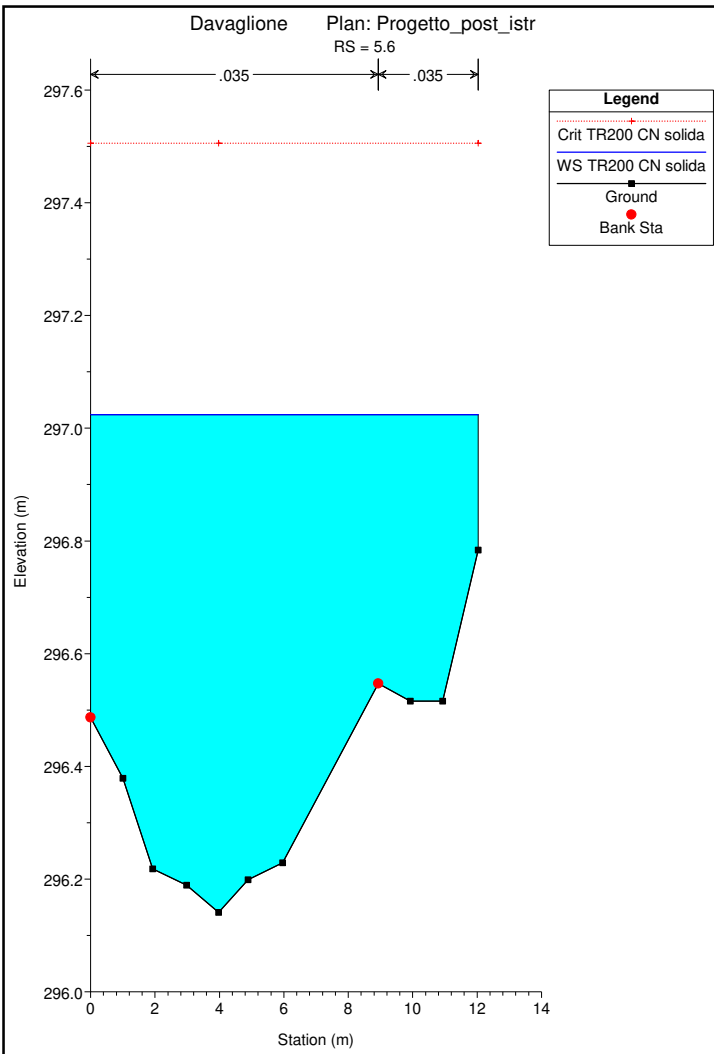


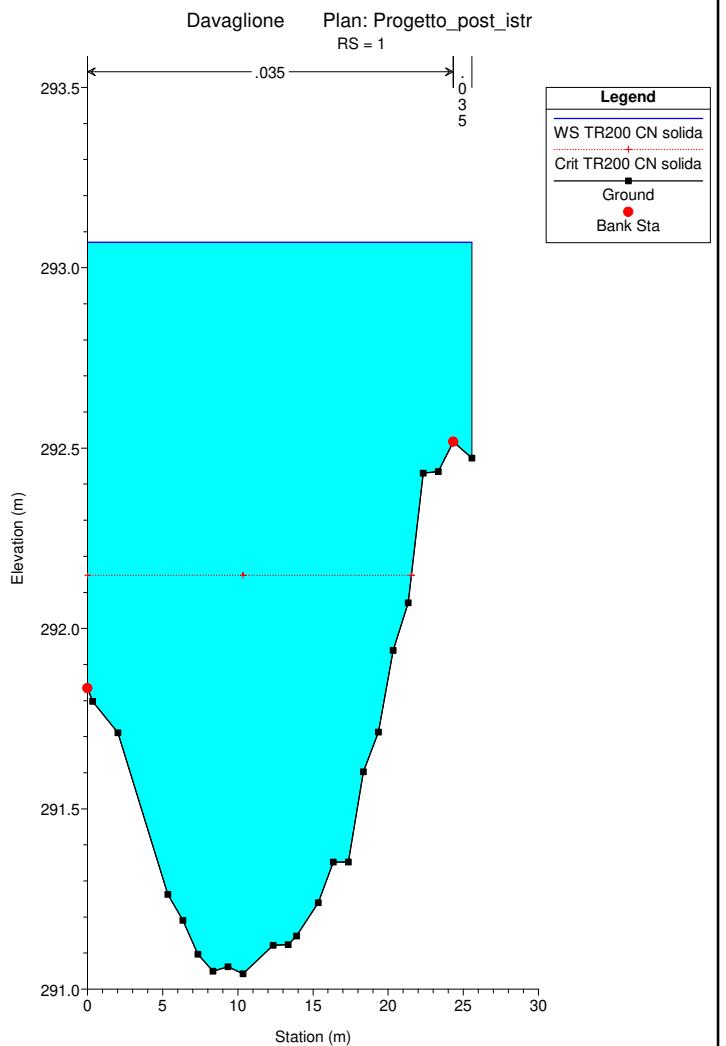
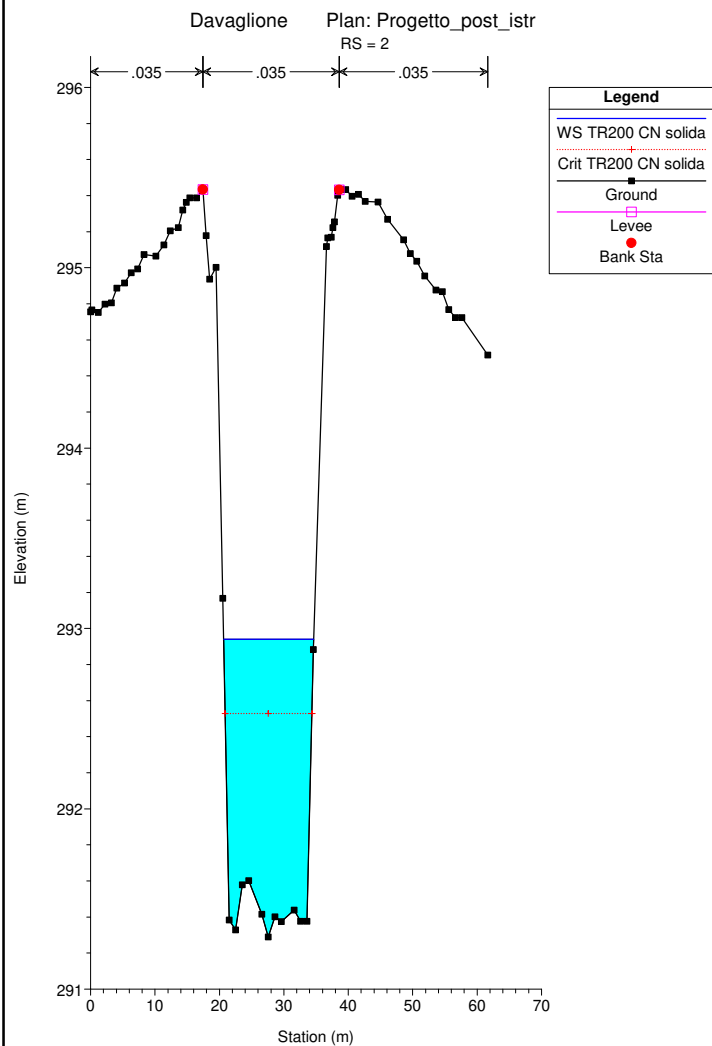
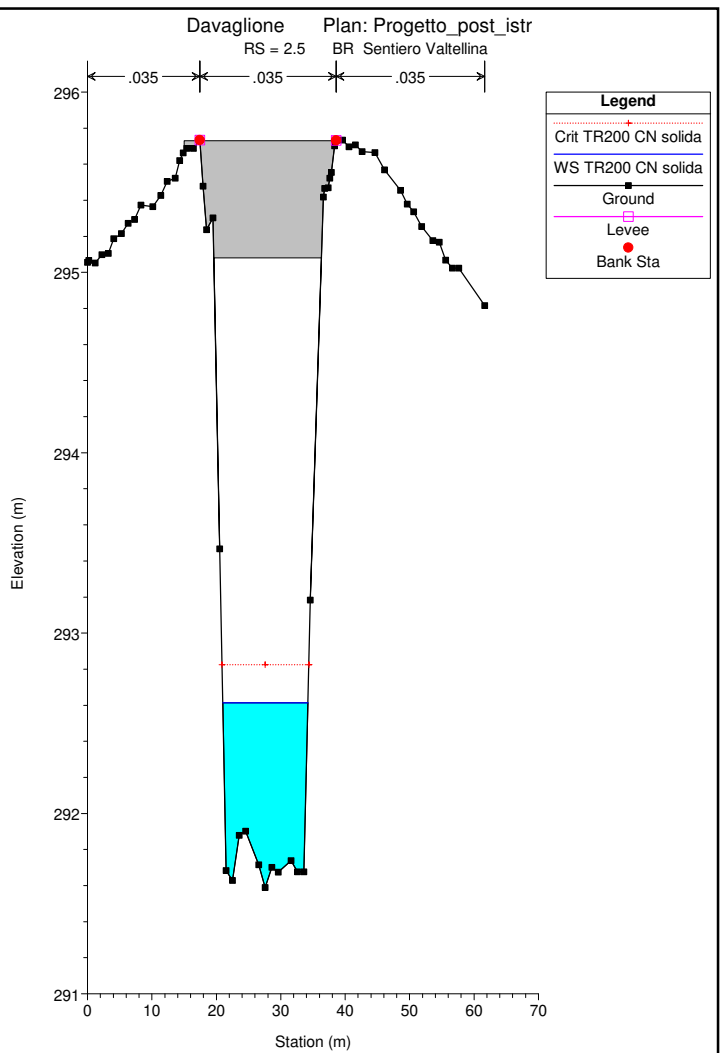
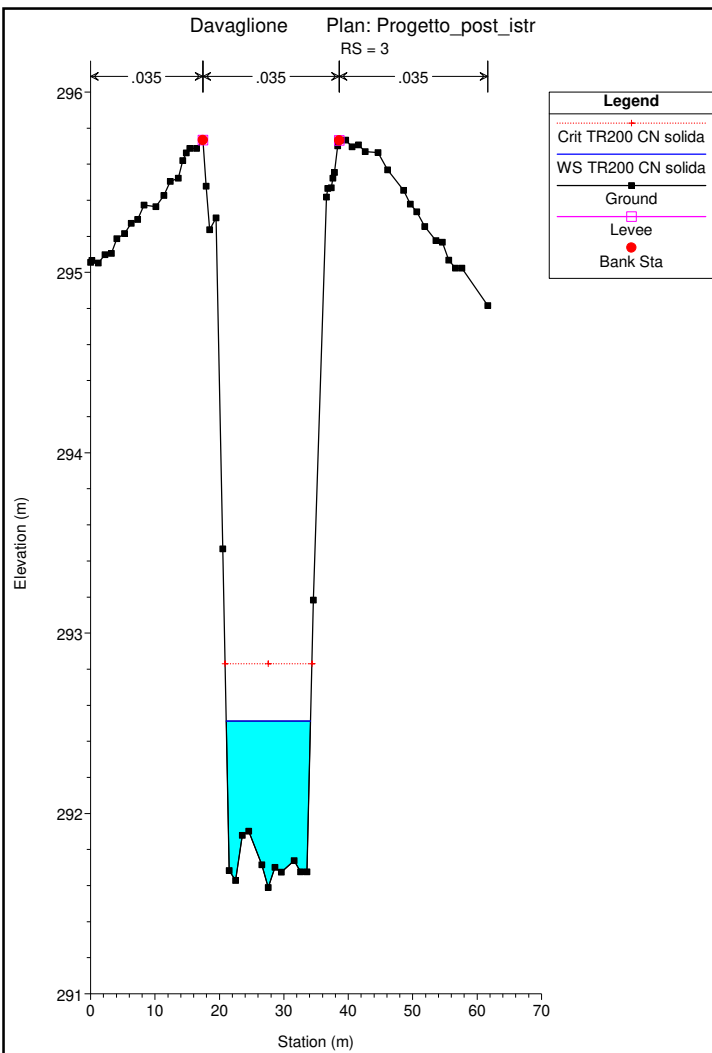




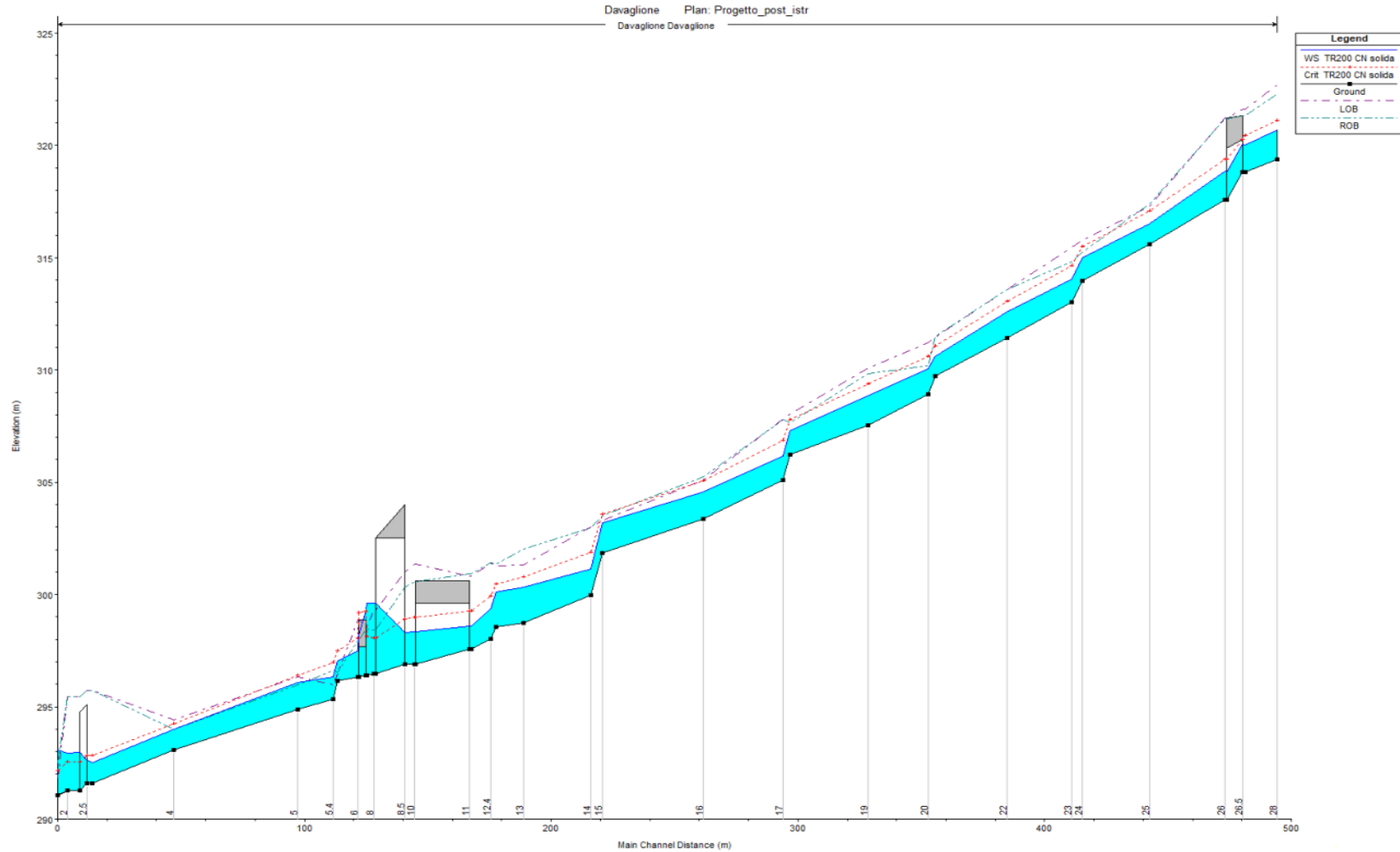








6.2.3 PROFILI IDRICI



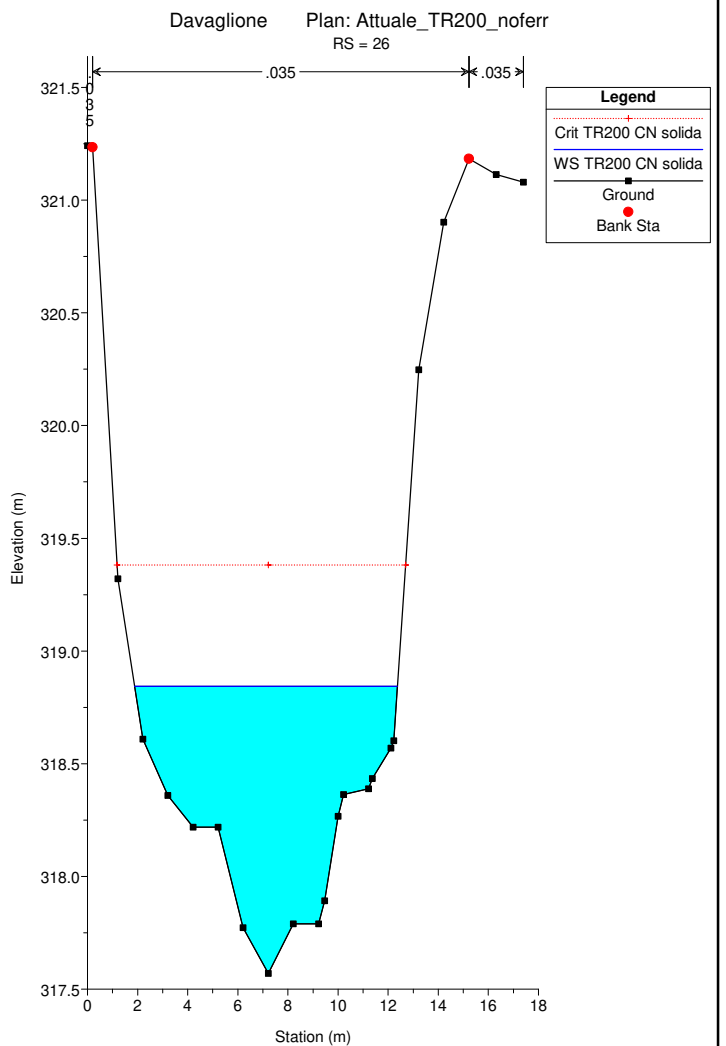
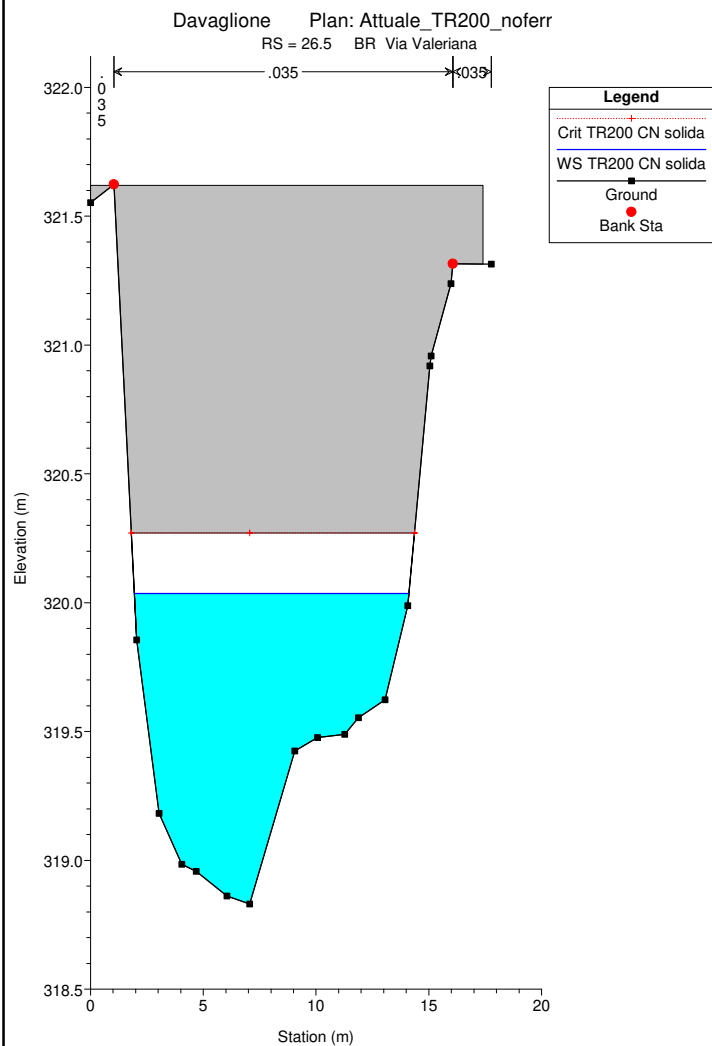
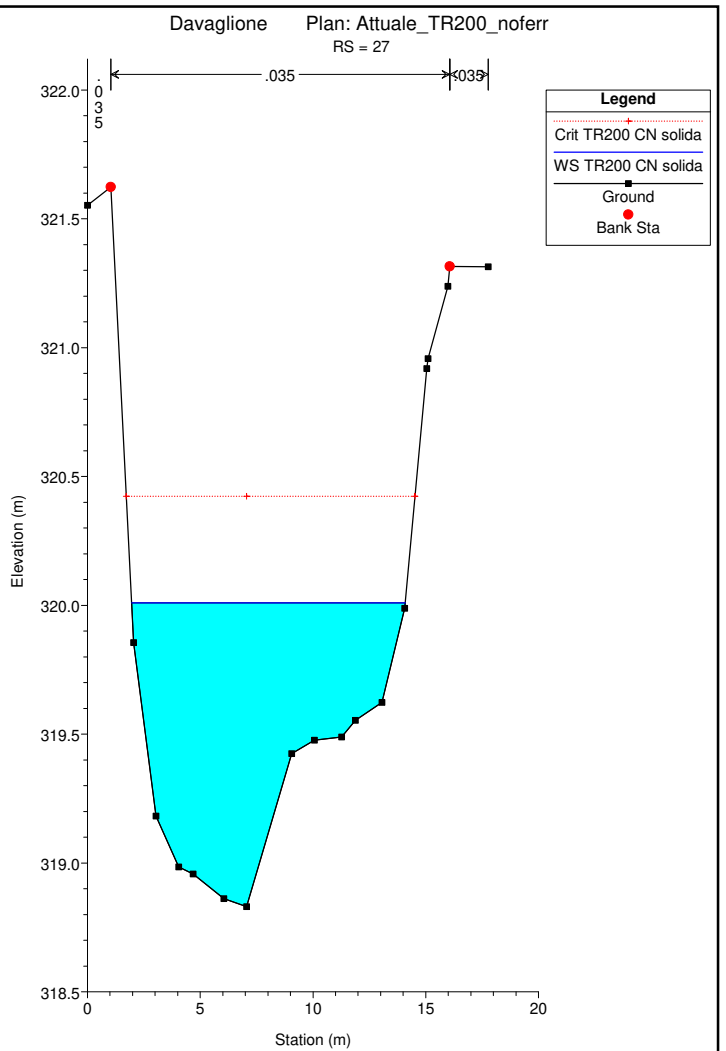
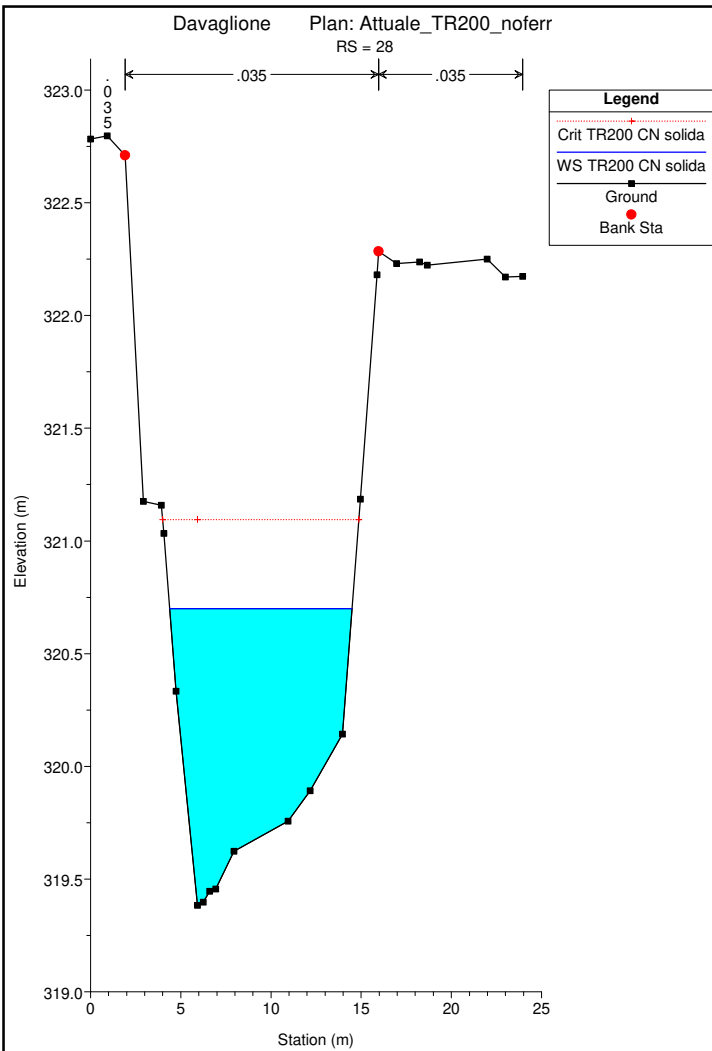
6.3 Stato in assenza dell'infrastruttura ferroviaria

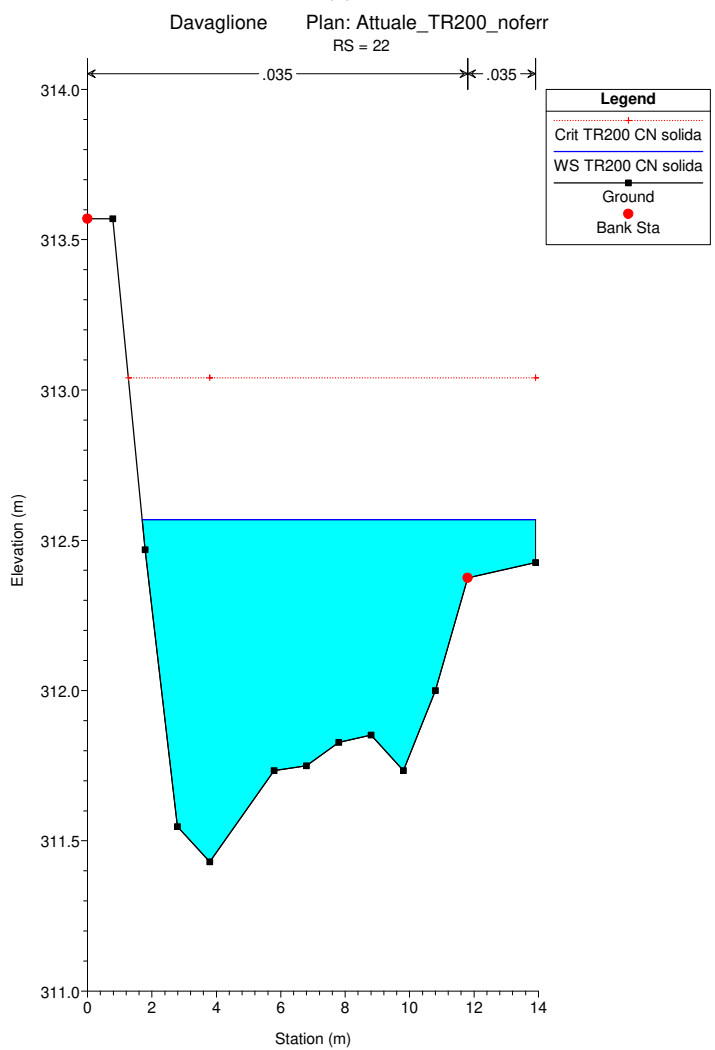
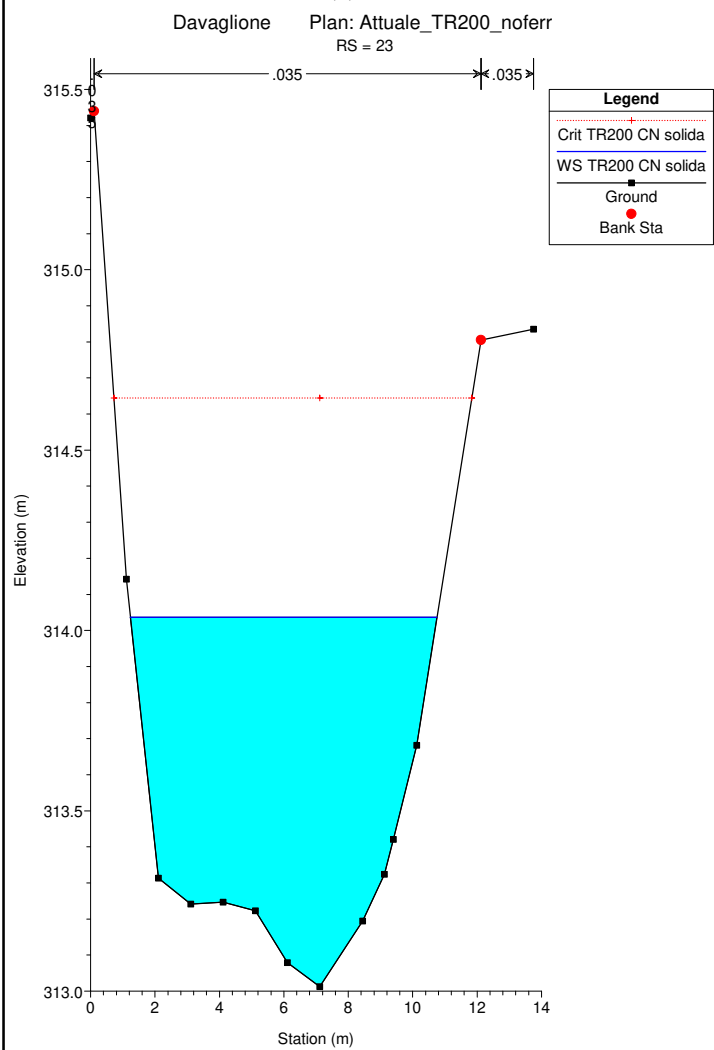
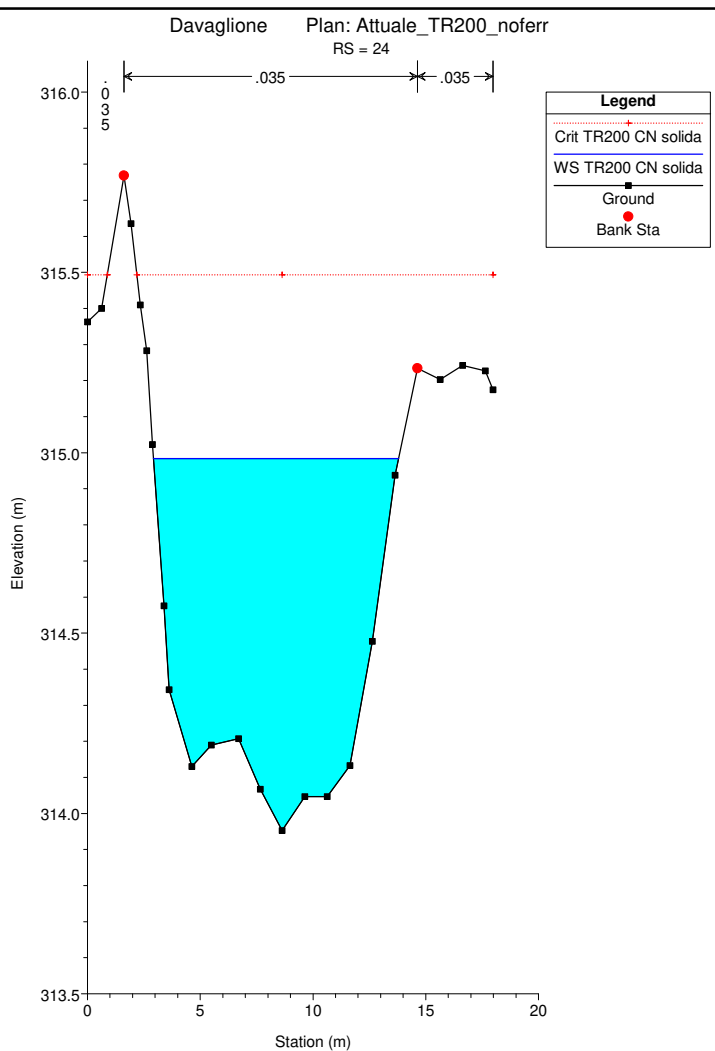
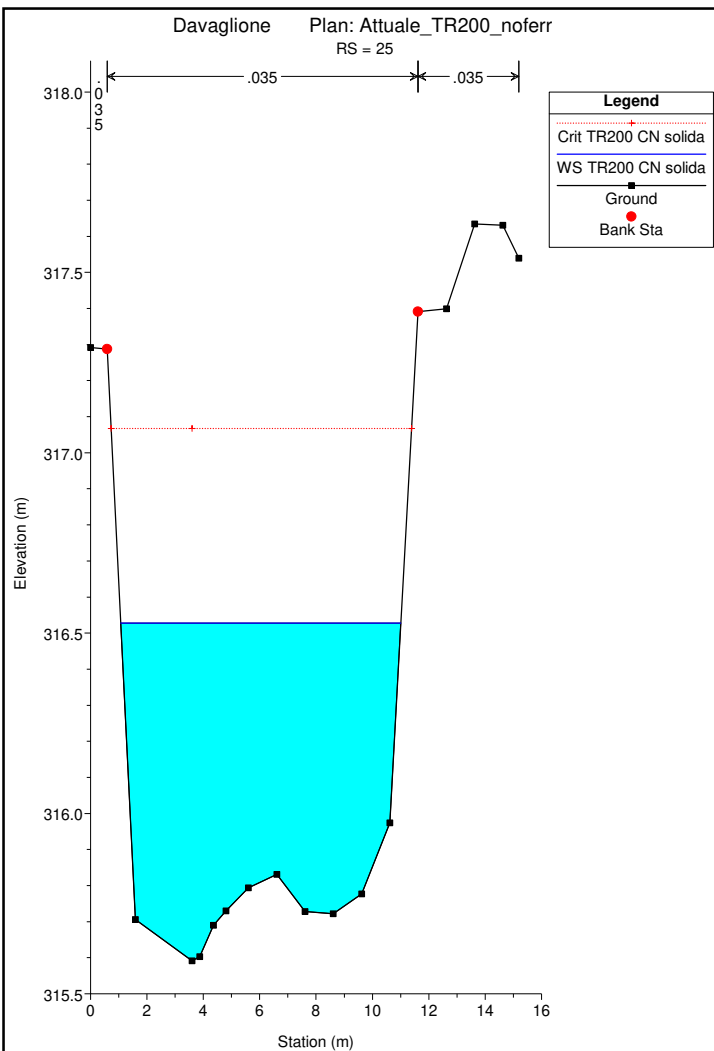
6.3.1 TABULATI DI CALCOLO

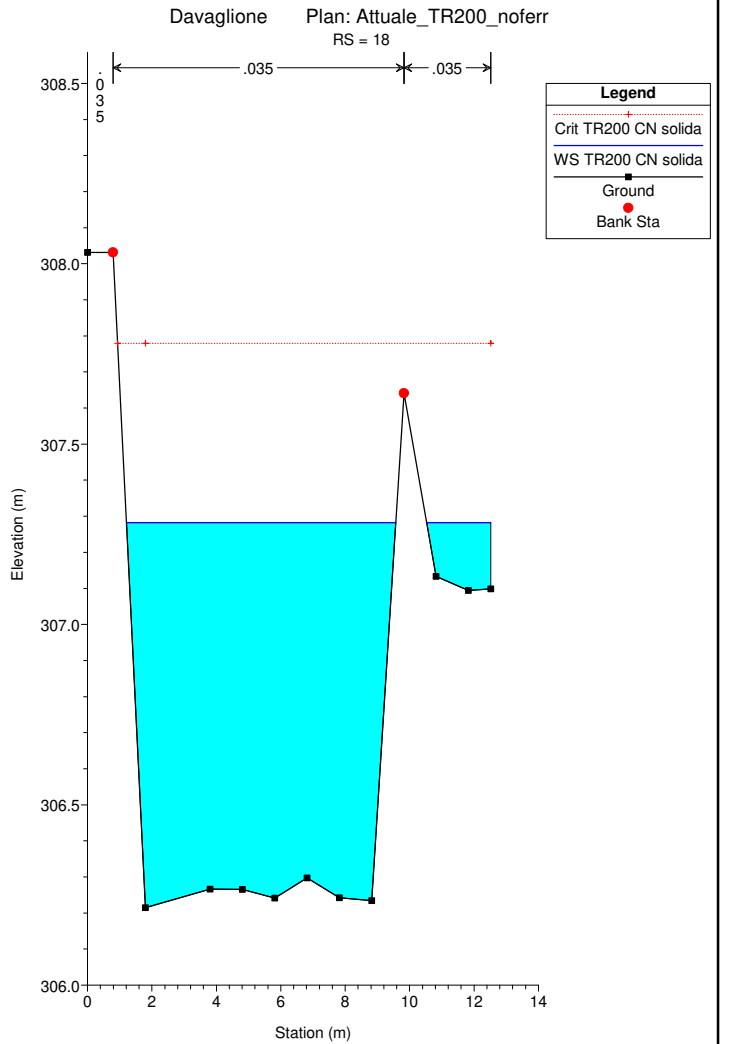
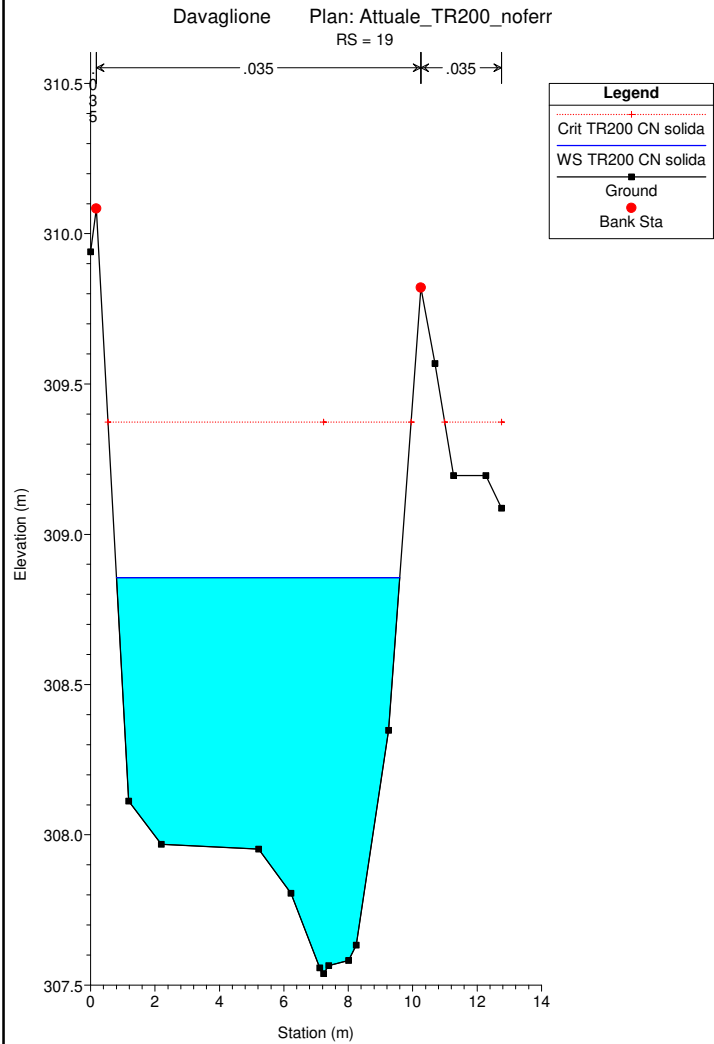
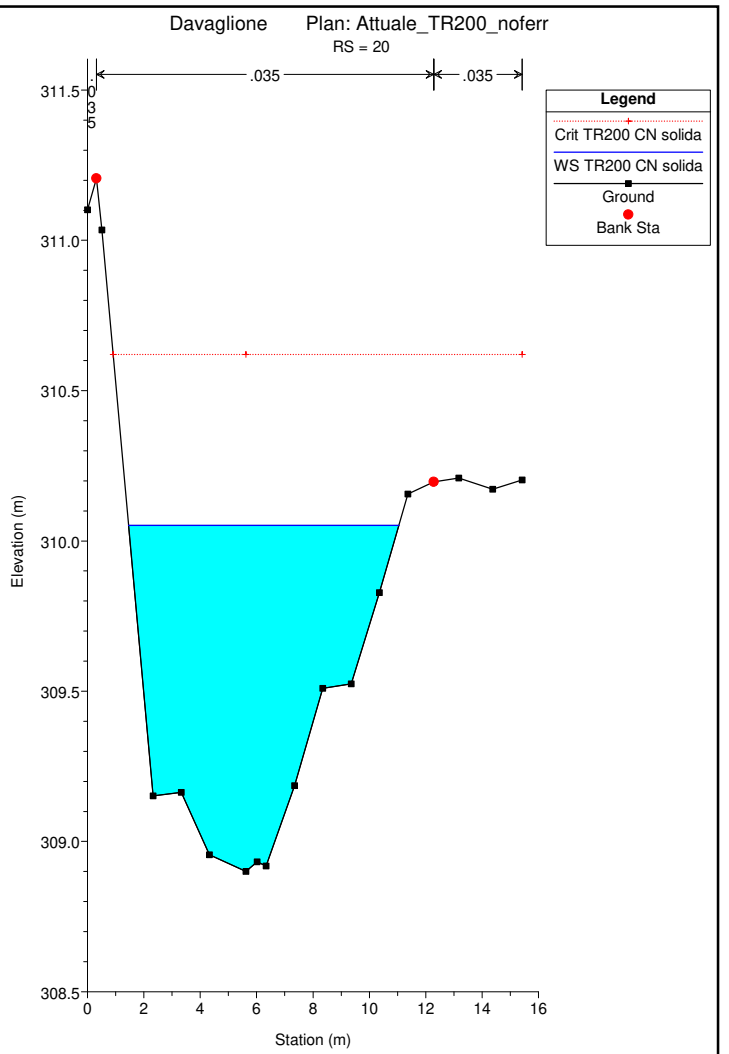
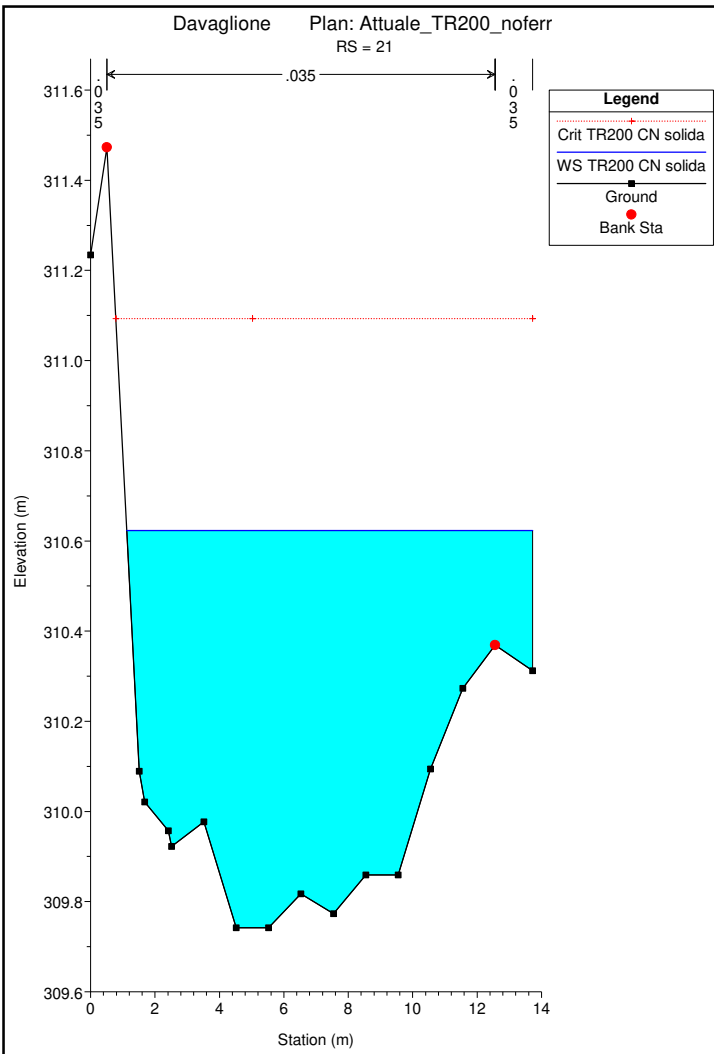
HEC-RAS Plan: Attuale TR200 no ferr River: Davaglione Reach: Davaglione Profile: TR200 CN solida

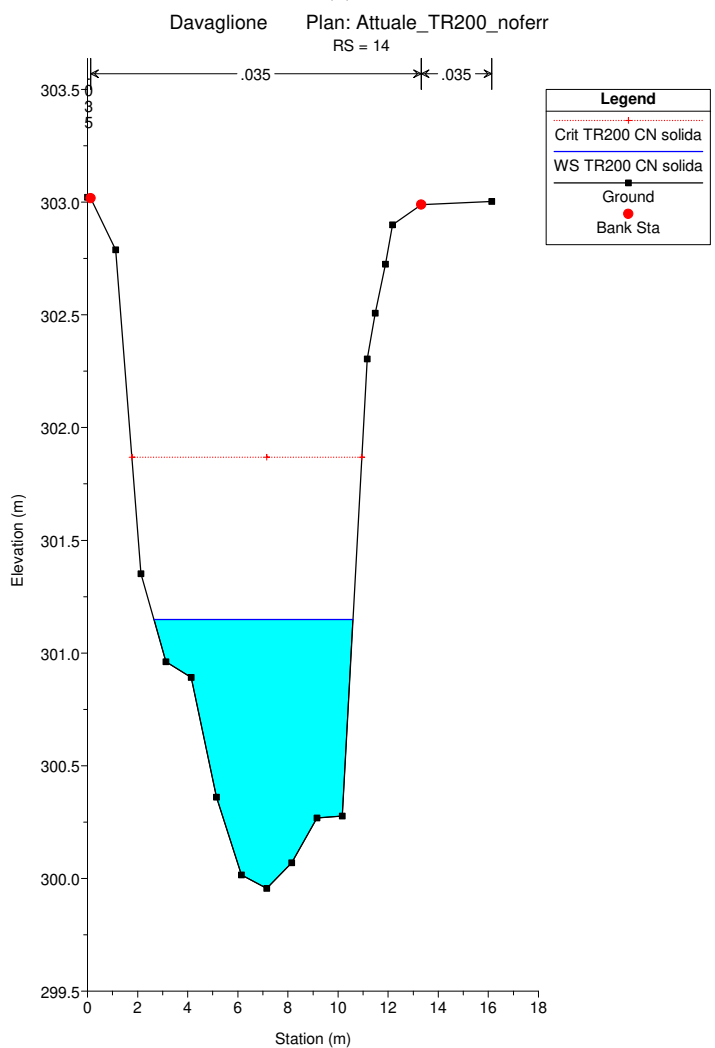
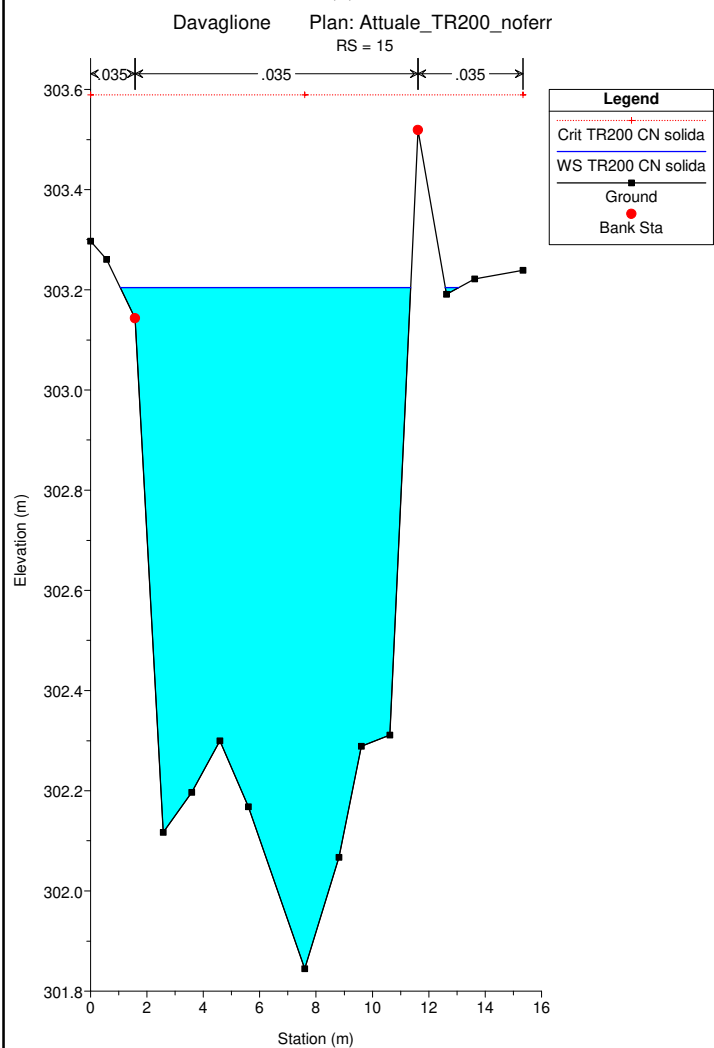
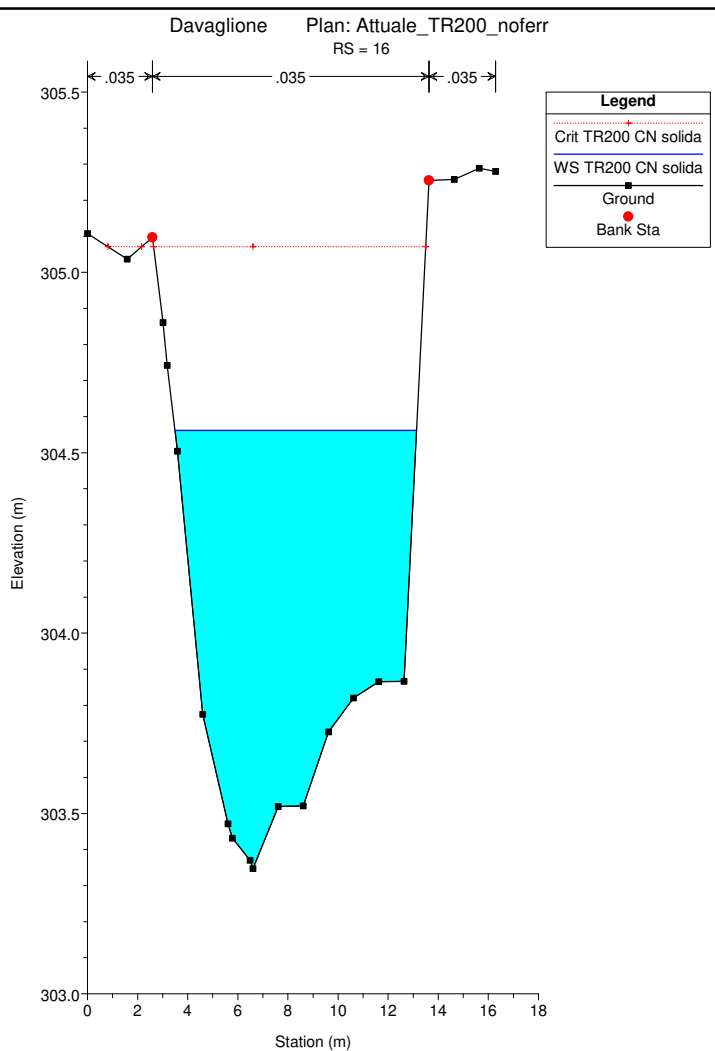
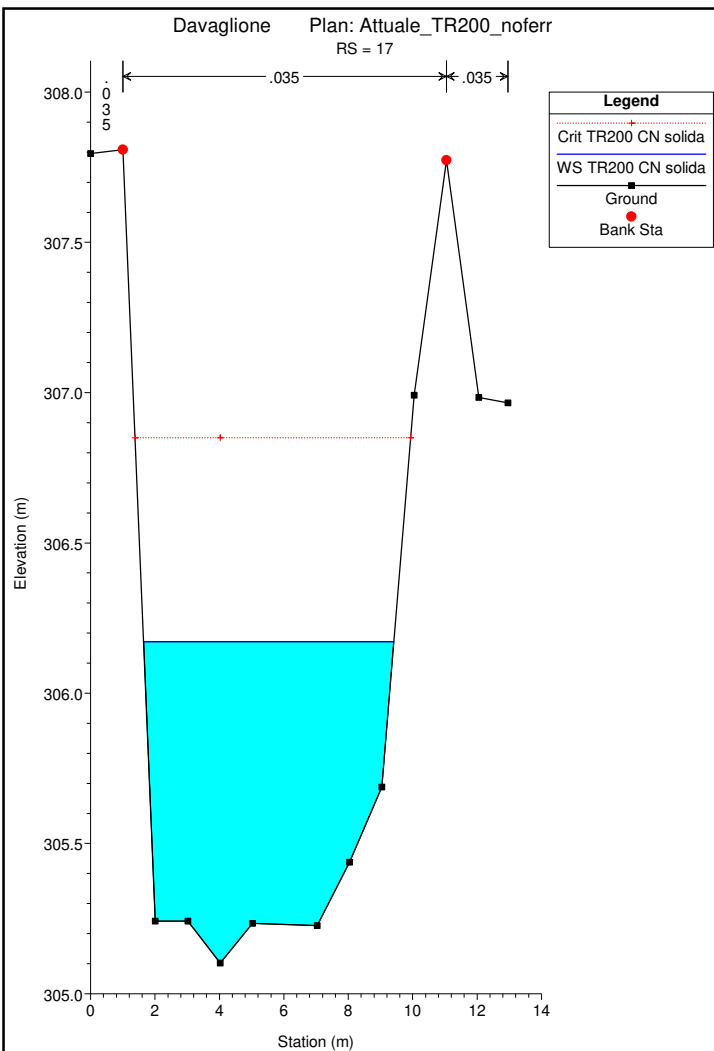
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Davaglione	28	TR200 CN solida	45.30	319.38	320.70	321.09	321.99	0.040065	5.04	8.99	10.11	1.71
Davaglione	27	TR200 CN solida	45.30	318.83	320.01	320.42	321.38	0.053929	5.19	8.73	12.14	1.95
Davaglione	26.5	Bridge										
Davaglione	26	TR200 CN solida	45.30	317.57	318.84	319.38	320.75	0.077872	6.11	7.42	10.49	2.32
Davaglione	25	TR200 CN solida	45.30	315.59	316.53	317.07	318.41	0.073525	6.08	7.45	9.94	2.24
Davaglione	24	TR200 CN solida	45.30	313.95	314.98	315.49	316.55	0.058452	5.55	8.16	10.86	2.05
Davaglione	23	TR200 CN solida	45.30	313.01	314.04	314.64	316.19	0.083721	6.51	6.96	9.52	2.43
Davaglione	22	TR200 CN solida	45.30	311.43	312.57	313.04	314.20	0.059908	5.69	8.18	12.21	2.07
Davaglione	21	TR200 CN solida	45.30	309.74	310.62	311.09	312.28	0.071534	5.75	8.04	12.60	2.24
Davaglione	20	TR200 CN solida	45.30	308.90	310.05	310.62	312.04	0.074912	6.25	7.25	9.59	2.29
Davaglione	19	TR200 CN solida	45.30	307.54	308.86	309.37	310.45	0.049302	5.59	8.11	8.79	1.86
Davaglione	18	TR200 CN solida	45.30	306.21	307.28	307.78	308.89	0.049858	5.64	8.25	10.34	1.85
Davaglione	17	TR200 CN solida	45.30	305.10	306.17	306.85	308.61	0.085890	6.92	6.54	7.76	2.41
Davaglione	16	TR200 CN solida	45.30	303.35	304.56	305.07	306.18	0.054442	5.64	8.04	9.64	1.97
Davaglione	15	TR200 CN solida	45.30	301.85	303.20	303.59	304.35	0.032279	4.75	9.56	10.78	1.54
Davaglione	14	TR200 CN solida	45.30	299.96	301.15	301.87	303.95	0.108432	7.41	6.11	7.94	2.70
Davaglione	13	TR200 CN solida	45.30	298.72	300.32	300.78	301.82	0.041031	5.43	8.34	7.85	1.68
Davaglione	12	TR200 CN solida	45.30	297.30	298.66	299.18	300.39	0.053033	5.83	7.78	7.78	1.86
Davaglione	11.5	Bridge										
Davaglione	11	TR200 CN solida	45.30	297.23	298.54	299.06	300.29	0.054462	5.86	7.74	7.88	1.89
Davaglione	10	TR200 CN solida	45.30	297.22	298.64	299.05	300.06	0.039589	5.27	8.59	7.91	1.62
Davaglione	9.5	Bridge										
Davaglione	9	TR200 CN solida	45.30	296.88	298.97	298.96	299.76	0.016057	3.95	11.46	7.21	1.00
Davaglione	8.5	TR200 CN solida	45.30	296.88	298.80	298.90	299.69	0.017154	4.16	10.89	7.45	1.10
Davaglione	8	TR200 CN solida	45.30	296.47	297.56	298.07	299.25	0.059319	5.75	7.88	9.82	2.05
Davaglione	7	TR200 CN solida	45.30	296.38	297.72	298.13	298.98	0.036494	4.97	9.11	9.94	1.66
Davaglione	6	TR200 CN solida	45.30	296.34	297.69	298.06	298.80	0.043269	4.68	9.68	13.19	1.74
Davaglione	5.6	TR200 CN solida	45.30	296.14	297.12	297.51	298.41	0.046815	5.20	9.15	12.04	1.82
Davaglione	5.4	TR200 CN solida	45.30	295.33	296.41	296.96	298.25	0.063366	6.00	7.54	9.20	2.12
Davaglione	5	TR200 CN solida	45.30	294.89	296.04	296.38	297.14	0.058988	4.84	10.26	22.09	2.00
Davaglione	4	TR200 CN solida	45.30	293.06	294.01	294.24	294.84	0.034675	3.83	11.27	14.57	1.53
Davaglione	3	TR200 CN solida	45.30	291.59	292.51	292.83	293.57	0.040648	4.56	9.93	13.10	1.67
Davaglione	2.5	Bridge										
Davaglione	2	TR200 CN solida	45.30	291.29	292.94	292.53	293.21	0.004767	2.29	19.77	13.99	0.62
Davaglione	1	TR200 CN solida	45.30	291.04	293.07	292.15	293.14	0.000999	1.18	38.96	25.57	0.30

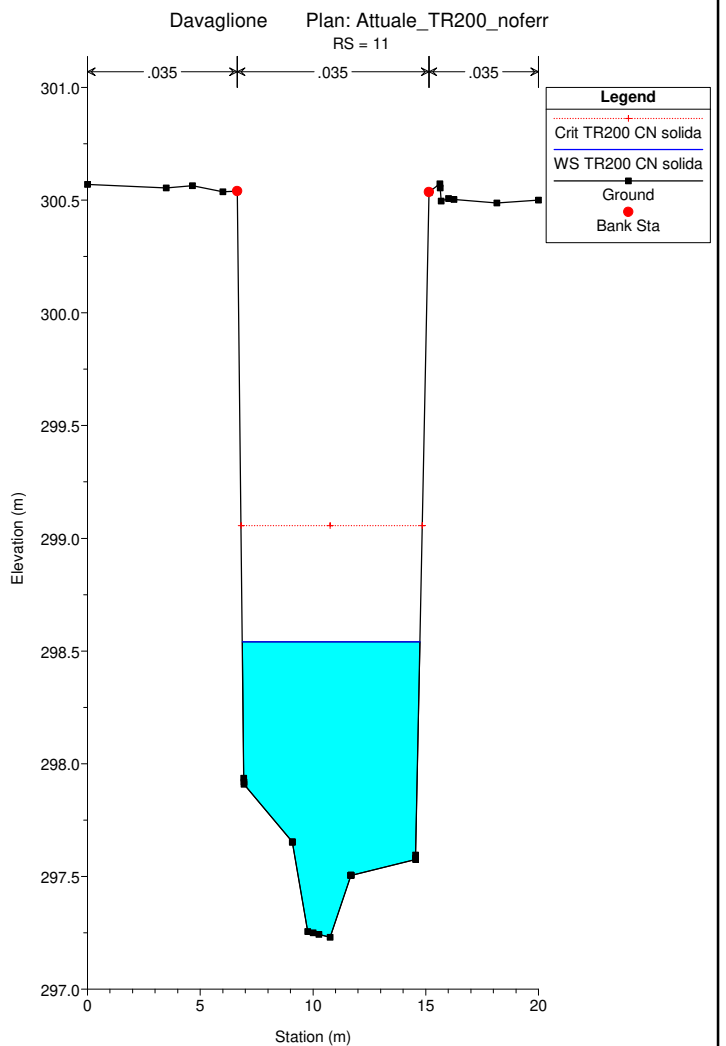
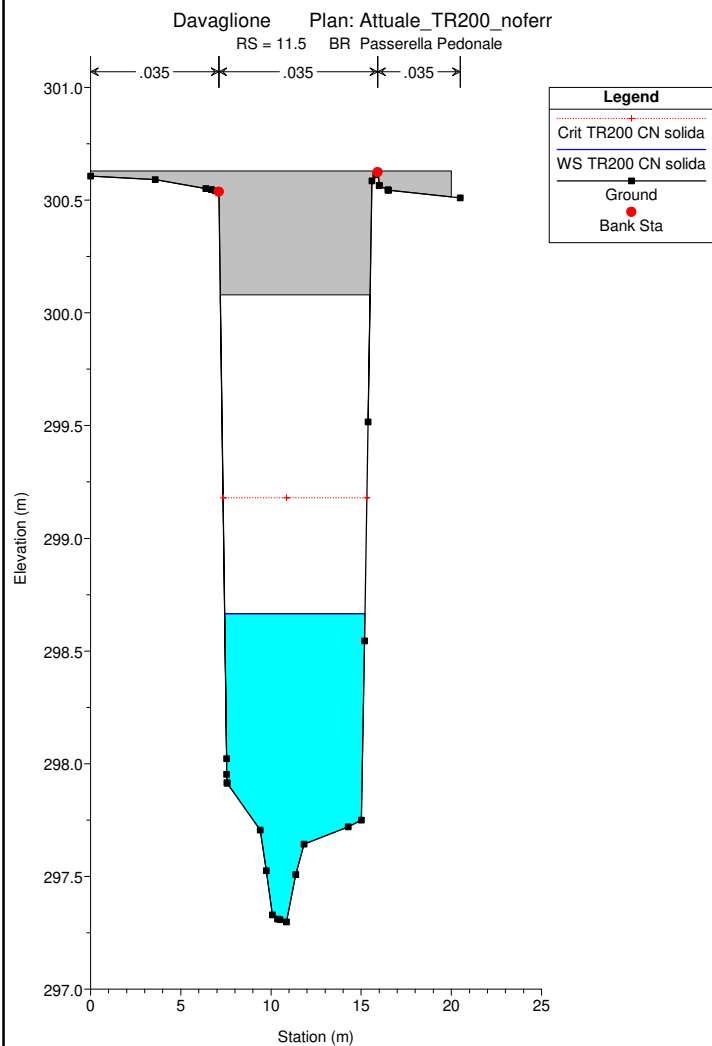
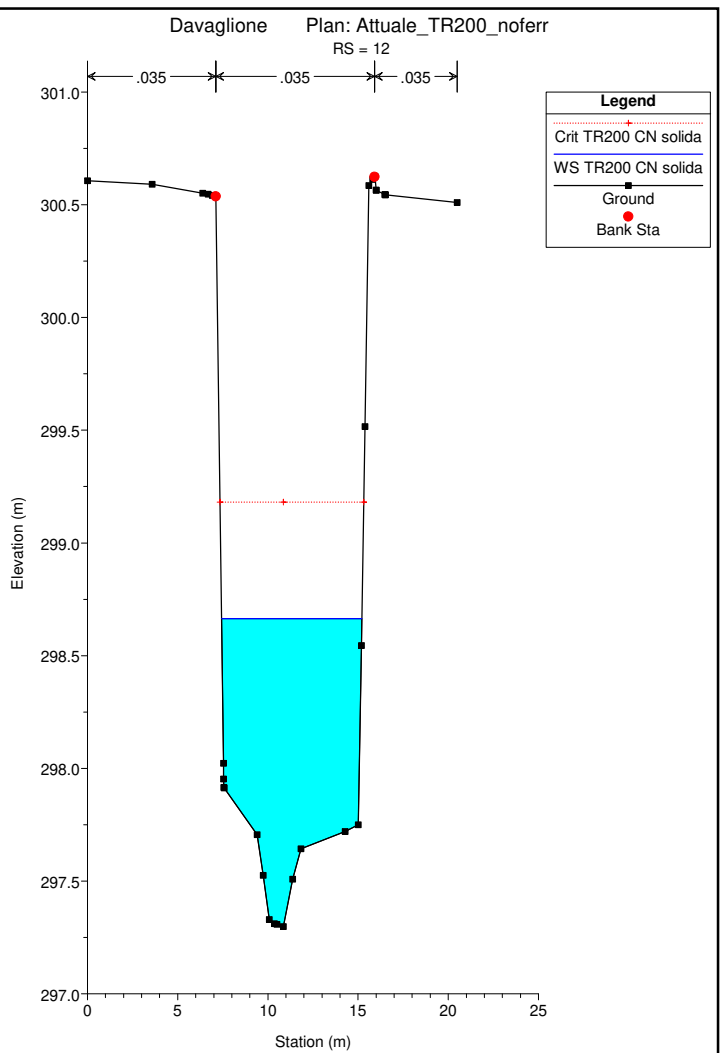
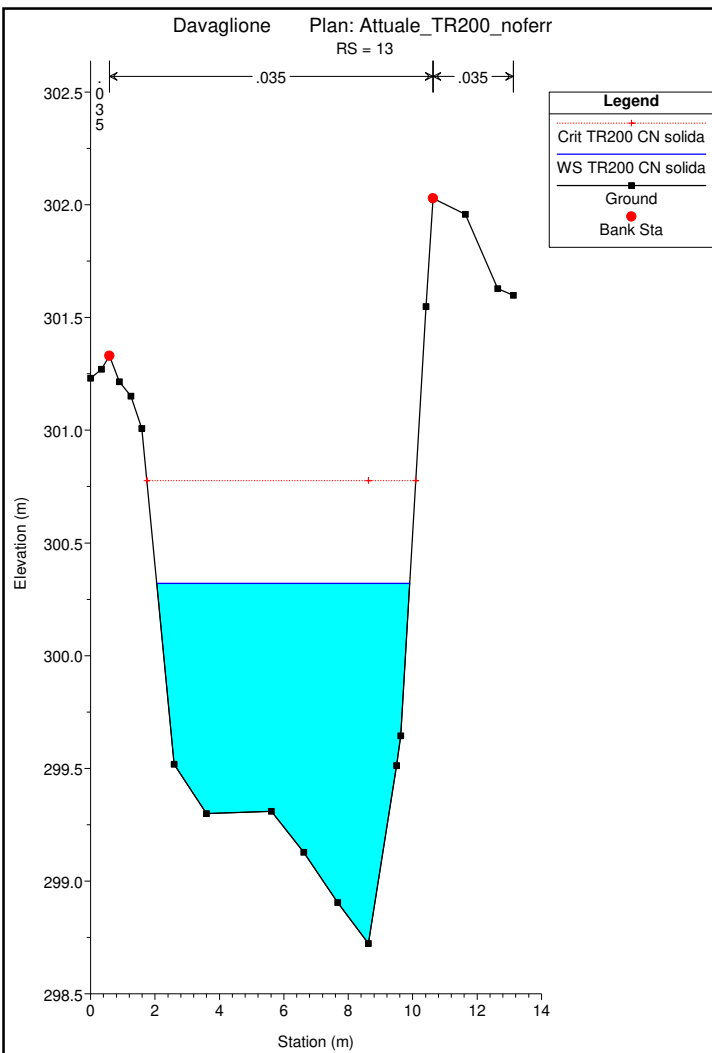
6.3.2 SEZIONI TRASVERSALI

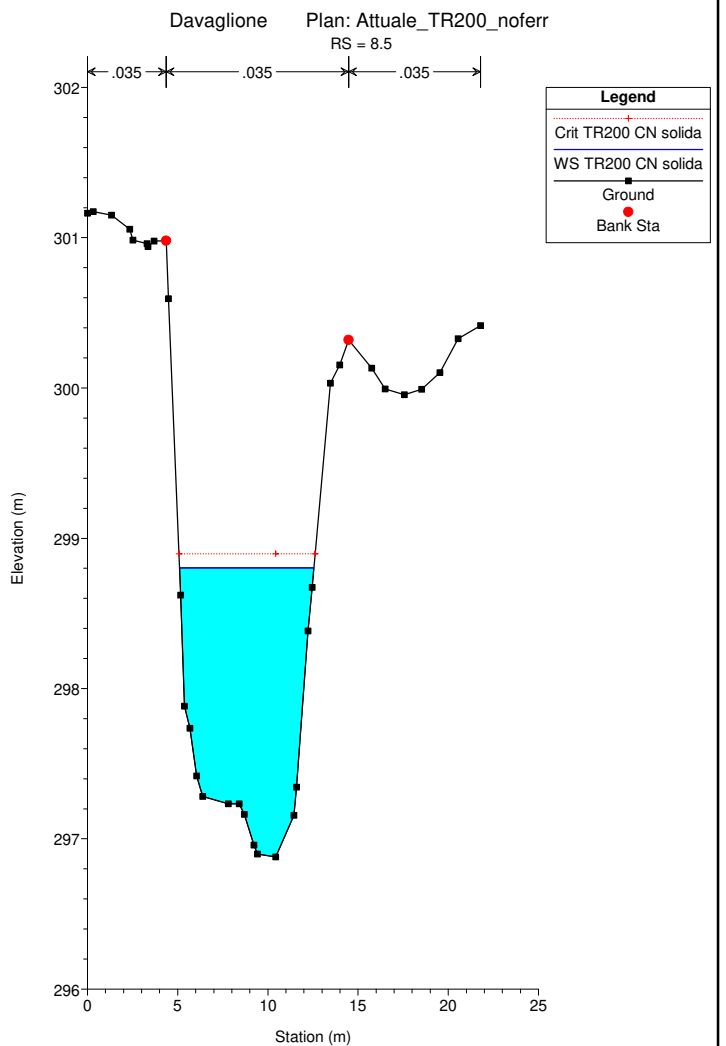
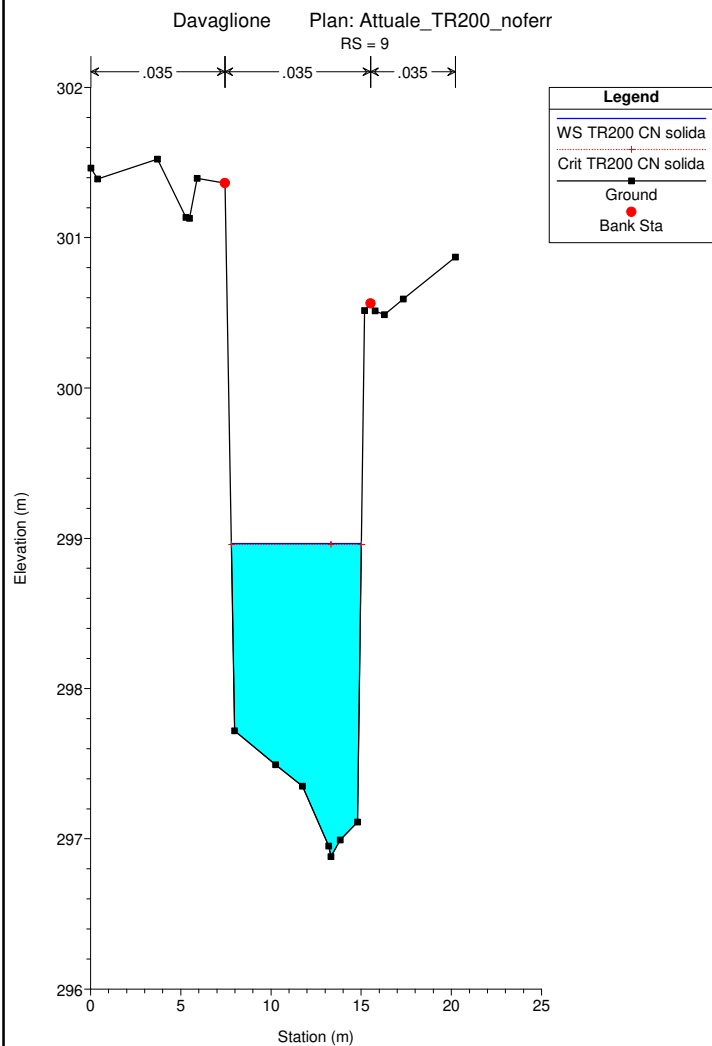
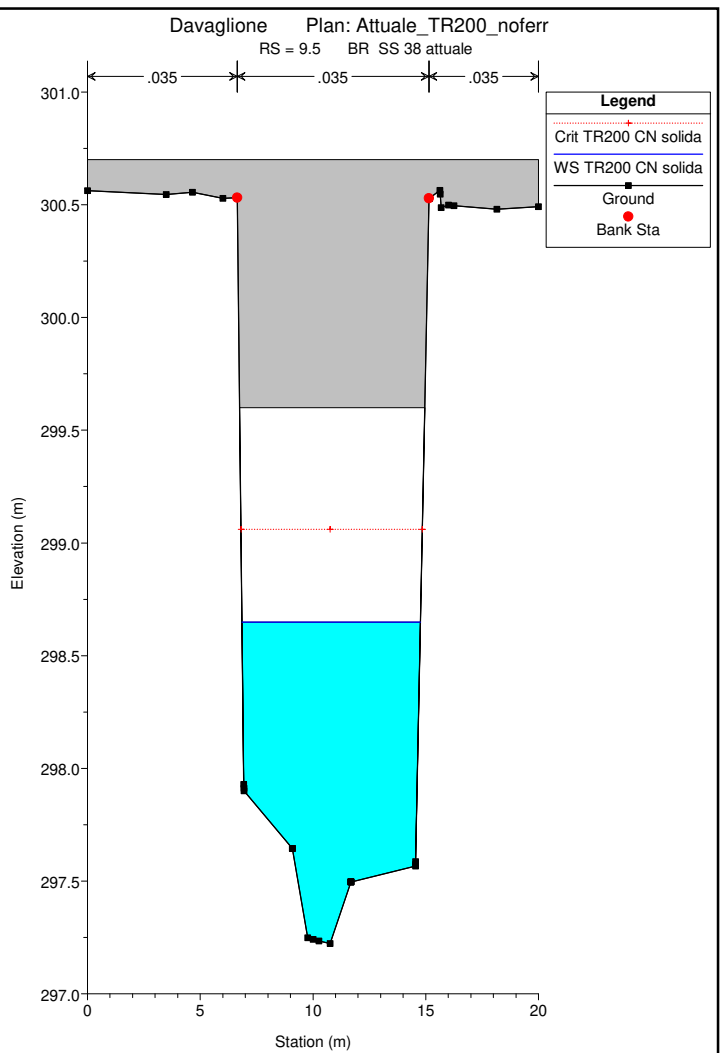
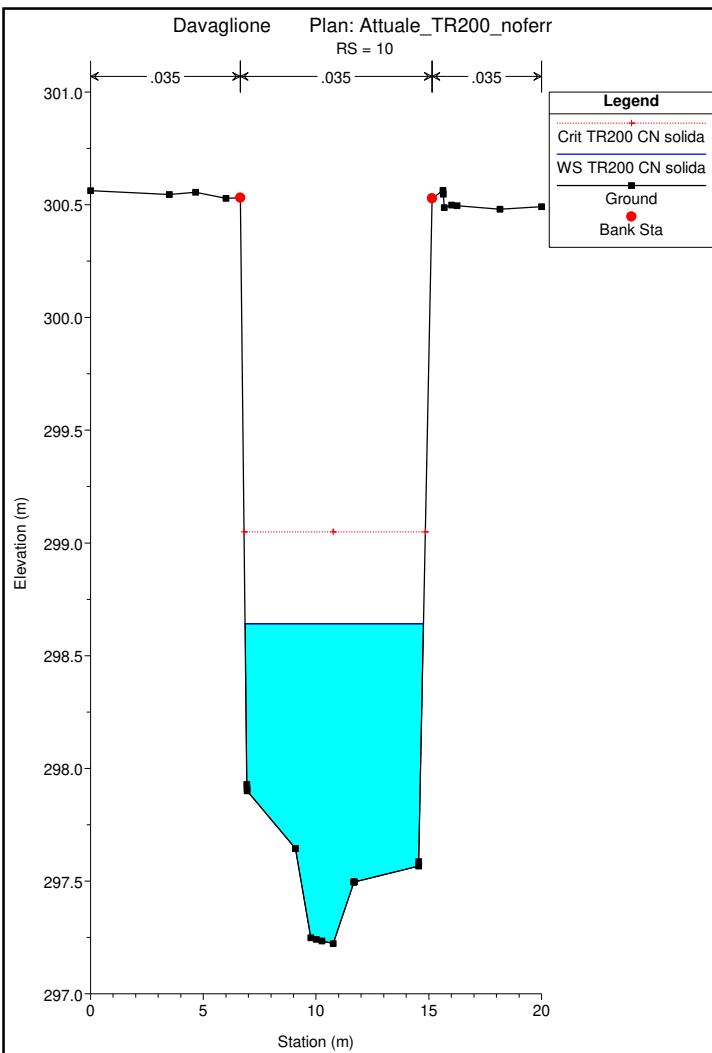


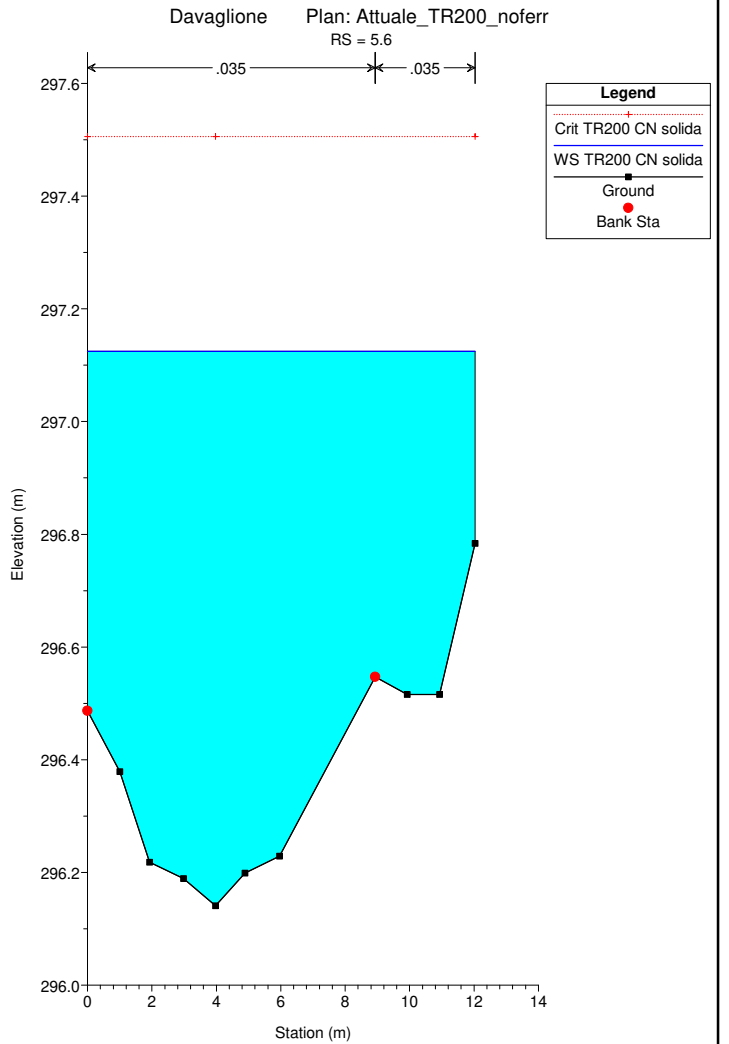
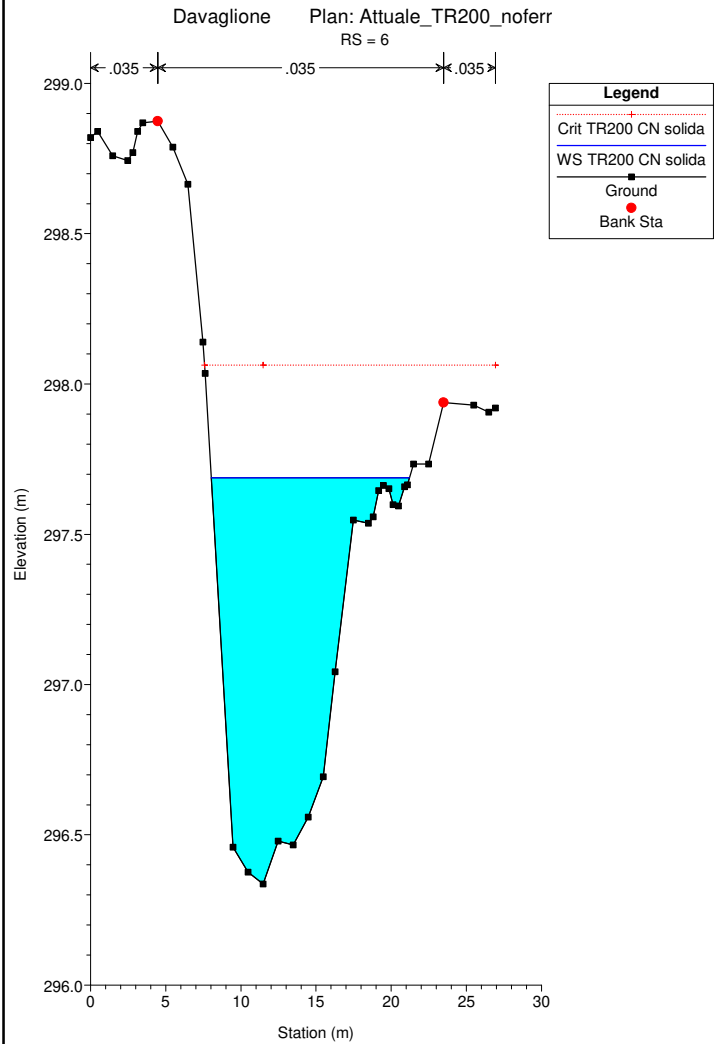
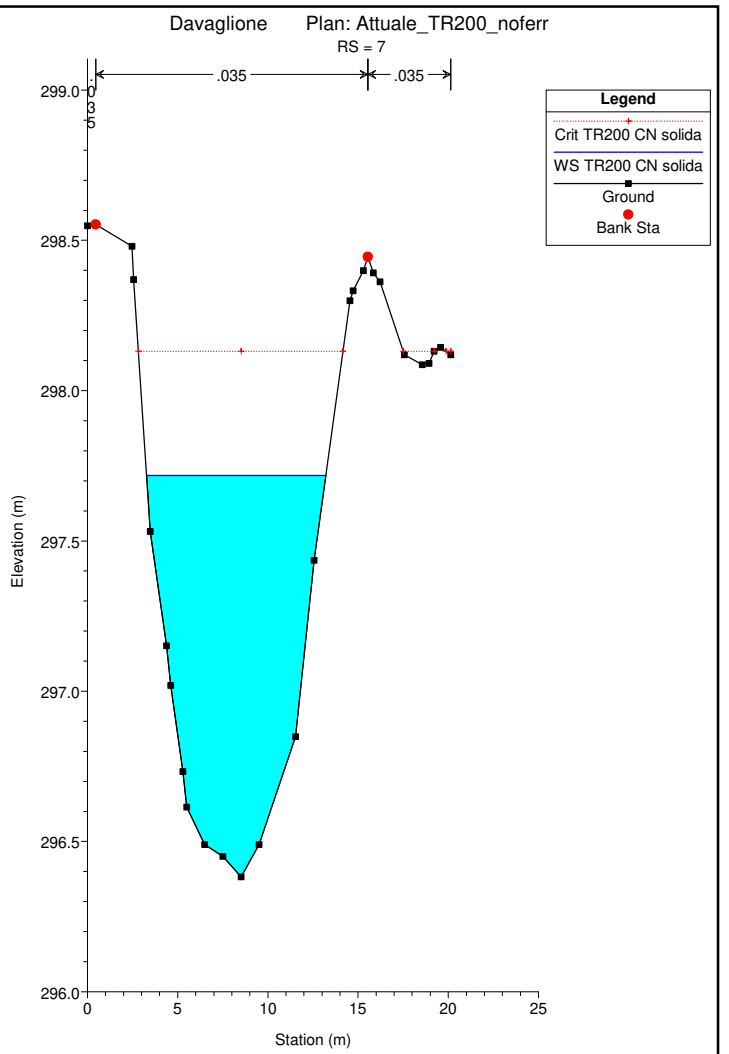
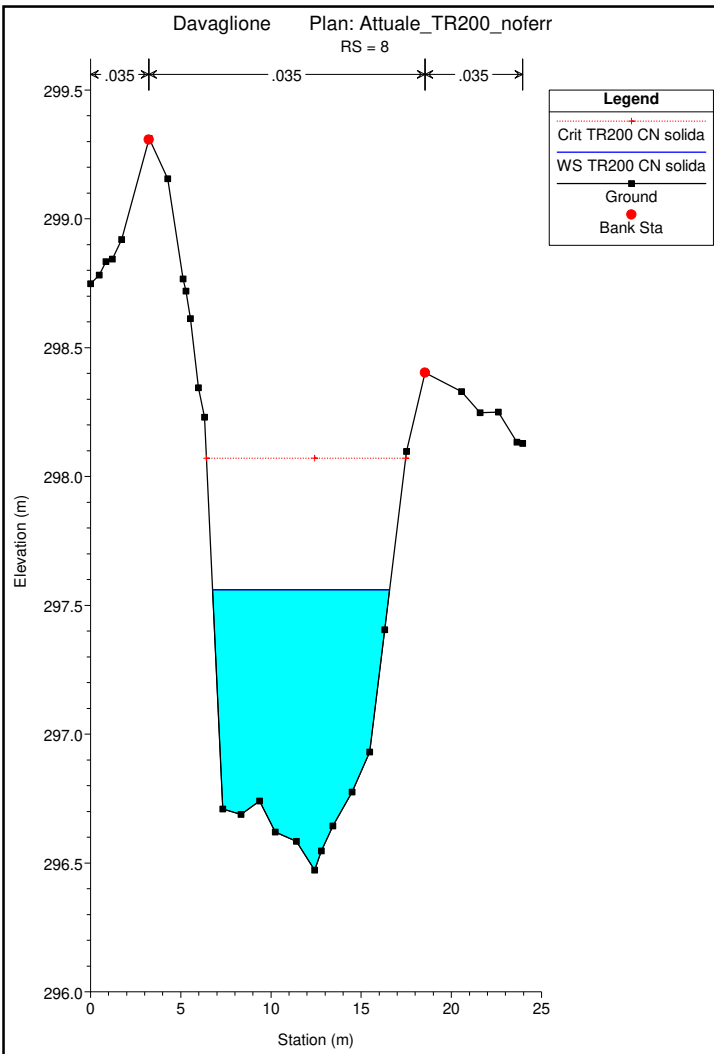


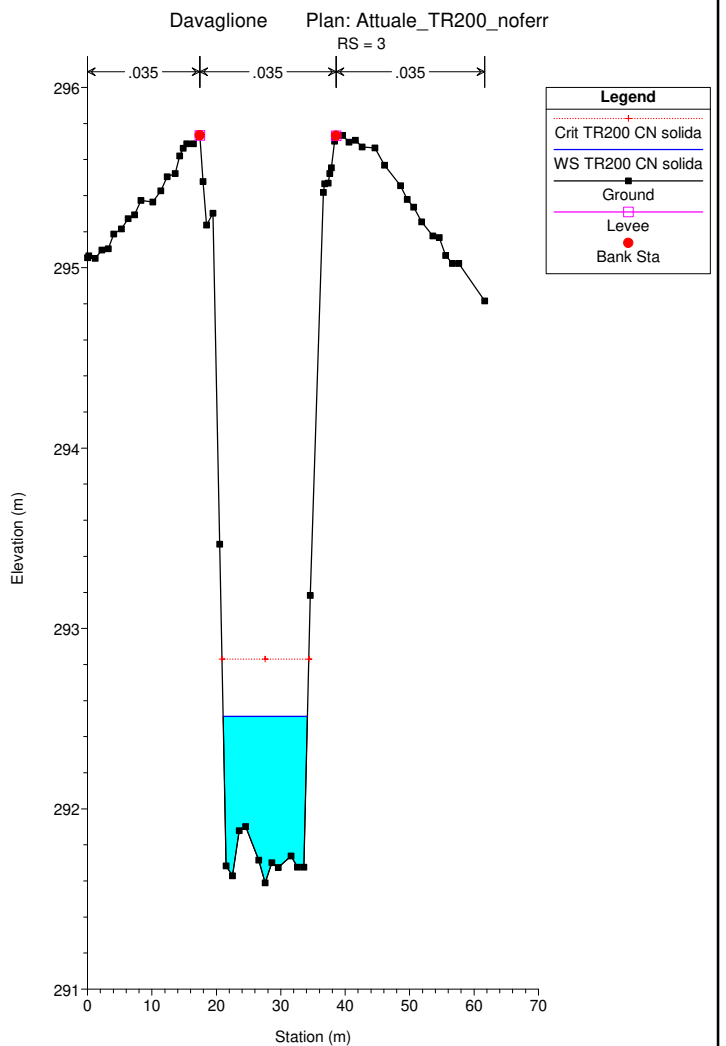
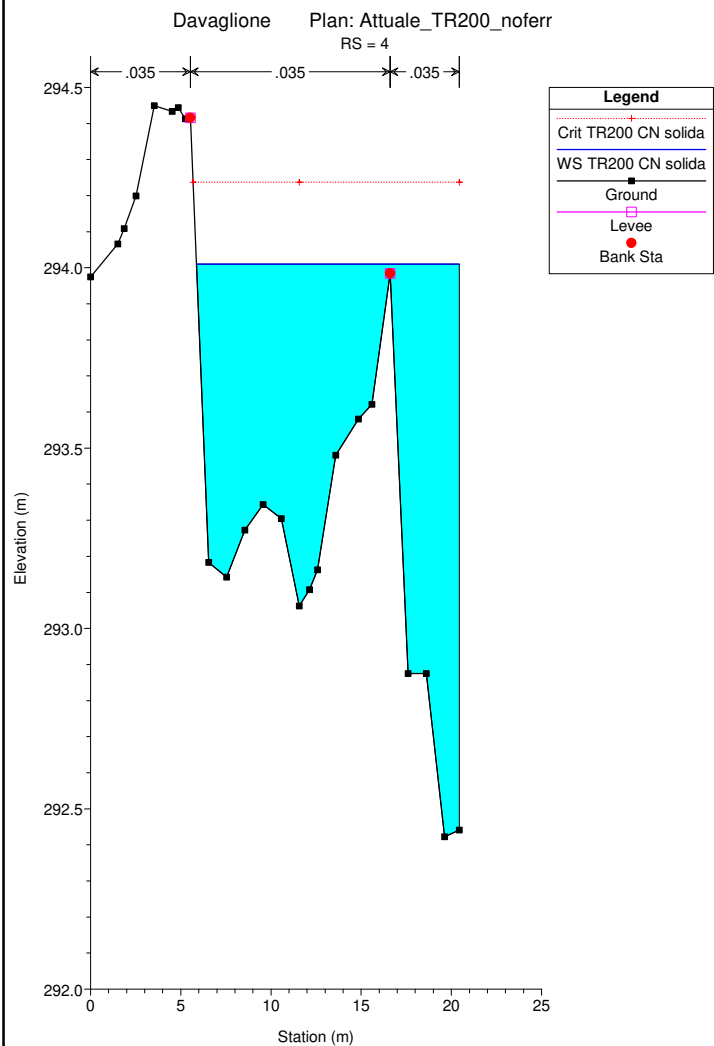
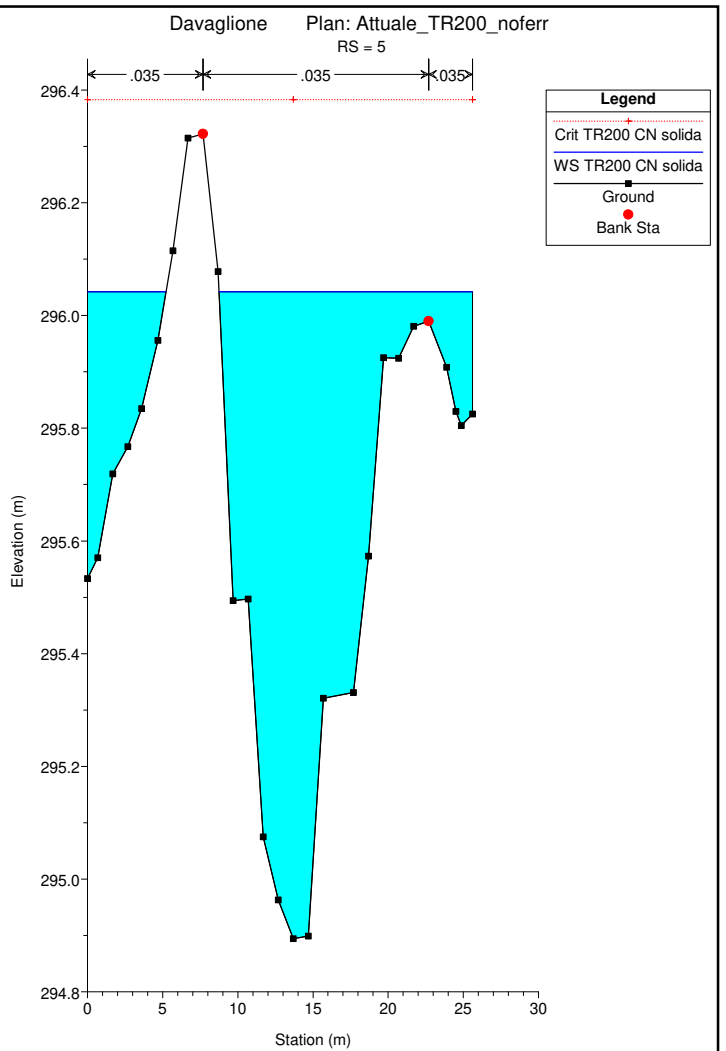
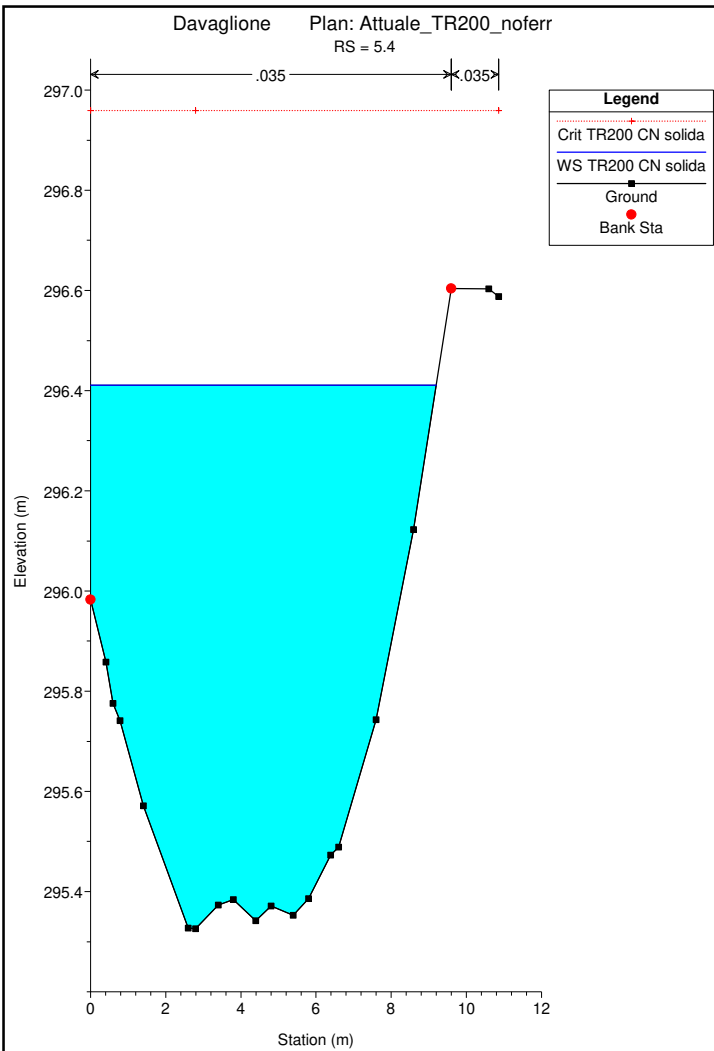


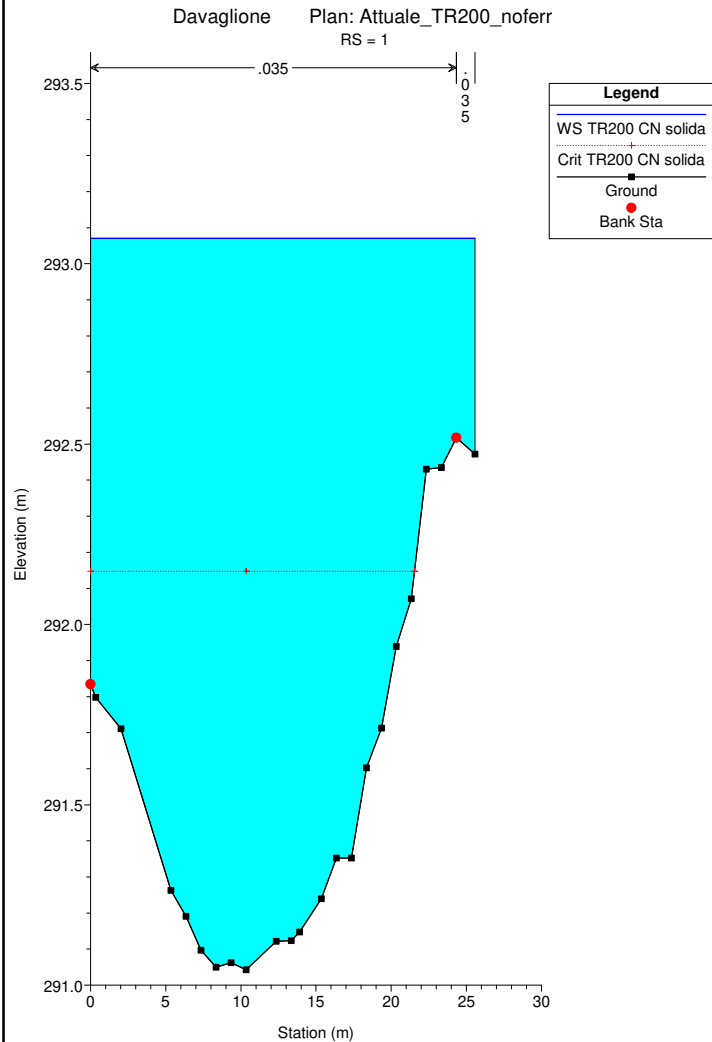
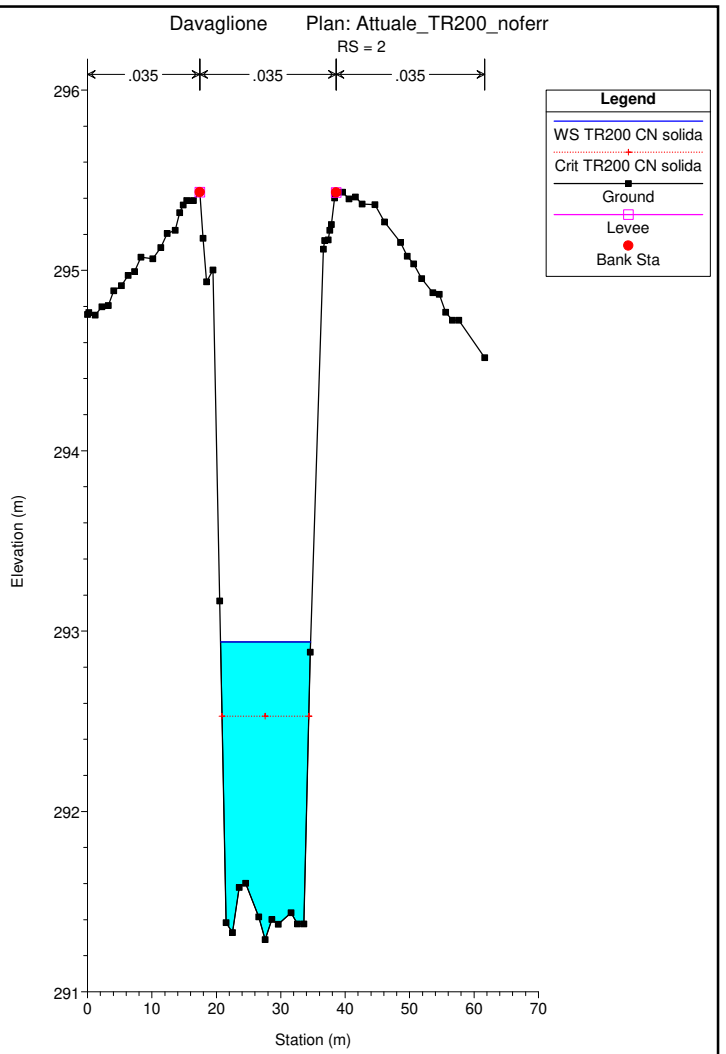
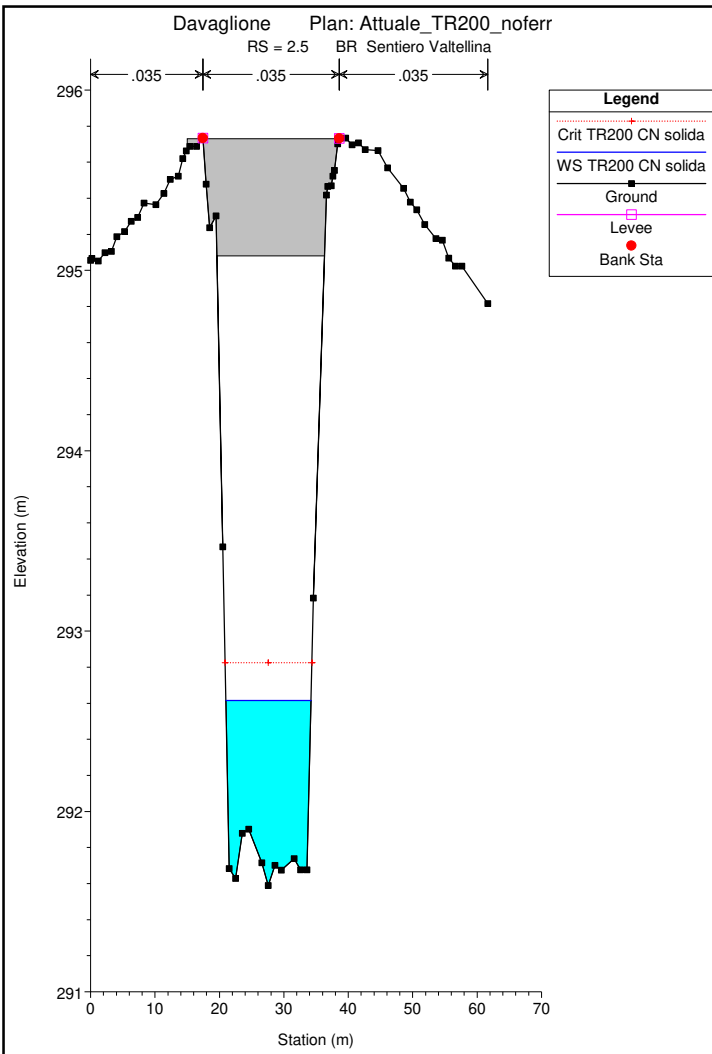












6.3.3 PROFILI IDRICI

