

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



# INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

## TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI PROGETTO ESECUTIVO

### CANTIERE DI SERVIZIO VAL LEMME - CSP3

### Relazione idraulica condizioni di inondabilità area Cantiere

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> Ing. A. Pelliccia	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 0	E	C V	R I	C A 3 1 0 1	0 0 3	A

#### Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima emissione	Foltran	01/10/2014	Panizza	01/10/2014	A.Palomba	02/10/2014	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. A. Pelliccia Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R
		<i>Denis Foltran</i>		<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>		

n. Elab.:

File: IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00

CUP: F81H92000000008



## INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA – PORTATE DI RIFERIMENTO	4
3.	ANALISI IDRAULICA T. LEMME – STATO DI PROGETTO	5
3.1	Scenario 1a. Tr=60 anni. $K_s=15 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ in alveo e $k_s=10 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ in golena	7
3.2	Scenario 2a. Tr=200 anni. $K_s=25 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ in alveo e $k_s=15 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ in golena	13
4.	ANALISI IDRAULICA T. LEMME – STATO DI PROGETTO CON VARIANTE S.P.160	18
4.1	Scenario 1b. Tr=60 anni. $K_s=15 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ in alveo e $k_s=10 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ in golena	19
4.2	Scenario 2b. Tr=200 anni. $K_s=25 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ in alveo e $k_s=15 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ in golena	24
	<b>ALLEGATO 1: DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO</b>	29
	All1.1 Il codice di calcolo utilizzato: HEC-RAS	30
	All1.2 Costruzione del modello	46
	All1.3 Il modulo HEC-GeoRAS	48
	<b>ALLEGATO 2: GEOMETRIA MODELLO RAS – UBICAZIONE SEZIONI TRASVERSALI</b>	52
	<b>ALLEGATO 3: RISULTATI MODELLO RAS – SCENARIO 1a - TR=60 anni - STATO DI PROGETTO</b>	55
	<b>ALLEGATO 4: RISULTATI MODELLO RAS – SCENARIO 2a - TR=200 anni - STATO DI PROGETTO</b>	93
	<b>ALLEGATO 5: RISULTATI MODELLO RAS – SCENARIO 1b - TR=60 anni - STATO DI PROGETTO CON VARIANTE STRADA PROVINCIALE 160</b>	131
	<b>ALLEGATO 6: RISULTATI MODELLO RAS – SCENARIO 2b - TR=200 anni - STATO DI PROGETTO CON VARIANTE STRADA PROVINCIALE 160</b>	169

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00 Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3	Foglio 2 di 207

## 1. PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la definizione delle condizioni di inondabilità dell'area sede del Cantiere di Servizio ubicato nel Comune di Voltaggio (AL) denominato CSP3 – Val Lemme, sito in prossimità del deposito del materiale di smarino denominato DP04.

L'intervento viene realizzato nell'ambito del Piano di Cantierizzazione per la costruzione della Linea Ferroviaria AV / AC Milano – Genova "Terzo Valico dei Giovi".

L'area prescelta per essere sede del Cantiere Operativo si trova immediatamente a sud dell'abitato di Voltaggio, nel Comune omonimo, in provincia di Alessandria, lungo la Strada Provinciale n.160 ed occupa un pianoro in corrispondenza di un'ansa del torrente Lemme, a quota media di circa 368 m.s.l.m.

L'accesso è previsto coincidente con quello esistente, su di una strada privata collegata alla S.P. 160 attraverso un ponte carrabile di larghezza pari a 5 m.

La superficie complessiva utilizzata per la realizzazione del cantiere è di circa 7400 mq, in buona parte pavimentata. L'area è attualmente occupata da edifici del Consorzio Cociv, prevalentemente destinati ad uso uffici.

L'intera zona è pressoché perfettamente pianeggiante, pertanto non saranno necessari movimenti di terra, né opere di sostegno di sorta.

La pavimentazione esistente sarà in parte mantenuta, in parte integrata ed in parte demolita e sostituita da superfici permeabili inerbite.

Per ogni maggior dettaglio si rimanda alla relazione descrittiva del Cantiere codifica IG51-00-E CV-RO-CA31-01-001-A00.

Le verifiche idrauliche del torrente Lemme sono condotte attraverso il calcolo del profilo di rigurgito in moto permanente nella configurazione di progetto.

Lo studio idraulico di riferimento è il Sottoprogetto SP 1.4 – Attività di Pianificazione del Bacino del Fiume Po – Rete idrografica minore naturale e artificiale – Monografia del Torrente Lemme, redatto nell'ottobre 2002 dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00 Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3</p>	<p>Foglio 3 di 207</p>

Il presente studio costituisce la naturale prosecuzione delle valutazioni idrauliche, inerenti il Torrente Lemme, sviluppate per il deposito DP04 di Val Lemme e riportate nel documento IG51-01-E-CV-RI-DP0400-003B “Relazione idraulica scogliera”.

## 2. CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA – PORTATE DI RIFERIMENTO

Lo studio di riferimento per il tratto oggetto di intervento, come pure del resto dell'asta, è il Sottoprogetto SP 1.4 – Attività di Pianificazione del Bacino del Fiume Po – Rete idrografica minore naturale e artificiale – Monografia del Torrente Lemme, redatto nell'ottobre 2002 dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.

Lo studio SP1.4 valuta, utilizzando diverse metodologie idrologiche di correlazione afflussi-deflussi, le portate in corrispondenza di quattro sezioni di chiusura: immediatamente a monte dell'abitato di Voltaggio (sez.64 di riferimento SP1.4), a valle di Gavi (sez.26), a Francavilla Bisio (sez.9) ed in immissione in Orba (sez.1).

La sezione di Voltaggio, pur trovandosi molto a valle rispetto all'area oggetto di intervento, è da considerarsi come sezione di riferimento; il valore di portata risulterà cautelativo, a favore di sicurezza.

Dopo una serie di valutazioni, lo studio riporta (in Tabella 16) i valori delle portate al colmo di piena di riferimento per assegnato tempo di ritorno; la sezione 64 è quella relativa a Voltaggio.

Portata [m <sup>3</sup> /s]	Sezioni di Chiusura			
	1	9	26	64
Q(20)	513	408	370	152
Q(100)	747	592	532	217
Q(200)	839	666	599	244
Q(500)	949	753	676	276

**Tabella 1** – Portate al colmo di piena per assegnato tempo di ritorno (Tabella 16-SP1.4)

Per la sezione di Voltaggio le portate di riferimento sono: 152 m<sup>3</sup>/s per tempo di ritorno 20 anni, 217 m<sup>3</sup>/s per tempo di ritorno 100 anni, 244 m<sup>3</sup>/s per tempo di ritorno 200 anni, 276 m<sup>3</sup>/s per tempo di ritorno 500 anni.

La modellazione idraulica del presente studio è stata sviluppata utilizzando, come portata di riferimento, la portata duecentennale, indicata dallo studio SP 1.4, pari a 244 m<sup>3</sup>/s.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00 Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3</p>	<p>Foglio 5 di 207</p>

### 3. ANALISI IDRAULICA T. LEMME – STATO DI PROGETTO

Al fine di effettuare un completo ed esauriente studio modellistico del comportamento idraulico del corpo idrico nel tratto in esame si è scelto di condurre un'analisi monodimensionale del deflusso.

A tale scopo è stato utilizzato il codice di calcolo HEC-RAS, descritto in allegato, che permette di ricavare informazioni accurate sui livelli che si instaurano in corrispondenza di determinate sezioni trasversali.

Il Torrente Lemme è stato schematizzato nella zona di interesse utilizzando il modello digitale tridimensionale (DEM) del terreno ricavato dal rilievo topografico.

Dal modello tridimensionale del terreno, considerando la presenza delle opere in progetto e del cantiere in oggetto di studio, sono state estratte 32 sezioni trasversali sufficienti a schematizzare adeguatamente la geometria del sistema, come mostra la figura seguente.

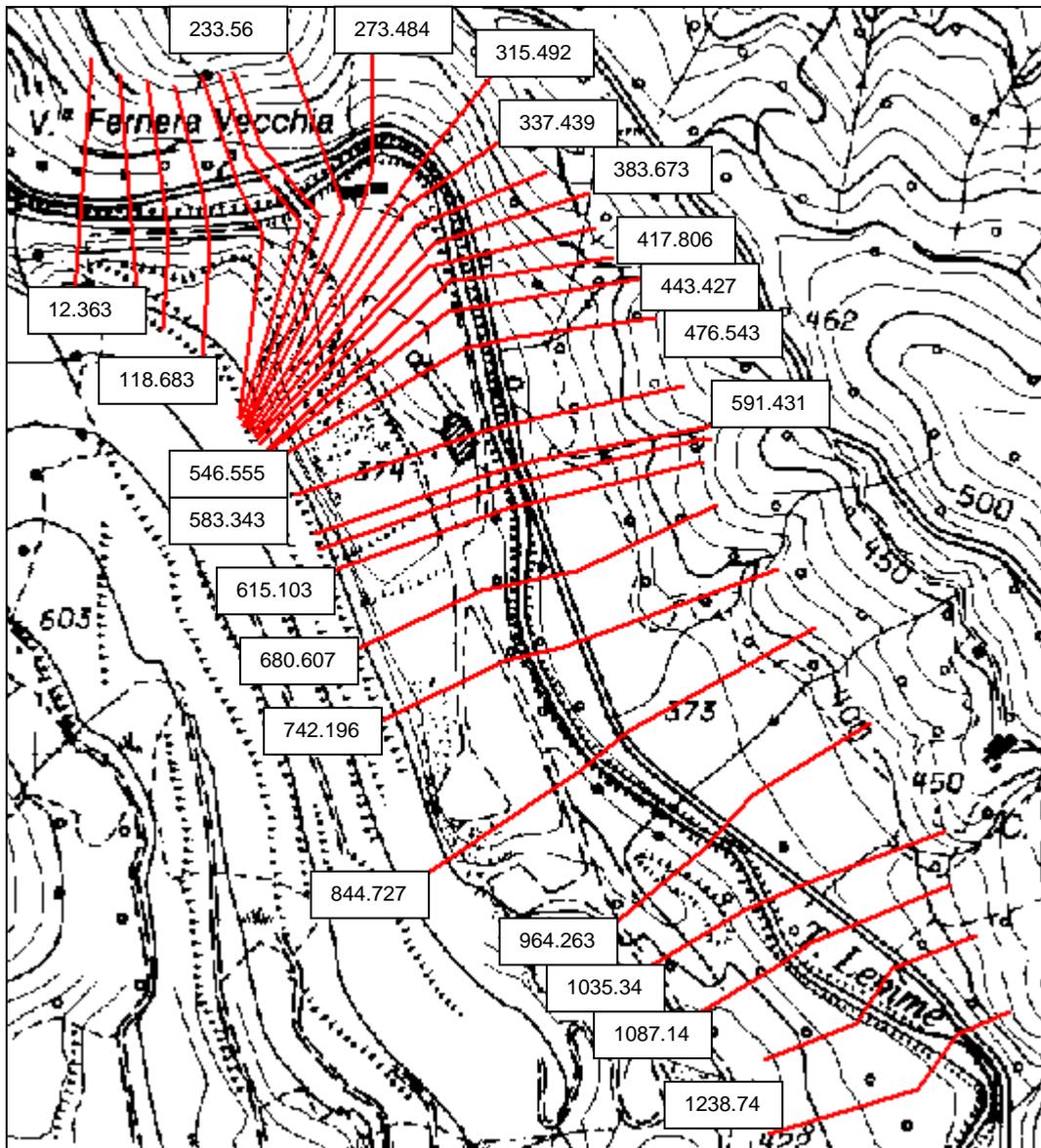


Figura 1 – Sezioni trasversali modello

L'analisi delle condizioni di allagamento è sviluppata secondo due differenti approcci, descritti dettagliatamente nel seguito; nello scenario 1a le condizioni di allagamento del cantiere sono definite per un tempo di ritorno che uguaglia la probabilità di superamento dell'evento di progetto associato all'opera principale; nello scenario 2a si verificano le condizioni di allagamento del cantiere per un tempo di ritorno  $T_r=200$  anni, adottando scabrezze meno severe ( $K_s=25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per il fondo alveo e  $K_s=15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per le sponde e le golene) di quelle previste per il t. Lemme nella progettazione dell'opera principale, vista la natura temporanea dei baraccamenti del cantiere Covic.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00 Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3

Foglio  
7 di 207

Nel dettaglio, si farà riferimento ai due seguenti scenari di progetto, inerenti l'allagamento dell'area di cantiere:

- **Scenario 1a.** Portata di progetto avente tempo di ritorno tale da uguagliare la probabilità di superamento dell'evento di progetto dell'opera principale e scabrezze di Strickler già adottate nel progetto DP04:  $k_s=15 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$  in alveo e  $k_s=10 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$  in golena; in corrispondenza della scogliera di progetto è stato assunto  $k_s=40 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ ; il tempo di ritorno adottato risulta pari a 60 anni;
- **Scenario 2a.** Portata di progetto  $T_r=200$  anni e coefficiente di scabrezza di Strickler pari a  $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per il fondo alveo e pari a  $15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per le sponde e le golene; per quanto riguarda la sponda sulla quale è presente la scogliera in progetto, si è utilizzato un coefficiente pari a  $40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ .

### 3.1 Scenario 1a. $T_r=60$ anni. $K_s=15 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ in alveo e $k_s=10 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ in golena

Il tempo di ritorno dell'evento associato alla fase provvisoria, nel caso specifico la permanenza dei baraccamenti di cantiere durante la realizzazione della WBS DP04, usualmente si calcola come il tempo di ritorno avente lo stesso rischio dell'opera di progetto a vita intera. Dato un tempo di vita dell'opera generale ( $N_{og}$ ), in questo caso la WBS DP04, pari a 100 anni, e un tempo di ritorno dell'evento di piena di progetto fissato a 500 anni ( $T_{R_{og}}$ ), si può calcolare il rischio di superamento ( $R_{og}$ ) della portata cinquecentennale in 100 anni di servizio dell'opera generale secondo la seguente formula:

$$R_{og} = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_{R_{og}}}\right)^{N_{og}} = 1 - \left(1 - \frac{1}{500}\right)^{100} = 0.18$$

con  $R_{og}$  il rischio di superamento dell'evento associato al tempo di ritorno  $T_{R_{og}}$  (pari a 500 anni) in  $N_{og}$  anni (pari a 100 anni).

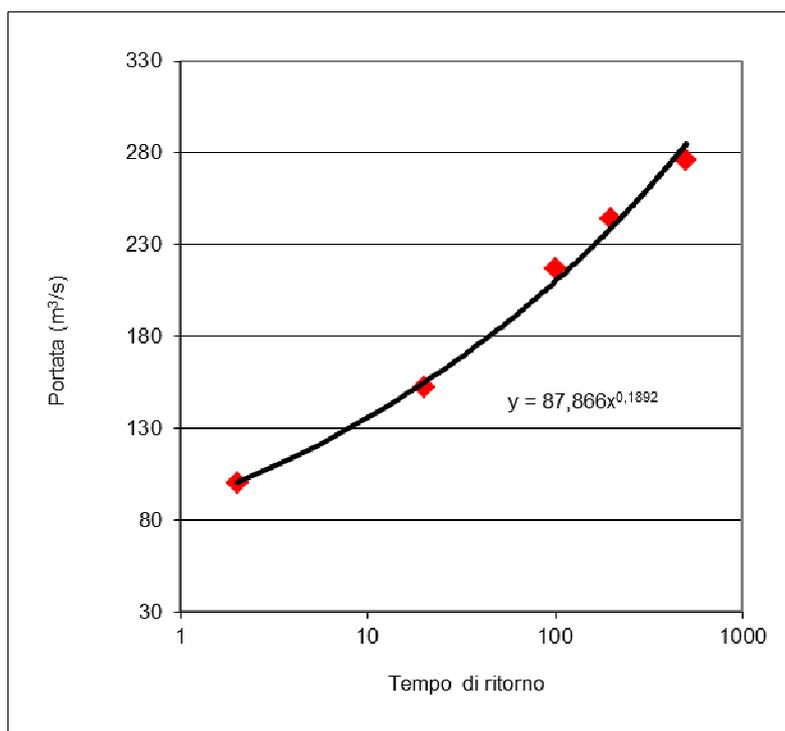
Il cronoprogramma della WBS DP04 riporta una durata dei lavori di circa 6 anni; cautelativamente si ipotizza di raddoppiare questa tempistica e di estendere la durata dei lavori, e quindi la permanenza dei baraccamenti, a 12 anni. Eseguendo il calcolo a ritroso, noto il tempo di vita

dell'opera provvisoria ( $N_{op} = 12$  anni), si va a calcolare il tempo di ritorno della portata che risulta avere lo stesso rischio di superamento dell'opera generale.

$$0.18 = 1 - \left(1 - \frac{1}{TR_{op}}\right)^{N_{op}} = 1 - \left(1 - \frac{1}{TR_{op}}\right)^{12}$$

Il tempo di ritorno ( $TR_{op}$ ) dell'evento di piena di riferimento per la permanenza dei baraccamenti è pari a 60 anni.

Utilizzando i valori di portata, riportati nello studio SP1.4 per la sezione di chiusura di Voltaggio, per i tempi di ritorno 20, 100, 200 e 500 anni, si è eseguita una regressione lineare, al fine di individuare il valore di portata relativo al tempo di ritorno di progetto pari a 60 anni; il valore ottenuto è pari a  $190 \text{ m}^3/\text{s}$ .



**Figura 2** – Regressione lineare portate SP1.4 a Voltaggio

Come risulta dalla simulazione, si può affermare che l'area di cantiere non è interessata da allagamento per eventi con tempo di ritorno 60 anni: una limitata area di allagamento si può notare immediatamente a monte di esso, ma essa non lo interessa direttamente ed ha un'estensione trasversale contenuta. In questo scenario i baraccamenti non sottraggono volume all'esondazione

e non producono aggravio, in termini di livello idrico, alla viabilità provinciale presente in sponda destra del Torrente Lemme.

La Tabella 2 riporta i risultati del modello idraulico RAS nelle sezioni implementate per tempo di ritorno 60 anni.

La Figura 3 riporta il profilo longitudinale RAS con l'indicazione del livello idrico.

La Figura 4 riporta la Carta dei tiranti idrici, realizzata con l'applicativo di ArcView HEC-GeoRAS, nella quale si evidenzia come il cantiere COCIV non sia interessato da allagamento; la Figura 5 riporta un ingrandimento della zona interessata.

Si rimanda all'allegato per la visualizzazione dei risultati in tutte le sezioni trasversali.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
lemme	1238.742	TR60	190.00	378.80	381.66	381.07	382.12	0.015692	3.00	63.34	29.70	0.66
lemme	1163.789	TR60	190.00	378.07	380.63	380.13	380.96	0.014310	2.52	75.50	44.72	0.62
lemme	1087.149	TR60	190.00	376.59	379.73	378.98	379.99	0.010728	2.27	83.62	46.02	0.54
lemme	1035.341	TR60	190.00	375.52	379.04	378.19	379.41	0.011547	2.68	70.98	31.64	0.57
lemme	964.263	TR60	190.00	374.39	378.07	377.09	378.55	0.012435	3.07	61.92	22.27	0.59
lemme	844.727	TR60	190.00	372.65	375.74	375.58	376.46	0.025628	3.75	50.81	27.81	0.89
lemme	742.196	TR60	190.00	371.47	374.07	373.48	374.52	0.013415	2.98	63.77	29.56	0.65
lemme	680.607	TR60	190.00	370.13	373.29	372.65	373.72	0.012541	2.89	65.85	29.83	0.62
lemme	615.103	TR60	190.00	369.26	372.82	371.54	373.12	0.006235	2.43	78.27	27.37	0.46
lemme	596.430	TR60	190.00	369.25	372.48	371.57	372.95	0.010531	3.04	62.59	26.19	0.59
lemme	591.93		Inl Struct									
lemme	591.431	TR60	190.00	367.23	371.11	369.84	371.53	0.007863	2.86	66.34	20.58	0.51
lemme	583.343	TR60	190.00	366.50	371.10	369.53	371.46	0.006392	2.66	71.39	20.44	0.45
lemme	546.555	TR60	190.00	366.54	370.73	369.43	371.19	0.007721	3.01	63.11	18.75	0.52
lemme	476.543	TR60	190.00	365.81	370.29	368.85	370.69	0.006090	2.86	76.41	40.45	0.49
lemme	443.427	TR60	190.00	365.61	370.03	368.67	370.45	0.008977	2.91	76.82	55.37	0.50
lemme	417.806	TR60	190.00	365.76	369.67	368.72	370.17	0.012920	3.16	66.98	51.55	0.58
lemme	402.166	TR60	190.00	365.63	369.47	368.53	369.96	0.013016	3.13	64.22	31.36	0.59
lemme	383.673	TR60	190.00	365.20	369.28	368.11	369.73	0.010874	3.00	66.44	31.81	0.54
lemme	362.700	TR60	190.00	364.82	368.86	367.95	369.45	0.014568	3.42	56.85	24.36	0.63
lemme	337.439	TR60	190.00	364.73	368.41	367.68	369.05	0.016957	3.55	53.69	20.60	0.68
lemme	315.492	TR60	190.00	364.84	367.41	367.41	368.47	0.038908	4.56	41.64	20.10	1.01
lemme	273.484	TR60	190.00	364.03	367.29	366.30	367.56	0.008343	2.29	83.00	35.44	0.48
lemme	233.560	TR60	190.00	362.93	366.54	365.76	367.09	0.015271	3.30	57.65	20.94	0.63
lemme	209.689	TR60	190.00	362.82	366.35	365.39	366.74	0.010495	2.78	68.40	26.39	0.55
lemme	199.689	TR60	190.00	362.78	366.28	365.24	366.63	0.009445	2.60	73.00	28.72	0.52
lemme	196		Bridge									
lemme	193.69	TR60	190.00	362.67	365.92	365.17	366.39	0.013706	3.05	62.39	25.45	0.62
lemme	178.689	TR60	190.00	362.39	365.39	365.14	366.09	0.025929	3.72	51.03	25.60	0.84
lemme	158.118	TR60	190.00	362.00	365.14	364.52	365.62	0.015575	3.07	61.90	27.50	0.65
lemme	118.683	TR60	190.00	361.10	364.26	363.85	364.89	0.021071	3.52	53.90	24.56	0.76
lemme	84.832	TR60	190.00	360.19	363.25	363.13	364.02	0.031307	3.88	48.91	26.06	0.91
lemme	55.661	TR60	190.00	358.42	362.44	362.19	363.16	0.026913	3.76	50.58	24.78	0.84
lemme	12.363	TR60	190.00	357.73	361.73	361.09	362.20	0.015938	3.04	62.40	28.09	0.65

**Tabella 2 – Modello RAS - Stato di Progetto – TR=60 anni - Tabella risultati**

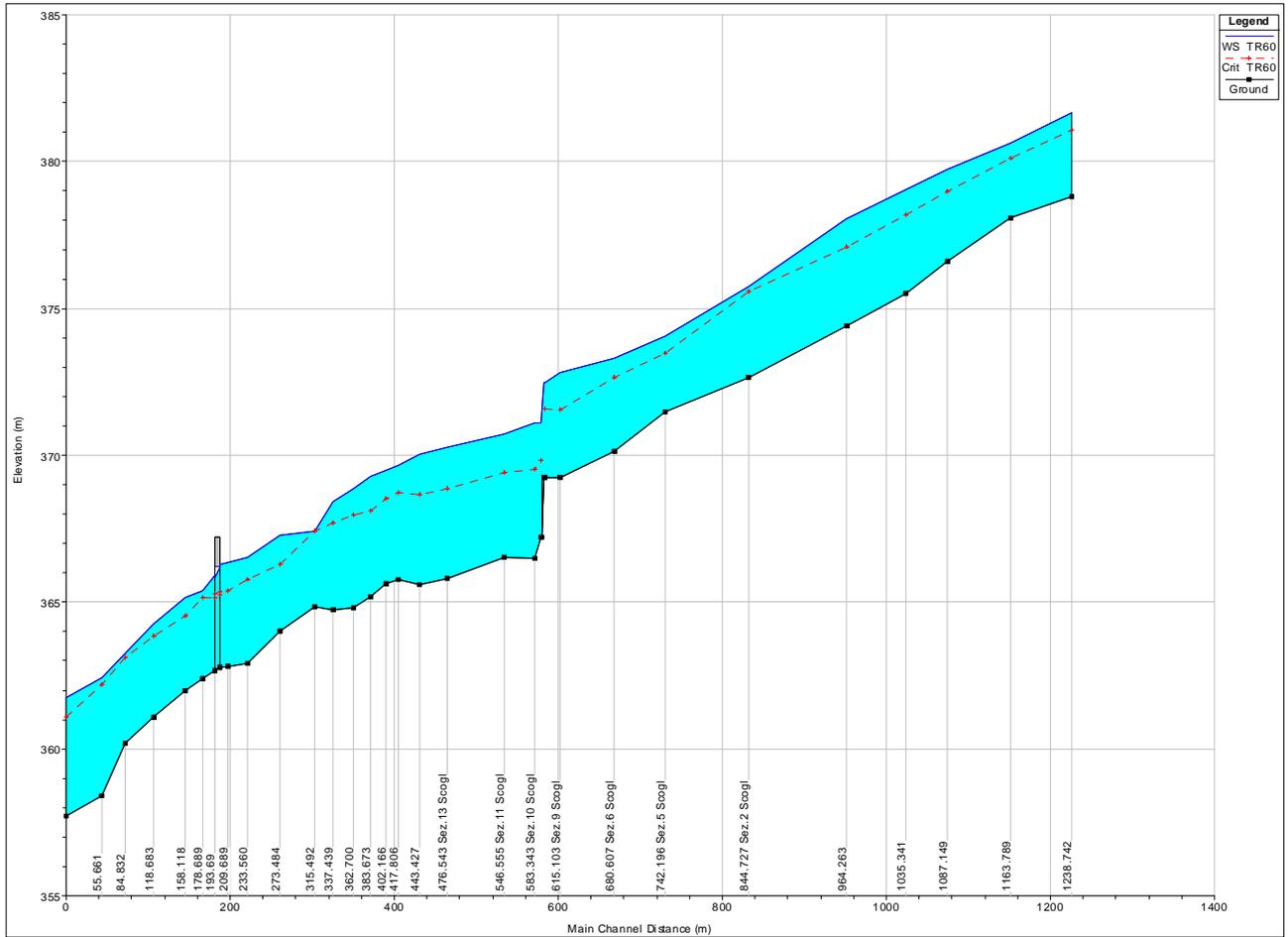
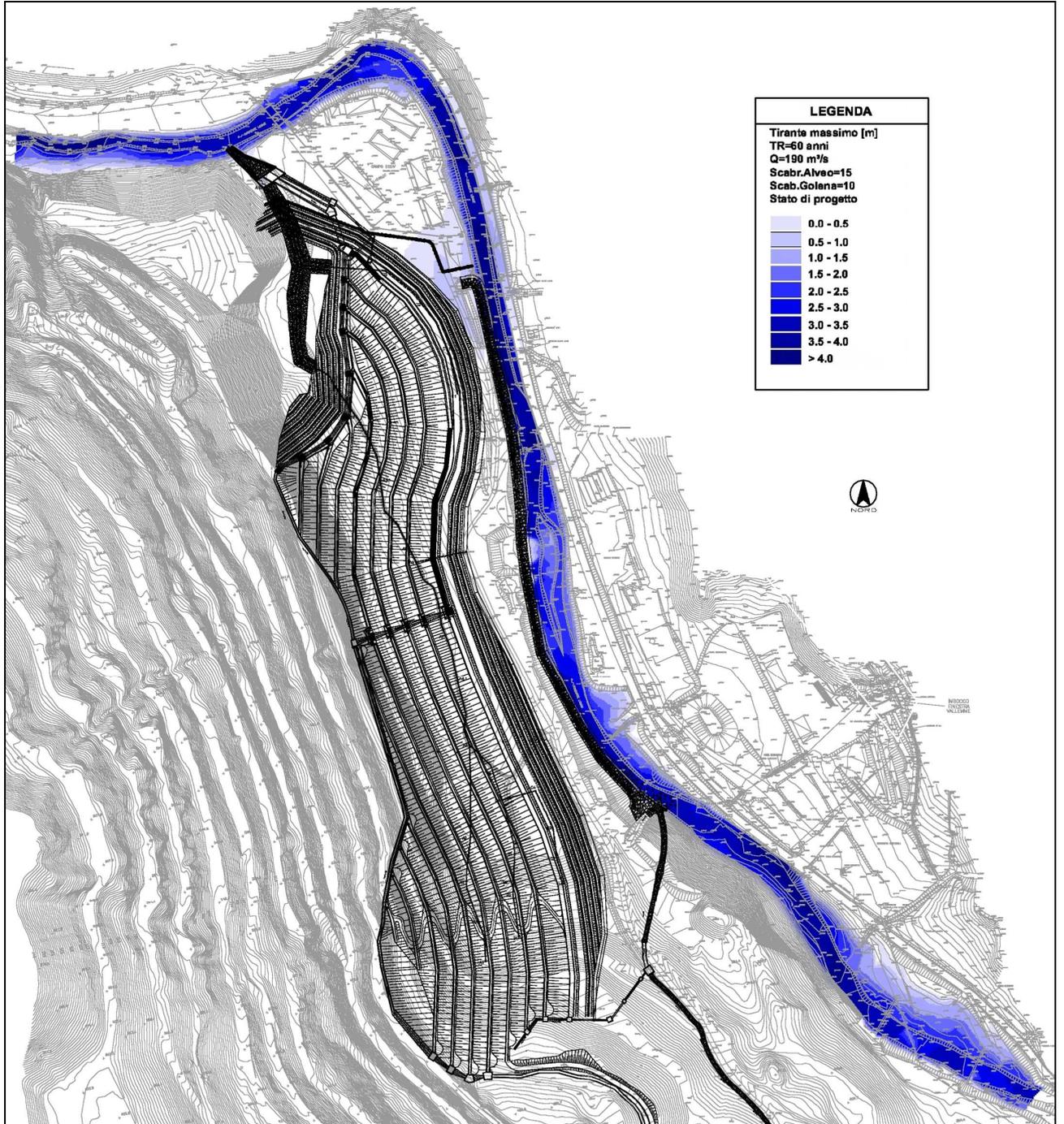


Figura 3 – Modello RAS – Stato di Progetto – TR=60 anni - Profilo longitudinale



**Figura 4** – Modello RAS - Stato di progetto - TR=60 anni - Carta dei tiranti (m)

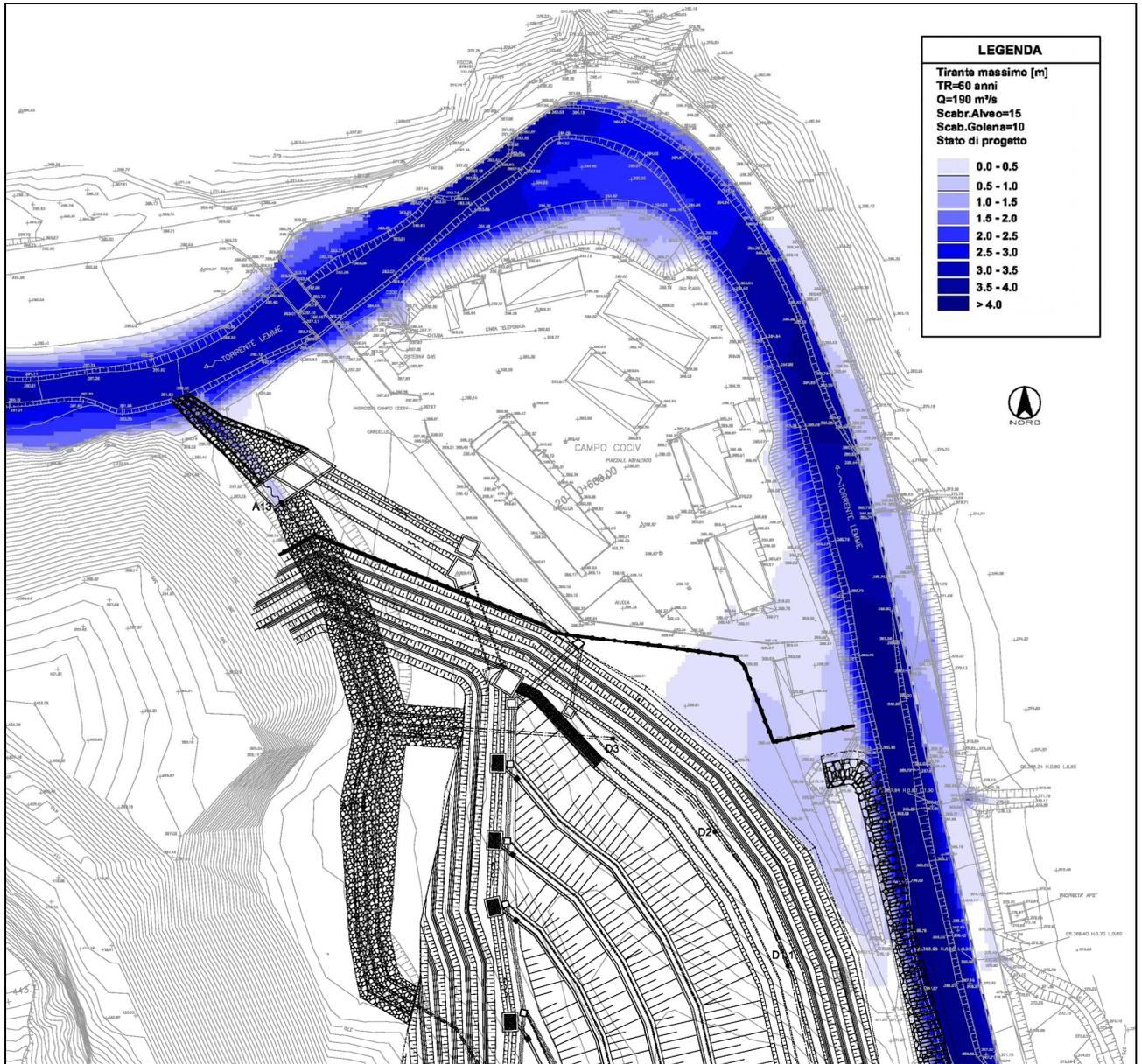


Figura 5 – Modello RAS - Stato di progetto - TR=60 anni - Carta dei tiranti (m) – Area cantiere

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00 Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3</p>	<p>Foglio 13 di 207</p>

### 3.2 Scenario 2a. $Tr=200$ anni. $Ks=25 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ in alveo e $ks=15 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ in golena

La simulazione è stata realizzata in moto stazionario per tempo di ritorno 200 anni e scabrezze di Strickler pari a  $Ks=25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per il fondo alveo e  $Ks=15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per le sponde e le golene. Come condizione al contorno è stata impostata la pendenza del fondo alveo.

La Tabella 3 riporta i risultati del modello idraulico RAS nelle sezioni implementate.

La Figura 6 riporta il profilo longitudinale RAS con l'indicazione del livello idrico.

La Figura 7 riporta la Carta dei tiranti idrici, realizzata con l'applicativo di ArcView HEC-GeoRAS, nella quale si evidenzia come il cantiere COCIV non sia interessato da allagamento; una limitata area di allagamento si può notare immediatamente a monte di esso, ma essa non lo interessa direttamente ed ha un'estensione trasversale contenuta, pari a un massimo di circa 40 m dalla sponda; la Figura 8 riporta un ingrandimento della zona interessata.

Si rimanda all'allegato per la visualizzazione dei risultati in tutte le sezioni trasversali.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
lemme	1238.742	TR200 SP14	244.00	378.80	381.46	381.46	382.55	0.011702	4.74	57.54	28.66	0.99
lemme	1163.789	TR200 SP14	244.00	378.07	380.30	380.57	381.50	0.016421	5.23	60.78	42.73	1.15
lemme	1087.149	TR200 SP14	244.00	376.59	379.77	379.57	380.50	0.007174	4.41	85.29	46.38	0.80
lemme	1035.341	TR200 SP14	244.00	375.52	378.86	378.86	380.03	0.009814	5.41	65.42	30.55	0.96
lemme	964.263	TR200 SP14	244.00	374.39	377.57	377.75	379.19	0.012728	6.06	51.28	20.84	1.09
lemme	844.727	TR200 SP14	244.00	372.65	375.78	376.28	377.54	0.014843	6.52	51.76	28.02	1.18
lemme	742.196	TR200 SP14	244.00	371.47	373.22	373.84	375.27	0.036032	6.44	39.55	27.20	1.63
lemme	680.607	TR200 SP14	244.00	370.13	373.17	372.97	373.97	0.008930	3.97	62.22	29.48	0.85
lemme	615.103	TR200 SP14	244.00	369.26	373.16	371.89	373.57	0.002528	2.89	88.64	33.08	0.49
lemme	596.430	TR200 SP14	244.00	369.25	372.88	371.97	373.50	0.003790	3.53	74.07	28.98	0.60
lemme	591.93											
		Inl Struct										
lemme	591.431	TR200 SP14	244.00	367.23	370.96	370.27	371.75	0.004993	3.98	63.30	20.39	0.68
lemme	583.343	TR200 SP14	244.00	366.50	371.03	369.96	371.67	0.003685	3.62	69.98	20.35	0.59
lemme	546.555	TR200 SP14	244.00	366.54	370.50	369.94	371.48	0.005587	4.50	58.94	18.48	0.74
lemme	476.543	TR200 SP14	244.00	365.81	370.29	369.88	371.09	0.004248	4.38	76.33	40.41	0.66
lemme	443.427	TR200 SP14	244.00	365.63	369.96	369.29	370.91	0.005179	4.48	72.68	51.06	0.70
lemme	417.806	TR200 SP14	244.00	365.76	369.38	369.38	370.70	0.010243	5.29	55.68	31.06	0.92
lemme	402.166	TR200 SP14	244.00	365.63	369.30	369.18	370.52	0.007884	5.07	59.08	29.33	0.87
lemme	383.673	TR200 SP14	244.00	365.20	369.40	368.70	370.31	0.005344	4.47	70.34	33.81	0.71
lemme	362.700	TR200 SP14	244.00	364.82	368.59	368.59	370.14	0.009847	5.71	50.48	19.31	0.96
lemme	337.439	TR200 SP14	244.00	364.73	367.91	368.25	369.80	0.015484	6.25	44.09	18.00	1.16
lemme	315.492	TR200 SP14	244.00	364.84	367.44	367.89	369.41	0.019928	6.34	42.29	20.18	1.30
lemme	273.484	TR200 SP14	244.00	364.03	365.95	366.64	368.15	0.049375	6.59	37.96	30.24	1.84
lemme	233.560	TR200 SP14	244.00	362.93	366.45	366.18	367.51	0.008158	4.60	55.80	20.80	0.85
lemme	209.689	TR200 SP14	244.00	362.82	366.57	365.83	367.25	0.004601	3.78	74.37	27.02	0.66
lemme	199.689	TR200 SP14	244.00	362.78	366.63	365.64	367.17	0.003517	3.35	83.34	33.29	0.57
lemme	196	Bridge										
lemme	193.69	TR200 SP14	244.00	362.67	366.09	365.61	366.93	0.006102	4.17	66.84	26.15	0.75
lemme	178.689	TR200 SP14	244.00	362.39	365.60	365.60	366.78	0.010448	4.97	56.46	26.37	0.95
lemme	158.118	TR200 SP14	244.00	362.00	364.32	364.90	366.35	0.031260	6.39	40.39	24.91	1.52
lemme	118.683	TR200 SP14	244.00	361.10	364.29	364.29	365.46	0.011658	4.92	54.63	24.63	1.00
lemme	84.832	TR200 SP14	244.00	360.19	363.67	363.83	365.04	0.011888	5.92	60.07	27.05	1.05
lemme	55.661	TR200 SP14	244.00	358.42	362.19	362.89	364.51	0.019252	7.15	44.47	23.70	1.26
lemme	12.363	TR200 SP14	244.00	357.73	361.00	361.79	363.53	0.025813	7.58	43.04	25.09	1.45

**Tabella 3 – Modello RAS - Stato di Progetto – TR=200 anni - Tabella risultati**

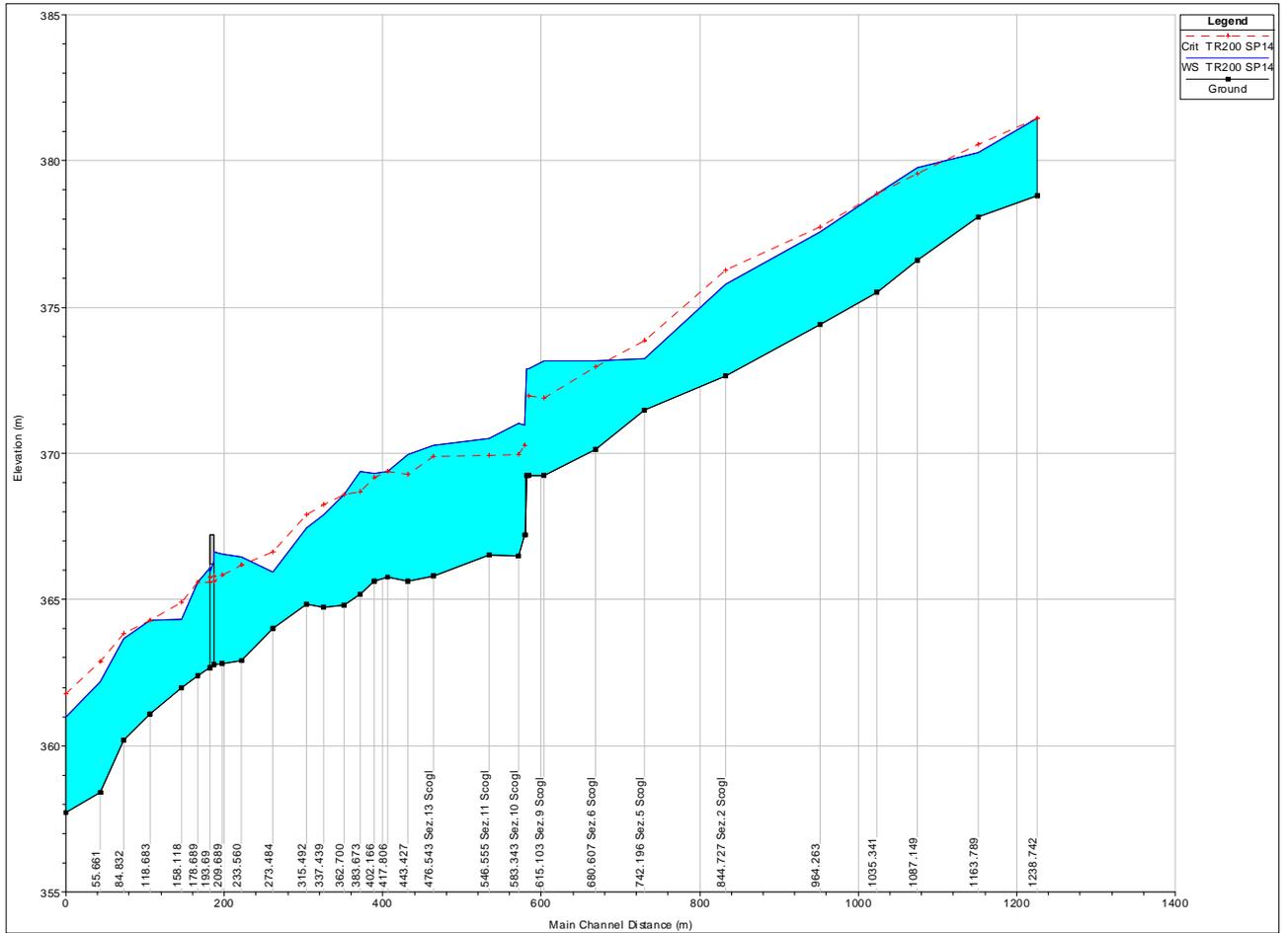
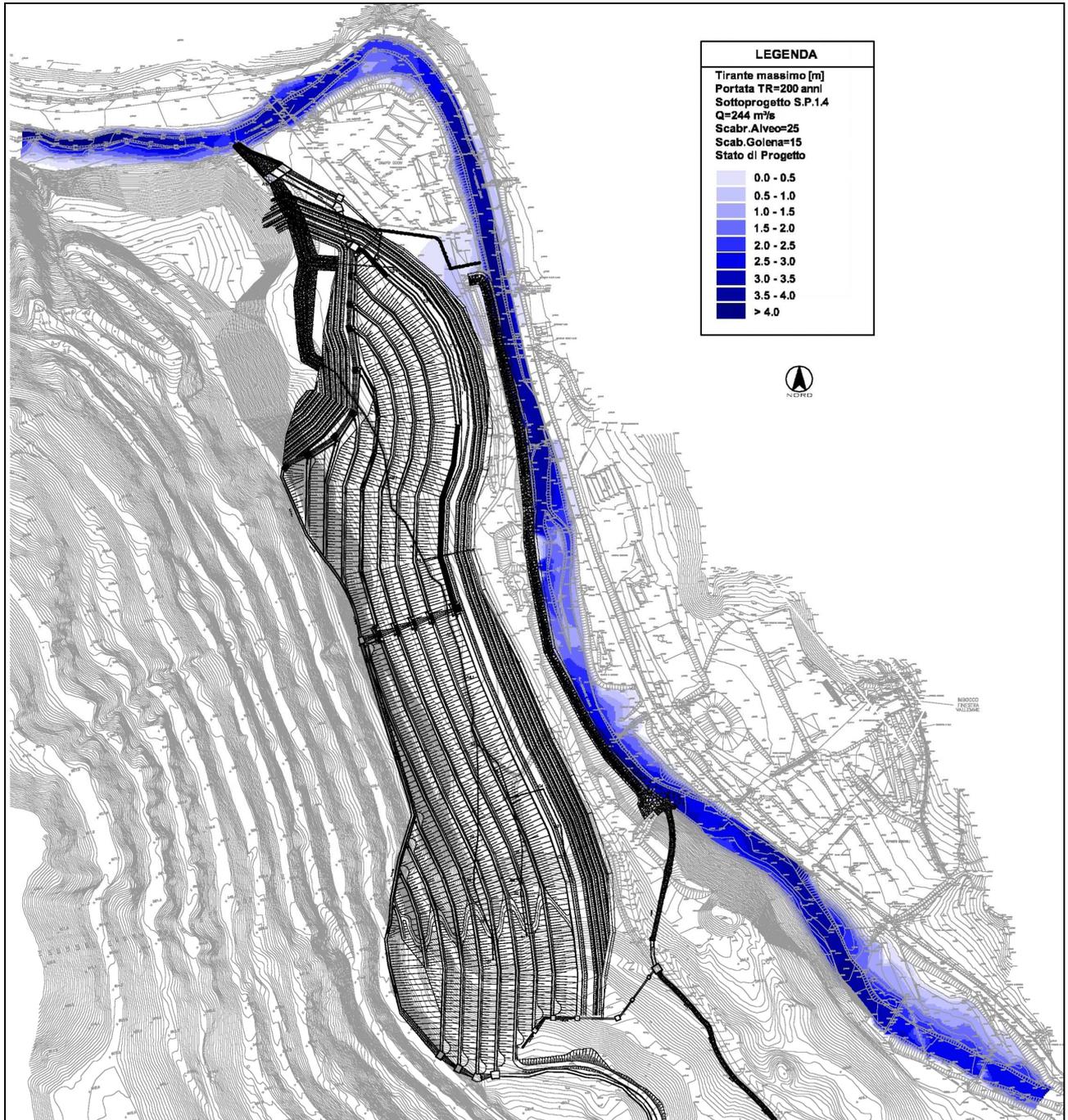


Figura 6 – Modello RAS – Stato di Progetto – TR=200 anni - Profilo longitudinale



**Figura 7** – Modello RAS - Stato di progetto - TR=200 anni - Carta dei tiranti (m)

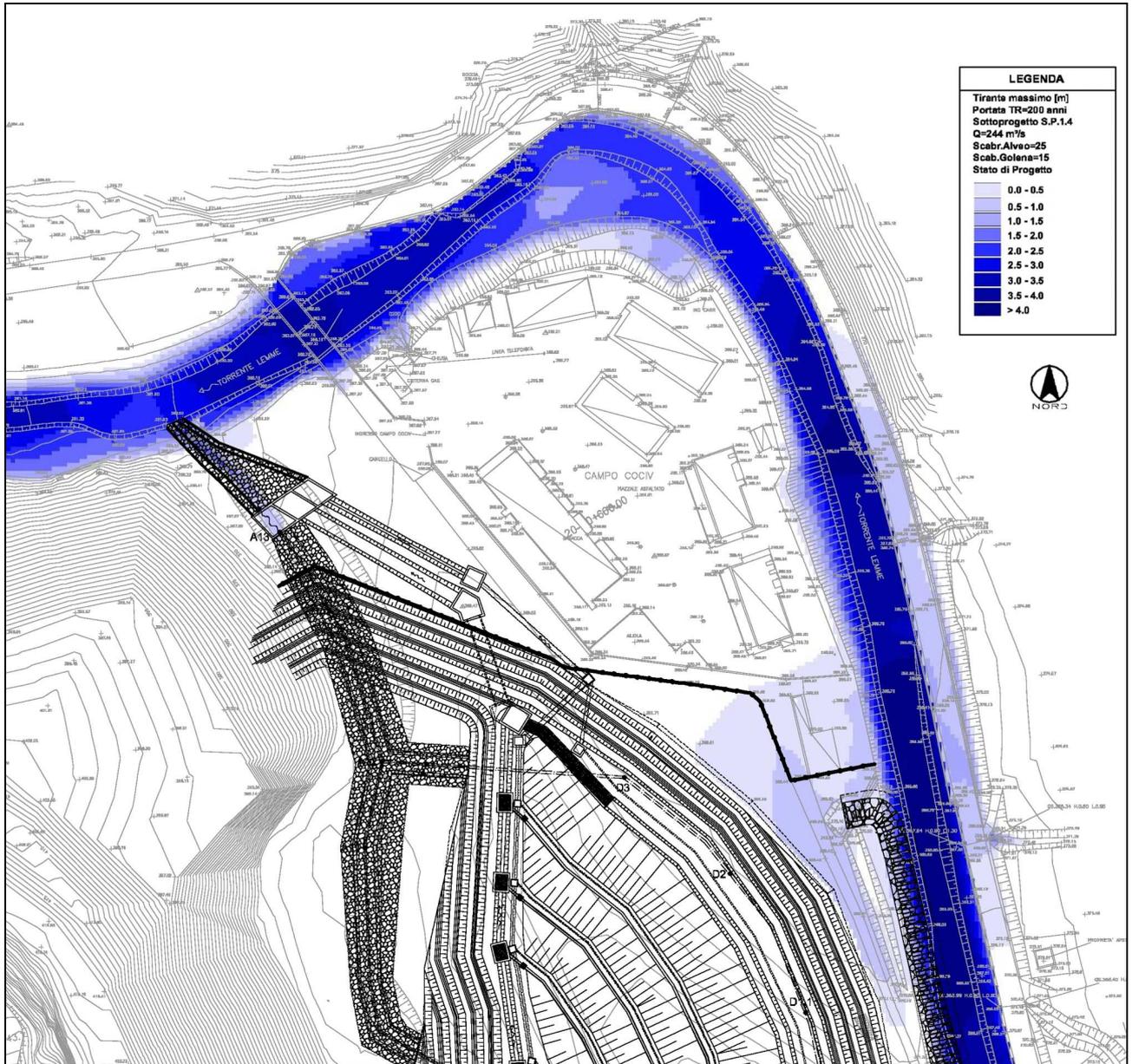


Figura 8 – Modello RAS - Stato di progetto - TR=200 anni - Carta dei tiranti (m) – Area cantiere

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00 Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3
	Foglio 18 di 207

#### 4. ANALISI IDRAULICA T. LEMME – STATO DI PROGETTO CON VARIANTE S.P.160

Gli scenari progettuali di cui si tratta nel presente paragrafo considerano, oltre che la realizzazione delle opere di cui al § 3, la realizzazione dell'intervento di allargamento ed adeguamento della Strada Provinciale 160 lato versante, la quale prevede anche la eliminazione del cordolo lato t. Lemme in modo da non costituire ostacolo al deflusso delle acque. Si precisa che in questo scenario in variante come in quello precedentemente descritto di progetto, non è stata considerata la presenza del basso muretto a cinturazione dell'area di cantiere esistente in sponda sinistra Lemme, in quanto ne è prevista la demolizione.

Come nel § 3, l'analisi delle condizioni di allagamento è sviluppata secondo due differenti approcci, descritti dettagliatamente nel seguito; nello scenario 1b le condizioni di allagamento del cantiere sono definite per un tempo di ritorno che uguaglia la probabilità di superamento dell'evento di progetto associato all'opera principale; nello scenario 2b si verificano le condizioni di allagamento del cantiere per un tempo di ritorno  $Tr=200$  anni, adottando scabrezze meno severe ( $Ks=25 \text{ m}^{1/3}/s$  per il fondo alveo e  $Ks=15 \text{ m}^{1/3}/s$  per le sponde e le golene) di quelle previste per il t. Lemme nella progettazione dell'opera principale, vista la natura temporanea dei baraccamenti del cantiere Cociv.

Nel dettaglio, si farà riferimento ai due seguenti scenari di progetto, inerenti l'allagamento dell'area di cantiere:

- **Scenario 1b.** Portata di progetto avente tempo di ritorno tale da uguagliare la probabilità di superamento dell'evento di progetto dell'opera principale e scabrezze di Strickler già adottate nel progetto DP04:  $ks=15 \text{ m}^{1/3}s^{-1}$  in alveo e  $ks=10 \text{ m}^{1/3}s^{-1}$  in golena; in corrispondenza della scogliera di progetto è stato assunto  $ks=40 \text{ m}^{1/3}s^{-1}$ ; il tempo di ritorno adottato risulta pari a 60 anni;
- **Scenario 2b.** Portata di progetto  $Tr=200$  anni e coefficiente di scabrezza di Strickler pari a  $25 \text{ m}^{1/3}/s$  per il fondo alveo e pari a  $15 \text{ m}^{1/3}/s$  per le sponde e le golene; per quanto riguarda la sponda sulla quale è presente la scogliera in progetto, si è utilizzato un coefficiente pari a  $40 \text{ m}^{1/3}/s$ .

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00 Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3</p>	<p>Foglio 19 di 207</p>

#### 4.1 Scenario 1b. $Tr=60$ anni. $Ks=15 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ in alveo e $ks=10 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ in golena

Il tempo di ritorno dell'evento associato alla fase provvisoria, è pari a 60 anni e ad esso è associato un valore di portata pari a  $190 \text{ m}^3/\text{s}$  (cfr. calcoli in §3.1).

I risultati della simulazione sono analoghi a quelli della simulazione di cui in §3.1 (scenario 1a).

La presenza dell'intervento di allargamento della S.P.160 non incide significativamente sui livelli di piena, rispetto alla situazione progettuale senza di esso.

I livelli idrici in fase di piena si mantengono in linea con quelli dello scenario 1a; in corrispondenza di alcune sezioni, si verifica un contenuto abbassamento (pochi centimetri), mentre non si verifica mai alcun incremento degli stessi.

Come risulta dalla simulazione, si può affermare che l'area di cantiere non è interessata da allagamento per eventi con tempo di ritorno 60 anni: una limitata area di allagamento si può notare immediatamente a monte di esso, ma essa non lo interessa direttamente ed ha un'estensione trasversale contenuta. In questo scenario i baraccamenti non sottraggono volume all'esondazione e non producono aggravio, in termini di livello idrico, alla viabilità provinciale presente in sponda destra del T. Lemme.

La Tabella 4 riporta i risultati del modello idraulico RAS nelle sezioni implementate per tempo di ritorno 60 anni.

La Figura 9 riporta il profilo longitudinale RAS con l'indicazione del livello idrico.

La Figura 10 riporta la Carta dei tiranti idrici, realizzata con l'applicativo di ArcView HEC-GeoRAS, nella quale si evidenzia come il cantiere COCIV non sia interessato da allagamento; la Figura 11 riporta un ingrandimento della zona interessata.

Si rimanda all'allegato per la visualizzazione dei risultati in tutte le sezioni trasversali.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
lemme	1238.742	TR060	190.00	378.80	381.66	381.07	382.12	0.015692	3.00	63.34	29.70	0.66
lemme	1163.789	TR060	190.00	378.07	380.63	380.13	380.96	0.014309	2.52	75.50	44.72	0.62
lemme	1087.149	TR060	190.00	376.59	379.73	378.98	379.99	0.010727	2.27	83.62	46.02	0.54
lemme	1035.341	TR060	190.00	375.52	379.04	378.19	379.41	0.011547	2.68	70.97	31.64	0.57
lemme	964.263	TR060	190.00	374.39	378.07	377.09	378.54	0.012438	3.07	61.92	22.26	0.59
lemme	844.727	TR060	190.00	372.65	375.74	375.58	376.46	0.025616	3.75	50.62	27.81	0.89
lemme	742.196	TR060	190.00	371.47	374.07	373.48	374.52	0.013426	2.98	63.75	29.56	0.65
lemme	680.607	TR060	190.00	370.13	373.29	372.65	373.71	0.012637	2.89	65.69	29.66	0.62
lemme	615.103	TR060	190.00	369.26	372.82	371.54	373.11	0.006226	2.41	80.48	35.50	0.46
lemme	596.430	TR060	190.00	369.25	372.47	371.57	372.94	0.010655	3.05	62.23	22.67	0.59
lemme	591.93		Int Struct									
lemme	591.431	TR060	190.00	367.23	371.11	369.84	371.53	0.007915	2.87	66.20	20.57	0.51
lemme	583.343	TR060	190.00	366.50	371.09	369.53	371.45	0.006432	2.67	71.24	20.43	0.46
lemme	546.555	TR060	190.00	366.54	370.72	369.43	371.18	0.007795	3.02	62.91	18.74	0.53
lemme	476.543	TR060	190.00	365.81	370.28	368.85	370.68	0.006088	2.86	77.38	41.26	0.49
lemme	443.427	TR060	190.00	365.61	370.03	368.67	370.44	0.008787	2.90	77.95	57.16	0.49
lemme	417.806	TR060	190.00	365.76	369.67	368.71	370.17	0.012658	3.14	67.86	52.78	0.58
lemme	402.166	TR060	190.00	365.63	369.47	368.53	369.96	0.013093	3.14	64.13	32.37	0.59
lemme	383.673	TR060	190.00	365.20	369.28	368.11	369.73	0.010676	2.97	67.90	34.25	0.54
lemme	362.700	TR060	190.00	364.82	368.85	367.95	369.45	0.014720	3.43	56.57	27.03	0.63
lemme	337.439	TR060	190.00	364.73	368.41	367.68	369.05	0.016848	3.54	54.72	28.00	0.67
lemme	315.492	TR060	190.00	364.84	367.41	367.41	368.47	0.038908	4.56	41.64	20.10	1.01
lemme	273.484	TR060	190.00	364.03	367.29	366.30	367.56	0.008343	2.29	83.00	35.44	0.48
lemme	233.560	TR060	190.00	362.93	366.54	365.76	367.09	0.015271	3.30	57.65	20.94	0.63
lemme	209.689	TR060	190.00	362.82	366.35	365.39	366.74	0.010495	2.78	68.40	26.39	0.55
lemme	199.689	TR060	190.00	362.78	366.28	365.24	366.63	0.009445	2.60	73.00	28.72	0.52
lemme	196		Bridge									
lemme	193.69	TR060	190.00	362.67	365.92	365.17	366.39	0.013706	3.05	62.39	25.45	0.62
lemme	178.689	TR060	190.00	362.39	365.39	365.14	366.09	0.025929	3.72	51.03	25.60	0.84
lemme	158.118	TR060	190.00	362.00	365.14	364.52	365.62	0.015575	3.07	61.90	27.50	0.65
lemme	118.683	TR060	190.00	361.10	364.26	363.85	364.89	0.021071	3.52	53.90	24.56	0.76
lemme	84.832	TR060	190.00	360.19	363.25	363.13	364.02	0.031306	3.88	48.91	26.06	0.91
lemme	55.661	TR060	190.00	358.42	362.44	362.19	363.16	0.026916	3.76	50.58	24.78	0.84
lemme	12.363	TR060	190.00	357.73	361.73	361.09	362.20	0.015938	3.04	62.40	28.09	0.65

**Tabella 4 – Modello RAS - Stato di Progetto con variante SP160 – TR=60 anni - Tabella risultati**

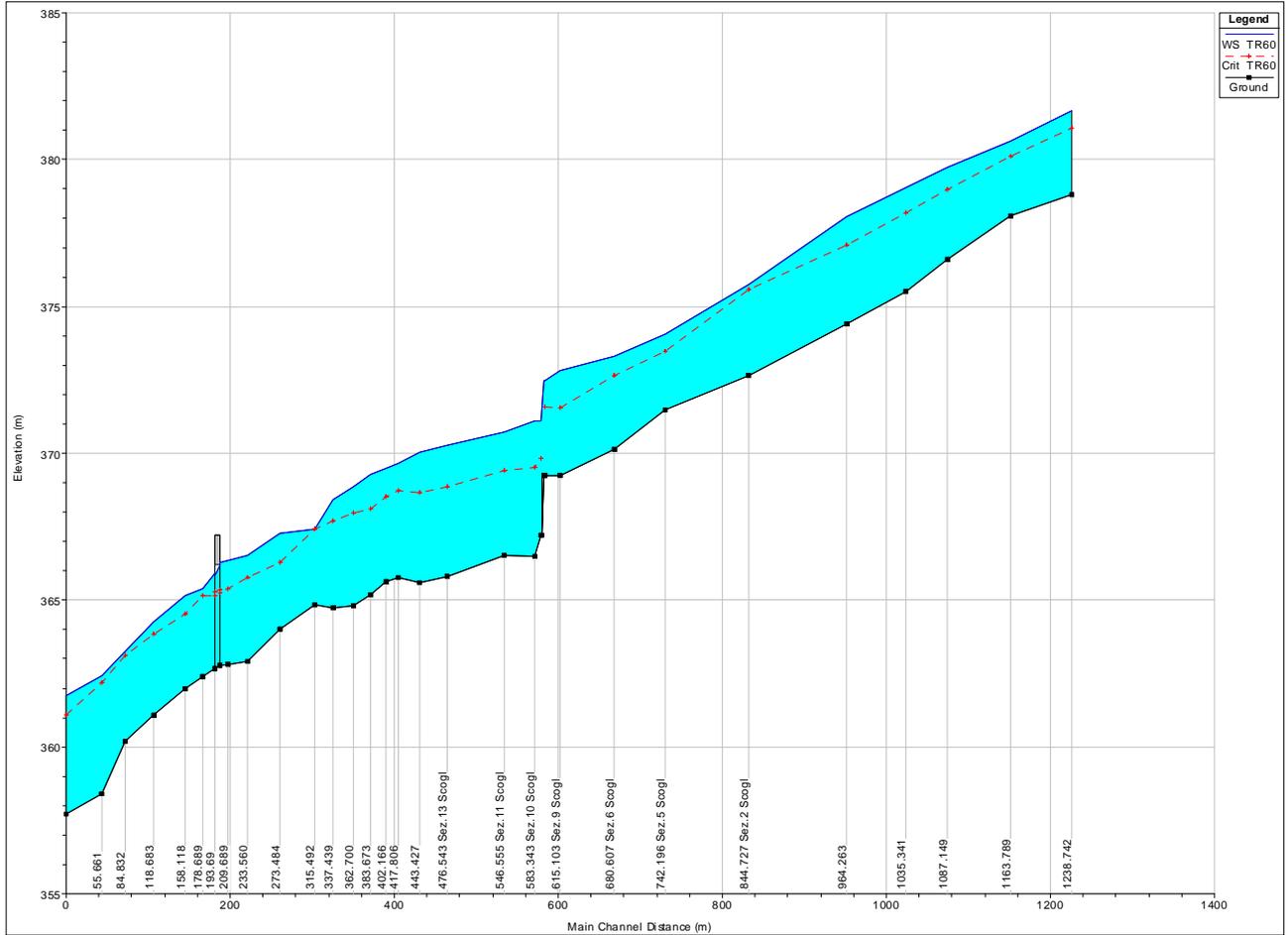
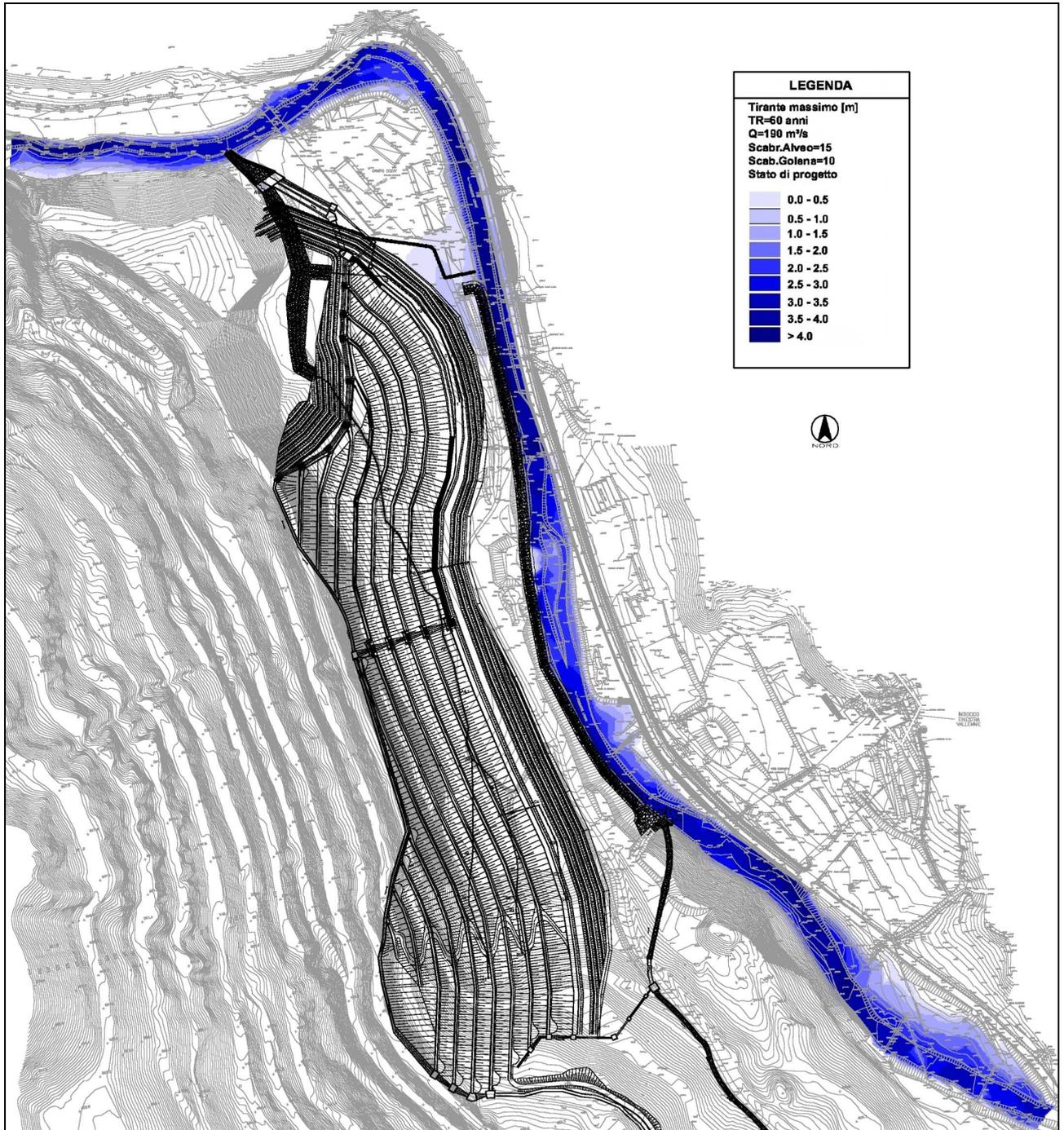


Figura 9 – Modello RAS – Stato di Progetto con variante SP160 – TR=60 anni - Profilo longitudinale



**Figura 10** – Modello RAS - Stato di progetto con variante SP160 - TR=60 anni - Carta dei tiranti (m)

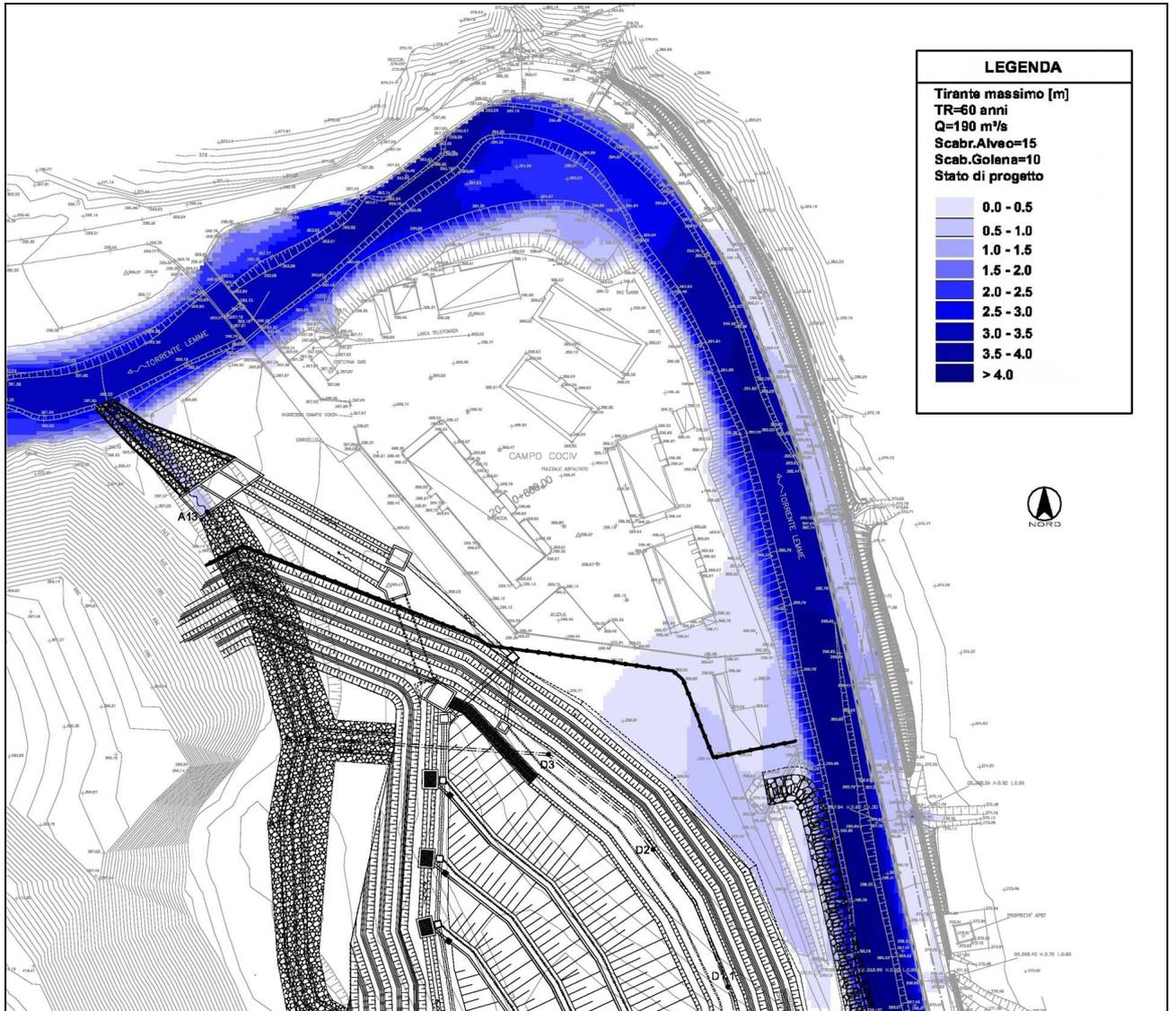


Figura 11 – Modello RAS - Stato di progetto con variante SP160 - TR=60 anni - Carta dei tiranti (m) – Area cantiere

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00 Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3
	Foglio 24 di 207

#### 4.2 Scenario 2b. $T_r=200$ anni. $K_s=25 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ in alveo e $k_s=15 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ in golena

La simulazione è stata realizzata in moto stazionario per tempo di ritorno 200 anni e scabrezze di Strickler pari a  $K_s=25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per il fondo alveo e  $K_s=15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per le sponde e le golene.

I risultati della simulazione sono analoghi a quelli della simulazione di cui in §3.2 (scenario 2a).

La presenza dell'intervento di allargamento della S.P.160 non incide significativamente sui livelli di piena, rispetto alla situazione progettuale senza di esso.

I livelli idrici in fase di piena si mantengono in linea con quelli dello scenario 1b; in corrispondenza di alcune sezioni, si verifica un contenuto abbassamento (pochi centimetri), mentre non si verifica mai alcun incremento degli stessi.

La Tabella 5 riporta i risultati del modello idraulico RAS nelle sezioni implementate.

La Figura 12 riporta il profilo longitudinale RAS con l'indicazione del livello idrico.

La Figura 13 riporta la Carta dei tiranti idrici, realizzata con l'applicativo di ArcView HEC-GeoRAS, nella quale si evidenzia come il cantiere COCIV non sia interessato da allagamento; una limitata area di allagamento si può notare immediatamente a monte di esso, ma essa non lo interessa direttamente ed ha un'estensione trasversale contenuta, pari a un massimo di circa 40 m dalla sponda; la Figura 14 riporta un ingrandimento della zona interessata.

Si rimanda all'allegato per la visualizzazione dei risultati in tutte le sezioni trasversali.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E. G. Elev (m)	E. G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
lemme	1238.742	TR200 SP14	244.00	378.80	381.46	381.46	382.55	0.011702	4.74	57.54	28.66	0.99
lemme	1163.789	TR200 SP14	244.00	378.07	380.30	380.57	381.50	0.016421	5.23	60.78	42.73	1.15
lemme	1087.149	TR200 SP14	244.00	376.59	379.77	379.57	380.50	0.007174	4.41	85.29	46.38	0.80
lemme	1035.341	TR200 SP14	244.00	375.52	378.86	378.86	380.03	0.009814	5.41	65.42	30.55	0.96
lemme	964.263	TR200 SP14	244.00	374.39	377.57	377.75	379.19	0.012728	6.06	51.28	20.84	1.09
lemme	844.727	TR200 SP14	244.00	372.65	375.78	376.28	377.54	0.014844	6.52	51.76	28.02	1.18
lemme	742.196	TR200 SP14	244.00	371.47	373.22	373.84	375.27	0.036029	6.44	39.55	27.20	1.63
lemme	680.607	TR200 SP14	244.00	370.13	373.13	372.97	373.96	0.009534	4.05	60.97	29.41	0.87
lemme	615.103	TR200 SP14	244.00	369.26	373.14	371.89	373.55	0.002519	2.87	92.07	35.83	0.49
lemme	596.430	TR200 SP14	244.00	369.25	372.83	371.97	373.46	0.004014	3.59	73.14	32.16	0.62
lemme	591.93			Inl Struct								
lemme	591.431	TR200 SP14	244.00	367.23	370.96	370.27	371.74	0.005037	3.99	63.12	20.38	0.69
lemme	583.343	TR200 SP14	244.00	366.50	371.02	369.96	371.67	0.003712	3.63	69.82	20.34	0.59
lemme	546.555	TR200 SP14	244.00	366.54	370.48	369.94	371.47	0.005690	4.53	58.58	18.45	0.74
lemme	476.543	TR200 SP14	244.00	365.81	370.28	369.95	371.07	0.004221	4.37	77.41	41.28	0.66
lemme	443.427	TR200 SP14	244.00	365.63	369.96	369.42	370.90	0.004976	4.41	75.19	54.75	0.69
lemme	417.806	TR200 SP14	244.00	365.76	369.38	369.38	370.69	0.010179	5.28	56.07	31.91	0.92
lemme	402.166	TR200 SP14	244.00	365.63	369.30	369.20	370.53	0.007374	4.97	60.92	31.07	0.84
lemme	383.673	TR200 SP14	244.00	365.20	369.40	368.70	370.35	0.005366	4.49	72.68	36.45	0.71
lemme	362.700	TR200 SP14	244.00	364.82	368.59	368.59	370.14	0.009833	5.71	50.39	18.11	0.96
lemme	337.439	TR200 SP14	244.00	364.73	367.90	368.49	369.80	0.015556	6.26	44.02	18.00	1.16
lemme	315.492	TR200 SP14	244.00	364.84	367.44	367.88	369.41	0.019959	6.35	42.26	20.18	1.30
lemme	273.484	TR200 SP14	244.00	364.03	365.95	366.64	368.15	0.049370	6.59	37.97	30.24	1.84
lemme	233.560	TR200 SP14	244.00	362.93	366.45	366.18	367.51	0.008158	4.60	55.80	20.80	0.85
lemme	209.689	TR200 SP14	244.00	362.82	366.57	365.83	367.25	0.004601	3.78	74.37	27.02	0.66
lemme	199.689	TR200 SP14	244.00	362.78	366.63	365.64	367.17	0.003517	3.35	83.34	33.29	0.57
lemme	196			Bridge								
lemme	193.69	TR200 SP14	244.00	362.67	366.09	365.61	366.93	0.006102	4.17	66.84	26.15	0.75
lemme	178.689	TR200 SP14	244.00	362.39	365.60	365.60	366.78	0.010448	4.97	56.46	26.37	0.95
lemme	158.118	TR200 SP14	244.00	362.00	364.32	364.90	366.35	0.031260	6.39	40.39	24.91	1.52
lemme	118.683	TR200 SP14	244.00	361.10	364.29	364.29	365.46	0.011658	4.92	54.63	24.63	1.00
lemme	84.832	TR200 SP14	244.00	360.19	363.67	363.83	365.04	0.011888	5.92	60.07	27.05	1.05
lemme	55.661	TR200 SP14	244.00	358.42	362.19	362.89	364.51	0.019252	7.15	44.47	23.70	1.26
lemme	12.363	TR200 SP14	244.00	357.73	361.00	361.79	363.53	0.025813	7.58	43.04	25.09	1.45

**Tabella 5 – Modello RAS - Stato di Progetto con variante SP160 – TR=200 anni - Tabella risultati**

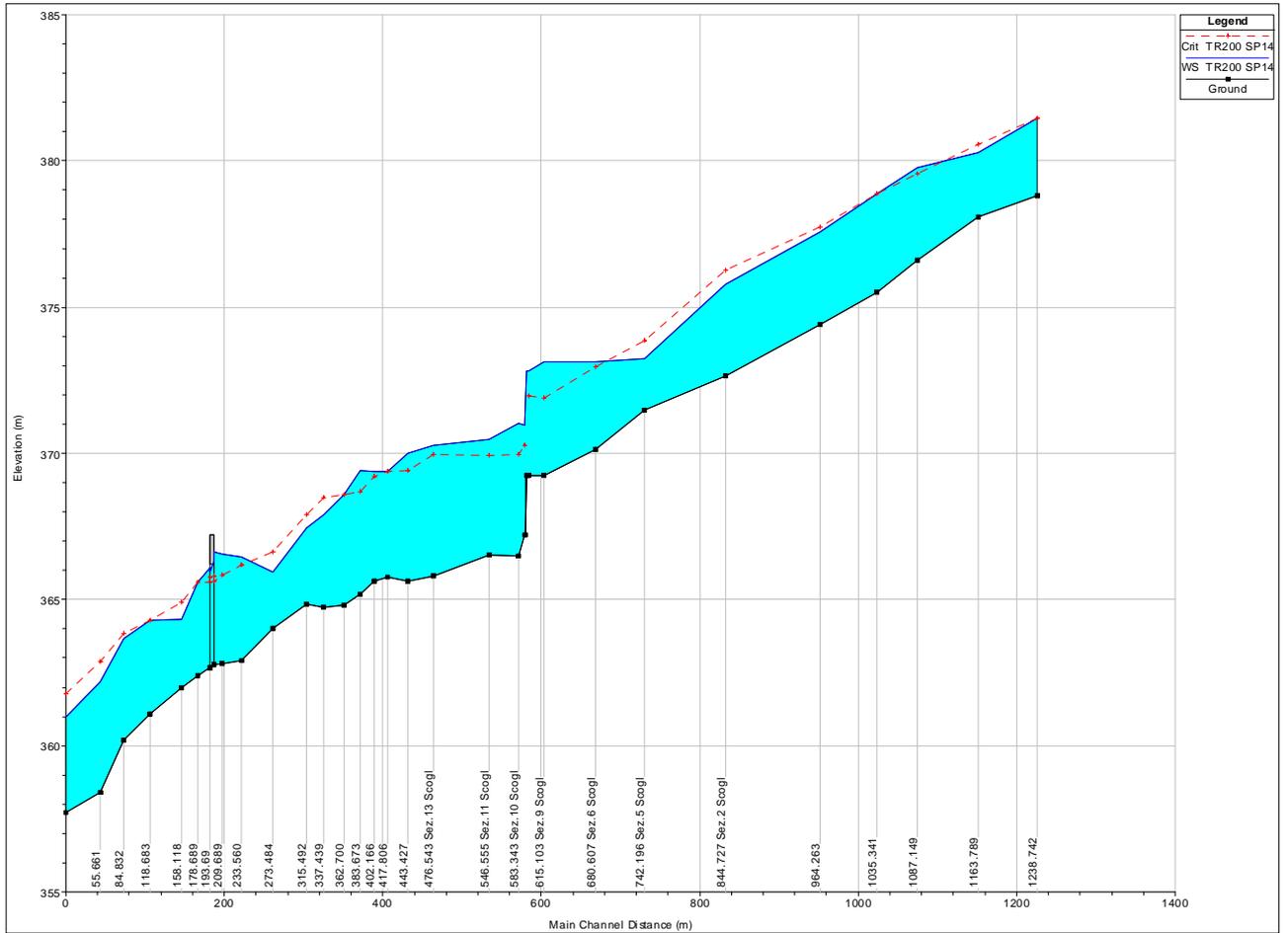


Figura 12 – Modello RAS – Stato di Progetto con variante SP160 – TR=200 anni - Profilo longitudinale

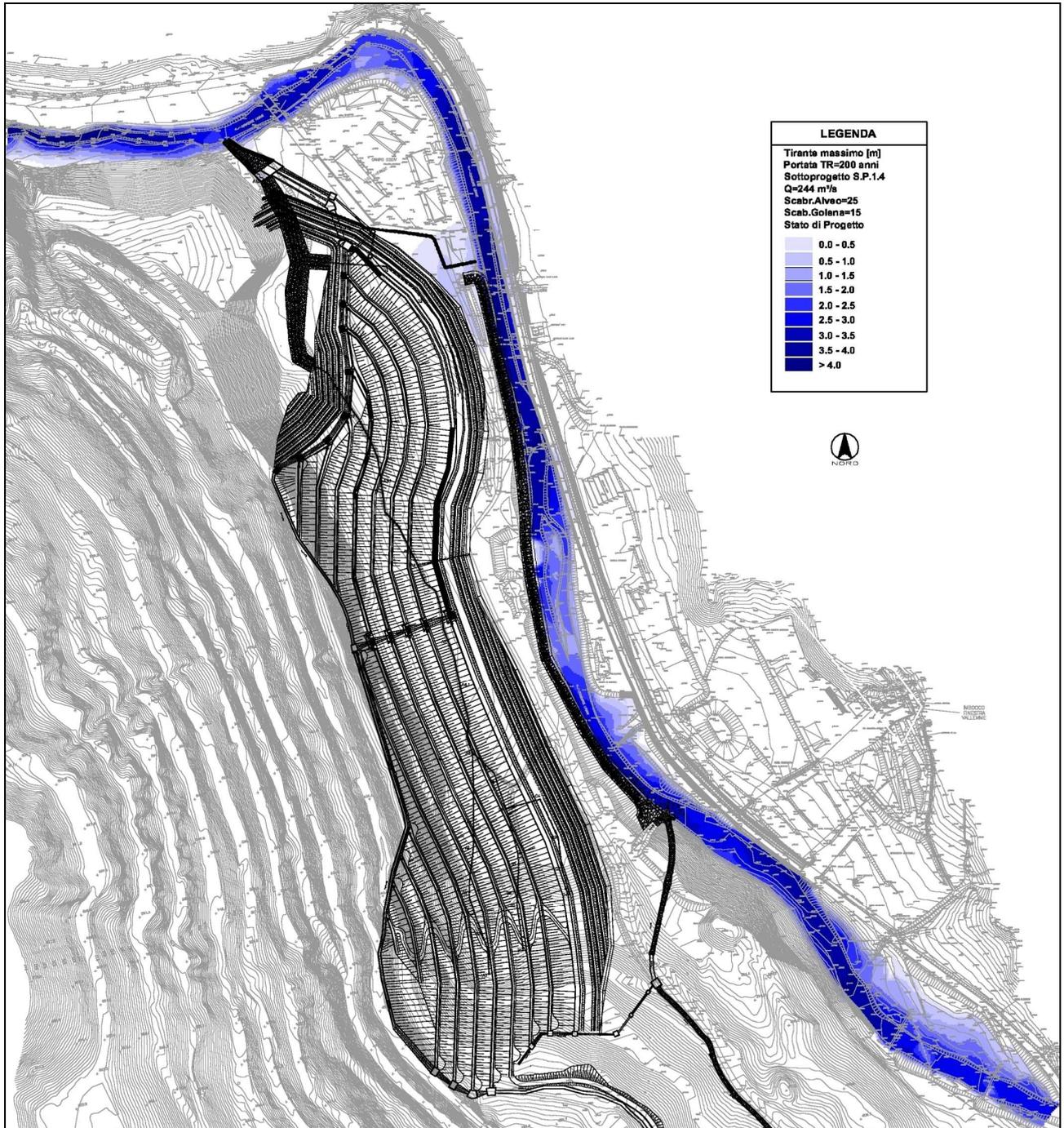
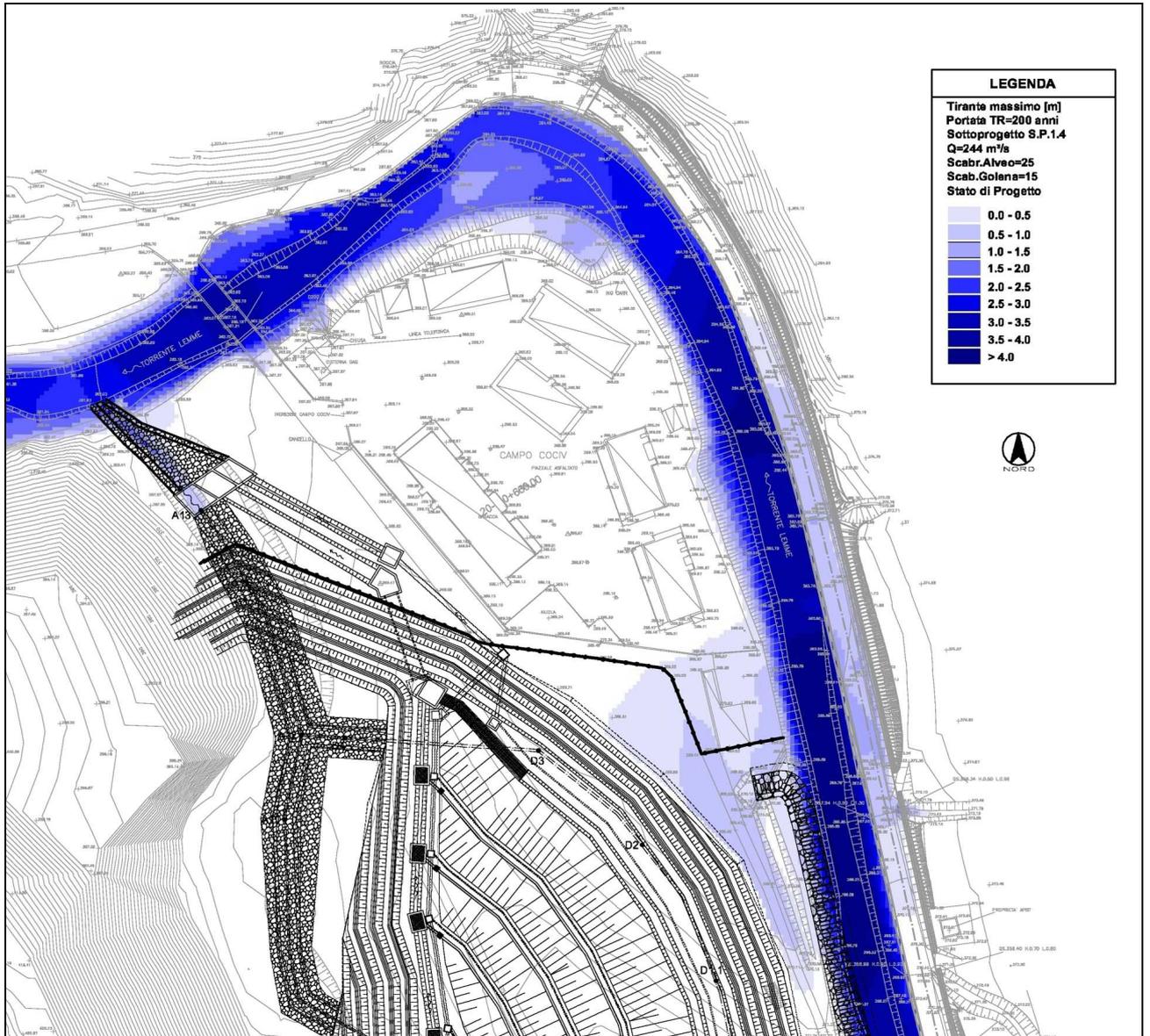


Figura 13 – Modello RAS - Stato di progetto con variante SP160 - TR=200 anni - Carta dei tiranti (m)



**Figura 14** – Modello RAS - Stato di progetto con variante SP160 - TR=200 anni - Carta dei tiranti (m) – Area cantiere

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00 Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3</p>	<p>Foglio 29 di 207</p>

## ALLEGATO 1: DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00 Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3	Foglio 30 di 207

## All1.1 Il codice di calcolo utilizzato: HEC-RAS

### Caratteristiche generali di HEC-RAS

Il modello matematico-numerico utilizzato per le simulazioni del sistema idraulico oggetto di studio è il codice *HEC-RAS River Analysis System*, sviluppato dall'U.S. Army Corps of Engineering – Hydrologic Engineering Center. La versione del software utilizzata è la 4.1.0.

HEC-RAS consente il calcolo idraulico monodimensionale di canali naturali e artificiali, sia in condizioni di moto permanente che di moto vario, tenendo conto dell'influenza sul moto di manufatti di vario tipo (ponti, tombini, briglie, sfioratori ecc.) eventualmente presenti nel sistema. Possono essere modellati sia canali singoli che reti di canali naturali o artificiali, chiusi o aperti, con l'integrazione di profili di corrente lenta, veloce o di tipo "misto".

Concluse le operazioni di calcolo è possibile ottenere una serie di elaborati finali per la consultazione dei risultati ottenuti e per la visualizzazione grafica in formati compatibili con i software di disegno automatico o quelli relativi a sistemi informativi territoriali.

### Definizione della geometria del sistema

La prima fase necessaria all'implementazione del modello consiste nel creare la geometria del sistema, ossia nel disegnare l'alveo da analizzare, tracciando il sistema dei corsi d'acqua e le loro connessioni, secondo la direzione di scorrimento dell'acqua.

Successivamente si provvede ad inserire le sezioni trasversali, definendo le quote e le distanze progressive dal punto di origine della sezione, convenzionalmente individuato in sponda sinistra, e ad indicare le distanze reciproche procedendo in senso contrario a quello dello scorrimento dell'acqua. Per ogni sezione si identificano, mediante l'inserimento della distanza progressiva specifica, l'alveo e le zone golenali.

L'operazione termina con l'inserimento dei dati di scabrezza dell'alveo e delle sponde, secondo il coefficiente  $n$  di *Manning* o il  $K_s$  di *Strickler*. In Figura 15 è possibile vedere un esempio di

geometria del sistema e in Figura 16 è esemplificata la finestra in cui vengono immessi i dati relativi alle sezioni trasversali.

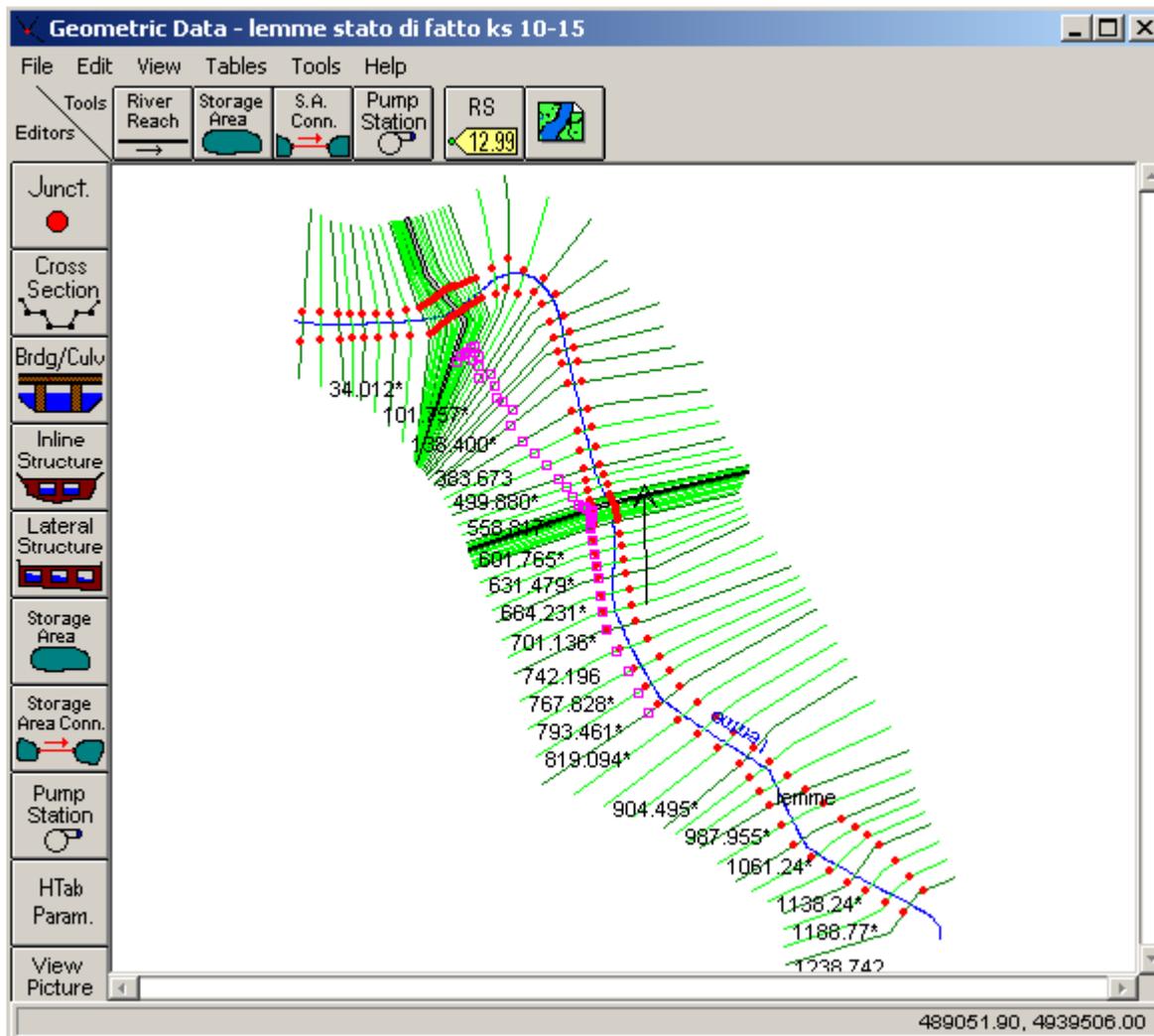


Figura 15 – Definizione della geometria del sistema.

**Cross Section Data - lemme stato di fatto ks 10-15**

Exit Edit Options Plot Help

River: lemme Apply Data  

Reach: lemme River Sta.: 1238.742  

Description

Cross Section X-Y Coordinates			
Station	Elevation	n Val	
1	0	412.91	0.1
2	0.75	412.6	
3	2.14	412	
4	2.34	411.91	
5	4.34	411	
6	6.26	410.04	
7	6.35	410	
8	6.41	409.98	
9	6.47	409.97	
10	7.59	409.65	

Downstream Reach Lengths		
LOB	Channel	ROB
26.047	24.983	25.24

Manning's n Values		
LOB	Channel	ROB
N/A	N/A	N/A

Main Channel Bank Stations	
Left Bank	Right Bank
158.03	192.81

Cont\Exp Coefficients	
Contraction	Expansion
0.1	0.3

Edit Station Elevation Data (m)

**Figura 16** – Editor delle sezioni trasversali.

Il programma, al termine dell'inserimento delle informazioni geometriche, restituisce il grafico delle sezioni e il profilo altimetrico dell'alveo, come si può vedere in Figura 17 e in Figura 18.

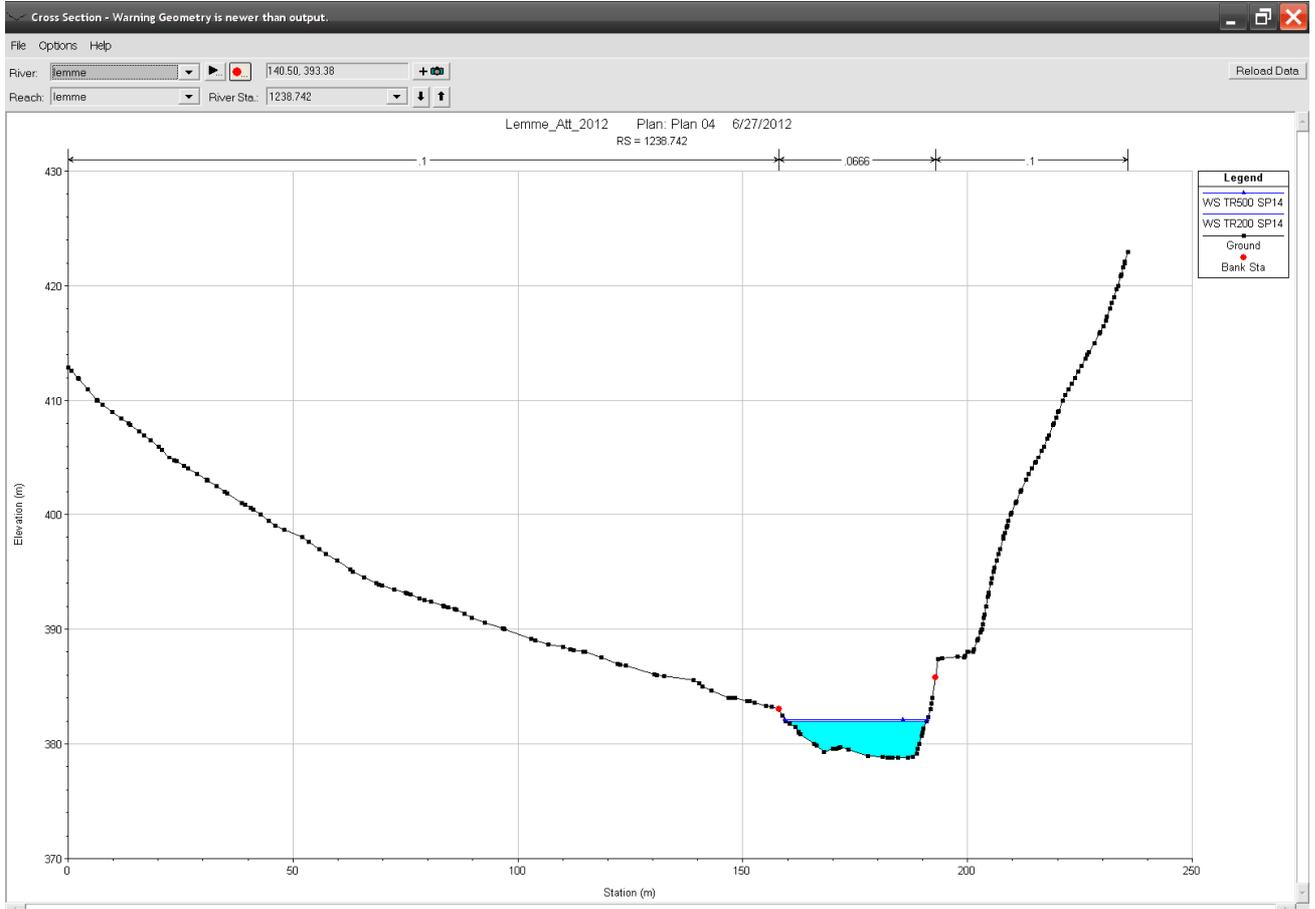
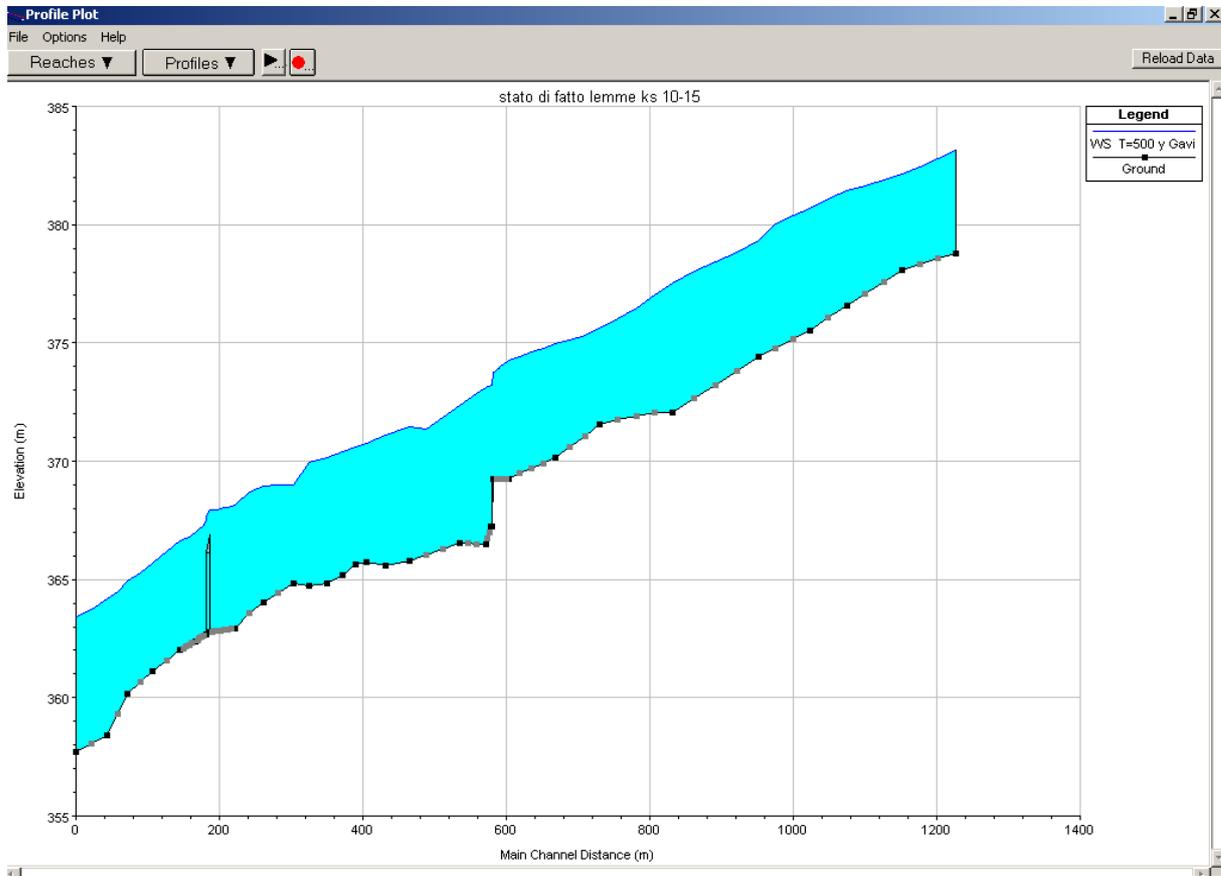


Figura 17 – Visualizzazione grafica delle sezioni trasversali.



**Figura 18** – Visualizzazione grafica del profilo longitudinale.

All'interno della geometria che schematizza il sistema è possibile inserire le strutture presenti lungo il corso d'acqua, come ponti o tombini, o strutture fittizie come gli stramazzi laterali (lateral weir); questi ultimi vengono utilizzati per simulare il sormonto del rilevato arginale da parte della superficie idrica e possono essere o meno collegati a delle aree di immagazzinamento (storage area) in relazione alla configurazione del terreno circostante, adatta o meno a contenere in un'area finita la quantità d'acqua in uscita. Nelle Figure seguenti sono illustrate una sezione caratterizzata dalla presenza di un ponte ed una planimetria che chiarisce il modo di utilizzo di lateral weir e storage area.

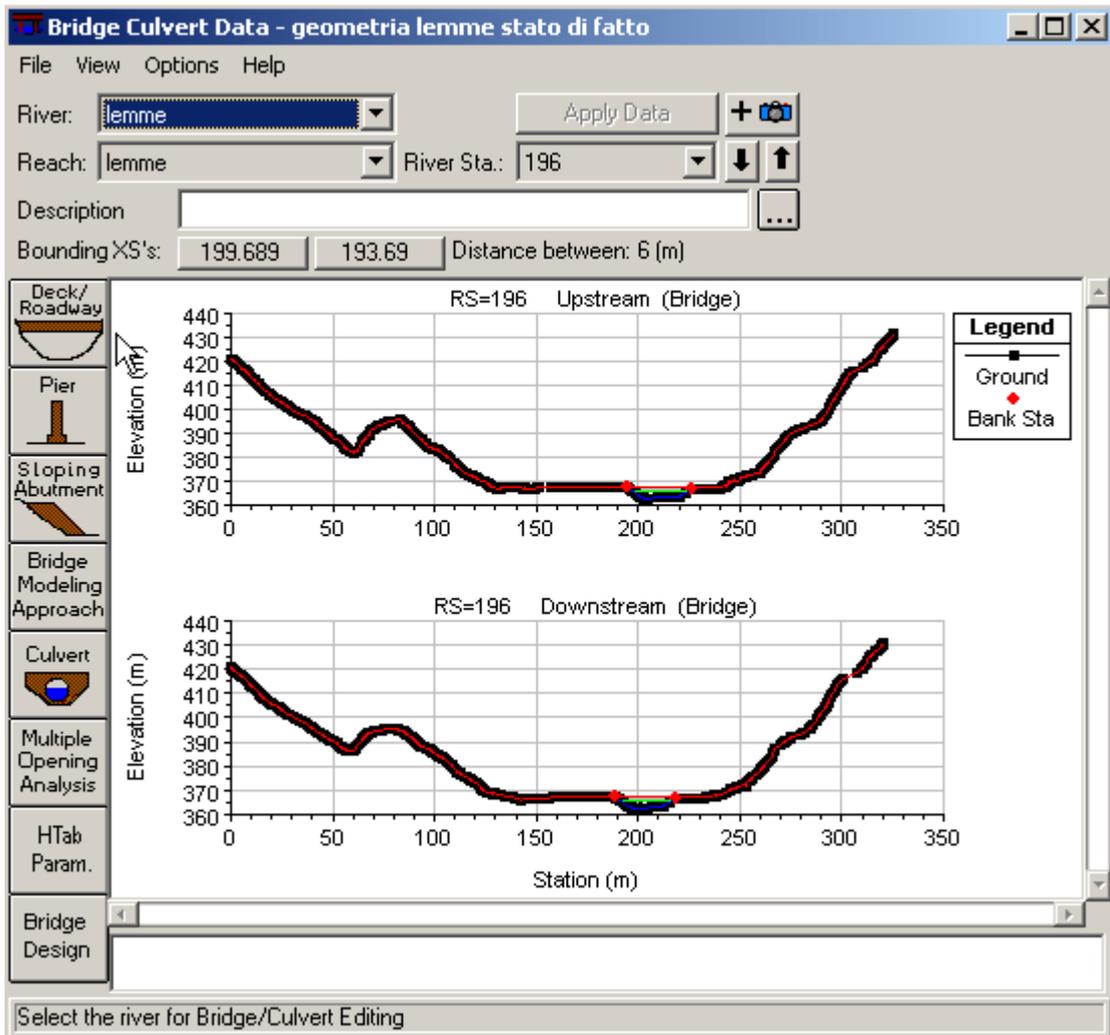
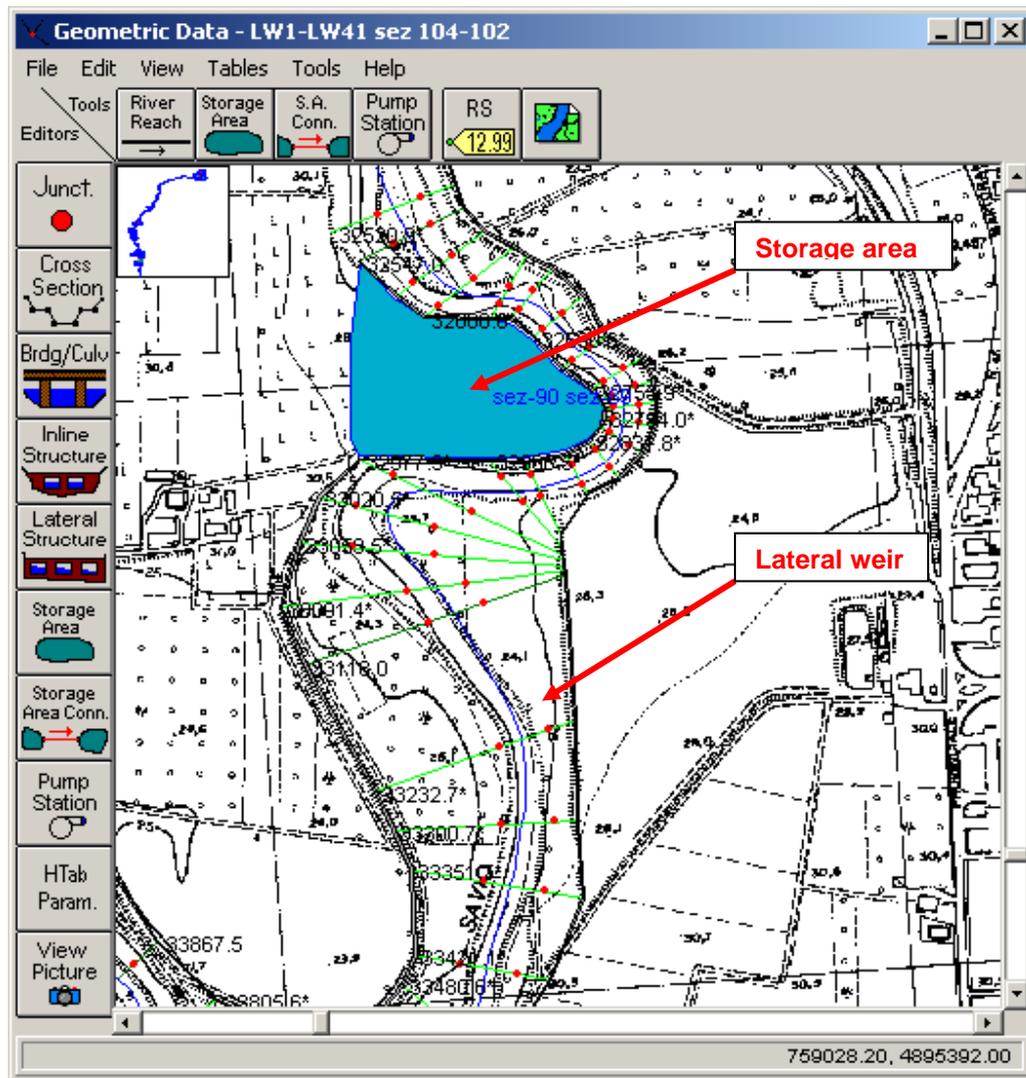


Figura 19 – Visualizzazione grafica di un ponte.



**Figura 20** – Particolare planimetrico raffigurante gli stramazzi laterali e un'area di immagazzinamento (storage area).

### Calcolo del profilo idraulico a moto permanente

Il calcolo del livello del pelo libero si basa sulla risoluzione dell'equazione monodimensionale dell'energia, valuta le perdite di carico mediante l'equazione di Manning, e tiene conto di perdite localizzate a mezzo di opportuni coefficienti moltiplicativi del carico cinetico. L'equazione del momento è utilizzata ogni volta in cui il profilo del moto subisce brusche variazioni, ad esempio in corrispondenza di ponti, confluenze o risalti idraulici.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00 Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3
	Foglio 37 di 207

L'applicazione del modello si basa sulla divisione del corso d'acqua in esame in tronchi di ampiezza tale da poter approssimare i valori medi della sezione e delle velocità a quelli presenti agli estremi e quindi di eseguire i calcoli su aree il cui flusso è assimilabile a quello del moto uniforme.

L'equazione applicata tra due sezioni consecutive è la seguente:

$$h_{i-1} = h_i + h_e + h_f$$

ovvero:

$$z_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + h_e + h_f$$

dove:

V = velocità media della sezione,

V<sub>1,2</sub> = velocità medie calcolate,

α<sub>1,2</sub> = coefficiente di Coriolis,

h<sub>e</sub> = perdita di energia relativa alla variazione del corso d'acqua,

h<sub>f</sub> = perdita di energia per attrito,

z<sub>1,2</sub> = termini geodetici agli estremi del tronco in esame.

I valori di h<sub>e</sub> e h<sub>f</sub> sono così calcolati:

$$h_f = S_f \Delta\chi = \frac{1}{2} (S_{f(i)} - S_{f(i-1)}) \Delta\chi$$

dove:

$$S_f = \frac{V^2}{\chi^2 R} = \frac{V^2}{c^2 R^{\frac{4}{3}}}$$

$$h_e = C_i \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \approx C_i \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g}$$

in cui C<sub>i</sub> rappresenta un coefficiente relativo alle perdite di carico per espansione e contrazione i cui valori variano tra 0 per alveo prismatico e 0.5 per allargamento a 90°.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00 Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3	Foglio 38 di 207

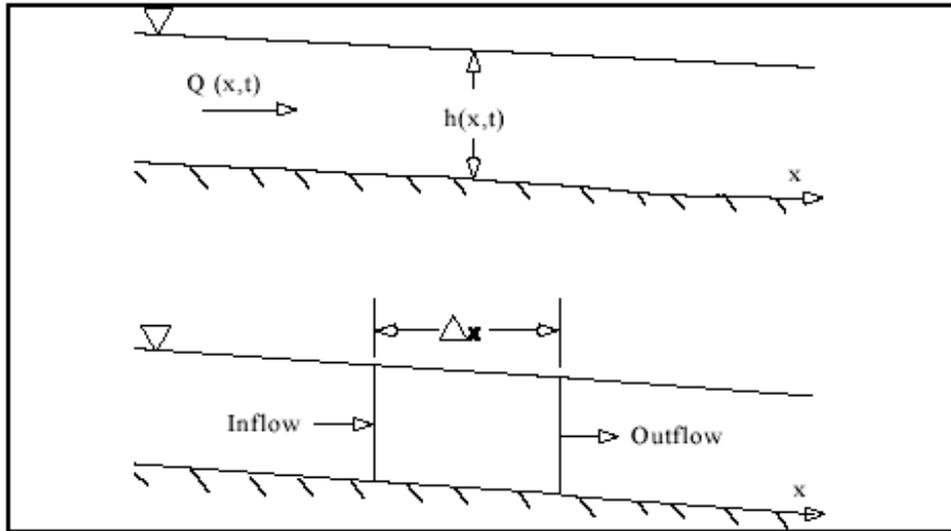
Il programma, partendo dalle caratteristiche di una sezione nota, determina il termine geodetico incognito in una sezione successiva attraverso la soluzione iterativa delle tre equazioni elencate in precedenza: viene ipotizzato un livello  $z_p$  del pelo libero della sezione incognita di cui si conoscono solo geometria, distanza e valori di scabrezza, che viene utilizzato per calcolare tutti i parametri necessari ad applicare l'equazione dell'equilibrio energetico. In tale equazione viene considerata come incognita il valore di  $z_2$ , di cui viene calcolato un valore di prima approssimazione  $z_c$ . Dal confronto tra i valori  $z_p$  e  $z_c$  emerge l'entità dell'errore: se risulta maggiore di 0.003 m la  $z_p$  viene corretta ed il procedimento ripetuto; l'operazione viene reiterata fino a quando non si rientra nei valori di tolleranza definiti ed il risultato viene accettato.

#### Calcolo del profilo idraulico a moto vario

Le leggi fisiche che governano il flusso in un corso d'acqua sono il principio di conservazione della massa e quello di conservazione del momento; tali leggi sono matematicamente espresse secondo equazioni differenziali.

#### Equazione di continuità

Si consideri il volume di controllo illustrato in Figura 21. In corrispondenza del punto centrale del volume di controllo la portata e l'area interessata dal deflusso sono indicati rispettivamente come  $Q(x,t)$  e  $AT$ . La conservazione della massa implica che la variazione del flusso netto che attraversa il volume di controllo deve eguagliare la variazione dell'acqua immagazzinata all'interno del volume stesso.



**Figura 21** – Volume elementare per l'ottenimento delle equazioni di continuità e del momento.

La variazione di portata in ingresso può essere scritta come:

$$Q - \frac{\partial Q}{\partial x} \frac{\Delta x}{2}$$

la variazione di portata in uscita è:

$$Q + \frac{\partial Q}{\partial x} \frac{\Delta x}{2}$$

e la variazione di acqua immagazzinata vale:

$$\frac{\partial A_T}{\partial t} \Delta x$$

Assumendo il  $\Delta x$  sufficientemente piccolo la variazione della massa all'interno del volume di controllo viene espressa dall'equazione:

$$\rho \frac{\partial A_T}{\partial t} \Delta x = \rho \left[ \left( Q - \frac{\partial Q}{\partial x} \frac{\Delta x}{2} \right) - \left( Q + \frac{\partial Q}{\partial x} \frac{\Delta x}{2} \right) + Q_l \right]$$

dove  $Q_l$  rappresenta il flusso laterale che entra nel volume di controllo e  $\rho$  è la densità del fluido.

Semplificando e dividendo il tutto per  $\rho \Delta x$  si ottiene la forma finale dell'equazione di continuità:

$$\frac{\partial A_T}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q_l$$

nella quale  $q_l$  costituisce l'apporto di flusso laterale per unità di lunghezza.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00 Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3
	Foglio 40 di 207

## Equazione del momento

La conservazione del momento è espressa dalla seconda legge di Newton come:

$$\sum F_x = \frac{d\vec{M}}{dt}$$

Essa implica che la somma della variazione netta del flusso di momento all'interno del volume di controllo e di tutte le forze esterne agenti sul volume deve essere pari alla velocità di immagazzinamento del momento. Le forze esterne considerate sono quelle dovute alla pressione, alla gravità e all'attrito.

- *Flusso del momento*

Il flusso entrante nel volume di controllo può essere scritto come:

$$\rho \left[ QV - \frac{\partial QV}{\partial x} \frac{\Delta x}{2} \right]$$

mentre quello uscente come:

$$\rho \left[ QV + \frac{\partial QV}{\partial x} \frac{\Delta x}{2} \right]$$

Quindi il flusso netto di momento relativo al volume di controllo è:

$$-\rho \frac{\partial QV}{\partial x} \Delta x$$

Poiché il momento del fluido nel volume di controllo è pari a  $\rho Q \Delta x$ , il tasso di accumulo del fluido diventa:

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho Q \Delta x) = \rho \Delta x \frac{\partial Q}{\partial t}$$

e il momento del flusso:

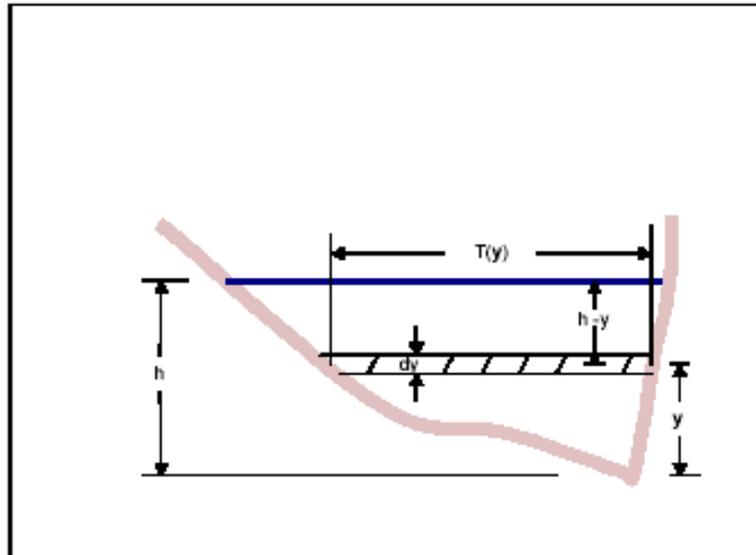
$$\rho \Delta x \frac{\partial Q}{\partial t} - \rho \frac{\partial QV}{\partial x} \Delta x$$

- *Pressione*

Assumendo che la distribuzione delle forze di pressione sia idrostatica e che la pressione totale sia data dall'integrale del prodotto della pressione per l'area lungo la sezione trasversale, la forza di pressione può essere scritta:

$$F_p = \int_0^h \rho g (h - y) T(y) dy$$

in cui  $h$  è il tirante idrico,  $y$  la distanza dalla linea di Talweg, e  $T(y)$  una funzione che collega la larghezza della sezione trasversale alla dal fondo (Cfr. Figura 22)



**Figura 22** – Definizione delle forze di pressione.

Se con  $F_p$  si indica la pressione in direzione  $x$  al centro del volume di controllo, la forza a monte può essere espressa come:

$$F_p - \frac{\partial F_p}{\partial x} \frac{\Delta x}{2}$$

mentre quella a valle del volume di controllo risulta essere:

$$F_p + \frac{\partial F_p}{\partial x} \frac{\Delta x}{2}$$

La somma delle forze di pressione che agiscono sul volume di controllo diventa:

$$F_{P_n} = \left| F_p - \frac{\partial F_p}{\partial x} \frac{\Delta x}{2} \right| - \left| F_p + \frac{\partial F_p}{\partial x} \frac{\Delta x}{2} \right| + F_B$$

nella quale  $F_B$  rappresenta la forza esercitata dalle sponde sul fluido in direzione  $x$ . Semplificando, l'equazione diventa:

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00 Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3

Foglio  
42 di  
207

$$F_{Pn} = -\frac{\partial F_p}{\partial x} \frac{\Delta x}{2} + F_B$$

Combinando con la prima equazione scritta:

$$F_{Pn} = -\rho g \Delta x \left[ \frac{\partial h}{\partial x} \int_0^h T(y) dy + \int_0^h (h-y) \frac{\partial T(y)}{\partial x} dy \right] + F_B$$

Il primo integrale altro non è che l'area della sezione trasversale, mentre il secondo integrale, moltiplicato per  $-\rho g \Delta x$  indica la forza esercitata dal fluido sulle sponde, uguale e contraria a  $F_B$ . La pressione netta risulta:

$$F_{Pn} = -\rho g A \frac{\partial h}{\partial x} \Delta x$$

- *Forza gravitazionale*

La forza dovuta all'azione dell'accelerazione di gravità sul volume di controllo, in direzione x è pari a:

$$F_g = \rho g A \sin \theta \Delta x$$

con  $\theta$  angolo tra l'orizzontale e la linea di pendenza del fondo del corpo idrico. Per fiumi naturali tale angolo è molto piccolo ed il seno diventa approssimabile con la tangente  $\tan \theta = -\partial z_0 / \partial x$  con  $z_0$  quota del fondo. L'espressione della forza gravitazionale diventa:

$$F_g = -\rho g A \frac{\partial z_0}{\partial x} \Delta x$$

- *Forza d'attrito*

Le forze d'attrito tra il canale ed il fluido sono rappresentate dall'equazione:

$$F_f = -\tau_0 P \Delta x$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00 Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3

Foglio  
43 di  
207

con  $t_0$  tensione tangenziale media e  $P$  perimetro bagnato. Il segno negativo indica che con il flusso nel senso delle  $x$  positive la forza agisce in direzione opposta. La tensione tangenziale può essere espressa in termini di coefficiente di resistenza  $C_D$  :

$$\tau_0 = \rho C_D V^2$$

$C_D$  può essere correlato al coefficiente di Chezy,  $C$ , mediante:

$$C_D = \frac{g}{C^2}$$

Inoltre l'equazione di Chezy può essere scritta come:

$$V = C \sqrt{RS_f}$$

e la forza di attrito diventa:

$$F_f = -\rho g A S_f \Delta x$$

con  $S_f$  pendenza e  $R$  raggio idraulico. Per porre in relazione la pendenza e la portata viene utilizzata l'equazione di Manning:

$$V = \frac{1}{n} R_h^{2/3} i^{1/2}$$

Tornando all'equazione di conservazione del momento, uguagliando il flusso alla sommatoria delle forze esterne si ottiene:

$$\rho \Delta x \frac{\partial Q}{\partial t} = -\rho \frac{\partial QV}{\partial x} \Delta x - \rho g A \frac{\partial h}{\partial x} \Delta x - \rho g A \frac{\partial z_0}{\partial x} \Delta x - \rho g A S_f \Delta x$$

L'altezza del tirante idrico,  $z$ , è pari a  $z_0+h$ ; quindi la pendenza della superficie d'acqua risulta:

$$\frac{\partial z}{\partial x} = \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial z_0}{\partial x}$$

Sostituendo nell'equazione precedente e semplificando si ottiene l'equazione finale della conservazione del momento:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial QV}{\partial x} + gA \left( \frac{\partial z}{\partial x} + S_f \right) = 0$$

Le equazioni di continuità e di conservazione del momento vengono approssimate alle differenze finite e risolte iterativamente secondo uno schema implicito a quattro punti (box scheme), come illustrato in Figura 23.

Il codice differenzia il flusso nel canale e nelle golene per cui le equazioni, alle differenze finite e non infinitesimali, diventano:

$$\Delta Q + \frac{\Delta A_c}{\Delta t} \Delta x_c + \frac{\Delta A_g}{\Delta t} \Delta x_g + \frac{\Delta S}{\Delta t} \Delta x_g - \bar{Q}_l = 0$$

$$\frac{\Delta(Q_c \Delta x_c + Q_g \Delta x_g)}{\Delta t \Delta x_e} + \frac{\Delta(\beta V Q)}{\Delta x_e} + g \bar{A} \left( \frac{\Delta z}{\Delta x_e} + \bar{S}_f + \bar{S}_h \right) = 0$$

dove il pedice c indica il canale e il pedice g indica la golena, la soprallineatura indica il valore medio nel tratto di integrazione, e:

$\bar{S}$  area della sezione che invasa ma non contribuisce al flusso;

$\beta$  coefficiente di Coriolis calcolato come:

$$\beta = \frac{(V_c Q_c + V_g Q_g)}{QV}$$

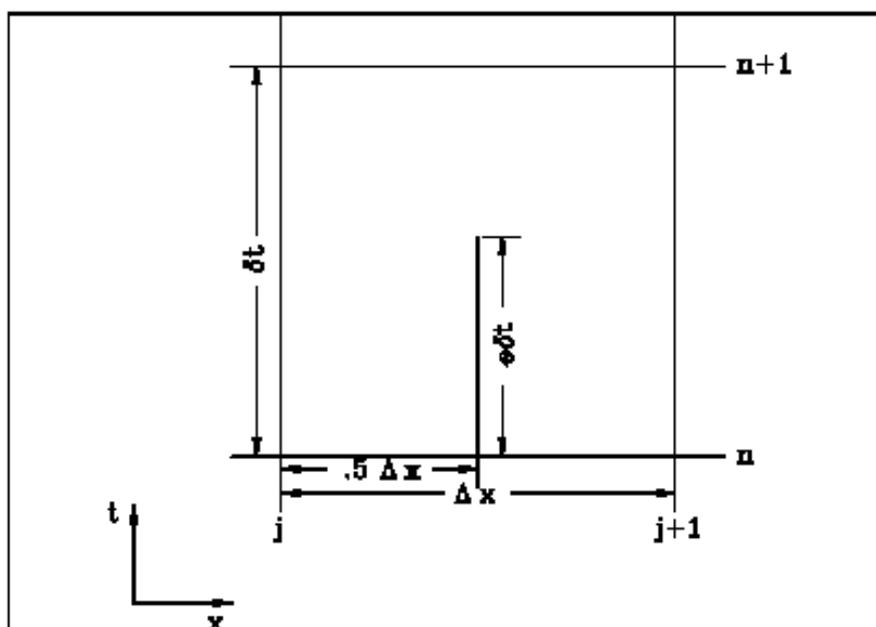
$\bar{S}_h$  perdite di energia non dovute all'attrito (espansioni, contrazioni, strutture);

$\Delta x_e$  distanza equivalente calcolata come:

$$\Delta x_e = \frac{\bar{A}_c \Delta x_c + \bar{A}_g \Delta x_g}{\bar{A}}$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00 Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3	Foglio 45 di 207

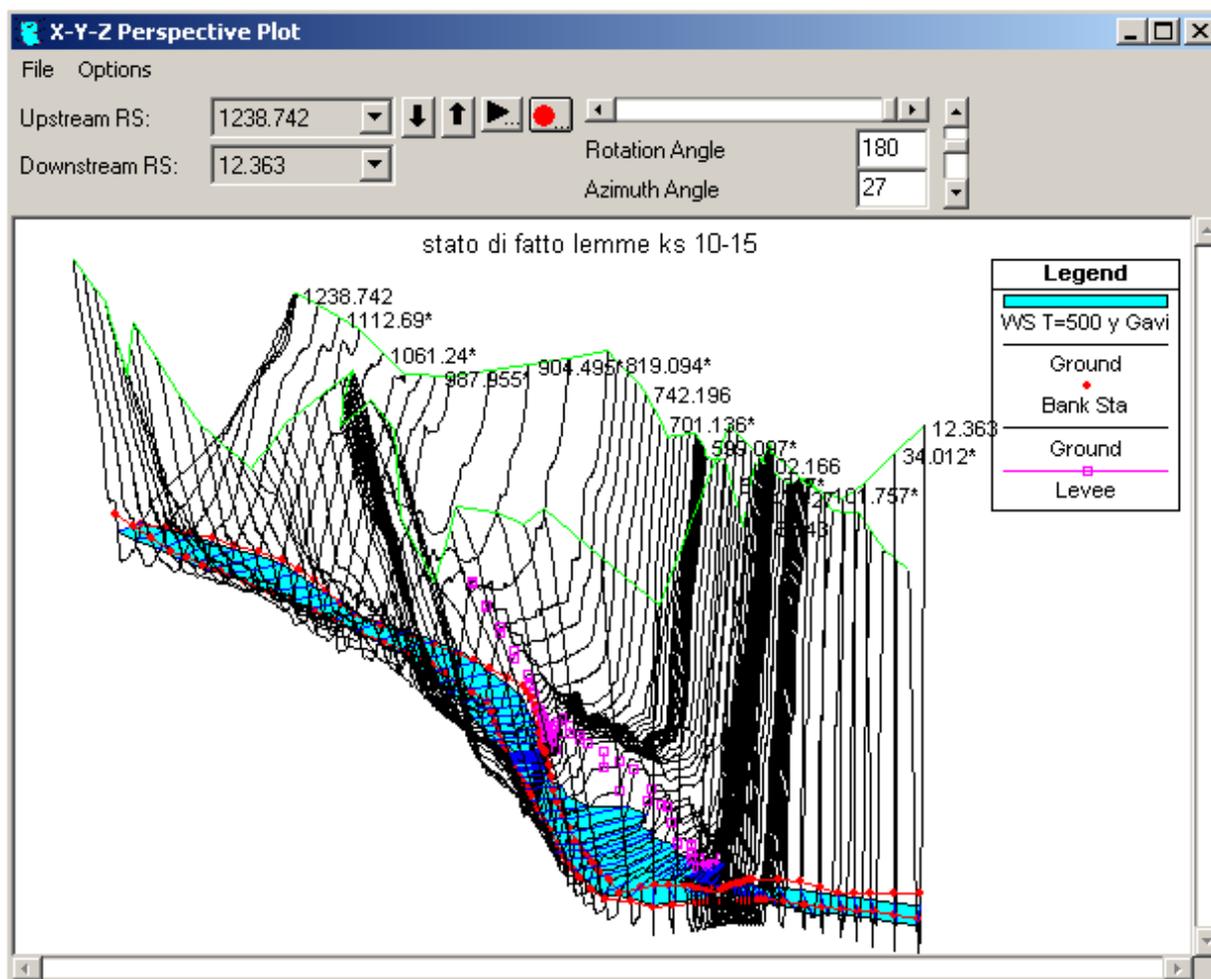
Secondo lo schema adottato i valori delle funzioni e delle derivate utilizzate nelle equazioni vengono valutati in un punto interno alla cella caratterizzante la schematizzazione,  $(n+\theta)Dt$  e nei termini delle equazioni entrano i valori calcolati in  $(n+1)Dt$ . Si ottiene così un sistema di equazioni simultanee, che consente alle informazioni provenienti da tutto il sistema in esame di influenzare la soluzione in ogni punto di calcolo.



**Figura 23** – Elemento caratteristico della schematizzazione alle differenze finite.

### Visualizzazione dei risultati

I risultati vengono visualizzati in tabella e graficamente. Esempi del formato con cui vengono restituiti i risultati sono disponibili nelle Figure precedenti. L'ultima tipologia di rappresentazione, riportata nella figura seguente, permette di visualizzare in assonometria l'area in fase di studio.



**Figura 24** – Rappresentazione tridimensionale dei risultati.

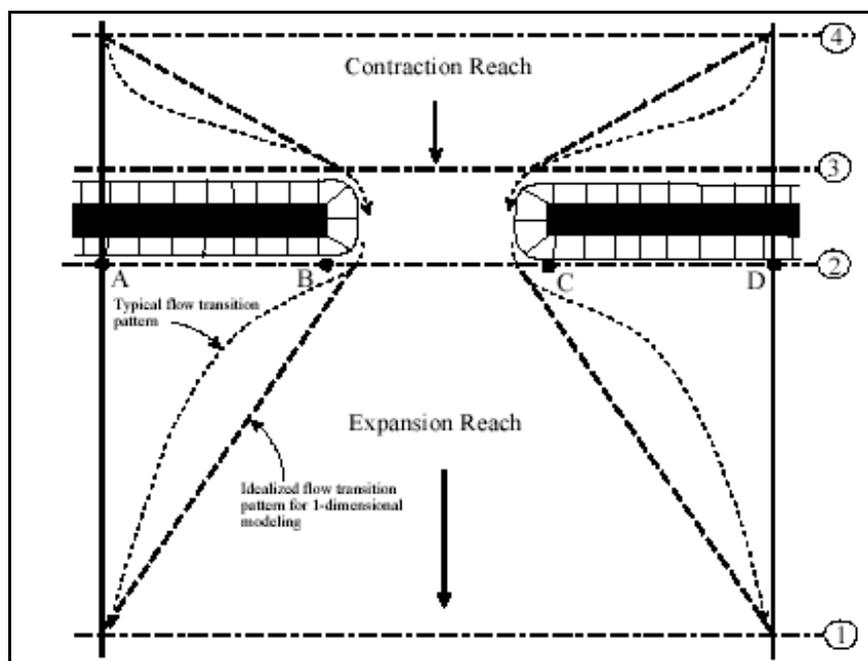
### All1.2 Costruzione del modello

La schematizzazione del corso d'acqua ricavata mediante le tecniche descritte nel paragrafo precedente va chiaramente integrata con l'inserimento delle strutture presenti. Queste sono costituite dal ponte di accesso al cantiere TAV e da una soglia alla sez. 591.93, immesse nel modello grazie al rilievo.

HEC-RAS calcola le perdite di energia dovute ai ponti secondo tre contributi. Il primo contributo consiste nelle perdite che si verificano immediatamente a valle della struttura dove generalmente si verifica un'espansione del flusso; il secondo termine è costituito dalle perdite dovute alla struttura stessa, che possono essere calcolate con diversi metodi; l'ultimo contributo è dovuto alle perdite che avvengono a monte della struttura dove il flusso generalmente si contrae per passare

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00 Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3
	Foglio 47 di 207

attraverso la luce del ponte. Per poter stimare i termini sopra descritti è necessario utilizzare quattro sezioni per ogni struttura, come illustrato in Figura 25.



**Figura 25** – Posizione delle sezioni trasversali in corrispondenza di un ponte.

La sezione 1 deve essere collocata sufficientemente a valle rispetto alla struttura in modo da non essere influenzata dall'espansione del flusso; analogamente la sezione 4 deve essere collocata a monte del ponte ad una distanza tale da non rientrare nella zona di contrazione del flusso; le sezioni 2 e 3 sono invece poste immediatamente a valle e a monte della struttura. Queste sezioni devono essere tracciate in fase di costruzione della geometria facendo riferimento alla tipologia di attraversamento e quindi all'entità del restringimento rispetto al deflusso indisturbato.

Per quanto concerne il calcolo del profilo idraulico attraverso un ponte il codice di calcolo possono essere scelte diverse formulazioni, in relazione alla natura del deflusso, sia esso libero o in pressione. Nel caso di deflusso libero le perdite di carico attraverso il ponte possono essere calcolate secondo il bilancio dell'energia, il bilancio del momento, l'equazione di Yarnell e il metodo FHWA; quest'ultimo, come quello di Yarnell ma meno noto, è un metodo empirico molto utilizzato negli Stati Uniti. Per il deflusso in pressione è possibile fare ancora uso del bilancio energetico oppure un altro approccio è quello di utilizzare separatamente le equazioni che regolano il moto in pressione e lo sfioro.

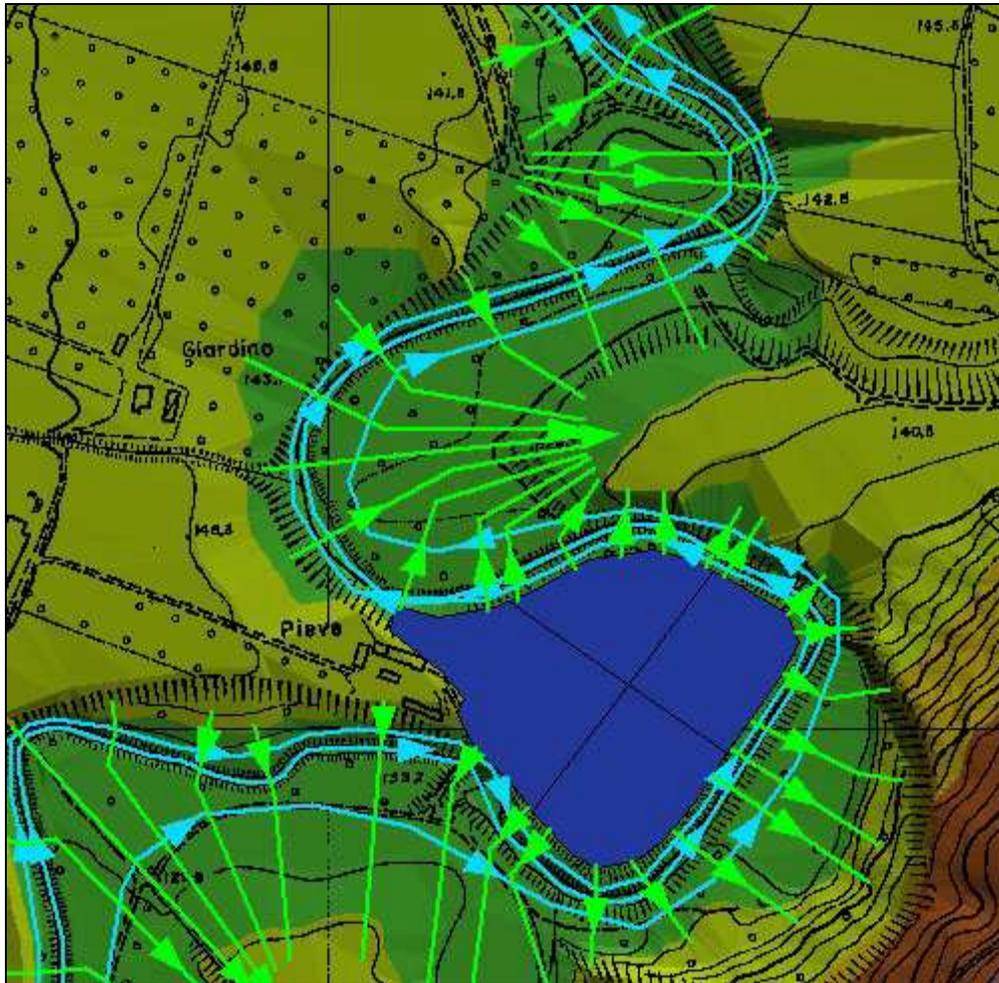
GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00 Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3	Foglio 48 di 207

La scelta del metodo di calcolo dipende di volta in volta dalla configurazione geometrica e dalla tipologia di struttura; assume un ruolo di certa importanza la sensibilità e l'esperienza del modellista.

### **All1.3 Il modulo HEC-GeoRAS**

HEC-GeoRAS è un'estensione di ArcView sviluppata dall'US Army Corps of Engineers, che permette di generare la geometria di un modello di HEC-RAS a partire da un DEM. Definendo una serie di shape file di ArcView l'estensione genera le sezioni (estraendole dal DEM), calcola le distanze tra una sezione e le successive, nomina le sezioni e i tratti di fiume e dà inoltre la possibilità di assegnare le bank, le ineffective flow area, i levee, storage area e le scabrezze.

Innanzitutto si definisce una linea che rappresenta il fiume (stream) e che indica all'incirca la linea di talweg. Successivamente vengono digitalizzate le tracce delle sezioni da estrarre (xscutlines) e le linee di flusso (flowpath). Queste ultime individuano il percorso dell'acqua nel canale principale e, volendo, nelle due zone golenali. Le distanze tra le sezioni vengono calcolate lungo queste linee.

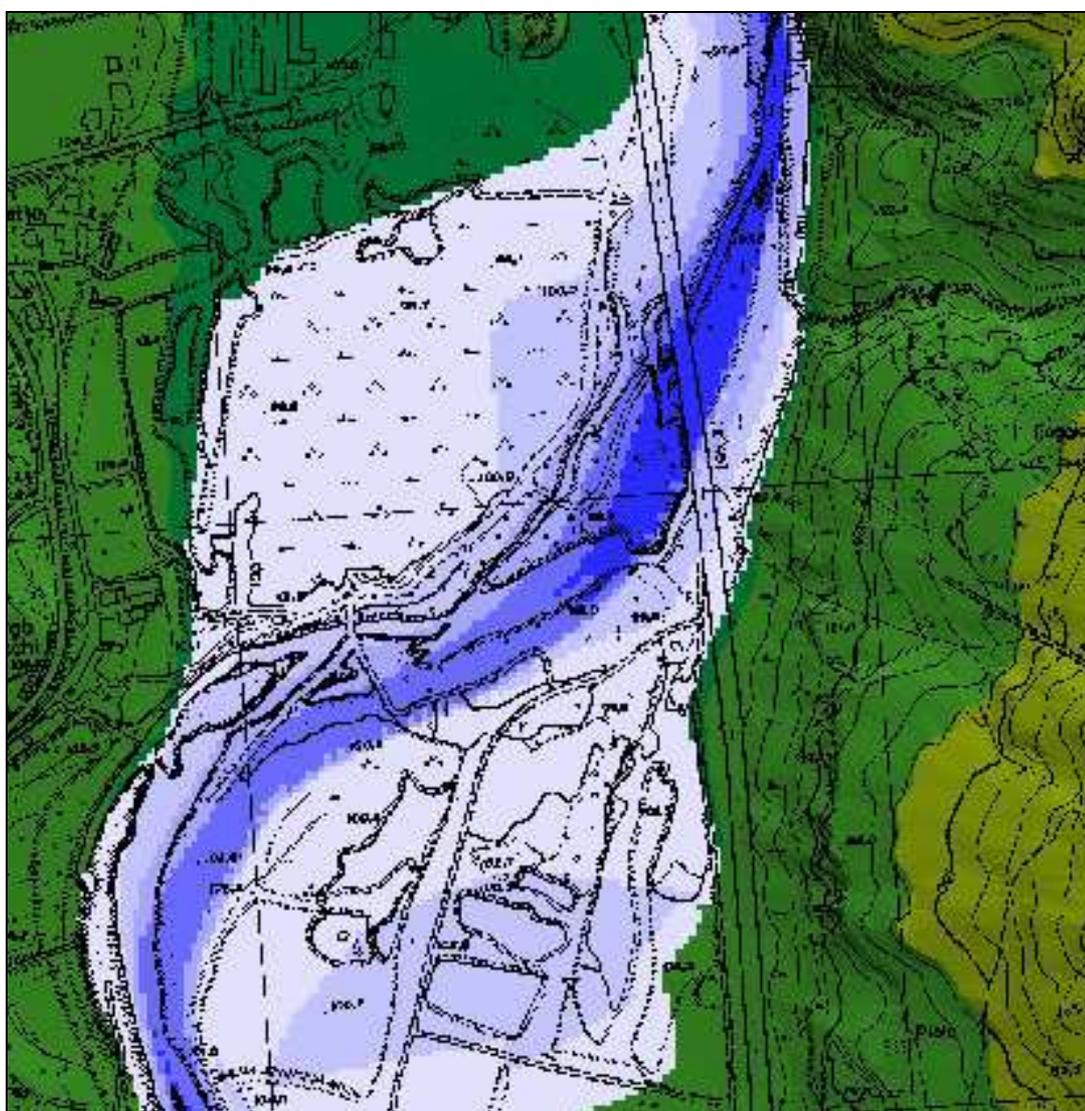


**Figura 26** - Esempio di creazione dei file in HEC-GeoRAS: sono visibili i file per i flowpath (in azzurro), le sezioni trasversali (in verde, orientate da sinistra a destra) e le storage area (in blu). Sullo sfondo sono riconoscibili la CTR e il DEM.

Nella Figura 26 sono state definite anche delle Storage Area che sono essenzialmente delle zone di accumulo in cui il modello HEC-RAS risolve l'equazione di continuità. In alcuni casi è stato necessario l'introduzione di questo tipo di schematizzazione perché le sole sezioni non erano in grado di ben rappresentare il deflusso della piena. Nell'esempio riportato il passaggio d'acqua attraverso la zona golenale (taglio di meandro) non è rappresentabile in maniera soddisfacente solo mediante sezioni.

HEC-GeoRAS genera un file direttamente importabile in HEC-RAS per la definizione della geometria del modello.

HEC-GeoRAS oltre ad essere un pre-processor di HEC-RAS è anche un post-processor, infatti permette l'importazione dei risultati di HEC-RAS e fornisce una serie di strumenti per la definizione delle aree allagate. Innanzitutto genera un TIN a partire dalle tracce delle sezioni utilizzate nel modello a cui assegna una quota pari al livello raggiunto nel profilo esportato da HEC-RAS. Per la determinazione dei tiranti d'acqua vengono rasterizzati i TIN dei livelli e del terreno e viene effettuata la sottrazione, il risultato è un grid che individua le altezze d'acqua su tutta l'area allagata (Figura 27).



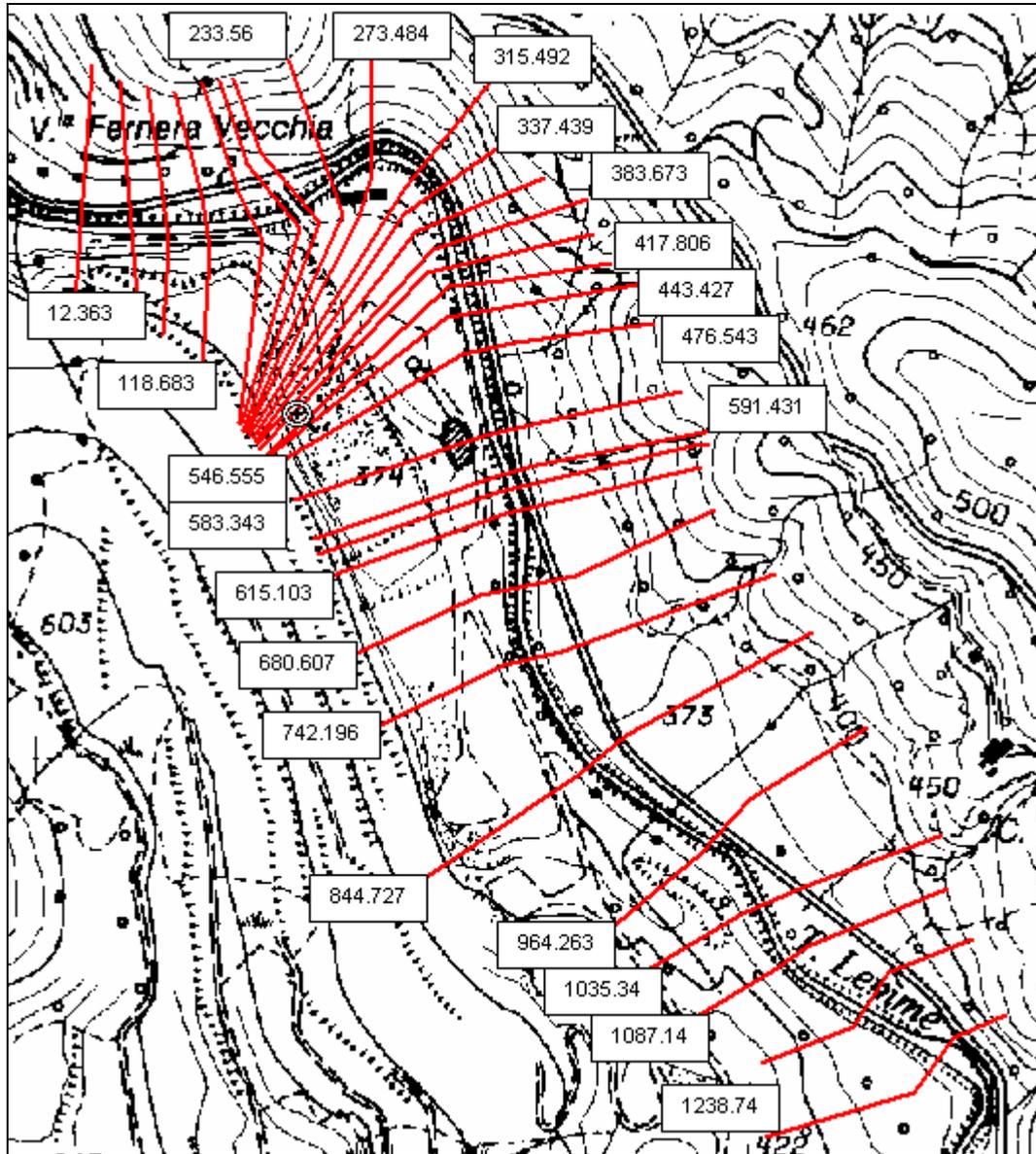
**Figura 27** - Esempio di rappresentazione grafica dei risultati con Georas: sono visibili le zone interessate da esondazione e, in tonalità d'azzurro, la profondità del tirante d'acqua.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00 Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3</p>	<p>Foglio 51 di 207</p>

È possibile importare anche la distribuzione della velocità, il risultato va però preso con molta cautela, infatti in corrispondenza delle sezioni il valore è correttamente quello determinato dal modello idraulico, allontanandosi dalle sezioni il valore perde velocemente significatività.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00 Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3</p>	<p>Foglio 52 di 207</p>

**ALLEGATO 2: GEOMETRIA MODELLO RAS – UBICAZIONE SEZIONI TRASVERSALI**



Ubicazione sezioni trasversali RAS



**Geometria schematica RAS**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00 Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3</p>	<p>Foglio 55 di 207</p>

**ALLEGATO 3: RISULTATI MODELLO RAS – SCENARIO 1a - TR=60 anni - STATO DI PROGETTO**

Tr=60 anni.  $K_s=15 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$  in alveo e  $k_s=10 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$  in golena

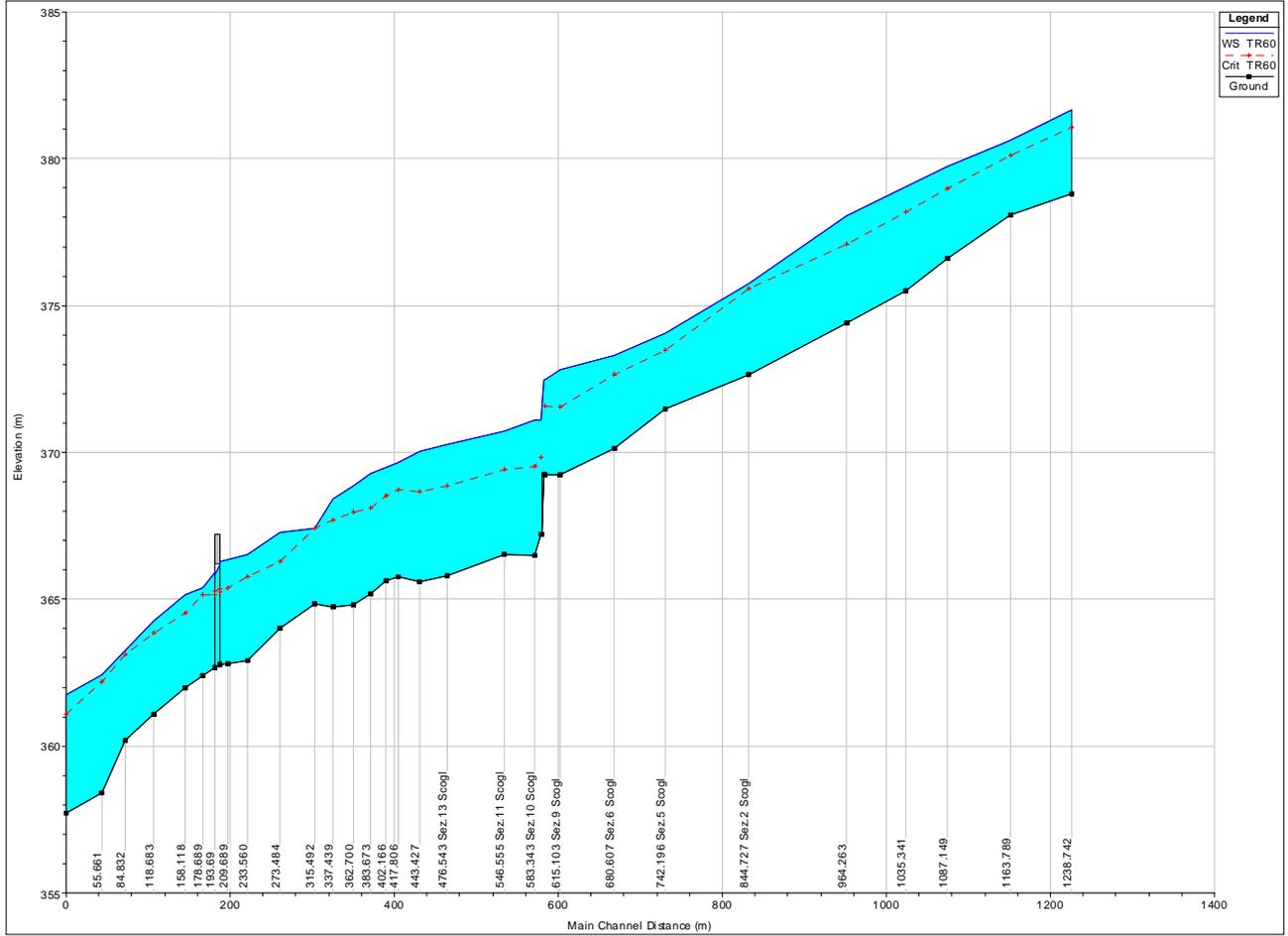
### TEMPO DI RITORNO 60 ANNI

Scabrezze: 15 m<sup>1/3</sup>/s alveo, 10 m<sup>1/3</sup>/s golena

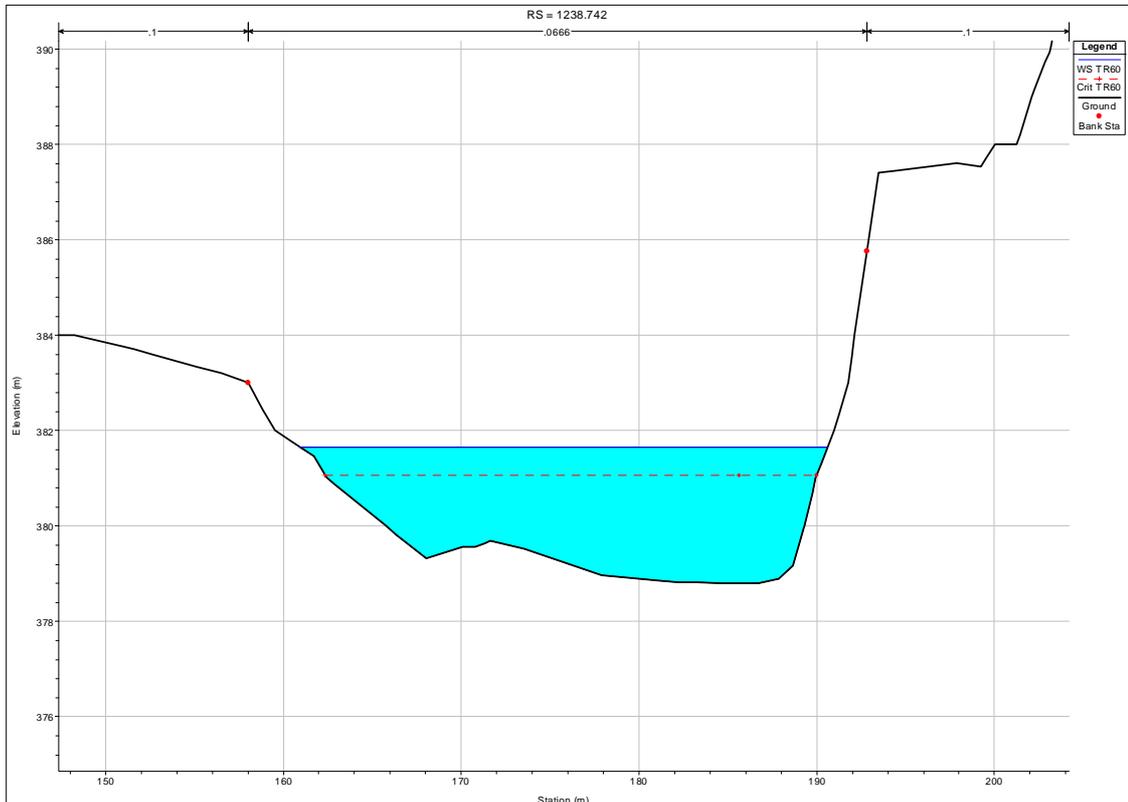
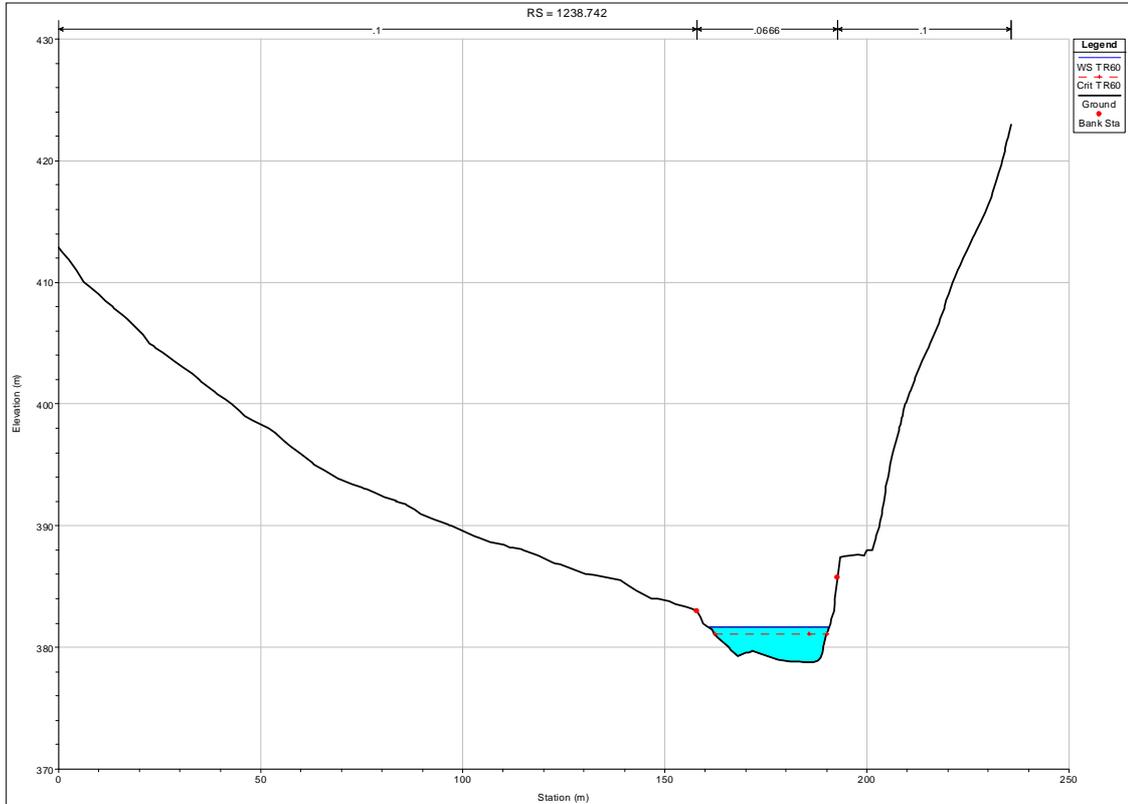
### TR=60 - Stato di progetto - Tabella RAS

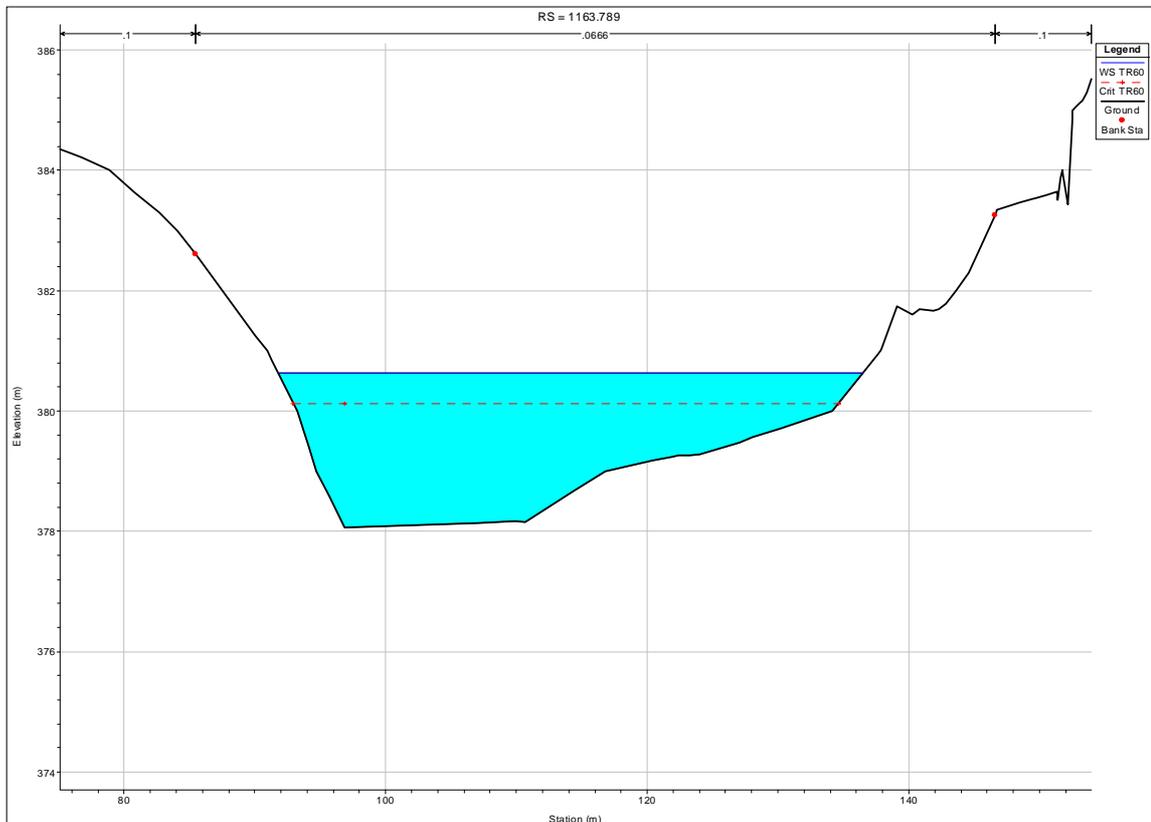
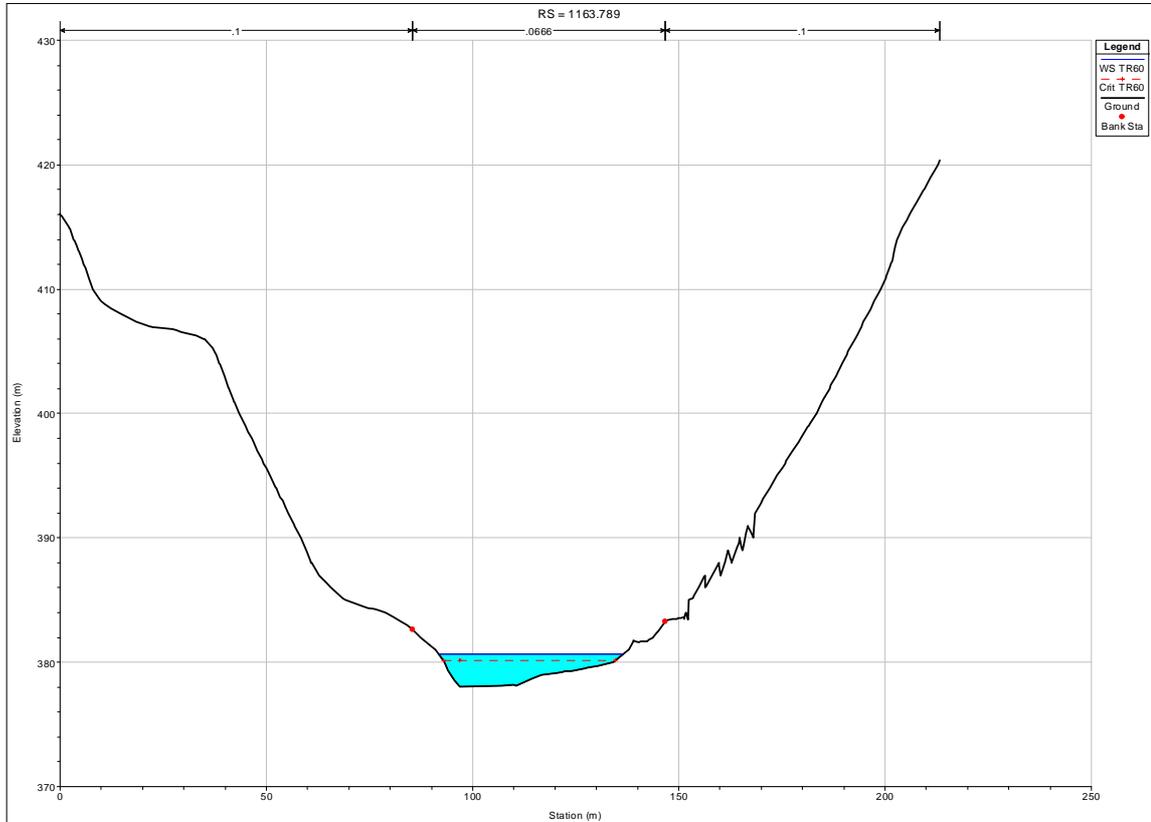
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
lemme	1238.742	TR60	190.00	378.80	381.66	381.07	382.12	0.015692	3.00	63.34	29.70	0.66
lemme	1163.789	TR60	190.00	378.07	380.63	380.13	380.96	0.014310	2.52	75.50	44.72	0.62
lemme	1087.149	TR60	190.00	376.59	379.73	378.98	379.99	0.010728	2.27	83.62	46.02	0.54
lemme	1035.341	TR60	190.00	375.52	379.04	378.19	379.41	0.011547	2.68	70.98	31.64	0.57
lemme	964.263	TR60	190.00	374.39	378.07	377.09	378.55	0.012435	3.07	61.92	22.27	0.59
lemme	844.727	TR60	190.00	372.65	375.74	375.58	376.46	0.025628	3.75	50.81	27.81	0.89
lemme	742.196	TR60	190.00	371.47	374.07	373.48	374.52	0.013415	2.98	63.77	29.56	0.65
lemme	680.607	TR60	190.00	370.13	373.29	372.65	373.72	0.012541	2.89	65.85	29.83	0.62
lemme	615.103	TR60	190.00	369.26	372.82	371.54	373.12	0.006235	2.43	78.27	27.37	0.46
lemme	596.430	TR60	190.00	369.25	372.48	371.57	372.95	0.010531	3.04	62.59	26.19	0.59
lemme	591.93		Inl Struct									
lemme	591.431	TR60	190.00	367.23	371.11	369.84	371.53	0.007863	2.86	66.34	20.58	0.51
lemme	583.343	TR60	190.00	366.50	371.10	369.53	371.46	0.006392	2.66	71.39	20.44	0.45
lemme	546.555	TR60	190.00	366.54	370.73	369.43	371.19	0.007721	3.01	63.11	18.75	0.52
lemme	476.543	TR60	190.00	365.81	370.29	368.85	370.69	0.006090	2.86	76.41	40.45	0.49
lemme	443.427	TR60	190.00	365.61	370.03	368.67	370.45	0.008977	2.91	76.82	55.37	0.50
lemme	417.806	TR60	190.00	365.76	369.67	368.72	370.17	0.012920	3.16	66.98	51.55	0.58
lemme	402.166	TR60	190.00	365.63	369.47	368.53	369.96	0.013016	3.13	64.22	31.36	0.59
lemme	383.673	TR60	190.00	365.20	369.28	368.11	369.73	0.010874	3.00	66.44	31.81	0.54
lemme	362.700	TR60	190.00	364.82	368.86	367.95	369.45	0.014568	3.42	56.85	24.36	0.63
lemme	337.439	TR60	190.00	364.73	368.41	367.68	369.05	0.016957	3.55	53.69	20.60	0.68
lemme	315.492	TR60	190.00	364.84	367.41	367.41	368.47	0.038908	4.56	41.64	20.10	1.01
lemme	273.484	TR60	190.00	364.03	367.29	366.30	367.56	0.008343	2.29	83.00	35.44	0.48
lemme	233.560	TR60	190.00	362.93	366.54	365.76	367.09	0.015271	3.30	57.65	20.94	0.63
lemme	209.689	TR60	190.00	362.82	366.35	365.39	366.74	0.010495	2.78	68.40	26.39	0.55
lemme	199.689	TR60	190.00	362.78	366.28	365.24	366.63	0.009445	2.60	73.00	28.72	0.52
lemme	196		Bridge									
lemme	193.69	TR60	190.00	362.67	365.92	365.17	366.39	0.013706	3.05	62.39	25.45	0.62
lemme	178.689	TR60	190.00	362.39	365.39	365.14	366.09	0.025929	3.72	51.03	25.60	0.84
lemme	158.118	TR60	190.00	362.00	365.14	364.52	365.62	0.015575	3.07	61.90	27.50	0.65
lemme	118.683	TR60	190.00	361.10	364.26	363.85	364.89	0.021071	3.52	53.90	24.56	0.76
lemme	84.832	TR60	190.00	360.19	363.25	363.13	364.02	0.031307	3.88	48.91	26.06	0.91
lemme	55.661	TR60	190.00	358.42	362.44	362.19	363.16	0.026913	3.76	50.58	24.78	0.84
lemme	12.363	TR60	190.00	357.73	361.73	361.09	362.20	0.015938	3.04	62.40	28.09	0.65

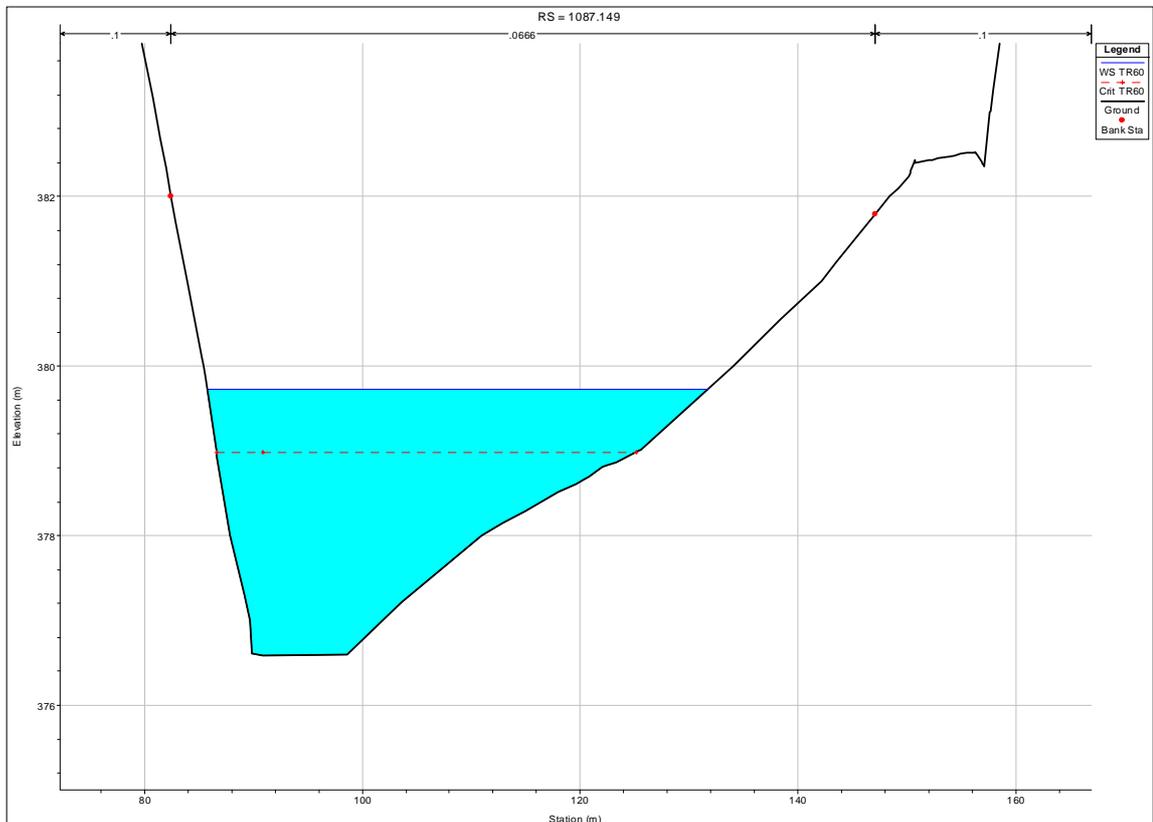
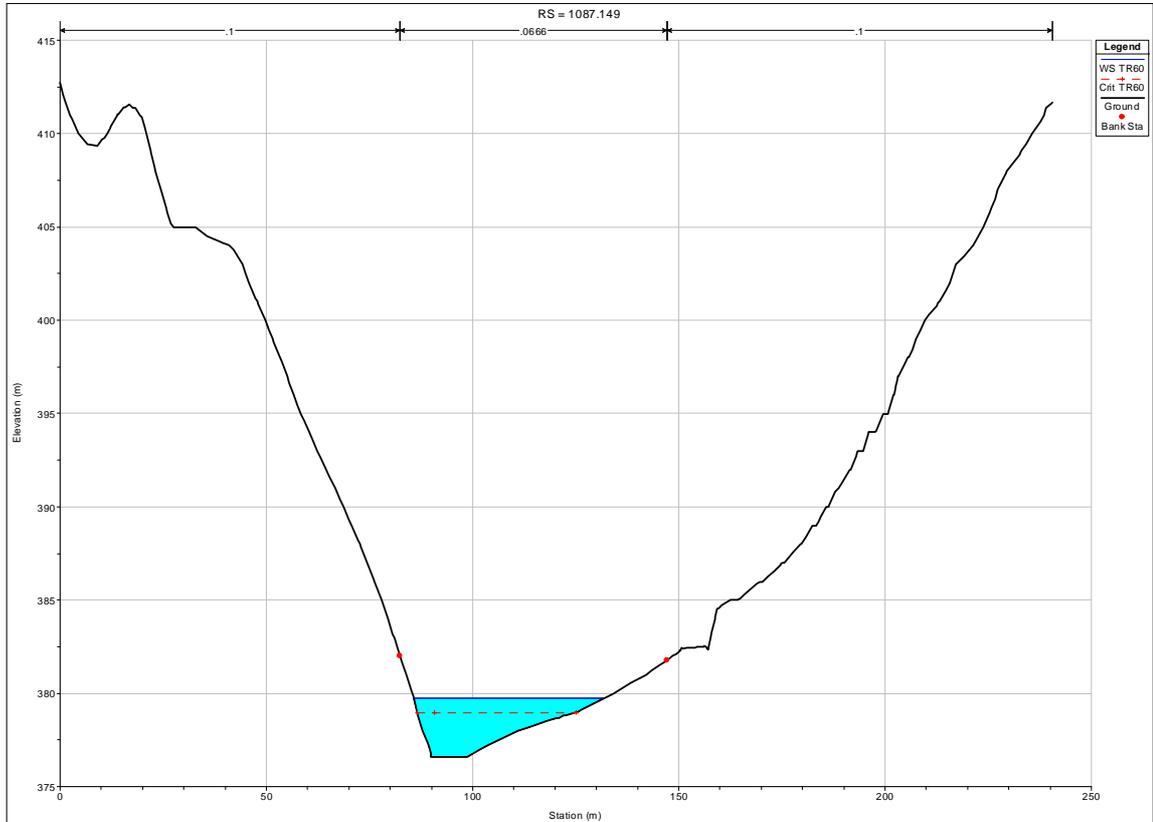
**TR=60 - Stato di progetto - Profilo RAS**

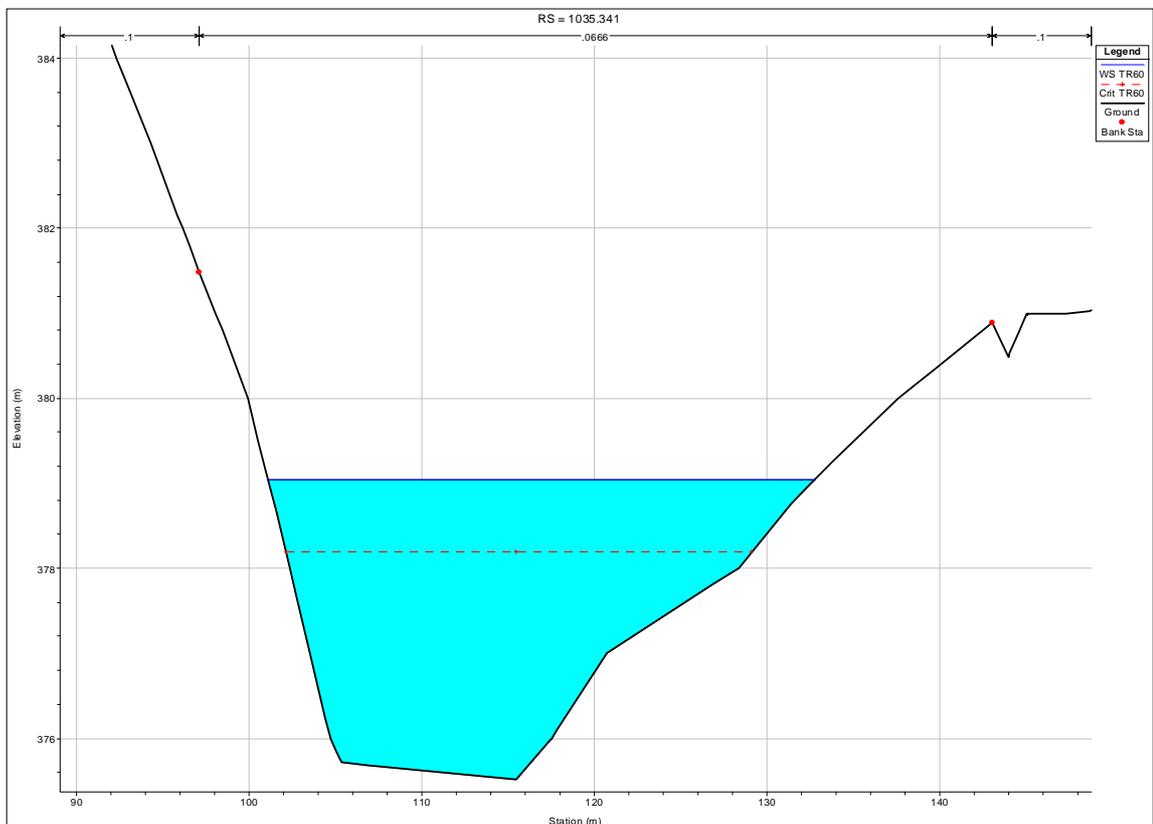
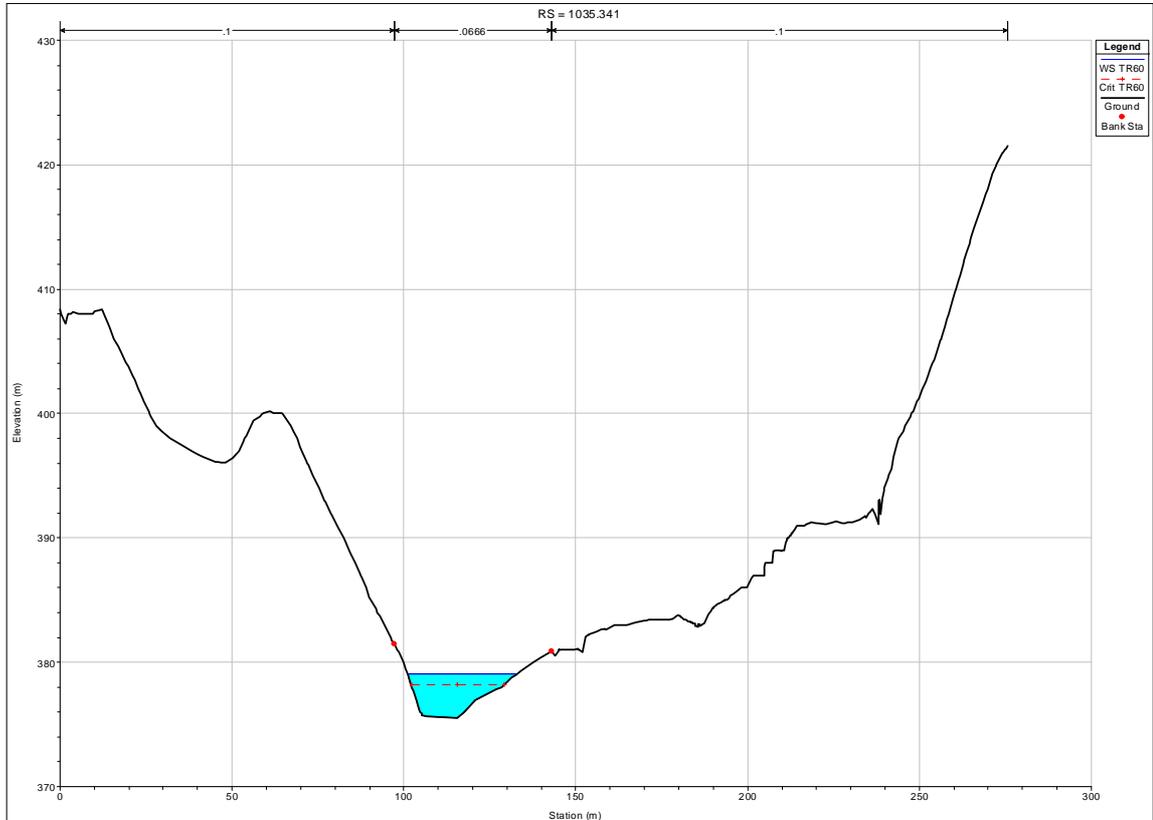


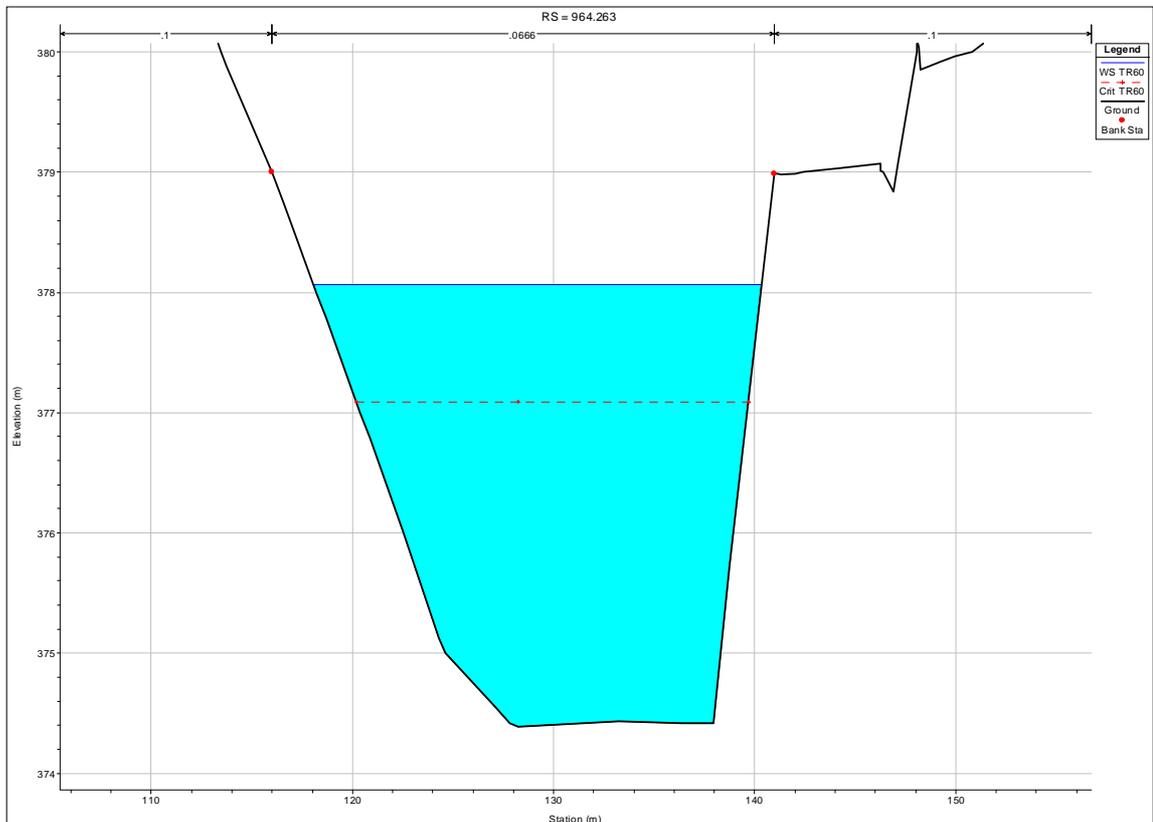
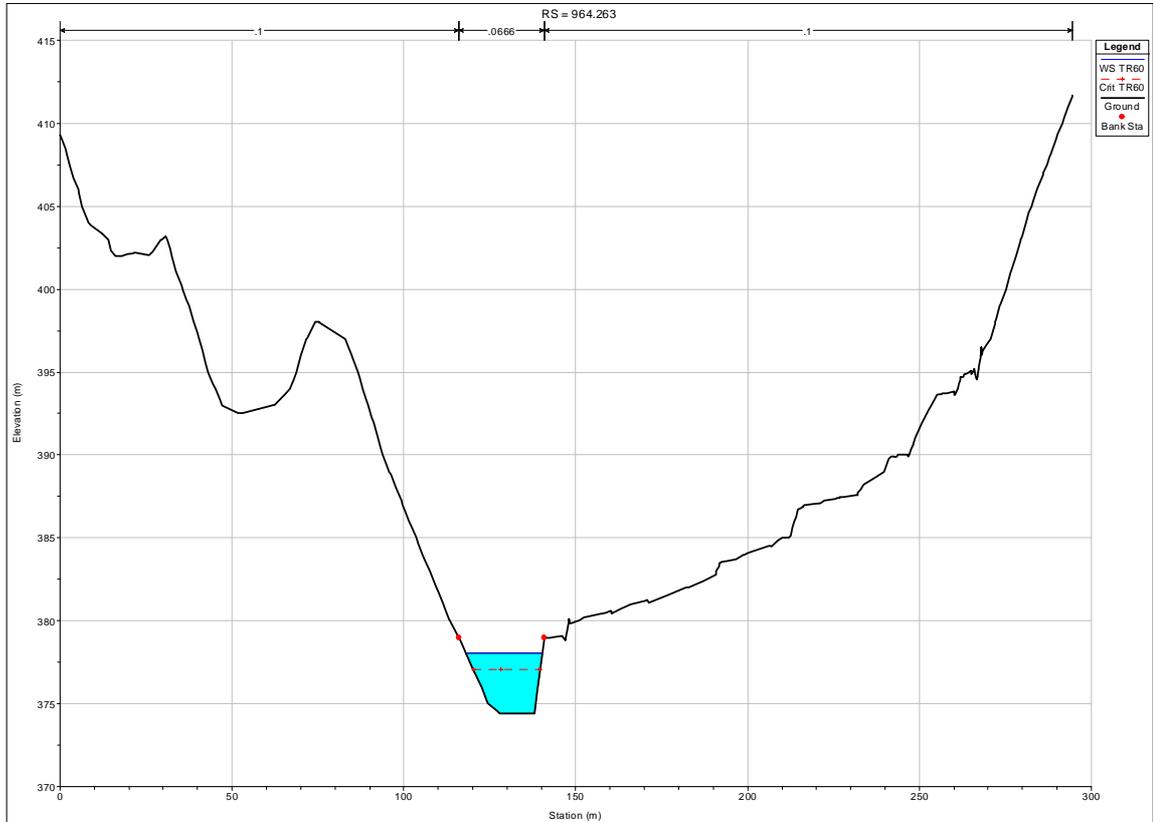
### TR=60 - Stato di progetto - Sezioni RAS

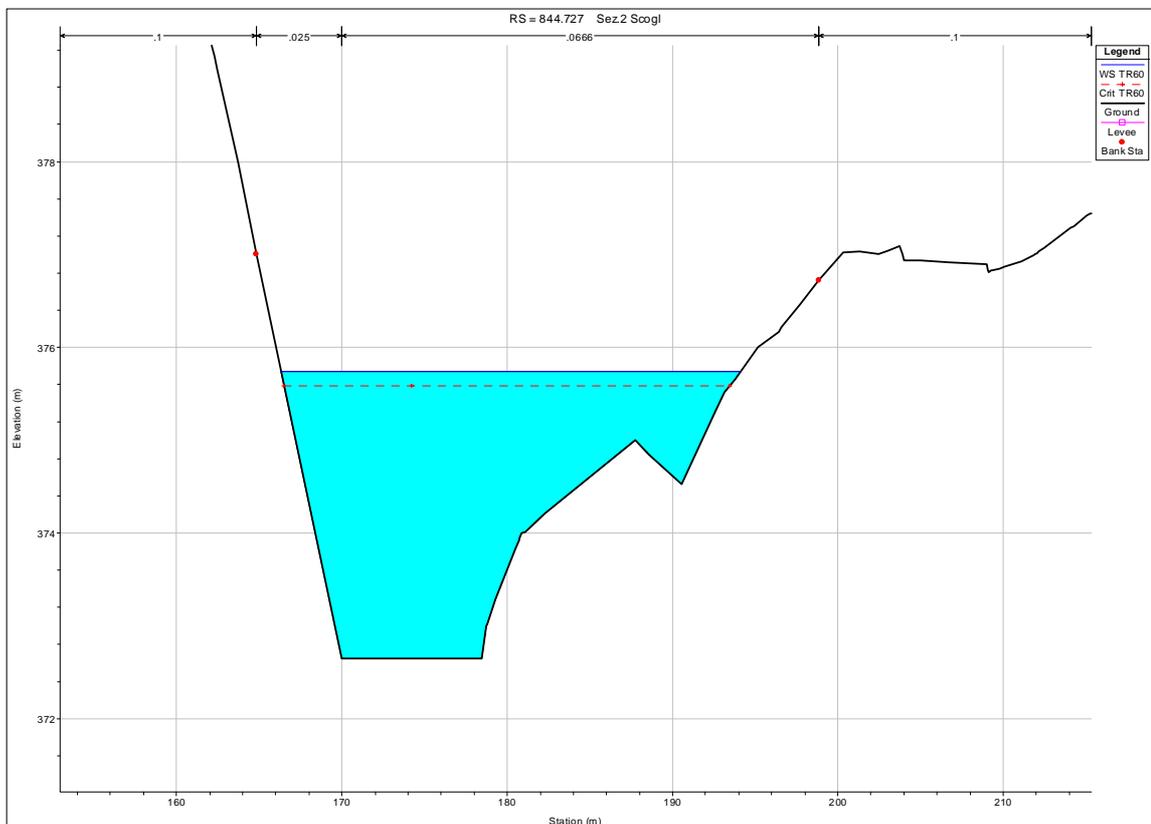
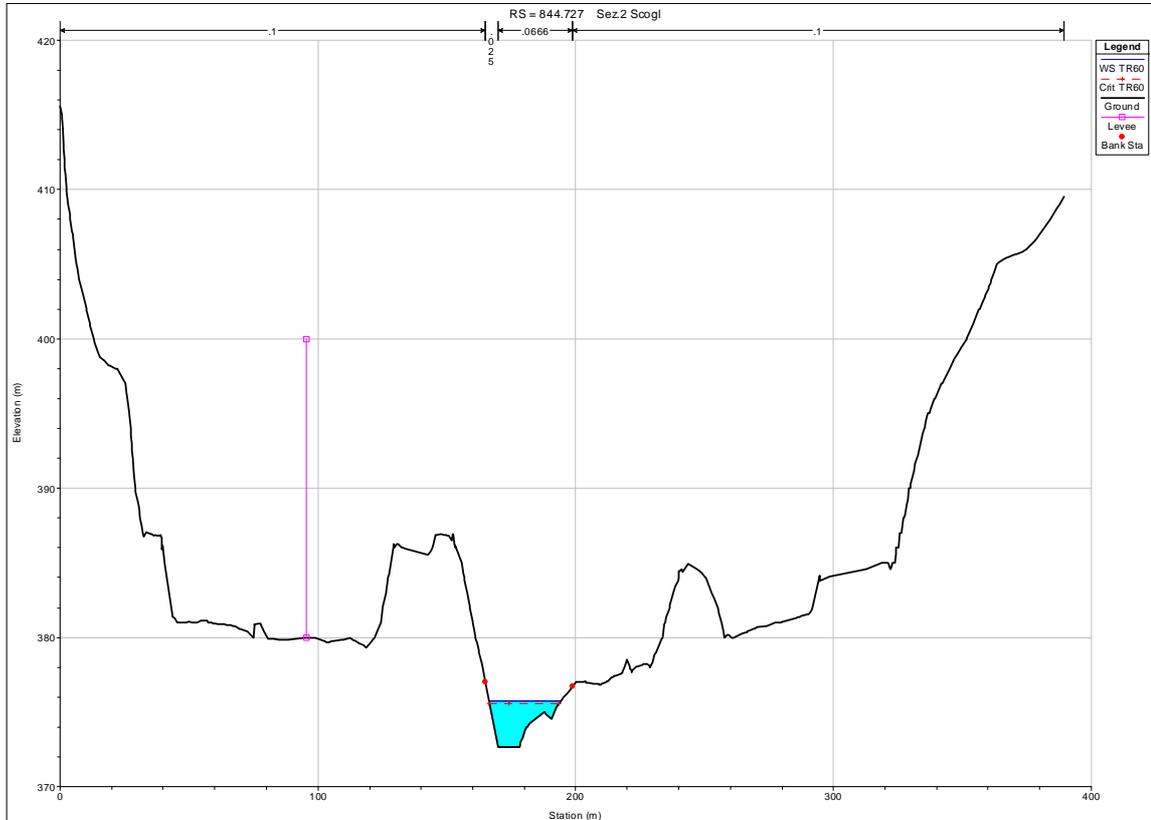


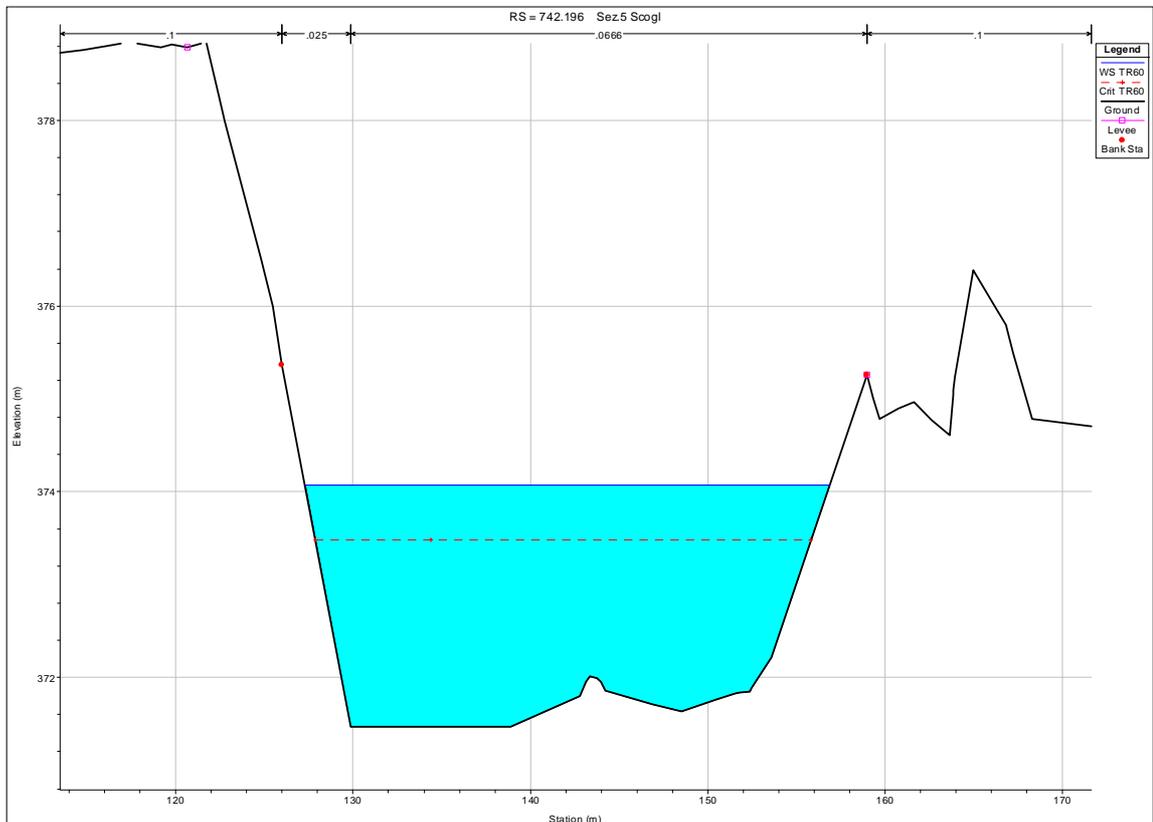
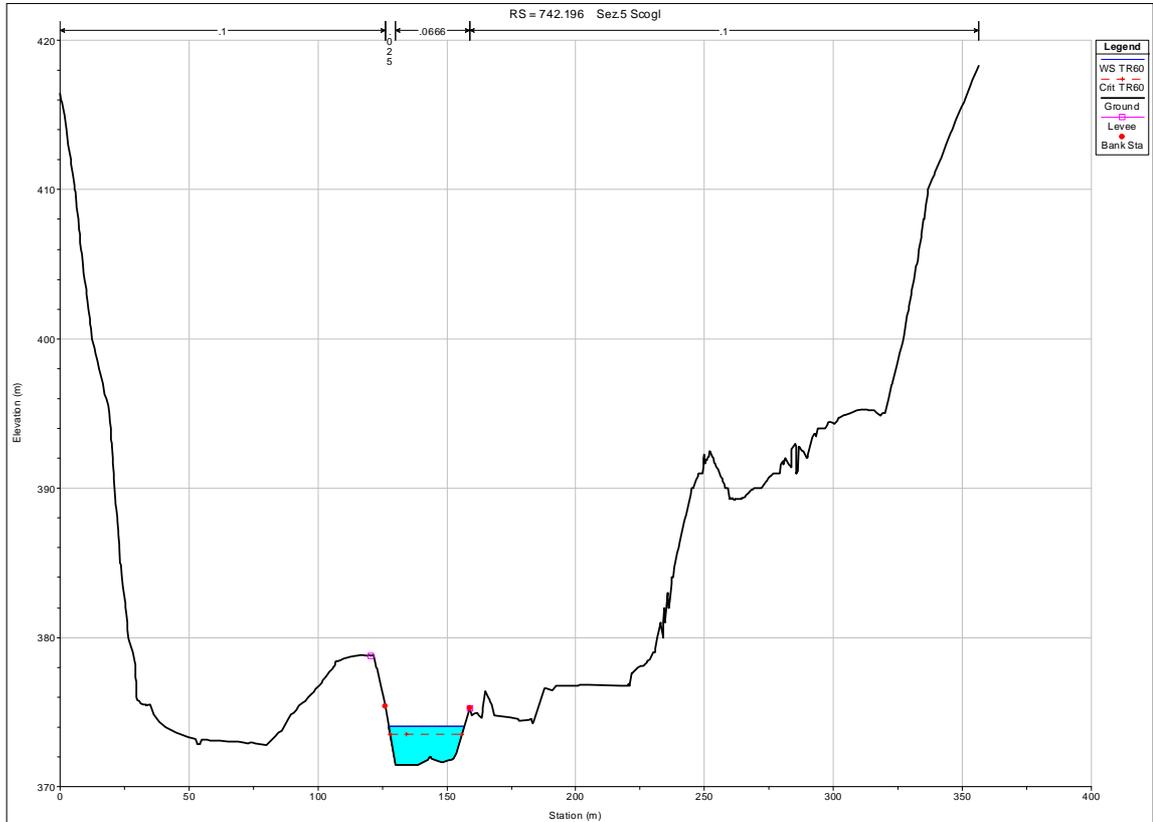


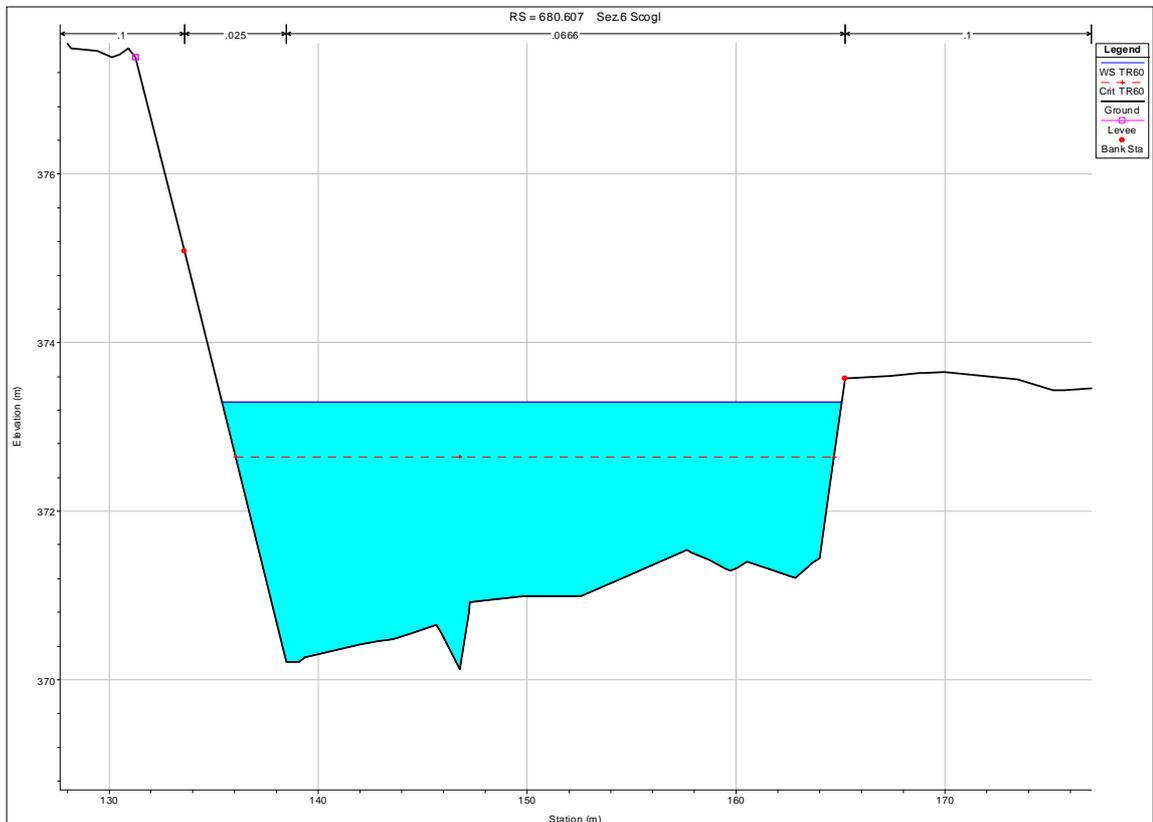
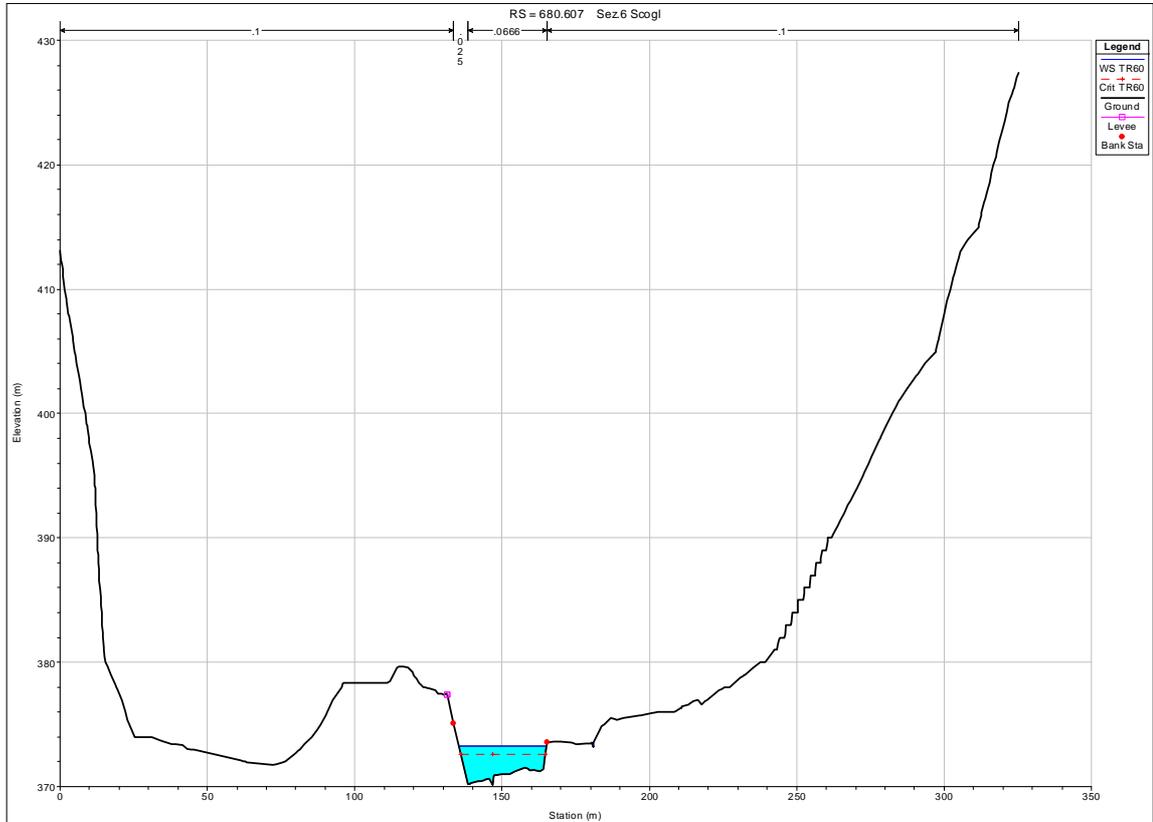


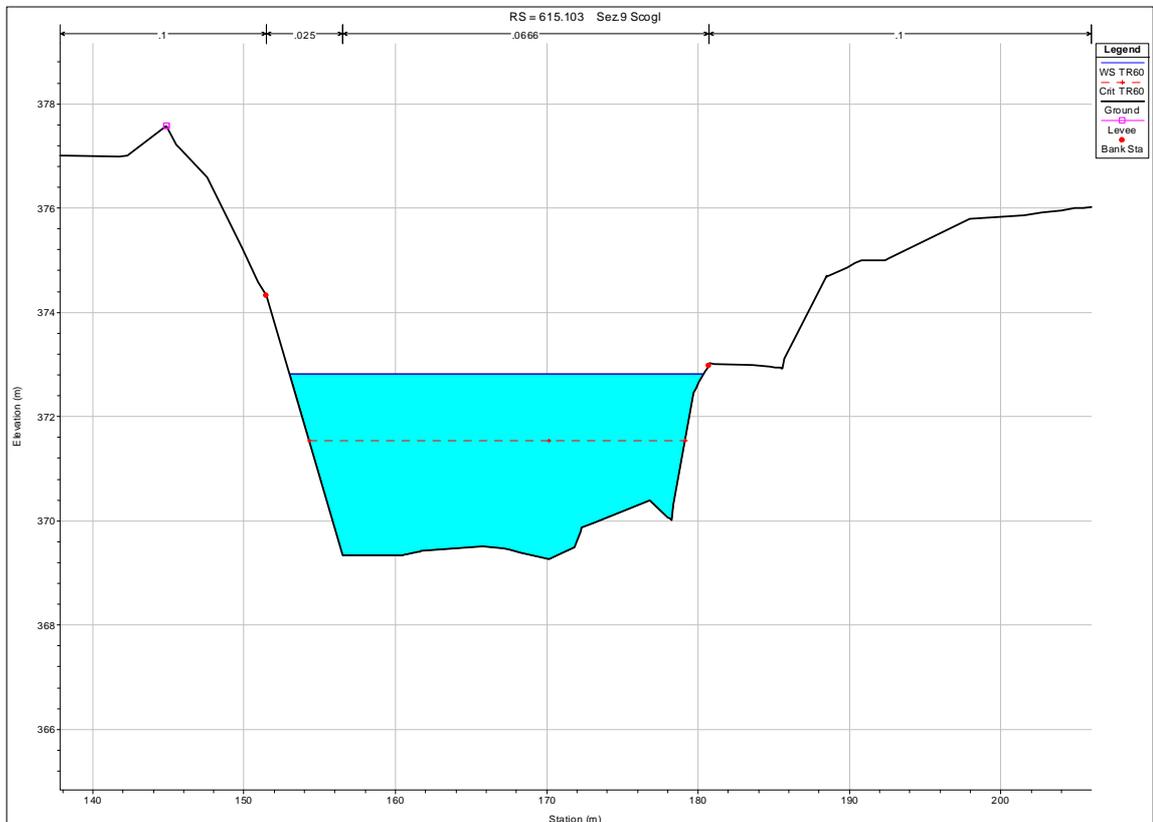
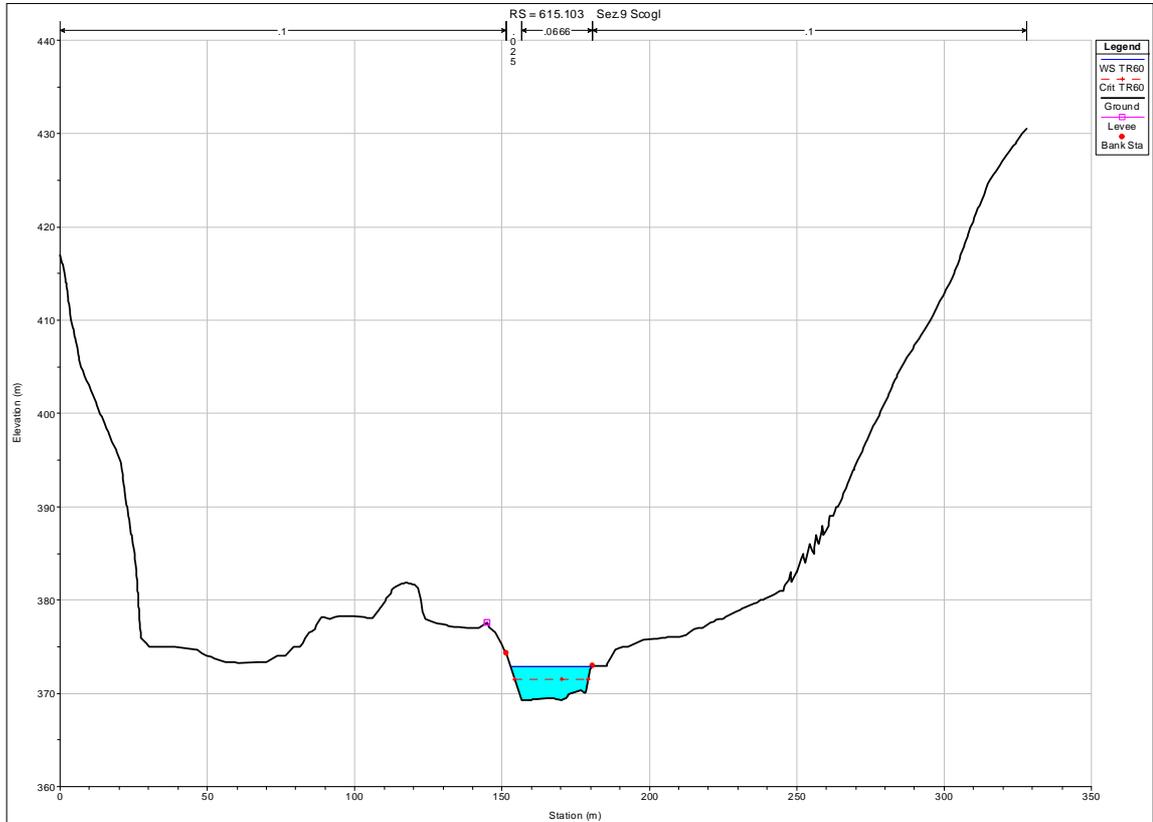


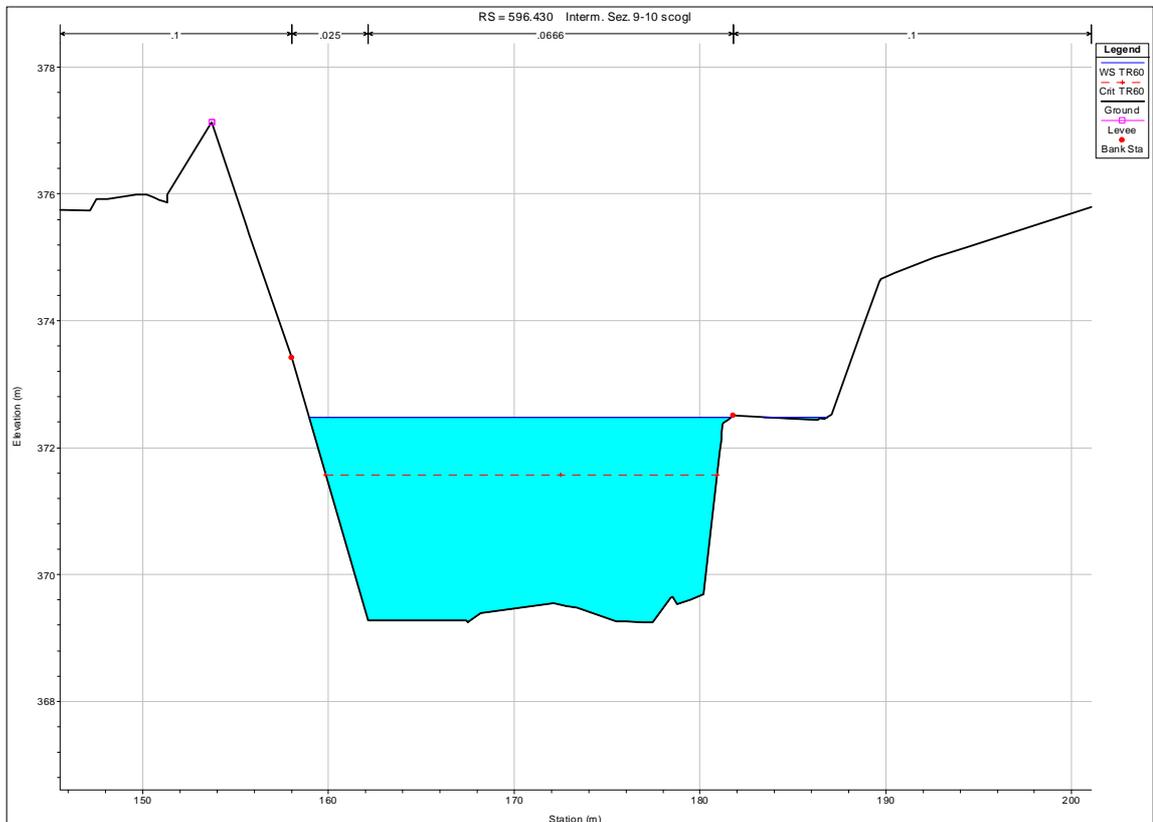
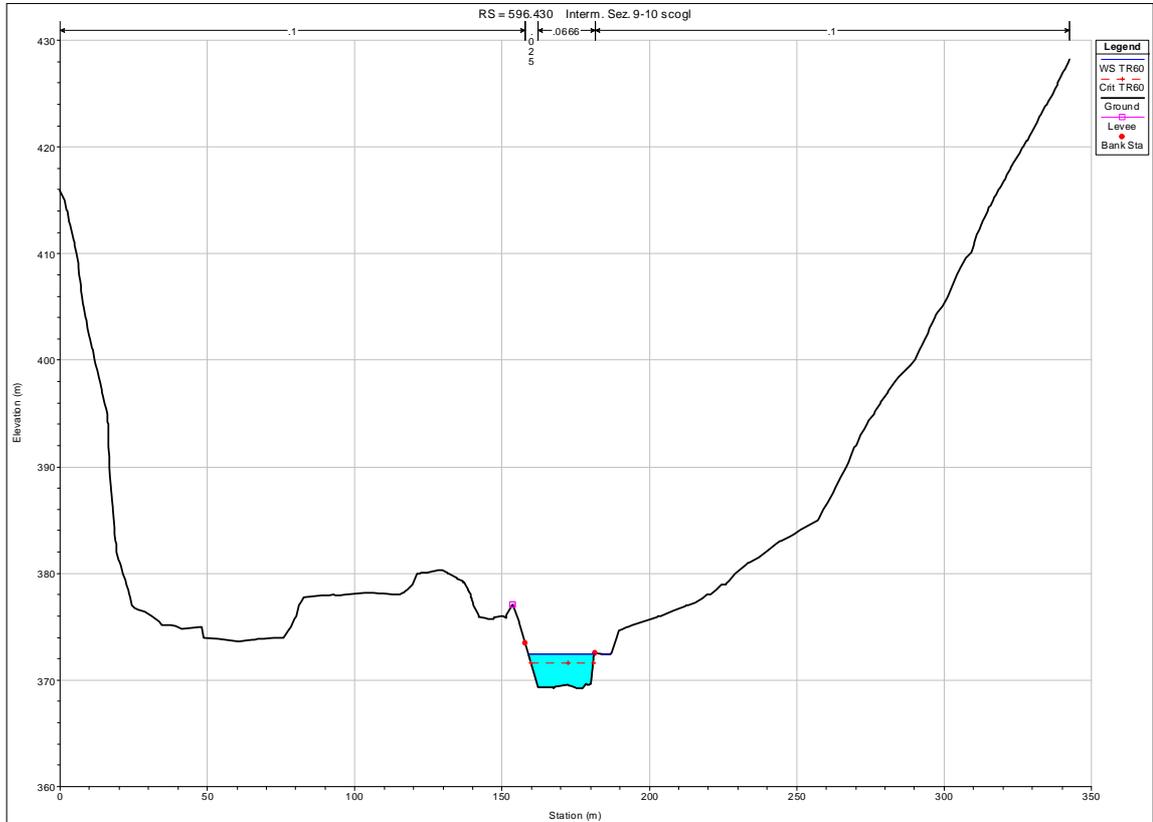


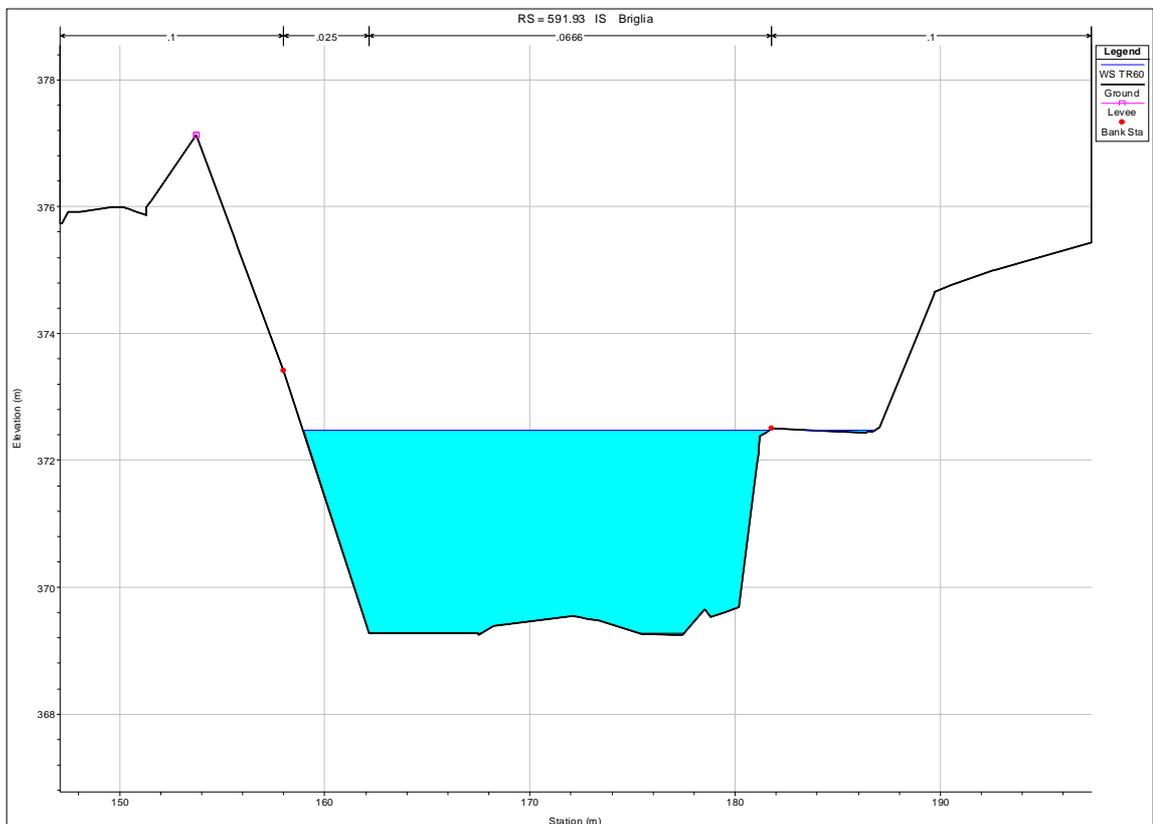
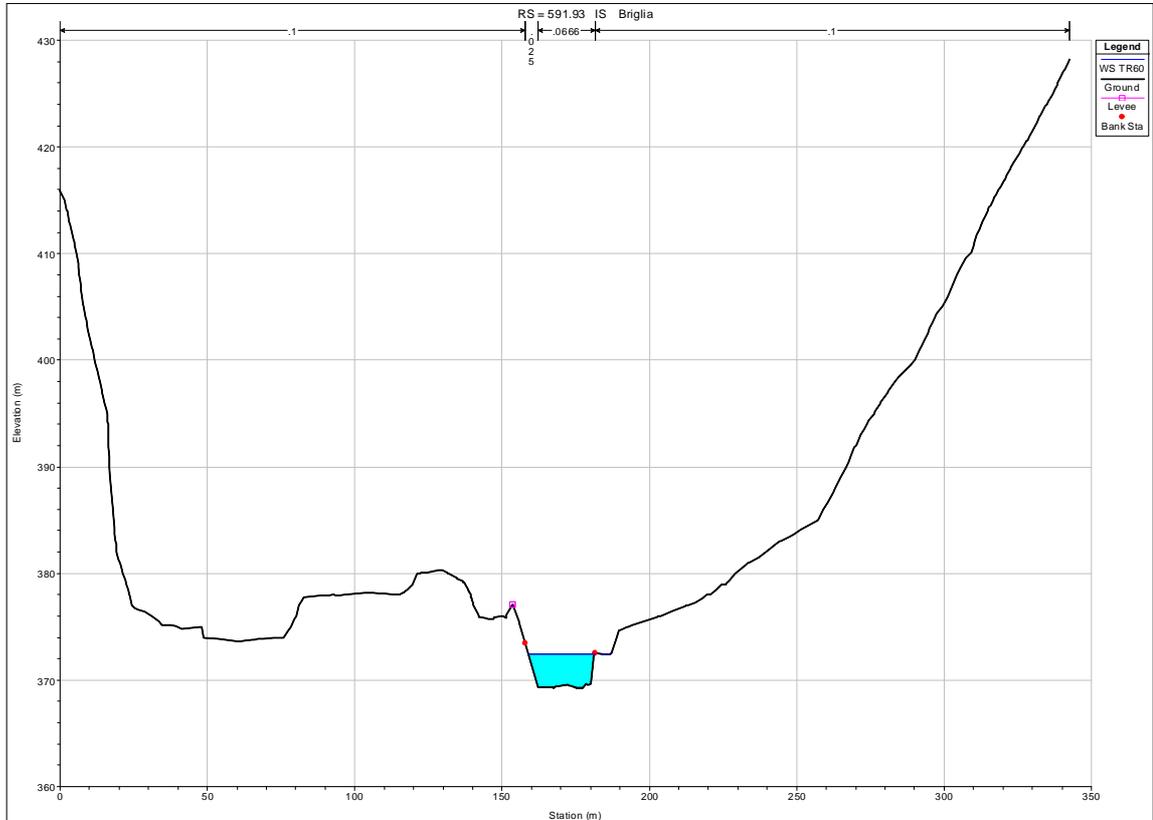


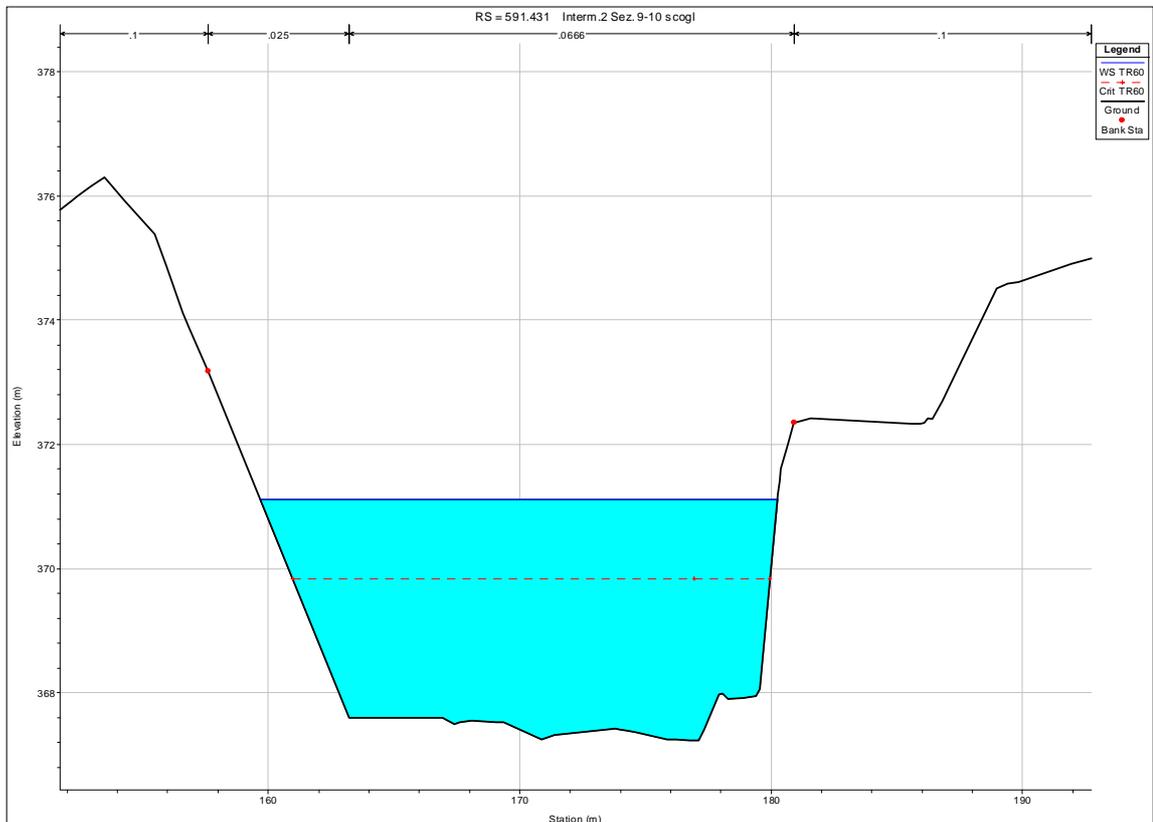
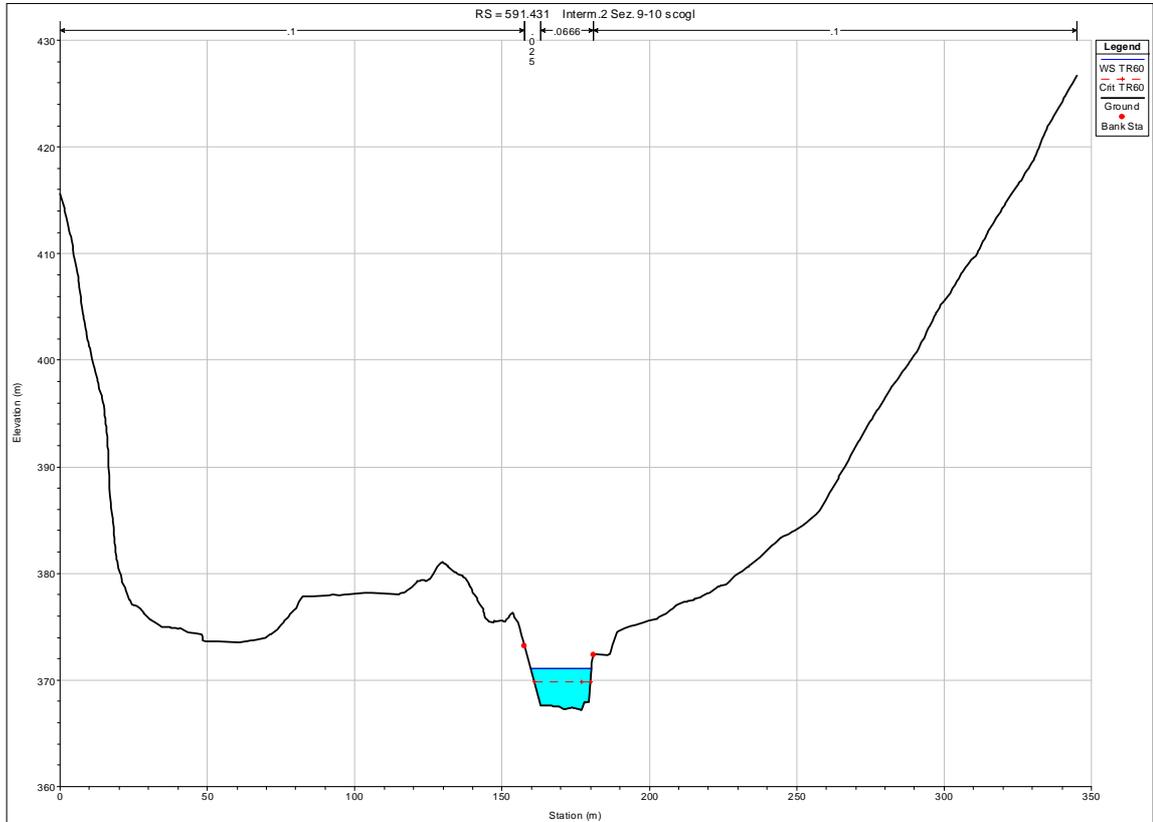


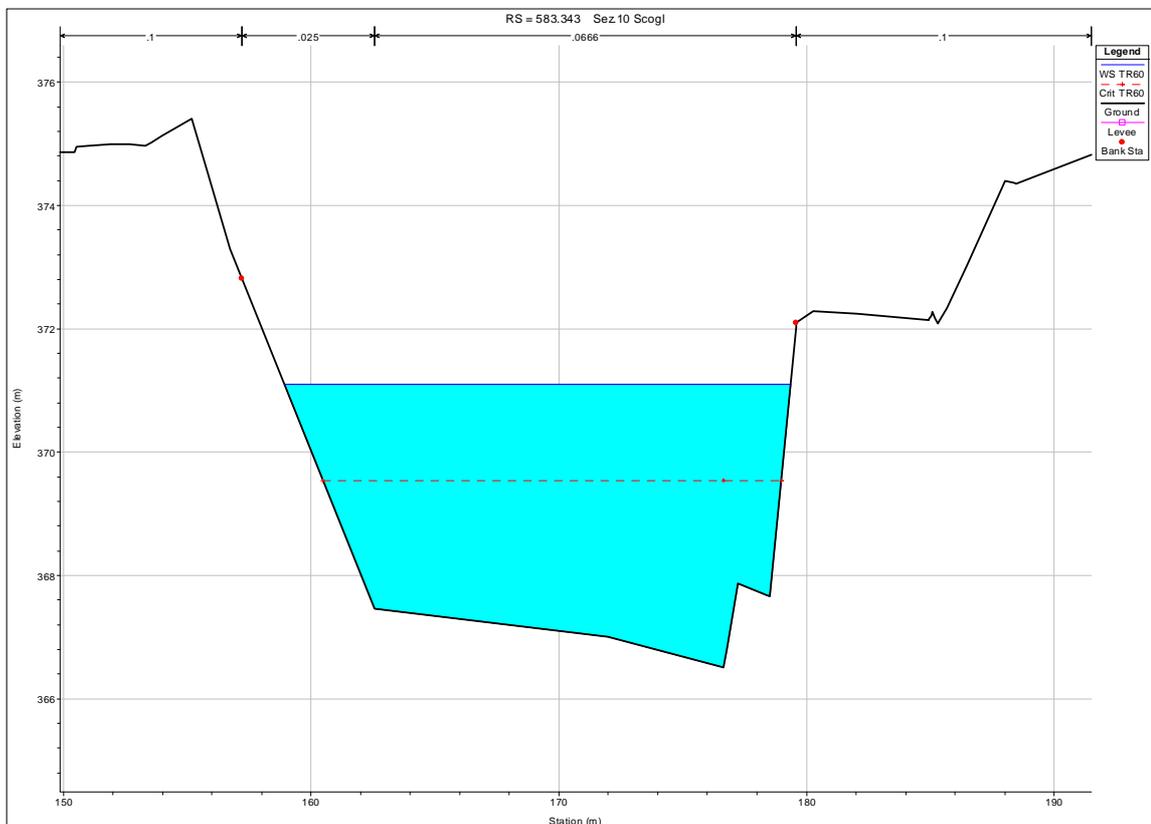
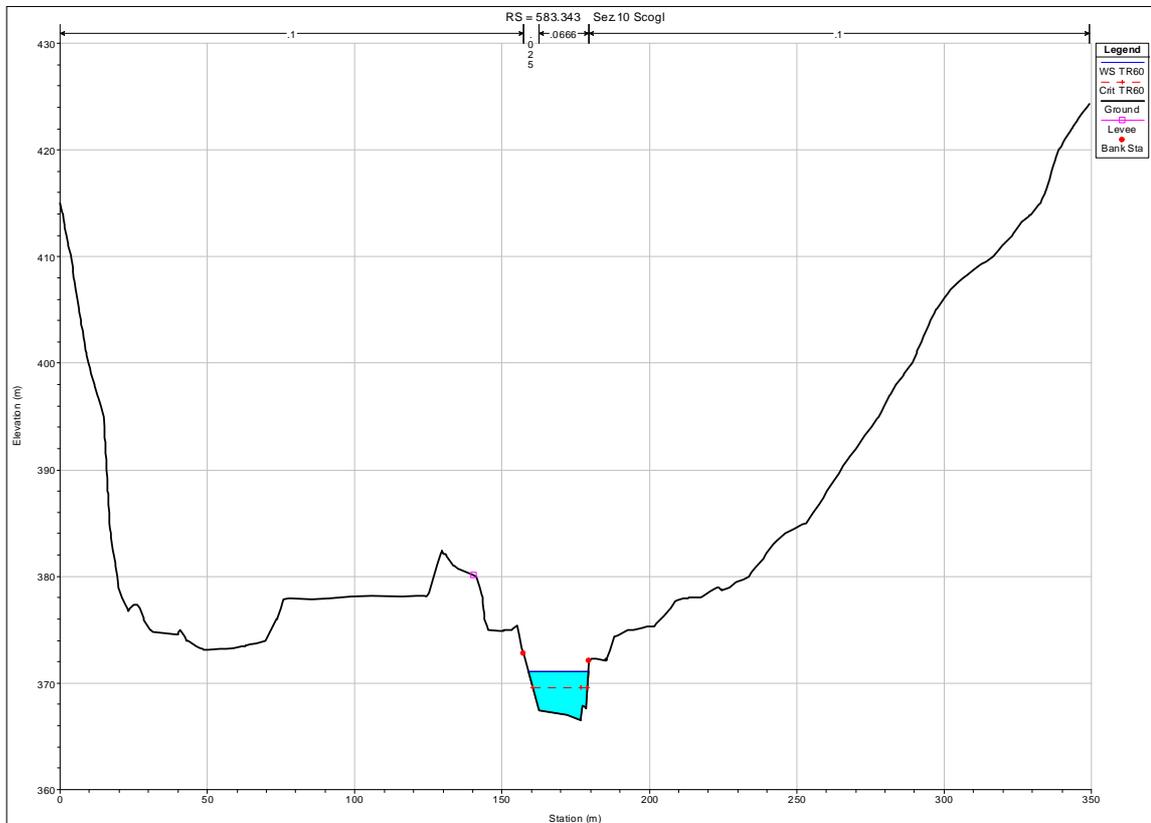


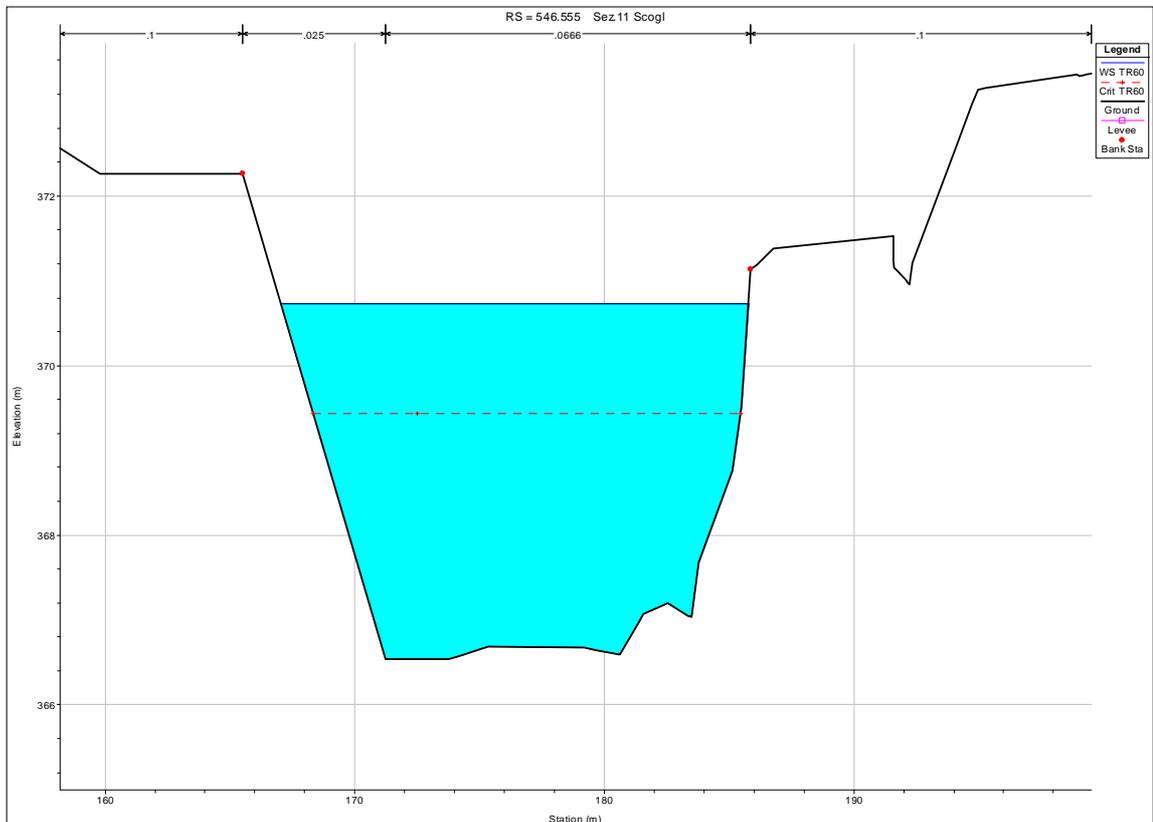
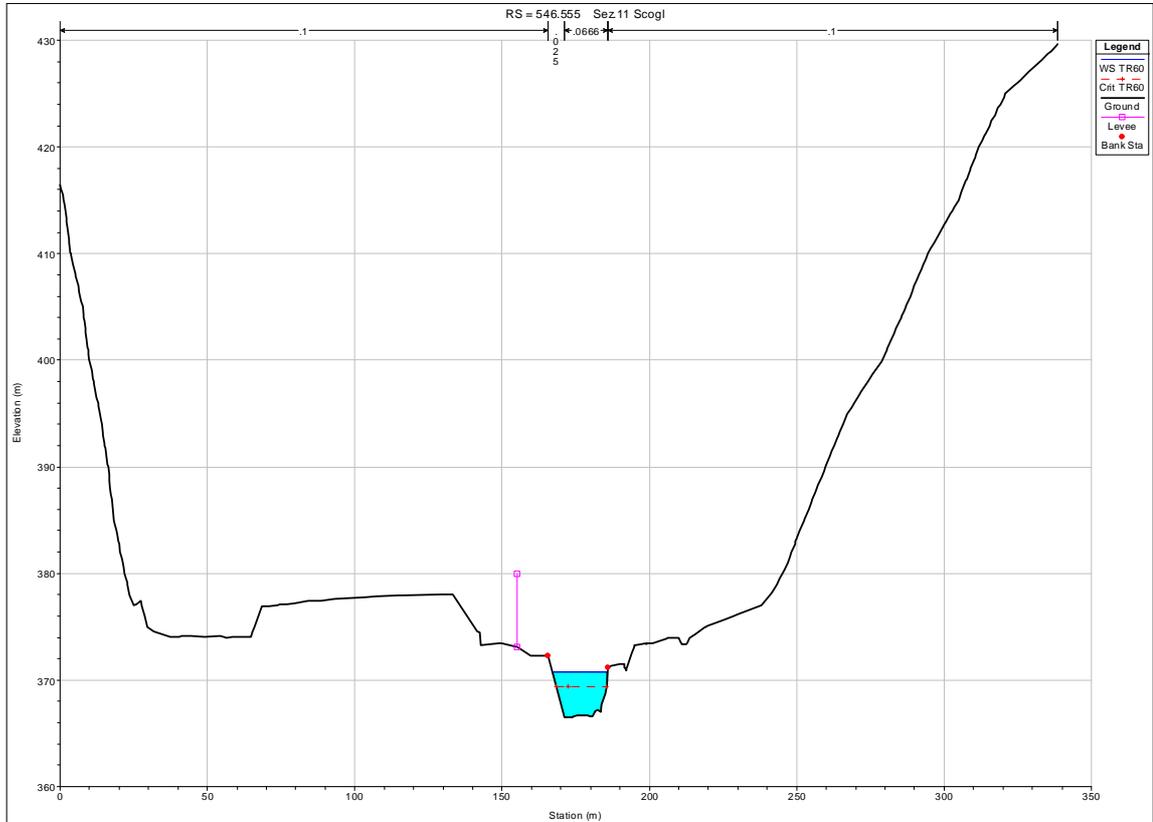


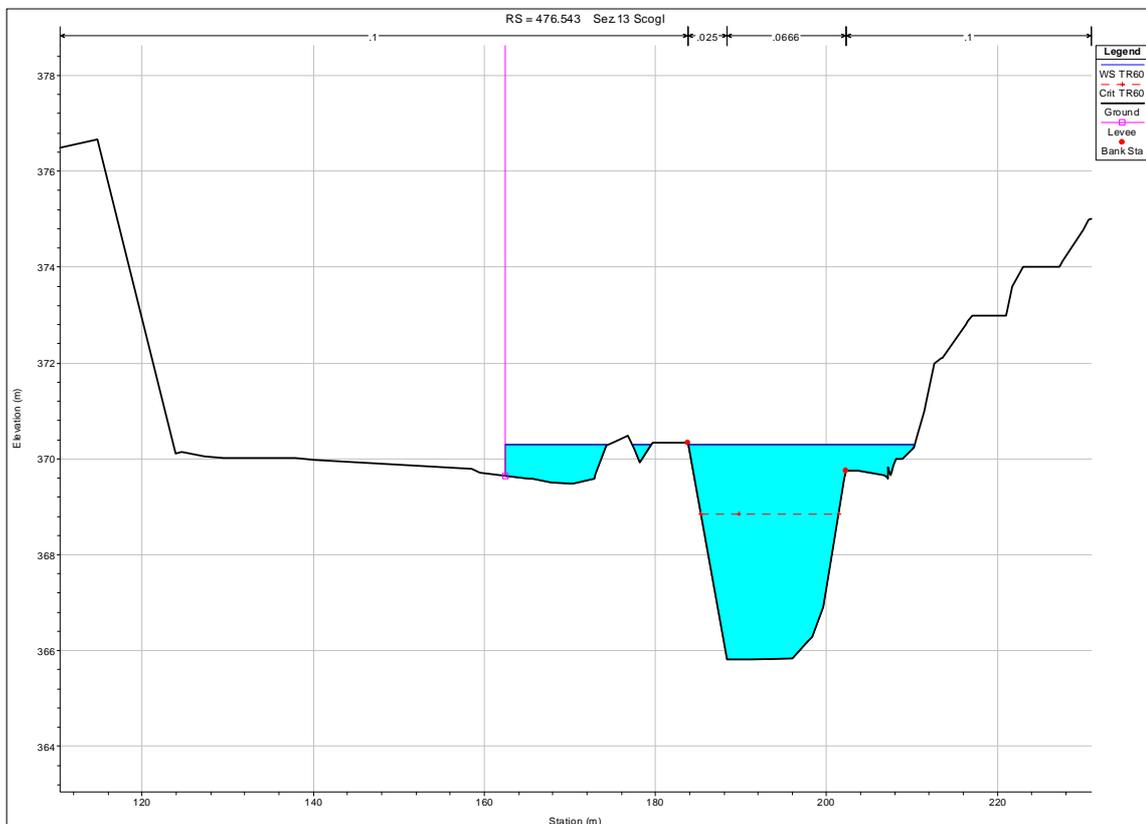
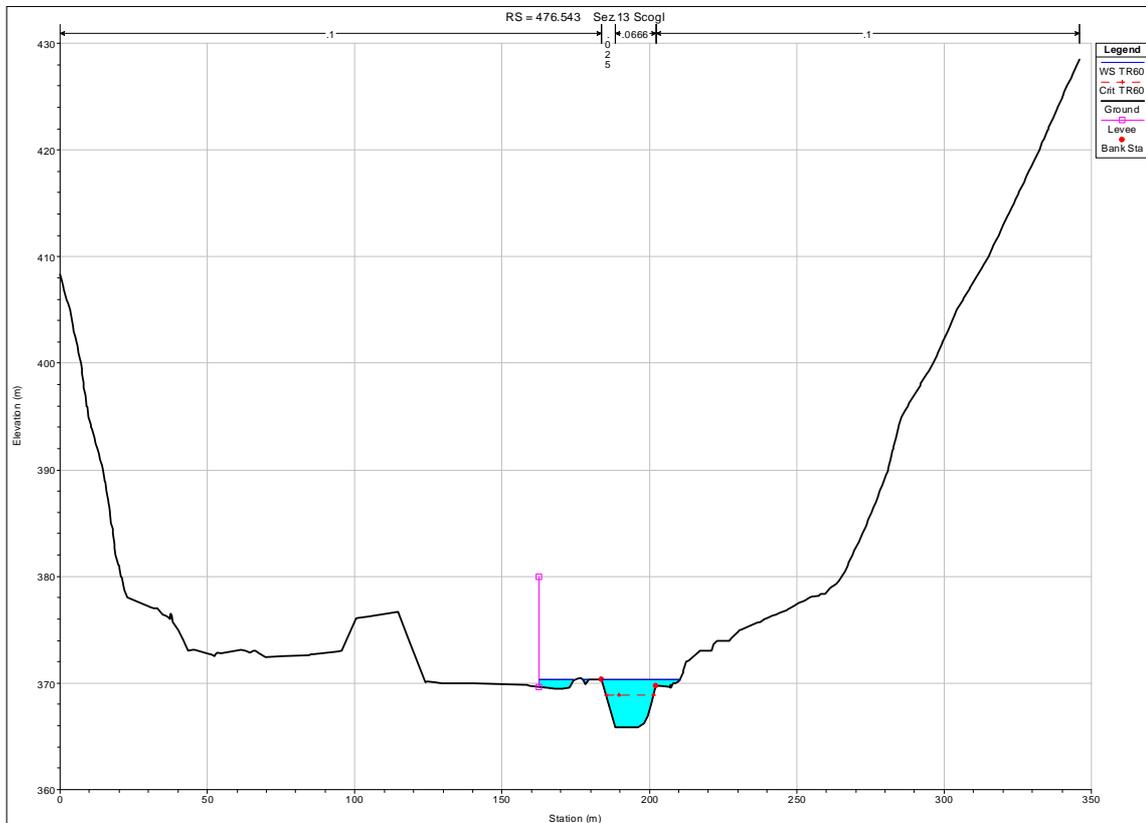


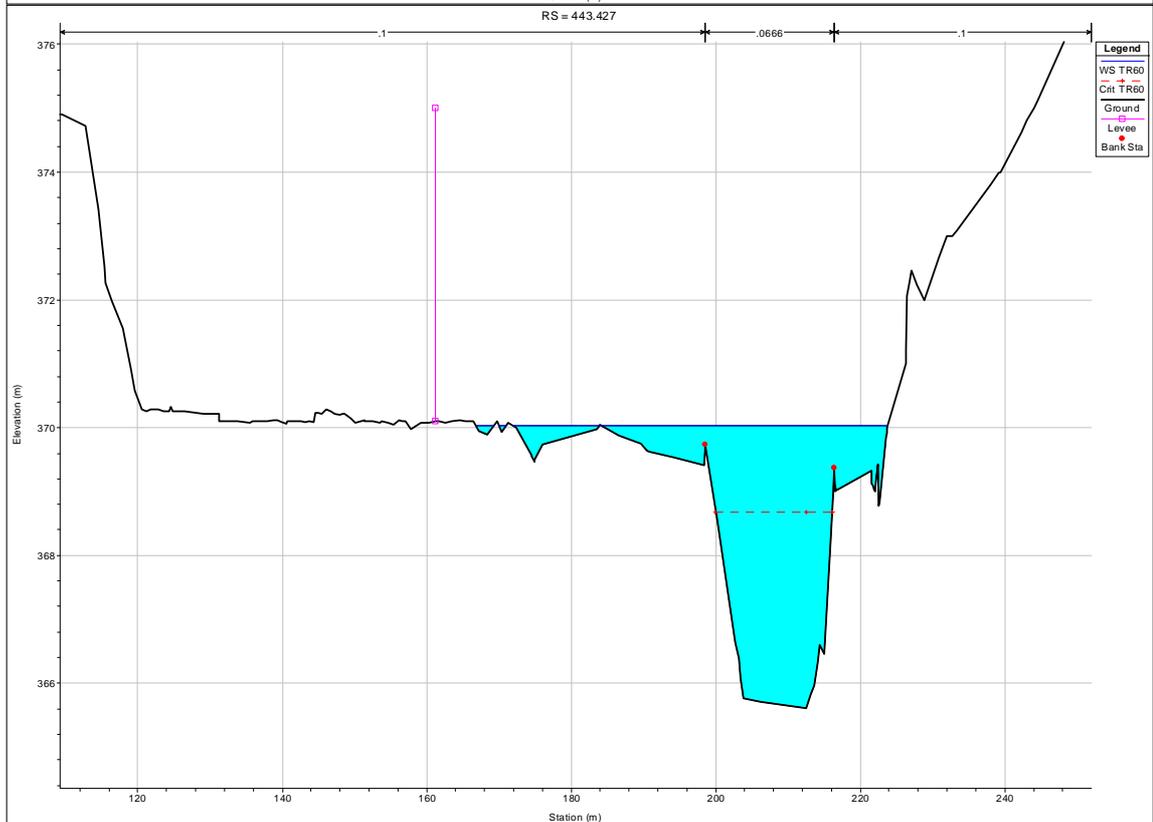
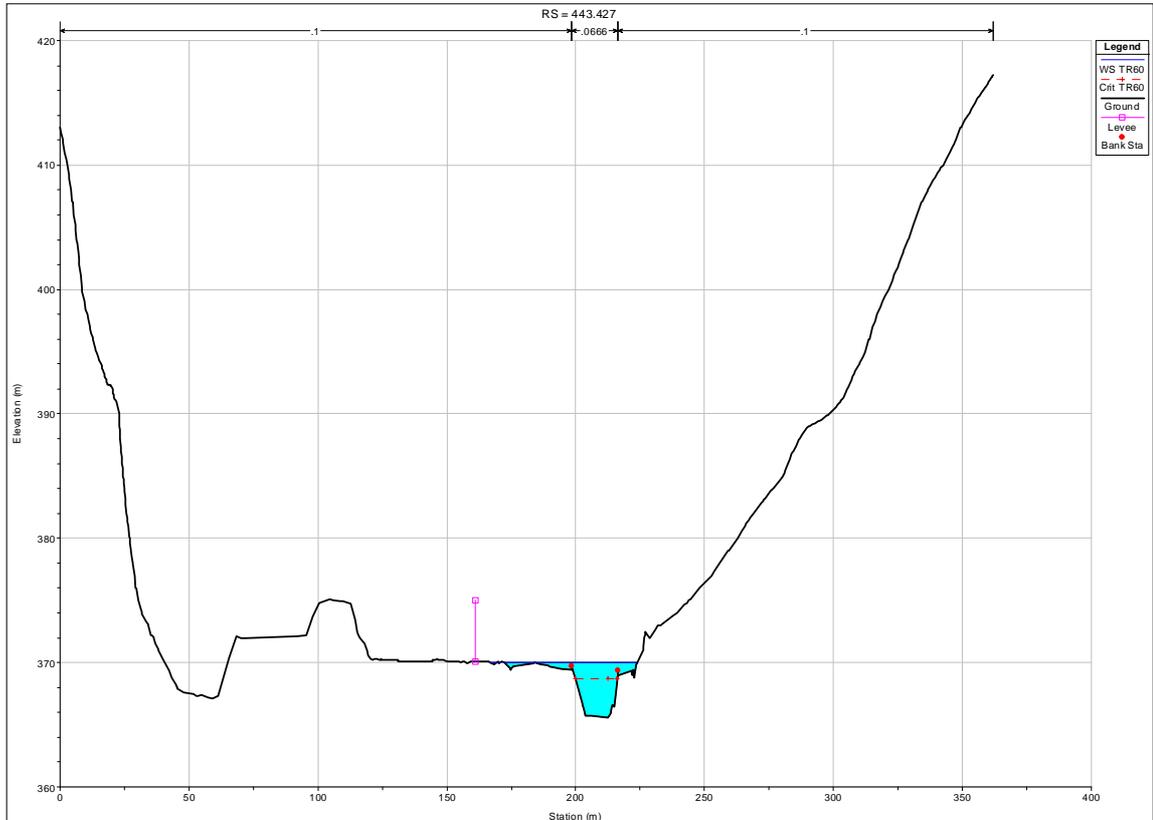


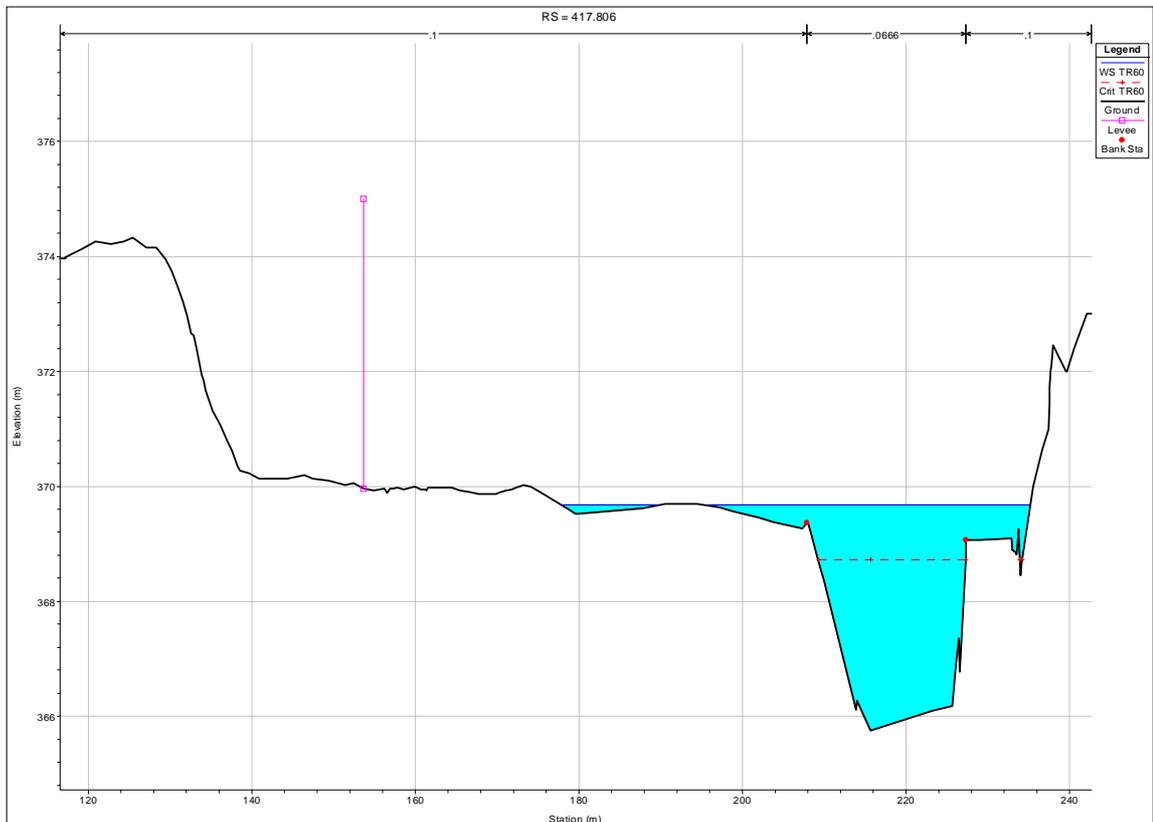
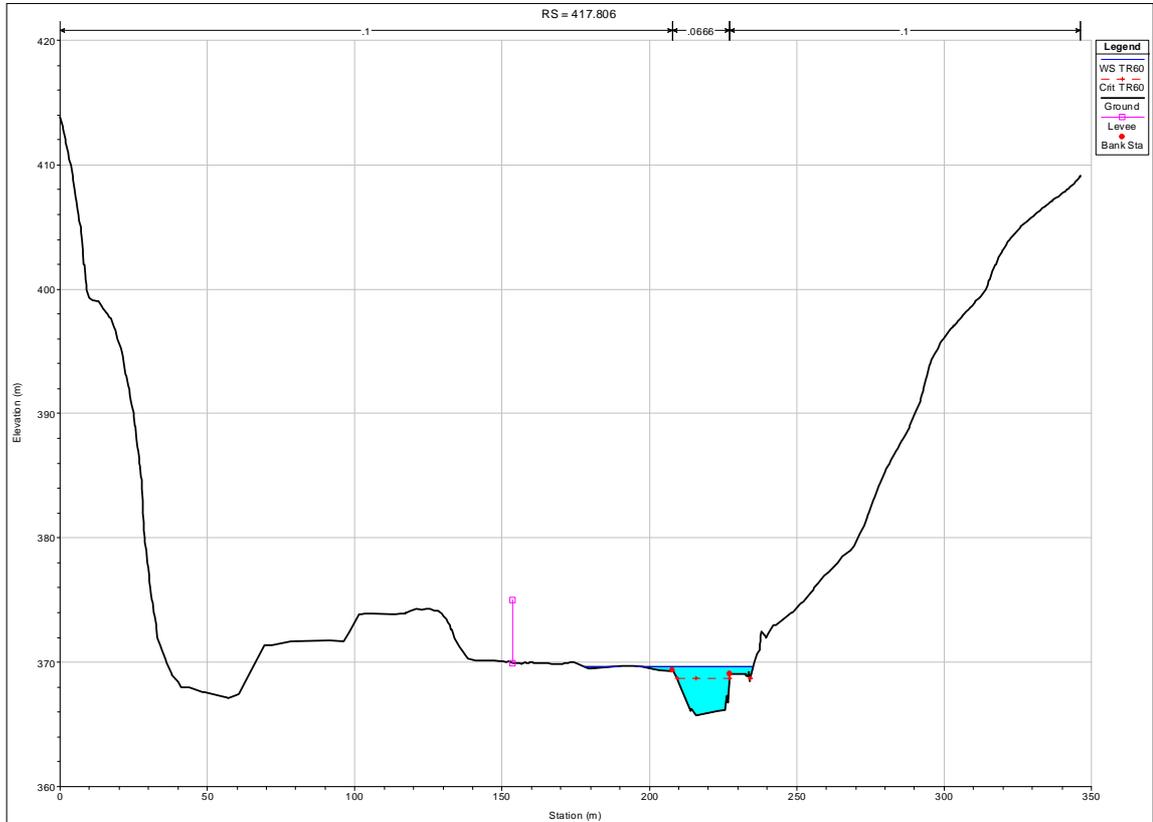


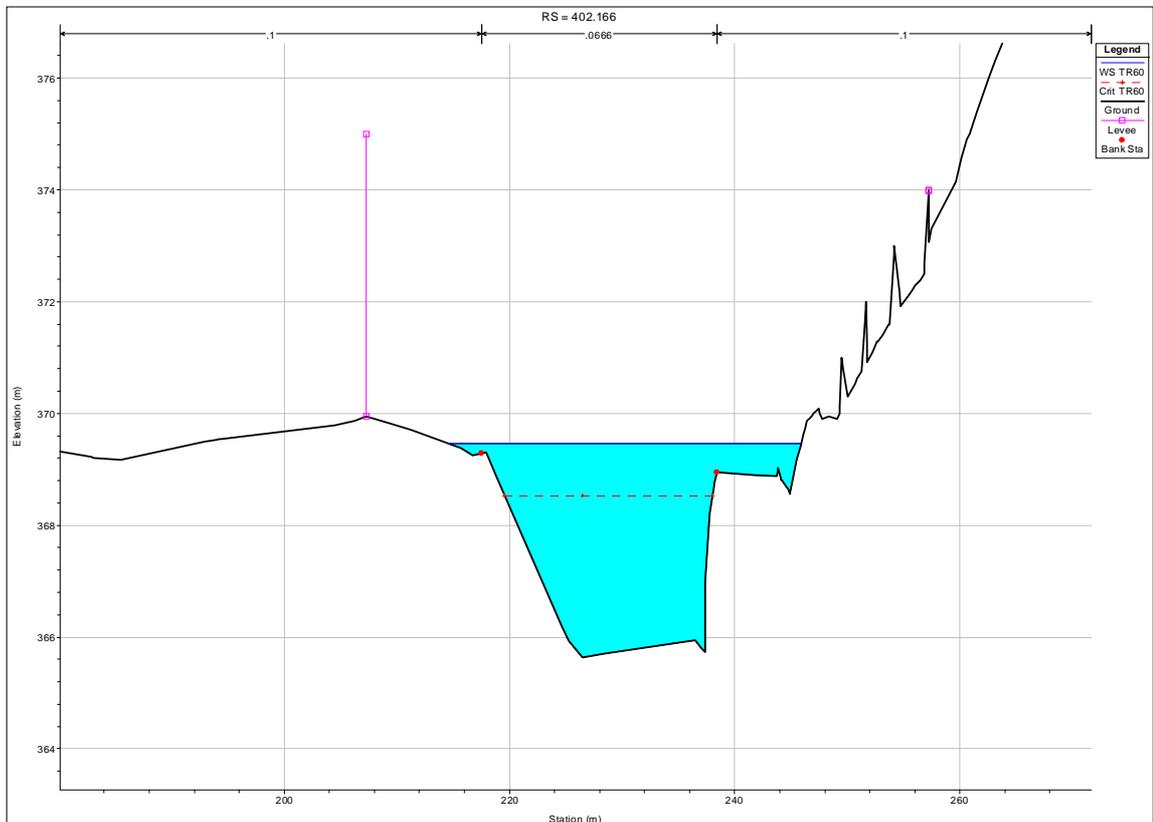
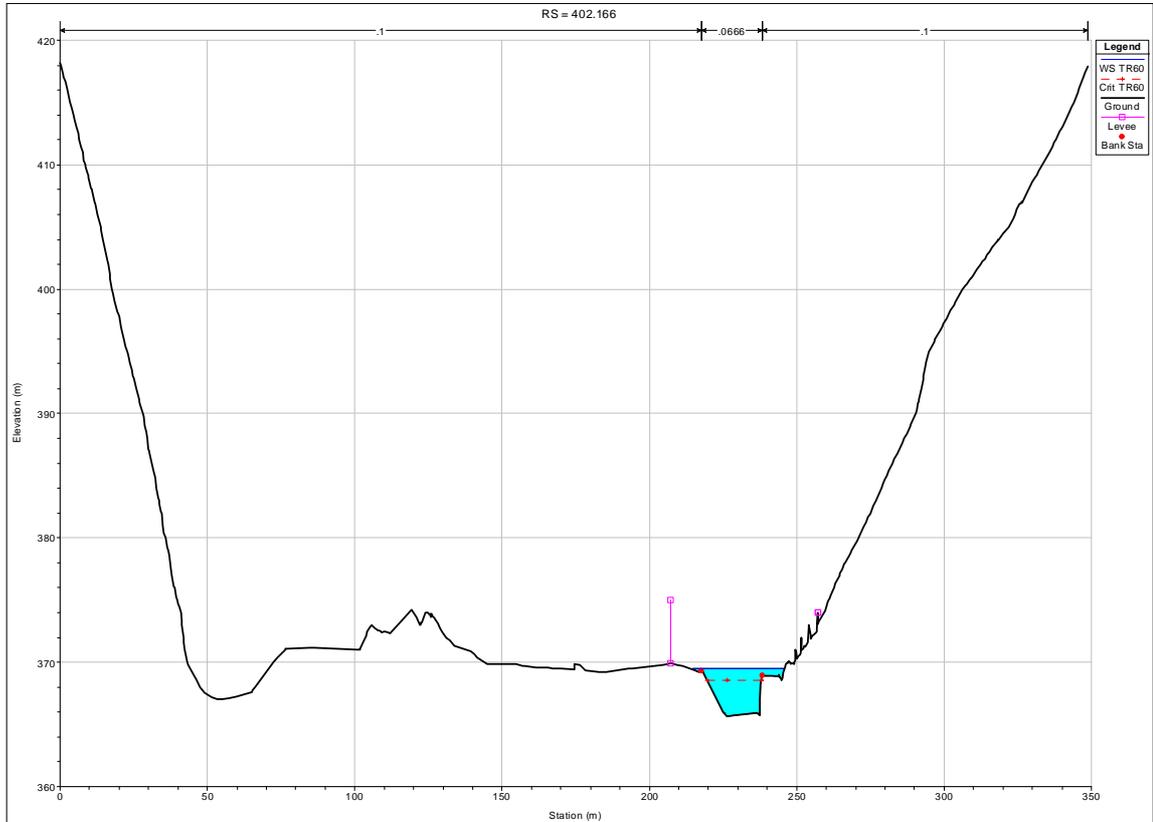


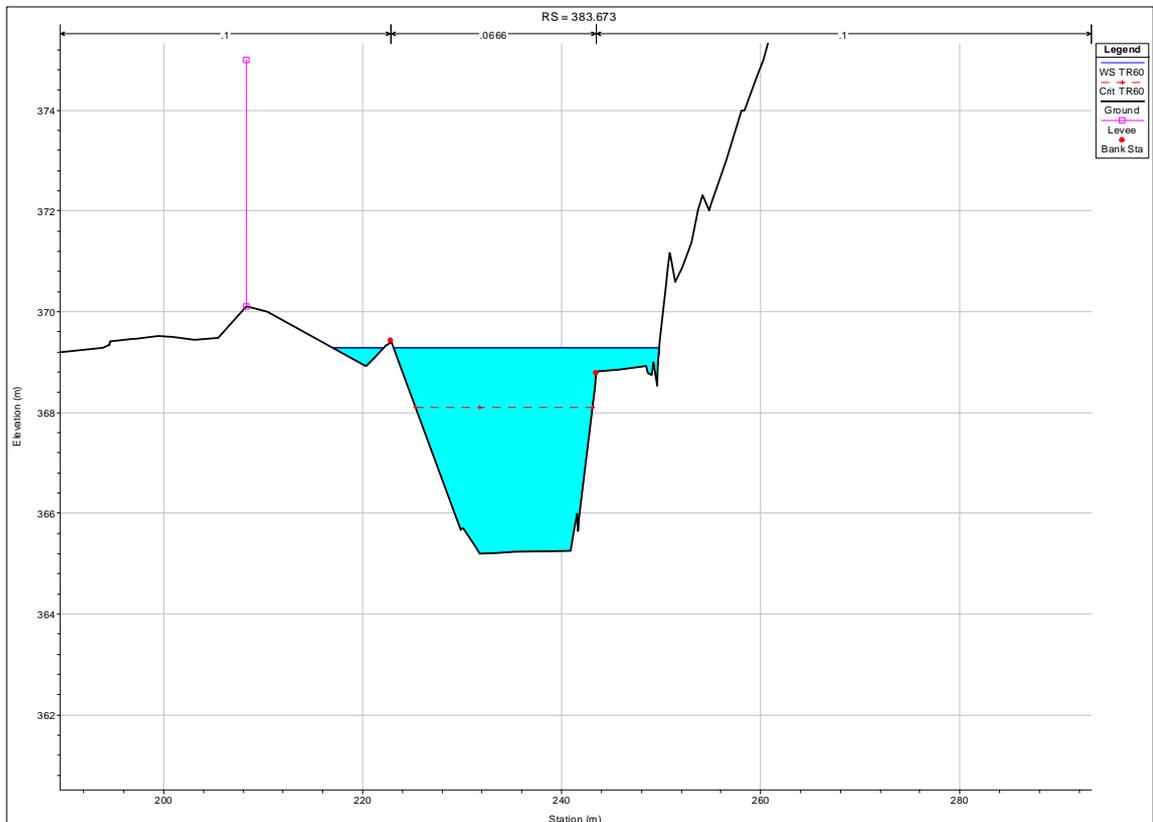
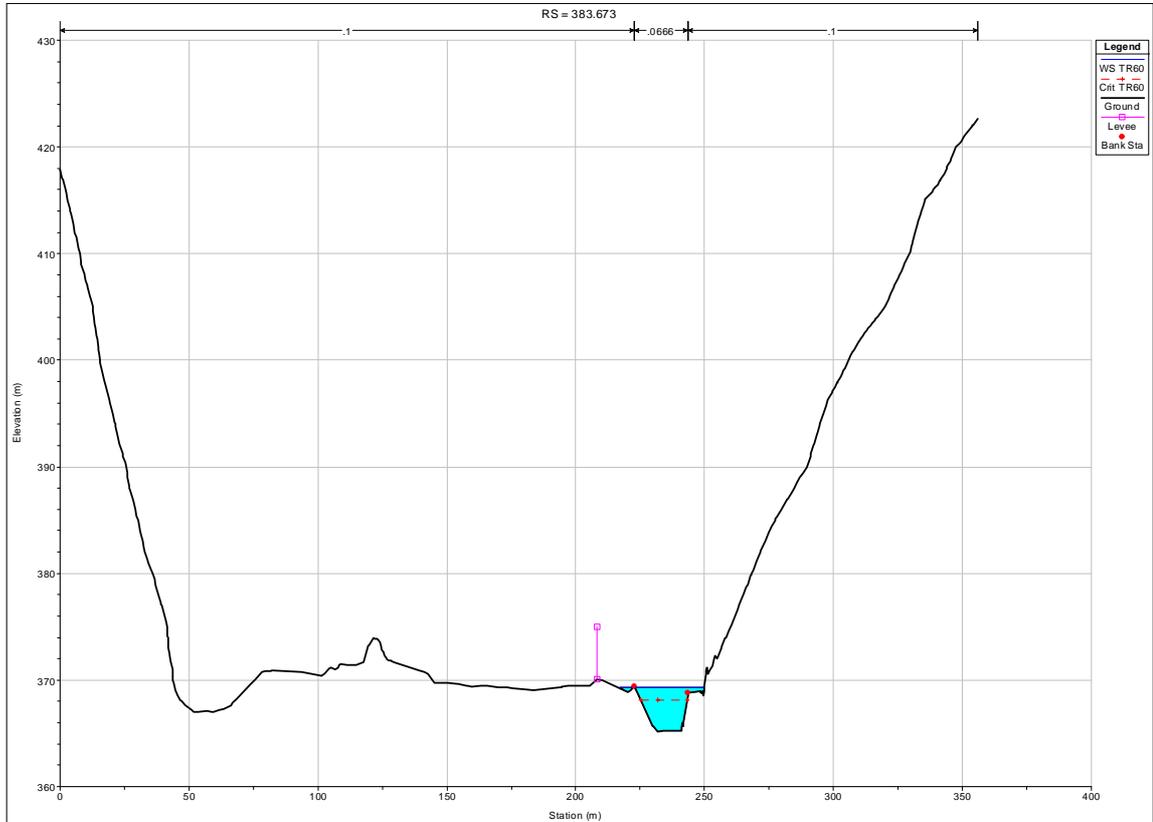


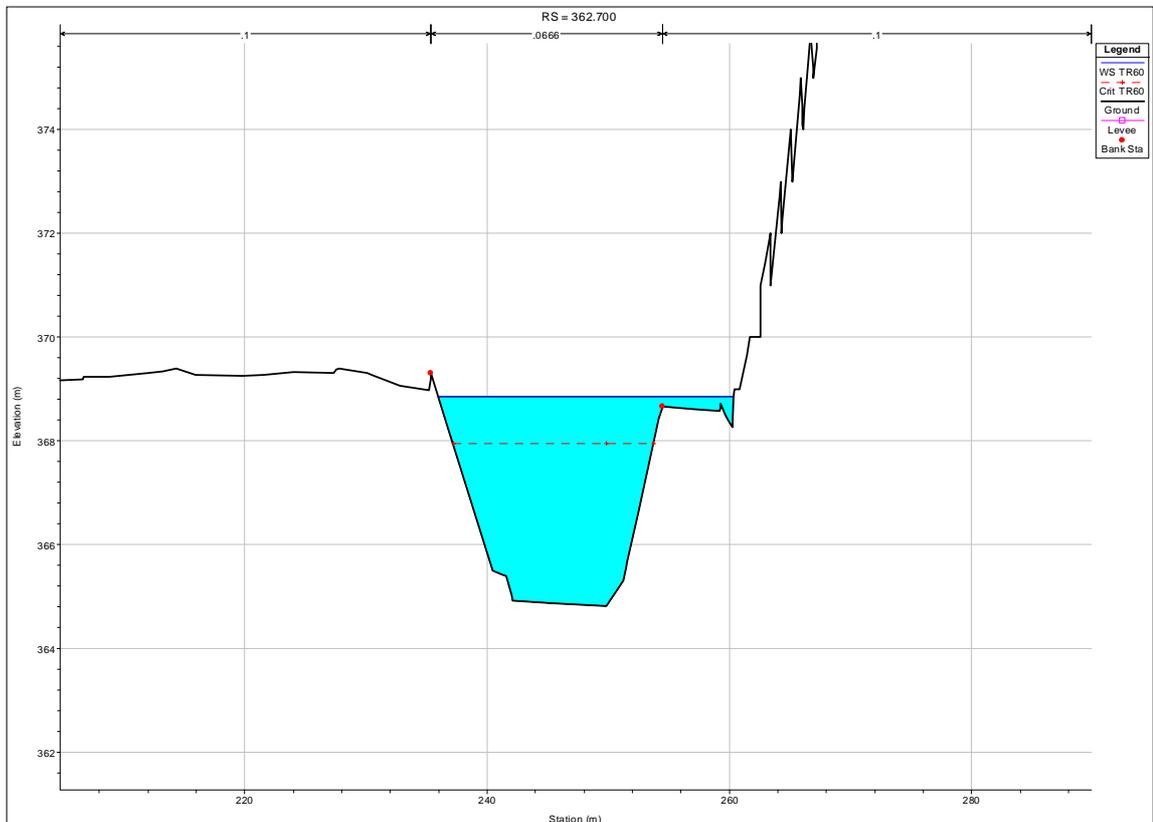
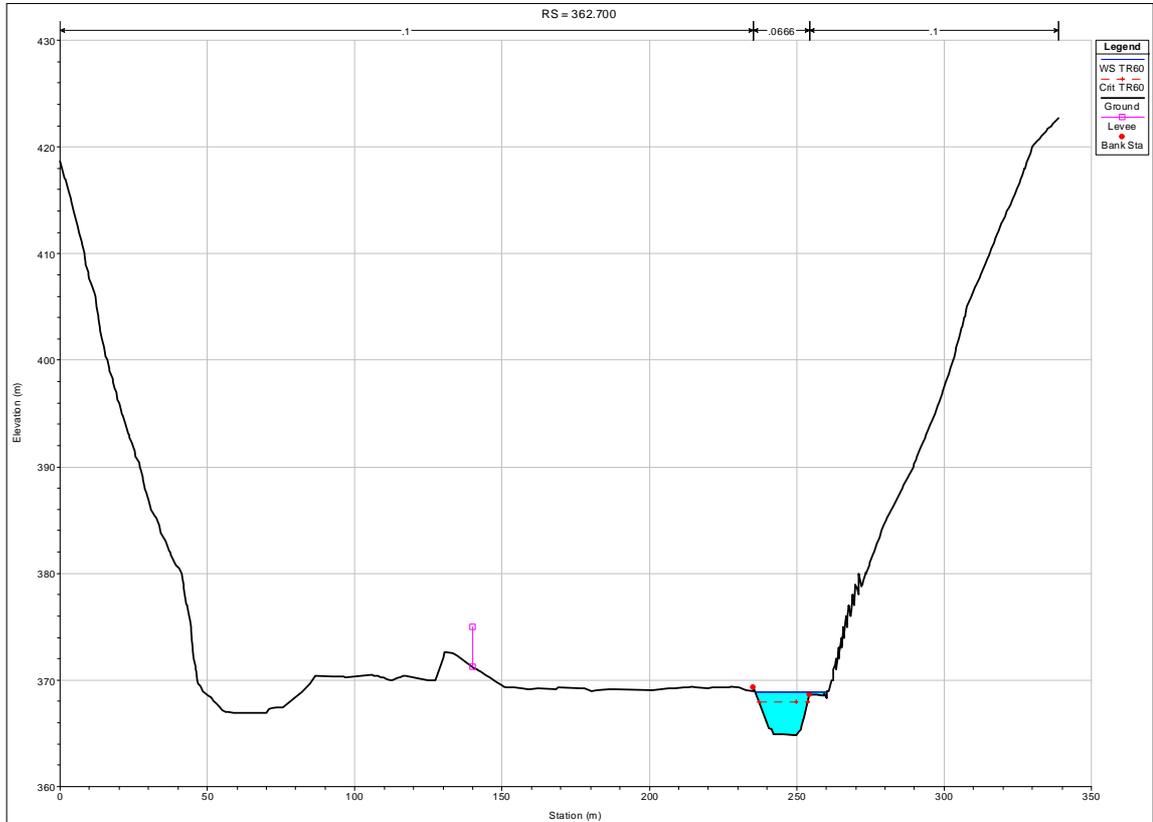


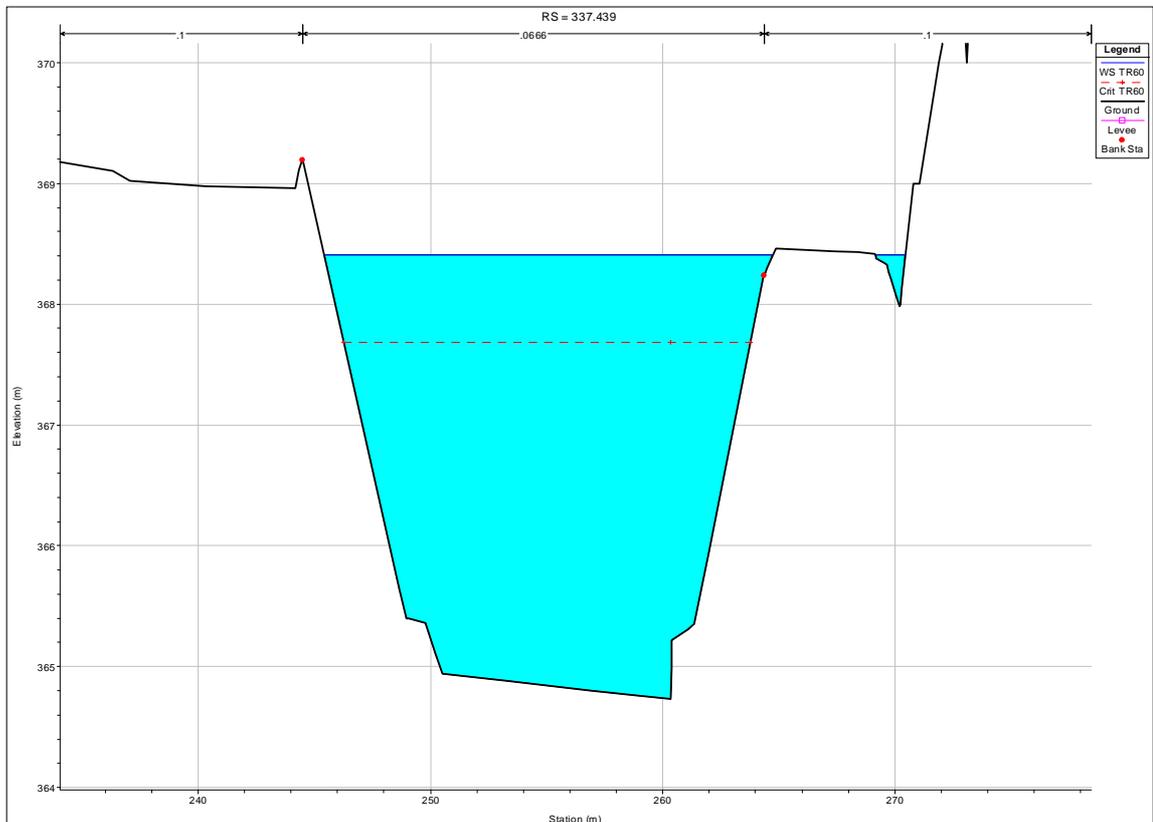
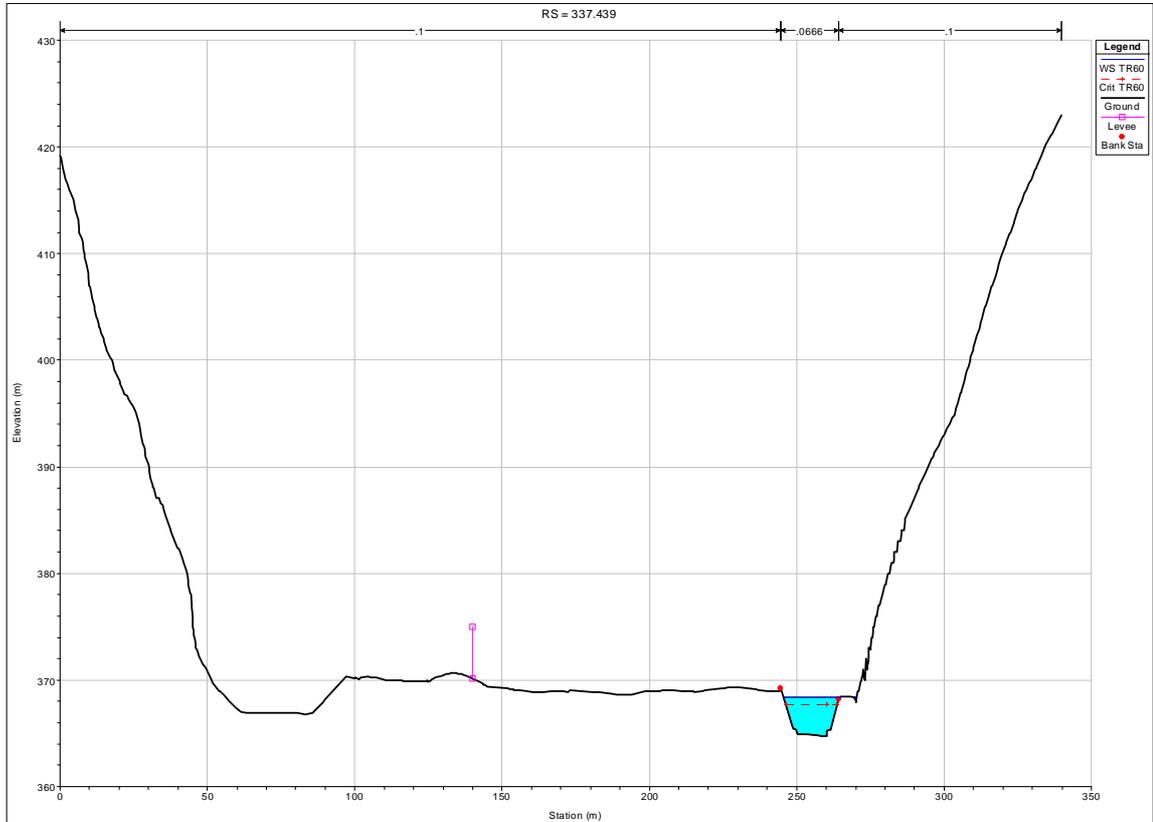


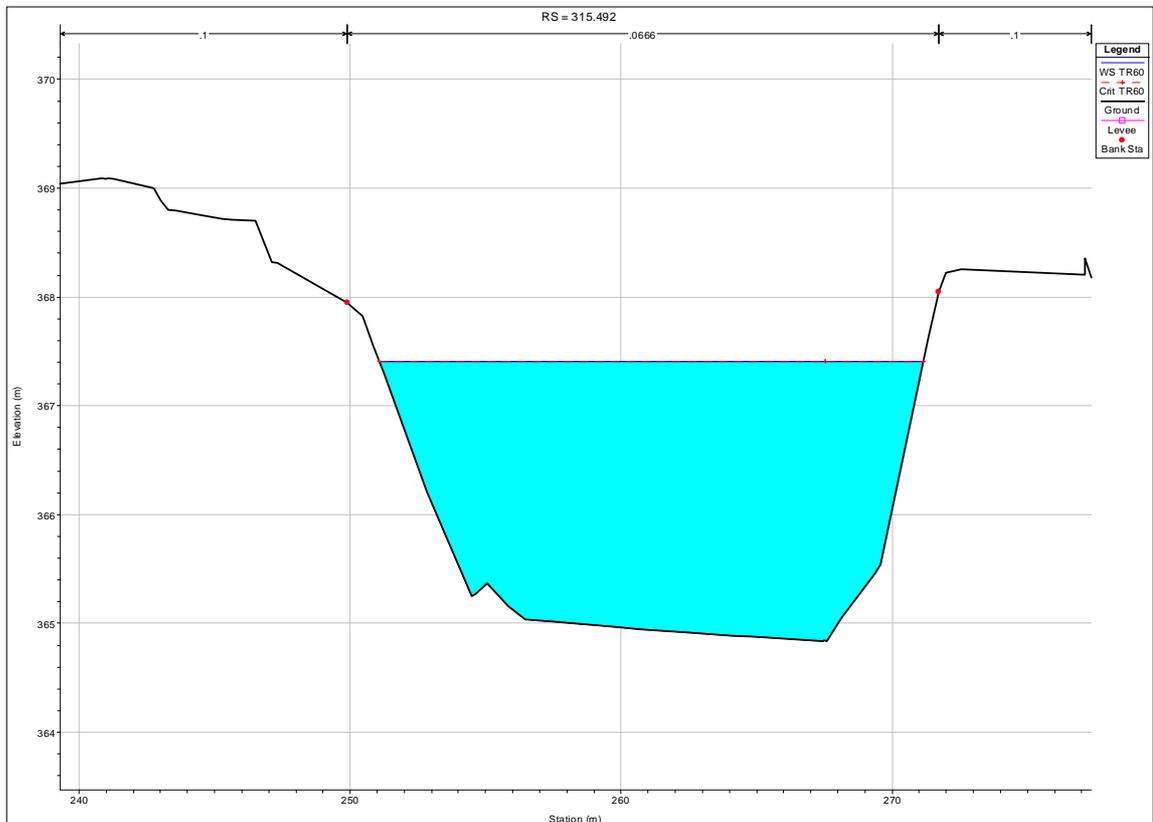
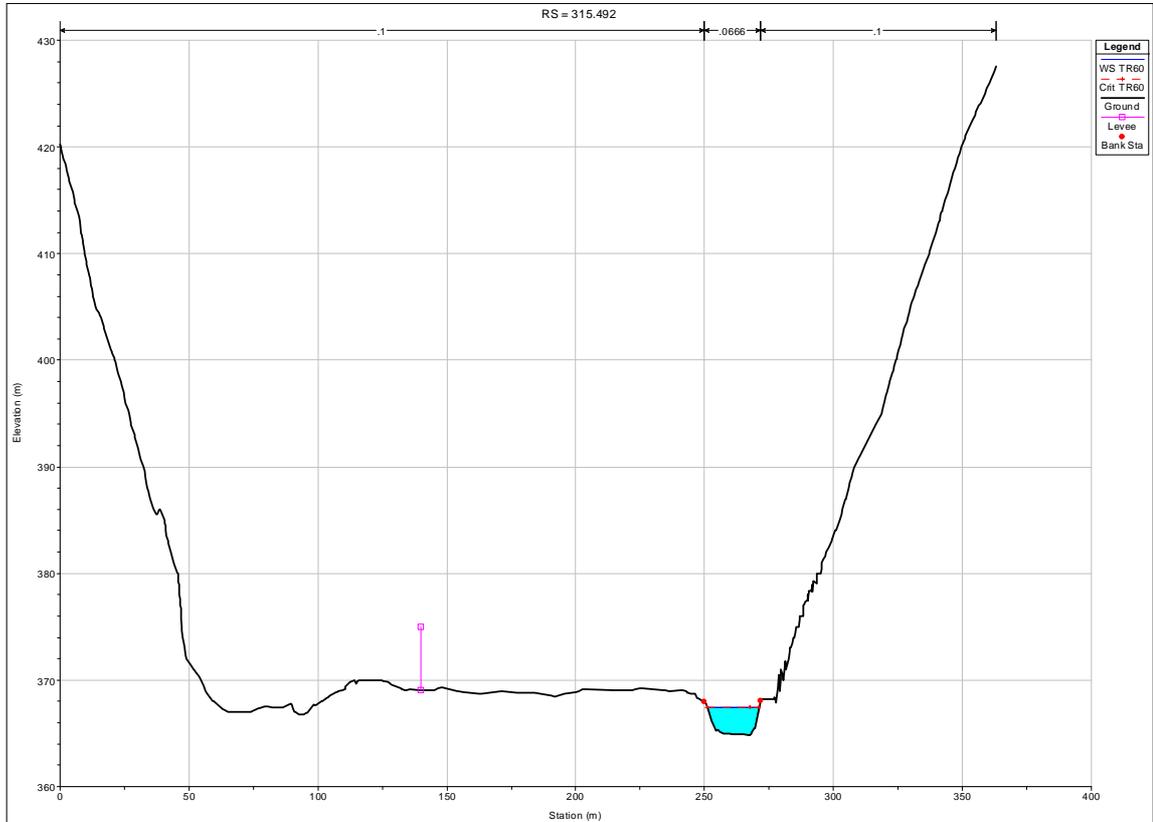


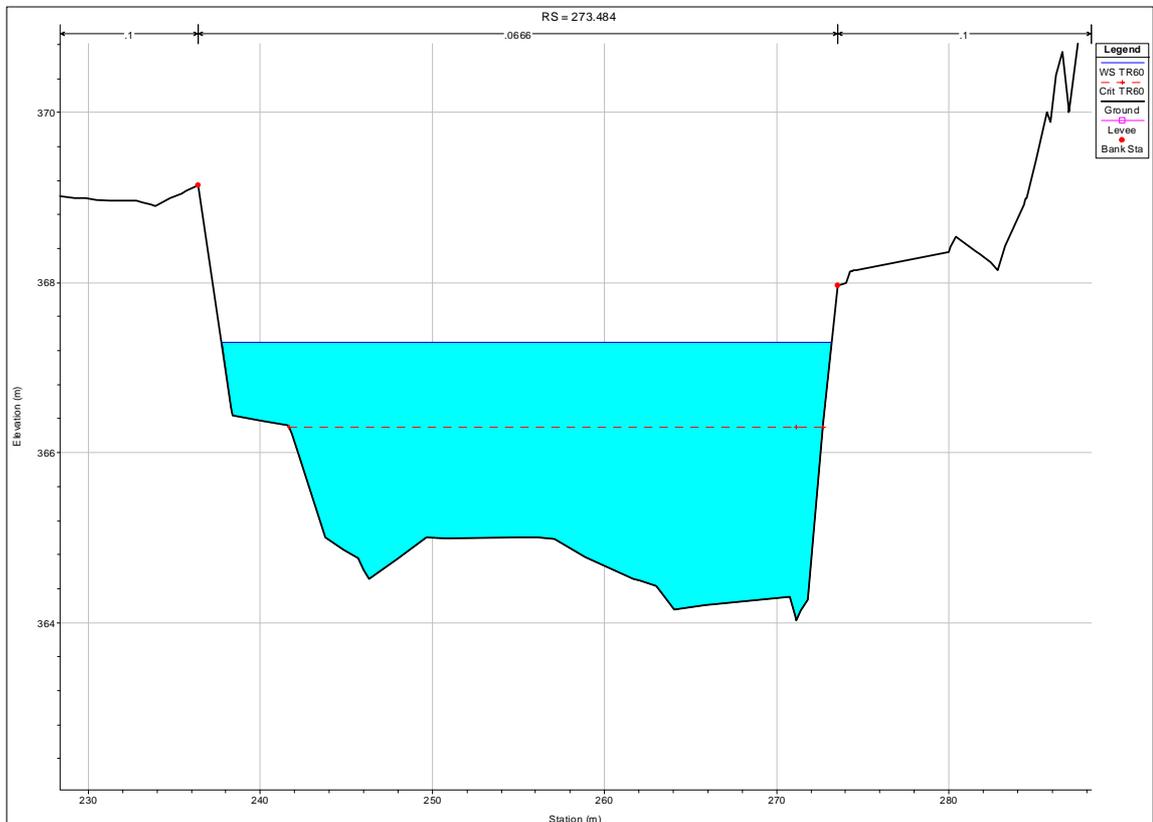
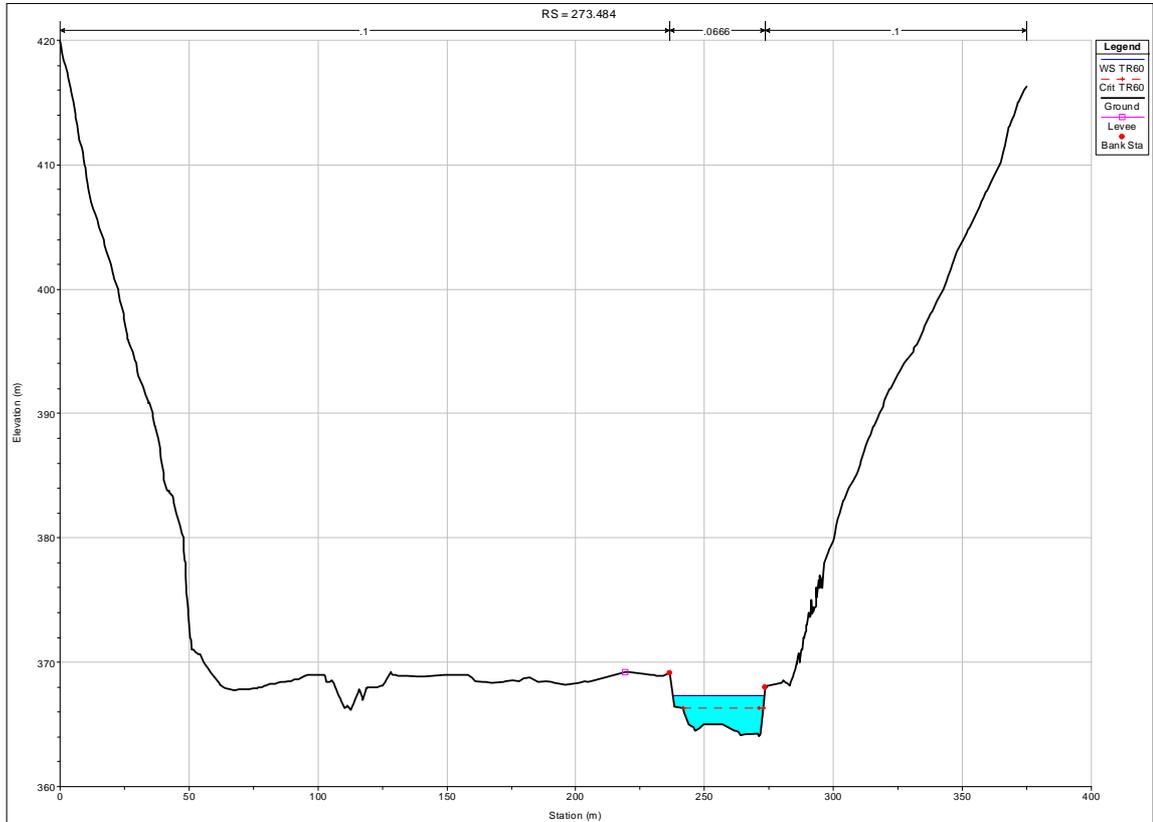


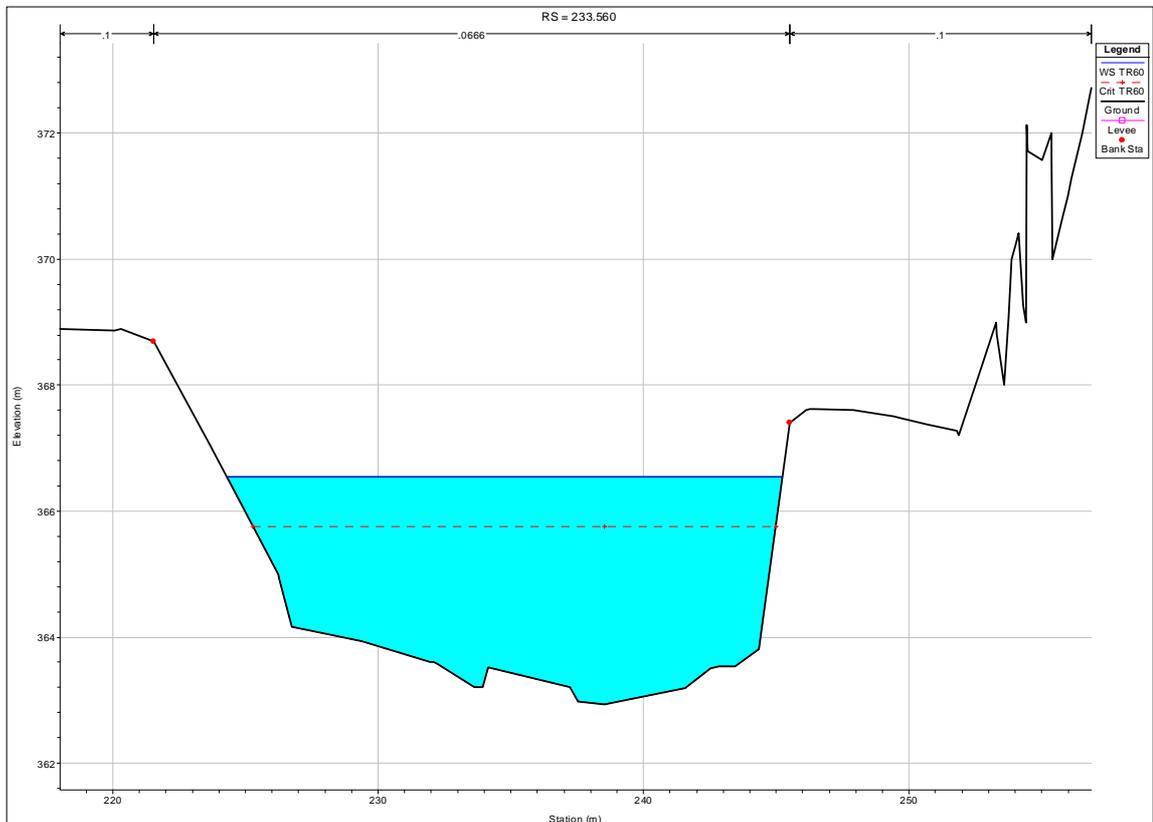
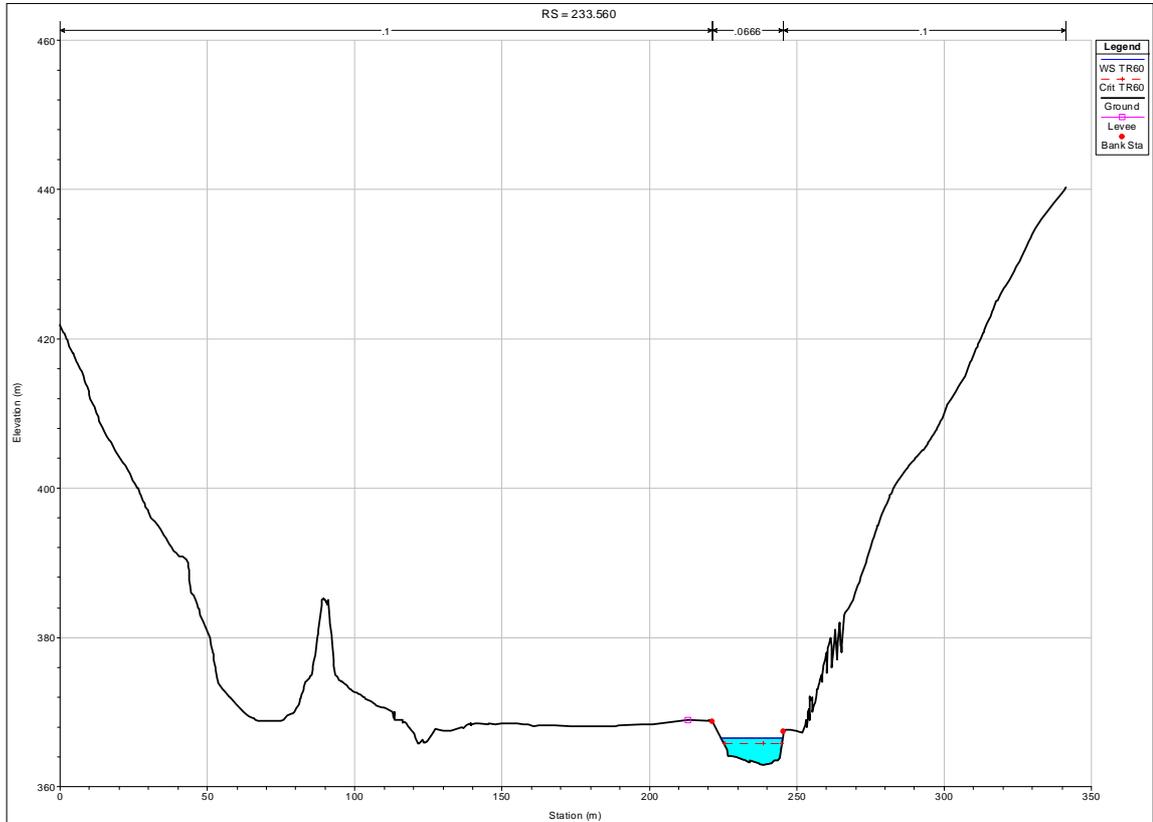


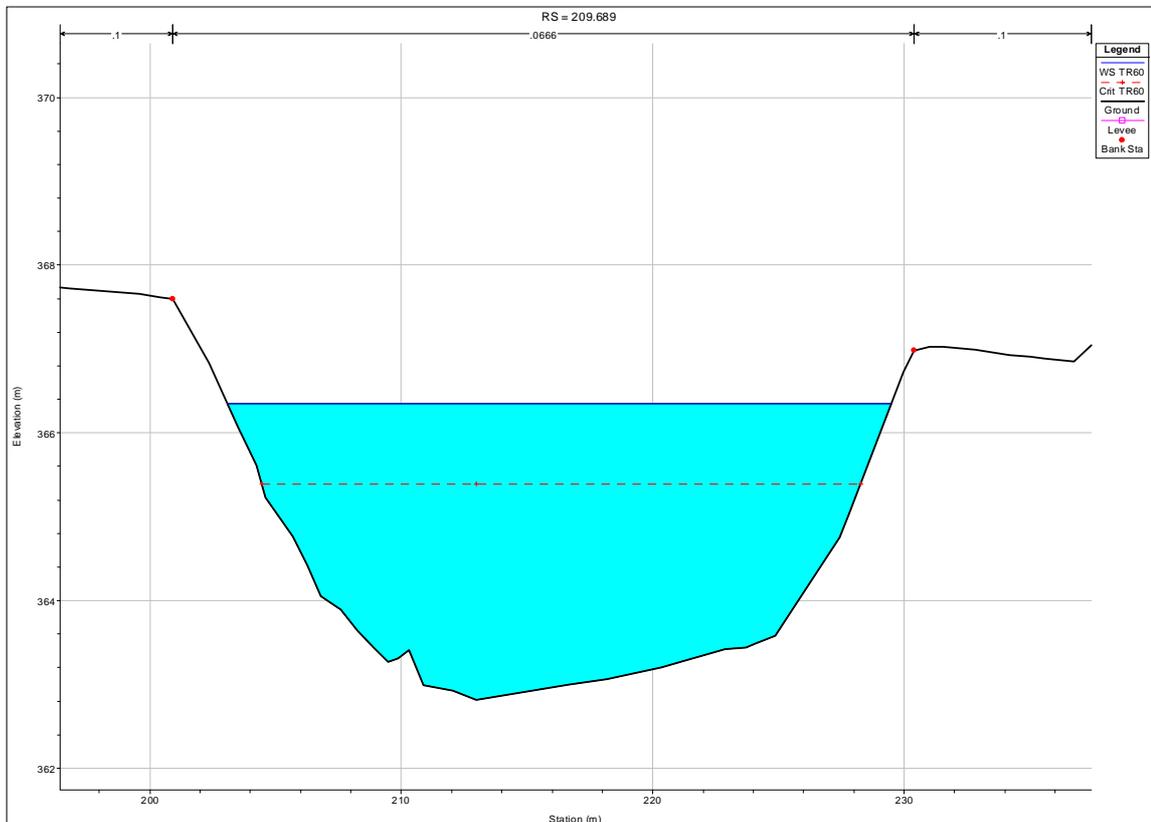
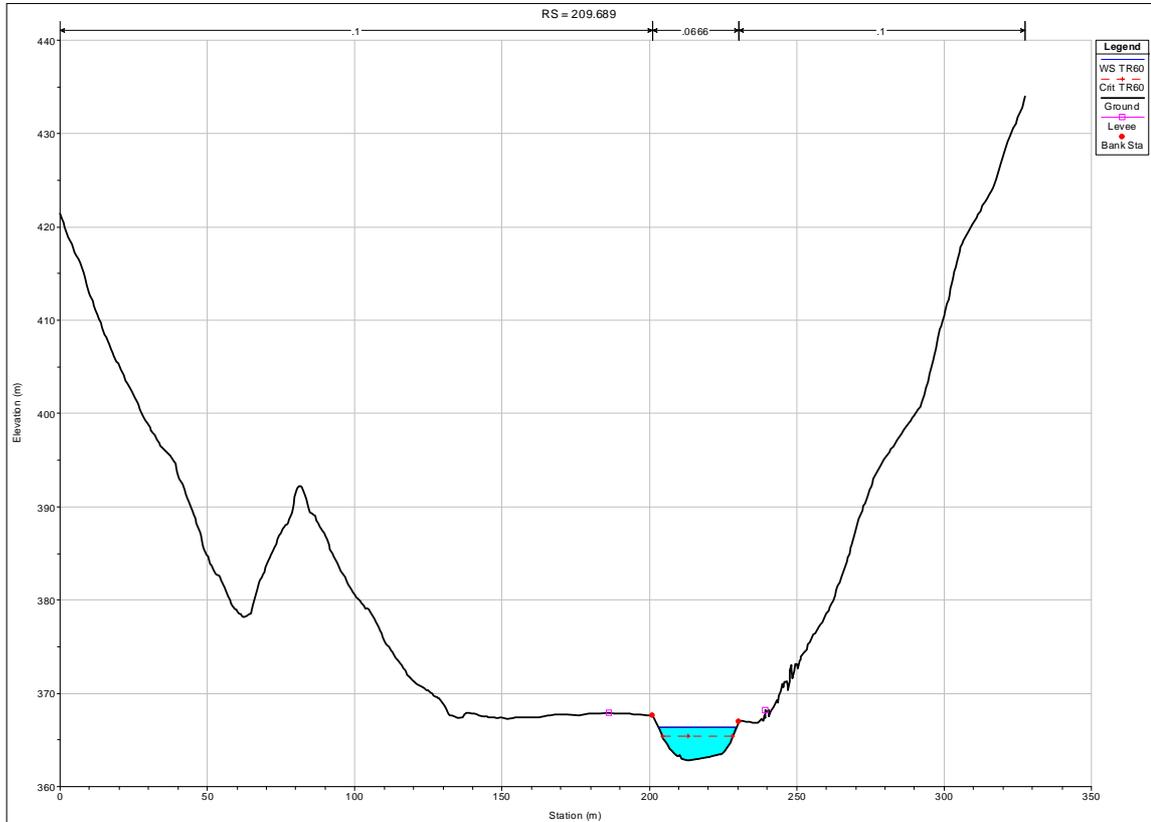


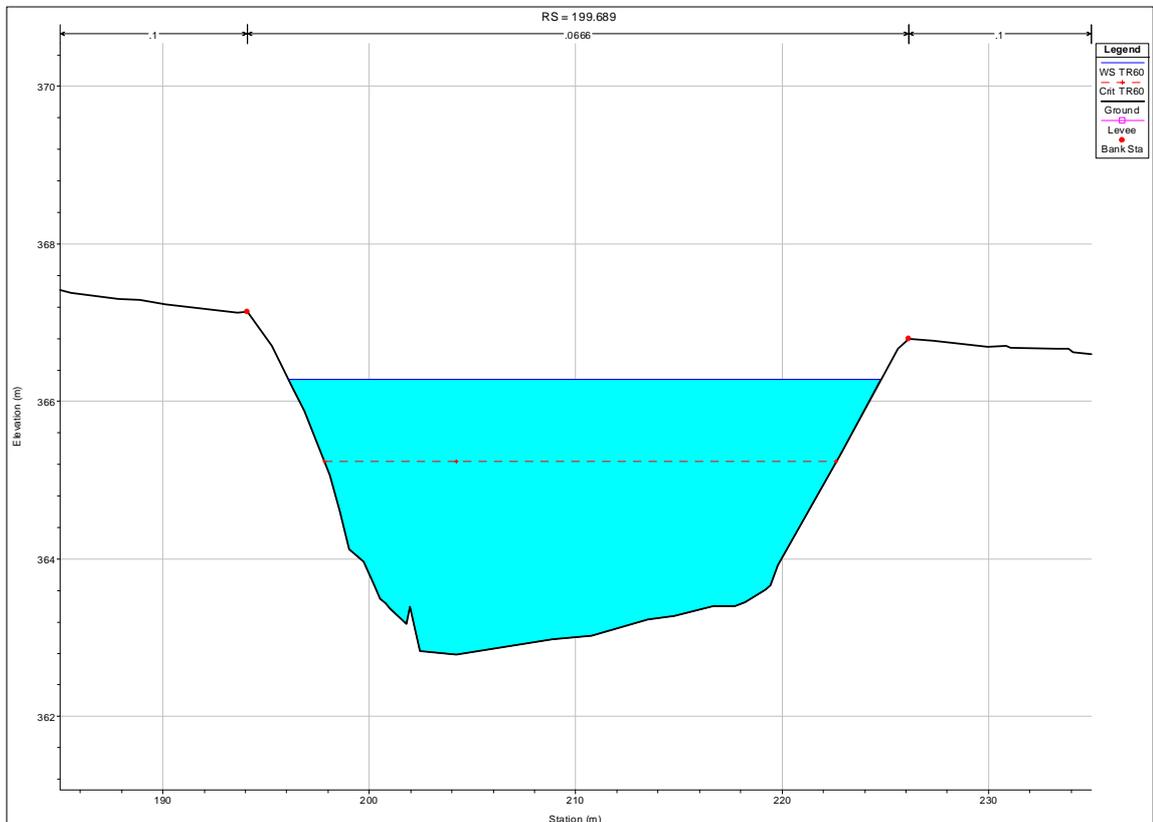
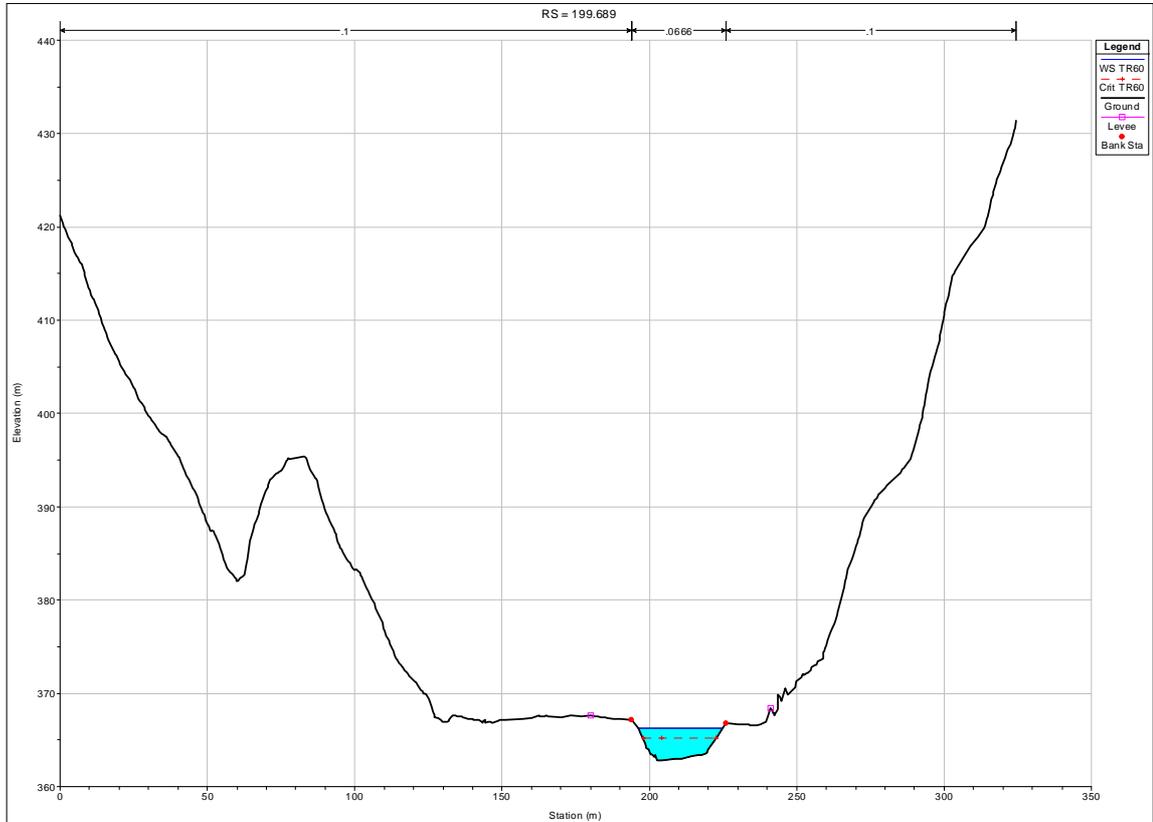


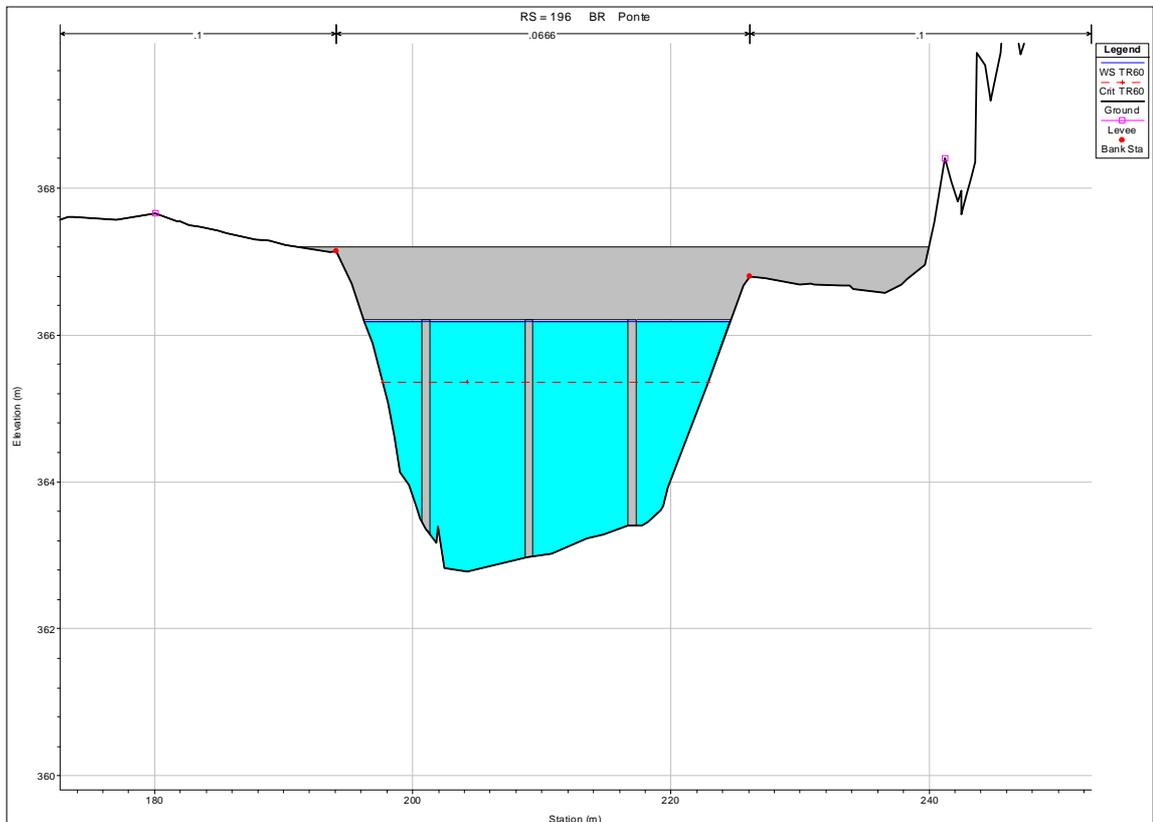
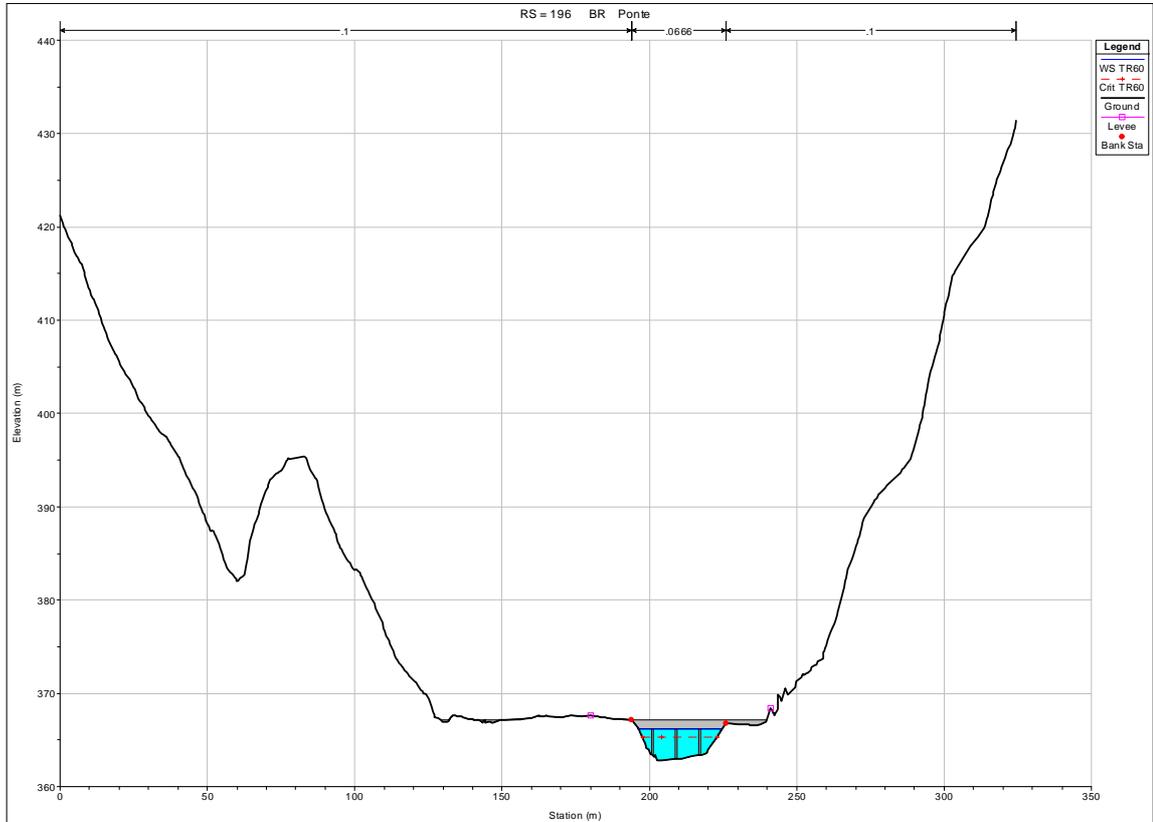


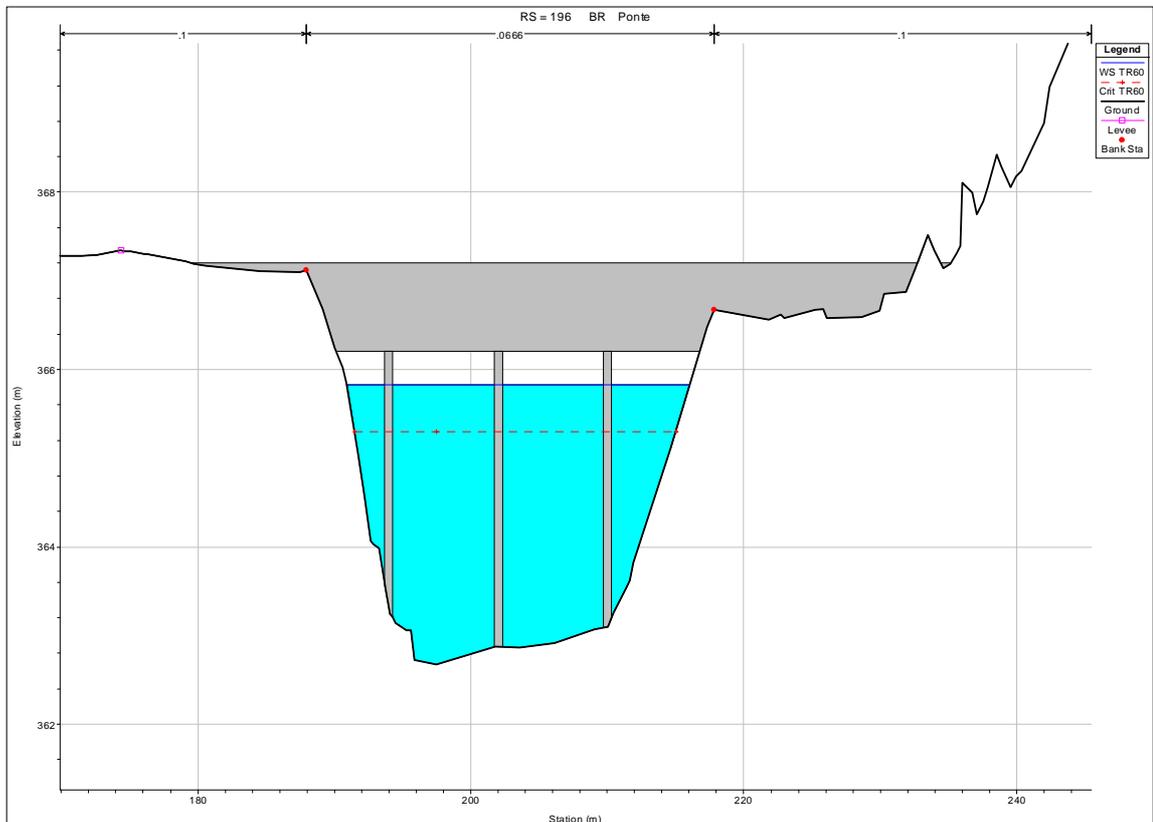
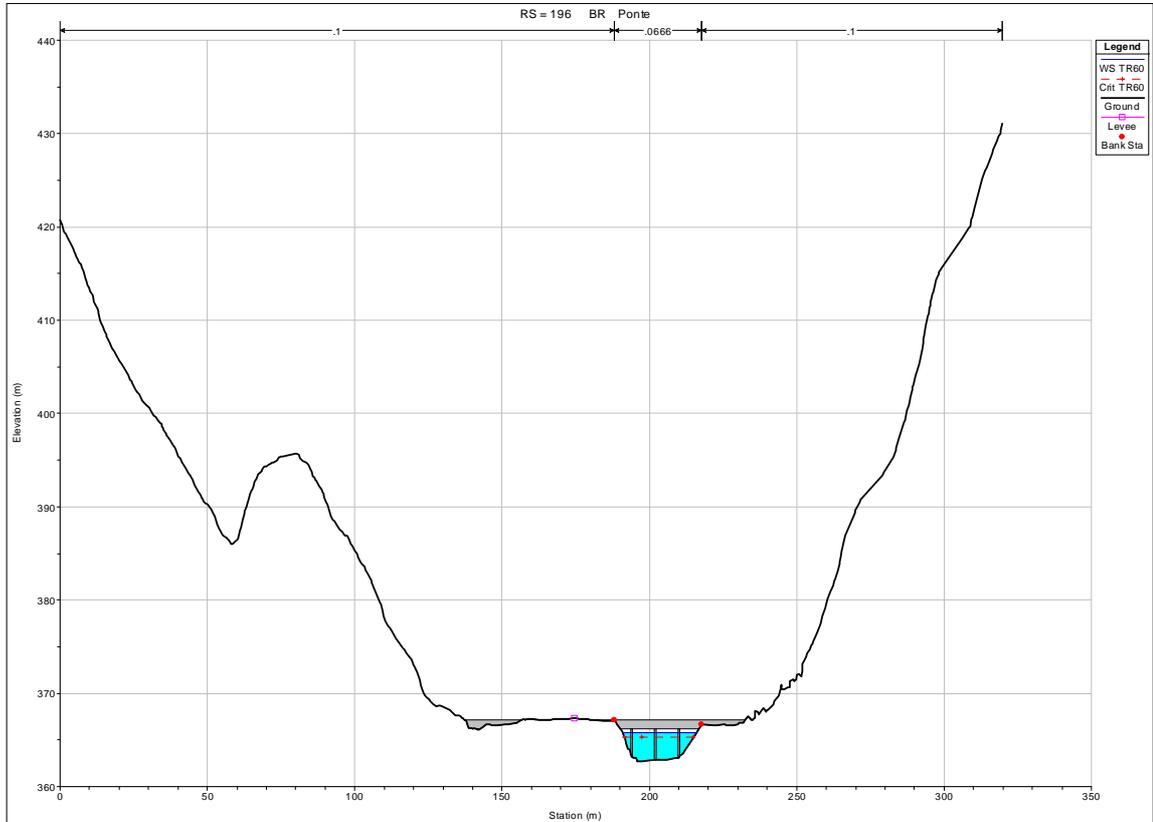


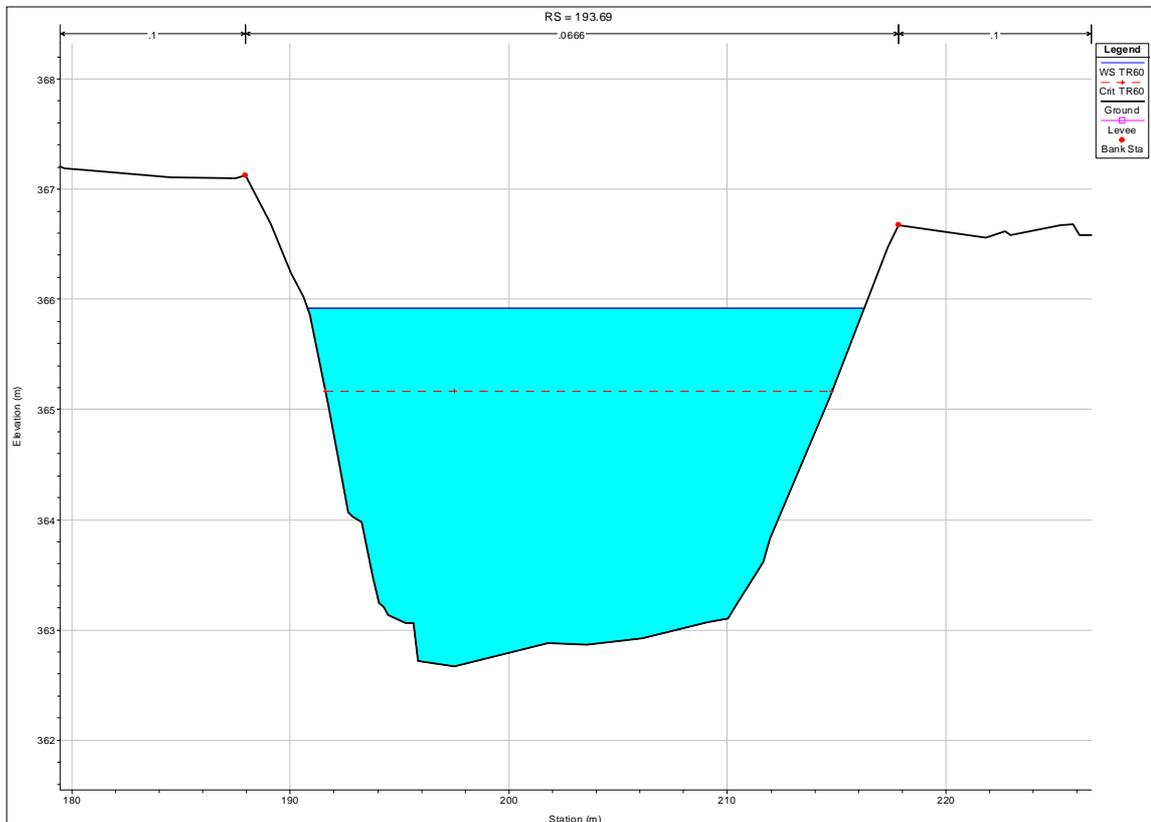
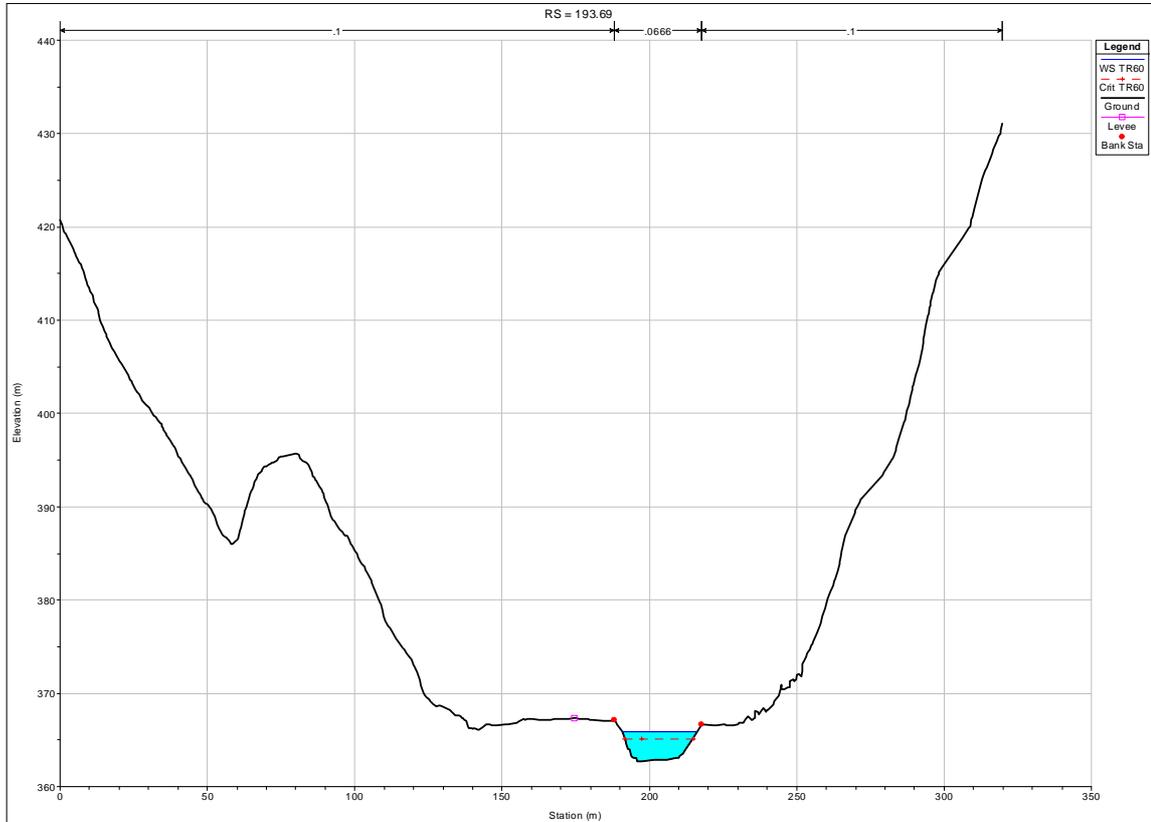


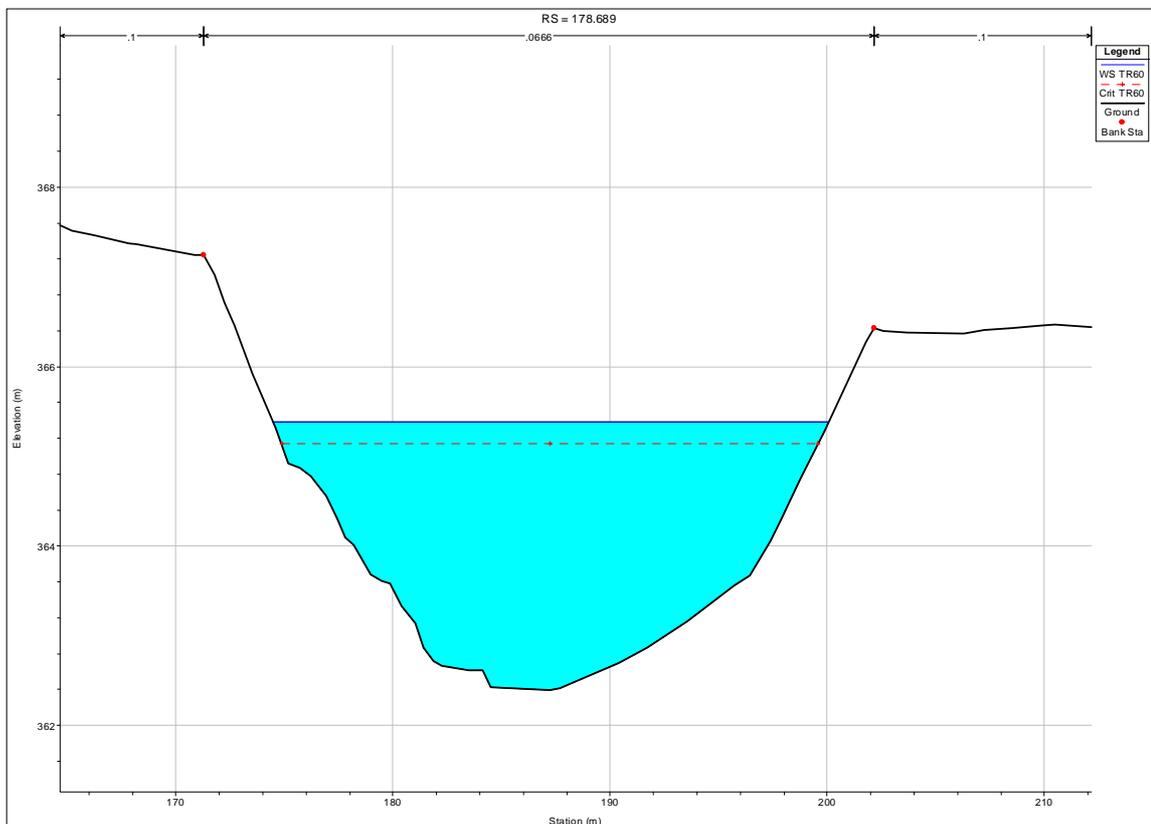
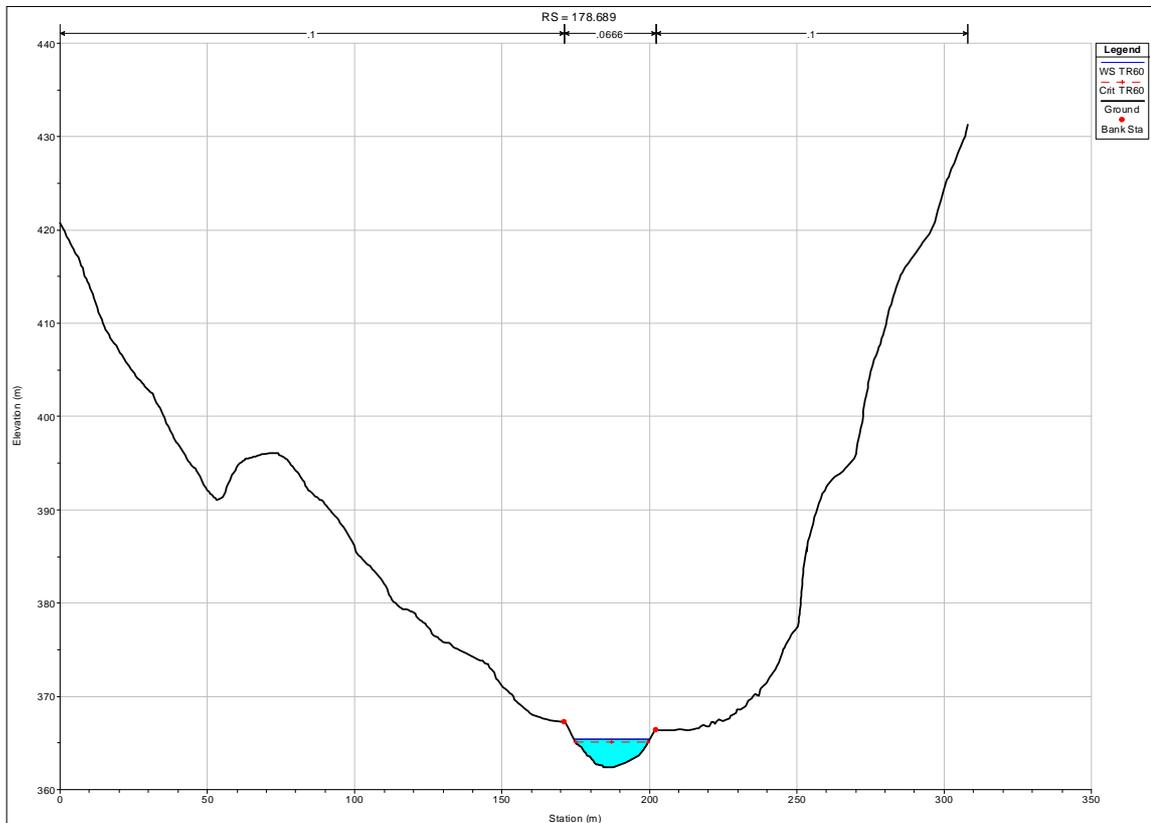


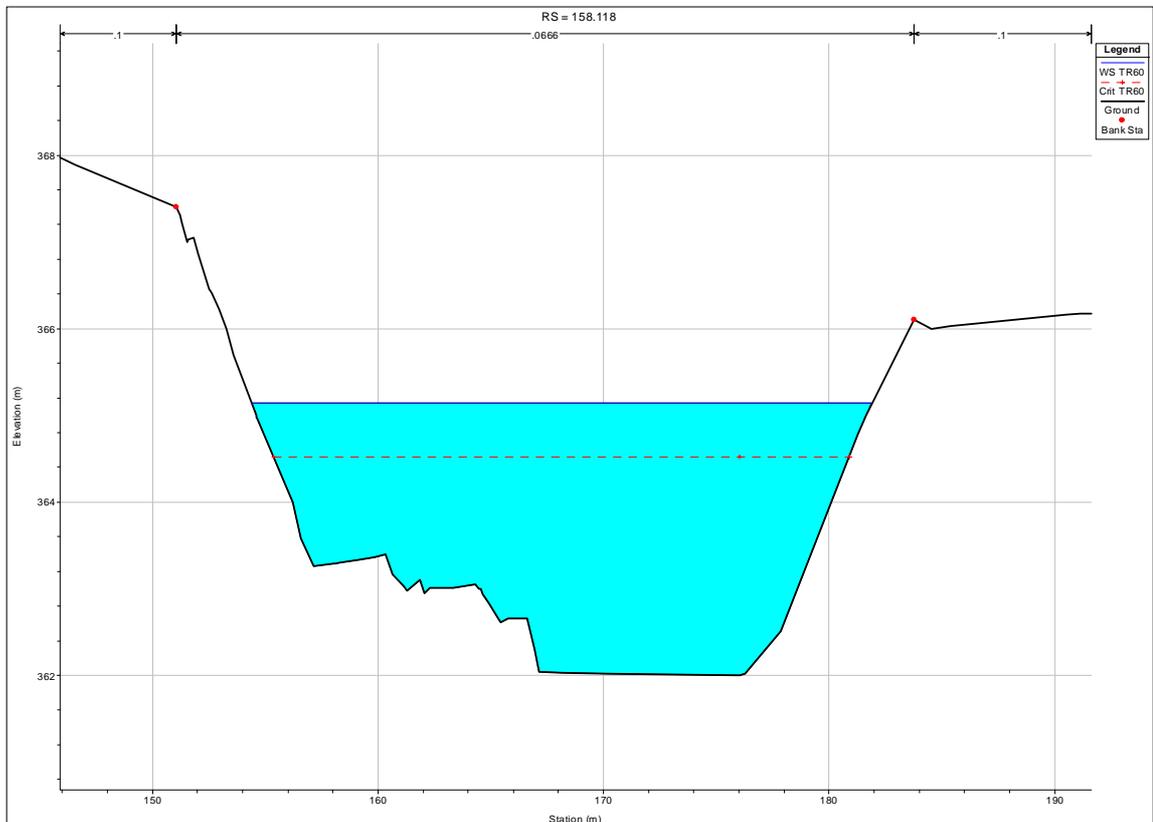
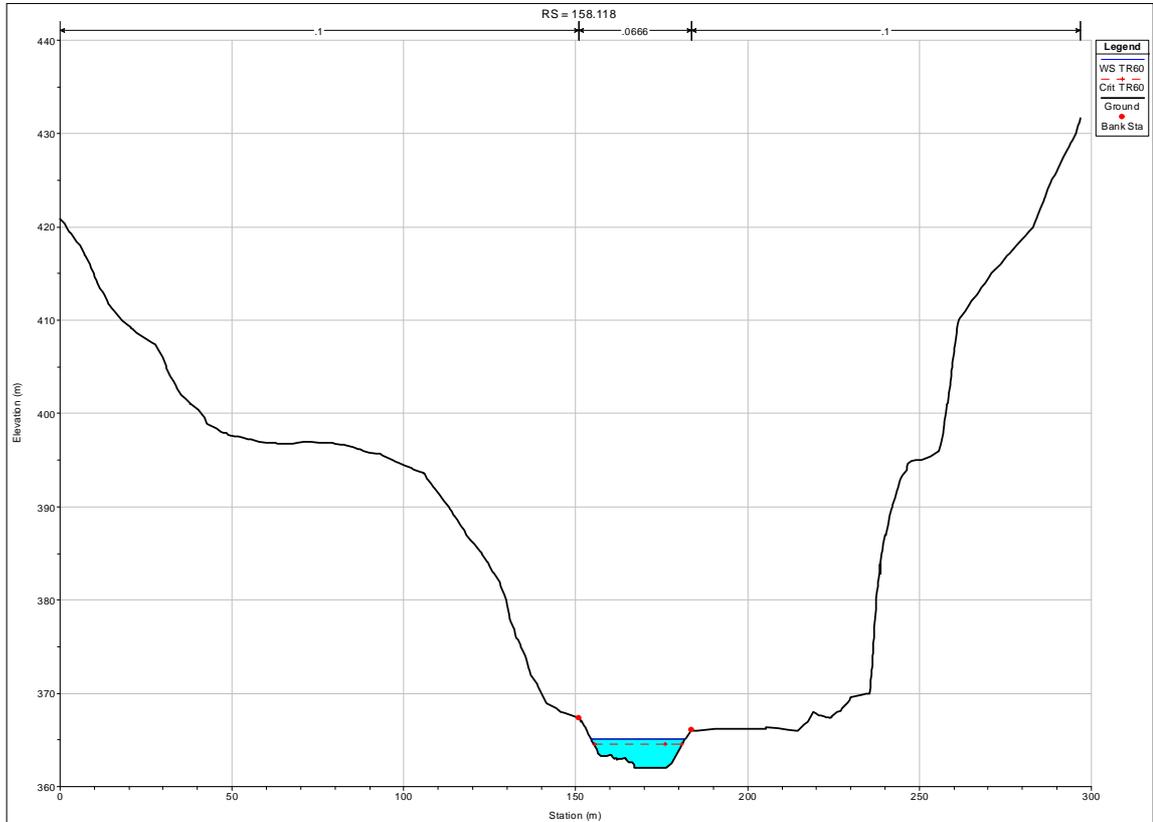


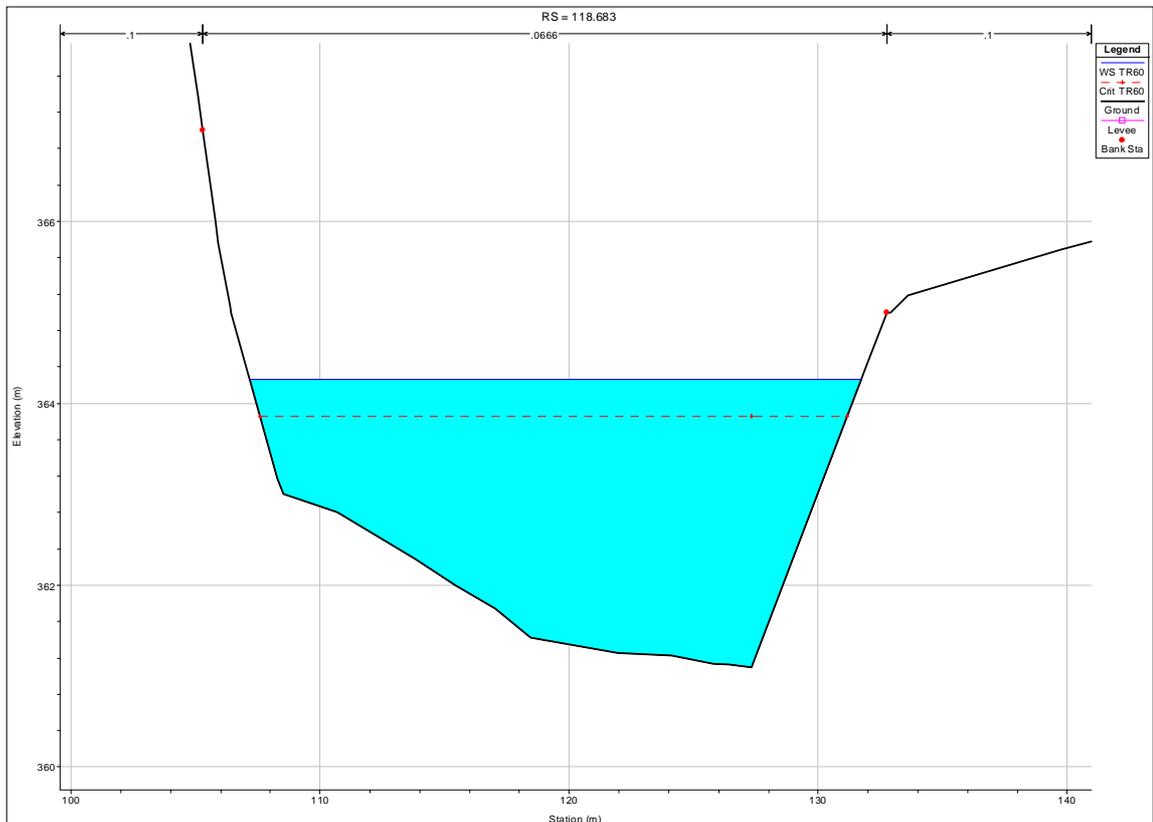
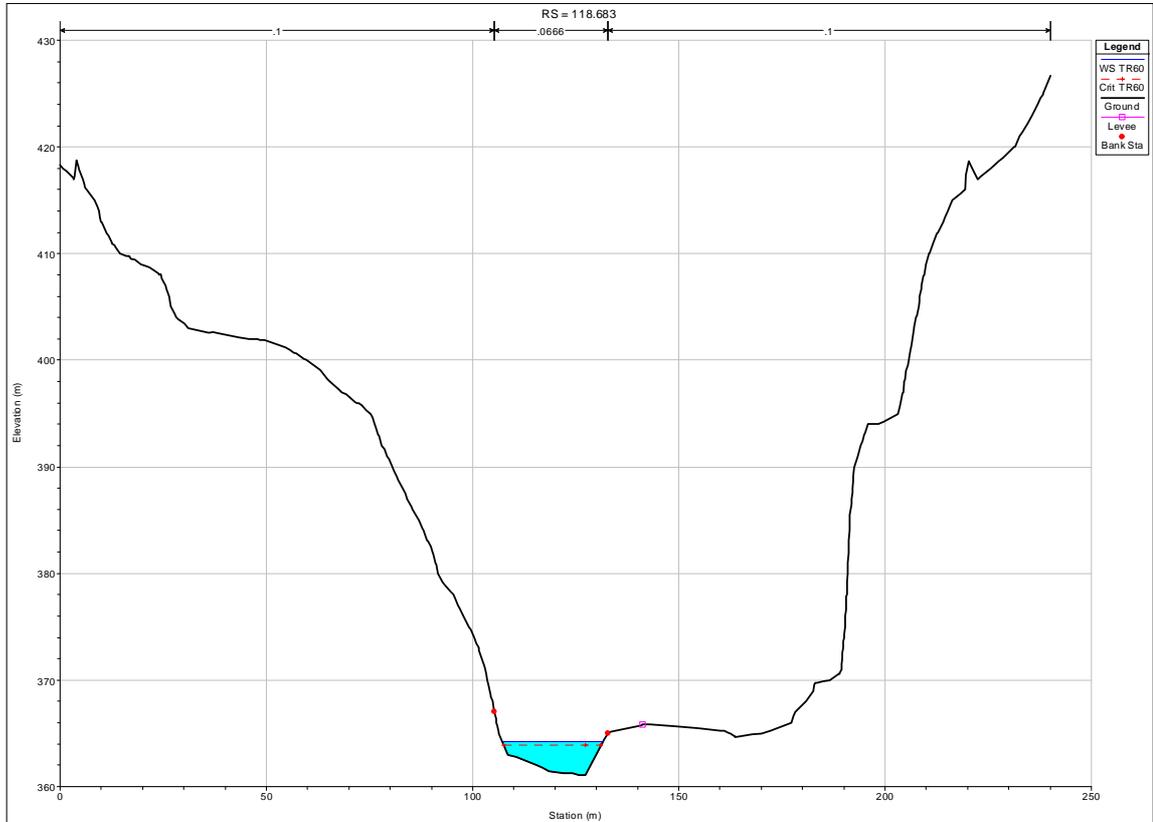


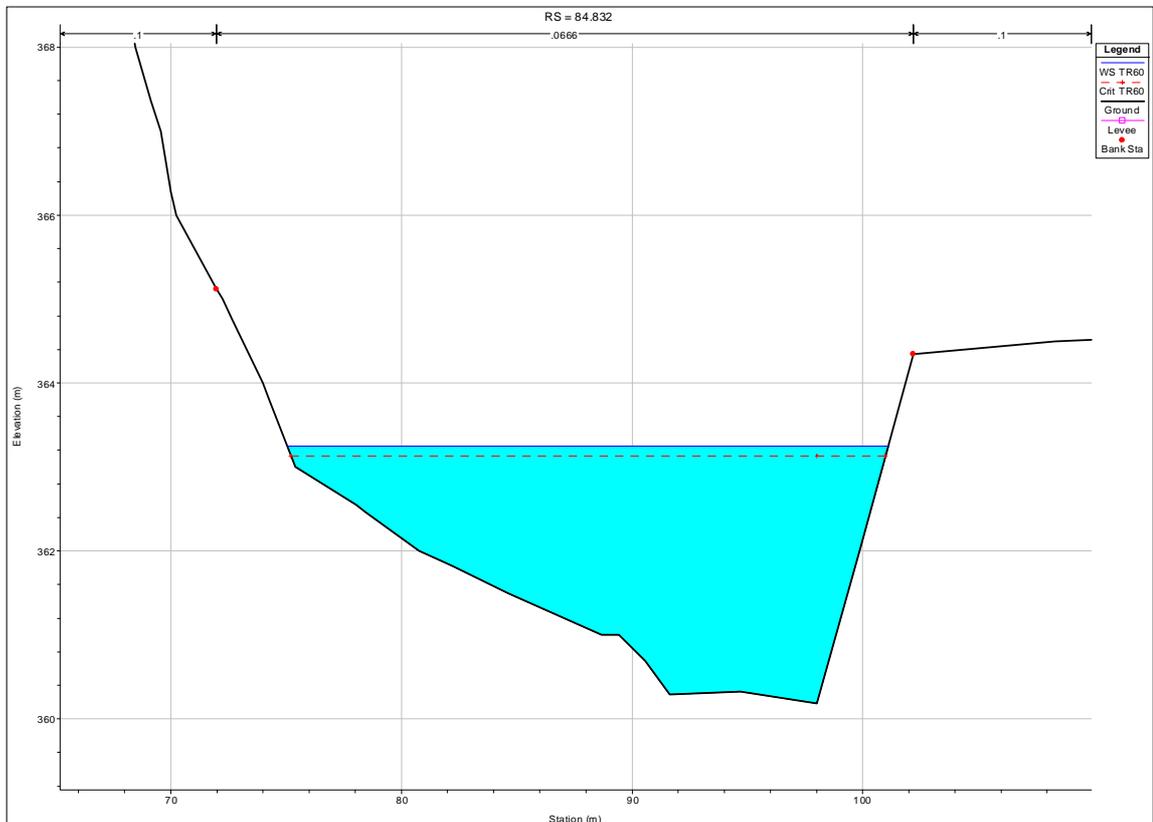
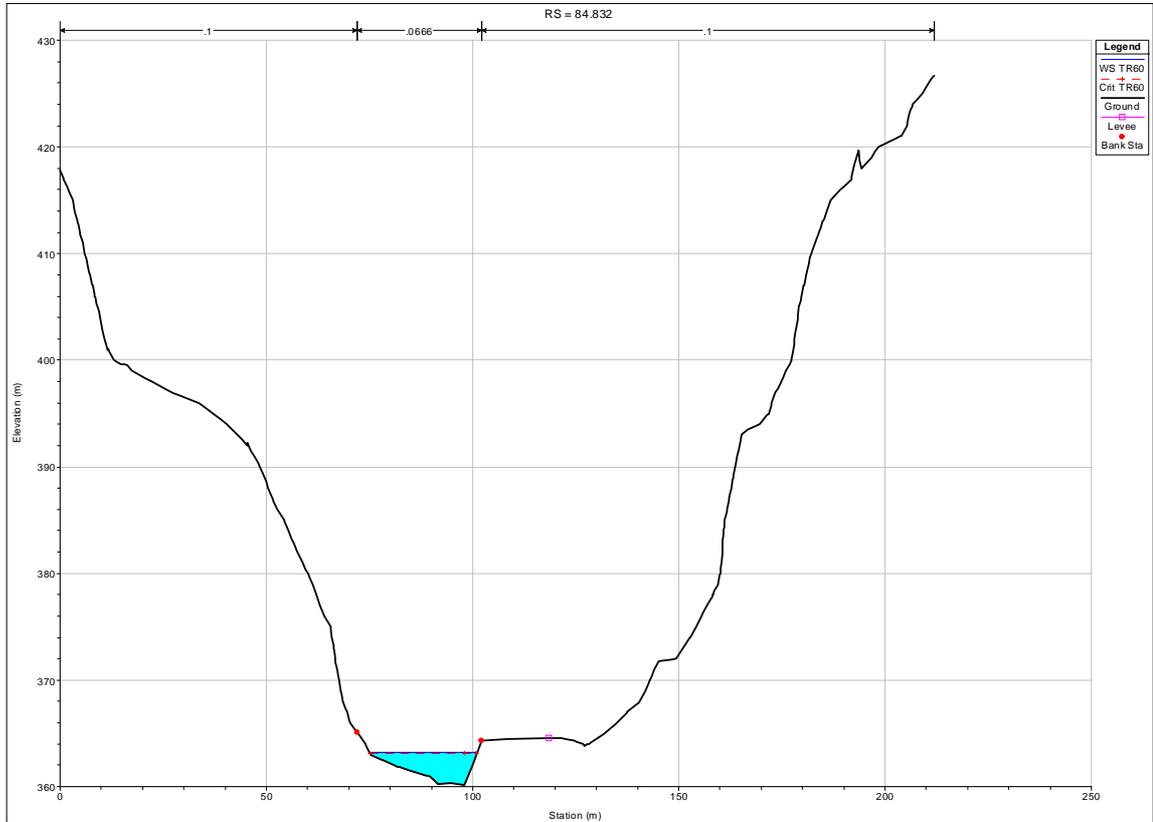


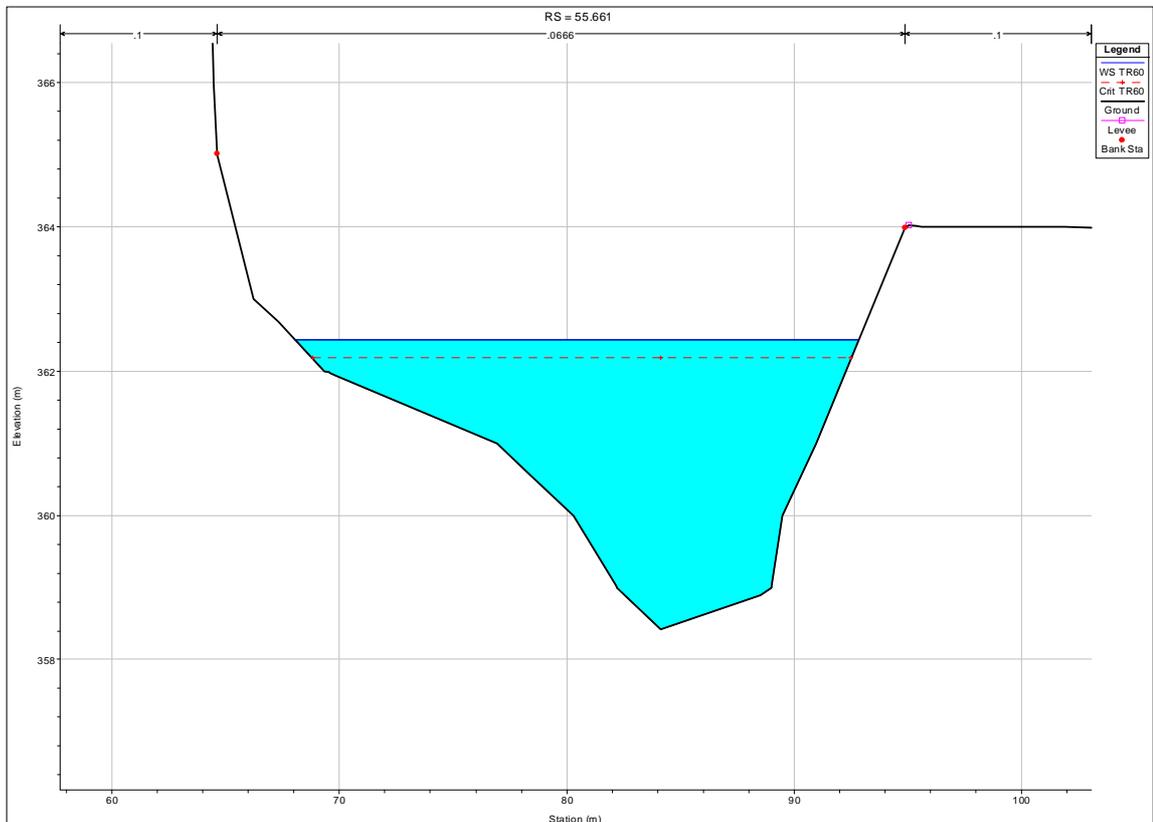
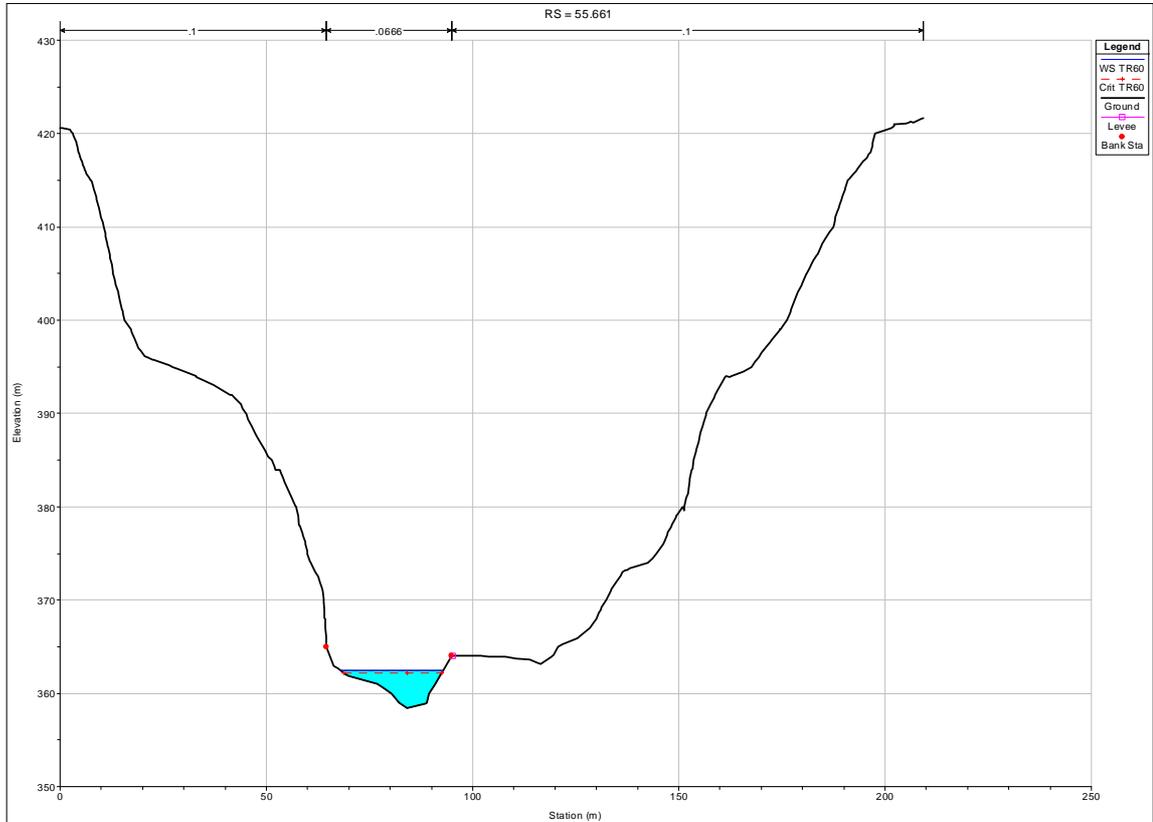


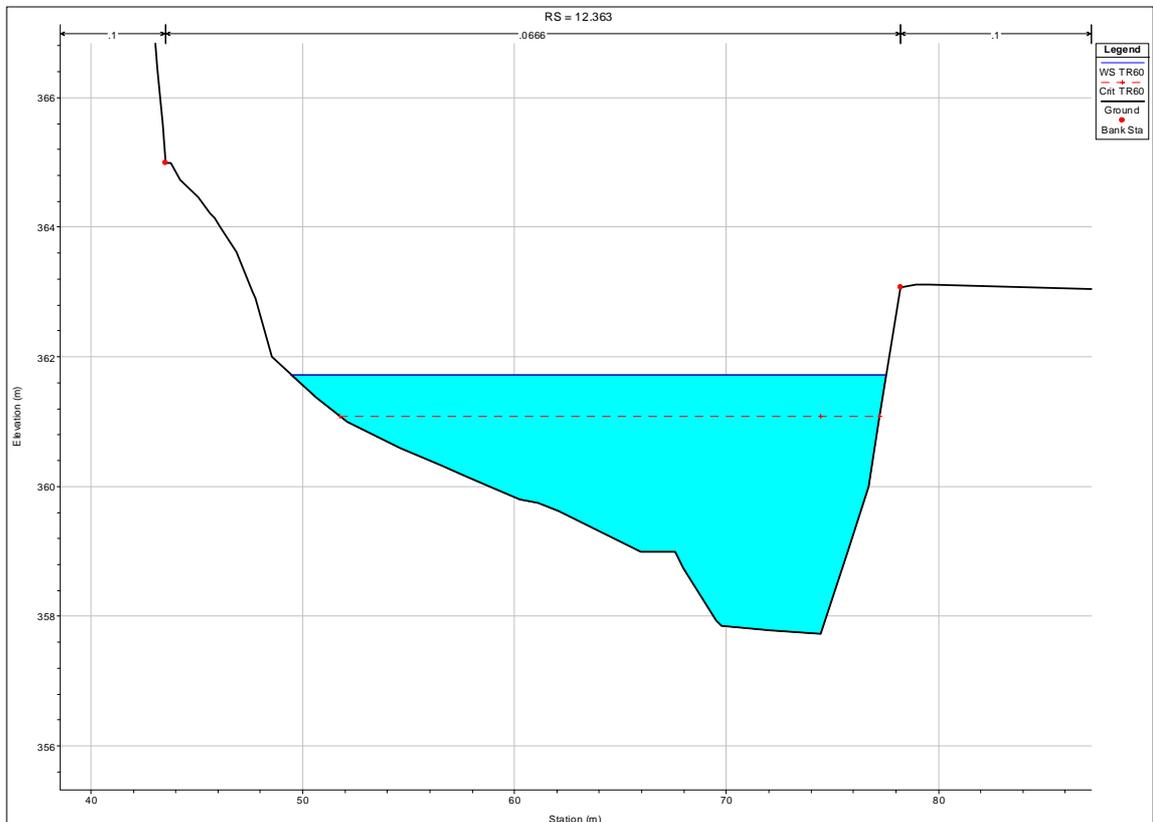
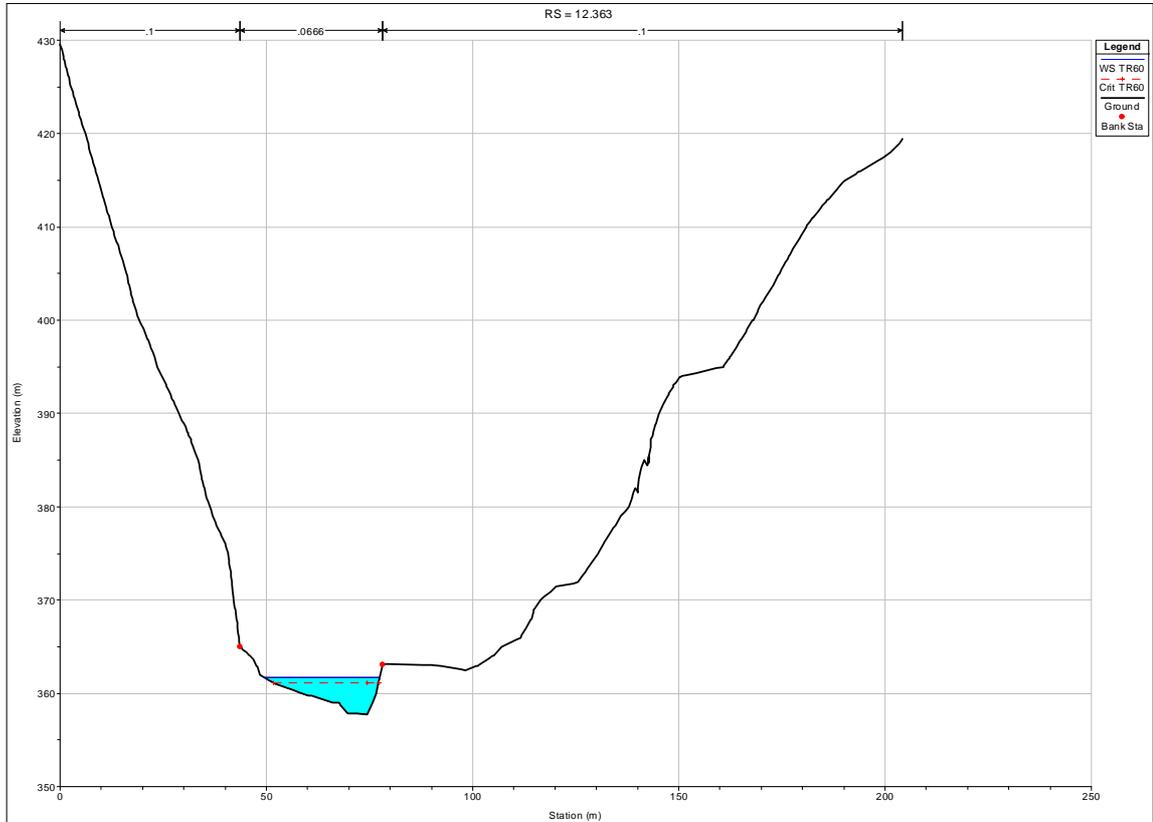












<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00  Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3</p>	<p>Foglio  93 di  207</p>

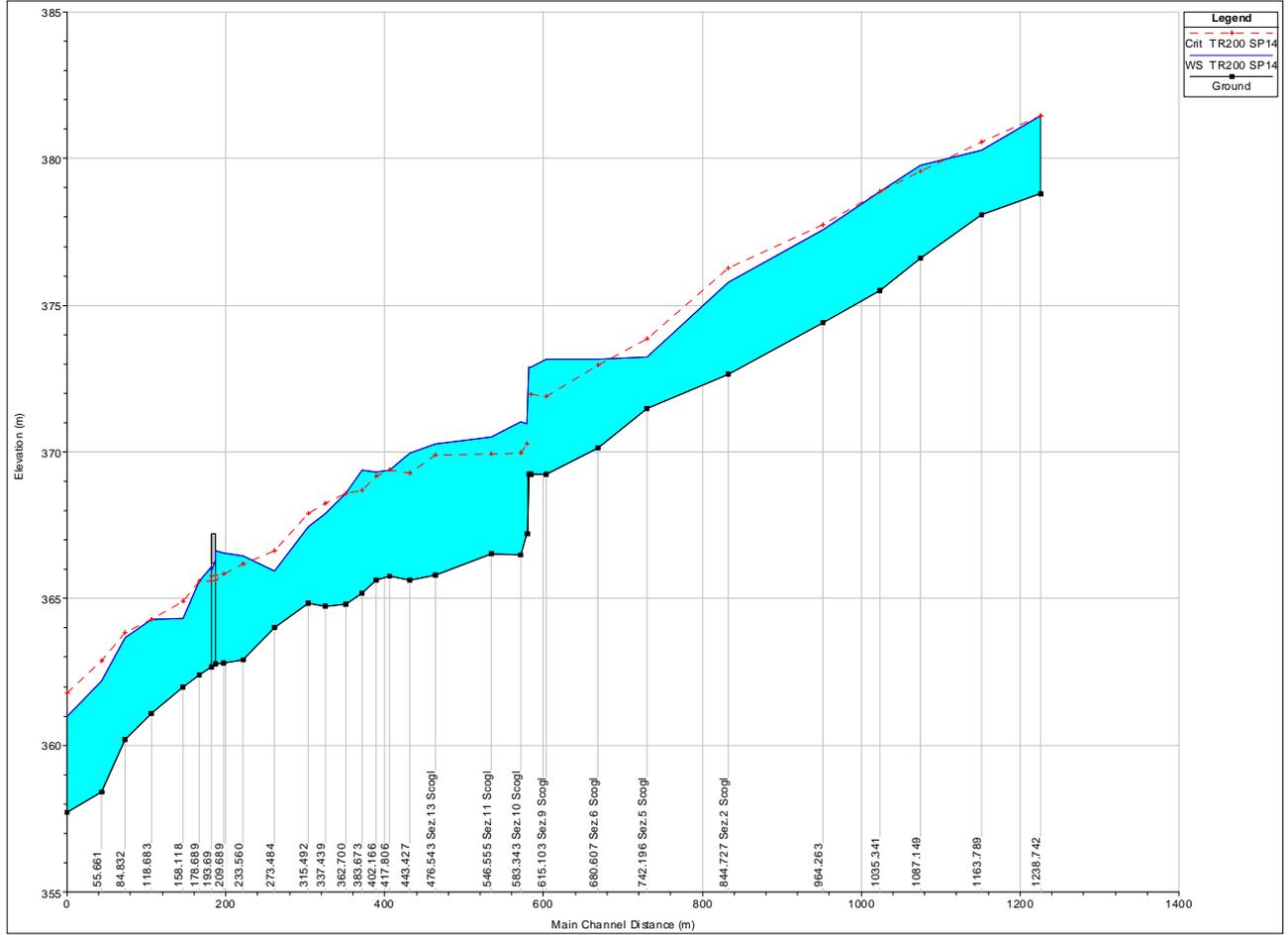
**ALLEGATO 4: RISULTATI MODELLO RAS – SCENARIO 2a - TR=200 anni - STATO DI PROGETTO**

**Tr=200 anni. Ks=25 m<sup>1/3</sup>s<sup>-1</sup> in alveo e ks=15 m<sup>1/3</sup>s<sup>-1</sup> in golena**

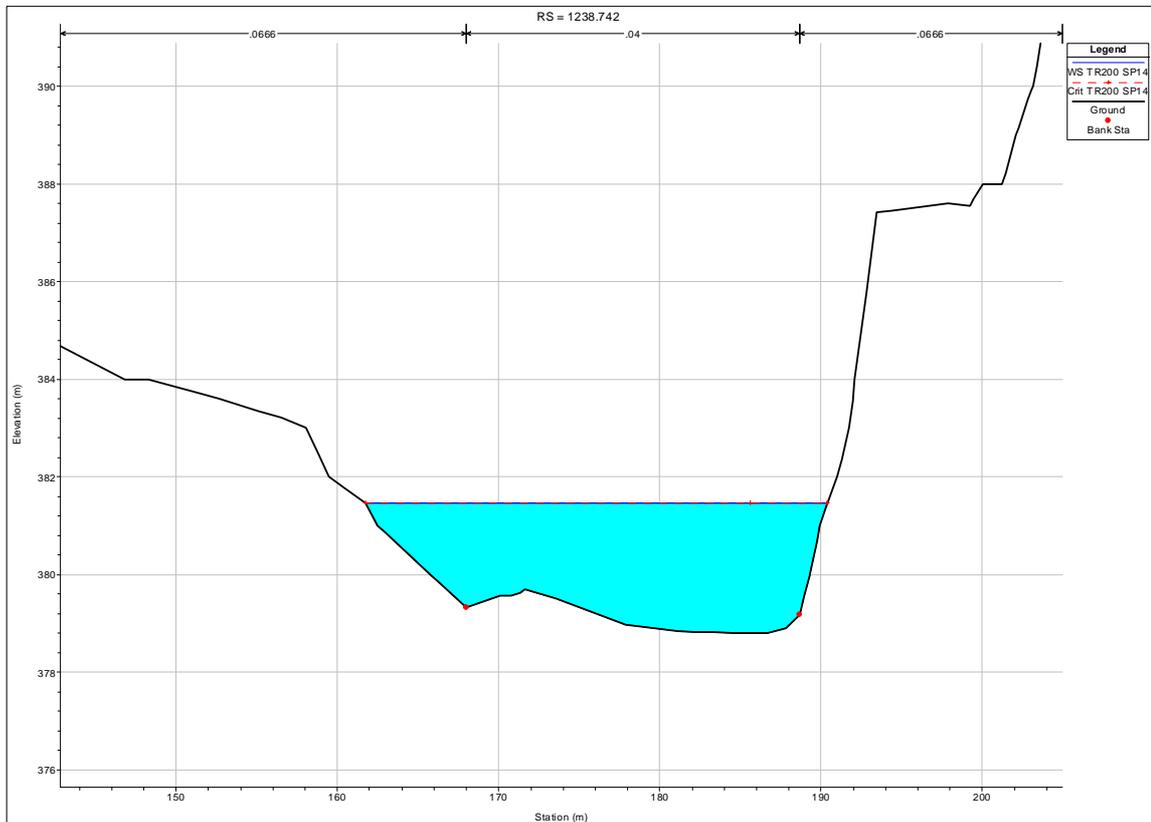
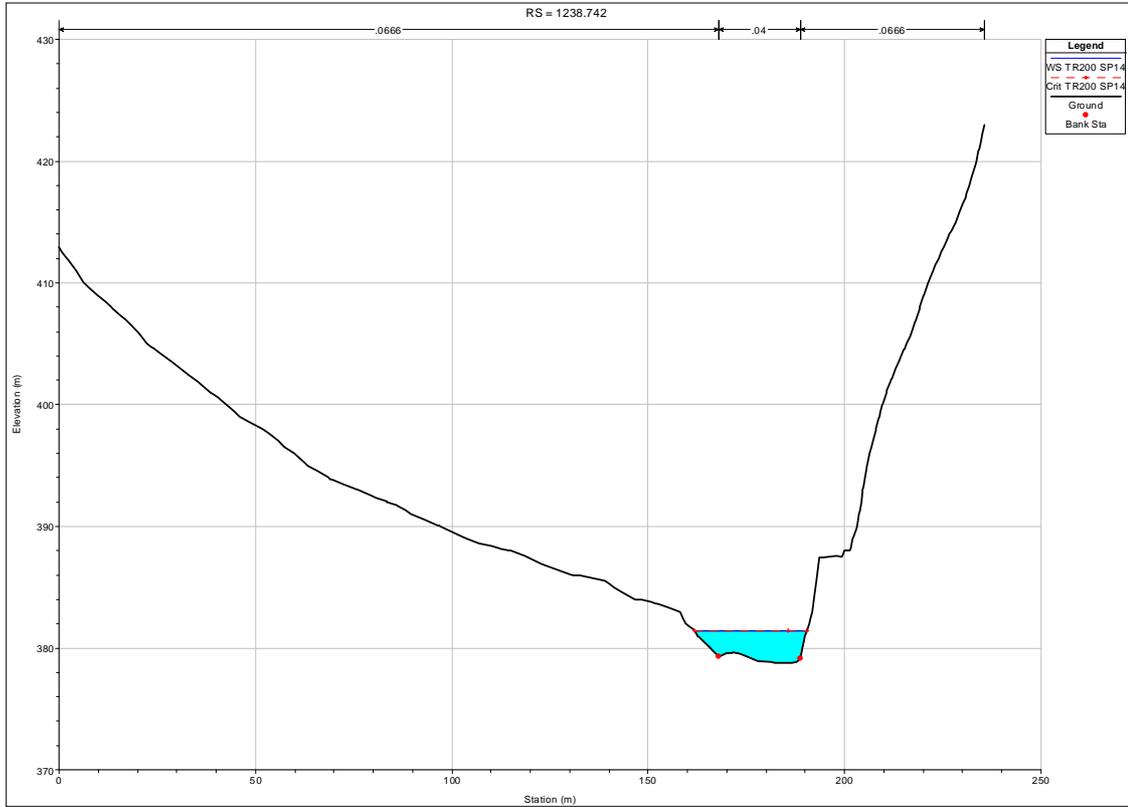
**TEMPO DI RITORNO 200 ANNI – Stazione di Voltaggio. Sottoprogetto SP1.4**
**Scabrezze: 25 m<sup>1/3</sup>/s alveo, 15 m<sup>1/3</sup>/s golena**
**TR=200 - Stato di progetto - Tabella RAS**

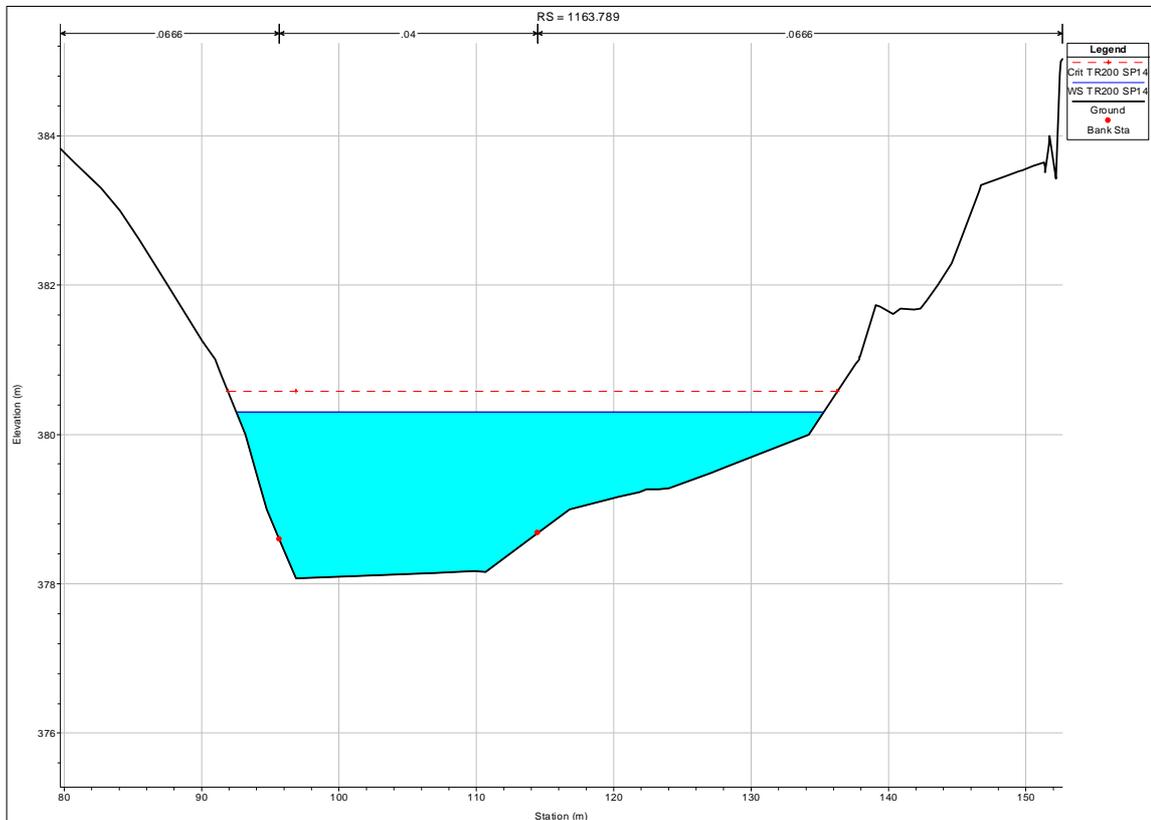
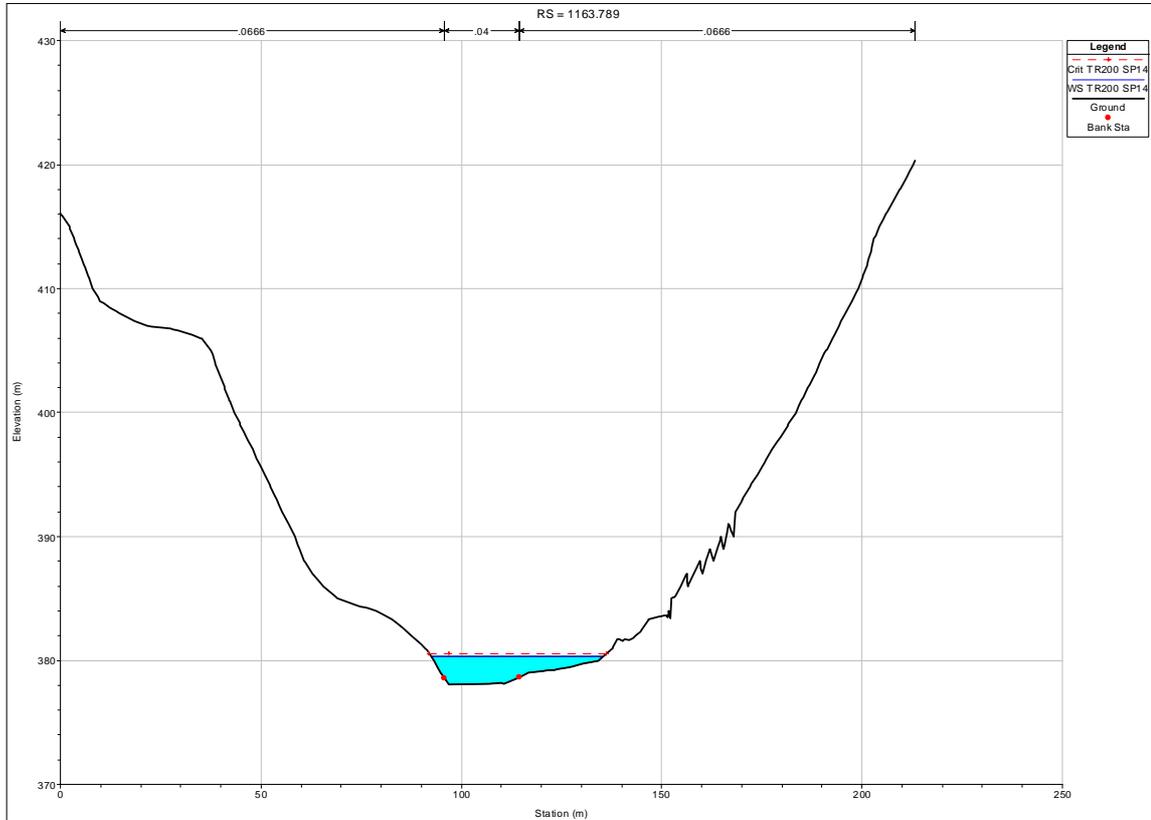
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
lemme	1238.742	TR200 SP14	244.00	378.80	381.46	381.46	382.55	0.011702	4.74	57.54	28.66	0.99
lemme	1163.789	TR200 SP14	244.00	378.07	380.30	380.57	381.50	0.016421	5.23	60.78	42.73	1.15
lemme	1087.149	TR200 SP14	244.00	376.59	379.77	379.57	380.50	0.007174	4.41	85.29	46.38	0.80
lemme	1035.341	TR200 SP14	244.00	375.52	378.86	378.86	380.03	0.009814	5.41	65.42	30.55	0.96
lemme	964.263	TR200 SP14	244.00	374.39	377.57	377.75	379.19	0.012728	6.06	51.28	20.84	1.09
lemme	844.727	TR200 SP14	244.00	372.65	375.78	376.28	377.54	0.014843	6.52	51.76	28.02	1.18
lemme	742.196	TR200 SP14	244.00	371.47	373.22	373.84	375.27	0.036032	6.44	39.55	27.20	1.63
lemme	680.607	TR200 SP14	244.00	370.13	373.17	372.97	373.97	0.008930	3.97	62.22	29.48	0.85
lemme	615.103	TR200 SP14	244.00	369.26	373.16	371.89	373.57	0.002528	2.89	88.64	33.08	0.49
lemme	596.430	TR200 SP14	244.00	369.25	372.88	371.97	373.50	0.003790	3.53	74.07	28.98	0.60
lemme	591.93		Inl Struct									
lemme	591.431	TR200 SP14	244.00	367.23	370.96	370.27	371.75	0.004993	3.98	63.30	20.39	0.68
lemme	583.343	TR200 SP14	244.00	366.50	371.03	369.96	371.67	0.003685	3.62	69.98	20.35	0.59
lemme	546.555	TR200 SP14	244.00	366.54	370.50	369.94	371.48	0.005587	4.50	58.94	18.48	0.74
lemme	476.543	TR200 SP14	244.00	365.81	370.29	369.88	371.09	0.004248	4.38	76.33	40.41	0.66
lemme	443.427	TR200 SP14	244.00	365.63	369.96	369.29	370.91	0.005179	4.48	72.68	51.06	0.70
lemme	417.806	TR200 SP14	244.00	365.76	369.38	369.38	370.70	0.010243	5.29	55.68	31.06	0.92
lemme	402.166	TR200 SP14	244.00	365.63	369.30	369.18	370.52	0.007884	5.07	59.08	29.33	0.87
lemme	383.673	TR200 SP14	244.00	365.20	369.40	368.70	370.31	0.005344	4.47	70.34	33.81	0.71
lemme	362.700	TR200 SP14	244.00	364.82	368.59	368.59	370.14	0.009847	5.71	50.48	19.31	0.96
lemme	337.439	TR200 SP14	244.00	364.73	367.91	368.25	369.80	0.015484	6.25	44.09	18.00	1.16
lemme	315.492	TR200 SP14	244.00	364.84	367.44	367.89	369.41	0.019928	6.34	42.29	20.18	1.30
lemme	273.484	TR200 SP14	244.00	364.03	365.95	366.64	368.15	0.049375	6.59	37.96	30.24	1.84
lemme	233.560	TR200 SP14	244.00	362.93	366.45	366.18	367.51	0.008158	4.60	55.80	20.80	0.85
lemme	209.689	TR200 SP14	244.00	362.82	366.57	365.83	367.25	0.004601	3.78	74.37	27.02	0.66
lemme	199.689	TR200 SP14	244.00	362.78	366.63	365.64	367.17	0.003517	3.35	83.34	33.29	0.57
lemme	196		Bridge									
lemme	193.69	TR200 SP14	244.00	362.67	366.09	365.61	366.93	0.006102	4.17	66.84	26.15	0.75
lemme	178.689	TR200 SP14	244.00	362.39	365.60	365.60	366.78	0.010448	4.97	56.46	26.37	0.95
lemme	158.118	TR200 SP14	244.00	362.00	364.32	364.90	366.35	0.031260	6.39	40.39	24.91	1.52
lemme	118.683	TR200 SP14	244.00	361.10	364.29	364.29	365.46	0.011658	4.92	54.63	24.63	1.00
lemme	84.832	TR200 SP14	244.00	360.19	363.67	363.83	365.04	0.011888	5.92	60.07	27.05	1.05
lemme	55.661	TR200 SP14	244.00	358.42	362.19	362.89	364.51	0.019252	7.15	44.47	23.70	1.26
lemme	12.363	TR200 SP14	244.00	357.73	361.00	361.79	363.53	0.025813	7.58	43.04	25.09	1.45

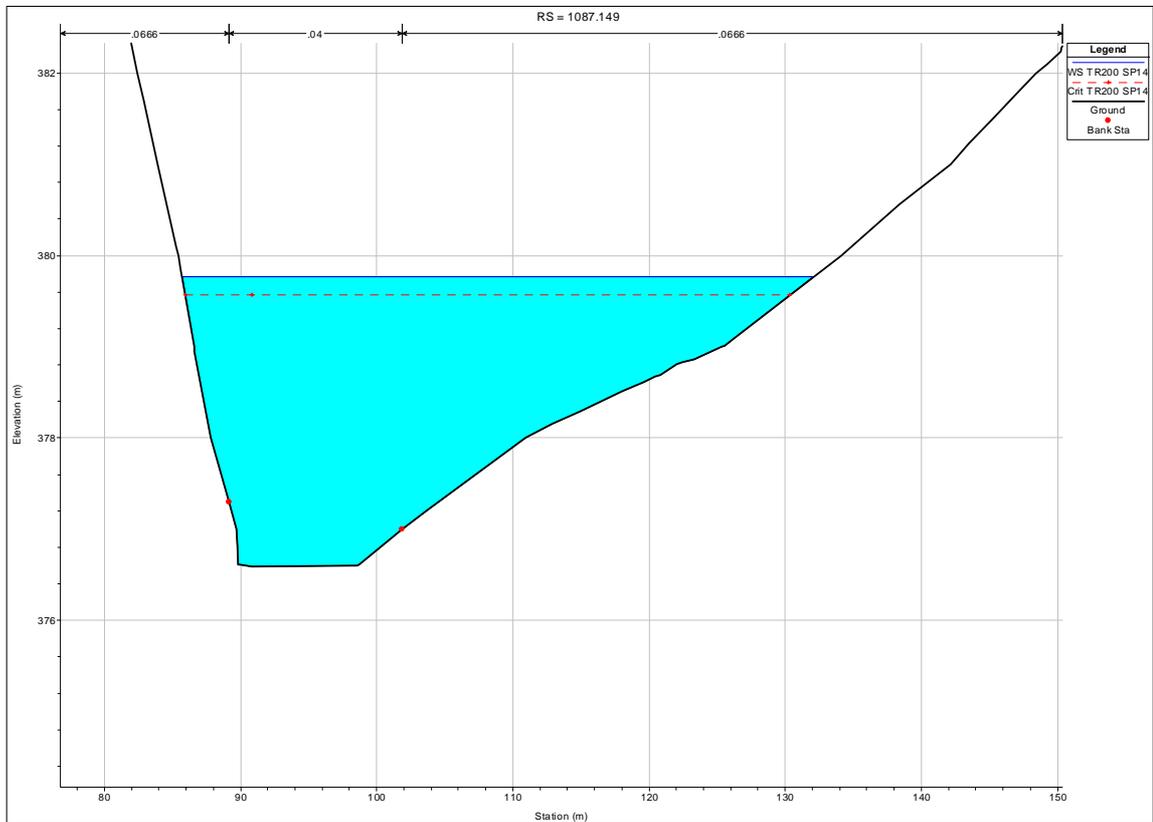
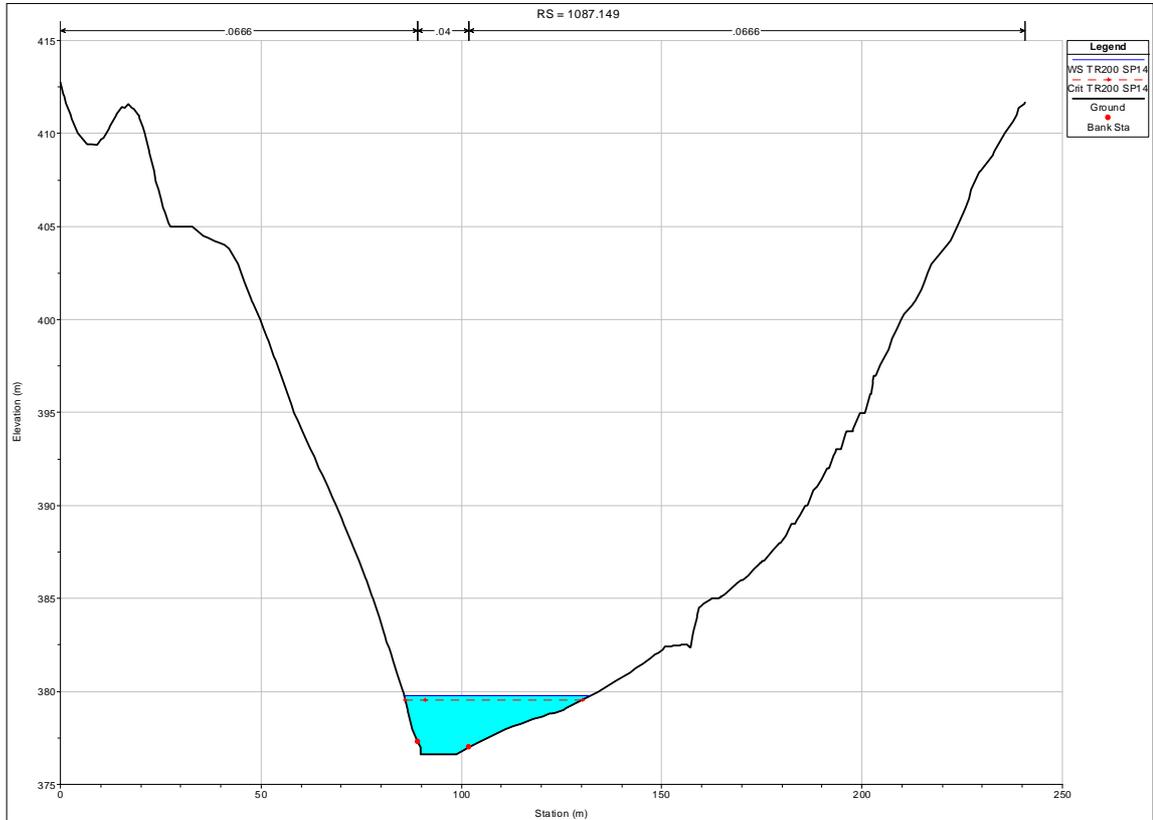
**TR=200 - Stato di progetto - Profilo RAS**

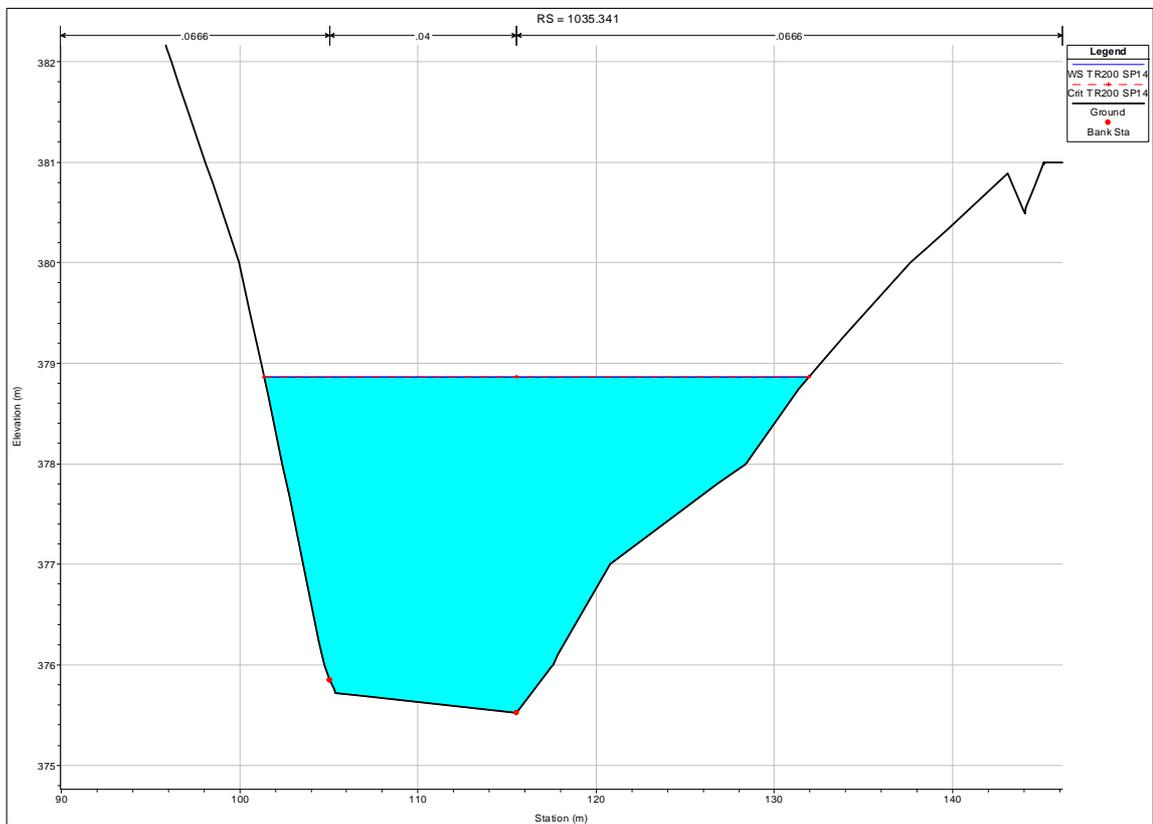
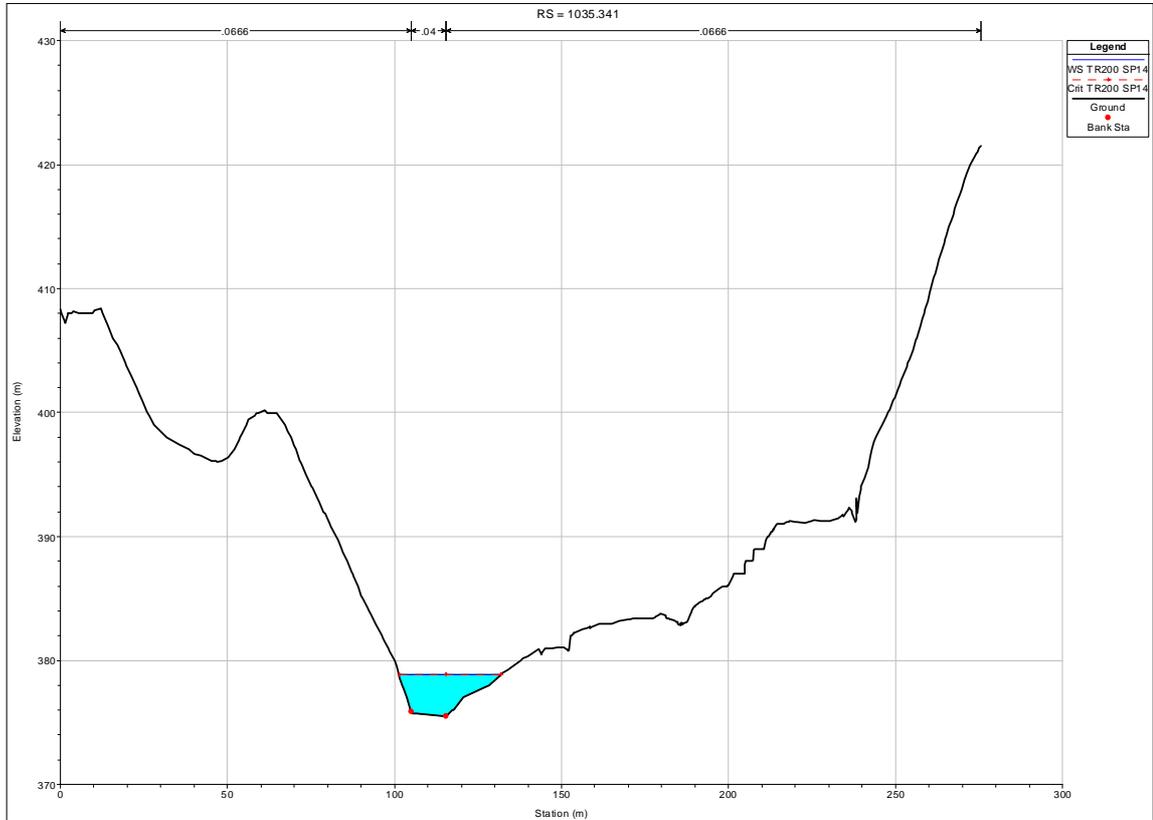


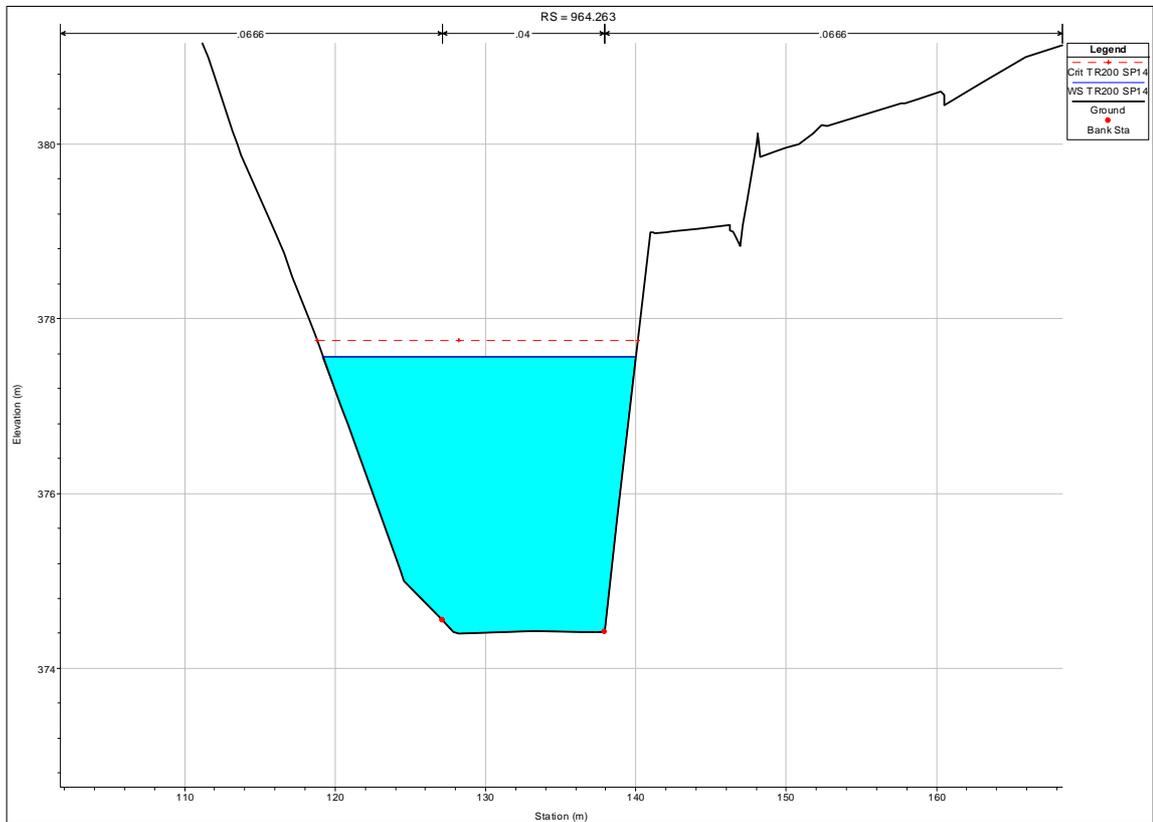
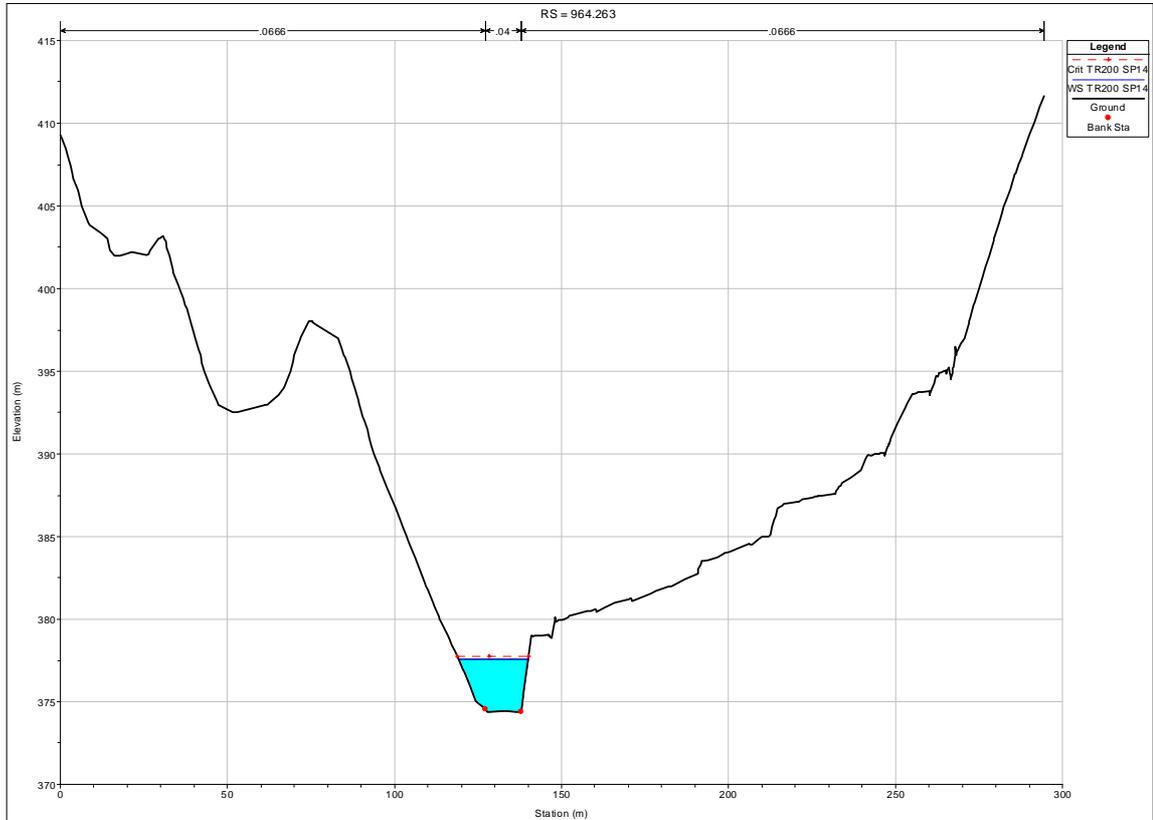
### TR=200 - Stato di progetto - Sezioni RAS

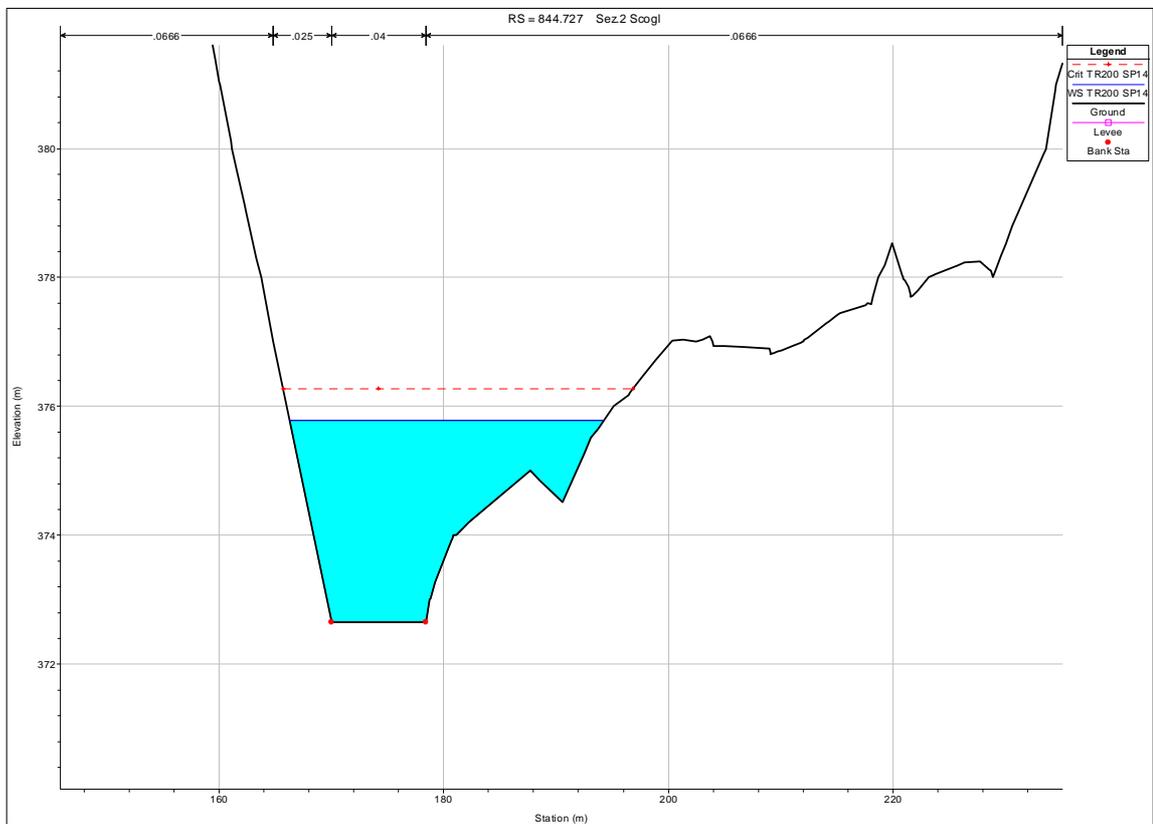
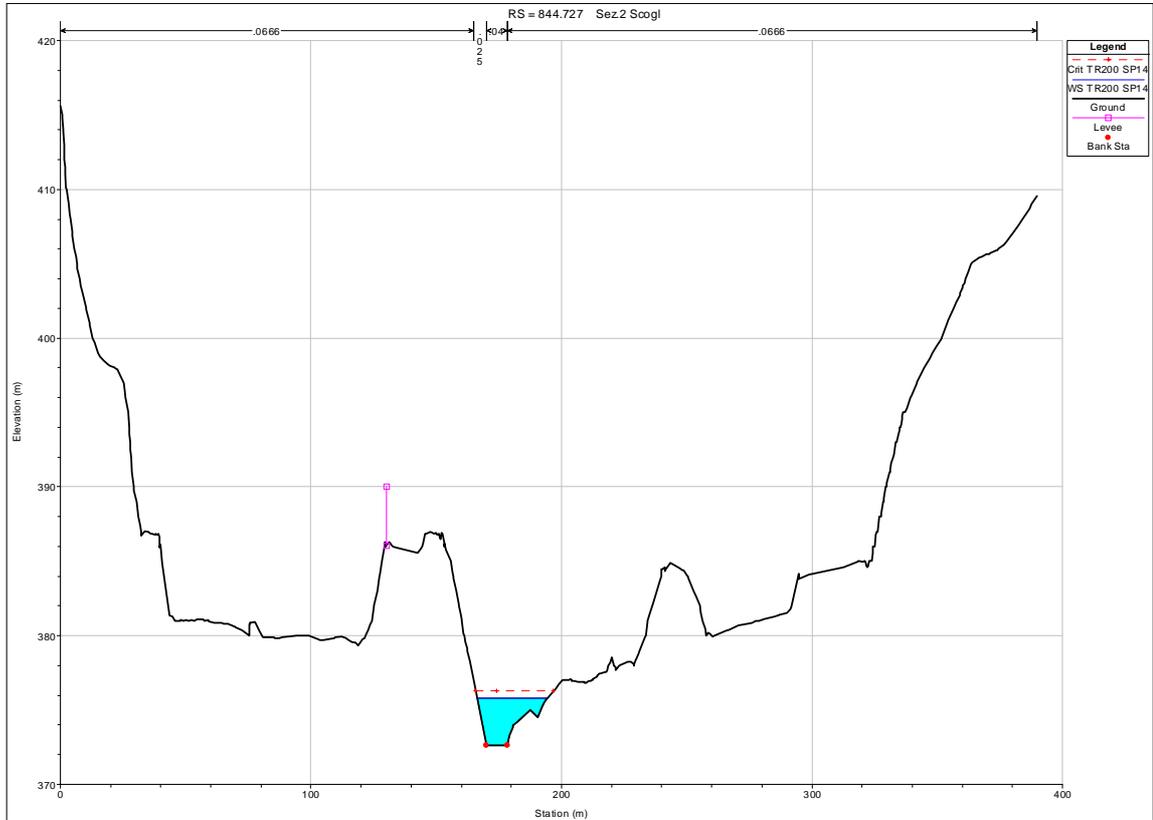


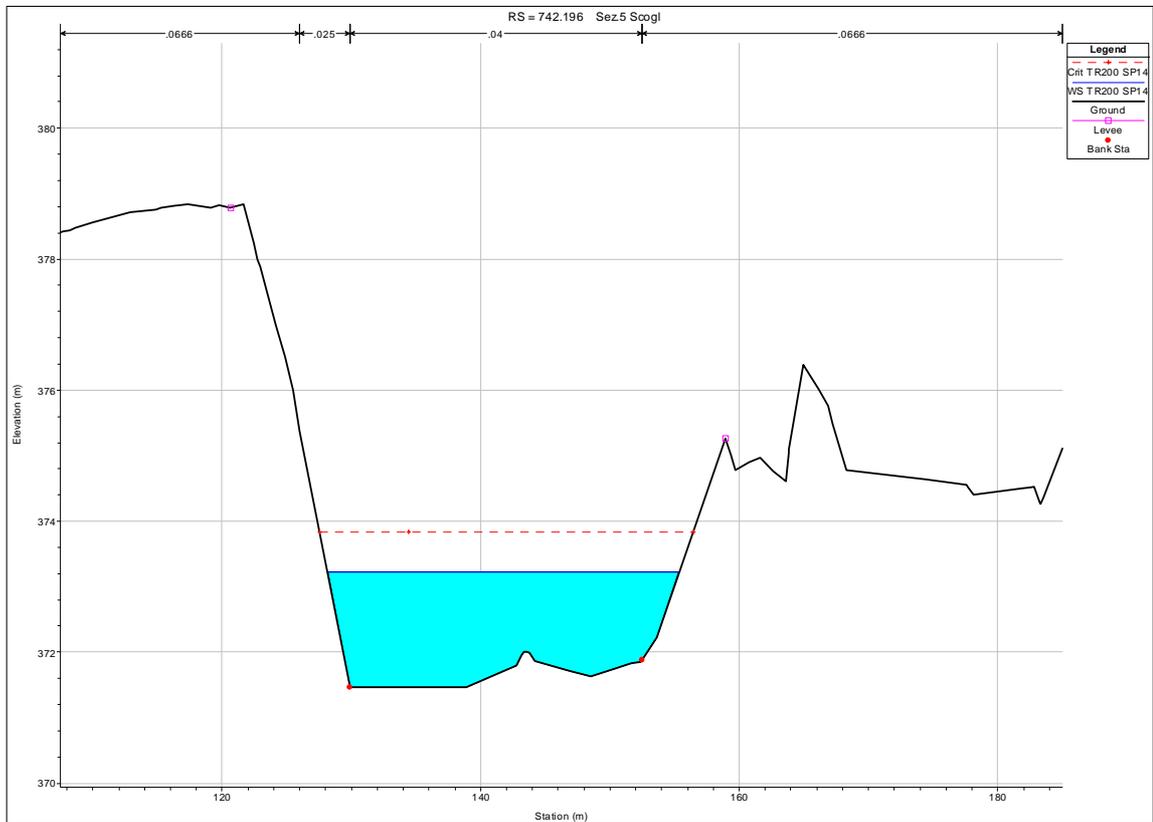
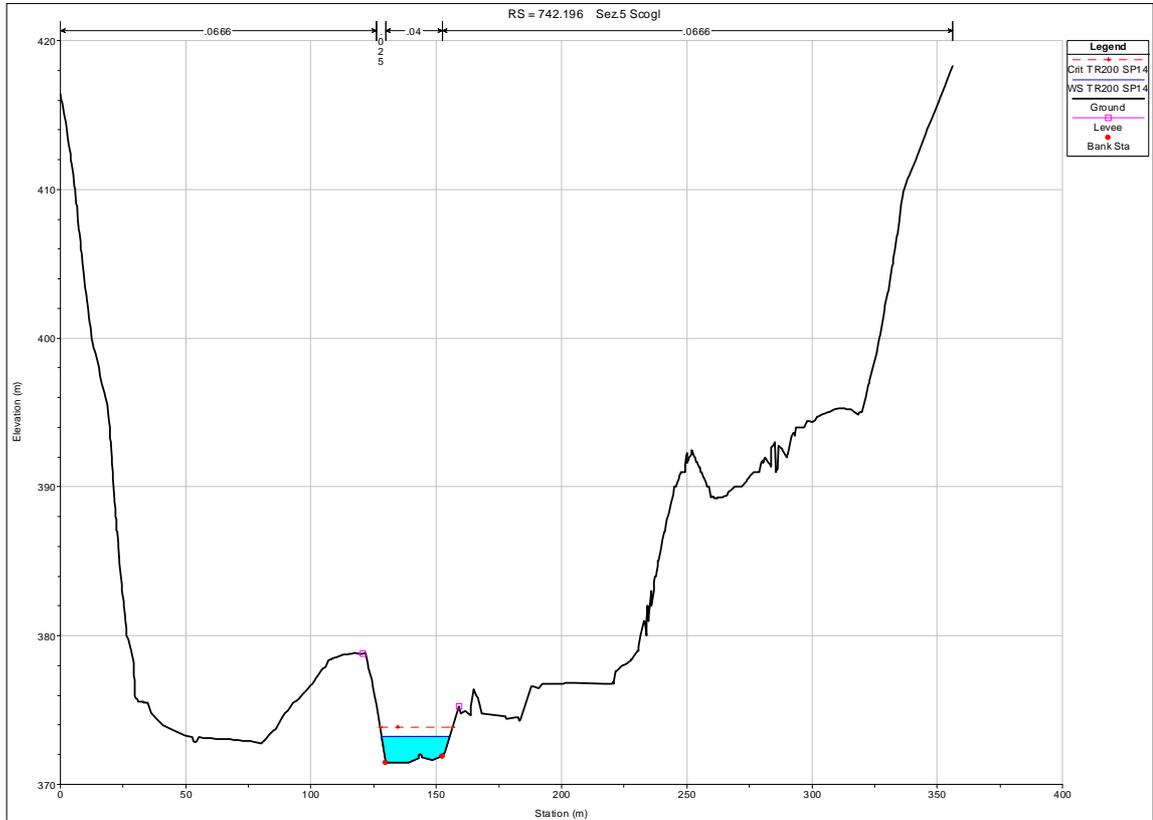


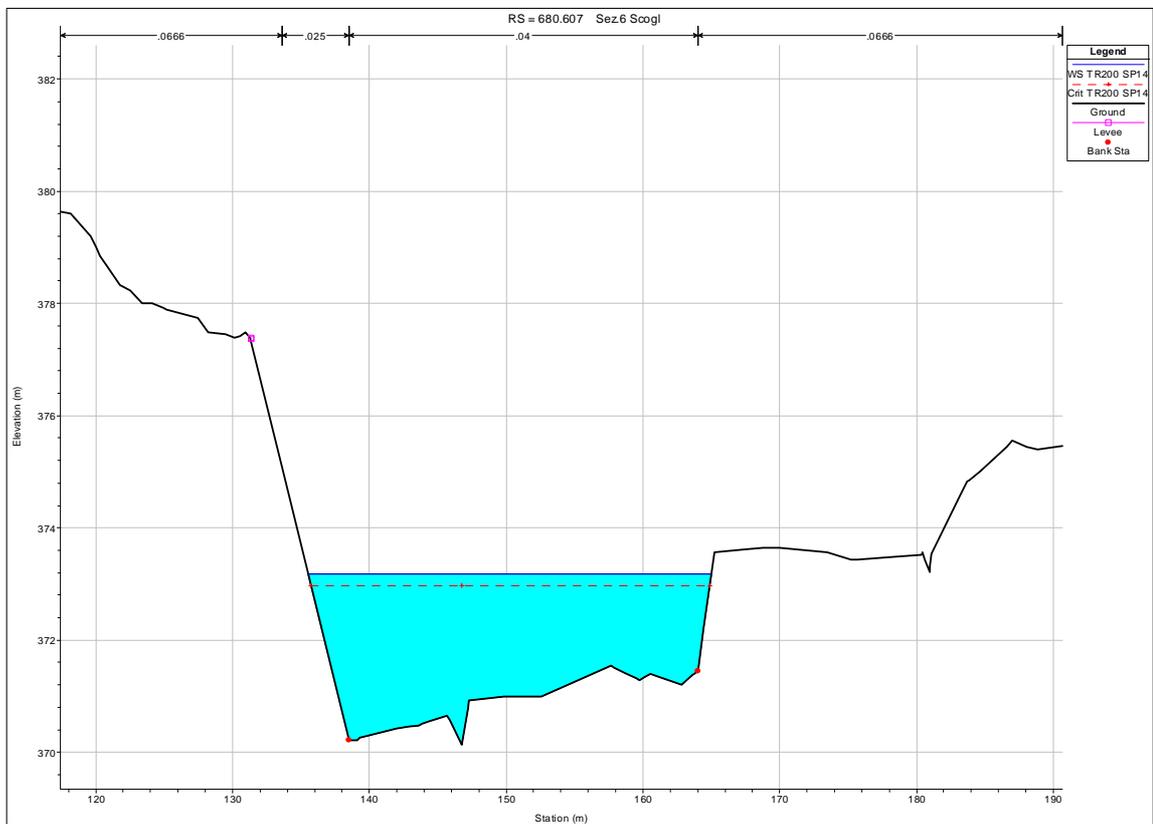
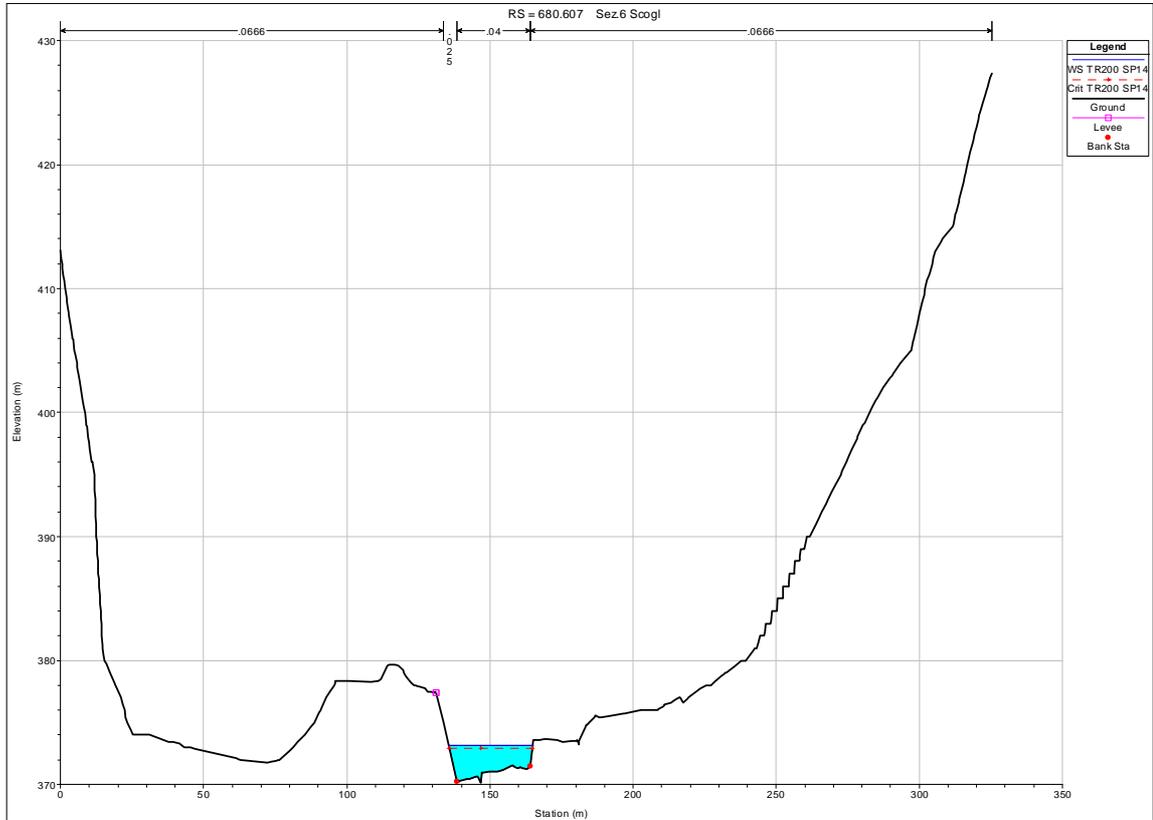


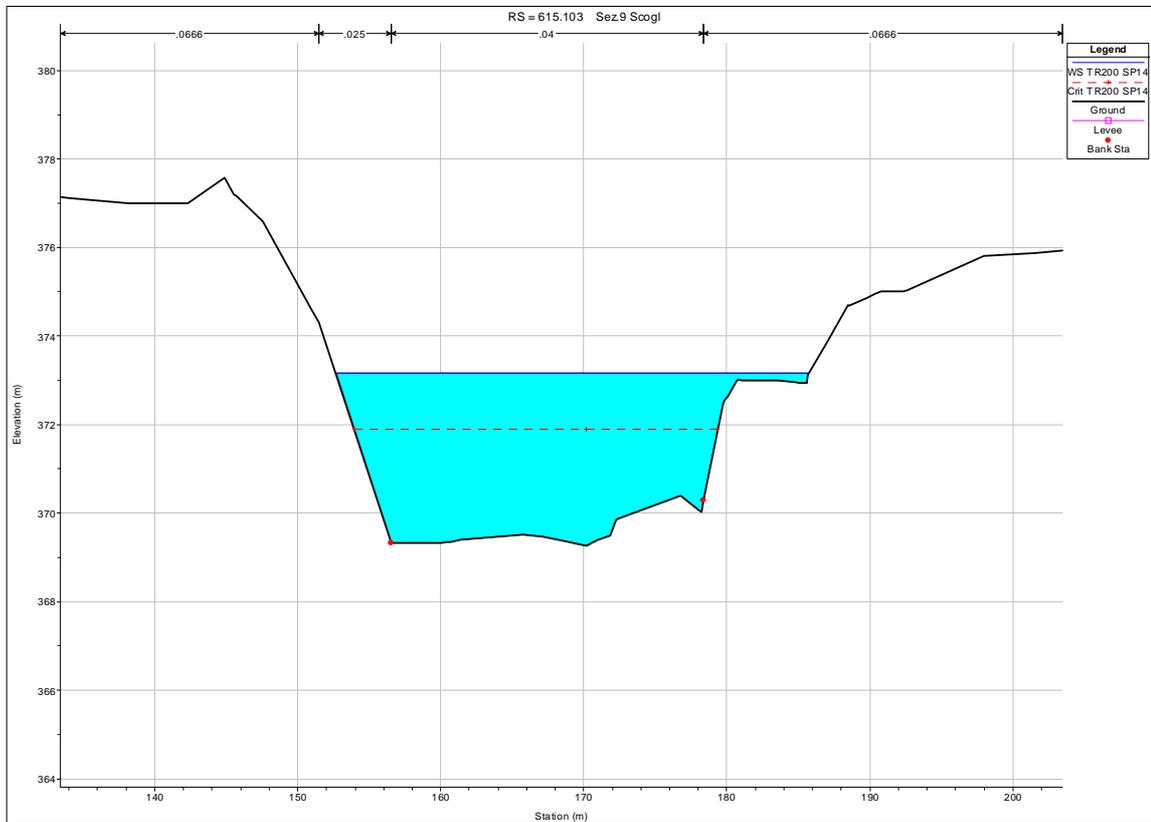
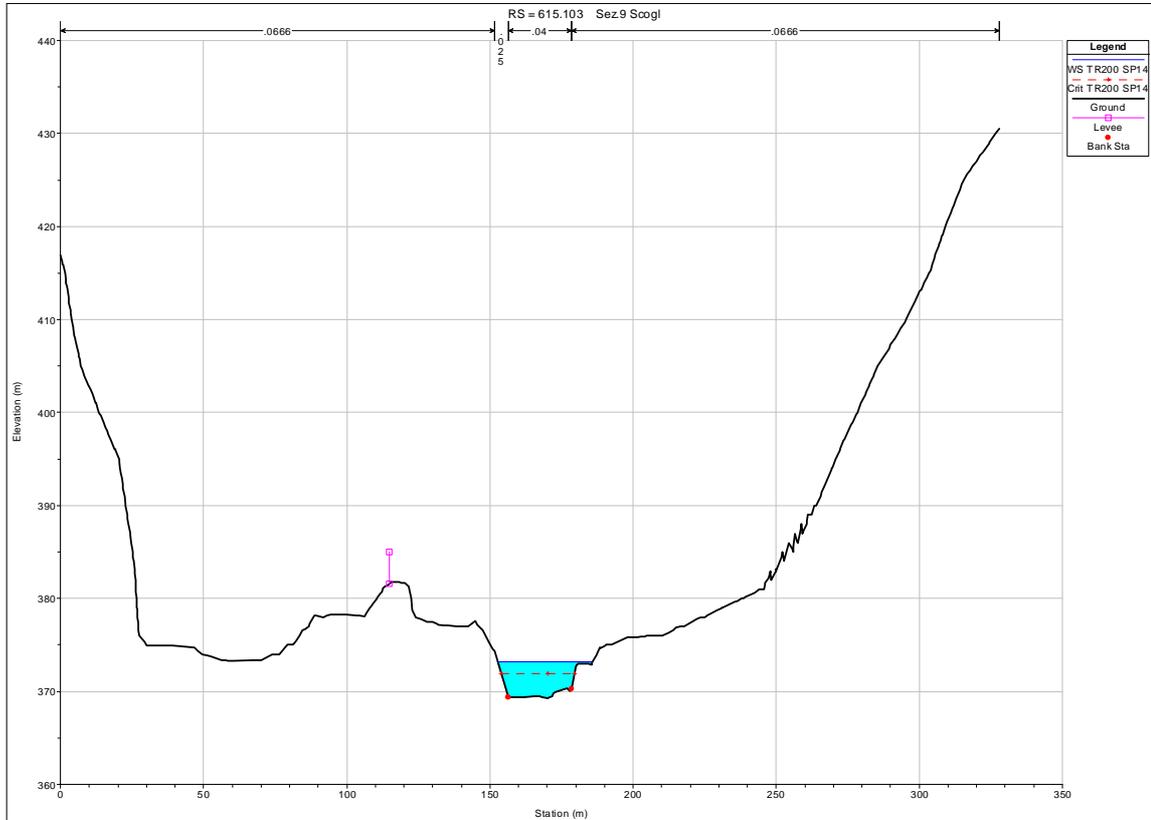


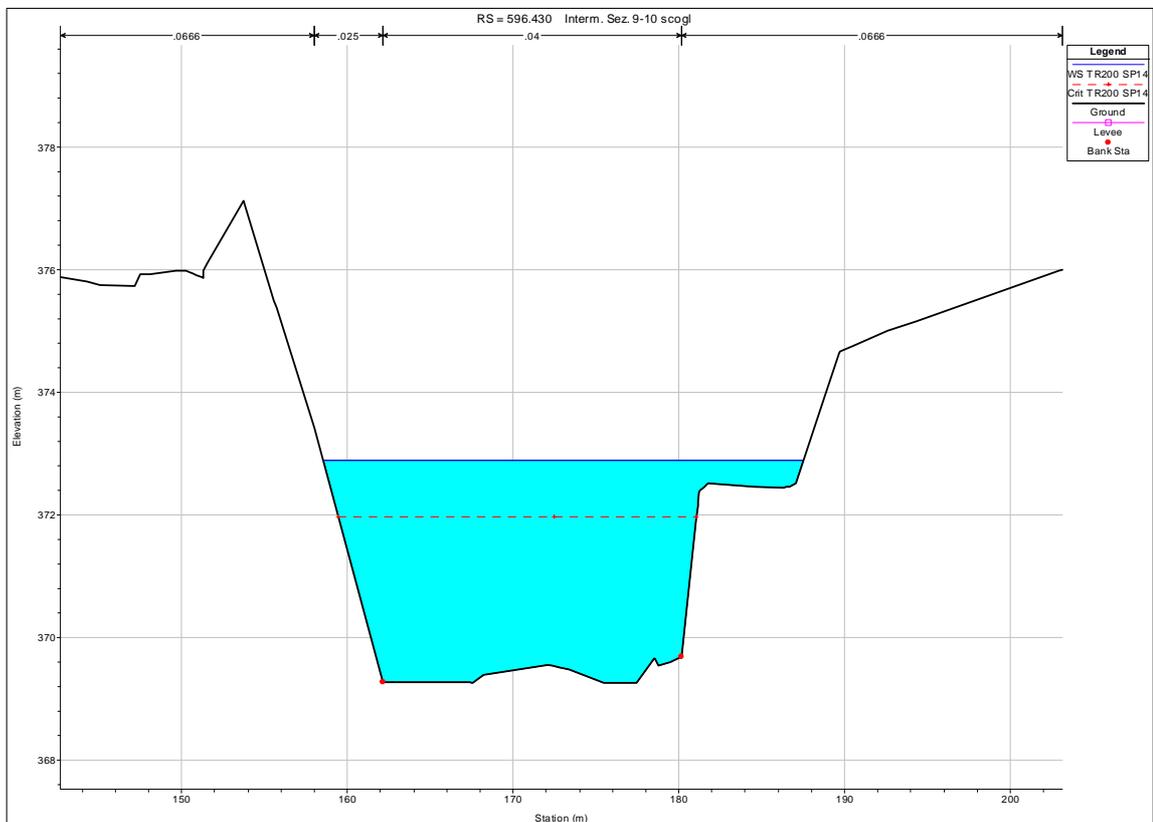
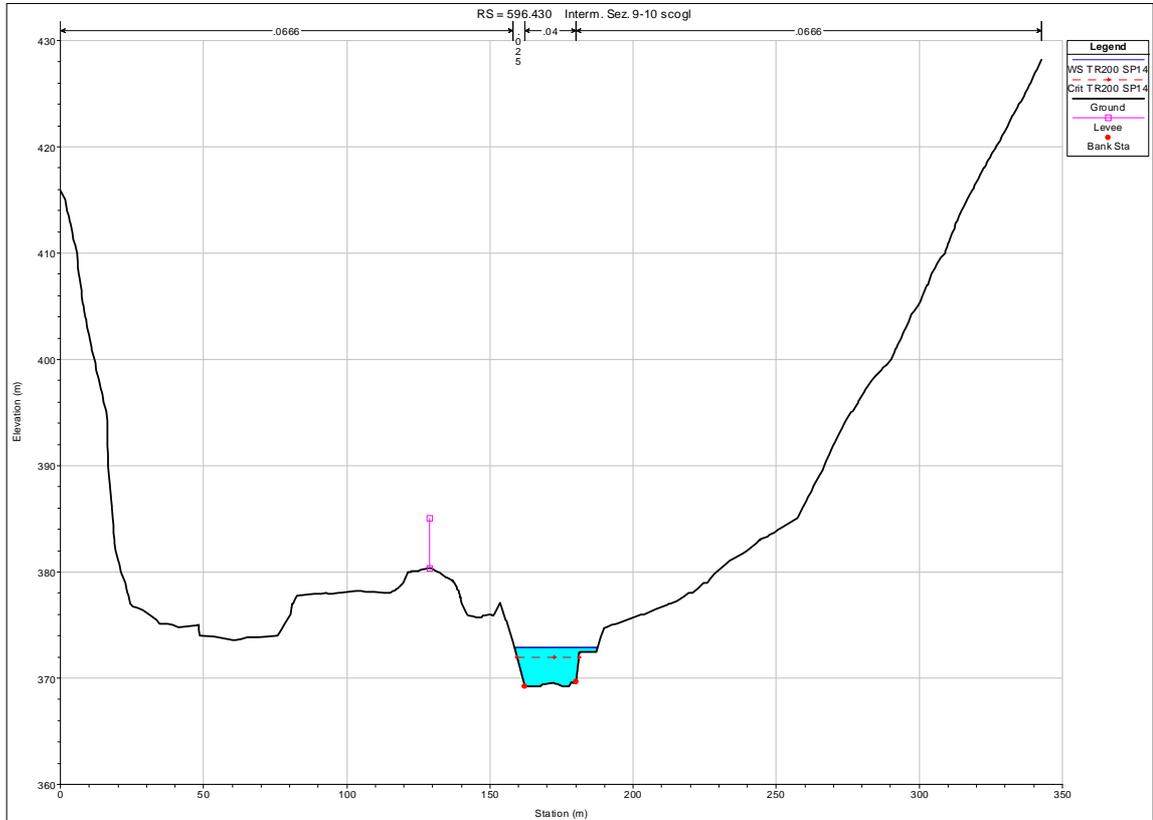


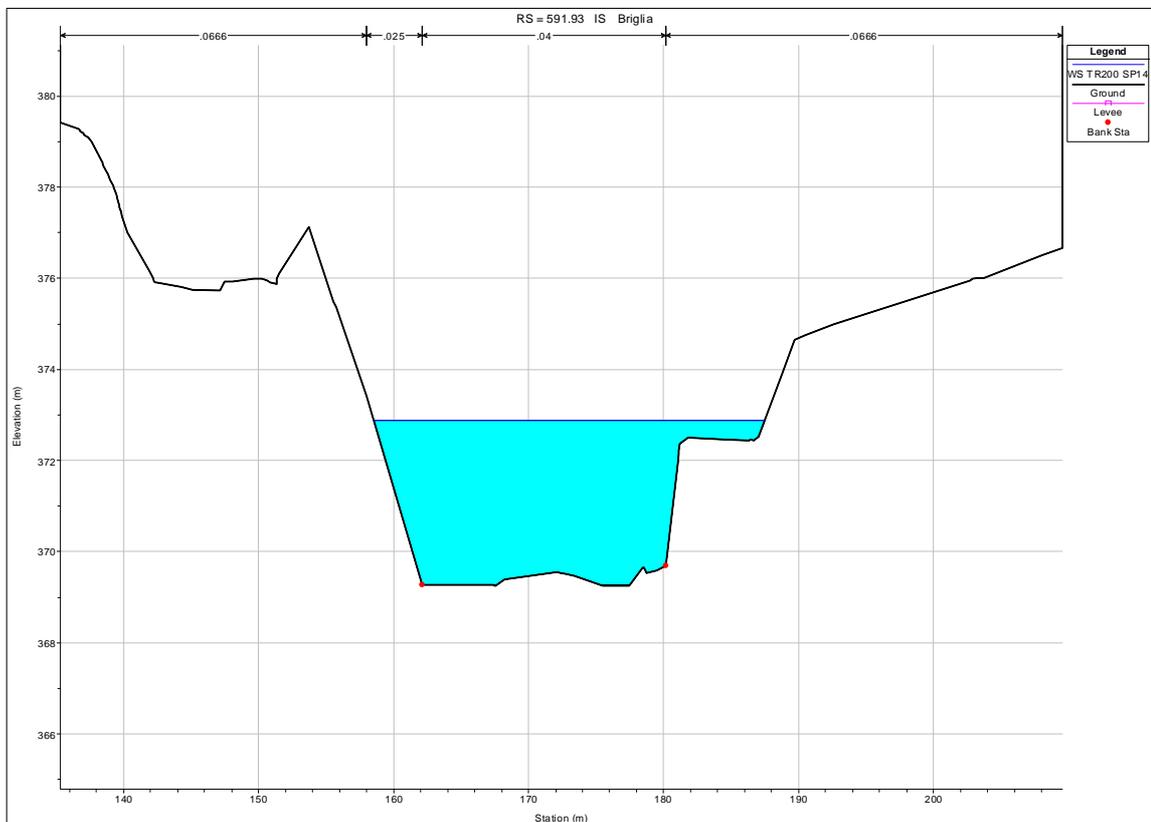
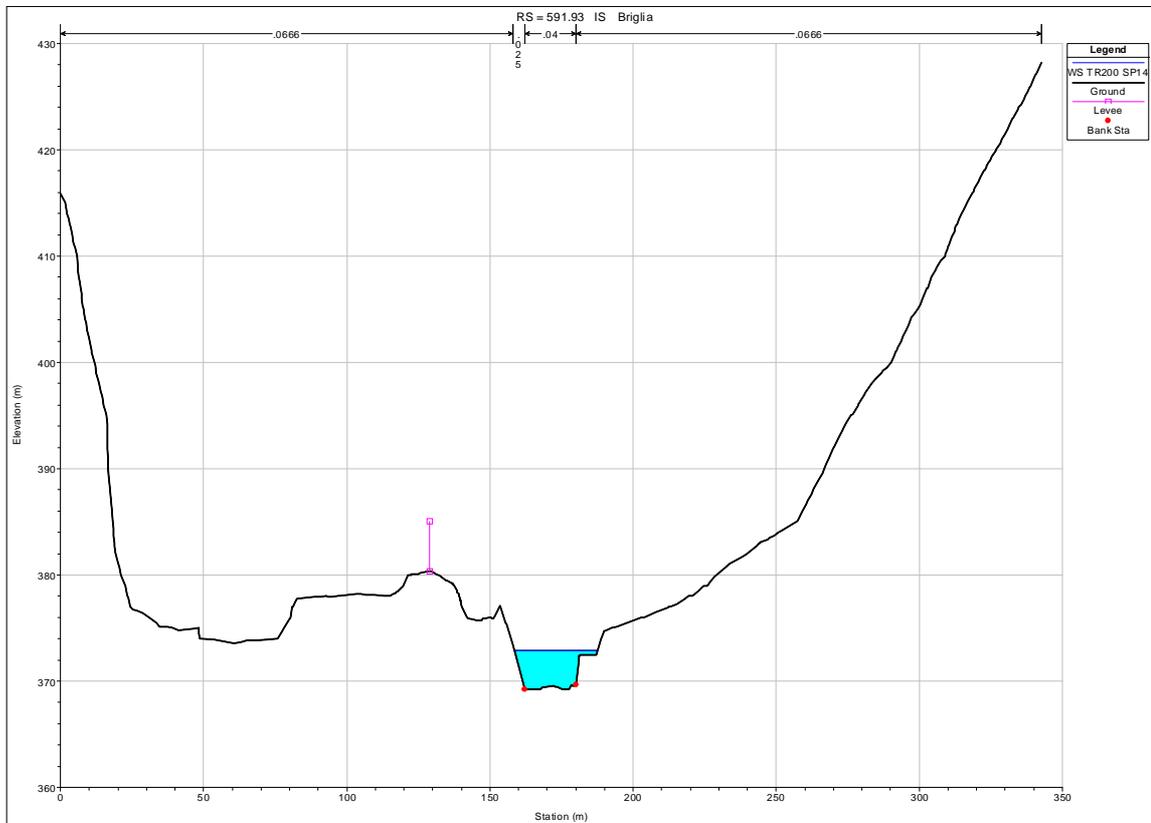


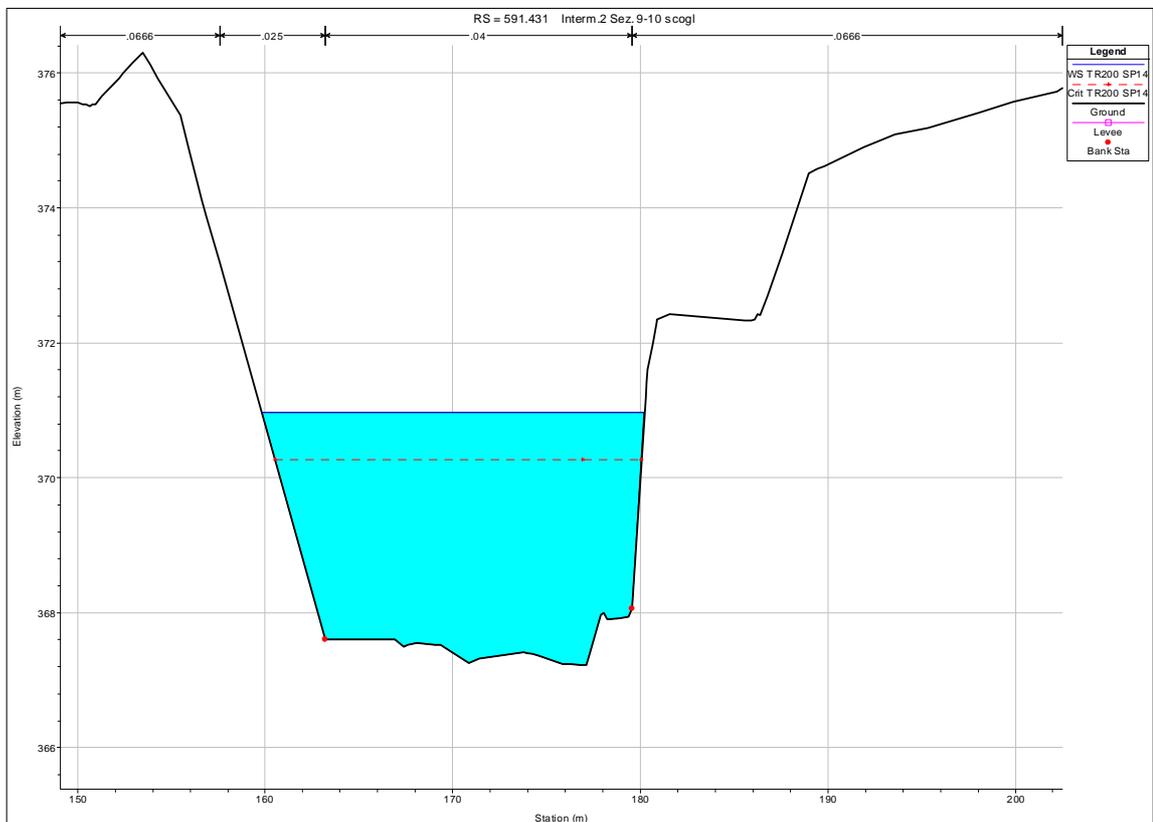
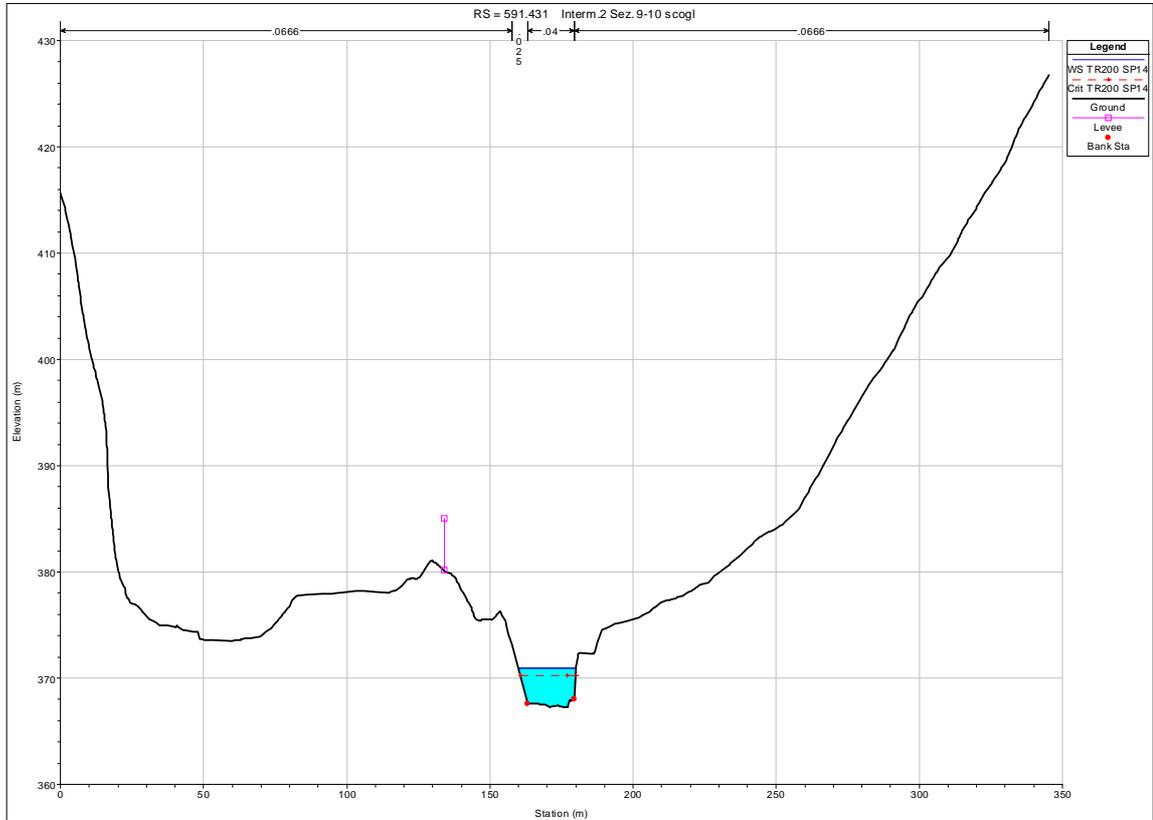


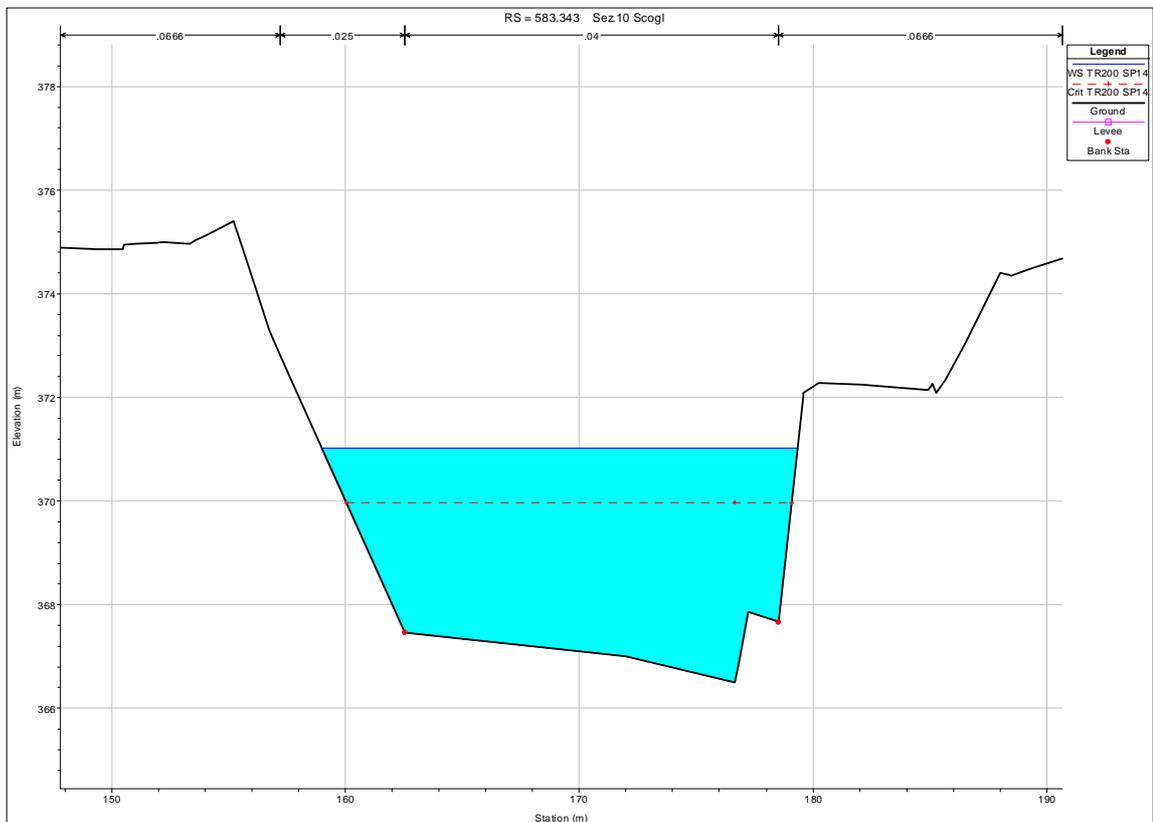
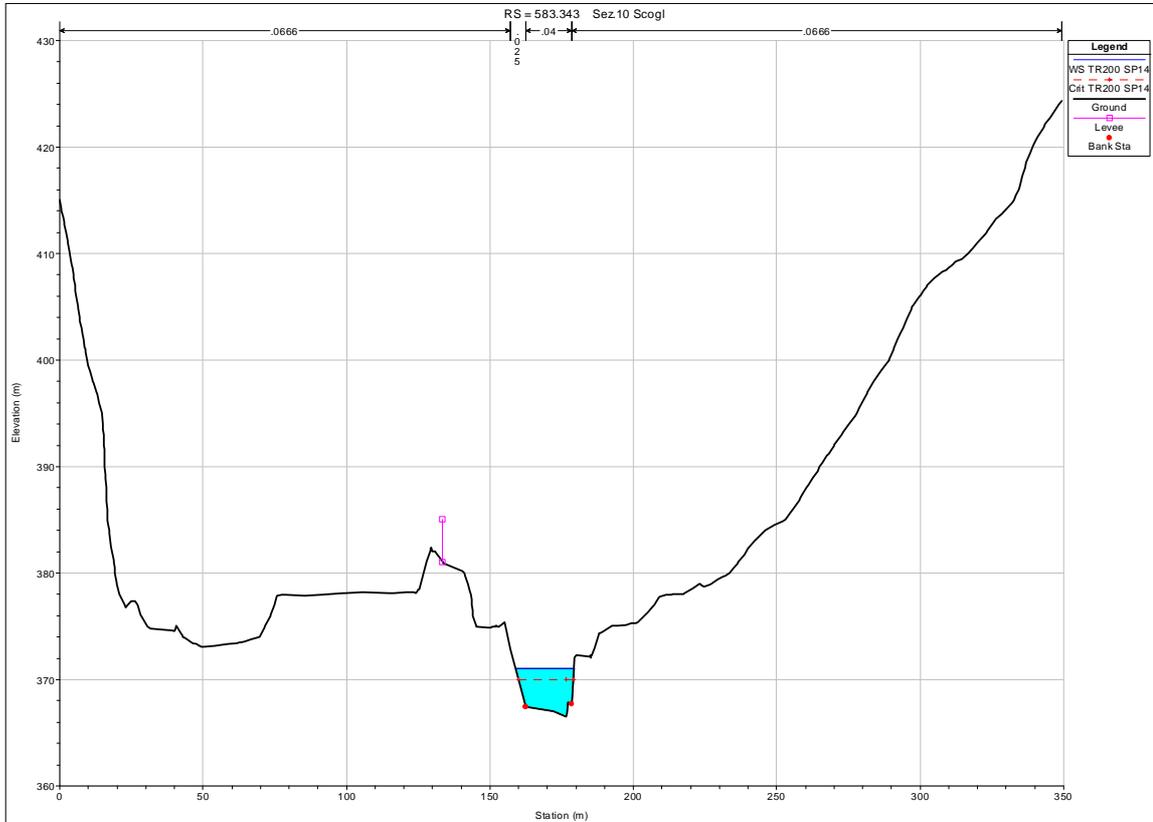


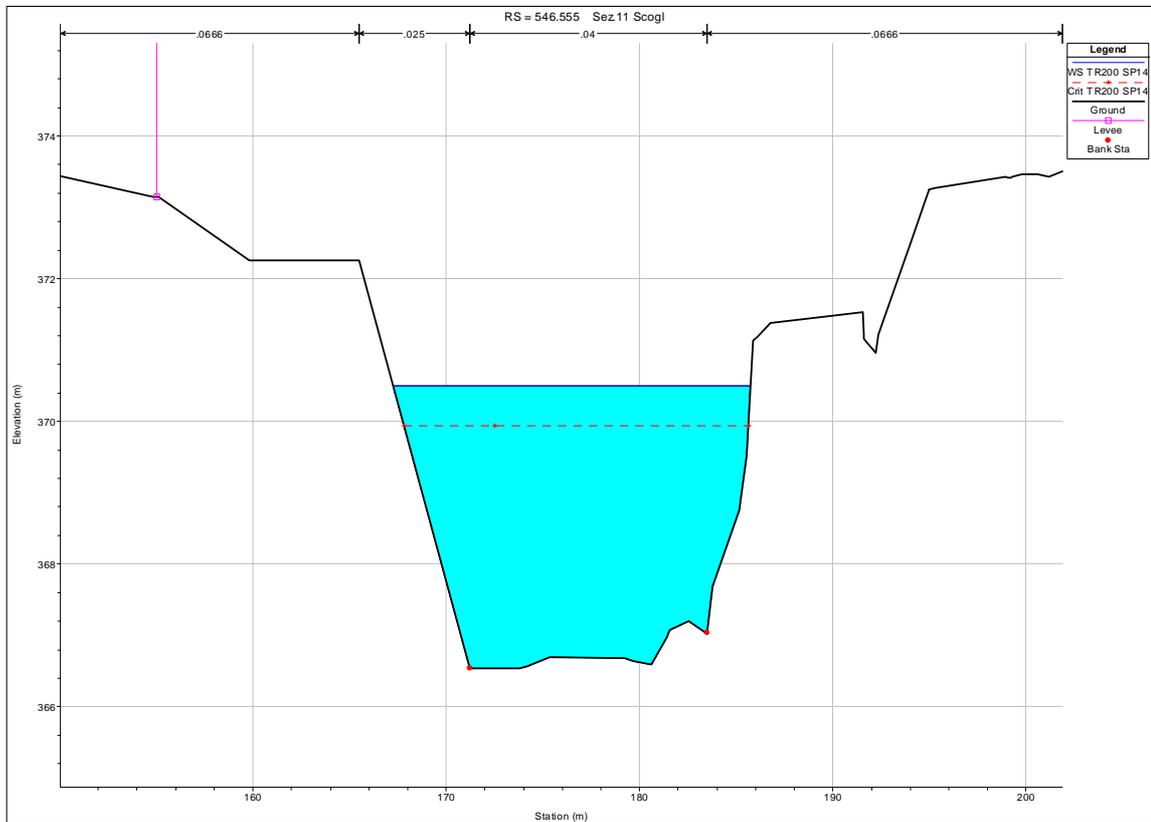
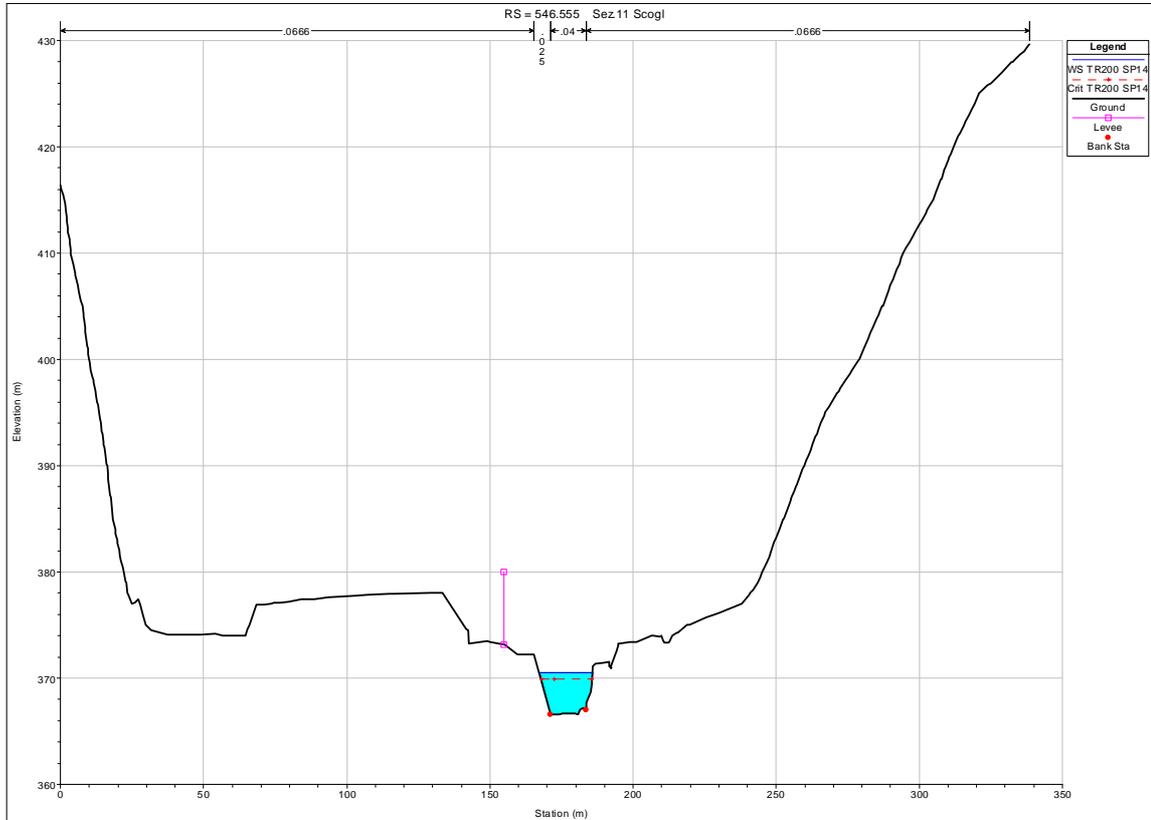


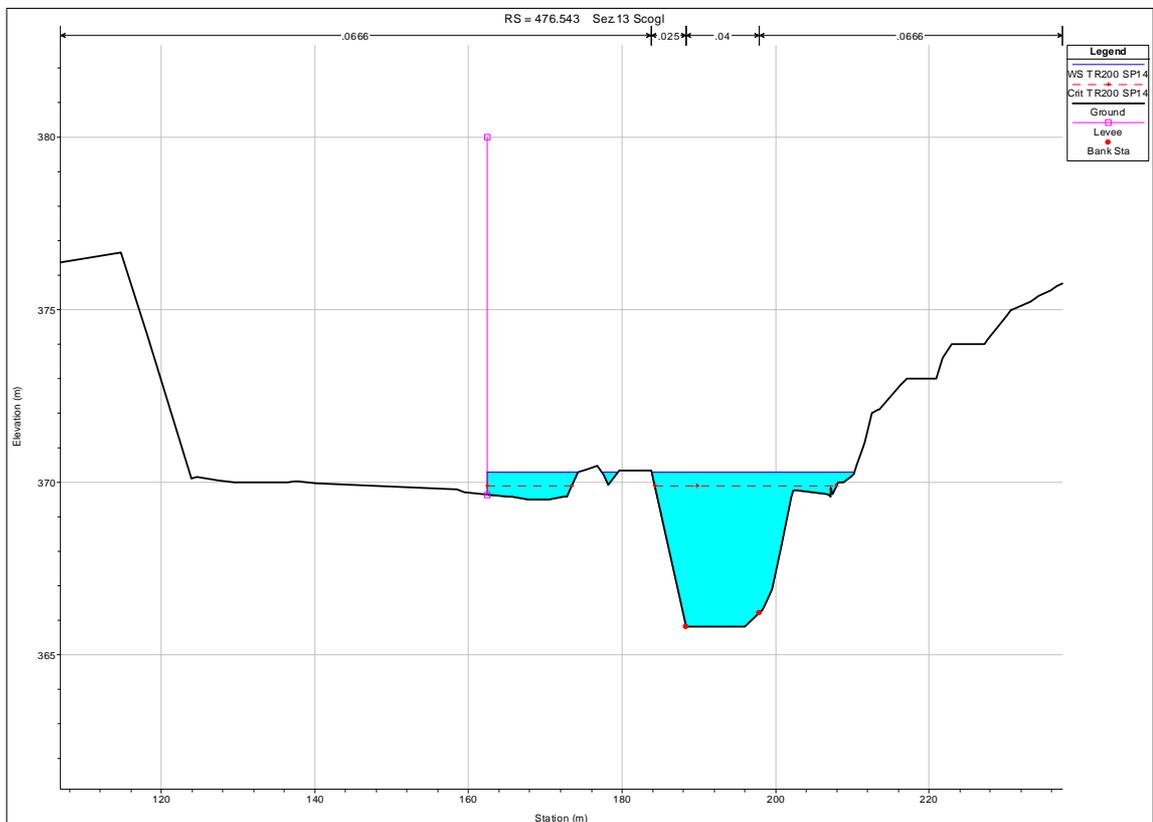
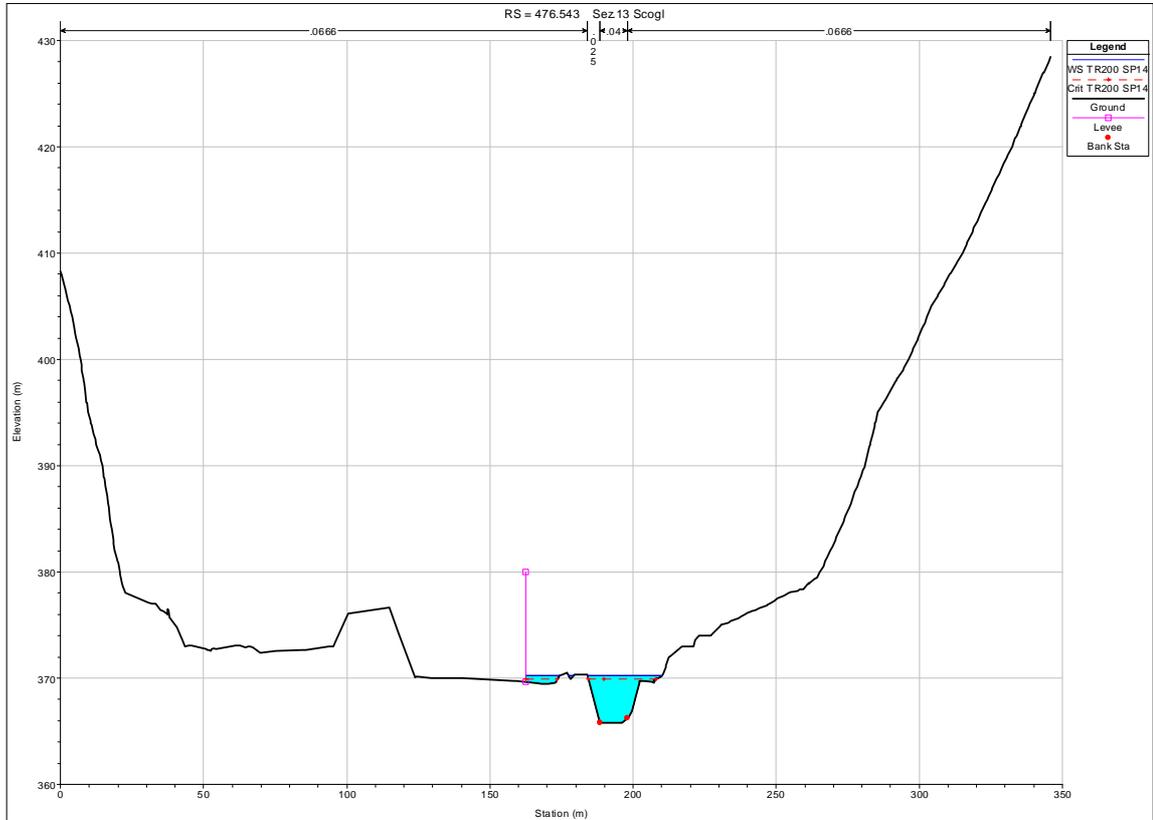


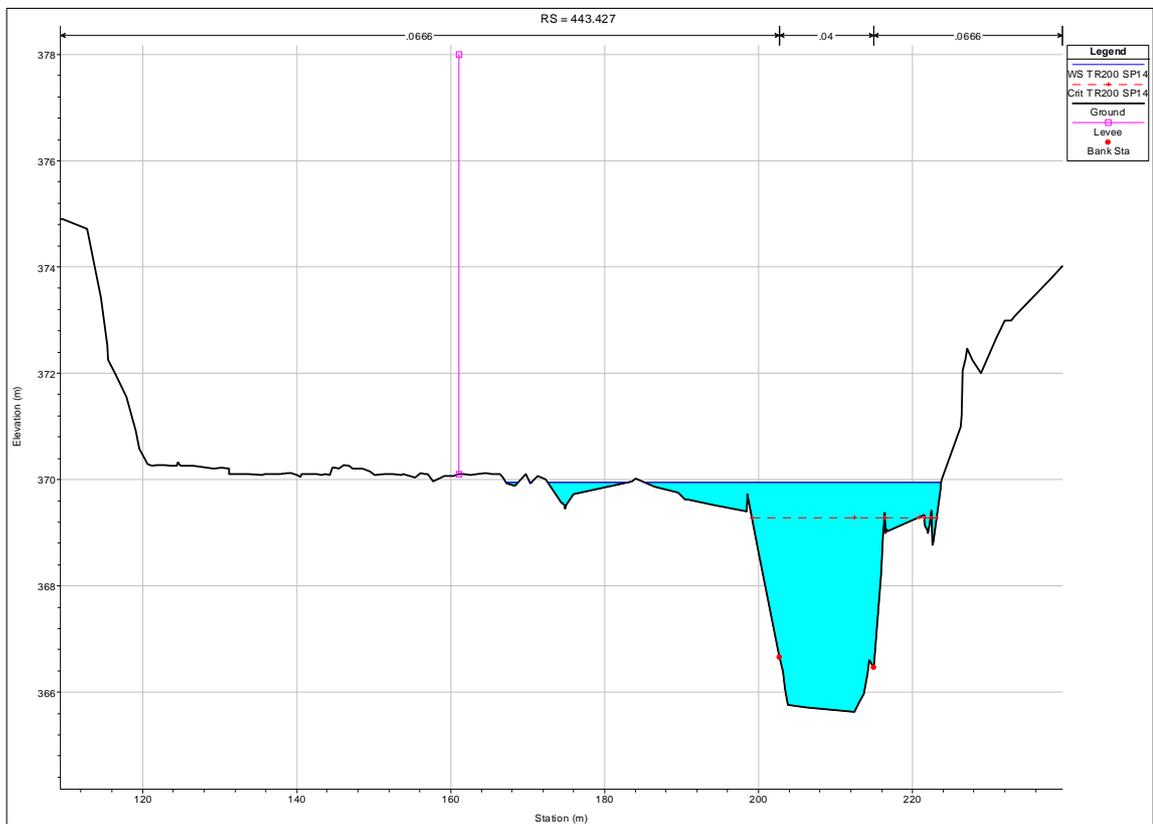
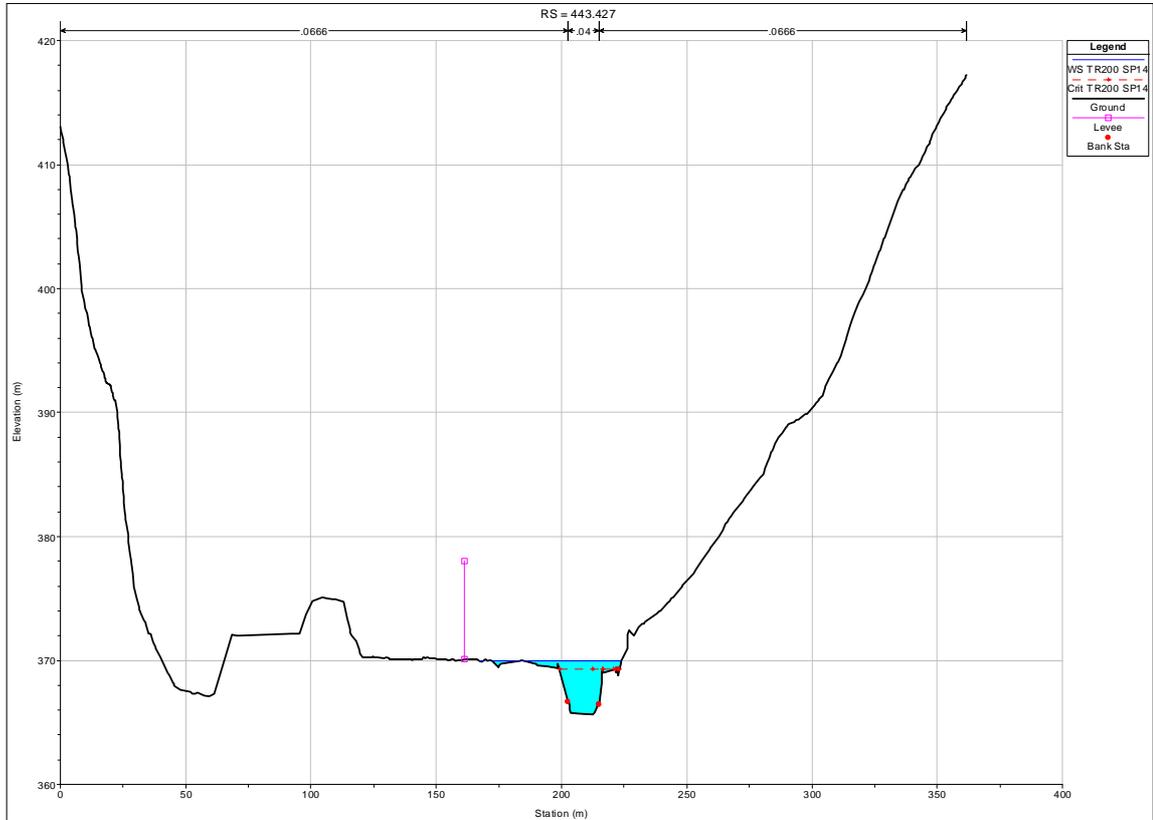


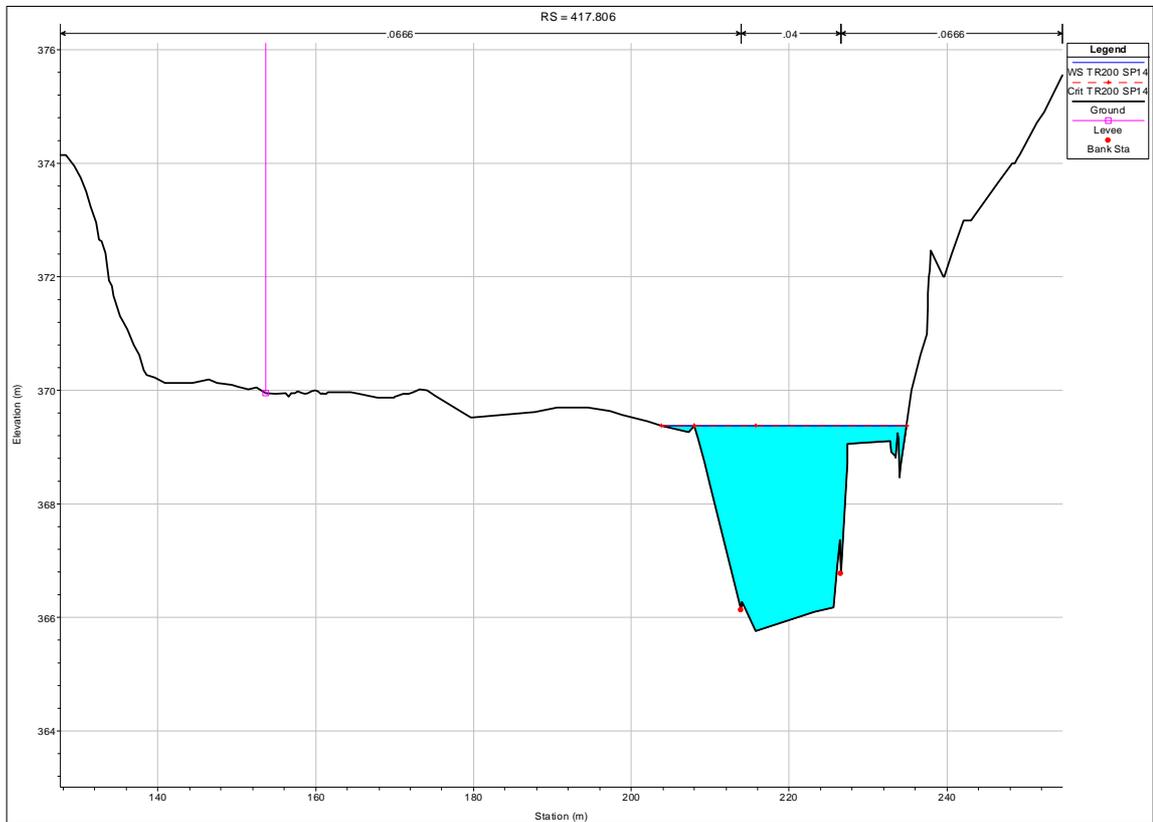
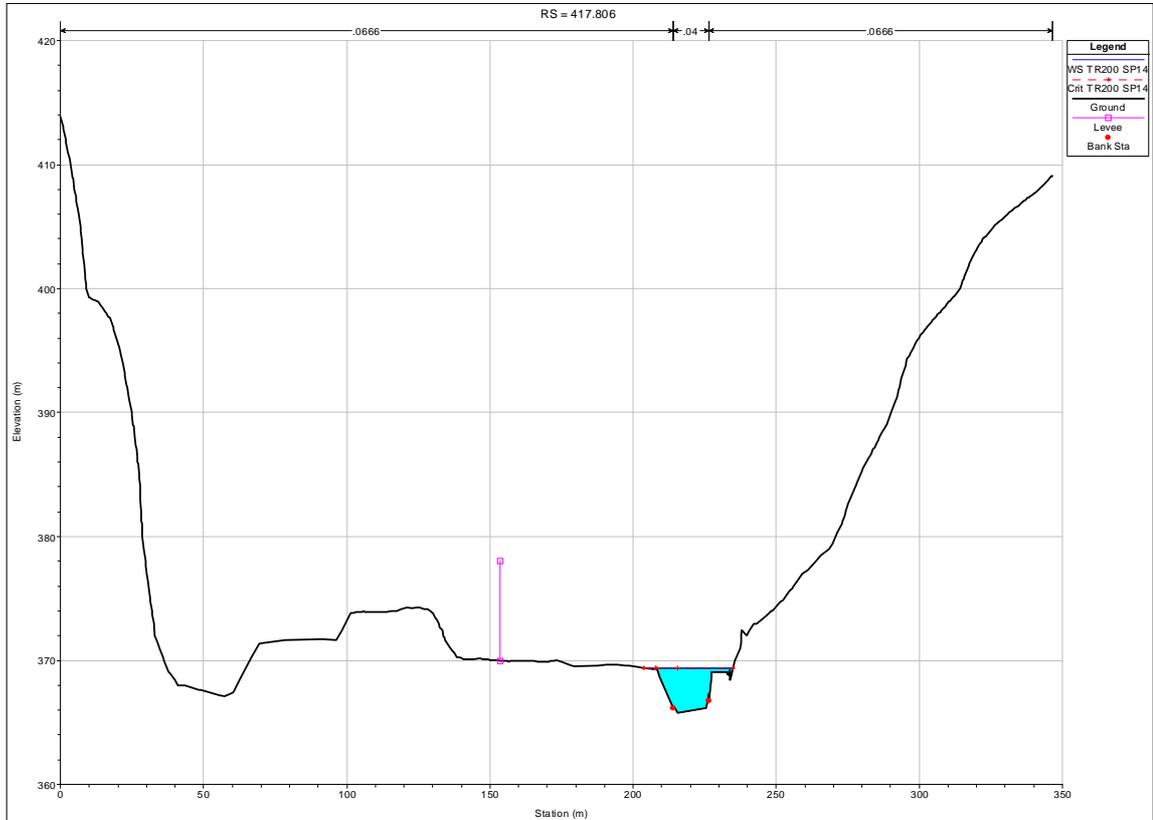


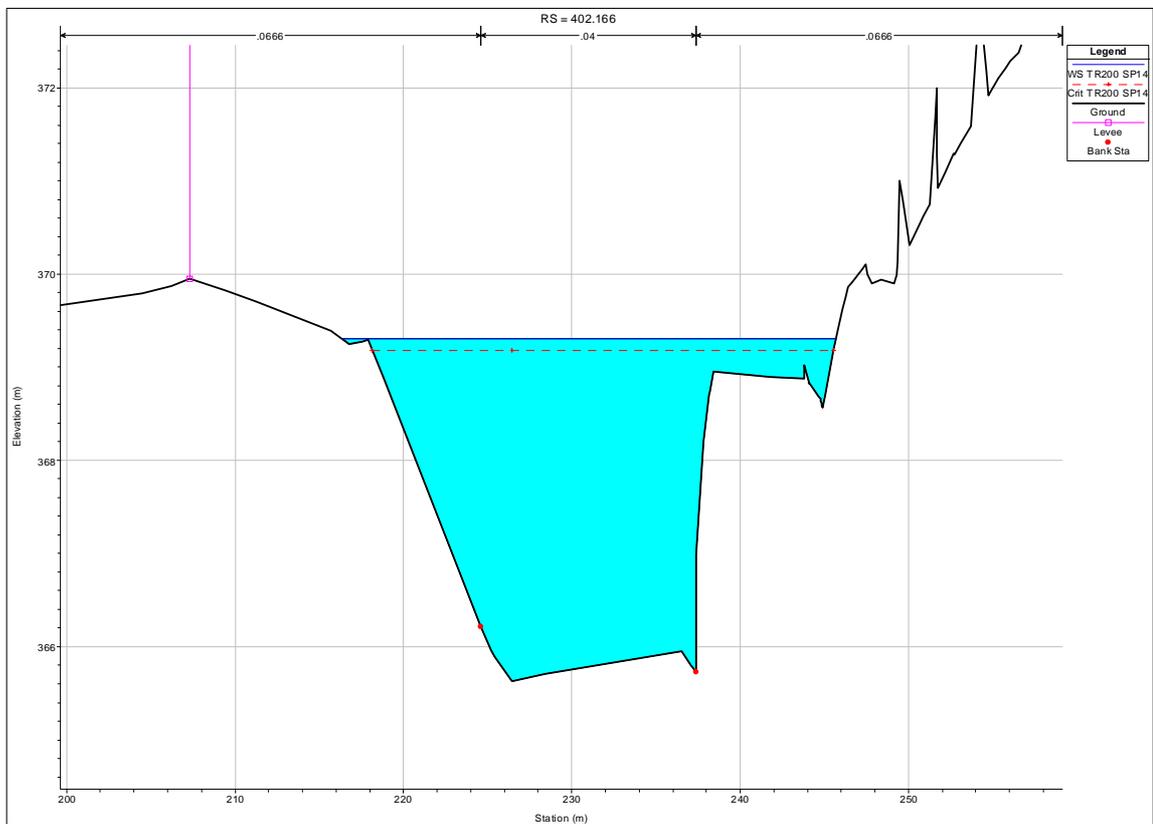
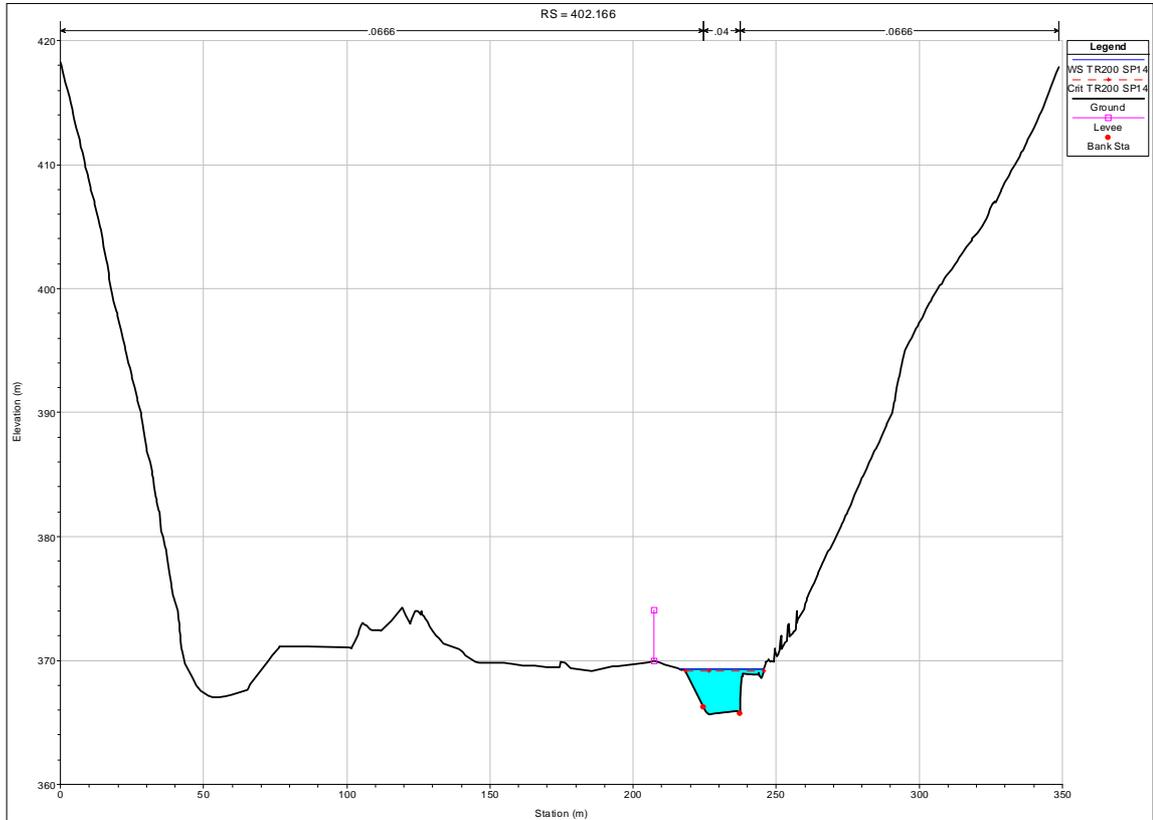


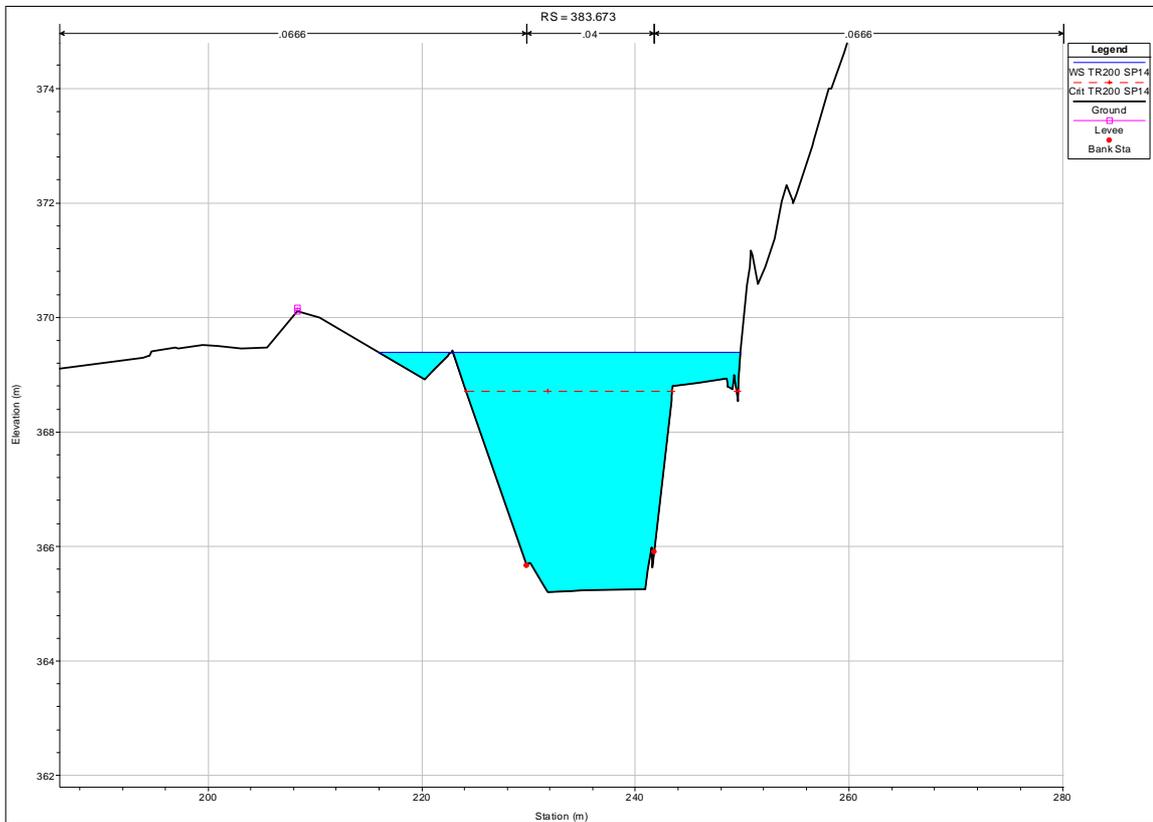
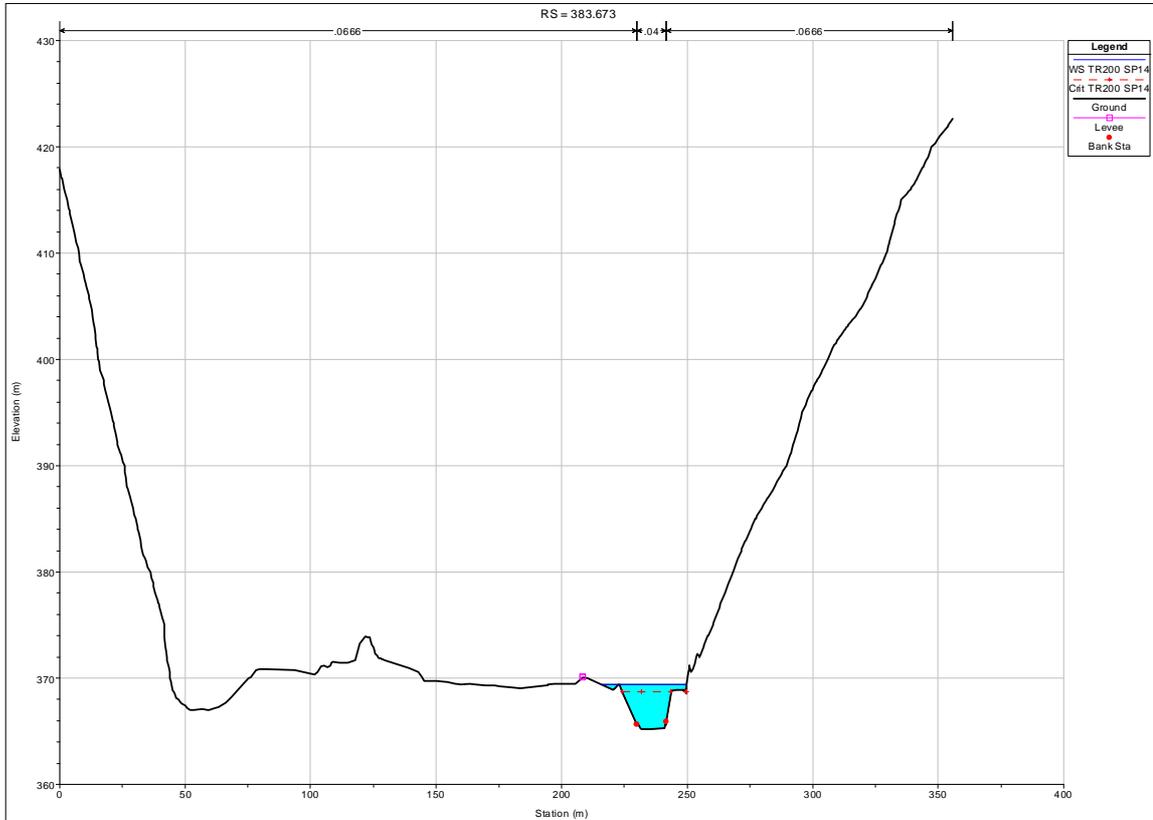


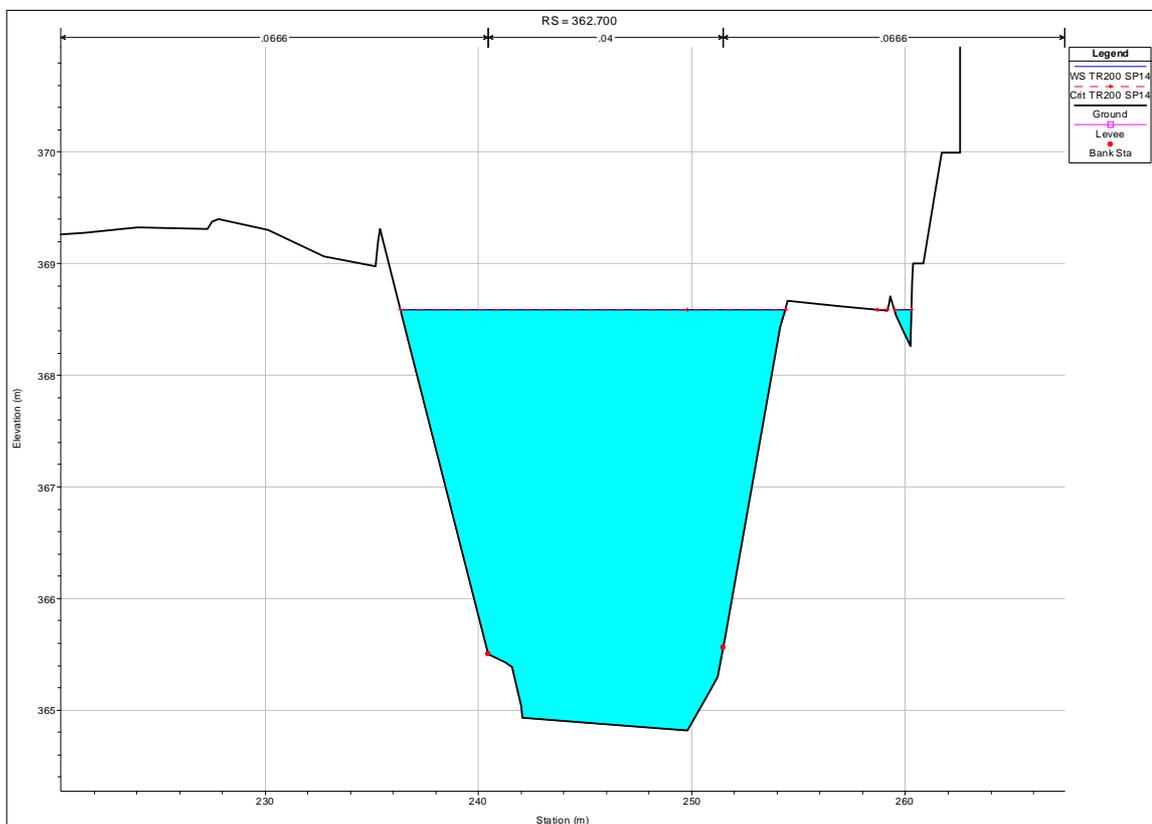
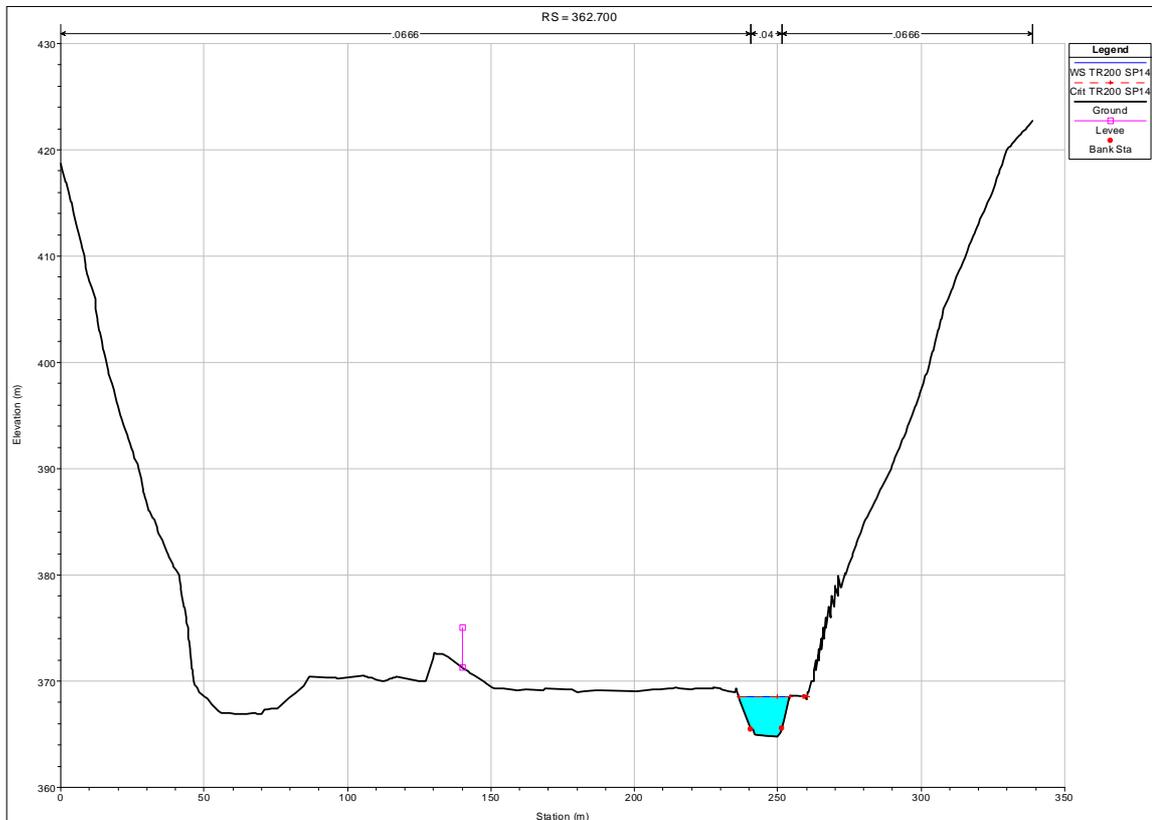


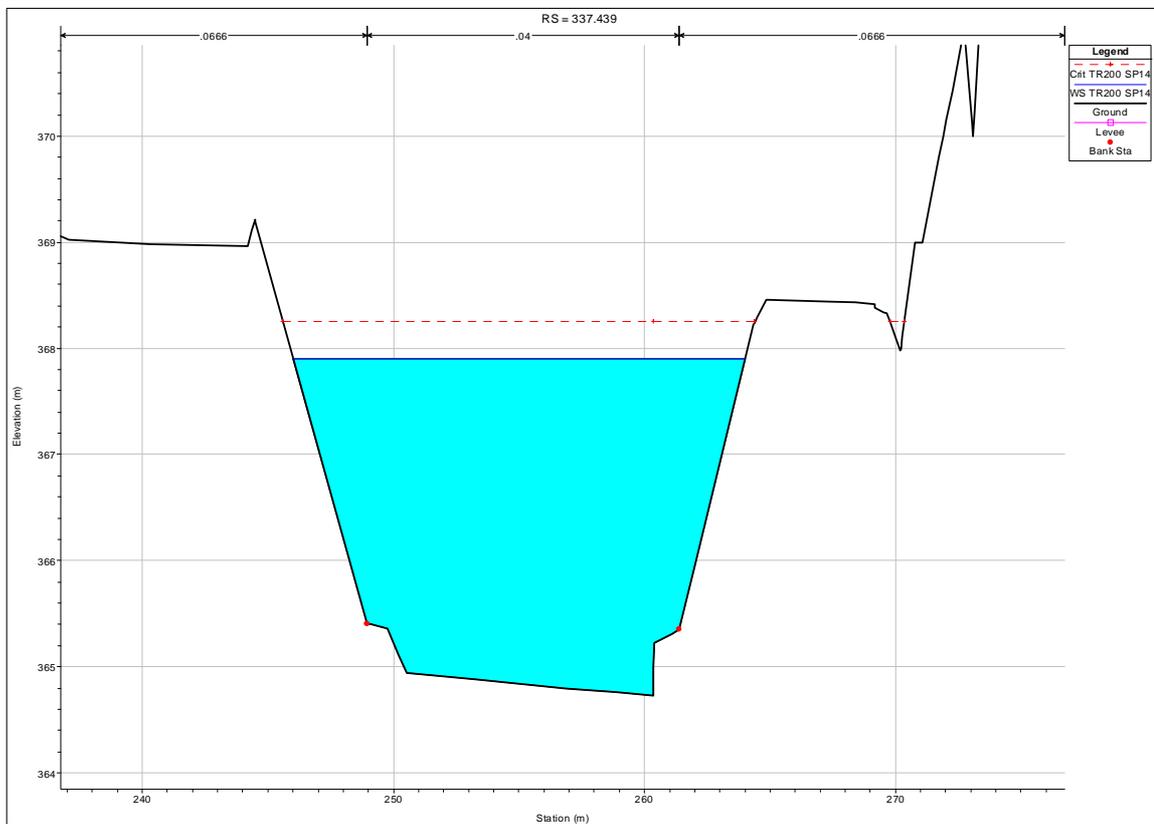
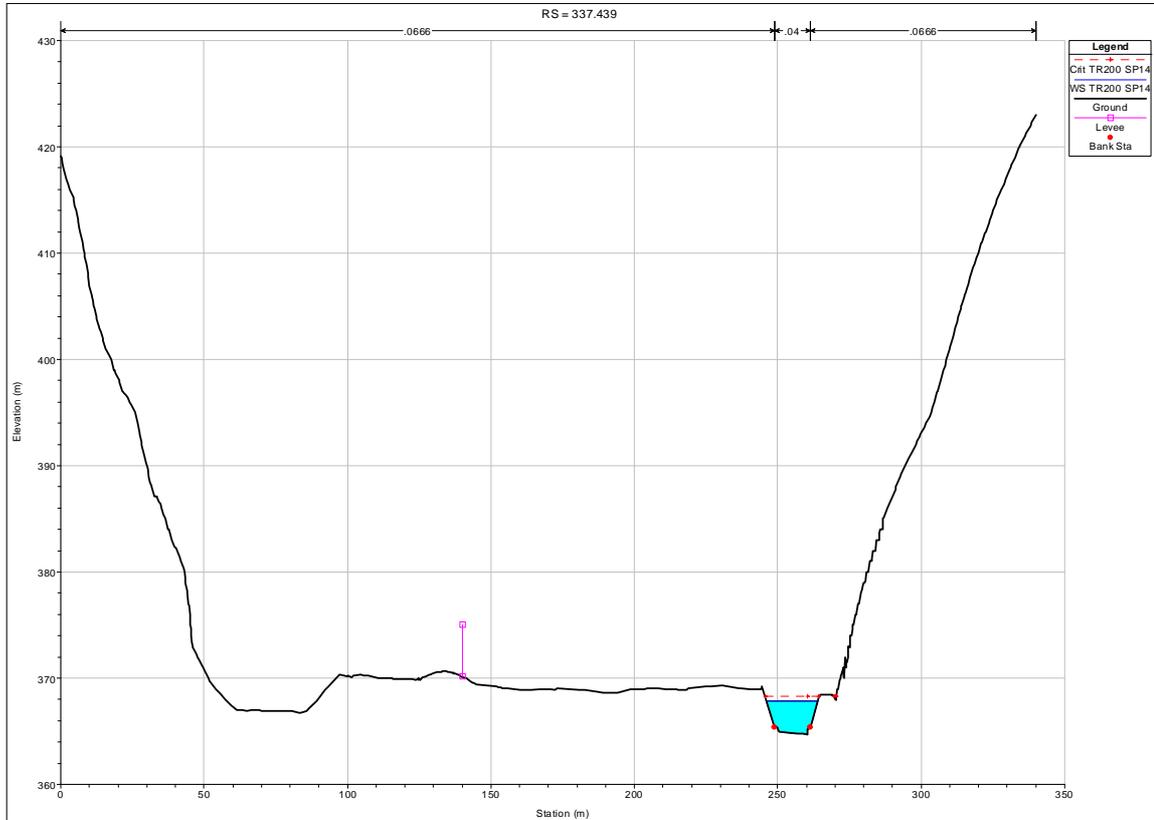


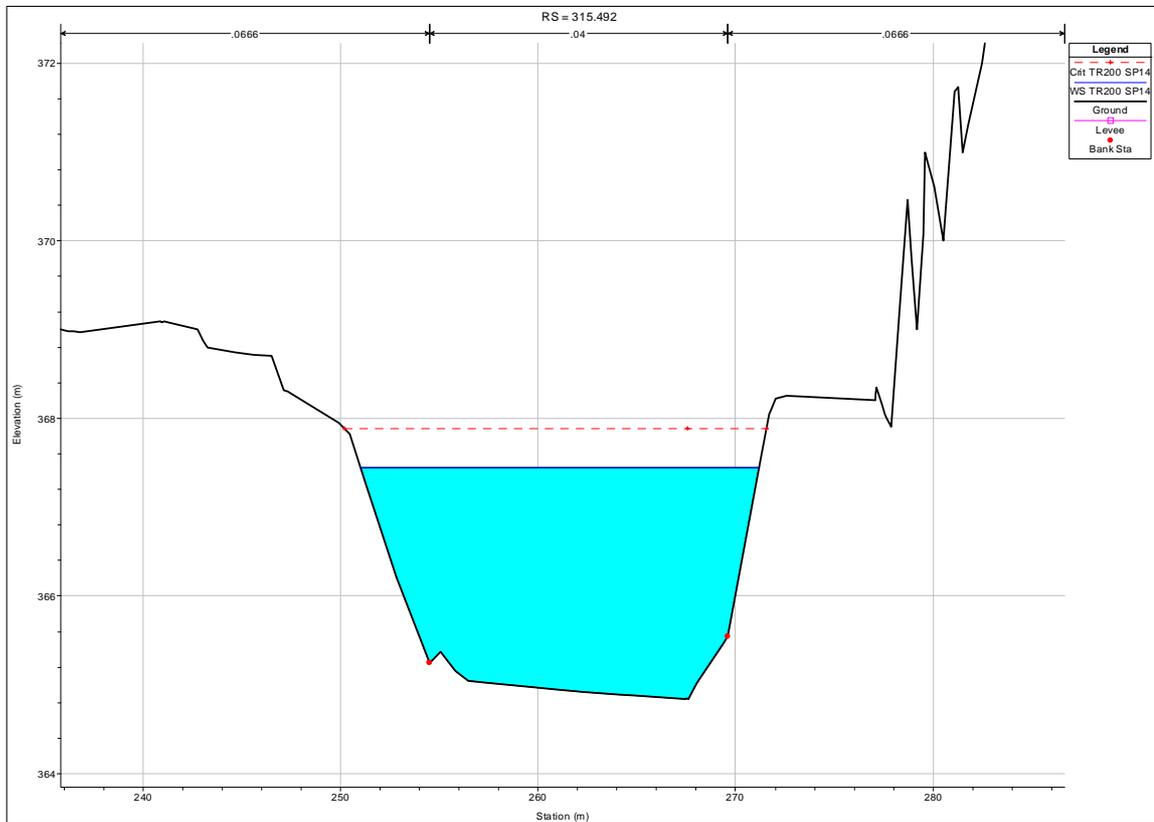
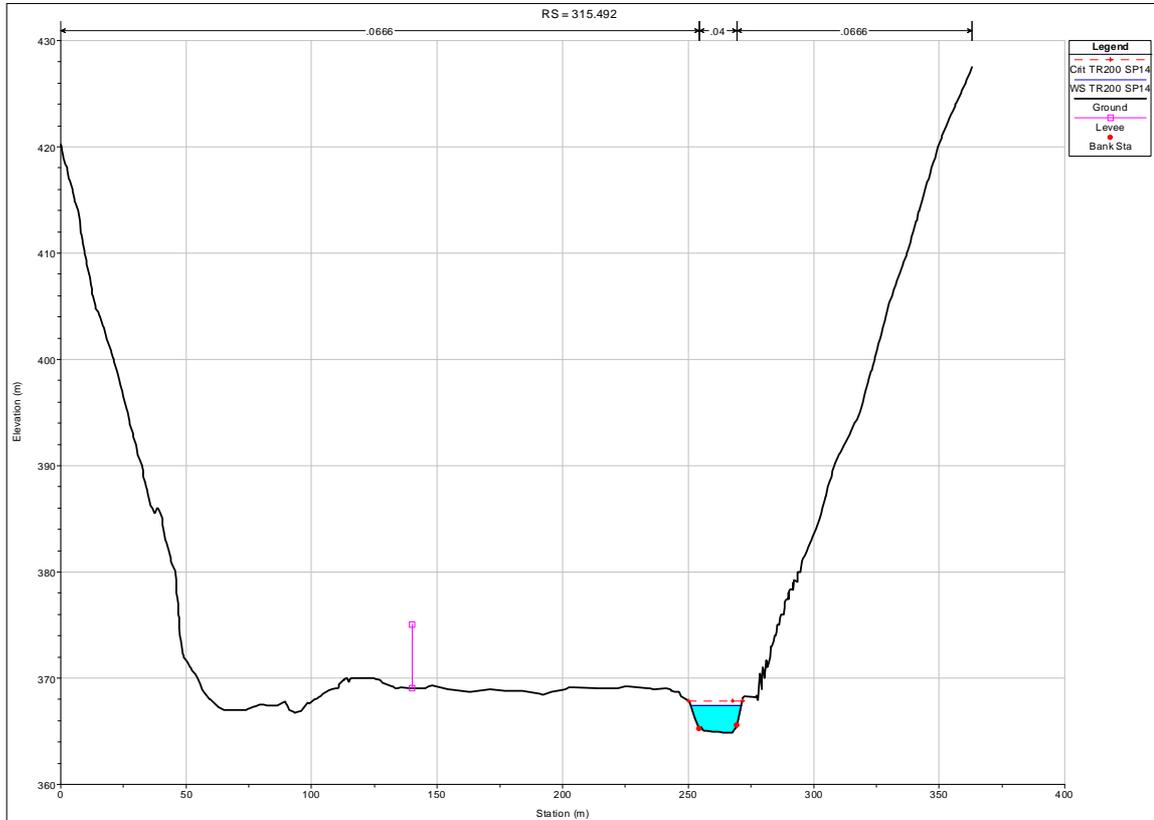


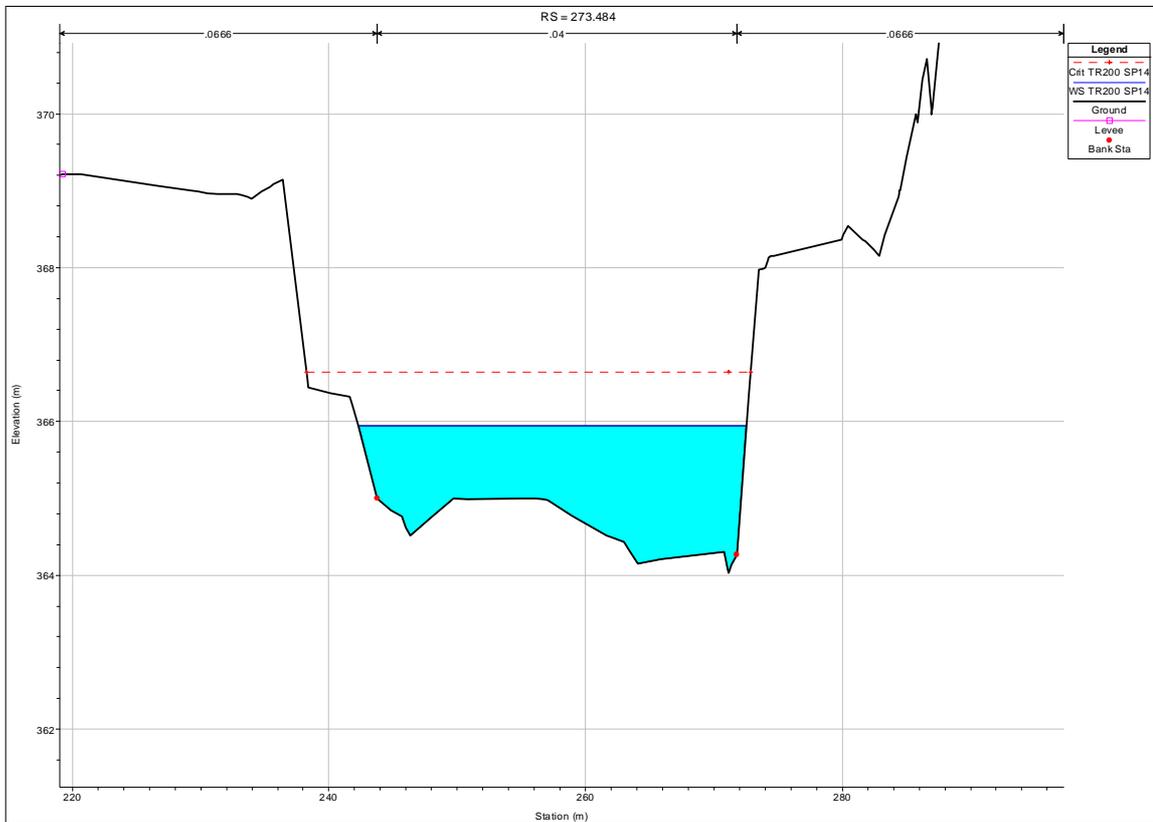
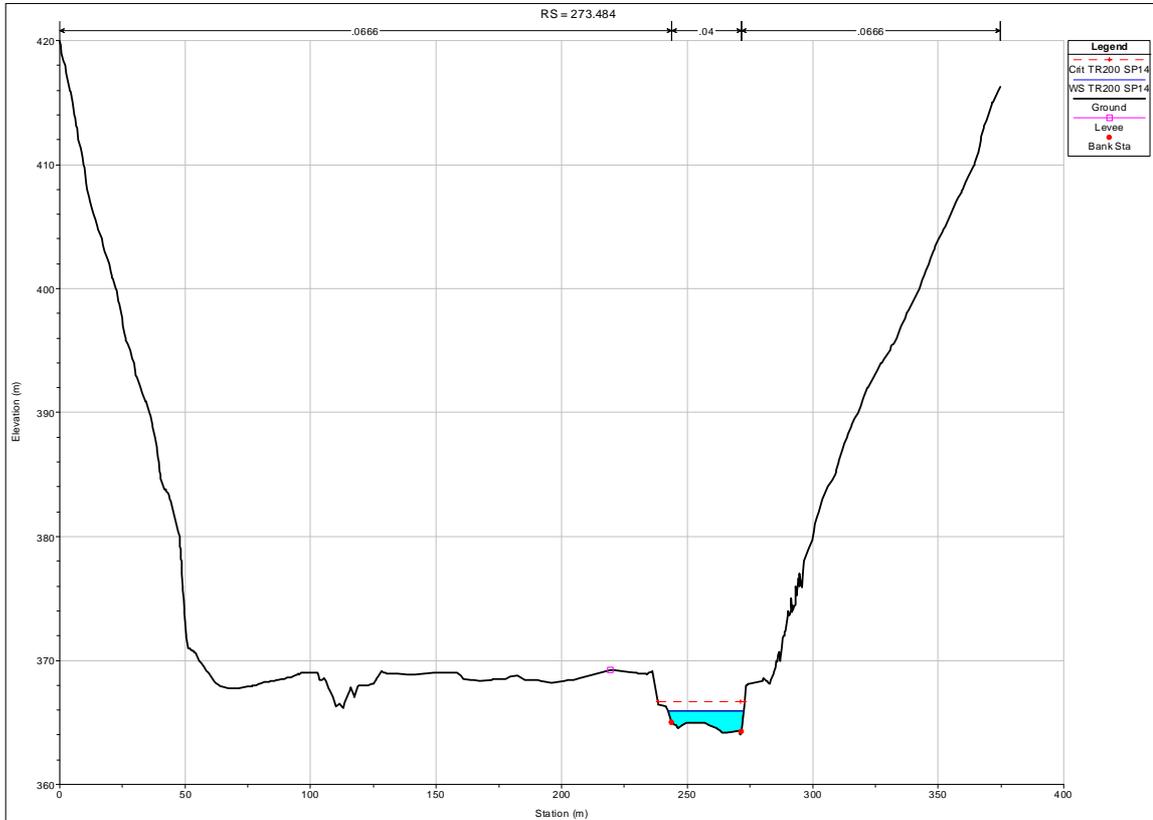


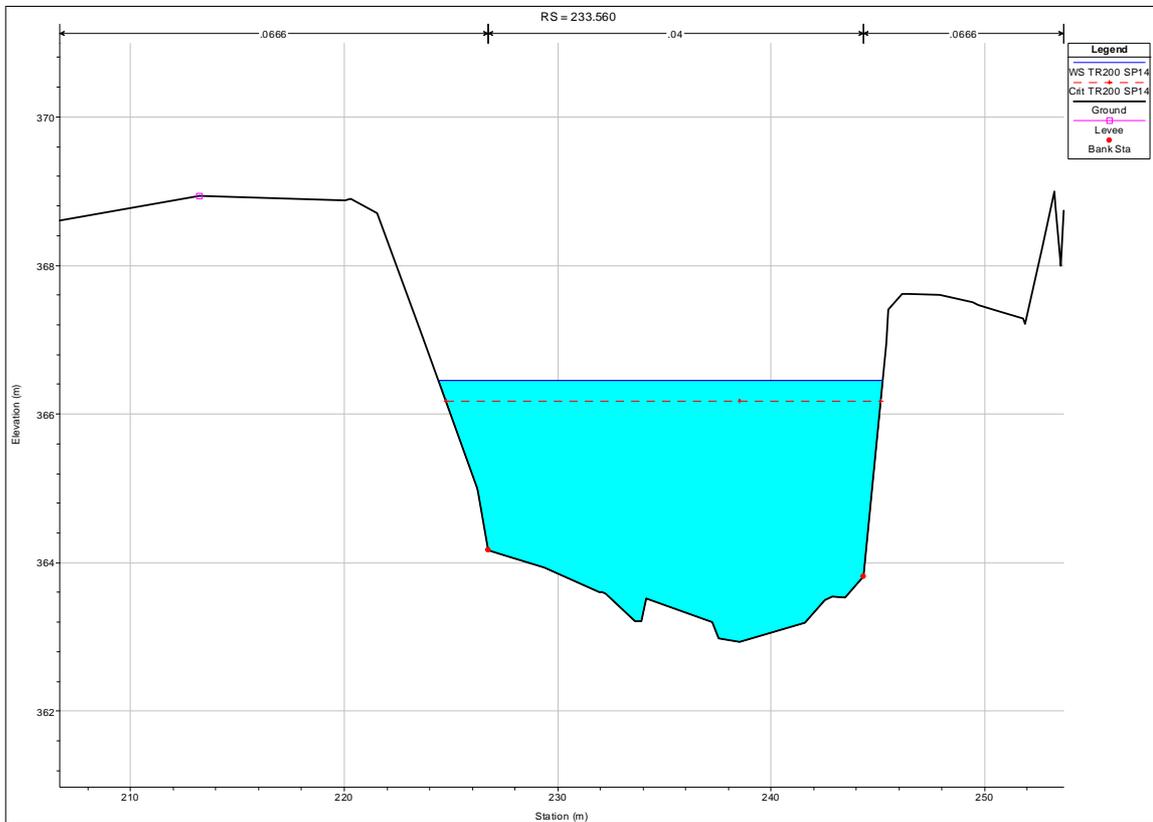
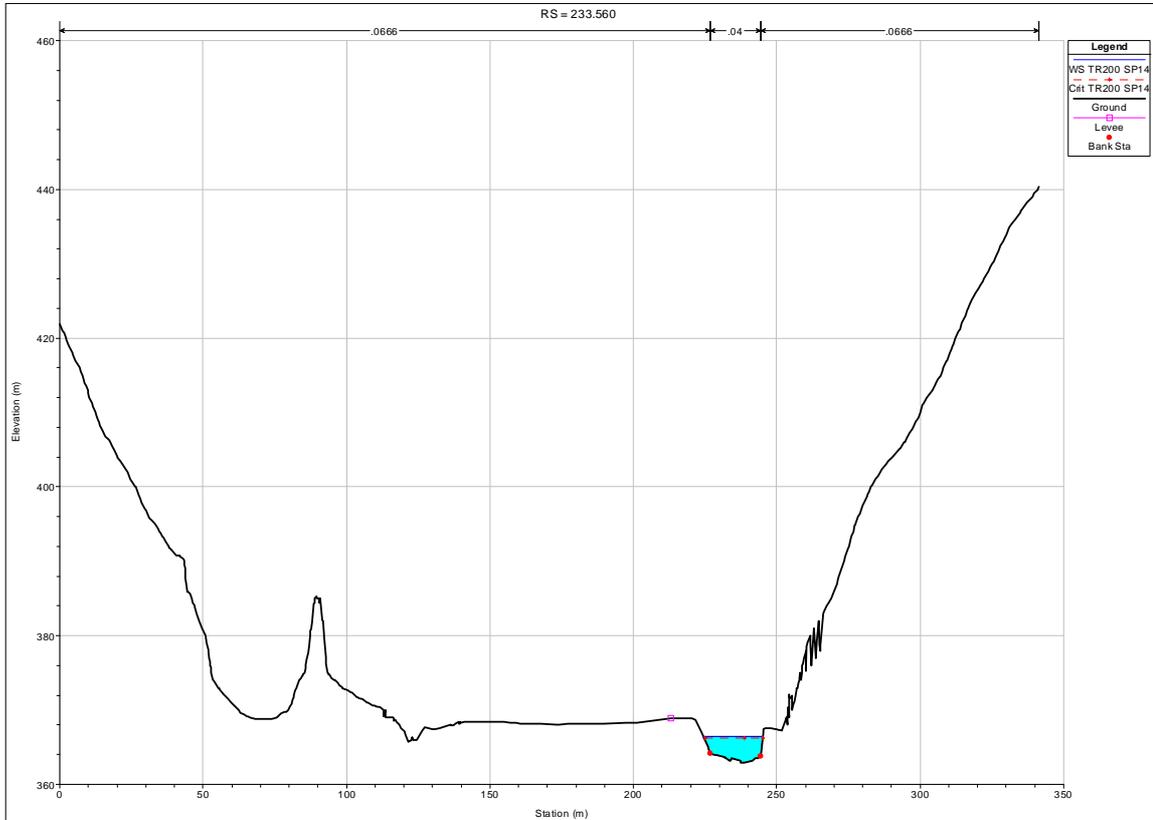


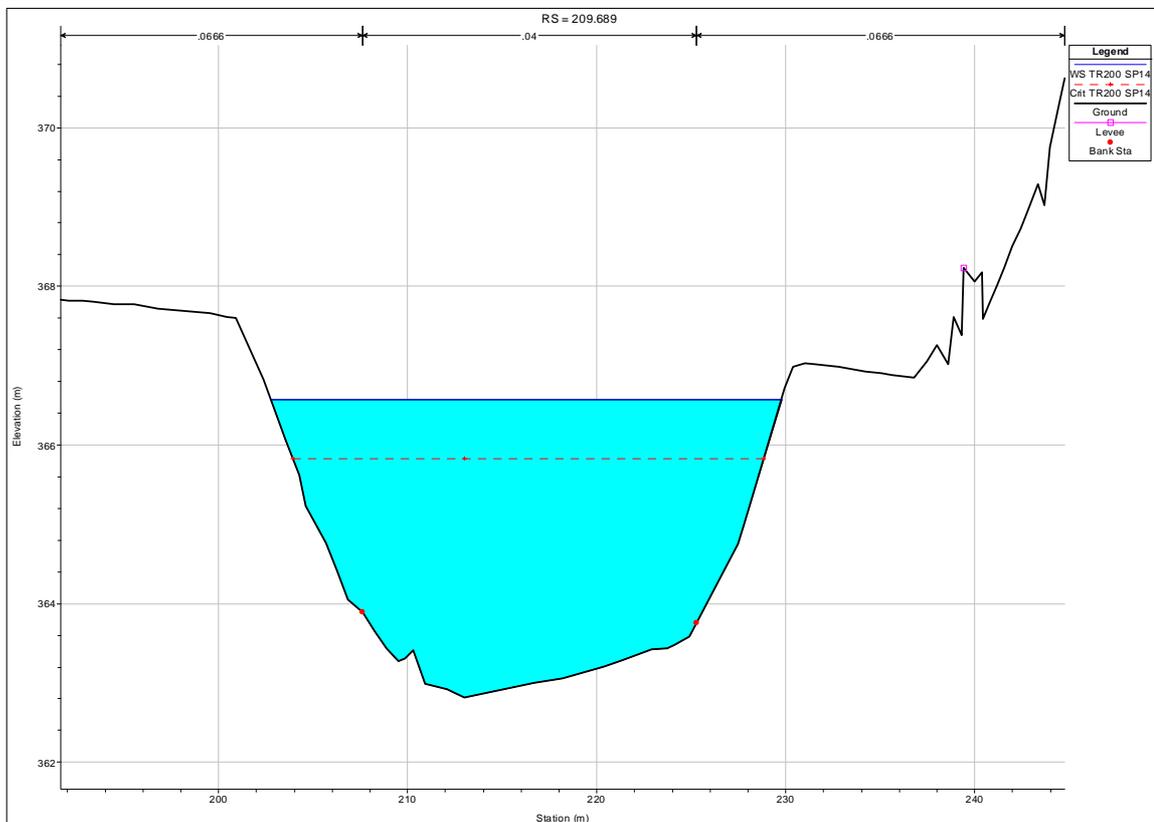
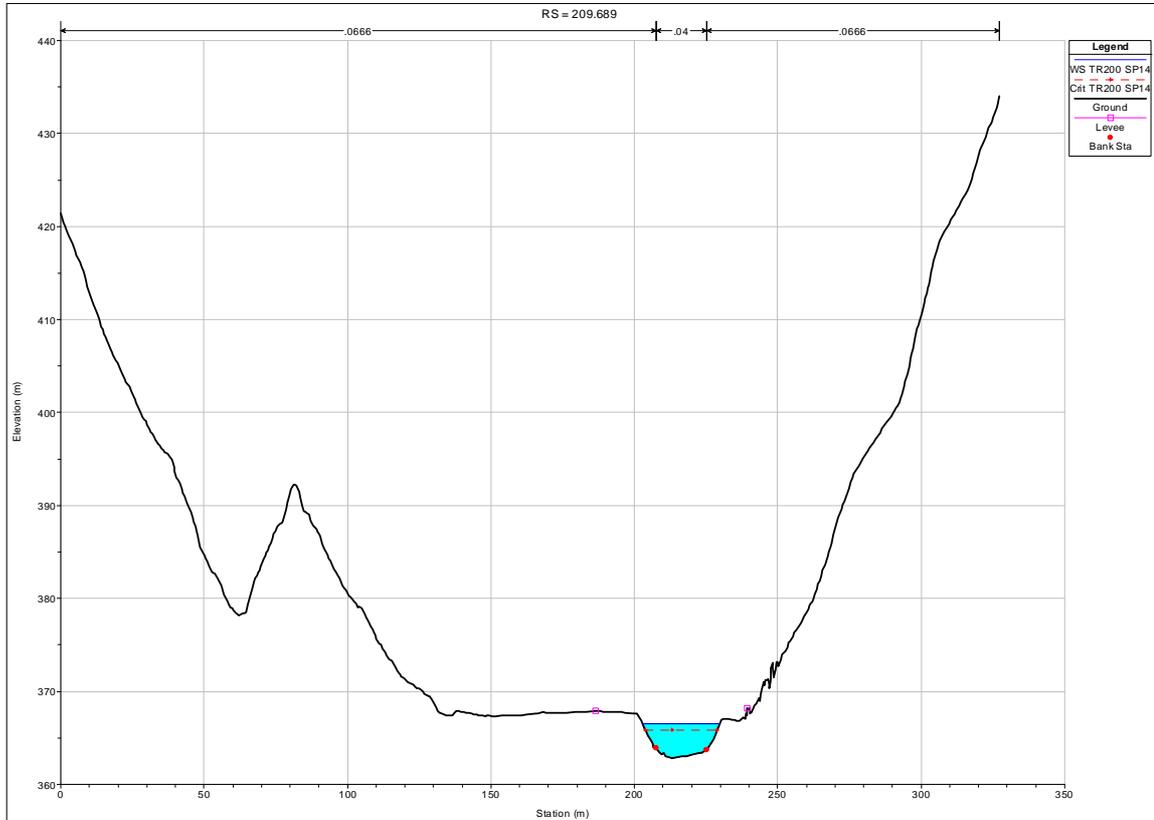


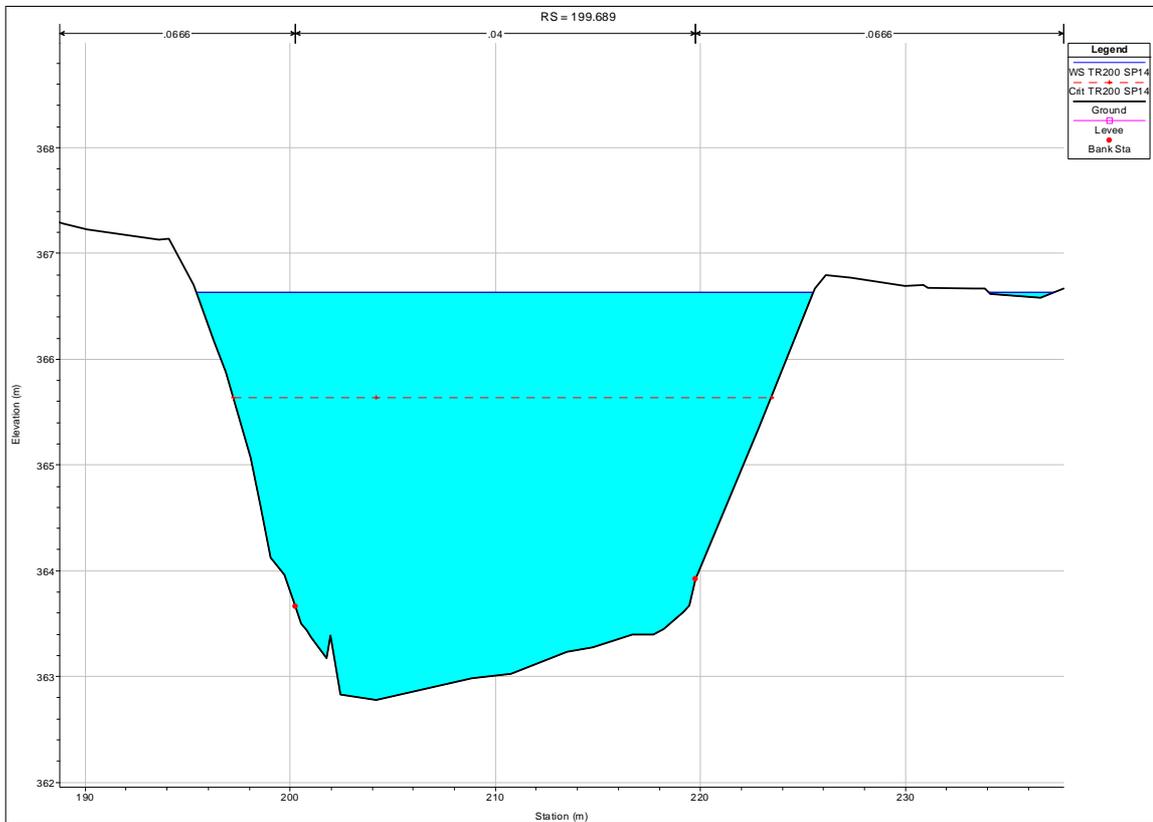
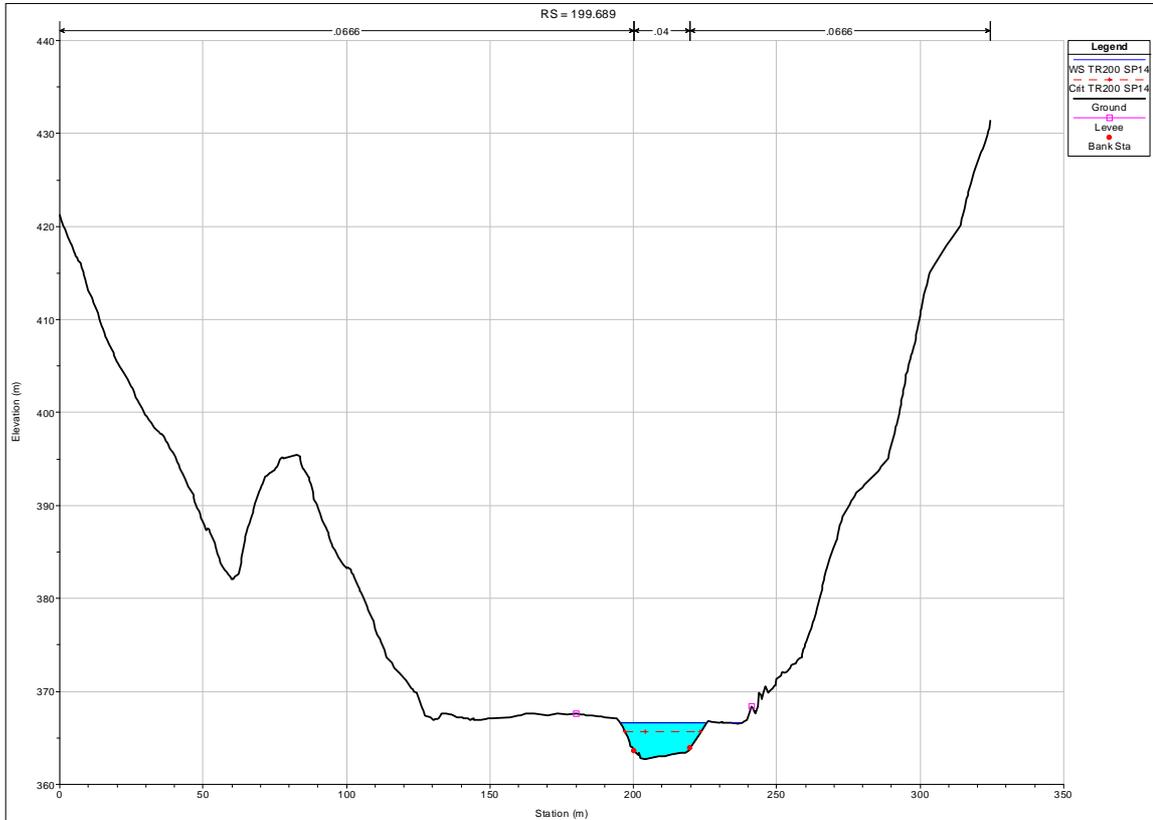


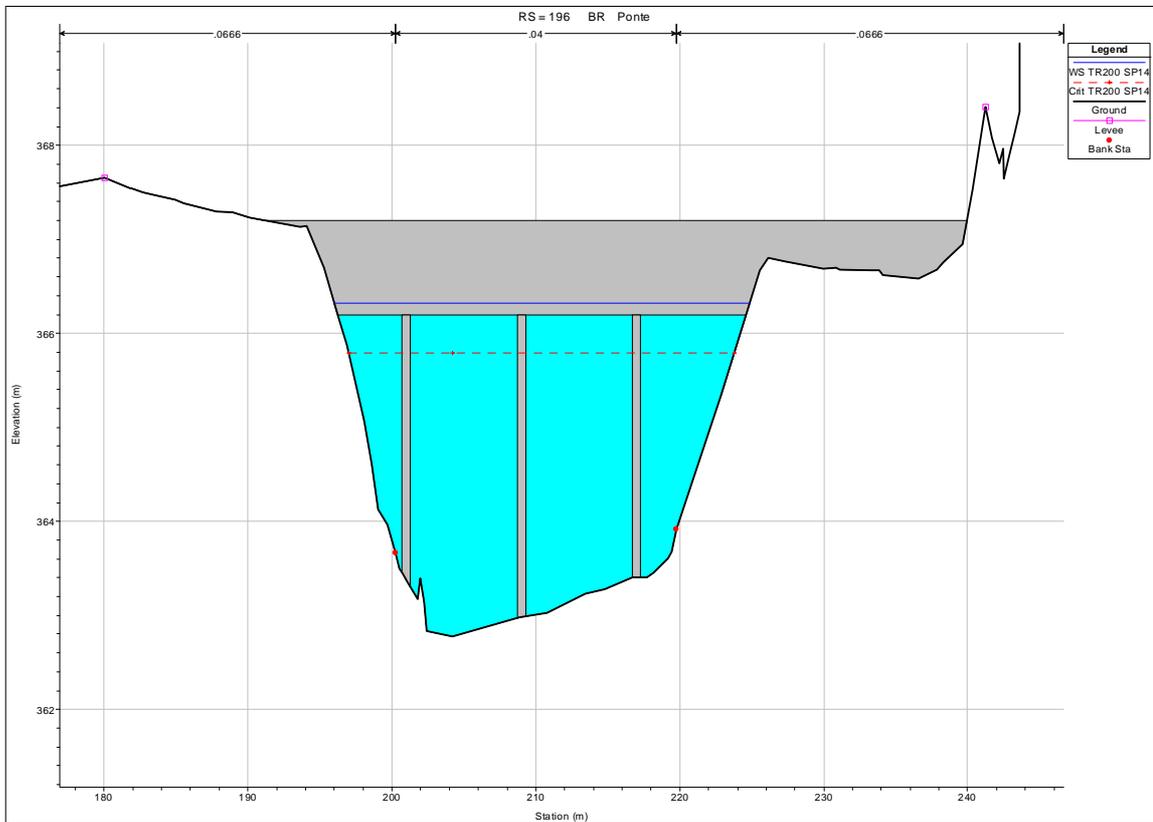
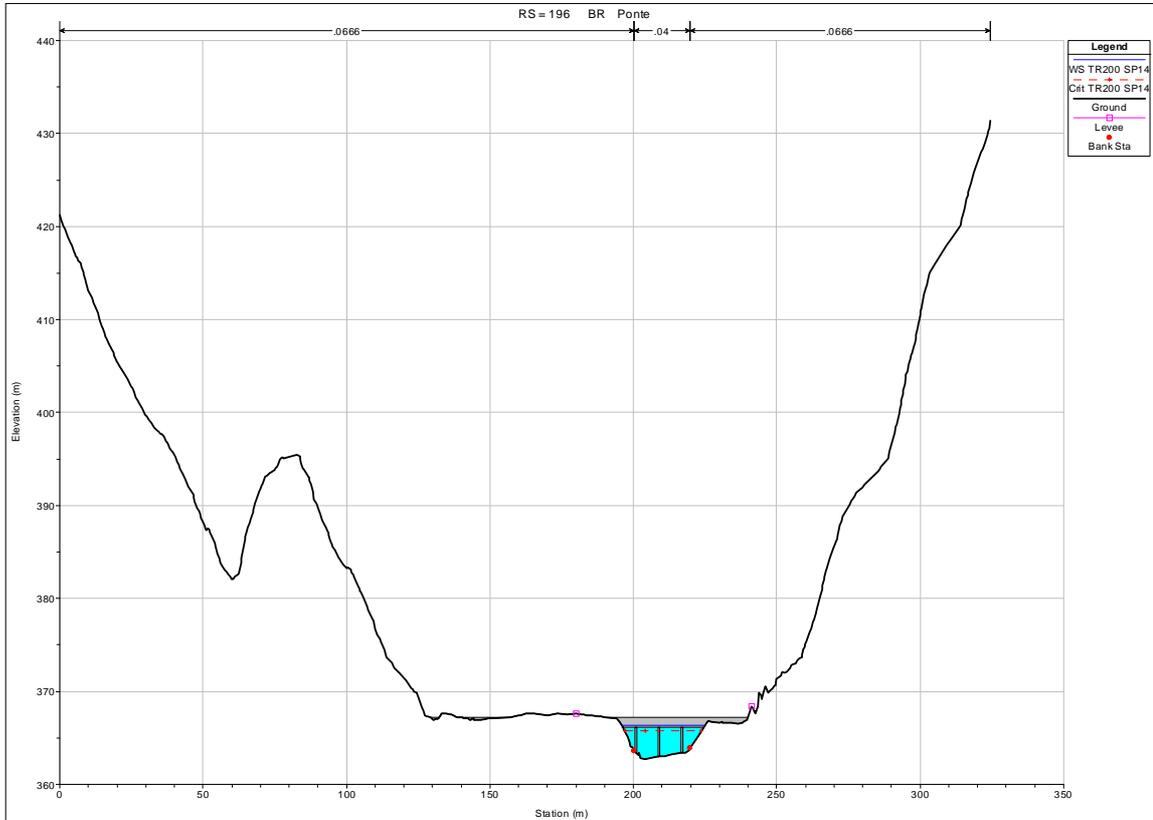


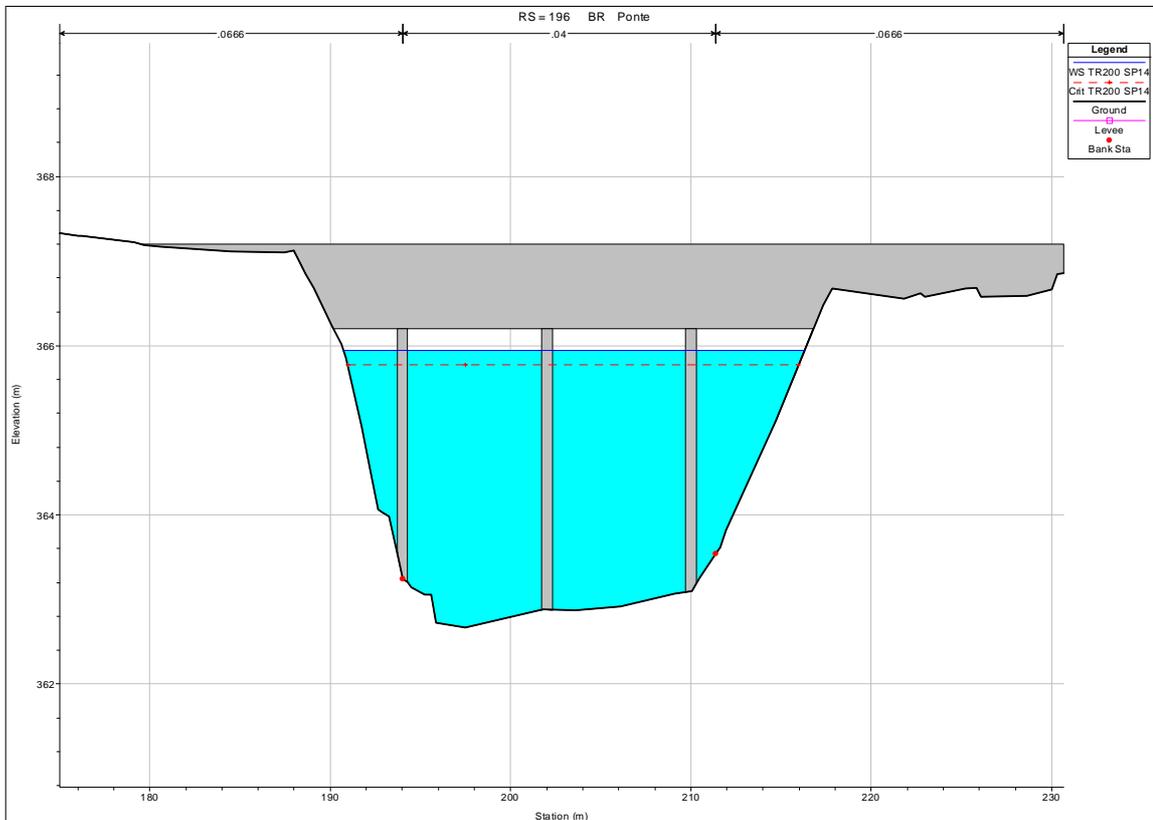
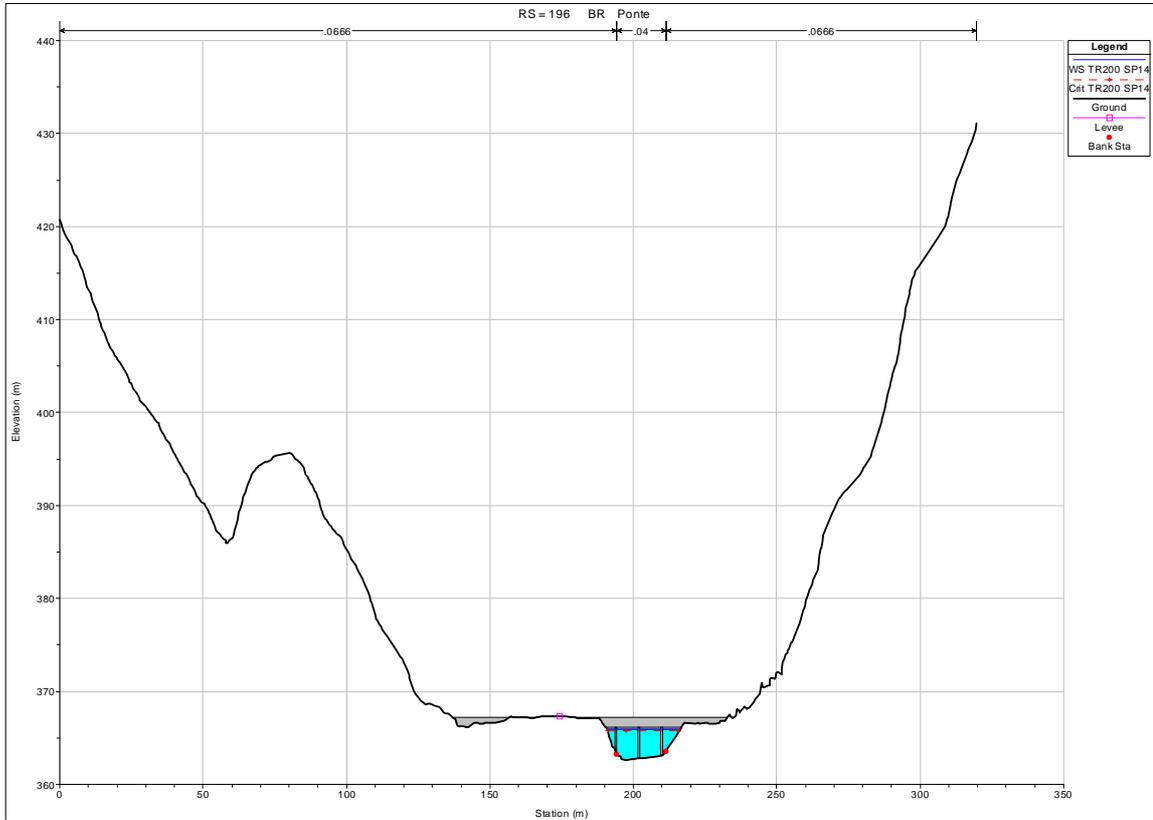


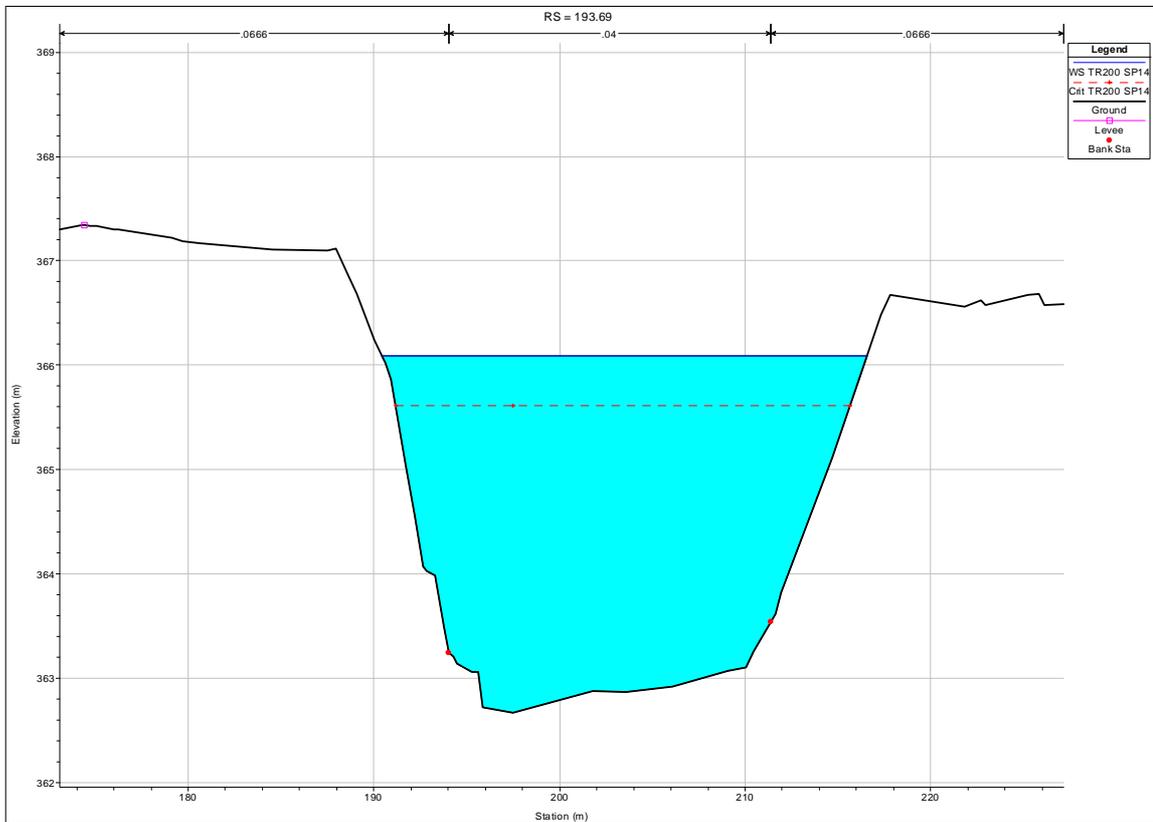
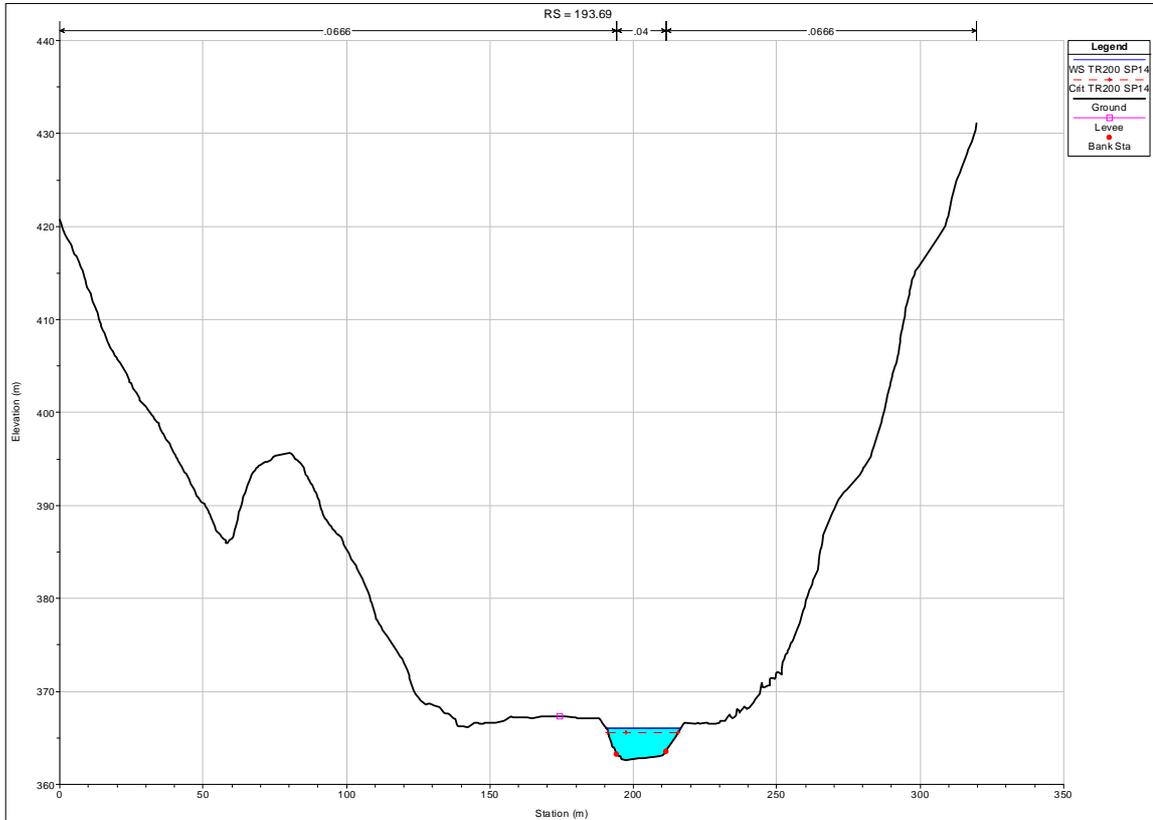


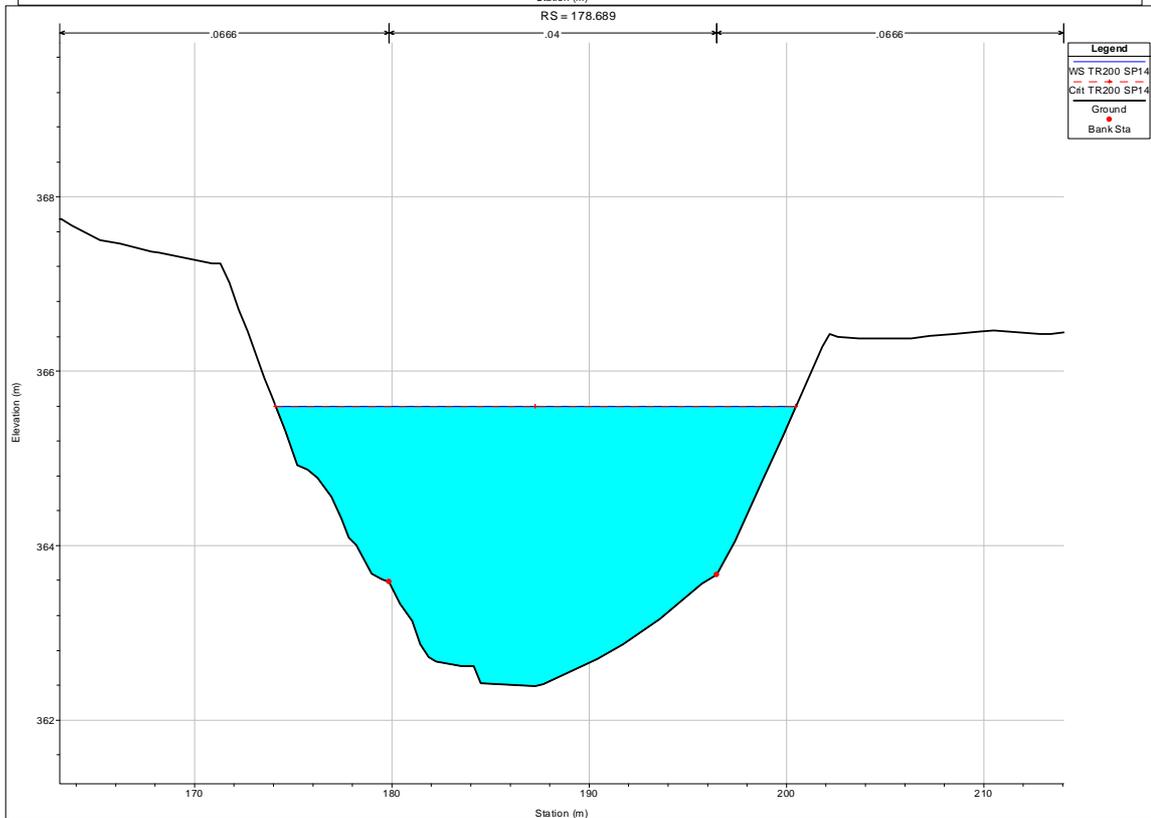
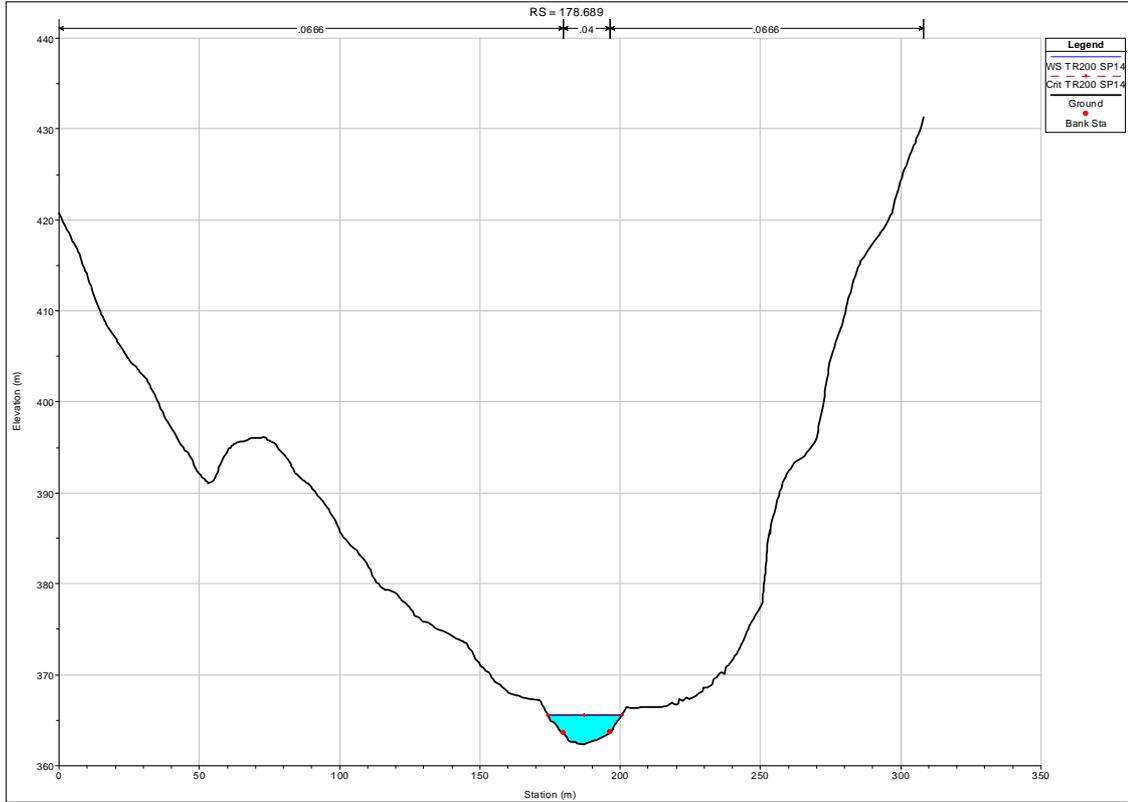


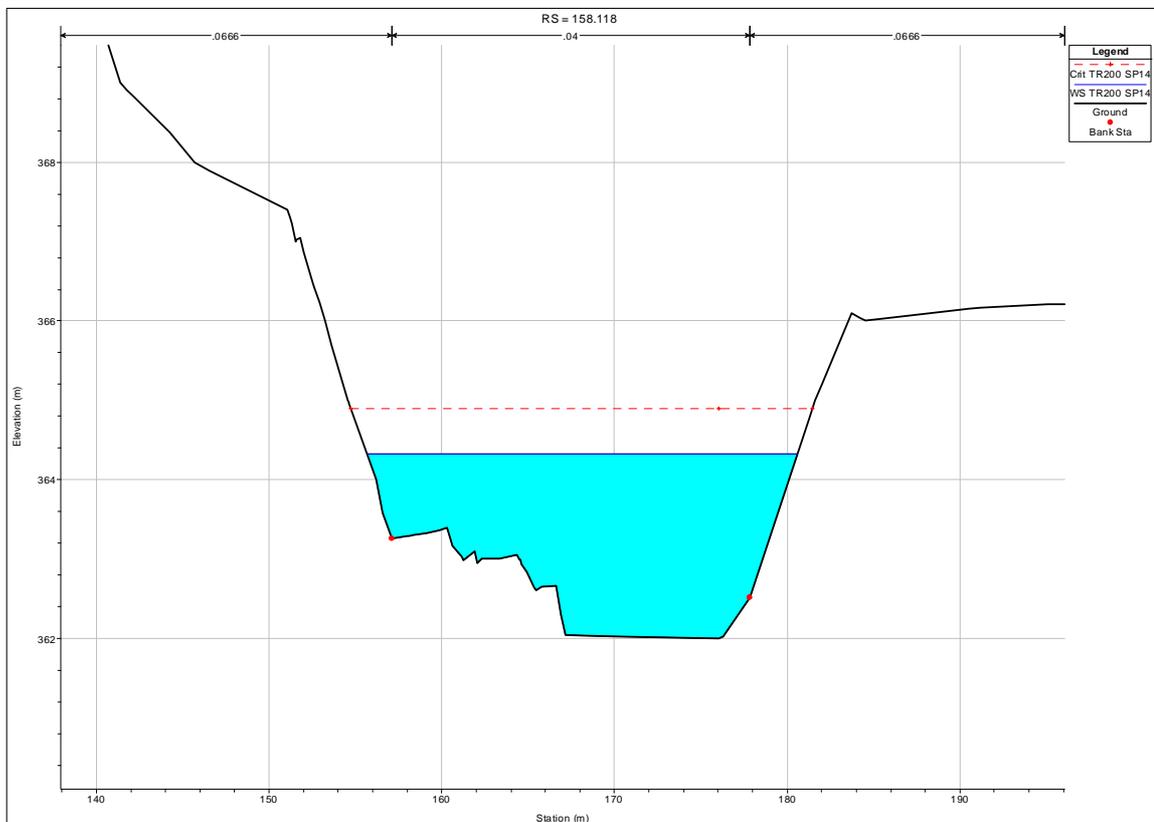
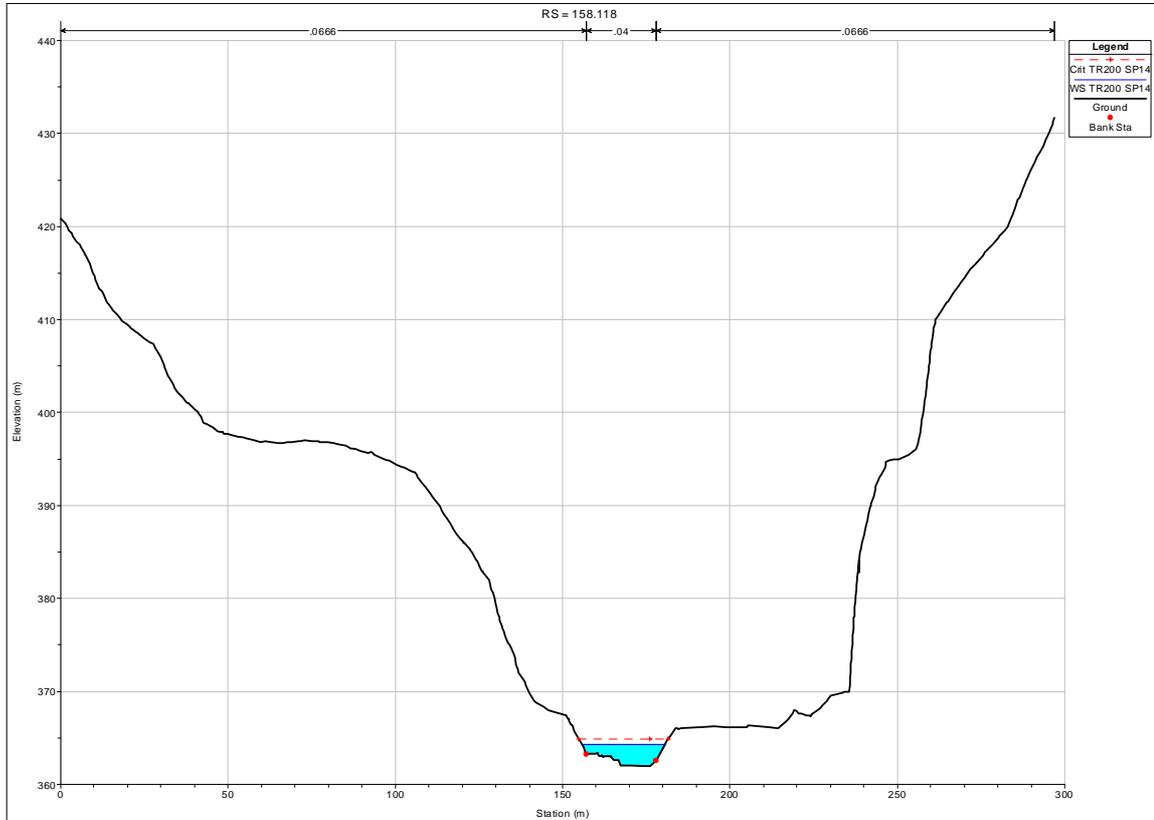


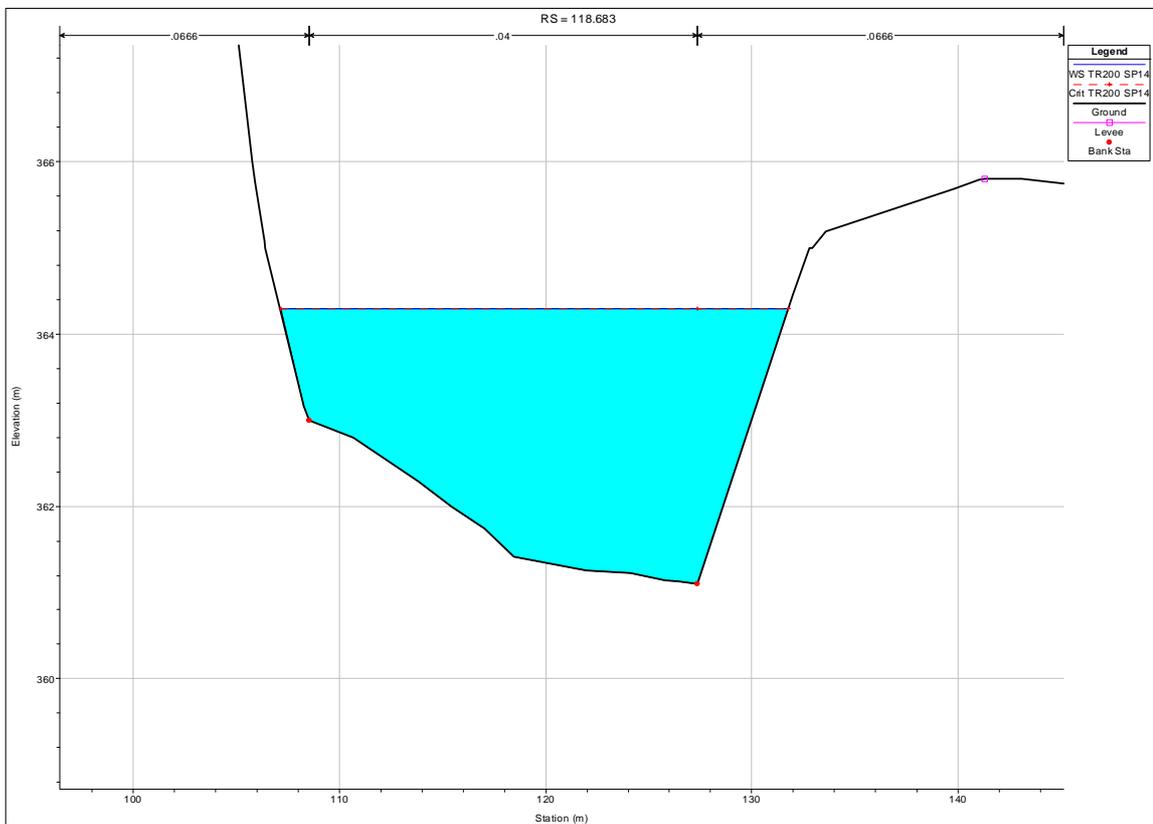
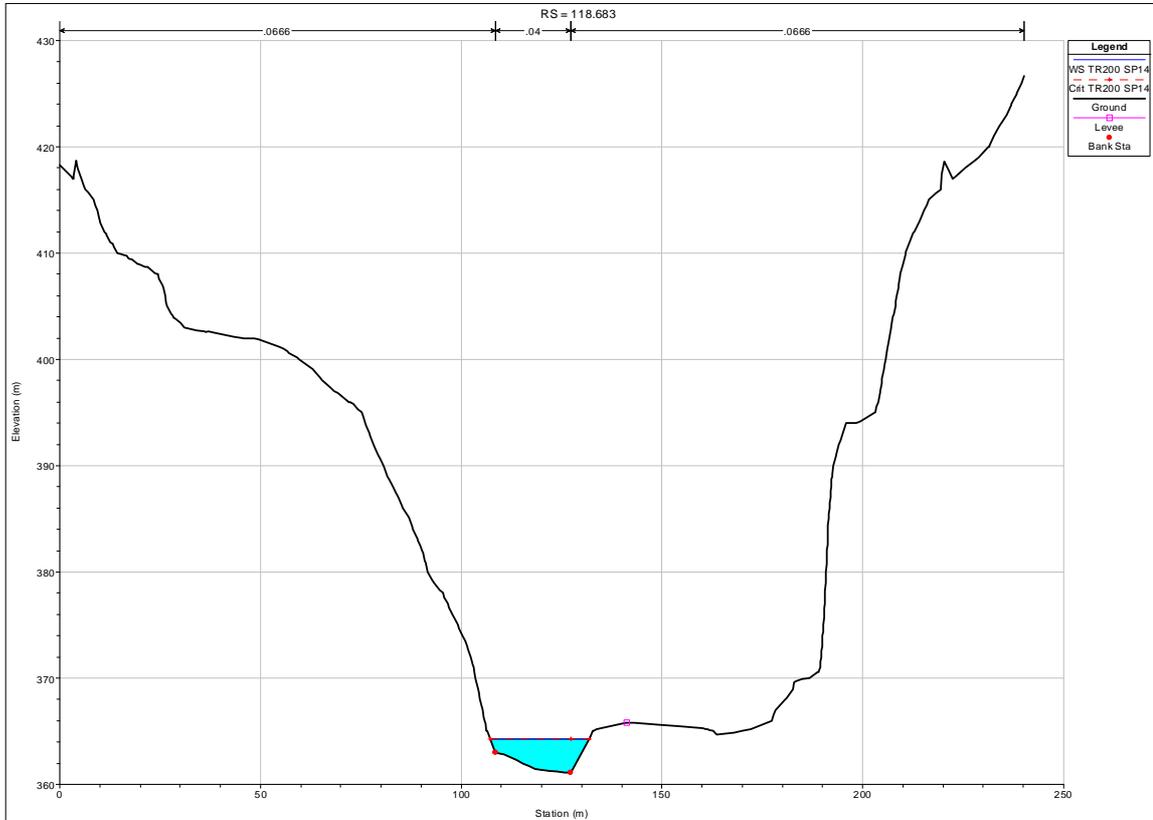


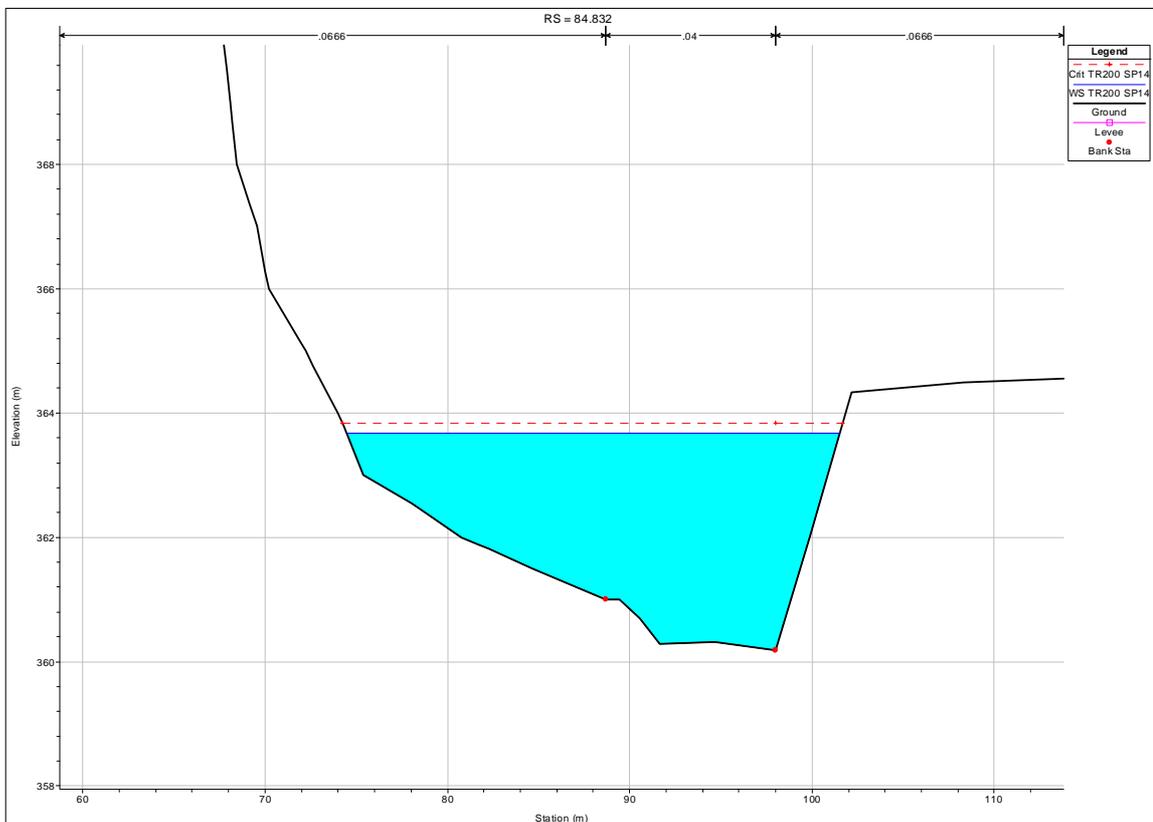
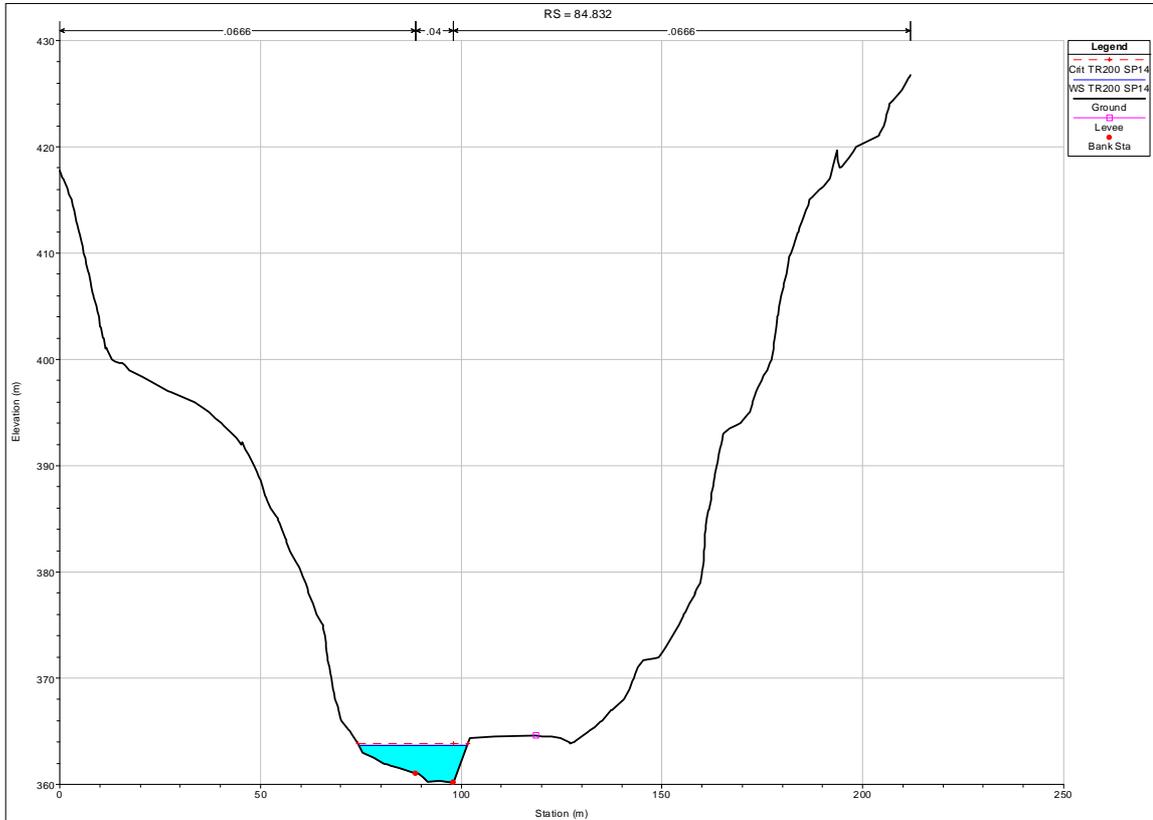


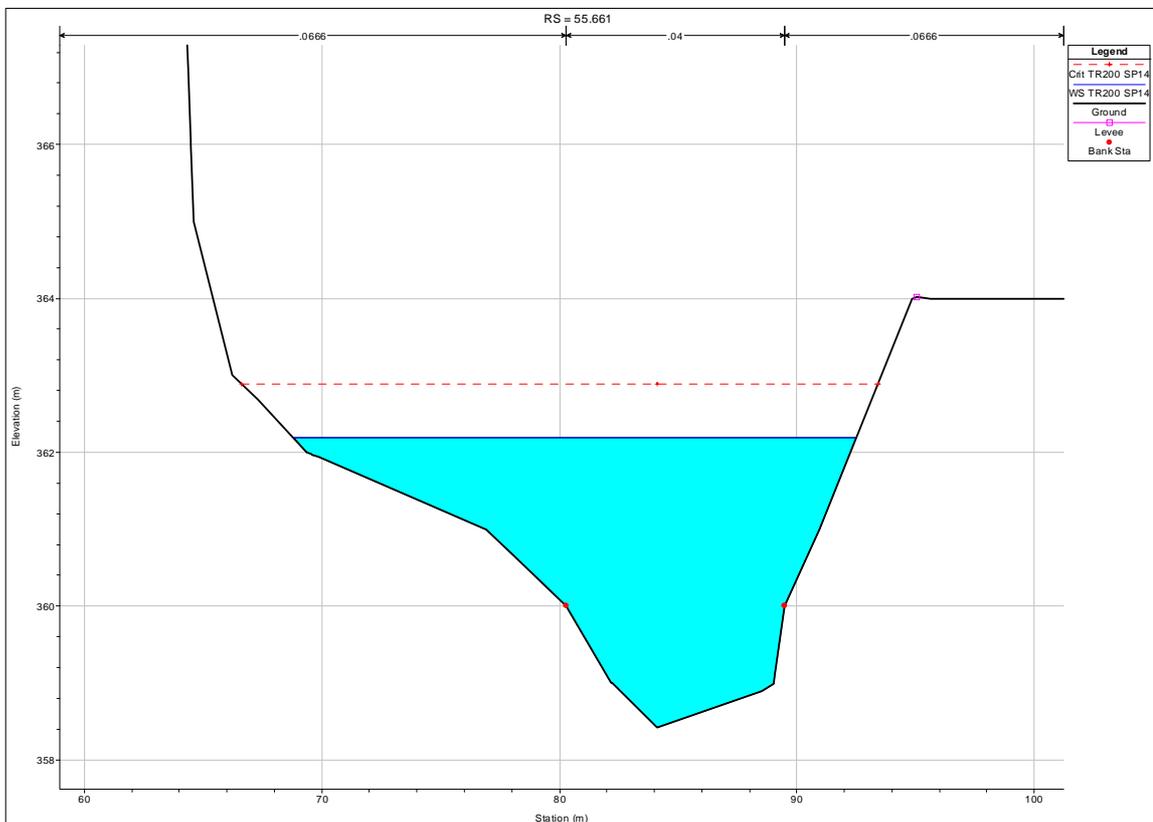
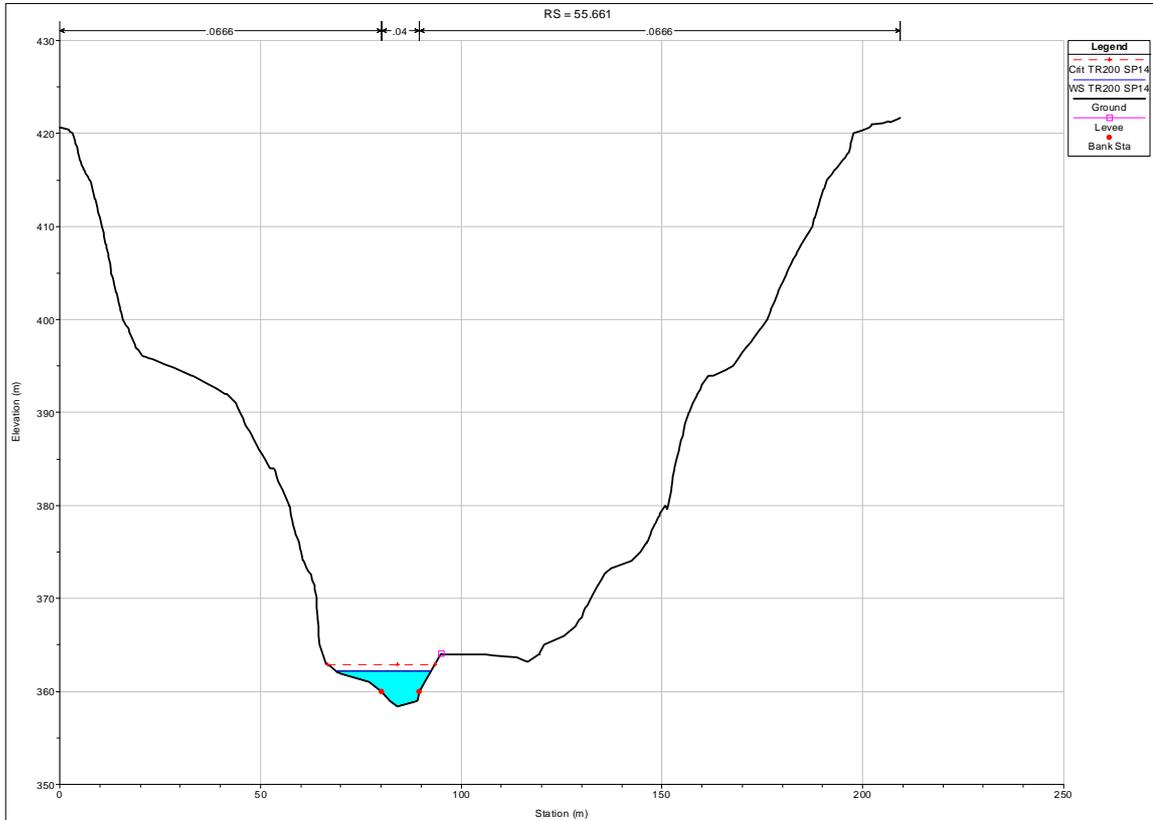


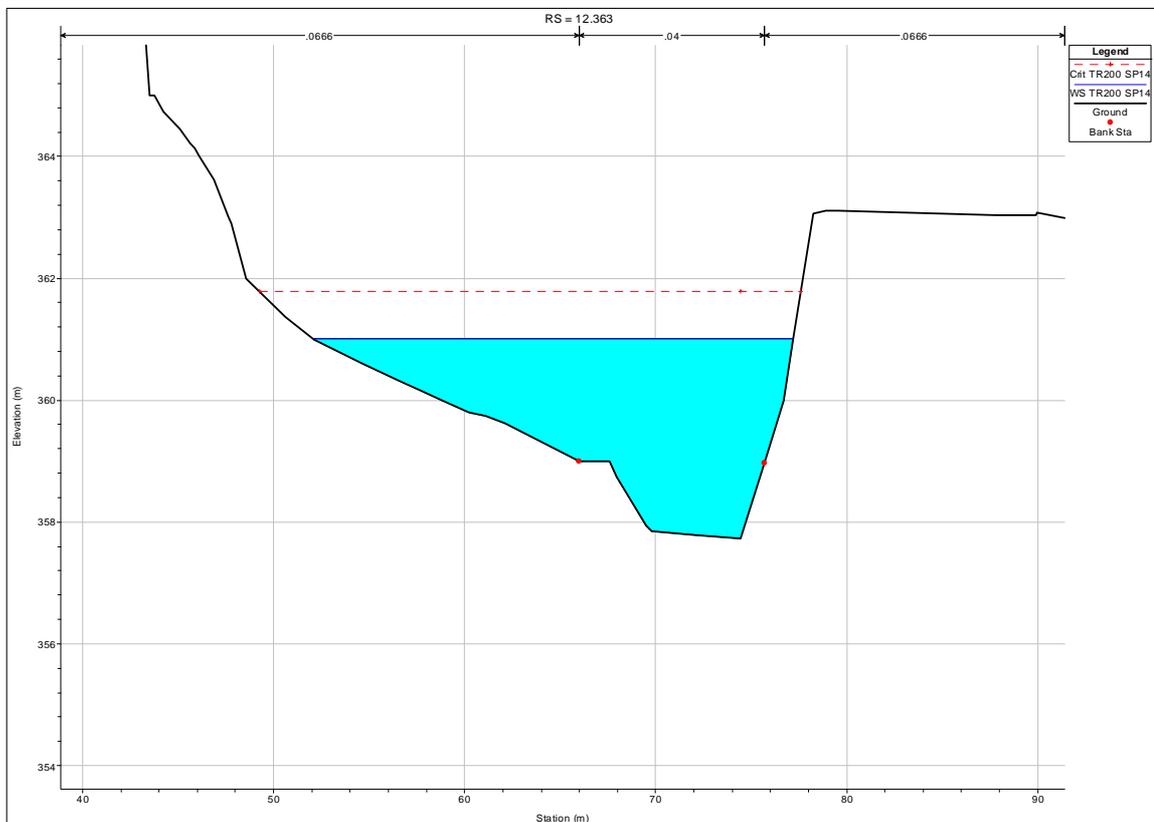
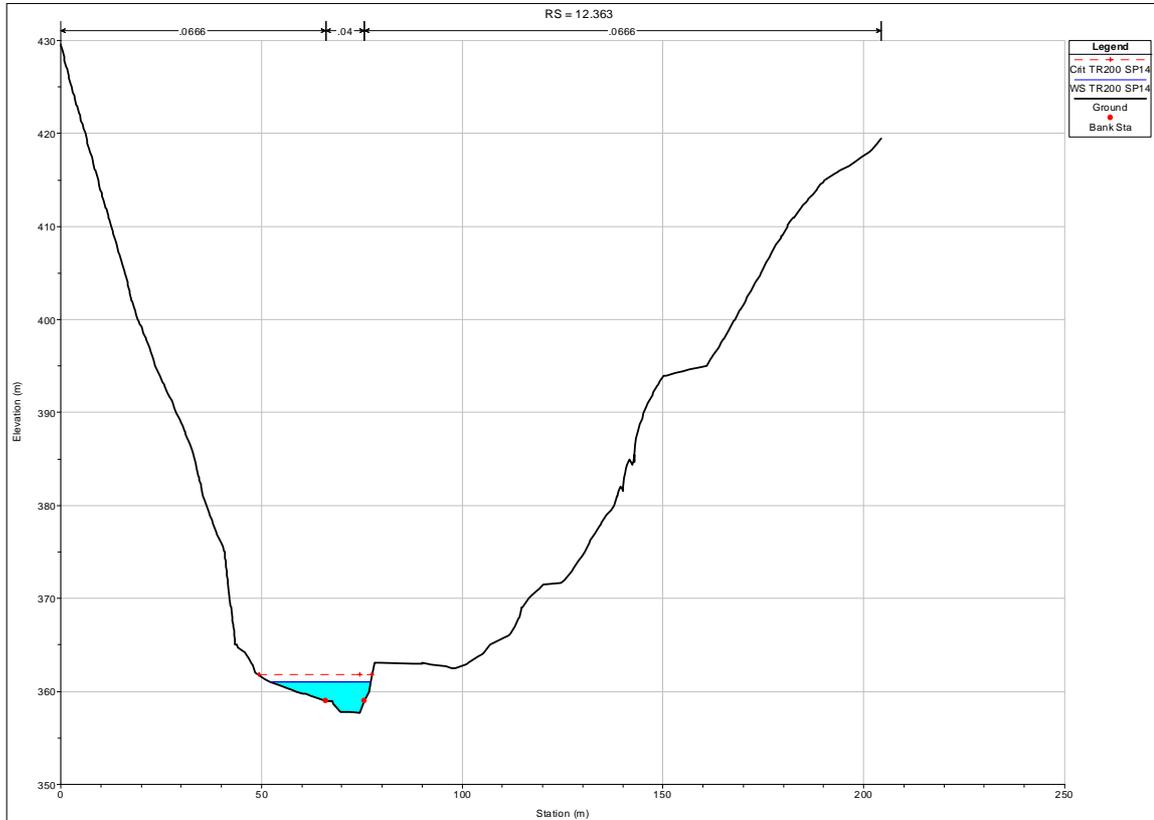












<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00 Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3</p>	<p>Foglio 131 di 207</p>

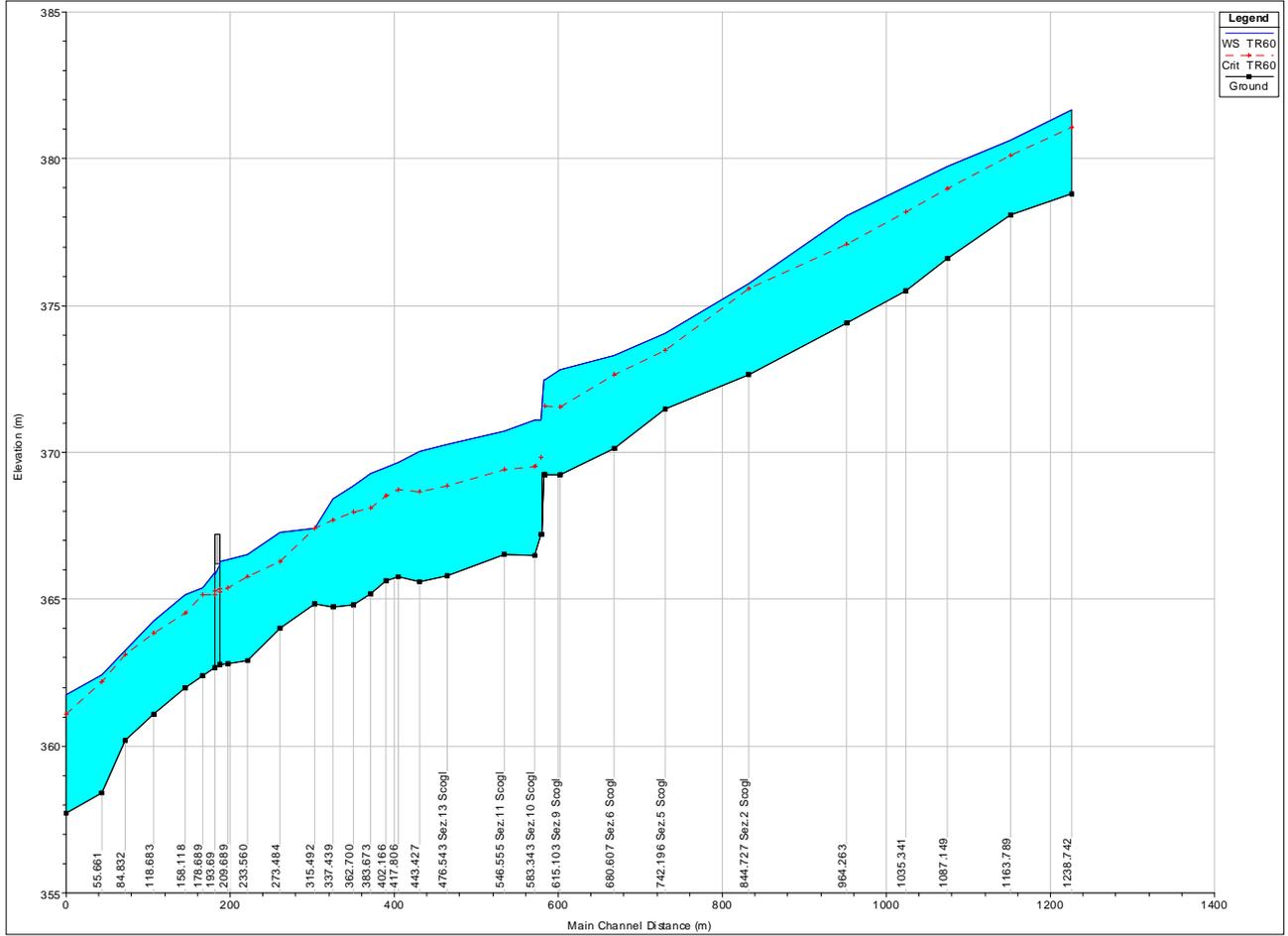
**ALLEGATO 5: RISULTATI MODELLO RAS – SCENARIO 1b - TR=60 anni - STATO DI PROGETTO CON VARIANTE STRADA PROVINCIALE 160**

Tr=60 anni.  $K_s=15 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$  in alveo e  $k_s=10 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$  in golena

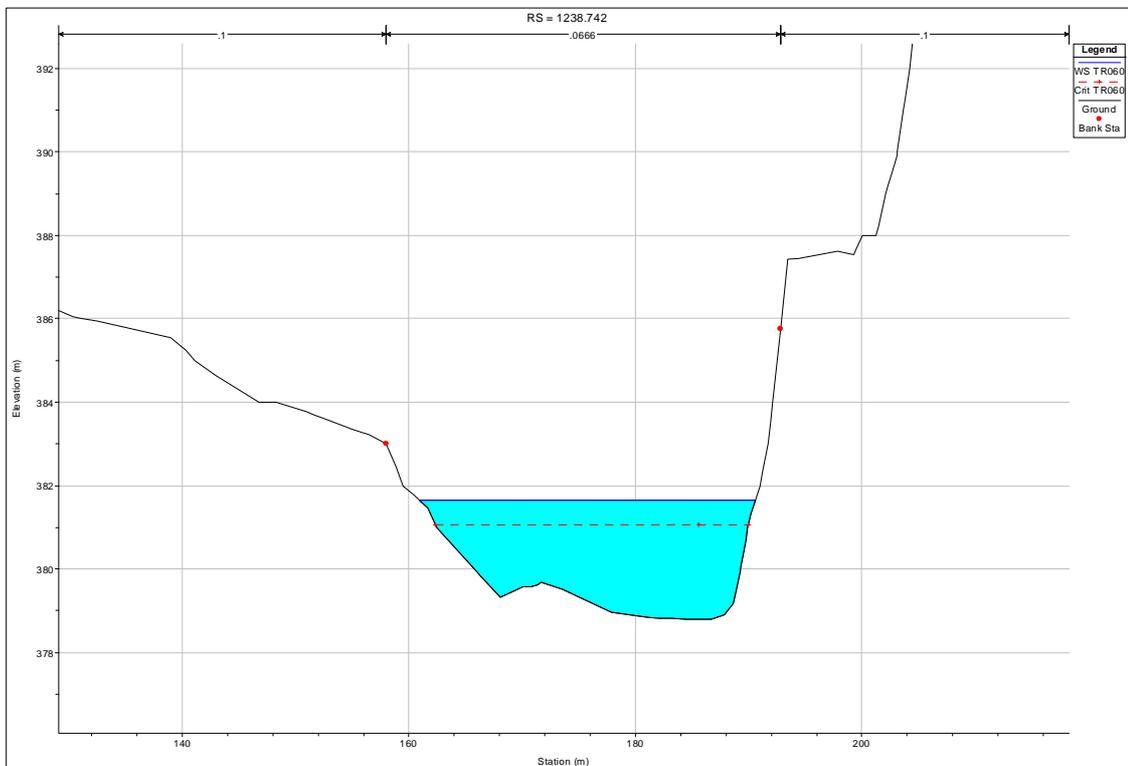
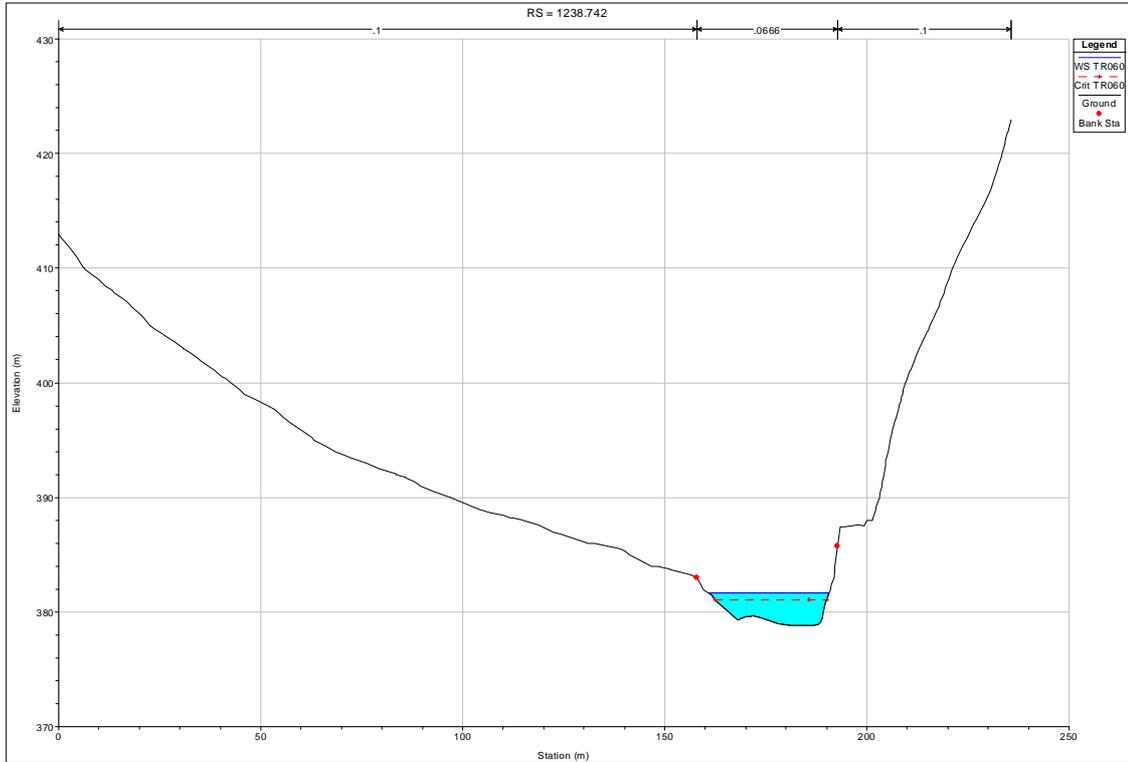
**TEMPO DI RITORNO 60 ANNI****Scabrezze: 15 m<sup>1/3</sup>/s alveo, 10 m<sup>1/3</sup>/s golena****TR=60 - Stato di progetto con variante S.P.160 - Tabella RAS**

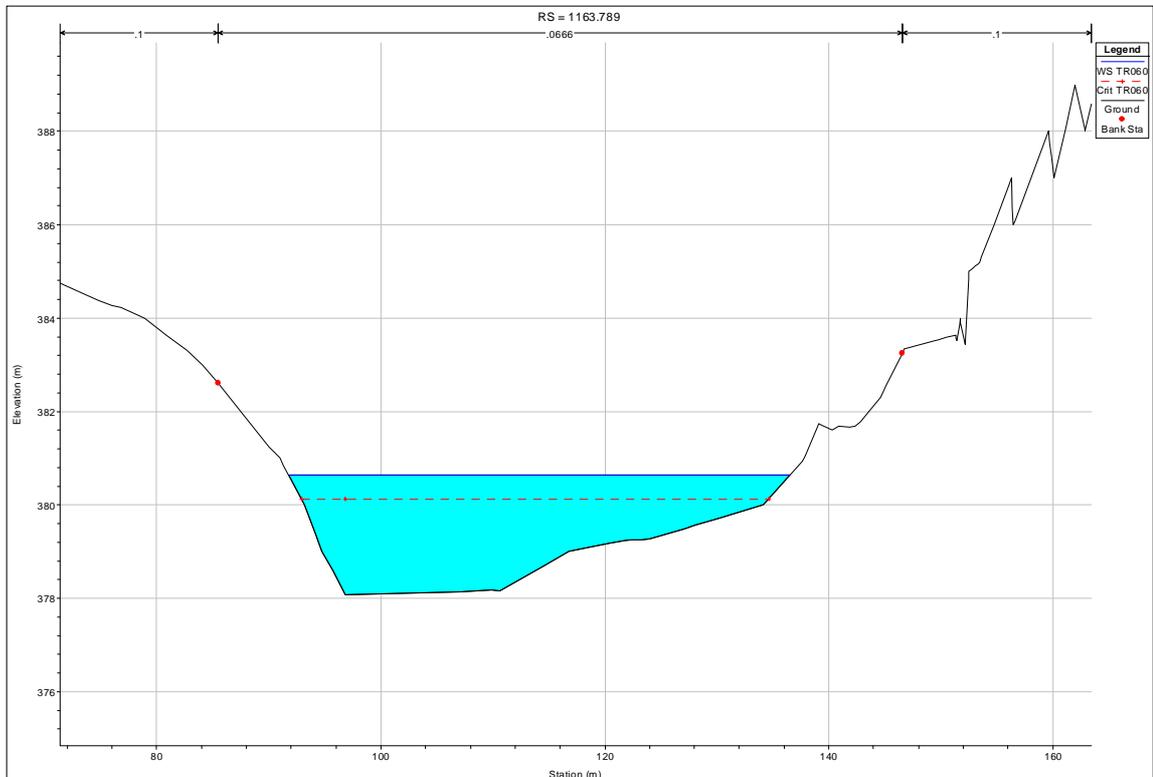
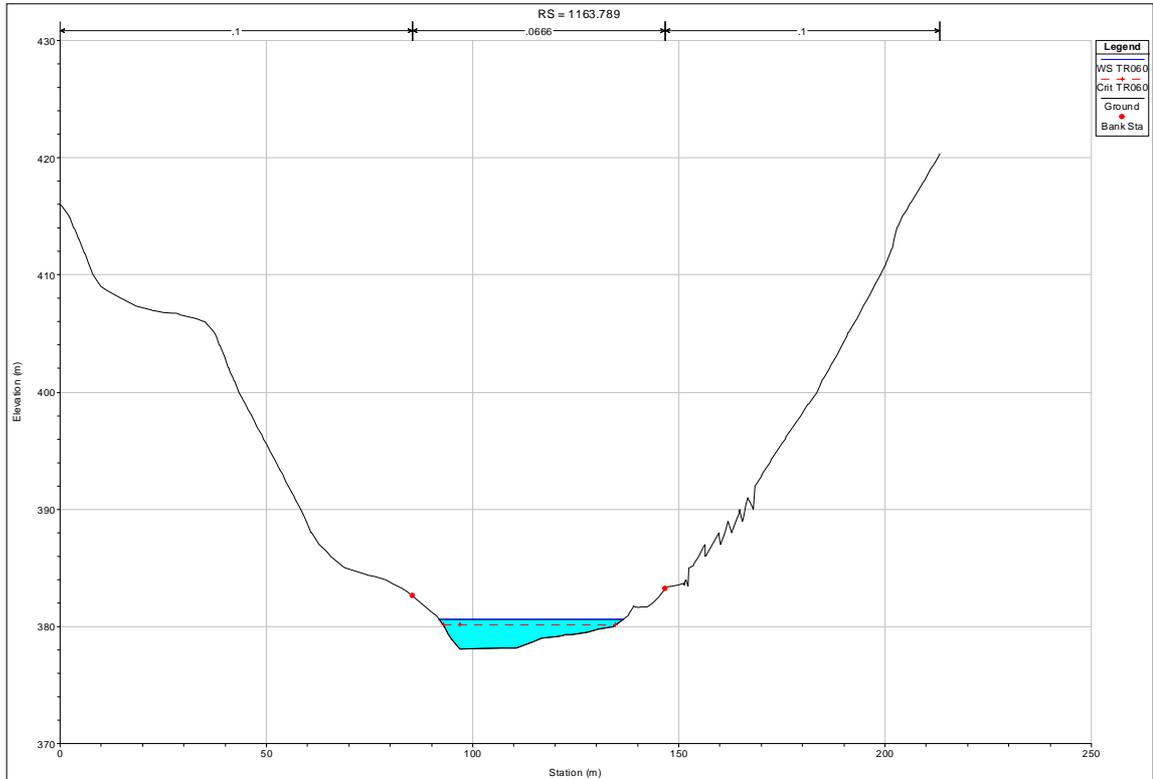
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
lemme	1238.742	TR060	190.00	378.80	381.66	381.07	382.12	0.015692	3.00	63.34	29.70	0.66
lemme	1163.789	TR060	190.00	378.07	380.63	380.13	380.96	0.014309	2.52	75.50	44.72	0.62
lemme	1087.149	TR060	190.00	376.59	379.73	378.98	379.99	0.010727	2.27	83.62	46.02	0.54
lemme	1035.341	TR060	190.00	375.52	379.04	378.19	379.41	0.011547	2.68	70.97	31.64	0.57
lemme	964.263	TR060	190.00	374.39	378.07	377.09	378.54	0.012438	3.07	61.92	22.26	0.59
lemme	844.727	TR060	190.00	372.65	375.74	375.58	376.46	0.025616	3.75	50.62	27.81	0.89
lemme	742.196	TR060	190.00	371.47	374.07	373.48	374.52	0.013426	2.98	63.75	29.56	0.65
lemme	680.607	TR060	190.00	370.13	373.29	372.65	373.71	0.012637	2.89	65.69	29.66	0.62
lemme	615.103	TR060	190.00	369.26	372.82	371.54	373.11	0.006226	2.41	80.48	35.50	0.46
lemme	596.430	TR060	190.00	369.25	372.47	371.57	372.94	0.010655	3.05	62.23	22.67	0.59
lemme	591.93		Inl Struct									
lemme	591.431	TR060	190.00	367.23	371.11	369.84	371.53	0.007915	2.87	66.20	20.57	0.51
lemme	583.343	TR060	190.00	366.50	371.09	369.53	371.45	0.006432	2.67	71.24	20.43	0.46
lemme	546.555	TR060	190.00	366.54	370.72	369.43	371.18	0.007795	3.02	62.91	18.74	0.53
lemme	476.543	TR060	190.00	365.81	370.28	368.85	370.68	0.006088	2.86	77.38	41.26	0.49
lemme	443.427	TR060	190.00	365.61	370.03	368.67	370.44	0.008787	2.90	77.95	57.16	0.49
lemme	417.806	TR060	190.00	365.76	369.67	368.71	370.17	0.012658	3.14	67.86	52.78	0.58
lemme	402.166	TR060	190.00	365.63	369.47	368.53	369.96	0.013093	3.14	64.13	32.37	0.59
lemme	383.673	TR060	190.00	365.20	369.28	368.11	369.73	0.010676	2.97	67.90	34.25	0.54
lemme	362.700	TR060	190.00	364.82	368.85	367.95	369.45	0.014720	3.43	56.57	27.03	0.63
lemme	337.439	TR060	190.00	364.73	368.41	367.68	369.05	0.016848	3.54	54.72	28.00	0.67
lemme	315.492	TR060	190.00	364.84	367.41	367.41	368.47	0.038908	4.56	41.64	20.10	1.01
lemme	273.484	TR060	190.00	364.03	367.29	366.30	367.56	0.008343	2.29	83.00	35.44	0.48
lemme	233.560	TR060	190.00	362.93	366.54	365.76	367.09	0.015271	3.30	57.65	20.94	0.63
lemme	209.689	TR060	190.00	362.82	366.35	365.39	366.74	0.010495	2.78	68.40	26.39	0.55
lemme	199.689	TR060	190.00	362.78	366.28	365.24	366.63	0.009445	2.60	73.00	28.72	0.52
lemme	196		Bridge									
lemme	193.69	TR060	190.00	362.67	365.92	365.17	366.39	0.013706	3.05	62.39	25.45	0.62
lemme	178.689	TR060	190.00	362.39	365.39	365.14	366.09	0.025929	3.72	51.03	25.60	0.84
lemme	158.118	TR060	190.00	362.00	365.14	364.52	365.62	0.015575	3.07	61.90	27.50	0.65
lemme	118.683	TR060	190.00	361.10	364.26	363.85	364.89	0.021071	3.52	53.90	24.56	0.76
lemme	84.832	TR060	190.00	360.19	363.25	363.13	364.02	0.031306	3.88	48.91	26.06	0.91
lemme	55.661	TR060	190.00	358.42	362.44	362.19	363.16	0.026916	3.76	50.58	24.78	0.84
lemme	12.363	TR060	190.00	357.73	361.73	361.09	362.20	0.015938	3.04	62.40	28.09	0.65

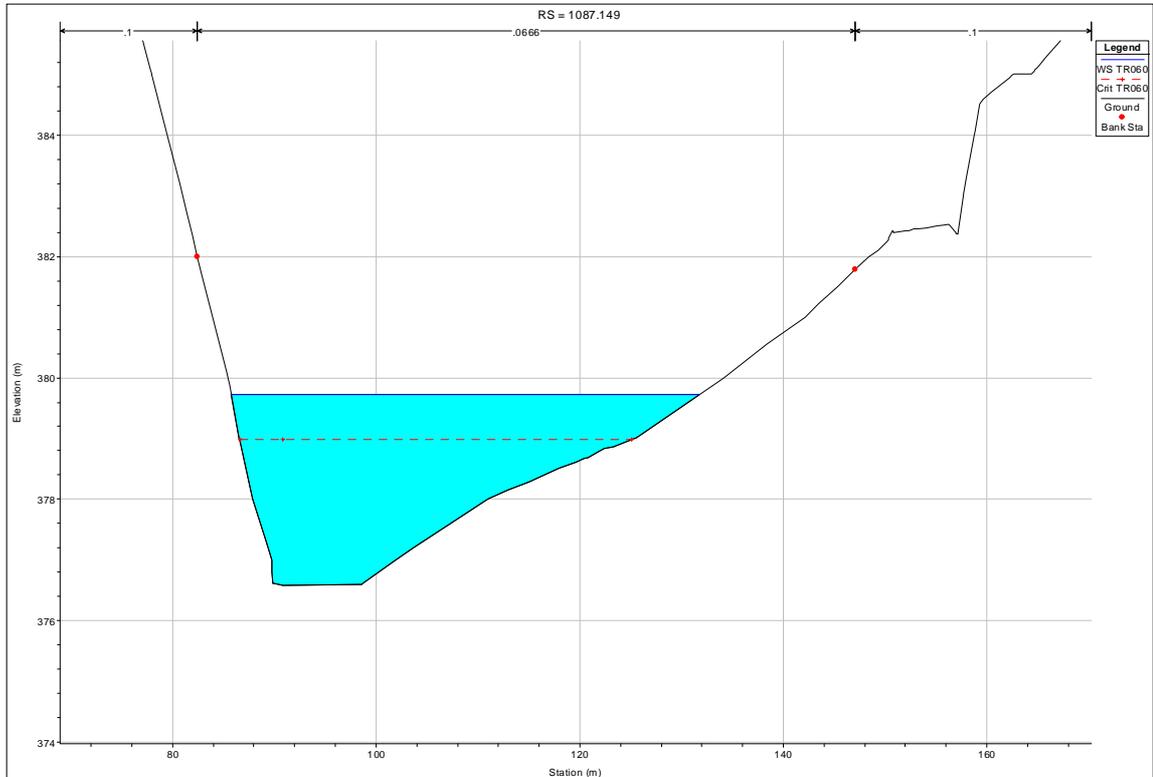
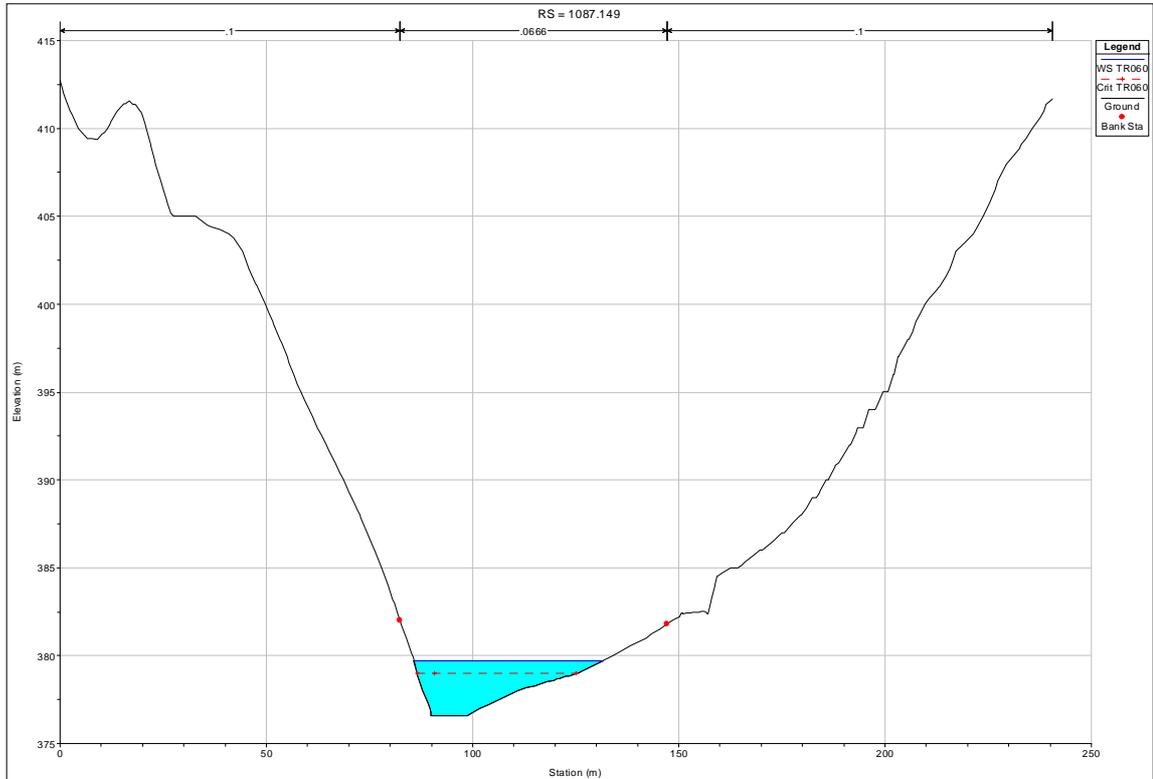
**TR=60 - Stato di progetto con variante S.P.160 - Profilo RAS**

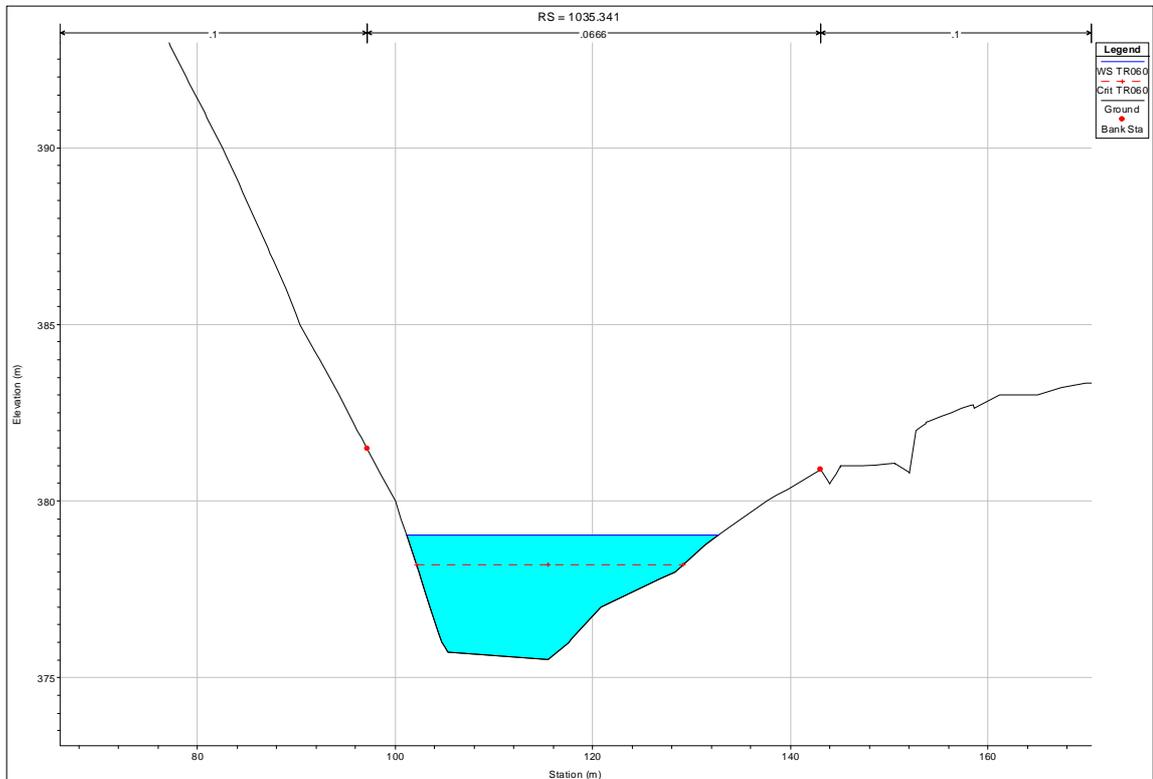
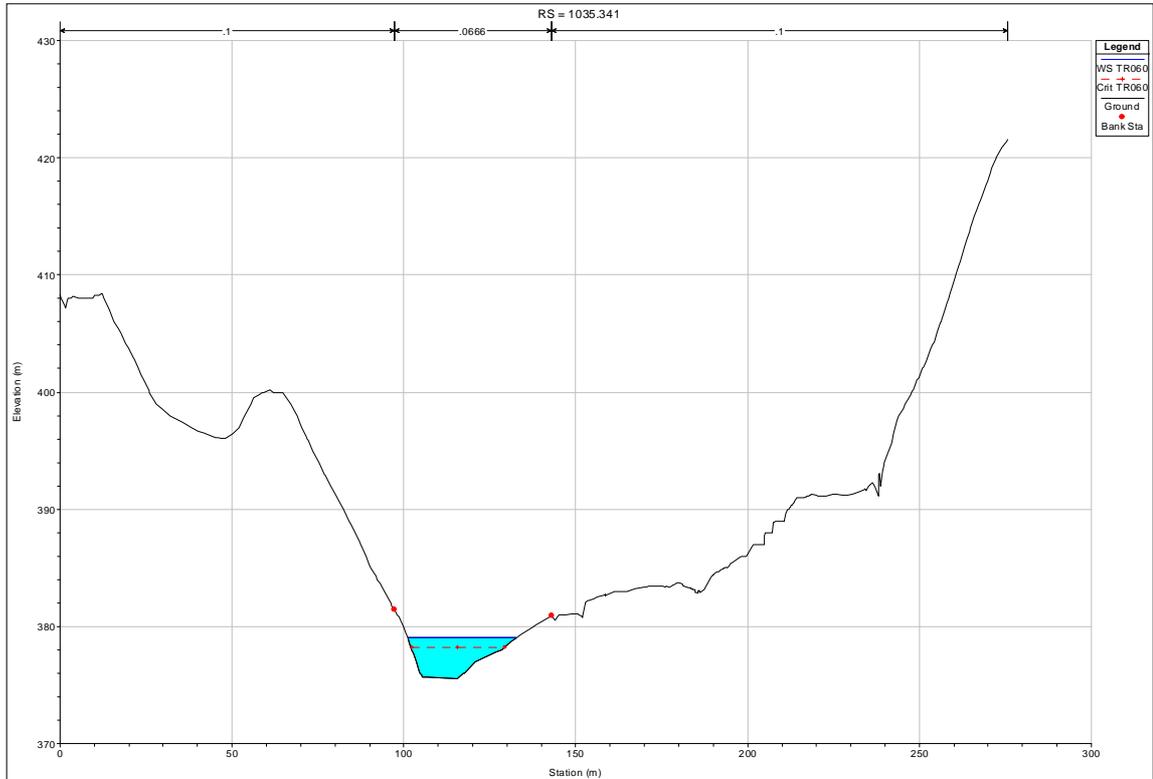


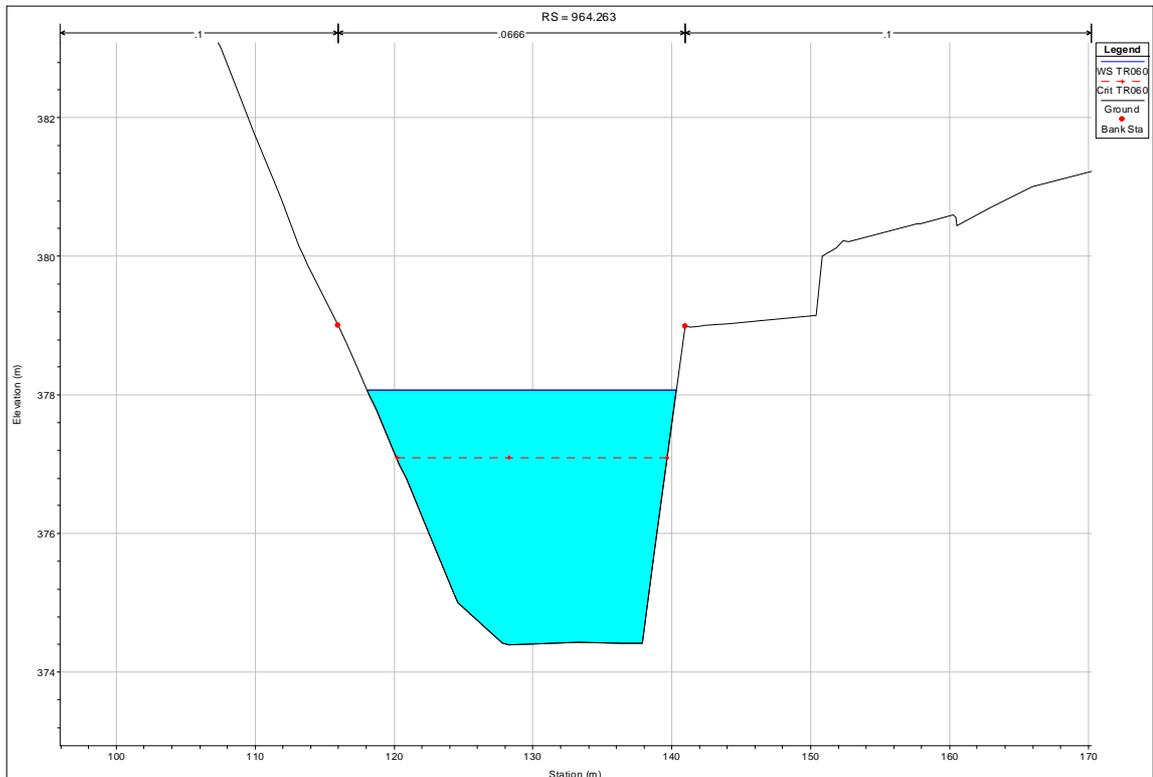
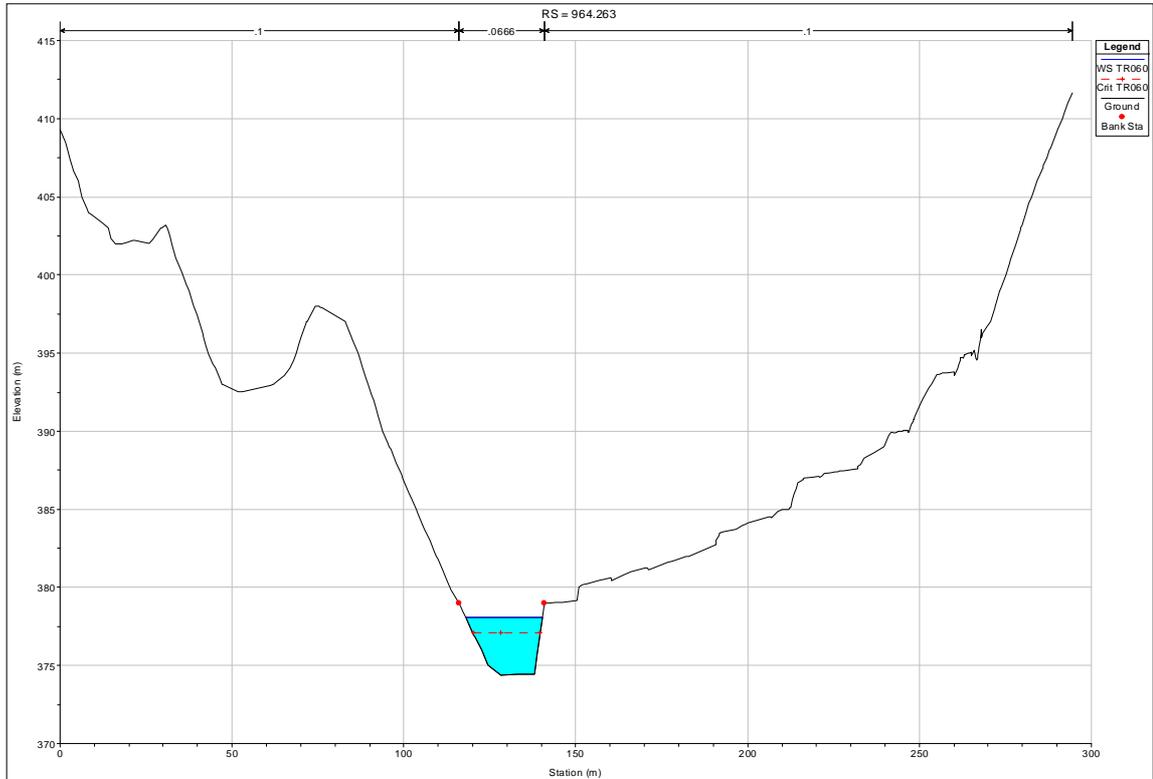
### TR=60 - Stato di progetto con variante S.P.160 - Sezioni RAS

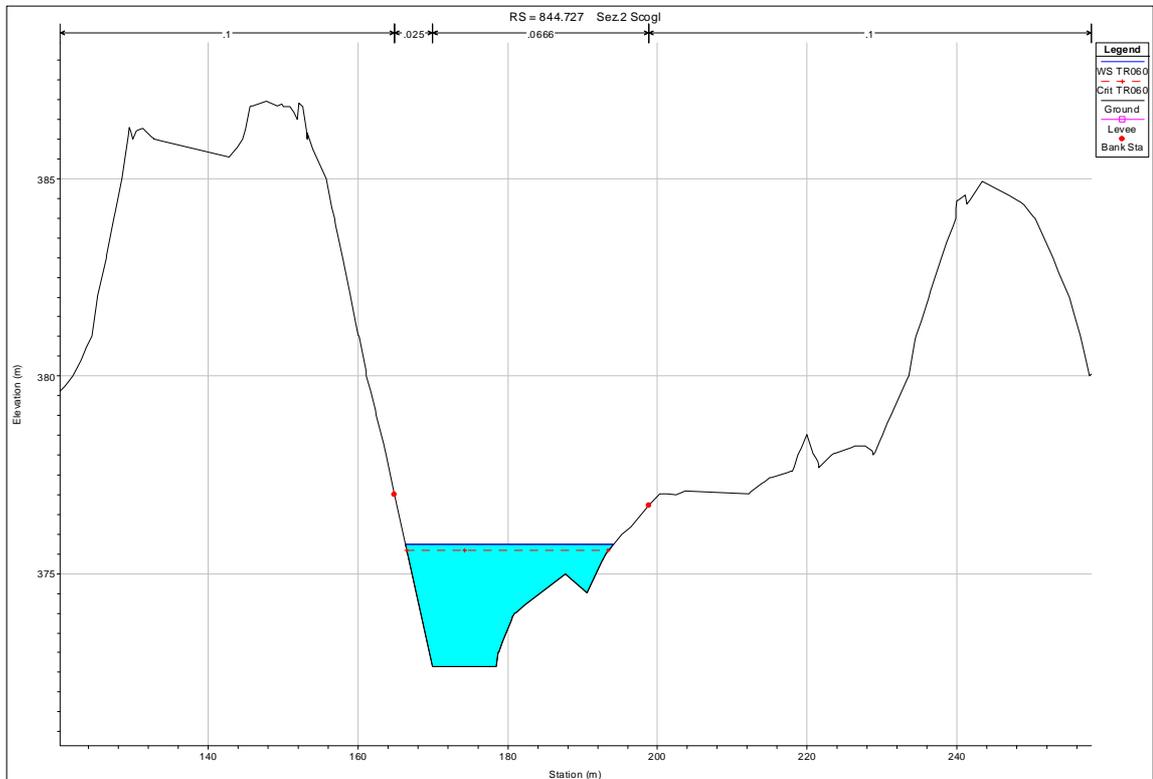
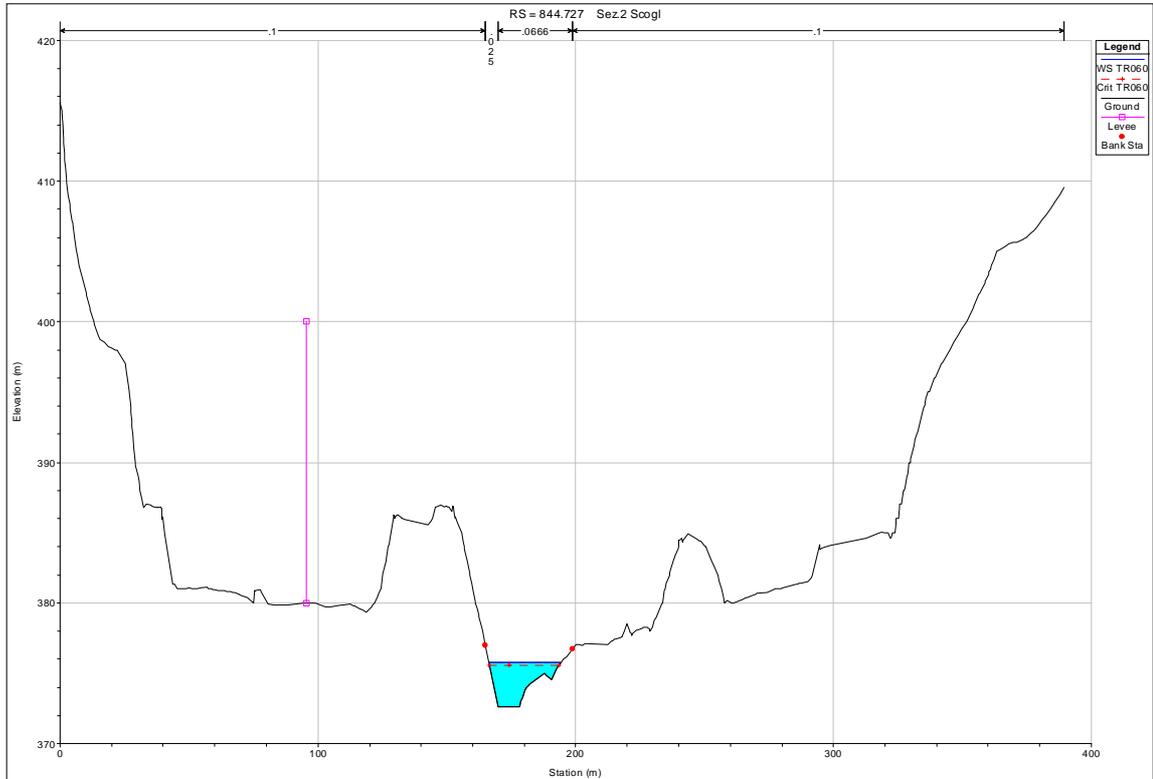


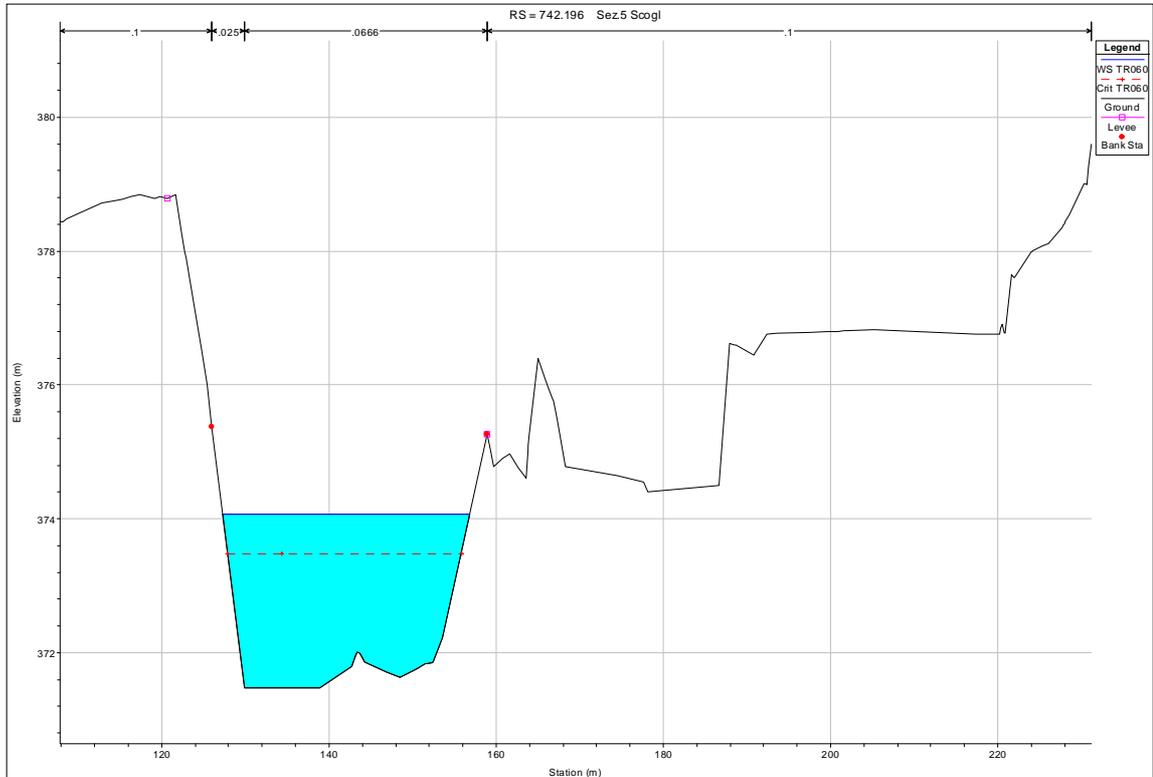
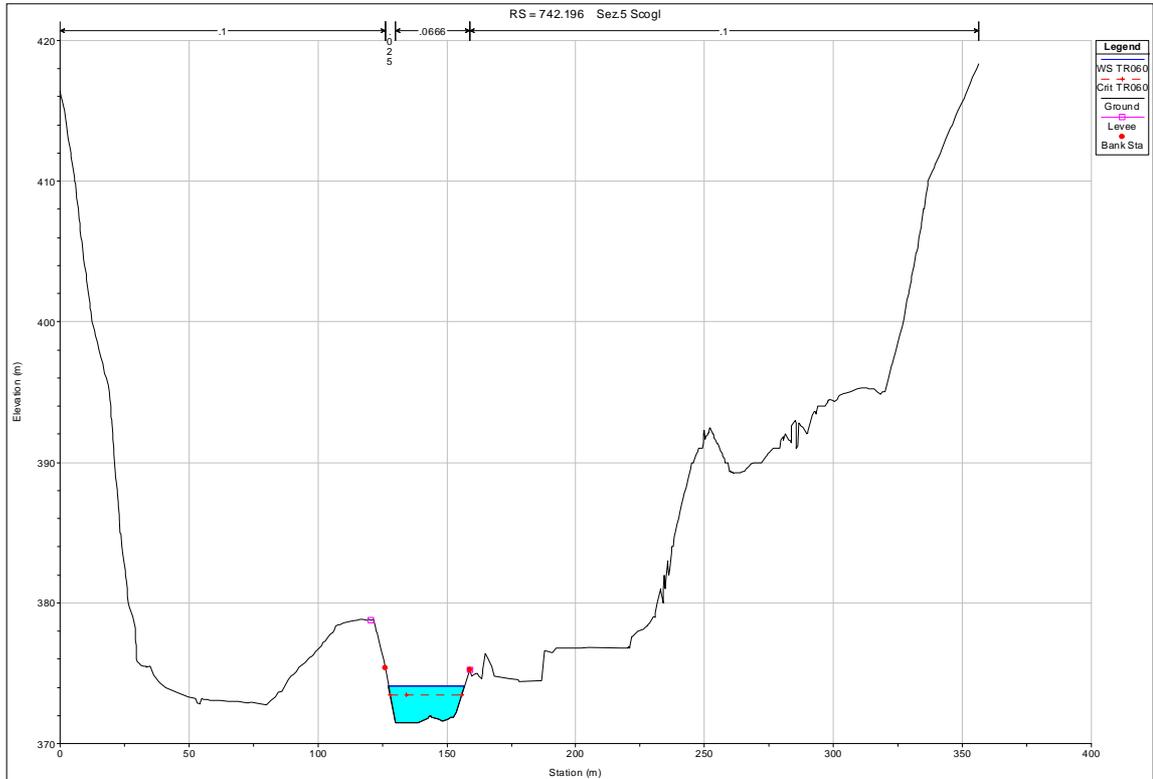


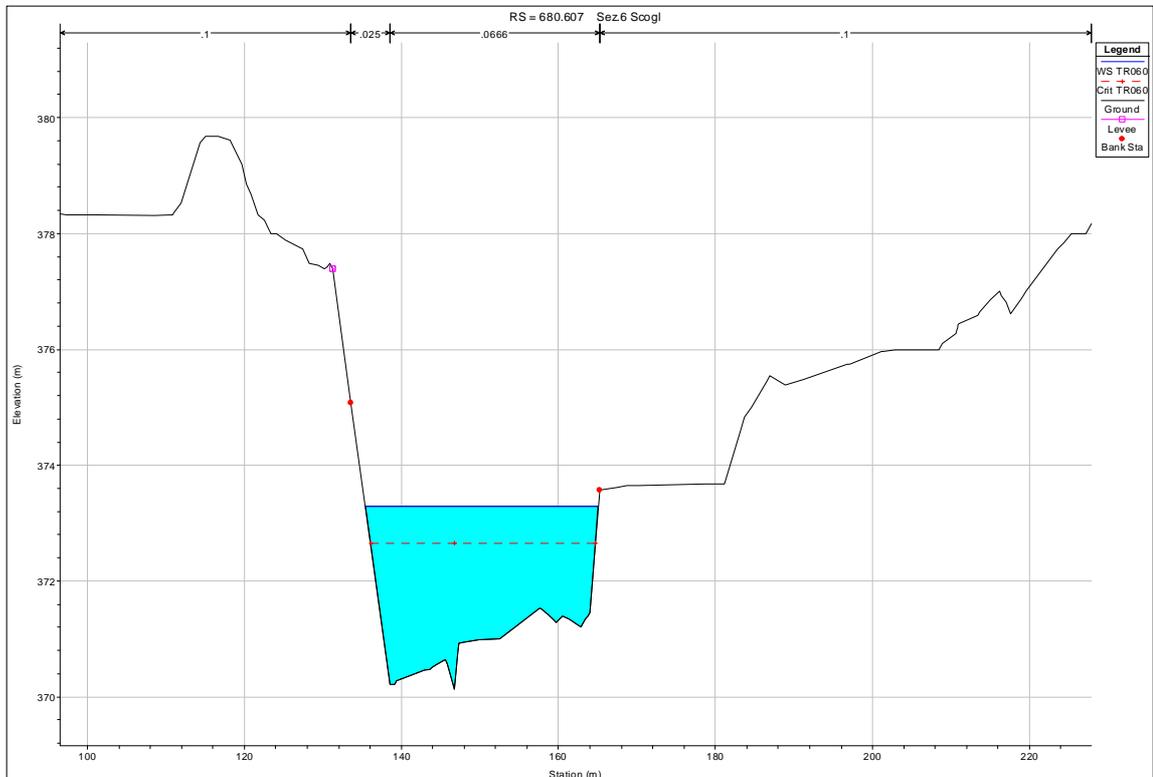
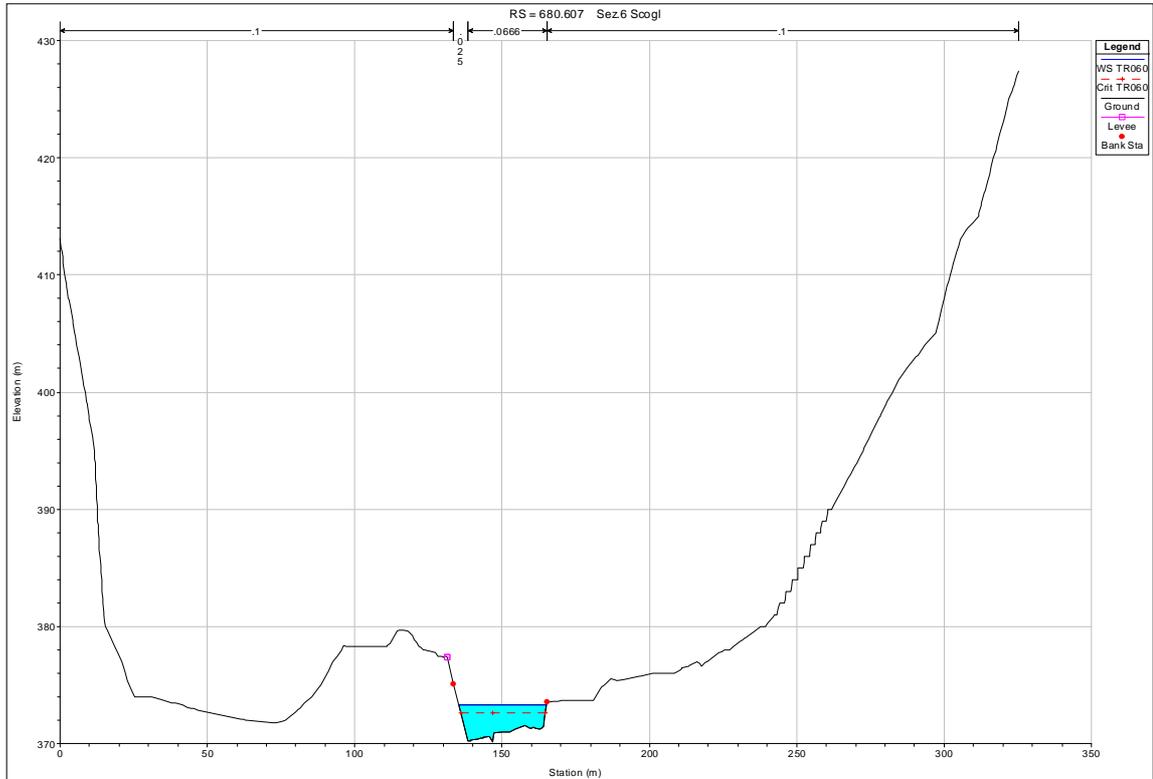


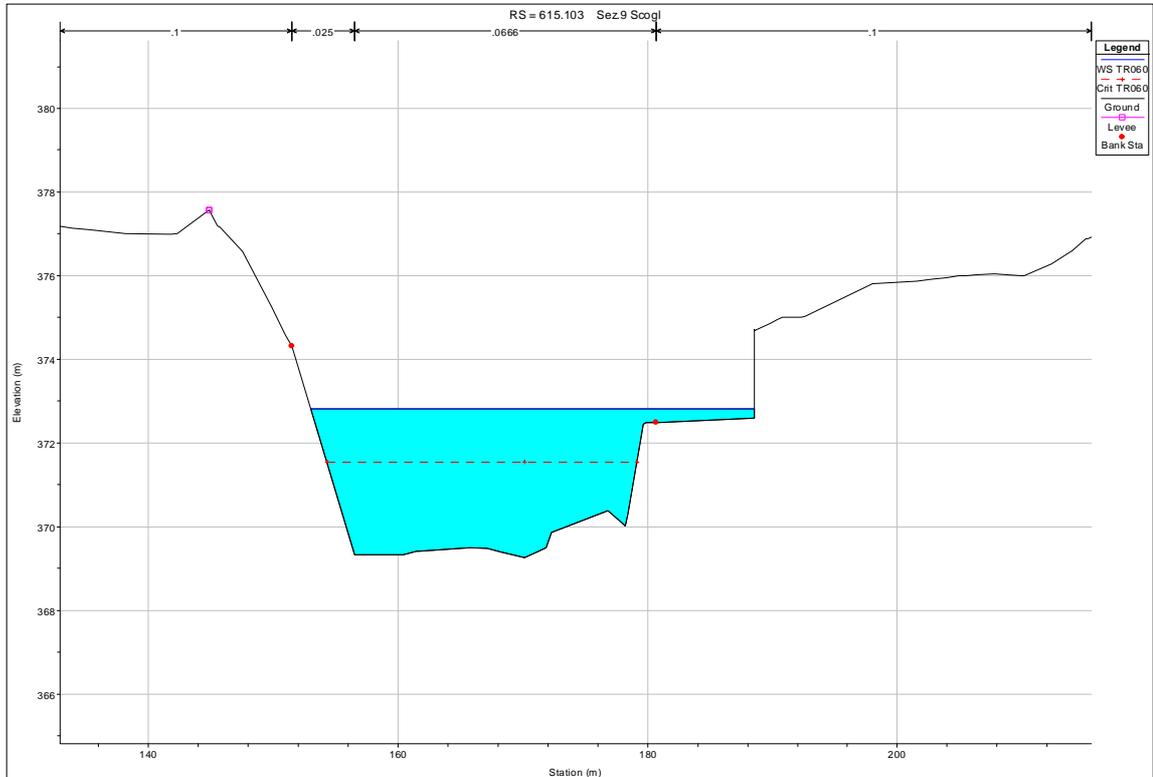
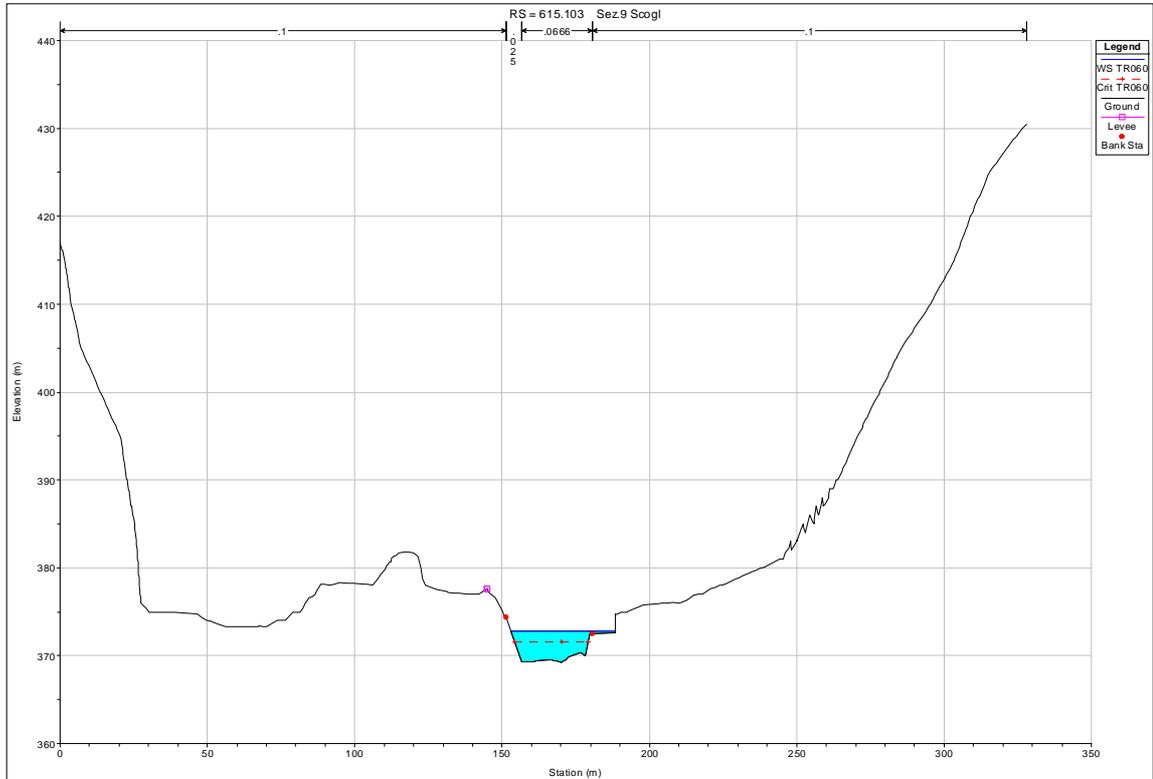


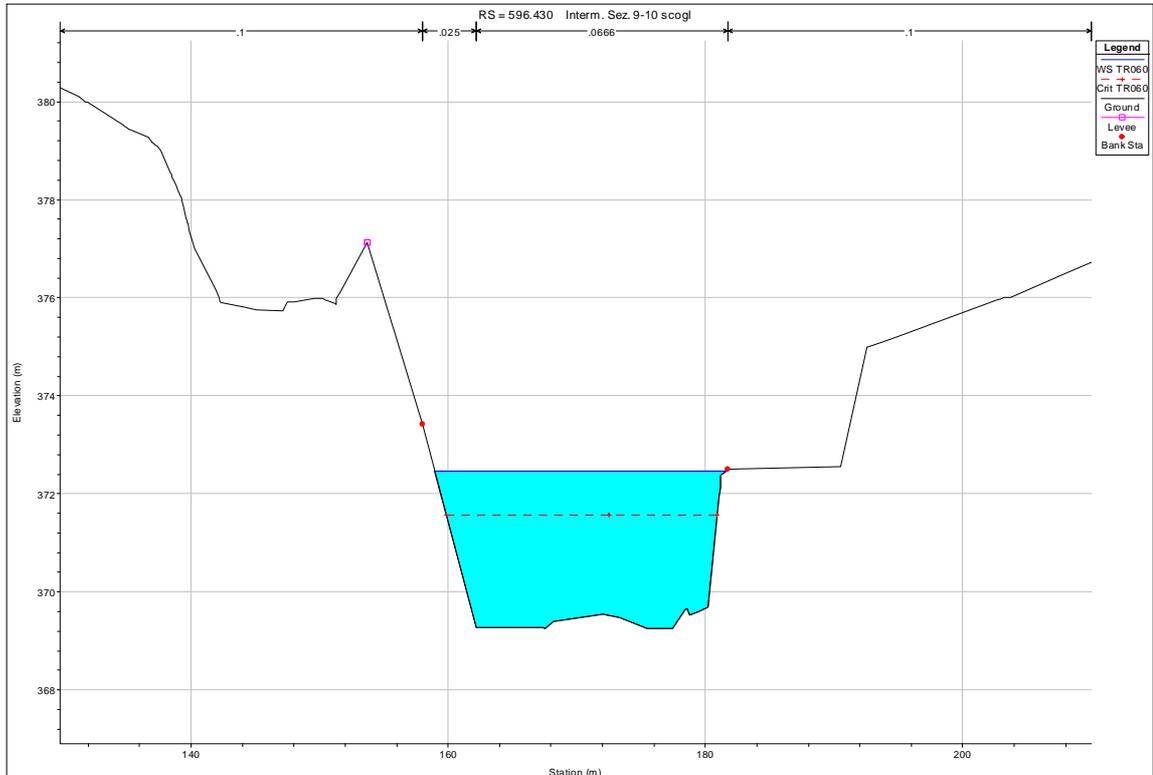
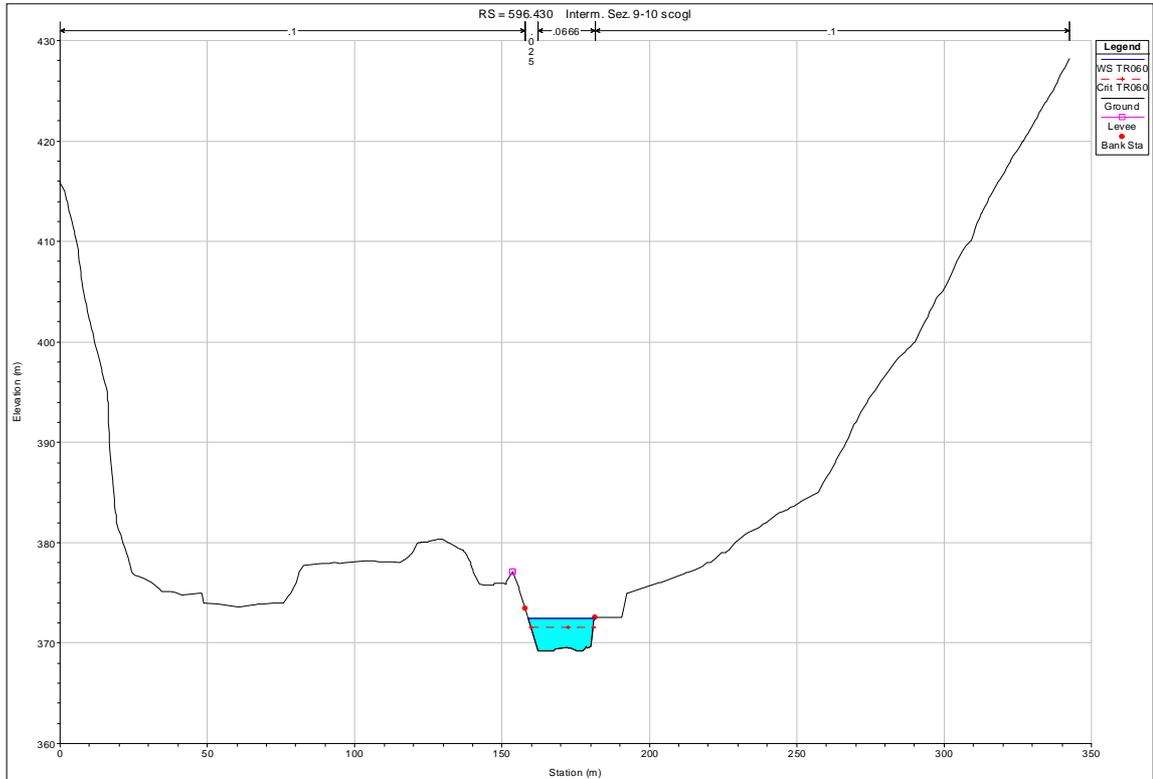


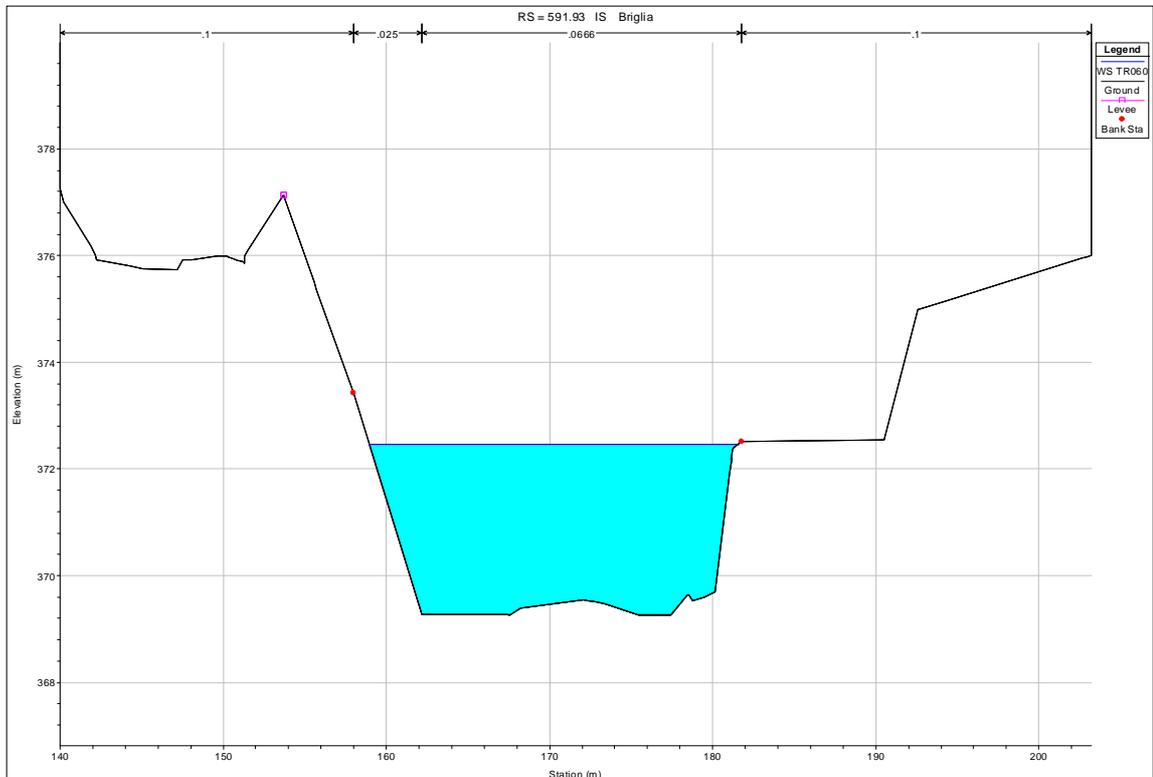
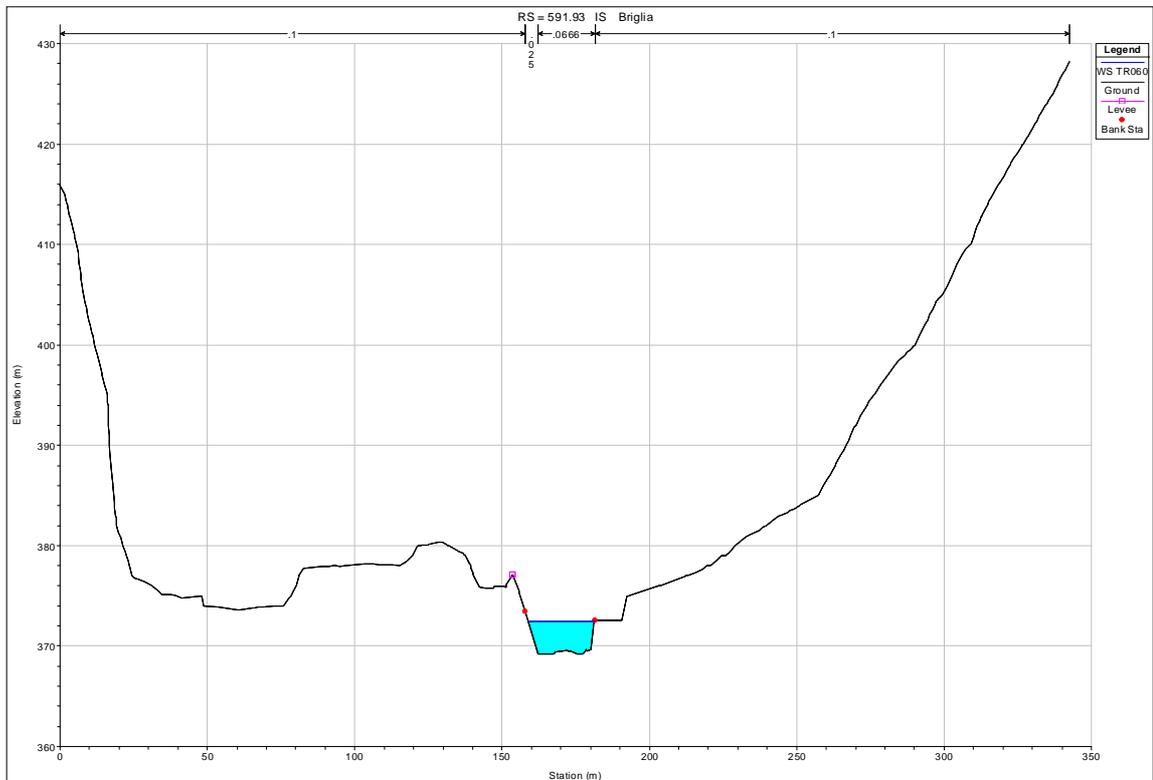


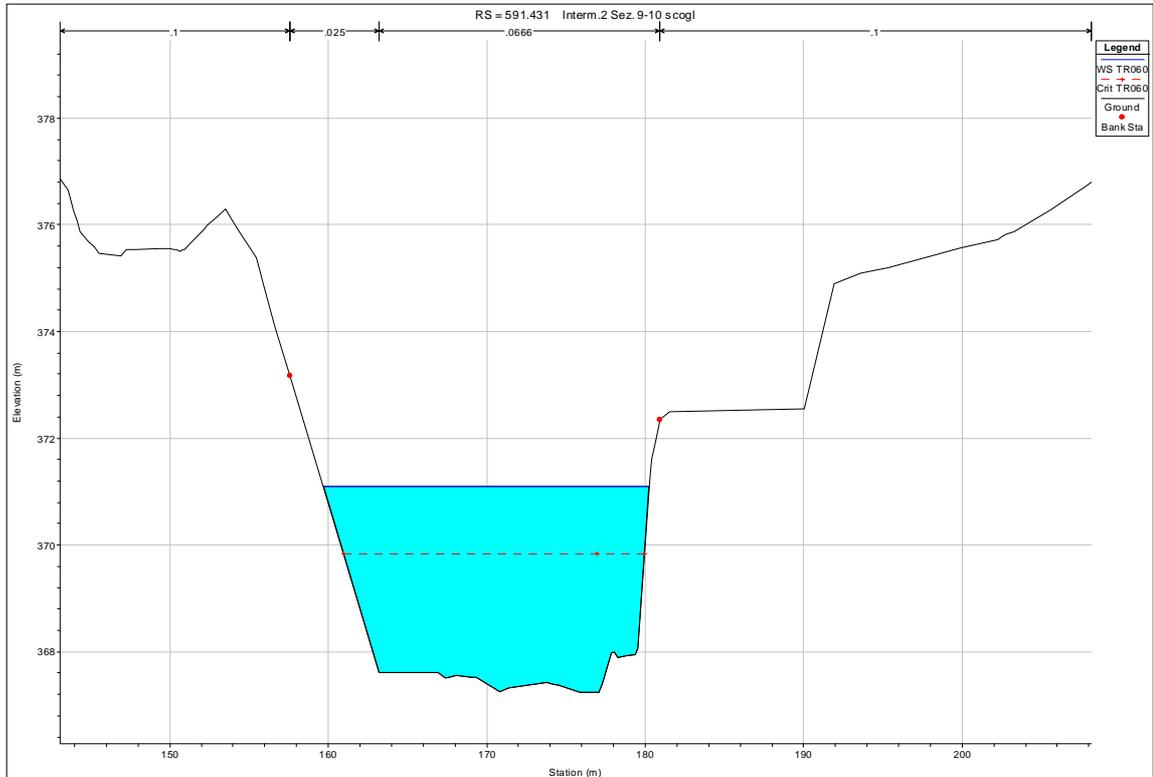
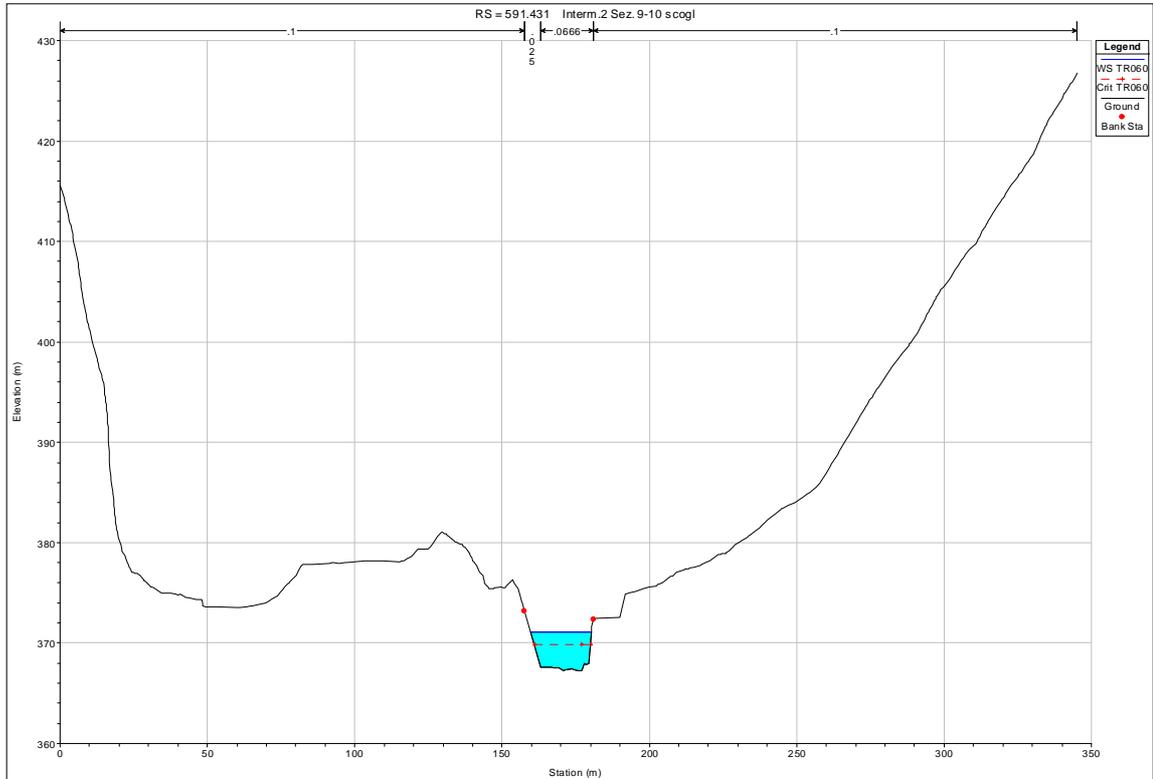


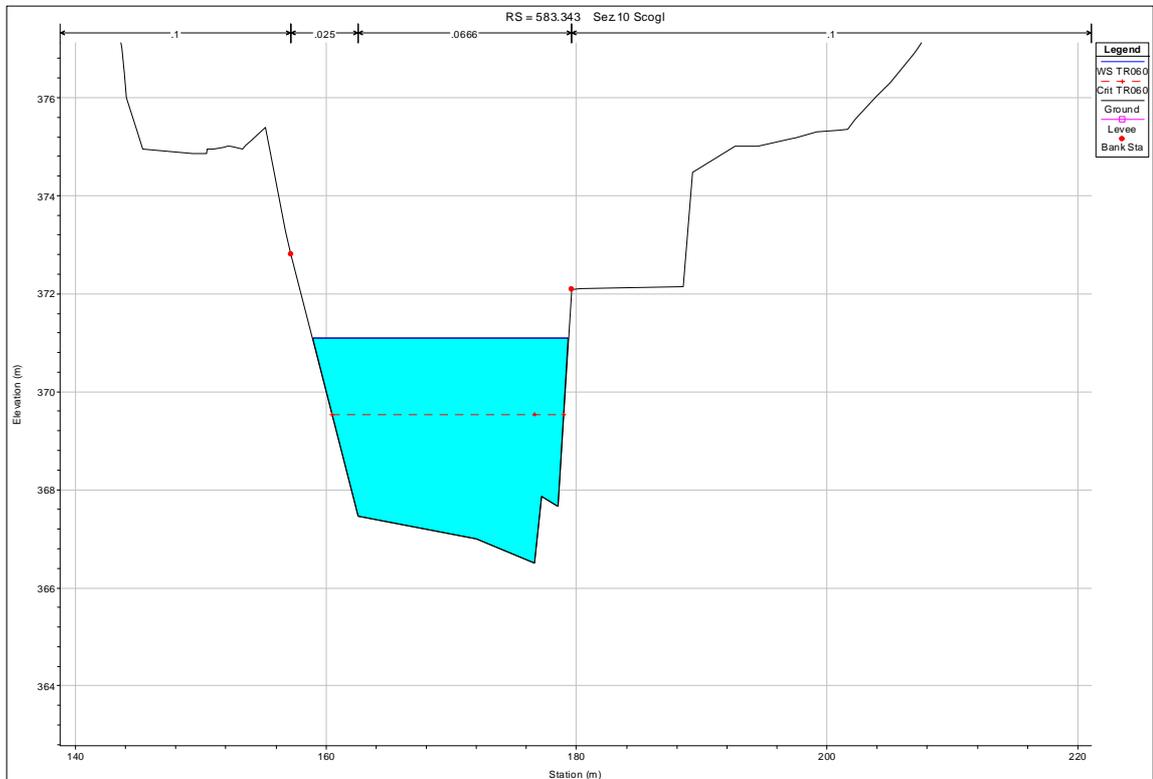
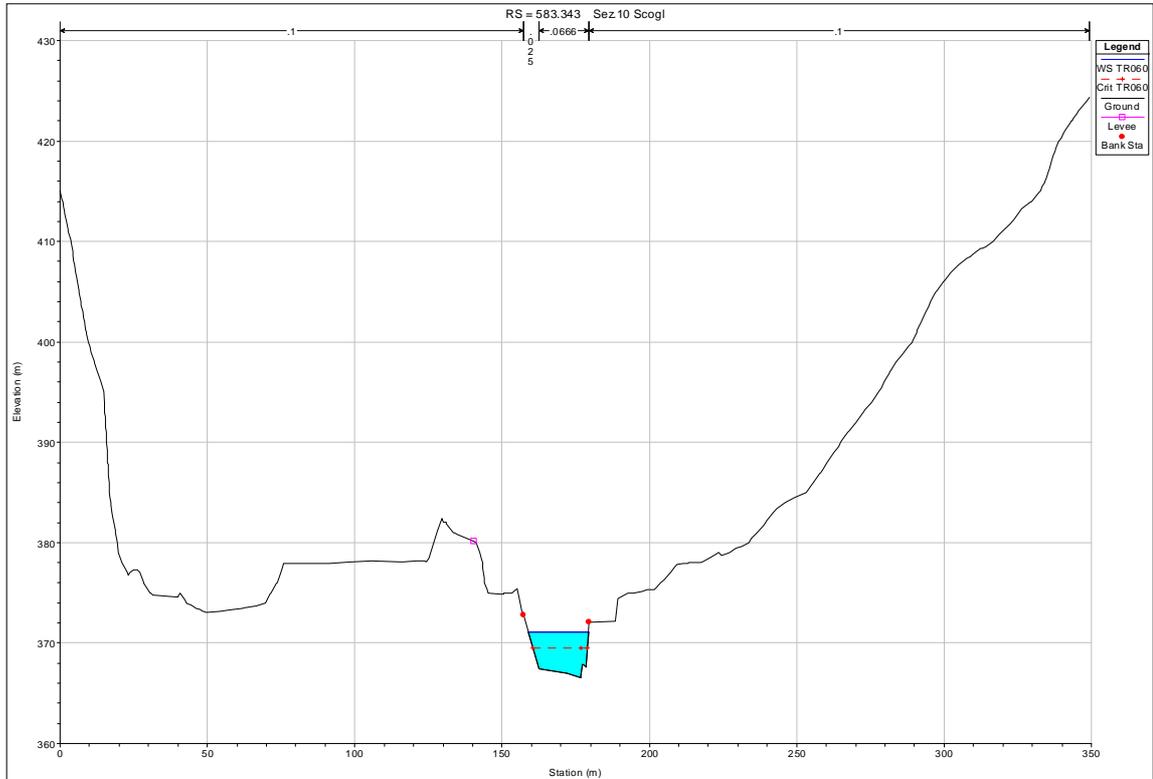


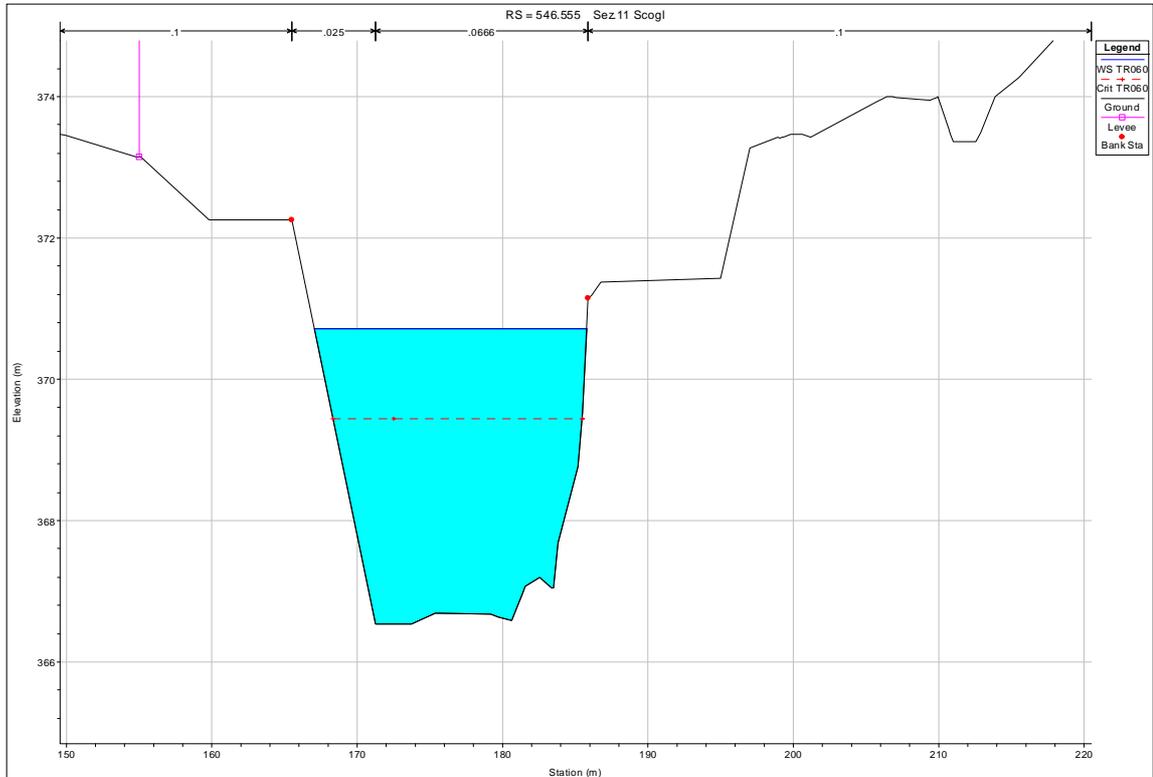
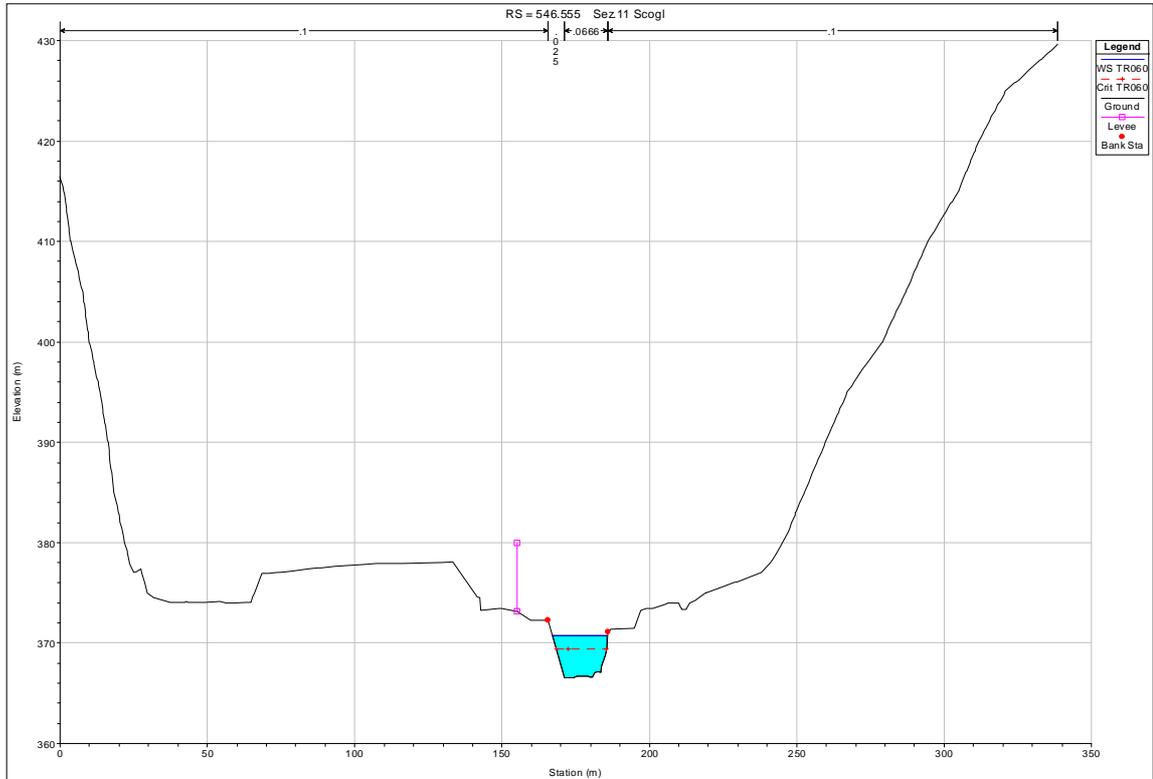


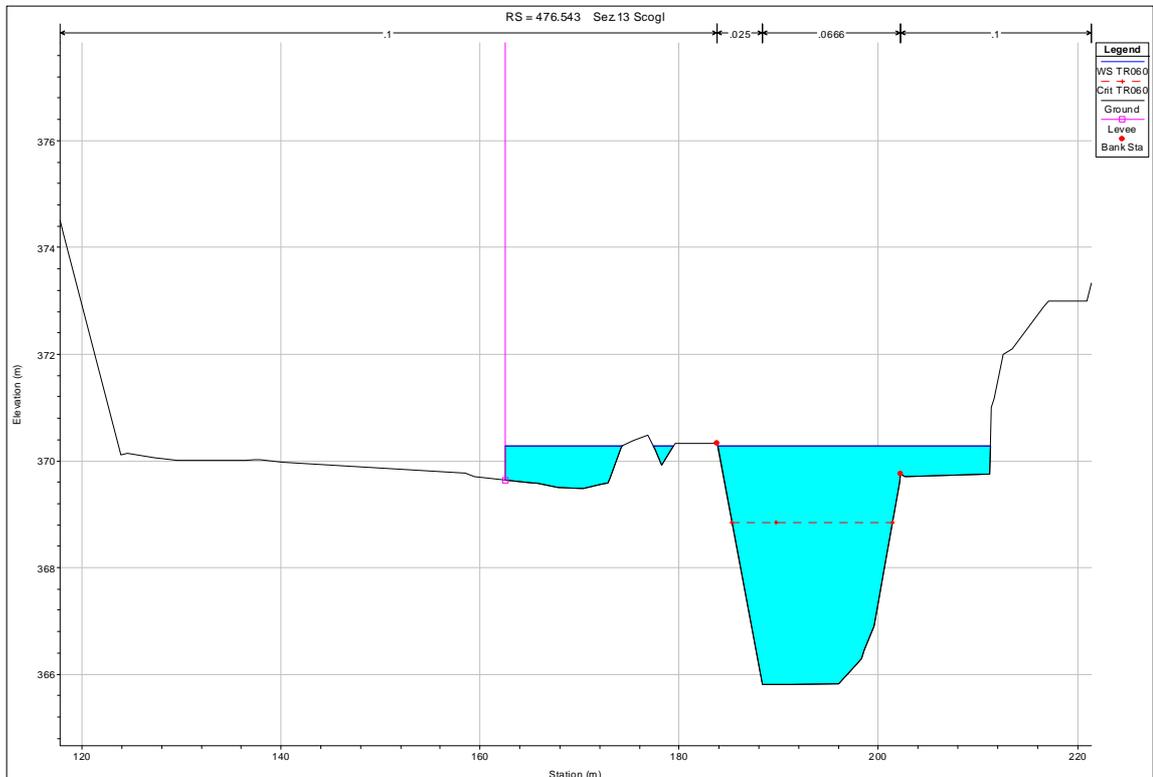
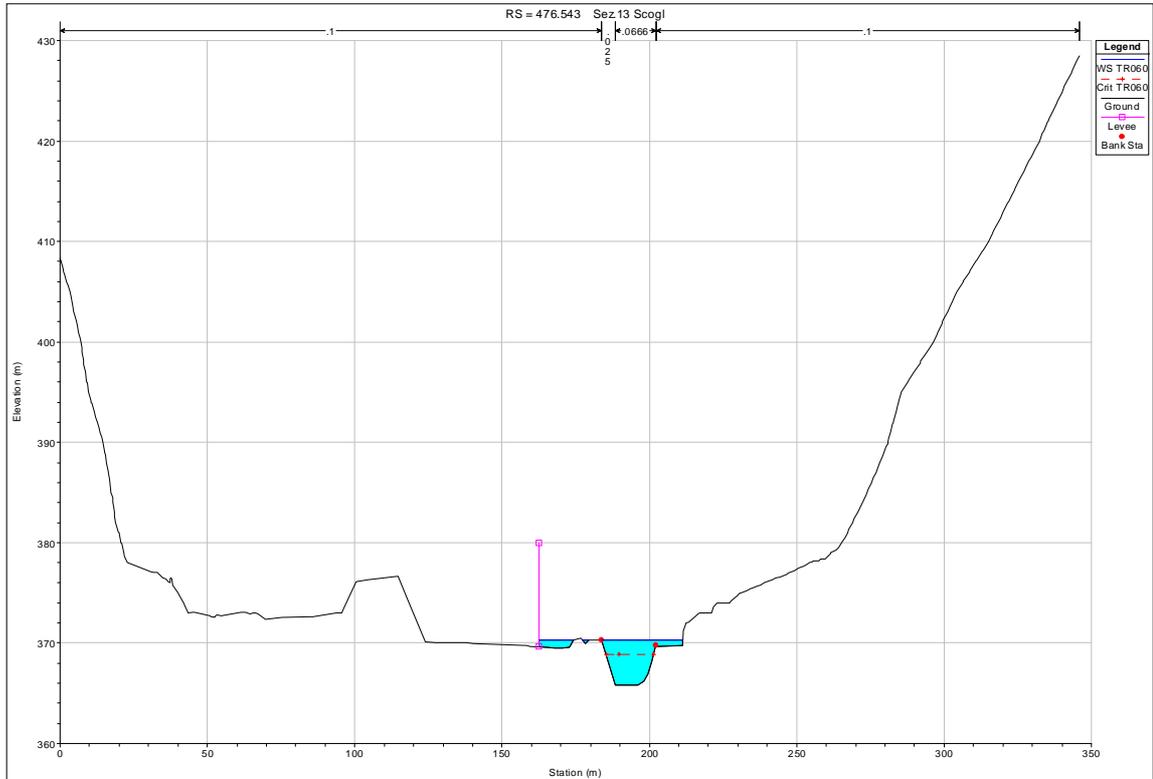


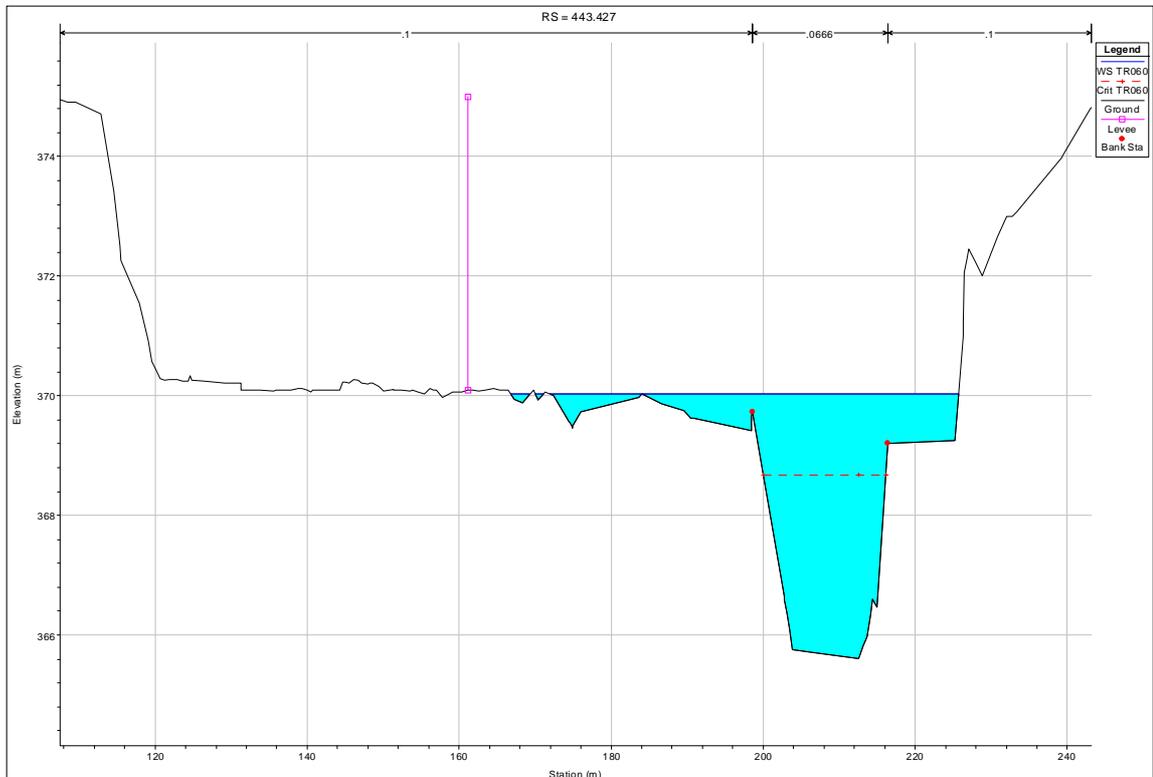
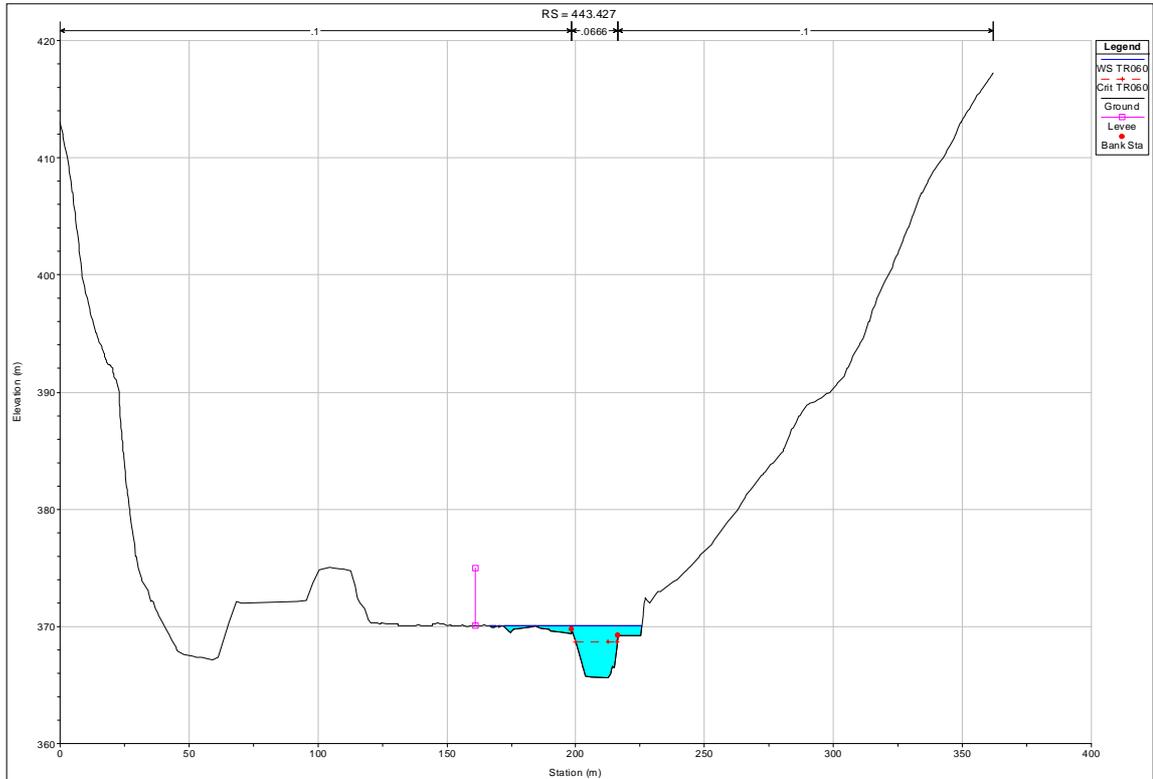


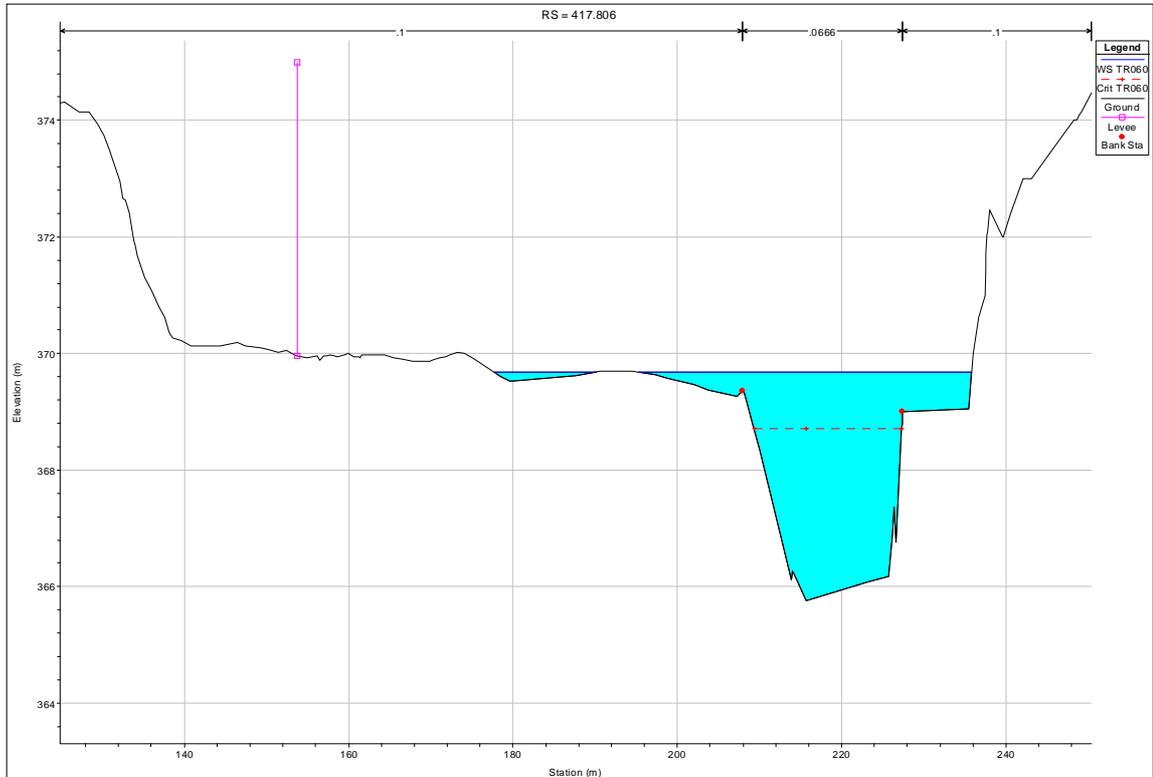
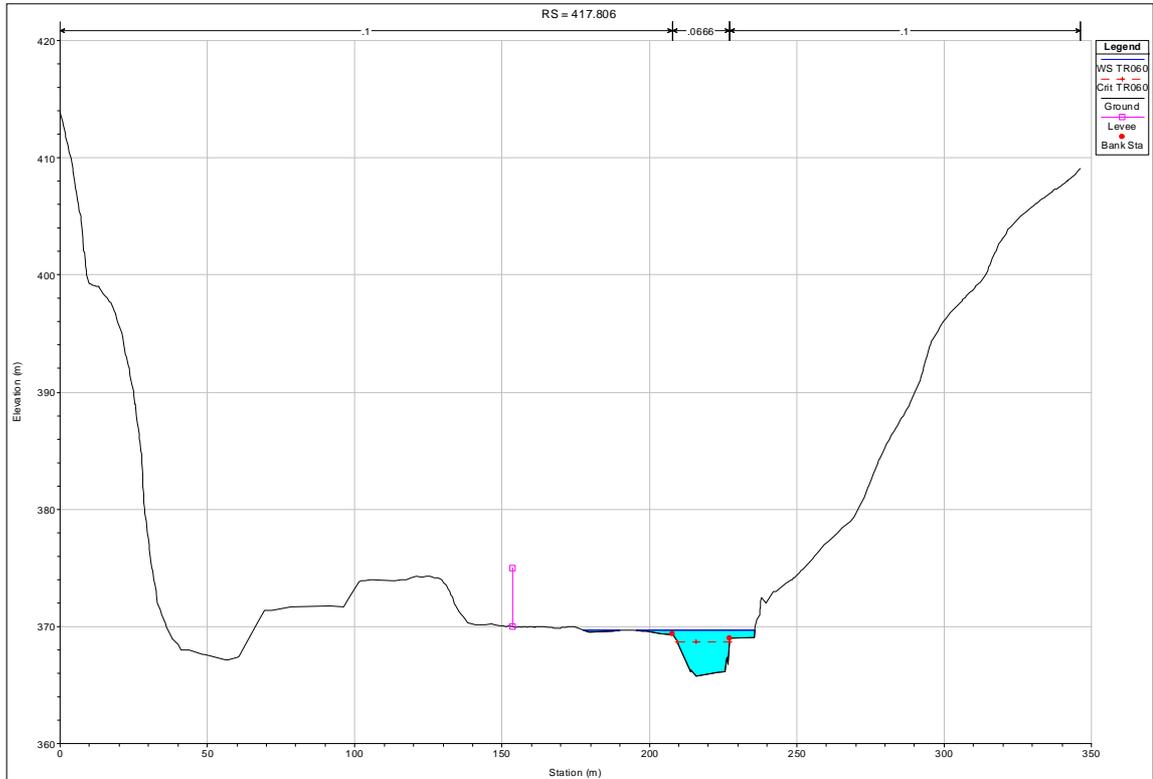


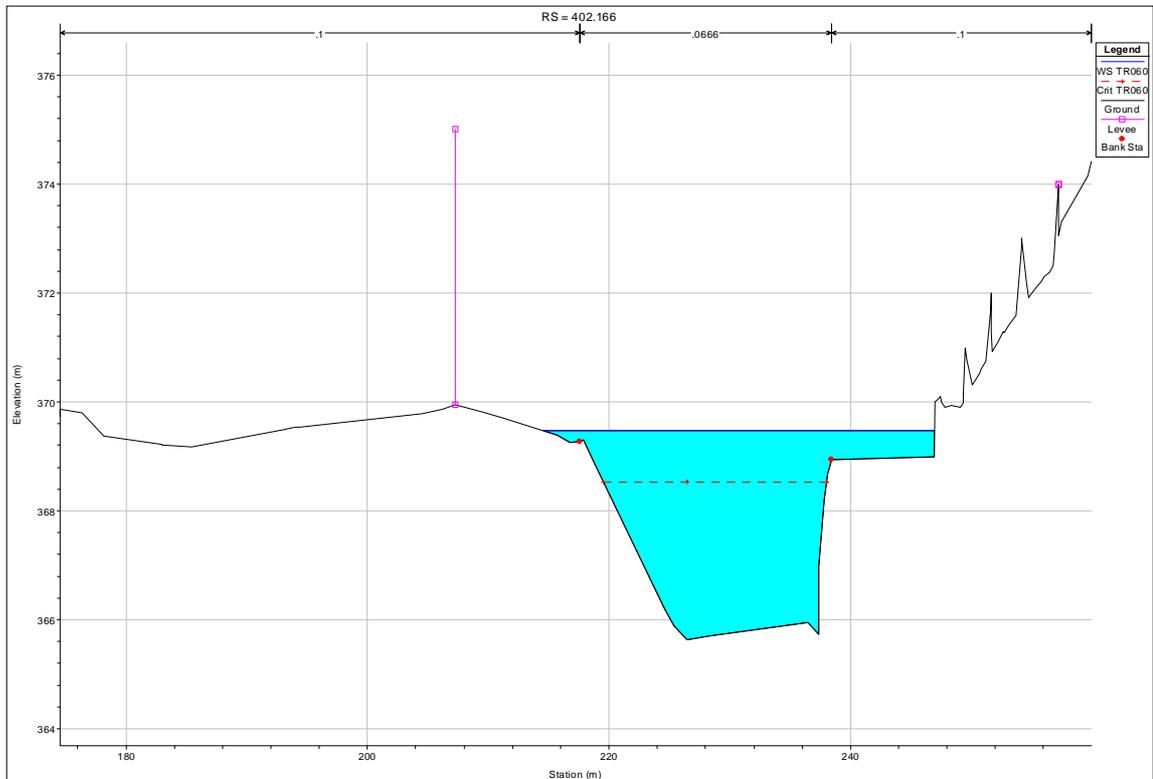
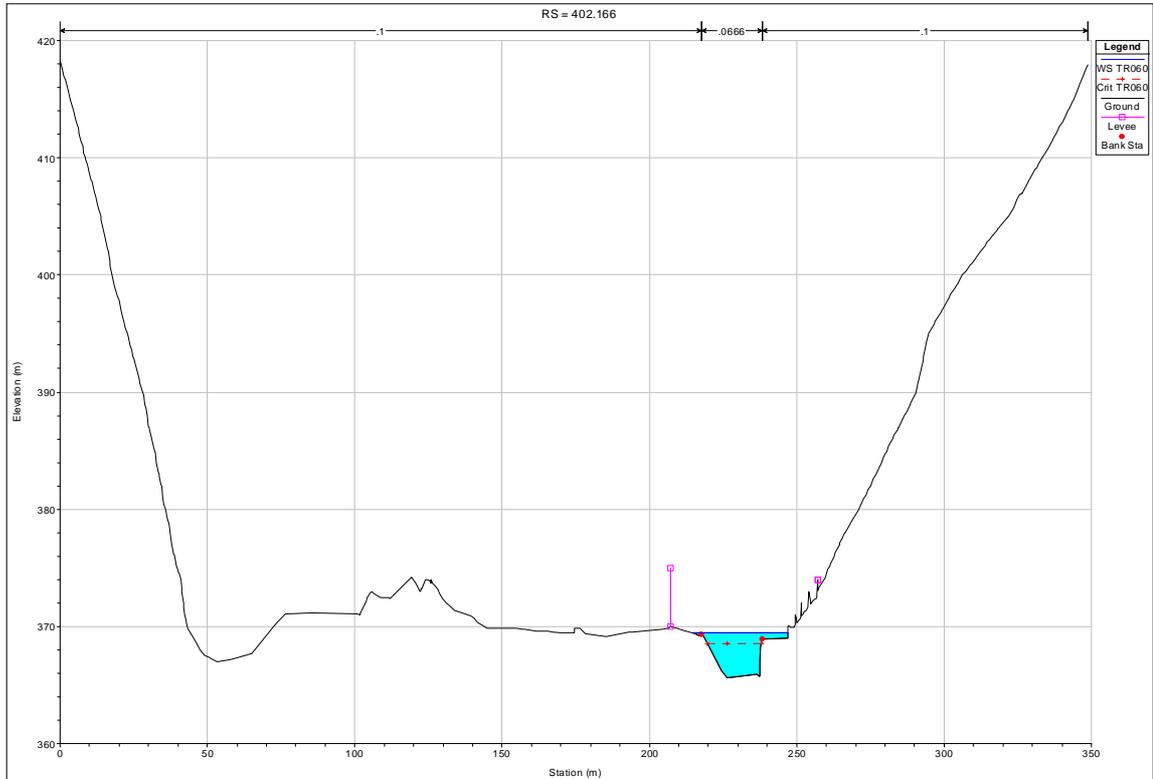


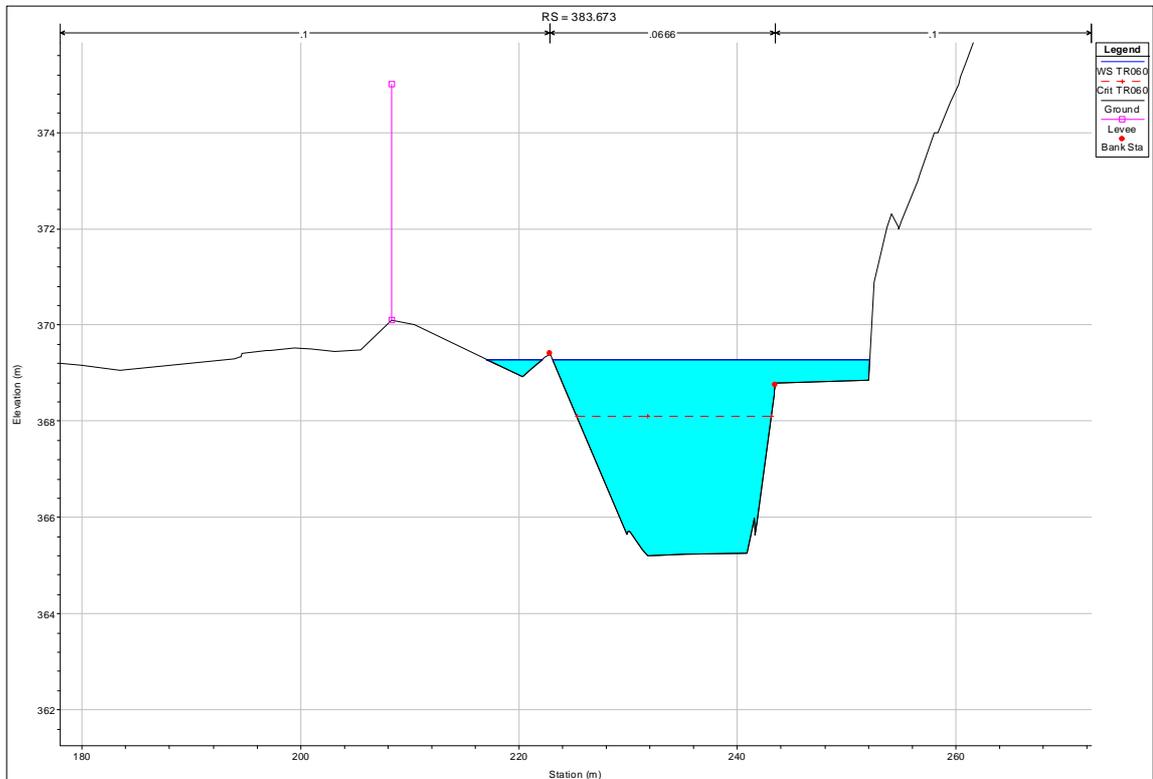
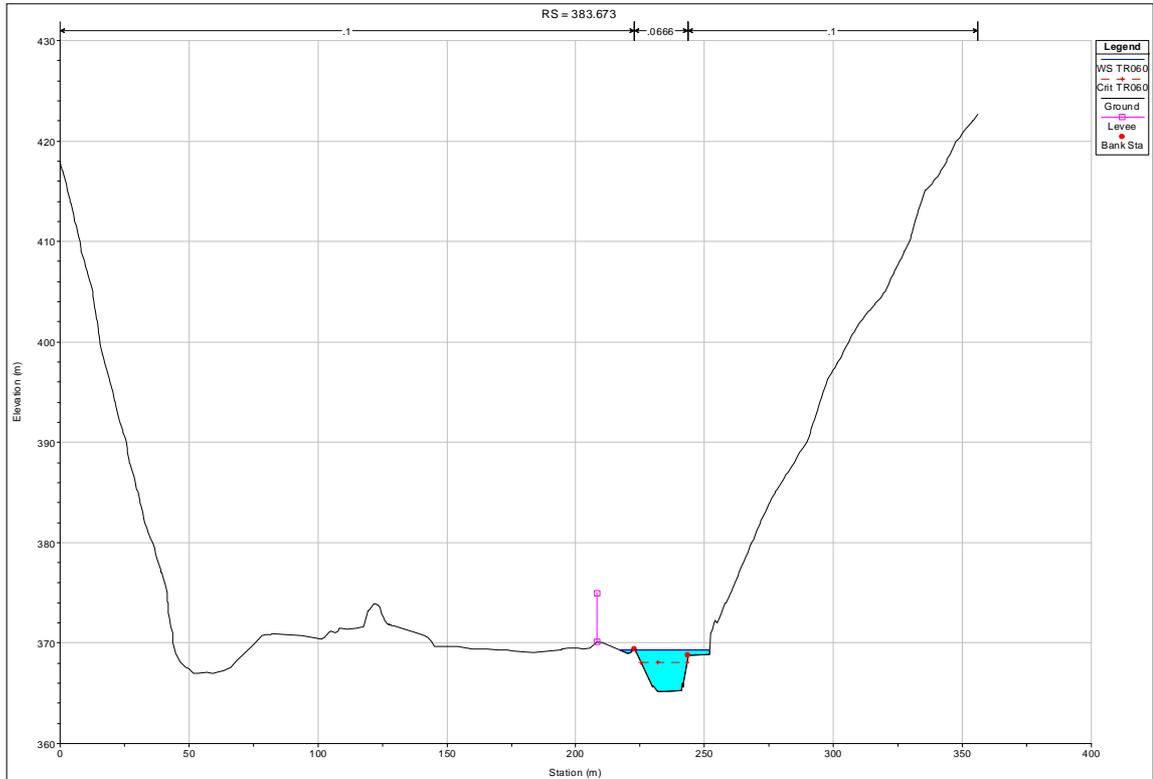


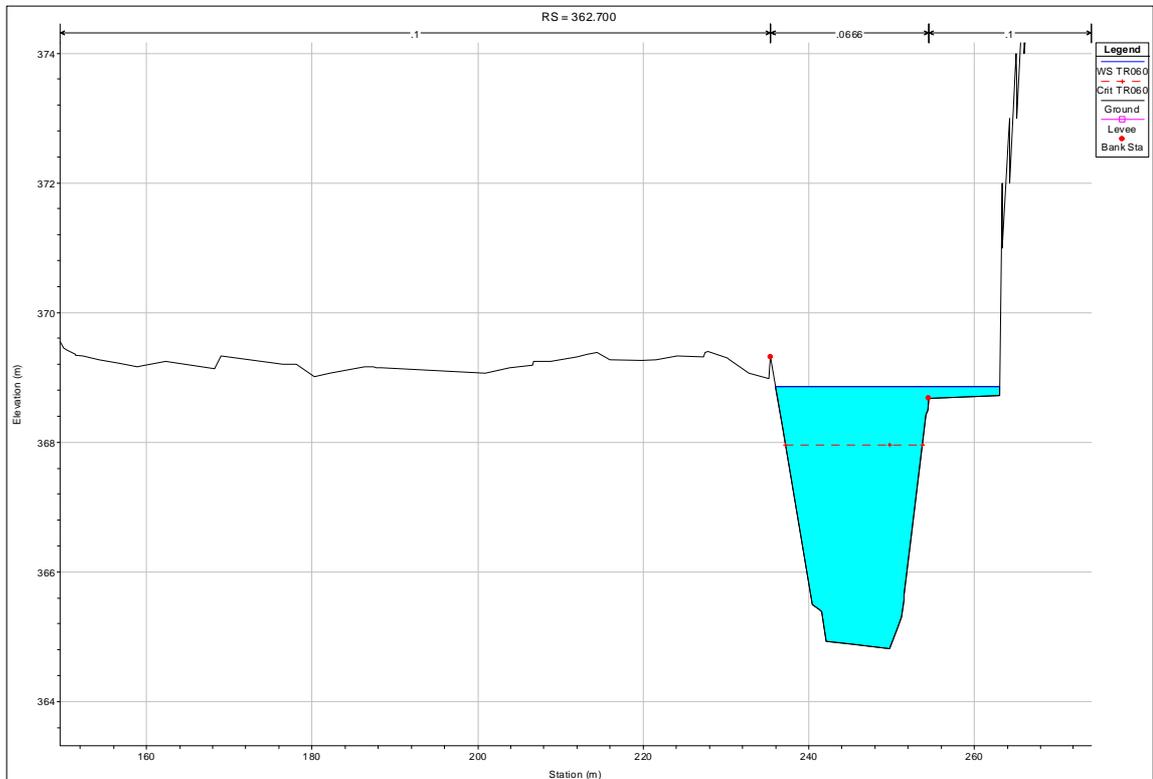
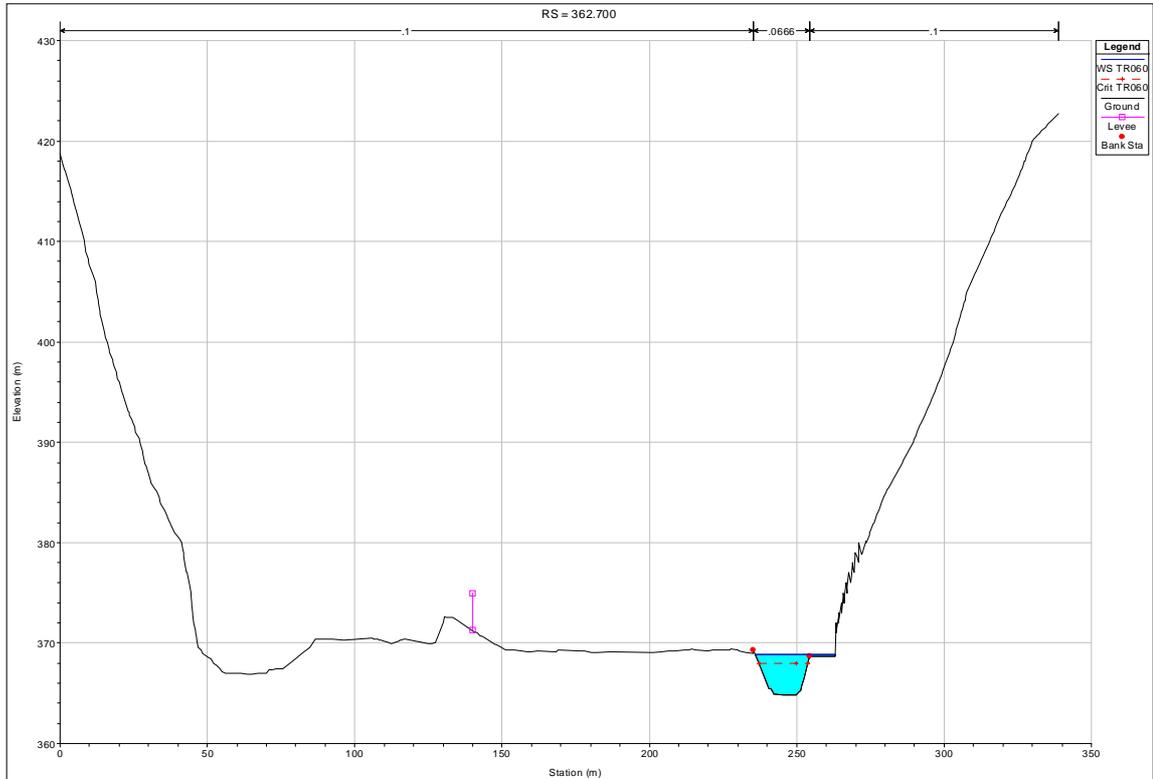


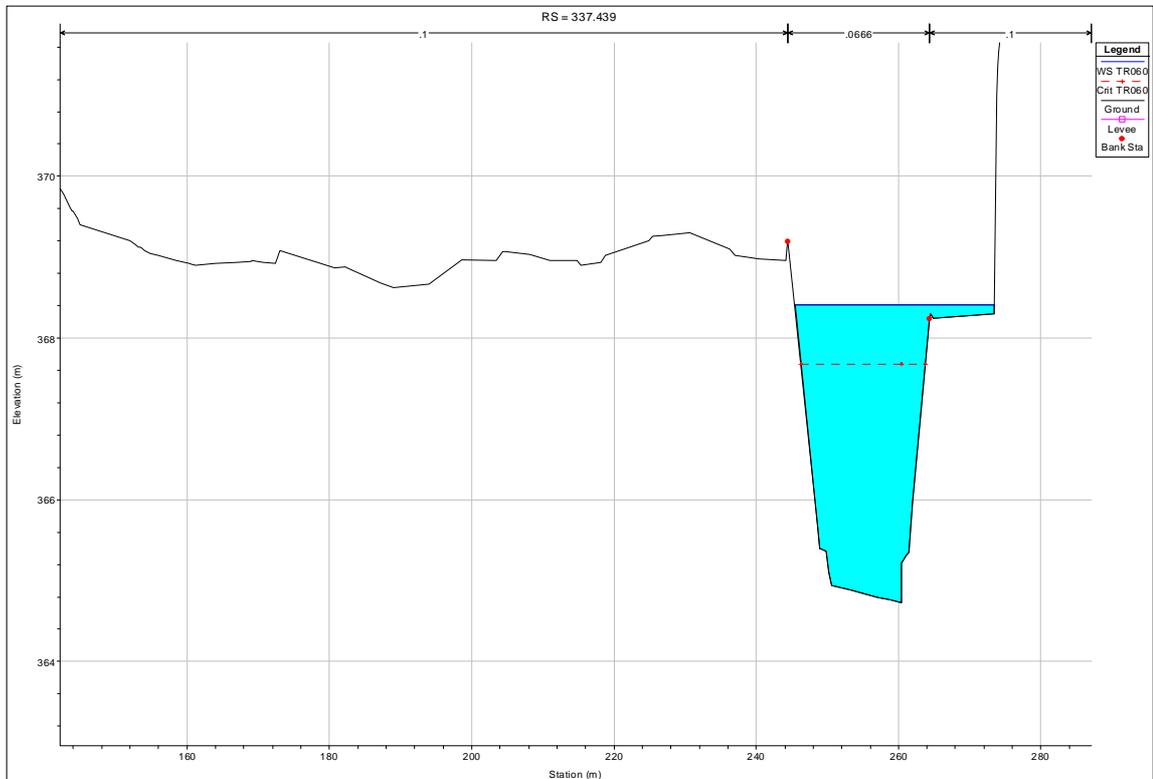
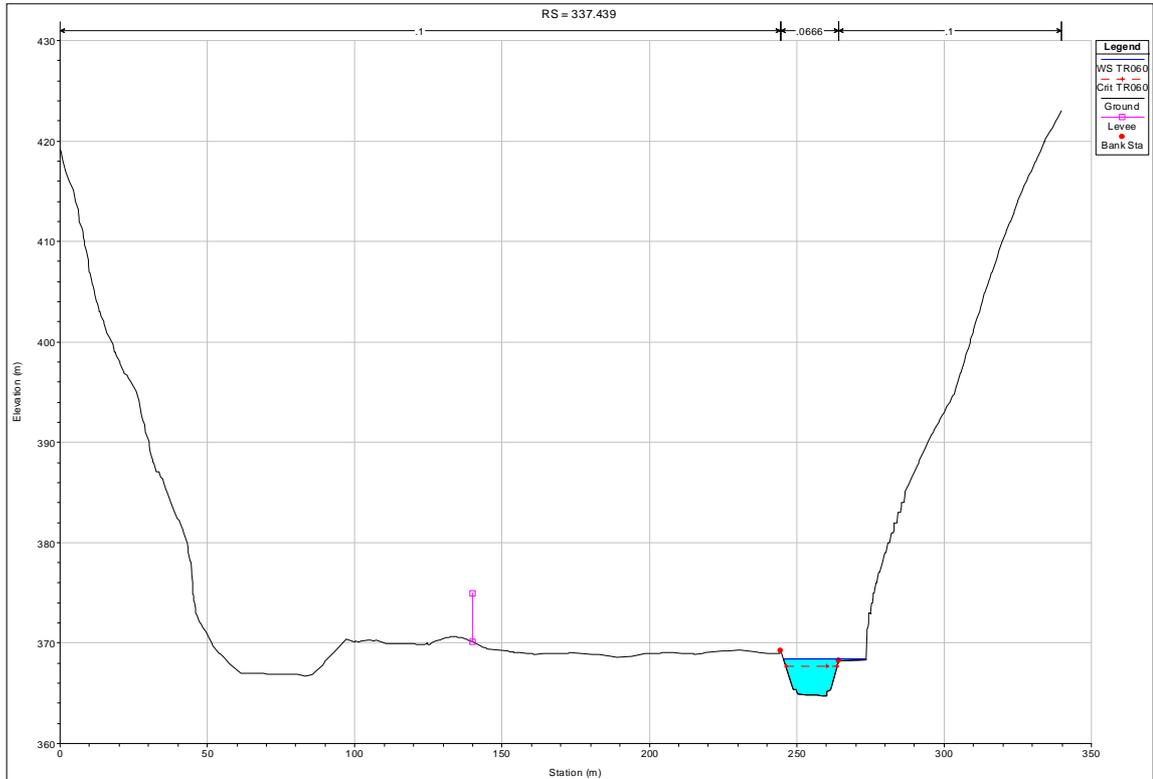


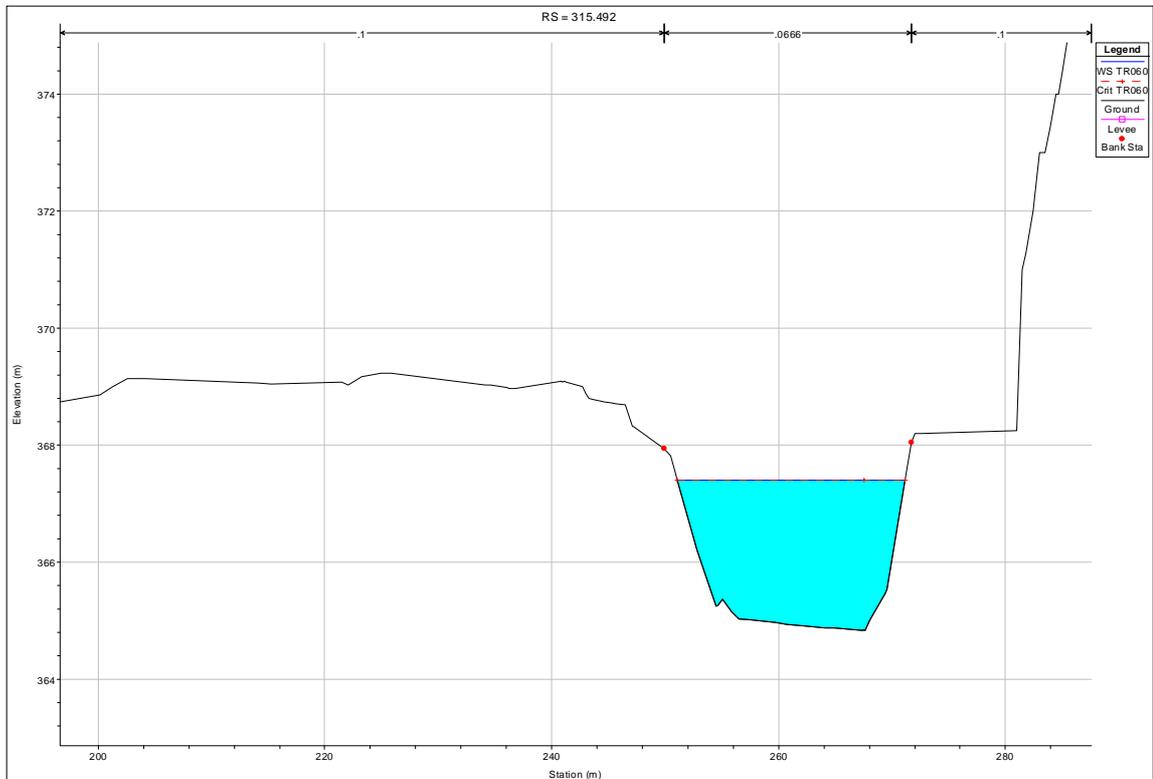
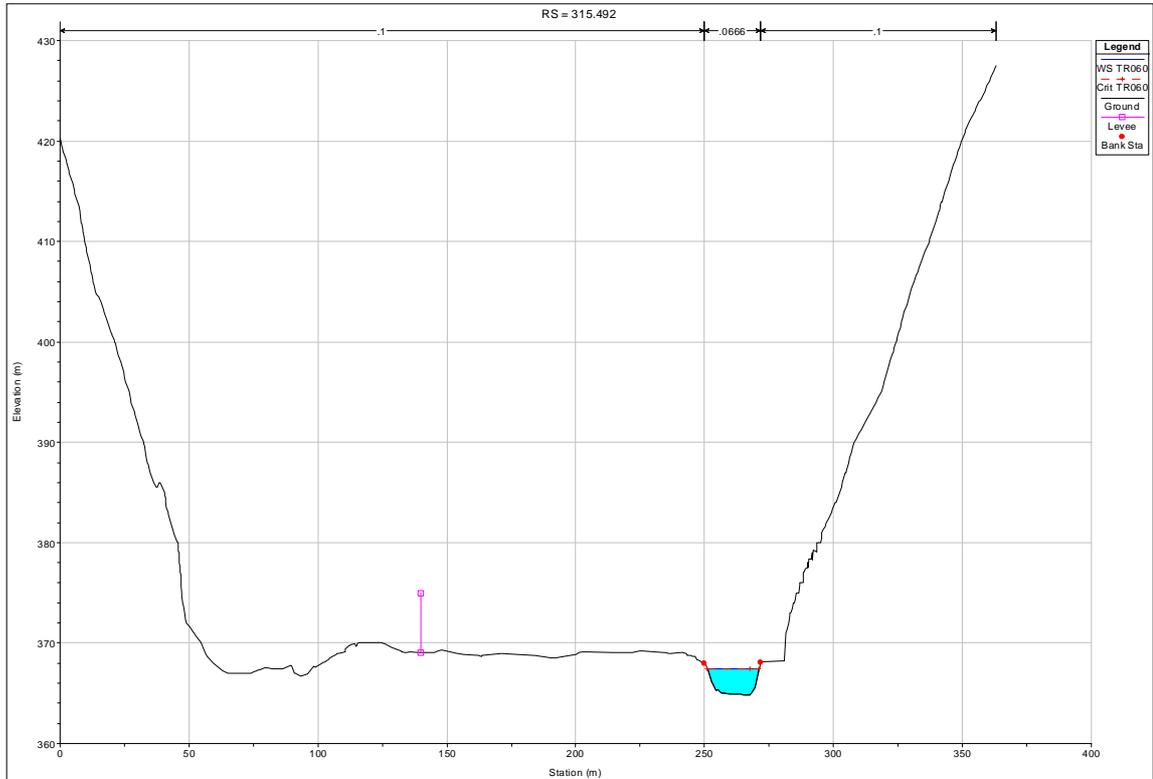


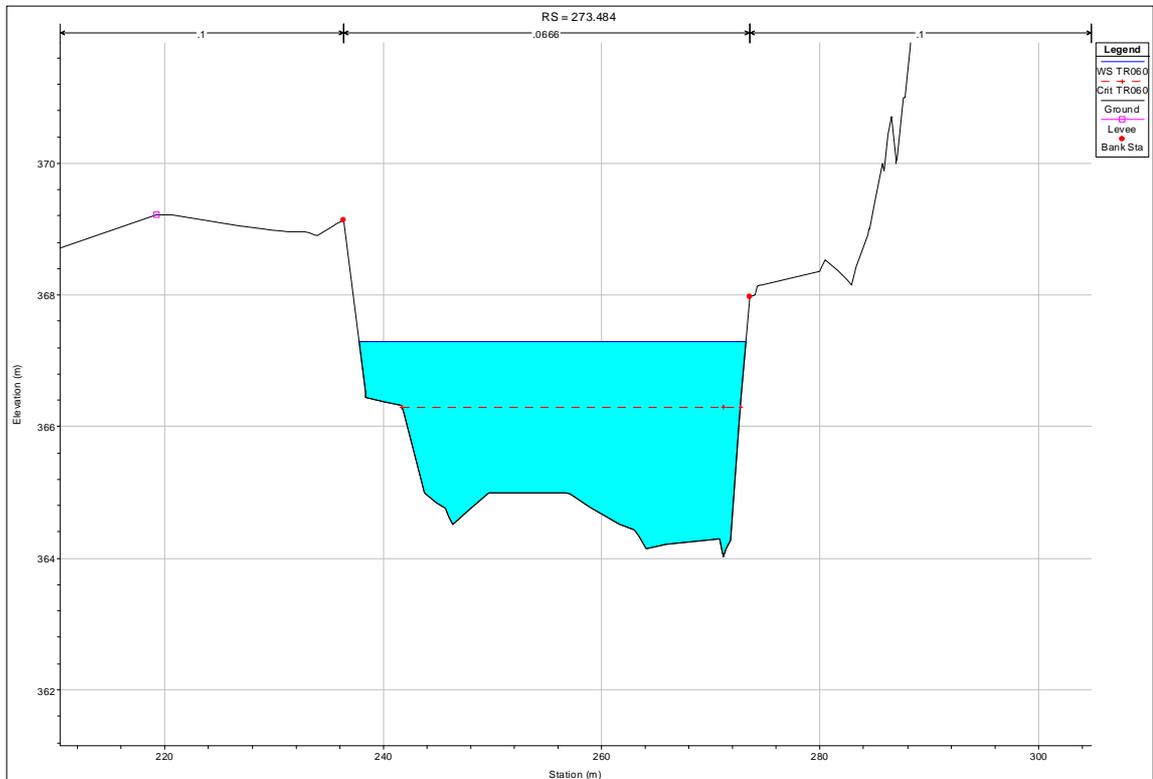
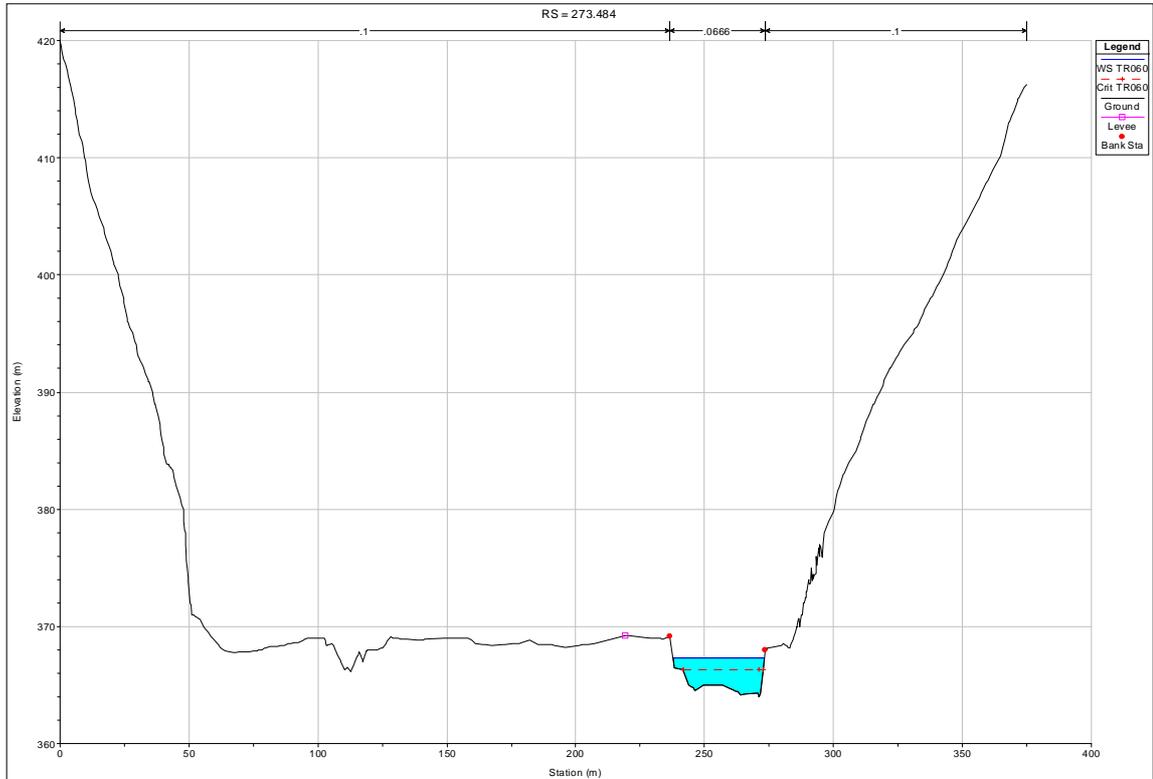


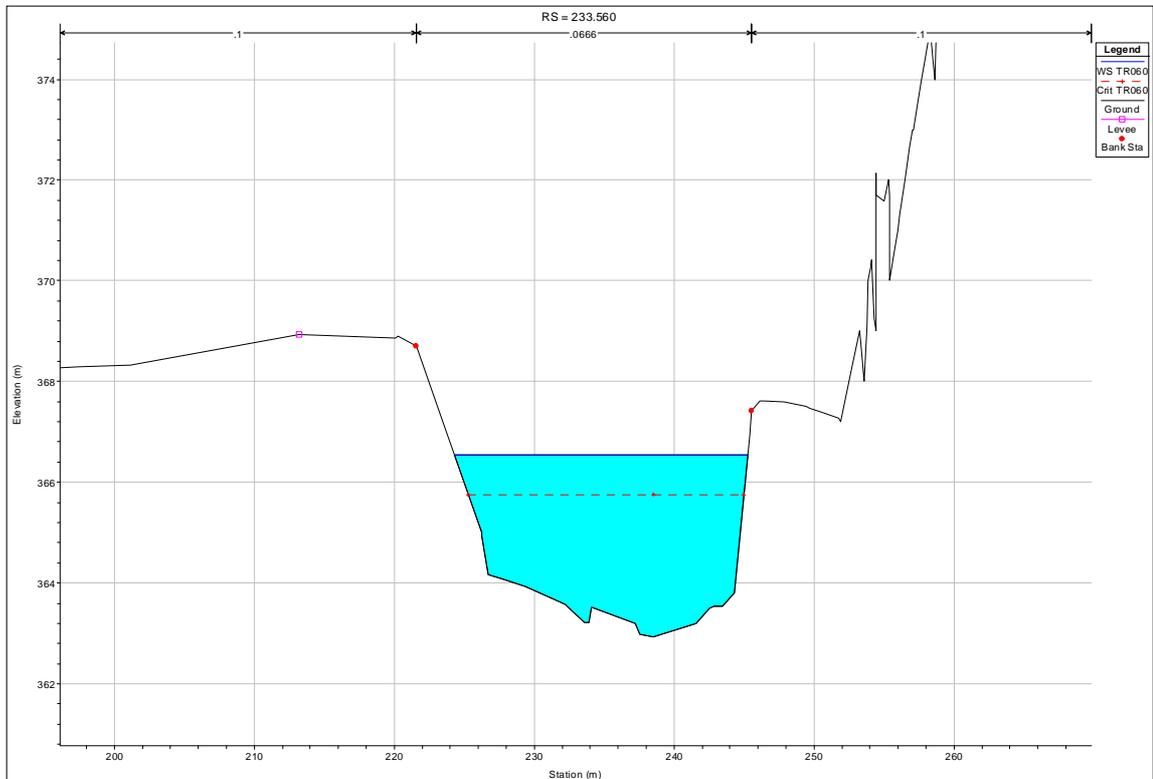
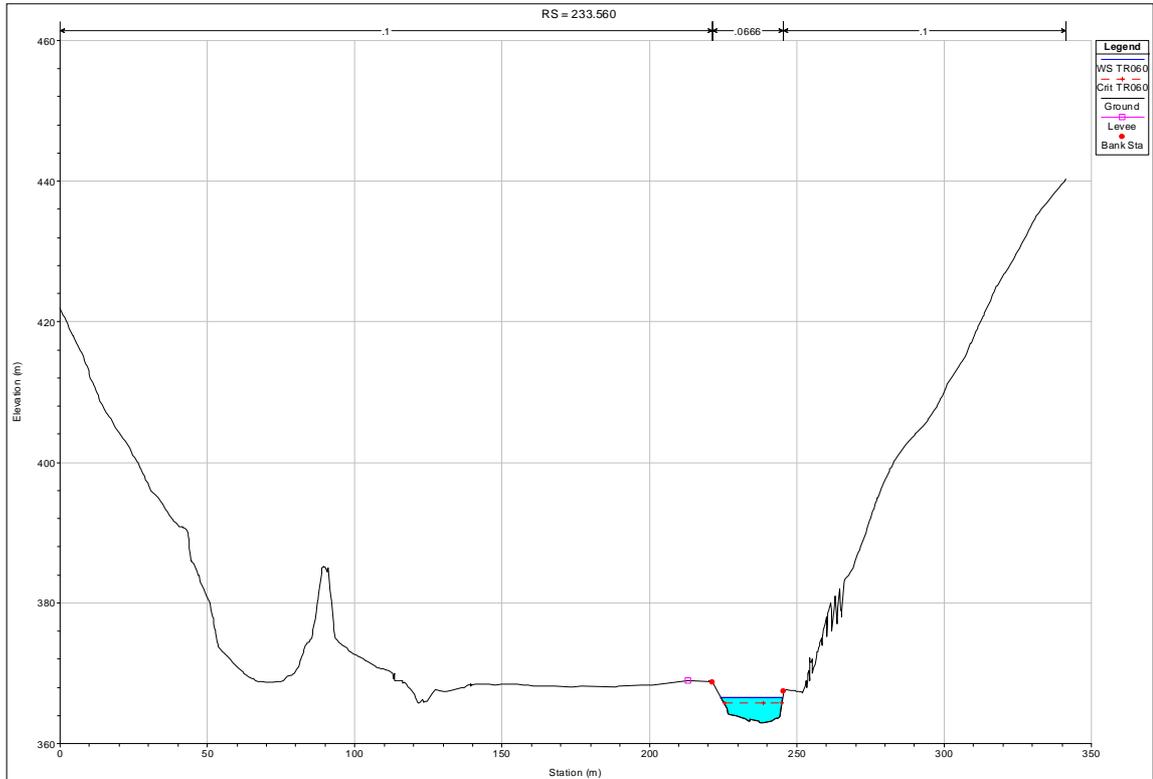


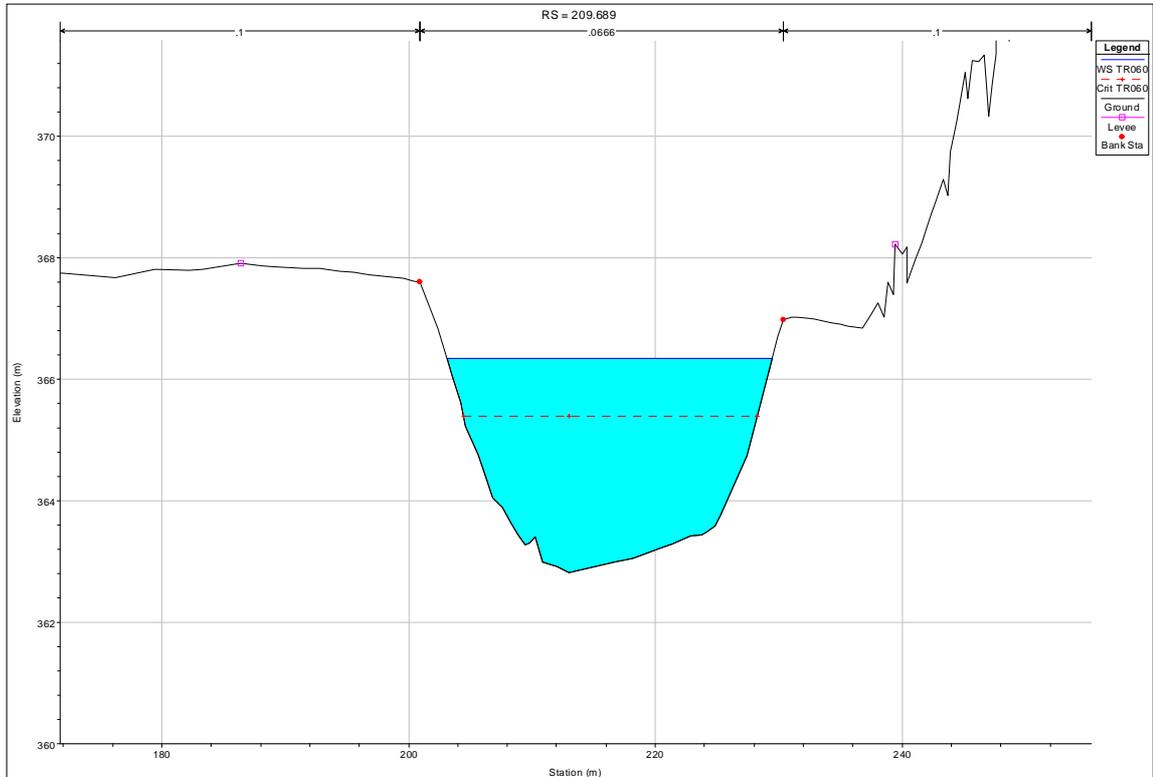
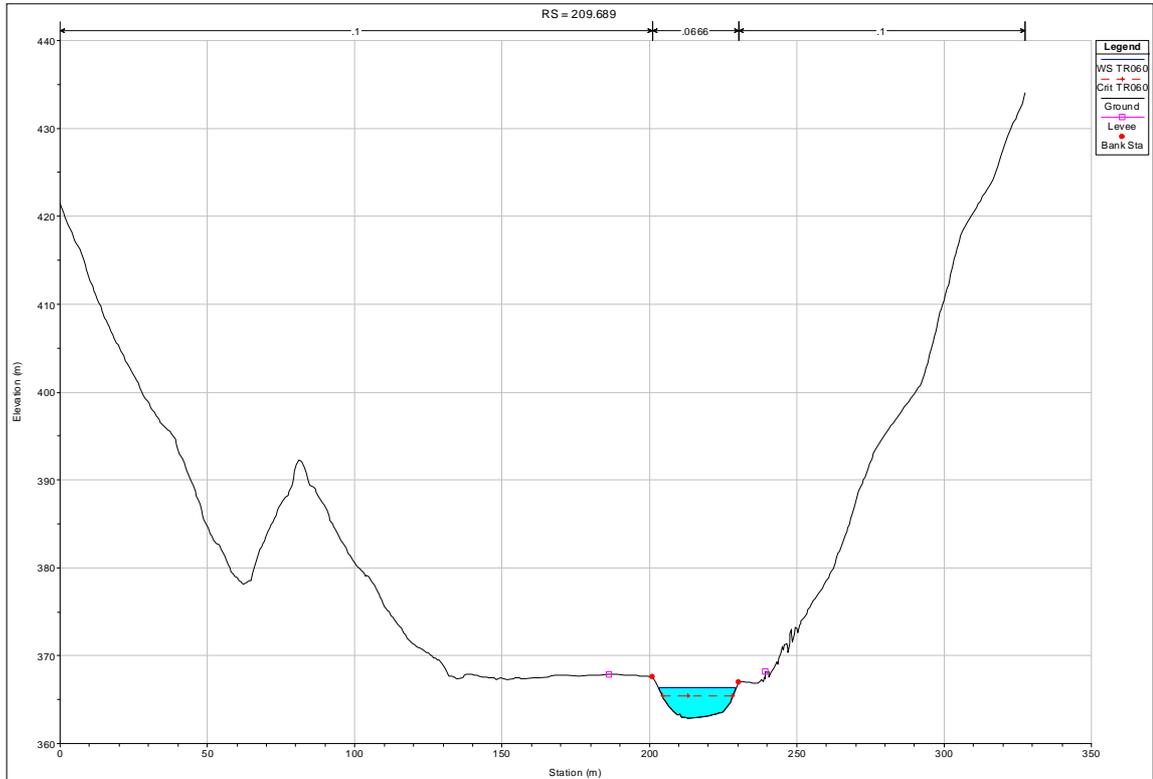


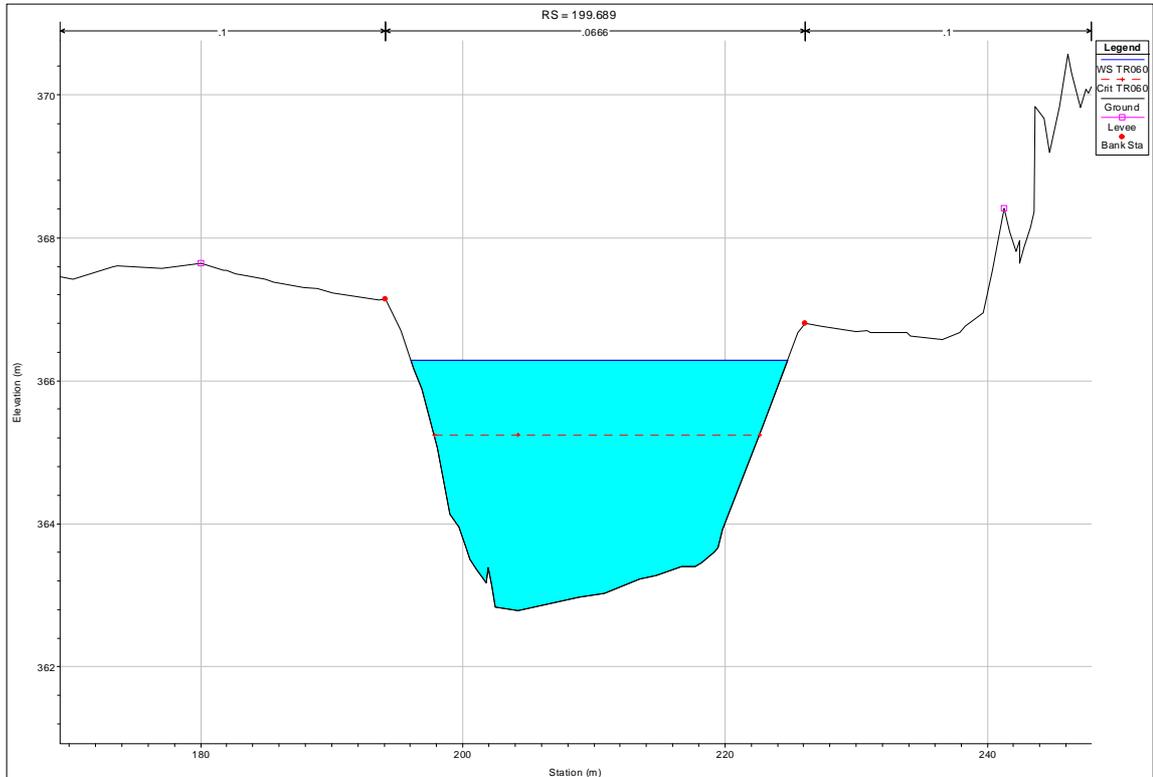
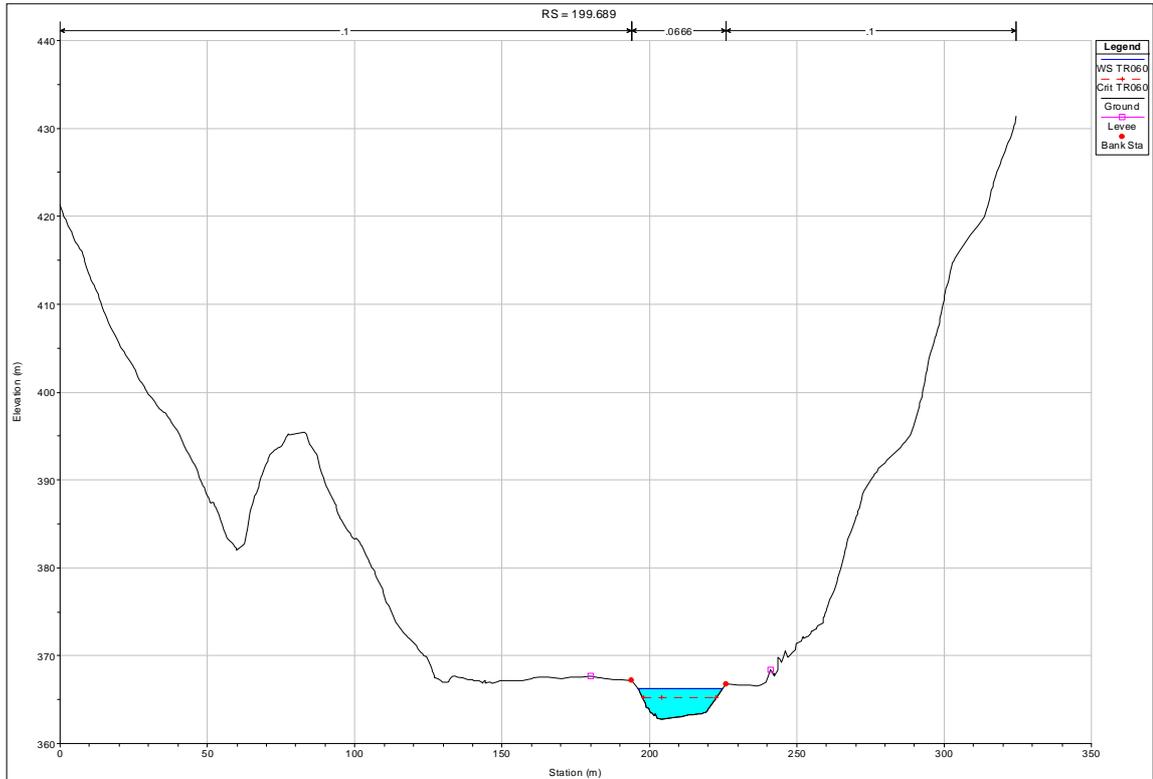


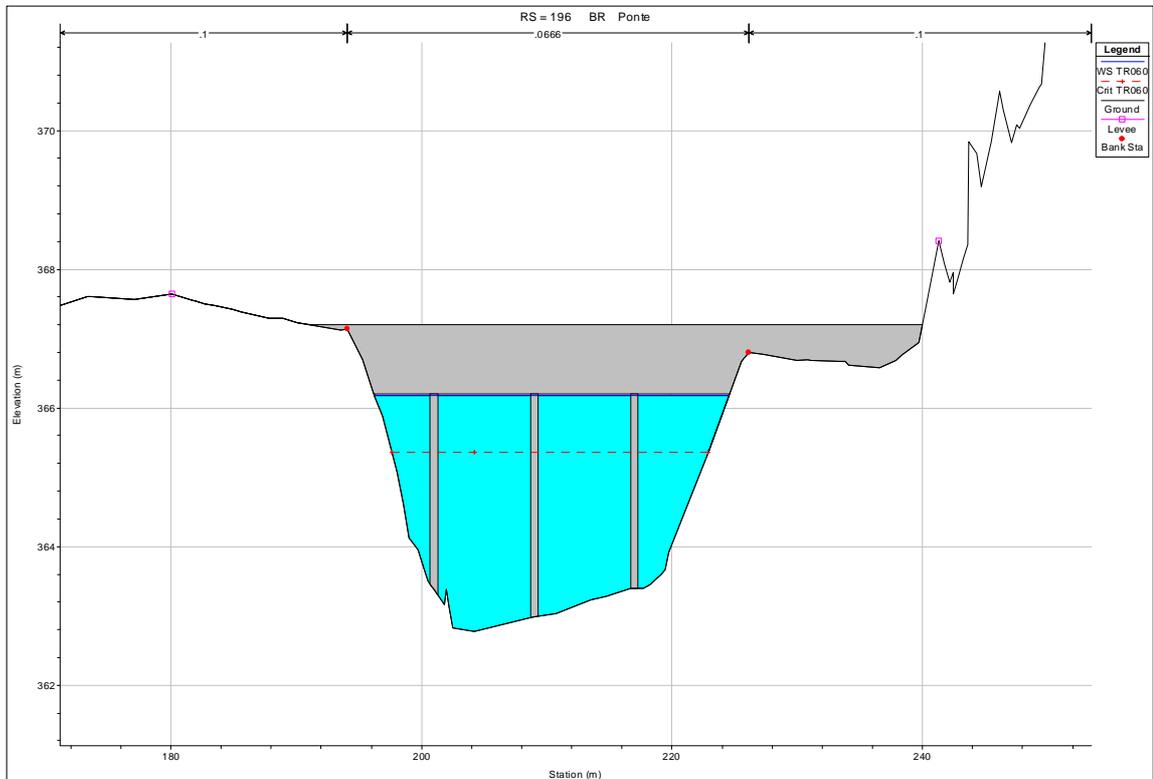
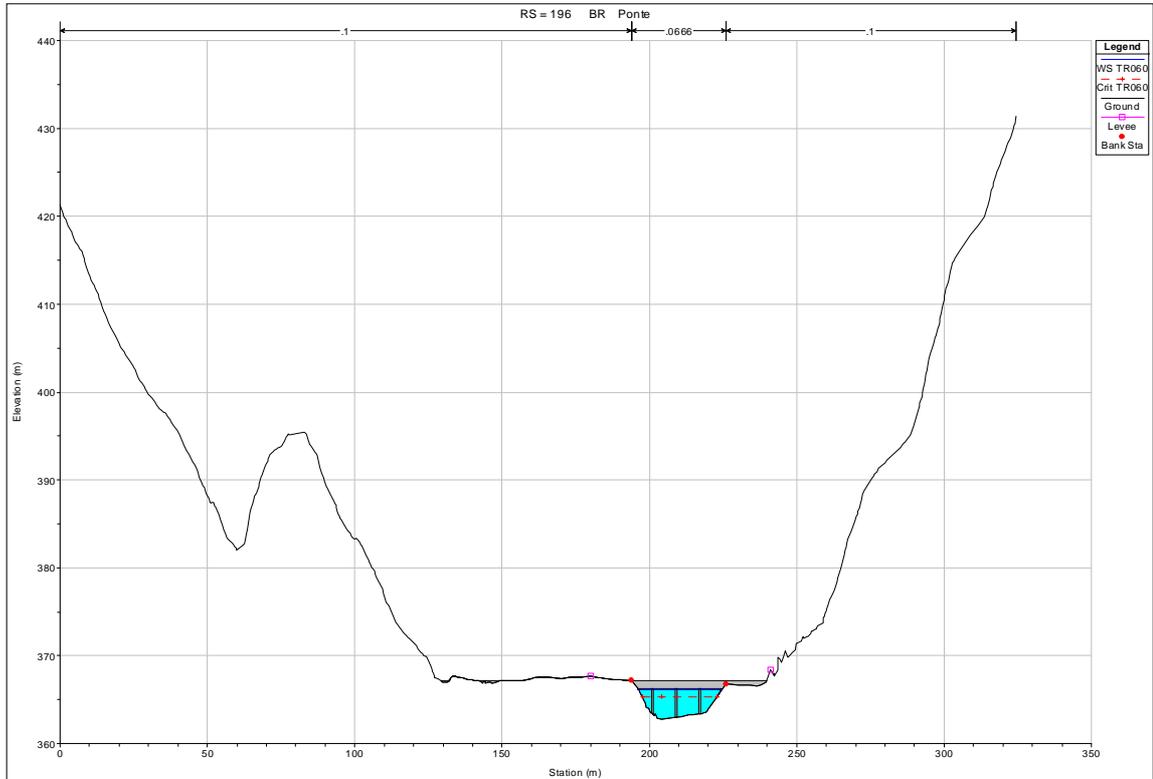


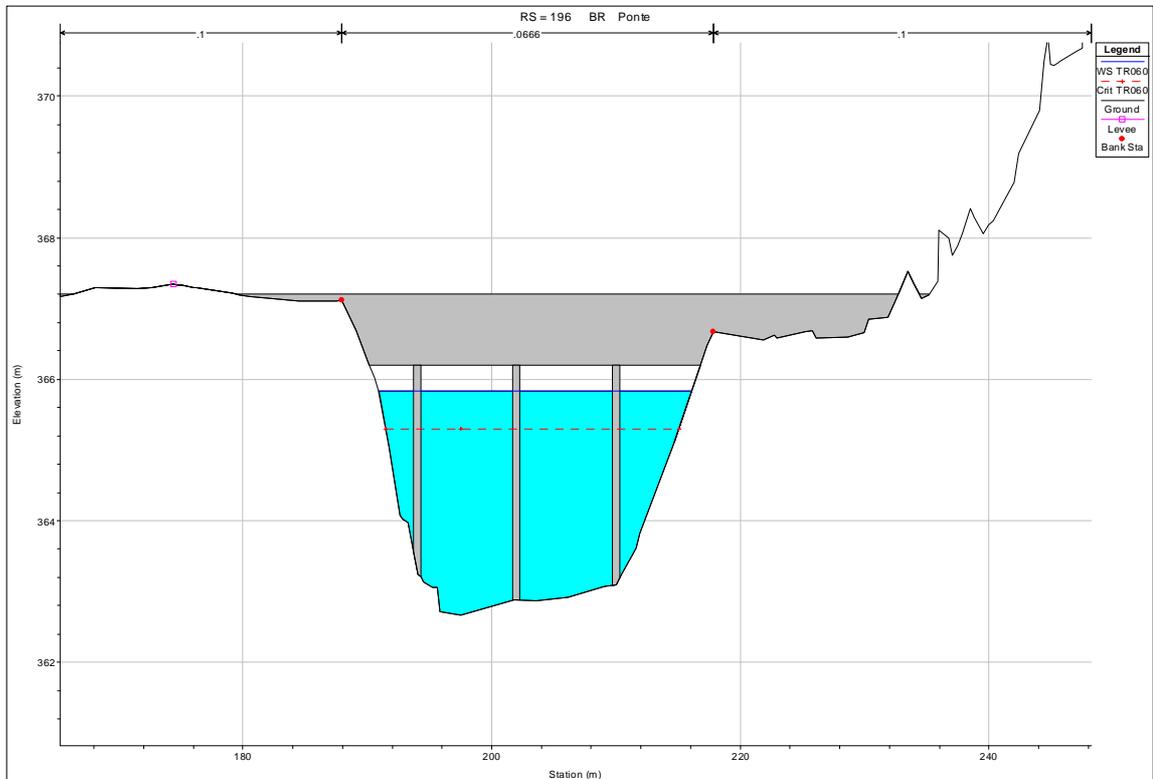
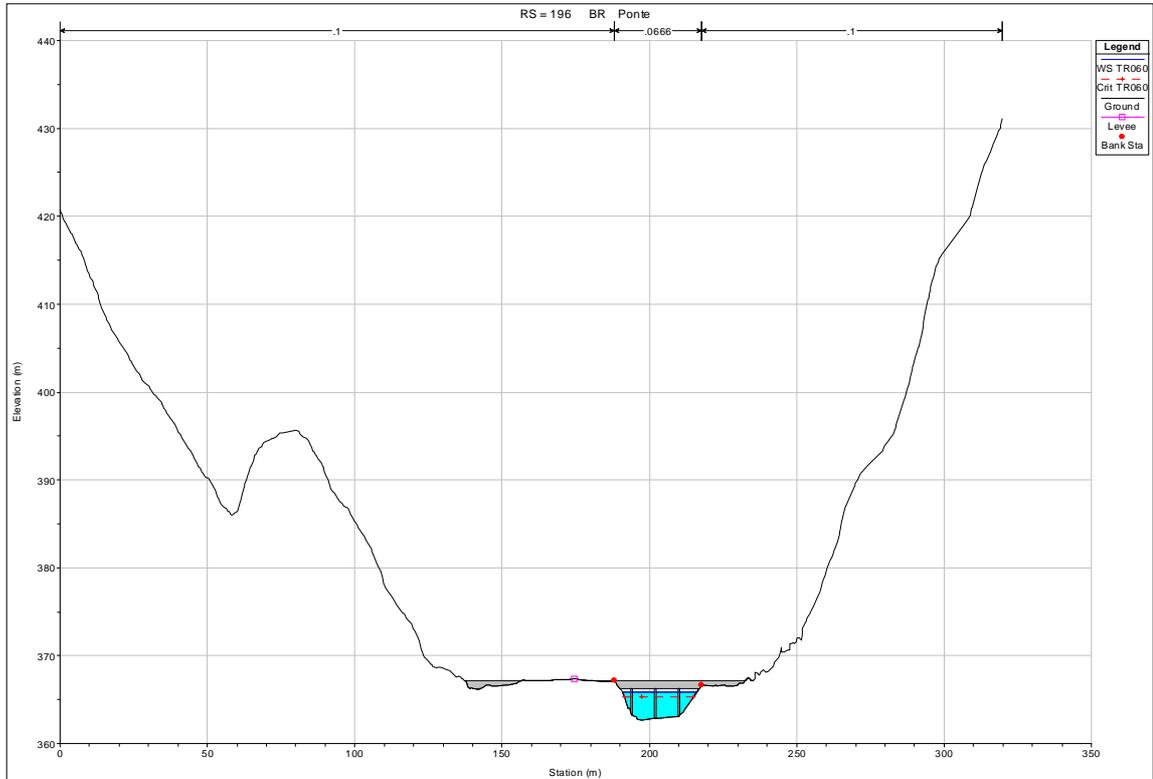


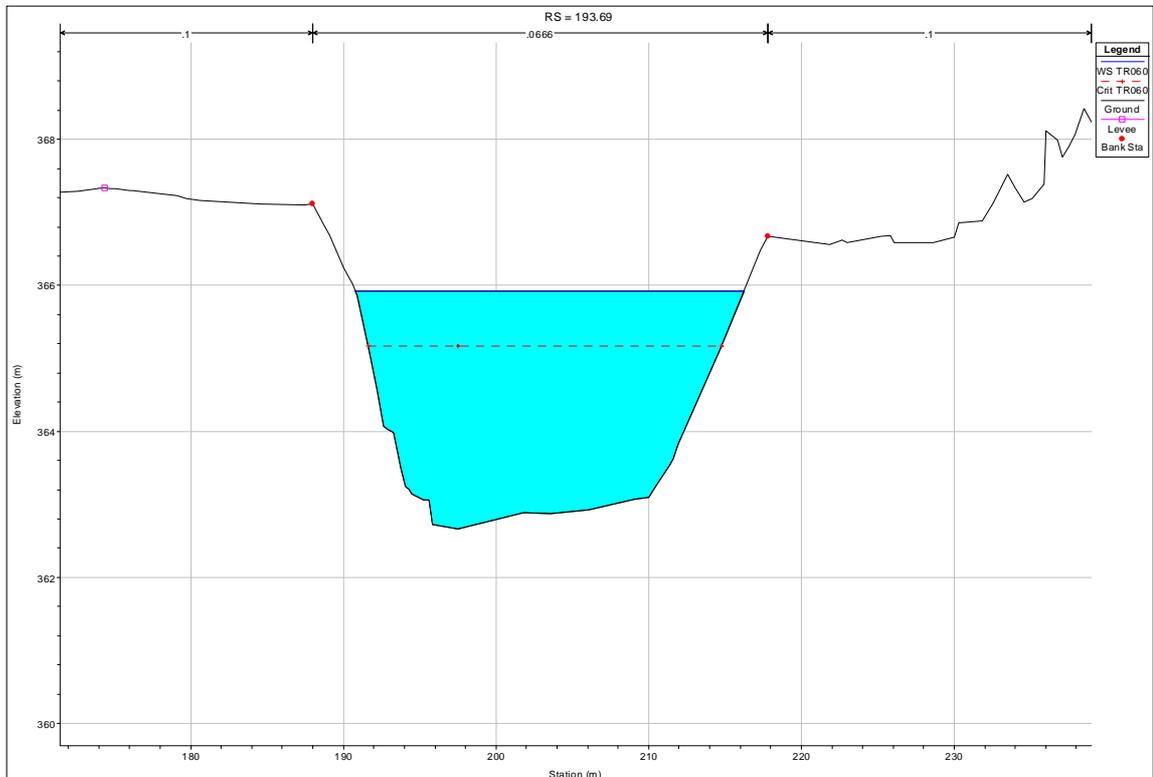
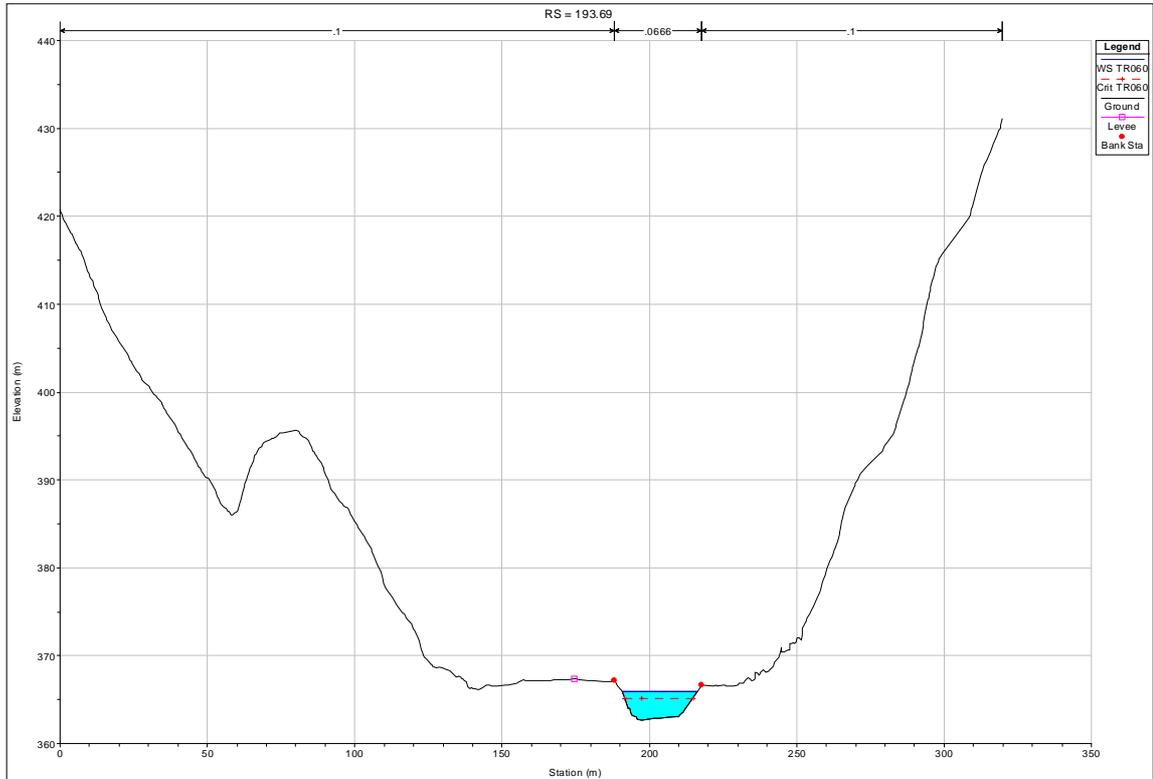


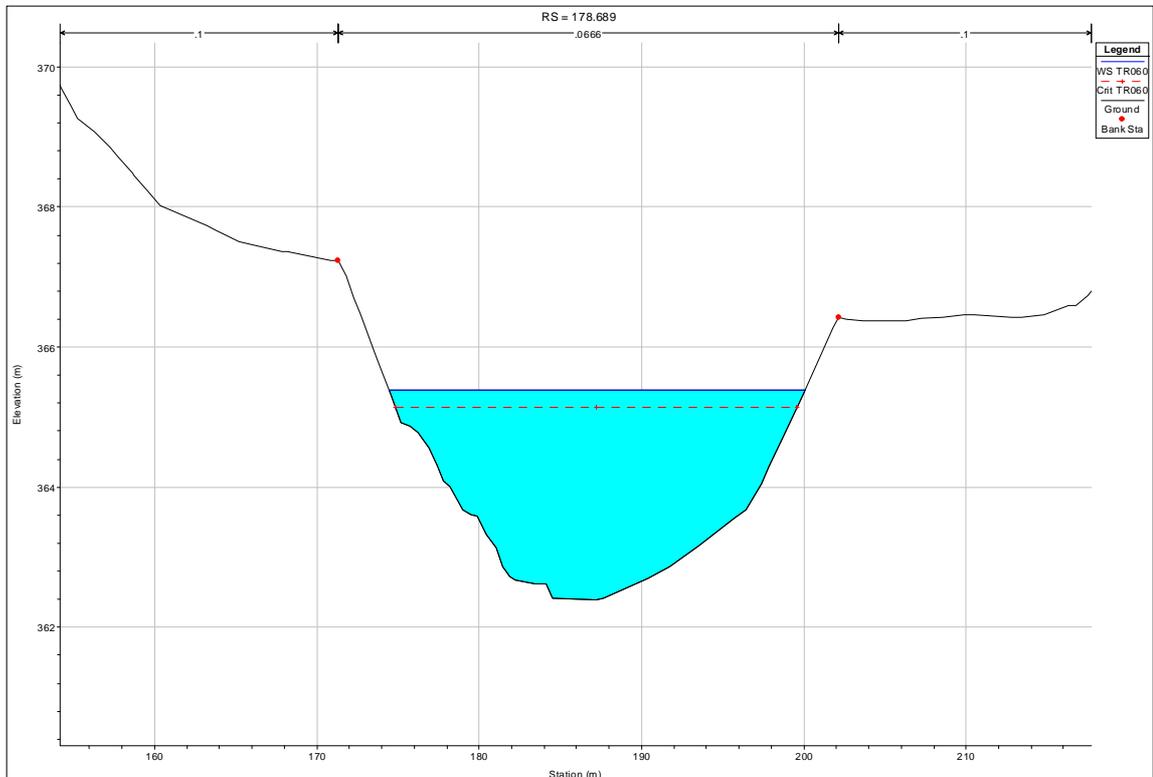
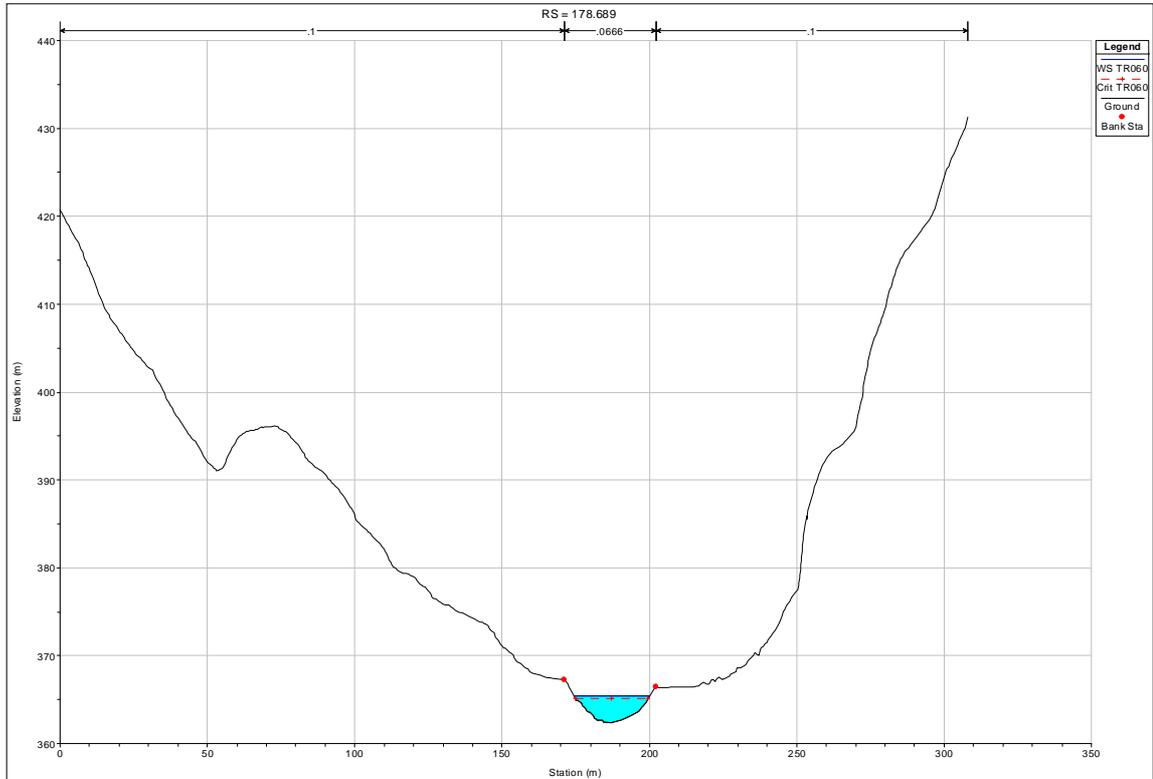


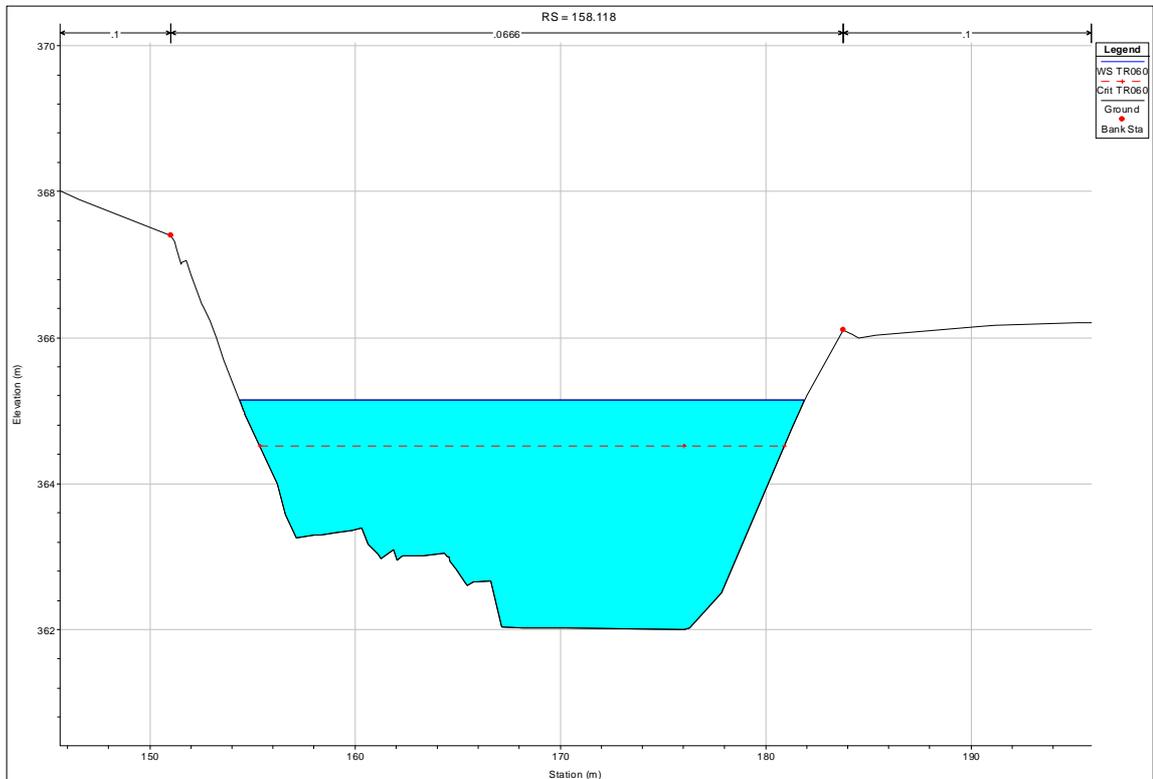
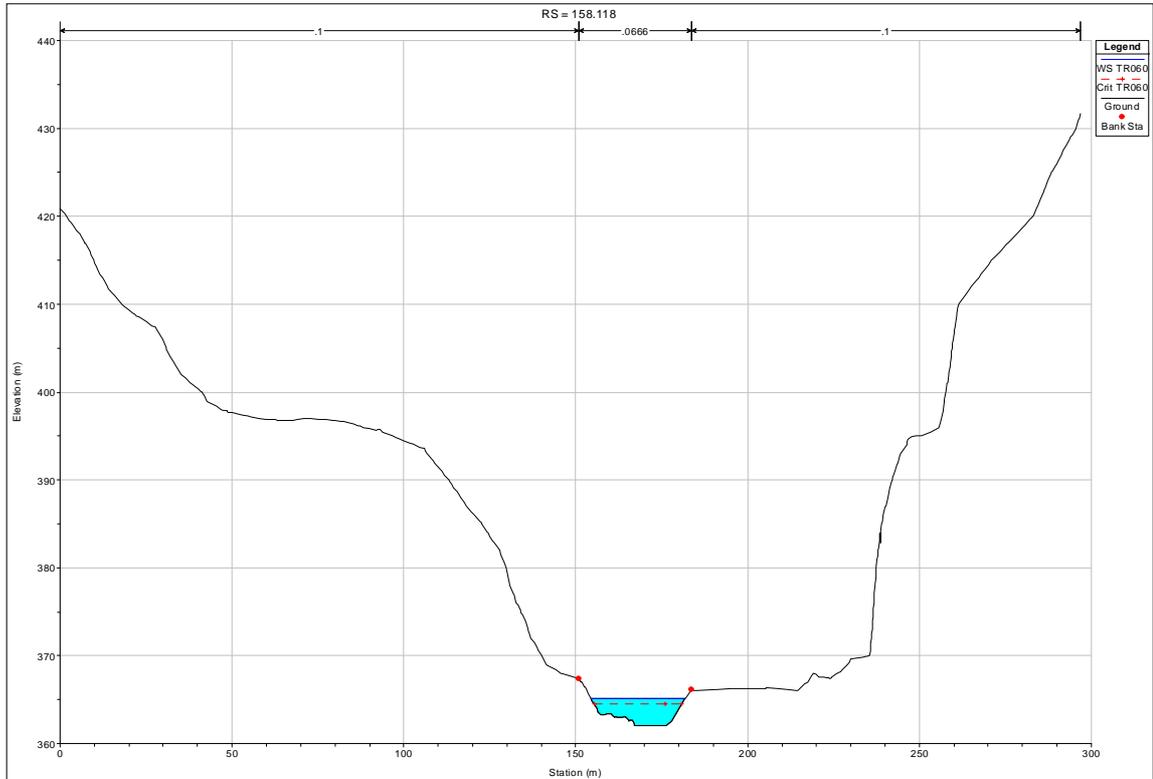


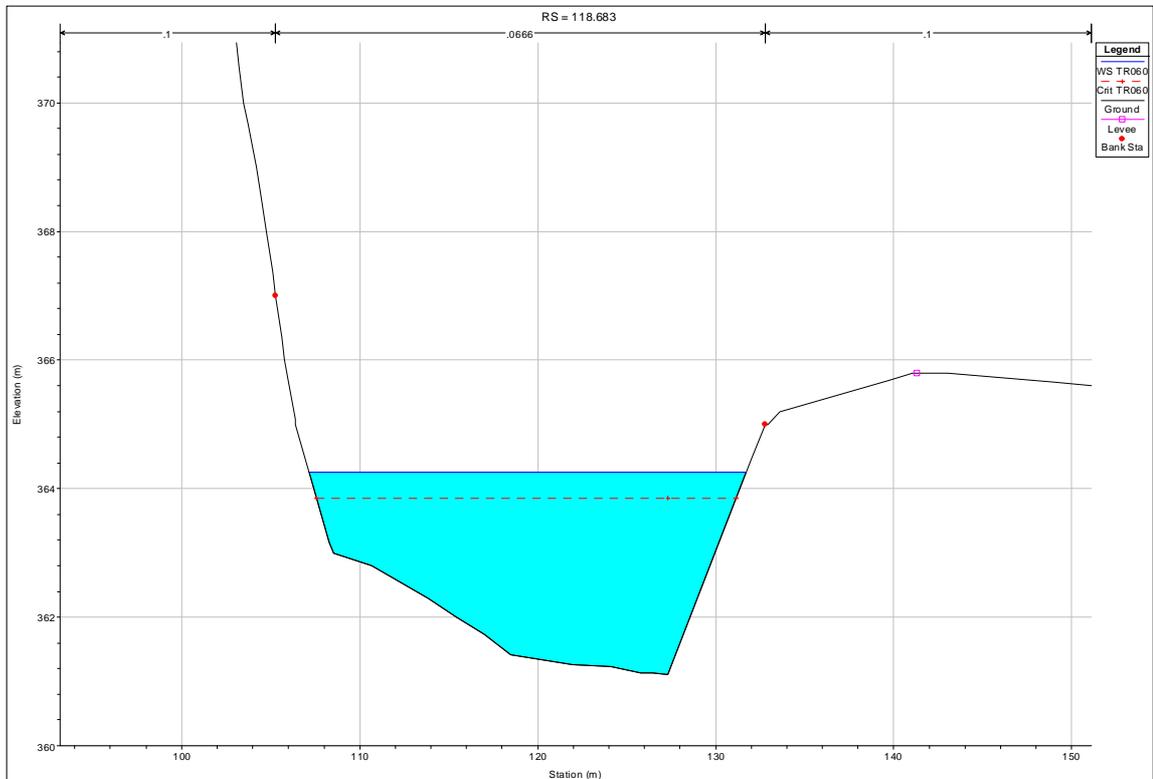
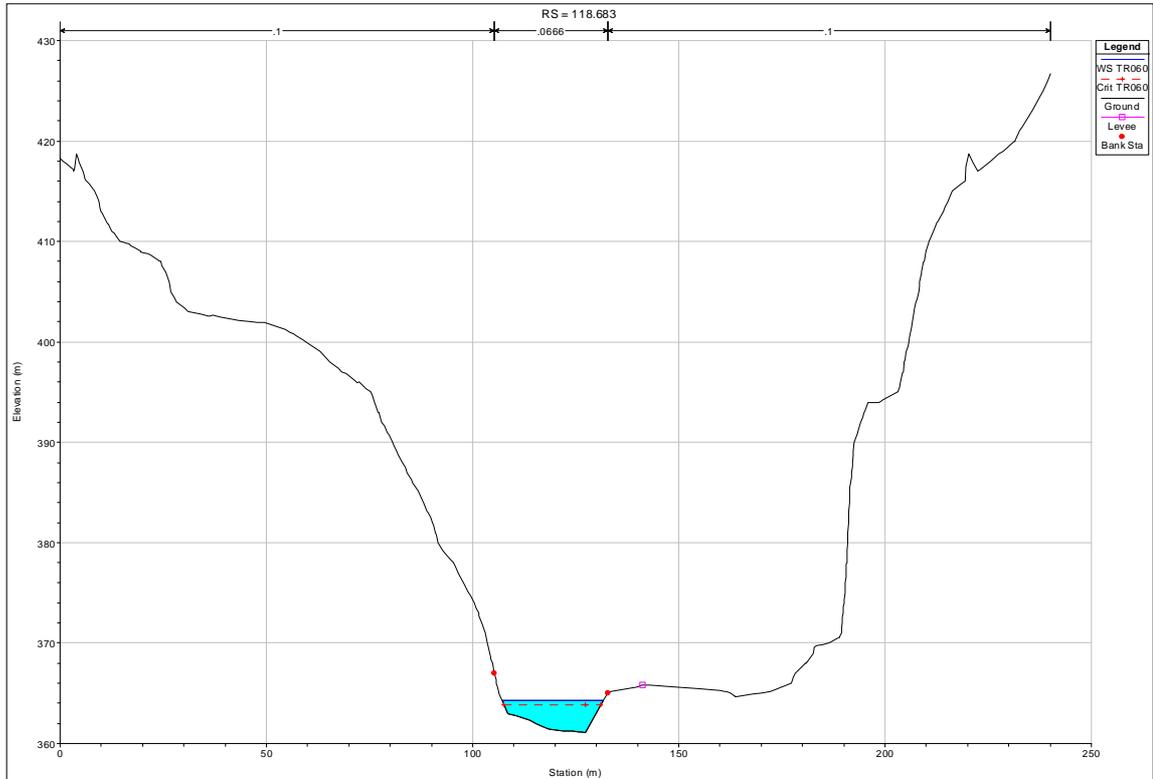


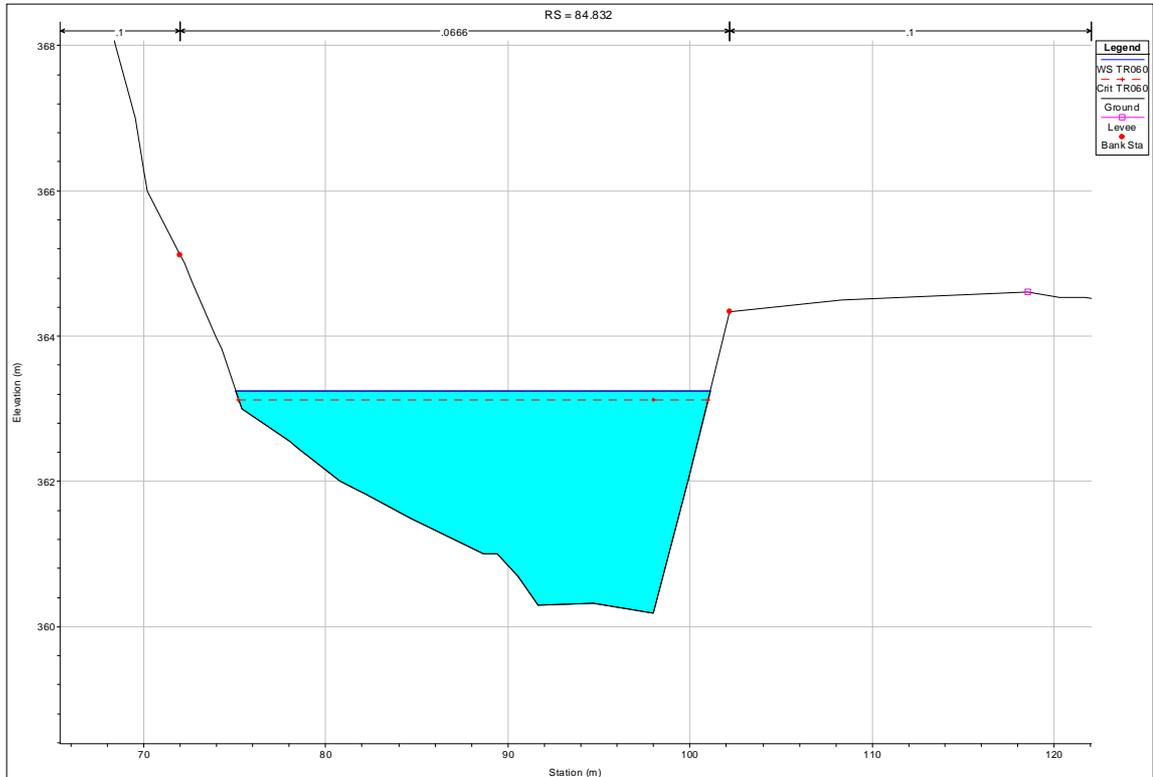
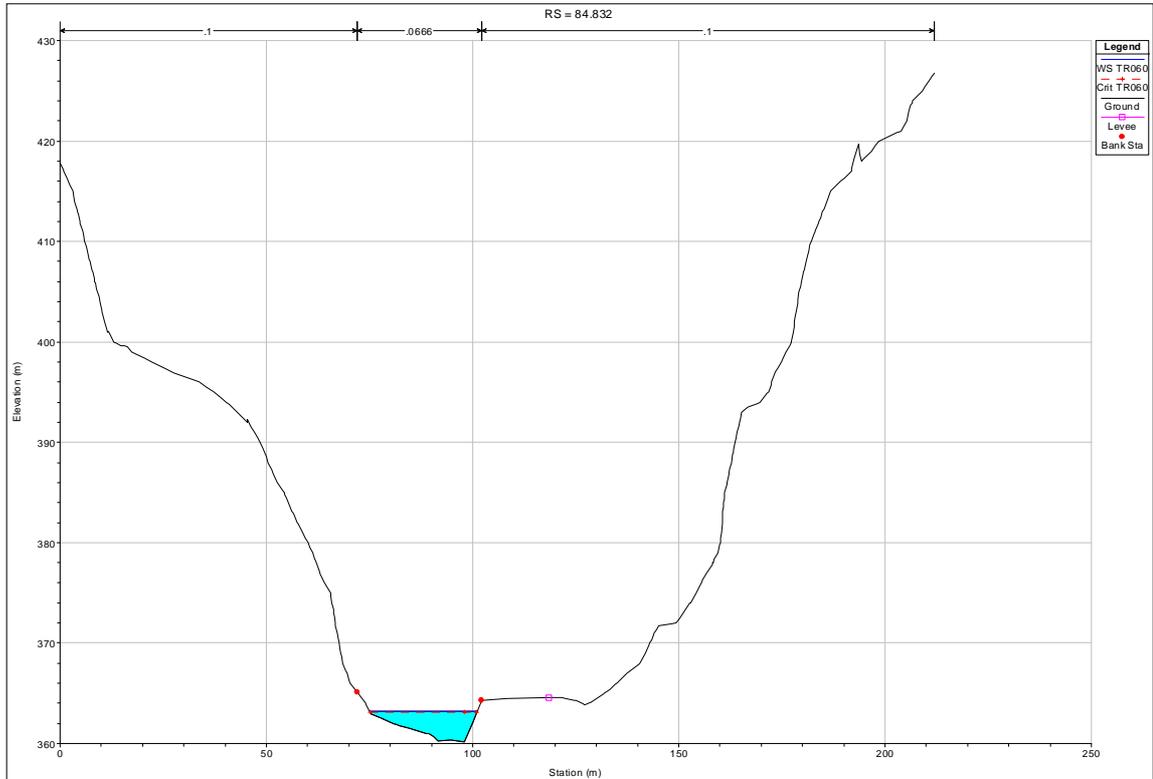


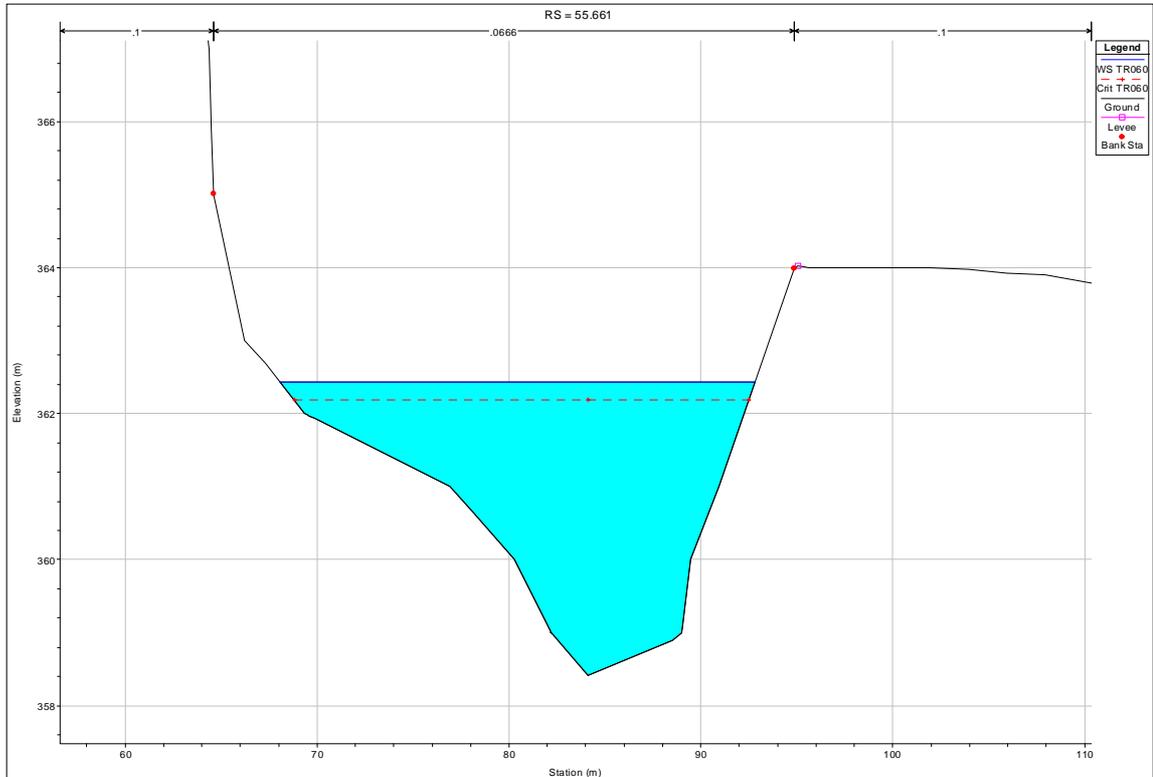
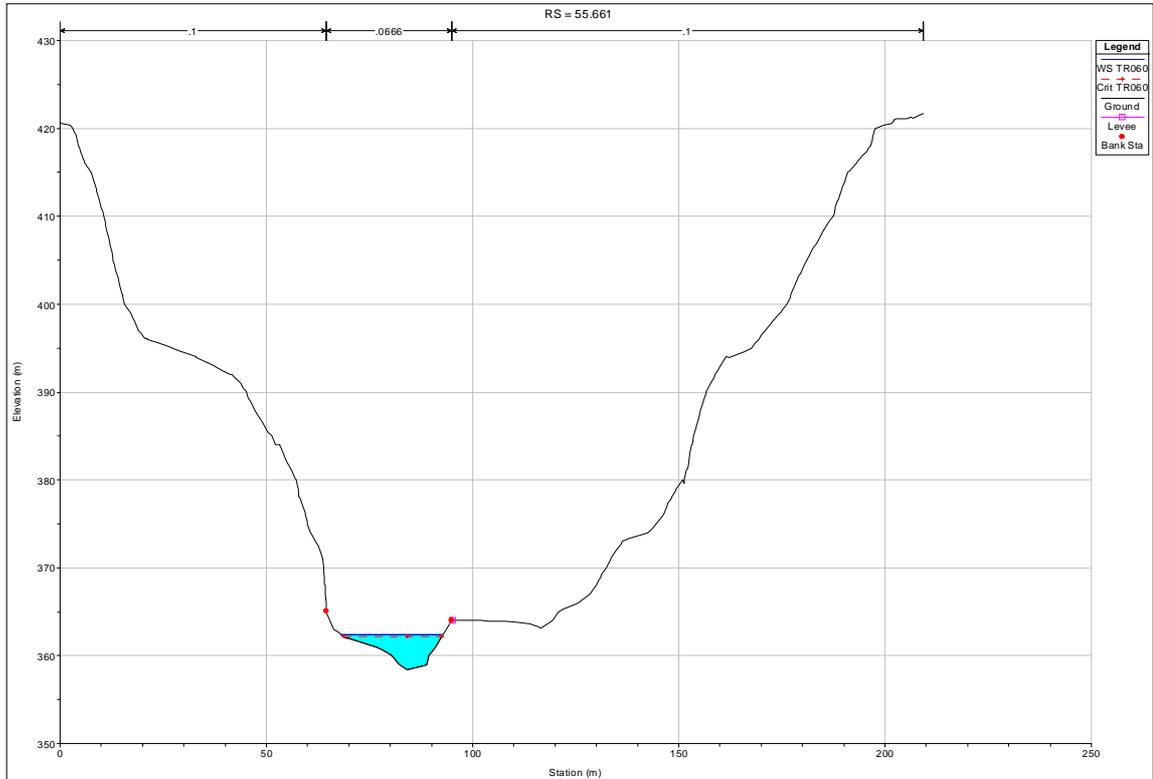














<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-00-E-CV-RI-CA31-01-003-A00  Relazione idraulica condizioni di inondabilità area CSP3</p>	<p>Foglio  169 di  207</p>

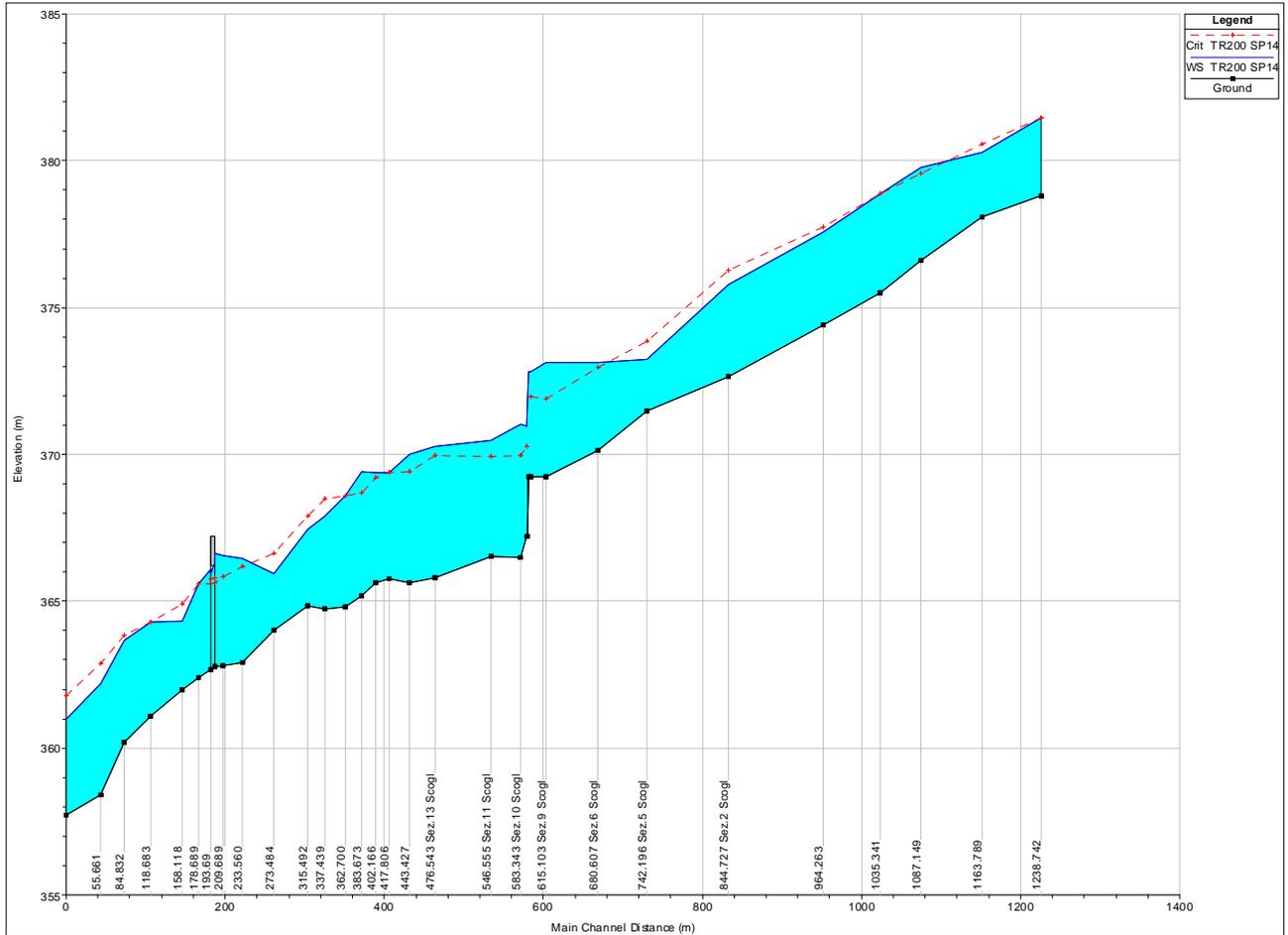
**ALLEGATO 6: RISULTATI MODELLO RAS – SCENARIO 2b - TR=200 anni - STATO DI PROGETTO CON VARIANTE STRADA PROVINCIALE 160**

Tr=200 anni.  $K_s=25 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$  in alveo e  $k_s=15 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$  in golena

**TEMPO DI RITORNO 200 ANNI – Stazione di Voltaggio. Sottoprogetto SP1.4**
**Scabrezze: 25 m<sup>1/3</sup>/s alveo, 15 m<sup>1/3</sup>/s golena**
**TR=200 - Stato di progetto con variante S.P.160 - Tabella RAS**

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
lemme	1238.742	TR200 SP14	244.00	378.80	381.46	381.46	382.55	0.011702	4.74	57.54	28.66	0.99
lemme	1163.789	TR200 SP14	244.00	378.07	380.30	380.57	381.50	0.016421	5.23	60.78	42.73	1.15
lemme	1087.149	TR200 SP14	244.00	376.59	379.77	379.57	380.50	0.007174	4.41	85.29	46.38	0.80
lemme	1035.341	TR200 SP14	244.00	375.52	378.86	378.86	380.03	0.009814	5.41	65.42	30.55	0.96
lemme	964.263	TR200 SP14	244.00	374.39	377.57	377.75	379.19	0.012728	6.06	51.28	20.84	1.09
lemme	844.727	TR200 SP14	244.00	372.65	375.78	376.28	377.54	0.014844	6.52	51.76	28.02	1.18
lemme	742.196	TR200 SP14	244.00	371.47	373.22	373.84	375.27	0.036029	6.44	39.55	27.20	1.63
lemme	680.607	TR200 SP14	244.00	370.13	373.13	372.97	373.96	0.009534	4.05	60.97	29.41	0.87
lemme	615.103	TR200 SP14	244.00	369.26	373.14	371.89	373.55	0.002519	2.87	92.07	35.83	0.49
lemme	596.430	TR200 SP14	244.00	369.25	372.83	371.97	373.46	0.004014	3.59	73.14	32.16	0.62
lemme	591.93		Inl Struct									
lemme	591.431	TR200 SP14	244.00	367.23	370.96	370.27	371.74	0.005037	3.99	63.12	20.38	0.69
lemme	583.343	TR200 SP14	244.00	366.50	371.02	369.96	371.67	0.003712	3.63	69.82	20.34	0.59
lemme	546.555	TR200 SP14	244.00	366.54	370.48	369.94	371.47	0.005690	4.53	58.58	18.45	0.74
lemme	476.543	TR200 SP14	244.00	365.81	370.28	369.95	371.07	0.004221	4.37	77.41	41.28	0.66
lemme	443.427	TR200 SP14	244.00	365.63	369.96	369.42	370.90	0.004976	4.41	75.19	54.75	0.69
lemme	417.806	TR200 SP14	244.00	365.76	369.38	369.38	370.69	0.010179	5.28	56.07	31.91	0.92
lemme	402.166	TR200 SP14	244.00	365.63	369.30	369.20	370.53	0.007374	4.97	60.92	31.07	0.84
lemme	383.673	TR200 SP14	244.00	365.20	369.40	368.70	370.35	0.005366	4.49	72.68	36.45	0.71
lemme	362.700	TR200 SP14	244.00	364.82	368.59	368.59	370.14	0.009833	5.71	50.39	18.11	0.96
lemme	337.439	TR200 SP14	244.00	364.73	367.90	368.49	369.80	0.015556	6.26	44.02	18.00	1.16
lemme	315.492	TR200 SP14	244.00	364.84	367.44	367.88	369.41	0.019959	6.35	42.26	20.18	1.30
lemme	273.484	TR200 SP14	244.00	364.03	365.95	366.64	368.15	0.049370	6.59	37.97	30.24	1.84
lemme	233.560	TR200 SP14	244.00	362.93	366.45	366.18	367.51	0.008158	4.60	55.80	20.80	0.85
lemme	209.689	TR200 SP14	244.00	362.82	366.57	365.83	367.25	0.004601	3.78	74.37	27.02	0.66
lemme	199.689	TR200 SP14	244.00	362.78	366.63	365.64	367.17	0.003517	3.35	83.34	33.29	0.57
lemme	196		Bridge									
lemme	193.69	TR200 SP14	244.00	362.67	366.09	365.61	366.93	0.006102	4.17	66.84	26.15	0.75
lemme	178.689	TR200 SP14	244.00	362.39	365.60	365.60	366.78	0.010448	4.97	56.46	26.37	0.95
lemme	158.118	TR200 SP14	244.00	362.00	364.32	364.90	366.35	0.031260	6.39	40.39	24.91	1.52
lemme	118.683	TR200 SP14	244.00	361.10	364.29	364.29	365.46	0.011658	4.92	54.63	24.63	1.00
lemme	84.832	TR200 SP14	244.00	360.19	363.67	363.83	365.04	0.011888	5.92	60.07	27.05	1.05
lemme	55.661	TR200 SP14	244.00	358.42	362.19	362.89	364.51	0.019252	7.15	44.47	23.70	1.26
lemme	12.363	TR200 SP14	244.00	357.73	361.00	361.79	363.53	0.025813	7.58	43.04	25.09	1.45

**TR=200 - Stato di progetto con variante S.P.160 - Profilo RAS**



**TR=200 - Stato di progetto con variante S.P.160 - Sezioni RAS**

