

## ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIRETTRICE PERUGIA ANCONA:  
SS. 318 DI “VALFABBRICA”. TRATTO PIANELLO – VALFABBRICA  
SS. 76 “VAL D’ESINO”. TRATTI FOSSATO VICO – CANCELLI E ALBACINA – SERRA SAN QUIRICO  
“PEDEMONTANA DELLE MARCHE”, TRATTO FABRIANO – MUCCIA – SFERCIA

### PROGETTO DEFINITIVO

<b>CONTRAENTE GENERALE:</b>	Il responsabile del Contraente Generale:	Il responsabile Integrazioni delle Prestazioni Specialistiche:
	Ing. Federico Montanari	Ing. Salvatore Lieto

<b>PROGETTAZIONE:</b> Associazione Temporanea di Imprese			
Mandataria:	Mandanti:		
			

RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE PER I ATI Ing. Antonio Grimaldi  GEOLOGO Dott. Geol. Fabrizio Pontoni  COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE Ing. Michele Curiale			
---	---	--	---

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  Ing. Giulio Petrizzelli		
---	--	--

<b>2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> 3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia <b>IDROLOGIA E IDRAULICA</b> Relazione idrologica e idraulica	SCALA:  DATA:  <p style="text-align: center;">Maggio 2017</p>
--	---

Codice Unico di Progetto (CUP) F12C03000050021 (Assegnato CIPE 23-12-2015)

	Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.
Codice Elaborato:	L 0 7 0 3	2 1 3	E	0 3	0 1 0 0 0 0	R E L	0 1	A

REV.	DATA	DESCRIZIONE	Redatto	Controllato	Approvato
A	Maggio 2017	Emissione per stralcio funzionale	E. Abbasciano	R. Piccirillo	S. Lieto A. Grimaldi

Opera L0703	Tratto 2 13	Settore E	CEE 03	WBS O10000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 2 di 168
----------------	----------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	--------------------------

## I N D I C E

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2. AREA OGGETTO DI STUDIO.....</b>	<b>4</b>
<b>3. SINTESI DELLA NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>4. IL PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) DELL'ADB REGIONALE DELLE MARCHE.....</b>	<b>7</b>
<b>5. VALUTAZIONI IDROLOGICHE.....</b>	<b>9</b>
5.1 CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA.....	9
5.2 STIMA DEI DEFLUSSI .....	17
<b>6. STUDIO IDRAULICO .....</b>	<b>25</b>
6.1 VERIFICA IDRAULICA DEGLI ATTRAVERSAMENTI.....	25
<b>7. SISTEMAZIONI IDRAULICHE .....</b>	<b>34</b>
7.1 VERIFICHE DI STABILITÀ DEI RIVESTIMENTI .....	34
7.2 STIMA DEGLI SCALZAMENTI IN CORRISPONDENZA DELLE PILE DEI VIADOTTI.....	35
<b>8. OPERE DI DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA STRADALE .....</b>	<b>36</b>
8.1 CALCOLO DELLE PORTATE PERTINENTI A CIASCUN MANUFATTO .....	36
8.2 VERIFICA DELLE TUBAZIONI DI DRENAGGIO .....	40
8.3 VERIFICA DELLE CUNETTE ALLA FRANCESE (SEZIONE TRIANGOLARE) .....	41
8.4 VERIFICA DEI FOSSI DI GUARDIA.....	42
8.5 VERIFICA DEI TOMBINI DI RACCORDO DEI FOSSI DI GUARDIA .....	43
<b>9. DRENAGGIO CONTROLLATO .....</b>	<b>45</b>
<b>10. VASCHE DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA .....</b>	<b>46</b>
10.1 PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO.....	47
10.2 COSTRUZIONE.....	47
10.3 EQUIPAGGIAMENTI .....	48
<b>ALLEGATO A .....</b>	<b>49</b>
<b>RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IDRAULICHE SUI CORSI D'ACQUA INTERFERENTI CON IL TRACCIATO IN PROGETTO .....</b>	<b>49</b>
Viadotto castelraimondo: ante OPERAM.....	50
Viadotto castelraimondo: post OPERAM.....	57
Viadotto vallone: ante OPERAM .....	65
Viadotto vallone: post OPERAM.....	69
Viadotto cesara: ante OPERAM .....	74
Viadotto cesara: post OPERAM.....	80
Ponte Palente: ante OPERAM .....	86
Ponte Palente: Post OPERAM.....	95
Viadotto potenza: ante OPERAM .....	105
Viadotto potenza: post OPERAM.....	112
Viadotto S. Anna: ante OPERAM .....	120
Viadotto S. Anna: post OPERAM.....	129
Viadotto S. pietro: ante OPERAM.....	139
Viadotto S. pietro: post OPERAM .....	148
Rio San Luca (Tratto 1 ): ante OPERAM .....	157
Rio San Luca (Tratto 1 ): post OPERAM .....	163

	<b>2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> <b>3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud</b> <b>4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia</b> <b>Relazione idrologica e idraulica</b>							
	Opera L0703	Tratto 2 13	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A

## 1. PREMESSA

La presente relazione illustra il Progetto Definitivo della parte di drenaggio e di risoluzione delle interferenze idrauliche della strada Pedemontana Marchigiana, che costituisce l'elemento di completamento tra le due direttrici "S.S.76" Vallesina e "S.S.77" Val di Chienti, con riferimento ai seguenti stralci funzionali:

- *3° stralcio funzionale*: compreso tra lo svincolo di Castelraimondo nord e lo svincolo di Castelraimondo sud;
- *4° stralcio funzionale*: compreso tra lo svincolo di Castelraimondo sud e l'innesto con la S.S. 77 a Muccia.

Gli stralci funzionali di cui sopra rientrano nell'ambito degli interventi di completamento della Pedemontana delle Marche definiti e finanziati nella Delibera CIPE 64/2016 - "Aggiornamento del quadro infrastrutturale della delibera n. 13/2004".

Nei successivi capitoli, vengono illustrate le caratteristiche delle opere relativamente ai due stralci funzionali in oggetto per la risoluzione delle interferenze idrauliche e le relative verifiche.

Il tracciato di progetto interferisce in diversa misura con la rete idrografica dei corsi d'acqua e dei fossi minori e con i fenomeni di scorrimento superficiale lungo i compluvi dei versanti naturali.

La presente relazione riguarda la caratterizzazione idrologica ed idraulica del progetto definitivo ed è finalizzata al perseguimento dei seguenti obiettivi:

- calcolo delle altezze idriche attese nei corsi d'acqua di maggiori dimensioni in corrispondenza degli attraversamenti di progetto (ponti e viadotti) al fine di verificare la corretta impostazione delle quote di intradosso dei manufatti ed il rispetto di un opportuno franco di sicurezza;
- dimensionamento dei tombini circolari e degli scatolari per l'attraversamento dei fossi minori che verranno interferiti dai tratti stradali in rilevato;
- dimensionamento dei sistemi di raccolta e allontanamento delle acque di piattaforma stradale sulla base delle tipologie di tracciato prescelte (rilevato, scavo, mezzacosta, galleria) e relativa scelta dei recettori di scarico;
- dimensionamento dei sistemi di trattamento delle acque di prima pioggia.

Per quanto concerne i sistemi di allontanamento delle acque di piattaforma sono state individuate le diverse tipologie del tracciato stradale (in rilevato, in trincea, a mezzacosta, in viadotto, in galleria) e conseguentemente sono state dimensionate le canalizzazioni di raccolta e convogliamento (canalette, tubazioni, fossi di guardia), ponendo particolare attenzione al loro tracciato, anche in relazione alla disposizione dei corpi recettori superficiali.

 <b>QUADRILATERO</b> Marche Umbria S.p.A.	<b>2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> <b>3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud</b> <b>4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia</b> <b>Relazione idrologica e idraulica</b>							
	Opera L0703	Tratto 2 13	Settore E	CEE 03	WBS O10000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A

## 2. AREA OGGETTO DI STUDIO

Il territorio in esame è costituito dalla fascia pedemontana che si sviluppa a ridosso del versante appenninico marchigiano tra le valli dei fiumi Esino a nord e Chienti a sud. La strada di progetto, lunga circa 12'300 km, attraversa la valle del fiume Potenza. I principali centri abitati che vengono toccati dal nuovo asse viario sono, Castelraimondo e Camerino.

Procedendo da nord verso sud, vengono di seguito localizzati e descritti i principali corsi d'acqua intercettati dal tracciato stradale, la maggior parte provenienti da O-SO con direzione di scorrimento perpendicolare alla catena appenninica da cui hanno origine e con la caratteristica comune di essere affluenti o subaffluenti del principale corso d'acqua della zona, il Potenza:

- *Rio Lapidoso*: proviene da ovest ed è attraversato dal Viadotto Castelraimondo. Confluisce nel Fiume Potenza poco a monte di Castelraimondo. Alla sezione dell'attraversamento presenta una lunghezza dell'asta di 4.80 km e un bacino a monte di 9.87 km<sup>2</sup>;
- *Fiume Potenza*: è il principale corso d'acqua attraversato lungo il tracciato stradale di progetto. Proveniente dal crinale appenninico umbro-marchigiano situato ad occidente, percorre una valle alluvionale relativamente ampia in cui sorgono Pioraco e Castelraimondo. Alla sezione dell'attraversamento, poco a monte di Castelraimondo, (Viadotto "Potenza", 3+945-4+225) ha una lunghezza dell'asta di 29.52 km e un bacino a monte di 187.80 km<sup>2</sup>;
- *Torrente Palente*: ha origine dai rilievi sud-occidentali che contornano la valle del Fiume Chienti e scorre per un tratto ai piedi del versante occidentale del colle di Camerino, confluendo nel Potenza poco a monte di Castelraimondo. Il nuovo tracciato stradale corre lungo la valle del torrente. Alla sezione dell'attraversamento (Viadotto "Cesara", 9+005-9+104) ha una lunghezza dell'asta di 8.32 km e un bacino a monte di 18.26 km<sup>2</sup>;

Nella restante parte del tracciato vengono inoltre attraversate o intercettate le testate di alcuni fossi minori o piccoli compluvi tributari dei corsi d'acqua principali. La maggior parte di queste incisioni, di modesta dimensione, viene attraversata mediante tombini circolari o scatolari. Per i fossi più importanti sono stati previsti attraversamenti mediante ponti.

	<b>2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> <b>3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud</b> <b>4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia</b> <b>Relazione idrologica e idraulica</b>							
	Opera L0703	Tratto 2 13	Settore E	CEE 03	WBS O10000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A

### 3. SINTESI DELLA NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'autorità di Bacino competente per il territorio in oggetto è l'Autorità di Bacino (AdB) Regionale delle Marche che ha redatto il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI). L'esigenza del P.A.I. si può desumere dall'esame seguente di dispositivi normativi.

La legge 18.05 1989 n. 183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale per la difesa del suolo", è il cardine degli attuali strumenti pianificatori di gestione del territorio ed è nata a valle di un percorso normativo piuttosto complesso e di modesta attuazione a causa delle diverse fonti statali, regionali e provinciali che ne fanno parte.

La suddetta Legge si propone di perseguire i seguenti principali scopi ed obiettivi:

- Difesa da alluvioni;
- Tutela della risorsa idrica come alimento e strumento di igiene;
- Uso dell'acqua visto nell'insieme delle diverse utilizzazioni fondamentali per attività economiche: agricoltura, industria, energia e trasporto;
- Tutela dell'acqua come strumento di tutela ambientale;
- Tutela dal rischio idrogeologico in generale.

L'attuazione degli scopi della Legge 183/89 è stata affidata principalmente, dopo una serie ampia e ramificata di indagini conoscitive, al Piano di Bacino Idrografico la cui caratteristica deve essere quella di far prevalere la nuova filosofia di difesa del suolo rispetto a qualunque altro piano o programma di settore con contenuti di tutela ambientale.

Il ritardo nell'attuazione ha fatto sì che il legislatore proponesse una serie di normative tampone:

- Il D.P.C.M. 23.03.1990;
- D.P.R. 07.01.1992;
- Il Decreto Legislativo 275/93;
- La Legge 493 del 1993;
- La legge 37 del 1994;
- Il D.P.R. 18 Luglio del 1995;
- La Legge 31.12.1996 n. 677;

Dopo la calamità che ha colpito Sarno ed altri Comuni della Campania del maggio 1998 è stato emanato il D.L. 11 giugno 1998, n. 180 convertito con la Legge 3.08.1998, n. 267, che contiene oltre alle misure urgenti per le zone colpite dall'evento catastrofico, anche talune novità ai fini della difesa delle aree a rischio di frane ed alluvioni in tutto il territorio nazionale. Le più significative sono di seguito elencate:

- l'attivazione di misure di salvaguardia da parte delle Autorità di Bacino e delle Regioni con piani stralcio per le aree a maggior rischio idraulico ed idrogeologico, laddove ancora non operanti;
- un piano di interventi di prevenzione e messa in sicurezza delle aree a rischio;
- un potenziamento delle Regioni, delle Autorità di Bacino, dei Servizi tecnici, nonché

Opera L0703	Tratto 2 13	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 6 di 168
----------------	----------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	--------------------------

un'integrazione nelle misure di controllo, nei piani di emergenza e in quelli di protezione civile;

- la dotazione del Ministero dell'Ambiente di una struttura atta a valutare gli interventi urgenti.

L'ultima modifica sostanziale del "Decreto Sarno" è il D.P.C.M 29.09.1998 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'Art. 1, commi 1 e 2, del D.L. 11 giugno 1998, n. 180.

Secondo la Legge 267/98 le Autorità di Bacino e le Regioni avrebbero dovuto adottare entro il 30.06.1999 i piani stralcio di bacino e quindi avrebbero dovuto individuare a mezzo di tale strumento la perimetrazione e le misure di salvaguardia delle aree a rischio idrogeologico.

Dal punto di vista delle scadenze il D.P.C.M. 27 agosto 1998 concede una proroga per adozione e approvazione del piano stralcio di bacino rispettivamente al 30 giugno del 2001 (poi anticipato a fine aprile) ed al 30 giugno del 2002.

In seguito al tragico episodio verificatosi con la distruzione del campeggio di Soverato in Calabria, il 12 ottobre 2000 è stato emanato il decreto-legge n.279 recante "Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e in materia di protezione civile, nonché a favore di zone colpite da calamità naturali", poi convertito in legge con modificazioni con la Legge 11 dicembre 2000 n. 365. Tale normativa anticipa, come detto sopra, l'adozione dei Piani Stralcio di Bacino e propone aggiornamenti sugli interventi per le aree a rischio idrogeologico ed in materia di protezione civile.

	<b>2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> <b>3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud</b> <b>4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia</b> <b>Relazione idrologica e idraulica</b>							
	Opera L0703	Tratto 2 13	Settore E	CEE 03	WBS O10000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A

#### 4. IL PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) DELL'ADB REGIONALE DELLE MARCHE

Il PAI dell'AdB Regionale delle Marche è redatto ai sensi dell'art. 17 comma 6-ter della Legge 18 maggio 1989 n.183, come prescritto dall'art. 1 della Legge 3 agosto 1998 n. 267 e dall'art. 1 bis della Legge 11 dicembre 2000 n. 365. Esso è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato. L'assetto idrogeologico comprende:

- a) l'assetto idraulico, riguardante le aree a rischio idraulico;
- b) l'assetto dei versanti, riguardante le aree a rischio di frane e valanghe.

Il Piano approvato dall'AdB persegue gli obiettivi previsti dalle leggi di settore, quelli particolari riferiti alle specificità dei singoli bacini e le finalità previste all'art. 3 della L n.183/89, con particolare riferimento ai contenuti di cui all'art. 17, comma 3, lettere b), c), d), f), l), m) e dell'art. 1, comma 1, della L. n. 267/98 e della Legge Regionale 25 maggio 1999 n. 13.

Le finalità del Piano per l'assetto idraulico sono:

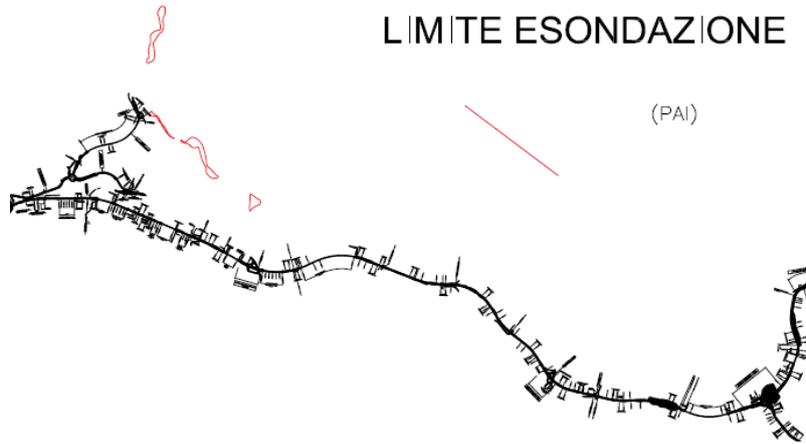
- a) la individuazione secondo la procedura definita nel Piano stesso, della fascia di territorio inondabile assimilabile a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni dei principali corsi d'acqua dei bacini regionali;
- b) la definizione, per le dette aree e per i restanti tratti della rete idrografica, di una strategia di gestione finalizzata a salvaguardare le dinamiche idrauliche naturali, con particolare riferimento alle esondazioni e alla evoluzione morfologica degli alvei, a favorire il mantenimento o il ripristino dei caratteri di naturalità del reticolo idrografico;
- c) la definizione di una politica di prevenzione e di mitigazione del rischio idraulico attraverso la formulazione di azioni e norme di piano e tramite la predisposizione di un assetto di progetto dei corsi d'acqua, definito nei tipi di intervento, nelle priorità di attuazione e nel fabbisogno economico di massima.

Nell'Art. 7 delle norme di attuazione (All. D) viene definita la fascia di territorio inondabile pertinente a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni. La fascia di territorio inondabile assimilabile a piene con tempi di ritorno fino 200 anni comprende il relativo alveo di piena così come definito nell'allegato indicato all'Articolo 3, comma 2, lettera d), "Indirizzi d'uso del territorio per la salvaguardia dai fenomeni di esondazione".

La fascia di territorio con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni costituisce, nei territori non urbanizzati, l'ambito di riferimento naturale per il massimo deflusso idrico ed ha la funzione del contenimento e laminazione naturale delle piene nonché la funzione della salvaguardia della qualità ambientale dei corsi d'acqua. La fascia che, anche successivamente alla realizzazione degli interventi per la mitigazione del rischio idraulico previsti dal presente Piano, risulta inondabile per piene con tempi di ritorno fino a 200 anni, costituisce l'ambito territoriale definitivo di deflusso delle piene.

Il confronto del tracciato della strata di progetto con le fasce limite di esondazione, dedotte dall'Autorità di Bacino Marche (vedi Tav. Geologica e Geomorfologia), mostra che l'infrastruttura di progetto non ricade in zone a rischio di alluvione. Per comodità di lettura la sovrapposizione con il tracciato stradale è altresì riprodotta nella figura seguente.

Opera L0703	Tratto 2 13	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 8 di 168
----------------	----------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	--------------------------



	<b>2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> <b>3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud</b> <b>4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia</b> <b>Relazione idrologica e idraulica</b>								
	Opera L0703	Tratto 2 13	Settore E	CEE 03	WBS O10000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 9 di 168

## 5. VALUTAZIONI IDROLOGICHE

### 5.1 CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

La stima delle portate attese lungo i corsi d'acqua intercettati dal nuovo tracciato stradale è stata approntata mediante gli usuali metodi di trasformazione afflussi-deflussi, a partire dai dati di pioggia rilevati dalle stazioni pluviografiche prossime all'area in esame ed interpretati mediante la distribuzione di Gumbel, nonché mediante una analisi basata sulle tecniche di regionalizzazione (studio VAPI del GNDCl) e sull'adozione di un modello di variabile aleatoria cosiddetto "a due componenti estreme" (TCEV).

Relativamente alla prima metodologia di analisi, per la costruzione delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica sono state acquisite le serie storiche riportate negli Annali Idrologici delle precipitazioni brevi ed intense relative alle stazioni pluviografiche di Fabriano, Pioraco, Camerino, Serravalle di Chienti e Gualdo Tadino. Tali pluviometri mostrano campioni di misure sufficientemente numerosi (in media 40-50 anni di osservazioni) e sono ubicati nell'area di pertinenza dei bacini idrografici di interesse.

Sulle serie storiche delle precipitazioni brevi ed intense è stata svolta un'analisi statistica mediante il metodo scala-invariante di Gumbel, che consente di determinare le altezze massime di pioggia previste per le durate caratteristiche 1, 3, 6, 12, 24 al variare del tempo di ritorno.

Le tabelle riassuntive delle elaborazioni svolte vengono di seguito riportate. In particolare sono state costruite le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica delle stazioni analizzate per i tempi di ritorno di 10, 20, 30, 50, 100, 200 anni e sono stati riportati i valori dei parametri caratteristici  $a$  ed  $n$  ricavati per estrapolazione dall'espressione analitica delle curve  $h_d = ad^n$ , con  $h_d$  altezza massima di pioggia attesa di durata pari a  $d$ .

Per la stazione pluviometrica di Gualdo Tadino l'analisi statistica mediante il metodo scala-invariante di Gumbel risulta già svolto, a partire dal campione di osservazioni disponibili, all'interno dei Quaderni Idrologici della Regione Umbria - Vol. 7 "Determinazione delle precipitazioni di massima intensità e di breve durata per la Regione Umbria".

Nello studio viene fornita un'espressione per le curve di probabilità pluviometrica nella forma:

$$h_T(d) = m_1(1 + V \cdot K_T) \cdot d^n$$

dove:

- $h_T$  è l'altezza di pioggia per un'assegnato tempo di ritorno  $T$ , espressa in mm
- $m_1$  è la media dell'altezza di pioggia caduta nella durata di riferimento in mm
- $V$  è il coefficiente di variazione globale
- $K_T$  è il fattore di frequenza, funzione del solo tempo di ritorno  $T$
- $n$  è l'esponente di scala
- $d$  è la durata di riferimento in ore

Per Gualdo Tadino i parametri caratteristici assumono i seguenti valori:

$$m_1 = 26.70$$

$$V = 0.35$$

Opera L0703	Tratto 2 13	Settore E	CEE 03	WBS O10000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 10 di 168
----------------	----------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------

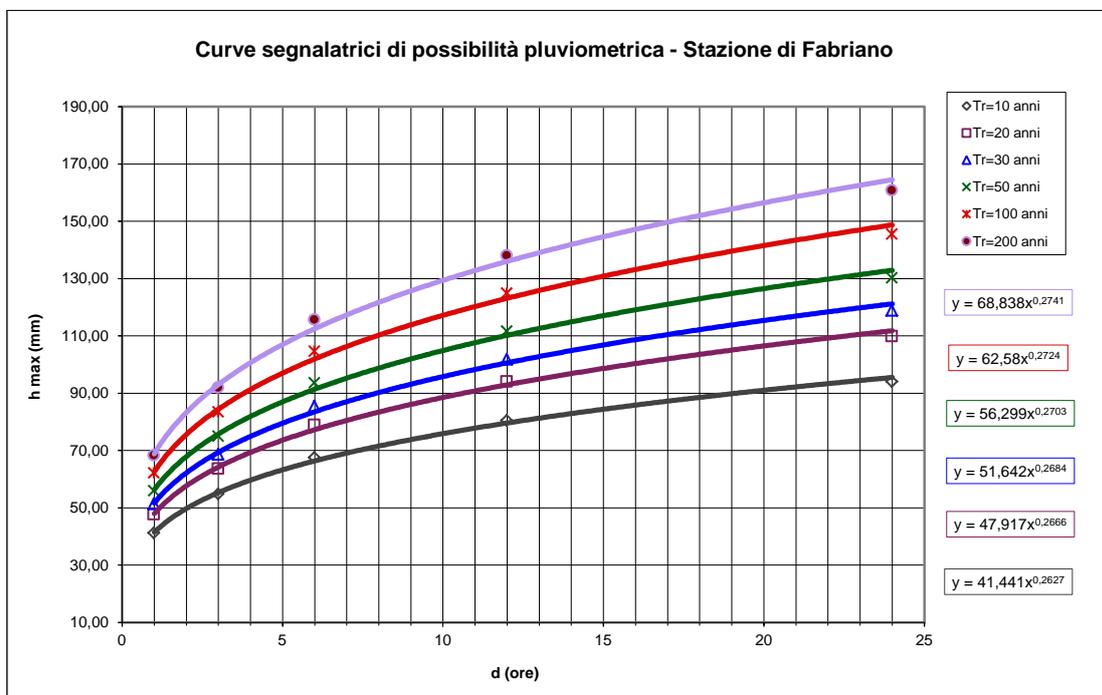
n = 0.32

	d = 1 ora	d = 3 ore	d = 6 ore	d = 12 ore	d = 24 ore
<b>Tr = 10 anni</b>	41.26	54.84	67.54	80.43	94.07
<b>Tr = 20 anni</b>	47.65	63.62	78.91	94.04	109.84
<b>Tr = 30 anni</b>	51.33	68.67	85.44	101.88	118.92
<b>Tr = 50 anni</b>	55.93	74.98	93.62	111.67	130.26
<b>Tr = 100 anni</b>	62.13	83.49	104.65	124.87	145.55
<b>Tr = 200 anni</b>	68.32	91.97	115.63	138.03	160.79

Stazione di Fabriano – Altezze massime di pioggia  $h_d$  (mm) per le durate caratteristiche e diversi tempi di ritorno

$T_r$ (anni)	a (mm ore <sup>-n</sup> )	n
<b>10</b>	41.441	0.2627
<b>20</b>	47.917	0.2666
<b>30</b>	51.642	0.2684
<b>50</b>	56.299	0.2703
<b>100</b>	62.580	0.2724
<b>200</b>	68.838	0.2741

Stazione di Fabriano – Parametri a ed n delle curve di possibilità pluviometrica



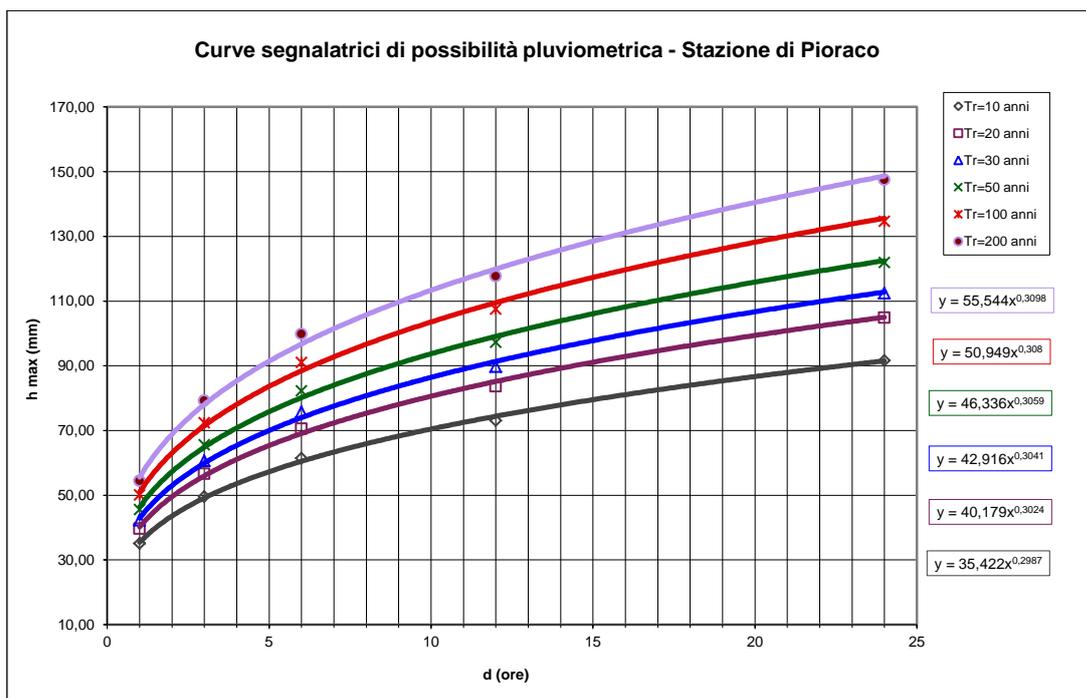
Opera L0703	Tratto 2 13	Settore E	CEE 03	WBS O10000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 11 di 168
----------------	----------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------

	d = 1 ora	d = 3 ore	d = 6 ore	d = 12 ore	d = 24 ore
<b>Tr = 10 anni</b>	35.10	49.63	61.48	73.13	91.67
<b>Tr = 20 anni</b>	39.69	56.61	70.55	83.67	104.86
<b>Tr = 30 anni</b>	42.32	60.63	75.77	89.73	112.44
<b>Tr = 50 anni</b>	45.62	65.65	82.29	97.31	121.92
<b>Tr = 100 anni</b>	50.07	72.43	91.09	107.54	134.71
<b>Tr = 200 anni</b>	54.50	79.18	99.86	117.73	147.46

Stazione di Pioraco – Altezze massime di pioggia  $h_d$  (mm) per le durate caratteristiche e diversi tempi di ritorno

$T_r$ (anni)	$a$ (mm ore <sup>-n</sup> )	$n$
<b>10</b>	35.422	0.2987
<b>20</b>	40.179	0.3024
<b>30</b>	42.916	0.3041
<b>50</b>	46.336	0.3059
<b>100</b>	50.949	0.3080
<b>200</b>	55.544	0.3098

Stazione di Pioraco – Parametri  $a$  ed  $n$  delle curve di possibilità pluviometrica



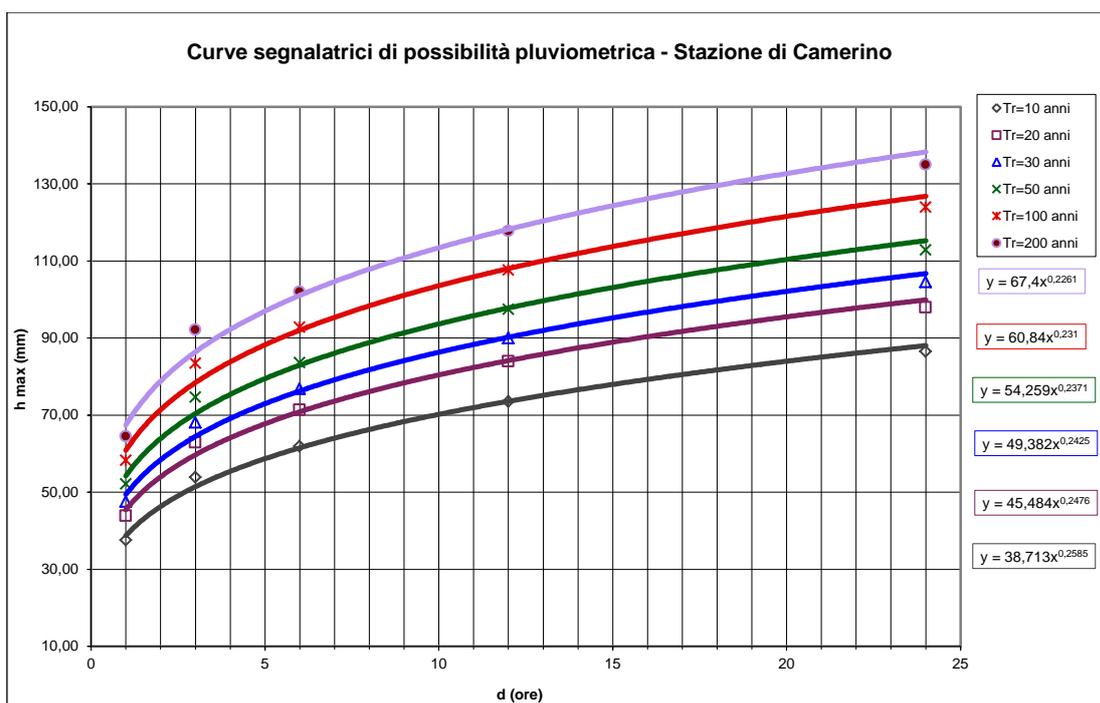
	d = 1 ora	d = 3 ore	d = 6 ore	d = 12 ore	d = 24 ore
<b>Tr = 10 anni</b>	37.50	53.82	61.87	73.45	86.50
<b>Tr = 20 anni</b>	43.86	62.89	71.35	83.91	97.96
<b>Tr = 30 anni</b>	47.52	68.10	76.80	89.93	104.55
<b>Tr = 50 anni</b>	52.10	74.61	83.62	97.45	112.79
<b>Tr = 100 anni</b>	58.27	83.40	92.81	107.60	123.90
<b>Tr = 200 anni</b>	64.42	92.16	101.97	117.71	134.98

Stazione di Camerino – Altezze massime di pioggia  $h_d$  (mm) per le durate caratteristiche e diversi tempi di ritorno

Opera L0703	Tratto 2 13	Settore E	CEE 03	WBS O10000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 12 di 168
----------------	----------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------

T <sub>r</sub> (anni)	a (mm ore <sup>-n</sup> )	n
10	38.713	0.2585
20	45.484	0.2476
30	49.382	0.2425
50	54.259	0.2371
100	60.840	0.2310
200	67.400	0.2261

*Stazione di Camerino – Parametri a ed n delle curve di possibilità pluviometrica*

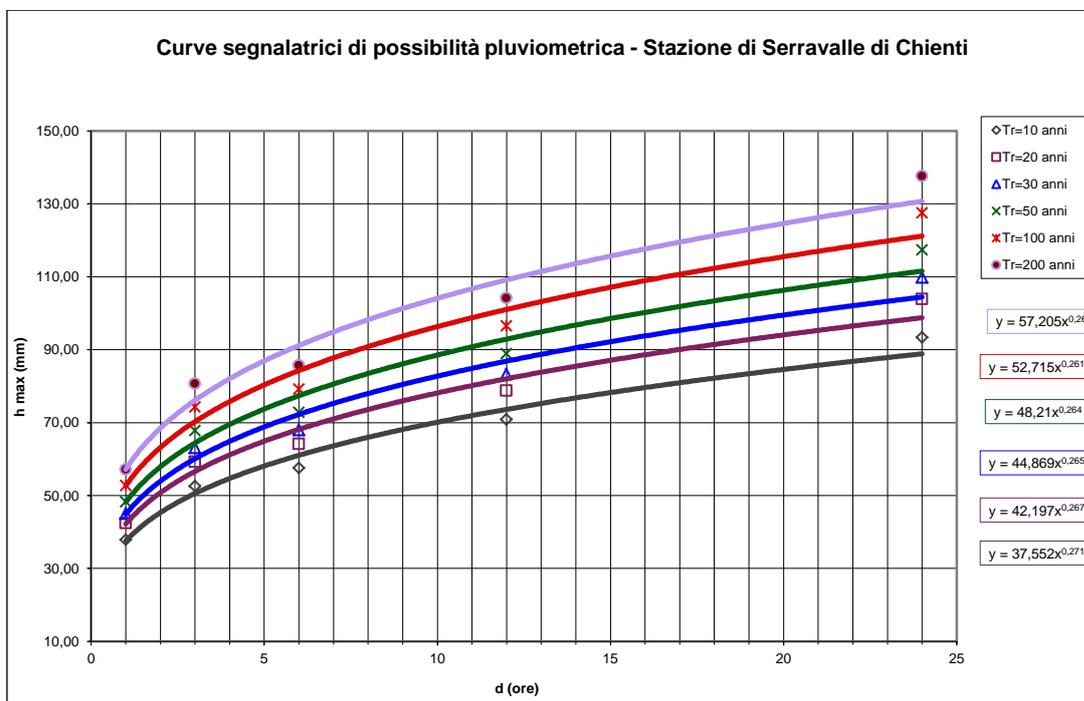


	d = 1 ora	d = 3 ore	d = 6 ore	d = 12 ore	d = 24 ore
Tr = 10 anni	37.88	52.57	57.54	70.89	93.40
Tr = 20 anni	42.44	59.23	64.18	78.76	103.85
Tr = 30 anni	45.05	63.05	68.00	83.28	109.86
Tr = 50 anni	48.33	67.84	72.78	88.94	117.37
Tr = 100 anni	52.75	74.29	79.22	96.56	127.51
Tr = 200 anni	57.15	80.72	85.64	104.17	137.61

*Stazione di Serravalle di Chienti – Altezze massime di pioggia h<sub>d</sub> (mm) per le durate caratteristiche e diversi tempi di ritorno*

T <sub>r</sub> (anni)	a (mm ore <sup>-n</sup> )	n
10	37.552	0.2711
20	42.197	0.2676
30	44.869	0.2659
50	48.210	0.2640
100	52.715	0.2618
200	57.205	0.2600

*Stazione di Serravalle di Chienti – Parametri a ed n delle curve di possibilità pluviometrica*



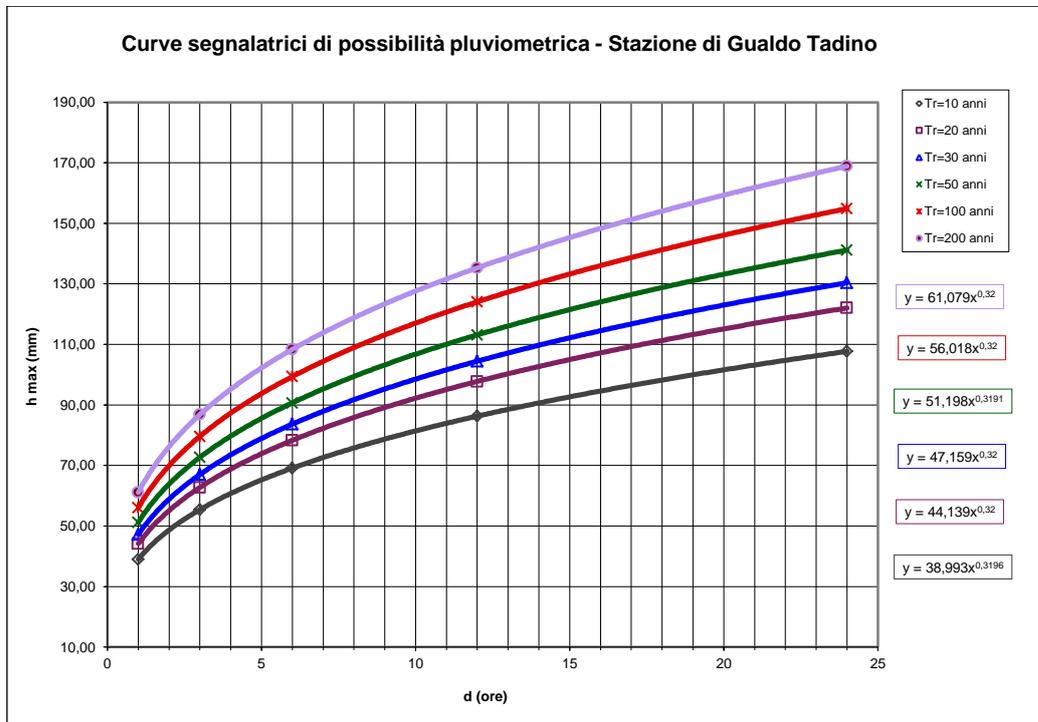
	d = 1 ora	d = 3 ore	d = 6 ore	d = 12 ore	d = 24 ore
<b>Tr = 10 anni</b>	39.00	55.40	69.10	86.30	107.70
<b>Tr = 20 anni</b>	44.14	62.73	78.31	97.76	122.03
<b>Tr = 30 anni</b>	47.16	67.02	83.67	104.44	130.38
<b>Tr = 50 anni</b>	51.20	72.70	90.70	113.10	141.20
<b>Tr = 100 anni</b>	56.02	79.61	99.38	124.06	154.87
<b>Tr = 200 anni</b>	61.08	86.81	108.37	135.28	168.88

*Stazione di Gualdo Tadino – Altezze massime di pioggia  $h_d$  (mm) per le durate caratteristiche e diversi tempi di ritorno*

$T_r$ (anni)	$a$ (mm ore <sup>-n</sup> )	$n$
<b>10</b>	38.993	0.3200
<b>20</b>	44.139	0.3200
<b>30</b>	47.159	0.3200
<b>50</b>	51.198	0.3200
<b>100</b>	56.018	0.3200
<b>200</b>	61.079	0.3200

*Stazione di Gualdo Tadino – Parametri  $a$  ed  $n$  delle curve di possibilità pluviometrica ( $a = m_1(1+V \cdot K_T)$ ), in base ai parametri riportati nei “Quaderni Idrologici della Regione Umbria – Vol.7”*

Opera L0703	Tratto 2 13	Settore E	CEE 03	WBS O10000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 14 di 168
----------------	----------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



Di contro, la procedura delineata nel rapporto VAPI assume quale legge di distribuzione probabilistica per la variabile casuale  $i(t)$ , massimo annuale dell'intensità di pioggia di durata oraria o suboraria  $t$ , la *Two Component Extreme Value* (TCEV), secondo cui i valori estremi di una grandezza idrologica provengono da due diverse popolazioni: una degli eventi normali e un'altra degli eventi eccezionali (outliers), legati a differenti fenomeni meteorologici.

La funzione di distribuzione di probabilità della  $h(t)$  dipende a sua volta da 4 parametri:

$$\Lambda_1, \Lambda_2, \theta_1, \theta_2$$

che esprimono il numero medio annuo di eventi stocasticamente indipendenti superiori a una soglia prefissata per ciascuna delle due popolazioni ( $\Lambda_1$  e  $\Lambda_2$ ), e il loro valore medio ( $\theta_1$  e  $\theta_2$ ).

Se si pone:

$$\theta^* = \frac{\theta_2}{\theta_1} \qquad \Lambda^* = \frac{\Lambda_2}{\Lambda_1^{1/\theta^*}}$$

si può considerare la quaterna di parametri  $\Lambda^*$ ,  $\theta^*$ ,  $\Lambda_1$  e  $\theta_1$ .

La funzione di distribuzione di probabilità della variabile casuale massimo annuale della pioggia di durata  $t$  ( $x=h(t)$ ) è espressa come segue:

$$F_x(x) = e^{\left( -\Lambda_1 \cdot e^{-\frac{x}{\theta_1}} - \Lambda_2 \cdot e^{-\frac{x}{\theta_2}} \right)} \quad (1)$$

	<b>2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> <b>3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud</b> <b>4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia</b> <b>Relazione idrologica e idraulica</b>							
	Opera L0703	Tratto 2 13	Settore E	CEE 03	WBS O10000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A

La stima dei parametri può avvenire a differenti livelli di ragguaglio spaziale dei dati di pioggia (regionalizzazione):

- livello di regionalizzazione zero, in cui i parametri sono tutti stimati dalla singola serie di dati, qualora se ne possedano nel sito d'interesse;
- livello di regionalizzazione uno, in cui i parametri  $\Lambda^*$  e  $\theta^*$  sono stimati regionalmente e i parametri  $\Lambda_1$  e  $\theta_1$  sono stimati puntualmente;
- livello di regionalizzazione due, in cui i parametri  $\Lambda^*$ ,  $\theta^*$  e  $\Lambda_1$  sono stimati regionalmente e il parametro  $\Lambda_1$  è stimato puntualmente;
- livello di regionalizzazione tre, in cui tutti i parametri sono stimati regionalmente. Il valore  $i(t,T)$  corrispondente a un periodo di ritorno T (durata media fra due superamenti consecutivi) si ricava in funzione di T e dei quattro parametri comunque stimati.

Al primo livello di regionalizzazione il territorio oggetto di studio ricade nella regione pluviometricamente omogenea (ossia nella quale si possa ritenere costante il coefficiente di asimmetria) denotata come B dell'Italia centrale; ciò implica la costanza dei parametri  $\theta^*$  e  $\Lambda^*$  che assumono i seguenti valori (da Sistemi di Fognatura, Manuale di Progettazione, Hoepli 2001):

$$\theta^* = 1.509 \quad \Lambda^* = 0.783$$

Al secondo livello di regionalizzazione l'area in oggetto ricade nella sottozona B2 in cui si può ritenere costante il coefficiente di variazione  $\eta$  e di conseguenza il parametro  $\Lambda_1$  (da Sistemi di Fognatura, Manuale di Progettazione, Hoepli 2001)

$$\eta = 5.205 \quad \Lambda_1 = 43.6$$

Fissati i parametri di forma e di scala della Distribuzione di Probabilità Cumulata (DPC) all'interno della sottozona omogenea, resta così univocamente determinata la relazione fra il periodo di ritorno ed il valore del coefficiente di crescita. Il valore del coefficiente di crescita può essere determinato in base alle seguente relazione, in forma semplificata:

$$K_T = \left( \frac{\theta^* \cdot \text{Ln}(\Lambda^*)}{\eta} + \frac{\text{Ln}(\Lambda_1)}{\eta} \right) + \frac{\theta^*}{\eta} \cdot \text{Ln}(T)$$

che con i parametri ricavati dalla distribuzione TCEV diventa :

$$K_T = 0.654 + 0.290 \cdot \text{Ln}(T)$$

Oppure risolvendo per via iterativa la relazione (1) innanzi riportata. Con riferimento alla seconda procedura si sono ottenuti i seguenti valori del coefficiente di crescita:

- T=50 anni K<sub>T</sub>=1.834
- T=100 anni K<sub>T</sub>=2.023
- T=200 anni K<sub>T</sub>=2.216

Il terzo livello di regionalizzazione consiste nella individuazione dei legami tra i valori medi delle serie storiche ed i parametri geografici che caratterizzano i luoghi ove sono installate le stazioni di misura. Con riferimento alla procedura sviluppata presso l'Università di Roma (Calenda e Cosentino, 1996) per la regionalizzazione di un'ampia zona dell'Italia Centrale, tra il promontorio di Piombino e la foce del Garigliano (sul litorale tirrenico) e la foce del Parecchia e quella del

Opera L0703	Tratto 2 13	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 16 di 168
----------------	----------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------

Trigno (sul litorale adriatico), si è considerata che al terzo livello la dipendenza dalla quota z della media dell'altezza giornaliera di pioggia  $\mu_{hd}$  segua una relazione lineare del tipo

$$\mu_{hd} = cz + d$$

A partire da tale assunzione si è pervenuta alla seguente relazione

$$\mu_{it} = \mu_{i0}(b/(b+t))^m$$

dove

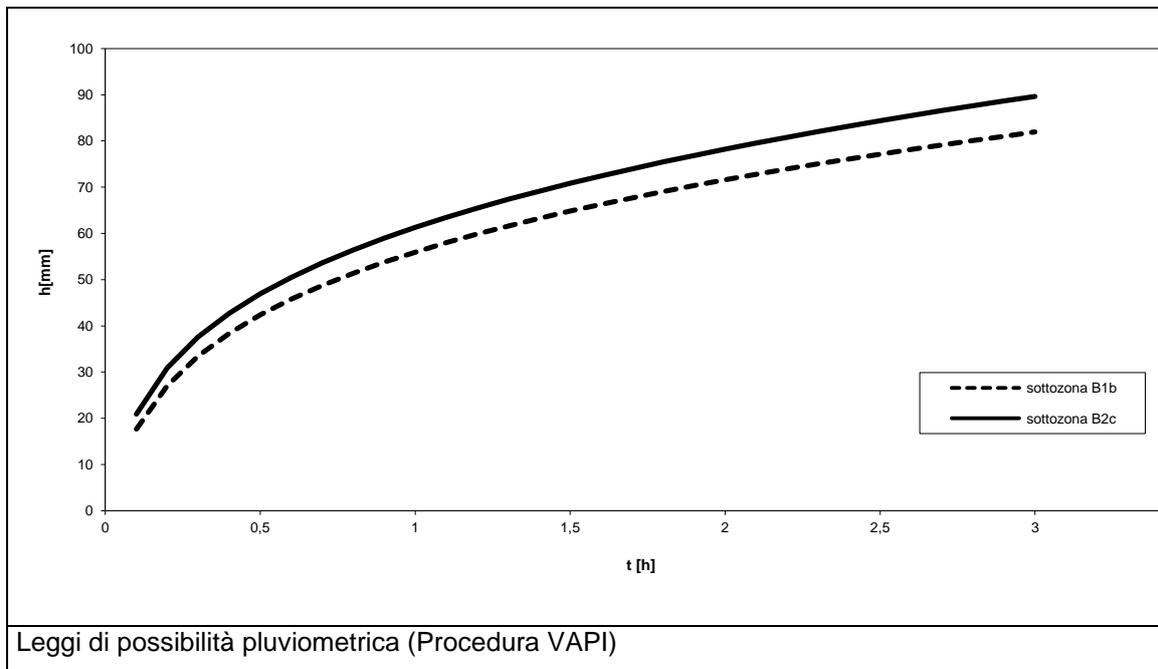
$$m = 1/\ln(b/(b+24)) * \ln(\eta * (c*z+d)/24/\mu_{i0})$$

in cui si è indicato con  $\mu_{it}$  l'intensità media della pioggia per un evento di durata t.

L'area in oggetto ricade nelle sottozone B1b e B2c per le quali i parametri dimensionali b, c, d,  $\mu_{i0}$  assumono i seguenti valori (da Sistemi di Fognatura, Manuale di Progettazione, Hoepli 2001):

	b [h]	c[mm]	d [mm]	$\mu_{i0}$ [mm/h]
B1b	0.1142	0.00857	59.03	123.8
B2c	0.0807	0.03198	41.52	148.4

Assumendo una quota rappresentativa pari a 700 msm, nella figura che segue si riportano le leggi di possibilità pluviometriche dedotte con la procedura VAPI



Nel corso delle successive elaborazioni idrologiche per la determinazione dei valori di portata si

	<b>2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> <b>3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud</b> <b>4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia</b> <b>Relazione idrologica e idraulica</b>								
	Opera L0703	Tratto 2 13	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 17 di 168

proceduto considerando sia le leggi pluviometriche dedotte in base ai dati relativi alle stazioni pluviografiche prossime all'area in esame che quelle derivanti dallo studio VAPI del GNDICI (in particolare si è considerata, operando a vantaggio di sicurezza, la sola e più gravosa legge di possibilità pluviometrica relativa alla sottozona B2c).

## 5.2 STIMA DEI DEFLUSSI

Per la stima dei deflussi lungo i corsi d'acqua oggetto dello studio si è proceduto alla delimitazione dei bacini imbriferi contribuenti ed al calcolo dei parametri fisici fondamentali:

- S = superficie del bacino (Kmq)
- L = lunghezza del percorso idraulico più lungo (Km)
- H<sub>max</sub> = quota massima del bacino (m s.l.m.)
- H<sub>min</sub> = quota minima del bacino (m s.l.m.)
- H<sub>med</sub> = quota media del bacino (m s.l.m.)
- i = pendenza media dell'asta principale

Per la stima dei tempi di corrivazione dei singoli bacini si è ricorso alla nota formula di Giandotti (per bacini di superficie S > 1Kmq) :

$$T_C = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_{med} - H_{min}}} \quad (1)$$

mentre per bacini di superficie minore (S < 1Kmq) si è considerata la formula di Kirplich

$$T_c = 0.0662 L^{0.77} i^{-0.385}$$

Ad ogni modo si è stabilito un tempo di corrivazione minimo pari a 5 minuti.

Nelle tabelle seguenti vengono riportati i parametri fisici (superficie, lunghezza dell'asta principale, quota minima, media e massima sul livello del mare) e i tempi di corrivazione relativi ai bacini dei corsi d'acqua di interesse con sezione di chiusura in corrispondenza degli attraversamenti di progetto, suddivisi per lotto di appartenenza. Per alcune incisioni riportate in cartografia (fossi di scolo dei terreni agricoli, piccole canalizzazioni artificiali, etc.) non è stato possibile riconoscere con adeguata precisione il bacino naturale contribuente. I tombini per l'attraversamento di tali incisioni sono stati comunque dimensionati assicurando sezioni di deflusso adeguate.

*Parametri fisici e tempi di corrivazione dei bacini idrografici agli attraversamenti di progetto*

*Parametri fisici e tempi di corrivazione dei bacini idrografici agli attraversamenti di progetto*

Progressiva km	Tipologia	S	L	Hmin	Hmed	Hmax	Tc
		kmq	km	msm	msm	msm	H
0+654.5	2x2	0.33	0.94	318	364	410	0.15
0+654.5	2x2	0.33	0.94	318	364	410	0.15
1+050	2x2	0.04	0.37	330	342.5	355	0.09
1+976	DN1500	0.02	0.13	347	378	396	0.08
2+568	DN1500	0.03	0.22	352	386	405	0.08
3+165.1	DN1500	0.06	0.25	342	374	388	0.08
3+582.7	2x2	0.19	0.48	328	384	413	0.08
3+843.2	DN1500	0.01	0.17	319	320	321	0.09
5+429.8	DN1500	0.06	0.34	344	388	410	0.08
5+566.5	DN1500	0.09	0.2	341	376	411	0.08
5+790.0	DN1500	0.09	0.3	339	376.5	414	0.08
6+070.7	DN1500	0.03	0.15	333	372.5	412	0.08
6+242.0	DN1500	0.025	0.15	336	374	412	0.08
6+595.9	3x2	0.47	0.7	343	454	510	0.09
6+893.7	DN1500	0.02	0.1	351	384	417	0.08
Viab. Poderale	DN1500	0.02	0.1	351	384	417	0.08
6+968.6	DN1500	0.02	0.1	350	385	420	0.08
7+080.8	DN1500	0.01	0.1	353	366.5	380	0.08
7+246.8	DN1500	0.05	0.22	350	385	420	0.08
7+461.7	DN1500	0.04	0.17	356	395	435	0.08
7+527.2	DN1500	0.04	0.17	356	395	435	0.08
7+654.5	DN1500	0.05	0.13	355	394.5	434	0.08
7+915.9 + viab.	2x2	0.16	0.28	362	441	520	0.08
8+150	DN1500	0.11	0.27	370	410	450	0.08
8+400	2x2	0.15	0.3	370	410	450	0.08
9+724.6 + strada depurat	3.5x2	0.91	1.61	390	498	550	0.23
10+168.8	2x2	0.28	1.07	405	503	550	0.15
10+664	2x2	0.21	0.47	430	512	550	0.08
10+832.8	2x2	0.11	0.28	442	499	525	0.08
10+990	DN1500	0.1	0.2	450	500	550	0.08
11+859.8	DN1500	0.03	0.1	466	503.5	541	0.08
12+208.7	DN1500	0.1	0.1	450	462.5	475	0.08
12+340	DN1500	0.04	0.2	460	511.5	563	0.08
12+558.57	DN1500	0.02	0.26	447	483	500	0.08
12+670.76	DN1500	0.13	0.25	445	483	510	0.08

Per la stima del deflusso su un bacino idrografico si è ricorso alla classica formula razionale che assegna ad un evento di piena la stessa probabilità di verificarsi della precipitazione che lo genera.

$$Q = C \frac{S}{T_c} h_{T_c} \quad (2)$$

dove  $C$  è il coefficiente di afflusso che rappresenta l'aliquota di pioggia effettivamente contribuente al deflusso superficiale,  $T_c$  è il tempo di corrivazione del bacino e  $h_{T_c}$  è l'altezza di pioggia avente durata pari al tempo di corrivazione e fissato tempo di ritorno, estrapolata dalla leggi di pioggia (la più gravosa tra la bi-parametrica e la tri-parametrica).

Opera L0703	Tratto 2 13	Settore E	CEE 03	WBS O10000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 19 di 168
----------------	----------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------

Per quanto attiene inoltre la concreta applicazione delle curve di possibilità pluviometriche bi-parametriche, nota l'ubicazione dei pluviometri di riferimento, sono state delimitate le aree di pertinenza di ciascuna stazione di misura mediante la classica tecnica dei topoi. E' stata osservata la pertinenza di più pluviometri su alcuni bacini estesi (Potenza e Palente). Per questi corsi d'acqua sono state appositamente calcolate le nuove curve di possibilità pluviometrica dei bacini, operando una media pesata delle altezze di pioggia massime attese ai pluviometri rispetto alle aree di pertinenza ricavate dai topoi.

I risultati sono riportati nelle tabelle seguenti.

	<b>d = 1 ora</b>	<b>d = 3 ore</b>	<b>d = 6 ore</b>	<b>d = 12 ore</b>	<b>d = 24 ore</b>
<b>Tr = 10 anni</b>	36.40	51.30	61.94	74.92	94.77
<b>Tr = 20 anni</b>	41.09	58.29	70.51	85.04	107.54
<b>Tr = 30 anni</b>	43.80	62.33	75.45	90.87	114.91
<b>Tr = 50 anni</b>	47.23	67.42	81.68	98.22	124.18
<b>Tr = 100 anni</b>	51.75	74.17	89.95	108.00	136.53
<b>Tr = 200 anni</b>	56.30	80.95	98.25	117.81	148.90

*Fiume Potenza – Altezze massime di pioggia  $h_d$  (mm) per le durate caratteristiche e diversi tempi di ritorno, mediate attraverso la tecnica dei topoi*

<b>T<sub>r</sub> (anni)</b>	<b>a (mm ore<sup>-n</sup>)</b>	<b>n</b>
<b>10</b>	36.536	0.2964
<b>20</b>	41.355	0.2978
<b>30</b>	44.137	0.2984
<b>50</b>	47.661	0.2990
<b>100</b>	52.305	0.2999
<b>200</b>	56.976	0.3006

*Fiume Potenza – Parametri a ed n delle curve di possibilità pluviometrica*

	<b>d = 1 ora</b>	<b>d = 3 ore</b>	<b>d = 6 ore</b>	<b>d = 12 ore</b>	<b>d = 24 ore</b>
<b>Tr = 10 anni</b>	37.63	53.39	60.37	72.57	88.88
<b>Tr = 20 anni</b>	43.37	61.62	68.87	82.13	99.99
<b>Tr = 30 anni</b>	46.67	66.36	73.76	87.63	106.38
<b>Tr = 50 anni</b>	50.80	72.27	79.87	94.51	114.37
<b>Tr = 100 anni</b>	56.36	80.26	88.12	103.79	125.15
<b>Tr = 200 anni</b>	61.91	88.21	96.33	113.03	135.88

*Torrente Palente – Altezze massime di pioggia  $h_d$  (mm) per le durate caratteristiche e diversi tempi di ritorno, mediate attraverso la tecnica dei topoi*

<b>T<sub>r</sub> (anni)</b>	<b>a (mm ore<sup>-n</sup>)</b>	<b>n</b>
<b>10</b>	38.307	0.2630
<b>20</b>	44.336	0.2546
<b>30</b>	47.806	0.2506
<b>50</b>	52.146	0.2430
<b>100</b>	58.002	0.2414
<b>200</b>	63.839	0.2374

*Torrente Palente – Parametri a ed n delle curve di possibilità pluviometrica*

Opera L0703	Tratto 2 13	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 20 di 168
----------------	----------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------

Una volta calcolate le altezze di pioggia massime di durata pari ai tempi di corrivazione dei bacini con le leggi  $h_d = ad^n$ , utilizzando un valore di  $n$  pari a 0.51 nel caso di durate inferiori all'ora (come consigliato da alcuni Autori in base ad osservazioni sperimentali su varie stazioni di misura), si è proceduto al calcolo delle portate massime con tempi di ritorno pari a 50, 100, 200 anni, mediante la (2). Per quanto attiene invece l'applicazione della legge tri-parametrica si è fatto riferimento ai parametri riportati nel precedente paragrafo.

Per quanto riguarda la scelta del coefficiente di afflusso  $C$  da inserire nella relazione (2), si è utilizzato un valore pari a 0.6 per tutti i corsi d'acqua minori, essendo tale valore accettabile per bacini a deflusso moderatamente alto (categoria C del metodo del Curve Number) e di piccole dimensioni. Tale valore è stato anche utilizzato per i corsi d'acqua il cui bacino presenta prevalentemente formazioni limo-argillose.

Nella tabella che segue si riportano i risultati delle elaborazioni condotte, per tre differenti valori del periodo di ritorno (i.e  $T=50$ , anni,  $T=100$  anni,  $T=200$  anni).

**Altezze di pioggia e portate calcolate mediante legge bi-parametrica**

Progr.	Tipologia	Stazione pluviometrica	T=50 anni				T=100 anni				T=200 anni			
			a	n	h	Q	a	n	h	Q	a	n	h	Q
			mm/h^n		mm	mc/s	mm/h^n		mm	mc/s	mm/h^n		mm	mc/s
0+654.5	2x2	Pioraco	46.336	0.51	17.87	6.36	50.949	0.51	19.65	7.00	55.544	0.51	21.42	7.63
1+050	2x2	Pioraco	46.336	0.51	13.33	1.02	50.949	0.51	14.66	1.12	55.544	0.51	15.98	1.23
1+976	DN1500	Pioraco	46.336	0.51	13.02	0.52	50.949	0.51	14.32	0.57	55.544	0.51	15.61	0.63
2+568	DN1500	Pioraco	46.336	0.51	13.02	0.78	50.949	0.51	14.32	0.86	55.544	0.51	15.61	0.94
3+165.1	DN1500	Pioraco	46.336	0.51	13.02	1.57	50.949	0.51	14.32	1.72	55.544	0.51	15.61	1.88
3+582.7	2x2	Pioraco	46.336	0.51	13.02	4.97	50.949	0.51	14.32	5.46	55.544	0.51	15.61	5.96
3+843.2	DN1500	Pioraco	46.336	0.51	13.84	0.25	50.949	0.51	15.22	0.27	55.544	0.51	16.59	0.30
5+429.8	DN1500	Pioraco	46.336	0.51	13.02	1.57	50.949	0.51	14.32	1.72	55.544	0.51	15.61	1.88
5+566.5	DN1500	Pioraco	46.336	0.51	13.02	2.35	50.949	0.51	14.32	2.59	55.544	0.51	15.61	2.82
5+790.0	DN1500	Pioraco	46.336	0.51	13.02	2.35	50.949	0.51	14.32	2.59	55.544	0.51	15.61	2.82
6+070.7	DN1500	Pioraco	46.336	0.51	13.02	0.78	50.949	0.51	14.32	0.86	55.544	0.51	15.61	0.94
6+242.0	DN1500	Pioraco	46.336	0.51	13.02	0.65	50.949	0.51	14.32	0.72	55.544	0.51	15.61	0.78
6+595.9	3x2	Pioraco	46.336	0.51	13.36	11.99	50.949	0.51	14.69	13.18	55.544	0.51	16.02	14.37
6+893.7	DN1500	Pioraco	46.336	0.51	13.02	0.52	50.949	0.51	14.32	0.57	55.544	0.51	15.61	0.63
Viab. Poderale	DN1500	Pioraco	46.336	0.51	13.02	0.52	50.949	0.51	14.32	0.57	55.544	0.51	15.61	0.63
6+968.6	DN1500	Pioraco	46.336	0.51	13.02	0.52	50.949	0.51	14.32	0.57	55.544	0.51	15.61	0.63
7+080.8	DN1500	Pioraco	46.336	0.51	13.02	0.26	50.949	0.51	14.32	0.29	55.544	0.51	15.61	0.31
7+246.8	DN1500	Pioraco	46.336	0.51	13.02	1.31	50.949	0.51	14.32	1.44	55.544	0.51	15.61	1.57
7+461.7	DN1500	Pioraco	46.336	0.51	13.02	1.05	50.949	0.51	14.32	1.15	55.544	0.51	15.61	1.25
7+527.2	DN1500	Camerino	54.259	0.51	15.25	1.22	60.84	0.51	17.10	1.37	67.4	0.51	18.94	1.52
7+654.5	DN1500	Camerino	54.259	0.51	15.25	1.53	60.84	0.51	17.10	1.72	67.4	0.51	18.94	1.90
7+915.9 + viab.	2x2	Camerino	54.259	0.51	15.25	4.90	60.84	0.51	17.10	5.49	67.4	0.51	18.94	6.09
8+150	DN1500	Camerino	54.259	0.51	15.25	3.37	60.84	0.51	17.10	3.78	67.4	0.51	18.94	4.18

Progr.	Tipologia	Stazione pluviometrica	T=50 anni				T=100 anni				T=200 anni			
			a	n	h	Q	a	n	h	Q	a	n	h	Q
			mm/h^n		mm	mc/s	mm/h^n		mm	mc/s	mm/h^n		mm	mc/s
8+400	2x2	Camerino	54.259	0.51	15.25	4.59	60.84	0.51	17.10	5.15	67.4	0.51	18.94	5.70
9+724.6 + strada depurat	3.5x2	Camerino	54.259	0.51	25.78	16.82	60.84	0.51	28.90	18.87	67.4	0.51	32.02	20.90
10+168.8	2x2	Camerino	54.259	0.51	20.66	6.40	60.84	0.51	23.16	7.18	67.4	0.51	25.66	7.95
10+664	2x2	Camerino	54.259	0.51	15.25	6.43	60.84	0.51	17.10	7.21	67.4	0.51	18.94	7.99
10+832.8	2x2	Camerino	54.259	0.51	15.25	3.37	60.84	0.51	17.10	3.78	67.4	0.51	18.94	4.18
10+990	DN1500	Camerino	54.259	0.51	15.25	3.06	60.84	0.51	17.10	3.43	67.4	0.51	18.94	3.80
11+859.8	DN1500	Camerino	54.259	0.51	15.25	0.92	60.84	0.51	17.10	1.03	67.4	0.51	18.94	1.14
12+208.7	DN1500	Camerino	54.259	0.51	15.25	3.06	60.84	0.51	17.10	3.43	67.4	0.51	18.94	3.80
12+340	DN1500	Camerino	54.259	0.51	15.25	1.22	60.84	0.51	17.10	1.37	67.4	0.51	18.94	1.52
12+558.57	DN1500	Camerino	54.259	0.51	15.25	0.61	60.84	0.51	17.10	0.69	67.4	0.51	18.94	0.76
12+670.76	DN1500	Camerino	55.259	0.51	15.53	4.05	61.84	0.51	17.38	4.54	68.4	0.51	19.22	5.02

**Altezze di pioggia e portate calcolate mediante legge tri-parametrica**

Prog.	T=50 anni		T=100 anni		T=200 anni	
	h	Q	h	Q	h	Q
	mm	mc/s	mm	mc/s	mm	mc/s
0+654.5	26.14309	9.3	28.837227	10.3	31.58838	11.2
1+050	17.06532	1.3	18.823956	1.4	20.61982	1.6
1+976	16.51825	0.7	18.220508	0.7	19.9588	0.8
2+568	16.52801	1.0	18.231278	1.1	19.97059	1.2
3+165.1	16.51335	2.0	18.215105	2.2	19.95288	2.4
3+582.7	16.52557	6.3	18.22859	7.0	19.96765	7.6
3+843.2	18.02706	0.3	19.884809	0.4	21.78188	0.4
5+429.8	16.53044	2.0	18.233964	2.2	19.97354	2.4
5+566.5	16.5158	3.0	18.217808	3.3	19.95584	3.6
5+790.0	16.51641	3.0	18.218483	3.3	19.95658	3.6
6+070.7	16.51151	1.0	18.213077	1.1	19.95066	1.2
6+242.0	16.51335	0.8	18.215105	0.9	19.95288	1.0
6+595.9	17.27978	15.5	19.060524	17.1	20.87895	18.7
6+893.7	16.52557	0.7	18.22859	0.7	19.96765	0.8
Viab. Poderale	16.52557	0.7	18.22859	0.7	19.96765	0.8
6+968.6	16.52679	0.7	18.229934	0.7	19.96912	0.8
7+080.8	16.50414	0.3	18.204946	0.4	19.94175	0.4
7+246.8	16.52679	1.7	18.229934	1.8	19.96912	2.0
7+461.7	16.53895	1.3	18.243341	1.5	19.98381	1.6
7+527.2	16.53895	1.3	18.243341	1.5	19.98381	1.6
7+654.5	16.53834	1.7	18.242673	1.8	19.98308	2.0
7+915.9 + viab.	16.59406	5.3	18.304136	5.9	20.0504	6.4
8+150	16.55706	3.7	18.263323	4.0	20.0057	4.4
8+400	16.55706	5.0	18.263323	5.5	20.0057	6.0
9+724.6 + strada depurat	35.28316	23.0	38.919216	25.4	42.63222	27.8
10+168.8	26.05723	8.1	28.742522	8.9	31.48464	9.8
10+664	16.67667	7.0	18.395261	7.8	20.15022	8.5
10+832.8	16.66176	3.7	18.378813	4.1	20.1322	4.4
10+990	16.66291	3.3	18.380082	3.7	20.13359	4.0
11+859.8	16.66693	1.0	18.384518	1.1	20.13845	1.2
12+208.7	16.61938	3.3	18.332069	3.7	20.081	4.0
12+340	16.6761	1.3	18.39463	1.5	20.14953	1.6
12+558.57	16.64328	0.7	18.358426	0.7	20.10987	0.8
12+670.76	16.64328	4.3	18.358426	4.8	20.10987	5.2

	<b>2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b>								
	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA								
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O10000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. B	Pag. di Pag. 24 di 168	

Infine, la tabella seguente riporta i valori di portata utilizzati per le verifiche idrauliche: caso per caso, a vantaggio di sicurezza, si è adoperato il procedimento che fornisce il massimo valore della portata duecentennale.

Prog.	T=50 anni	T=100 anni	T=200 anni
	Q	Q	Q
	mc/s	mc/s	mc/s
0+654.5	9.31	10.27	11.25
1+050	1.31	1.44	1.58
1+976	0.66	0.73	0.80
2+568	1.00	1.10	1.20
3+165.1	1.99	2.19	2.40
3+582.7	6.30	6.95	7.62
3+843.2	0.32	0.35	0.39
5+429.8	1.99	2.20	2.41
5+566.5	2.98	3.29	3.61
5+790.0	2.98	3.29	3.61
6+070.7	0.99	1.10	1.20
6+242.0	0.83	0.91	1.00
6+595.9	15.50	17.10	18.73
6+893.7	0.66	0.73	0.80
Viab. Poderale	0.66	0.73	0.80
6+968.6	0.66	0.73	0.80
7+080.8	0.33	0.37	0.40
7+246.8	1.66	1.83	2.00
7+461.7	1.33	1.47	1.61
7+527.2	1.33	1.47	1.61
7+654.5	1.66	1.83	2.01
7+915.9 + viab.	5.33	5.88	6.44
8+150	3.66	4.03	4.42
8+400	4.99	5.50	6.03
9+724.6 + strada depurat	23.03	25.40	27.83
10+168.8	8.08	8.91	9.76
10+664	7.03	7.76	8.50
10+832.8	3.68	4.06	4.45
10+990	3.35	3.69	4.04
11+859.8	1.00	1.11	1.21
12+208.7	3.34	3.68	4.03
12+340	1.34	1.48	1.62
12+558.57	0.67	0.74	0.81
12+670.76	4.34	4.79	5.25

 <b>QUADRILATERO</b> Marche Umbria S.p.A.	<b>2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. B	Pag. di Pag. 25 di 168

## 6. STUDIO IDRAULICO

### 6.1 VERIFICA IDRAULICA DEGLI ATTRAVERSAMENTI

Sugli attraversamenti dei corsi d'acqua naturali sono state operate due tipologie di verifiche:

1) Verifica delle altezze idriche massime attese in corrispondenza di ponti e viadotti.

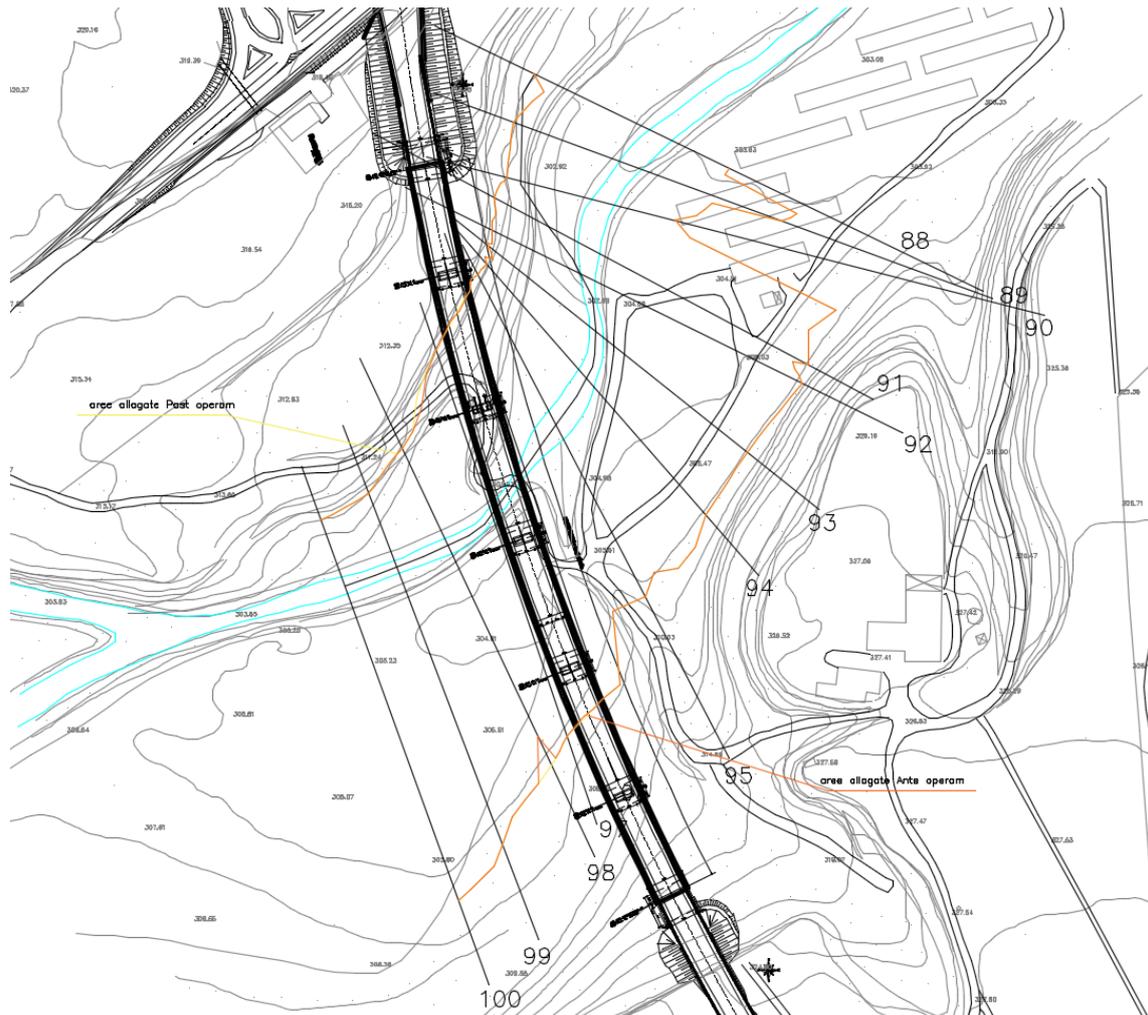
Il livello idrico per la portata di piena duecentennale è stato calcolato mediante il modello in moto permanente HEC-RAS dello US Army Corps of Engineers, basato sull'integrazione, sezione per sezione, dell'equazione dell'energia e sulla soluzione dell'equazione di continuità di massa. Per la simulazione idraulica sono state rilevate, nell'intorno dell'attraversamento, sezioni trasversali d'alveo mediamente distanti da 20 a 120 m, ricavate dal rilievo cartografico disponibile. Per il fondo alveo e le golene è stato generalmente utilizzato un coefficiente di scabrezza di Manning pari rispettivamente a 0.033 e 0.050  $s/m^{1/3}$ , incrementato in casi particolari per tener conto degli attriti dovuti alla vegetazione spondale e golenale. Le simulazioni sono state condotte con condizioni miste, imponendo a monte ed a valle il valore della cadente dei carichi totali.

In corrispondenza degli attraversamenti della strada di progetto sono state eseguite delle simulazioni del comportamento della corrente idrica in presenza delle opere di progetto.

Il dettaglio dei risultati ottenuti, unitamente alle tracce delle sezioni in stralci planimetrici, è riportato nell'allegato, sia in forma grafica che tabellare. In via sintetica, si riportano di seguito, per i corsi d'acqua alimentati da bacini imbriferi di estensione superiore a 10 km<sup>2</sup> le aree di esondazione nelle condizioni ante- e post-operam.

- **Viadotto Potenza.**

La figura seguente mostra in maniera evidente che l'estensione delle aree inondate resta sostanzialmente la medesima nelle condizioni ante- e post-operam.



Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. progr.	REV.	Pag. di Pag.
L0703	200	E	03	010000	REL	01	B	27 di 168

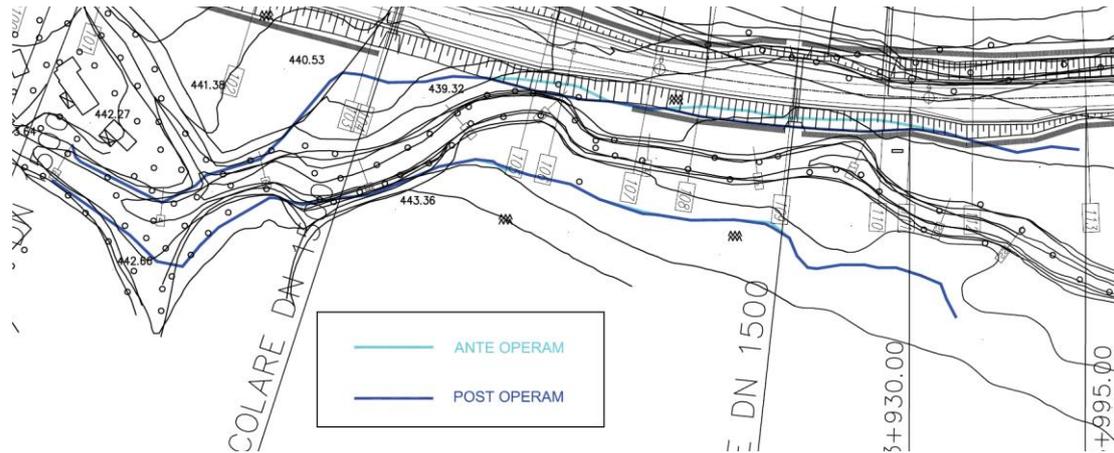
### - Viadotto Cesara

I risultati delle elaborazioni svolte, rappresentati nella figura seguente, mostrano che non sono apprezzabili differenze nella configurazione delle aree inondate a monte dell'opera di attraversamento corrispondenti alle condizioni ante- e post- operam.



**- Torrente San Luca – Tratto 1**

Il corso d'acqua in questione interferisce con il rilevato stradale per effetto dell'azione di arginatura esplicita da quest'ultimo. Le elaborazioni svolte, i cui risultati sono sintetizzati dalla figura seguente, mostrano che per effetto di tale azione l'estensione delle aree inondate subisce una lieve riduzione.



	<b>2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b>								
	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA								
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O0000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. B	Pag. di Pag. 29 di 168	

- In conclusione, l'analisi degli stralci consente di affermare che le variazioni delle aree di esondazione, laddove si verificano, sono estrinsecamente contenute e localizzate nei pressi delle interferenze.

Infine, la tabella seguente riporta in maniera sintetica, per ciascuno dei corsi d'acqua esaminati, le massime variazioni dei tiranti riscontrate al passaggio tra le condizioni ante- e post-operam, in corrispondenza del deflusso della piena con periodo di ritorno T=200 anni, parimenti indicate in tabella.

Ponte/torrente	Portata [m <sup>3</sup> /s]	Sovralzo massimo [m]
Castelraimondo	62.3	-2.62
Vallone	10.6	-0.8
Potenza	638.1	0.04
Cesara	124.9	0.0
Palente	29.1	0.3
S. Anna	5.4	0.3
S. Pietro	5.4	0.1
Rio S. Luca -1	135.7	0.05

Come può osservarsi dall'esame della tabella, il sovrалzo massimo indotto dalle opere previste in progetto, valutato con riferimento ai profili di corrente della piena duecentennale, risulta generalmente contenuto in pochi centimetri. Anche laddove il sovrалzo assume valori maggiori (vedansi Palente e S. Anna), dall'esame degli elaborati prodotti si riscontra che le variazioni del tirante riscontrate comunque non danno luogo a modificazioni sostanziali delle aree inondate, un discorso a parte meritano il viadotto Castelraimondo e il Vallone dove il sovrалzo è negativo a causa degli effetti indotti dalle inalveazioni.

Inoltre, dalle simulazioni effettuate si possono trarre le seguenti considerazioni:

- Fiume Potenza

La corrente di piena investe tre pile dell'opera di attraversamento; in corrispondenza di esse sono previste protezioni in gabbionate metalliche.

Analogo accorgimento relativamente alla protezione mediante idoneo rivestimento andrà adottato nei tratti in cui il rilevato stradale argina la corrente di piena.

Infine, nella tabella seguente si riportano i valori dei franchi idraulici in corrispondenza dei ponti e viadotti dell'opera in progetto. In particolare, i dati riportati si riferiscono alle sezioni immediatamente a monte e a valle del manufatto, utilizzate nei calcoli idraulici come illustrato in precedenza.

	Quota	Monte			Valle		
		Carico	Tirante	Franco	Carico	Tirante	Franco

	<b>2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b>								
	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA								
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. B	Pag. di Pag. 30 di 168	

	Intradosso I	Totale E	h	I-E	I-h	Totale E	h	I-E	I-h
	msm	msm	msm	m	m	msm	msm	m	m
Castelraimondo	321.5	312.3	311.5	9.2	10.0	312.1	311.7	9.4	9.8
Vallone	341.8	312.4	312.3	29.4	29.5	312.3	312.2	29.5	29.6
Potenza	321.0	308.0	307.7	13.0	13.3	307.9	307.7	13.1	13.3
Cesara	379.4	370.0	369.8	9.4	9.5	369.9	369.1	9.5	10.3
Palente	387.2	382.6	382.2	4.6	5.0	382.0	381.6	5.2	5.6

L'esame della tabella dimostra che il franco, valutato come differenza tra la quota di intradosso dell'impalcato e la quota di pelo libero, risulta sempre maggiore dell'energia cinetica posseduta dalla corrente e in ogni caso superiore a 1 m.

## 2) Verifica idraulica dei tombini circolari e scatolari

I tombini in cls per l'attraversamento dei fossi minori sono stati scelti tra le seguenti tipologie: circolari DN 1500 e scatolari a sezione rettangolare.

Le verifiche sono state condotte in moto uniforme basato sull'equazione Gauckler (1868) e Strickler (1923) di seguito riportata:

$$Q_P = K_S A R_H^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

dove  $Q_P$  è la portata di progetto determinata dallo studio idrologico,  $K_S$  è il coefficiente di scabrezza di Strickler (per il calcestruzzo  $K_S = 60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ) ed  $i$  è la pendenza di fondo fissata cautelativamente costante pari a 0.01.

Essendo  $A$  e  $R_H$  funzioni univoche del tirante idrico  $h$ , la relazione innanzi riportata esprime la portata  $Q(h)$  in funzione del tirante idrico.

Il motivo fondamentale per cui l'impiego in campo tecnico della formula di Gauckler e Strickler è ampiamente consolidato risiede sicuramente nella vasta messe di dati sperimentali, su cui la formula è stata calibrata; sono disponibili infatti in letteratura valori tabellati del coefficiente di scabrezza  $K_S$ , per diverse tipologie di canali e di materiali costituenti le pareti dei canali stessi (valutati per primo da Manning nel 1889).

E' stata comunque condotta un'analisi in condizioni di stato critico, che rappresenta la condizione più gravosa per gli alvei a forte pendenza. Si definisce condizione di stato critico quella condizione di deflusso cui corrisponde il minimo valore dell'energia specifica. Nelle ipotesi di distribuzione idrostatica delle pressioni nelle sezioni idriche, la condizione di stato critico implica la validità della relazione:

$$\frac{A_c^3}{B_c} = \frac{Q^2}{g}$$

essendo  $A_c$  e  $B_c$  rispettivamente la sezione idrica e la larghezza del pelo libero corrispondenti alla condizione di stato critico.

In generale, com'è ben noto, l'equazione sopra riportata va risolta per tentativi per sezioni complesse, mentre per alcune sezioni geometriche notevoli esistono relazioni analitiche che esprimono in modo esplicito il tirante idrico in condizioni di stato critico.

 <b>QUADRILATERO</b> Marche Umbria S.p.A.	<b>2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 00000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. B	Pag. di Pag. 31 di 168

In particolare per alvei a sezione rettangolare essa si specializza nella relazione

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{gB^2}}$$

I risultati delle elaborazioni, condotte per valori del periodo di ritorno  $T=200$  anni sono riportati nella tabella che segue. L'esame mostra che il grado di riempimento in moto uniforme è, nella condizione più gravosa ( $T=200$  anni) sempre inferiore al 70%. Di contro i valori di velocità rimangono sempre inferiori a 5 m/s, valore questo ampiamente accettabile, in relazione anche al periodo di ritorno considerato.

		Area bagnata	Contorno Bagnato	Raggio idraulico	i	Q	Vu	hc/hmax
		m <sup>2</sup>	m	m				
0+654.5	2x2	2.710	4.71	0.58	0.0100	11.249	4.151	68%
1+050	2x2	0.665	2.67	0.25	0.0100	1.582	2.379	17%
1+976	DN1500	0.361	1.60	0.23	0.0100	0.802	2.225	26%
2+568	DN1500	0.482	1.80	0.27	0.0100	1.203	2.497	32%
3+165.1	DN1500	0.798	2.24	0.36	0.0100	2.404	3.013	46%
3+582.7	2x2	2.012	4.01	0.50	0.0100	7.619	3.787	50%
3+843.2	DN1500	0.216	1.31	0.16	0.0100	0.388	1.799	18%
5+429.8	DN1500	0.798	2.24	0.36	0.0100	2.406	3.014	46%
5+566.5	DN1500	1.084	2.63	0.41	0.0100	3.607	3.326	59%
5+790.0	DN1500	1.084	2.63	0.41	0.0100	3.607	3.326	59%
6+070.7	DN1500	0.482	1.79	0.27	0.0100	1.202	2.496	32%
6+242.0	DN1500	0.423	1.70	0.25	0.0100	1.002	2.371	29%
6+595.9	3x2	3.953	5.64	0.70	0.0100	18.726	4.737	66%
6+893.7	DN1500	0.361	1.60	0.23	0.0100	0.802	2.224	26%
Viab. Poderale	2x2	0.830	2.28	0.36	0.0010	0.802	0.966	48%
6+968.6	DN1500	0.361	1.60	0.23	0.0100	0.802	2.224	26%
7+080.8	DN1500	0.220	1.32	0.17	0.0100	0.400	1.816	18%
7+246.8	DN1500	0.698	2.11	0.33	0.0100	2.005	2.873	42%
7+461.7	DN1500	0.593	1.96	0.30	0.0100	1.605	2.705	37%
7+527.2	DN1500	0.593	1.96	0.30	0.0100	1.605	2.705	37%
7+654.5	DN1500	0.698	2.11	0.33	0.0100	2.006	2.873	42%

		Area bagnata	Contorno Bagnato	Raggio idraulico	i	Q	Vu	hc/hmax
		m <sup>2</sup>	m	m				
7+915.9 + viab.	2x2	1.775	3.78	0.47	0.0100	6.442	3.628	44%
8+150	DN1500	1.275	2.90	0.44	0.0100	4.420	3.468	68%
8+400	DN1500	1.690	3.69	0.46	0.0100	6.026	3.565	42%
9+724.6 + strada depurat	3.5x2	6.902	7.45	0.93	0.0050	27.827	4.032	69%
10+168.8	2x2	2.428	4.43	0.55	0.0100	9.760	4.020	61%
10+664	2x2	2.184	4.18	0.52	0.0100	8.497	3.890	55%
10+832.8	2x2	1.356	3.36	0.40	0.0100	4.447	3.279	34%
10+990	DN1500	1.186	2.77	0.43	0.0100	4.044	3.409	64%
11+859.8	DN1500	0.485	1.80	0.27	0.0100	1.213	2.503	32%
12+208.7	DN1500	1.184	2.77	0.43	0.0100	4.033	3.407	64%
12+340	DN1500	0.597	1.97	0.30	0.0100	1.618	2.711	37%
12+558.57	DN1500	0.362	1.60	0.23	0.0100	0.808	2.229	26%
12+670.76	DN1500	1.528	3.53	0.43	0.0100	5.250	3.435	38%

	<b>2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b>								
	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA								
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. B	Pag. di Pag. 34 di 168	

## 7. SISTEMAZIONI IDRAULICHE

Sulla base dei risultati delle simulazioni idrauliche (cfr. Allegato) sono stati previsti gli interventi di inasprimento dei corsi d'acqua mediante gabbioni e/o materassi in corrispondenza degli attraversamenti dei corsi d'acqua principali (ponti e viadotti).

### 7.1 VERIFICHE DI STABILITÀ DEI RIVESTIMENTI

La stabilità delle opere di rivestimento in materassi metallici tipo Reno o sui paramenti rivestiti in pietrame delle terre rinforzate è stata effettuata confrontando l'azione di trascinamento  $\tau$  esercitata dalla corrente sul rivestimento con il suo valore critico  $\tau_{cr}$ , in corrispondenza del quale si ha l'inizio del moto del materiale costituente il rivestimento o si produce un eccesso di deformazione dello stesso.

L'azione di trascinamento media esercitata dalla corrente sul rivestimento può essere infatti espressa, con riferimento alle condizioni di moto uniforme, dalla relazione:

$$\tau = \gamma_w R_H J$$

in cui:

- $R_H$  raggio idraulico (m);
- $\gamma_w$  peso specifico dell'acqua (KN/m<sup>3</sup>);
- $J$  pendenza motrice (m/m)

Mentre l'azione di trascinamento critica  $\tau_{cr}$ , che determina l'incipienza del moto del materiale costituente il rivestimento o che produce un eccesso di deformazioni, nel caso di giacitura orizzontale, è fornita dalla relazione di Shields:

$$\tau_{cr} = \Phi (\gamma_s - \gamma_w) d_m$$

in cui:

$\Phi$  è il parametro di Shields, assunto pari a 0.047 per massi sciolti, pari a 0.10 per materassi e gabbioni;  
 $\gamma_w$  peso specifico dell'acqua (KN/m<sup>3</sup>);

$\gamma_s$  peso specifico del materiale costituente il rivestimento (N/m<sup>3</sup>);

$d_m$  dimensioni medie del materiale costituente il rivestimento (m).

mentre nel caso di una sponda inclinata di un'angolo  $\alpha$  sull'orizzontale l'azione tangenziale critica  $\tau_{cr\alpha}$  calcolata attraverso la relazione:

$$\tau_{cr\alpha} = \tau_{cr} (1 - \tan^2 \alpha / \tan^2 \phi)^{1/2}$$

in cui:

$\alpha$  è l'angolo di inclinazione delle sponde sull'orizzontale;

$\phi$  è l'angolo di attrito del materiale costituente il rivestimento

$\tau_{cr}$  è l'azione di trascinamento limite sul fondo, valutata tramite la relazione di Shields

	<b>2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b>								
	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA								
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. B	Pag. di Pag. 35 di 168	

## 7.2 STIMA DEGLI SCALZAMENTI IN CORRISPONDENZA DELLE PILE DEI VIADOTTI

La presenza di una pila in alveo, oltre a causare, un incremento della velocità della corrente, per effetto del restringimento della sezione, determina contemporaneamente la formazione di un sistema vorticoso, a forma di ferro di cavallo, che avvolge planimetricamente tutta l'area circostante la pila stessa e che determina, nel caso di alvei costituiti da materiali incoerenti, l'innescarsi di fenomeni di erosione localizzata.

Per la valutazione dell'entità del massimo scalzamento atteso in corrispondenza delle pile dei viadotti si è fatto riferimento alla formulazione di Breusers:

$$ds/s = f_1 (V_o/V_c) \times [2 \times \tanh (y_o/s)] f_2 (\text{forma}) f_3 (\alpha, l)$$

in cui:

ds è la profondità di scavo misurata dal fondo alveo indisturbato;

s è la larghezza della pila di lunghezza l;

V<sub>o</sub> è velocità della corrente indisturbata dalla presenza della pila;

V<sub>c</sub> è la velocità critica di trascinamento, intesa come valor medio della velocità della corrente in corrispondenza del quale si ha l'incipienza del moto del materiale costituente il fondo;

- $\alpha$  è l'angolo che la direzione della corrente forma con l'asse della pila.
- f<sub>1</sub>, f<sub>2</sub>, f<sub>3</sub> coefficienti adimensionali.

La velocità critica V<sub>c</sub> viene espressa attraverso la relazione:

$$V_c = 0.85 \times [2 g \times d (\gamma_s/\gamma - 1)]^{1/2}$$

in cui:

- g è la costante di gravità;
- d dimensione caratteristica dei sedimenti;
- $\gamma_s$  è il peso specifico dei sedimenti;
- $\gamma$  è il peso specifico dell'acqua.

mentre il coefficiente f<sub>1</sub> = f<sub>1</sub>(V<sub>o</sub>/V<sub>c</sub>) e pari a:

$$f_1 = 0 \quad \text{per } V_o/V_c \leq 0.5$$

$$f_1 = 2 \times V_o/V_c - 1 \quad \text{per } 0.5 < V_o/V_c \leq 1.0$$

$$f_1 = 1 \quad \text{per } V_o/V_c > 1.0$$

ed i coefficienti f<sub>2</sub> ed f<sub>3</sub> sono pari a 1 nel caso di pile circolari.

	<b>2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. B	Pag. di Pag. 36 di 168

## 8. OPERE DI DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA STRADALE

Lungo il tracciato stradale di progetto è stato previsto un sistema di canalizzazioni per il convogliamento e l'allontanamento delle acque meteoriche che interessano la sede stradale, le scarpate artificiali e i versanti naturali adiacenti.

Per il dimensionamento delle opere di drenaggio si è tenuto conto, oltre che delle pendenze del terreno naturale, del profilo longitudinale del piano stradale e delle pendenze trasversali dei tratti in rettilineo e in curva.

Le opere di allontanamento delle acque di piattaforma sono le seguenti:

- nei tratti in rilevato sono previsti embrici lungo le scarpate e fossi di guardia ai piedi del rilevato, lungo entrambi i lati della strada;
- nei tratti in trincea sono previsti fossi di guardia lungo il ciglio della scarpata, aventi la funzione di raccogliere e allontanare le acque di ruscellamento provenienti dal versante naturale. Per il drenaggio delle acque di piattaforma sono state disposte cunette "alla francese" lungo le banchine, intercettate sistematicamente da caditoie per il convogliamento delle acque all'interno della tubazione di drenaggio sottostante in PVC;
- nei tratti in viadotto sono disposte caditoie lungo le banchine per il convogliamento delle acque alle sottostanti tubazioni di drenaggio in PVC;
- nei tratti in galleria, oltre alle tubazioni laterali in PVC, è prevista la disposizione di una tubazione centrale in cls DN 600 a giunti aperti per il drenaggio dell'arco rovescio.

### 8.1 CALCOLO DELLE PORTATE PERTINENTI A CIASCUN MANUFATTO

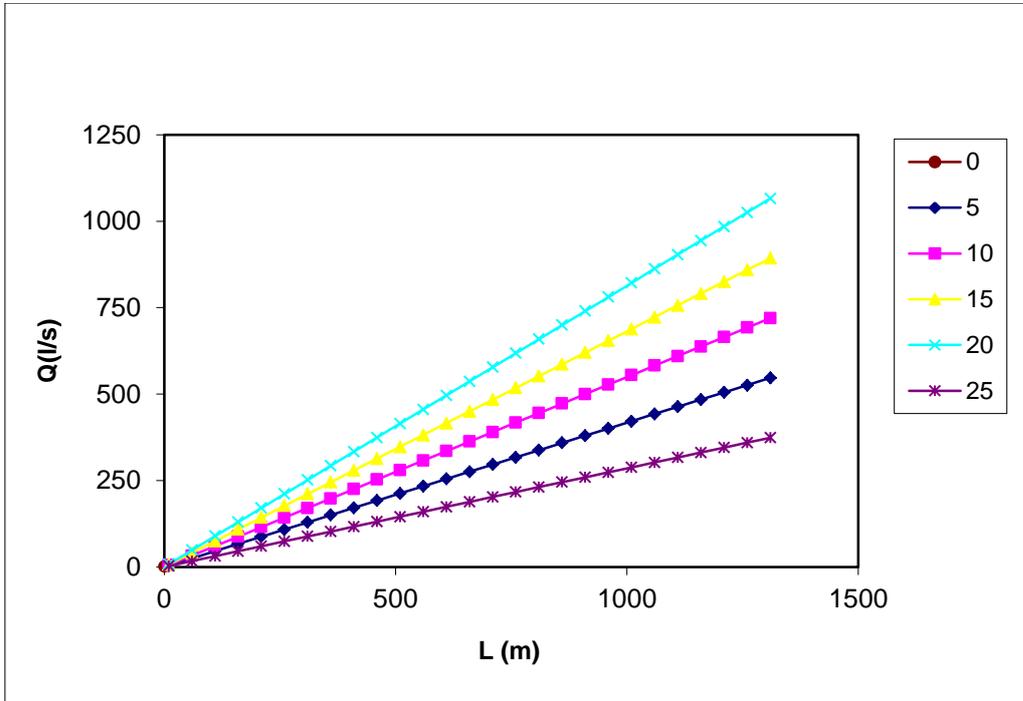
Le portate massime di deflusso sia lungo i versanti naturali che lungo la piattaforma stradale vengono calcolate mediante la formula razionale (2) (metodo della corrivazione), assumendo un tempo di corrivazione pari a 5 minuti.

La legge di possibilità pluviometrica adottata è stata quella relativa alla stazione pluviometrica di Fabriano, per un tempo di ritorno  $T_r = 50$  anni, modificata per durate inferiori all'ora:

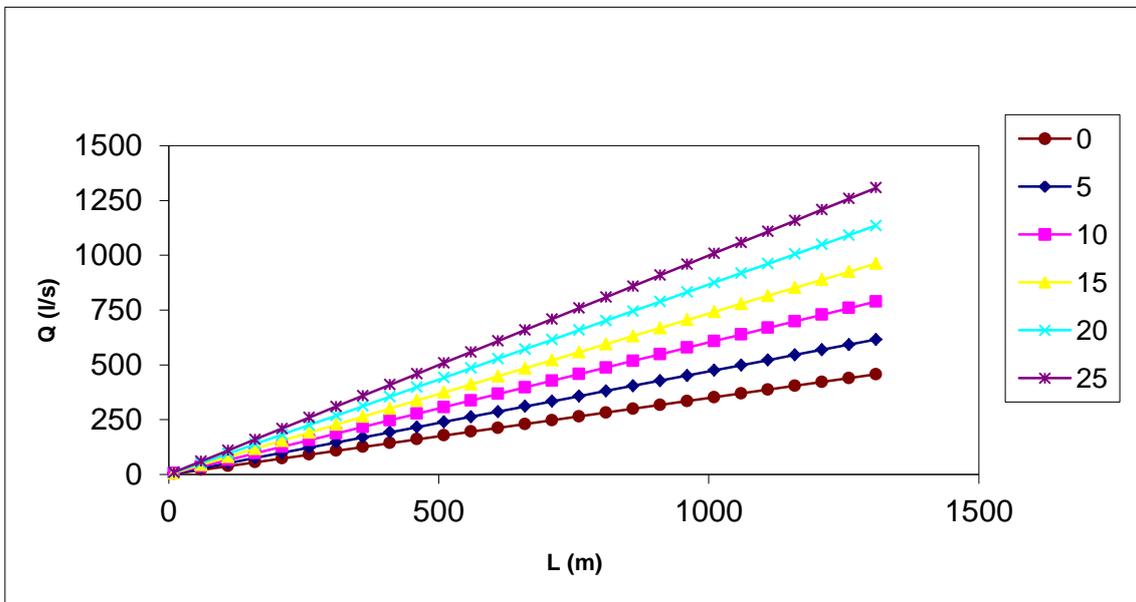
$$h = 56.30 d^{0.51}$$

Il coefficiente di afflusso globale viene valutato come media pesata sulle aree contribuenti dei coefficienti di afflusso tipici di ciascuna superficie drenata ( $C_1 = 0.50$  per la superficie delle scarpate,  $C_2 = 0.20$  per il terreno naturale di notevole permeabilità,  $C_3 = 0.90$  per le superfici asfaltate).

Le figure che seguono consentono in maniera rapida, per differenti valori della larghezza della scarpata e della superficie esterna, la determinazione del valore di portata corrispondente ad un tratto di carreggiata di larghezza pari a 6 metri e lunghezza variabile.

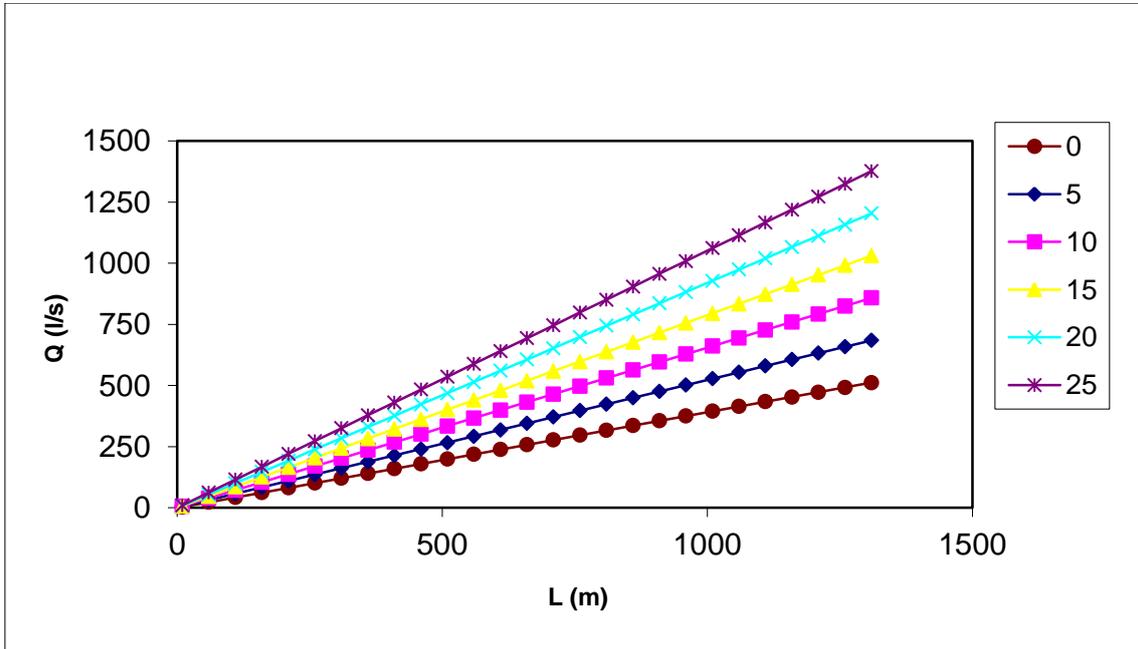


Larghezza media superficie esterna  $L_{est}=0$  m. Le curve si riferiscono a differenti valori larghezza della scarpata espressa in metri.

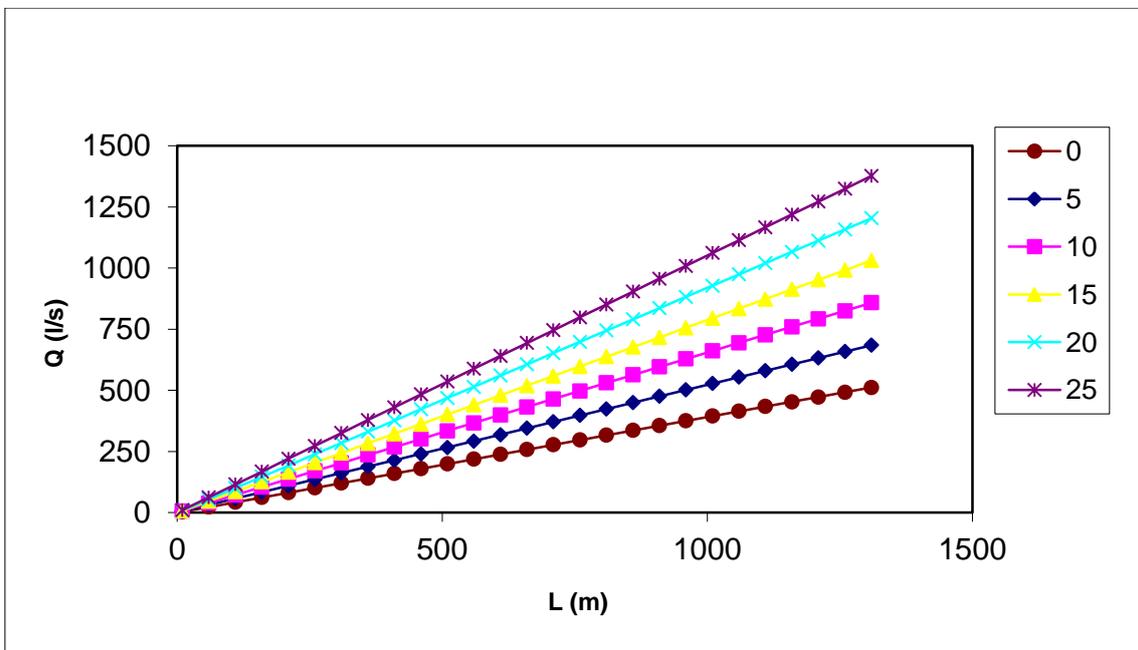


Larghezza media superficie esterna  $L_{est}=5$  m. Le curve si riferiscono a differenti valori larghezza della scarpata espressa in metri.

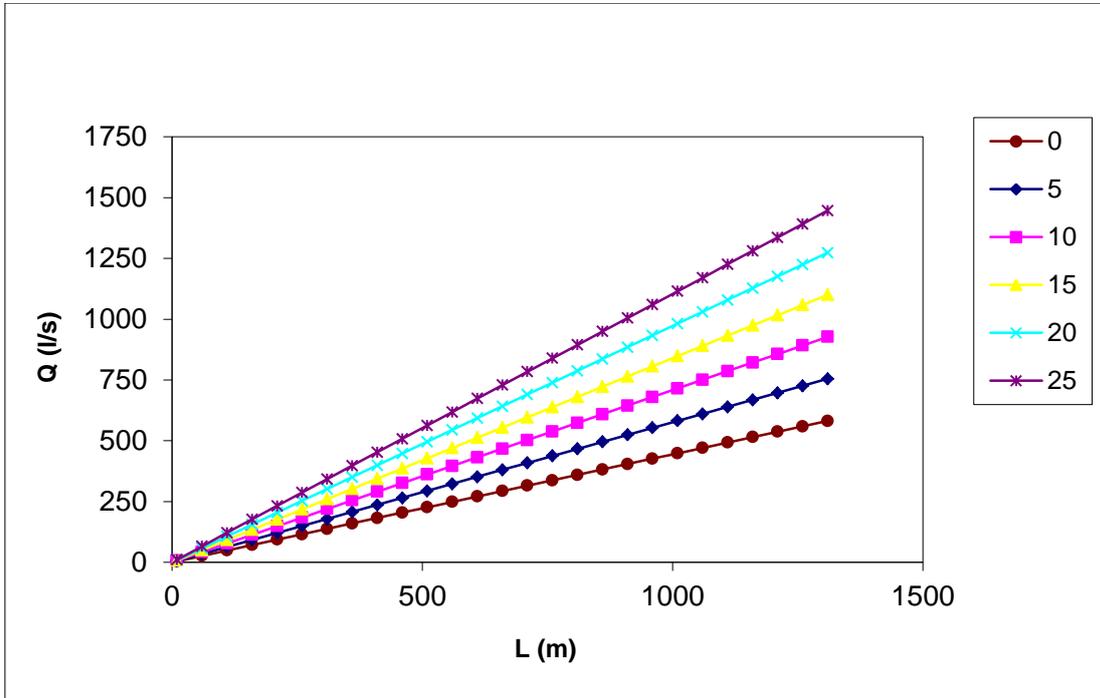
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O10000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. B	Pag. di Pag. 38 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



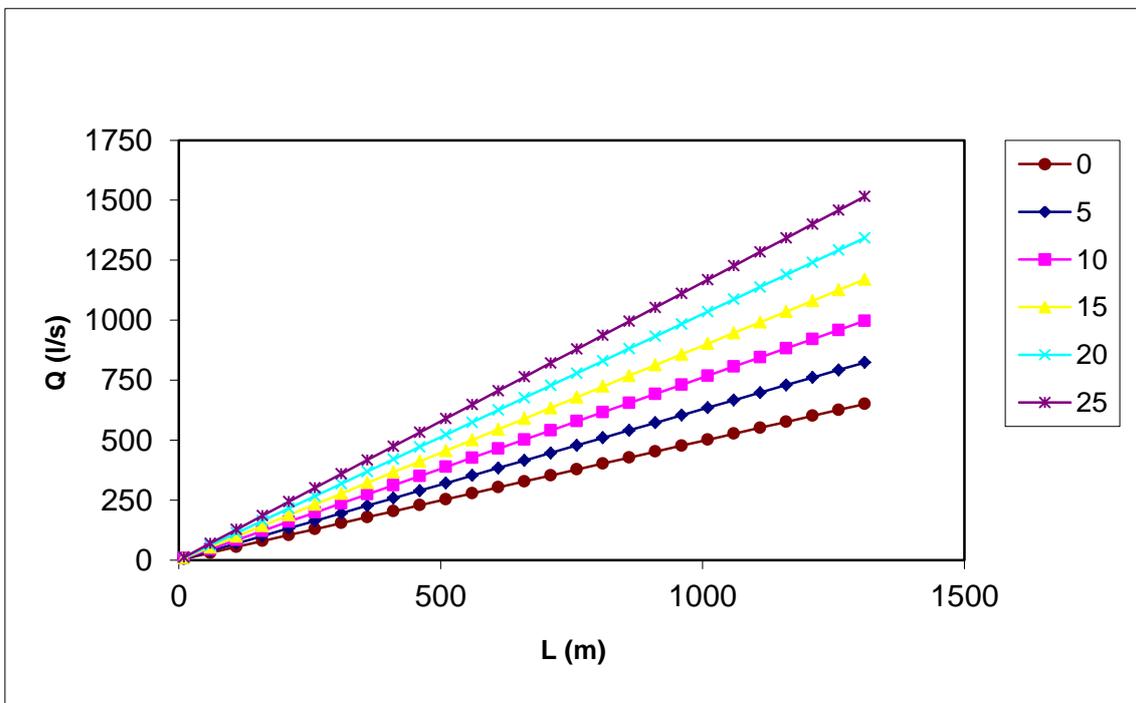
Larghezza media superficie esterna  $L_{est}=10$  m. Le curve si riferiscono a differenti valori larghezza della scarpata espressa in metri.



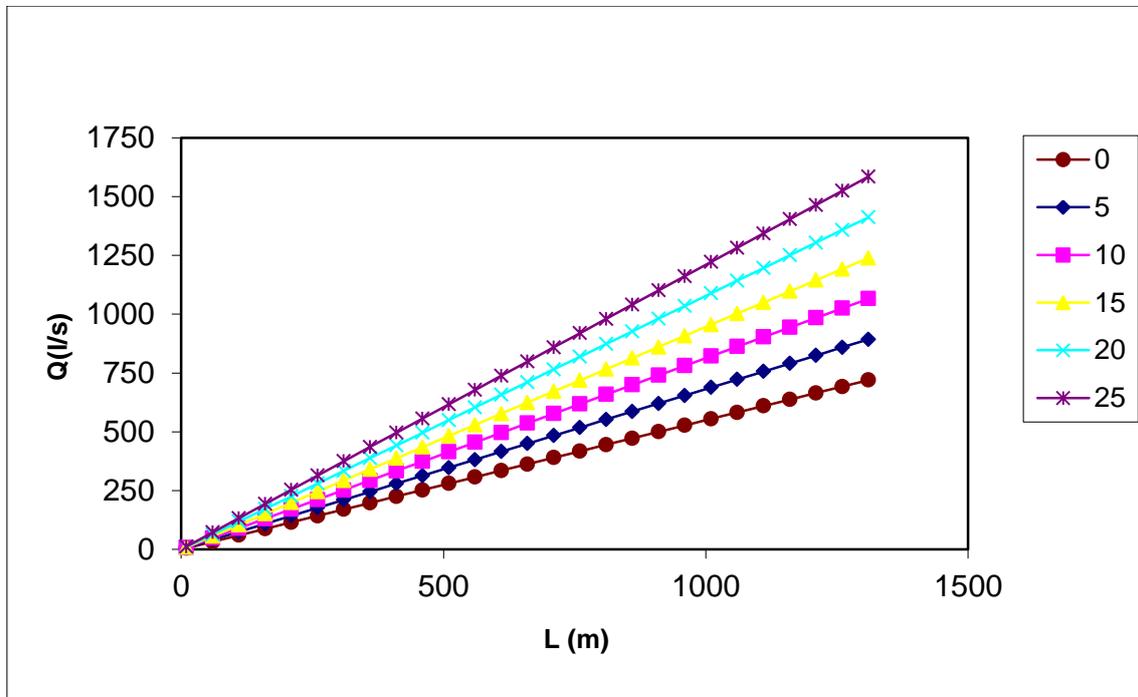
Larghezza media superficie esterna  $L_{est}=10$  m. Le curve si riferiscono a differenti valori larghezza della scarpata espressa in metri.



Larghezza media superficie esterna  $L_{est}=15$  m Le curve si riferiscono a differenti valori larghezza della scarpata espressa in metri.



Larghezza media superficie esterna  $L_{est}=20$  m Le curve si riferiscono a differenti valori larghezza della scarpata espressa in metri.

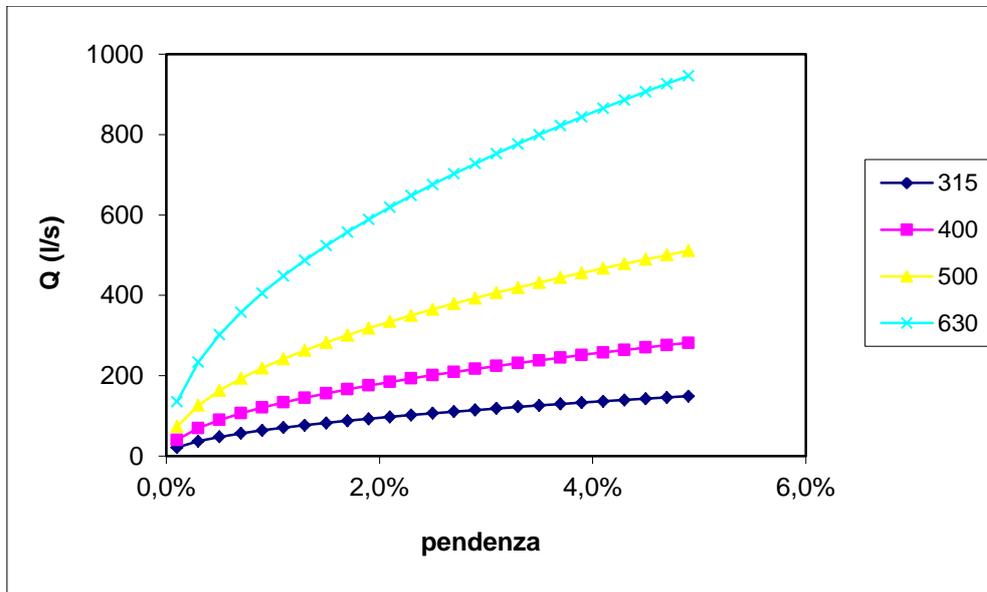


Larghezza media superficie esterna  $L_{est}=25$  m. Le curve si riferiscono a differenti valori larghezza della scarpata espressa in metri.

## 8.2 VERIFICA DELLE TUBAZIONI DI DRENAGGIO

La verifica idraulica dei singoli tratti di tubazione di drenaggio è stata condotta considerando il bacino contribuente complessivo sotteso a monte, e la portata di progetto calcolata mediante gli abachi di cui al paragrafo precedente. La verifica idraulica è condotta assumendo valide le condizioni di moto uniforme mediante la formula (3) utilizzando i valori  $Ks = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  ed  $i$  pari alla pendenza longitudinale della strada. Si ammette un riempimento massimo pari al 60 % della sezione utile di deflusso.

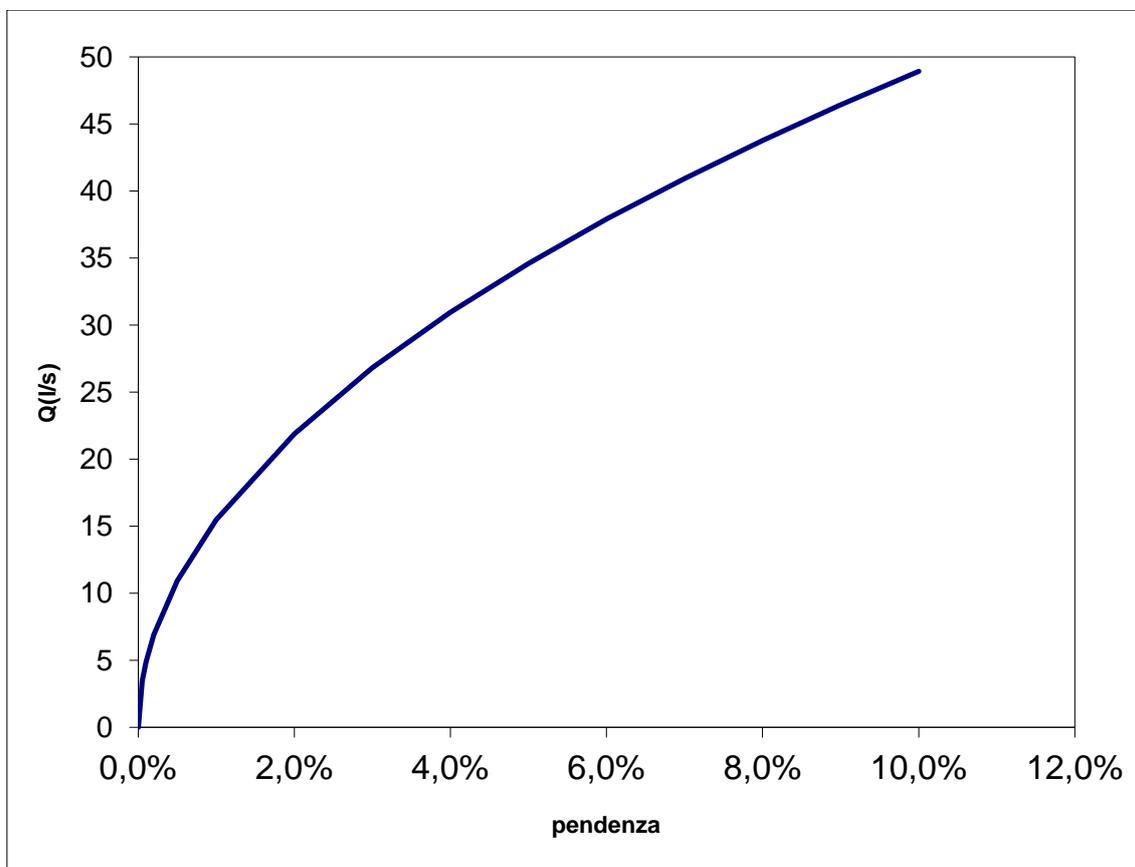
Le tubazioni sono state scelte tra le seguenti tipologie: PVC DN 315, DN 400, DN 500 e DN 630. Nella figura che segue si riporta il valore di portata massima corrispondente al grado di riempimento assegnato, per le tubazioni considerate, al variare della pendenza della tubazione.



### 8.3 VERIFICA DELLE CUNETTE ALLA FRANCESE (SEZIONE TRIANGOLARE)

La verifica idraulica del generico tratto di cunetta è svolta considerando il bacino contribuyente complessivo sotteso a monte. La verifica idraulica del generico tratto di tubazione di drenaggio è svolta considerando il bacino contribuyente complessivo sotteso a monte, e la portata di progetto è calcolata mediante gli abachi di cui al paragrafo precedente. Per ogni tratto di cunetta la portata complessiva considerata nella verifica è data dal contributo affluente linearmente tra due caditoie successive.

La verifica è svolta in moto uniforme considerando la sezione di deflusso triangolare con coefficiente di scabrezza  $K_s = 60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  e pendenza di fondo  $i$  pari alla pendenza longitudinale della superficie stradale. Nella figura che segue si riporta il valore di portata massima corrispondente ad un grado pari all'80% al variare della pendenza longitudinale della strada.



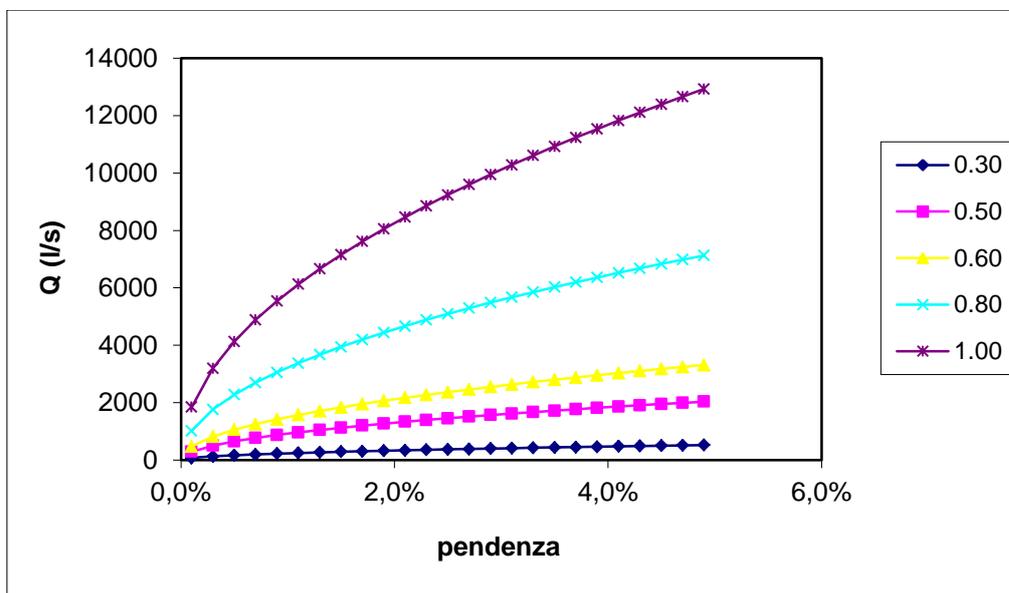
#### 8.4 VERIFICA DEI FOSSI DI GUARDIA

I fossi di guardia raccolgono le acque che defluiscono sia dalla superficie del corpo stradale che, eventualmente, da fasce circostanti di terreno naturale, per convogliarle alla rete di drenaggio naturale presente nella zona in esame. I fossi sono quindi interconnessi con tutta la rete scolante dai terreni circostanti e dai versanti naturali.

Nel dimensionamento dei fossi di guardia si tiene conto, in generale, del contributo lineare della portata proveniente dalla piattaforma stradale, dalle scarpate artificiali e dai versanti naturali adiacenti, sommato alle eventuali immissioni puntuali (intercettazione fossi naturali, confluenze, etc.) e alla portata proveniente dal tratto a monte. La verifica idraulica del generico tratto di tubazione di drenaggio è svolta considerando il bacino contribuente complessivo sotteso a monte, e la portata di progetto è calcolata mediante gli abachi di cui al paragrafo precedente.

I fossi di protezioni considerati sono a sezione trapezia (in cls), con pareti inclinate a 45°; sono state scelte tra le seguenti dimensioni (larghezza di fondo): 0.30 m, 0.50 m, 0.60 m, 0.80 m e 1.00 m.

La verifica è stata condotta in moto uniforme considerando un coefficiente di scabrezza  $K_s = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ , sponde di pendenza 1:1 e pendenza di fondo  $i$  pari alla pendenza longitudinale del terreno. Nella figura che segue si riporta il valore della portata massima defluibile con un grado pari all'80% nel fosso, al variare della pendenza del fosso.



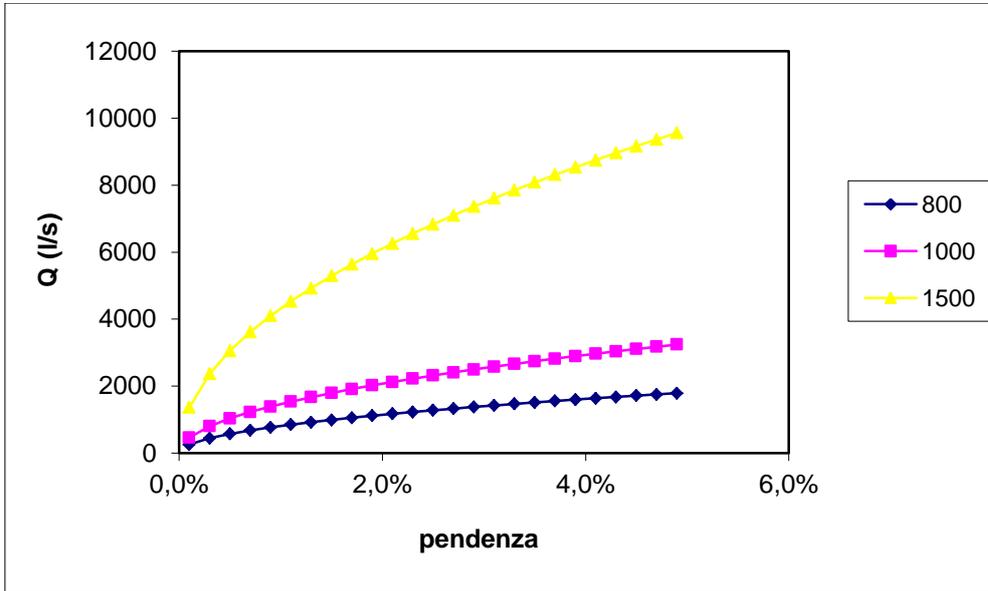
Le curve sono al variare della dimensione del fosso (m)

## 8.5 VERIFICA DEI TOMBINI DI RACCORDO DEI FOSSI DI GUARDIA

I tombini in cls per il raccordo dei fossi di guardia sono stati scelti tra le seguenti tipologie: circolari DN 1500 o scatolari di opportuna grandezza.

Le verifiche sono state condotte in moto uniforme basato sull'equazione (3) con coefficiente di scabrezza  $K_s = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ . Nella figura che segue si riporta il valore di portata massima corrispondente ad un grado pari all'60% al variare della pendenza del tombino.

Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O10000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. B	Pag. di Pag. 44 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



Le curve sono funzione del diametro del tombino (mm)

 <b>QUADRILATERO</b> Marche Umbria S.p.A.	<b>2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. B	Pag. di Pag. 45 di 168

## 9. DRENAGGIO CONTROLLATO

I monitoraggi ambientali individuano come sensibili alcuni corsi d'acqua superficiali che vengono attraversati dal tracciato di progetto. Al fine di evitare che le acque di pioggia ricadenti sulla piattaforma stradale siano recapitate direttamente nei corsi d'acqua ricettori, i tratti in essere sono equipaggiati mediante un sistema di collettamento delle acque posto al disotto della pavimentazione stradale che le convoglia verso idonei impianti di trattamento opportunamente ubicati lungo il tracciato e successivamente scaricate nei rispettivi ricettori.

Per il dimensionamento delle opere di drenaggio si è tenuto conto, oltre che delle pendenze del terreno naturale, del profilo longitudinale del piano stradale e delle pendenze trasversali dei tratti in rettilineo e in curva.

Le opere di allontanamento delle acque di piattaforma nei tratti a drenaggio controllato sono le seguenti:

- nei tratti in rilevato sono disposte canalette prefabbricate con asola a margine della banchina, intercettate sistematicamente da pozzetti di scarico e ispezione per il convogliamento delle acque all'interno della tubazione di drenaggio sottostante in PEAD;
- nei tratti in trincea sono disposte cunette "alla francese" lungo le banchine che scaricano attraverso caditoie nei sottostanti collettori in PEAD; il passaggio tra la sezione in trincea e quella in rilevato o viceversa è realizzato mediante un pozzetto "di scambio" prefabbricato in cls;
- nei tratti in viadotto sono disposte caditoie lungo le banchine per il convogliamento delle acque alle sottostanti tubazioni in PEAD;
- nei tratti in galleria si utilizzano le tubazioni laterali in PVC già previste.

	<b>2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b>								
	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA								
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O0000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. B	Pag. di Pag. 46 di 168	

## 10. VASCHE DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

Al fine di salvaguardare la qualità delle acque dei corsi d'acqua interessati dal drenaggio stradale, si è scelto di posizionare lungo il tracciato di progetto n°8 impianti di trattamento delle acque che ricadono sulla piattaforma stradale, con la funzione di trattene i residui di idrocarburi (oli, benzine, carburanti incombusti) che si trovano sulla superficie pavimentata e impedire che siano convogliati direttamente nei corsi d'acqua ricettori.

L'intero tracciato in progetto è sottoposto al trattamento delle acque

Il dimensionamento dei manufatti di trattamento è stato effettuato in accordo con le disposizioni della Legge Regionale n° 62 del 27/05/1985 "Disciplina degli scarichi degli insediamenti civili e delle pubbliche fognature -Tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento" che considerano "acque di prima pioggia quelle corrispondenti per ogni evento meteorico ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. Ai fini del calcolo delle portate, si stabilisce che tale valore si verifichi in quindici minuti i coefficienti di afflusso alla rete si assumono pari ad 1 per le superfici coperte, lastricate od impermeabilizzate e a 0,3 per quelle permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici coltivate".

Si è perciò deciso di trattare le acque di prima pioggia convogliandole, attraverso una rete di tubazioni, verso gli impianti di trattamento, la tabella seguente riassume le portate trattate e i volumi di acqua da trattare per ogni singolo impianto, oltre che la posizione planimetrica:

	Progressiva	Posizione	Area contribuente	Q trattata	Volume minimo	Portata nominale Impianto	tubazione in ingresso	Recapito
N°	KP		[m <sup>2</sup> ]	[l/s]	[m <sup>3</sup> ]	[l/s]		
1	0+660	DX	15750	87.507	79	100	DN 800	Rio Laidoso
2	1+520	DX	10185	56.588	51	65	DN 630	Viadotto Vallone
3	3+340	SX	9450	52.504	47	65	DN 800	Canale
4	3+920	SX	13230	73.506	66	85	DN 630	Torrente Esino
5	6+160	SX	17640	98.008	88	120	DN 630	Canale
6	6+940	SX	22890	127.177	114	150	DN 630	Canale
7	9+160	SX	21315	118.426	107	150	DN 800	Viadotto Cesara
8	12+820	SX	16065	89.257	80	100	DN 630	Canale

 <b>QUADRILATERO</b> Marche Umbria S.p.A.	<b>2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O10000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. B	Pag. di Pag. 47 di 168

## 10.1 PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

I decantatori – separatori di idrocarburi che sono stati presi in esame hanno un by-pass integrato e lo scolmatore di piena a secco e comprendono:

- Uno scomparto scolmatore di piena a secco, separato ed isolato dal decantatore dotato di una luce ad apertura calibrata;
- Un compartimento dissabbiatore;
- Un compartimento separatore.

Lo scolmatore di piena secco permette di ottimizzare lo stoccaggio dei fanghi nel dissabbiatore e di evitarne il rilascio. La portata eccedente quella di trattamento viene evacuata direttamente allo scarico grazie alla condotta di by-pass integrata una volta che la portata nominale sia stata raggiunta.

Il separatore assicura il pretrattamento delle acque inquinate dagli idrocarburi leggeri per coalescenza attraverso strutture a nido d'ape in polipropilene. Queste strutture, asportabili ed ispezionabili, permettono, grazie alla loro grande superficie efficace, di ottenere un coefficiente di separazione elevato, associato ad una migliore alimentazione idraulica.

L'apparecchiatura è dimensionata per permettere uno scarico in termini di idrocarburi liberi inferiore a 5 mg/l nelle condizioni di prova previste dalla norma EN 858-1.

L'uscita dal separatore è protetta da un sistema di otturazione automatica posto in corrispondenza di una ispezione comprendente un otturatore mobile galleggiante completamente in acciaio inox.

## 10.2 COSTRUZIONE

Queste apparecchiature sono realizzate in acciaio S235 JR e sono protette, dopo sabbiatura SA 2,5, con un rivestimento interno ed esterno le cui caratteristiche di resistenza minime sono le seguenti:

- Resistenza ai colpi 4 N/m;
- Aderenza 6 N/mm<sup>2</sup>;
- Porosità dielettrica 2500 V;
- Nebbia salina 1000 h;

Le saldature interne ed esterne sono realizzate in continuo per permettere una continuità del rivestimento.

La resistenza meccanica del manufatto è calcolata per un carico statico uniformemente distribuito di 26,9 kN/m<sup>2</sup>. Se l'installazione avviene sotto carichi superiori, l'impresa che cura la posa dovrà realizzare una soletta di ripartizione dei carichi verticali dovuti al riempimento ed ai carichi dinamici; dovrà quindi appoggiarsi sul terreno circostante e non sul riempimento e sul manufatto.

 <b>QUADRILATERO</b> Marche Umbria S.p.A.	<b>2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. B	Pag. di Pag. 48 di 168

### 10.3 EQUIPAGGIAMENTI

- Fondi bombati su virola;
- Scolmatore di piena a secco con luce tarata, isolato dal decantatore;
- Deflettore in ingresso;
- Grigliatura a barre a pulizia manuale;
- By-pass integrato con scomparto di ripresa delle acque trattate;
- Cellule in polipropilene con struttura a nido d'ape;
- Boccaporto d'accesso sotto le cellule;
- Otturatore in acciaio inossidabile;
- Scala di accesso in alluminio;
- Anelli di sollevamento;
- Piedi di appoggio;

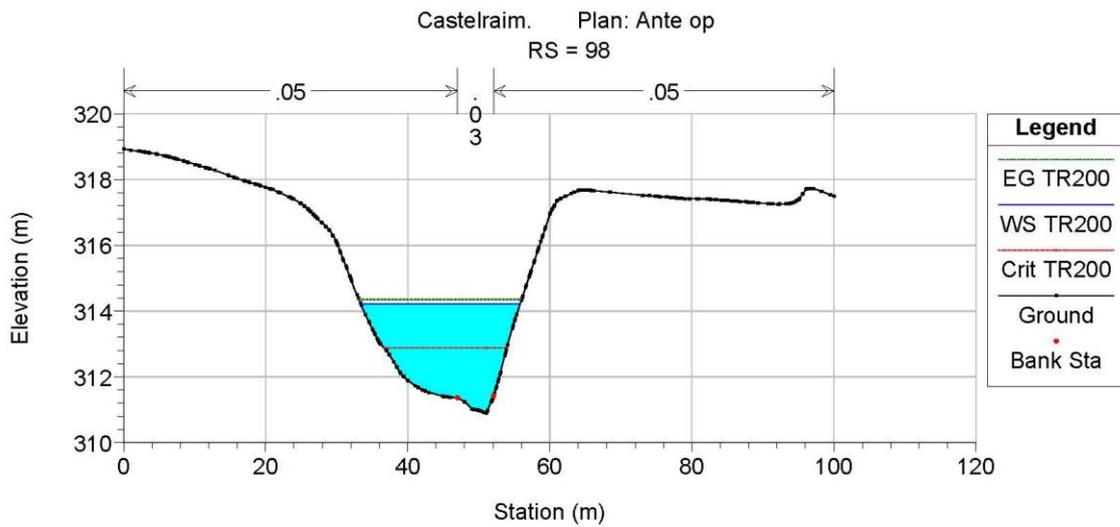
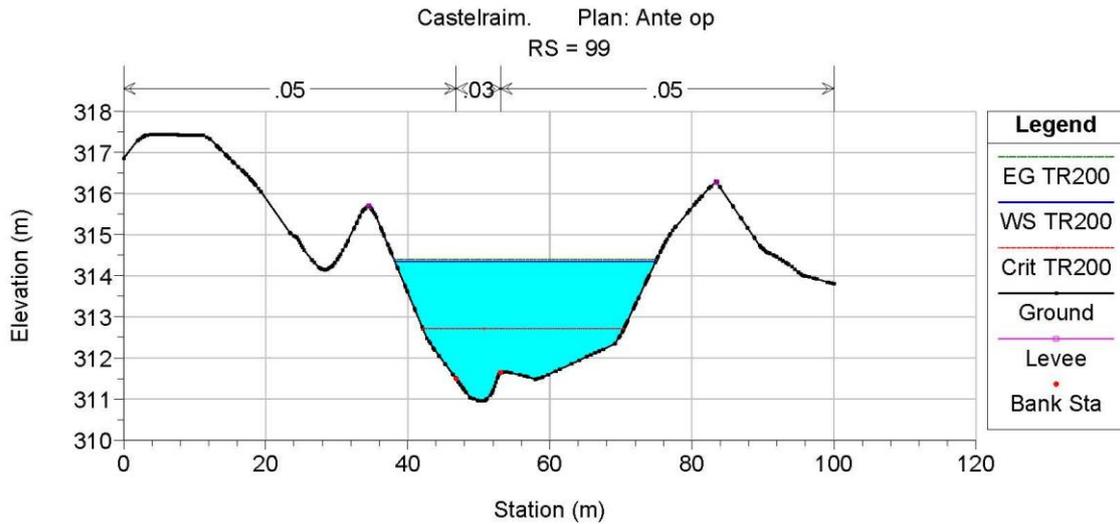
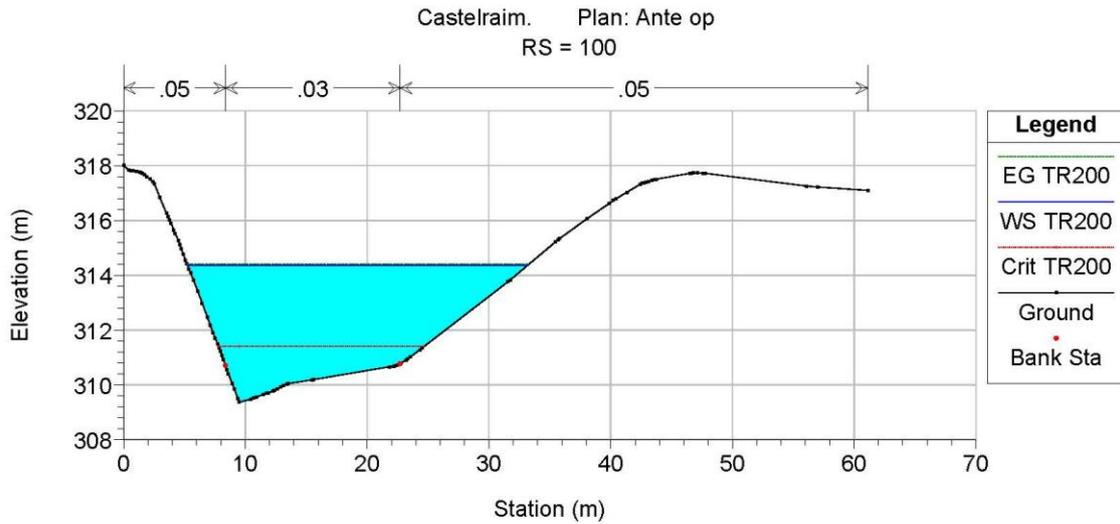
 <b>QUADRILATERO</b> Marche Umbria S.p.A.	<b>2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. B	Pag. di Pag. 49 di 168

# ALLEGATO A

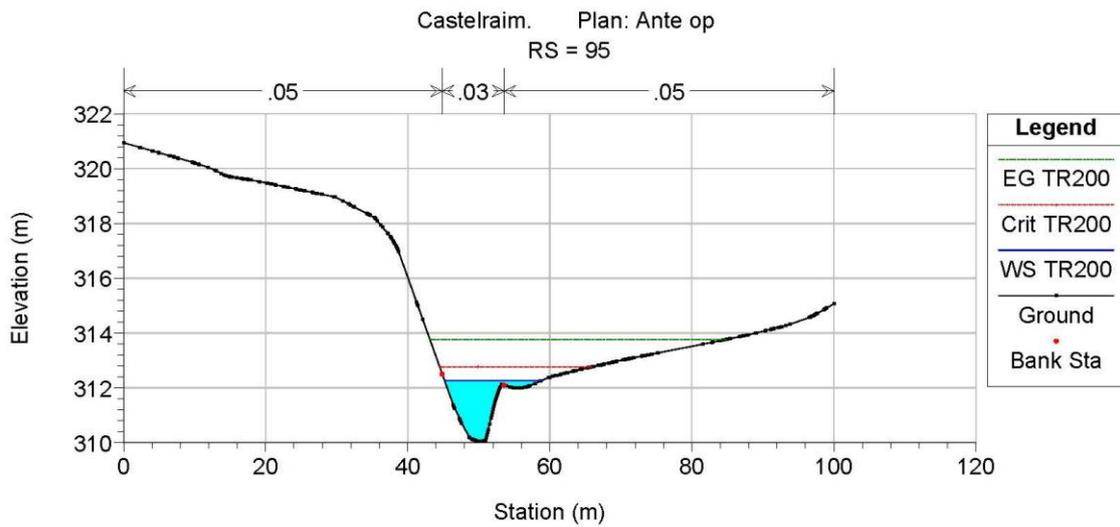
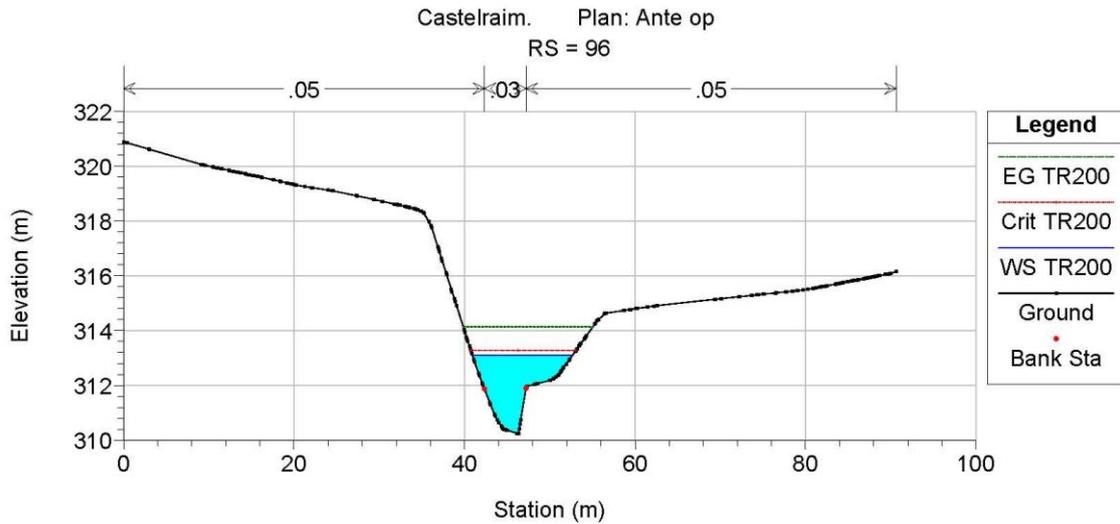
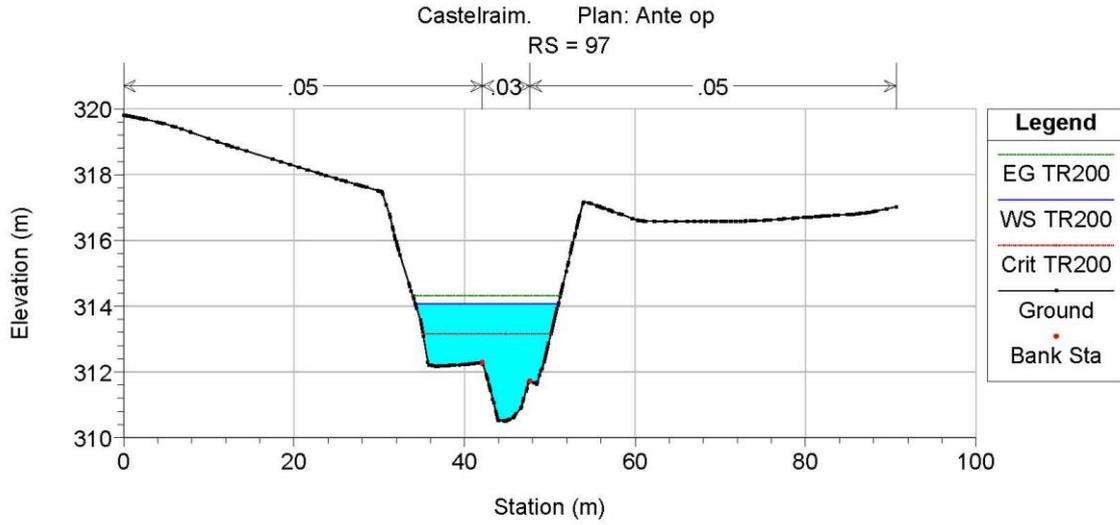
## ***RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IDRAULICHE SUI CORSI D'ACQUA INTERFERENTI CON IL TRACCIATO IN PROGETTO***



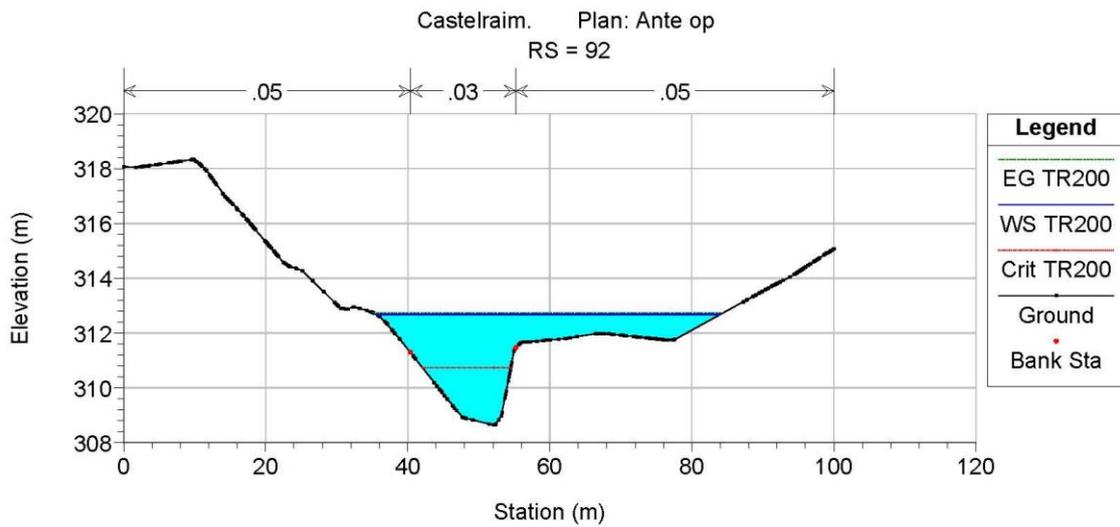
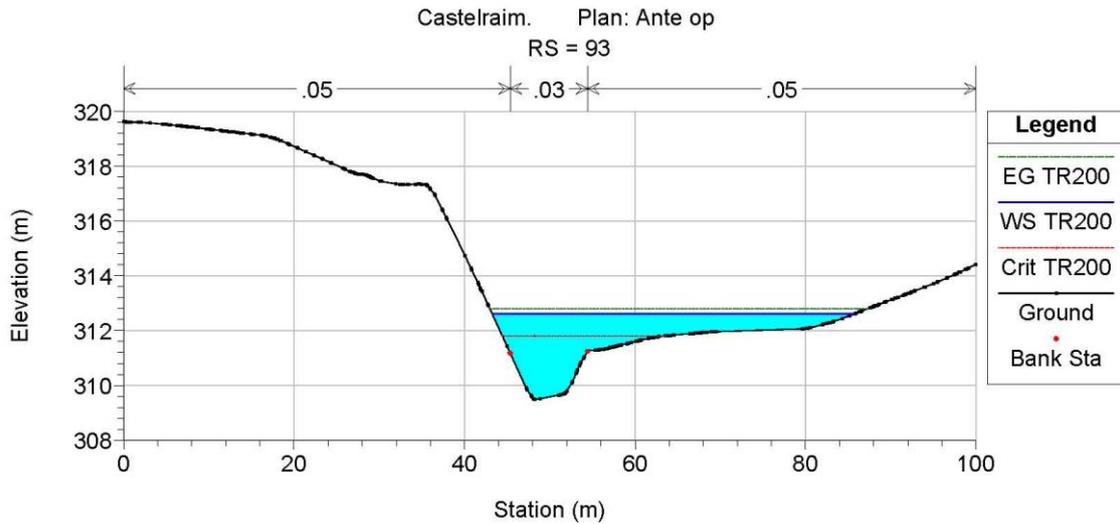
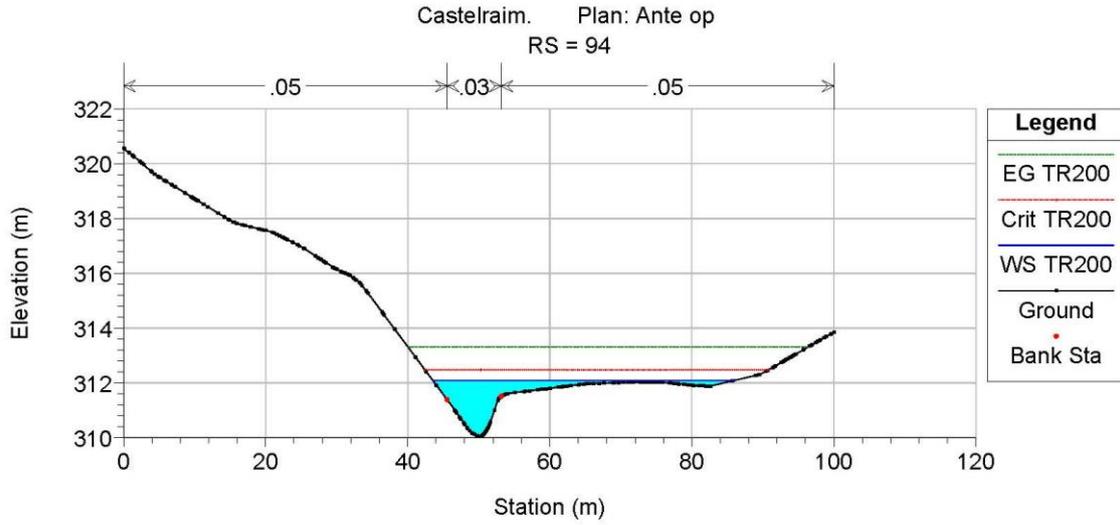
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O0000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 51 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	--------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



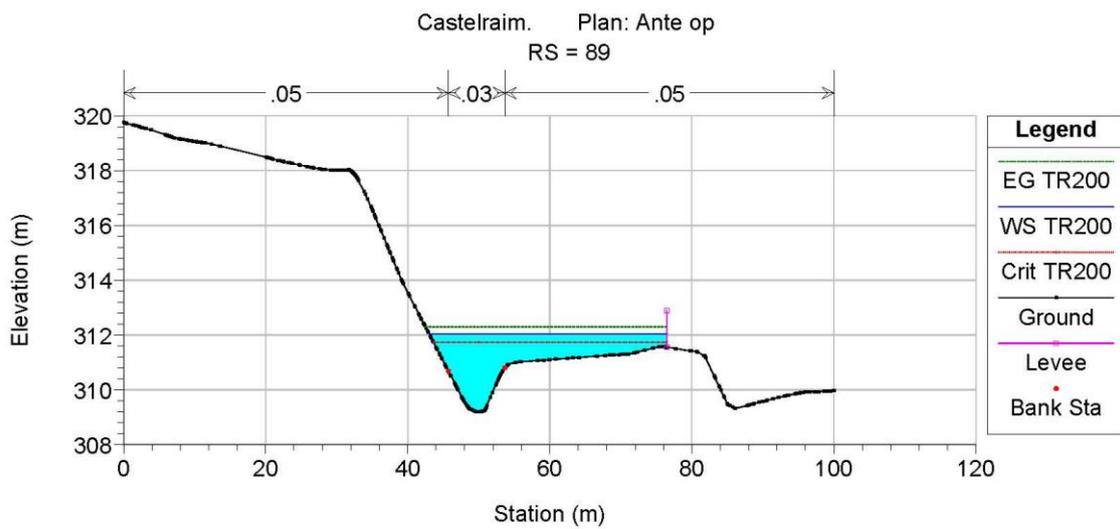
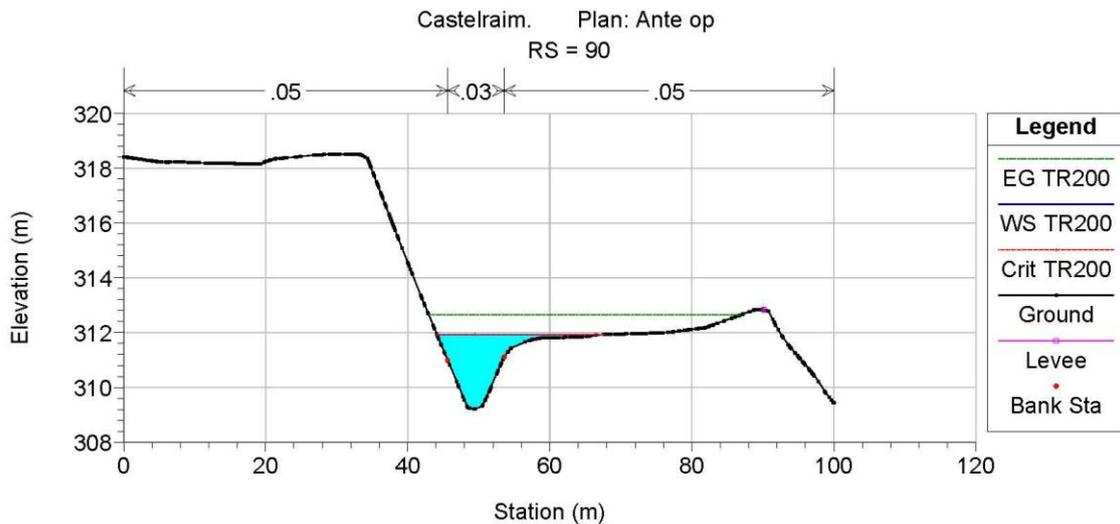
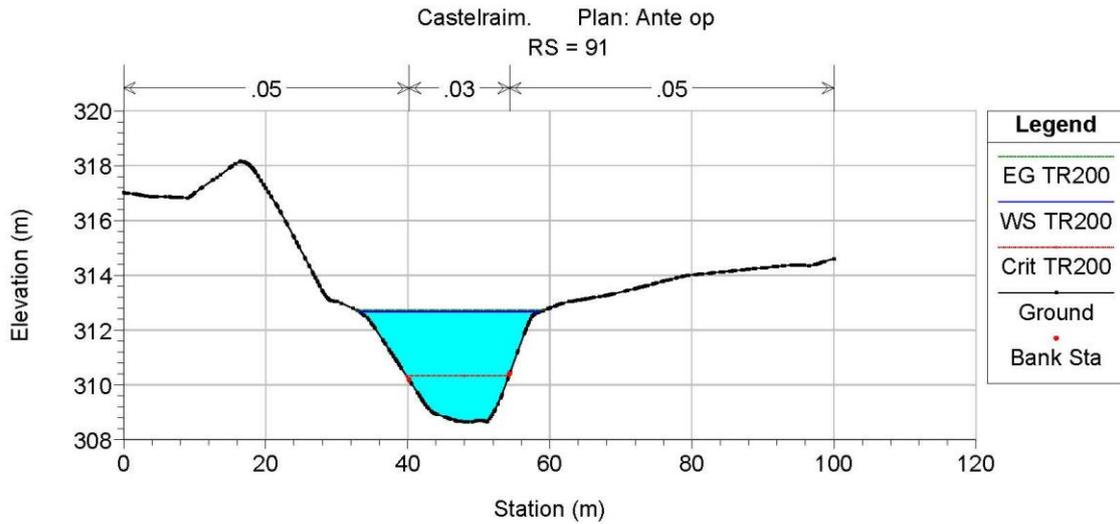
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O0000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 52 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	--------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



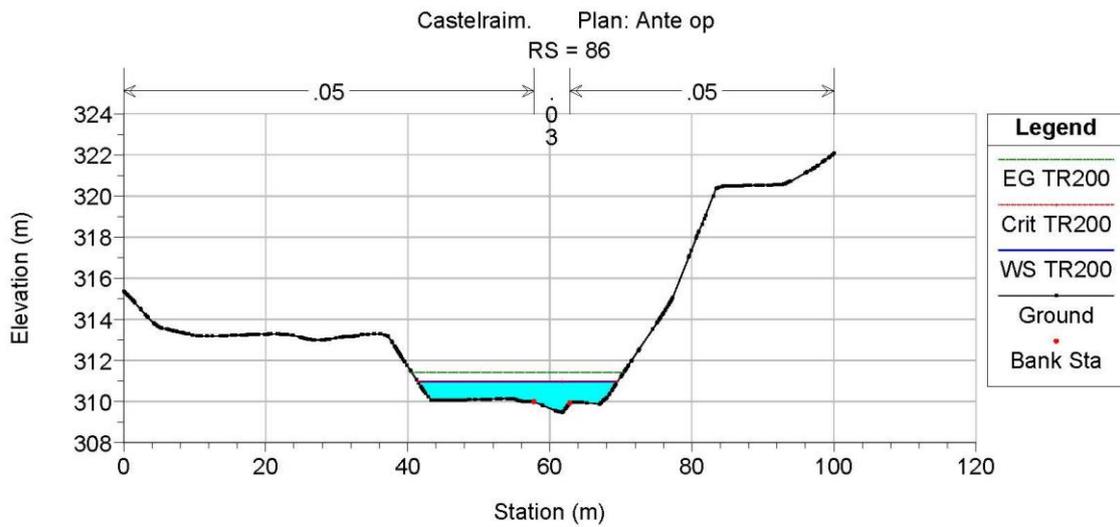
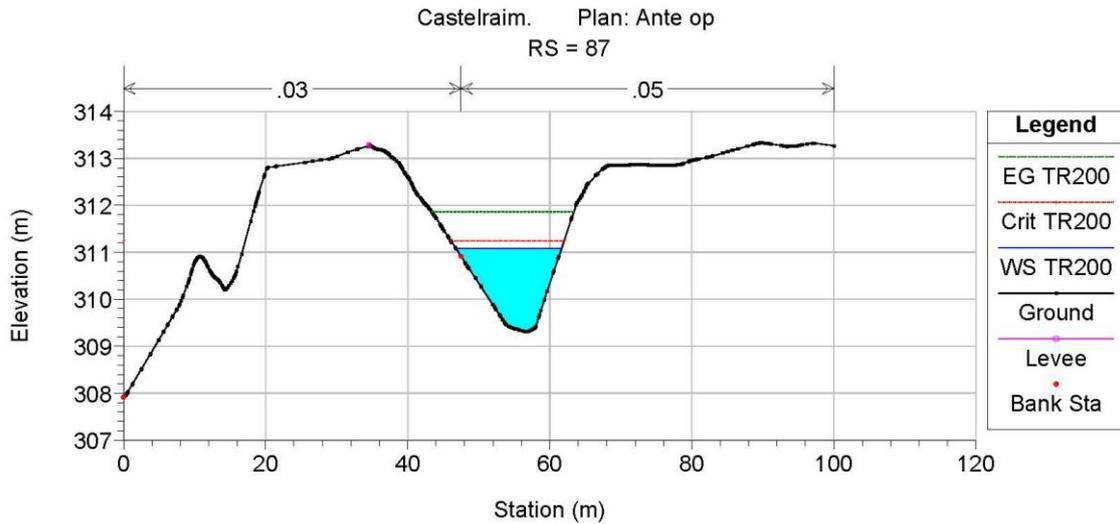
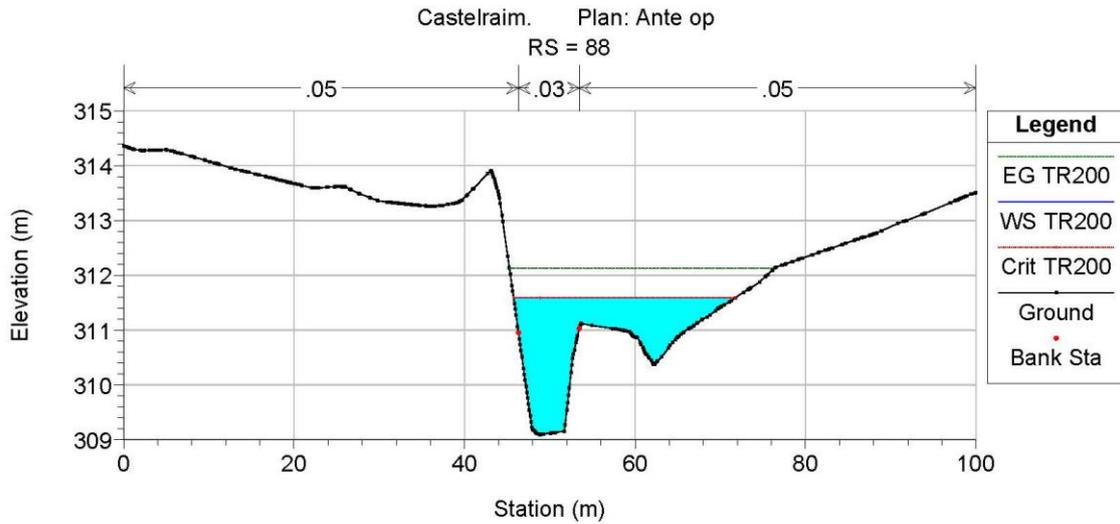
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O0000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 53 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	--------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------

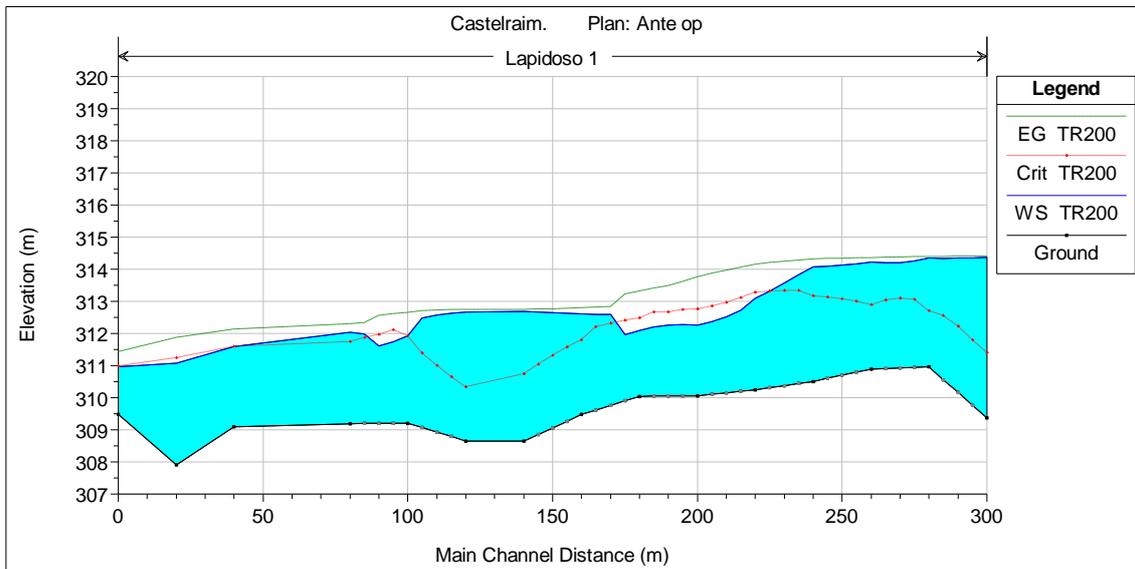


Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O0000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 54 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	--------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O0000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 55 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	--------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------

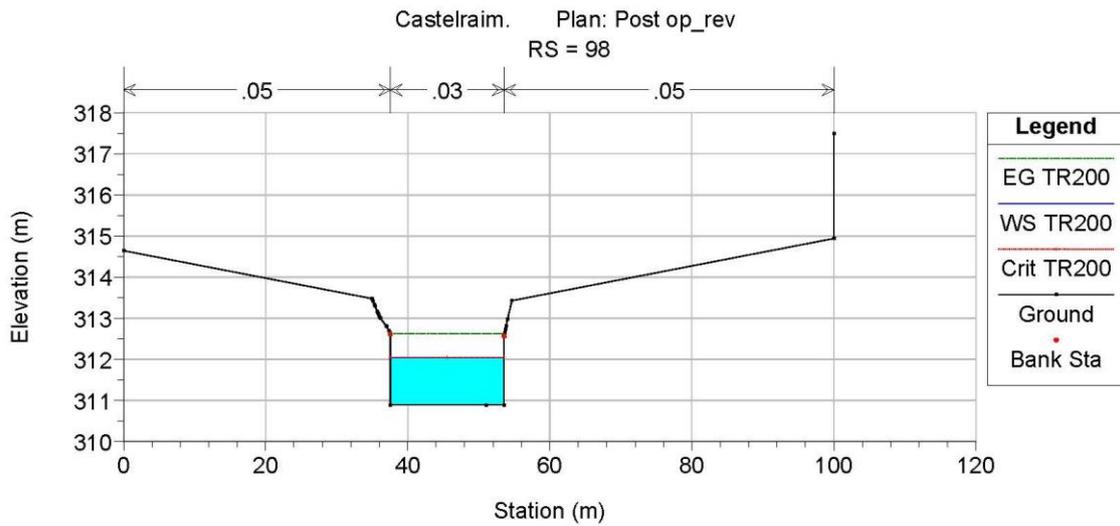
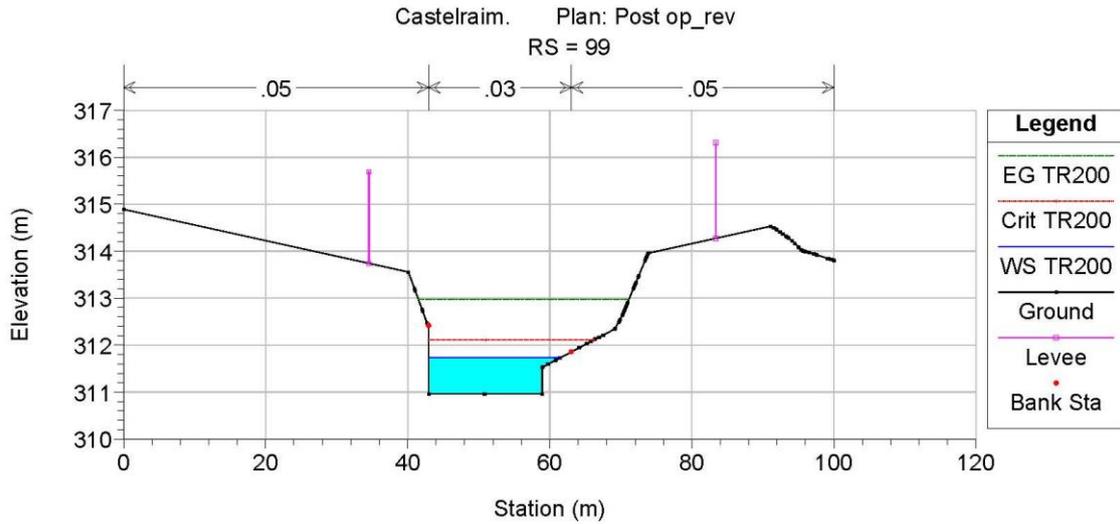
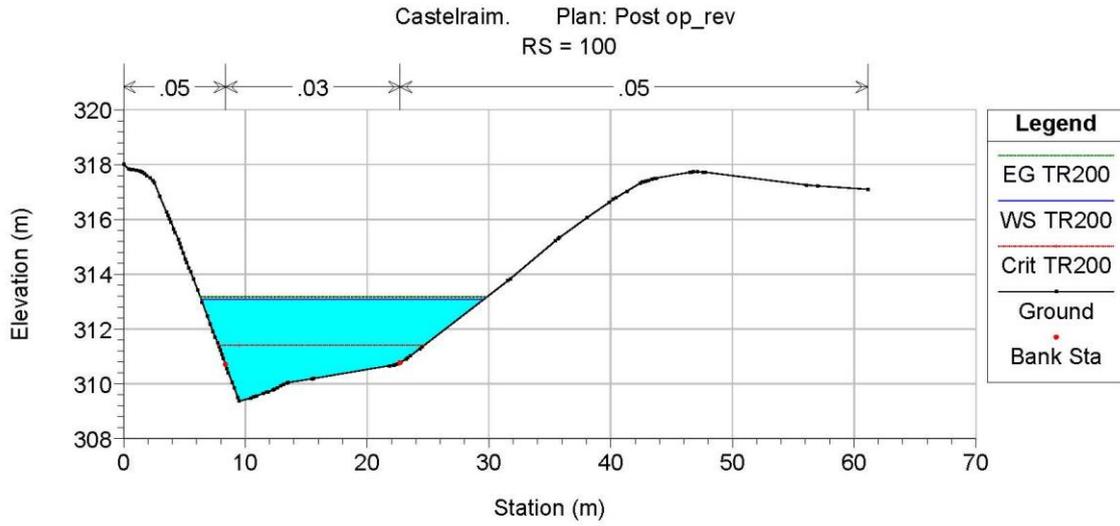




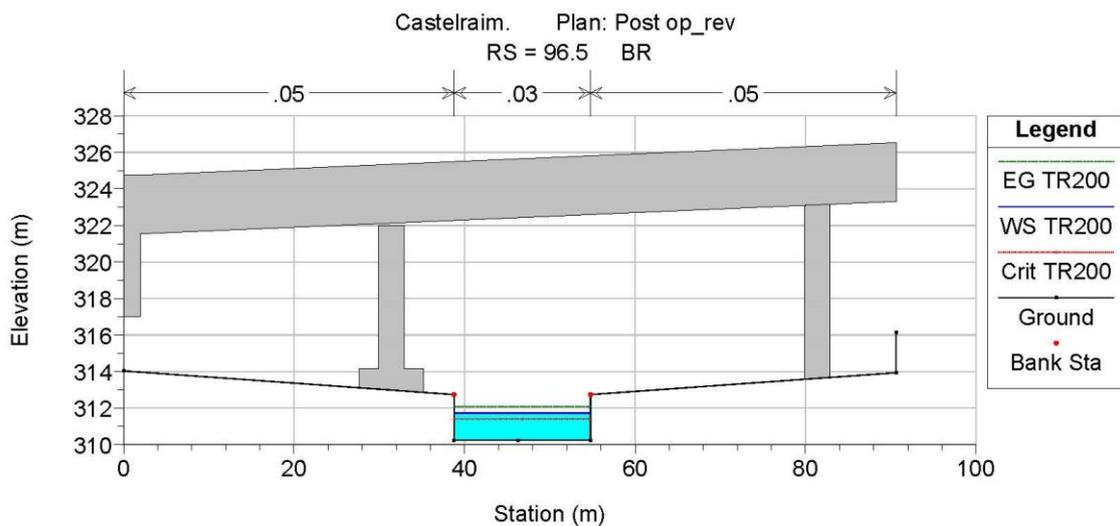
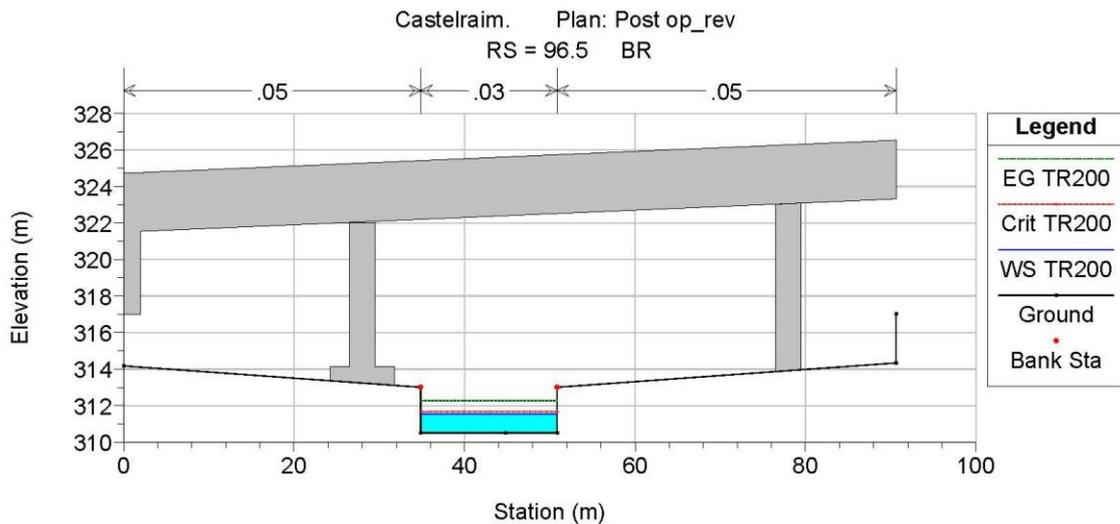
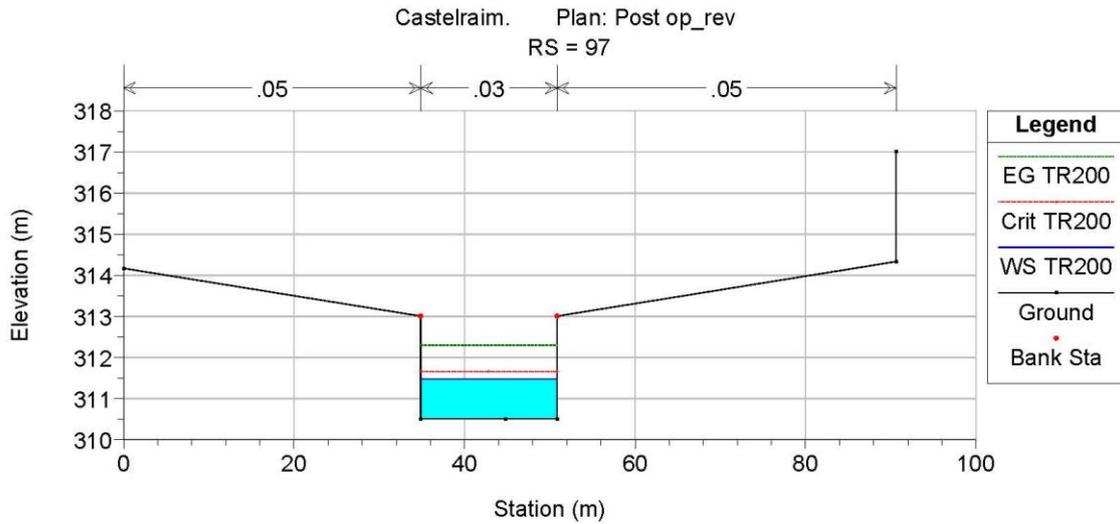
River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
		(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
100	TR200	62.3	309.36	314.36	311.41	314.4	0.000117	0.91	85.24	27.93	0.14
99	TR200	62.3	310.96	314.35	312.71	314.39	0.000354	1.33	80.64	36.73	0.24
98	TR200	62.3	310.89	314.22	312.88	314.36	0.000916	2.1	48.24	22.44	0.38
97	TR200	62.3	310.51	314.07	313.16	314.32	0.001706	2.57	35.09	16.77	0.47
96	TR200	62.3	310.24	313.1	313.27	314.14	0.00962	4.81	16.47	11.75	1.01
95	TR200	62.3	310.06	312.26	312.77	313.76	0.022302	5.46	12.21	13.63	1.51
94	TR200	62.3	310.04	312.08	312.48	313.32	0.016118	5.14	17.59	42.37	1.36
93	TR200	62.3	309.48	312.61	311.8	312.79	0.001275	2.09	47.14	42.51	0.42
92	TR200	62.3	308.64	312.68	310.74	312.74	0.000347	1.21	70.2	48.45	0.22
91	TR200	62.3	308.65	312.67	310.34	312.74	0.000233	1.16	62.61	25.5	0.19
90	TR200	62.3	309.21	311.93	311.93	312.65	0.006138	3.83	19.02	23.36	0.87
89	TR200	62.3	309.19	312.04	311.74	312.3	0.002296	2.57	38.25	33.43	0.55
88	TR200	62.3	309.09	311.59	311.59	312.13	0.006037	3.56	25.17	26.02	0.81
87	TR200	62.3	307.91	311.08	311.24	311.86	0.034498	1.16	15.96	14.88	1.28
86	TR200	62.3	309.49	310.96	310.98	311.42	0.011316	4.07	25.77	28.1	1.16



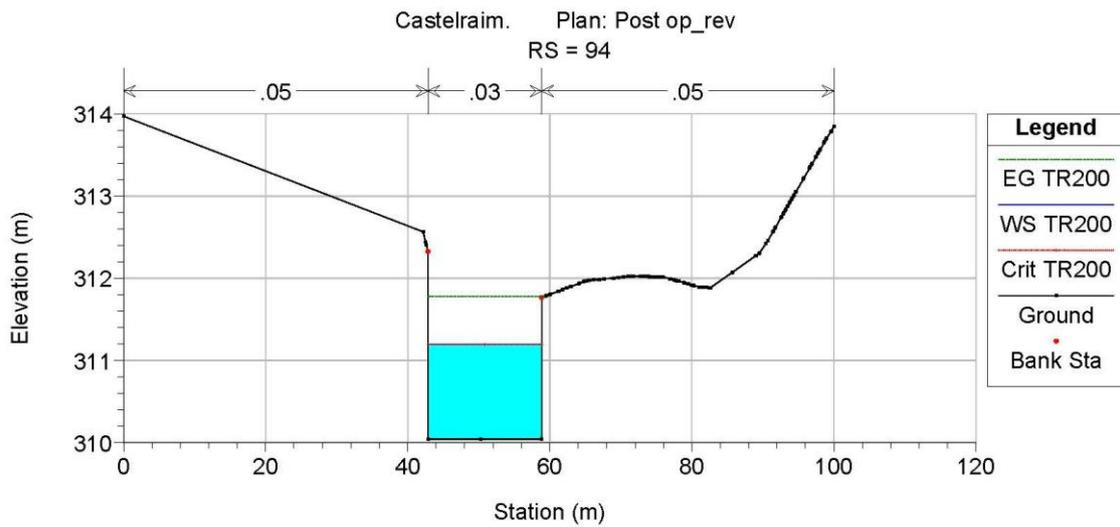
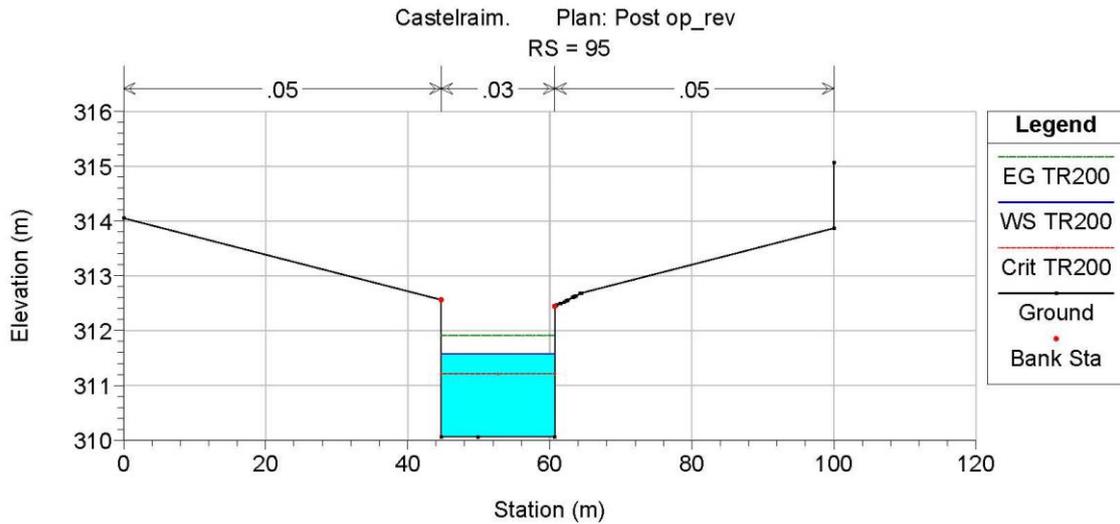
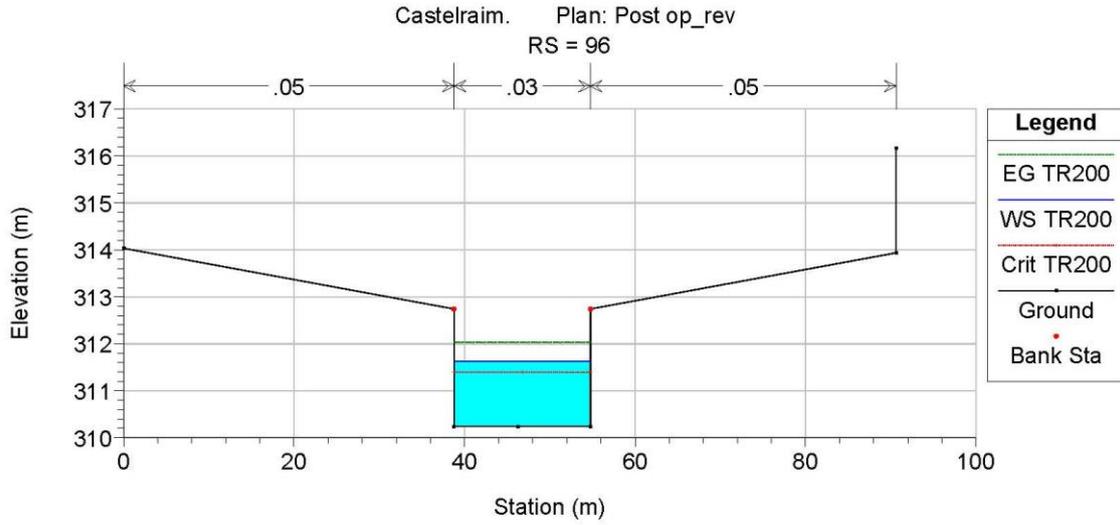
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O0000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 58 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	--------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



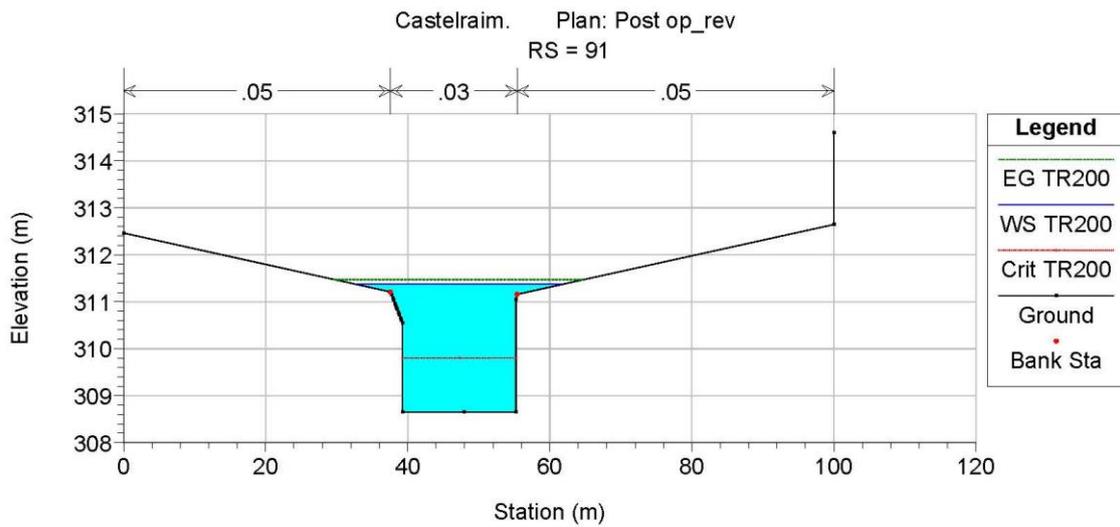
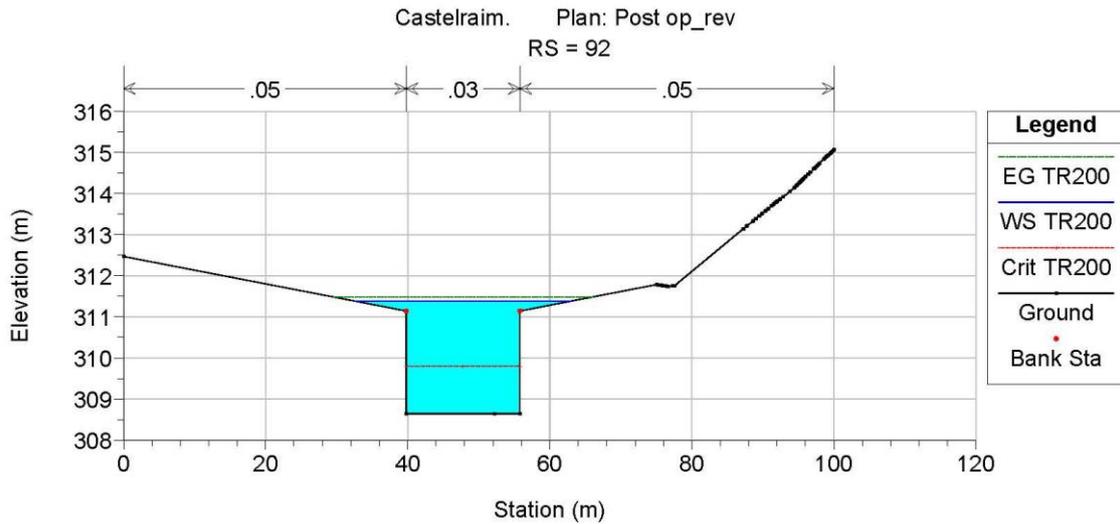
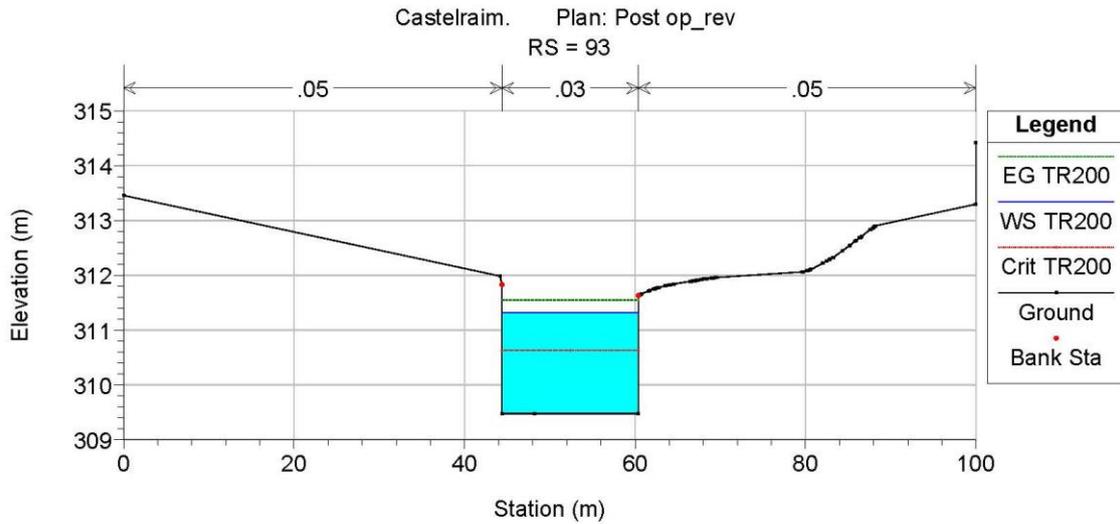
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O0000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 59 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	--------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



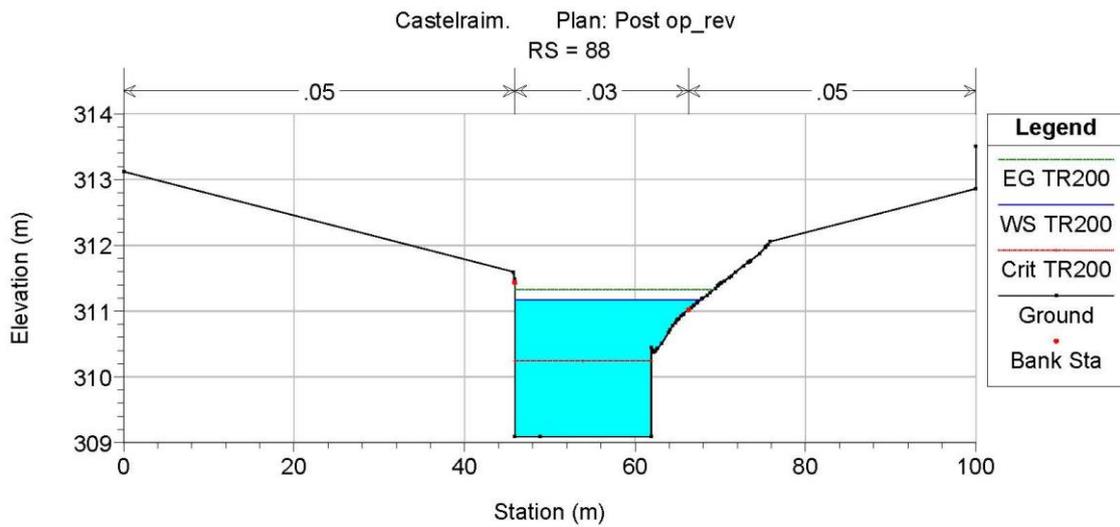
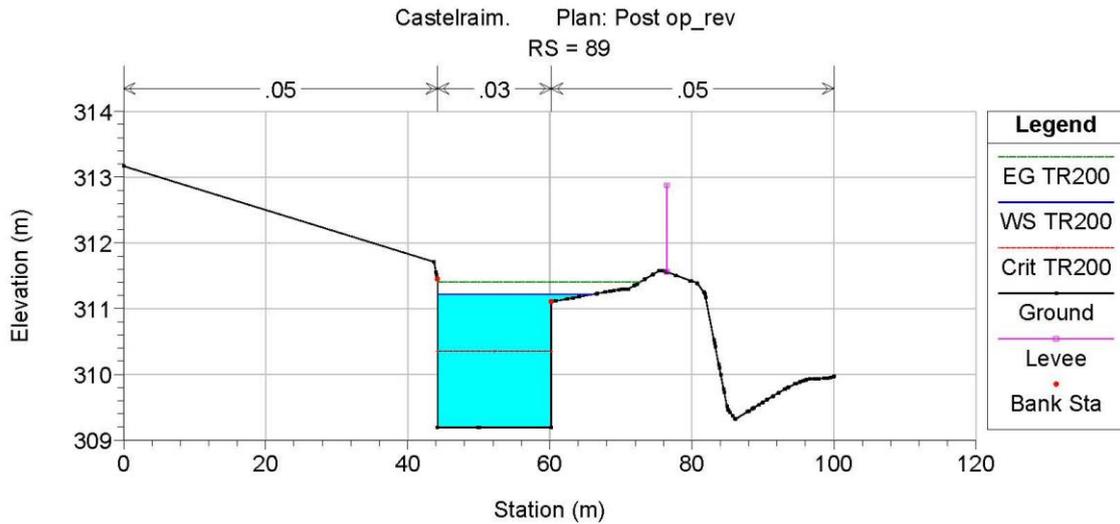
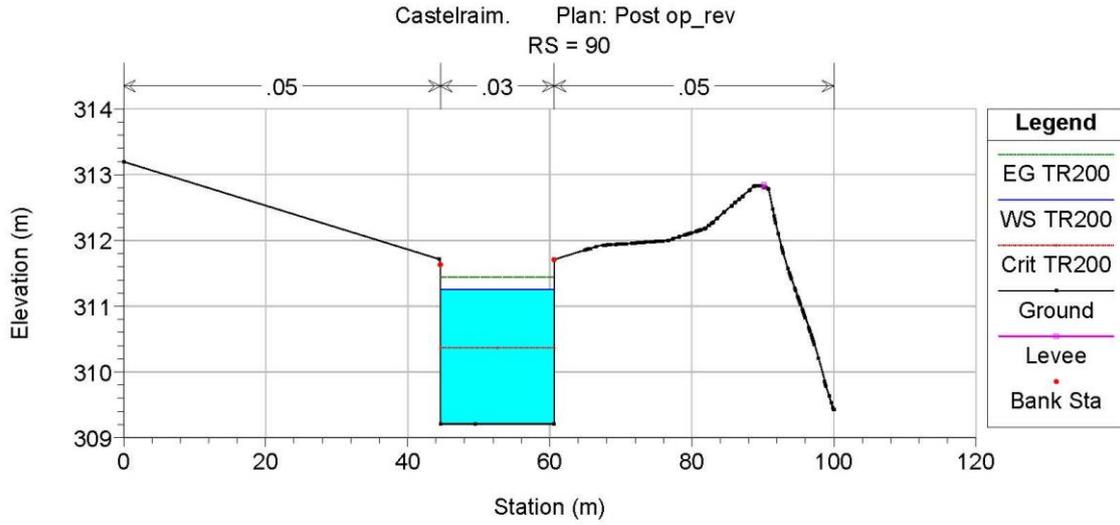
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O10000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 60 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



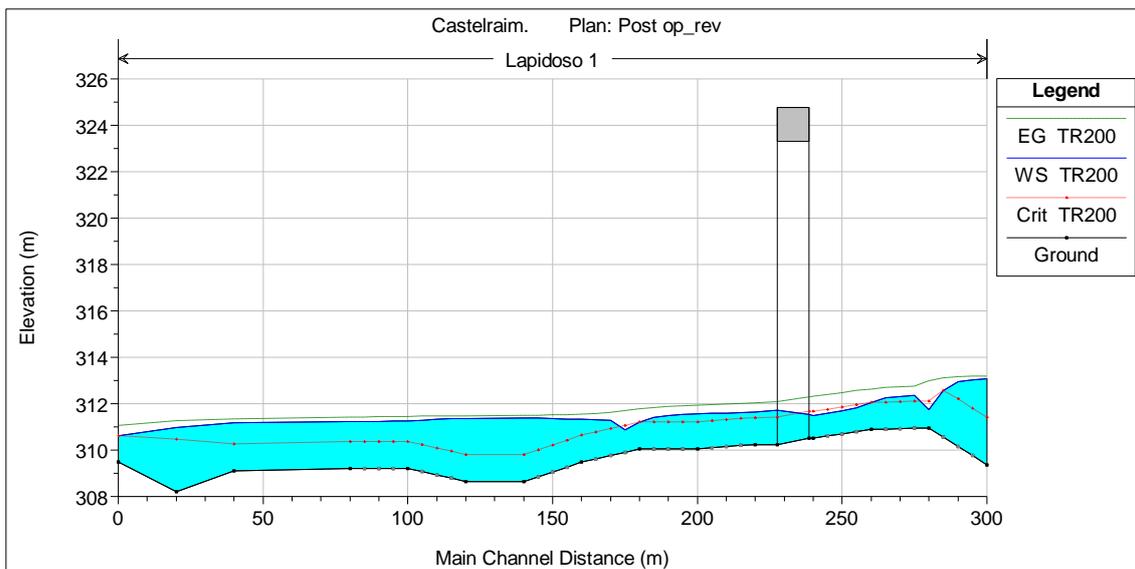
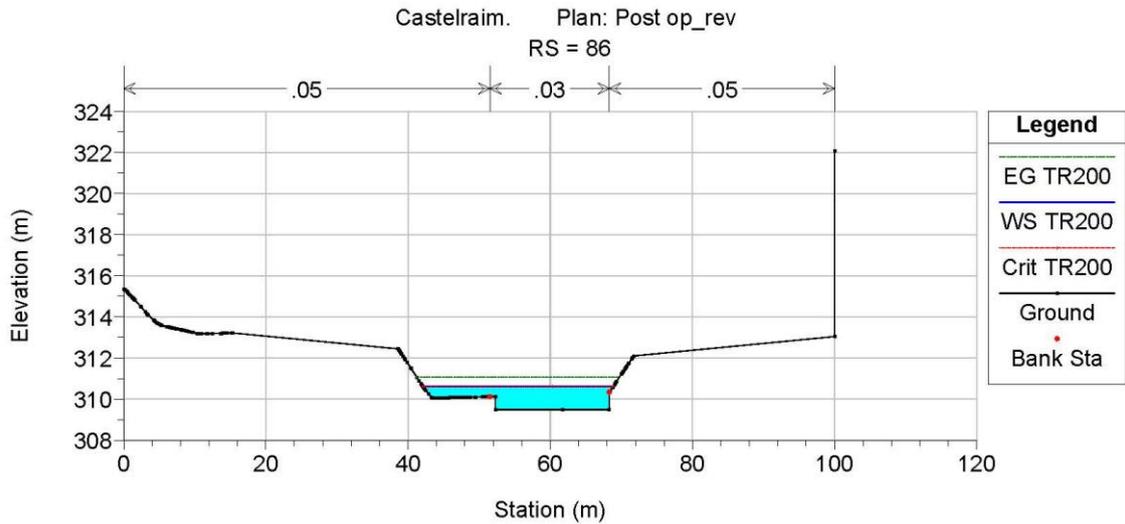
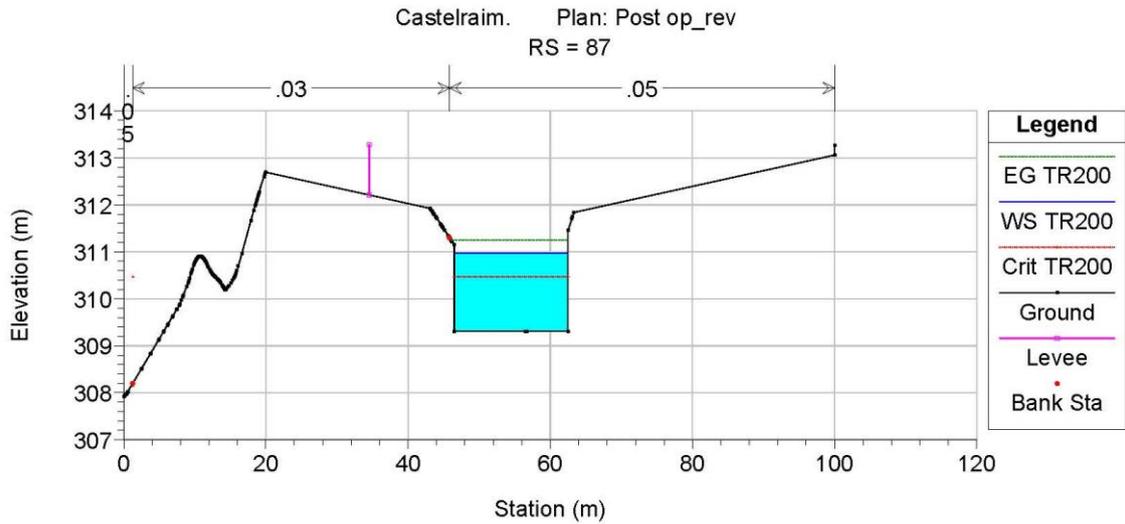
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O0000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 61 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	--------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O0000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 62 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	--------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



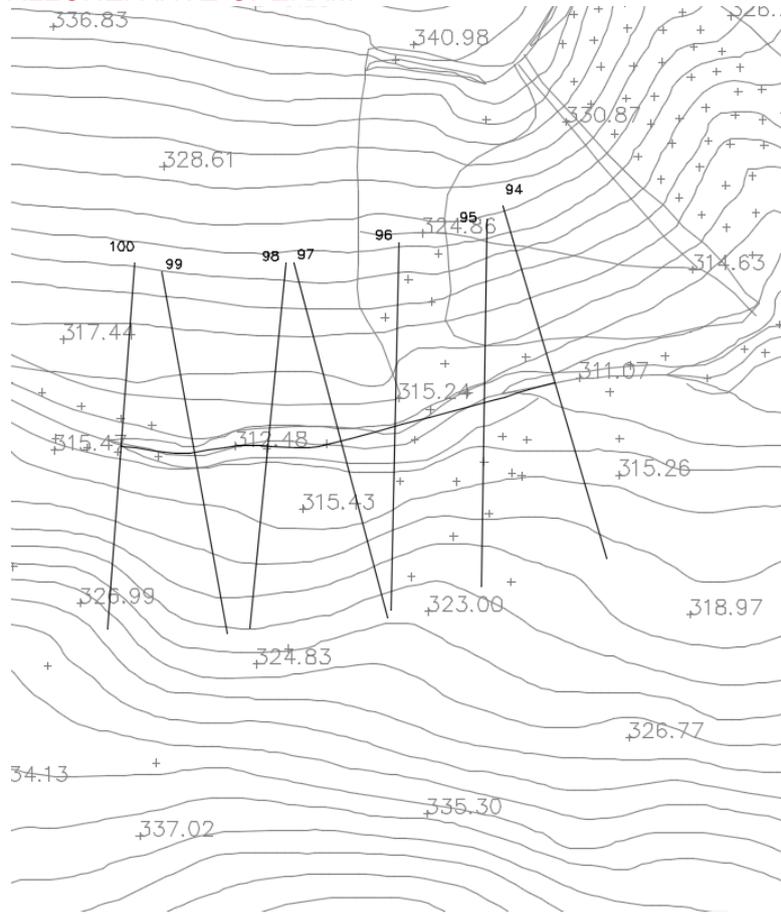
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O0000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 63 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	--------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



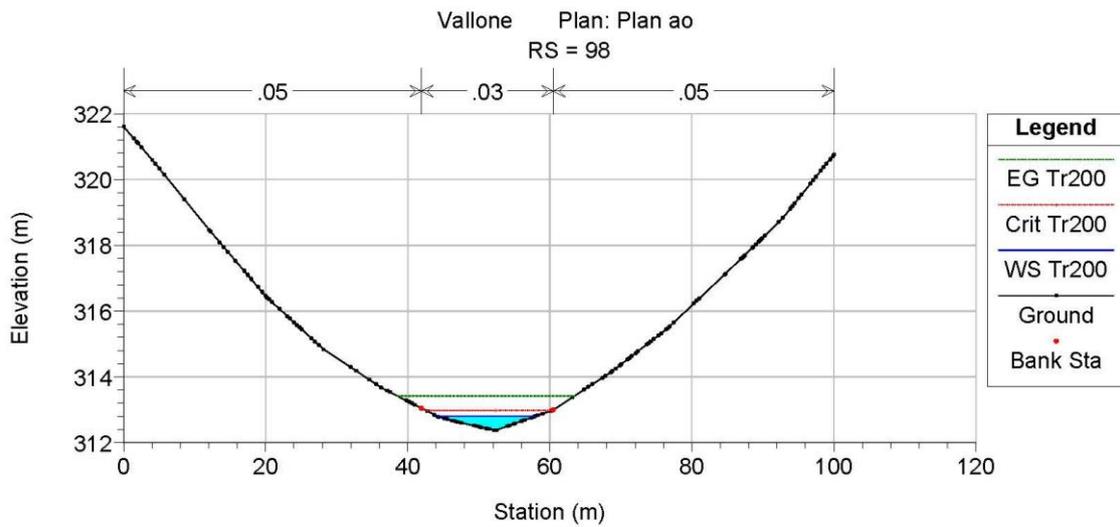
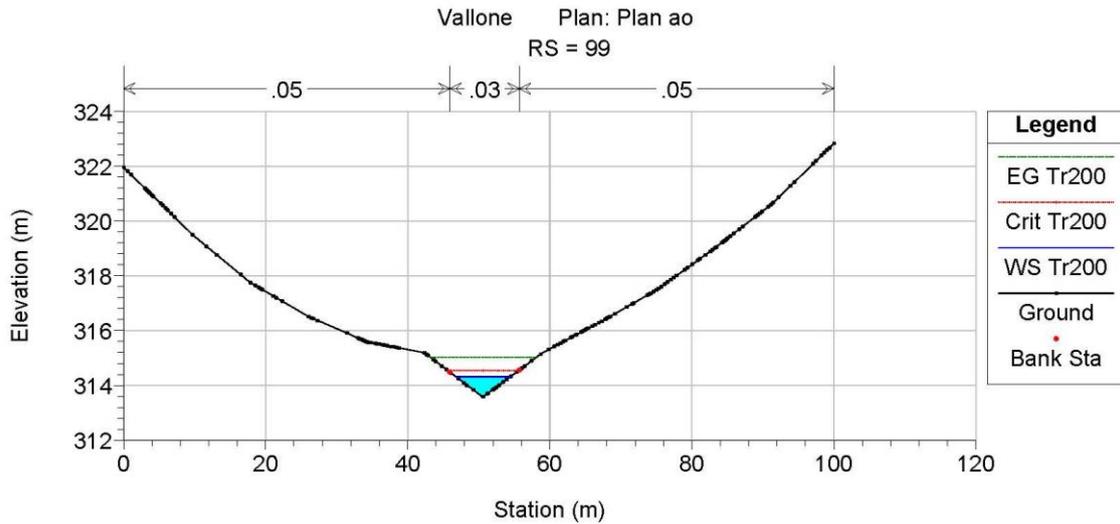
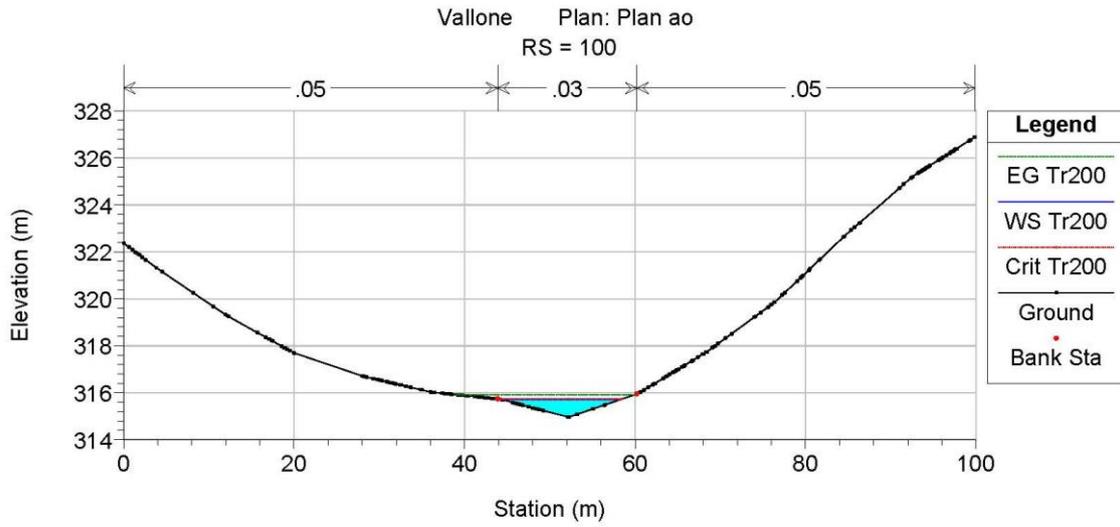
River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
100	TR200	62.3	309.36	313.09	311.41	313.18	0.000434	1.38	52.49	23.22	0.26
99	TR200	62.3	310.96	311.73	312.11	312.97	0.040263	4.93	12.62	18.57	1.91
98	TR200	62.3	310.89	312.05	312.05	312.63	0.01016	3.38	18.45	16	1
97	TR200	62.3	310.51	311.48	311.66	312.3	0.017634	4.02	15.51	16	1.3
96.5	Bridge										
96	TR200	62.3	310.24	311.63	311.4	312.03	0.005644	2.8	22.23	16	0.76
95	TR200	62.3	310.06	311.57	311.21	311.91	0.004308	2.57	24.24	16	0.67
94	TR200	62.3	310.04	311.19	311.19	311.78	0.010173	3.38	18.44	16	1
93	TR200	62.3	309.48	311.32	310.63	311.55	0.002334	2.11	29.53	16	0.5
92	TR200	62.3	308.64	311.38	309.8	311.49	0.000676	1.42	45.59	30.45	0.27
91	TR200	62.3	308.65	311.37	309.8	311.47	0.000705	1.4	45.46	29.14	0.28
90	TR200	62.3	309.21	311.26	310.37	311.44	0.001697	1.9	32.76	16	0.42
89	TR200	62.3	309.19	311.22	310.35	311.41	0.001742	1.92	32.72	21.87	0.43
88	TR200	62.3	309.09	311.17	310.24	311.33	0.001658	1.76	35.44	21.81	0.43
87	TR200	62.3	308.2	310.97	310.47	311.25	0.008956		26.6	16	0
86	TR200	62.3	309.49	310.61	310.61	311.06	0.008467	3.08	23.22	26.75	0.94

E.G. US. (m)	312.3	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	311.48	E.G. Elev (m)	312.27	312.07
Q Total (m3/s)	62.3	W.S. Elev (m)	311.53	311.72
Q Bridge (m3/s)	62.3	Crit W.S. (m)	311.67	311.4
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	1.02	1.48
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	3.81	2.63
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	16.34	23.69
Weir Submerg		Froude # Chl	1.21	0.69
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	32.57	34.25
Min El Weir Flow (m)	324.76	Hydr Depth (m)	1.02	1.48
Min El Prs (m)	323.31	W.P. Total (m)	18.04	18.96
Delta EG (m)	0.27	Conv. Total (m3/s)	509.7	916.1
Delta WS (m)	-0.15	Top Width (m)	16	16
BR Open Area (m2)	778.33	Frctn Loss (m)	0.19	
BR Open Vel (m/s)	3.81	C & E Loss (m)	0.01	
BR Sluice Coef		Shear Total (N/m2)	132.66	56.67
BR Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	505.88	149.01

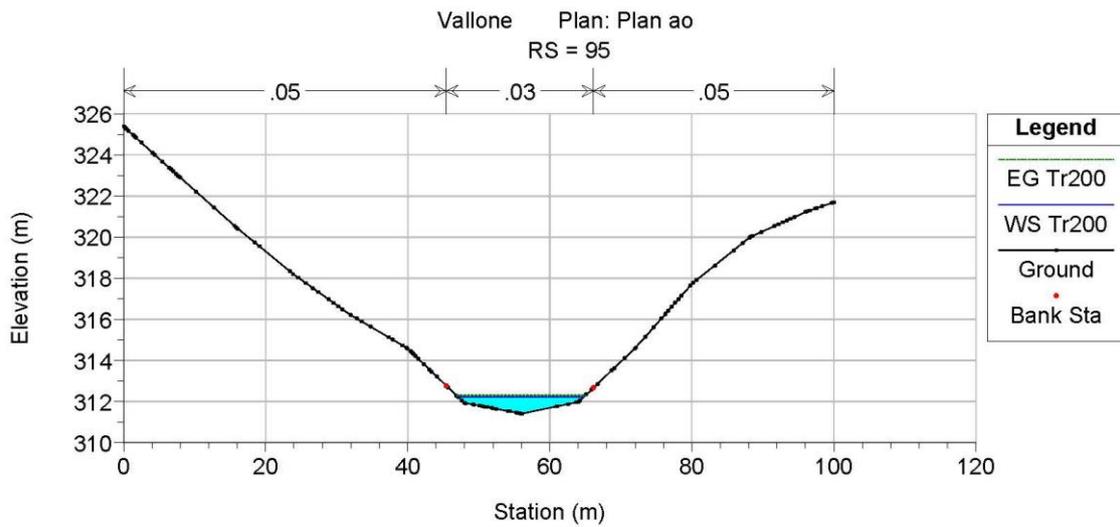
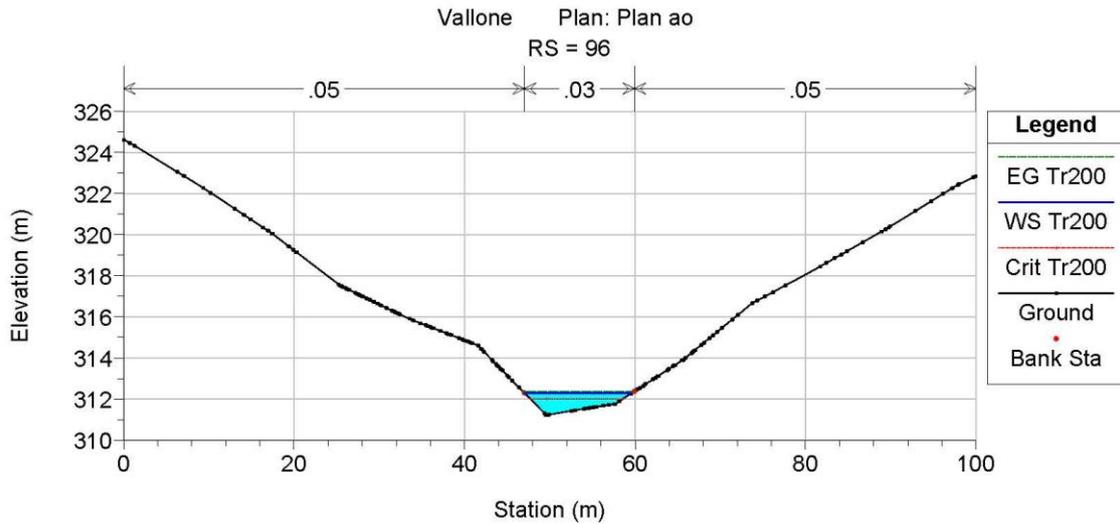
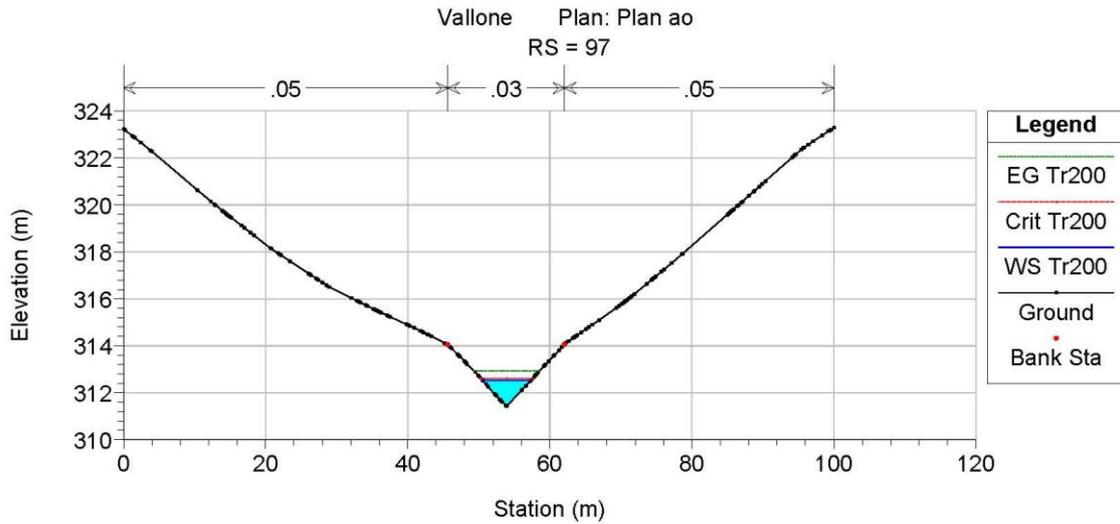
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O10000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 65 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------

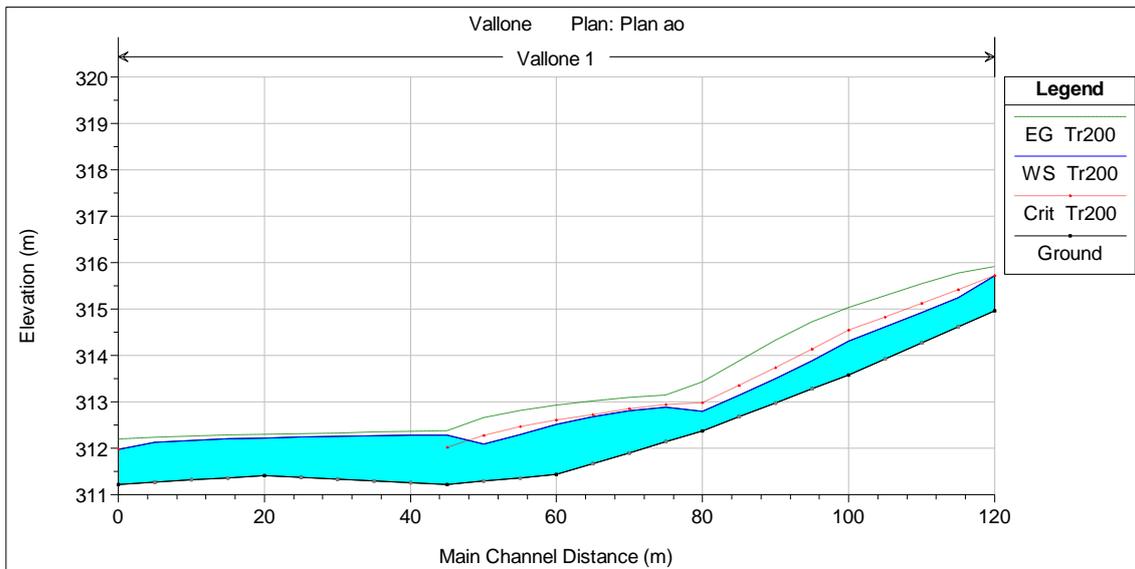
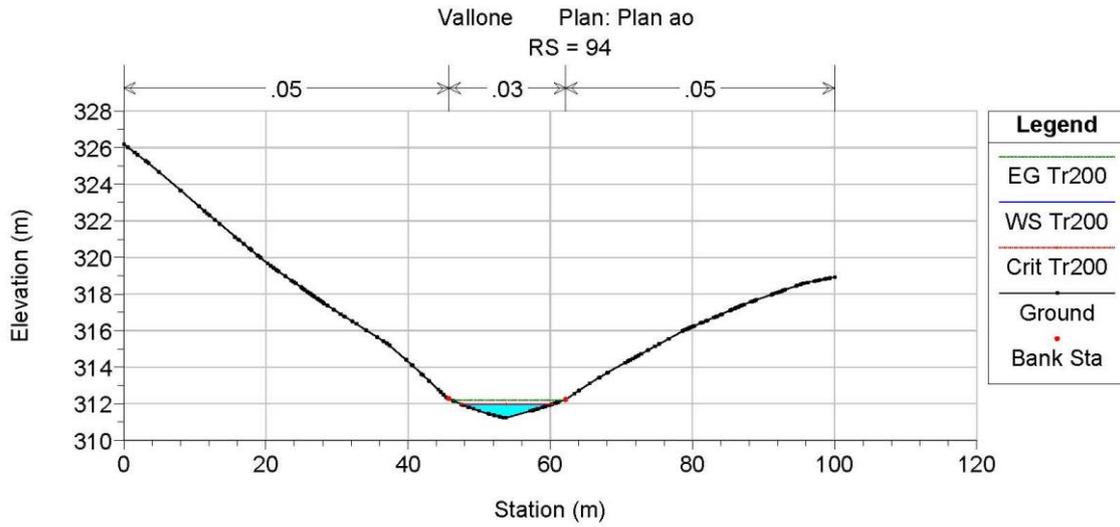
**VIADOTTO VALLONE: ANTE OPERAM**


Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O10000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 66 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O0000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 67 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	--------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------

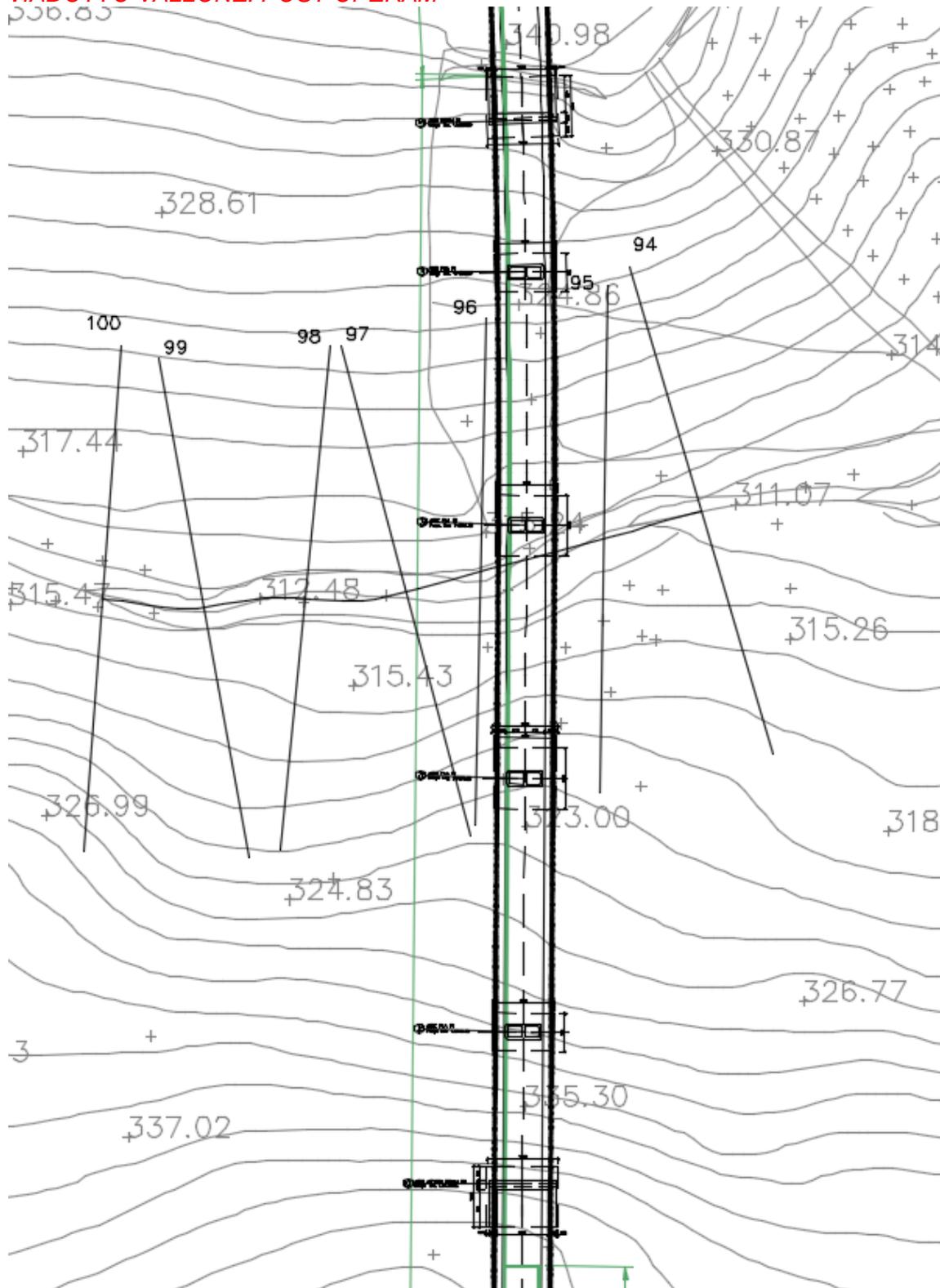




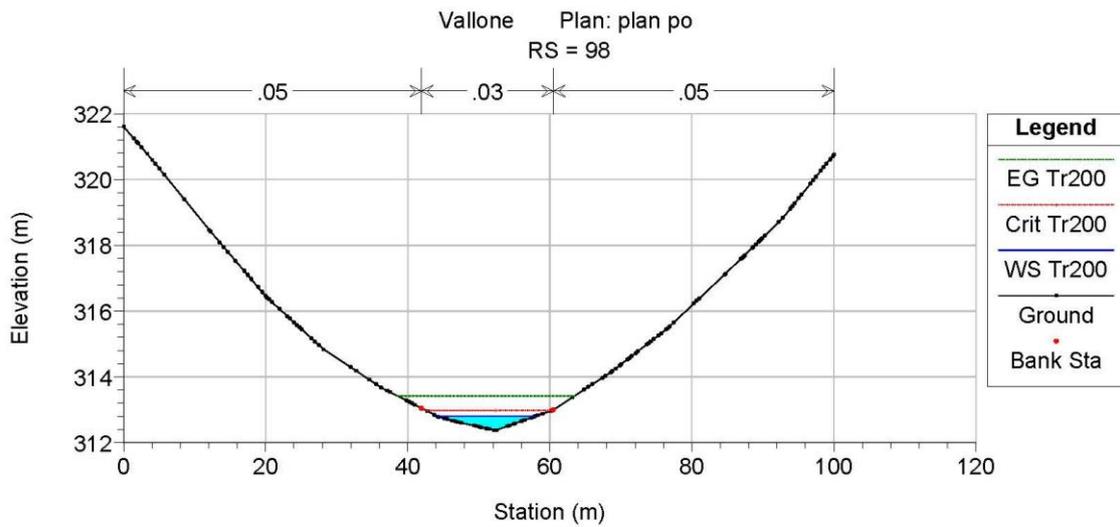
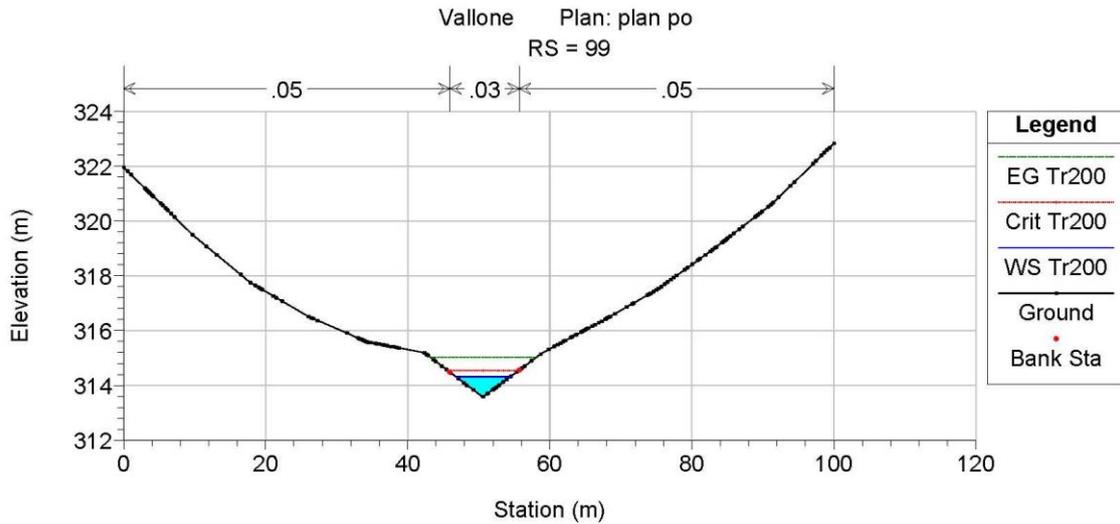
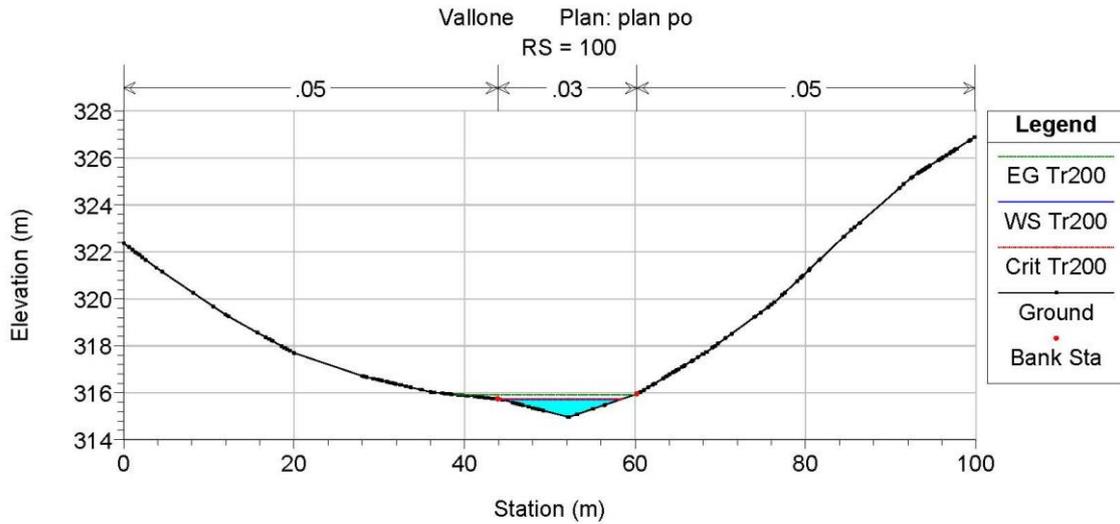
River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
100	Tr200	10.6	314.96	315.72	315.72	315.91	0.012424	1.95	5.43	14.16	1.01
99	Tr200	10.6	313.58	314.31	314.54	315.03	0.048783	3.75	2.83	7.64	1.97
98	Tr200	10.6	312.37	312.8	312.98	313.42	0.081766	3.49	3.04	13.72	2.36
97	Tr200	10.6	311.43	312.52	312.6	312.92	0.016821	2.83	3.75	6.74	1.21
96	Tr200	10.6	311.22	312.29	312.01	312.37	0.002674	1.28	8.26	12.57	0.51
95	Tr200	10.6	311.41	312.22		312.3	0.003219	1.19	8.91	17.71	0.54
94	Tr200	10.6	311.22	311.98	311.98	312.19	0.012366	2.02	5.24	12.88	1.01

Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 69 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------

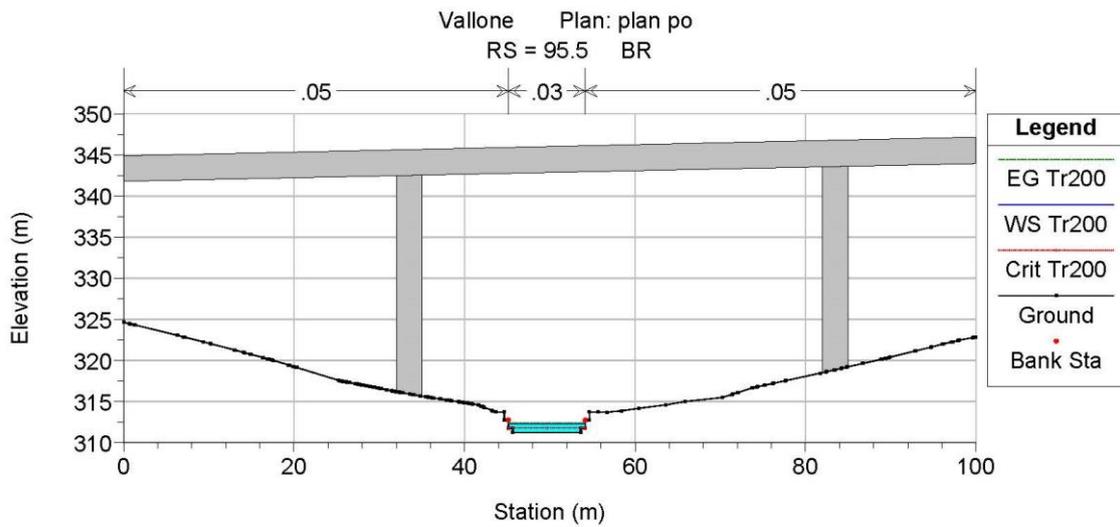
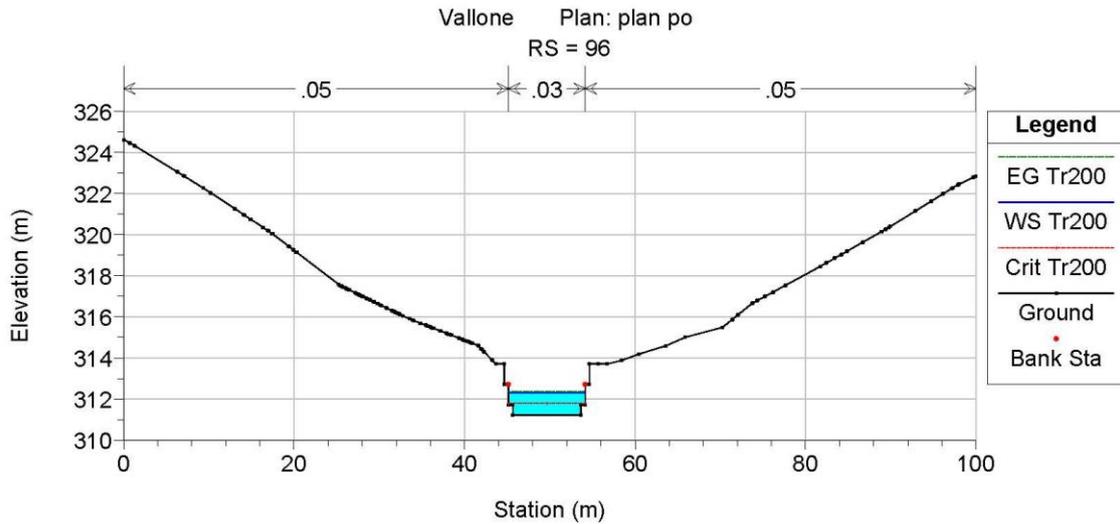
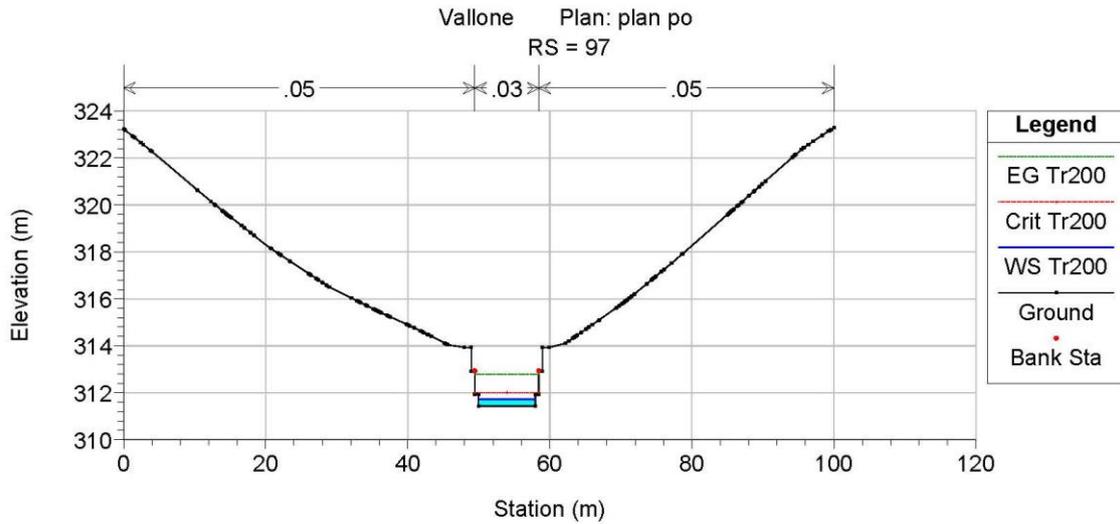
**VIADOTTO VALLONE: POST OPERAM**



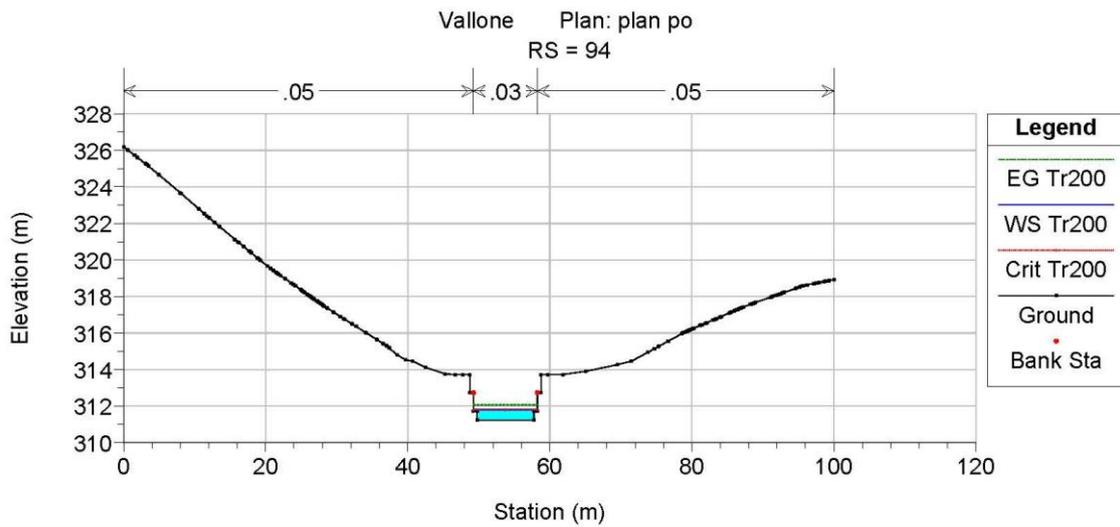
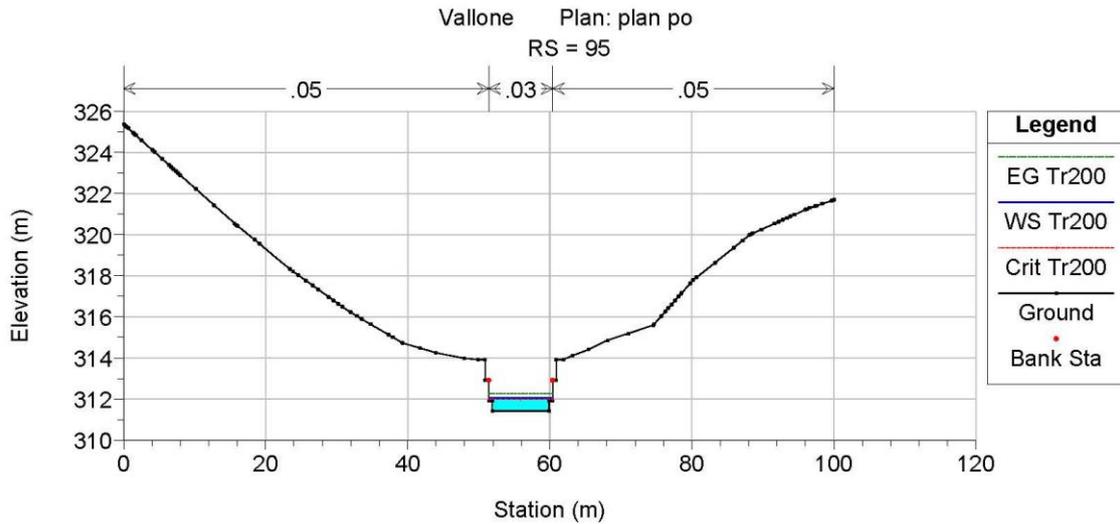
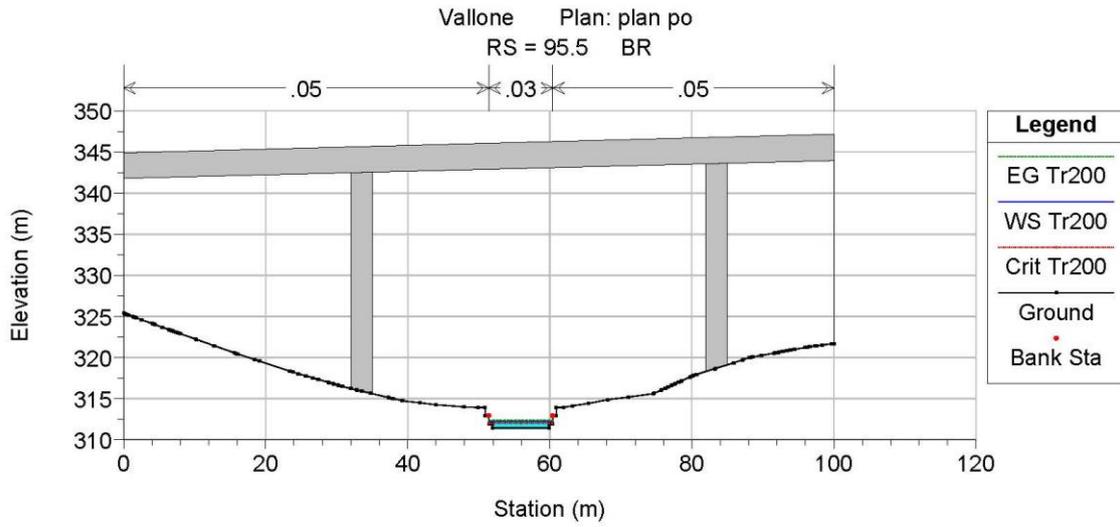
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O0000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 70 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	--------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------

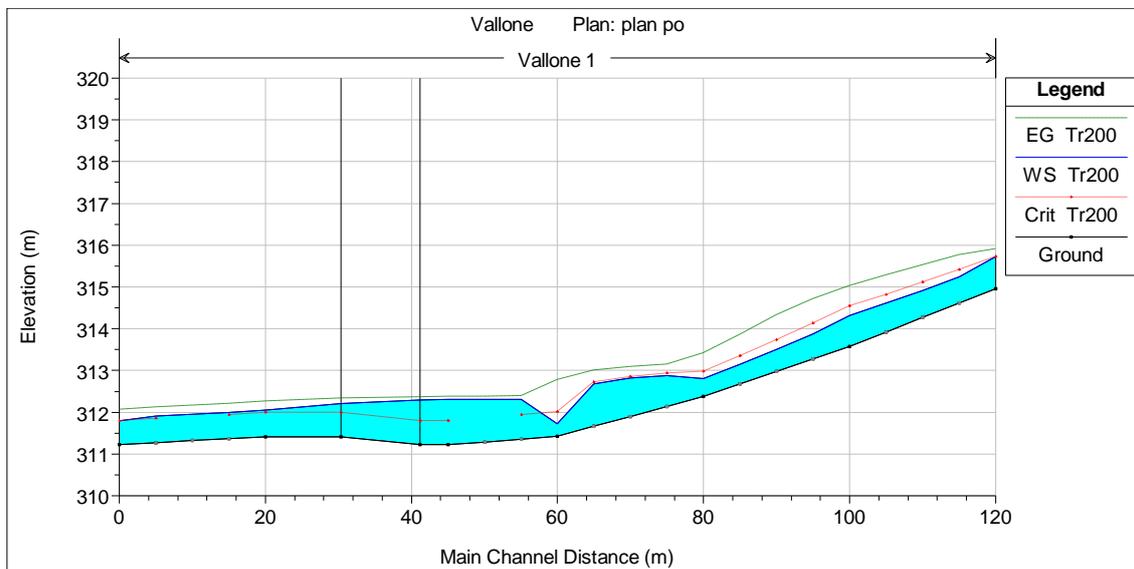


Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O0000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 71 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	--------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O0000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 72 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	--------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



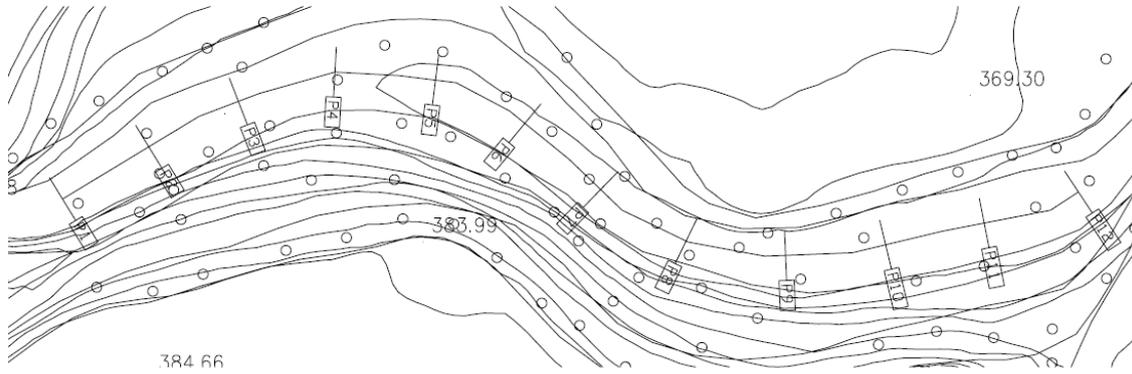


River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
100	Tr200	10.6	314.96	315.72	315.72	315.91	0.012424	1.95	5.43	14.16	1.01
99	Tr200	10.6	313.58	314.31	314.54	315.03	0.048783	3.75	2.83	7.64	1.97
98	Tr200	10.6	312.37	312.8	312.98	313.42	0.081806	3.49	3.04	13.72	2.37
97	Tr200	10.6	311.43	311.72	312	312.78	0.106658	4.56	2.33	8	2.7
96	Tr200	10.6	311.22	312.31	311.79	312.37	0.001498	1.14	9.29	9	0.36
95.5	Bridge										
95	Tr200	10.6	311.42	312.05	311.99	312.26	0.009437	2.05	5.17	9	0.86
94	Tr200	10.6	311.22	311.8	311.8	312.06	0.013077	2.27	4.67	9	1.01

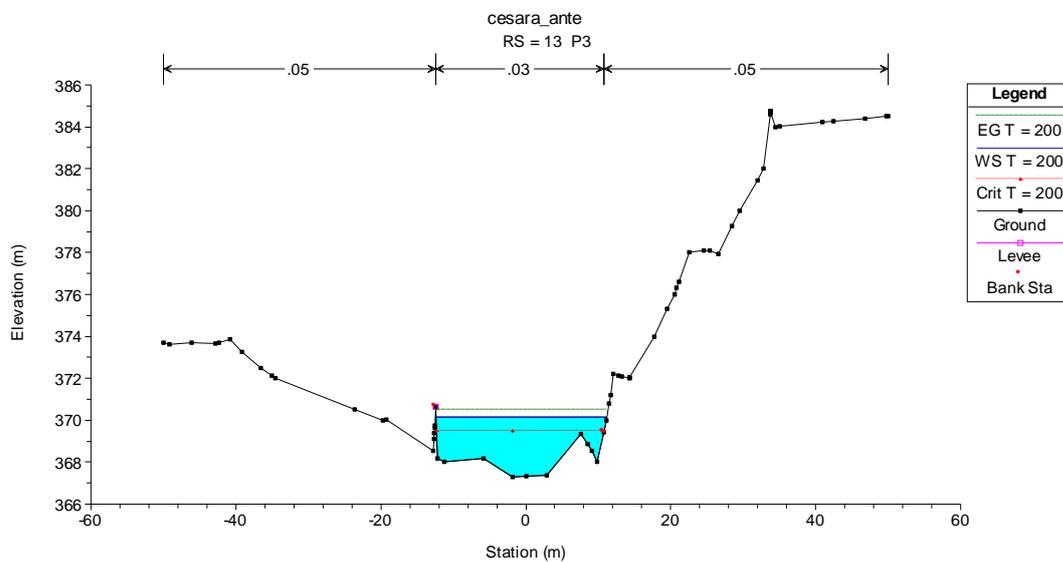
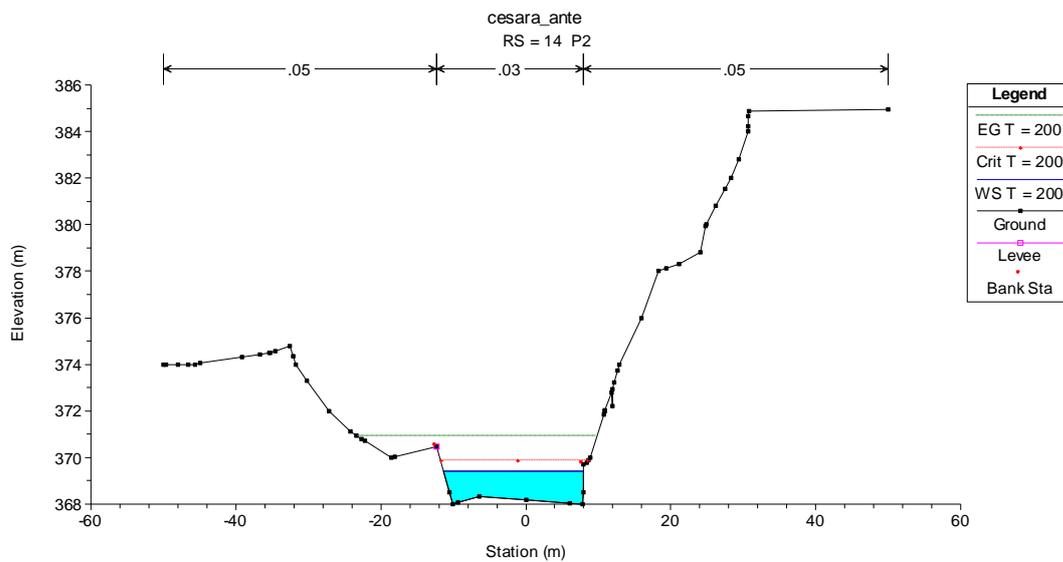
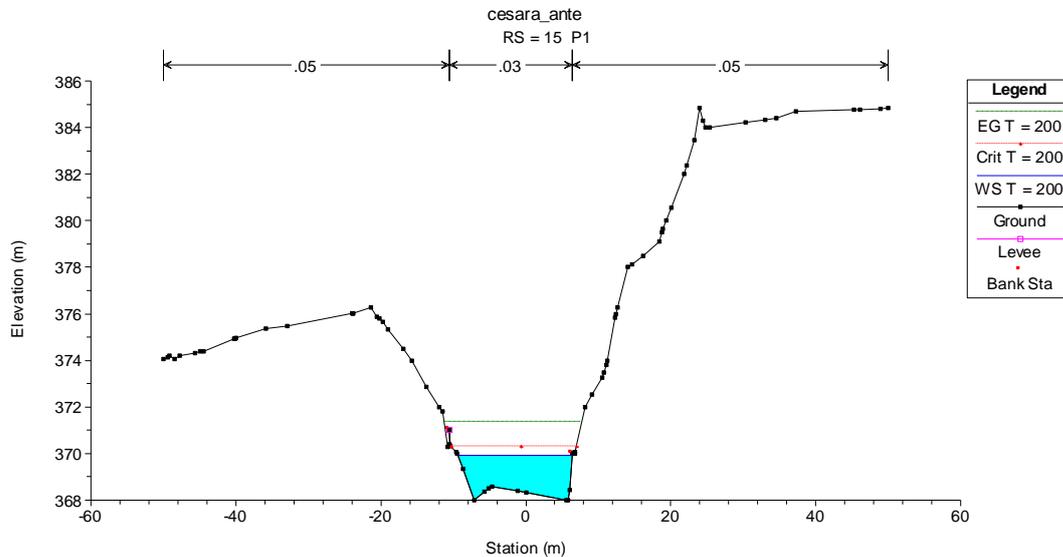
E.G. US. (m)	312.37	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	312.31	E.G. Elev (m)	312.37	312.33
Q Total (m3/s)	10.6	W.S. Elev (m)	312.3	312.2
Q Bridge (m3/s)	10.6	Crit W.S. (m)	311.8	311.99
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	1.08	0.78
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	1.15	1.62
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	9.23	6.56
Weir Submerg		Froude # Chl	0.36	0.6
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	6.08	4.25
Min El Weir Flow (m)	344.89	Hydr Depth (m)	1.03	0.73
Min El Prs (m)	343.95	W.P. Total (m)	11.16	10.57
Delta EG (m)	0.11	Conv. Total (m3/s)	271	158.9
Delta WS (m)	0.26	Top Width (m)	9	9
BR Open Area (m2)	2377.67	Frctn Loss (m)	0.03	0.06
BR Open Vel (m/s)	1.62	C & E Loss (m)	0.01	0.01
BR Sluice Coef		Shear Total (N/m2)	12.41	27.06
BR Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	14.25	43.75

Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 74 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------

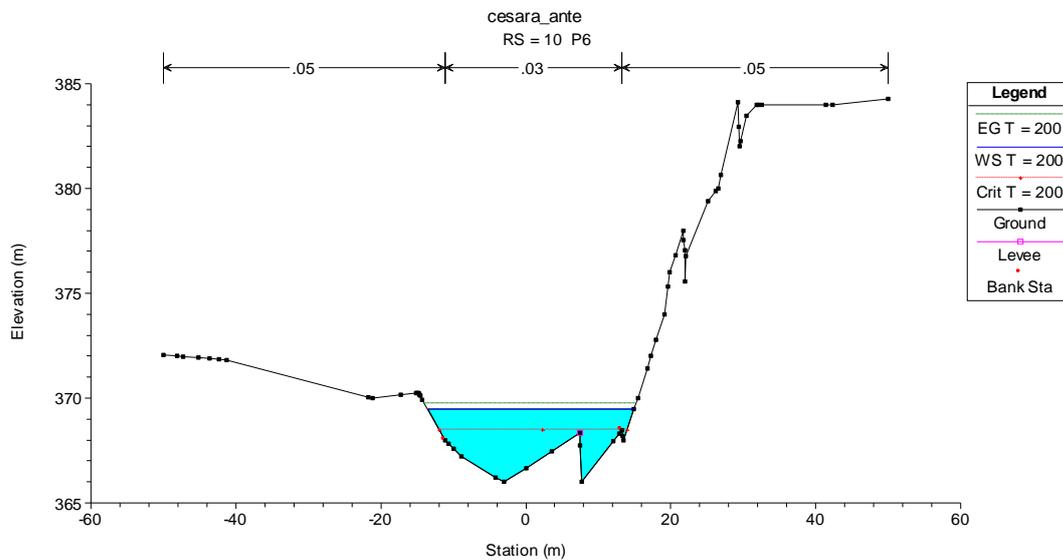
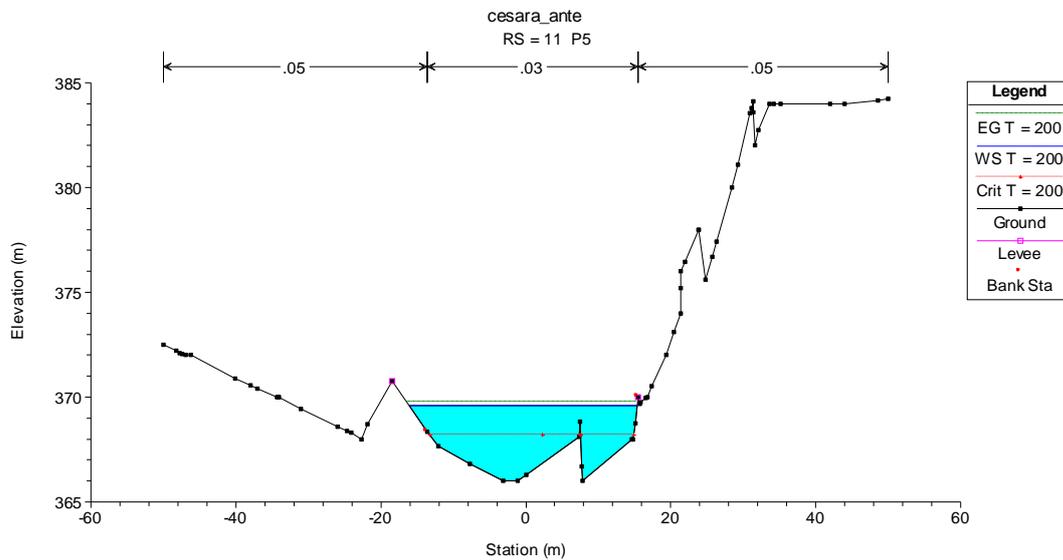
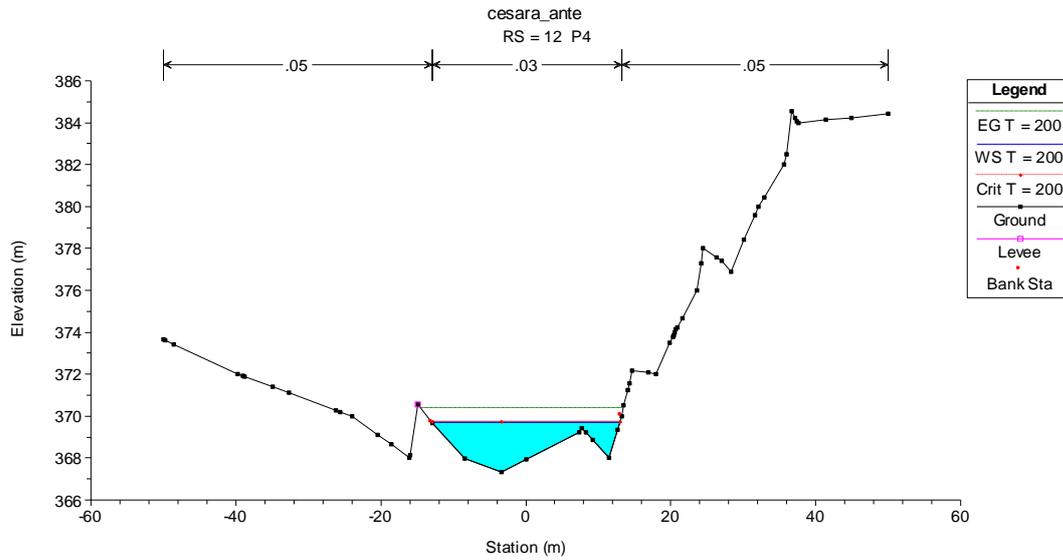
**VIADOTTO CESARA: ANTE OPERAM**



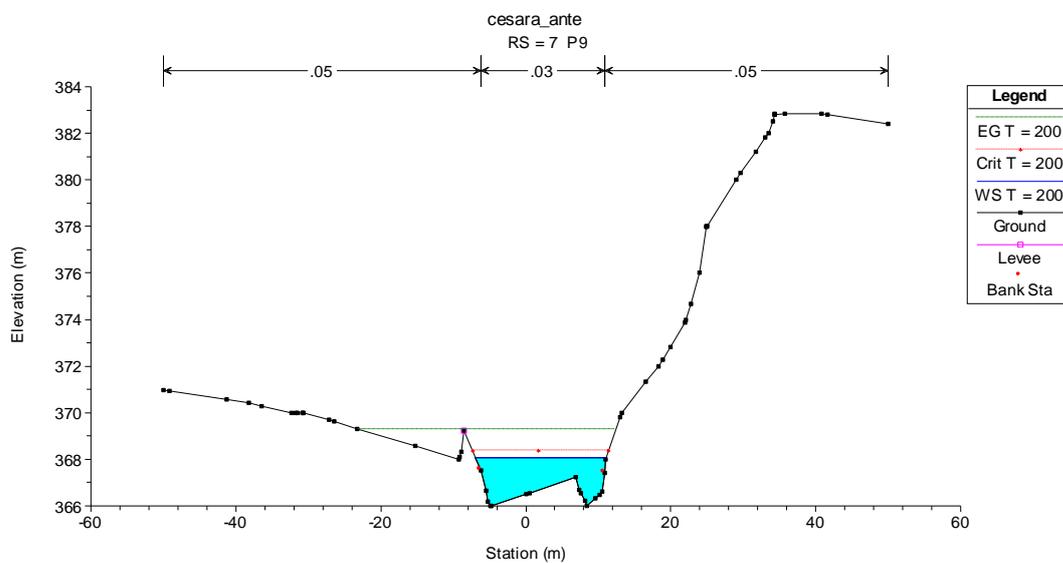
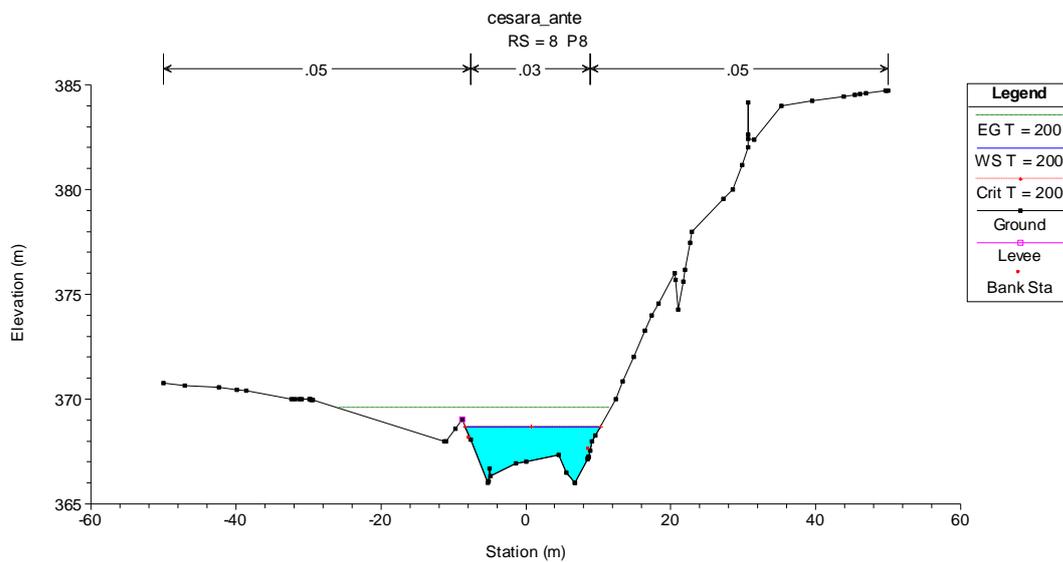
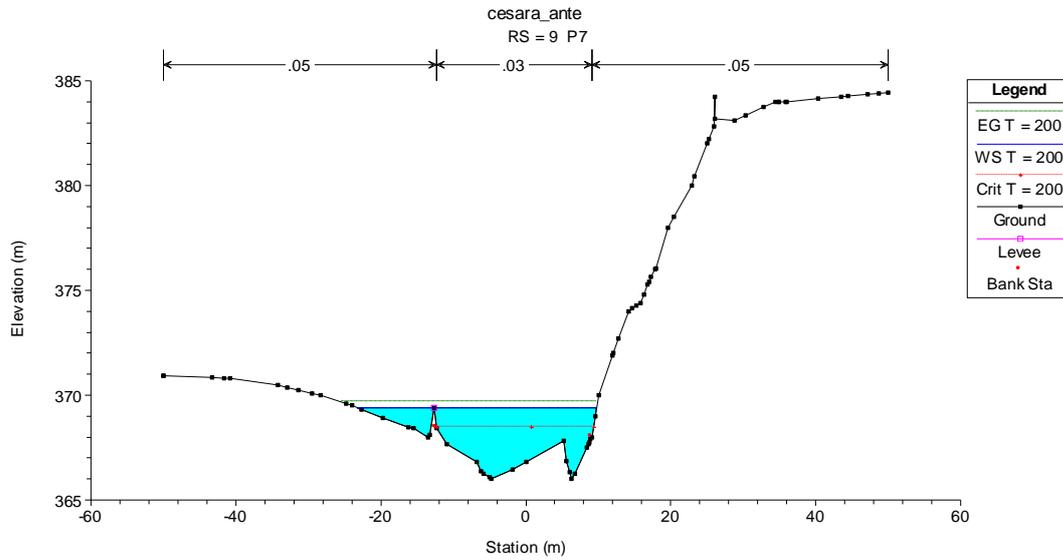
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 75 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



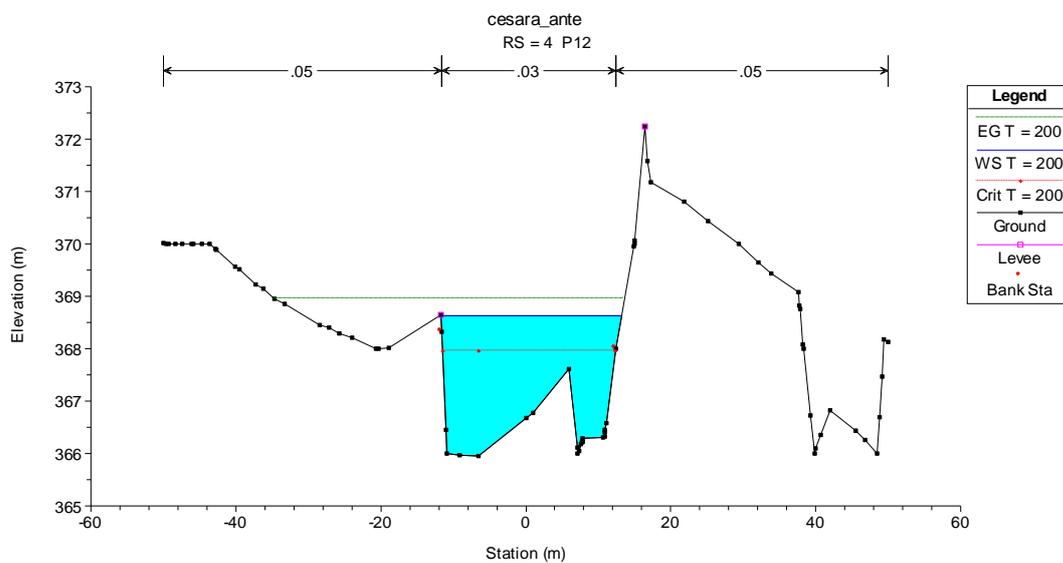
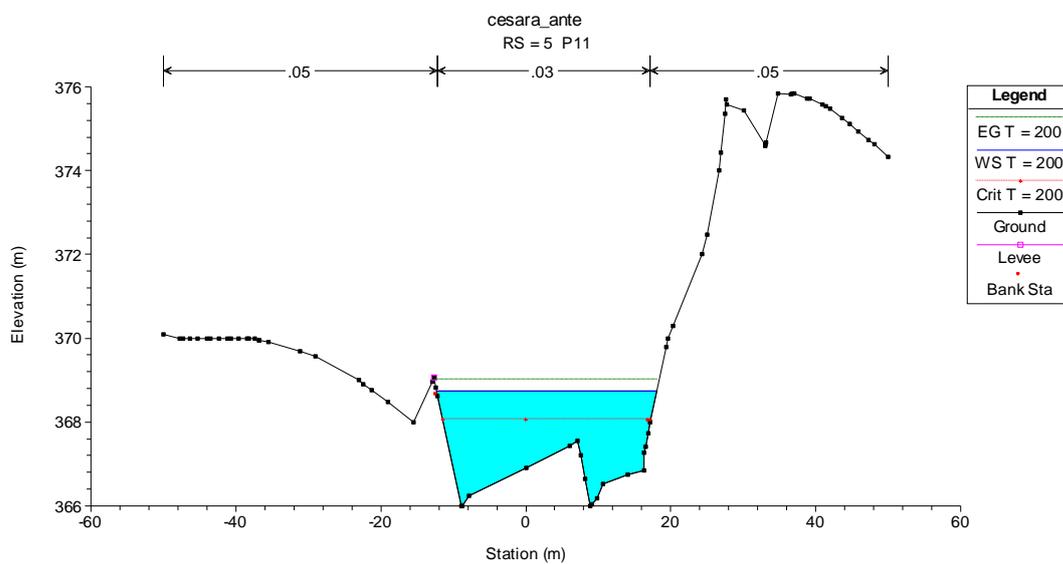
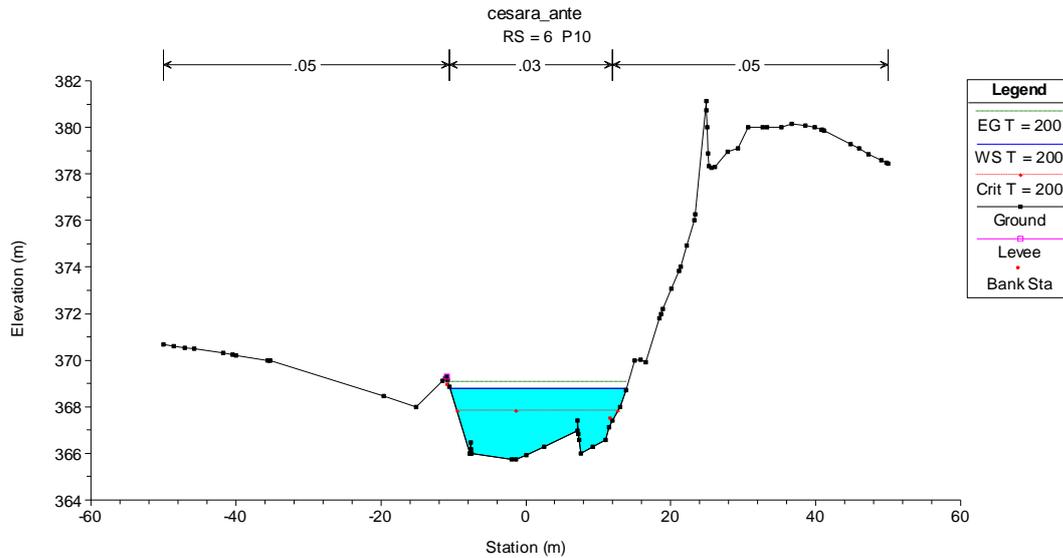
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 76 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------

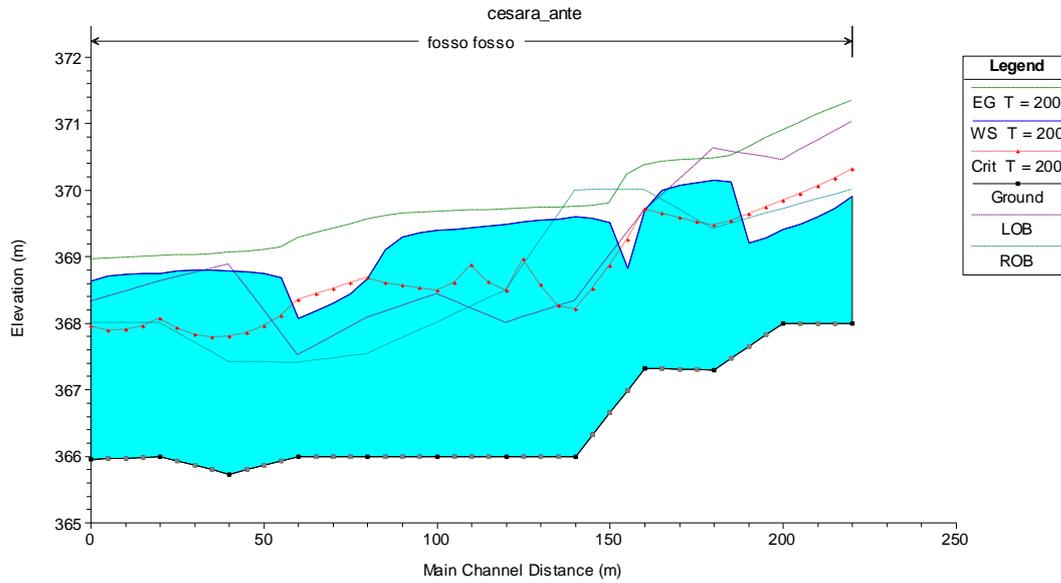


Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 77 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 78 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------

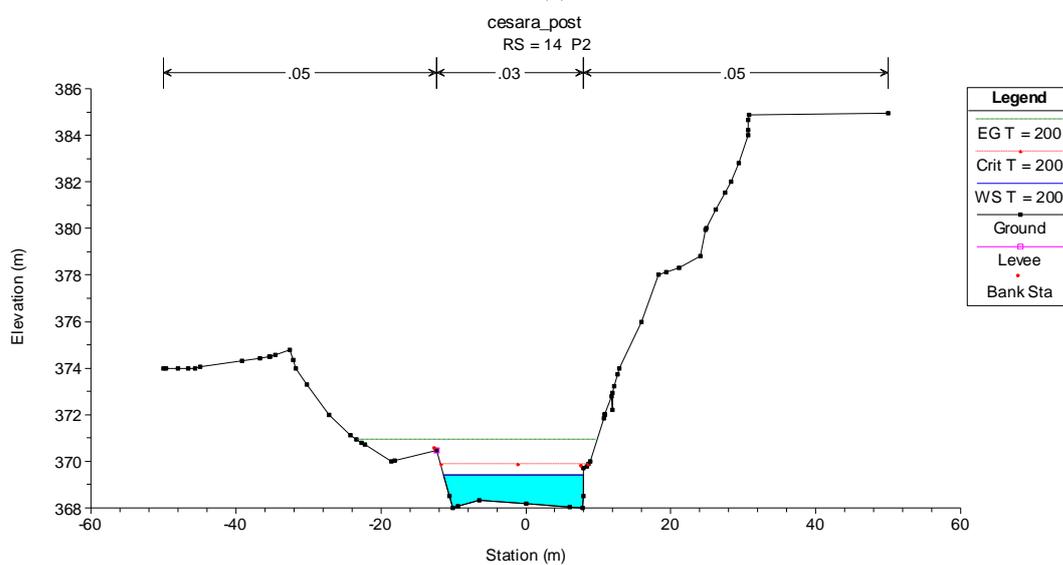
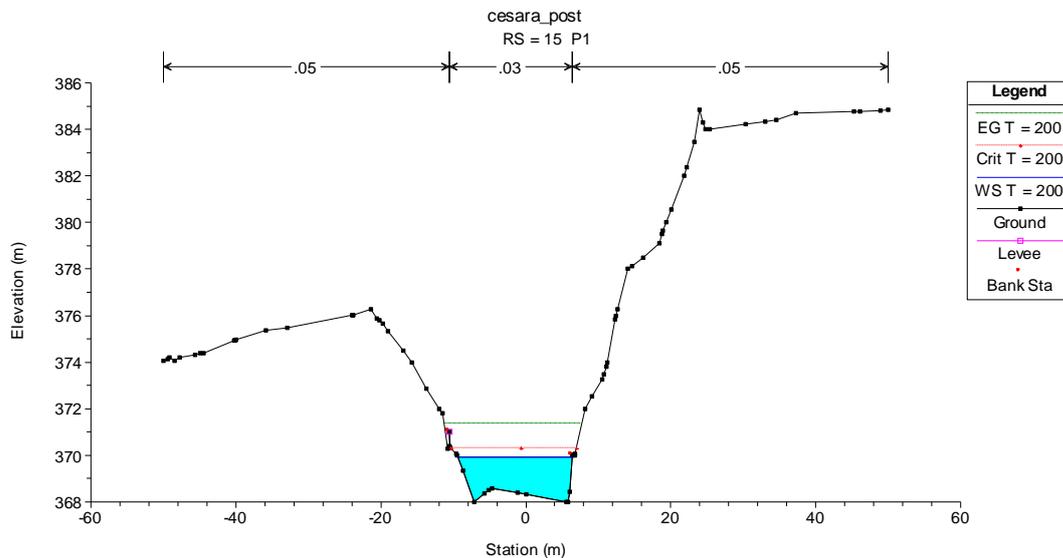
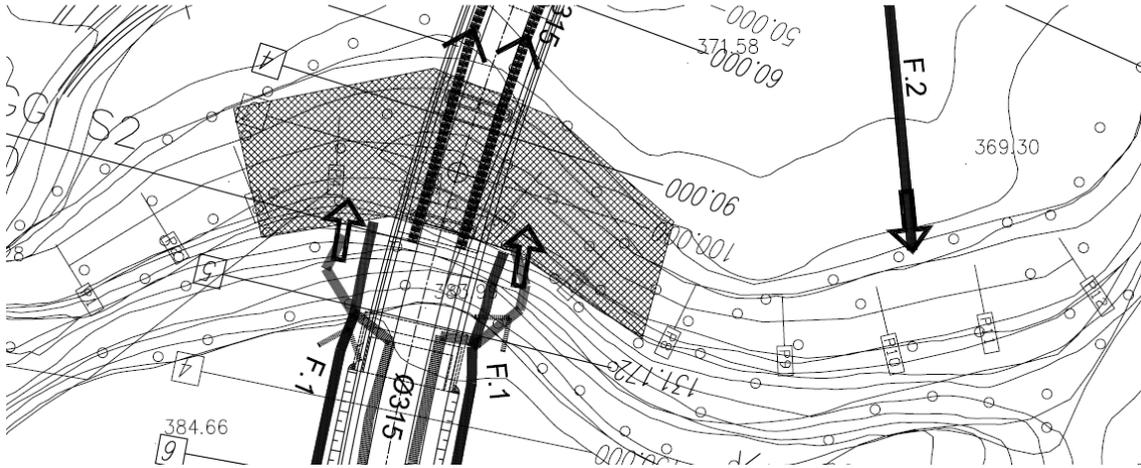




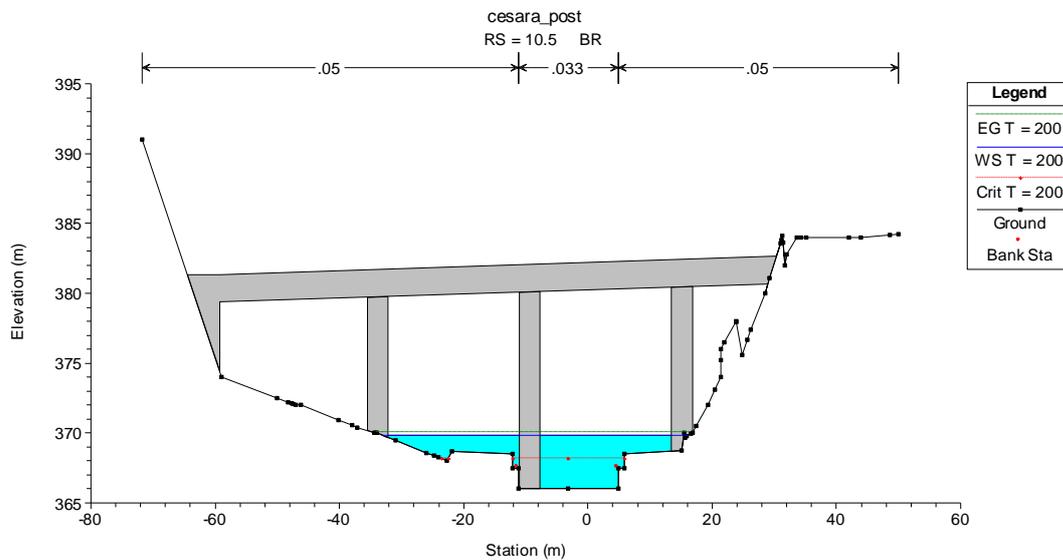
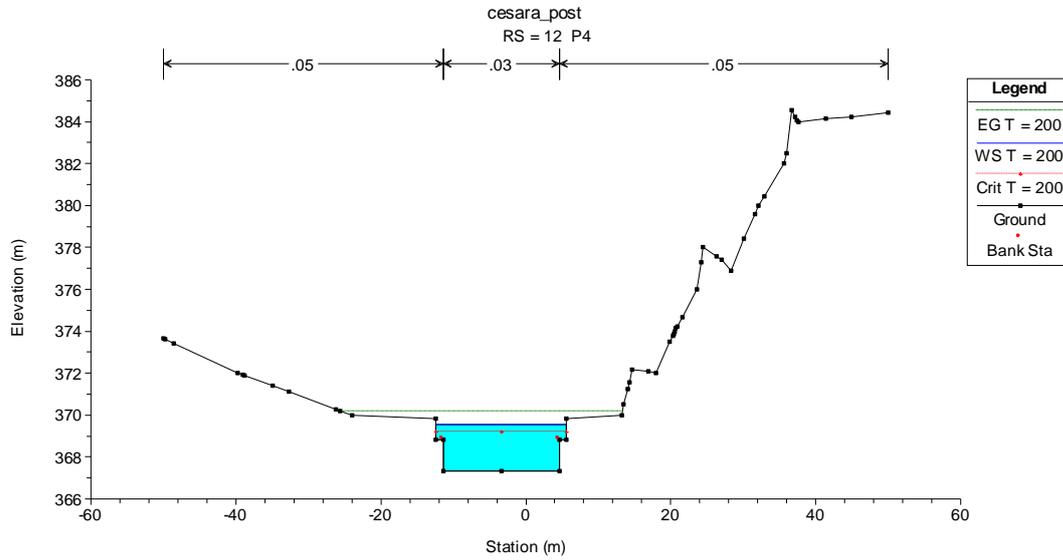
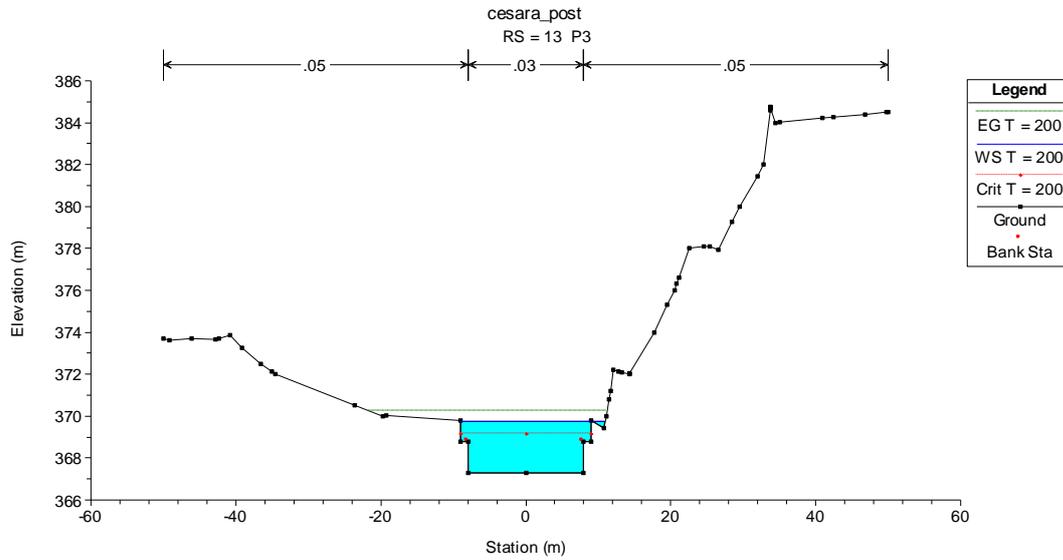
River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	F	Sta W.S. Lft (m)	Sta W.S. Rgt (m)
	T = 15200	124.9	368	369.91	370.3	371.33	1.75E-02	5.29	23.6	15.74	1.38	-9.33	6.41
	T = 14200	124.9	368	369.41	369.84	370.89	2.32E-02	5.39	23.17	19.26	1.57	-11.34	7.92
	T = 13200	124.9	367.3	370.15	369.46	370.48	2.56E-03	2.54	49.35	23.58	0.56	-12.42	11.16
	T = 12200	124.9	367.32	369.7	369.7	370.37	8.71E-03	3.62	34.49	25.88	1	-12.91	12.96
	T = 11200	124.9	366	369.6	368.2	369.74	8.32E-04	1.64	77.42	31.48	0.32	-16.11	15.37
	T = 10200	124.9	366	369.48	368.48	369.71	1.47E-03	2.11	61.67	28.49	0.43	-13.54	14.96
	T = 9200	124.9	366	369.4	368.49	369.67	1.70E-03	2.32	59.8	33	0.47	-23.26	9.75
	T = 8200	124.9	366	368.67	368.67	369.55	8.41E-03	4.15	30.81	18.65	0.98	-8.39	10.26
	T = 7200	124.9	366	368.08	368.34	369.28	1.42E-02	4.86	25.93	18.09	1.27	-6.99	11.1
	T = 6200	124.9	365.73	368.78	367.79	369.05	1.79E-03	2.29	55.69	24.27	0.47	-10.42	13.85
	T = 5200	124.9	366	368.75	368.06	369	2.13E-03	2.24	55.99	30.35	0.52	-12.32	18.03
	T = 4200	124.9	365.95	368.64	367.95	368.95	2.50E-03	2.49	50.44	24.94	0.55	-11.73	13.21

Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 80 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------

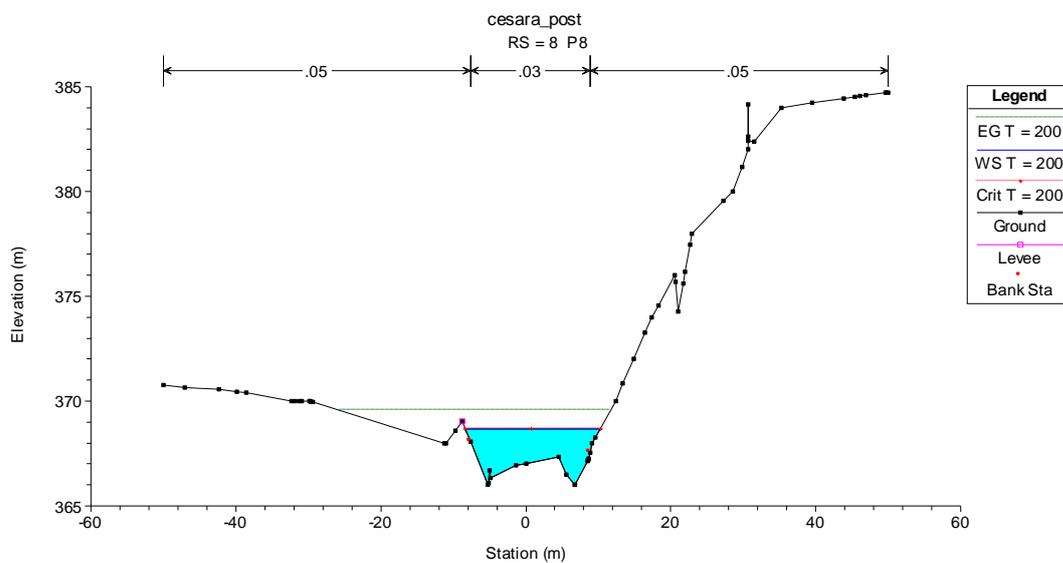
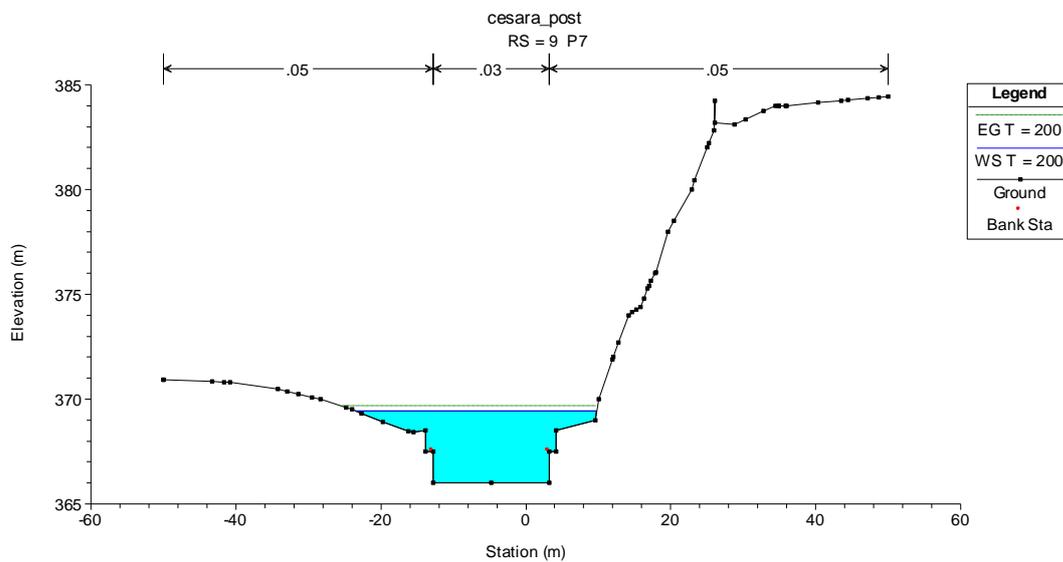
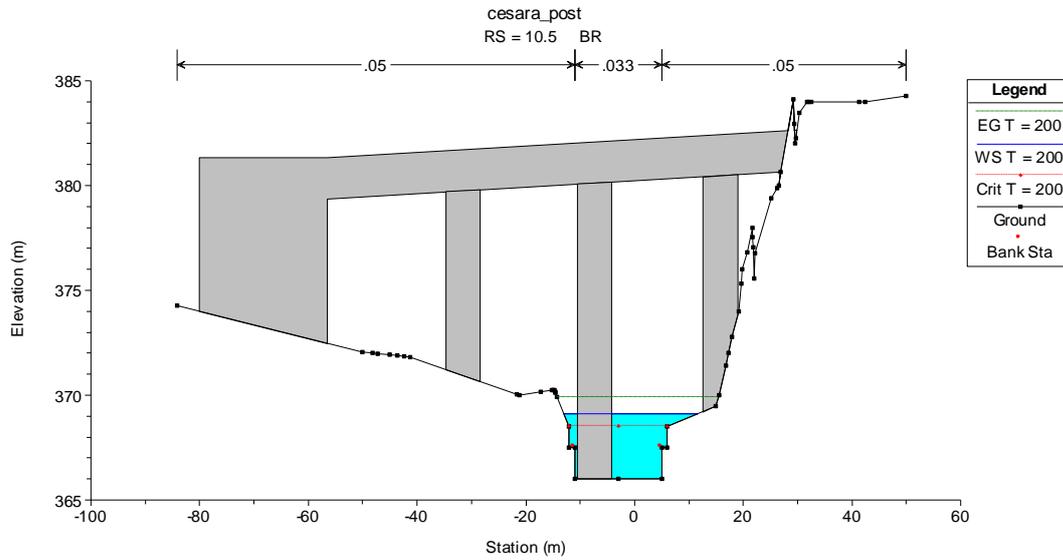
**VIADOTTO CESARA: POST OPERAM**



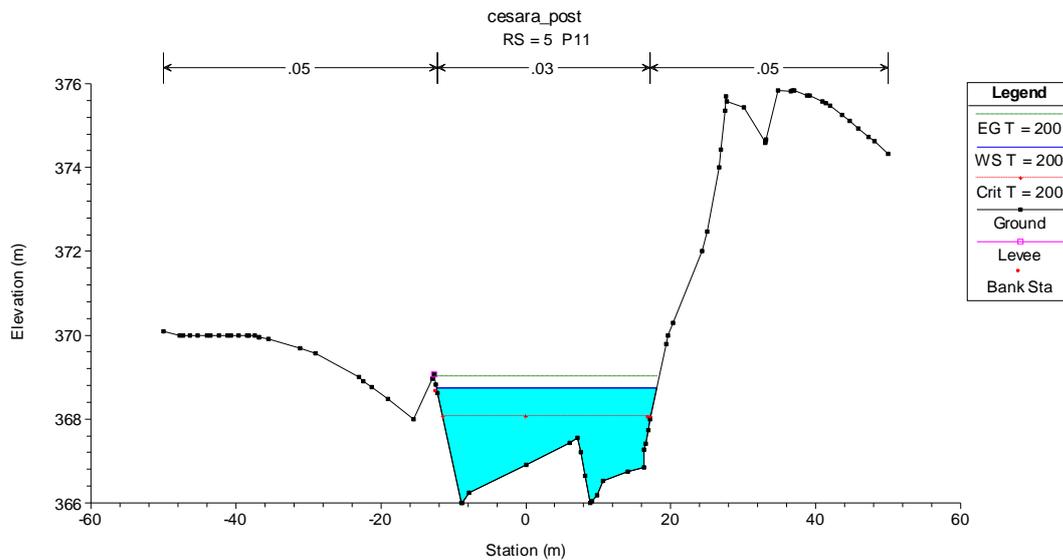
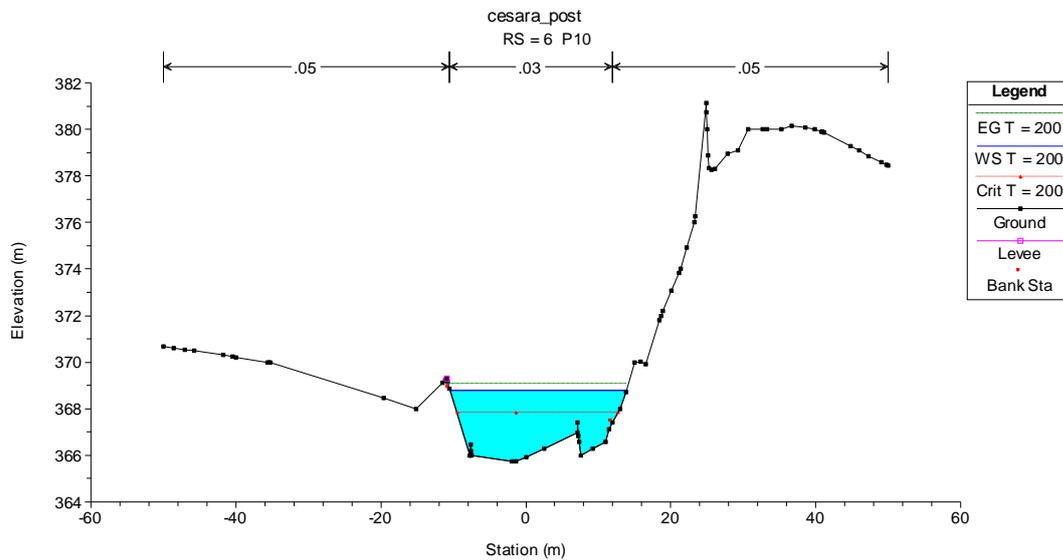
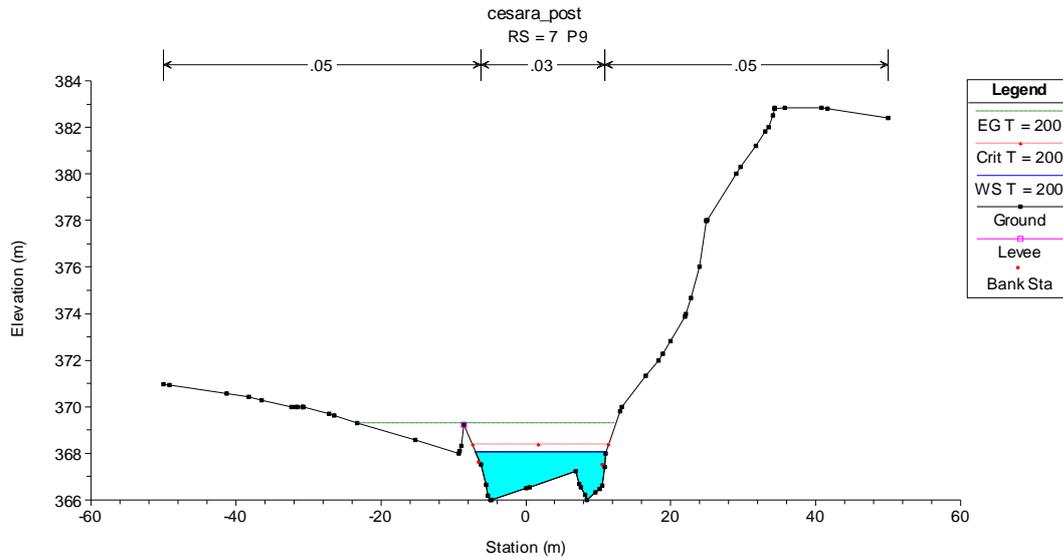
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 81 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



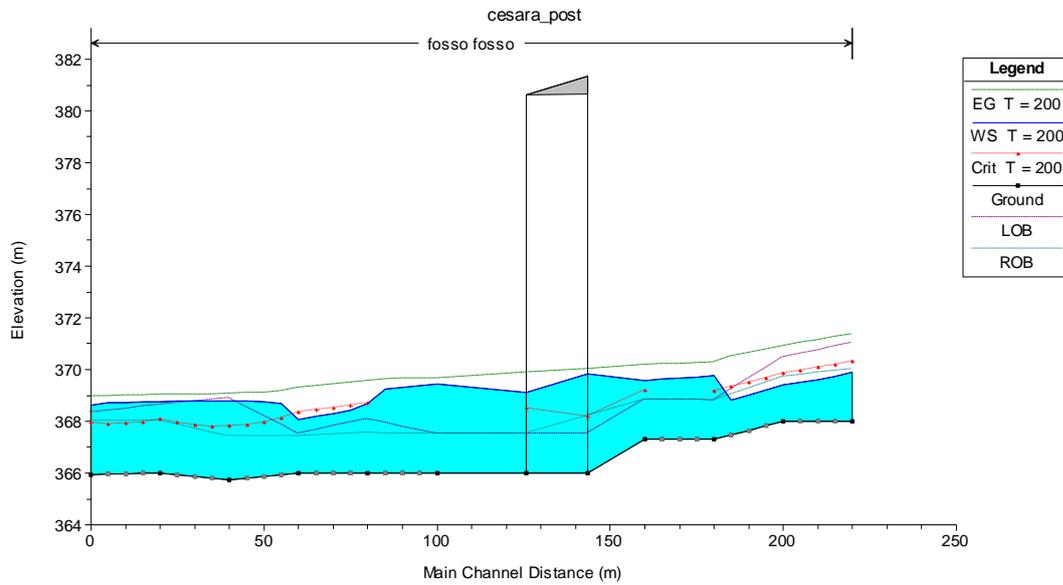
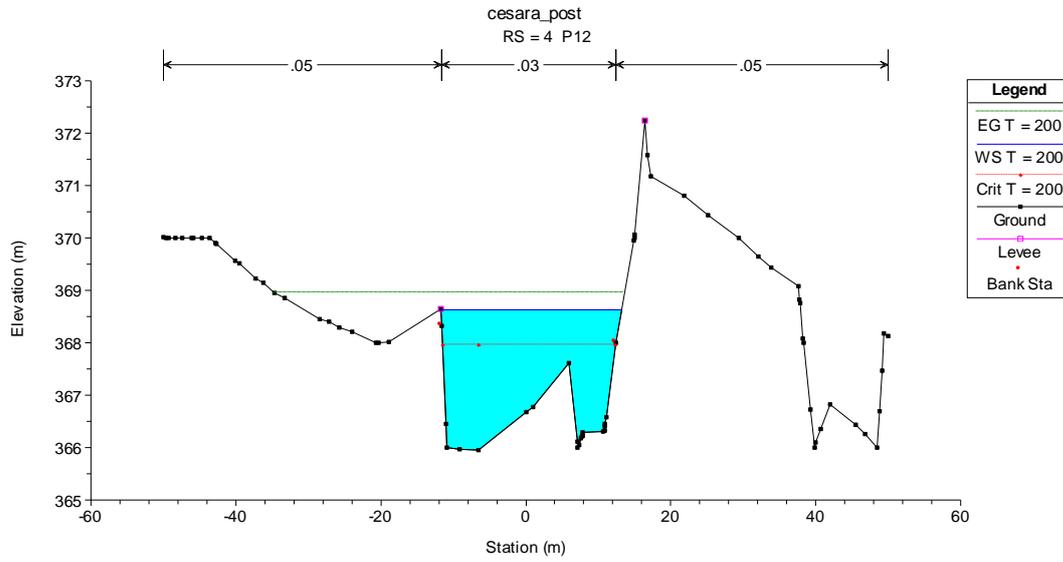
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 82 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 83 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O10000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 84 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------

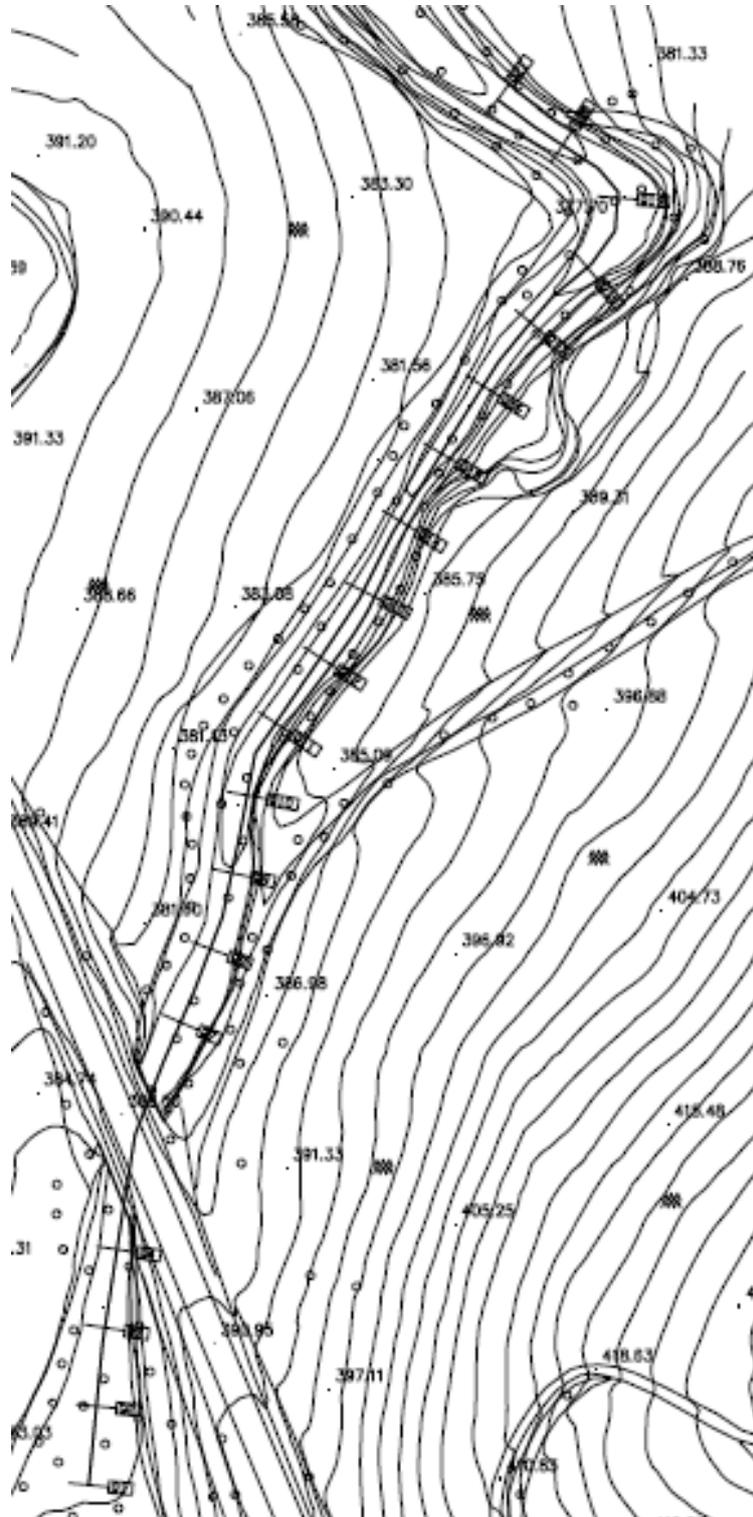


RiverSta	Profile	QTotal (m3/s)	MinChEl (m)	W.S.Elev (m)	CritW.S. (m)	E.G.Elev (m)	E.G.Slope (m/m)	VelChrl (m/s)	FlowArea (m2)	TopWidth (m)	F	StaW.S.Lft (m)	StaW.S.Rgt (m)
15	T=200	124.9	368	369.91	370.3	371.33	1.75E-02	5.29	23.6	15.74	1.38	-9.33	6.41
14	T=200	124.9	368	369.41	369.84	370.89	2.32E-02	5.39	23.17	19.26	1.57	-11.34	7.92
13	T=200	124.9	367.3	369.76	369.15	370.25	3.36E-03	3.14	41.53	19.76	0.64	-9	10.95
12	T=200	124.9	367.32	369.57	369.17	370.16	4.56E-03	3.44	37.43	18	0.73	-12.37	5.63
10.5	Bridge												
9	T=200	124.9	366	369.43		369.65	1.01E-03	2.15	68.45	33.23	0.37	-23.47	9.76
8	T=200	124.9	366	368.67	368.67	369.55	8.41E-03	4.15	30.81	18.65	0.98	-8.39	10.26
7	T=200	124.9	366	368.08	368.34	369.28	1.42E-02	4.86	25.93	18.09	1.27	-6.99	11.1
6	T=200	124.9	365.73	368.78	367.79	369.05	1.79E-03	2.29	55.69	24.27	0.47	-10.42	13.85
5	T=200	124.9	366	368.75	368.06	369	2.13E-03	2.24	55.99	30.35	0.52	-12.32	18.03
4	T=200	124.9	365.95	368.64	367.95	368.95	2.50E-03	2.49	50.44	24.94	0.55	-11.73	13.21

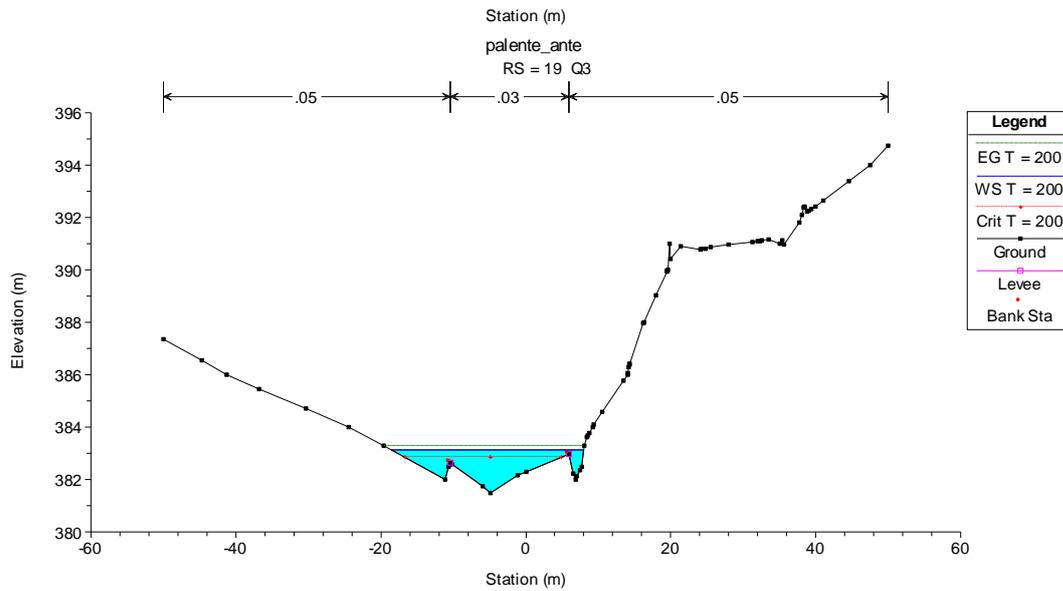
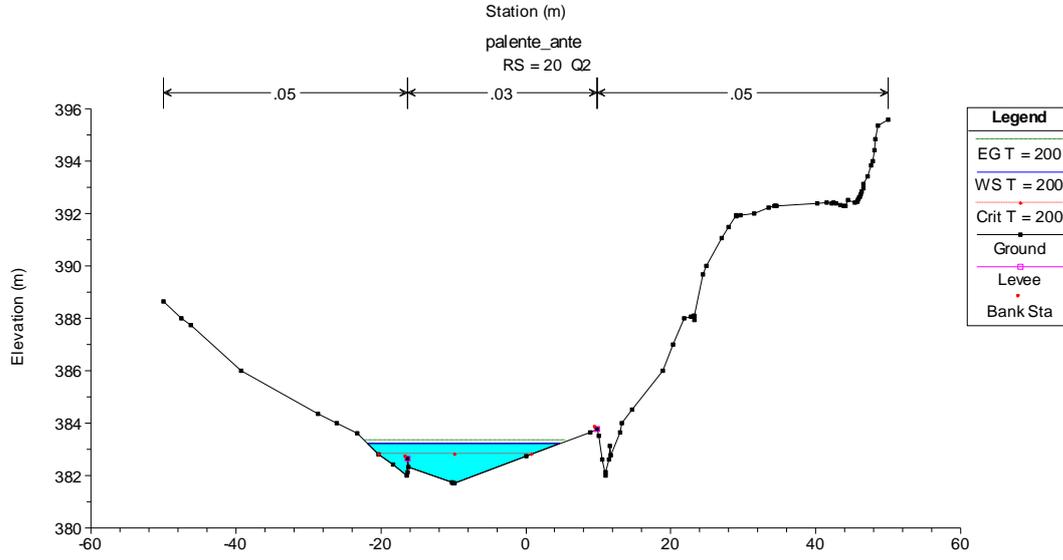
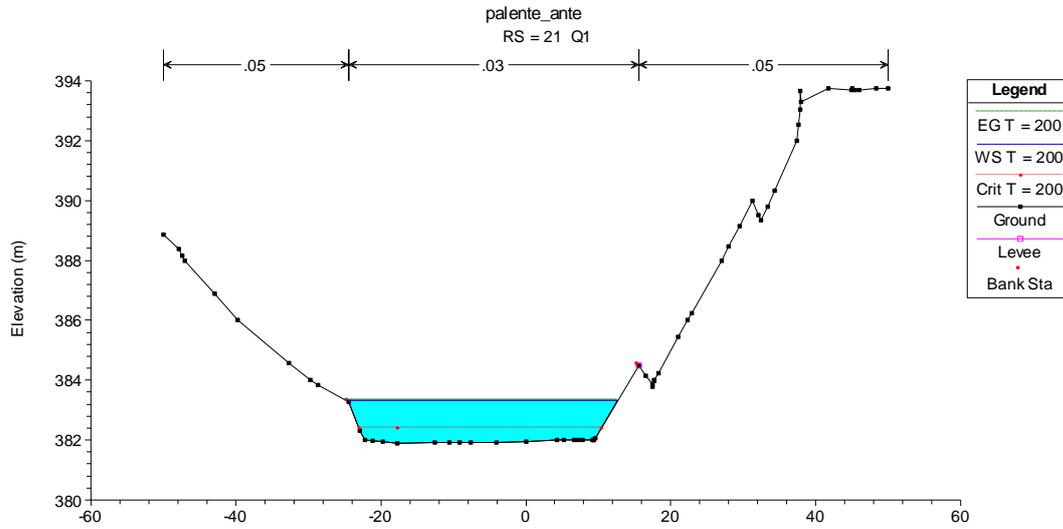
E.G. US. (m)	370.16	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	369.57	E.G. Elev (m)	369.99	369.87
Q Total (m3/s)	124.9	W.S. Elev (m)	369.84	369.11
Q Bridge (m3/s)	124.9	Crit W.S. (m)	368.17	368.5
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	3.84	3.11
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	1.46	3.54
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	85.32	35.24
Weir Submerg		Froude # Chl	0.32	0.72
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	139.79	98.26
Min El Weir Flow (m)	382.49	Hydr Depth (m)	2.02	1.93
Min El Prs (m)	380.33	W.P. Total (m)	56.65	29.74
Delta EG (m)	0.51	Conv. Total (m3/s)	3183.2	1302.5
Delta WS (m)	0.14	Top Width (m)	42.28	18.3
BR Open Area (m2)	783.32	Frctn Loss (m)	0.06	0.06
BR Open Vel (m/s)	3.54	C & E Loss (m)	0.06	0.16
Coef of Q		Shear Total (N/m2)	22.74	106.82
Br Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	33.29	378.65

Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 86 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------

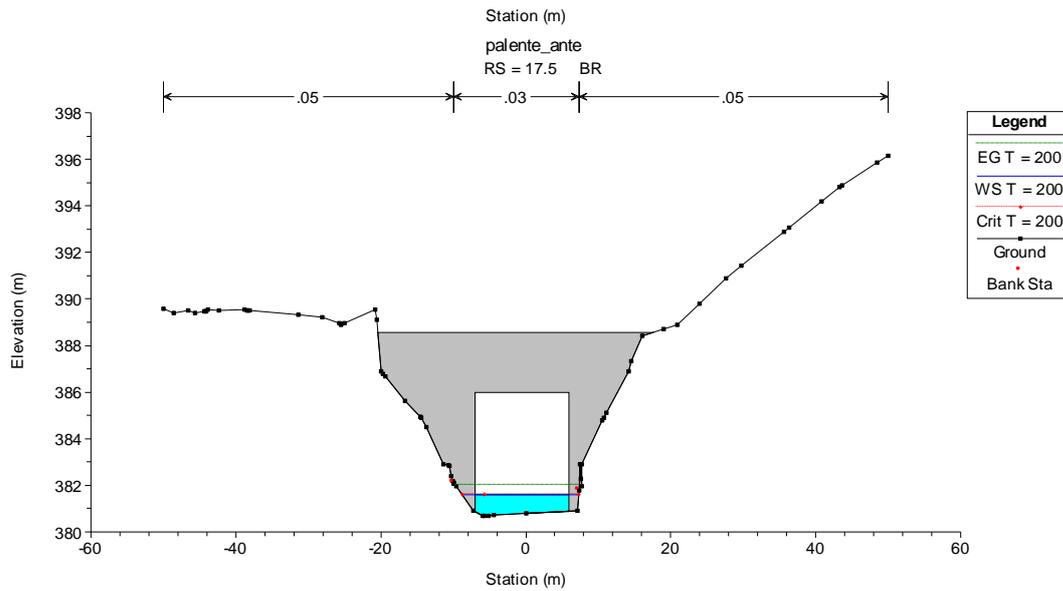
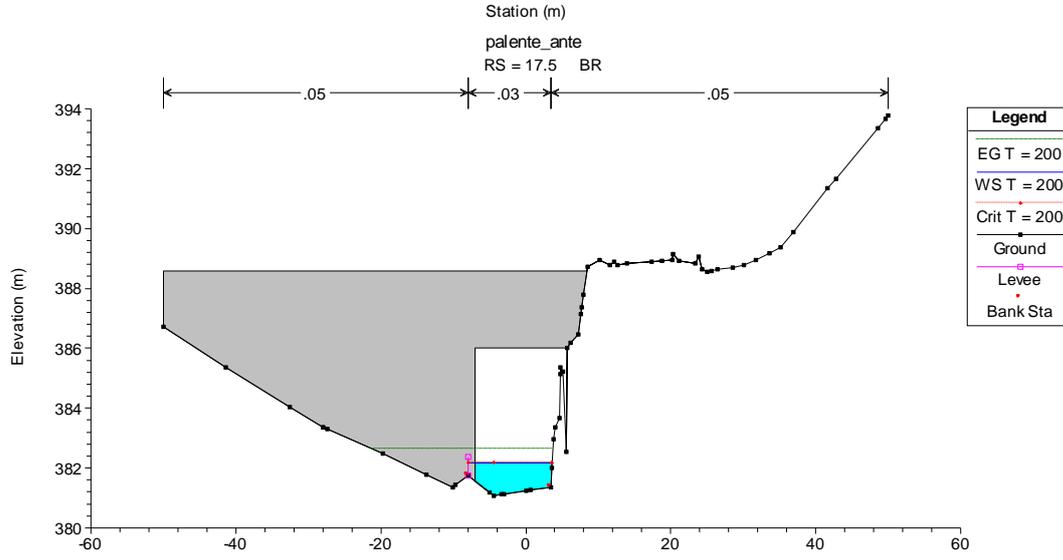
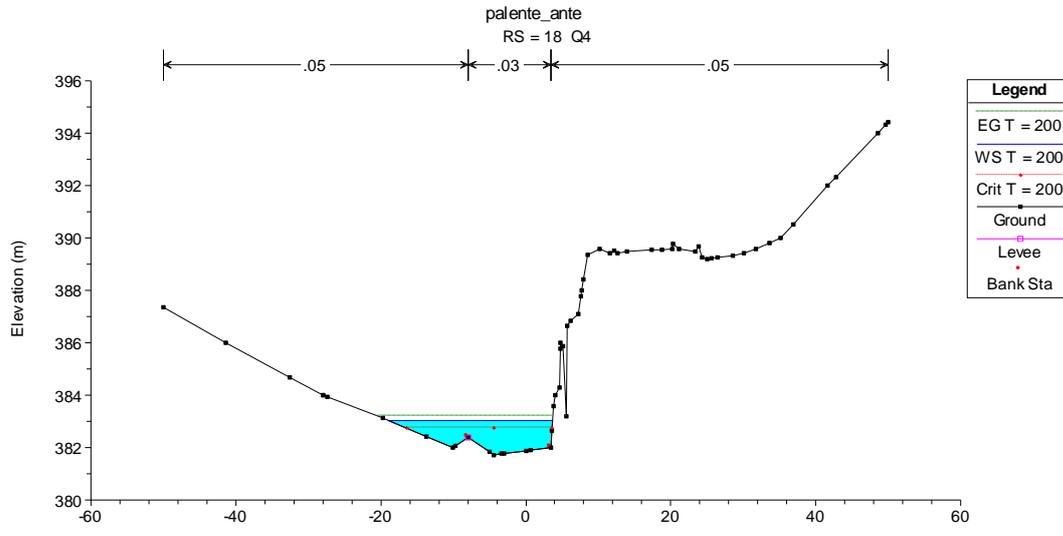
**PONTE PALENTE: ANTE OPERAM**



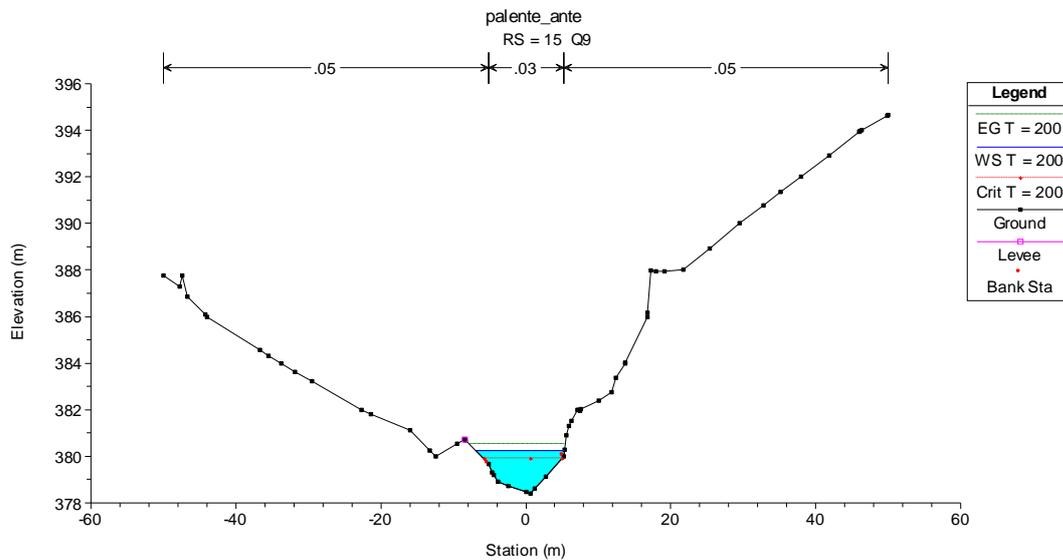
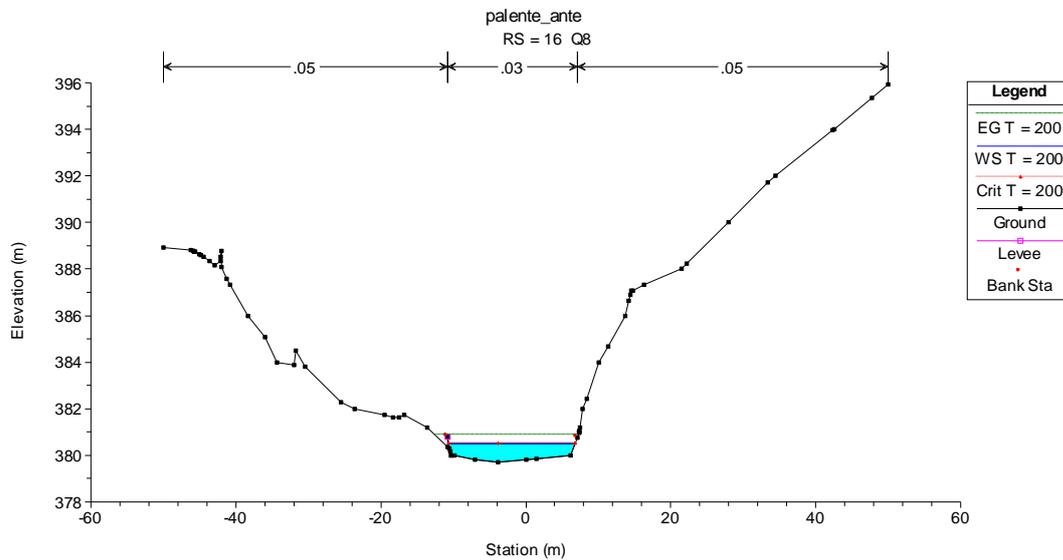
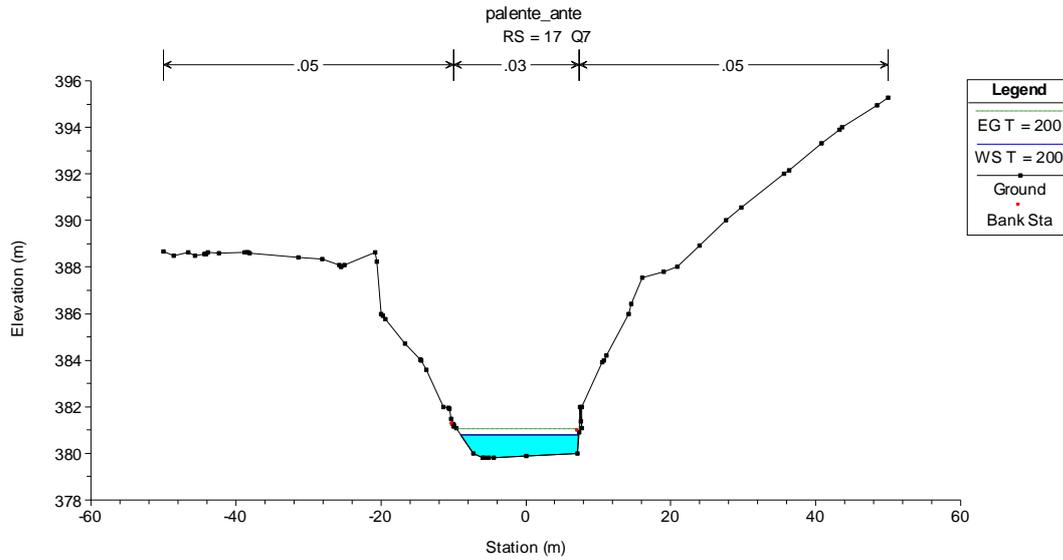
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 87 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



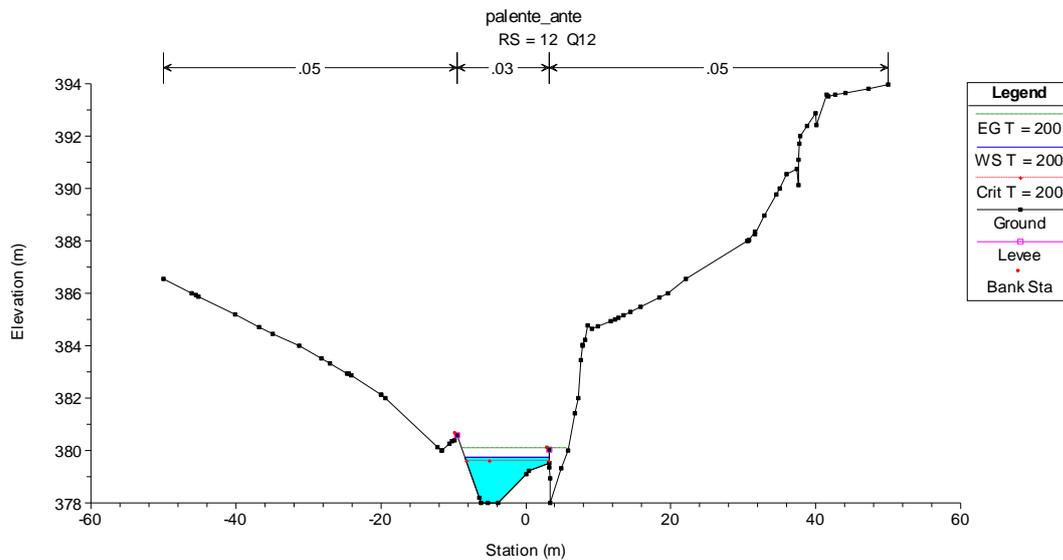
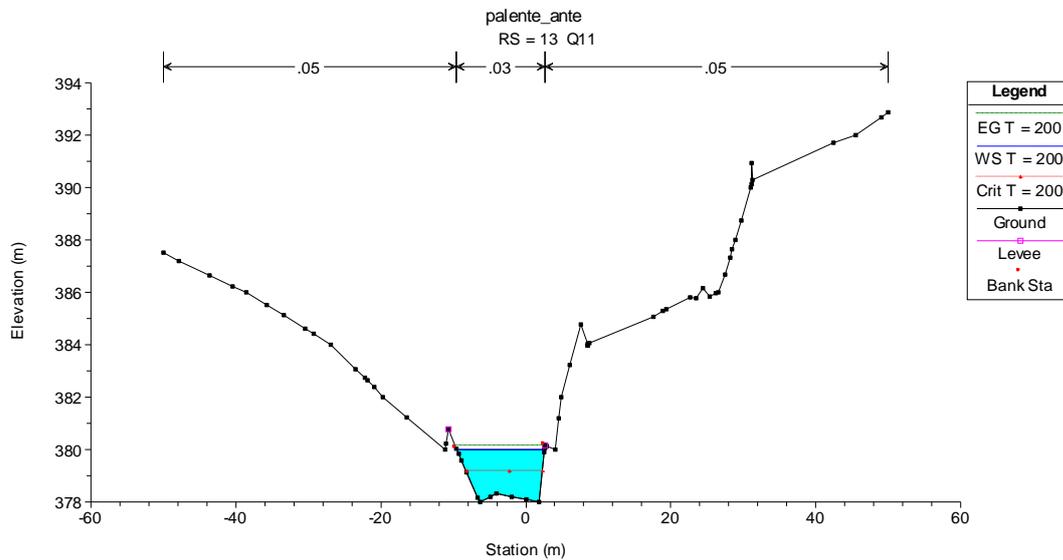
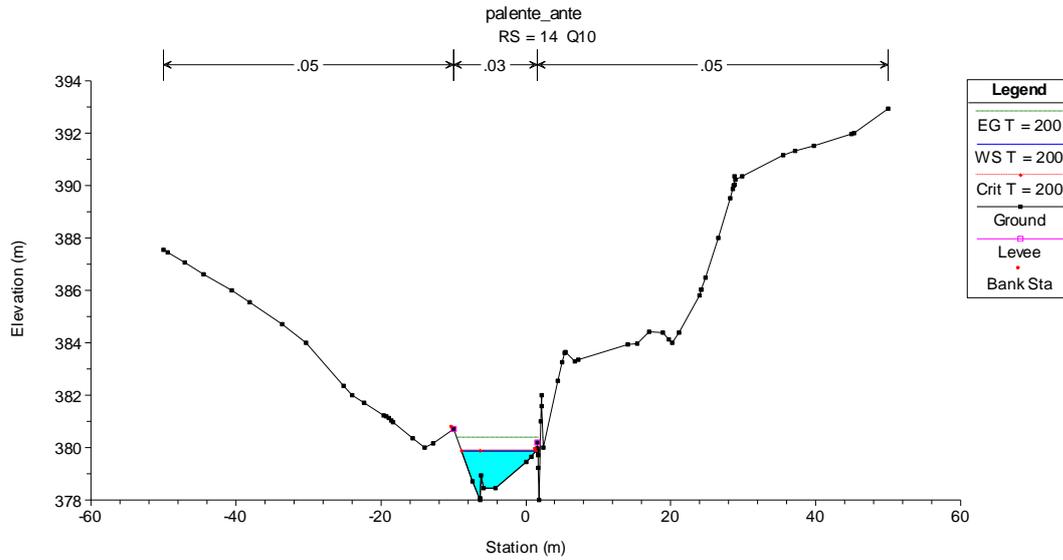
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 88 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



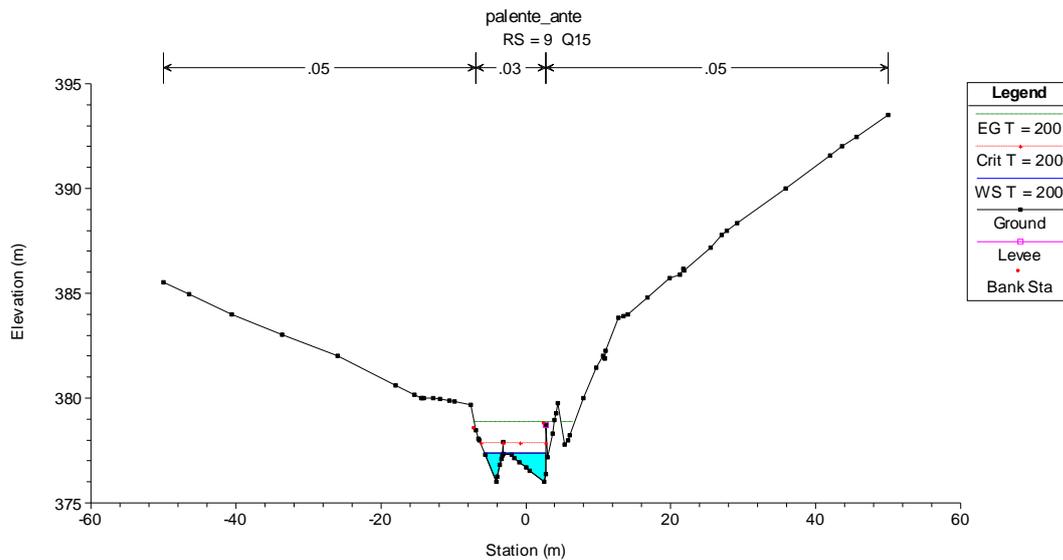
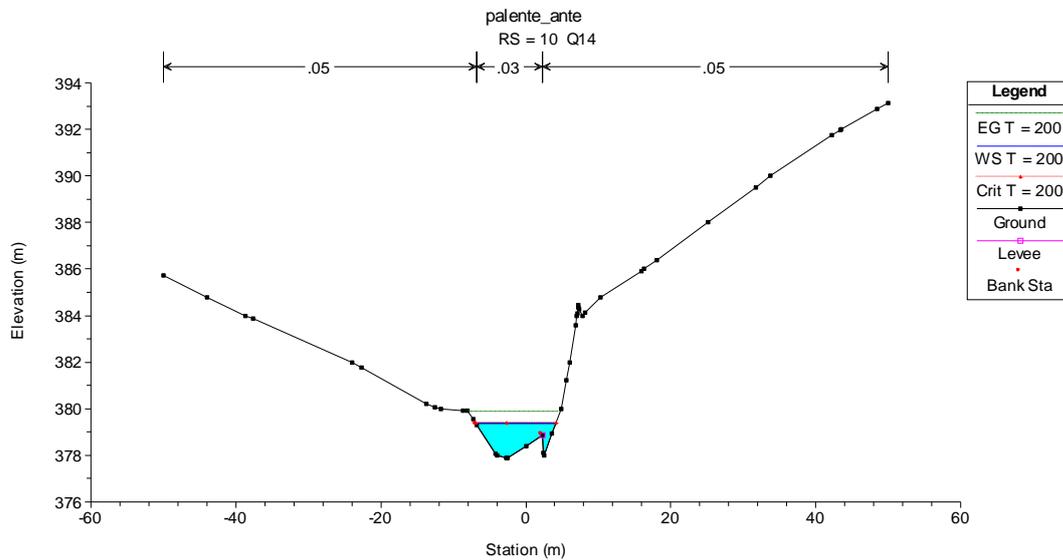
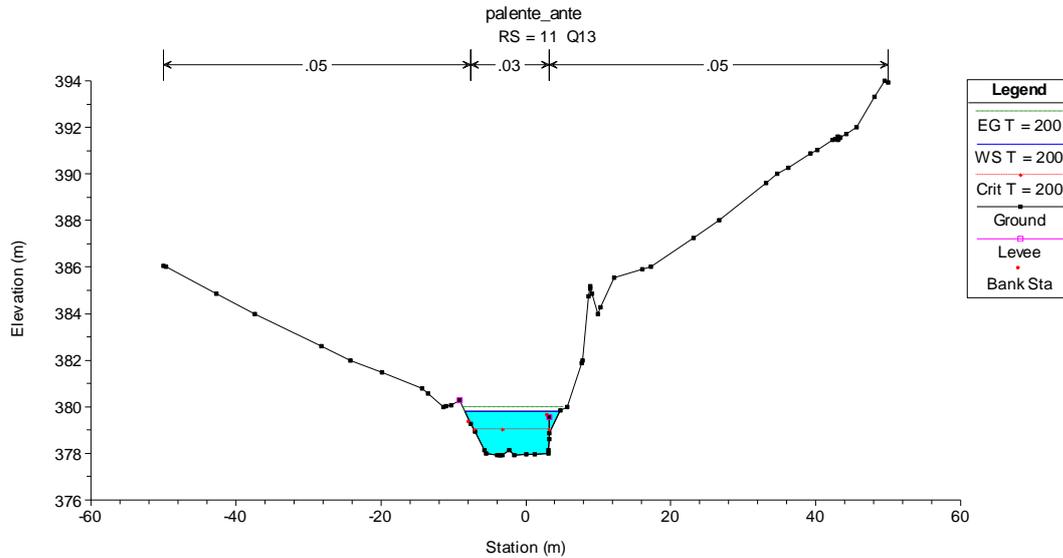
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 89 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



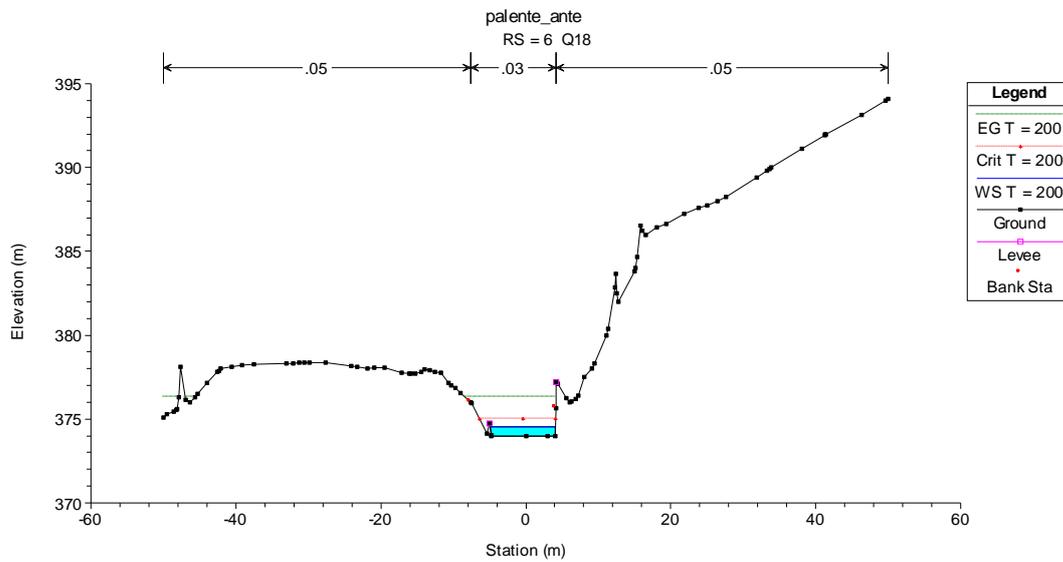
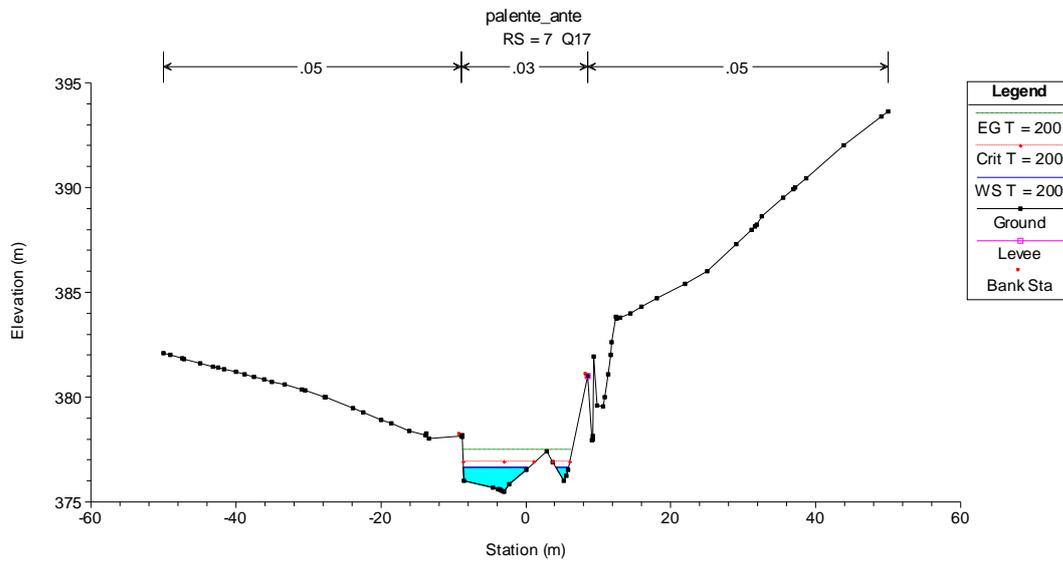
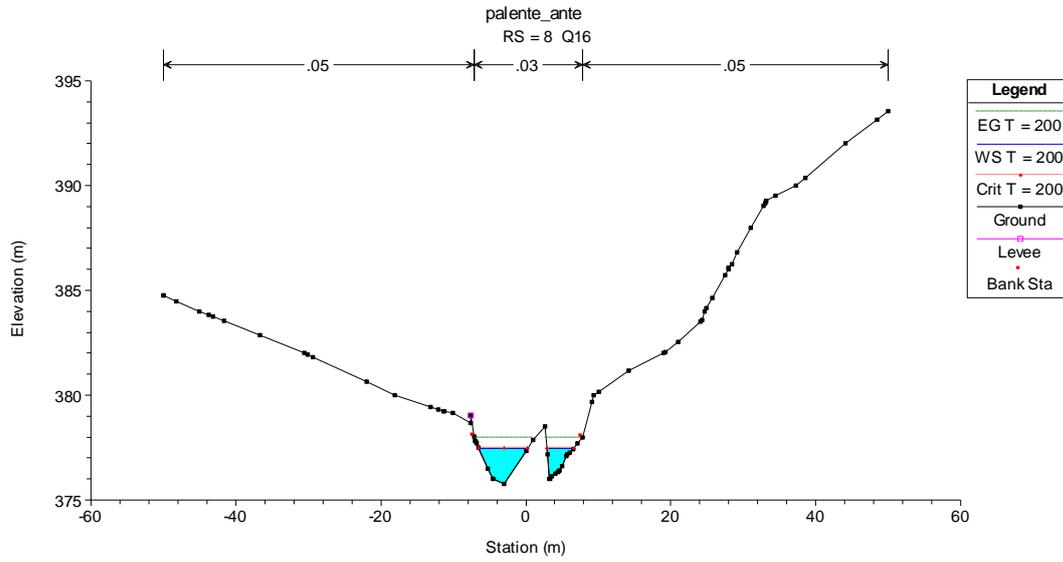
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 00000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 90 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	--------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



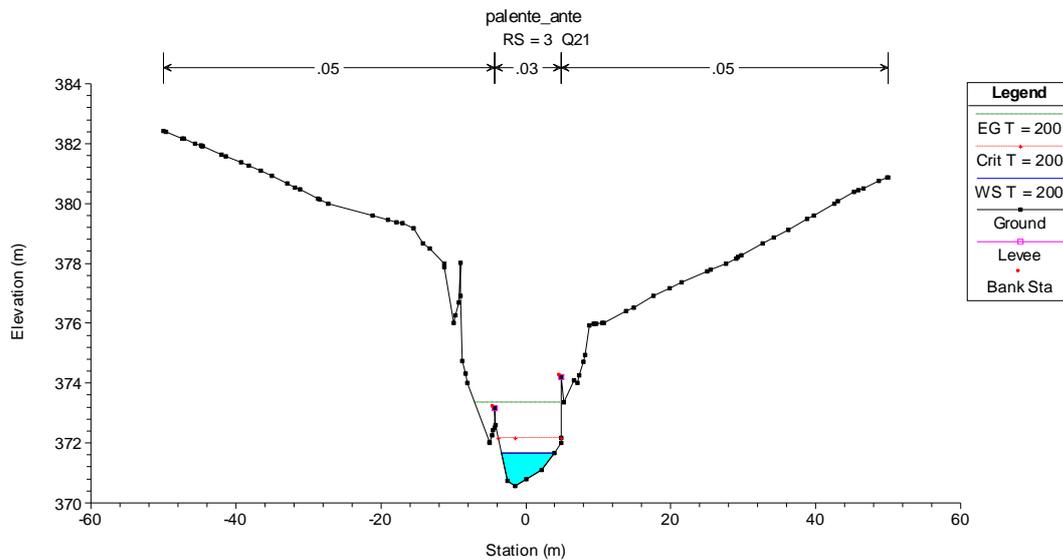
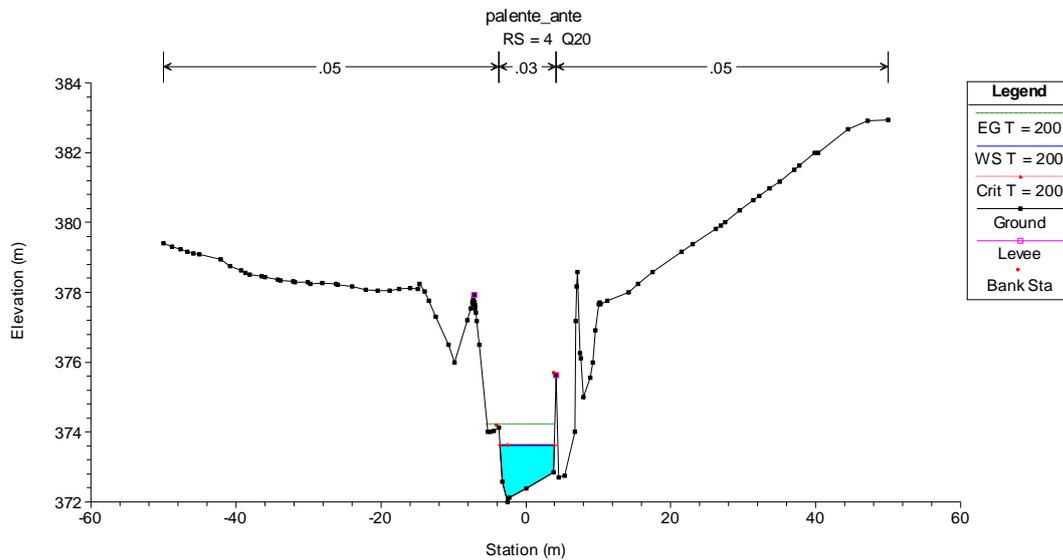
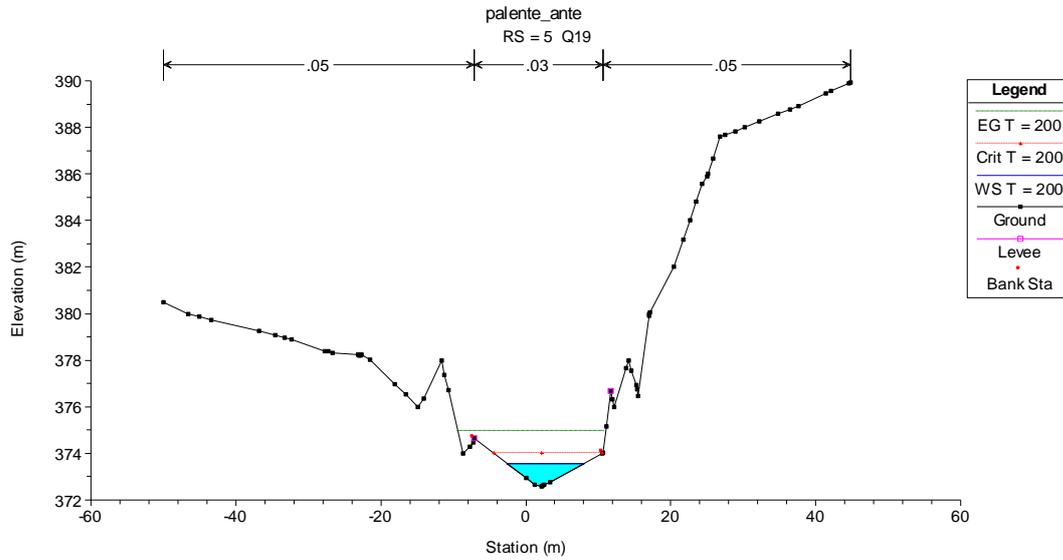
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 91 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------

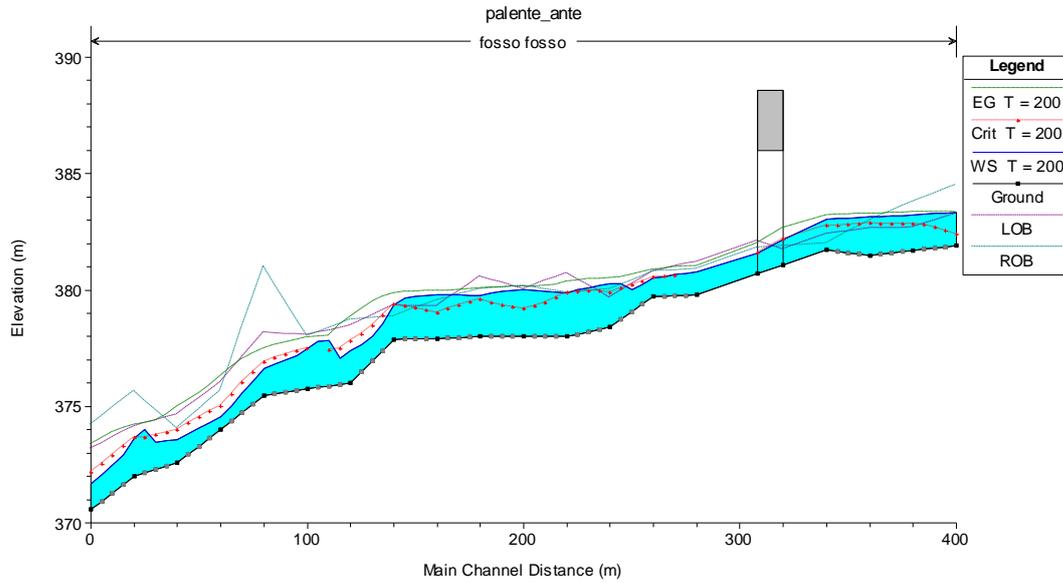


Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 92 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 93 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------

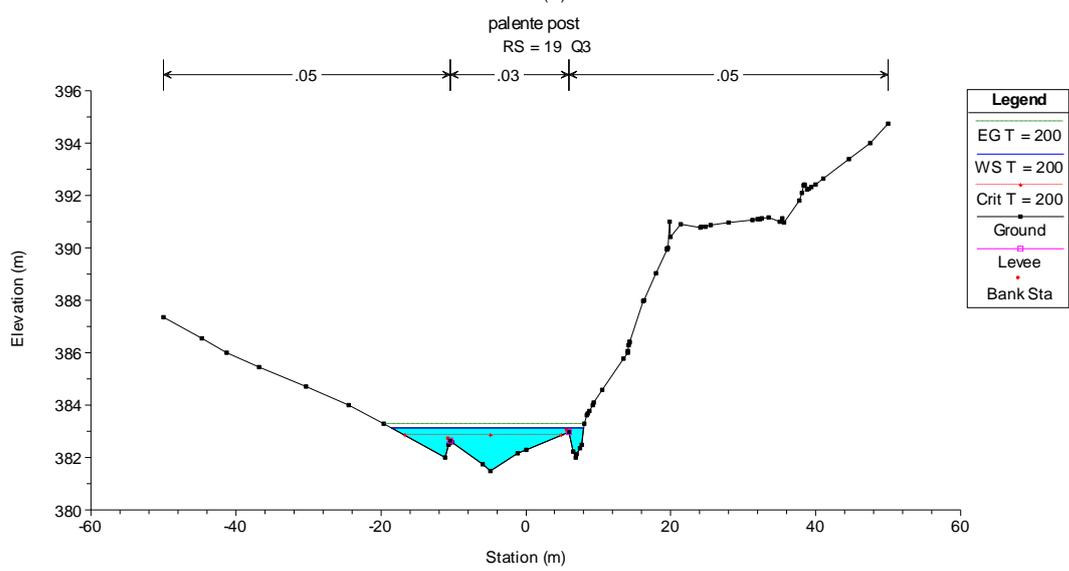
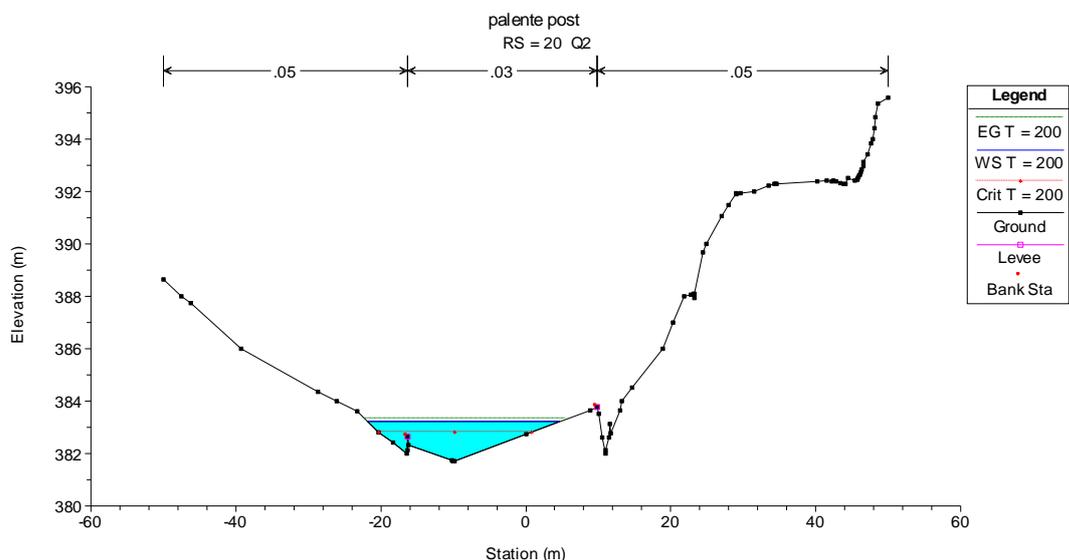
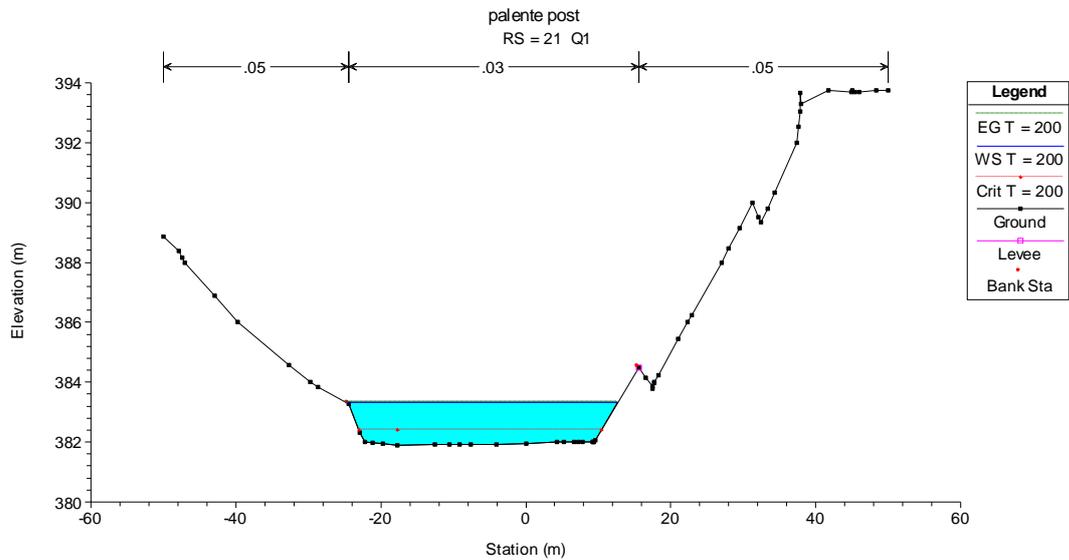




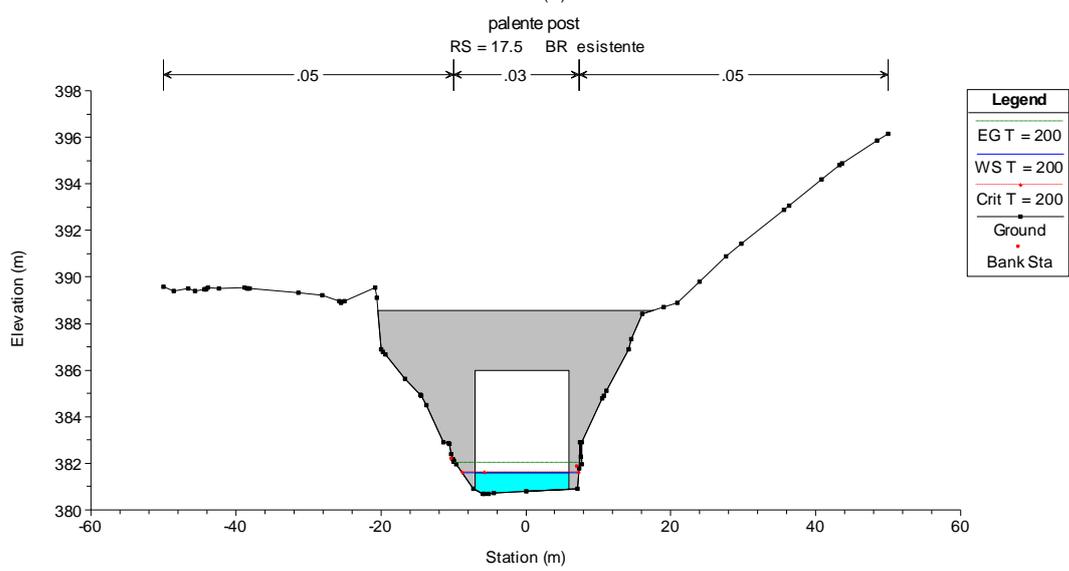
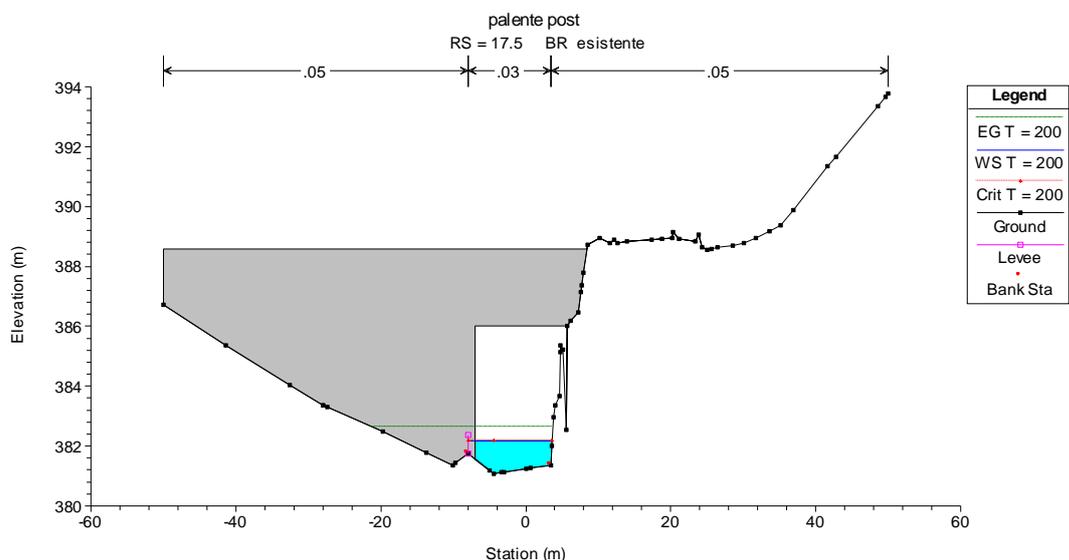
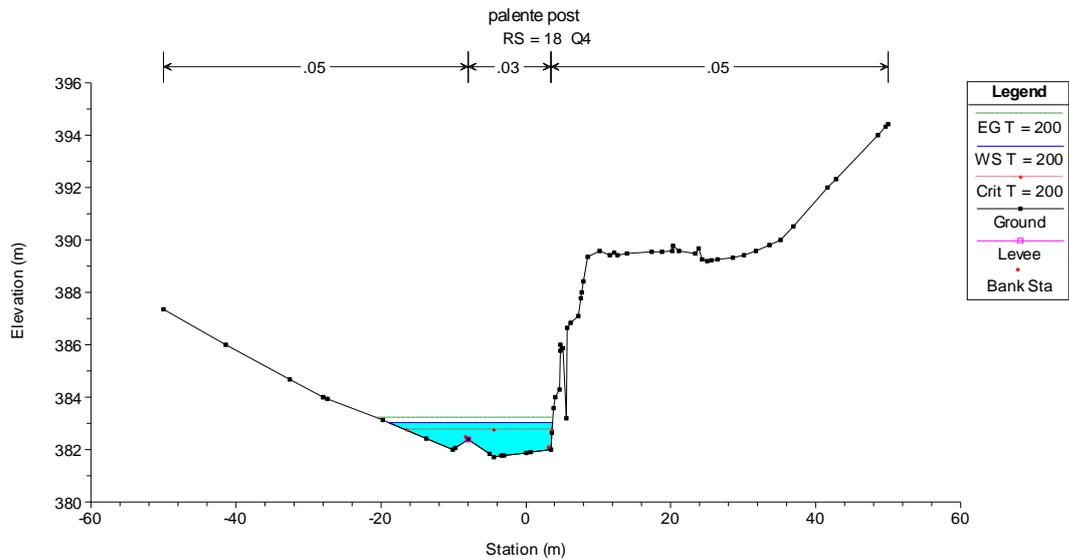
Reach	RiverSta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (mm)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	F	Sta W.S. Lft (m)	Sta W.S. Rgt (m)
fosso	21	T=200	29.1	381.9	383.32	382.39	383.34	2.54E-04	0.62	47.21	37.49	0.17	-24.83	12.66
fosso	20	T=200	29.1	381.7	383.22	382.81	383.32	2.22E-03	1.44	22.2	26.43	0.49	-21.81	4.62
fosso	19	T=200	29.1	381.48	383.14	382.85	383.26	2.87E-03	1.66	21.1	26.57	0.56	-18.6	7.96
fosso	18	T=200	29.1	381.72	383.04	382.74	383.2	2.81E-03	1.9	19.37	22.7	0.57	-19.04	3.67
fosso	17.5	Bridge												
fosso	17	T=200	29.1	379.8	380.78		381.02	5.81E-03	2.16	13.46	16.31	0.76	-9.01	7.3
fosso	16	T=200	29.1	379.71	380.52	380.52	380.85	1.06E-02	2.55	11.41	17.39	1	-10.62	6.77
fosso	15	T=200	29.1	378.41	380.26	379.89	380.49	3.15E-03	2.15	13.95	12.27	0.6	-6.9	5.37
fosso	14	T=200	29.1	378	379.88	379.88	380.34	1.12E-02	3.02	9.63	10.26	1	-8.87	1.39
fosso	13	T=200	29.1	378	380	379.18	380.12	1.42E-03	1.53	18.98	12.08	0.39	-9.53	2.55
fosso	12	T=200	29.1	378	379.75	379.58	380.05	5.69E-03	2.42	12	11.66	0.76	-8.42	3.23
fosso	11	T=200	29.1	377.91	379.81	379	379.94	1.34E-03	1.56	19.37	13.12	0.38	-8.43	4.68
fosso	10	T=200	29.1	377.88	379.37	379.37	379.84	9.67E-03	3.12	10.13	11.03	1.01	-6.91	4.12
fosso	9	T=200	29.1	376	377.38	377.81	378.82	6.50E-02	5.32	5.47	8.35	2.1	-5.72	2.74
fosso	8	T=200	29.1	375.75	377.48	377.48	377.94	1.19E-02	3	9.69	10.45	1	-6.49	6.61
fosso	7	T=200	29.1	375.48	376.64	376.89	377.46	2.86E-02	4.02	7.23	10.77	1.57	-8.6	5.94
fosso	6	T=200	29.1	374	374.56	375	376.28	7.62E-02	5.81	5.01	9.01	2.49	-4.92	4.08
fosso	5	T=200	29.1	372.58	373.57	373.99	374.95	5.88E-02	5.19	5.6	10.69	2.29	-2.62	8.06
fosso	4	T=200	29.1	372	373.63	373.63	374.2	1.11E-02	3.35	8.68	7.52	1	-3.56	3.96
fosso	3	T=200	29.1	370.57	371.67	372.15	373.34	5.36E-02	5.72	5.08	7.4	2.21	-3.4	4



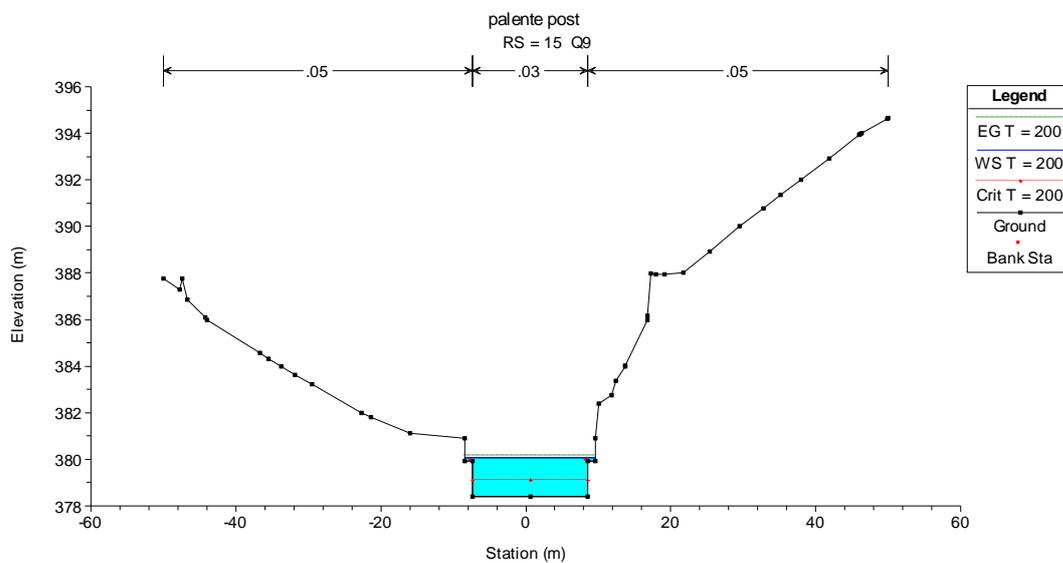
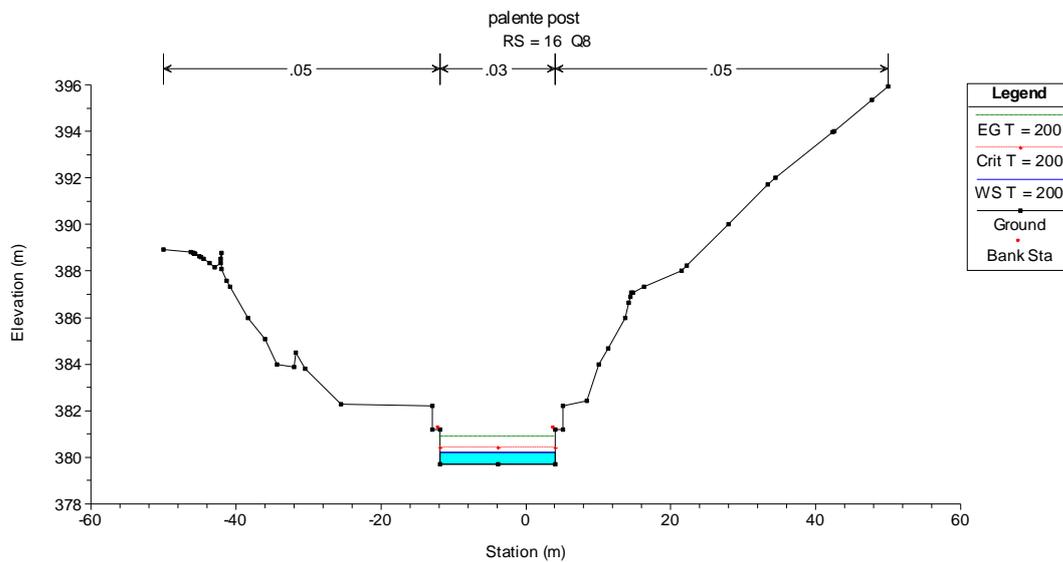
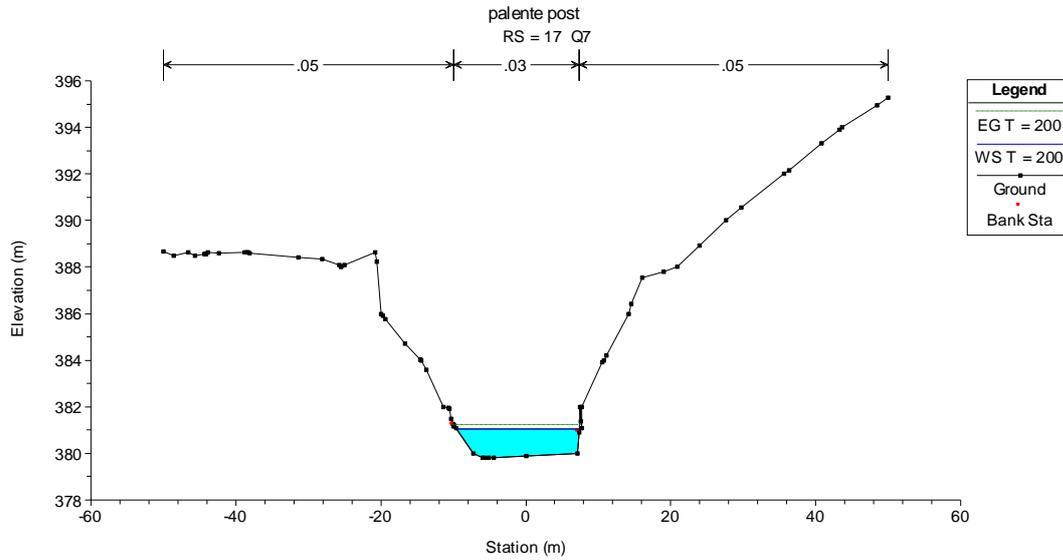
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 96 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------



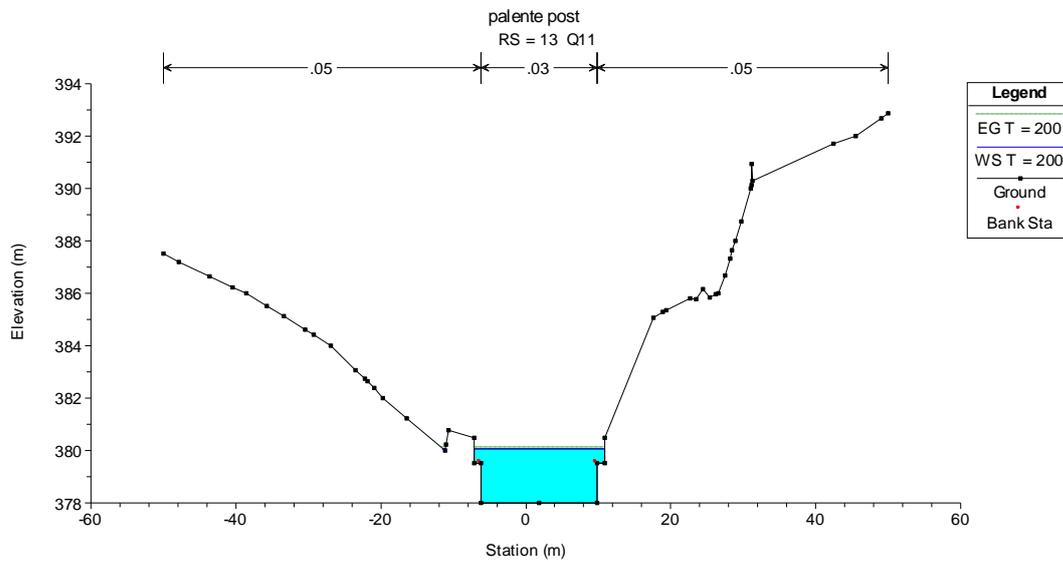
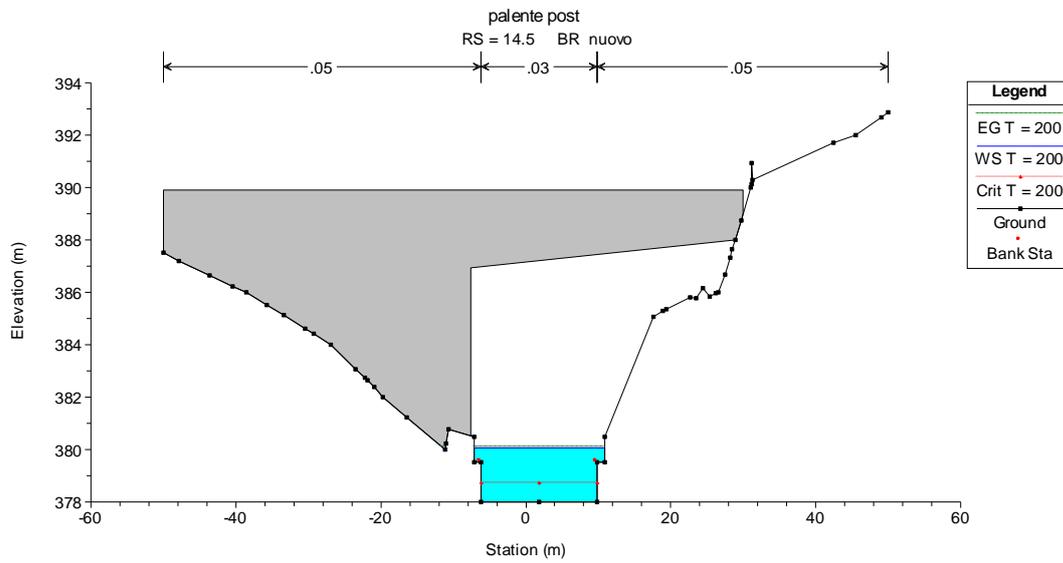
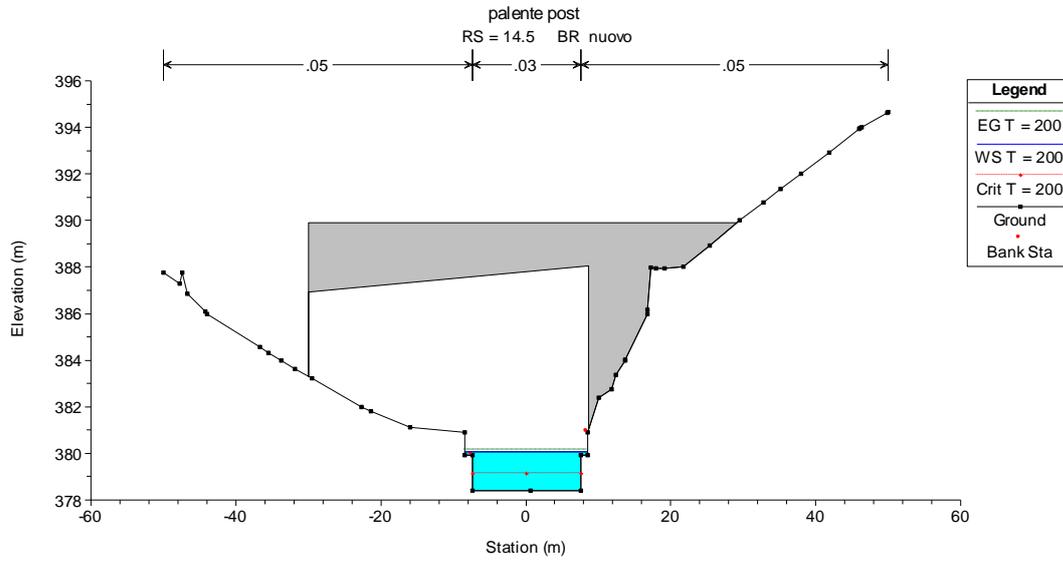
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 97 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------

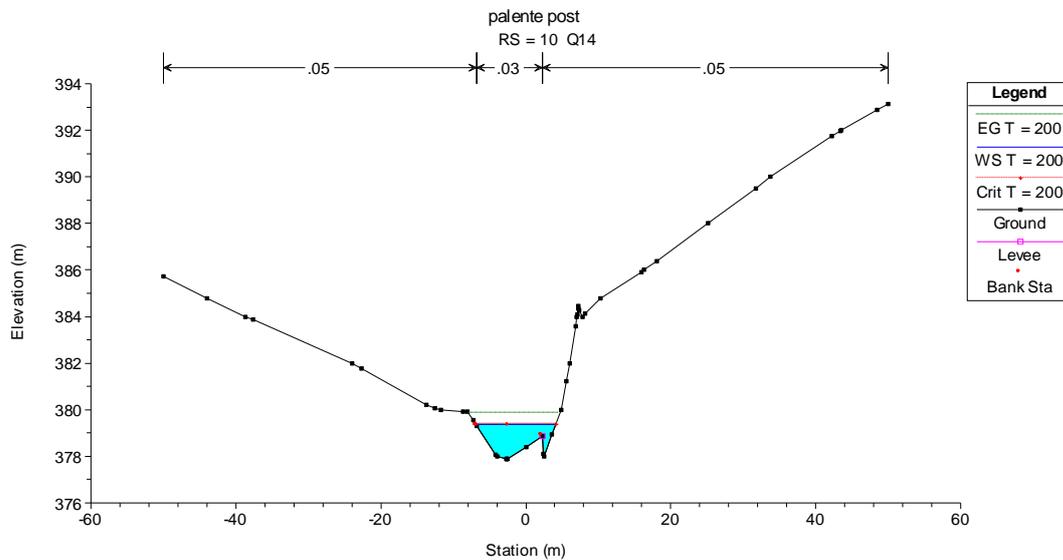
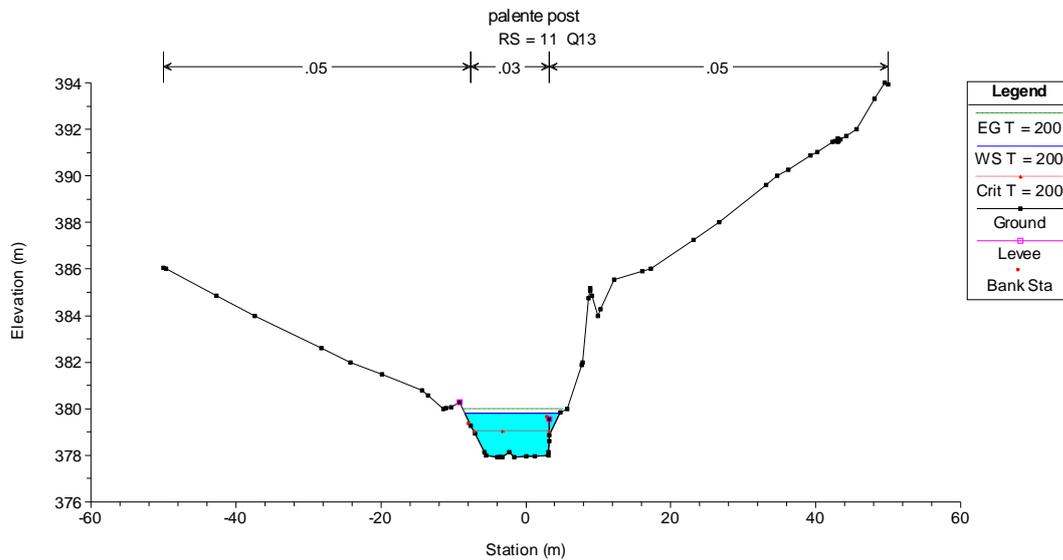
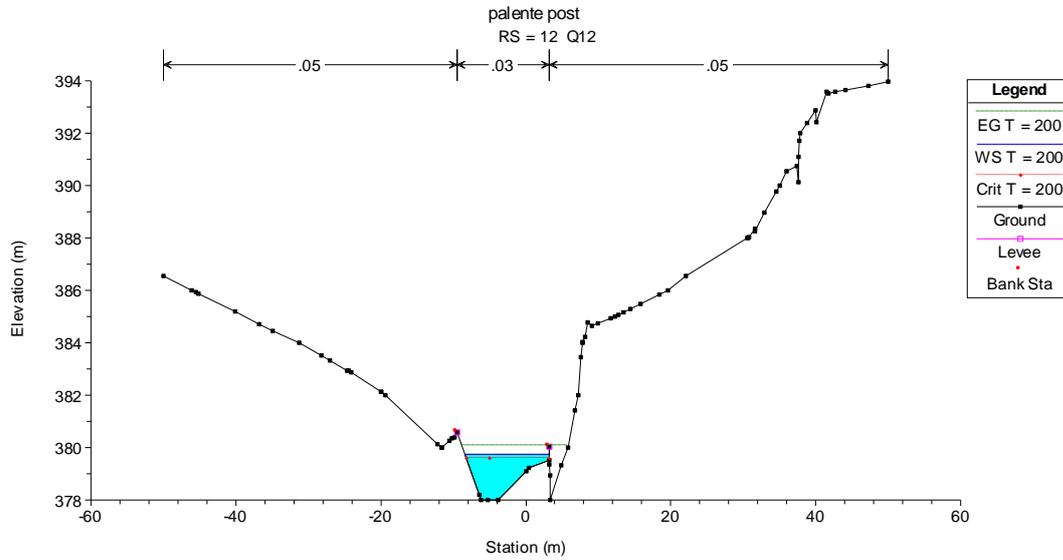


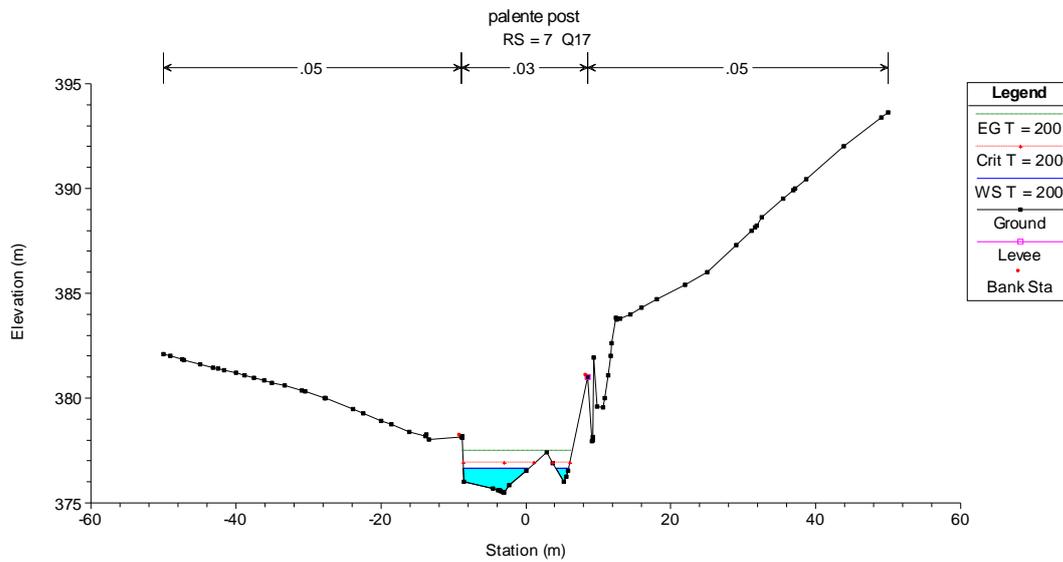
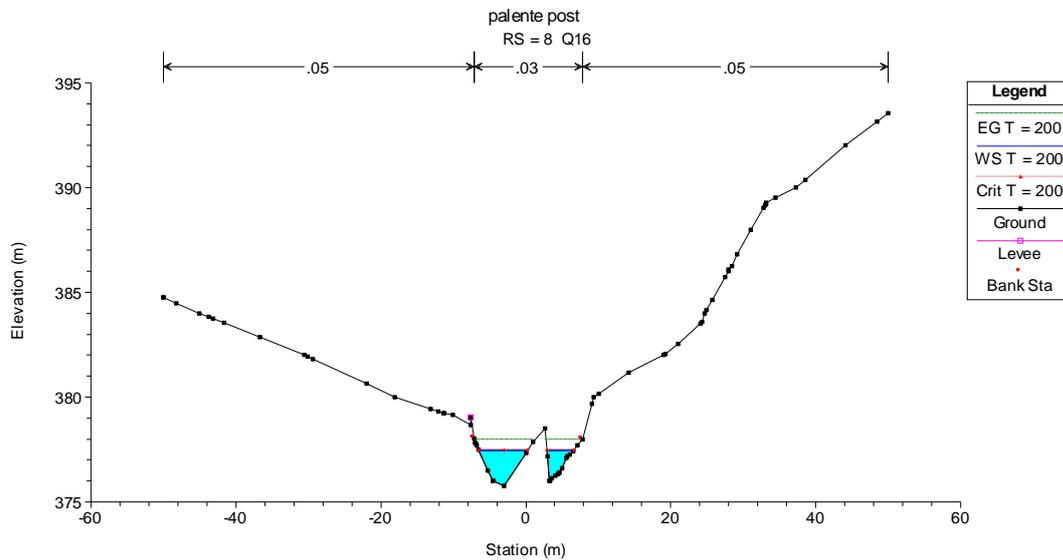
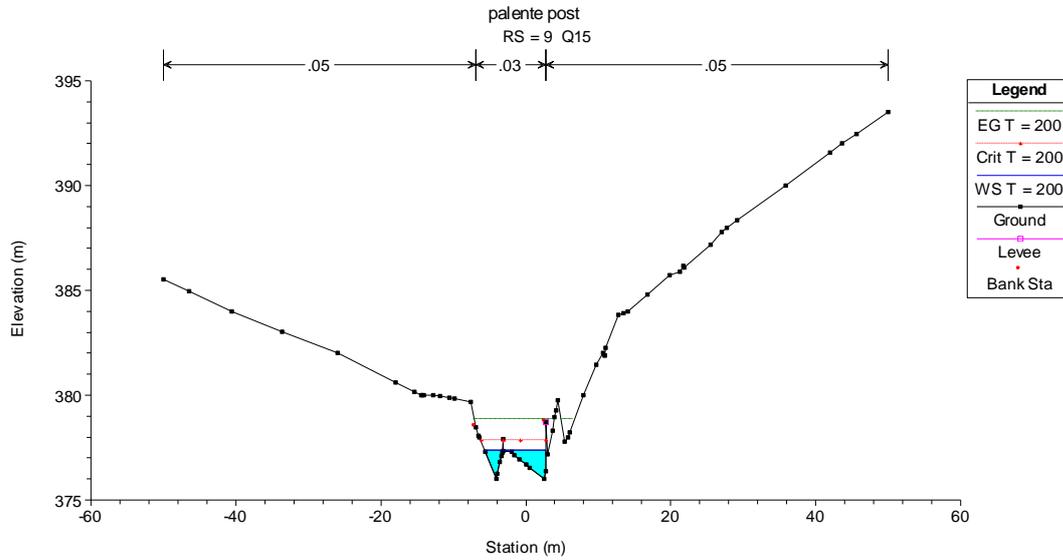
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 98 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------

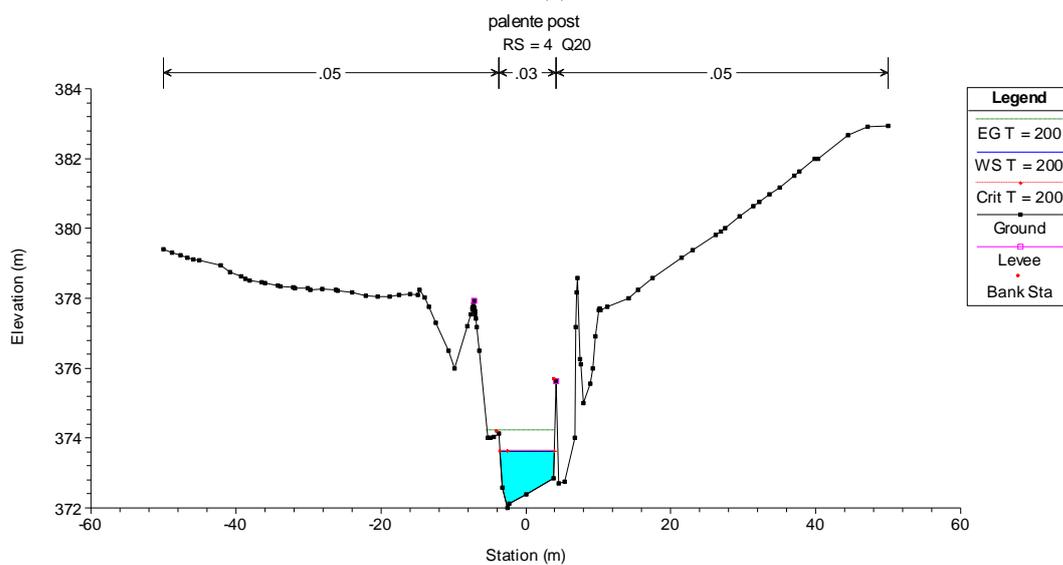
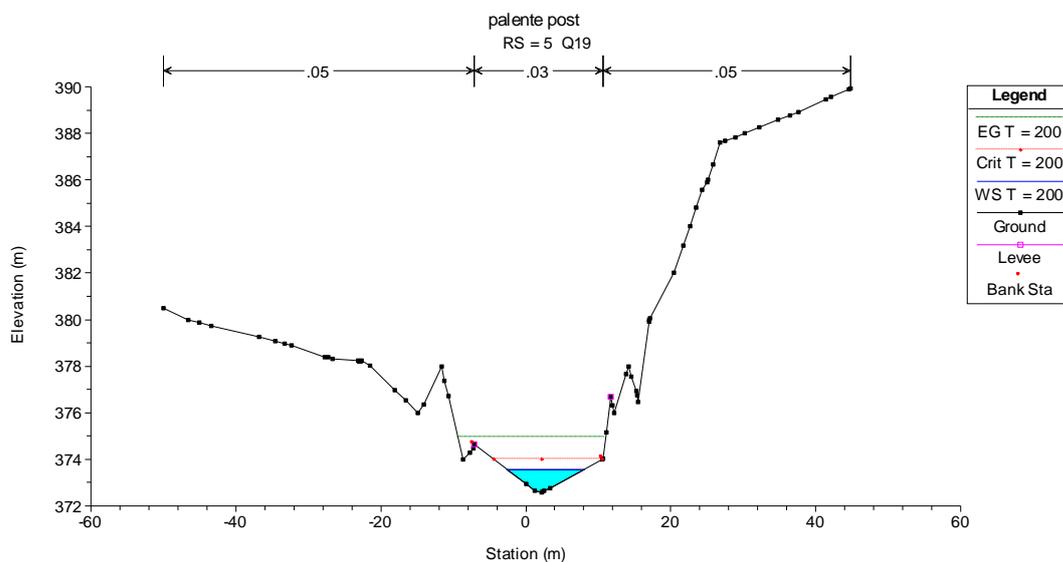
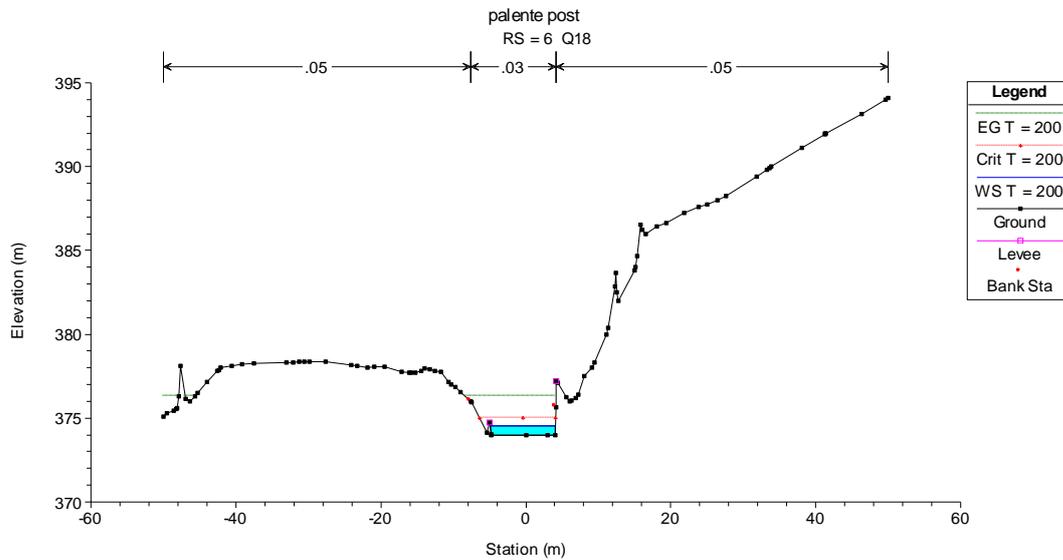


Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 99 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	---------------------------

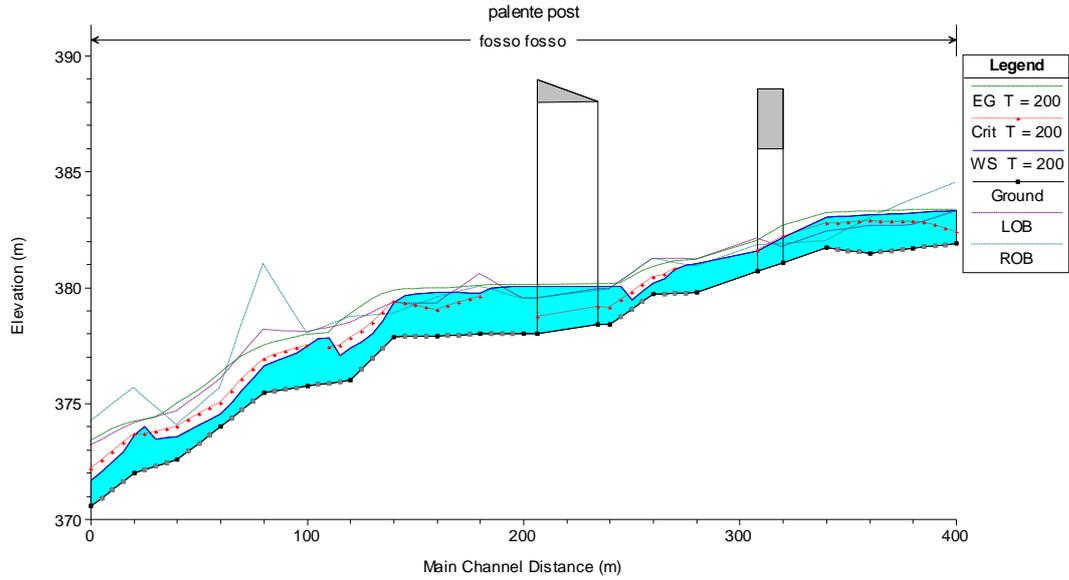
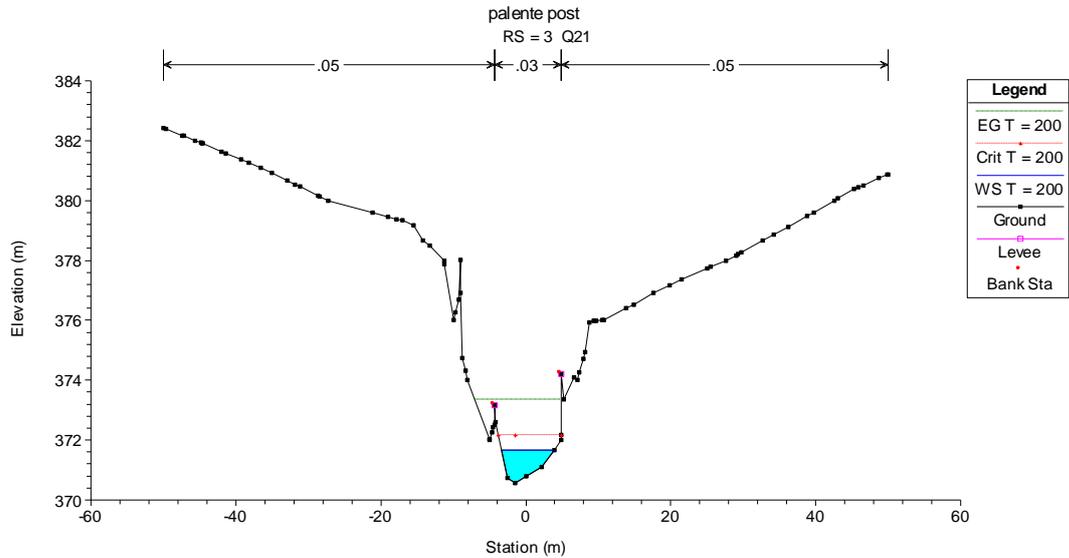








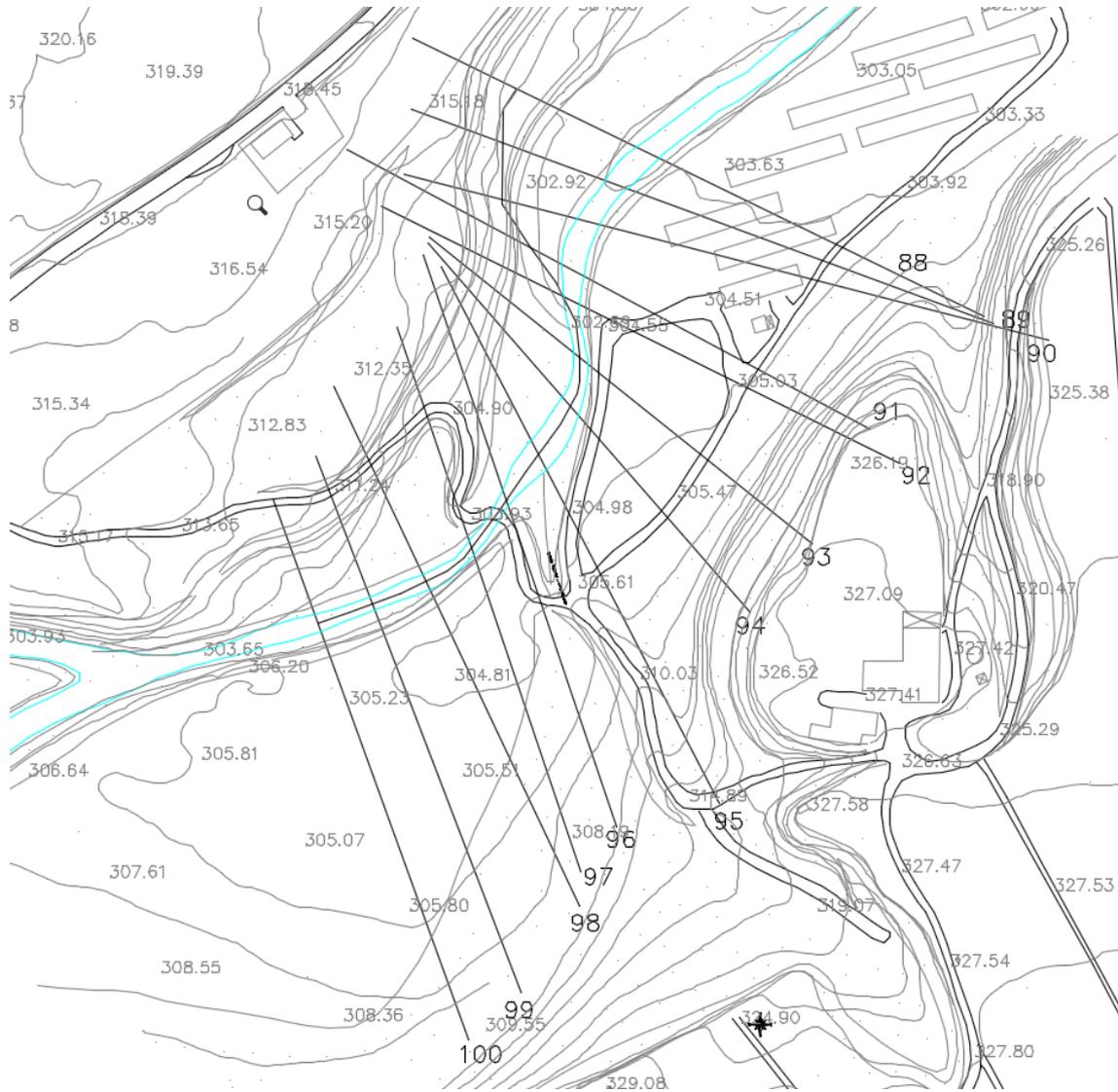
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 103 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	-------------------------------

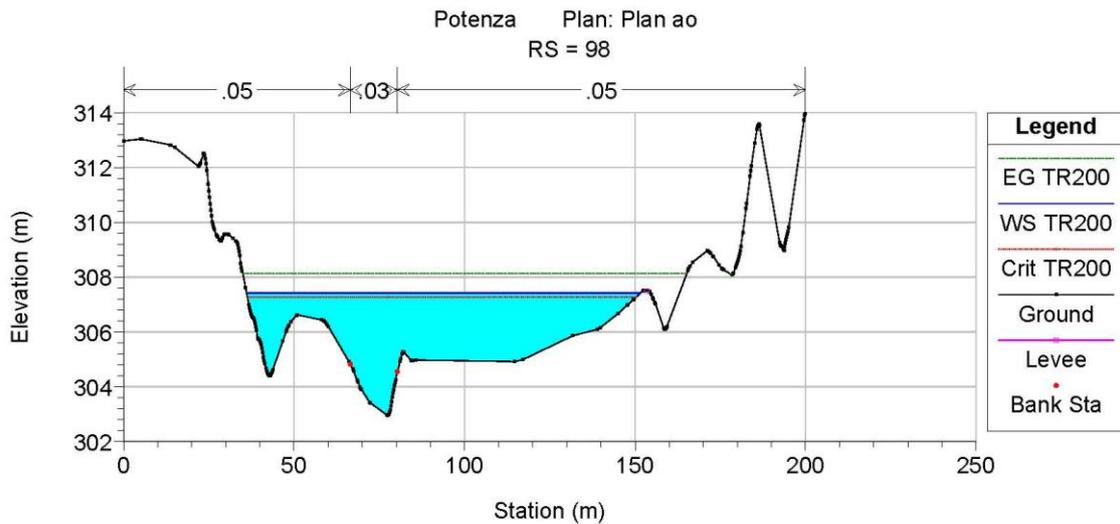
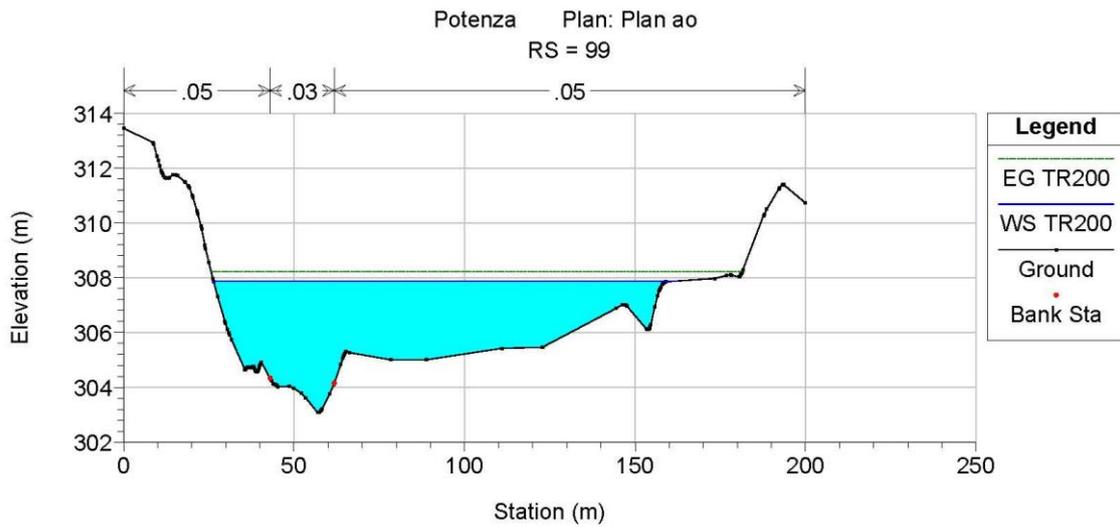
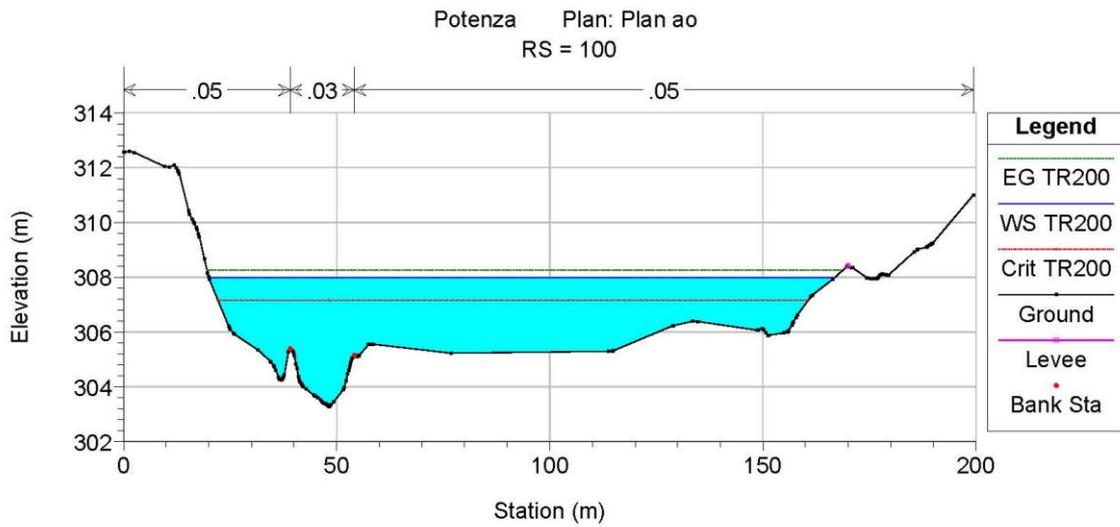


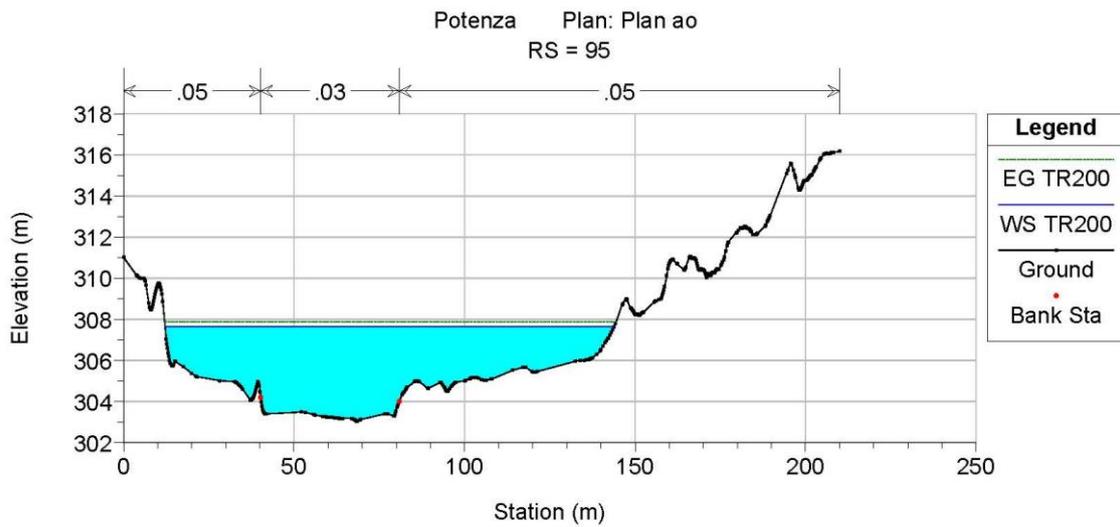
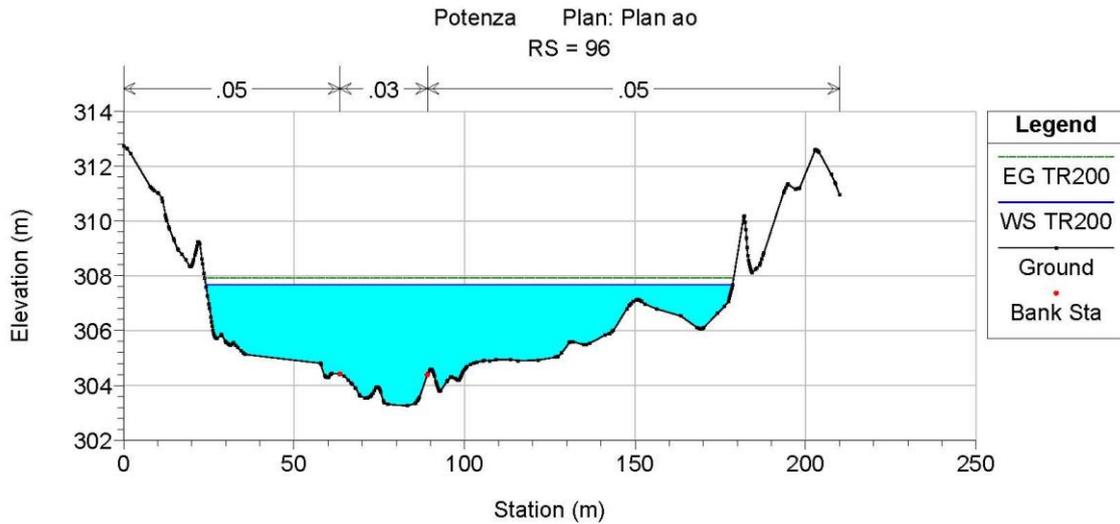
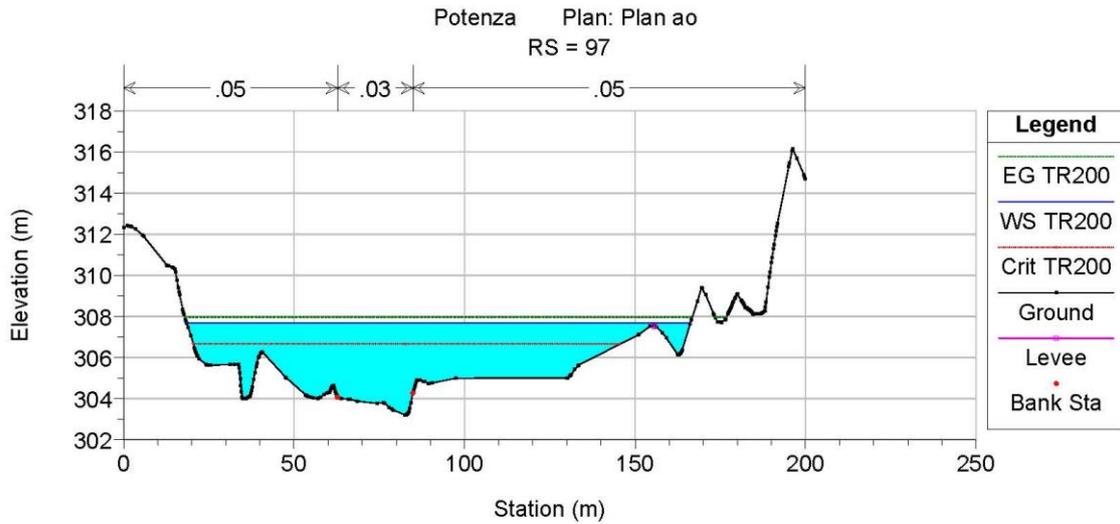
River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	F	Sta W.S. Lft (m)	Sta W.S. Rgt (m)
21	T = 200	29.1	381.9	383.32	382.39	383.34	2.54E-04	0.62	47.21	37.49	0.17	-24.83	12.66
20	T = 200	29.1	381.7	383.22	382.81	383.32	2.22E-03	1.44	22.2	26.43	0.49	-21.81	4.62
19	T = 200	29.1	381.48	383.14	382.85	383.26	2.87E-03	1.66	21.1	26.57	0.56	-18.6	7.96
18	T = 200	29.1	381.72	383.04	382.74	383.2	2.81E-03	1.9	19.37	22.70	0.57	-19.04	3.67
17.5	Bridge												
17	T = 200	29.1	379.8	381.05		381.19	2.33E-03	1.61	18.02	16.95	0.5	-9.61	7.34
16	T = 200	29.1	379.71	380.22	380.4	380.87	3.11E-02	3.59	8.11	161.61		-11.88	4.12
15	T = 200	29.1	378.41	380.07	379.1	380.13	6.91E-04	1.09	26.85	180.27		-8.41	9.59
14.5	Bridge												
13	T = 200	29.1	378	380.06		380.1	3.32E-04	0.88	34.08	18.29	0.19	-11.42	10.85
12	T = 200	29.1	378	379.75	379.58	380.05	5.69E-03	2.42	12	11.66	0.76	-8.42	3.23
11	T = 200	29.1	377.91	379.81	379	379.94	1.34E-03	1.56	19.37	13.12	0.38	-8.43	4.68
10	T = 200	29.1	377.88	379.37	379.37	379.84	9.67E-03	3.12	10.13	11.03	1.01	-6.91	4.12
9	T = 200	29.1	376	377.38	377.81	378.82	6.50E-02	5.32	5.47	8.35	2.1	-5.72	2.74
8	T = 200	29.1	375.75	377.48	377.48	377.94	1.19E-02	3	9.69	10.45	1	-6.49	6.61
7	T = 200	29.1	375.48	376.64	376.89	377.46	2.86E-02	4.02	7.23	10.77	1.57	-8.6	5.94
6	T = 200	29.1	374	374.56	375	376.28	7.62E-02	5.81	5.01	9.01	2.49	-4.92	4.08
5	T = 200	29.1	372.58	373.57	373.99	374.95	5.88E-02	5.19	5.6	10.69	2.29	-2.62	8.06
4	T = 200	29.1	372	373.63	373.63	374.2	1.11E-02	3.35	8.68	7.52	1	-3.56	3.96
3	T = 200	29.1	370.57	371.67	372.15	373.34	5.36E-02	5.72	5.08	7.42	2.21	-3.4	4

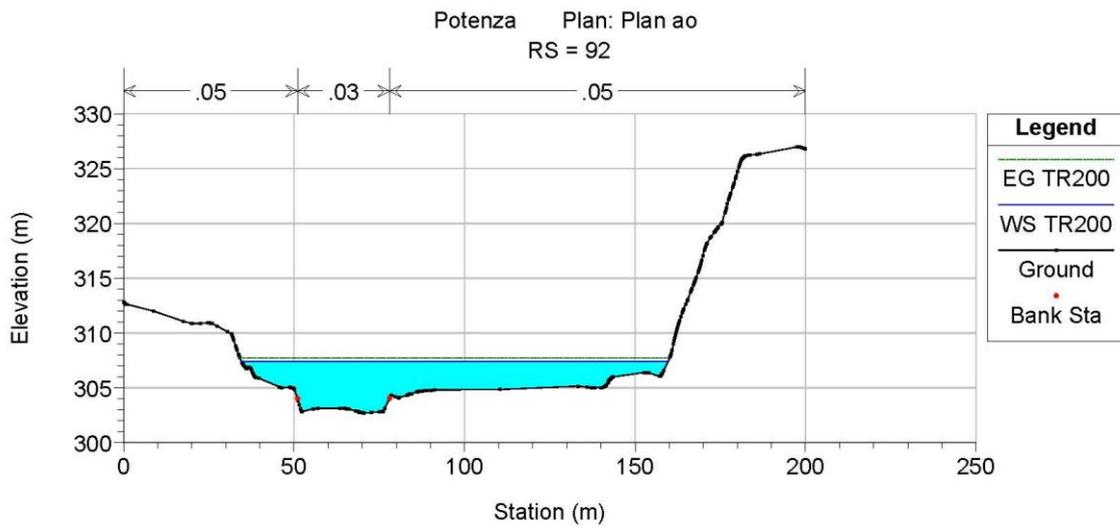
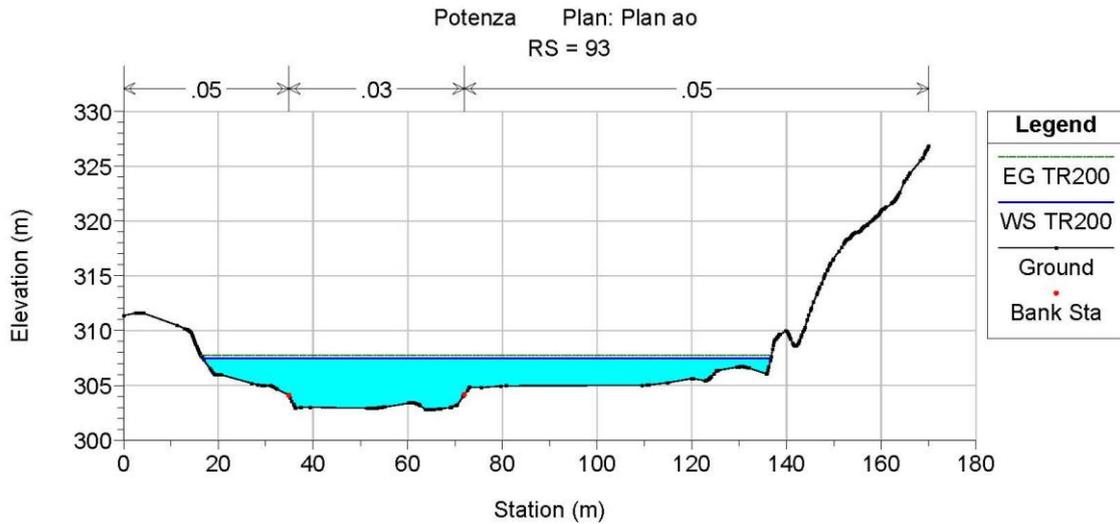
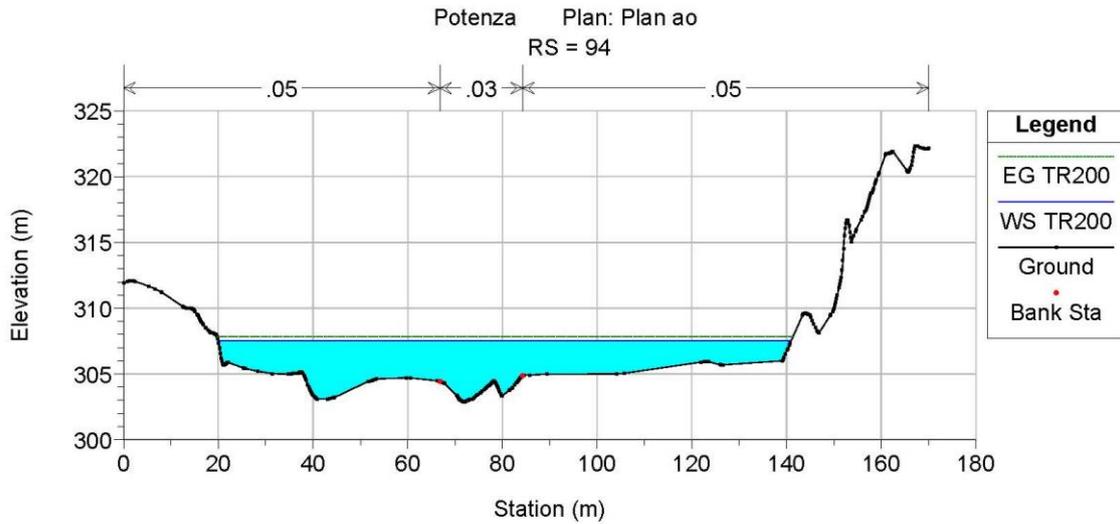
E.G. US. (m)	383.2	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	383.04	E.G. Elev (m)	382.63	381.98
Q Total (m3/s)	29.1	W.S. Elev (m)	382.16	381.59
Q Bridge (m3/s)	29.1	Crit W.S. (m)	382.16	381.59
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	1.08	0.89
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	3.01	2.8
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	9.66	10.4
Weir Submerg		Froude # Chl	1.01	1
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	13.46	12.47
Min El Weir Flow (m)	388.57	Hydr Depth (m)	0.91	0.8
Min El Prs (m)	386	W.P. Total (m)	11.32	13.01
Delta EG (m)	2.01	Conv. Total (m3/s)	302	298.4
Delta WS (m)	1.99	Top Width (m)	10.6	13
BR Open Area (m2)	54.9	Frctn Loss (m)		
BR Open Vel (m/s)	3.01	C & E Loss (m)		
Coef of Q		Shear Total (N/m2)	77.72	74.52
Br Sel Method	Momentum	Power Total (N/m s)	234.01	208.57

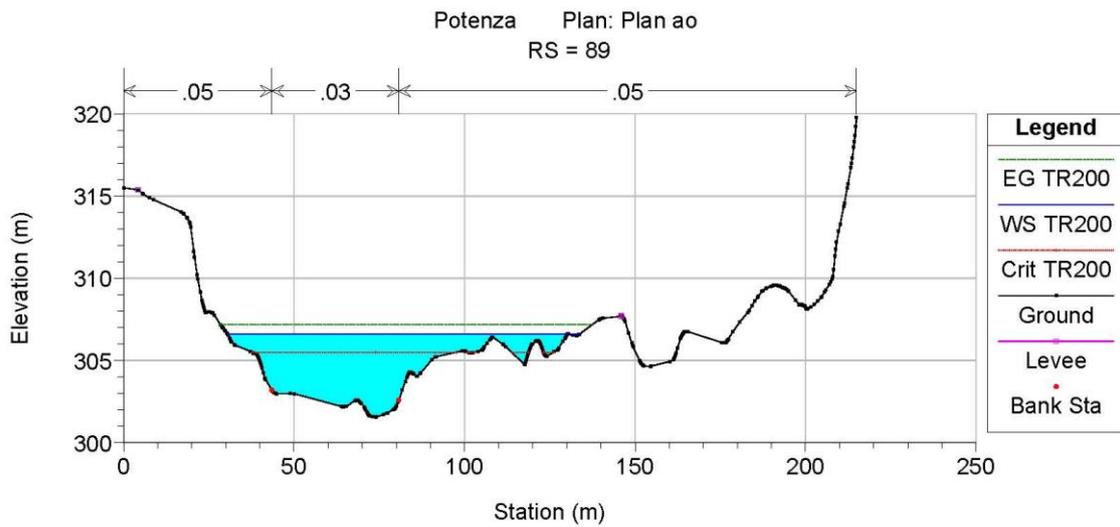
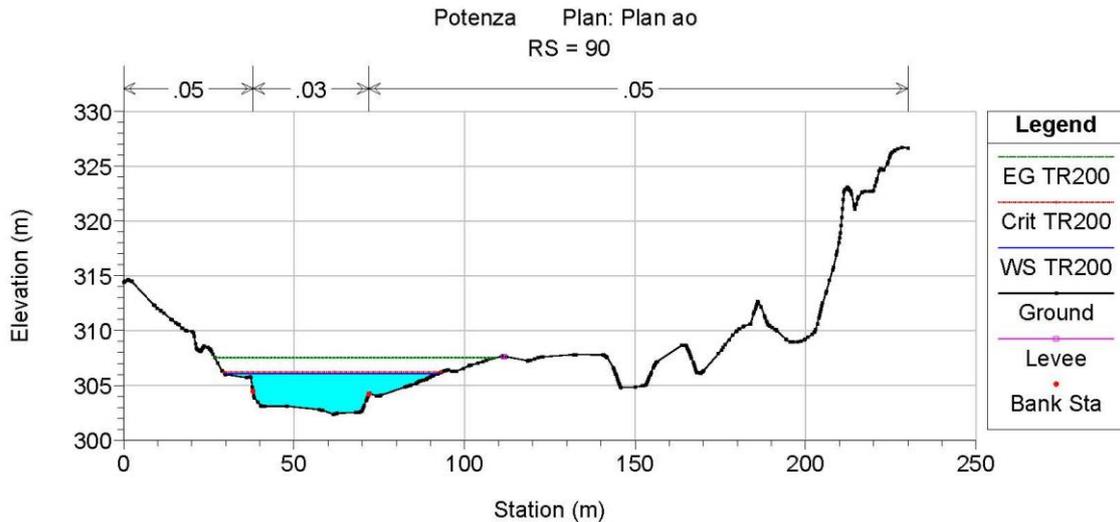
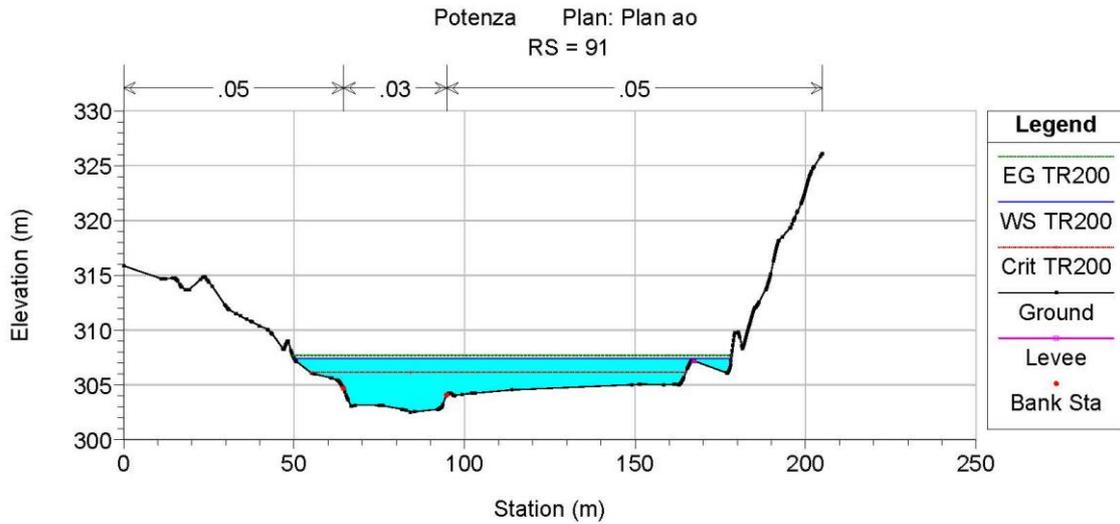
**VIADOTTO POTENZA: ANTE OPERAM**

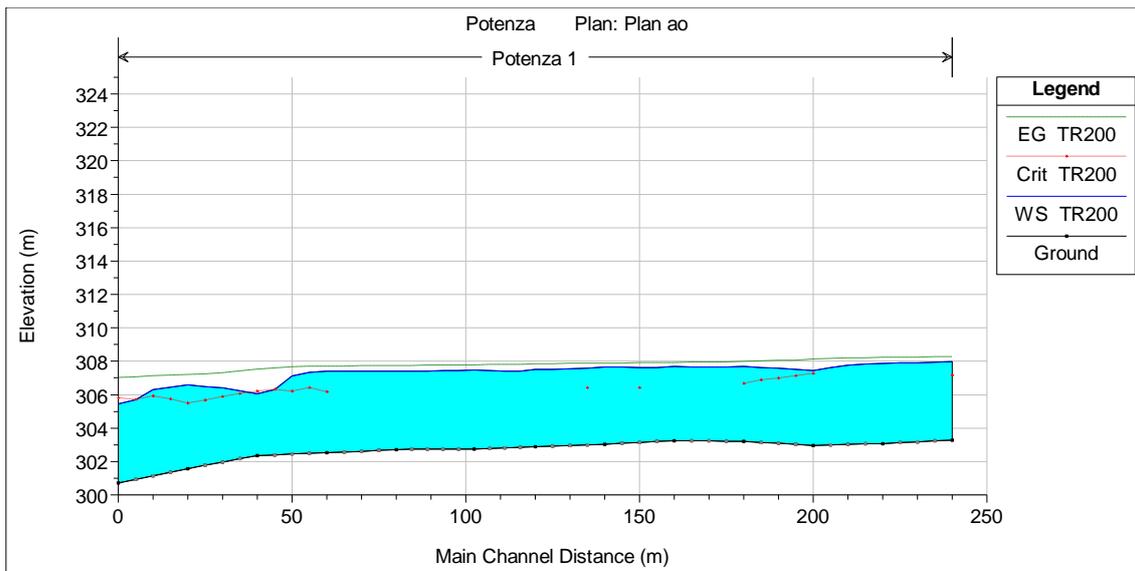
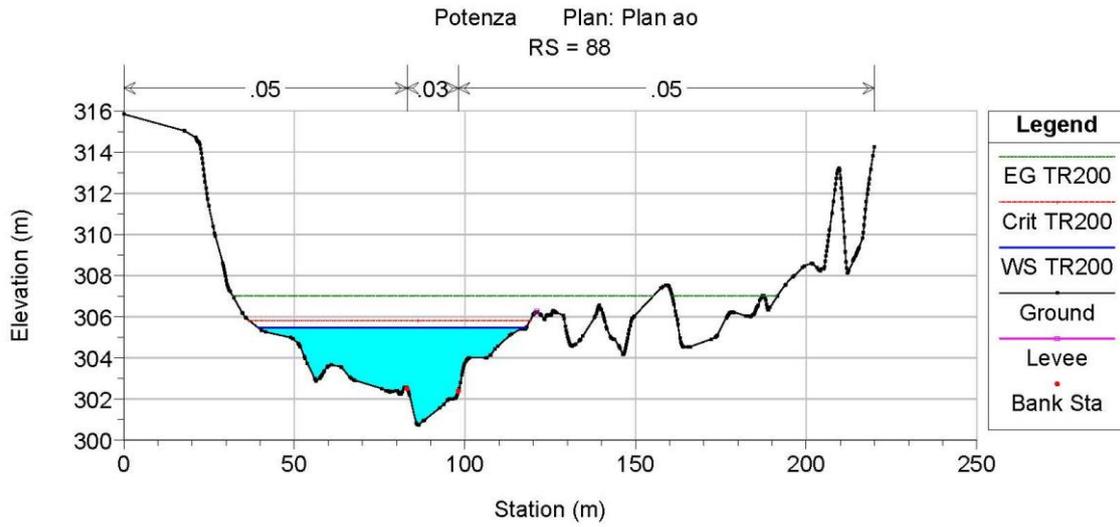






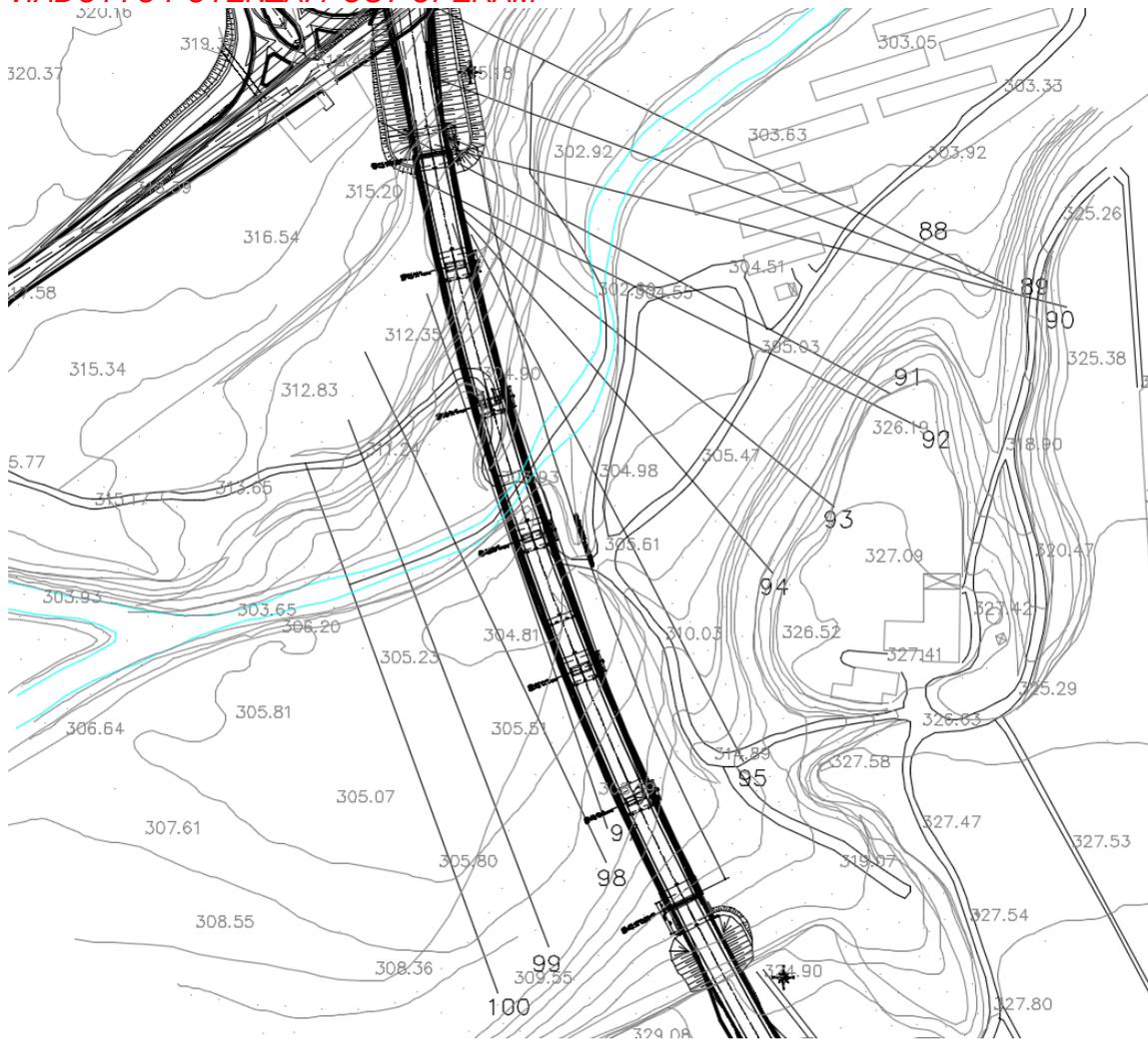


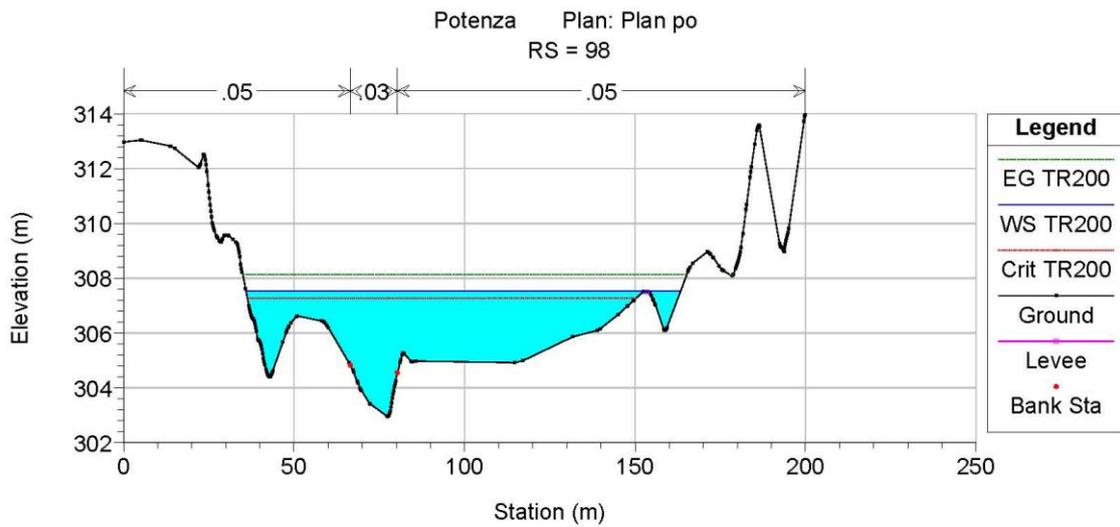
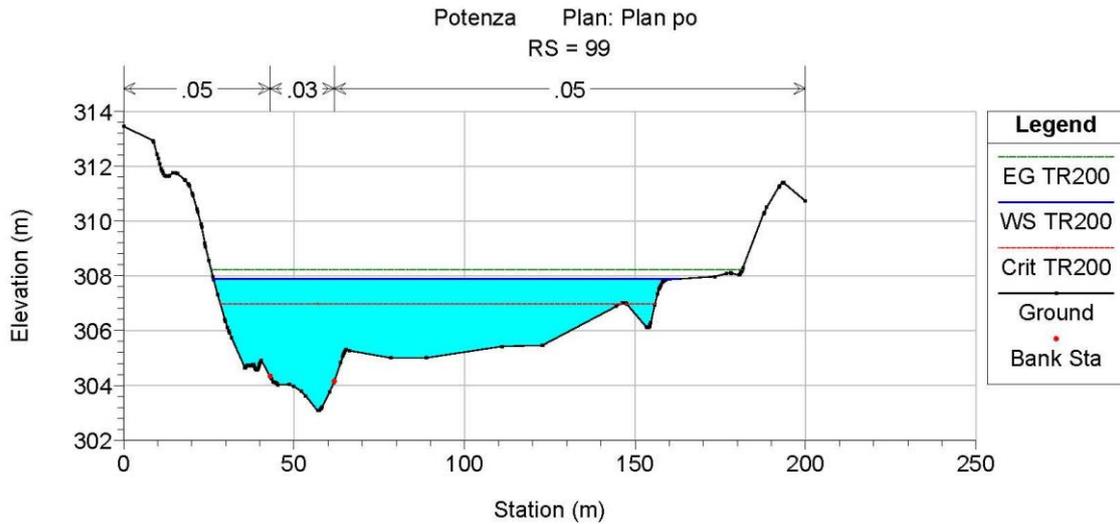
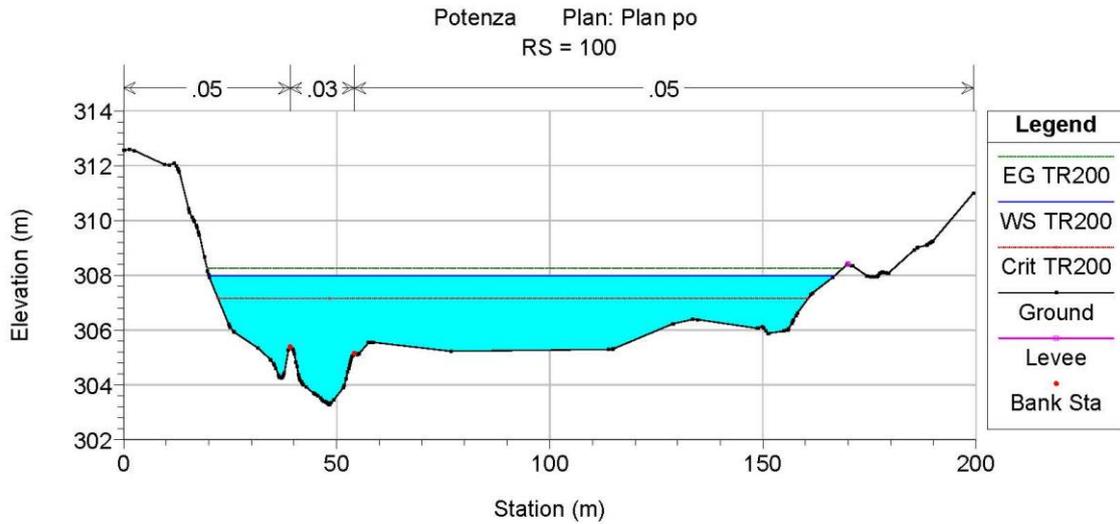


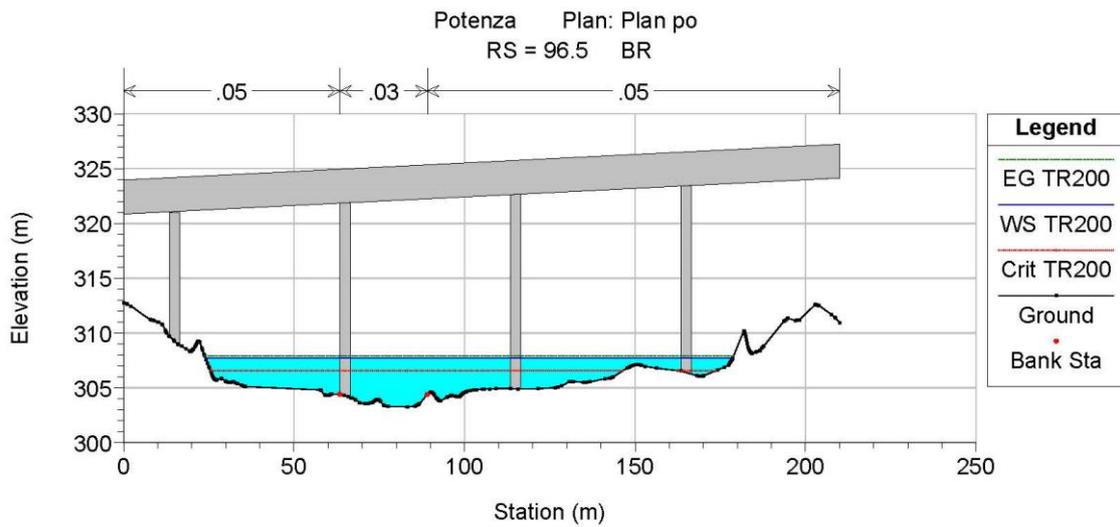
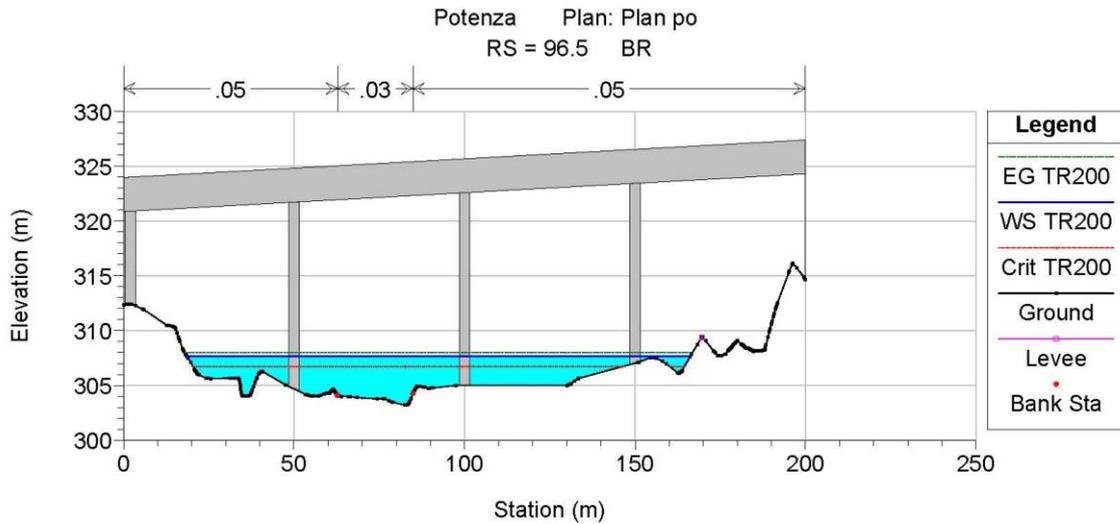
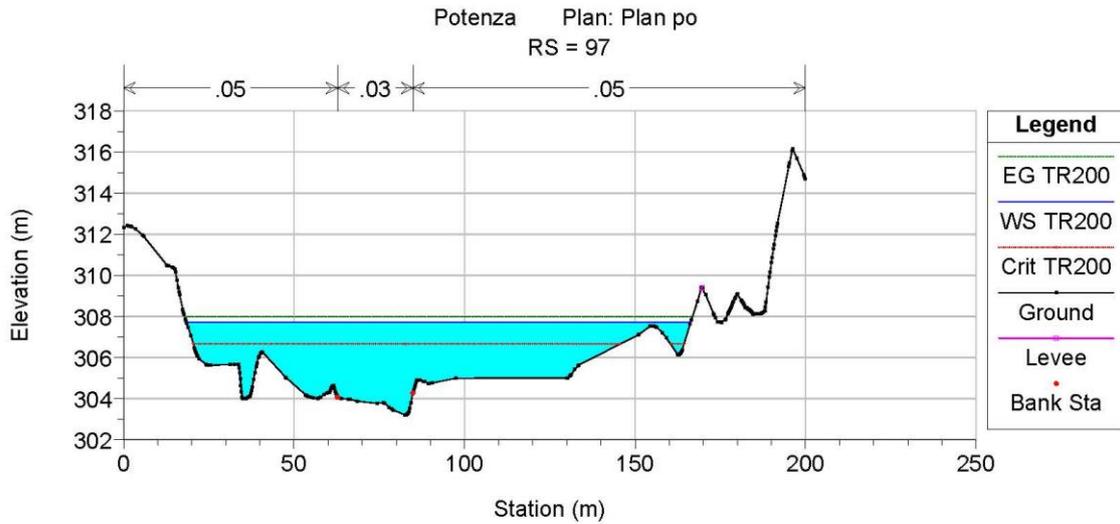


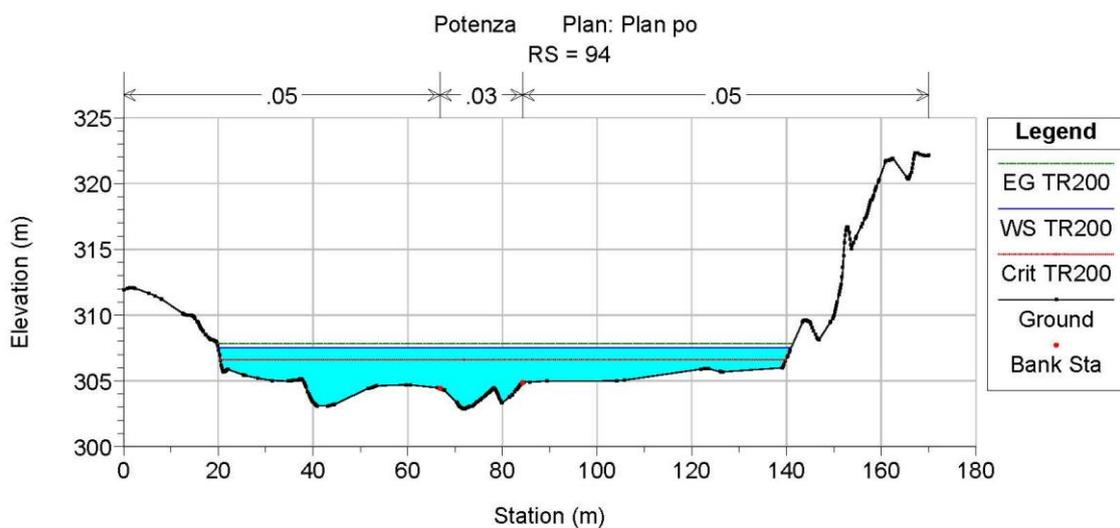
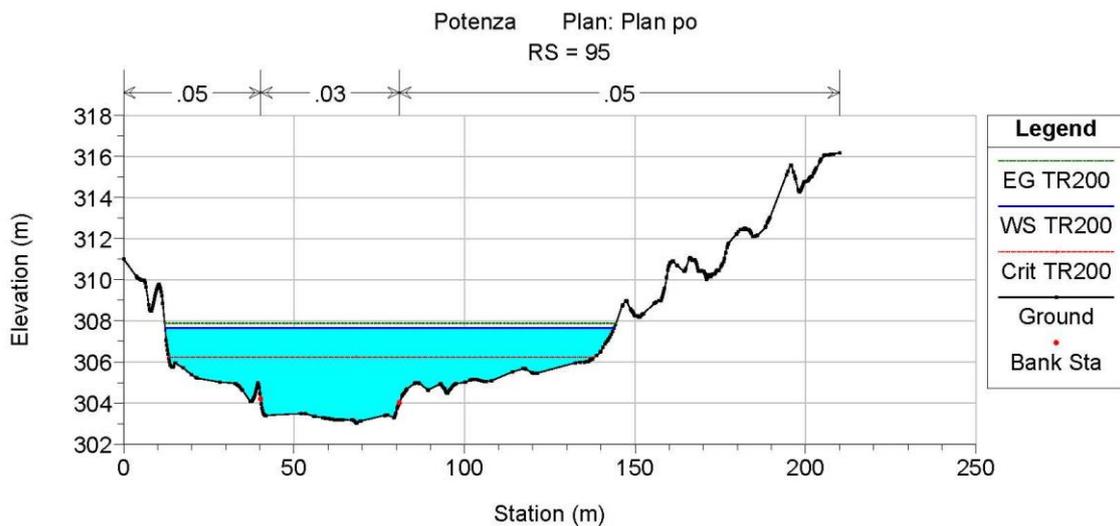
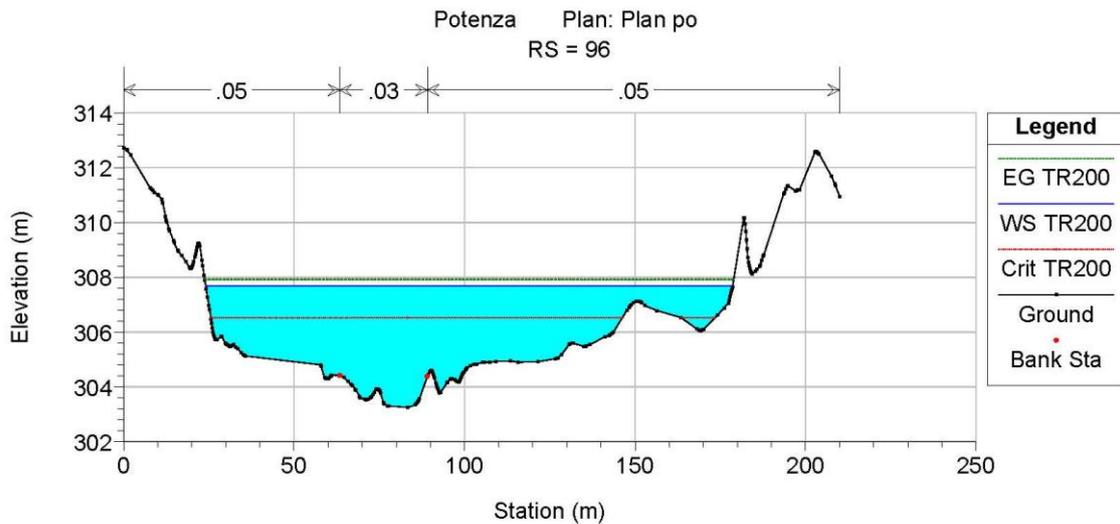
River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
100	TR200	638.1	303.29	307.99	307.15	308.26	0.001828	3.46	355.53	146.87	0.55
99	TR200	638.1	303.08	307.88		308.22	0.001748	3.57	335.36	136.23	0.56
98	TR200	638.1	302.96	307.43	307.27	308.13	0.004393	5.19	237.7	115.56	0.85
97	TR200	638.1	303.2	307.68	306.66	307.96	0.001517	3.21	362.78	147.75	0.52
96	TR200	638.1	303.26	307.68		307.92	0.001222	2.92	387.67	154.52	0.47
95	TR200	638.1	303.03	307.65		307.88	0.0008	2.48	385.12	131.73	0.38
94	TR200	638.1	302.88	307.53		307.83	0.001958	3.43	321.6	120.99	0.56
93	TR200	638.1	302.76	307.47		307.77	0.001	2.79	339.47	119.96	0.42
92	TR200	638.1	302.72	307.39		307.74	0.00135	3.21	330.18	125.03	0.49
91	TR200	638.1	302.51	307.41	306.15	307.7	0.001098	2.91	352.67	128.19	0.44
90	TR200	638.1	302.37	306.06	306.21	307.52	0.006206	5.54	133.78	62.56	1
89	TR200	638.1	301.56	306.59	305.49	307.18	0.001755	3.6	235.83	102.4	0.56
88	TR200	638.1	300.73	305.46	305.81	307.01	0.006922	6.73	161.68	78.47	1.08

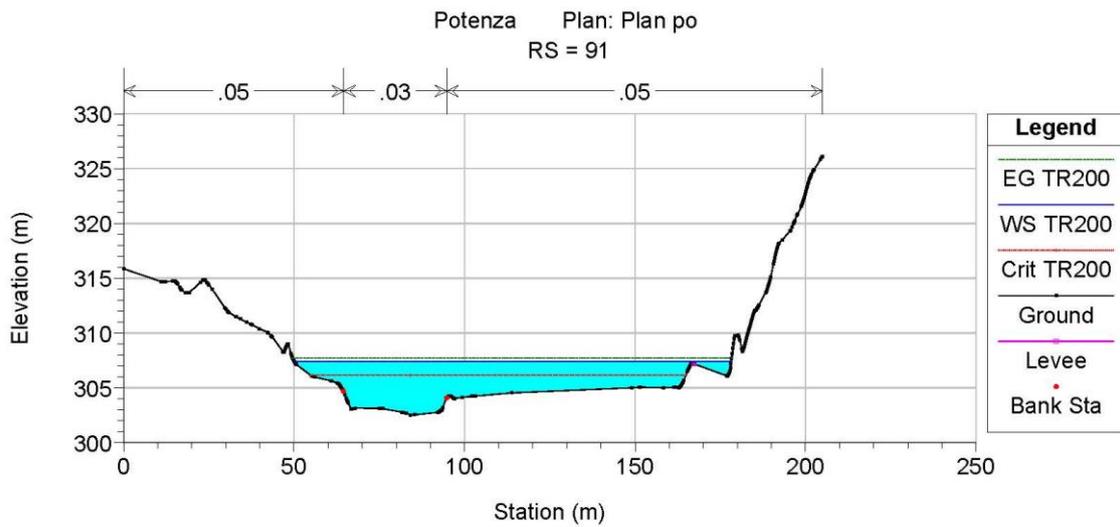
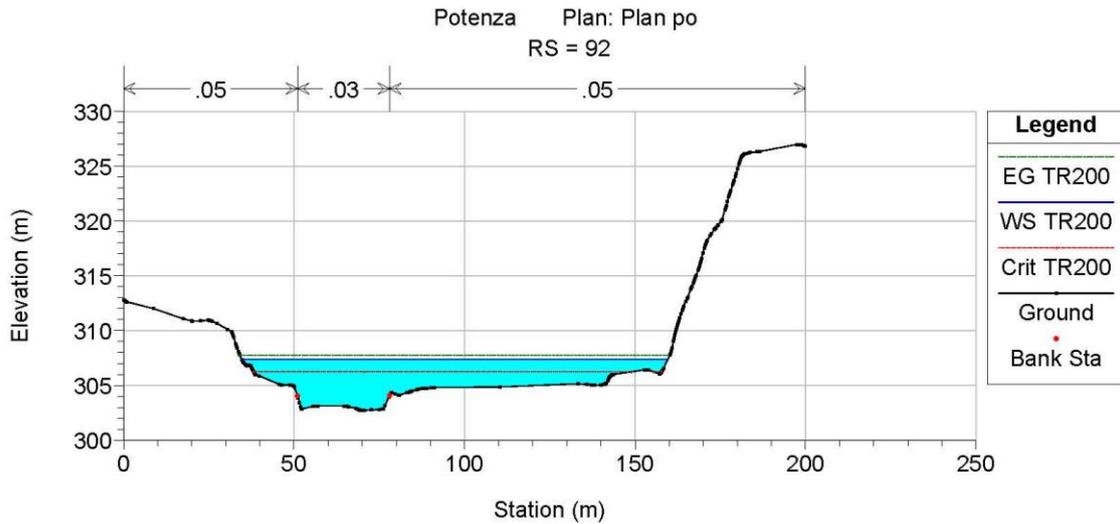
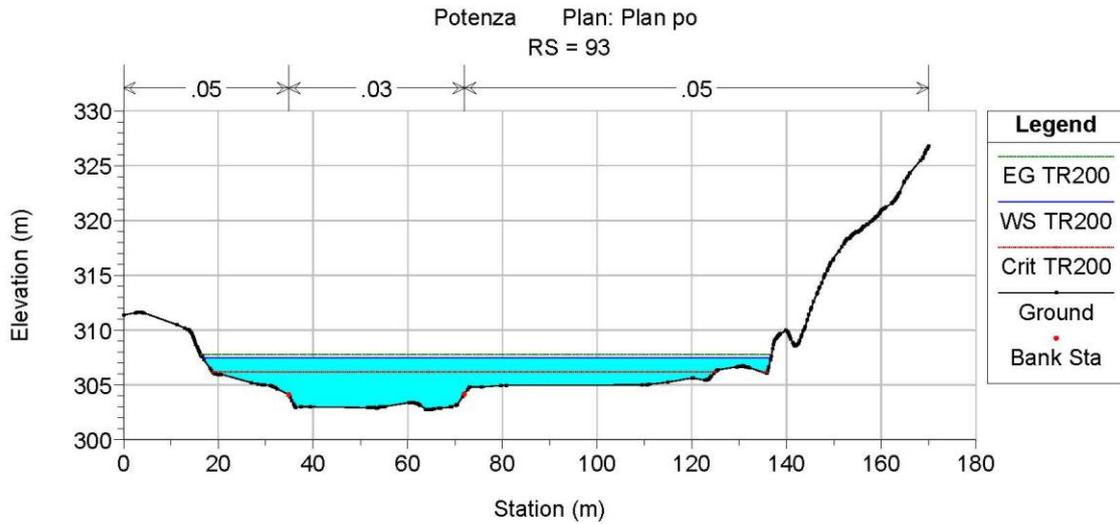
**VIADOTTO POTENZA: POST OPERAM**

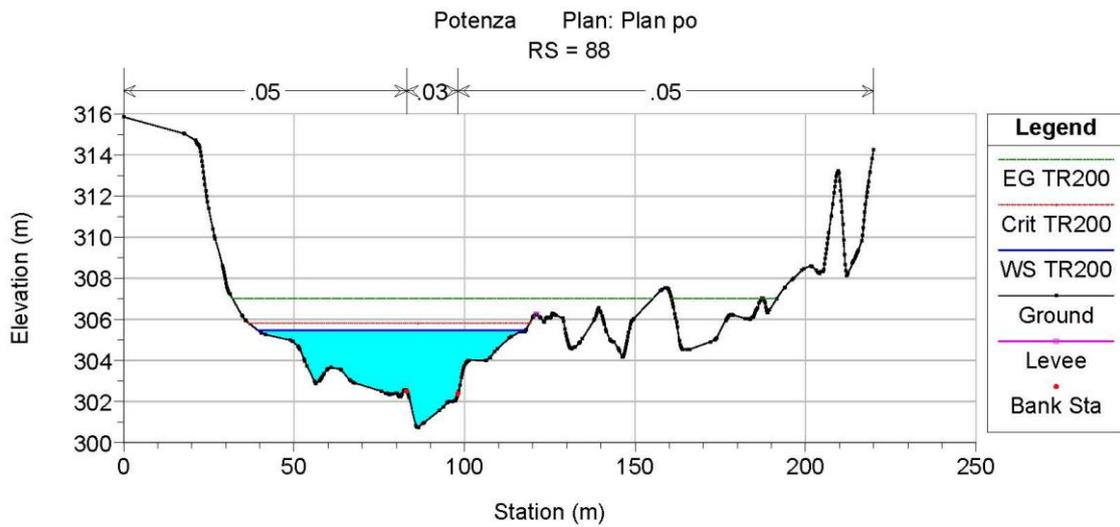
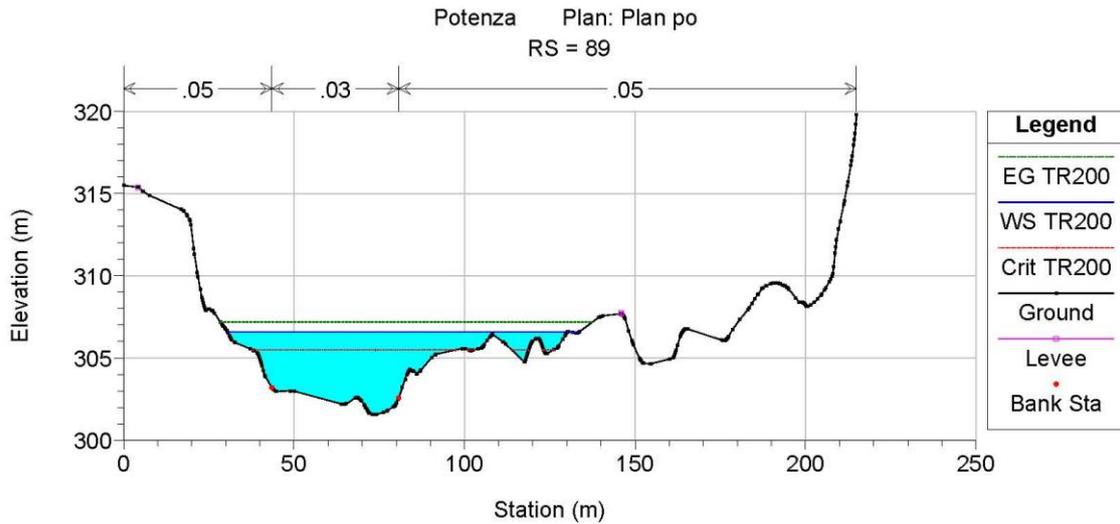
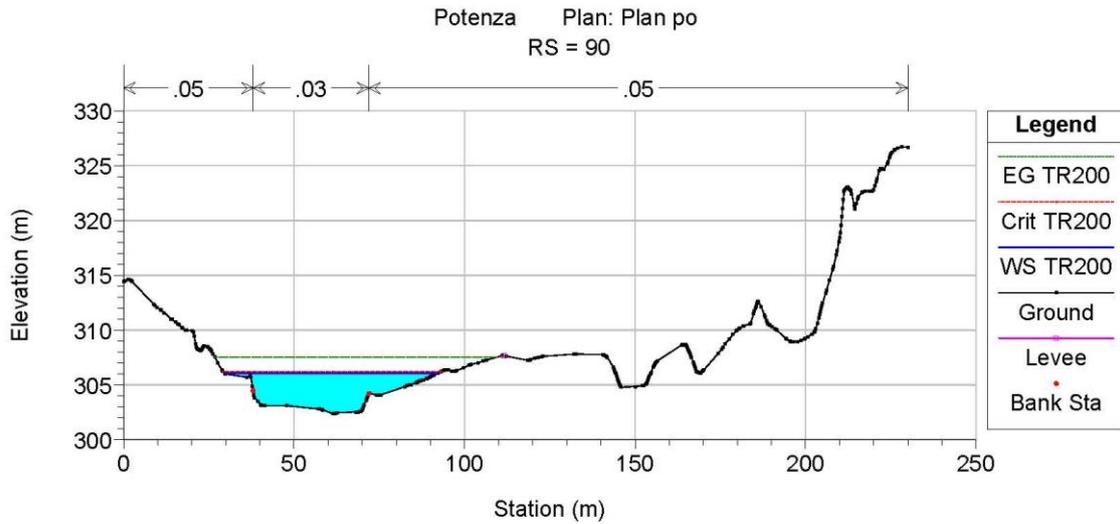


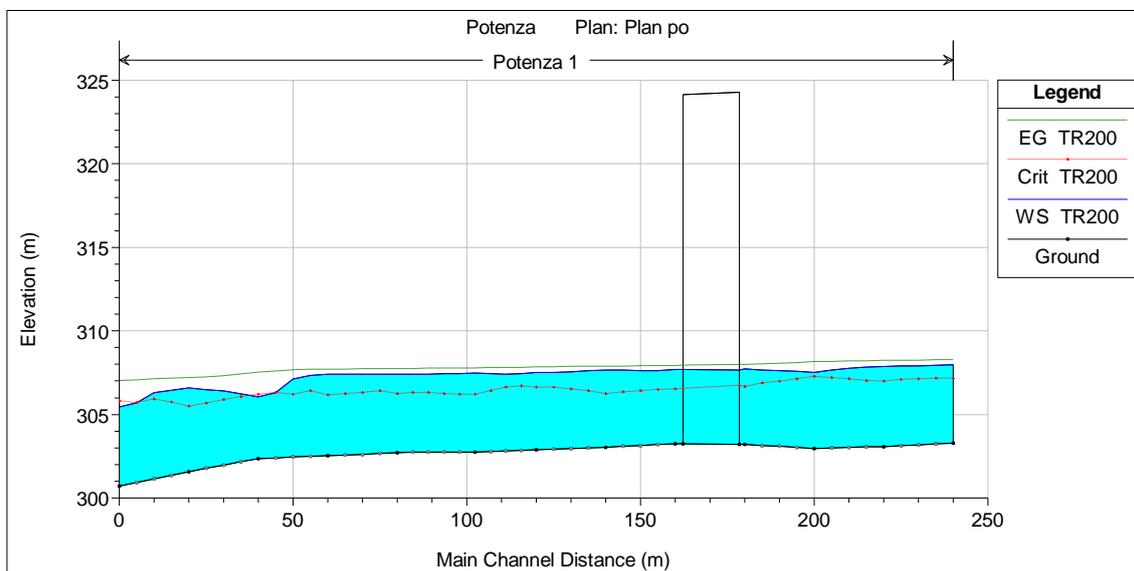












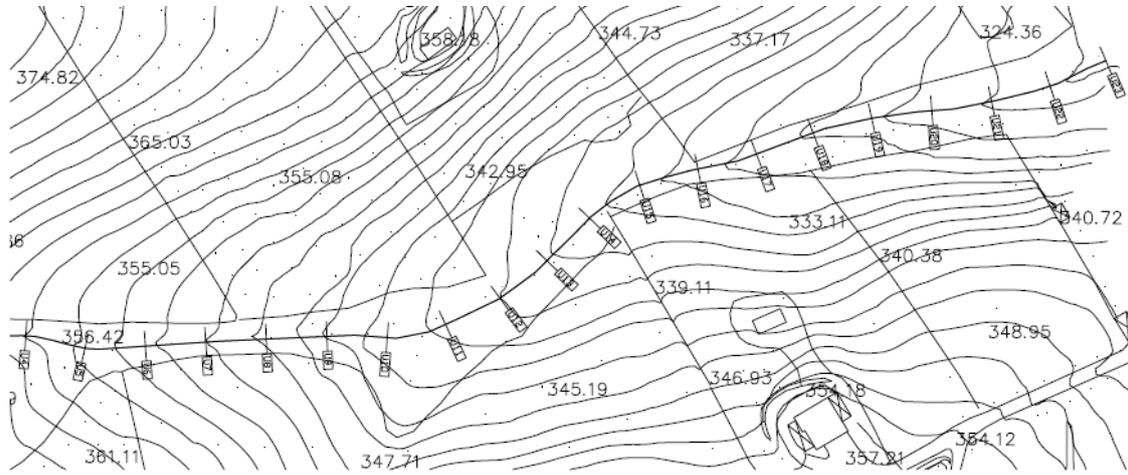
River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
100	TR200	638.1	303.29	307.99	307.15	308.26	0.001823	3.46	355.86	146.89	0.55
99	TR200	638.1	303.08	307.88	306.98	308.22	0.001747	3.57	335.61	136.46	0.56
98	TR200	638.1	302.96	307.53	307.27	308.14	0.003782	4.91	256.65	127.25	0.8
97	TR200	638.1	303.2	307.72	306.66	307.99	0.001443	3.16	369	147.93	0.5
96.5	Bridge										
96	TR200	638.1	303.26	307.68	306.52	307.92	0.001221	2.92	387.8	154.52	0.46
95	TR200	638.1	303.03	307.65	306.24	307.88	0.0008	2.48	385.25	131.73	0.38
94	TR200	638.1	302.88	307.53	306.61	307.83	0.001955	3.43	321.74	121	0.56
93	TR200	638.1	302.76	307.47	306.18	307.77	0.000999	2.79	339.61	119.96	0.42
92	TR200	638.1	302.72	307.4	306.24	307.74	0.001348	3.21	330.36	125.03	0.49
91	TR200	638.1	302.51	307.41	306.15	307.7	0.001096	2.91	352.84	128.19	0.44
90	TR200	638.1	302.37	306.06	306.21	307.52	0.006204	5.54	133.81	62.56	1
89	TR200	638.1	301.56	306.59	305.49	307.18	0.001754	3.6	235.89	102.42	0.56
88	TR200	638.1	300.73	305.46	305.81	307.01	0.006924	6.73	161.66	78.47	1.08

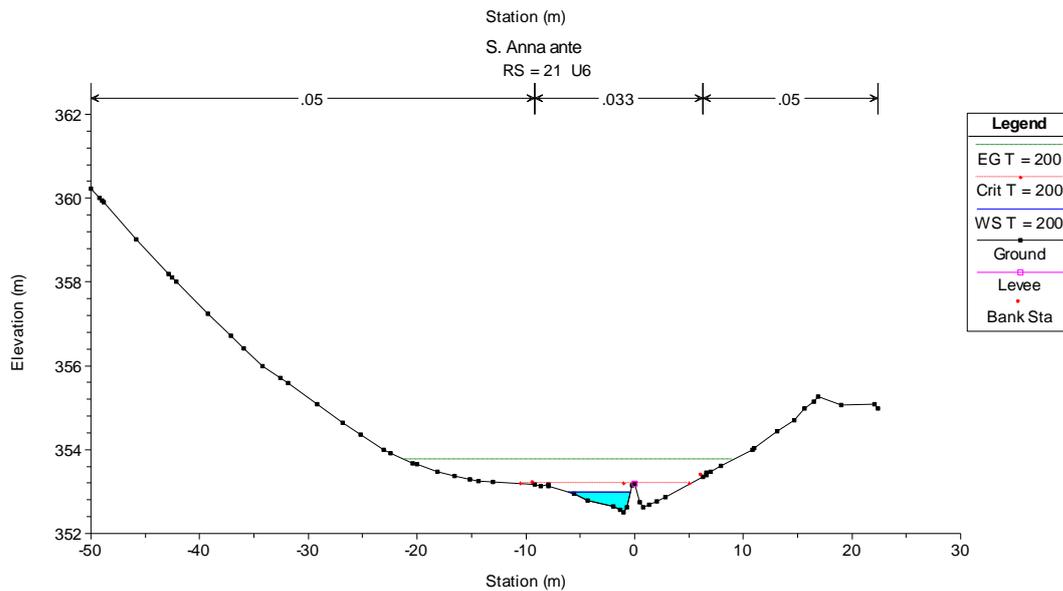
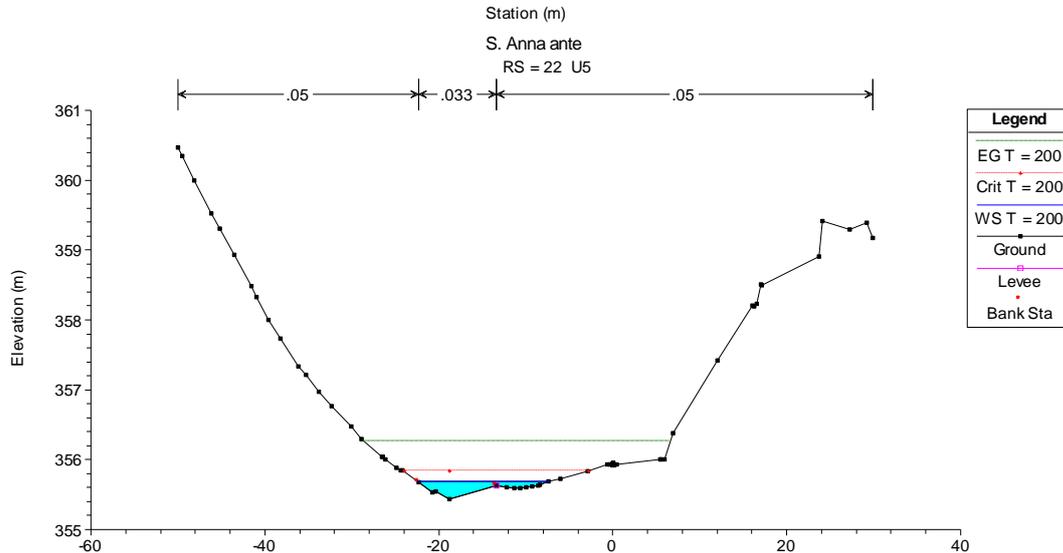
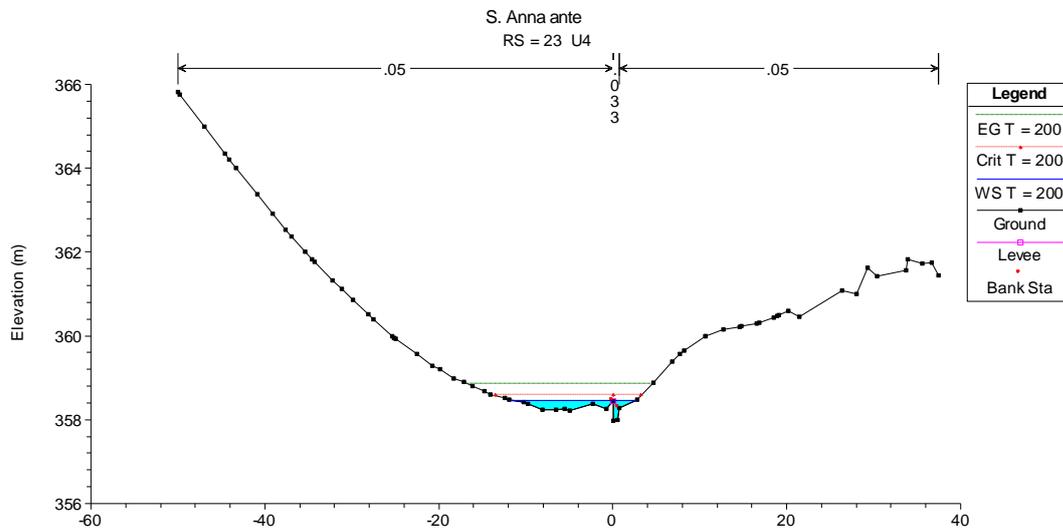
E.G. US. (m)	307.99	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	307.72	E.G. Elev (m)	307.98	307.93
Q Total (m <sup>3</sup> /s)	638.1	W.S. Elev (m)	307.66	307.7
Q Bridge (m <sup>3</sup> /s)	638.1	Crit W.S. (m)	306.71	306.57
Q Weir (m <sup>3</sup> /s)		Max Chl Dpth (m)	4.46	4.45
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	1.87	1.73
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m <sup>2</sup> )	340.54	368.71
Weir Submerg		Froude # Chl	0.55	0.45
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m <sup>3</sup> )	645.52	677.33
Min El Weir Flow (m)	323.96	Hydr Depth (m)	2.46	2.53

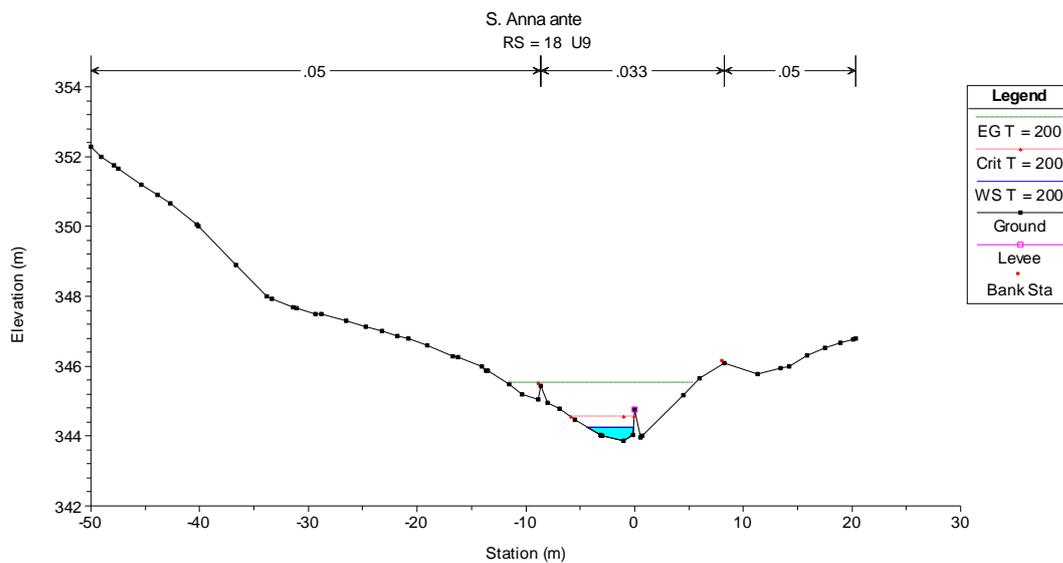
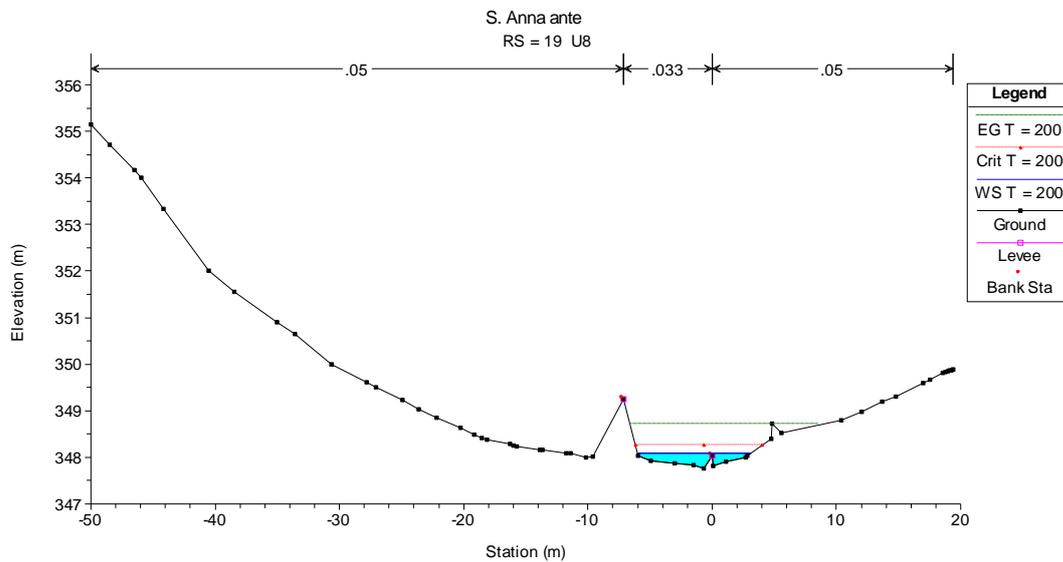
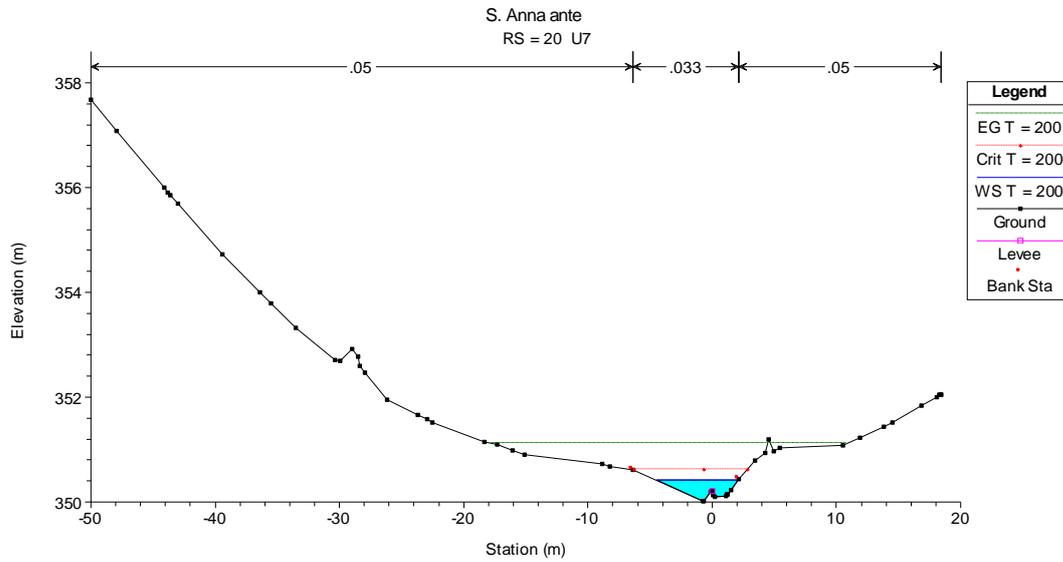
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS O10000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 119 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	-------------------------------

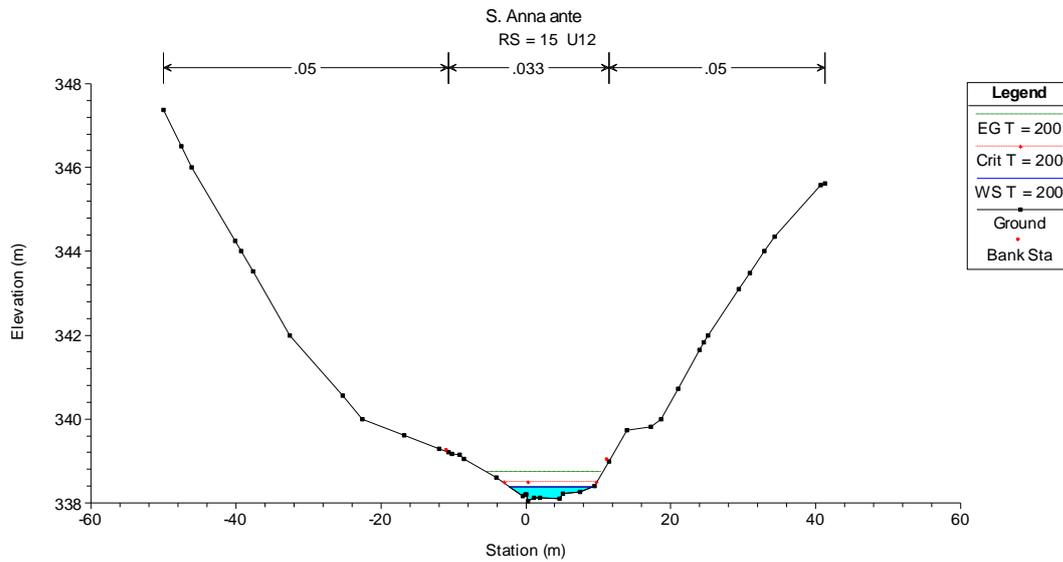
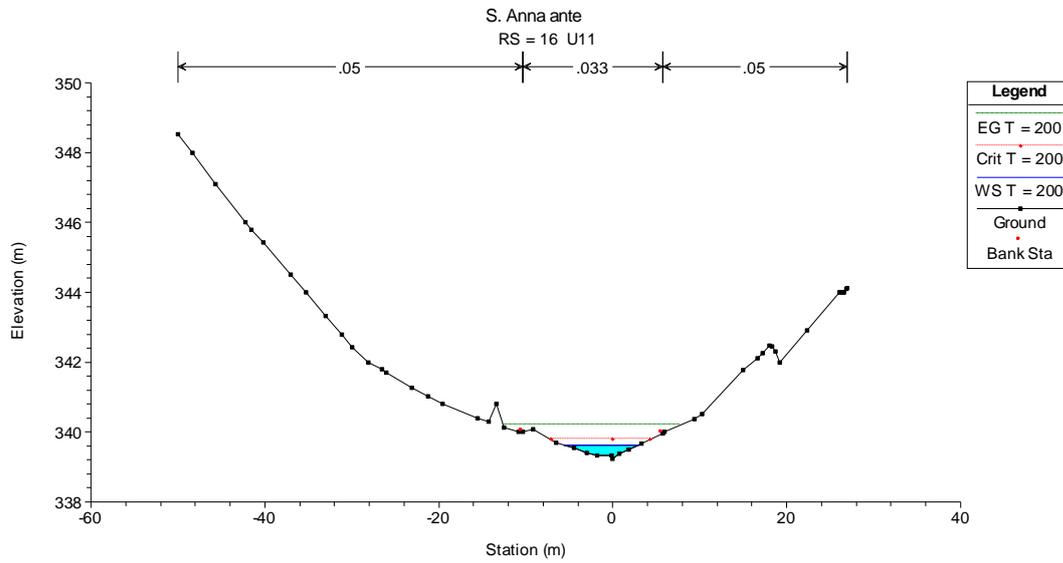
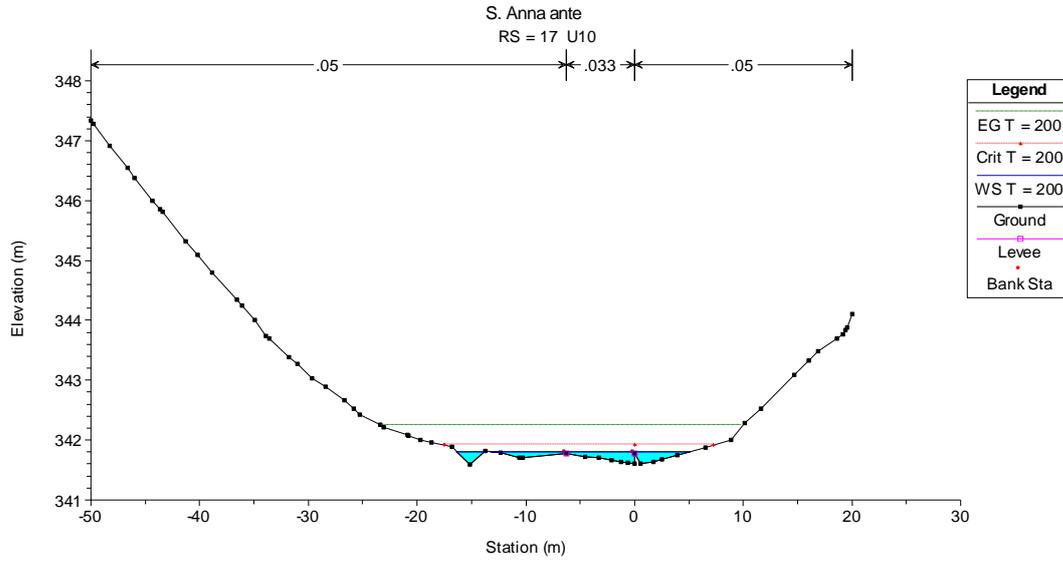
Min El Prs (m)	324.3	W.P. Total (m)	154.69	162.46
Delta EG (m)	0.07	Conv. Total (m3/s)	15348.8	16047
Delta WS (m)	0.04	Top Width (m)	138.66	145.58
BR Open Area (m2)	3017.69	Frctn Loss (m)	0.03	0
BR Open Vel (m/s)	1.87	C & E Loss (m)	0.03	0
BR Sluice Coef		Shear Total (N/m2)	37.31	35.19
BR Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	69.91	60.9

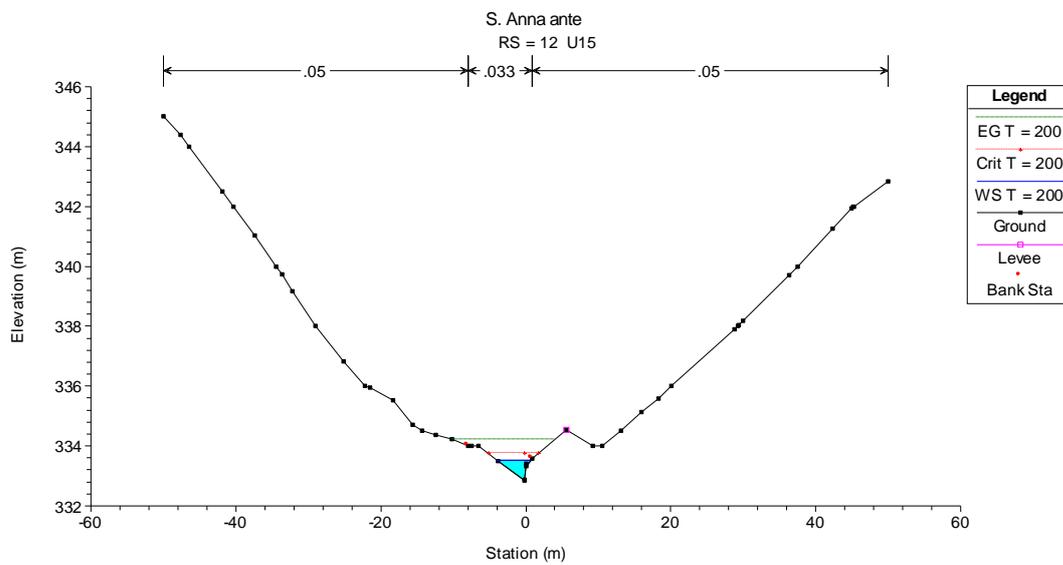
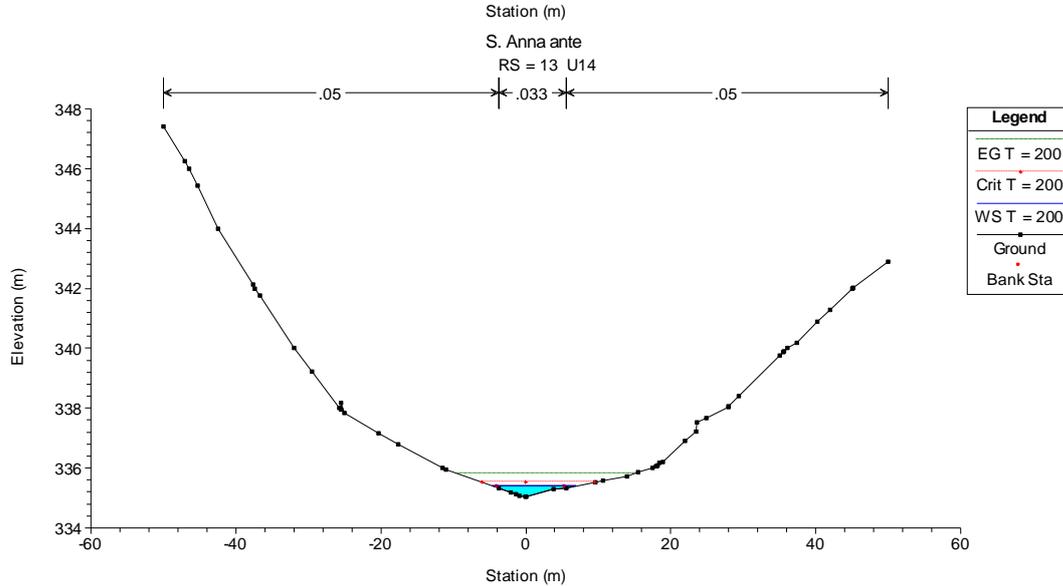
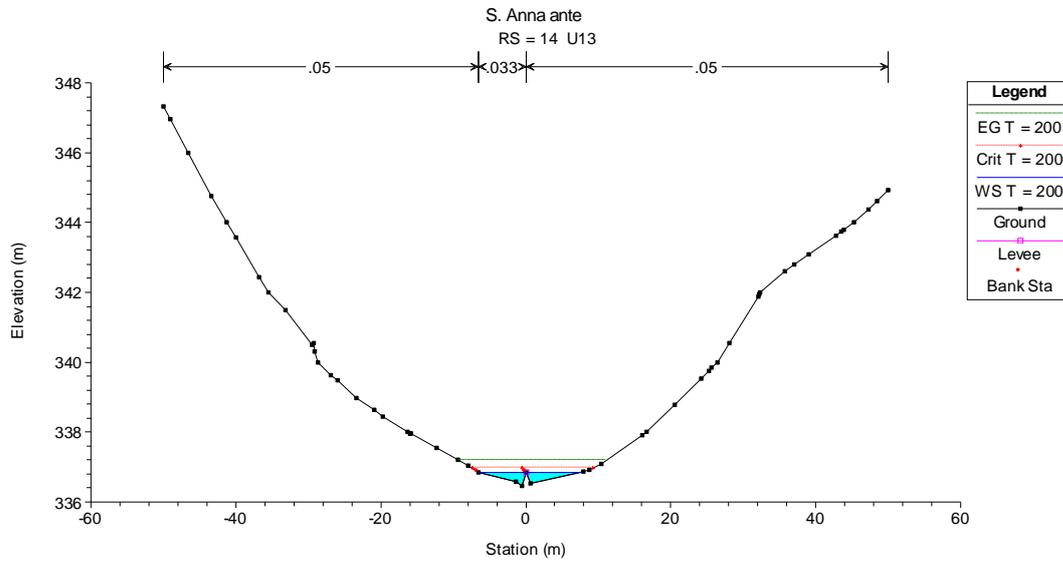
**VIADOTTO S. ANNA: ANTE OPERAM**

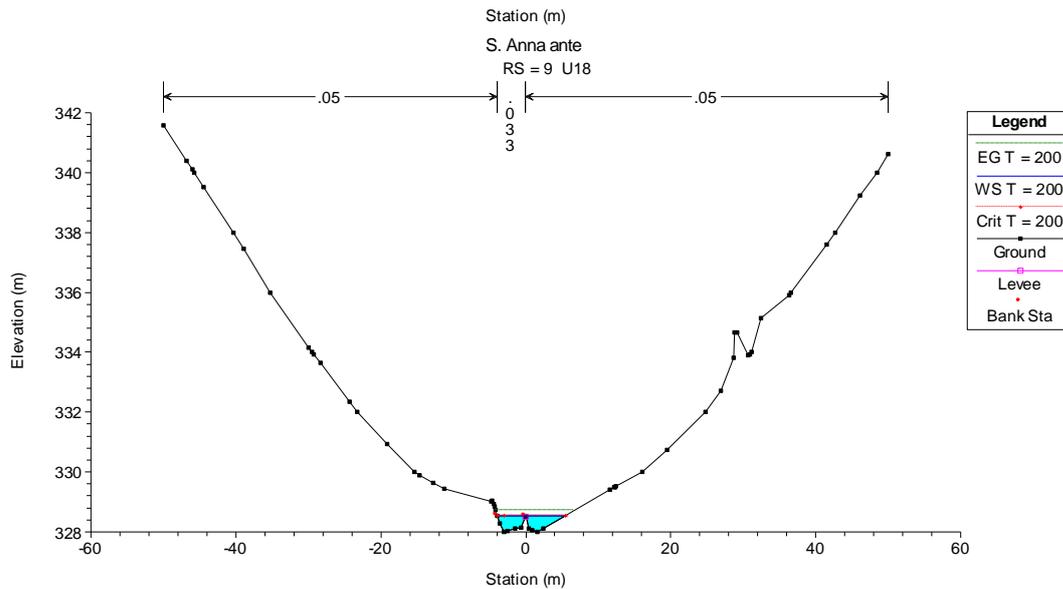
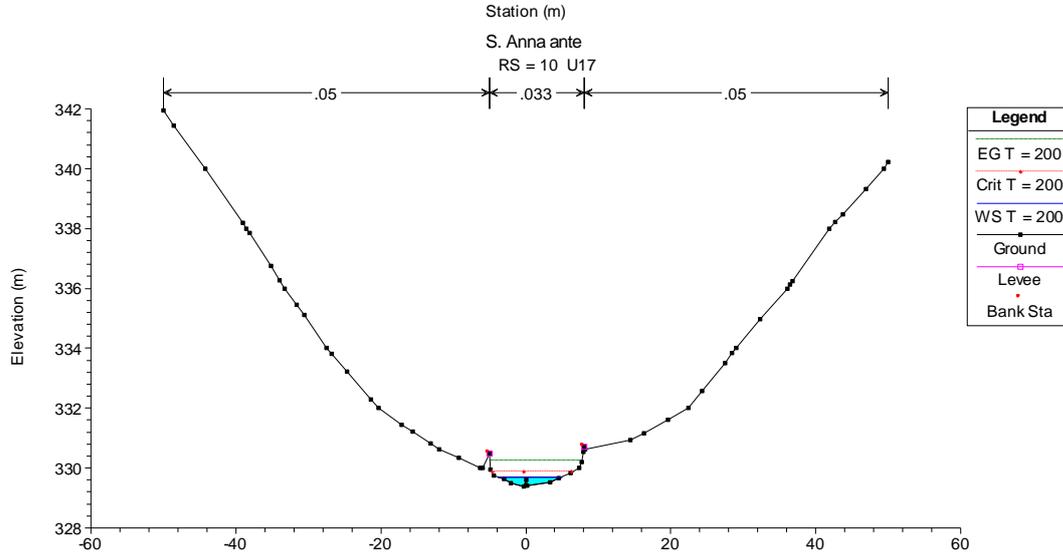
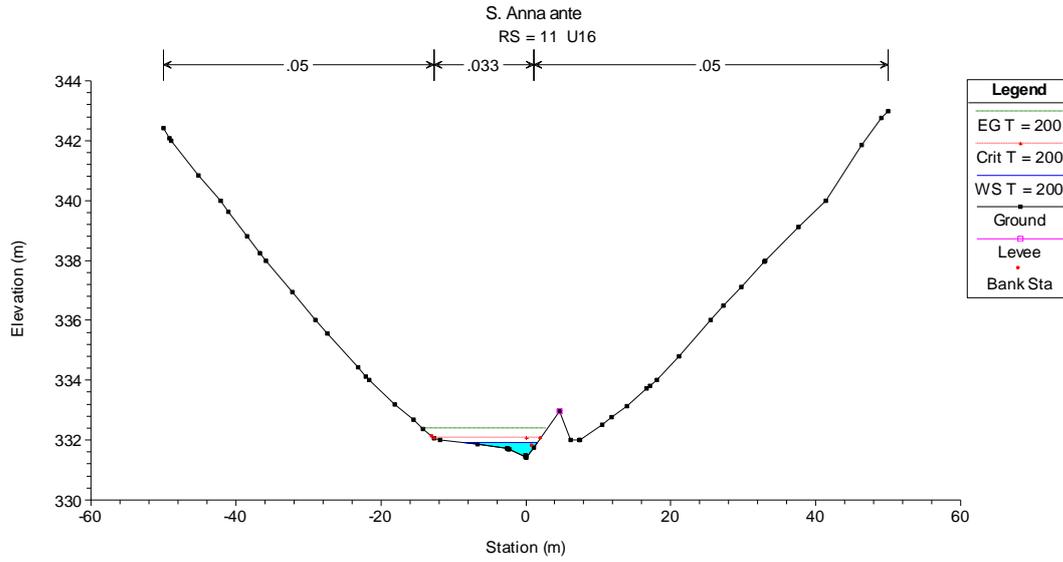


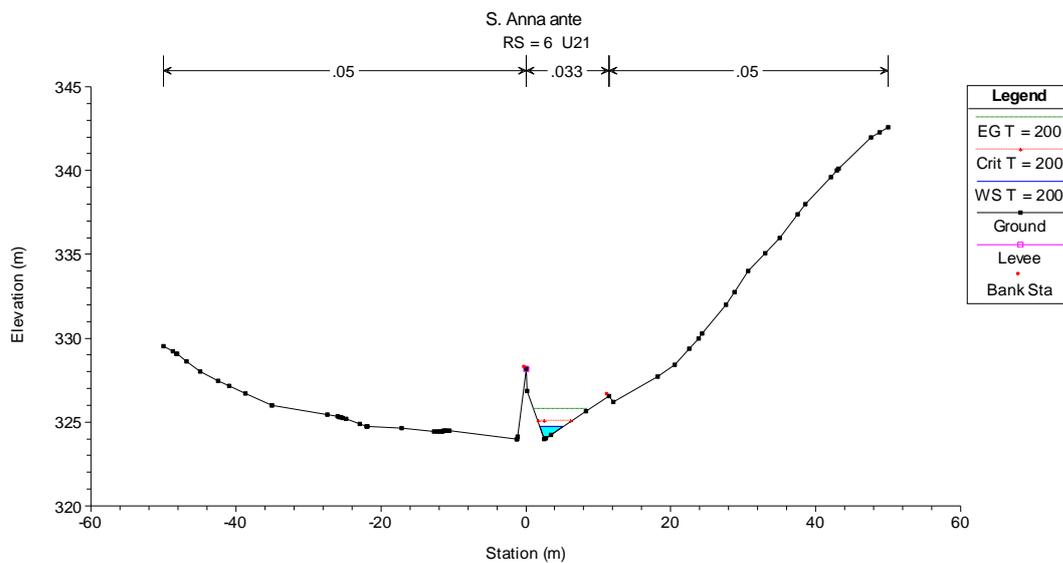
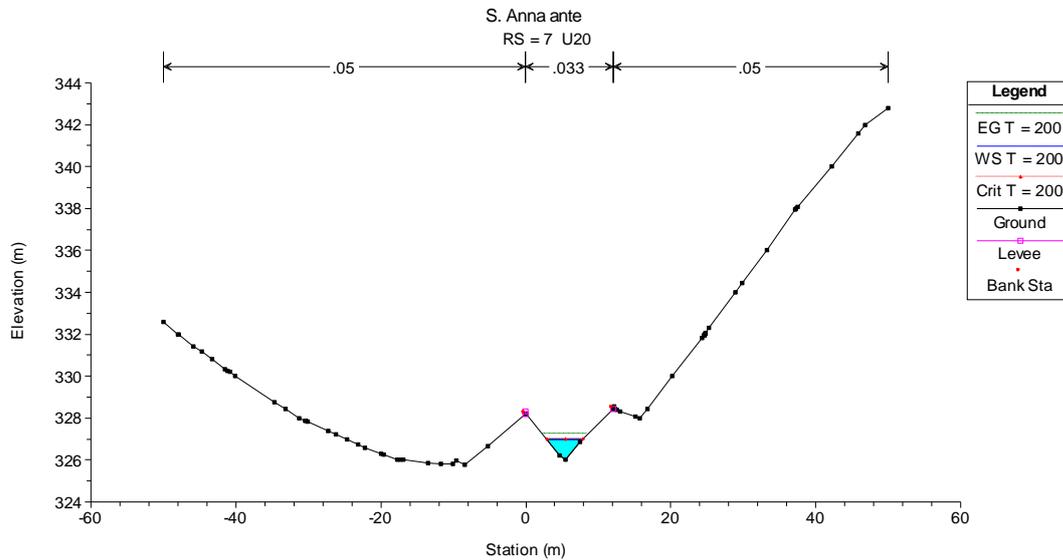
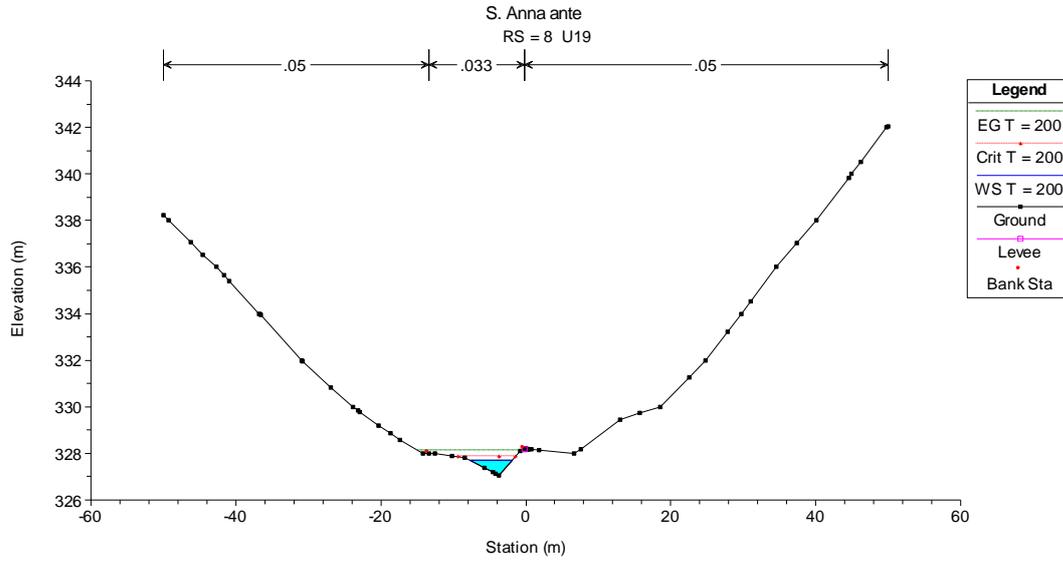


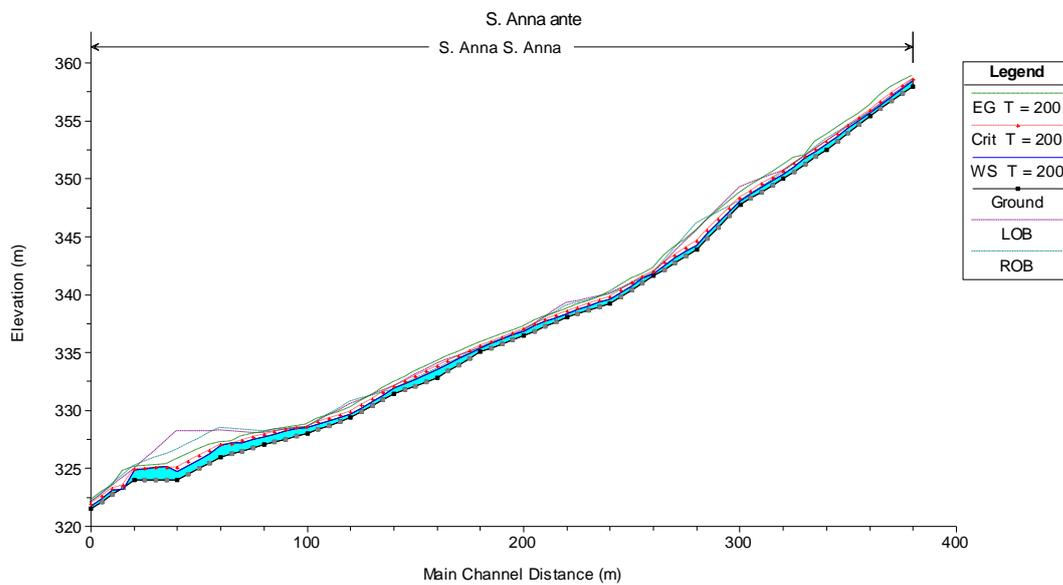
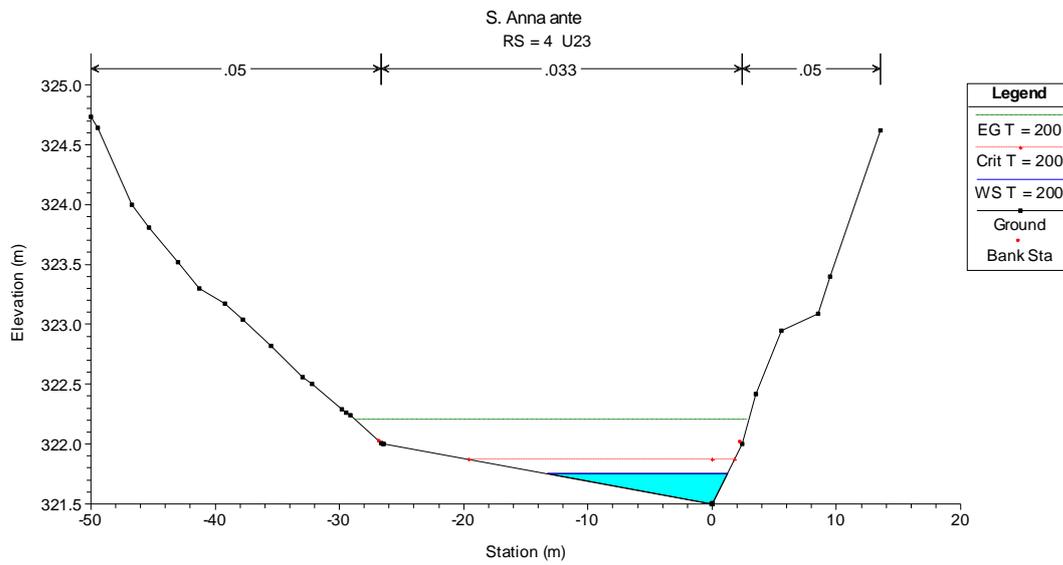
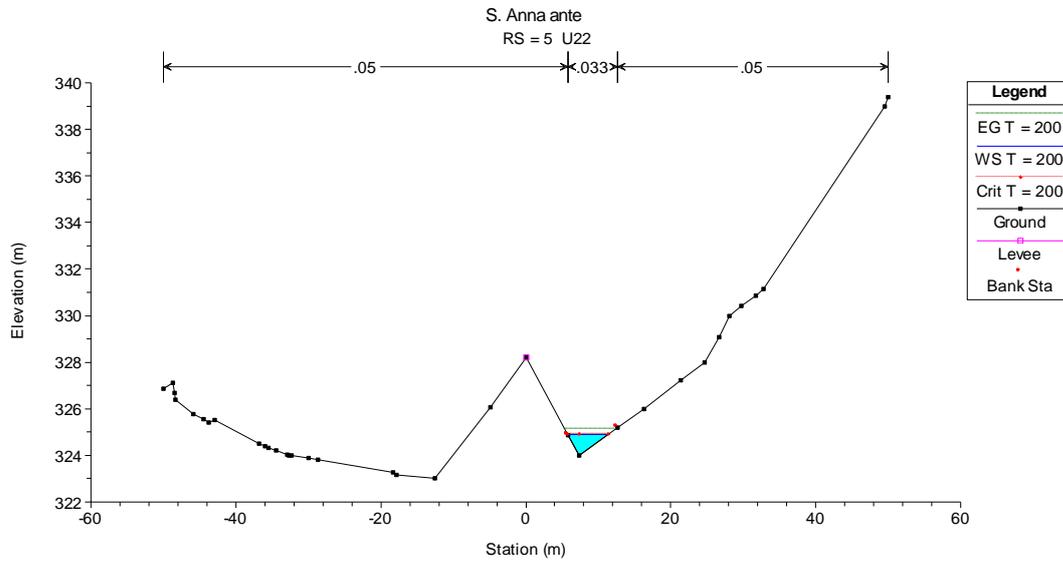








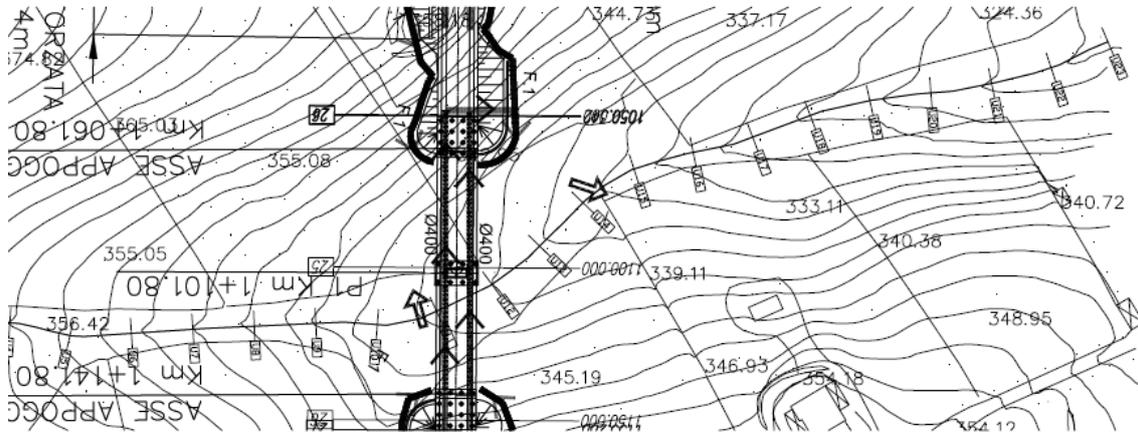


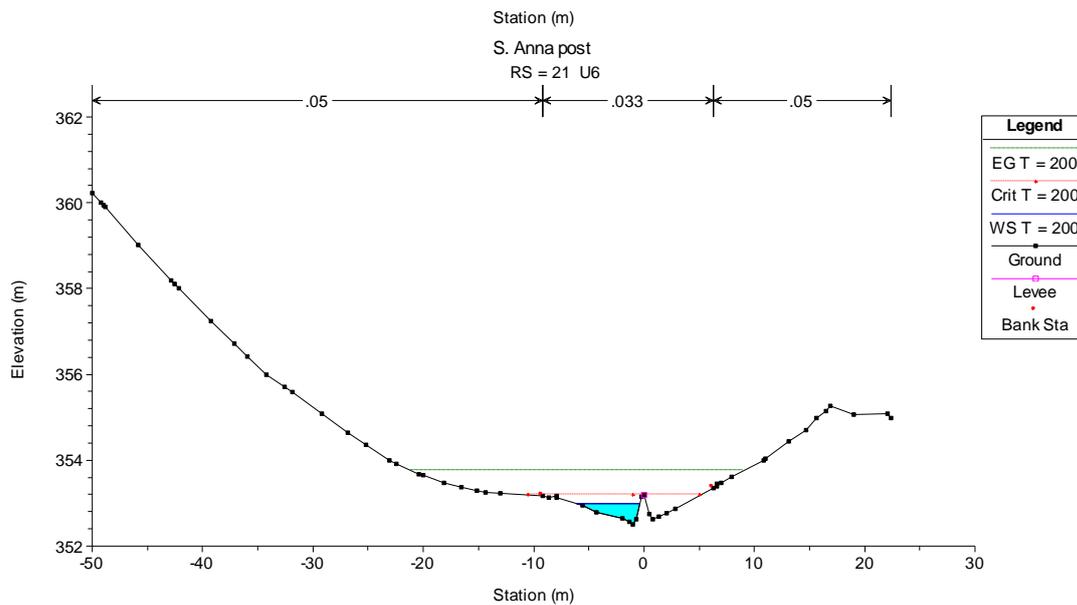
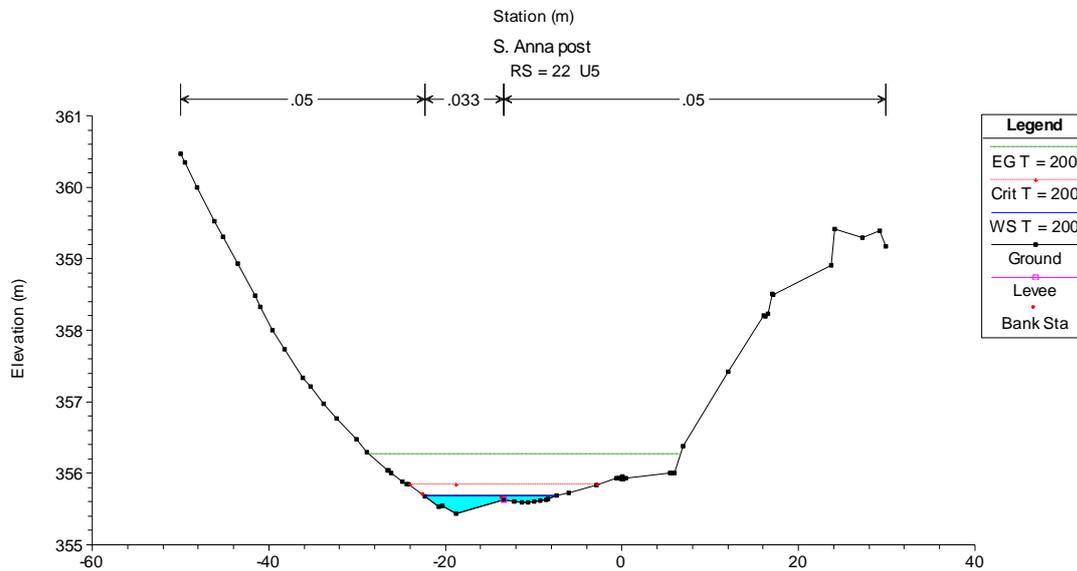
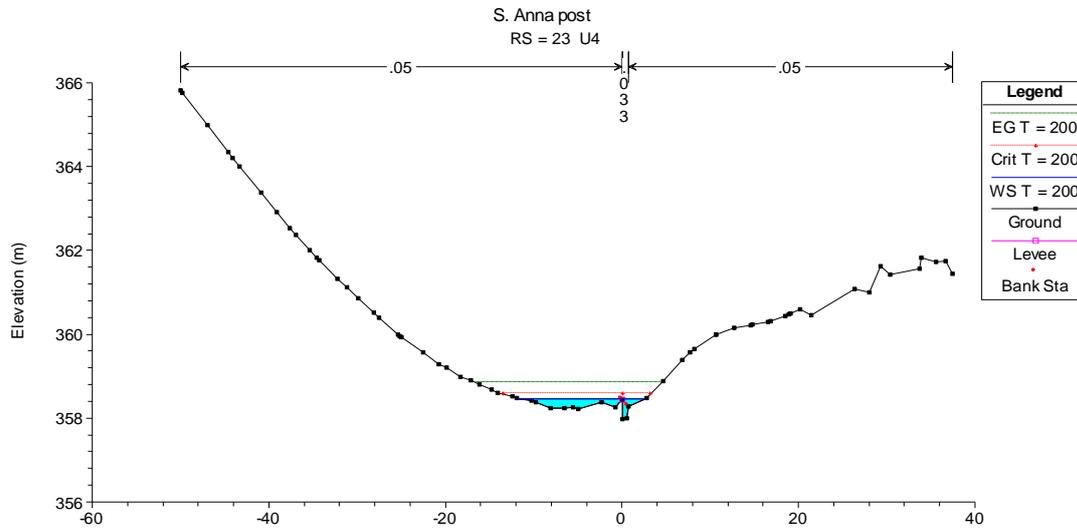


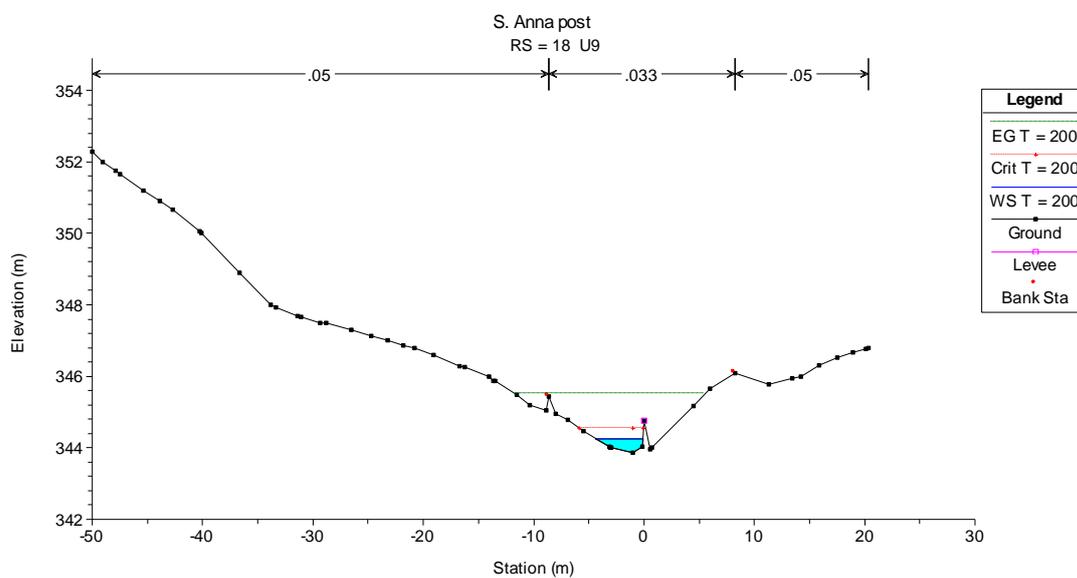
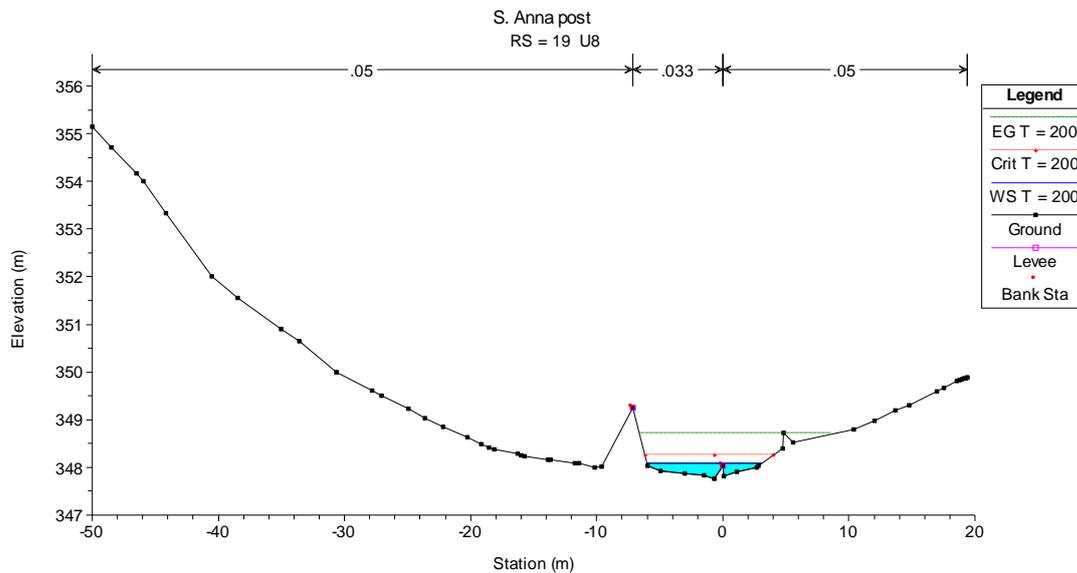
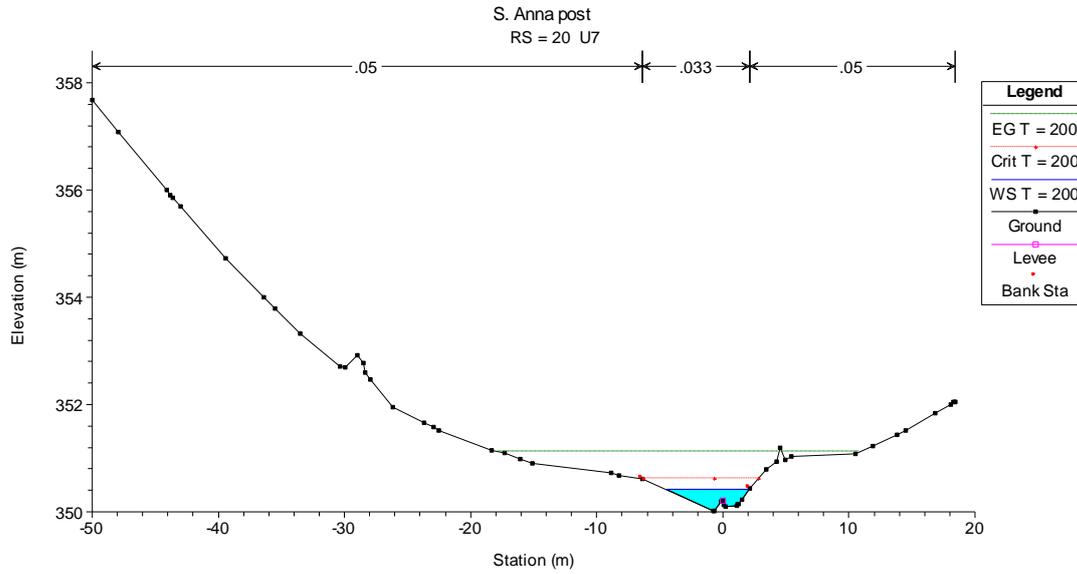
River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	F	Sta W.S. Lft (m)	Sta W.S. Rgt (m)
23	T = 200	5.4	357.98	358.47	358.58	358.84	1.32E-01	4.22	2.32	14.5	2.11	-11.84	2.66
22	T = 200	5.4	355.44	355.69	355.83	356.26	1.67E-01	3.52	1.8	15.13	2.88	-22.45	-7.32
21	T = 200	5.4	352.51	352.99	353.18	353.76	1.15E-01	3.89	1.39	5.76	2.53	-6.14	-0.38
20	T = 200	5.4	350.01	350.42	350.62	351.12	1.13E-01	3.7	1.46	6.51	2.5	-4.45	2.06
19	T = 200	5.4	347.76	348.09	348.25	348.7	1.34E-01	3.73	1.67	9.13	2.67	-6	3.13
18	T = 200	5.4	343.87	344.26	344.55	345.51	1.79E-01	4.95	1.09	4.33	3.14	-4.37	-0.08
17	T = 200	5.4	341.61	341.81	341.92	342.24	2.41E-01	3.55	2.08	20.99	3.28	-16.39	5.14
16	T = 200	5.4	339.24	339.62	339.78	340.2	1.16E-01	3.36	1.61	8.61	2.48	-5.59	3.02
15	T = 200	5.4	338.04	338.39	338.49	338.72	6.88E-02	2.56	2.11	11.5	1.9	-2.25	9.26
14	T = 200	5.4	336.47	336.86	336.96	337.18	1.05E-01	2.91	2.28	14.18	2.29	-6.58	7.6
13	T = 200	5.4	335.05	335.4	335.53	335.82	7.56E-02	2.86	1.95	11.5	2.03	-4.61	6.88
12	T = 200	5.4	332.85	333.54	333.75	334.21	7.92E-02	3.65	1.48	4.74	2.08	-4.03	0.72
11	T = 200	5.4	331.41	331.92	332.05	332.37	9.43E-02	3	1.82	10.09	2.22	-8.52	1.58
10	T = 200	5.4	329.38	329.71	329.86	330.23	1.04E-01	3.2	1.69	8.87	2.34	-3.88	4.99
9	T = 200	5.4	328	328.54	328.54	328.71	1.93E-02	2.14	3.23	9.41	1.1	-3.98	5.43
8	T = 200	5.4	327.04	327.71	327.85	328.11	4.03E-02	2.82	1.92	5.89	1.58	-7.76	-1.87
7	T = 200	5.4	326	326.97	326.97	327.22	1.49E-02	2.21	2.44	4.9	1	2.89	7.8
6	T = 200	5.4	324	324.74	325.05	325.76	9.54E-02	4.47	1.21	3.22	2.32	1.92	5.14
5	T = 200	5.4	324	324.91	324.91	325.14	1.48E-02	2.11	2.56	5.63	0.99	5.73	11.36
4	T = 200	5.4	321.5	321.75	321.87	322.2	1.53E-01	2.97	1.82	14.49	2.67	-13.28	1.21

Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 129 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	-------------------------------

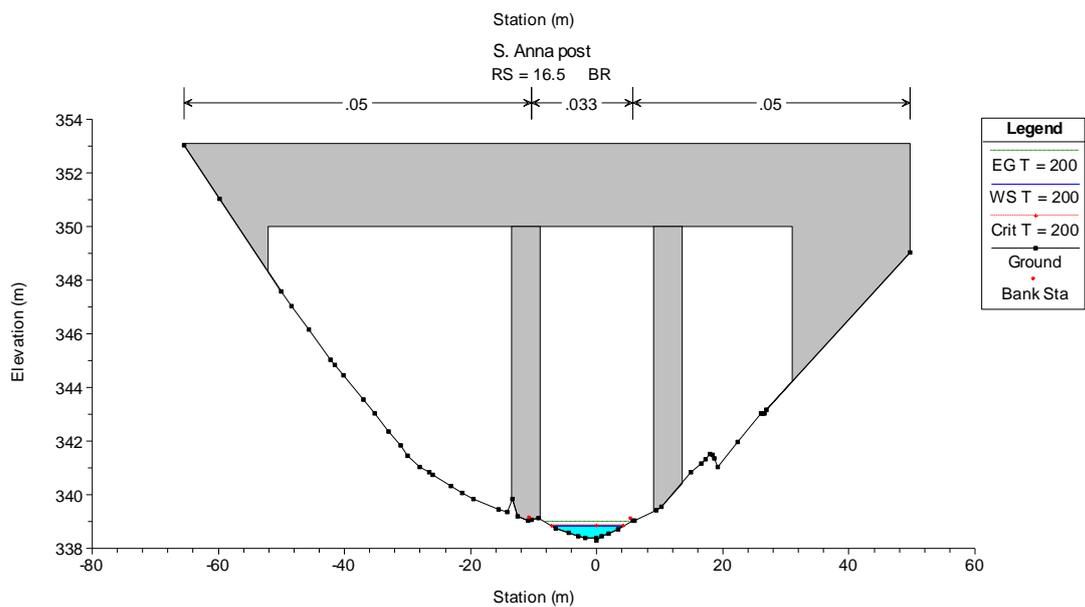
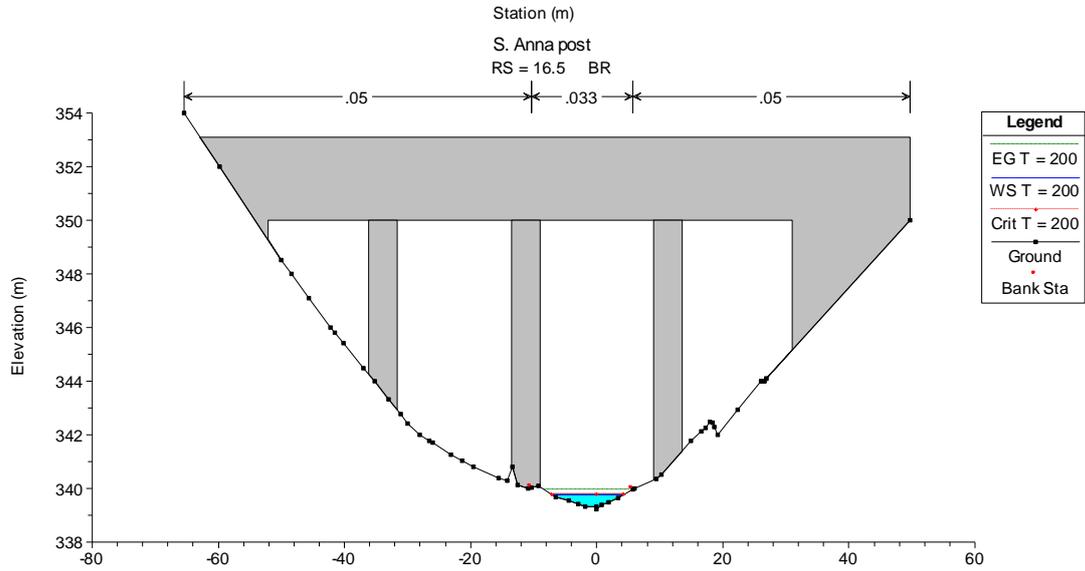
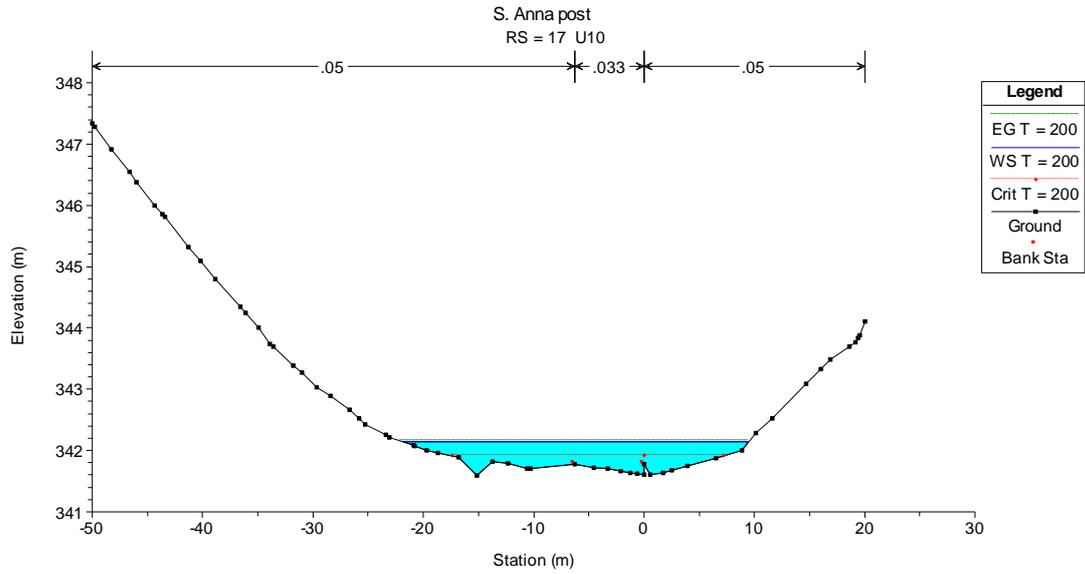
**VIADOTTO S. ANNA: POST OPERAM**

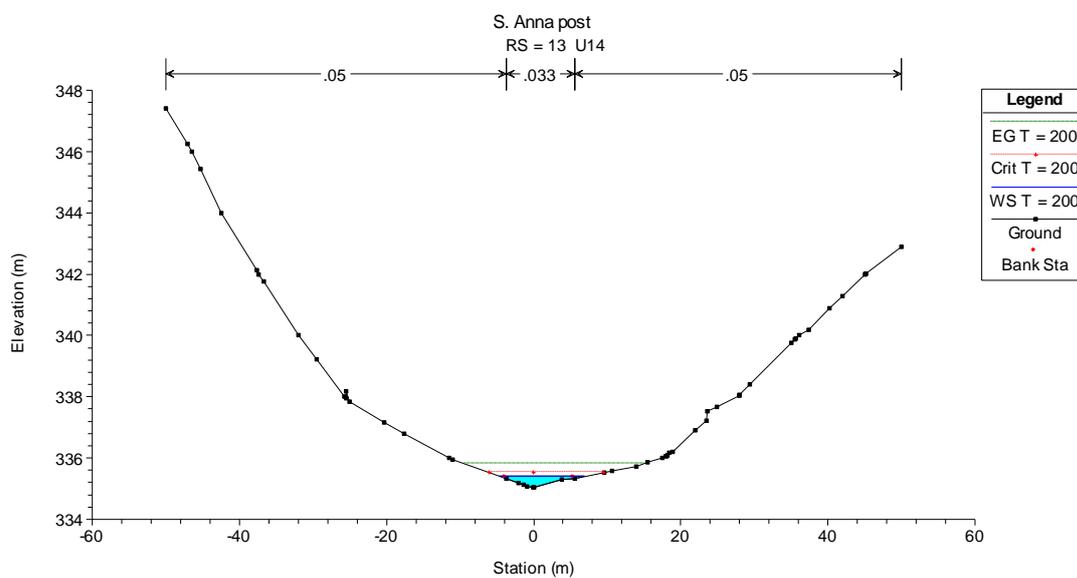
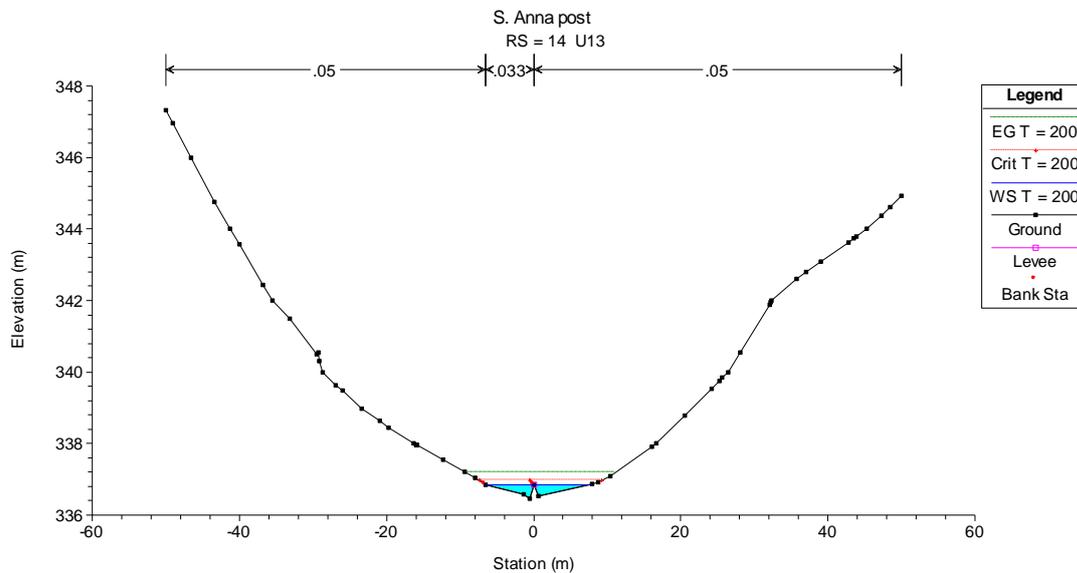
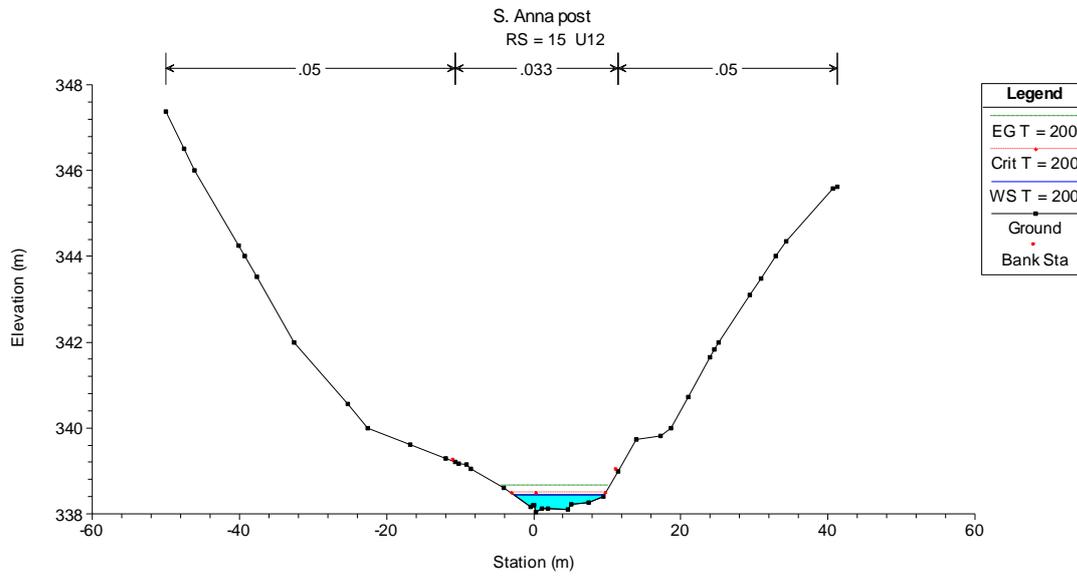


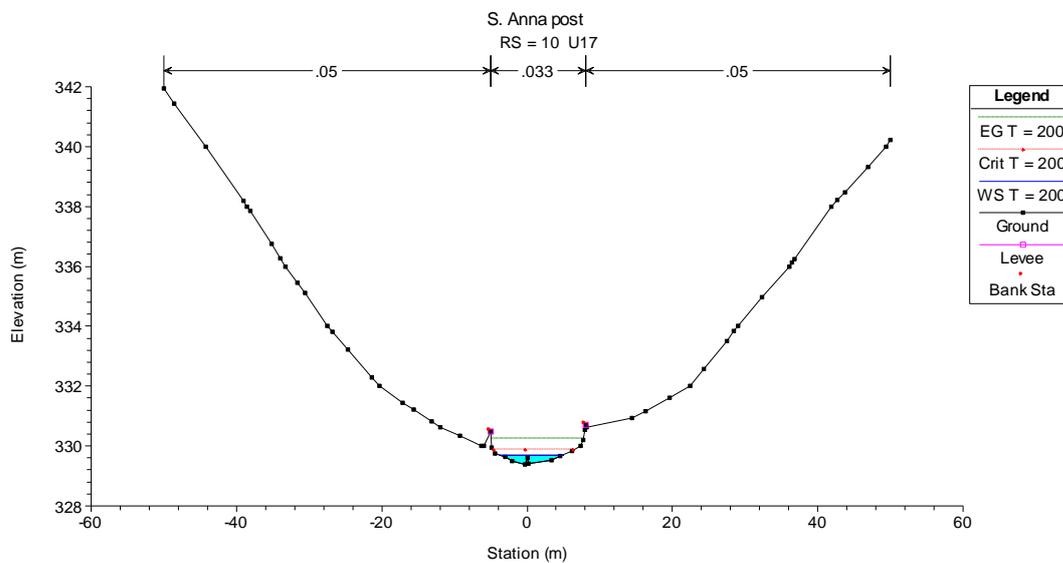
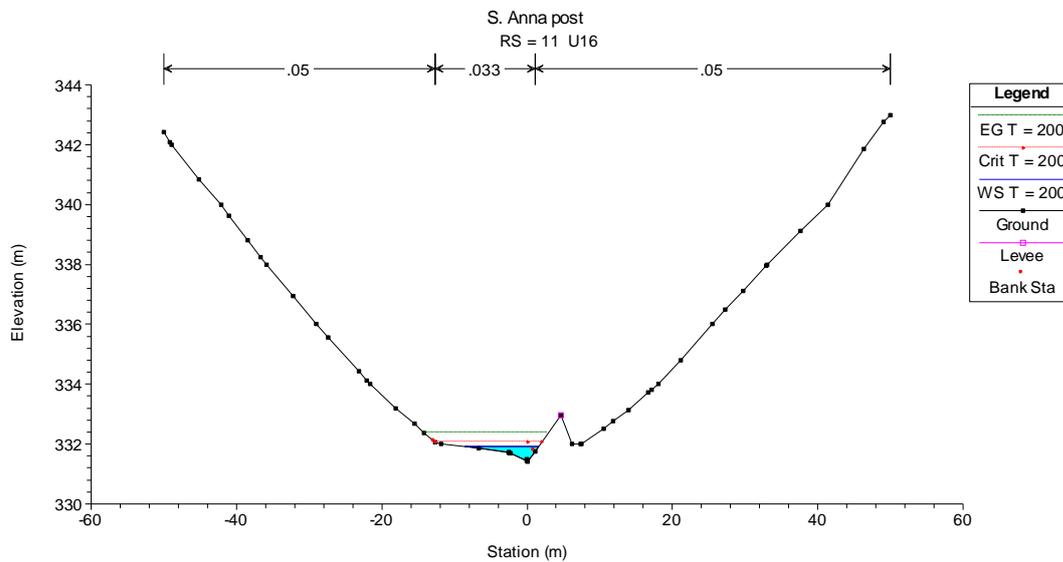
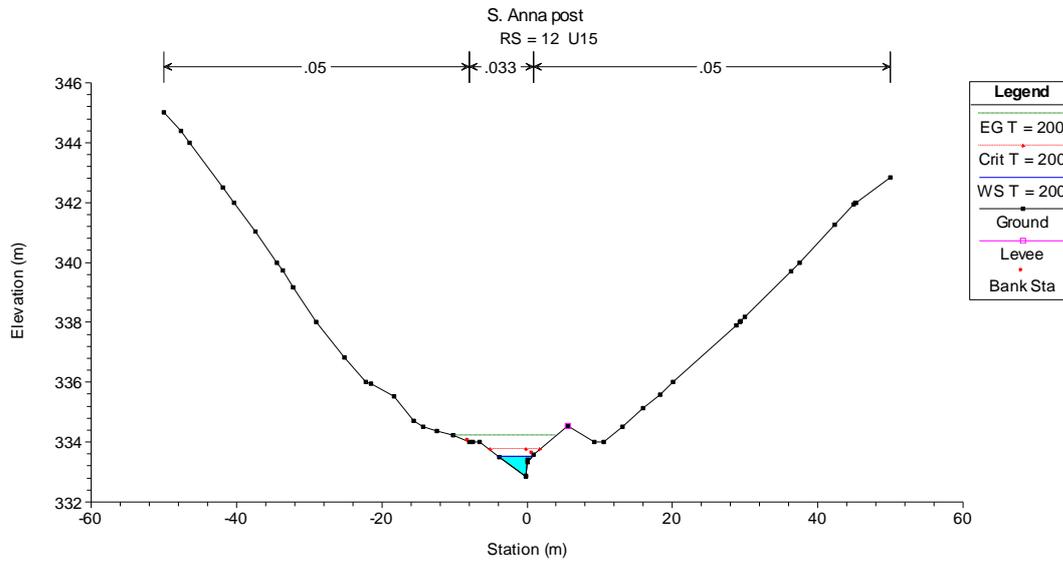


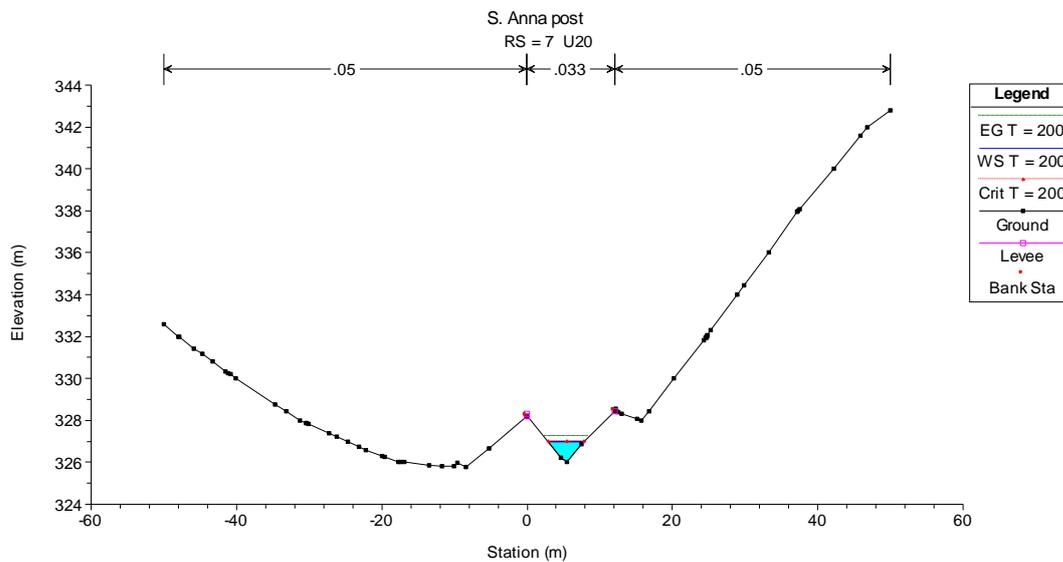
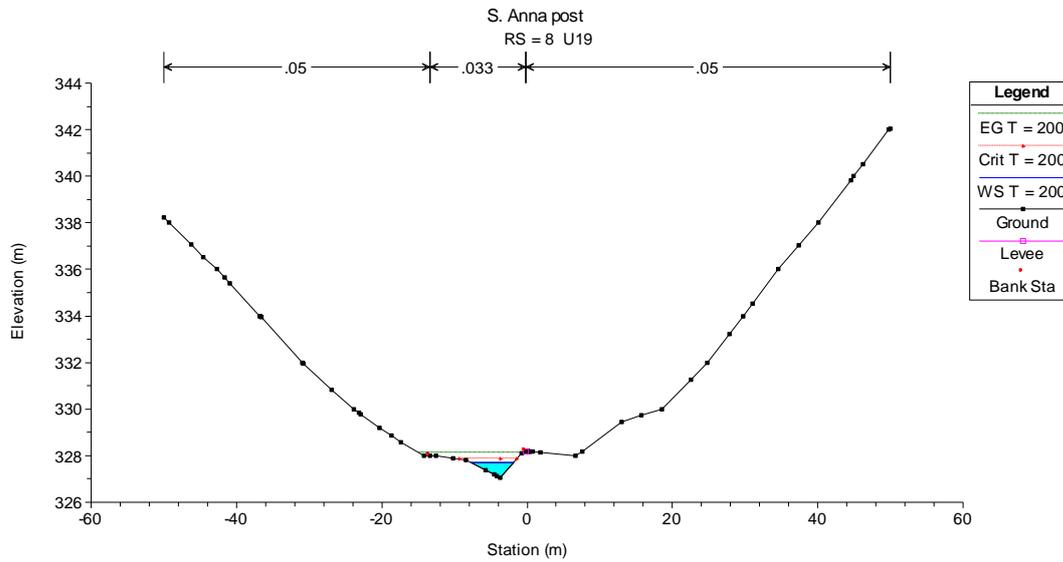
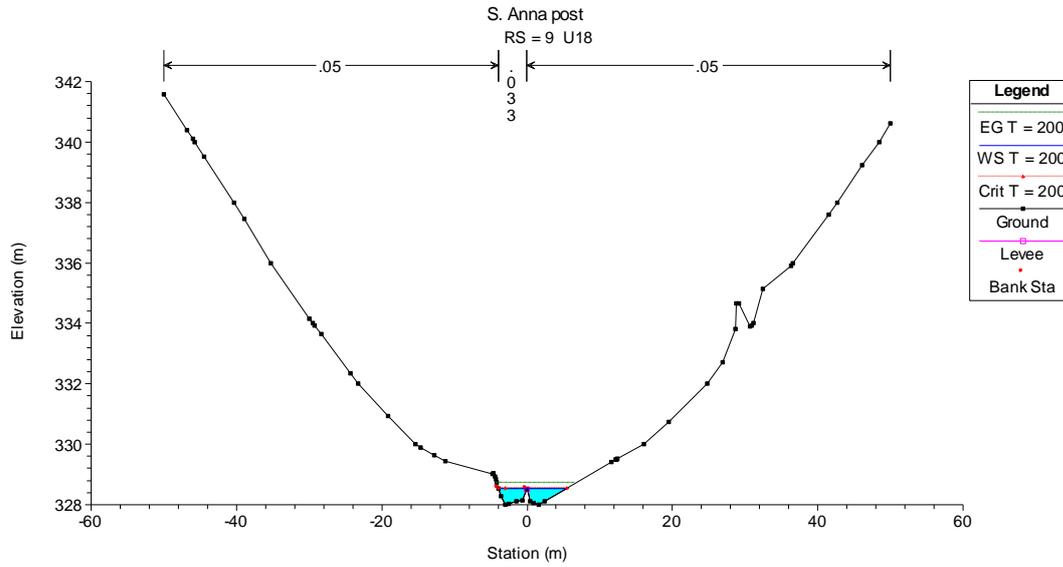


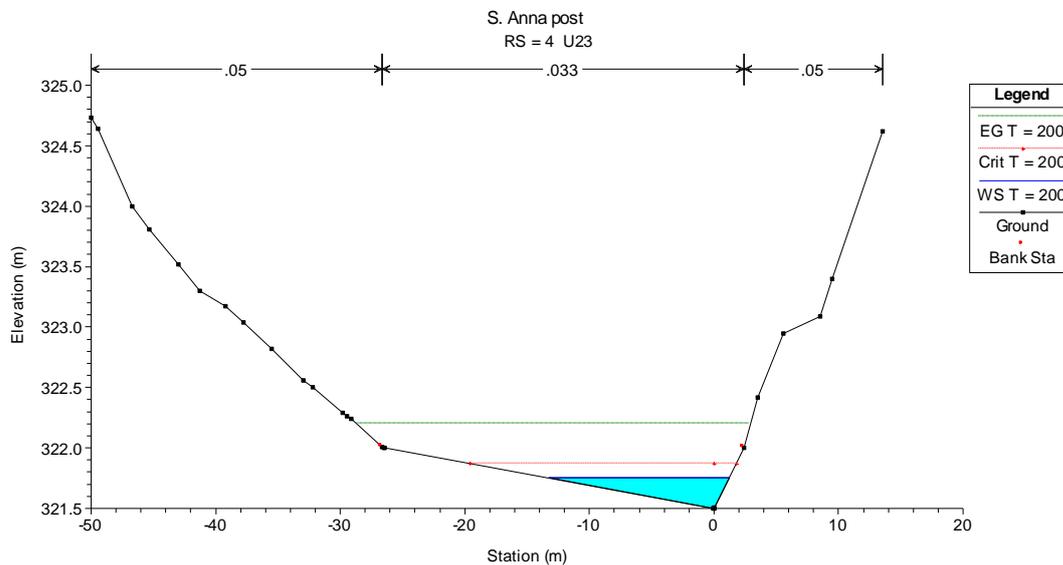
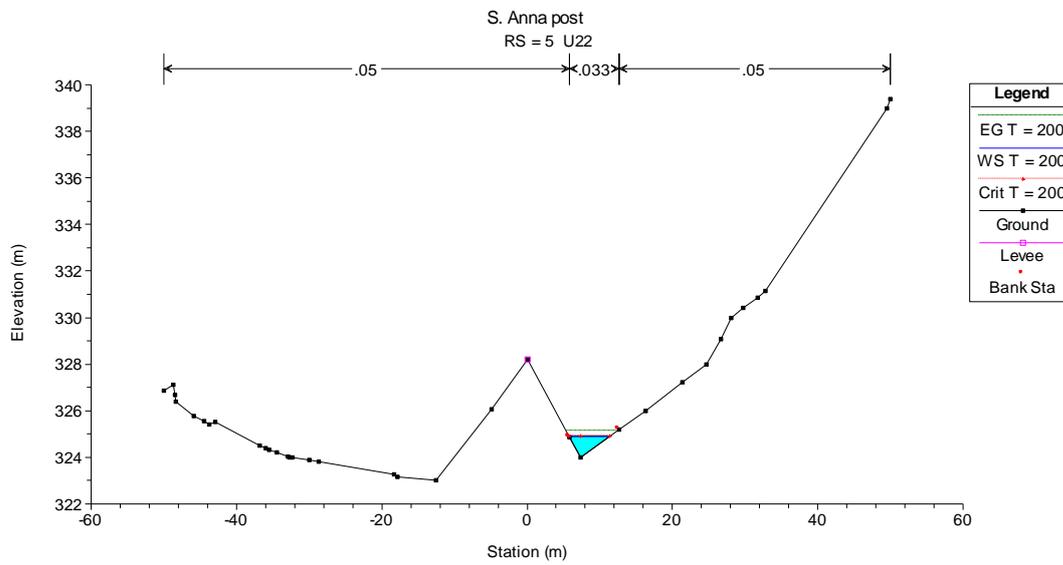
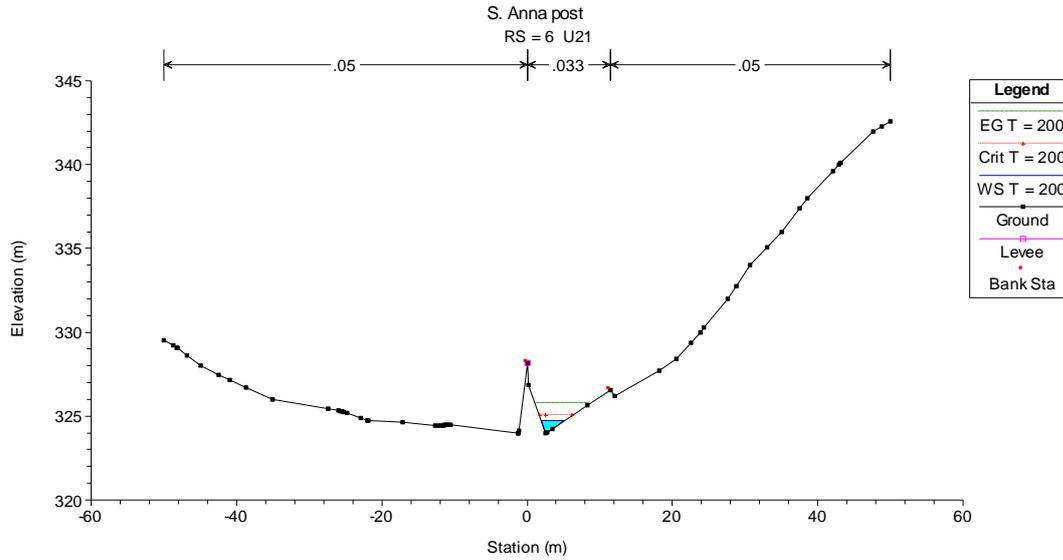
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 132 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	-------------------------------

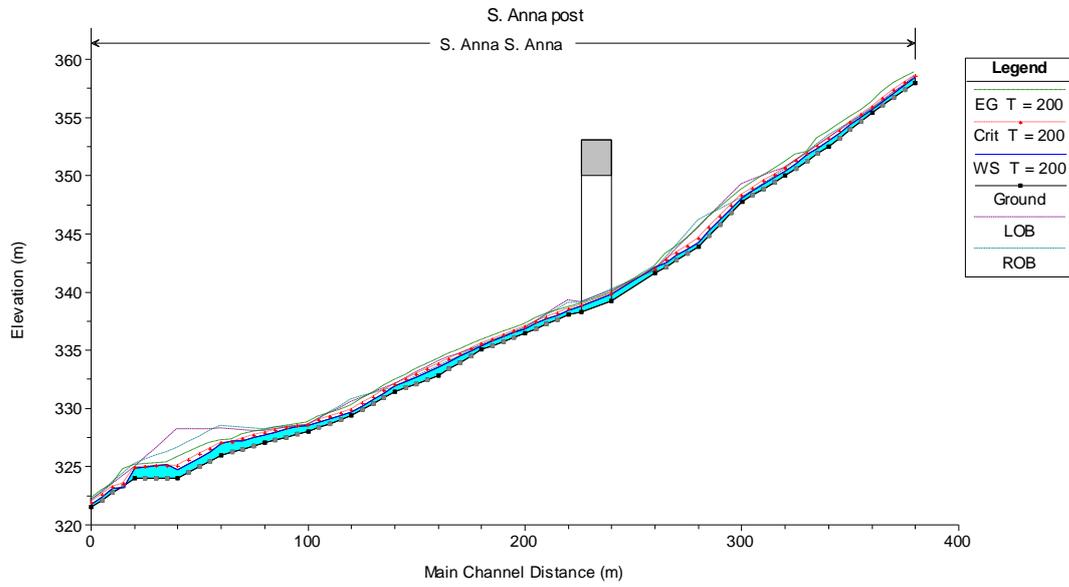








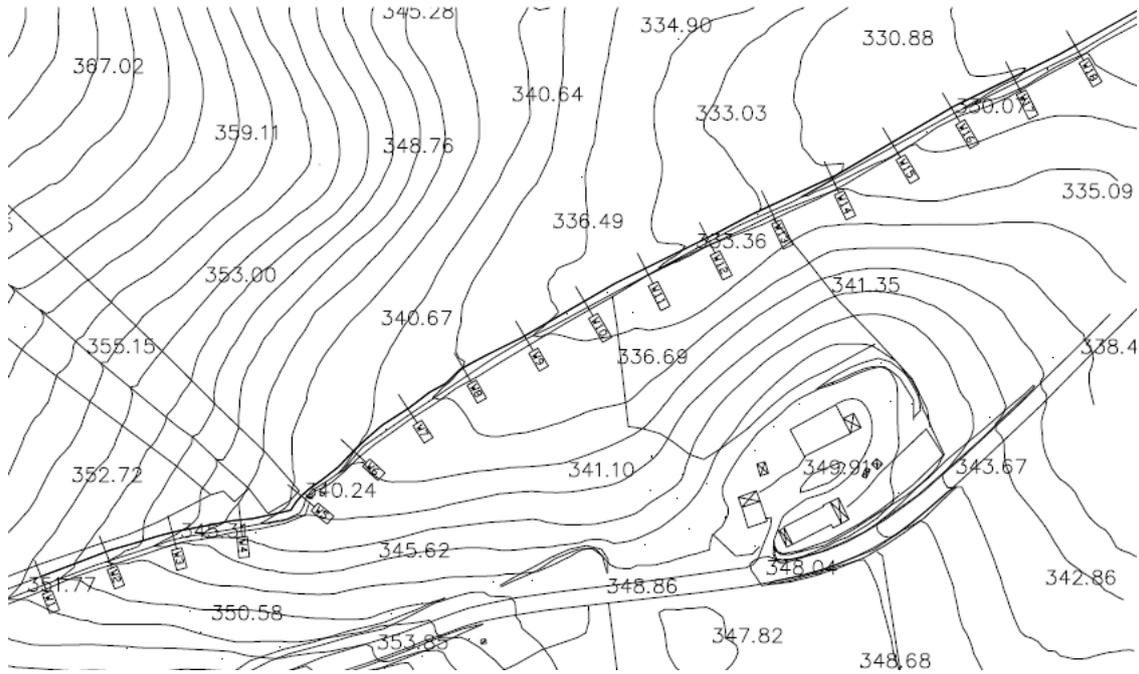


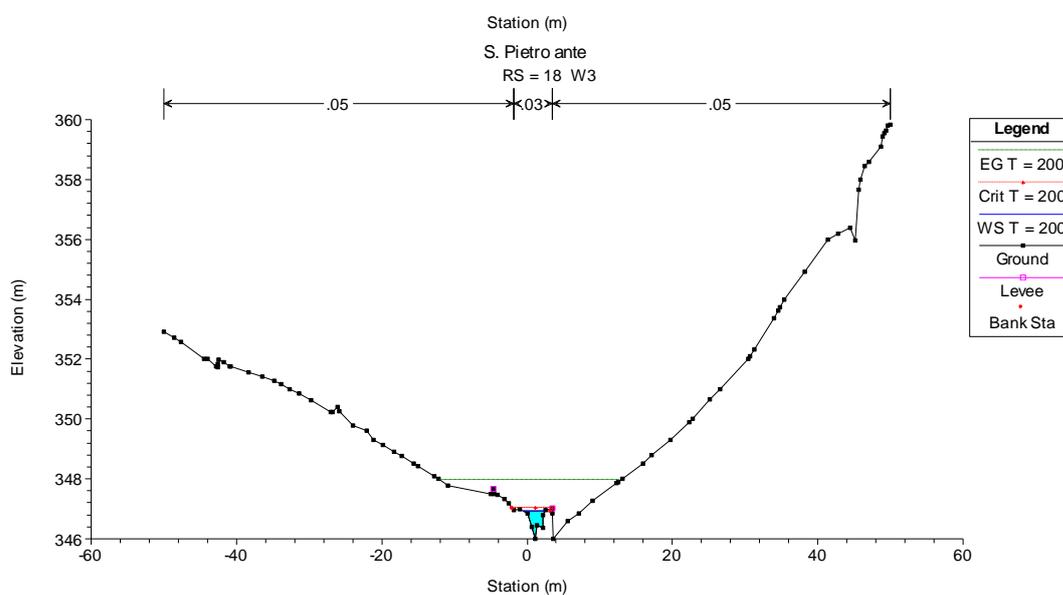
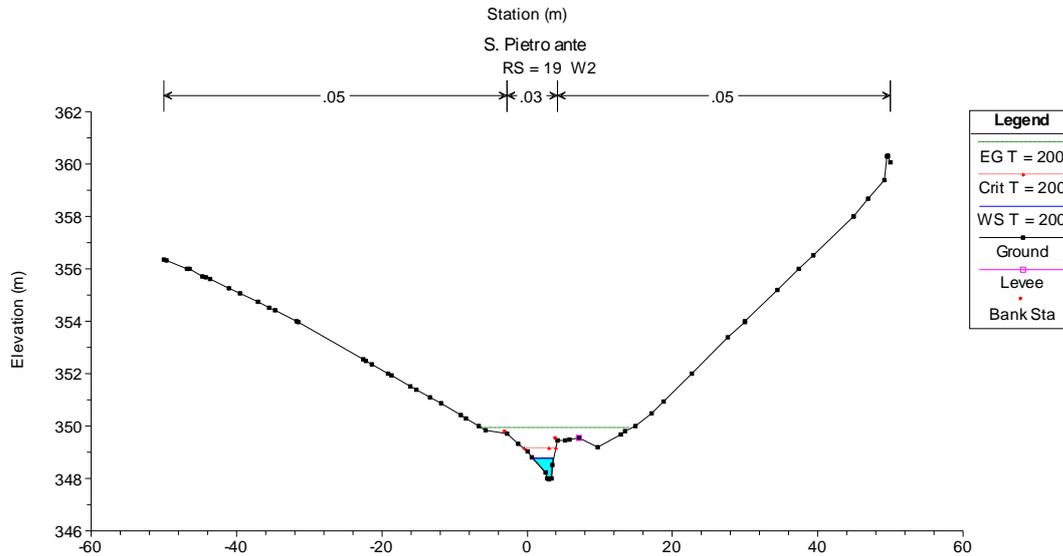
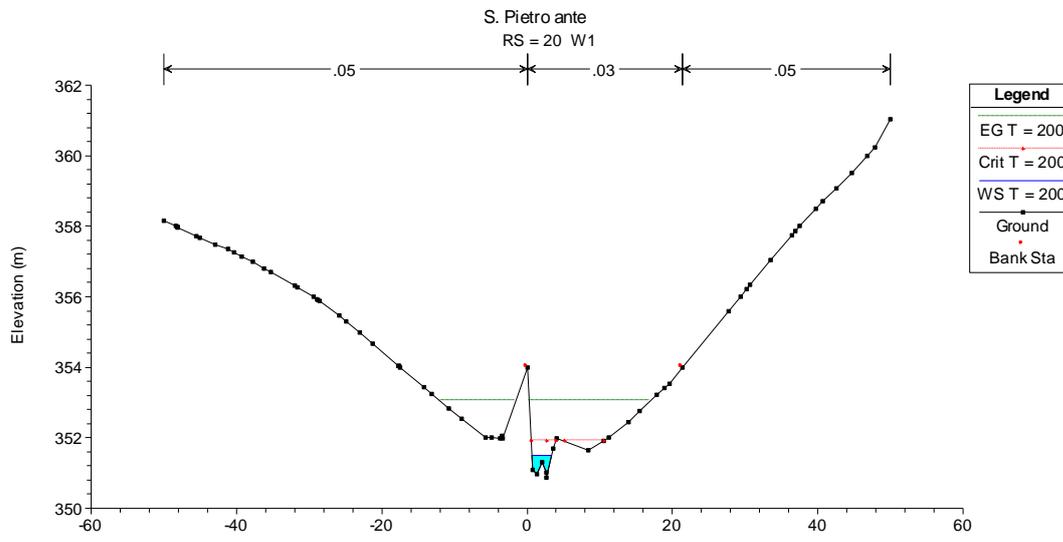


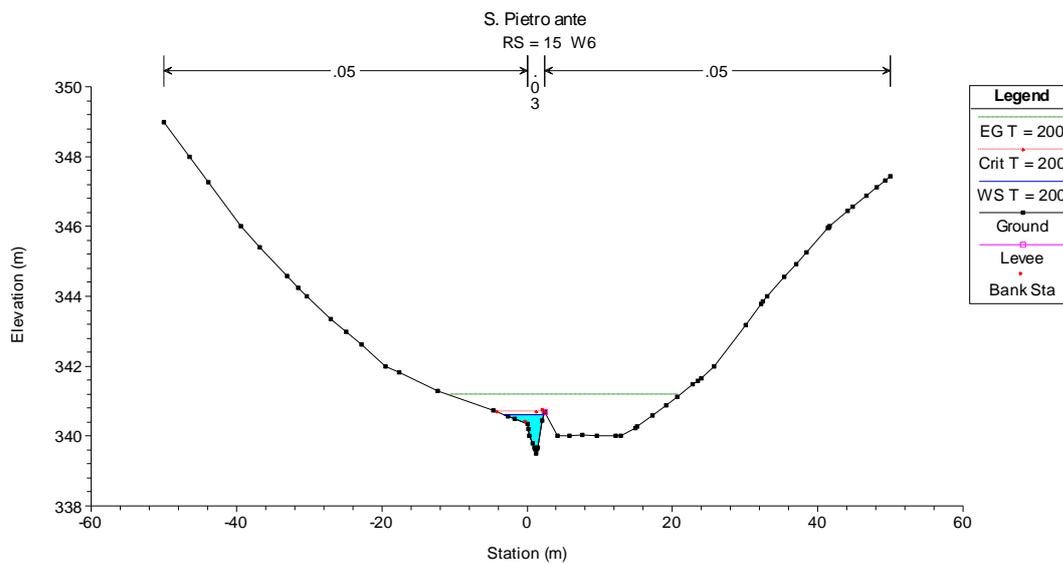
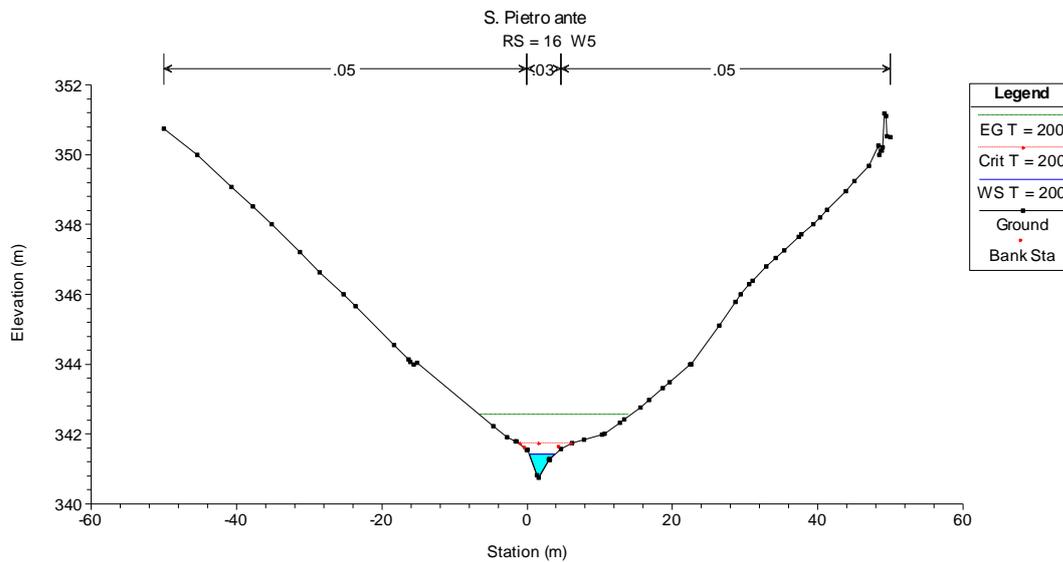
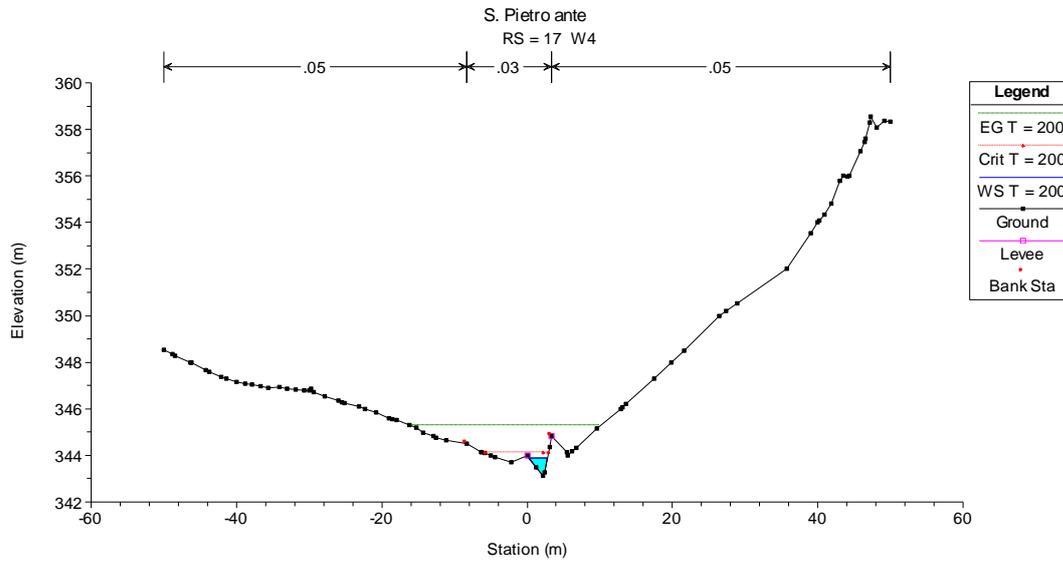
River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	F	Sta W.S. Lft (m)	Sta W.S. Rgt (m)
23	T = 200	5.4	357.98	358.47	358.58	358.84	1.32E-01	4.22	2.32	14.52	11	-11.84	2.66
22	T = 200	5.4	355.44	355.69	355.83	356.26	1.67E-01	3.52	1.8	15.13	2.88	-22.45	-7.32
21	T = 200	5.4	352.51	352.99	353.18	353.76	1.15E-01	3.89	1.39	5.76	2.53	-6.14	-0.38
20	T = 200	5.4	350.01	350.42	350.62	351.12	1.13E-01	3.7	1.46	6.51	2.5	-4.45	2.06
19	T = 200	5.4	347.76	348.09	348.25	348.7	1.34E-01	3.73	1.67	9.13	2.67	-6	3.13
18	T = 200	5.4	343.87	344.26	344.55	345.51	1.79E-01	4.95	1.09	4.33	1.4	-4.37	-0.08
17	T = 200	5.4	341.61	342.14	341.91	342.15	1.87E-03	0.76	10.88	31.26	0.36	-21.8	9.46
16.5	Bridge												
15	T = 200	5.4	338.04	338.44	338.49	338.64	3.17E-02	1.98	2.73	12.24	1.33	-2.66	9.58
14	T = 200	5.4	336.47	336.86	336.96	337.18	1.06E-01	2.92	2.27	14.17	2.3	-6.58	7.59
13	T = 200	5.4	335.05	335.4	335.53	335.82	7.56E-02	2.86	1.95	11.52	2.03	-4.61	6.88
12	T = 200	5.4	332.85	333.54	333.75	334.21	7.92E-02	3.65	1.48	4.74	2.08	-4.03	0.72
11	T = 200	5.4	331.41	331.92	332.05	332.37	9.43E-02	3	1.82	10.09	2.22	-8.52	1.58
10	T = 200	5.4	329.38	329.71	329.86	330.23	1.04E-01	3.2	1.69	8.87	2.34	-3.88	4.99
9	T = 200	5.4	328	328.54	328.54	328.71	1.93E-02	2.14	3.23	9.41	1.1	-3.98	5.43
8	T = 200	5.4	327.04	327.71	327.85	328.11	4.03E-02	2.82	1.92	5.89	1.58	-7.76	-1.87
7	T = 200	5.4	326	326.97	326.97	327.22	1.49E-02	2.21	2.44	4.9	1	2.89	7.8
6	T = 200	5.4	324	324.74	325.05	325.76	9.54E-02	4.47	1.21	3.22	2.32	1.92	5.14
5	T = 200	5.4	324	324.91	324.91	325.14	1.48E-02	2.11	2.56	5.63	0.99	5.73	11.36
4	T = 200	5.4	321.5	321.75	321.87	322.2	1.53E-01	2.97	1.82	14.49	2.67	-13.28	1.21

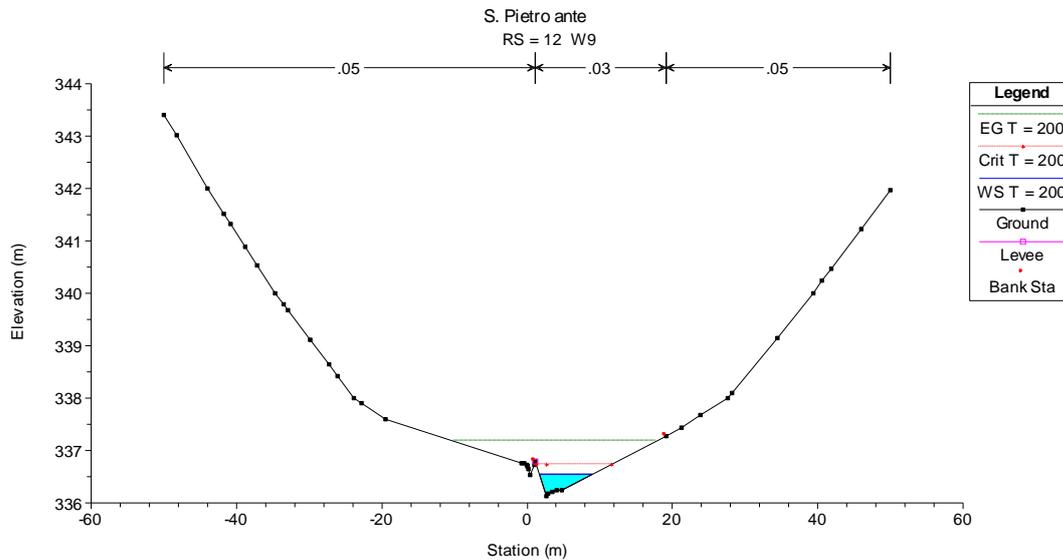
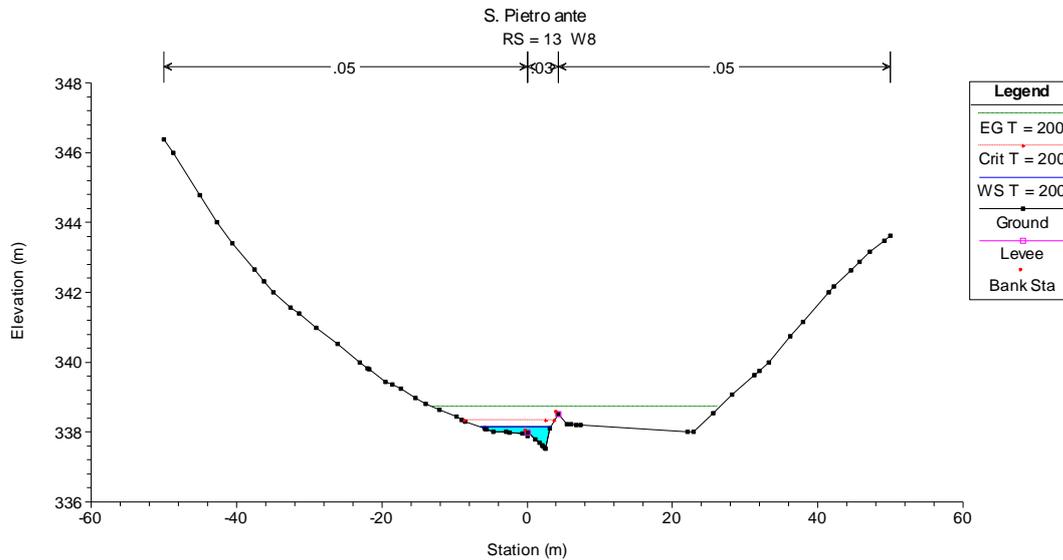
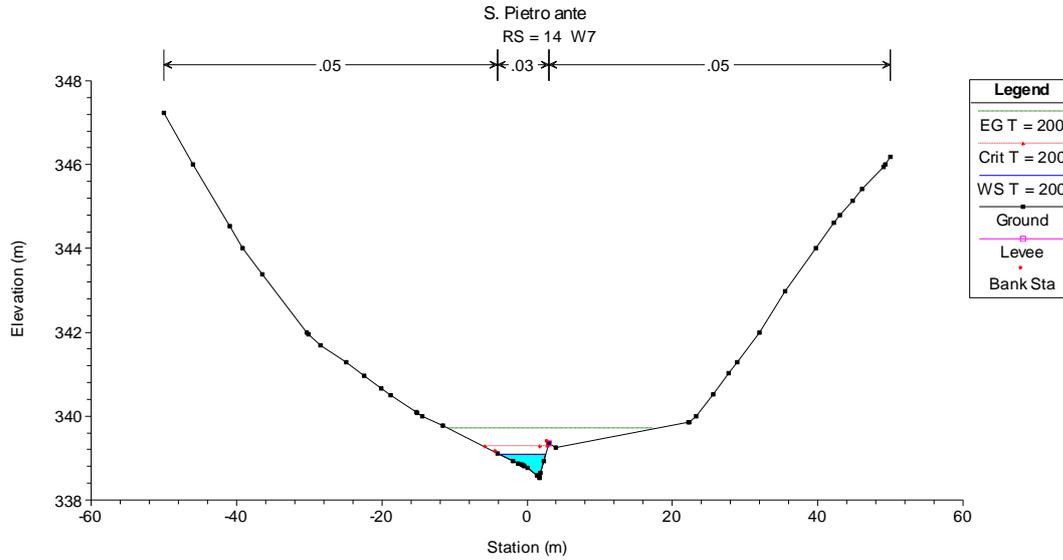
E.G. US. (m)	342.15	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	342.14	E.G. Elev (m)	339.93	338.97
Q Total (m3/s)	5.4	W.S. Elev (m)	339.78	338.83
Q Bridge (m3/s)	5.4	Crit W.S. (m)	339.78	338.83
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	0.54	0.54
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	1.67	1.67
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	3.23	3.22
Weir Submerg		Froude # Chl	1	1.01
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	1.49	1.49
Min El Weir Flow (m)	353.1	Hydr Depth (m)	0.28	0.28
Min El Prs (m)	350	W.P. Total (m)	11.5	11.51
Delta EG (m)	3.52	Conv. Total (m3/s)	41.9	41.9
Delta WS (m)	3.7	Top Width (m)	11.41	11.41
BR Open Area (m2)	517.2	Frctn Loss (m)		
BR Open Vel (m/s)	1.67	C & E Loss (m)		
Coef of Q		Shear Total (N/m2)	45.7	45.76
Br Sel Method	Momentum	Power Total (N/m s)	76.48	76.62

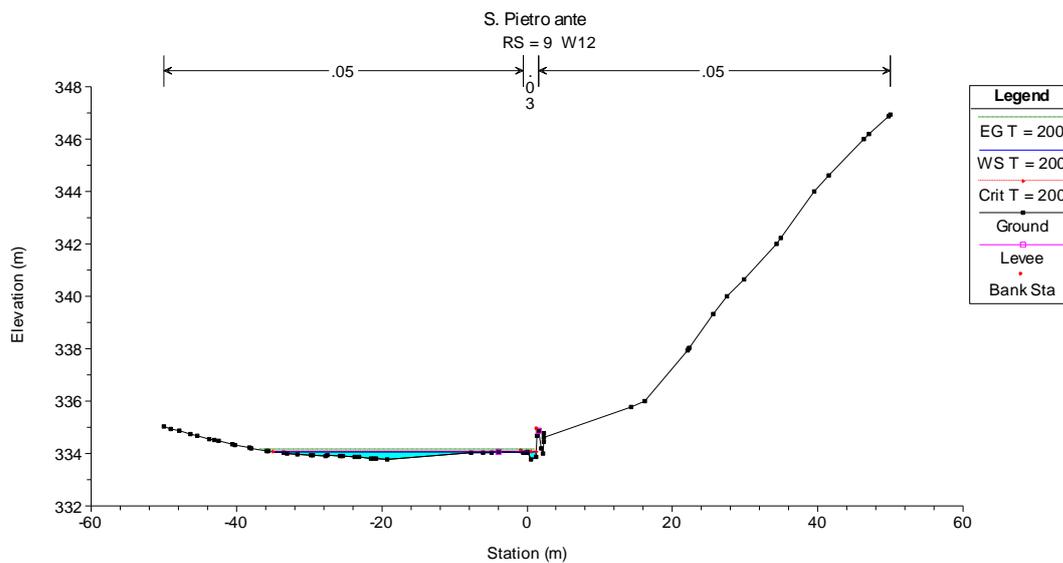
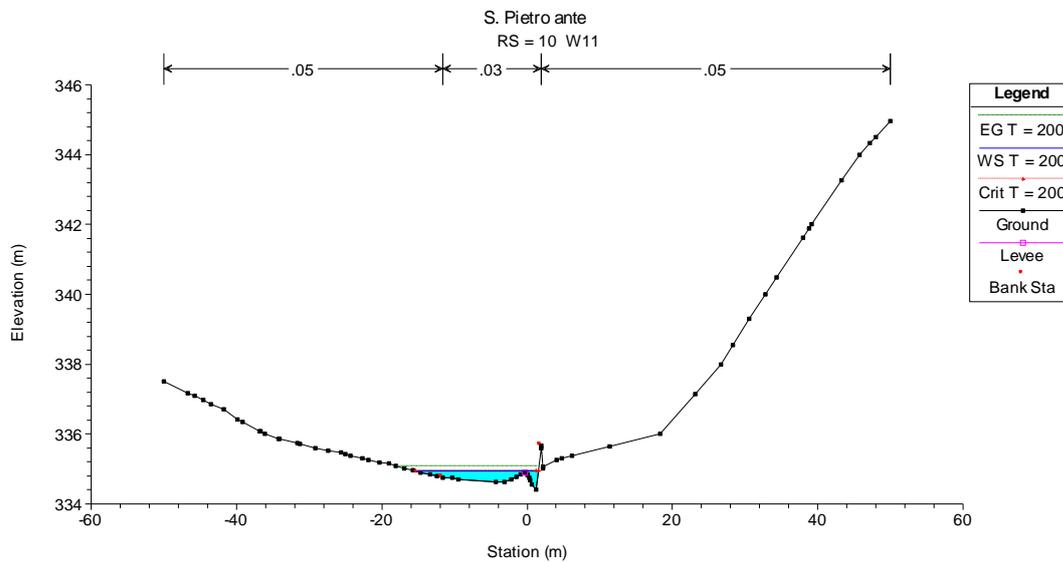
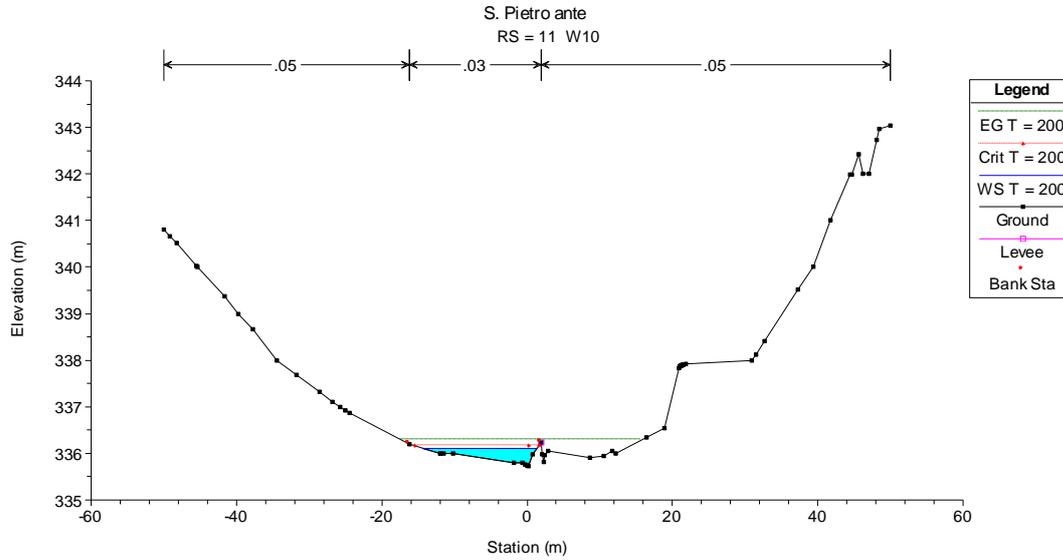
**VIADOTTO S. PIETRO: ANTE OPERAM**

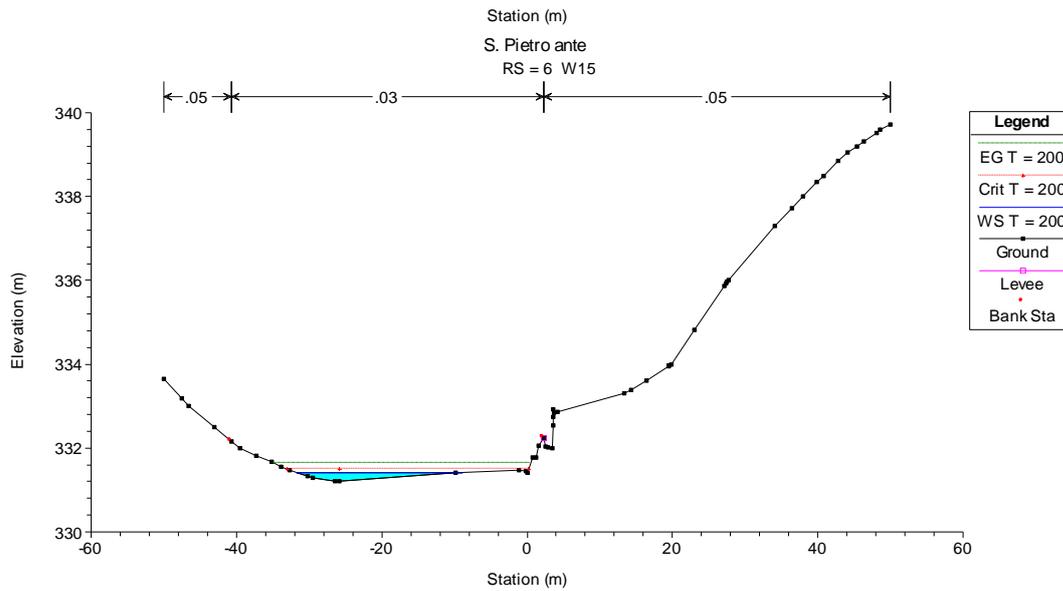
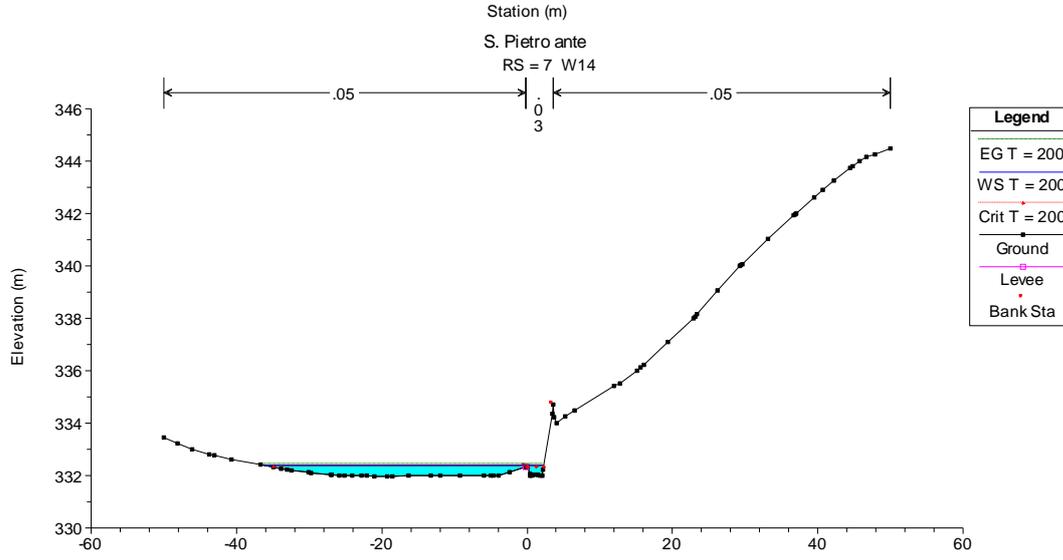
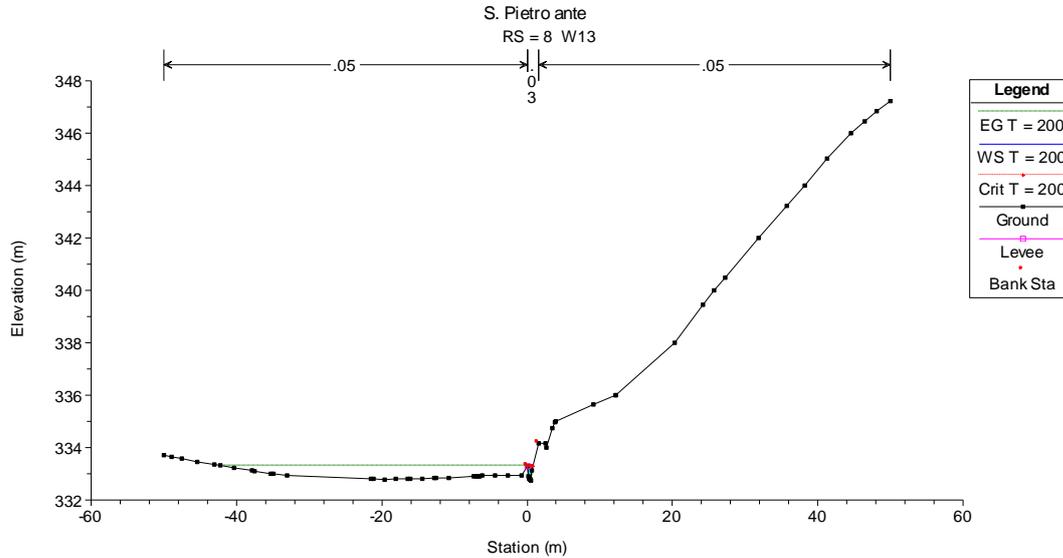


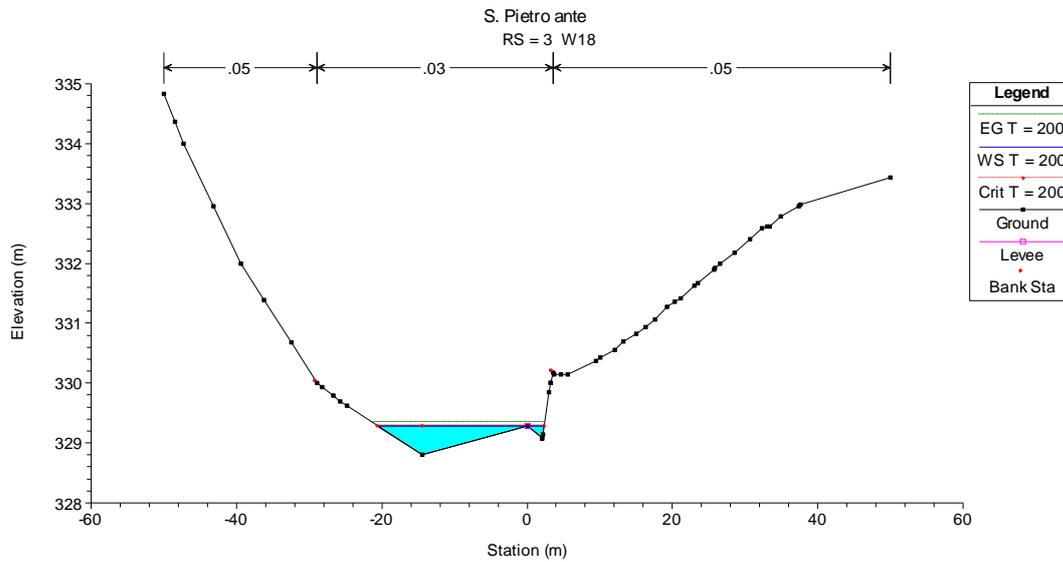
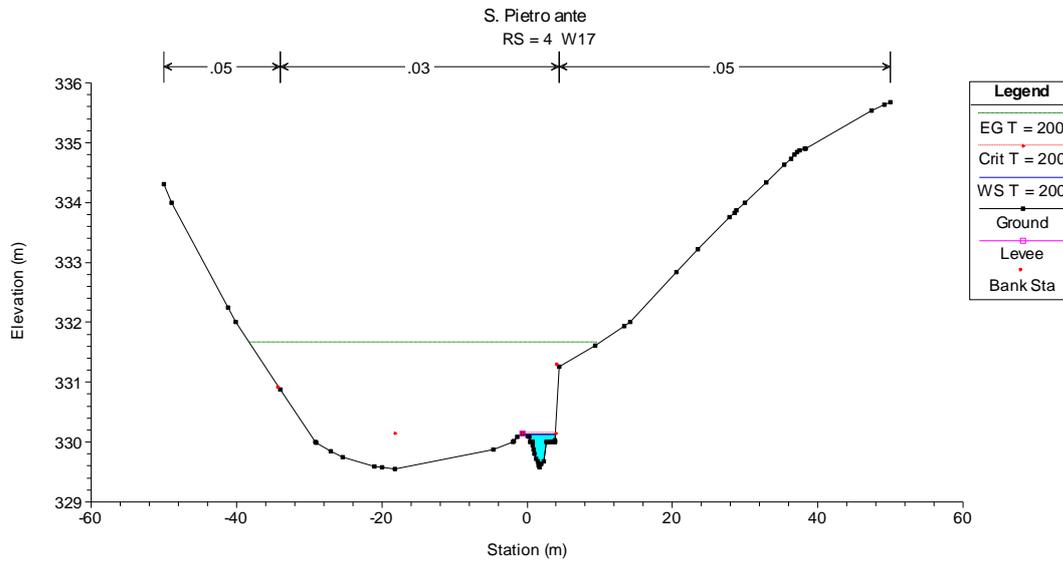
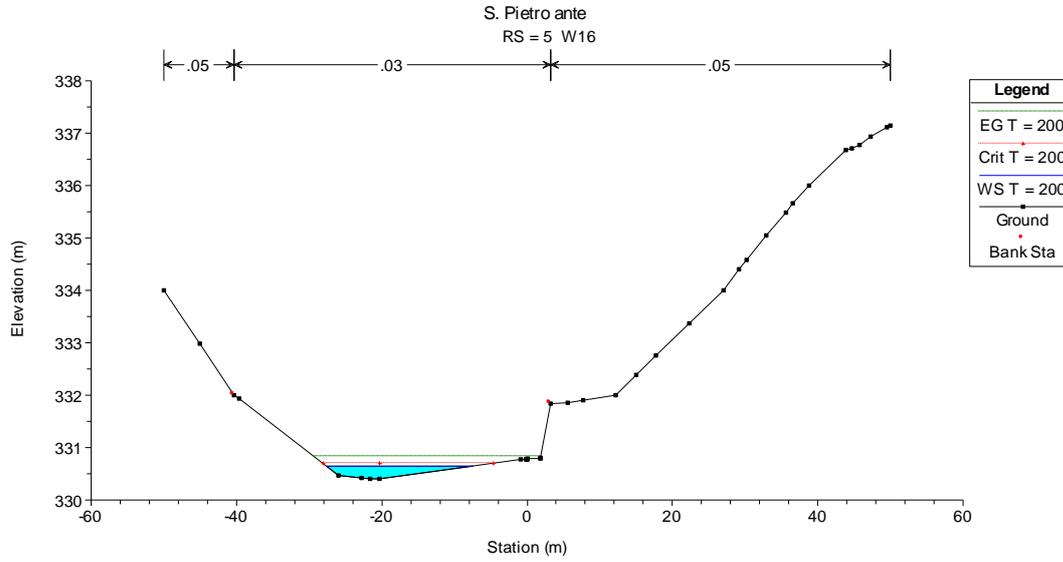


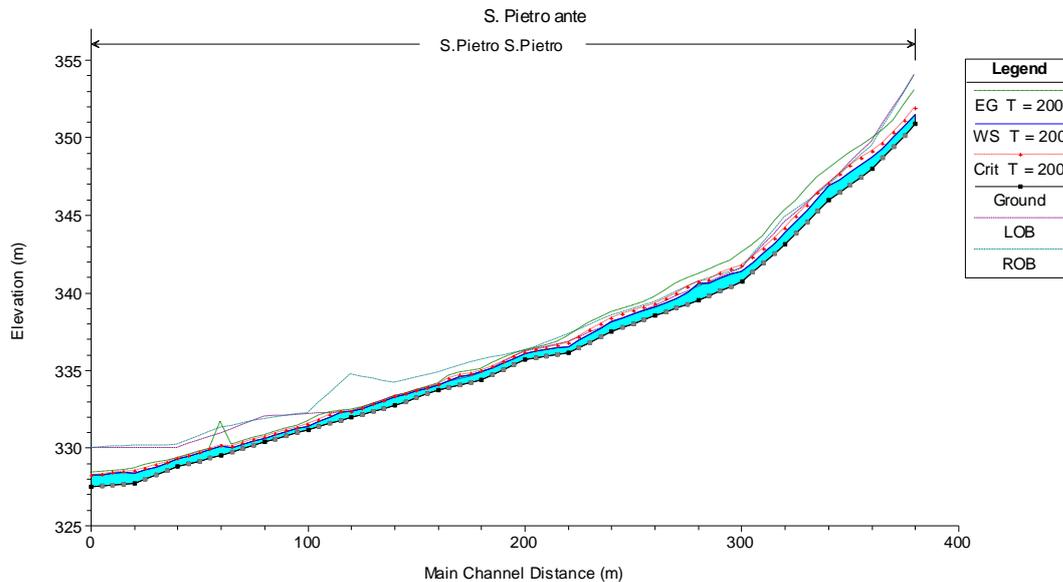
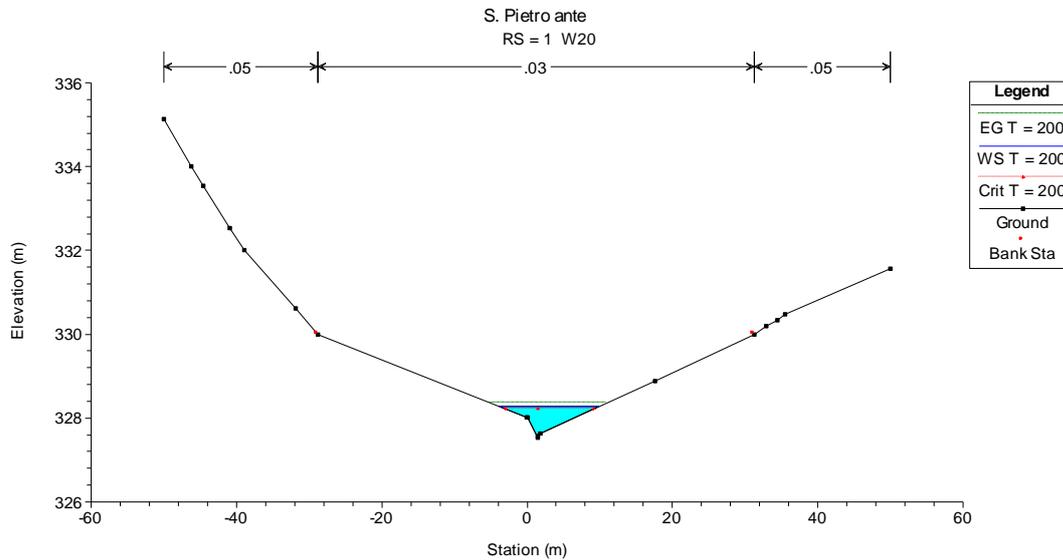
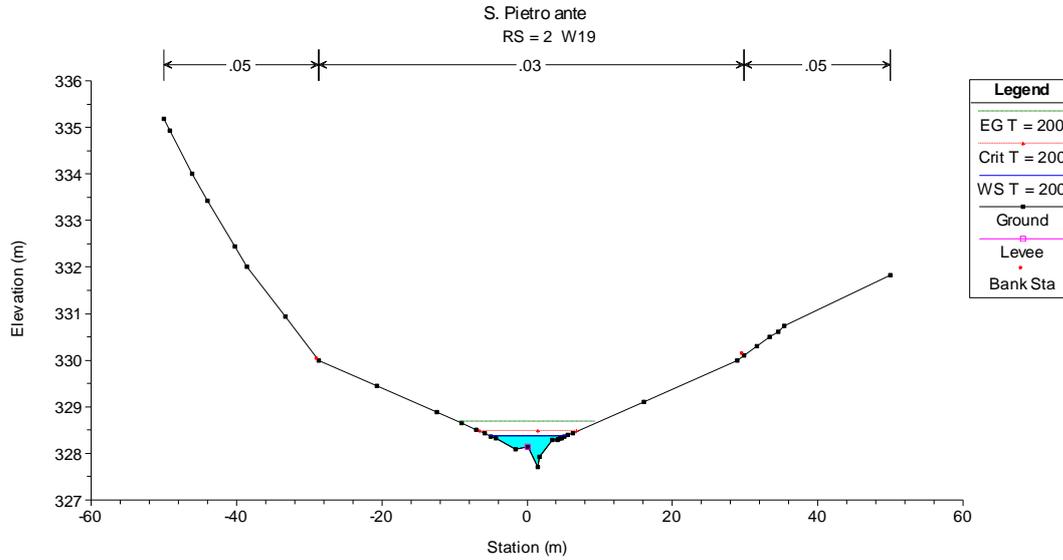






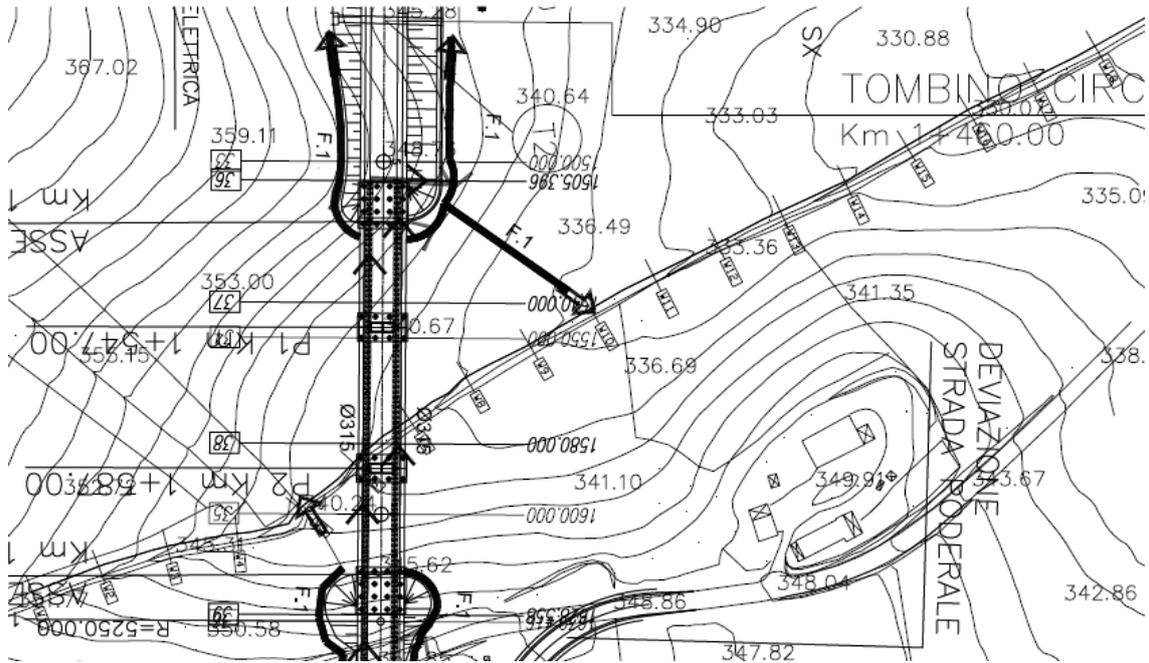


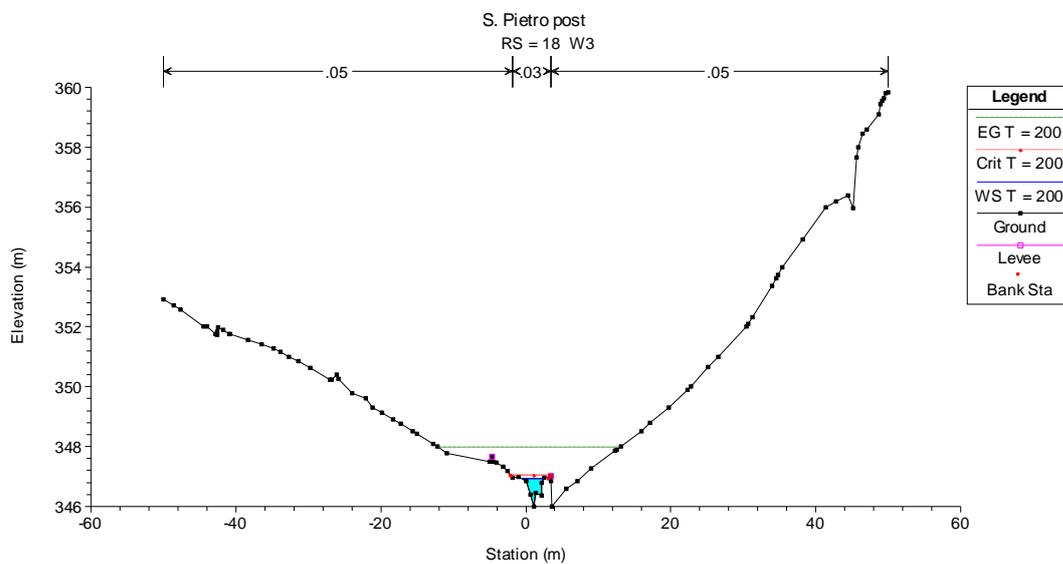
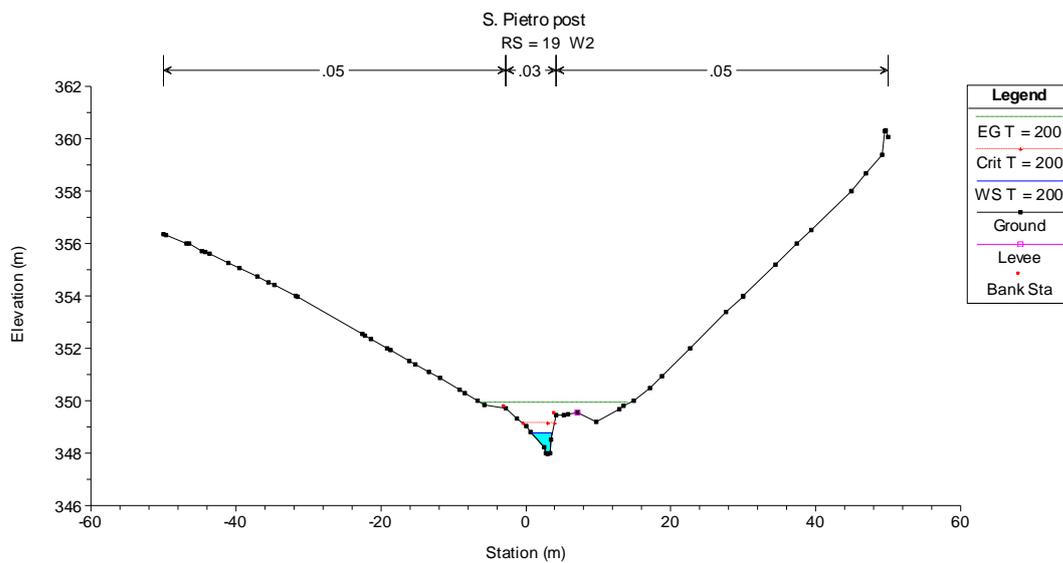
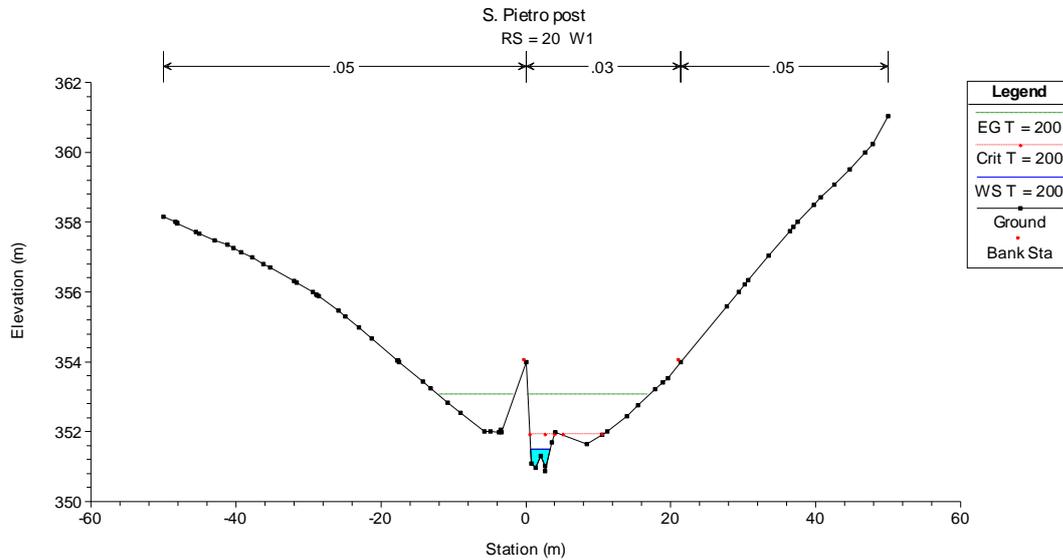


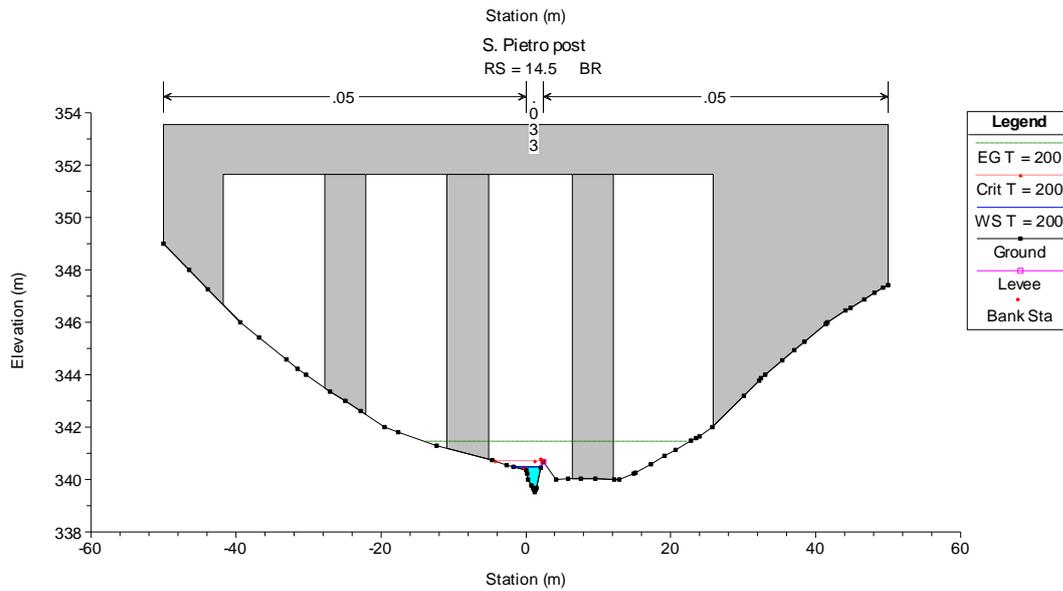
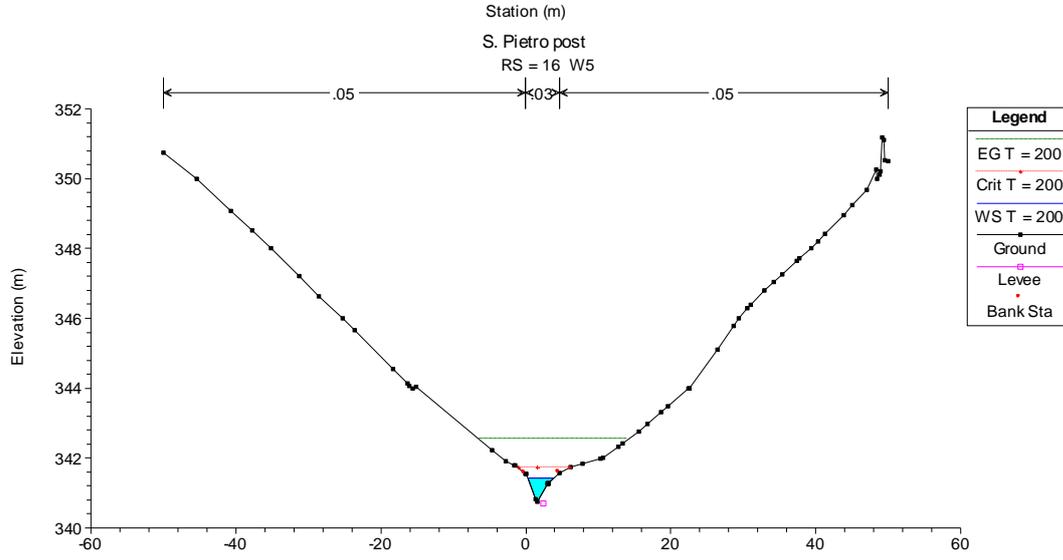
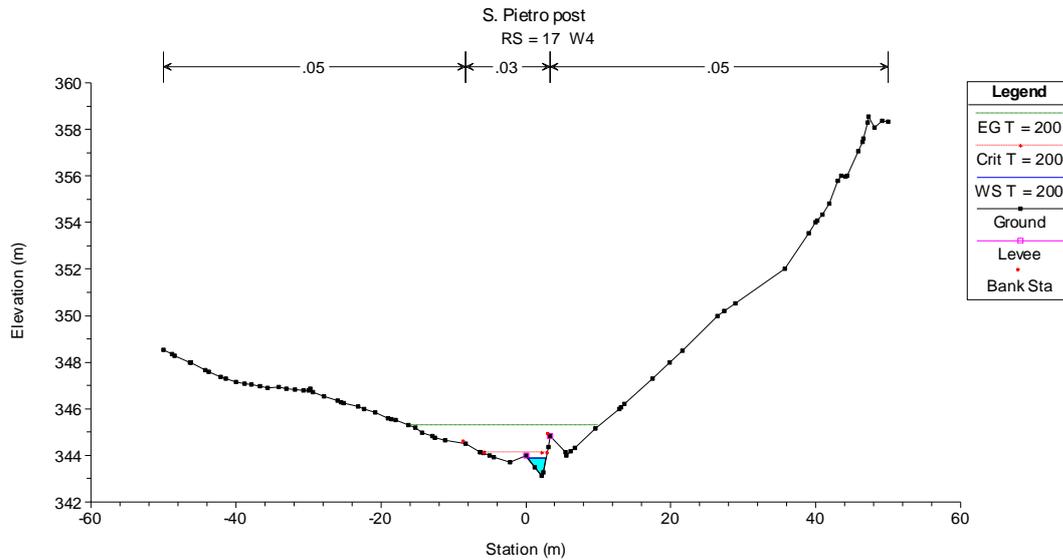


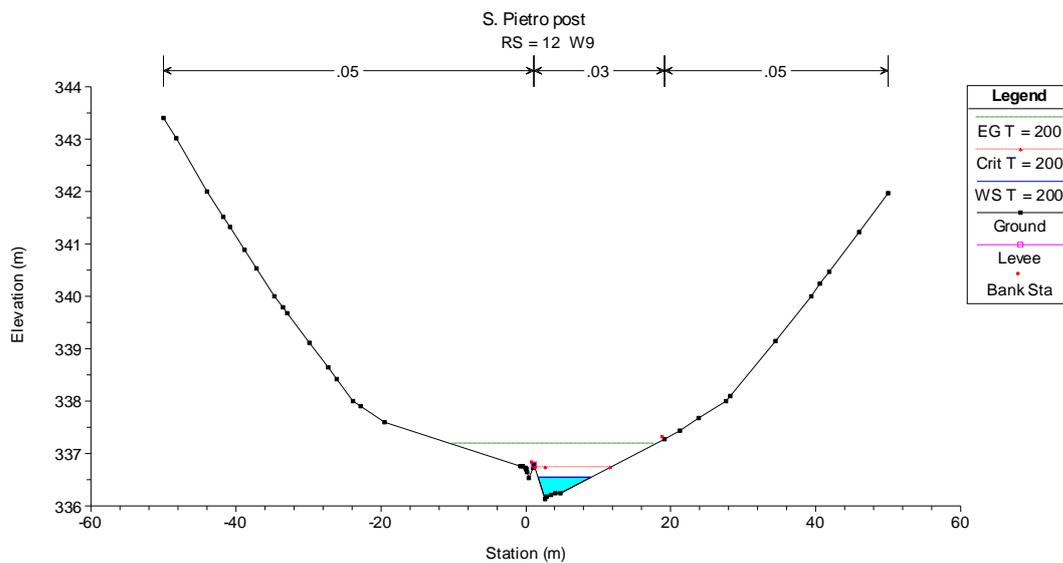
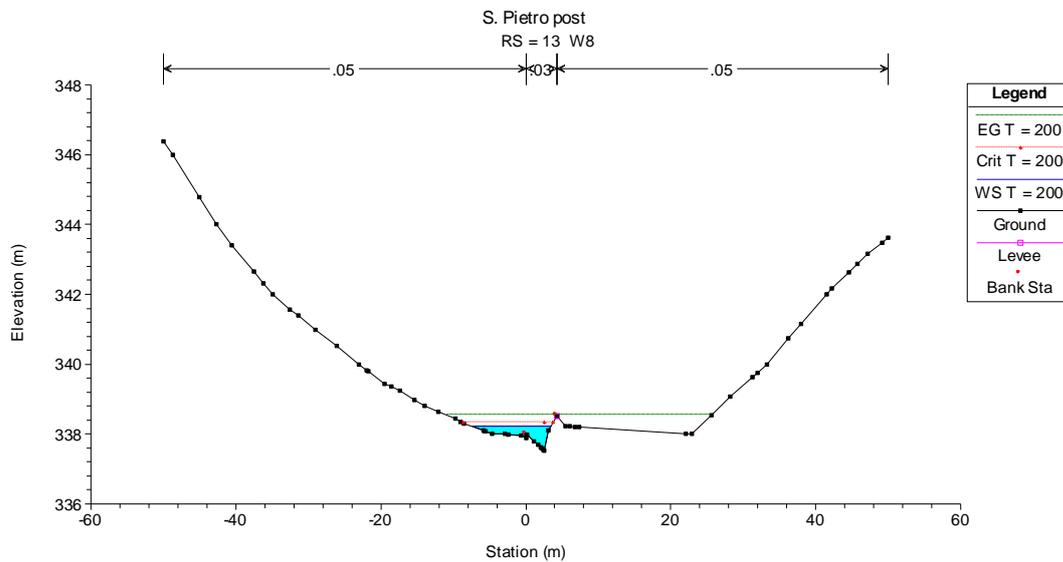
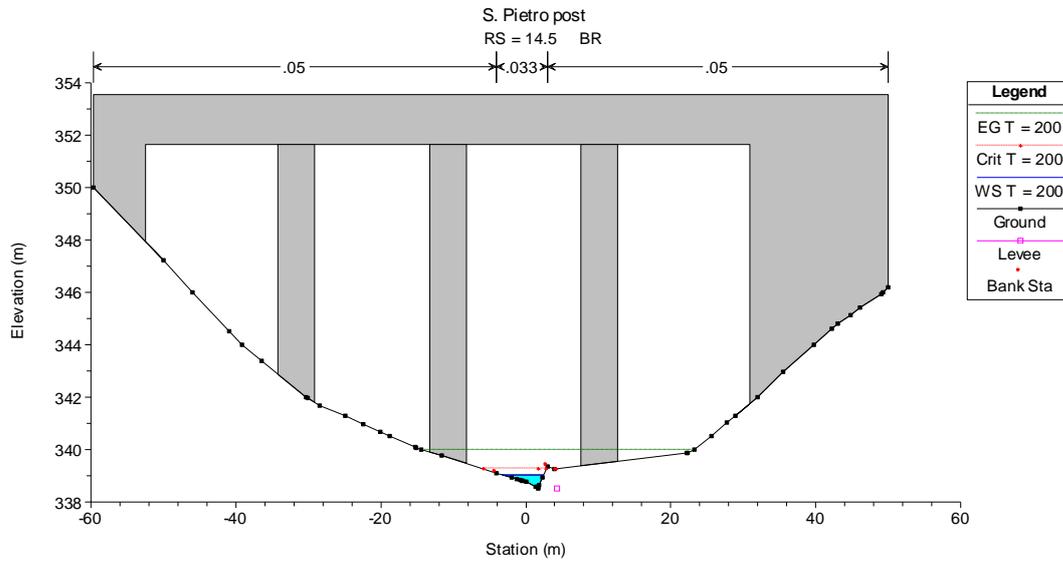
River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	F	Sta W.S. Lft (m)	Sta W.S. Rgt (m)
20	T = 200	5.4	350.88	351.5	351.91	353.04	1.45E-01	5.49	0.98	2.65	2.88	0.68	3.33
19	T = 200	5.4	347.98	348.78	349.11	349.89	8.97E-02	4.68	1.15	2.81	2.33	0.82	3.63
18	T = 200	5.4	346	346.93	347.01	347.96	8.83E-02	4.5	1.2	2.98	2.26	-0.51	2.47
17	T = 200	5.4	343.13	343.89	344.11	345.26	1.03E-01	5.18	1.04	2.56	2.59	0.21	2.78
16	T = 200	5.4	340.74	341.42	341.71	342.53	9.98E-02	4.67	1.16	3.63	2.64	0.24	3.88
15	T = 200	5.4	339.51	340.61	340.69	341.16	2.80E-02	3.4	1.91	5.54	1.36	-3.23	2.31
14	T = 200	5.4	338.53	339.08	339.27	339.7	7.39E-02	3.48	1.55	6.3	2.24	-3.77	2.53
13	T = 200	5.4	337.53	338.15	338.32	338.7	5.18E-02	3.65	2.09	9.71	1.94	-6.41	3.3
12	T = 200	5.4	336.13	336.55	336.73	337.17	8.90E-02	3.5	1.54	7.3	2.43	1.7	9
11	T = 200	5.4	335.73	336.11	336.16	336.28	2.87E-02	1.83	2.95	15.86	1.36	-14.47	1.39
10	T = 200	5.4	334.4	334.94	334.94	335.06	1.45E-02	1.57	3.68	16.92	1	-15.38	1.54
9	T = 200	5.4	333.76	334.07	334.07	334.14	4.30E-02	1.78	4.84	36.31	1.48	-35.05	1.26
8	T = 200	5.4	332.74	333.29	333.29	333.3	1.08E-03	0.35	15.86	42.51	0.2	-41.7	0.81
7	T = 200	5.4	332	332.4	332.32	332.41	1.71E-03	0.59	13.06	38.56	0.33	-36.24	2.32
6	T = 200	5.4	331.2	331.42	331.49	331.64	7.38E-02	2.1	2.57	22.91	2.01	-31.76	-8.85
5	T = 200	5.4	330.4	330.65	330.7	330.82	3.88E-02	1.82	2.96	20.21	1.52	-27.64	-7.44
4	T = 200	5.4	329.55	330.13	330.14	331.65	2.19E-01	5.46	0.99	4.39	3.68	-0.47	3.92
3	T = 200	5.4	328.8	329.29	329.29	329.34	6.60E-03	1.02	5.31	22.99	0.67	-20.67	2.32
2	T = 200	5.4	327.71	328.38	328.47	328.66	3.90E-02	2.34	2.31	10.72	1.61	-5.24	5.48
1	T = 200	5.4	327.54	328.27	328.21	328.37	8.50E-03	1.35	4.01	13.67	0.79	-3.81	9.86

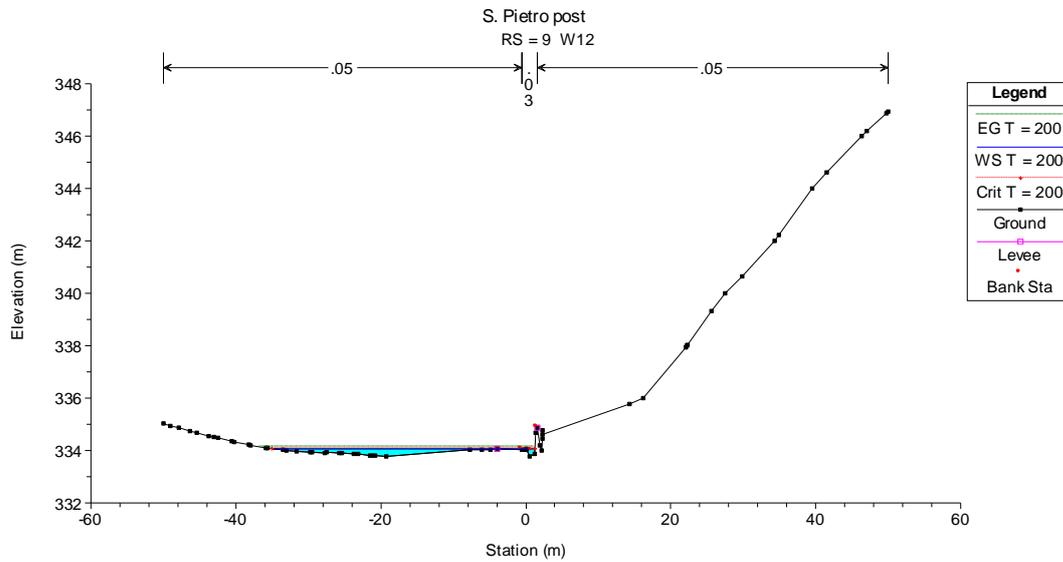
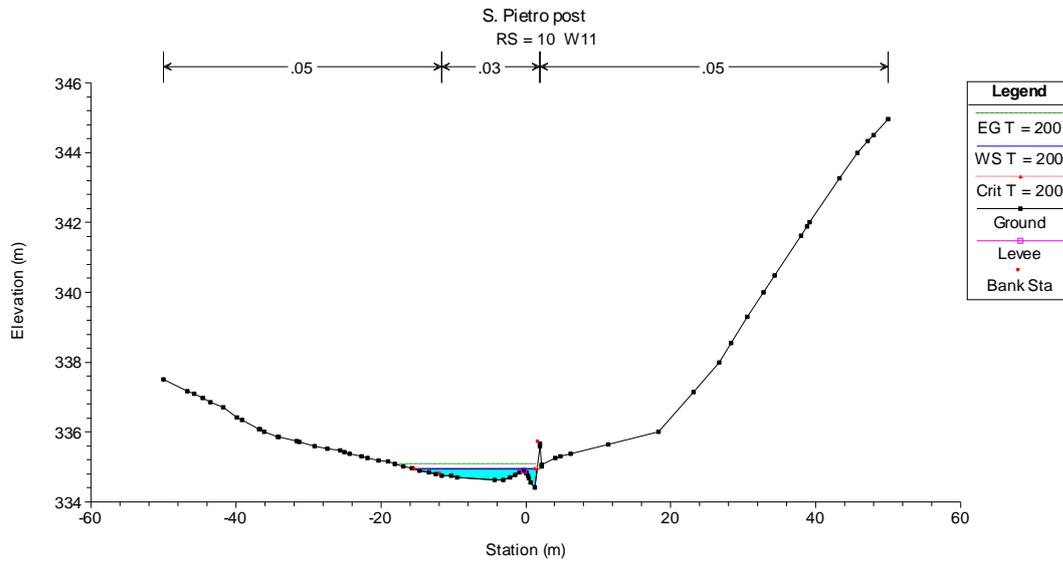
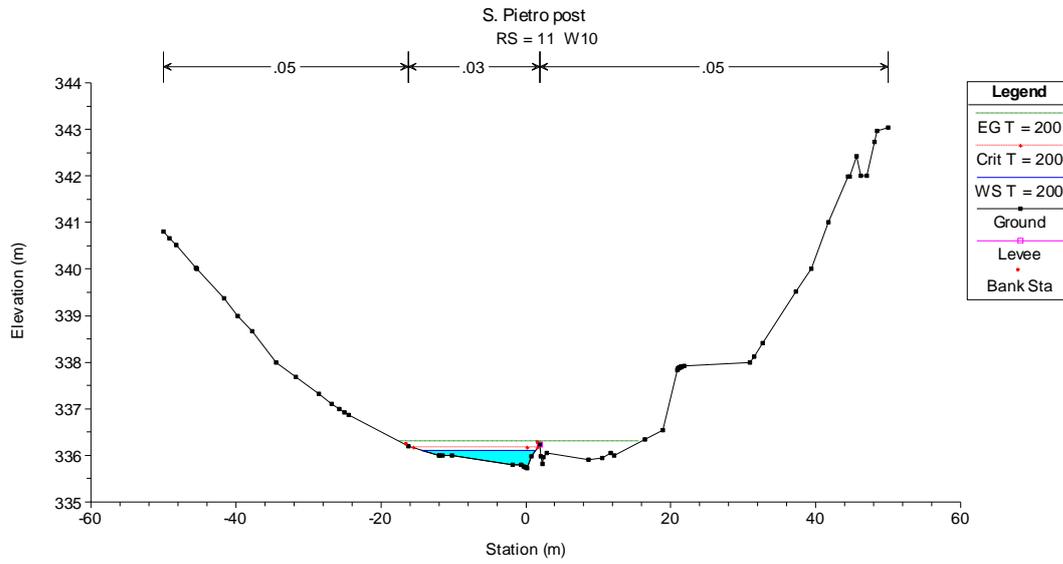
**VIADOTTO S. PIETRO: POST OPERAM**

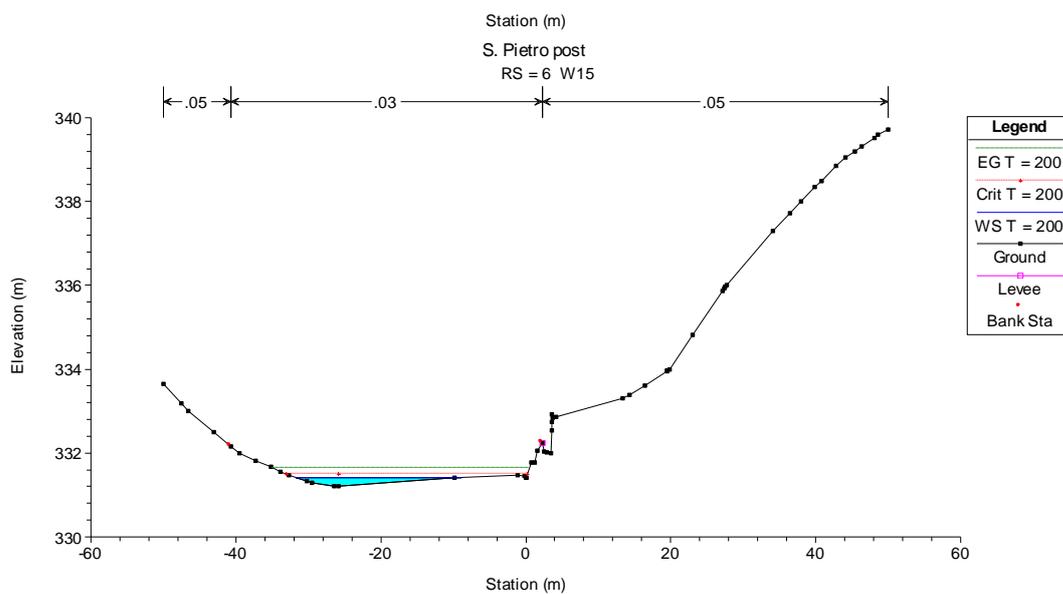
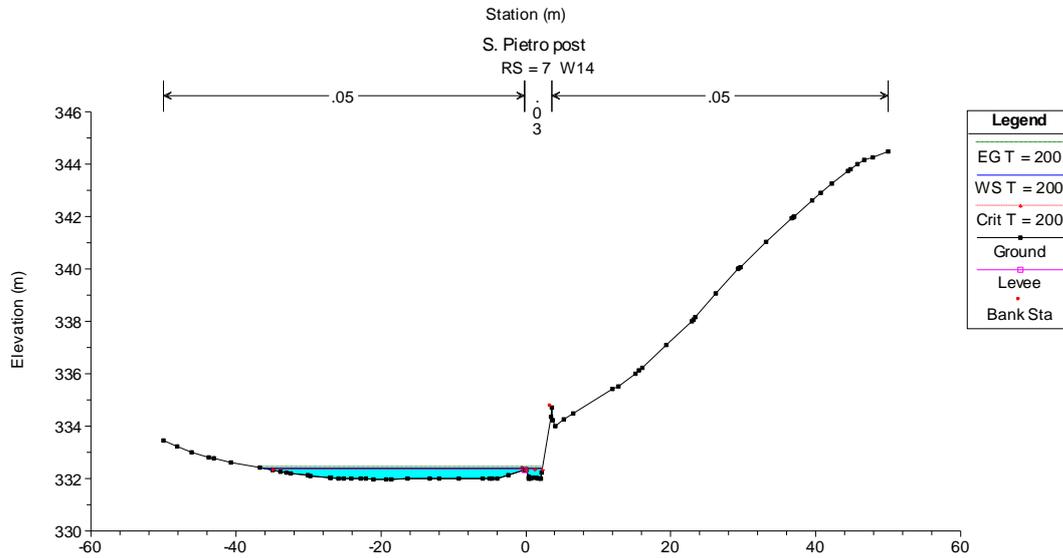
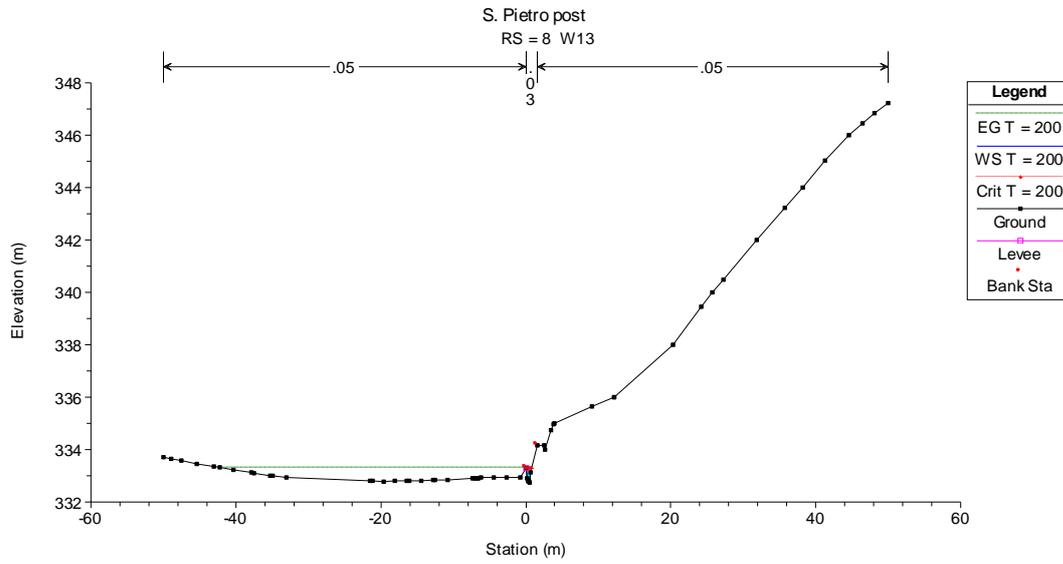


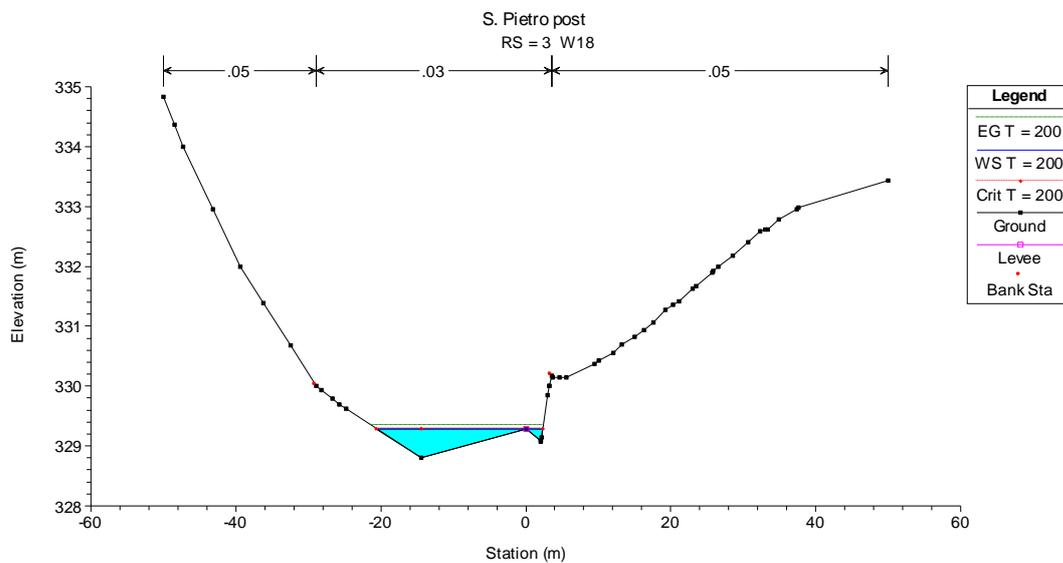
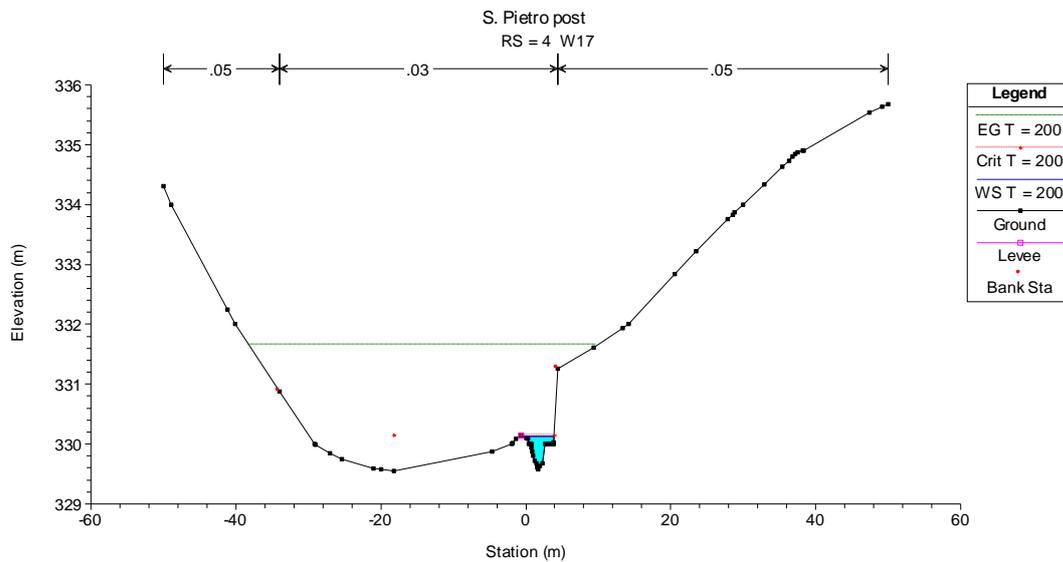
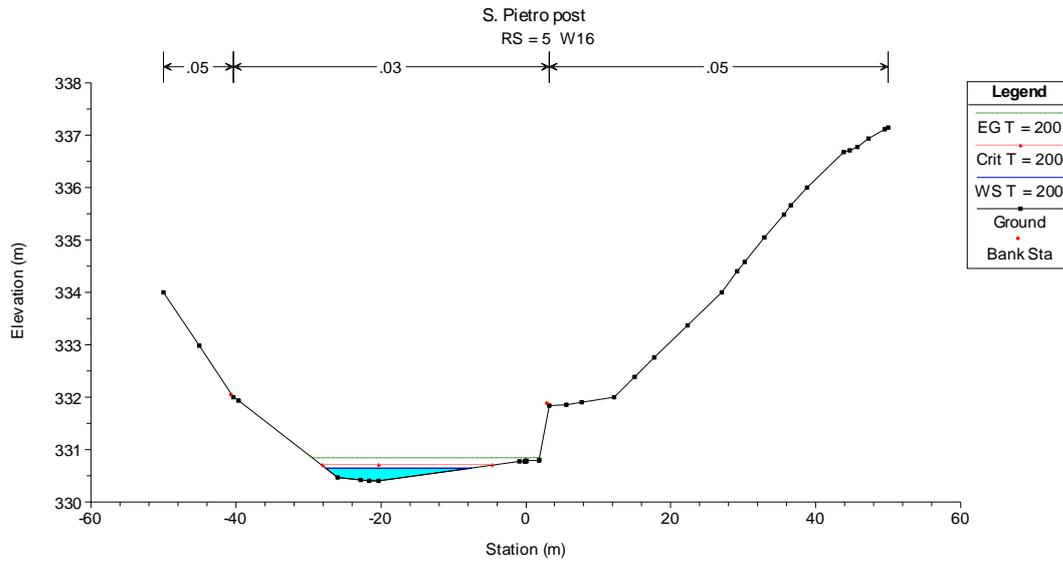


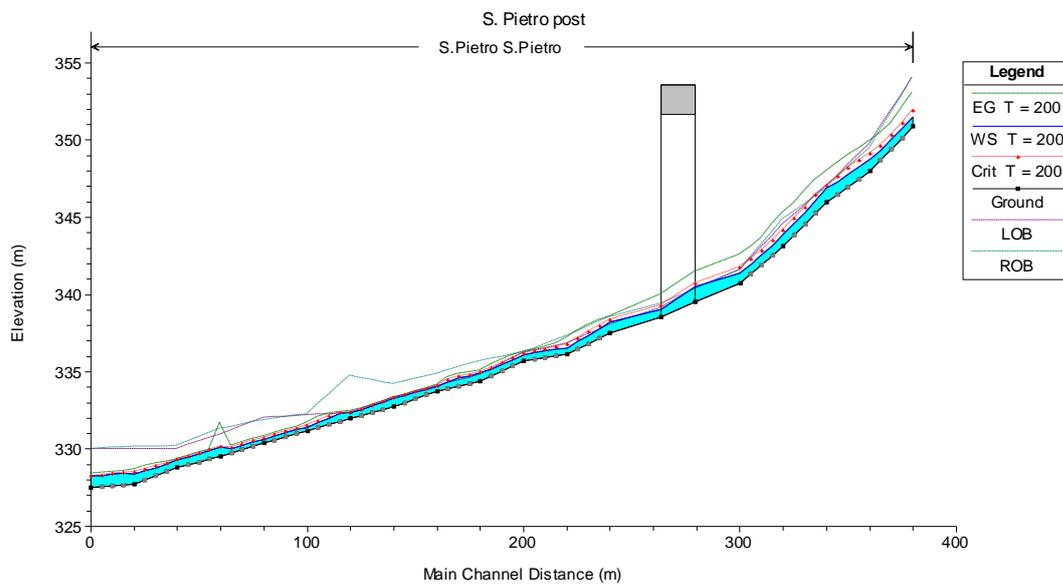
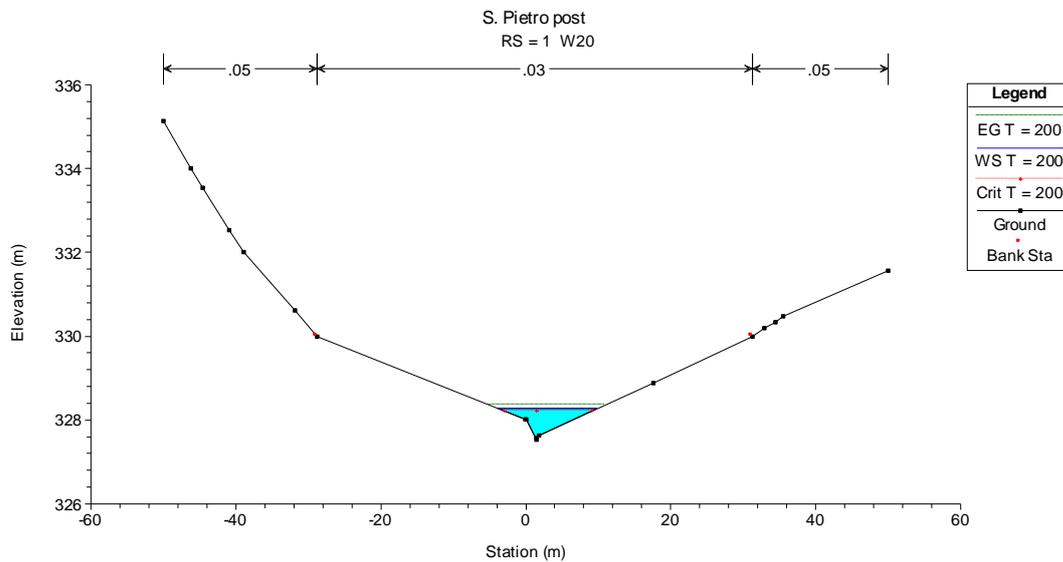
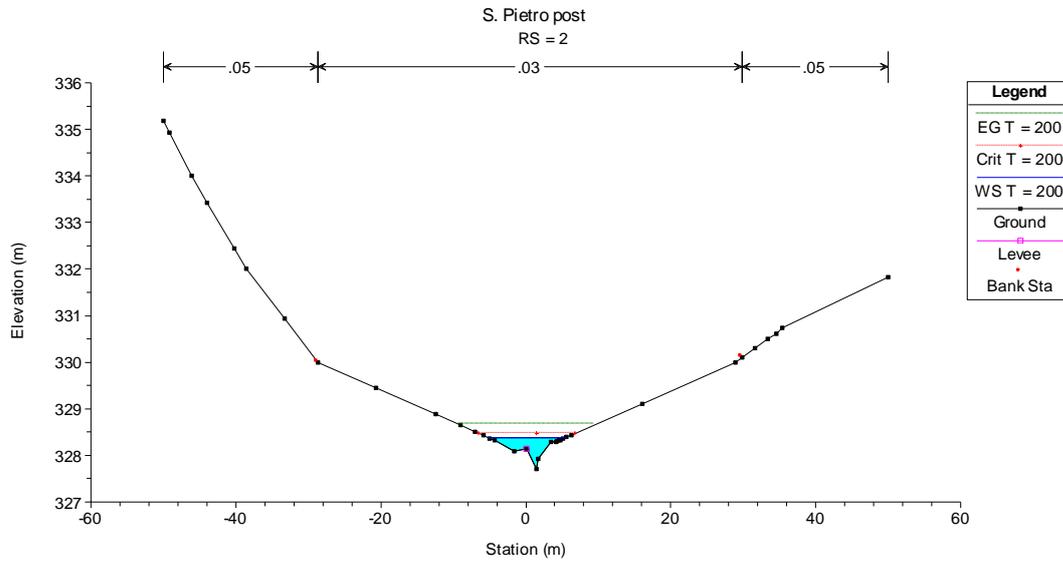








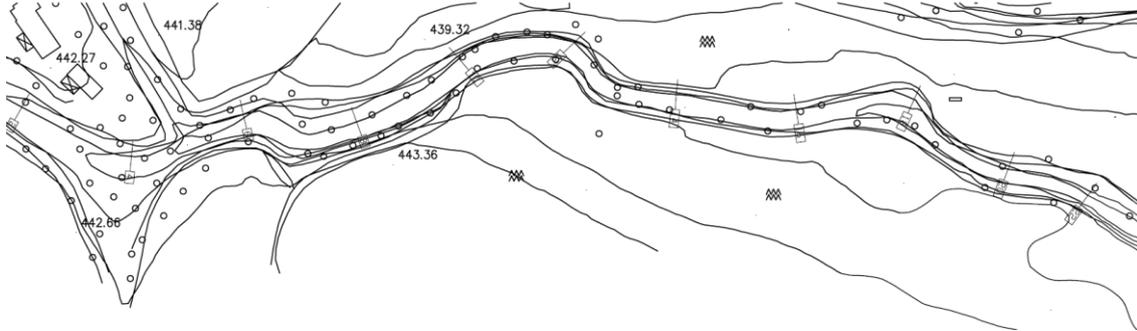


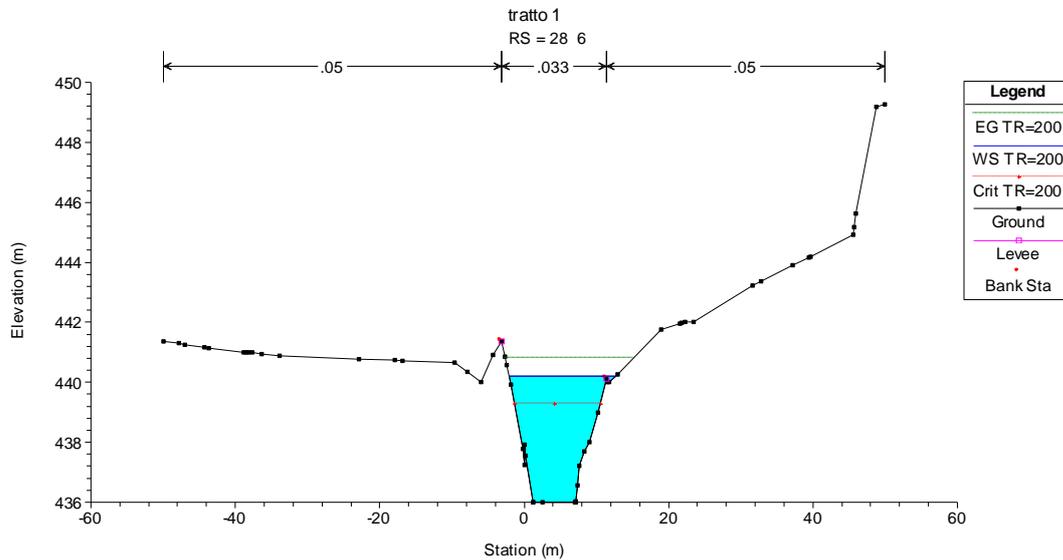
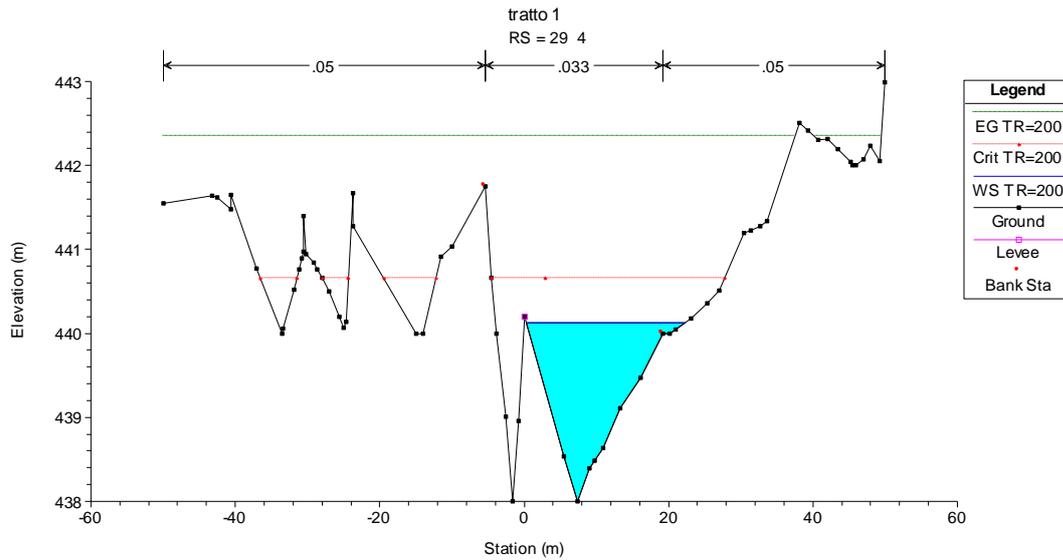
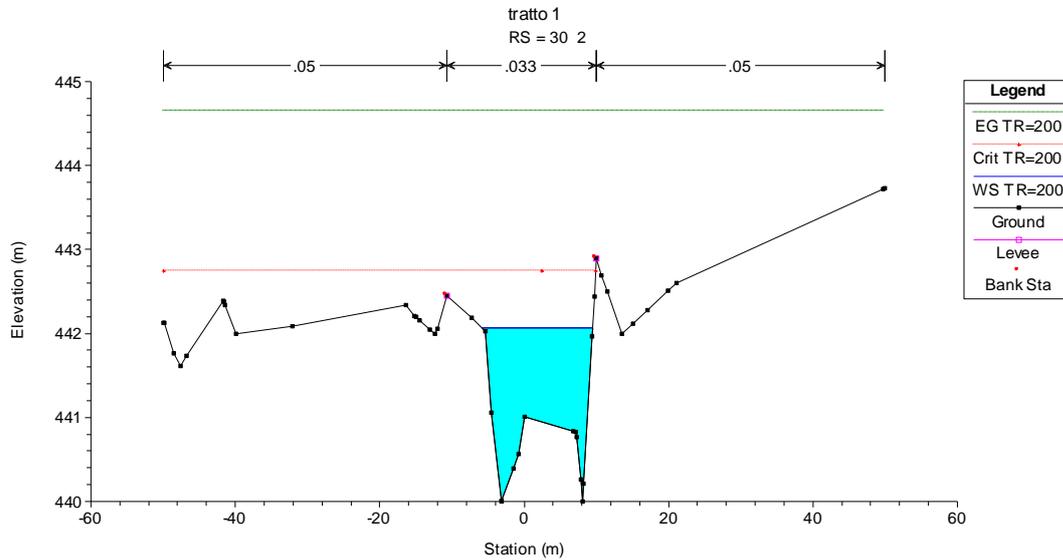


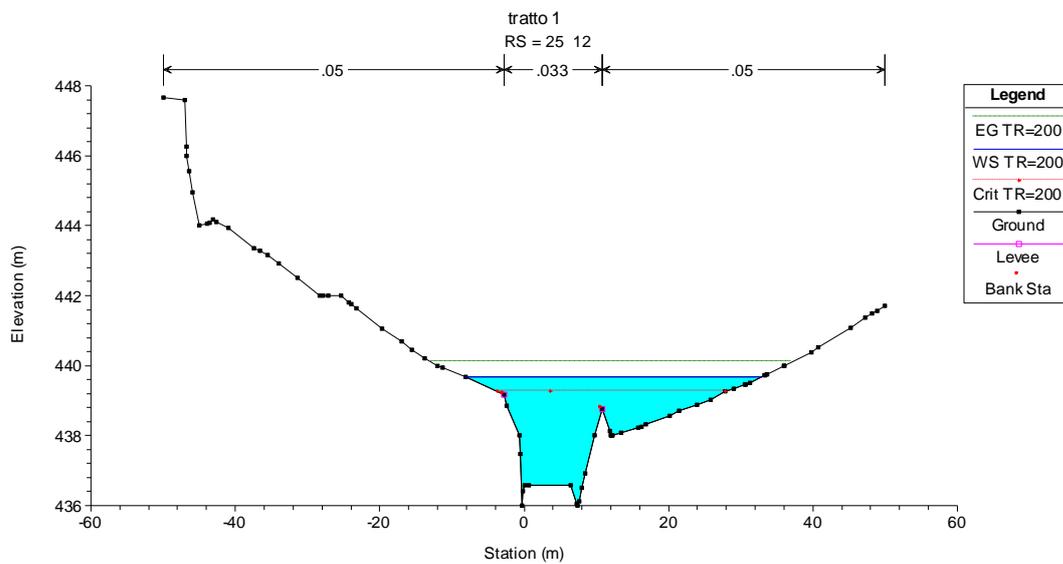
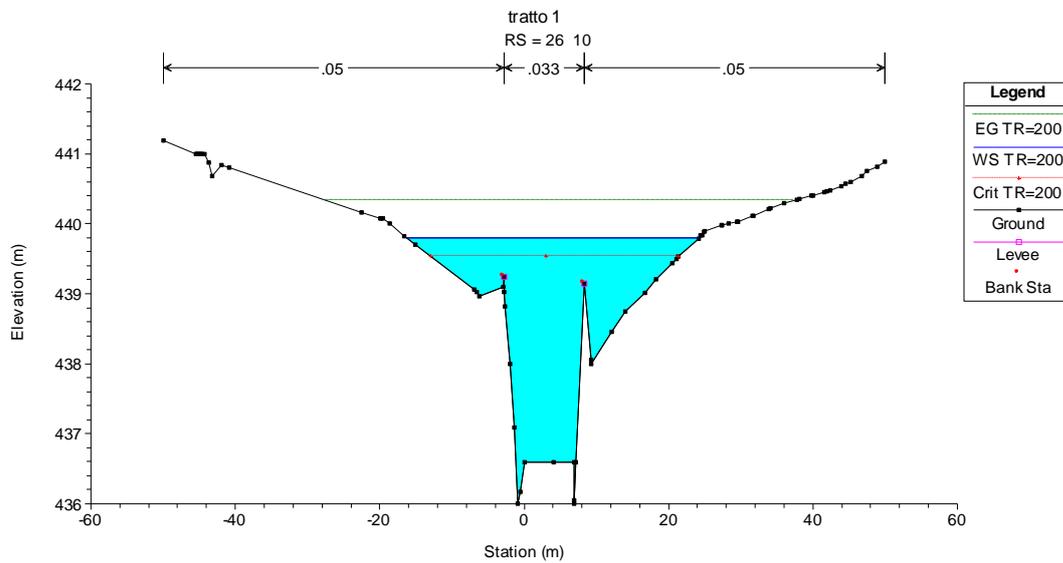
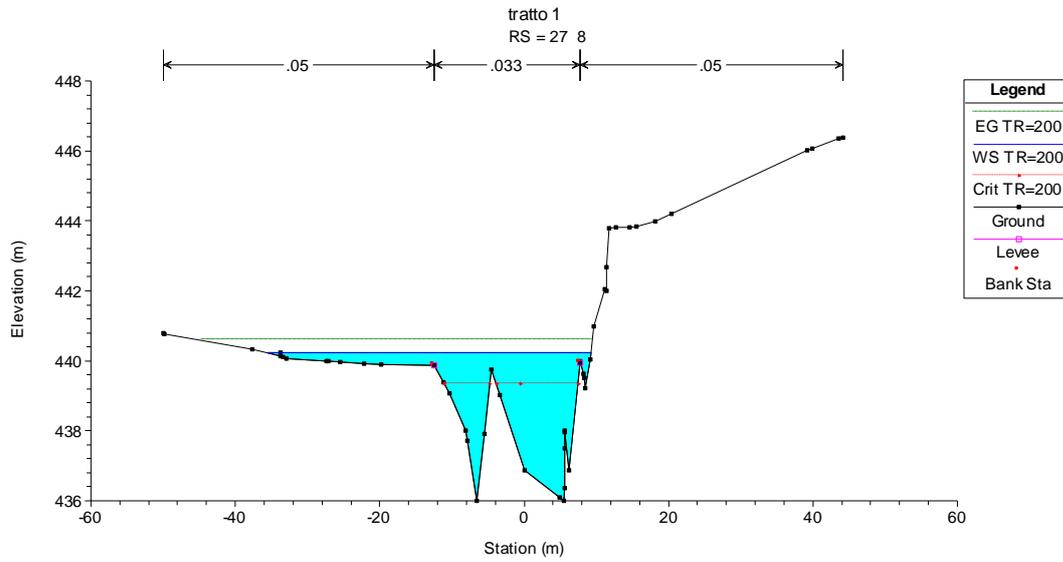
River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	F	Sta W.S. Lft (m)	Sta W.S. Rgt (m)
20T = 200		5.4	350.88	351.5	351.91	353.04	1.45E-01	5.49	0.98	2.65	2.88	0.68	3.33
19T = 200		5.4	347.98	348.78	349.11	349.89	8.97E-02	4.68	1.15	2.81	2.33	0.82	3.63
18T = 200		5.4	346	346.93	347.01	347.96	8.83E-02	4.5	1.2	2.98	2.26	-0.51	2.47
17T = 200		5.4	343.13	343.89	344.11	345.26	1.03E-01	5.18	1.04	2.56	2.59	0.21	2.78
16T = 200		5.4	340.74	341.42	341.72	342.53	9.99E-02	4.67	1.16	3.63	2.64	0.24	3.88
14.5	Bridge												
13T = 200		5.4	337.53	338.22	338.32	338.53	2.65E-02	2.83	2.77	10.82	1.42	-7.34	3.48
12T = 200		5.4	336.13	336.55	336.73	337.17	8.83E-02	3.49	1.55	7.31	2.42	1.7	9.01
11T = 200		5.4	335.73	336.11	336.16	336.28	2.88E-02	1.83	2.94	15.86	1.36	-14.47	1.39
10T = 200		5.4	334.4	334.94	334.94	335.06	1.45E-02	1.57	3.68	16.92	1	-15.38	1.54
9T = 200		5.4	333.76	334.07	334.07	334.14	4.30E-02	1.78	4.84	36.31	1.48	-35.05	1.26
8T = 200		5.4	332.74	333.29	333.29	333.3	1.08E-03	0.35	15.86	42.51	0.2	-41.7	0.81
7T = 200		5.4	332	332.4	332.32	332.41	1.71E-03	0.59	13.06	38.56	0.33	-36.24	2.32
6T = 200		5.4	331.2	331.42	331.49	331.64	7.38E-02	2.1	2.57	22.91	2.01	-31.76	-8.85
5T = 200		5.4	330.4	330.65	330.7	330.82	3.88E-02	1.82	2.96	20.21	1.52	-27.64	-7.44
4T = 200		5.4	329.55	330.13	330.14	331.65	2.19E-01	5.46	0.99	4.39	3.68	-0.47	3.92
3T = 200		5.4	328.8	329.29	329.29	329.34	6.60E-03	1.02	5.31	22.99	0.67	-20.67	2.32
2T = 200		5.4	327.71	328.38	328.47	328.66	3.90E-02	2.34	2.31	10.72	1.61	-5.24	5.48
1T = 200		5.4	327.54	328.27	328.21	328.37	8.50E-03	1.35	4.01	13.67	0.79	-3.81	9.86

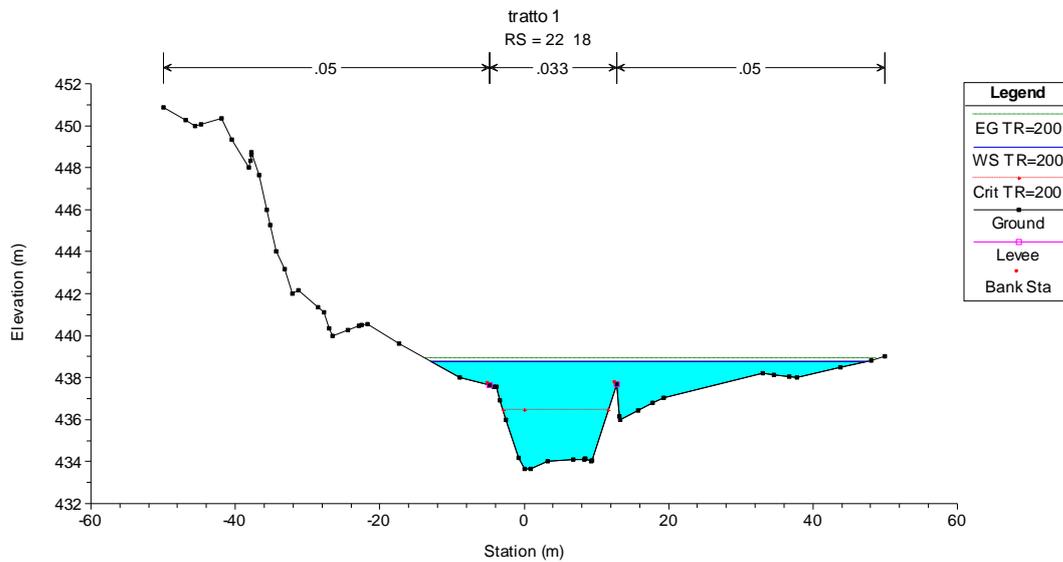
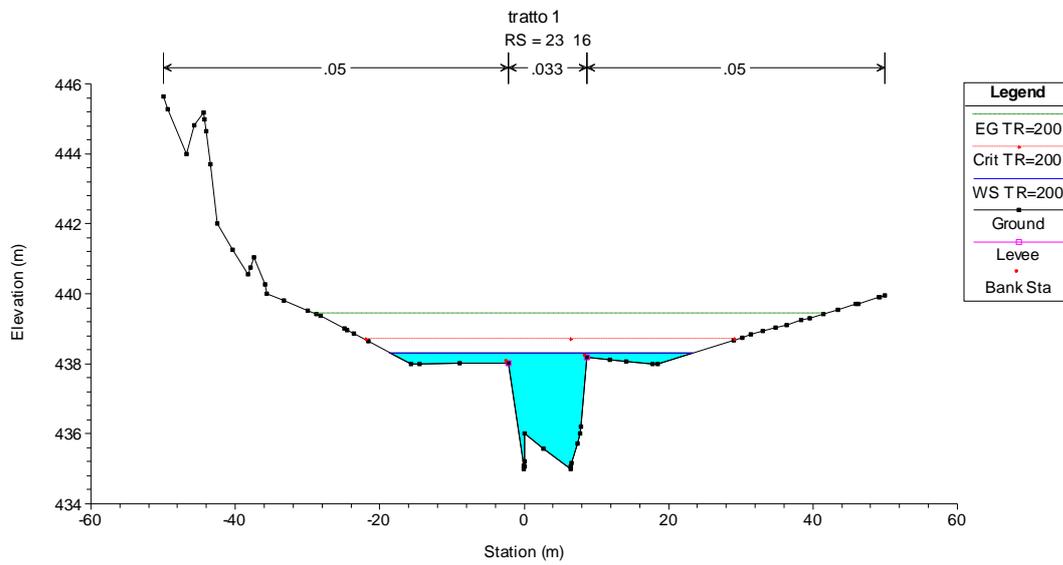
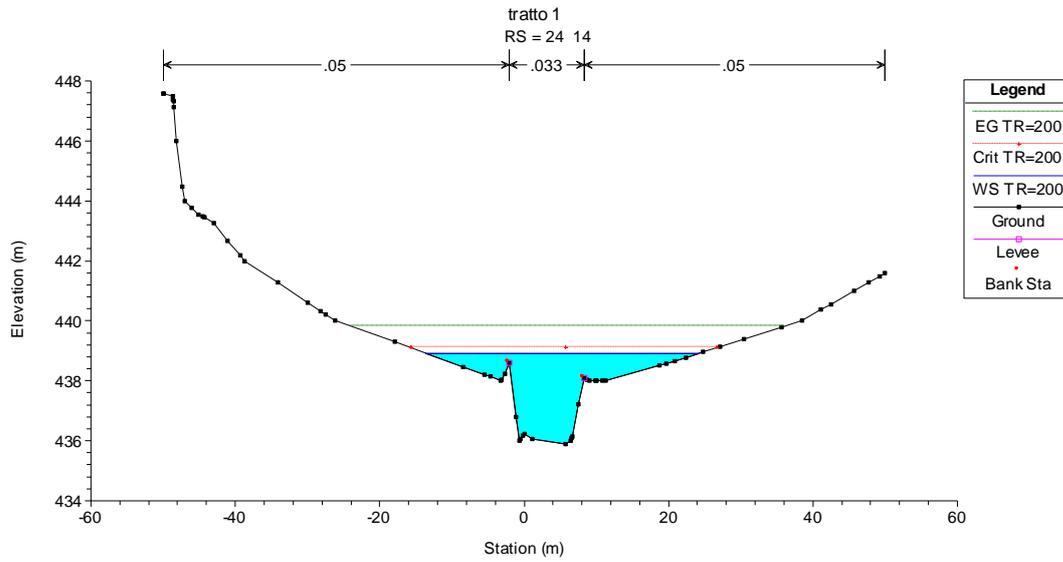
E.G. US. (m)	342.53	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	341.42	E.G. Elev (m)	341.43	339.95
Q Total (m3/s)	5.4	W.S. Elev (m)	340.49	339.04
Q Bridge (m3/s)	5.4	Crit W.S. (m)	340.69	339.27
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	0.98	0.51
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	3.99	4.24
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	1.35	1.27
Weir Submerg		Froude # Chl	1.83	2.86
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	2.77	2.53
Min El Weir Flow (m)	353.56	Hydr Depth (m)	0.34	0.22
Min El Prs (m)	351.64	W.P. Total (m)	4.78	5.88
Delta EG (m)	4.06	Conv. Total (m3/s)	21.2	13.9
Delta WS (m)	3.2	Top Width (m)	4.02	5.69
BR Open Area (m2)	484.03	Frctn Loss (m)	1.19	1.09
BR Open Vel (m/s)	4.24	C & E Loss (m)	0.16	0.04
Coef of Q		Shear Total (N/m2)	179.48	319.72
Br Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	715.72	1355.82

**RIO SAN LUCA (TRATTO 1): ANTE OPERAM**

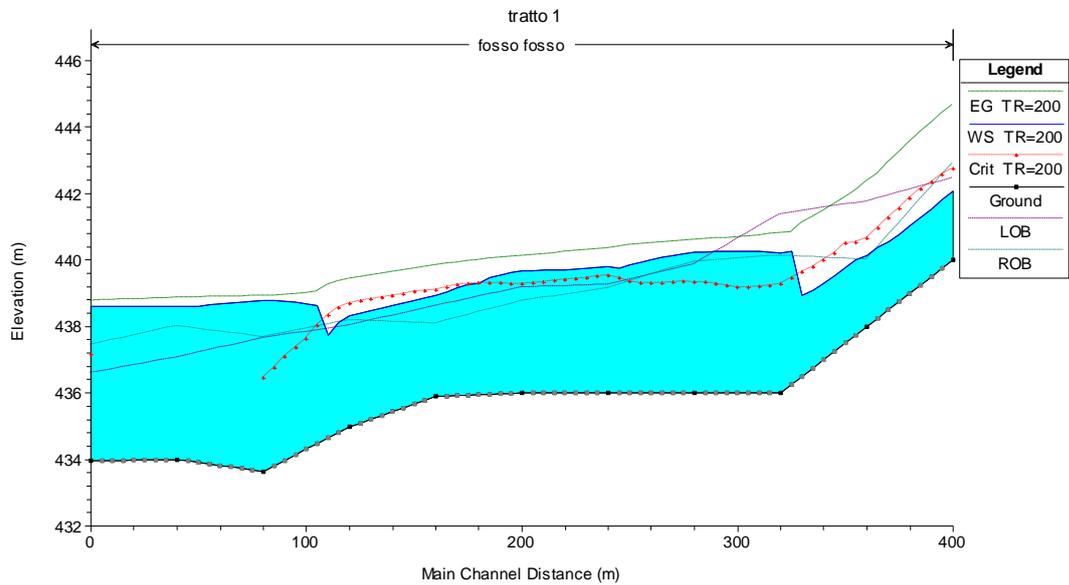
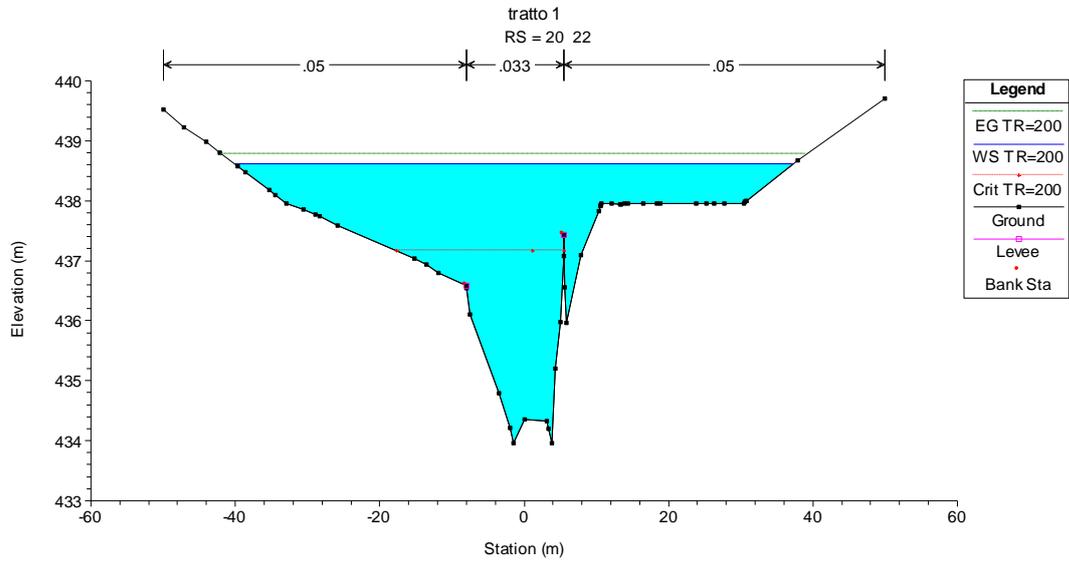
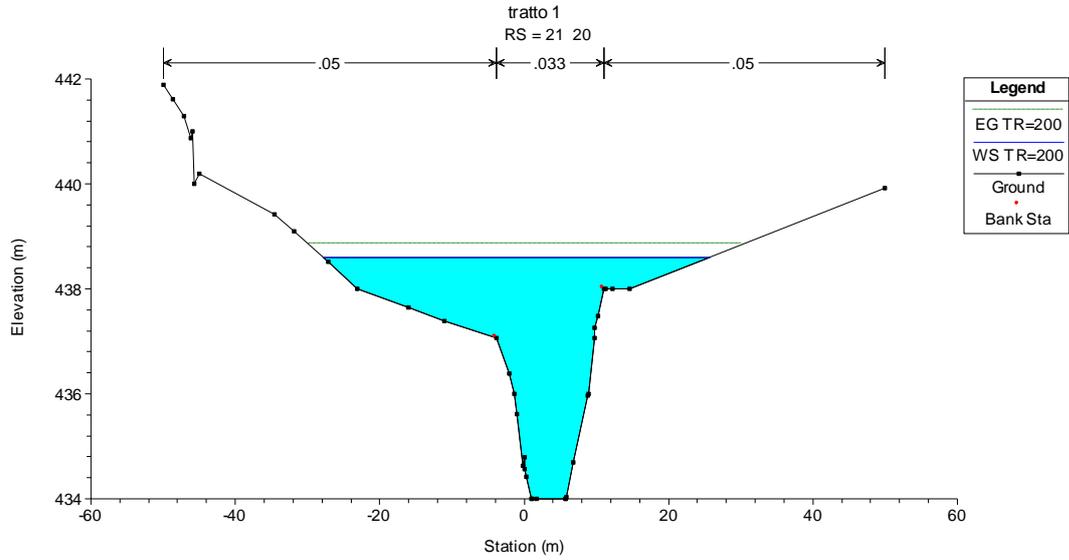






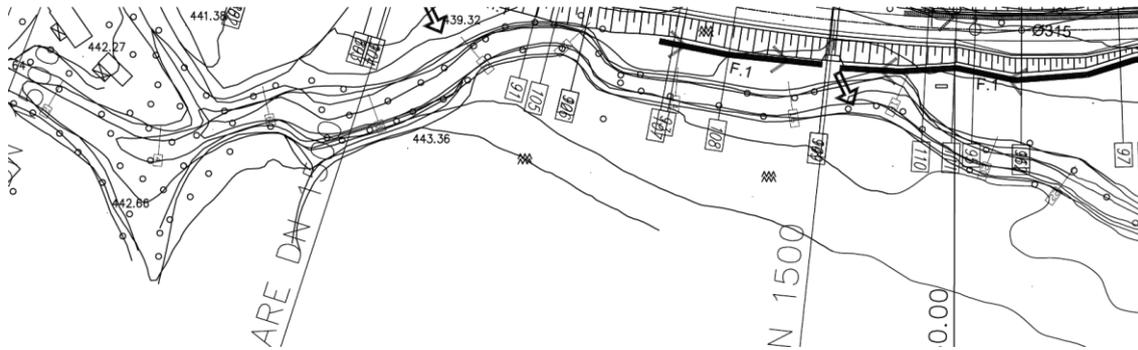


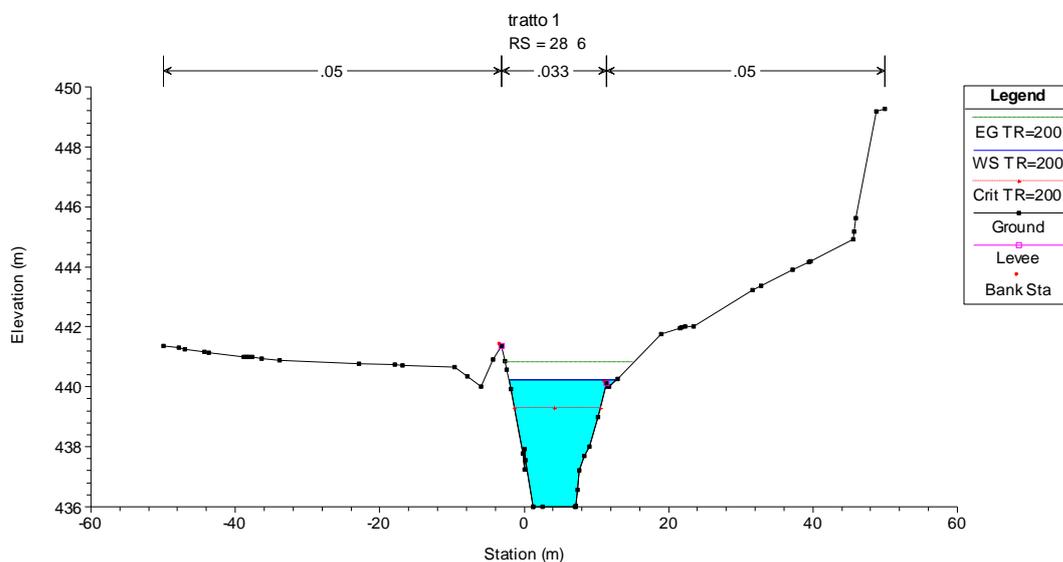
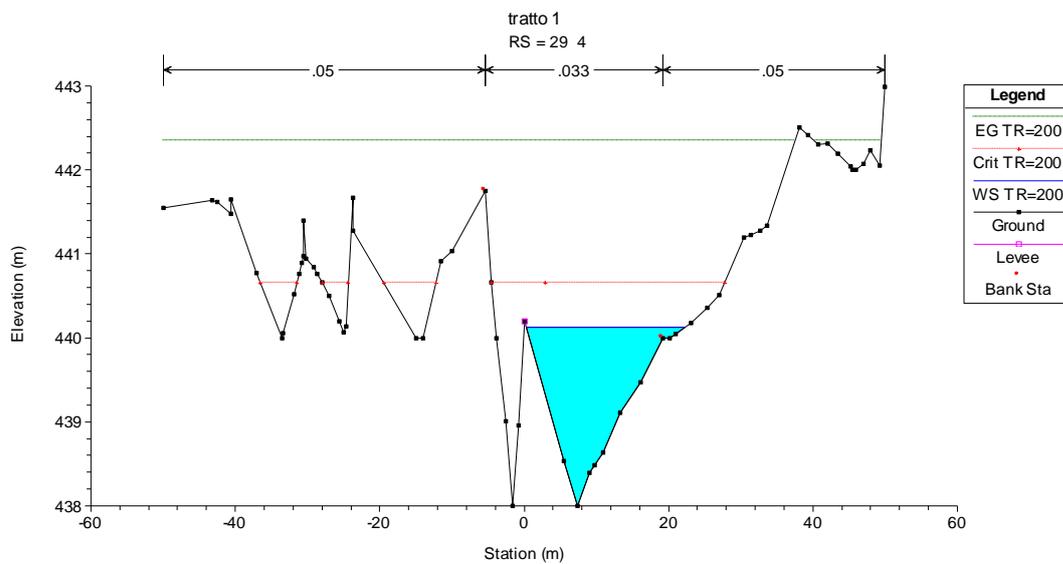
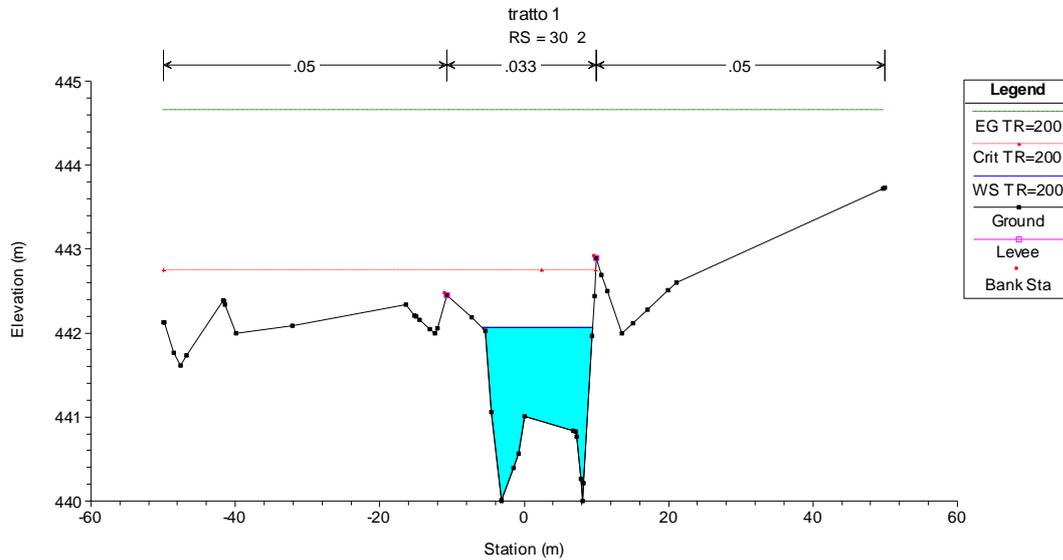
Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 161 di 168
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	-------------------------------

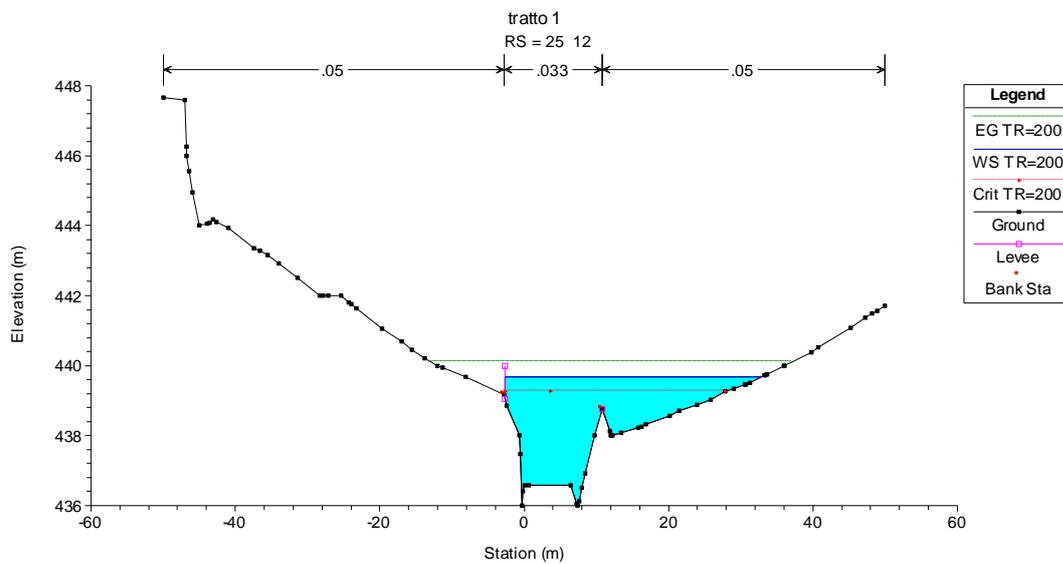
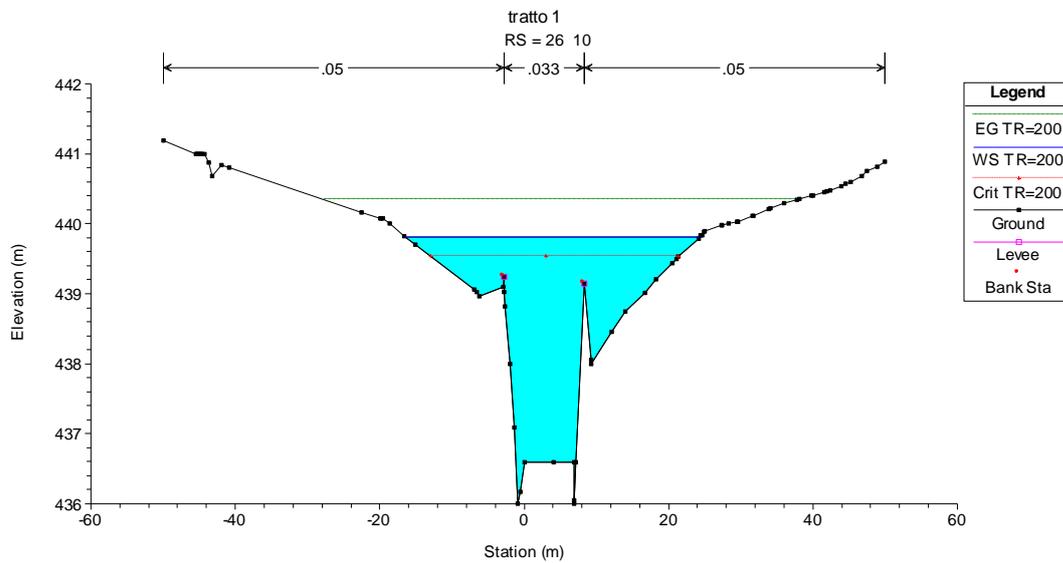
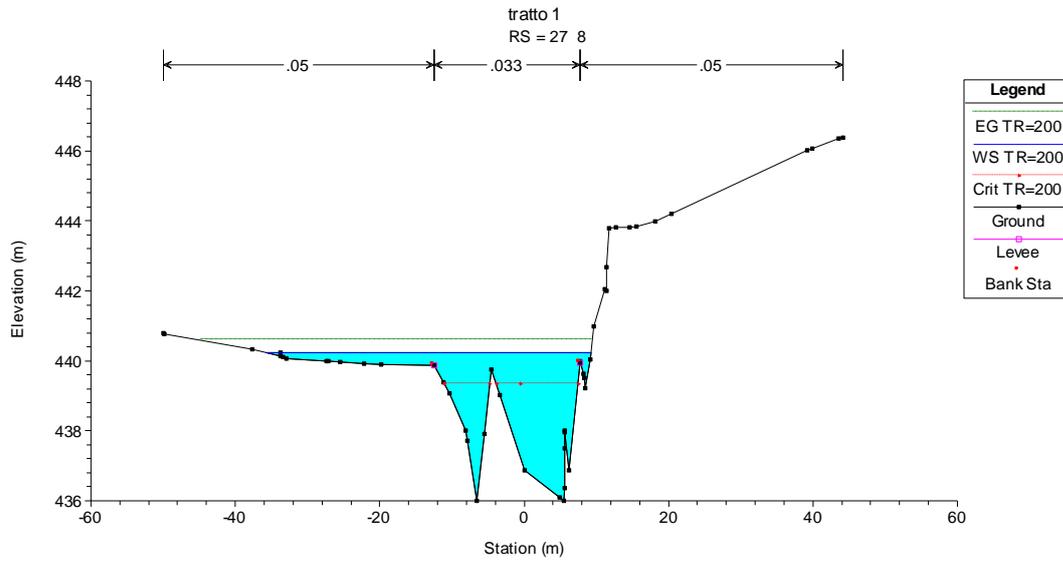


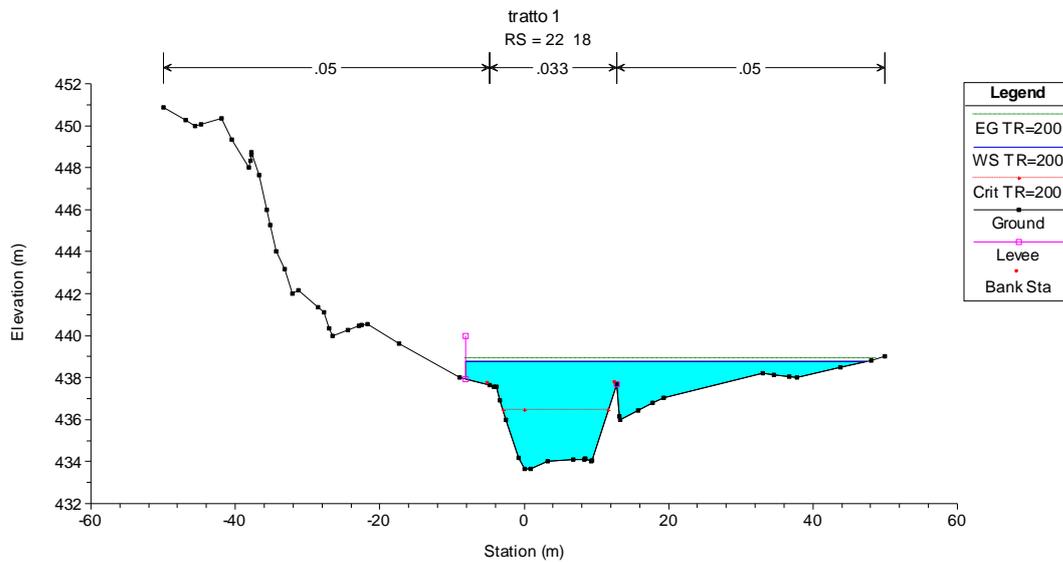
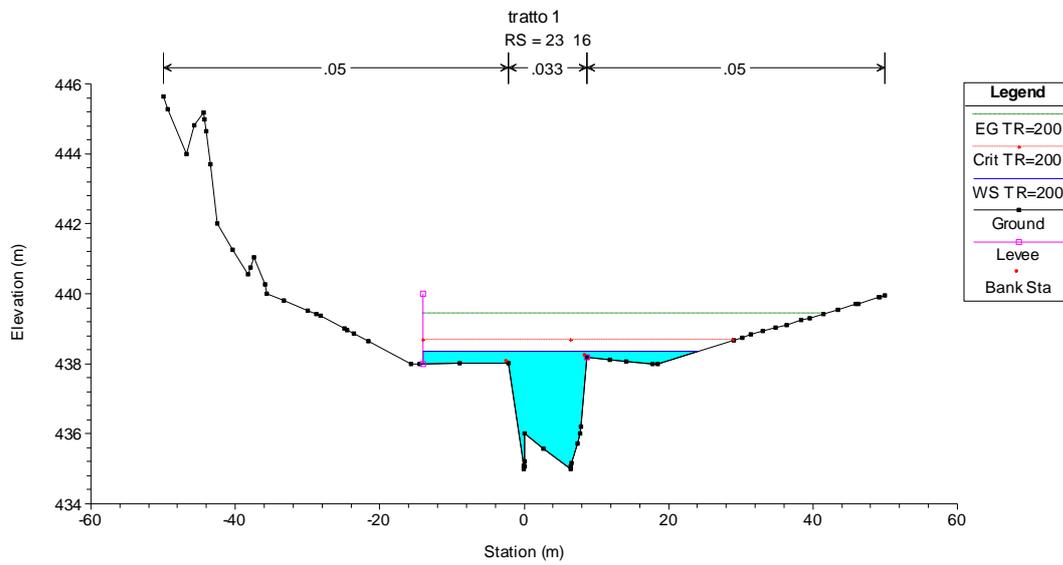
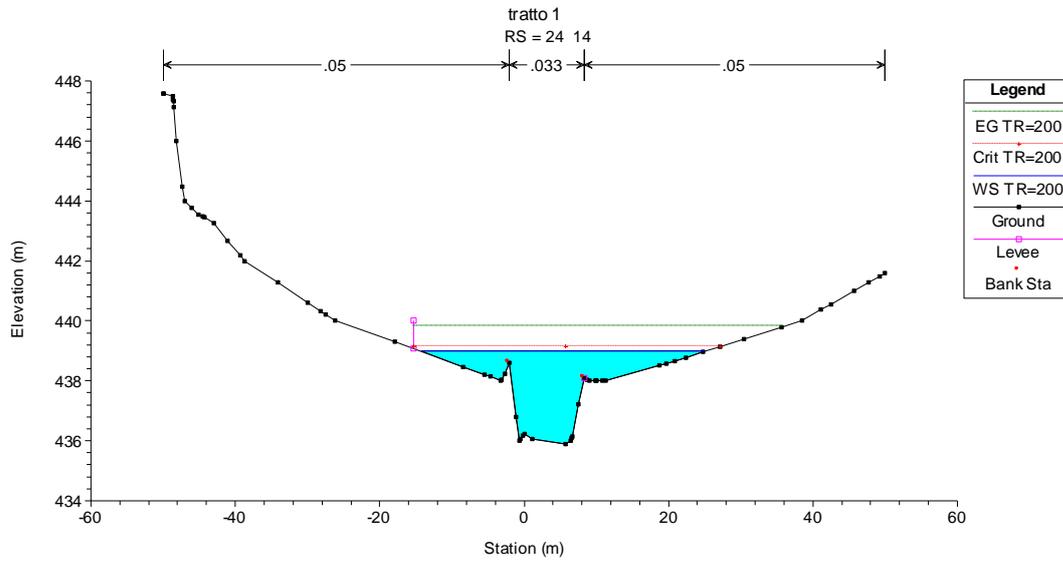
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	F	Sta W.S. Lft (m)	Sta W.S. Rgt (m)
fosso	30	TR=200	135.7	440	442.07	442.75	444.65	5.01E-02	7.12	19.07	15.3	2.03	-5.82	9.48
fosso	29	TR=200	135.7	438	440.13	440.65	442.34	4.44E-02	6.6	20.77	22	2.03	0.24	22.25
fosso	28	TR=200	135.7	436	440.22	439.28	440.8	4.51E-03	3.39	40.23	14.85	0.63	-2.09	12.75
fosso	27	TR=200	135.7	436	440.24	439.33	440.59	3.77E-03	2.65	56.76	44.95	0.54	-35.67	9.27
fosso	26	TR=200	135.7	436	439.8	439.53	440.33	5.16E-03	3.51	52.16	40.5	0.66	-16.29	24.21
fosso	25	TR=200	135.7	436	439.69	439.26	440.11	4.05E-03	3.13	57.13	41.13	0.62	-8.16	32.98
fosso	24	TR=200	135.7	435.89	438.93	439.1	439.82	8.28E-03	4.46	41.05	37.91	0.89	-13.64	24.27
fosso	23	TR=200	135.7	434.98	438.31	438.68	439.42	1.15E-02	4.77	34.66	41.95	0.96	-18.57	23.38
fosso	22	TR=200	135.7	433.64	438.79	436.43	438.91	6.00E-04	1.65	112.79	60.48	0.27	-12.95	47.53
fosso	21	TR=200	135.7	434	438.6		438.85	1.48E-03	2.34	77.99	53.65	0.41	-27.88	25.77
fosso	20	TR=200	135.7	433.96	438.61	437.16	438.77	1.00E-03	2	108.87	77.4	0.33	-40.08	37.32

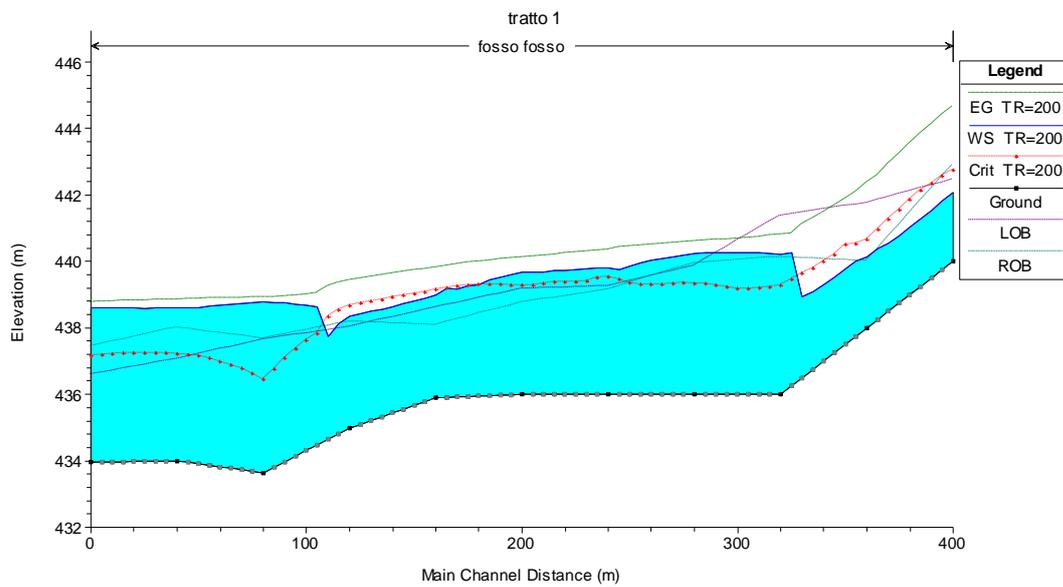
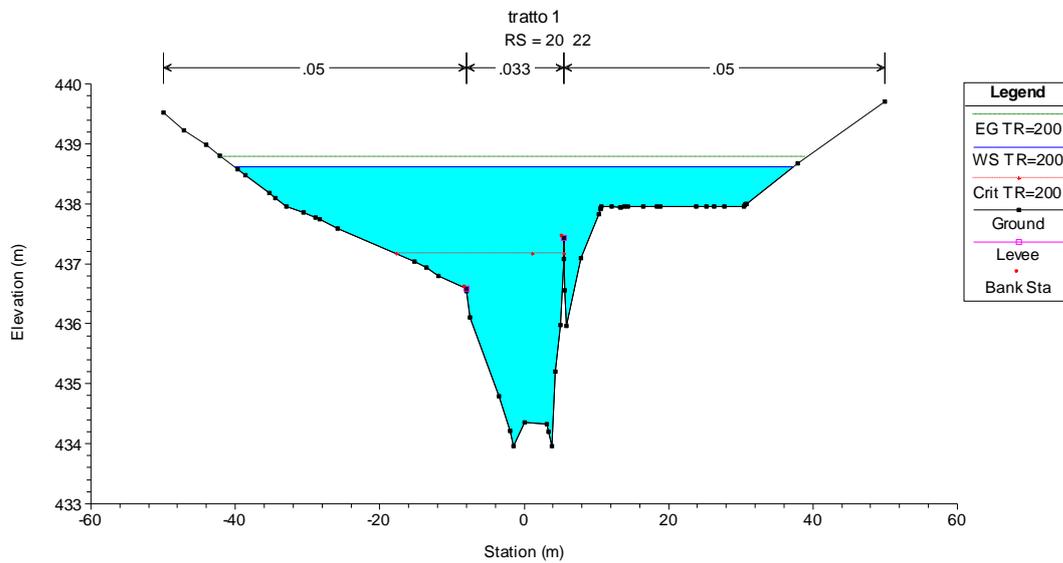
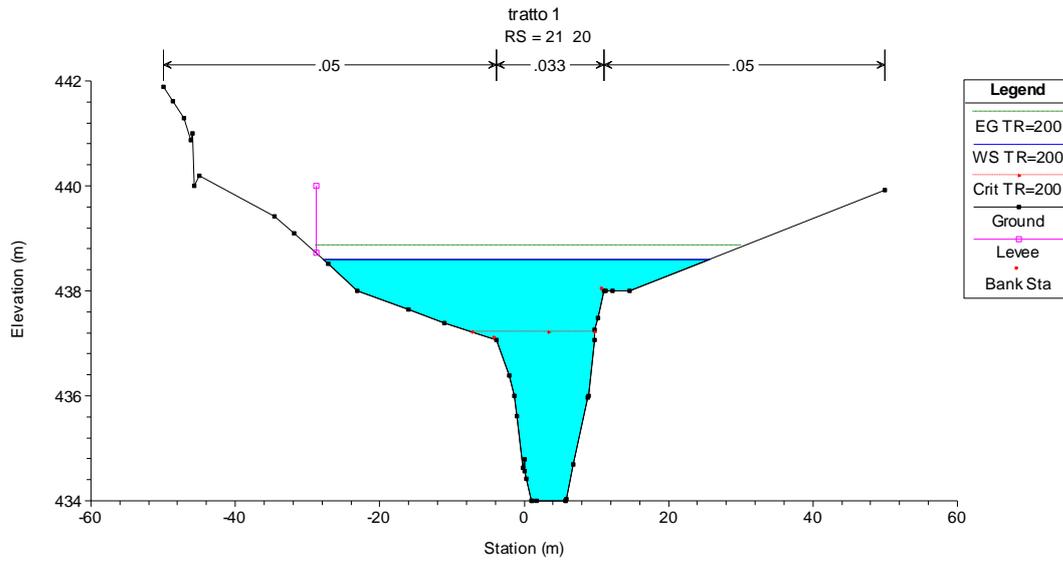
**RIO SAN LUCA (TRATTO 1): POST OPERAM**











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)	F	Sta W.S. Lft (m)	Sta W.S. Rgt (m)
30	TR=200	135.7	440	442.07	442.75	444.65	5.01E-02	7.12	19.07	15.3	2.03	-5.82	9.48
29	TR=200	135.7	438	440.13	440.65	442.34	4.44E-02	6.6	20.77	22	2.03	0.24	22.25
28	TR=200	135.7	436	440.22	439.28	440.8	4.50E-03	3.38	40.25	14.85	0.63	-2.1	12.76
27	TR=200	135.7	436	440.24	439.33	440.59	3.76E-03	2.65	56.84	44.98	0.54	-35.71	9.27
26	TR=200	135.7	436	439.82	439.53	440.34	5.01E-03	3.47	52.87	40.85	0.65	-16.5	24.35
25	TR=200	135.7	436	439.67	439.26	440.11	4.33E-03	3.17	55.19	35.48	0.63	-2.63	32.85
24	TR=200	135.7	435.89	438.98	439.14	439.8	7.47E-03	4.3	43.3	39.33	0.85	-14.3	25.03
23	TR=200	135.7	434.98	438.36	438.67	439.41	1.08E-02	4.67	35.3	38.04	0.94	-13.99	24.05
22	TR=200	135.7	433.64	438.79	436.43	438.91	6.08E-04	1.66	110.29	55.53	0.27	-8.04	47.49
21	TR=200	135.7	434	438.6	437.21	438.85	1.48E-03	2.34	77.92	53.62	0.41	-27.87	25.75
20	TR=200	135.7	433.96	438.61	437.16	438.77	1.00E-03	2	108.87	77.4	0.33	-40.08	37.32