COMMITTENTE:

RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

ALTA SORVEGLIANZA:

ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

:

GENERAL CONTRACTOR:

Consorzio Collegamenti Integrati Veloci

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

TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI
PROGETTO DEFINITIVO

CAVA VECCHIE FORNACI (ex cava Buzzi)
Riqualificazione Ambientale
Relazione idrologica e idraulica

GENERAL CONTRACTOR	ITALFERR S.p.A.	
Consorzio Cociv Project Manager (Ing. Malvagna) Data:26/03/2012		

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
A301	00	D	CV	RI	DP9100	001	E

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
E00	Adeguamento terre e rocce da scavo	Morra	16/03/2012	Spoglianti	20/03/2012	Pagani	23/03/2012	Ing. E. Ghislandi ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO DOTT. ING. GHISLANDI ENRICO Sez. A Settori: a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione n° A 16993 Data:26/03/2012

	n. Elab.:	File: A30100DCVRIDP9100001-E00

CUP: F81H92000000008

INDICE

1 PREMESSA 3
2 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO 3
2.1 CUNETTA PRINCIPALE 3
2.2 CUNETTE SECONDARIE 4
2.3 CUNETTE STRADALI 4
2.4 GUADI 5
2.5 MANUFATTO M-1 5
2.6 MANUFATTO M-2 5
3 DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI RIFERIMENTO 6
4 VERIFICHE IDRAULICHE 7
4.1 CUNETTA PRINCIPALE 7
4.2 CUNETTE SECONDARIE 9
4.2.1 CUNETTA SECONDARIA “A” 9
4.2.2 CUNETTE SECONDARIE “B” 10
4.2.3 CUNETTA SECONDARIA “C” 10
4.2.4 CUNETTA SECONDARIA “D” 11
4.2.5 CUNETTA SECONDARIA “E” 11
4.2.6 CUNETTA SECONDARIA “F” 12
4.2.7 CUNETTA SECONDARIA “G” 12
4.2.8 CUNETTA SECONDARIA “H” 13
4.2.9 CUNETTA SECONDARIA “I” 13
4.2.10 CUNETTE SSTRADALI “CU-ST” 14
4.2.11 GUADI 14
5 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 15
6 ALLEGATO: ESITO MODELLAZIONE MOTO PERMANENTE CUNETTA PRINCIPALE CP - SEZIONI 16

1 PREMESSA

La presente relazione idrologica e idraulica contiene gli approfondimenti e le verifiche condotte a supporto della progettazione delle opere di regimazione idraulica delle acque meteoriche previste nell'ambito della progettazione definitiva della riqualificazione ambientale relativa all'abbancamento del materiale di risulta proveniente dagli scavi in galleria della costruzione della linea ferroviaria ad Alta Capacità - Alta Velocità Terzo Valico dei Giovi.

Nello specifico, in seguito alla individuazione delle portate di riferimento (analisi degli aspetti idrologici), si producono le verifiche idrauliche delle sezioni caratteristiche delle opere in progetto, al fine di verificarne l'adeguatezza dimensionale al convogliamento delle portate di riferimento.

Di seguito si riportano:

- La descrizione delle opere in progetto;
- L'individuazione delle portate di riferimento;
- Le verifiche idrauliche e le considerazioni conclusive.

2 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Il reticolo deputato alla regimazione delle acque meteoriche superficiali prevede la realizzazione della cunetta principale in posizione periferica lungo il margine occidentale dell'abbancamento, e di 7 cunette secondarie, ad esso afferenti, che percorrono l'intero abbancamento, drenando anche le acque che raggiungono l'abbancamento ruscellando lungo le pareti del fronte di cava presenti, pervenendo al settore Nord-orientale.

2.1 CUNETTA PRINCIPALE

Si colloca lungo il margine occidentale dell'abbancamento, percorrendolo dalla quota sommitale (250 m slm) fino al piano basale. Il tracciato si sviluppa con andamento moderatamente sinuoso, e pendenze variabili che seguono l'andamento della superficie dell'abbancamento stesso. Il fondo scorrevole assumerà la quota di 248.50 m slm all'origine della canalizzazione, e quella di 163.84 m slm in corrispondenza del punto di recapito.

Questo è rappresentato dalla tombinatura esistente del Rio Maltempo, in cui questo attraversa i piazzali di cava per essere restituito, a cielo aperto, a valle dell'attuale strada di accesso.

Funzione primaria della cunetta principale sarà quella di raccogliere le acque provenienti dalle cunette secondarie e convogliarle al punto di recapito; ulteriore funzione richiesta alla canalizzazione è quella di essere dimensionata in modo da poter ricevere eventuali fuoriuscite di portata dall'alveo del Rio Maltempo a monte della cava (fenomeno verificatosi durante l'evento

alluvionale del 2010), e ricondurre anch'esse al punto di recapito, costituito dall'alveo del rio medesimo.

La tipologia adottata per la realizzazione della cunetta principale consiste in un canale in pietrame cementato con sezione a forma trapezia avente fondo largo 2.0 m, profondità 1.50 m, e sponde inclinate di 3/1 in modo da ottenere una larghezza in testa pari a 3.0 m. La lunghezza planimetrica della cunetta è pari a 305 m circa, per uno sviluppo complessivo di 320 m circa. La pendenza risulta variabile tra il 10% e il 25%, essendo i tratti realizzati seguendo l'andamento planimetrico dell'abbancamento. Lo spessore della sezione è pari a 0.70 m. Per la costruzione si prevede l'impiego di massi di pietra locale (calcarea) di volume non inferiore a 0.3 mc, cementati con finitura delle silature "a giunti arretrati". Inoltre, per aumentare la scabrezza della sezione ed ottenere una significativa riduzione delle velocità della corrente, si prevede l'annegamento, sul fondo della sezione, di blocchi isolati di dimensioni maggiori, in modo che risultino sporgenti per circa 35-40 cm dal fondo. Negli elaborati grafici allegati è indicata con la sigla CP, e Tipologico AEPIDR-1.

2.2 CUNETTE SECONDARIE

Sono deputate all'intercettazione delle acque ruscellanti lungo l'abbancamento, e al loro convogliamento alla cunetta principale. Sono 7, e, negli elaborati grafici allegati vengono indicate con lettere maiuscole da A a I, procedendo da monte verso valle.

La tipologia prevista è quella indicata come AEPIDR-2, consistente in cunetta costituita da canale trapezoidale in lamiera ondulata d'acciaio EN 10025, qualità S235 JR zincata a caldo secondo le norme UNI EN ISO 1461. Bulloneria A.R.D. M12 con sottotesta sferico. Sezione trapezia; fondo 75 cm, luce 140cm, profondità H = 56 cm. Spessore lamiera 2.5 mm. Il peso per metro di lunghezza è previsto pari a circa 48 kg/m.

2.3 CUNETTE STRADALI

Realizzate lungo il lato di monte della viabilità di cantiere, hanno l'obiettivo di favorire il drenaggio della sede viaria, afferendo le acque alle cunette secondarie sopra descritte.

La tipologia individuata con la sigla CU-ST (AEPIDR-3) prevede una cunetta costituita da canale trapezoidale in lamiera ondulata d'acciaio EN 10025, qualità S235 JR zincata a caldo secondo le norme UNI EN ISO 1461. Bulloneria A.R.D. M12 con sottotesta sferico. Sezione trapezia; fondo 27 cm, luce 64 cm, profondità H = 32 cm. Spessore lamiera 2.0 mm. Il peso per metro di lunghezza è previsto pari a circa 24 kg/m.

2.4 GUADI

L'intersezione tra viabilità di cantiere e cunette secondarie avviene mediante la realizzazione di guadi in massi cementati che assicurino da un lato la continuità della sede viaria e, dall'altro, quella della conducibilità idraulica delle cunette secondarie.

Si tratta di platee semplici, a forma rettangolare (dimensioni medie L = 10m, b = 4m, s = 0.70 m), in cui si ricava, sulla larghezza di circa 4 m rispetto all'asse di continuità del flusso idrico, un profilo a catenaria con freccia pari a 50 cm circa. La pendenza, nel senso dell'attraversamento, sarà pari al 4%. Sono previsti n° 7 guadi, ciascuno del volume indicativo "vuoto per pieno" di 28 mc. Il raccordo alle cunette secondarie in ingresso e in uscita viene realizzato in pietrame.

Negli elaborati grafici la tipologia è indicata come AEPIDR-4.

2.5 MANUFATTO M-1

Si tratta di una tombinatura realizzata in corrispondenza del piazzale di scambio localizzato a quota 200 m slm circa (primo tornante) al fine di non ridurre lo spazio di manovra. Il manufatto, costituito da elementi scatolari in c.a. vibro compresso dimensionati per carichi stradali di 1° categoria, con sezione rettangolare di dimensioni B = 3.0 m, H = 2.0 m interne e spessore indicativo di cm 25, avrà uno sviluppo in lunghezza pari a 16 m. La quota del fondo scorrevole varia dall'imbocco (200 m) allo sbocco (196.82) con pendenza costante.

Il raccordo alle sponde della cunetta principale è realizzato in massi cementati, in continuità con le stesse.

L'immissione della cunetta secondaria (F), attraverso il guado, è prevista previa finestratura laterale degli elementi scatolari per una larghezza pari a 1.50 m ed una altezza di 50 cm.

Negli elaborati grafici si fa riferimento alla Tipologia AEPIDR-5.

2.6 MANUFATTO M-2

E' il manufatto di raccordo tra la cunetta principale e l'alveo tombato del Rio Maltempo, in cui questa si inserisce. Sono previste operazioni di demolizione dell'intorno della griglia esistente e di raccordo della cunetta alle spalle del tombinamento.

3 DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI RIFERIMENTO

L'area oggetto di studio ricade nel bacino idrografico del Rio Cantarena, ricompreso nel "Piano di Bacino Stralcio per la Tutela dal Rischio Idrogeologico – Ambiti Regionali di Bacino 12 e 13" della Provincia di Genova.

Per quanto attiene alla determinazione delle portate di riferimento, si considera innanzitutto il valore del contributo unitario di portata, espresso in $m^3\ s^{-1}\ km^{-2}$, per il bacino del Rio Cantarena, riportato nella Relazione Generale del citato Piano di Bacino Stralcio. Tale valore, assunto con tempo di ritorno dell'evento pari a 200 anni, corrisponde a $\mathbf{q_{200} = 34.5\ m^3\ s^{-1}\ km^{-2}}$, essendo la portata calcolata per il bacino di superficie 4.9 km^2 (metodo CIMA) pari a Q_{200} = 169 m^3/s.

Si sono quindi individuate le superfici contribuenti al deflusso sottese dai vari elementi componenti il reticolo di regimazione, tenendo conto anche delle aree contribuenti esterne alla cava (pendici del monte Gazzo). I valori misurati, moltiplicati per il contributo unitario di portata calcolato, conducono alle portate idriche due centennali assunte come riferimento per lo sviluppo delle verifiche idrauliche. La seguente tabella riepiloga i dati di portata.

ELEMENTO	**AREA**	**q_{200}**	**Q_{200}**	**Q_{200}**
(id)	(km^2)	($m^3\ s^{-1}\ km^{-2}$)	(m^3/s)	(l/s)
A	0.0175	34.5	**0.604**	**604**
B	0.0165	34.5	**0.568**	**568**
C	0.0058	34.5	**0.201**	**201**
D	0.0061	34.5	**0.212**	**212**
E	0.0074	34.5	**0.254**	**254**
F	0.0067	34.5	**0.233**	**233**
G	0.0091	34.5	**0.316**	**316**
H	0.0065	34.5	**0.223**	**223**
I	0.0037	34.5	**0.128**	**128**
CP_est	0.0696	34.5	**2.401**	**2401**
CP_int	Somma A-I =		**2.739**	**2739**
CP TOT	CP_est+CP_int =		**5.139**	**5139**

Questi sono i valori impiegati per le verifiche dei vari tratti. Il valore da assumersi, cautelativamente, per la cunetta principale (CP), al fine di tener conto dei contributi possibili dal Rio Maltempo (CP_est), oltre che delle acque afferite dalle cunette secondarie (CP_int), è CP_TOT = 5139 l/s.

4 VERIFICHE IDRAULICHE

Note, dalla descrizione degli interventi, le caratteristiche dimensionali delle sezioni delle opere in progetto, si procede con le necessarie verifiche idrauliche delle stesse, di seguito illustrate.

4.1 CUNETTA PRINCIPALE

La verifica è condotta, data l'importanza della canalizzazione, in condizioni di moto permanente, attraverso l'applicazione del codice numerico HEC-RAS, di provenienza statunitense ed ormai largamente diffuso anche nel nostro Paese.

Si considera l'intero canale, con sezioni localizzate lungo i punti salienti del profilo (cambi di pendenza), comprendendo, nella modellazione, il tombino indicato come M-1.

Complessivamente si esaminano 53 sezioni, numerate da valle verso monte.

Il coefficiente di scabrezza equivalente, considerato per la sezione dotata di elementi di rallentamento della corrente e dissipazione di energia (massi sporgenti annegati nel fondo), è, secondo la formulazione di Manning, pari a 0.06.

L'esito della modellazione in condizioni di moto permanente conduce ai seguenti risultati:

Sezione	Q_{200}	q fondo	q pl	q crit	q. carico	pend. motrice	V med	Area bagnata	n° Froude	franco
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)		(m)
53	5.15	248.5	249.33	249.33	249.71	0.066	2.71	1.9	1.01	0.67
52	5.15	246.5	246.9	247.33	248.77	0.659	6.06	0.85	3.16	1.10
51	5.15	243.5	243.98	244.33	245.24	0.371	4.98	1.03	2.38	1.02
50	5.15	240.5	240.94	241.33	242.43	0.471	5.4	0.95	2.68	1.06
49	5.15	238.5	238.94	239.33	240.46	0.488	5.47	0.94	2.72	1.06
48	5.15	237.5	238.12	238.33	238.84	0.166	3.77	1.37	1.6	0.88
47	5.15	235.5	235.92	236.33	237.58	0.555	5.71	0.9	2.9	1.08
46	5.15	233.5	233.94	234.33	235.44	0.474	5.41	0.95	2.68	1.06
45	5.15	232.5	233.05	233.33	233.99	0.242	4.29	1.2	1.93	0.95
44	5.15	230.5	230.99	231.33	232.19	0.344	4.85	1.06	2.29	1.01
43	5.15	228.5	228.99	229.33	230.19	0.345	4.86	1.06	2.3	1.01
42	5.15	226.5	227.07	227.33	227.93	0.212	4.1	1.25	1.8	0.93
41	5.15	225.5	226.04	226.33	227.03	0.261	4.41	1.17	2	0.96
40	5.15	223.5	224.03	224.33	225.05	0.273	4.48	1.15	2.05	0.97
39	5.15	222.5	223.32	223.33	223.71	0.068	2.75	1.87	1.02	0.68
38	5.15	220.5	220.92	221.33	222.61	0.571	5.77	0.89	2.94	1.08
37	5.15	218.5	219.01	219.33	220.13	0.313	4.7	1.1	2.19	0.99
36	5.15	217.5	218.26	218.33	218.72	0.087	3	1.71	1.16	0.74
35	5.15	215.5	215.9	216.33	217.73	0.638	5.99	0.86	3.11	1.10
34	5.15	212.5	212.98	213.33	214.23	0.367	4.96	1.04	2.37	1.02
33	5.15	211.5	211.95	212.33	213.4	0.454	5.34	0.97	2.63	1.05

32	5.15	210.5	211.17	211.33	211.78	0.132	3.47	1.48	1.42	0.83
31	5.15	208.5	208.93	209.33	210.54	0.531	5.63	0.92	2.84	1.07
30	5.15	206.5	206.94	207.33	208.47	0.494	5.49	0.94	2.74	1.06
29	5.15	203.5	203.94	204.33	205.49	0.501	5.52	0.93	2.76	1.06
28	5.15	202.5	202.96	203.33	204.32	0.409	5.15	1	2.5	1.04
27	5.15	201.5	201.96	202.33	203.35	0.428	5.23	0.98	2.55	1.04
26	5.15	200	200.44	200.83	201.97	0.490	5.47	0.94	2.73	1.06
25.5	M1-Tombinatura									
25	5.15	196.82	197.1	197.65	200.98	1.975	8.73	0.59	5.36	1.22
24	5.15	196.5	196.86	197.33	199.22	0.932	6.8	0.76	3.73	1.14
23	5.15	194.5	195.01	195.33	196.13	0.312	4.69	1.1	2.18	0.99
22	5.15	192.5	192.98	193.33	194.25	0.374	4.99	1.03	2.39	1.02
21	5.15	191.5	192	192.33	193.17	0.334	4.8	1.07	2.26	1.00
19	5.15	189.5	189.96	190.33	191.36	0.430	5.24	0.98	2.56	1.04
18	5.15	188.5	188.94	189.33	190.44	0.475	5.42	0.95	2.69	1.06
17	5.15	187.5	188.01	188.33	189.12	0.306	4.66	1.1	2.17	0.99
16	5.15	185.5	185.93	186.33	187.5	0.507	5.54	0.93	2.78	1.07
15	5.15	183.5	183.94	184.33	185.47	0.494	5.49	0.94	2.74	1.06
14	5.15	182.5	183.01	183.33	184.12	0.310	4.68	1.1	2.18	0.99
13	5.15	180.5	180.92	181.33	182.62	0.575	5.78	0.89	2.95	1.08
12	5.15	179.5	179.97	180.33	181.27	0.386	5.05	1.02	2.43	1.03
11	5.15	178.5	179	179.33	180.16	0.327	4.77	1.08	2.24	1.00
10	5.15	177.5	178.33	178.33	178.71	0.066	2.71	1.9	1.01	0.67
9	5.15	175.5	175.89	176.33	177.86	0.714	6.22	0.83	3.28	1.11
8	5.15	173.5	173.98	174.33	175.26	0.380	5.02	1.03	2.41	1.02
7	5.15	172.5	172.98	173.33	174.23	0.363	4.94	1.04	2.35	1.02
6	5.15	171.5	171.98	172.33	173.25	0.376	5	1.03	2.4	1.02
5	5.15	170.5	171.28	171.33	171.71	0.081	2.92	1.76	1.11	0.72
4	5.15	169.5	170.14	170.33	170.81	0.147	3.61	1.43	1.5	0.86
3	5.15	167.5	168.18	168.33	168.77	0.122	3.38	1.52	1.37	0.82
2	5.15	165.1	165.84	165.93	166.33	0.096	3.11	1.66	1.22	0.76
1	5.15	163.84	164.67	164.67	165.05	0.066	2.71	1.9	1.01	0.67

con le seguenti considerazioni:

- Le portate sono sempre ampiamente contenute nelle sezioni di progetto;
- Il regime di corrente è costantemente quello di “corrente veloce”;
- Il range di velocità si mantiene entro limiti compatibili con la stabilità del fondo e delle sponde;
- Il franco residuo, da 60 cm a 1.22 m, pare congruo.

Le sezioni pertanto si ritengono verificate.

4.2 CUNETTE SECONDARIE

Per le verifiche idrauliche delle canalette secondarie, caratterizzate da regolarità della sezione ed uniformità della pendenza del fondo scorrevole, si ritiene invece sufficiente l'analisi in condizioni di moto permanente, che prevede la costruzione della scala delle portate mediante la combinazione dell'equazione di continuità con il calcolo della velocità attraverso la nota relazione di Chèzy, per cui:

$$Q = A \times V = A \times \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times j^{0.5} \times 1000$$

In cui:

Q = portata convogliata, in l/s;

A = area bagnata della sezione in funzione dell'altezza del pelo libero della corrente in m^2;

R = raggio idraulico della sezione (Area bagnata / Contorno bagnato) in m;

j = pendenza motrice della corrente (≈ pendenza del fondo)

Procedendo in tal modo, e citando, nell'ambito della scala delle portate la capacità di convogliamento (a piene rive) e le condizioni di transito della Q_{200}, si ottengono i risultati di verifica qui riportati.

4.2.1 CUNETTA SECONDARIA "A"

Larghezza del fondo "b"	**0.75**	m
Pendenza media del tratto "i"	**0.004**	m/m
Inclinazione sponda dx (y/x)	**1.723**	m/m
Inclinazione sponda sx (y/x)	**1.723**	m/m
"n" di Manning	**0.018**	
Franco	**0.5**	m

	h pl	B	A	C	r	V	Q
	m	m	mq	m	m	m/s	l/s
Capacità di convogliamento	0.56	1.40	0.60	2.04	0.294	1.55	936
Condizioni Q_{200}	0.43	1.25	0.44	1.75	0.248	1.39	604

La cunetta si intende verificata.

4.2.2 CUNETTE SECONDARIE "B"

Larghezza del fondo "b"	**0.75**	m
Pendenza media del tratto "i"	**0.05**	m/m
Inclinazione sponda dx (y/x)	**1.723**	m/m
Inclinazione sponda sx (y/x)	**1.723**	m/m
"n" di Manning	**0.018**	
Franco	**0.5**	m

	h pl	B	A	C	r	V	Q
	m	m	mq	m	m	m/s	mc/s
Capacità di convogliamento	0.56	1.40	0.60	2.04	0.294	5.50	3309
Condizioni Q_{200}	0.20	0.98	0.17	1.20	0.141	3.36	568

La cunetta si intende verificata.

4.2.3 CUNETTA SECONDARIA "C"

Larghezza del fondo "b"	**0.75**	m
Pendenza media del tratto "i"	**0.05**	m/m
Inclinazione sponda dx (y/x)	**1.723**	m/m
Inclinazione sponda sx (y/x)	**1.723**	m/m
"n" di Manning	**0.018**	
Franco	**0.5**	m

	h pl	B	A	C	r	V	Q
	m	m	mq	m	m	m/s	mc/s
Capacità di convogliamento	0.56	1.40	0.60	2.04	0.294	5.50	3309
Condizioni Q_{200}	0.10	0.87	0.08	0.99	0.085	2.40	201

La cunetta si intende verificata.

4.2.4 CUNETTA SECONDARIA "D"

Larghezza del fondo "b"	**0.75**	m
Pendenza media del tratto "i"	**0.05**	m/m
Inclinazione sponda dx (y/x)	**1.723**	m/m
Inclinazione sponda sx (y/x)	**1.723**	m/m
"n" di Manning	**0.018**	
Franco	**0.5**	m

	h pl	B	A	C	r	V	Q
	m	m	mq	m	m	m/s	mc/s
Capacità di convogliamento	0.56	1.40	0.60	2.04	0.294	5.50	3309
Condizioni Q_{200}	0.11	0.87	0.09	1.00	0.087	2.44	212

La cunetta si intende verificata.

4.2.5 CUNETTA SECONDARIA "E"

Larghezza del fondo "b"	**0.75**	m
Pendenza media del tratto "i"	**0.05**	m/m
Inclinazione sponda dx (y/x)	**1.723**	m/m
Inclinazione sponda sx (y/x)	**1.723**	m/m
"n" di Manning	**0.018**	
Franco	**0.5**	m

	h pl	B	A	C	r	V	Q
	m	m	mq	m	m	m/s	mc/s
Capacità di convogliamento	0.56	1.40	0.60	2.04	0.294	5.50	3309
Condizioni Q_{200}	0.12	0.89	0.10	1.03	0.095	2.59	254

La cunetta si intende verificata.

4.2.6 CUNETTA SECONDARIA "F"

Larghezza del fondo "b"	**0.75**	m
Pendenza media del tratto "i"	**0.05**	m/m
Inclinazione sponda dx (y/x)	**1.723**	m/m
Inclinazione sponda sx (y/x)	**1.723**	m/m
"n" di Manning	**0.018**	
Franco	**0.5**	m

	h pl m	**B** m	**A** mq	**C** m	**r** m	**V** m/s	**Q** mc/s
Capacità di convogliamento	0.56	1.40	0.60	2.04	0.294	5.50	3309
Condizioni Q_{200}	0.11	0.88	0.09	1.01	0.091	2.52	233

La cunetta si intende verificata.

4.2.7 CUNETTA SECONDARIA "G"

Larghezza del fondo "b"	**0.75**	m
Pendenza media del tratto "i"	**0.05**	m/m
Inclinazione sponda dx (y/x)	**1.723**	m/m
Inclinazione sponda sx (y/x)	**1.723**	m/m
"n" di Manning	**0.018**	
Franco	**0.5**	m

	h pl m	**B** m	**A** mq	**C** m	**r** m	**V** m/s	**Q** mc/s
Capacità di convogliamento	0.56	1.40	0.60	2.04	0.294	5.50	3309
Condizioni Q_{200}	0.14	0.91	0.11	1.07	0.106	2.79	316

La cunetta si intende verificata.

4.2.8 **CUNETTA SECONDARIA "H"**

Larghezza del fondo "b"	**0.75**	m
Pendenza media del tratto "i"	**0.04**	m/m
Inclinazione sponda dx (y/x)	**1.723**	m/m
Inclinazione sponda sx (y/x)	**1.723**	m/m
"n" di Manning	**0.018**	
Franco	**0.5**	m

	h pl m	**B** m	**A** mq	**C** m	**r** m	**V** m/s	**Q** mc/s
Capacità di convogliamento	0.56	1.40	0.60	2.04	0.294	4.92	2960
Condizioni Q_{200}	0.12	0.89	0.10	1.02	0.095	2.31	223

La cunetta si intende verificata.

4.2.9 **CUNETTA SECONDARIA "I"**

Larghezza del fondo "b"	**0.75**	m
Pendenza media del tratto "i"	**0.012**	m/m
Inclinazione sponda dx (y/x)	**1.723**	m/m
Inclinazione sponda sx (y/x)	**1.723**	m/m
"n" di Manning	**0.018**	
Franco	**0.5**	m

	h pl m	**B** m	**A** mq	**C** m	**r** m	**V** m/s	**Q** mc/s
Capacità di convogliamento	0.56	1.40	0.60	2.04	0.294	2.69	1621
Condizioni Q_{200}	0.12	0.89	0.10	1.03	0.097	1.28	128

La cunetta si intende verificata.

4.2.10 **CUNETTE SSTRADALI "CU-ST"**

Si produce la verifica per portate di riferimento stimate in circa 40 l/s, portate peraltro già considerate in quelle drenate dalle cunette secondarie.

Larghezza del fondo "b"	**0.27**	m
Pendenza media del tratto "i"	**0.14**	m/m
Inclinazione sponda dx (y/x)	**1.723**	m/m
Inclinazione sponda sx (y/x)	**1.723**	m/m
"n" di Manning	**0.018**	
Franco	**0.5**	m

	h pl	**B**	**A**	**C**	**r**	**V**	**Q**
	m	m	mq	m	m	m/s	mc/s
Capacità di convogliamento	0.32	0.64	0.15	1.01	0.144	5.72	834
Condizioni Q_{200}	0.05	0.33	0.02	0.39	0.041	2.47	40

La cunetta si intende verificata.

4.2.11 **GUADI**

Applicando le relazioni di moto uniforme alle condotte circolari, si procede alla verifica della sezione a catenaria dei guadi, che, con larghezza pari a 4 metri e freccia di 0.50 m, è assimilabile a una sezione circolare di diametro pari a 8.5 m (stesso arco sotteso = 4.16 m).

La portata di riferimento è cautelativamente la massima in attraversamento di guado, ossia quella attribuita alla cunetta secondaria "B".

Diametro D (m)	8.5
Pendenza j	0.04
Scabrezza n ($m^{-1/3}$ s)	0.03

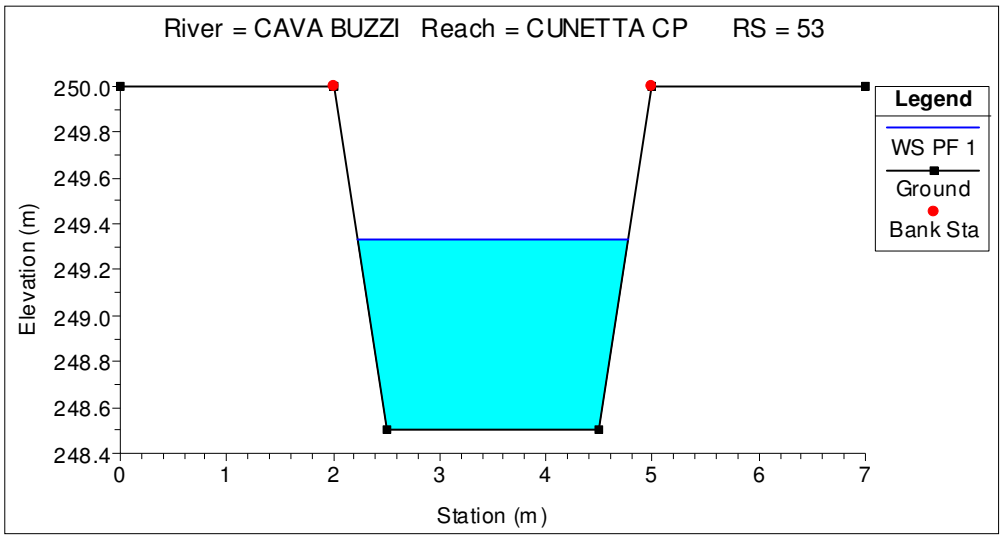
Profondità corrente y (m)	Rapporto di riempimento (y/D)	V	Q	l/s	T	a	C	A	R
0.50	0.06	3.15	4.246	4246	4.00	0.98	4.16	1.3499	0.32
0.20	0.02	1.70	0.568	568	2.55	0.61	2.59	0.3338	0.13

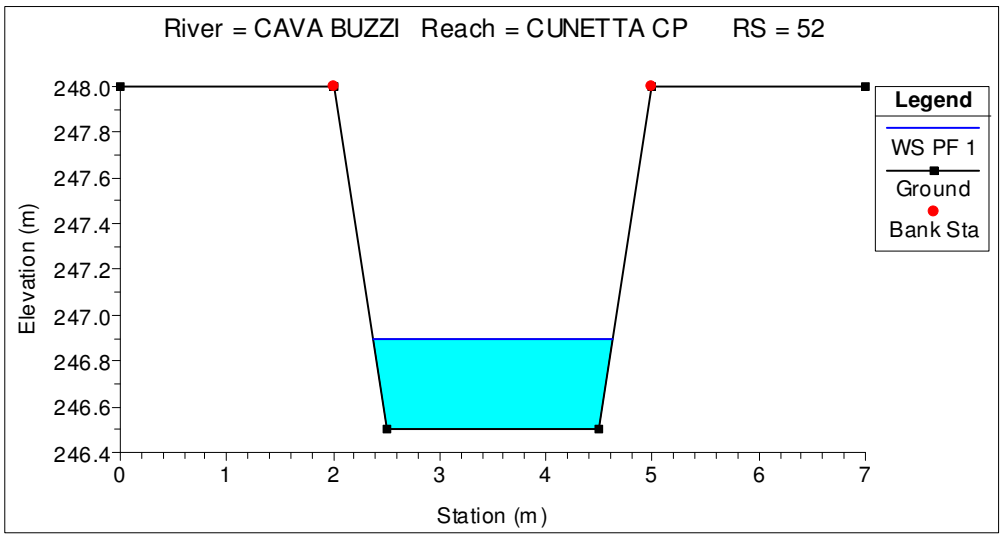
I guadi si intendono verificati.

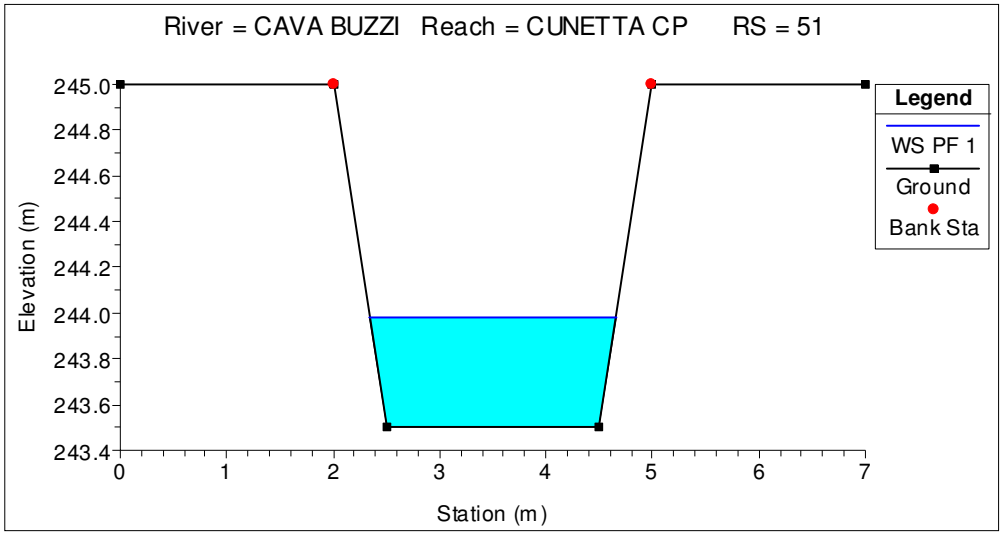
5 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

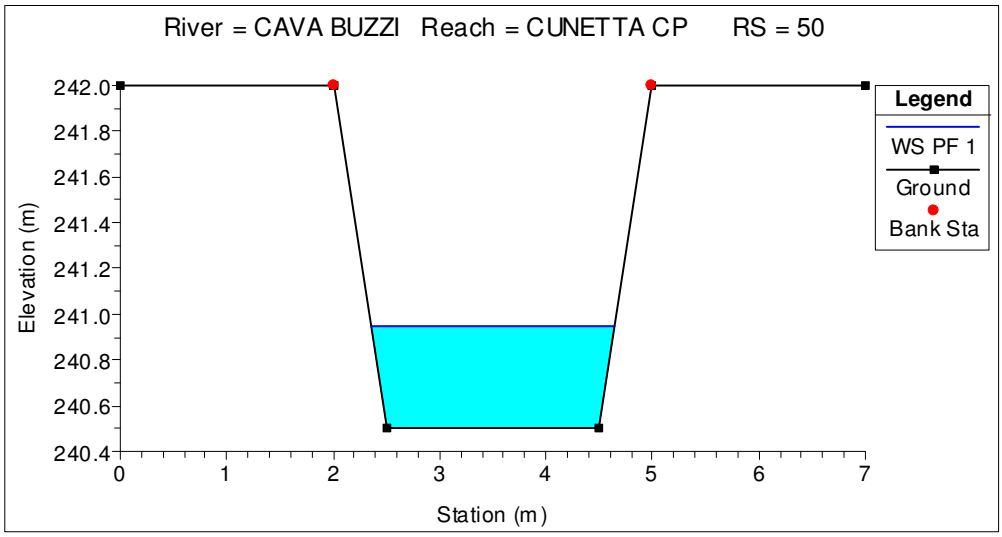
Dalle indagini effettuate e dalle verifiche svolte si conclude che le sezioni idrauliche delle opere in progetto, così come proposte, sono dimensionalmente adeguate al convogliamento delle portate duecentennali di riferimento ad esse attribuite.

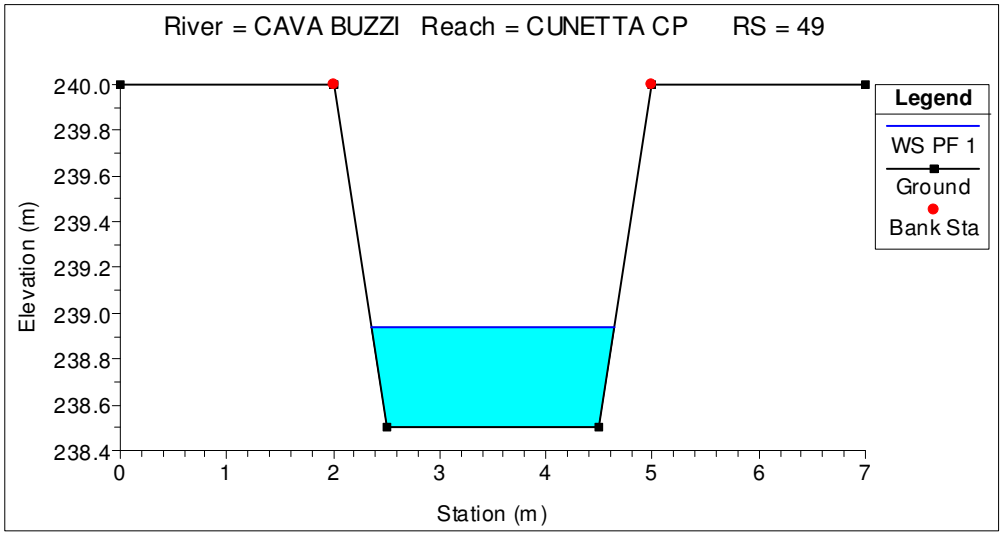
6 ALLEGATO: Esito modellazione moto permanente cunetta principale CP - Sezioni

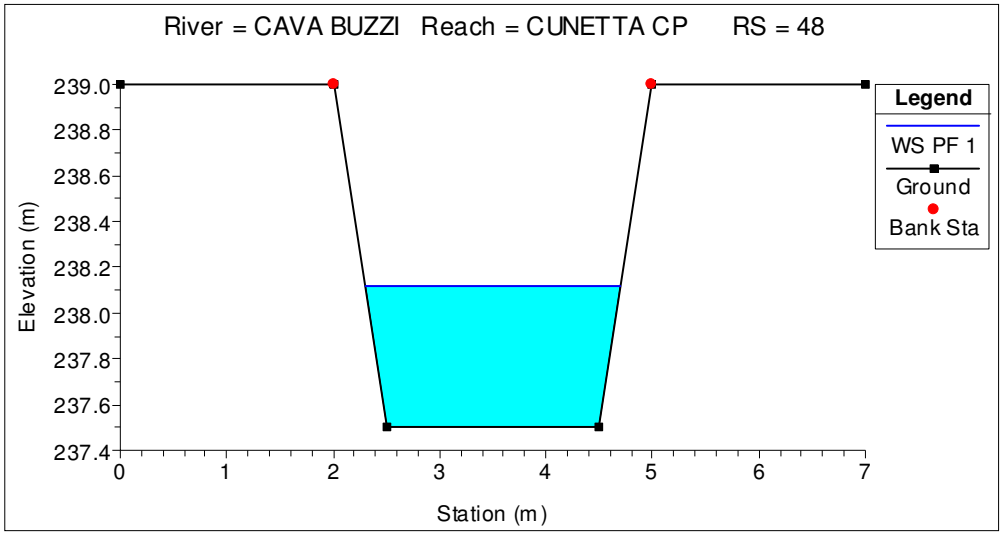


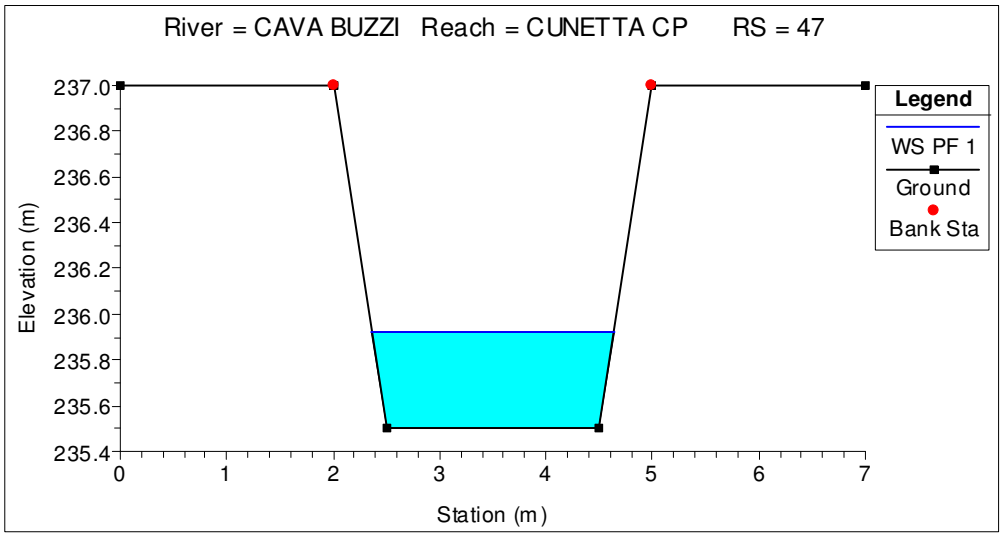


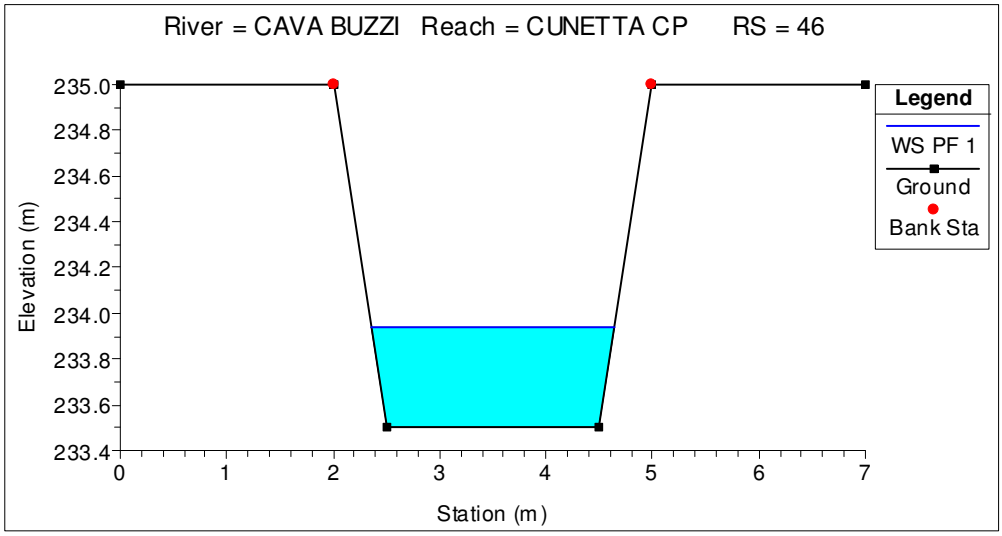

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 51
Elevation (m)
245.0
244.8
244.6
244.4
244.2
244.0
243.8
243.6
243.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

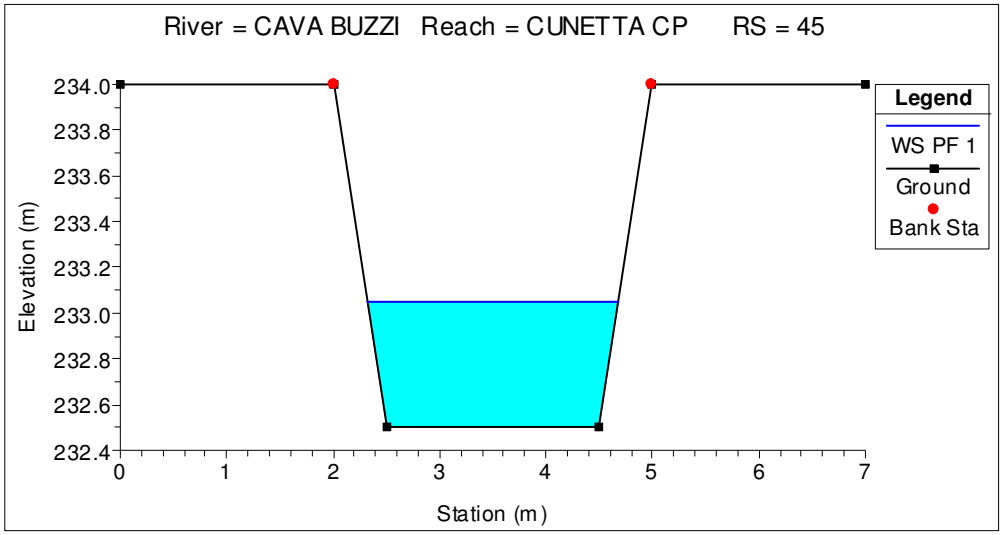

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 50
Elevation (m)
242.0
241.8
241.6
241.4
241.2
241.0
240.8
240.6
240.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

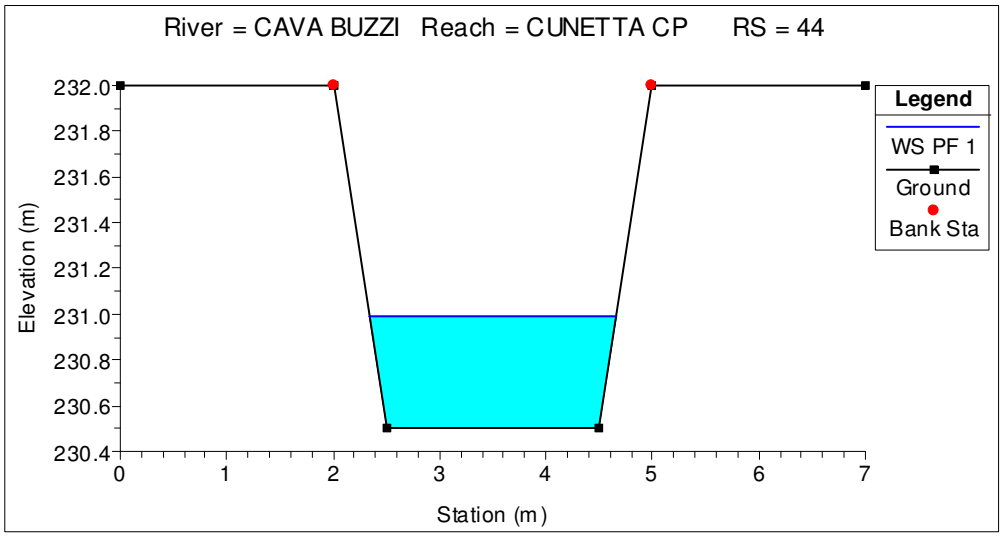

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 49
Elevation (m)
240.0
239.8
239.6
239.4
239.2
239.0
238.8
238.6
238.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

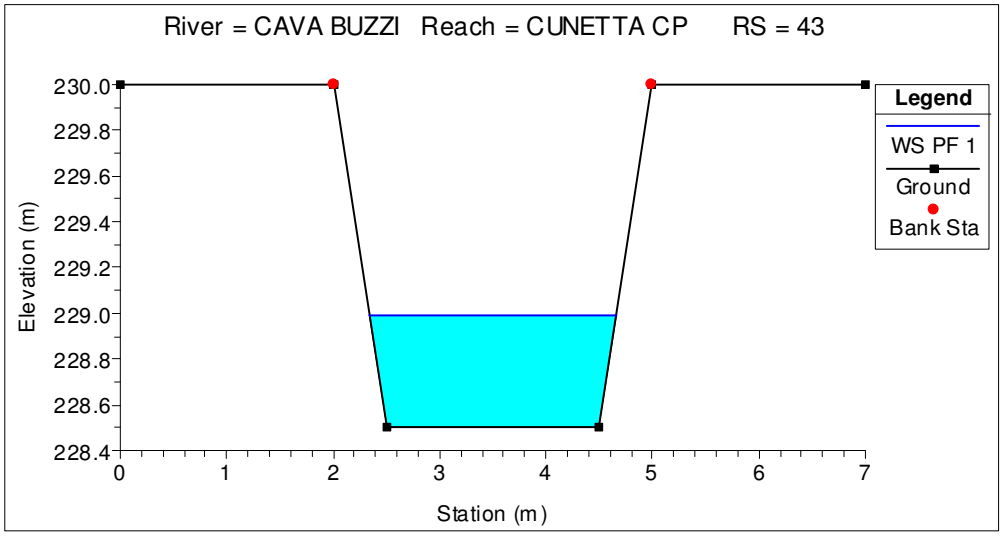

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 48
Elevation (m)
239.0
238.8
238.6
238.4
238.2
238.0
237.8
237.6
237.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

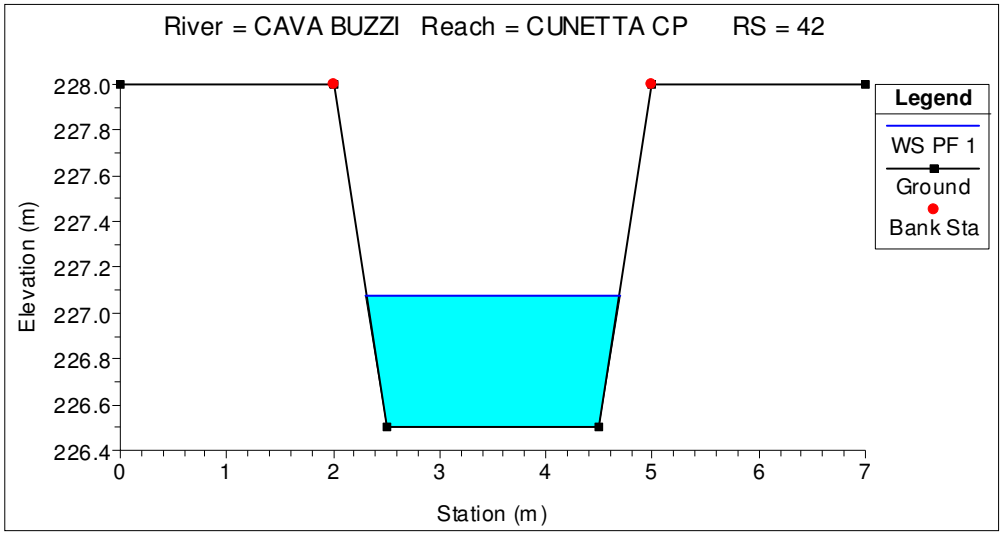

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 47
Elevation (m)
237.0
236.8
236.6
236.4
236.2
236.0
235.8
235.6
235.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

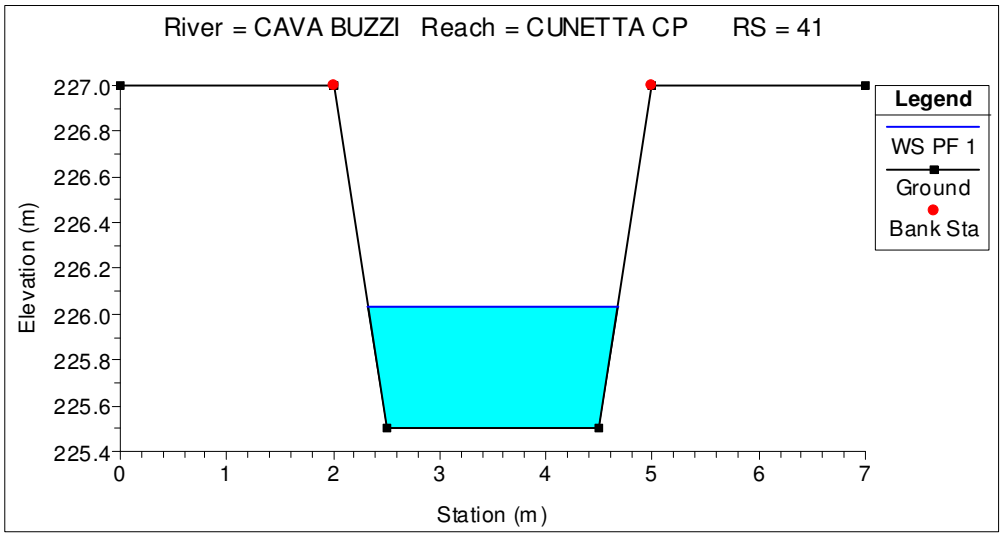

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 46
Elevation (m)
235.0
234.8
234.6
234.4
234.2
234.0
233.8
233.6
233.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

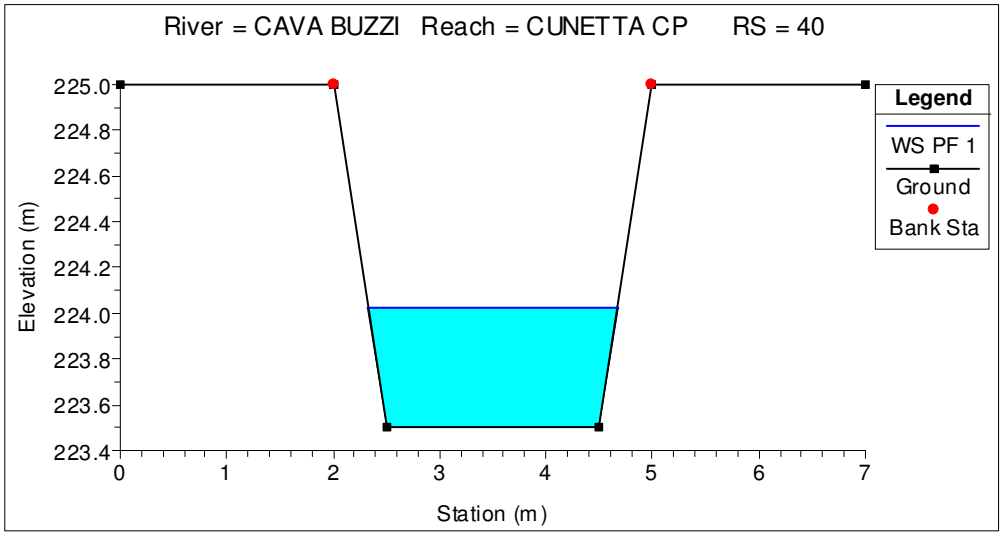

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 45
Elevation (m)
234.0
233.8
233.6
233.4
233.2
233.0
232.8
232.6
232.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

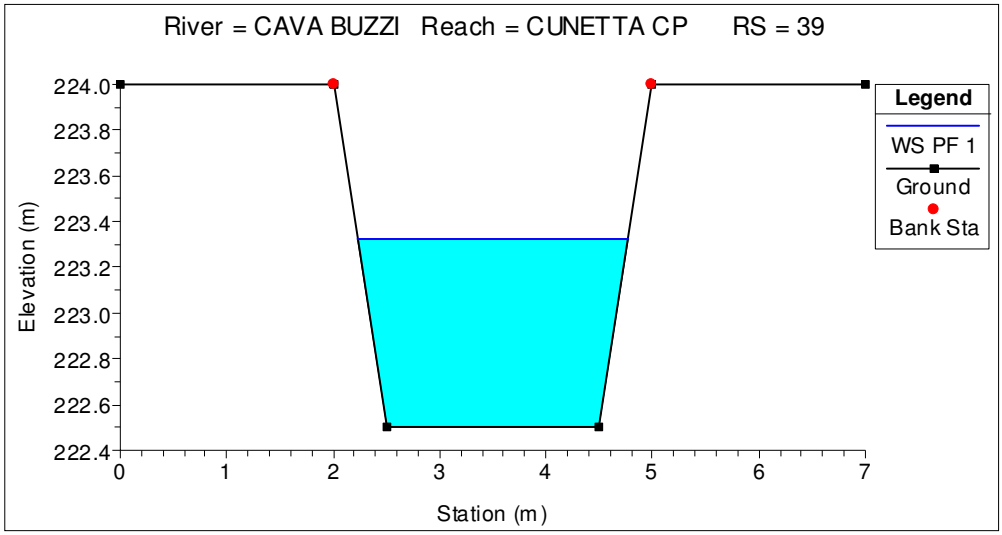

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 44
Elevation (m)
232.0
231.8
231.6
231.4
231.2
231.0
230.8
230.6
230.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

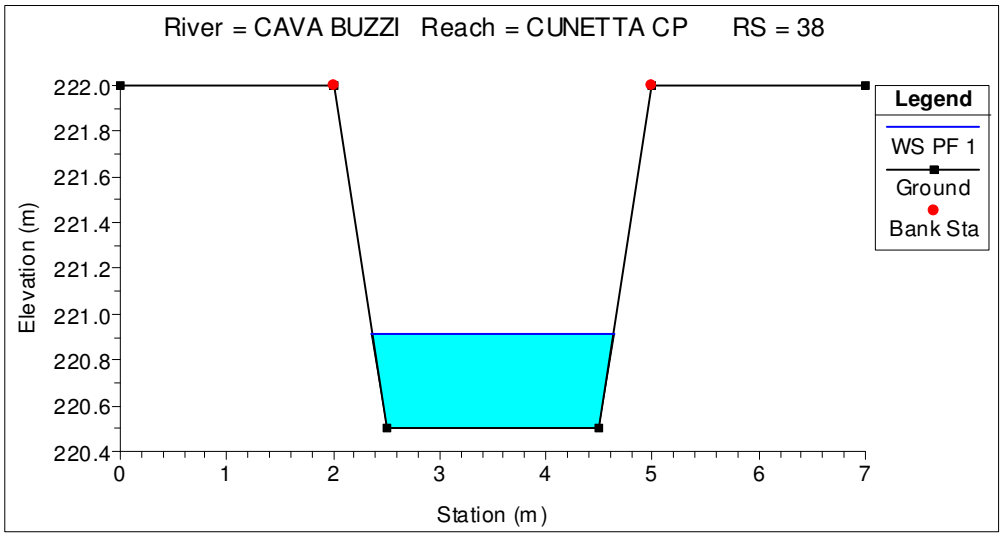

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 43
Elevation (m)
230.0
229.8
229.6
229.4
229.2
229.0
228.8
228.6
228.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

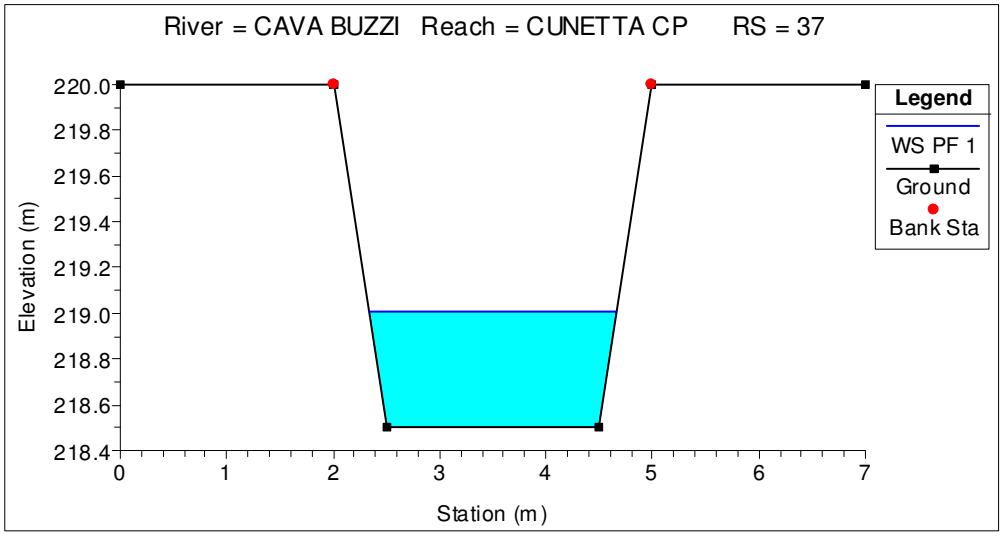

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 42
Elevation (m)
228.0
227.8
227.6
227.4
227.2
227.0
226.8
226.6
226.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

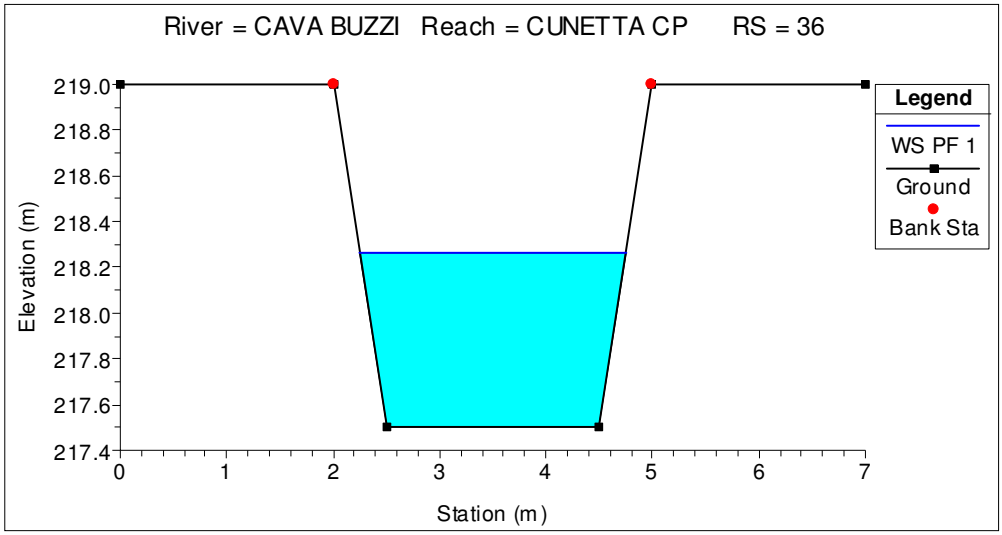

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 41
Elevation (m)
227.0
226.8
226.6
226.4
226.2
226.0
225.8
225.6
225.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

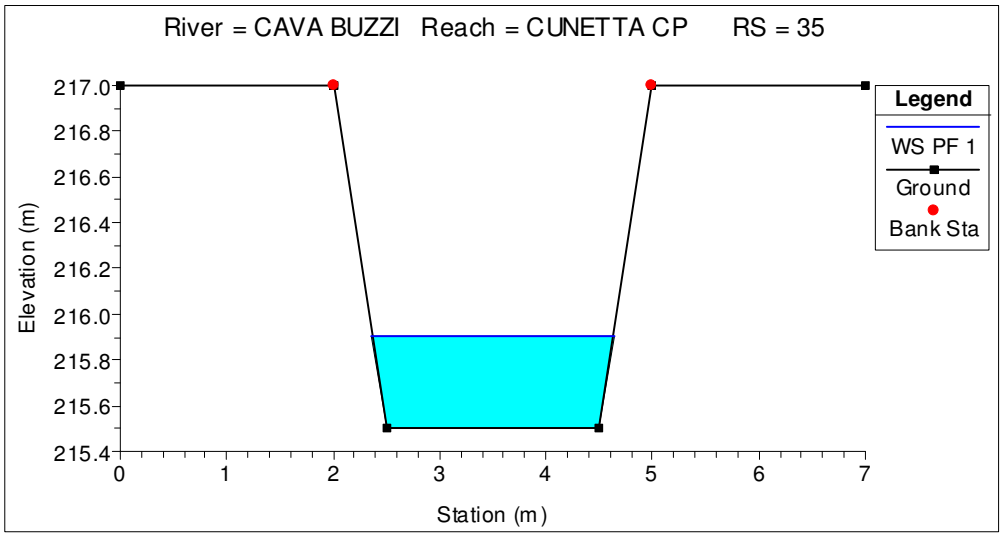

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 40
Elevation (m)
225.0
224.8
224.6
224.4
224.2
224.0
223.8
223.6
223.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

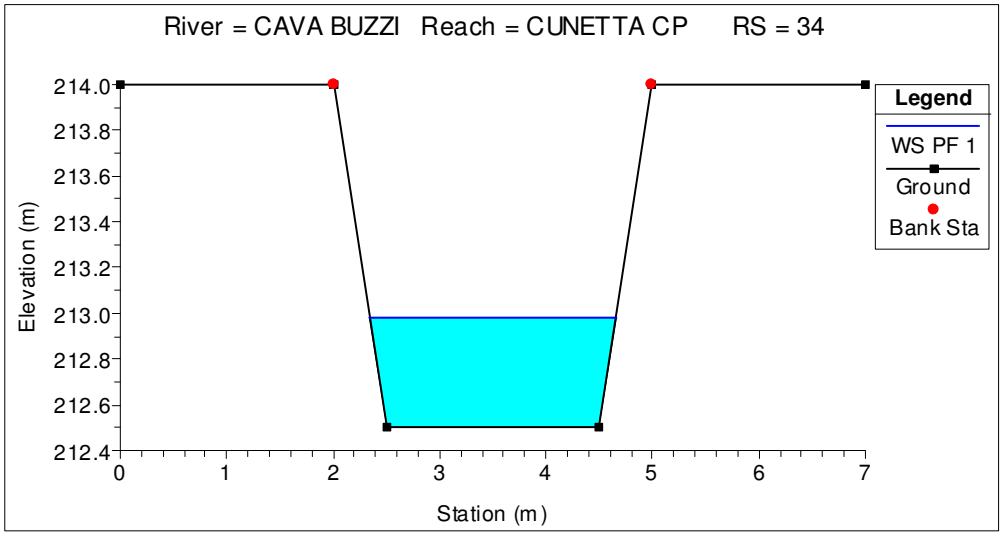

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 39
Elevation (m)
224.0
223.8
223.6
223.4
223.2
223.0
222.8
222.6
222.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

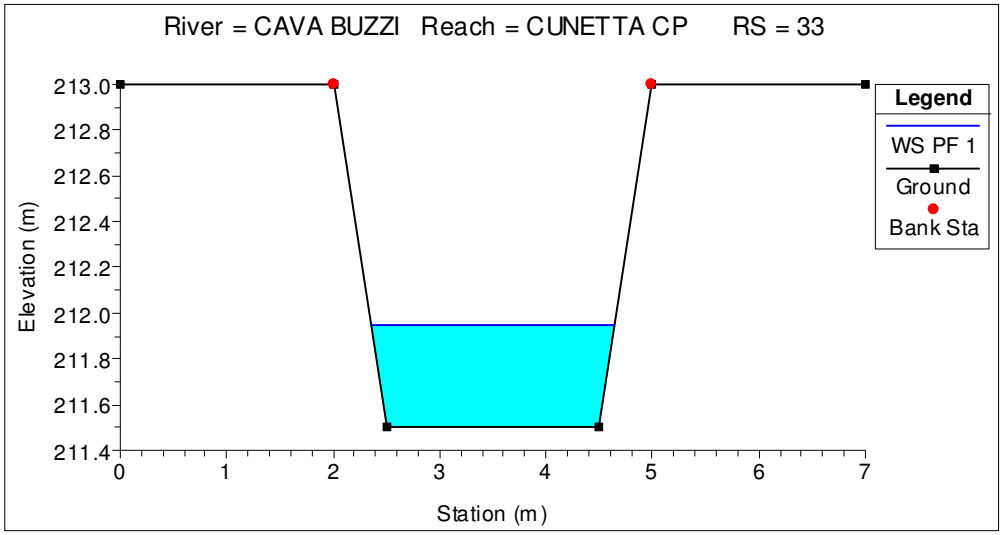

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 38
Elevation (m)
222.0
221.8
221.6
221.4
221.2
221.0
220.8
220.6
220.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

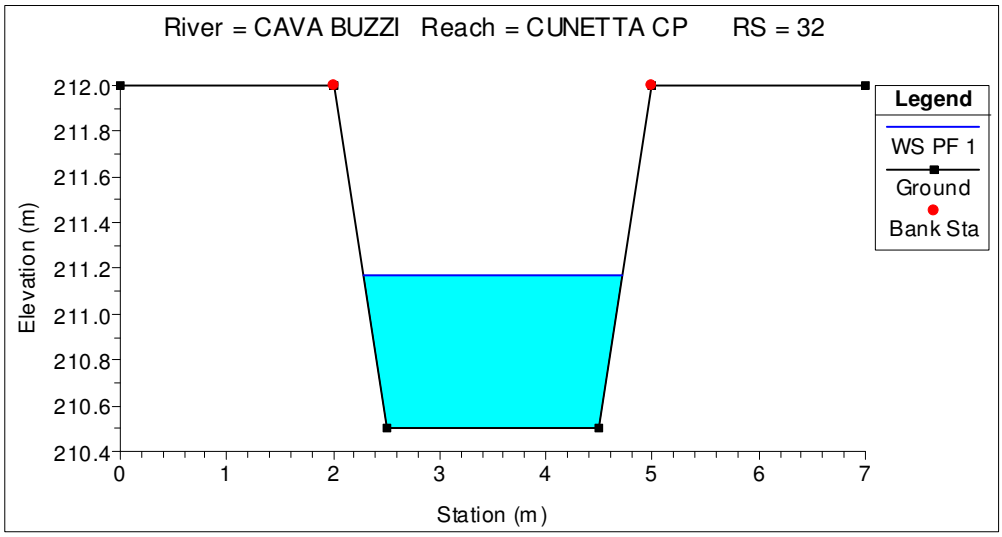

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 37
Elevation (m)
220.0
219.8
219.6
219.4
219.2
219.0
218.8
218.6
218.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

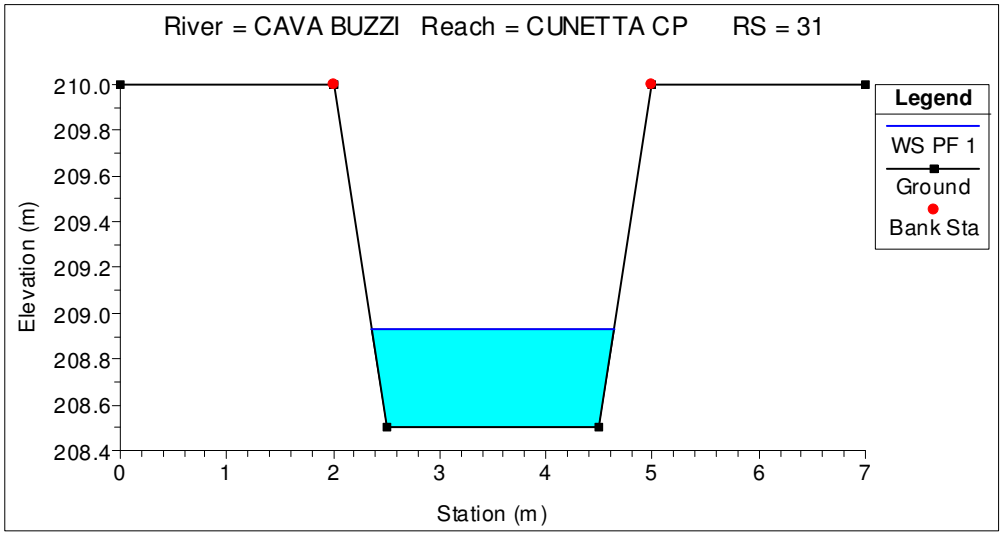

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 36
Elevation (m)
219.0
218.8
218.6
218.4
218.2
218.0
217.8
217.6
217.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

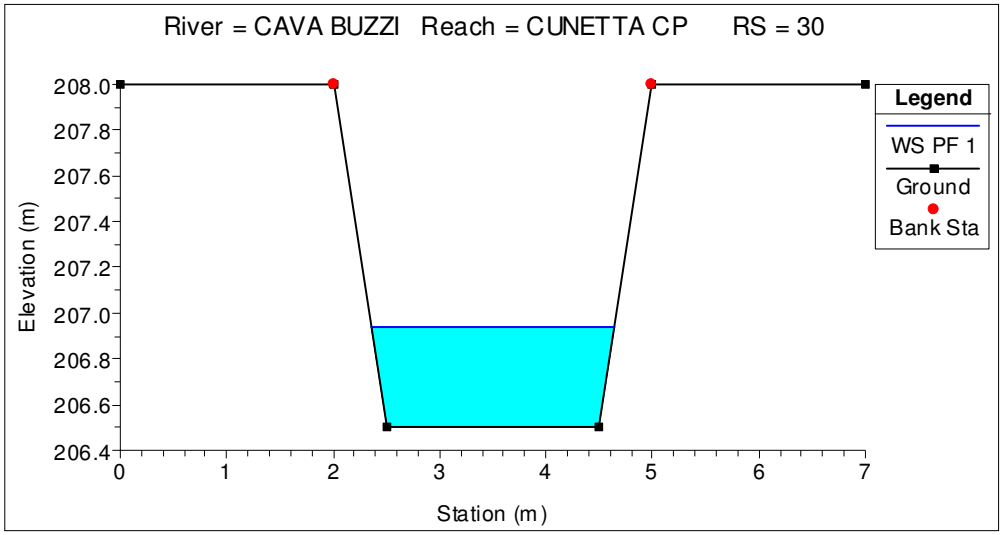

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 35
Elevation (m)
217.0
216.8
216.6
216.4
216.2
216.0
215.8
215.6
215.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

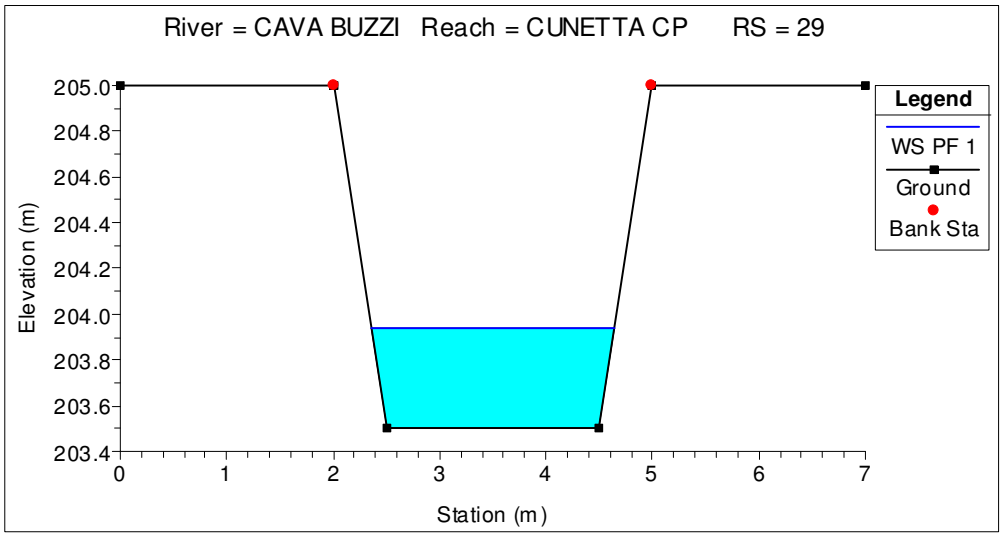

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 34
Elevation (m)
214.0
213.8
213.6
213.4
213.2
213.0
212.8
212.6
212.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

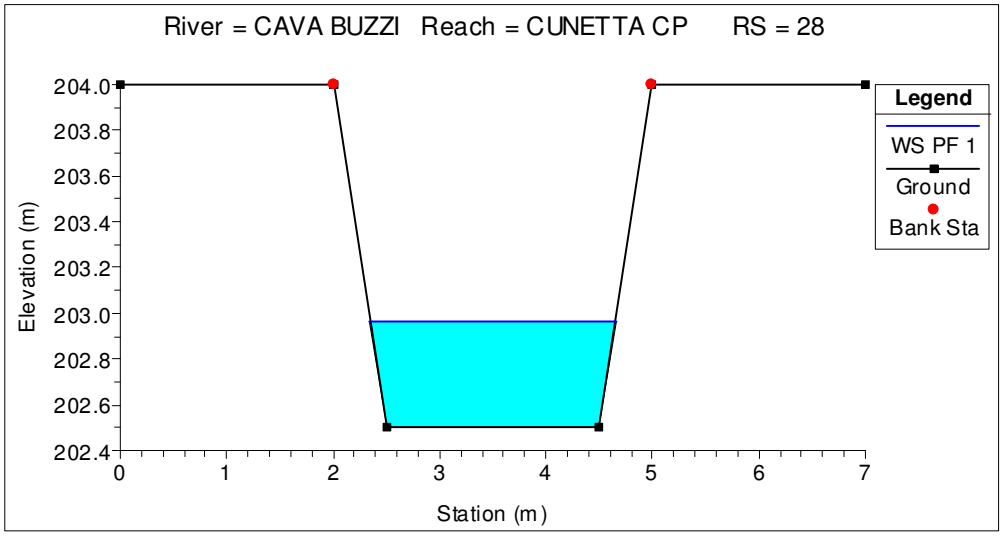

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 33
Elevation (m)
213.0
212.8
212.6
212.4
212.2
212.0
211.8
211.6
211.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

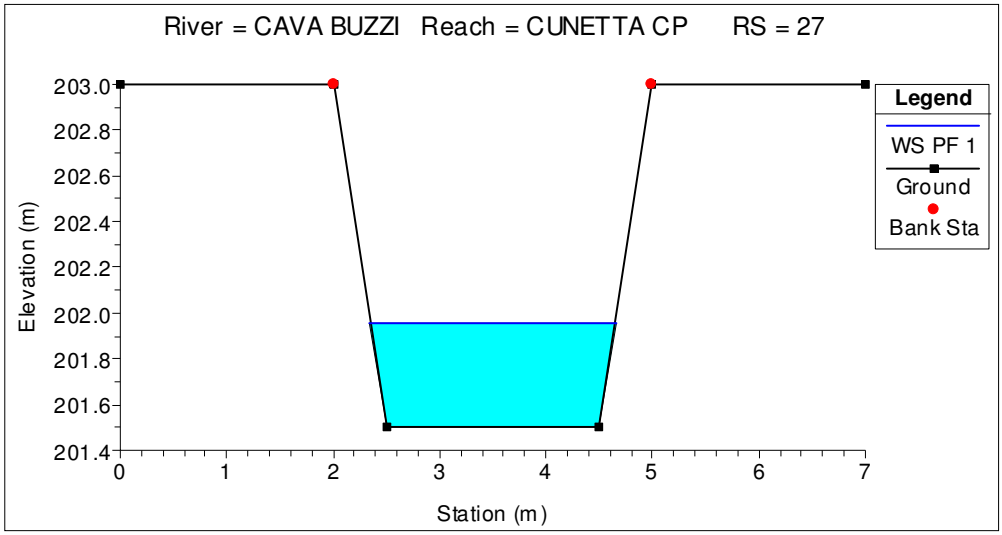

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 32
Elevation (m)
212.0
211.8
211.6
211.4
211.2
211.0
210.8
210.6
210.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

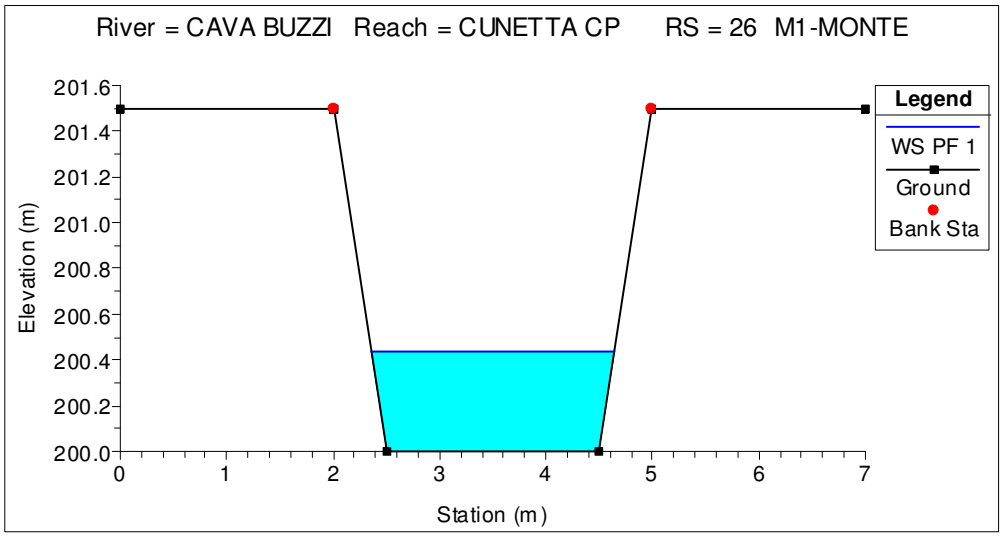

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 31
Elevation (m)
210.0
209.8
209.6
209.4
209.2
209.0
208.8
208.6
208.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

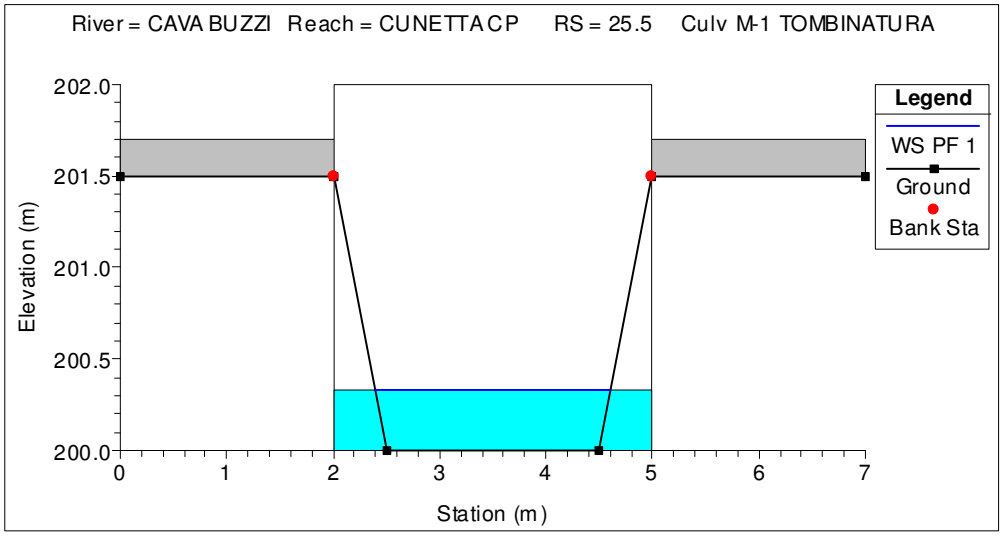

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 30
Elevation (m)
208.0
207.8
207.6
207.4
207.2
207.0
206.8
206.6
206.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

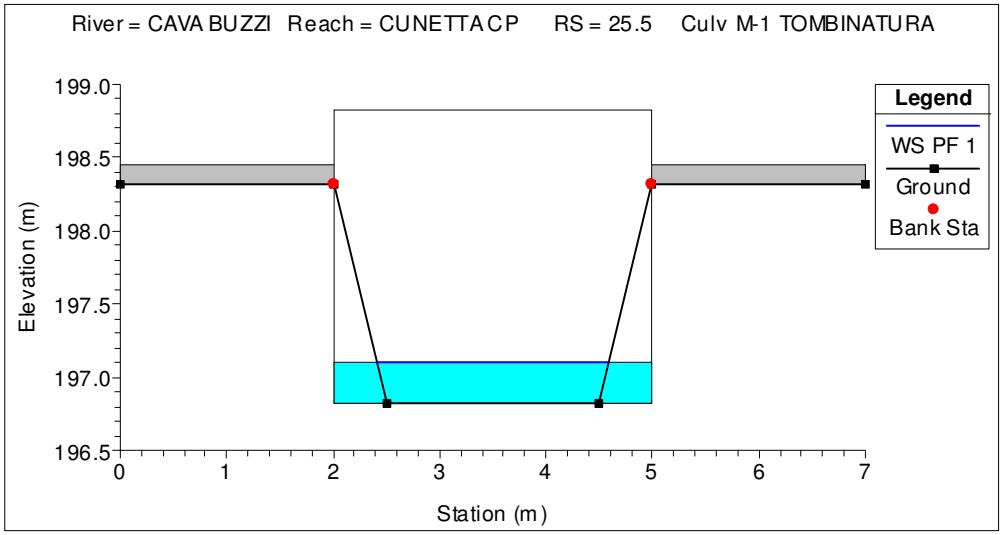

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 29
Elevation (m)
205.0
204.8
204.6
204.4
204.2
204.0
203.8
203.6
203.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

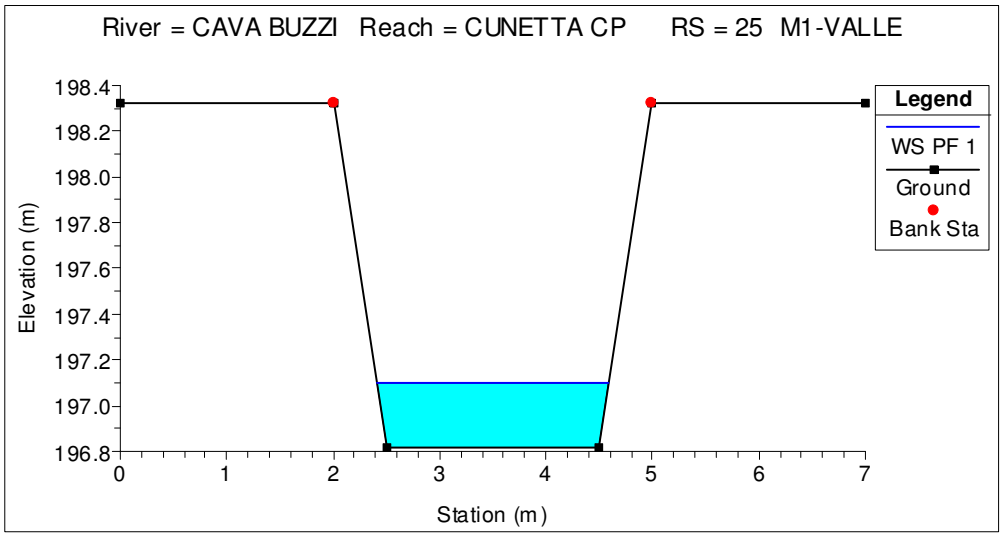

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 28
Elevation (m)
204.0
203.8
203.6
203.4
203.2
203.0
202.8
202.6
202.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

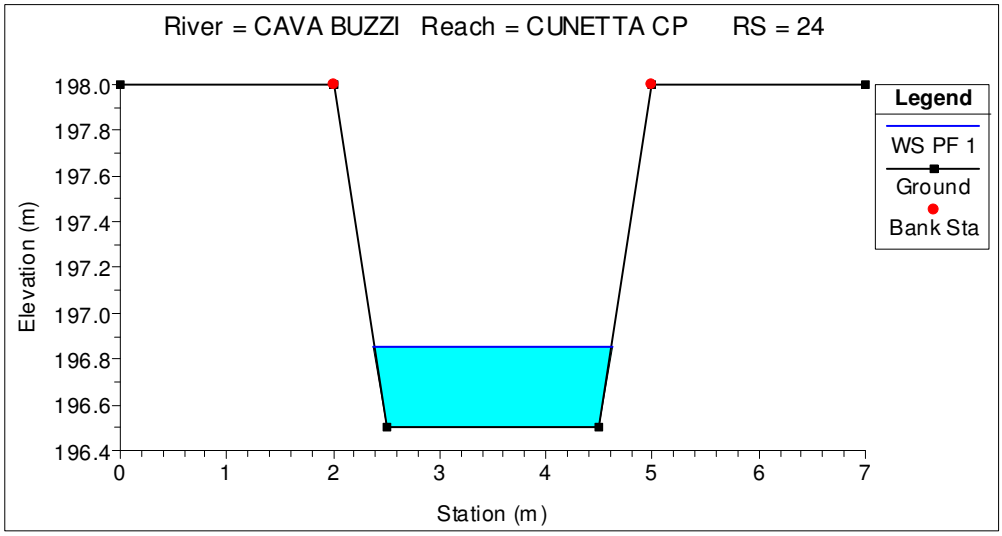

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 27
Elevation (m)
203.0
202.8
202.6
202.4
202.2
202.0
201.8
201.6
201.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

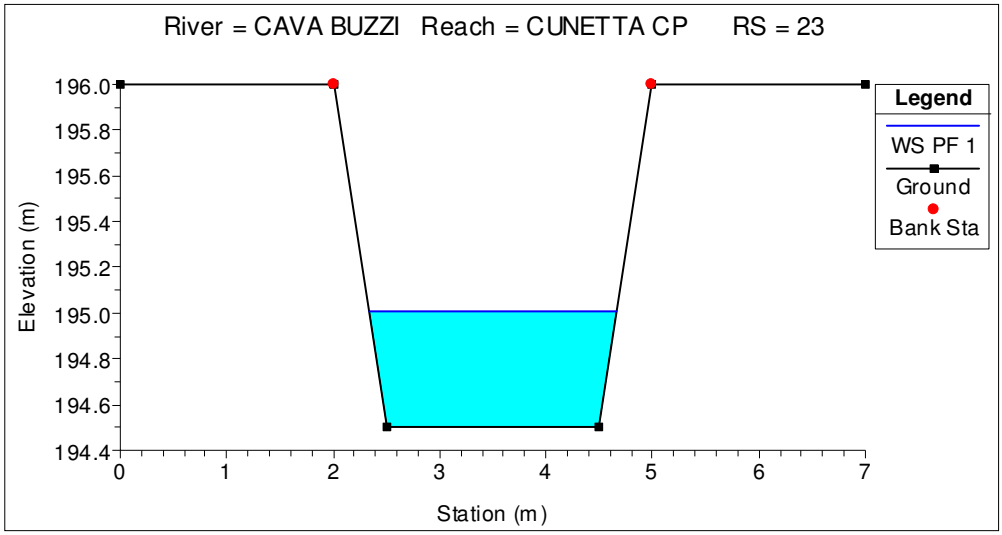

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 26 M1-MONTE
Elevation (m)
201.6
201.4
201.2
201.0
200.8
200.6
200.4
200.2
200.0
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

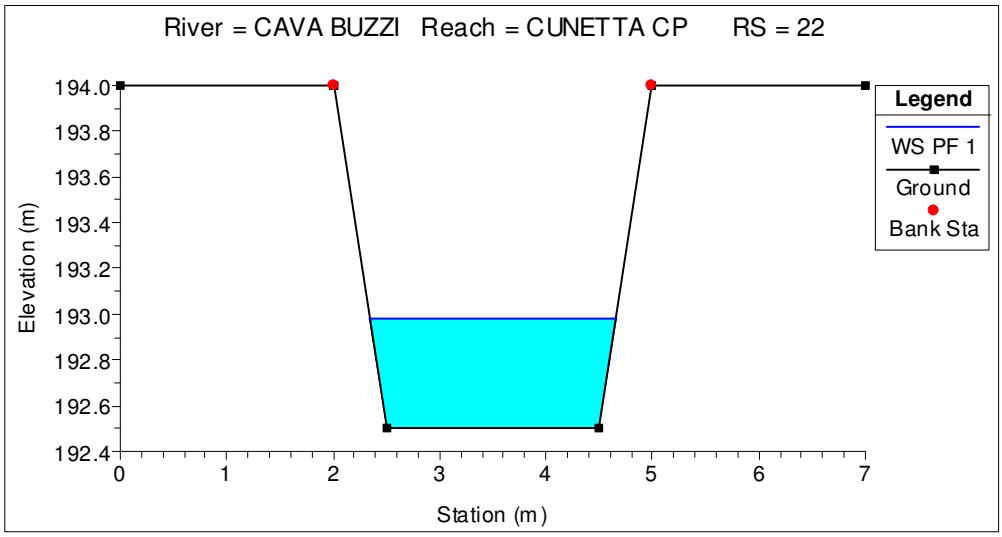

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 25.5 Culv M-1 TOMBINATURA
Elevation (m)
202.0
201.5
201.0
200.5
200.0
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

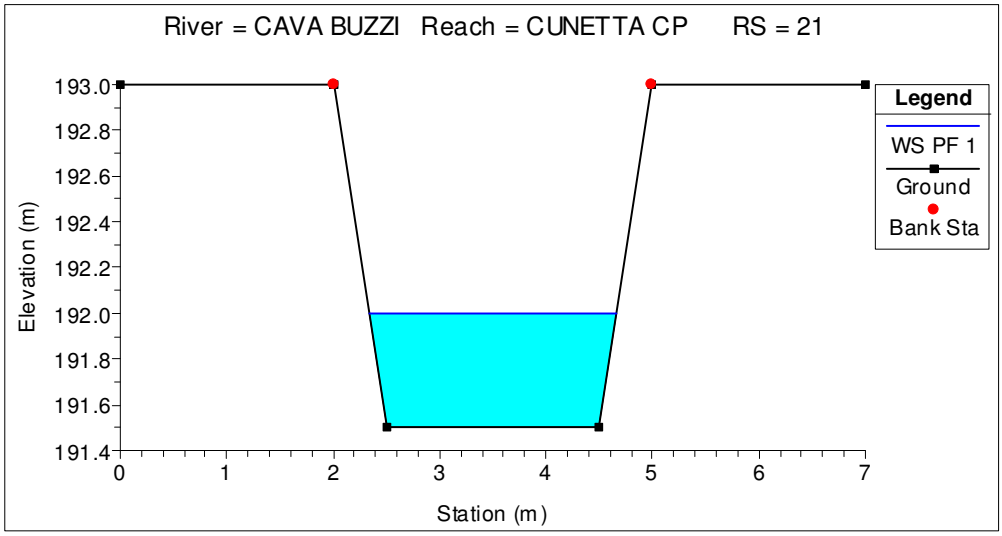

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 25.5 Culv M-1 TOMBINATURA
Elevation (m)
199.0
198.5
198.0
197.5
197.0
196.5
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

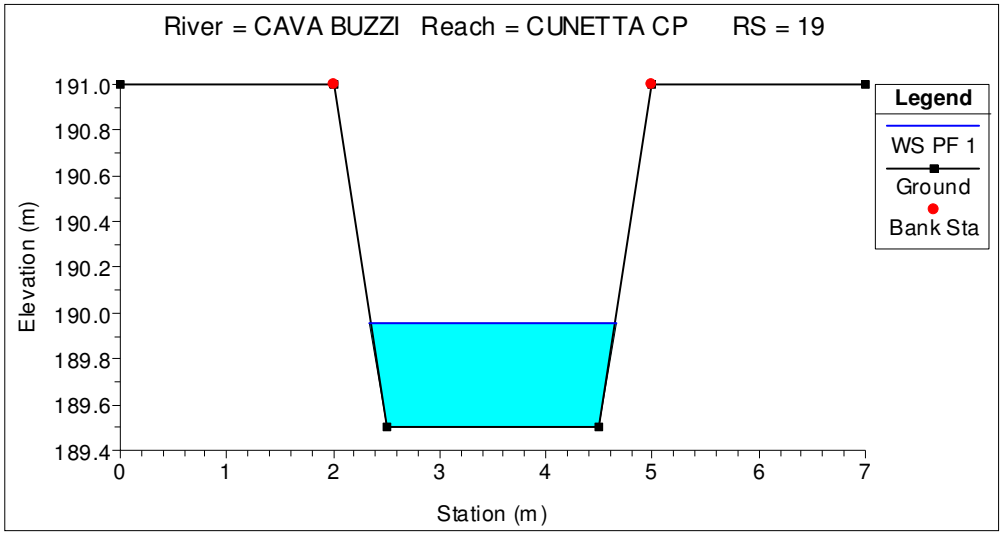

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 25 M1-VALLE
Elevation (m)
198.4
198.2
198.0
197.8
197.6
197.4
197.2
197.0
196.8
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

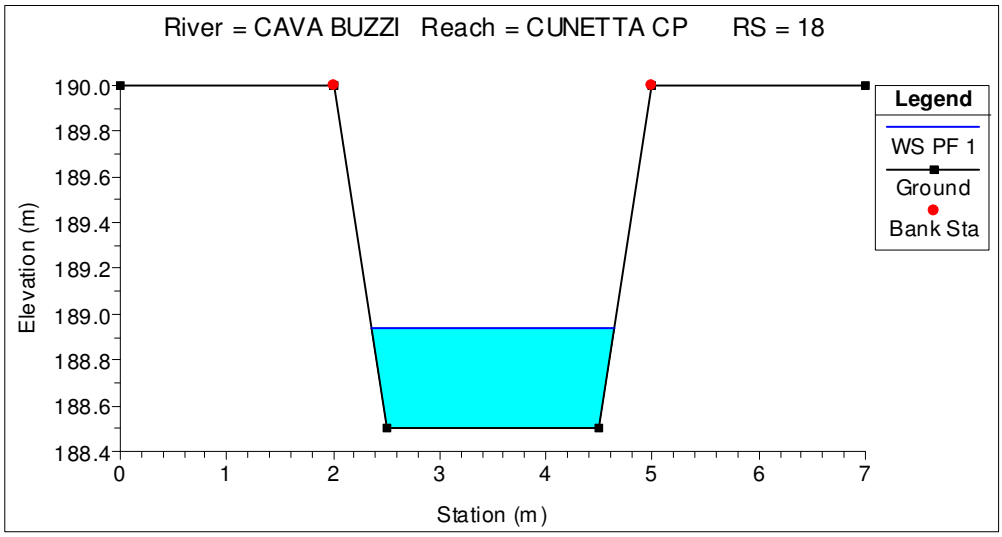

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 24
Elevation (m)
198.0
197.8
197.6
197.4
197.2
197.0
196.8
196.6
196.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

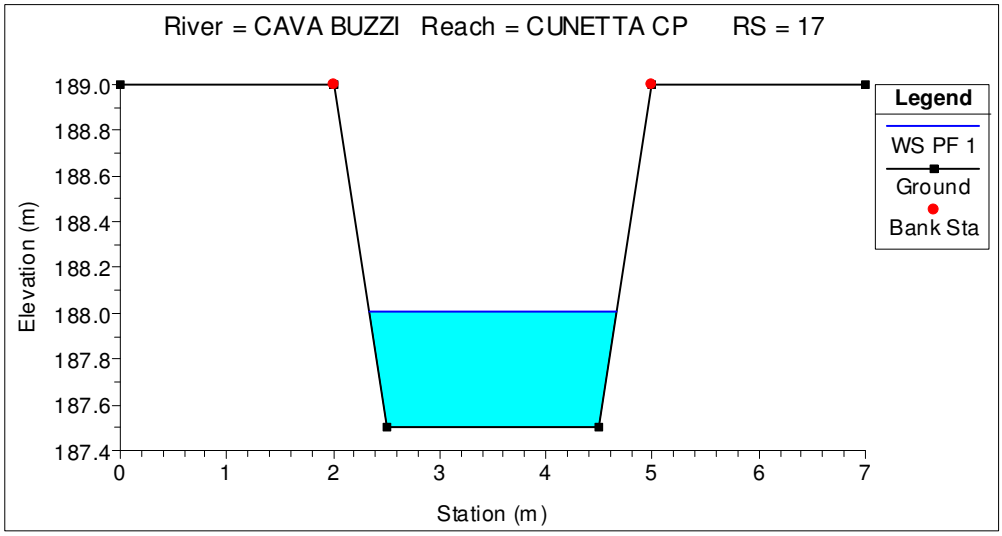

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 23
Elevation (m)
196.0
195.8
195.6
195.4
195.2
195.0
194.8
194.6
194.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

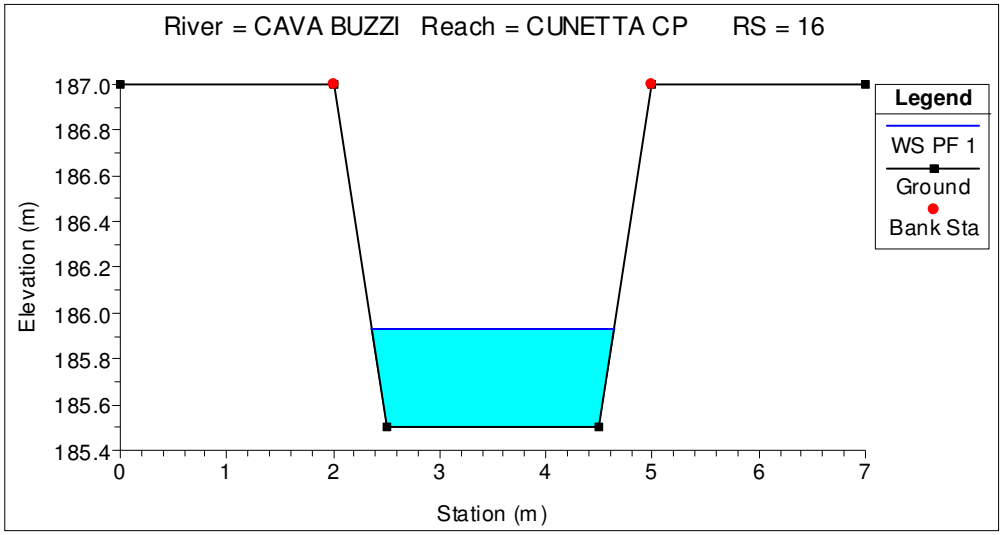

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 22
Elevation (m)
194.0
193.8
193.6
193.4
193.2
193.0
192.8
192.6
192.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

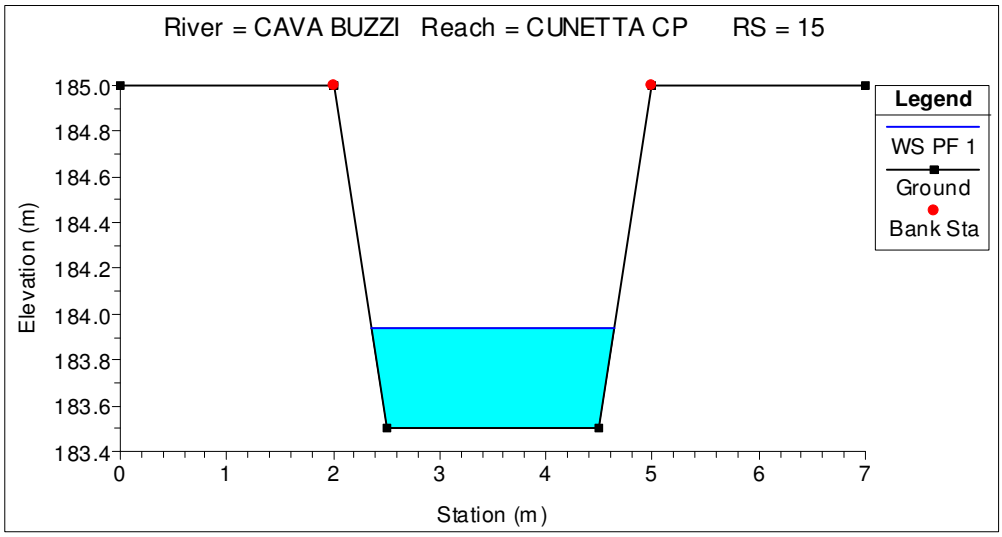

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 21
Elevation (m)
193.0
192.8
192.6
192.4
192.2
192.0
191.8
191.6
191.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

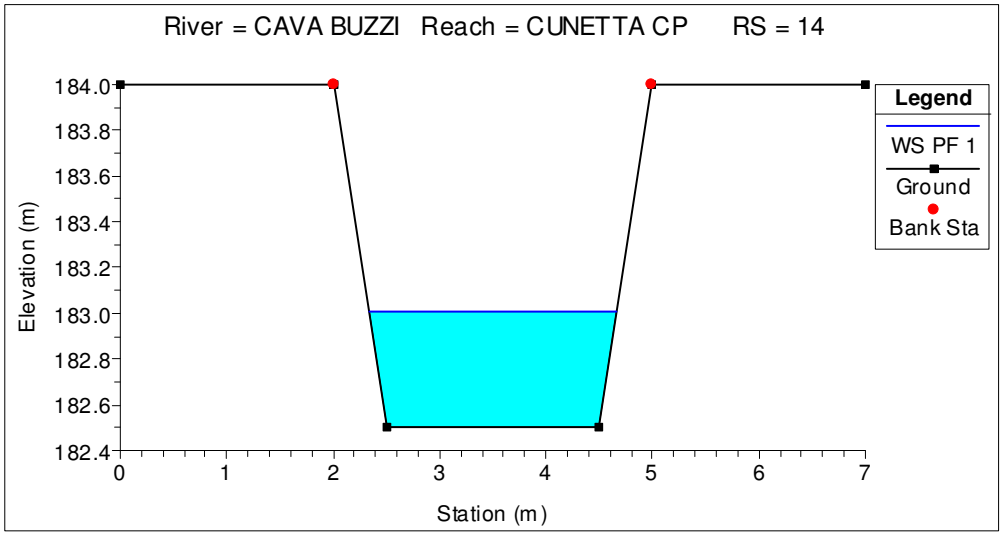

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 19
Elevation (m)
191.0
190.8
190.6
190.4
190.2
190.0
189.8
189.6
189.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

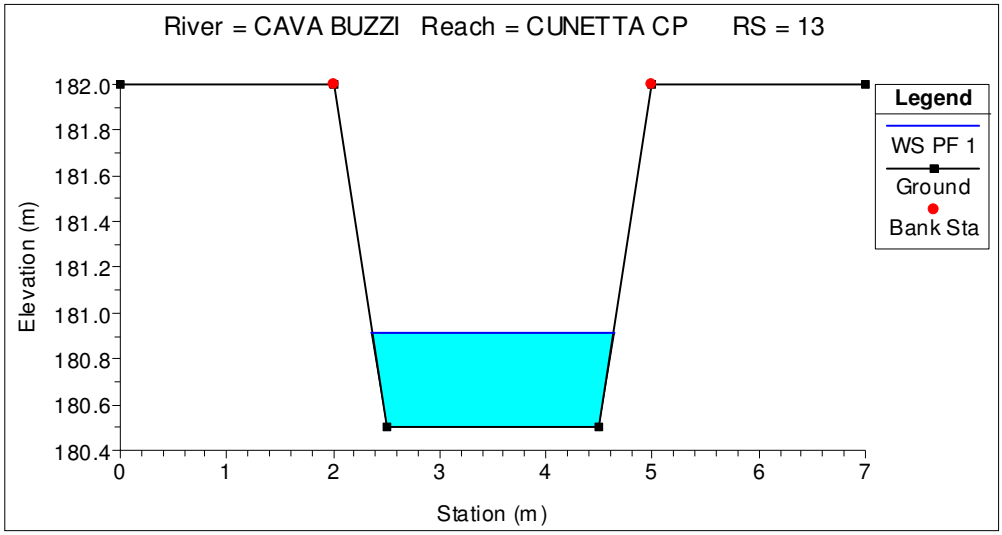

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 18
Elevation (m)
190.0
189.8
189.6
189.4
189.2
189.0
188.8
188.6
188.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

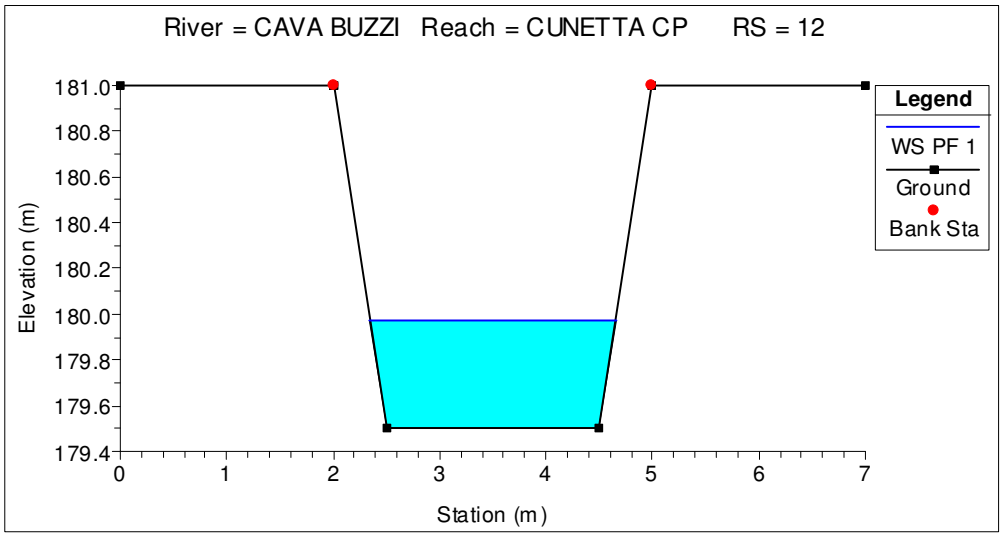

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 17
Elevation (m)
189.0
188.8
188.6
188.4
188.2
188.0
187.8
187.6
187.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

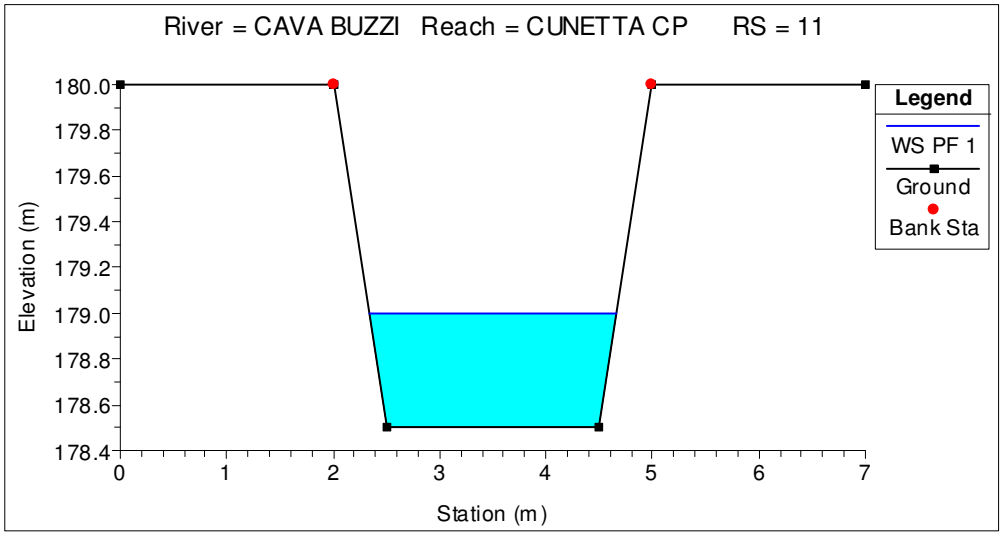

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 16
Elevation (m)
187.0
186.8
186.6
186.4
186.2
186.0
185.8
185.6
185.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

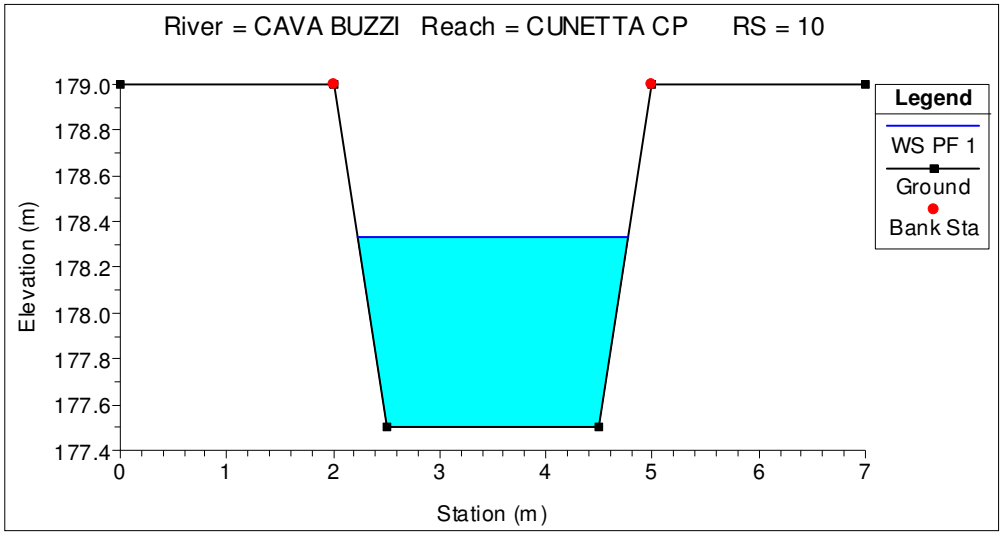

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 15
Elevation (m)
185.0
184.8
184.6
184.4
184.2
184.0
183.8
183.6
183.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

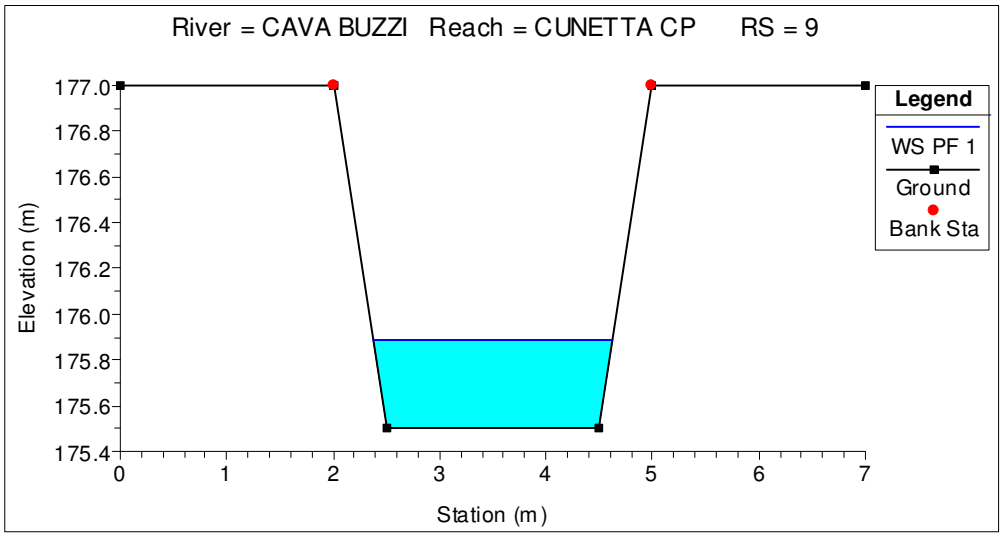

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 14
Elevation (m)
184.0
183.8
183.6
183.4
183.2
183.0
182.8
182.6
182.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

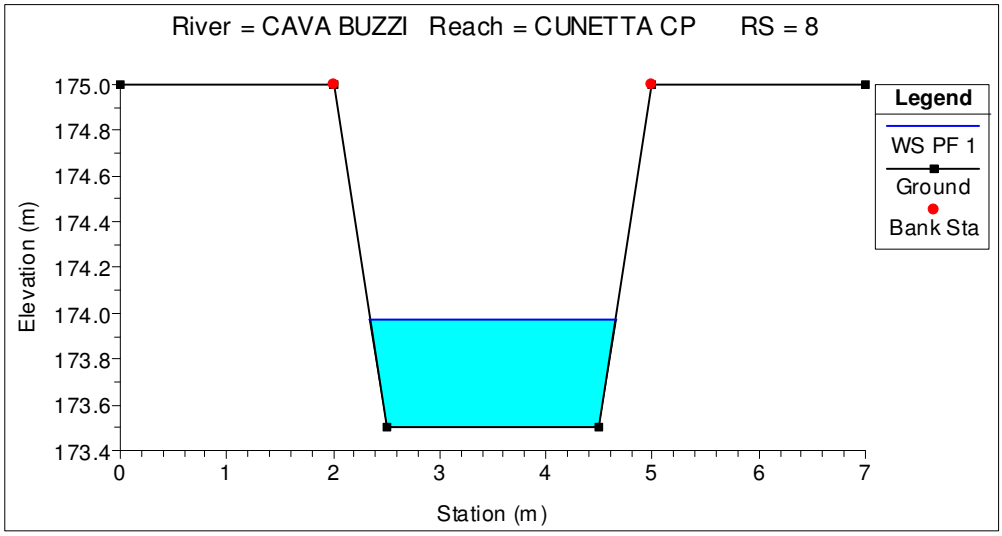

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 13
Elevation (m)
182.0
181.8
181.6
181.4
181.2
181.0
180.8
180.6
180.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

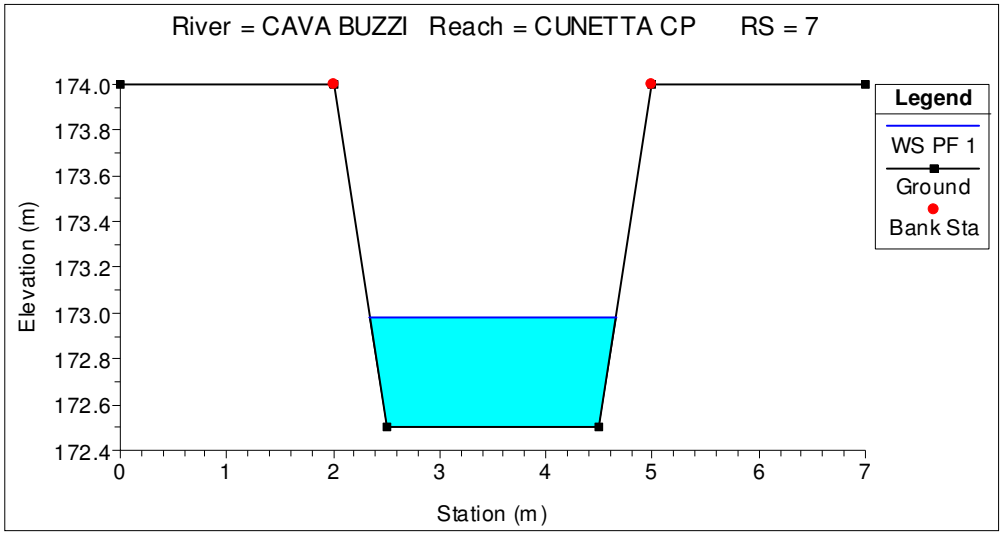

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 12
Elevation (m)
181.0
180.8
180.6
180.4
180.2
180.0
179.8
179.6
179.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

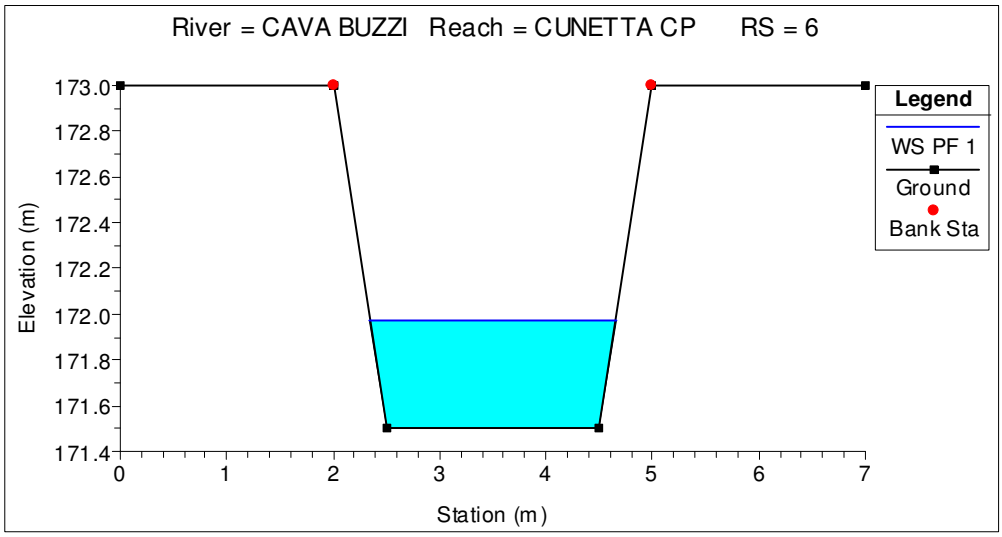

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 11
Elevation (m)
180.0
179.8
179.6
179.4
179.2
179.0
178.8
178.6
178.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

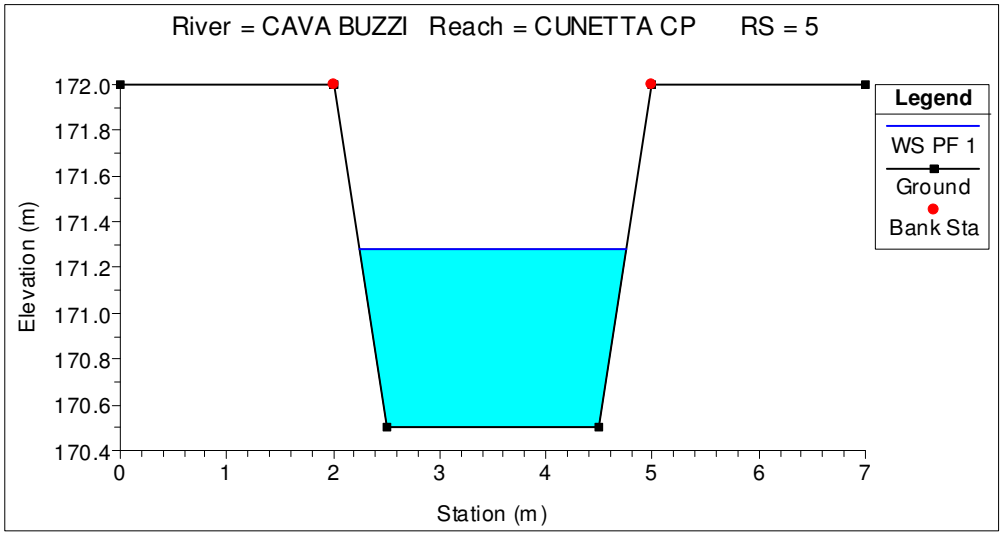

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 10
Elevation (m)
179.0
178.8
178.6
178.4
178.2
178.0
177.8
177.6
177.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

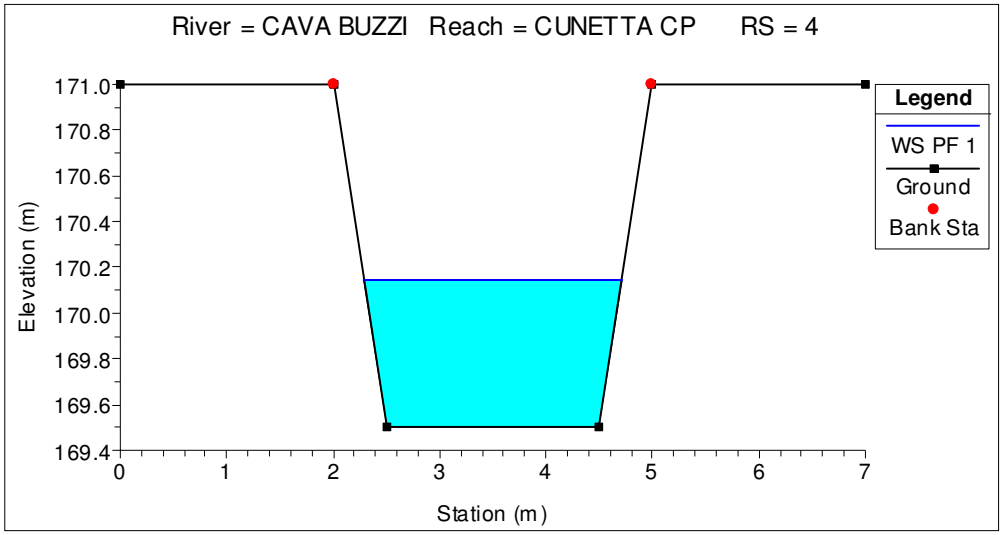

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 9
Elevation (m)
177.0
176.8
176.6
176.4
176.2
176.0
175.8
175.6
175.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

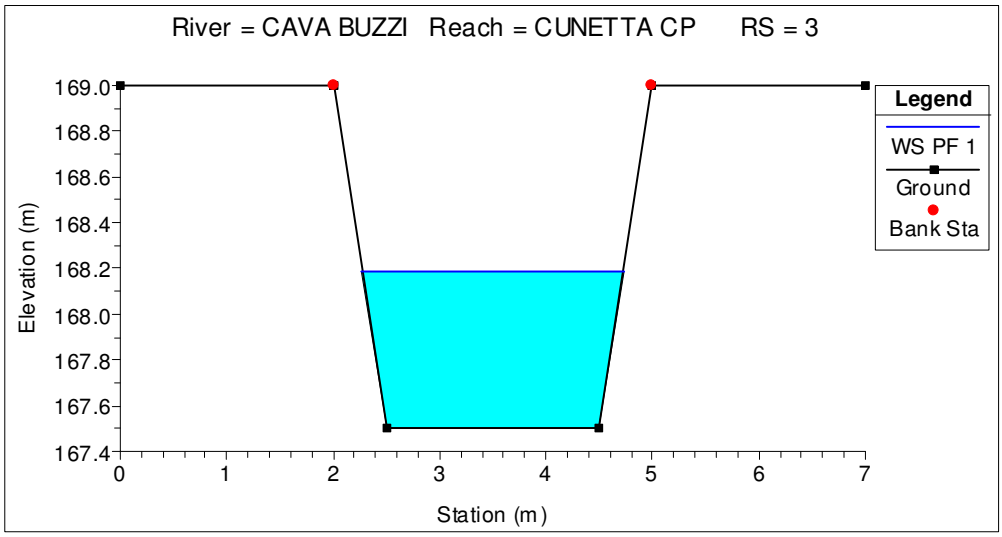

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 8
Elevation (m)
175.0
174.8
174.6
174.4
174.2
174.0
173.8
173.6
173.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

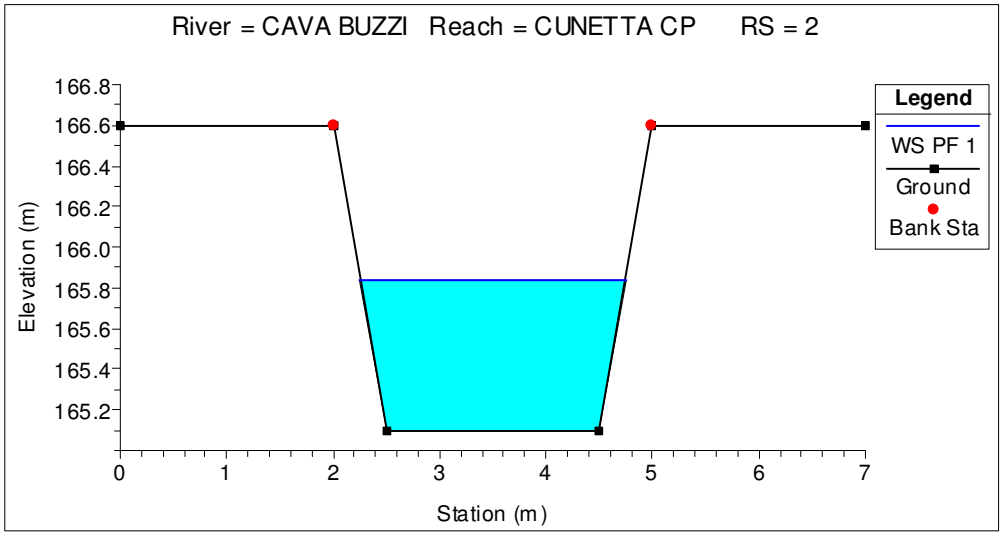

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 7
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta

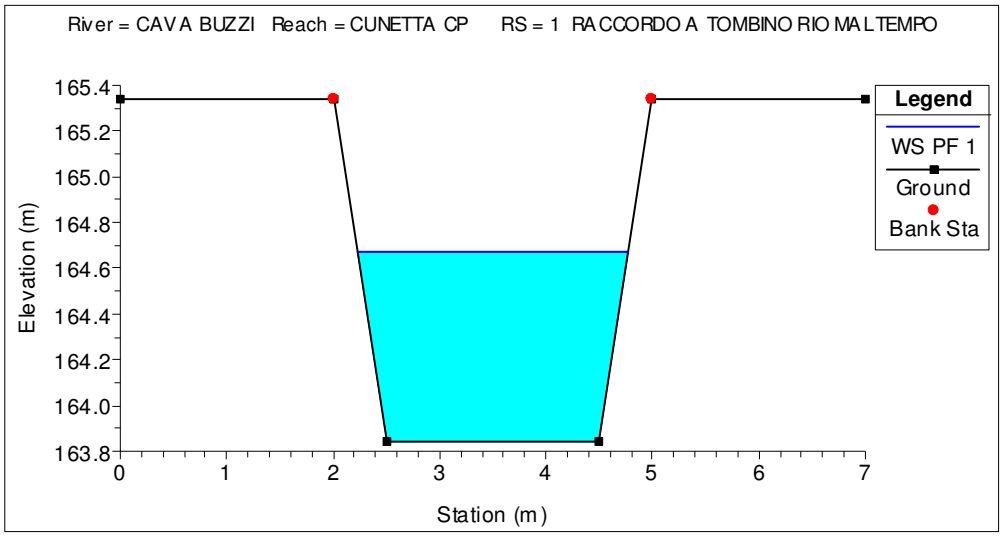

River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 6
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta


River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 5
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta


River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 4
Elevation (m)
171.0
170.8
170.6
170.4
170.2
170.0
169.8
169.6
169.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta


River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 3
Elevation (m)
169.0
168.8
168.6
168.4
168.2
168.0
167.8
167.6
167.4
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta


River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 2
Elevation (m)
166.8
166.6
166.4
166.2
166.0
165.8
165.6
165.4
165.2
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta


River = CAVA BUZZI Reach = CUNETTA CP RS = 1 RACCORDO A TOMBINO RIO MALTEMPO
Elevation (m)
165.4
165.2
165.0
164.8
164.6
164.4
164.2
164.0
163.8
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)
Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta