



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Struttura di Vigilanza sulle Concessionarie Autostradali



AMMODERNAMENTO A N° 4 CORSIE DELLA S.S. 514
"DI CHIARAMONTE" E DELLA S.S. 194 RAGUSANA
DALLO SVINCOLO CON LA S.S. 115 ALLO
SVINCOLO CON LA S.S. 114.

(C.U.P. F12C03000000001)

PROGETTO DEFINITIVO

PARTE GENERALE
IDROLOGIA E IDRAULICA
Relazione idraulica

Il Progettista

Supporto specialistico

Responsabile di progetto ed
incaricato delle integrazioni tra
le varie prestazioni:



Ottimizzazione della cantierizzazione
delle opere



Ing. Santa Monaco - Ordine Ing. Torino 5760H

Ing. Gianmaria De Stavola - Ordine Ing. Venezia 2074

Consulenze specialistiche

Geologo:

Dott. Geologo Fabio Melchiorri
Ordine Geologi del Lazio A.P. n 663

Geotecnica e opere d'arte minori:

Ing. Antonio Alparone



Opere d'arte principali:

Viadotti
Ing. G. Mondello



Gallerie
Ing. G. Guiducci



Opere di mitigazione dell'impatto ambientale:

Ecosistemi e
paesaggio



Rumore,
vibrazioni
ed atmosfera



RIFERIMENTO ELABORATO

FASE TRILT DISCIPLINA/OPERA DOC Progr. ST./REV.

D01-T100-ID010-1-RI-001-0A 01 DI 01

DATA

GENNAIO '17

SCALA

-

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO/CONSULENTE	VERIFICATO	APPROVATO
A	GENNAIO '17	Emissione	SILEC	Zoi	Monaco

IL RESPONSABILE
DEL
PROCEDIMENTO

IL CONCESSIONARIO

SARC SRL



L'ENTITA' COSTRUTTRICE

VISTO PER ACCETTAZIONE

INDICE

A	PREMESSA.....	4
B	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
C	ATTRAVERSAMENTI IDRAULICI	6
C.1	Premessa	6
C.2	Corsi d'acqua principali	13
C.2.1	Ipotesi di calcolo	14
C.2.2	Vallone delle Coste.....	17
C.2.3	Cava San Marco.....	17
C.2.4	Fosso Contrada Cassarella.....	18
C.2.5	Fosso Contrada Coffa	19
C.2.6	Torrente Para	19
C.2.7	Torrente Sugarello.....	20
C.2.8	Torrente Sperlinga.....	21
C.2.9	Fiume Dirillo.....	21
C.2.10	Torrente Fiumicello.....	22
C.2.11	Torrente Canale.....	23
C.2.12	Fiume Barbaianni	23
C.2.13	Torrente Margi.....	24
C.2.14	Fosso Contrada Canneddazza.....	25
C.2.15	Fosso Buonafede	26
C.2.16	Canale Lentini.....	27
C.2.17	Fiume San Leonardo.....	27
C.3	Corsi d'acqua secondari.....	29
D	FENOMENI IDRODINAMICI E MORFOLOGICI INDOTTI DALL'INTERAZIONE DELL'ALVEO CON LE OPERE VIARIE	32
D.1	Premessa	32
D.2	Vulnerabilità idraulica dei ponti per fenomeni erosivi.....	33

D.2.1	Generalità sull'erosione	34
D.2.2	Abbassamento generalizzato dell'alveo	37
D.2.3	Fenomeni di erosione localizzata in corrispondenza di pile e spalle di un ponte	38
D.3	Tendenza evolutiva di un corso d'acqua.....	45
D.3.1	Condizione di incipiente movimento.....	46
D.3.2	Trasporto solido.....	48
D.3.3	Capacità di trasporto solido.....	50
D.3.4	Portata formativa	51
D.3.5	Bilancio sedimentologico.....	54
D.4	Analisi dell'interazione delle opere viarie con i corsi d'acqua di interesse	55
D.4.1	Valutazione dello stato di erosione dell'alveo dei corsi d'acqua in attraversamento e stima della tendenza evolutiva	56
D.4.2	Analisi dello scalzamento al piede delle pile	67
D.4.3	Interventi di sistemazione idraulica	73
E	INTERFERENZE CON AREE A RISCHIO DI ESONDAZIONE	81
F	ALLEGATO 1: MODELLO PER LA SIMULAZIONE DEL MOTO PERMANENTE.....	82
F.1	Tronchi di corrente gradualmente variata	82
F.2	Tronchi di corrente rapidamente variata	85
F.2.1	Ponti e viadotti.....	85
F.2.2	Tombini.....	89
G	ALLEGATO 2: VALLONE DELLE COSTE - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI	92
H	ALLEGATO 3: CAVA SAN MARCO - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI	94
I	ALLEGATO 4: FOSSO CONTRADA CASSARELLA - FOSSO CONTRADA COFFA - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI	96
J	ALLEGATO 5: TORRENTE PARA - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI.....	98
K	ALLEGATO 6: TORRENTE SUGARELLO - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI	100
L	ALLEGATO 7: TORRENTE SPERLINGA - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI.....	102
M	ALLEGATO 8: FIUME DIRILLO - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI	104
N	ALLEGATO 9: TORRENTE FIUMICELLO - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI.....	106

O	ALLEGATO 10: TORRENTE CANALE - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI	108
P	ALLEGATO 11: FIUME COSTANZO – FIUME BARBAIANNI - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI	110
Q	ALLEGATO 12: FIUME MARGI - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI.....	112
R	ALLEGATO 13: FIUME ZENA - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI.....	114
S	ALLEGATO 14: FOSSO CONTRADA CANNEDAZZA - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI	115
T	ALLEGATO 15: FOSSO BUONAFEDE - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI	117
U	ALLEGATO 16: CANALE LENTINI - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI.....	118
V	ALLEGATO 17: FIUME REINA - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI.....	120
W	ALLEGATO 18: FIUME SAN LEONARDO - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI	121

A PREMESSA

Nell'ambito della progettazione definitiva dell' "ammodernamento a n° 4 corsie della S.S. 514 "di Chiaramonte" e della S.S. 194 Ragusana dallo svincolo con la S.S. 115 allo svincolo con la S.S. 114", è stato effettuato uno "*Studio idrologico e idraulico di dettaglio*" finalizzato all'analisi delle interferenze idrografiche.

In particolare è stato sviluppato uno studio a supporto alla progettazione teso a fornire un'analisi delle interazioni tra le opere viarie e i corsi d'acqua con esse interferenti, valutando l'adeguatezza dei manufatti di attraversamento, esistenti e in progetto, sia in termini di sezione idraulica sia di franco di sicurezza rispetto all'intradosso del manufatto.

Sono stati eseguiti approfondimenti di tipo morfologico, morfometrico e topografico al fine di meglio caratterizzare le fenomenologie idrodinamiche e morfologiche che intervengono nel corso di eventi di piena per il corretto dimensionamento delle opere di sistemazione idraulica e la caratterizzazione del grado di sicurezza degli attraversamenti.

B NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riporta di seguito un elenco delle normative vigenti che sono state prese a riferimento per la definizione degli interventi di carattere idraulico.

- Regio Decreto 25 luglio 1904, n°523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie"
- Decreto del Ministero LL.PP. 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei ponti stradali"
- Circolare n. 34233 del 25 febbraio 1991 del Ministero dei LL.PP. "Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali"
- D.M. 14/01/2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" (G.U. n. 29 del 04/02/2008) – comma 5.1.2.4 "Compatibilità idraulica"
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27) " – cap. 5.1. Ponti stradali – Comma 5.1.2.4 "Compatibilità idraulica"
- "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico" a cura dell'Assessorato Regionale al Territorio e Ambiente della Sicilia (2004) – Norme di Attuazione

C ATTRAVERSAMENTI IDRAULICI

C.1 Premessa

L'infrastruttura in progetto prevede l'attraversamento dei corsi d'acqua interferiti mediante viadotti, ponti, tombini scatoari e tombini circolari.

Si riporta di seguito un elenco degli attraversamenti, suddivisi per lotti, con l'indicazione della tipologia d'opera.

Tabella C-1: Lotto 1 – attraversamenti idraulici

Corso d'acqua	Lotto	Progr.	Tipologia attraversamento
		(km)	
Vallone delle Coste	1	4+500	Viadotto Vallone delle Coste
Fosso Sorgente Sciannapurali	1	6+130	Prolungamento tombino scatoare 3.50x3.50
Fosso S.N.	1	6+788	Prolungamento tombino circolare DN2000
Cava San Marco	1	7+157	Prolungamento doppio tombino scatoare 3.50x3.50
Fosso S.N.	1	7+836	Prolungamento tombino circolare DN2000
Fosso S.N.	1	8+778	Tombino circolare DN2000
Fosso S.N.	1	9+434	Tombino circolare DN2000
Fosso Contrada Cassarella	1	10+650	Prolungamento doppio tombino scatoare 3.30x3.30
Fosso Contrada Coffa	1	10+853	Prolungamento doppio tombino scatoare 4.00x4.50

Tabella C-2: Lotto 2 – attraversamenti idraulici

Corso d'acqua	Lotto	Progr.	Tipologia attraversamento
		(km)	
Fosso Contrada Pezze	2	0+280	Prolungamento doppio tombino scatolare 3.30x3.30 m
Torrente Para	2	1+390	Ponte L=32 m
Affluente Torrente Para	2	2+909	Tombino scatolare 3.00x2.00 m
Fosso Contrada Chiavola	2	4+355	Tombino scatolare 5.00x3.00 m
Torrente Sugarello	2	4+762	Prolungamento doppio tombino scatolare 4.00x4.50
Torrente Sperlinga	2	5+304	Tombino scatolare 4.00x3.00 m

Tabella C-3: Lotto 3 – attraversamenti idraulici

Corso d'acqua	Lotto	Progr.	Tipologia attraversamento
		(km)	
Cava Trappettato	3	0+594	Tombino scatolare 4.00x3.00 m
Fosso C.Melfi	3	2+344	Tombino scatolare 3.00x2.00 m
Fosso C.Barone	3	2+613	Tombino circolare DN2000
Fiume Dirillo	3	2+725	Viadotto Dirillo
Affluente Fiume Dirillo	3	3+351	Tombino circolare DN2000
Affluente Fiume Dirillo	3	3+774	Tombino circolare DN2000
Affluente Torrente Fiumicello	3	4+198	Tombino circolare DN2000
Affluente Torrente Fiumicello	3	5+733	Tombino circolare DN2000
Fosso Passo Mandorla	3	6+350	Viadotto Passo Mandorlo
Affluente Fosso Passo Mandorla	3	6+480	Viadotto Passo Mandorlo
Affluente Torrente Fiumicello	3	6+932	Tombino circolare DN1500
Fosso C. Licciardi	3	7+170	Viadotto Tenchio
Affluente Torrente Fiumicello	3	7+750	Prolungamento tombino circolare DN3000
Affluente Torrente Fiumicello	3	7+870	Tombino circolare DN1500

Tabella C-4: Lotto 4 – attraversamenti idraulici

Corso d'acqua	Lotto	Progr.	Tipologia attraversamento
		(km)	
Affluente Torrente Fiumicello	4	0+856	Tombino scatolare 3.00x3.00 m
Affluente Torrente Fiumicello	4	2+925	Viadotto Quattro poggi
Affluente Torrente Fiumicello	4	3+530	Viadotto Quattro poggi

Tabella C-5: Lotto 5 – attraversamenti idraulici

Corso d'acqua	Lotto	Progr.	Tipologia attraversamento
		(km)	
Affluente Torrente Fiumicello	5	0+995	Viadotto Piano delle Rose
Torrente Fiumicello	5	1+150	Viadotto Piano delle Rose
Fosso Buscara	5	4+437	Tombino scatolare 4.00x3.00
Affluente Fosso Buscara	5	5+213	Tombino circolare DN1500
Affluente Fosso Buscara	5	5+321	Tombino circolare DN1500

Tabella C-6: Lotto 6 – attraversamenti idraulici

Corso d'acqua	Lotto	Progr.	Tipologia attraversamento
		(km)	
Fosso S.N.	6	3+309	Tombino circolare DN2000
Fosso S.N.	6	4+079	Tombino circolare DN2000
Affluente Torrente Canale	6	9+680	Tombino circolare DN2000

Tabella C-7: Lotto 7 – attraversamenti idraulici

Corso d'acqua	Lotto	Progr.	Tipologia attraversamento
		(km)	
Affluente Torrente Canale	7	2+255	Tombino circolare DN2000
Affluente Torrente Canale	7	3+049	Tombino circolare DN2000
Torrente Canale	7	3+535	Ponte L=23.50 m
Fiume Barbaianni	7	6+575	Viadotto Barbaianni
Fosso Eremiti	7	7+248	Tombino scatolare 5.00x2.50
Torrente Margi	7	9+025	Viadotto Margi
Fosso Contrada Canneddazza	7	9+615	Ponte L=15 m
Fosso Casa S. Antonio	7	11+190	Tombino scatolare 6.00x2.00

Tabella C-8: Lotto 8 – attraversamenti idraulici

Corso d'acqua	Lotto	Progr.	Tipologia attraversamento
		(km)	
Fosso Buonafede	8	0+680	Ponte Buonafede L=45 m
Fosso S.N.	8	1+138	Tombino scatolare 3.00x2.00
Canale Lentini	8	1+428	Tombino scatolare 6.00x5.00
Fosso S.N.	8	2+368	Tombino scatolare 3.00x2.50
		2+383	Tombino scatolare 6.00x2.50
Fosso Ex Molino Riceputo	8	2+619	Tombino circolare DN2000
Fosso Ex Molino Riceputo	8	3+393	Tombino scatolare 4.00x2.00
Fosso SP67	8	3+532	Tombino scatolare 4.00x2.00
Fiume San Leonardo	8	6+400	Viadotto San Leonardo
Fosso Casa Sabuci	8	7+137	Tombino scatolare 4.00x2.50
Scolo area agricola	8	7+581	Tombino scatolare 3.00x2.50
Fosso Masseria Privitera	8	7+933	Prolungamento tombino scatolare 3.00x3.00

E' da sottolineare che, in ottemperanza alla Prescrizione n. 47 della Delibera CIPE n.3/2010 di Approvazione del Progetto Preliminare, secondo cui *"In relazione alla scelta progettuale di attraversare in rilevato la prevalenza dei numerosi fossi interferiti dallo sviluppo del tracciato, con tombamento dei medesimi, verificare caso per caso, in sede di progettazione definitiva, la realizzabilità di attraversamenti in viadotto, da preferirsi allo sviluppo in rilevato, ottimizzando peraltro, attraverso studi di dettaglio, la compatibilità idraulica di tutte le opere di attraversamento dei corsi d'acqua"*, gli attraversamenti del torrente Para, del torrente Canale e del fosso Contrada Canneddazza, che nel Progetto Preliminare erano previsti da realizzarsi

mediante tombini scolorari di dimensioni interne rispettivamente pari a 12.00x6.50 m, 12.00x3.00 m e 12.00x3.00 m, sono stati previsti, nella presente fase progettuale, da realizzarsi mediante ponti di luci pari a 32 m, 25 m e 16.40 m.

Le verifiche idrauliche sono state condotte, in tutti i casi, con riferimento alla piena con tempo di ritorno duecentennale, in accordo a quanto prescritto dal comma 5.1.2.4 "Compatibilità idraulica" del D.M. 14/01/2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" (*"La quota idrometrica ed il franco dovranno essere posti in correlazione con la piena di progetto riferita ad un periodo di ritorno non inferiore a 200 anni"*). In ottemperanza alla Prescrizione n. 45 della Delibera CIPE n.3/2010 di Approvazione del Progetto Preliminare, sono stati contattati i tecnici del Servizio III - Assetto del territorio e difesa del suolo" dell'Assessorato Regionale al Territorio e Ambiente della Sicilia (il quale svolge le funzioni dell'Autorità di Bacino non ancora istituita), i quali non hanno evidenziato situazioni di criticità per le quali fosse necessario assumere una portata di progetto con tempo di ritorno superiore a 200 anni.

Per gli attraversamenti mediante viadotti e ponti è stato sempre garantito un franco minimo tra la quota idrometrica relativa alla piena corrispondente a tempo di ritorno duecentennale e la quota minima di intradosso dei ponti superiore a 1,50 m, in ottemperanza a quanto previsto dalla Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27)", che al cap. 5.1. "Ponti stradali", comma C 5.1.2.4 "Compatibilità idraulica" stabilisce *"un franco normale minimo di 1,50÷2,00 m"*.

In tutte le opere è stata evitata la presenza di pile in alveo.

I tombini sono caratterizzati da diametro minimo di 1,5 m; è stato garantito un franco minimo superiore al 30% dell'altezza utile della sezione di deflusso e comunque superiore a 0,75 m.

Le verifiche idrauliche relative ai corsi d'acqua principali sono state condotte attraverso modellazione in moto permanente, in condizioni ante operam e post operam, grazie all'utilizzo del codice di calcolo HEC-RAS (River Analysis System) versione 4.1.0 del 2010, sviluppato presso l'Hydrologic Engineering Center, dall'United States Army Corps of Engineers. Per una descrizione di tale modello si rimanda all'Allegato 1 alla presente relazione. Al fine di sviluppare tali modellazioni sono stati condotti specifici rilievi topografici delle sezioni di deflusso.

Per l'attraversamento dei corsi d'acqua minori la verifica idraulica è stata condotta nell'ipotesi di moto uniforme, mediante la relazione di Chezy.

C.2 Corsi d'acqua principali

I corsi d'acqua principali, sottoposti a modellazione in moto permanente per la verifica degli attraversamenti, sono di seguito elencati. Oltre a tali corpi idrici, sono state condotte analisi specifiche anche sui Fiumi Zena e Reina, al fine di valutare l'eventuale interferenza del tracciato in progetto con le relative aree di esondazione (vedi par. E).

Tabella C-9: elenco corsi d'acqua principali

Corso d'acqua	Lotto	Progr.	Tipologia attraversamento
		(km)	
Vallone delle Coste	1	4+500	Viadotto "Vallone delle Coste" $L_{DX}=563$ m - $L_{SX}=607$ m
Cava San Marco	1	7+157	Prolungamento doppio tombino scatolare 3.50x3.50 m
Fosso Contrada Cassarella	1	10+650	Prolungamento doppio tombino scatolare 3.30x3.30 m
Fosso Contrada Coffa	1	10+853	Prolungamento doppio tombino scatolare 4.00x4.50 m
Torrente Para	2	1+390	Ponte L=32 m
Torrente Sugarello	2	4+762	Prolungamento doppio tombino scatolare 4.00x4.50
Torrente Sperlinga	2	5+304	Tombino scatolare 4.00x3.00 m
Fiume Dirillo	3	2+725	Viadotto "Dirillo" $L_{DX}=226$ m - $L_{SX}=226$ m
Torrente Fiumicello	5	1+150	Viadotto "Piano delle Rose" $L_{DX}=325$ m - $L_{SX}=325$ m
Torrente Canale	7	3+535	Ponte L=25.00 m
Fiume Barbaianni	7	6+575	Viadotto "Barbaianni" $L_{DX}=81$ m - $L_{SX}=81$ m
Torrente Margi	7	9+025	Viadotto "Margi" $L_{DX}=110$ m - $L_{SX}=110$ m
Fosso Contrada Cannedazza	7	9+615	Ponte L=16.40 m
Fosso Buonafede	8	0+680	Ponte L=45.00 m
Canale Lentini	8	1+428	Tombino scatolare 6.00x5.00 m
Fiume San Leonardo	8	6+400	Viadotto "San Leonardo" $L_{DX}=223$ m - $L_{SX}=224$ m

C.2.1 Ipotesi di calcolo

Sezioni di calcolo

La geometria delle sezioni di deflusso dei corsi d'acqua e delle opere esistenti è stata definita attraverso rilievi topografici specifici. I dati raccolti sono riportati negli elaborati "Rilievi topografici- Sezioni batimetriche di rilievo" (D01-T1Lx-RI000-1-EZ-00x-0A).

Portata di verifica

Come detto precedentemente, la portata di verifica è quella corrispondente a tempo di ritorno duecentennale.

Coefficiente di scabrezza

La definizione dei coefficienti di scabrezza caratterizzanti l'alveo dei corsi d'acqua è stata condotta attraverso il metodo di Cowan in cui la stima di n è ricondotta alla conoscenza di una serie di coefficienti che tengono conto della presenza di diversi fattori dissipativi. L'equazione da lui fornita è la seguente:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m$$

dove:

- n_0 è la quota parte di scabrezza corrispondente ad un alveo rettilineo con andamento uniforme e regolare;
- n_1 è il valore aggiuntivo che tiene conto delle irregolarità della superficie dell'alveo;
- n_2 è il contributo alla scabrezza dovuto alle variazioni di forma e dimensioni delle sezioni trasversali lungo il tratto in esame;
- n_3 è il valore che tiene conto di ostruzioni quali detriti, alberi morti, ecc.;
- n_4 è il contributo dovuto alla presenza di vegetazione;
- m è un fattore di correzione per alveo meandriforme.

Per l'attribuzione dei valori ai suddetti coefficienti, corrispondenti alle diverse caratteristiche morfologiche e di ricoprimento presentate dal corso d'acqua, si è fatto riferimento alla Tabella C.10.

Tabella C.10: parametri per la valutazione del coefficiente di scabrezza dell'alveo mediante l'equazione di Cowan

Materiale	n_0	Calcestruzzo	0.012 - 0.018
		Argilla e limo	0.025 - 0.032
		Sabbia	0.026 - 0.033
		Ghiaia	0.028 - 0.035
		Ciottoli	0.030 - 0.050
		Massi	0.040 - 0.070
Grado di irregolarità	n_1	Regolare	0.000
		Minimo	0.001 - 0.005
		Moderato	0.006 - 0.010
		Elevato	0.011 - 0.020
Variazione della sezione di deflusso	n_2	Graduali	0.000
		Alternanze occasionali	0.001 - 0.005
		Alternanze frequenti	0.010 - 0.015
Effetti di ostacolo al deflusso	n_3	Trascurabile	0.000 - 0.004
		Minimo	0.005 - 0.015
		Apprezzabile	0.020 - 0.030
		Elevato	0.040-0.050
Grado di ricoprimento vegetale	n_4	Basso	0.001 - 0.010
		Medio	0.010 - 0.025
		Elevato	0.025 - 0.050
		Molto elevato	0.050 - 0.100
		Estremo	0.100 - 0.200
Grado di meandrazione	m	Minimo	1.00
		Medio	1.15
		Elevato	1.30

La definizione dei coefficienti di scabrezza caratterizzanti le zone golenali interessate dall'onda di piena è stata condotta attraverso l'equazione di Cowan modificata, secondo cui:

$$n = n_0 + n_1 + n_3 + n_4$$

dove:

- n_0 è la quota parte di scabrezza corrispondente ad una zona golenale con andamento uniforme e regolare;
- n_1 è il valore aggiuntivo che tiene conto delle irregolarità della superficie della zona golenale (p.e. depressioni);
- n_3 è il valore che tiene conto di ostruzioni quali detriti, alberi morti, ecc.;

- n_4 è il contributo dovuto alla presenza di vegetazione.

Per l'attribuzione dei valori ai suddetti coefficienti, corrispondenti alle diverse caratteristiche morfologiche e di ricoprimento presentate dalle zone golenali, si è fatto riferimento alla Tabella C.11.

Tabella C.11: parametri per la valutazione del coefficiente di scabrezza delle zone golenali mediante l'equazione di Cowan

Materiale	n_0	Calcestruzzo	0.012 - 0.018
		Argilla e limo	0.025 - 0.032
		Sabbia	0.026 - 0.033
		Ghiaia	0.028 - 0.035
		Ciottoli	0.030 - 0.050
		Massi	0.040 - 0.070
Grado di irregolarità	n_1	Regolare	0.000
		Minimo	0.001 - 0.005
		Moderato	0.006 - 0.010
		Elevato	0.011 - 0.020
Effetti di ostacolo al deflusso	n_3	Trascurabile	0.000 - 0.004
		Minimo	0.004 - 0.005
		Apprezzabile	0.020 - 0.030
Grado di ricoprimento vegetale	n_4	Basso	0.001 - 0.010
		Medio	0.010 - 0.025
		Elevato	0.025 - 0.050
		Molto elevato	0.050 - 0.100
		Estremo	0.100 - 0.200

Condizioni al contorno

L'analisi sviluppata è stata un'analisi di moto stazionario di tipo misto (mixed flow). Quali condizioni al contorno di monte e di valle si è assunto l'uguaglianza delle pendenze della linea dell'energia con quella di fondo alveo, nell'ipotesi di moto uniforme in corrispondenza delle sezioni estreme a monte ed a valle. Tali sezioni sono sempre a notevole distanza da quella di interesse (attraversamento) cosicché i profili di rigurgito sono influenzati in maniera trascurabile da tali condizioni.

Per le modellazioni dei Fiumi Reina, Zena e Margi si è assunto, quale condizione di valle, l'altezza della corrente rispettivamente dei fiumi San Leonardo, Reina e Zena, in cui confluiscono.

C.2.2 Vallone delle Coste

L'infrastruttura in progetto attraversa il Vallone delle Coste mediante un viadotto costituito da:

- carreggiata destra) 6 campate per una lunghezza complessiva pari a 293 m;
- carreggiata sinistra) 6 campate per una lunghezza complessiva pari a 288 m.

Il viadotto è realizzato in variante rispetto all'attuale S.S.514, a valle della stessa.

Il corso d'acqua transita al di sotto del viadotto tra la pila 4 e la pila 4 della carreggiata destra e tra la pila 4 e la pila 4 della carreggiata sinistra.

Come evidente dalle tabelle sotto riportate è abbondantemente garantito il franco idraulico.

Non si hanno variazioni tra le condizioni ante operam e post operam in quanto l'onda di piena non interessa le pile del viadotto.

Tabella C.12: Vallone delle coste – verifica del franco idraulico

Q (T200)	sez. calcolo	q min. intradosso	WS	Franco
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
55.62	7.5	486.23	471.43	14.80

Tabella C.13: Vallone delle coste – confronto tra le condizioni ante operam e post operam

Q (T200)	sez. calcolo	WS AO	WS PO	Δ
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
55.62	7.5	471.43	471.43	0.00

C.2.3 Cava San Marco

L'attraversamento della Cava San Marco è realizzato mediante il prolungamento nel tratto di valle dell'attuale opera costituita da un tombino scatolare a doppia canna, ciascuna di larghezza interna pari a 3,50 m ed altezza variabile tra 3,50 m (imbocco) e 3,30 m (sbocco).

Il funzionamento del tombino è in condizioni di inlet control; il profilo di rigurgito è tale da transitare in condizioni critiche all'imbocco, procedendo all'interno delle canne e allo sbocco in corrente veloce.

La condizione di maggiore criticità si ha, dunque, all'imbocco dello scatolare, in cui, comunque, è garantito il corretto franco.

Tabella C.14: Cava San Marco – verifica del franco idraulico

Q (T200)	sez. calcolo	Livello idrico	Quota fondo	Tirante idrico	Franco	
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(m)	(%)
30.51	5.15 U	378.64	377.39	1.25	2.25	64.29

L'intervento in progetto (prolungamento del tombino) non comporta alcuna variazione tra le condizioni ante operam e post operam in quanto il funzionamento del tombino è regolato dalle dimensioni interne della sezione di imbocco, le quali rimangono invariate.

C.2.4 Fosso Contrada Cassarella

L'attraversamento del Fosso Contrada Cassarella è realizzato mediante il prolungamento dell'attuale opera costituita da un tombino scatolare a doppia canna, di dimensioni interne pari a 3,30 m x 3,30 m.

Il funzionamento del tombino è in condizioni di outlet control; il profilo di rigurgito è tale da transitare in condizioni critiche all'imbocco, procedendo all'interno delle canne e allo sbocco in corrente veloce.

La condizione di maggiore criticità si ha, dunque, all'imbocco dello scatolare, in cui, comunque, è garantito il corretto franco.

Tabella C.15: Fosso Contrada Cassarella – verifica del franco idraulico

Q (T200)	sez. calcolo	Livello idrico	Quota fondo	Tirante idrico	Franco	
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(m)	(%)
38.64	7.15 U	336.32	334.80	1.52	1.78	53.94

L'intervento in progetto (prolungamento del tombino) non comporta alcuna variazione tra le condizioni ante operam e post operam in quanto il funzionamento del tombino è regolato dalle dimensioni interne della sezione di imbocco, le quali rimangono invariate.

C.2.5 Fosso Contrada Coffa

L'attraversamento del Fosso Contrada Coffa è realizzato mediante il prolungamento dell'attuale opera costituita da un tombino scatolare a doppia canna, di dimensioni interne pari a 4,00 m x 4,50 m.

Il funzionamento del tombino è in condizioni di outlet control; il profilo di rigurgito è tale da transitare in condizioni critiche all'imbocco, procedendo all'interno delle canne e allo sbocco in corrente veloce.

La condizione di maggiore criticità si ha, dunque, all'imbocco dello scatolare, in cui, comunque, è garantito il corretto franco.

Tabella C.16: Fosso Contrada Coffa – verifica del franco idraulico

Q (T200)	sez. calcolo	Livello idrico	Quota fondo	Tirante idrico	Franco	
					(m)	(%)
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(m)	(%)
35.16	4.15 U	333.55	332.30	1.25	3.25	72.22

L'intervento in progetto (prolungamento del tombino) non comporta alcuna variazione tra le condizioni ante operam e post operam in quanto il funzionamento del tombino è regolato dalle dimensioni interne della sezione di imbocco, le quali rimangono invariate.

C.2.6 Torrente Para

L'attuale S.S. 514 attraversa il Torrente Para mediante un ponte di luce pari a 21 m circa. Il presente progetto prevede la demolizione dell'attuale opera e la realizzazione di un nuovo ponte di luce pari a 32 m.

L'onda di piena corrispondente a tempo di ritorno duecentennale, che nelle condizioni ante operam andava ad interessare (seppur in minima parte) la spalla in sinistra idraulica, non interferisce in alcun modo con l'opera in progetto.

Grazie all'incremento della luce del ponte e ad interventi di sistemazione idraulica sulle sponde del corso d'acqua, si ottiene un benefico effetto sui livelli di piena, ottenendo una diminuzione di 42 cm (vedi Tabella C.18).

Come evidente dalla Tabella C.17 è garantito un franco idraulico abbondantemente superiore a 1,50 m.

Tabella C.17: Torrente Para – verifica del franco idraulico

Q (T200)	sez. calcolo	q min. intradosso	WS	Franco
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
169.38	5.2	320.19	313.31	6.88

Tabella C.18: Torrente Para – confronto tra le condizioni ante operam e post operam

Q (T200)	sez. calcolo	WS AO	WS PO	Δ
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
169.38	5.2	313.73	313.31	-0.42

C.2.7 Torrente Sugarello

L'attraversamento del Torrente Sugarello è realizzato mediante il prolungamento dell'attuale opera costituita da un tombino scatolare a doppia canna, di dimensioni interne pari a 4,00 m x 4,50 m.

Il funzionamento del tombino è in condizioni di inlet control; il profilo di rigurgito è tale da transitare in condizioni critiche all'imbocco, procedendo all'interno delle canne e allo sbocco in corrente veloce.

La condizione di maggiore criticità si ha, dunque, all'imbocco dello scatolare, in cui, comunque, è garantito il corretto franco.

Tabella C.19: Torrente Sugarello – verifica del franco idraulico

Q (T200)	sez. calcolo	Livello idrico	Quota fondo	Tirante idrico	Franco	
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(m)	(%)
45.98	7.15 U	318.36	316.86	1.50	3.00	66.67

C.2.8 Torrente Sperlinga

L'attraversamento del Torrente Sperlinga è realizzato mediante il prolungamento dell'attuale opera costituita da un tombino scatolare di dimensioni interne pari a 4,00 m x 3,00 m.

Il funzionamento del tombino è in condizioni di outlet control; il profilo di rigurgito è tale da transitare in condizioni critiche all'imbocco, procedendo all'interno delle canne e allo sbocco in corrente veloce.

La condizione di maggiore criticità si ha, dunque, all'imbocco dello scatolare, in cui, comunque, è garantito il corretto franco.

Tabella C.20: Torrente Sperlinga – verifica del franco idraulico

Q (T200)	sez. calcolo	Livello idrico	Quota fondo	Tirante idrico	Franco	
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(m)	(%)
32.96	7.25 U	319.74	317.83	1.91	1.09	36.33

L'intervento in progetto (prolungamento del tombino) non comporta alcuna variazione tra le condizioni ante operam e post operam in quanto il funzionamento del tombino è regolato dalle dimensioni interne della sezione di imbocco, le quali rimangono invariate.

C.2.9 Fiume Dirillo

L'infrastruttura in progetto attraversa il Fiume Dirillo mediante un viadotto di lunghezza complessiva pari a 226 m (6 campate: 33 m + 4 da 40 m + 33 m). E' prevista la demolizione dell'attuale viadotto (di lunghezza pari a 225 m - 6 campate da 37,5 m) ed il suo rifacimento.

Come evidente dalle tabelle sotto riportate è abbondantemente garantito il franco idraulico.

Non si hanno variazioni significative tra le condizioni ante operam e post operam in quanto l'opera in progetto ricalca in massima parte quella esistente.

Tabella C.21: Fiume Dirillo – verifica del franco idraulico

Q (T200)	sez. calcolo	q min. intradosso	WS	Franco
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
590.71	7.3	246.73	238.40	8.33

Tabella C.22: Fiume Dirillo– confronto tra le condizioni ante operam e post operam

Q (T200)	sez. calcolo	WS AO	WS PO	Δ
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
590.71	7.3	238.39	238.40	0.01

L'onda di piena interessa in parte il rilevato di approccio alla spalla 2 del viadotto in progetto cosicché è stata prevista una protezione dello stesso con gabbioni metallici al piede e materassi tipo Reno lungo le scarpate.

C.2.10 Torrente Fiumicello

L'attraversamento del Torrente Fiumicello avviene grazie al Viadotto "Piano delle Rose" di lunghezza complessiva pari a 325 m (campate: 35 m + 40 m + 55 m + 65 m + 70 m + 60 m), realizzato in variante rispetto all'attuale S.S.514, a valle della stessa.

Come evidente dalle modellazioni idrauliche l'onda di piena è contenuta all'interno dell'alveo, il quale si presenta fortemente inciso in corrispondenza dell'attraversamento in progetto.

Al fine di evitare possibili divagazioni dell'alveo con conseguente possibile scalzamento alla fondazione della pila 4 della carreggiata destra è prevista una protezione spondale in materassi tipo Reno.

Come evidente dalle tabelle sotto riportate è abbondantemente garantito il franco idraulico.

Tabella C.23: Torrente Fiumicello – verifica del franco idraulico

Q (T200)	sez. calcolo	q min. intradosso	WS	Franco
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
40.36	5	506.47	466.07	40.40

Tabella C.24: Torrente Fiumicello– confronto tra le condizioni ante operam e post operam

Q (T200)	sez. calcolo	WS AO	WS PO	Δ
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
40.36	5	466.32	466.07	-0.25

C.2.11 Torrente Canale

L'infrastruttura in progetto attraversa il Torrente Canale mediante un ponte di luce pari a 23,50 m, da realizzarsi a seguito della demolizione dell'attuale opera, la quale è caratterizzata dalla stessa geometria

Come evidente dalle tabelle sotto riportate è garantito il corretto franco idraulico.

Tabella C.25: Torrente Canale – verifica del franco idraulico

Q (T200)	sez. calcolo	q min. intradosso	WS	Franco
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
58.45	5.2	104.74	101.56	3.18

Tabella C.26: Torrente Canale– confronto tra le condizioni ante operam e post operam

Q (T200)	sez. calcolo	WS AO	WS PO	Δ
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
58.45	5.2	103.14	101.56	-1.58

Al fine di evitare possibili scalzamenti in corrispondenza delle fondazioni delle spalle è previsto un rivestimento delle sponde del corso d'acqua con gabbioni metallici riempiti in pietrame dello spessore di 50 cm.

C.2.12 Fiume Barbaianni

Il tracciato in progetto attraversa il Fiume Barbaianni mediante un viadotto a due campate. la prima, di lunghezza 40 m, garantisce il transito dell'onda di piena nell'area golenale in sinistra idraulica; la seconda, da 41 m, permette l'attraversamento dell'alveo. Dalle modellazioni idrauliche si è evinto che durante il passaggio dell'onda di piena non sono interessate aree in destra idraulica.

L'opera è realizzata in variante rispetto all'attuale S.S.194, circa 60 m a valle della stessa.

E' previsto un intervento di protezione spondale del corso d'acqua realizzata mediante gabbionate metalliche riempite in pietrame. E' prevista, inoltre, la disposizione di gabbioni anche sul fondo alveo per una distanza pari a 5.5 m dalle sponde cosicché eventuali fenomeni

di escavazione possano essere mantenuti a distanza tale da non compromettere la stabilità delle protezioni spondali. Tale intervento ha permesso di incrementare la sezione di deflusso con conseguenti effetti benefici in termini di sicurezza idraulica: il livello di piena in corrispondenza dell'attraversamento diminuisce di circa 60 cm nelle condizioni post operam. Transitando la piena in regime di corrente lenta, tale effetto positivo si ripercuote sulle sezioni di monte, incrementando la sicurezza idraulica delle due opere di attraversamento presenti a monte di quella in progetto.

I rilevati di approccio al viadotto non sono interessati dal transito dell'onda di piena.

Come evidente dalle tabelle sotto riportate è garantito il corretto franco idraulico.

Tabella C.27: Fiume Barbaiani – verifica del franco idraulico

Q (T200)	sez. calcolo	q min. intradosso	WS	Franco
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
428.57	7.9	51.48	49.56	1.92

Tabella C.28: Fiume Barbaiani– confronto tra le condizioni ante operam e post operam

Q (T200)	sez. calcolo	WS AO	WS PO	Δ
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
428.57	7.9	50.14	49.56	-0.58

C.2.13 Torrente Margi

L'opera di attraversamento del Torrente Margi è costituita da un viadotto a tre campate di lunghezza complessiva pari a 110 m (30 m + 50 m + 30 m).

Il corso d'acqua si presenta fortemente inclinato rispetto al tracciato stradale (circa 45°) cosicché sono state previste pile circolari al fine di minimizzare l'interazione con l'onda di piena.

L'opera è realizzata in variante rispetto all'attuale S.S.194, circa 25 m a monte della stessa.

E' previsto un intervento di protezione spondale del corso d'acqua realizzata mediante gabbionate metalliche riempite in pietrame. E' prevista, inoltre, la disposizione di gabbioni anche sul fondo alveo per una distanza pari a 5,5 m dalle sponde cosicché eventuali fenomeni

di escavazione possano essere mantenuti a distanza tale da non compromettere la stabilità delle protezioni spondali.

Tale intervento ha permesso di incrementare leggermente la sezione di deflusso cosicché il livello di piena in corrispondenza dell'attraversamento diminuisce di 6 cm nelle condizioni post operam.

I rilevati di approccio al viadotto non sono interessati dal transito dell'onda di piena.

Come evidente dalle tabelle sotto riportate è garantito il corretto franco idraulico.

Tabella C.29: Torrente Margi – verifica del franco idraulico

Q (T200)	sez. calcolo	q min. intradosso	WS	Franco
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
341.33	18	35.99	34.17	1.82

Tabella C.30: Torrente Margi– confronto tra le condizioni ante operam e post operam

Q (T200)	sez. calcolo	WS AO	WS PO	Δ
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
341.33	18	34.23	34.17	-0.06

C.2.14 Fosso Contrada Canneddazza

L'attuale attraversamento del Fosso Contrada Canneddazza è costituito da un ponticello di luce pari a 11 m, con soglia di fondo in calcestruzzo ed altezza utile di deflusso pari a 3,40 m.

Dalle analisi idrauliche si evince che tale opera non garantisce il transito dell'onda di piena in condizioni di sicurezza, essendo il franco rispetto alla quota di intradosso di soli 34 cm.

Per tale ragione è prevista la sua demolizione e la costruzione di un nuovo ponte di luce pari a 15,70 m. Nell'ambito delle lavorazioni, sarà realizzato un intervento di sistemazione idraulica del corso d'acqua mediante l'utilizzo di gabbioni metallici riempiti con pietrame che prevede, tra l'altro, una riprofilatura ed un abbassamento del fondo alveo.

Come evidente dalle tabelle sotto riportate viene così garantito il corretto franco idraulico.

Tabella C.31: Fosso Contrada Cannedazza – verifica del franco idraulico

Q (T200)	sez. calcolo	q min. intradosso	WS	Franco
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
124.06	3.2	32.15	30.45	1.70

Tabella C.32: Fosso Contrada Cannedazza – confronto tra le condizioni ante operam e post operam

Q (T200)	sez. calcolo	WS AO	WS PO	Δ
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
124.06	3.2	32.32	30.45	-1.87

C.2.15 Fosso Buonafede

L'infrastruttura in progetto attraversa il Fosso Buonafede in un tratto in variante rispetto all'attuale S.S. 194.

Il corso d'acqua si presenta contenuto entro arginature che svolgono la funzione di contenimento del rigurgito in occasione del transito dell'onda di piena del Fiume Zena, in cui il Fosso Buonafede confluisce circa 250 a valle dell'attraversamento in progetto.

E' prevista la realizzazione di un ponte di luce pari a 45 m con spalle esterne rispetto ai corpi arginali. E' stato garantito un tirante d'aria di almeno 50 cm tra la quota di sottotrave e la testa degli argini, al fine di consentire le operazioni di manutenzione.

Pertanto, non essendo interessato il corso d'acqua dall'opera in progetto, è stata condotta un'unica modellazione per le condizioni ante operam e post operam.

Tabella C.33: Fosso Buonafede – verifica del franco idraulico

Q (T200)	sez. calcolo	q min. intradosso	WS	Franco
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
41.91	4	25.03	21.14	3.89

Tabella C.34: Fosso Buonafede – confronto tra le condizioni ante operam e post operam

Q (T200)	sez. calcolo	WS AO	WS PO	Δ
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
41.91	4	21.14	21.14	0.00

C.2.16 Canale Lentini

Nel tratto di interesse per l'infrastruttura in progetto, il Canale Lentini è caratterizzato da una sezione rettangolare di larghezza pari a 6 m, con pareti rivestite in calcestruzzo. Il fondo alveo risulta fortemente vegetato.

L'opera di attraversamento è costituita da un tombino scatolare di dimensioni interne 6.00 x 5.00 m.

Al fine di garantire la sicurezza dell'area in sinistra idraulica, ove è posto la S.P. 16 e lo svincolo di Lentini Ospedale, si prevede la realizzazione di un argine in gabbioni metallici riempiti con pietrame intasato con calcestruzzo.

Come evidente dalla tabella sottostante è garantito il corretto franco idraulico

Tabella C.35: Canale Lentini – verifica del franco idraulico

Q (T200)	sez. calcolo	Livello idrico	Quota fondo	Tirante idrico	Franco	
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(m)	(%)
76.64	6.9 D	21.79	18.38	3.41	1.59	31.80

C.2.17 Fiume San Leonardo

L'infrastruttura in progetto attraversa il Fiume San Leonardo mediante un viadotto costituito da:

- carreggiata destra) 5 campate di nuova realizzazione (3 campate centrali da 66.0 m, 2 campate di riva da 33.0m) per una lunghezza complessiva pari a 264 m;
- carreggiata sinistra) riutilizzo attuale viadotto della S.S. 194 (8 campate da 33 m).

La scelta delle luci del nuovo viadotto, posto in stretto affiancamento ed a valle di quello esistente, è stata dettata dalla scansione delle campate di quest'ultimo, al fine di disporre le nuove strutture allineate con le pile dell'attuale opera, parallele al filone principale della corrente.

Le nuove pile sono caratterizzate da fusti con profilo arrotondato di larghezza pari a 1,60 m in modo tale che il loro spessore risulti più contenuto rispetto a quelle attuali (di larghezza pari a 2,00 m).

Tale soluzione progettuale permette di non modificare in alcun modo le condizioni di deflusso dell'onda di piena rispetto alle condizioni ante operam (per tale motivo le modellazioni idrauliche relative alle condizioni ante operam e post operam coincidono), le quali sono tali da soddisfare le verifiche idrauliche dell'opera.

Per perseguire il perfetto allineamento con le strutture esistenti, sono previste pile in alveo; la possibilità di inserire pile è richiamata nel cap.5 DM2008: *"Qualora eccezionalmente fosse necessario realizzare pile in alveo, la luce minima tra pile contigue, misurata ortogonalmente al filone principale della corrente, non dovrà essere inferiore a 40 metri"*.

Al fine di evitare possibili divagazioni dell'alveo con conseguente interessamento delle fondazioni delle pile più prossime ad esso è prevista una protezione spondale in gabbioni metallici riempiti con pietrame.

I rilevati di approccio al viadotto non sono interessati dal transito dell'onda di piena.

Come evidente dalle tabelle sotto riportate è garantito il corretto franco idraulico e come già ricordato non si hanno variazioni del livello idrico tra le condizioni attuali e quelle post operam.

Tabella C.36: Fiume San Leonardo – verifica del franco idraulico

Q (T200)	sez. calcolo	q min. intradosso	WS	Franco
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
1151.72	4	14.22	11.54	2.68

Tabella C.37: Fiume San Leonardo – confronto tra le condizioni ante operam e post operam

Q (T200)	sez. calcolo	WS AO	WS PO	Δ
(mc/s)	(-)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
1151.72	4	11.49	11.49	0.00

C.3 Corsi d'acqua secondari

Per l'attraversamento dei corsi d'acqua minori saranno realizzati tombini scatolari o circolari, di diametro non inferiore a 1,5 m.

La verifica è stata condotta nell'ipotesi di moto uniforme, mediante la relazione di Chezy, con riferimento a portate corrispondenti a tempo di ritorno duecentennale.

$$Q = K_s R_H^{2/3} A i^{1/2} (m^3 / s)$$

dove:

- K_s = coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler (assunto pari a $70 m^{1/3}/s$);
- A = area della sezione bagnata (m^2);
- R_H = raggio idraulico (m);
- i = pendenza motrice coincidente con la pendenza del fondo (m/m).

Come evidente dalle tabelle sottostanti, è stato garantito un franco superiore al 30% dell'altezza utile della sezione di deflusso e comunque superiore a 75 cm.

Non si ritiene significativo effettuare verifiche su alcune piccole incisioni attraversate dall'infrastruttura mediante viadotti a più campate e di notevole altezza, non interessando tali depressioni in alcun modo le opere in progetto (vedi viadotti Lotti 3, 4 e 5).

Tabella C.38: corsi d'acqua minori – attraversamenti con tombini scatolari

Lotto n°	Progressiva stradale (km)	Dimensioni interne (m)	Q (Tr 200) (mc/s)	Pendenza fondo (m/m)	Tirante idrico (m)	Grado di riempimento (%)	Franco		h critica (m)	Franco (m)
							(m)	(%)		
1	6+130	3.50x3.50	39,99	0,0440	1,04	29,60	2,46	70,40	2,37	1,13
2	0+280	2*(3.30x3.30)	45,12	0,0124	1,14	34,56	2,16	65,44	1,68	1,62
2	2+909	3.00x2.00	29,53	0,0250	1,17	58,73	0,83	41,27	2,15	-0,15
2	4+355	5.00x3.00	27,09	0,0248	0,72	24,10	2,28	75,90	1,44	1,56
3	0+594	4.00x3.00	42,40	0,0200	1,27	42,27	1,73	57,73	2,25	0,75
3	2+344	3.00x2.00	28,08	0,0200	1,23	61,42	0,77	38,58	2,07	-0,07
5	4+437	4.00x3.00	23,47	0,0100	1,07	35,58	1,93	64,42	1,52	1,48
7	7+248	5.00x2.50	39,29	0,0100	1,26	50,49	1,24	49,51	1,85	0,65
7	11+190	6.00x2.00	50,27	0,0150	1,12	55,99	0,88	44,01	1,93	0,07
8	1+138	3.00x2.00	9,79	0,0035	1,08	53,80	0,92	46,20	1,03	0,97
8	2+368	3.00x2.50	25,13	0,0100	1,46	58,49	1,04	41,51	1,93	0,57
8	2+383	6.00x2.50	33,93	0,0030	1,48	59,30	1,02	40,70	1,48	1,02
8	3+393	4.00x2.00	10,00	0,0041	0,81	40,35	1,19	59,65	0,86	1,14
8	3+532	4.00x2.00	20,28	0,0050	1,23	61,43	0,77	38,57	1,38	0,62
8	7+137	4.00x2.50	28,81	0,0050	1,58	63,24	0,92	36,76	1,74	0,76
8	7+581	3.00x2.50	17,56	0,0050	1,45	57,96	1,05	42,04	1,52	0,98
8	7+933	3.00x3.00	50,83	0,0250	1,76	58,72	1,24	41,28	3,08	-0,08

Tabella C.39: corsi d'acqua minori – attraversamenti con tombini circolari

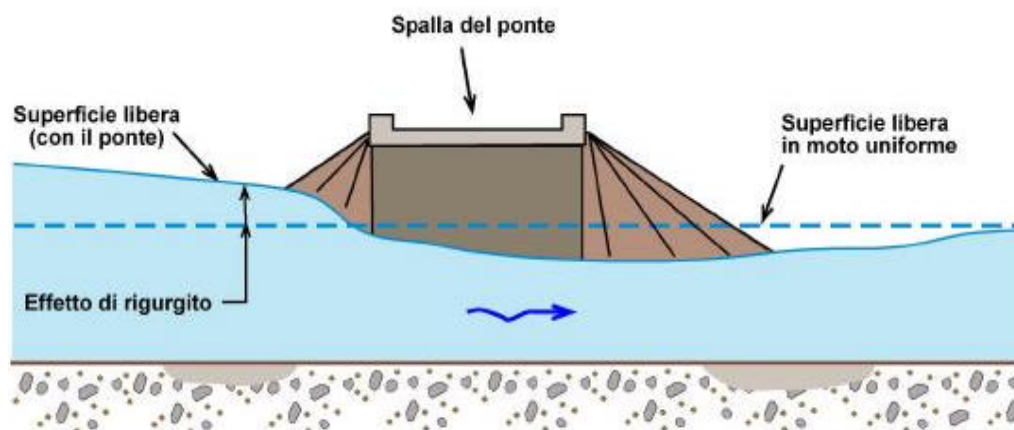
Lotto n°	Progressiva stradale (km)	Diametro (mm)	Q (Tr 200) (mc/s)	Pendenza fondo (m/m)	Tirante idrico (m)	Grado di riempimento (%)	Franco	
							(m)	(%)
1	6+788	2000	4,16	0,093	0,42	21,20	1,58	78,80
1	7+836	2000	4,63	0,100	0,44	21,96	1,56	78,04
1	8+778	2000	9,02	0,062	0,70	34,90	1,30	65,10
1	9+434	2000	7,57	0,094	0,57	28,58	1,43	71,42
3	2+613	2000	9,39	0,015	1,06	53,12	0,94	46,88
3	3+351	2000	5,96	0,005	1,13	56,31	0,87	43,69
3	3+774	2000	7,35	0,010	1,04	51,81	0,96	48,19
3	4+198	2000	10,58	0,015	1,14	57,18	0,86	42,82
3	5+733	2000	6,11	0,020	0,77	38,35	1,23	61,65
3	6+932	1500	1,24	0,030	0,34	22,49	1,16	77,51
3	7+750	3000	1,92	0,087	0,26	8,80	2,74	91,20
3	7+870	1500	2,41	0,020	0,53	35,13	0,97	64,87
5	5+213	1500	1,59	0,050	0,34	22,42	1,16	77,58
5	5+321	1500	3,26	0,020	0,62	41,35	0,88	58,65
6	3+309	2000	6,03	0,050	0,60	29,92	1,40	70,08
6	9+680	2000	6,93	0,036	0,70	35,17	1,30	64,83
7	3+049	2000	11,21	0,030	0,96	48,05	1,04	51,95
8	2+619	2000	2,68	0,003	0,82	41,06	1,18	58,94

D FENOMENI IDRODINAMICI E MORFOLOGICI INDOTTI DALL'INTERAZIONE DELL'ALVEO CON LE OPERE VIARIE

D.1 Premessa

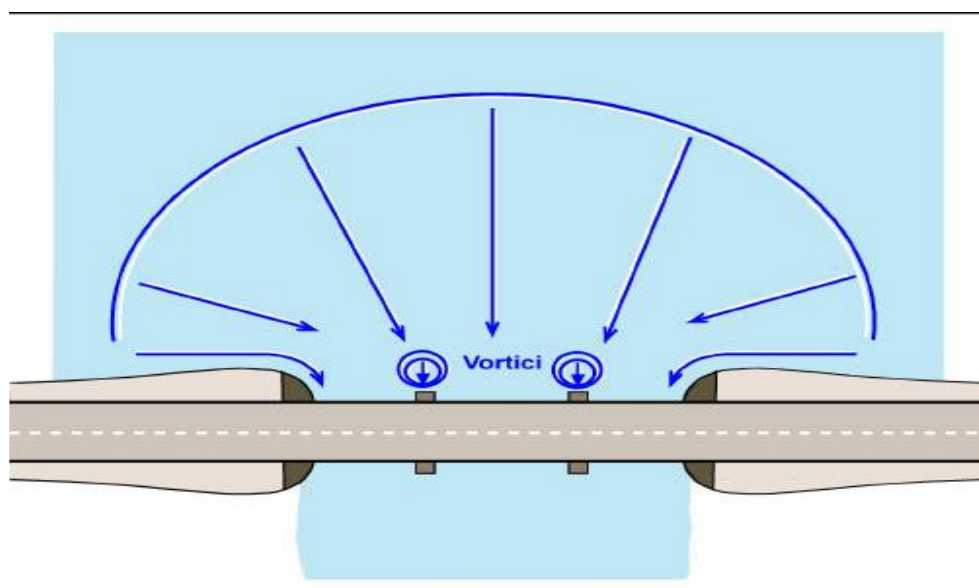
L'analisi idraulica di un attraversamento deve tenere conto dei fenomeni di tipo geomorfologico che interessano l'alveo, siano essi naturali che derivanti da fattori antropici e, in particolare, dagli effetti indotti dall'attraversamento stesso. L'obiettivo principale è stimare il grado di stabilità e le tendenze evolutive in rapporto alle correlazioni esistenti tra i diversi fattori interagenti. I corsi d'acqua sono intrinsecamente un sistema dinamico, che tende a modificare le sue caratteristiche, secondo processi che possono essere lenti o rapidi in risposta a sollecitazioni diverse. Le modificazioni possono riguardare le erosioni di sponda, il deposito dei sedimenti con formazione di isole, l'abbassamento del fondo alveo. Molti corsi d'acqua naturali dimostrano un accentuato grado di instabilità naturale, mentre in altri casi i fenomeni di instabilità sono prevalentemente da ricondurre all'effetto di fattori antropici. I fenomeni che maggiormente influenzano le verifiche idrauliche di un ponte sono quelli che riguardano l'instabilità planimetrica dell'alveo, in rapporto alla posizione e all'orientamento delle luci del ponte, e quelli relativi all'abbassamento del fondo alveo, in relazione ai fenomeni di scalzamento sulle opere di sostegno dell'impalcato collocate in alveo, ovvero le pile e le spalle. Queste opere, se poste all'interno della sezione di deflusso, provocano il restringimento della sezione stessa e, conseguentemente, la variazione dell'assetto idrometrico della corrente in particolare durante il deflusso della portata di piena. Il fenomeno idraulico più visibilmente rilevante è l'aumento del tirante idrico a monte dell'ostacolo (rialzo idraulico). Tali aspetti sono stati affrontati nel cap. C.

Figura D.1: effetto di rigurgito (innalzamento del profilo idrico) a monte dell'ostacolo



Il secondo ma non meno importante fenomeno idraulico da considerare è l'erosione localizzata che si verifica alla base delle opere di fondazione in alveo. Il moto della corrente in corrispondenza del ponte risente delle maggiori velocità provocate dal restringimento di sezione; alla velocità in corrispondenza delle strutture del ponte sono correlati l'elevata turbolenza e i vortici che determinano i fenomeni di scalzamento sulle fondazioni delle spalle e delle pile, con potenziali problemi di stabilità alla struttura

Figura D.2: Schematizzazione del campo di moto in prossimità dell'attraversamento



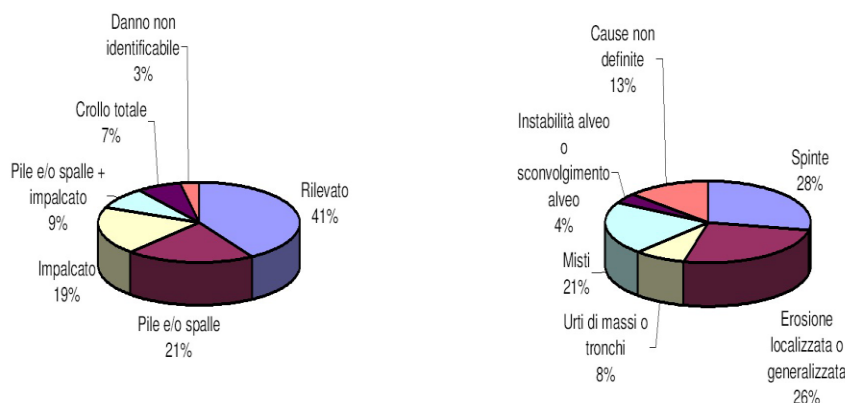
D.2 Vulnerabilità idraulica dei ponti per fenomeni erosivi

L'elevata vulnerabilità delle strutture di attraversamento fluviale all'azione della corrente è dimostrata dall'occorrenza di danneggiamenti o crolli delle medesime, in occasione di eventi alluvionali significativi. Le conseguenze, potenzialmente calamitose, dell'insufficienza idraulica dei ponti pongono la valutazione della loro vulnerabilità fra le esigenze primarie degli Enti preposti alla pianificazione ed alla tutela della sicurezza idraulica del territorio. Un'indagine su un campione di circa 400 ponti investiti da 8 distinti eventi alluvionali relativa alla situazione nazionale (*Ballio et al.*, 1998) evidenzia come i fenomeni erosivi localizzati siano responsabili di buona parte dei casi di deficienza delle strutture. Le tipologie di danno primario ai ponti riscontrate in detta indagine sono riassunte nel grafico riportato nella Figura D.3 (a sinistra), che riporta anche l'indicazione della relativa frequenza di accadimento; esse possono essere divise nelle seguenti classi principali:

- cedimento delle pile o delle spalle del ponte a causa di erosione alla base delle relative fondazioni;

- lesione o distruzione dell'impalcato;
- crollo totale o parziale del rilevato di accesso.

Figura D.3: Elementi strutturali dei manufatti di attraversamento danneggiati a seguito di eventi alluvionali (a sx) e cause di danno primario subito dai ponti (a dx). Dati desunti da Ballio et al. (1998)



Le cause di danneggiamento primario sono invece mostrate nel grafico riportato in Figura D.3 (a destra); si noti come l'erosione, sia una delle maggiori cause di vulnerabilità degli attraversamenti considerati, in quanto responsabile del 26% dei danneggiamenti compresi nel campione a disposizione. E' anche interessante osservare che la parte del manufatto più spesso danneggiata è il rilevato di accesso, che è soggetto a danneggiamento con maggior frequenza (41% dei casi) rispetto a pile e spalle dei ponti (26% dei casi), mentre è rilevante anche il numero dei casi che riguardano l'impalcato (19%). Tale peculiare comportamento potrebbe, almeno in prima istanza, essere spiegabile da un lato in base ad una maggiore frequenza nel nostro Paese di rilevati di accesso ai ponti ubicati nelle zone golenali dell'alveo, che potrebbe giustificare la maggiore frequenza dei danni ai rilevati stessi, dall'altro agli effetti della vegetazione fluitata dalla corrente in precedenza che potrebbero giustificare la frequenza piuttosto elevata di danni agli impalcati delle strutture di attraversamento.

D.2.1 Generalità sull'erosione

L'erosione è il risultato dell'azione della corrente fluviale, che mobilita e trasporta i sedimenti d'alveo. I materiali sciolti sono più facilmente erodibili in tempi brevi di quelli coesivi, sebbene le profondità di scavo raggiunte all'equilibrio siano scarsamente dipendenti dalla coesione medesima. L'entità dell'erosione, inoltre, dipende strettamente dal trasporto solido del corso d'acqua. La stima della profondità massima potenzialmente raggiungibile dallo scavo è resa complessa dalla natura ciclica del fenomeno. Le escavazioni, infatti, generalmente raggiungono

le profondità maggiori durante gli eventi alluvionali, in particolare al momento del transito del picco di portata, per poi essere parzialmente o totalmente riempite nella fase di esaurimento dell'idrogramma di piena. Il fenomeno dell'erosione alla base delle pile dei ponti è generalmente costituito dalla sovrapposizione di tre processi, che vengono solitamente stimati indipendentemente per poi sommarne gli effetti. Detti processi sono:

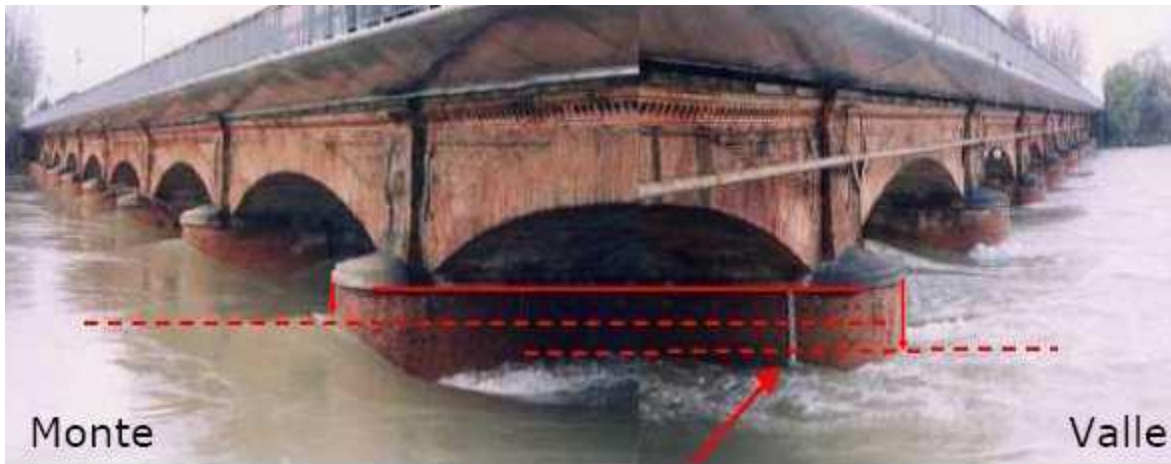
- abbassamento del fondo dell'alveo in prossimità del ponte che non dipende dalla presenza dell'opera fluviale stessa ed è dovuto unicamente al trasporto solido dei sedimenti da parte della corrente fluviale. Le cause più comuni di questo tipo di erosione sono generalmente la variazione del profilo del corso d'acqua o la variazione delle traiettorie della corrente. Entrambe queste variazioni, comportano un cambiamento delle forze di trascinamento e possono quindi portare al superamento della situazione di moto incipiente dando inizio così all'asportazione di materiale (general scour o erosione generalizzata);

Figura D.4: Esempio di erosione generalizzata sul fiume Po



- l'erosione (localizzata) dovuta direttamente alla presenza del ponte che, occupando una parte del letto con le sue fondazioni, riduce la sezione dell'alveo e di conseguenza fa aumentare la velocità della corrente. Così facendo aumentano le forze di trascinamento e quindi, se le condizioni di moto incipiente sono superate, l'entità del trasporto aumenta a sua volta causando erosione su tutta la sezione (contraction scour);

Figura D.5: Scavi in contrazione: la presenza delle pile di ponte provoca un dislivello di circa 40 cm tra monte e valle



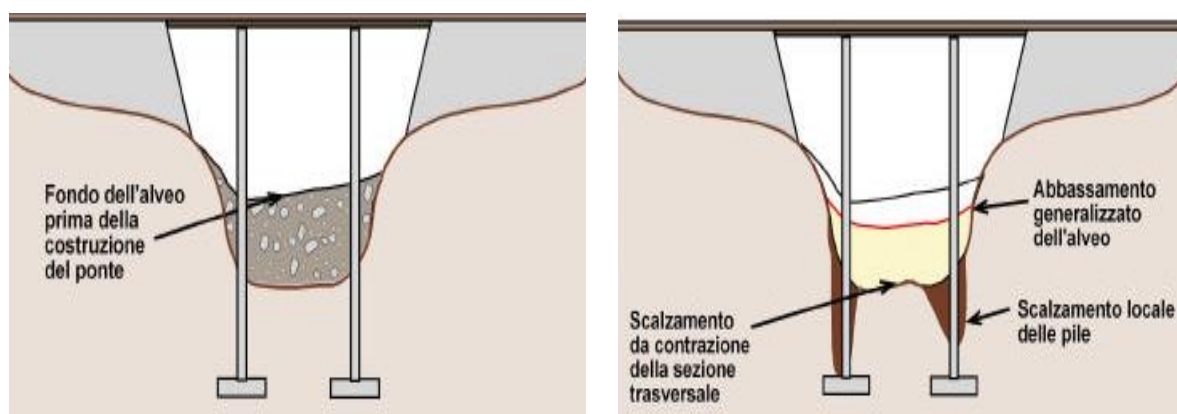
- l'erosione localizzata alla base delle pile e delle spalle del ponte, causata dalle deviazioni del flusso idrico indotte dalla presenza delle strutture in alveo, che causano aumenti locali della velocità della corrente (local scour).L'aumento di velocità e il suo cambio di direzione causano fenomeni di erosione "puntuali" alla base del ponte.

Figura D.6: esempi del fenomeno di erosione localizzata alla base delle pile



La profondità totale di scavo è variabile nel tempo, sia a breve che a lungo termine. Una descrizione accurata del fenomeno non potrebbe quindi prescindere dalla definizione dell'evoluzione temporale dei diversi processi di erosione.

Figura D.7: componenti dello scalzamento nella sezione di un ponte



D.2.2 Abbassamento generalizzato dell'alveo

Il calcolo dell'eventuale abbassamento d'alveo è indispensabile al fine di definire la quota che il fondo alveo assumerebbe in assenza del manufatto, che viene assunta quale quota di riferimento per calcolare l'entità dei fenomeni di erosione localizzata e per scavo di contrazione, questi ultimi, riconducibili alla presenza in alveo del manufatto. Detta quota può variare nel tempo sia per evoluzioni temporali di periodo medio-lungo sia per evoluzioni di periodo più breve, spesso limitato alla durata di un unico evento di piena. L'evoluzione temporale del fenomeno deve in ogni caso essere determinata sulla base di accurate valutazioni idrologiche e idrauliche, queste ultime riferite ad un tratto d'alveo adeguatamente esteso a monte ed a valle dell'opera considerata. La tendenza del fondo alveo ad essere soggetto ad abbassamenti globali può essere desunta da osservazioni dirette, compiute in condizioni di magra. In particolare, è significativa la posizione altimetrica del fondo alveo nei confronti di opere non interferenti con l'attraversamento fluviale e poste a sufficiente distanza da quest'ultimo; ad esempio, la presenza di fondazioni scoperte di opere radenti di difesa spondale è sintomatica di una significativa tendenza all'abbassamento del tronco d'alveo esaminato. La valutazione in prossimità dell'attraversamento della quota del fondo alveo non è semplice, poiché quest'ultima è influenzata dai fenomeni erosivi locali che verranno descritti nei paragrafi successivi. Il livello del pelo libero della corrente in condizioni di magra, qualora il tirante sia trascurabile, può essere un efficace indicatore per risalire alla posizione della quota del fondo a monte e a valle

dell'opera, poiché tende a livellare gli effetti dell'erosione locale in corrispondenza dell'attraversamento.

D.2.3 Fenomeni di erosione localizzata in corrispondenza di pile e spalle di un ponte

Poiché il processo di erosione attiva è il risultato di un'alternanza tra scavo e deposito prodotto dalla corrente, la dinamica della formazione di uno scavo attorno ad opere di sostegno deve essere considerato in termini generali di trasporto solido. Nell'intorno di un ostacolo posto in alveo rapide variazioni di intensità e di distribuzione della velocità possono provocare fenomeni di erosione localizzata, specie quando l'alveo sia composto da materiale incoerente. L'erosione localizzata alla base delle pile o delle spalle è, come visto, una delle cause più frequenti di crollo o danneggiamento dei manufatti di attraversamento fluviale. La causa principale dell'erosione localizzata in corrispondenza delle pile è la formazione di vortici alla loro base, che sono comunemente detti "vortici a ferro di cavallo".

Figura D.8: rappresentazione schematica del processo di escavazione localizzata in corrispondenza di una pila di ponte

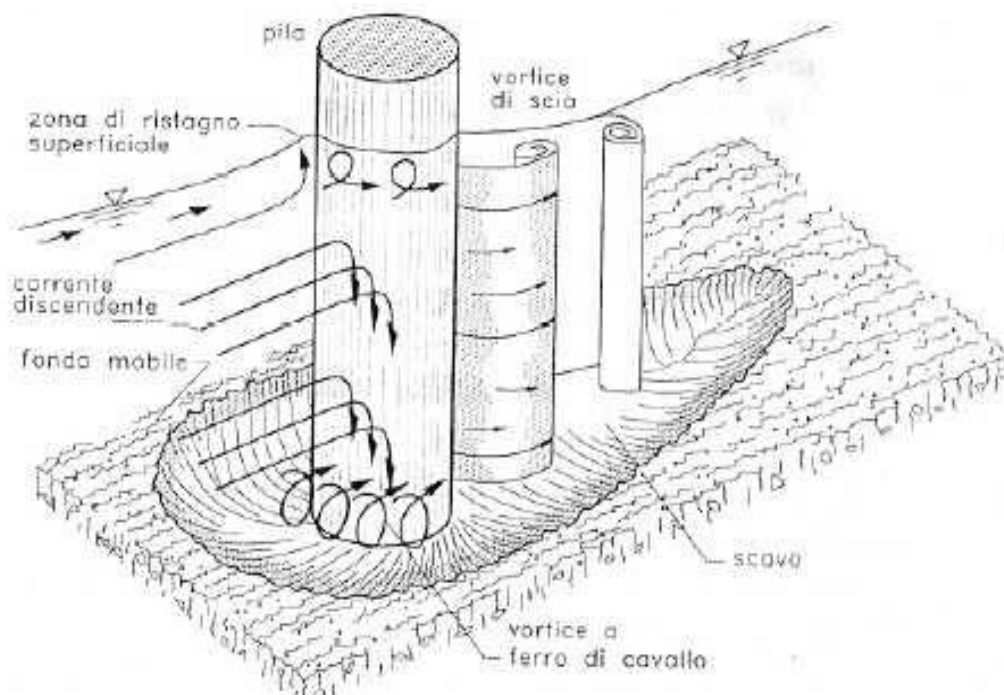
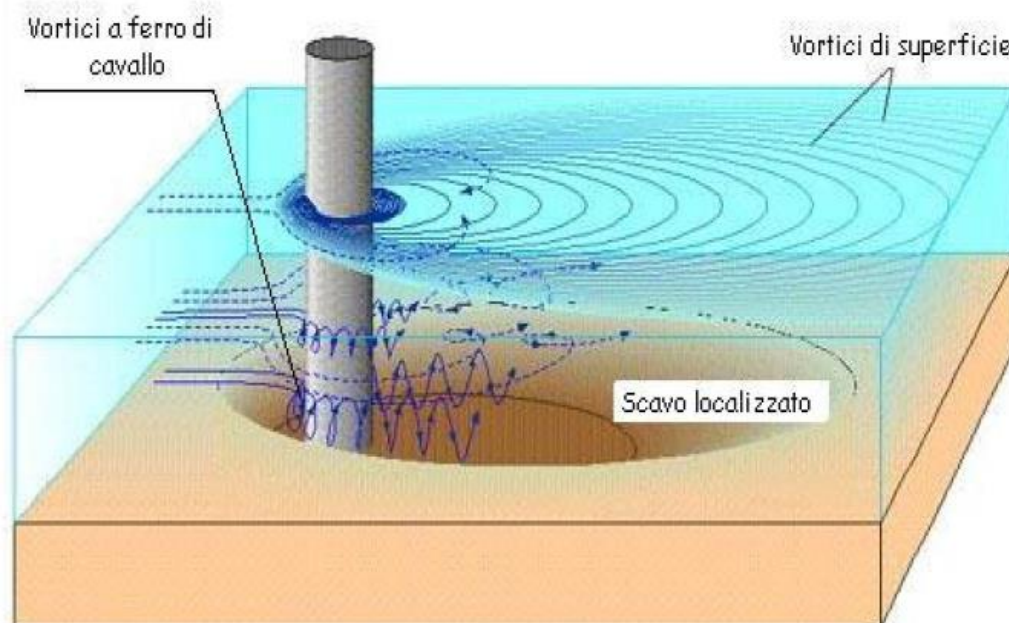


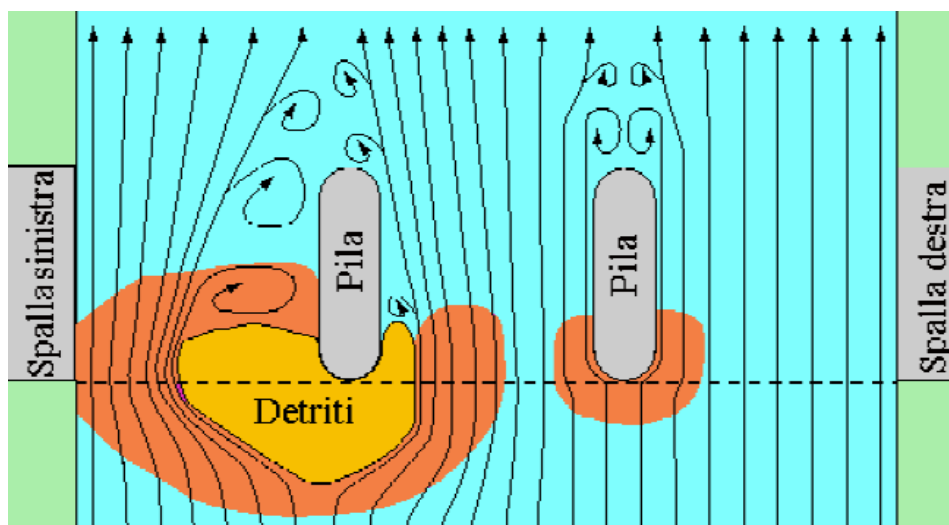
Figura D.9: rappresentazione schematica del campo di moto del processo di escavazione localizzata in corrispondenza di una pila di ponte



Al crescere della profondità dello scavo, l'energia del vortice tende a diminuire, sicché l'escavazione tende a raggiungere una profondità di equilibrio.

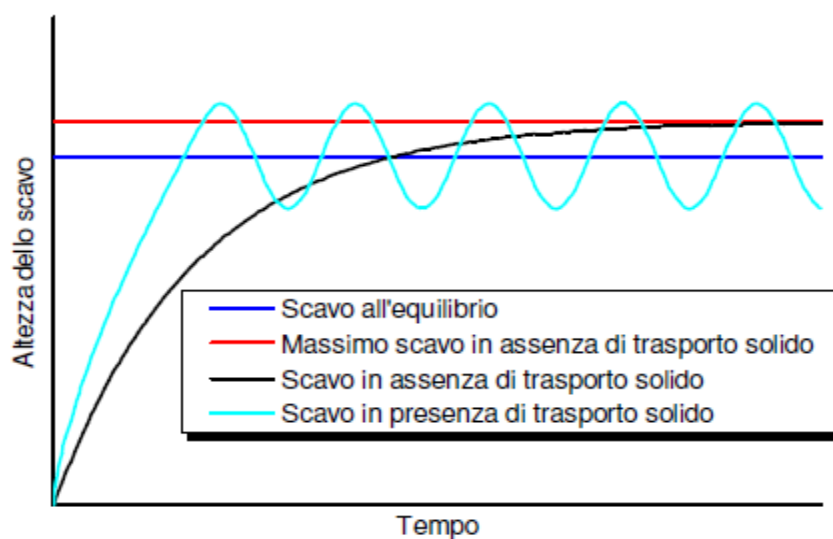
Oltre al vortice a ferro di cavallo, a valle della pila si formano vortici ad asse verticale, che pure contribuiscono alla rimozione dei sedimenti d'alveo; tuttavia, l'intensità di questi ultimi vortici diminuisce rapidamente al crescere della distanza dalla pila, sicché spesso, immediatamente a valle del ponte, si ha la deposizione del materiale asportato. L'altezza di scavo raggiungibile in condizioni di assenza di trasporto solido (clear-water scour) è superiore alla corrispondente in presenza di trasporto (live bed scour, vedi Figura D.10).

Figura D.10: effetto della presenza di detriti sull'erosione localizzata alla base delle pile dei ponti



E' interessante notare che, qualora si sia in presenza di trasporto solido, l'altezza di scavo attorno alla base della pila, dopo una fase iniziale di crescita, oscilla attorno alla configurazione di equilibrio per effetto del continuo succedersi di fasi di parziale riempimento e successivo approfondimento dello scavo (vedi Figura D.11). Indicativamente, si può ritenere che la massima altezza di scavo sia superiore in percentuale pari a circa il 10% rispetto all'altezza raggiunta all'equilibrio (Richardson e Davis, 1995).

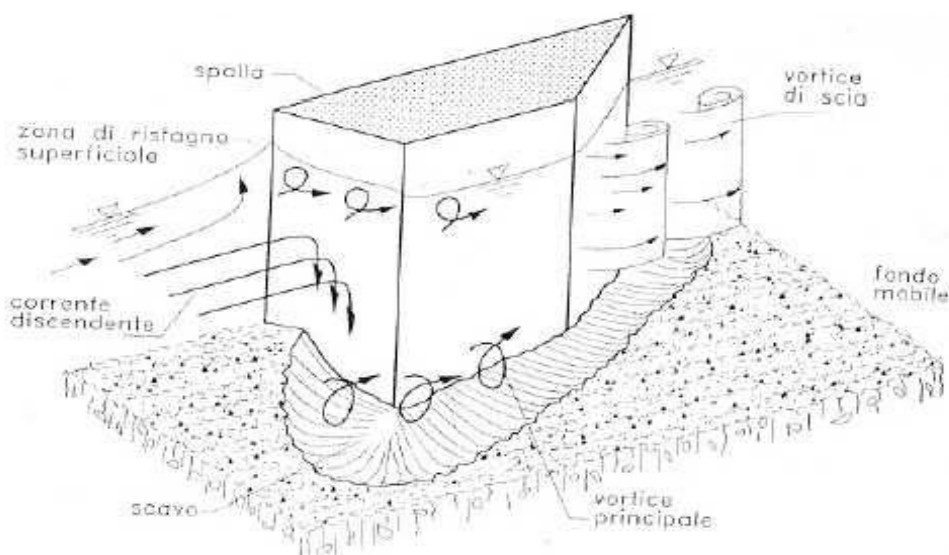
Figura D.11: Evoluzione temporale dell'escavazione alla base delle pile dei ponti, in condizioni di presenza e assenza di trasporto solido



I principali fattori che influenzano il processo di erosione alla base delle pile sono la velocità e la profondità della corrente, la larghezza della pila e la sua forma, la lunghezza della pila e l'angolo d'attacco della corrente, la natura del materiale d'alveo e l'eventuale presenza di detriti trasportati dalla corrente. Questi ultimi possono in particolare creare effetti indesiderati, ampliando la zona di influenza dei vortici precedentemente descritti, contribuendo così ad amplificare lo scavo ed aumentare la superficie dell'alveo esposta allo scavo stesso. Vanno inoltre considerati con attenzione i fenomeni di evoluzione morfologica del letto del fiume; ad esempio le migrazioni laterale di un alveo meandriforme possono indurre variazioni dell'angolo d'attacco della corrente nei confronti dei manufatti in alveo, con conseguente cambiamento dell'entità dei fenomeni di escavazione.

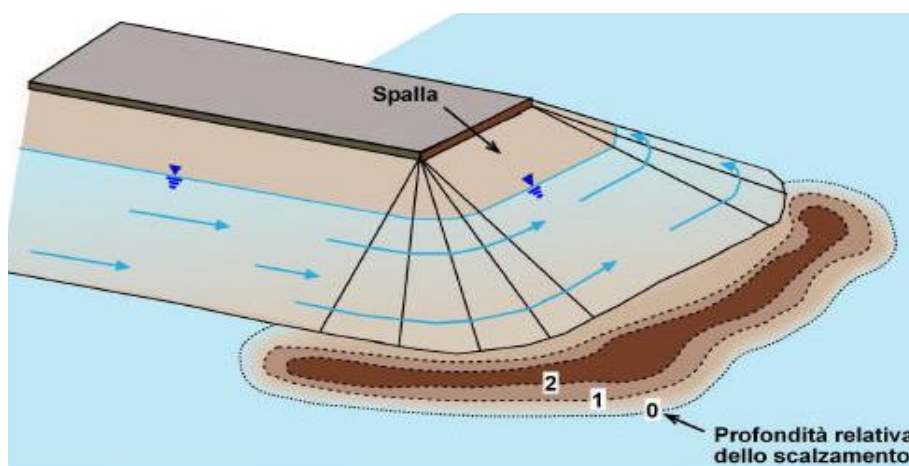
Lo scalzamento al piede delle spalle è normalmente causato dalla turbolenza e dai vortici che si generano per effetto del convogliamento del deflusso golenale all'interno delle campate del ponte, in relazione all'azione di indirizzamento della corrente esercitata dai rilevati di approccio che si collegano alle spalle. Il massimo valore dello scalzamento di solito si verifica sul lato di monte della spalla ed è funzione del grado di contrazione, della profondità di corrente e della quota della portata complessiva che defluisce sul piano golenale.

Figura D.12: rappresentazione schematica del campo di moto e del processo di escavazione localizzata in corrispondenza della spalla di un ponte



La maggiore esposizione allo scalzamento riguarda le spalle posizionate in prossimità delle sponde incise dell'alveo; in molti casi, particolarmente con piani golenali molto ampi che sono sede deflussi consistenti, sono state osservate profondità di scalzamento dell'ordine di grandezza di 3 – 4 volte la profondità di corrente sul piano golenale. L'ostruzione al deflusso provocata dalla spalla e dai rilevati dà origine a un vortice orizzontale, che parte del lato di monte e corre lungo la fondazione, e a un vortice verticale sul lato di valle della spalla.

Figura D.13: rappresentazione schematica del campo di moto e del processo di escavazione localizzata in corrispondenza della spalla di un ponte



D.2.3.1 Calcolo dello scavo in corrispondenza delle pile di un ponte

Vista la complessità che caratterizza lo studio analitico del problema della determinazione dell'entità dello scavo in corrispondenza delle pile di un ponte, si ricorre all'utilizzo di formule di tipo empirico. Assumendo come riferimento una pila di forma generica, la profondità dello scavo d_s può essere descritta dalle seguenti variabili, che sintetizzano i parametri significativi per lo studio del problema già elencati nell'introduzione del capitolo:

$$\frac{d_s}{s} = f\left(\frac{V_0}{V_c}, \frac{h_0}{s}, \text{forma}, \alpha\right)$$

dove:

- d_s è la profondità di scavo misurata a partire dal fondo indisturbato;
- V_0 è la velocità media della corrente indisturbata;
- V_c è la velocità critica di trascinamento, intesa come velocità media della corrente alla quale inizia il movimento del materiale di fondo ;
- s è la larghezza della pila caratterizzata da un lunghezza l ;

- h_0 profondità della corrente indisturbata;
- α angolo che la corrente indisturbata forma con l'asse della pila (angolo di attacco);

Nei casi di studio del presente progetto si fa riferimento, per la stima della profondità di scavo d_s , alla direttiva dell'Autorità di bacino di fiume Po dal titolo "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" che propone la seguente formula di F.Breusers, Nicollet, Shen (1977):

$$\frac{d_s}{s} = f_1\left(\frac{V_0}{V_c}\right) \cdot \left(2 \cdot \tanh\left(\frac{h_0}{s}\right)\right) \cdot f_2(forma) \cdot f_3\left(\alpha, \frac{l}{s}\right)$$

dove:

- $f_1 f_2 f_3$ rappresentano le funzioni che legano d_s/s rispettivamente alle variabili (V_0/V_c) , alla forma delle pile e alla coppia $(\alpha, l/s)$.
- V_c è la velocità critica di trascinamento, intesa come velocità media della corrente alla quale inizia il movimento del materiale di fondo di assegnato diametro d e pari a

$$V_c = 0.85 \cdot \sqrt{\left[2gd \left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}\right)\right]}$$

Per i miscugli si adotta normalmente, come riferimento granulometrico, $d=d_{50}$.

La funzione f_1 viene determinata come:

- $f_1 = 0$ per $\frac{V_0}{V_c} \leq 0.5$;
- $f_1 = 2 \cdot \frac{V_0}{V_c} - 1$ per $0.5 < \frac{V_0}{V_c} \leq 1$;
- $f_1 = 1$ per $\frac{V_0}{V_c} \geq 1$

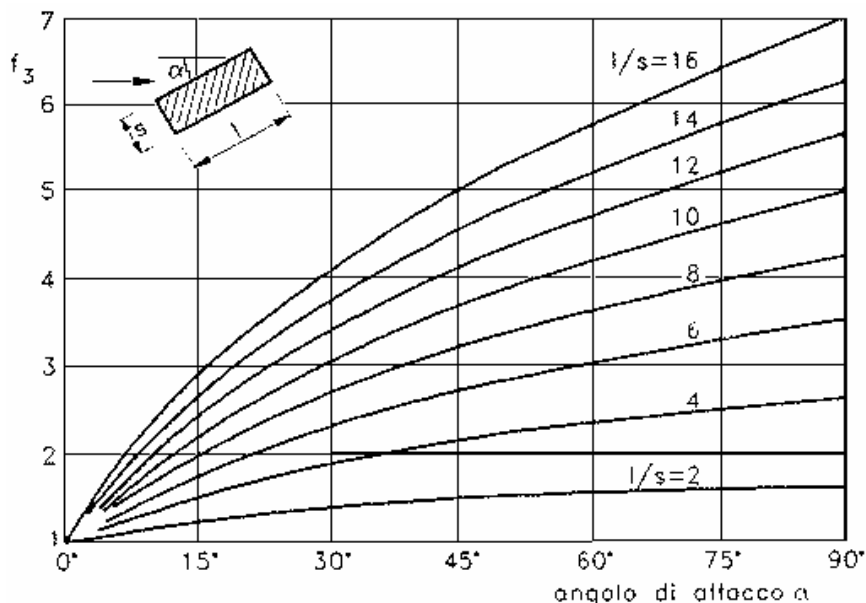
La funzione f_2 dipende dalla forma delle pile e vale:

- $f_2 = 1$ per pile circolari o con fronti arrotondate;

- $f_2 = 0.75$ per pile sagomate in modo da accompagnare la corrente;
- $f_2 = 1.30$ per pile rettangolari.

Infine la funzione f_3 è ricavabile tramite l'utilizzo del grafico di Figura D.14.

Figura D.14: valori della funzione f_3 al variare dell'angolo di attacco α e del rapporto l/s



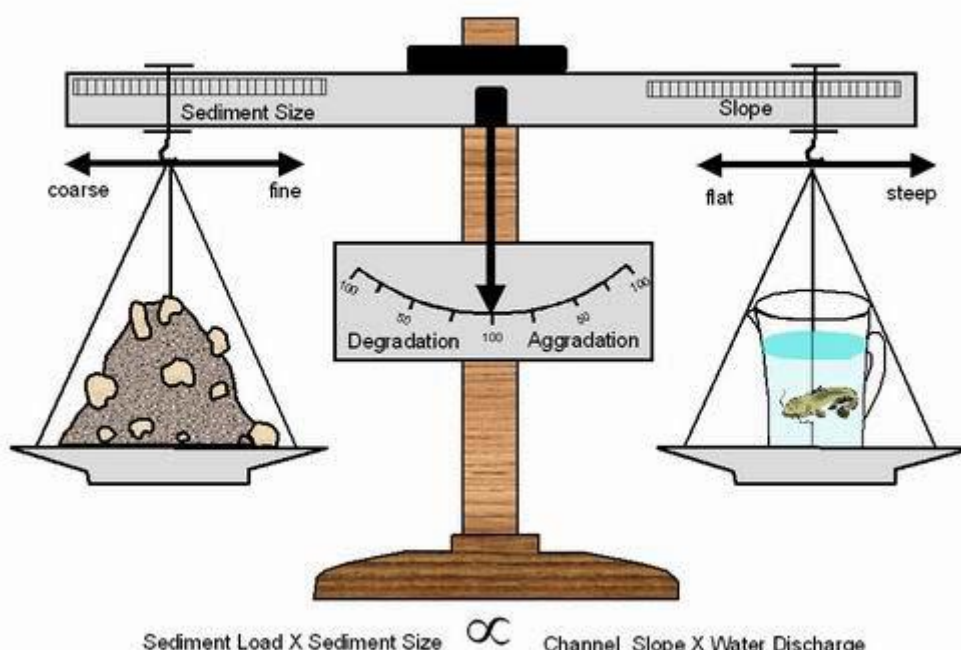
f_3 è influenzato in misura maggiore dal rapporto lunghezza-larghezza l/s della pila. Il valore dell'angolo d'attacco α della corrente è invece meno rilevante ai fini del calcolo dello scavo, come si deduce anche dall'inclinazione poco marcata delle curve anche per valori molto elevati di α .

In questo calcolo si suppone inizialmente che al di sotto della linea di thalweg la fondazione delle pile prosegua con le stesse dimensioni delle pile mentre in realtà esiste un plinto che collega le pile con le teste dei pali di fondazione. Nel caso in cui si verifici che lo scavo vada ad interessare anche il plinto, si esegue il calcolo ipotizzando che le pile abbiano una sezione pari a quella del plinto di collegamento_ottenendo un risultato che tiene conto della forma reale della zona investita dalla corrente.

D.3 Tendenza evolutiva di un corso d'acqua

Lo stato di equilibrio a cui un alveo naturale dinamicamente tende è un compromesso a cui contribuiscono tutte le variabili idrologiche, idrauliche e sedimentologiche a cui il tratto d'alveo è soggetto. La morfologia di un tratto di un corso d'acqua (pendenza, forma delle sezioni, planimetria, etc.) è sostanzialmente il risultato di questo processo. L'alterazione di una delle variabili in gioco può determinare una perturbazione delle condizioni di equilibrio: il corso d'acqua in tal caso risponde a tale perturbazione muovendosi verso una nuova condizione di equilibrio. Durante l'intervallo di tempo necessario affinché si riassetti intorno a questa nuova condizione, esso attraverserà una fase di instabilità, sarà cioè soggetto a variazioni significative della sua forma. Le risposte dell'alveo (o aggiustamenti morfologici) possono avvenire nell'arco di brevi intervalli di tempo e limitate estensioni spaziali, o durante intervalli di tempo più lunghi (da decine a migliaia di anni) e coinvolgere un intero sistema fluviale, in funzione della intensità, estensione e tipo di disturbo. Coerentemente con lo schema precedente, l'instabilità di un tratto di un fiume può anche essere considerata come il risultato di una alterazione dell'equilibrio dinamico tra potenza della corrente ($\Omega = \gamma \cdot Q \cdot S$) disponibile per trasportare sedimenti e quantità e dimensioni dei sedimenti che provengono da monte e alimentano il tratto dell'alveo fluviale.

Figura D.15: modello concettuale delle risposte di un alveo fluviale ad alterazioni dell'equilibrio dinamico (da LANE, 1955).



Tale concetto è ben espresso dalla relazione di LANE (1955):

$$Q \cdot S = Q_s \cdot D_{50}$$

dove Q rappresenta la portata liquida, S la pendenza del fondo, Q_s la portata solida e D_{50} il diametro mediano dei sedimenti del fondo.

Numerosi sono i fattori che possono intervenire e modificare questo equilibrio. Tra di essi, si può innanzitutto fare una distinzione tra fattori naturali (quali variazioni climatiche ed idrologiche, movimenti tettonici, fenomeni vulcanici, variazioni del livello del mare, ecc.) e fattori antropici. Questi ultimi si possono a loro volta distinguere in due gruppi:

- interventi a scala di bacino (rimboschimenti, disboscamenti, sistemazioni idraulico-forestali, urbanizzazione);
- interventi diretti in alveo (tagli di meandro, canalizzazioni, dighe, escavazione di inerti).

Per quanto riguarda gli interventi a scala di bacino, essi agiscono principalmente sulle variabili guida, andando cioè potenzialmente a perturbare il regime delle portate liquide o, più frequentemente, di quelle solide. Gli interventi diretti in alveo possono modificare direttamente la forma (ad esempio un taglio di meandri), creando così una forma instabile, o perturbare il regime delle portate liquide e solide (ad es. nel caso di una diga) per il tratto immediatamente a valle dell'intervento stesso.

Un'importante differenza tra fattori naturali ed antropici è la scala temporale su cui essi manifestano i loro effetti. I fattori naturali agiscono generalmente in maniera lenta, causando il più delle volte variazioni pressoché impercettibili alla scala della vita umana. Viceversa, i fattori antropici agiscono generalmente in una più breve scala temporale, causando modifiche dirette o inducendo variazioni ben percettibili alla scala della vita umana. Un alveo fluviale reso instabile da uno o più tipi di disturbi, naturali o antropici, può rispondere e modificarsi attraverso variazioni di tipo morfologico (altimetriche, di larghezza e di configurazione morfologica).

D.3.1 Condizione di incipiente movimento

L'inizio del moto delle particelle costitutive dell'alveo di un corso d'acqua può essere definito studiando l'equilibrio tra le forze che favoriscono la mobilizzazione delle particelle e quelle che tendono ad opporsi a questo movimento. La relazione di equilibrio può essere scritta nella forma seguente:

$$\tau = \frac{\tau_0}{(\gamma_s - \gamma) \cdot d}$$

dove τ_0 è lo sforzo tangenziale alla parete, γ e γ_s sono rispettivamente il peso specifico del materiale solido e dell'acqua, d è il diametro caratteristico del materiale costituente il fondo alveo. Sostituendo nella relazione precedente l'espressione $\tau_0 = \gamma \cdot R \cdot i$, si ottiene:

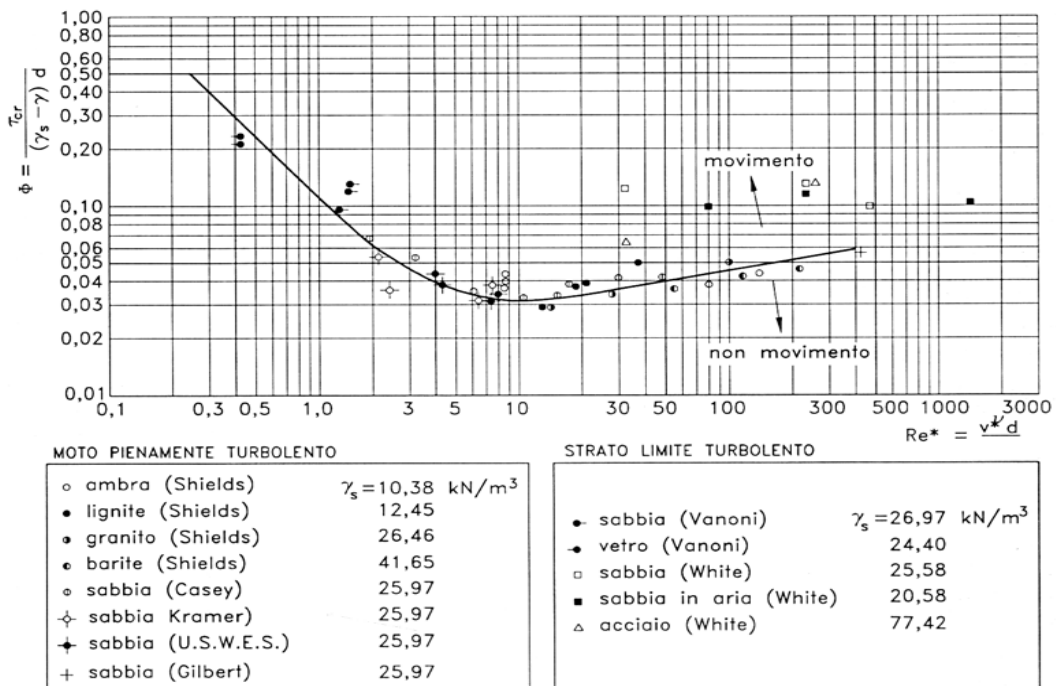
$$\tau = \frac{i \cdot R}{\Delta \cdot d}$$

Dove $\Delta = \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}$ rappresenta il peso specifico in acqua dei granuli, R è il valore assoluto del raggio idraulico, i è la pendenza dell'alveo. Indicando con τ_{cr} il valore che τ assume all'inizio del movimento della particella, Shields dimostrò sperimentalmente che tale grandezza è univocamente legata al numero di Reynolds relativo alla velocità d'attrito alla parete u^* , individuando una curva sperimentale che definisce tale legame;

$$Re_e = \frac{u^* \cdot d}{\nu}$$

Il diagramma di Shields riporta in ascisse tale parametro Re^* ed in ordinate la variabile $\Theta = \tau$, definita come *parametro di mobilità di Shields*.

Figura D.16: abaco di Shields



I punti che occupano la zona del diagramma al disopra della curva ($\tau > \tau_{cr}$), rappresentano situazioni con trasporto del materiale, i punti al di sotto della curva situazioni di deposito del

materiale. In particolare, nel campo di moto caratterizzato da $Re^* \geq 200$, τ_{cr} assume valore praticamente costante e pari, secondo Shields, a 0.056. La condizione di incipiente movimento è quindi definita dalla relazione:

$$\frac{i \cdot R}{\Delta \cdot d} \geq 0.056$$

E' necessario inoltre tenere presente che la distribuzione degli sforzi sul fondo e sulle sponde, anche in condizioni di moto uniforme, non è costante, e che in generale lo sforzo tangenziale massimo è superiore al valore medio calcolato con la condizione di moto uniforme $\tau_0 = \gamma \cdot R \cdot i$. Il rapporto tra lo sforzo massimo e lo sforzo medio dipende sostanzialmente dalla forma della sezione e dal numero di Reynolds, anche se per valori di questo parametro sufficientemente grandi ($Re > 10^4 - 10^5$) la dipendenza dal numero di Reynolds diventa trascurabile.

D.3.2 Trasporto solido

Secondo Chang (1992) nel materiale in arrivo ed in transito nel corso d'acqua si può distinguere:

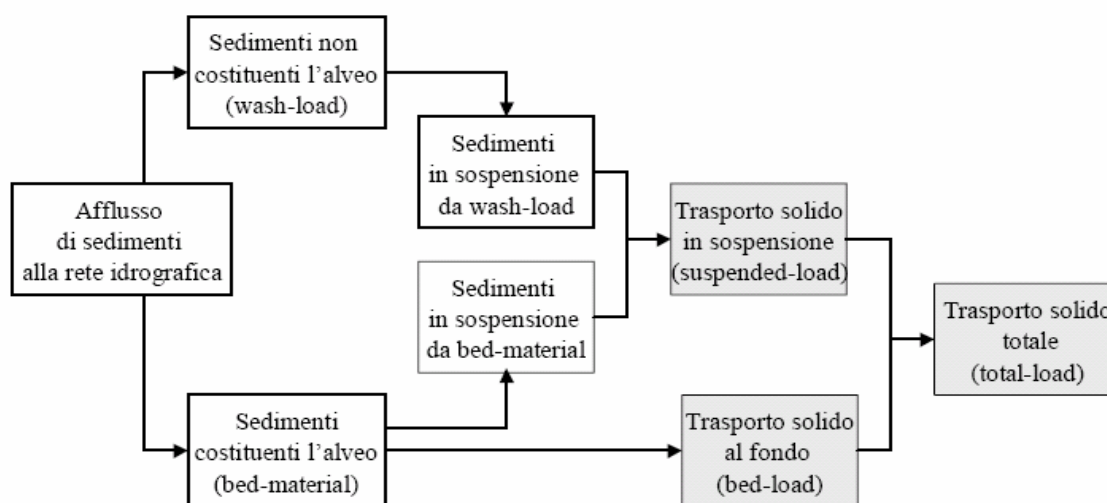
- una componente che contribuisce alla "costruzione" dell'alveo (bed material);
- una componente che viene trasportata dal corso d'acqua ma che non partecipa ai processi di erosione e deposito (wash-load). Questa rappresenta la porzione più fine del materiale trasportato in alveo (diametro inferiore a 0.0064 mm) e che ha origine sui versanti durante un periodo piovoso e si muove direttamente fino al recapito finale (foce, lago, aree palustri, aree di esondazione ecc) senza intervenire nella dinamica d'alveo.

Di seguito invece si distinguono le varie modalità di trasporto solido.

Trasporto solido al fondo (bed-load): è costituito dai sedimenti che sono responsabili del modellamento dell'alveo, questi si muovono restando mediamente a contatto con il fondo per saltazione, rotolamento o trascinamento come elementi singoli o come movimento generalizzato di tutti i granuli di ogni dimensione.

Trasporto solido in sospensione (suspended-load): è costituito a sua volta da altri due tipi di trasporto solido, il trasporto in sospensione del materiale costituente il letto che viene portato in sospensione per particolari condizioni della corrente (sospensione da bed-material) e il wash load. Quest'ultimo non influisce sul bilancio sedimentologico.

Figura D.17: schema del trasporto solido (da Paris, 1977)



La somma del trasporto al fondo e del trasporto in sospensione costituisce il trasporto totale (total-load).

I criteri di stima si limitano alla valutazione dell'entità del trasporto del materiale d'alveo (bed material) come trasporto di fondo, in sospensione o totale; non esistono invece indicazioni utilizzabili per la quantificazione del trasporto per dilavamento (wash load) non collegabile alle caratteristiche idrauliche della corrente. La più accurata stima dell'entità del trasporto di sedimenti in un alveo è fornita dai risultati delle stazioni di monitoraggio, ben tarate e funzionanti per un periodo abbastanza lungo di tempo. Tuttavia, difficilmente si hanno a disposizione queste stazioni e, quindi, si è costretti a calcolare questa entità. I criteri di stima utilizzati, di qualunque tipo essi siano (empirici, semiempirici, probabilistici, energetici), andrebbero calibrati su dati sperimentali. L'approccio generalmente utilizzato è quello idraulico. Il calcolo del trasporto solido basato su formule idrauliche si basa sulla premessa che esiste una specifica relazione fra variabili idrauliche, parametri sedimentologici e portata solida. La validità di ogni criterio è comunque limitata al campo dei valori dei parametri idraulici e delle caratteristiche del materiale utilizzato per la sua definizione; ogni estensione del criterio risulta arbitraria. I criteri di stima del trasporto solido forniscono, in linea di principio, una sovrastima del materiale movimentato; essi valutano infatti la capacità di trasporto della corrente relativa a una condizione di equilibrio tra materiale eroso e depositato. Il valore del trasporto solido coincide poi con quello della capacità di trasporto solo quando tutto il materiale movimentato dalla corrente risulta, effettivamente, disponibile in alveo.

D.3.3 Capacità di trasporto solido

La capacità di trasporto solido è definita come la massima quantità di sedimenti che la corrente è in grado di trasportare. Può essere calcolata con la formula di Meyer-Peter e Müller, ricavata in base ad un elevato numero di prove sperimentali eseguite presso il laboratorio di Idraulica del Politecnico di Zurigo (Eidgenössische Technische Hochschule) e testata su miscugli a granulometria assortita. Tale formula può essere espressa nelle variabili dimensionali di Einstein:

$$\Phi = 8 \cdot (\Theta - \Theta_{cr})^{1.5}$$

dove:

- $\Phi = \frac{q_b}{d \cdot \sqrt{g \cdot \Delta \cdot d}}$ è il cosiddetto *parametro di trasporto* (adimensionale) e q_b (m²/s) è la portata solida per unità di larghezza d'alveo ;
- $\Theta = \frac{u_*^2}{(g \cdot \Delta \cdot d)}$ è il parametro di mobilità, calcolato con riferimento alla sola resistenza di grano senza includervi cioè l'eventuale contributo alla resistenza dovute alle forme di fondo. Nella letteratura e in molte applicazioni si preferisce fare riferimento alla resistenza globale. La formula può allora essere corretta introducendovi il rapporto tra i relativi coefficienti di scabrezza: $\Theta = \left(\frac{k'_s}{k_s} \right) \frac{u_*^2}{(g \cdot \Delta \cdot d)}$ dove $k'_s = \frac{26}{d_{90}^{1/6}}$ rappresenta il coefficiente di Strickler relativo alla scabrezza di grano e k_s quello globale;
- Θ_{cr} il parametro di mobilità critico, (si ha trasporto di materiale solido per $\Theta > \Theta_{cr}$).

Riportando la formula nelle variabili dimensionali che caratterizzano il materiale, l'alveo e le condizioni di moto, si può scrivere:

$$q_b = \sqrt{g \cdot \Delta} \cdot \left(\frac{R \cdot i}{\Delta} - d \cdot \Theta_{cr} \right)$$

Tale valore rappresenta la massima portata solida specifica trasportabile dalla corrente, coincidente con l'effettiva portata solida solo nel caso sia disponibile in alveo una sufficiente quantità di materiale. In caso contrario la corrente trasporta solo il materiale disponibile: in queste condizioni la portata solida effettiva non coincide con la capacità di trasporto che va individuata attraverso un bilancio di tipo sedimentologico.

In presenza di canali con forte pendenza ($3\% < i < 20\%$) si utilizza un'estensione della formula di Meyer-Peter, la formula di Smart-Jaggi.

$$q_b = d \cdot \sqrt{g \cdot \Delta \cdot d} \cdot 4 \cdot \left(\frac{d_{90}}{d_{30}} \right)^{0.2} \cdot i_f^{0.6} \cdot g^{0.5} \cdot (g - g_{cr}) \cdot \frac{u}{u_*}$$

dove:

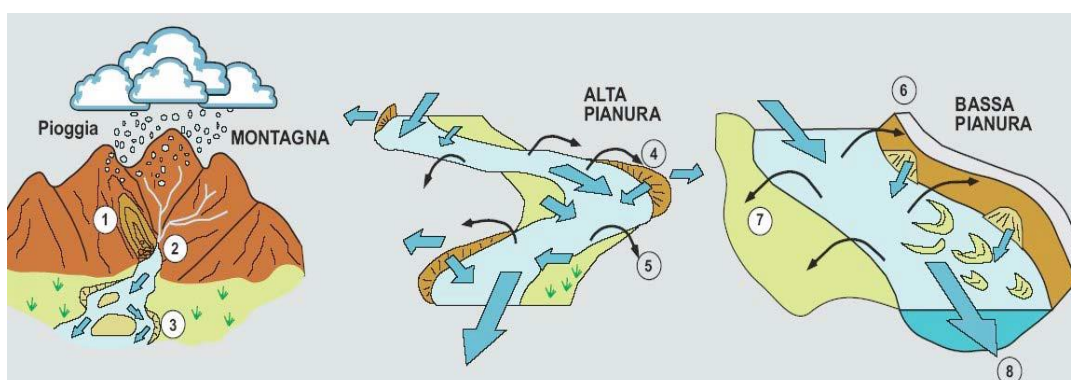
- d_{90} è il diametro dei sedimenti al 90% di passante;
- d_{30} è il diametro dei sedimenti al 30% di passante.

$\left(\frac{d_{90}}{d_{30}} \right)^{0.2}$ è un parametro che tiene conto della non uniformità del materiale. Si consiglia di utilizzare un $g_{cr} = 0.05$.

D.3.4 Portata formativa

Una proprietà che caratterizza la morfologia e la dinamica di un alveo fluviale a fondo mobile è quella di variare continuamente la propria forma nello spazio e nel tempo adattandosi al regime delle portate liquide e del trasporto solido. Nel momento in cui, a causa di fattori naturali o antropici, si verifica una variazione delle variabili guida o delle condizioni al contorno o della forma stessa dell'alveo, quest'ultima non è più espressione di una condizione di equilibrio dinamico tra le variabili in gioco.

Figura D.18: principali processi di interscambio di sedimenti nelle tre zone di un bacino idrografico (da AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO, 2008).



L'alveo risponderà a tali alterazioni modificando la sua morfologia, le sue caratteristiche idrauliche o il trasporto solido, attraverso una serie di complesse retroazioni fino al raggiungimento di una nuova condizione di equilibrio dinamico.

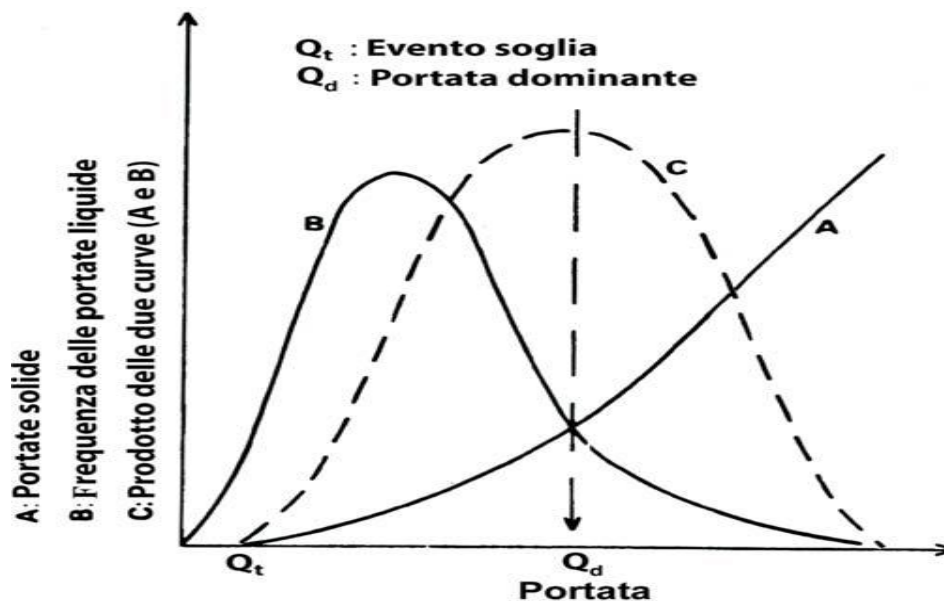
Per lo studio dell'equilibrio morfodinamico del corso d'acqua assume particolare importanza la definizione della portata liquida cui fare riferimento. A causa dell'estrema variabilità dei livelli idrometrici e delle corrispondenti portate in una singola sezione di un corso d'acqua naturale, è nata l'esigenza di definire un livello (e/o una corrispondente portata) che fosse il valore più rappresentativo della forma e delle dimensioni dell'alveo. Nasce il concetto di livello ad alveo pieno (*bankfull stage*) (alcuni autori italiani utilizzano anche i termini "piene rive" o "ripe piene") e corrispondente portata ad alveo pieno (*bankfull discharge*). Secondo la definizione originaria proposta da LEOPOLD et al. (1964), la portata ad alveo pieno rappresenta la "massima portata che può essere contenuta all'interno dell'alveo senza che superi le sponde" ed il livello ad alveo pieno rappresenta il corrispondente livello idrometrico. Tenendo presente che le prime definizioni di portata ad alveo pieno (così come degli altri concetti di geometria idraulica) sono riferite quasi sempre ad alvei naturali stabili (in equilibrio dinamico), ne deriva che la superficie che cominciava ad essere inondata qualora la portata non contenuta all'interno dell'alveo superava le sponde coincideva proprio con la cosiddetta pianura inondabile (*floodplain*). Pertanto il livello ad alveo pieno si veniva ad identificare con la quota della pianura inondabile 'attiva' o 'moderna' (active or modern floodplain), cioè della superficie pianeggiante formata dal corso d'acqua nelle presenti condizioni di regime (a differenza del terrazzo che corrisponde ad una piana inondabile 'inattiva'). E' comunemente accettato in letteratura che la portata ad alveo pieno si verifica normalmente con moderata frequenza, essendo questa compresa tra 1 e 3 anni ($Q_{1.5}$, Q_2 , $Q_{2.33}$). Esistono alcune implicazioni fisiche legate al livello ad alveo pieno, in quanto esso rappresenta un'importante discontinuità nell'efficacia dei processi fluviali, in particolare:

- segna il passaggio da processi prevalenti di trasporto solido in alveo a processi di tracimazione;
- durante le esondazioni, una parte della corrente si muove sulla piana inondabile e non influenza direttamente le dimensioni dell'alveo.

Associato al concetto di portata ad alveo pieno è quello di portata formativa (*channel-forming discharge*) o portata dominante (*dominant discharge*). La definizione di tali portate risale alle prime applicazioni della teoria del regime ad alvei naturali, quando si è posta la questione di definire un singolo valore di portata liquida che, se fosse idealmente sostituito all'intero regime

delle portate per uno stesso periodo di tempo, produrrebbe la stessa forma e le stesse caratteristiche geometriche dell'alveo (Inglis, 1949). Una definizione più robusta e fisicamente basata è quella fornita da Wolman & Miller (1960), i quali impostarono il problema in termini di prodotto tra magnitudo e frequenza delle portate liquide.

Figura D.19: Concetto di portata dominante o efficace secondo Wolman & Miller



Secondo tale schema, le portate più efficaci nel modellare l'alveo non sono né quelle relativamente basse (le quali, anche se molto frequenti, sono in grado di trasportare solo modeste quantità di sedimenti), né quelle estreme (le quali, seppure associate ad elevato trasporto solido, sono troppo infrequenti), bensì una portata associata a condizioni intermedie, alla quale corrisponde il massimo valore del prodotto tra la curva di frequenza delle portate liquide e le corrispondenti portate solide. Andrews (1980) ha fornito una conferma sperimentale a quanto originariamente proposto da Wolman & Miller (1960). E' stato così introdotto anche il termine di portata efficace (*effective discharge*) per indicare appunto la portata che trasporta più sedimenti in un certo intervallo temporale. Dato che la frequenza associata alla portata efficace (tempi di ritorno tra 1 e 3 anni) è la stessa di quella che caratterizza la portata ad alveo pieno, le due portate spesso possono essere identificate, almeno in alvei in equilibrio dinamico.

In conclusione, la portata formativa (*channel forming discharge*) e la portata dominante (*dominant discharge*) possono essere considerati equivalenti, e sono da intendere come quel valore teorico di portata che ha maggiori effetti sulla forma e sulle dimensioni dell'alveo, mentre esistono tre possibili approcci per determinare tale portata "teorica" (Biedenharn et al., 2001):

- Portata ad alveo pieno (*bankfull discharge*);

- Portata con tempo di ritorno compreso tra 1 e 3 anni (il valore della portata biennale Q_2 è quello più comunemente usato);
- Portata efficace (effective discharge), intesa come portata che trasporta più sedimenti in un intervallo temporale sufficientemente ampio.

D.3.5 Bilancio sedimentologico

Il carattere di un fiume è profondamente influenzato dalla quantità e dalle modalità attraverso cui viene rifornito di acqua e sedimenti: cambiamenti nelle portate solide e liquide generano cambiamenti nella morfologia del corso d'acqua. Per una valutazione della tendenza evolutiva occorre stimare la sua capacità di trasporto solido e confrontarla con gli apporti effettivi, si deve cioè procedere ad un bilancio di sedimenti (o sedimentologico). Fare un bilancio di sedimenti significa quindi investigare le caratteristiche dell'ingresso, del trasporto, dello stoccaggio e dell'uscita di sedimenti all'interno di un tratto o dell'intero sistema fluviale. Gli obiettivi che spingono a realizzare un bilancio di sedimenti sono molteplici, ad esempio conoscere la quantità di sedimenti caratteristica di un tratto, descrivere il tipo e l'intensità dei processi; in generale forniscono sia informazioni qualitative (ad es. sulle interazioni fra processi) che quantitative (ad es. sull'intensità dei processi).

Per valutare le tendenze evolutive dell'alveo di un corso d'acqua si devono considerare la portata solida (che rappresenta il trasporto solido che realmente transita attraverso un determinato tratto di alveo) e la capacità di trasporto della corrente (che corrisponde alla portata solida che l'alveo è potenzialmente in grado di trasportare in un determinato tratto).

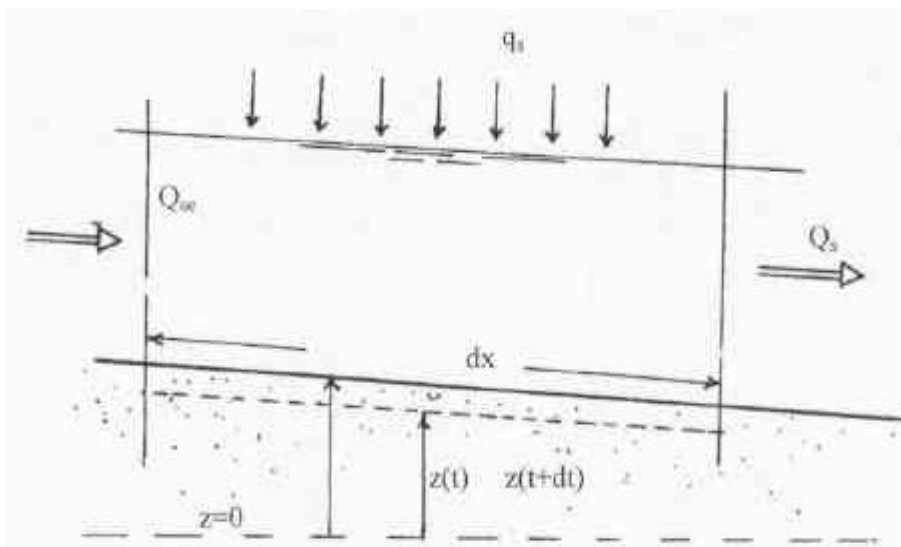
Il trasferimento dei sedimenti attraverso un tratto di alveo è sintetizzato nel bilancio sedimentologico che con riferimento ad un tronco elementare di un corso d'acqua di lunghezza dx (vedi Figura D.18), può essere espresso con un'equazione di continuità del tipo:

$$Q_s = Q_t - \Delta Q$$

dove:

- Q_s è la portata solida complessiva in volume in uscita;
- Q_t quella in ingresso nel tratto e ΔQ è il termine di immagazzinamento;
- q_s la portata solida volumetrica per unità di larghezza scambiata lateralmente, positiva se entrante e indipendente dal tempo;

Figura D.20: schema per l'applicazione dell'equazione di bilancio sedimentologico



Il principio di funzionamento è quindi molto semplice: scelto un tratto ed un intervallo temporale, la quantità di sedimenti in ingresso è pari a quella in uscita, più le variazioni all'interno del tratto. Quando in un tratto di alveo la portata solida entrante è pari alla capacità di trasporto, la portata uscente sarà pari a quella entrante, la quota del fondo rimarrà invariata e allora il tratto risulterà in equilibrio.

Se invece la capacità di trasporto è maggiore della portata solida in ingresso, la quantità di sedimenti mancanti per soddisfare l'eccesso di capacità di trasporto, viene preso dal fondo dell'alveo, provocando una degradazione del fondo (erosione). Nel caso in cui la portata solida in ingresso è superiore alla capacità di trasporto in questo caso il fiume non è in grado di smaltire l'apporto solido in arrivo da monte, questo allora si accumulerà progressivamente provocando un fenomeno di sedimentazione (Mengoni, 2000).

D.4 Analisi dell'interazione delle opere viarie con i corsi d'acqua di interesse

Come visto nei paragrafi precedenti, negli alvei cosiddetti "a fondo mobile", ossia potenzialmente interessati dal movimento del materiale incoerente costituente il fondo, è di grande importanza lo studio delle interazioni tra il manufatto di attraversamento e l'alveo, al fine di individuare preventivamente l'instaurarsi di eventuali fenomeni erosivi, generali o localizzati, che possano pregiudicare la stabilità dell'opera.

Nell'ambito del presente progetto, in ottemperanza alla Prescrizione n. 34 della Delibera CIPE n.3/2010 di Approvazione del Progetto Preliminare, per i corsi d'acqua in attraversamento che risultano soggetti a fenomeni attivi di erosione concentrata di fondo alveo e/o di sponda, al fine di poter verificare la compatibilità e l'idoneità delle scelte progettuali adottate, con la naturale tendenza evolutiva degli alvei, sono stati rispettivamente valutati e definiti:

- lo stato di erosione dell'alveo nelle condizioni attuali (Ante operam);
- lo stato di erosione dell'alveo in condizione di progetto (Post operam) e l'eventuale incremento;
- l'entità dell'erosione localizzata al piede degli appoggi (scalzamento), per tutti quei viadotti che presentano pile o spalle interessate dal deflusso della piena duecentennale.

D.4.1 Valutazione dello stato di erosione dell'alveo dei corsi d'acqua in attraversamento e stima della tendenza evolutiva

Un corso d'acqua ed in particolare un suo tratto si definisce stabile, quando i parametri rappresentativi delle sue caratteristiche geometriche, idrauliche e della composizione del materiale d'alveo, risultano in reciproco equilibrio e conseguentemente invariati nel tempo. I parametri generalmente coinvolti nei processi di equilibrio della morfologia fluviale sono: la portata liquida nel tronco ed il suo andamento temporale, la portata solida entrante nel tronco e quella che esso è in grado di trasportare, le caratteristiche del materiale costituente l'alveo e le sponde.

Attraverso l'ausilio dei risultati della campagna di indagini (sopraluoghi, rilievi fotografici) svolta sul territorio interessato dalla infrastruttura in progetto e dell'analisi delle relative carte geomorfologiche, sono stati individuati dapprima tutti i corsi d'acqua in attraversamento potenzialmente interessati da fenomeni di erosione concentrata di fondo alveo e/o di sponda.

Successivamente si è proceduto ad una valutazione qualitativa del fenomeno erosivo (Condizione Attuale – Condizione Stato di Progetto), attraverso un bilancio di tipo sedimentologico, tra la portata solida in arrivo da monte e la capacità di trasporto solido totale di ogni singolo tratto di asta in esame.

Al fine di poter determinare quest'ultima grandezza, per ognuno di tali tratti si è resa necessaria una caratterizzazione granulometrica attraverso una campagna di indagine con prelievi di materiale solido in alveo e sulle sponde e successiva analisi granulometrica.

Nel caso di interesse la capacità di trasporto solido è stata poi valutata utilizzando la formula di Meyer-Peter Muller (1948) descritta nel paragrafo D.3.3, ricavata e testata su miscugli a granulometria assortita.

Una volta applicato il metodo sopra citato, sulla base anche dei risultati del modello monodimensionale a moto permanente implementato per ciascuna asta oggetto del presente studio, è stato possibile eseguire il bilancio sedimentologico e successivamente un'analisi qualitativa della potenziale evoluzione altimetrica del fondo.

Queste le ipotesi di base utilizzate:

- si assume per la portata liquida formativa (di modellamento) il valore più comunemente usata ossia la Q_{f2} corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 2 anni;
- il deflusso avviene in condizioni stazionarie (moto permanente);
- la sezione (i-1) a monte della sezione i-esima di calcolo, è in grado di saturare la sua capacità di trasporto solido, ovvero la portata solida uscente è pari alla capacità di trasporto calcolata con la formulazione scelta;
- alla sezione i-esima giunge una portata solida pari alla capacità di trasporto della sezione (i-1).

Dal bilancio degli apporti solidi in ogni sezione si deduce la tendenza evolutiva dell'alveo, in quanto nei tratti in cui la portata solida aumenta nella direzione del moto si tenderà ad avere erosione, mentre nei tratti in cui diminuisce la portata solida si avrà verosimilmente deposito.

I risultati ottenuti riguardanti la capacità di trasporto solido, vengono descritti e presentati sotto forma tabellare nei paragrafi seguenti .

D.4.1.1 Vallone delle Coste - Viadotto "Vallone delle Coste"

Corso d'acqua	Vallone delle Coste						
Struttura	Viadotto 1						
Condizione	Attuale			Condizione	Progetto		
Sezioni	Q _{solida} Ingresso	Q _{solida} Uscita	Tendenza	Sezioni	Q _{solida} Ingresso	Q _{solida} Uscita	Tendenza
	(t/giorno)	(t/giorno)			(t/giorno)	(t/giorno)	
9	1.09		*****	9	1.09		*****
8.2 Br.Upst.	1.09	1.13	Erosione	8.2 Br.Upst.	1.09	1.13	Erosione
8.1 Br.Down.	1.13	0.36	Deposito	8.1 Br.Down.	1.13	0.36	Deposito
8	0.36	0.48	Erosione	8	0.36	0.60	Erosione
7.6	0.60	1.06	Erosione	7.6	0.60	1.06	Erosione
7.5*	1.06	1.41	Erosione	7.5* Br.Upst.	1.06	1.41	Erosione
7.35*	1.41	1.66	Erosione	7.35* Br.Down.	1.41	1.66	Erosione
7.3	1.66	1.70	Erosione	7.3	1.66	1.70	Erosione
7	1.70	1.69	Deposito	7	1.70	1.69	Deposito

Si può notare come fra la sezione 7.5* e la sezione 7.35* il tratto che allo stato attuale è potenzialmente interessato da erosione si mantenga tale anche in seguito all'intervento in progetto sezioni 7.5* Br. Upst. 7.35* Br. Down., con variazioni nulle della portata solida totale. Tale fenomeno di approfondimento dell'alveo non ha conseguenze sulla stabilità delle pile del viadotto in progetto in quanto esse sono poste ad elevata distanza dal corso d'acqua (al minimo 20 m).

D.4.1.2 Torrente Para - Ponte

Corso d'acqua		Torrente Para							
Struttura		Ponte							
Condizione		Attuale			Condizione		Progetto		
Sezioni	Q _{solida} Ingresso	Q _{solida} Uscita	Tendenza	Sezioni	Q _{solida} Ingresso	Q _{solida} Uscita	Tendenza		
	(t/giorno)	(t/giorno)			(t/giorno)	(t/giorno)			
7	0.87		*****	7	0.87		*****		
6	2.71	2.79	Erosione	6	2.71	2.79	Erosione		
5.2 Br.Upst.	2.79	0.87	Deposito	5.2 Br.Upst.	2.79	0.87	Deposito		
5.1 Br.Down.	0.87	1.48	Erosione	5.1 Br.Down.	0.87	1.48	Erosione		
5	1.48	1.20	Deposito	5	1.48	1.20	Deposito		
4	1.20	2.93	Erosione	4	1.20	2.93	Erosione		
3	2.93	4.66	Erosione	3	2.93	4.66	Erosione		

Il tratto fra la sezione 5.2 Br. Upst. e la sezione 5.1 Br. Down. che allo stato attuale è potenzialmente interessato da deposito/erosione, si mantiene tale anche in seguito all'intervento in progetto con variazioni nulle della portata solida totale.

Al fine di evitare la possibile divagazione dell'alveo è prevista la realizzazione di una protezione in gabbioni metallici riempiti con pietrame.

D.4.1.3 Fiume Acate – Dirillo - Viadotto "Dirillo"

Corso d'acqua		Fiume Acate							
Struttura		Viadotto 4							
Condizione		Attuale			Condizione		Progetto		
Sezioni	Q _{solida} Ingresso	Q _{solida} Uscita	Tendenza	Sezioni	Q _{solida} Ingresso	Q _{solida} Uscita	Tendenza		
	(t/giorno)	(t/giorno)			(t/giorno)	(t/giorno)			
8	5.77		*****	8	5.77		*****		
7.3 Br.Upst.	5.77	3.87	Deposito	7.3 Br.Upst.	5.77	3.87	Deposito		
7.2 Br. Down.	3.87	3.23	Deposito	7.2 Br. Down.	3.87	3.23	Deposito		
7	3.23	0.48	Deposito	7	3.23	0.48	Deposito		

Il tratto fra la sezione 7.3 Br. Upst. e la sezione 7.2 Br. Down. che allo stato attuale è potenzialmente interessato da deposito, si mantiene tale anche in seguito all'intervento in progetto con variazioni della portata solida totale nulle.

Anche se l'alveo del Fiume Dirillo, in corrispondenza dell'attraversamento in progetto, non è caratterizzato da fenomeni erosivi, è prevista una protezione spondale in sinistra idraulica, al fine di meglio proteggere le pile P1.

D.4.1.4 Torrente Fiumicello – Viadotto "Piano delle rose"

Corso d'acqua	Torrente Fiumicello						
Struttura	Viadotto 10						
Condizione	Attuale			Condizione	Progetto		
Sezioni	Q _{solida} Ingresso	Q _{solida} Uscita	Tendenza	Sezioni	Q _{solida} Ingresso	Q _{solida} Uscita	Tendenza
	(t/giorno)	(t/giorno)			(t/giorno)	(t/giorno)	
6	1.371		*****	6	1.371		*****
5.2 Br.Upst.	1.37	0.66	Deposito	5.2 Br.Upst.	1.37	0.66	Deposito
5.1 Br.Down.	0.66	0.96	Erosione	5.1 Br.Down.	0.66	0.96	Erosione
5.05	0.96	0.54	Deposito	5.05 Br.Upst.	0.96	0.54	Deposito
4.5	0.41	0.44	Erosione	4.5 Br.Down.	0.41	0.44	Erosione
4	0.44	0.59	Erosione	4	0.44	0.59	Erosione

Si sottolinea come il tratto fra la sezione 5.05 e la sezione 4.5 che allo stato attuale è potenzialmente interessato da deposito/erosione si mantenga tale anche in seguito all'intervento in progetto, sezioni rispettivamente 5.05 Br. Upst. e 4.5 Br. Down., con variazioni nulle della portata solida totale.

Al fine di evitare possibili divagazioni dell'alveo con conseguente possibile scalzamento alla fondazione della pila 4 della carreggiata destra è prevista una protezione spondale in materassi tipo Reno.

D.4.1.5 Torrente Canale - Ponte

Corso d'acqua	Torrente Canale						
Struttura	Ponte						
Condizione	Attuale			Condizione	Progetto		
Sezioni	Q _{solida} Ingresso	Q _{solida} Uscita	Tendenza	Sezioni	Q _{solida} Ingresso	Q _{solida} Uscita	Tendenza
	(t/giorno)	(t/giorno)			(t/giorno)	(t/giorno)	
6	1.40		*****	6	1.40		*****
5.4 Br.Upst.	1.40	5.92	Erosione	5.4 Br.Upst.	1.40	5.92	Erosione
5.3 Br.Down.	5.92	2.38	Deposito	5.3 Br.Down.	5.92	2.38	Deposito
5.2 Br.Upst.	2.38	13.12	Erosione	5.2 Br.Upst.	2.38	13.12	Erosione
5.1 Br.Upst.	13.12	2.50	Deposito	5.1 Br.Upst.	13.12	2.50	Deposito
5	2.50	4.45	Erosione	5	2.50	4.45	Erosione

Si noti come fra la sezione 5.2* Br. Upst. e la sezione 5.1* Br. Down., il tratto che allo stato attuale è potenzialmente interessato da Erosione/Deposito si mantenga tale anche in seguito all'intervento in Progetto, con variazioni nulle della portata solida totale.

Al fine di evitare il possibile approfondimento o divagazione dell'alveo, con possibile interessamento delle spalle, è prevista la realizzazione di un intervento idraulico mediante gabbioni metallici riempiti con pietrame.

D.4.1.6 Fiume Barbaianni - Viadotto "Barbaianni"

Corso d'acqua	Fiume Barbaianni						
Struttura	Viadotto 16						
Condizione	Attuale			Progetto			
Sezioni	Q _{solida} Ingresso	Q _{solida} Uscita	Tendenza	Sezioni	Q _{solida} Ingresso	Q _{solida} Uscita	Tendenza
	(t/giorno)	(t/giorno)			(t/giorno)	(t/giorno)	
17	5.53		*****	17	5.53		*****
16	5.53	4.72	Deposito	16	5.53	4.72	Deposito
15 Br.Upst.	4.72	4.17	Deposito	15 Br.Upst.	4.72	4.17	Deposito
14 Br.Down.	4.17	3.80	Deposito	14 Br.Down.	4.17	3.80	Deposito
13	3.80	1.80	Deposito	13	3.80	1.80	Deposito
12	1.80	9.13	Erosione	12	1.80	9.13	Erosione
11	9.13	7.39	Deposito	11	9.13	7.39	Deposito
10 Br.Upst.	7.39	8.59	Erosione	10 Br.Upst.	7.39	8.59	Erosione
9 Br.Down.	8.59	4.42	Deposito	9 Br.Down.	8.59	4.95	Deposito
8	4.42	15.99	Erosione	8	4.95	32.92	Erosione
7.9	15.99	0.30	Deposito	7.9 Br.Upst.	32.92	0.52	Deposito
7.8	0.30	0.71	Erosione	7.8 Br.Down.	0.52	1.18	Erosione
7	0.71	0.58	Deposito	7	1.18	0.58	Deposito
6	0.58	2.60	Erosione	6	0.58	2.60	Erosione

Fra la sezione 7.9 e la sezione 7.8 il tratto che allo stato attuale è potenzialmente interessato da deposito/erosione si mantiene tale anche in seguito all'intervento in progetto, con variazioni della portata solida totale che risultano trascurabili in corrispondenza della sezione a monte dell'attraversamento ma significative per la sezione di valle.

Al fine di stabilizzare l'alveo in erosione nel tratto subito a valle dell'attraversamento in progetto, è prevista la realizzazione di una protezione spondale in gabbioni metallici riempiti con pietrame. E' prevista, inoltre, la disposizione di gabbioni anche sul fondo alveo per una distanza pari a 5,5 m dalle sponde cosicché eventuali fenomeni di escavazione possano essere mantenuti a distanza tale da non compromettere la stabilità delle protezioni spondali.

D.4.1.7 Torrente Margi - Viadotto "Margi"

Corso d'acqua		Torrente Margi					
Struttura		Viadotto 17					
Condizione		Attuale		Condizione		Progetto	
Sezioni	Q _{solida} Ingresso	Q _{solida} Uscita	Tendenza	Sezioni	Q _{solida} Ingresso	Q _{solida} Uscita	Tendenza
	(t/giorno)	(t/giorno)			(t/giorno)	(t/giorno)	
19	5.13		*****	19	6.0		*****
18	5.13	9.14	Erosione	18 Br.Upst.	6.02	8.11	Erosione
17	9.14	6.34	Deposito	17 Br. Down	8.11	9.82	Erosione
16.2 Br.Upst.	6.34	1.24	Deposito	16.2 Br.Upst.	9.82	1.24	Deposito
16.1 Br. Down	1.24	0.04	Deposito	16.1 Br. Down	1.24	0.04	Deposito
16	0.04	9.41	Erosione	16	0.04	9.41	Erosione
15.2 Br.Upst.	9.41	2.81	Deposito	15.2 Br.Upst.	9.41	2.81	Deposito
15.1 Br.Down.	2.81	3.90	Erosione	15.1 Br.Down.	2.81	3.90	Erosione
15	3.90	3.00	Deposito	15	3.90	3.00	Deposito

Fra la sezione 18 e la sezione 17 il tratto che allo stato attuale è potenzialmente interessato da Erosione/Deposito in seguito all'intervento in progetto, si mantiene inalterato in corrispondenza della sez. 18 Br. Upst. (tendenza alla erosione) con variazioni non significative di portata solida. In corrispondenza della sezione di valle 17 Br. Down. del nuovo attraversamento, si nota un cambiamento nella potenziale tendenza evolutiva del corso d'acqua che risulta in erosione con variazioni significative della portata solida totale.

Al fine di stabilizzare l'alveo in erosione in corrispondenza del tratto di attraversamento in progetto, è prevista la realizzazione di una protezione spondale in gabbioni metallici riempiti con pietrame. E' prevista, inoltre, la disposizione di gabbioni anche sul fondo alveo per una distanza pari a 5,5 m dalle sponde cosicché eventuali fenomeni di escavazione possano essere mantenuti a distanza tale da non compromettere la stabilità delle protezioni spondali.

D.4.1.8 Fosso Contrada Canneddazza - Ponte

Corso d'acqua	Fosso Canneddazza						
Struttura	Ponte						
Condizione	Attuale			Condizione	Progetto		
Sezioni	Q _{solida} Ingresso	Q _{solida} Uscita	Tendenza	Sezioni	Q _{solida} Ingresso	Q _{solida} Uscita	Tendenza
	(t/giorno)	(t/giorno)			(t/giorno)	(t/giorno)	
5	5.19		*****	5	5.19		*****
4.75*	5.19	7.69	Erosione	4.75*	5.19	7.69	Erosione
4.5*	7.69	13.26	Erosione	4.5*	7.69	13.26	Erosione
4	13.26	5.31	Deposito	4	13.26	5.31	Deposito
3.2 Br.Upst.	5.31	43.46	Erosione	3.2 Br.Upst.	5.31	43.46	Erosione
3.13 Br.Down.	43.46	146.64	Erosione	3.13 Br.Down.	43.46	146.64	Erosione
3.1	146.64	65.04	Deposito	3.1	146.64	65.04	Deposito
3	5.31	18.75	Erosione	3	5.31	18.75	Erosione

Il tratto fra la sezione 3.2 Br. Upst. e la sezione 3.13 Br. Down. che allo stato attuale è potenzialmente interessato da erosione, si mantiene tale anche in seguito all'intervento in progetto con variazioni della portata solida totale nulle.

Al fine di garantire la stabilità dell'opera sarà realizzato un intervento di protezione del corso d'acqua mediante l'utilizzo di gabbioni metallici riempiti con pietrame.

D.4.1.9 Fosso Buonafede - Ponte

Corso d'acqua	Fosso Buonafede						
Struttura	Ponte						
Condizione	Attuale			Condizione	Progetto		
Sezioni	Q _{solida} Ingresso	Q _{solida} Uscita	Tendenza	Sezioni	Q _{solida} Ingresso	Q _{solida} Uscita	Tendenza
	(t/giorno)	(t/giorno)			(t/giorno)	(t/giorno)	
9	0.63		*****	9	0.63		*****
8	0.63	3.92	Erosione	8	0.63	3.92	Erosione
7.6 Br. Upst.	3.92	2.17	Deposito	7.6 Br. Upst.	3.92	2.17	Deposito
7.4 Br. Down.	2.17	0.60	Deposito	7.4 Br. Down.	2.17	0.60	Deposito
7	0.60	0.47	Deposito	7	0.60	0.47	Deposito
6	0.47	5.85	Erosione	6	0.47	5.85	Erosione
5	5.85	6.74	Erosione	5	5.85	6.74	Erosione
4	6.74	0.33	Deposito	4	6.74	0.33	Deposito
3.7	0.33	0.32	Deposito	3.7 Br.Upst.	0.33	0.32	Deposito
3.8	0.32	0.30	Deposito	3.8 Br Down.	0.32	0.30	Deposito
3	0.33	0.19	Deposito	3	0.30	0.19	Deposito
2	0.19	0.36	Erosione	2	0.19	0.36	Erosione

Fra la sezione 3.7 e la sezione 3.8 il tratto che allo stato attuale è potenzialmente interessato da deposito in seguito all'intervento in progetto, si mantiene inalterato. Il ponte sul Fosso Buonafede, infatti, è caratterizzato da una luce tale da attraversare il corso d'acqua senza interessarlo in alcun modo.

D.4.1.10 Fiume San Leonardo - Viadotto "San Leonardo"

Corso d'acqua	Fiume San Leonardo						
Struttura	Viadotto 19						
Condizione	Attuale			Condizione	Progetto		
Sezioni	Q _{solida} Ingresso	Q _{solida} Uscita	Tendenza	Sezioni	Q _{solida} Ingresso	Q _{solida} Uscita	Tendenza
	(t/giorno)	(t/giorno)			(t/giorno)	(t/giorno)	
7	15.40		*****	7	15.40		*****
6	15.40	1.91	Deposito	6	15.40	1.91	Deposito
5	1.91	2.73	Erosione	5	1.91	2.73	Erosione
4.8 Br.Upst.	2.73	1.55	Deposito	4.8 Br.Upst.	2.73	1.55	Deposito
4.3 Br. Down.	1.55	4.11	Erosione	4.3 Br. Down.	1.55	4.11	Erosione
4	4.11	2.76	Deposito	4	4.11	2.76	Deposito
3	2.76	3.95	Erosione	3	2.76	3.95	Erosione
2	3.95	3.16	Deposito	2	3.95	3.16	Deposito

Il tratto fra la sezione 4.8 Br. Upst. e la sezione 4.3 Br. Down. che allo stato attuale è potenzialmente interessato da deposito/erosione, si mantiene tale anche in seguito all'intervento in progetto con variazioni della portata solida totale nulle.

Al fine di stabilizzare l'alveo in erosione nel tratto subito a valle dell'attraversamento in progetto, è prevista la realizzazione di una protezione spondale in gabbioni metallici riempiti con pietrame. E' prevista, inoltre, la disposizione di gabbioni anche sul fondo alveo per una distanza pari a 4 m dalle sponde cosicché eventuali fenomeni di escavazione possano essere mantenuti a distanza tale da non compromettere la stabilità delle protezioni spondali.

D.4.2 Analisi dello scalzamento al piede delle pile

Lo scalzamento delle pile dei ponti è un complesso fenomeno idraulico legato al trasporto solido e all'erosibilità del materiale di fondo. Causa dell'erosione del fondo è il "vortice a ferro di cavallo" che si forma attorno alla pila per l'effetto localizzato della presenza di un ostacolo nella corrente idrica. La dimensione del vortice e la massima profondità dell'erosione sono strettamente dipendenti dalle caratteristiche idrauliche della corrente, dalla forma geometrica dell'ostacolo e dalle caratteristiche del materiale di fondo alveo. Il fenomeno di scalzamento è progressivo nel tempo ed è soggetto ad un'alternanza di condizioni di erosione e di deposito di materiale nella buca al piede della pila, determinata dal regime idrologico cui è soggetto il corso d'acqua e quindi dal manifestarsi di eventi caratterizzati da portate di entità differente.

La profondità massima che viene calcolata attraverso le formule rappresenta una condizione ultima di equilibrio cui tende il fenomeno: per tale motivo risulta sufficientemente cautelativo fare riferimento a condizioni idrodinamiche della corrente che abbiano probabilità di manifestarsi pari a quelle dell'evento di piena di progetto.

Sulla base di un'approfondita indagine di letteratura sulle formule empiriche ed i metodi di calcolo più diffusamente adottati per il calcolo della massima profondità di erosione prevedibile al piede delle pile dei ponti, è stata scelta ed utilizzata la formula di Breusers descritta in dettaglio al paragrafo D.2.3.1:

$$\frac{d_s}{s} = f_1\left(\frac{V_0}{V_c}\right) \cdot \left(2 \cdot \tanh\left(\frac{h_0}{s}\right)\right) \cdot f_2(forma) \cdot f_3\left(\alpha, \frac{l}{s}\right)$$

Rispetto ad una copiosa parte di formulazioni riportate in letteratura che spesso legano il massimo scalzamento solamente alle dimensioni trasversali dell'ostacolo in alveo, la formula adottata tiene conto sia delle caratteristiche idrodinamiche di deflusso della corrente di piena di riferimento, che della granulometria del materiale di fondo, che dello sviluppo longitudinale delle opere di fondazione.

L'erosione localizzata al piede delle pile degli attraversamenti in studio è stata valutata in riferimento ad un tirante idrico in alveo corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 200 anni. I dati relativi alla granulometria del materiale di fondo ed al suo peso specifico sono stati desunti da specifiche analisi granulometriche eseguite nell'ambito del presente progetto.

Le modellazioni idrauliche a moto permanente hanno evidenziato come l'onda di piena duecentennale non vada ad interessare né le pile di fondazione del viadotto "Vallone delle

Coste" né quelle del Viadotto "Piano delle Rose", di attraversamento del Torrente Fiumicello. Sono stati valutati, perciò, gli effetti prodotti dall'erosione localizzata sulle pile dei seguenti viadotti:

- Viadotto "Dirillo" (attraversamento Fiume Acate - Dirillo);
- Viadotto "Barbaianni" (attraversamento Fiume Barbaianni);
- Viadotto "Margi" (attraversamento Torrente Margi);
- Viadotto "San Leonardo" (attraversamento Fiume San Leonardo).

D.4.2.1 Viadotto "Dirillo"

Ciascuna carreggiata del viadotto Dirillo è sorretto da cinque pile ad interasse d pari a 40 m. Le pile hanno sezione costante di forma rettangolare arrotondata con dimensioni $a=8.95$ m e $b=3$ m e formano con la corrente un angolo α pari a circa 21° .

Le pile P1 della carreggiata destra e sinistra, localizzate in sinistra idrografica, non vengono interessate dalla piena duecentennale; il calcolo dello scalzamento potenziale massimo è stato eseguito, perciò, esclusivamente per le pile P2, P3, P4 e P5, poste in destra idrografica.

I risultati derivanti dalla simulazione a moto permanente, utilizzati come dati di input nel calcolo dello scalzamento, sono i seguenti:

- $Q_{200}= 590.71$ mc/s;
- Tirante idrico golena destra: 4.44 m;
- Velocità media corrente in golena destra: 0.87 m/s

Per quanto riguarda la granulometria del materiale presente in golena, sono stati utilizzati i risultati delle analisi eseguite per il presente progetto:

Pila	d_{50}	γ_s
	(m)	(kg/mc)
P2_P3	0.033	2710
P4	0.041	2710
P5	0.233	2670

Lo scalzamento potenziale massimo risultante, riferito alla quota minima golenale di 233.72 m, per le pile in studio è il seguente:

Pila	Golena	ds
		(m)
P2_P3	Dx	4.27
P4	Dx	3.32
P5	Dx	0.00

Sia per le pile P2 e P3 che per la pila P4 il valore di scalzamento rispettivamente di 4.27 m e 3.32 m andrebbe ad interessare la quota d'intradosso del plinto di fondazione; per tale motivo si prevede di proteggere le fondazioni della struttura dall'erosione del fondo, mediante utilizzo di gabbioni metallici riempiti con pietrame, evitando così la possibilità di scalzamento.

D.4.2.2 Viadotto "Barbaianni"

Ciascuna carreggiata del viadotto "Barbaianni", a due campate, è sorretta da una pila a sezione di forma rettangolare arrotondata con dimensioni $a=8.95$ m e $b=1.45$ m. Le pile sono allineate lungo la direzione della corrente (angolo di incidenza $\alpha = 0^\circ$).

I risultati derivanti dalla simulazione a moto permanente, usati come dati di input nel calcolo dello scalzamento, sono i seguenti:

- $Q_{200}=428.57$ mc/s;
- Tirante idrico golena sinistra: 0.32 m;
- Velocità media corrente in golena sinistra: 1.2 m/s

La granulometria del materiale presente in golena è stata desunta utilizzando i risultati delle analisi granulometriche eseguiti per il presente progetto:

Pila	Golena	d_{50}	γ_s
		(m)	(kg/mc)
P1	Sx	0.107	2530

Lo scalzamento potenziale massimo risultante per le pile in studio è il seguente:

Pila	Golena	ds
		(m)
P1	Sx	0.27

Il valore di 0.27 m dello scalzamento previsto è talmente esiguo da non interessare in alcun modo la quota d'intradosso del plinto di fondazione.

D.4.2.3 Viadotto "Margi"

Ciascuna carreggiata del viadotto "Margi", a 3 campate (30 m+ 50 m + 30 m), è sorretto da pile a sezione di forma cilindrica di diametri pari a 2.50 m, allineate nella direzione della corrente (angolo di incidenza $\alpha = 0^\circ$).

I risultati derivanti dalla simulazione a moto permanente, usati come dati di input nel calcolo dello scalzamento, sono i seguenti:

- $Q_{200}=341.33$ mc/s;
- Tirante idrico golena sinistra: 0.75 m;
- Velocità media corrente in golena sinistra: 0.76 m/s
- Tirante idrico golena destra: 0.88 m;
- Velocità media corrente in golena destra: 1.19 m/s

Per quanto riguarda la granulometria del materiale presente in golena, sono stati utilizzati i risultati delle analisi granulometriche eseguiti per il presente progetto:

Pila	Golena	d_{50}	γ_s
		(m)	(kg/mc)
P1	Sx	0.135	2650
P2	Dx	0.044	2620

Lo scalzamento potenziale massimo risultante per le pile in studio risulta essere il seguente:

Pila	Golena	ds
		(m)
P1	Sx	0.00
P2	Dx	1.69

Si fa notare come il valore dello scalzamento potenziale massimo per le pile P2, pari a 1.69 m, sia tale da interessare l'estradosso del plinto di fondazione. Per evitare ciò è prevista la protezione della fondazione con utilizzo di gabbioni metallici riempiti con pietrame.

D.4.2.4 Viadotto "San Leonardo"

Il viadotto "San Leonardo" è costituito da:

- carreggiata destra) 5 campate di nuova realizzazione (3 campate centrali da 66.0 m, 2 campate di riva da 33.0m) per una lunghezza complessiva pari a 264m;
- carreggiata sinistra) riutilizzo attuale viadotto della S.S. 194 (8 campate da 33 m).

Le pile hanno tutte sezione costante di forma rettangolare arrotondata con dimensioni $a=9,3$ m e $b=1.6$ m e sono allineate nella direzione della corrente (angolo di incidenza $\alpha = 0^\circ$).

Il calcolo dello scalzamento potenziale massimo non è stato eseguito per le pile P7Sx (esistente) e P4Dx (nuova) localizzate in sinistra idrografica, in quanto non vengono interessate dalla piena duecentennale.

I risultati derivanti dalla simulazione a moto permanente con tempo di ritorno $Tr=200$ anni, usati come dati di input nel calcolo dello scalzamento per le pile P5Sx, P6Sx (esistenti) e P3Dx (nuova) , localizzate in golena sinistra, sono i seguenti:

- $Q_{200}= 1151.72$ mc/s;
- Tirante idrico: 1.08 m;
- Velocità media corrente: 1.61 m/s

Per le pile centrali (P2Dx, e P2Sx P3Sx e P4Sx), sono:

- $Q_{200}= 1151.72$ mc/s;
- Tirante idrico: 4.89 m;
- Velocità media corrente: 1.5 m/s

Per le pile P1Dx e P1Sx poste in golena destra, sono:

- $Q_{200}= 1151.72$ mc/s;
- Tirante idrico: 1.6 m;
- Velocità media corrente: 2.14 m/s

Per quanto riguarda la granulometria del materiale, sono stati utilizzati i risultati delle analisi granulometriche eseguiti per il presente progetto:

Pila	Golena	d ₅₀	γ _s
		(m)	(kg/mc)
P5Sx_P6Sx P3Dx	Sx	0.043	2590
P2Sx_P3Sx P4Sx_P2Dx	Centrale	0.115	2580
P1Sx_P1Dx	Dx	0,027	2740

Lo scalzamento potenziale massimo risultante per le pile in studio risulta essere il seguente:

Pila	Golena	ds
		(m)
P5Sx_P6Sx P3Dx	Sx	1,41
P2Sx_P3Sx P4Sx_P2Dx	Centrale	2,39
P1Sx_P1Dx	Dx	1,83

L'entità dei valori dello scalzamento potenziale massimo è tale da interessare l'estradosso dei plinti di fondazione delle pile e, pertanto, ne è prevista la protezione della fondazione con utilizzo di gabbioni metallici riempiti con pietrame.

D.4.3 Interventi di sistemazione idraulica

Come già accennato nei precedenti paragrafi, al fine di evitare fenomeni erosivi che possano pregiudicare la stabilità ed il corretto funzionamento delle opere in progetto, sono previsti interventi di sistemazione idraulica mediante gabbioni metallici.

La resistenza dei rivestimenti in gabbioni metallici, oltre che dalla robustezza della rete metallica, dipende anche da altri due parametri: lo spessore della struttura e la pezzatura del pietrame di riempimento.

La verifica di stabilità viene eseguita in termini di velocità, assumendo come rappresentativa delle sollecitazioni a cui il rivestimento è sottoposto, la velocità media della corrente nella sezione ed essendo V_{All} la velocità di flusso della corrente in corrispondenza della quale le pietre iniziano a muoversi.

$$V \leq V_{All}$$

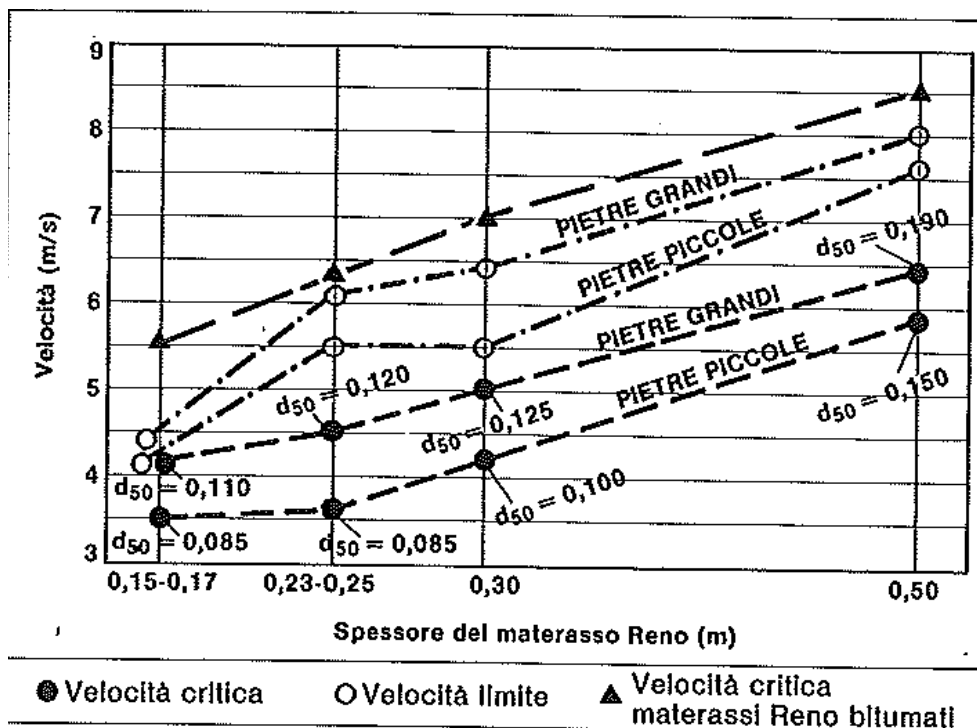
Si è fatto riferimento ai risultati dei test su modello condotti dall'Hydraulics Laboratory Engineering Research Center Colorado State University- Fort Collins-USA, i quali esprimono le velocità critiche e le velocità limite in funzione delle caratteristiche dei rivestimenti (spessore rete di contenimento, pezzatura del materiale di riempimento).

Nella Tabella D-1 per *velocità critica* si intende quella sopportabile dal rivestimento con sicurezza senza avere movimento del pietrame all'interno del gabbione e per *velocità limite* quella ancora accettabile ammettendo modeste deformazioni del gabbione stesso per insaccamento del materiale.

Tabella D-1: Hydraulics Laboratory Engineering Research Center Colorado State University- Fort Collins-USA - velocità critiche e velocità limite in funzione delle caratteristiche dei rivestimenti

Tipo	Spessore m	Pietrame di riempimento		Velocità critica m/s	Velocità limite m/s
		Pezzatura mm	d_{50} m		
Materassi Reno	0,15 - 0,17	70 - 100	0,085	3,5	4,2
		70 - 150	0,110	4,2	4,5
	0,23 - 0,25	70 - 100	0,085	3,6	5,5
		70 - 150	0,120	4,5	6,1
	0,30	70 - 120	0,100	4,2	5,5
		100 - 150	0,125	5,0	6,4
Gabbioni	0,50	100 - 200	0,150	5,8	7,6
		120 - 250	0,190	6,4	8,0

Figura D.21: Diagramma per il dimensionamento dei rivestimenti in materassi Reno e gabbioni in funzione della velocità della corrente



Si riportano di seguito i risultati delle verifiche di stabilità degli interventi di sistemazione idraulica in progetto, realizzati mediante l'utilizzo di strutture a gabbioni di spessore minimo pari a 50 cm con pietrame di riempimento caratterizzato da un d_{50} pari a 19 cm.

I valori delle velocità della corrente sono stati desunti, per i corsi d'acqua principali, dalle modellazioni idrauliche; per quelli secondari sono state condotte specifiche analisi nell'ipotesi di moto uniforme, mediante l'utilizzo della relazione di Chezy (vedi par. C.3).

Poiché le verifiche sono state condotte con riferimento ad una piena corrispondente a tempo di ritorno duecentennale, si è ritenuto accettabile che, in alcuni casi isolati, le velocità della corrente siano superiori a quella critica ma, comunque, inferiore a quella limite.

Tabella D.2: Lotto 1 – Verifica degli interventi di sistemazione idraulica

						Verifica	
						V _C	V _{LIM}
Corso d'acqua	Lotto	Progr.	Tipologia intervento	Q	V	(m/s)	(m/s)
		(km)		(mc/s)	(m/s)	6,4	8,0
Rete fossi guardia	1	2+910	Protezione sponde e fondo a valle tombino	19,87	7,12	Stabile	
Rete fossi guardia	1	5+695	Protezione sponde e fondo a valle tombino	6,84	4,58	Stabile	
Fosso Sorgente Sciannapurali	1	6+130	Protezione sponde e fondo a monte tombino	39,99	6,71	Stabile	
Cava San Marco	1	7+157	Protezione sponde e fondo a valle tombino	30,51	5,61	Stabile	
Fosso S.N.	1	7+836	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	4,63	3,96	Stabile	
Fosso S.N.	1	8+778	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	9,02	4,76	Stabile	
Fosso S.N.	1	9+434	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	7,57	4,50	Stabile	
Fosso Contrada Cassarella	1	10+650	Protezione sponde e fondo a valle tombino	38,64	5,94	Stabile	
Fosso Contrada Coffa	1	10+853	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	35,16	6,58	Stabile	

Tabella D.2: Lotto 2 – Verifica degli interventi di sistemazione idraulica

Corso d'acqua	Lotto	Progr. (km)	Tipologia attraversamento	Q (mc/s)	V (m/s)	Verifica	
						V _c (m/s)	V _{LIM} (m/s)
						6.4	8.0
Fosso Contrada Pezze	2	0+280	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	45.12	4.02	Stabile	
Torrente Para	2	1+390	Protezione spondale e parzialmente fondo alveo	169.38	3.94	Stabile	
Affluente Torrente Para	2	2+909	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	29.53	4.33	Stabile	
Fosso Contrada Chiavola	2	4+355	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	27.09	6.14	Stabile	
Torrente Sugarello	2	4+762	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	28.09	3.68	Stabile	
Torrente Sperlinga	2	5+304	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	32.96	7.17	Stabile	

Tabella D.3: Lotto 3 – Verifica degli interventi di sistemazione idraulica

						Verifica	
						V _C	V _{LIM}
Corso d'acqua	Lotto	Progr.	Tipologia attraversamento	Q	V	(m/s)	(m/s)
		(km)		(mc/s)	(m/s)	6,4	8,0
Cava Trappettazzo	3	0+594	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	42,4	4,85	Stabile	
Fosso C.Melfi	3	2+344	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	28,08	5,96	Stabile	
Fosso C.Barone	3	2+613	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	9,39	6,56	Stabile	
Fiume Dirillo	3	2+725	Protezione pile + protezione piede rilevato approccio spalla 2	448,51	0,37	Stabile	
Affluente Fiume Dirillo	3	3+774	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	7,35	2,39	Stabile	
Affluente Torrente Fiumicello	3	4+198	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	10,58	5,27	Stabile	
Rete fossi guardia	3	5+415	Protezione sponde e fondo a valle tombino	4,10	4,01	Stabile	
Affluente Torrente Fiumicello	3	5+733	Protezione sponde e fondo a valle tombino	6,11	4,19	Stabile	
Rete fossi guardia	3	6+138	Protezione sponde e fondo a valle tombino	2,88	4,02	Stabile	
Rete fossi guardia	3	7+636	Protezione sponde e fondo a valle tombino	1,59	3,14	Stabile	
Affluente Torrente Fiumicello	3	7+870	Protezione sponde e fondo a valle tombino	2,41	5,37	Stabile	

Tabella D.4: Lotto 4 – Verifica degli interventi di sistemazione idraulica

						Verifica	
						V _C	V _{LIM}
Corso d'acqua	Lotto	Progr.	Tipologia attraversamento	Q	V	(m/s)	(m/s)
		(km)		(mc/s)	(m/s)	6,4	8,0
Affluente Torrente Fiumicello	4	0+856	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombini	10,32	3,71	Stabile	
Rete fossi guardia	4	3+932	Protezione sponde e fondo a valle tombino	3,14	4,06	Stabile	

Tabella D.5: Lotto 5 – Verifica degli interventi di sistemazione idraulica

						Verifica	
						V _C	V _{LIM}
Corso d'acqua	Lotto	Progr.	Tipologia attraversamento	Q	V	(m/s)	(m/s)
		(km)		(mc/s)	(m/s)	6,4	8,0
Torrente Fiumicello	5	1+150	Protezione spondale in destra idraulica e fondo alveo	40,36	2,97	Stabile	
Rete fossi guardia	5	1+486	Protezione sponde e fondo a valle tombino	19,32	5,98	Stabile	
Rete fossi guardia	5	2+350	Protezione sponde e fondo a valle tombino	2,44	3,58	Stabile	
Fosso Buscara	5	4+437	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	23,47	5,32	Stabile	
Fosso Buscara	5	5+213	Protezione sponde e fondo fosso + protezione piede rilevato pk 5+180 - 5+390	1,59	1,45	Stabile	
Fosso Buscara	5	5+321	Protezione sponde e fondo fosso	3,26	2,71	Stabile	

Tabella D.6: Lotto 6 – Verifica degli interventi di sistemazione idraulica

						Verifica	
						V _C	V _{LIM}
Corso d'acqua	Lotto	Progr.	Tipologia attraversamento	Q	V	(m/s)	(m/s)
		(km)		(mc/s)	(m/s)	6,4	8,0
Rete fossi guardia	6	0+811	Protezione sponde e fondo a valle tombino	4,71	2,87	Stabile	
Fosso S.N.	6	3+309	Protezione sponde e fondo a valle tombino	6,03	5,75	Stabile	
Rete fossi guardia	6	8+431	Protezione sponde e fondo a valle tombino	4,37	4,10	Stabile	
Affluente Torrente Canale	6	9+680	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	6,93	3,45	Stabile	

Tabella D.7: Lotto 7 – Verifica degli interventi di sistemazione idraulica

						Verifica	
Corso d'acqua	Lotto	Progr. (km)	Tipologia attraversamento	Q (mc/s)	V (m/s)	V _C	V _{LIM}
						(m/s)	(m/s)
Affluente Torrente Canale	7	2+599	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	15,12	6,69	6,4	8,0
Affluente Torrente Canale	7	3+049	Protezione spondale e fondo a valle tombino	58,45	5,87	Stabile	
Fiume Barbaiani	7	6+580	Protezione spondale e parzialmente fondo alveo	428,57	3,44	Stabile	
Fosso Eremiti	7	7+248	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	39,29	4,26	Stabile	
Torrente Margi	7	9+025	Protezione spondale e parzialmente fondo alveo + protezione pile	341,33	2,39	Stabile	
Fosso Contrada Canneddazza	7	9+615	Protezione spondale e fondo alveo	124,06	5,44	Stabile	
Rete fossi guardia	7	10+920	Protezione sponde e fondo a valle tombino	7,45	3,22	Stabile	
Fosso Casa S. Antonio	7	11+190	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	50,27	5,05	Stabile	

Tabella D.8: Lotto 8 – Verifica degli interventi di sistemazione idraulica

						Verifica	
Corso d'acqua	Lotto	Progr. (km)	Tipologia attraversamento	Q (mc/s)	V (m/s)	V _C	V _{LIM}
						(m/s)	(m/s)
Fosso S.N.	8	1+138	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	9,79	1,74	6,4	8,0
Canale Lentini	8	1+428	Argine in sinistra idraulica	76,64	3,48		
Fosso S.N.	8	2+368	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	25,13	3,28		
Fosso Ex Molino Riceputo	8	2+619	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	2,68	1,16		
Fosso Ex Molino Riceputo	8	3+393	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	10	1,79		
Fosso SP67	8	3+532	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	20,28	2,57		
Fiume San Leonardo	8	6+400	Protezione spondale e parzialmente fondo alveo + protezione pile	1173,1	2,38		
Fosso Casa Sabuci	8	7+137	Protezione sponde e fondo a valle tombino	28,81	2,48		
Scolo area agricola	8	7+581	Protezione sponde e fondo a monte e a valle tombino	17,56	2,27		
Fosso Masseria Privitera	8	7+933	Protezione sponde e fondo a monte tombino	50,83	5,49		

E INTERFERENZE CON AREE A RISCHIO DI ESONDAZIONE

A partire approssimativamente dal km 5 del Lotto 7, l'infrastruttura in progetto percorre la piana di Lentini, caratterizzata dalla presenza del sistema idrografico del Fiume San Leonardo. Oltre ad attraversare importanti corsi d'acqua (Fiume Barbaianni, Torrente Margi e Fiume San Leonardo), di cui si è già trattato nei precedenti capitoli, il tracciato corre parallelamente ai seguenti corpi idrici:

Lotto 7 pk. 5+000	– Lotto 7 pk 5+950	Fiume Costanzo
Lotto 7 pk 5+950	– Lotto 7 pk 6+500	Fiume Barbaianni
Lotto 7 pk. 9+100	– Lotto 8 pk 1+200	Fiume Zena
Lotto 8 pk 1+200	- Lotto 8 pk 3+000	Fiume Reina
Lotto 8 pk 3+000	- Lotto 8 pk 4+000	Fiume San Leonardo
Lotto 8 pk 6+700	- Lotto 8 pk 7+500	Fiume San Leonardo

Sono state condotte specifiche analisi, con riferimento al passaggio dell'onda di piena corrispondente a tempo di ritorno duecentennale, attraverso modellazione in moto permanente grazie all'utilizzo del codice di calcolo HEC-RAS (River Analysis System) versione 4.1.0 del 2010, sviluppato presso l'Hydrologic Engineering Center, dall'United States Army Corps of Engineers. Per una descrizione di tale modello si rimanda all'Allegato 1 alla presente relazione. Al fine di sviluppare tali modellazioni sono stati condotti specifici rilievi topografici delle sezioni di deflusso.

Dalle verifiche è emerso che l'infrastruttura in progetto non è mai interessata dalle aree di esondazione dei corsi d'acqua (si vedano gli elaborati "Planimetrie aree di esondazione" facenti parte del presente progetto).

Fa eccezione un breve tratto compreso tra il km 7+100 e 7+400 circa del Lotto 8, in cui l'area di esondazione in sinistra idraulica del Fiume San Leonardo lambisce il piede del rilevato in progetto. A protezione è prevista la disposizione di gabbioni metallici riempiti con pietrame e materassi tipo Reno.

F ALLEGATO 1: MODELLO PER LA SIMULAZIONE DEL MOTO PERMANENTE

Per effettuare le elaborazioni idrodinamiche è stato utilizzato il modello di simulazione HEC-RAS (River Analysis System) versione 4.1.0 del 2010, sviluppato presso l'Hydrologic Engineering Center, dall'United States Army Corps of Engineers. Esso consente il calcolo dei profili idraulici di moto permanente gradualmente vario, in reti di canali naturali o artificiali.

Con tale codice di calcolo possono essere simulate condizioni di moto subcritico (corrente lenta), supercritico (corrente veloce) e misto, e possono essere valutati gli effetti di immissioni o emissioni laterali di portata, briglie e salti di fondo, paratoie, brevi condotti in pressione, tombini, ponti, ostacoli al flusso e costruzioni edificate nelle zone golenali.

Il modello dispone di una interfaccia grafica che facilita le operazioni di definizione della geometria del problema, dei parametri di calcolo e dell'analisi dei risultati esprimibili sia in termini di tabelle che di grafici. Questi ultimi includono la visualizzazione del tirante idrico relativo a ciascuna sezione, la visualizzazione dei profili di moto permanente (con l'indicazione del pelo libero, dei limiti arginali, della quota della linea dell'energia, ecc...) e grafici in prospettiva tridimensionali che consentono di evidenziare le aree soggette ad inondazione nelle differenti condizioni idrometriche.

La corrente viene suddivisa in estesi tratti ove essa si può ritenere gradualmente variata (e l'alveo pressoché prismatico) collegati da brevi tratti ove essa è rapidamente variata per effetto di rilevanti variazioni geometriche della sezione prodotte da ponti, tombini, soglie e briglie.

F.1 Tronchi di corrente gradualmente variata

Nei tratti di corrente gradualmente variata il profilo liquido si calcola correlando l'energia della corrente in varie sezioni successive con l'equazione differenziale :

$$dH/ds = - J \quad [1]$$

in cui:

$H = z_0 + h + \alpha V^2 / 2g$ è il carico totale della corrente nella sezione avente quota di fondo assoluta z_0 , tirante idrico h e velocità media V sulla sezione; α è il coefficiente di ragguglio della potenza cinetica e g l'accelerazione di gravità;

J è la "cadente" che rappresenta la perdita di carico continua per unità di peso e di percorso nei tronchi.

Per valutare la cadente J si fa uso della formula di Manning definendo dapprima la capacità di portata dell'alveo :

$$K = A R^{2/3} / n$$

dove A é l'area della sezione trasversale della corrente, R il raggio idraulico e n il coefficiente di scabrezza e quindi:

$$J = Q^2 / K^2$$

La definizione di K(h) presume di trattare l'intera corrente come omogenea nella sezione trasversale assumendo:

$$A = A (h) \quad R = R(h)$$

Questa schematizzazione non appare molto appropriata per descrivere i casi in cui il flusso interessa, oltre che l'alveo di magra, caratterizzato da un coefficiente di scabrezza tipico per gli alvei naturali, considerevoli porzioni di zona golenale ove il moto è controllato da una scabrezza certamente assai maggiore.

E' opportuno dunque definire la capacità di portata dell'alveo come somma del contributo di tre correnti "parallele" con caratteristiche cinematiche diversificate: quella che scorre nell'alveo di magra/morbida con area bagnata A_a e portata Q_a , quella fluente in zona golenale con area bagnata A_g e portata Q_g e quella che interessa l'area coltivata invasa dalle acque con area bagnata A_c e portata Q_c , soggette alla stessa cadente piezometrica J, sicché:

$$Q = Q_a + Q_g + Q_c = (K_a + K_g + K_c) J^{1/2} = K J^{1/2}$$

onde :

$$K = K_a + K_g + K_c = A_a R_a^{2/3} / n_a + A_g R_g^{2/3} / n_g + A_c R_c^{2/3} / n_c$$

$$A = A_a + A_g + A_c$$

In modo congruente si definisce il coefficiente di ragguglio della potenza cinetica della corrente α mettendo in conto le diverse velocità nei tre filoni, con l'espressione :

$$\alpha = A^2 K^{-3} (Ka^3 Aa^{-2} + Kg^3 Ag^{-2} + Kc^3 Ac^{-2})$$

Il bilancio energetico per un generico tronco di corrente gradualmente variata compreso tra le ascisse curvilinee s_1 e s_2 si ottiene integrando l'equazione differenziale [1] :

$$H_1 = H_2 + J_{med} Ds \quad (Ds = s_2 - s_1)$$

la perdita di carico media J_{med} nel tronco si valuta come media pesata dei valori corrispondenti ai livelli di estremità:

$$J_{med} = q J_1 + (1 - q) J_2$$

intendendo $H_1 = H(h_1)$, $J_1 = J(h_1)$, ecc. Si assume $q=0.5$.

Si ha in definitiva per il generico tronco:

$$H_1 - q Ds J_1 = H_2 + (1 - q) Ds J_2$$

Se la corrente è subcritica il calcolo procede dalla sezione di valle ove deve essere assegnata la condizione al contorno, verso monte per tronchi successivi: nella espressione precedente, applicata ricorsivamente a tutti i tronchi, dunque, si ritengono sempre note le condizioni idrometriche della corrente nella sezione 2 (di valle) e si devono ricavare quelle della sezione 1 (di monte).

Posto:

$$H = z_o + h + \alpha V^2 / 2g = z_o + h + \alpha Q^2 / 2g A^2$$

$$J = Q^2 / K^2$$

si ha:

$$h_1 + \alpha Q^2 / 2g A(h_1)^2 - Ds/2 Q^2 / K(h_1)^2 = H_2 + Ds/2 J_2 - z_{o1}$$

In questa espressione il secondo membro é una quantità nota.

Risolvendo questa equazione implicita con il metodo di bisezione si ricava h_1 e quindi tutte le variabili idrometriche della corrente nella sezione di monte.

Qualora nessuna soluzione esista nel campo delle correnti subcritiche si pone nella sezione 1 l'altezza critica per proseguire il calcolo.

Ripetendo il procedimento per ogni tronco si ricava il profilo di corrente.

Se la corrente è supercritica, si applica lo stesso algoritmo procedendo da monte (ove deve essere assegnata la condizione al contorno) verso valle.

Il livello idrico nei tratti prismatici è dunque controllato essenzialmente dai valori dei coefficienti di scabrezza che compaiono nella definizione della capacità di portata dell'alveo.

F.2 Tronchi di corrente rapidamente variata

Nei tronchi sede di ponti, tombini o altre strutture che provocano effetti localizzati le condizioni idrometriche di monte si correlano con quelle di valle tramite relazioni empiriche appropriate tratte dalla letteratura tecnica.

F.2.1 Ponti e viadotti

Ai fini della simulazione numerica, la sezione in cui è localizzato il ponte viene trattata nel modo di seguito descritto.

Nella sezione del ponte si inseriscono gli ingombri geometrici delle pile e delle spalle del ponte; la geometria reale viene schematizzata con una idraulicamente equivalente, ove gli ingombri delle singole pile vengono assemblati in un numero ridotto di sagome. Questa operazione viene fatta separatamente per le zone di alveo, golena e coltivo.

Alla stessa ascissa della sezione predetta si posizionano una sezione di monte (identificata dal suffisso 'm') e una sezione di valle (identificata dal suffisso 'v') con lo stesso contorno bagnato, che differiscono dalla sezione del ponte solo per l'assenza dell'ingombro delle pile/spalle.

Queste due sezioni convenzionali di monte e di valle delimitano il tronco, che ha lunghezza trascurabile, in cui è localizzata la variazione della geometria.

La sezione del ponte con gli ingombri delle pile/spalle entra soltanto nel calcolo delle perdite localizzate che, appunto, da tali ingombri sono causate.

Pertanto, nel risultato finale, in corrispondenza della sezione del ponte, saranno riportati alla stessa ascissa i tre livelli corrispondenti, nell'ordine, alla sezione immediatamente a monte ('m'), a quella del ponte con gli ingombri di pile/spalle, e a quella immediatamente a valle ('v').

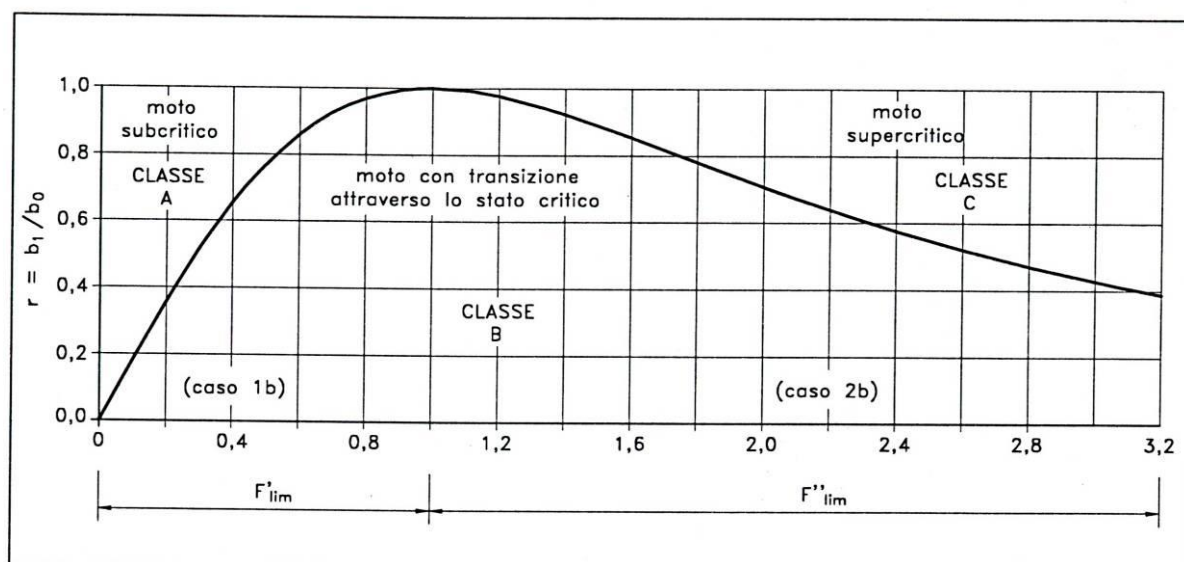
Il rigurgito dei ponti può essere valutato con metodologie diverse.

F.2.1.1 Formula di Yarnell

Nel breve tronco in cui è localizzato il ponte la differenza tra il livello di monte e quello di valle ($z_m - z_v$) può essere calcolata con la formula di Yarnell dedotta da una estesa informazione sperimentale relativa a sezioni di forma rettangolare.

Si deve distinguere tra la situazione in cui la contrazione non è così forte da produrre la sezione di controllo tra le pile (di 'classe A' nella terminologia di Yarnell) e il caso in cui tale situazione si verifica (di 'classe B').

Figura F.1: Classificazione dei modi di deflusso attraverso un restringimento (Da Deppo, Datei "Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali")

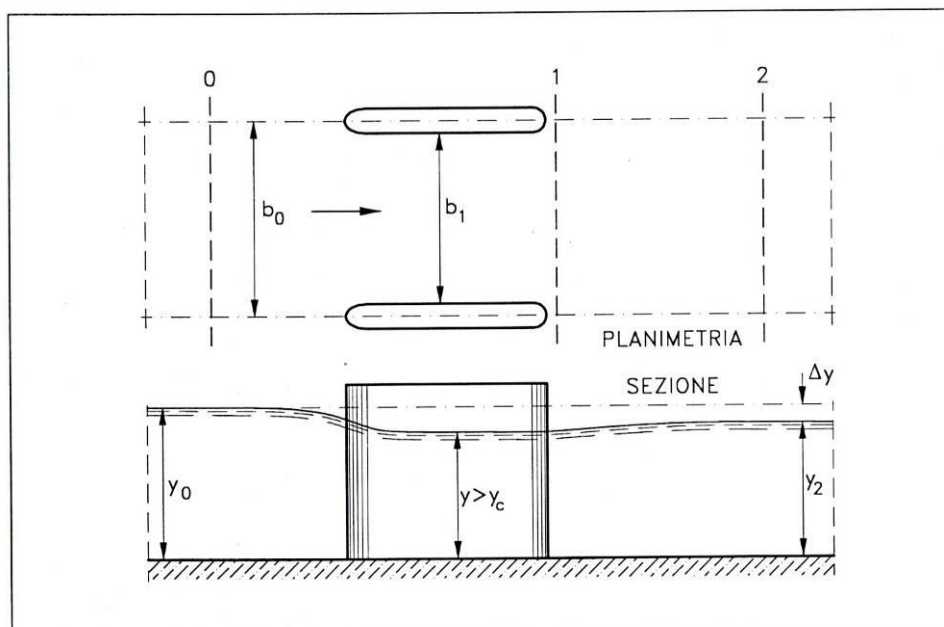


Si calcola preventivamente il rapporto di contrazione $r = b_1/b_0$ e si confronta con il rapporto di contrazione limite r_{lim} discriminante tra le classi 'A' e 'B' definito dall' espressione:

$$r_{lim}^2 = 27 \frac{F^2}{(2 + F^2)^3}$$

Se il rapporto di contrazione r risulta minore di r_{lim} il problema é di classe 'B' e il livello di monte si ottiene dal valore dell'energia nella sezione di monte posta pari a quella critica che si stabilisce tra le pile incrementata di una perdita di carico in contrazione pari a circa 1/3 del termine cinetico critico.

Figura F.2: Deflusso attraverso le pile di un ponte senza transizione – classe A (Da Deppo, Datei "Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali")








Per il problema di 'classe A' la formula di Yarnell esprime l'entità del rigurgito (Δy) in funzione del tirante idrico di valle (y_2), del rapporto di ingombro del ponte ($z = 1 - r$), di un coefficiente di forma della pila (K_Y) e del numero di Froude ($F = V/\sqrt{gA/B}$) della corrente nella sezione di valle (F_2) con l'espressione:

$$\frac{\Delta y}{y} = K_Y (K_Y - 0.6 + 5F_2^2) (z + 15z^4) F_2^2$$

Il coefficiente di forma K_Y assume valori che vanno da 1.25 per pile non arrotondate a valori dell'ordine di 0.9 per pile arrotondate con vari profili (vedi Figura F.3).

Nell'ipotesi che la corrente investa l'asse della pila con un angolo α diverso da 0, i valori di Δy devono essere moltiplicati per il coefficiente 1.3 per $\alpha = 10^\circ$ e 2.3 per $\alpha = 20^\circ$.

Figura F.3: Coefficienti di forma delle pile dei ponti (Da Deppo, Datei "Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali")

forma della pila	K_Y
	1,25
	1,05
	1,05
	0,95
	0,90

F.2.1.2 Formula di Rehbock

In base alla formula di Rehbock, l'espressione del rigurgito è:

$$\Delta y = K_R (1 - r) \frac{v_2^2}{2g}$$

dove K_R è un coefficiente di forma pari a 1 per pile a rostri arrotondati e 2 per pile a spigoli vivi.

F.2.1.3 Bilanci di energia (e-b) e di spinta totale (e-s)

Si distinguono, in corrispondenza dei ponti, il tratto tra la sezione di monte (M) e quella delle pile (P), in cui la corrente accelera, e quello tra questa sezione (P) e quella di valle (V) in cui la corrente rallenta.

Nel tratto M-P si impone il bilancio energetico conteggiando le perdite di carico in contrazione come una frazione del termine cinetico in P valutata in ragione del raccordo delle pile:

$$H_M = H_P + I \frac{v_P^2}{2g}$$

Nel tratto P-V si può ancora imporre il bilancio energetico valutando le perdite di rallentamento con l'espressione di Borda (schema e-b):

$$H_P = H_V + I \frac{(v_P - v_V)^2}{2g}$$

oppure si può, in alternativa, imporre l'invarianza della spinta totale tra le sezioni P e V utilizzando la geometria della sezione V per valutare la spinta idrostatica nella sezione P (schema e-s).

La scelta dello schema di rappresentazione degli effetti di rigurgito può essere effettuata con appropriata analisi di sensitività: gli schemi e-b e e-s, più elaborati, hanno comunque, a priori, il vantaggio di essere applicabili a sezioni non sensibilmente rettangolari.

F.2.2 Tombini

In particolare, per quanto riguarda i tombini, l'analisi è condotta mediante due differenti approcci che tengono in debito conto delle condizioni idrauliche di monte e di valle che governano il moto:

- 1) Outlet Control: il flusso all'interno del tombino è in regime di outlet control quando è condizionato dalle condizioni di valle e/o dalla capacità portante della condotta. Pertanto si valuta l'altezza d'acqua in testa al tombino (upstream headwater depth) utilizzando i convenzionali metodi dell'idraulica considerando prevalenti le perdite dovute alla rugosità della condotta ed all'effetto tappo che si instaura con la eventuale presenza di un battente idrico a valle (tailwater);
- 2) Inlet Control: in questo caso, la capacità del sistema è condizionata dalle perdite di carico all'ingresso del tombino più che dalla capacità della condotta. Pertanto il tirante idrico in testa si determina considerando prevalenti le perdite causate dal restringimento della sezione di monte.

HEC – RAS calcola l'energia a monte del tombino necessaria affinché il flusso sia in regime di outlet control e quella corrispondente al regime di inlet control; il caso per cui risulta maggiore tale energia è quello che viene considerato per la determinazione delle caratteristiche idrodinamiche del flusso.

F.2.2.1 Outlet control

E' utilizzata l'equazione di Bernouilli

$$Z_3 + Y_3 + \frac{V_3^2}{2g} = Z_2 + Y_2 + \frac{V_2^2}{2g} + H_L$$

dove Z_3, Z_2 sono le quote di imbocco e di sbocco del tombino (m);

Y_3, Y_2 sono i tiranti idrici di monte e di valle (m);

V_3, V_2 sono le velocità di ingresso e di uscita della corrente (m);

H_L sono le perdite di carico totali, date dalla somma delle perdite concentrate di ingresso e di uscita e dalle perdite distribuite lungo la condotta.

F.2.2.2 Inlet control

L'analisi si differenzia a seconda dell'entità delle portate da smaltire:

- a) Unsubmerged Inlet: portate per le quali il sistema si comporta come uno stramazzo; ci sono due metodi proposti dall'United States Federal Highway Administration:

$$\frac{HW_i}{D} = \frac{H_c}{D} + K \left[\frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^M - 0.5S$$

$$\frac{HW_i}{D} = K \left[\frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^M$$

dove HW_i è il carico idraulico all'ingresso del tombino;

D è l'altezza della condotta;

H_c è l'energia specifica corrispondente all'altezza critica;

Q è la portata;

A è l'area della sezione della condotta;

S è la pendenza della condotta;

K e M sono costanti dipendenti dalla geometria e dal tipo di condotta

b) Submerged Inlet: quando la condotta si comporta da orifizio nel sistema

$$\frac{HW_i}{D} = c \left[\frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^2 + Y - 0.5S$$

dove HW_i è il carico idraulico all'ingresso del tombino;

D è l'altezza della condotta;

H_c è l'energia specifica corrispondente all'altezza critica;

Q è la portata;

A è l'area della sezione della condotta;

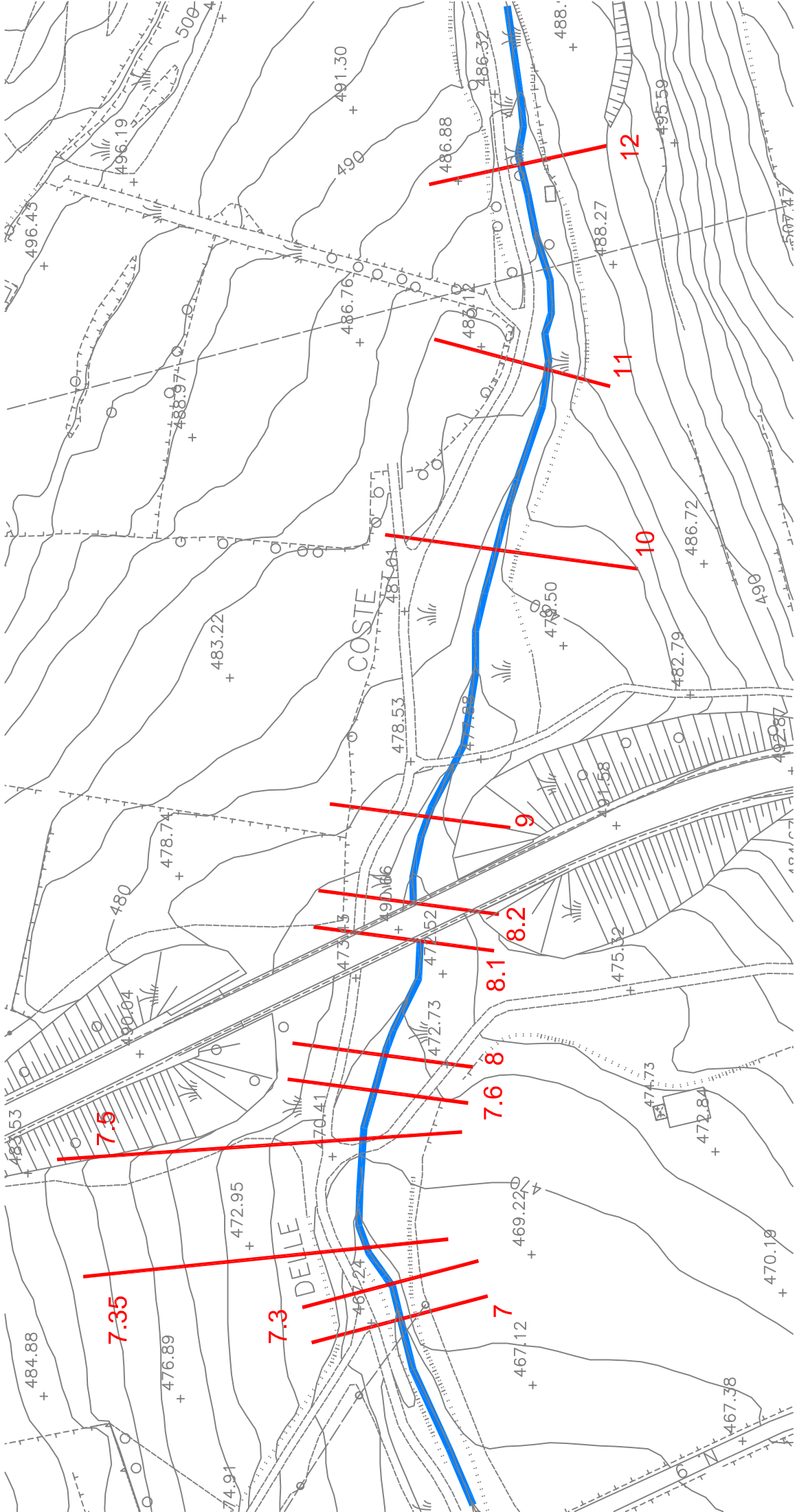
S è la pendenza della condotta;

c e Y sono costanti dipendenti dalla geometria e dal tipo di condotta

c) Transitional: in situazioni intermedie tra il comportamento a stramazzo e il comportamento ad orifizio

G ALLEGATO 2: VALLONE DELLE COSTE - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

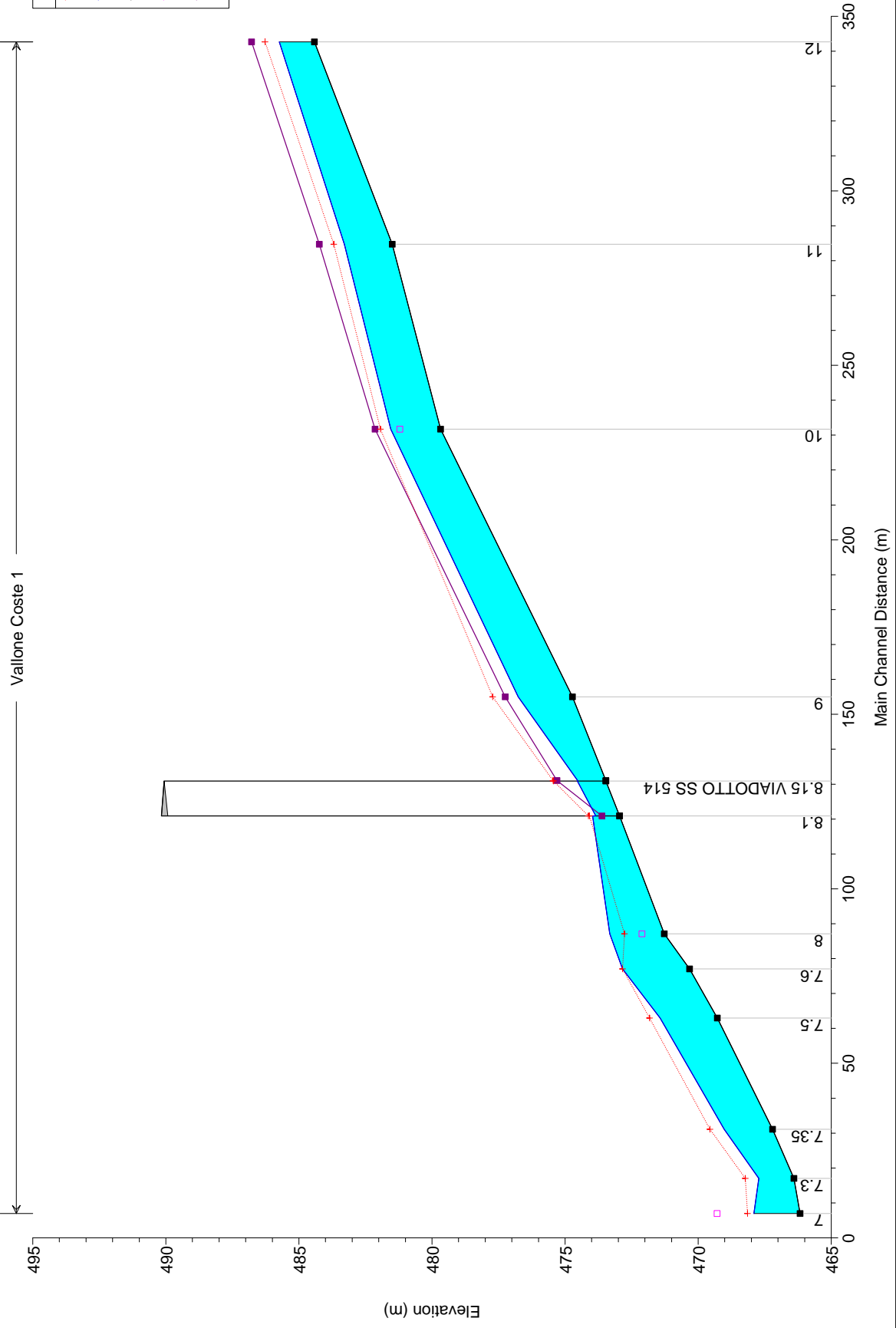
Ante operam



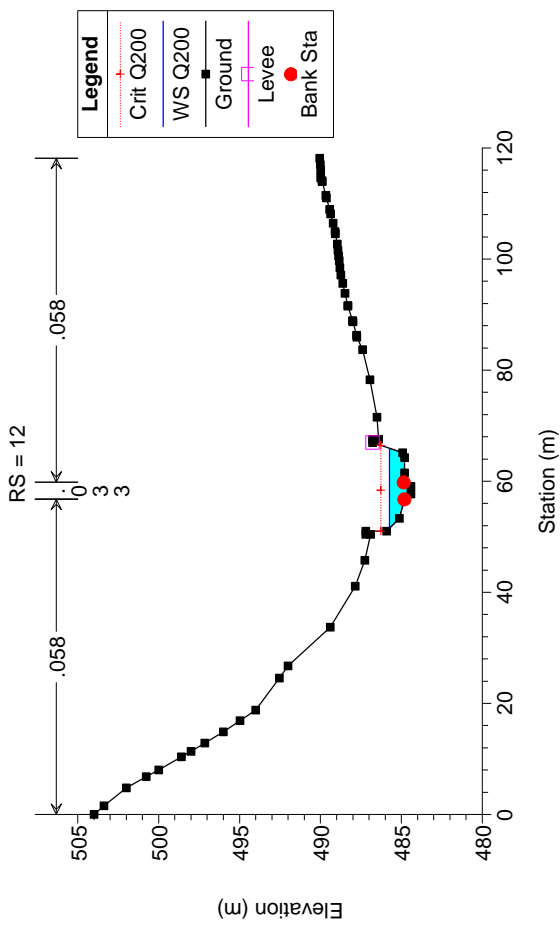
HEC-RAS Plan: Current mode River: Vallone Coste Reach: 1 Profile: Q200

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
1	12	Q200	55.62	484.42	485.74	486.27	487.56	0.055579	7.77	12.04	14.42	2.26
1	11	Q200	55.62	481.49	483.29	483.69	484.61	0.042149	7.07	14.98	19.36	1.74
1	10	Q200	55.62	479.68	481.55	481.94	482.89	0.026092	6.00	18.11	39.93	1.57
1	9	Q200	55.62	474.72	476.77	477.72	479.76	0.063132	7.68	7.39	7.25	2.13
1	8.2	Q200	55.62	473.47	474.53	475.45	477.71	0.119052	8.07	7.71	12.21	2.73
1	8.15		Bridge									
1	8.1	Q200	55.62	472.95	473.97	474.08	474.45	0.032052	3.99	21.35	36.22	1.39
1	8	Q200	55.62	471.27	473.32	472.77	473.38	0.003102	1.89	59.71	68.47	0.44
1	7.6	Q200	55.62	470.32	472.84	472.84	473.28	0.020176	3.91	21.41	21.55	0.86
1	7.5	Q200	55.62	469.28	471.43	471.82	472.75	0.055769	6.12	14.03	20.59	1.56
1	7.35	Q200	55.62	467.21	469.02	469.56	470.79	0.064630	6.60	11.57	15.93	1.84
1	7.3	Q200	55.62	466.40	467.72	468.23	469.62	0.107806	7.24	10.79	16.99	2.40
1	7	Q200	55.62	466.17	467.91	468.15	468.75	0.033161	4.75	15.89	18.59	1.39

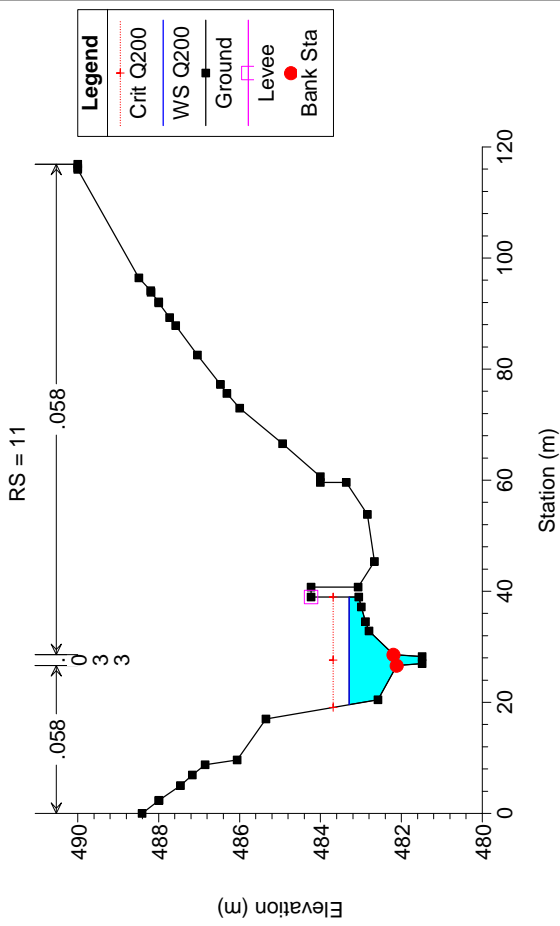
01_Vallone delle coste_Cond. AO



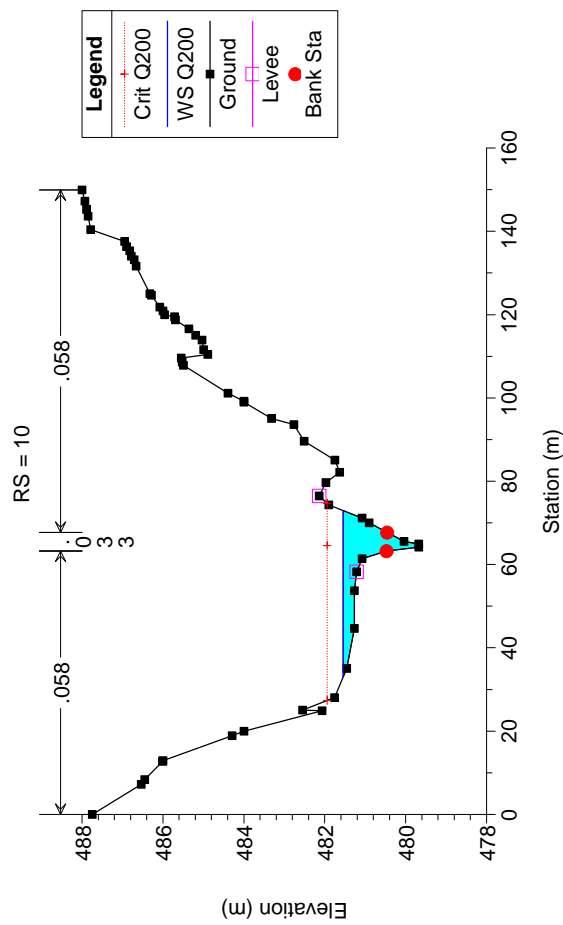
01_Vallone delle coste_Cond. AO Plan: Q200 Ante Opera 02/08/2013



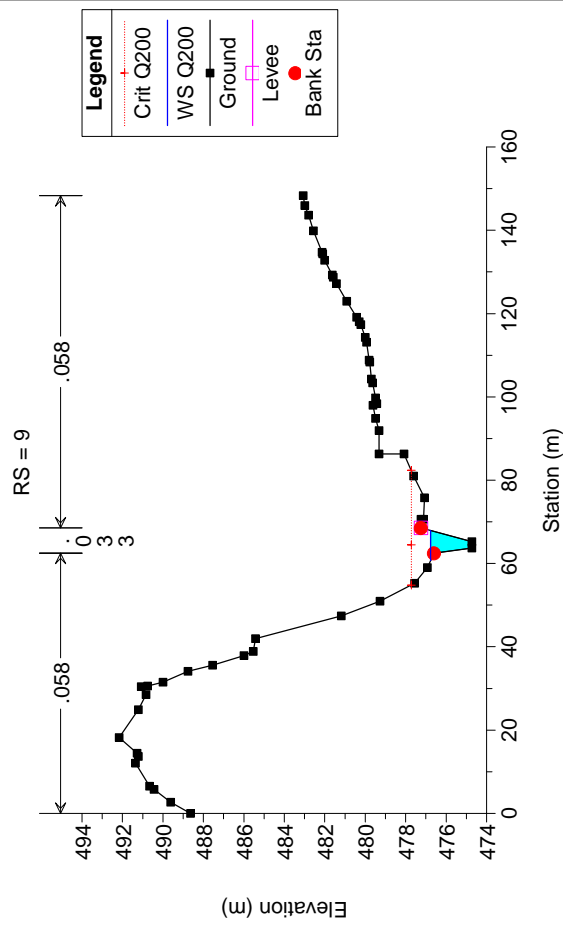
01_Vallone delle coste_Cond. AO Plan: Q200 Ante Opera 02/08/2013



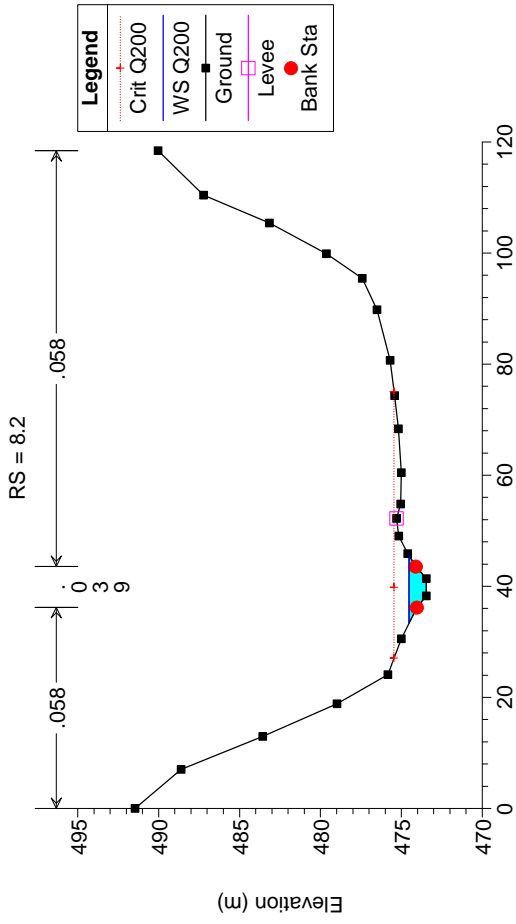
01_Vallone delle coste_Cond. AO Plan: Q200 Ante Opera 02/08/2013



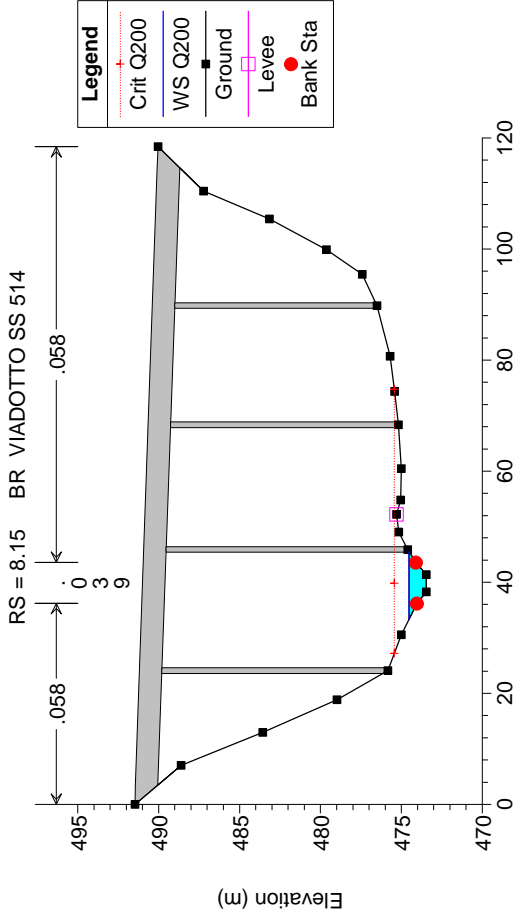
01_Vallone delle coste_Cond. AO Plan: Q200 Ante Opera 02/08/2013



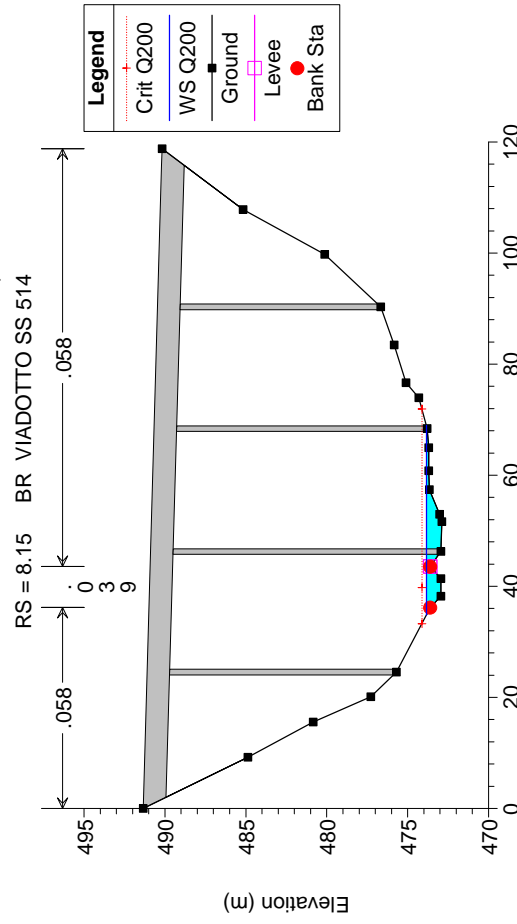
01_Vallone delle coste_Cond. AO Plan: Q200 Ante Opera 02/08/2013



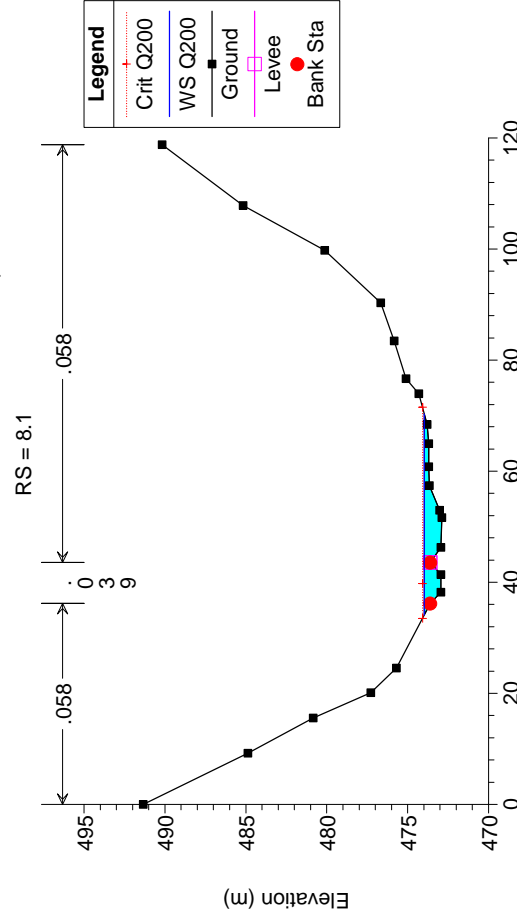
01_Vallone delle coste_Cond. AO Plan: Q200 Ante Opera 02/08/2013



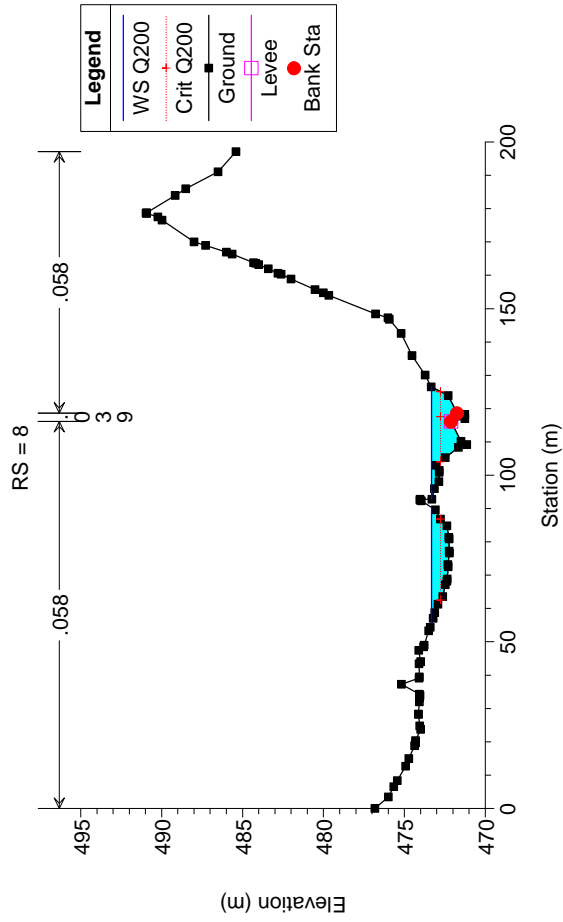
01_Vallone delle coste_Cond. AO Plan: Q200 Ante Opera 02/08/2013



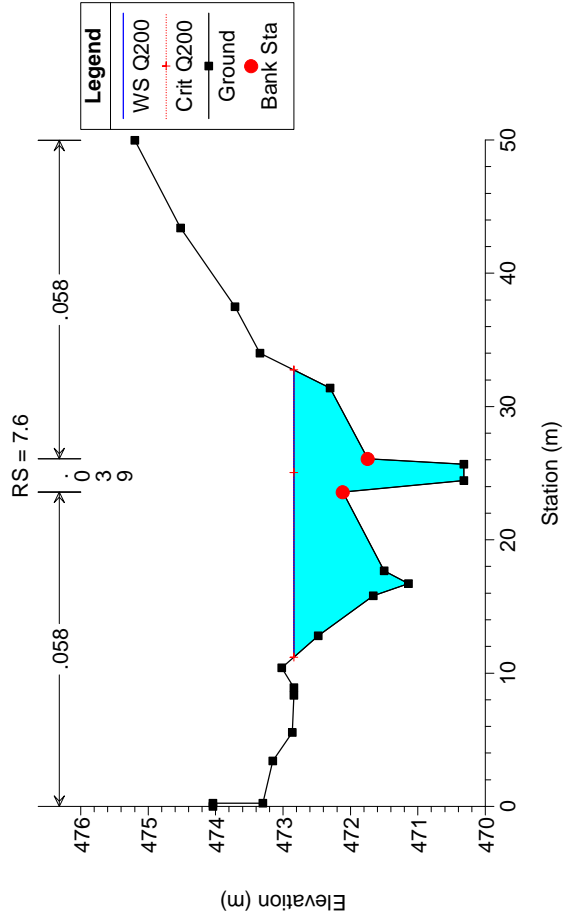
01_Vallone delle coste_Cond. AO Plan: Q200 Ante Opera 02/08/2013



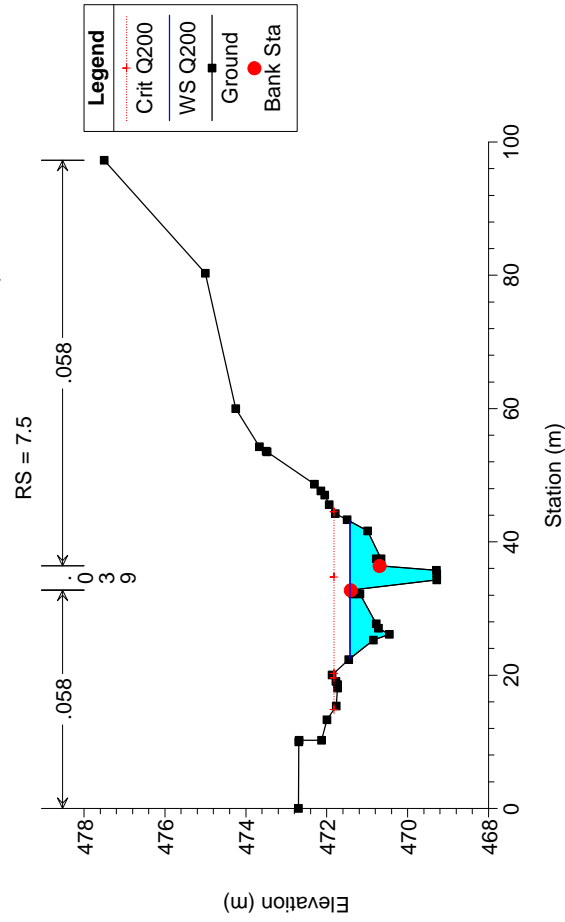
01_Vallone delle coste _Cond. AO Plan: Q200 Ante Opera 02/08/2013



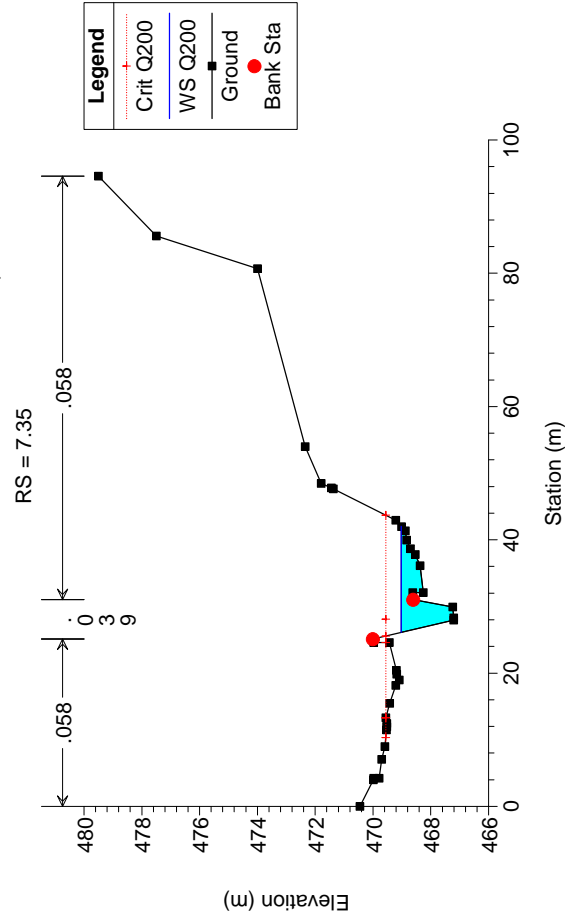
01_Vallone delle coste _Cond. AO Plan: Q200 Ante Opera 02/08/2013

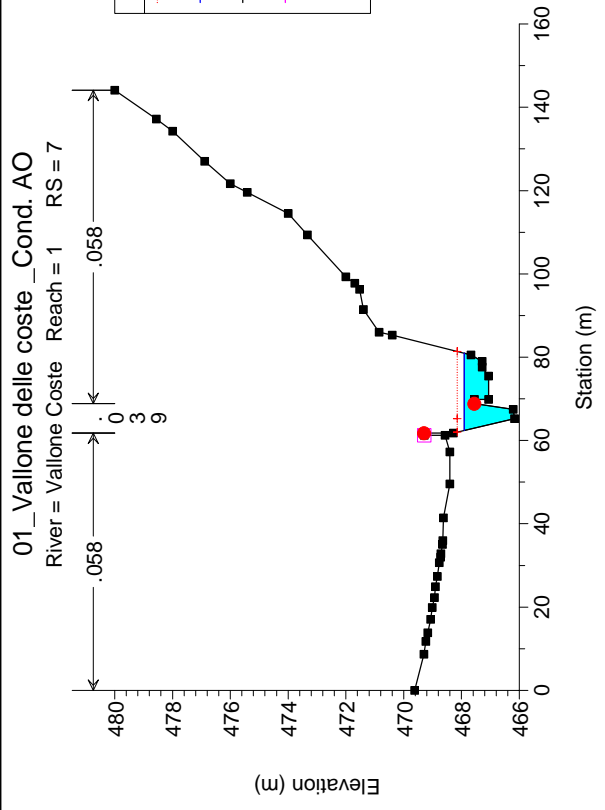
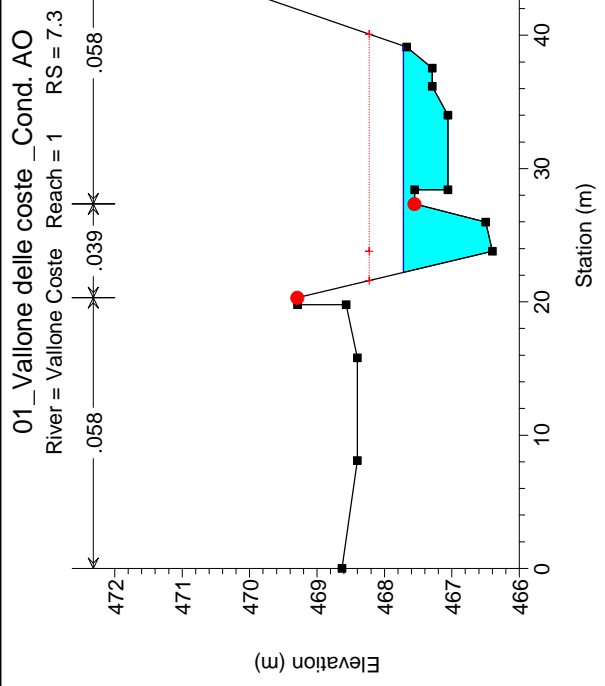


01_Vallone delle coste _Cond. AO Plan: Q200 Ante Opera 02/08/2013

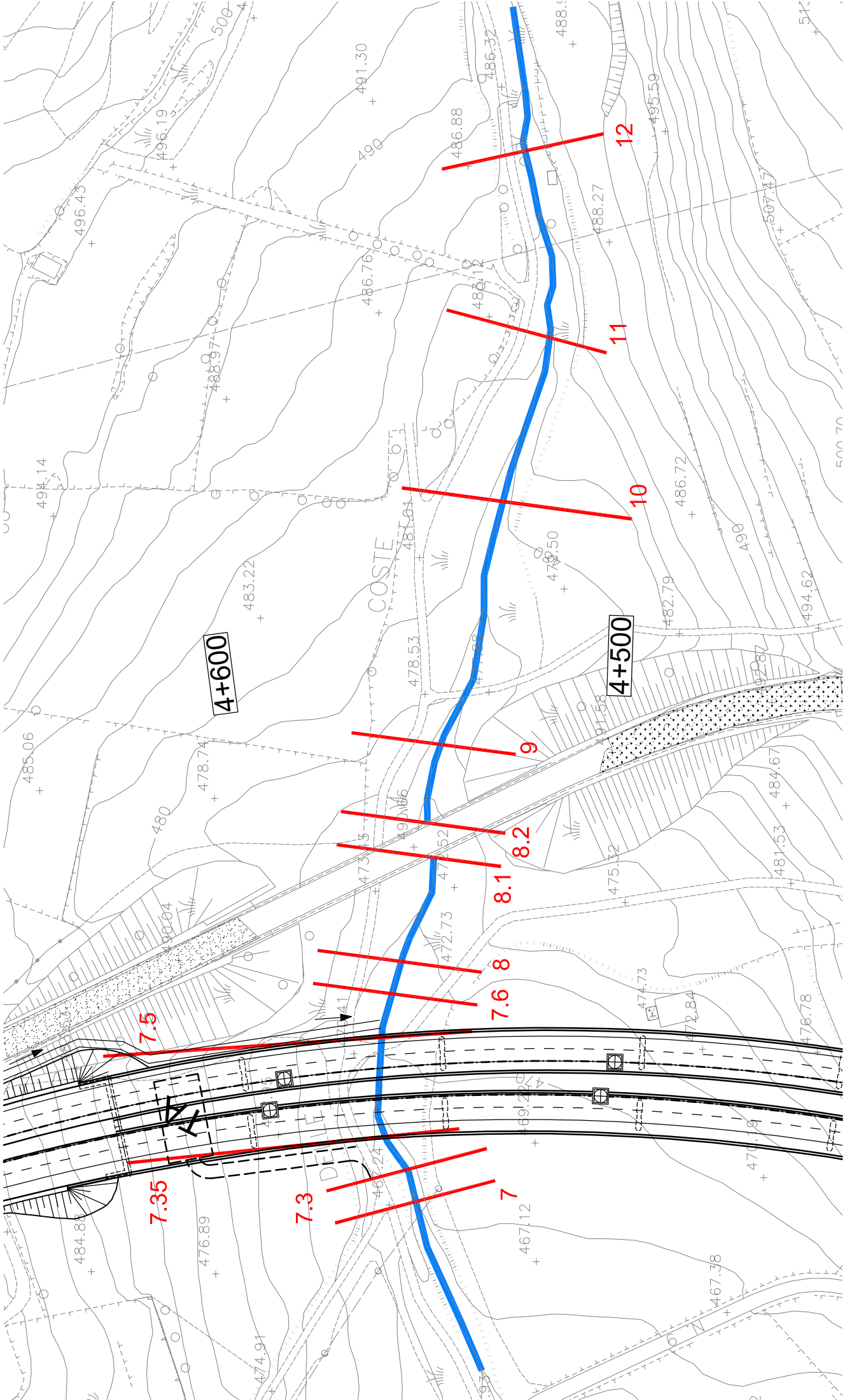


01_Vallone delle coste _Cond. AO Plan: Q200 Ante Opera 02/08/2013





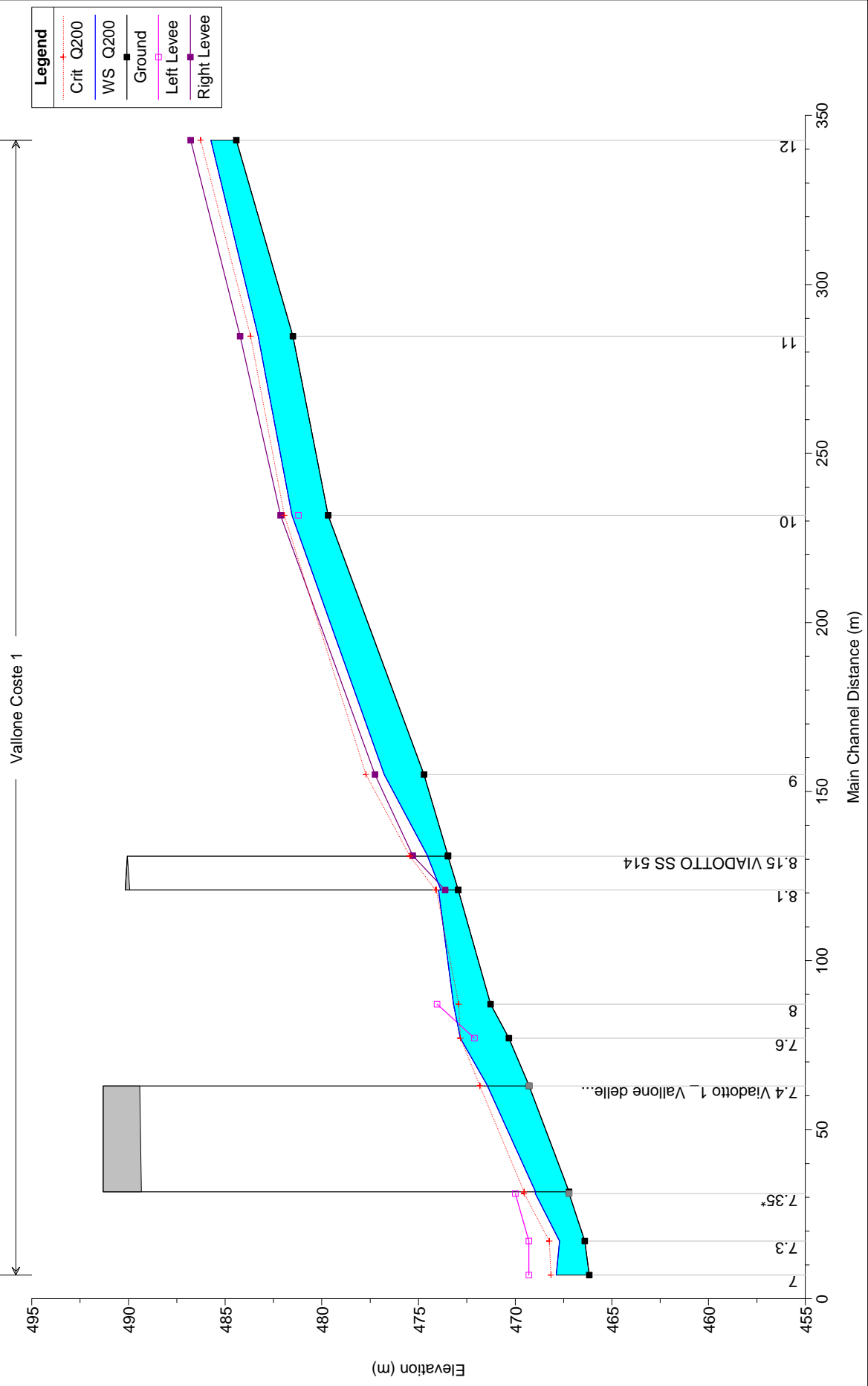
Post operam

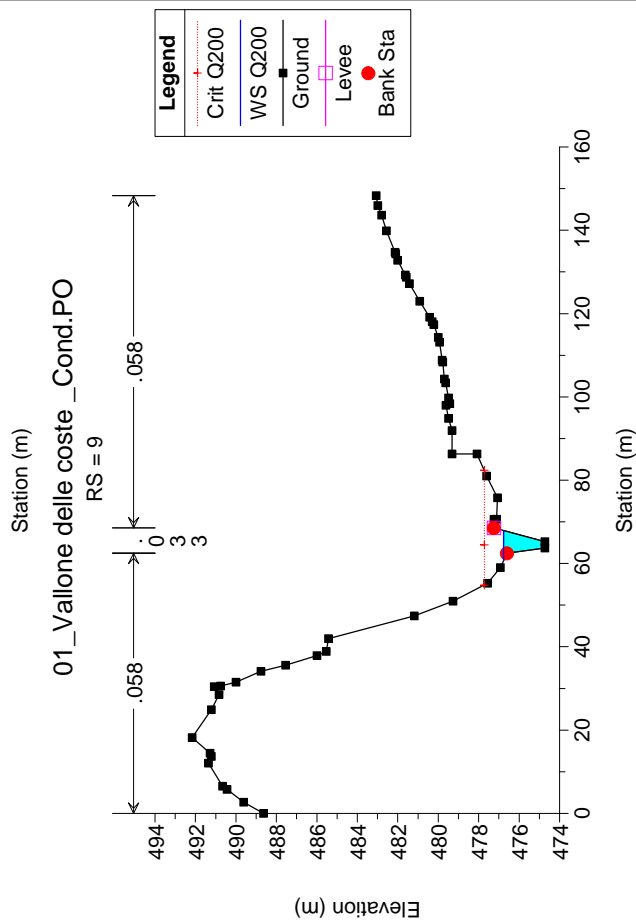
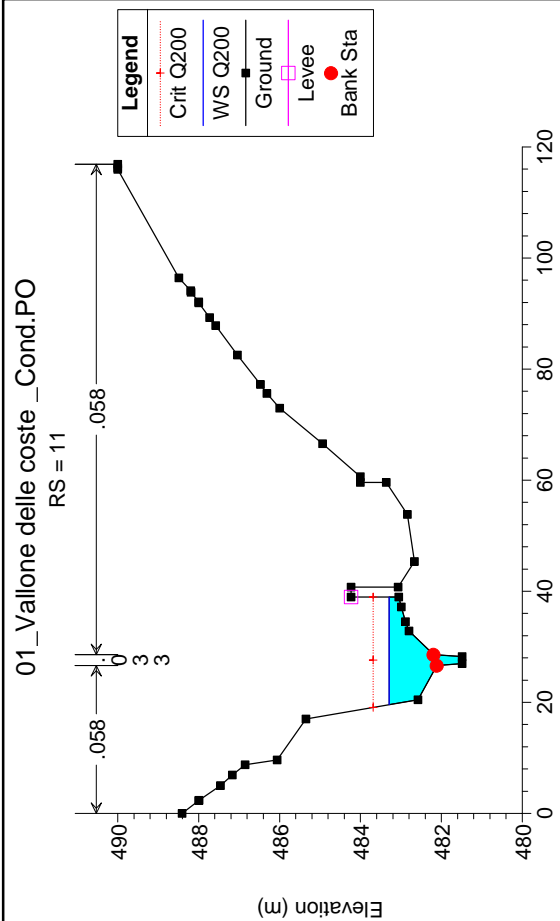
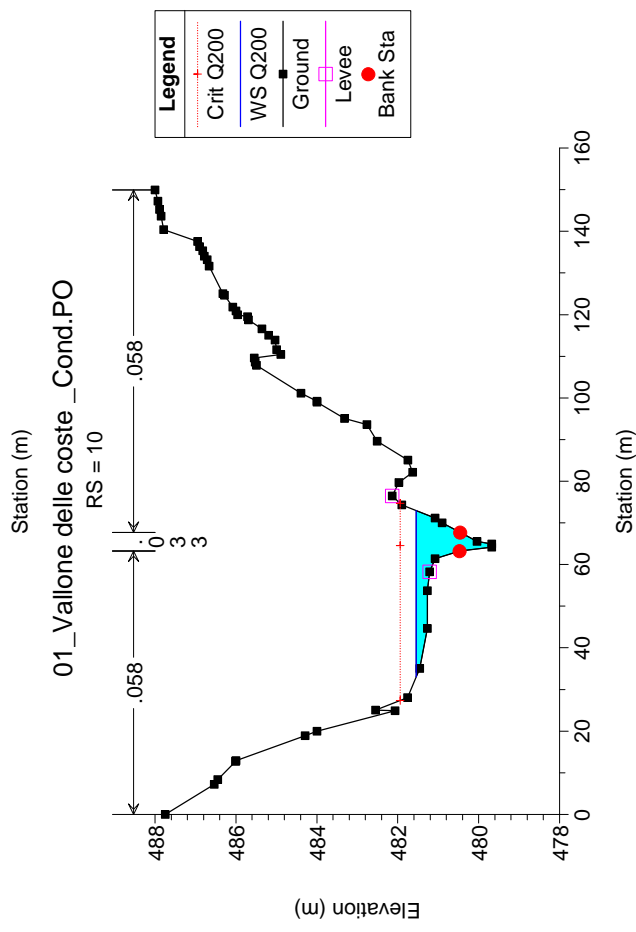
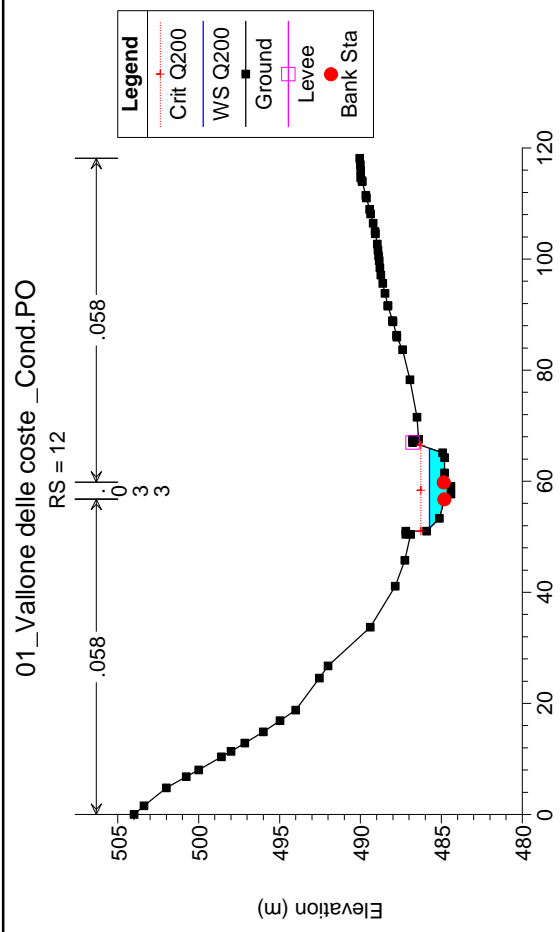


HEC-RAS Plan: Current mode River: Vallone Coste Reach: 1 Profile: Q200

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
1	12	Q200	55.62	484.42	485.74	486.27	487.56	0.055579	7.77	12.04	14.42	2.26
1	11	Q200	55.62	481.49	483.29	483.69	484.61	0.042149	7.07	14.98	19.36	1.74
1	10	Q200	55.62	479.68	481.55	481.94	482.89	0.026092	6.00	18.11	39.93	1.57
1	9	Q200	55.62	474.72	476.77	477.72	479.76	0.063132	7.68	7.39	7.25	2.13
1	8.2	Q200	55.62	473.47	474.53	475.45	477.71	0.119052	8.07	7.71	12.21	2.73
1	8.15		Bridge									
1	8.1	Q200	55.62	472.95	473.97	474.08	474.45	0.032052	3.99	21.35	36.22	1.39
1	8	Q200	55.62	471.27	473.20	472.93	473.44	0.010691	3.35	29.70	31.20	0.81
1	7.6	Q200	55.62	470.32	472.83	472.83	473.28	0.020611	3.94	21.24	21.50	0.87
1	7.5*	Q200	55.62	469.28	471.43	471.82	472.74	0.055530	6.11	14.05	20.60	1.55
1	7.4		Bridge									
1	7.35*	Q200	55.62	467.21	468.96	469.54	471.07	0.078851	7.13	10.64	15.58	2.03
1	7.3	Q200	55.62	466.40	467.70	468.23	469.71	0.115199	7.43	10.54	16.95	2.48
1	7	Q200	55.62	466.17	467.88	468.15	468.78	0.035937	4.89	15.43	18.51	1.44

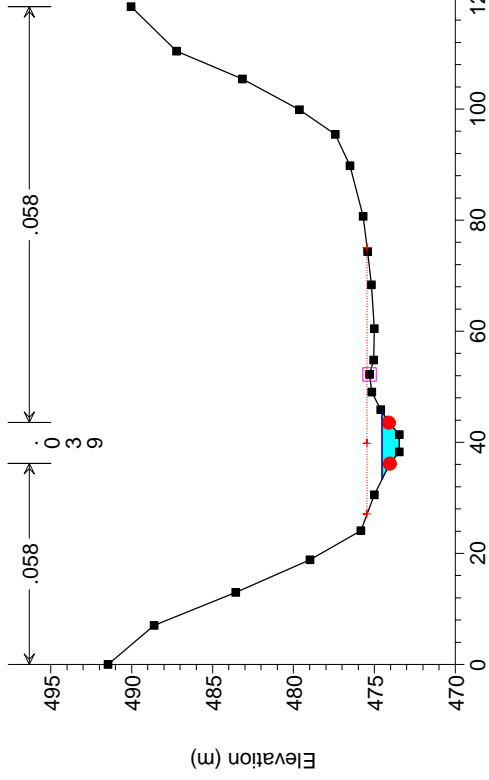
01_Vallone delle coste _Cond.PO





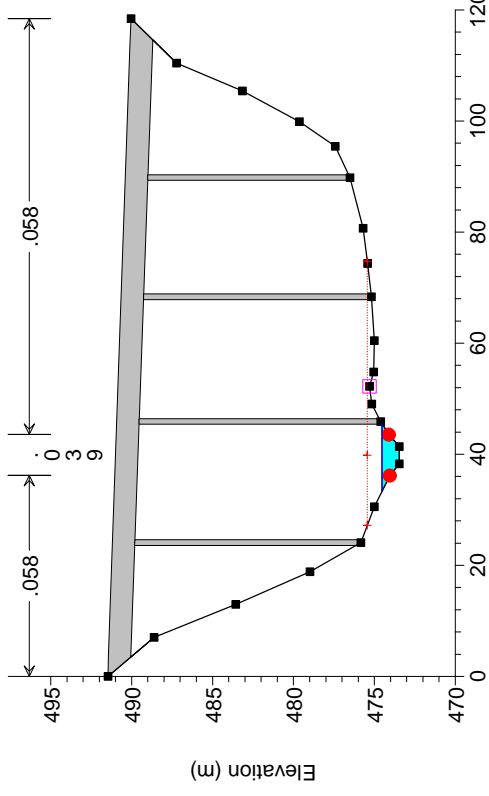
01_Vallone delle coste_Cond.PO

RS = 8.2



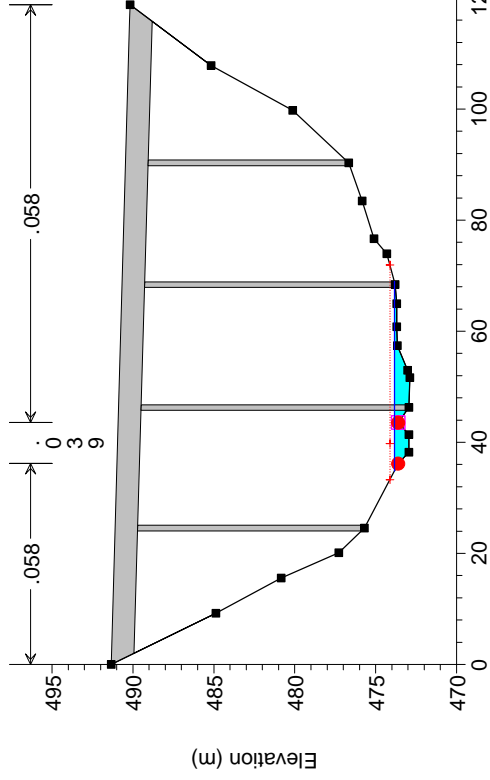
01_Vallone delle coste_Cond.PO

RS = 8.15 BR VIADOTTO SS 514



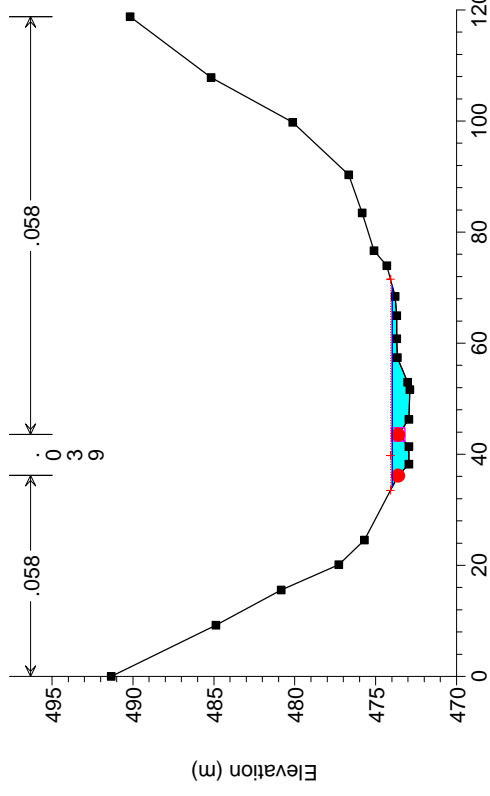
01_Vallone delle coste_Cond.PO

RS = 8.15 BR VIADOTTO SS 514

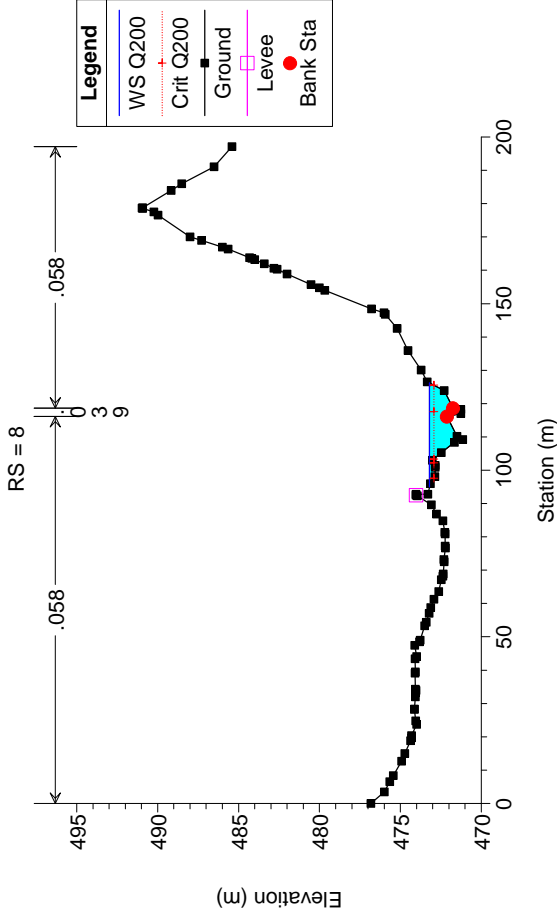


01_Vallone delle coste_Cond.PO

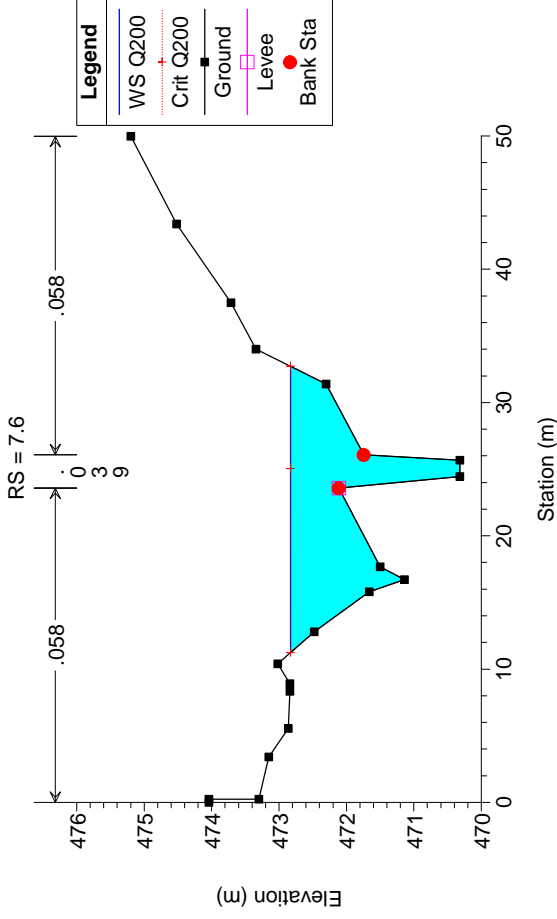
RS = 8.1



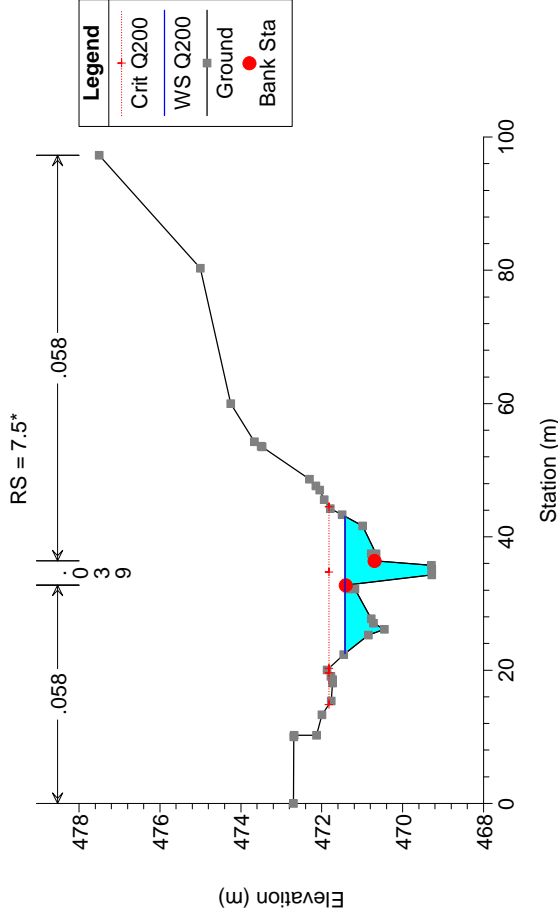
01_Vallone delle coste_Cond.PO



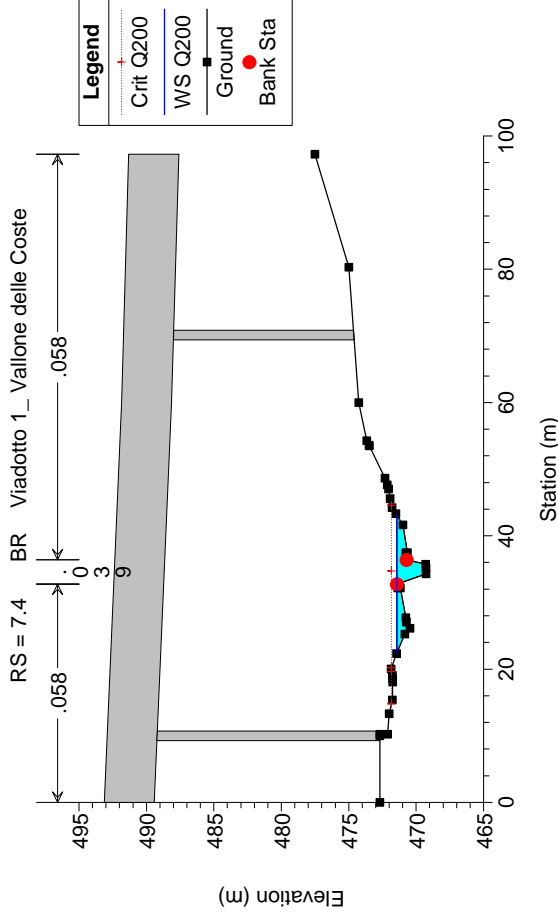
01_Vallone delle coste_Cond.PO



01_Vallone delle coste_Cond.PO

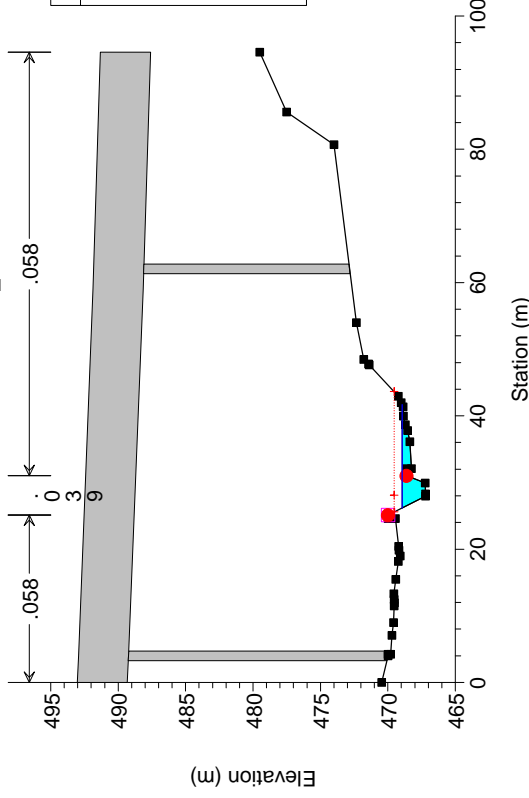


01_Vallone delle coste_Cond.PO



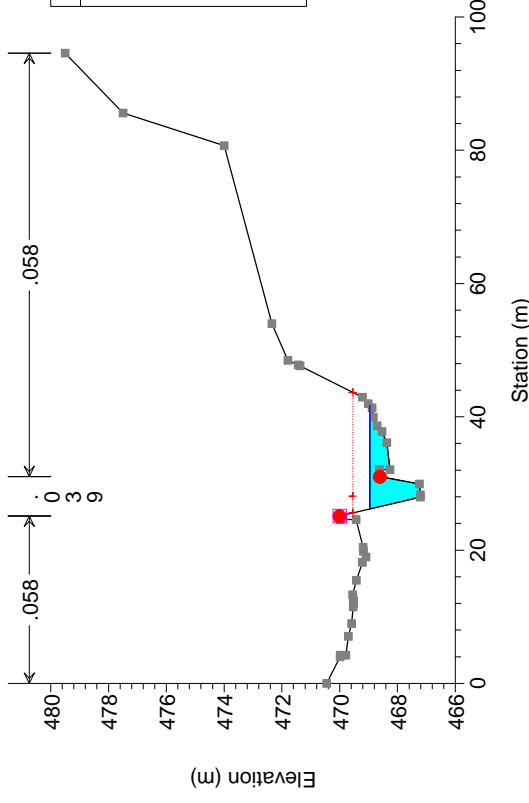
01_Vallone delle coste_Cond.PO

RS = 7.4 BR Viadotto 1_Vallone delle Coste



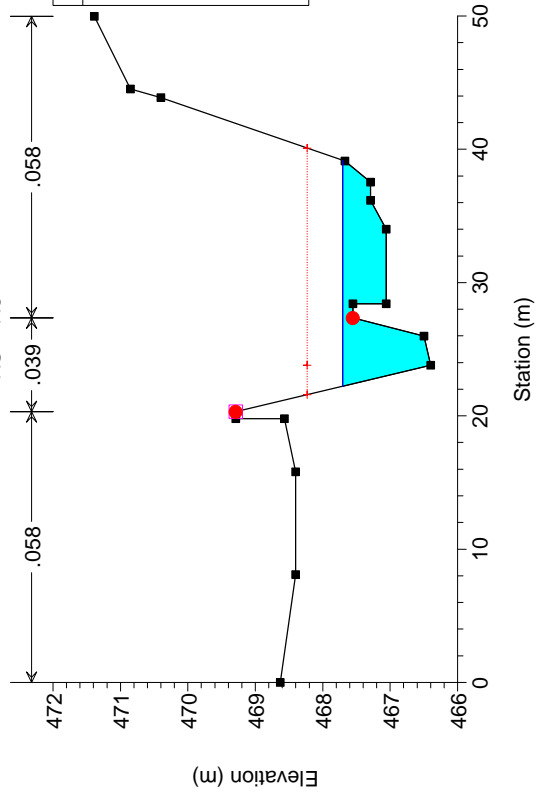
01_Vallone delle coste_Cond.PO

RS = 7.35*



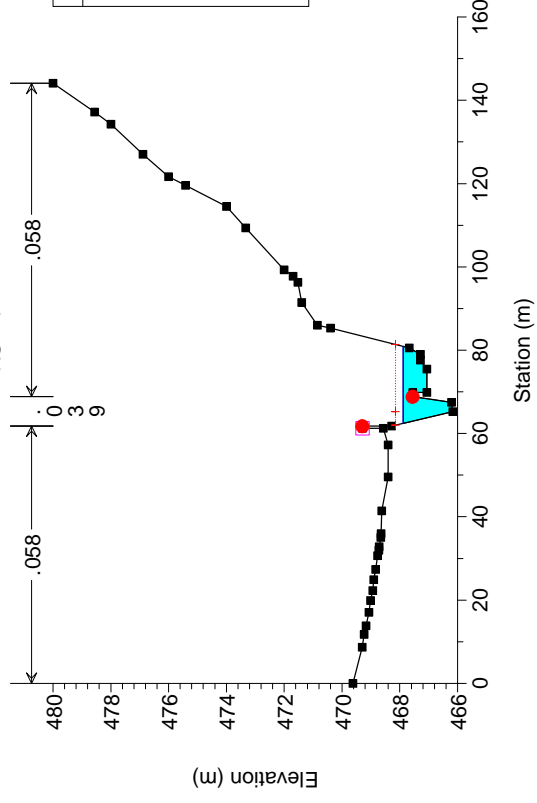
01_Vallone delle coste_Cond.PO

RS = 7.3



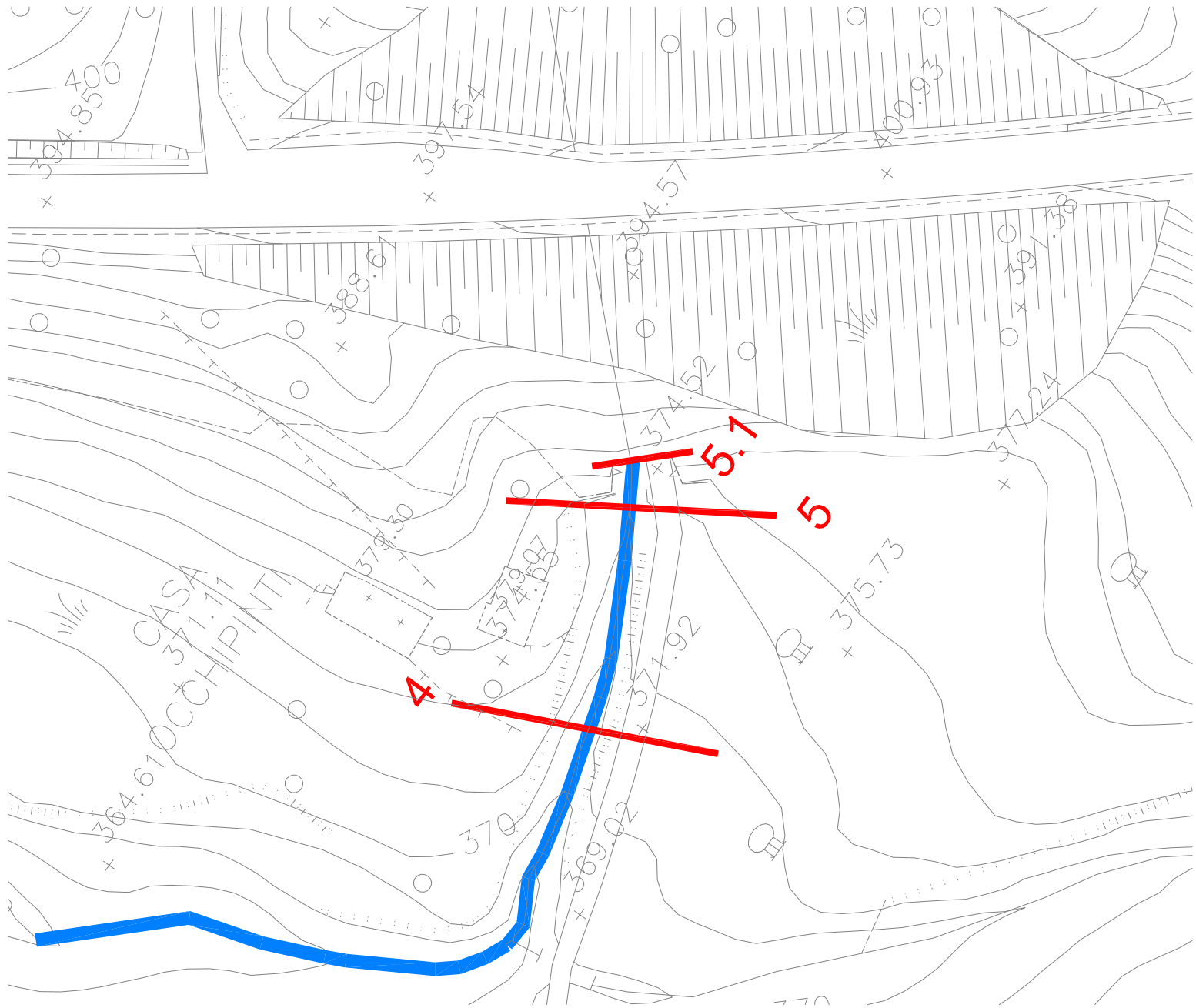
01_Vallone delle coste_Cond.PO

RS = 7



H ALLEGATO 3: CAVA SAN MARCO - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

Ante operam



HEC-RAS Plan: CAVA SAN MAR River: CAVA SAN MARCO Reach: 1 Profile: Q200

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
1	11	Q200	30.51	386.64	387.69	388.02	388.81	0.065499	4.70	6.49	10.74	1.93	
1	10	Q200	30.51	383.14	384.79	385.22	386.09	0.042881	5.05	6.04	5.47	1.53	
1	9	Q200	30.51	381.54	384.77	383.12	384.80	0.000313	0.78	45.92	36.28	0.16	
1	8.2*	Q200	30.51	381.51	384.70	383.15	384.79	0.000768	1.48	24.91	9.50	0.27	
1	8.15		Culvert										
1	8.1	Q200	30.51	381.47	382.92	382.92	383.52	0.012622	3.47	9.34	8.38	0.95	
1	8	Q200	30.51	381.45	382.90	382.90	383.45	0.015871	3.30	9.25	8.39	1.00	
1	7.7*	Q200	30.51	380.88	381.91	382.29	383.13	0.050580	4.89	6.24	7.68	1.73	
1	7.5*	Q200	30.51	380.31	381.29	381.70	382.58	0.056937	5.04	6.06	7.82	1.83	
1	7.2*	Q200	30.51	379.74	380.70	381.12	382.00	0.058434	5.07	6.02	7.86	1.85	
1	7.1*	Q200	30.51	379.17	380.10	380.53	381.42	0.057707	5.09	6.00	7.67	1.84	
1	7	Q200	30.51	379.02	379.95	380.38	381.26	0.058006	5.09	6.00	7.70	1.84	
1	6.8*	Q200	30.51	378.88	379.93	380.25	380.93	0.041550	4.43	6.88	8.50	1.57	
1	6.7*	Q200	30.51	378.73	379.87	380.11	380.69	0.033068	4.01	7.61	9.28	1.41	
1	6.6*	Q200	30.51	378.59	379.76	379.97	380.51	0.030099	3.83	7.97	9.77	1.35	
1	6.5*	Q200	30.51	378.45	379.62	379.82	380.36	0.030239	3.80	8.03	10.06	1.36	
1	6.4*	Q200	30.51	378.31	379.47	379.66	380.20	0.031182	3.81	8.01	10.30	1.38	
1	6.3*	Q200	30.51	378.16	379.31	379.51	380.05	0.030129	3.80	8.04	10.57	1.36	
1	6.2*	Q200	30.51	378.02	379.15	379.39	379.90	0.028606	3.84	8.09	11.51	1.35	
1	6.15*	Q200	30.51	377.88	378.96	379.20	379.75	0.030112	3.98	8.32	14.76	1.39	
1	6.05*	Q200	30.51	377.73	378.73	378.98	379.58	0.035427	4.22	8.25	14.34	1.50	
1	6	Q200	30.51	377.66	378.61	378.87	379.48	0.038481	4.33	8.20	14.07	1.56	
1	5.2	Q200	30.51	377.29	379.18	378.42	379.30	0.000559	0.94	21.51	14.60	0.22	
1	5.15		Culvert										
1	5.1	Q200	30.51	373.28	374.91	374.91	375.34	0.005882	2.18	11.11	13.64	0.60	
1	5	Q200	30.51	372.40	373.69	374.16	375.14	0.066817	5.33	5.72	7.44	1.94	
1	4	Q200	30.51	368.98	370.00	370.67	372.30	0.103817	6.72	4.54	5.60	2.38	

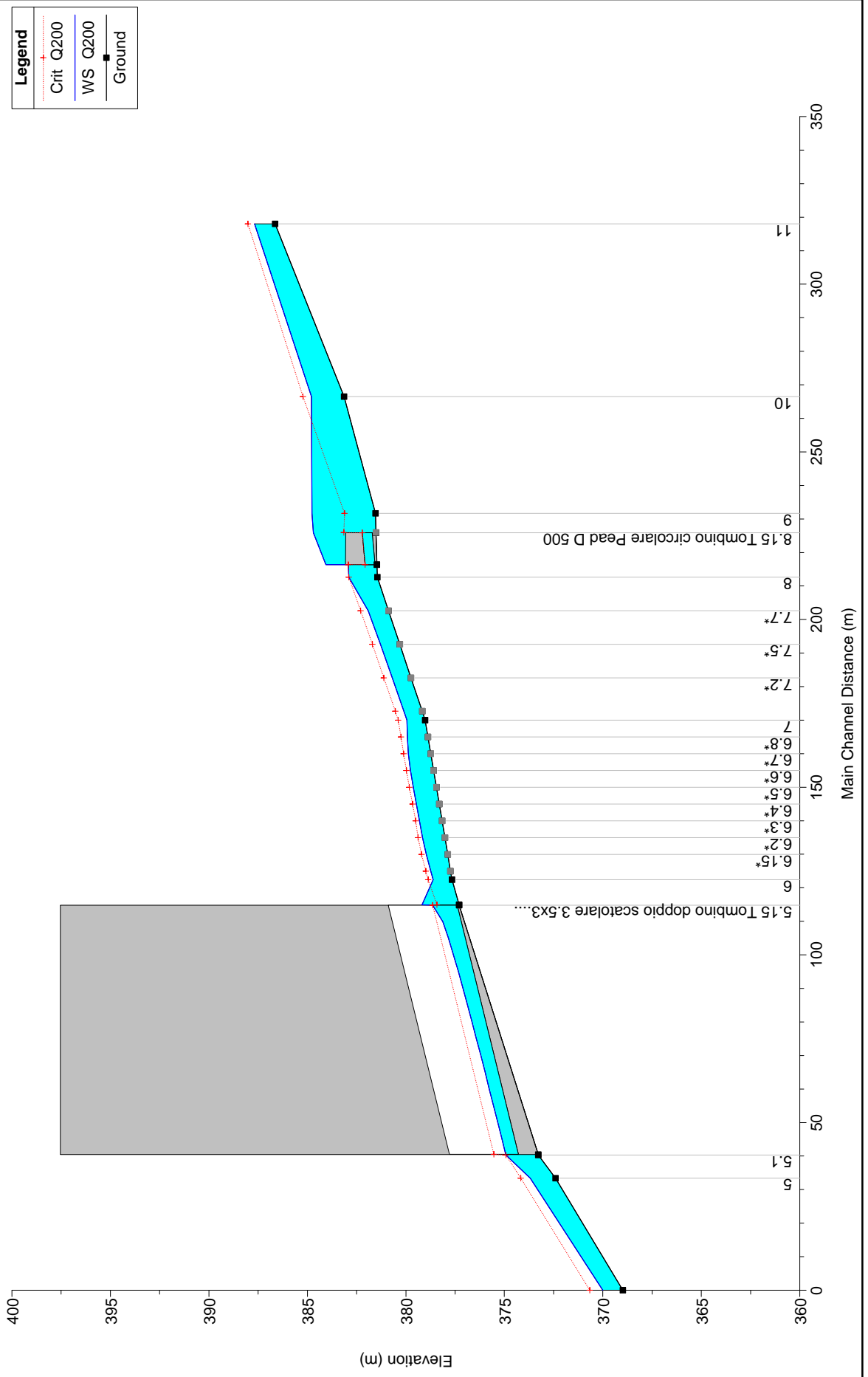
Plan: CAVA SAN SAN MAR CAVA SAN MARCO 1 RS: 8.15 Culv Group: Culvert #1 Profile: Q200

Q Culv Group (m3/s)	0.89	Culv Full Len (m)	9.54
# Barrels	1	Culv Vel US (m/s)	4.52
Q Barrel (m3/s)	0.89	Culv Vel DS (m/s)	4.52
E.G. US. (m)	384.79	Culv Inv El Up (m)	381.71
W.S. US. (m)	384.70	Culv Inv El Dn (m)	381.57
E.G. DS (m)	383.52	Culv Frctn Ls (m)	0.31
W.S. DS (m)	382.92	Culv Exit Loss (m)	0.44
Delta EG (m)	1.27	Culv Entr Loss (m)	0.52
Delta WS (m)	1.78	Q Weir (m3/s)	29.61
E.G. IC (m)	384.78	Weir Sta Lft (m)	0.00
E.G. OC (m)	384.79	Weir Sta Rgt (m)	9.50
Culvert Control	Outlet	Weir Submerg	0.00
Culv WS Inlet (m)	382.21	Weir Max Depth (m)	1.74
Culv WS Outlet (m)	382.07	Weir Avg Depth (m)	1.70
Culv Nml Depth (m)	0.50	Weir Flow Area (m2)	16.18
Culv Crt Depth (m)	0.50	Min El Weir Flow (m)	383.06

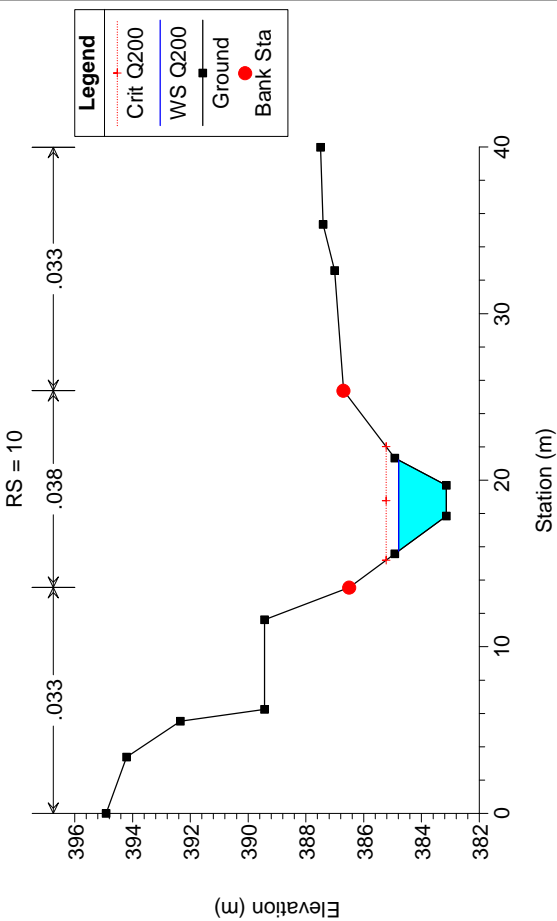
Plan: CAVA SAN MAR CAVA SAN MARCO 1 RS: 5.15 Culv Group: Culvert 1 Profile: Q200

Q Culv Group (m3/s)	30.51	Culv Full Len (m)	
# Barrels	2	Culv Vel US (m/s)	3.50
Q Barrel (m3/s)	15.25	Culv Vel DS (m/s)	6.80
E.G. US. (m)	379.30	Culv Inv El Up (m)	377.39
W.S. US. (m)	379.18	Culv Inv El Dn (m)	374.29
E.G. DS (m)	375.34	Culv Frctn Ls (m)	1.97
W.S. DS (m)	374.91	Culv Exit Loss (m)	1.95
Delta EG (m)	3.96	Culv Entr Loss (m)	0.04
Delta WS (m)	4.26	Q Weir (m3/s)	
E.G. IC (m)	379.30	Weir Sta Lft (m)	
E.G. OC (m)	379.57	Weir Sta Rgt (m)	
Culvert Control	Inlet	Weir Submerg	
Culv WS Inlet (m)	378.64	Weir Max Depth (m)	
Culv WS Outlet (m)	374.93	Weir Avg Depth (m)	
Culv Nml Depth (m)	0.61	Weir Flow Area (m2)	
Culv Crt Depth (m)	1.25	Min El Weir Flow (m)	397.54

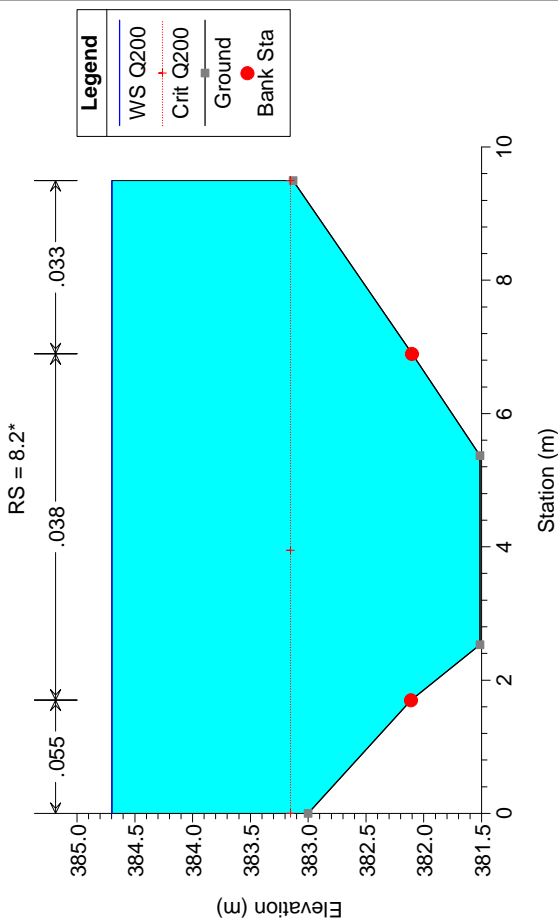
02_Cava San Marco_Cond. AO



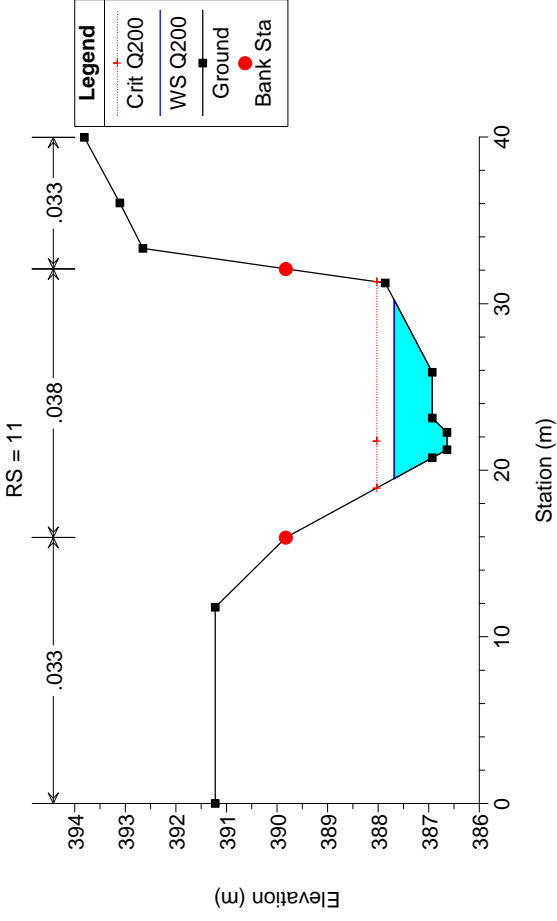
02_Cava San Marco_Cond. AO



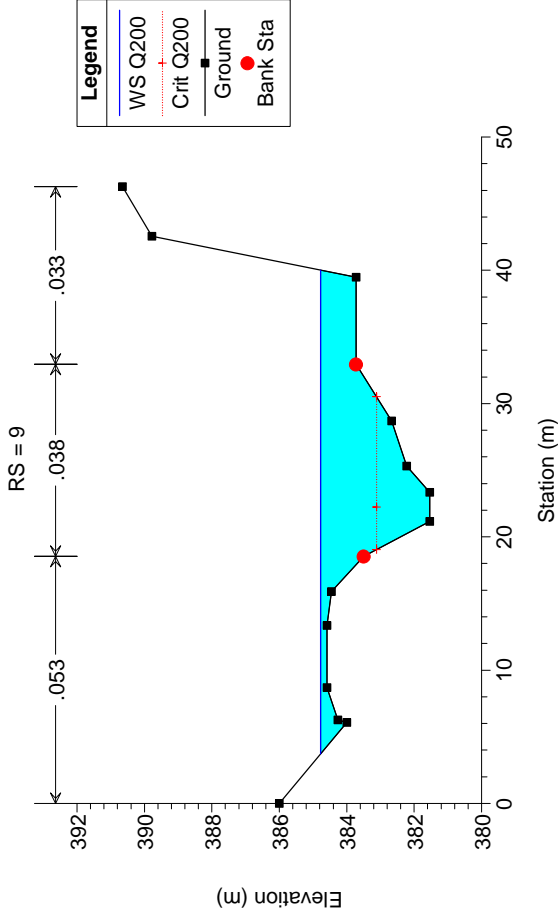
02_Cava San Marco_Cond. AO



02_Cava San Marco_Cond. AO

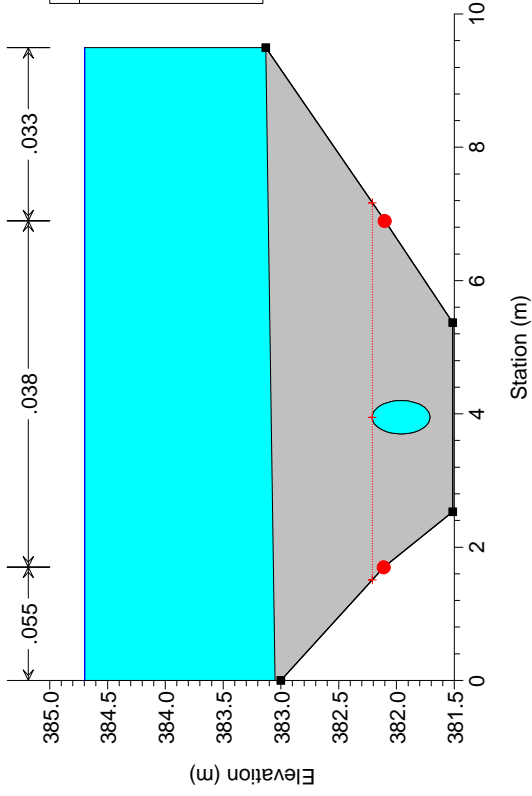


02_Cava San Marco_Cond. AO



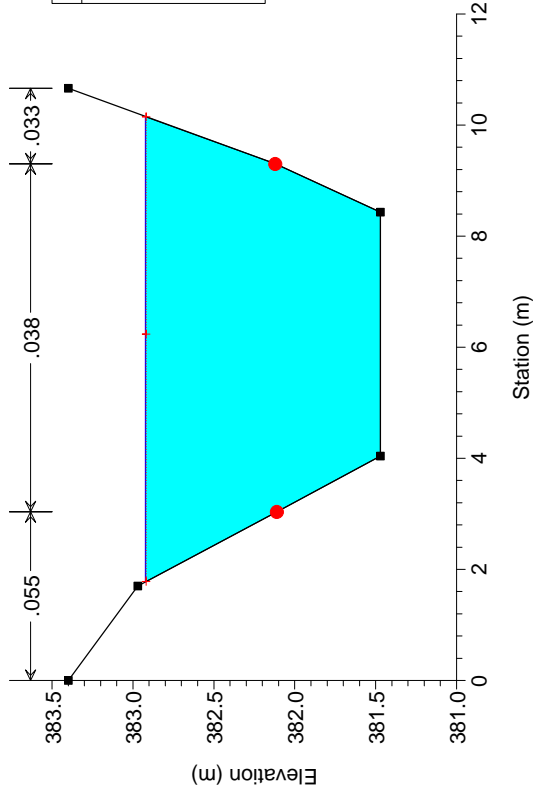
02_Cava San Marco_Cond. AO

RS = 8.15 Culv Tombino circolare Pead D 500



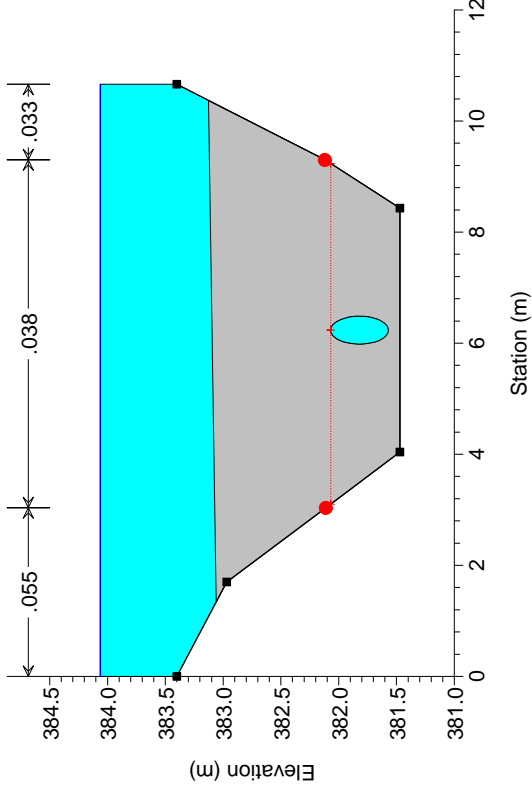
02_Cava San Marco_Cond. AO

RS = 8.1



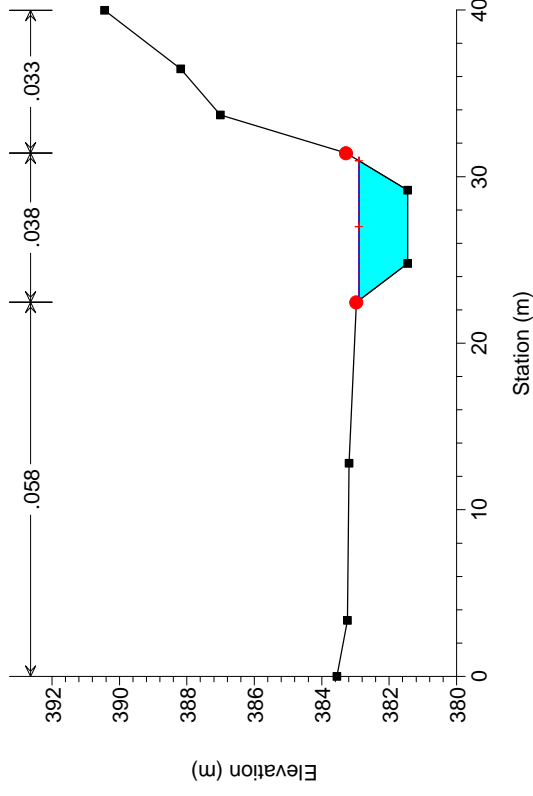
02_Cava San Marco_Cond. AO

RS = 8.15 Culv Tombino circolare Pead D 500

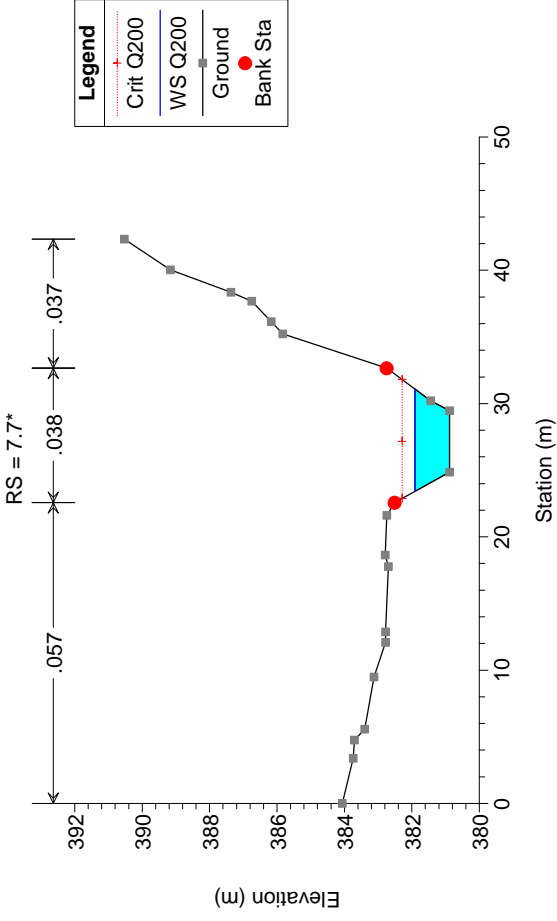


02_Cava San Marco_Cond. AO

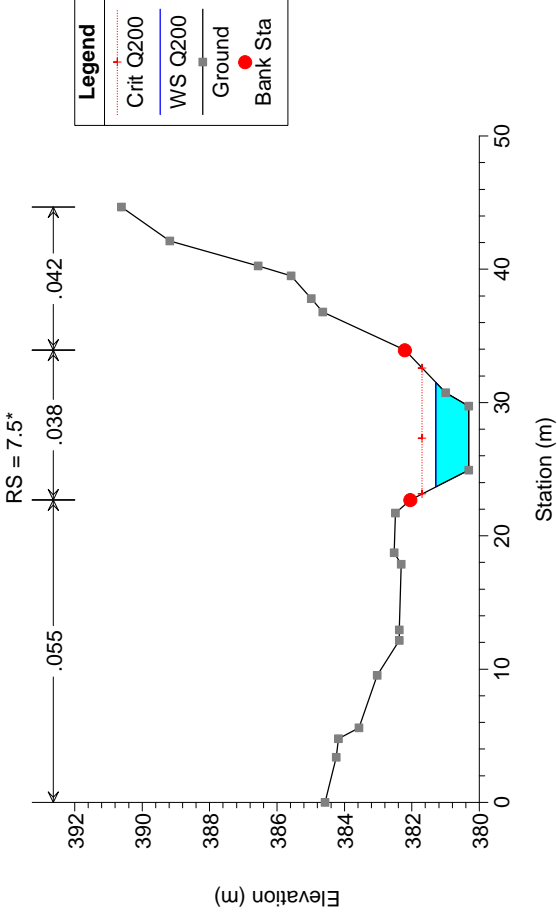
RS = 8



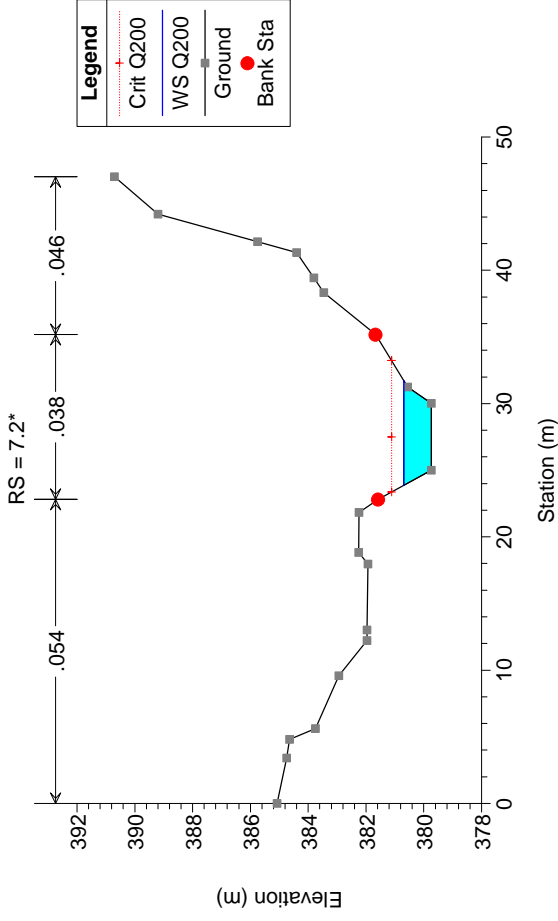
02_Cava San Marco_Cond. AO



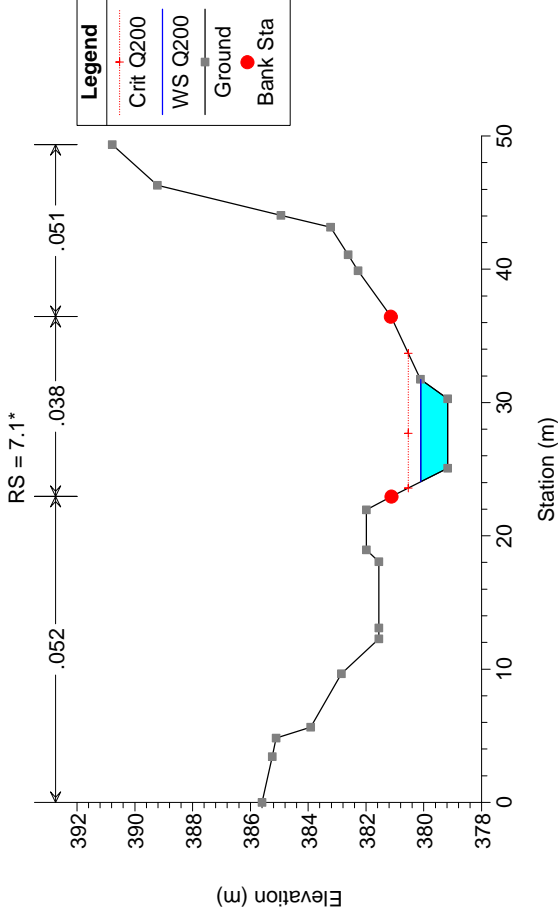
02_Cava San Marco_Cond. AO



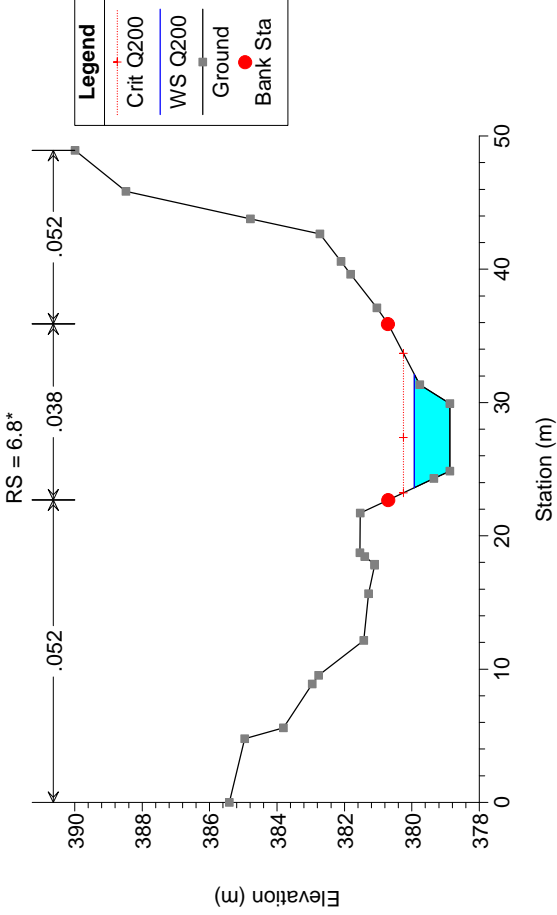
02_Cava San Marco_Cond. AO



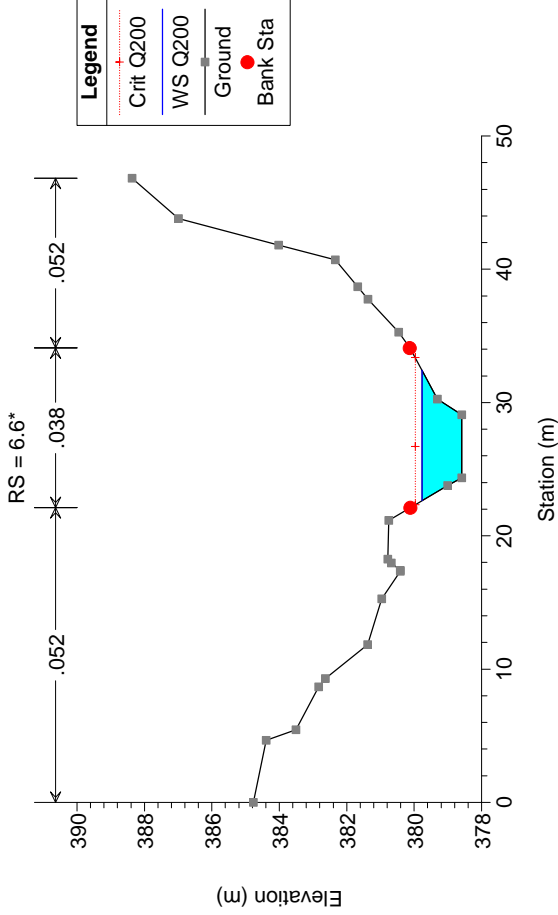
02_Cava San Marco_Cond. AO



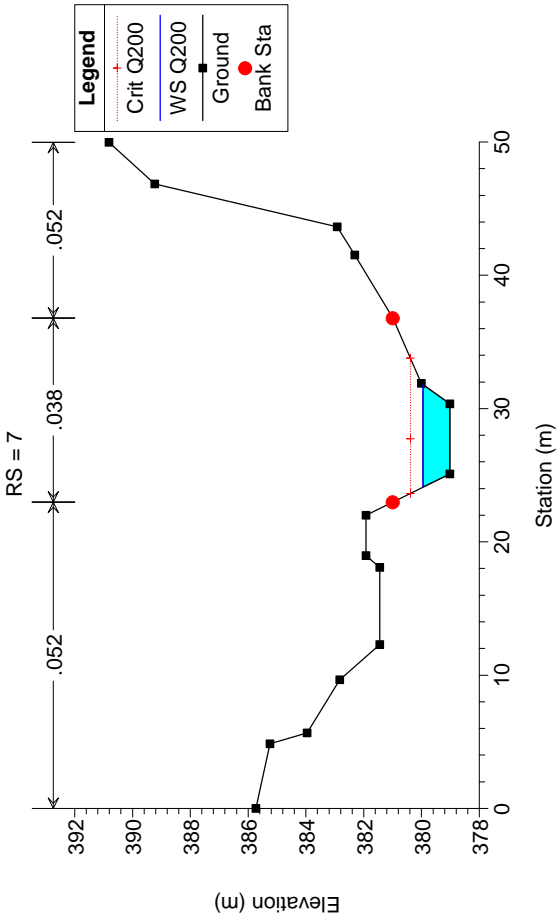
02_Cava San Marco_Cond. AO



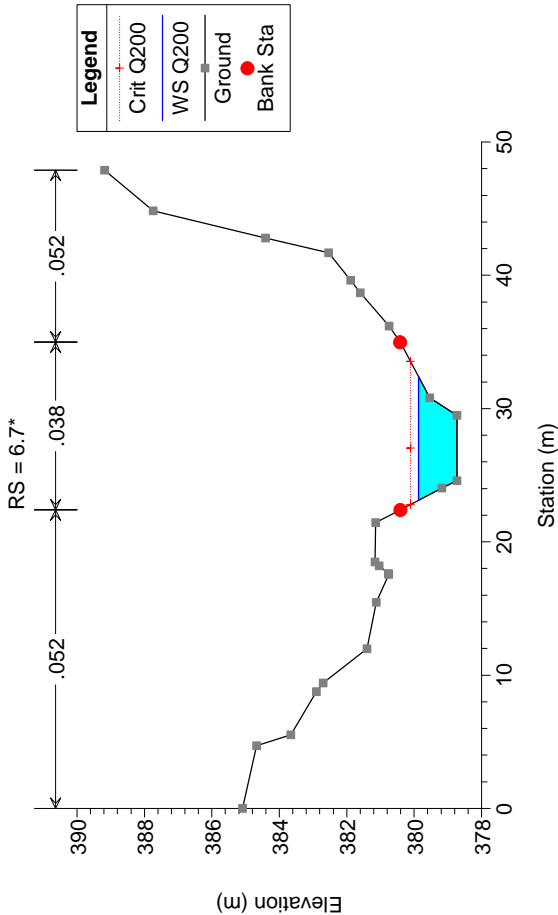
02_Cava San Marco_Cond. AO



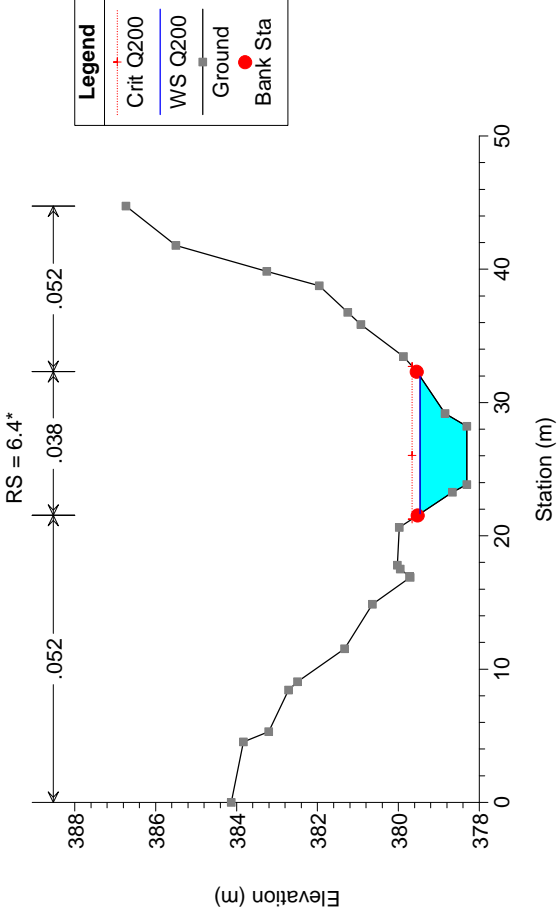
02_Cava San Marco_Cond. AO



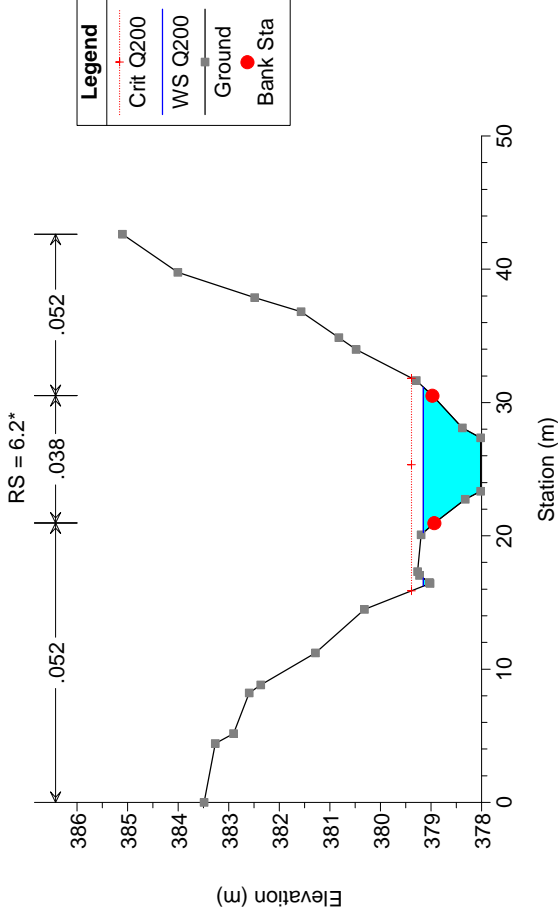
02_Cava San Marco_Cond. AO



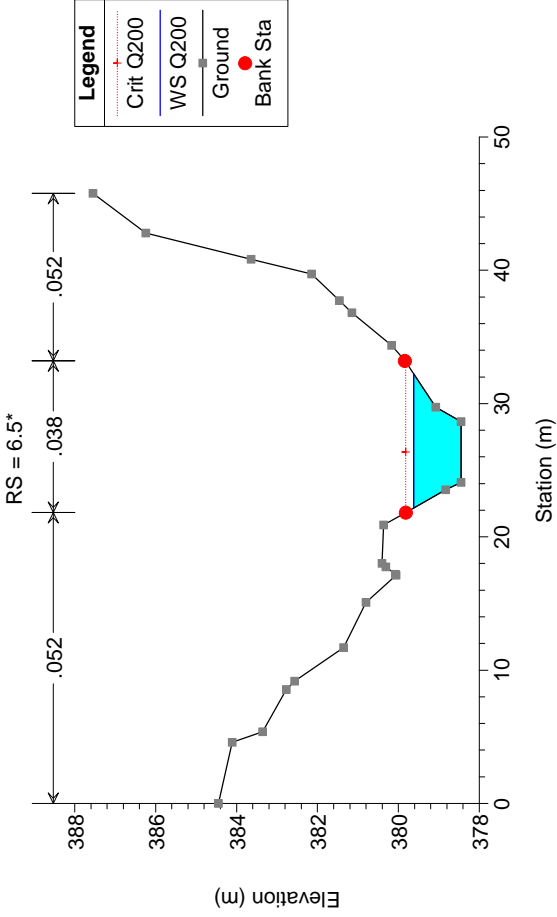
02_Cava San Marco_Cond. AO



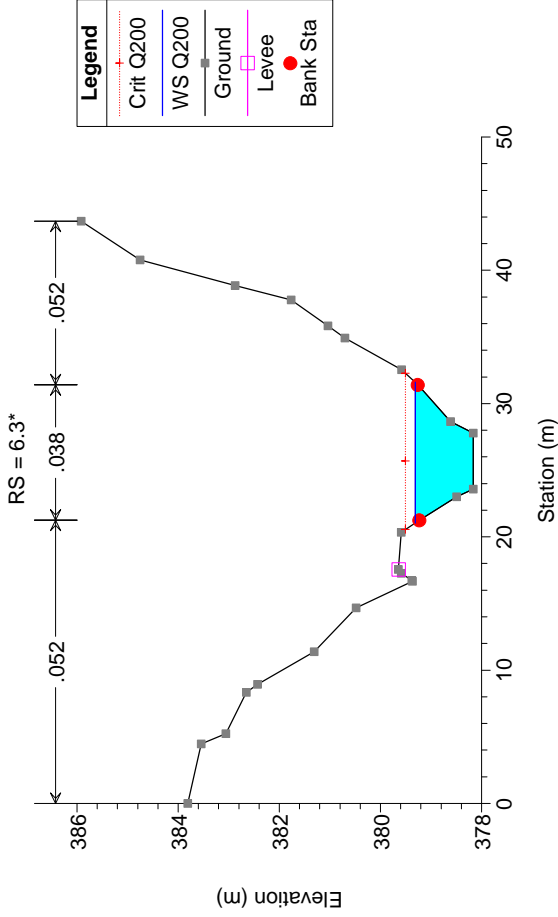
02_Cava San Marco_Cond. AO



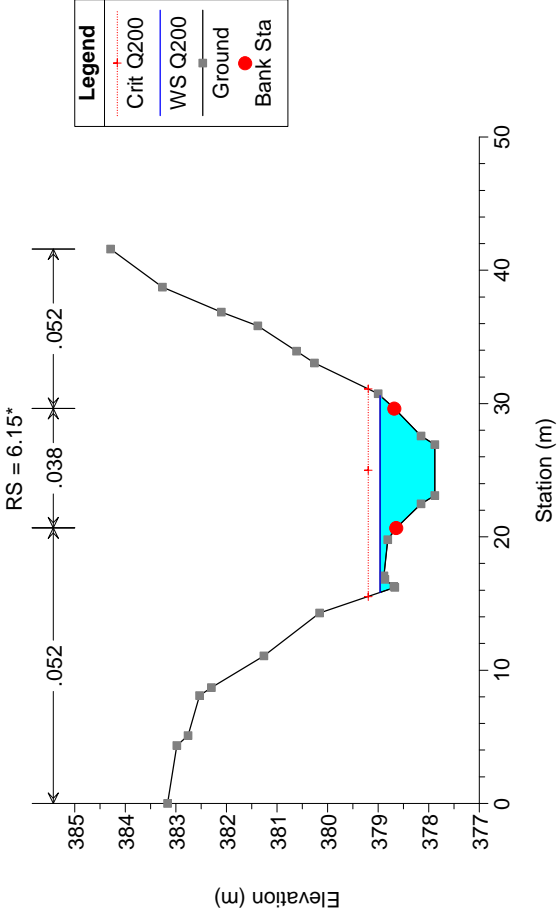
02_Cava San Marco_Cond. AO



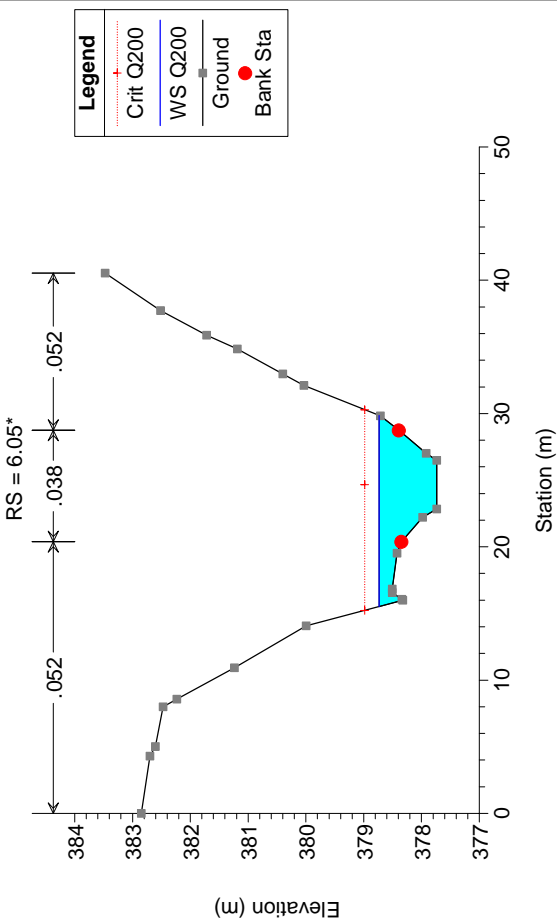
02_Cava San Marco_Cond. AO



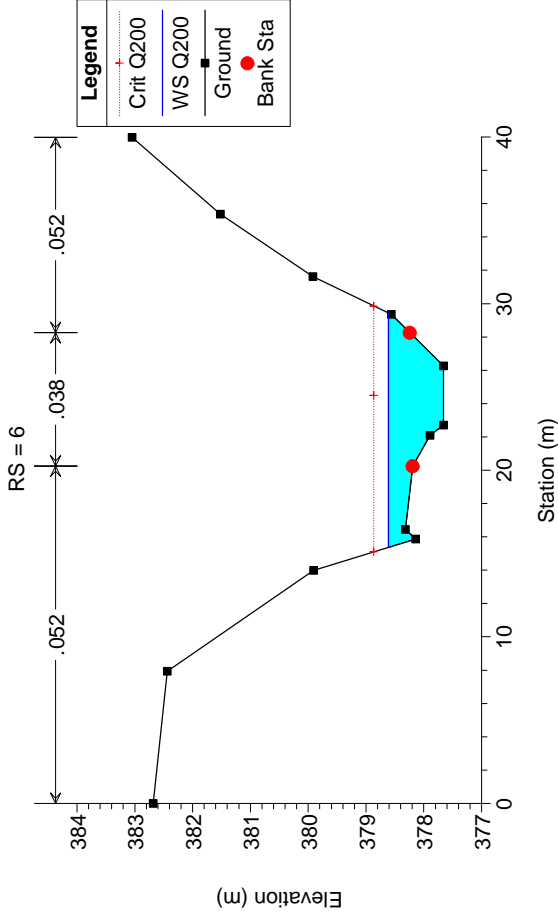
02_Cava San Marco_Cond. AO



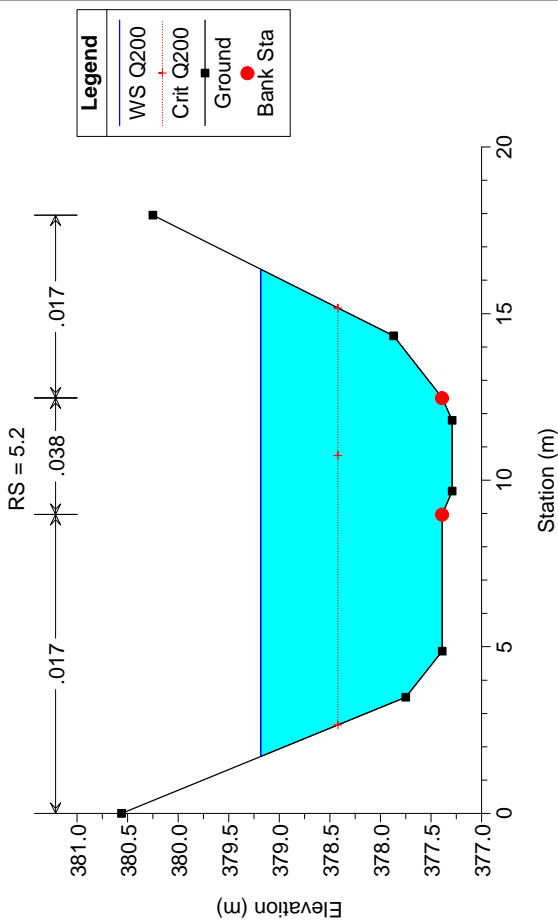
02_Cava San Marco_Cond. AO



02_Cava San Marco_Cond. AO

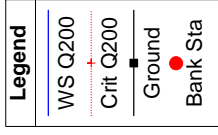
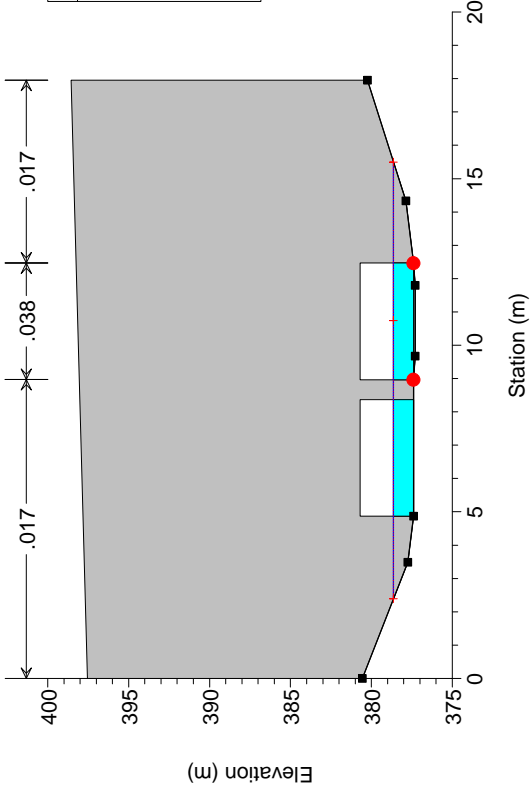


02_Cava San Marco_Cond. AO



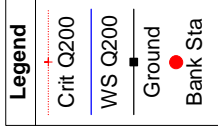
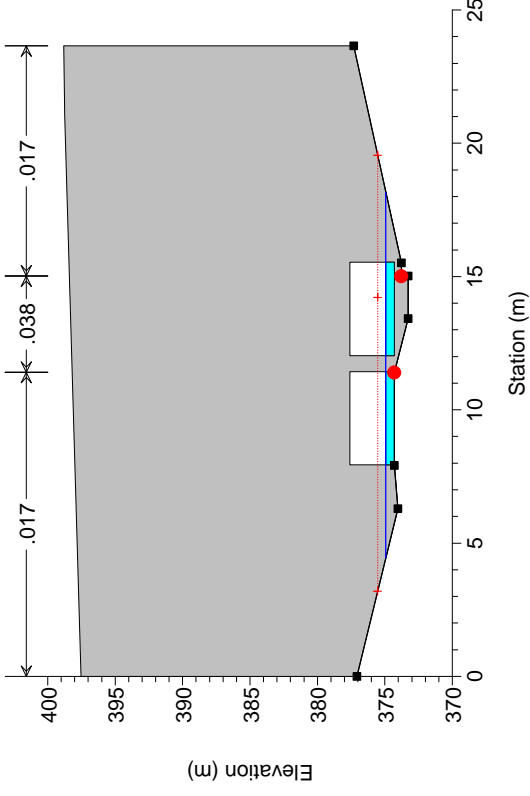
02_Cava San Marco_Cond. AO

RS = 5.15 Culv Tombino doppio scatolare 3.5x3



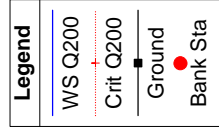
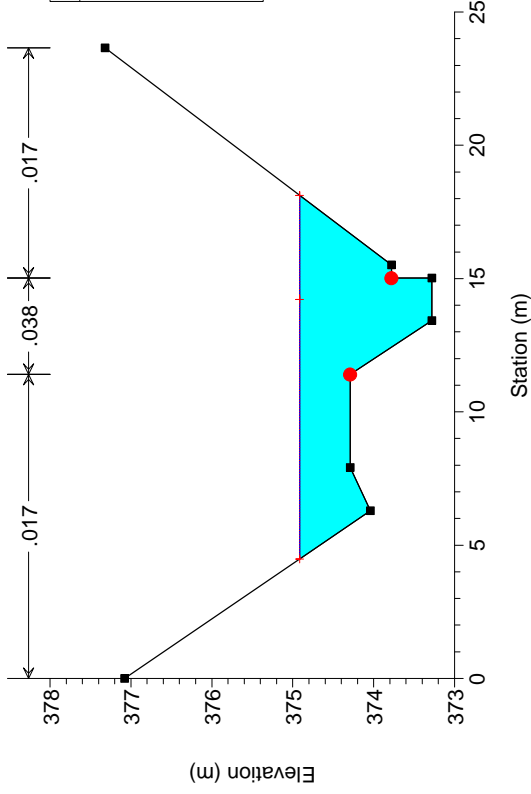
02_Cava San Marco_Cond. AO

RS = 5.15 Culv Tombino doppio scatolare 3.5x3



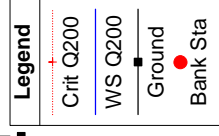
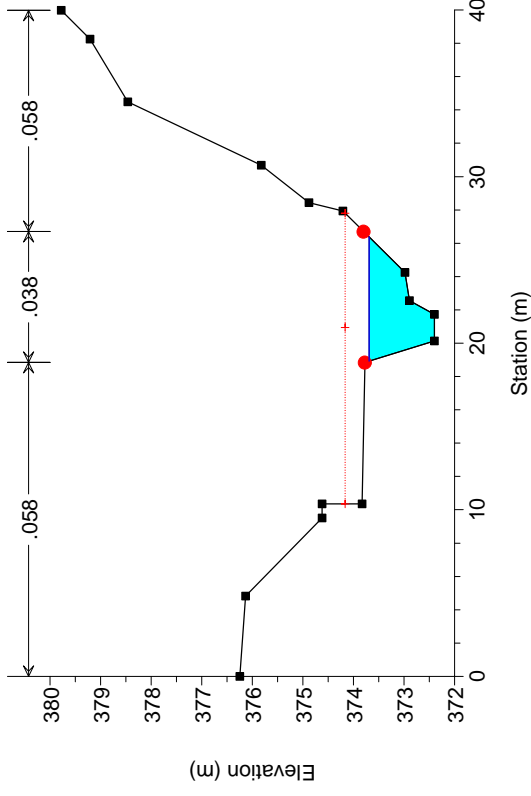
02_Cava San Marco_Cond. AO

RS = 5.1

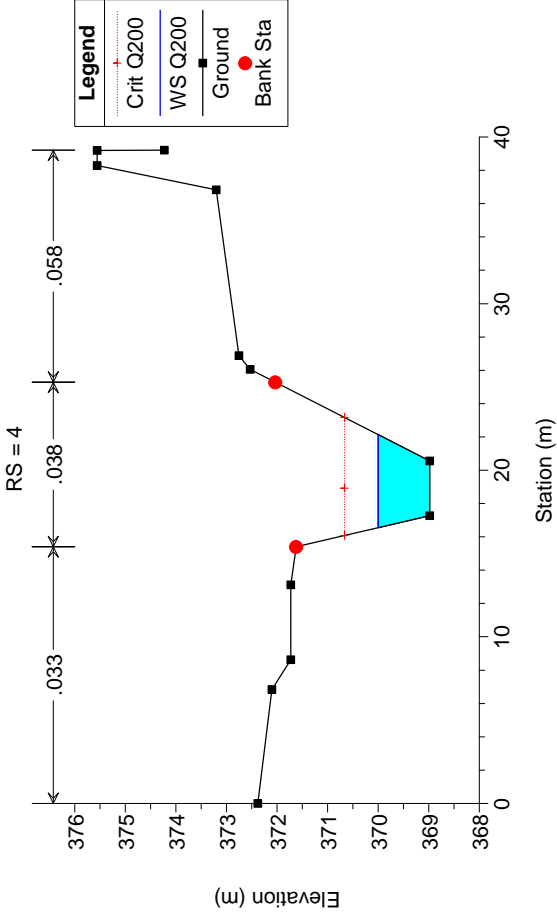


02_Cava San Marco_Cond. AO

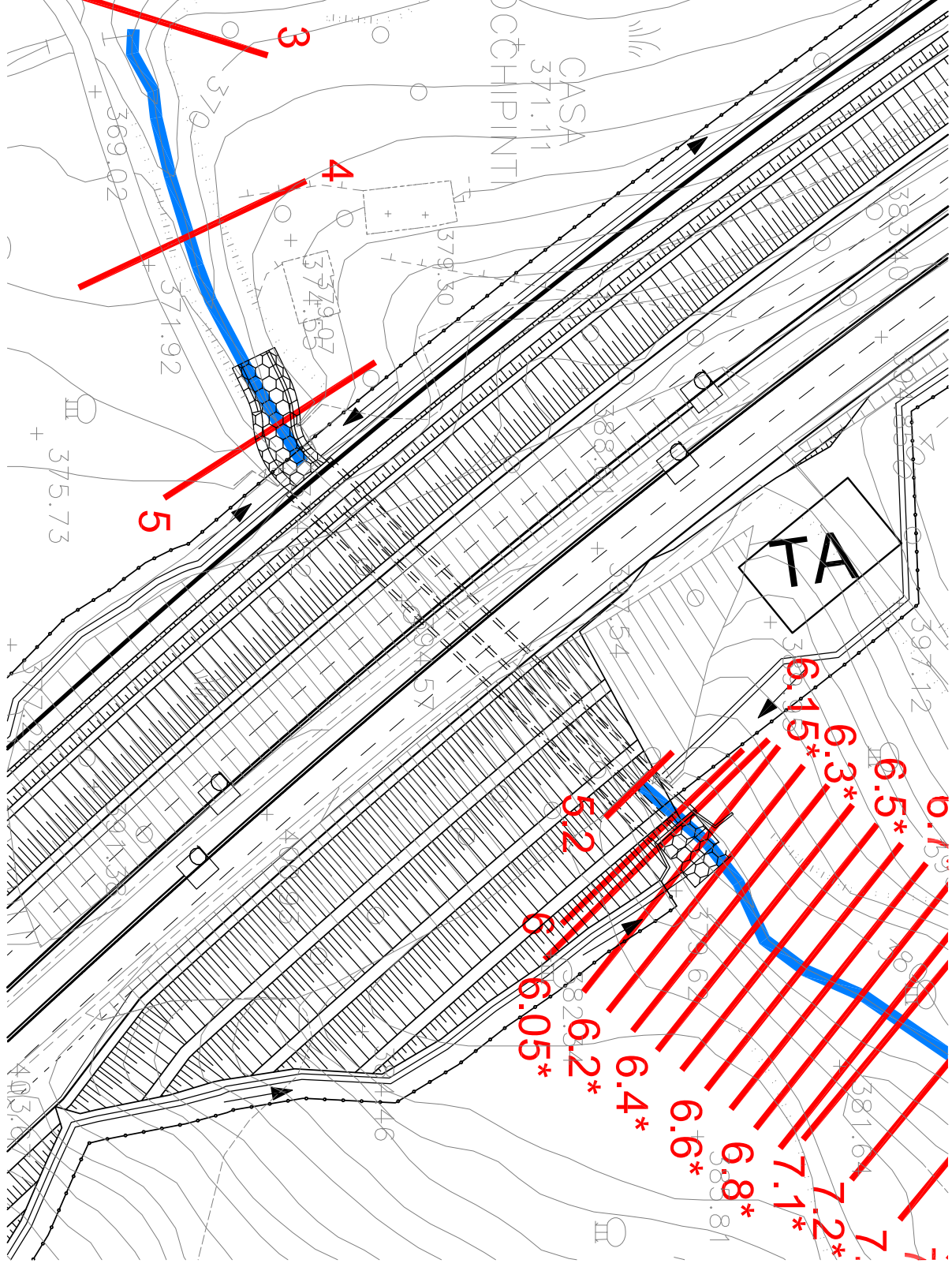
RS = 5

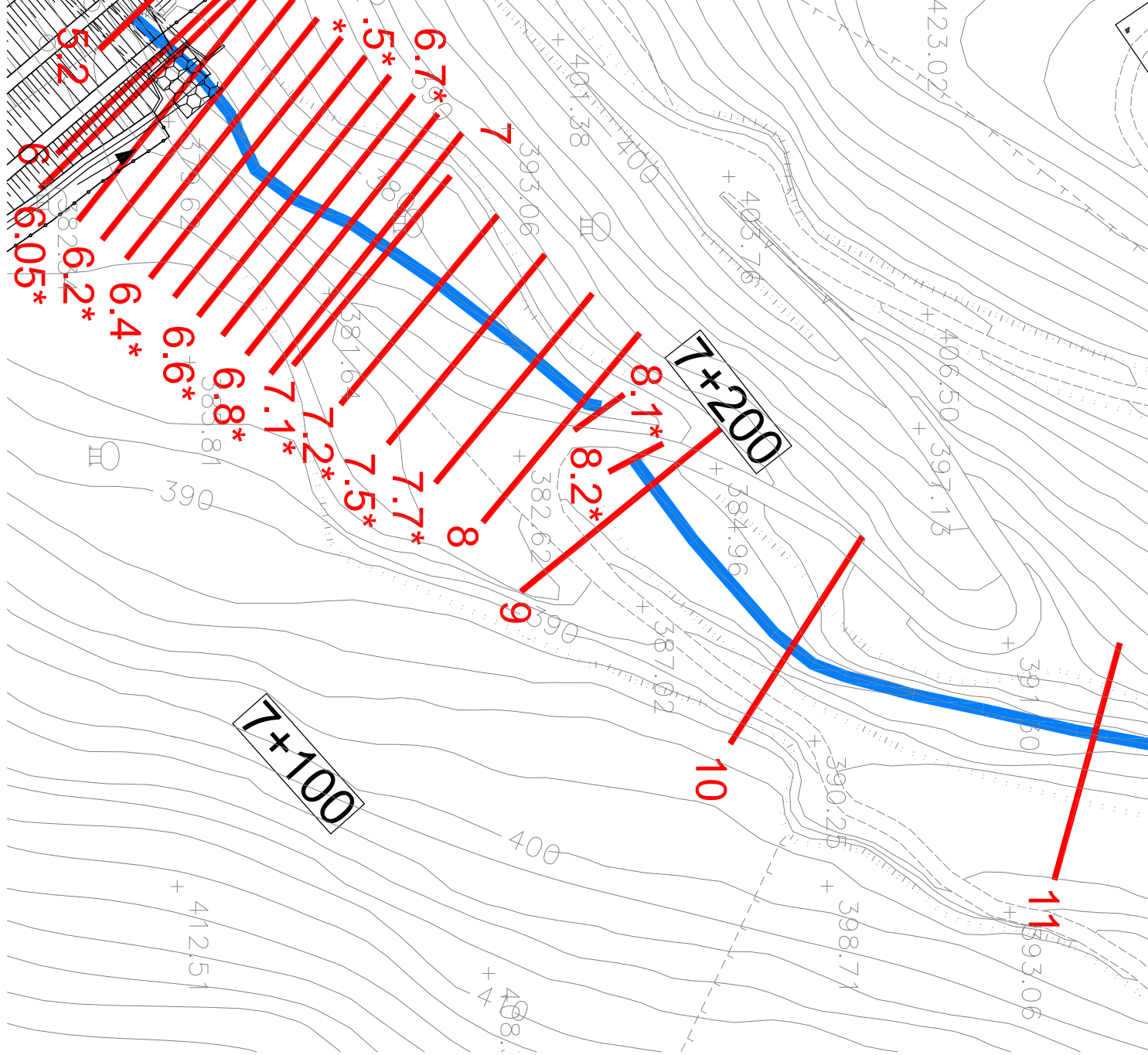


02_Cava San Marco_Cond. AO



Post operam





HEC-RAS Plan: CAVA SAN MAR River: CAVA SAN MARCO Reach: 1 Profile: Q200

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
1	11	Q200	30.51	386.64	387.69	388.02	388.81	0.065499	4.70	6.49	10.74	1.93
1	10	Q200	30.51	383.14	384.79	385.22	386.09	0.042881	5.05	6.04	5.47	1.53
1	9	Q200	30.51	381.54	384.77	383.12	384.80	0.000313	0.78	45.92	36.28	0.16
1	8.2*	Q200	30.51	381.51	384.70	383.15	384.79	0.000768	1.48	24.91	9.50	0.27
1	8.15		Culvert									
1	8.1	Q200	30.51	381.47	382.92	382.92	383.52	0.012622	3.47	9.34	8.38	0.95
1	8	Q200	30.51	381.45	382.90	382.90	383.45	0.015871	3.30	9.25	8.39	1.00
1	7.7*	Q200	30.51	380.88	381.91	382.29	383.13	0.050580	4.89	6.24	7.68	1.73
1	7.5*	Q200	30.51	380.31	381.29	381.70	382.58	0.056937	5.04	6.06	7.82	1.83
1	7.2*	Q200	30.51	379.74	380.70	381.12	382.00	0.058434	5.07	6.02	7.86	1.85
1	7.1*	Q200	30.51	379.17	380.10	380.53	381.42	0.057707	5.09	6.00	7.67	1.84
1	7	Q200	30.51	379.02	379.95	380.38	381.26	0.058006	5.09	6.00	7.70	1.84
1	6.8*	Q200	30.51	378.88	379.93	380.25	380.93	0.041550	4.43	6.88	8.50	1.57
1	6.7*	Q200	30.51	378.73	379.87	380.11	380.69	0.033068	4.01	7.61	9.28	1.41
1	6.6*	Q200	30.51	378.59	379.76	379.97	380.51	0.030099	3.83	7.97	9.77	1.35
1	6.5*	Q200	30.51	378.45	379.62	379.82	380.36	0.030239	3.80	8.03	10.06	1.36
1	6.4*	Q200	30.51	378.31	379.47	379.66	380.20	0.031182	3.81	8.01	10.30	1.38
1	6.3*	Q200	30.51	378.16	379.31	379.51	380.05	0.030129	3.80	8.04	10.57	1.36
1	6.2*	Q200	30.51	378.02	379.15	379.39	379.90	0.028606	3.84	8.09	11.51	1.35
1	6.15*	Q200	30.51	377.88	378.96	379.20	379.75	0.030112	3.98	8.32	14.76	1.39
1	6.05*	Q200	30.51	377.73	378.73	378.98	379.58	0.035427	4.22	8.25	14.34	1.50
1	6	Q200	30.51	377.66	378.61	378.87	379.48	0.038481	4.33	8.20	14.07	1.56
1	5.2	Q200	30.51	377.29	379.13	378.42	379.26	0.000610	0.97	20.90	14.48	0.23
1	5.15		Culvert									
1	5	Q200	30.51	372.40	372.96	374.16	399.21	3.865572	22.70	1.34	4.25	12.88
1	4	Q200	30.51	368.98	369.81	370.67	373.66	0.215196	8.69	3.51	5.17	3.37

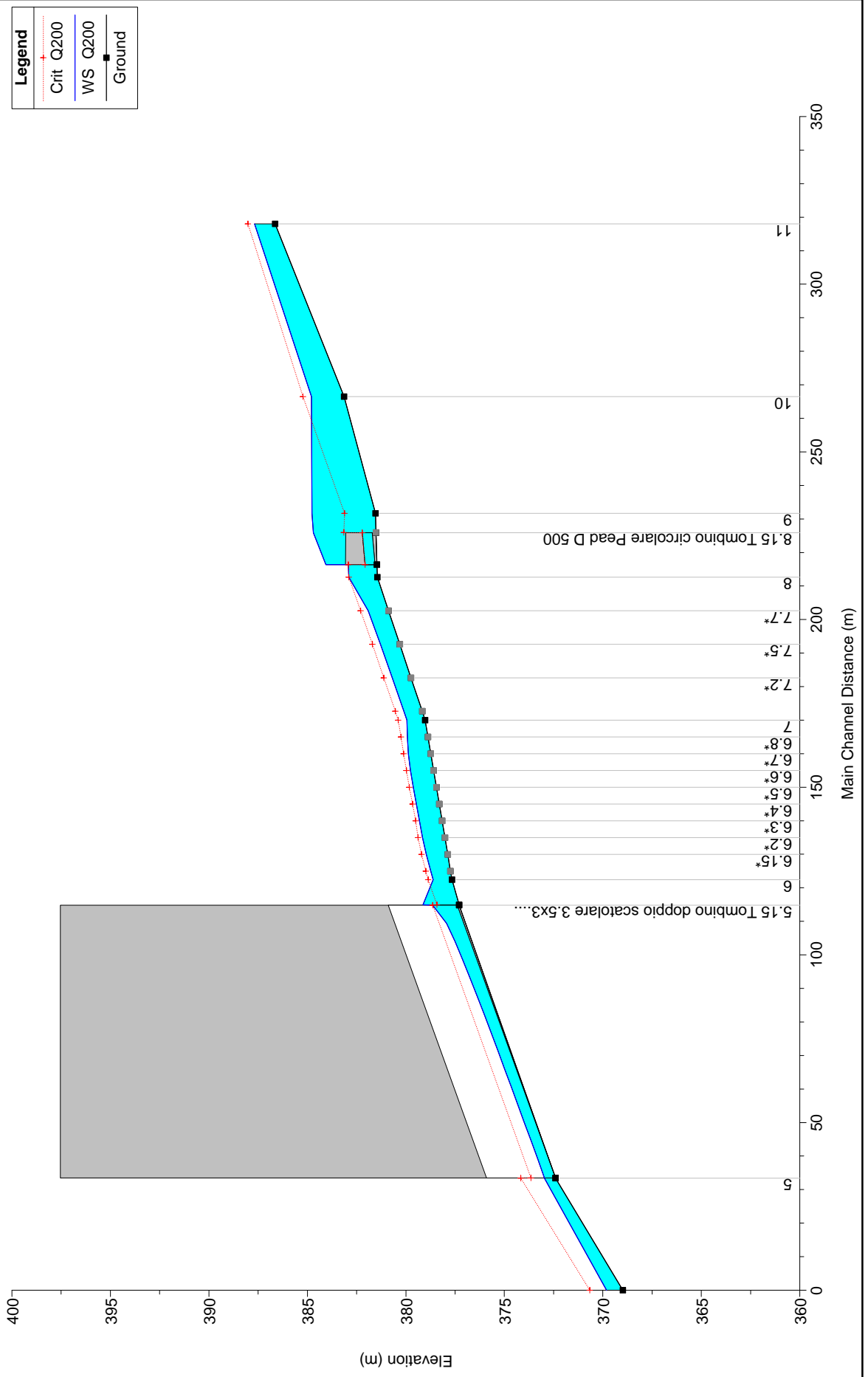
Plan: CAVA SAN SAN MAR CAVA SAN MARCO 1 RS: 8.15 Culv Group: Culvert #1 Profile: Q200

Q Culv Group (m3/s)	0.89	Culv Full Len (m)	9.54
# Barrels	1	Culv Vel US (m/s)	4.52
Q Barrel (m3/s)	0.89	Culv Vel DS (m/s)	4.52
E.G. US. (m)	384.79	Culv Inv El Up (m)	381.71
W.S. US. (m)	384.70	Culv Inv El Dn (m)	381.57
E.G. DS (m)	383.52	Culv Frctn Ls (m)	0.31
W.S. DS (m)	382.92	Culv Exit Loss (m)	0.44
Delta EG (m)	1.27	Culv Entr Loss (m)	0.52
Delta WS (m)	1.78	Q Weir (m3/s)	29.61
E.G. IC (m)	384.78	Weir Sta Lft (m)	0.00
E.G. OC (m)	384.79	Weir Sta Rgt (m)	9.50
Culvert Control	Outlet	Weir Submerg	0.00
Culv WS Inlet (m)	382.21	Weir Max Depth (m)	1.74
Culv WS Outlet (m)	382.07	Weir Avg Depth (m)	1.70
Culv Nml Depth (m)	0.50	Weir Flow Area (m2)	16.18
Culv Crt Depth (m)	0.50	Min El Weir Flow (m)	383.06

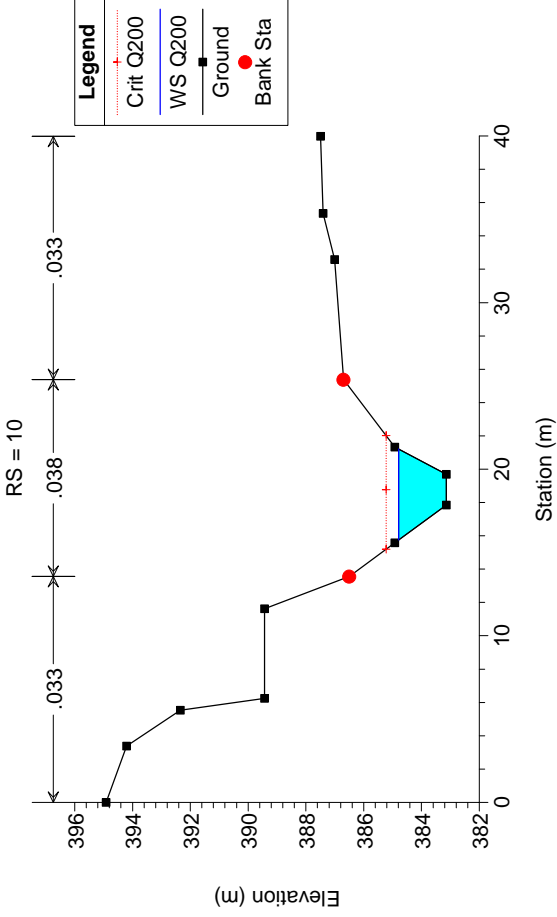
Plan: CAVA SAN SAN MAR CAVA SAN MARCO 1 RS: 5.15 Culv Group: Culvert 1 Profile: Q200

Q Culv Group (m3/s)	30.51	Culv Full Len (m)	
# Barrels	2	Culv Vel US (m/s)	3.50
Q Barrel (m3/s)	15.25	Culv Vel DS (m/s)	7.79
E.G. US. (m)	379.26	Culv Inv El Up (m)	377.39
W.S. US. (m)	379.13	Culv Inv El Dn (m)	372.40
E.G. DS (m)	374.56	Culv Frctn Ls (m)	3.21
W.S. DS (m)	374.16	Culv Exit Loss (m)	1.49
Delta EG (m)	4.70	Culv Entr Loss (m)	0.00
Delta WS (m)	4.97	Q Weir (m3/s)	
E.G. IC (m)	379.26	Weir Sta Lft (m)	
E.G. OC (m)	379.57	Weir Sta Rgt (m)	
Culvert Control	Inlet	Weir Submerg	
Culv WS Inlet (m)	378.64	Weir Max Depth (m)	
Culv WS Outlet (m)	372.96	Weir Avg Depth (m)	
Culv Nml Depth (m)	0.54	Weir Flow Area (m2)	
Culv Crt Depth (m)	1.25	Min El Weir Flow (m)	397.54

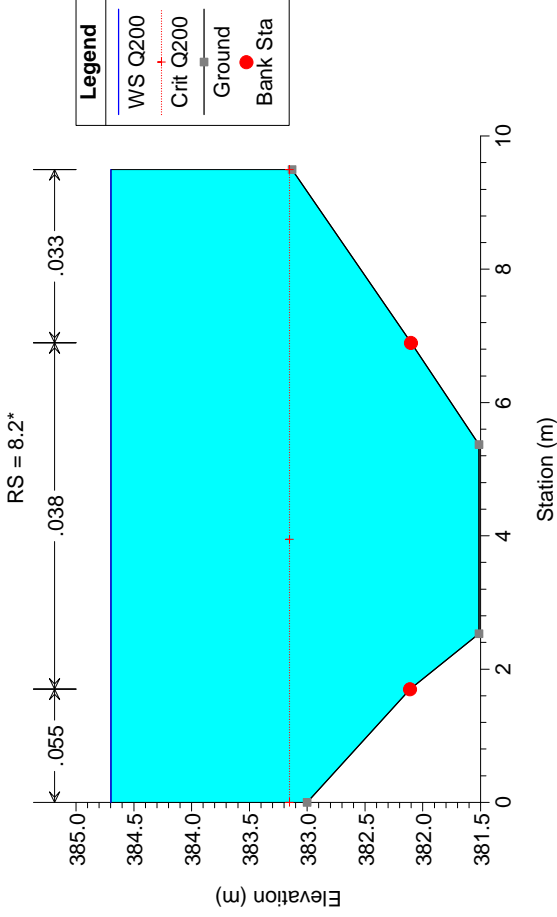
02_Cava San Marco_Cond. PO



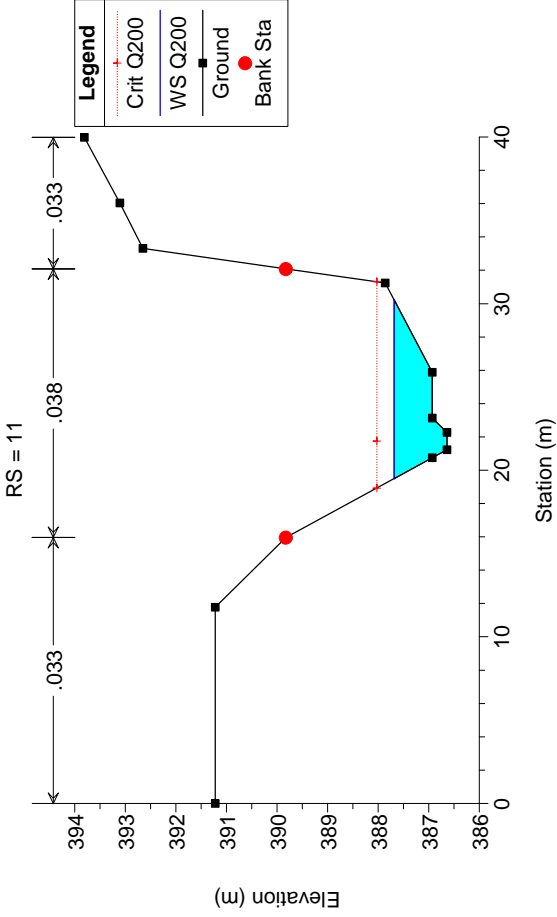
02_Cava San Marco_Cond. PO



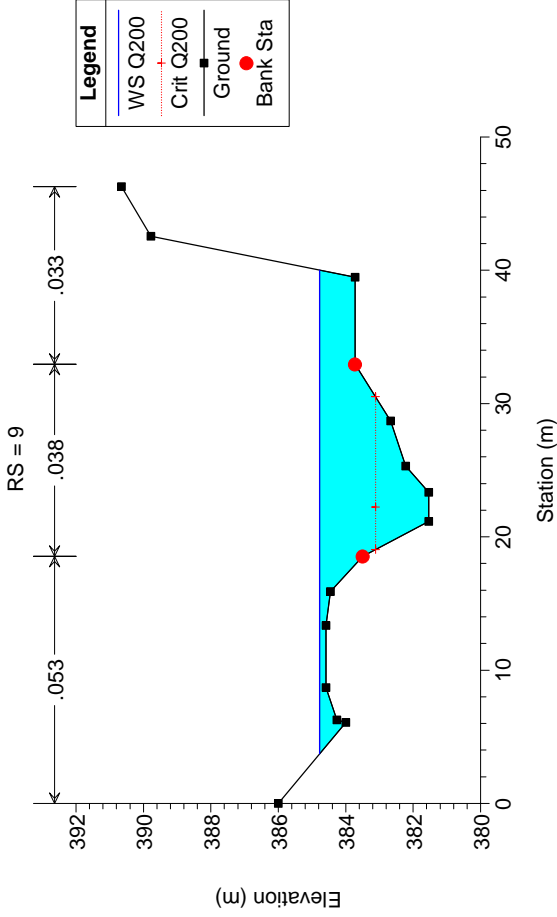
02_Cava San Marco_Cond. PO



02_Cava San Marco_Cond. PO

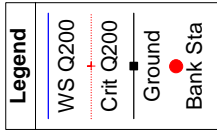
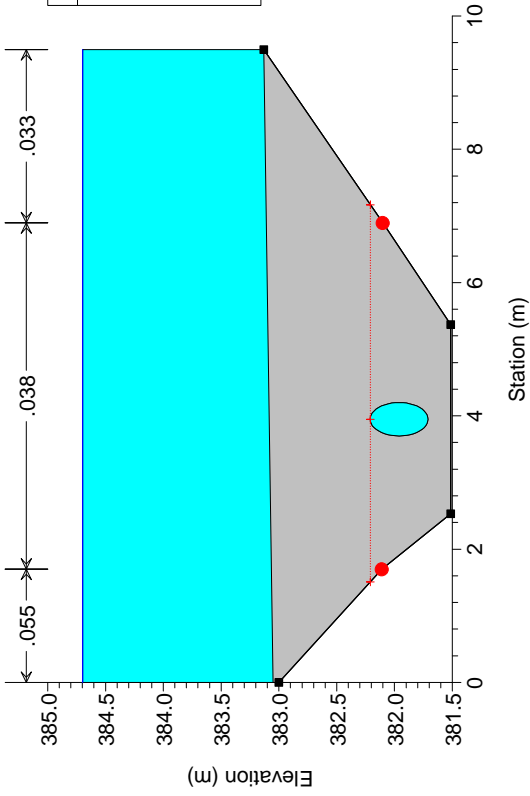


02_Cava San Marco_Cond. PO



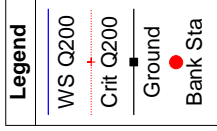
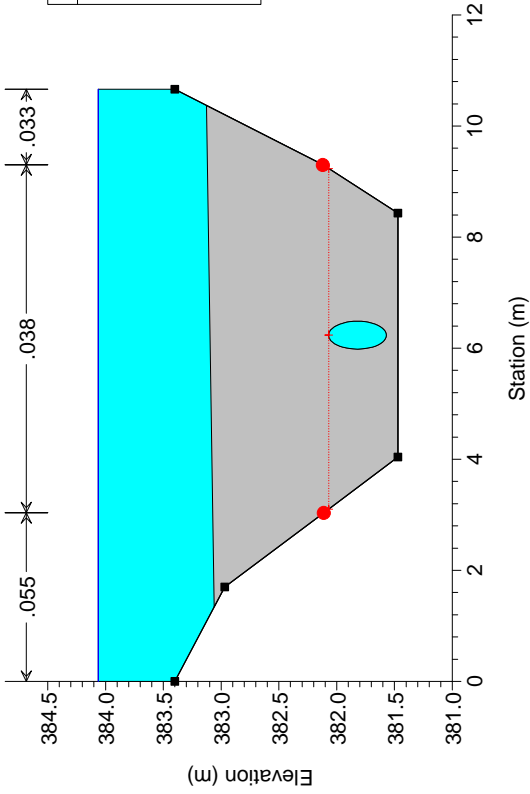
02_Cava San Marco_Cond. PO

RS = 8.15 Culv Tombino circolare Pead D 500



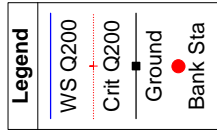
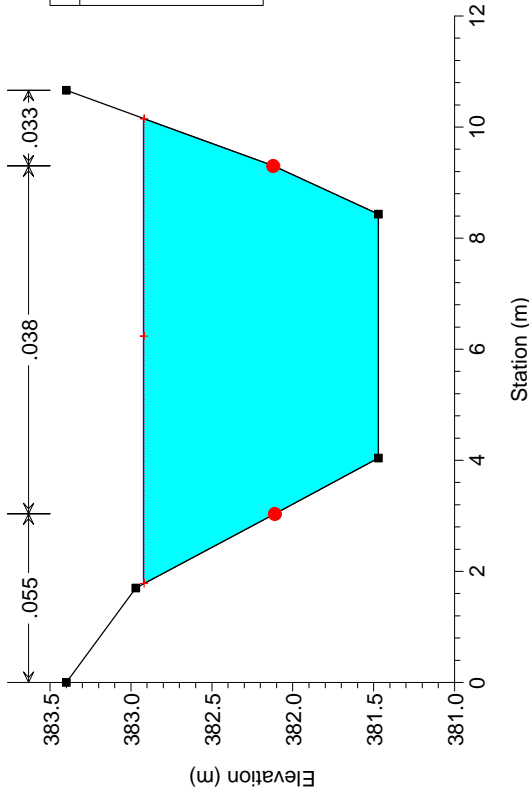
02_Cava San Marco_Cond. PO

RS = 8.15 Culv Tombino circolare Pead D 500



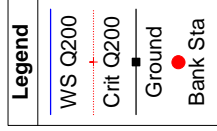
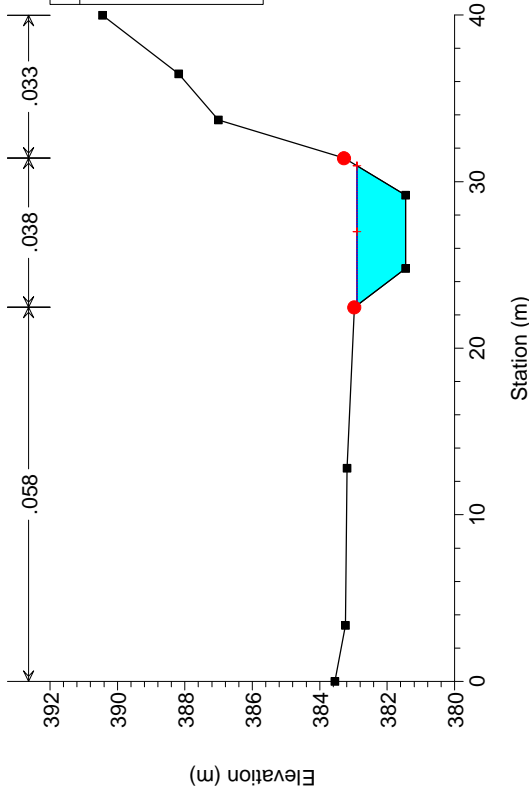
02_Cava San Marco_Cond. PO

RS = 8.1

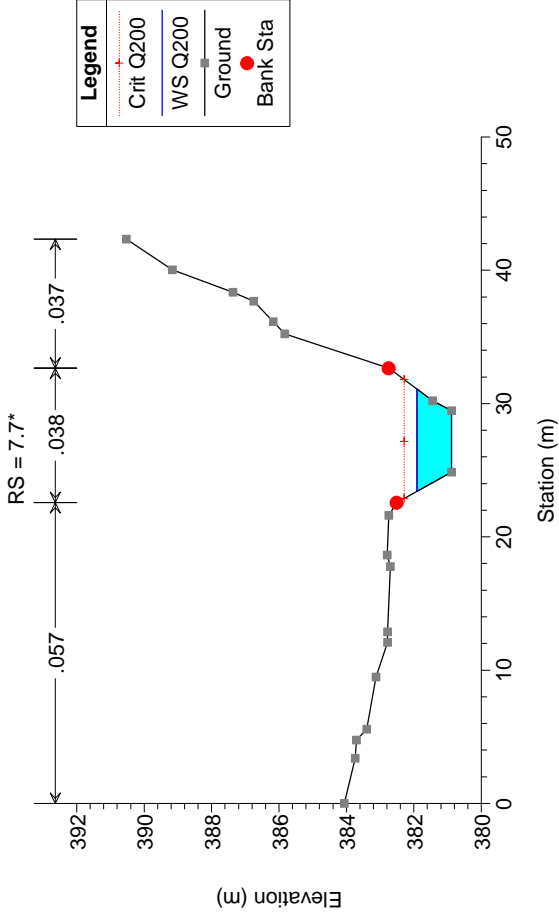


02_Cava San Marco_Cond. PO

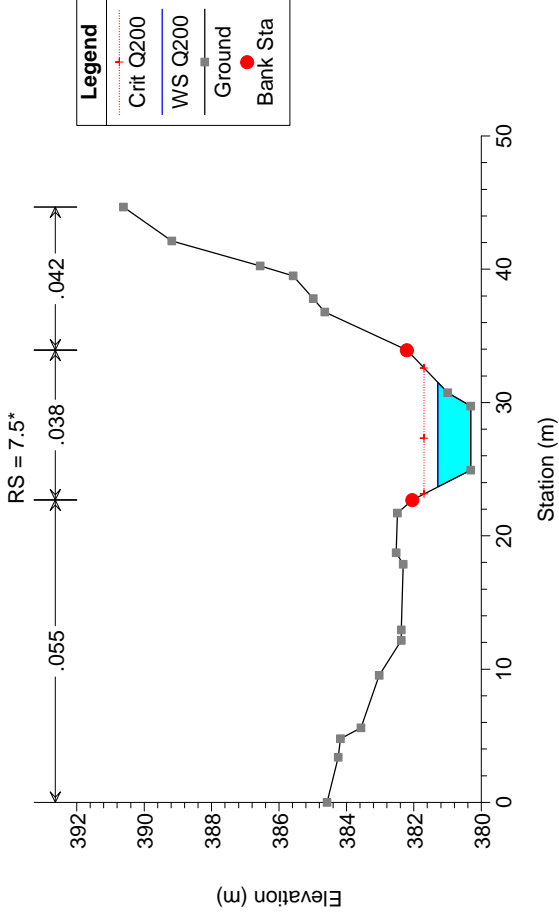
RS = 8



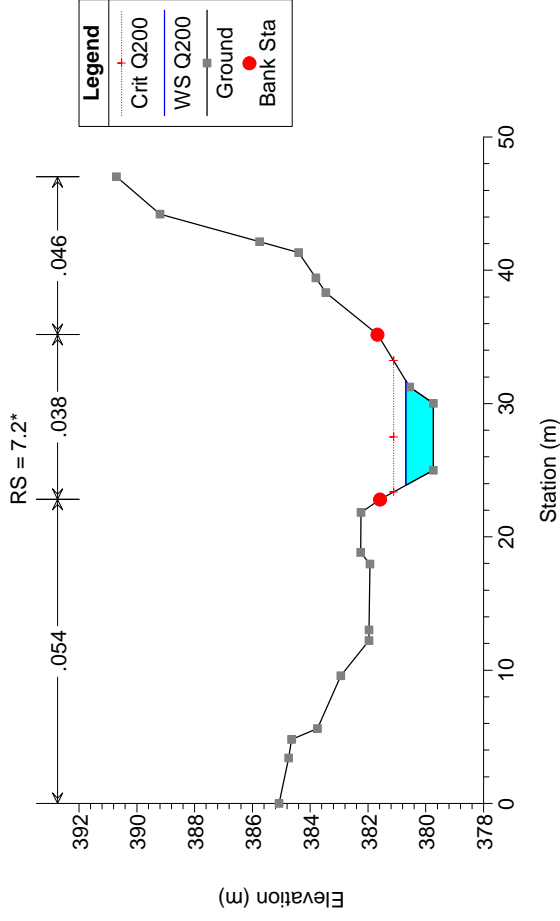
02_Cava San Marco_Cond. PO



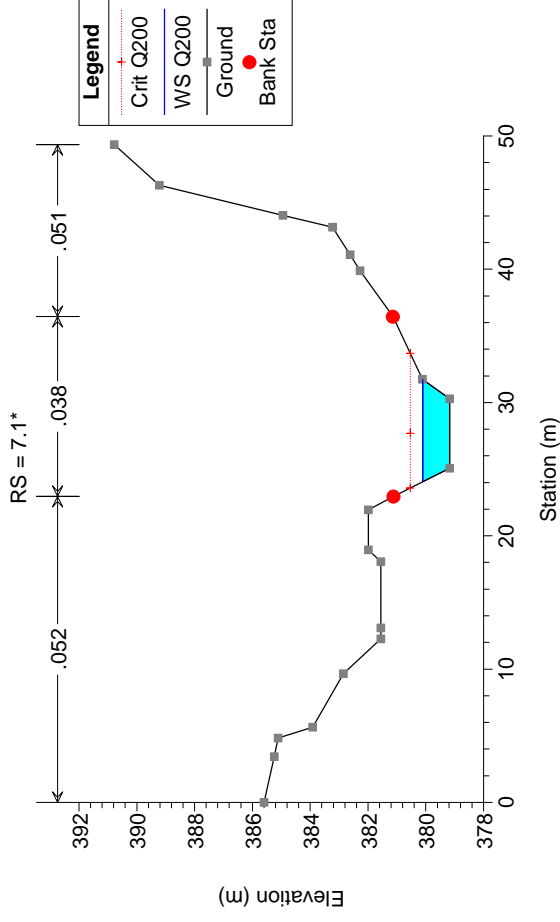
02_Cava San Marco_Cond. PO



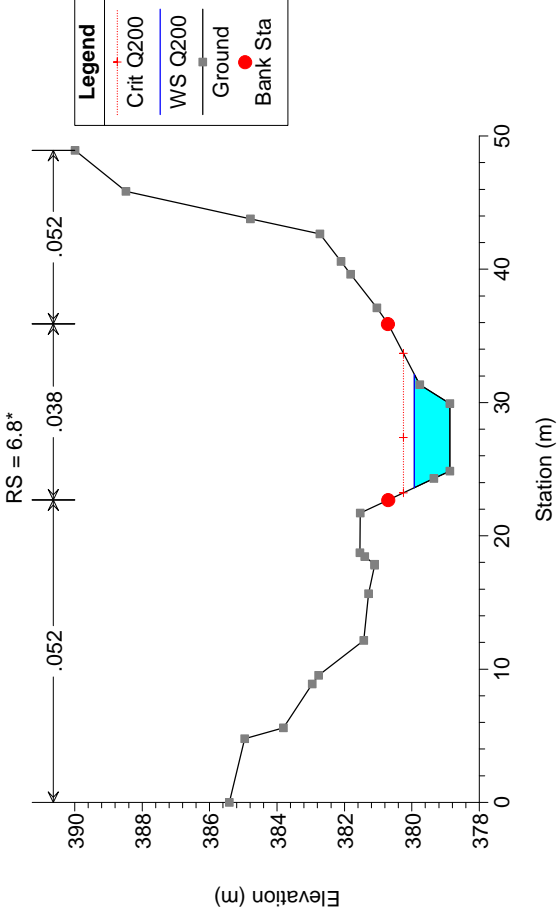
02_Cava San Marco_Cond. PO



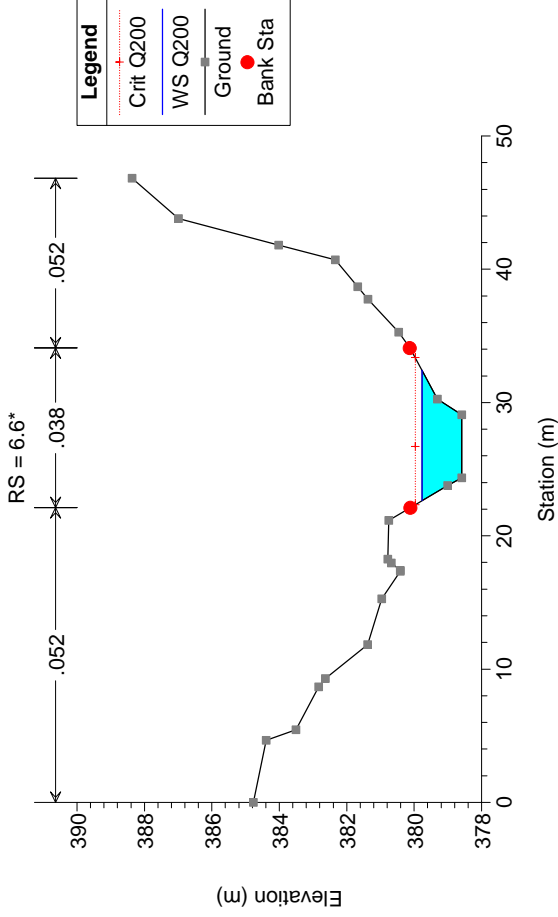
02_Cava San Marco_Cond. PO



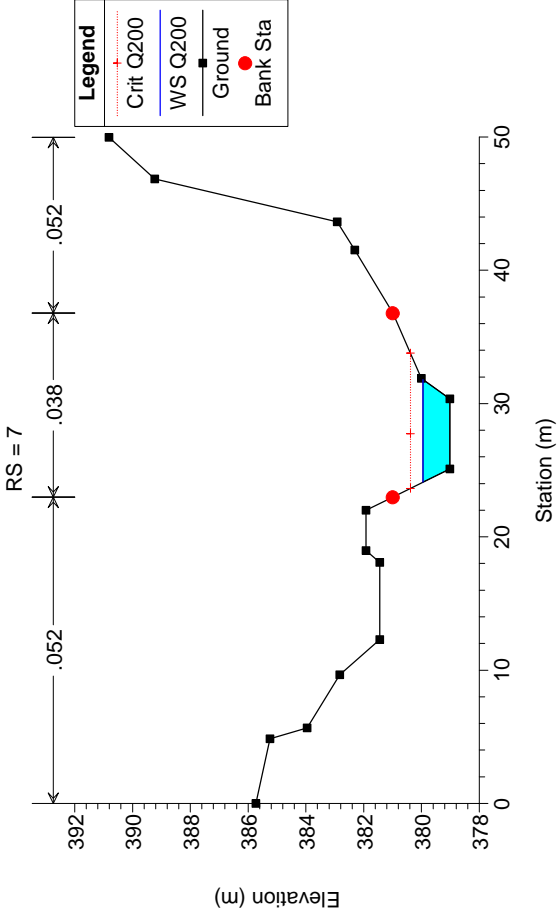
02_Cava San Marco_Cond. PO



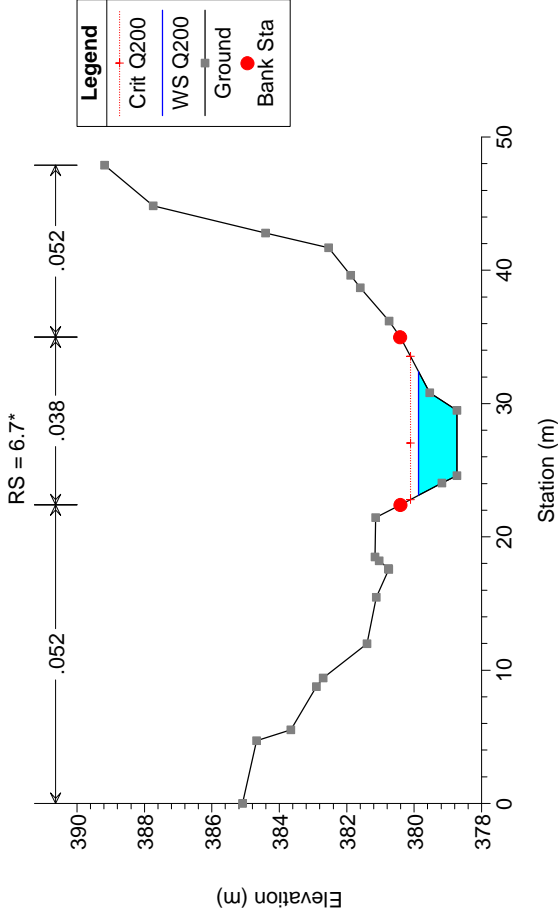
02_Cava San Marco_Cond. PO



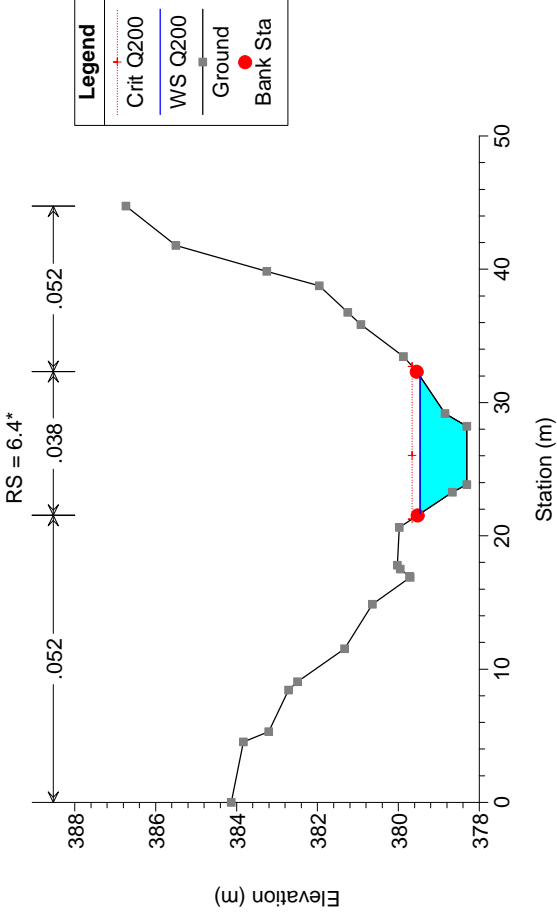
02_Cava San Marco_Cond. PO



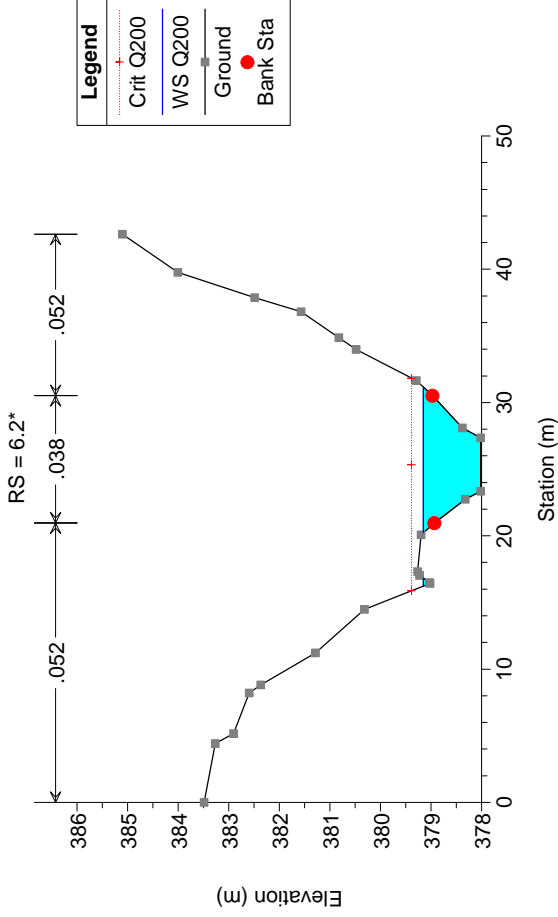
02_Cava San Marco_Cond. PO



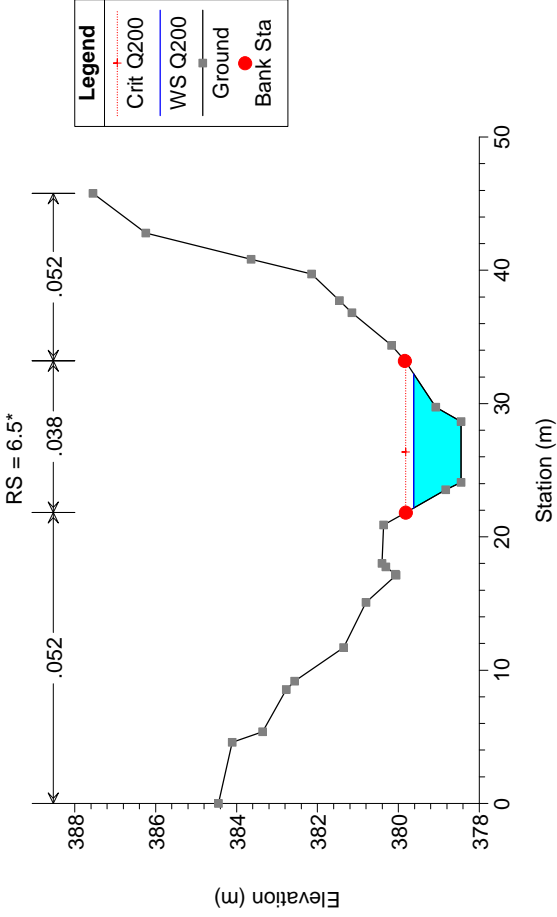
02_Cava San Marco_Cond. PO



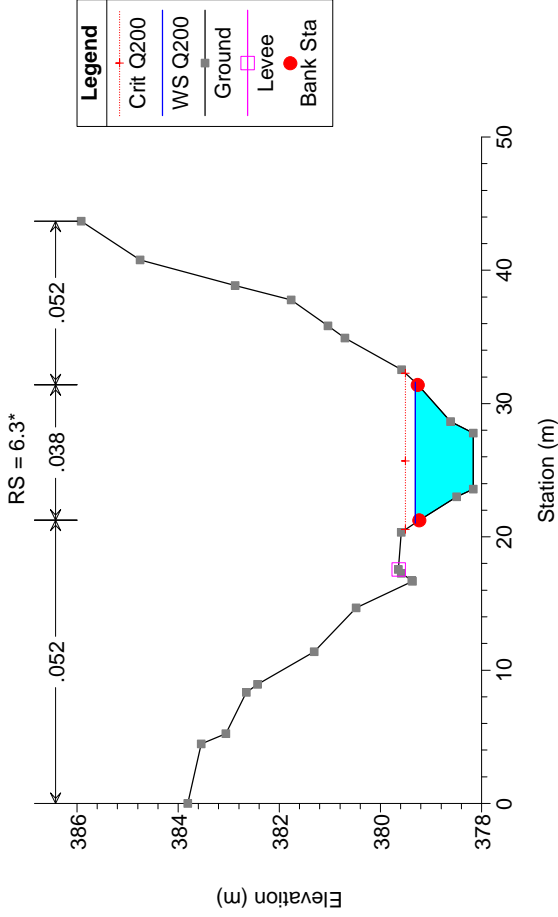
02_Cava San Marco_Cond. PO



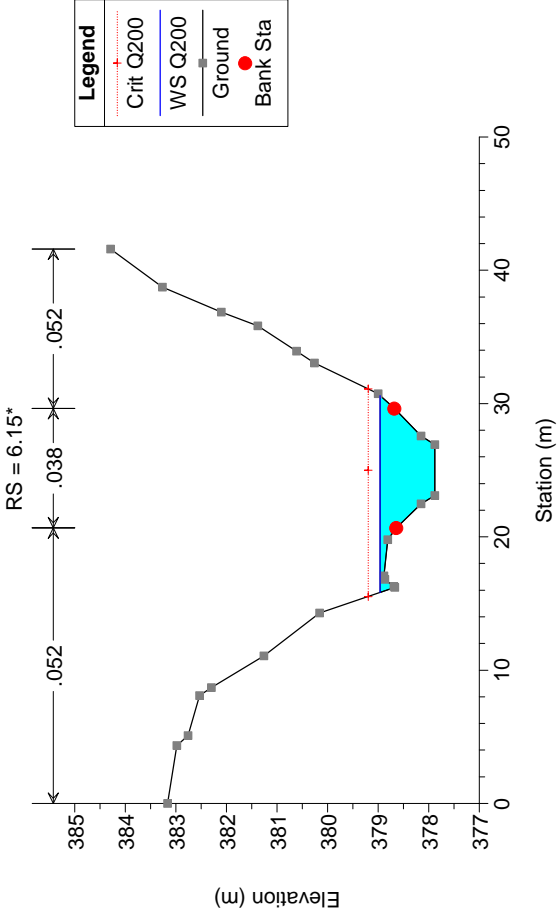
02_Cava San Marco_Cond. PO



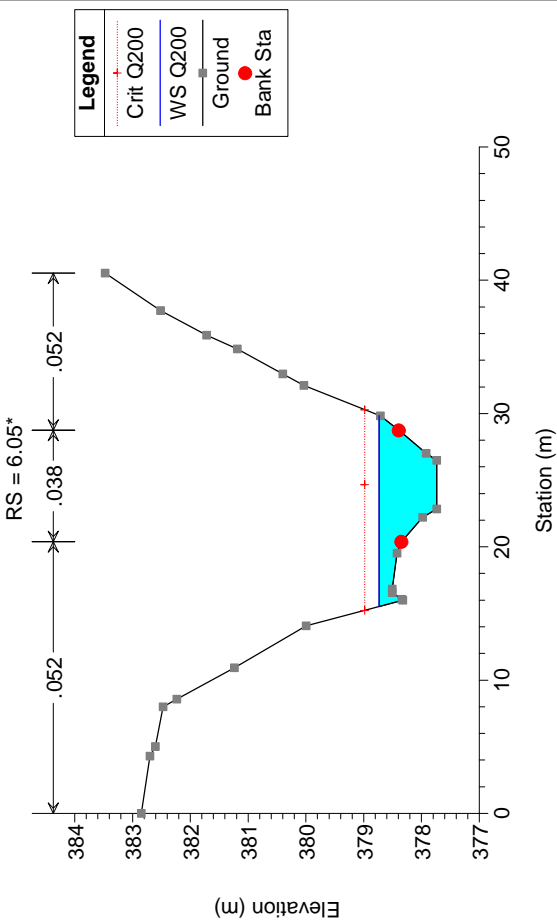
02_Cava San Marco_Cond. PO



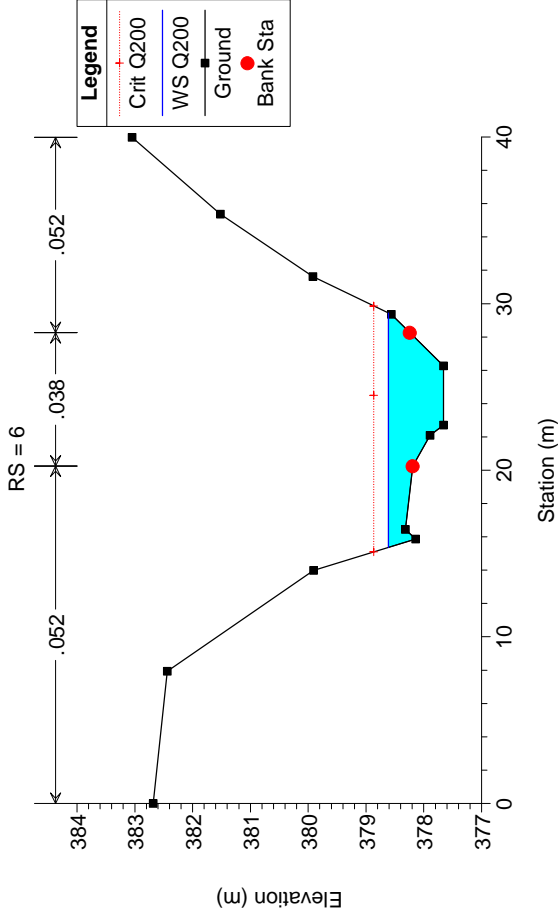
02_Cava San Marco_Cond. PO



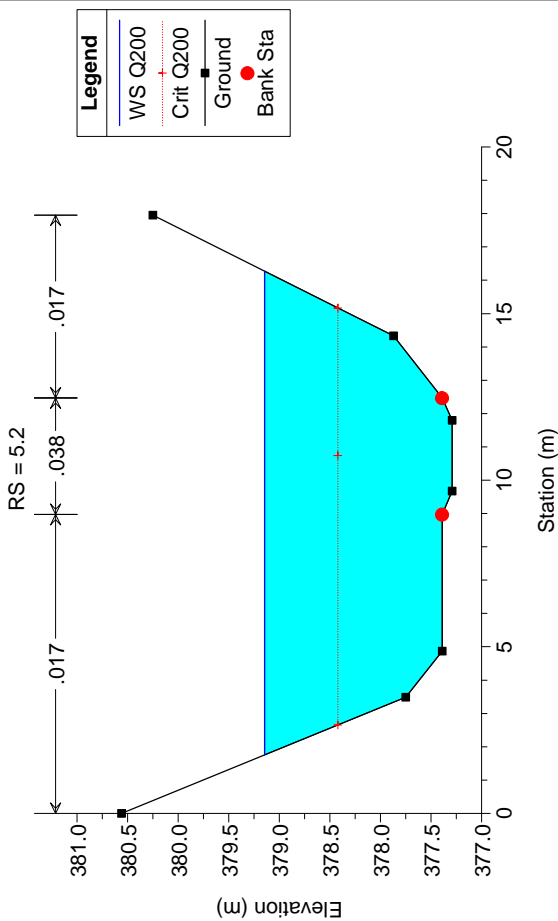
02_Cava San Marco_Cond. PO



02_Cava San Marco_Cond. PO

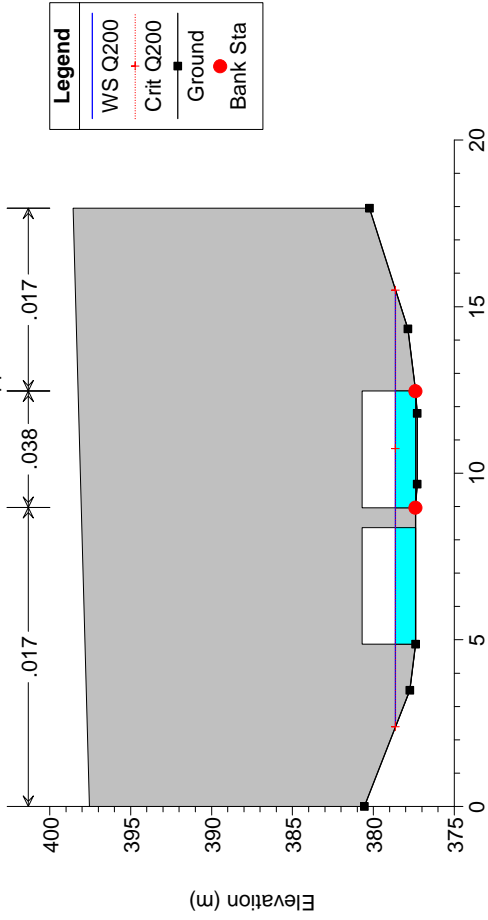


02_Cava San Marco_Cond. PO



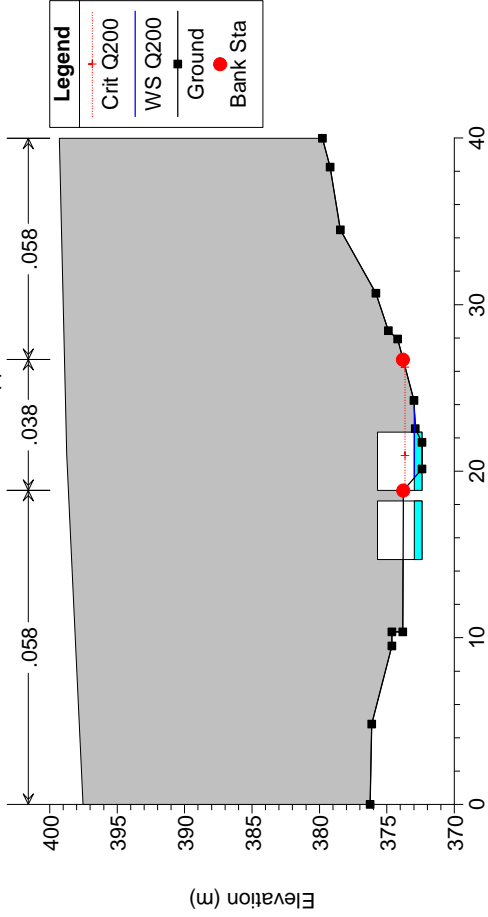
02_Cava San Marco_Cond. PO

RS = 5.15 Culv Tombino doppio scatolare 3.5x3



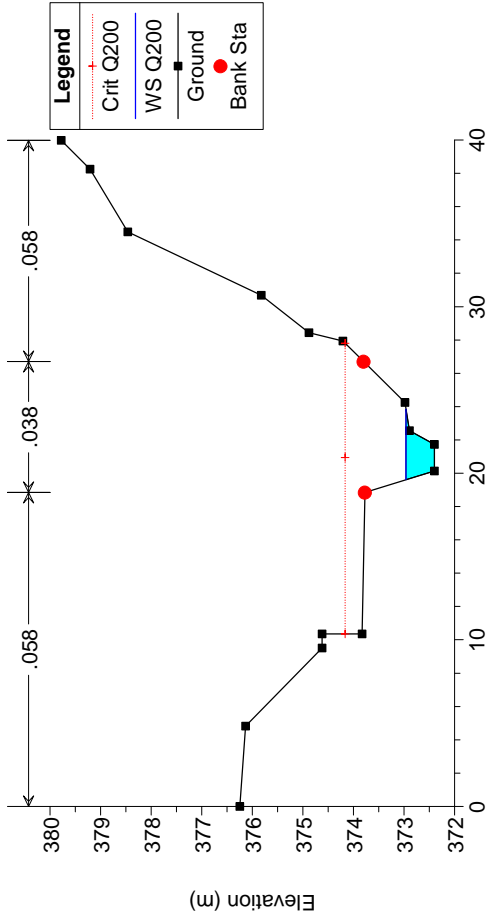
02_Cava San Marco_Cond. PO

RS = 5.15 Culv Tombino doppio scatolare 3.5x3



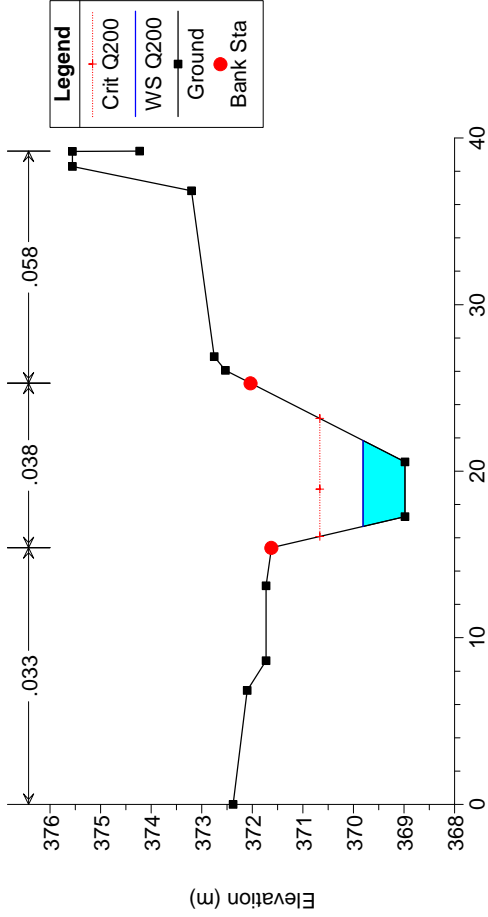
02_Cava San Marco_Cond. PO

RS = 5



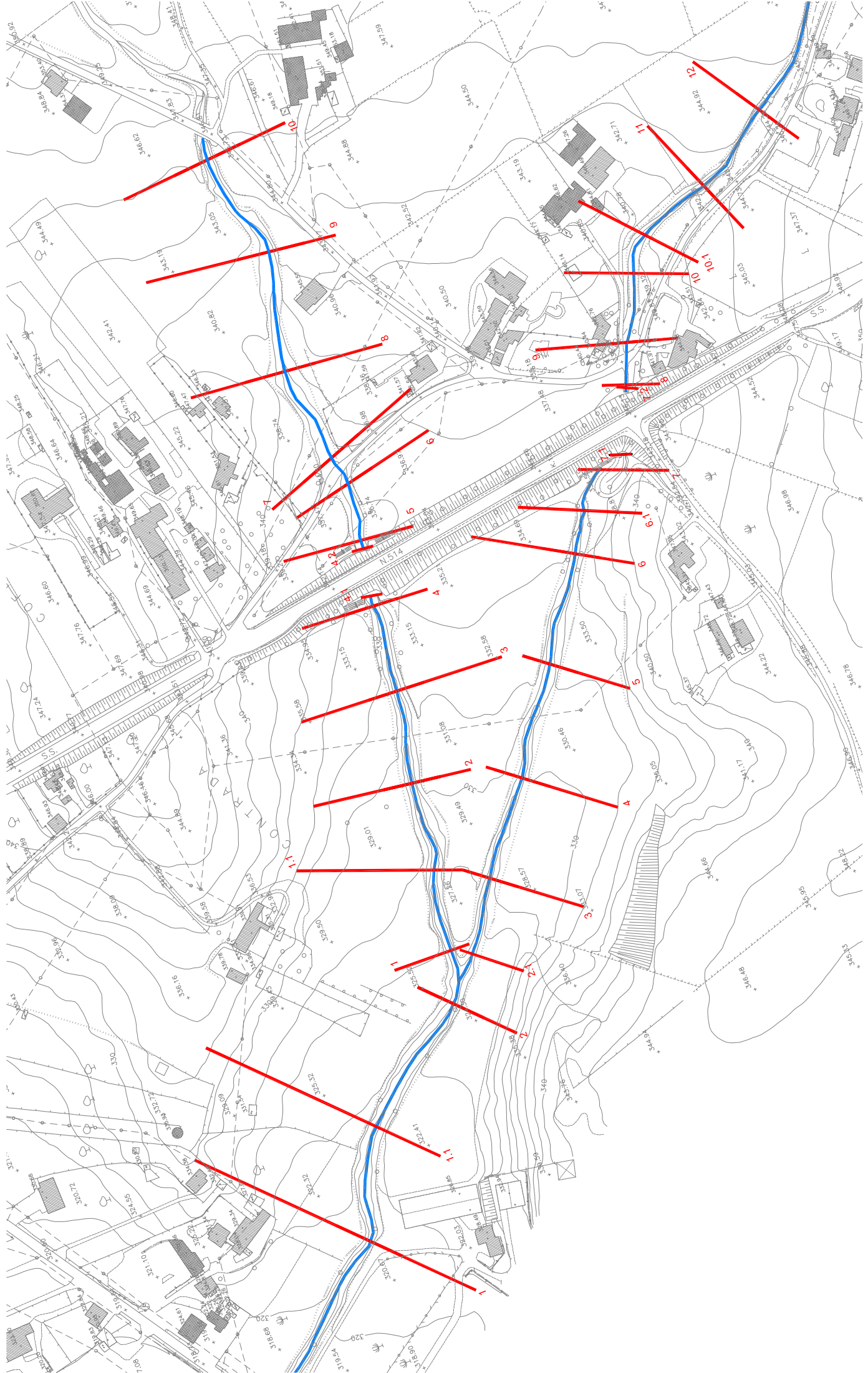
02_Cava San Marco_Cond. PO

RS = 4



I ALLEGATO 4: FOSSO CONTRADA CASSARELLA - FOSSO CONTRADA COFFA - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

Ante operam



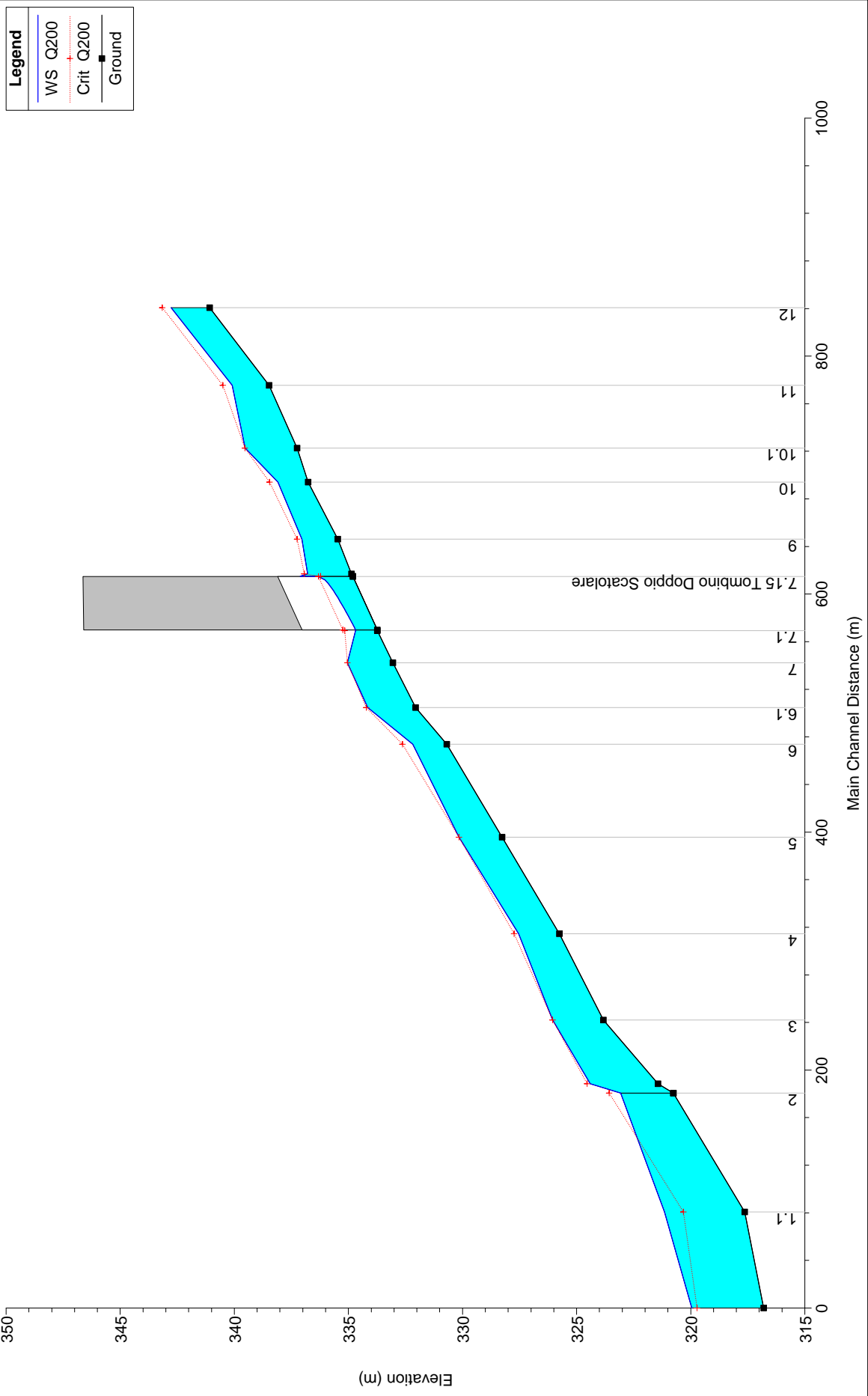
HEC-RAS Plan: Current mode Profile: Q200

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
Upper Reach	12	Q200	38.64	341.08	342.77	343.16	344.07	0.038713	5.05	7.65	6.20	1.45
Upper Reach	11	Q200	38.64	338.48	340.09	340.50	341.45	0.041347	5.17	7.48	6.23	1.51
Upper Reach	10.1	Q200	38.64	337.25	339.53	339.53	340.19	0.016856	3.59	10.77	8.36	1.01
Upper Reach	10	Q200	38.64	336.77	338.08	338.46	339.26	0.070373	4.81	8.03	12.94	1.95
Upper Reach	9	Q200	38.64	335.46	337.04	337.25	337.92	0.013561	3.29	10.27	10.41	0.96
Upper Reach	8	Q200	38.64	334.87	336.79	336.93	337.72	0.003953	4.31	9.55	9.23	1.08
Upper Reach	7.2	Q200	38.64	334.80	337.11	336.22	337.38	0.001885	2.29	16.86	8.15	0.48
Upper Reach	7.15		Culvert									
Upper Reach	7.1	Q200	38.64	333.73	334.69	335.16	336.27	0.042226	5.57	6.93	11.57	1.83
Upper Reach	7	Q200	38.64	333.05	335.04	335.04	335.43	0.007798	1.41	14.84	18.57	0.51
Upper Reach	6.1	Q200	38.64	332.05	334.15	334.22	334.90	0.026967	3.82	10.10	7.74	1.07
Upper Reach	6	Q200	38.64	330.69	332.18	332.63	333.59	0.067764	5.26	7.35	7.37	1.68
Upper Reach	5	Q200	38.64	328.27	330.16	330.16	330.78	0.022772	3.49	11.07	9.04	1.01
Upper Reach	4	Q200	38.64	325.76	327.54	327.74	328.46	0.035616	4.26	9.08	7.33	1.22
Upper Reach	3	Q200	38.64	323.83	326.05	326.05	326.84	0.027800	3.94	9.80	6.27	1.01
Upper Reach	2.1	Q200	38.64	321.43	324.41	324.54	325.19	0.034270	3.93	9.83	7.96	1.13
Lower Reach	2	Q200	73.80	320.76	323.07	323.58	324.76	0.049422	5.76	12.81	7.97	1.45
Lower Reach	1.1	Q200	73.80	317.63	321.15	320.32	321.50	0.006024	2.60	28.44	12.62	0.55
Lower Reach	1	Q200	73.80	316.80	319.95	319.72	320.70	0.016831	3.83	19.29	9.61	0.86

Plan: Current mode Cassarella Upper Reach RS: 7.15 Culv Group: Culvert #1 Profile: Q200

Q Culv Group (m3/s)	38.64	Culv Full Len (m)	
# Barrels	2	Culv Vel US (m/s)	3.86
Q Barrel (m3/s)	19.32	Culv Vel DS (m/s)	6.14
E.G. US. (m)	337.38	Culv Inv El Up (m)	334.80
W.S. US. (m)	337.11	Culv Inv El Dn (m)	333.73
E.G. DS (m)	335.86	Culv Frctn Ls (m)	0.47
W.S. DS (m)	335.16	Culv Exit Loss (m)	0.74
Delta EG (m)	1.52	Culv Entr Loss (m)	0.30
Delta WS (m)	1.95	Q Weir (m3/s)	
E.G. IC (m)	337.19	Weir Sta Lft (m)	
E.G. OC (m)	337.38	Weir Sta Rgt (m)	
Culvert Control	Outlet	Weir Submerg	
Culv WS Inlet (m)	336.32	Weir Max Depth (m)	
Culv WS Outlet (m)	334.68	Weir Avg Depth (m)	
Culv Nml Depth (m)	0.80	Weir Flow Area (m2)	
Culv Crt Depth (m)	1.52	Min El Weir Flow (m)	346.64

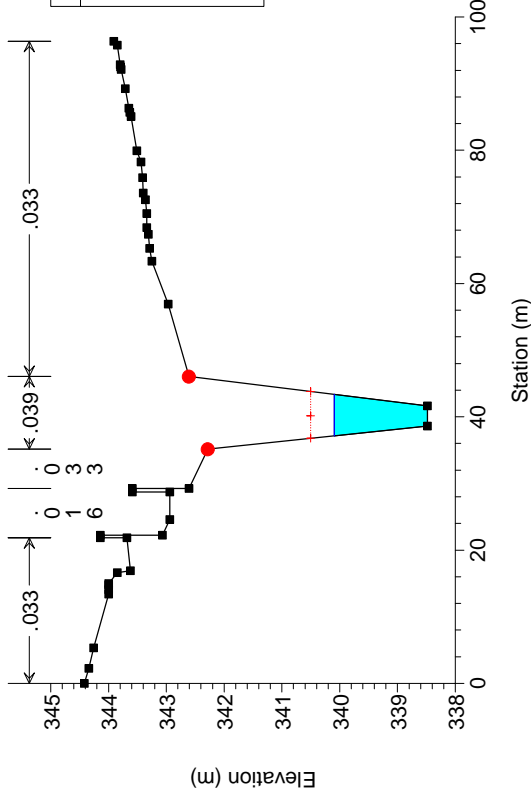
0304Cassarella Coffa _Cond. AO



Legend	
WS Q200	—
Crit Q200	- - - +
Ground	■

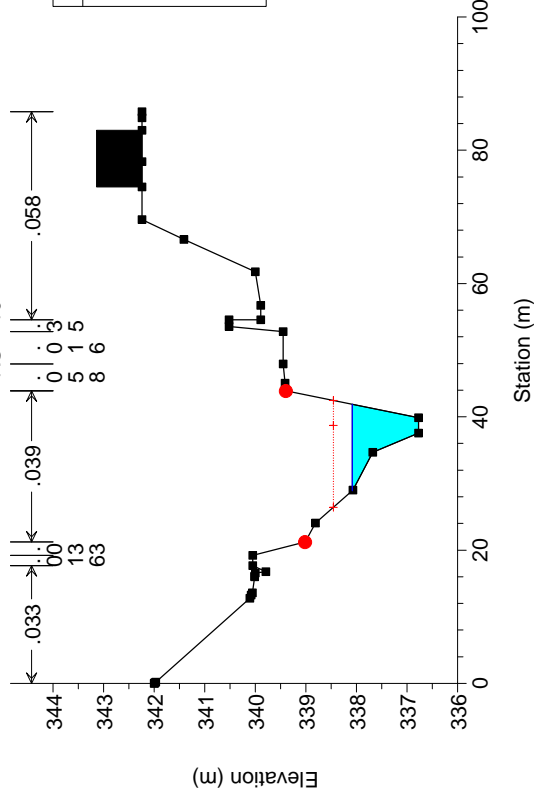
0304Cassarella Coffa

RS = 11



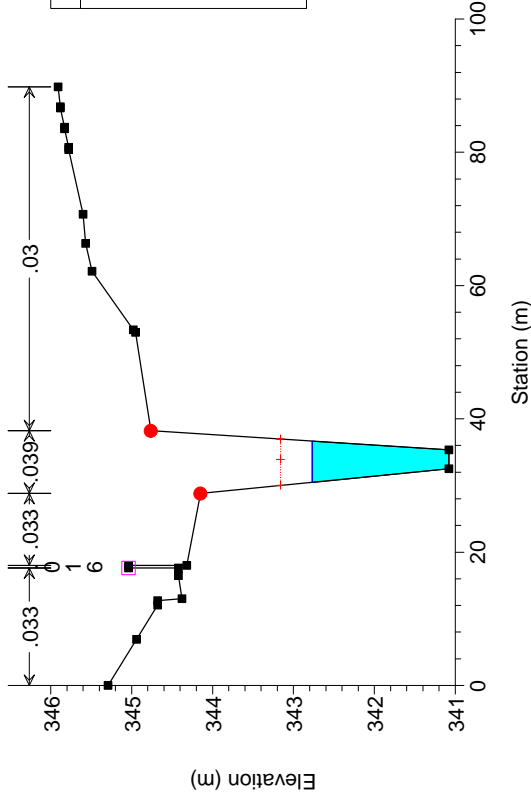
0304Cassarella Coffa

RS = 10



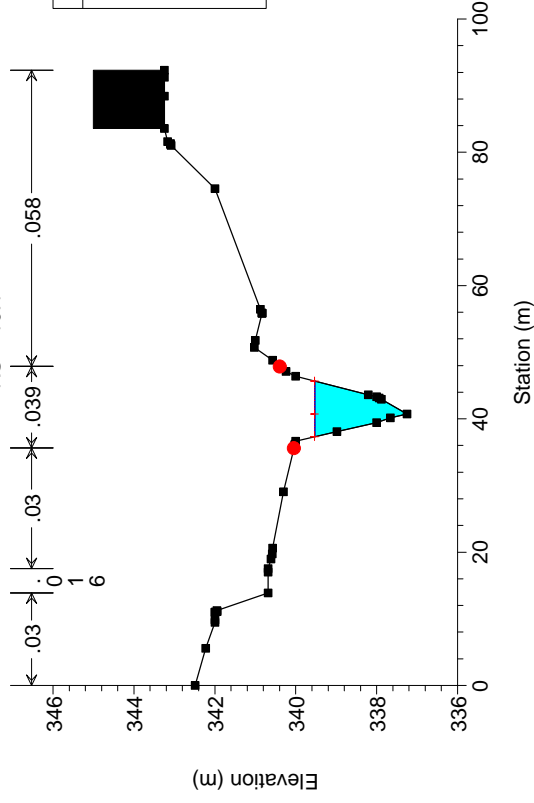
0304Cassarella Coffa

RS = 12



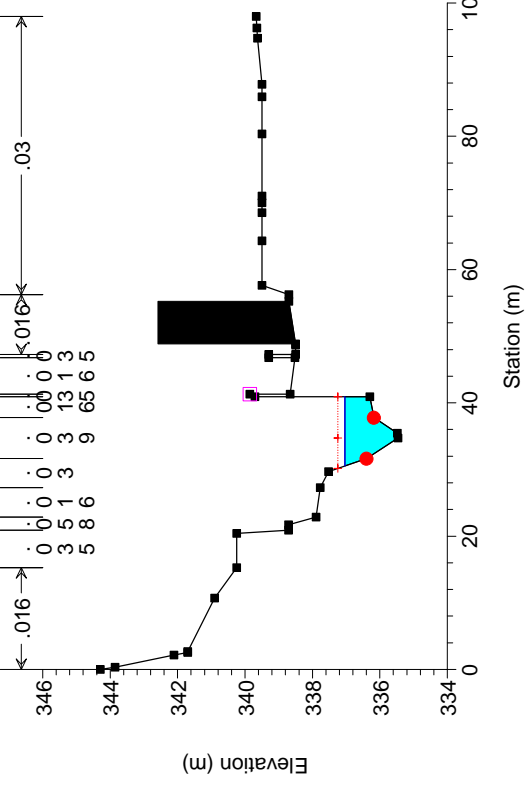
0304Cassarella Coffa

RS = 10.1



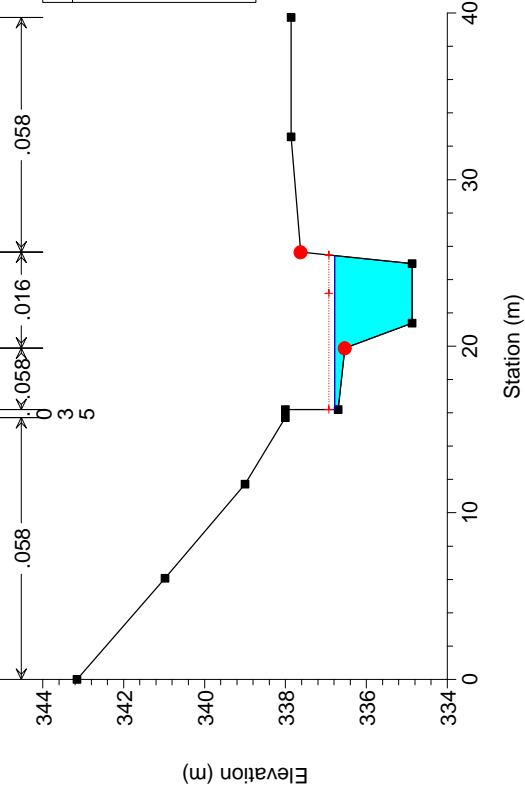
0304Cassarella Coffa_Cond. AO

River = Cassarella Reach = Upper Reach RS = 9



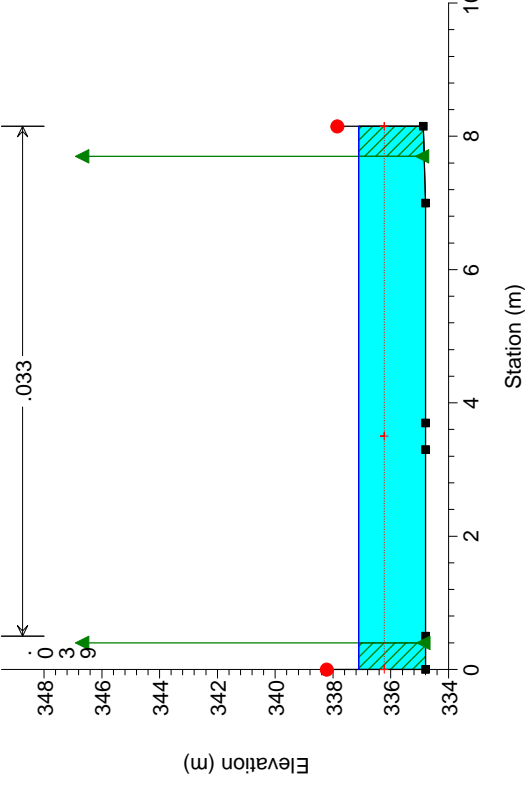
0304Cassarella Coffa_Cond. AO

River = Cassarella Reach = Upper Reach RS = 8



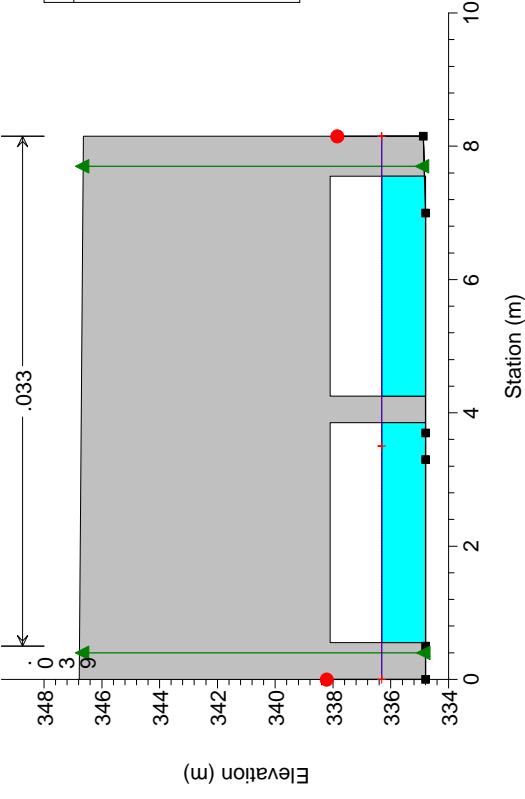
0304Cassarella Coffa_Cond. AO

River = Cassarella Reach = Upper Reach RS = 7.2



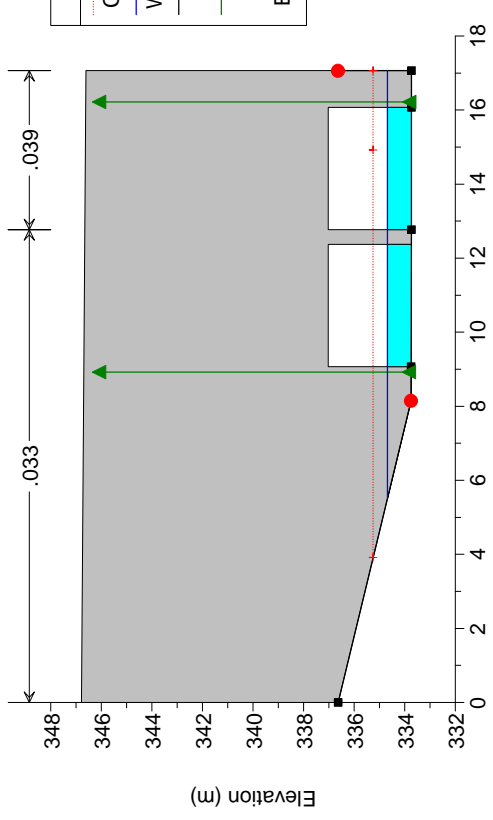
0304Cassarella Coffa_Cond. AO

River = Cassarella Reach = Upper Reach RS = 7.15 Culv Tombino Doppio Scatolare



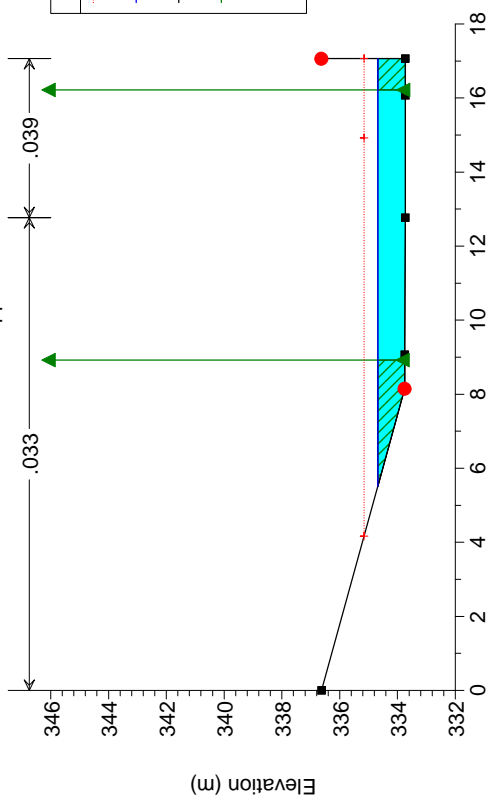
0304Cassarella Coffa_Cond. AO

River = Cassarella Reach = Upper Reach RS = 7.15 Culv Tombino Doppio Scatolare



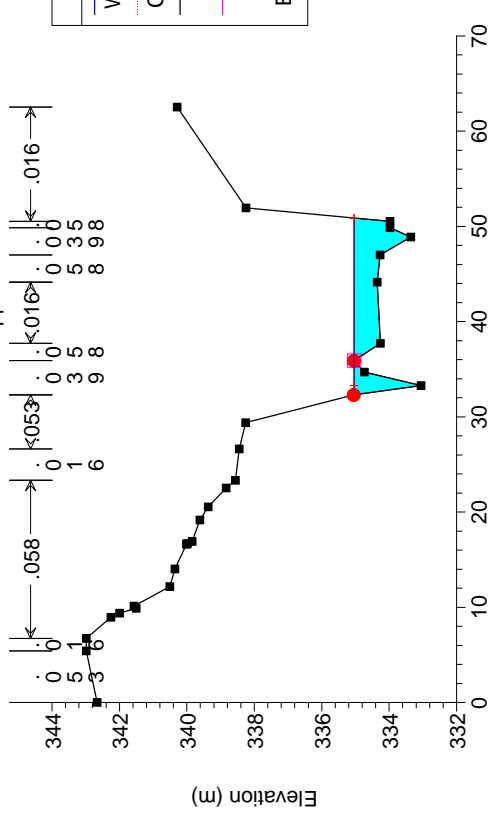
0304Cassarella Coffa_Cond. AO

River = Cassarella Reach = Upper Reach RS = 7.1



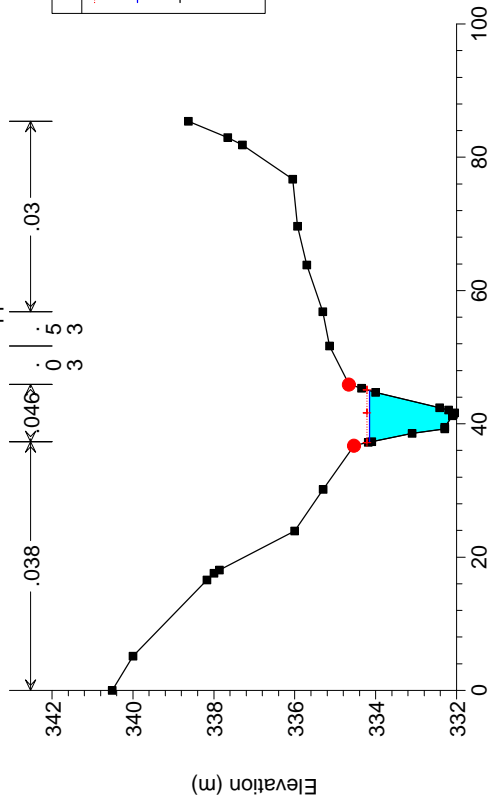
0304Cassarella Coffa_Cond. AO

River = Cassarella Reach = Upper Reach RS = 7



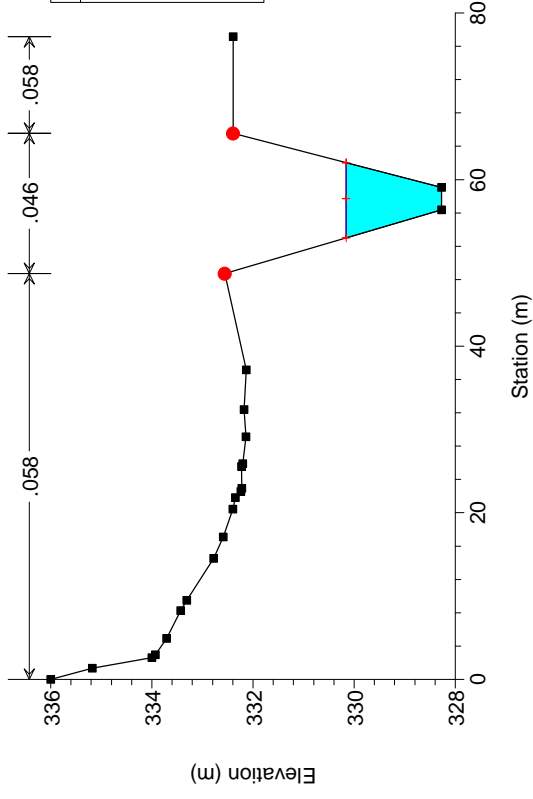
0304Cassarella Coffa_Cond. AO

River = Cassarella Reach = Upper Reach RS = 6.1



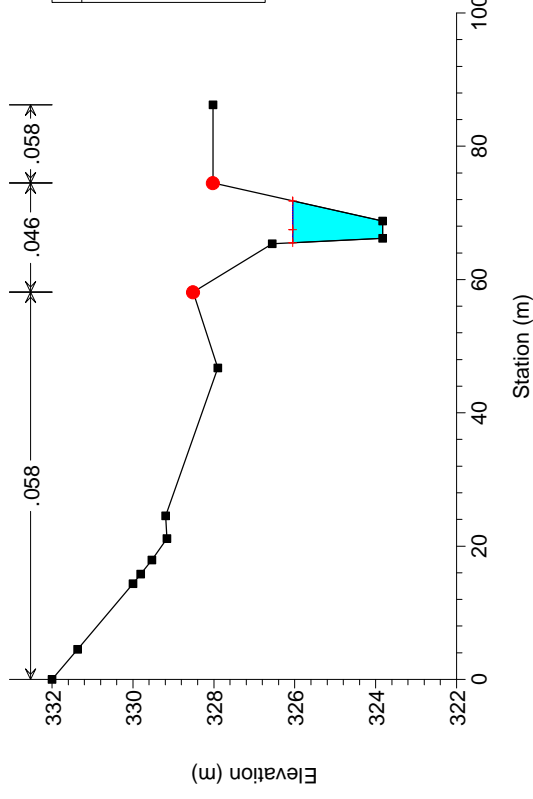
0304Cassarella Coffa

RS = 5



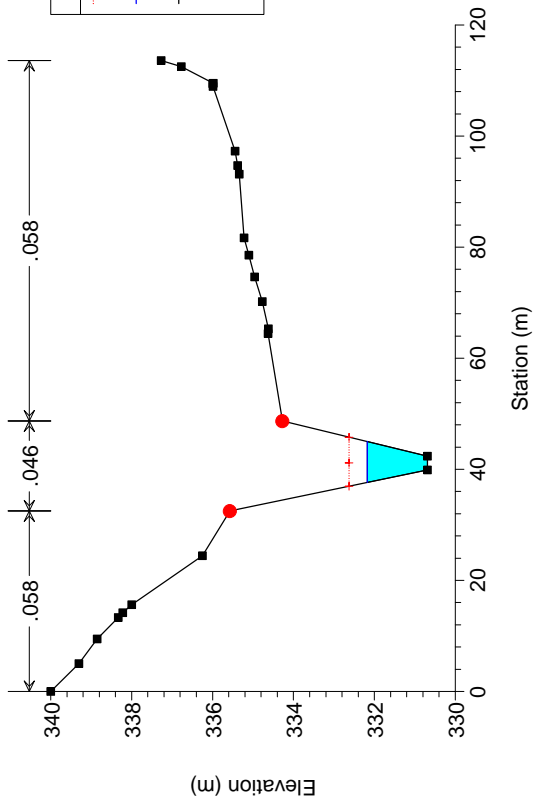
0304Cassarella Coffa

RS = 3



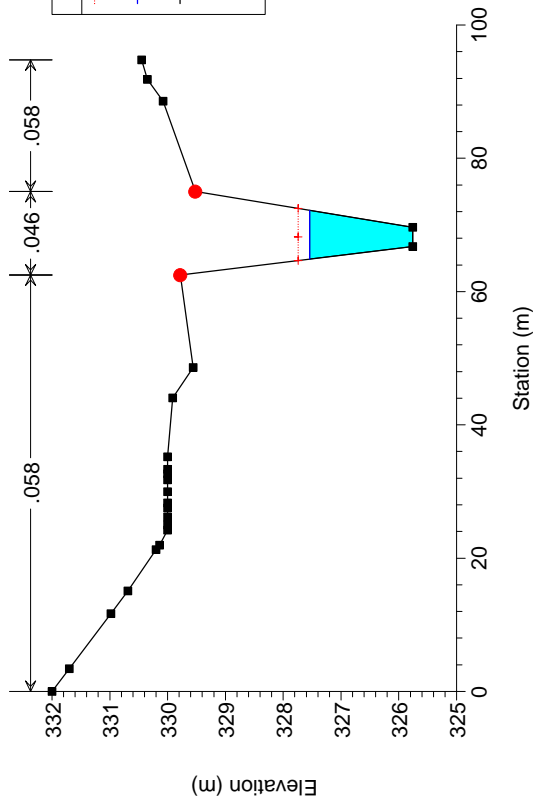
0304Cassarella Coffa

RS = 6



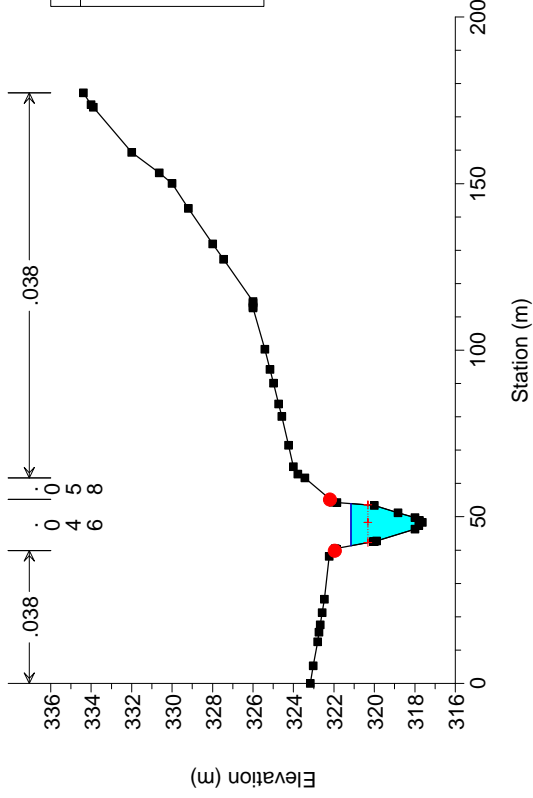
0304Cassarella Coffa

RS = 4



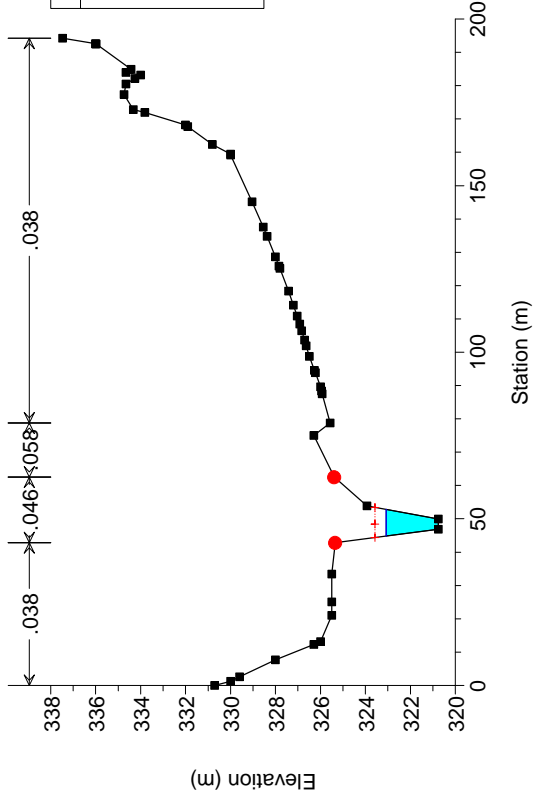
0304Cassarella Coffa

RS = 1.1



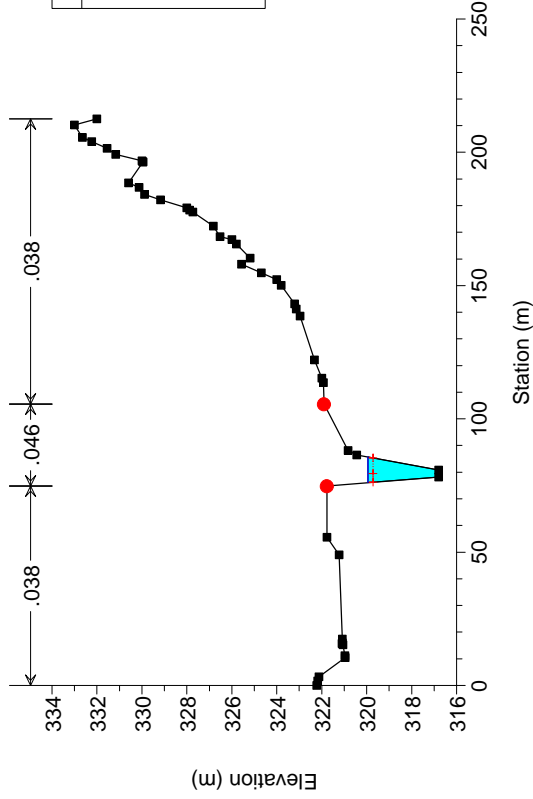
0304Cassarella Coffa

RS = 2



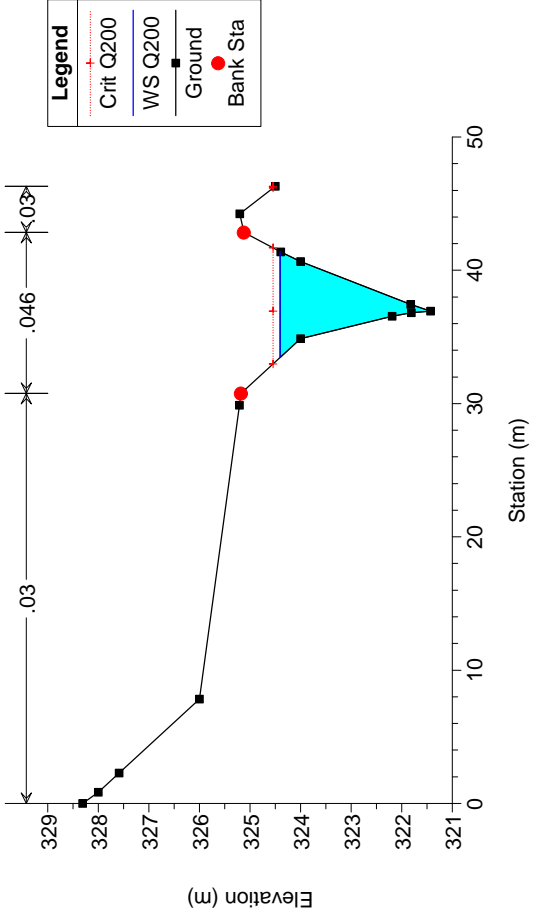
0304Cassarella Coffa

RS = 1



0304Cassarella Coffa

RS = 2.1

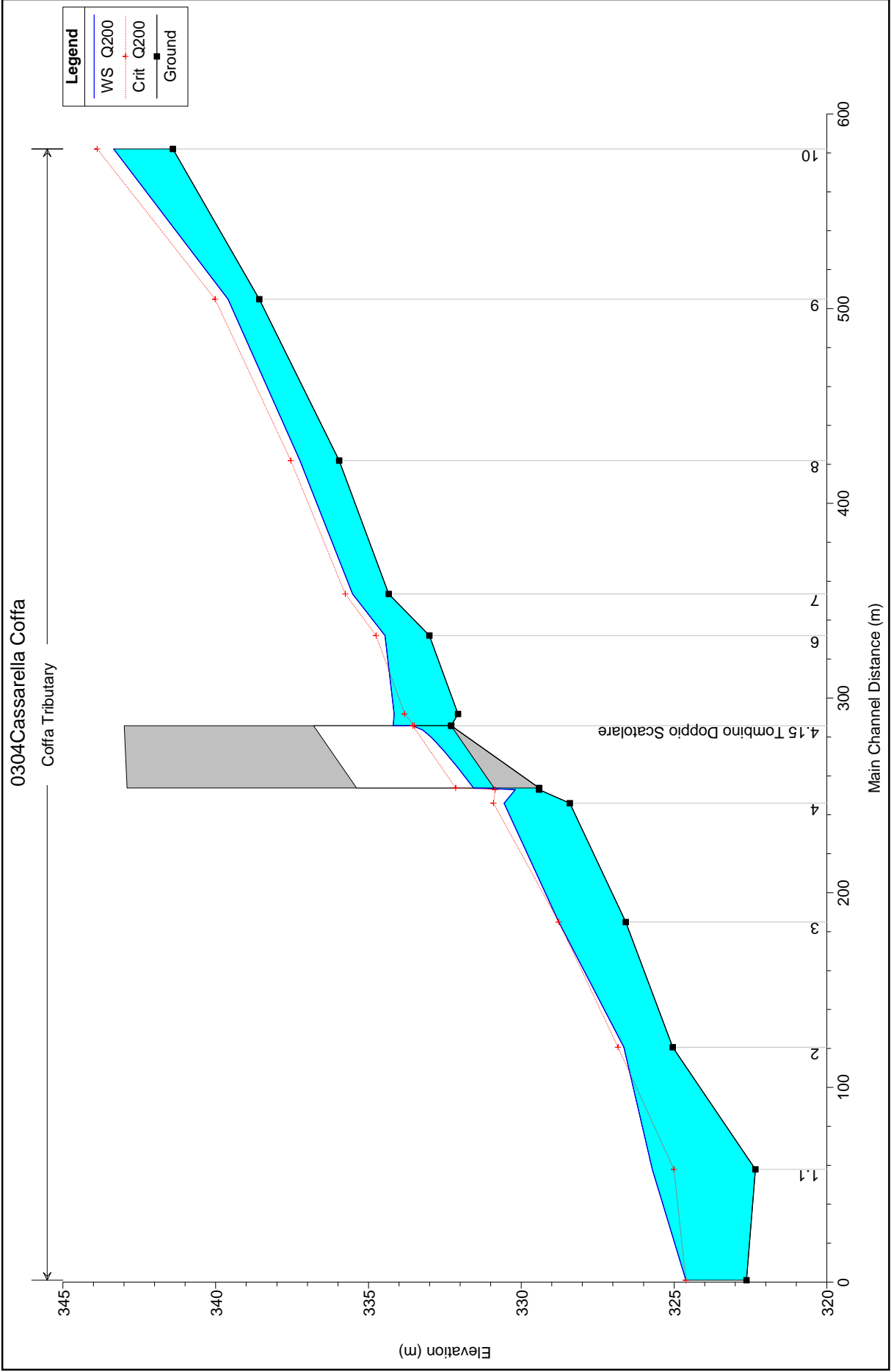


HEC-RAS Plan: Current mode River: Coffa Reach: Tributary Profile: Q200

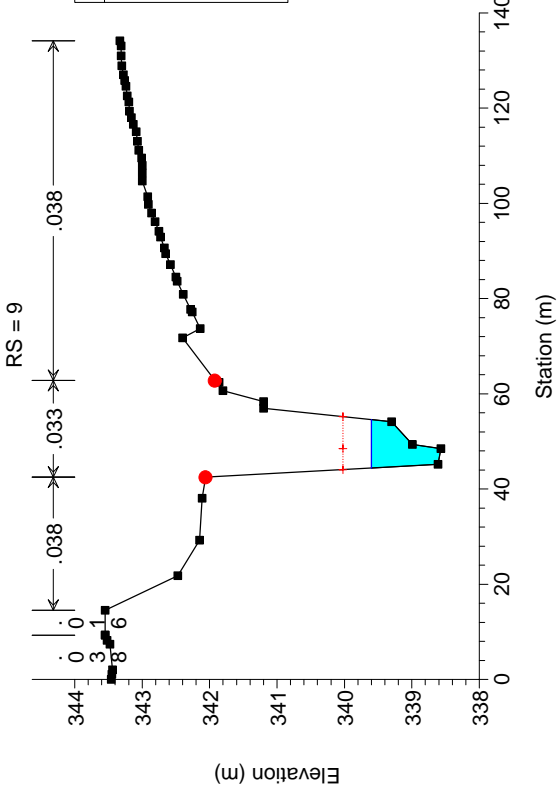
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tributary	10	Q200	35.16	341.40	343.34	343.88	345.04	0.045322	5.78	6.09	5.25	1.71
Tributary	9	Q200	35.16	338.57	339.60	340.02	341.02	0.057999	5.28	6.67	10.17	2.08
Tributary	8	Q200	35.16	335.96	337.24	337.54	338.04	0.021922	3.95	8.89	10.06	1.34
Tributary	7	Q200	35.16	334.34	335.52	335.76	336.32	0.029124	3.97	8.86	12.79	1.52
Tributary	6	Q200	35.16	333.01	334.46	334.75	335.41	0.066334	4.30	8.18	11.26	1.61
Tributary	5	Q200	35.16	332.07	334.16	333.81	334.50	0.010714	2.57	13.67	10.03	0.70
Tributary	4.2	Q200	35.16	332.29	334.19	333.50	334.43	0.004316	2.16	16.28	11.50	0.50
Tributary	4.15		Culvert									
Tributary	4.1	Q200	35.16	329.42	330.20	330.85	333.06	0.328334	7.50	4.69	8.55	3.22
Tributary	4	Q200	35.16	328.41	330.57	330.91	331.74	0.058143	4.80	7.33	6.29	1.42
Tributary	3	Q200	35.16	326.58	328.78	328.78	329.47	0.025565	3.69	9.54	6.99	1.01
Tributary	2	Q200	35.16	325.04	326.64	326.83	327.51	0.035994	4.14	8.49	7.30	1.23
Tributary	1.1	Q200	35.16	322.34	325.71	325.00	325.96	0.006710	2.17	16.19	9.91	0.54
Tributary	1	Q200	35.16	322.63	324.61	324.61	325.26	0.023907	3.58	9.83	7.54	1.00

Plan: Current mode Coffa Tributary RS: 4.15 Culv Group: Culvert #1 Profile: Q200

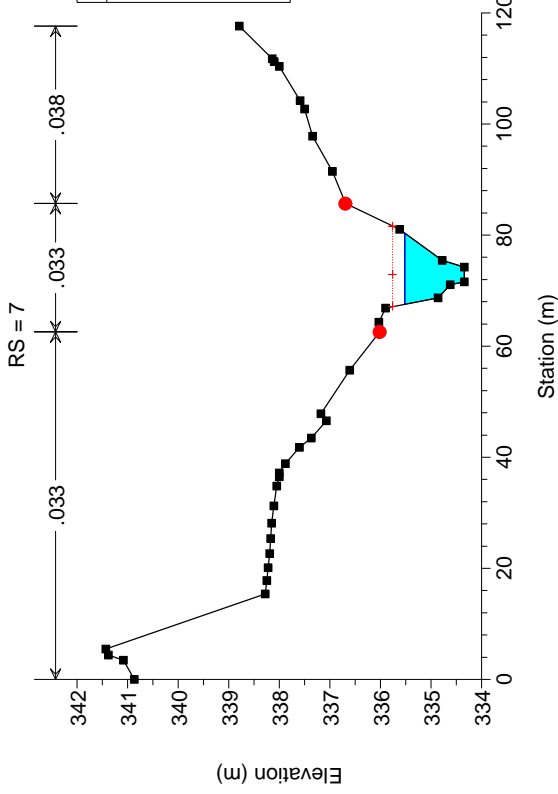
Q Culv Group (m3/s)	35.16	Culv Full Len (m)	
# Barrels	2	Culv Vel US (m/s)	3.51
Q Barrel (m3/s)	17.58	Culv Vel DS (m/s)	6.55
E.G. US. (m)	334.43	Culv Inv El Up (m)	332.30
W.S. US. (m)	334.19	Culv Inv El Dn (m)	330.89
E.G. DS (m)	331.72	Culv Frctn Ls (m)	0.44
W.S. DS (m)	331.46	Culv Exit Loss (m)	2.03
Delta EG (m)	2.71	Culv Entr Loss (m)	0.25
Delta WS (m)	2.73	Q Weir (m3/s)	
E.G. IC (m)	334.18	Weir Sta Lft (m)	
E.G. OC (m)	334.43	Weir Sta Rgt (m)	
Culvert Control	Outlet	Weir Submerg	
Culv WS Inlet (m)	333.55	Weir Max Depth (m)	
Culv WS Outlet (m)	331.56	Weir Avg Depth (m)	
Culv Nml Depth (m)	0.53	Weir Flow Area (m2)	
Culv Crt Depth (m)	1.25	Min El Weir Flow (m)	343.00



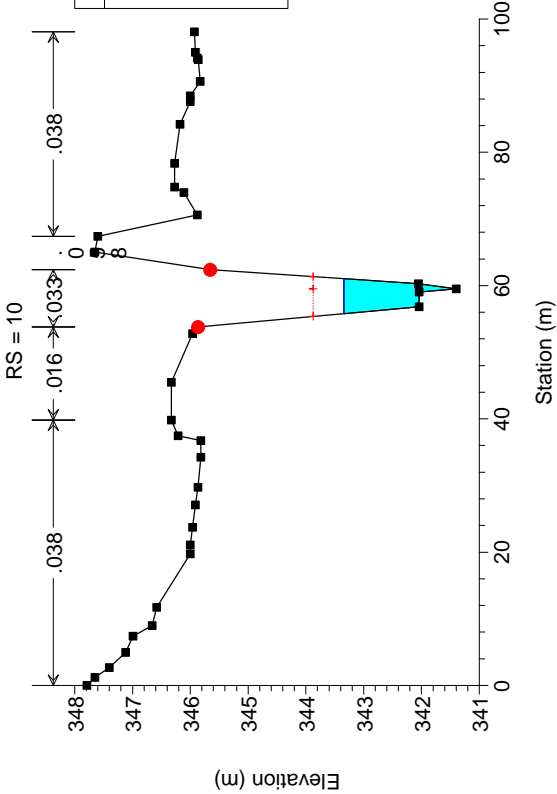
0304Cassarella Coffa



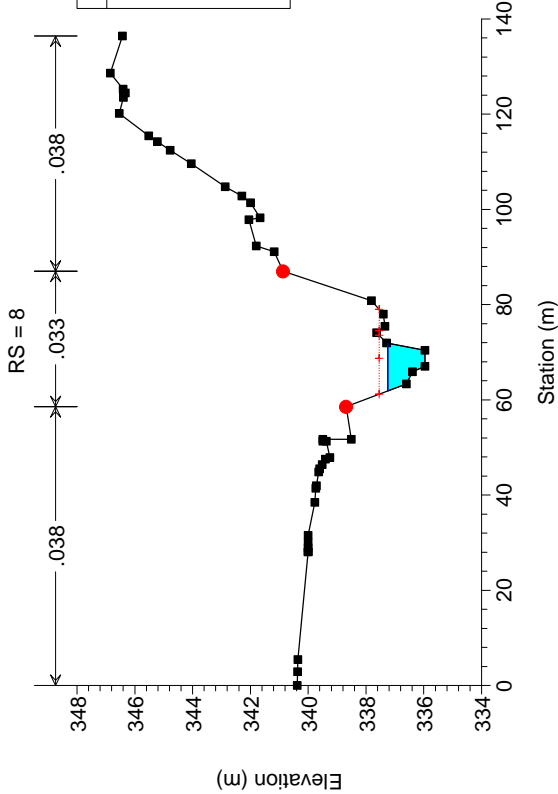
0304Cassarella Coffa



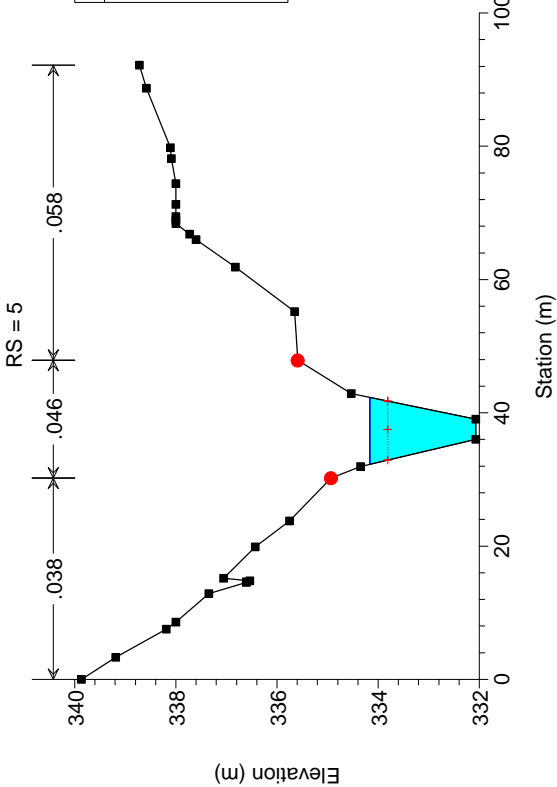
0304Cassarella Coffa



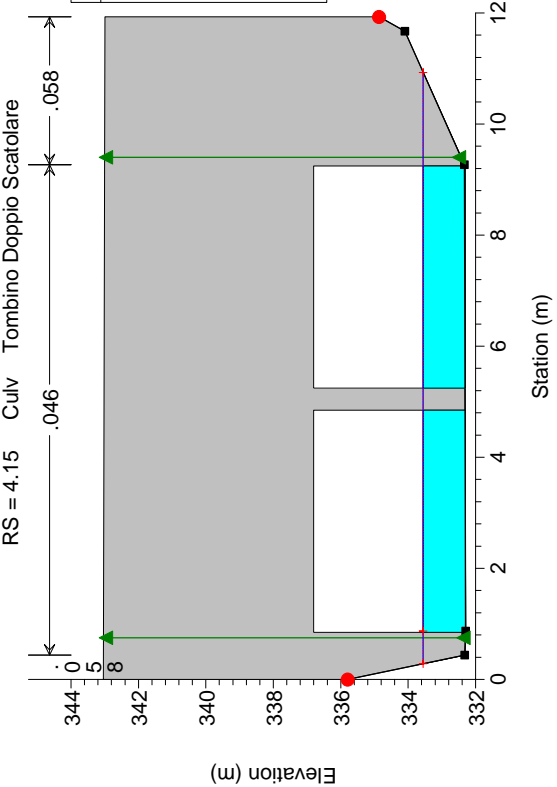
0304Cassarella Coffa



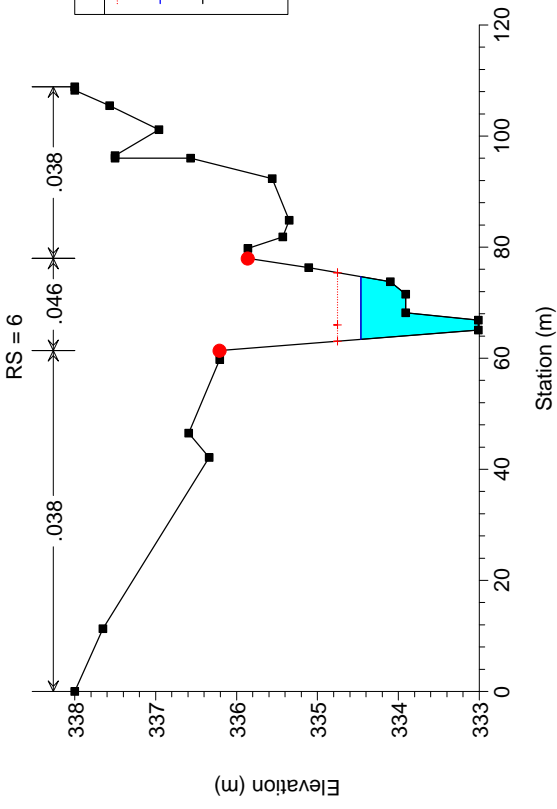
0304Cassarella Coffa



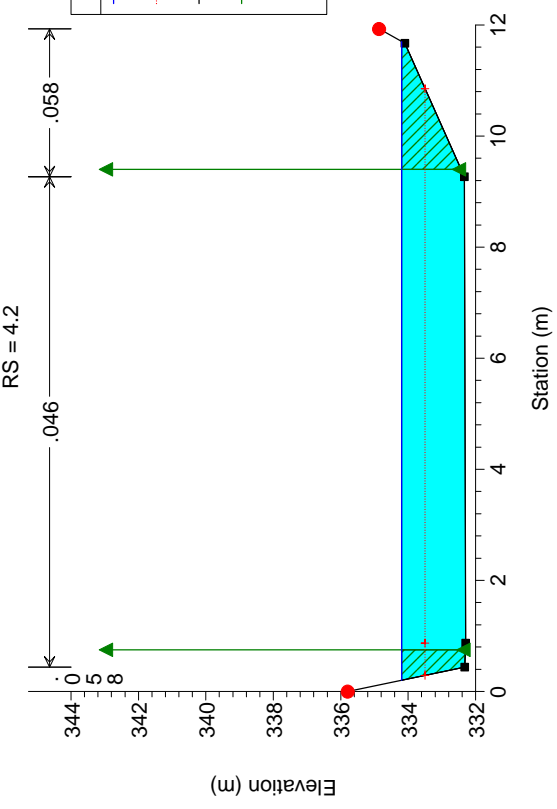
0304Cassarella Coffa



0304Cassarella Coffa

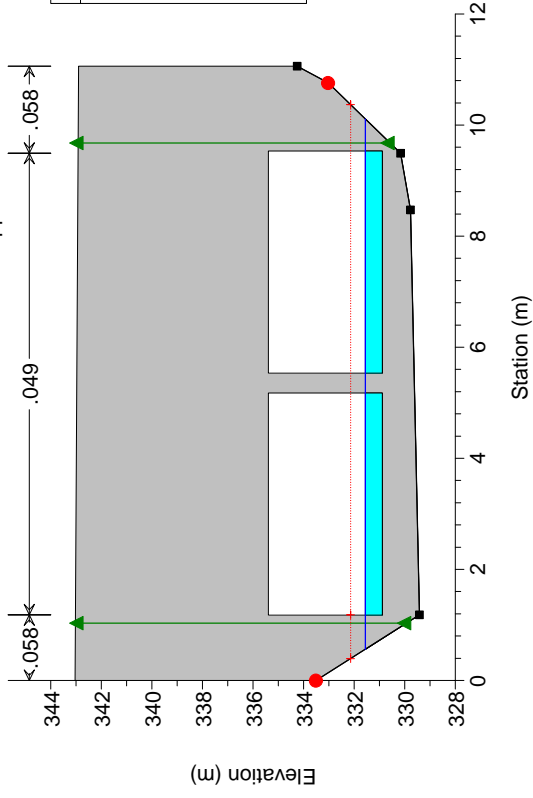


0304Cassarella Coffa



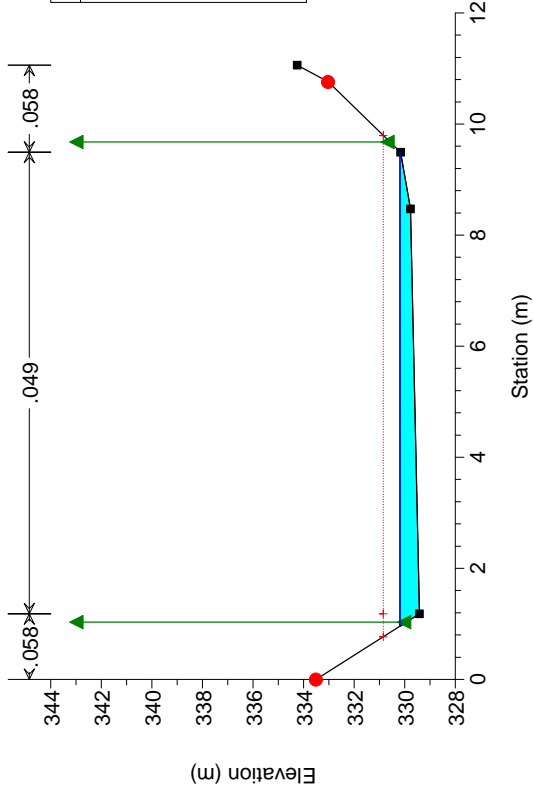
0304Cassarella Coffa

RS = 4.15 Culv Tombino Doppio Scatolare



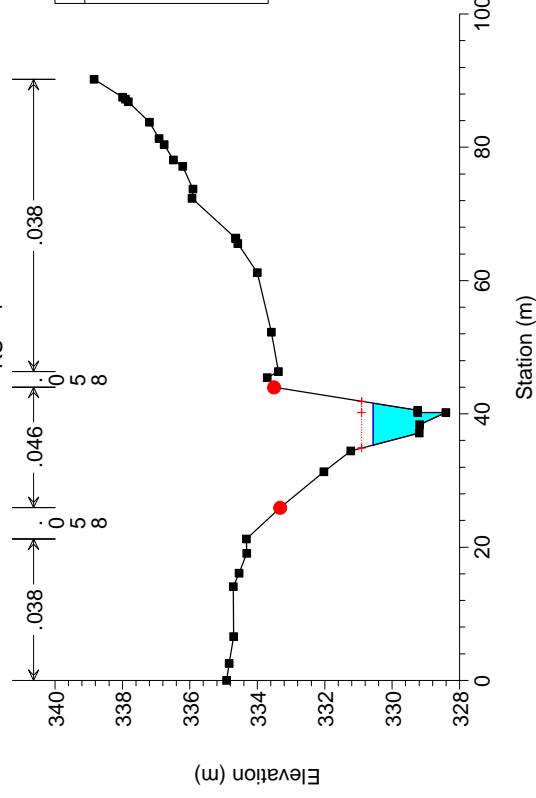
0304Cassarella Coffa

RS = 4.1



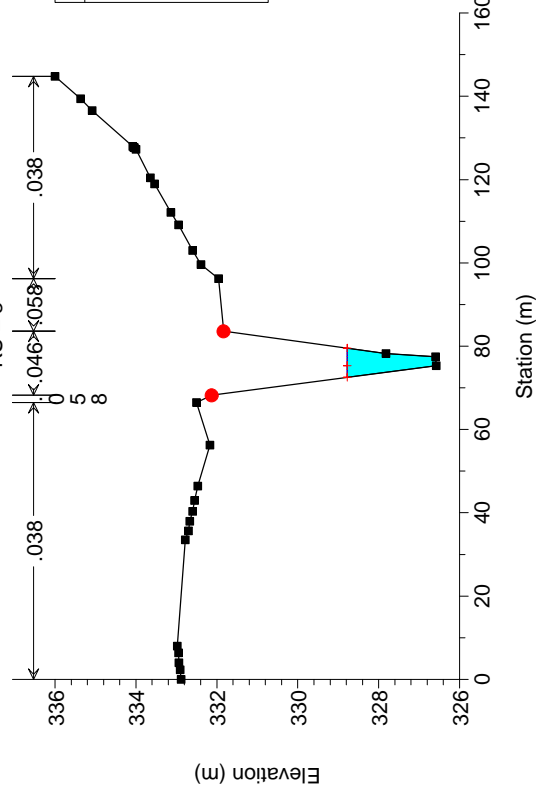
0304Cassarella Coffa

RS = 4



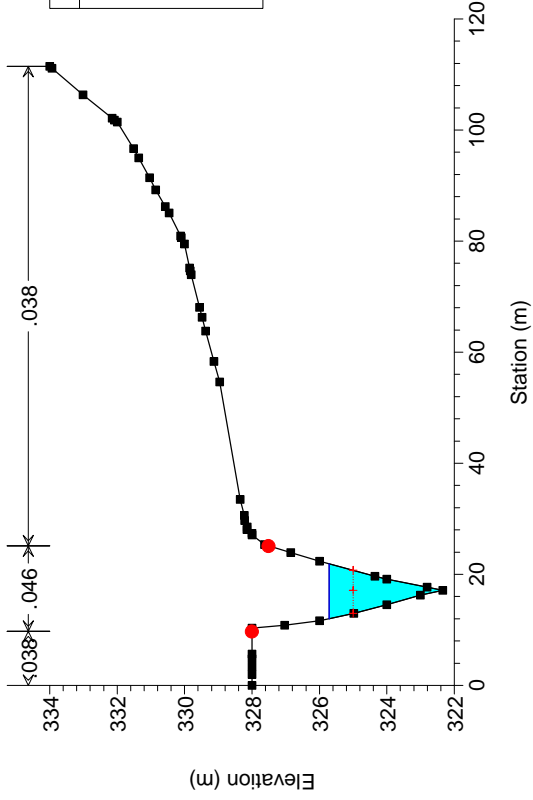
0304Cassarella Coffa

RS = 3



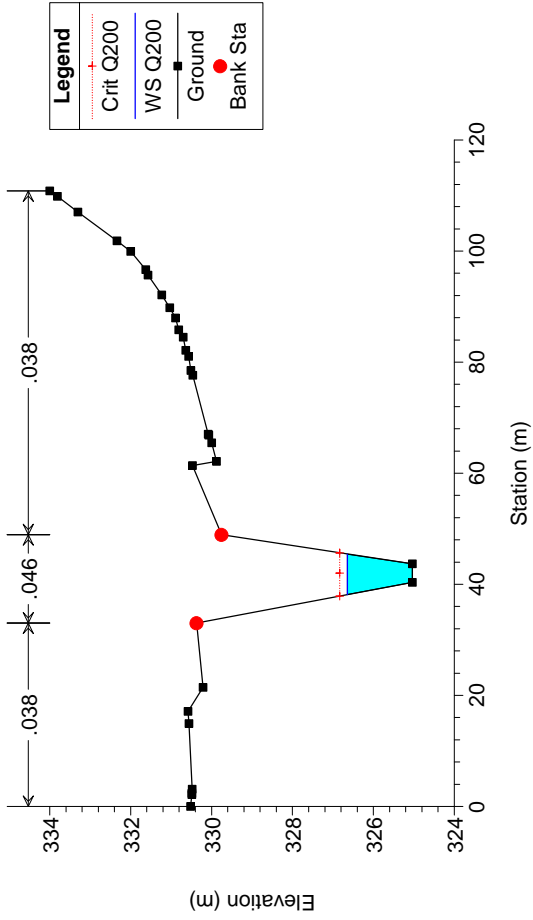
0304Cassarella Coffa

RS = 1.1



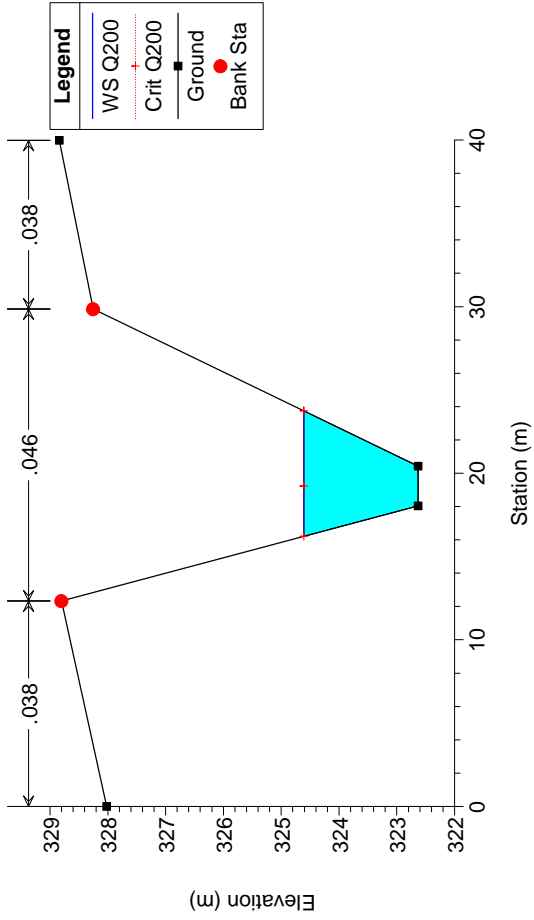
0304Cassarella Coffa

RS = 2

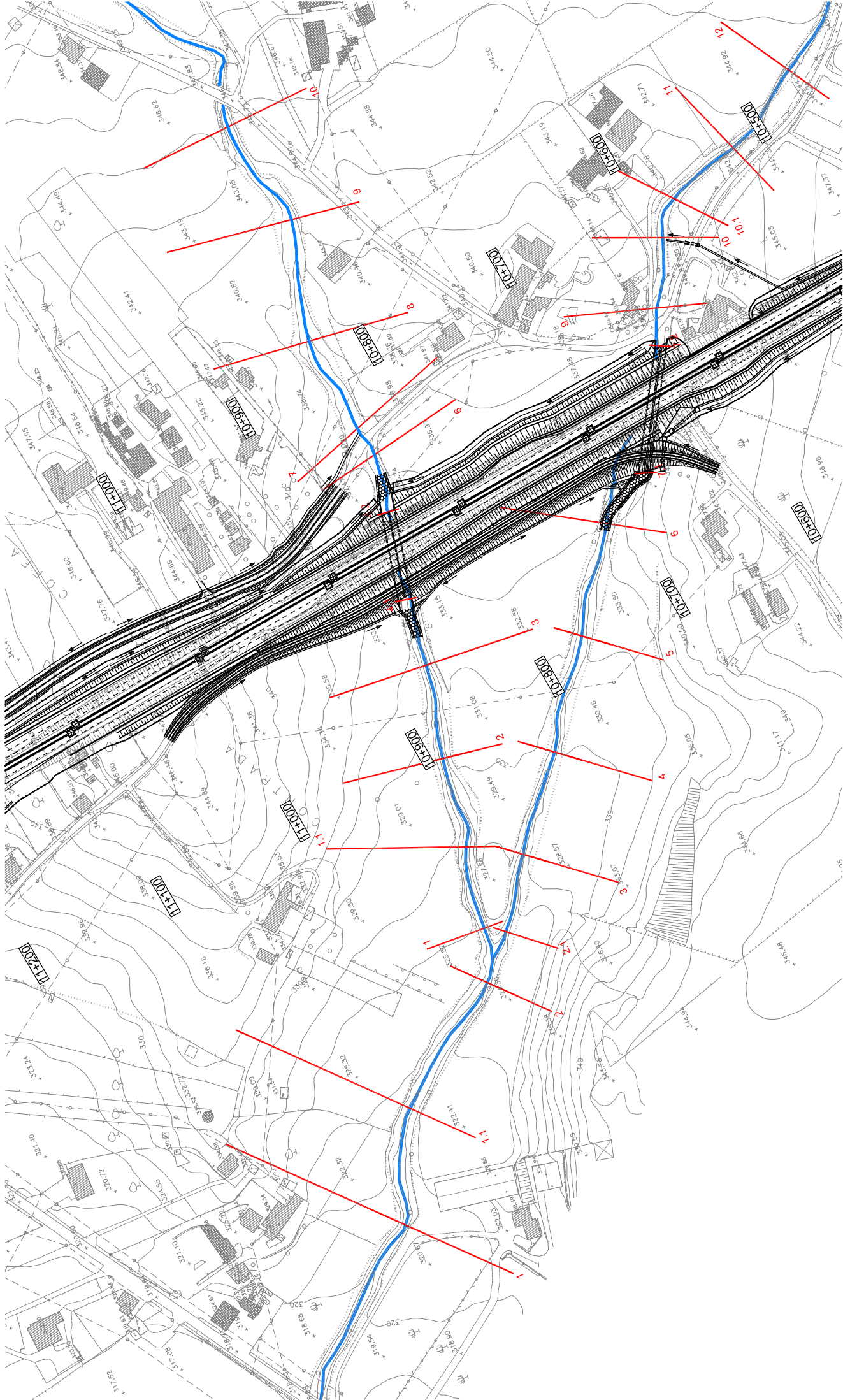


0304Cassarella Coffa

RS = 1



Post operam



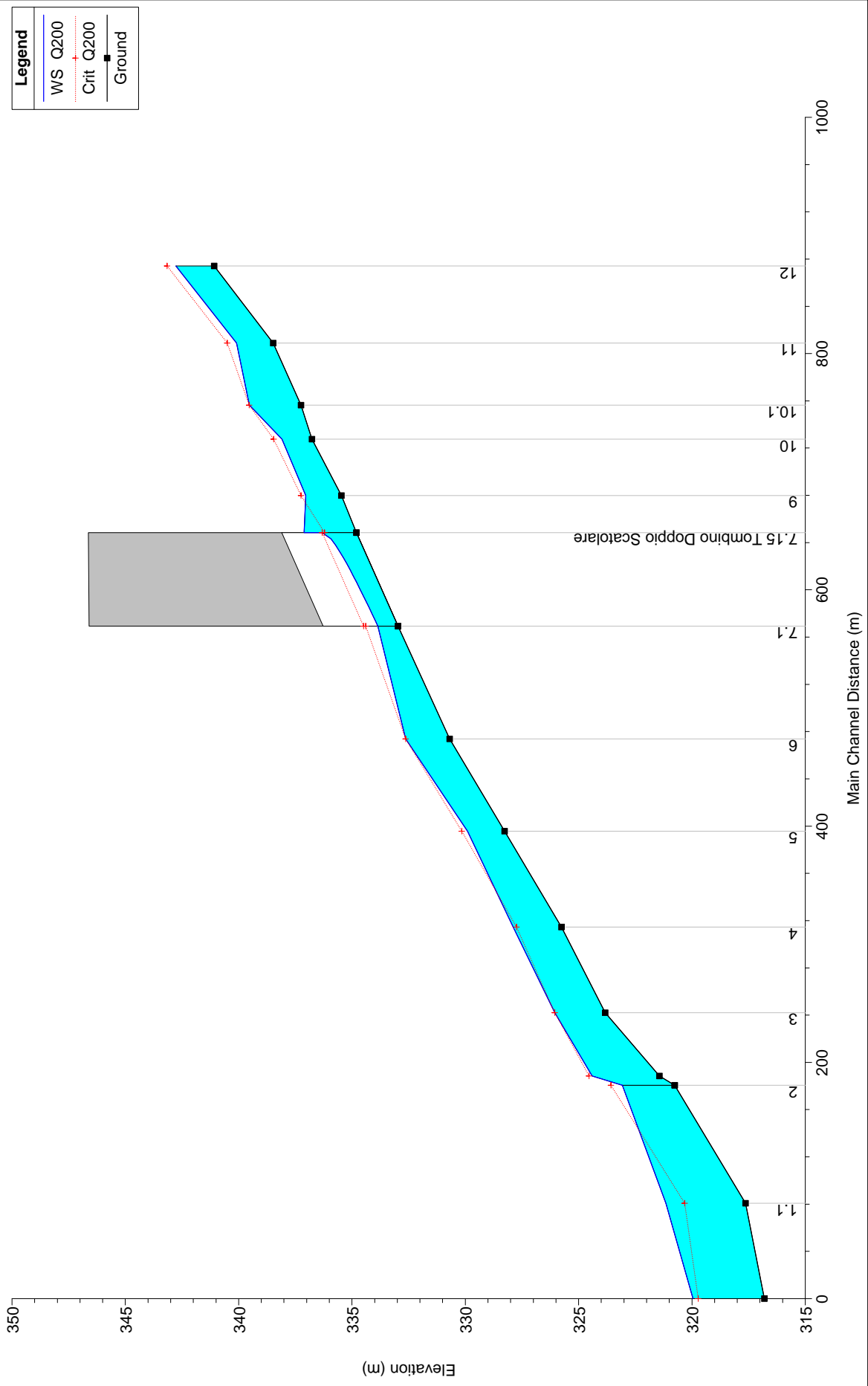
HEC-RAS Plan: Current mode Profile: Q200

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
Upper Reach	12	Q200	38.64	341.08	342.77	343.16	344.07	0.038713	5.05	7.65	6.20	1.45
Upper Reach	11	Q200	38.64	338.48	340.09	340.50	341.45	0.041347	5.17	7.48	6.23	1.51
Upper Reach	10.1	Q200	38.64	337.25	339.53	339.53	340.19	0.016856	3.59	10.77	8.36	1.01
Upper Reach	10	Q200	38.64	336.77	338.08	338.46	339.26	0.070373	4.81	8.03	12.94	1.95
Upper Reach	9	Q200	38.64	335.46	337.04	337.25	337.92	0.013561	3.29	10.27	10.41	0.96
Upper Reach	7.2	Q200	38.64	334.80	337.11	336.21	337.38	0.001877	2.29	16.88	8.15	0.48
Upper Reach	7.15		Culvert									
Upper Reach	7.1	Q200	38.64	332.97	333.86	334.39	335.66	0.052154	5.94	6.50	10.90	2.01
Upper Reach	6	Q200	38.64	330.69	332.63	332.63	333.26	0.022879	3.52	10.99	8.83	1.01
Upper Reach	5	Q200	38.64	328.27	329.90	330.16	330.87	0.041456	4.36	8.87	8.18	1.34
Upper Reach	4	Q200	38.64	325.76	327.89	327.74	328.44	0.017580	3.28	11.78	8.20	0.87
Upper Reach	3	Q200	38.64	323.83	326.06	326.06	326.84	0.027543	3.93	9.84	6.28	1.00
Upper Reach	2.1	Q200	38.64	321.43	324.41	324.54	325.19	0.034250	3.93	9.83	7.96	1.13
Lower Reach	2	Q200	73.80	320.76	323.07	323.58	324.76	0.049419	5.76	12.81	7.97	1.45
Lower Reach	1.1	Q200	73.80	317.63	321.15	320.32	321.50	0.006024	2.60	28.44	12.62	0.55
Lower Reach	1	Q200	73.80	316.80	319.95	319.72	320.70	0.016831	3.83	19.29	9.61	0.86

Plan: Current mode Cassarella Upper Reach RS: 7.15 Culv Group: Culvert #1 Profile: Q200

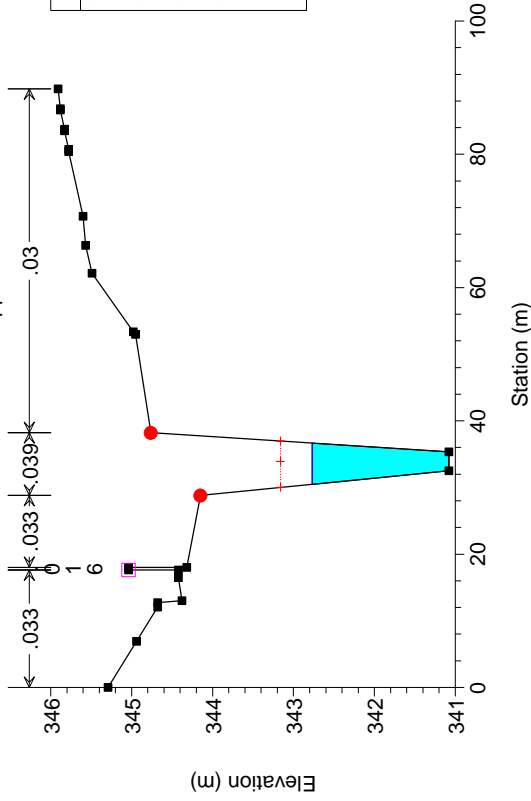
Q Culv Group (m3/s)	38.64	Culv Full Len (m)	
# Barrels	2	Culv Vel US (m/s)	3.86
Q Barrel (m3/s)	19.32	Culv Vel DS (m/s)	6.58
E.G. US. (m)	337.38	Culv Inv El Up (m)	334.80
W.S. US. (m)	337.11	Culv Inv El Dn (m)	332.97
E.G. DS (m)	335.10	Culv Frctn Ls (m)	1.01
W.S. DS (m)	334.39	Culv Exit Loss (m)	0.97
Delta EG (m)	2.28	Culv Entr Loss (m)	0.30
Delta WS (m)	2.72	Q Weir (m3/s)	
E.G. IC (m)	337.19	Weir Sta Lft (m)	
E.G. OC (m)	337.38	Weir Sta Rgt (m)	
Culvert Control	Outlet	Weir Submerg	
Culv WS Inlet (m)	336.32	Weir Max Depth (m)	
Culv WS Outlet (m)	333.86	Weir Avg Depth (m)	
Culv Nml Depth (m)	0.81	Weir Flow Area (m2)	
Culv Crt Depth (m)	1.52	Min El Weir Flow (m)	346.64

0304Cassarella Coffa _Cond. PO



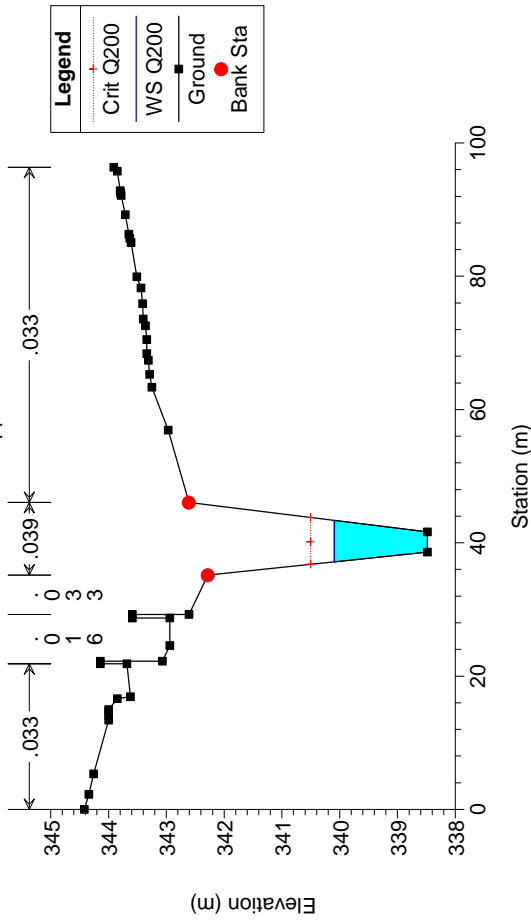
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Cassarella Reach = Upper Reach RS = 12



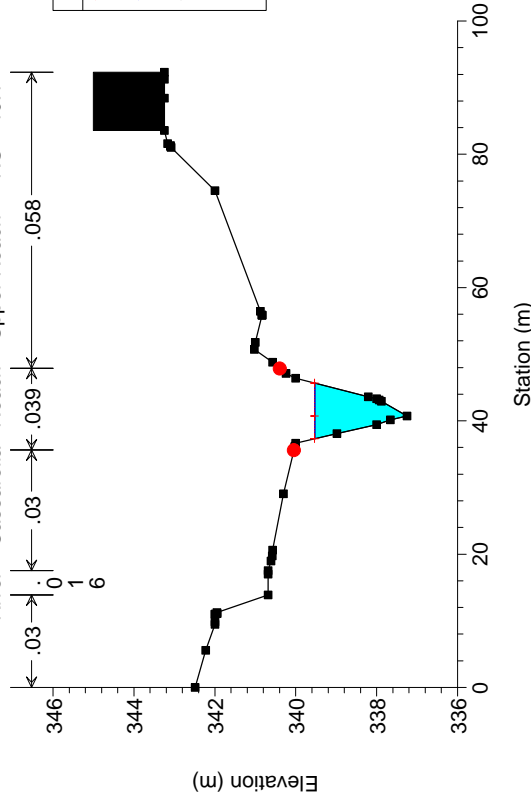
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Cassarella Reach = Upper Reach RS = 11



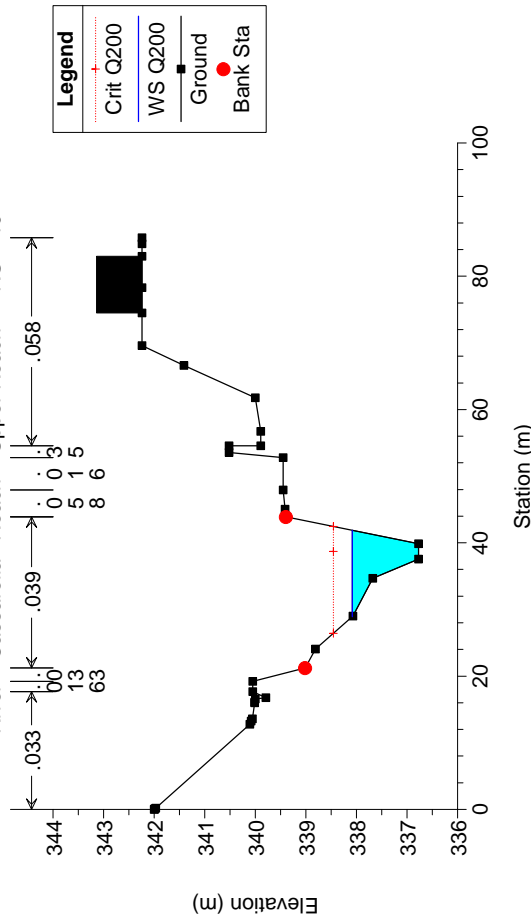
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Cassarella Reach = Upper Reach RS = 10.1



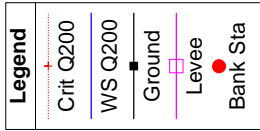
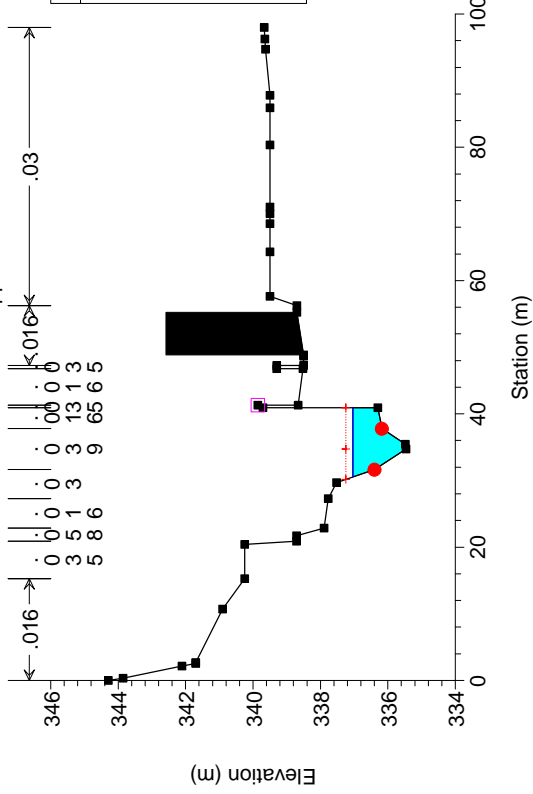
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Cassarella Reach = Upper Reach RS = 10



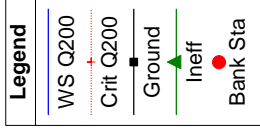
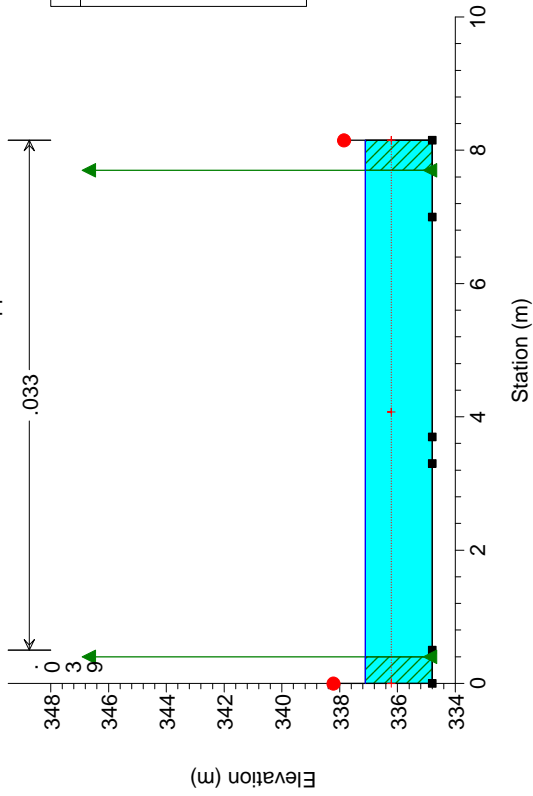
0304Cassarella Coffa _Cond. PO

River = Cassarella Reach = Upper Reach RS = 9



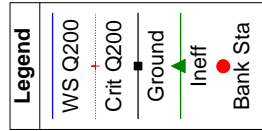
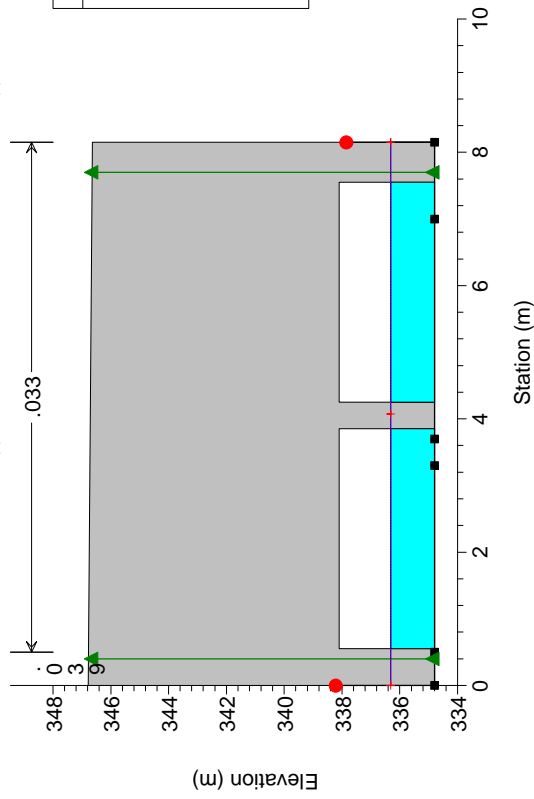
0304Cassarella Coffa _Cond. PO

River = Cassarella Reach = Upper Reach RS = 7.2



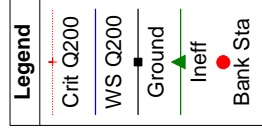
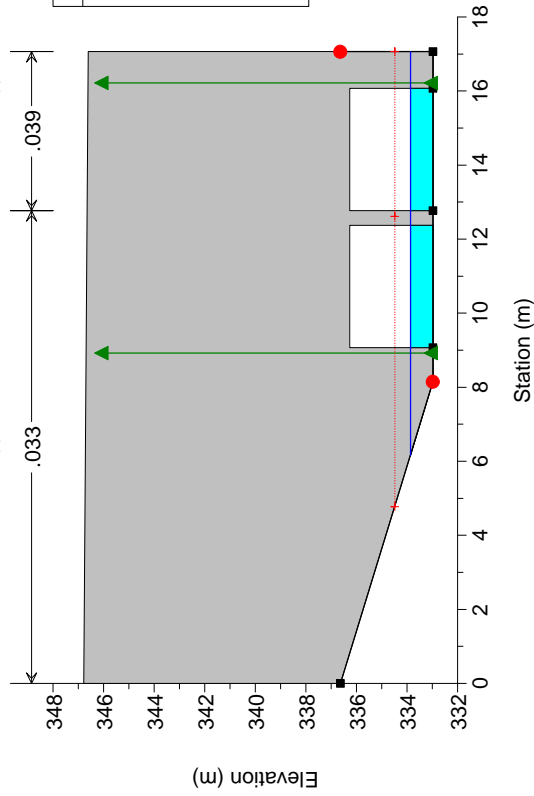
0304Cassarella Coffa _Cond. PO

River = Cassarella Reach = Upper Reach RS = 7.15 Culv Tombino Doppio Scatolare



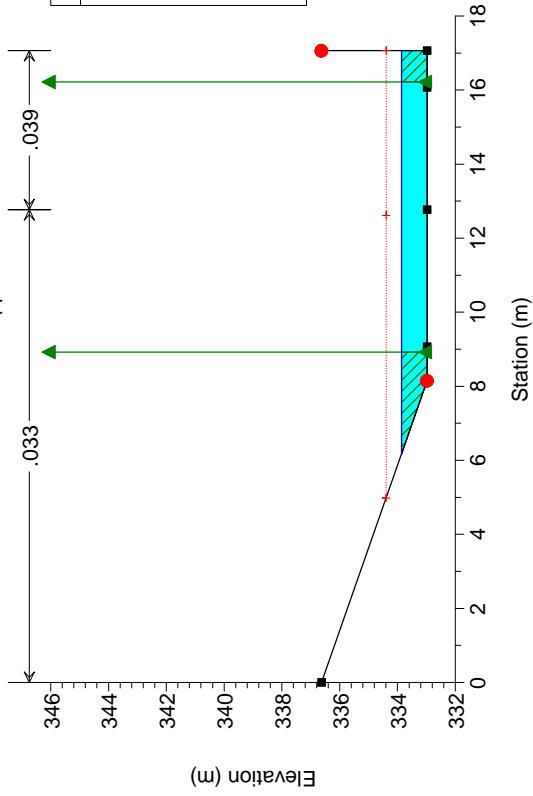
0304Cassarella Coffa _Cond. PO

River = Cassarella Reach = Upper Reach RS = 7.15 Culv Tombino Doppio Scatolare



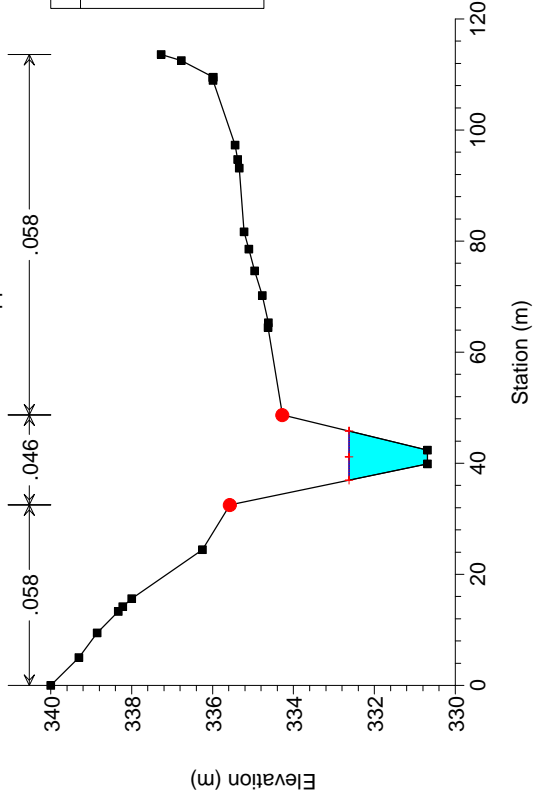
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Cassarella Reach = Upper Reach RS = 7.1



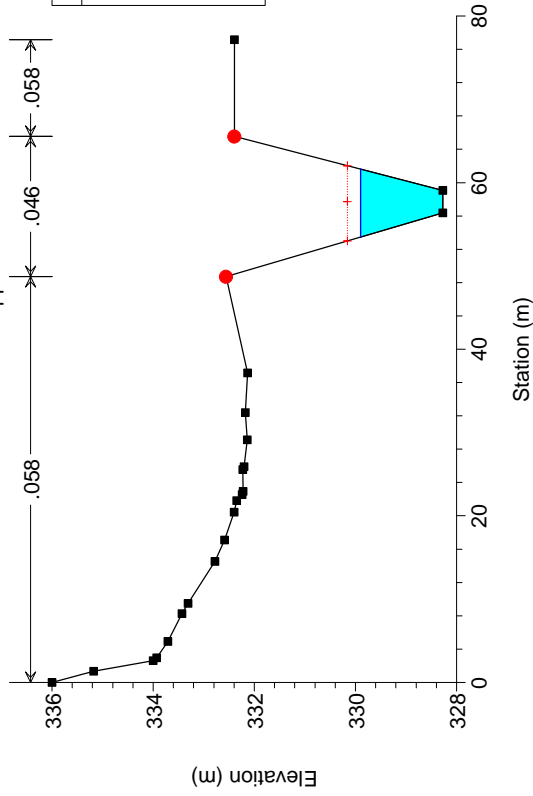
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Cassarella Reach = Upper Reach RS = 6



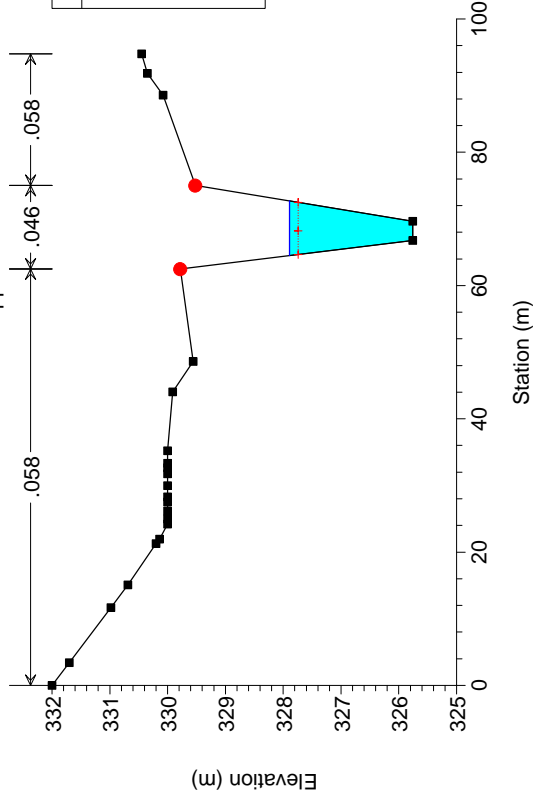
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Cassarella Reach = Upper Reach RS = 5



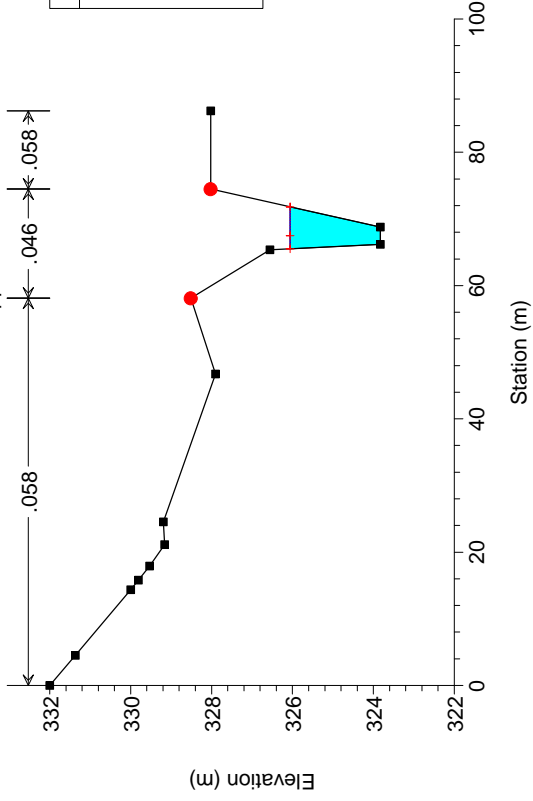
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Cassarella Reach = Upper Reach RS = 4



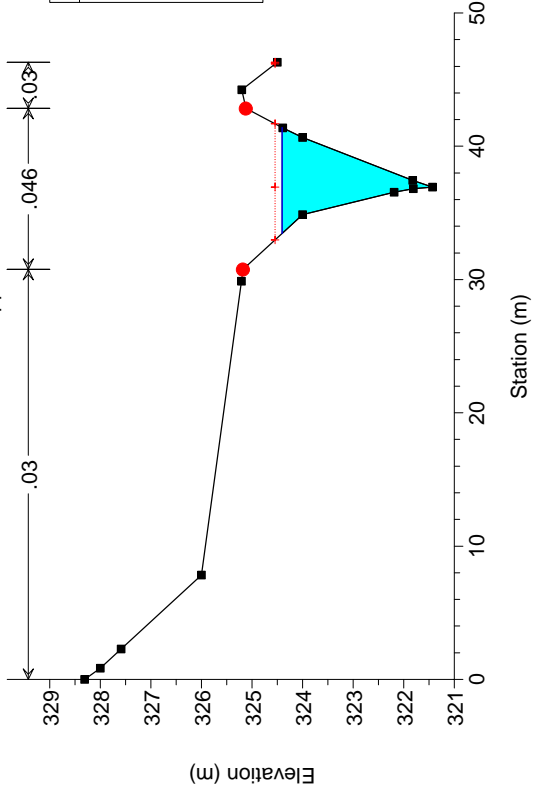
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Cassarella Reach = Upper Reach RS = 3



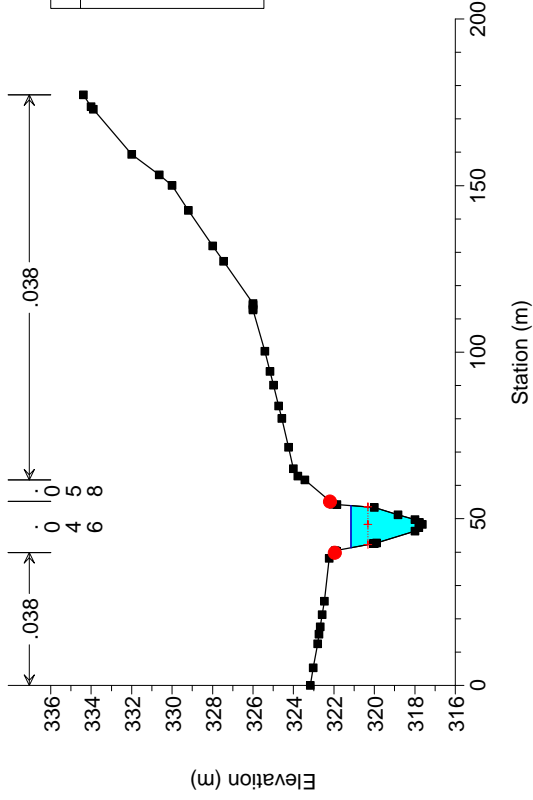
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Cassarella Reach = Upper Reach RS = 2.1



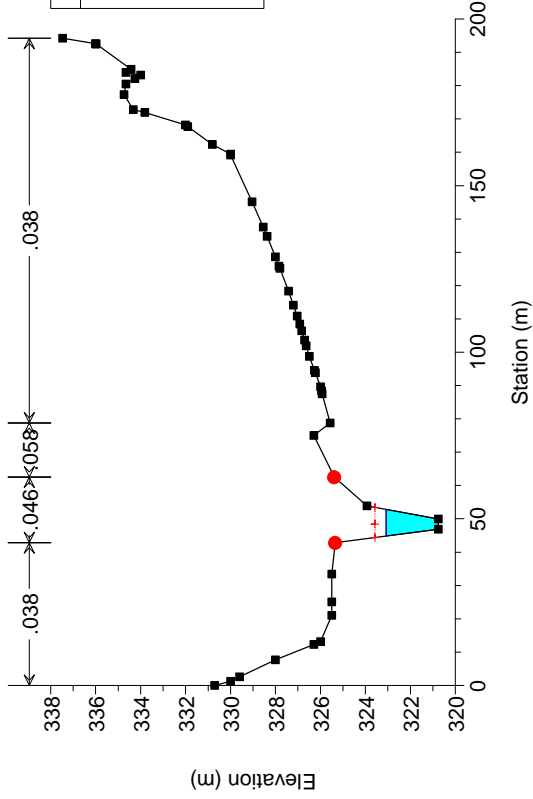
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Cassarella Reach = Lower Reach RS = 1.1



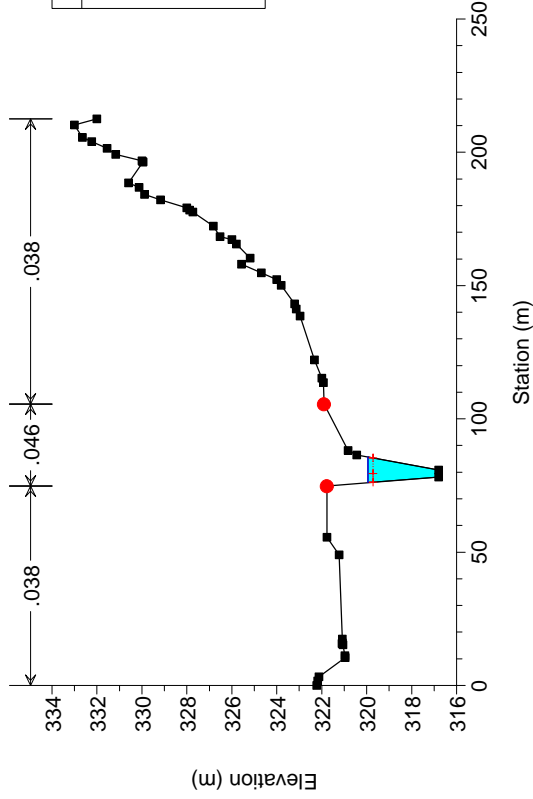
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Cassarella Reach = Lower Reach RS = 2



0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Cassarella Reach = Lower Reach RS = 1



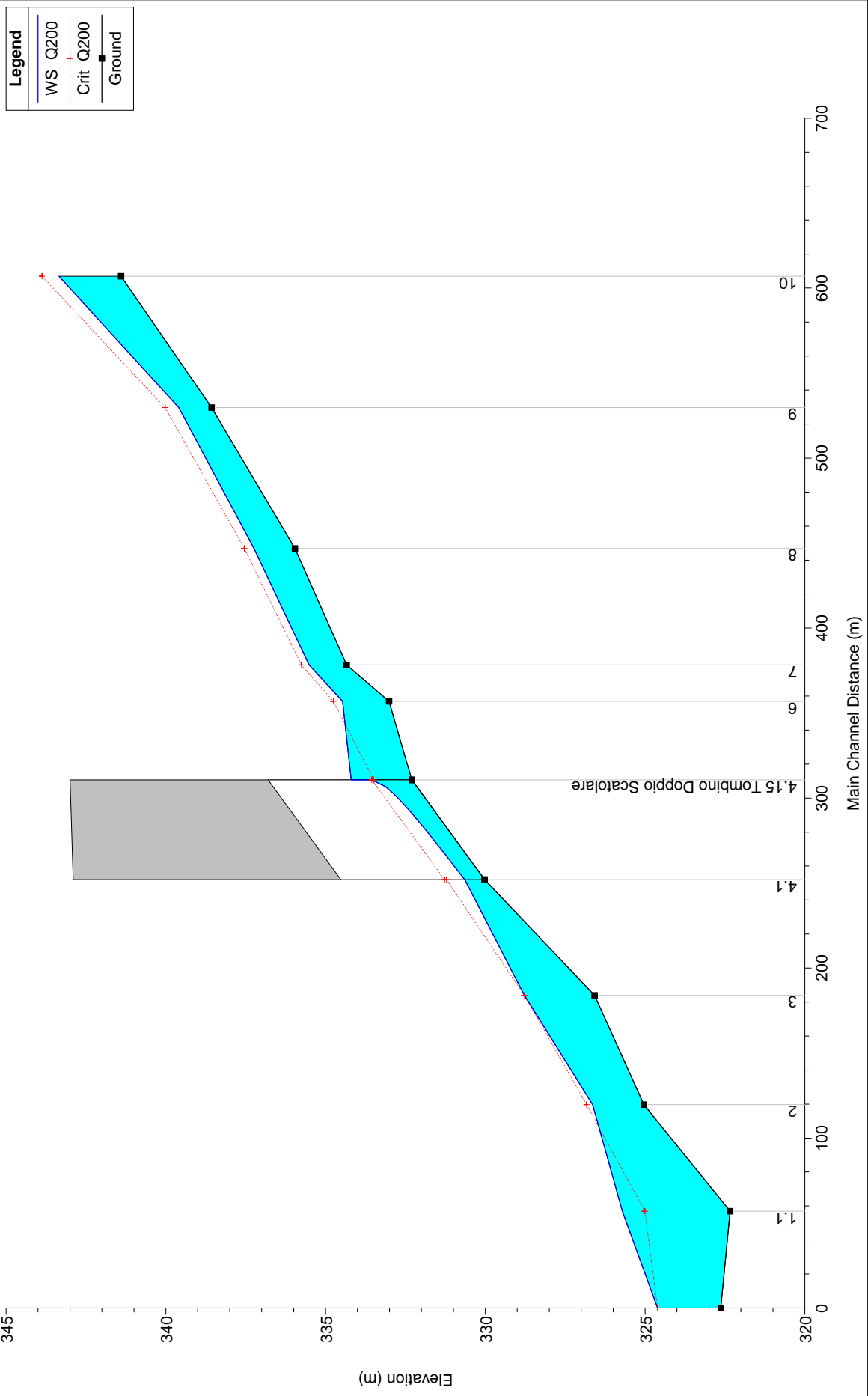
HEC-RAS Plan: Current mode River: Coffa Reach: Tributary Profile: Q200

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
Tributary	10	Q200	35.16	341.40	343.34	343.88	345.04	0.045322	5.78	6.09	5.25	1.71
Tributary	9	Q200	35.16	338.57	339.60	340.02	341.02	0.057999	5.28	6.67	10.17	2.08
Tributary	8	Q200	35.16	335.96	337.24	337.54	338.04	0.021922	3.95	8.89	10.06	1.34
Tributary	7	Q200	35.16	334.34	335.52	335.76	336.32	0.029124	3.97	8.86	12.79	1.52
Tributary	6	Q200	35.16	333.01	334.46	334.75	335.41	0.066334	4.30	8.18	11.26	1.61
Tributary	4.2	Q200	35.16	332.30	334.20	333.49	334.43	0.004215	2.14	16.39	11.50	0.50
Tributary	4.15		Culvert									
Tributary	4.1	Q200	35.16	330.02	330.64	331.22	332.85	0.222877	6.58	5.34	8.82	2.67
Tributary	3	Q200	35.16	326.58	328.78	328.78	329.47	0.025570	3.69	9.54	6.99	1.01
Tributary	2	Q200	35.16	325.04	326.64	326.83	327.51	0.035988	4.14	8.49	7.30	1.23
Tributary	1.1	Q200	35.16	322.34	325.71	325.00	325.96	0.006710	2.17	16.19	9.91	0.54
Tributary	1	Q200	35.16	322.63	324.61	324.61	325.26	0.023907	3.58	9.83	7.54	1.00

Plan: Current mode Coffa Tributary RS: 4.15 Culv Group: Culvert #1 Profile: Q200

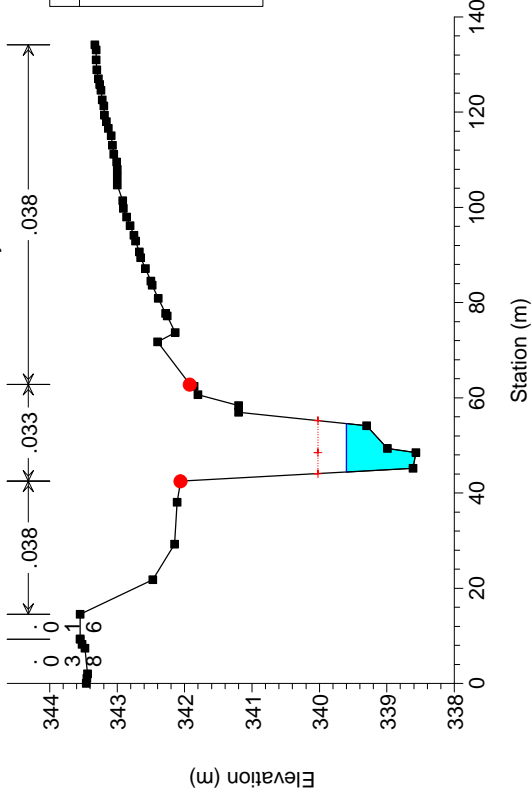
Q Culv Group (m3/s)	35.16	Culv Full Len (m)	
# Barrels	2	Culv Vel US (m/s)	3.51
Q Barrel (m3/s)	17.58	Culv Vel DS (m/s)	7.05
E.G. US. (m)	334.43	Culv Inv El Up (m)	332.30
W.S. US. (m)	334.20	Culv Inv El Dn (m)	330.02
E.G. DS (m)	331.81	Culv Frctn Ls (m)	1.01
W.S. DS (m)	331.22	Culv Exit Loss (m)	1.36
Delta EG (m)	2.62	Culv Entr Loss (m)	0.25
Delta WS (m)	2.98	Q Weir (m3/s)	
E.G. IC (m)	334.19	Weir Sta Lft (m)	
E.G. OC (m)	334.43	Weir Sta Rgt (m)	
Culvert Control	Outlet	Weir Submerg	
Culv WS Inlet (m)	333.55	Weir Max Depth (m)	
Culv WS Outlet (m)	330.64	Weir Avg Depth (m)	
Culv Nml Depth (m)	0.55	Weir Flow Area (m2)	
Culv Crt Depth (m)	1.25	Min El Weir Flow (m)	343.00

0304Cassarella Coffa _Cond. PO



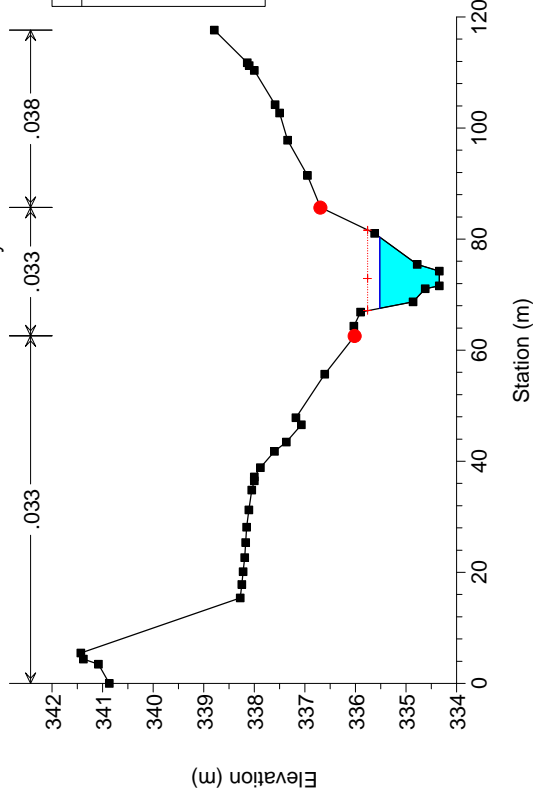
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Coffa Reach = Tributary RS = 9



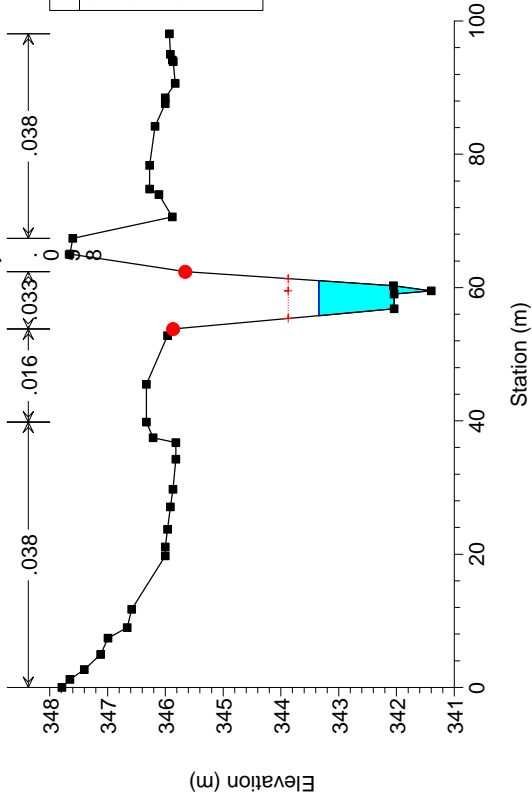
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Coffa Reach = Tributary RS = 7



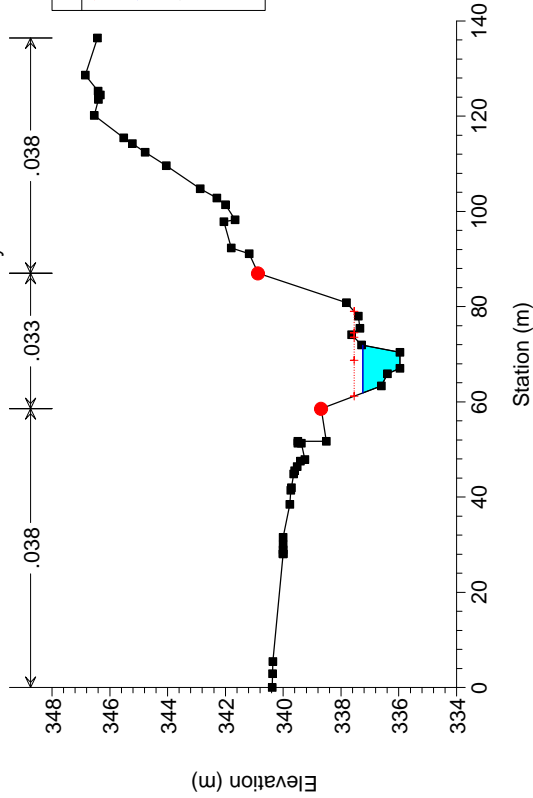
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Coffa Reach = Tributary RS = 10



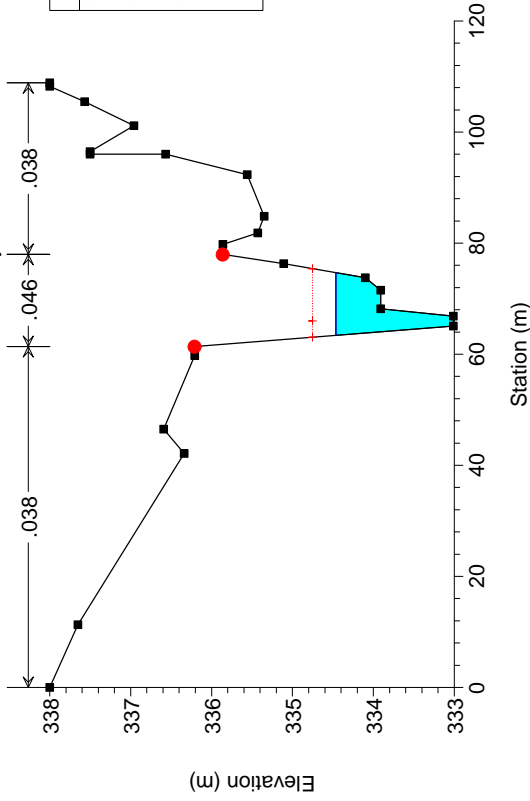
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Coffa Reach = Tributary RS = 8



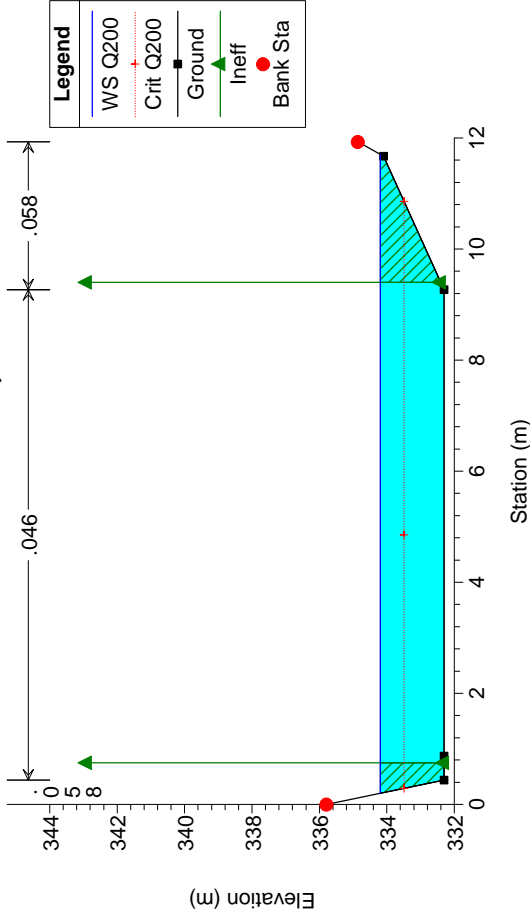
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Coffa Reach = Tributary RS = 6



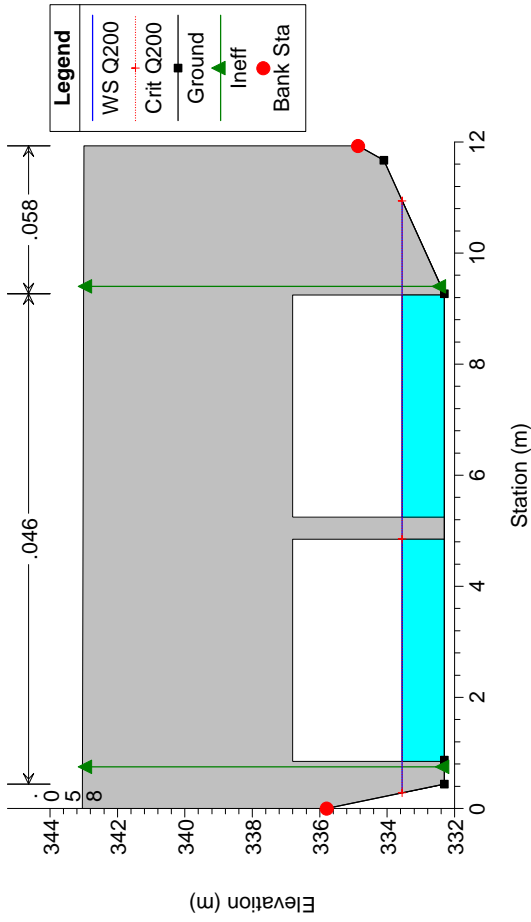
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Coffa Reach = Tributary RS = 4.2



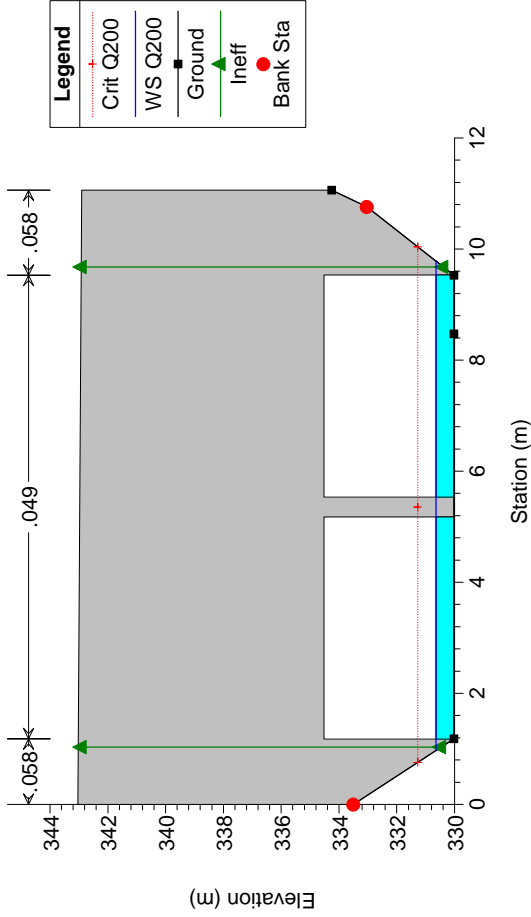
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Coffa Reach = Tributary RS = 4.15 Culv Tombino Doppio Scatolare



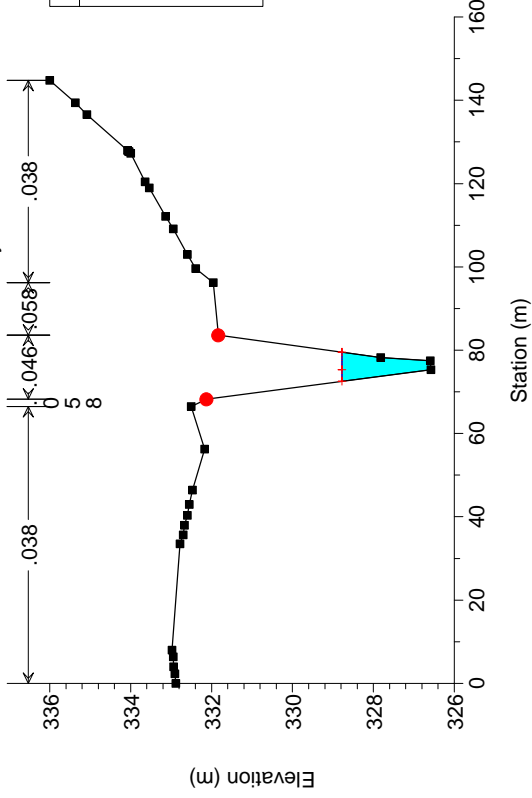
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Coffa Reach = Tributary RS = 4.15 Culv Tombino Doppio Scatolare



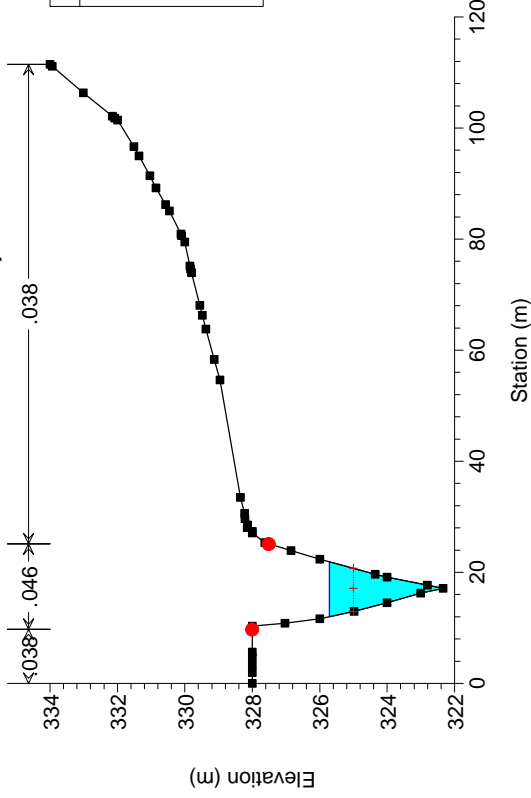
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Coffa Reach = Tributary RS = 3



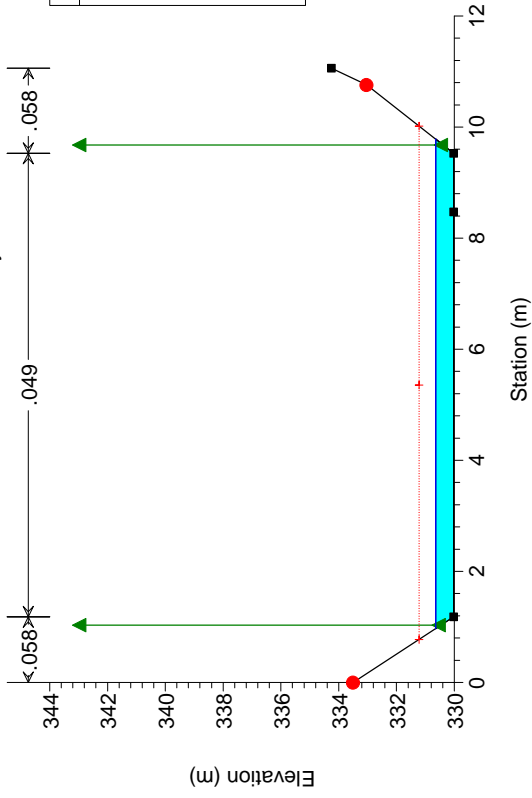
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Coffa Reach = Tributary RS = 1.1



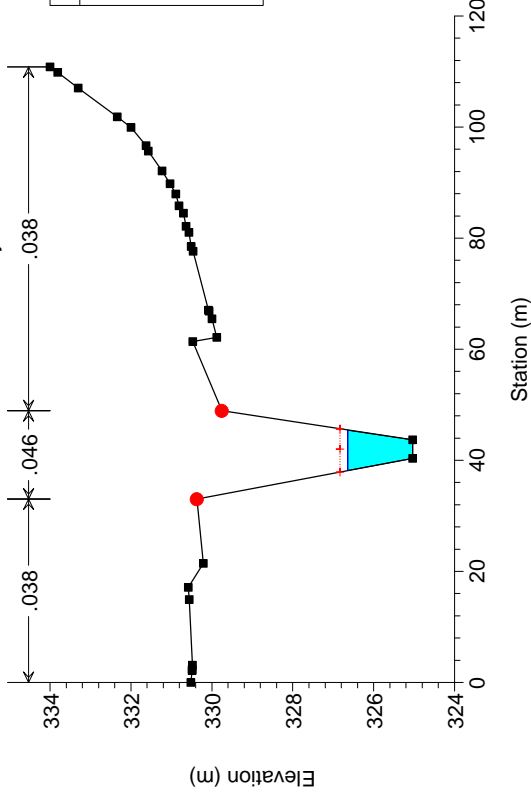
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Coffa Reach = Tributary RS = 4.1



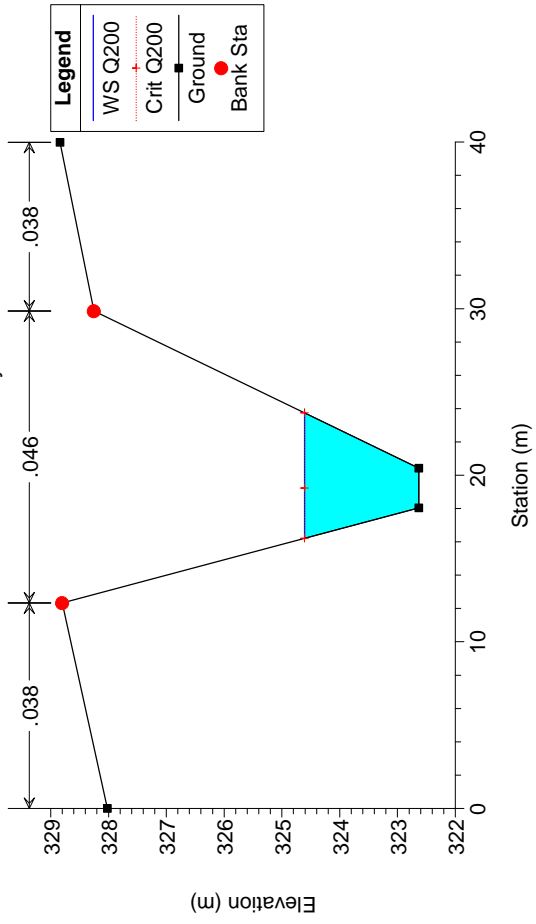
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Coffa Reach = Tributary RS = 2



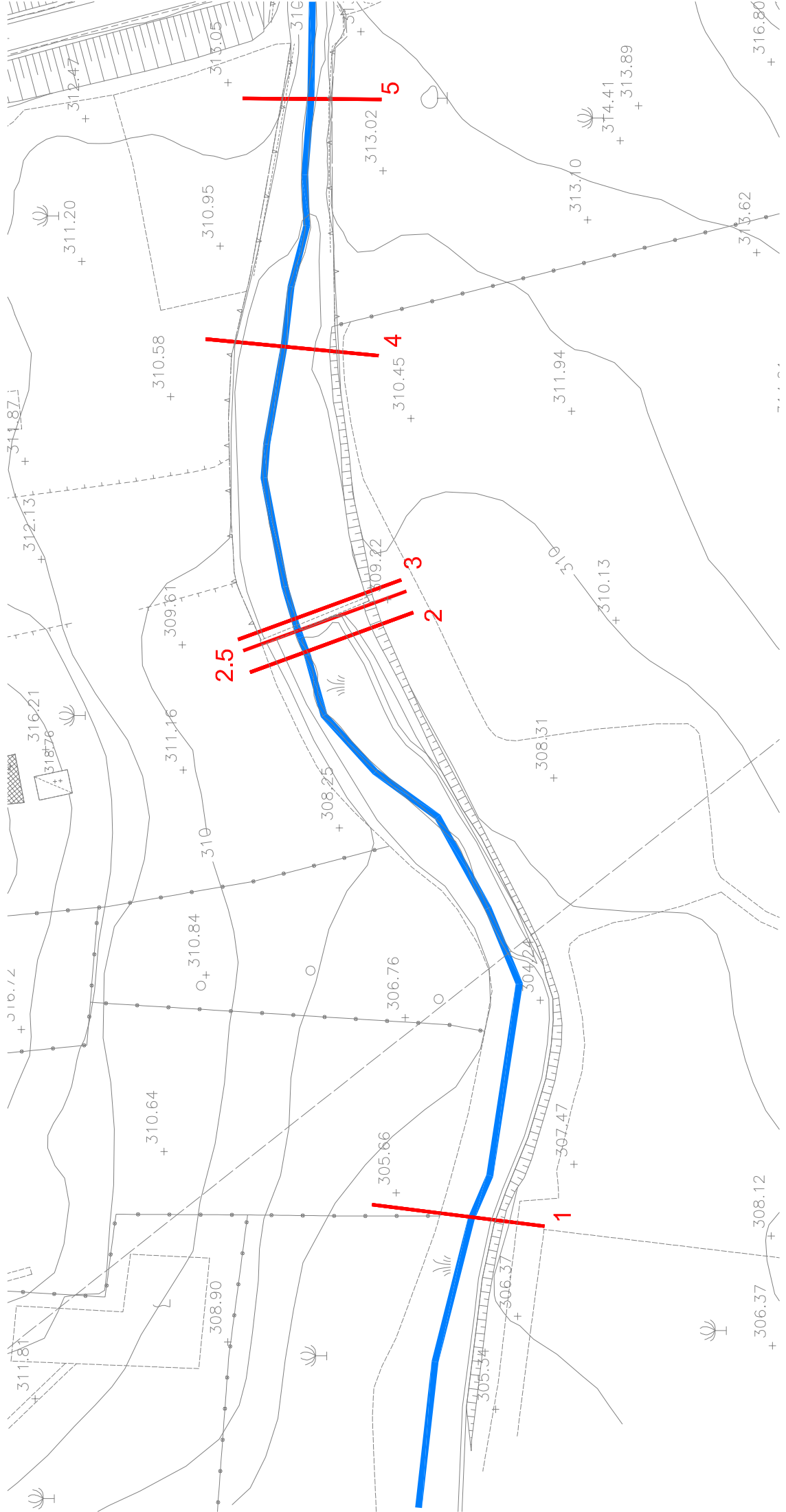
0304Cassarella Coffa_Cond. PO

River = Coffa Reach = Tributary RS = 1



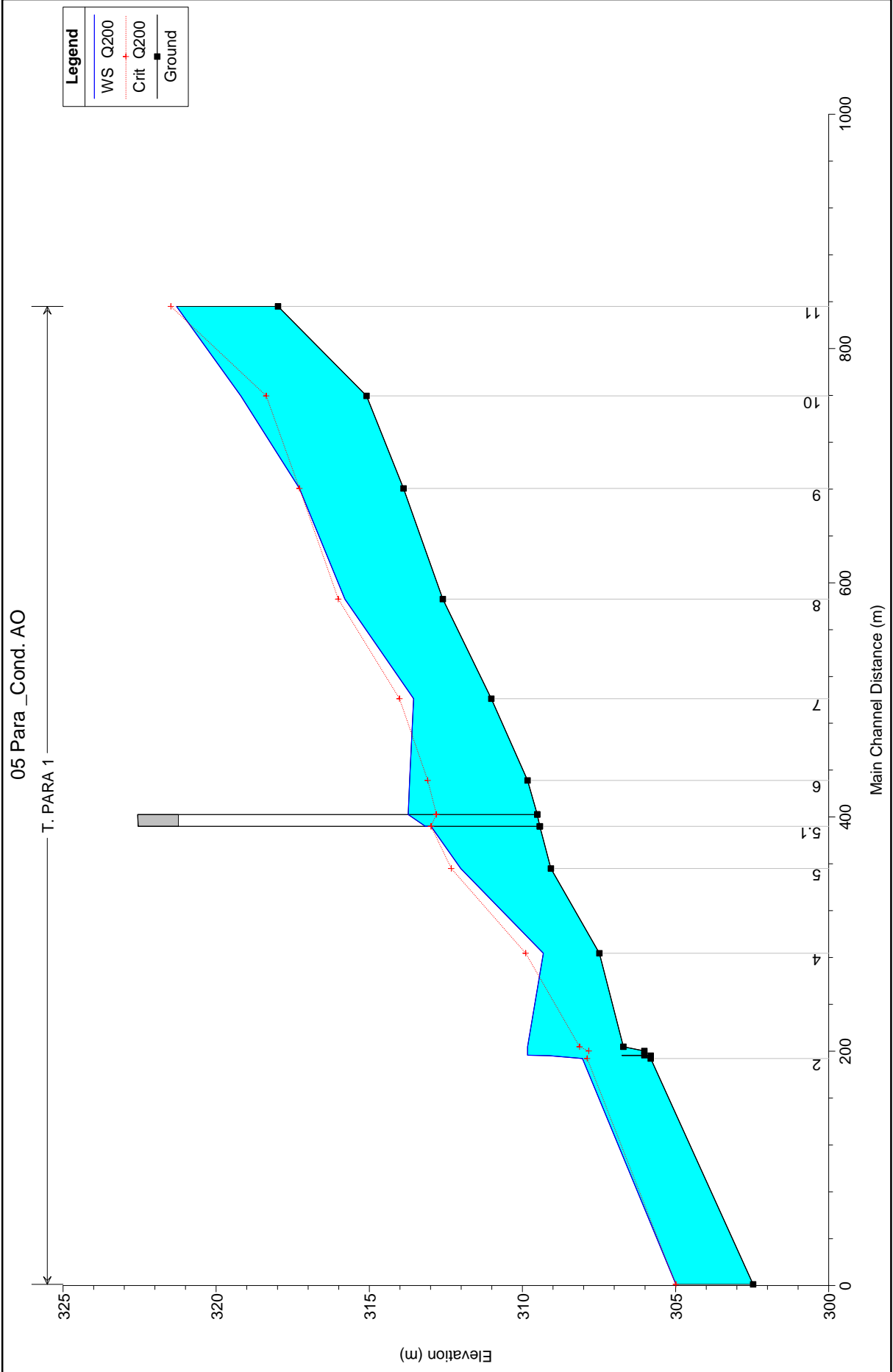
J ALLEGATO 5: TORRENTE PARA - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

Ante operam

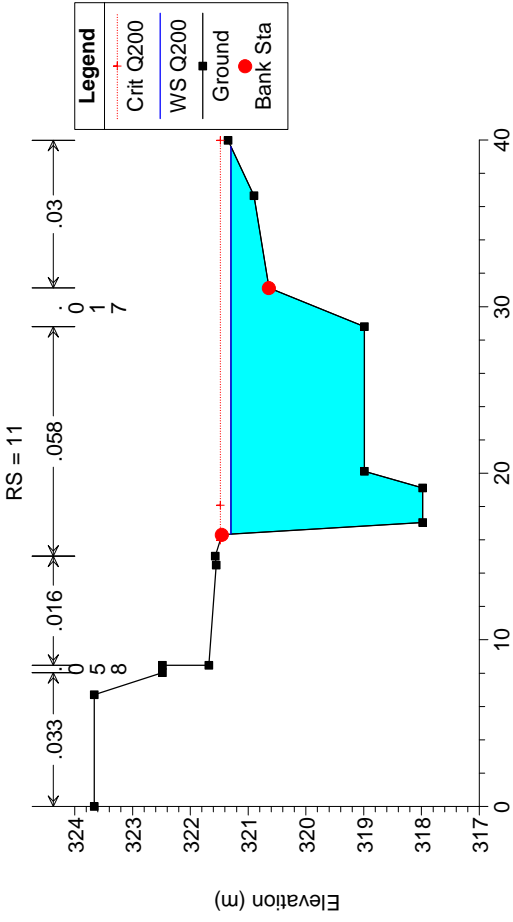


HEC-RAS Plan: Plan 02 River: T. PARA Reach: 1 Profile: Q200

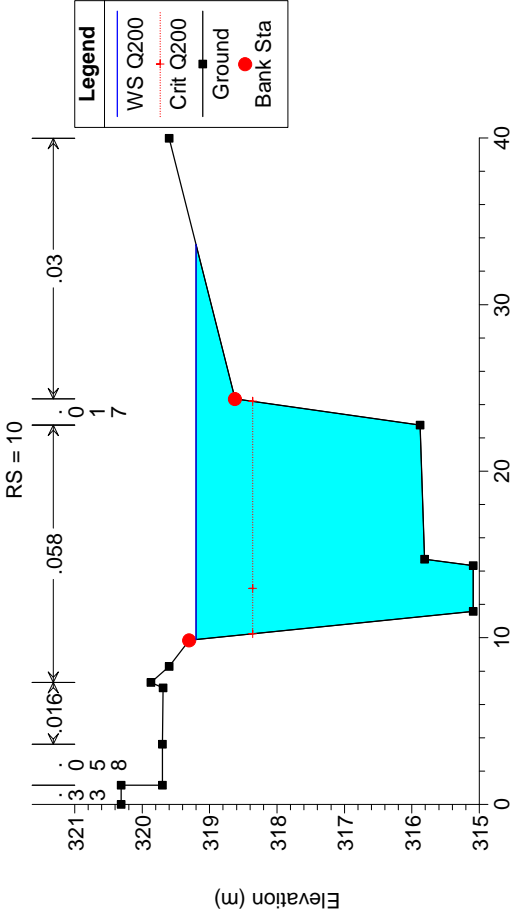
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	11	Q200	169.38	317.98	321.30	321.48	322.35	0.026116	4.63	37.82	23.24	0.97
1	10	Q200	169.38	315.09	319.20	318.36	319.84	0.010893	3.57	48.96	23.70	0.64
1	9	Q200	169.38	313.88	317.28	317.28	318.47	0.028242	4.83	35.05	14.81	1.00
1	8	Q200	169.38	312.60	315.80	316.01	316.84	0.011116	4.57	38.23	22.77	0.85
1	7	Q200	169.38	311.02	313.55	314.01	315.33	0.028569	5.91	28.66	15.45	1.38
1	6	Q200	169.38	309.83	313.68	313.09	314.46	0.006195	3.92	44.01	27.17	0.73
1	5.2	Q200	169.38	309.52	313.73	312.81	314.22	0.004545	3.18	57.95	24.09	0.56
1	5.15		Bridge									
1	5.1	Q200	169.38	309.43	312.98	312.98	314.10	0.014549	4.77	38.89	19.60	0.91
1	5	Q200	169.38	309.07	312.02	312.33	313.50	0.016492	5.40	31.38	13.07	1.11
1	4	Q200	169.38	307.49	309.32	309.89	311.26	0.073344	6.18	27.42	27.91	1.99
1	3	Q200	169.38	306.70	309.83	308.13	309.95	0.000950	1.54	115.01	49.98	0.29
1	2.5	Q200	169.38	306.02	309.83	307.83	309.94	0.001459	1.55	114.88	34.66	0.26
1	2.1		Inl Struct									
1	2	Q200	169.38	305.81	308.04	307.89	308.61	0.014916	3.35	50.59	32.93	0.86
1	1	Q200	169.38	302.47	304.99	304.99	306.01	0.011874	4.47	38.14	22.17	0.99



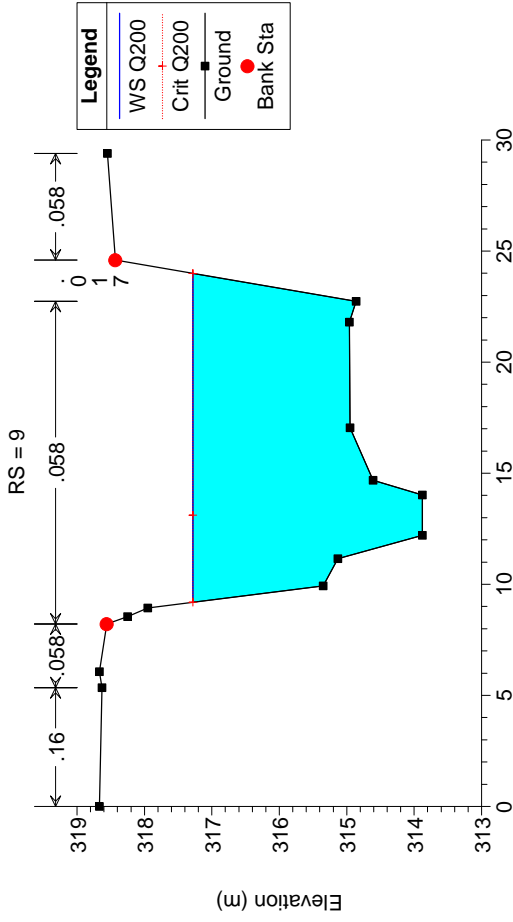
05 Para_Cond. AO



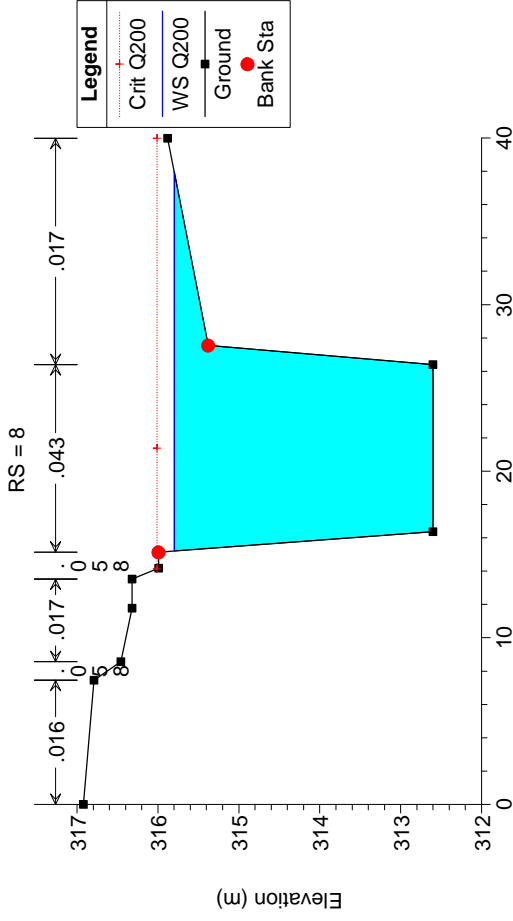
05 Para_Cond. AO



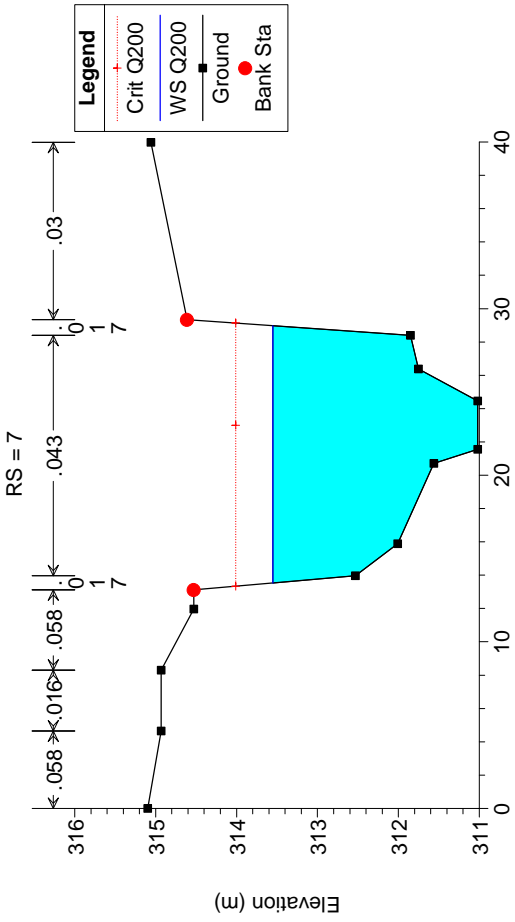
05 Para_Cond. AO



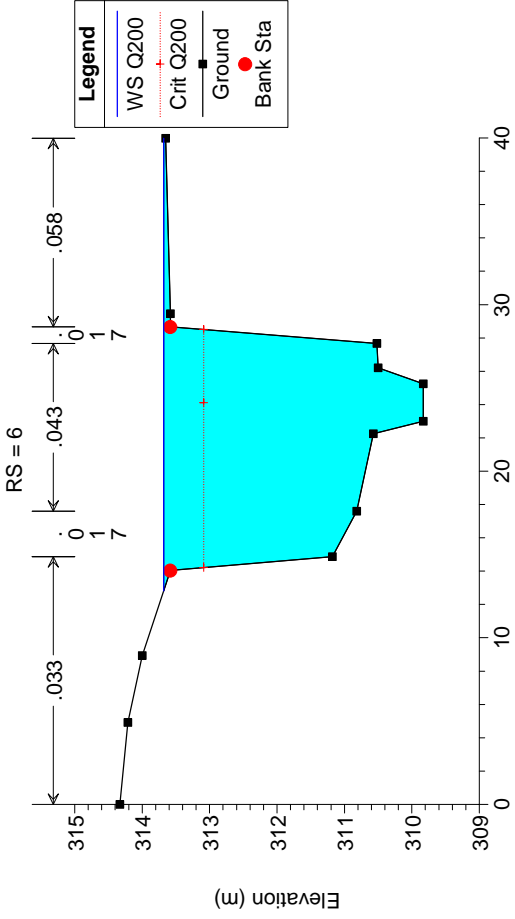
05 Para_Cond. AO



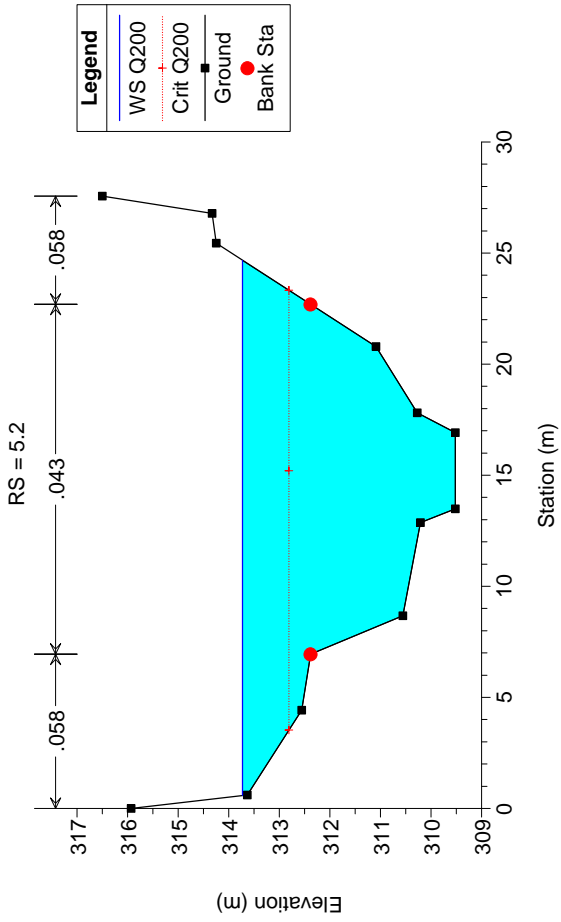
05 Para_Cond. AO



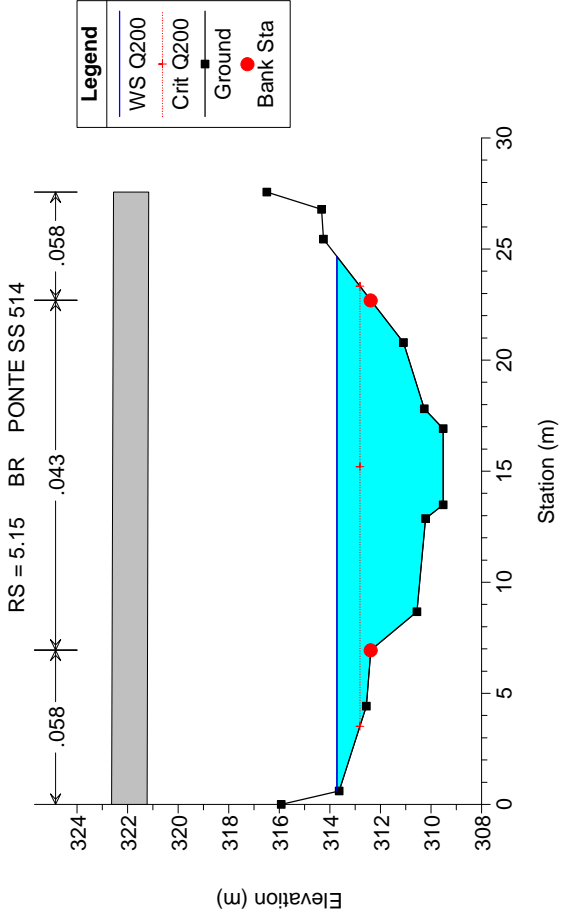
05 Para_Cond. AO



05 Para_Cond. AO

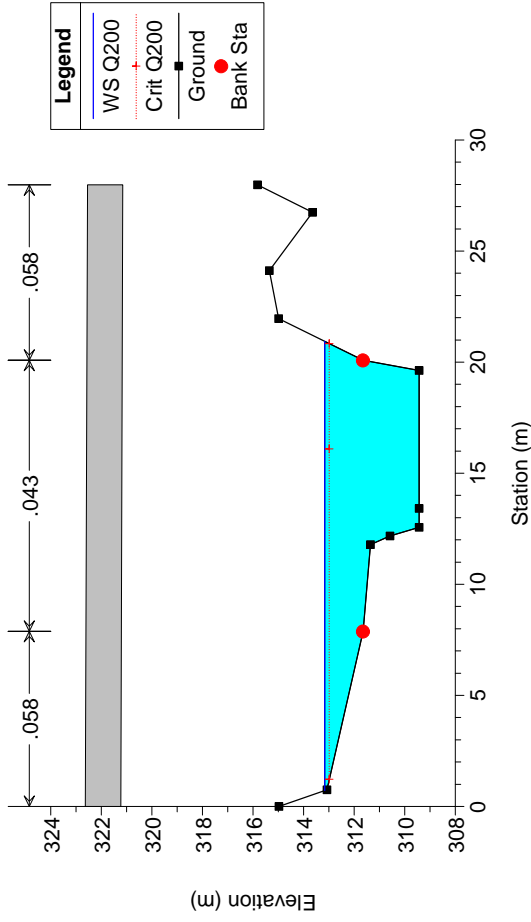


05 Para_Cond. AO



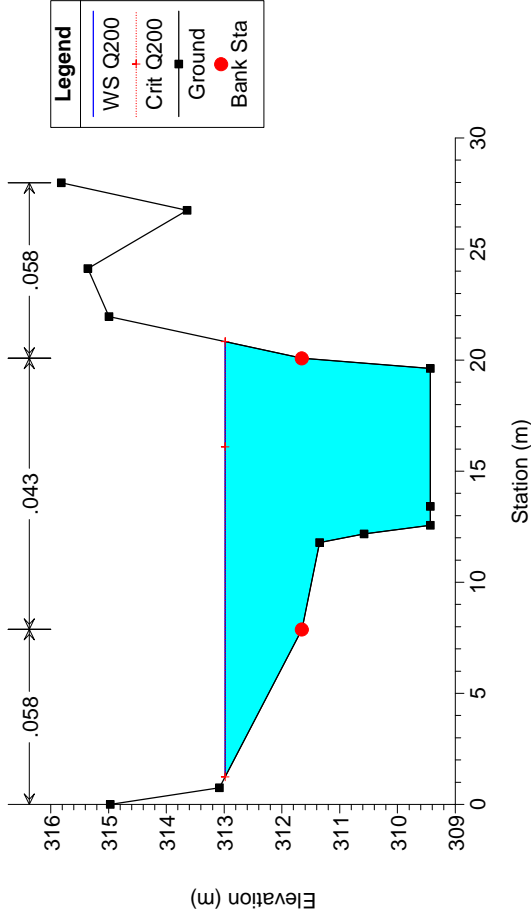
05 Para_Cond. AO

RS = 5.15 BR PONTE SS 514



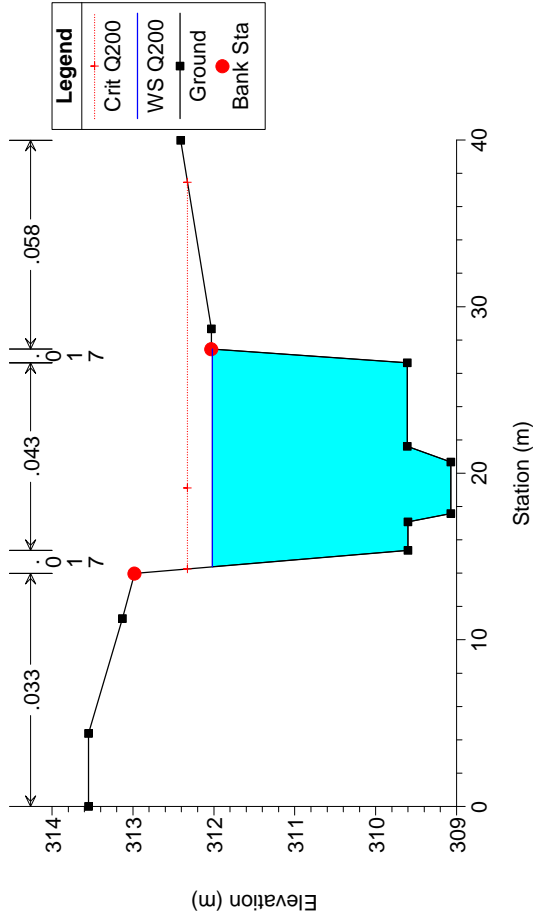
05 Para_Cond. AO

RS = 5.1



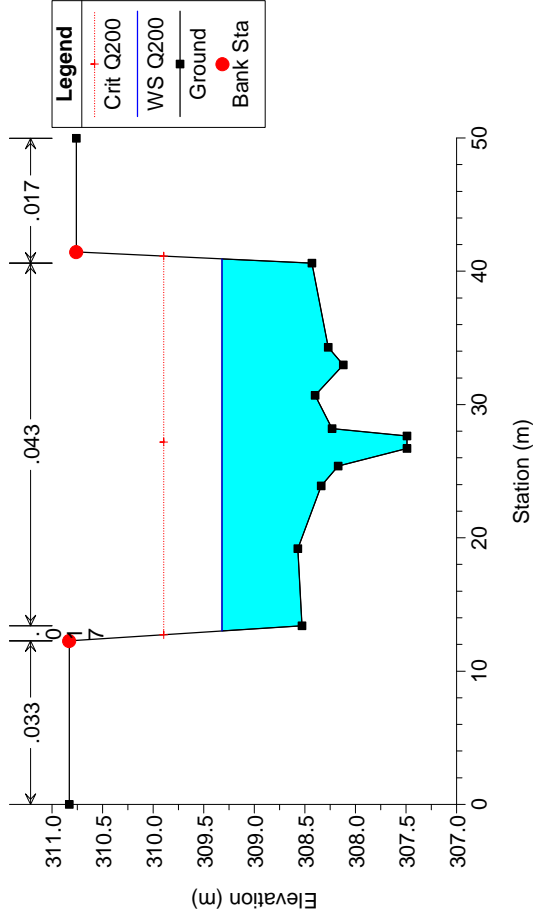
05 Para_Cond. AO

RS = 5



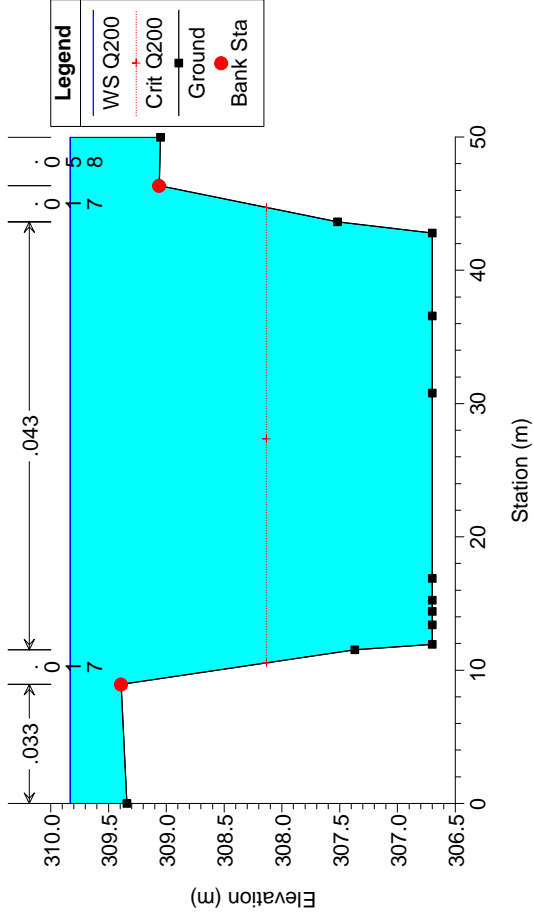
05 Para_Cond. AO

RS = 4



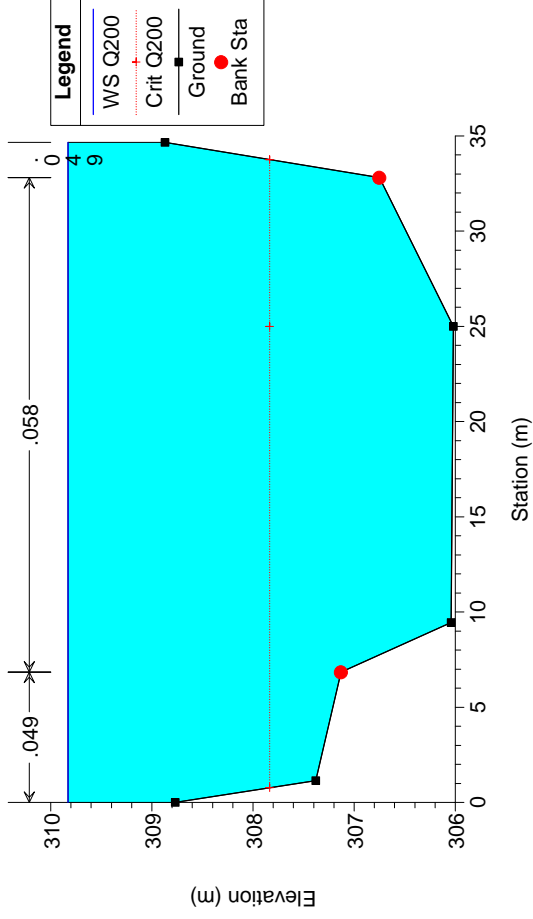
05 Para_Cond. AO

RS = 3



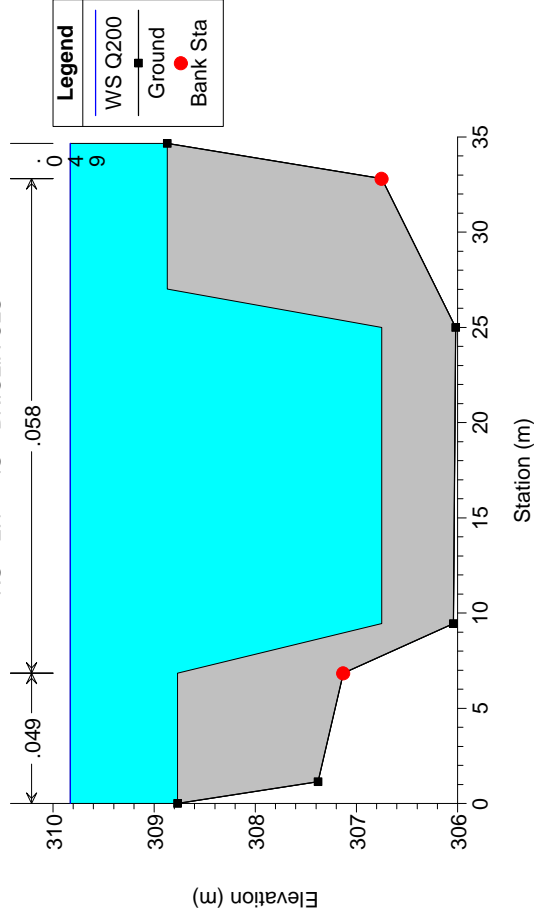
05 Para_Cond. AO

RS = 2.5



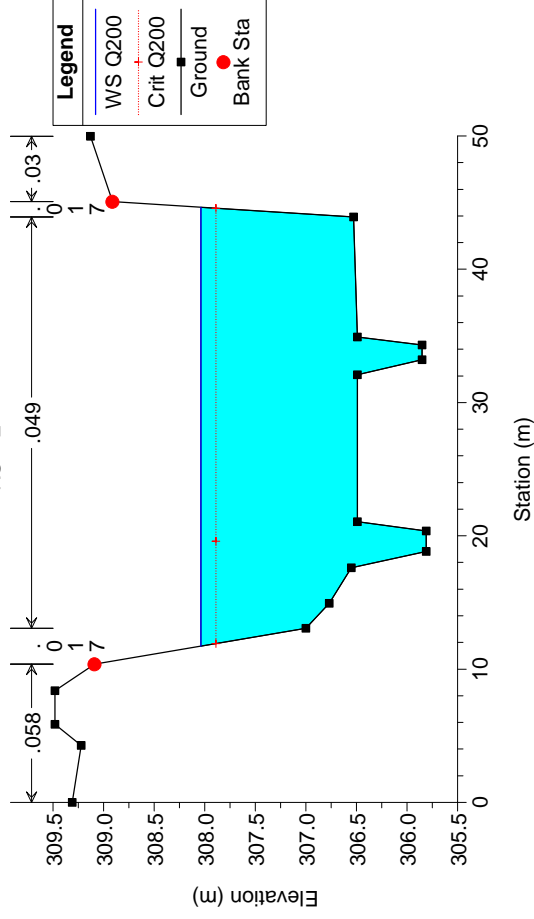
05 Para_Cond. AO

RS = 2.1 IS BRIGLIA CLS

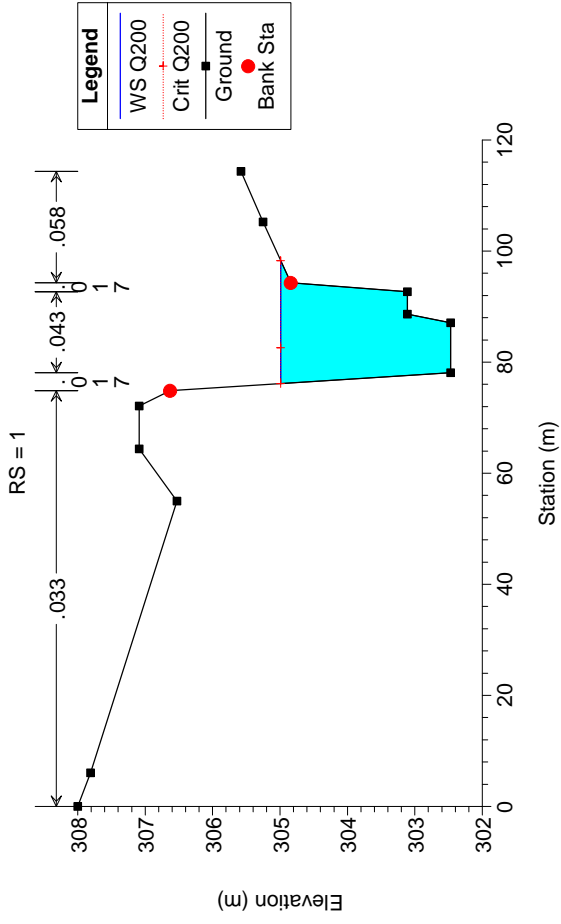


05 Para_Cond. AO

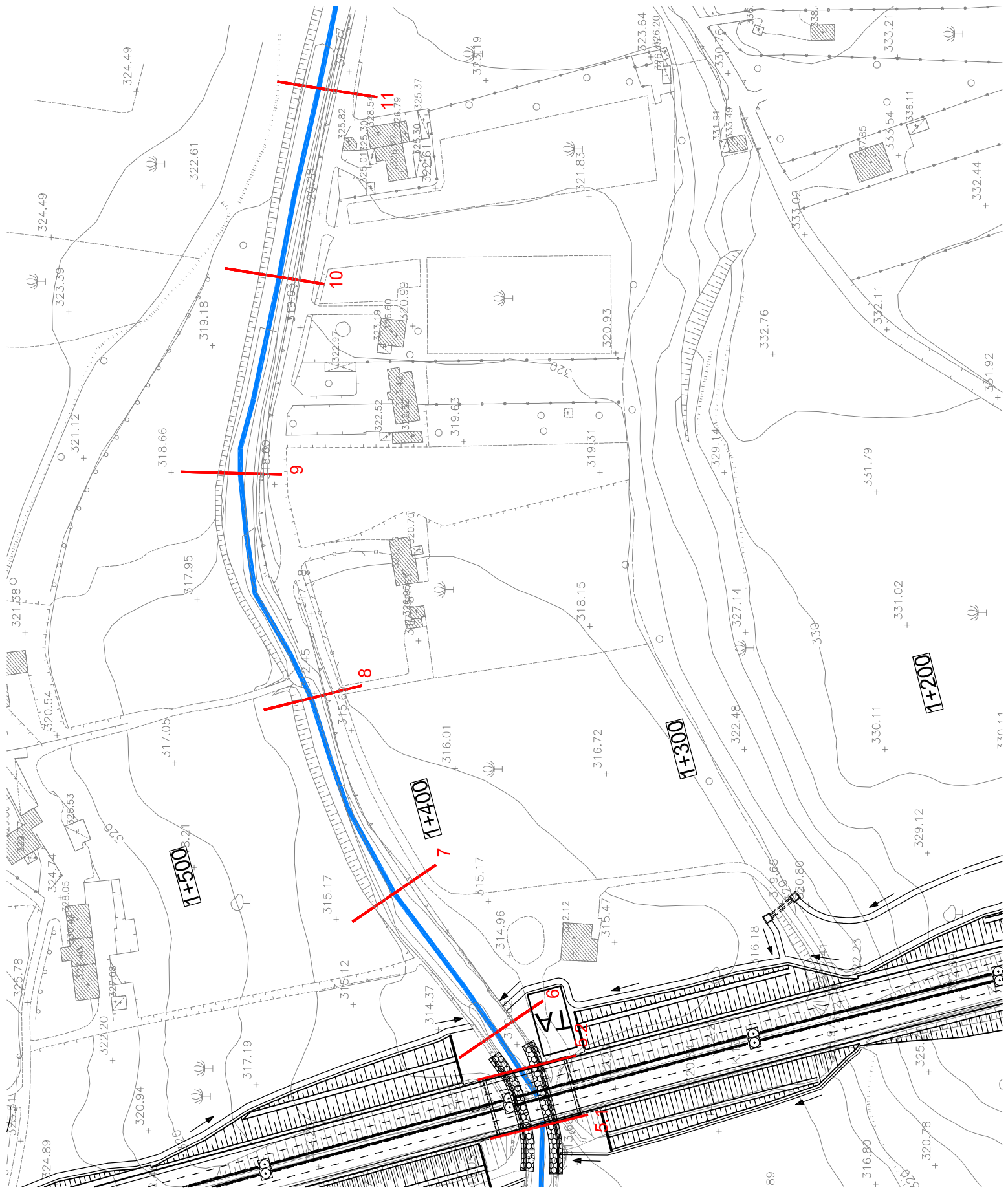
RS = 2



05 Para_Conc. AO

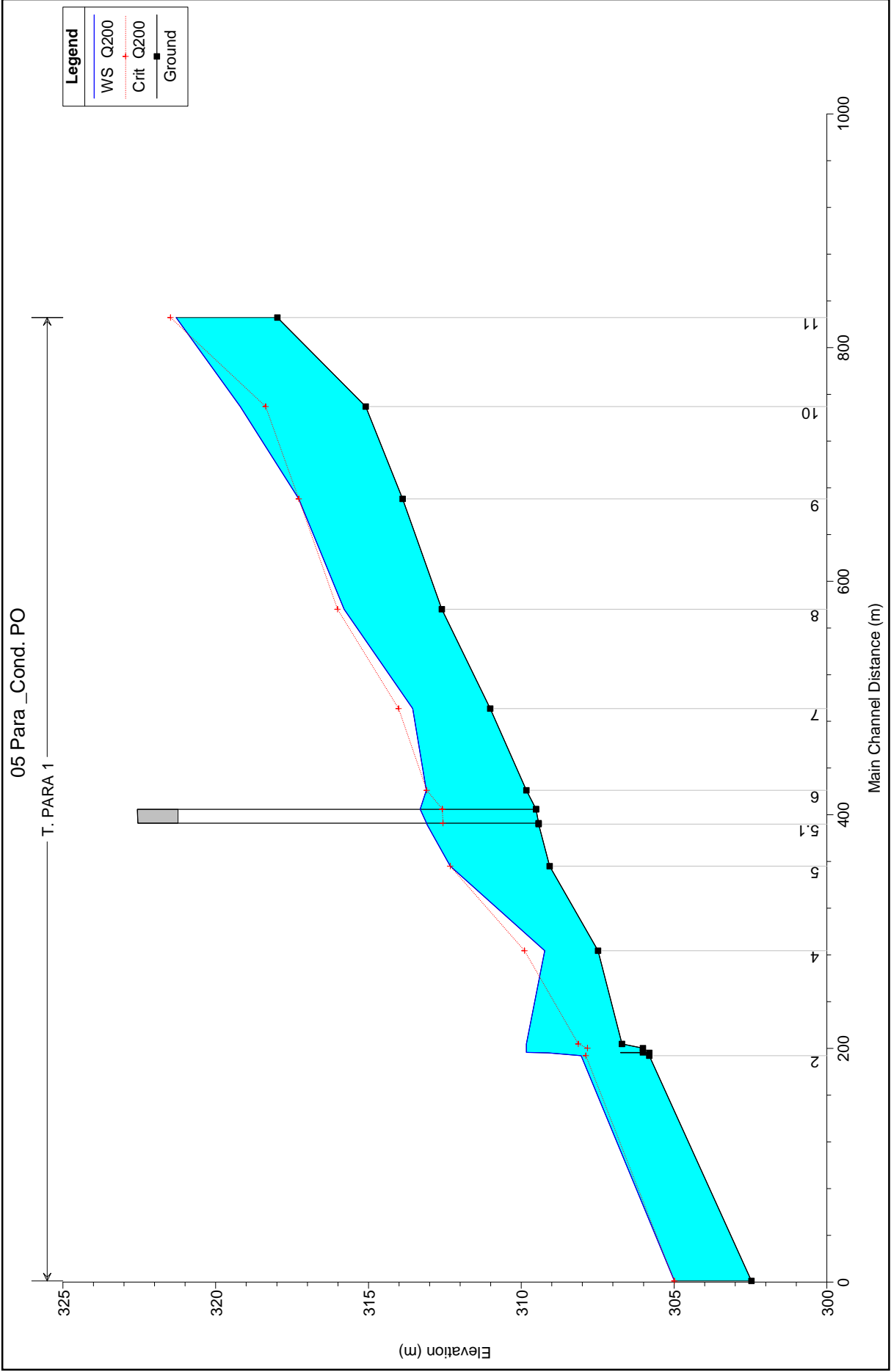


Post operam

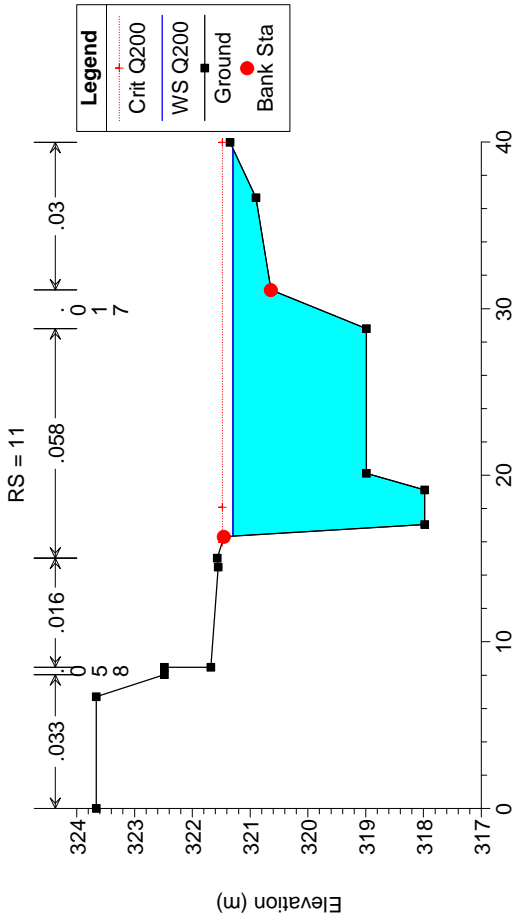


HEC-RAS Plan: Plan 02 River: T. PARA Reach: 1 Profile: Q200

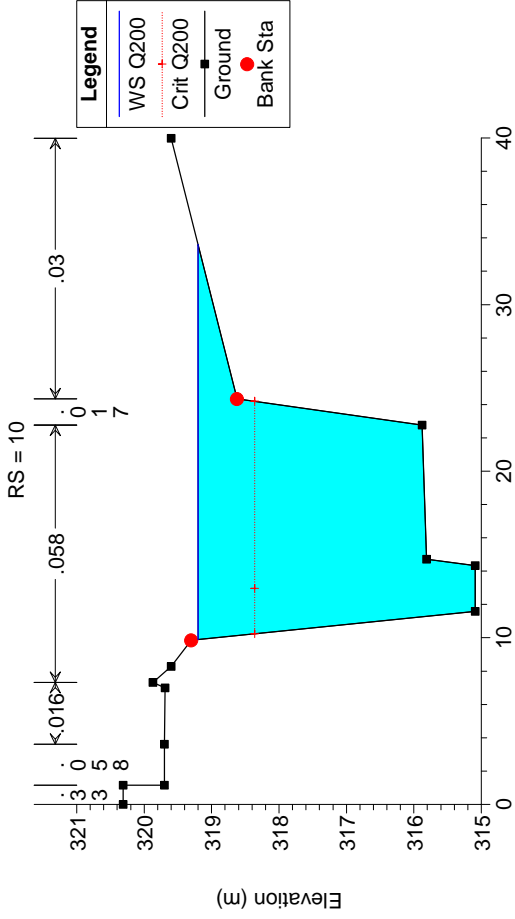
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	11	Q200	169.38	317.98	321.30	321.48	322.35	0.026116	4.63	37.82	23.24	0.97
1	10	Q200	169.38	315.09	319.20	318.36	319.84	0.010893	3.57	48.96	23.70	0.64
1	9	Q200	169.38	313.88	317.28	317.28	318.47	0.028242	4.83	35.05	14.81	1.00
1	8	Q200	169.38	312.60	315.80	316.01	316.84	0.011116	4.57	38.23	22.77	0.85
1	7	Q200	169.38	311.02	313.55	314.01	315.33	0.028569	5.91	28.66	15.45	1.38
1	6	Q200	169.38	309.83	313.11	313.09	314.31	0.012128	4.86	34.84	14.30	0.99
1	5.2	Q200	169.38	309.52	313.31	312.58	314.00	0.007848	3.69	46.63	22.19	0.67
1	5.15		Bridge									
1	5.1	Q200	169.38	309.43	313.09		313.88	0.009708	3.94	42.99	14.81	0.74
1	5	Q200	169.38	309.07	312.32	312.32	313.47	0.011074	4.77	36.95	23.05	0.93
1	4	Q200	169.38	307.49	309.23	309.89	311.57	0.099102	6.76	25.04	27.84	2.28
1	3	Q200	169.38	306.70	309.83	308.13	309.95	0.000950	1.54	115.01	49.98	0.29
1	2.5	Q200	169.38	306.02	309.83	307.83	309.94	0.001459	1.55	114.88	34.66	0.26
1	2.1		Inl Struct									
1	2	Q200	169.38	305.81	308.04	307.89	308.61	0.014916	3.35	50.59	32.93	0.86
1	1	Q200	169.38	302.47	304.99	304.99	306.01	0.011874	4.47	38.14	22.17	0.99



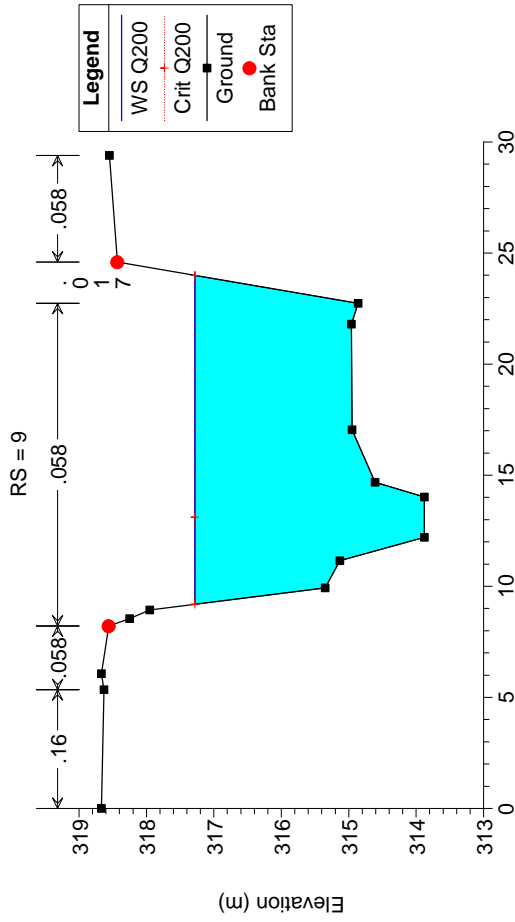
05 Para_Cond. PO



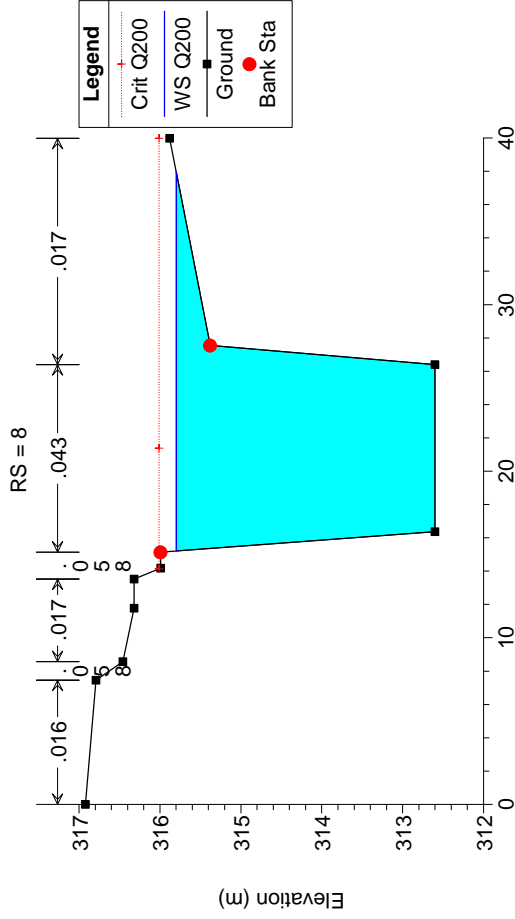
05 Para_Cond. PO



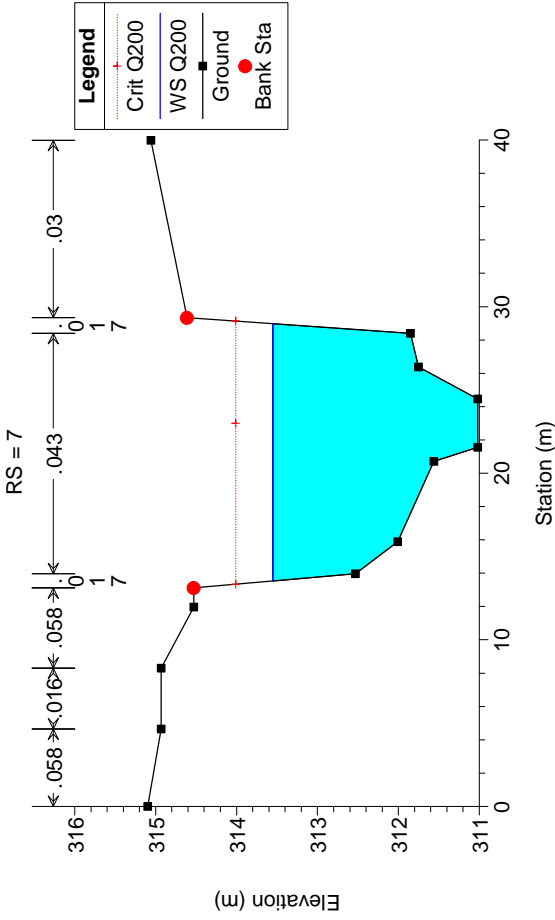
05 Para_Cond. PO



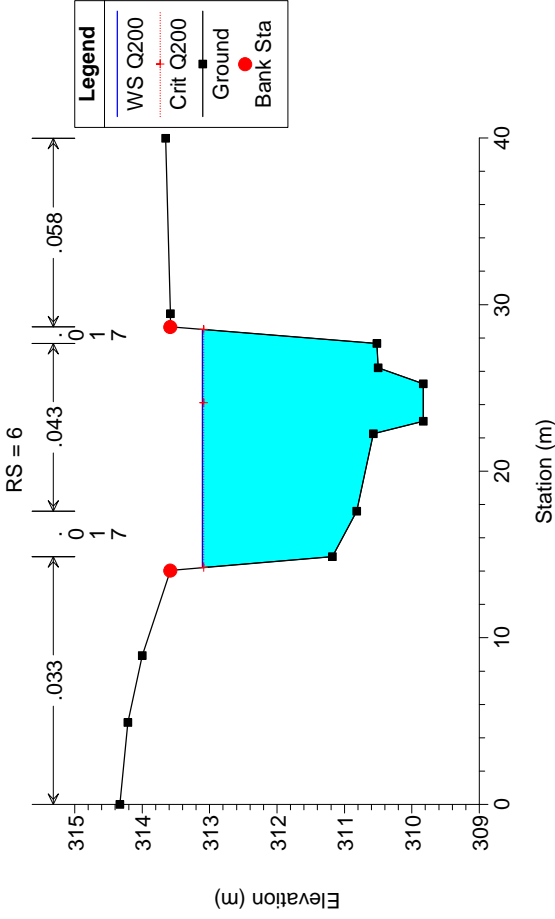
05 Para_Cond. PO



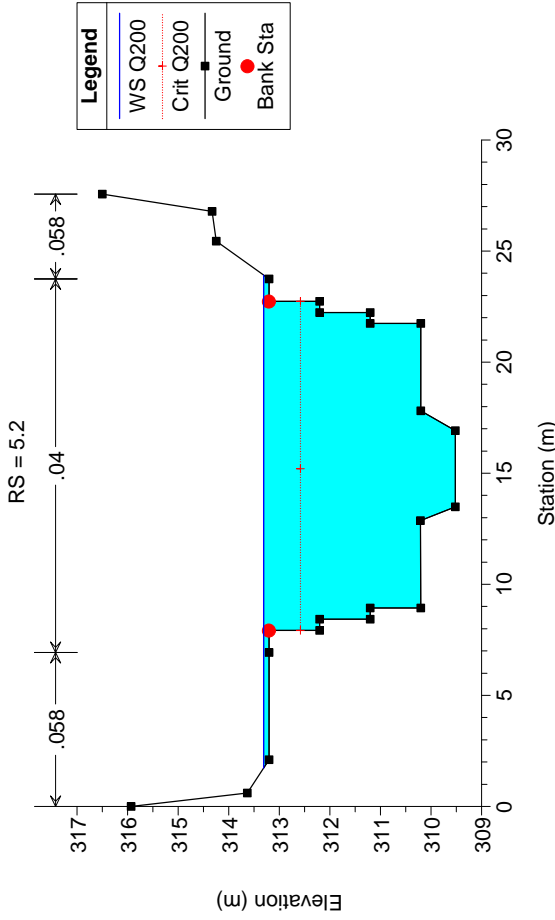
05 Para_Cond. PO



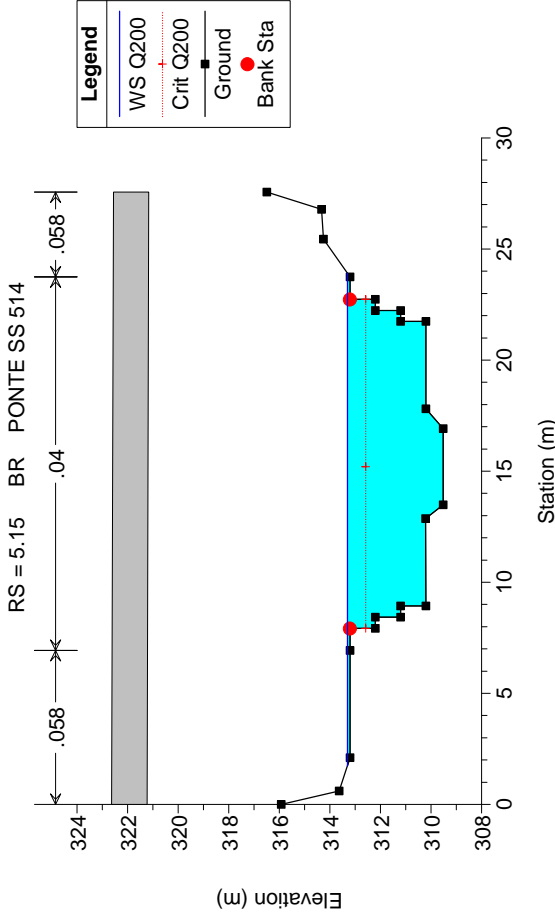
05 Para_Cond. PO



05 Para_Cond. PO

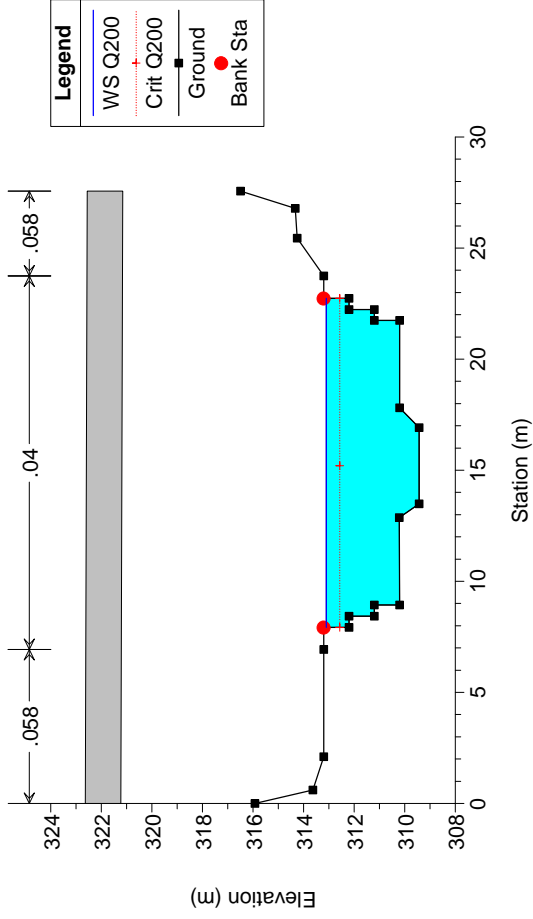


05 Para_Cond. PO



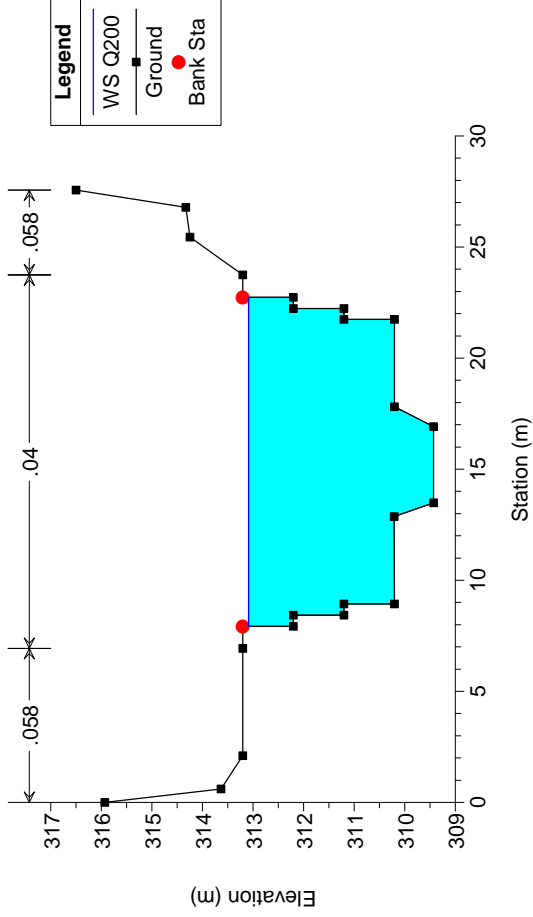
05 Para_Cond. PO

RS = 5.15 BR PONTE SS 514



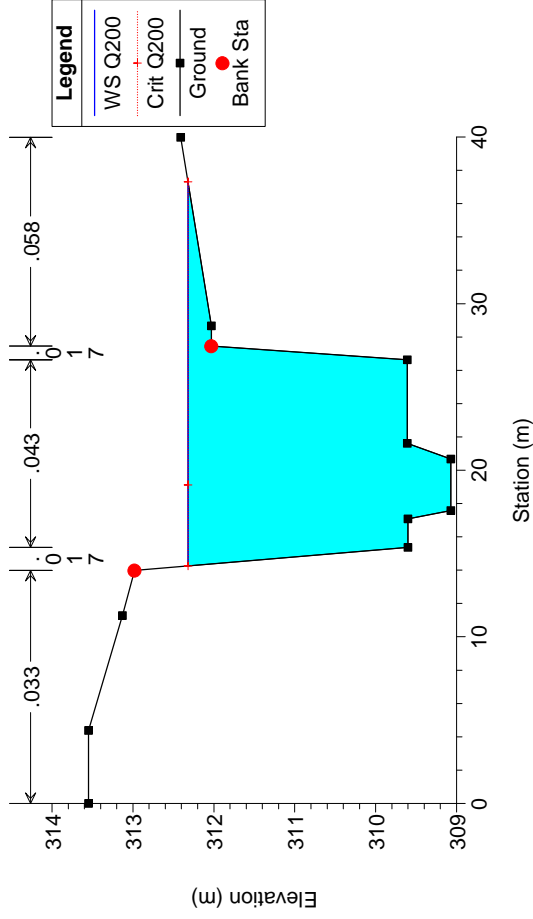
05 Para_Cond. PO

RS = 5.1



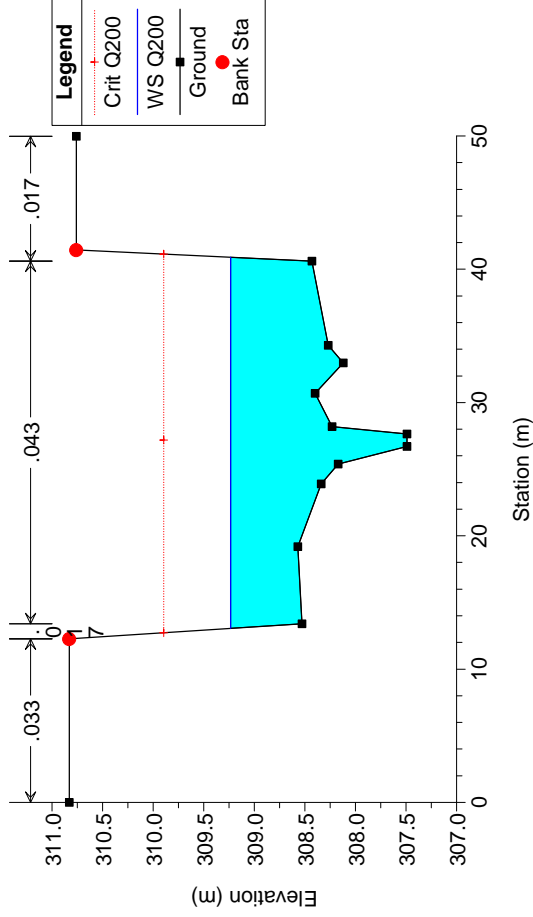
05 Para_Cond. PO

RS = 5



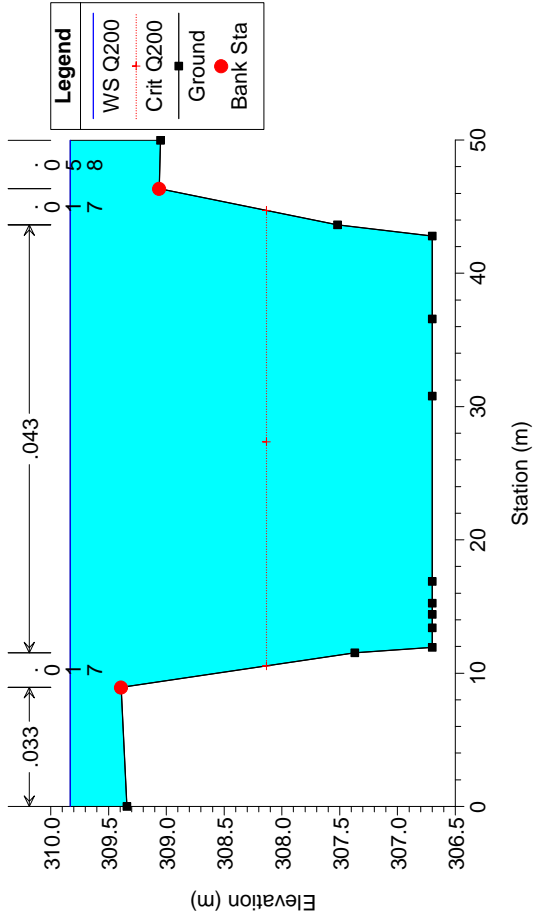
05 Para_Cond. PO

RS = 4



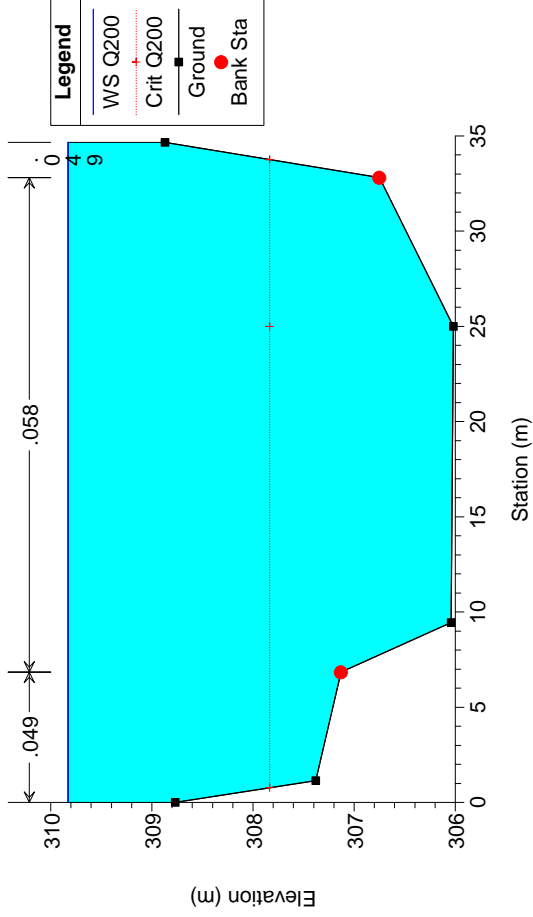
05 Para_Cond. PO

RS = 3



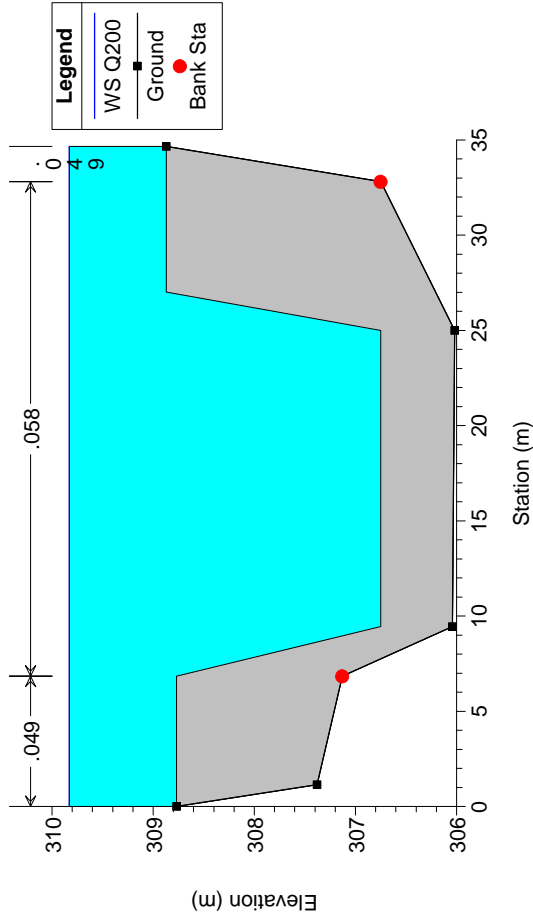
05 Para_Cond. PO

RS = 2.5



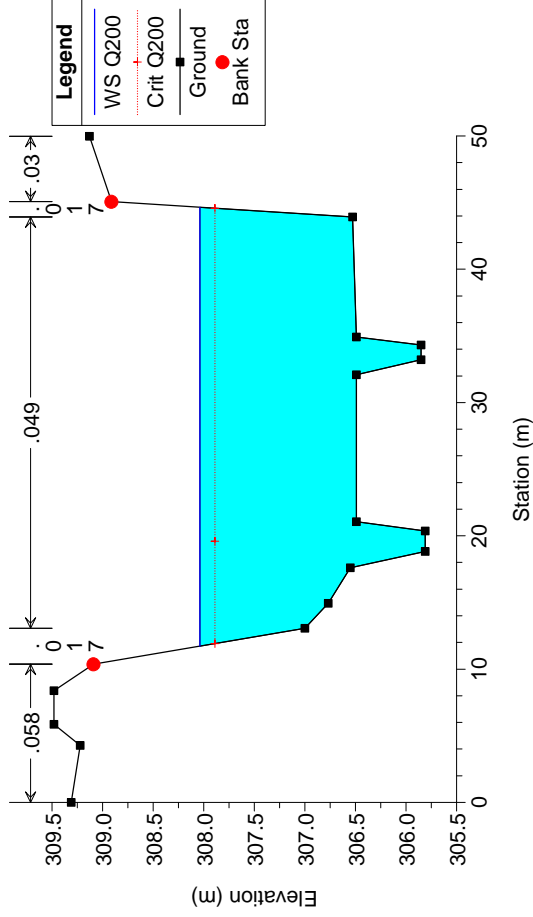
05 Para_Cond. PO

RS = 2.1 IS BRIGLIA CLS

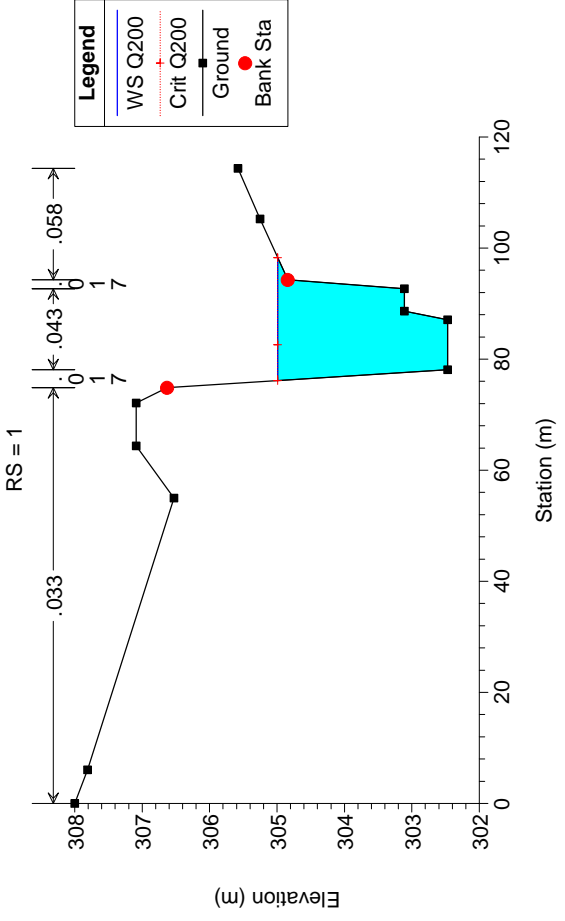


05 Para_Cond. PO

RS = 2

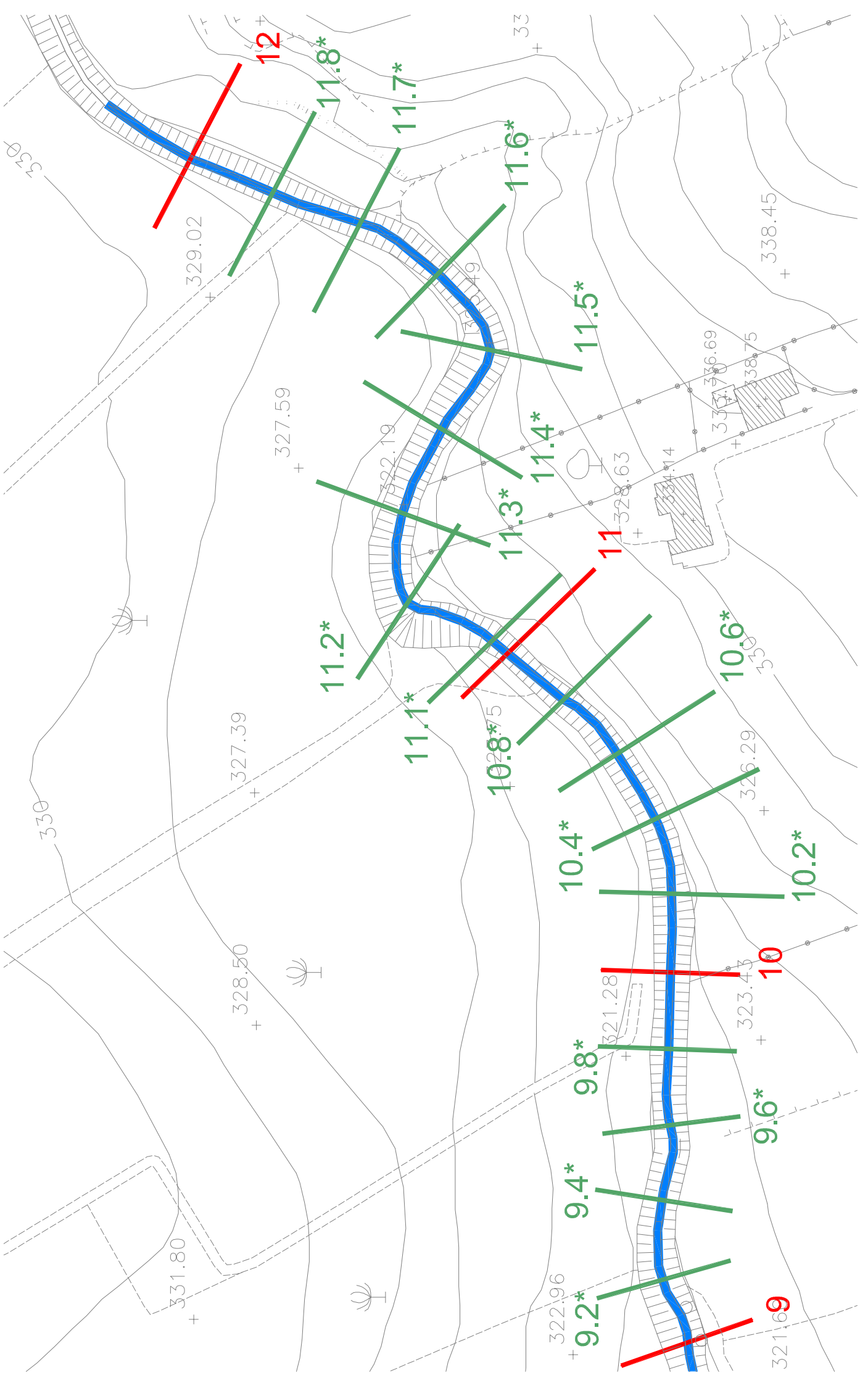


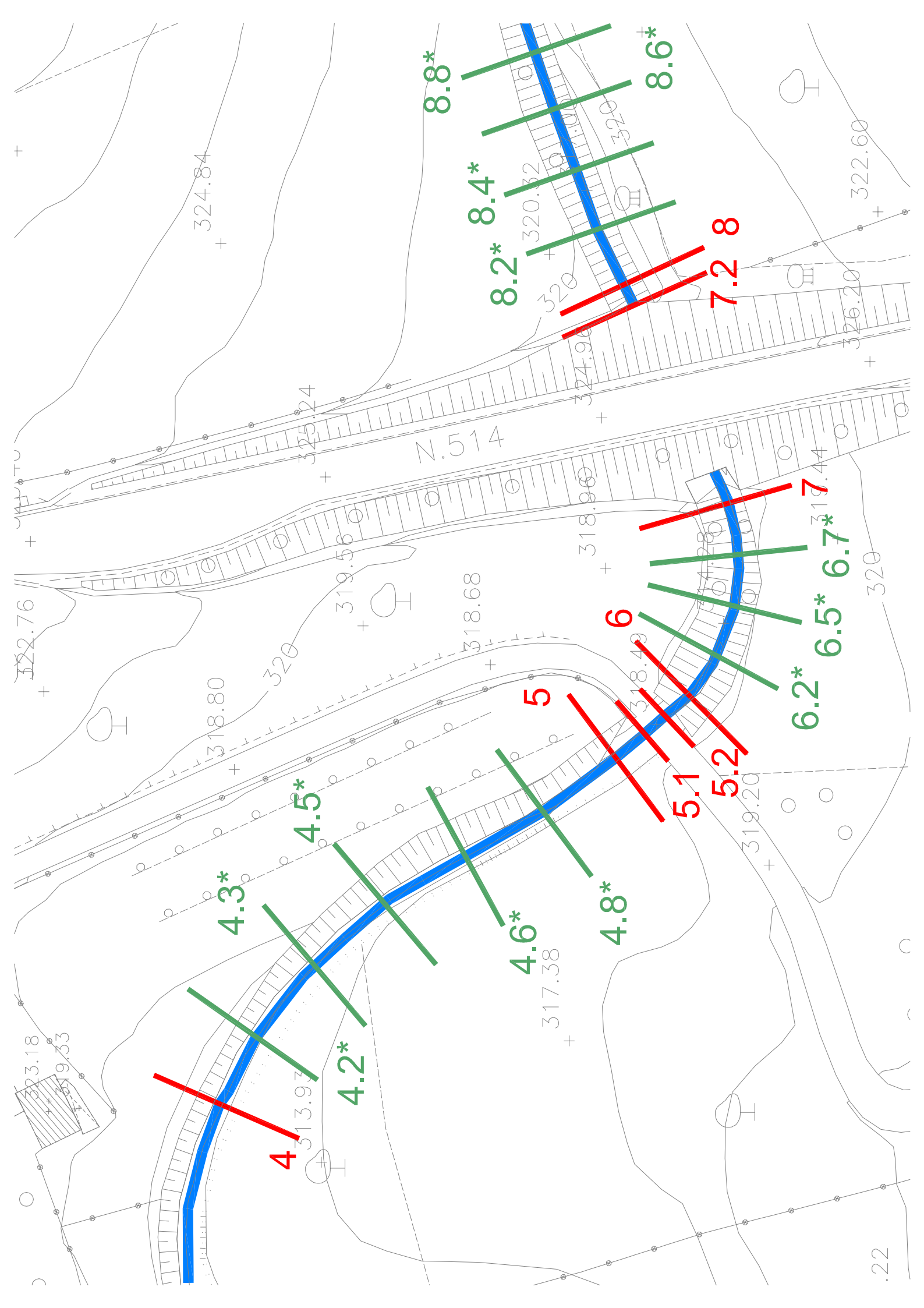
05 Para_Conc. PO



K ALLEGATO 6: TORRENTE SUGARELLO - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

Ante operam





HEC-RAS Plan: Plan 02 River: 06_T.Sugarello Reach: 1 Profile: QTr =200

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
1	12	QTr =200	45.98	324.27	327.77	326.80	327.95	0.018645	1.92	24.67	19.41	0.46
1	11.8*	QTr =200	45.98	323.88	327.37		327.57	0.019895	1.96	24.04	18.85	0.47
1	11.7*	QTr =200	45.98	323.49	326.85		327.09	0.028275	2.18	21.21	15.84	0.56
1	11.6*	QTr =200	45.98	322.71	326.73		326.82	0.005951	1.42	34.17	27.04	0.31
1	11.5*	QTr =200	45.98	322.51	326.29		326.56	0.036374	2.32	19.85	13.16	0.60
1	11.4*	QTr =200	45.98	322.32	325.83		326.05	0.018366	2.06	22.53	16.85	0.51
1	11.3*	QTr =200	45.98	321.93	325.46		325.68	0.018600	2.05	22.53	16.58	0.52
1	11.2*	QTr =200	45.98	321.54	325.08		325.30	0.019375	2.07	22.35	16.03	0.52
1	11.1*	QTr =200	45.98	321.15	324.64		324.88	0.022468	2.16	21.34	15.07	0.56
1	11	QTr =200	45.98	321.05	324.51		324.76	0.024391	2.22	20.77	14.66	0.58
1	10.8*	QTr =200	45.98	320.85	324.09		324.36	0.024173	2.28	20.24	14.64	0.58
1	10.6*	QTr =200	45.98	320.65	323.68		323.96	0.024017	2.35	19.79	14.82	0.59
1	10.4*	QTr =200	45.98	320.46	323.29		323.57	0.023554	2.39	19.51	15.26	0.59
1	10.2*	QTr =200	45.98	320.26	322.93		323.20	0.021201	2.34	19.93	16.34	0.56
1	10	QTr =200	45.98	320.06	322.67		322.89	0.015700	2.11	21.80	17.92	0.49
1	9.8*	QTr =200	45.98	319.63	322.40		322.63	0.016152	2.16	21.63	17.18	0.50
1	9.6*	QTr =200	45.98	319.21	322.09		322.35	0.018030	2.27	20.68	15.38	0.52
1	9.4*	QTr =200	45.98	318.78	321.74		322.03	0.020748	2.41	19.40	14.55	0.55
1	9.2*	QTr =200	45.98	318.36	321.42		321.69	0.019595	2.34	19.97	15.14	0.54
1	9	QTr =200	45.98	317.93	321.21		321.42	0.012568	1.92	23.15	17.80	0.43
1	8.8*	QTr =200	45.98	317.77	321.06		321.26	0.012880	1.97	23.00	17.81	0.43
1	8.6*	QTr =200	45.98	317.60	320.89		321.11	0.013663	2.05	22.55	17.86	0.44
1	8.4*	QTr =200	45.98	317.44	320.69		320.93	0.015770	2.19	21.35	17.18	0.47
1	8.2*	QTr =200	45.98	317.27	320.42		320.71	0.020236	2.42	19.50	15.80	0.53
1	8	QTr =200	45.98	317.11	319.85	319.46	320.35	0.042513	3.12	14.71	8.17	0.74
1	7.2	QTr =200	45.98	316.86	319.18	319.18	319.88	0.073577	3.70	12.41	8.89	1.00
1	7.15		Culvert									
1	7	QTr =200	45.98	314.88	319.26		319.36	0.004897	1.45	33.00	23.86	0.27
1	6.7*	QTr =200	45.98	314.78	319.25		319.32	0.002911	1.18	40.68	29.21	0.22
1	6.5*	QTr =200	45.98	314.68	319.24		319.29	0.001864	0.99	48.84	34.51	0.18
1	6.2*	QTr =200	45.98	314.58	319.24		319.27	0.001256	0.84	57.52	39.78	0.15
1	6	QTr =200	45.98	314.47	319.23		319.26	0.000876	0.72	66.82	45.03	0.13
1	5.2	QTr =200	45.98	314.03	319.20	316.27	319.25	0.000927	1.05	46.18	14.25	0.16
1	5.15		Bridge									
1	5.1	QTr =200	45.98	314.00	317.06		317.33	0.017981	2.30	20.03	10.56	0.52

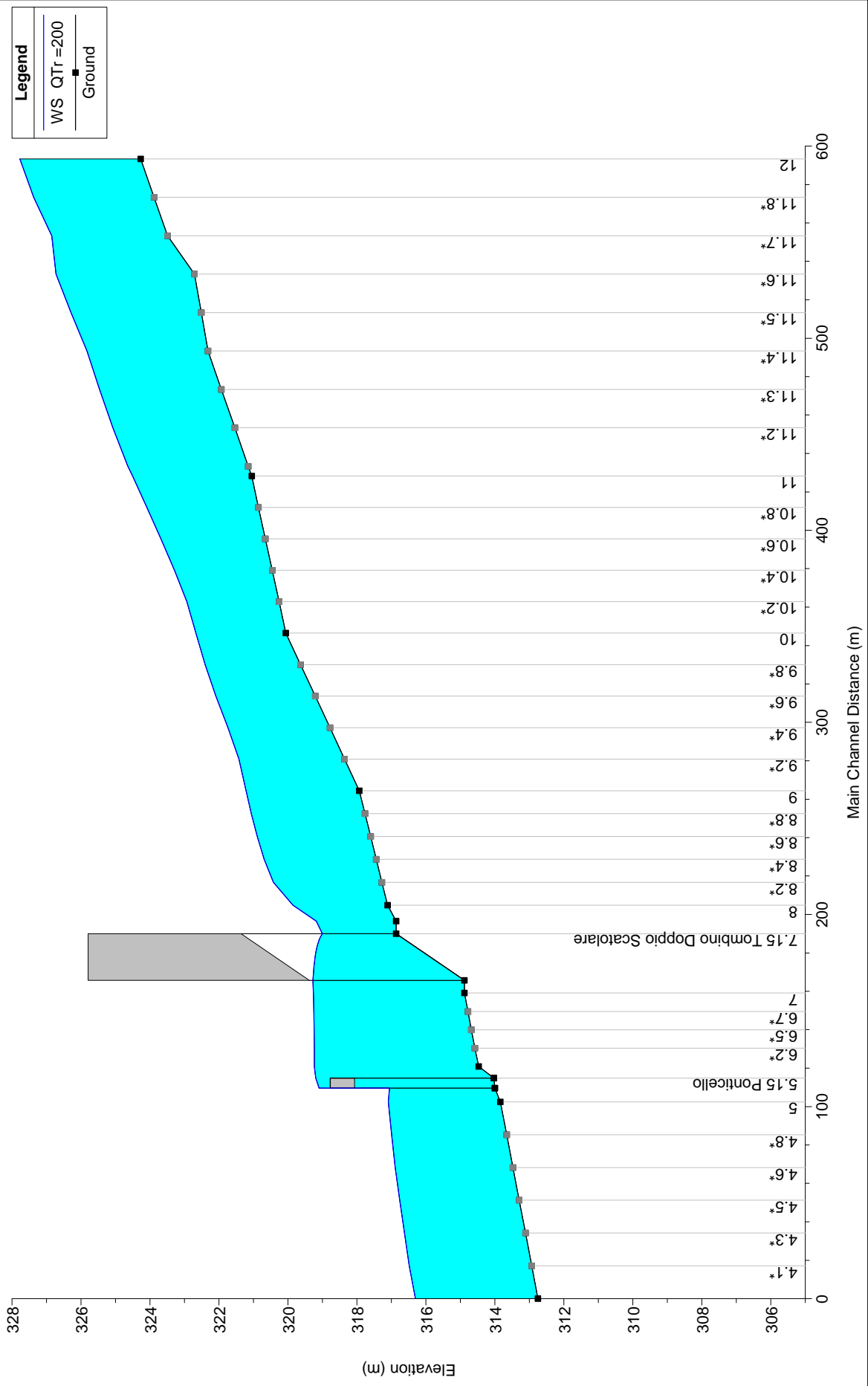
HEC-RAS Plan: Plan 02 River: 06_T.Sugarello Reach: 1 Profile: QTr =200 (Continued)

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
1	5	QTr =200	45.98	313.84	317.09		317.21	0.006415	1.29	31.62	30.75	0.26
1	4.8*	QTr =200	45.98	313.66	316.99		317.10	0.006296	1.29	32.72	33.69	0.26
1	4.6*	QTr =200	45.98	313.48	316.89		316.99	0.006380	1.32	33.14	36.05	0.27
1	4.5*	QTr =200	45.98	313.30	316.76		316.87	0.006932	1.38	32.09	36.83	0.28
1	4.3*	QTr =200	45.98	313.11	316.62		316.75	0.007137	1.40	30.71	32.76	0.28
1	4.1*	QTr =200	45.98	312.93	316.48		316.63	0.007058	1.39	29.59	28.30	0.28
1	4	QTr =200	45.98	312.75	316.31	315.26	316.48	0.010612	1.68	25.63	18.43	0.34

Plan: Plan 02_06_T.Sugarello 1 RS: 7.15 Culv Group: Culvert #1 Profile: QTr =200

Q Culv Group (m3/s)	45.98	Culv Full Len (m)	
# Barrels	2	Culv Vel US (m/s)	2.69
Q Barrel (m3/s)	22.99	Culv Vel DS (m/s)	1.31
E.G. US. (m)	319.51	Culv Inv El Up (m)	316.86
W.S. US. (m)	319.18	Culv Inv El Dn (m)	314.88
E.G. DS (m)	319.36	Culv Frctn Ls (m)	0.00
W.S. DS (m)	319.26	Culv Exit Loss (m)	0.00
Delta EG (m)	0.15	Culv Entr Loss (m)	0.15
Delta WS (m)	0.08	Q Weir (m3/s)	
E.G. IC (m)	319.05	Weir Sta Lft (m)	
E.G. OC (m)	319.51	Weir Sta Rgt (m)	
Culvert Control	Outlet	Weir Submerg	
Culv WS Inlet (m)	319.00	Weir Max Depth (m)	
Culv WS Outlet (m)	319.28	Weir Avg Depth (m)	
Culv Nml Depth (m)	0.50	Weir Flow Area (m2)	
Culv Crt Depth (m)	1.50	Min El Weir Flow (m)	325.79

06 Sugarello_ Cond. AO

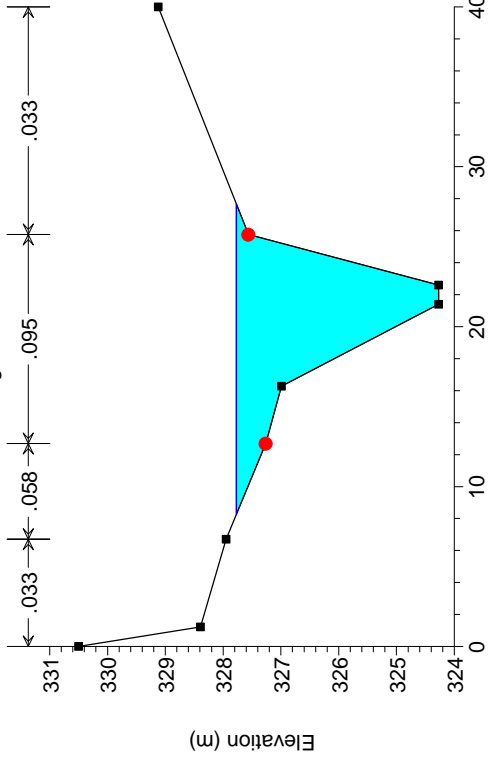


5.15 Ponticello

7.15 Tombino Doppio Scatolare

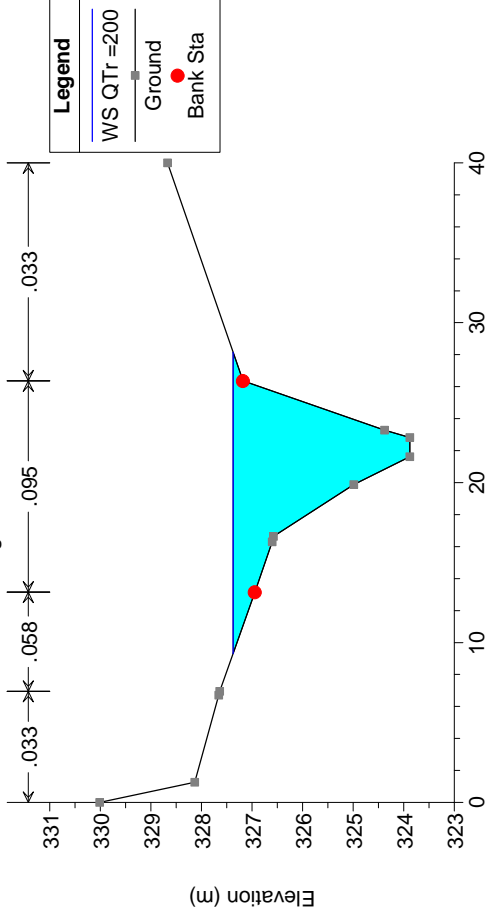
06 Sugarello_Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 12



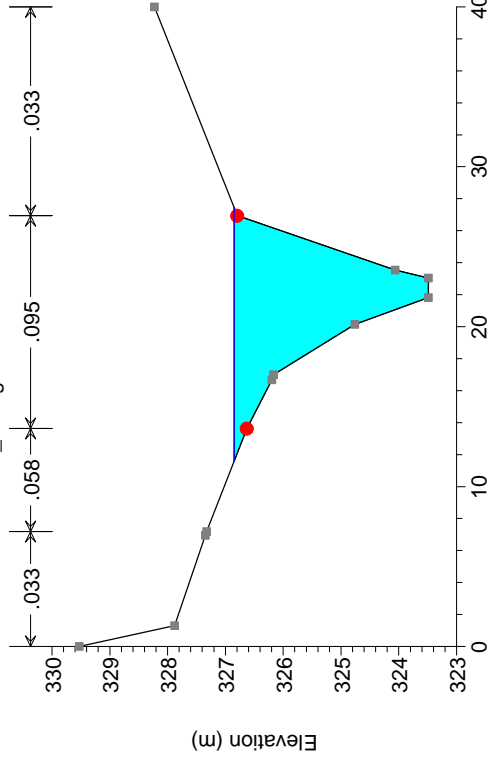
06 Sugarello_Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 11.8*



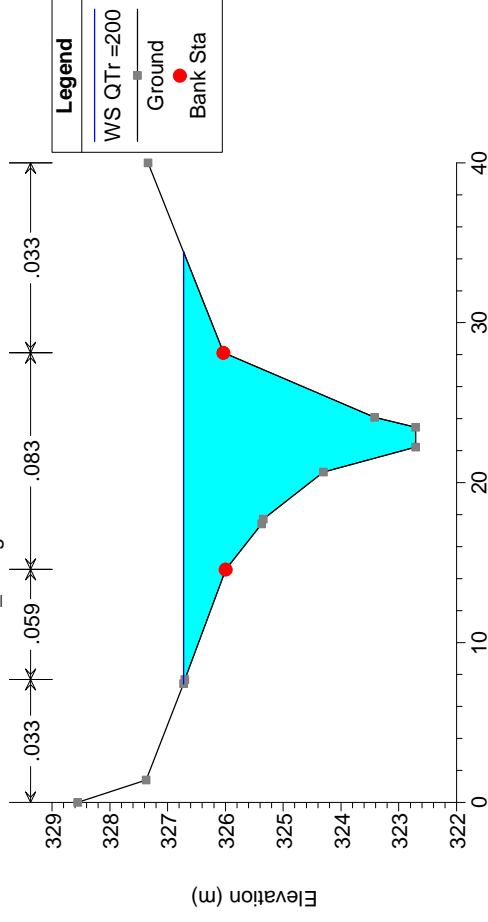
06 Sugarello_Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 11.7*



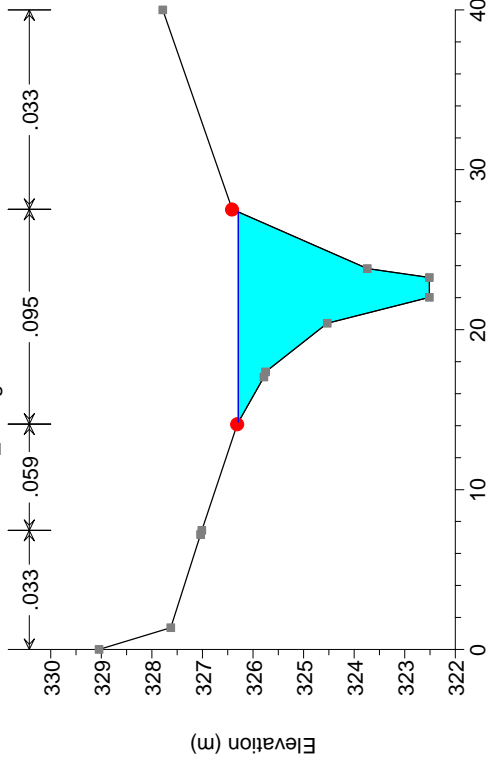
06 Sugarello_Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 11.6*



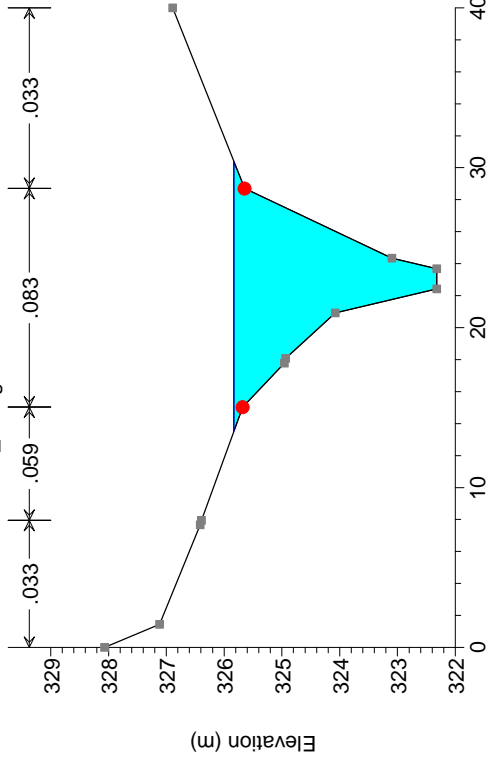
06 Sugarello_Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 11.5*



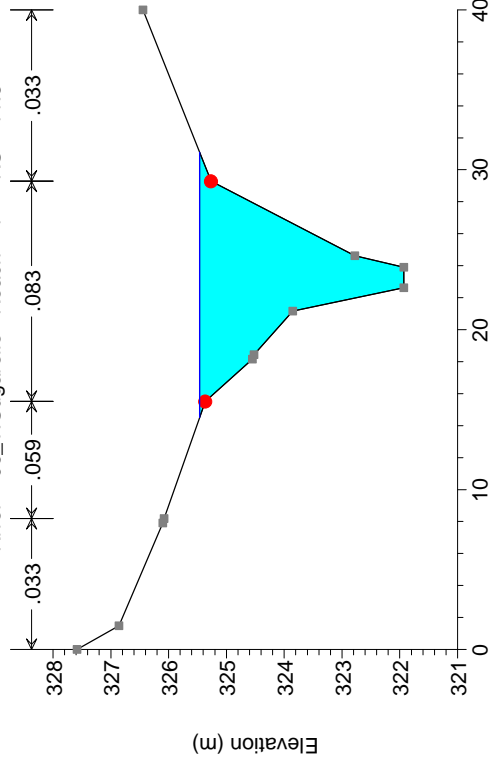
06 Sugarello_Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 11.4*



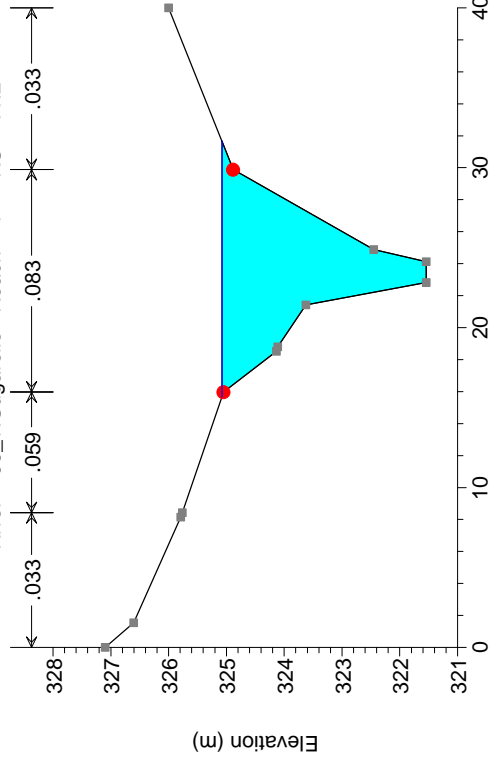
06 Sugarello_Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 11.3*



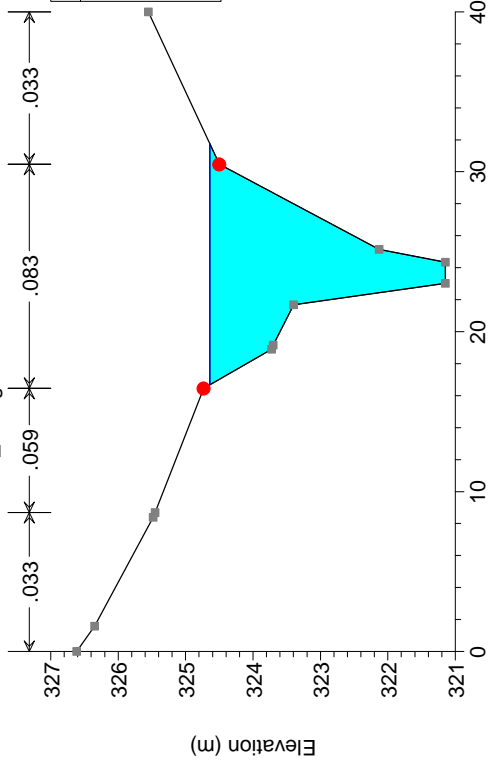
06 Sugarello_Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 11.2*



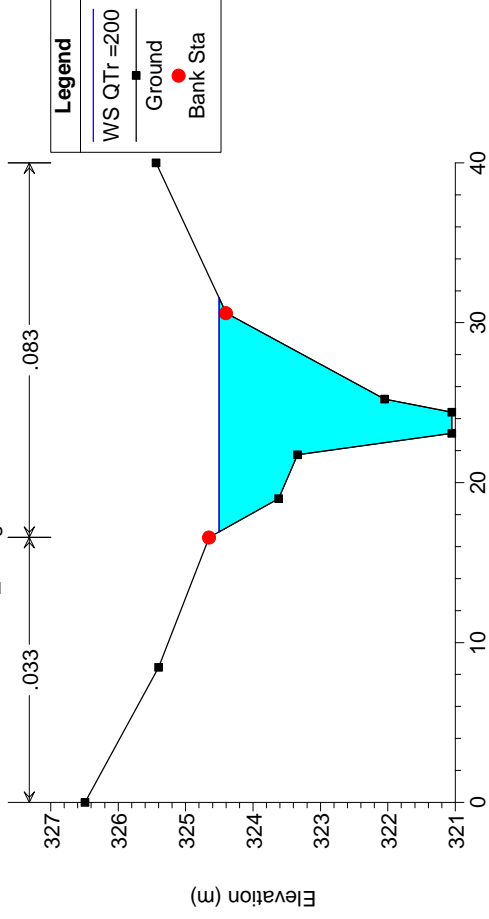
06 Sugarello_ Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 11.1*



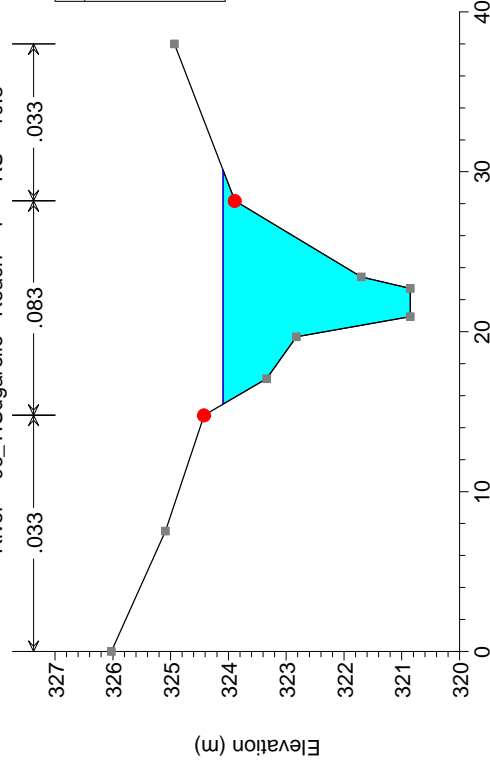
06 Sugarello_ Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 11



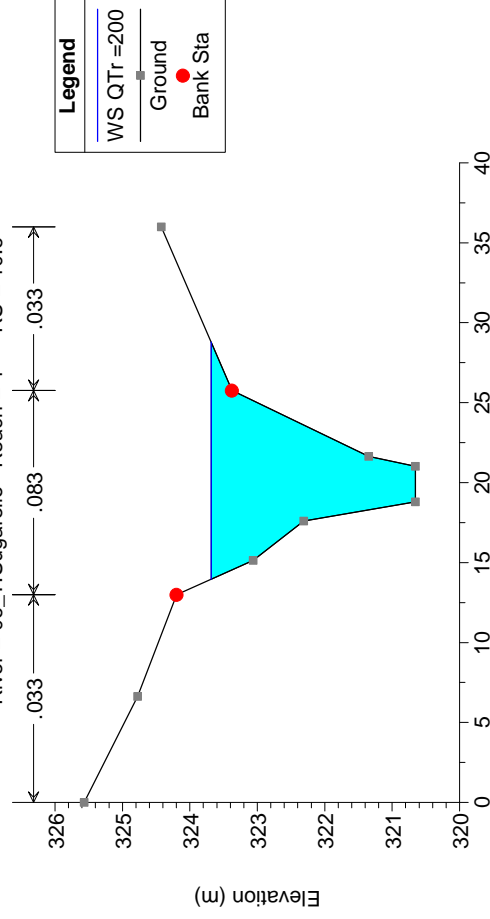
06 Sugarello_ Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 10.8*



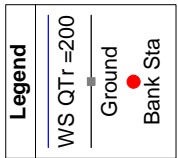
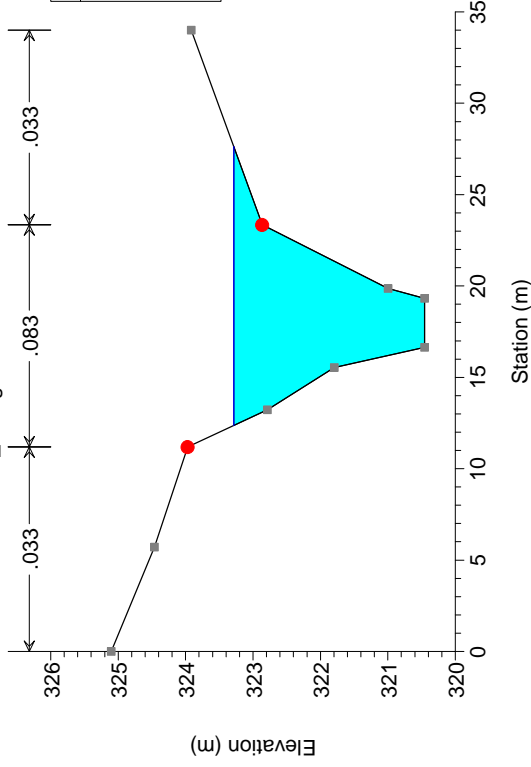
06 Sugarello_ Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 10.6*



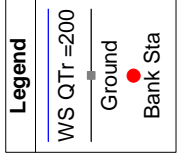
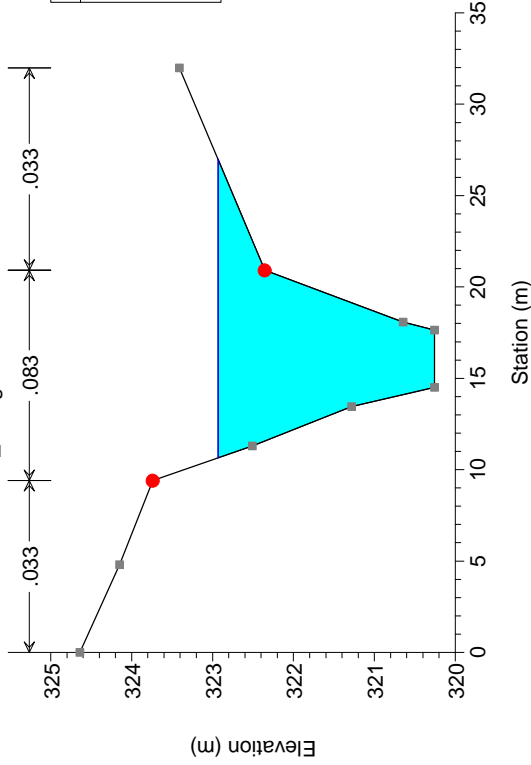
06 Sugarello_Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 10.4*



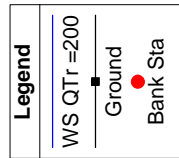
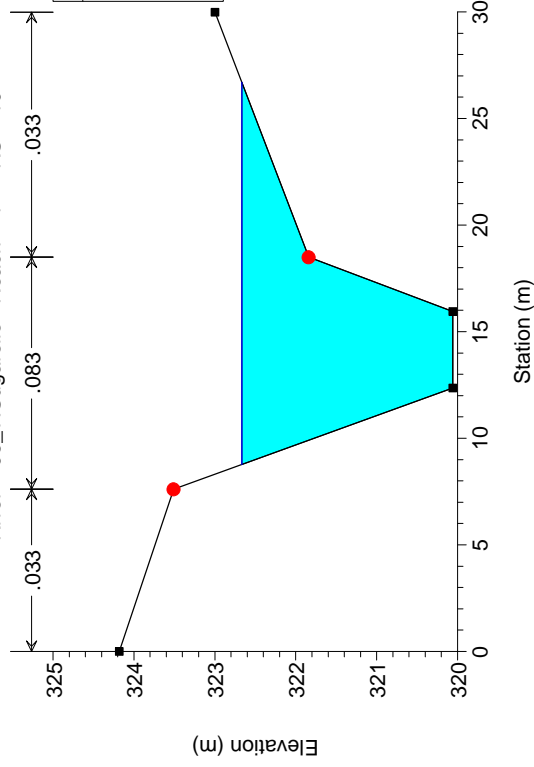
06 Sugarello_Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 10.2*



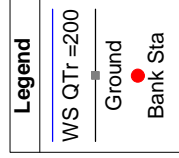
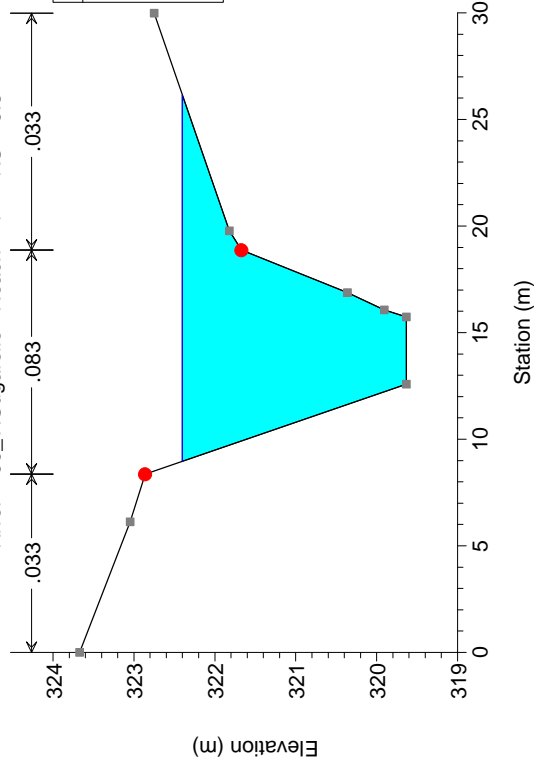
06 Sugarello_Cond. AO

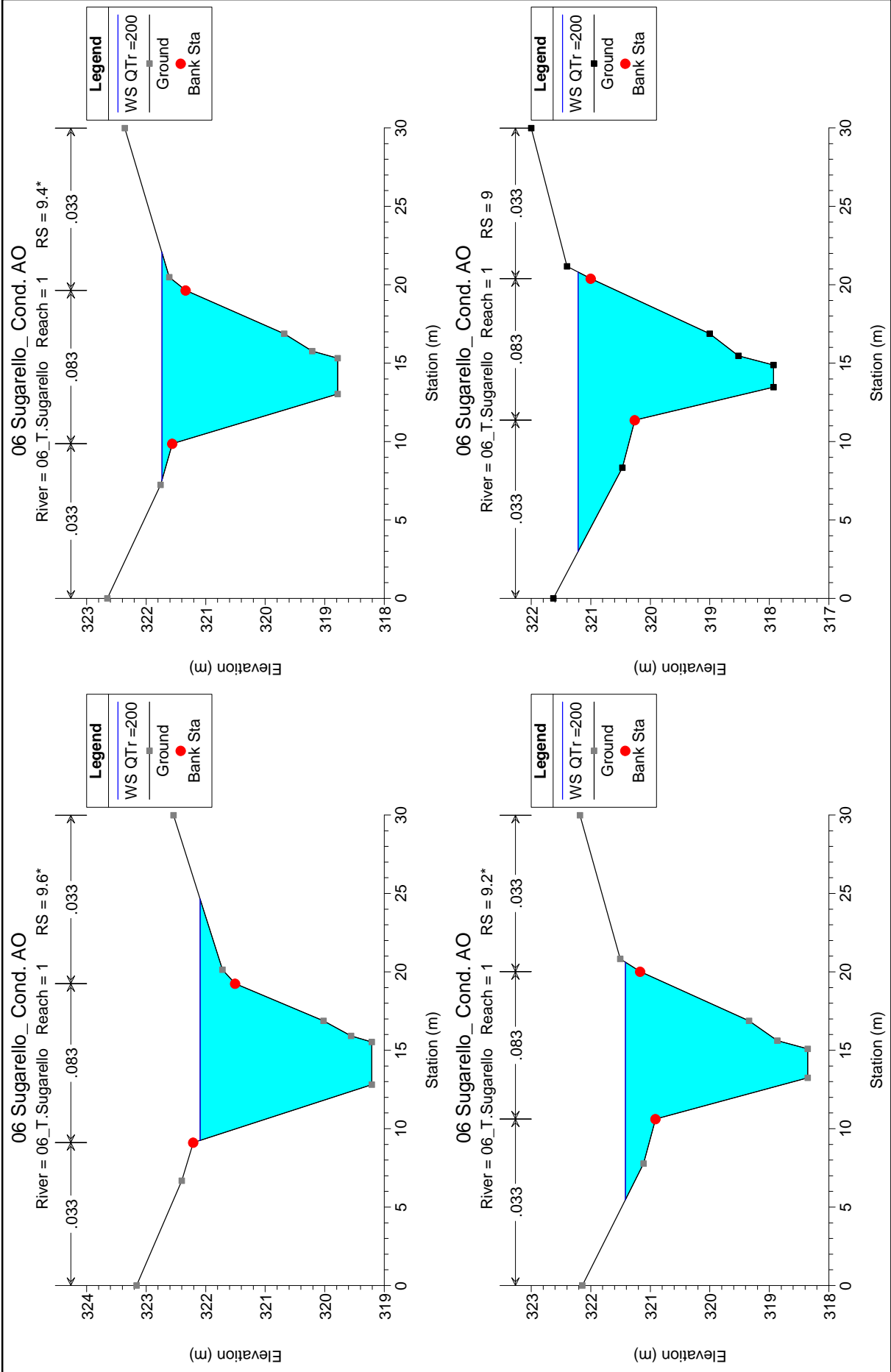
River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 10



06 Sugarello_Cond. AO

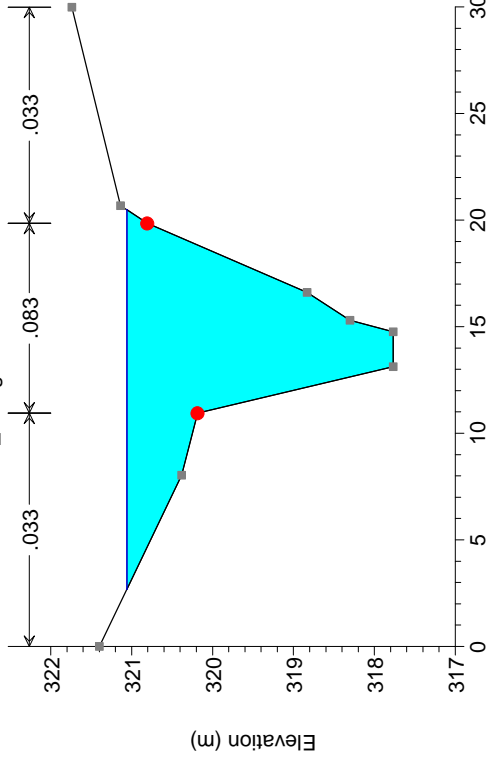
River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 9.8*





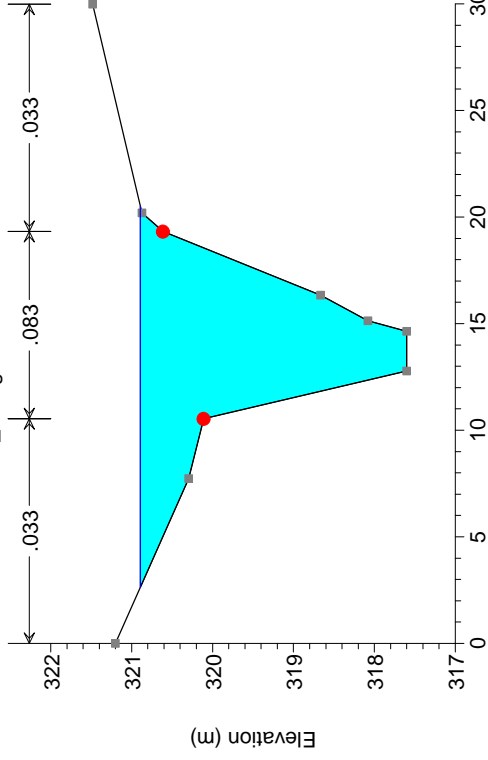
06 Sugarello_Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 8.8*



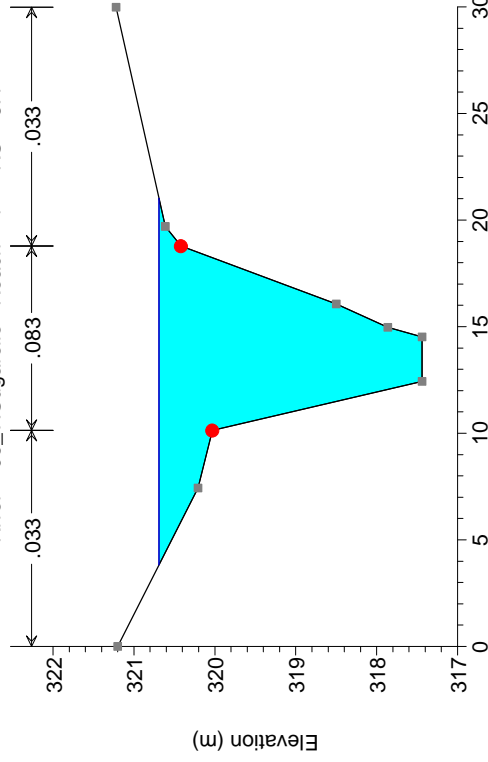
06 Sugarello_Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 8.6*



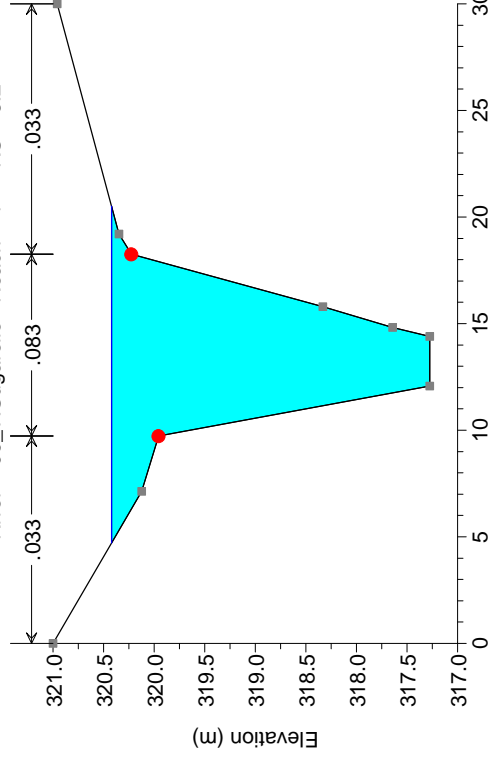
06 Sugarello_Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 8.4*



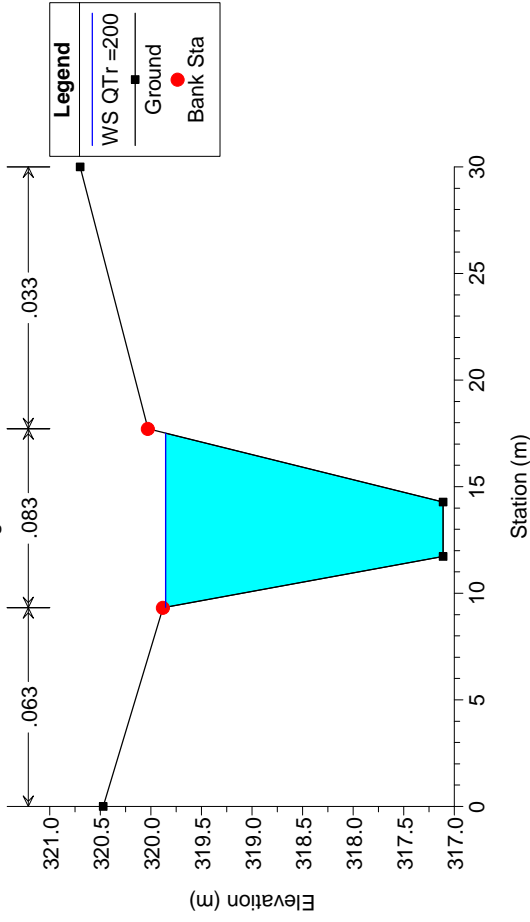
06 Sugarello_Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 8.2*



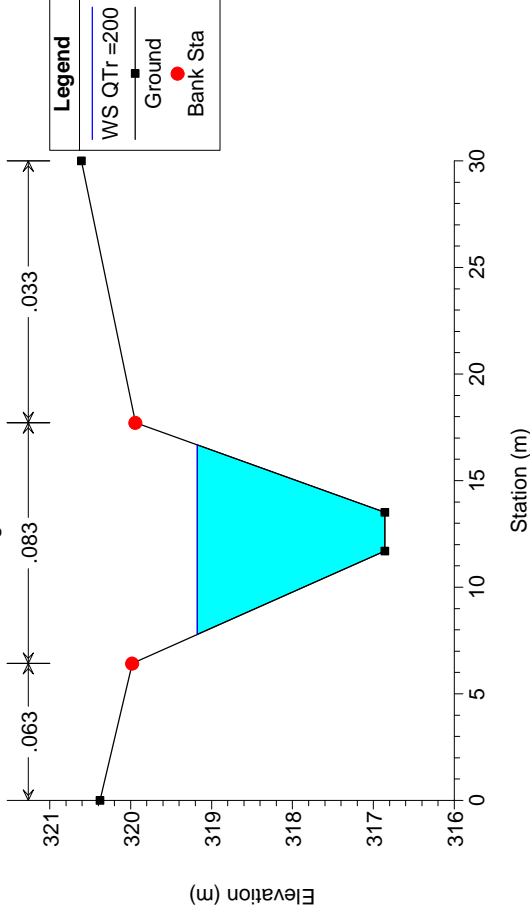
06 Sugarello_Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 8



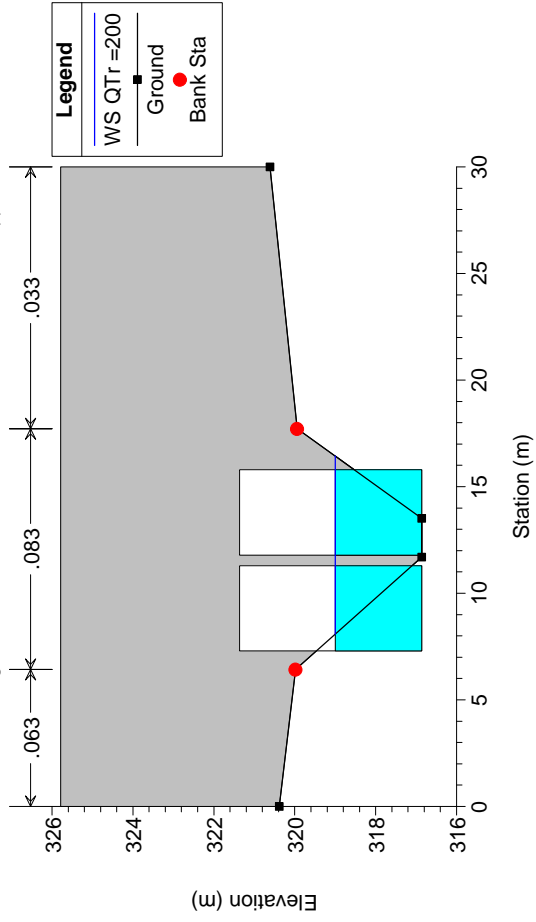
06 Sugarello_Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 7.2



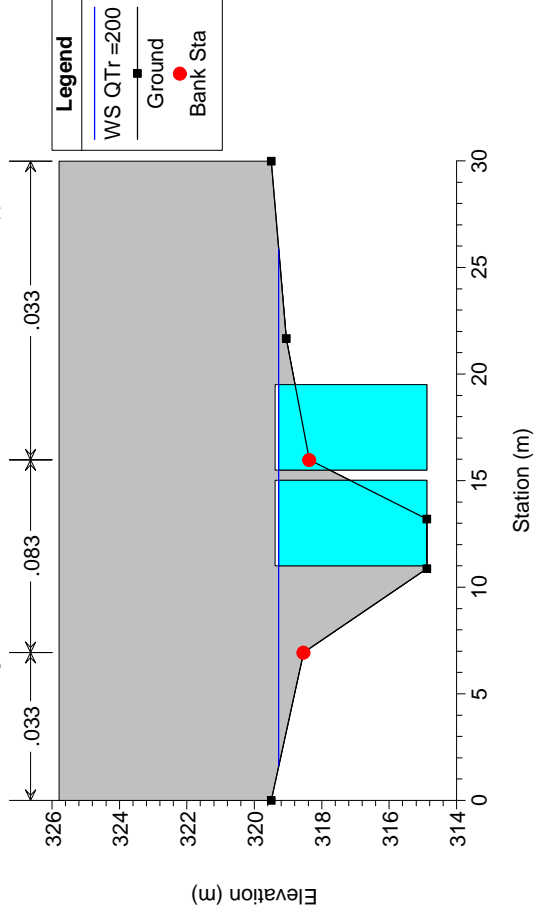
06 Sugarello_Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 7.15 Culv Tombino Doppio Scatolare



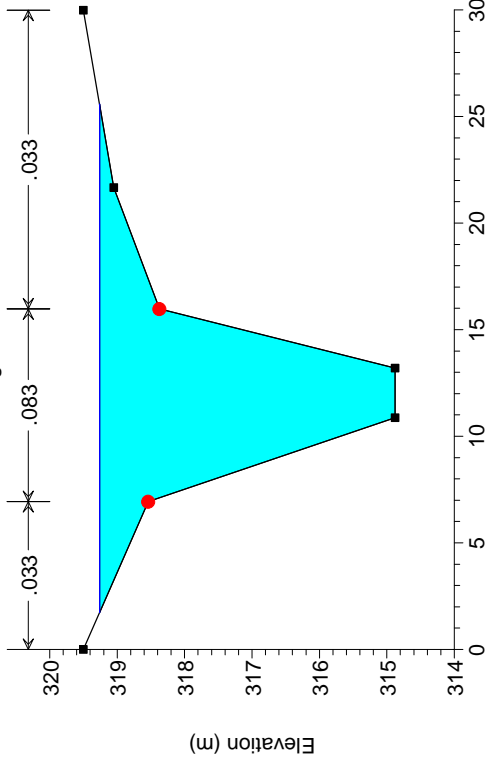
06 Sugarello_Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 7.15 Culv Tombino Doppio Scatolare



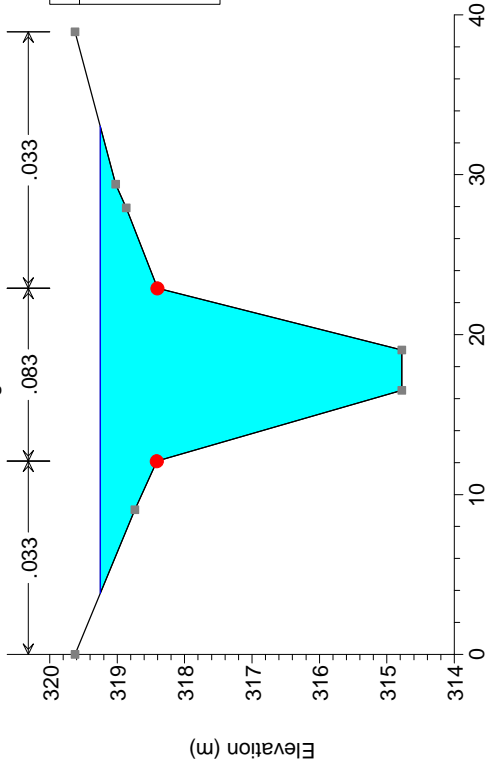
06 Sugarello_Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 7



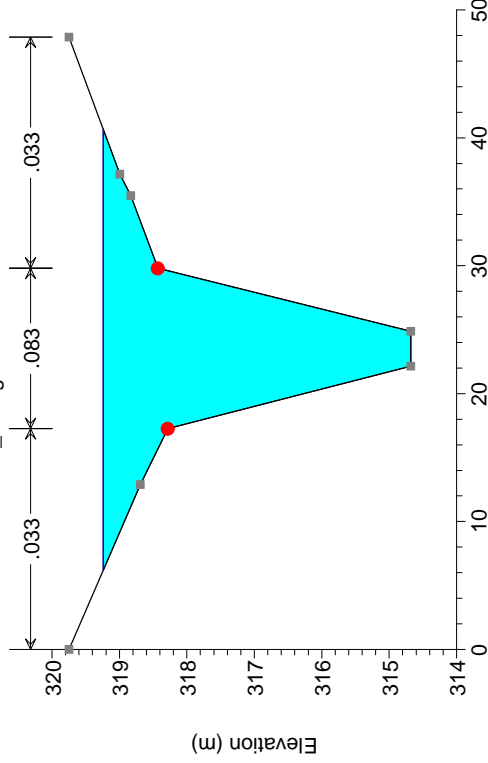
06 Sugarello_Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 6.7*



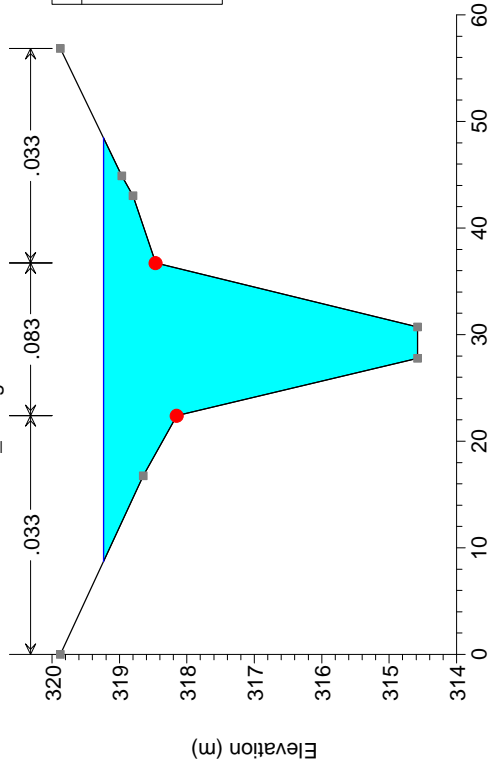
06 Sugarello_Cond. AO

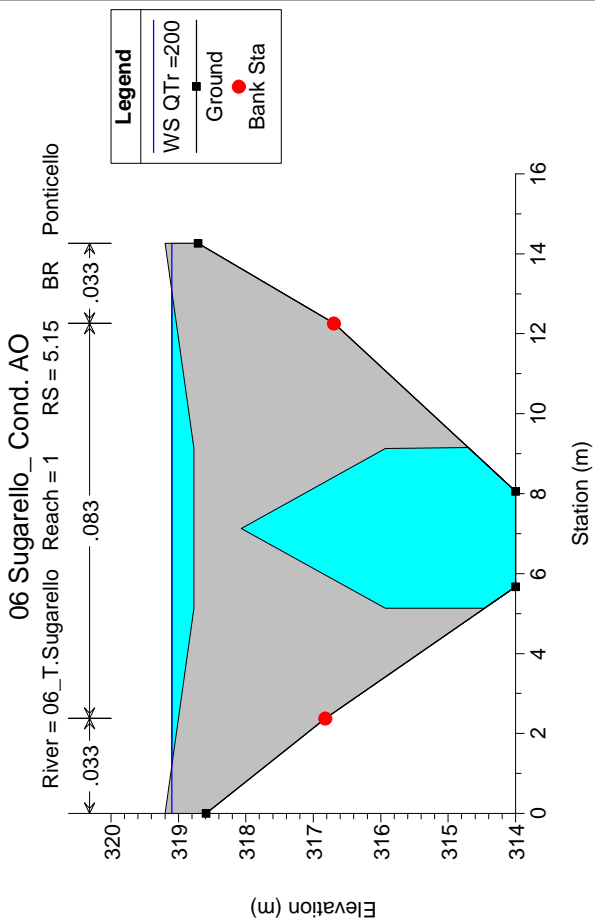
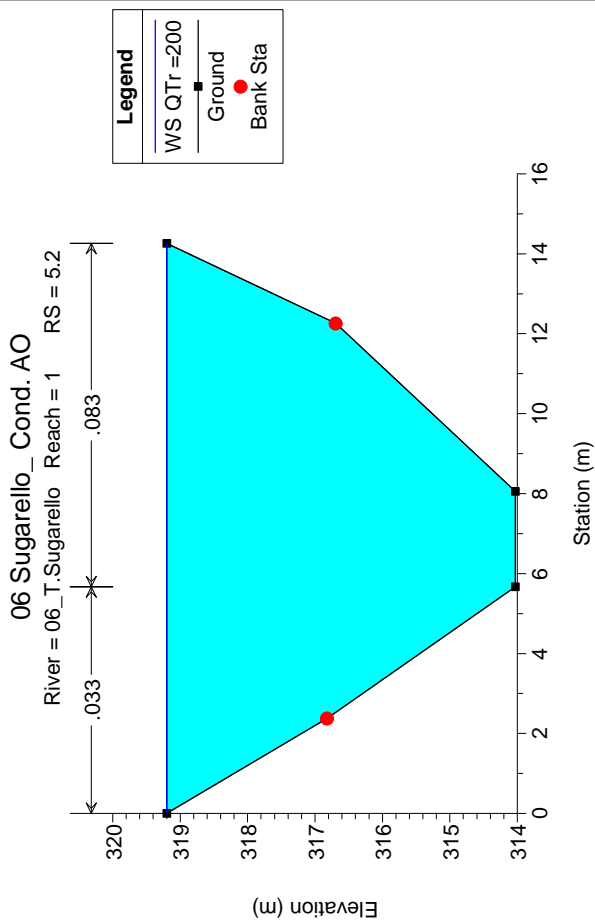
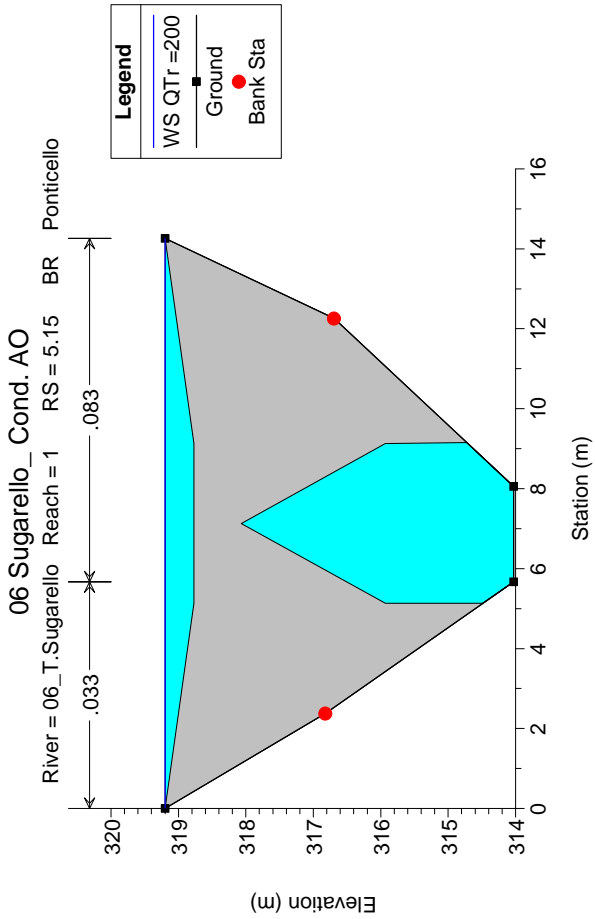
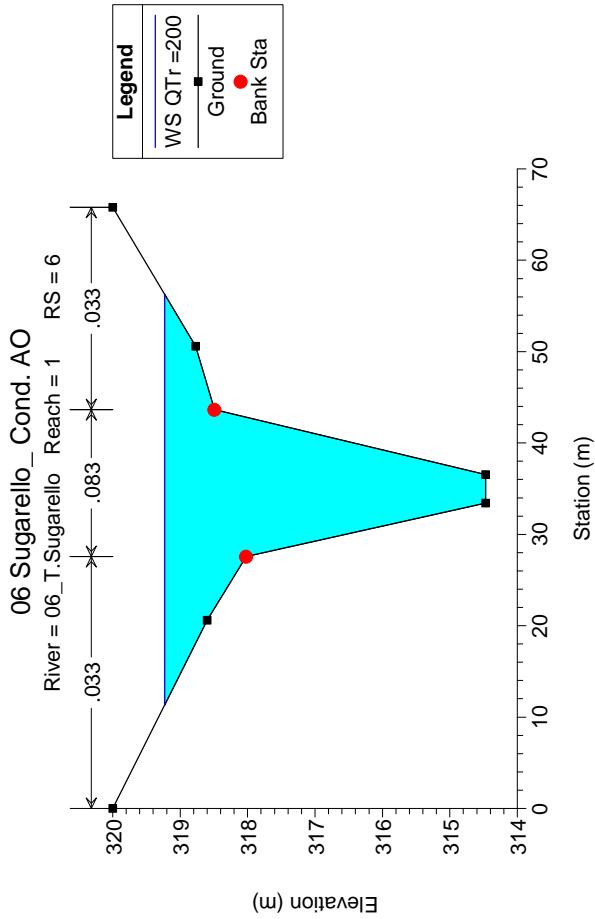
River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 6.5*



06 Sugarello_Cond. AO

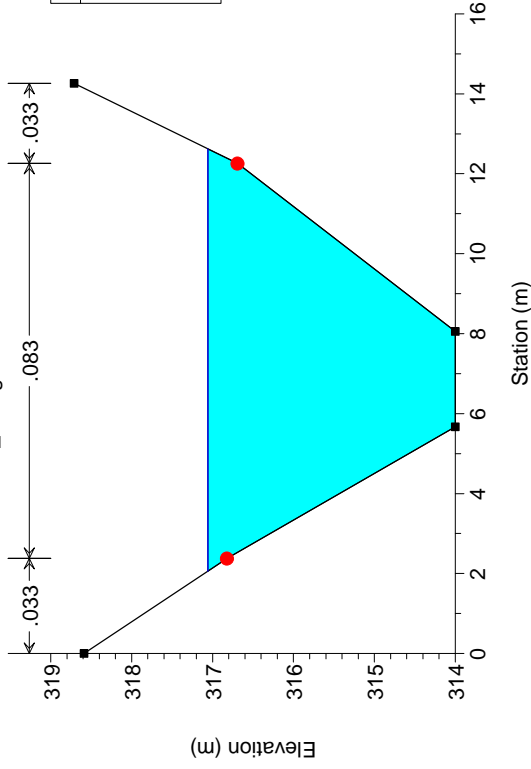
River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 6.2*





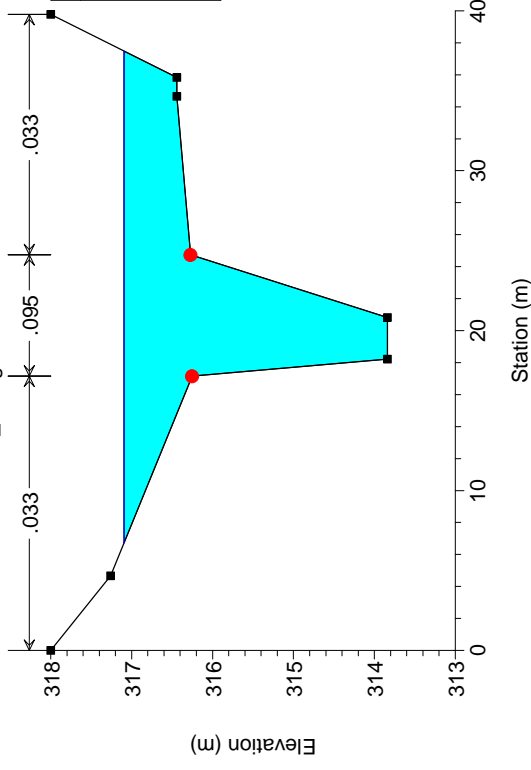
06 Sugarello_ Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 5.1



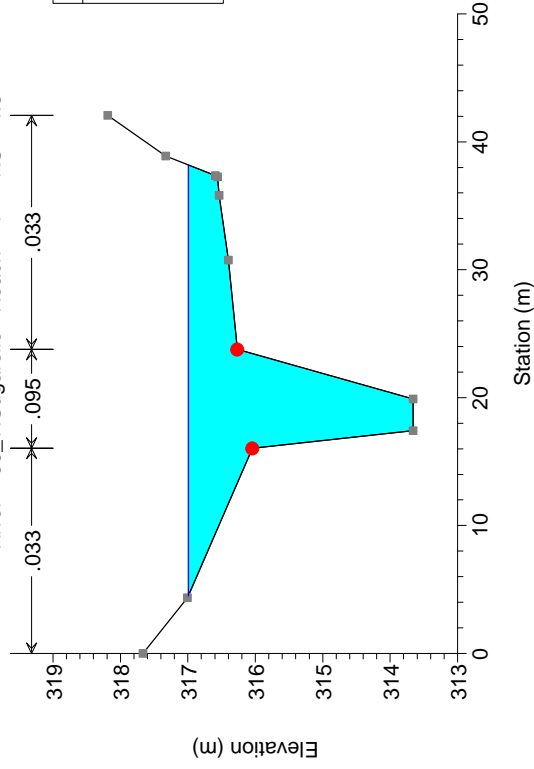
06 Sugarello_ Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 5



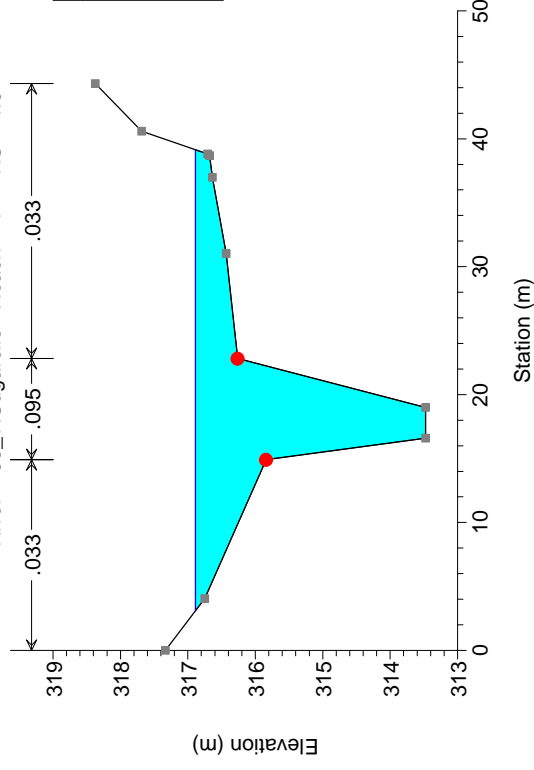
06 Sugarello_ Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 4.8*



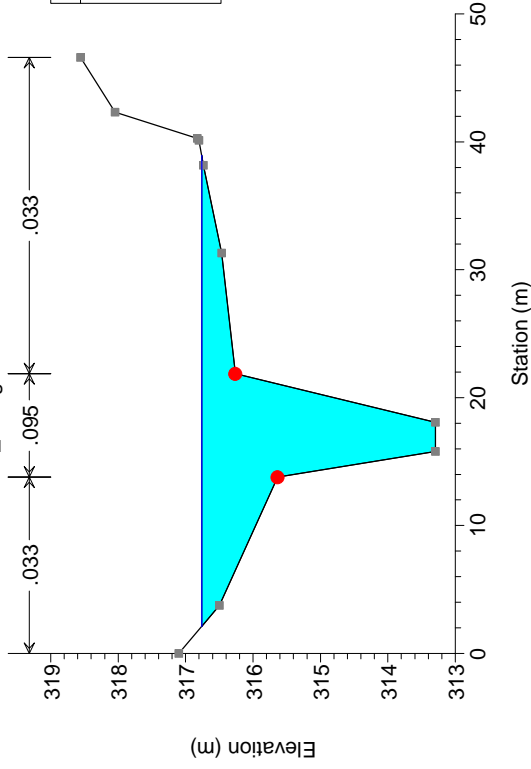
06 Sugarello_ Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 4.6*



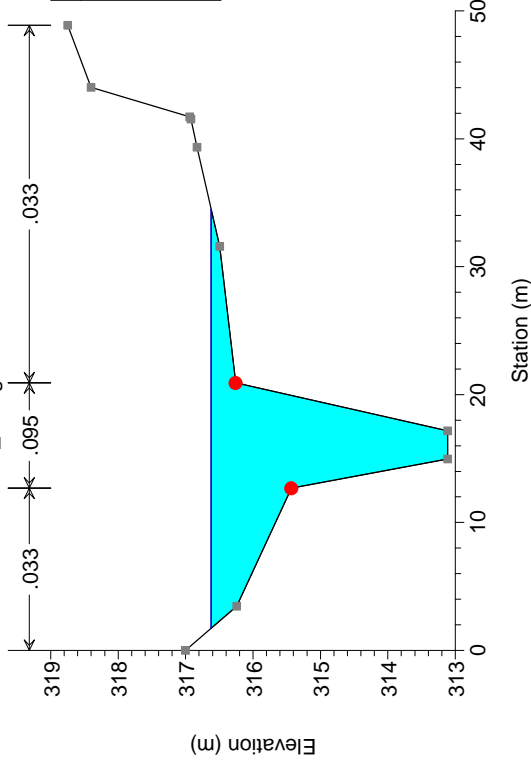
06 Sugarello_ Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 4.5*



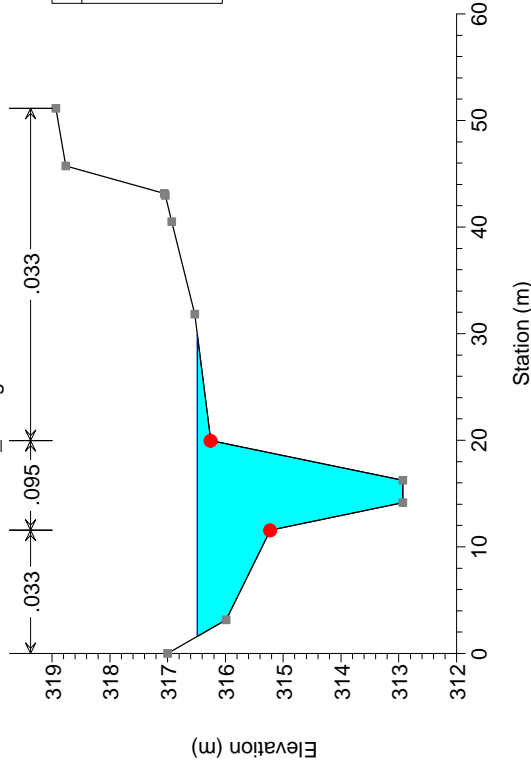
06 Sugarello_ Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 4.3*



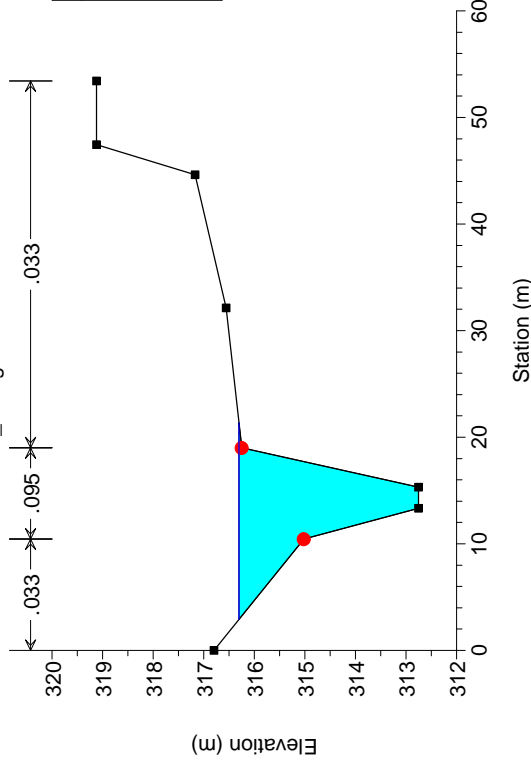
06 Sugarello_ Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 4.1*

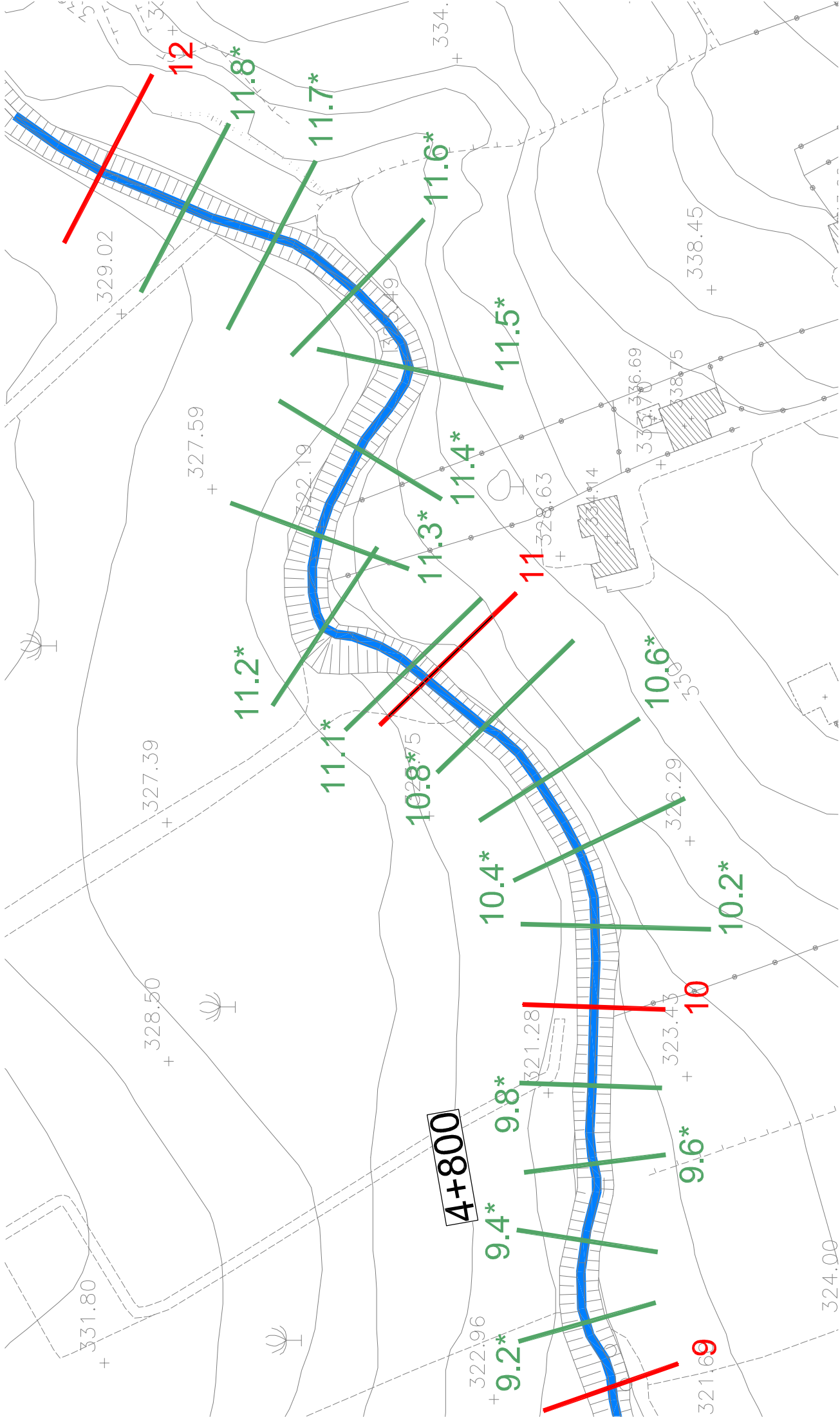


06 Sugarello_ Cond. AO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 4



Post operam



HEC-RAS Plan: Plan 08 River: 06_T.Sugarello Reach: 1 Profile: QTr =200

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
1	12	QTr =200	45.98	324.27	327.77	326.81	327.95	0.018645	1.92	24.67	19.41	0.46
1	11.8*	QTr =200	45.98	323.88	327.37		327.57	0.019895	1.96	24.04	18.85	0.47
1	11.7*	QTr =200	45.98	323.49	326.85		327.09	0.028275	2.18	21.21	15.84	0.56
1	11.6*	QTr =200	45.98	322.71	326.73		326.82	0.005951	1.42	34.17	27.04	0.31
1	11.5*	QTr =200	45.98	322.51	326.29		326.56	0.036374	2.32	19.85	13.16	0.60
1	11.4*	QTr =200	45.98	322.32	325.83		326.05	0.018366	2.06	22.53	16.85	0.51
1	11.3*	QTr =200	45.98	321.93	325.46		325.68	0.018600	2.05	22.53	16.58	0.52
1	11.2*	QTr =200	45.98	321.54	325.08		325.30	0.019375	2.07	22.35	16.03	0.52
1	11.1*	QTr =200	45.98	321.15	324.64		324.88	0.022468	2.16	21.34	15.07	0.56
1	11	QTr =200	45.98	321.05	324.51		324.76	0.024391	2.22	20.77	14.66	0.58
1	10.8*	QTr =200	45.98	320.85	324.09		324.36	0.024173	2.28	20.24	14.64	0.58
1	10.6*	QTr =200	45.98	320.65	323.68		323.96	0.024017	2.35	19.79	14.82	0.59
1	10.4*	QTr =200	45.98	320.46	323.29		323.57	0.023554	2.39	19.51	15.26	0.59
1	10.2*	QTr =200	45.98	320.26	322.93		323.20	0.021205	2.34	19.93	16.34	0.56
1	10	QTr =200	45.98	320.06	322.67		322.89	0.015711	2.11	21.79	17.92	0.49
1	9.8*	QTr =200	45.98	319.63	322.40		322.63	0.016188	2.16	21.62	17.17	0.50
1	9.6*	QTr =200	45.98	319.21	322.09		322.35	0.018140	2.27	20.63	15.34	0.52
1	9.4*	QTr =200	45.98	318.78	321.72		322.02	0.021189	2.42	19.24	14.28	0.56
1	9.2*	QTr =200	45.98	318.36	321.38		321.67	0.021181	2.41	19.44	14.79	0.55
1	9	QTr =200	45.98	317.93	321.13		321.36	0.015342	2.07	21.71	17.05	0.47
1	8.8*	QTr =200	45.98	317.77	320.41	320.41	321.01	0.057184	3.44	13.54	11.38	0.87
1	8.6*	QTr =200	45.98	317.60	319.50	319.73	320.48	0.030562	4.40	10.46	6.57	1.11
1	8.4*	QTr =200	45.98	317.44	319.51	319.51	320.22	0.023885	3.72	12.34	8.90	1.01
1	7.2	QTr =200	45.98	316.86	318.49	318.78	319.70	0.042522	4.87	9.44	7.03	1.34
1	7.15	Culvert										
1	7	QTr =200	45.98	314.88	317.99	316.81	318.22	0.003612	2.15	21.38	11.81	0.43
1	6.7*	QTr =200	45.98	314.75	317.97	316.66	318.16	0.004430	1.95	23.56	12.67	0.46
1	6.5*	QTr =200	45.98	314.63	317.94		318.12	0.003134	1.90	24.94	14.32	0.37
1	6.2*	QTr =200	45.98	314.51	317.93		318.09	0.002711	1.82	26.34	14.68	0.35
1	6	QTr =200	45.98	314.39	317.91		318.06	0.002374	1.74	27.55	14.37	0.33
1	5.2	QTr =200	45.98	314.03	317.41	316.41	318.00	0.003638	3.40	13.53	11.43	0.59
1	5.15	Bridge										
1	5.1	QTr =200	45.98	314.00	316.68	316.38	317.62	0.007914	4.29	10.72	9.48	0.84
1	5	QTr =200	45.98	313.84	317.02	315.67	317.20	0.003652	1.87	24.59	11.50	0.41
1	4.8*	QTr =200	45.98	313.66	316.99		317.10	0.006296	1.29	32.72	33.69	0.26

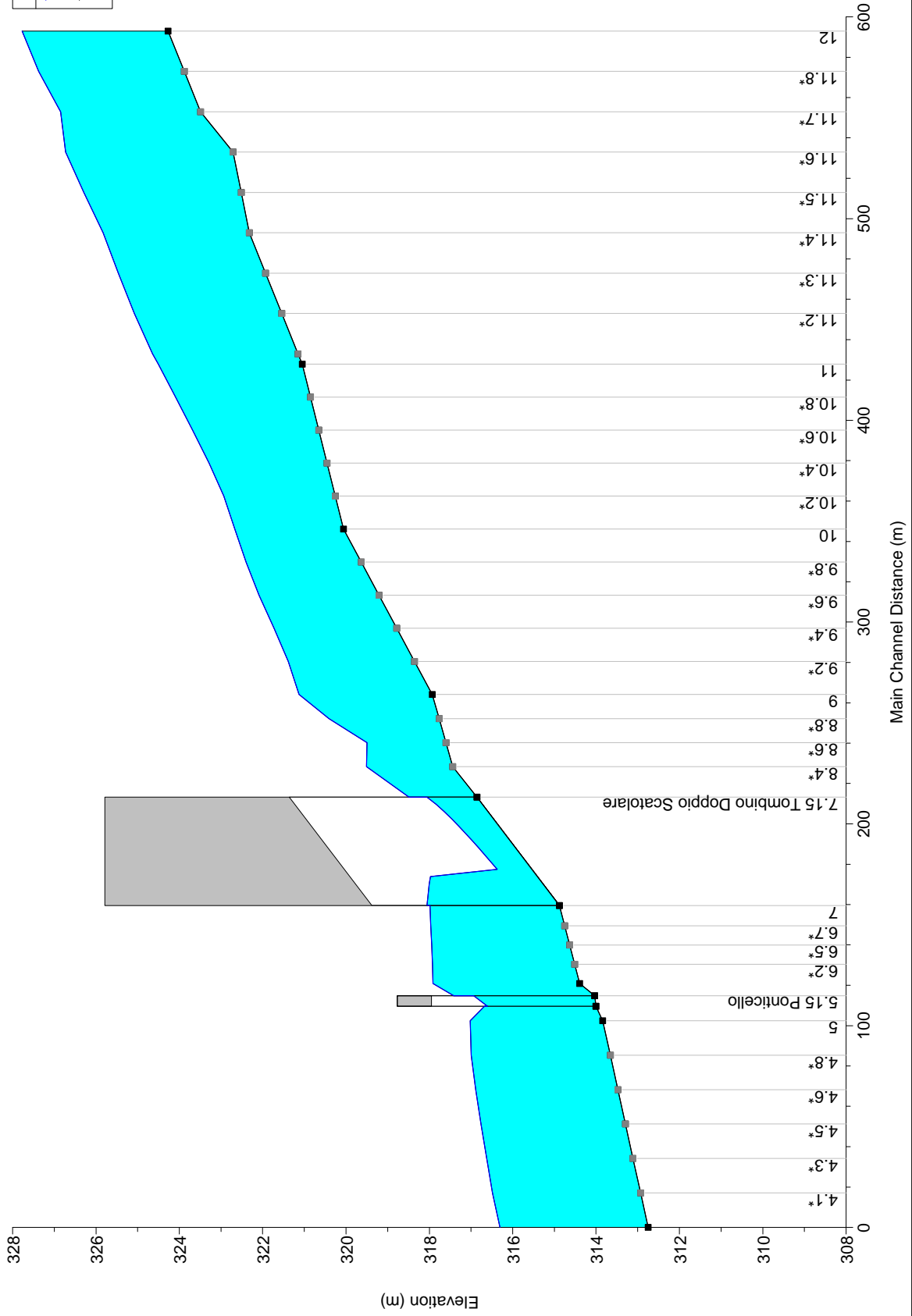
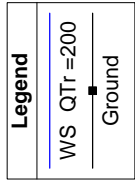
HEC-RAS Plan: Plan 08 River: 06_T.Sugarello Reach: 1 Profile: QTr =200 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	4.6*	QTr =200	45.98	313.48	316.89		316.99	0.006380	1.32	33.14	36.05	0.27
1	4.5*	QTr =200	45.98	313.30	316.76		316.87	0.006932	1.38	32.09	36.83	0.28
1	4.3*	QTr =200	45.98	313.11	316.62		316.75	0.007137	1.40	30.71	32.76	0.28
1	4.1*	QTr =200	45.98	312.93	316.48		316.63	0.007058	1.39	29.59	28.30	0.28
1	4	QTr =200	45.98	312.75	316.31	315.26	316.48	0.010612	1.68	25.63	18.43	0.34

Plan: Plan 08_06_T.Sugarello 1 RS: 7.15 Culv Group: Culvert #1 Profile: QTr =200

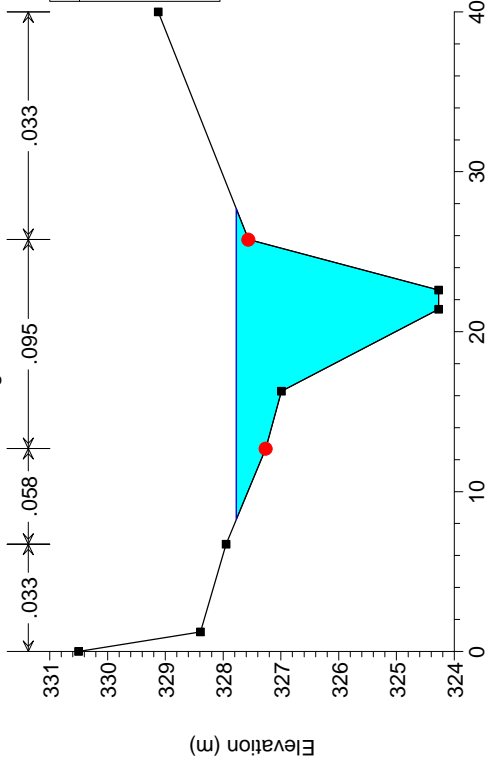
Q Culv Group (m3/s)	45.98	Culv Full Len (m)	
# Barrels	2	Culv Vel US (m/s)	4.80
Q Barrel (m3/s)	22.99	Culv Vel DS (m/s)	1.81
E.G. US. (m)	319.70	Culv Inv El Up (m)	316.86
W.S. US. (m)	318.49	Culv Inv El Dn (m)	314.88
E.G. DS (m)	318.22	Culv Frctn Ls (m)	1.01
W.S. DS (m)	317.99	Culv Exit Loss (m)	0.00
Delta EG (m)	1.47	Culv Entr Loss (m)	0.46
Delta WS (m)	0.50	Q Weir (m3/s)	
E.G. IC (m)		Weir Sta Lft (m)	
E.G. OC (m)		Weir Sta Rgt (m)	
Culvert Control	Outlet	Weir Submerg	
Culv WS Inlet (m)	318.06	Weir Max Depth (m)	
Culv WS Outlet (m)	318.06	Weir Avg Depth (m)	
Culv Nml Depth (m)	0.65	Weir Flow Area (m2)	
Culv Crt Depth (m)	1.50	Min El Weir Flow (m)	325.79

06 Sugarello_ Cond. PO



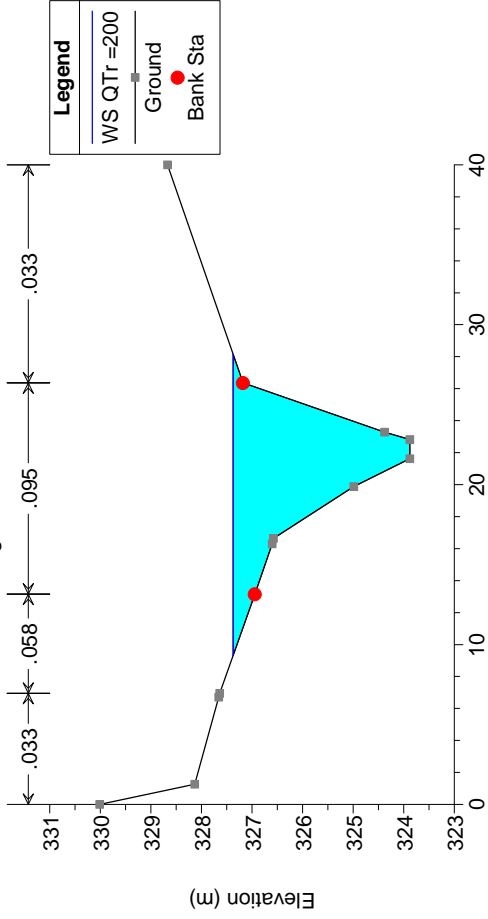
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 12



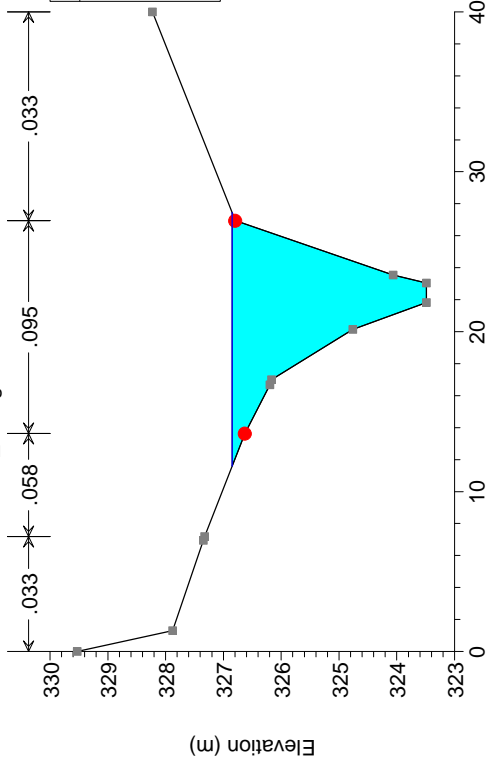
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 11.8*



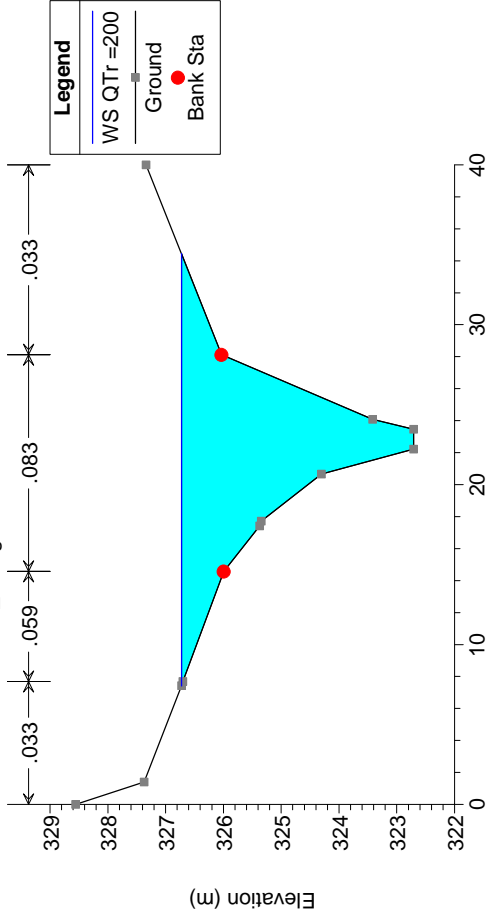
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 11.7*



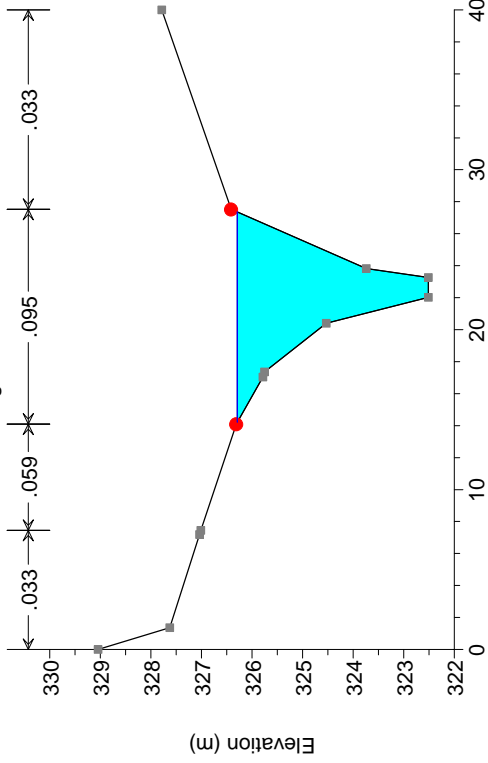
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 11.6*



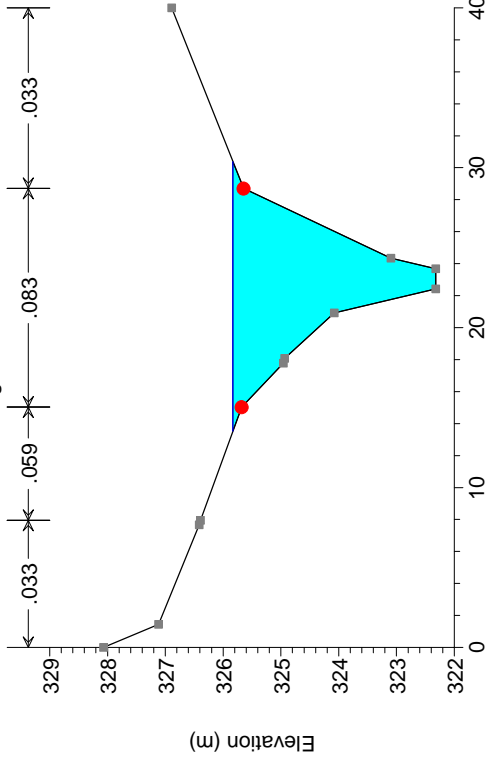
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T_Sugarello Reach = 1 RS = 11.5*



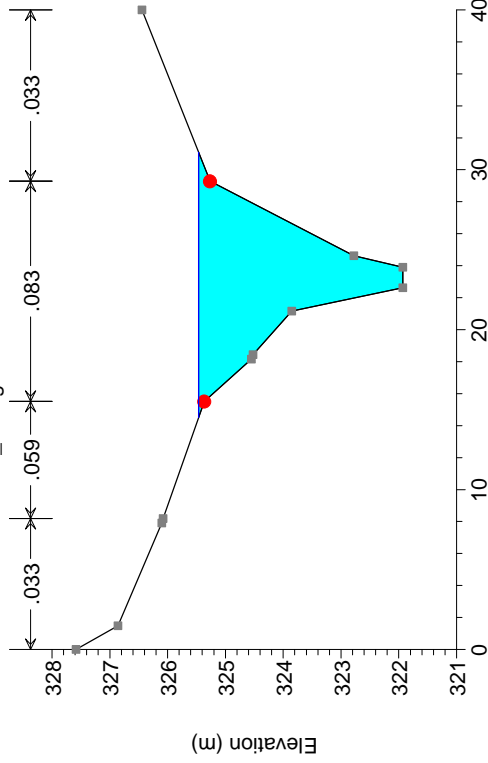
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T_Sugarello Reach = 1 RS = 11.4*



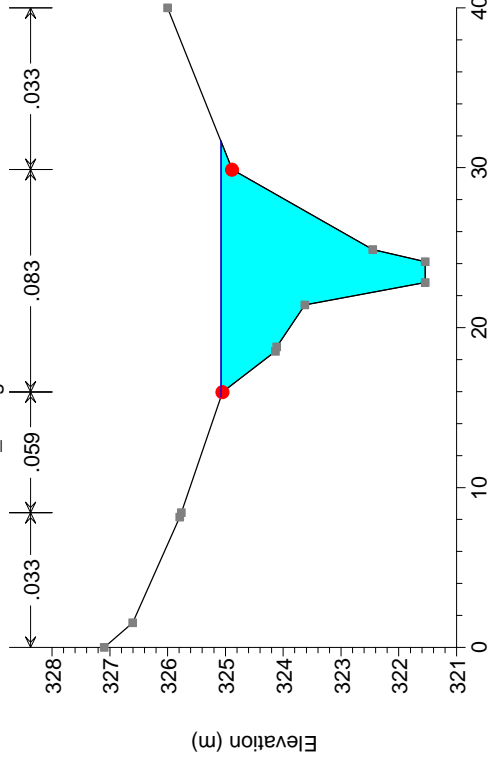
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T_Sugarello Reach = 1 RS = 11.3*



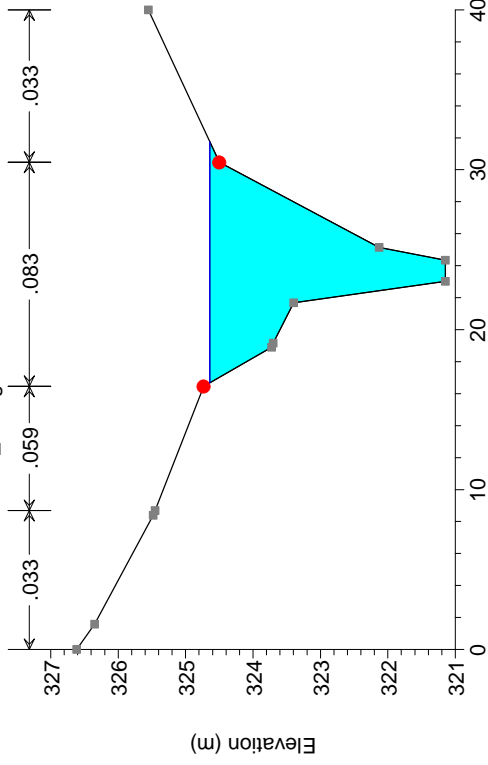
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T_Sugarello Reach = 1 RS = 11.2*



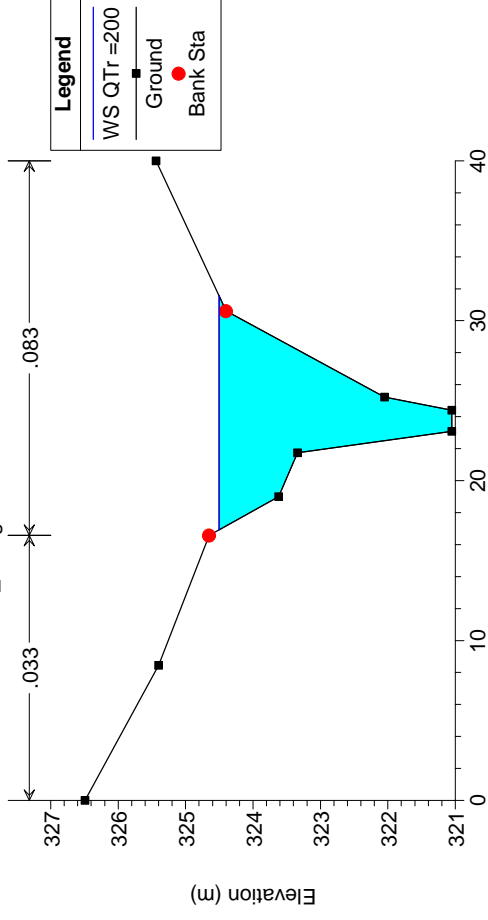
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 11.1*



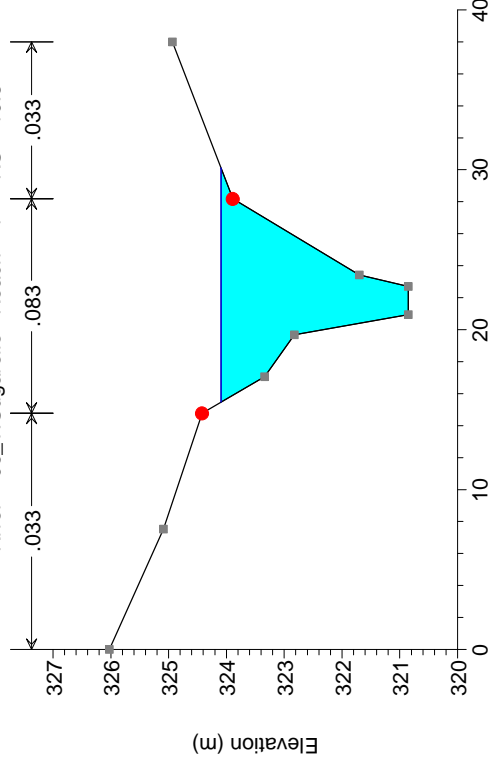
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 11



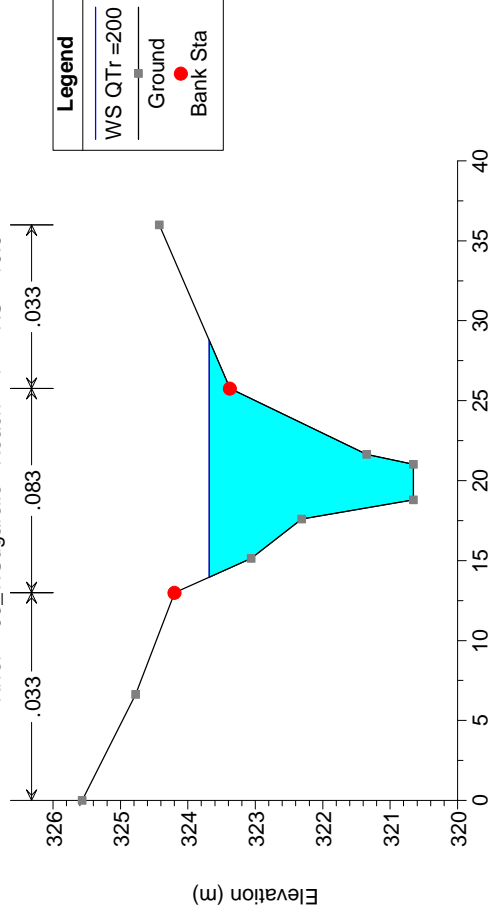
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 10.8*



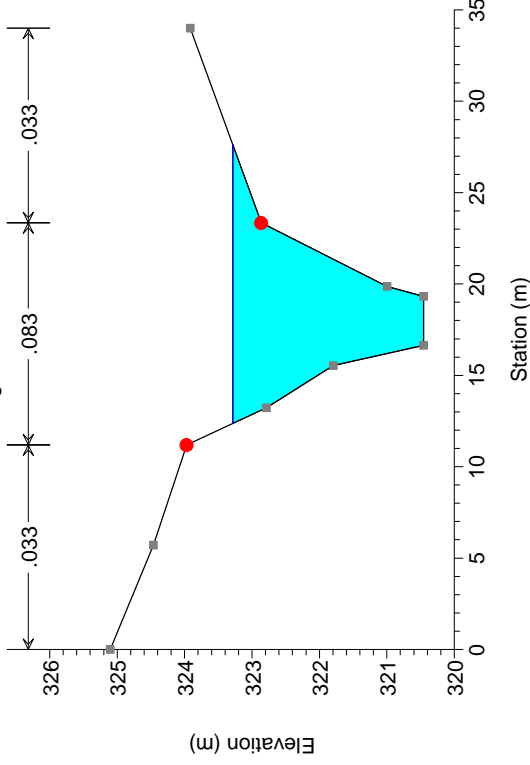
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 10.6*



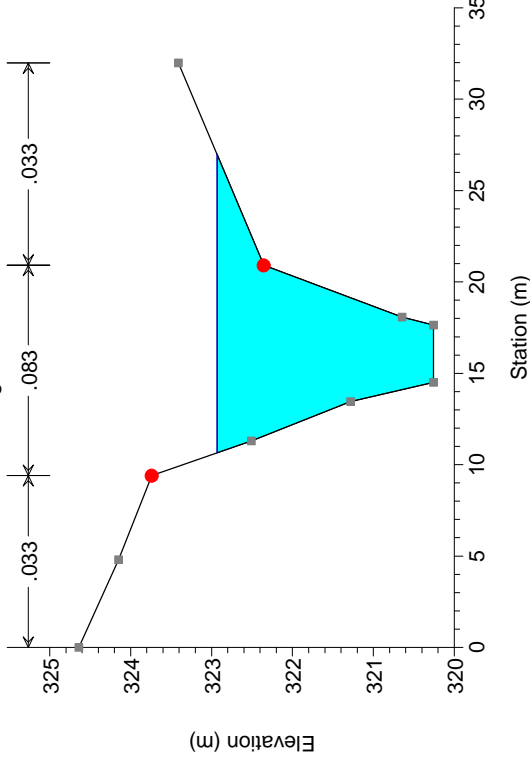
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 10.4*



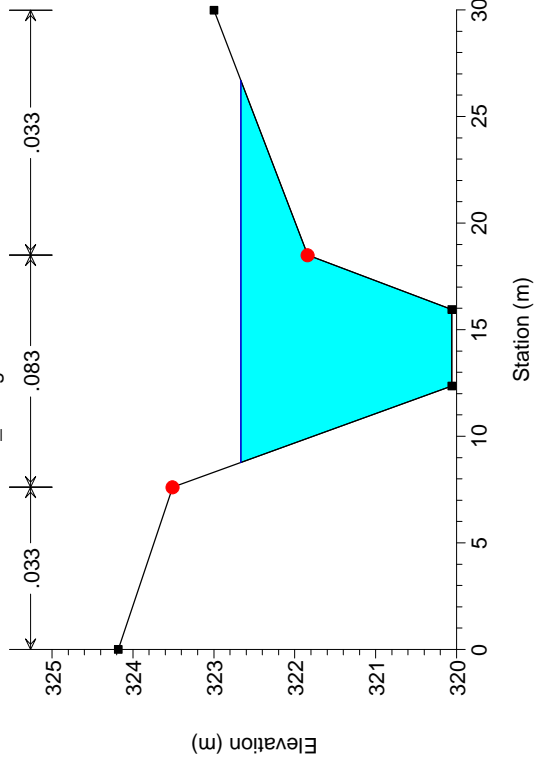
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 10.2*



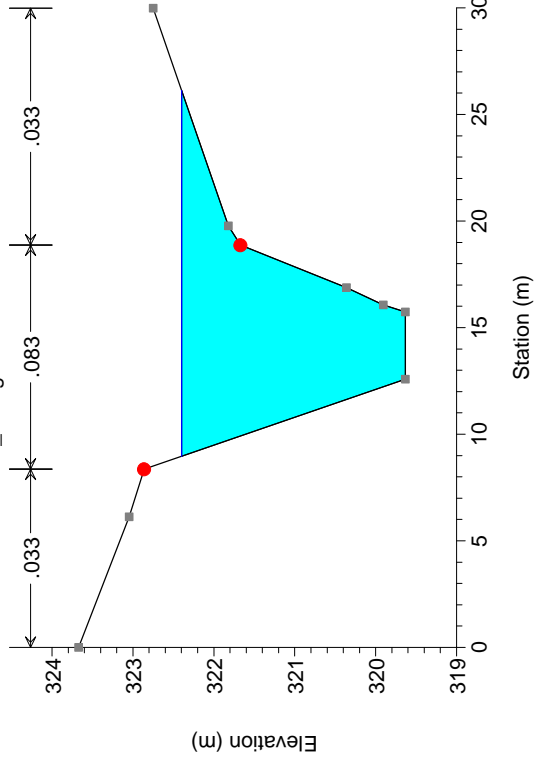
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 10



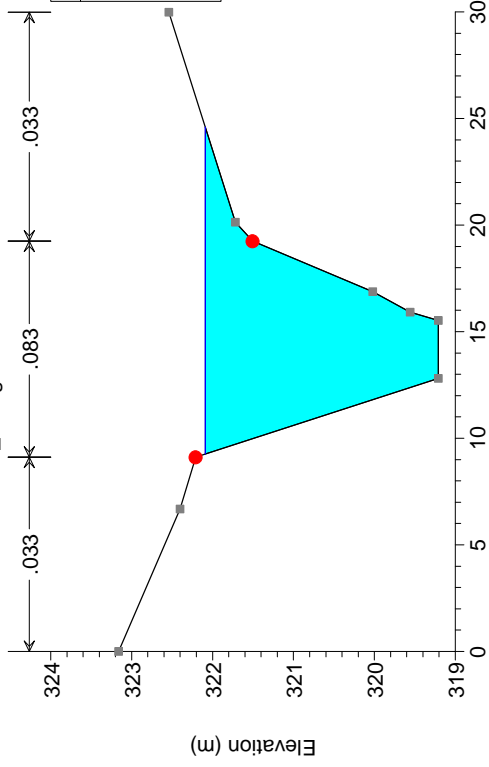
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 9.8*



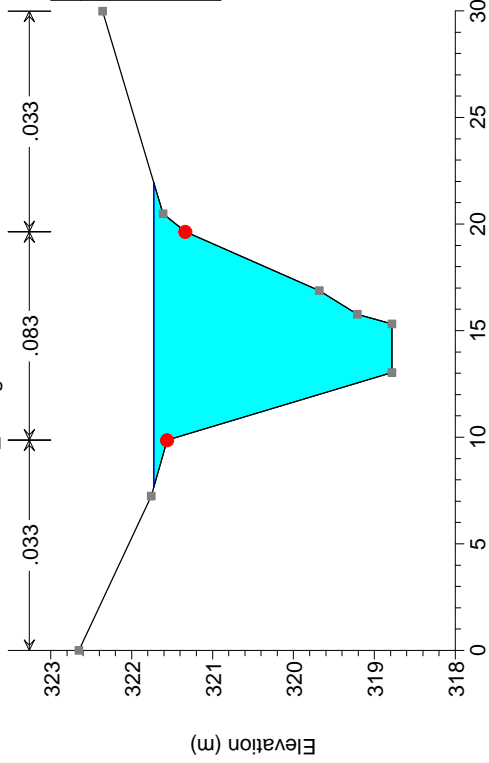
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 9.6*



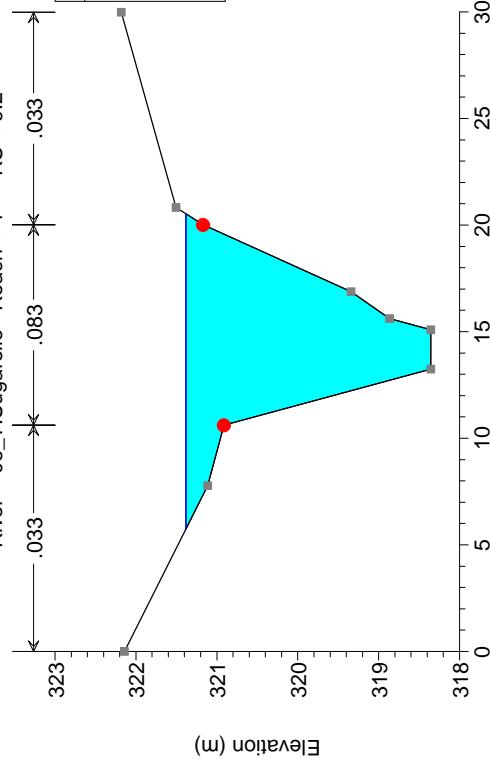
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 9.4*



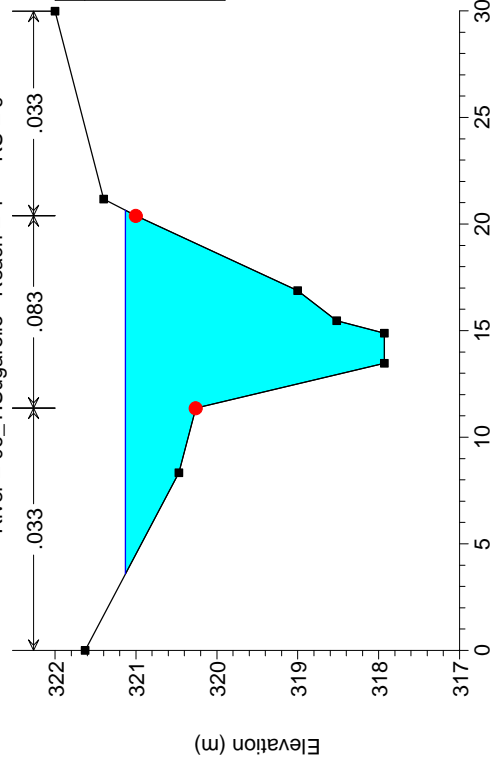
06 Sugarello_Cond. PO

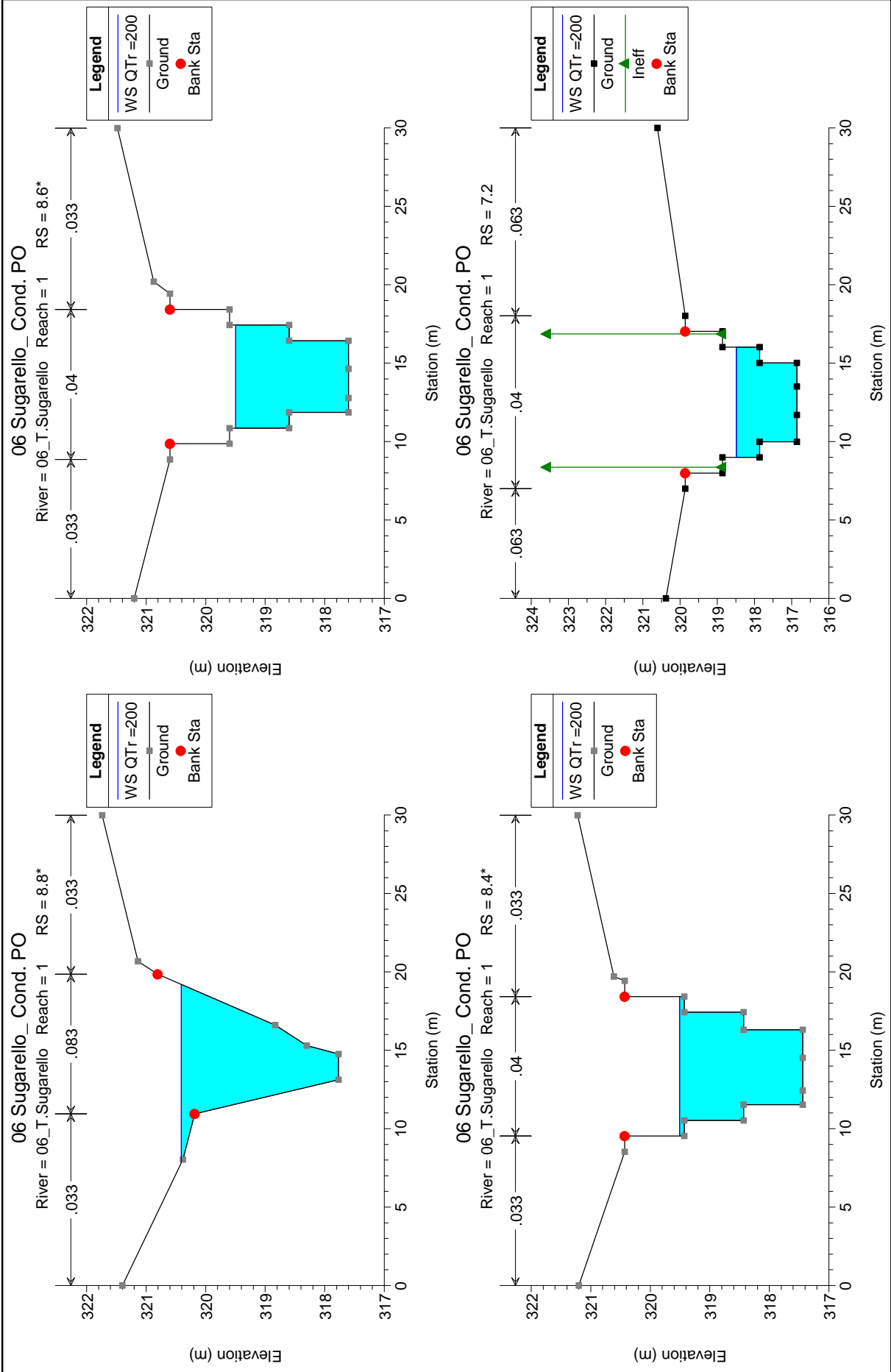
River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 9.2*

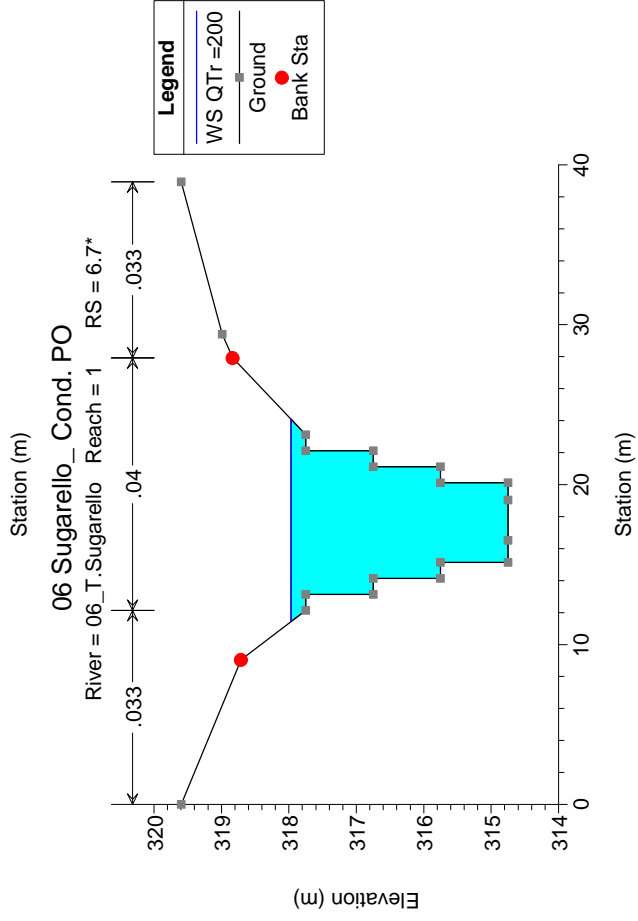
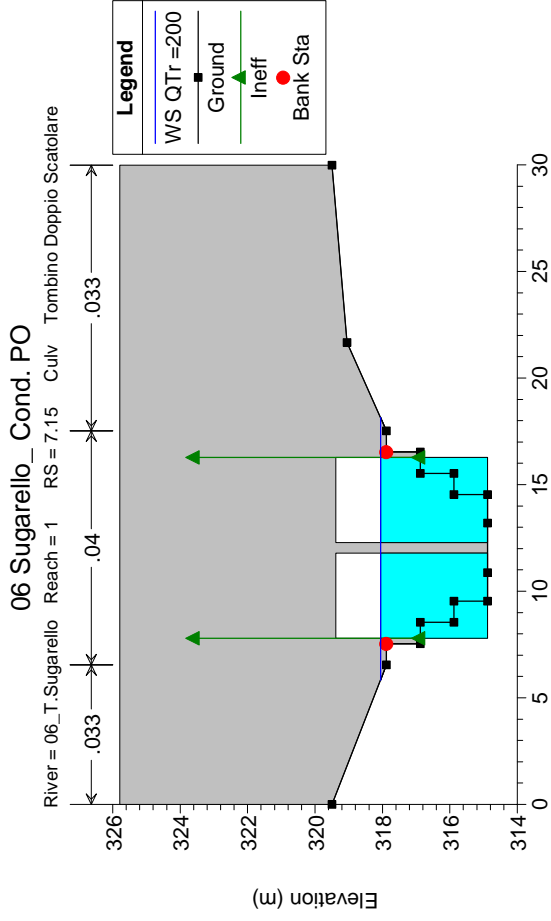
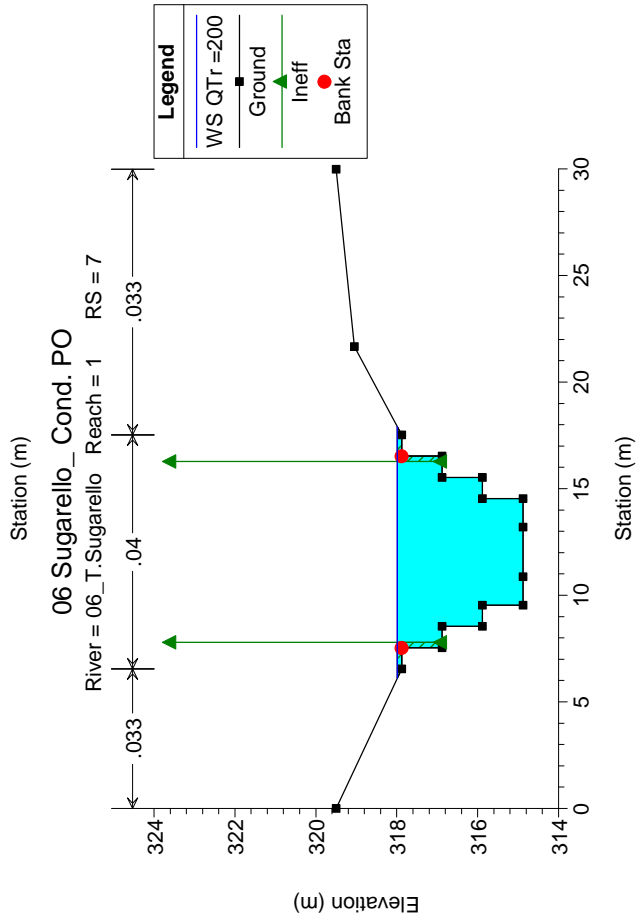
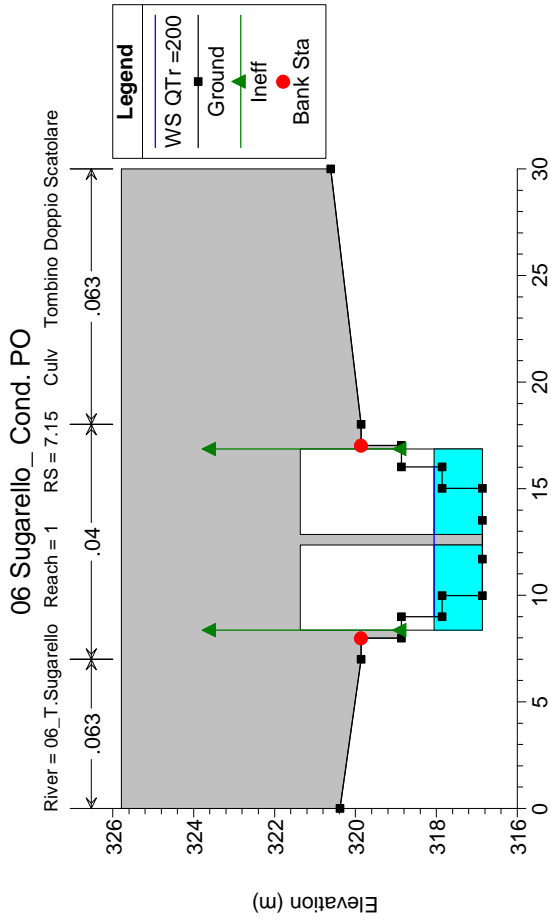


06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 9

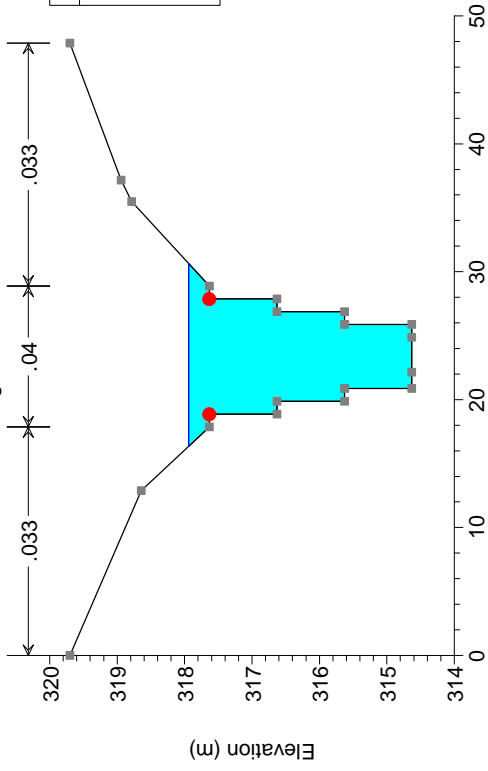






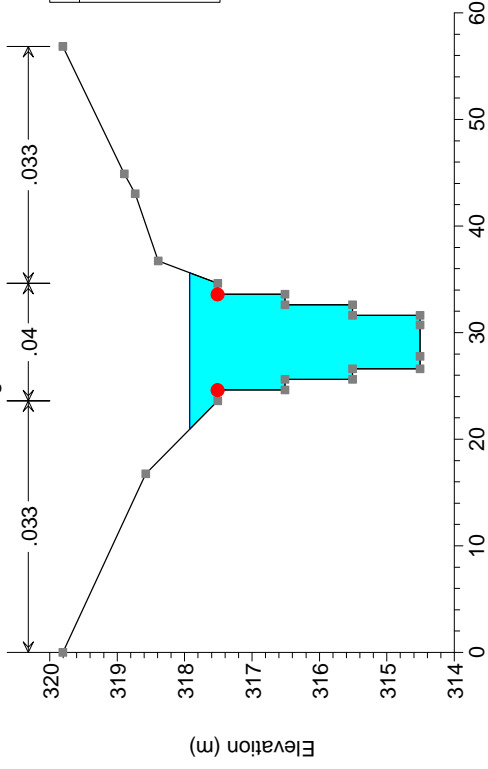
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 6.5*



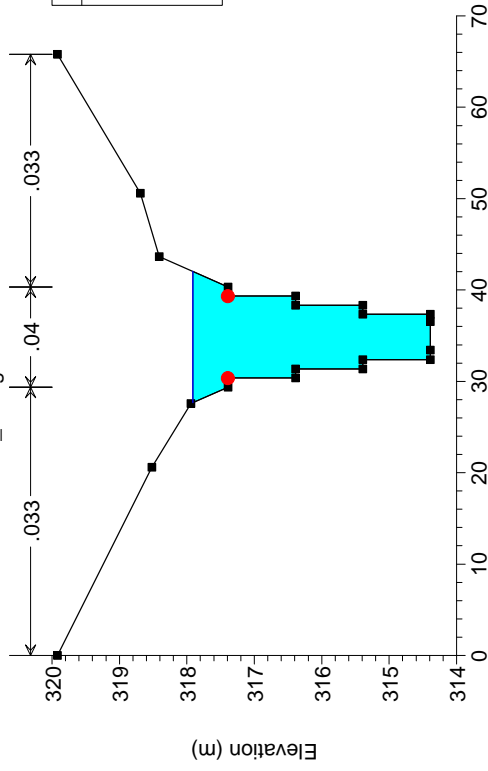
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 6.2*



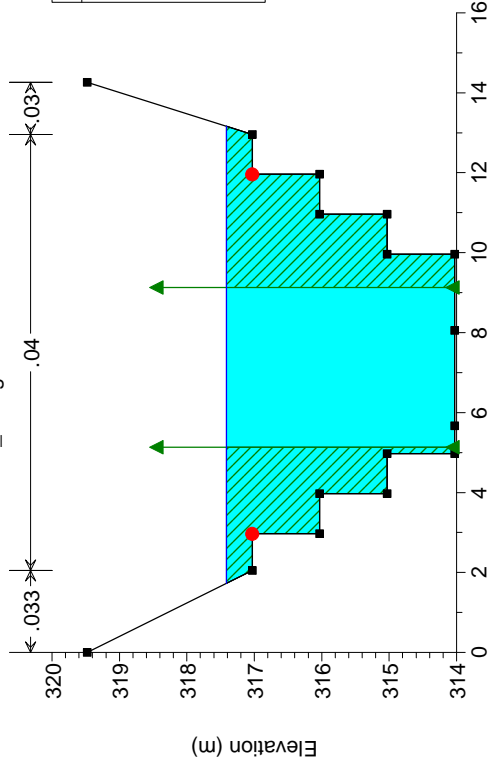
06 Sugarello_Cond. PO

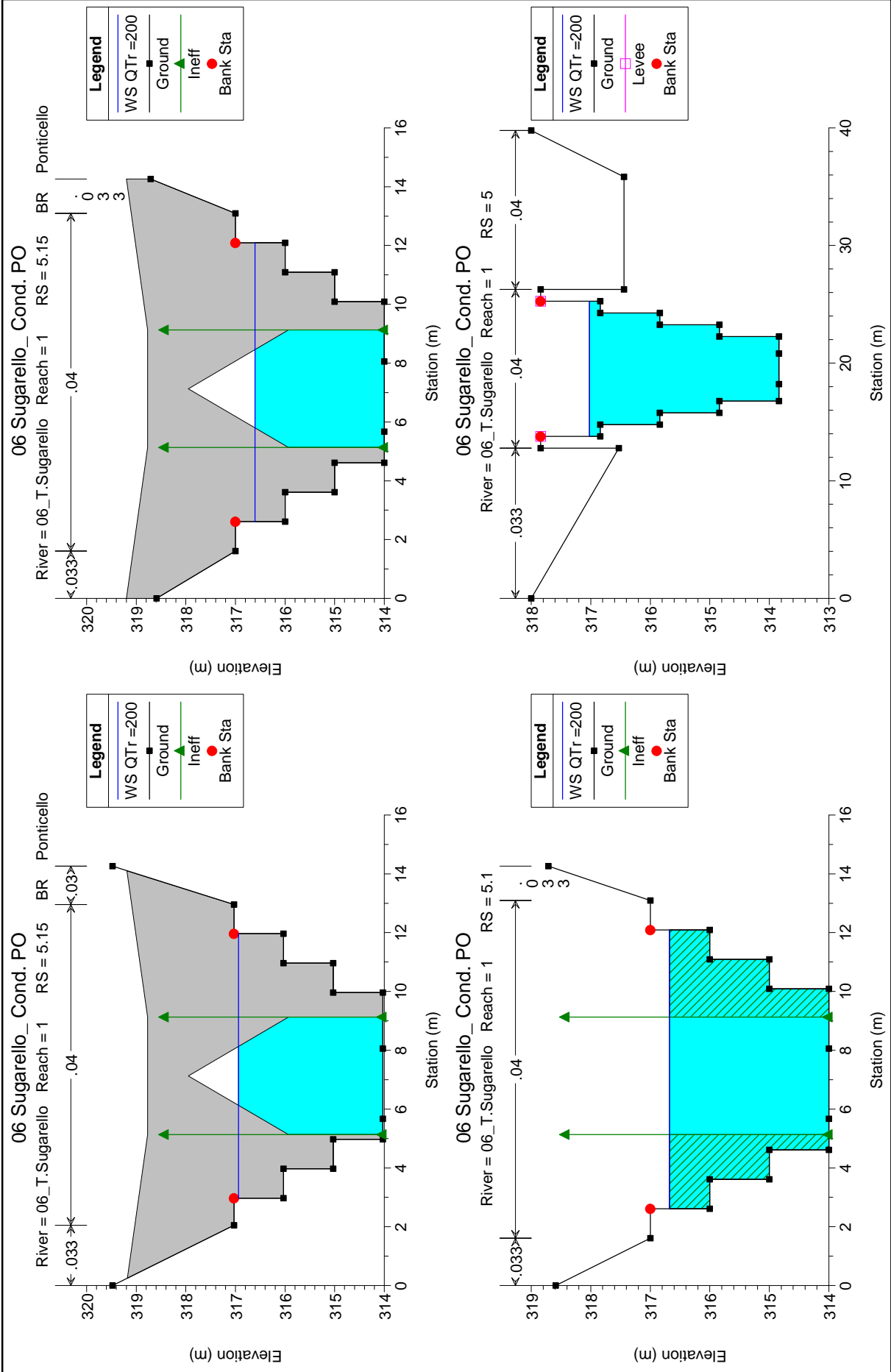
River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 6



06 Sugarello_Cond. PO

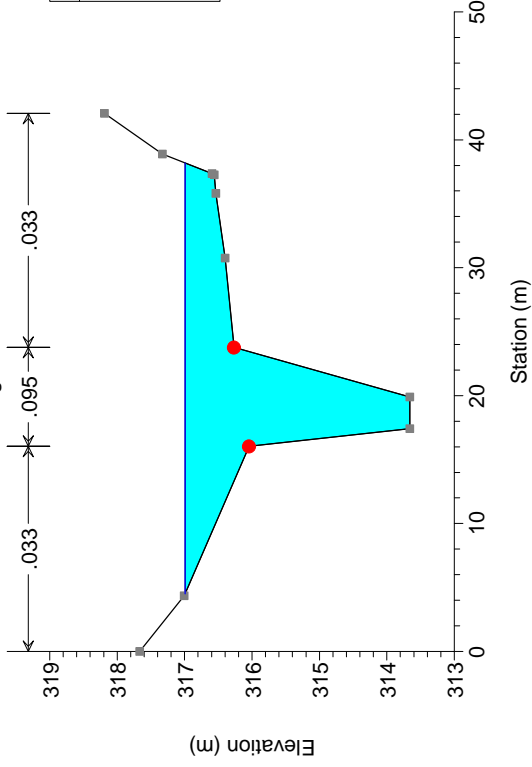
River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 5.2





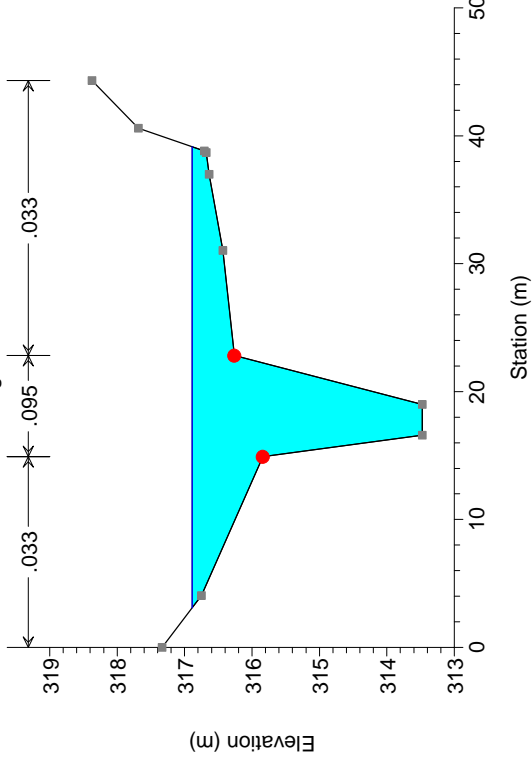
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 4.8*



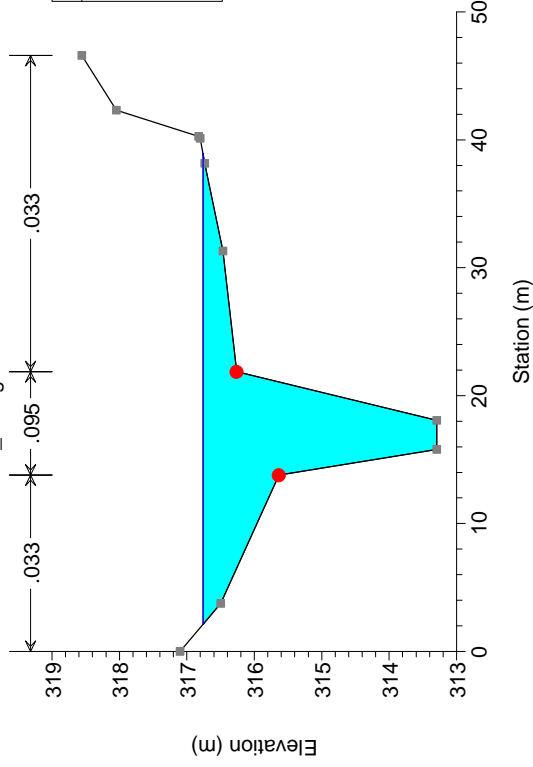
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 4.6*



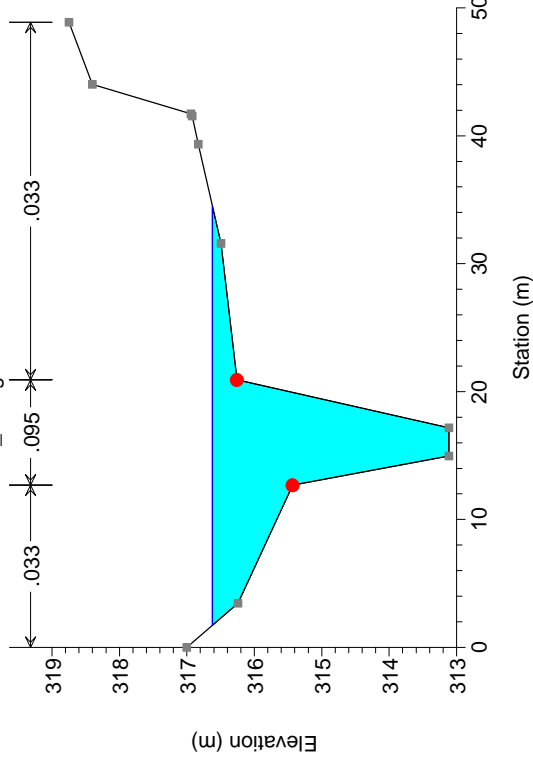
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 4.5*



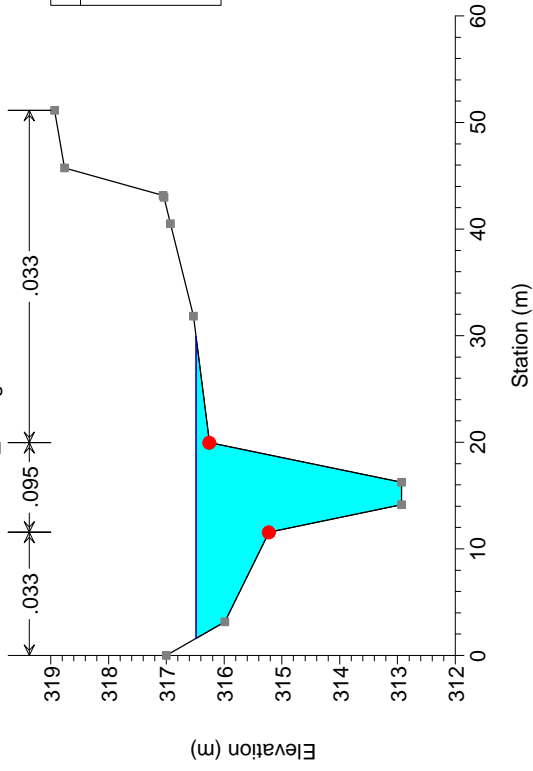
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 4.3*



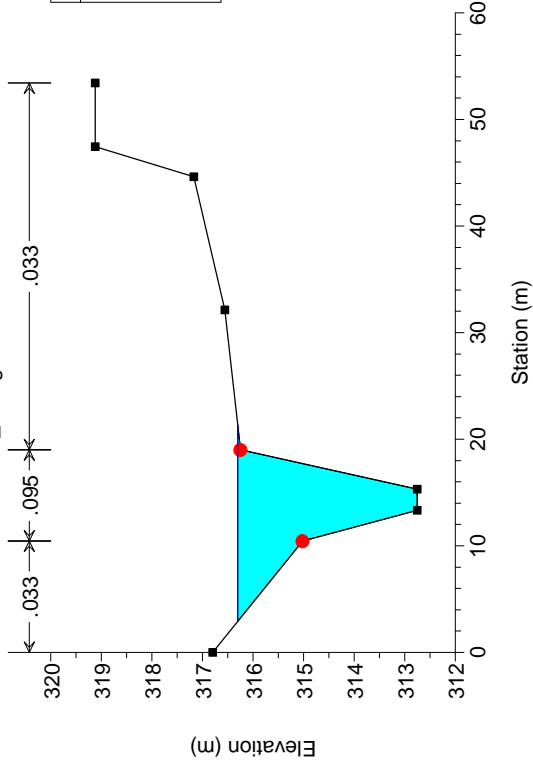
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 4,1*



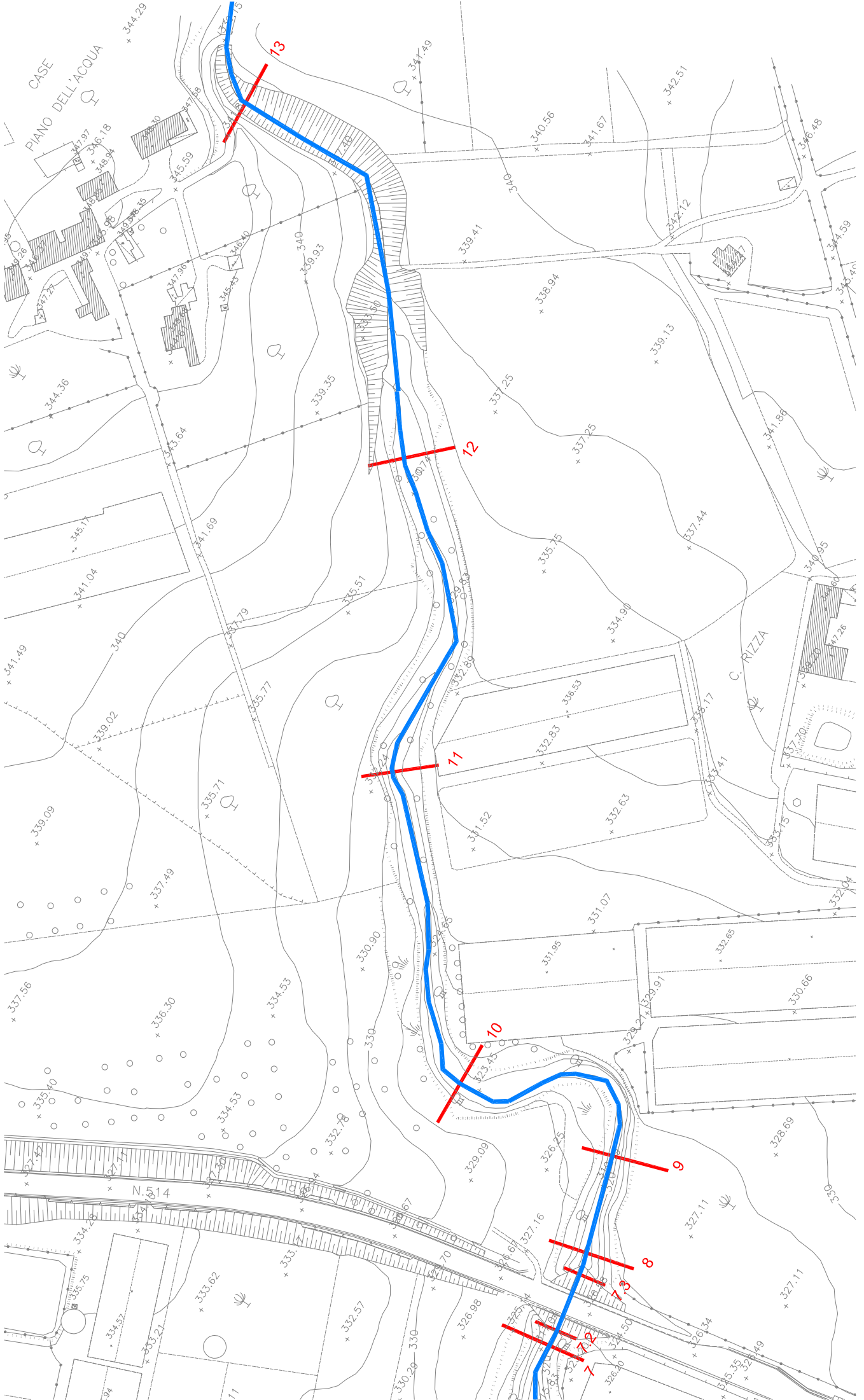
06 Sugarello_Cond. PO

River = 06_T.Sugarello Reach = 1 RS = 4



L ALLEGATO 7: TORRENTE SPERLINGA - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

Ante operam



HEC-RAS Plan: Current mode River: T. Sperlina Reach: 1 Profile: Q200

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
1	13	Q200	32.96	335.42	337.66	337.29	337.89	0.043355	2.13	15.47	14.22	0.65
1	12	Q200	32.96	330.90	333.01		333.16	0.015653	1.69	19.55	15.04	0.47
1	11	Q200	32.96	325.63	327.92	327.92	328.52	0.081473	3.41	9.66	8.24	1.01
1	10	Q200	32.96	322.82	325.31	324.50	325.43	0.014720	1.50	21.97	15.57	0.40
1	9	Q200	32.96	319.73	321.61	321.61	322.26	0.082337	3.57	9.23	7.10	1.00
1	8	Q200	32.96	318.00	321.20	319.59	321.28	0.004827	1.22	27.05	12.78	0.27
1	7.3	Q200	32.96	317.81	320.80	319.73	321.16	0.013532	2.69	12.26	11.59	0.50
1	7.25		Culvert									
1	7.2	Q200	32.96	317.33	318.71	319.33	320.77	0.273229	6.35	5.19	5.91	1.82
1	7	Q200	32.96	317.23	319.29	319.29	319.95	0.085058	3.58	9.19	7.15	1.01
1	6	Q200	32.96	314.17	317.44	315.86	317.47	0.002032	0.77	42.95	23.30	0.18
1	5.3	Q200	32.96	314.04	316.99	315.97	317.37	0.014681	2.74	12.05	24.42	0.52
1	5.25		Culvert									
1	5.2	Q200	32.96	314.00	315.78	315.95	316.90	0.091071	4.68	7.04	17.71	1.16
1	5	Q200	32.96	313.91	315.22	315.45	315.94	0.198943	3.76	8.76	13.96	1.52
1	4	Q200	32.96	310.24	313.89	313.12	314.03	0.022031	1.68	19.62	14.37	0.46
1	3	Q200	32.96	308.07	310.42		310.77	0.044283	2.65	12.44	10.20	0.77
1	2	Q200	32.96	304.25	307.33	306.80	307.52	0.023454	1.94	17.02	13.09	0.54
1	1	Q200	32.96	301.66	304.27	303.85	304.54	0.032050	2.31	14.25	11.15	0.65

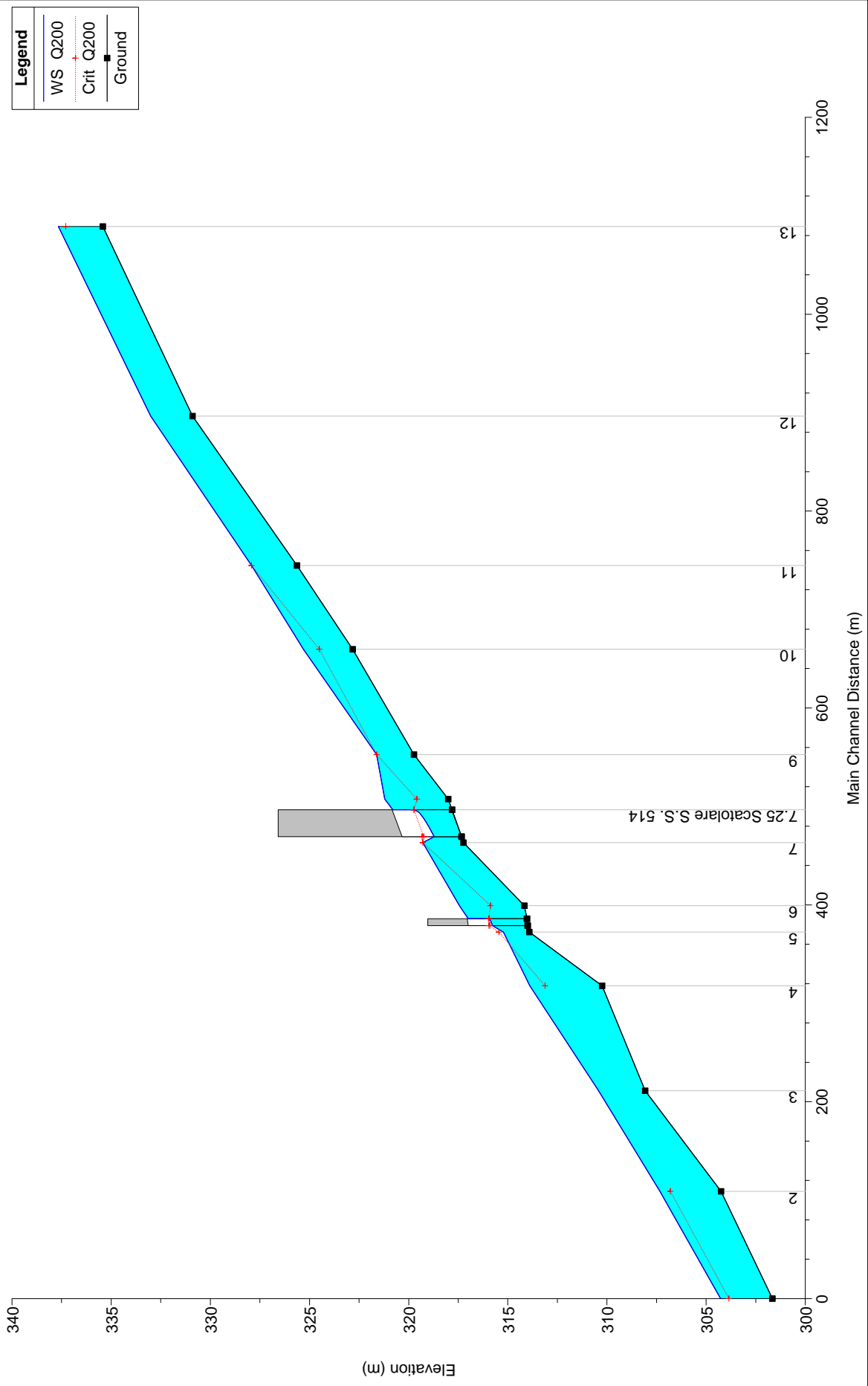
Plan: Current mode T. Speringa 1 RS: 7.25 Culv Group: Culvert #1 Profile: Q200

Q Culv Group (m3/s)	32.96	Culv Full Len (m)	
# Barrels	1	Culv Vel US (m/s)	4.32
Q Barrel (m3/s)	32.96	Culv Vel DS (m/s)	5.96
E.G. US. (m)	321.16	Culv Inv El Up (m)	317.83
W.S. US. (m)	320.80	Culv Inv El Dn (m)	317.33
E.G. DS (m)	320.31	Culv Frctn Ls (m)	0.17
W.S. DS (m)	319.63	Culv Exit Loss (m)	0.21
Delta EG (m)	0.86	Culv Entr Loss (m)	0.48
Delta WS (m)	1.17	Q Weir (m3/s)	
E.G. IC (m)	320.88	Weir Sta Lft (m)	
E.G. OC (m)	321.16	Weir Sta Rgt (m)	
Culvert Control	Outlet	Weir Submerg	
Culv WS Inlet (m)	319.74	Weir Max Depth (m)	
Culv WS Outlet (m)	318.71	Weir Avg Depth (m)	
Culv Nml Depth (m)	1.03	Weir Flow Area (m2)	
Culv Crt Depth (m)	1.91	Min El Weir Flow (m)	326.58

Plan: Current mode T. Speringa 1 RS: 5.25 Culv Group: Culvert #2 Profile: Q200

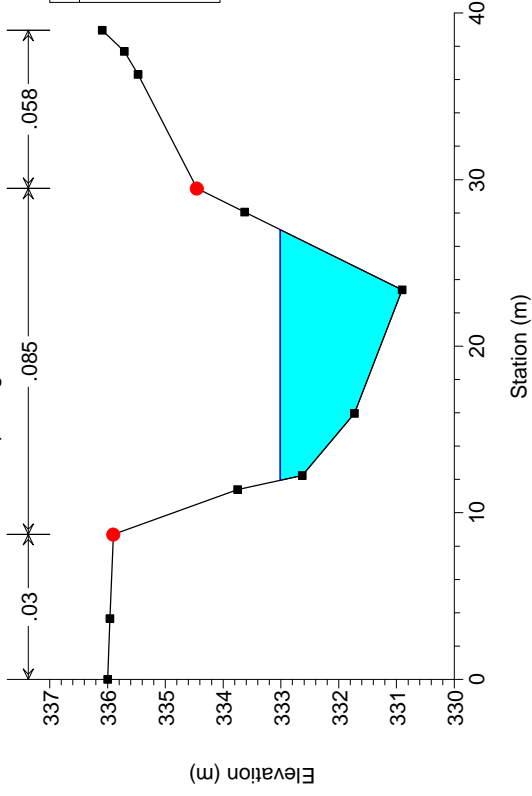
Q Culv Group (m3/s)	32.96	Culv Full Len (m)	
# Barrels	1	Culv Vel US (m/s)	4.32
Q Barrel (m3/s)	32.96	Culv Vel DS (m/s)	4.64
E.G. US. (m)	317.37	Culv Inv El Up (m)	314.04
W.S. US. (m)	316.99	Culv Inv El Dn (m)	314.00
E.G. DS (m)	316.87	Culv Frctn Ls (m)	0.03
W.S. DS (m)	315.95	Culv Exit Loss (m)	0.00
Delta EG (m)	0.51	Culv Entr Loss (m)	0.48
Delta WS (m)	1.04	Q Weir (m3/s)	
E.G. IC (m)	317.11	Weir Sta Lft (m)	
E.G. OC (m)	317.37	Weir Sta Rgt (m)	
Culvert Control	Outlet	Weir Submerg	
Culv WS Inlet (m)	315.95	Weir Max Depth (m)	
Culv WS Outlet (m)	315.78	Weir Avg Depth (m)	
Culv Nml Depth (m)	1.55	Weir Flow Area (m2)	
Culv Crt Depth (m)	1.91	Min El Weir Flow (m)	319.04

07-Sperlinga AO



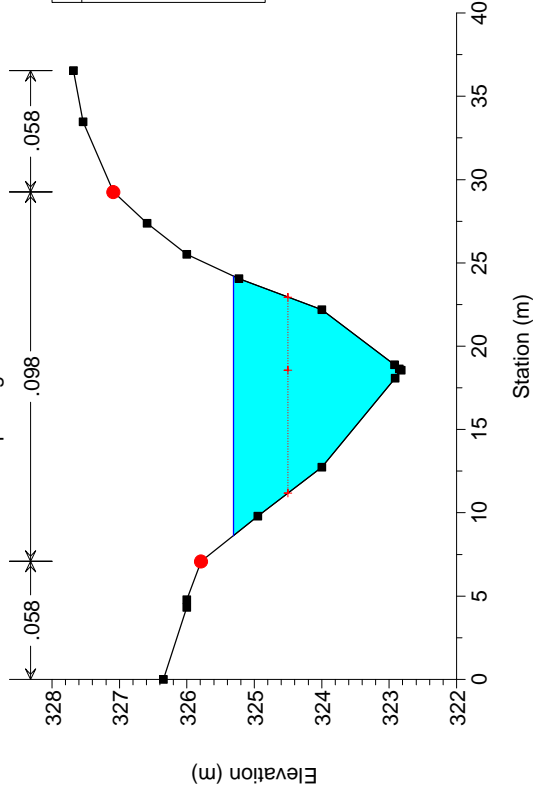
07-Sperlinga AO

River = T. Sperlinga Reach = 1 RS = 12



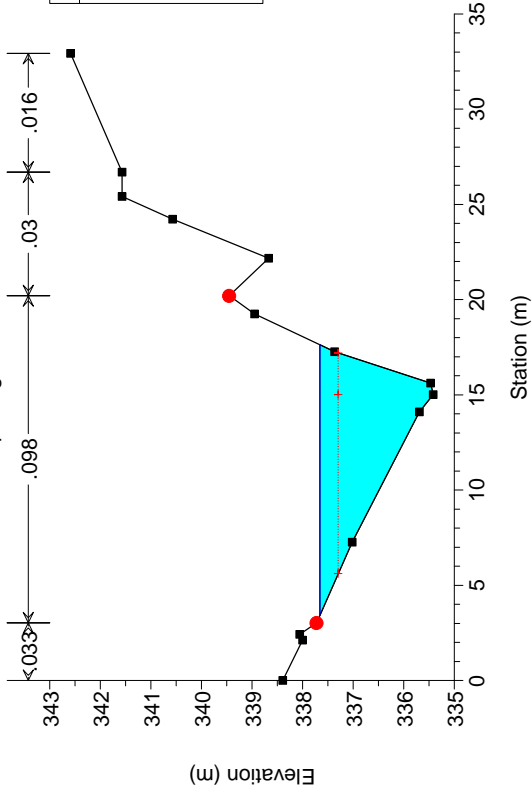
07-Sperlinga AO

River = T. Sperlinga Reach = 1 RS = 10



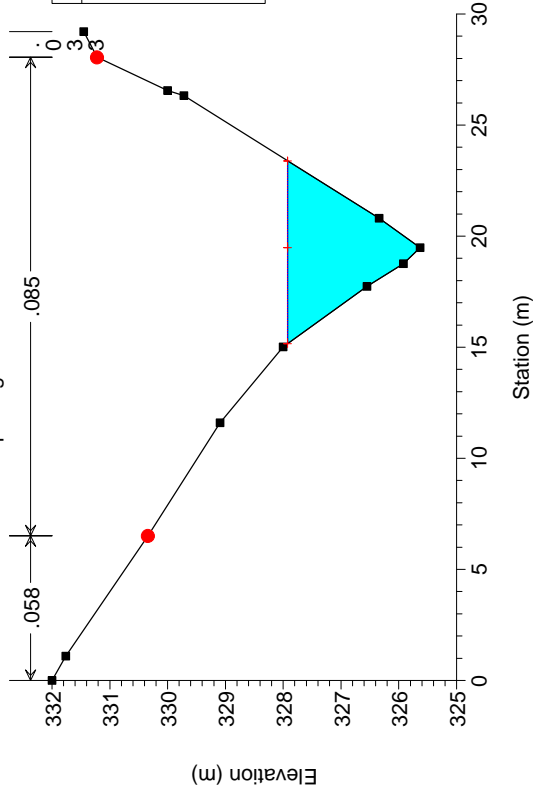
07-Sperlinga AO

River = T. Sperlinga Reach = 1 RS = 13



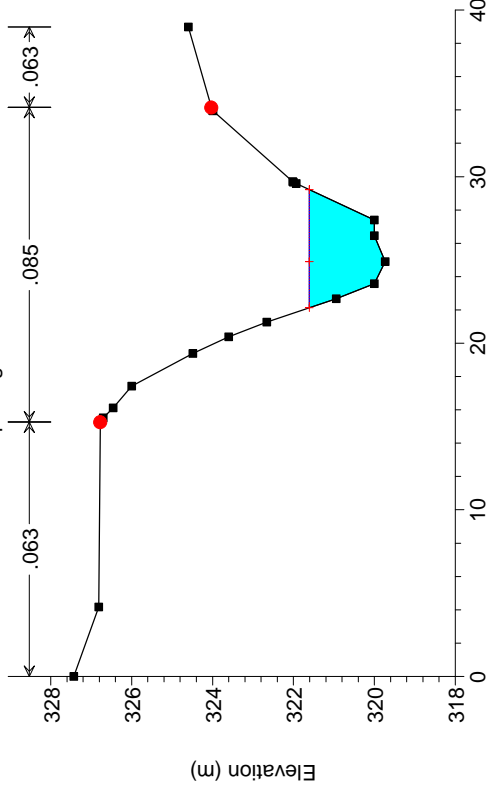
07-Sperlinga AO

River = T. Sperlinga Reach = 1 RS = 11



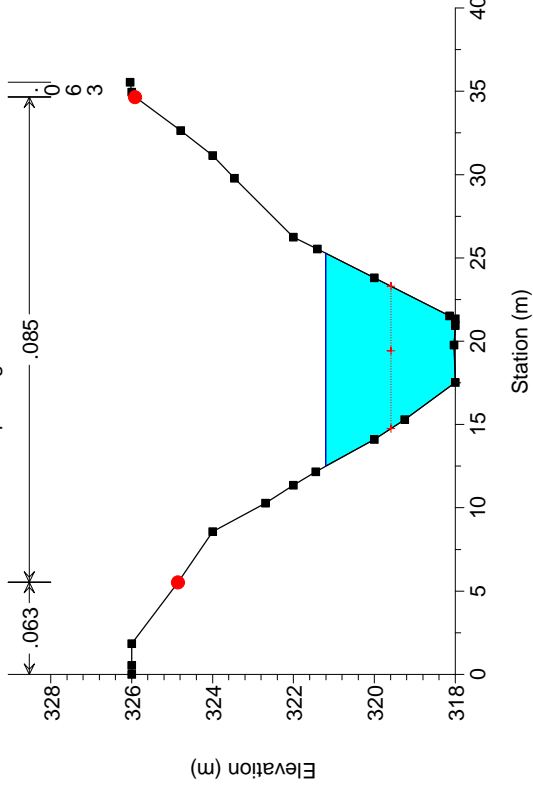
07-Sperlinga AO

River = T. Sperlinga Reach = 1 RS = 9



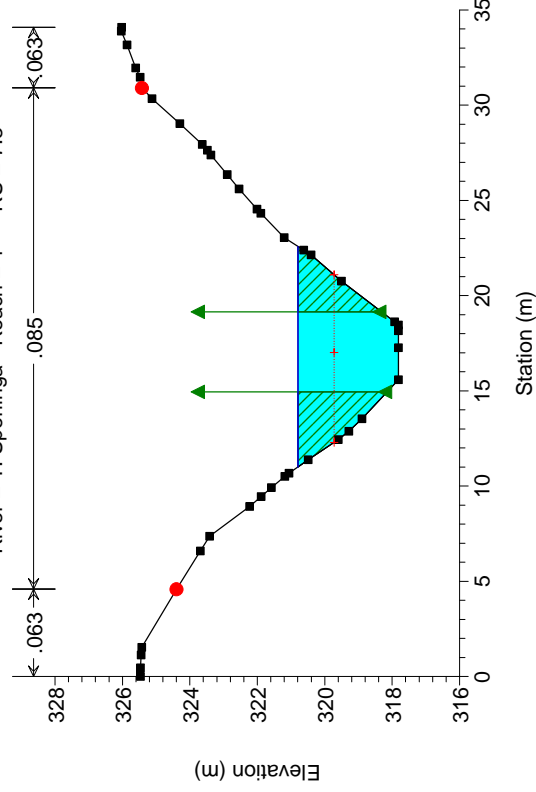
07-Sperlinga AO

River = T. Sperlinga Reach = 1 RS = 8



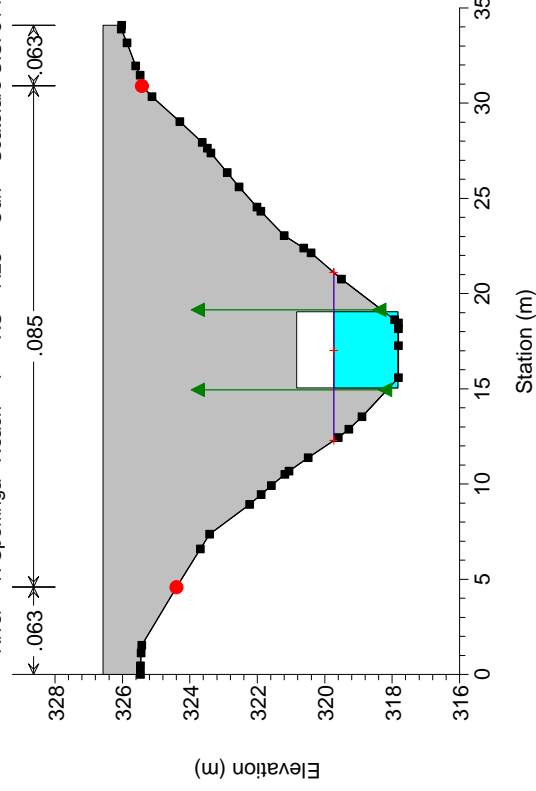
07-Sperlinga AO

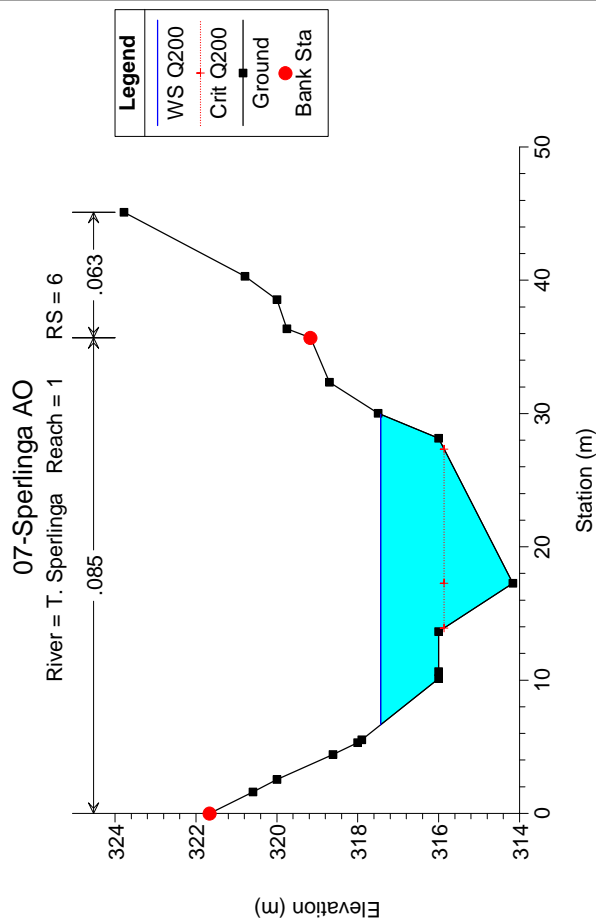
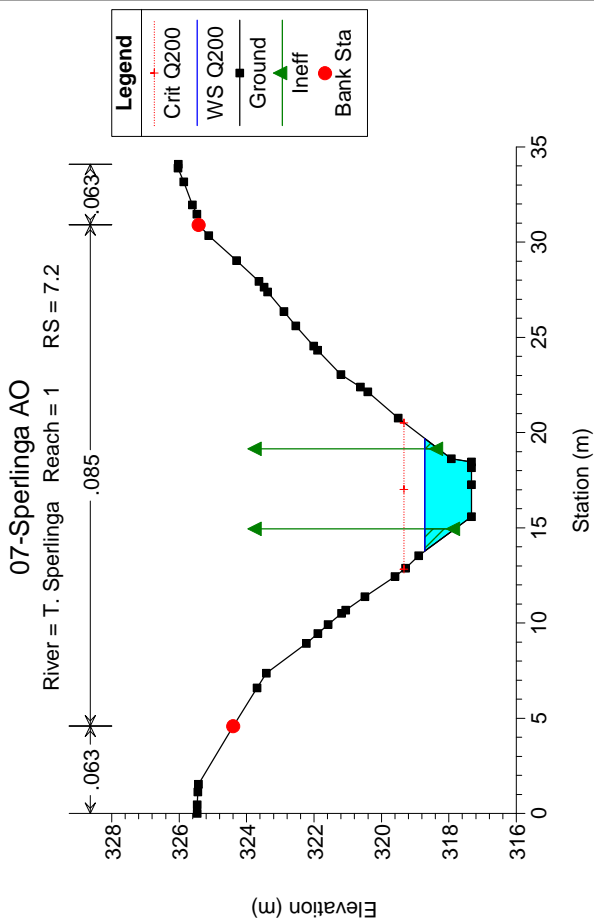
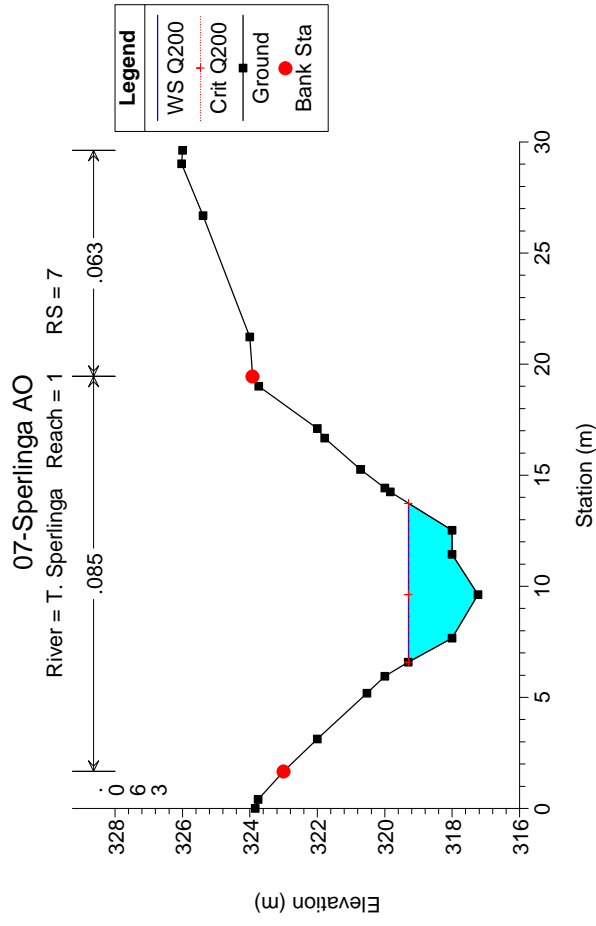
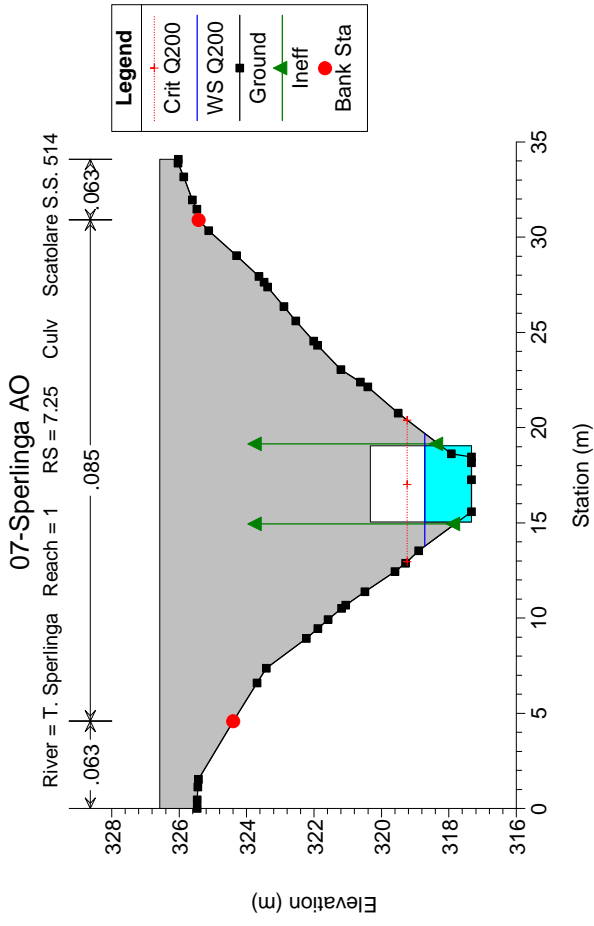
River = T. Sperlinga Reach = 1 RS = 7.3



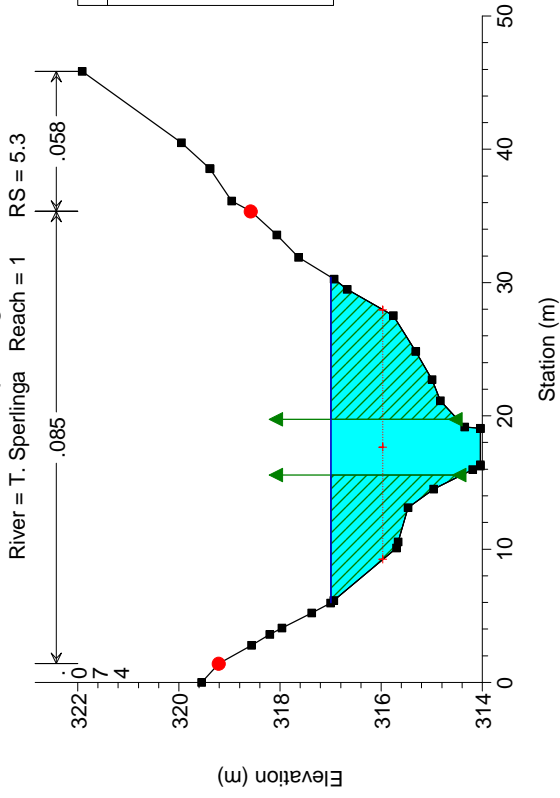
07-Sperlinga AO

River = T. Sperlinga Reach = 1 RS = 7.25 Culv Scatolare S.S. 514

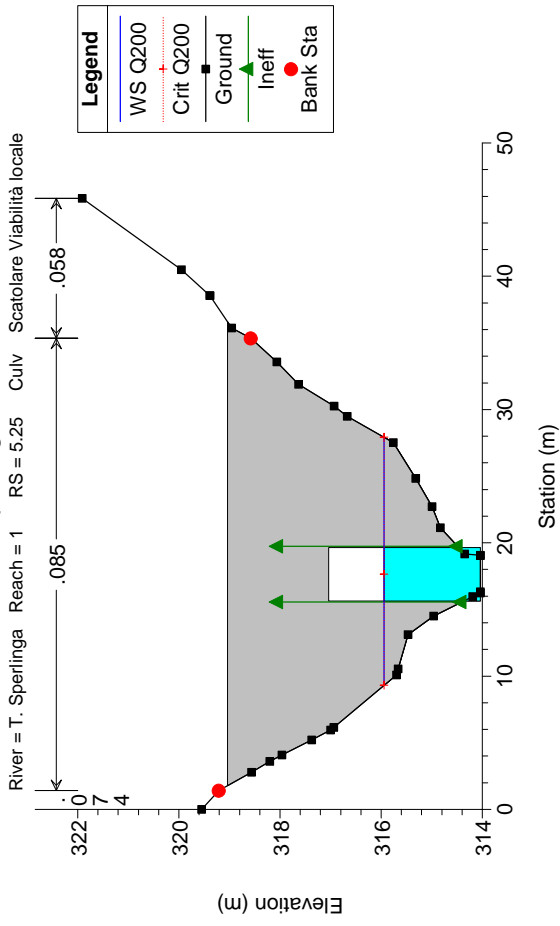




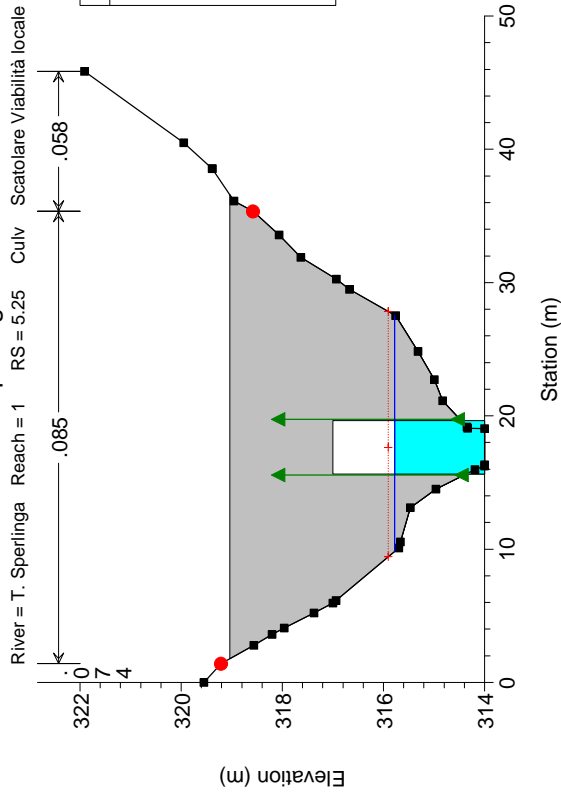
07-Sperlinga AO



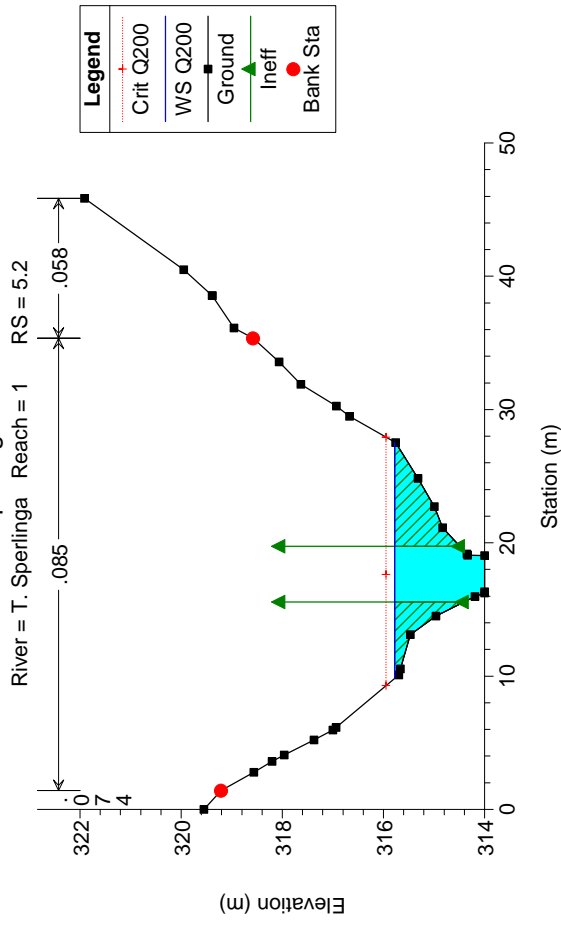
07-Sperlinga AO



07-Sperlinga AO

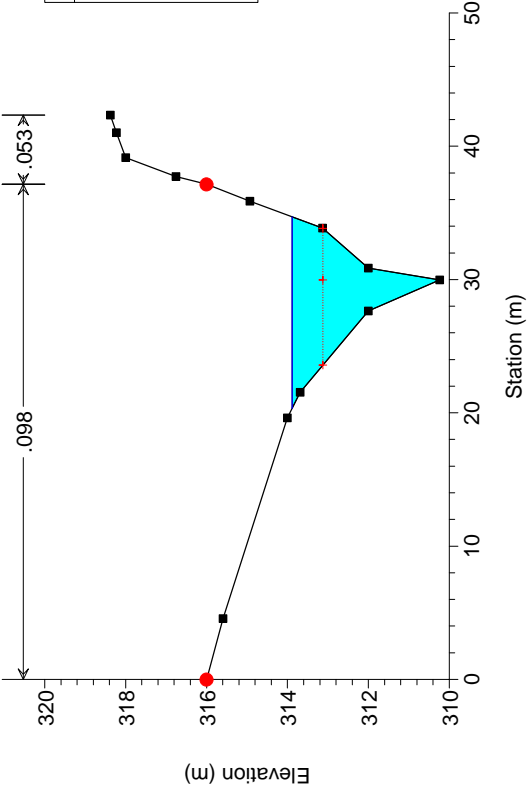


07-Sperlinga AO



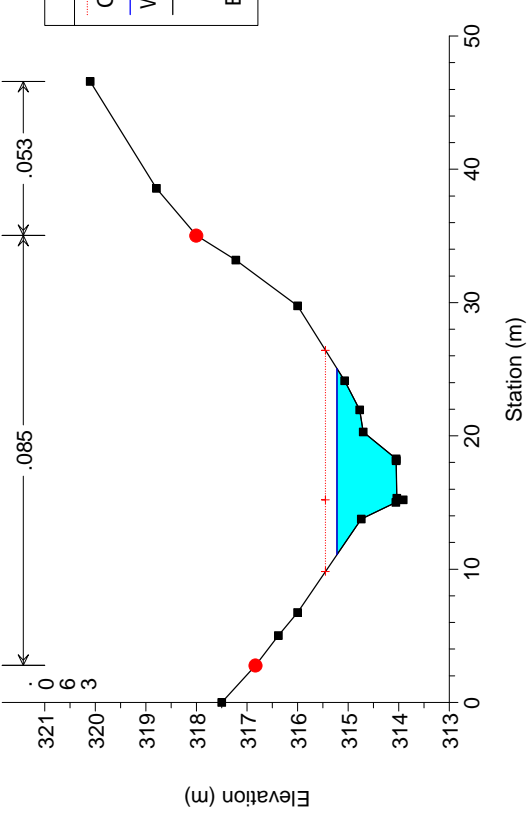
07-Sperlinga AO

River = T. Sperlinga Reach = 1 RS = 4



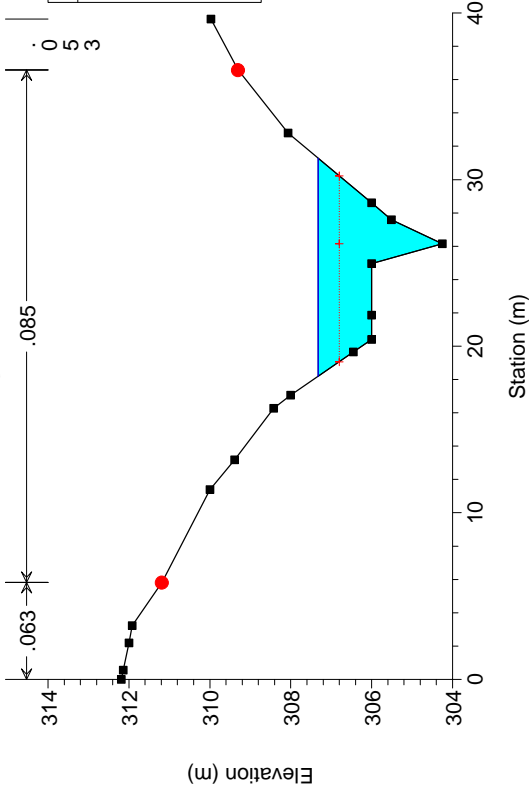
07-Sperlinga AO

River = T. Sperlinga Reach = 1 RS = 5



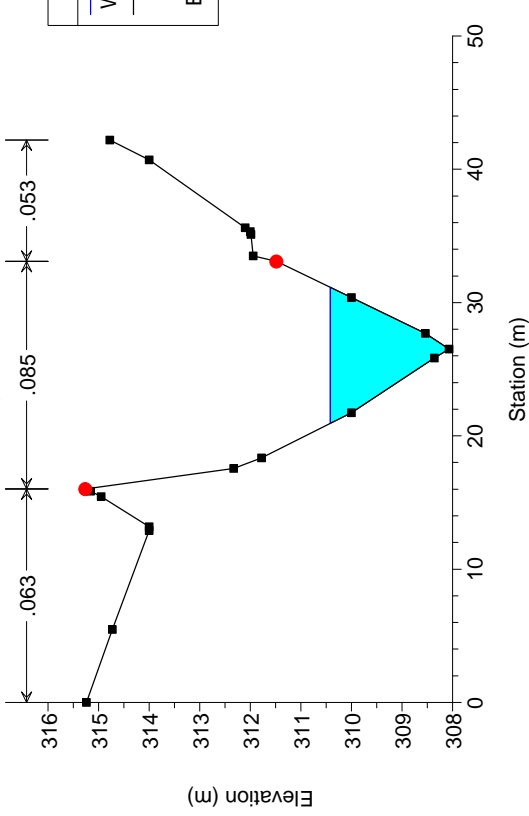
07-Sperlinga AO

River = T. Sperlinga Reach = 1 RS = 2



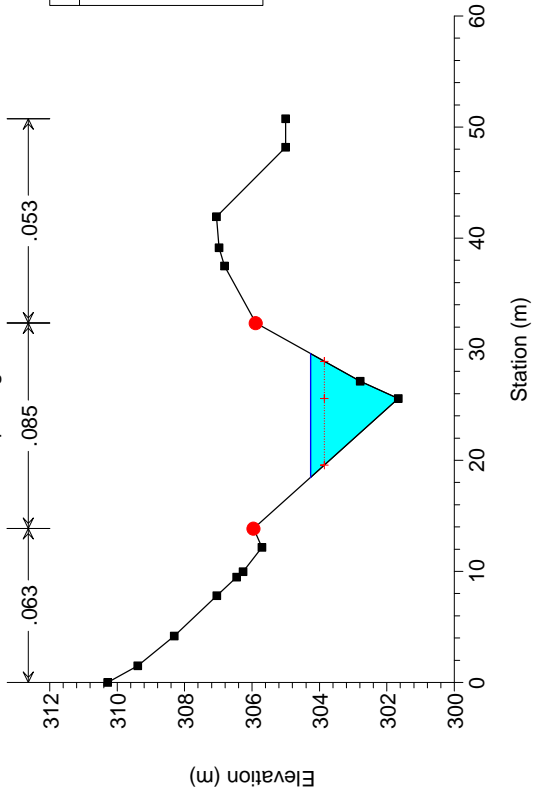
07-Sperlinga AO

River = T. Sperlinga Reach = 1 RS = 3



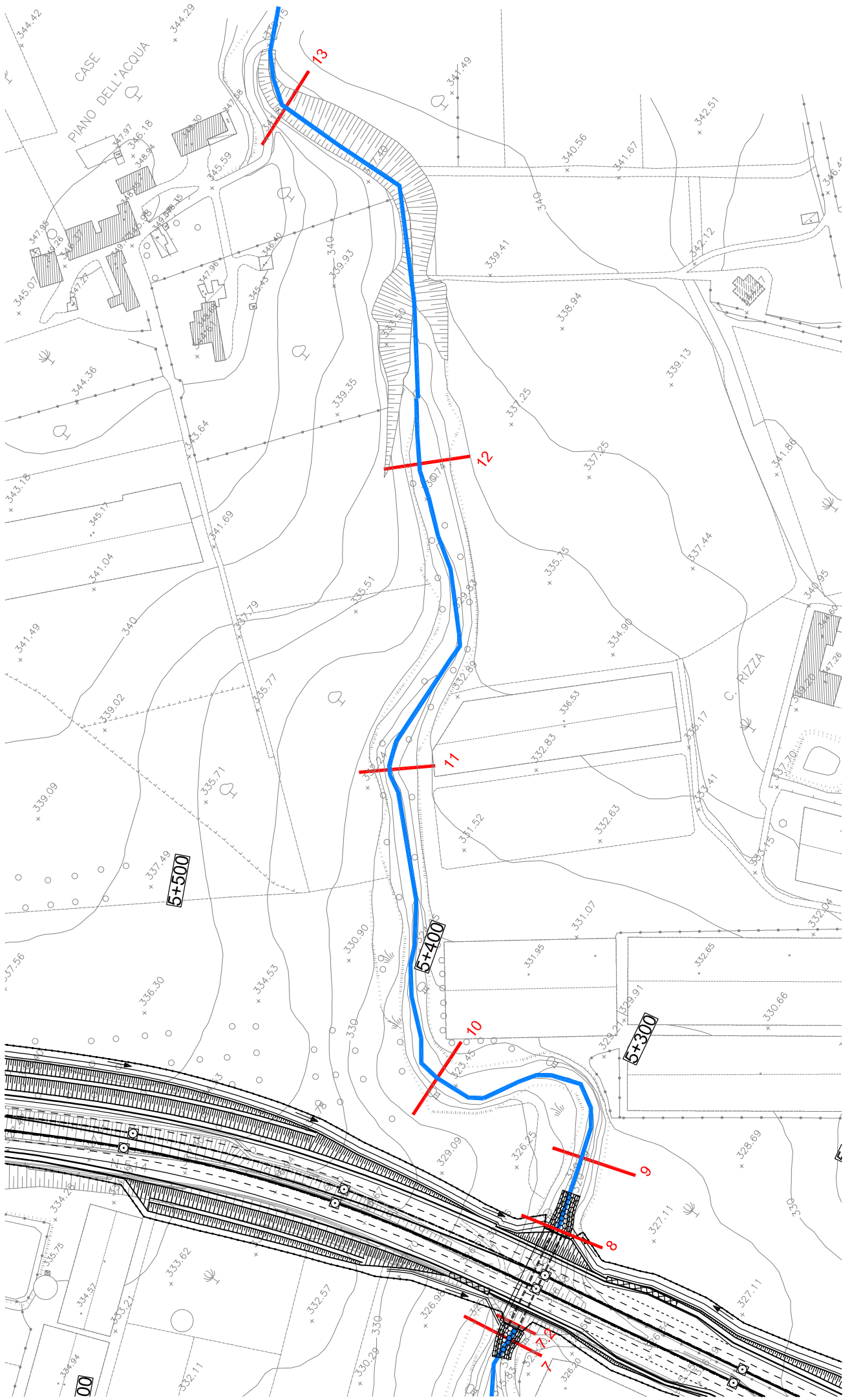
07-Sperlinga AO

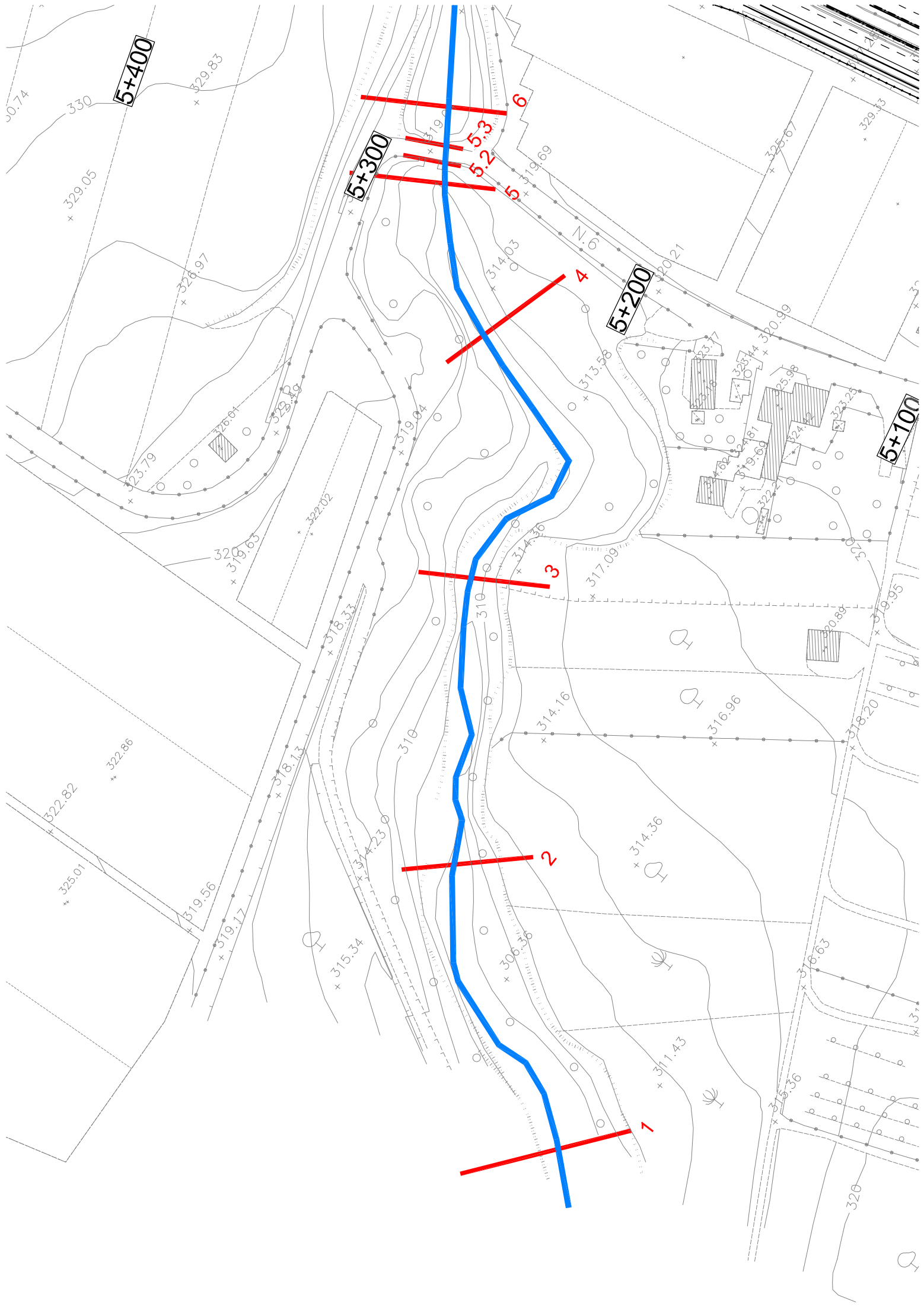
River = T. Sperlinga Reach = 1 RS = 1



Legend	
WS Q200	—
Crit Q200	- - -
Ground	■
Bank Sta	●

Post operam





HEC-RAS Plan: Current mode River: T. Sperlina Reach: 1 Profile: Q200

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
1	13	Q200	32.96	335.42	337.66	337.29	337.89	0.043355	2.13	15.47	14.22	0.65
1	12	Q200	32.96	330.90	333.01		333.16	0.015653	1.69	19.55	15.04	0.47
1	11	Q200	32.96	325.63	327.92	327.92	328.52	0.081473	3.41	9.66	8.24	1.01
1	10	Q200	32.96	322.82	325.31	324.50	325.43	0.014694	1.50	21.99	15.58	0.40
1	9	Q200	32.96	319.73	321.61	321.61	322.26	0.082703	3.58	9.21	7.10	1.00
1	8	Q200	32.96	318.32	321.30	320.16	321.65	0.002616	2.63	12.51	13.04	0.49
1	7.25		Culvert									
1	7.2	Q200	32.96	317.33	318.57	319.33	321.19	0.090644	7.17	4.60	5.53	2.19
1	7	Q200	32.96	317.23	318.79	319.29	320.42	0.068822	5.66	5.82	6.25	1.87
1	6	Q200	32.96	314.17	317.44	315.87	317.47	0.002032	0.77	42.95	23.30	0.18
1	5.3	Q200	32.96	314.04	316.99	315.97	317.37	0.014681	2.74	12.05	24.42	0.52
1	5.25		Culvert									
1	5.2	Q200	32.96	314.00	315.78	315.95	316.90	0.091071	4.68	7.04	17.71	1.16
1	5	Q200	32.96	313.91	315.22	315.45	315.94	0.198943	3.76	8.76	13.96	1.52
1	4	Q200	32.96	310.24	313.89	313.12	314.03	0.022031	1.68	19.62	14.37	0.46
1	3	Q200	32.96	308.07	310.42		310.77	0.044283	2.65	12.44	10.20	0.77
1	2	Q200	32.96	304.25	307.33	306.80	307.52	0.023454	1.94	17.02	13.09	0.54
1	1	Q200	32.96	301.66	304.27	303.85	304.54	0.032050	2.31	14.25	11.15	0.65

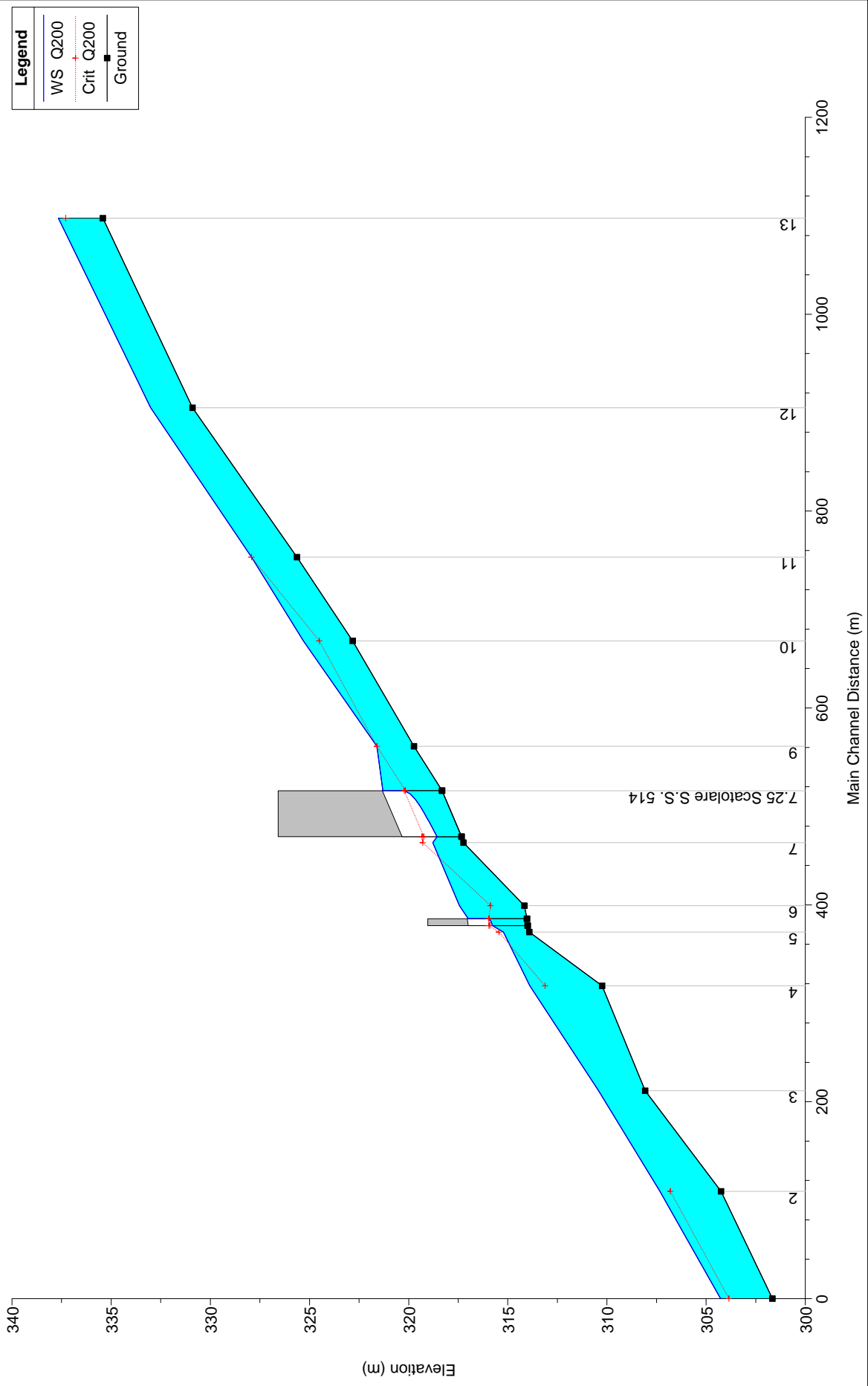
Plan: Current mode T. Speringa 1 RS: 7.25 Culv Group: Culvert #1 Profile: Q200

Q Culv Group (m3/s)	32.96	Culv Full Len (m)	
# Barrels	1	Culv Vel US (m/s)	4.32
Q Barrel (m3/s)	32.96	Culv Vel DS (m/s)	6.63
E.G. US. (m)	321.65	Culv Inv El Up (m)	318.32
W.S. US. (m)	321.30	Culv Inv El Dn (m)	317.33
E.G. DS (m)	320.24	Culv Frctn Ls (m)	0.36
W.S. DS (m)	319.33	Culv Exit Loss (m)	0.57
Delta EG (m)	1.41	Culv Entr Loss (m)	0.48
Delta WS (m)	1.97	Q Weir (m3/s)	
E.G. IC (m)	321.37	Weir Sta Lft (m)	
E.G. OC (m)	321.65	Weir Sta Rgt (m)	
Culvert Control	Outlet	Weir Submerg	
Culv WS Inlet (m)	320.23	Weir Max Depth (m)	
Culv WS Outlet (m)	318.57	Weir Avg Depth (m)	
Culv Nml Depth (m)	0.98	Weir Flow Area (m2)	
Culv Crt Depth (m)	1.91	Min El Weir Flow (m)	326.58

Plan: Current mode T. Speringa 1 RS: 5.25 Culv Group: Culvert #2 Profile: Q200

Q Culv Group (m3/s)	32.96	Culv Full Len (m)	
# Barrels	1	Culv Vel US (m/s)	4.32
Q Barrel (m3/s)	32.96	Culv Vel DS (m/s)	4.64
E.G. US. (m)	317.37	Culv Inv El Up (m)	314.04
W.S. US. (m)	316.99	Culv Inv El Dn (m)	314.00
E.G. DS (m)	316.87	Culv Frctn Ls (m)	0.03
W.S. DS (m)	315.95	Culv Exit Loss (m)	0.00
Delta EG (m)	0.51	Culv Entr Loss (m)	0.48
Delta WS (m)	1.04	Q Weir (m3/s)	
E.G. IC (m)	317.11	Weir Sta Lft (m)	
E.G. OC (m)	317.37	Weir Sta Rgt (m)	
Culvert Control	Outlet	Weir Submerg	
Culv WS Inlet (m)	315.95	Weir Max Depth (m)	
Culv WS Outlet (m)	315.78	Weir Avg Depth (m)	
Culv Nml Depth (m)	1.55	Weir Flow Area (m2)	
Culv Crt Depth (m)	1.91	Min El Weir Flow (m)	319.04

07-Sperlinga PO

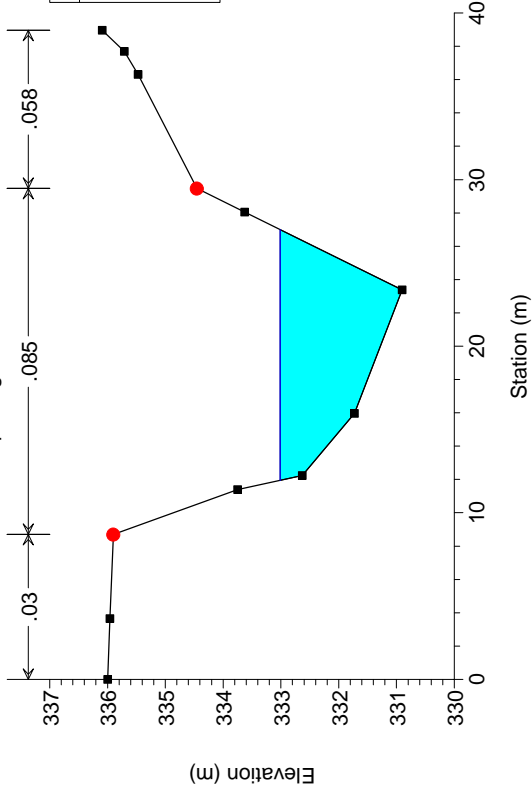


Legend

WS Q200	—
Crit Q200	---
Ground	■

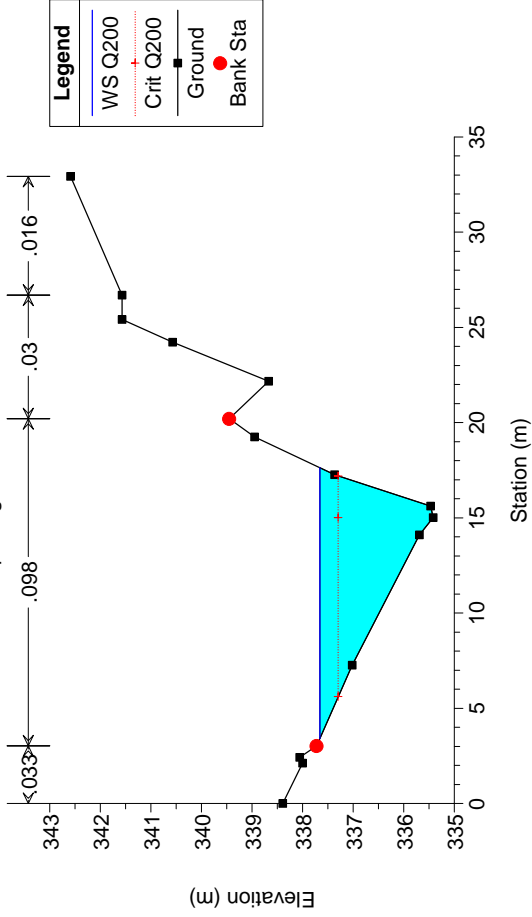
07-Sperlinga PO

River = T. Sperlinga Reach = 1 RS = 12



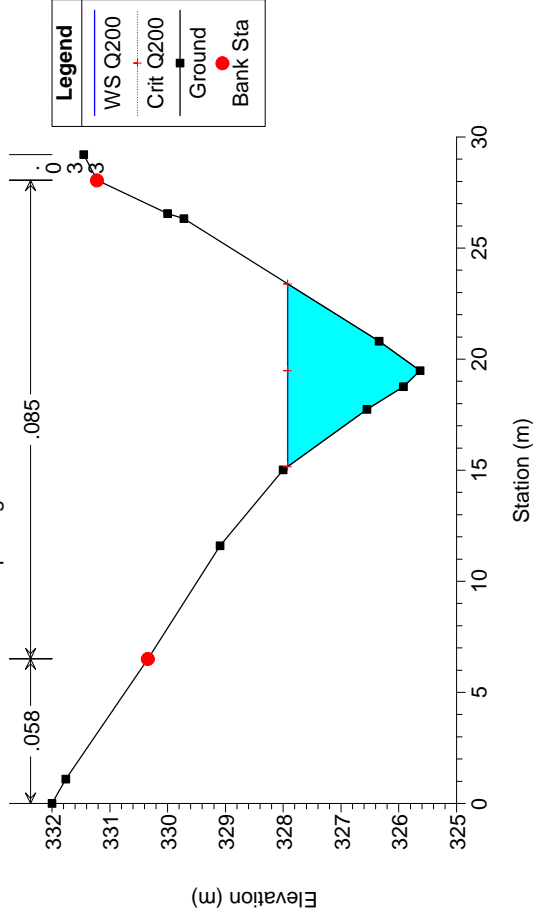
07-Sperlinga PO

River = T. Sperlinga Reach = 1 RS = 13



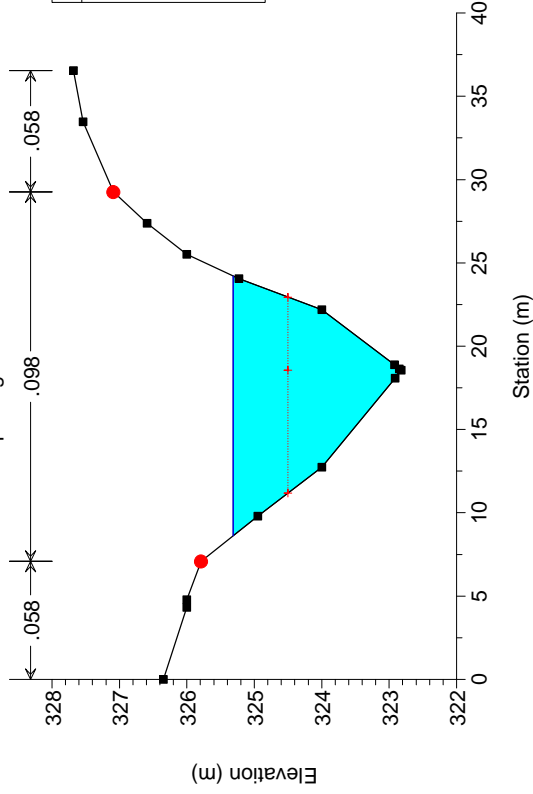
07-Sperlinga PO

River = T. Sperlinga Reach = 1 RS = 11



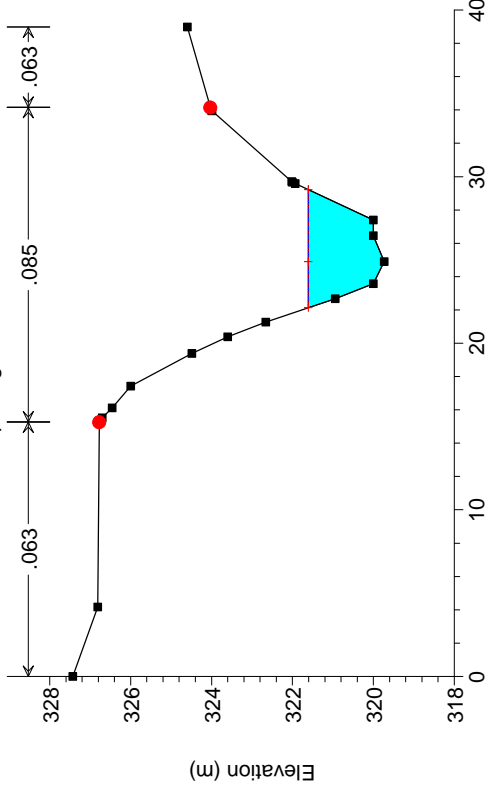
07-Sperlinga PO

River = T. Sperlinga Reach = 1 RS = 10



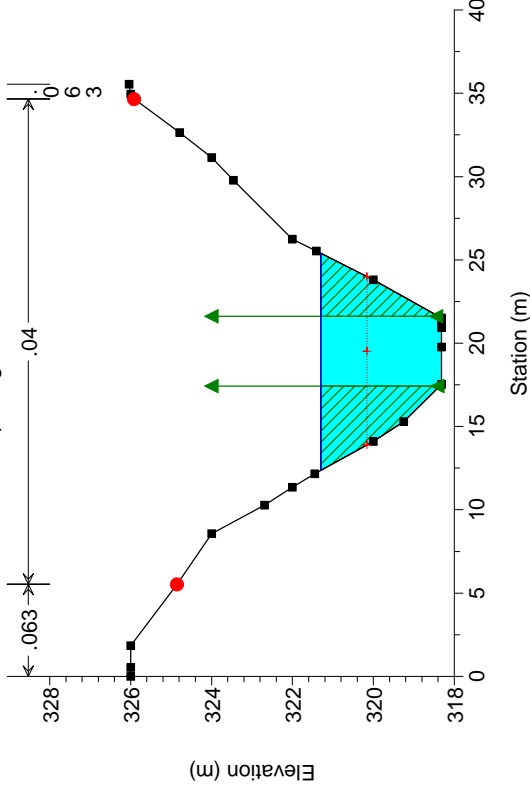
07-Sperlinga PO

River = T. Sperlinga Reach = 1 RS = 9



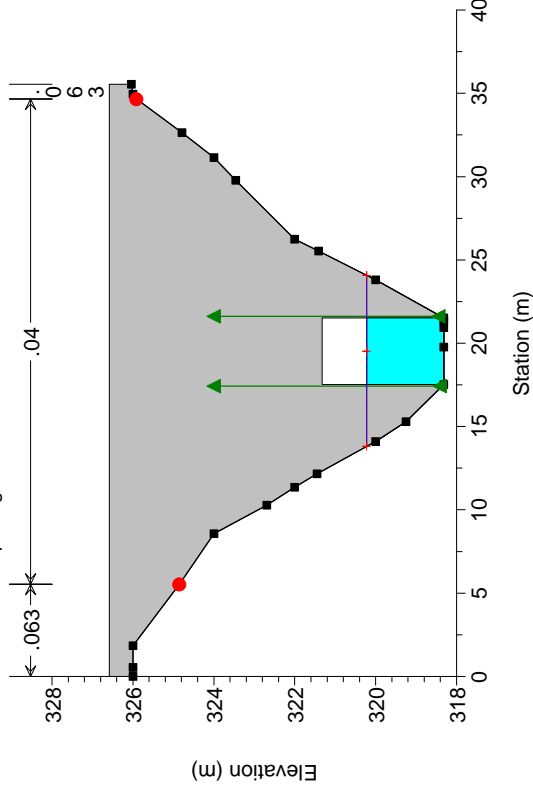
07-Sperlinga PO

River = T. Sperlinga Reach = 1 RS = 8



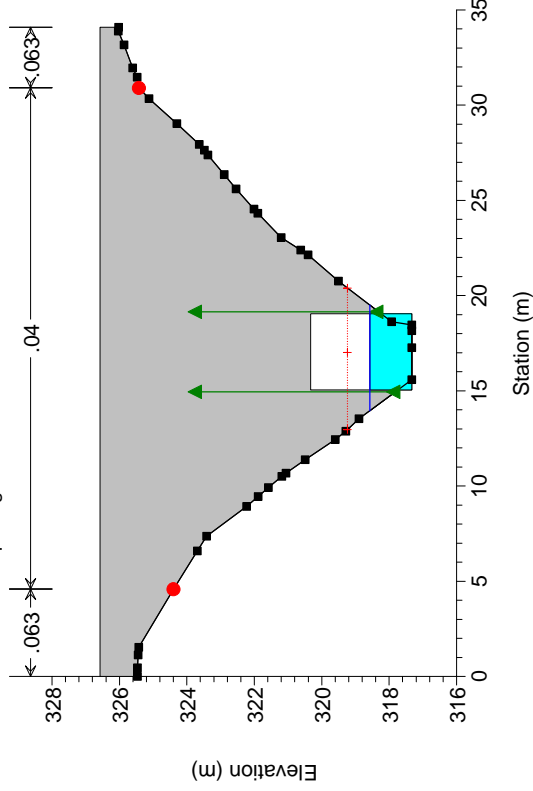
07-Sperlinga PO

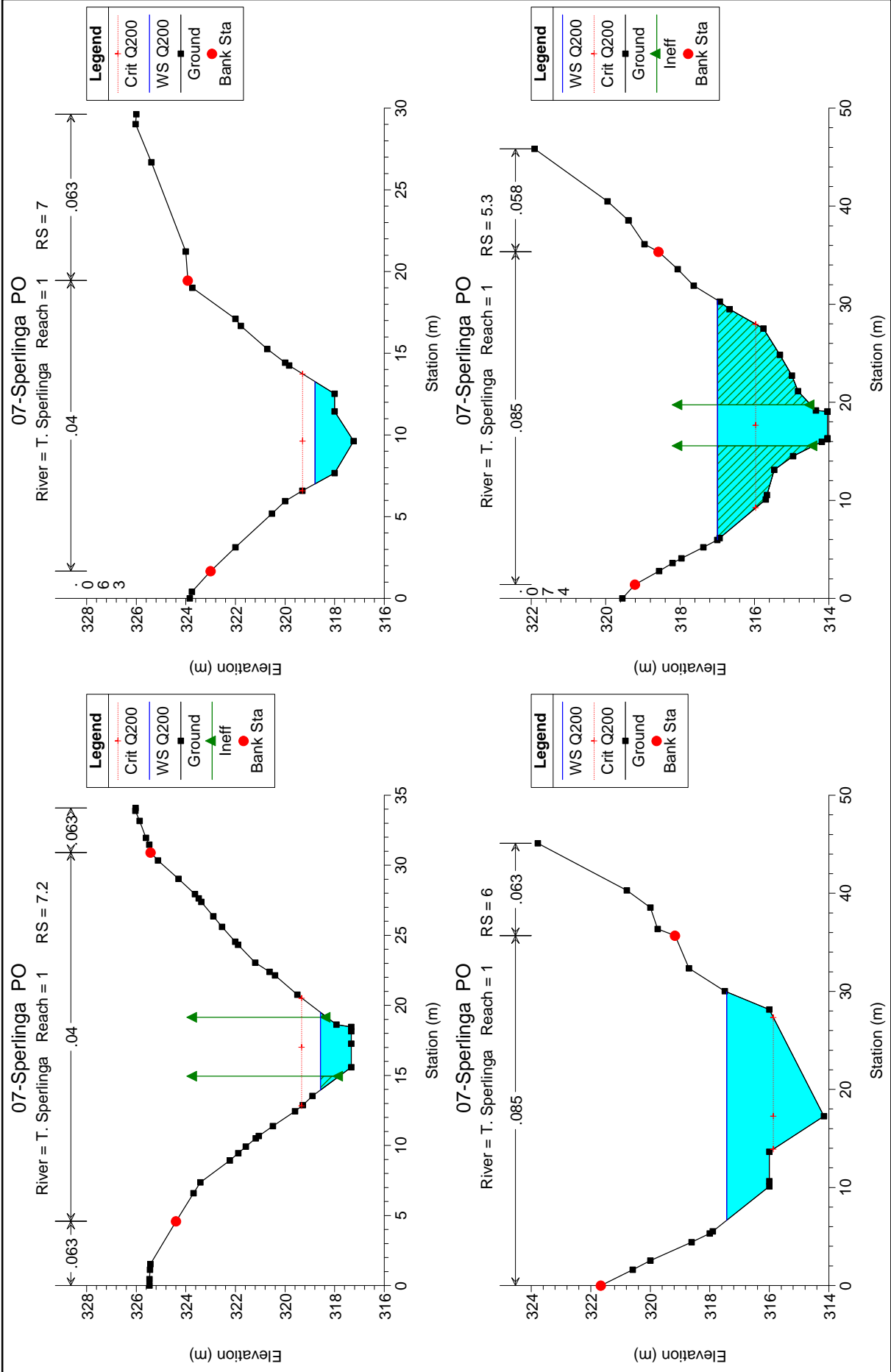
River = T. Sperlinga Reach = 1 RS = 7.25 Culv Scatolare S.S. 514

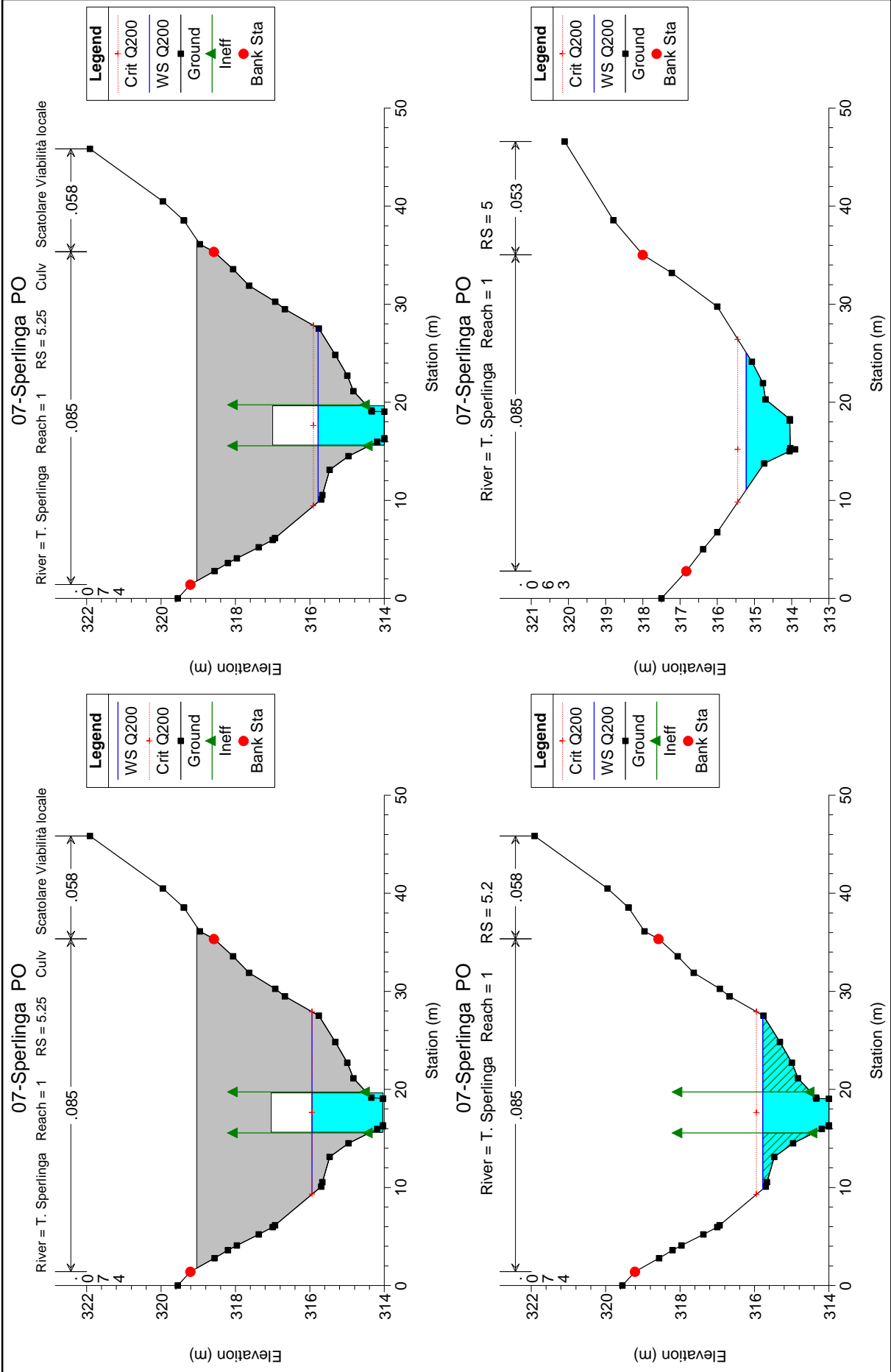


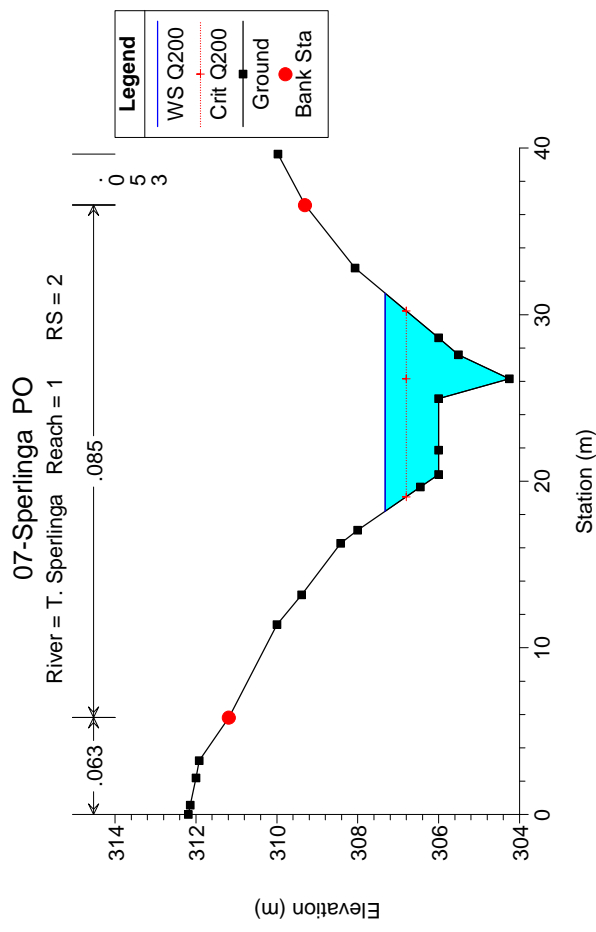
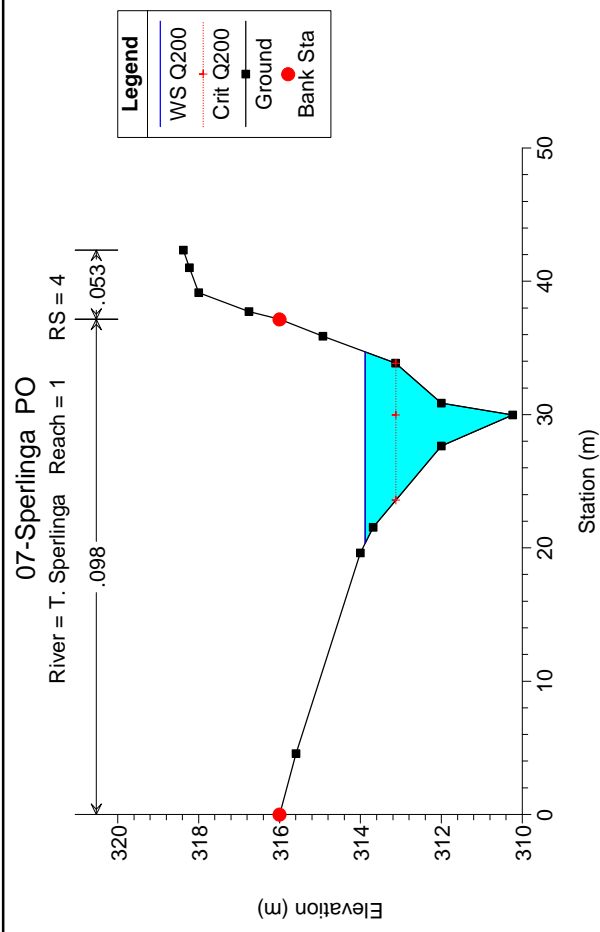
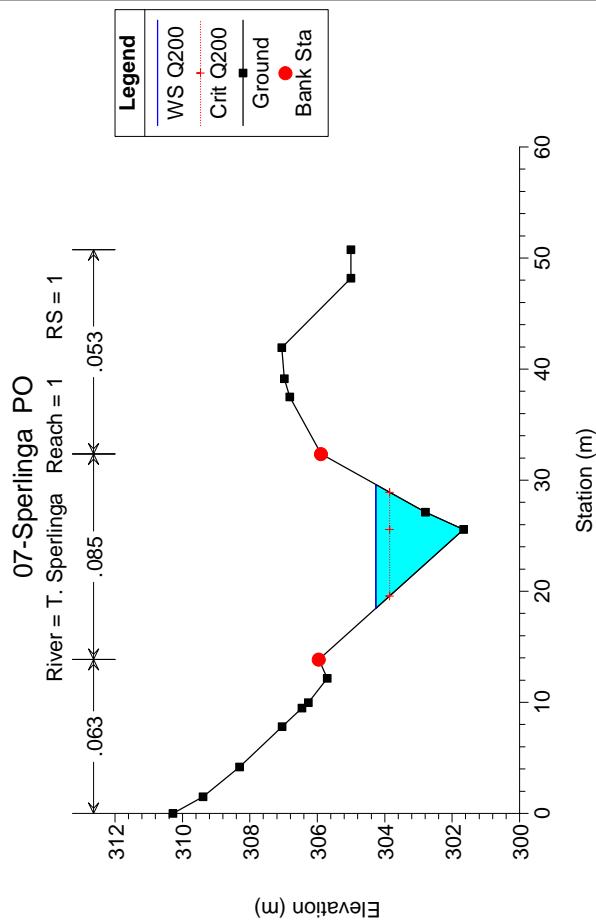
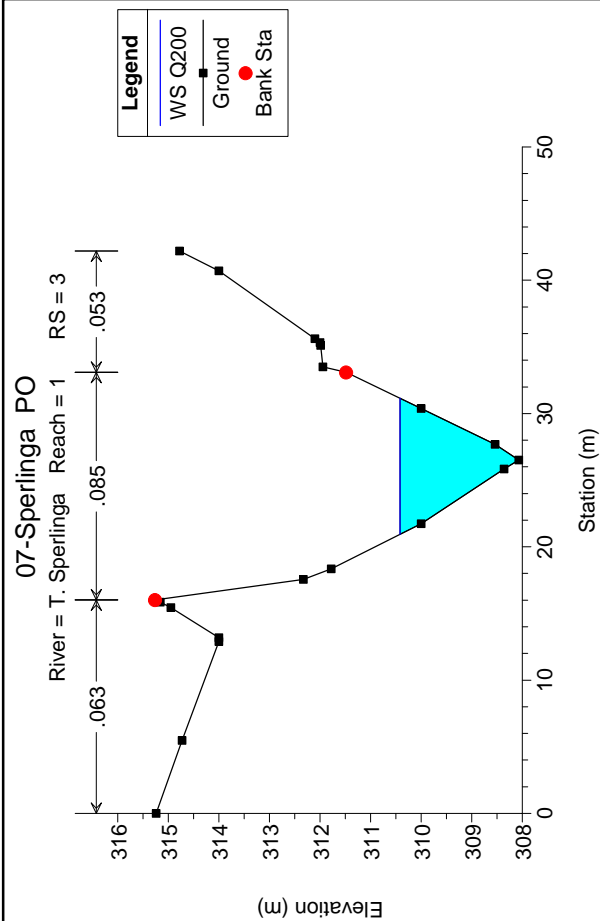
07-Sperlinga PO

River = T. Sperlinga Reach = 1 RS = 7.25 Culv Scatolare S.S. 514



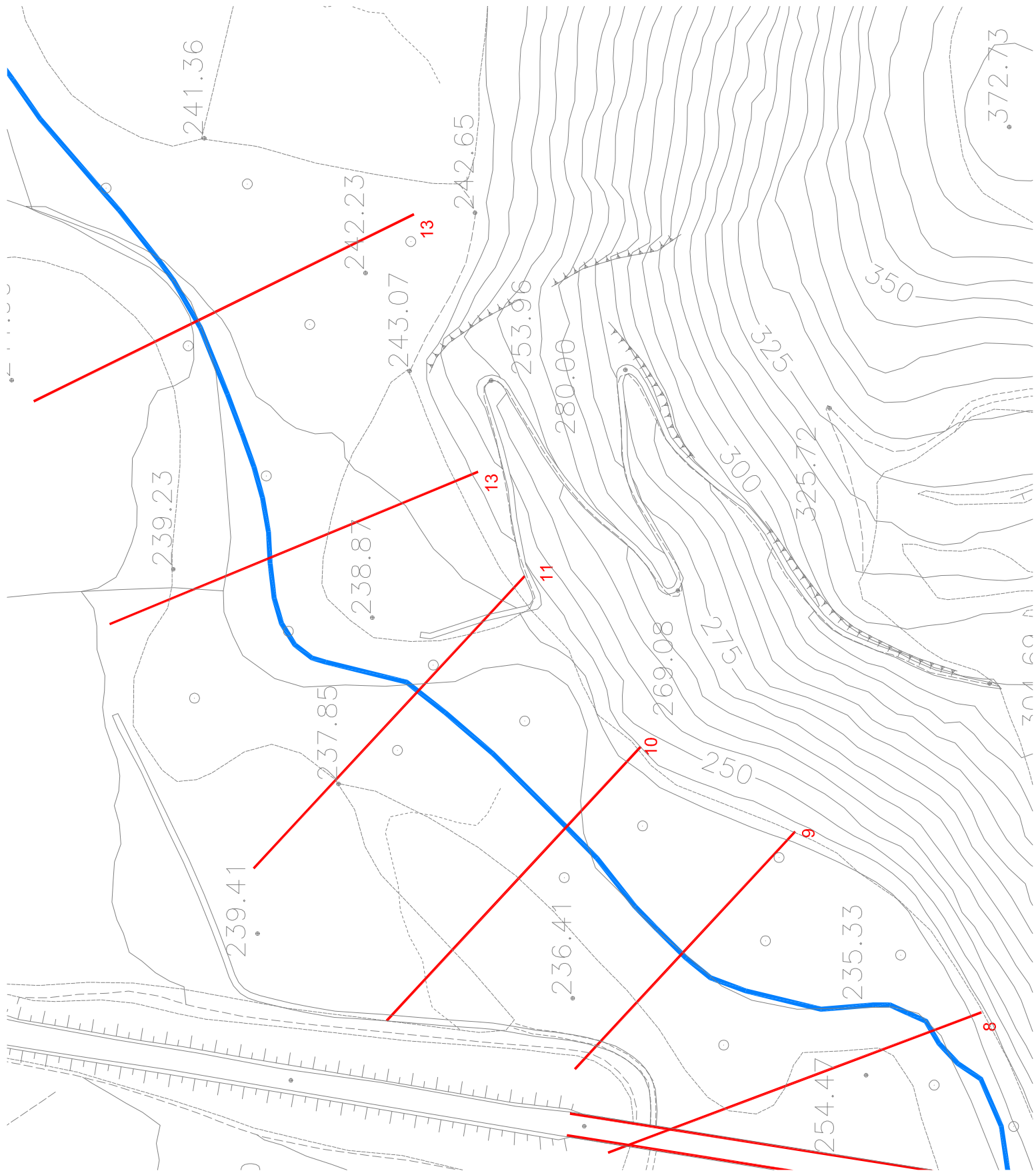


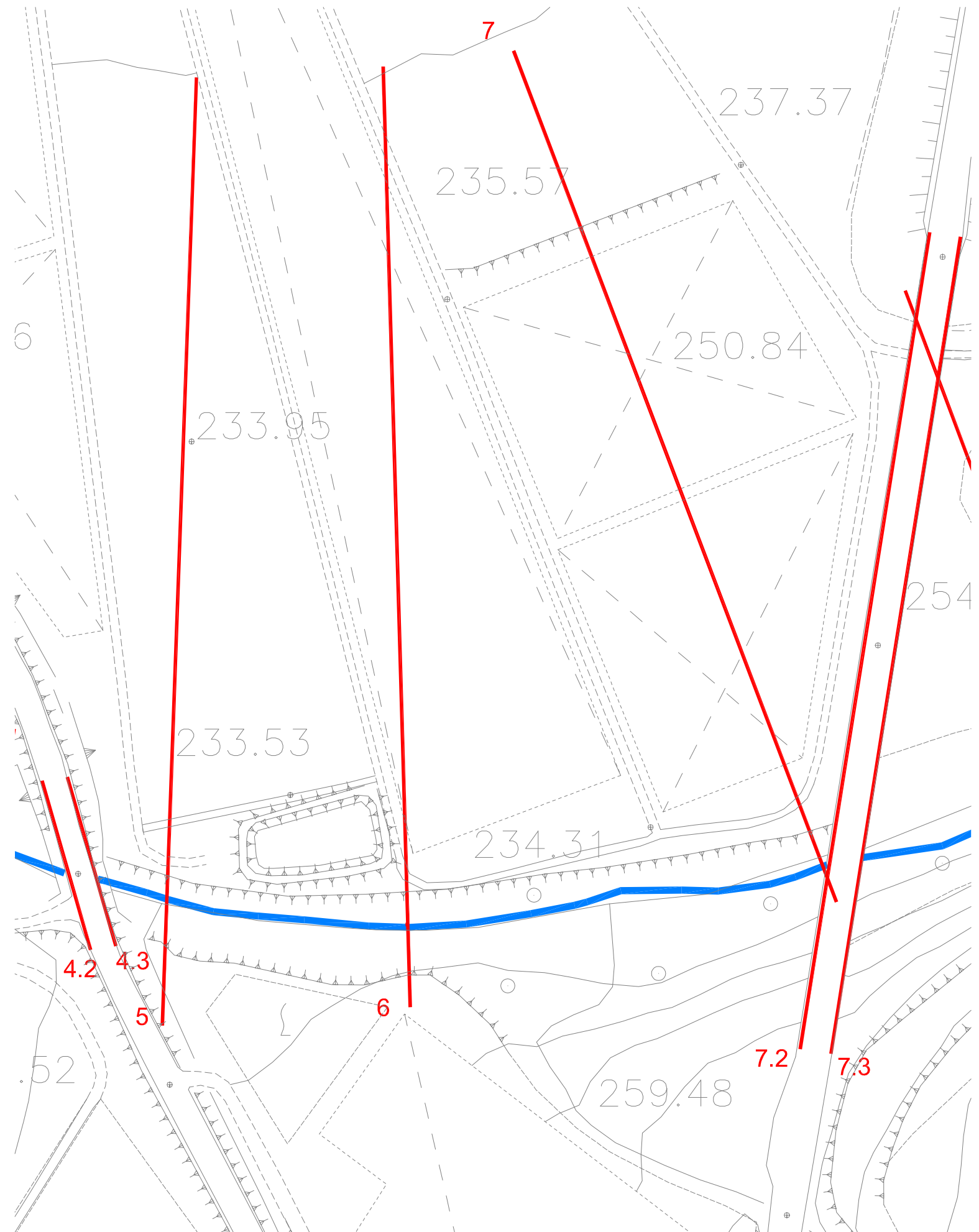




**M ALLEGATO 8: FIUME DIRILLO - RISULTATI DELLE
ELABORAZIONI**

Ante operam

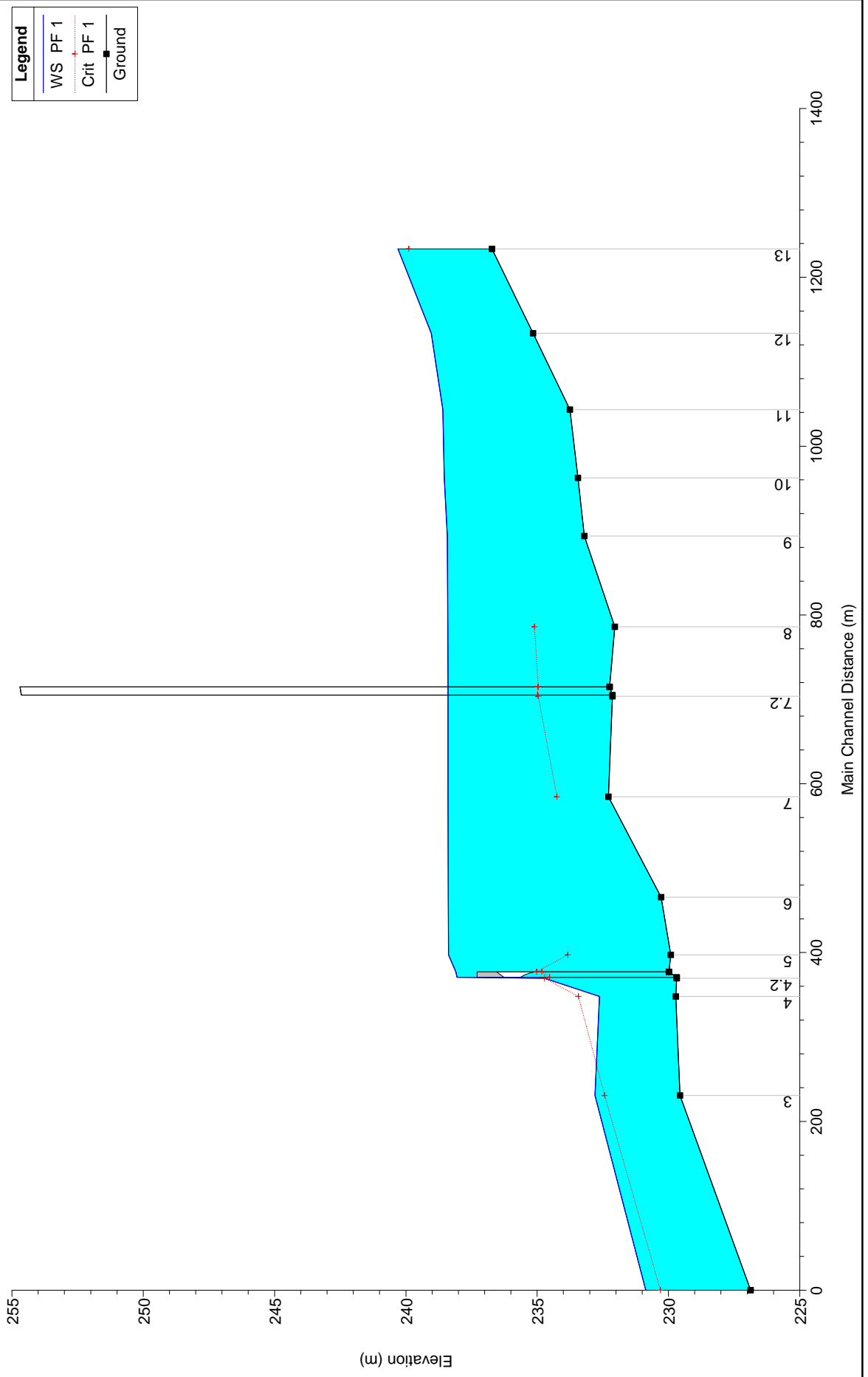




HEC-RAS Plan: Plan 01 River: ACATE Reach: 1 Profile: PF 1

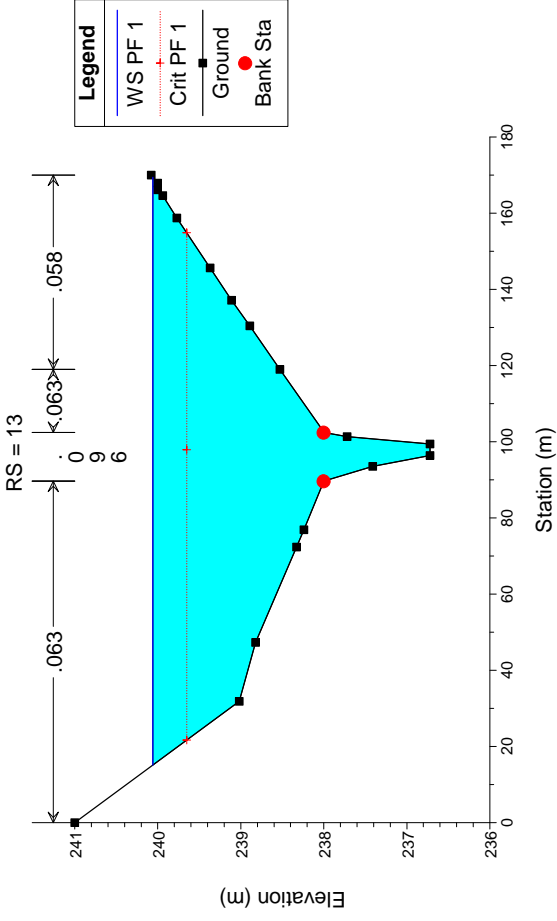
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	13	PF 1	590.71	236.72	240.30	239.88	240.62	0.014621	2.59	237.25	158.78	0.47
1	12	PF 1	590.71	235.16	239.03		239.35	0.011059	2.53	235.51	132.42	0.43
1	11	PF 1	590.71	233.75	238.59		238.80	0.003524	1.60	311.88	140.97	0.25
1	10	PF 1	590.71	233.45	238.54		238.61	0.001155	0.98	515.30	145.08	0.15
1	9	PF 1	590.71	233.20	238.42		238.51	0.001551	1.14	454.79	127.11	0.17
1	8	PF 1	590.71	232.04	238.40	235.10	238.45	0.000228	0.48	668.85	156.01	0.07
1	7.3	PF 1	590.71	232.24	238.39	234.96	238.43	0.000170	0.38	742.94	177.56	0.05
1	7.25		Bridge									
1	7.2	PF 1	590.71	232.13	238.39	234.96	238.43	0.000149	0.34	758.86	178.45	0.05
1	7	PF 1	590.71	232.29	238.39	234.24	238.41	0.000070	0.24	1068.04	258.18	0.03
1	6	PF 1	590.71	230.28	238.39		238.40	0.000050	0.26	1221.05	260.37	0.03
1	5	PF 1	590.71	229.91	238.38	233.83	238.40	0.000086	0.40	1044.96	269.54	0.05
1	4.3	PF 1	590.71	229.98	238.09	235.02	238.37	0.002866	2.21	259.54	35.43	0.25
1	4.25		Culvert									
1	4.2	PF 1	590.71	229.69	234.73	234.73	237.24	0.052965	7.03	84.13	33.50	1.00
1	4	PF 1	590.71	229.72	232.63	233.43	235.29	0.182432	7.46	84.36	79.35	1.55
1	3	PF 1	590.71	229.56	232.80	232.43	233.09	0.007597	1.77	255.74	180.32	0.34
1	2	PF 1	590.71	226.87	230.87	230.31	231.19	0.009011	2.07	244.31	155.69	0.37

09_F.Acate_Cond. AO

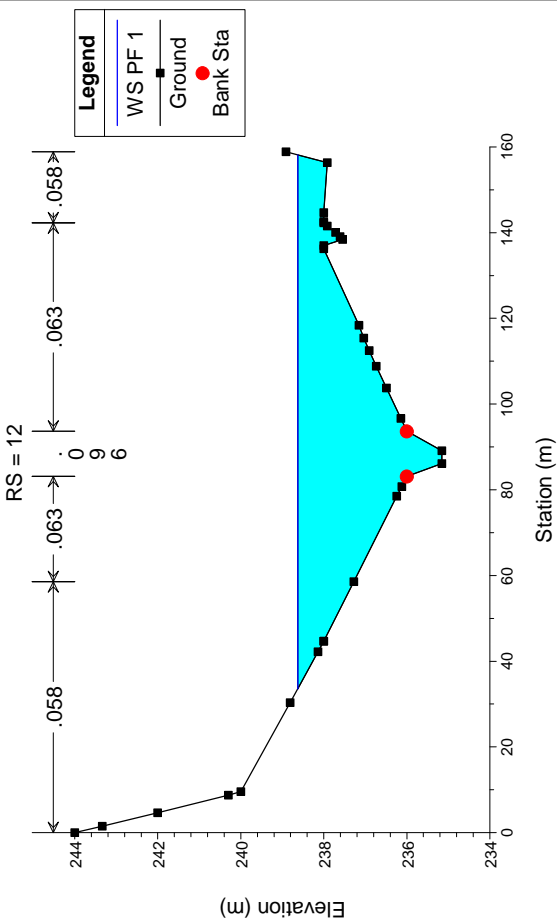


Legend
WS PF 1
Crit. PF 1
Ground

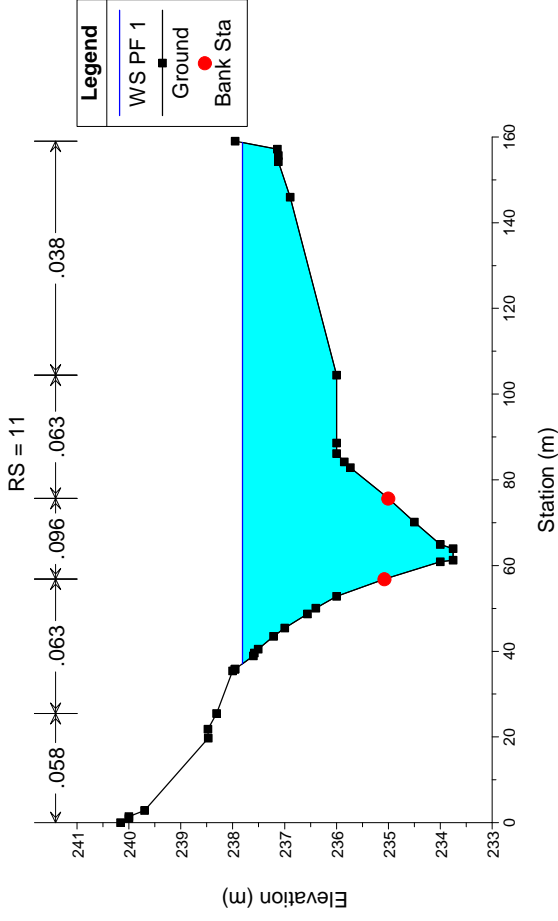
09_F.Acate_Cond. AO



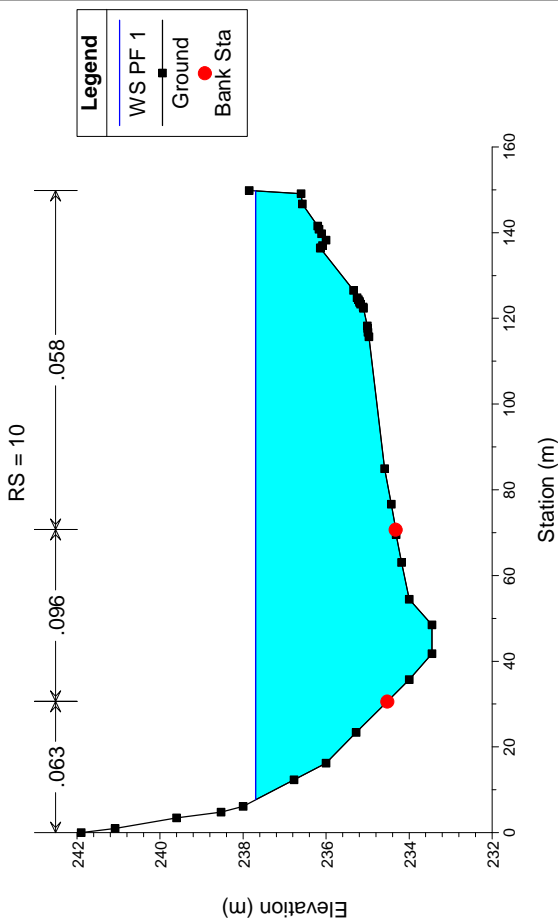
09_F.Acate_Cond. AO



09_F.Acate_Cond. AO

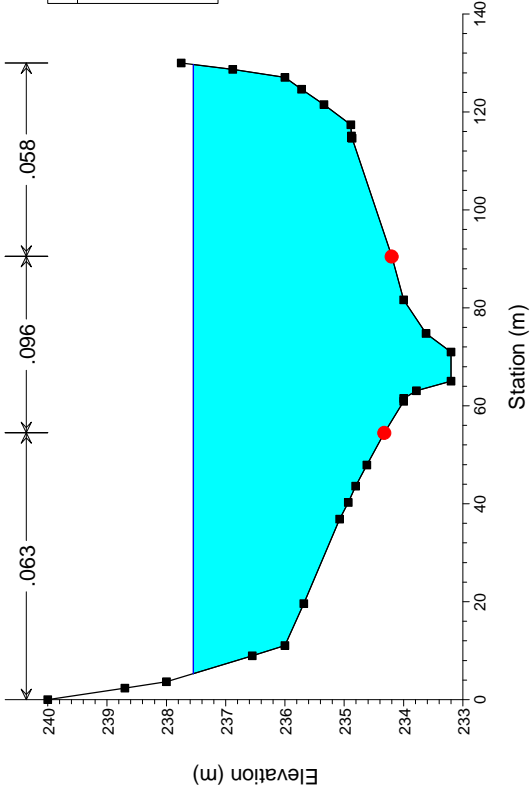


09_F.Acate_Cond. AO



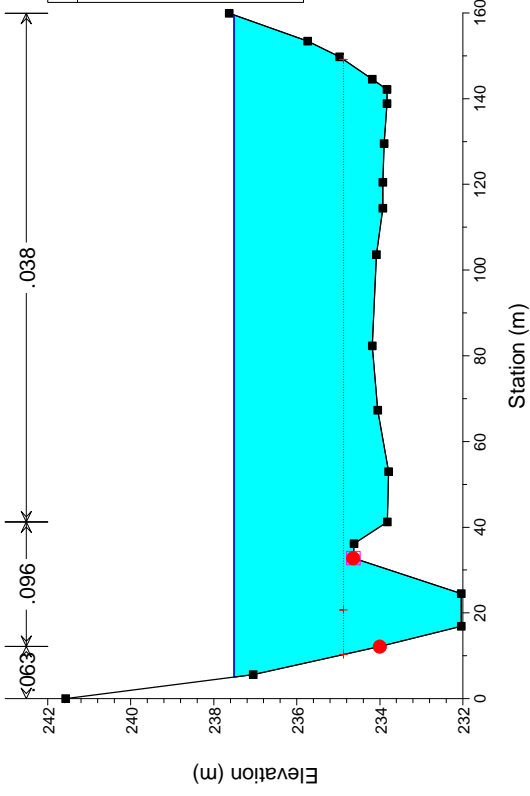
09_F.Acate_Cond. AO

RS = 9



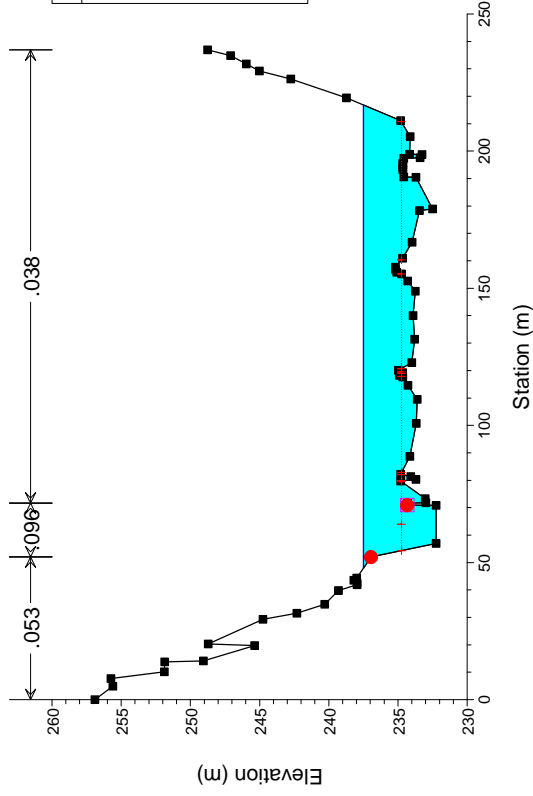
09_F.Acate_Cond. AO

RS = 8



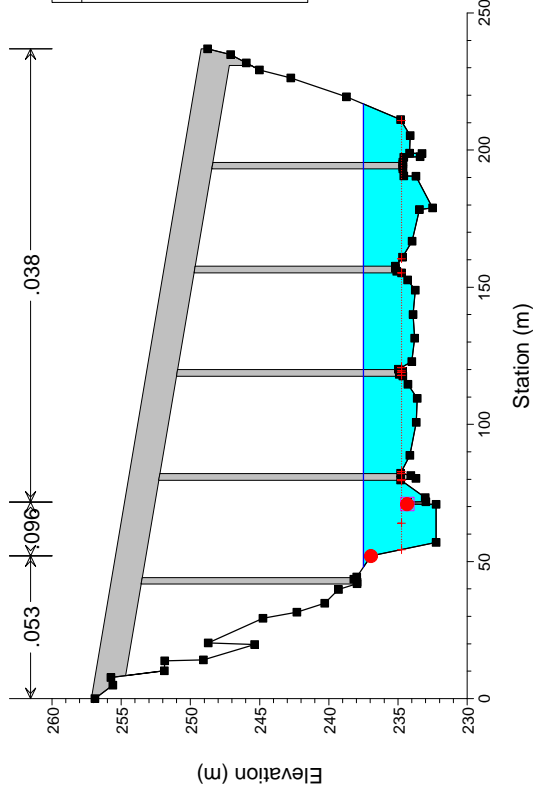
09_F.Acate_Cond. AO

RS = 7.3



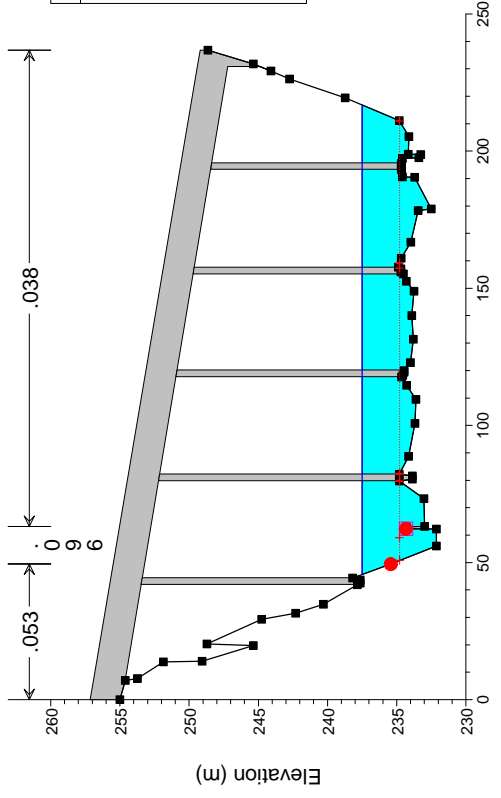
09_F.Acate_Cond. AO

RS = 7.25 BR



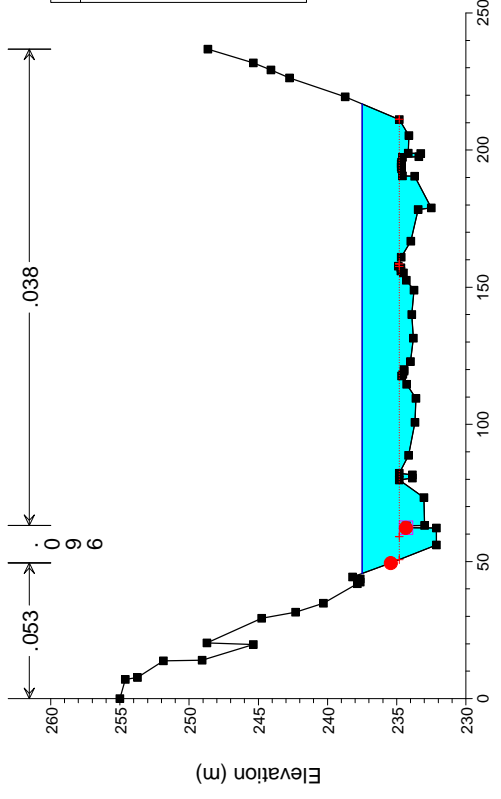
09_F.Acate_Cond. AO

RS = 7.25 BR



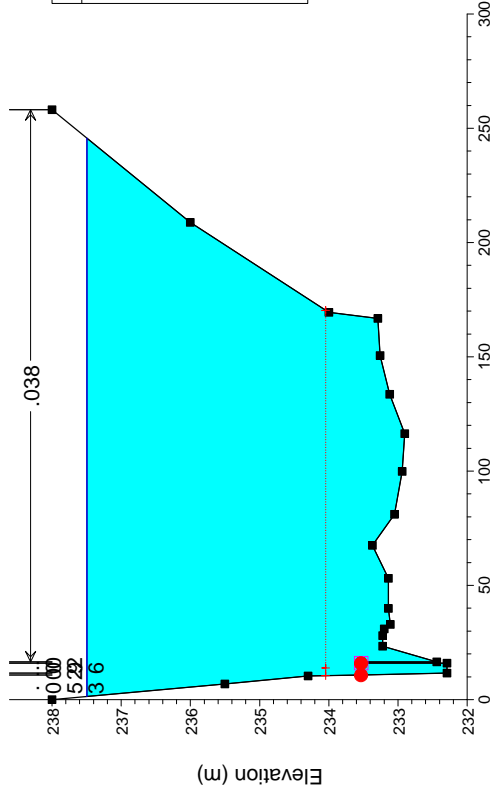
09_F.Acate_Cond. AO

RS = 7.2



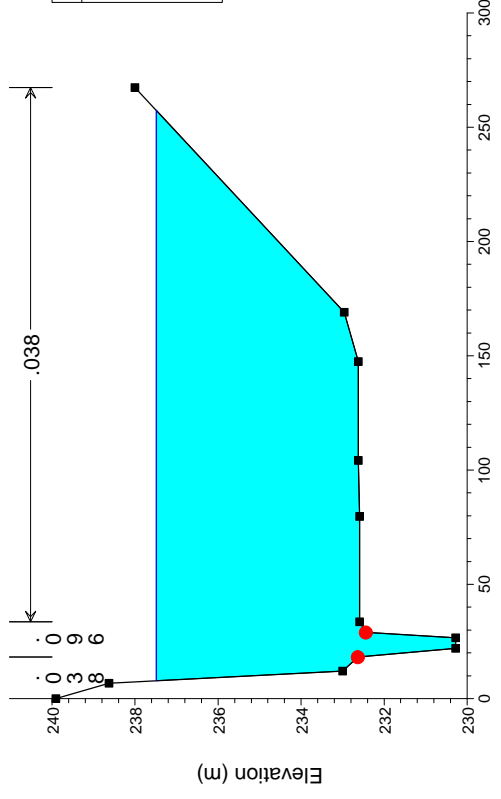
09_F.Acate_Cond. AO

RS = 7



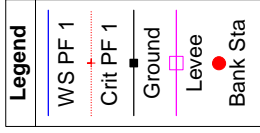
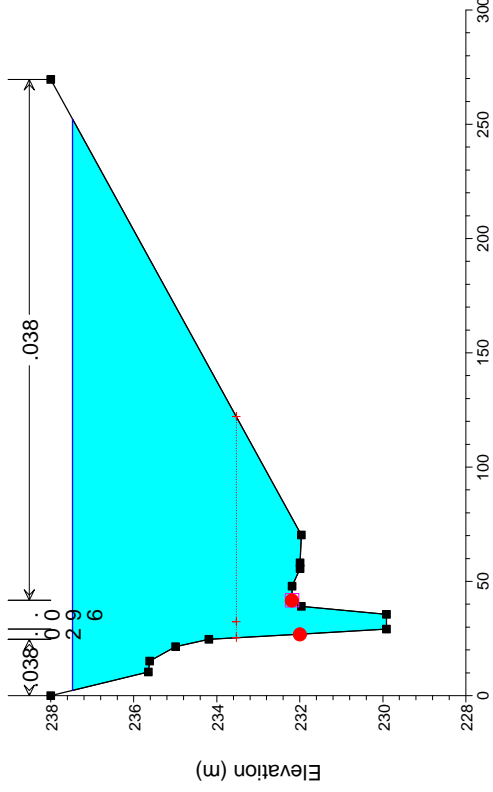
09_F.Acate_Cond. AO

RS = 6



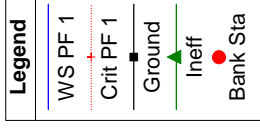
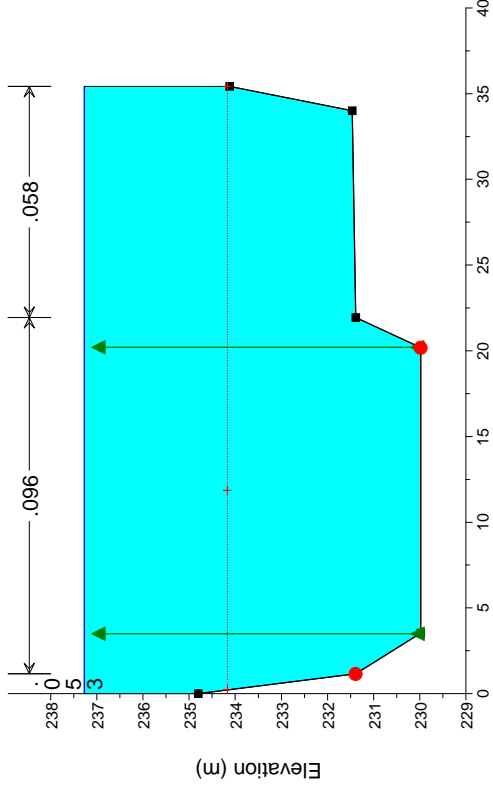
09_F.Acate_Cond. AO

RS = 5



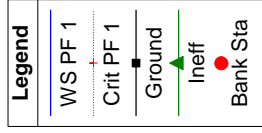
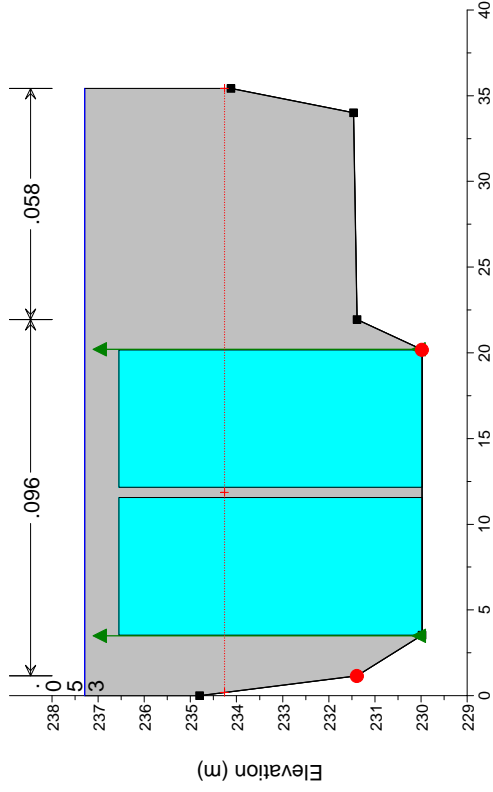
09_F.Acate_Cond. AO

RS = 4.3



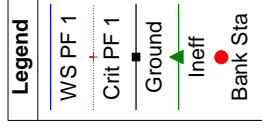
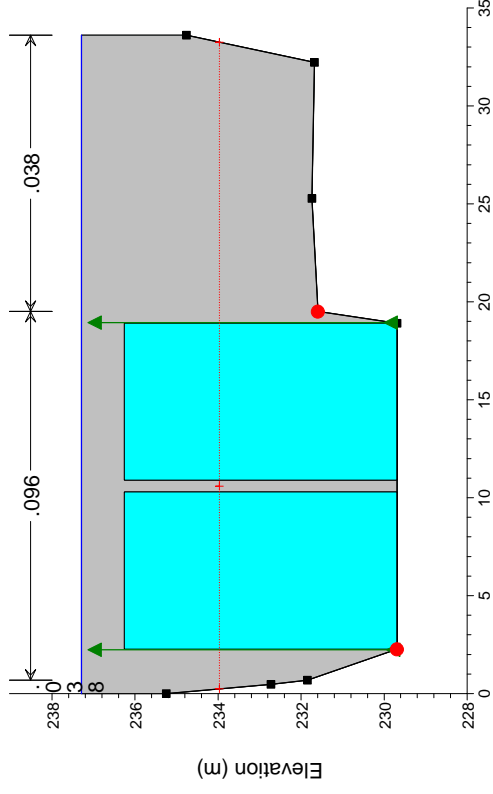
09_F.Acate_Cond. AO

RS = 4.25 Culv



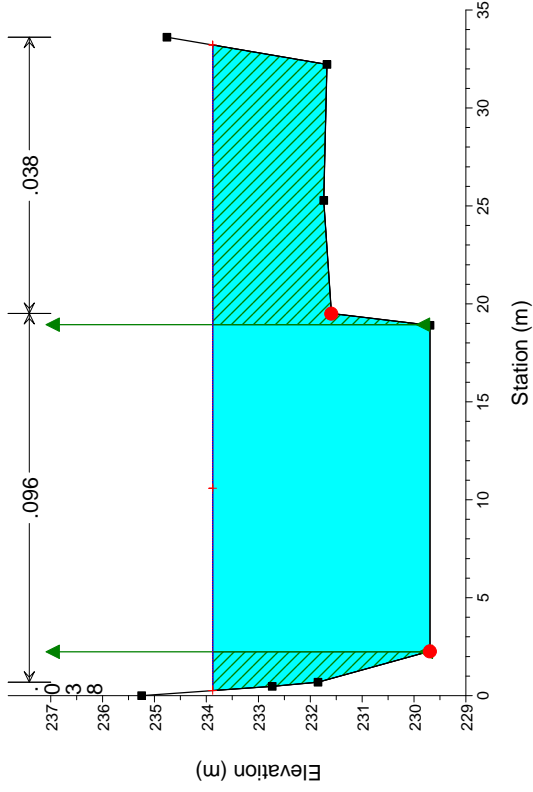
09_F.Acate_Cond. AO

RS = 4.25 Culv



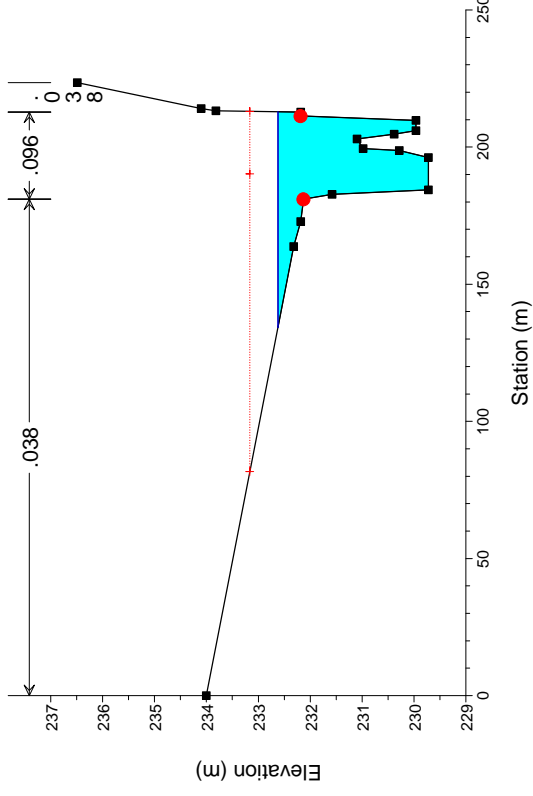
09_F.Acate_Cond. AO

RS = 4.2



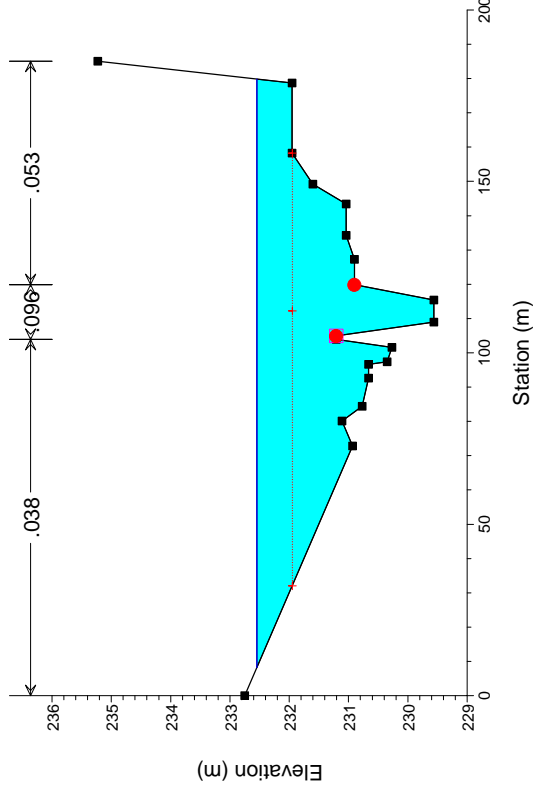
09_F.Acate_Cond. AO

RS = 4



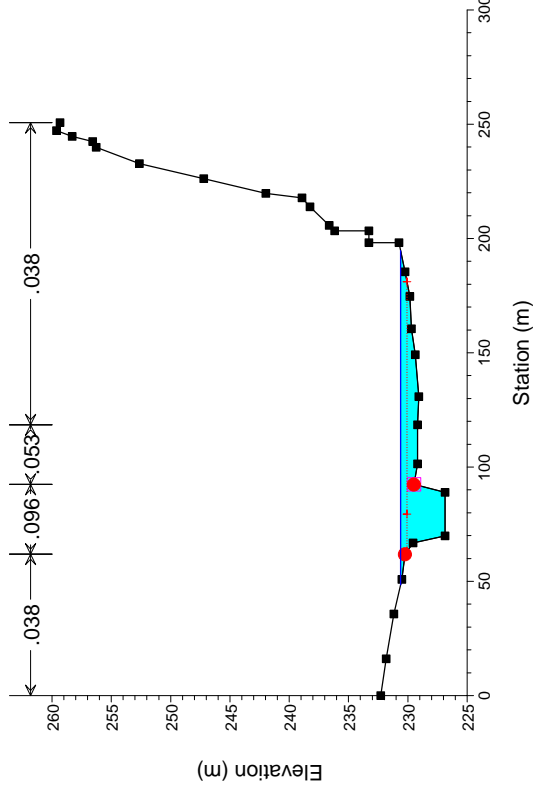
09_F.Acate_Cond. AO

RS = 3

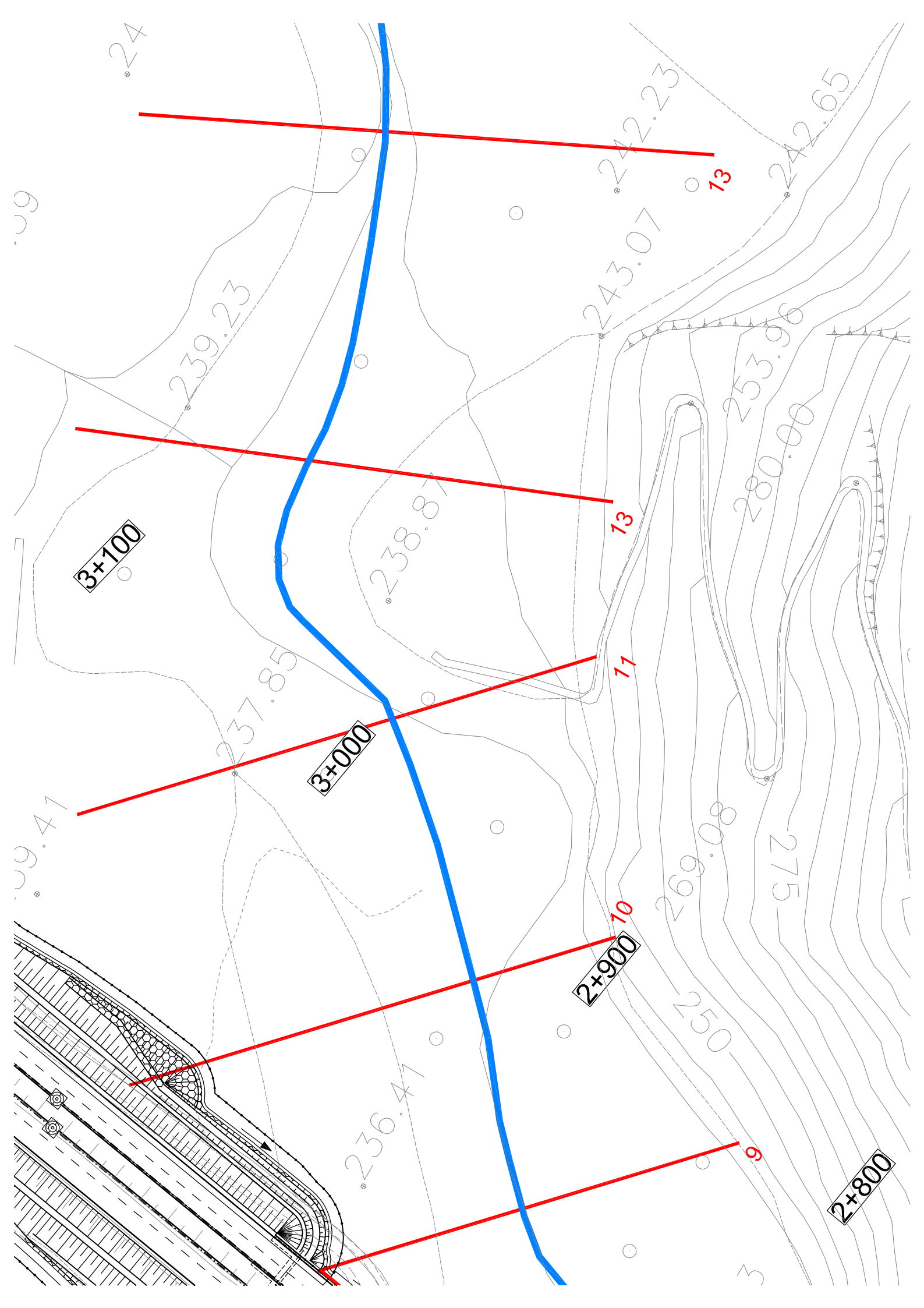


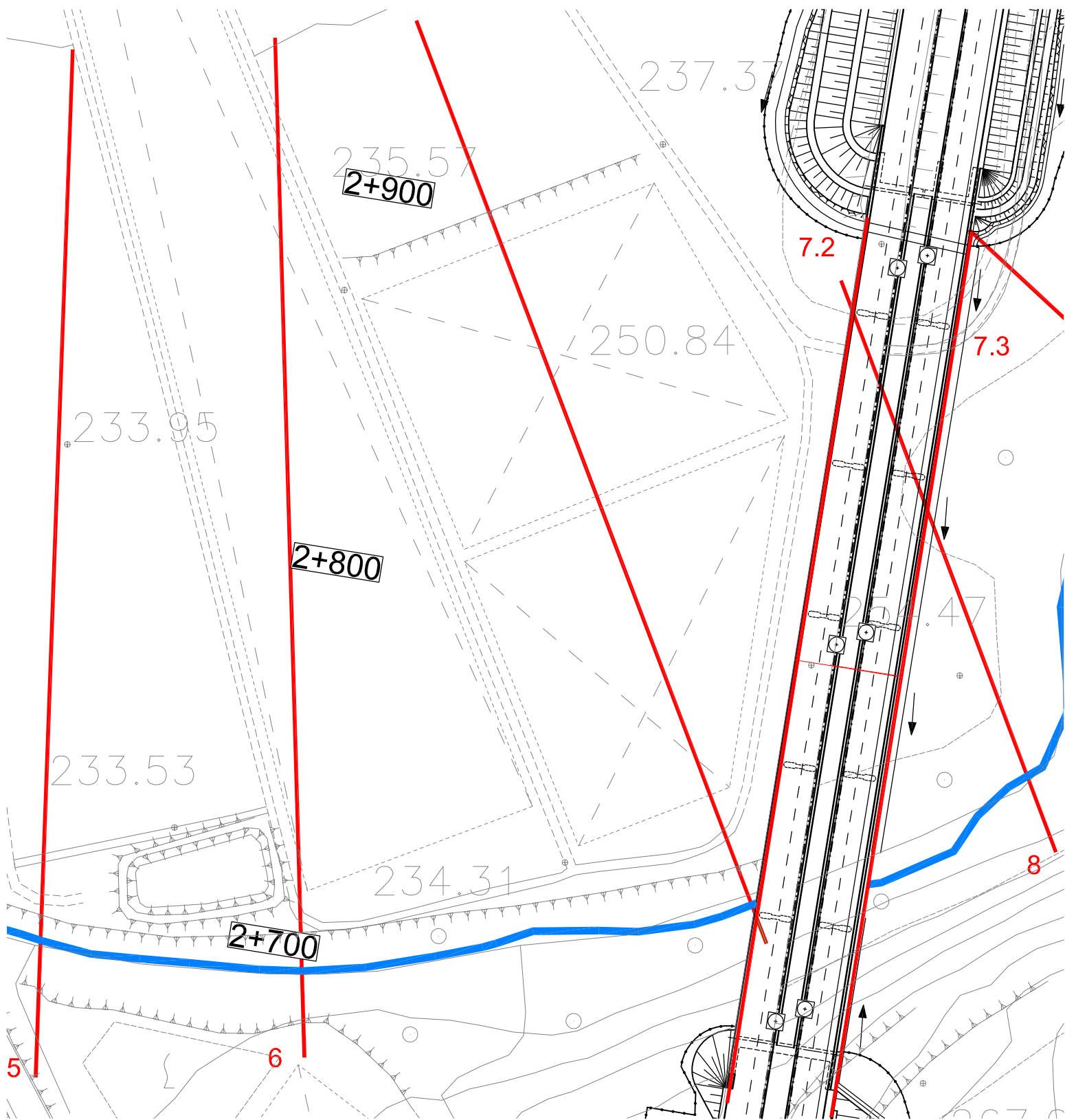
09_F.Acate_Cond. AO

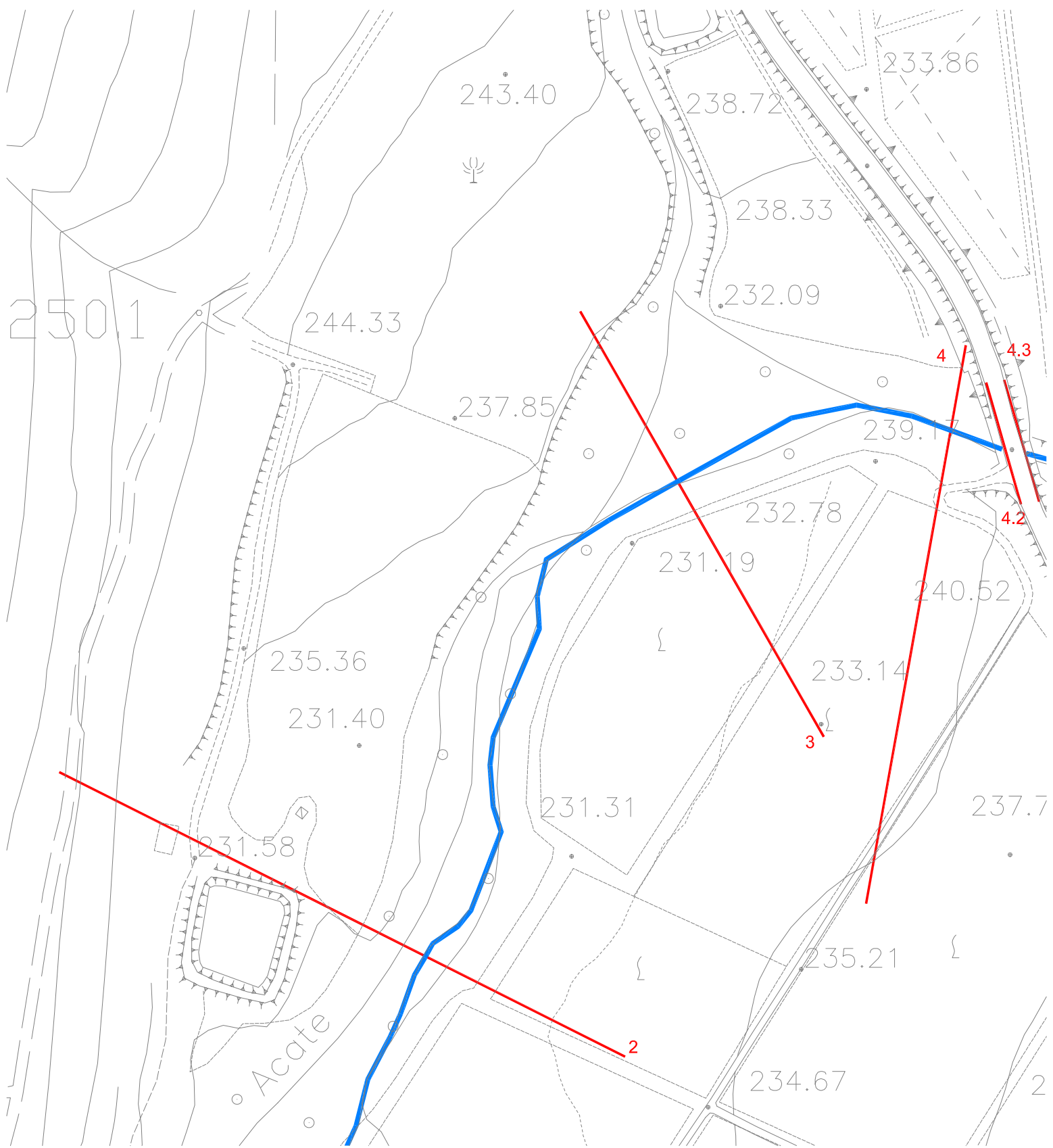
RS = 2



Post operam



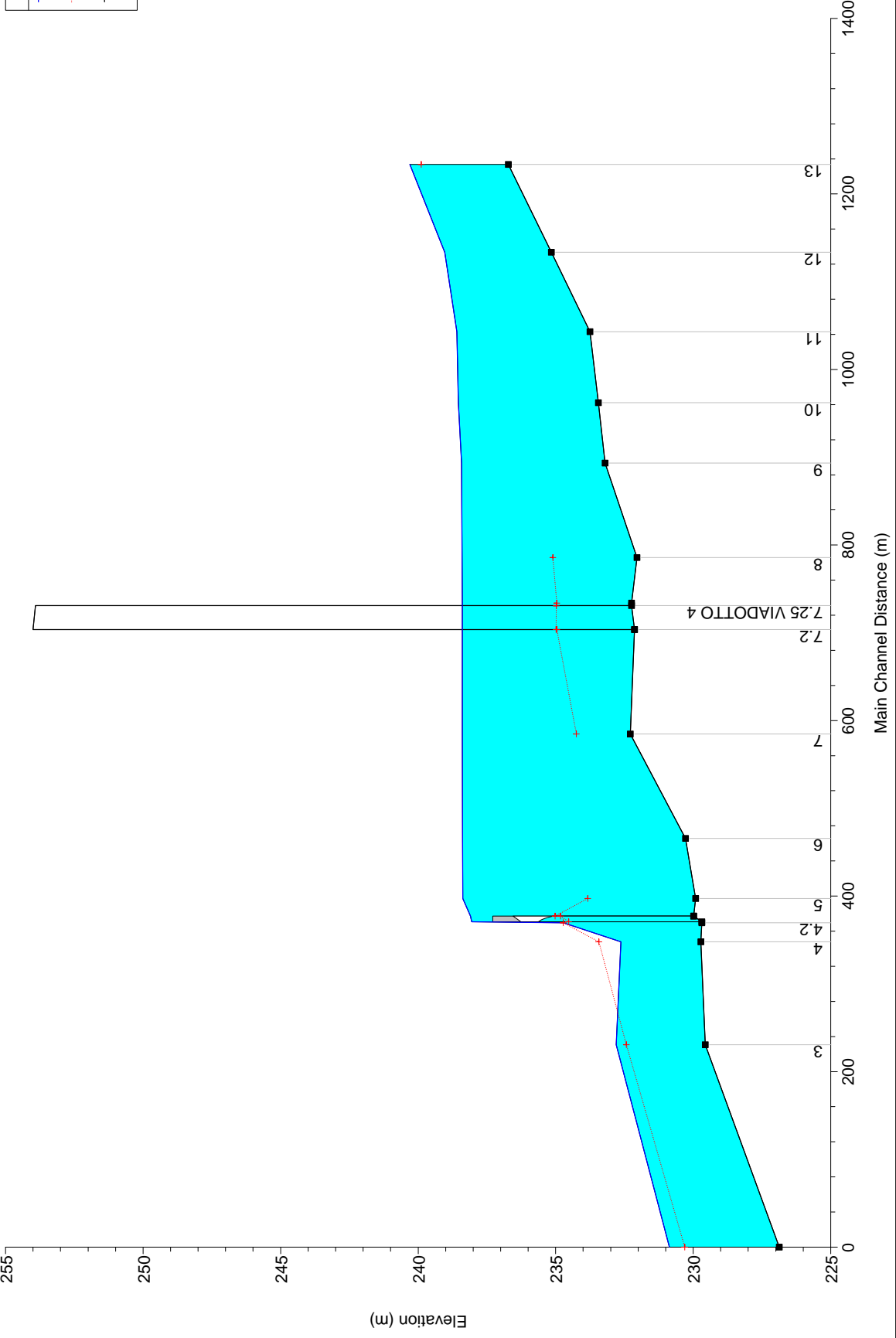




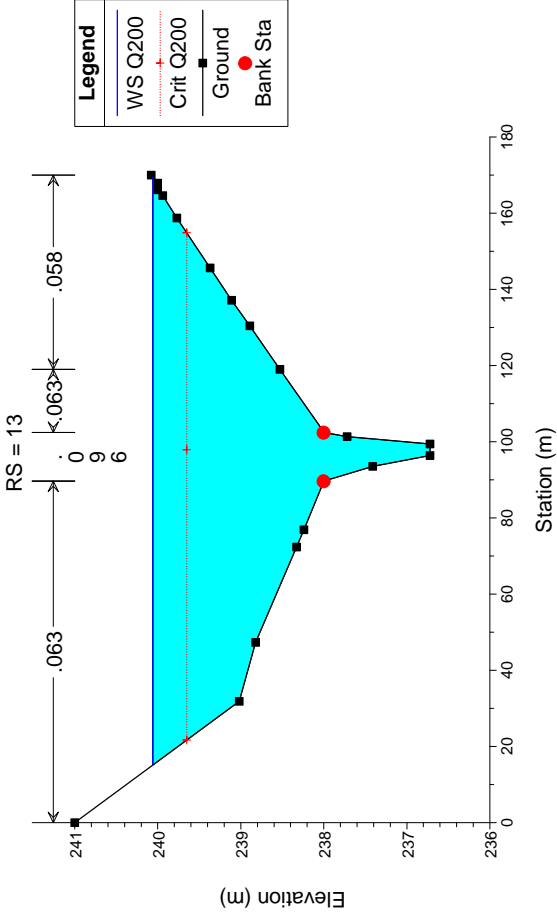
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: ACATE Reach: 1 Profile: Q200

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
1	13	Q200	590.71	236.72	240.30	239.88	240.62	0.014622	2.59	237.24	158.78	0.47
1	12	Q200	590.71	235.16	239.03		239.35	0.011057	2.53	235.52	132.42	0.43
1	11	Q200	590.71	233.75	238.59		238.80	0.003522	1.60	311.93	140.98	0.25
1	10	Q200	590.71	233.45	238.54		238.61	0.001154	0.98	515.35	145.08	0.15
1	9	Q200	590.71	233.20	238.42		238.51	0.001551	1.14	454.84	127.11	0.17
1	8	Q200	590.71	232.04	238.40	235.10	238.45	0.000228	0.48	668.90	156.01	0.07
1	7.3	Q200	590.71	232.24	238.40	234.96	238.44	0.000170	0.38	743.66	177.58	0.05
1	7.25		Bridge									
1	7.2	Q200	590.71	232.13	238.39	234.96	238.43	0.000149	0.34	758.86	178.45	0.05
1	7	Q200	590.71	232.29	238.39	234.24	238.41	0.000070	0.24	1068.04	258.18	0.03
1	6	Q200	590.71	230.28	238.39		238.40	0.000050	0.26	1221.05	260.37	0.03
1	5	Q200	590.71	229.91	238.38	233.83	238.40	0.000086	0.40	1044.96	269.54	0.05
1	4.3	Q200	590.71	229.98	238.09	235.02	238.37	0.002866	2.21	259.54	35.43	0.25
1	4.25		Culvert									
1	4.2	Q200	590.71	229.69	234.73	234.73	237.24	0.052965	7.03	84.13	33.50	1.00
1	4	Q200	590.71	229.72	232.63	233.43	235.29	0.182432	7.46	84.36	79.35	1.55
1	3	Q200	590.71	229.56	232.80	232.43	233.09	0.007597	1.77	255.74	180.32	0.34
1	2	Q200	590.71	226.87	230.87	230.31	231.19	0.009011	2.07	244.31	155.69	0.37

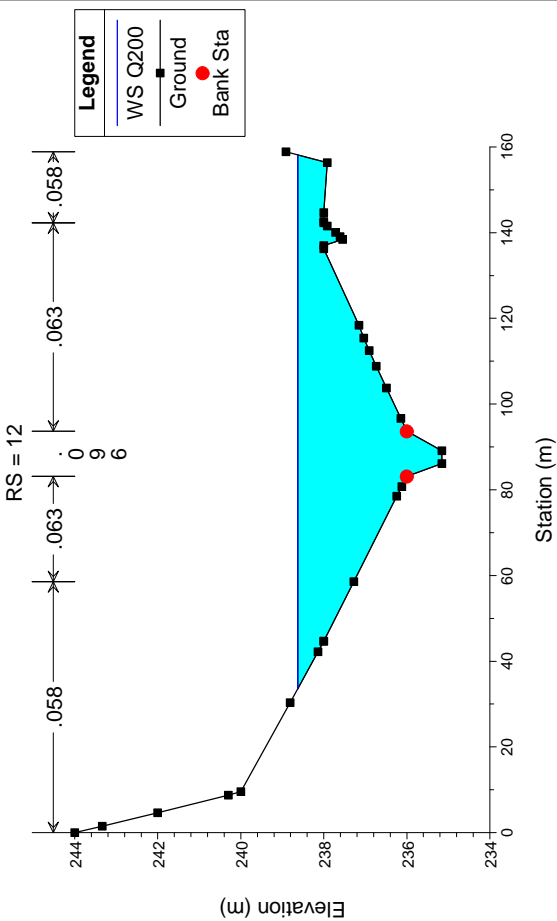
09_F.Acate_Cond. PO



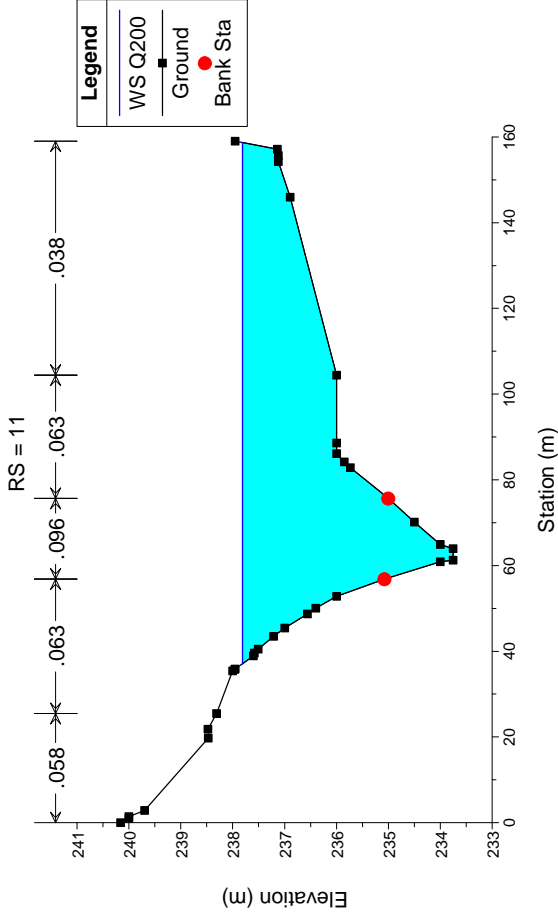
09_F.Acate_Cond. AO



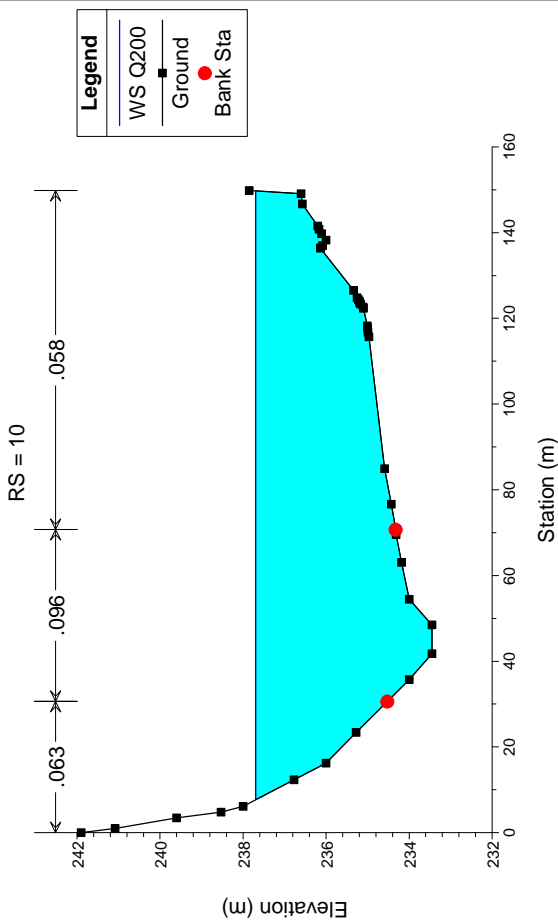
09_F.Acate_Cond. AO



09_F.Acate_Cond. AO

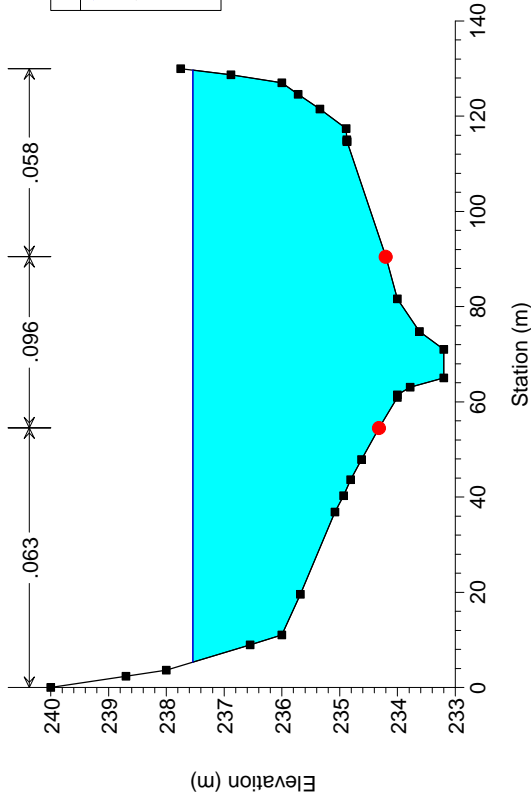


09_F.Acate_Cond. AO



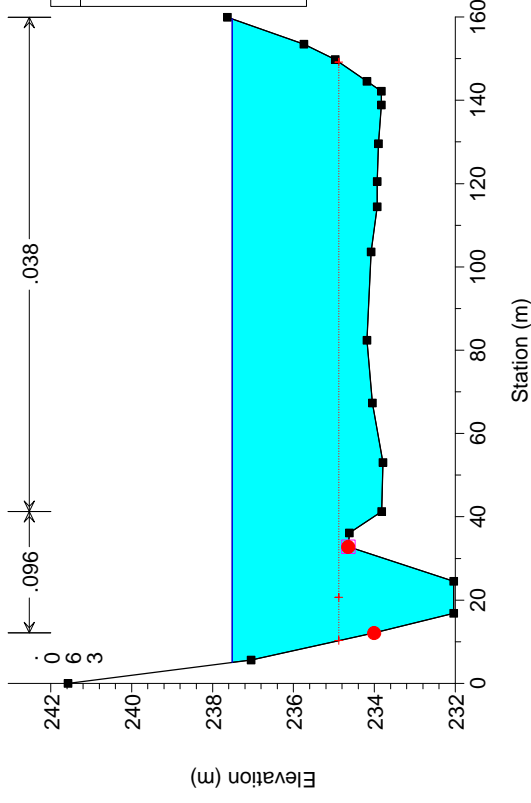
09_F.Acate_Cond. PO

River = ACATE Reach = 1 RS = 9



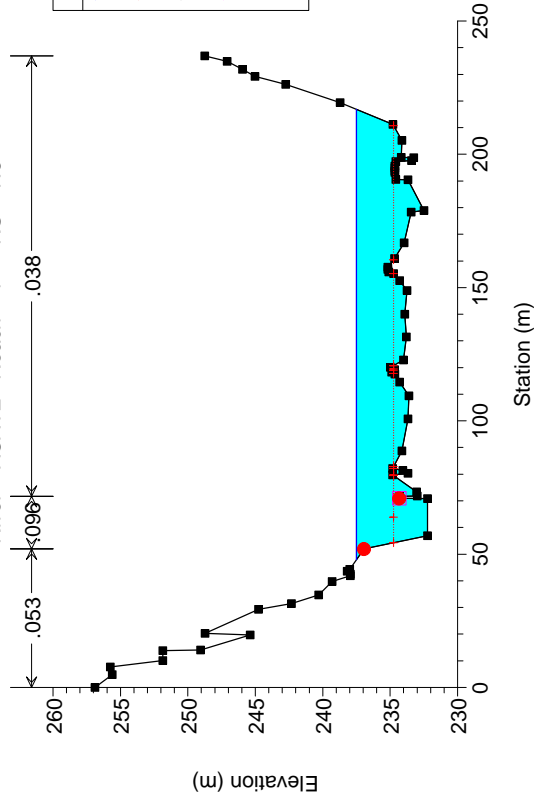
09_F.Acate_Cond. PO

River = ACATE Reach = 1 RS = 8



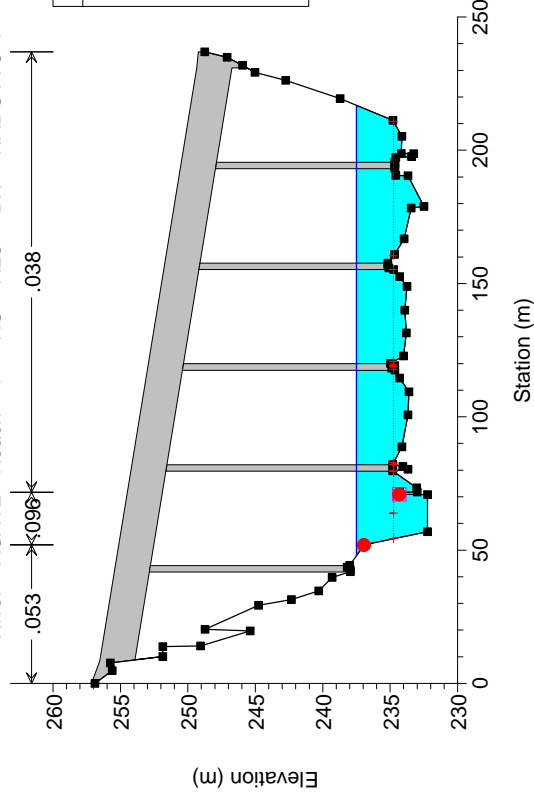
09_F.Acate_Cond. PO

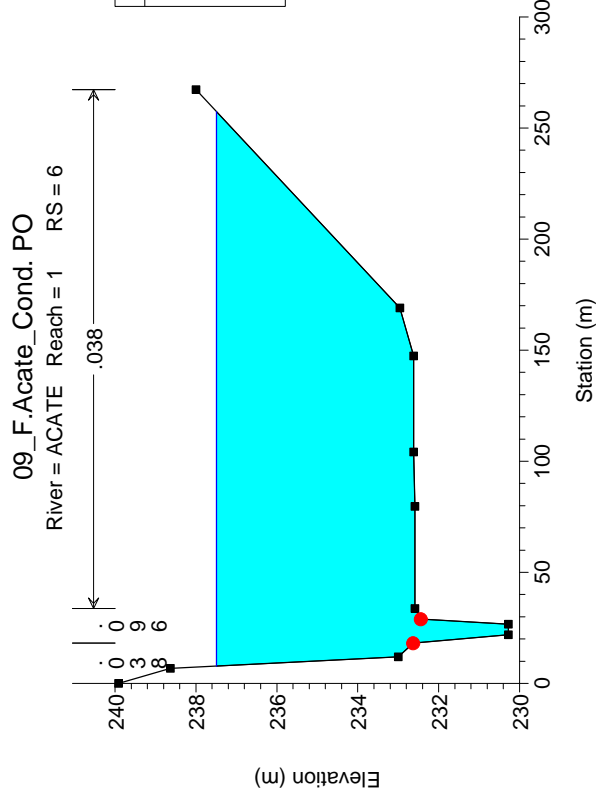
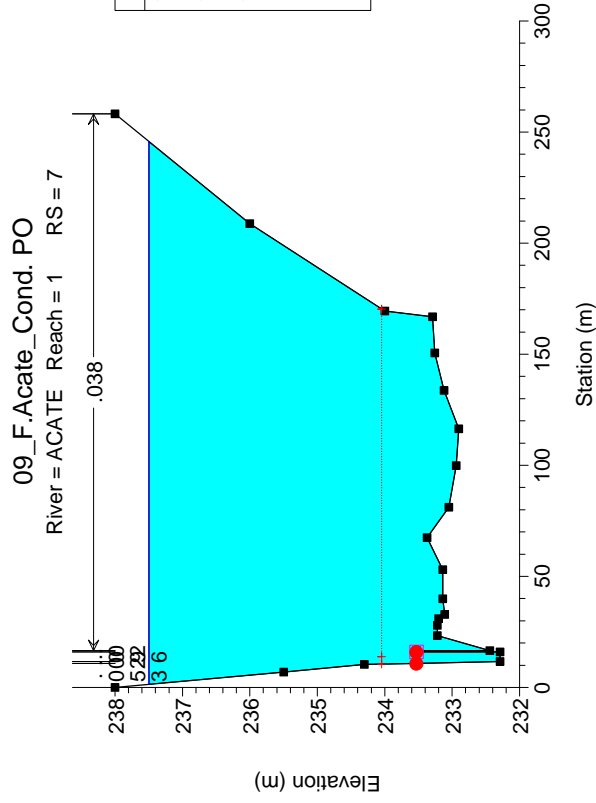
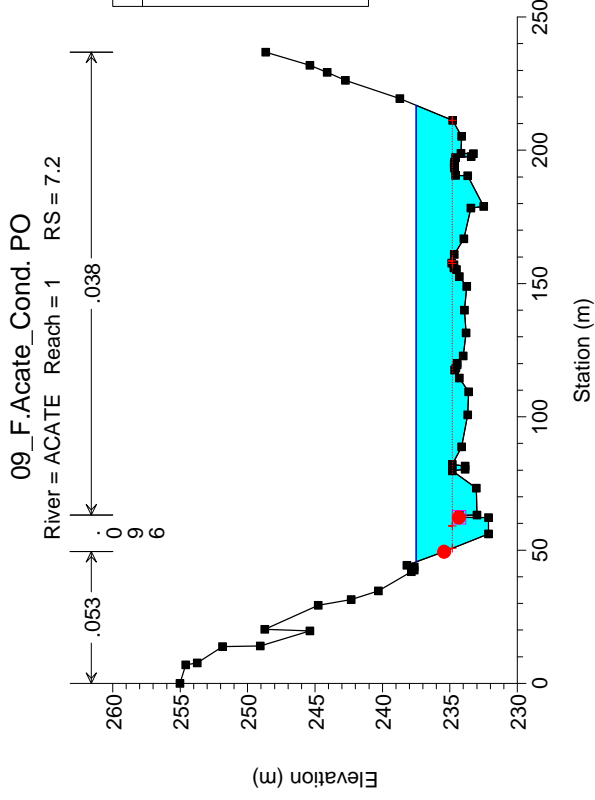
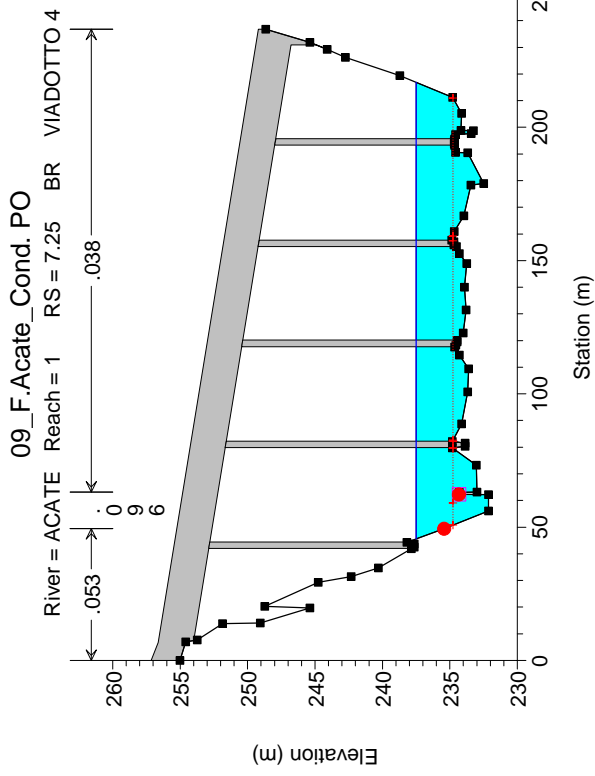
River = ACATE Reach = 1 RS = 7.3



09_F.Acate_Cond. PO

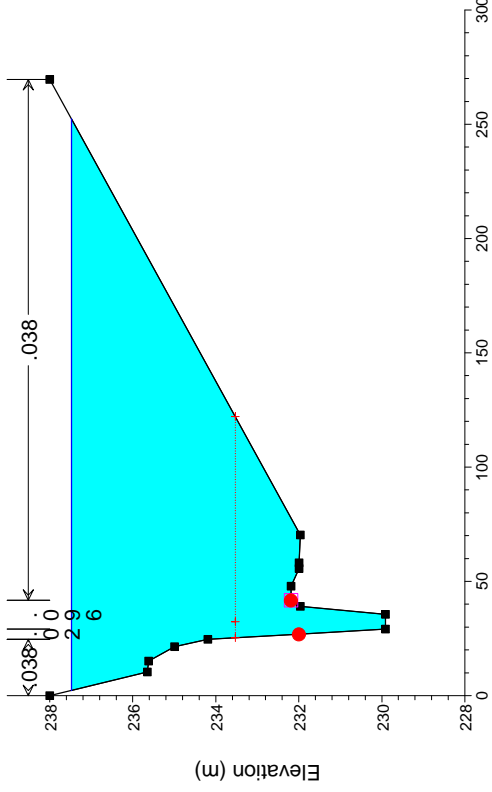
River = ACATE Reach = 1 RS = 7.25 BR VIADOTTO 4





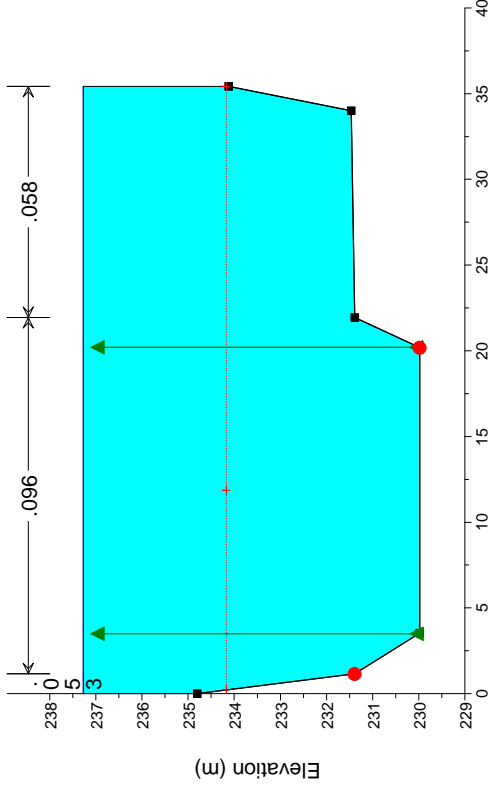
09_F.Acate_Cond. AO

RS = 5



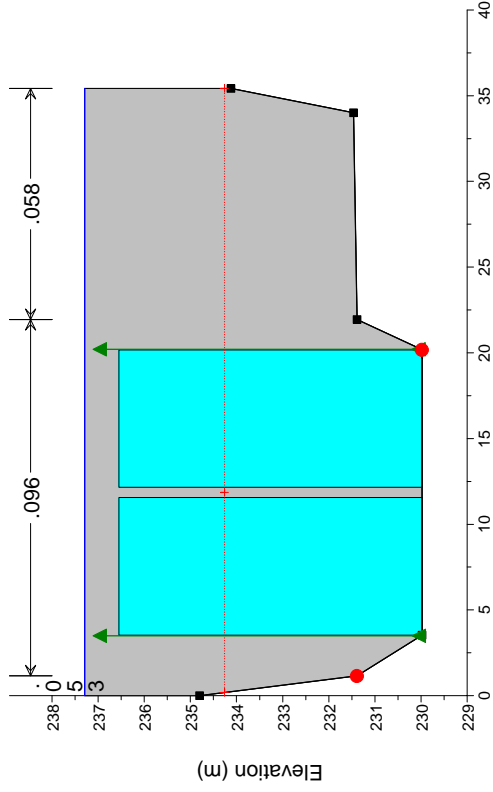
09_F.Acate_Cond. AO

RS = 4.3



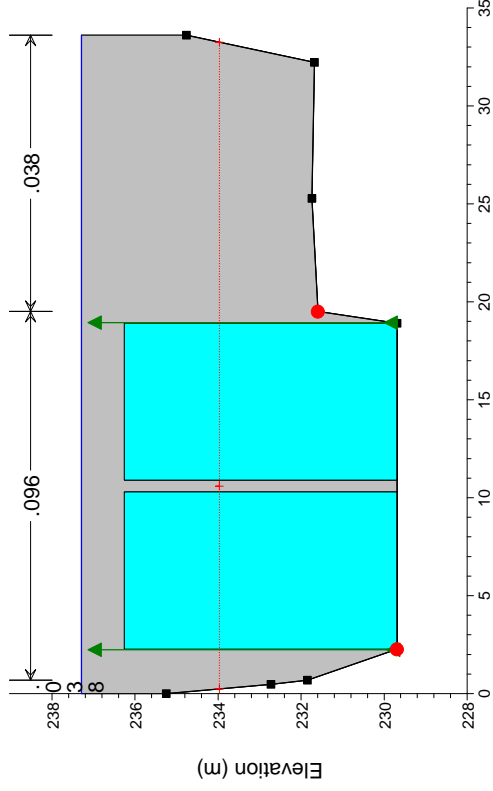
09_F.Acate_Cond. AO

RS = 4.25 Culv



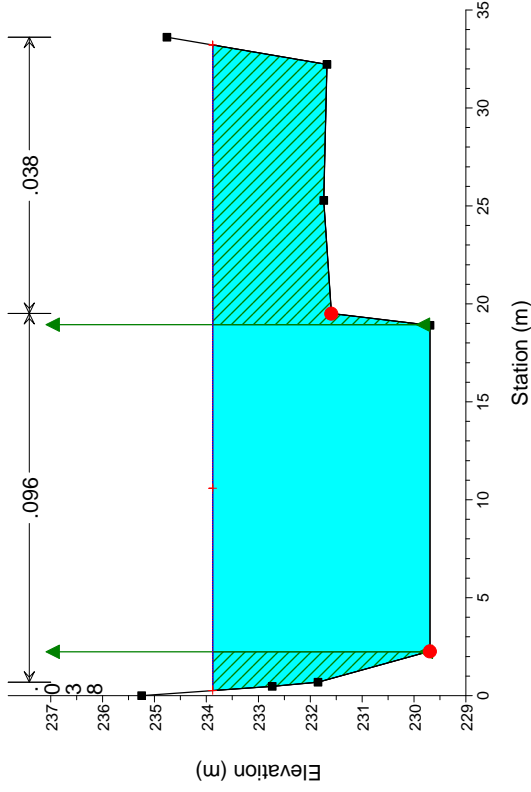
09_F.Acate_Cond. AO

RS = 4.25 Culv



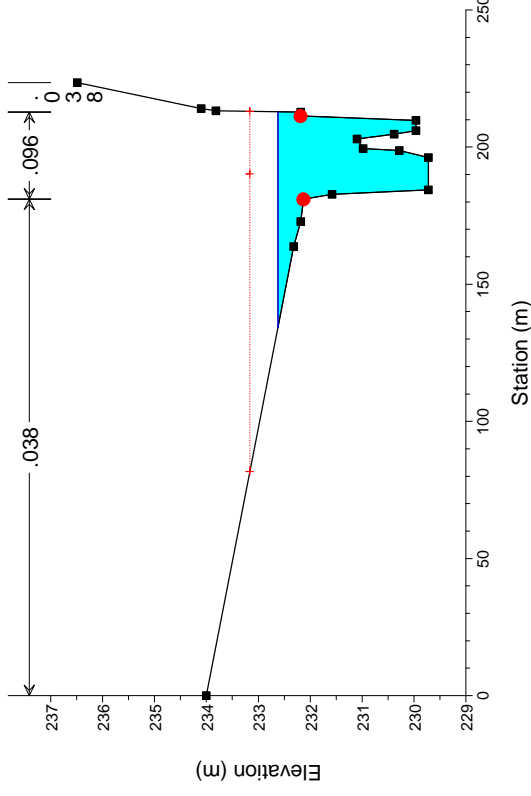
09_F.Acate_Cond. AO

RS = 4.2



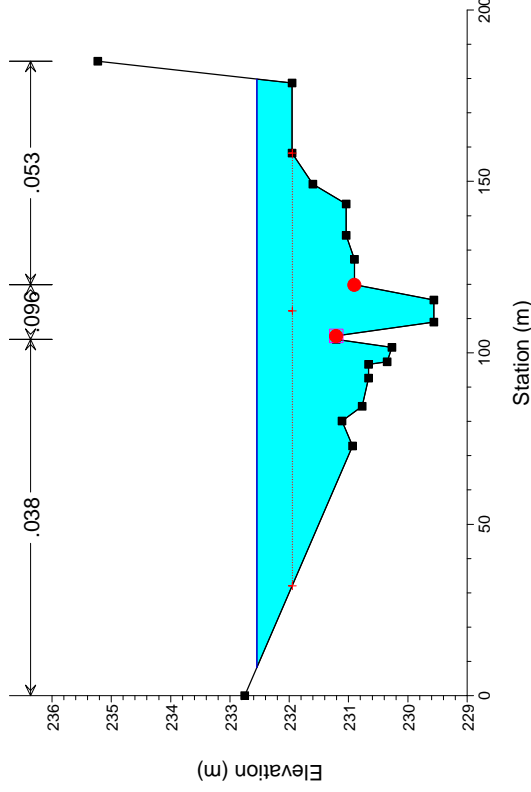
09_F.Acate_Cond. AO

RS = 4



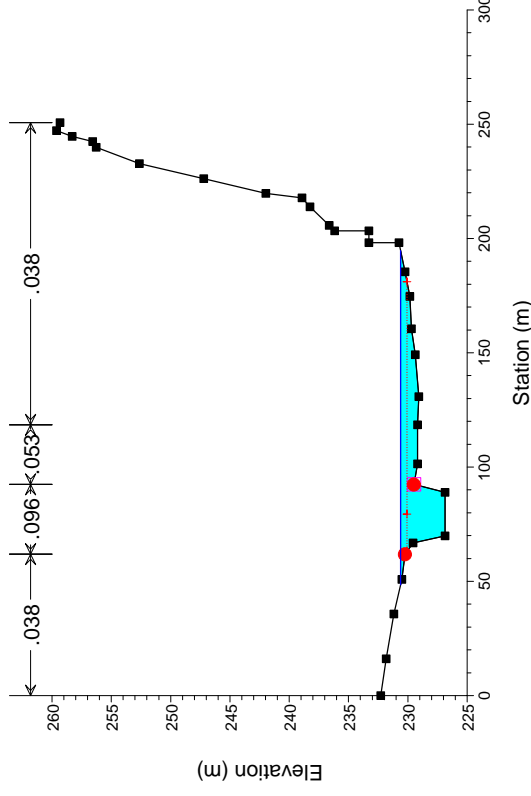
09_F.Acate_Cond. AO

RS = 3



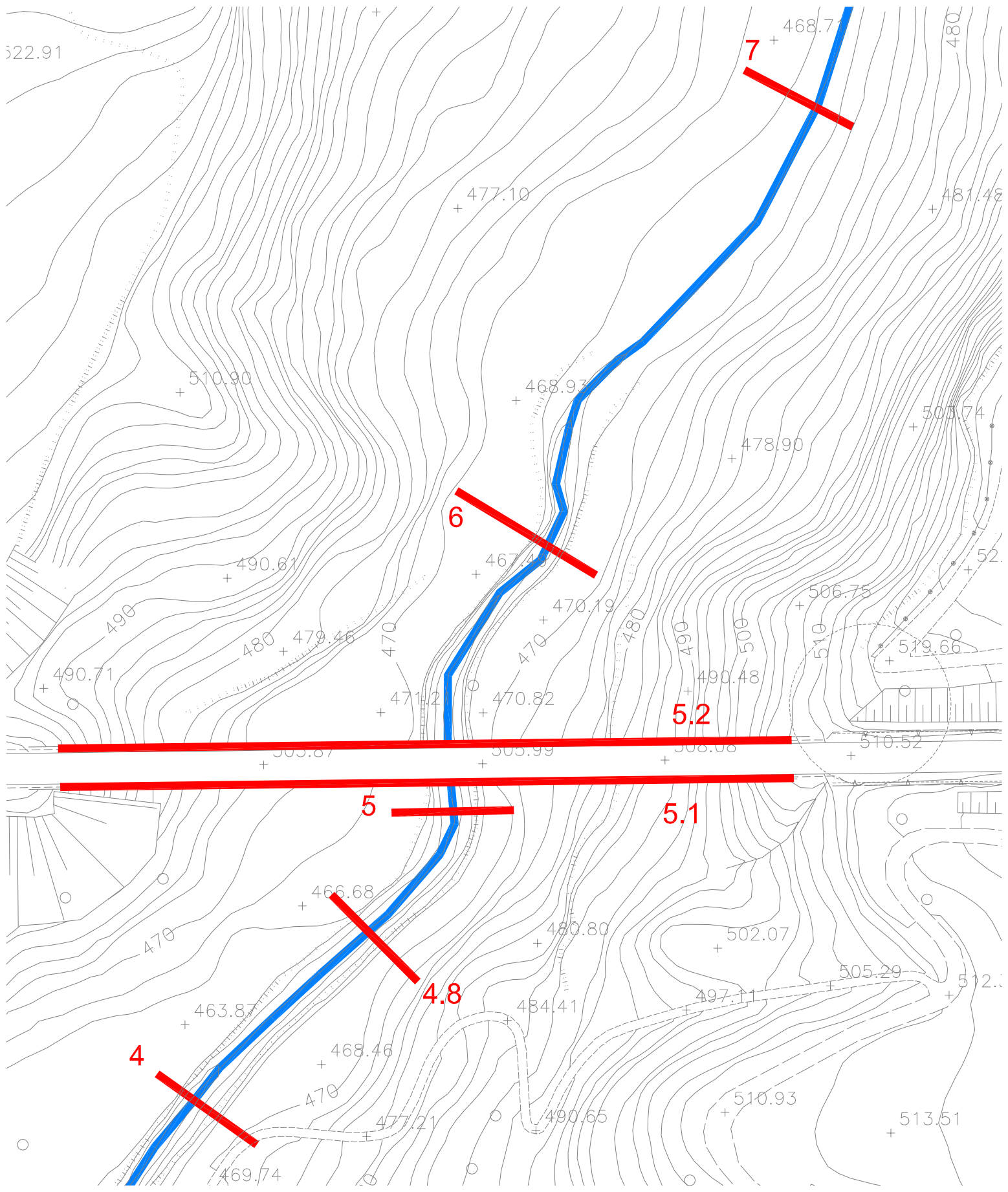
09_F.Acate_Cond. AO

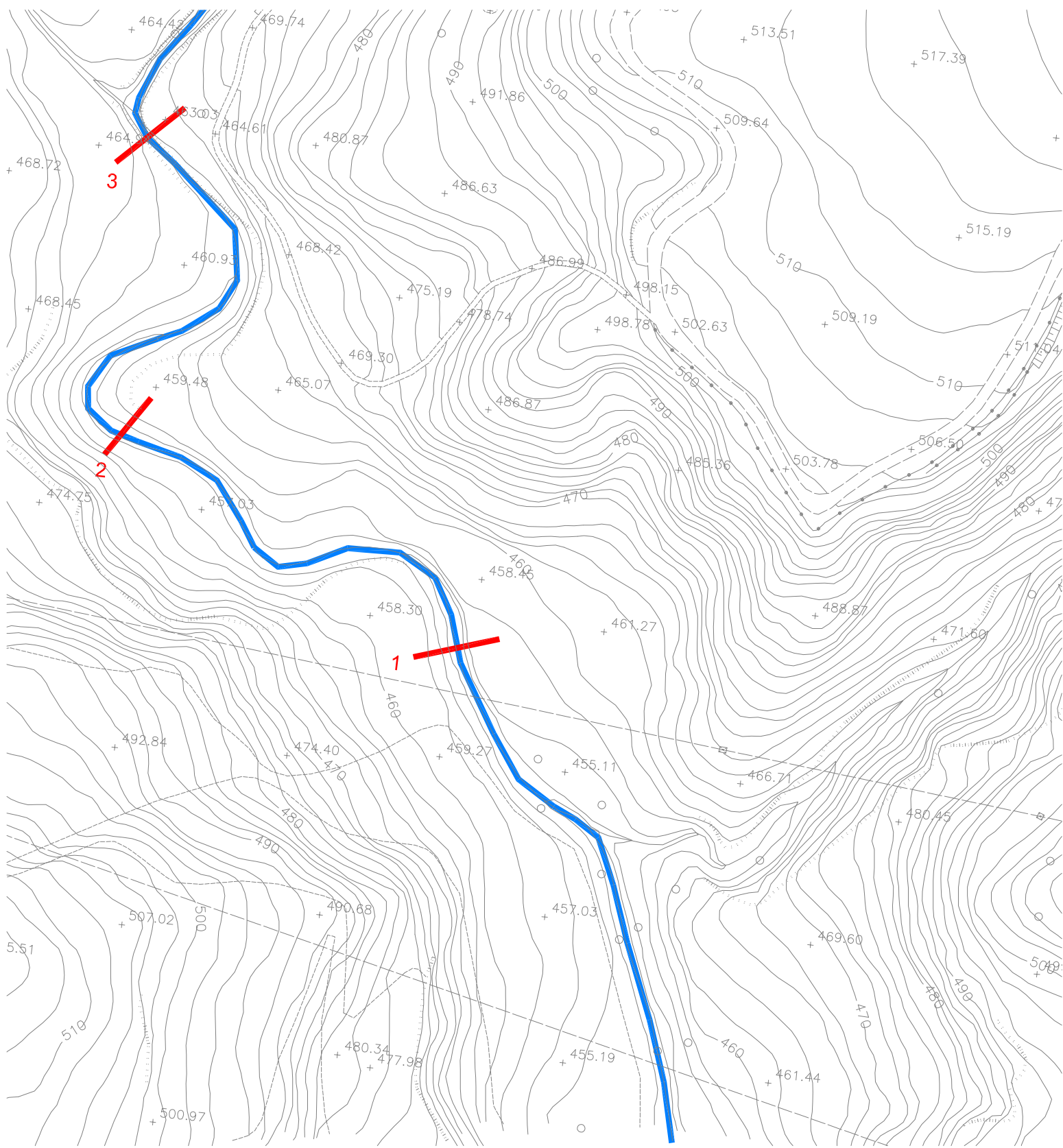
RS = 2



N ALLEGATO 9: TORRENTE FIUMICELLO - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

Ante operam

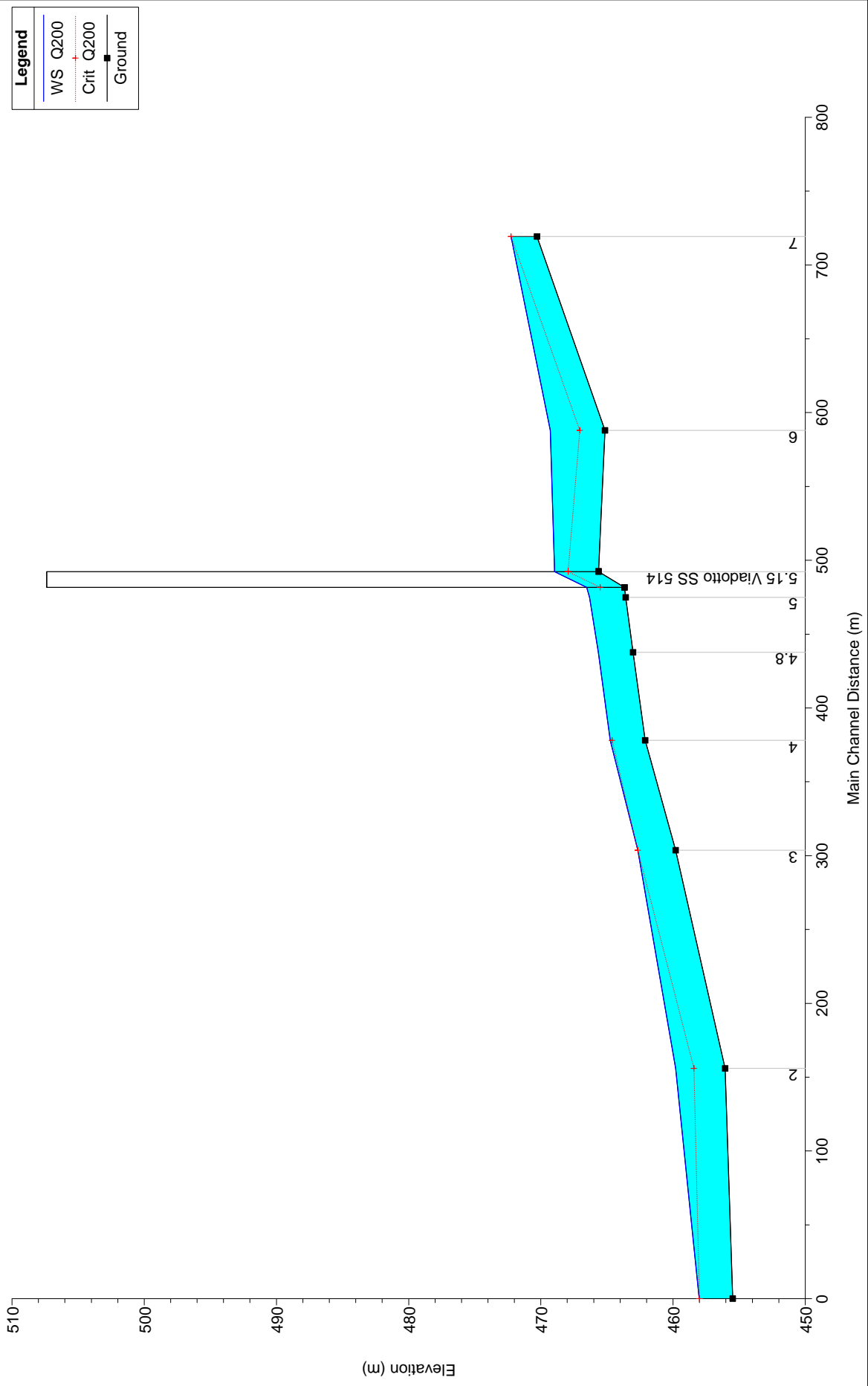




HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fiumicello Reach: 1 Profile: Q200

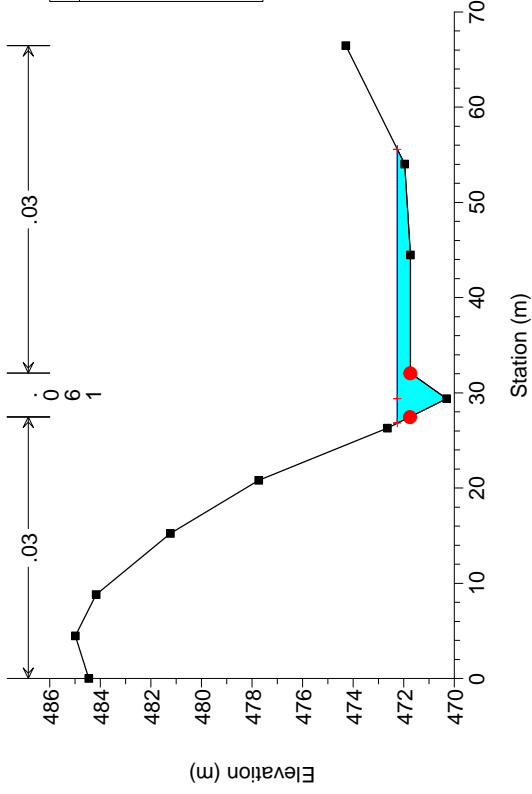
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	7	Q200	40.36	470.30	472.25	472.25	472.57	0.017737	2.24	16.37	28.77	0.64
1	6	Q200	40.36	465.15	469.29	467.05	469.35	0.001309	1.16	41.36	25.54	0.20
1	5.2	Q200	40.36	465.63	468.97	467.94	469.10	0.006563	1.60	25.24	16.47	0.41
1	5.15		Bridge									
1	5.1	Q200	40.36	463.68	466.53		466.65	0.004921	1.58	26.11	19.38	0.38
1	5	Q200	40.36	463.58	466.32		466.59	0.012188	2.32	17.41	9.77	0.55
1	4.8	Q200	40.36	463.02	465.65		466.03	0.017798	2.73	14.77	8.13	0.65
1	4	Q200	40.36	462.10	464.74	464.61	464.98	0.016176	2.58	20.44	24.36	0.57
1	3	Q200	40.36	459.80	462.66	462.66	463.18	0.038295	3.43	13.20	12.77	0.71
1	2	Q200	40.36	456.07	459.81	458.41	459.94	0.005547	1.64	27.92	24.21	0.33
1	1	Q200	40.36	455.49	458.03	458.01	458.36	0.023024	2.92	18.25	28.38	0.66

10 Fiumicello_Cond. AO



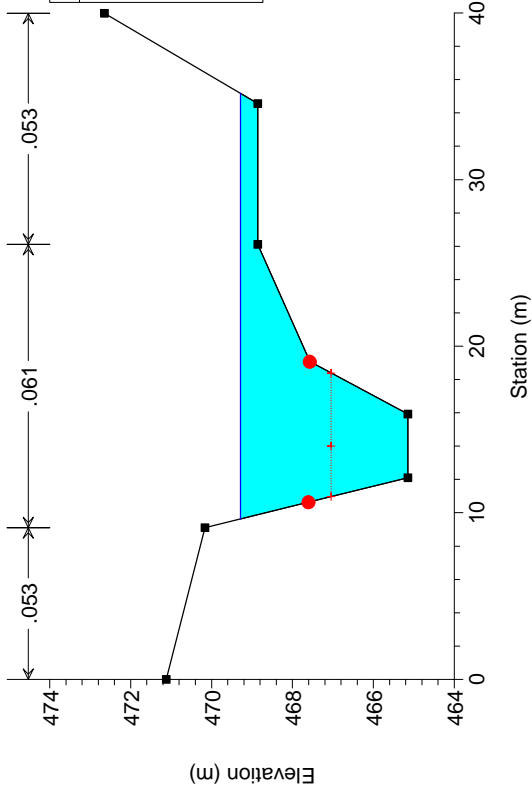
10 Fiumicello_Cond. AO

River = Fiumicello Reach = 1 RS = 7



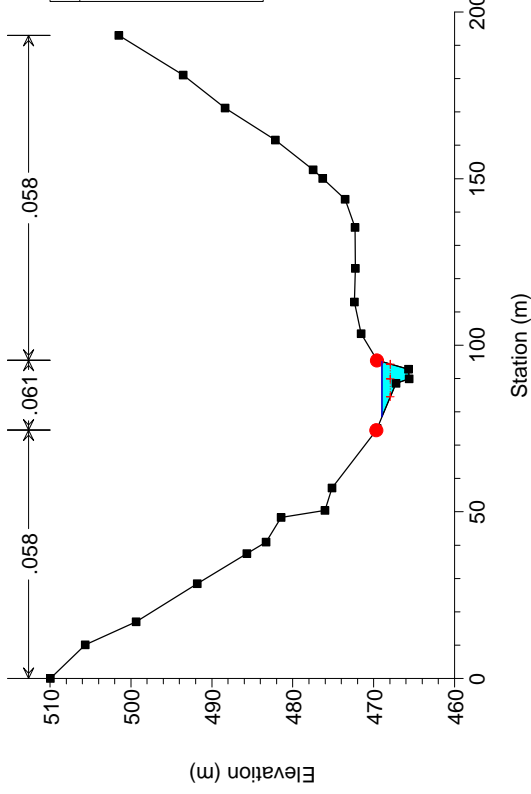
10 Fiumicello_Cond. AO

River = Fiumicello Reach = 1 RS = 6



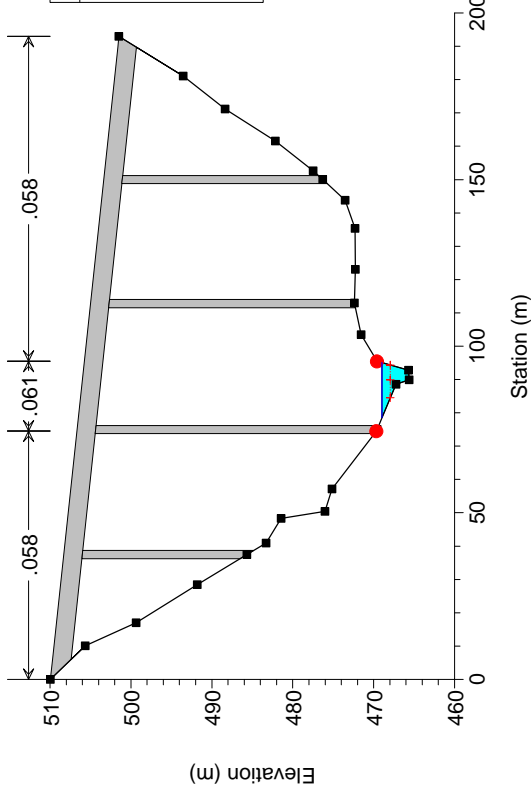
10 Fiumicello_Cond. AO

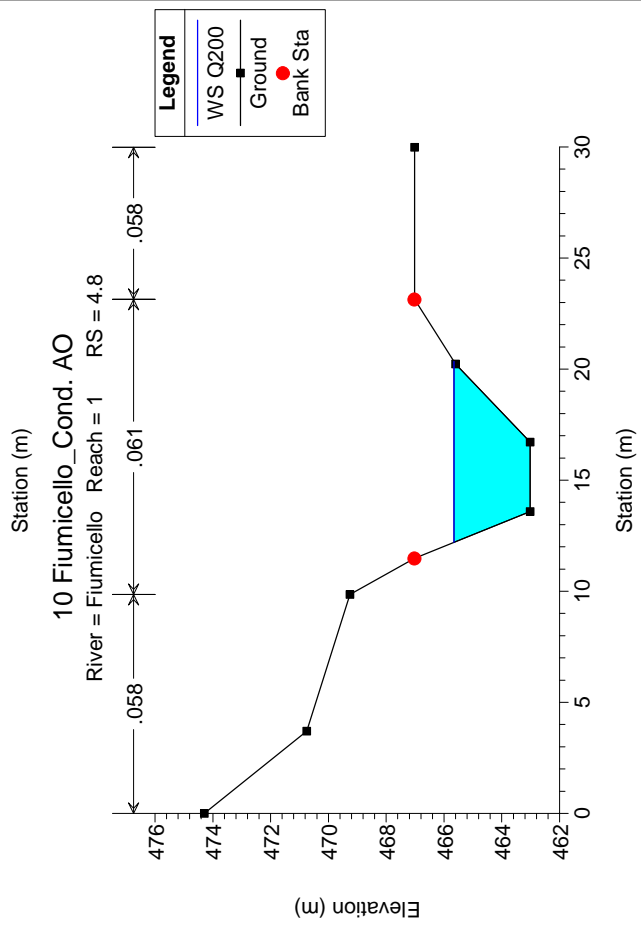
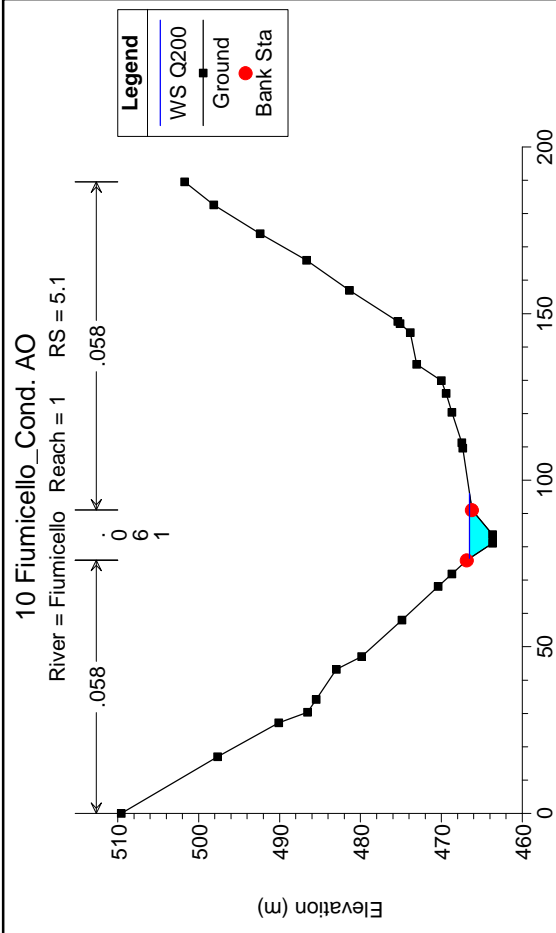
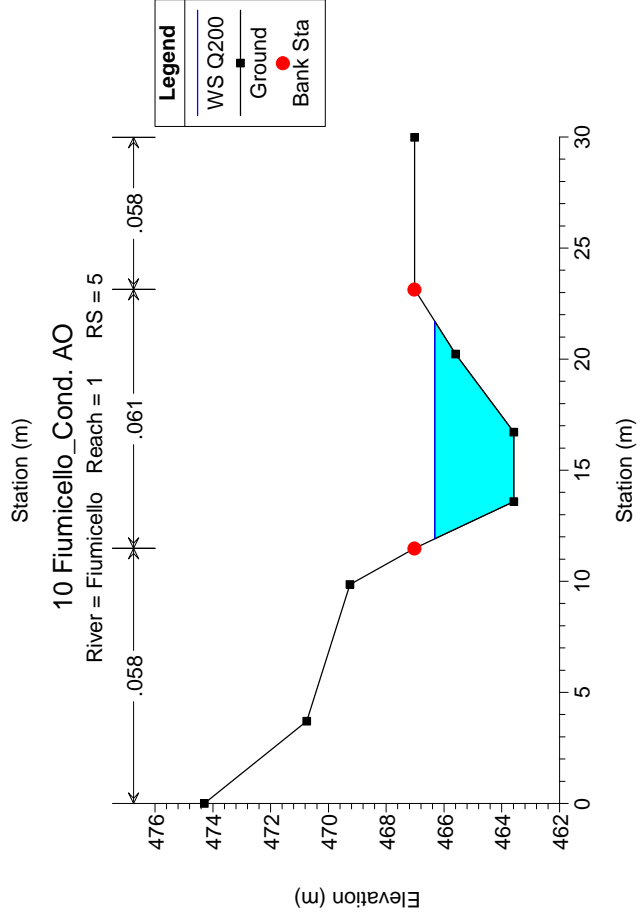
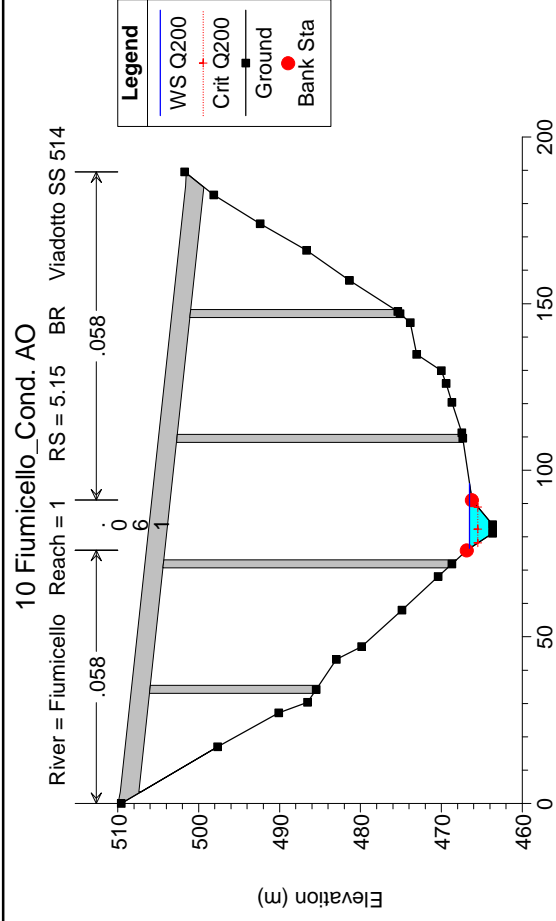
River = Fiumicello Reach = 1 RS = 5.2



10 Fiumicello_Cond. AO

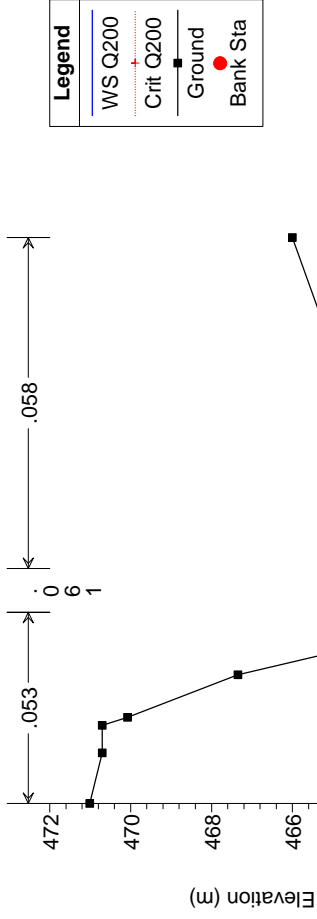
River = Fiumicello Reach = 1 RS = 5.15 BR Viadotto SS 514





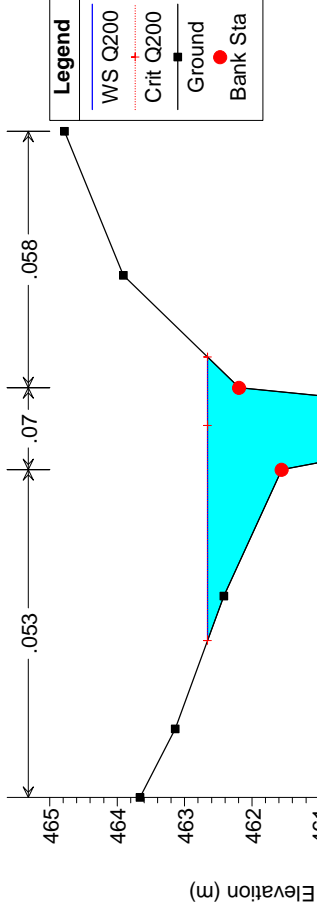
10 Fiumicello_Cond. AO

River = Fiumicello Reach = 1 RS = 4



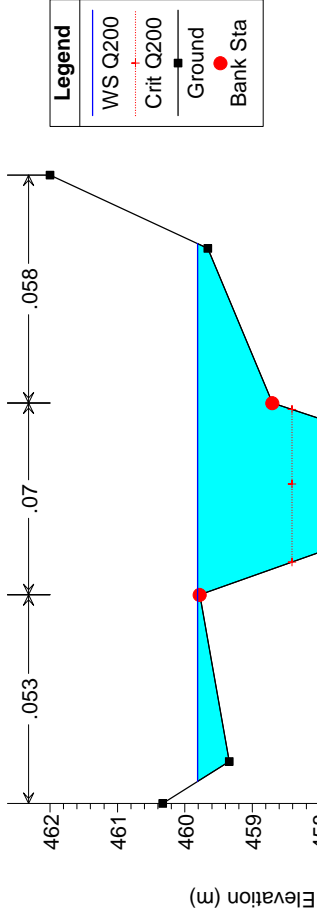
10 Fiumicello_Cond. AO

River = Fiumicello Reach = 1 RS = 3



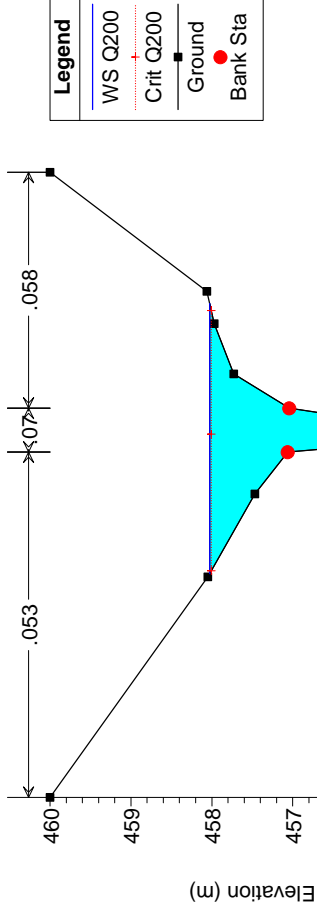
10 Fiumicello_Cond. AO

River = Fiumicello Reach = 1 RS = 2

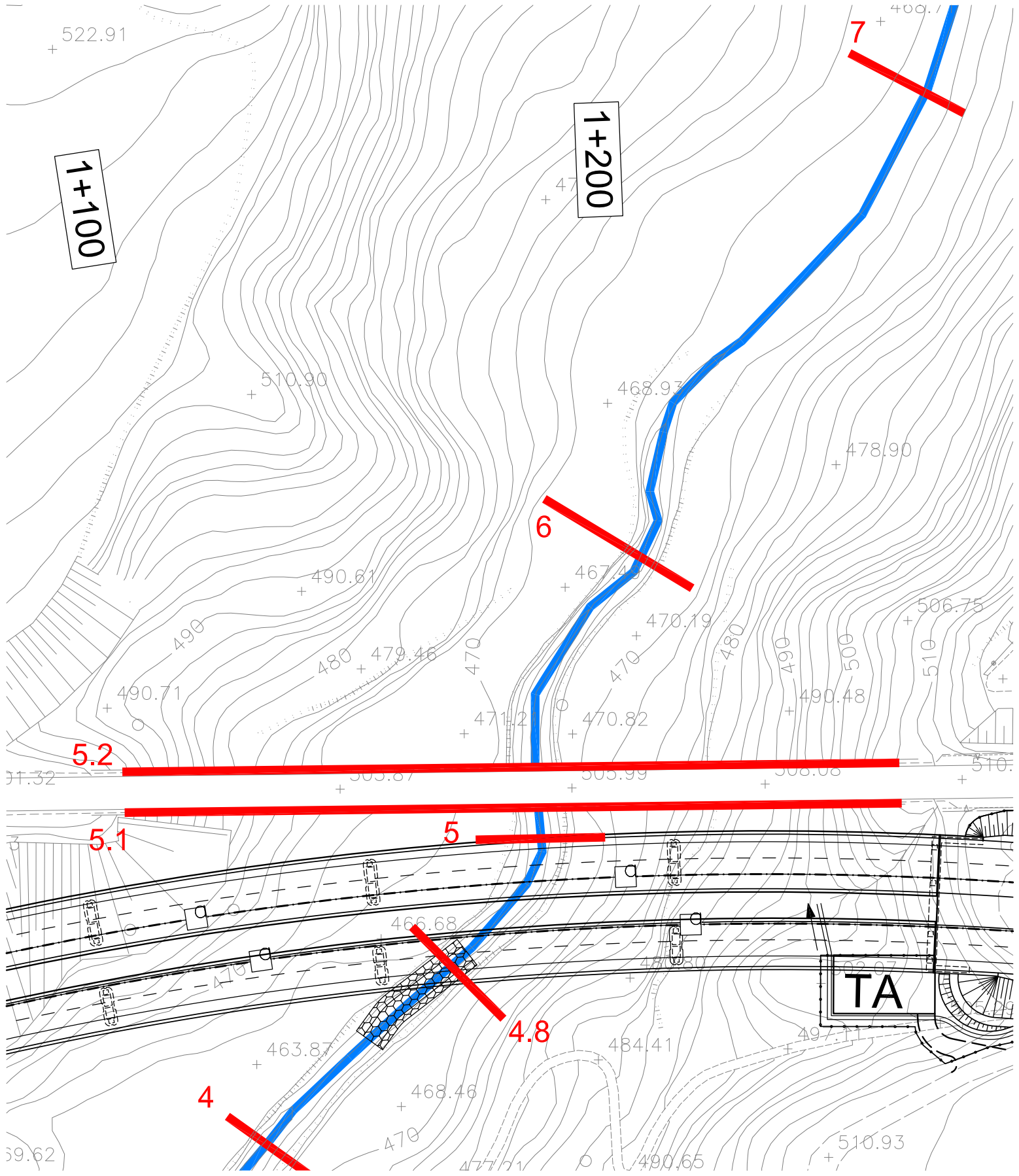


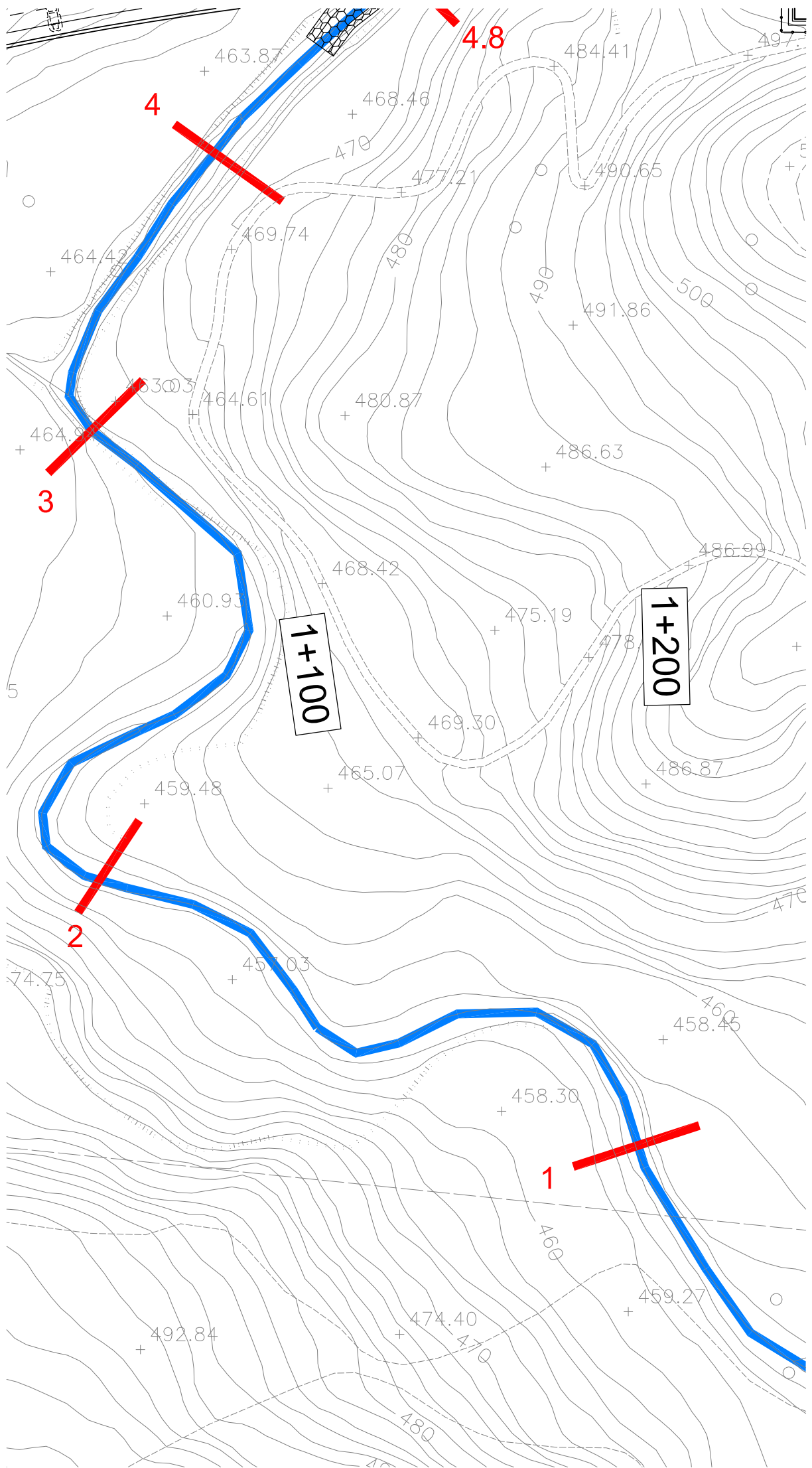
10 Fiumicello_Cond. AO

River = Fiumicello Reach = 1 RS = 1



Post operam

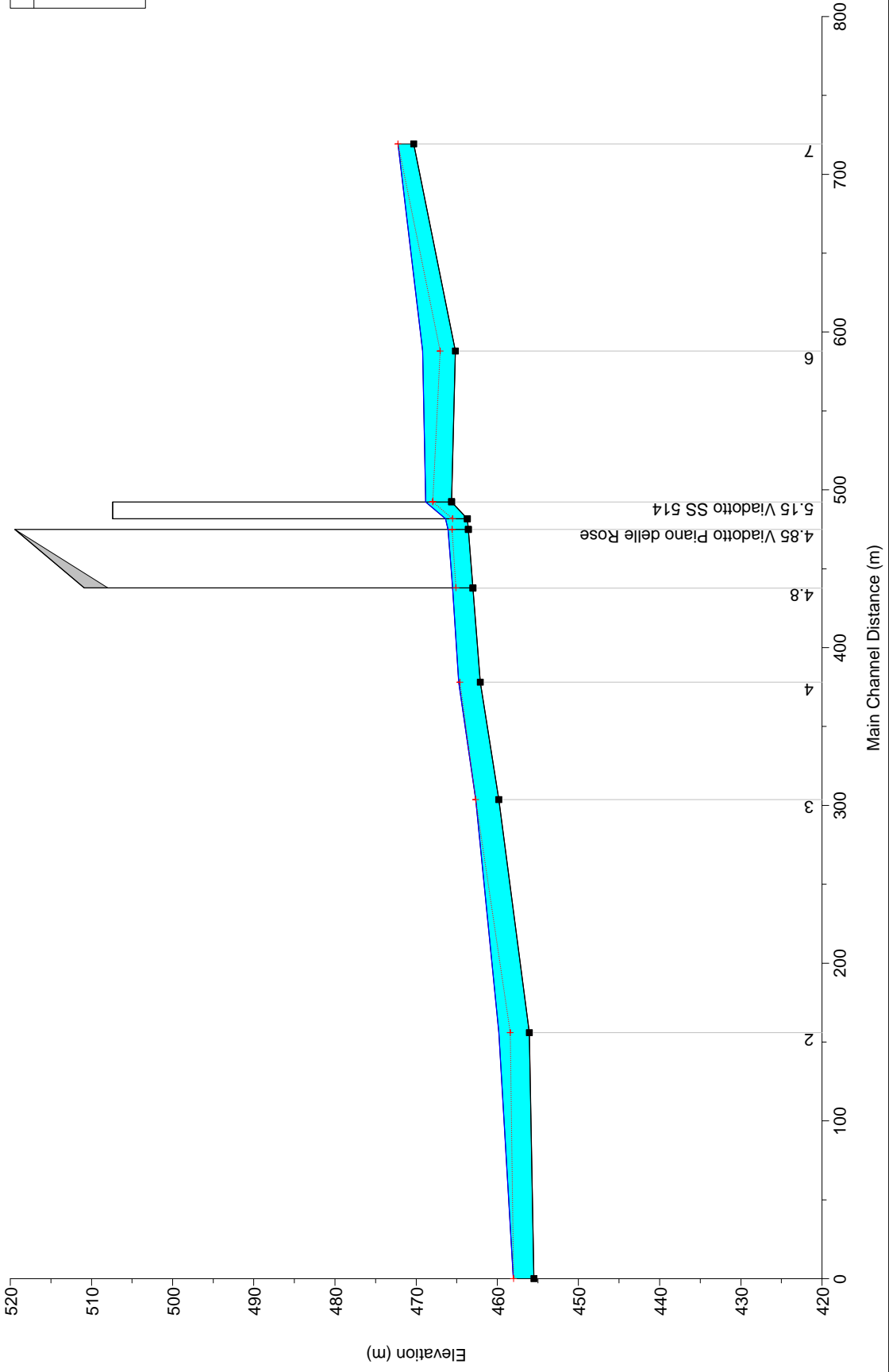


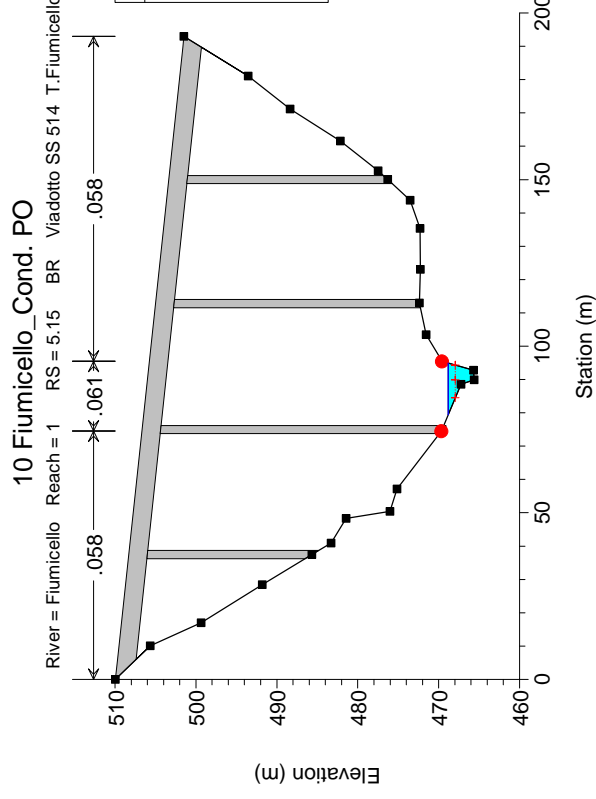
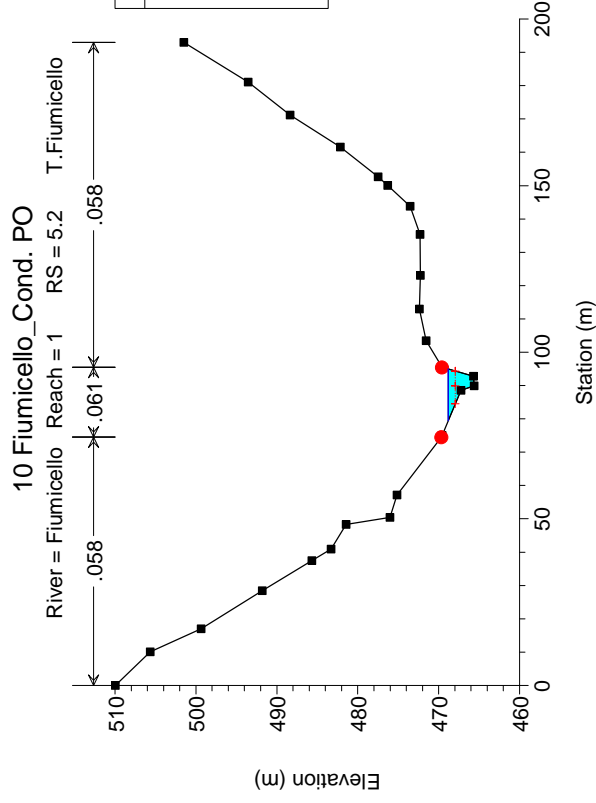
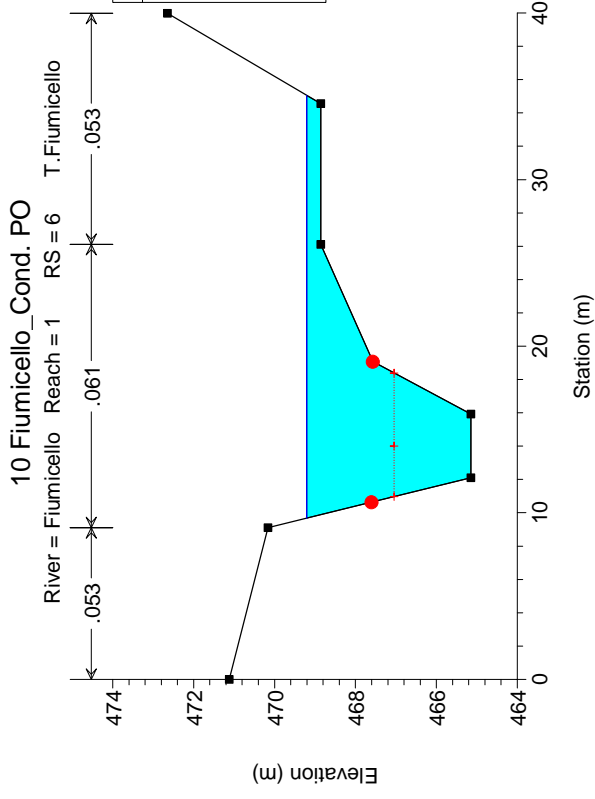
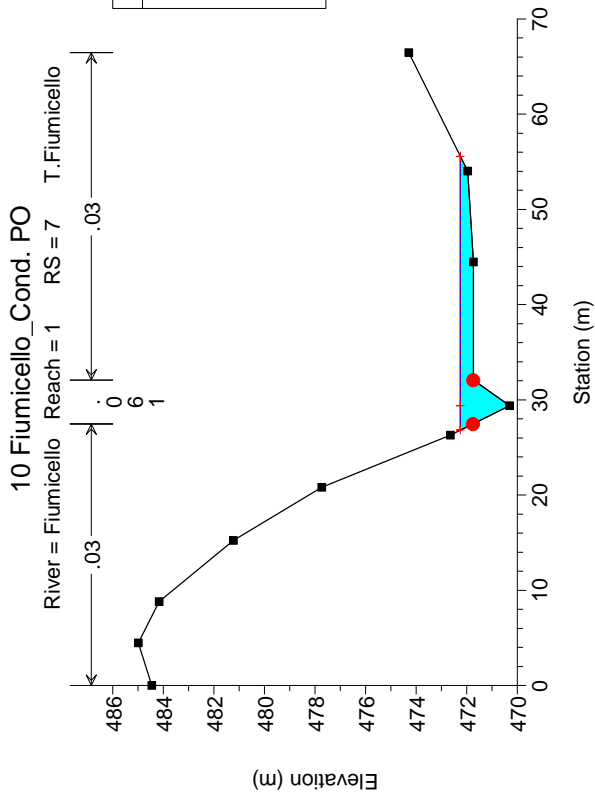


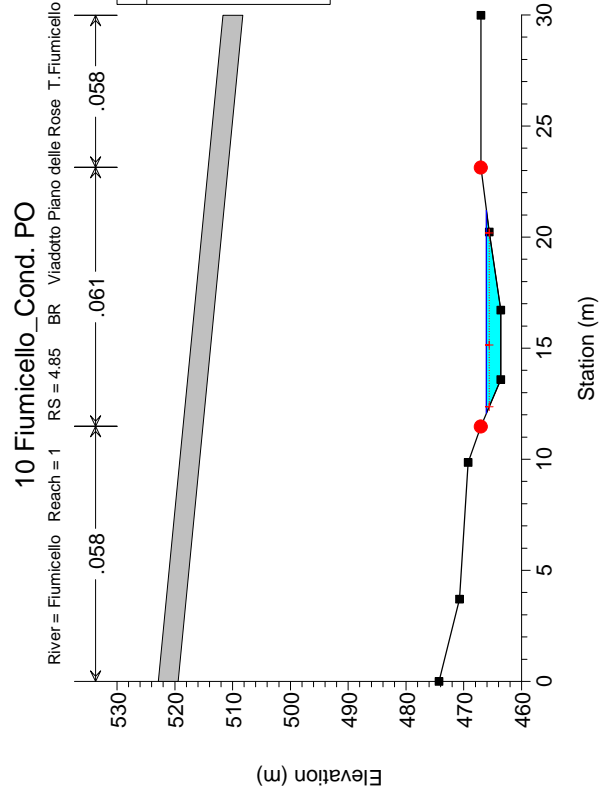
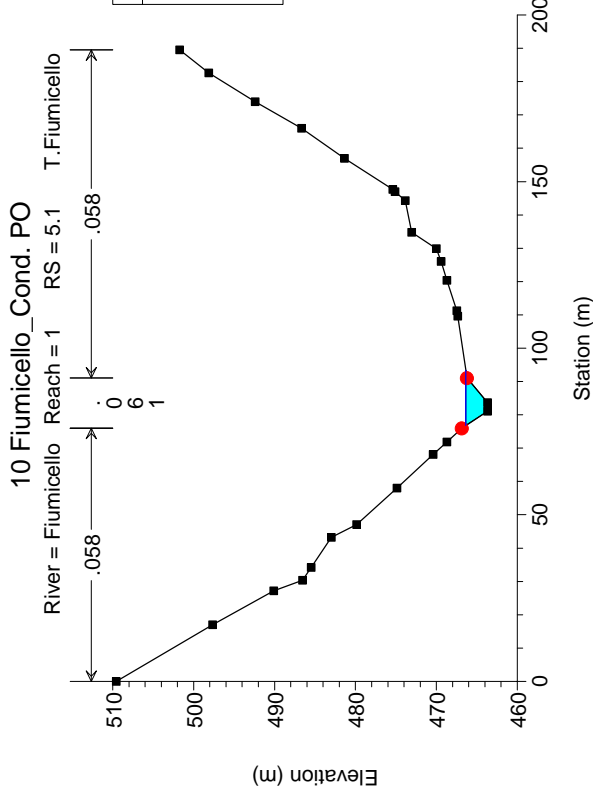
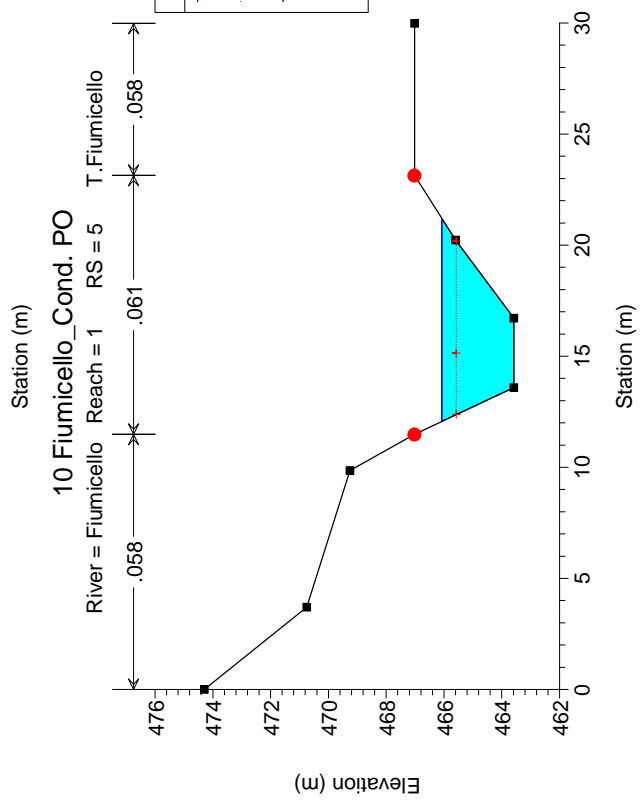
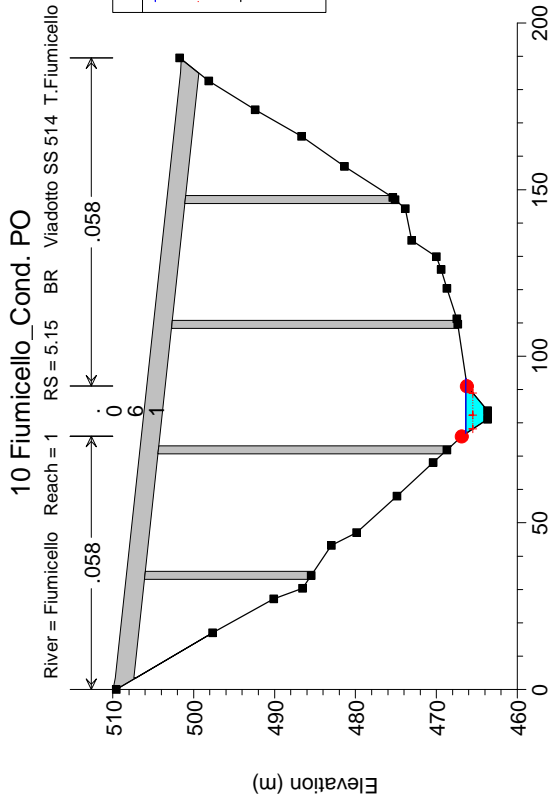
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fiumicello Reach: 1 Profile: Q200

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
1	7	Q200	40.36	470.30	472.25	472.25	472.57	0.017737	2.24	16.37	28.77	0.64
1	6	Q200	40.36	465.15	469.20	467.05	469.27	0.001478	1.22	39.26	25.37	0.21
1	5.2	Q200	40.36	465.63	468.82	467.94	468.98	0.008459	1.77	22.86	15.50	0.46
1	5.15		Bridge									
1	5.1	Q200	40.36	463.68	466.37		466.52	0.006606	1.74	23.30	16.57	0.44
1	5	Q200	40.36	463.58	466.07	465.57	466.44	0.017739	2.67	15.11	9.13	0.66
1	4.85		Bridge									
1	4.8	Q200	40.36	463.02	465.51		465.95	0.014456	2.97	13.59	7.82	0.72
1	4	Q200	40.36	462.10	464.74	464.61	464.98	0.016176	2.58	20.44	24.36	0.57
1	3	Q200	40.36	459.80	462.66	462.66	463.18	0.038295	3.43	13.20	12.77	0.71
1	2	Q200	40.36	456.07	459.81	458.41	459.94	0.005547	1.64	27.92	24.21	0.33
1	1	Q200	40.36	455.49	458.03	458.01	458.36	0.023024	2.92	18.25	28.38	0.66

10 Fiumicello_Cond. PO
T.Fiumicello

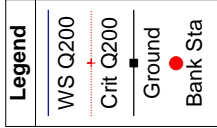
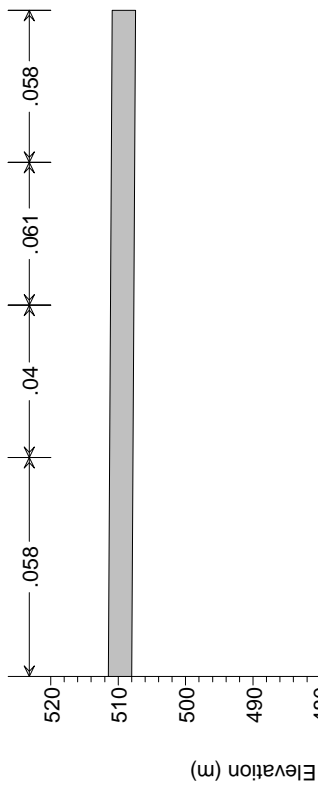






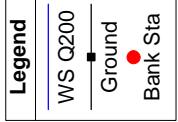
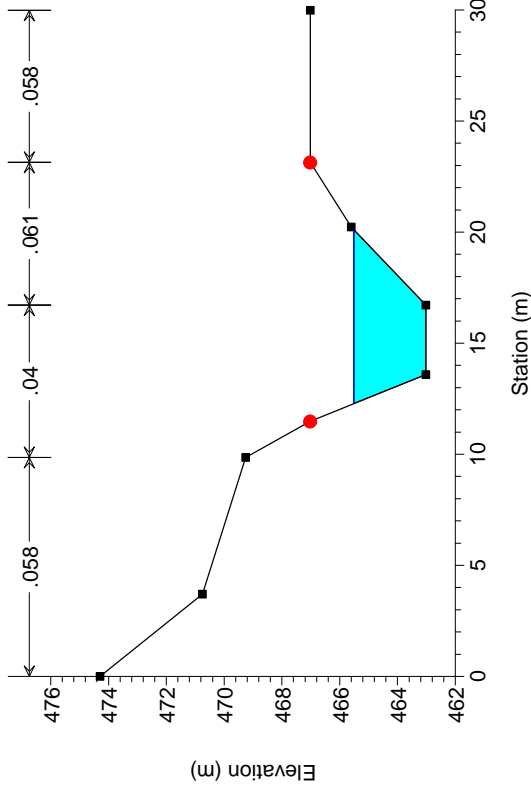
10 Fiumicello Cond. PO

River = Fiumicello Reach = 1 RS = 4.85 BR Viadotto Piano delle Rose T.Fiumicello



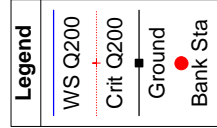
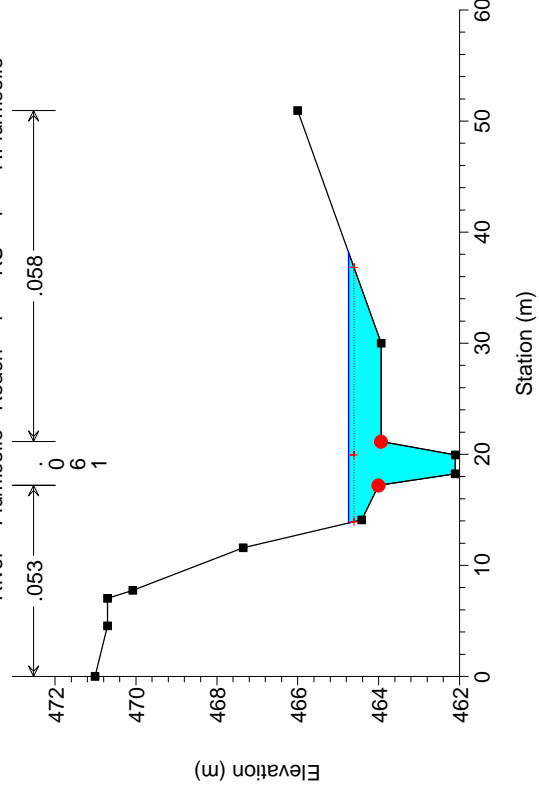
10 Fiumicello Cond. PO

River = Fiumicello Reach = 1 RS = 4.8 T.Fiumicello



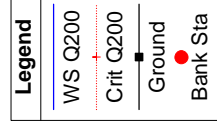
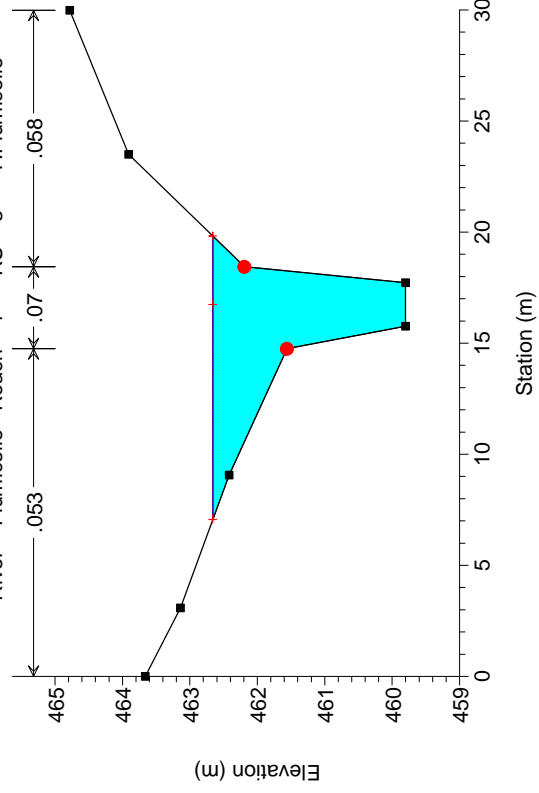
10 Fiumicello Cond. PO

River = Fiumicello Reach = 1 RS = 4 T.Fiumicello



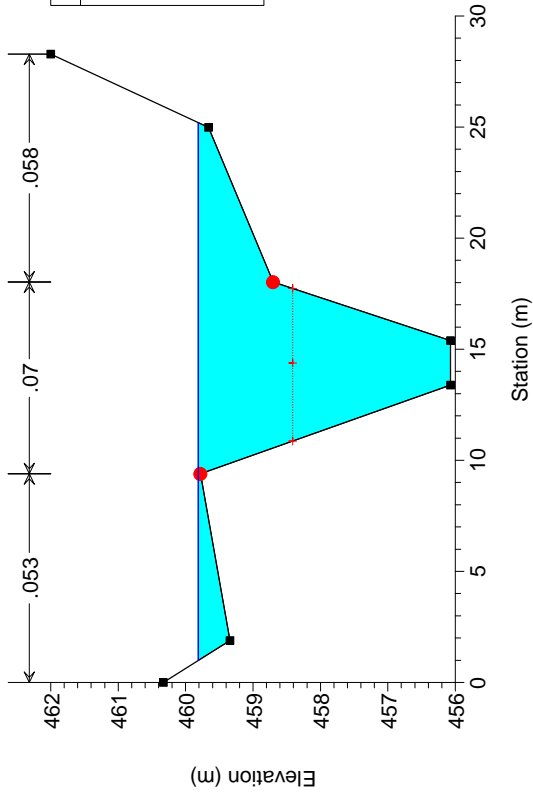
10 Fiumicello Cond. PO

River = Fiumicello Reach = 1 RS = 3 T.Fiumicello



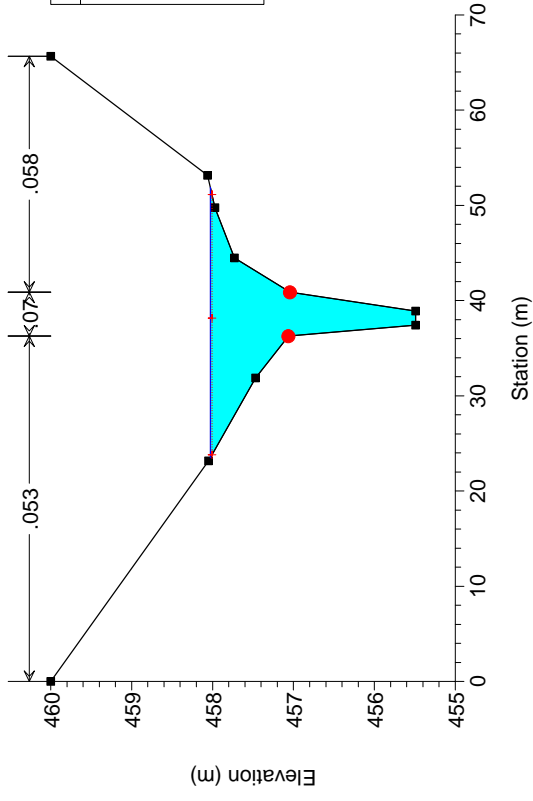
10 Fiumicello_Cond. PO

River = Fiumicello Reach = 1 RS = 2 T.Fiumicello



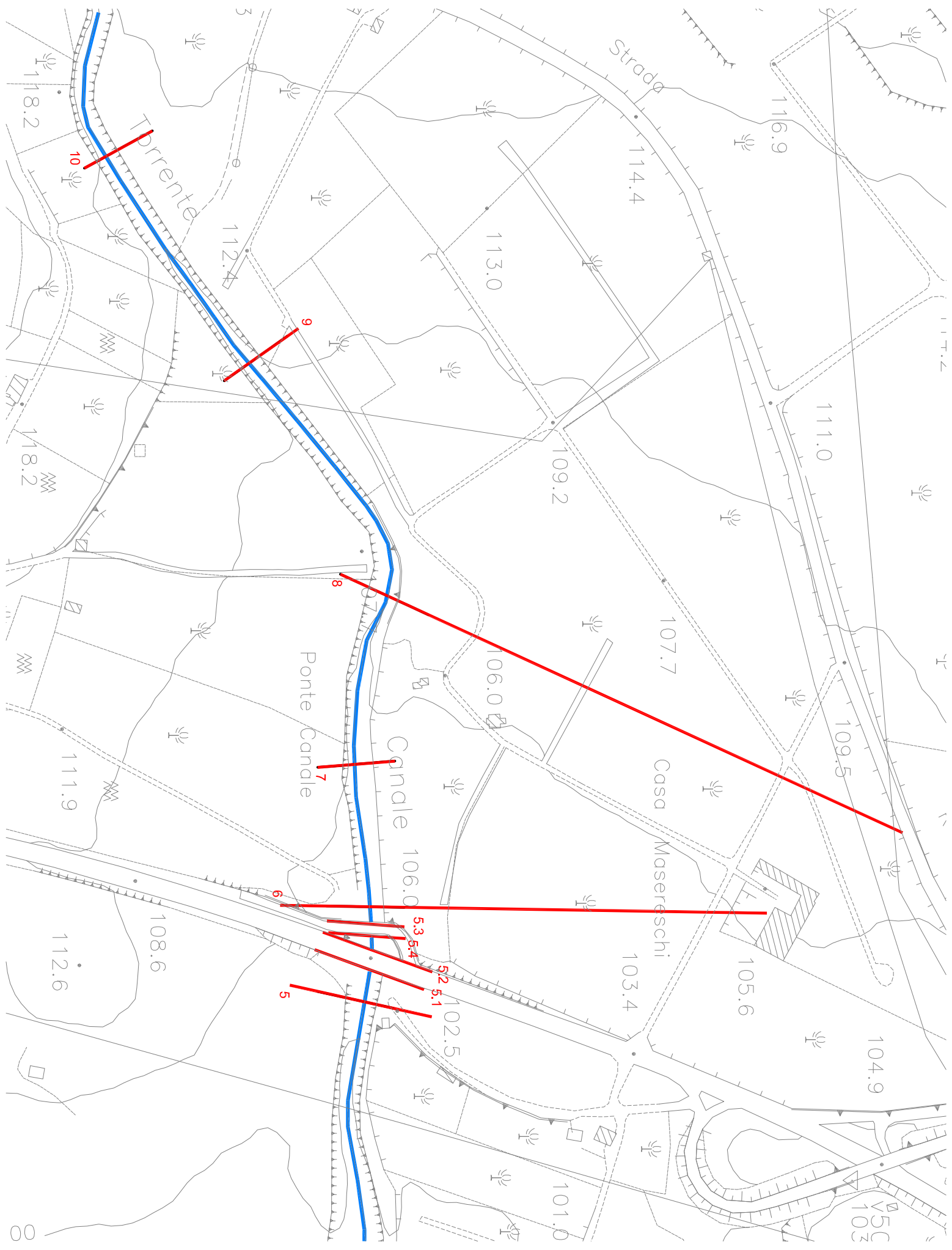
10 Fiumicello_Cond. PO

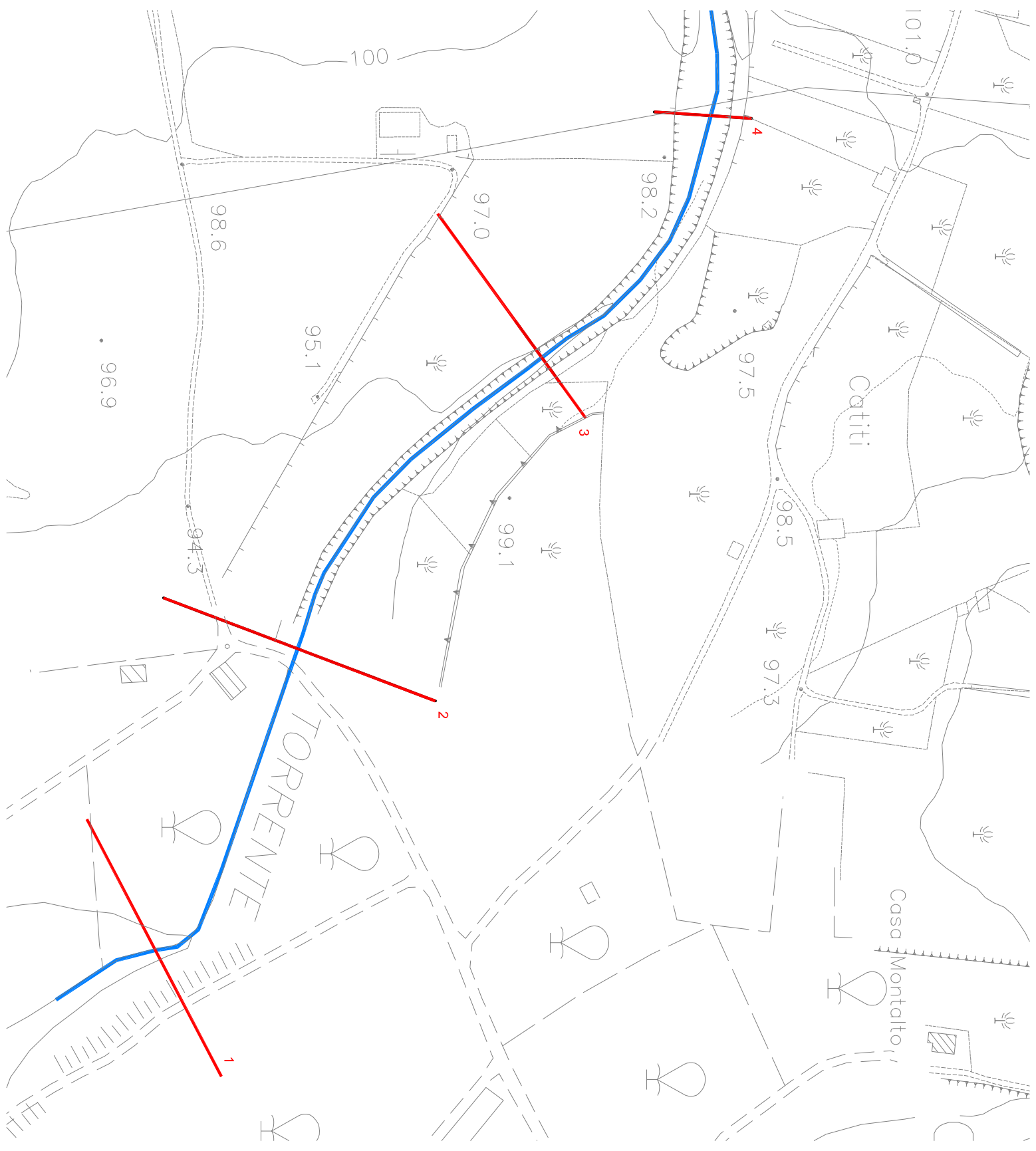
River = Fiumicello Reach = 1 RS = 1 T.Fiumicello



O ALLEGATO 10: TORRENTE CANALE - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

Ante operam

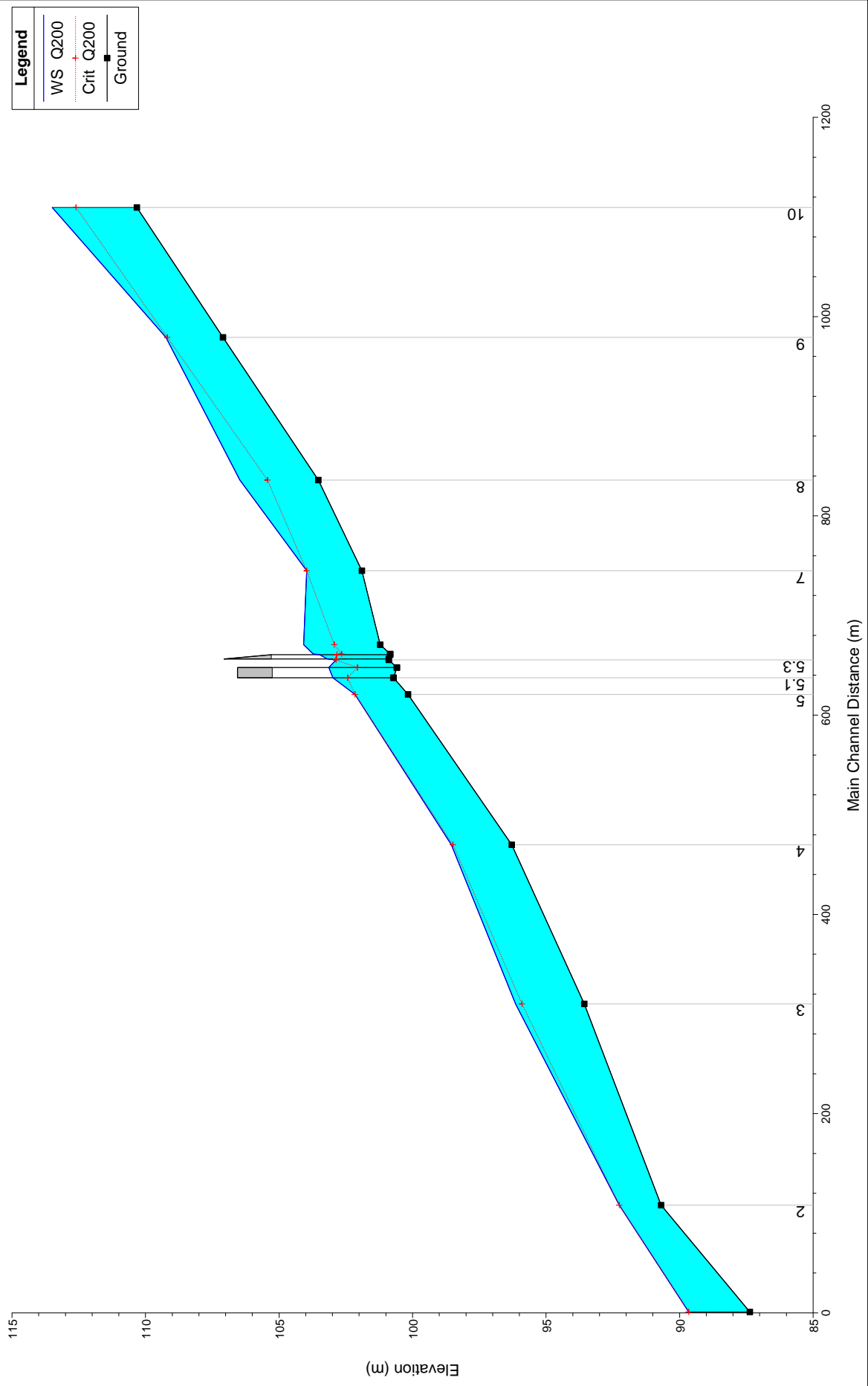




HEC-RAS Plan: 1 River: T.Canale Reach: 1 Profile: Q200

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
1	10	Q200	58.45	110.32	113.49	112.60	113.74	0.014380	2.27	27.18	25.74	0.48
1	9	Q200	58.45	107.10	109.24	109.18	109.96	0.082861	3.76	15.54	10.05	0.97
1	8	Q200	58.45	103.53	106.47	105.43	106.64	0.009982	1.90	31.44	20.65	0.41
1	7	Q200	58.45	101.90	103.97	103.97	104.70	0.066864	3.80	15.37	10.46	1.00
1	6	Q200	58.45	101.21	104.08	102.93	104.09	0.000287	0.33	142.54	157.20	0.07
1	5.4	Q200	58.45	100.84	103.72	102.65	104.05	0.011019	2.54	23.02	15.43	0.49
1	5.35		Bridge									
1	5.3	Q200	58.45	100.89	102.86	102.86	103.83	0.052016	4.35	13.42	10.79	1.00
1	5.2	Q200	58.45	100.59	103.14	102.06	103.22	0.003563	1.26	45.49	26.73	0.26
1	5.15		Bridge									
1	5.1	Q200	58.45	100.71	102.99	102.43	103.16	0.009876	1.92	32.77	43.85	0.43
1	5	Q200	58.45	100.17	102.16	102.16	102.77	0.064720	3.47	16.85	13.80	1.00
1	4	Q200	58.45	96.29	98.55	98.49	98.90	0.028627	2.90	23.16	24.54	0.65
1	3	Q200	58.45	93.57	96.14	95.90	96.23	0.010432	1.58	47.69	79.24	0.39
1	2	Q200	58.45	90.69	92.26	92.26	92.53	0.039571	2.64	26.24	44.31	0.76
1	1	Q200	58.45	87.37	89.66	89.66	89.75	0.012101	1.55	43.75	66.67	0.37

11_T.Canale_Cond. AO

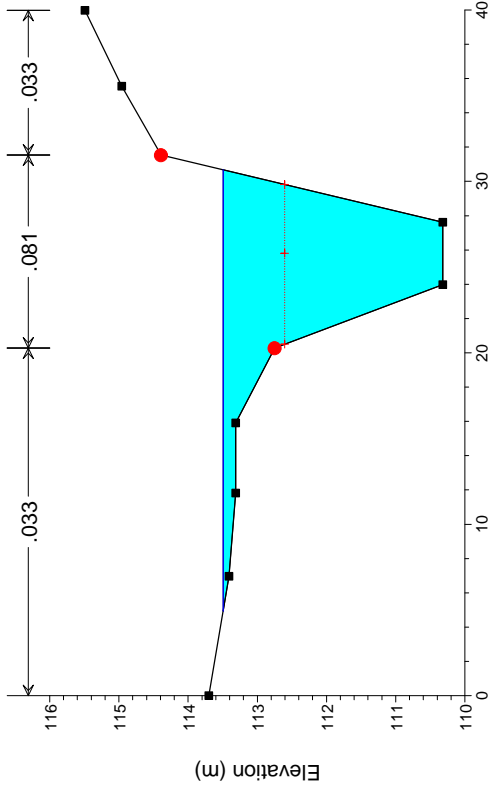


Legend

WS Q200	—
Crit Q200	- - -
Ground	■

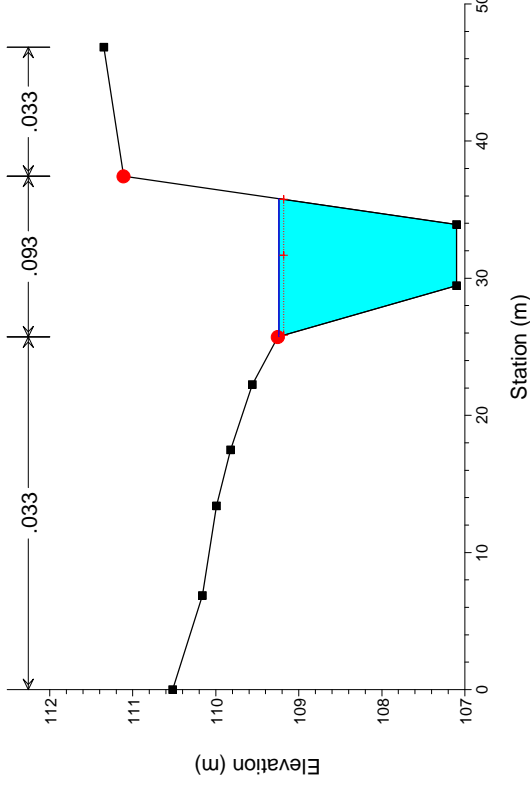
11_T.Canale_Cond. AO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 10



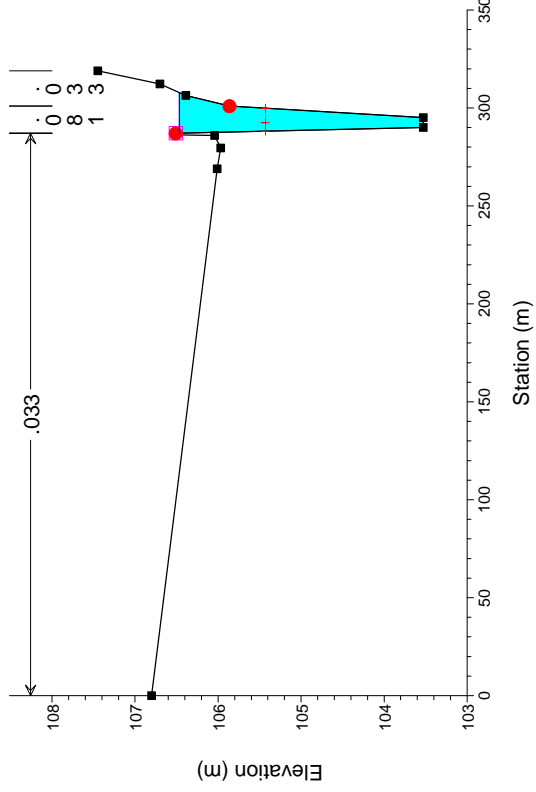
11_T.Canale_Cond. AO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 9



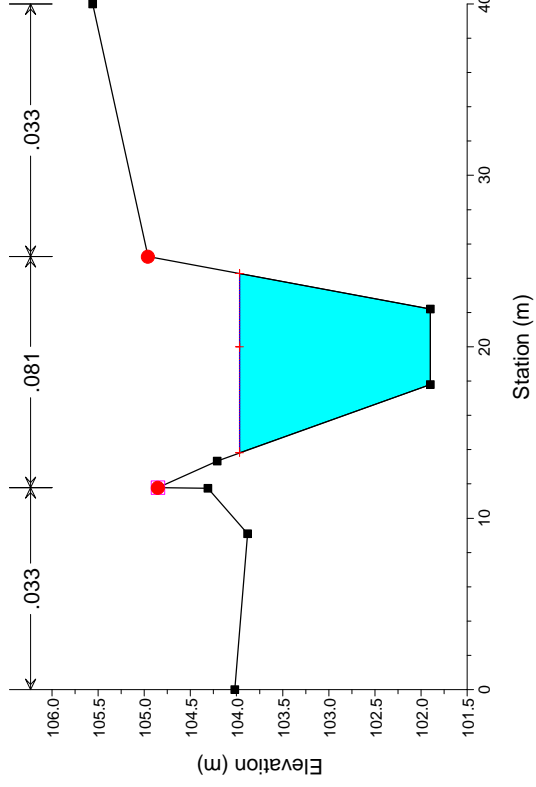
11_T.Canale_Cond. AO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 8



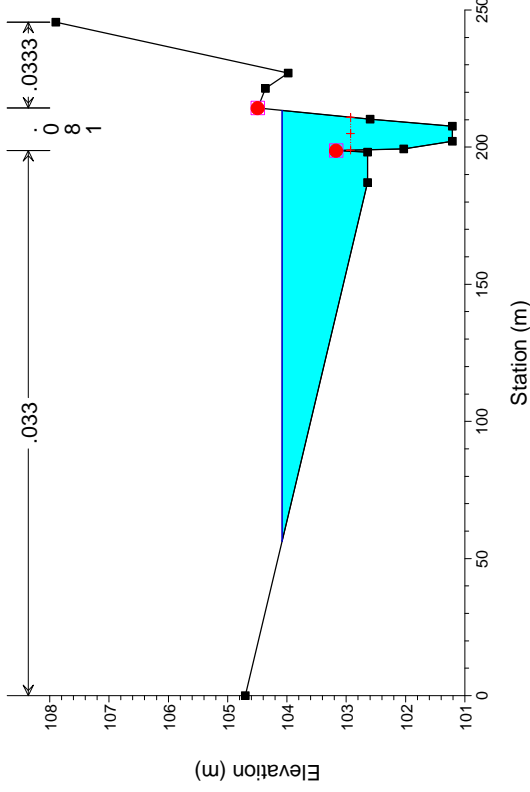
11_T.Canale_Cond. AO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 7



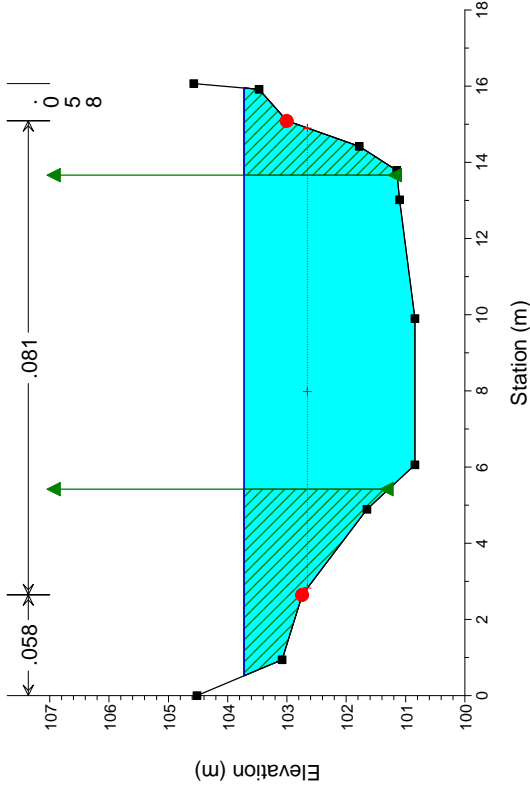
11_T.Canale_Cond. AO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 6



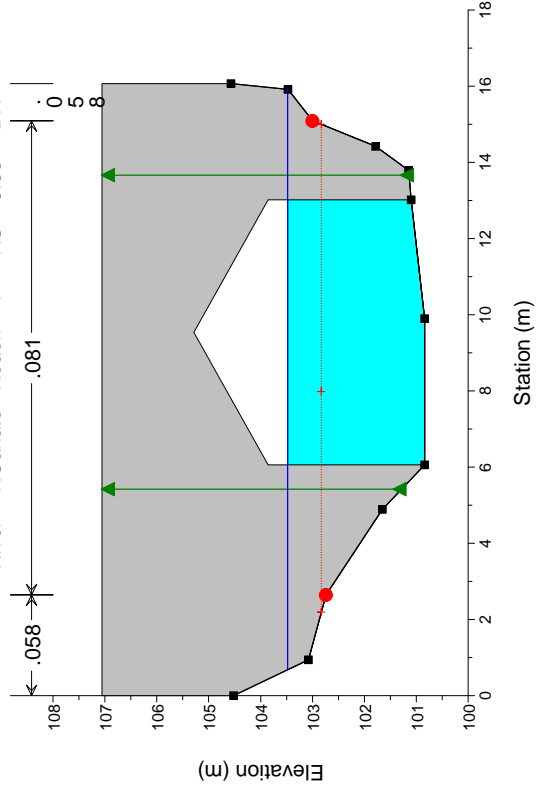
11_T.Canale_Cond. AO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 5.4



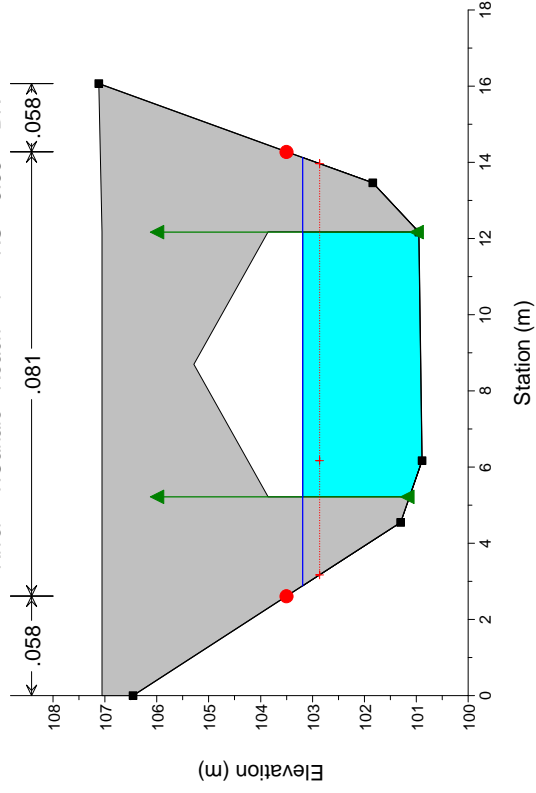
11_T.Canale_Cond. AO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 5.35 BR



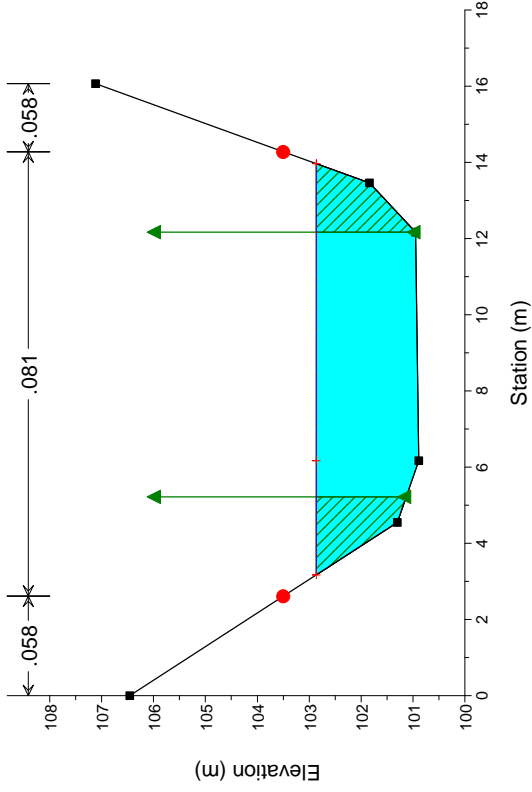
11_T.Canale_Cond. AO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 5.35 BR



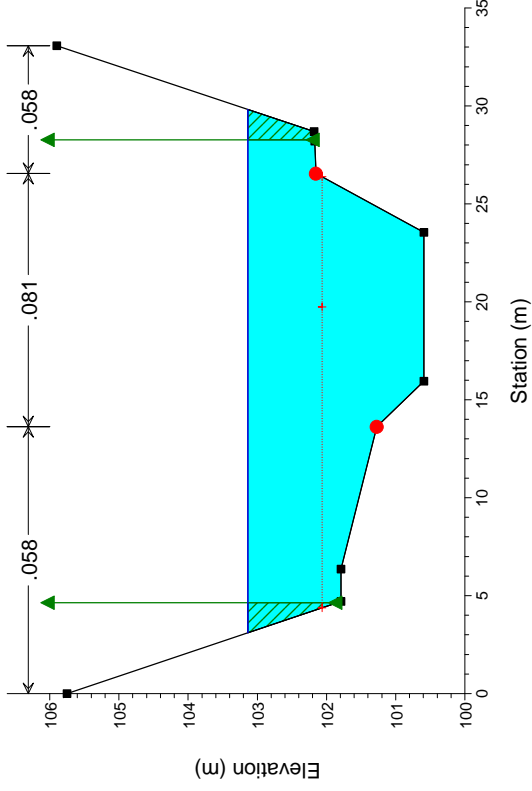
11_T.Canale_Cond. AO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 5.3



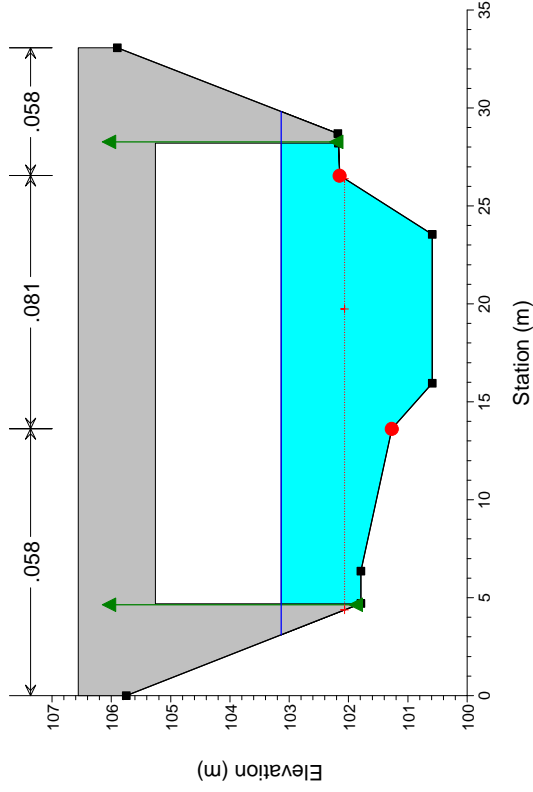
11_T.Canale_Cond. AO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 5.2



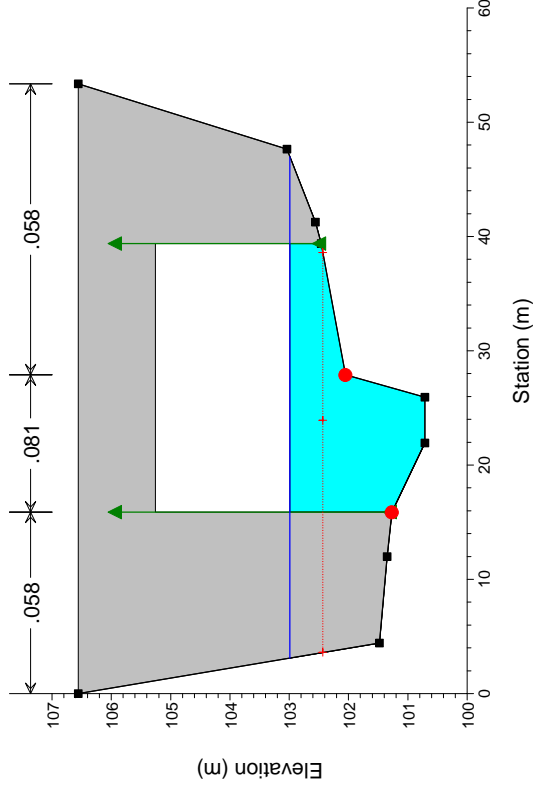
11_T.Canale_Cond. AO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 5.15 BR



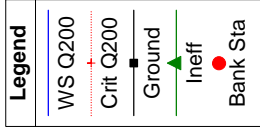
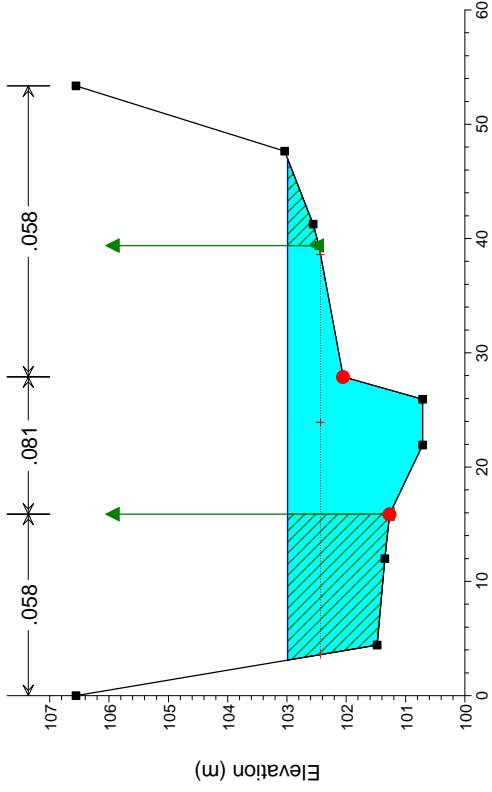
11_T.Canale_Cond. AO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 5.15 BR



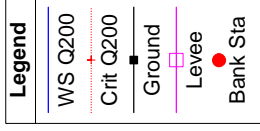
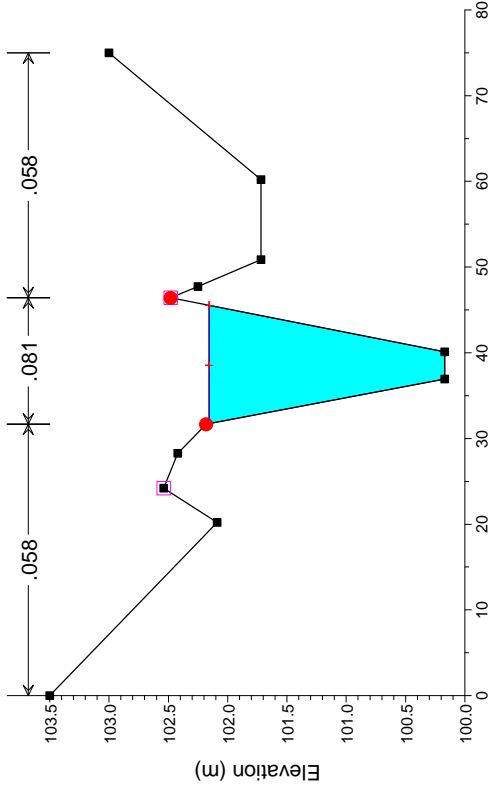
11_T.Canale_Cond. AO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 5.1



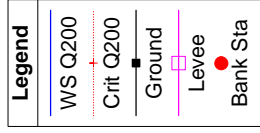
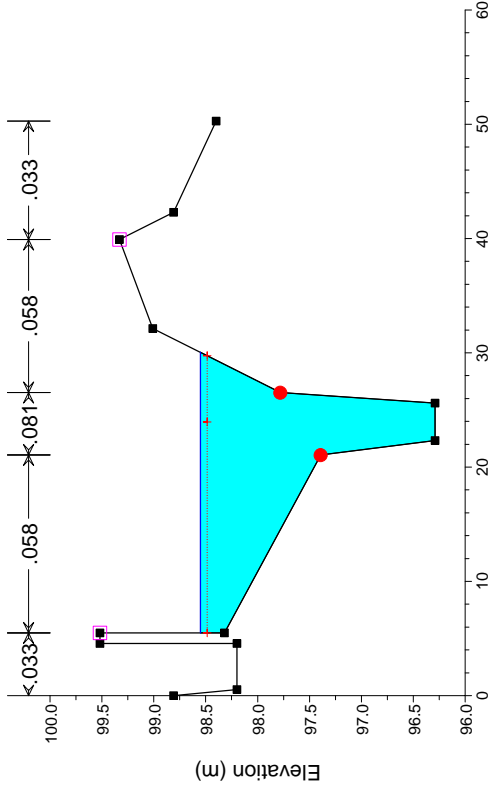
11_T.Canale_Cond. AO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 5



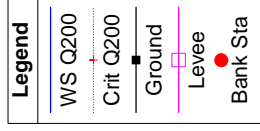
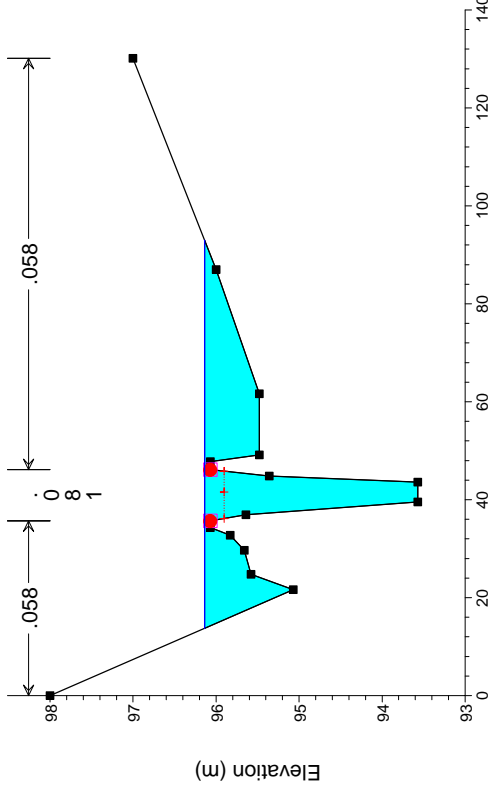
11_T.Canale_Cond. AO

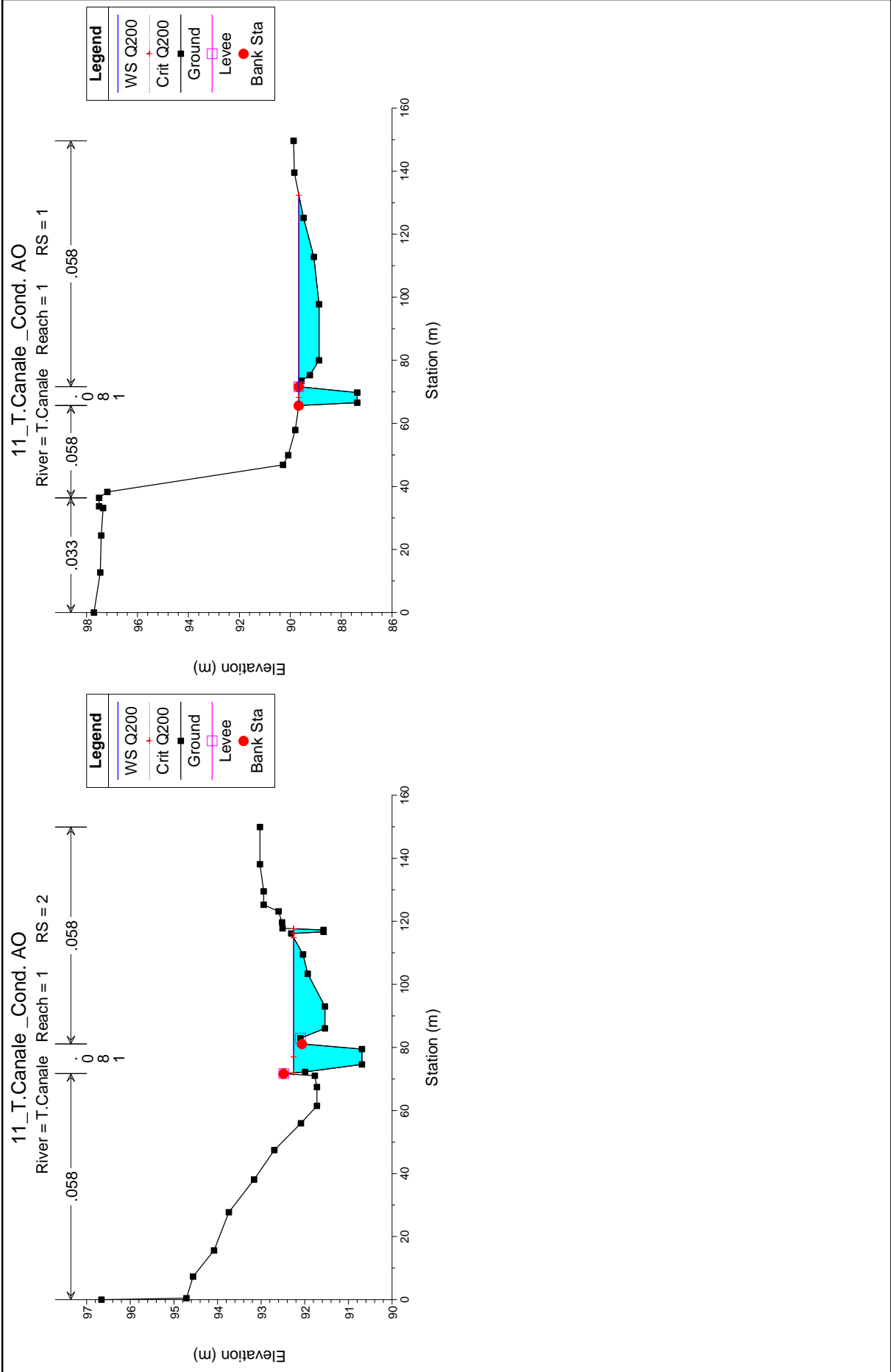
River = T.Canale Reach = 1 RS = 4



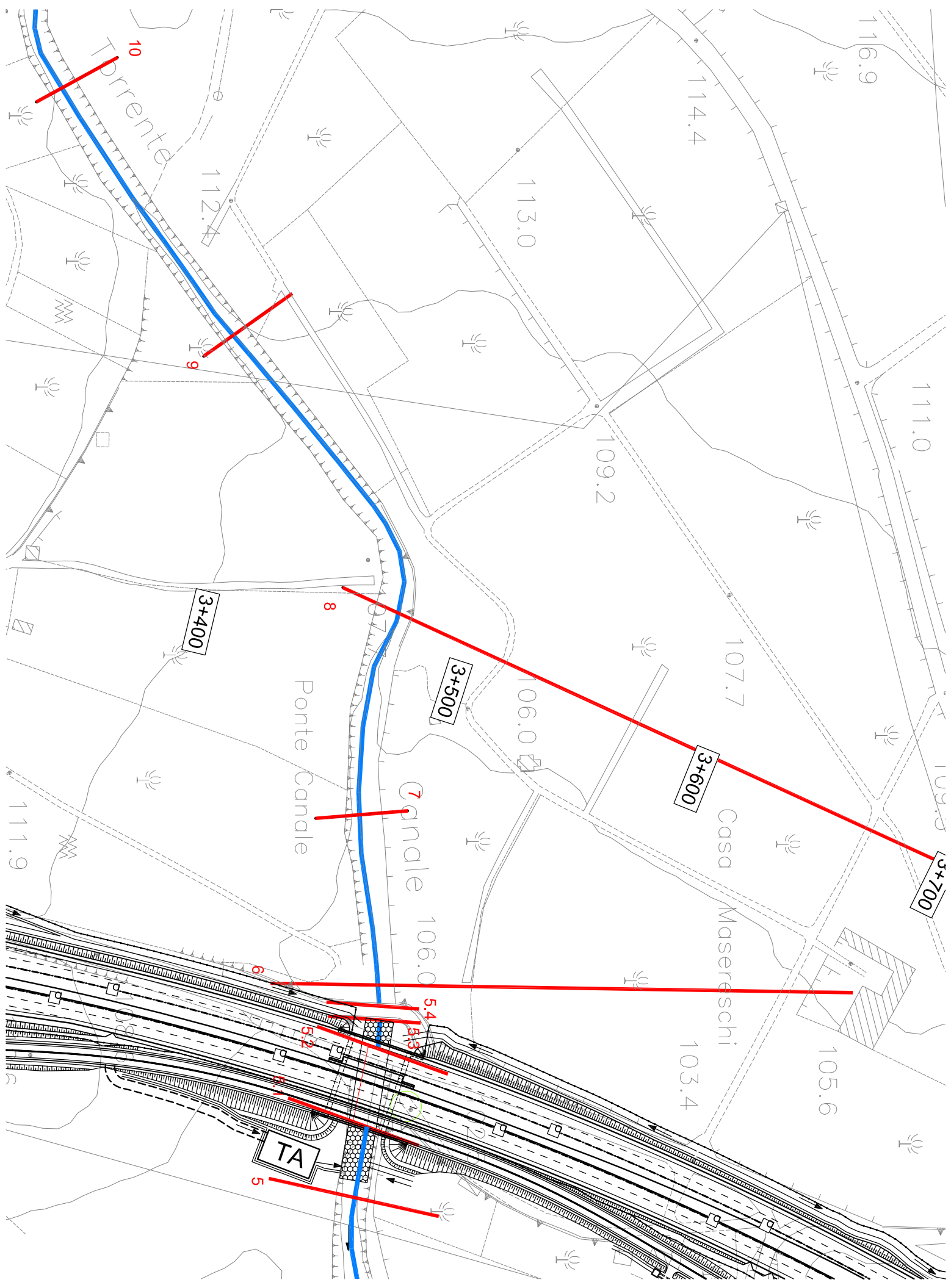
11_T.Canale_Cond. AO

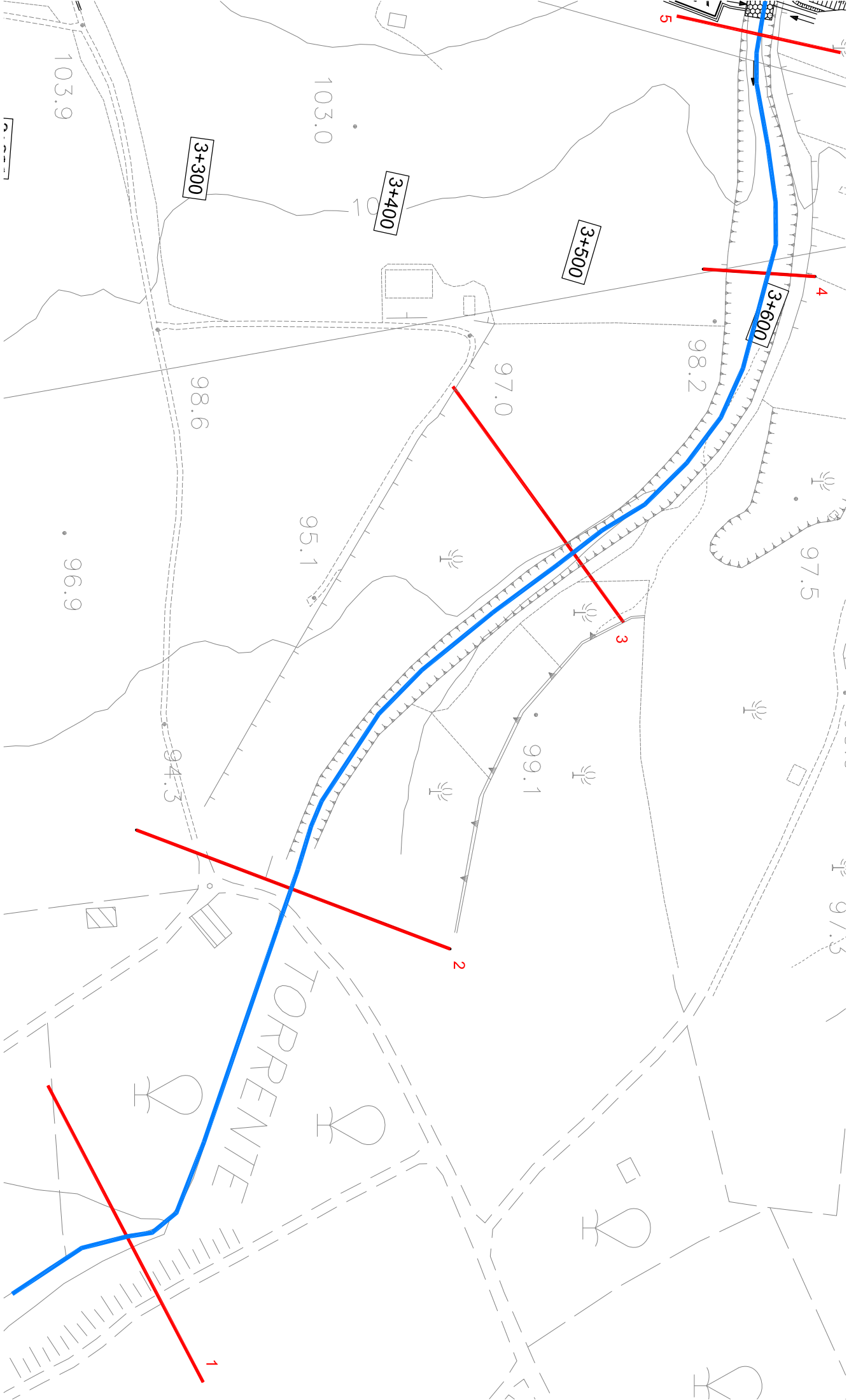
River = T.Canale Reach = 1 RS = 3





Post operam

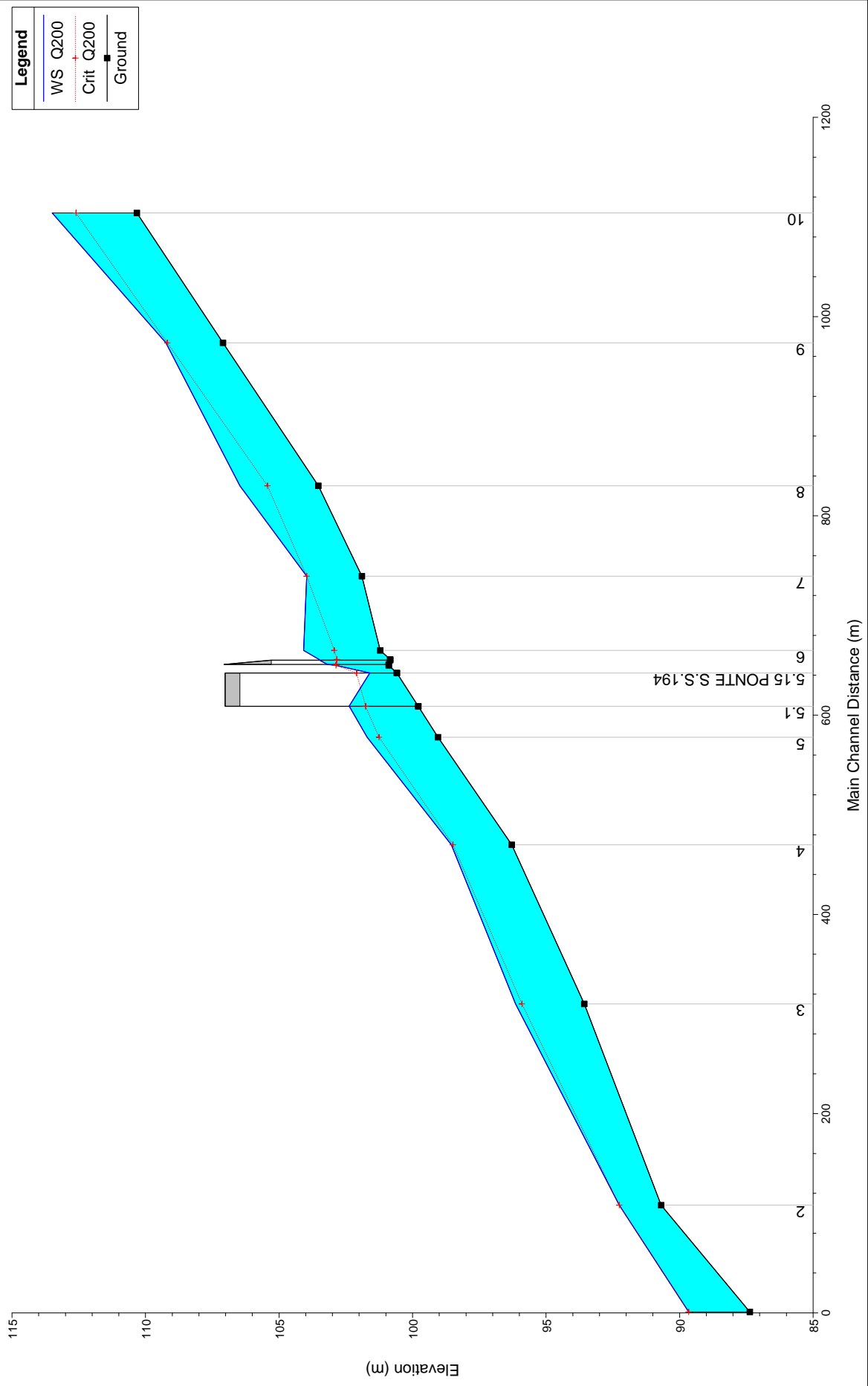




HEC-RAS Plan: 1 River: T.Canale Reach: 1 Profile: Q200

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
1	10	Q200	58.45	110.32	113.49	112.60	113.74	0.014380	2.27	27.18	25.74	0.48
1	9	Q200	58.45	107.10	109.24	109.18	109.96	0.082861	3.76	15.54	10.05	0.97
1	8	Q200	58.45	103.53	106.47	105.43	106.64	0.009982	1.90	31.44	20.65	0.41
1	7	Q200	58.45	101.90	103.97	103.97	104.70	0.066864	3.80	15.37	10.46	1.00
1	6	Q200	58.45	101.21	104.08	102.93	104.09	0.000285	0.33	142.92	157.42	0.07
1	5.4	Q200	58.45	100.84	103.50	102.83	104.03	0.019102	3.23	18.12	15.26	0.64
1	5.35		Bridge									
1	5.3	Q200	58.45	100.89	102.86	102.86	103.83	0.052016	4.35	13.42	10.79	1.00
1	5.2	Q200	58.45	100.59	101.56	102.08	103.29	0.073762	5.87	10.35	15.87	2.06
1	5.15		Bridge									
1	5.1	Q200	58.45	99.79	102.16	101.75	102.41	0.004445	2.33	30.64	27.23	0.55
1	5	Q200	58.45	99.05	101.70	101.26	102.10	0.030450	2.81	20.76	12.50	0.70
1	4	Q200	58.45	96.29	98.55	98.49	98.90	0.028627	2.90	23.16	24.54	0.65
1	3	Q200	58.45	93.57	96.14	95.90	96.23	0.010432	1.58	47.69	79.24	0.39
1	2	Q200	58.45	90.69	92.26	92.26	92.53	0.039571	2.64	26.24	44.31	0.76
1	1	Q200	58.45	87.37	89.66	89.66	89.75	0.012101	1.55	43.75	66.67	0.37

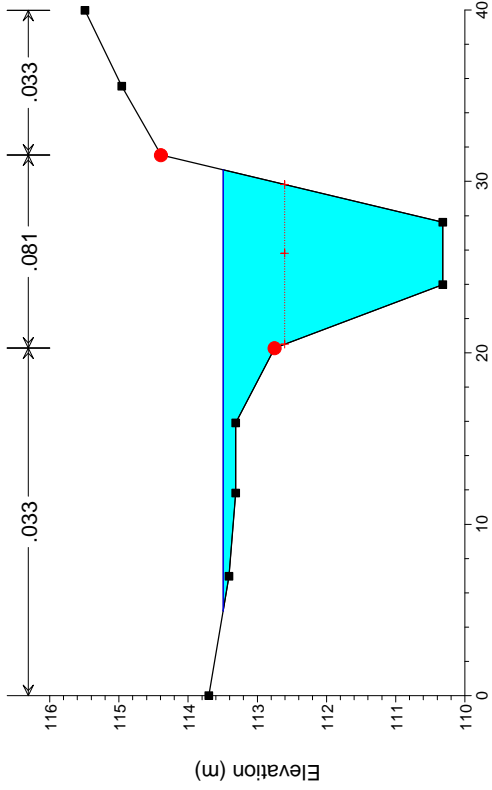
11_T.Canale_Cond. PO



Legend	
WS Q200	(Solid blue line)
Crit Q200	(Dotted red line)
Ground	(Black line with square markers)

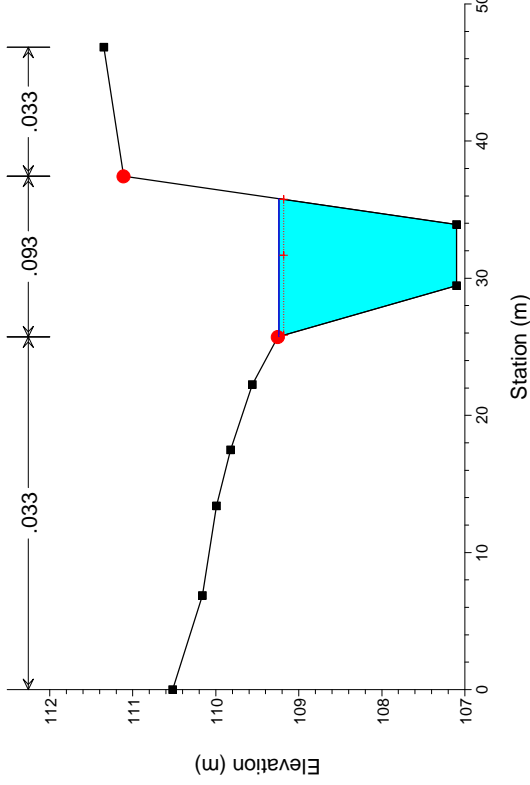
11_T.Canale_Cond. PO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 10



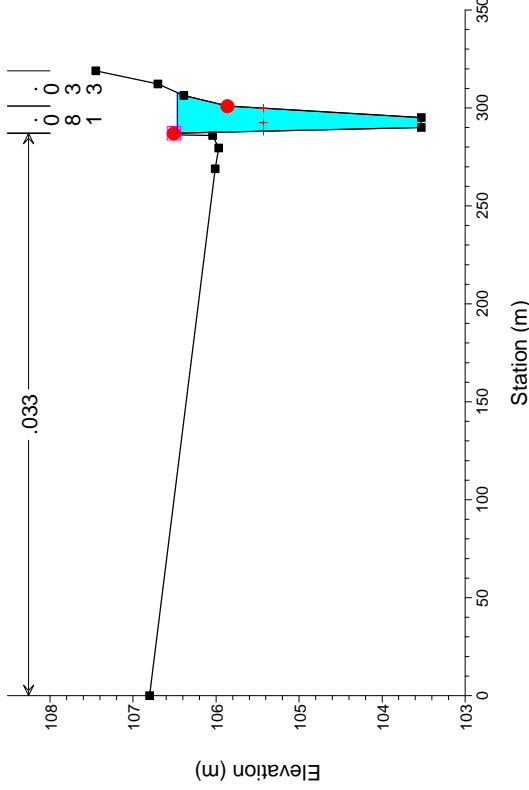
11_T.Canale_Cond. PO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 9



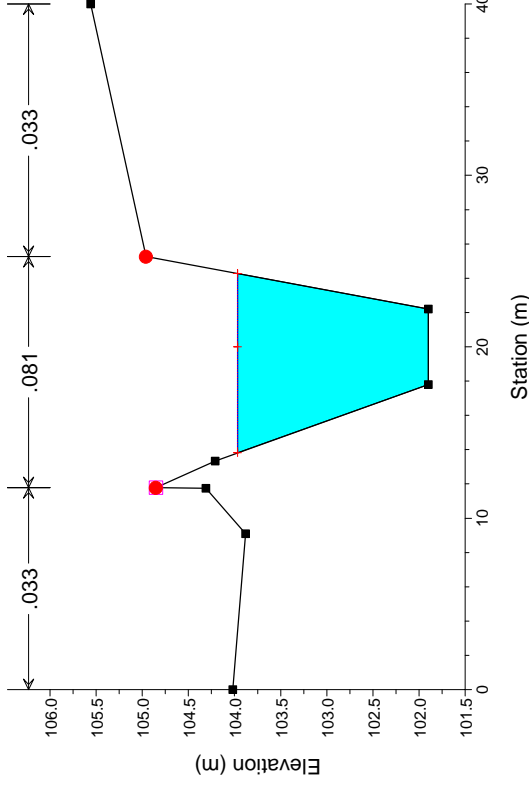
11_T.Canale_Cond. PO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 8



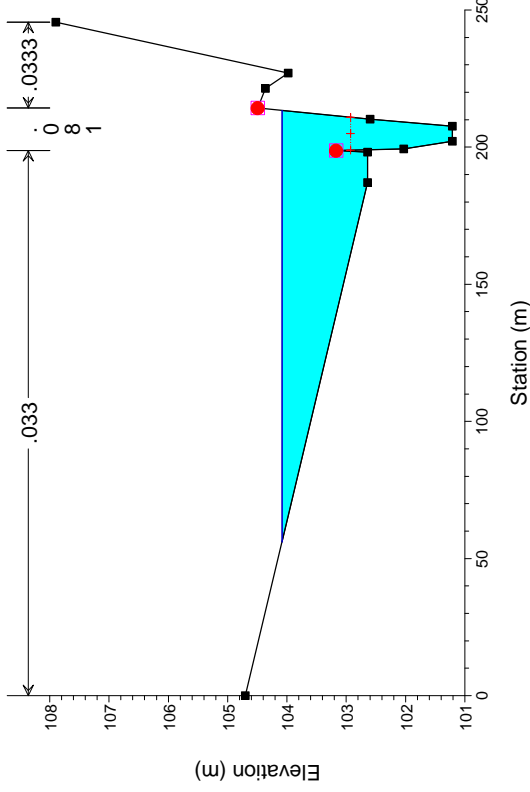
11_T.Canale_Cond. PO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 7



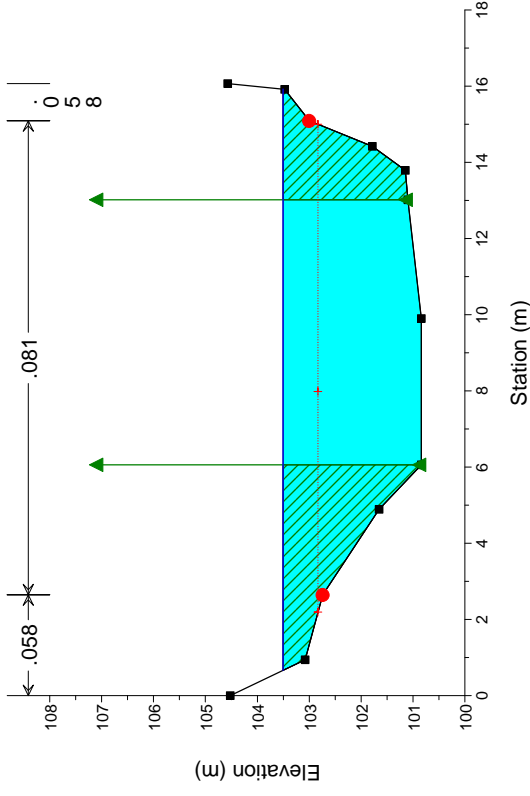
11_T.Canale_Cond. PO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 6



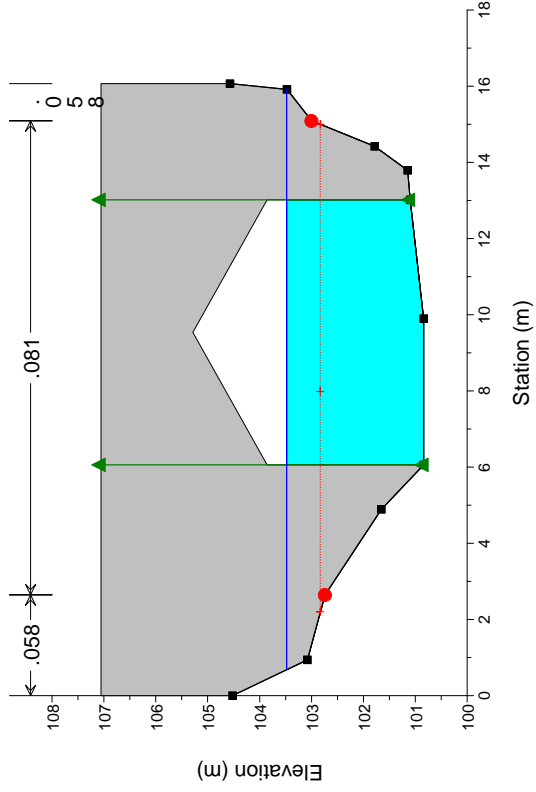
11_T.Canale_Cond. PO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 5.4



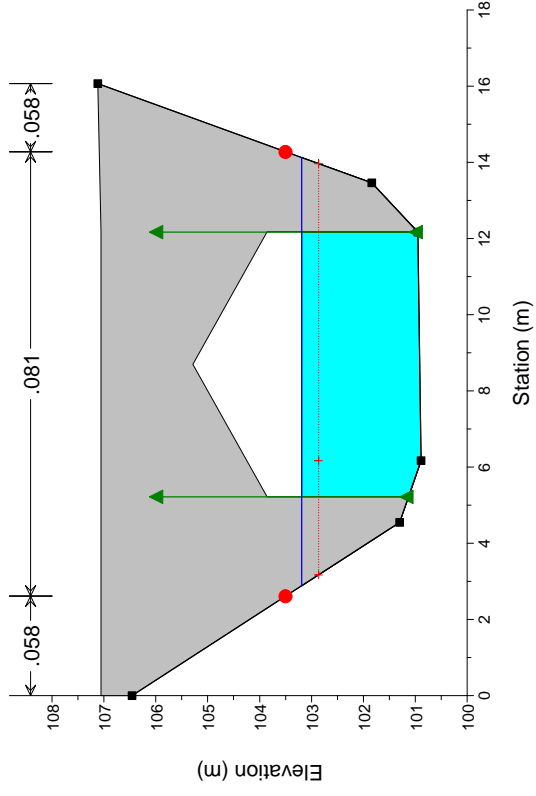
11_T.Canale_Cond. PO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 5.35 BR



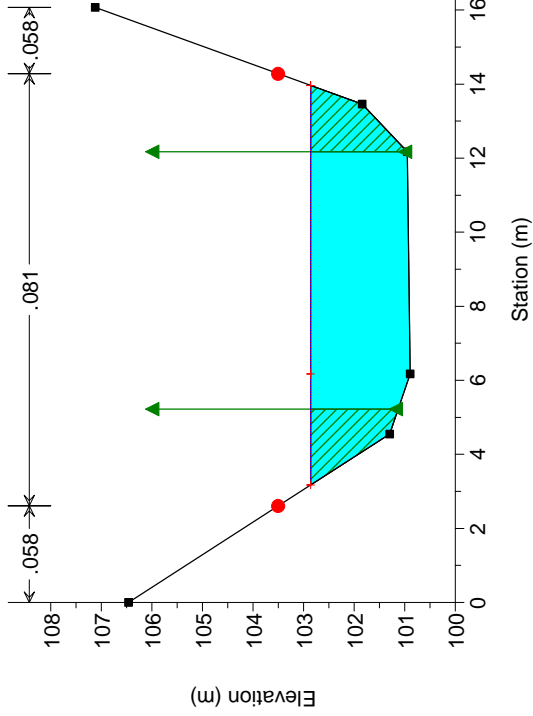
11_T.Canale_Cond. PO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 5.35 BR



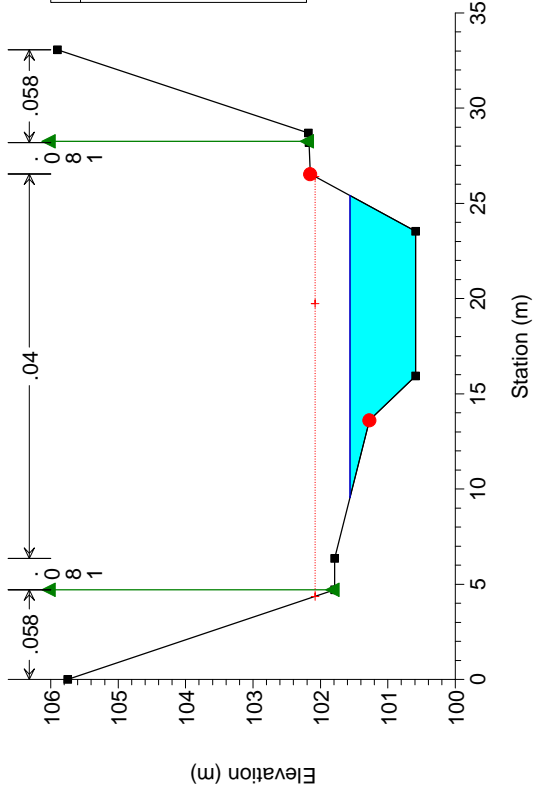
11_T.Canale_Cond. PO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 5.3



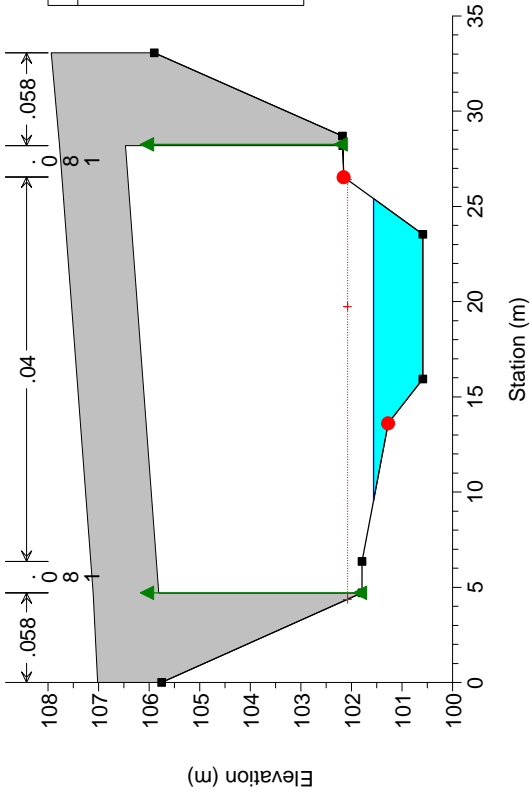
11_T.Canale_Cond. PO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 5.2



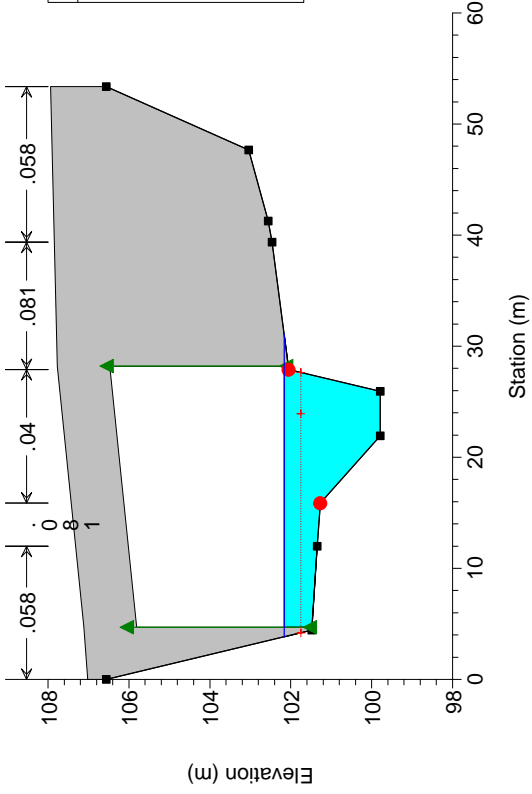
11_T.Canale_Cond. PO

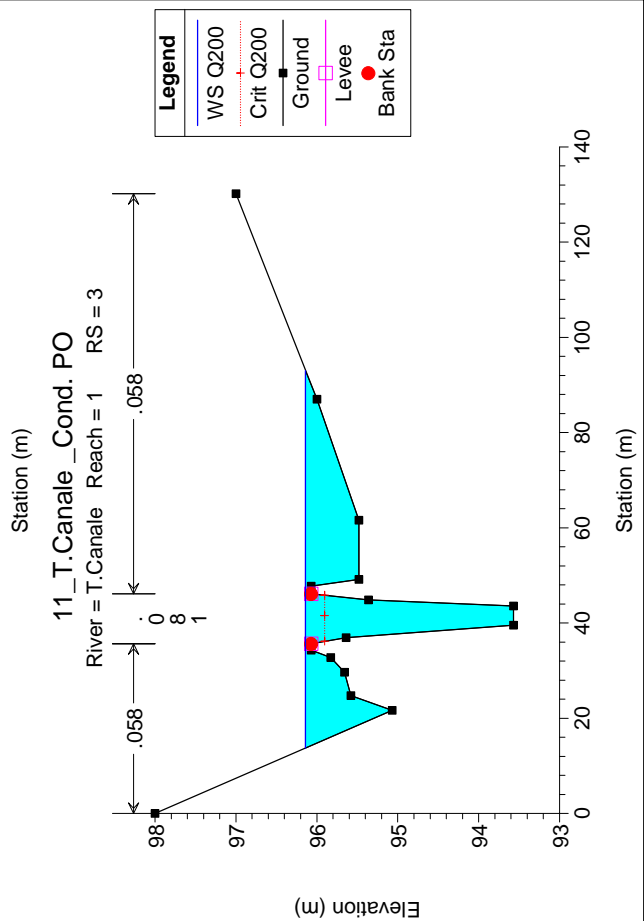
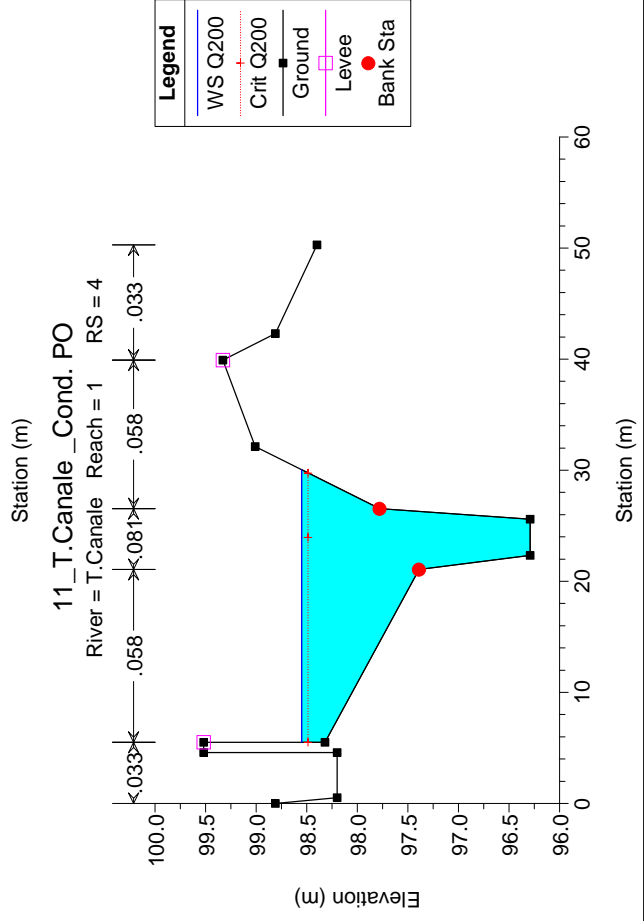
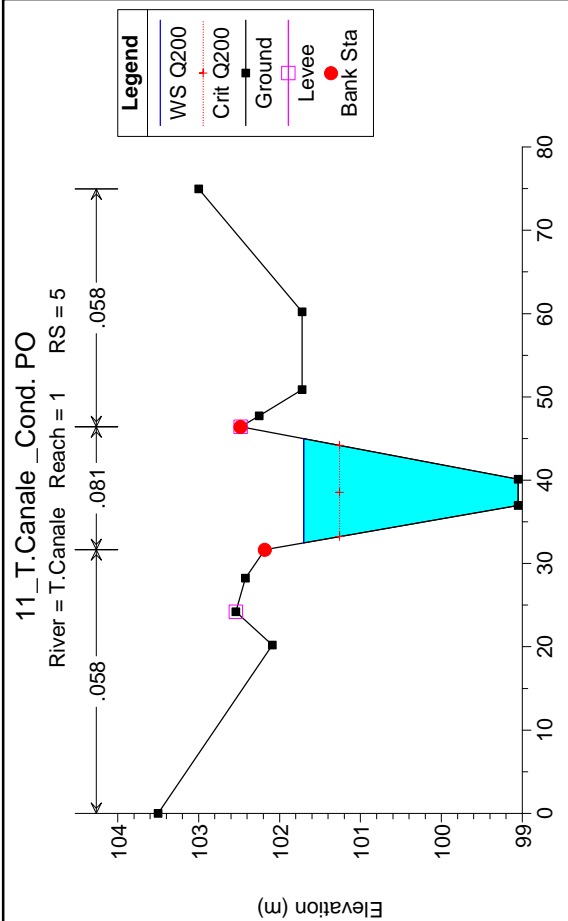
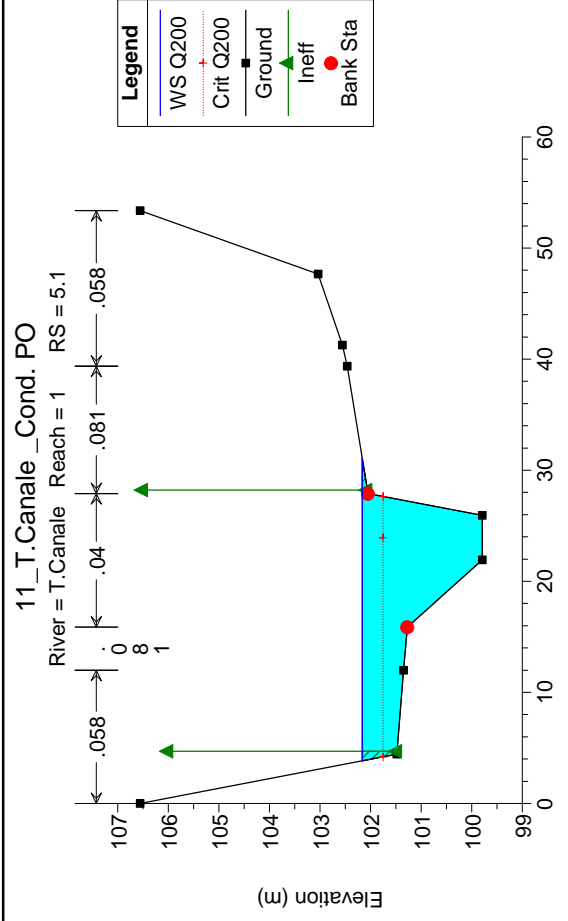
River = T.Canale Reach = 1 RS = 5.15 BR PONTE S.S.194



11_T.Canale_Cond. PO

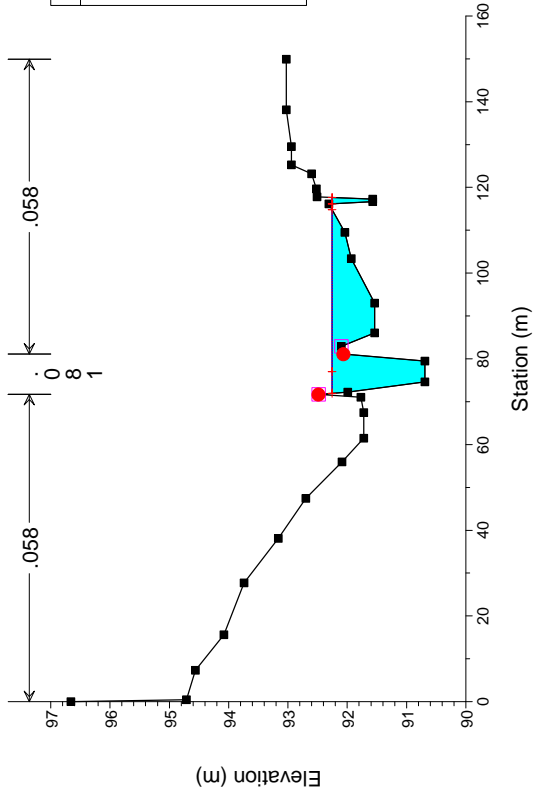
River = T.Canale Reach = 1 RS = 5.15 BR PONTE S.S.194





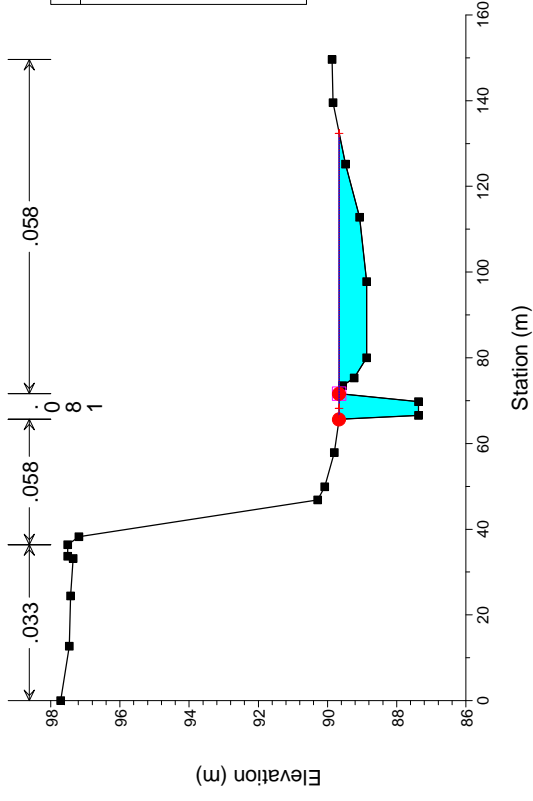
11_T.Canale_Cond. PO

River = T.Canale Reach = 1 RS = 2



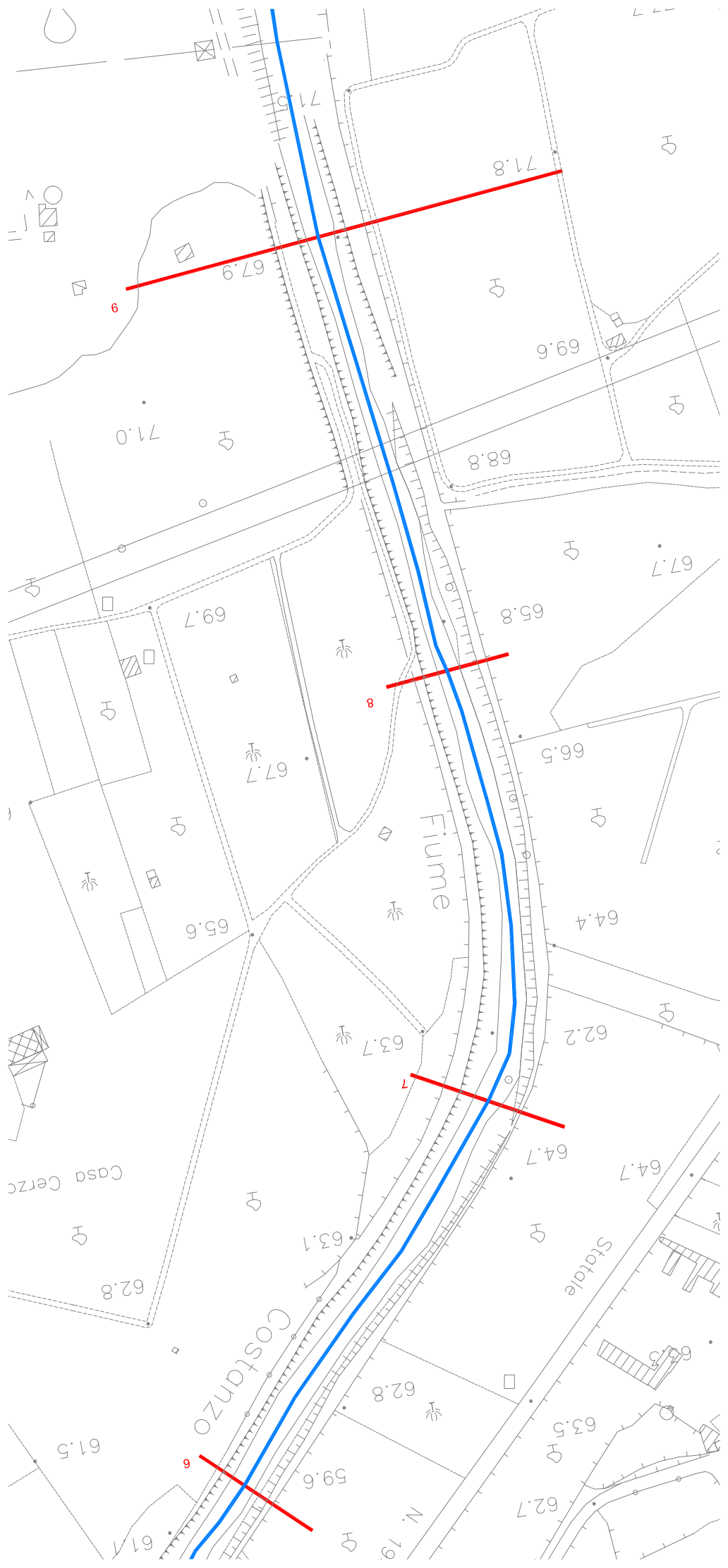
11_T.Canale_Cond. PO

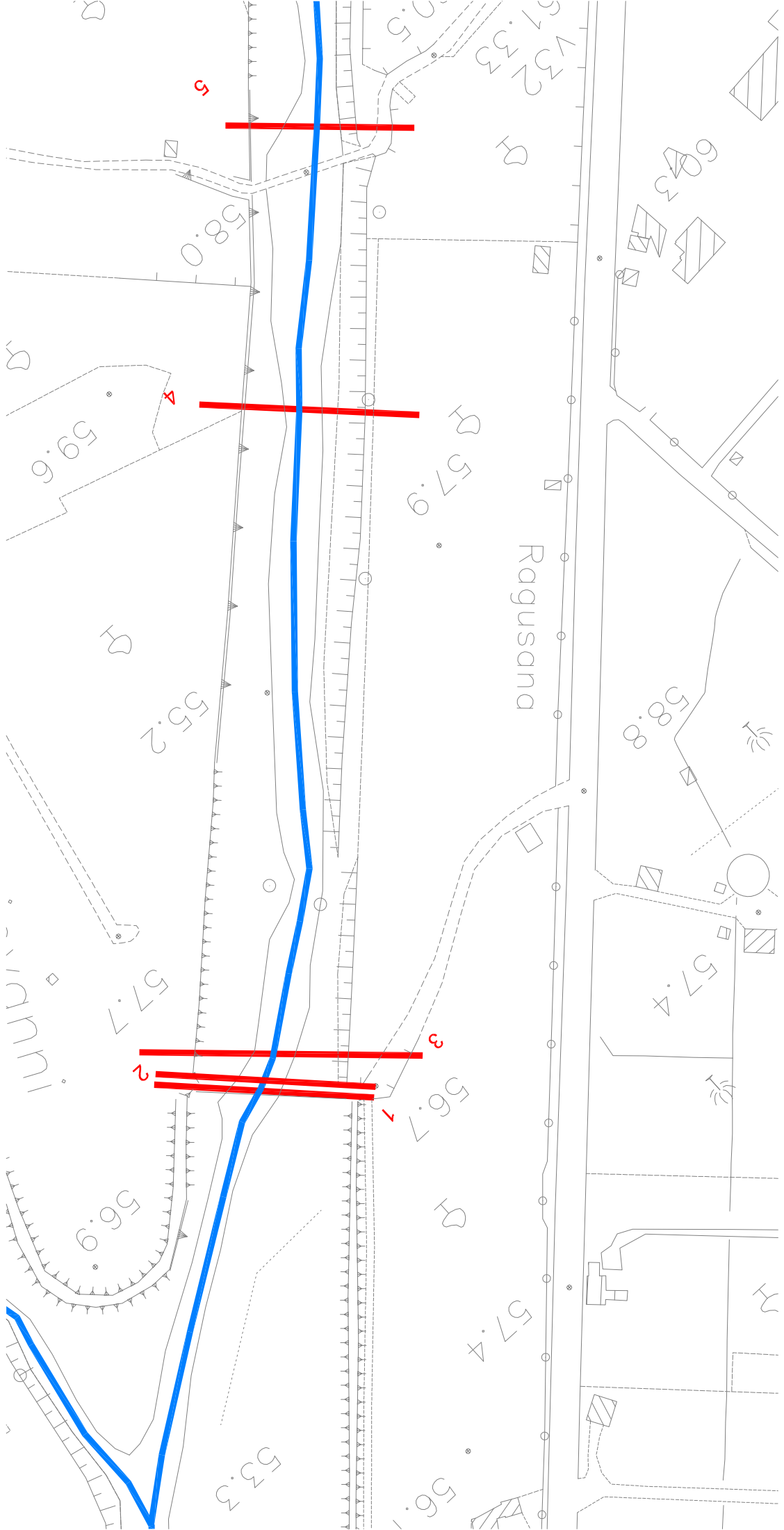
River = T.Canale Reach = 1 RS = 1



P ALLEGATO 11: FIUME COSTANZO – FIUME BARBAIANNI - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

Ante operam

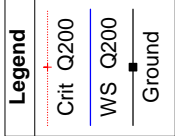
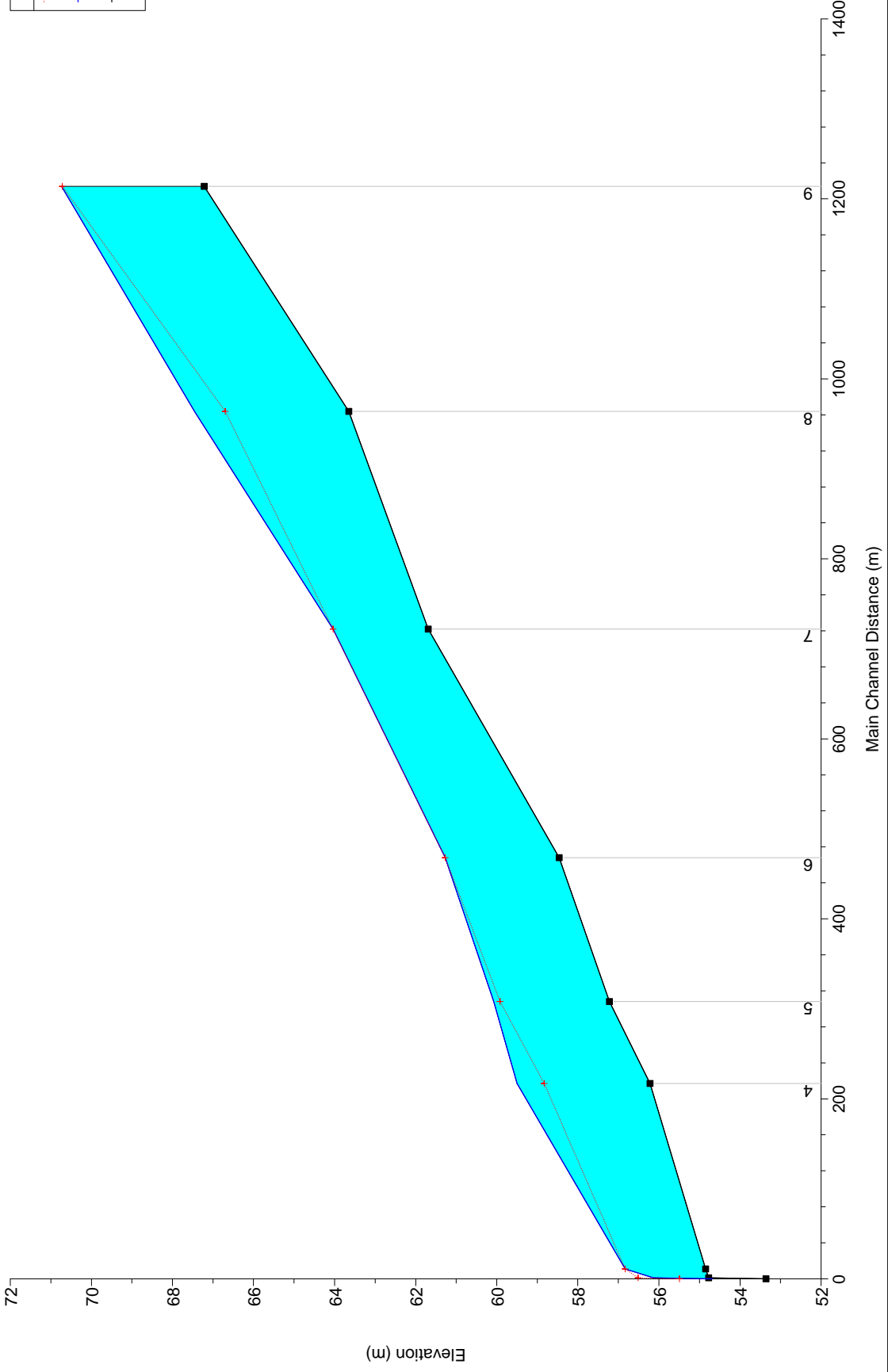




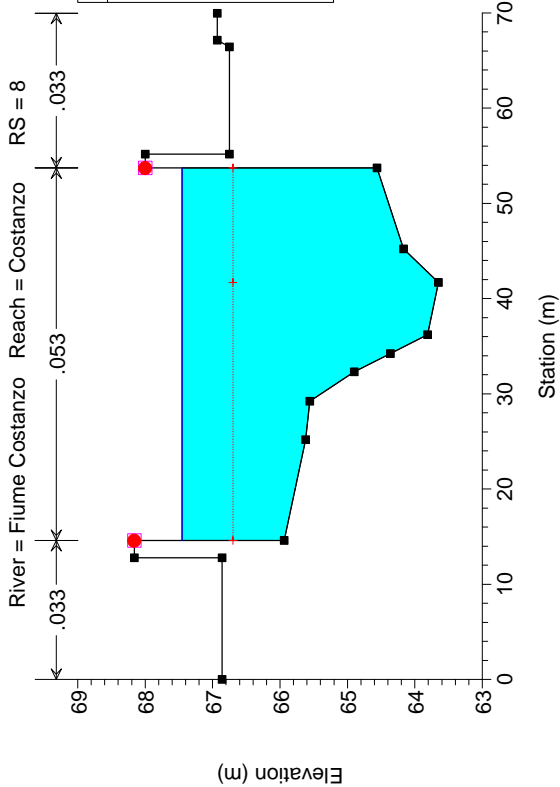
HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Fiume Costanzo Reach: Costanzo Profile: Q200

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
Costanzo	9	Q200	318.02	67.22	70.73	70.72	71.59	0.028298	4.10	77.60	44.17	0.99
Costanzo	8	Q200	318.02	63.65	67.45	66.70	67.93	0.008473	3.08	103.35	39.14	0.60
Costanzo	7	Q200	318.02	61.69	64.04	64.04	64.78	0.022144	3.82	84.05	60.66	0.95
Costanzo	6	Q200	318.02	58.46	61.27	61.27	62.32	0.022876	4.54	70.05	33.32	1.00
Costanzo	5	Q200	318.02	57.22	60.07	59.92	60.52	0.009562	3.13	112.52	93.85	0.66
Costanzo	4	Q200	318.02	56.22	59.50	58.83	59.82	0.005740	2.72	137.12	116.06	0.52
Costanzo	3	Q200	318.02	54.85	56.83	56.83	57.63	0.024305	3.95	80.57	50.62	1.00
Costanzo	2	Q200	318.02	54.77	56.14	56.51	57.48	0.004519	5.14	61.88	49.99	1.47
Costanzo	1	Q200	318.02	53.36	54.68	55.49	57.34	0.123176	7.23	44.01	37.19	2.12

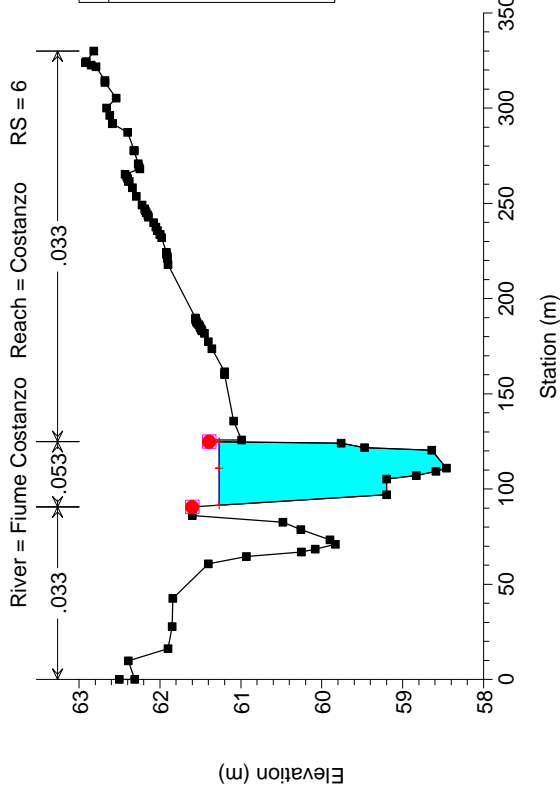
12 Barbaianni_Cond. AO
F. Costanzo



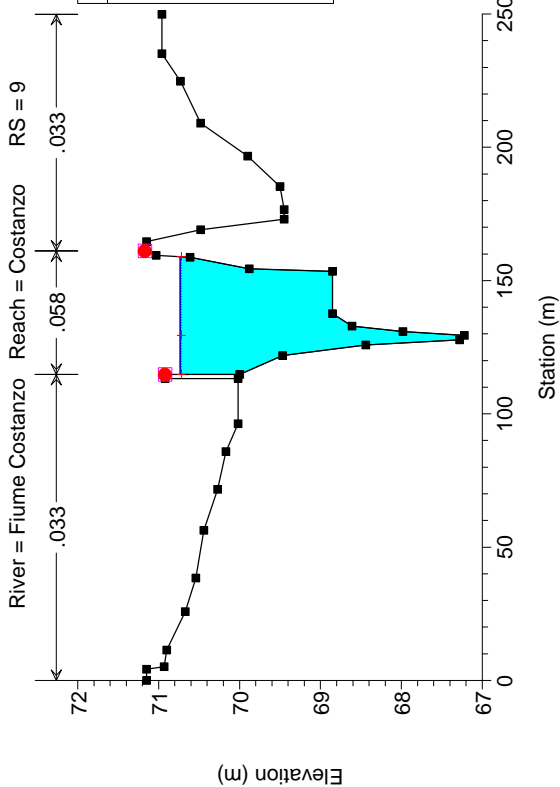
12 Barbaianni_Cond. AO



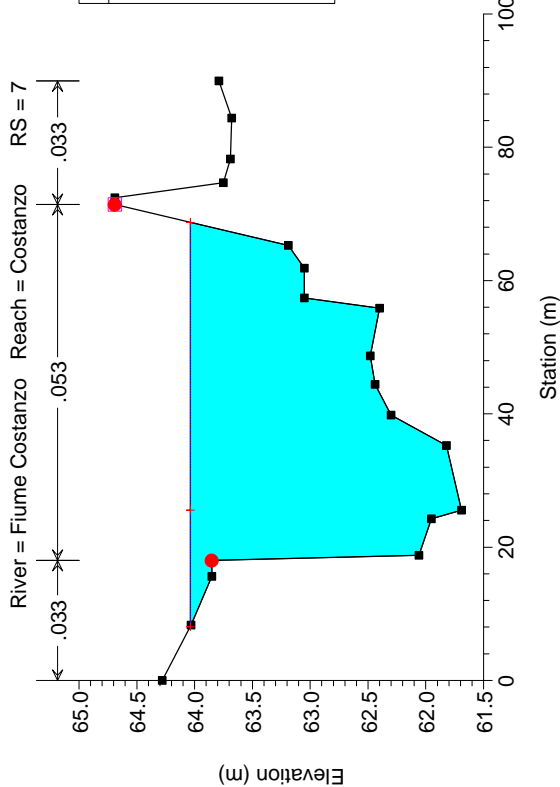
12 Barbaianni_Cond. AO

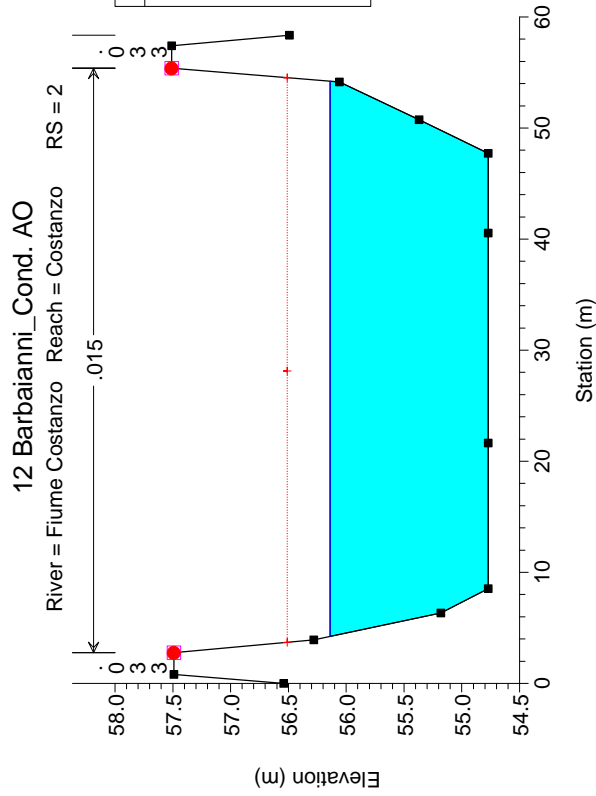
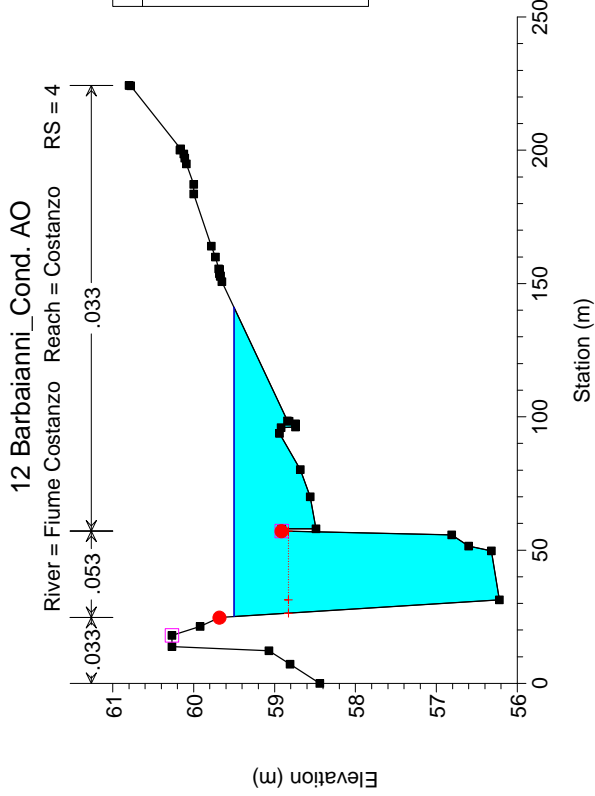
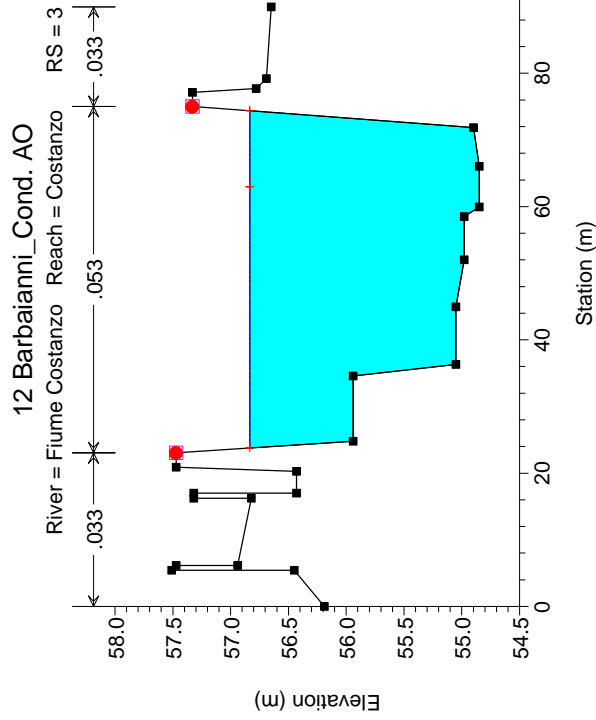
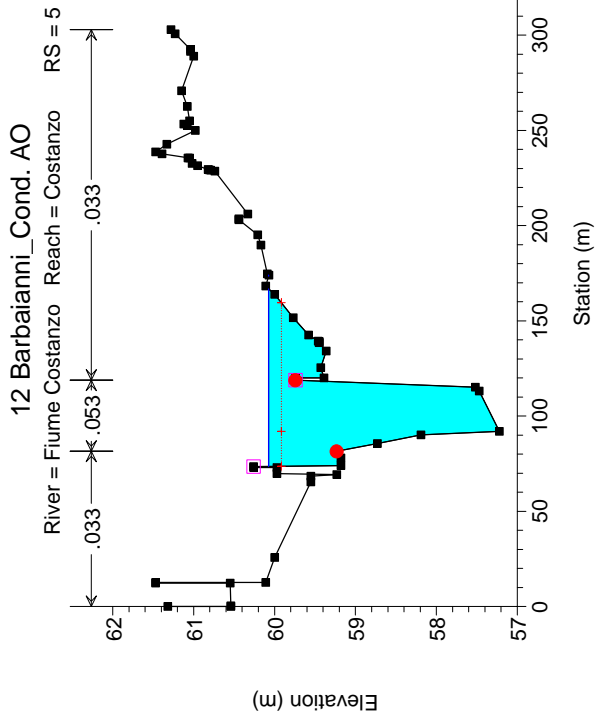


12 Barbaianni_Cond. AO



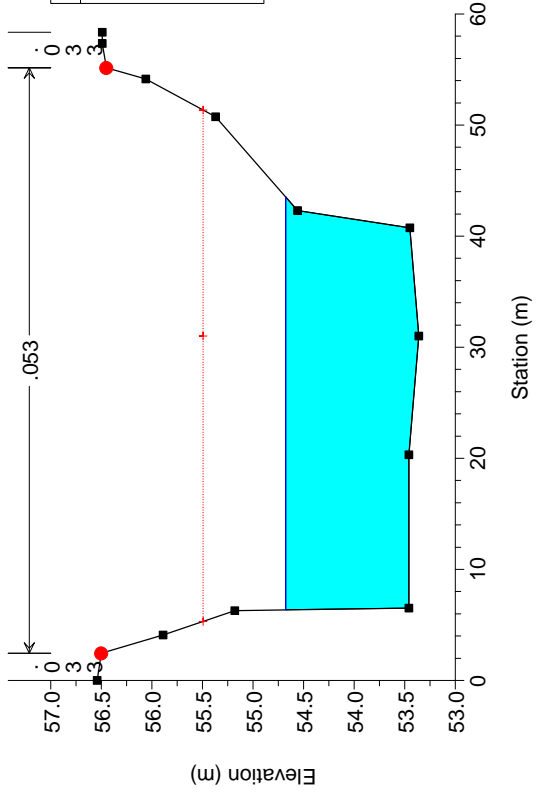
12 Barbaianni_Cond. AO

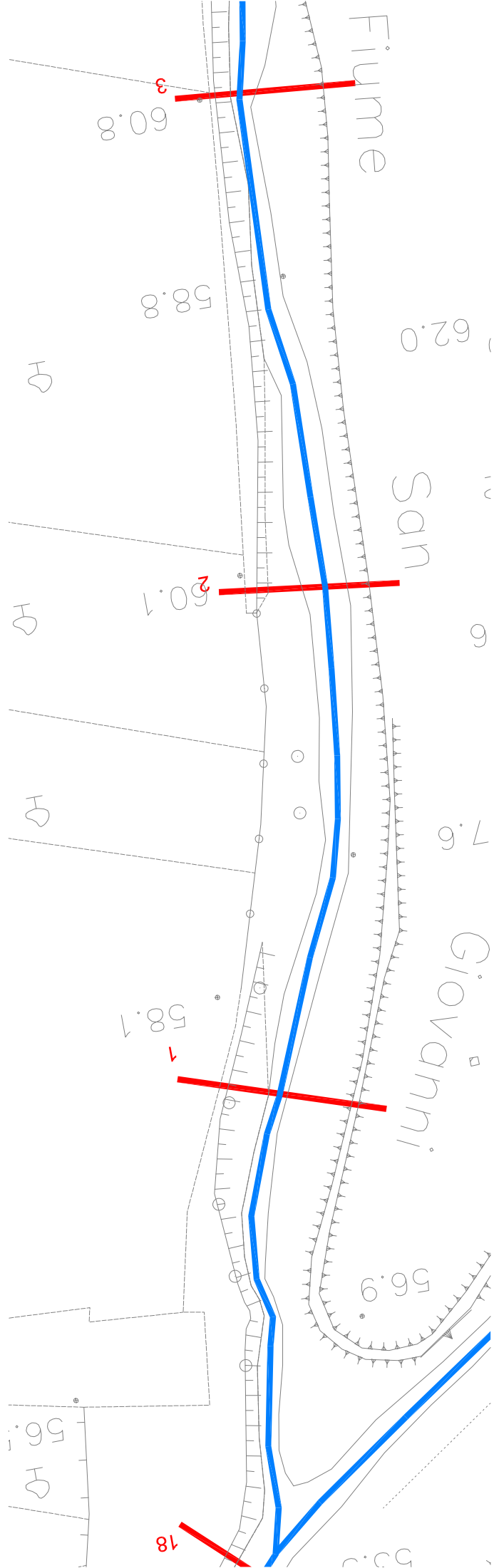




12 Barbaianni_Cond. AO

River = Fiume Costanzo Reach = Costanzo RS = 1

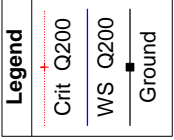
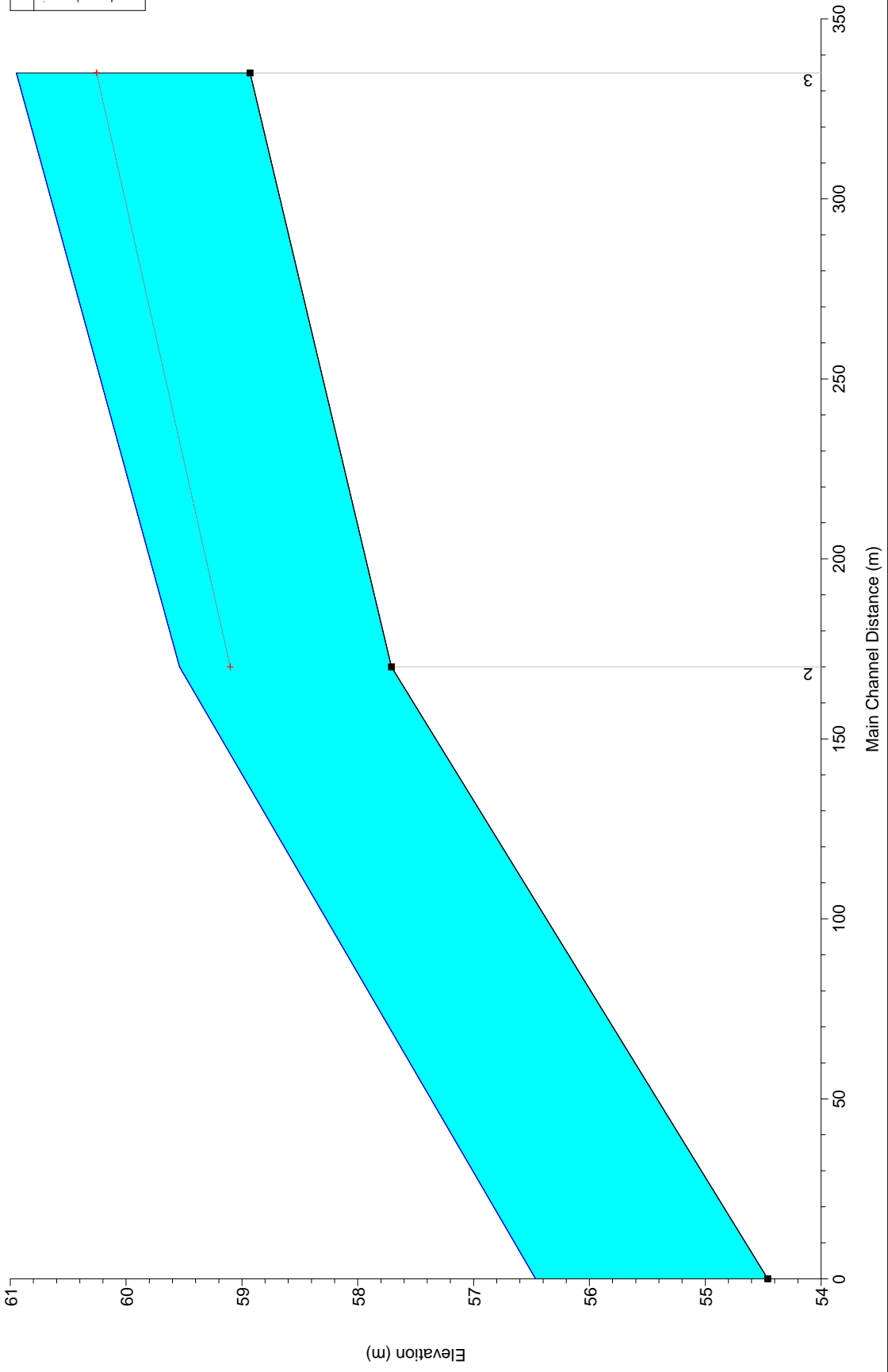




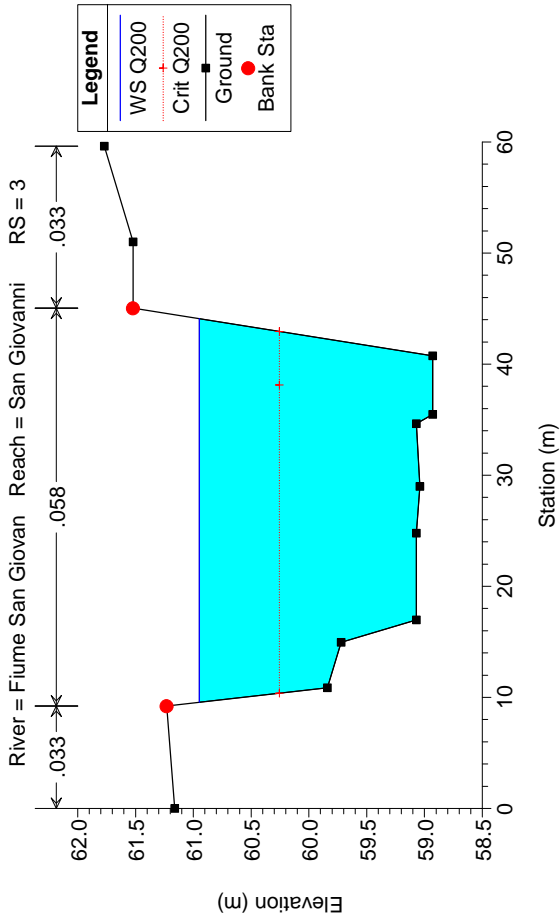
HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Fiume San Giovan Reach: San Giovanni Profile: Q200

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
San Giovanni	3	Q200	110.55	58.93	60.95	60.25	61.13	0.006541	1.92	57.56	34.53	0.47
San Giovanni	2	Q200	110.55	57.71	59.54	59.10	59.78	0.010468	2.18	50.65	35.90	0.59
San Giovanni	1	Q200	110.55	54.46	56.46		56.91	0.031179	2.95	37.47	38.50	0.95

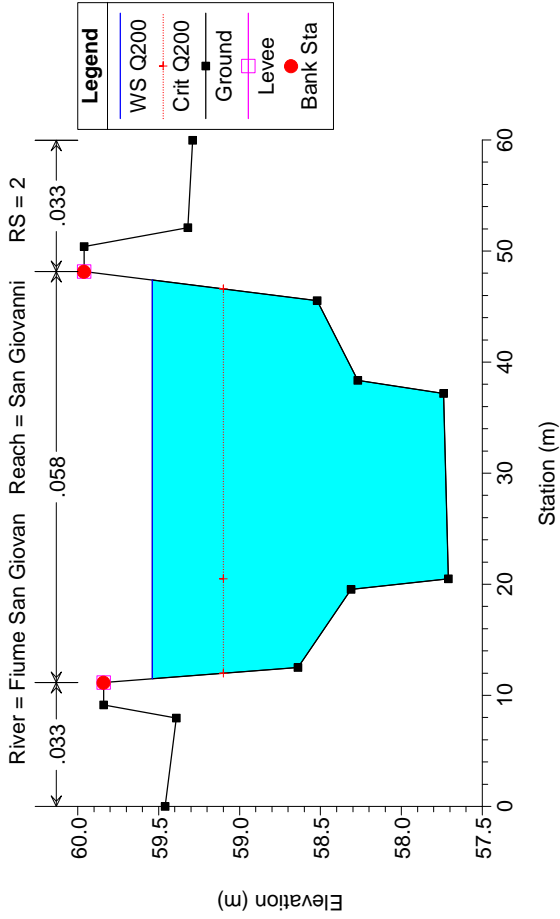
12 Barbaianni_Cond. AO
F. San Giovanni



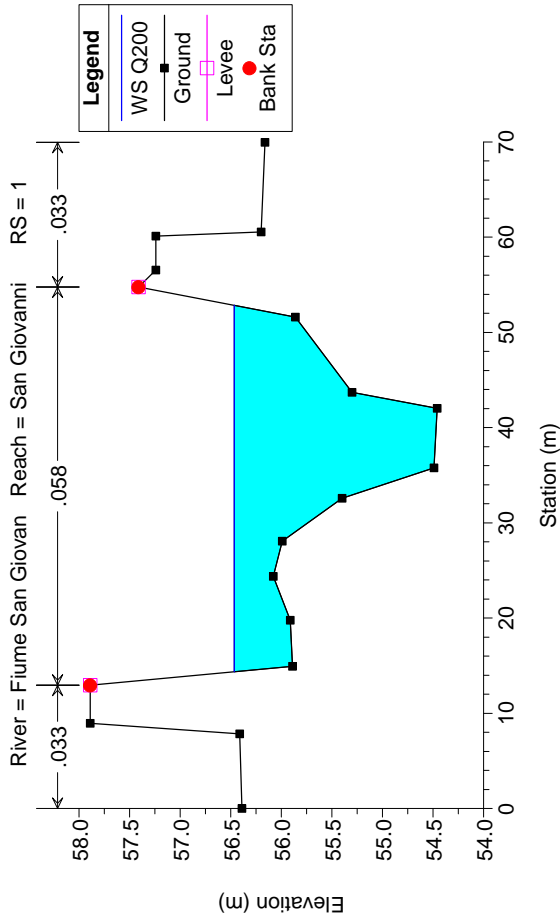
12 Barbaiani_Cond. AO



12 Barbaiani_Cond. AO

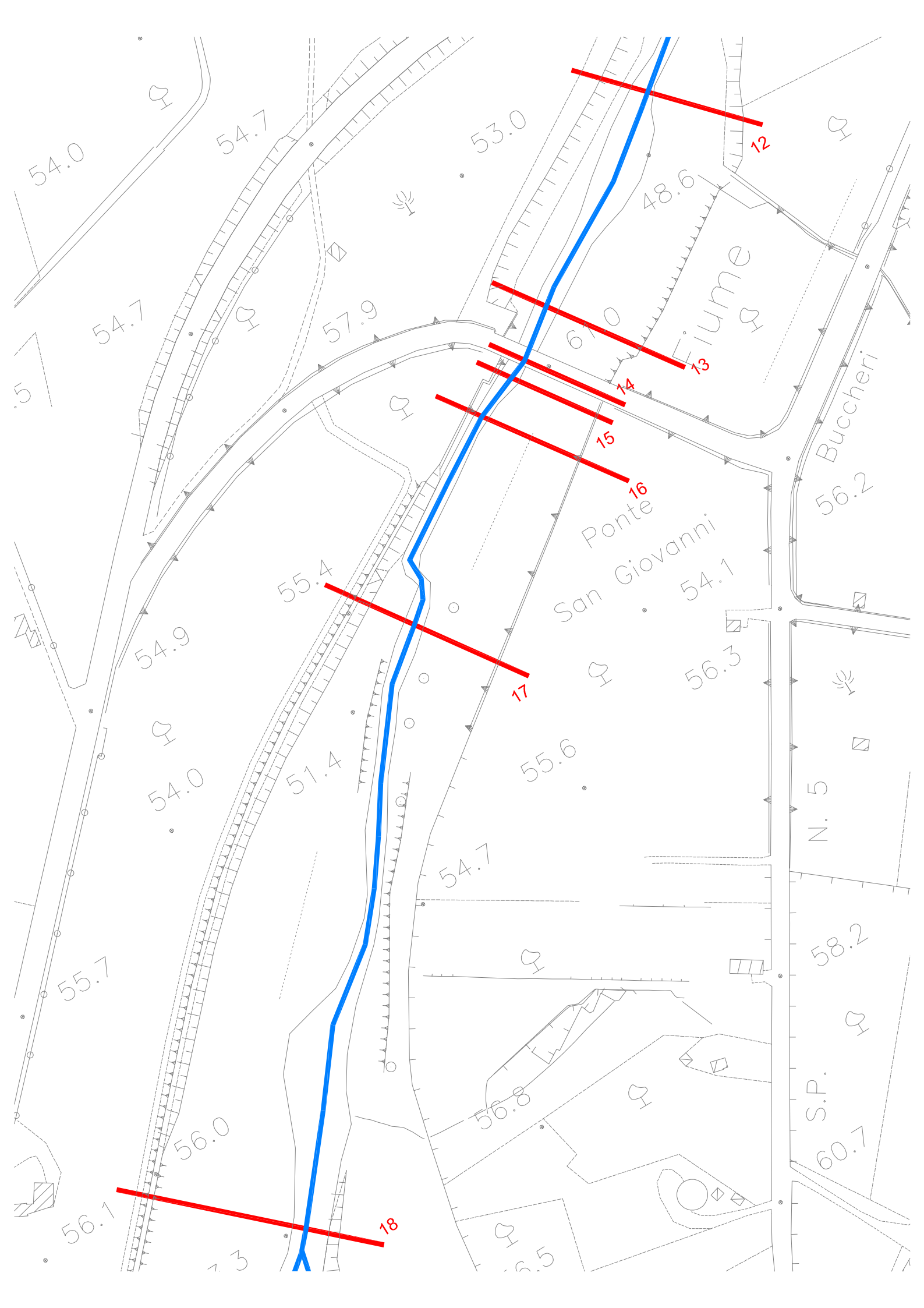


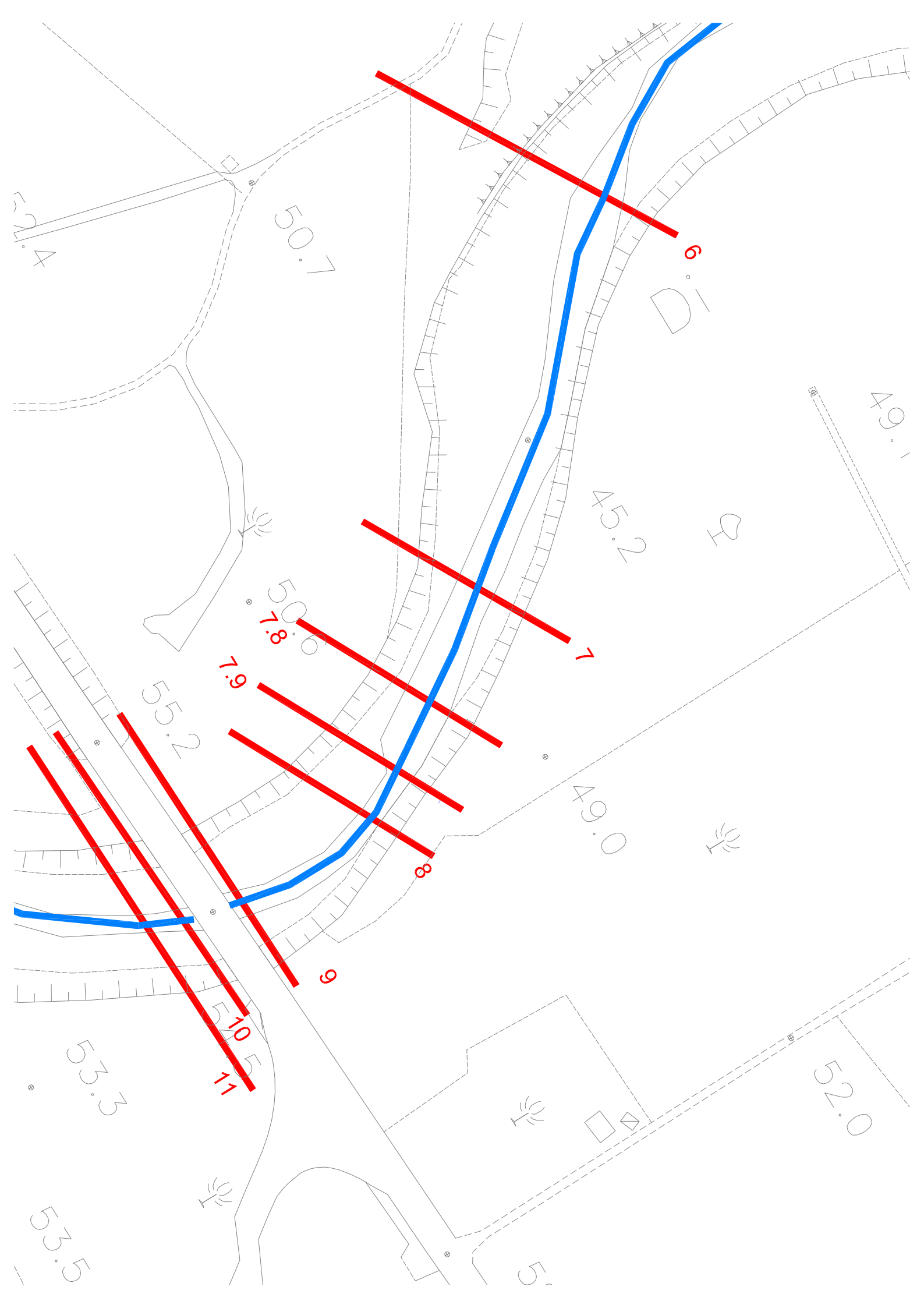
12 Barbaiani_Cond. AO

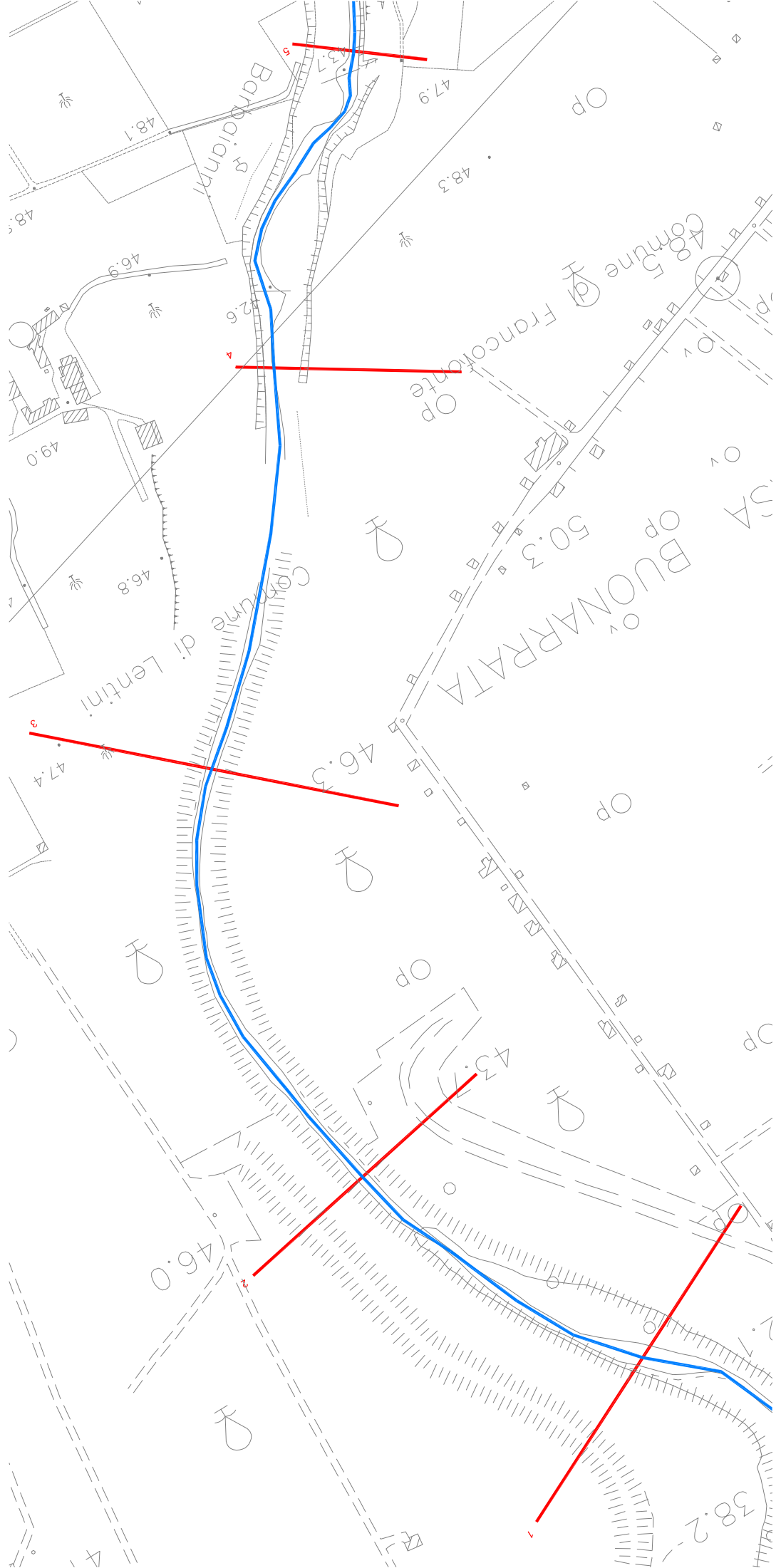


12 Barbaiani_Cond. AO





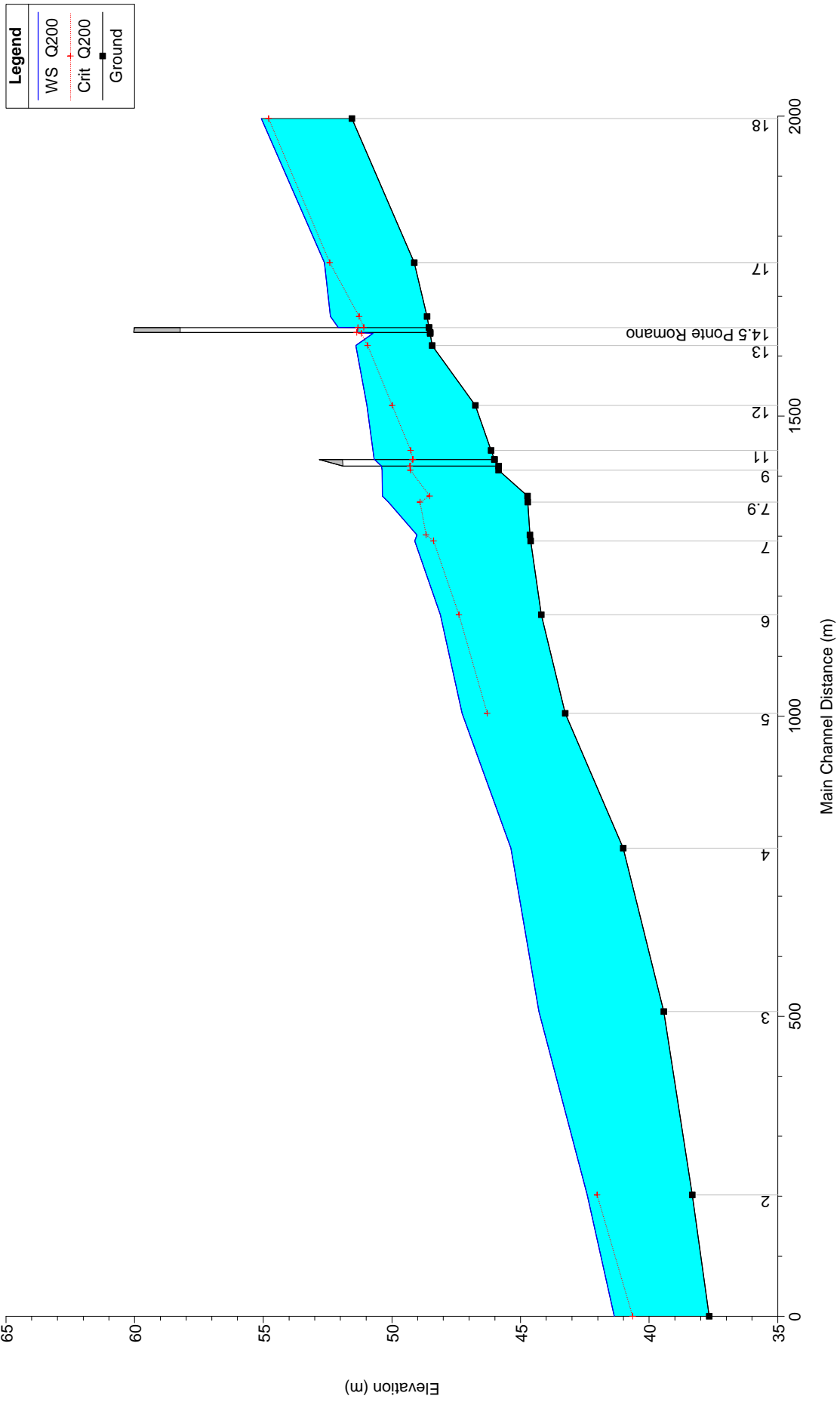


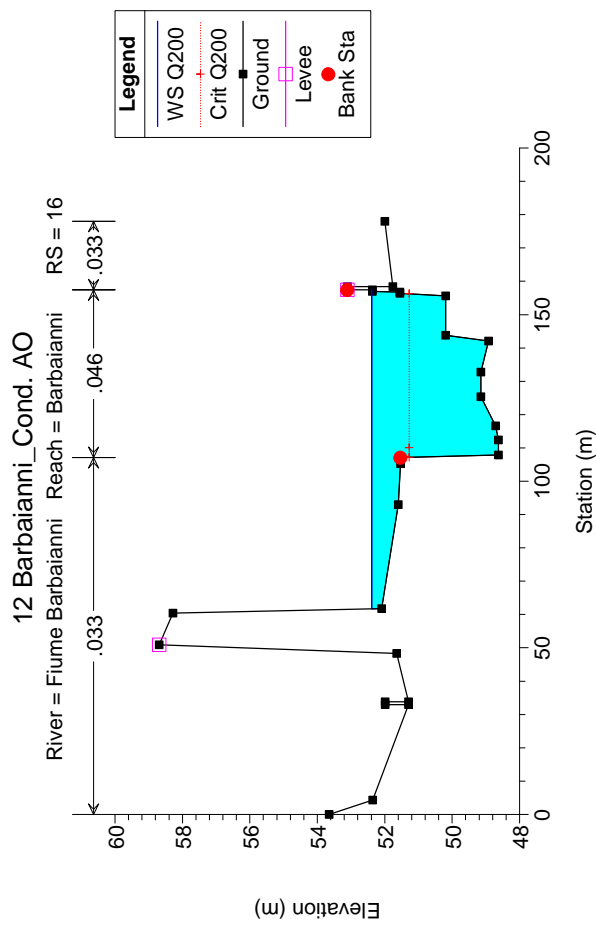
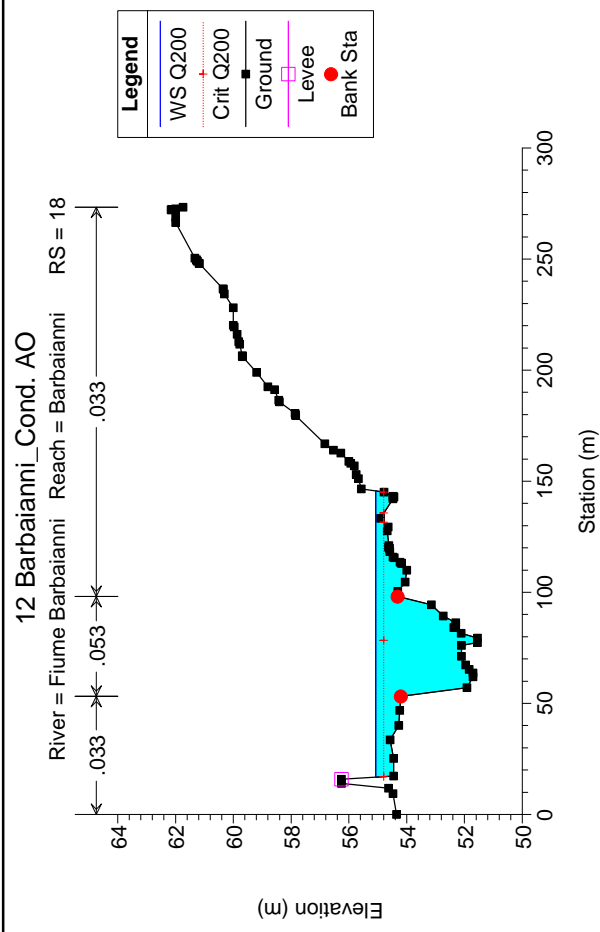
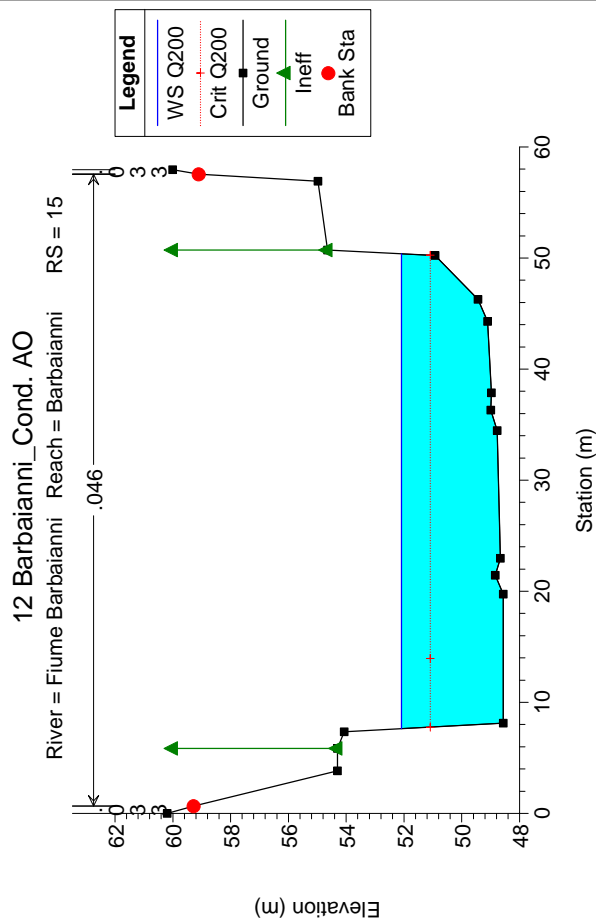
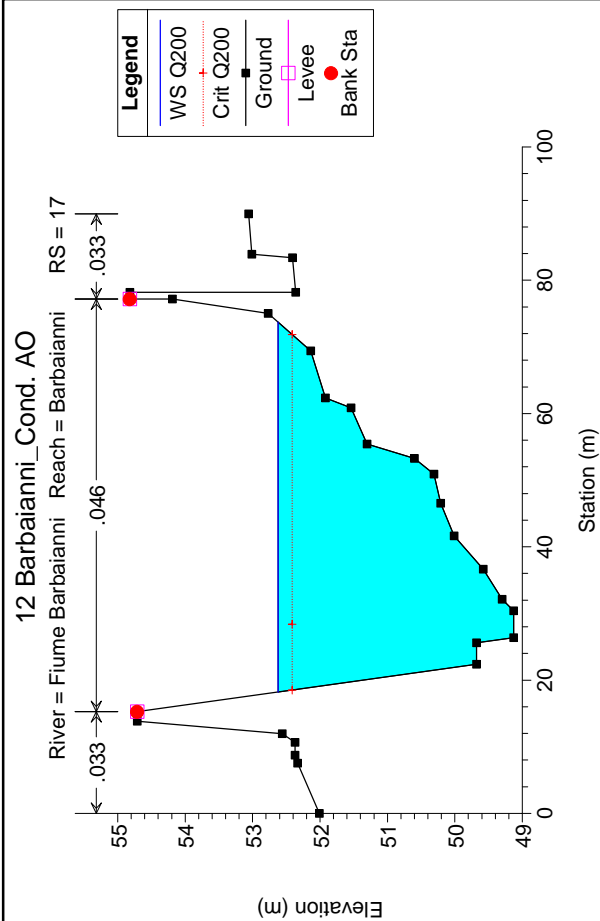


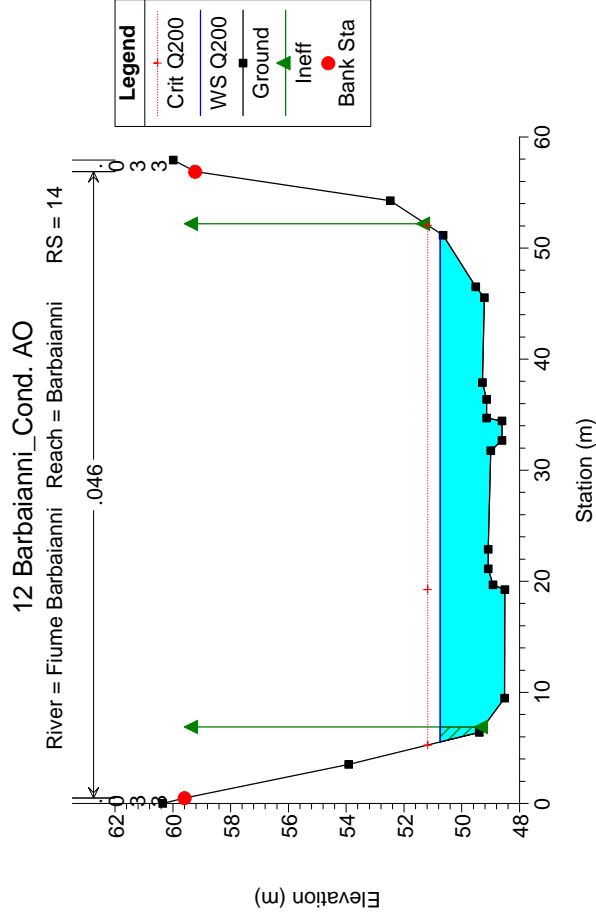
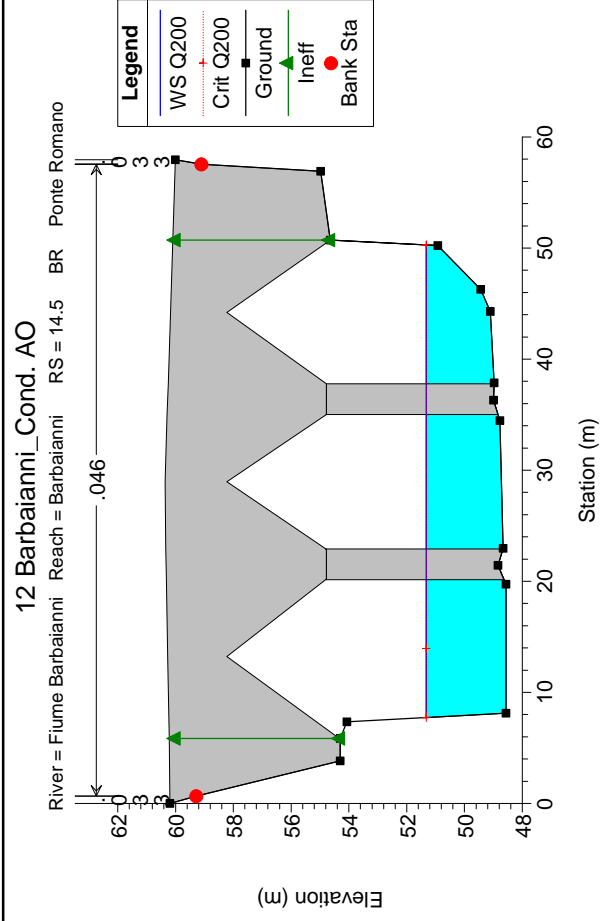
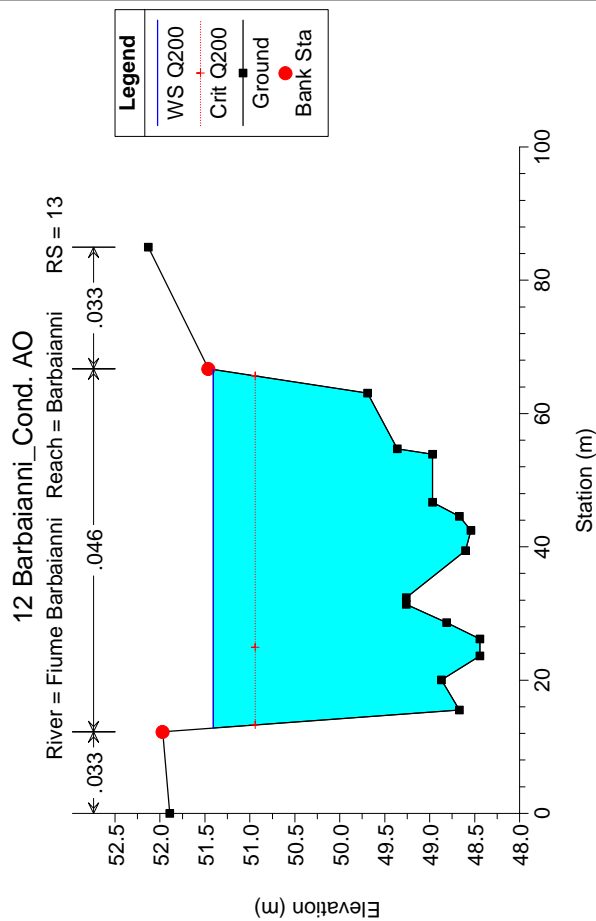
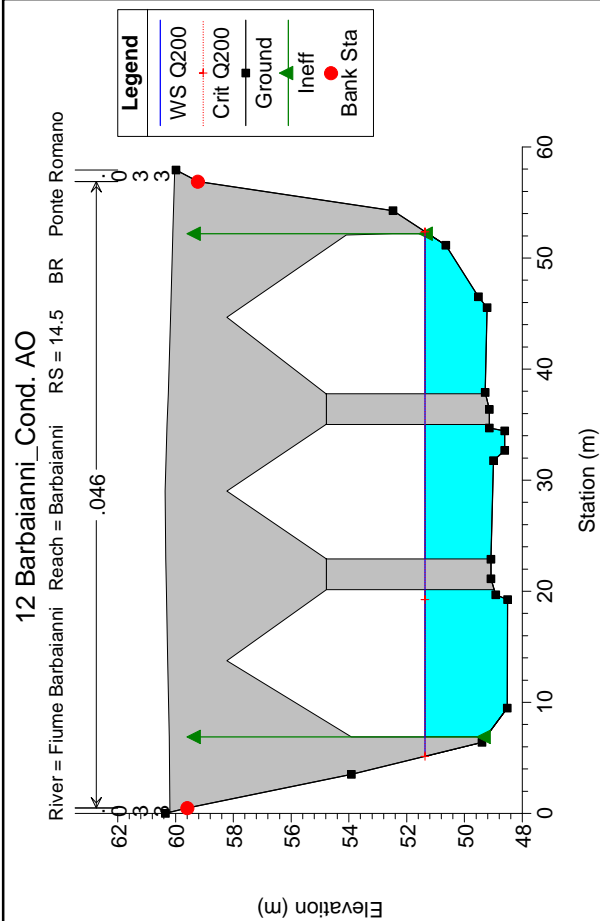
HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Fiume Barbaiani Reach: Barbaiani Profile: Q200

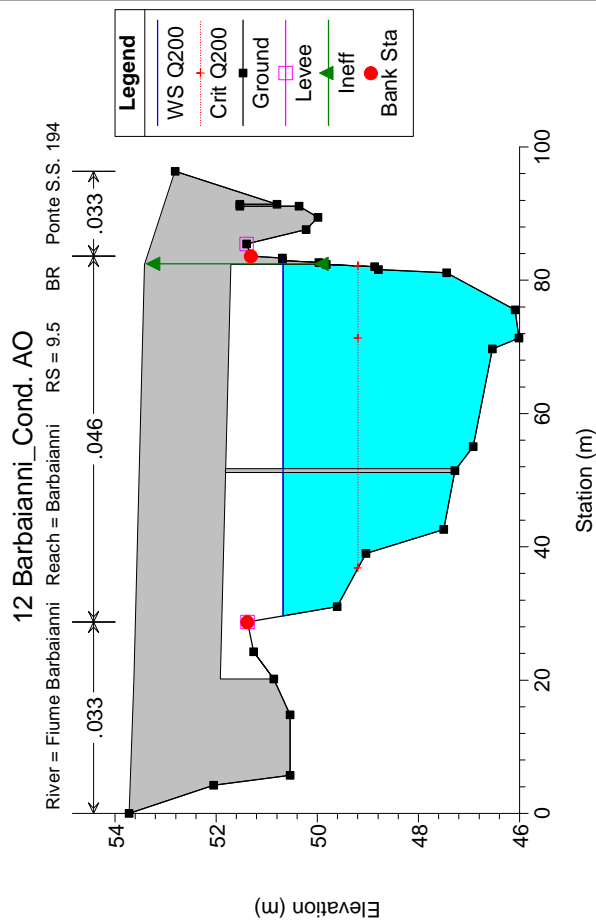
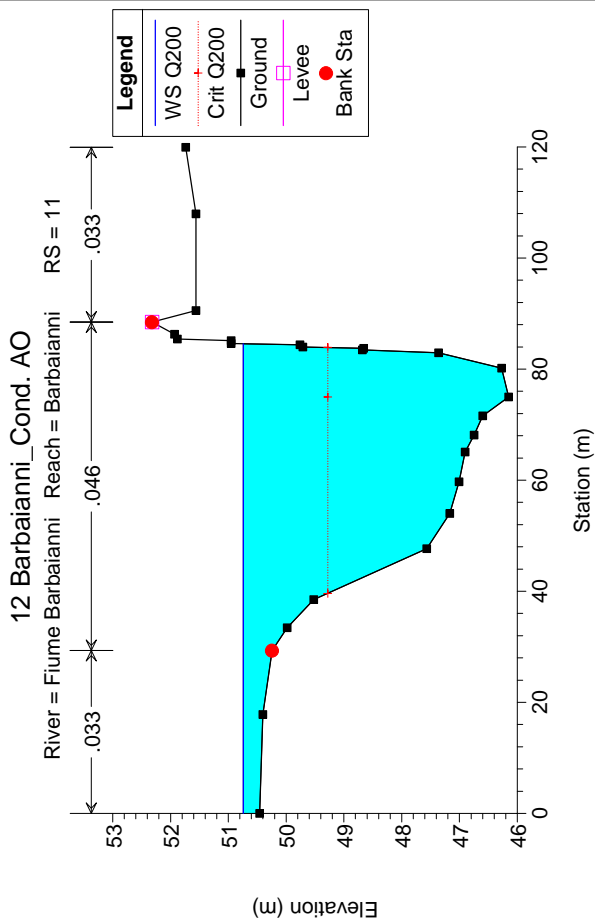
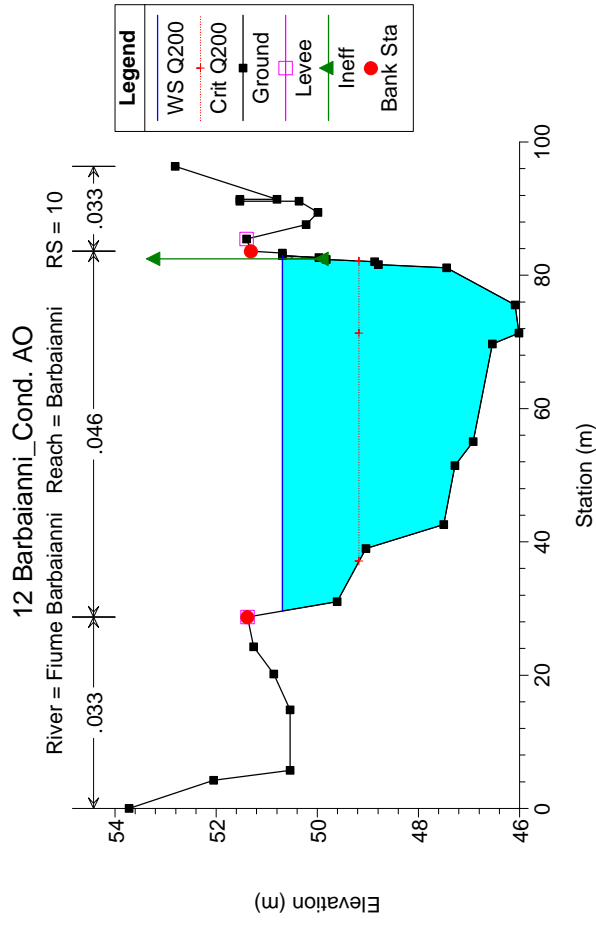
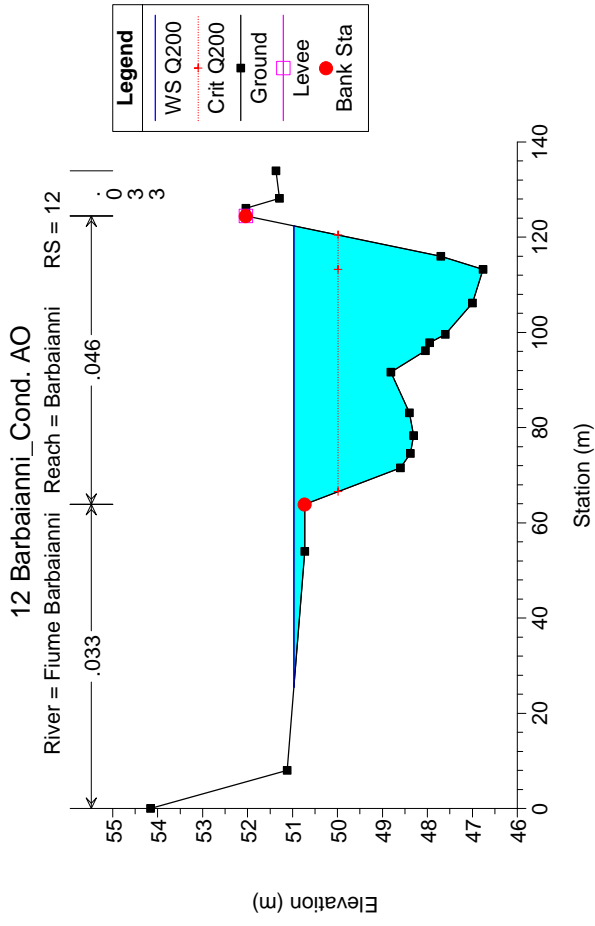
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Barbaiani	18	Q200	428.57	51.55	55.07	54.79	55.41	0.005751	2.75	176.22	128.95	0.53
Barbaiani	17	Q200	428.57	49.13	52.62	52.41	53.38	0.012892	3.86	111.10	55.51	0.87
Barbaiani	16	Q200	428.57	48.63	52.39	51.28	52.70	0.003542	2.57	180.78	95.74	0.47
Barbaiani	15	Q200	428.57	48.56	52.09	51.09	52.60	0.005241	3.17	135.09	42.76	0.57
Barbaiani	14.5	Bridge										
Barbaiani	14	Q200	428.57	48.51	50.74	51.18	52.41	0.035643	5.73	74.77	45.76	1.41
Barbaiani	13	Q200	428.57	48.44	51.41	50.94	52.01	0.008639	3.45	124.12	53.77	0.73
Barbaiani	12	Q200	428.57	46.76	50.97	49.98	51.35	0.004375	2.72	162.04	97.01	0.53
Barbaiani	11	Q200	428.57	46.15	50.74	49.28	51.05	0.003195	2.49	178.76	84.57	0.46
Barbaiani	10	Q200	428.57	46.01	50.69	49.17	51.00	0.002929	2.50	171.57	53.30	0.44
Barbaiani	9.5	Bridge										
Barbaiani	9	Q200	428.57	45.85	50.38	49.28	50.90	0.004631	3.20	133.88	45.58	0.56
Barbaiani	8	Q200	428.57	44.73	50.37	48.53	50.67	0.003315	2.50	187.92	105.93	0.40
Barbaiani	7.9	Q200	428.57	44.72	50.14	48.91	50.61	0.005885	3.15	151.75	100.52	0.52
Barbaiani	7.8	Q200	428.57	44.63	49.02	48.67	50.06	0.015630	4.50	95.21	32.70	0.84
Barbaiani	7	Q200	428.57	44.61	49.11	48.38	49.84	0.010099	3.84	119.67	82.54	0.68
Barbaiani	6	Q200	428.57	44.19	48.12	47.39	48.78	0.007147	3.62	118.31	41.03	0.68
Barbaiani	5	Q200	428.57	43.26	47.27	46.29	47.75	0.005030	3.08	141.58	55.54	0.57
Barbaiani	4	Q200	428.57	41.01	45.37		46.14	0.010623	3.87	110.75	35.11	0.70
Barbaiani	3	Q200	428.57	39.43	44.29		44.53	0.003161	2.50	216.15	159.43	0.39
Barbaiani	2	Q200	428.57	38.32	42.41	42.02	43.04	0.008936	3.65	124.96	73.31	0.65
Barbaiani	1	Q200	428.57	37.67	41.36	40.64	41.65	0.005005	2.38	179.26	99.27	0.48

12 Barbaianni_Cond. AO
F. Barbaianni



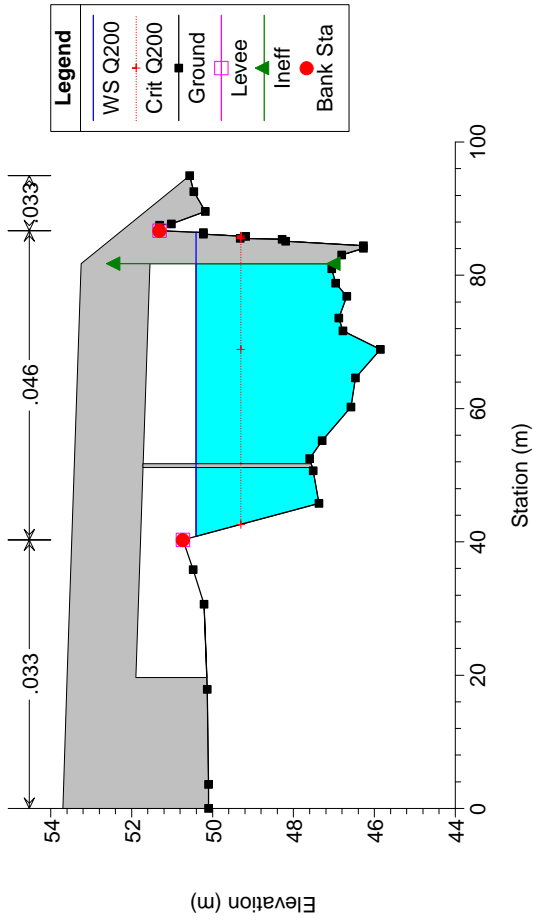






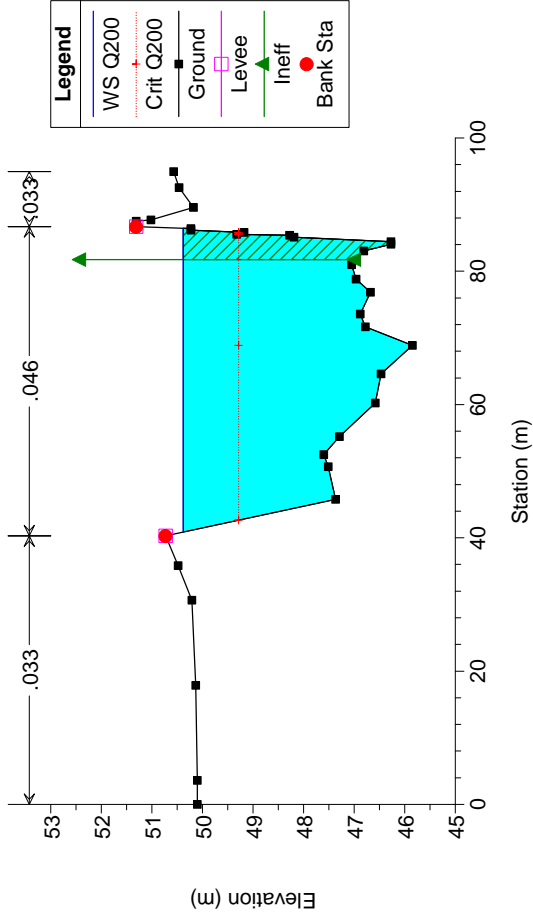
12 Barbaiani_Cond. AO

River = Fiume Barbaiani Reach = Barbaiani RS = 9.5 BR Ponte S.S. 194



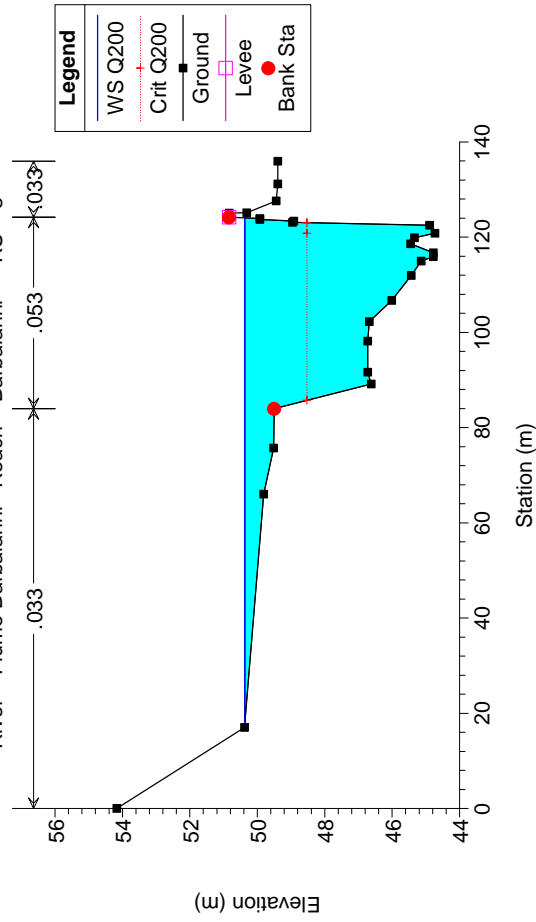
12 Barbaiani_Cond. AO

River = Fiume Barbaiani Reach = Barbaiani RS = 9



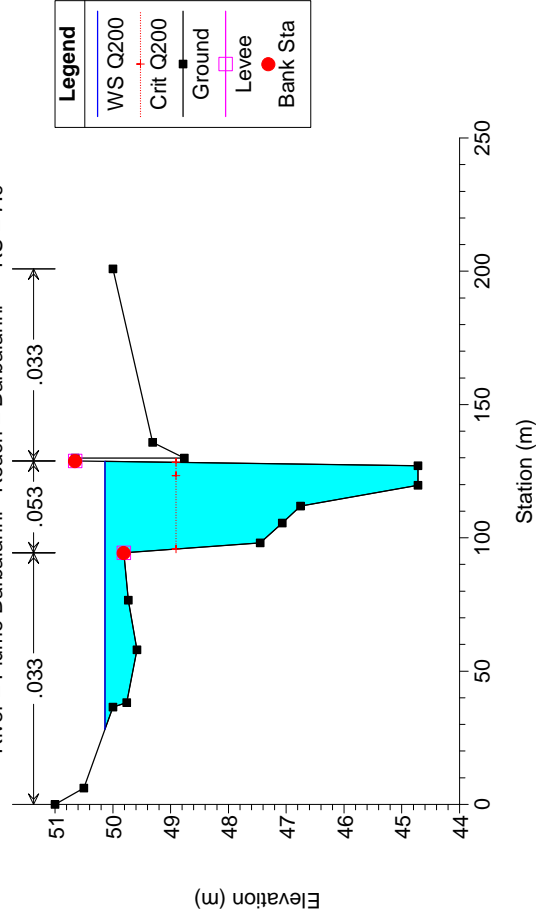
12 Barbaiani_Cond. AO

River = Fiume Barbaiani Reach = Barbaiani RS = 8



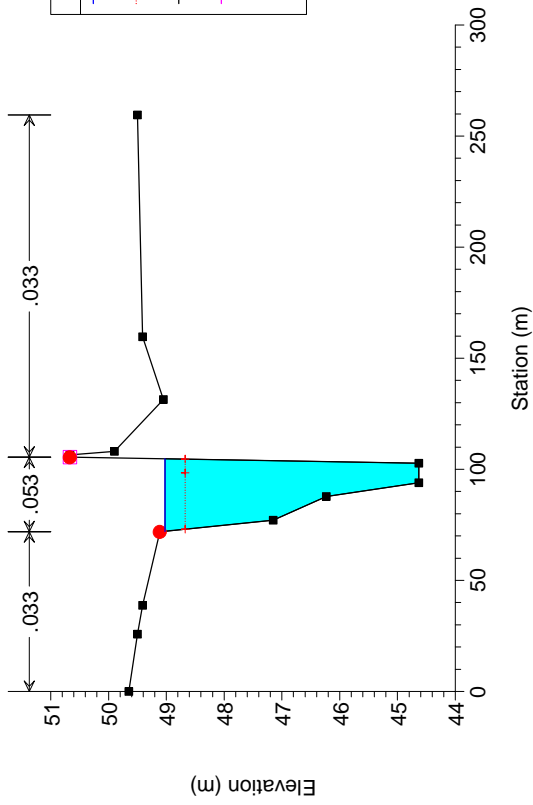
12 Barbaiani_Cond. AO

River = Fiume Barbaiani Reach = Barbaiani RS = 7.9



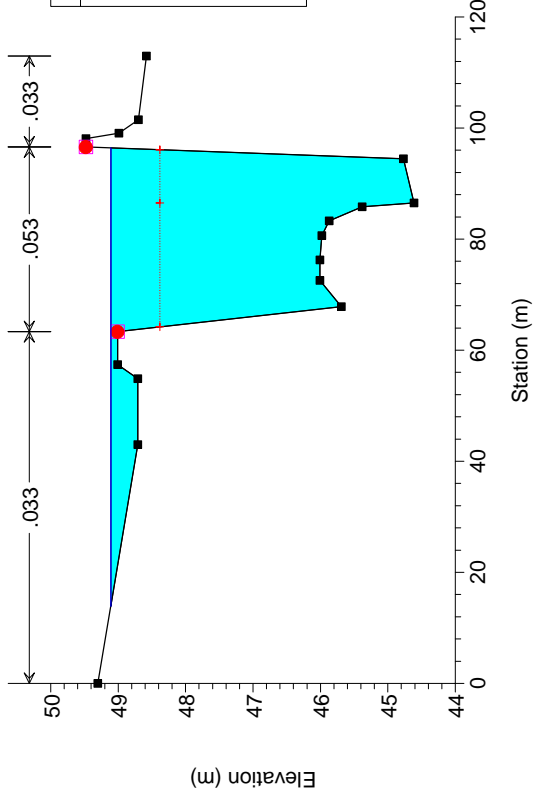
12 Barbaiani_Cond. AO

River = Fiume Barbaiani Reach = Barbaiani RS = 7.8



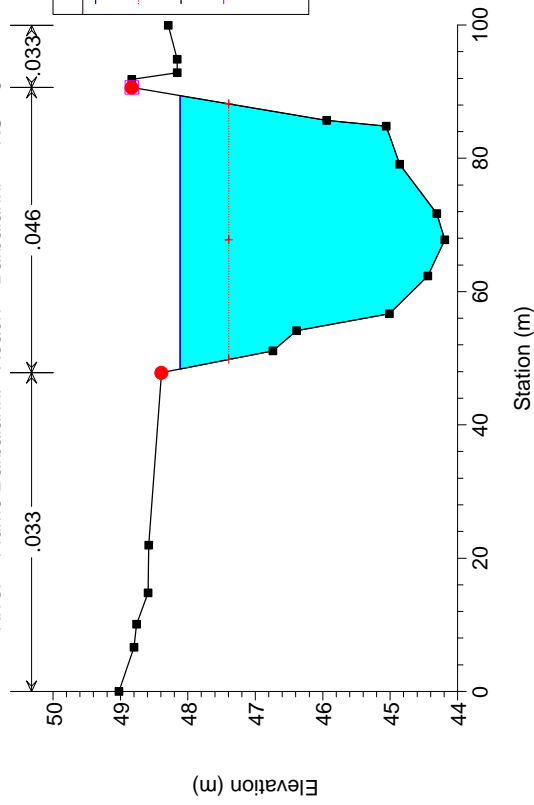
12 Barbaiani_Cond. AO

River = Fiume Barbaiani Reach = Barbaiani RS = 7



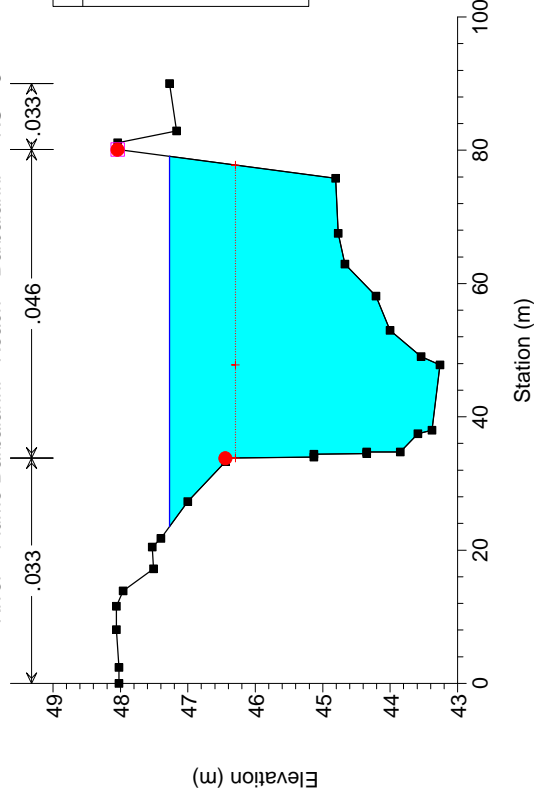
12 Barbaiani_Cond. AO

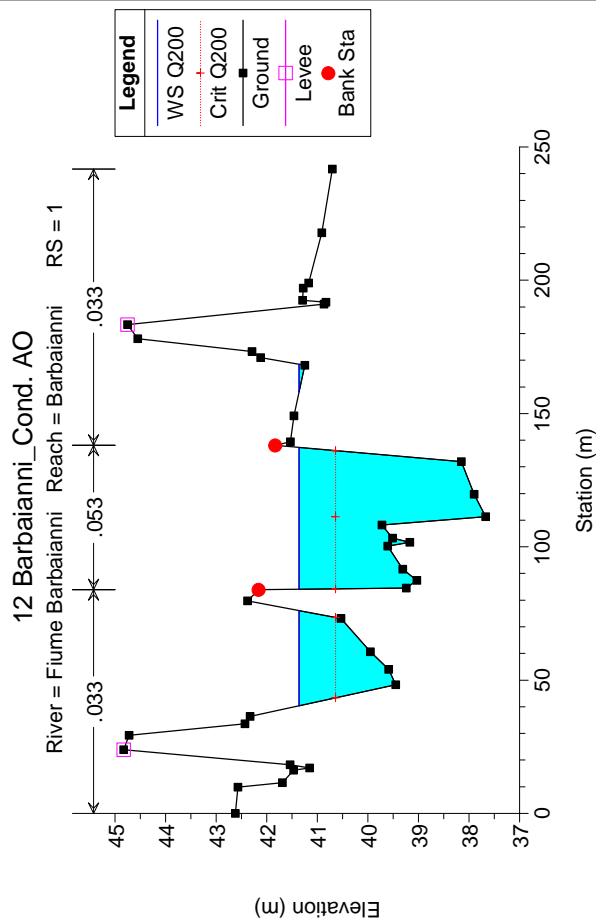
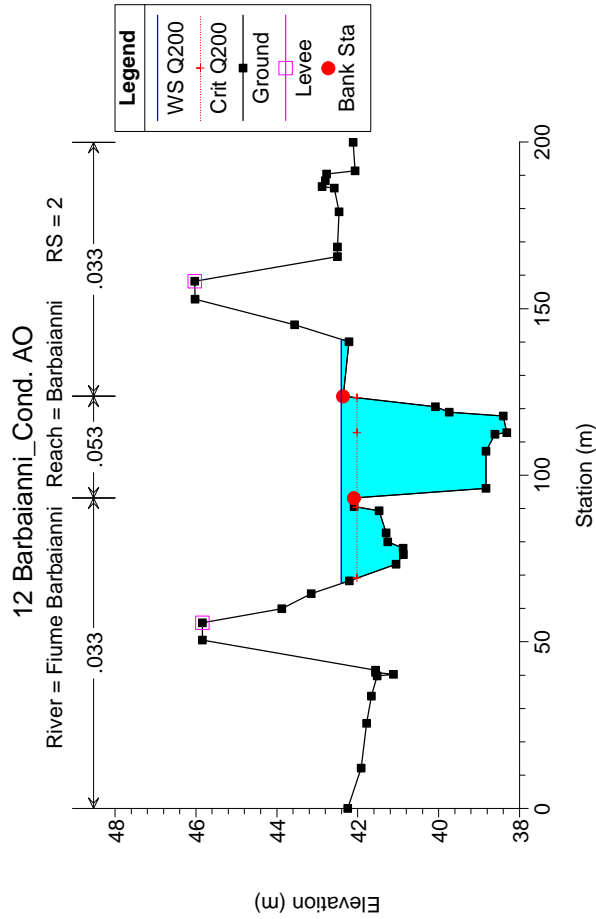
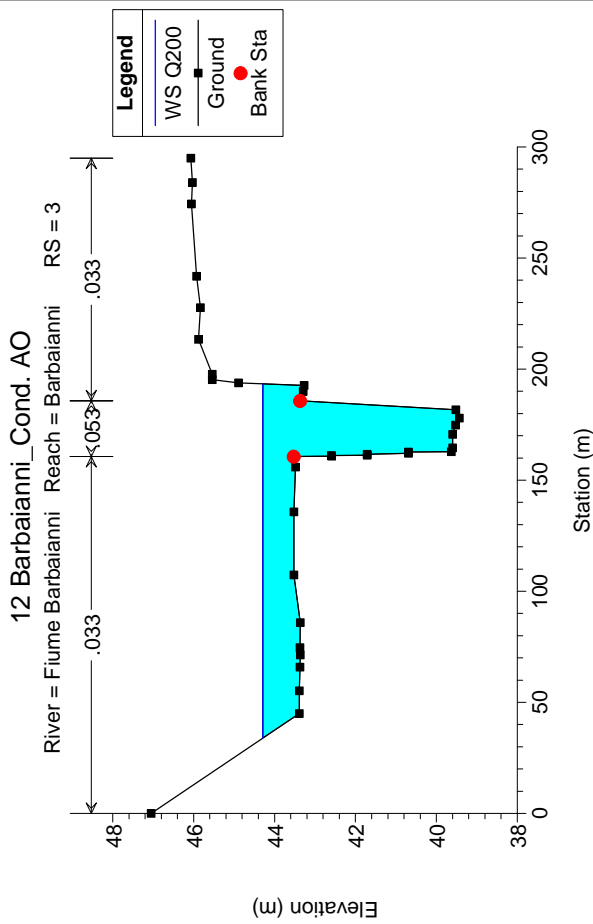
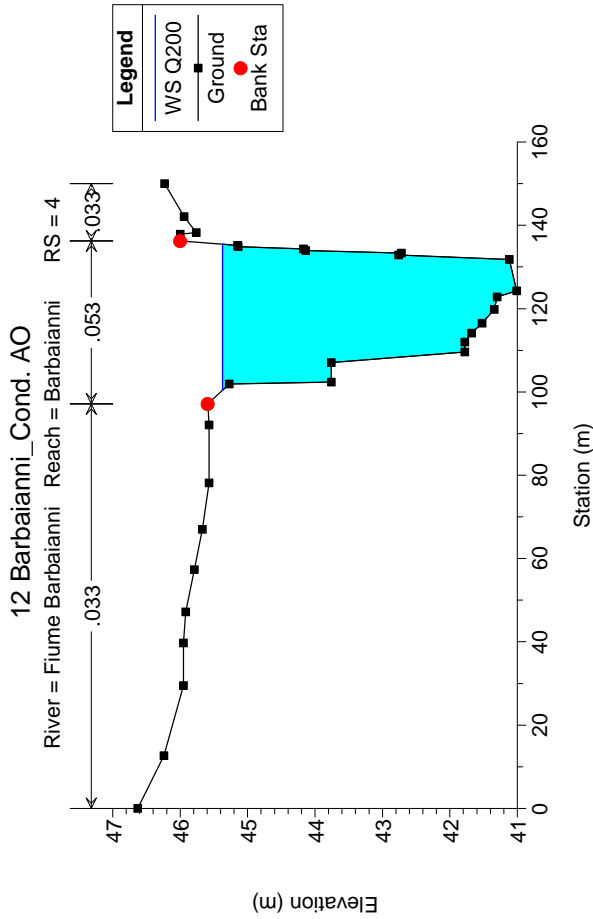
River = Fiume Barbaiani Reach = Barbaiani RS = 6



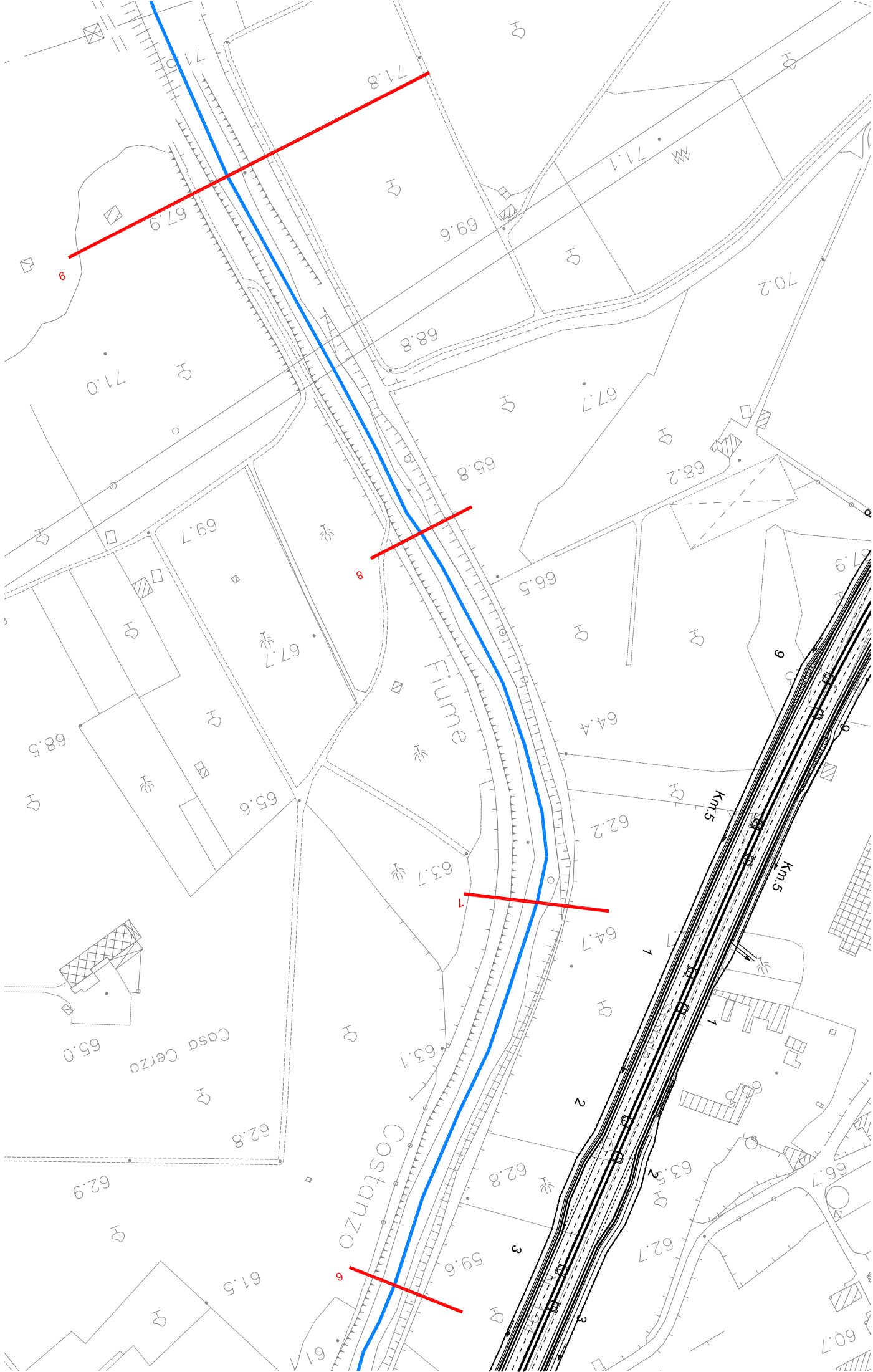
12 Barbaiani_Cond. AO

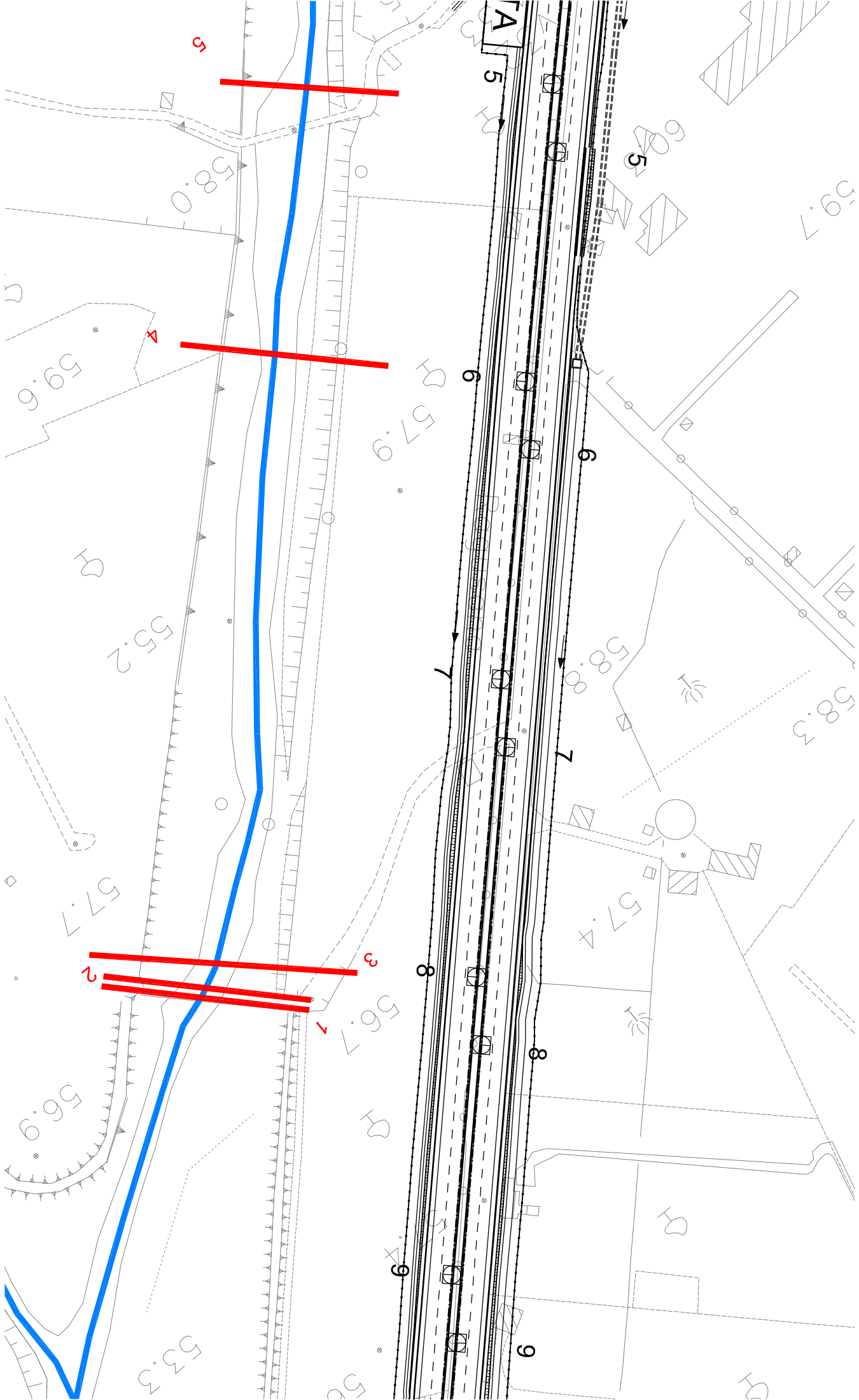
River = Fiume Barbaiani Reach = Barbaiani RS = 5





Post operam

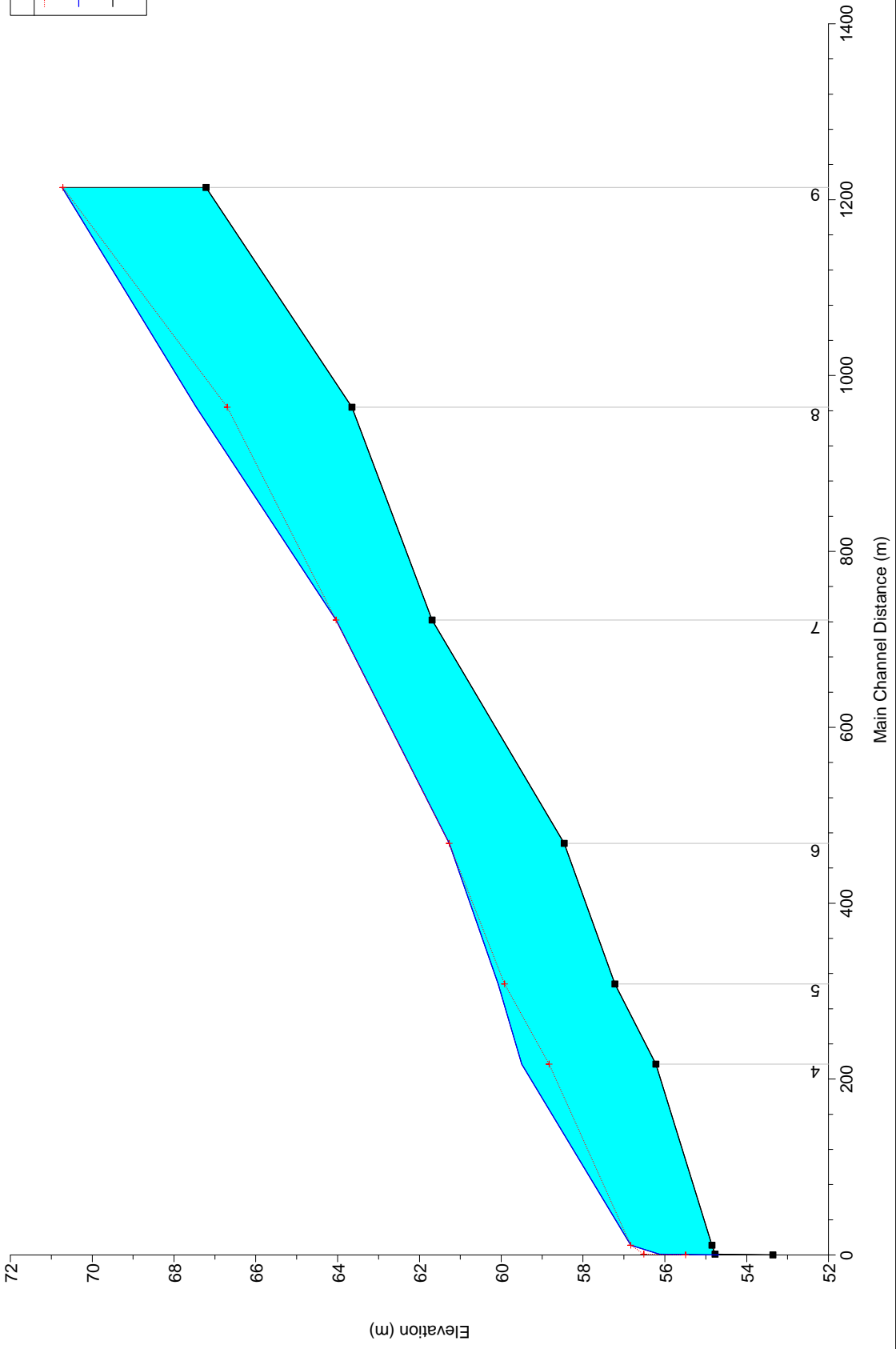




HEC-RAS Plan: Plan 08 River: Fiume Costanzo Reach: Costanzo Profile: Qm=Tr200

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
Costanzo	9	Qm=Tr200	318.02	67.22	70.73	70.72	71.59	0.028298	4.10	77.60	44.17	0.99
Costanzo	8	Qm=Tr200	318.02	63.65	67.45	66.70	67.93	0.008473	3.08	103.35	39.14	0.60
Costanzo	7	Qm=Tr200	318.02	61.69	64.04	64.04	64.78	0.022144	3.82	84.05	60.66	0.95
Costanzo	6	Qm=Tr200	318.02	58.46	61.27	61.27	62.32	0.022876	4.54	70.05	33.32	1.00
Costanzo	5	Qm=Tr200	318.02	57.22	60.07	59.92	60.52	0.009562	3.13	112.52	93.85	0.66
Costanzo	4	Qm=Tr200	318.02	56.22	59.50	58.83	59.82	0.005740	2.72	137.12	116.06	0.52
Costanzo	3	Qm=Tr200	318.02	54.85	56.83	56.83	57.63	0.024305	3.95	80.57	50.62	1.00
Costanzo	2	Qm=Tr200	318.02	54.77	56.14	56.51	57.48	0.004519	5.14	61.88	49.99	1.47
Costanzo	1	Qm=Tr200	318.02	53.36	54.68	55.49	57.34	0.123176	7.23	44.01	37.19	2.12

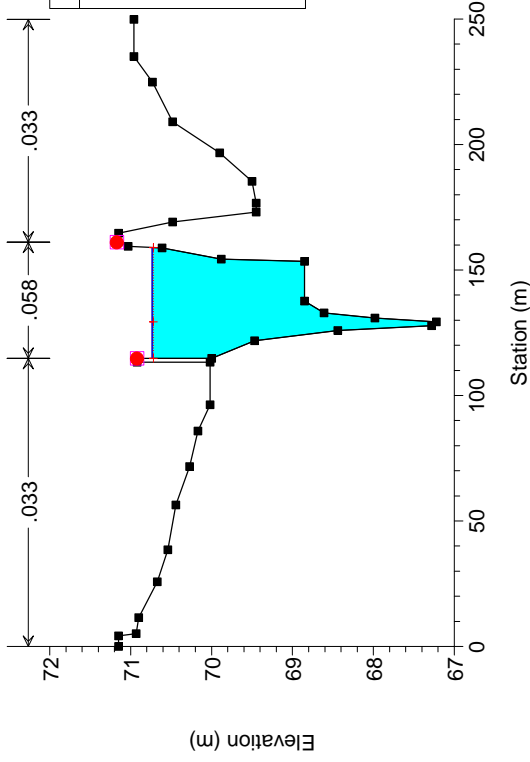
12 Barbaianni_Cond.PO
F. Costanzo



Legend	
+	Crit $Q_m = Tr200$
—	WS $Q_m = Tr200$
■	Ground

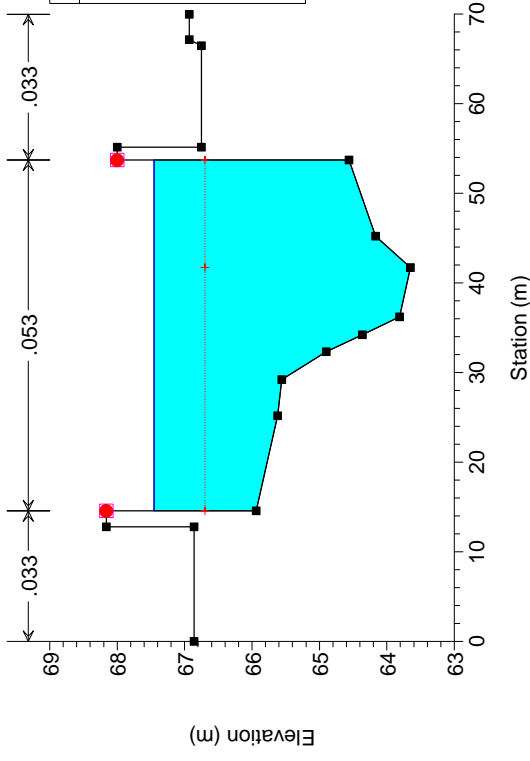
12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

River = Fiume Costanzo Reach = Costanzo RS = 9



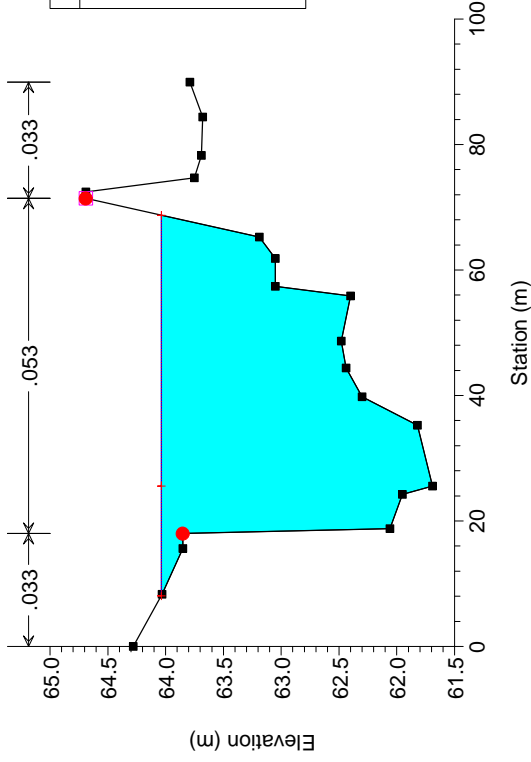
12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

River = Fiume Costanzo Reach = Costanzo RS = 8



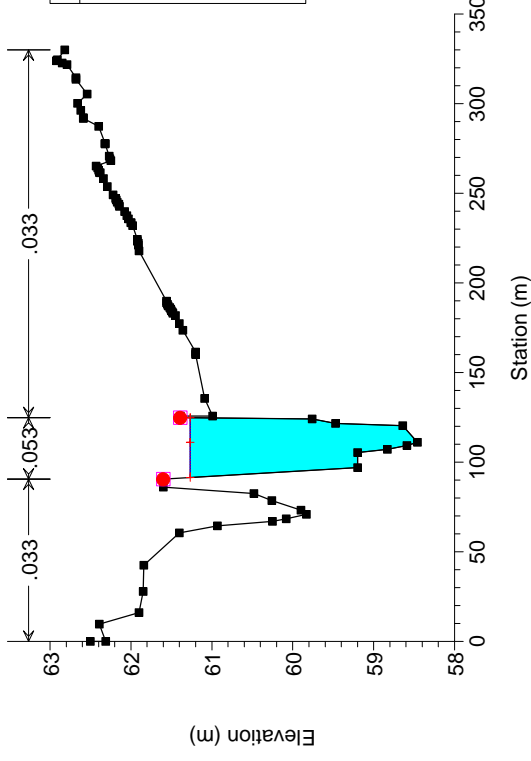
12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

River = Fiume Costanzo Reach = Costanzo RS = 7



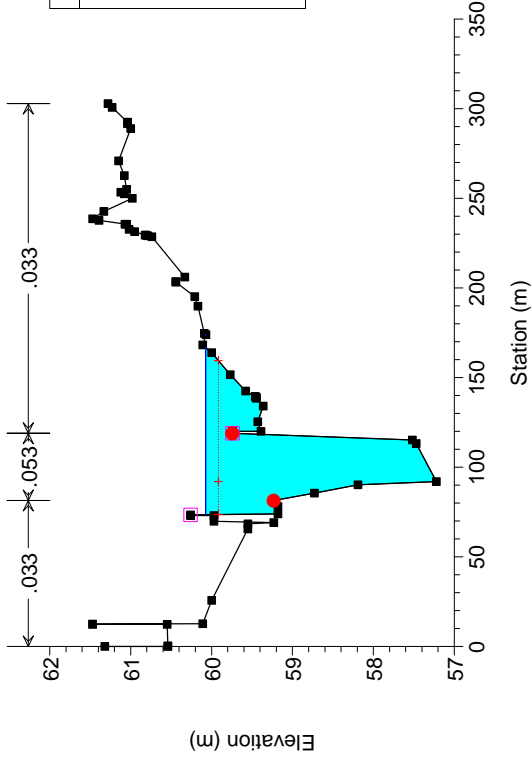
12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

River = Fiume Costanzo Reach = Costanzo RS = 6



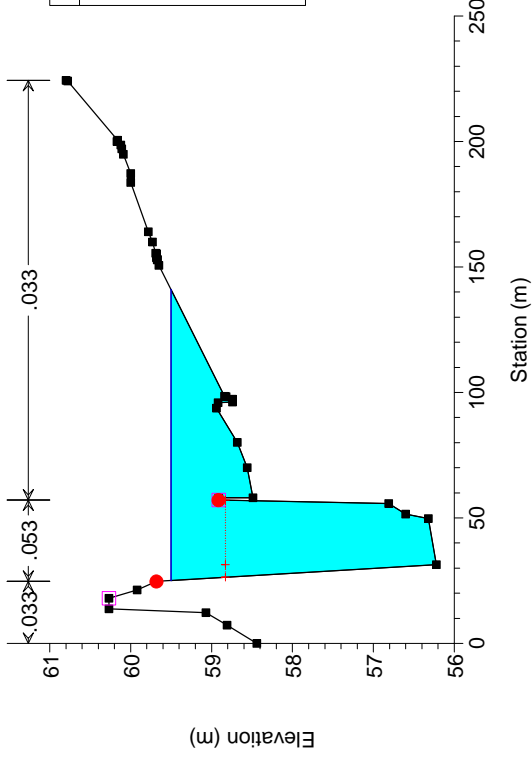
12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

River = Fiume Costanzo Reach = Costanzo RS = 5



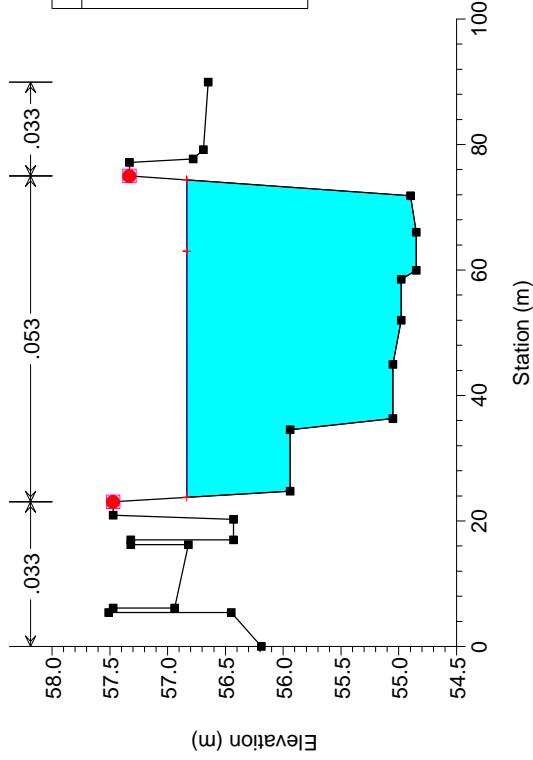
12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

River = Fiume Costanzo Reach = Costanzo RS = 4



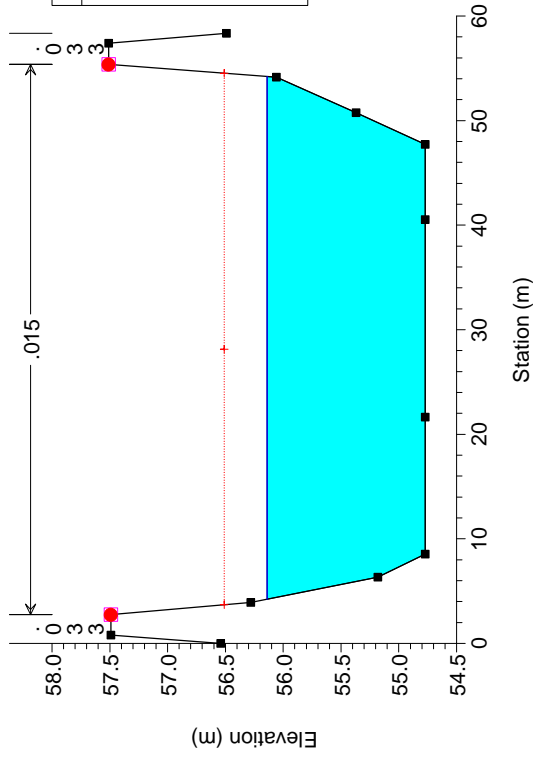
12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

River = Fiume Costanzo Reach = Costanzo RS = 3



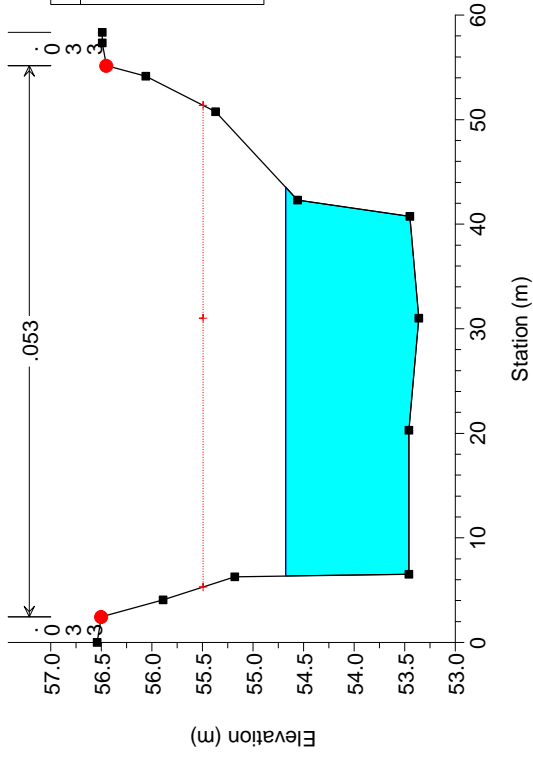
12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

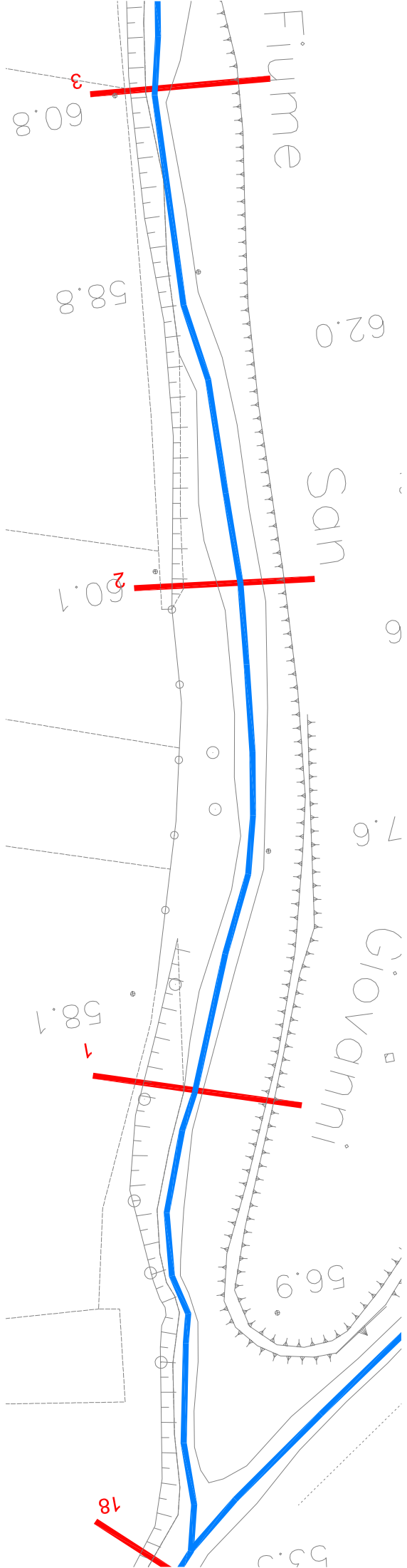
River = Fiume Costanzo Reach = Costanzo RS = 2



12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

River = Fiume Costanzo Reach = Costanzo RS = 1

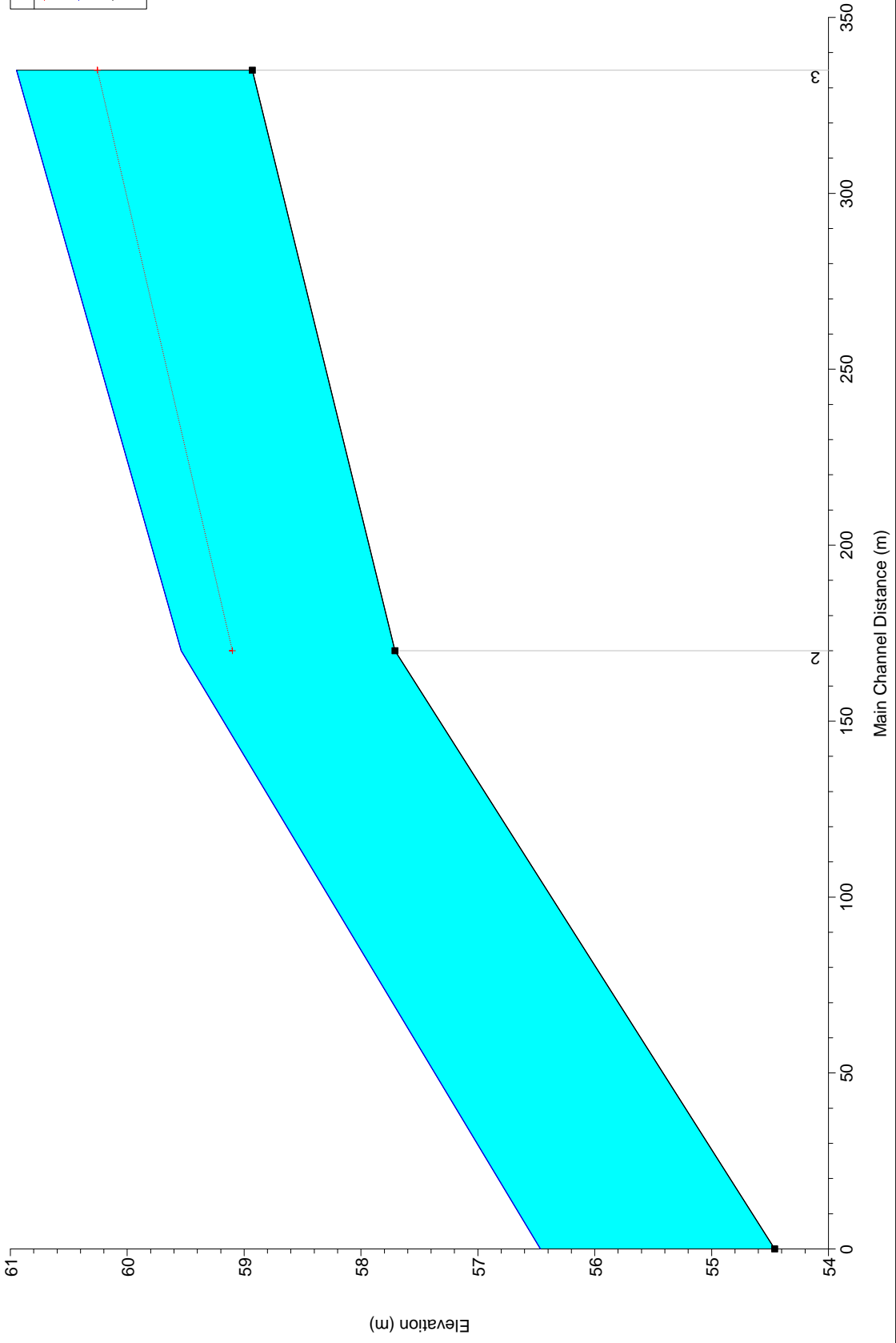




HEC-RAS Plan: Plan 08 River: Fiume San Giovan Reach: San Giovanni Profile: Qm=Tr200

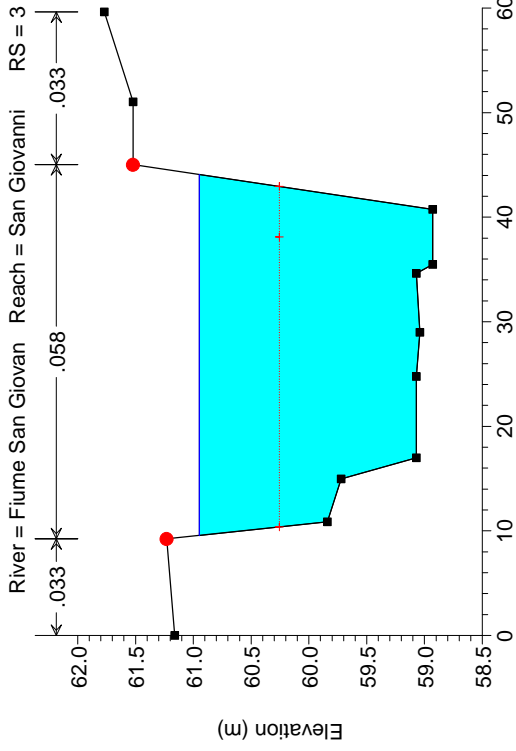
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
San Giovanni	3	Qm=Tr200	110.55	58.93	60.95	60.25	61.13	0.006541	1.92	57.56	34.53	0.47
San Giovanni	2	Qm=Tr200	110.55	57.71	59.54	59.10	59.78	0.010468	2.18	50.65	35.90	0.59
San Giovanni	1	Qm=Tr200	110.55	54.46	56.46		56.91	0.031179	2.95	37.47	38.50	0.95

12 Barbaiani_Cond.PO
F. San Giovanni

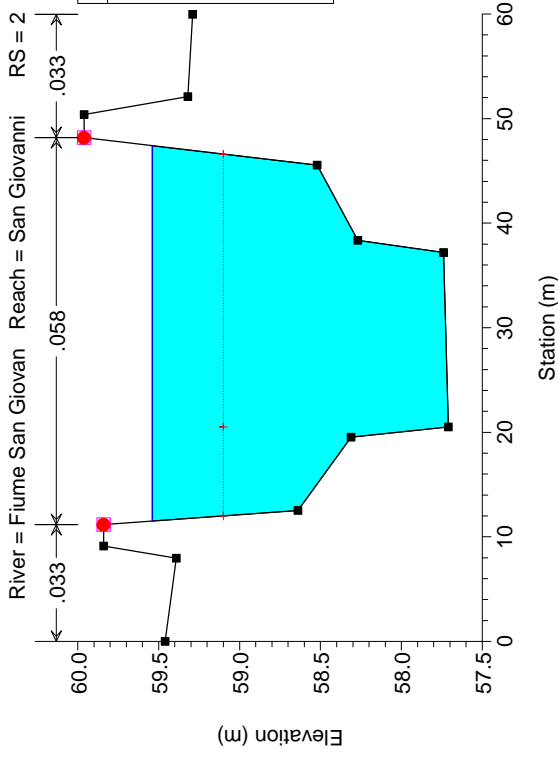


Legend	
+	Crit Qm=Tr200
—	WS Qm=Tr200
—	Ground

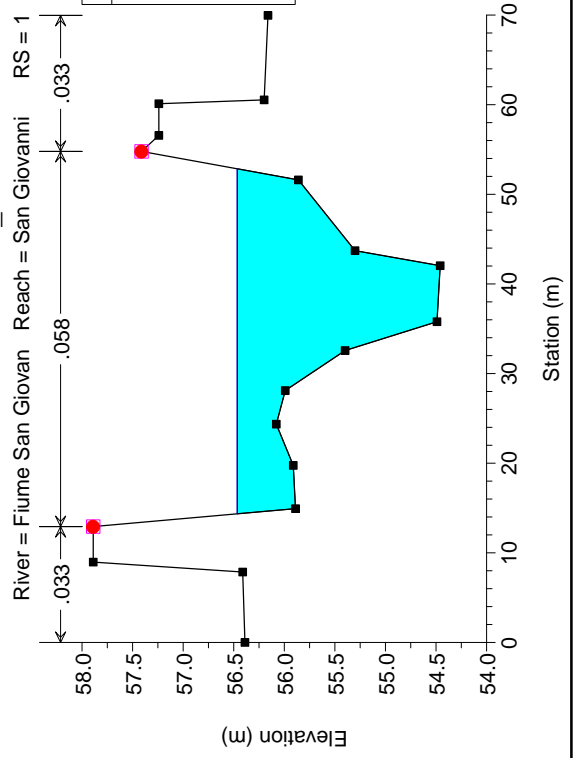
12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

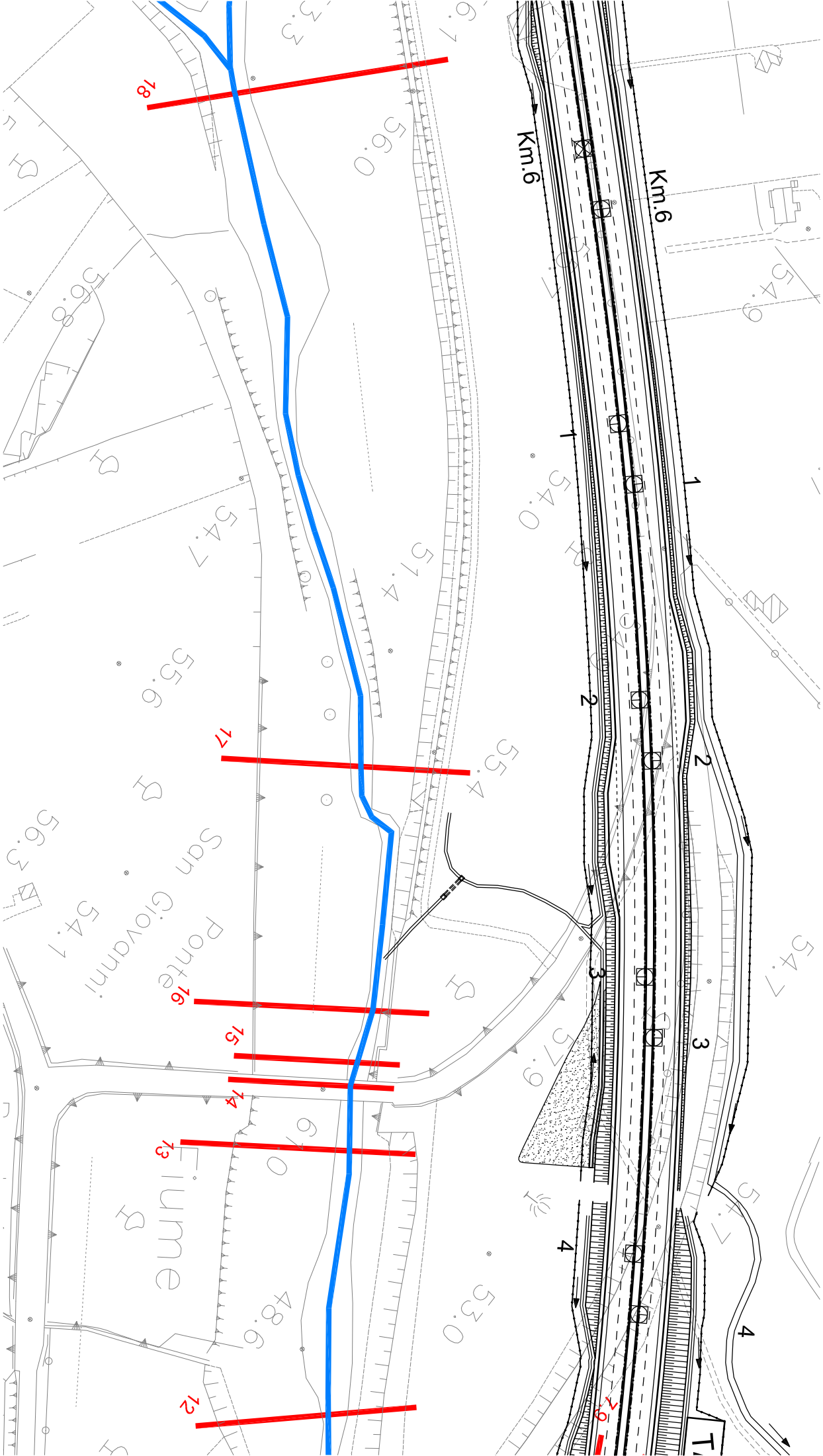


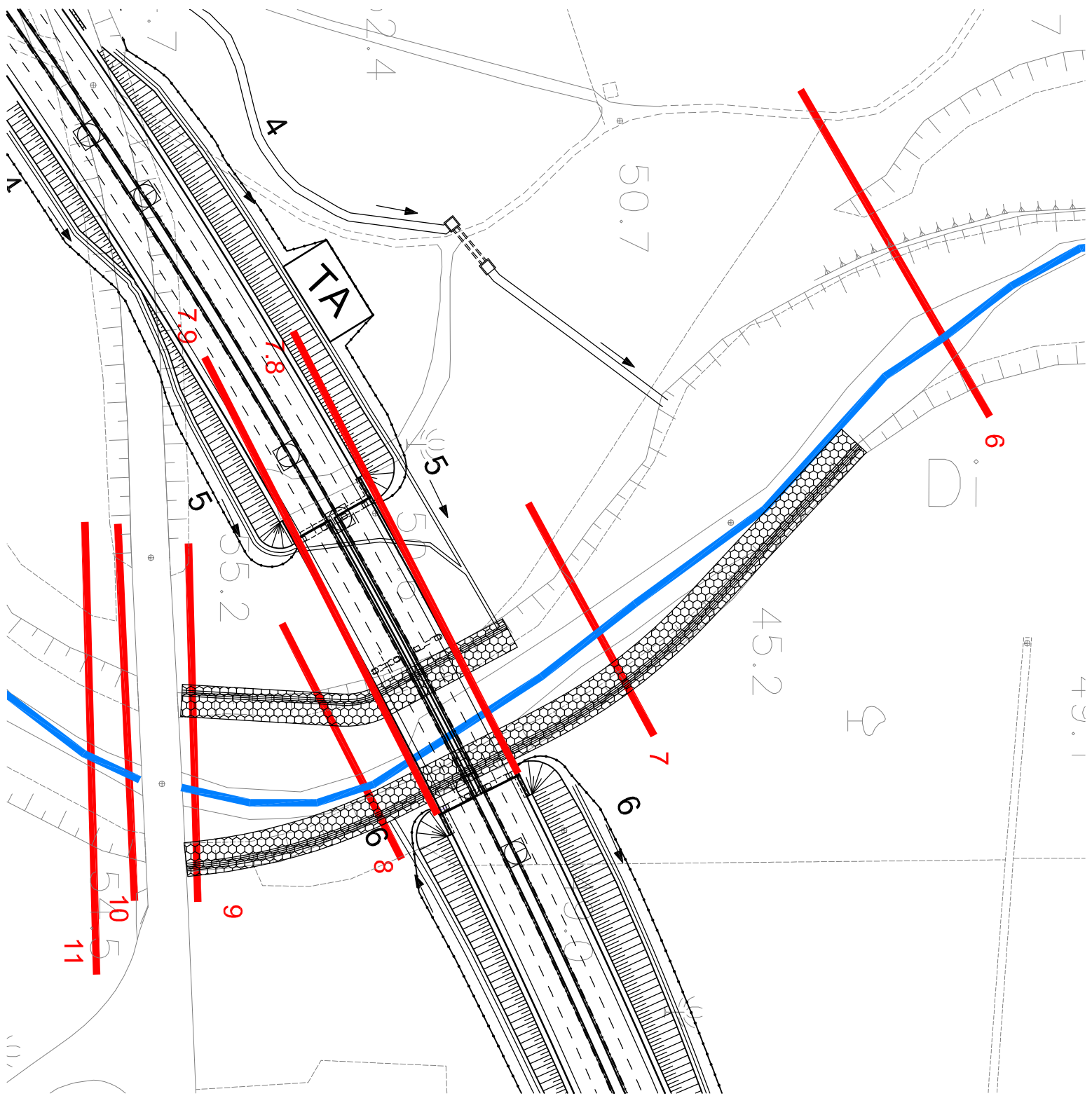
12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

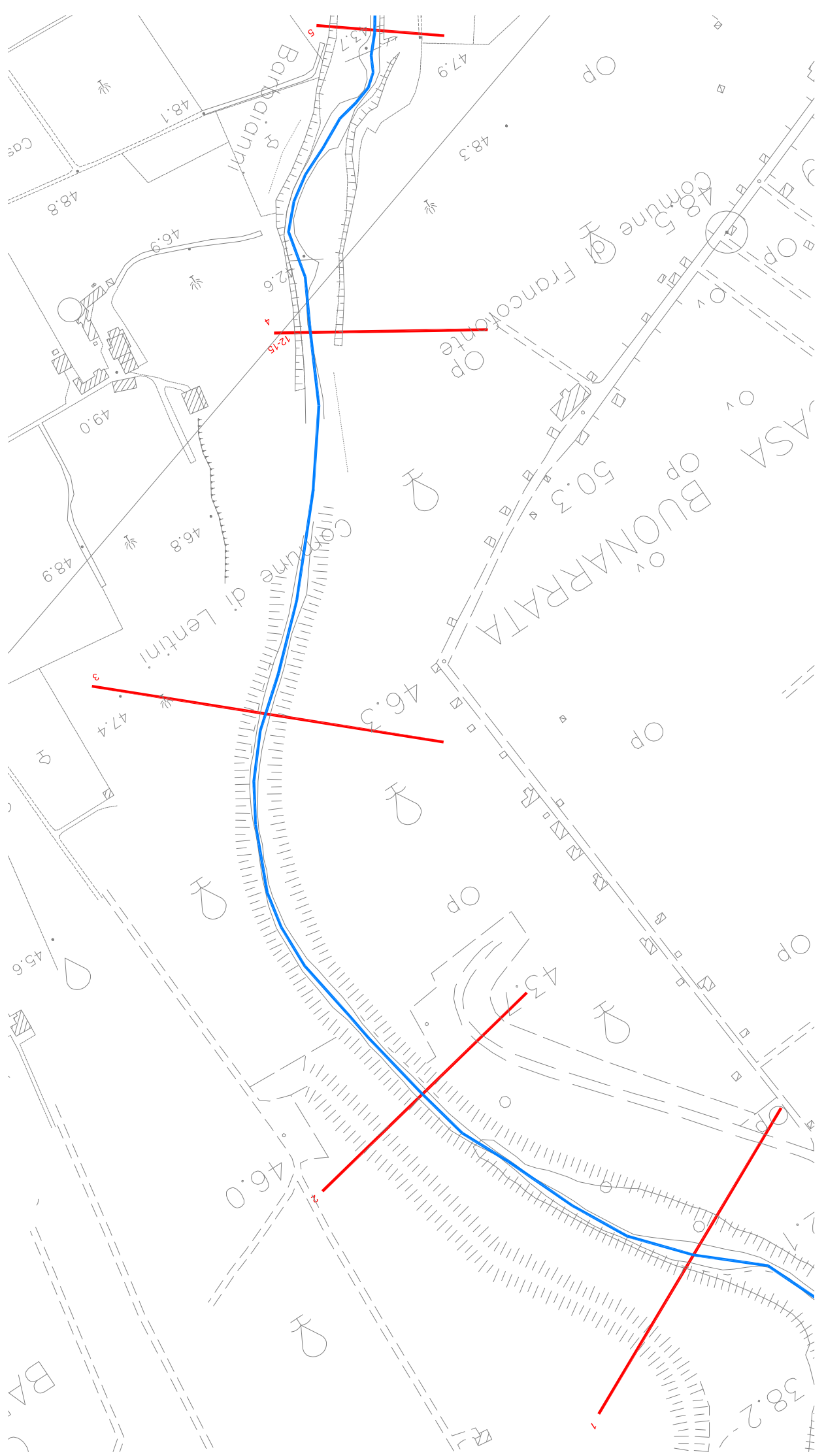


12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO







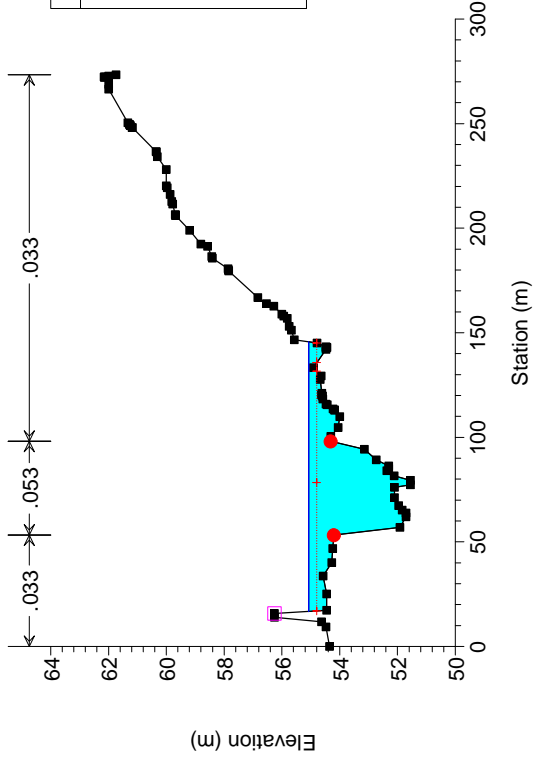


HEC-RAS Plan: Plan 08 River: Fiume Barbaiani Reach: Barbaiani Profile: Qm=Tr200

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
Barbaiani	18	Qm=Tr200	428.57	51.55	55.07	54.79	55.41	0.005751	2.75	176.22	128.95	0.53
Barbaiani	17	Qm=Tr200	428.57	49.13	52.62	52.41	53.38	0.012892	3.86	111.10	55.51	0.87
Barbaiani	16	Qm=Tr200	428.57	48.63	52.39	51.28	52.70	0.003542	2.57	180.78	95.74	0.47
Barbaiani	15	Qm=Tr200	428.57	48.56	52.09	51.09	52.60	0.005241	3.17	135.09	42.76	0.57
Barbaiani	14.5		Bridge									
Barbaiani	14	Qm=Tr200	428.57	48.51	50.74	51.18	52.41	0.035638	5.73	74.78	45.76	1.41
Barbaiani	13	Qm=Tr200	428.57	48.44	51.35	50.94	51.99	0.009302	3.54	121.22	53.61	0.75
Barbaiani	12	Qm=Tr200	428.57	46.76	50.75	49.98	51.21	0.005862	2.99	143.48	70.45	0.61
Barbaiani	11	Qm=Tr200	428.57	46.15	50.35	49.28	50.79	0.005176	2.91	147.58	63.45	0.57
Barbaiani	10	Qm=Tr200	428.57	46.01	50.30	49.17	50.71	0.004395	2.83	151.21	52.65	0.53
Barbaiani	9.5		Bridge									
Barbaiani	9	Qm=Tr200	428.57	45.85	49.69	49.28	50.52	0.009597	4.03	106.23	44.00	0.79
Barbaiani	8	Qm=Tr200	428.57	44.73	49.84	47.61	50.17	0.002781	2.56	176.60	71.58	0.38
Barbaiani	7.9	Qm=Tr200	428.57	44.71	49.56	47.95	50.10	0.005125	3.29	136.35	56.07	0.50
Barbaiani	7.85		Bridge									
Barbaiani	7.8	Qm=Tr200	428.57	44.67	49.37	47.93	49.96	0.005893	3.44	128.21	43.93	0.53
Barbaiani	7	Qm=Tr200	428.57	44.61	49.04	48.20	49.71	0.007884	3.65	123.67	79.87	0.65
Barbaiani	6	Qm=Tr200	428.57	44.19	48.12	47.39	48.79	0.007134	3.62	118.38	41.04	0.68
Barbaiani	5	Qm=Tr200	428.57	43.26	47.28	46.29	47.76	0.004962	3.07	142.25	55.72	0.56
Barbaiani	4	Qm=Tr200	428.57	41.01	45.50		46.20	0.009929	3.71	115.46	37.22	0.67
Barbaiani	3	Qm=Tr200	428.57	39.43	44.19		44.48	0.003858	2.71	200.43	158.15	0.42
Barbaiani	2	Qm=Tr200	428.57	38.32	42.96	42.02	43.31	0.004066	2.74	166.90	77.70	0.45
Barbaiani	1	Qm=Tr200	428.57	37.67	40.68	40.68	41.63	0.023716	4.33	99.07	51.94	1.00

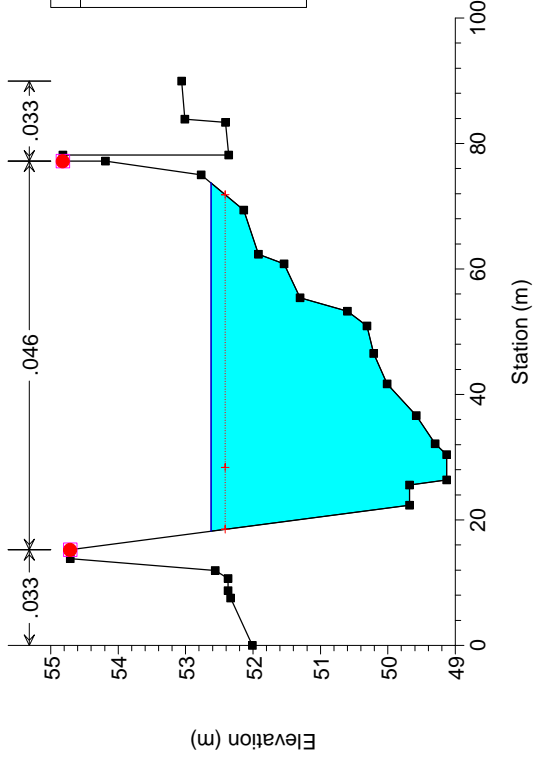
12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

River = Fiume Barbaiani Reach = Barbaiani RS = 18



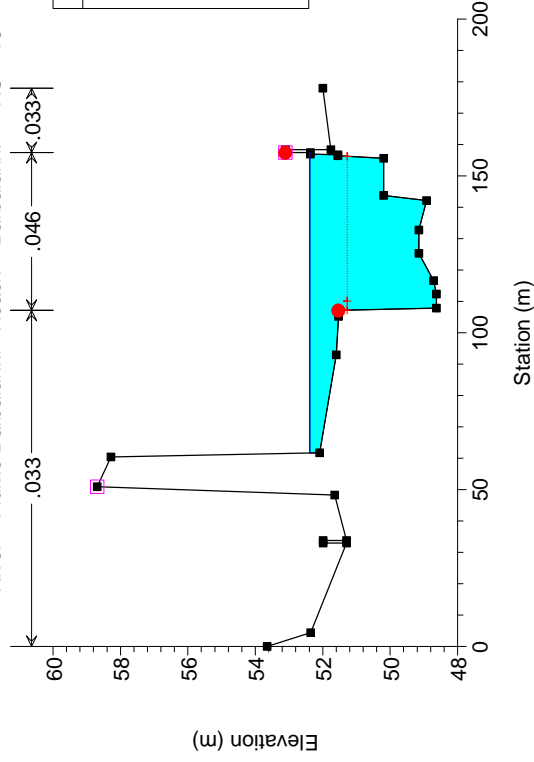
12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

River = Fiume Barbaiani Reach = Barbaiani RS = 17



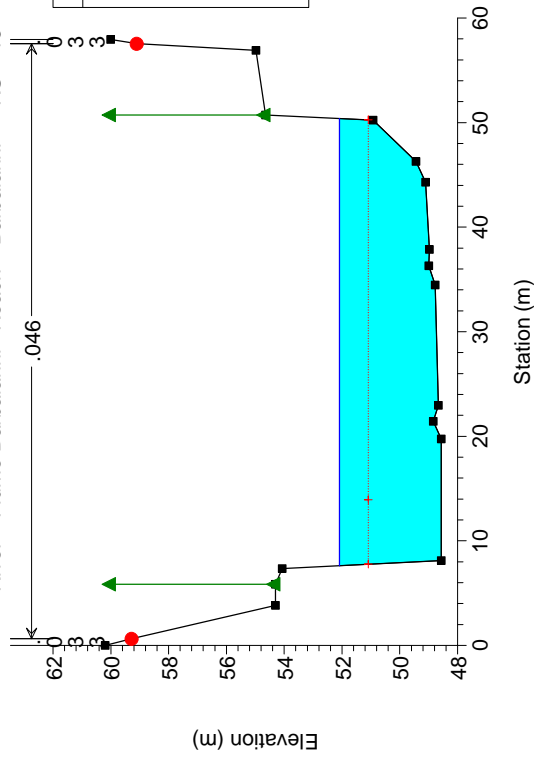
12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

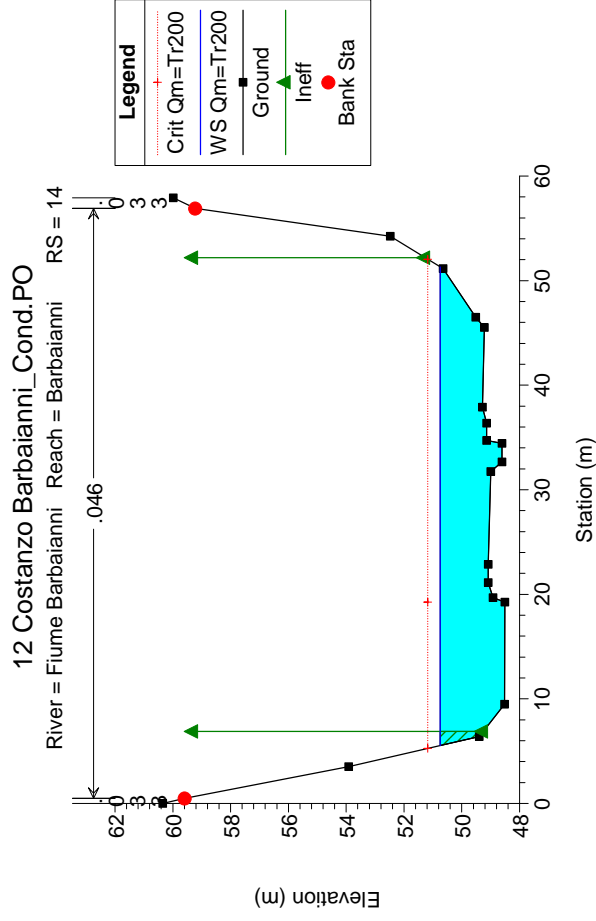
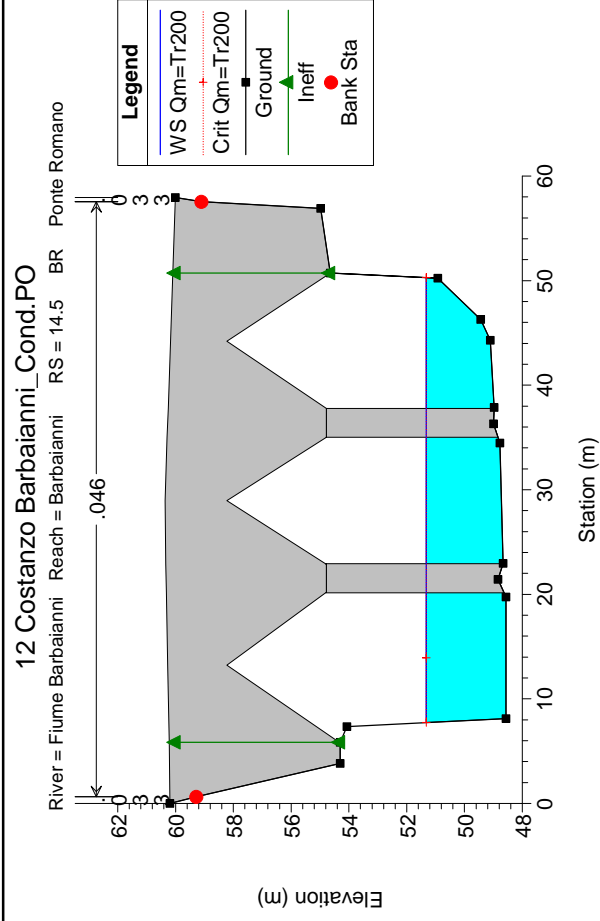
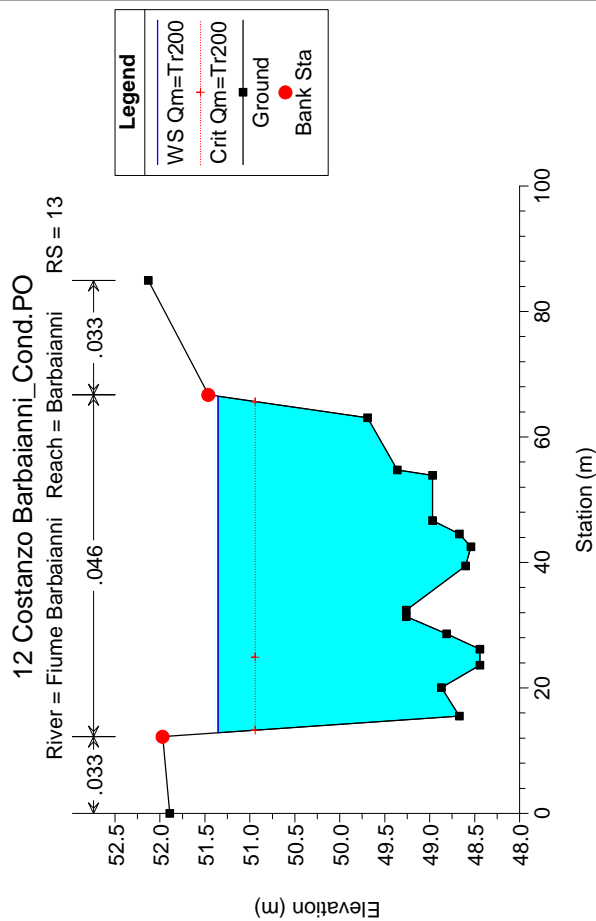
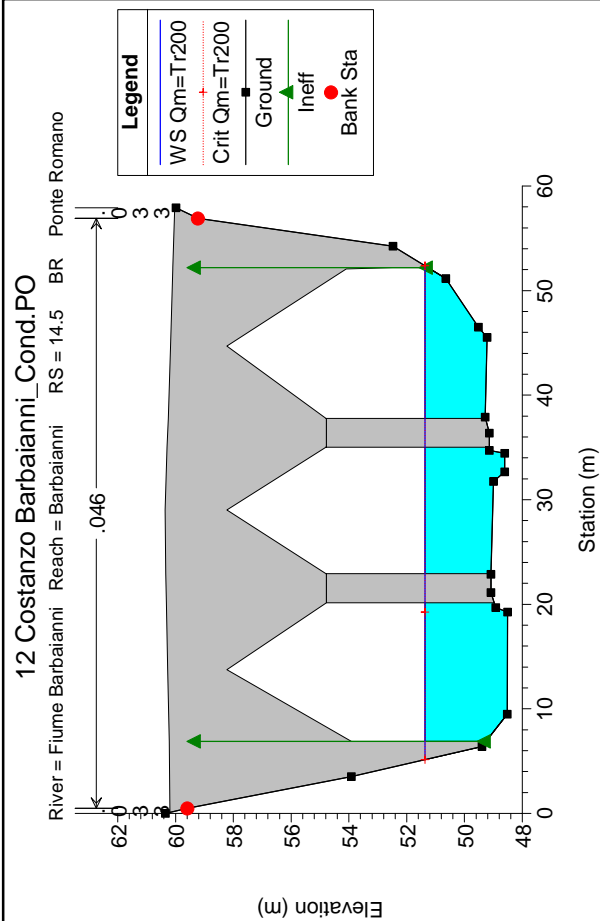
River = Fiume Barbaiani Reach = Barbaiani RS = 16



12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

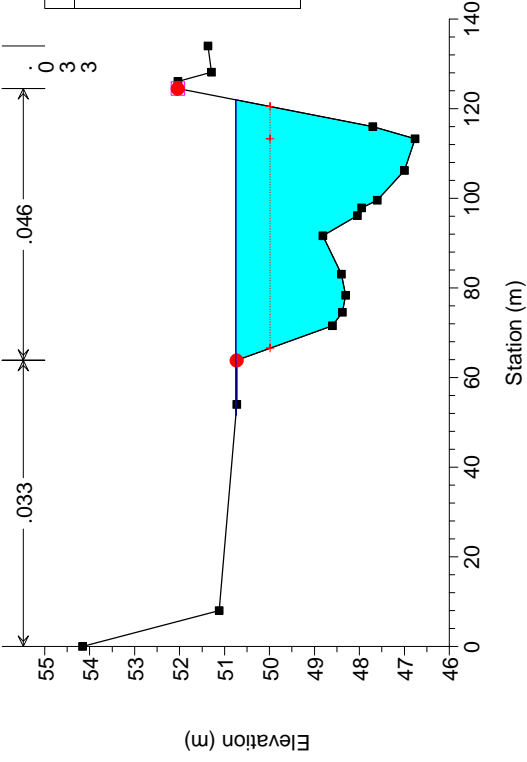
River = Fiume Barbaiani Reach = Barbaiani RS = 15





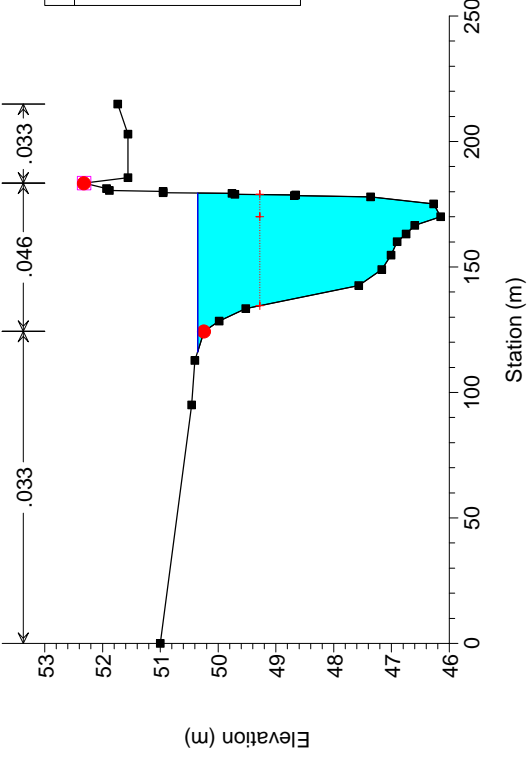
12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

River = Fiume Barbaiani Reach = Barbaiani RS = 12



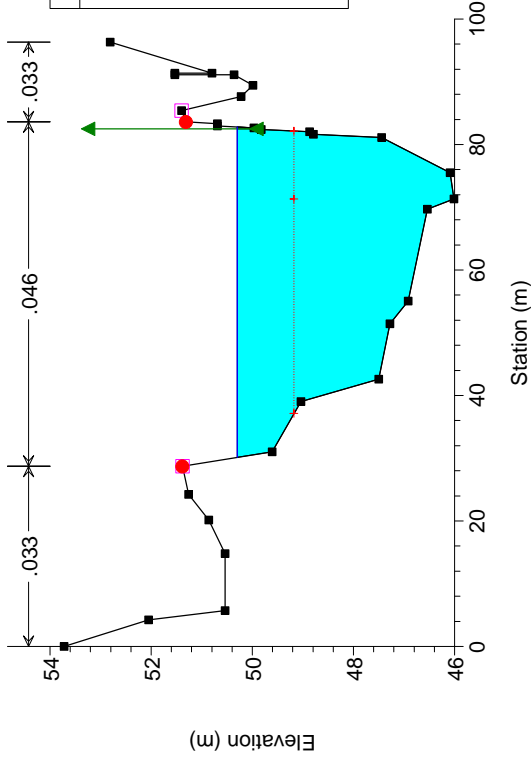
12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

River = Fiume Barbaiani Reach = Barbaiani RS = 11



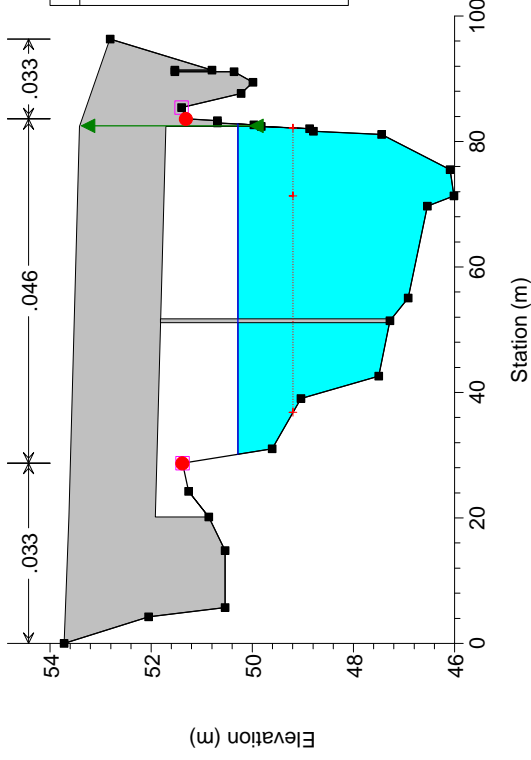
12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

River = Fiume Barbaiani Reach = Barbaiani RS = 10



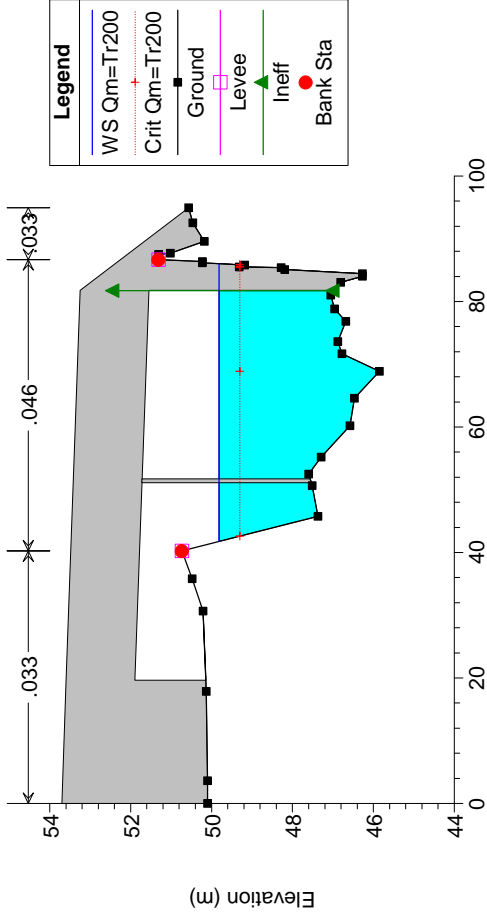
12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

River = Fiume Barbaiani Reach = Barbaiani RS = 9.5 BR Ponte S.S. 194



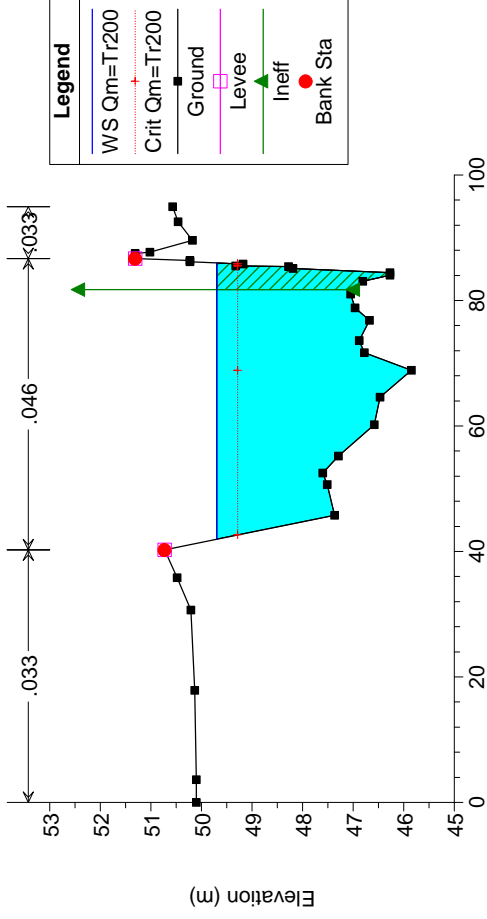
12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

River = Fiume Barbaiani Reach = Barbaiani RS = 9.5 BR Ponte S.S. 194



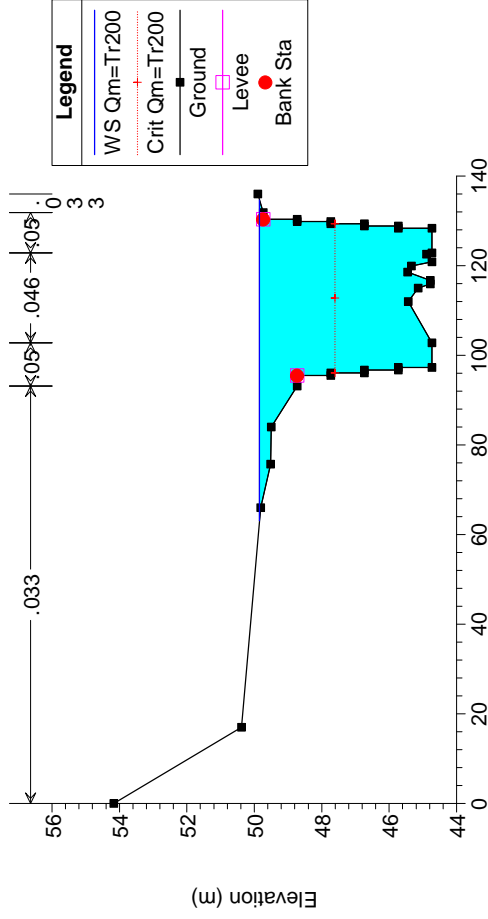
12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

River = Fiume Barbaiani Reach = Barbaiani RS = 9



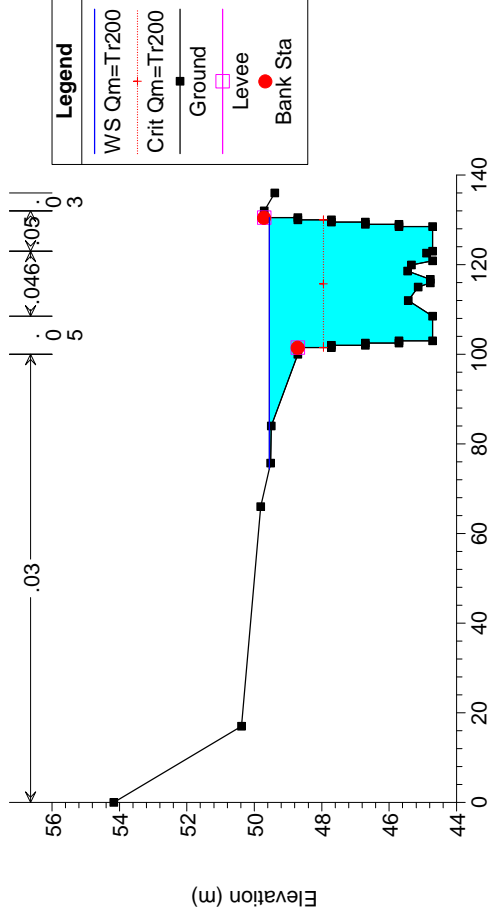
12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

River = Fiume Barbaiani Reach = Barbaiani RS = 8



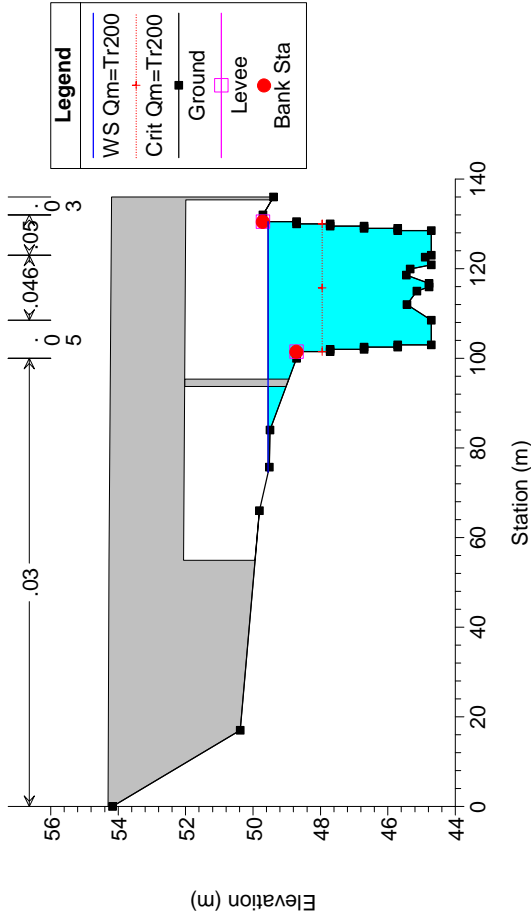
12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

River = Fiume Barbaiani Reach = Barbaiani RS = 7.9



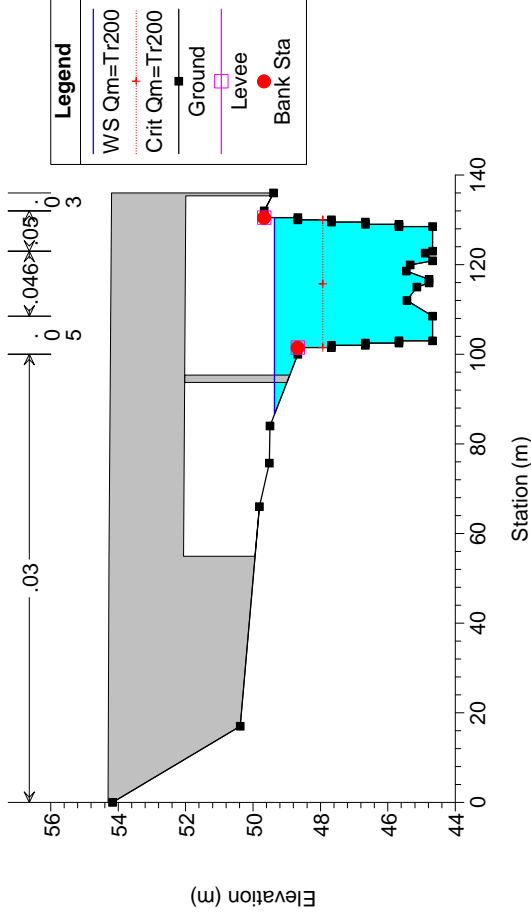
12 Costanzo Barbaiaanni_Cond.PO

River = Fiume Barbaiaanni Reach = Barbaiaanni RS = 7.85 BR Viadotto Barbaiaanni



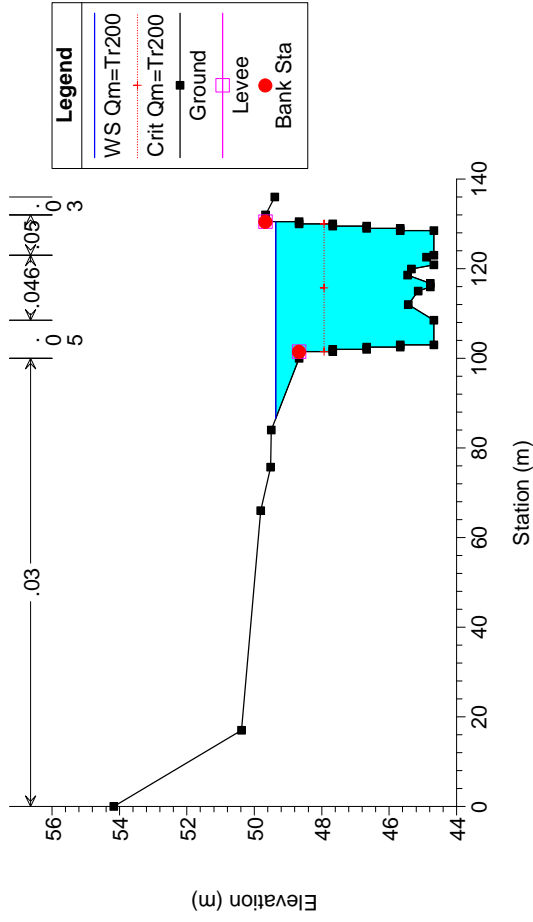
12 Costanzo Barbaiaanni_Cond.PO

River = Fiume Barbaiaanni Reach = Barbaiaanni RS = 7.85 BR Viadotto Barbaiaanni



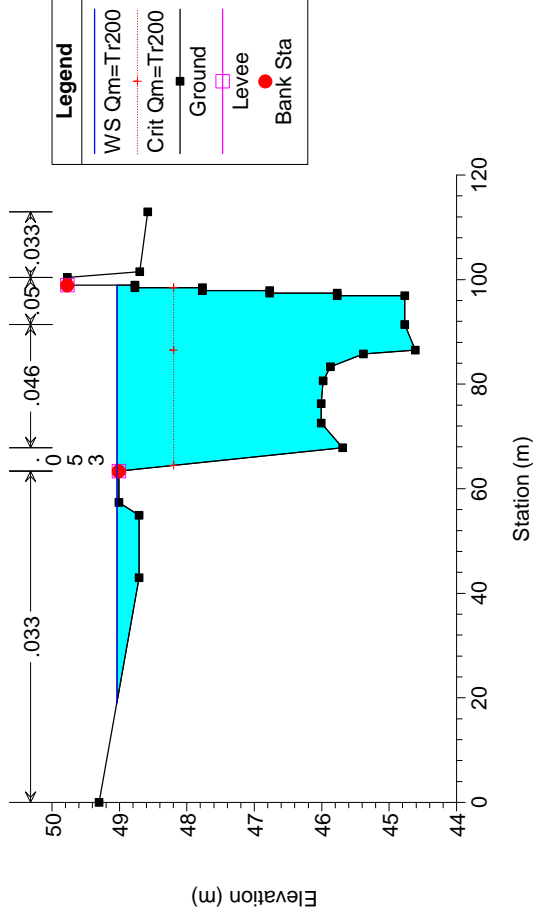
12 Costanzo Barbaiaanni_Cond.PO

River = Fiume Barbaiaanni Reach = Barbaiaanni RS = 7.8



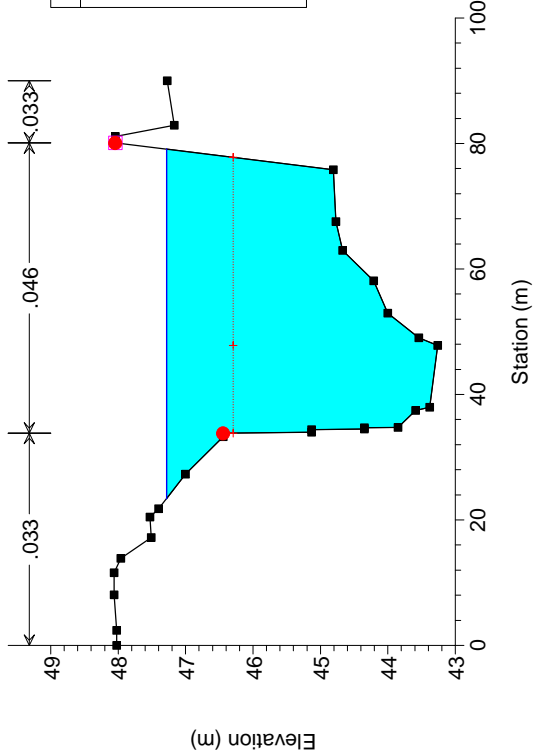
12 Costanzo Barbaiaanni_Cond.PO

River = Fiume Barbaiaanni Reach = Barbaiaanni RS = 7



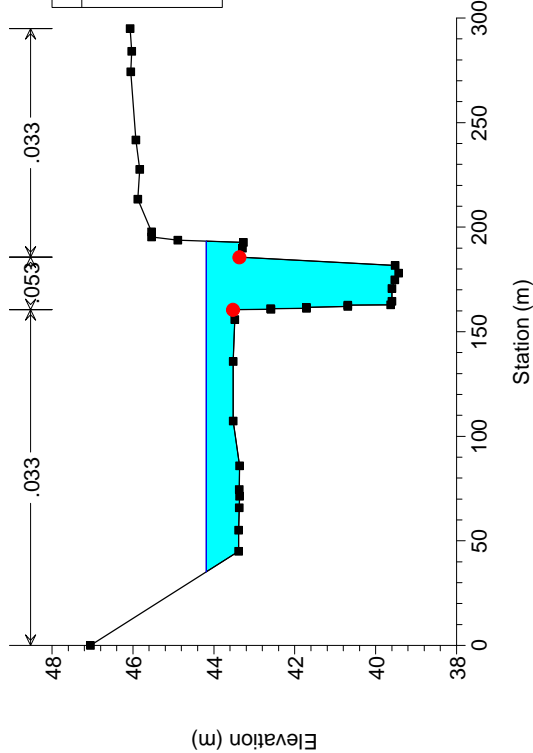
12 Costanzo Barbaiaanni_Cond.PO

River = Fiume Barbaiaanni Reach = Barbaiaanni RS = 5



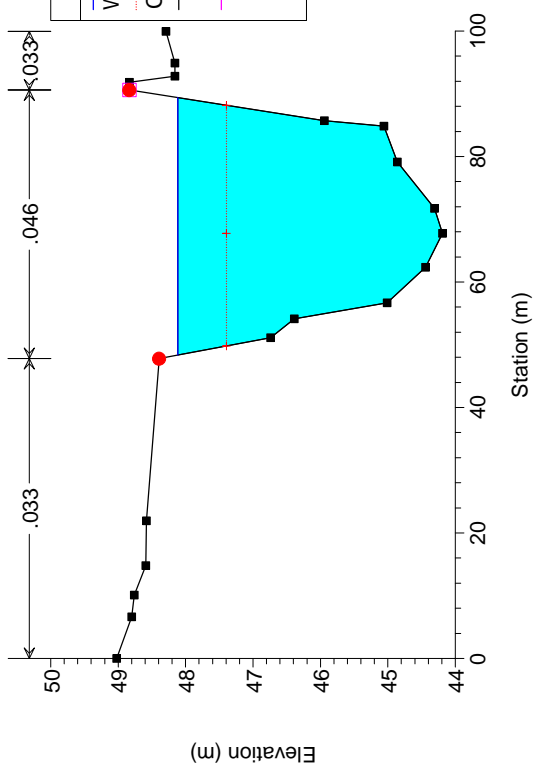
12 Costanzo Barbaiaanni_Cond.PO

River = Fiume Barbaiaanni Reach = Barbaiaanni RS = 3



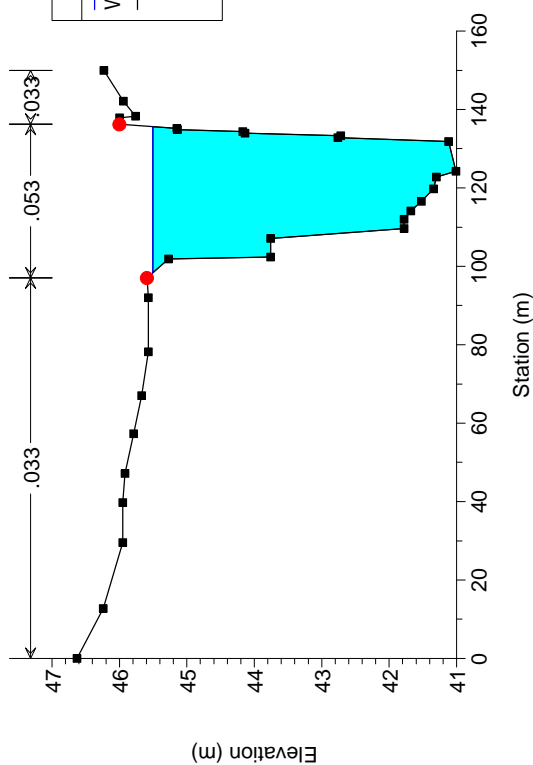
12 Costanzo Barbaiaanni_Cond.PO

River = Fiume Barbaiaanni Reach = Barbaiaanni RS = 6



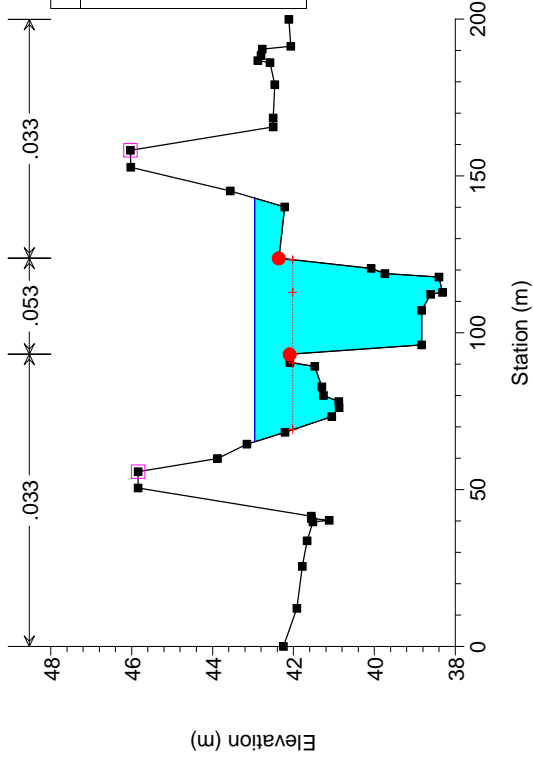
12 Costanzo Barbaiaanni_Cond.PO

River = Fiume Barbaiaanni Reach = Barbaiaanni RS = 4



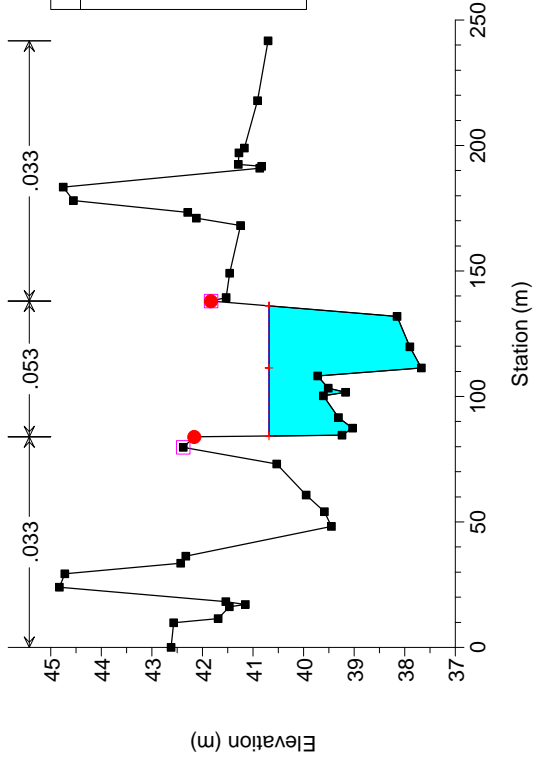
12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

River = Fiume Barbaiani Reach = Barbaiani RS = 2



12 Costanzo Barbaiani_Cond.PO

River = Fiume Barbaiani Reach = Barbaiani RS = 1



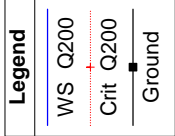
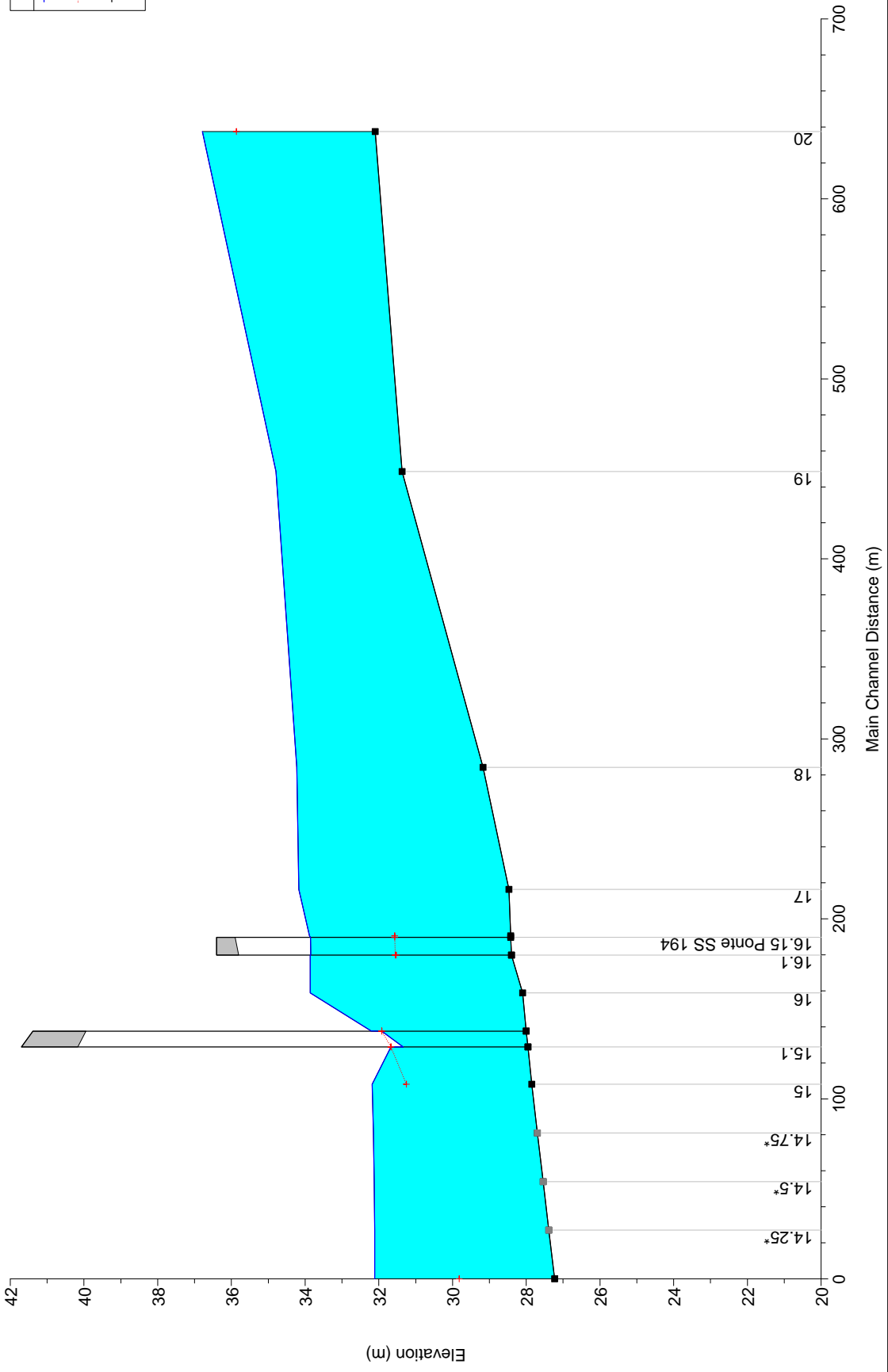
Q ALLEGATO 12: FIUME MARGI - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

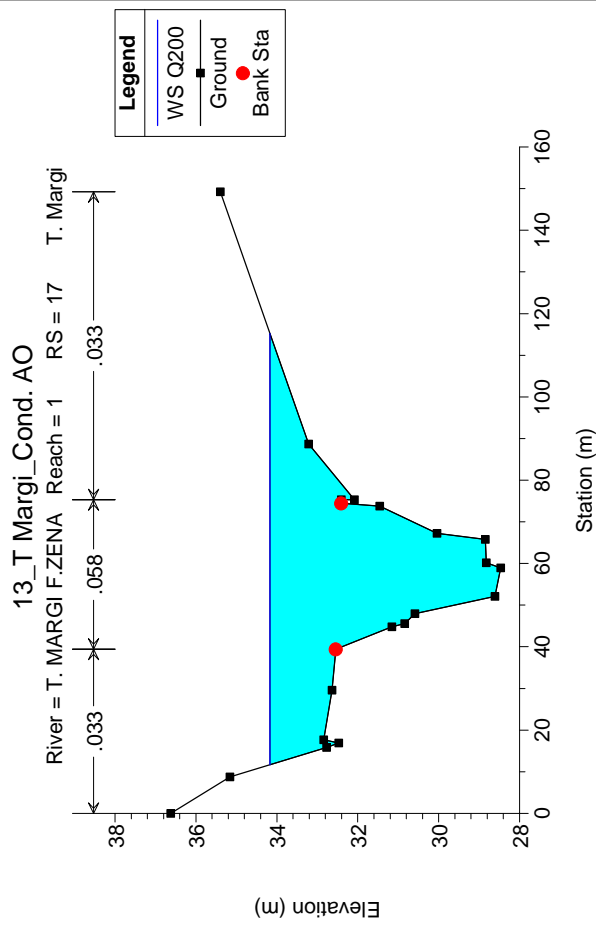
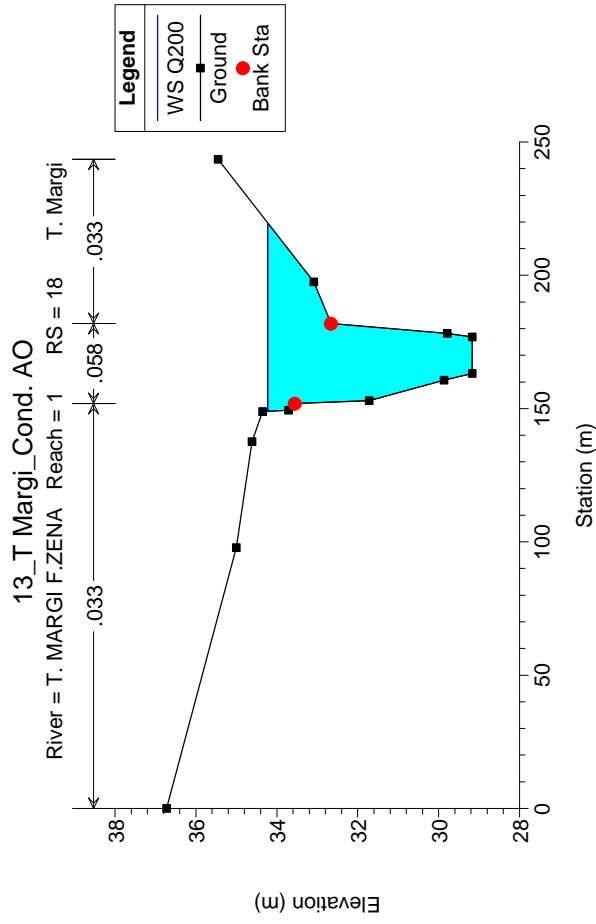
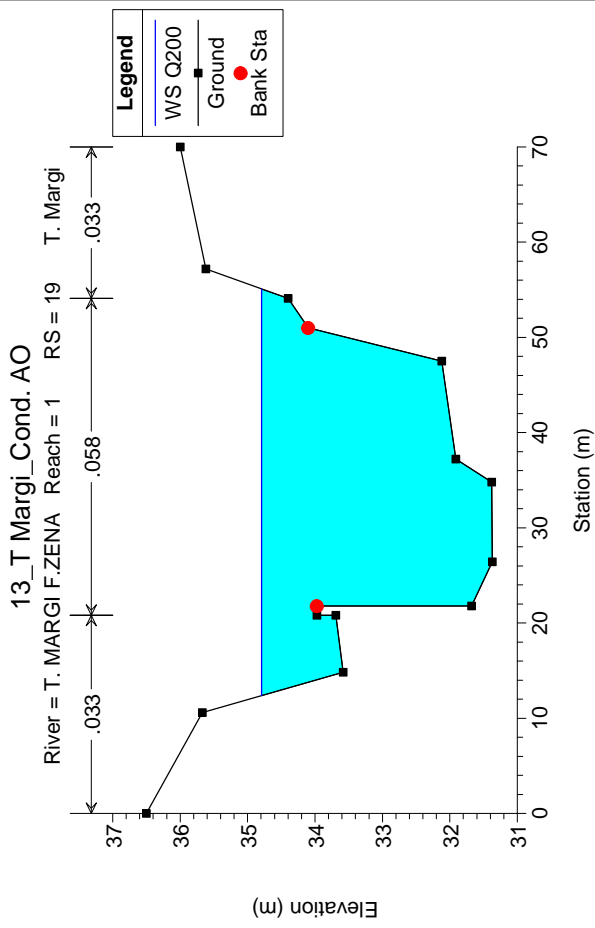
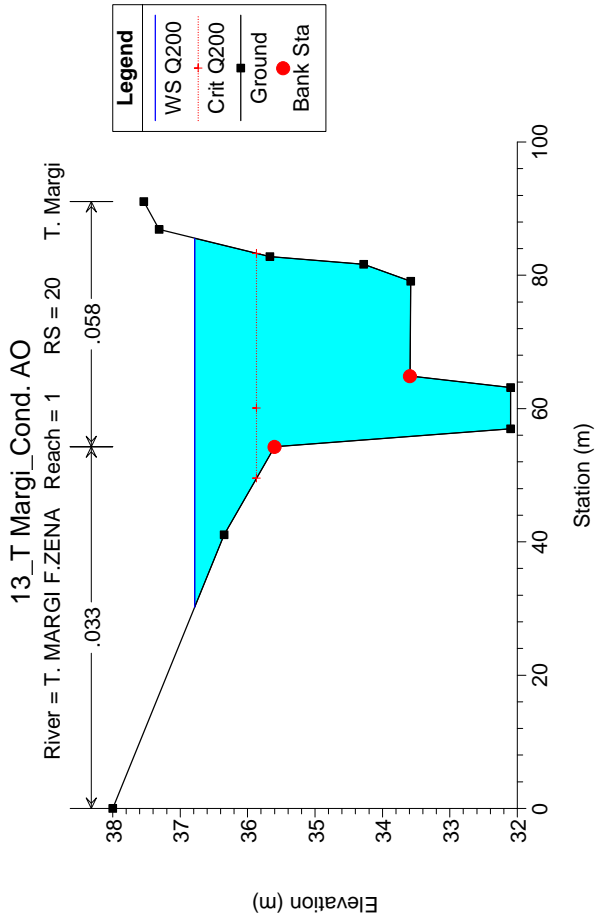
Ante operam

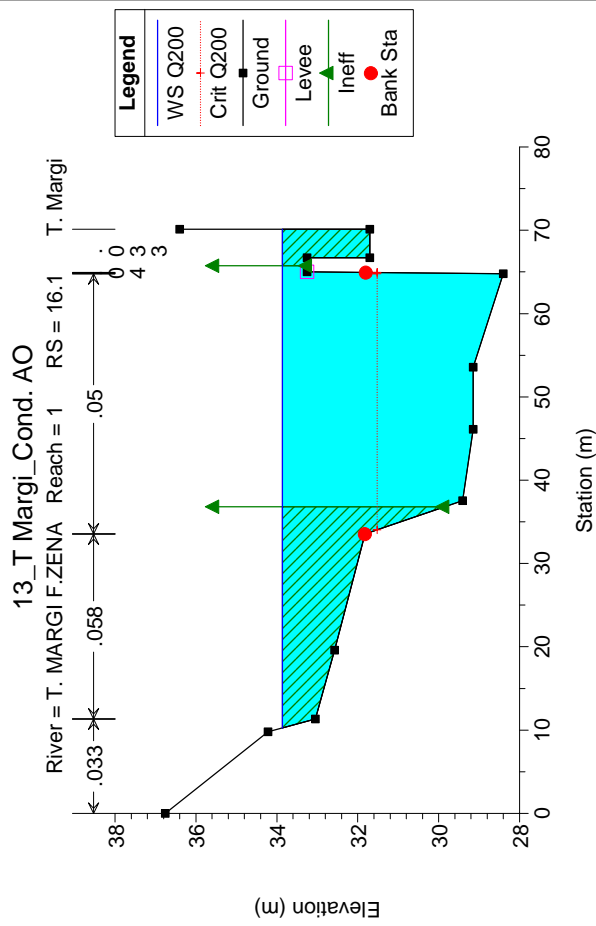
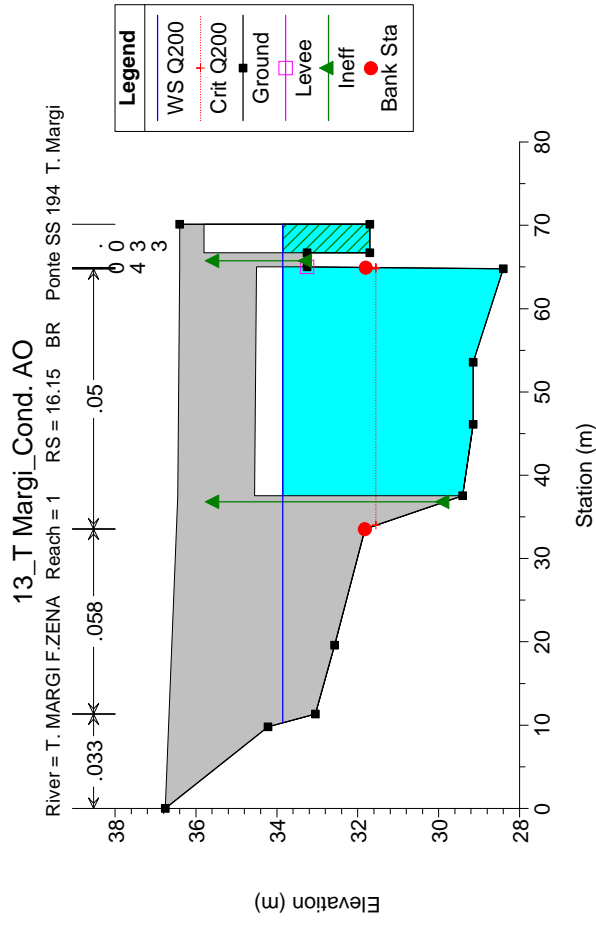
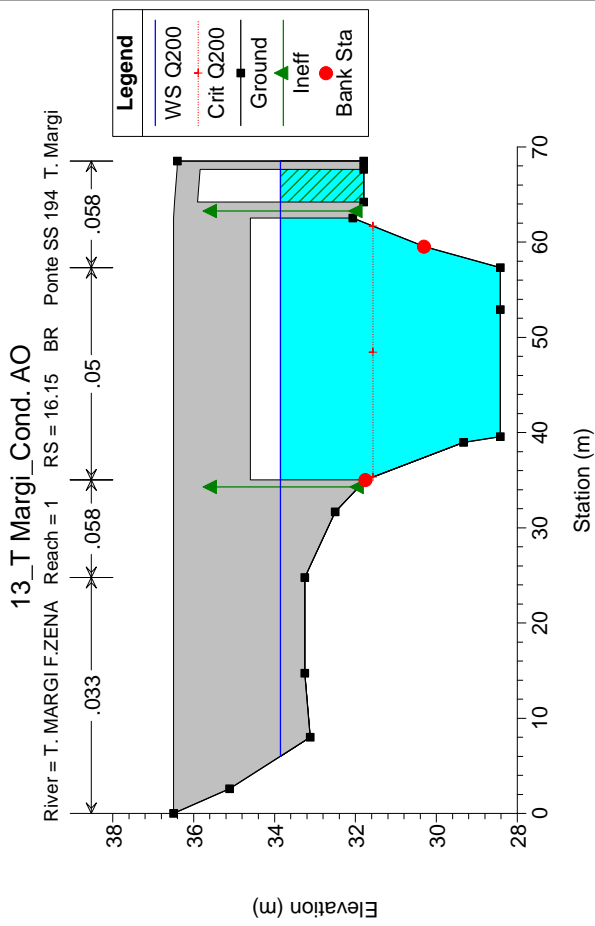
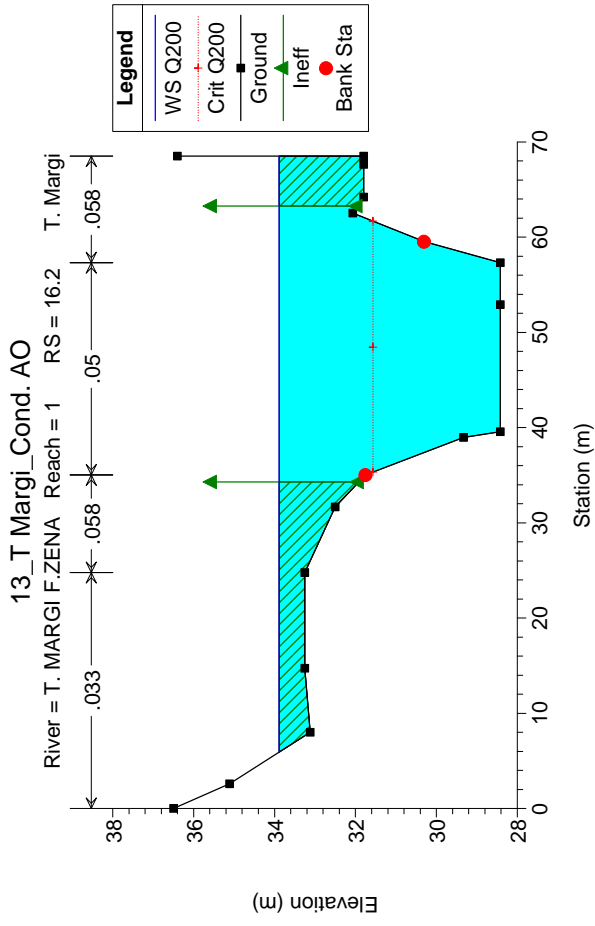
HEC-RAS Plan: Plan 02 River: T. MARGI F.ZENA Reach: 1 Profile: Q200

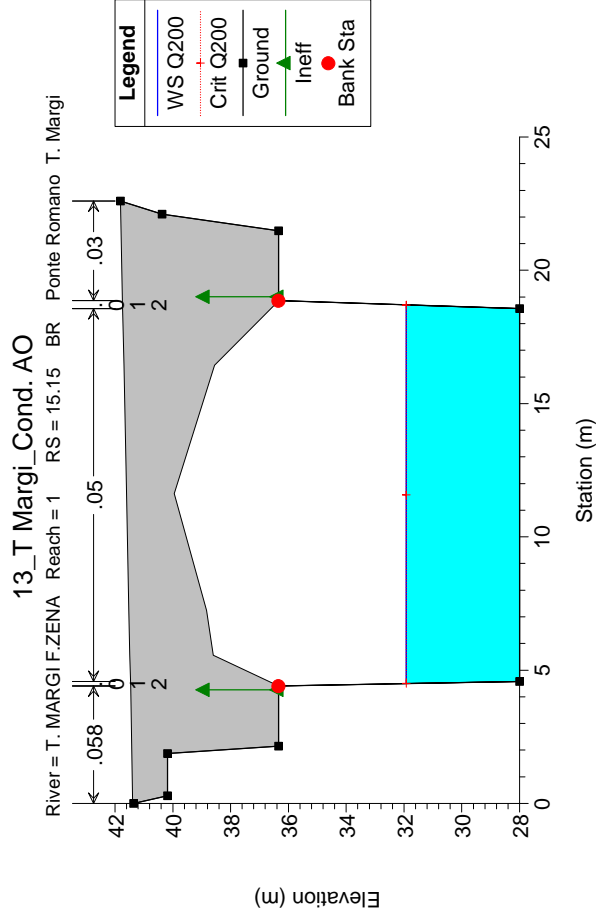
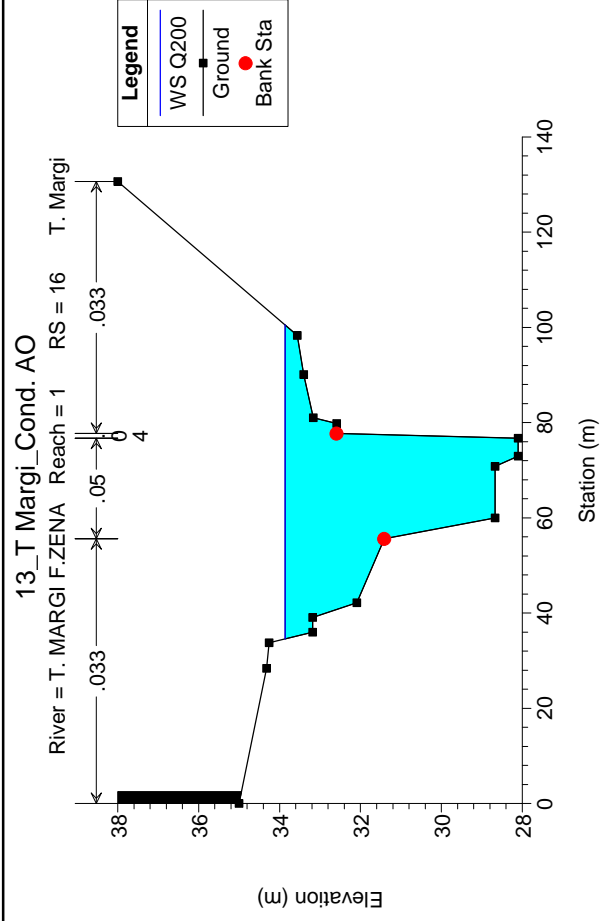
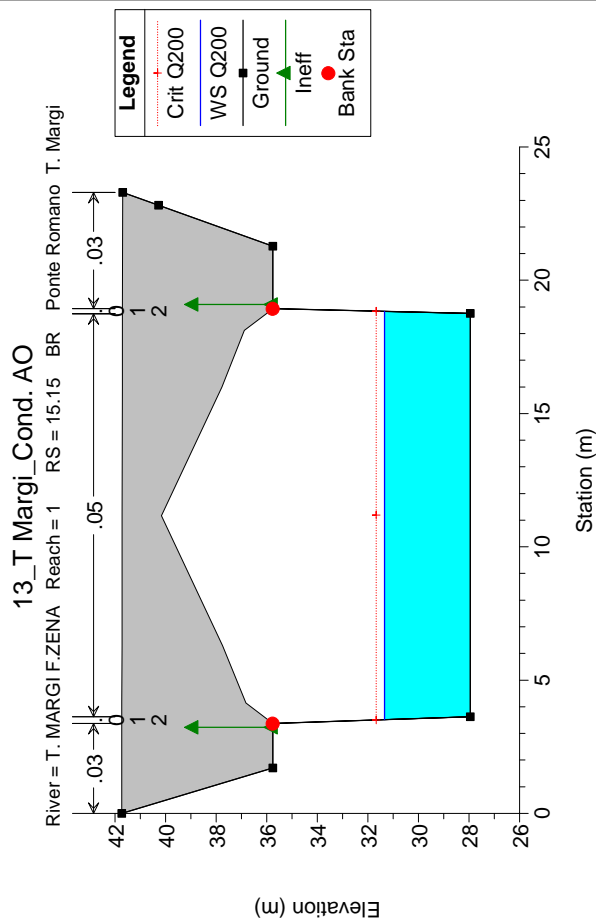
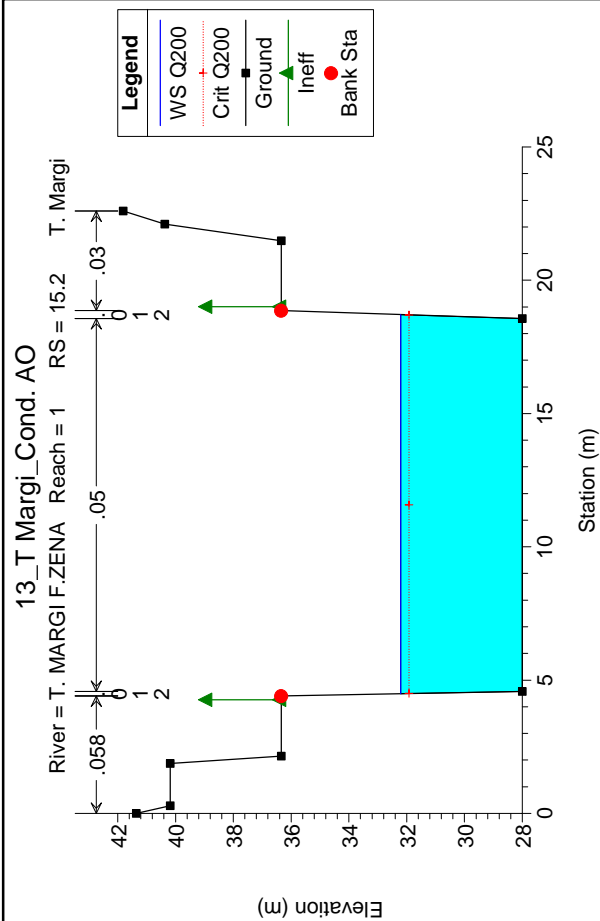
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	20	Q200	341.33	32.10	36.79	35.87	37.29	0.008043	3.49	113.18	55.33	0.55
1	19	Q200	341.33	31.37	34.79		35.44	0.011914	3.63	96.90	42.72	0.68
1	18	Q200	341.33	29.17	34.23		34.47	0.002872	2.29	161.69	70.70	0.36
1	17	Q200	341.33	28.47	34.17		34.30	0.001508	1.69	220.84	103.49	0.26
1	16.2	Q200	341.33	28.42	33.88	31.57	34.23	0.002323	2.65	134.16	62.58	0.38
1	16.15		Bridge									
1	16.1	Q200	341.33	28.40	33.86	31.52	34.19	0.002190	2.52	135.80	59.84	0.37
1	16	Q200	341.33	28.10	33.86		34.13	0.002031	2.40	157.28	65.97	0.34
1	15.2	Q200	341.33	28.00	32.21	31.92	33.89	0.013218	5.76	59.29	14.22	0.90
1	15.15		Bridge									
1	15.1	Q200	341.33	27.95	31.67	31.67	33.52	0.016779	6.02	56.68	15.33	1.00
1	15	Q200	341.33	27.85	32.18	31.25	32.82	0.007765	3.55	96.19	31.00	0.64
1	14.75*	Q200	341.33	27.70	32.15		32.60	0.005068	2.97	114.98	35.49	0.53
1	14.5*	Q200	341.33	27.54	32.13		32.45	0.003344	2.51	136.20	40.50	0.43
1	14.25*	Q200	341.33	27.39	32.12		32.35	0.002191	2.14	160.45	45.60	0.36
1	14	Q200	341.33	27.23	32.11	29.82	32.28	0.001488	1.84	187.33	50.44	0.30

13_T Margi_Cond. AO
T. Margi

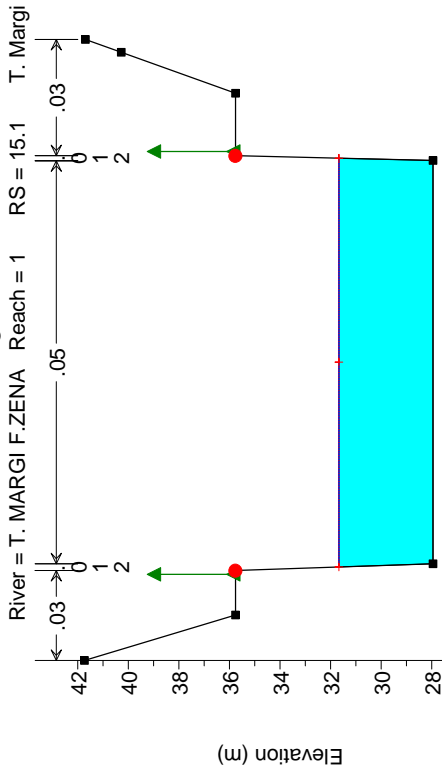




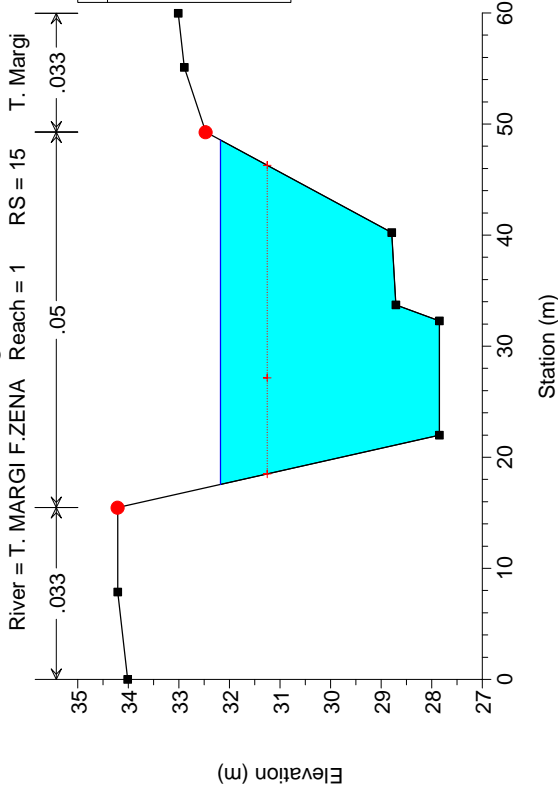




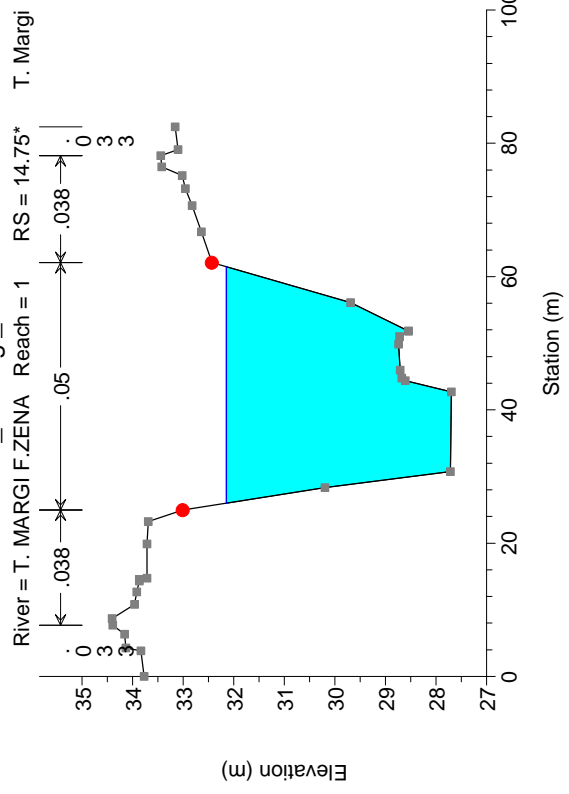
13_T_Margi_Cond. AO



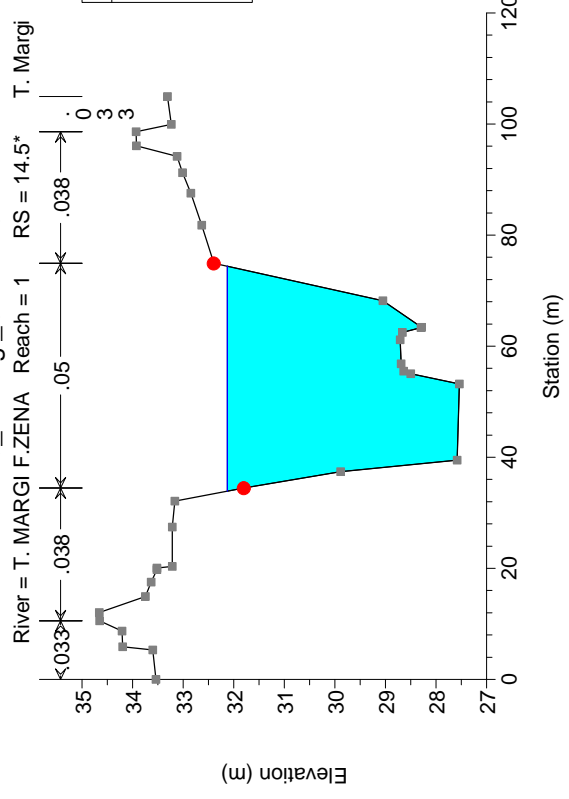
13_T_Margi_Cond. AO



13_T_Margi_Cond. AO

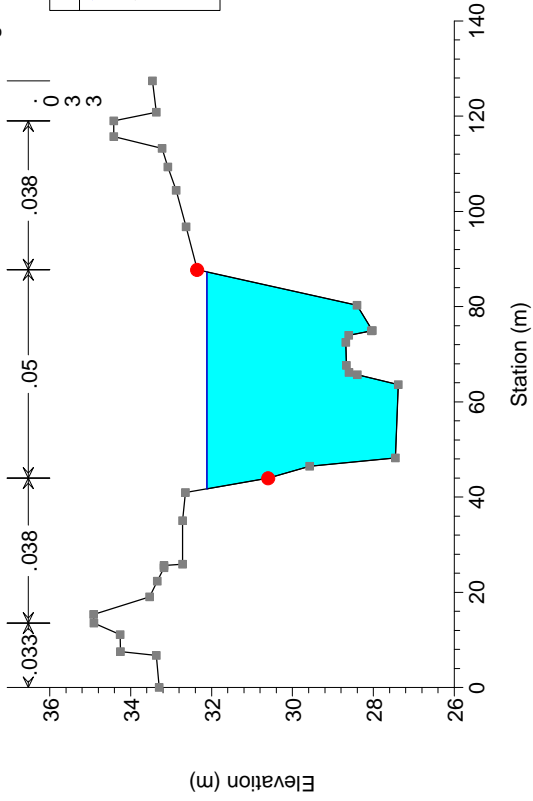


13_T_Margi_Cond. AO



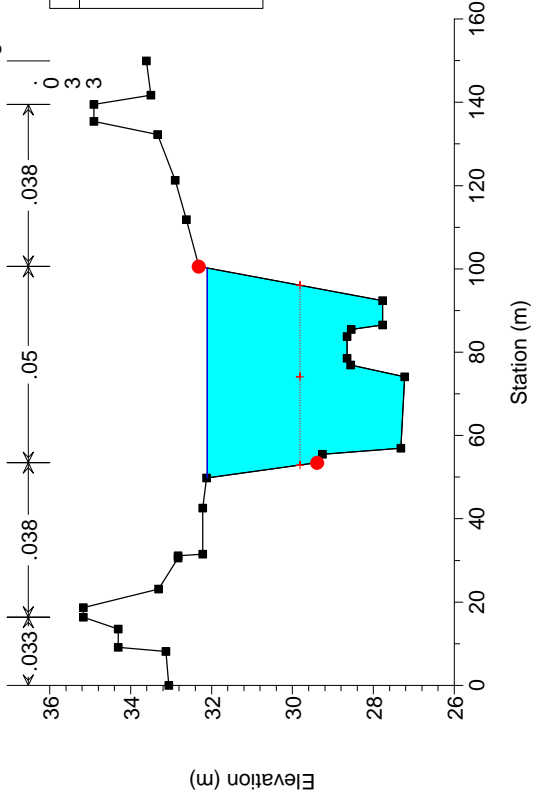
13_T Margi_Cond. AO

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 14.25* T. Margi

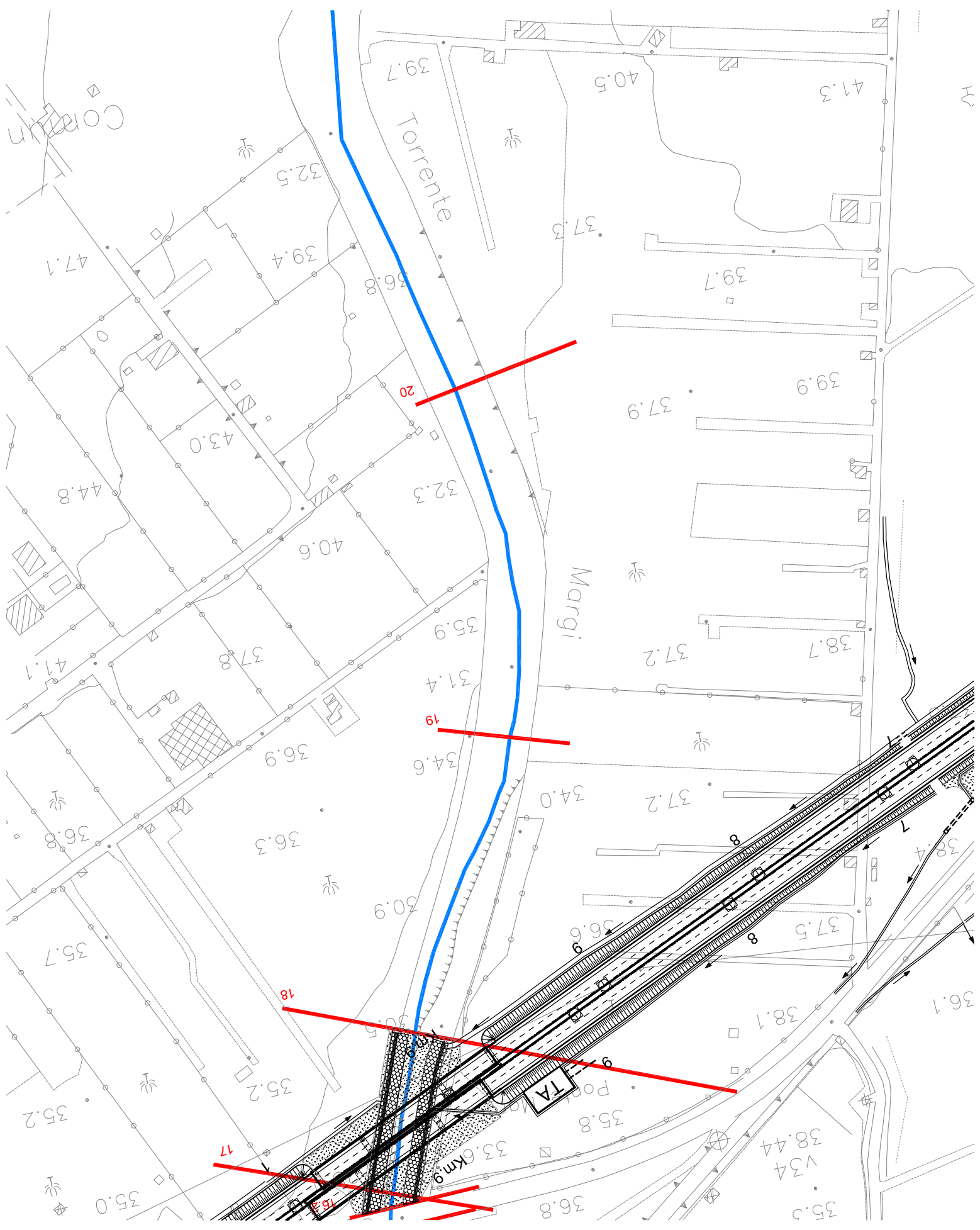


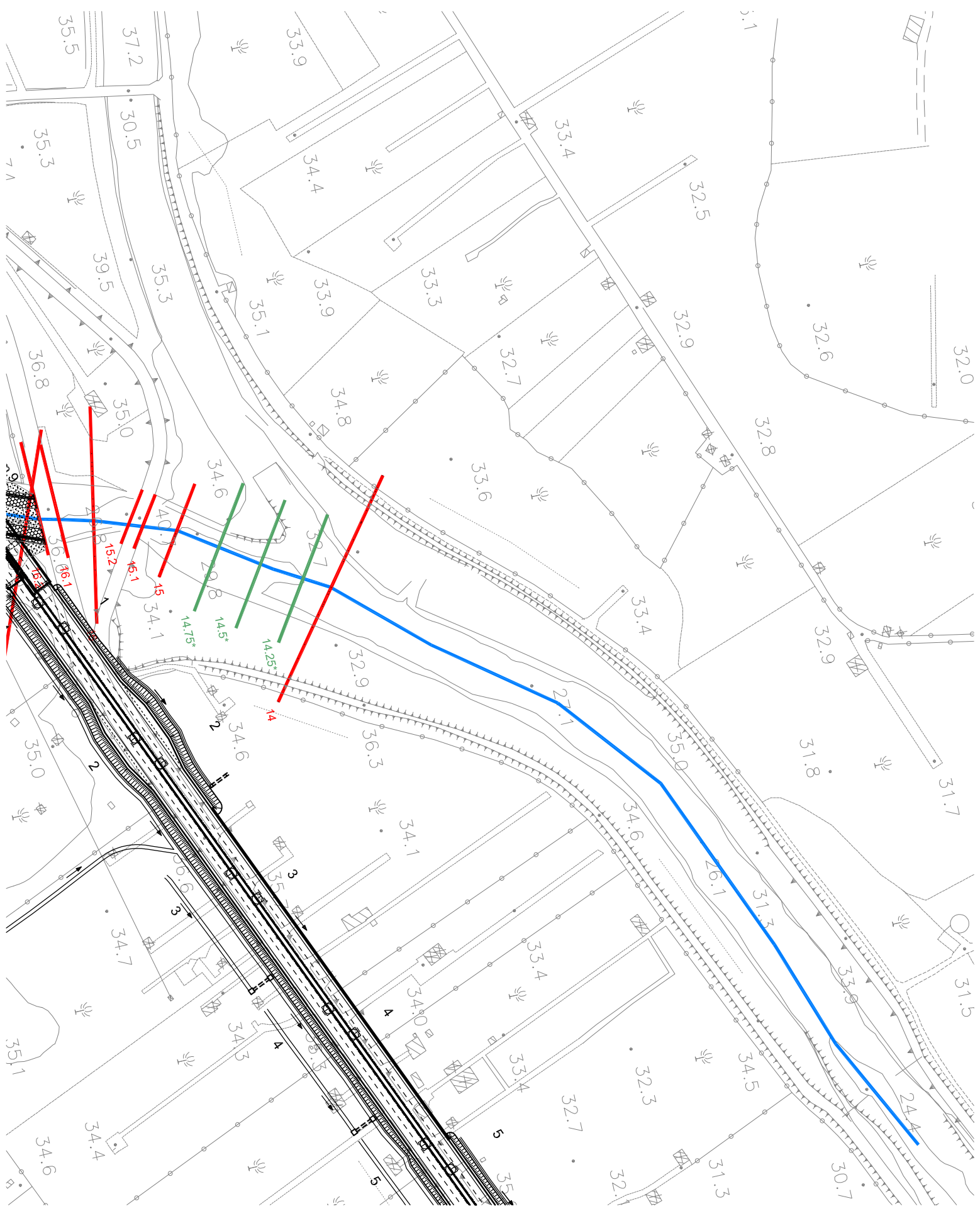
13_T Margi_Cond. AO

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 14 T. Margi



Post operam

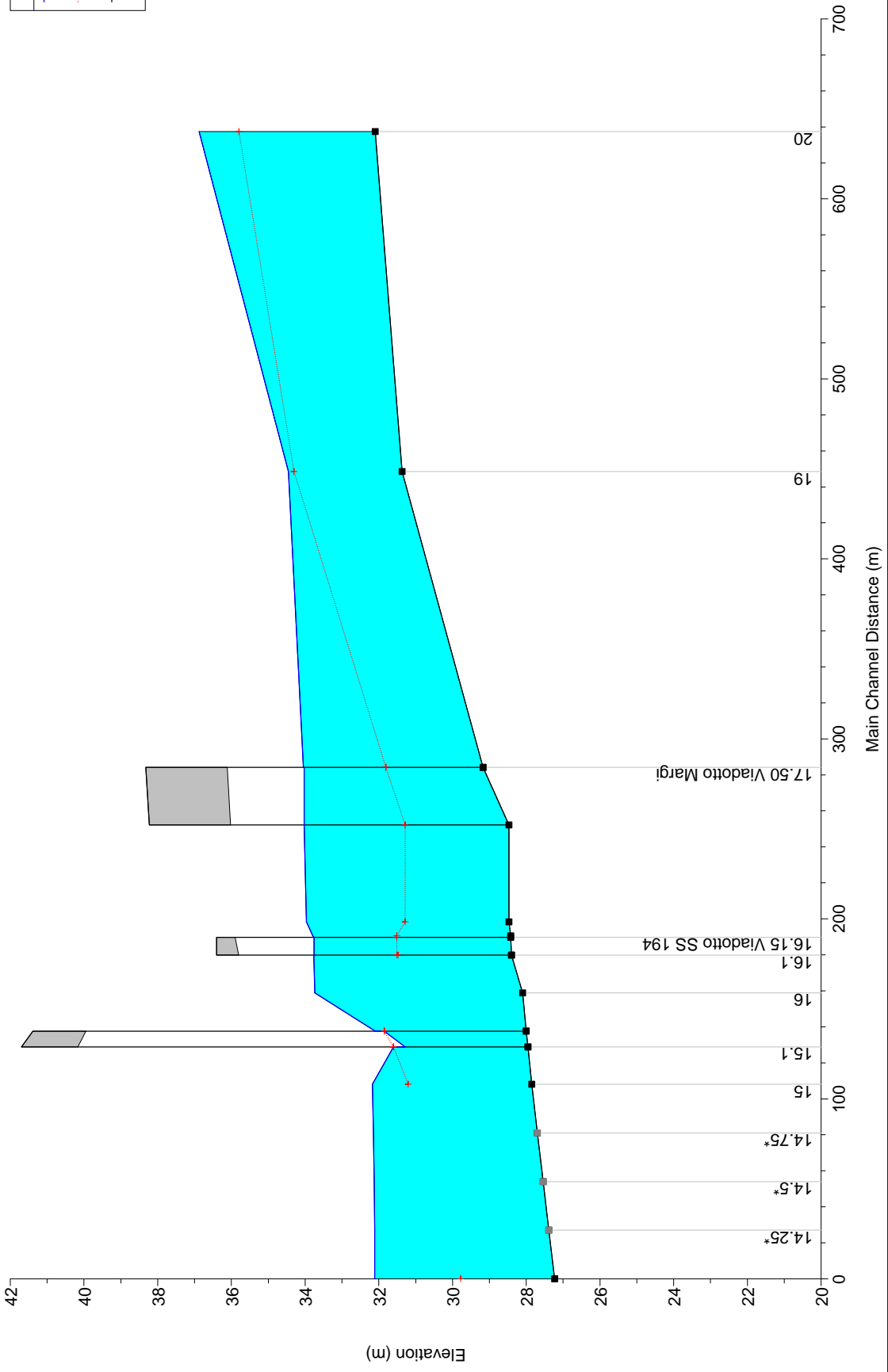




HEC-RAS Plan: Plan 02 River: T. MARGI F.ZENA Reach: 1 Profile: Q200_1

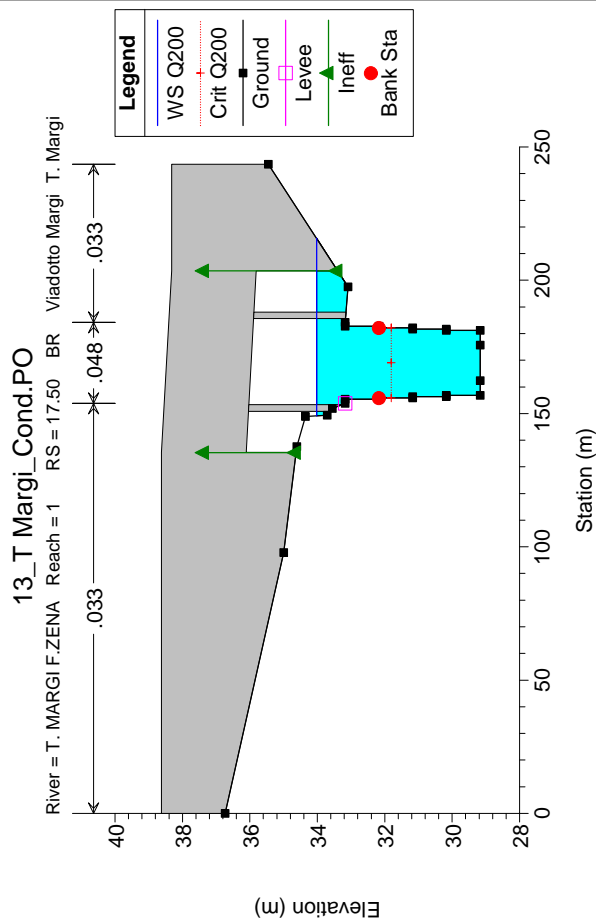
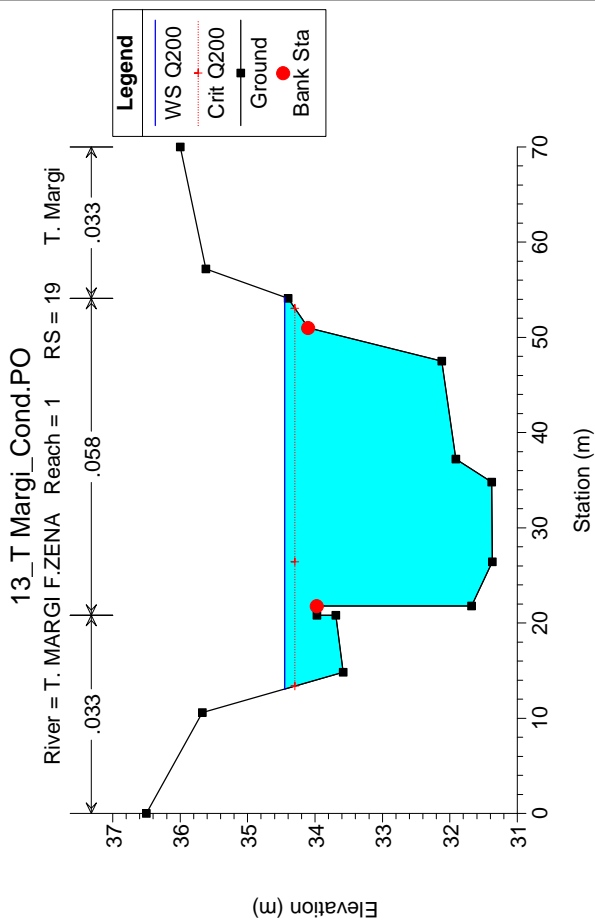
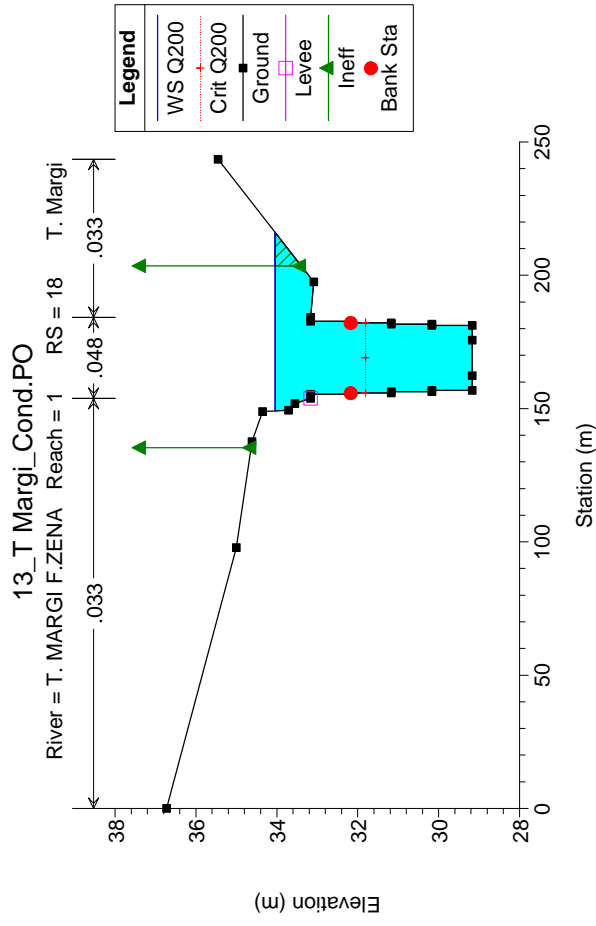
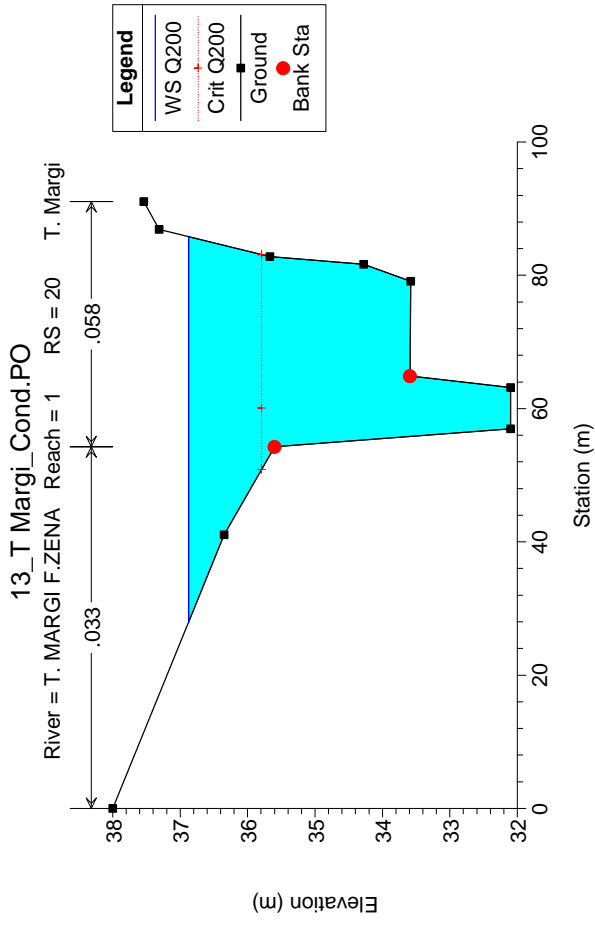
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	20	Q200_1	341.33	32.10	36.91	35.87	37.35	0.006955	3.31	120.07	58.64	0.51
1	19	Q200_1	341.33	31.37	34.53	34.34	35.36	0.017099	4.08	85.91	41.52	0.80
1	18	Q200_1	341.33	29.17	34.17	31.86	34.44	0.002087	2.39	156.05	69.47	0.35
1	17.50	Bridge										
1	17	Q200_1	341.33	28.47	34.09	31.34	34.25	0.001176	1.92	200.81	105.75	0.26
1	16.2	Q200_1	341.33	28.42	33.91	31.57	34.22	0.002140	2.55	145.84	62.65	0.36
1	16.15	Bridge										
1	16.1	Q200_1	341.33	28.40	33.88	31.52	34.18	0.002037	2.44	144.34	59.86	0.35
1	16	Q200_1	341.33	28.10	33.86		34.13	0.002031	2.40	157.28	65.97	0.34
1	15.2	Q200_1	341.33	28.00	32.21	31.92	33.89	0.013218	5.76	59.29	14.22	0.90
1	15.15	Bridge										
1	15.1	Q200_1	341.33	27.95	31.67	31.67	33.52	0.016779	6.02	56.68	15.33	1.00
1	15	Q200_1	341.33	27.85	32.18	31.25	32.82	0.007765	3.55	96.19	31.00	0.64
1	14.75*	Q200_1	341.33	27.70	32.15		32.60	0.005068	2.97	114.98	35.49	0.53
1	14.5*	Q200_1	341.33	27.54	32.13		32.45	0.003344	2.51	136.20	40.50	0.43
1	14.25*	Q200_1	341.33	27.39	32.12		32.35	0.002191	2.14	160.45	45.60	0.36
1	14	Q200_1	341.33	27.23	32.11	29.82	32.28	0.001488	1.84	187.33	50.44	0.30

13_T Margi_Cond.PO
T. Margi



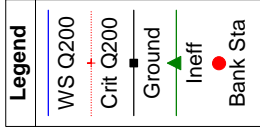
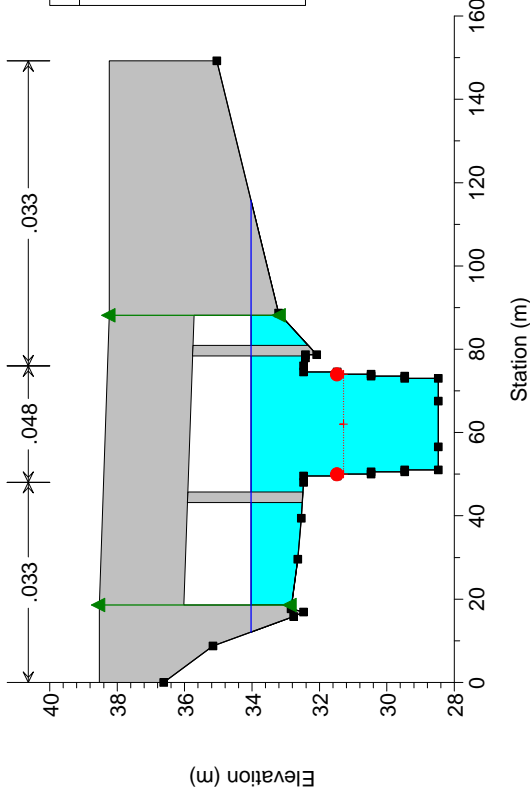
Legend

- WS Q200
- Crit Q200
- Ground



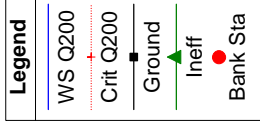
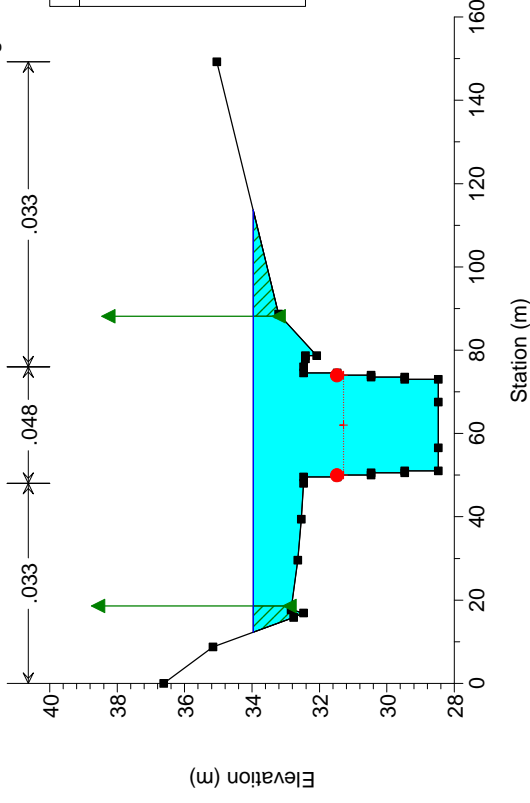
13_T_Margi_Cond.PO

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 17.50 BR Viadotto Margi T. Margi



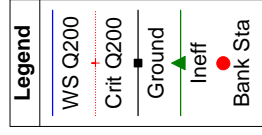
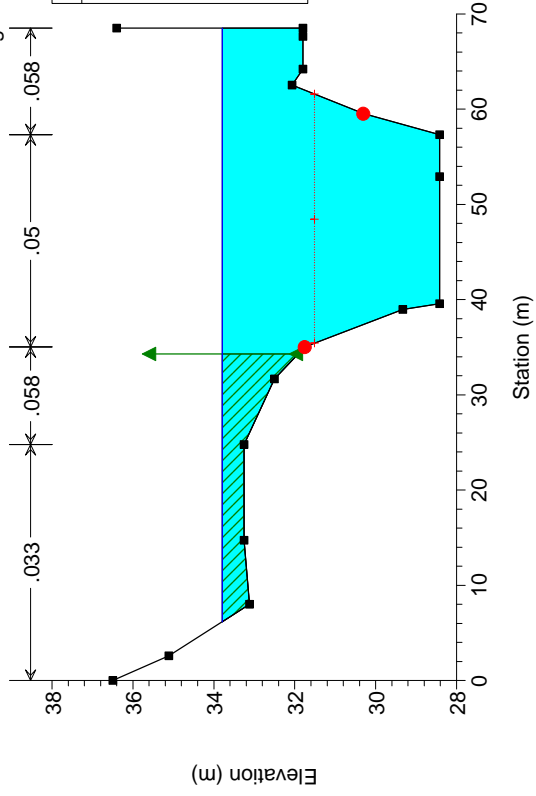
13_T_Margi_Cond.PO

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 17 T. Margi



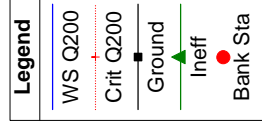
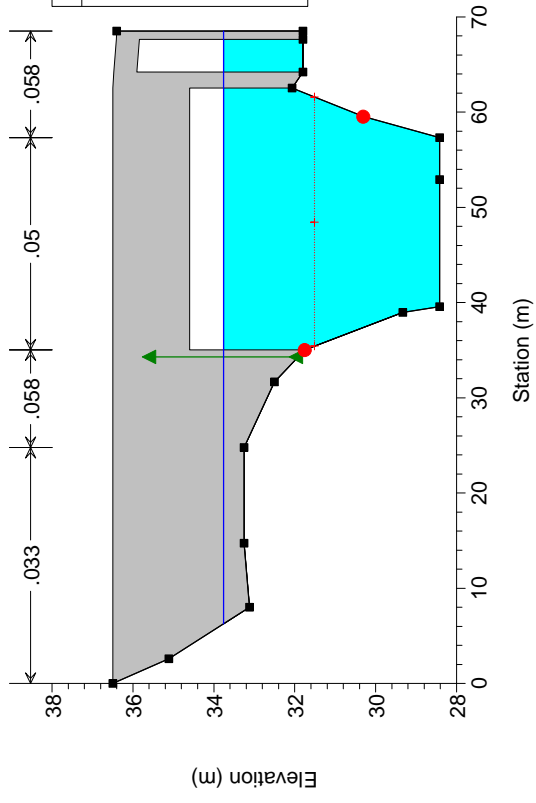
13_T_Margi_Cond.PO

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 16.2 T. Margi



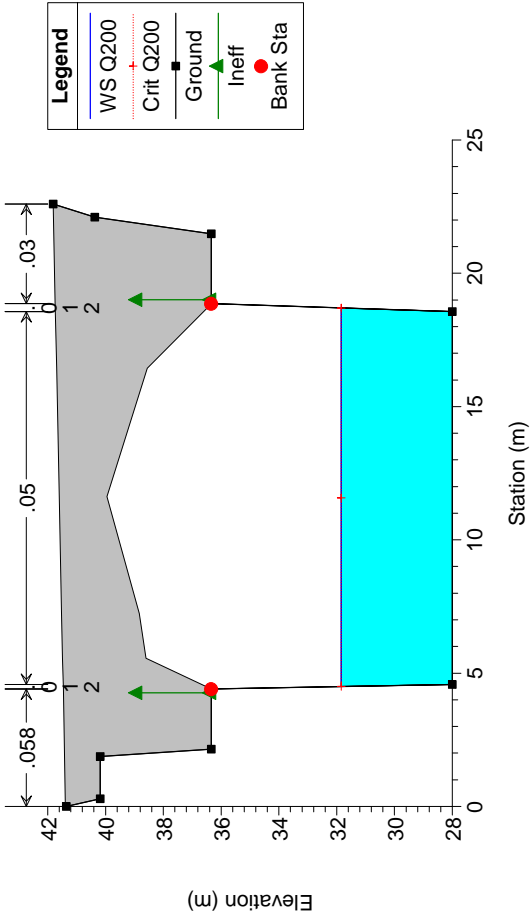
13_T_Margi_Cond.PO

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 16.15 BR Viadotto SS 194 T. Margi



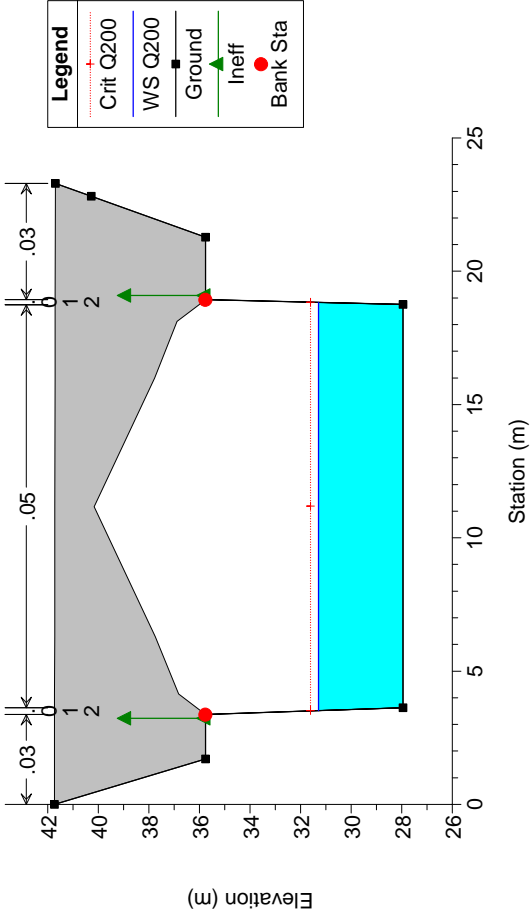
13_T Margi_Cond.PO

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 15.15 BR Ponte romano T. Margi



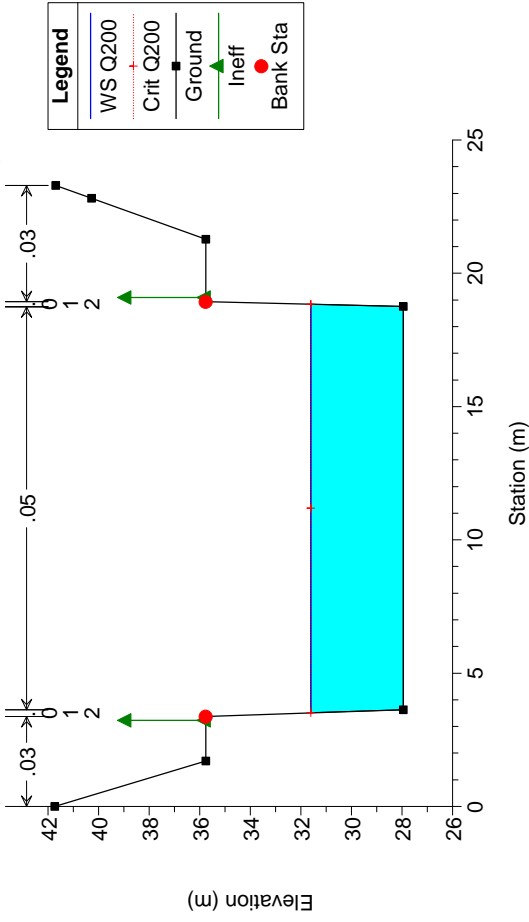
13_T Margi_Cond.PO

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 15.15 BR Ponte romano T. Margi



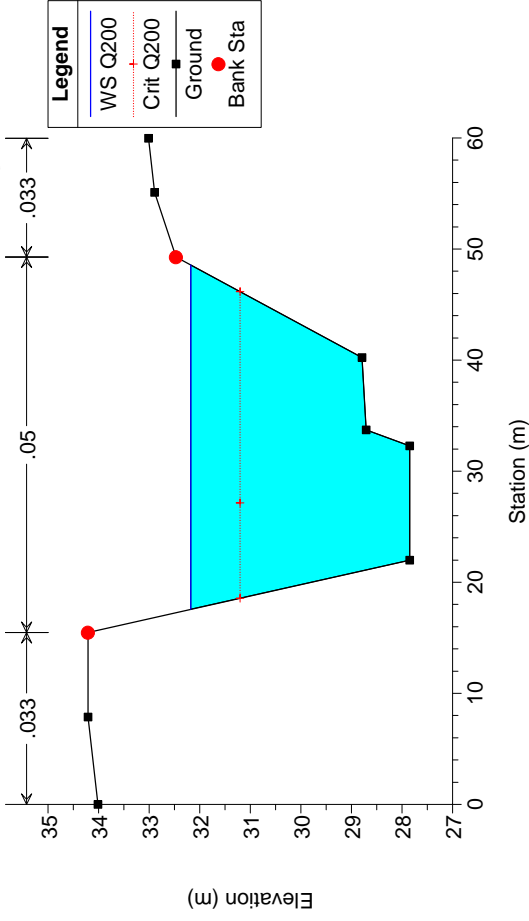
13_T Margi_Cond.PO

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 15.1 T. Margi



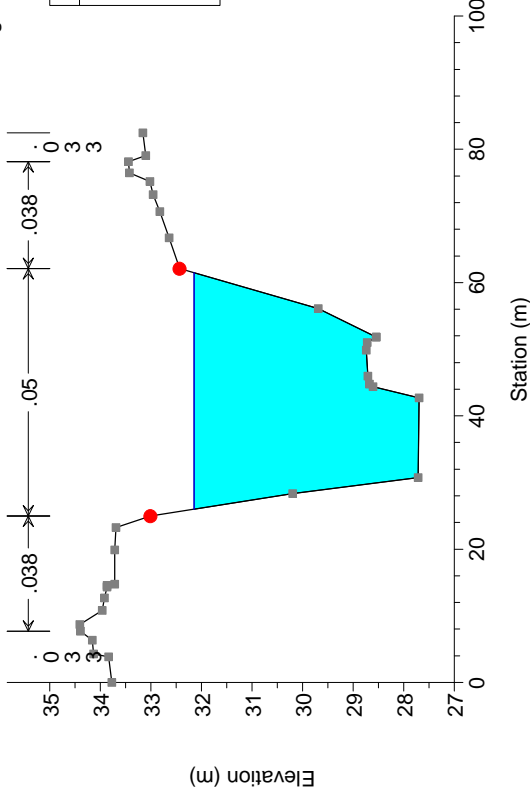
13_T Margi_Cond.PO

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 15 T. Margi



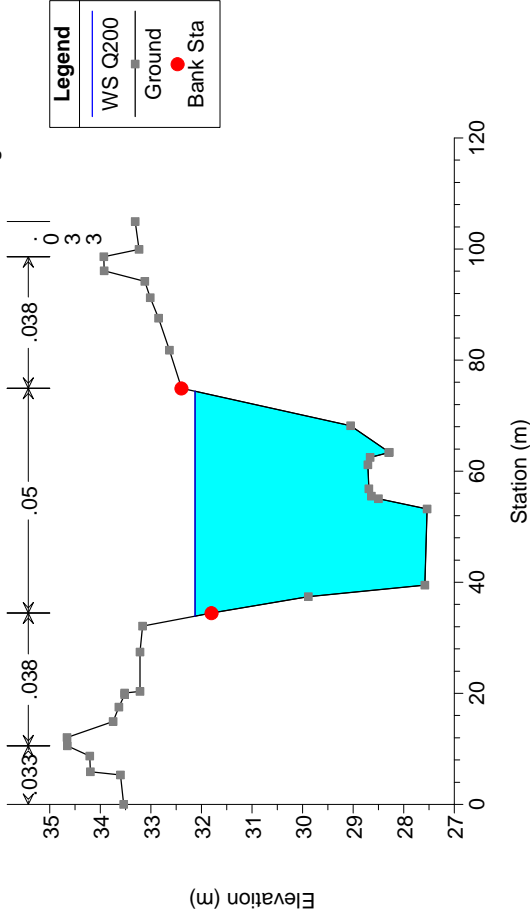
13_T Margi_Cond.PO

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 14.75* T. Margi



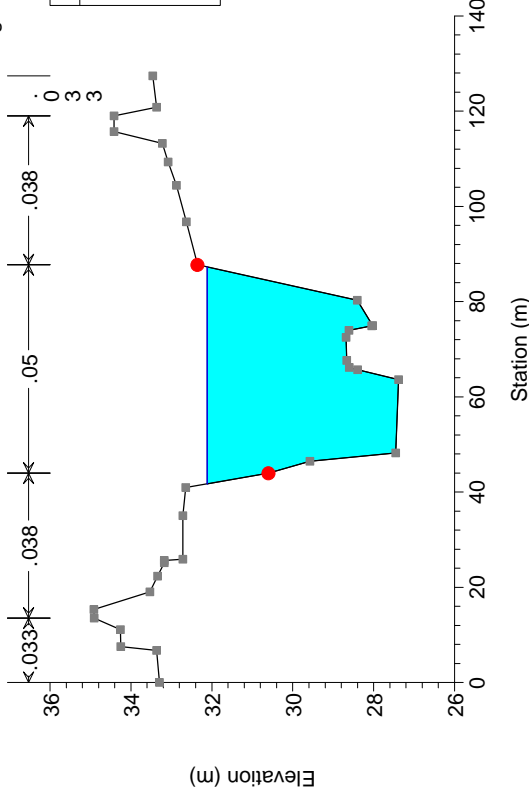
13_T Margi_Cond.PO

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 14.5* T. Margi



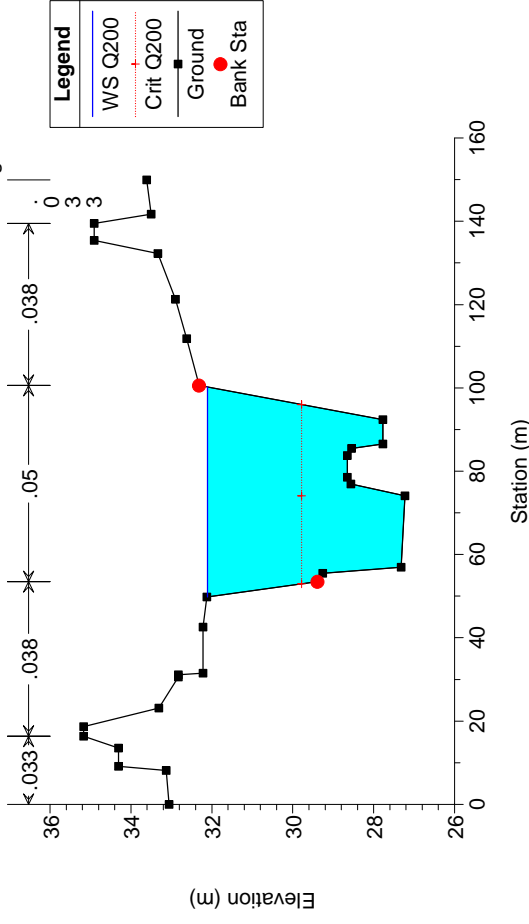
13_T Margi_Cond.PO

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 14.25* T. Margi

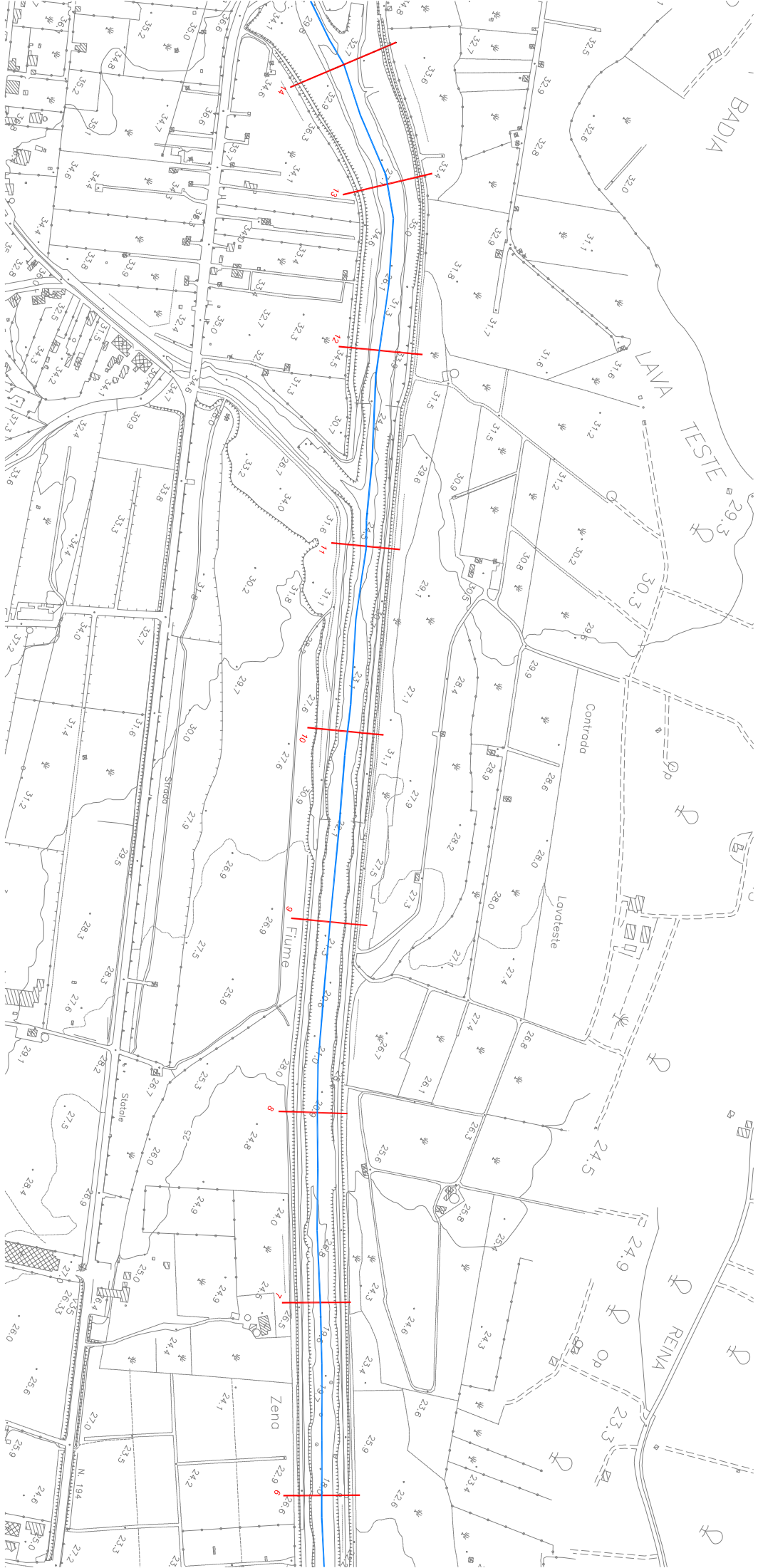


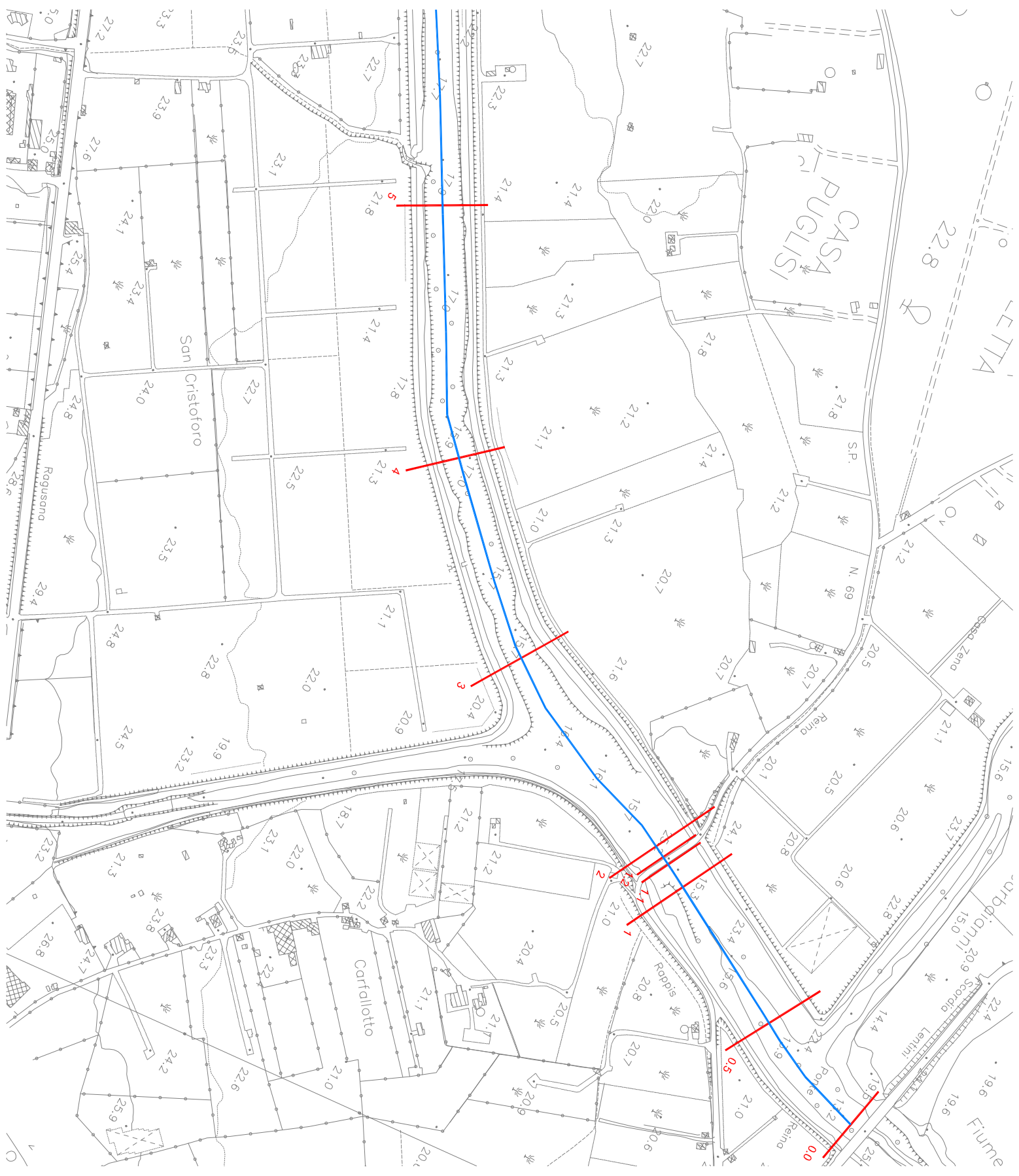
13_T Margi_Cond.PO

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 14 T. Margi



R ALLEGATO 13: FIUME ZENA - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

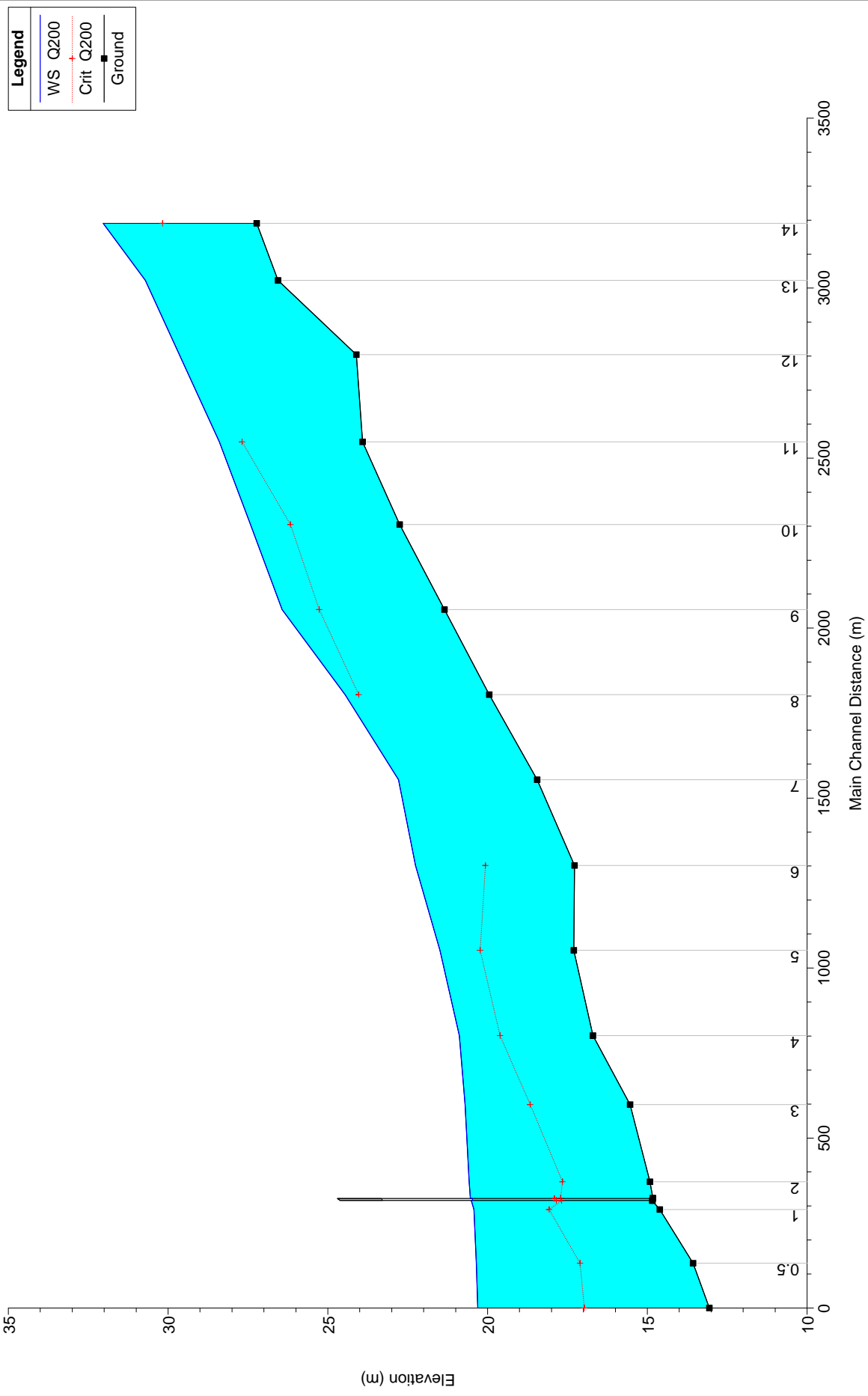




HEC-RAS Plan: Plan 01 River: T. MARGI F.ZENA Reach: 1 Profile: Q200

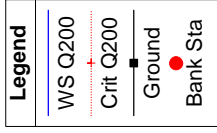
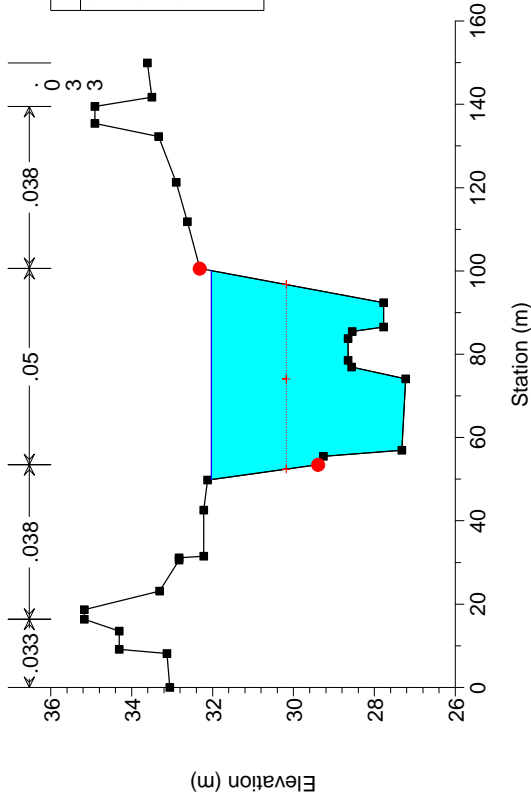
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	14	Q200	441.54	27.23	32.03	30.17	32.33	0.002660	2.44	183.30	50.18	0.40
1	13	Q200	441.54	26.56	30.71		31.54	0.008395	4.21	113.06	39.30	0.72
1	12	Q200	441.54	24.11	29.65		30.22	0.004113	2.95	133.11	37.12	0.45
1	11	Q200	441.54	23.91	28.39	27.68	29.06	0.004907	3.96	123.29	41.62	0.63
1	10	Q200	441.54	22.75	27.42	26.17	28.03	0.003606	3.50	136.33	43.31	0.55
1	9	Q200	441.54	21.35	26.43	25.27	27.02	0.004497	4.20	148.30	46.76	0.62
1	8	Q200	441.54	19.95	24.46	24.03	25.41	0.009418	5.75	116.16	39.17	0.90
1	7	Q200	441.54	18.45	22.79		23.62	0.005416	4.11	114.39	34.51	0.66
1	6	Q200	441.54	17.28	22.26	20.07	22.57	0.002515	2.45	179.87	42.64	0.38
1	5	Q200	441.54	17.30	21.49	20.23	21.94	0.002364	3.02	153.16	47.89	0.50
1	4	Q200	441.54	16.70	20.88	19.61	21.30	0.002701	2.87	153.82	48.63	0.52
1	3	Q200	441.54	15.54	20.70	18.67	20.90	0.001123	1.94	227.74	68.34	0.34
1	2	Q200	441.54	14.92	20.58	17.66	20.70	0.000550	1.57	281.28	66.93	0.24
1	1.2	Q200	441.54	14.83	20.54	17.72	20.70	0.000006	1.97	248.34	59.26	0.27
1	1.15		Bridge									
1	1.1	Q200	441.54	14.84	20.51	17.68	20.67	0.000571	1.90	249.59	58.77	0.26
1	1	Q200	441.54	14.61	20.43	18.08	20.65	0.001034	2.54	234.89	60.03	0.34
1	0.5	Q200	441.54	13.57	20.35	17.10	20.48	0.000799	1.72	303.72	67.40	0.23
1	0.0	Q200	441.54	13.06	20.31	16.97	20.39	0.000437	1.49	406.63	190.16	0.19

13_T Zena



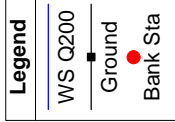
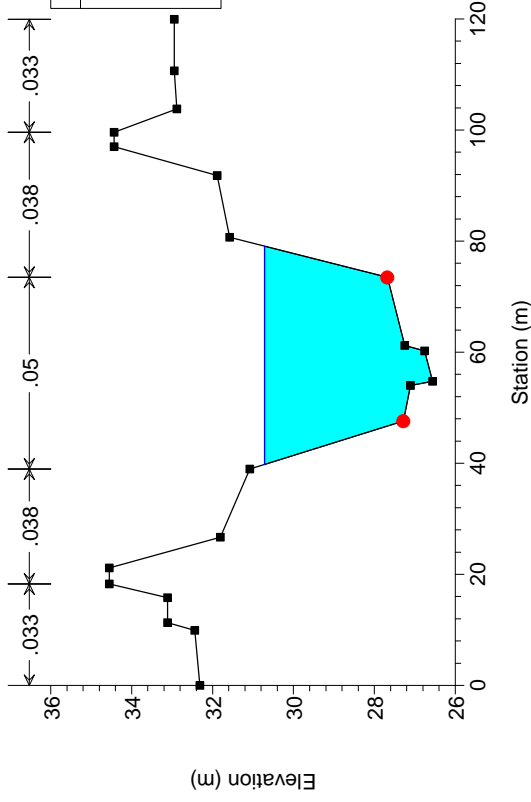
13_T Zena

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 14



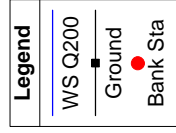
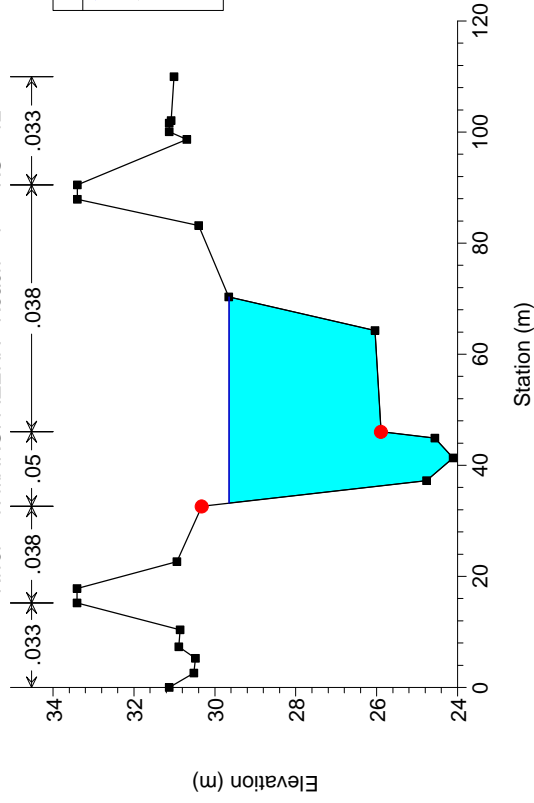
13_T Zena

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 13



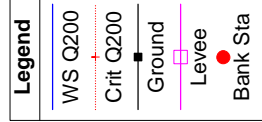
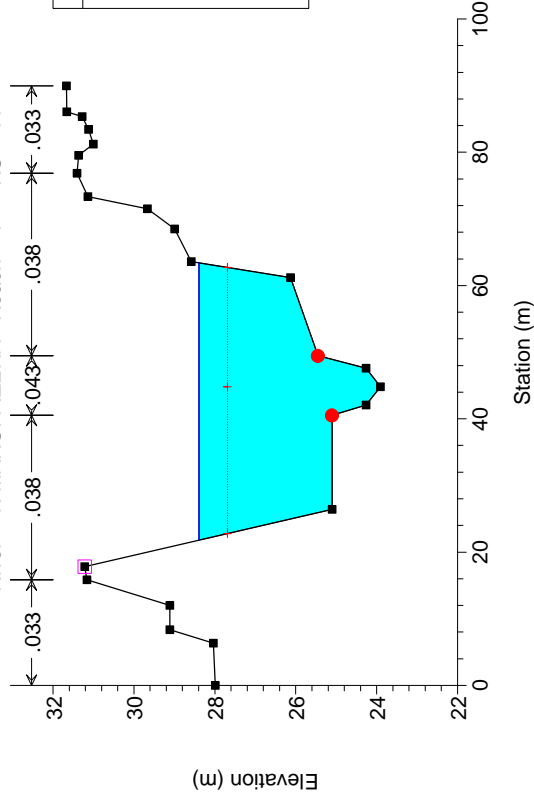
13_T Zena

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 12

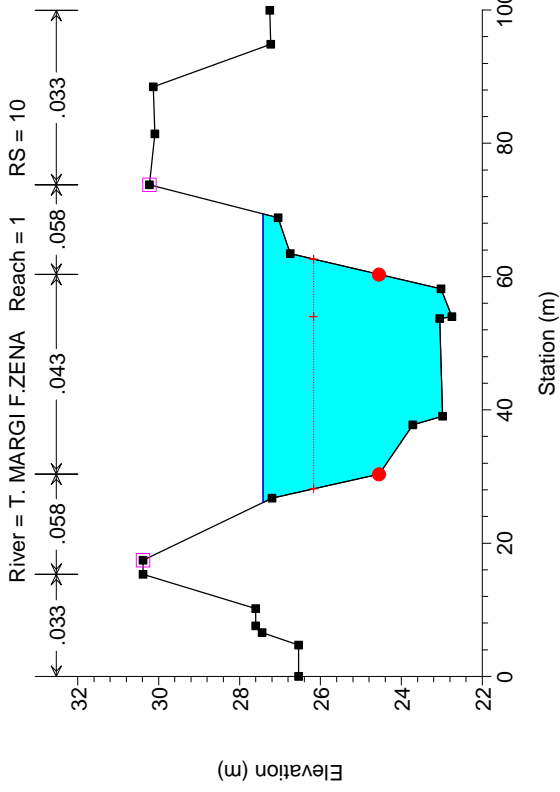


13_T Zena

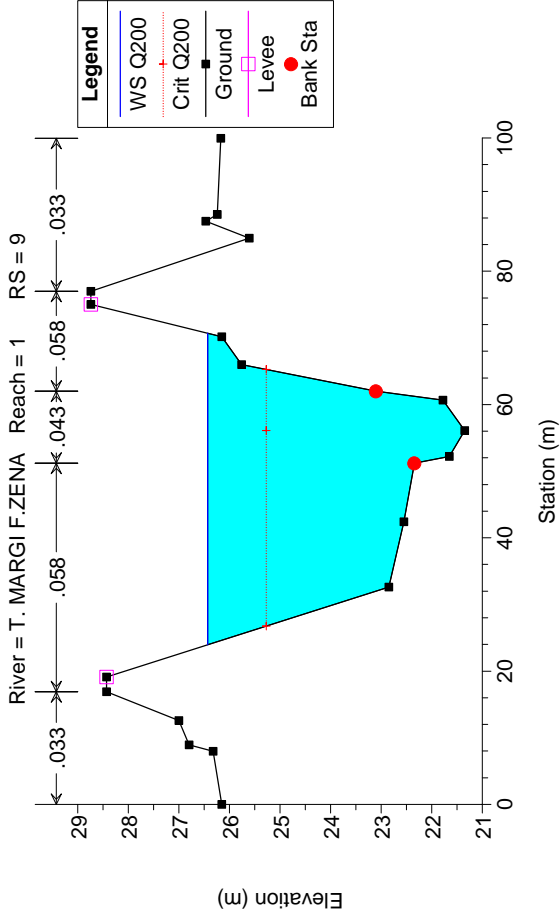
River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 11



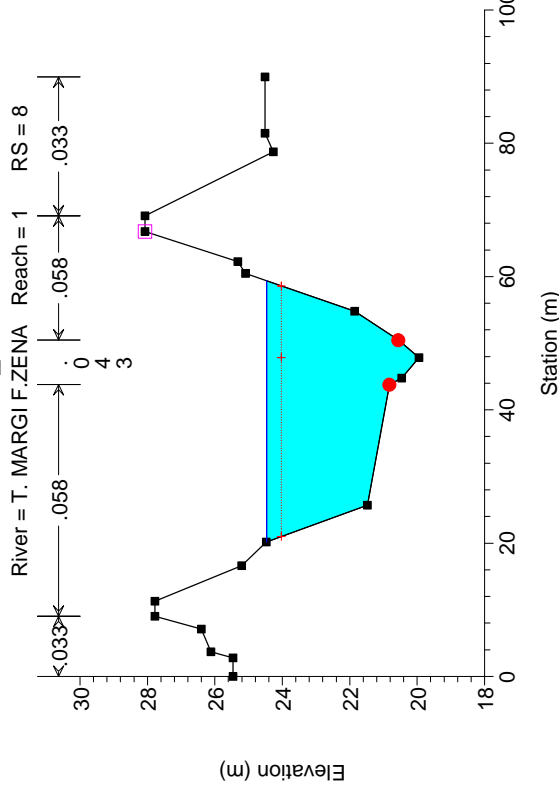
13_T Zena



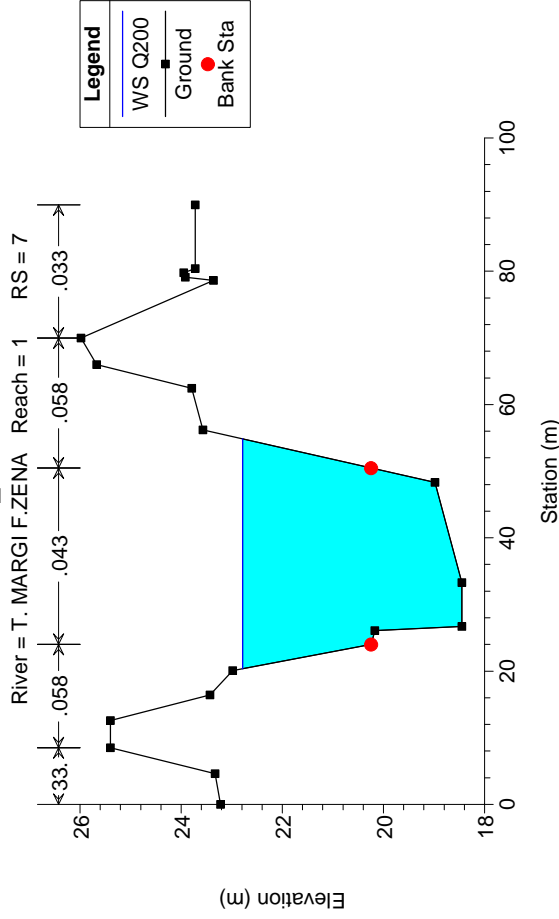
13_T Zena



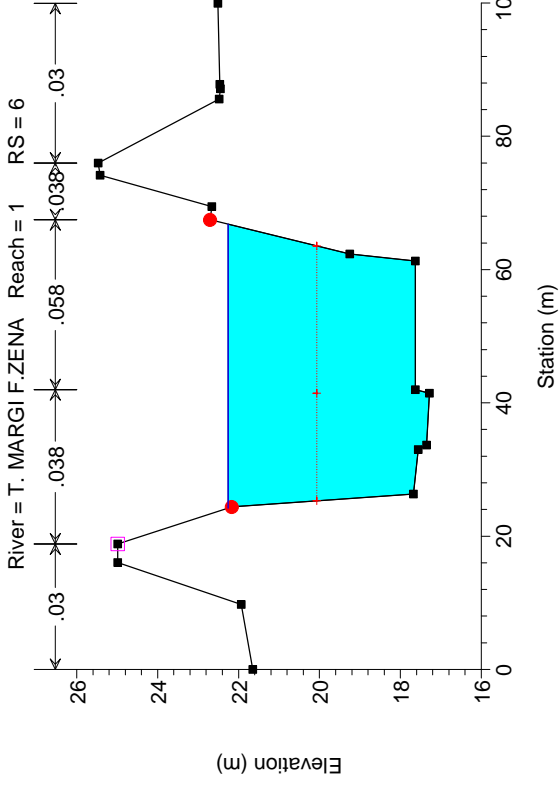
13_T Zena



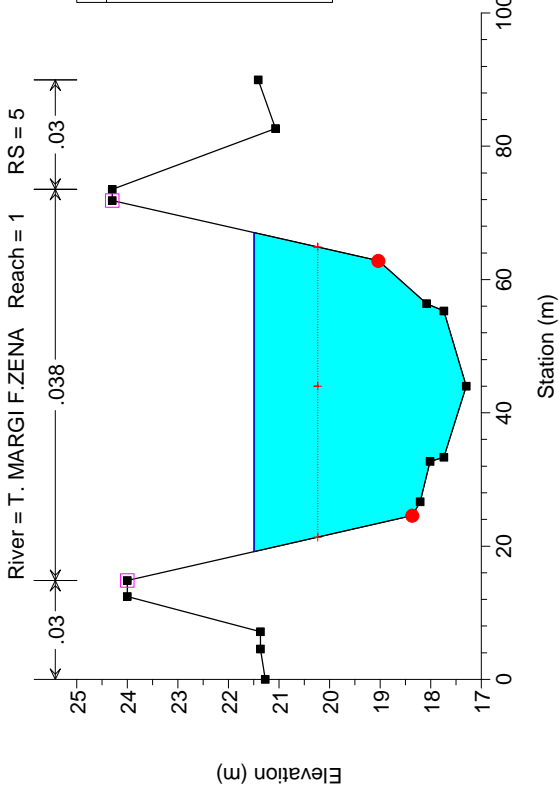
13_T Zena



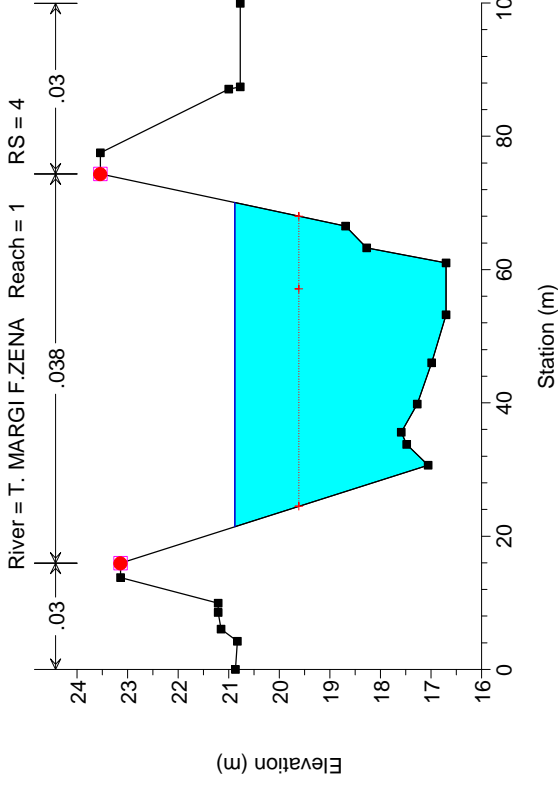
13_T Zena



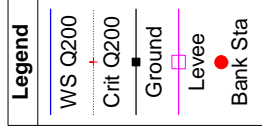
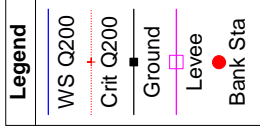
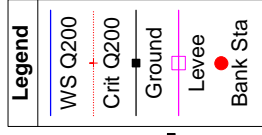
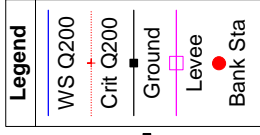
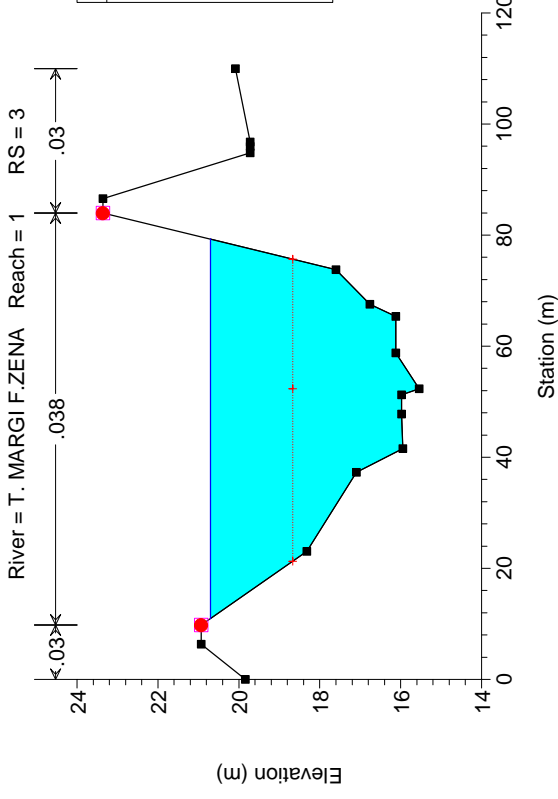
13_T Zena



13_T Zena

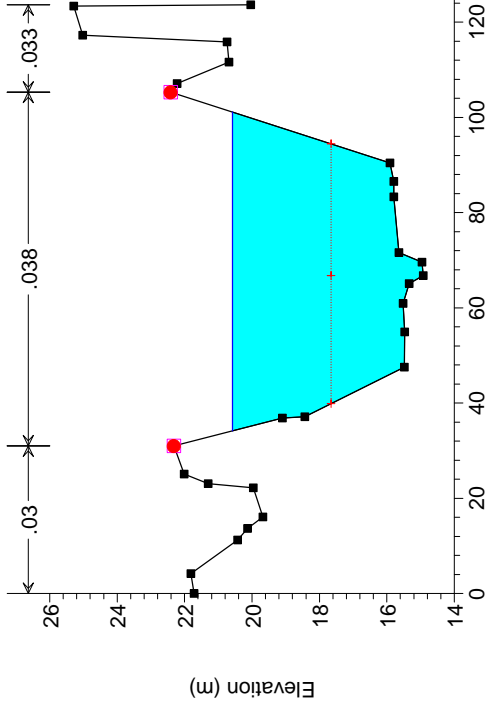


13_T Zena



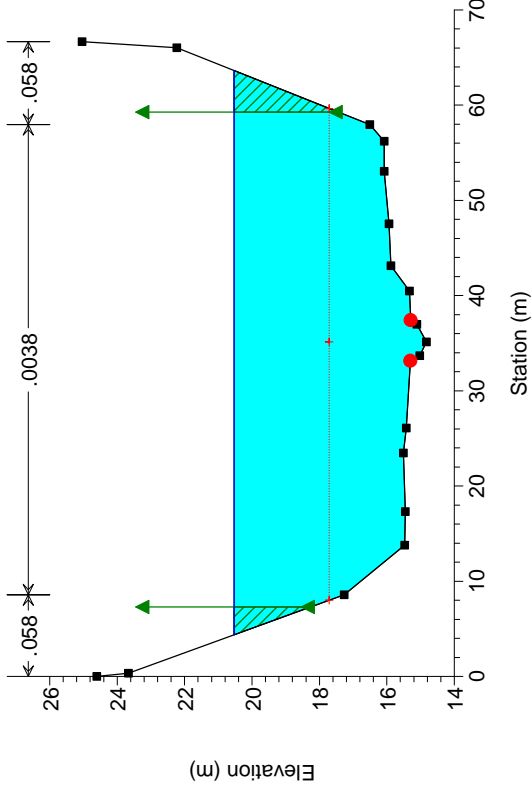
13_T Zena

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 2



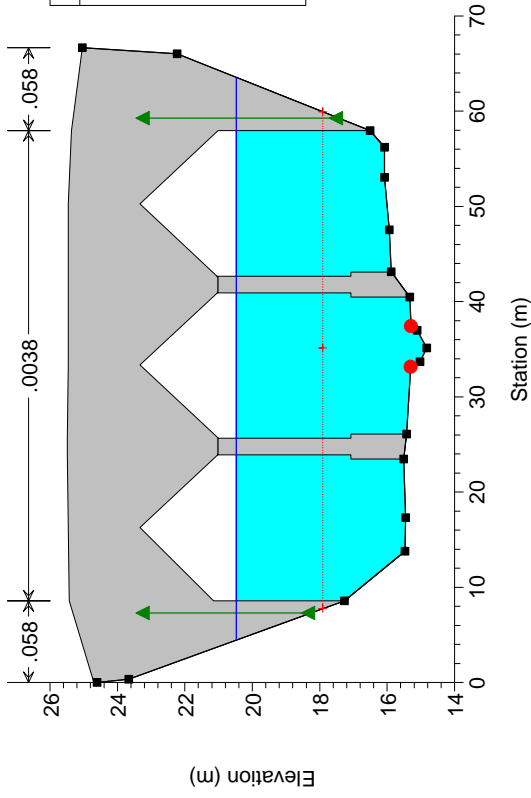
13_T Zena

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 1.2



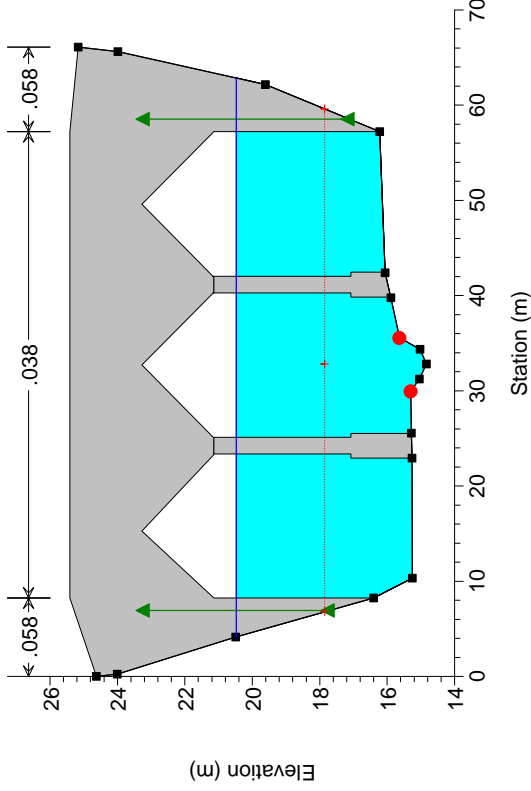
13_T Zena

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 1.15 BR 3



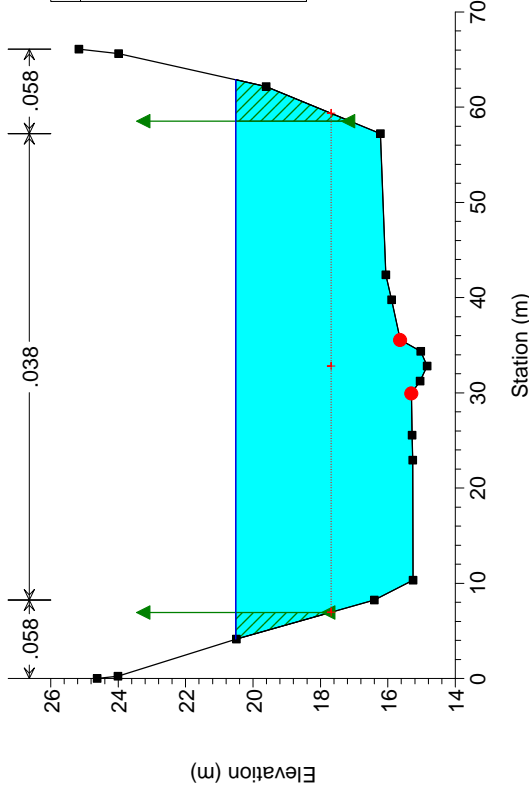
13_T Zena

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 1.15 BR 3



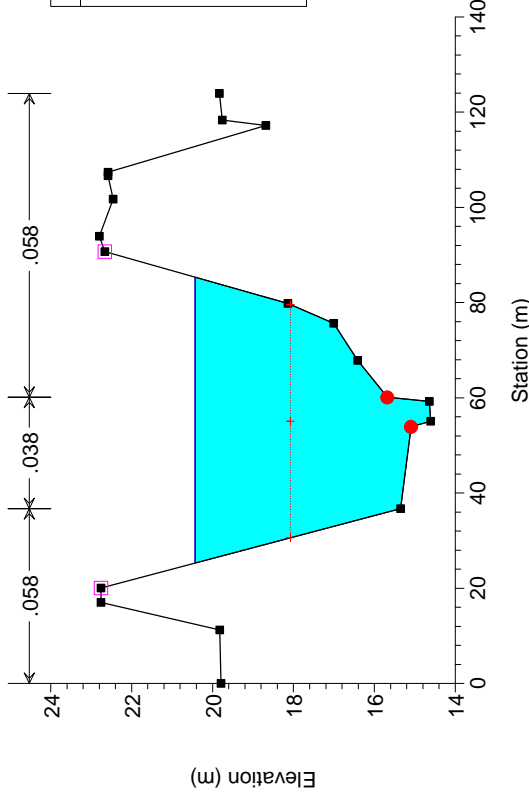
13_T Zena

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 1.1



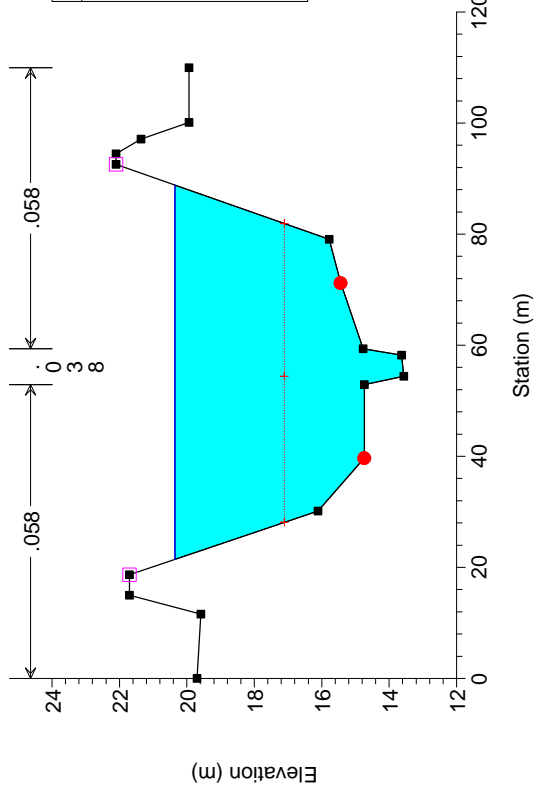
13_T Zena

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 1



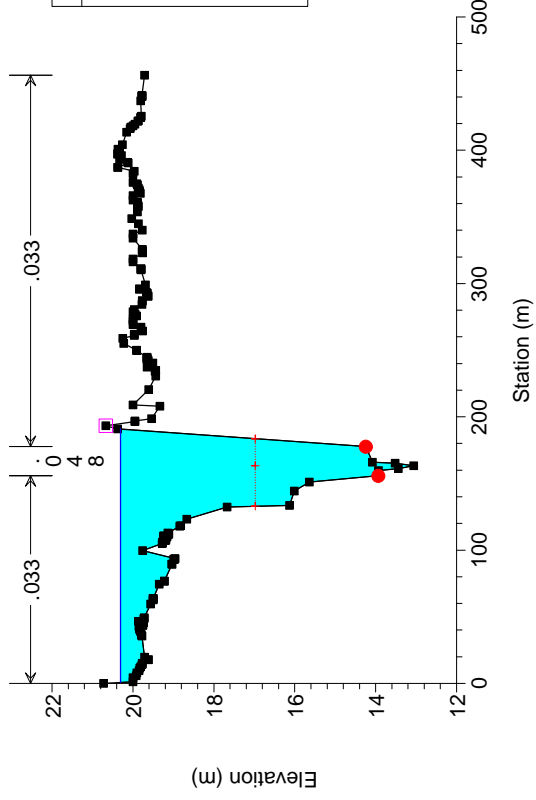
13_T Zena

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 0.5



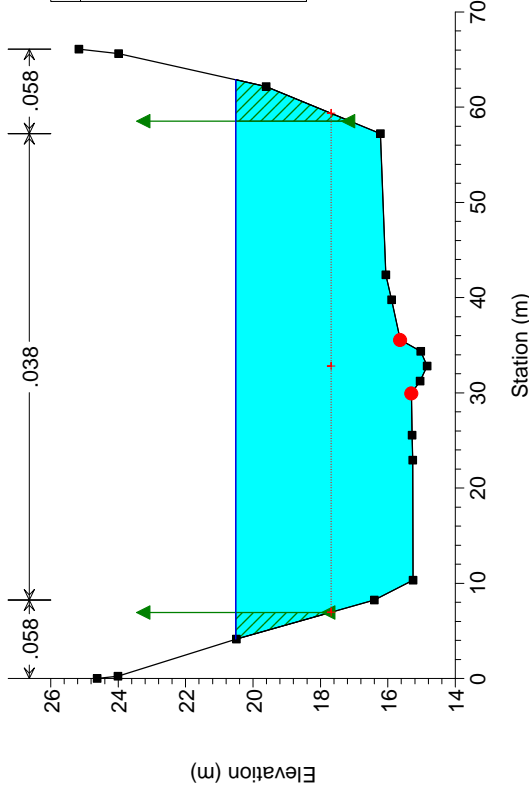
13_T Zena

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 0.0



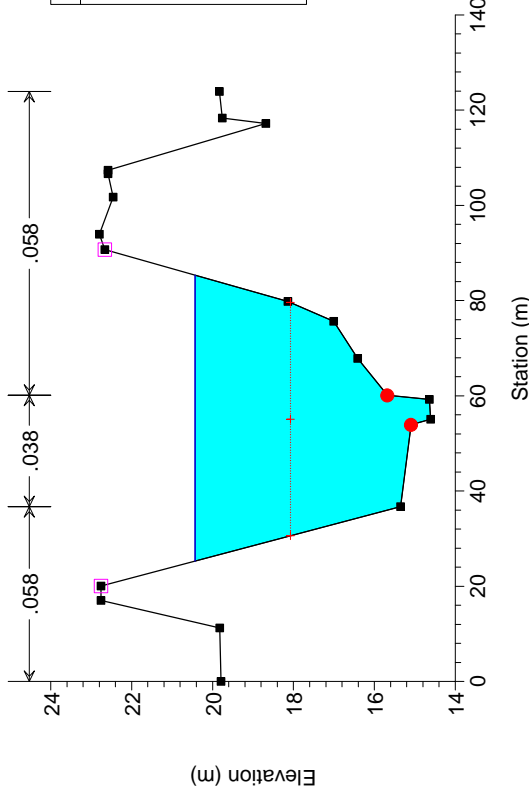
13_T Zena

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 1.1



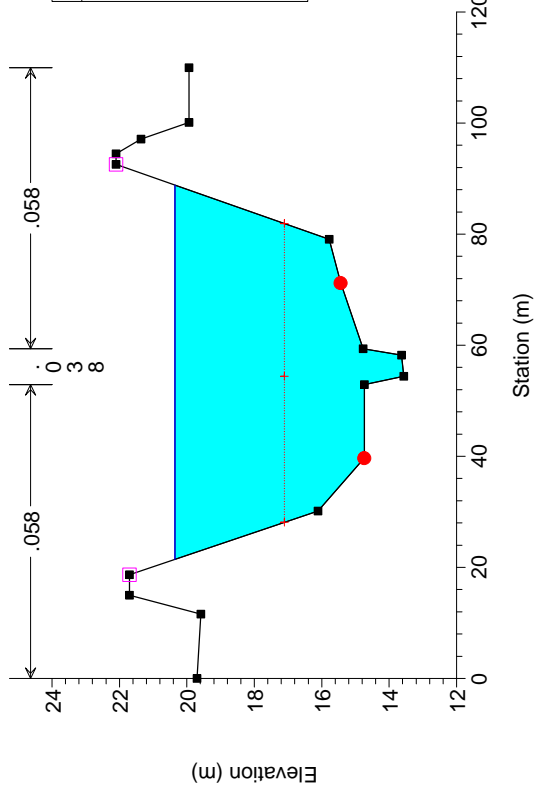
13_T Zena

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 1



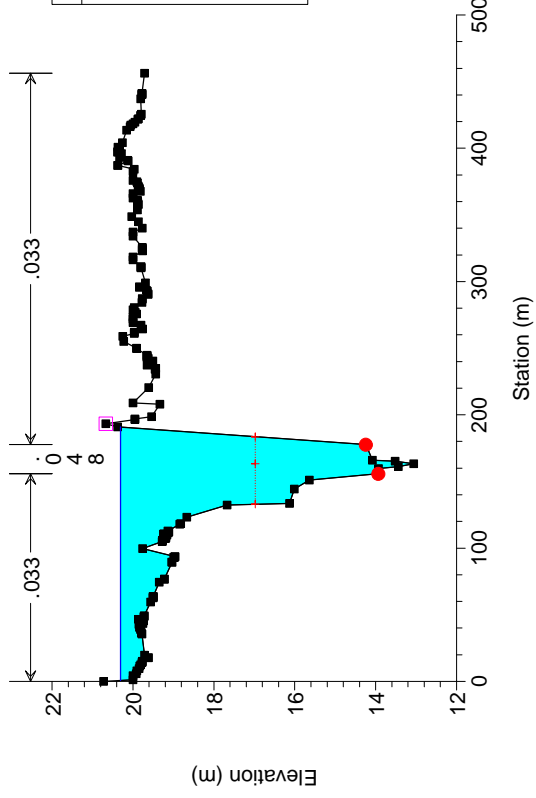
13_T Zena

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 0.5



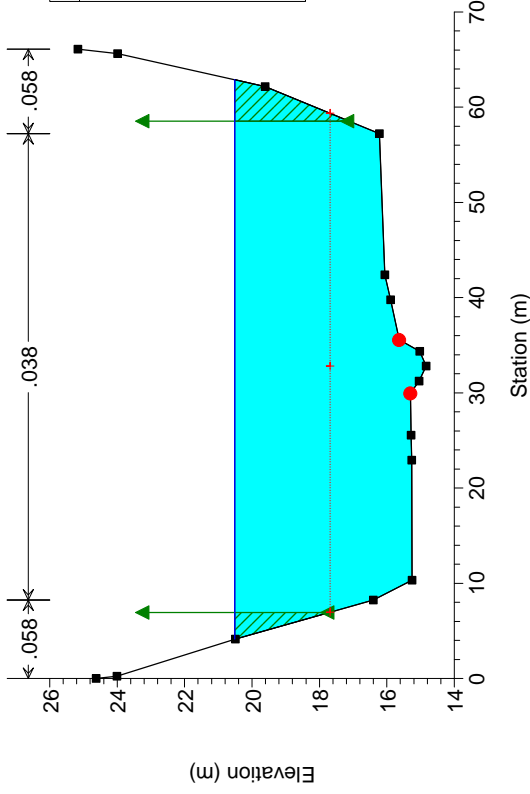
13_T Zena

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 0.0



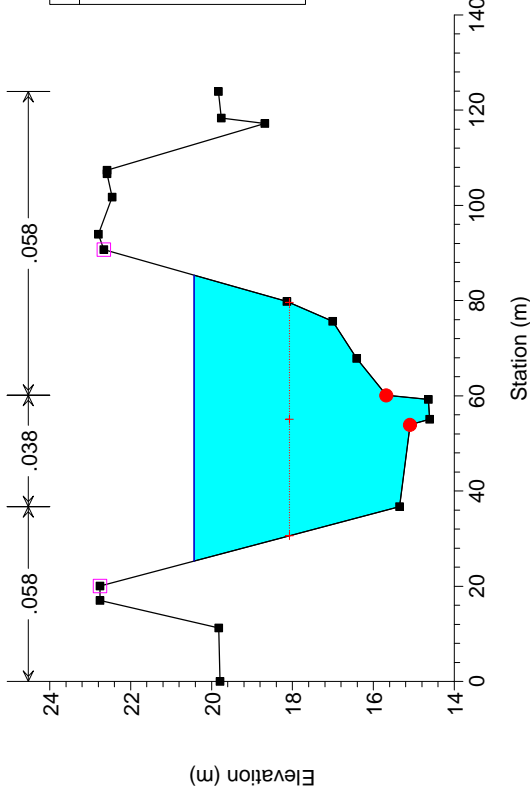
13_T Zena

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 1.1



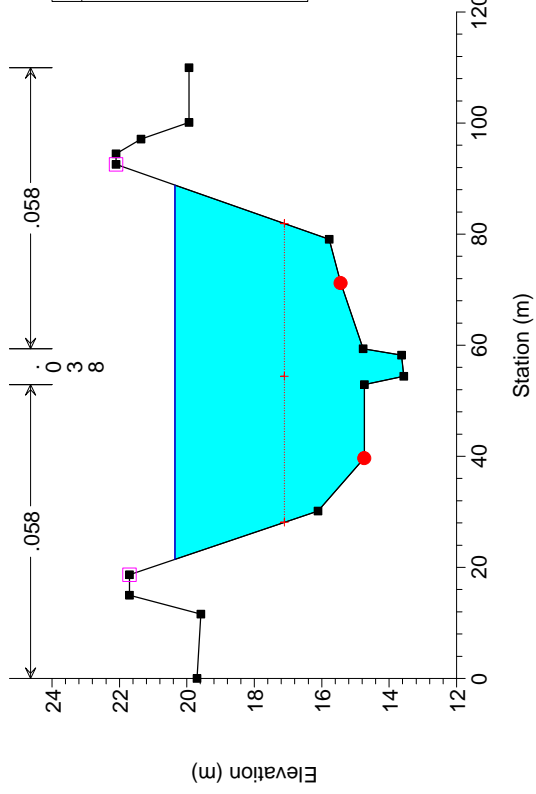
13_T Zena

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 1



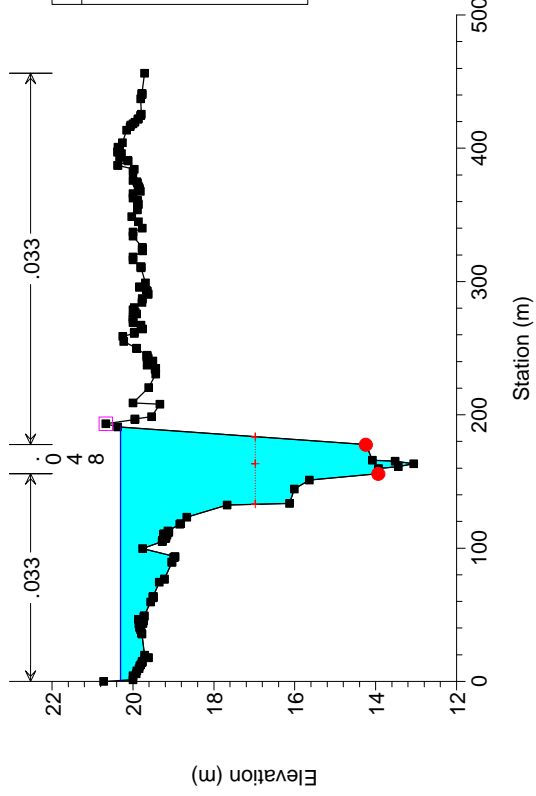
13_T Zena

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 0.5



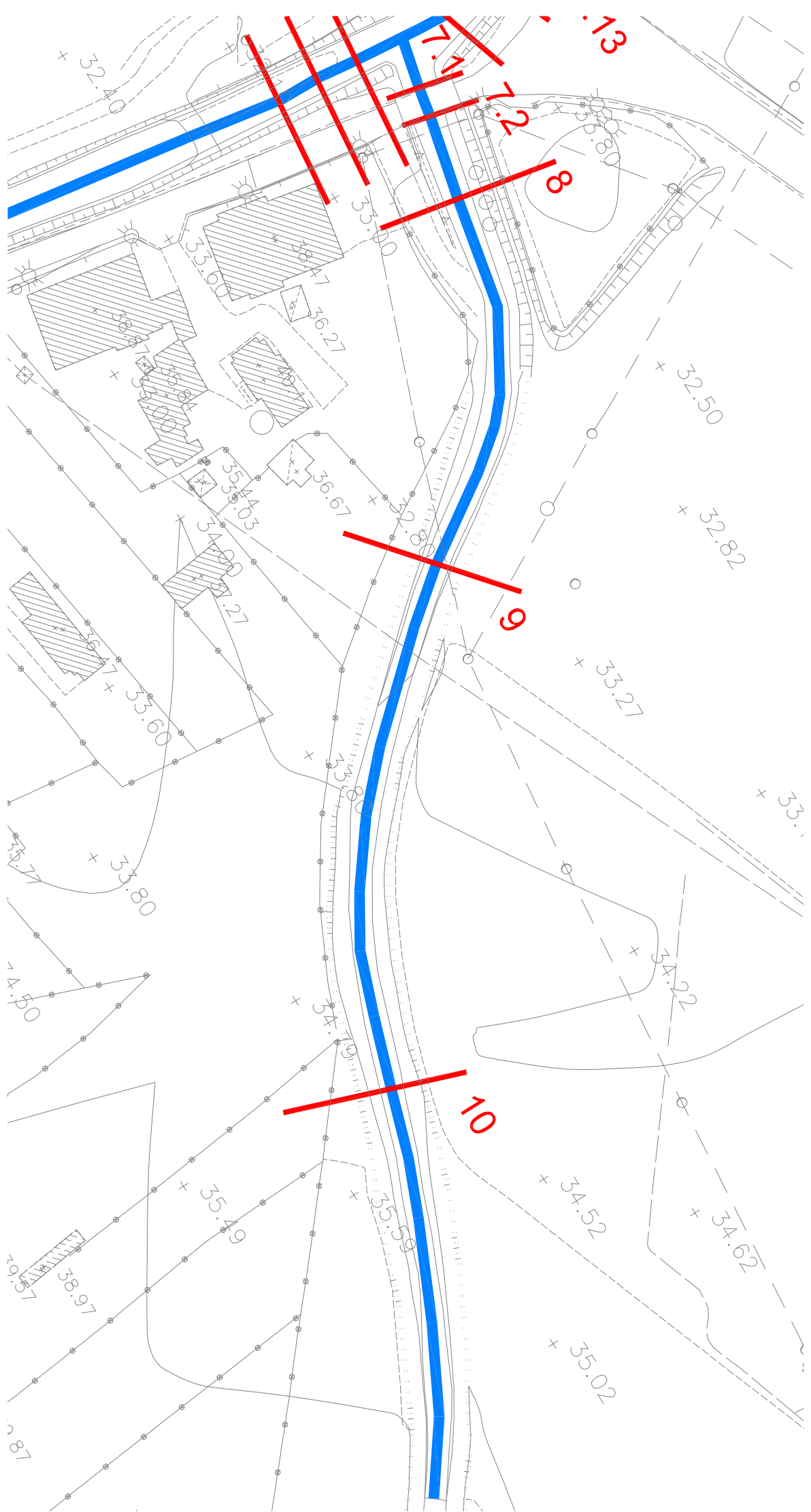
13_T Zena

River = T. MARGI F.ZENA Reach = 1 RS = 0.0



S ALLEGATO 14: FOSSO CONTRADA CANNEDAZZA - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

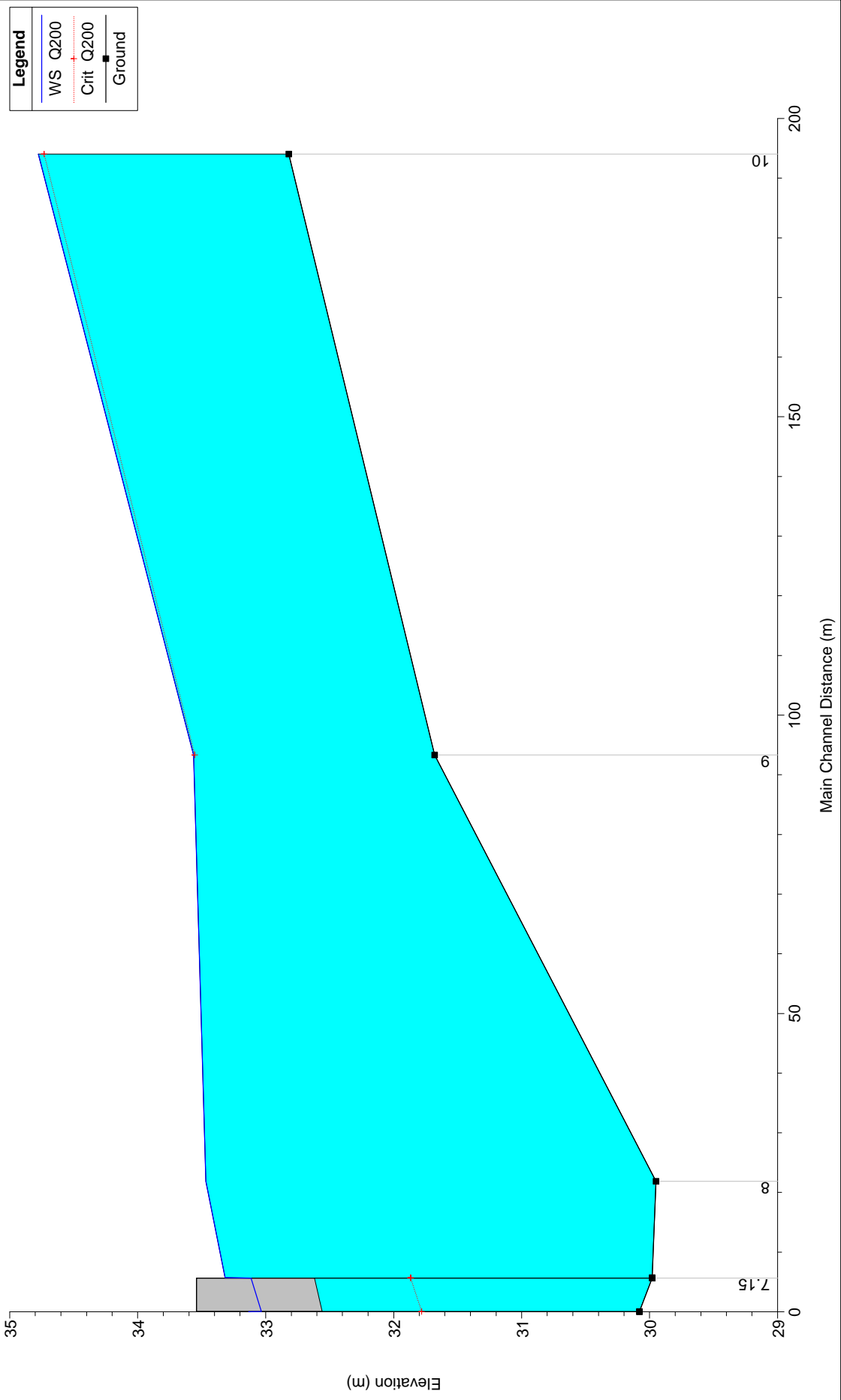
Ante operam



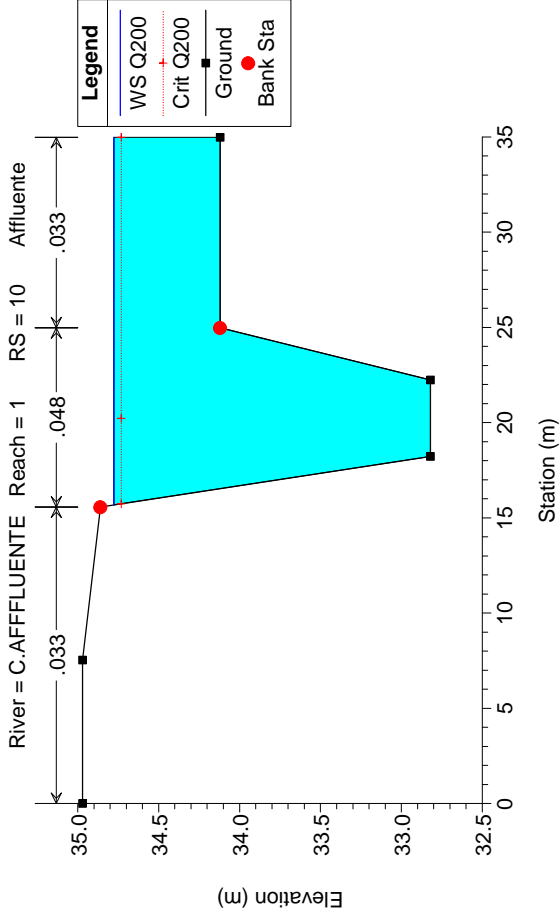
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: C.AFFLUENTE Reach: 1 Profile: Q200

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
1	10	Q200	60.11	32.82	34.78	34.73	35.22	0.014468	3.07	20.49	19.31	0.80
1	9	Q200	60.11	31.68	33.56	33.55	33.90	0.011375	2.78	25.57	33.53	0.71
1	8	Q200	60.11	29.95	33.47		33.56	0.001835	1.41	45.34	24.28	0.28
1	7.2	Q200	60.11	29.98	33.32	31.87	33.51	0.003434	1.95	30.82	11.51	0.38
1	7.15		Bridge									
1	7.1	Q200	60.11	30.08	33.13		33.34	0.003743	2.00	29.98	11.25	0.39

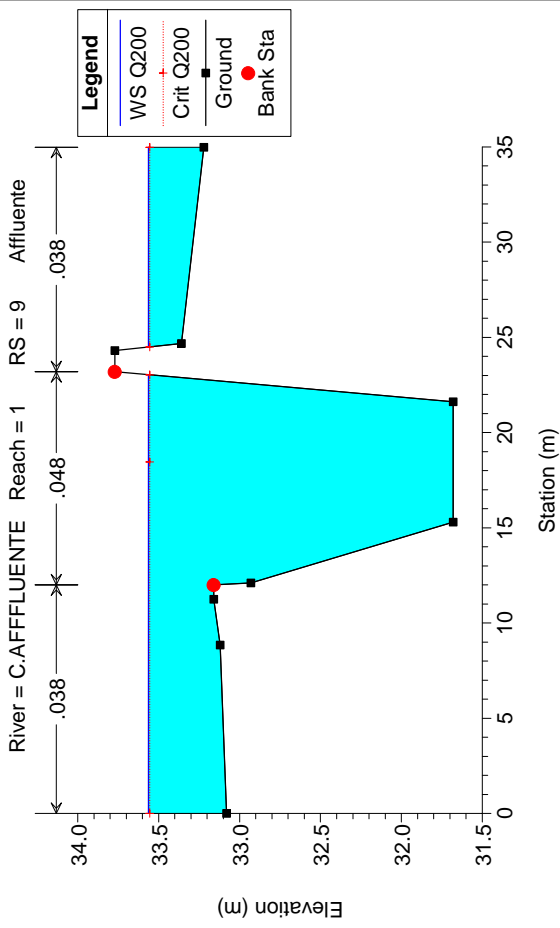
14_T.Canneddazza Cond. AO
Affluente



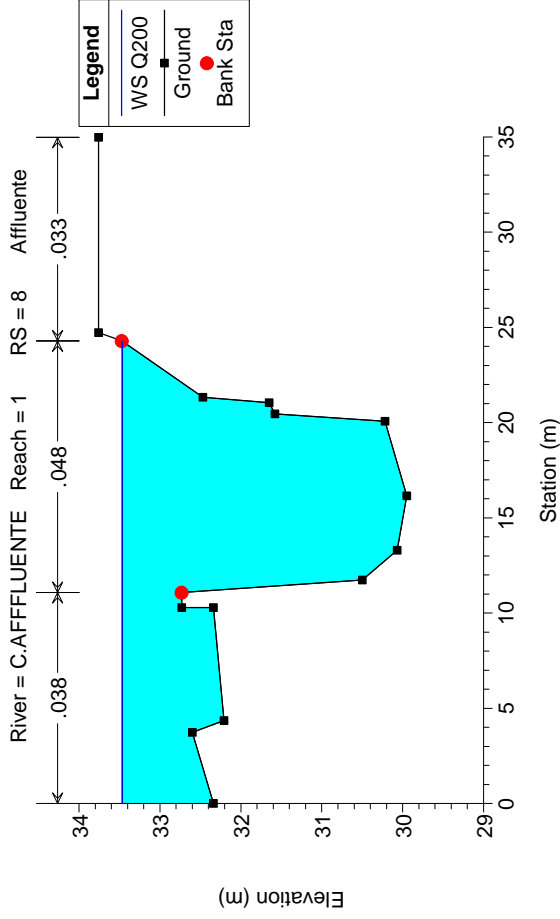
14_T.Canneddazza Cond. AO



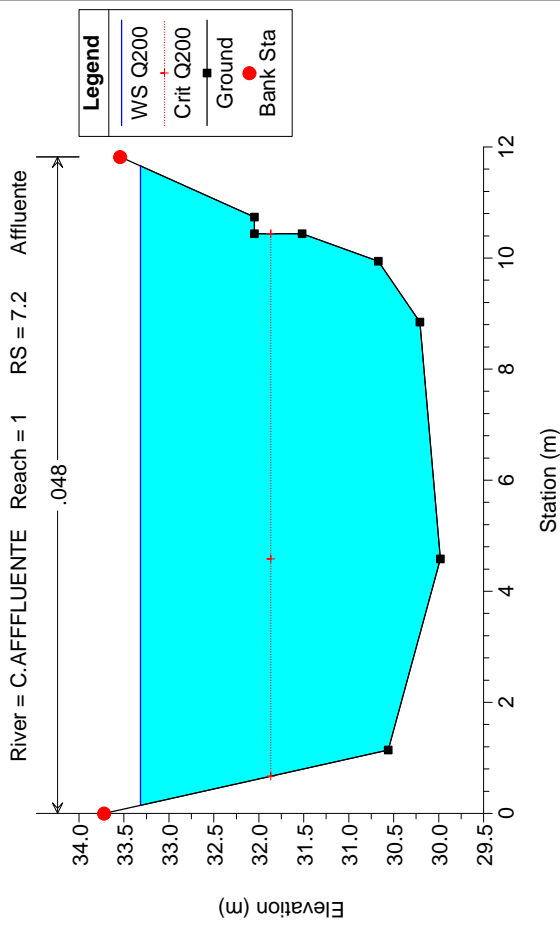
14_T.Canneddazza Cond. AO



14_T.Canneddazza Cond. AO

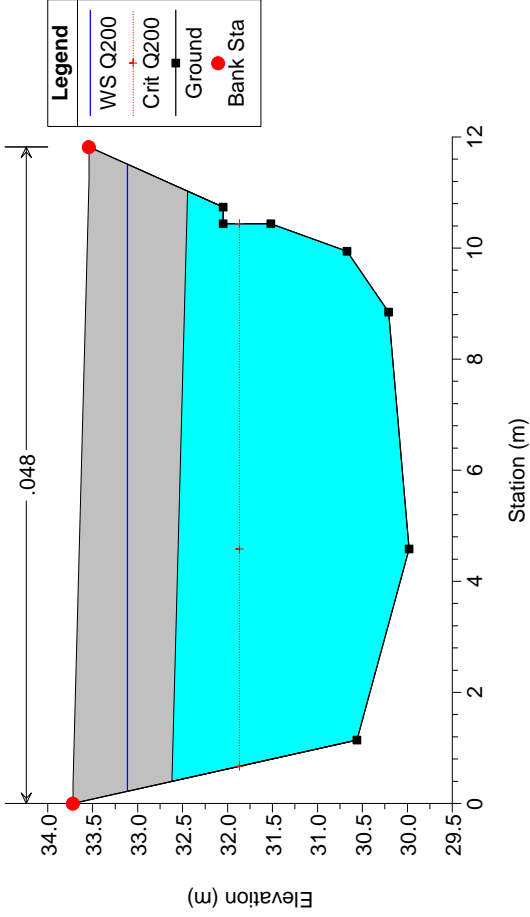


14_T.Canneddazza Cond. AO



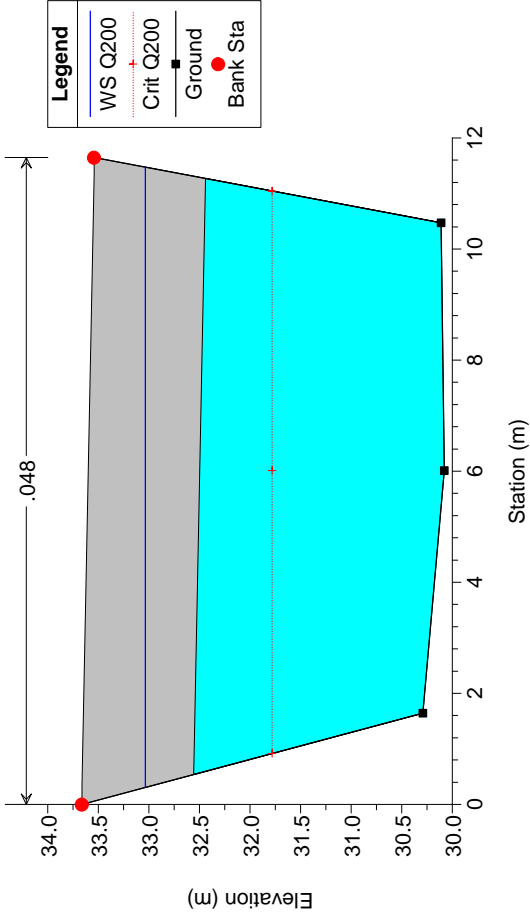
14_T.Canneddazza Cond. AO

River = C.AFFLUENTE Reach = 1 RS = 7.15 BR Affluente



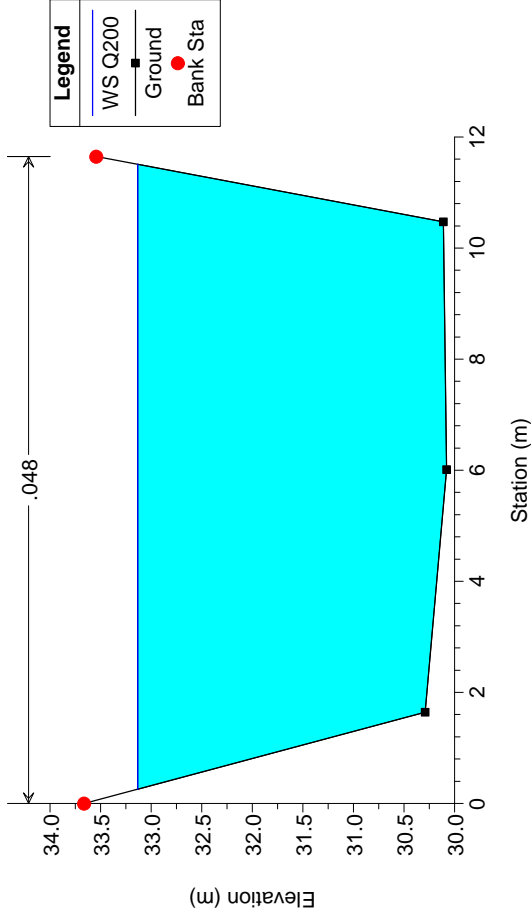
14_T.Canneddazza Cond. AO

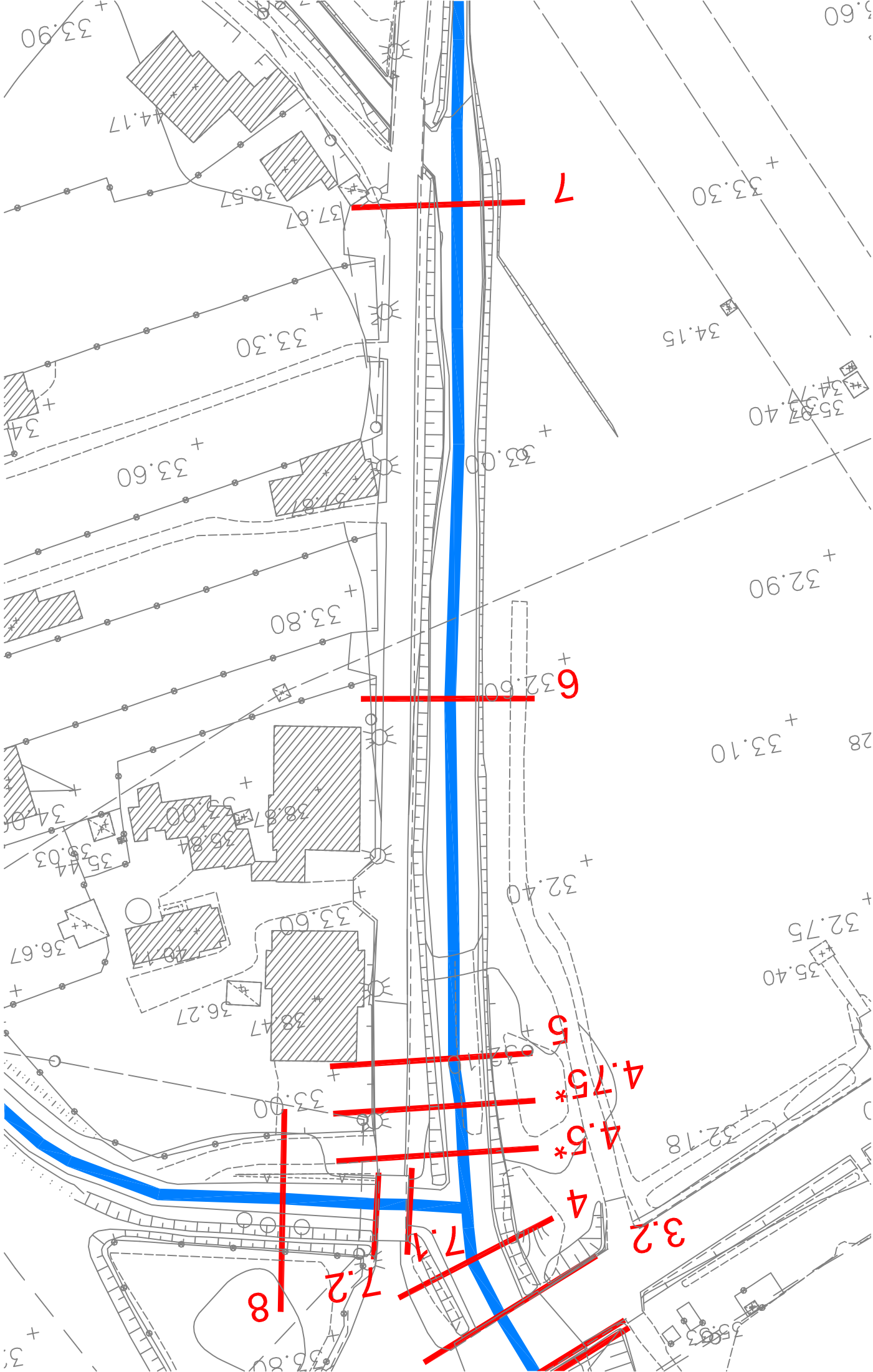
River = C.AFFLUENTE Reach = 1 RS = 7.15 BR Affluente



14_T.Canneddazza Cond. AO

River = C.AFFLUENTE Reach = 1 RS = 7.1 Affluente





7

6

5

4.75*

4.5*

4

3.2

7.1

7.2

18

35.60

+ 33.30

34.15

35.84
34.75
34.40

+ 33.00

+ 33.60

+ 32.90

+ 33.80

+ 32.60

+ 33.10

28

+ 32.40

+ 32.75
35.40

+ 32.18

+ 33.00

36.27

+ 33.60

35.84

+ 35.00

38.87

35.44

36.67

+ 33.90

4.17

37.67

36.57

+ 33.00

35.80

33.00

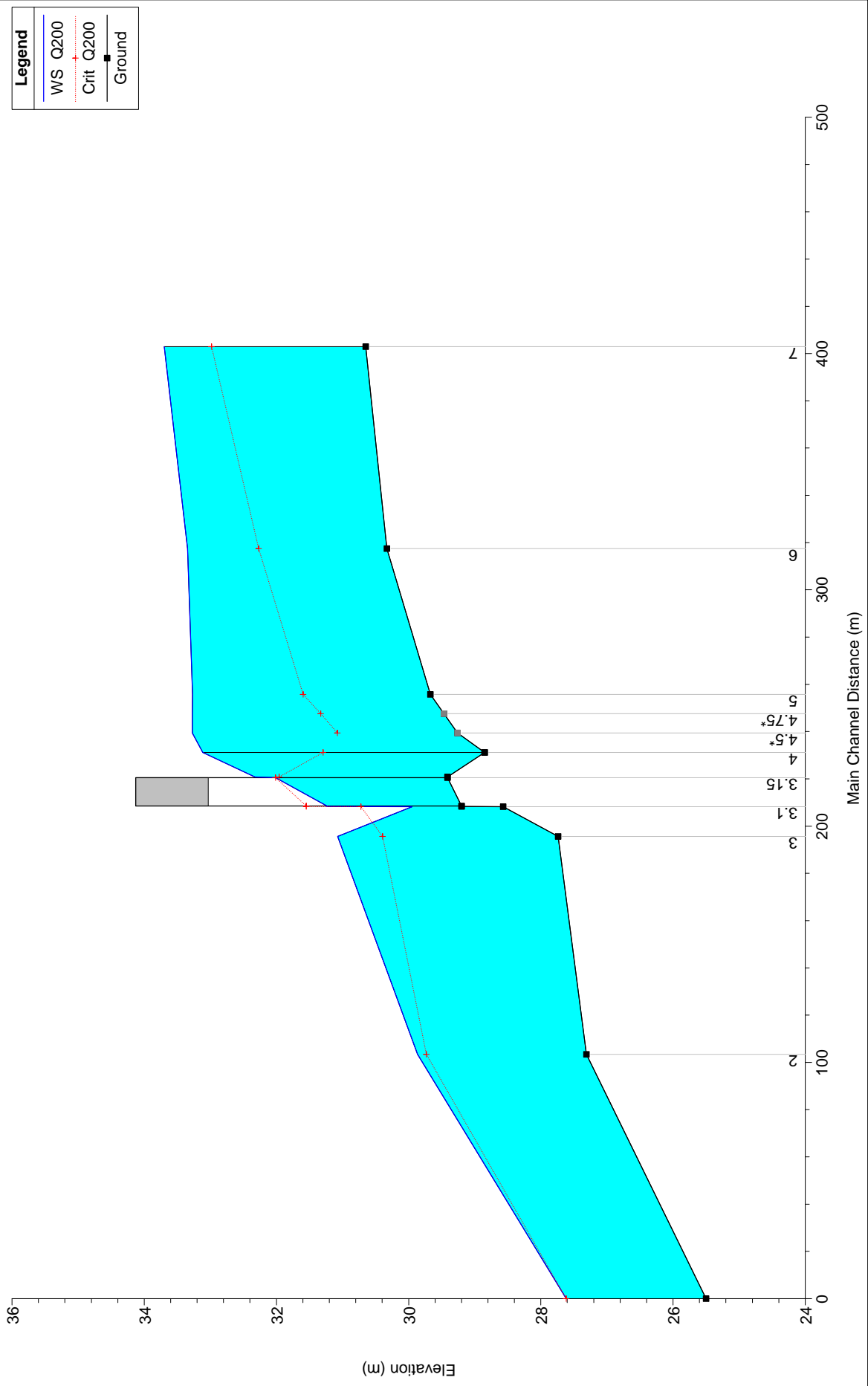
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: CANNEDDAZZA Reach: 1 Profile: Q200

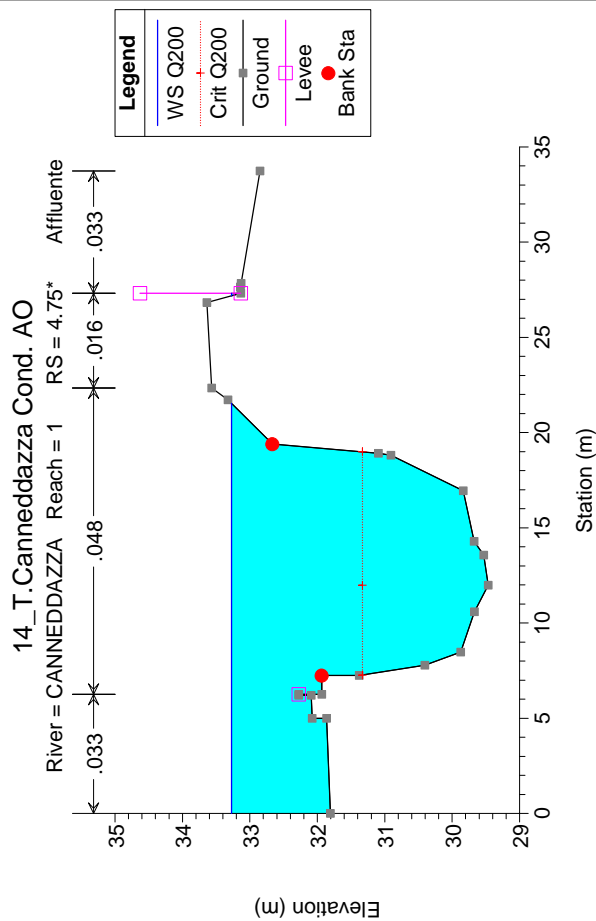
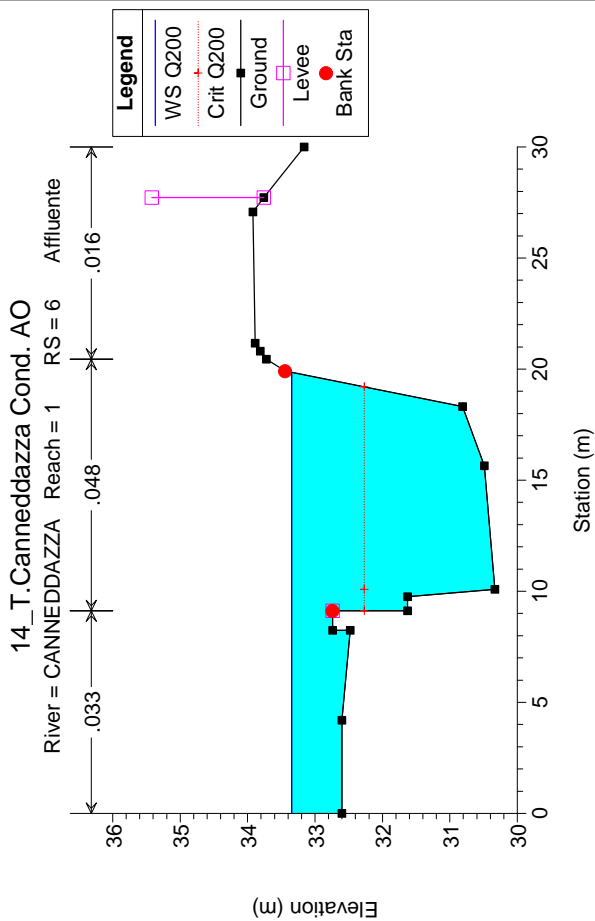
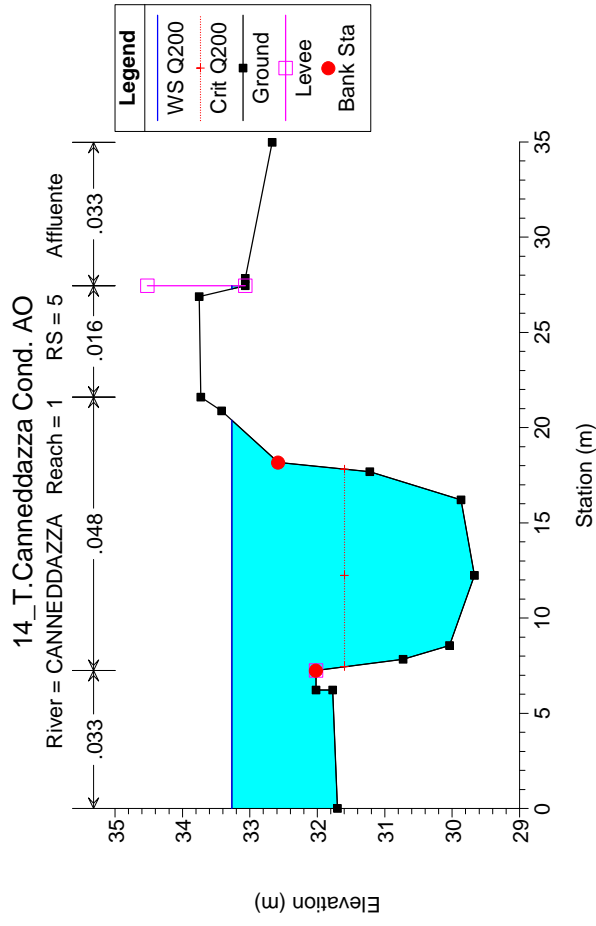
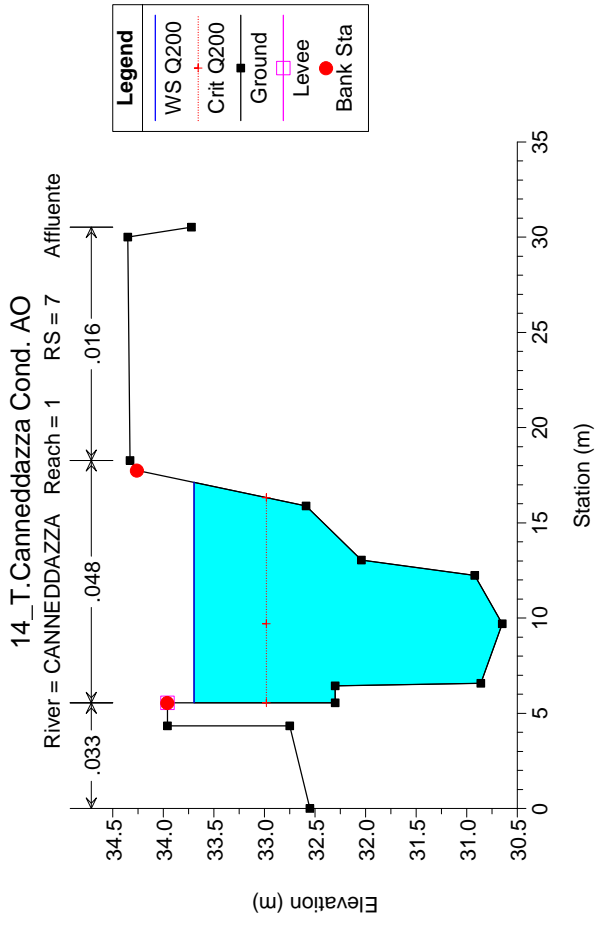
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	7	Q200	63.95	30.65	33.70	32.98	34.04	0.008412	2.61	24.51	11.58	0.57
1	6	Q200	63.95	30.33	33.35	32.27	33.53	0.003785	1.97	34.26	19.86	0.39
1	5	Q200	63.95	29.67	33.27	31.60	33.37	0.001401	1.45	45.97	20.56	0.26
1	4.75*	Q200	63.95	29.47	33.27	31.33	33.36	0.001101	1.33	50.97	21.67	0.23
1	4.5*	Q200	63.95	29.26	33.27	31.08	33.34	0.000864	1.21	56.31	22.78	0.21

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: CANNEDDAZZA LOWE Reach: 1 Profile: Q200

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
1	4	Q200	124.06	28.85	33.11	31.29	33.32	0.002421	2.03	63.99	24.95	0.34
1	3.2	Q200	124.06	29.41	32.32	31.96	33.22	0.002954	4.19	29.60	14.66	0.81
1	3.15		Bridge									
1	3.13	Q200	124.06	29.20	31.24	31.55	32.80	0.004733	5.53	22.43	24.93	1.24
1	3.1	Q200	124.06	28.57	29.95	30.72	32.68	0.138787	7.32	16.94	17.89	2.40
1	3	Q200	124.06	27.74	31.07	30.39	31.42	0.006464	2.65	48.24	25.20	0.57
1	2	Q200	124.06	27.31	29.87	29.73	30.48	0.017059	3.52	36.82	24.74	0.82
1	1	Q200	124.06	25.50	27.62	27.62	28.37	0.024475	3.84	32.49	22.11	0.99

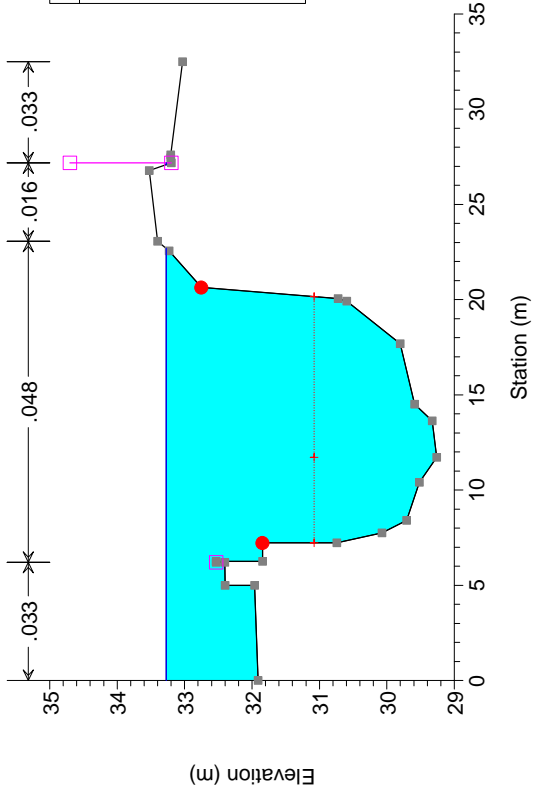
14_T.Canneddazza Cond. AO





14_T.Canneddazza Cond. AO

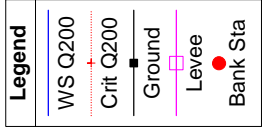
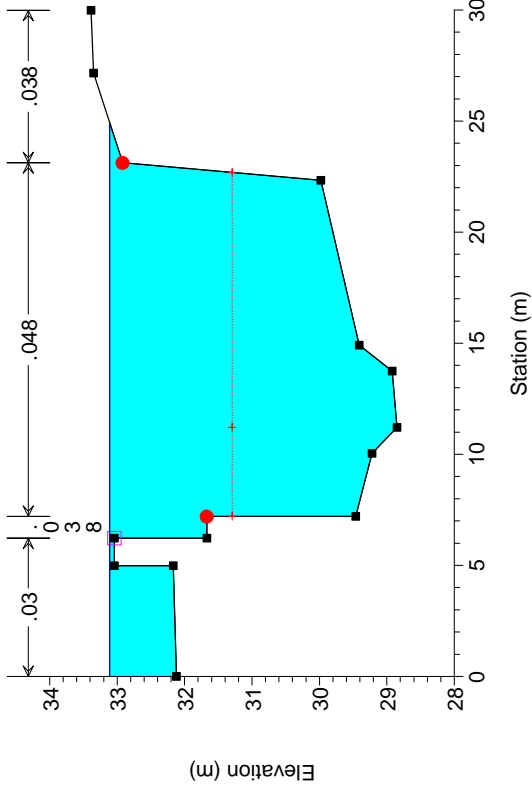
River = CANNEDDAZZA Reach = 1 RS = 4.5' Affluente



Legend	
WS Q200	—
Crit Q200	- - -
Ground	—■—
Levee	—□—
Bank Sta	●

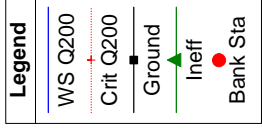
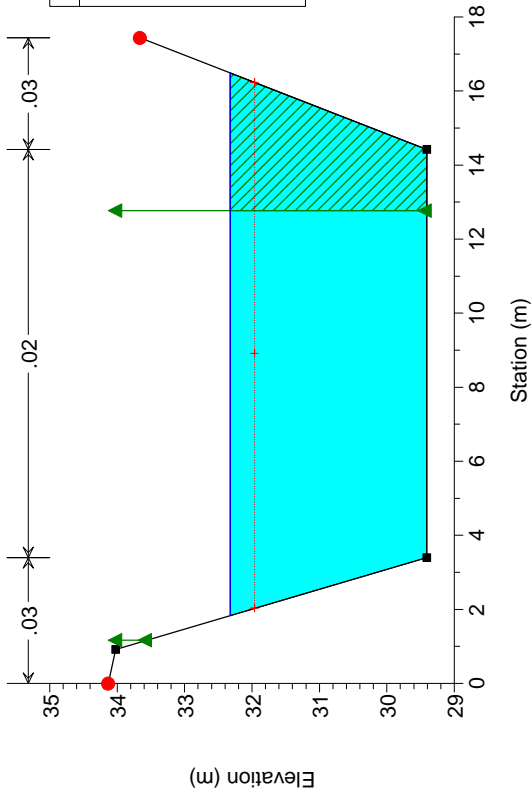
14_T.Canneddazza Cond. AO

River = CANNEDDAZZA LOWE Reach = 1 RS = 4 Affluente



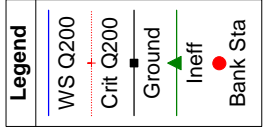
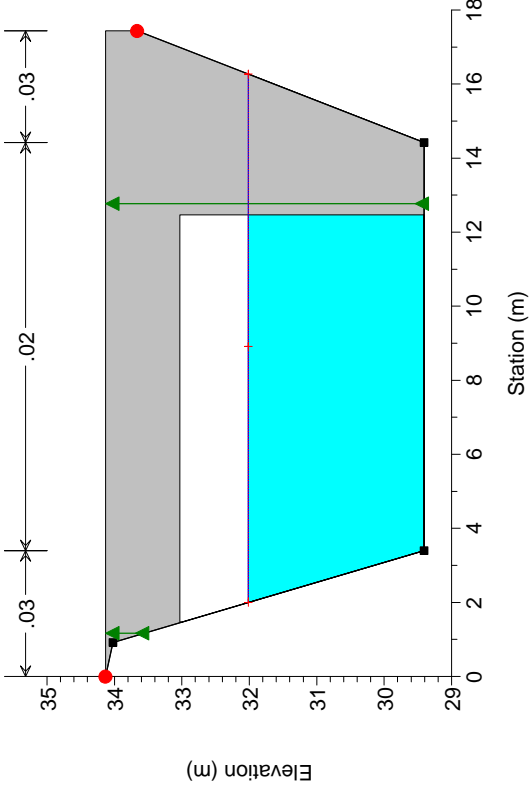
14_T.Canneddazza Cond. AO

River = CANNEDDAZZA LOWE Reach = 1 RS = 3.2 Affluente



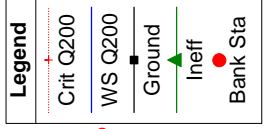
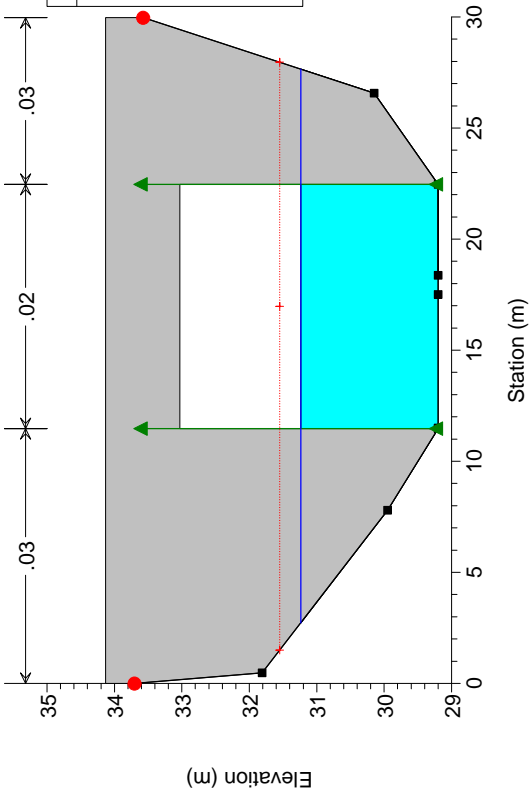
14_T.Canneddazza Cond. AO

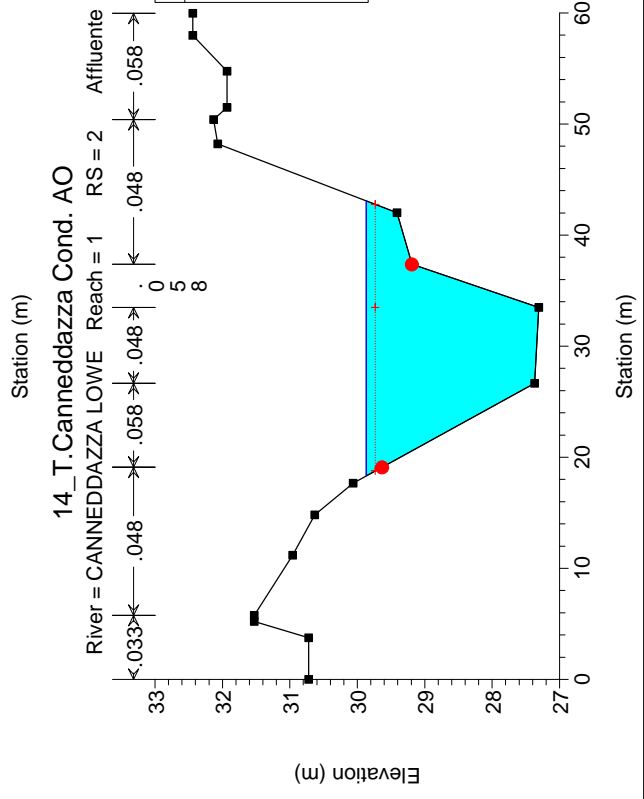
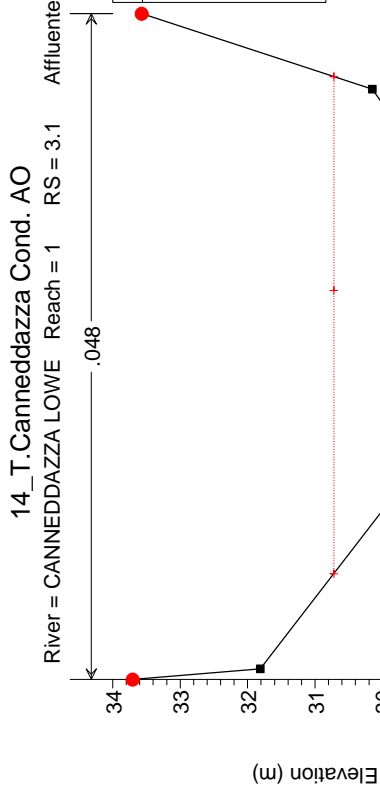
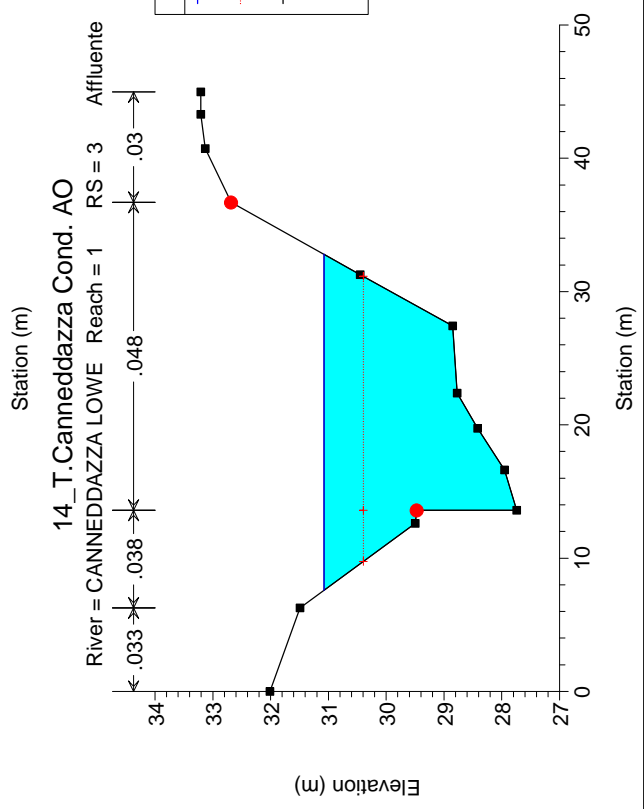
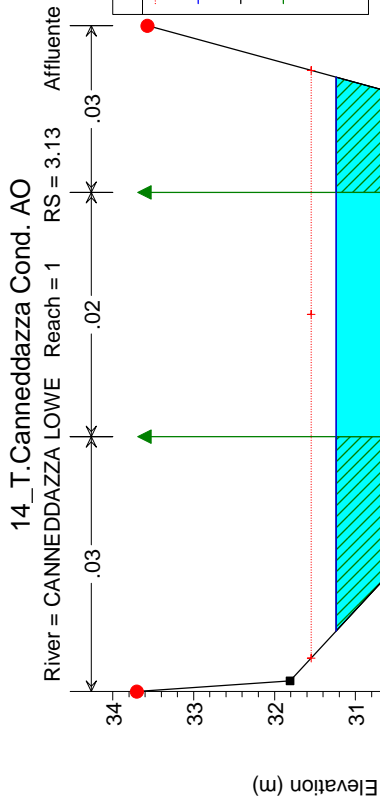
River = CANNEDDAZZA LOWE Reach = 1 RS = 3.15 BR Affluente



14_T.Canneddazza Cond. AO

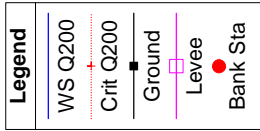
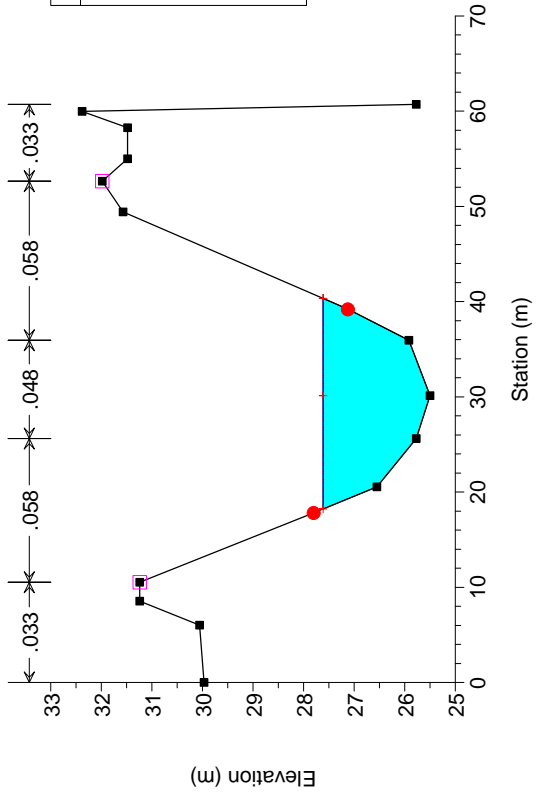
River = CANNEDDAZZA LOWE Reach = 1 RS = 3.15 BR Affluente



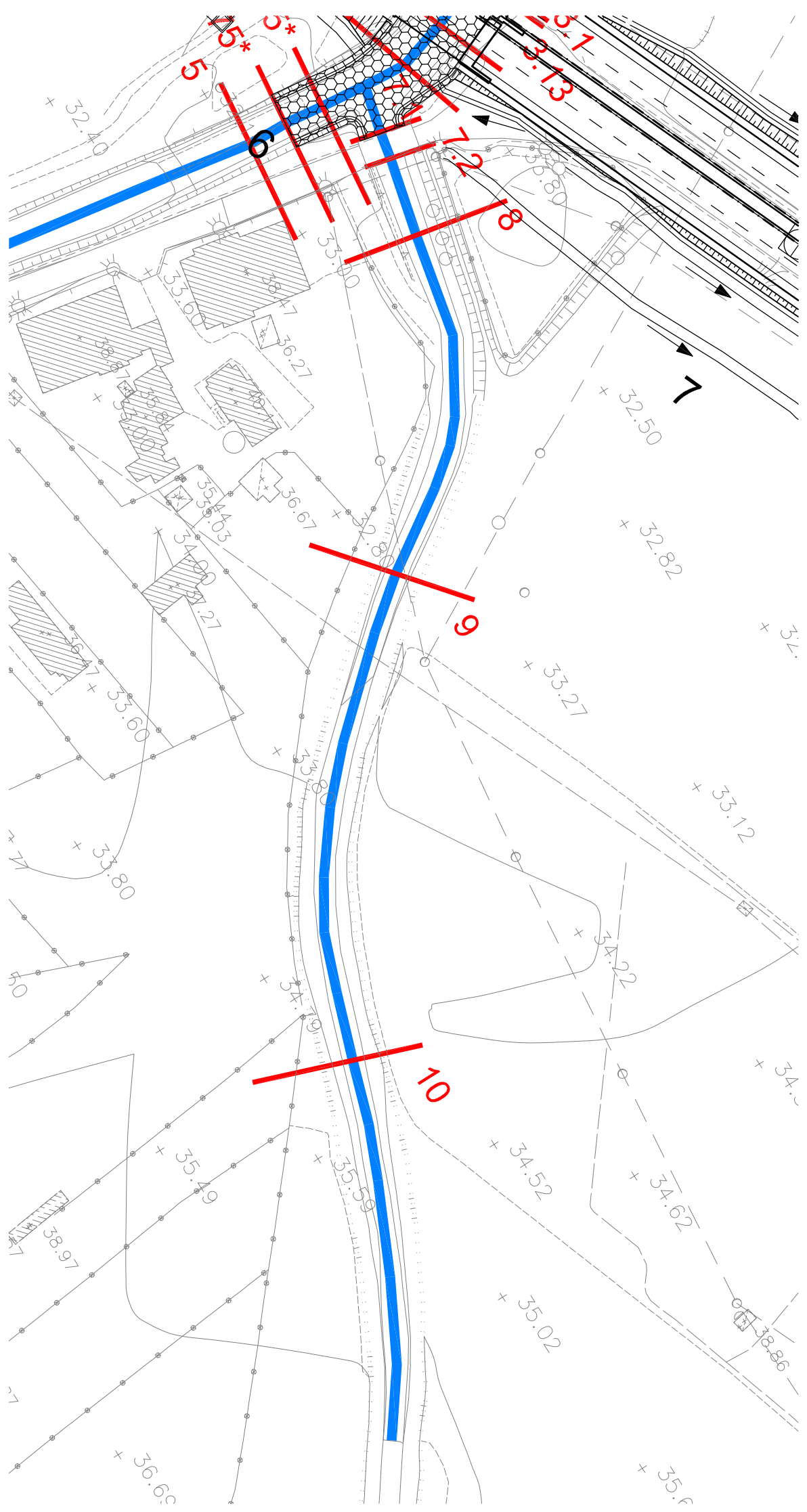


14_T.Canneddazza Cond. AO

River = CANNEDDAZZA LOWE Reach = 1 RS = 1 Affluente



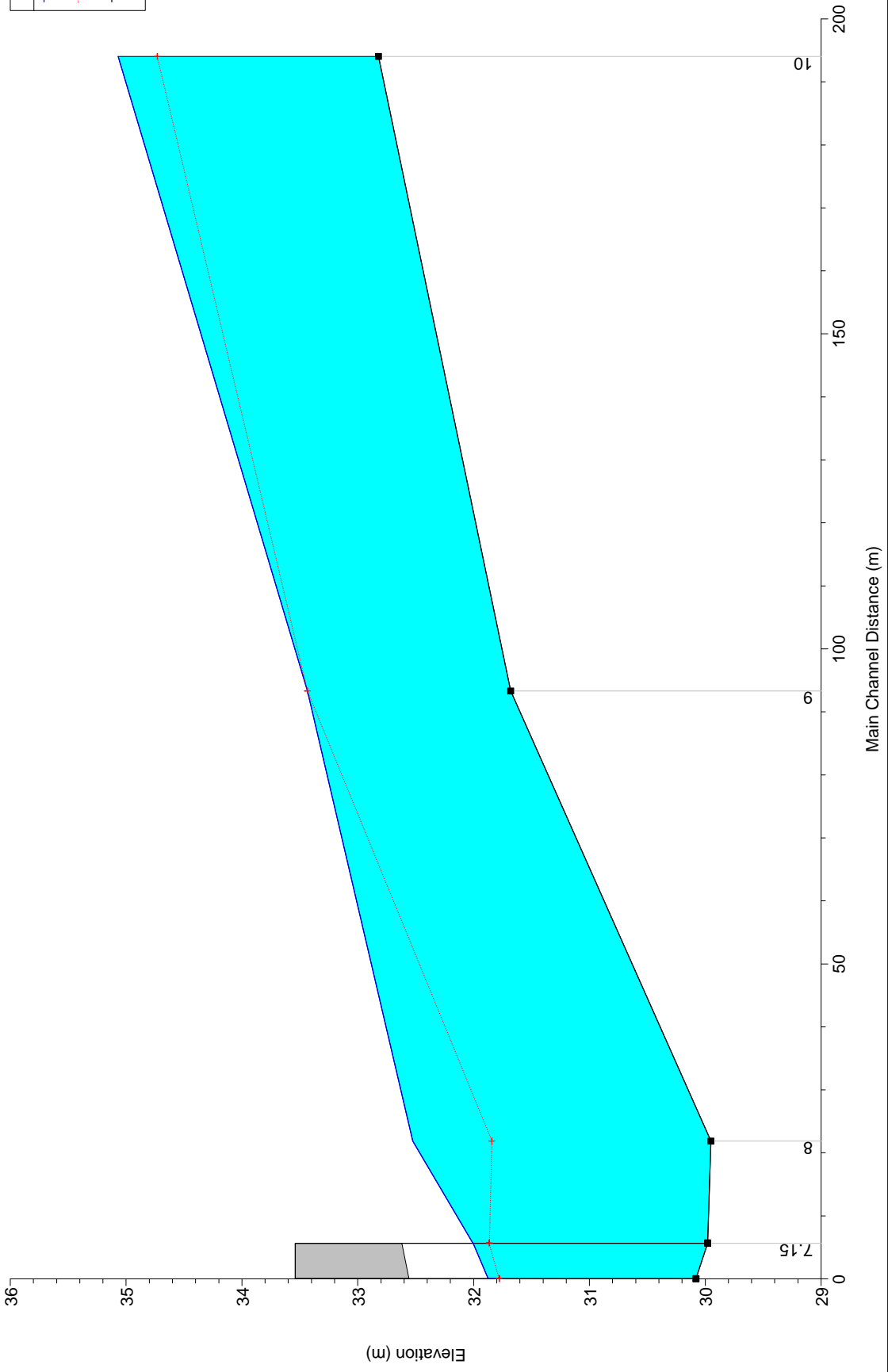
Post operam



HEC-RAS Plan: Plan 02 River: C.AFFLUENTE Reach: 1 Profile: Q200

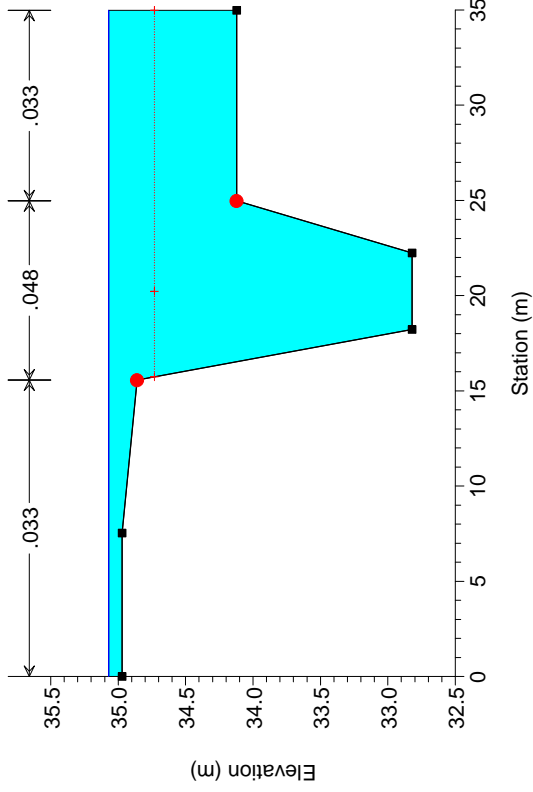
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	10	Q200	60.11	32.82	35.07	34.73	35.32	0.006355	2.28	28.19	34.99	0.55
1	9	Q200	60.11	31.68	33.44	33.44	34.16	0.023781	3.78	15.91	10.94	1.00
1	8	Q200	60.11	29.95	32.52	31.84	32.90	0.008817	2.71	22.16	10.36	0.59
1	7.2	Q200	60.11	29.98	32.01	31.86	32.67	0.019182	3.60	16.69	9.82	0.88
1	7.15		Bridge									
1	7.1	Q200	60.11	30.08	31.78	31.78	32.55	0.025518	3.89	15.46	10.13	1.00

14_T.Canneddazza_Cond. PO
Affluente



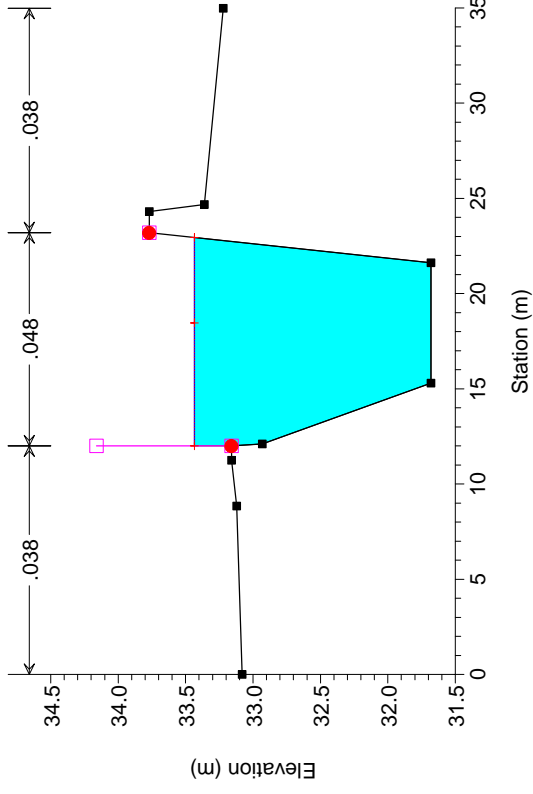
14_T.Canneddazza_Cond. PO

River = C.AFFLUENTE Reach = 1 RS = 10



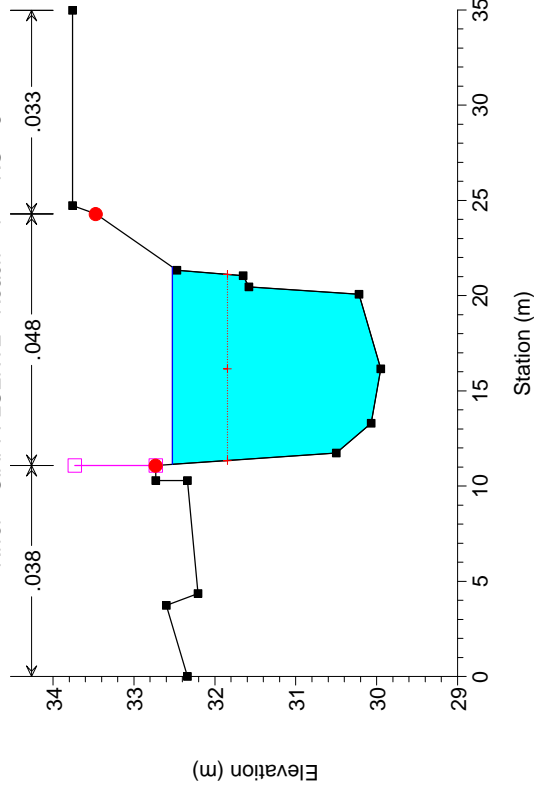
14_T.Canneddazza_Cond. PO

River = C.AFFLUENTE Reach = 1 RS = 9



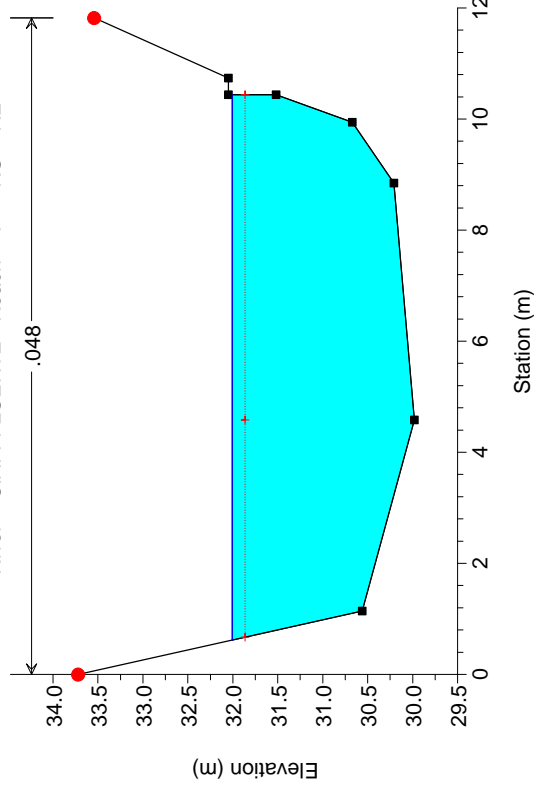
14_T.Canneddazza_Cond. PO

River = C.AFFLUENTE Reach = 1 RS = 8



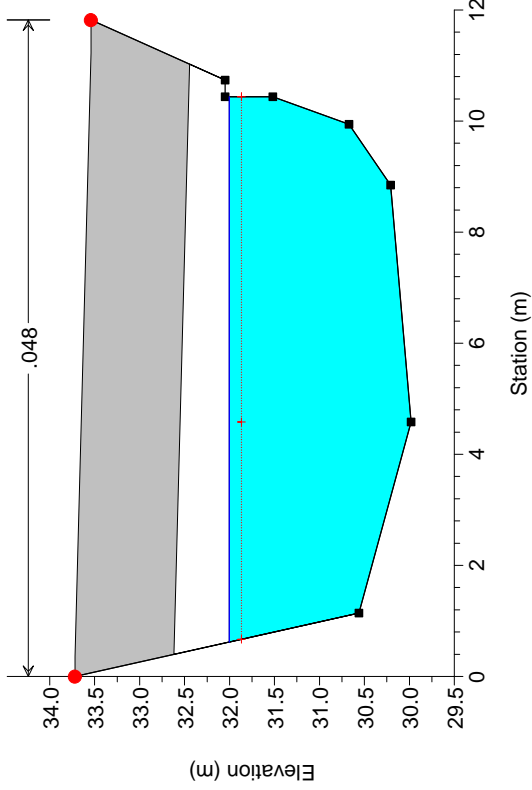
14_T.Canneddazza_Cond. PO

River = C.AFFLUENTE Reach = 1 RS = 7.2



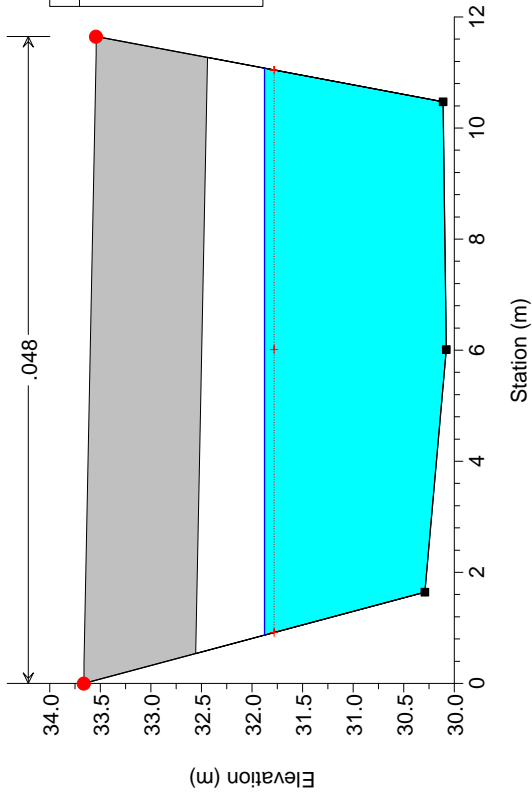
14_T.Canneddazza_Cond. PO

River = C.AFFLUENTE Reach = 1 RS = 7.15 BR



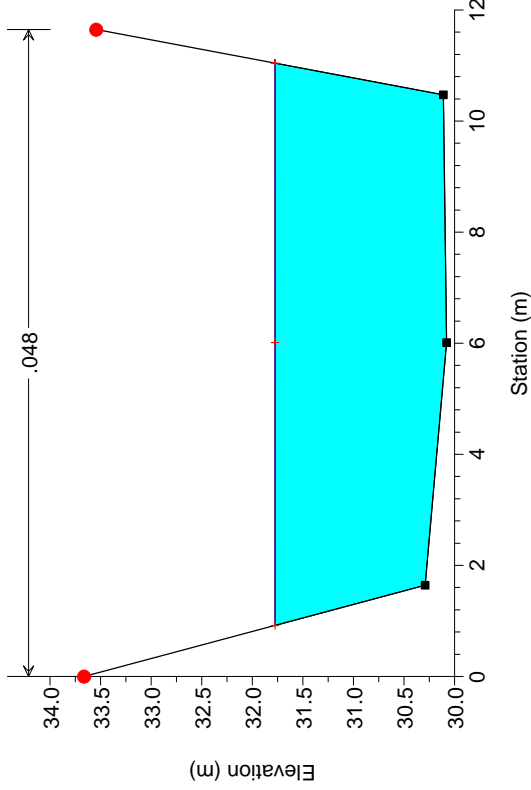
14_T.Canneddazza_Cond. PO

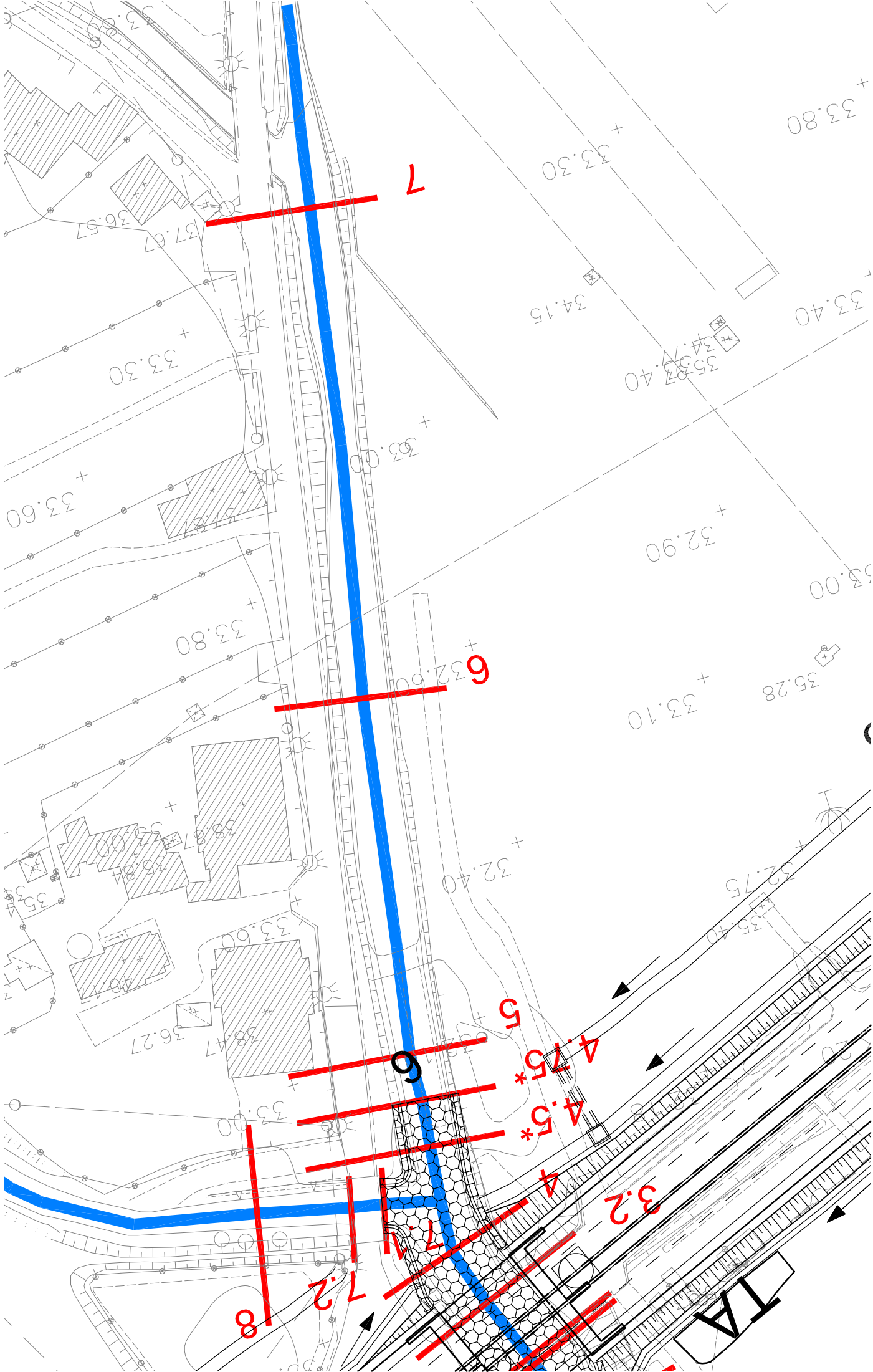
River = C.AFFLUENTE Reach = 1 RS = 7.15 BR



14_T.Canneddazza_Cond. PO

River = C.AFFLUENTE Reach = 1 RS = 7.1





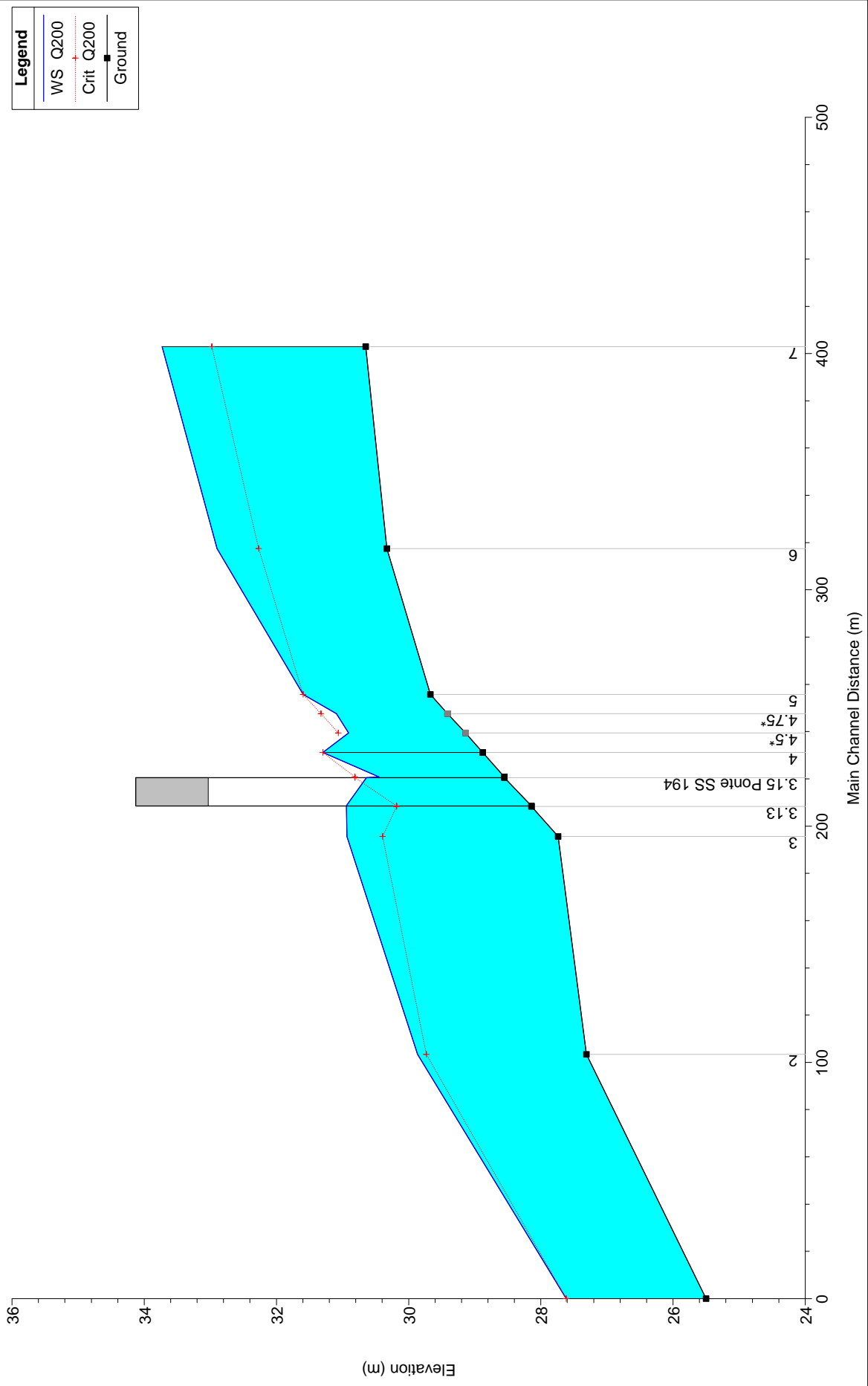
HEC-RAS Plan: Plan 02 River: CANNEDDAZZA Reach: 1 Profile: Q200

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
1	7	Q200	63.95	30.65	33.73	32.98	34.07	0.008020	2.57	24.92	11.62	0.56
1	6	Q200	63.95	30.33	32.90	32.27	33.31	0.009682	2.83	22.61	10.47	0.61
1	5	Q200	63.95	29.67	31.60	31.60	32.38	0.023653	3.92	16.30	10.38	1.00
1	4.75*	Q200	63.95	29.41	31.09	31.33	32.11	0.038745	4.47	14.29	11.51	1.28
1	4.5*	Q200	63.95	29.14	30.91	31.06	31.77	0.033733	4.12	15.53	12.88	1.20

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: CANNEDDAZZA LOWE Reach: 1 Profile: Q200

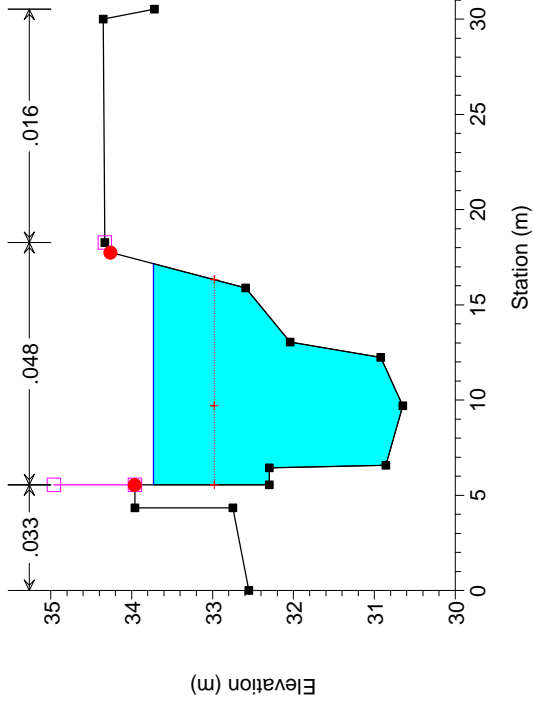
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	4	Q200	124.06	28.88	31.30	31.30	32.23	0.016216	4.29	28.94	15.47	1.00
1	3.2	Q200	124.06	28.55	30.45	30.81	31.96	0.027874	5.44	22.79	13.00	1.31
1	3.15		Bridge									
1	3.13	Q200	124.06	28.14	30.94	30.18	31.43	0.004310	3.10	40.06	23.47	0.60
1	3	Q200	124.06	27.74	30.93	30.40	31.34	0.005730	2.90	44.75	24.41	0.64
1	2	Q200	124.06	27.31	29.87	29.73	30.48	0.017059	3.52	36.82	24.74	0.82
1	1	Q200	124.06	25.50	27.62	27.62	28.37	0.024475	3.84	32.49	22.11	0.99

14_T.Canneddazza_Cond. PO



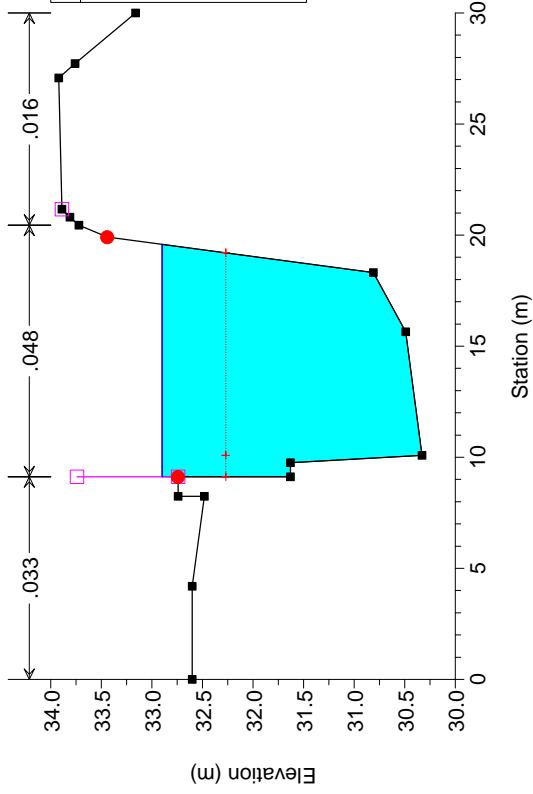
14_T.Canneddazza_Cond. PO

River = CANNEDDAZZA Reach = 1 RS = 7



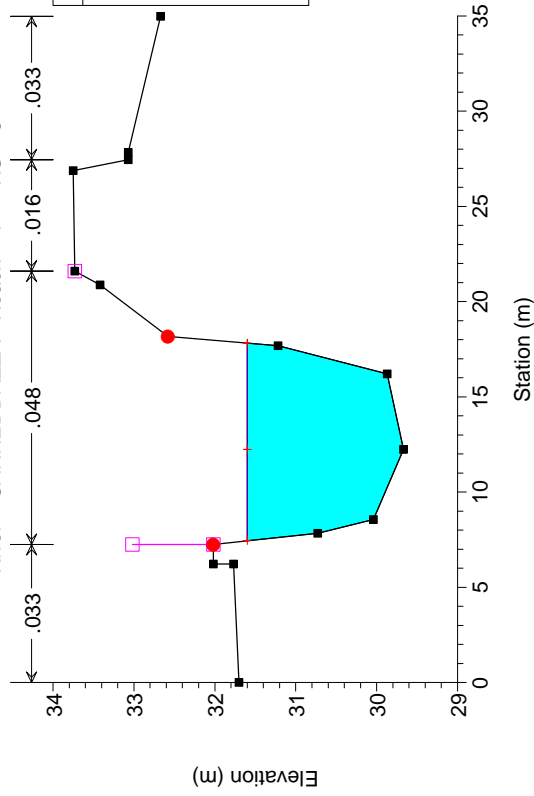
14_T.Canneddazza_Cond. PO

River = CANNEDDAZZA Reach = 1 RS = 6



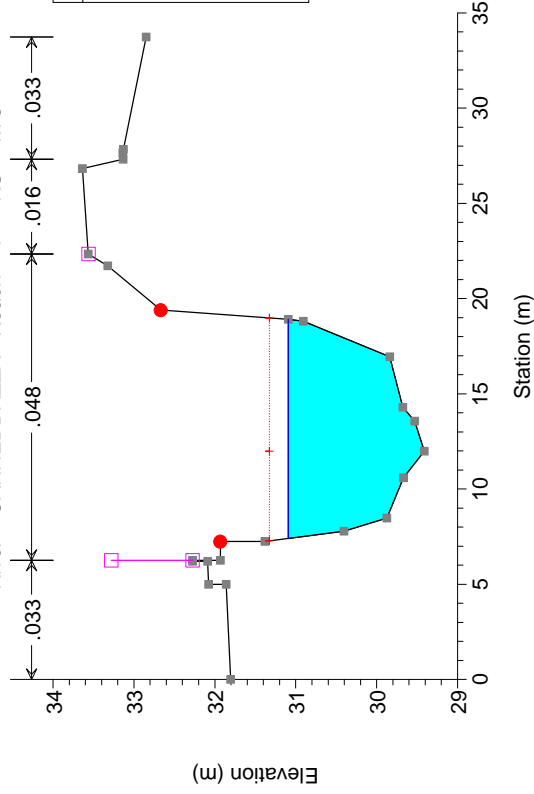
14_T.Canneddazza_Cond. PO

River = CANNEDDAZZA Reach = 1 RS = 5



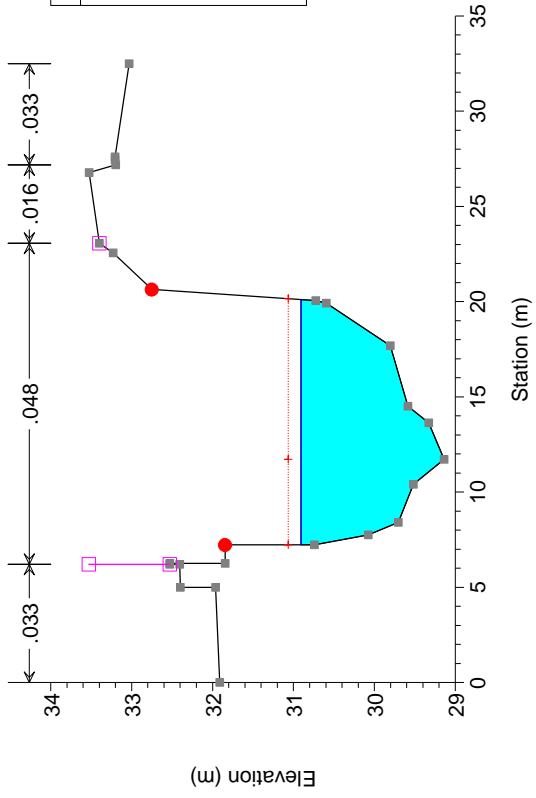
14_T.Canneddazza_Cond. PO

River = CANNEDDAZZA Reach = 1 RS = 4.75*



14_T.Canneddazza_Cond. PO

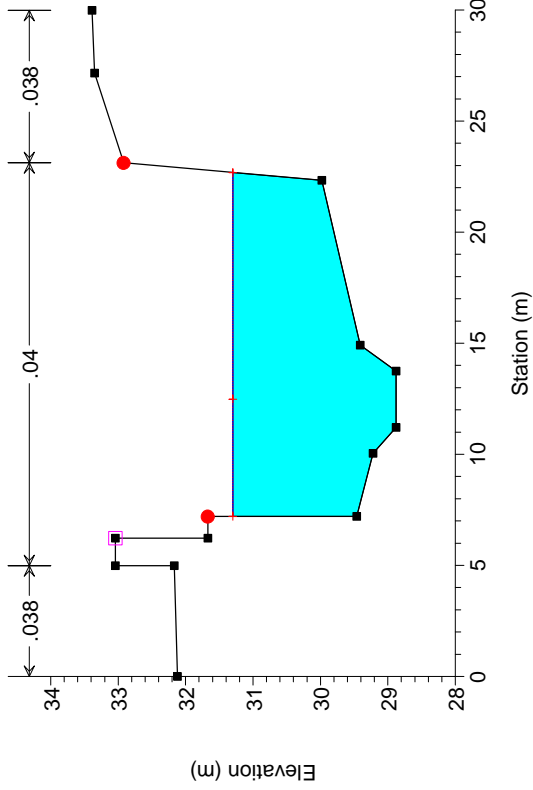
River = CANNEDDAZZA Reach = 1 RS = 4.5*



Legend	
+	Crit Q200
—	WS Q200
■	Ground
□	Levee
●	Bank Sta

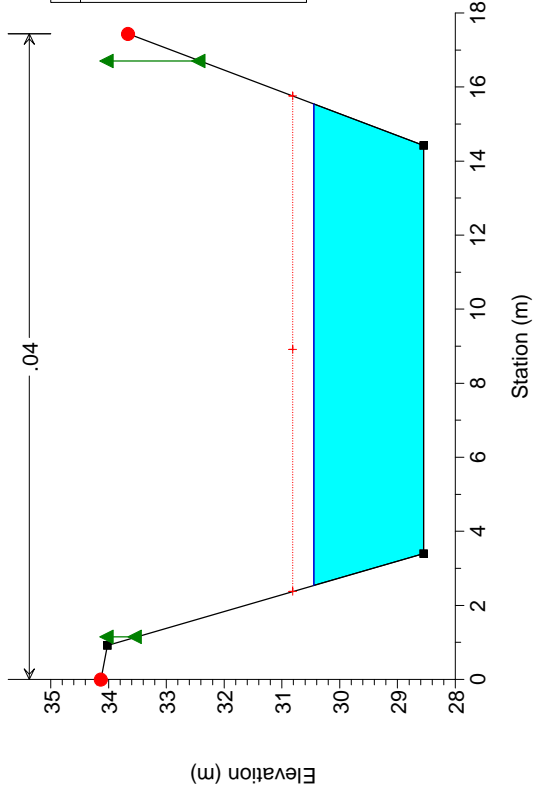
14_T.Canneddazza_Cond. PO

River = CANNEDDAZZA LOWE Reach = 1 RS = 4



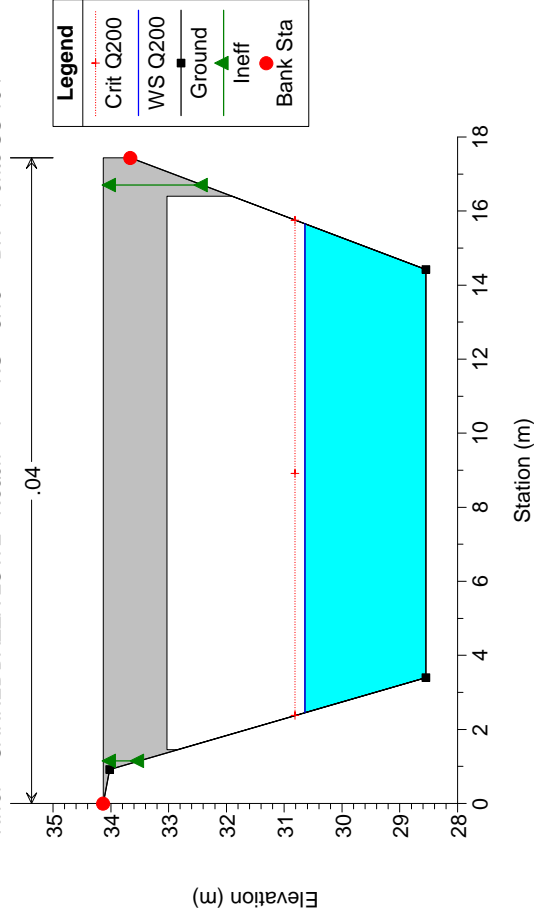
14_T.Canneddazza_Cond. PO

River = CANNEDDAZZA LOWE Reach = 1 RS = 3.2



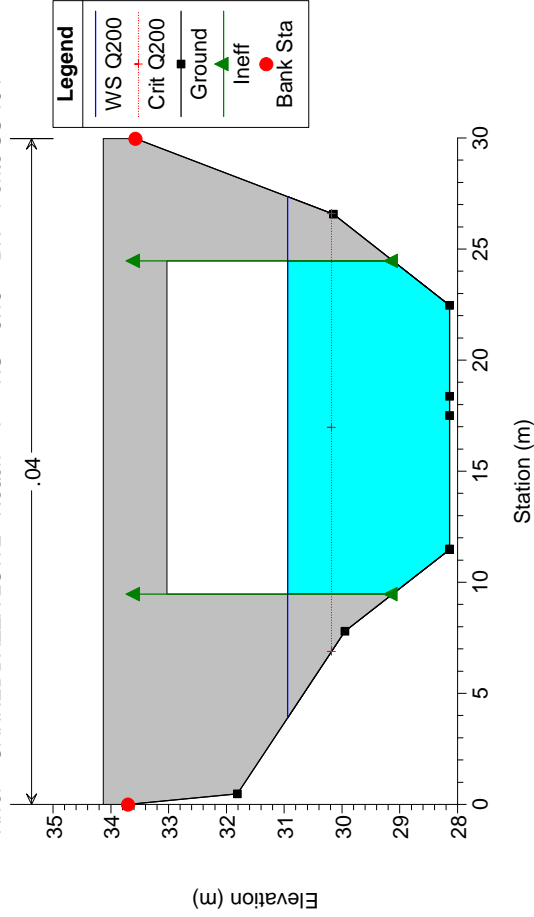
14_T.Canneddazza_Cond. PO

River = CANNEDDAZZA LOWE Reach = 1 RS = 3.15 BR Ponte SS 194



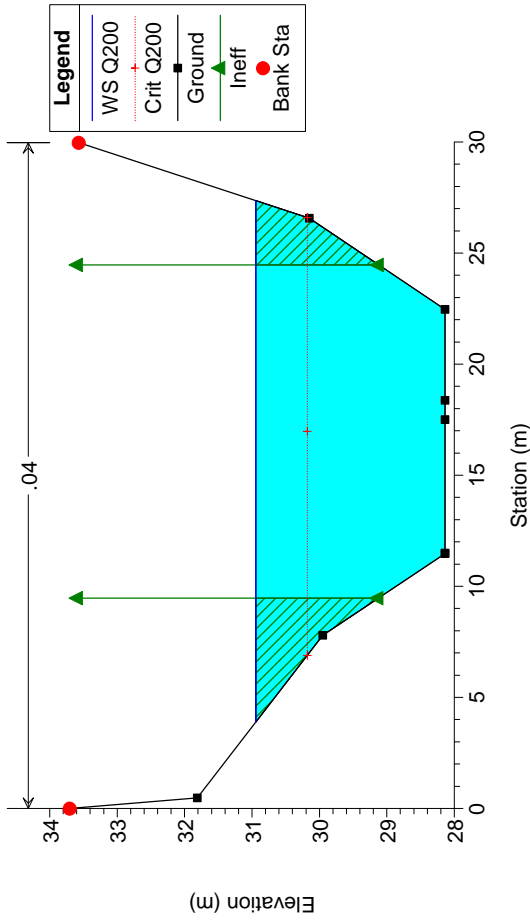
14_T.Canneddazza_Cond. PO

River = CANNEDDAZZA LOWE Reach = 1 RS = 3.15 BR Ponte SS 194



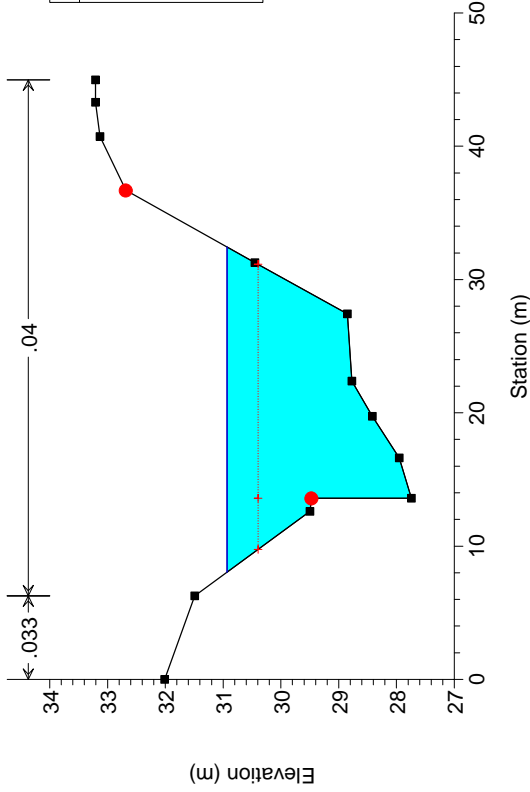
14_T.Canneddazza_Cond. PO

River = CANNEDDAZZA LOWE Reach = 1 RS = 3.13



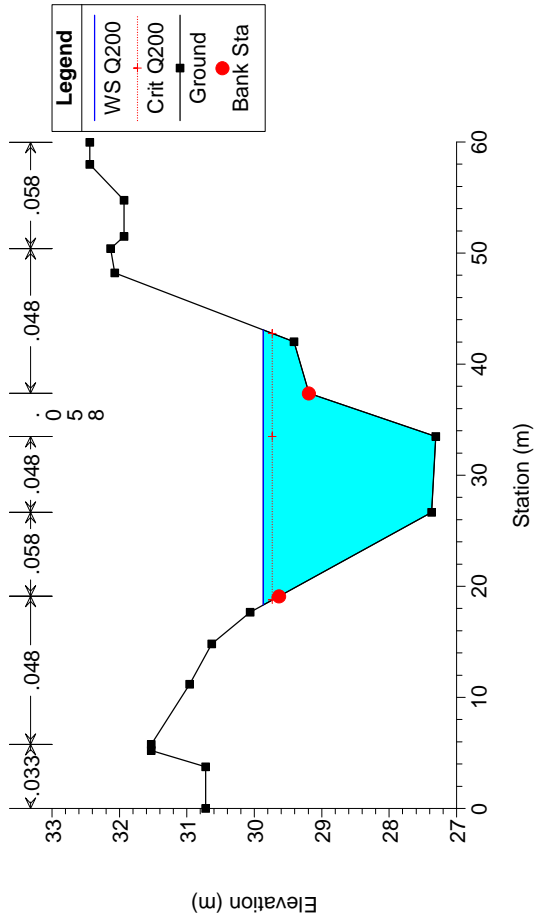
14_T.Canneddazza_Cond. PO

River = CANNEDDAZZA LOWE Reach = 1 RS = 3



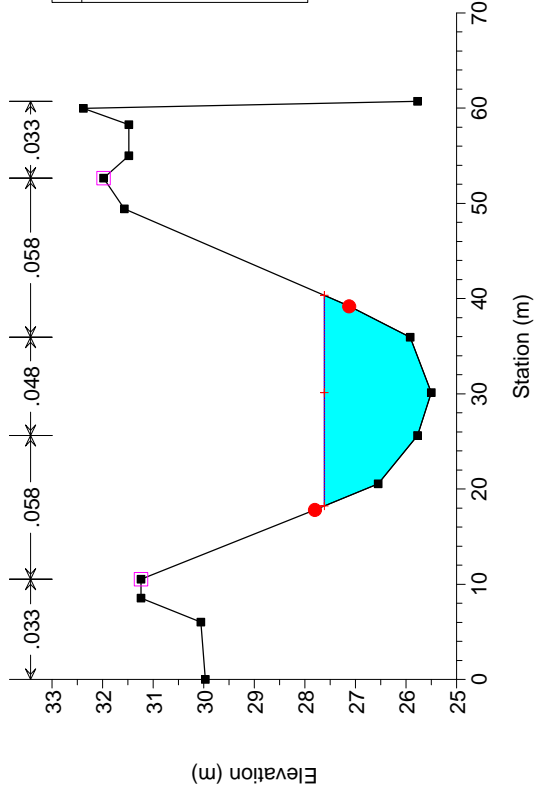
14_T.Canneddazza_Cond. PO

River = CANNEDDAZZA LOWE Reach = 1 RS = 2



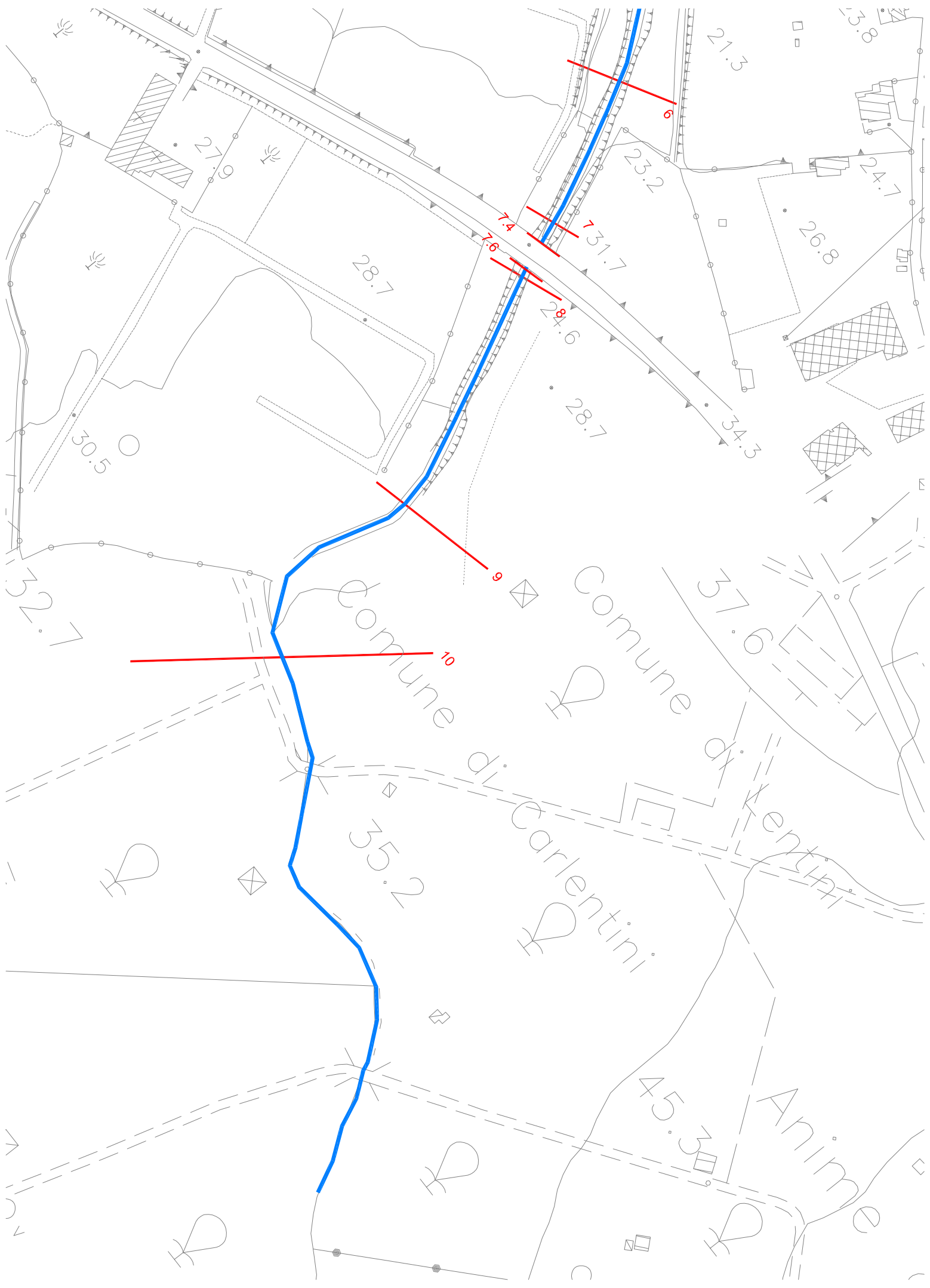
14_T.Canneddazza_Cond. PO

River = CANNEDDAZZA LOWE Reach = 1 RS = 1



T ALLEGATO 15: FOSSO BUONAFEDE - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

Ante operam – Post operam



Comune di Carlentini

Comune di Lentini

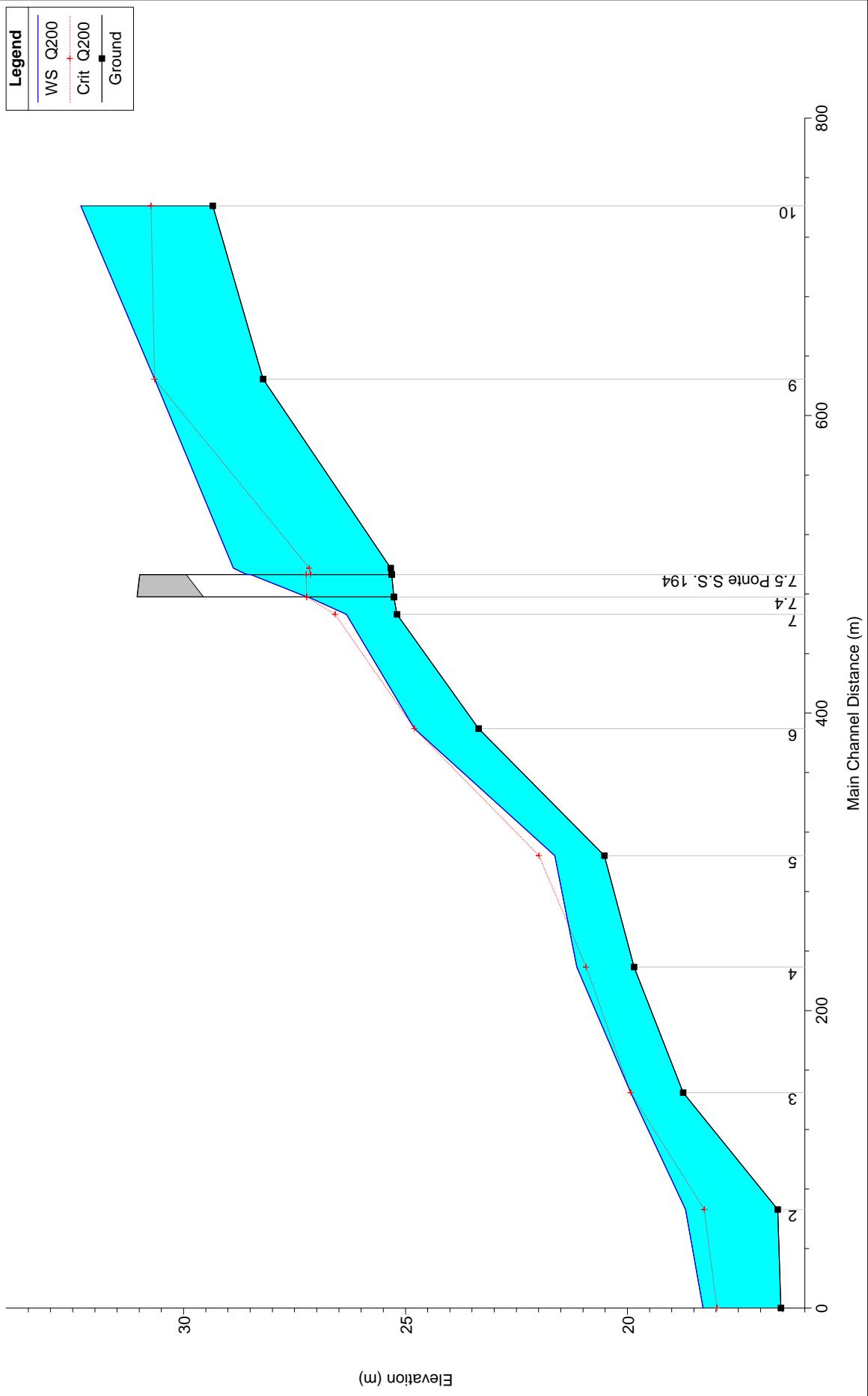
Anime



HEC-RAS Plan: 1 River: BUONAFEDE Reach: 1 Profile: Q200

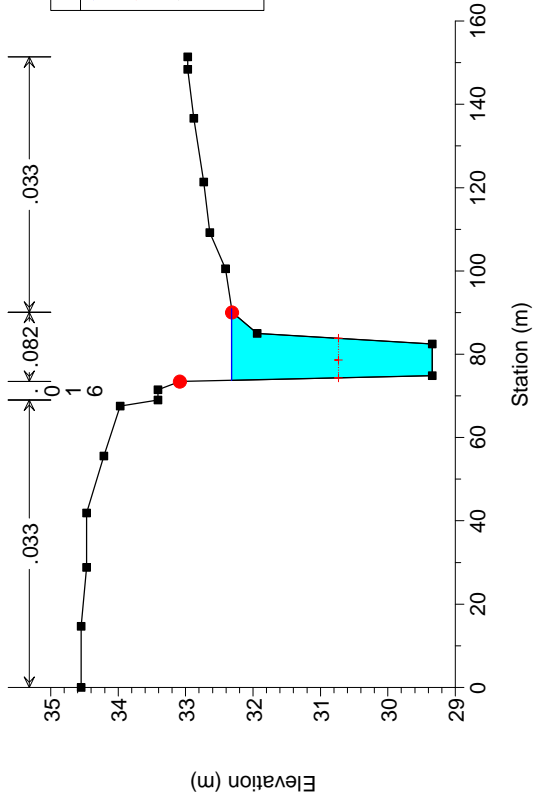
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	10	Q200	41.91	29.34	32.32	30.73	32.42	0.007757	1.42	29.56	17.18	0.34
1	9	Q200	41.91	28.21	30.65	30.65	30.96	0.022716	2.72	20.10	34.49	0.65
1	8	Q200	41.91	25.33	28.88	27.17	28.91	0.000830	0.76	61.21	32.00	0.14
1	7.6	Q200	41.91	25.31	28.59	27.14	28.87	0.005816	2.37	17.69	16.50	0.42
1	7.5		Bridge									
1	7.4	Q200	41.91	25.26	27.18	27.22	28.21	0.042521	4.49	9.34	17.07	1.03
1	7	Q200	41.91	25.19	26.33	26.58	27.25	0.204144	4.29	10.07	20.10	1.56
1	6	Q200	41.91	23.35	24.80	24.80	25.08	0.015471	2.55	19.56	32.96	0.96
1	5	Q200	41.91	20.52	21.64	21.99	22.78	0.052288	4.75	8.83	12.21	1.78
1	4	Q200	41.91	19.85	21.14	20.93	21.45	0.008228	2.46	17.01	15.57	0.75
1	3	Q200	41.91	18.74	19.92	19.92	20.41	0.019275	3.11	13.49	13.73	1.00
1	2	Q200	41.91	16.61	18.69	18.27	19.00	0.009173	2.49	16.81	15.51	0.76
1	1	Q200	41.91	16.54	18.29	17.98	18.50	0.005700	2.00	20.91	19.79	0.62

15_Fosso Buonafede _Cond. AO



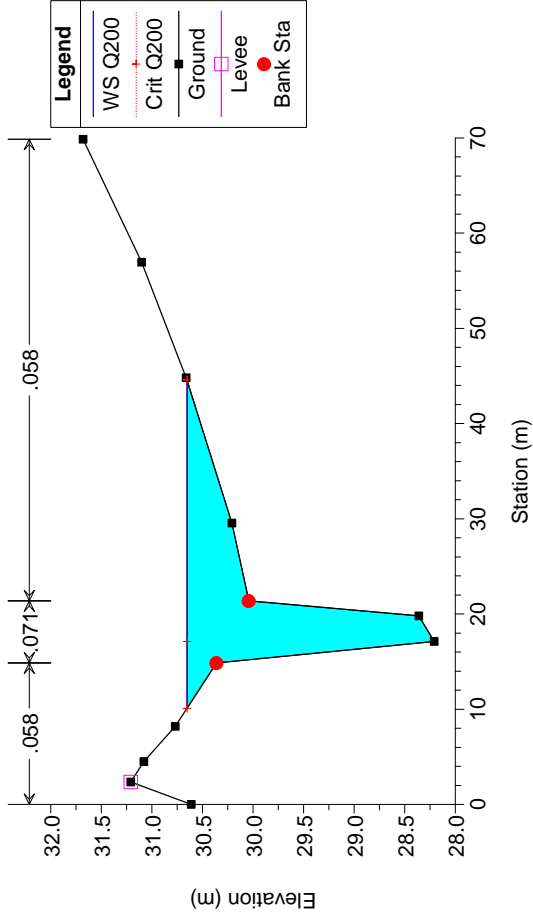
15_Fosso Buonafede_Cond. AO

River = BUONAFEDE Reach = 1 RS = 10



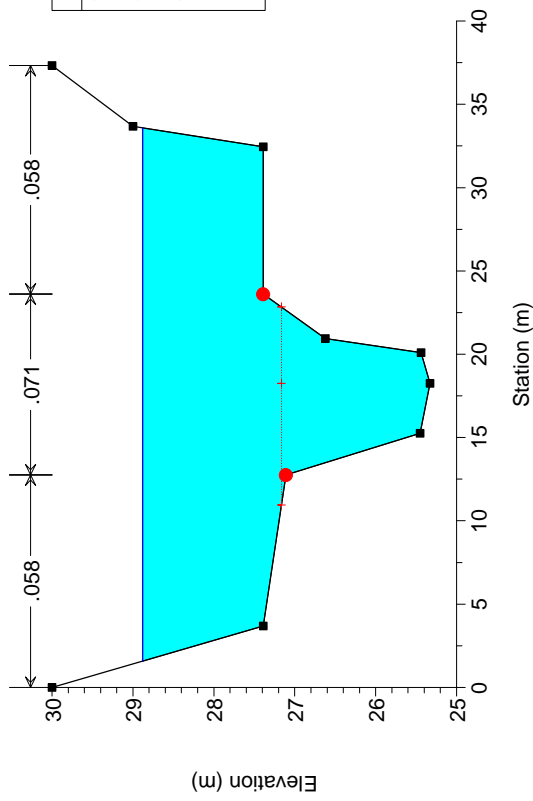
15_Fosso Buonafede_Cond. AO

River = BUONAFEDE Reach = 1 RS = 9



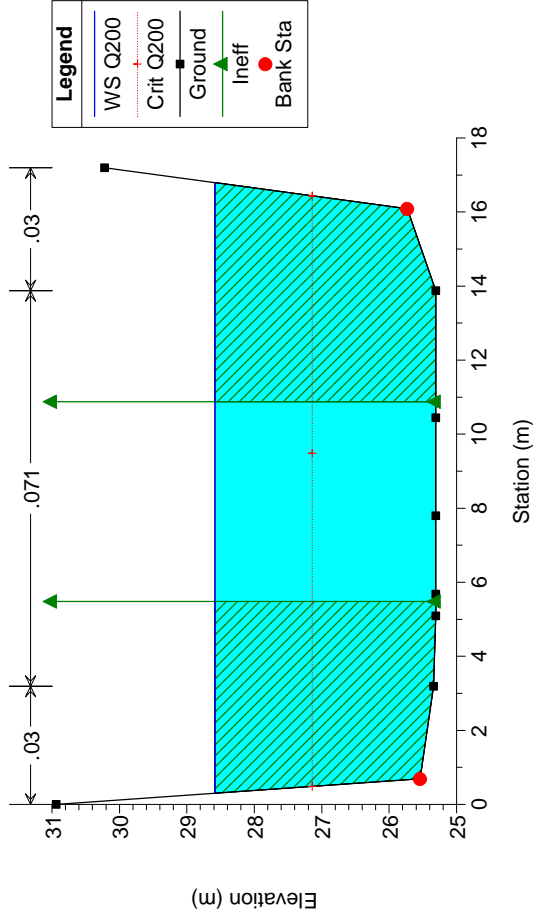
15_Fosso Buonafede_Cond. AO

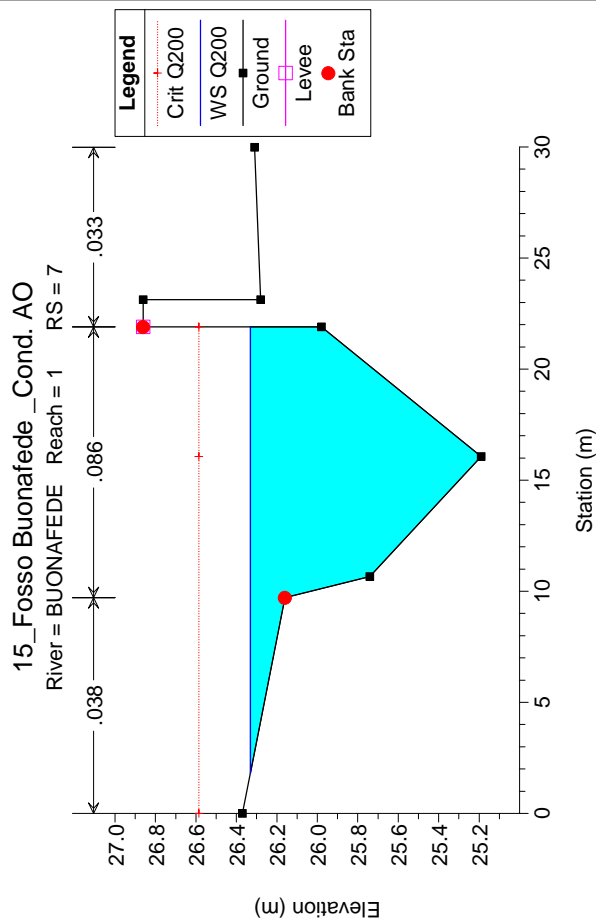
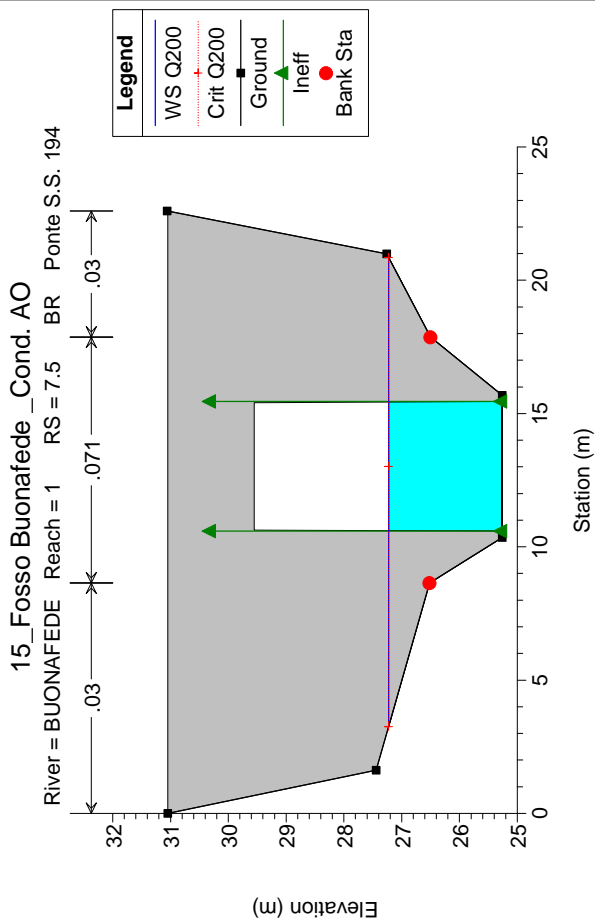
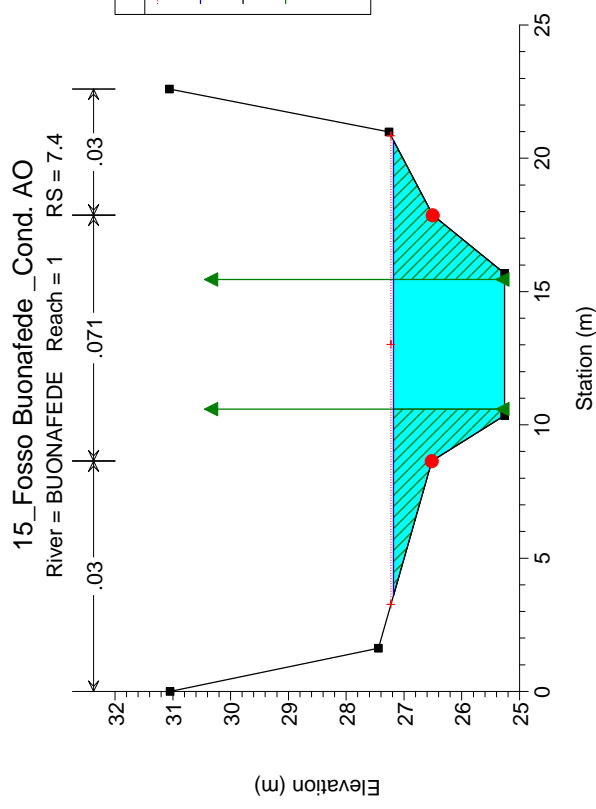
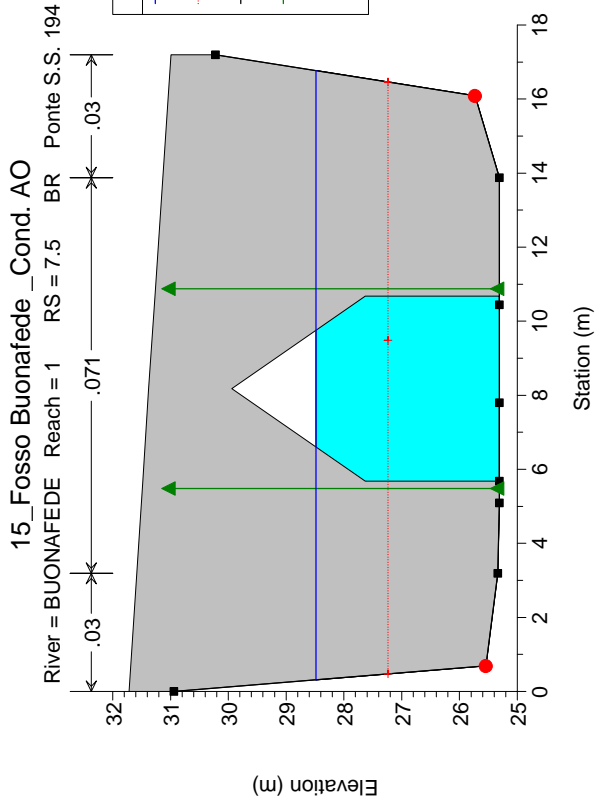
River = BUONAFEDE Reach = 1 RS = 8



15_Fosso Buonafede_Cond. AO

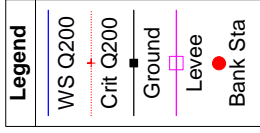
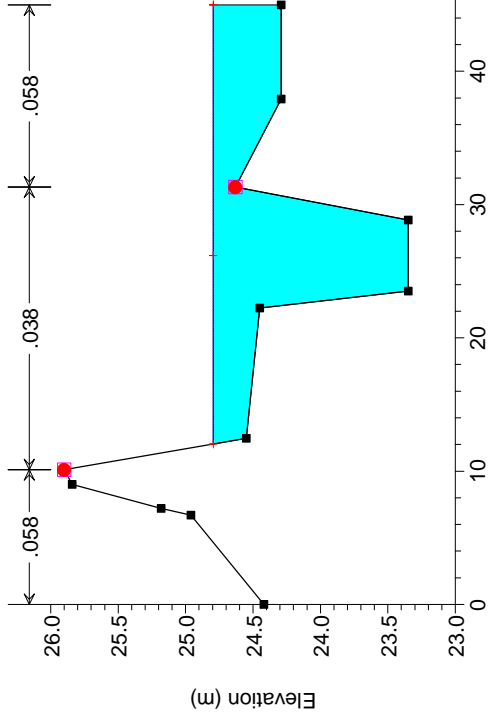
River = BUONAFEDE Reach = 1 RS = 7.6





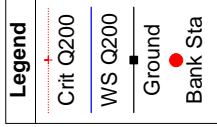
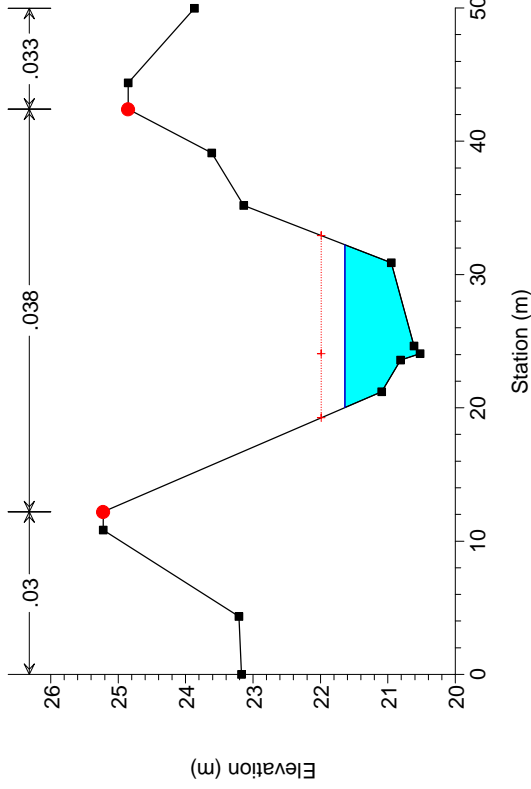
15_Fosso Buonafede_Cond. AO

River = BUONAFEDE Reach = 1 RS = 6



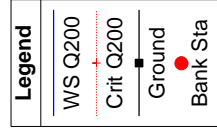
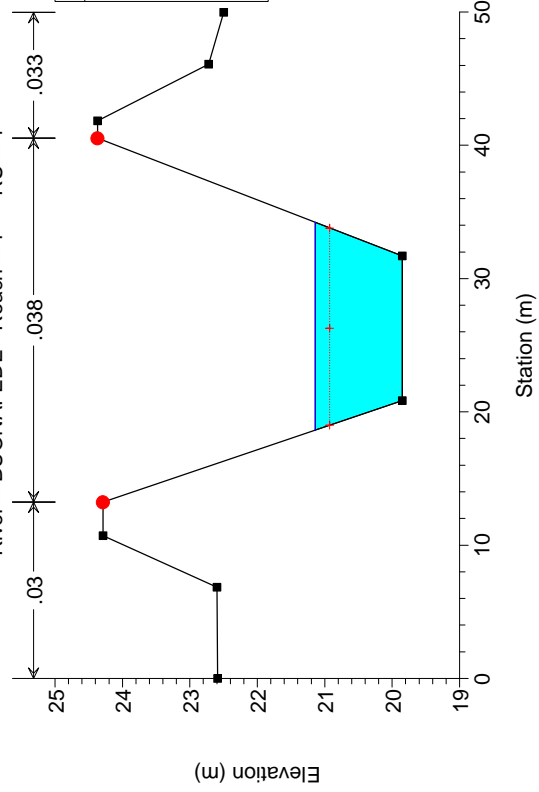
15_Fosso Buonafede_Cond. AO

River = BUONAFEDE Reach = 1 RS = 5



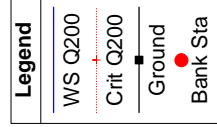
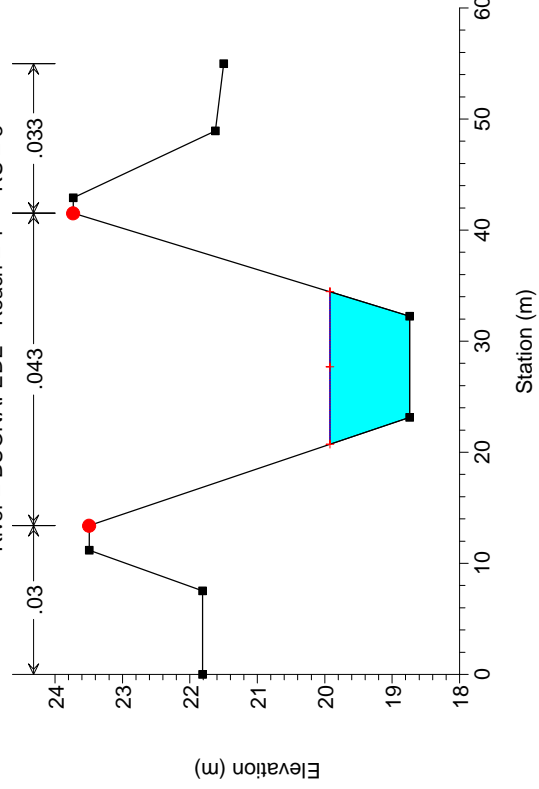
15_Fosso Buonafede_Cond. AO

River = BUONAFEDE Reach = 1 RS = 4



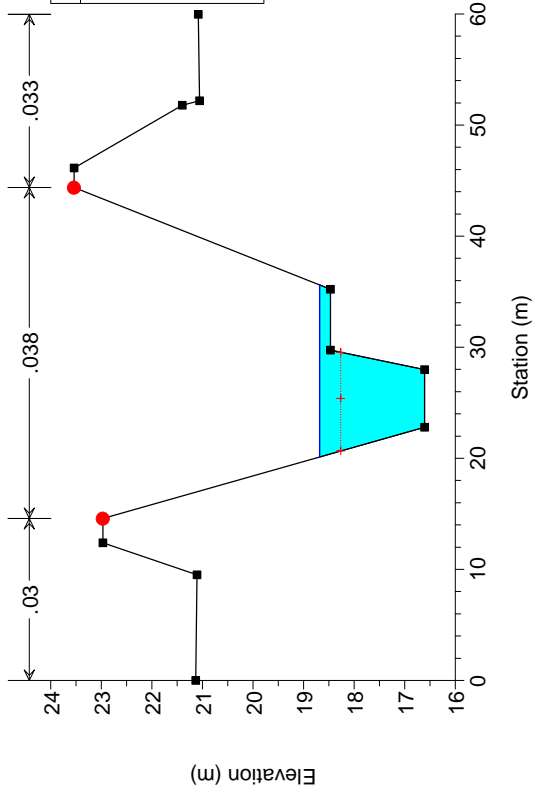
15_Fosso Buonafede_Cond. AO

River = BUONAFEDE Reach = 1 RS = 3



15_Fosso Buonafede_Cond. AO

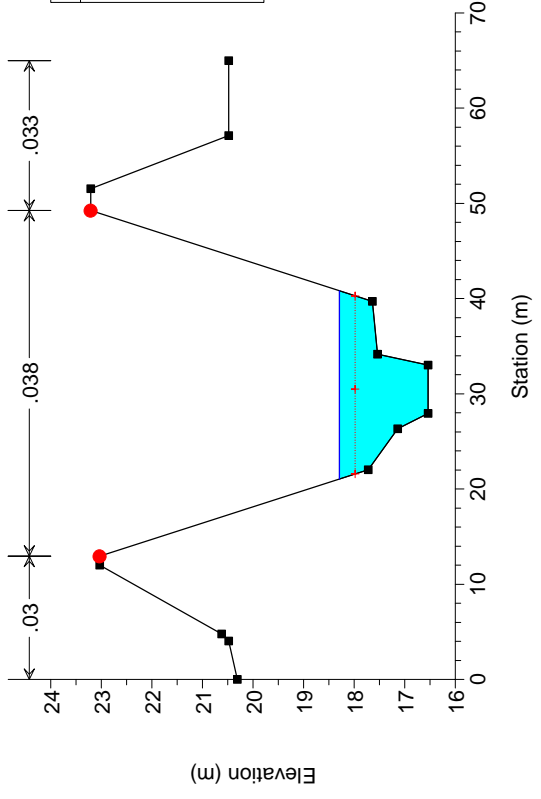
River = BUONAFEDE Reach = 1 RS = 2



Legend
 WS Q200
 Crit Q200
 Ground
 Bank Sta

15_Fosso Buonafede_Cond. AO

River = BUONAFEDE Reach = 1 RS = 1



Legend
 WS Q200
 Crit Q200
 Ground
 Bank Sta

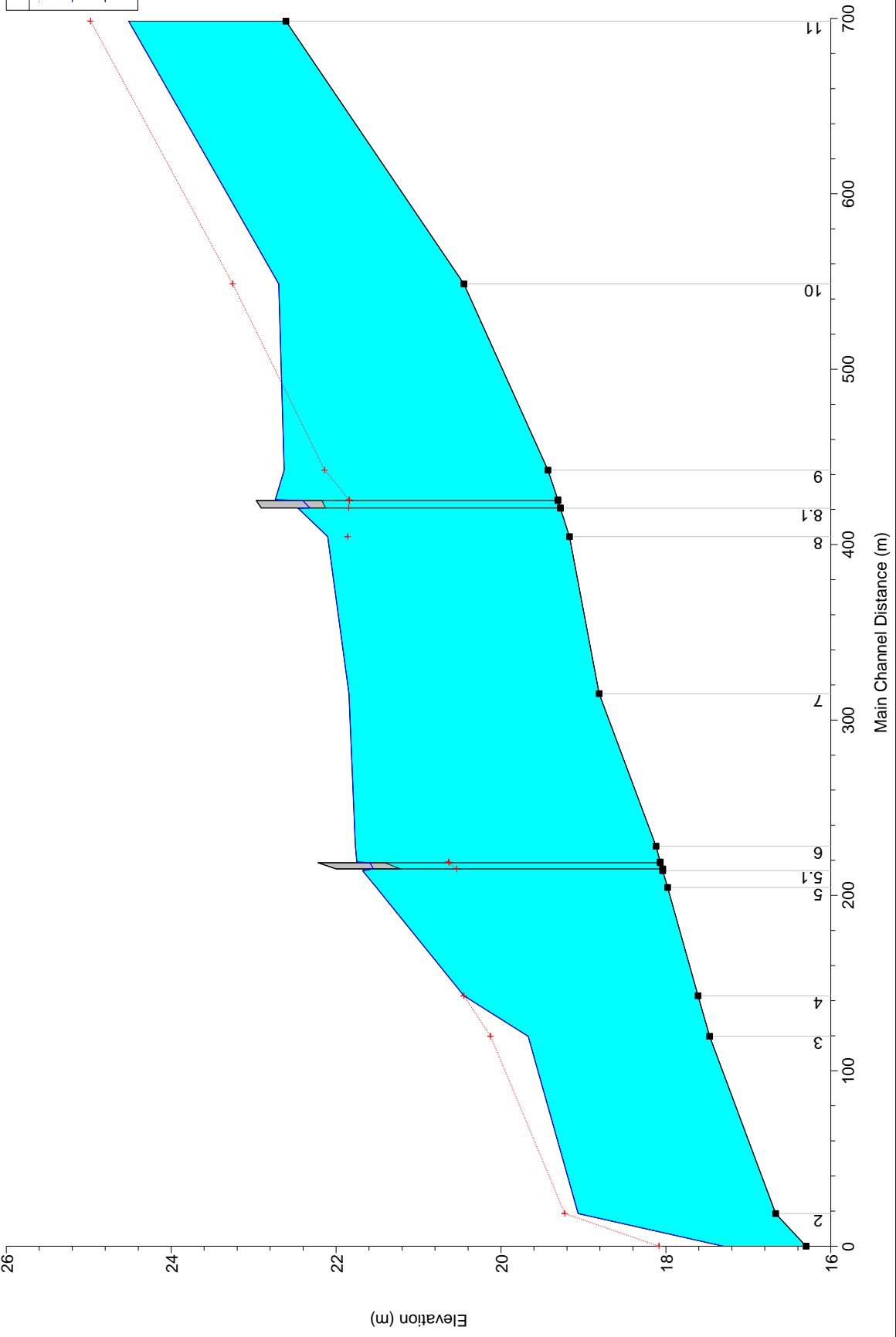
U ALLEGATO 16: CANALE LENTINI - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

Ante operam

HEC-RAS Plan: 1 River: Canale Lentini Reach: 1 Profile: Q200

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
1	11	Q200	76.64	22.61	24.52	24.98	26.01	0.009455	5.42	14.14	11.05	1.53
1	10	Q200	76.64	20.45	22.69	23.25	24.49	0.010503	5.93	12.92	9.05	1.59
1	9	Q200	76.64	19.43	22.63	22.14	23.56	0.004193	4.28	17.92	5.83	0.78
1	8.2	Q200	76.64	19.31	22.74	21.84	23.43	0.002874	3.68	20.81	6.07	0.63
1	8.15		Bridge									
1	8.1	Q200	76.64	19.28	22.46		23.30	0.003564	4.05	18.96	6.17	0.72
1	8	Q200	76.64	19.17	22.10	21.86	23.20	0.005164	4.65	16.50	5.85	0.88
1	7	Q200	76.64	18.81	21.84		22.73	0.004010	4.18	18.35	6.05	0.77
1	6	Q200	76.64	18.12	21.76		22.38	0.002472	3.48	22.05	6.05	0.58
1	5.2	Q200	76.64	18.07	21.75	20.63	22.36	0.002320	3.47	22.48	7.90	0.58
1	5.15		Bridge									
1	5.1	Q200	76.64	18.04	21.68		22.26	0.002180	3.37	22.96	7.15	0.56
1	5	Q200	76.64	17.98	21.51		22.22	0.002984	3.73	20.55	5.82	0.63
1	4	Q200	76.64	17.61	20.45	20.45	21.87	0.007520	5.28	14.51	5.11	1.00
1	3	Q200	76.64	17.47	19.67	20.13	21.61	0.011468	6.17	12.42	5.65	1.33
1	2	Q200	76.64	16.67	19.07	19.23	20.52	0.007779	5.34	14.36	6.02	1.10
1	1	Q200	76.64	16.30	17.30	18.08	20.13	0.028044	7.45	10.29	10.26	2.37

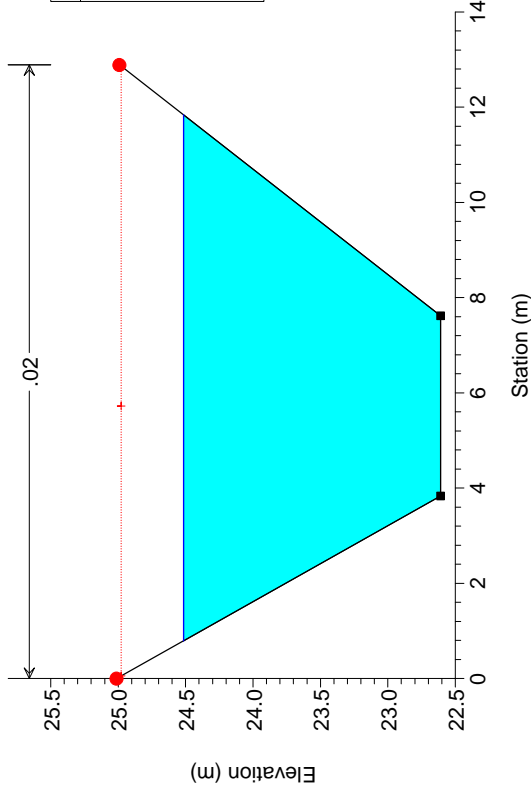
16_Canale Lentini- Cond.AO



Legend	
+	Crit Q200
—	WS Q200
■	Ground

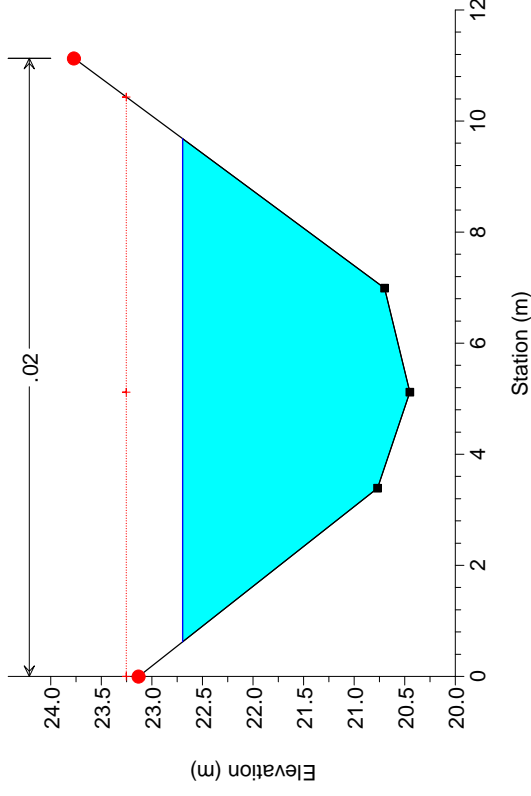
16_Canale Lentini- Cond.AO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 11



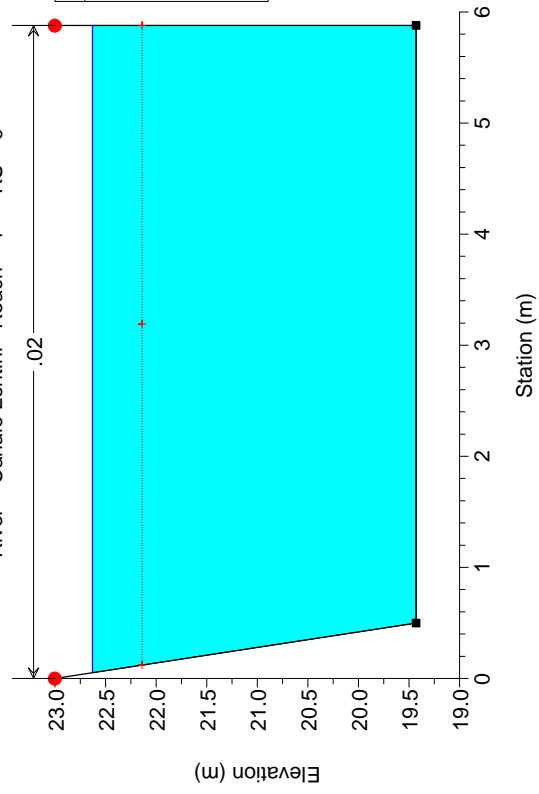
16_Canale Lentini- Cond.AO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 10



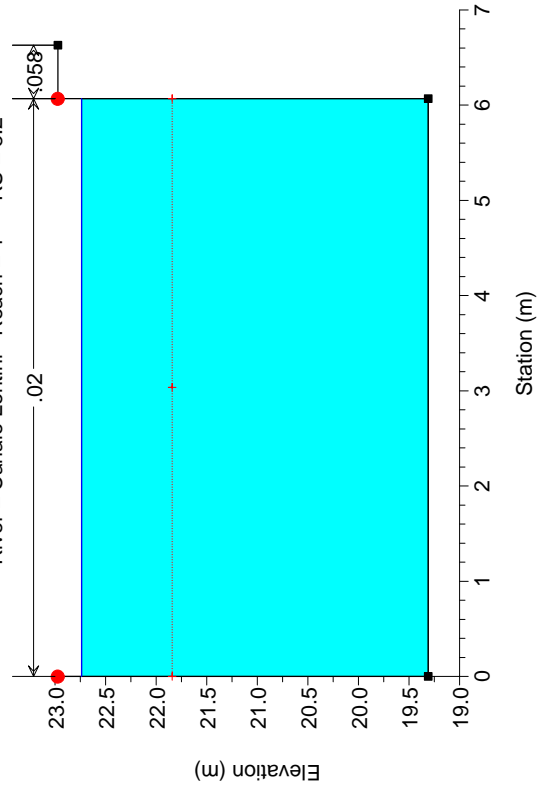
16_Canale Lentini- Cond.AO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 9



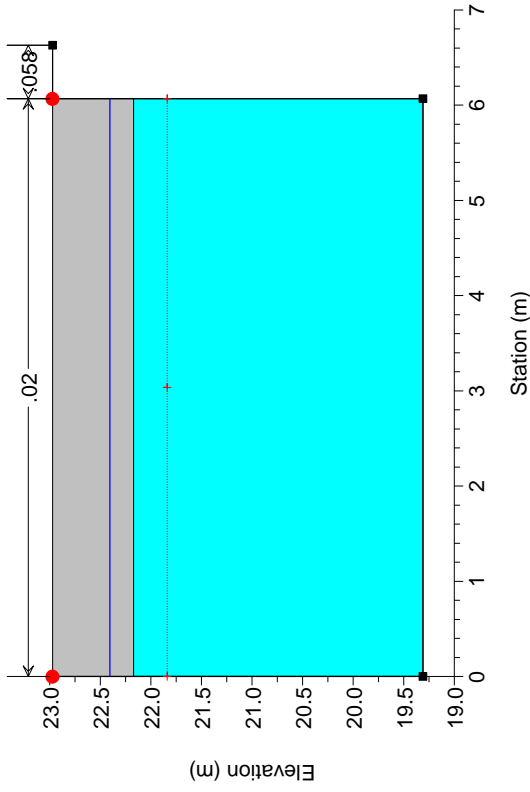
16_Canale Lentini- Cond.AO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 8.2



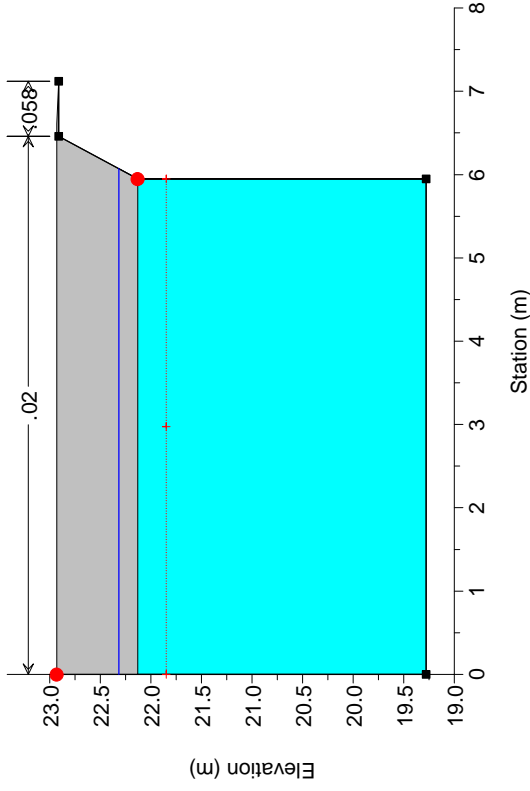
16_Canale Lentini- Cond.AO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 8.15 BR



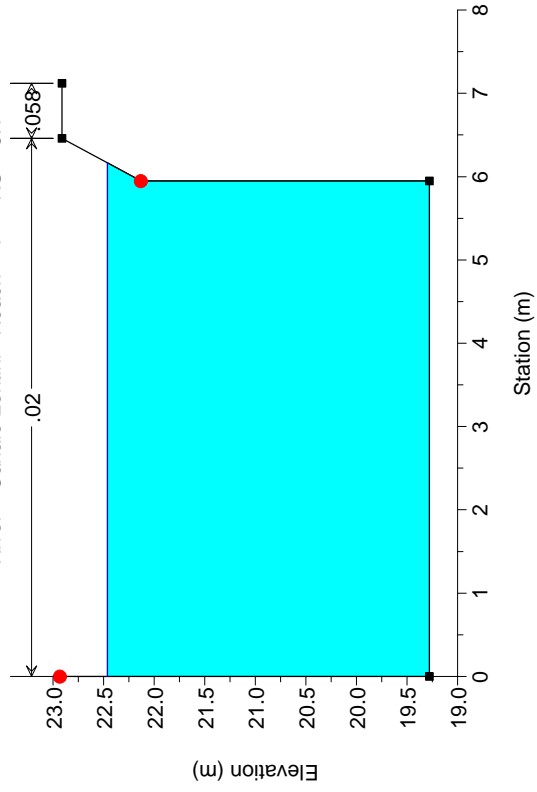
16_Canale Lentini- Cond.AO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 8.15 BR



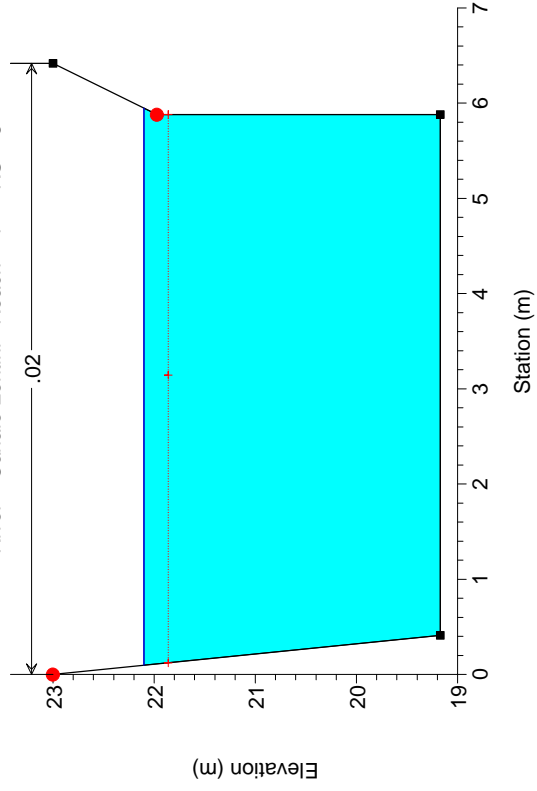
16_Canale Lentini- Cond.AO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 8.1



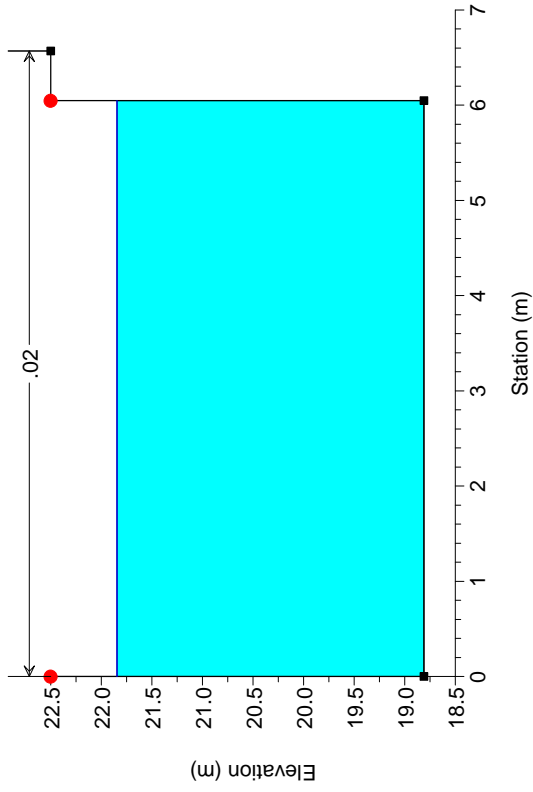
16_Canale Lentini- Cond.AO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 8



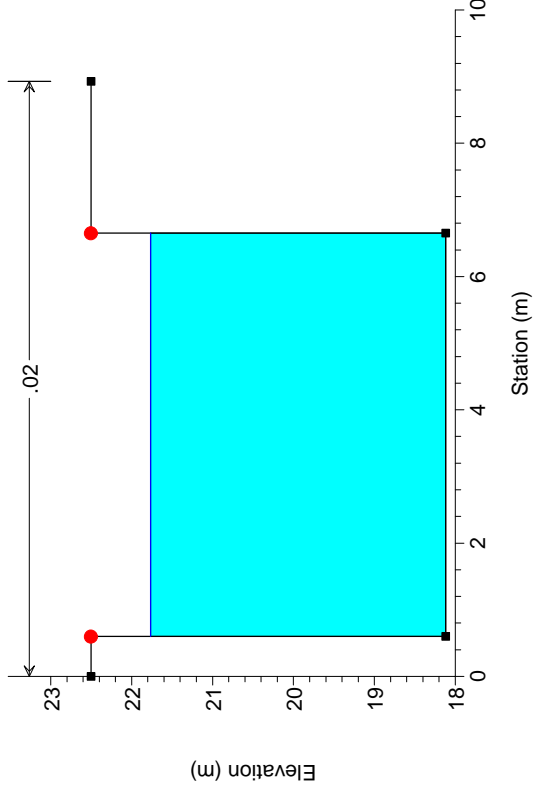
16_Canale Lentini- Cond.AO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 7



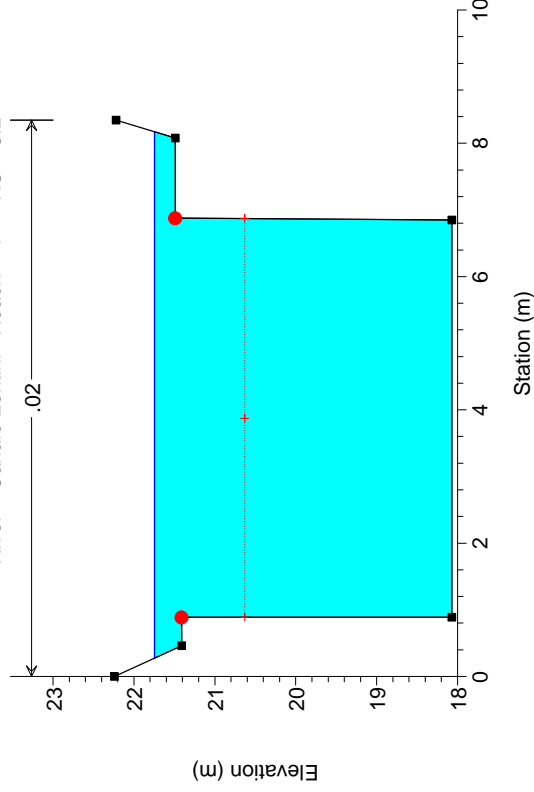
16_Canale Lentini- Cond.AO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 6



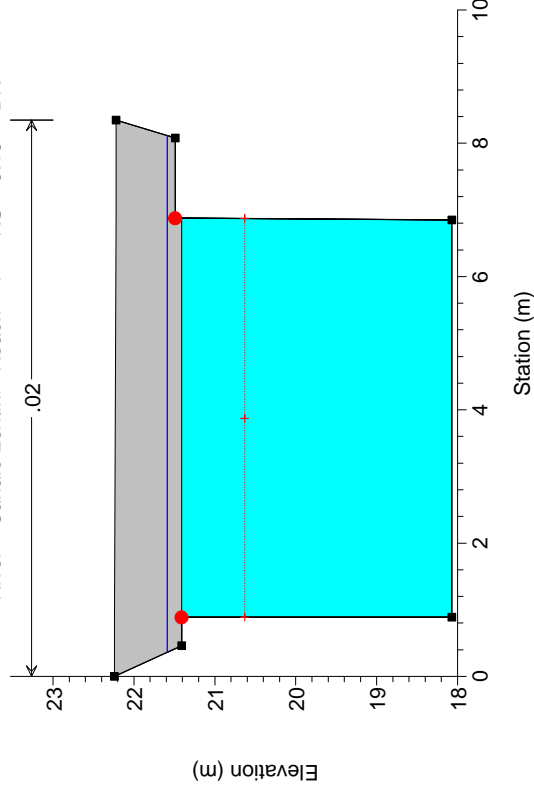
16_Canale Lentini- Cond.AO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 5.2



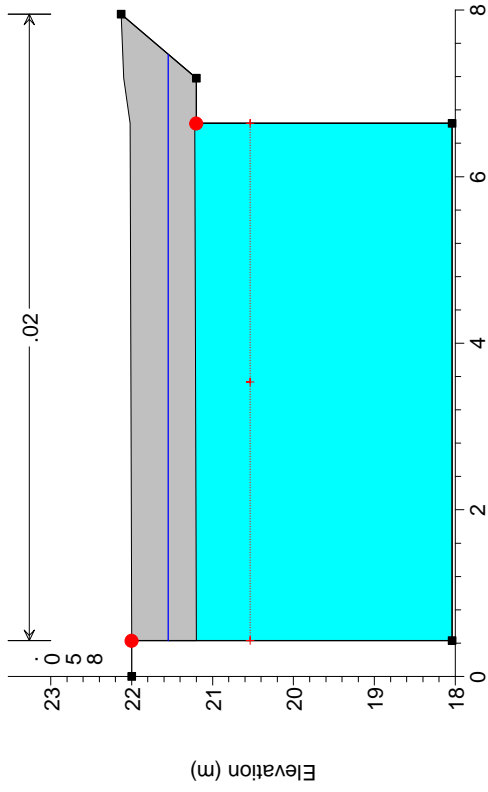
16_Canale Lentini- Cond.AO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 5.15 BR



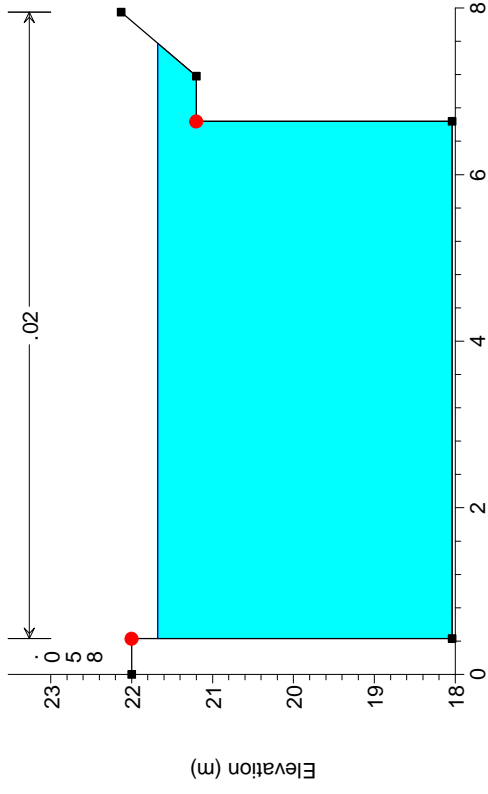
16_Canale Lentini- Cond.AO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 5.15 BR



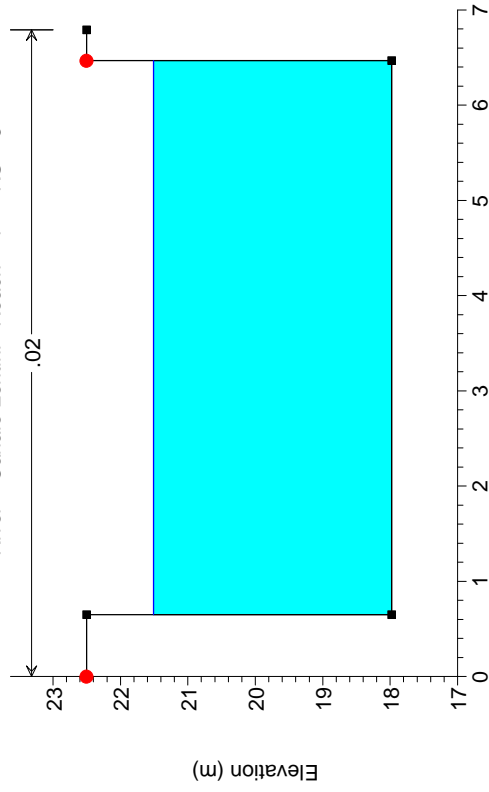
16_Canale Lentini- Cond.AO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 5.1



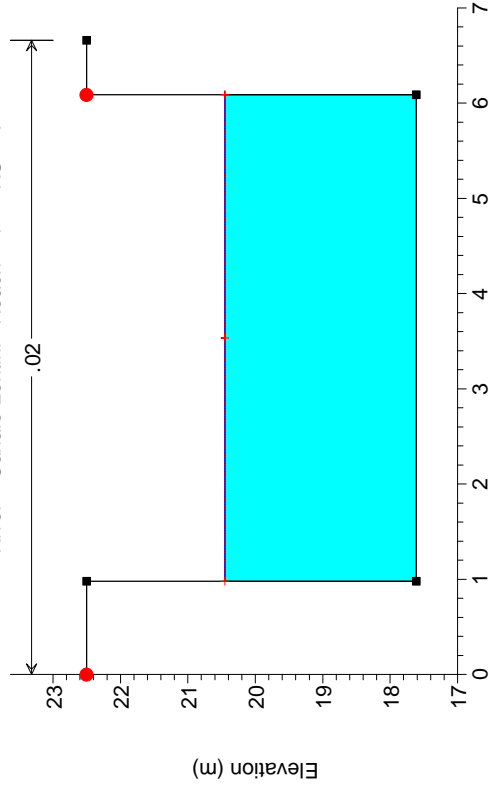
16_Canale Lentini- Cond.AO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 5



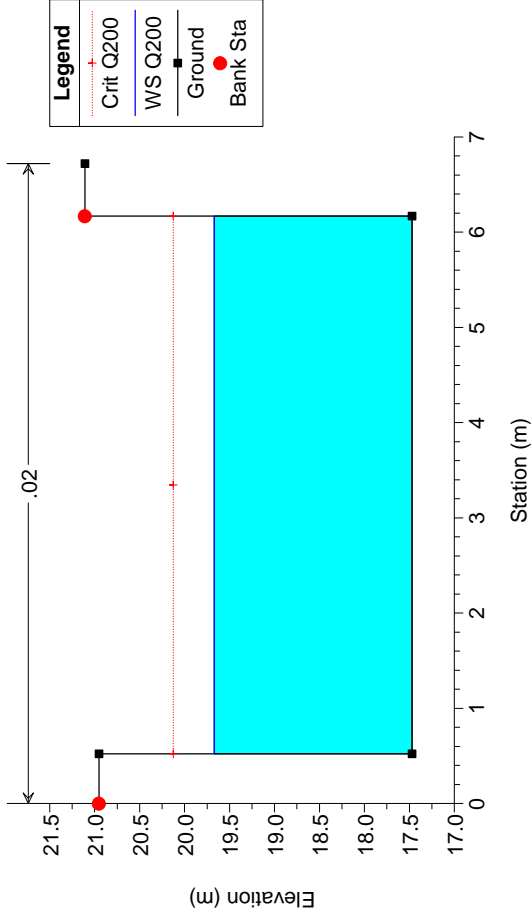
16_Canale Lentini- Cond.AO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 4



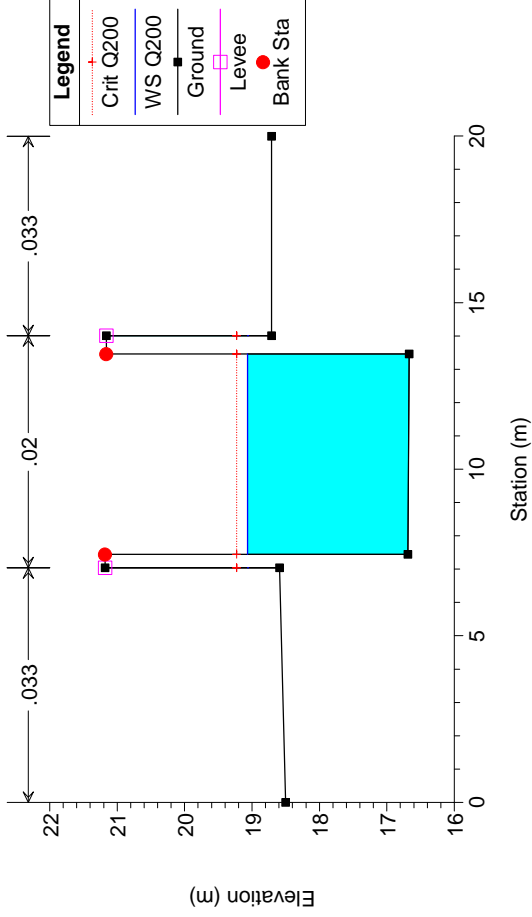
16_Canale Lentini- Cond.AO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 3



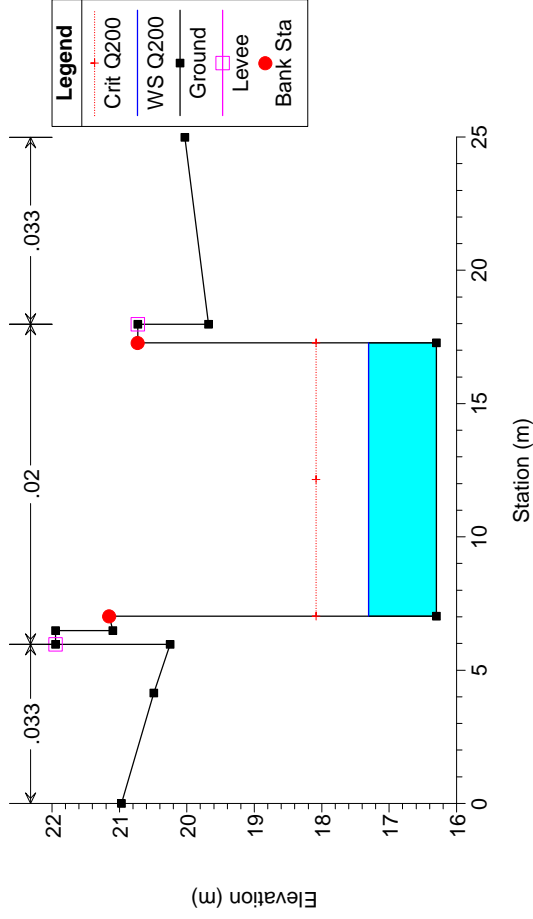
16_Canale Lentini- Cond.AO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 2

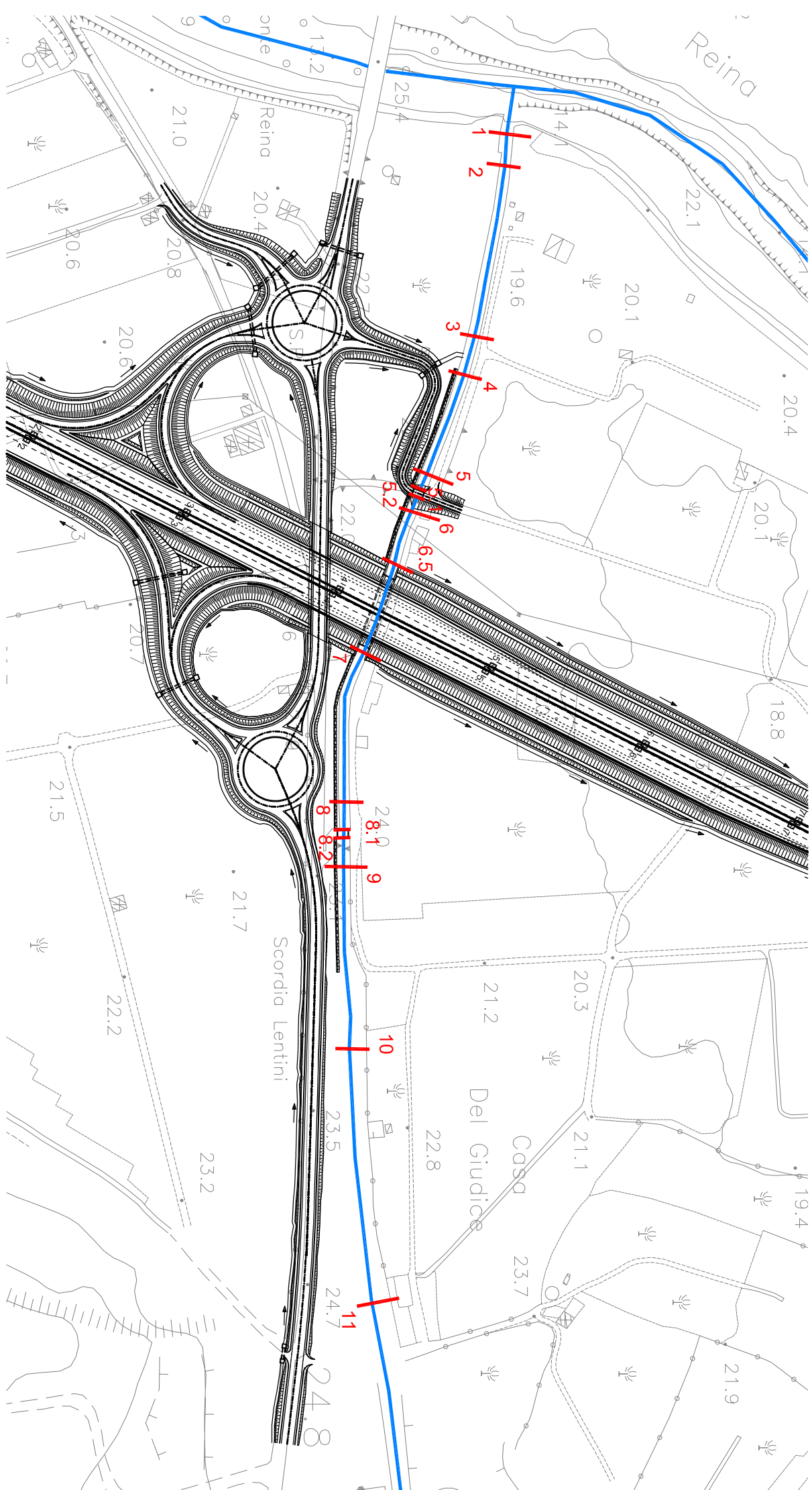


16_Canale Lentini- Cond.AO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 1



Post operam



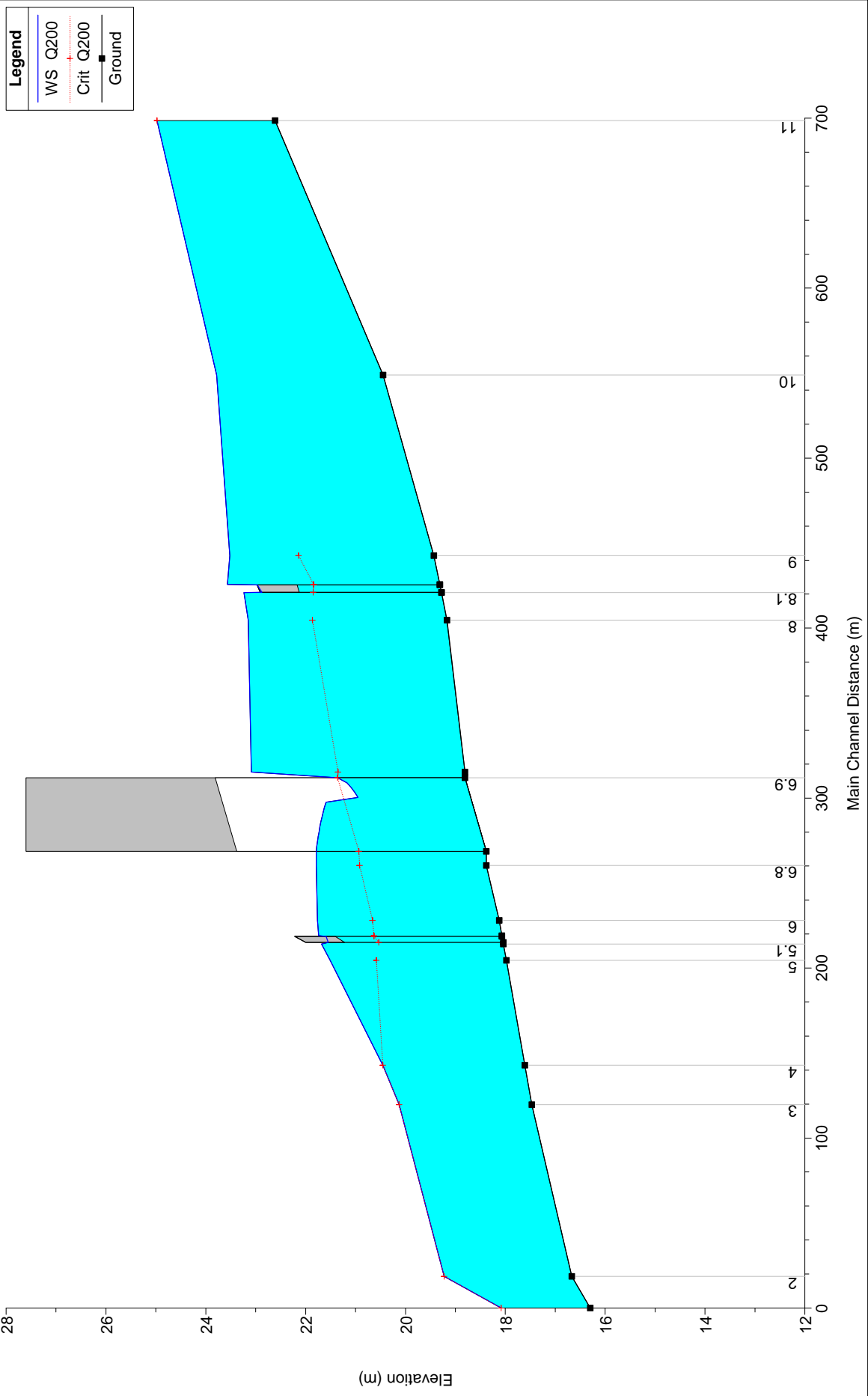
HEC-RAS Plan: Plan 05 River: Canale Lentini Reach: 1 Profile: Q200

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
1	11	Q200	76.64	22.61	24.52	24.98	26.01	0.009455	5.42	14.14	11.05	1.53
1	10	Q200	76.64	20.45	22.69	23.25	24.49	0.010503	5.93	12.92	9.05	1.59
1	9	Q200	76.64	19.43	23.52	22.14	24.08	0.002153	3.31	23.16	5.88	0.53
1	8.2	Q200	76.64	19.31	23.57	21.84	24.01	0.001547	2.96	26.18	6.63	0.46
1	8.15		Bridge									
1	8.1	Q200	76.64	19.28	23.23		23.76	0.001854	3.24	24.10	7.12	0.52
1	8	Q200	76.64	19.17	23.15	21.86	23.73	0.002012	3.37	22.99	6.42	0.55
1	7	Q200	76.64	18.81	23.09	21.35	23.53	0.001537	2.95	26.20	6.57	0.46
1	6.9		Culvert									
1	6.8	Q200	76.64	18.38	21.79	20.92	22.49	0.002946	3.72	20.62	6.05	0.64
1	6	Q200	76.64	18.12	21.76	20.66	22.38	0.002477	3.48	22.03	6.05	0.58
1	5.2	Q200	76.64	18.07	21.74	20.63	22.36	0.002426	3.48	22.25	7.28	0.58
1	5.15		Bridge									
1	5.1	Q200	76.64	18.04	21.68		22.26	0.002181	3.37	22.96	7.15	0.56
1	5	Q200	76.64	17.98	21.51	20.58	22.22	0.002985	3.73	20.55	5.82	0.63
1	4	Q200	76.64	17.61	20.45	20.45	21.87	0.007507	5.28	14.52	5.11	1.00
1	3	Q200	76.64	17.47	19.67	20.12	21.61	0.011466	6.17	12.43	5.65	1.33
1	2	Q200	76.64	16.67	19.07	19.23	20.52	0.007780	5.34	14.36	6.02	1.10
1	1	Q200	76.64	16.30	17.30	18.08	20.13	0.028045	7.45	10.29	10.26	2.37

Plan: Plan 05 Canale Lentini 1 RS: 6.9 Culv Group: Culvert #1 Profile: Q200

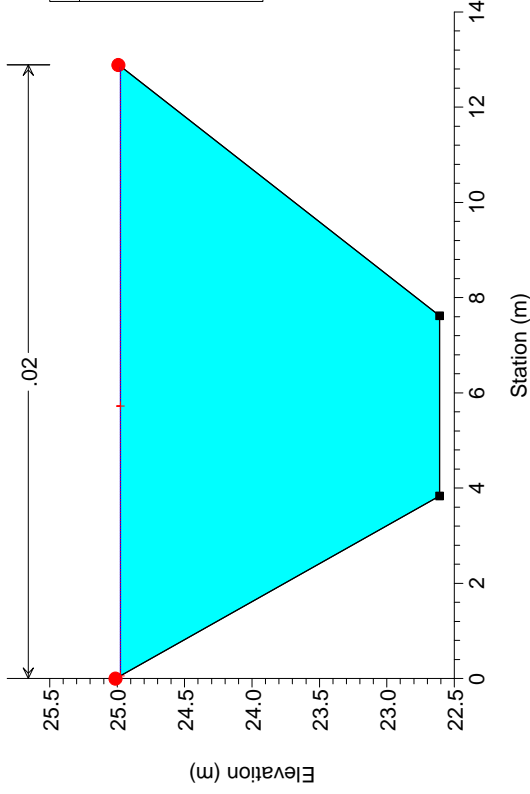
Q Culv Group (m3/s)	76.64	Culv Full Len (m)	
# Barrels	1	Culv Vel US (m/s)	5.00
Q Barrel (m3/s)	76.64	Culv Vel DS (m/s)	3.75
E.G. US. (m)	23.53	Culv Inv El Up (m)	18.81
W.S. US. (m)	23.09	Culv Inv El Dn (m)	18.38
E.G. DS (m)	22.49	Culv Frctn Ls (m)	0.13
W.S. DS (m)	21.79	Culv Exit Loss (m)	0.01
Delta EG (m)	1.04	Culv Entr Loss (m)	0.89
Delta WS (m)	1.30	Q Weir (m3/s)	
E.G. IC (m)	23.14	Weir Sta Lft (m)	
E.G. OC (m)	23.53	Weir Sta Rgt (m)	
Culvert Control	Outlet	Weir Submerg	
Culv WS Inlet (m)	21.36	Weir Max Depth (m)	
Culv WS Outlet (m)	21.79	Weir Avg Depth (m)	
Culv Nml Depth (m)	1.78	Weir Flow Area (m2)	
Culv Crt Depth (m)	2.55	Min El Weir Flow (m)	27.60

16_Canale Lentini- Cond.PO



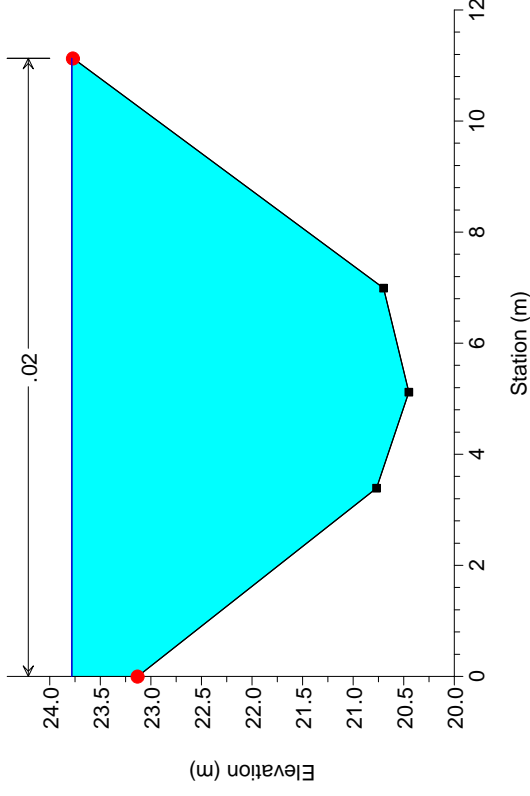
16_Canale Lentini- Cond.PO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 11



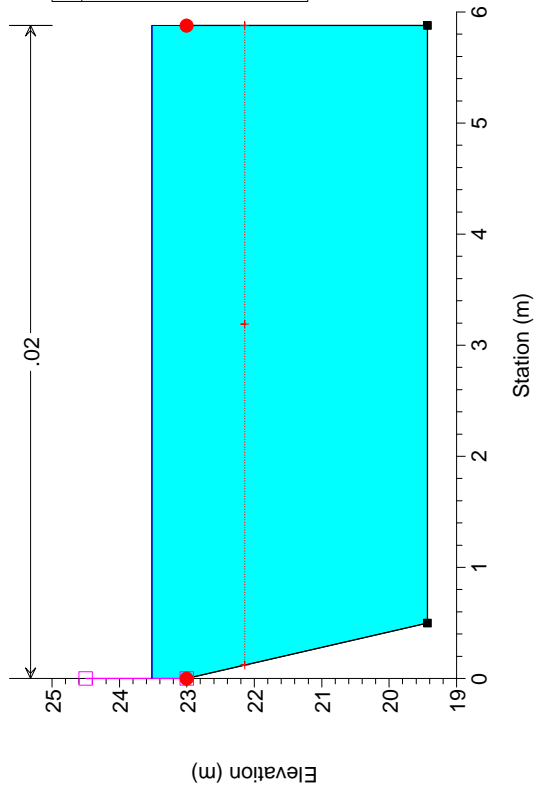
16_Canale Lentini- Cond.PO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 10



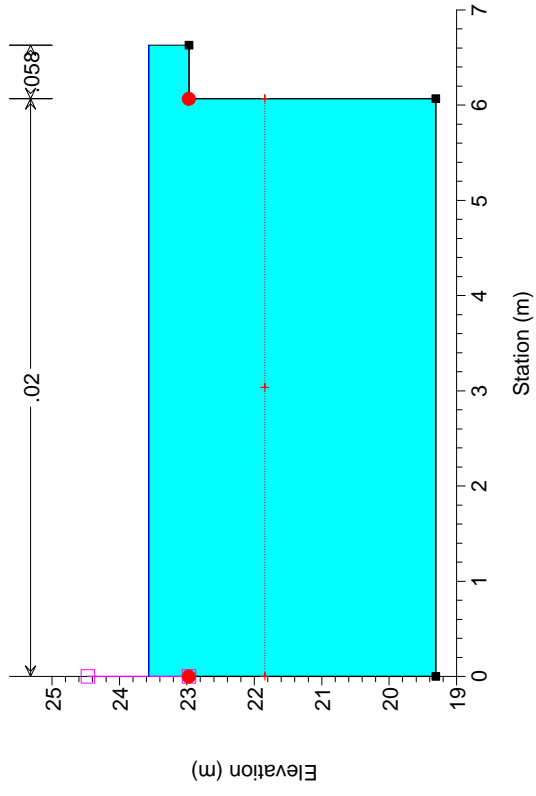
16_Canale Lentini- Cond.PO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 9

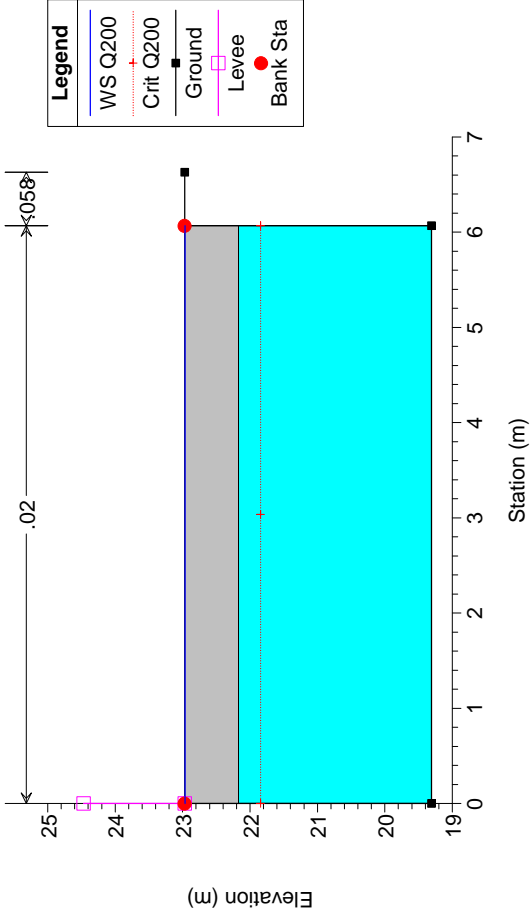


16_Canale Lentini- Cond.PO

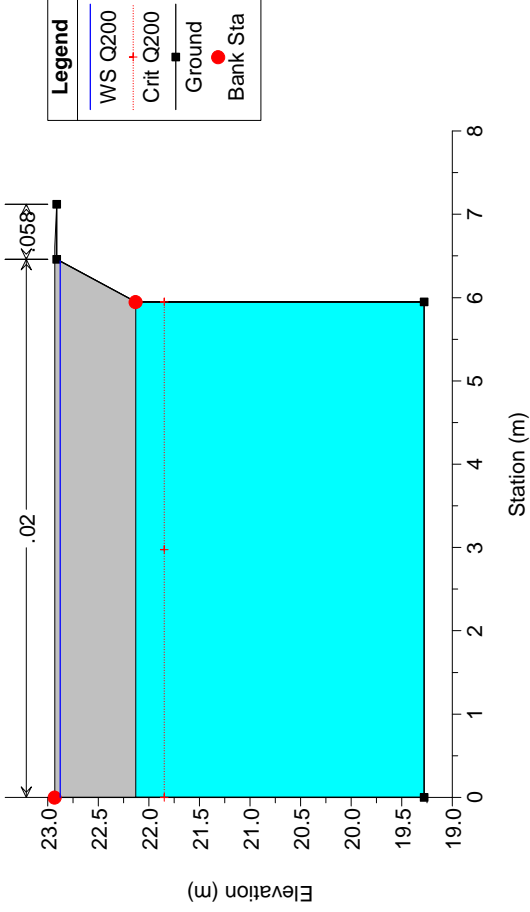
River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 8.2



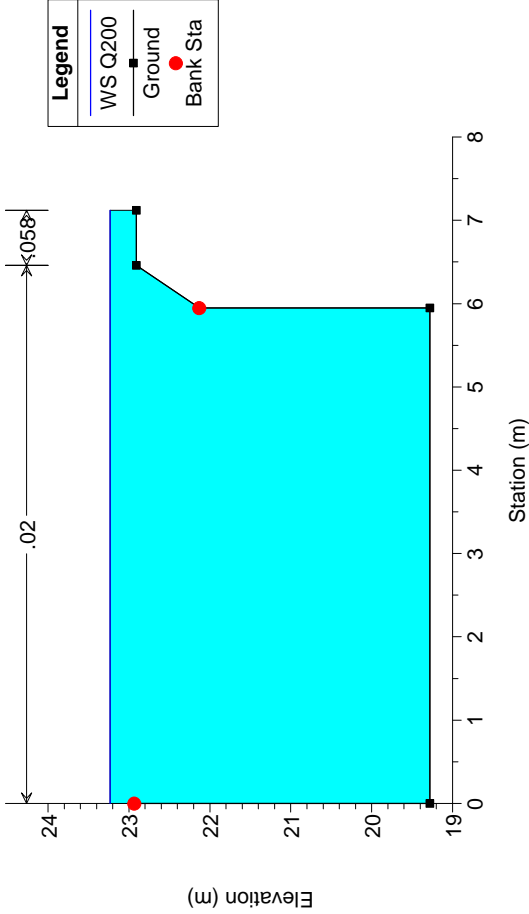
16_Canale Lentini- Cond.PO
 River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 8.15 BR Scatolare 6x5



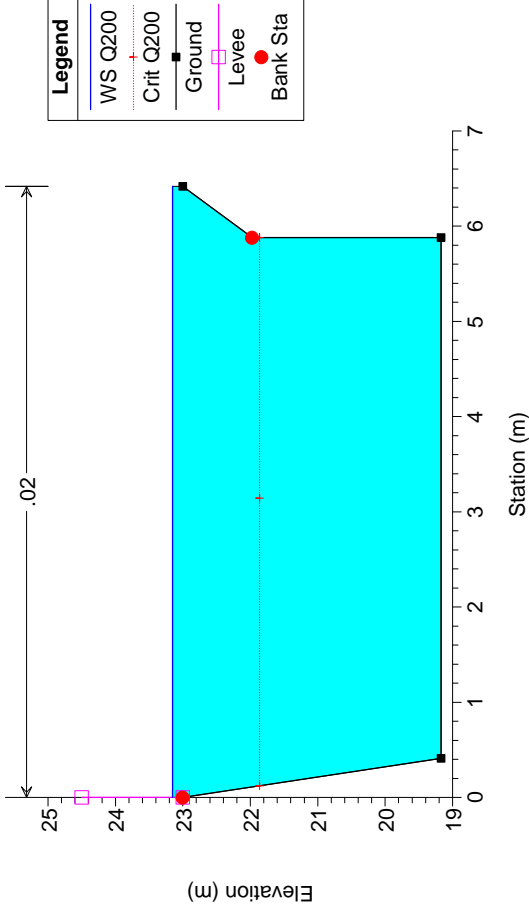
16_Canale Lentini- Cond.PO
 River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 8.15 BR Scatolare 6x5



16_Canale Lentini- Cond.PO
 River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 8.1

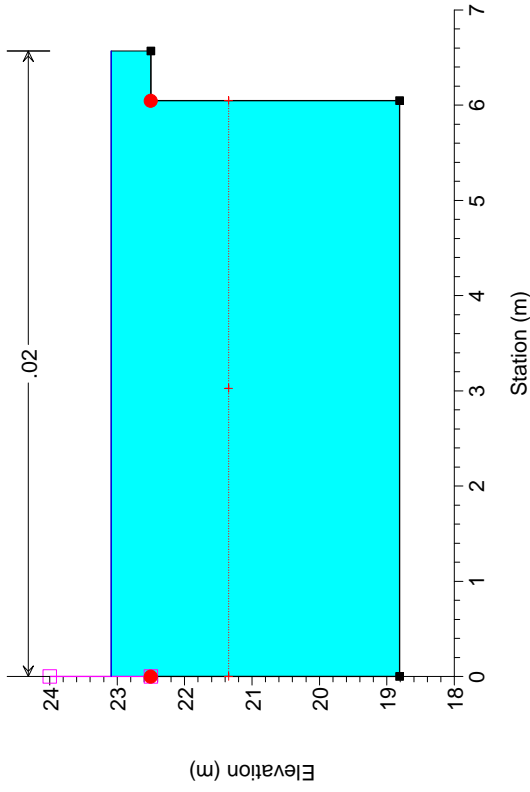


16_Canale Lentini- Cond.PO
 River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 8



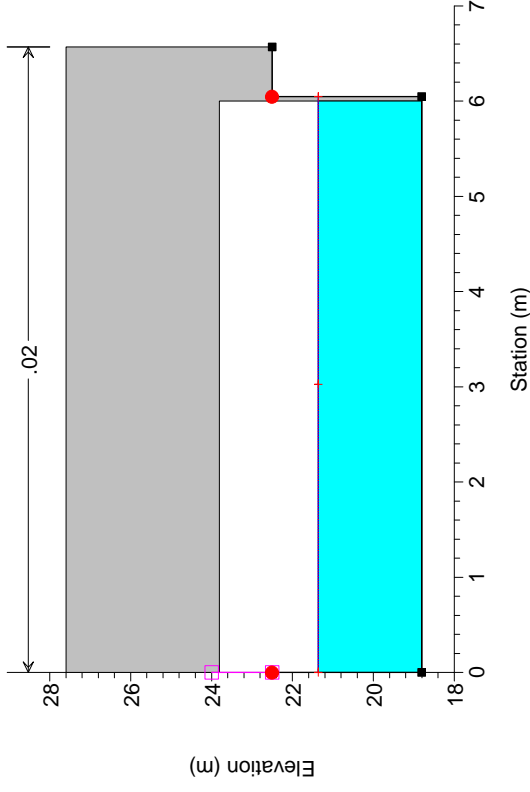
16_Canale Lentini- Cond.PO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 7



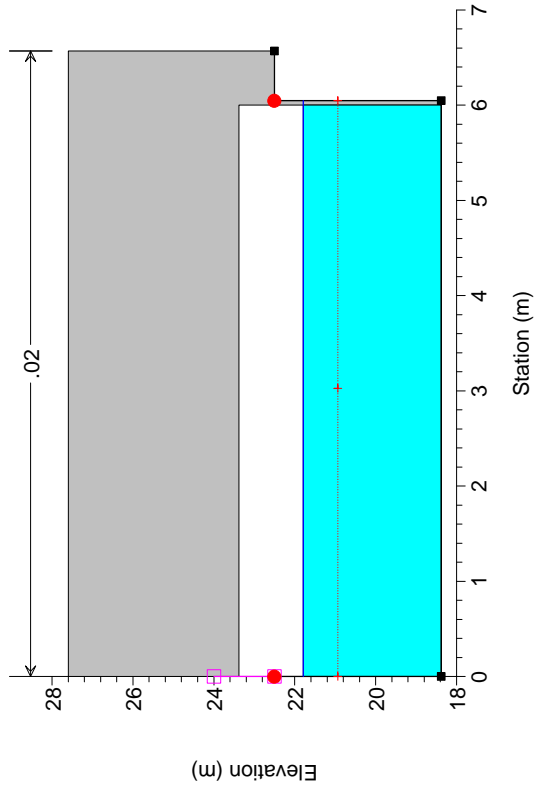
16_Canale Lentini- Cond.PO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 6.9



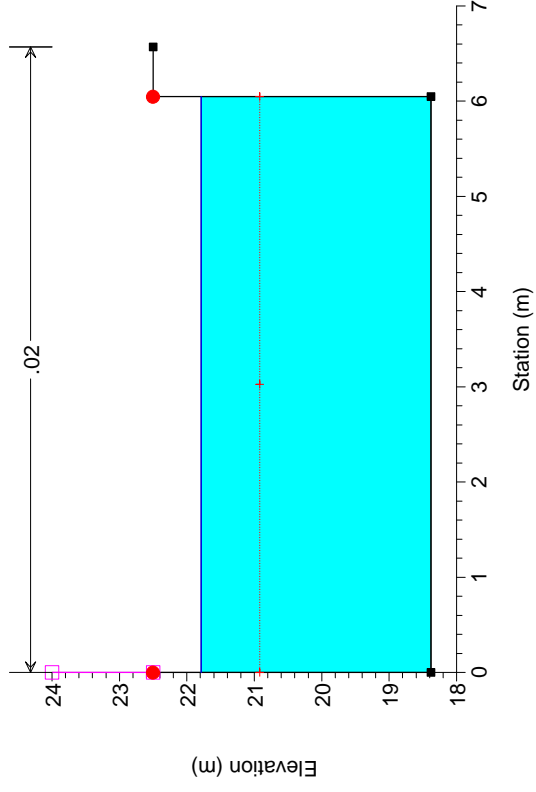
16_Canale Lentini- Cond.PO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 6.9



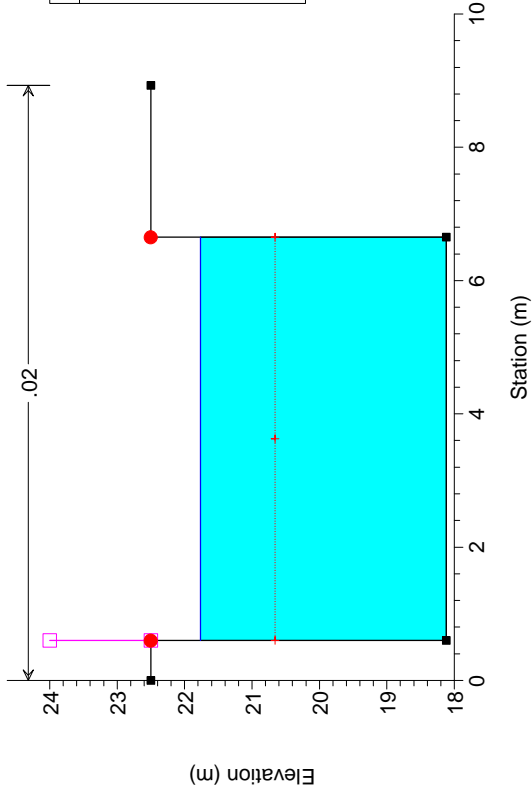
16_Canale Lentini- Cond.PO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 6.8



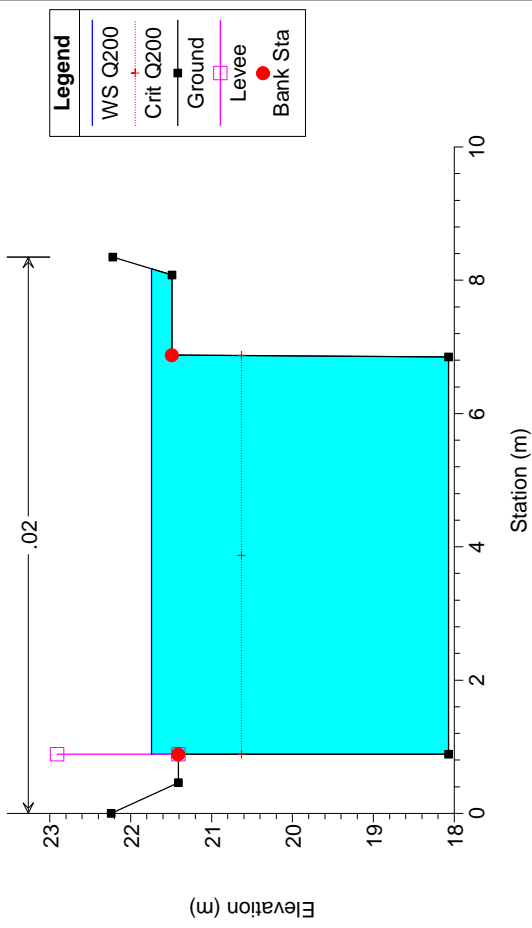
16_Canale Lentini- Cond.PO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 6



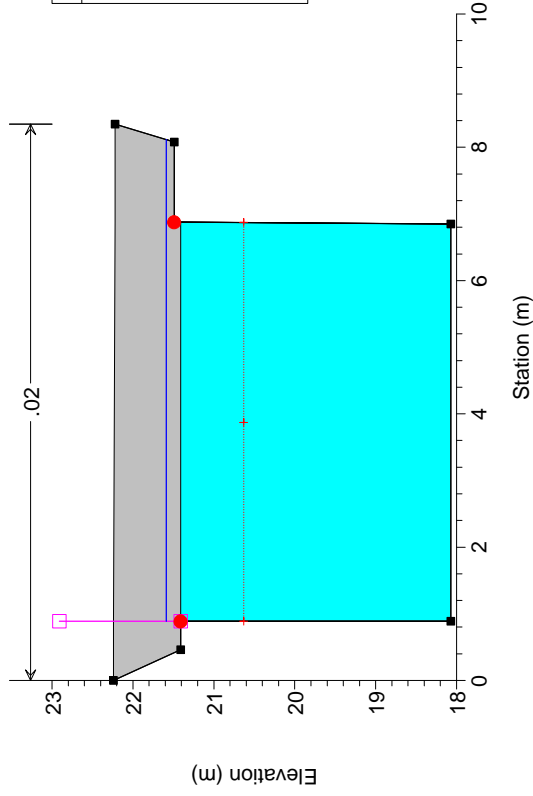
16_Canale Lentini- Cond.PO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 5.2



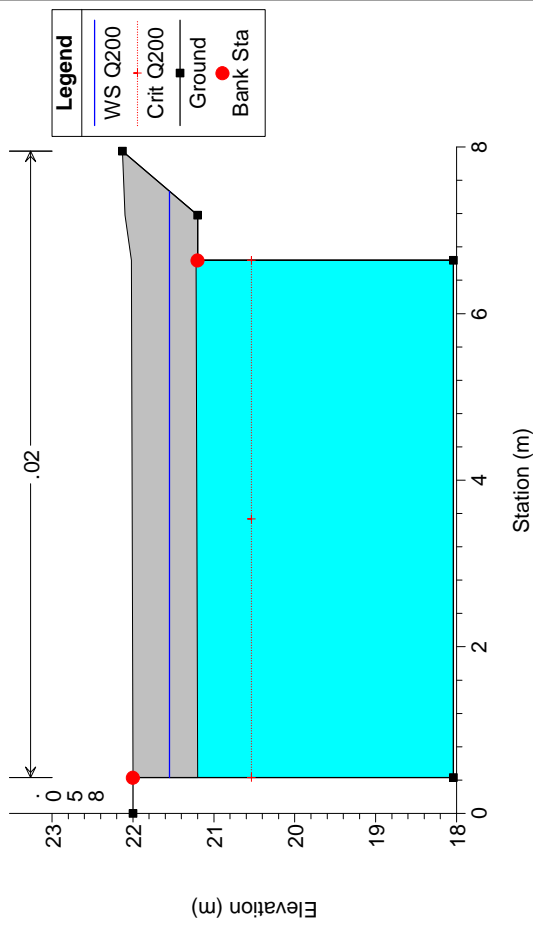
16_Canale Lentini- Cond.PO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 5.15 BR



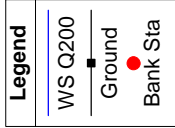
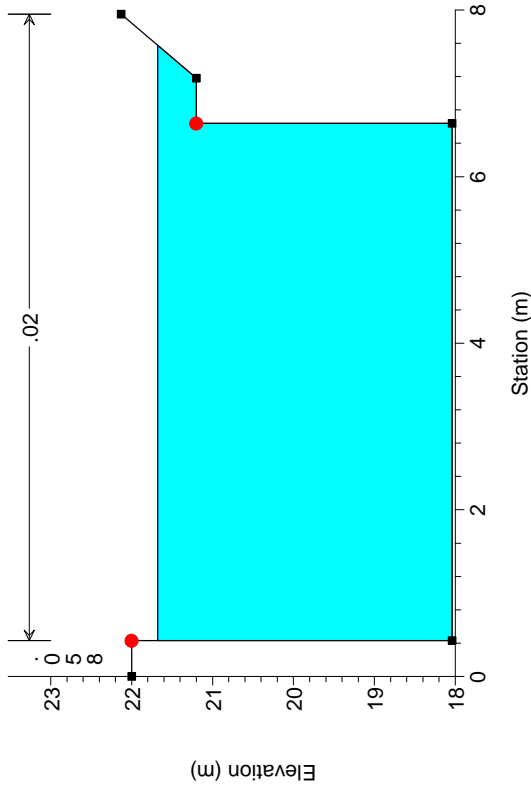
16_Canale Lentini- Cond.PO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 5.15 BR



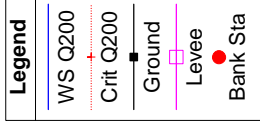
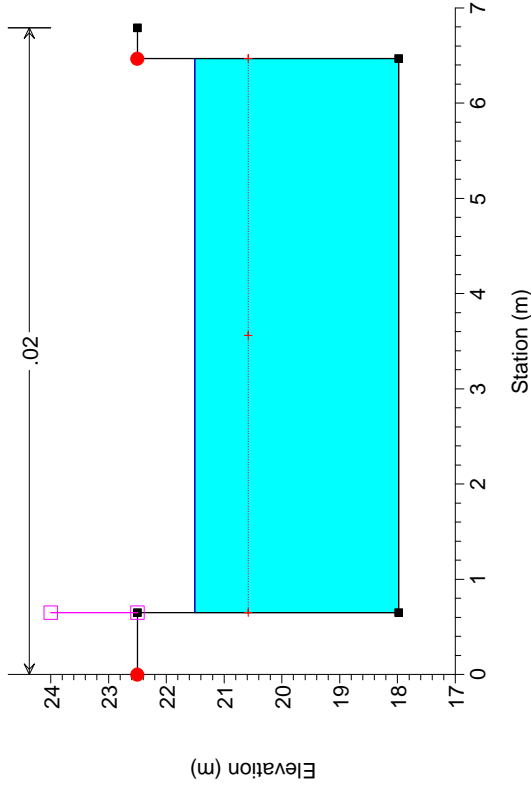
16_Canale Lentini- Cond.PO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 5.1



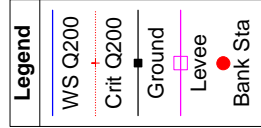
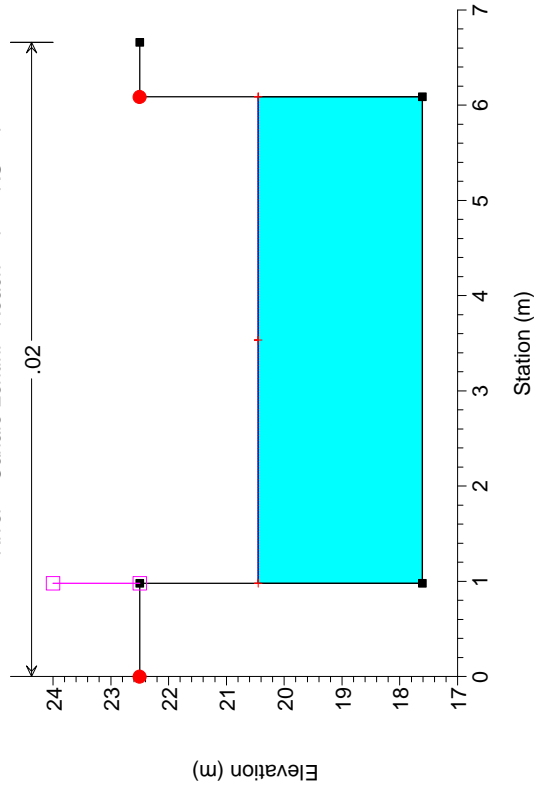
16_Canale Lentini- Cond.PO

River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 5



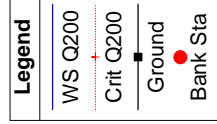
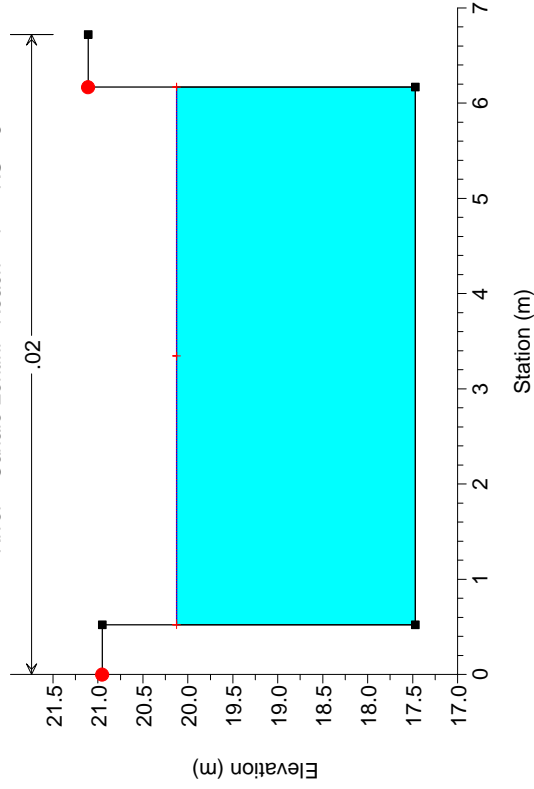
16_Canale Lentini- Cond.PO

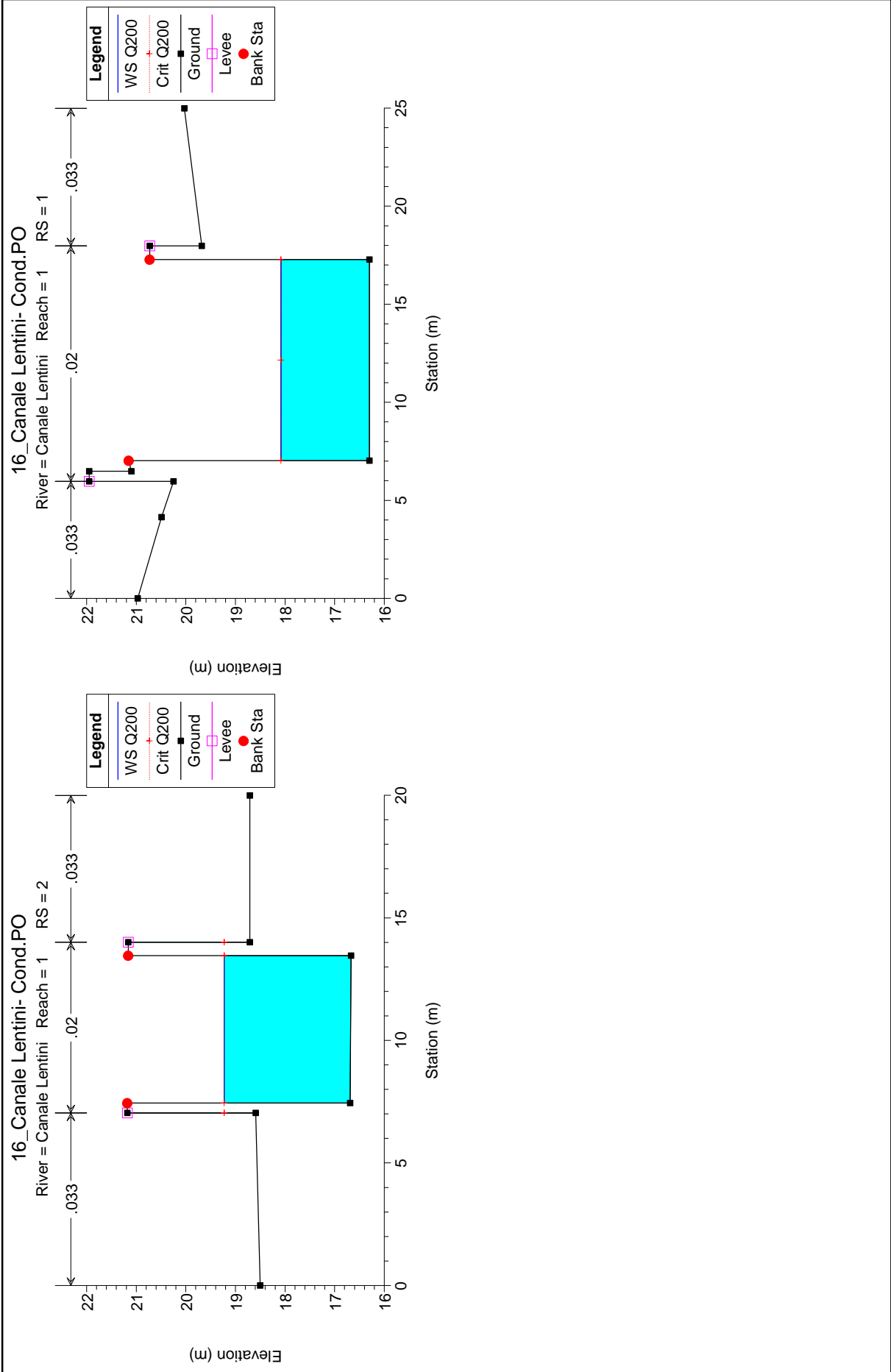
River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 4



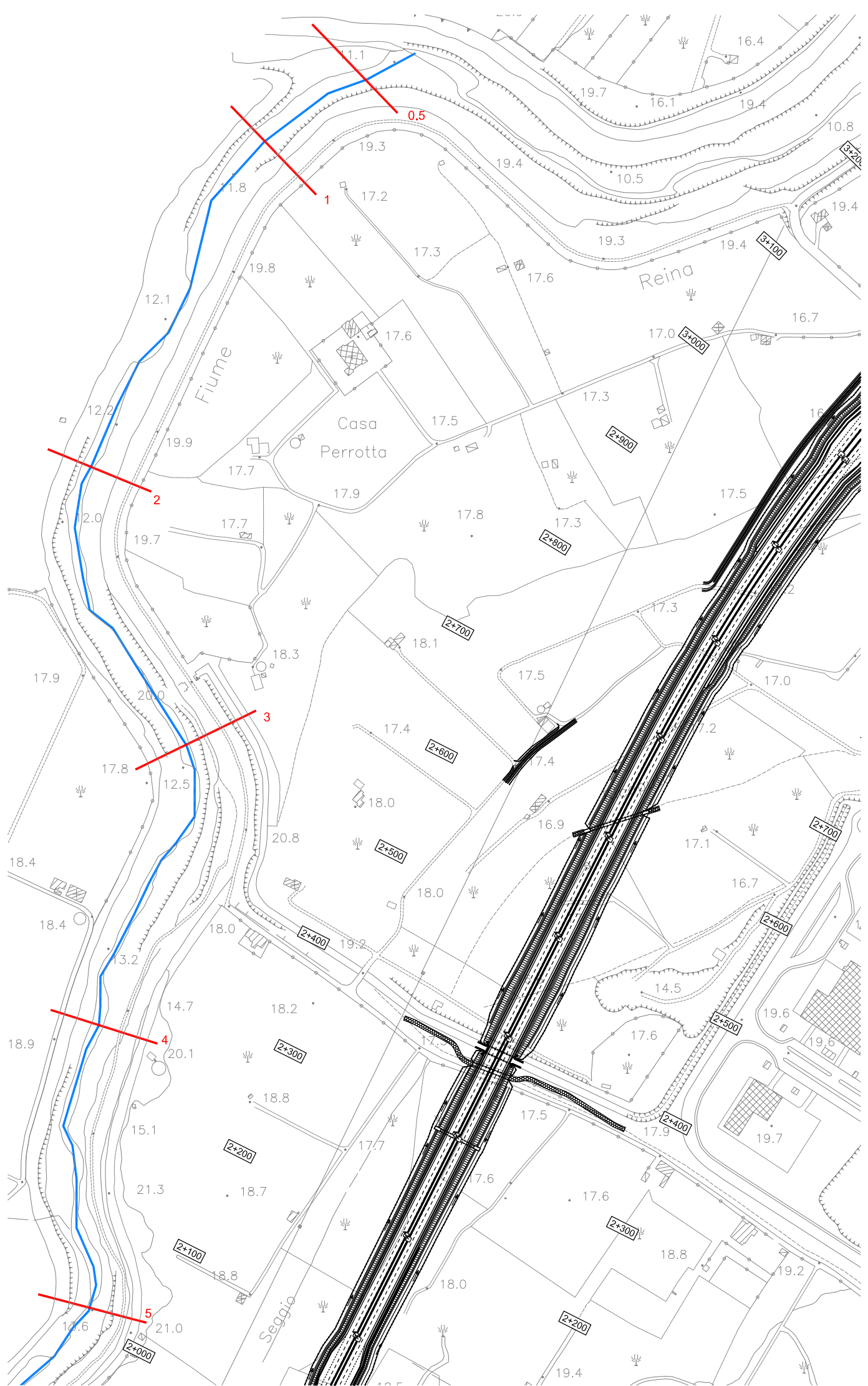
16_Canale Lentini- Cond.PO

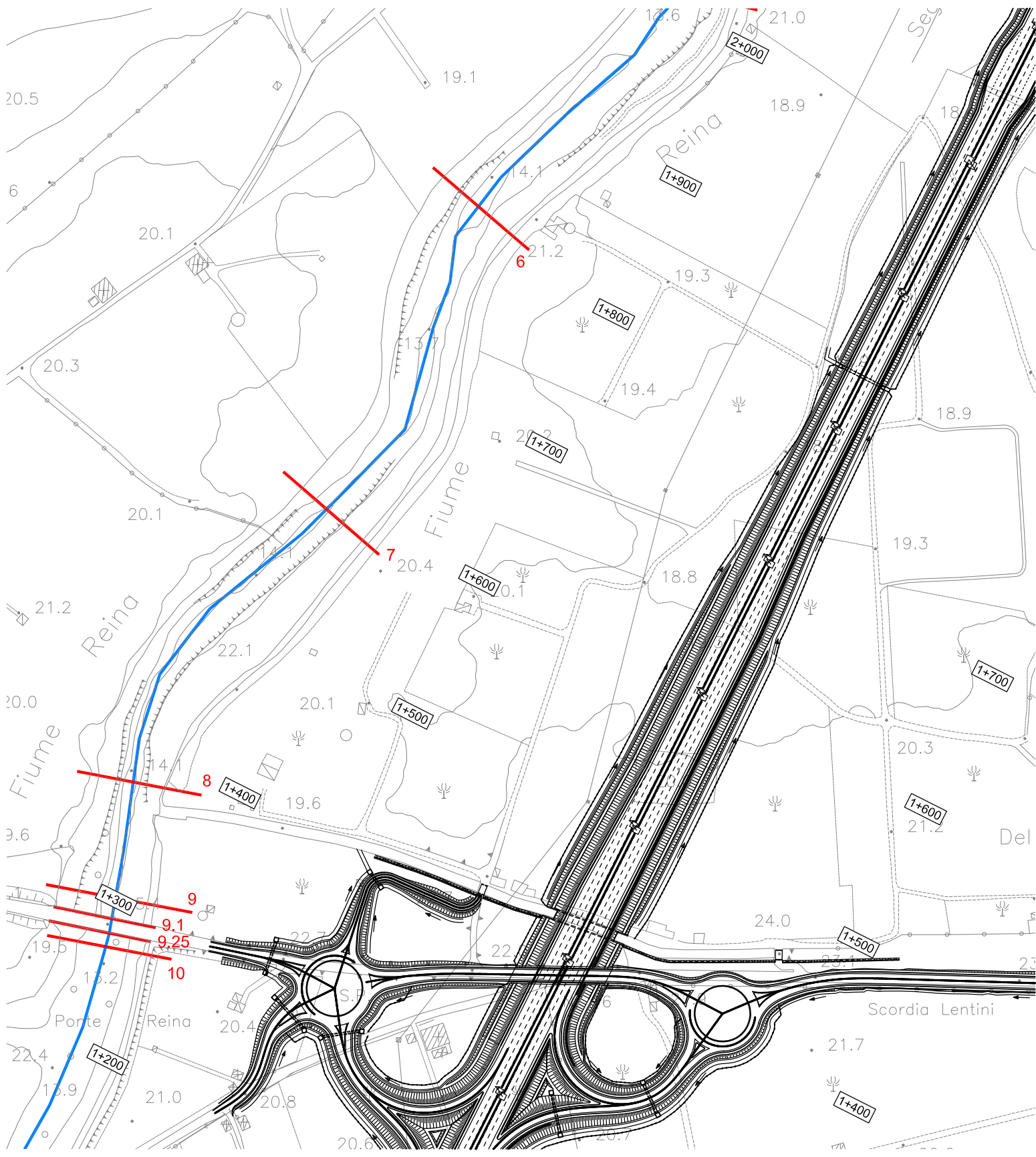
River = Canale Lentini Reach = 1 RS = 3





V ALLEGATO 17: FIUME REINA - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

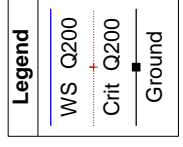
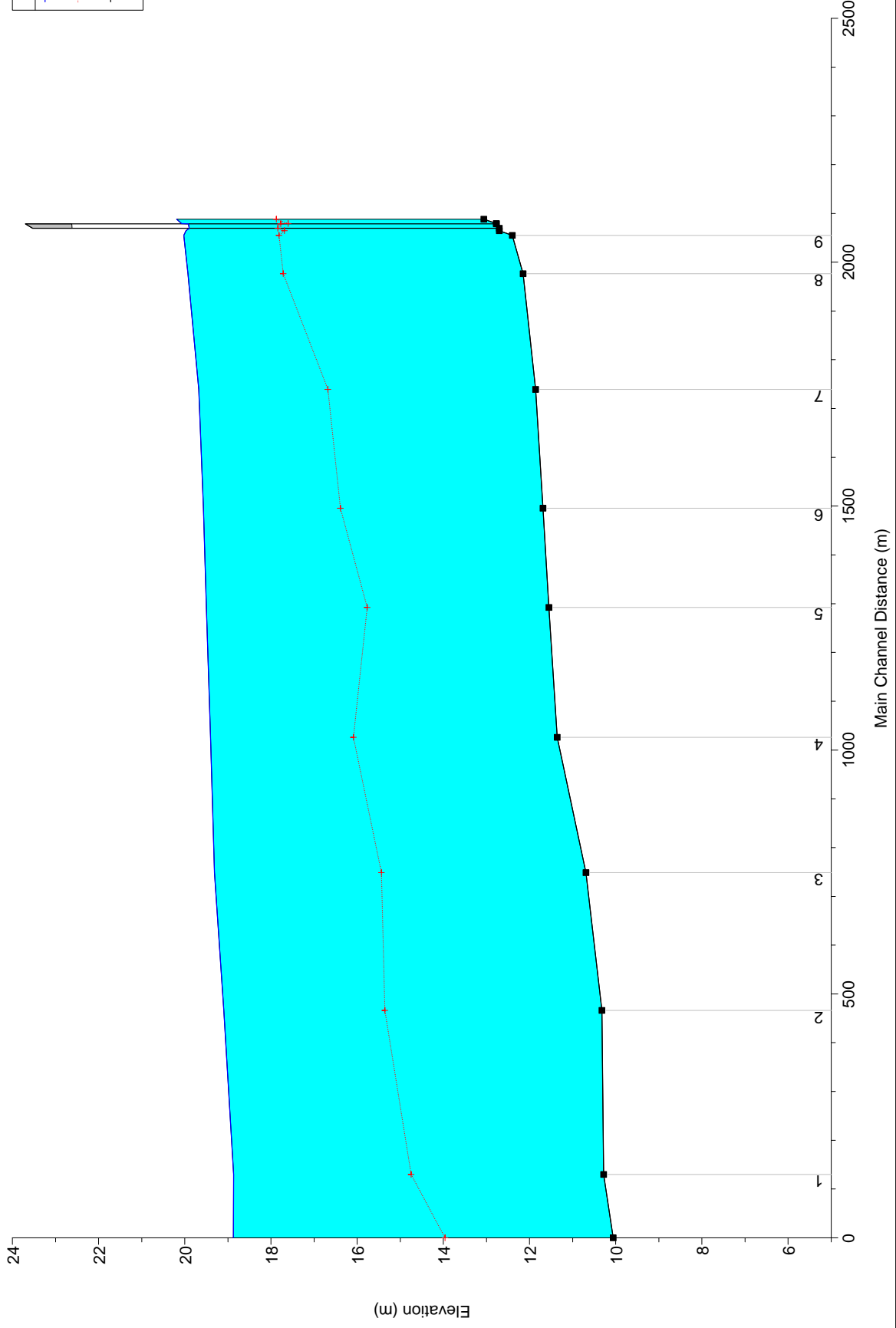




HEC-RAS Plan: Plan 03 River: REINA Reach: 1 Profile: Q200

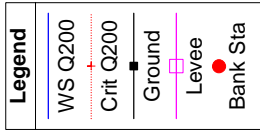
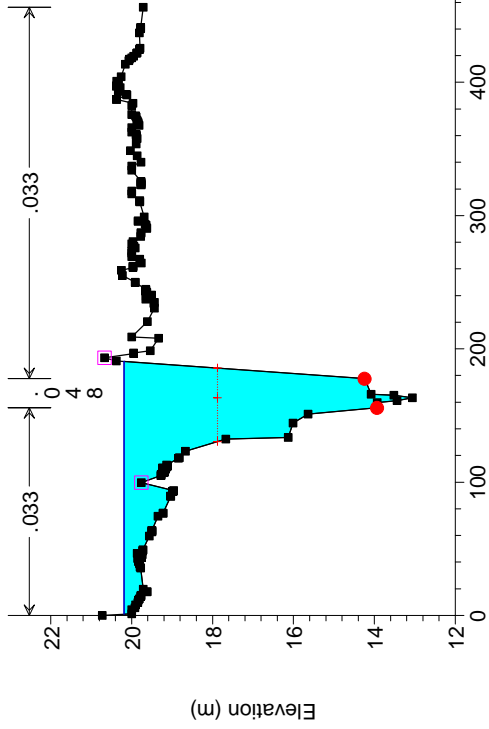
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	10	Q200	775.76	13.06	20.19	17.88	20.46	0.001583	2.79	383.50	189.69	0.36
1	9.25	Q200	775.76	12.77	20.08	17.60	20.43	0.001820	3.07	303.41	75.19	0.38
1	9.15	Bridge										
1	9.1	Q200	775.76	12.70	19.97	17.69	20.34	0.001911	3.20	300.71	72.79	0.39
1	9	Q200	775.76	12.40	20.03	17.82	20.29	0.001532	2.68	383.13	195.02	0.34
1	8	Q200	775.76	12.15	19.93	17.71	20.17	0.001444	2.88	405.42	210.94	0.34
1	7	Q200	775.76	11.86	19.68	16.68	19.87	0.000985	2.34	451.89	212.70	0.28
1	6	Q200	775.76	11.69	19.57	16.39	19.67	0.000560	1.80	639.10	257.58	0.21
1	5	Q200	775.76	11.55	19.50	15.77	19.57	0.000364	1.46	764.37	287.97	0.17
1	4	Q200	775.76	11.36	19.40	16.09	19.46	0.000388	1.51	933.52	669.37	0.18
1	3	Q200	775.76	10.69	19.31	15.44	19.37	0.000300	1.41	934.48	539.42	0.16
1	2	Q200	775.76	10.32	19.10	15.35	19.24	0.000597	2.00	471.09	115.25	0.23
1	1	Q200	775.76	10.28	18.87	14.75	19.04	0.000621	2.02	429.20	77.86	0.23
1	0.5	Q200	775.76	10.06	18.87	13.96	18.96	0.000280	1.39	575.78	96.41	0.15

17_F.Reina



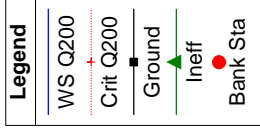
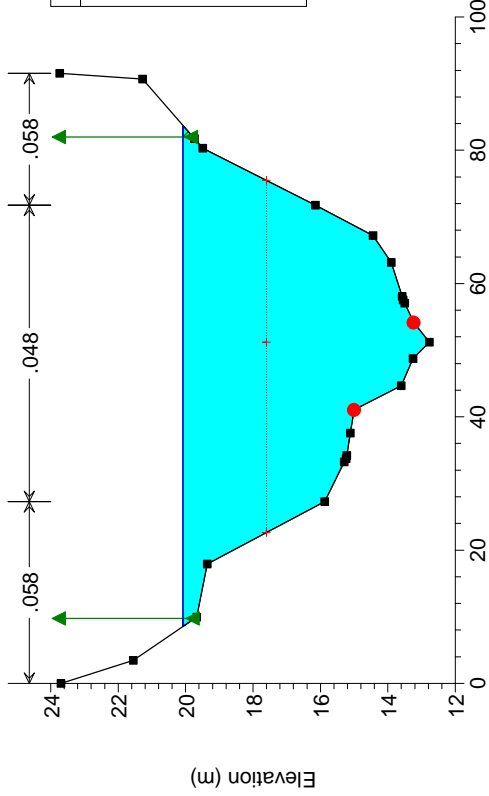
17_F.Reina

River = REINA Reach = 1 RS = 10



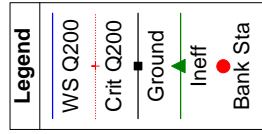
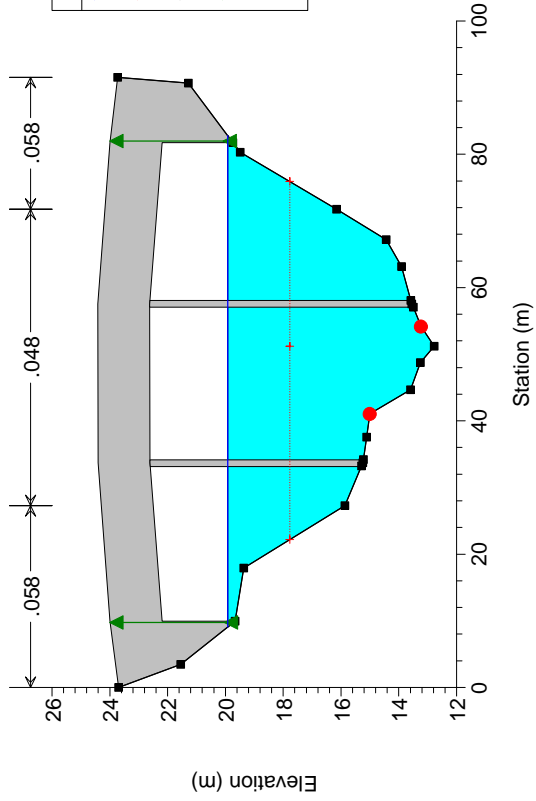
17_F.Reina

River = REINA Reach = 1 RS = 9.25



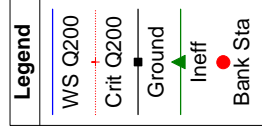
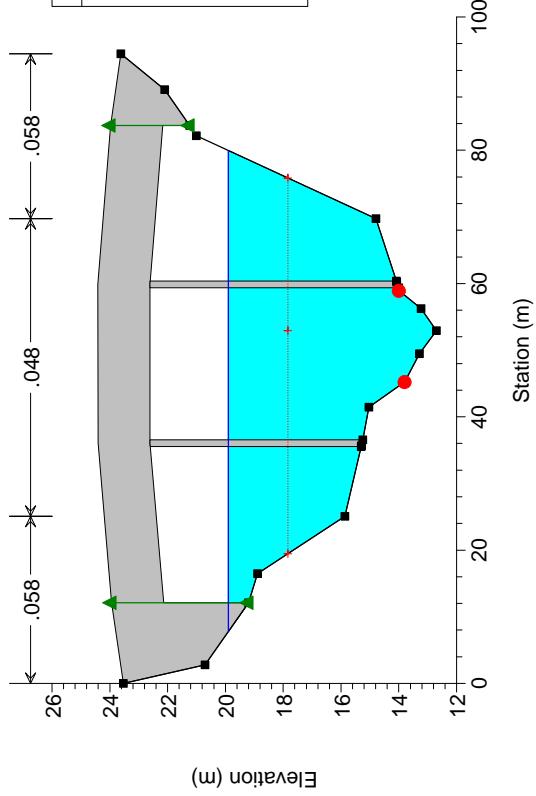
17_F.Reina

River = REINA Reach = 1 RS = 9.15 BR



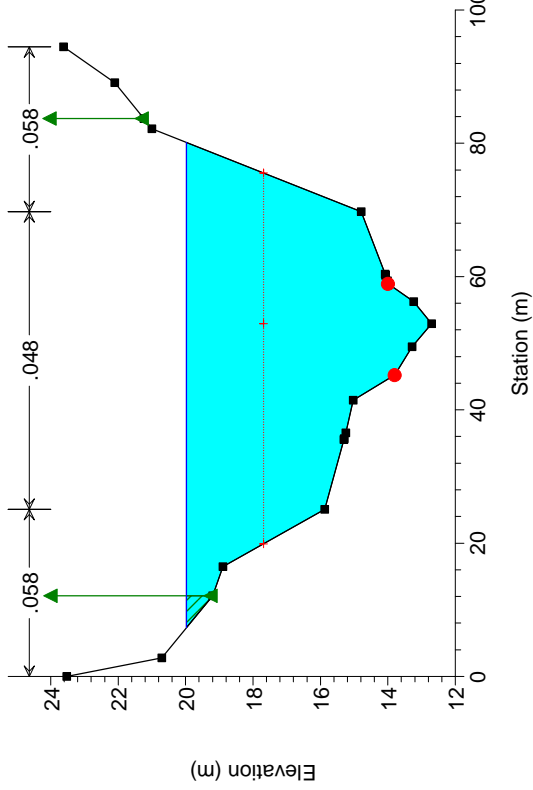
17_F.Reina

River = REINA Reach = 1 RS = 9.15 BR



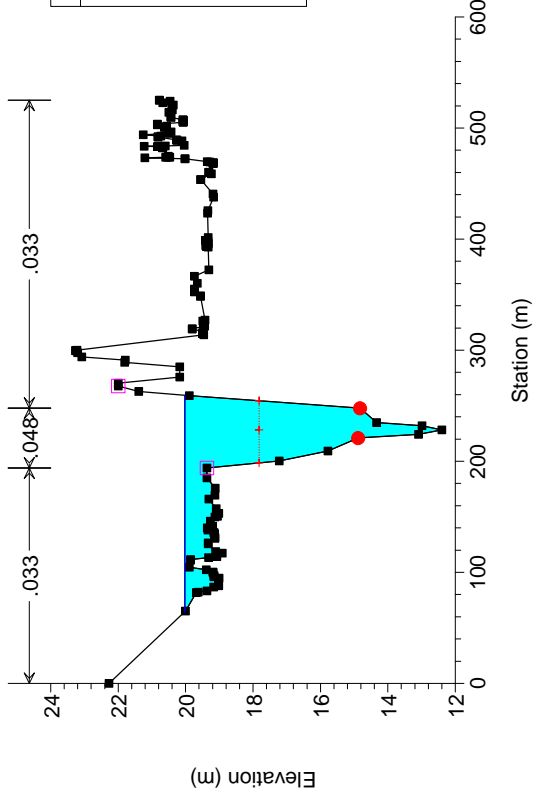
17_F.Reina

River = REINA Reach = 1 RS = 9:1



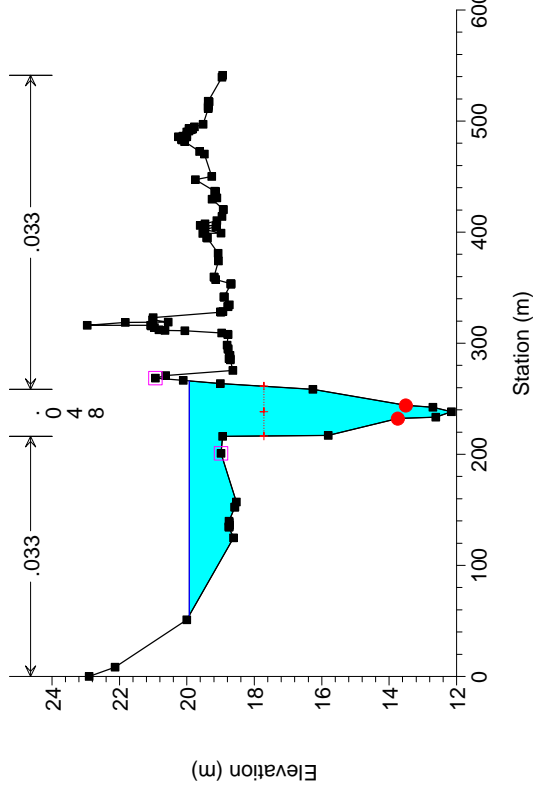
17_F.Reina

River = REINA Reach = 1 RS = 9



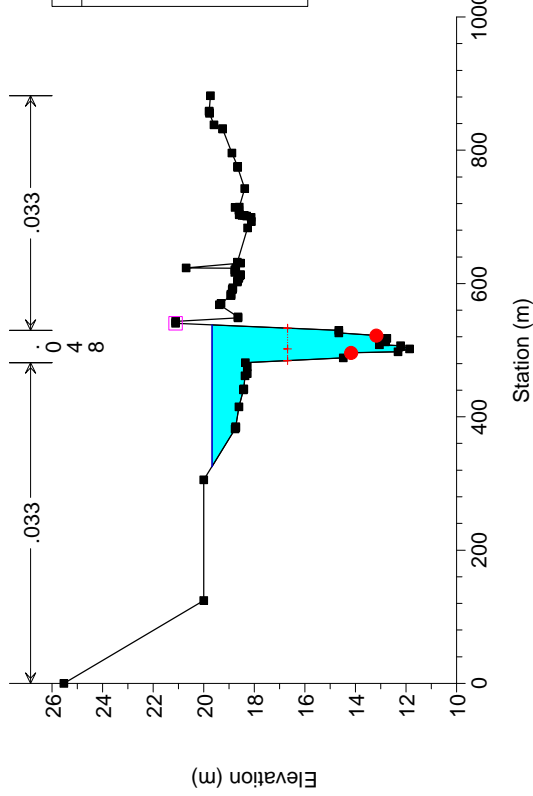
17_F.Reina

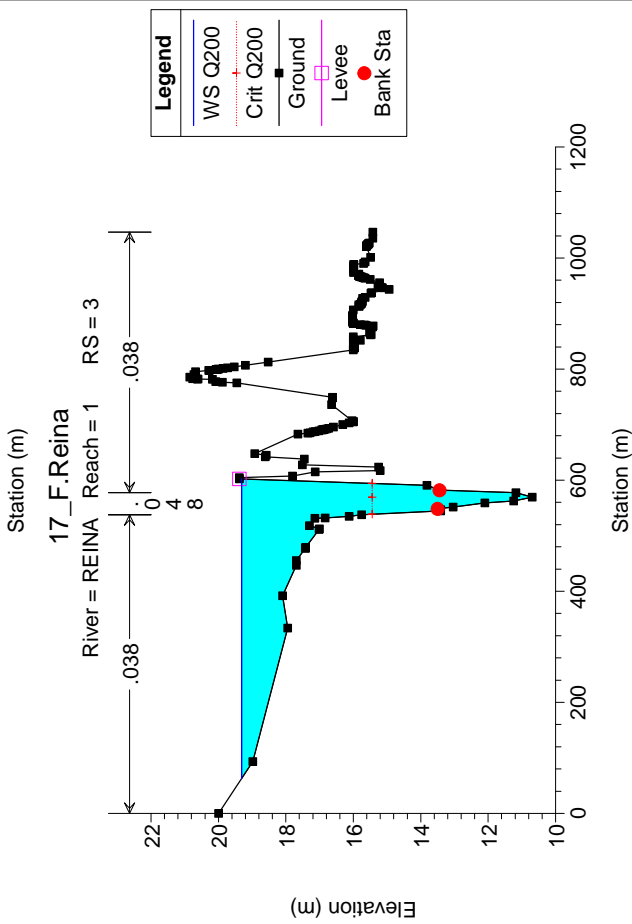
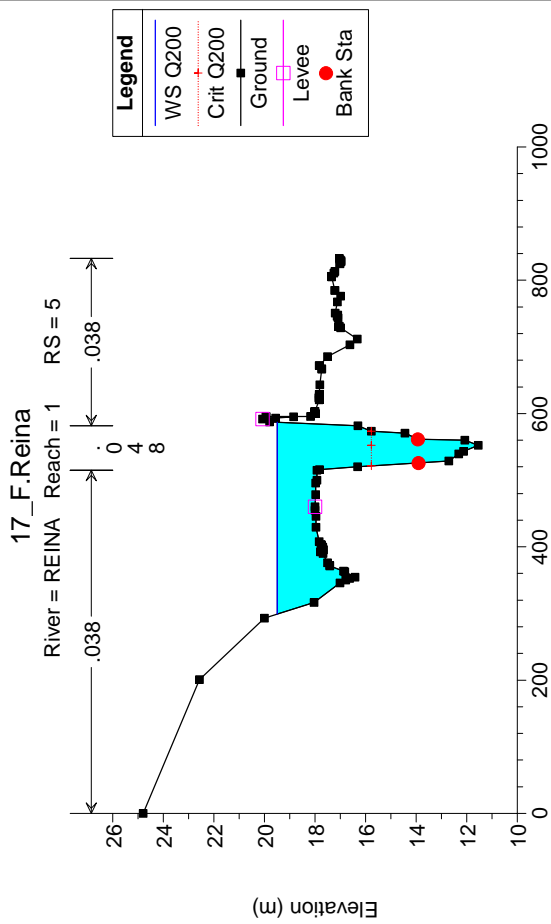
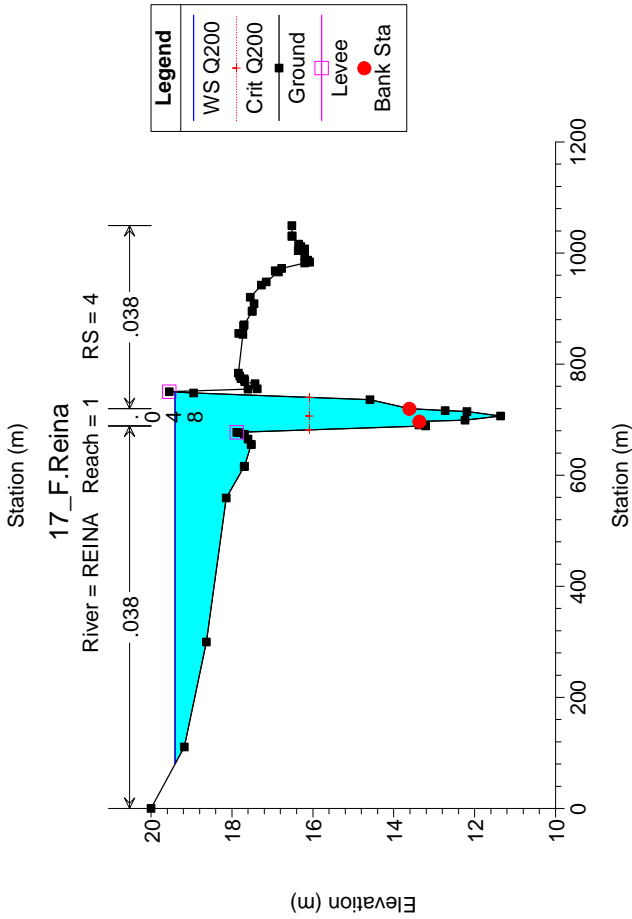
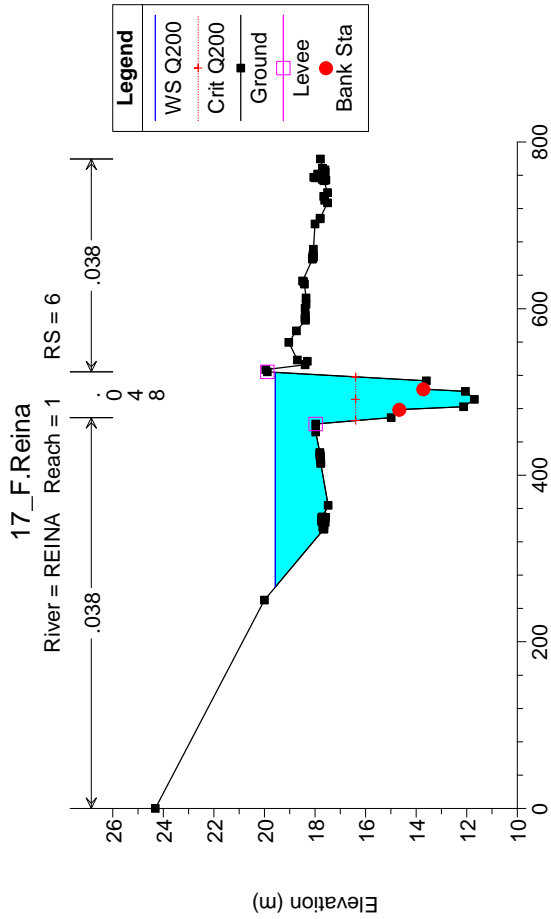
River = REINA Reach = 1 RS = 8

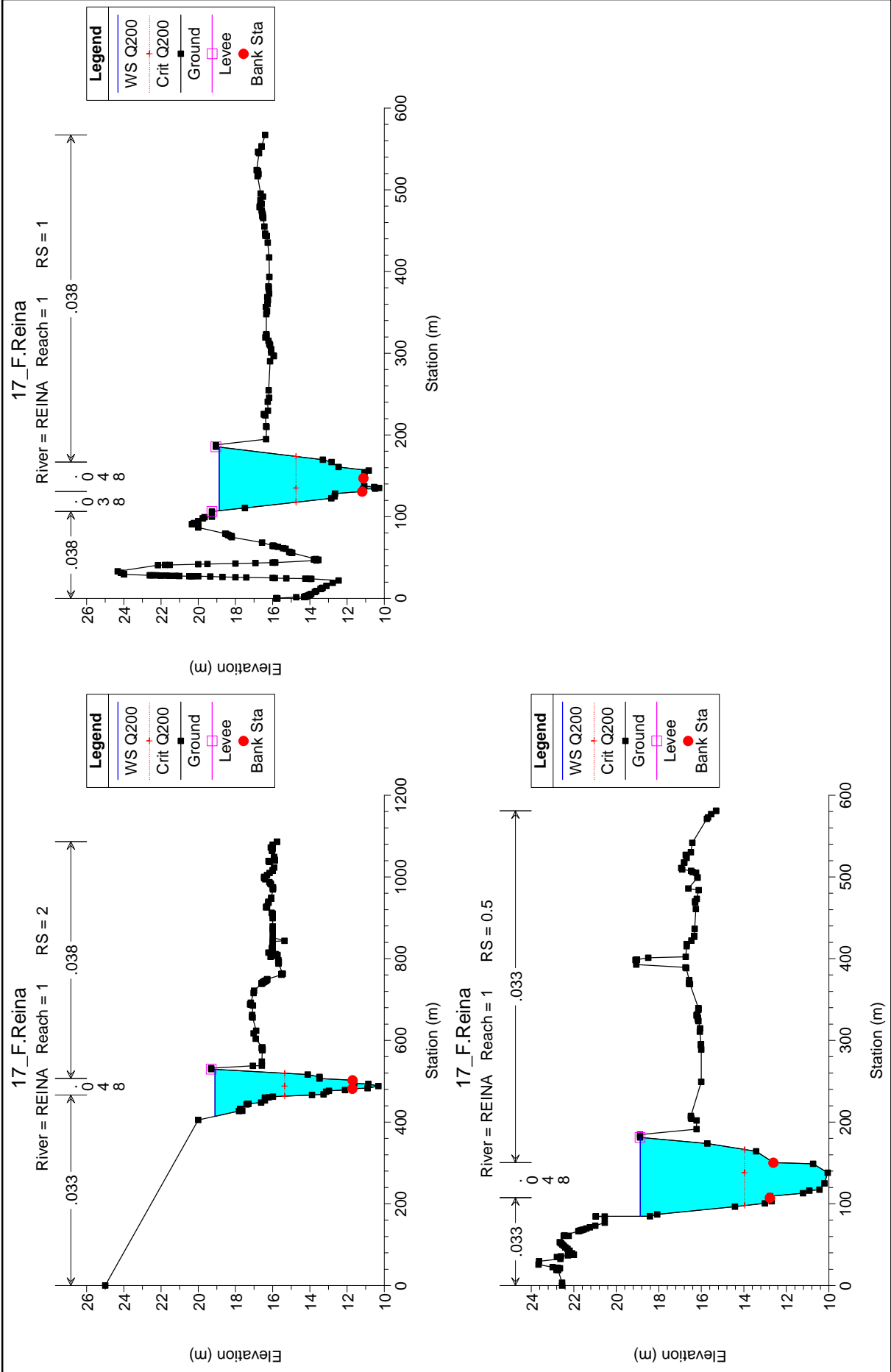


17_F.Reina

River = REINA Reach = 1 RS = 7







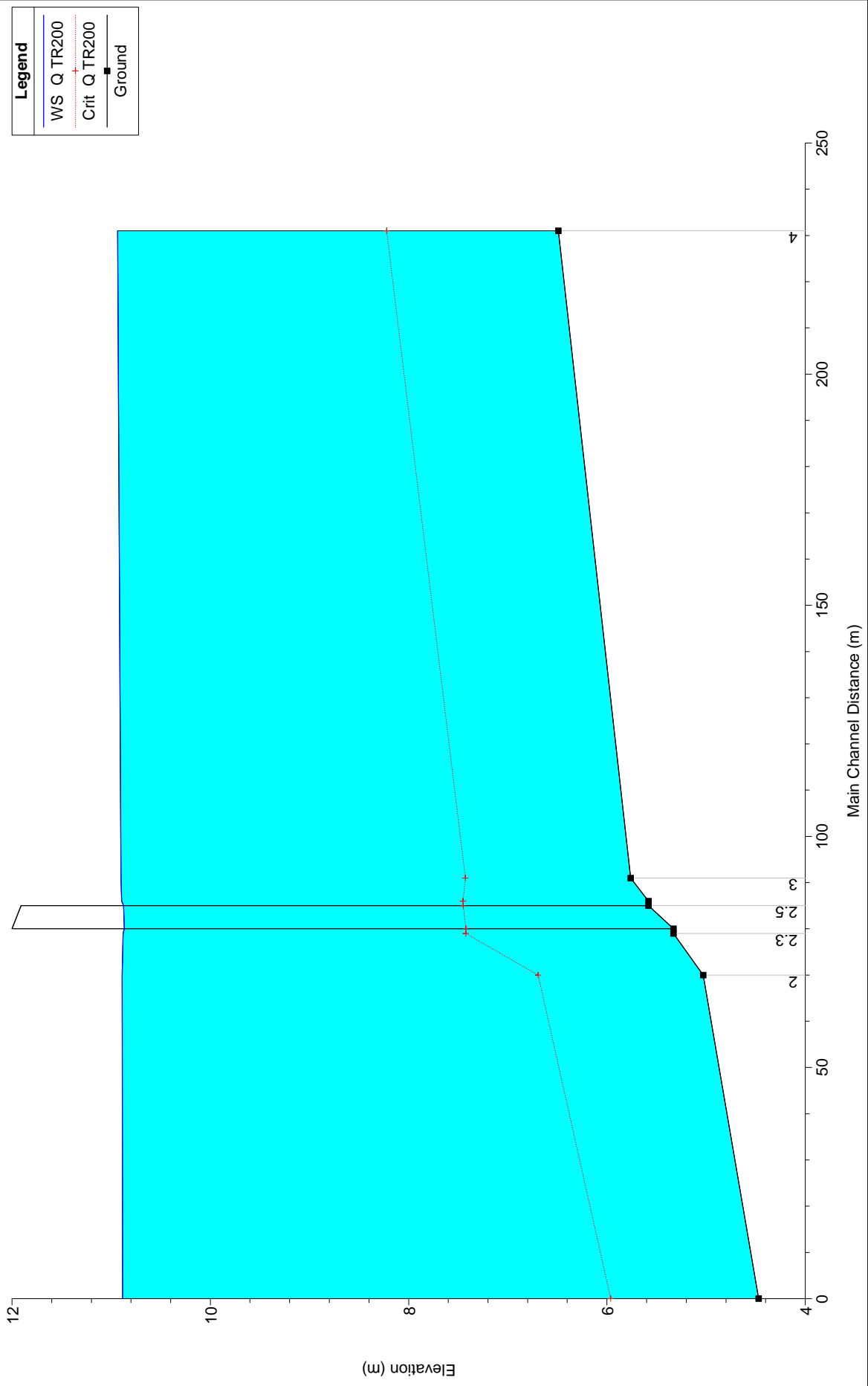
W ALLEGATO 18: FIUME SAN LEONARDO - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

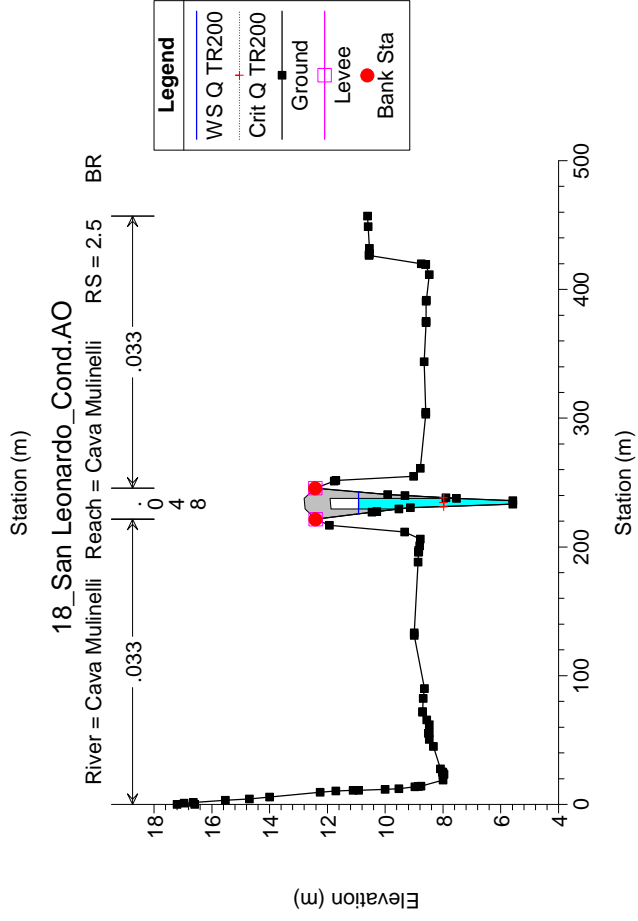
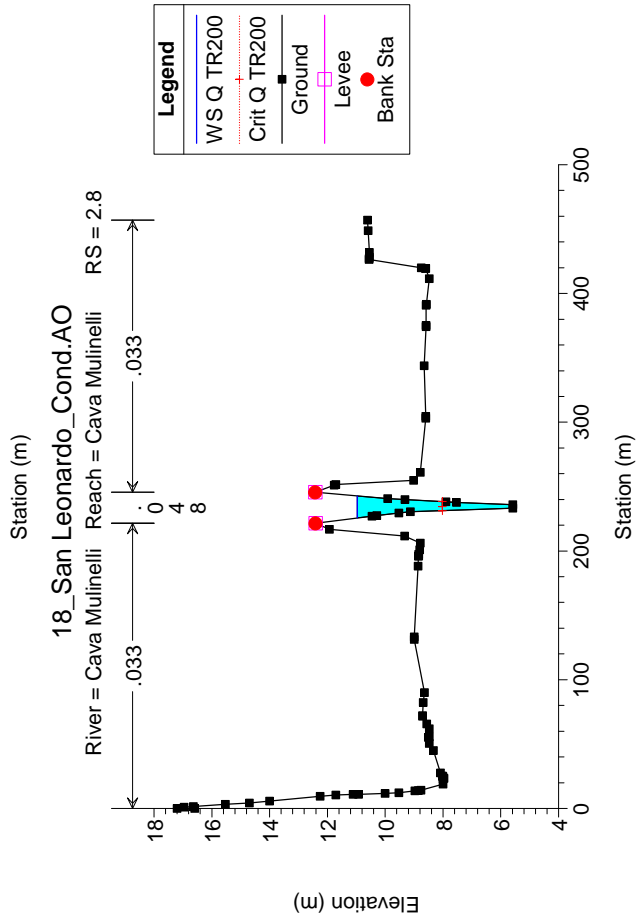
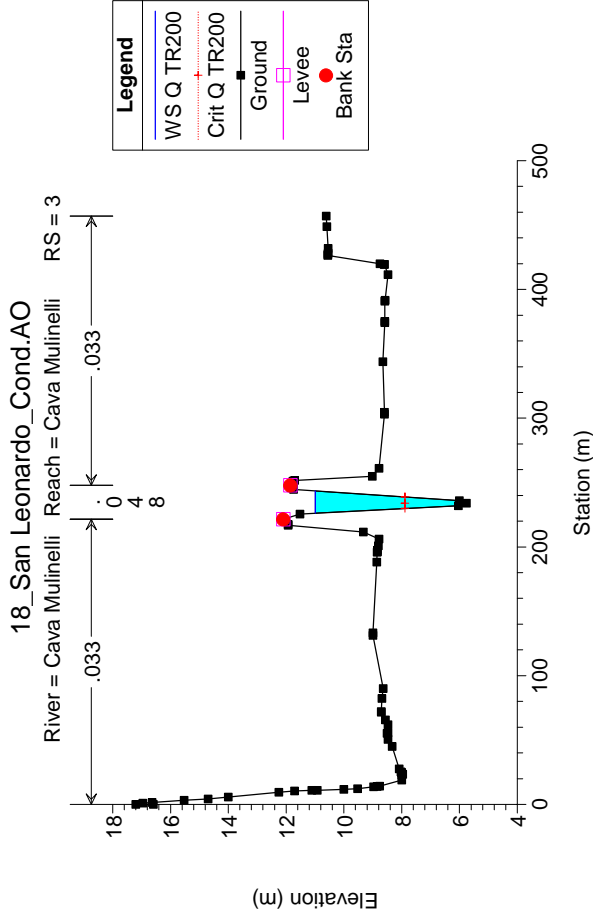
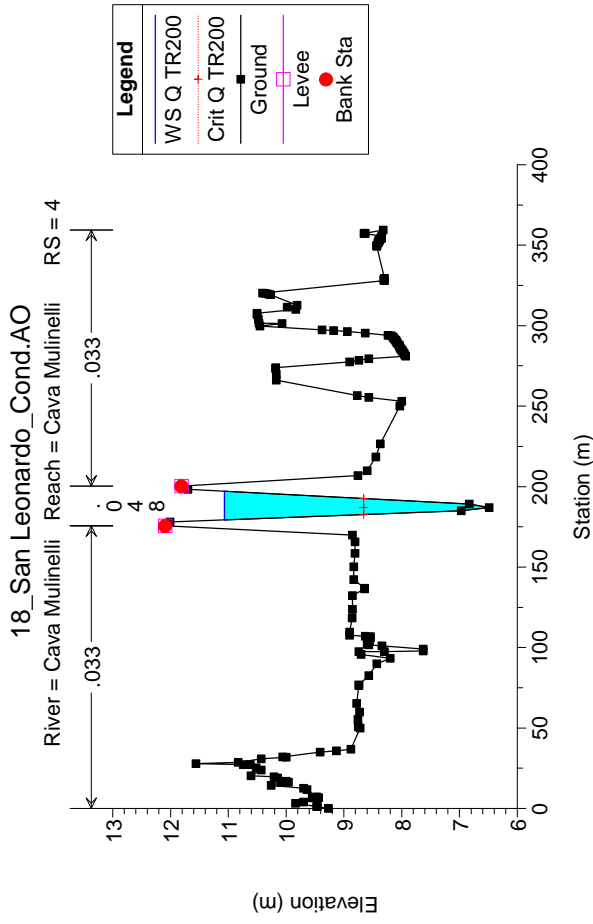
Ante operam

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: Cava Mulinelli Reach: Cava Mulinelli Profile: Q TR200

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
Cava Mulinelli	4	Q TR200	29.39	6.49	10.94	8.22	10.96	0.000352	0.67	44.04	17.35	0.13
Cava Mulinelli	3	Q TR200	29.39	5.76	10.90	7.43	10.92	0.000212	0.57	51.91	17.05	0.10
Cava Mulinelli	2.8	Q TR200	29.39	5.58	10.89	7.45	10.92	0.000402	0.68	43.14	16.71	0.14
Cava Mulinelli	2.5		Bridge									
Cava Mulinelli	2.3	Q TR200	29.39	5.33	10.88	7.42	10.91	0.000491	0.72	41.02	16.47	0.14
Cava Mulinelli	2	Q TR200	29.39	5.03	10.89	6.69	10.90	0.000098	0.42	70.32	20.97	0.07
Cava Mulinelli	1	Q TR200	29.39	4.47	10.88	5.96	10.89	0.000071	0.38	77.30	19.66	0.06

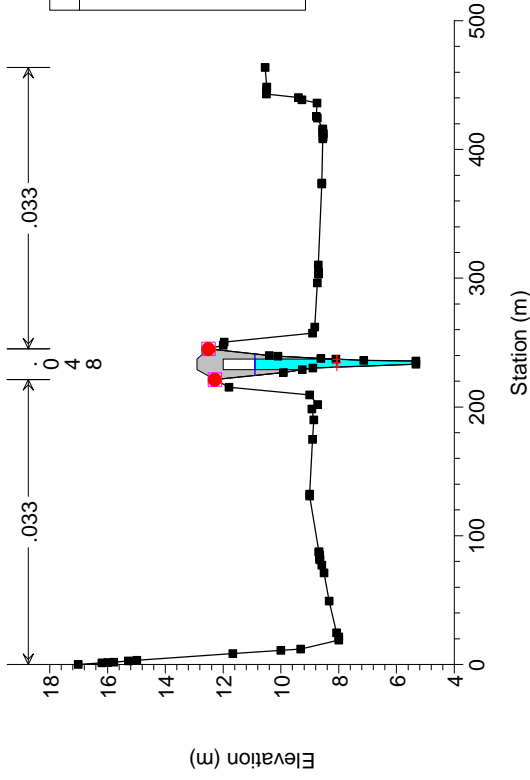
18_San Leonardo_Cond.AO





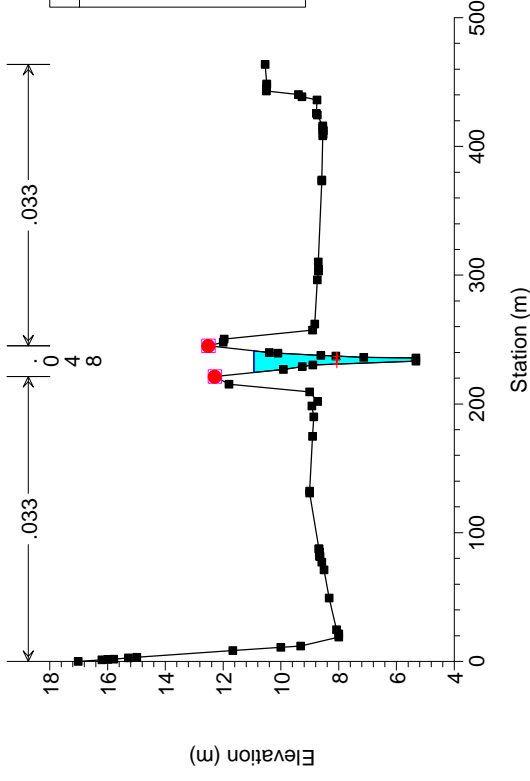
18_San Leonardo_Cond.AO

River = Cava Mulinelli Reach = Cava Mulinelli RS = 2.5 BR



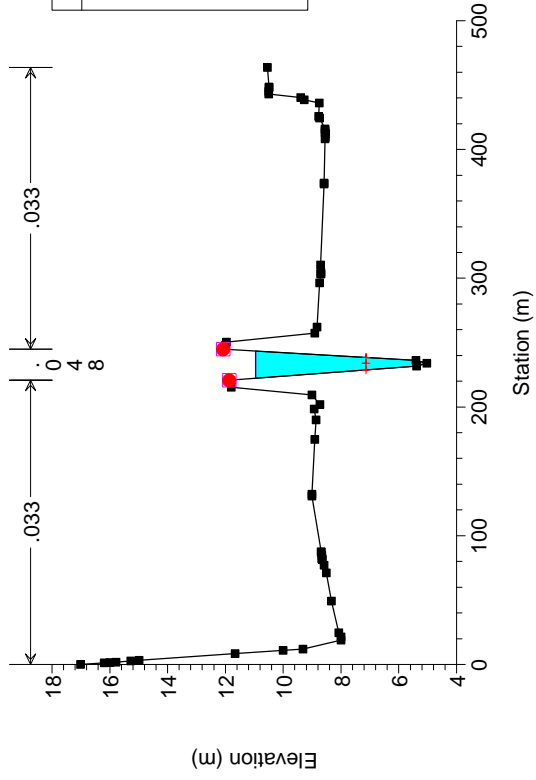
18_San Leonardo_Cond.AO

River = Cava Mulinelli Reach = Cava Mulinelli RS = 2.3



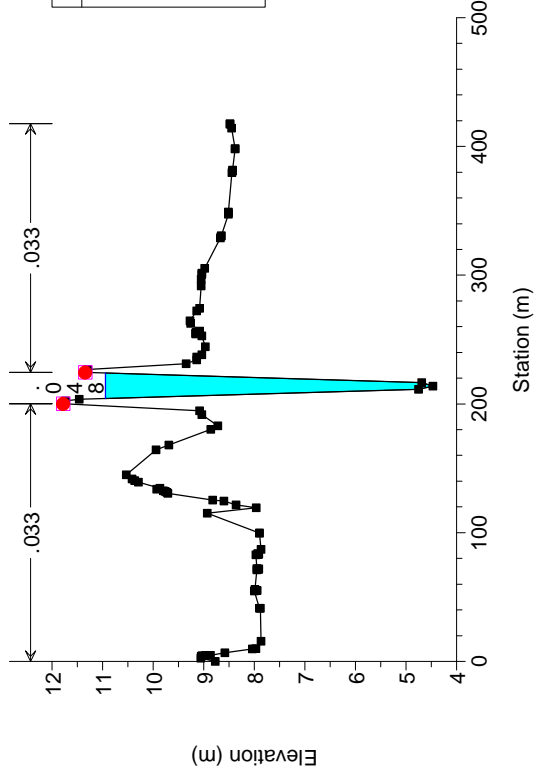
18_San Leonardo_Cond.AO

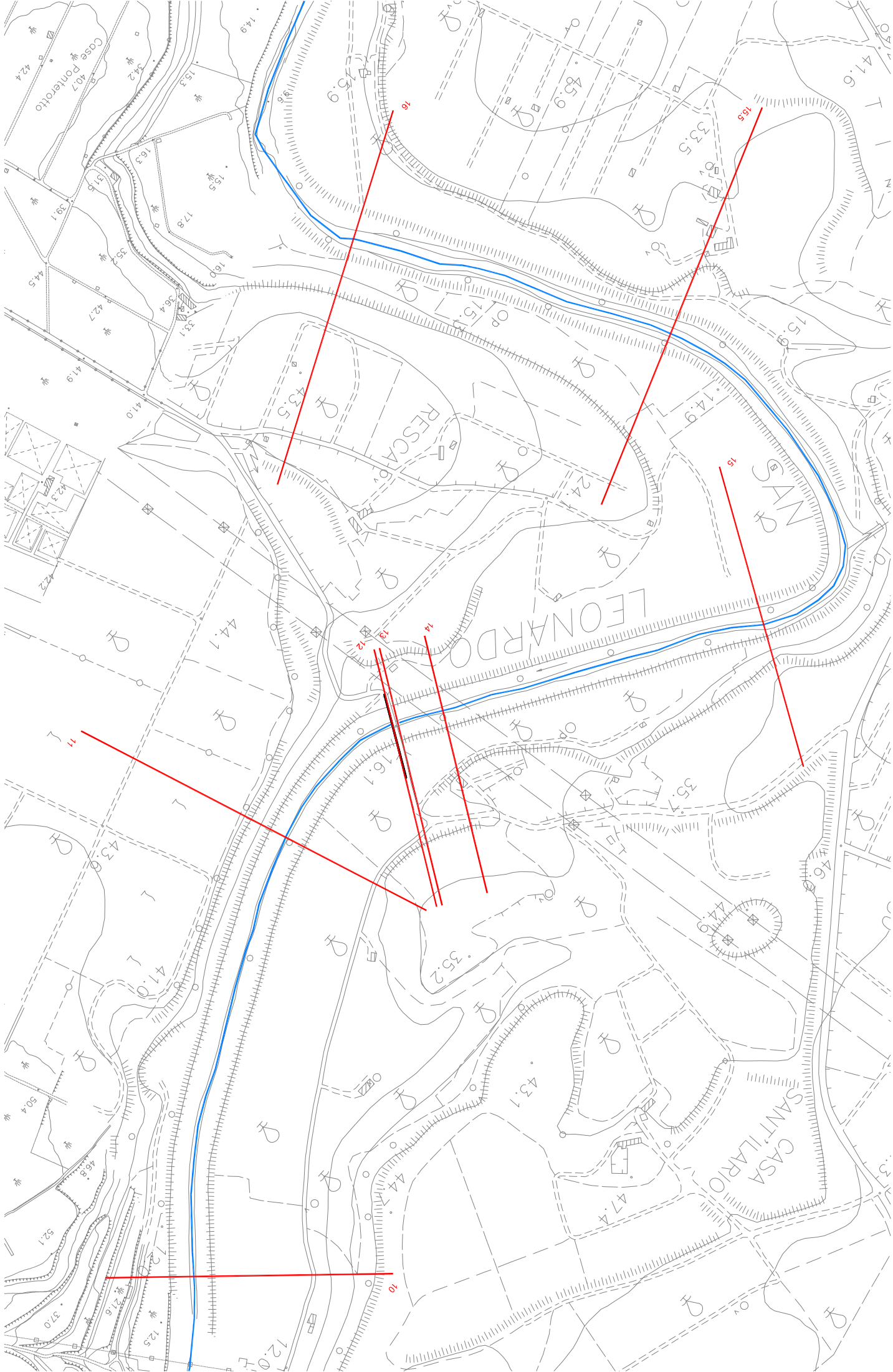
River = Cava Mulinelli Reach = Cava Mulinelli RS = 2

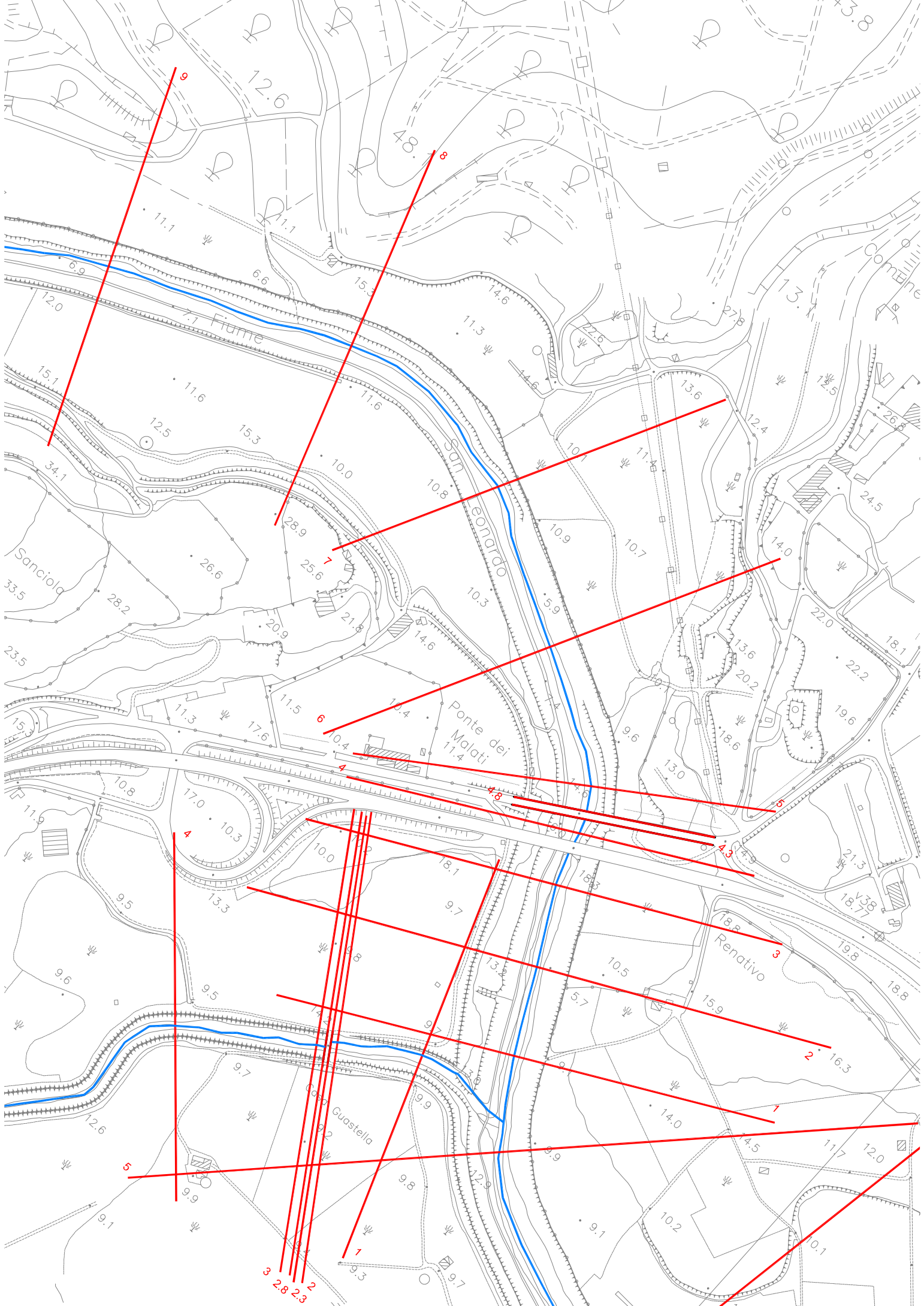


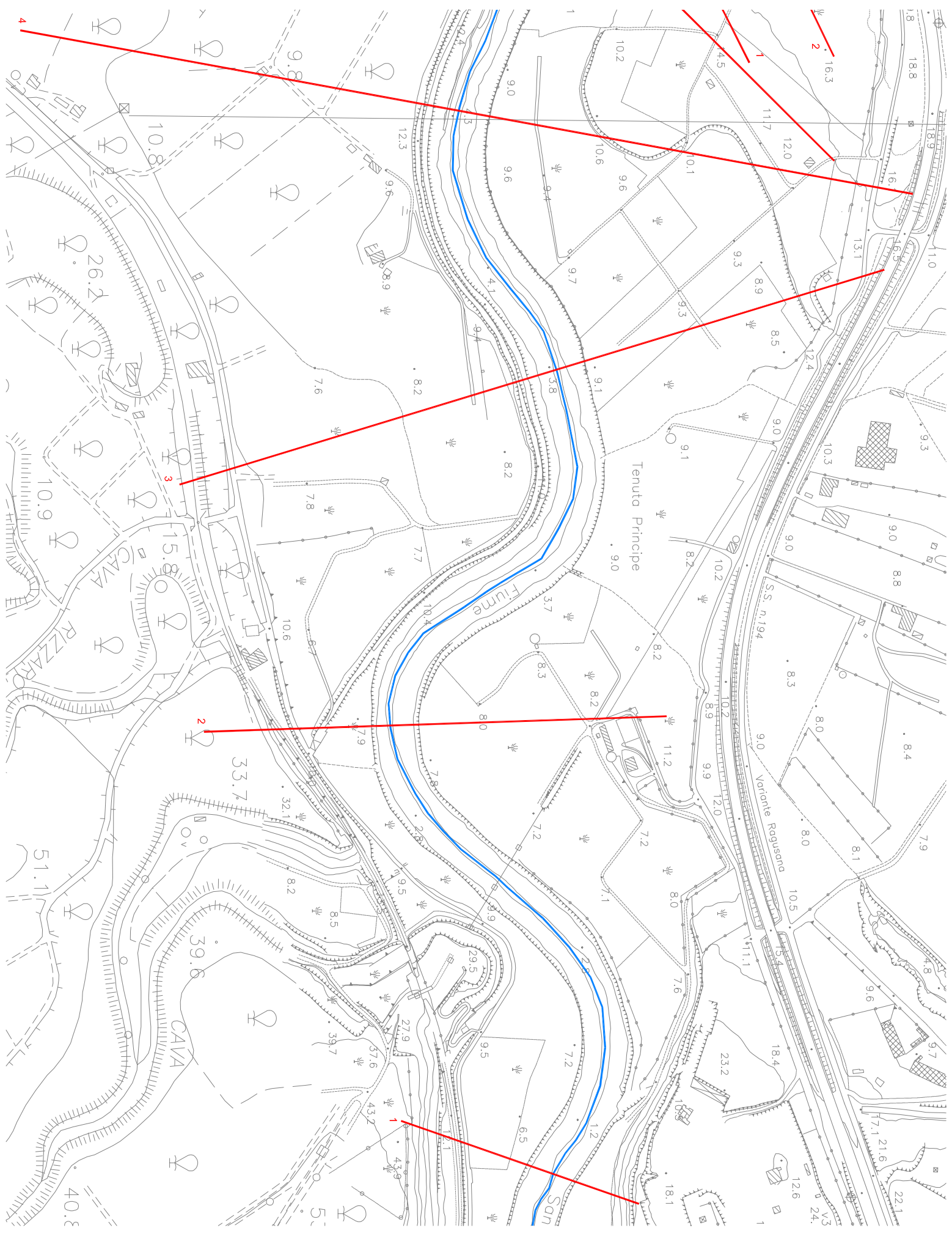
18_San Leonardo_Cond.AO

River = Cava Mulinelli Reach = Cava Mulinelli RS = 1









16.3

1

3

2

1

4

Tenuta Principe

Fiume

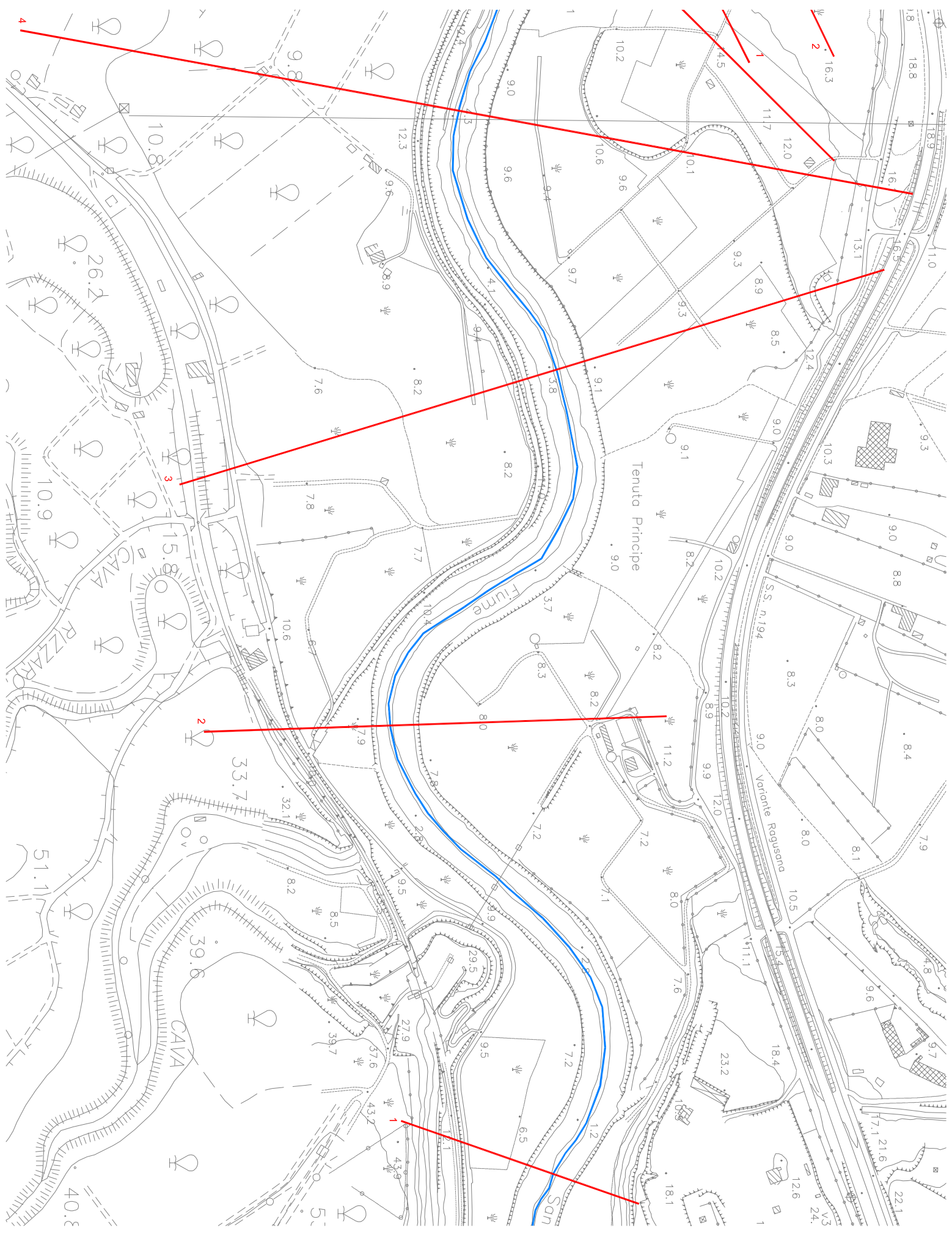
SS. n.194

Verdante Regusana

CAVA

CAVA

Son



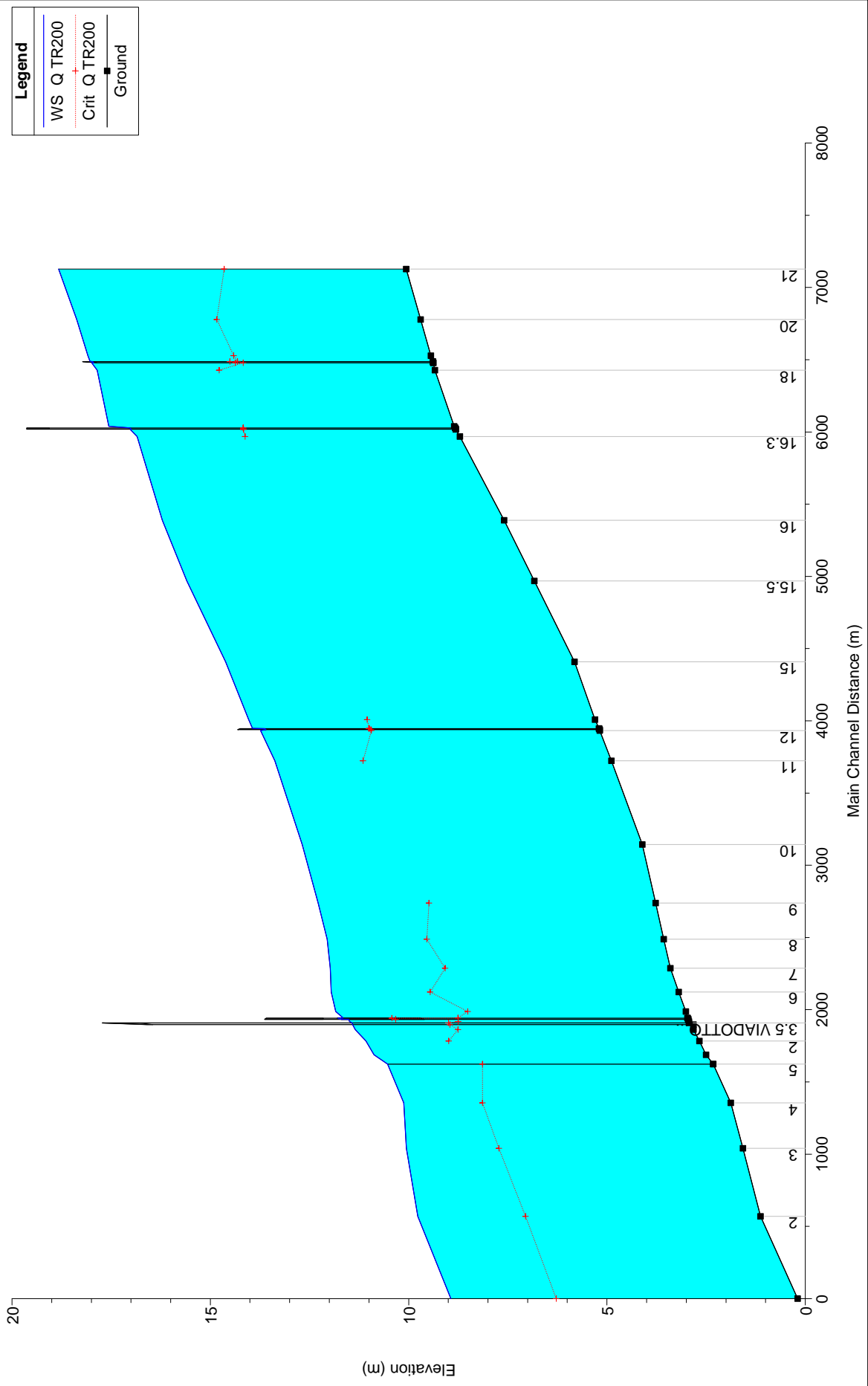
HEC-RAS Plan: Plan 04 River: San Leonardo Reach: Tratto monte Profile: Q TR200

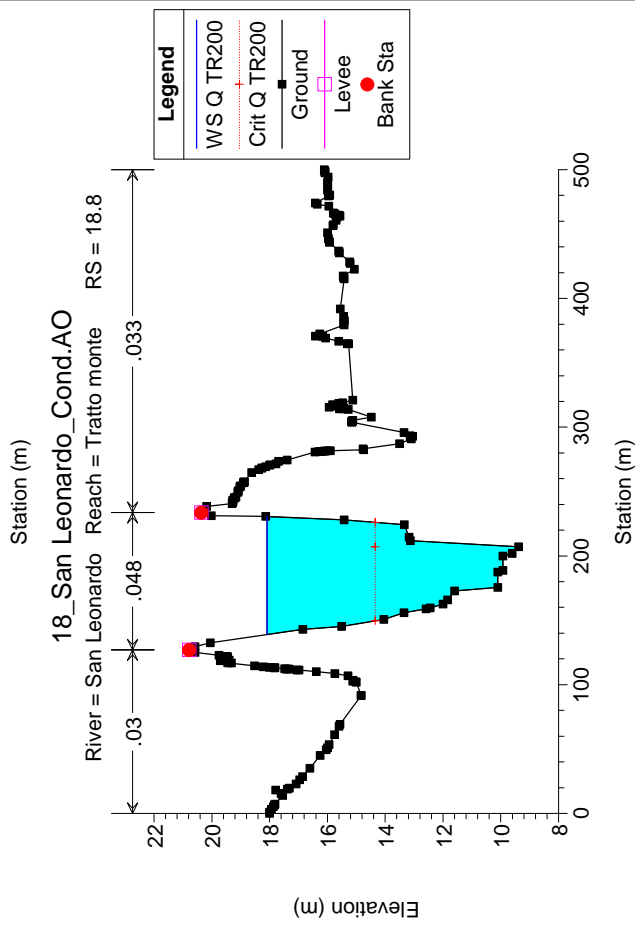
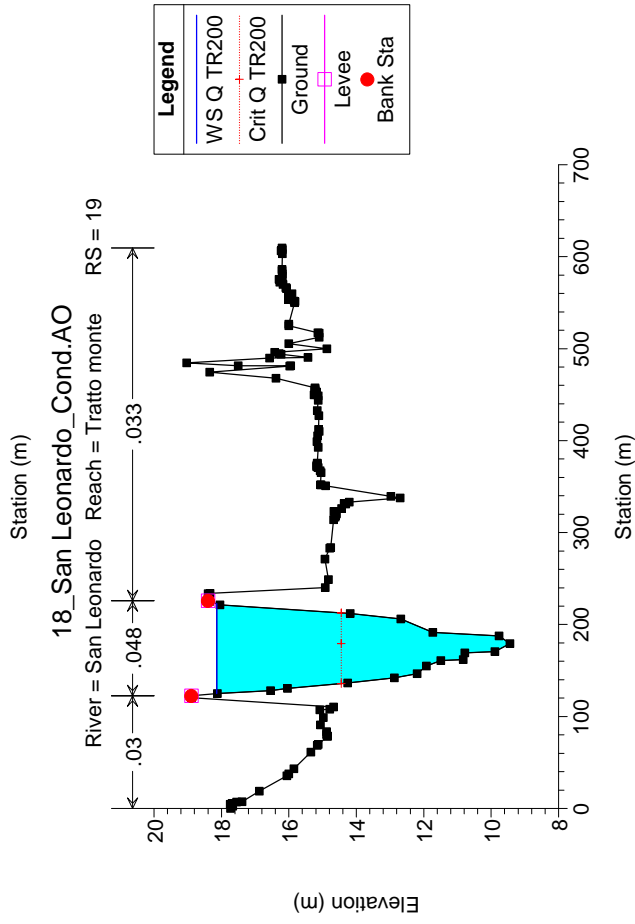
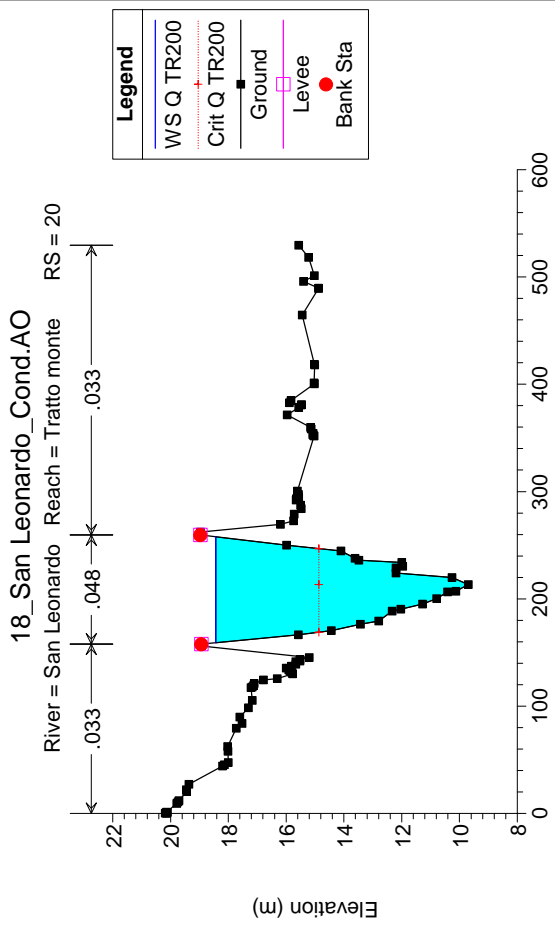
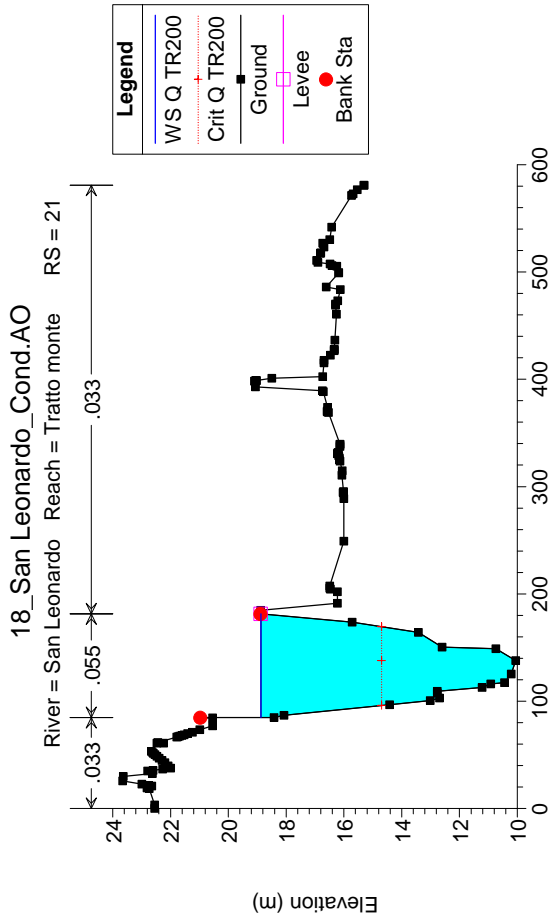
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl
Tratto monte	21	Q TR200	1151.72	10.06	18.82	14.65	19.03	0.001202	2.02	571.37	96.30	0.26	
Tratto monte	20	Q TR200	1151.72	9.70	18.37	14.84	18.61	0.001190	2.17	530.54	98.40	0.30	
Tratto monte	19	Q TR200	1151.72	9.44	18.09	14.41	18.32	0.001114	2.14	538.63	97.04	0.29	
Tratto monte	18.8	Q TR200	1151.72	9.39	18.03	14.32	18.27	0.001099	2.17	531.62	91.47	0.29	
Tratto monte	18.5	Bridge											
Tratto monte	18.3	Q TR200	1151.72	9.38	17.99	14.17	18.21	0.001010	2.08	553.04	95.46	0.28	
Tratto monte	18	Q TR200	1151.72	9.34	17.85	14.78	18.14	0.001573	2.39	482.01	95.33	0.34	
Tratto monte	17	Q TR200	1151.72	8.85	17.56	17.72	17.72	0.000779	2.03	684.04	216.31	0.24	
Tratto monte	16.8	Q TR200	1151.72	8.83	17.07	14.17	17.66	0.002255	3.43	340.11	224.67	0.42	
Tratto monte	16.7	Bridge											
Tratto monte	16.5	Q TR200	1151.72	8.81	17.02	14.16	17.62	0.002304	3.46	337.86	224.64	0.42	
Tratto monte	16.3	Q TR200	1151.72	8.71	16.85	14.12	17.48	0.003095	3.53	326.04	61.03	0.47	
Tratto monte	16	Q TR200	1151.72	7.59	16.21	16.42	16.42	0.001006	2.12	592.66	160.67	0.27	
Tratto monte	15.5	Q TR200	1151.72	6.83	15.59	15.87	15.87	0.001658	2.48	517.31	167.56	0.31	
Tratto monte	15	Q TR200	1151.72	5.82	14.62	14.96	14.96	0.001752	2.75	481.61	179.44	0.36	
Tratto monte	14	Q TR200	1151.72	5.30	14.03	11.05	14.33	0.001376	2.53	493.47	124.23	0.32	
Tratto monte	13	Q TR200	1151.72	5.20	13.94	10.99	14.24	0.001525	2.54	483.07	119.51	0.34	
Tratto monte	12.5	Bridge											
Tratto monte	12	Q TR200	1151.72	5.18	13.73	10.94	14.09	0.002334	2.73	447.34	119.18	0.36	
Tratto monte	11	Q TR200	1151.72	4.89	13.37	11.15	13.70	0.001472	2.88	488.02	155.62	0.34	
Tratto monte	10	Q TR200	1151.72	4.11	12.68	12.91	12.91	0.001206	2.30	591.43	208.49	0.30	
Tratto monte	9	Q TR200	1151.72	3.77	12.28	9.49	12.45	0.000977	2.00	661.59	243.62	0.27	
Tratto monte	8	Q TR200	1151.72	3.57	12.06	9.54	12.20	0.000911	1.68	684.51	209.61	0.23	
Tratto monte	7	Q TR200	1151.72	3.40	11.97	9.08	12.06	0.000490	1.47	928.50	358.06	0.19	
Tratto monte	6	Q TR200	1151.72	3.19	11.95	9.46	11.99	0.000233	1.03	1250.56	428.14	0.13	
Tratto monte	5	Q TR200	1151.72	3.01	11.84	8.51	11.94	0.000548	1.62	820.51	277.82	0.21	
Tratto monte	4.8	Q TR200	1151.72	2.97	11.65	8.76	11.89	0.001356	2.26	552.90	169.00	0.32	
Tratto monte	4.5	Mult Open											
Tratto monte	4.3	Q TR200	1151.72	2.95	11.51	11.78	11.78	0.001380	2.39	519.19	140.39	0.32	
Tratto monte	4	Q TR200	1151.72	2.93	11.49	8.75	11.76	0.001647	2.38	519.76	165.69	0.35	
Tratto monte	3.5	Bridge											
Tratto monte	3	Q TR200	1151.72	2.82	11.35	8.76	11.62	0.001818	2.34	517.03	162.58	0.36	
Tratto monte	2	Q TR200	1151.72	2.67	11.08	8.99	11.43	0.002623	2.68	441.45	128.84	0.42	
Tratto monte	1	Q TR200	1151.72	2.50	10.88	11.22	11.22	0.001920	2.72	469.14	153.16	0.37	

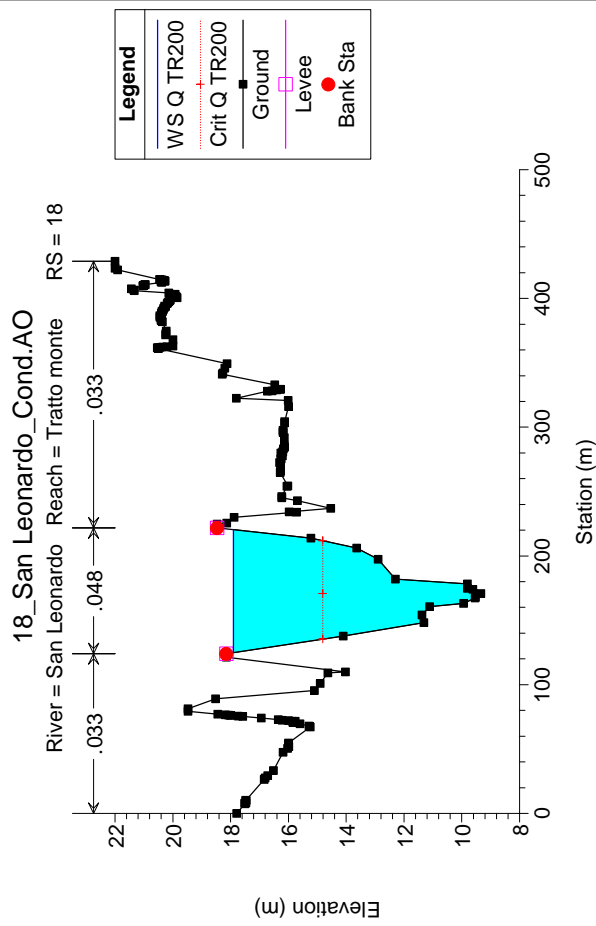
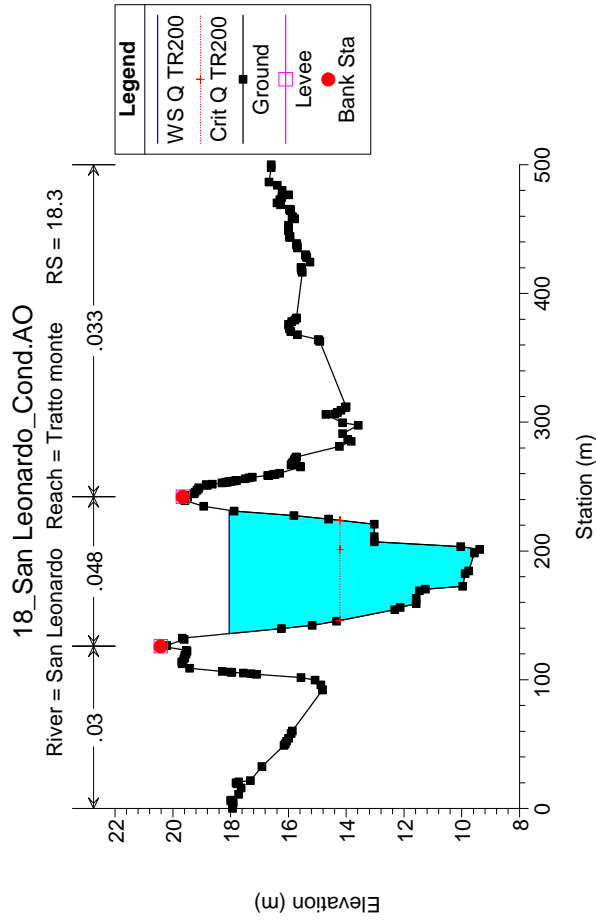
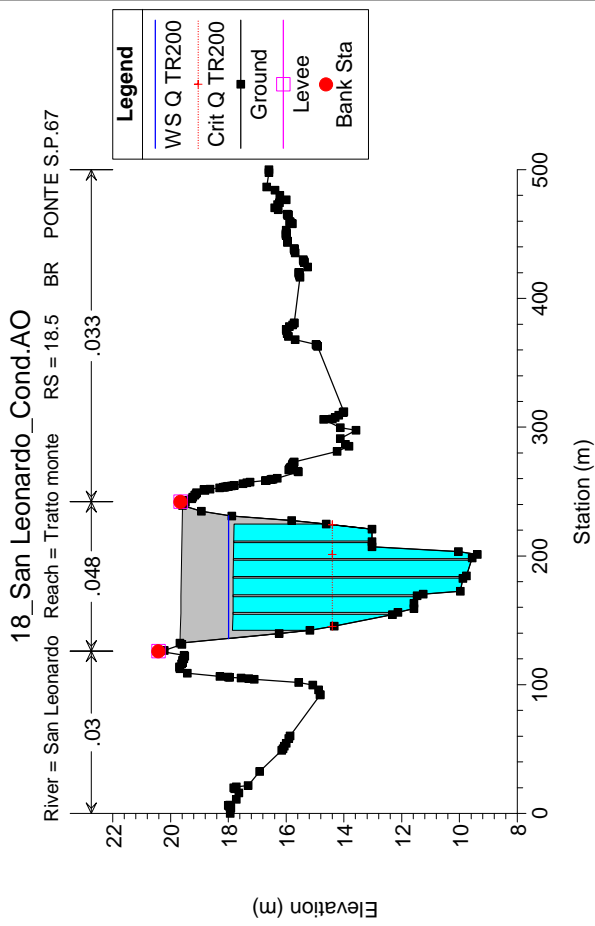
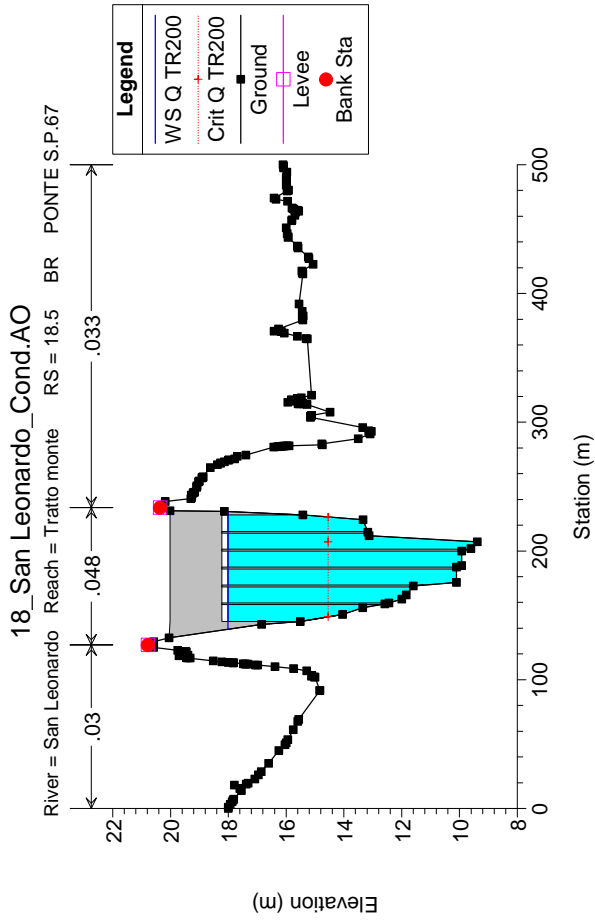
HEC-RAS Plan: Plan 04 River: San Leonardo Reach: Tratto valle Profile: Q TR200

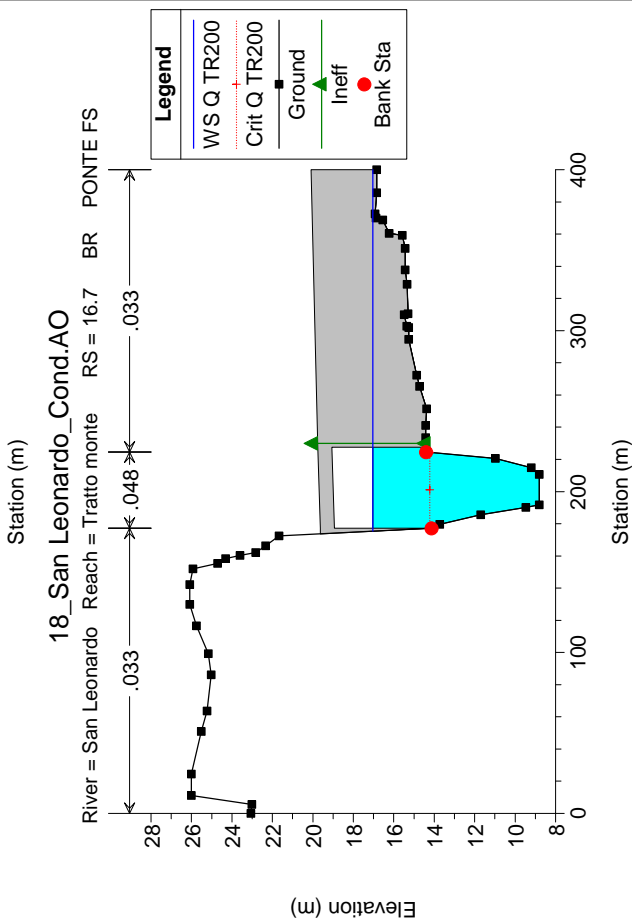
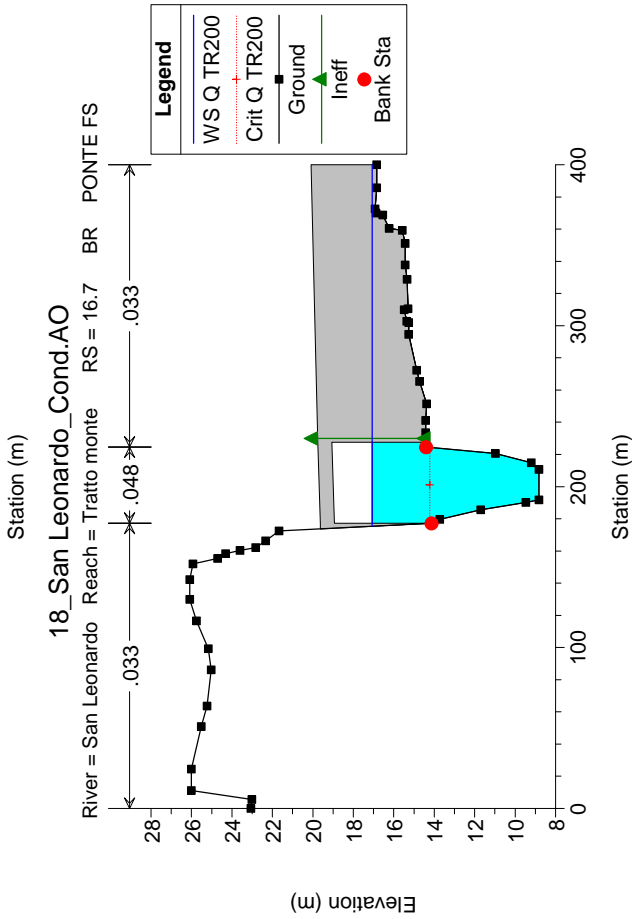
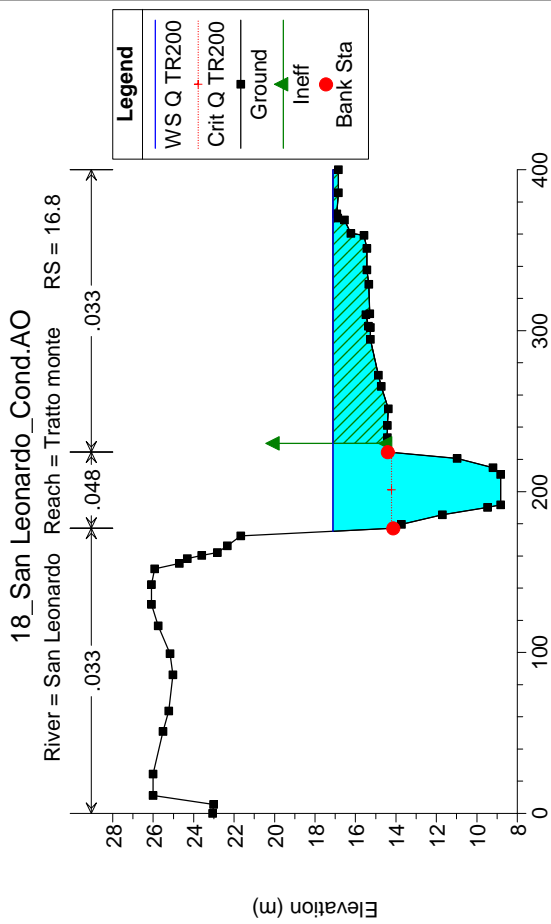
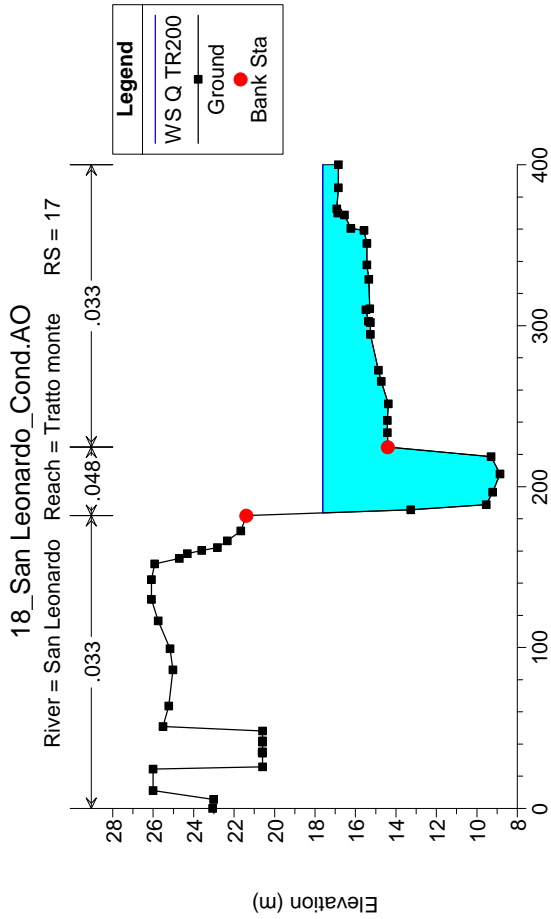
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tratto valle	5	Q TR200	1181.11	2.32	10.53	8.14	10.89	0.002457	2.76	461.11	157.77	0.41
Tratto valle	4	Q TR200	1181.11	1.88	10.12	8.14	10.32	0.001606	2.28	661.05	371.25	0.34
Tratto valle	3	Q TR200	1181.11	1.57	10.06	7.73	10.09	0.000295	0.91	1409.55	602.28	0.13
Tratto valle	2	Q TR200	1181.11	1.13	9.77	7.05	9.88	0.000756	1.64	830.59	312.41	0.21
Tratto valle	1	Q TR200	1181.11	0.19	8.93	6.28	9.24	0.001641	2.61	507.47	166.14	0.35

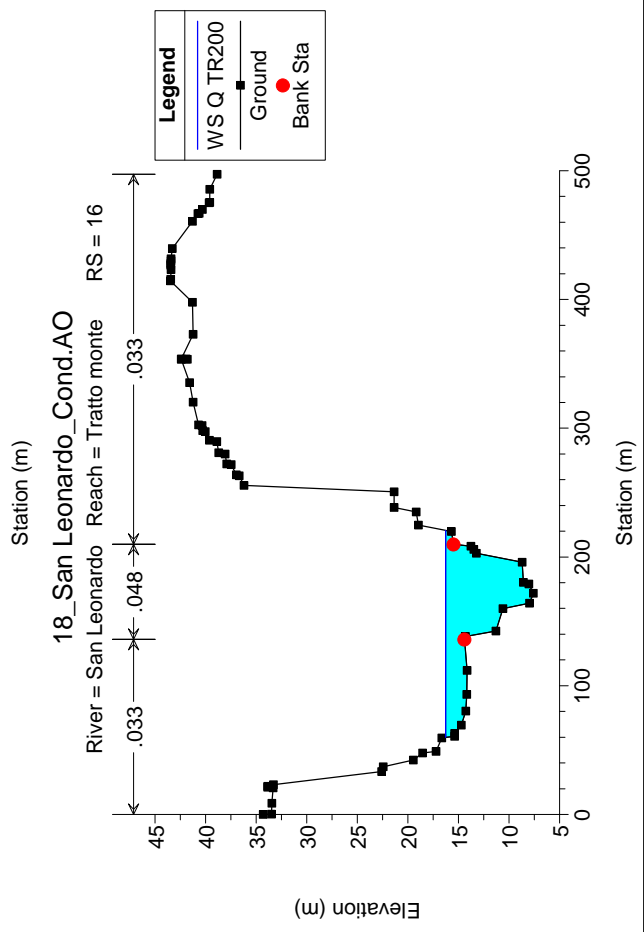
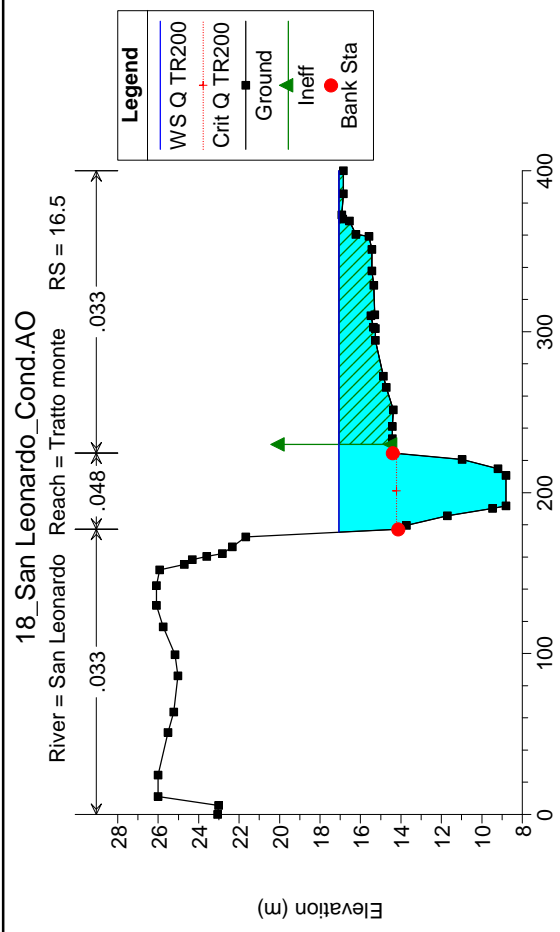
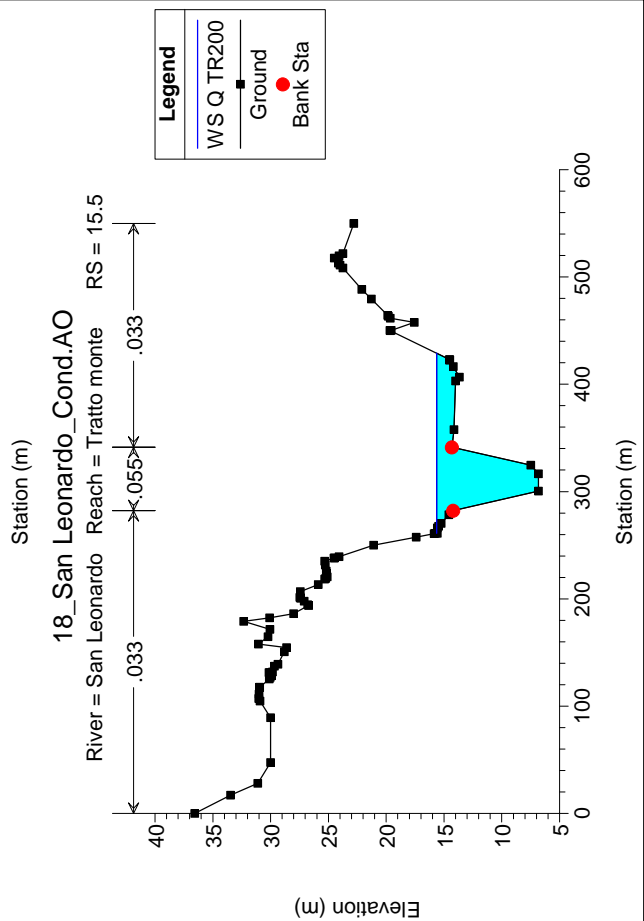
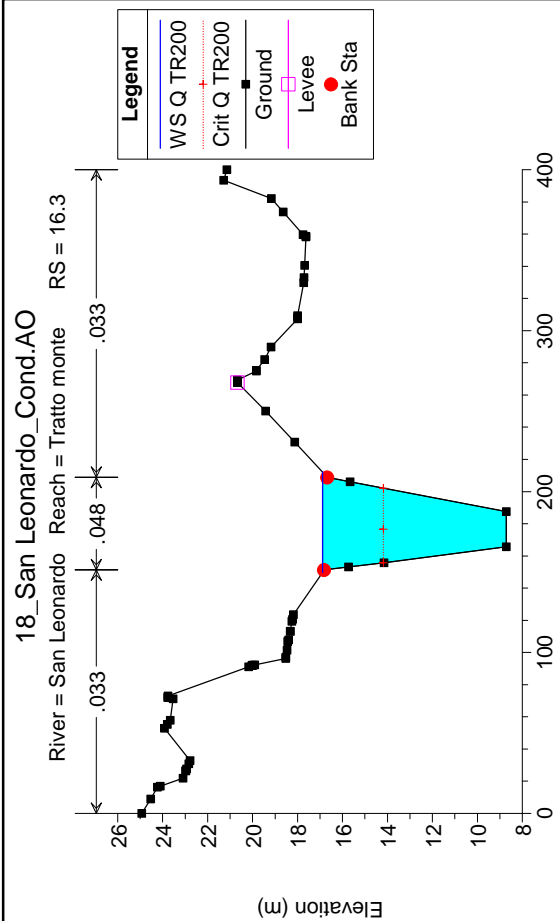
18_San Leonardo_Conc.AO

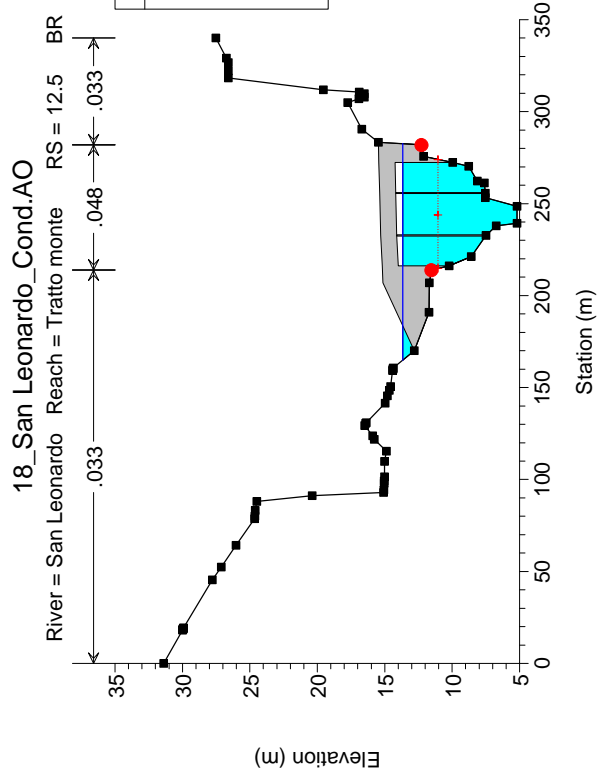
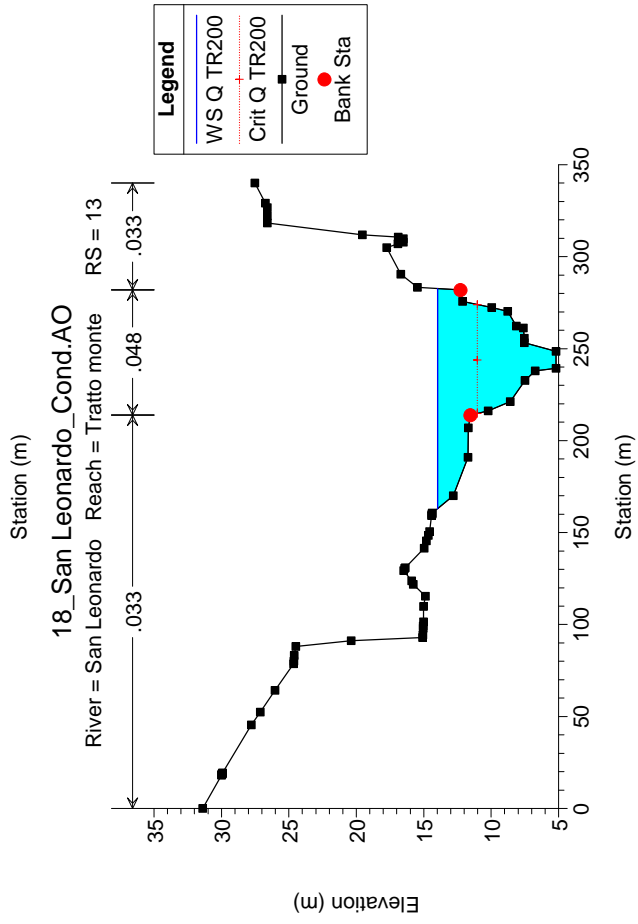
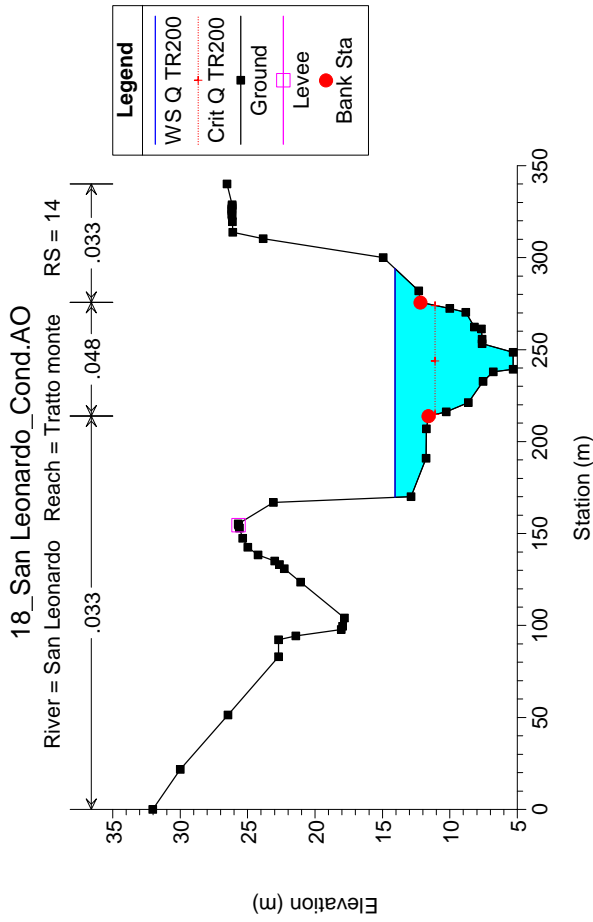
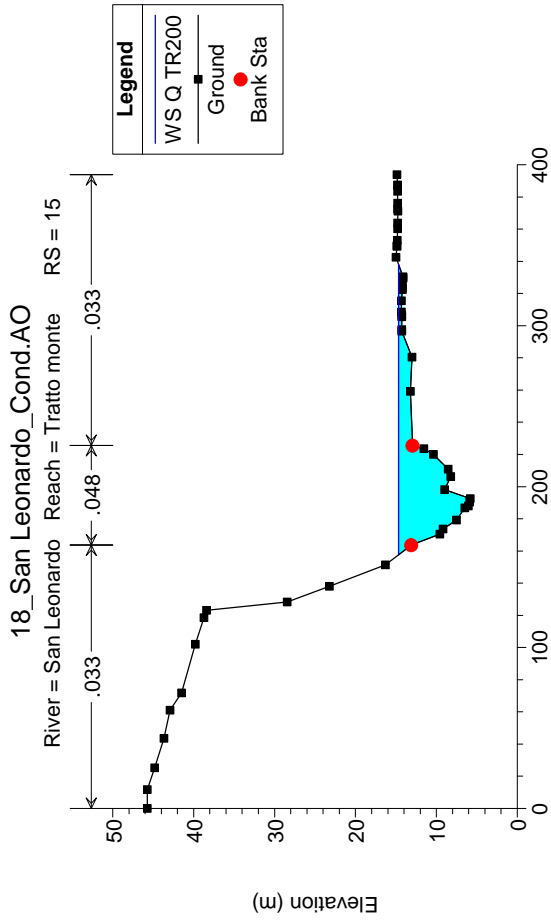


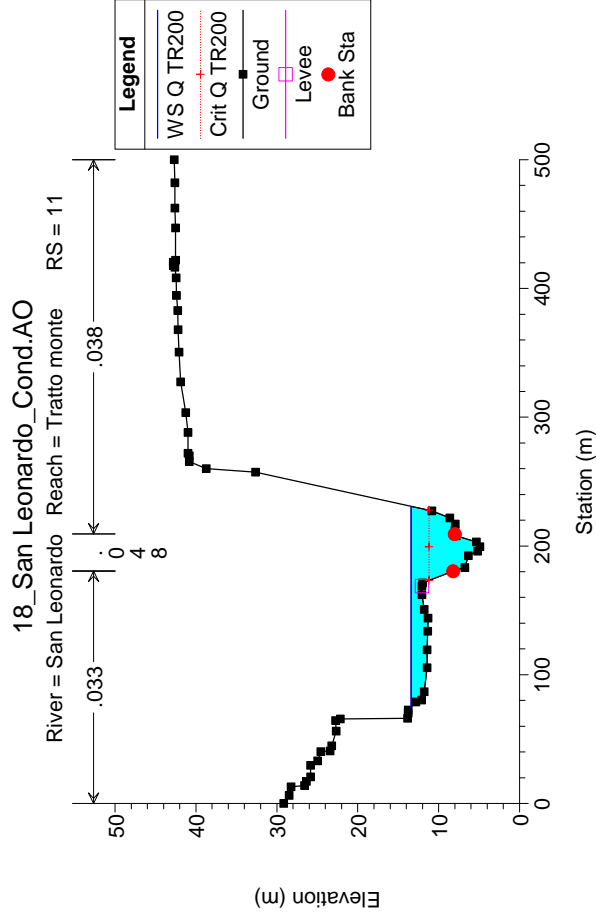
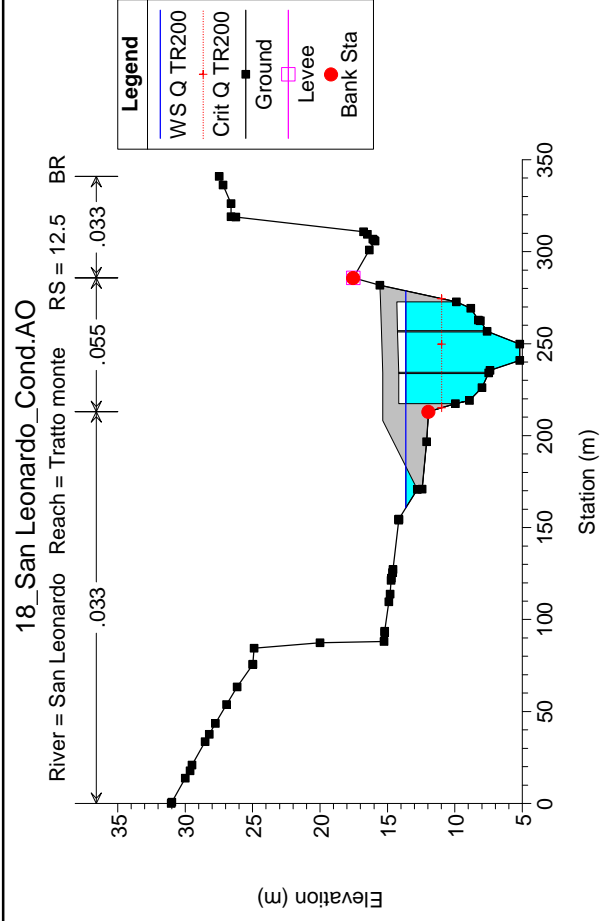
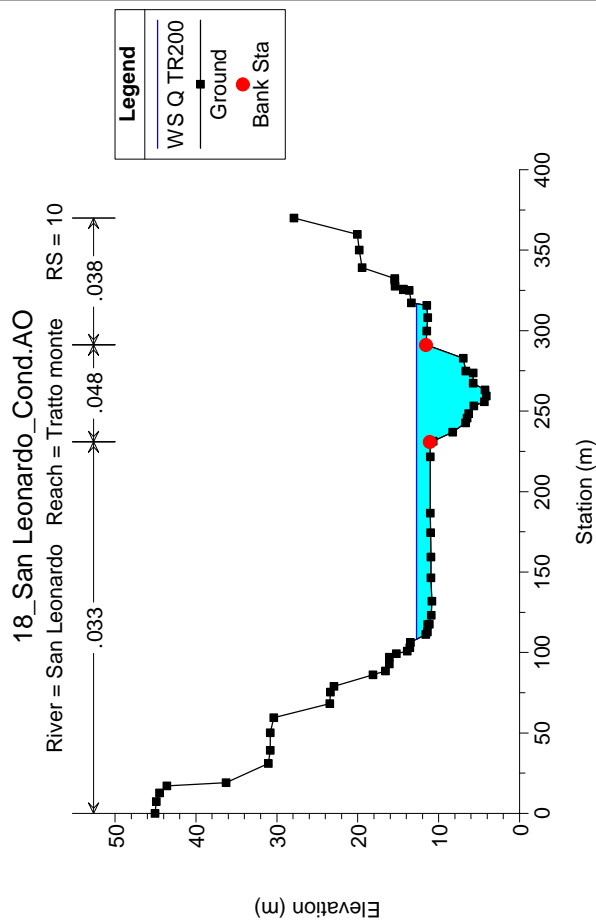
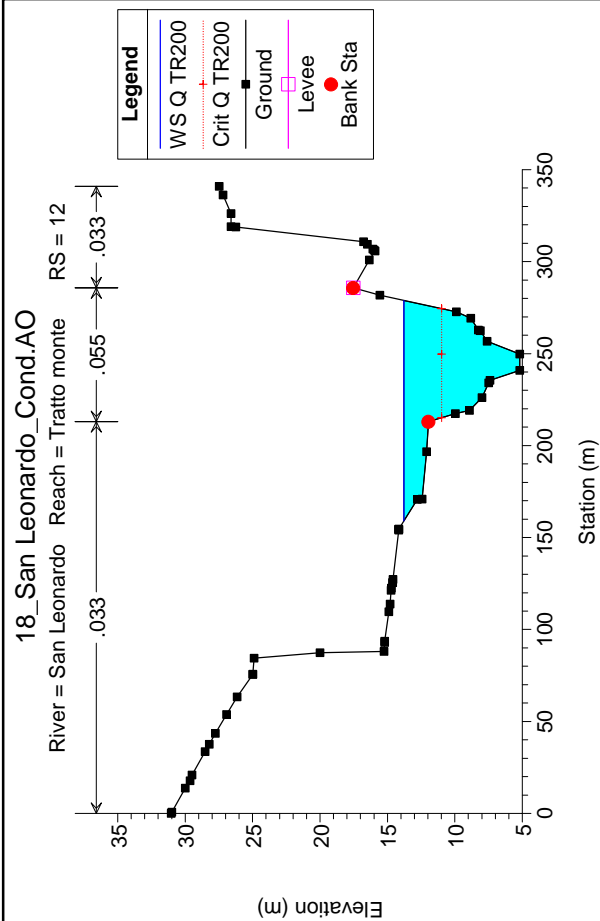






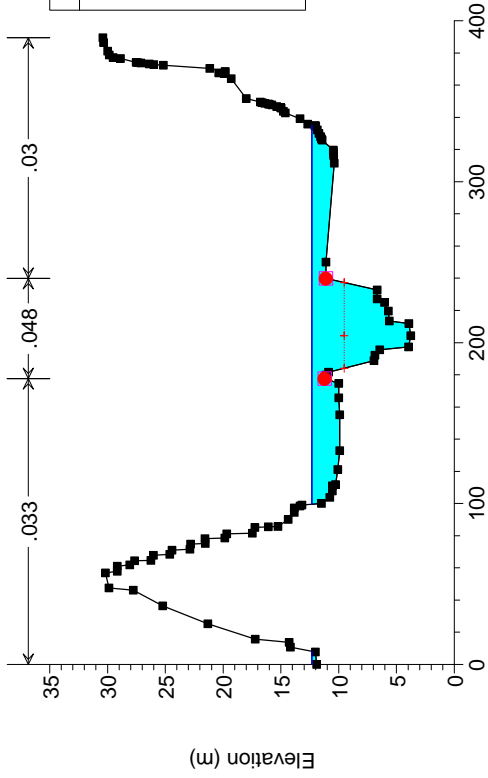






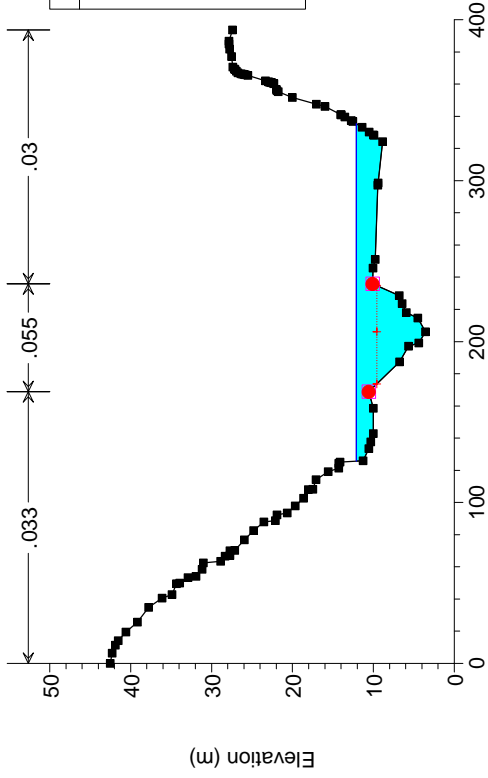
18_San Leonardo_Cond.AO

River = San Leonardo Reach = Tratto monte RS = 9



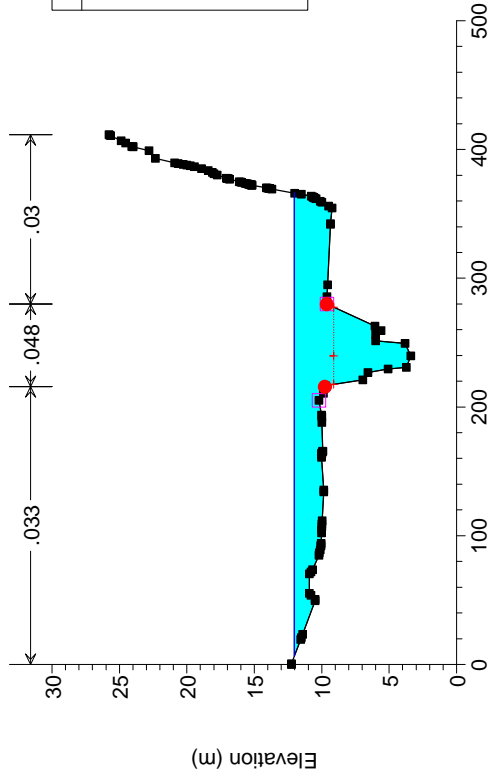
18_San Leonardo_Cond.AO

River = San Leonardo Reach = Tratto monte RS = 8



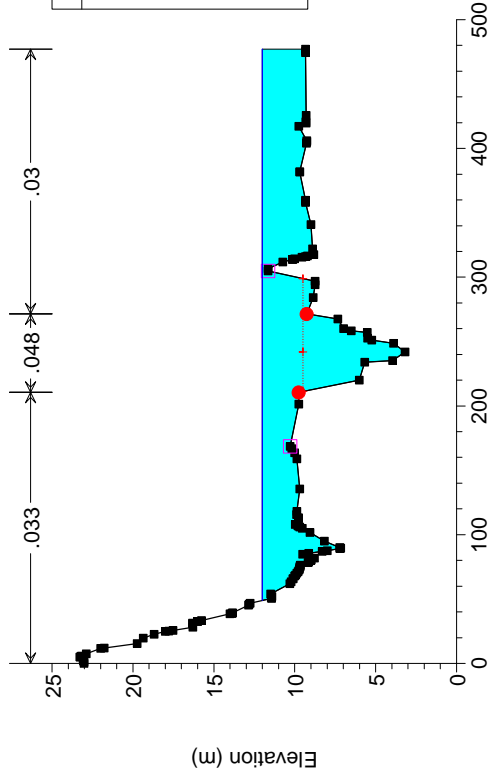
18_San Leonardo_Cond.AO

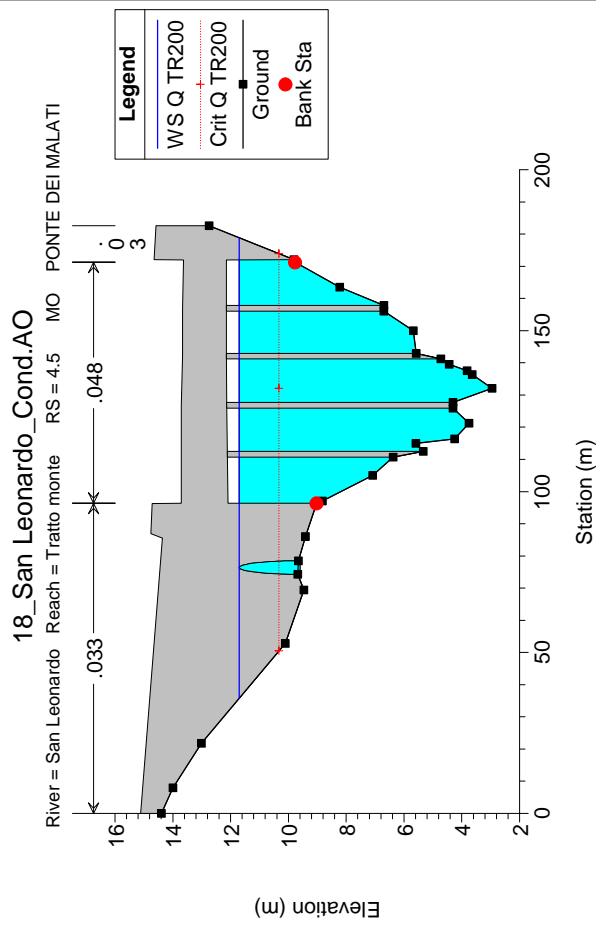
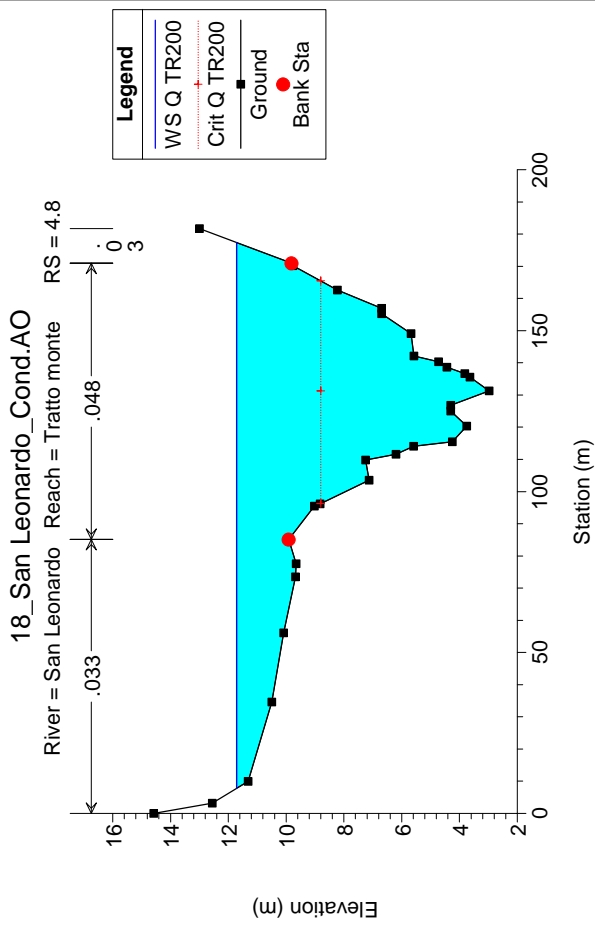
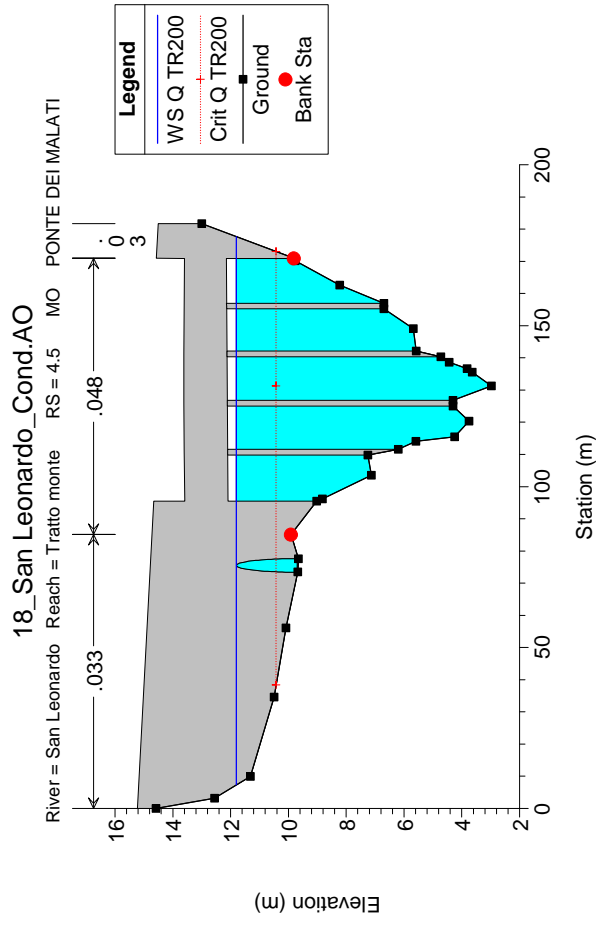
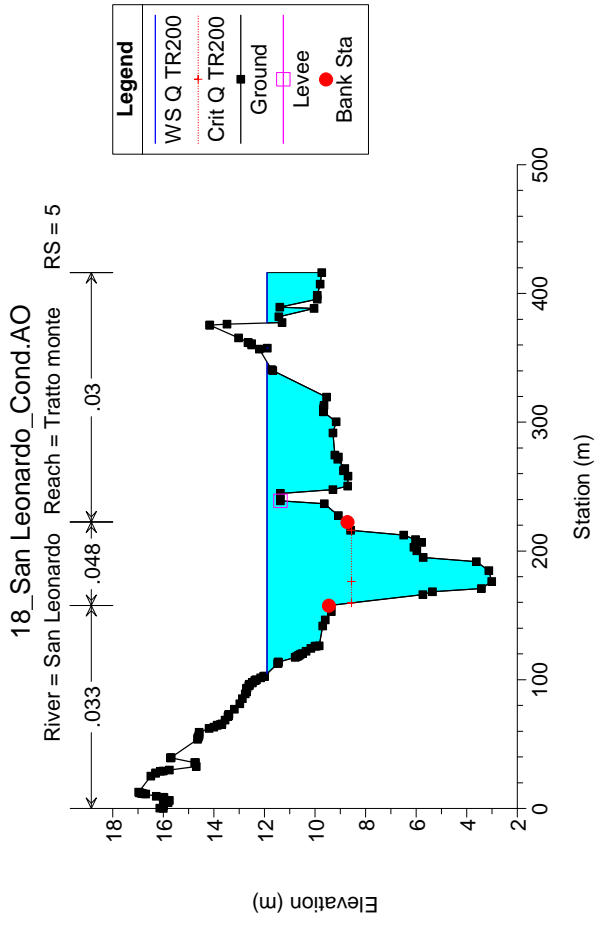
River = San Leonardo Reach = Tratto monte RS = 7

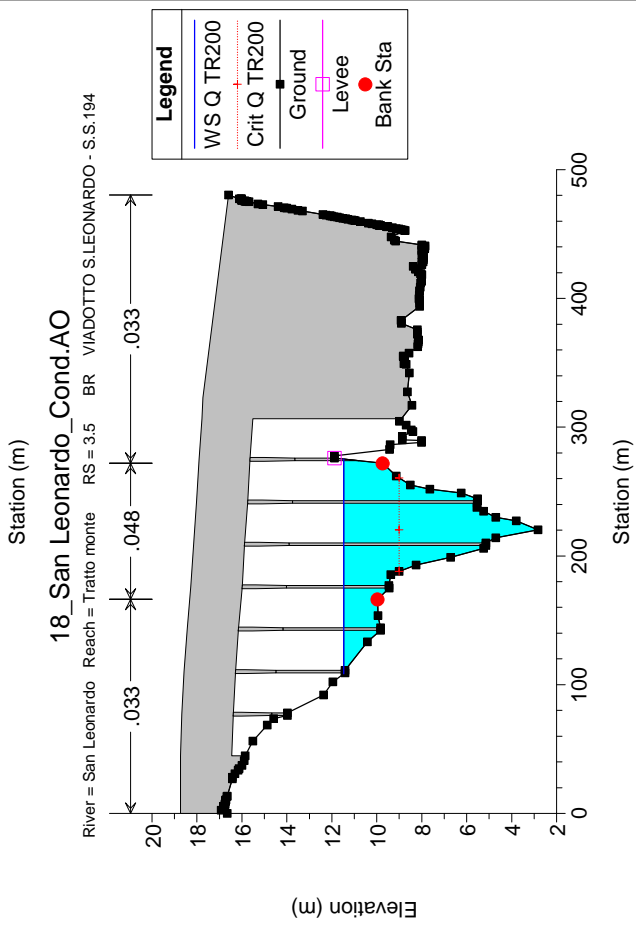
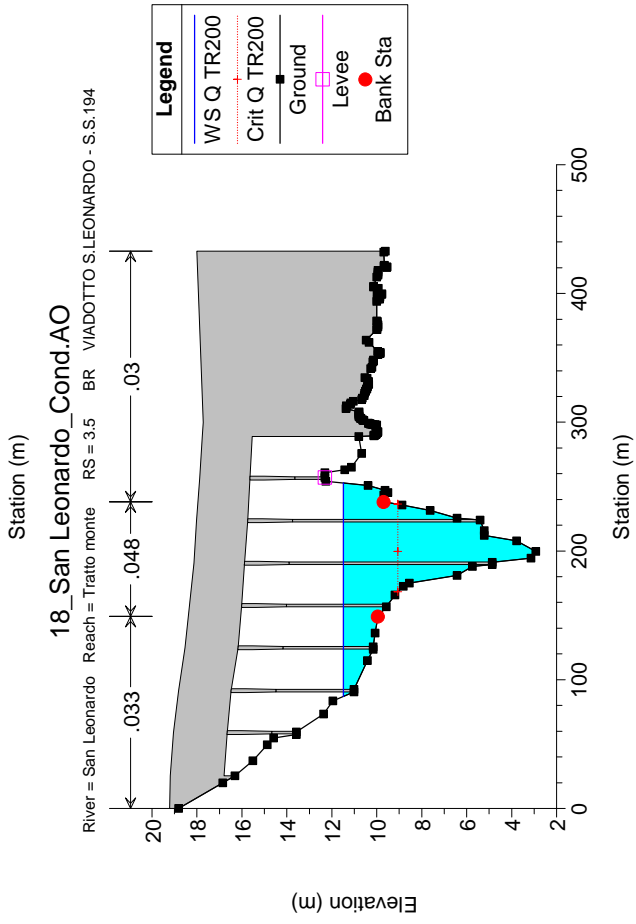
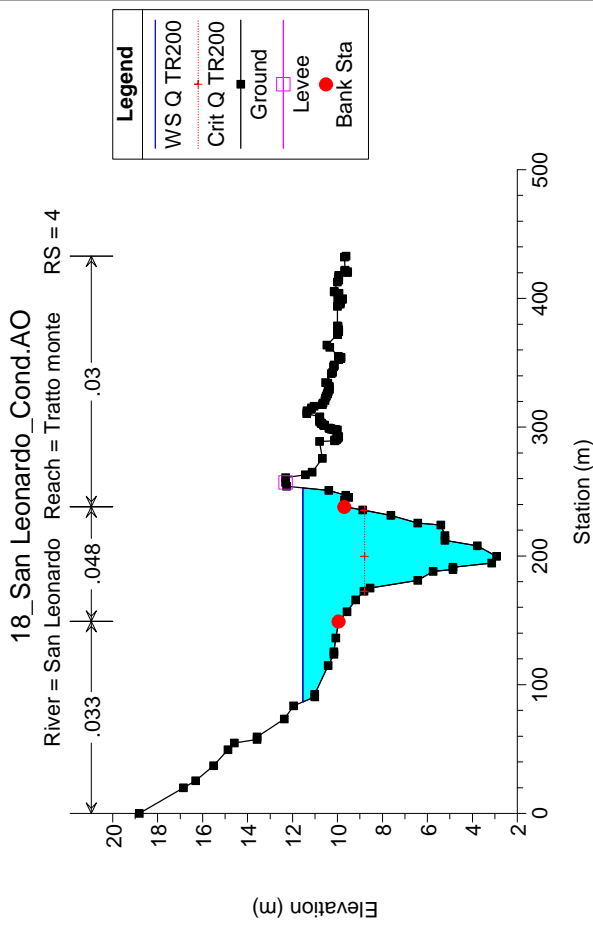
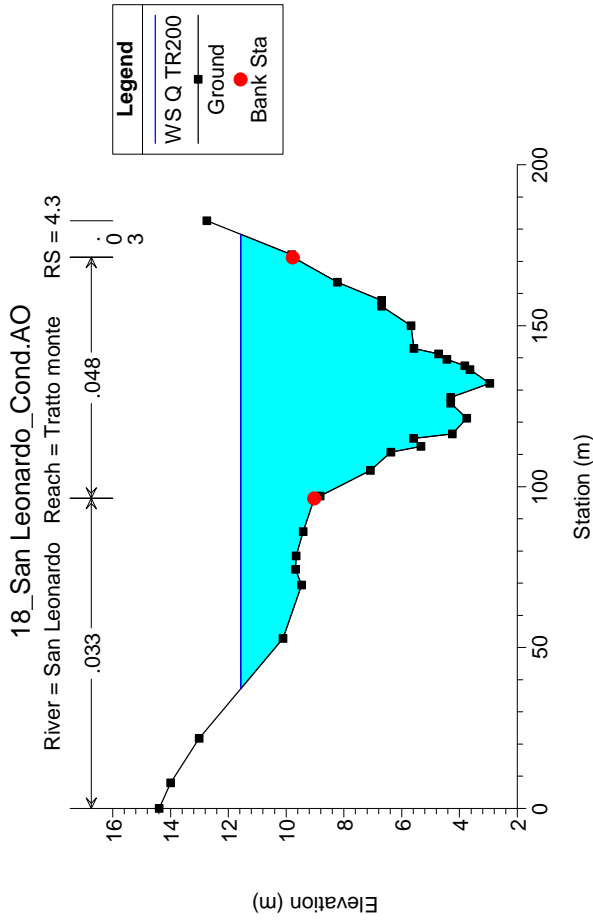


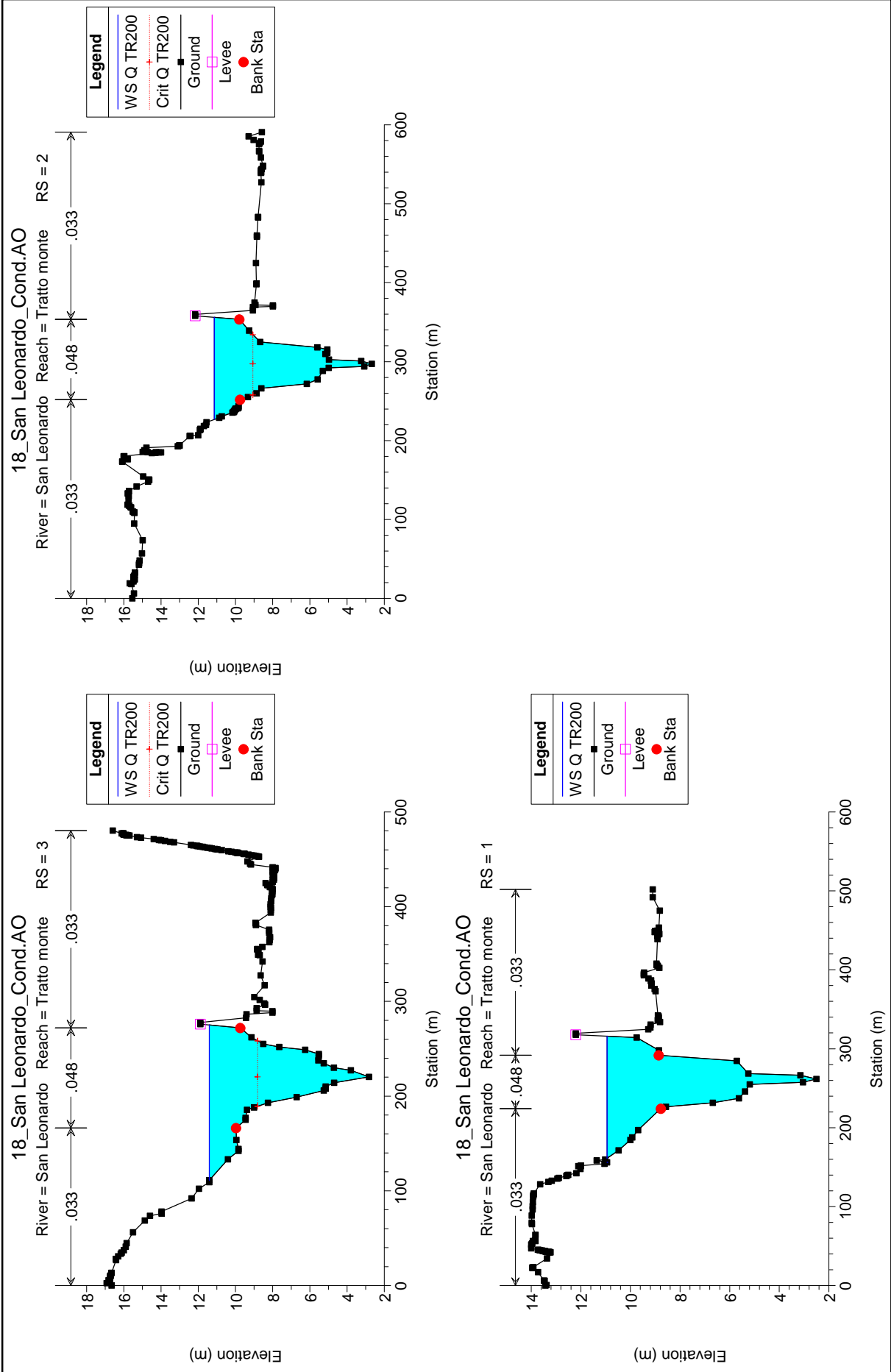
18_San Leonardo_Cond.AO

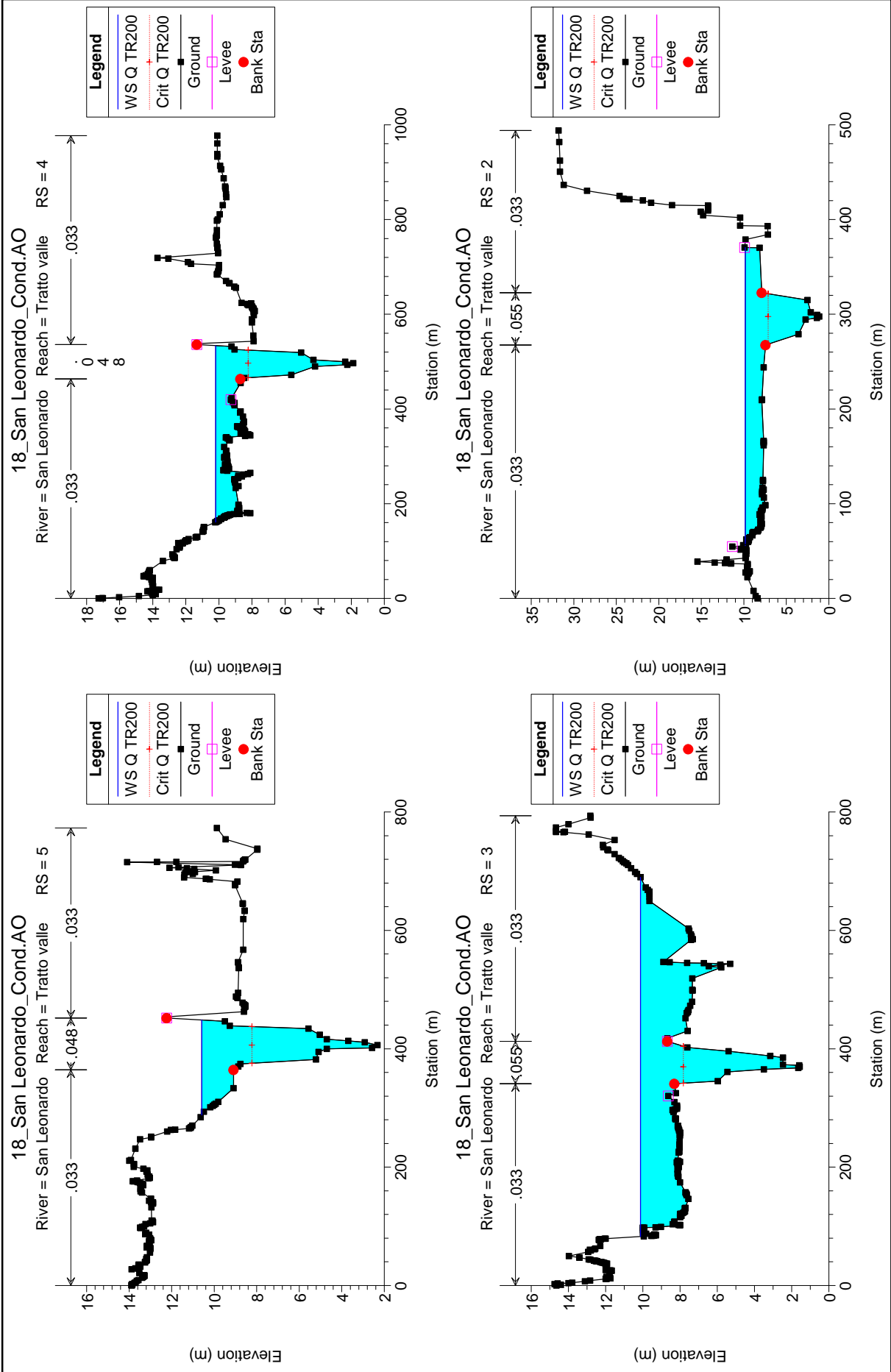
River = San Leonardo Reach = Tratto monte RS = 6





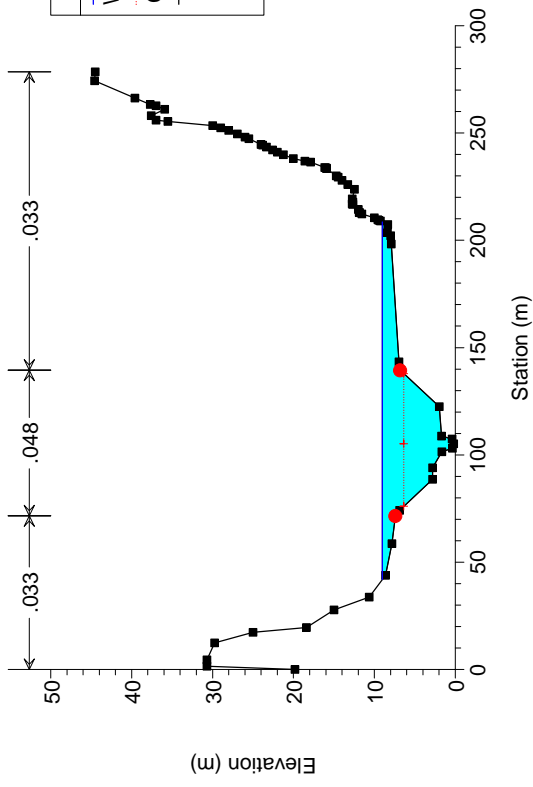






18_San Leonardo_Cond.AO

River = San Leonardo Reach = Tratto valle RS = 1



Legend

- WS Q TR200
- Crit Q TR200
- Ground
- Bank Sta