

COMUNE DI CASTELFRANCO DI SOTTO
PROVINCIA DI PISA

**PIANO DI RECUPERO PER
RIQUALIFICAZIONE CON
SPOSTAMENTO DI VOLUMI**

PROGETTO ESECUTIVO

Committente:

Sig.ra Maria Seghetti

Ubicazione:

Via del Valico - Via Dori
Orentano
Castelfranco di Sotto (PI)

Progettazione:

STUDIO ING. RENZO BESSI



Via Don Aldo Mei 64K
55012 Capannori (LU)
Tel-Fax: 0583/429514
e-mail: info@studiobessi.com

ELABORATO

A

RELAZIONE IDRAULICA

Marzo 2018

Indice generale

1 PREMESSA.....	1
2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA STUDIATA.....	1
3 STUDIO IDROLOGICO.....	4
4 MODELLAZIONE IDRAULICA ALLO STATO ATTUALE.....	6
5 INTERVENTI PROPOSTI PER LA MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA.....	9
6 MODELLAZIONE IDRAULICA ALLO STATO DI PROGETTO.....	10
7 CONCLUSIONI.....	11
8 ALLEGATI.....	12

1 Premessa

Il presente studio, eseguito dal sottoscritto Ing. Renzo Bessi su incarico del Sig. Manolo Sciaulino, legale rappresentante della ditta Gruppo Toscano Spedizioni s.r.l. sita in Loc. Cerbaia 56/c ad Altopascio (LU), mira a definire le condizioni di rischio idraulico esistenti sui terreni attualmente liberi ed inutilizzati di proprietà della Sig.ra Mara Seghetti che si trovano lungo la sponda sinistra del rio Valico nella frazione di Orentano nel Comune di Castelfranco di Sotto.

Lo studio è effettuato allo scopo di attuare, a mezzo di un Piano di Recupero, una riqualificazione con spostamento di volumi che interesserebbe i terreni in esame con l'inserimento di fabbricati. Si vuole stabilire la fattibilità di tale intervento dal punto di vista idraulico.

In particolare si vuole verificare se, in occasione di eventi di pioggia con tempi di ritorno trentennale e duecentennale, l'area in cui è previsto l'inserimento dei nuovi fabbricati risulti effettivamente soggetta, totalmente o parzialmente, ad allagamenti causati dall'esondazione dei corsi d'acqua presenti nelle vicinanze.

Nel caso in cui l'area in oggetto risulti allagabile per le piene di progetto, ci si prefigge di individuare eventuali opere necessarie alla messa in sicurezza dagli allagamenti che non comportino aggravii nei terreni circostanti.

2 Inquadramento territoriale dell'area studiata

Dal punto di vista catastale, i fabbricati in oggetto sono collocati nella Particella 421 del Foglio 3 del Comune di Castelfranco di Sotto e sono rappresentati in rosso nello stralcio di Google Map riportato in Figura 1, nonché nella mappa catastale di Figura 2.

Il corso d'acqua che può, ragionevolmente, indurre la suddetta pericolosità idraulica è il Rio Valico, la cui sponda sinistra lambisce il lotto in esame. Tale corso d'acqua, per tutto il suo tracciato, lungo circa 2 km, segna il confine tra i Comuni di Altopascio (LU) e Castelfranco di Sotto (PI) e quindi tra le Province di Lucca e Pisa, scorrendo essenzialmente da est ad ovest. Nel suo ultimo tratto, il Rio Valico riceve le acque del Rio Lama, prima di gettarsi nel Canale della Navareccia, di cui è affluente di sinistra.

Il Regolamento Urbanistico vigente del Comune di Castelfranco di Sotto, nella Carta dei Vincoli Sovraordinati e delle Invarianti Strutturali (Tav.02c, il cui stralcio è riportato nella figura sottostante), fa ricadere i nuovi fabbricati in progetto in una zona libera da vincoli.

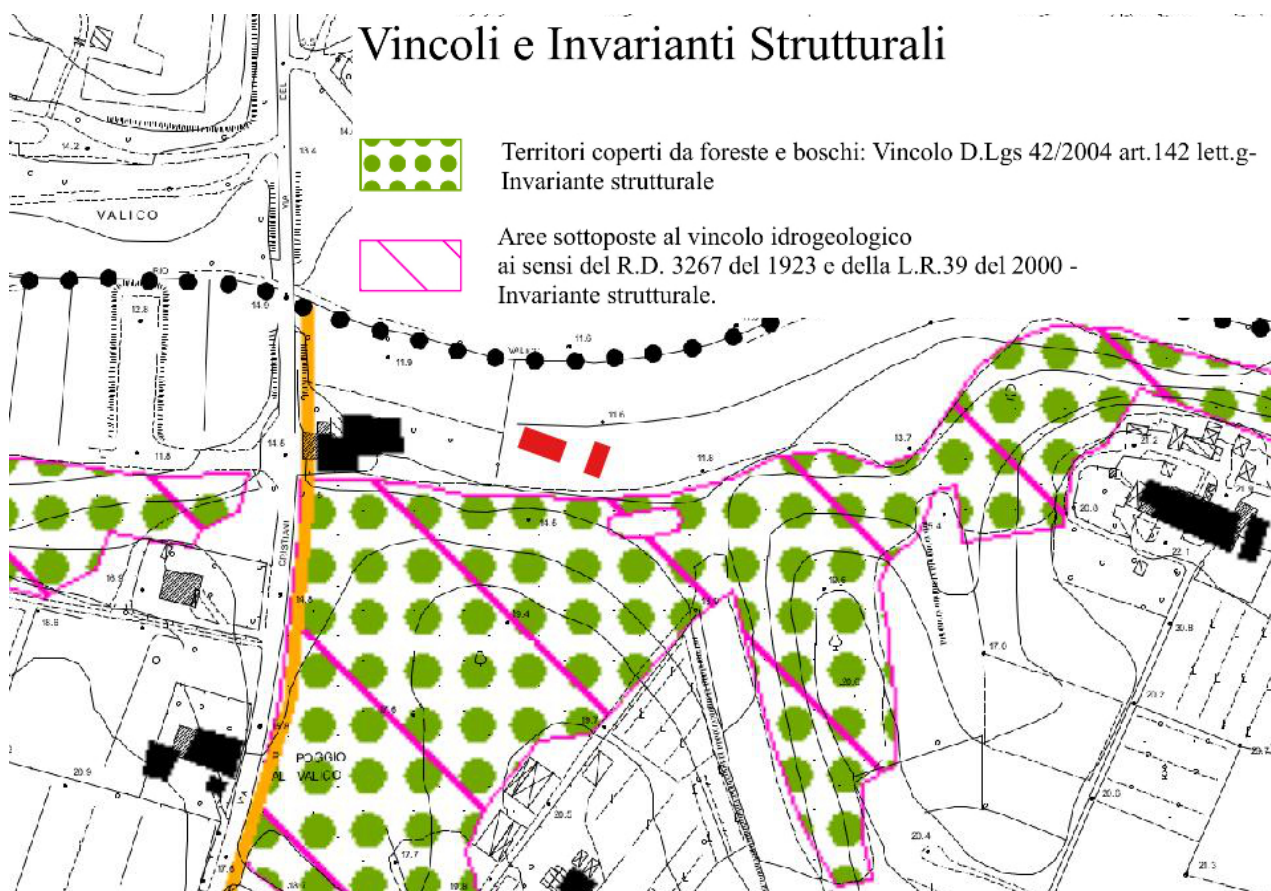


Figura 3 – Stralcio della Carta dei Vincoli Sovraordinati e delle Invarianti Strutturali del Regolamento Urbanistico del Comune di Castelfranco di Sotto, con i nuovi fabbricati colorati in rosso

Per eseguire la verifica idraulica della zona, è stato utilizzato un rilievo topografico di dettaglio delle sezioni d'alveo del Rio Valico ampliate in larghezza alla campagna circostante fino a diventare delle vere e proprie “sezioni territoriali”, limitatamente al tratto di interesse.

Tale rilievo è stato utilizzato al fine di implementare sul codice di calcolo HEC-RAS il modello matematico per verificare la capacità di deflusso del corso d'acqua considerato e di determinare le aree di territorio allagabili in corrispondenza delle portate massime aventi tempo di ritorno pari a 30 e 200 anni.

ore, per cui sono valide le LSPP reperite, tramite la seguente formula:

$$h = a \cdot t^n$$

Anche per le durate di pioggia inferiori all'ora sono state prese in considerazione cautelativamente le stesse LSPP, andando a sovrastimare le altezze di pioggia attese, in assenza di elaborazioni ufficiali recenti su precipitazioni di breve durata.

Nella seguente tabella si riportano tutte le altezze di pioggia calcolate con il metodo suddetto per le varie durate di pioggia prese in considerazione. La forma dello ietogramma è stata supposta di forma triangolare, con intensità di picco pari al doppio dell'intensità media, al fine di massimizzare la portata di picco stimata.

t [ore:min]	h [mm]		t [ore:min]	h [mm]	
	Tr30	Tr200		Tr30	Tr200
00:05	29,35	41,27	10:00	107,36	165,72
00:10	35,41	50,47	11:00	110,17	170,37
00:15	39,53	56,78	12:00	112,80	174,73
00:20	42,73	61,73	13:00	115,27	178,84
00:30	47,69	69,44	14:00	117,61	182,73
00:45	53,23	78,11	15:00	119,83	186,43
01:00	57,54	84,92	16:00	121,94	189,95
02:00	69,42	103,85	17:00	123,96	193,33
03:00	77,48	116,83	18:00	125,89	196,56
04:00	83,76	127,01	19:00	127,75	199,67
05:00	88,98	135,51	20:00	129,54	202,67
06:00	93,49	142,88	21:00	131,26	205,56
07:00	97,47	149,42	22:00	132,92	208,36
08:00	101,06	155,32	23:00	134,53	211,06
09:00	104,34	160,73	24:00	136,09	213,69

Tabella 1 – Calcolo dell'altezza di pioggia relativa alle varie durate per Tr pari a 30 e 200 anni

Per la valutazione delle perdite e la stima della pioggia netta, si è fatto riferimento al metodo CN del Soil Conservation Service, il quale definisce una capacità di ritenzione potenziale (S) ed una perdita iniziale (i_a), sulla base di un parametro CN dipendente dalle caratteristiche litologiche e di uso del suolo del bacino, nonché dalle condizioni di umidità iniziale. Il parametro CN inserito nel calcolo è stato quello già usato nel modello idrologico su cui è basata la parte idraulica del Piano Strutturale vigente del Comune di Altopascio.

In base a quanto sopra descritto, si sono potute ricavare le altezze di pioggia netta per le varie durate, attraverso la seguente formula:

$$h_n = \frac{(h - i_a)^2}{(h - i_a + S)}$$

in cui:

h è la pioggia lorda;

$$S = 25,4 \cdot \left[\left(\frac{1000}{CN} \right) - 10 \right]$$

$$i_a = 0,1 \cdot S$$

La costruzione degli idrogrammi a partire dai dati di pioggia e dalle caratteristiche del bacino è stata affidata al software HEC-HMS (Hydrologic Modeling System) versione 4.1, prodotto dal Corpo degli Ingegneri dell'Esercito degli Stati Uniti d'America.

Per la trasformazione afflussi-deflussi è stato utilizzato l'idrogramma unitario SLR, così come già ipotizzato nello studio idrologico-idraulico su cui è basato il Piano Strutturale vigente del Comune di Altopascio, che ha ottenuto anche l'approvazione dell'Autorità di bacino del fiume Arno, al quale si rimanda per eventuali approfondimenti.

Nella tabella sottostante sono allegati i valori di picco della portata ottenuti dalla modellazione.

t [ore:min]	Q _{max} [m ³ /s]		t [ore:min]	Q _{max} [m ³ /s]	
	Tr30	Tr200		Tr30	Tr200
00:05	4,276	7,900	10:00	9,330	15,460
00:10	4,935	9,118	11:00	9,031	14,943
00:15	6,179	11,185	12:00	8,744	14,458
00:20	6,245	11,192	13:00	8,477	14,003
00:30	8,109	14,272	14:00	8,223	13,580
00:45	9,187	15,993	15:00	7,986	13,181
01:00	9,747	16,832	16:00	7,762	12,805
02:00	11,218	19,059	17:00	7,550	12,452
03:00	11,432	19,253	18:00	7,352	12,118
04:00	11,271	18,878	19:00	7,163	11,802
05:00	10,998	18,407	20:00	6,985	11,502
06:00	10,669	17,781	21:00	6,816	11,218
07:00	10,325	17,173	22:00	6,655	10,948
08:00	9,971	16,584	23:00	6,502	10,691
09:00	9,642	16,008	24:00	6,356	10,447

Tabella 2 – Corrispondenza tra durata di pioggia e portata di picco stimata per Tr 30 e 200 anni

4 Modellazione idraulica allo stato attuale

La modellazione idraulica del Rio Valico è stata effettuata mediante il software HEC-RAS 5.0.3 (River Analysis System), prodotto dal Corpo degli Ingegneri dell'Esercito degli Stati Uniti d'America. Il software permette di effettuare calcoli idraulici monodimensionali e bidimensionali in moto permanente o vario, con qualsiasi tipo di geometria dell'alveo e di tipologia di strutture presenti, quali ponti, sottopassi, tombature, sfioratori laterali, casse d'espansione, ecc.

Per quanto riguarda il caso specifico, le simulazioni sono state effettuate a moto permanente, inserendo i valori massimi di portata ottenuti al capitolo precedente ed evidenziati in tabella 2.

Le sezioni d'alveo del rio considerato nei tratti di interesse sono state ottenute mediante un rilievo topografico di dettaglio. Sul Rio Valico sono state rilevate sezioni numerate dalla 1 alla 23, partendo da valle.

Nella seguente figura si riporta lo schema geometrico del modello di HEC-RAS implementato.

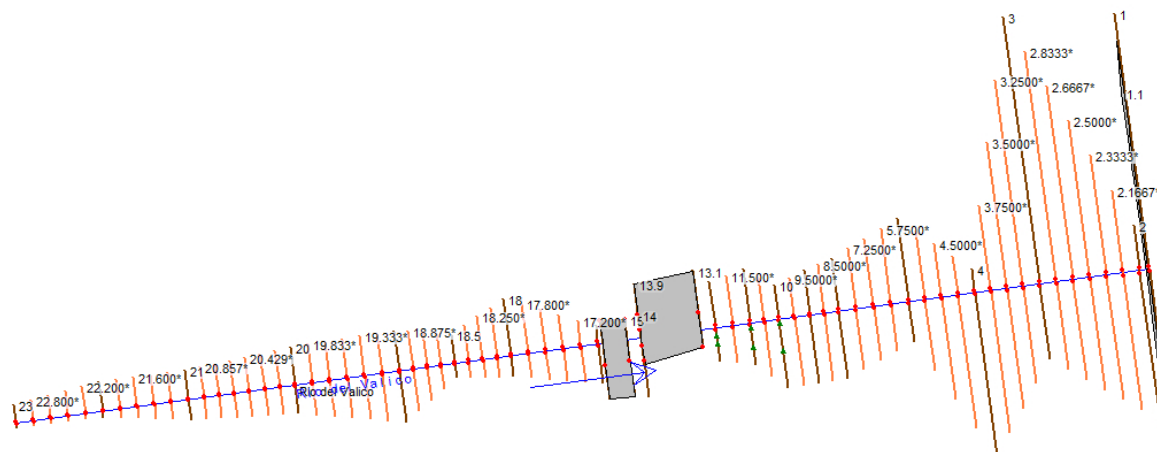


Figura 5 – Schema geometrico di Hec-Ras

Per la modellazione:

- le condizioni al contorno di monte (sezione 23) e di valle (sezione 1) inserite sono state la pendenza della linea piezometrica del tratto di monte e del tratto di valle, imposte parallele alla pendenza di fondo (come accadrebbe in caso di moto uniforme), stimate pari rispettivamente allo 0,094% e all'1,15%;
- il coefficiente di scabrezza di Manning è stato fissato pari a 0,033, sulla base delle indicazioni contenute in letteratura tecnica.

L'analisi a moto permanente ha fornito come risultato i profili liquidi longitudinali rappresentati in figura 6.

Dall'osservazione dei profili longitudinali e dei livelli liquidi nelle varie sezioni, è stato possibile individuare l'estensione delle aree allagabili sulla campagna per i tempi di ritorno considerati, rappresentate in figura 7.

Si può evincere che i fabbricati in progetto sono parzialmente interessati dagli allagamenti.

massimi attesi sull'area di impronta dei nuovi fabbricati.

Per l'edificio posto ad ovest i tiranti massimi attesi sono di circa 20 cm per la piena trentennale e di circa 30 cm per la piena duecentennale, mentre per l'edificio posto ad est i tiranti massimi attesi sono di circa 40 cm per la piena trentennale e di circa 50 cm per la piena duecentennale.

5 Interventi proposti per la messa in sicurezza idraulica

Al fine di mettere in sicurezza dagli allagamenti con tempo di ritorno duecentennale le aree in cui sono previsti i nuovi edifici, si prevede di attuare un riempimento di terreno che vada a rialzare il piano di campagna, su un'area di circa un migliaio di metri quadrati, di un valore compreso tra 0 e 70 cm, superando così la quota del pelo libero prevista per la piena duecentennale con un franco di sicurezza di almeno 20 cm. La porzione di territorio che si prevede interessata dal rialzamento è rappresentata nella seguente figura. Come si vede, è prevista anche una piccola scarpata di raccordo con il profilo del terreno attuale. Affinché la soluzione proposta sia accettabile, è necessario che i riempimenti previsti, con i piccoli restringimenti d'alveo che comportano, non vadano ad alterare i livelli liquidi massimi attesi per la piena trentennale e duecentennale provocandone un rialzamento, poiché ciò comporterebbe un potenziale aggravio di pericolosità idraulica per le aree circostanti.

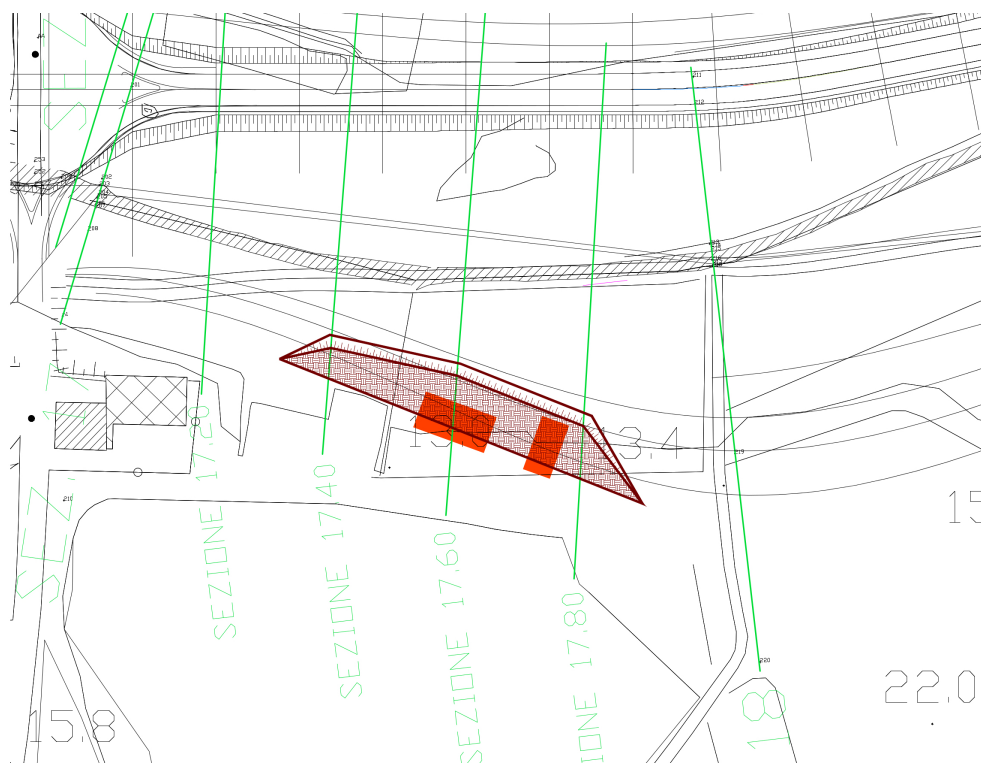


Figura 8 – Planimetria della zona di studio con colorate in marrone le aree di territorio soggette a riempimento per il rialzamento del piano di campagna utile alla messa in sicurezza dagli allagamenti

6 Modellazione idraulica allo stato di progetto

Per simulare le condizioni previste allo stato di progetto, sono state modificate le sezioni 17.40, 17.60 e 17.80 applicandovi il rialzamento del terreno.

Le simulazioni sono state effettuate anche in questo caso a moto permanente, inserendo gli stessi valori massimi di portata, le stesse condizioni al contorno e lo stesso coefficiente di scabrezza.

L'analisi a moto permanente ha fornito come risultato i profili liquidi longitudinali rappresentati in figura 9.

Dall'osservazione dei profili longitudinali e dei livelli liquidi nelle varie sezioni, è stato possibile individuare l'estensione delle aree allagabili sulla campagna per i tempi di ritorno considerati, rappresentate in figura 10. Si può evincere che i fabbricati in progetto adesso non sono più interessati dagli allagamenti.

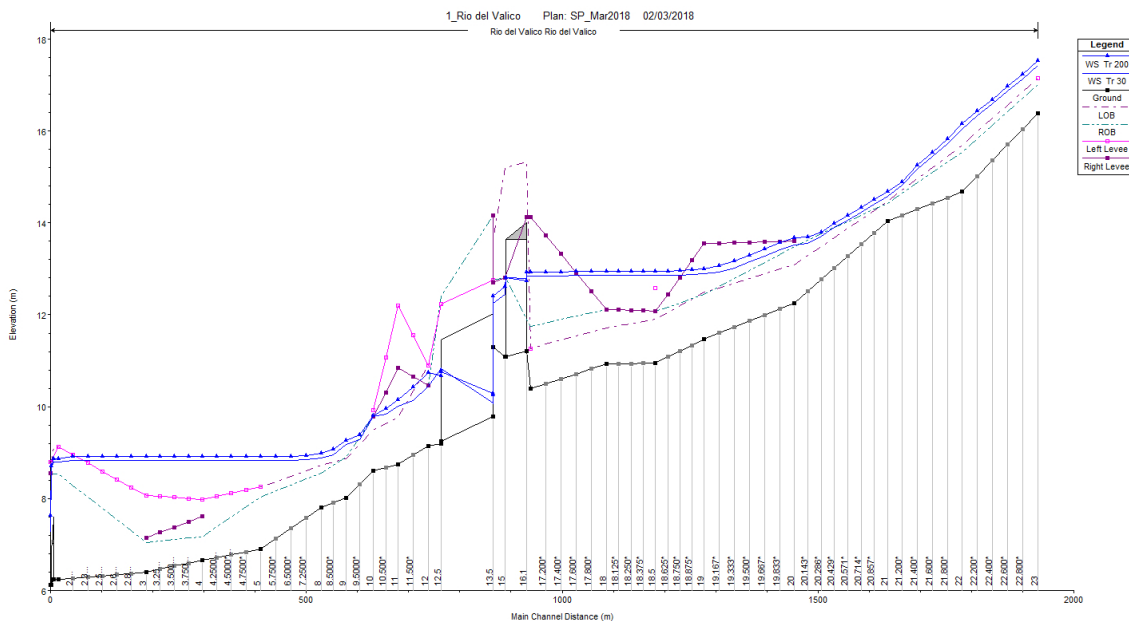


Figura 9 – Profili liquidi longitudinali del Rio Valico allo stato di progetto per $Tr=30$ e $Tr=200$ anni

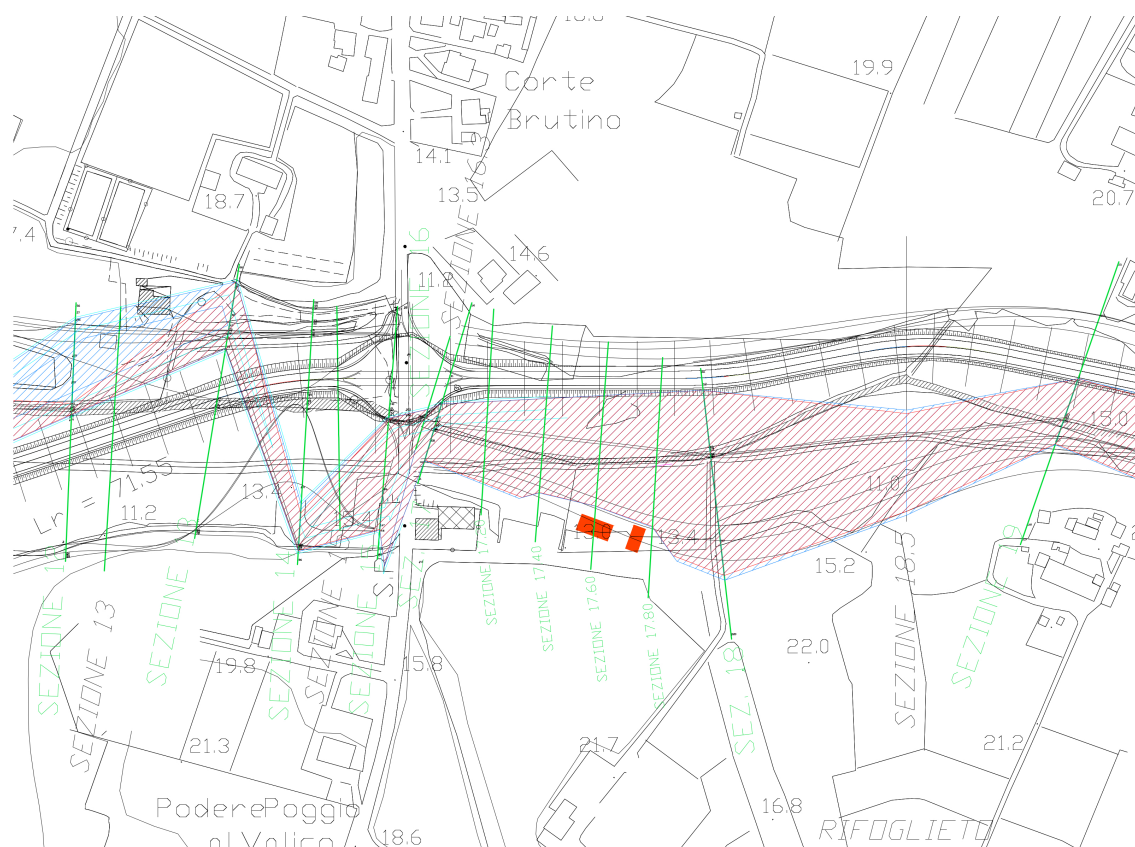


Figura 10 – Aree allagabili per esondazioni del Rio Valico allo stato di progetto per $Tr=30$ anni (colorate in rosso) e $Tr=200$ anni (colorate in blu); i fabbricati in esame sono colorati in arancio

I risultati di dettaglio della modellazione idraulica allo stato di progetto, sono riportati in allegato alla presente relazione e dall'analisi degli stessi è possibile verificare che i rialzamenti di terreno applicati non hanno determinato variazioni dei livelli liquidi massimi attesi in alveo per le piene trentennale e duecentennale, evitando quindi qualsiasi aggravio di pericolosità per le aree circostanti.

7 Conclusioni

I risultati delle modellazioni idrauliche effettuate sull'area di proprietà della Sig.ra Mara Seghetti, sulla base di un rilievo topografico di dettaglio dell'alveo del Rio Valico e della campagna ad esso adiacente, hanno chiarito quali aree siano effettivamente allagabili in corrispondenza delle piene trentennale e duecentennale ed è emerso che la zona di posizionamento dei nuovi fabbricati in oggetto è interessata dagli allagamenti secondo le modellazioni effettuate, con battenti idraulici massimi compresi tra i 20 e i 50 cm.

Per mettere i nuovi fabbricati al sicuro dal punto di vista idraulico, con un franco di sicurezza di almeno 20 cm per quanto concerne l'evento più gravoso, cioè quello con tempo di ritorno 200 anni, si è scelto di prevedere un rialzamento del piano di campagna nell'area, di entità

compresa tra 0 e 70 cm.

I risultati delle modellazioni idrauliche allo stato di progetto hanno mostrato che i riempimenti previsti, oltre a mettere in sicurezza le aree di inserimento dei nuovi fabbricati dagli allagamenti, **non comportano alcun innalzamento dei livelli liquidi massimi nell'alveo del Rio Valico**, che rimangono gli stessi di quelli previsti allo stato attuale.

Tale assenza di variazioni al regime idraulico del corso d'acqua in esame certifica che gli interventi di riprofilamento del terreno attuati non sono causa di aggravamenti di pericolosità idraulica per alcuna porzione di territorio potenzialmente interessata.

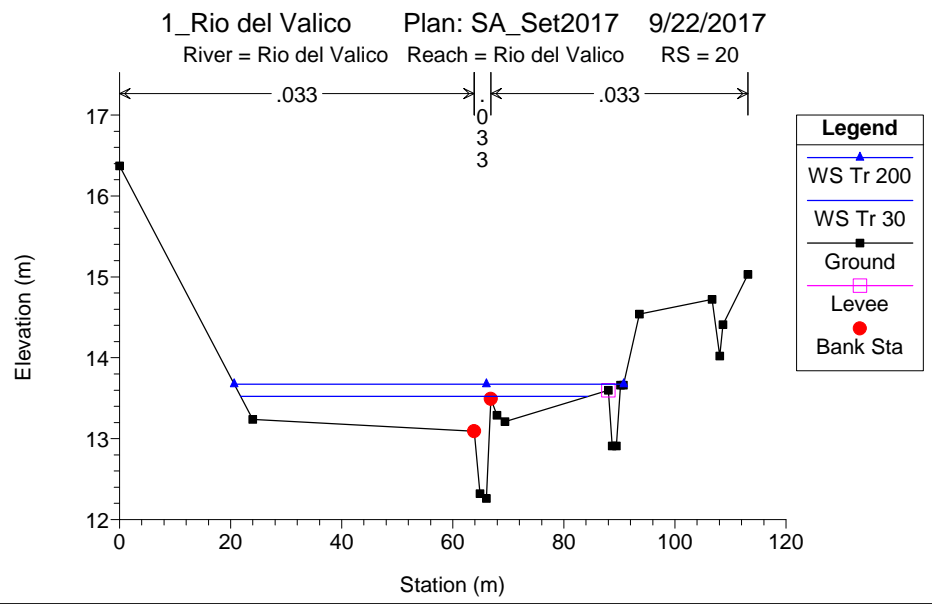
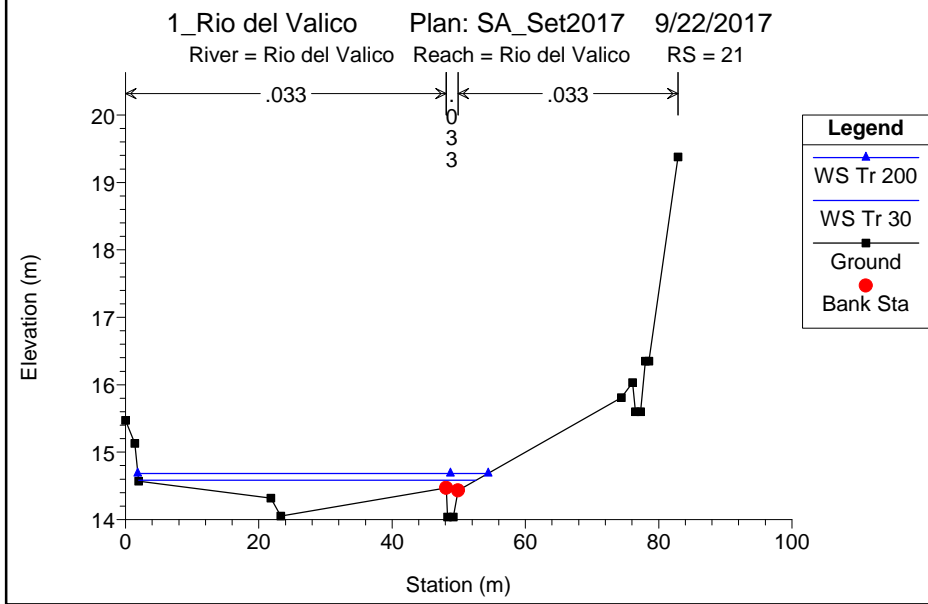
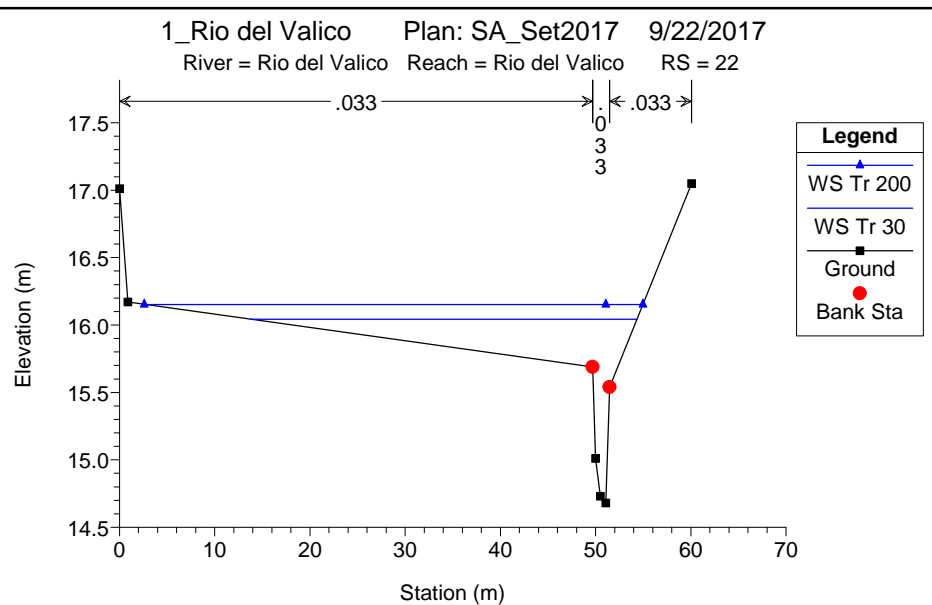
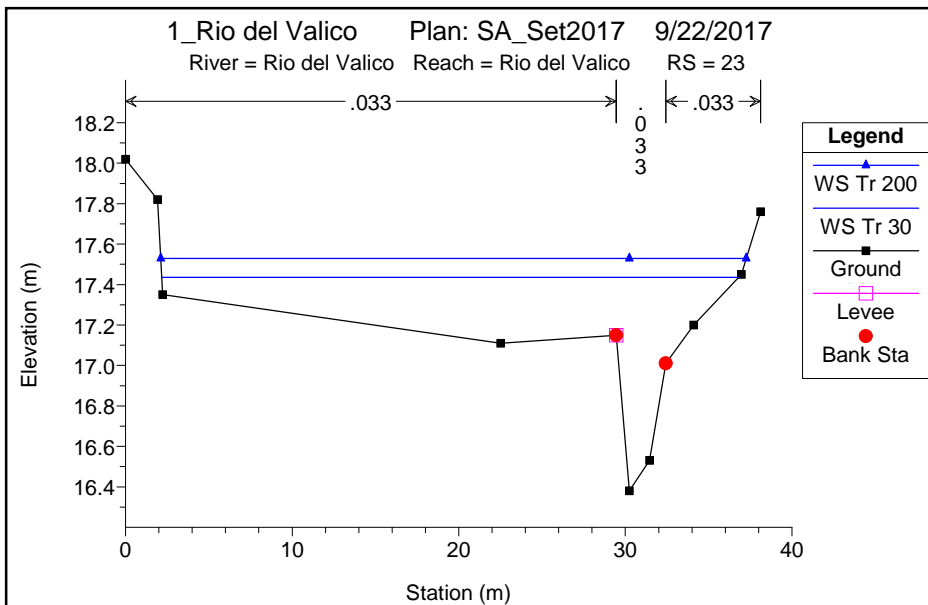
Secondo quanto espresso sopra, si certifica la fattibilità degli interventi, condizionata al rialzamento del piano di campagna prescritto, ai sensi della pericolosità idraulica e delle prescrizioni di carattere urbanistico vigenti, nell'area libera sopra citata.

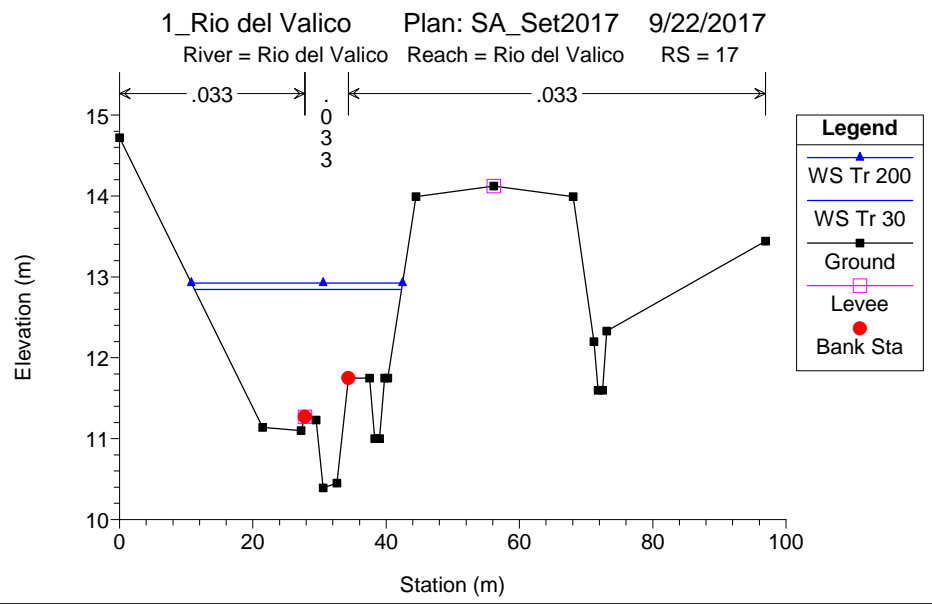
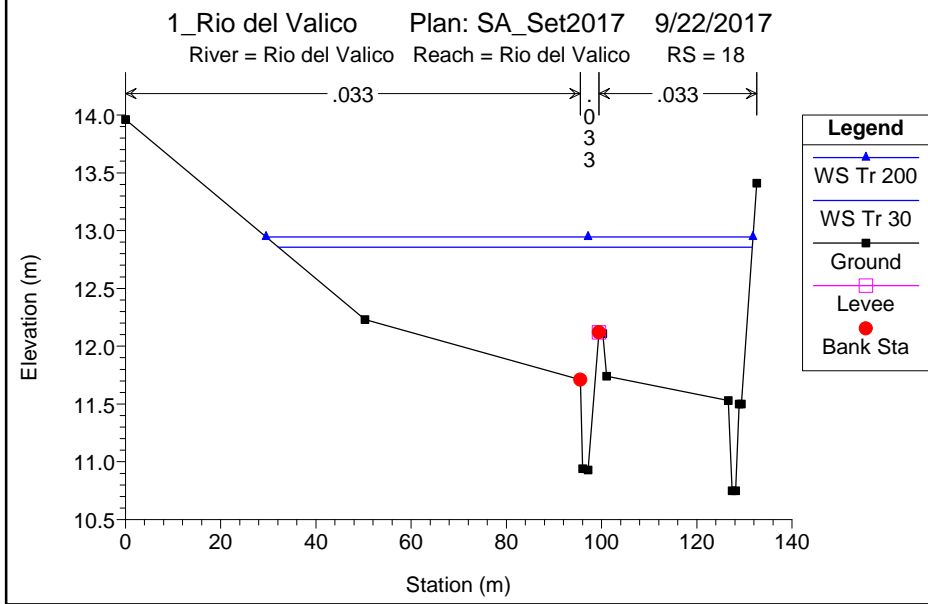
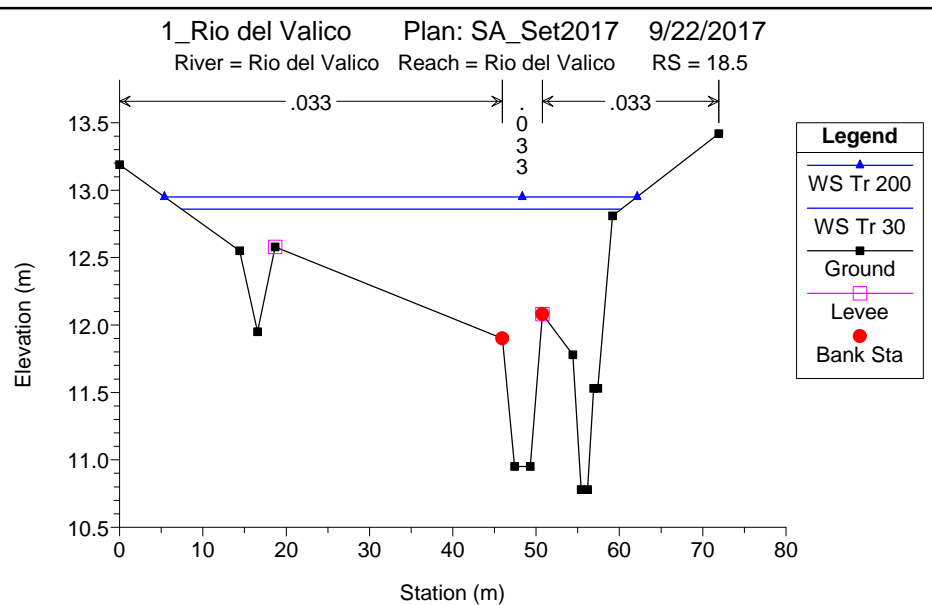
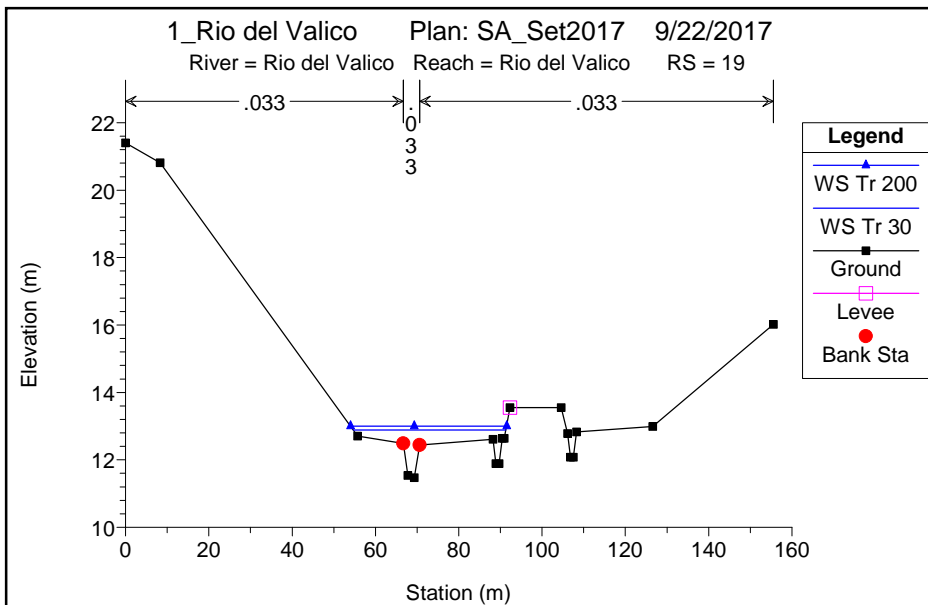
Il Progettista
Ing. Renzo Bessi

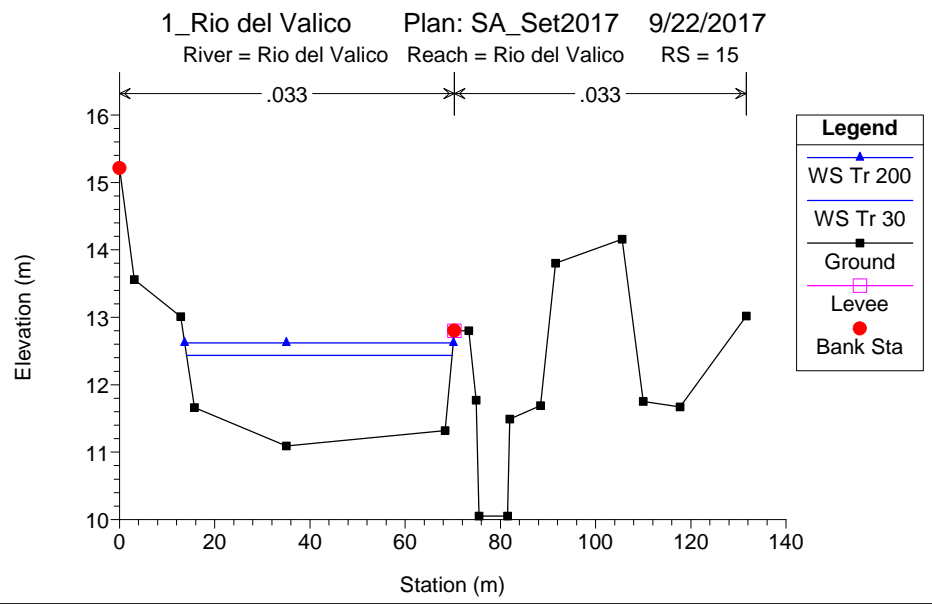
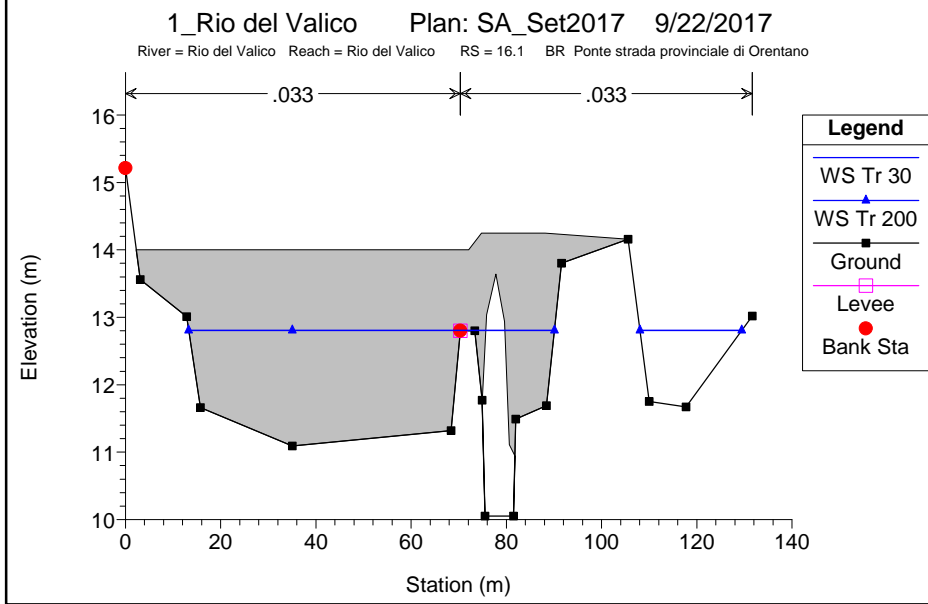
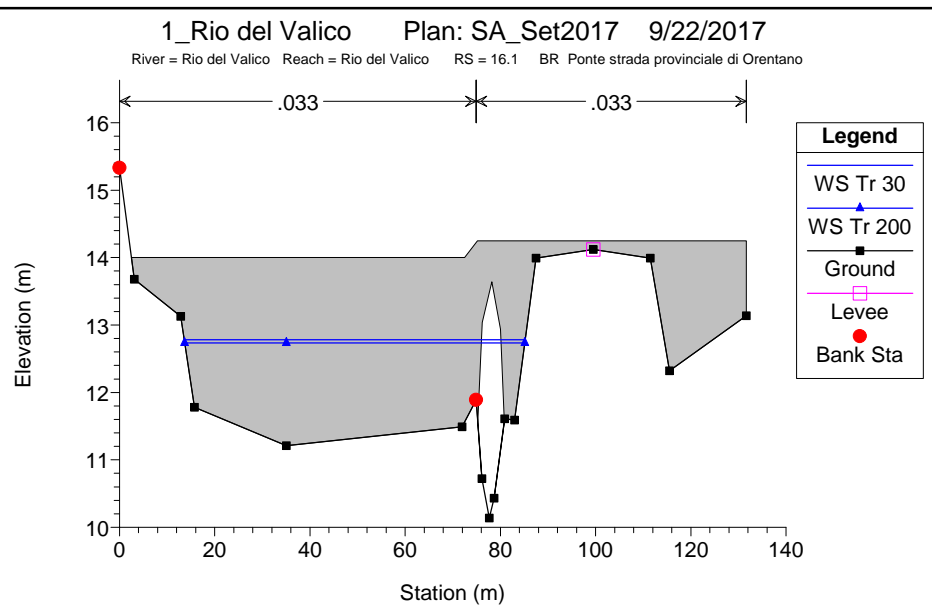
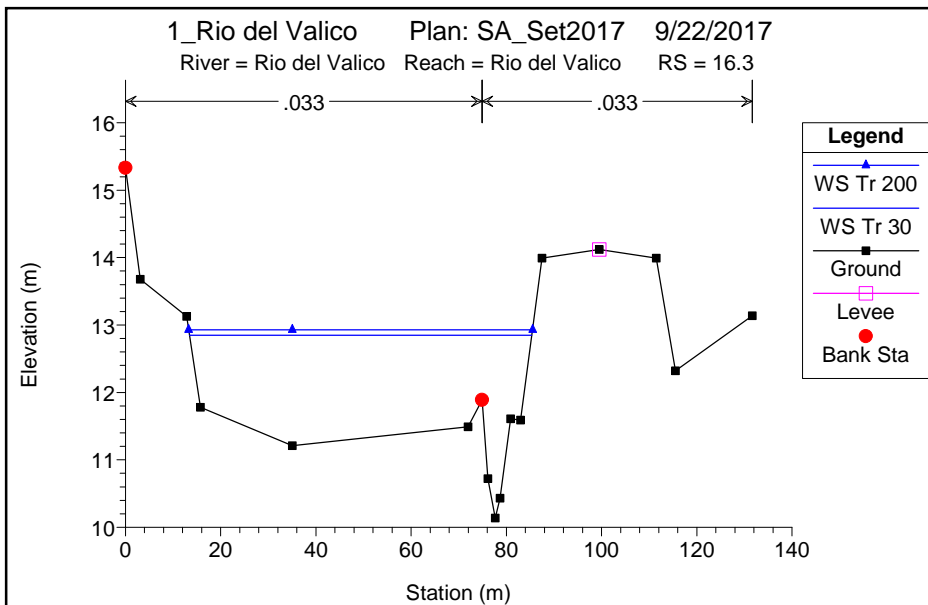
8 Allegati

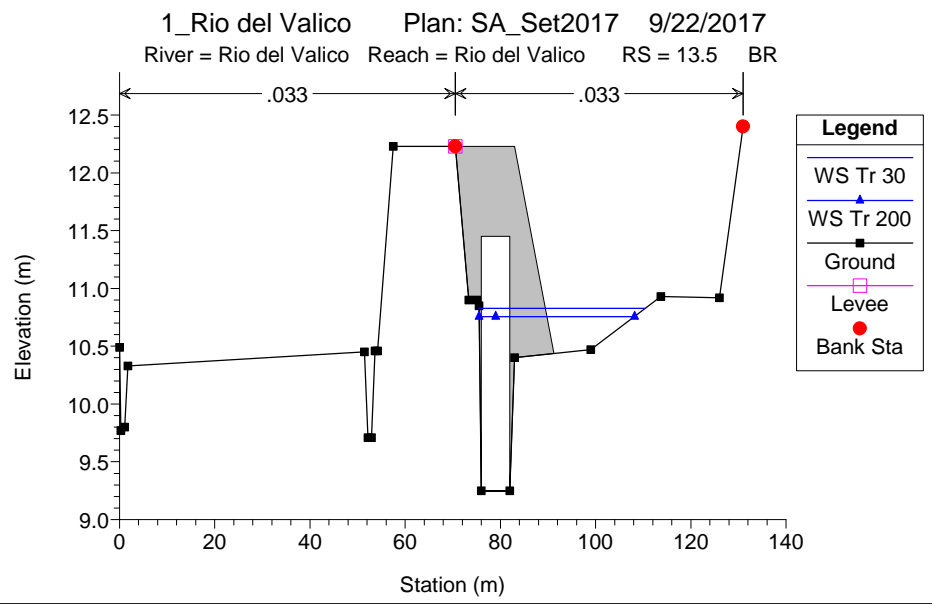
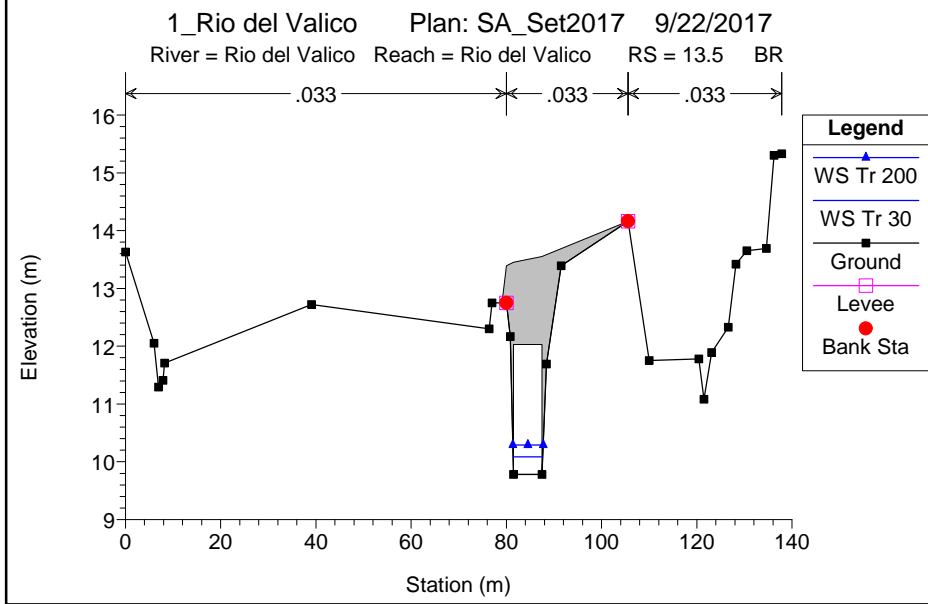
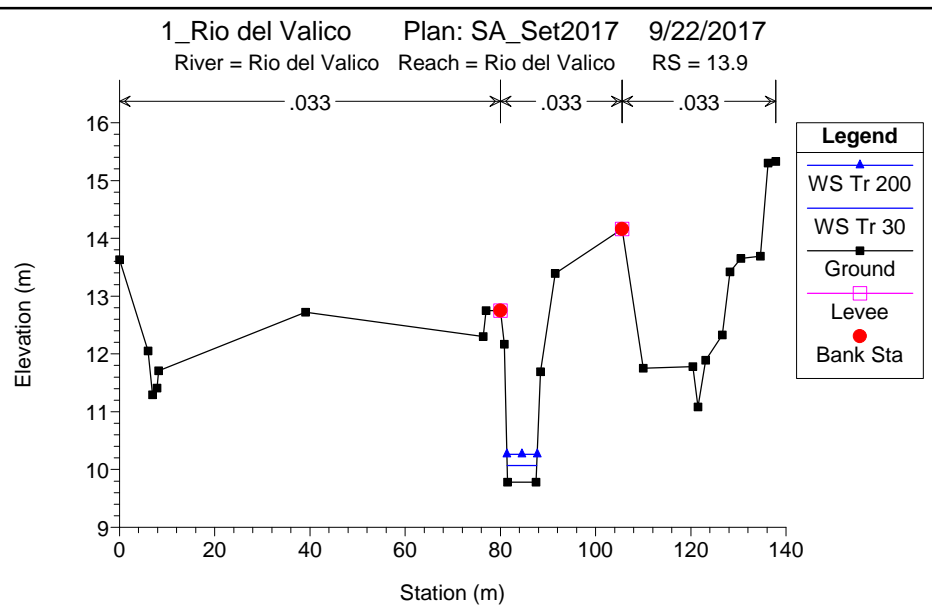
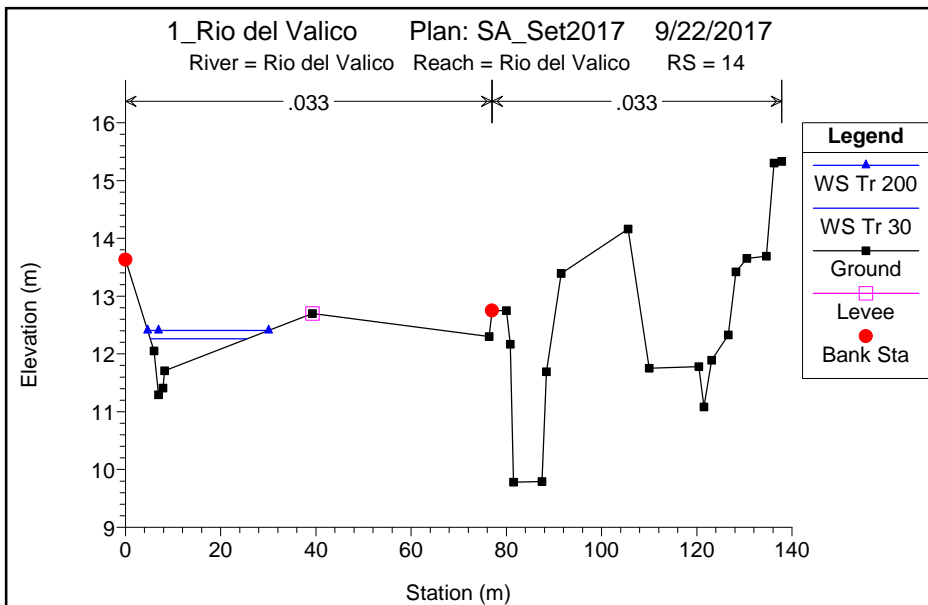
Allegato 1

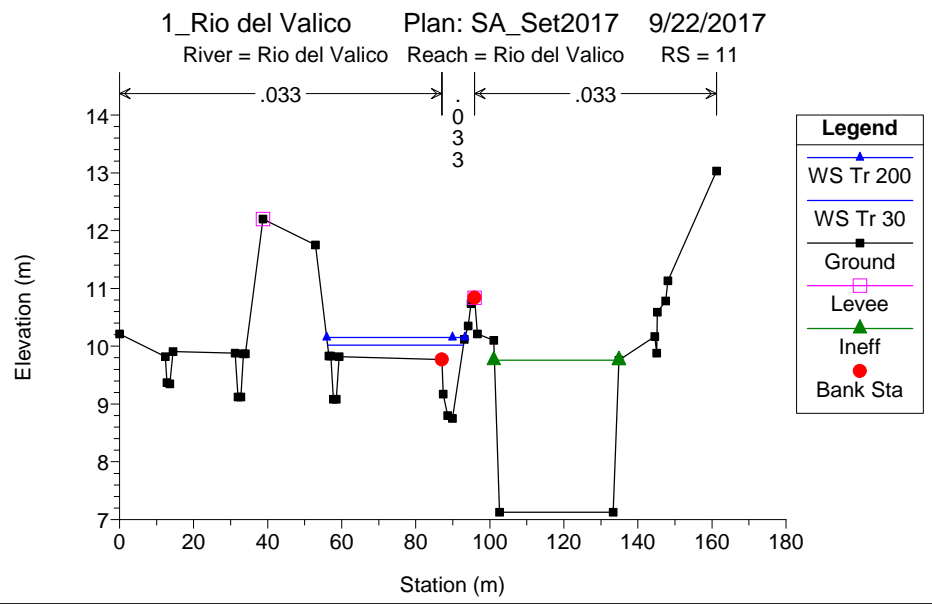
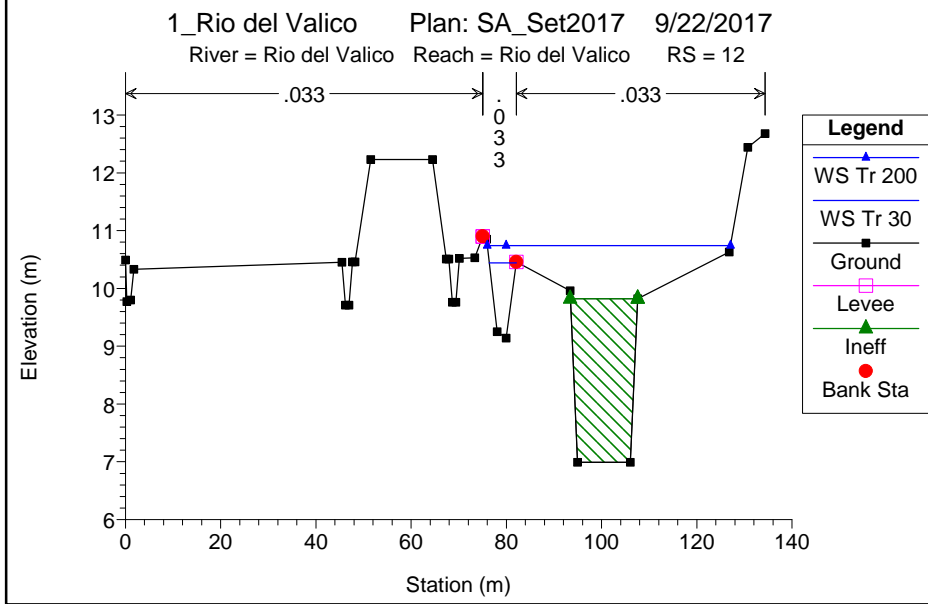
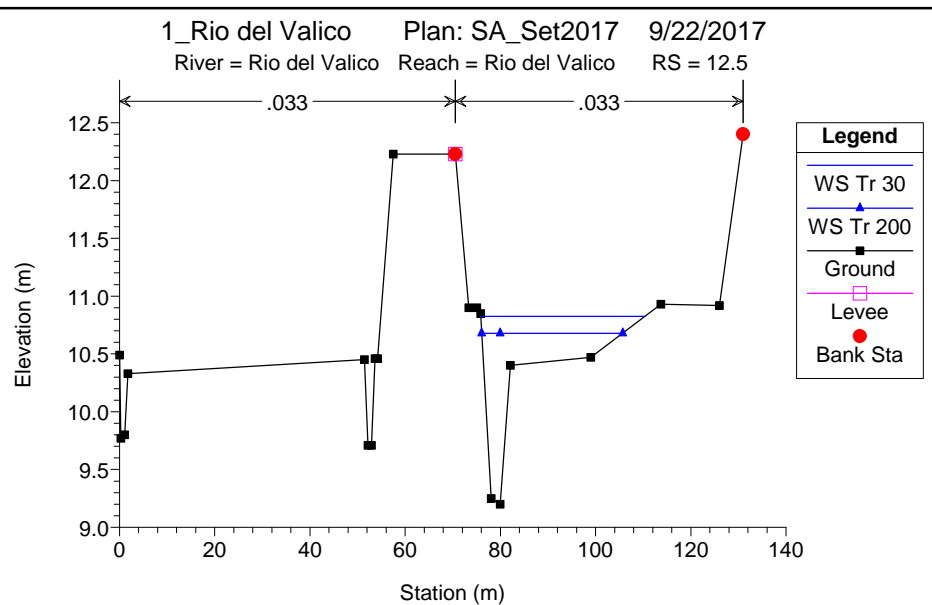
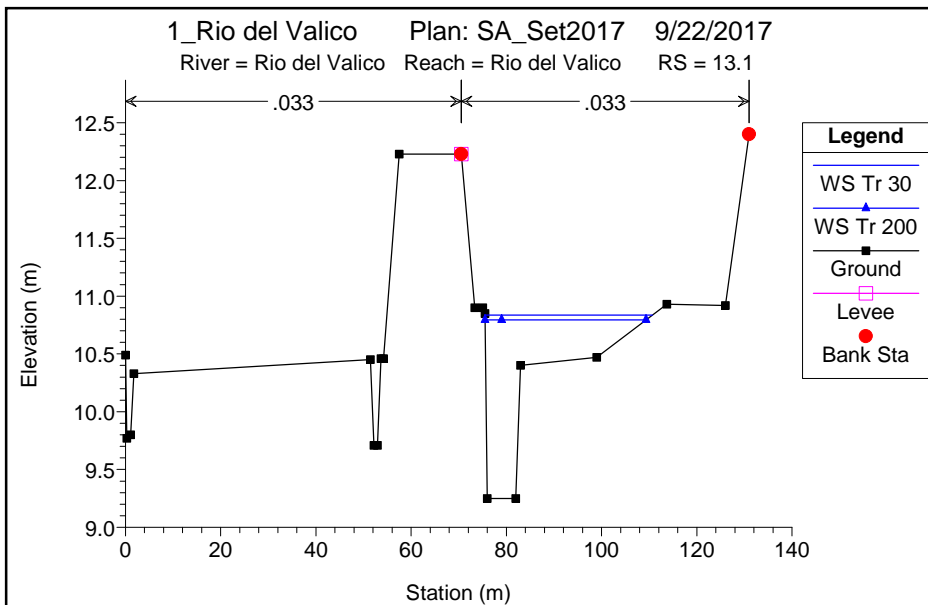
***Livelli liquidi nelle sezioni d'alveo
allo stato attuale
per eventi con Tr 30 e 200 anni***

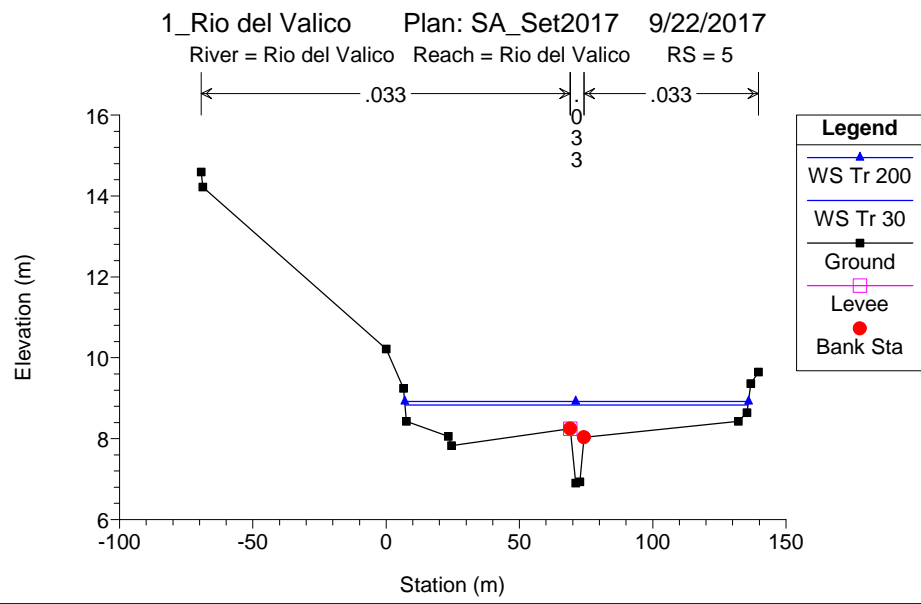
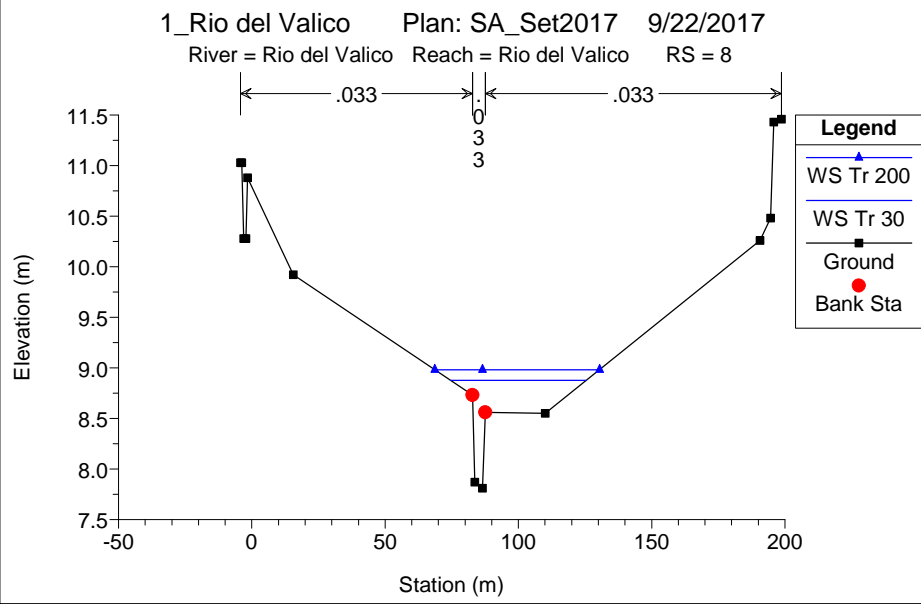
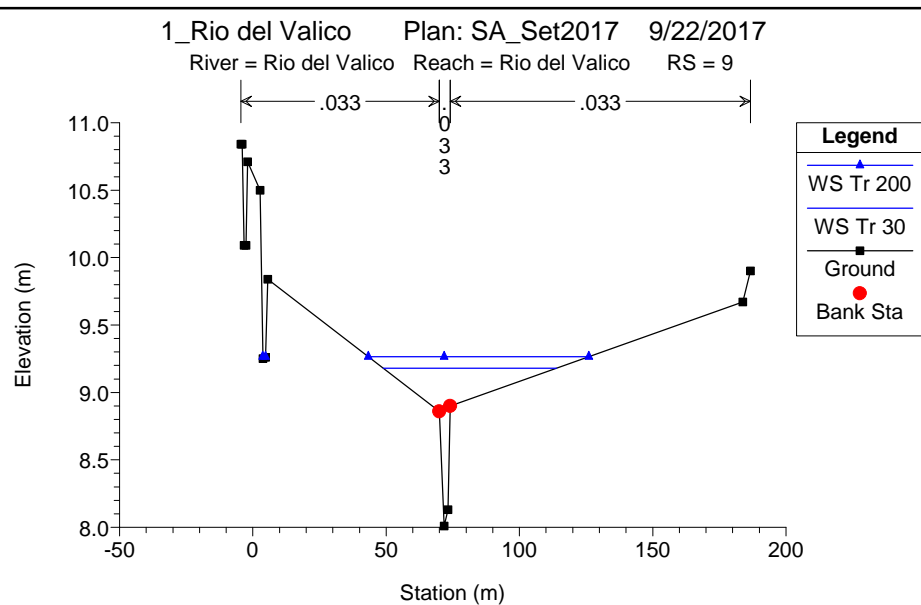
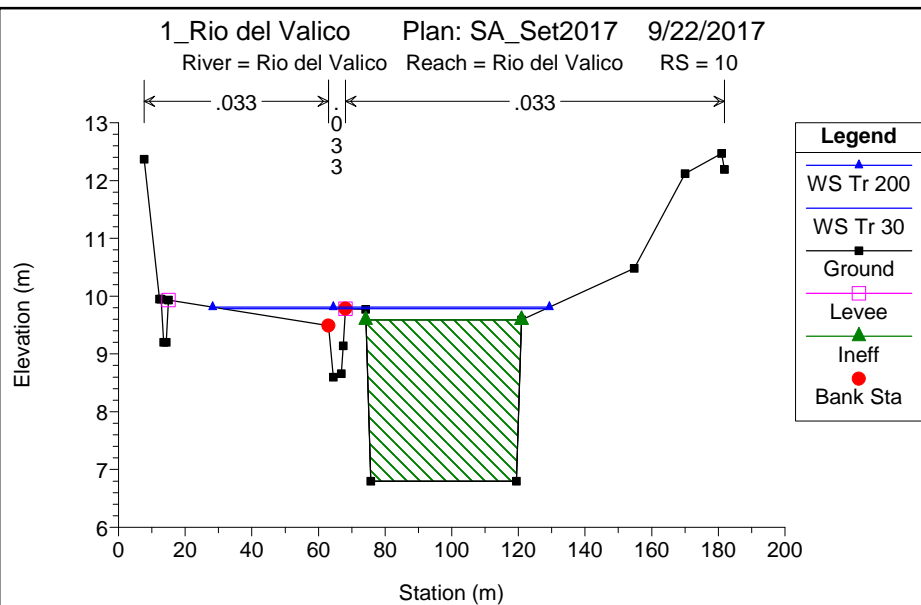


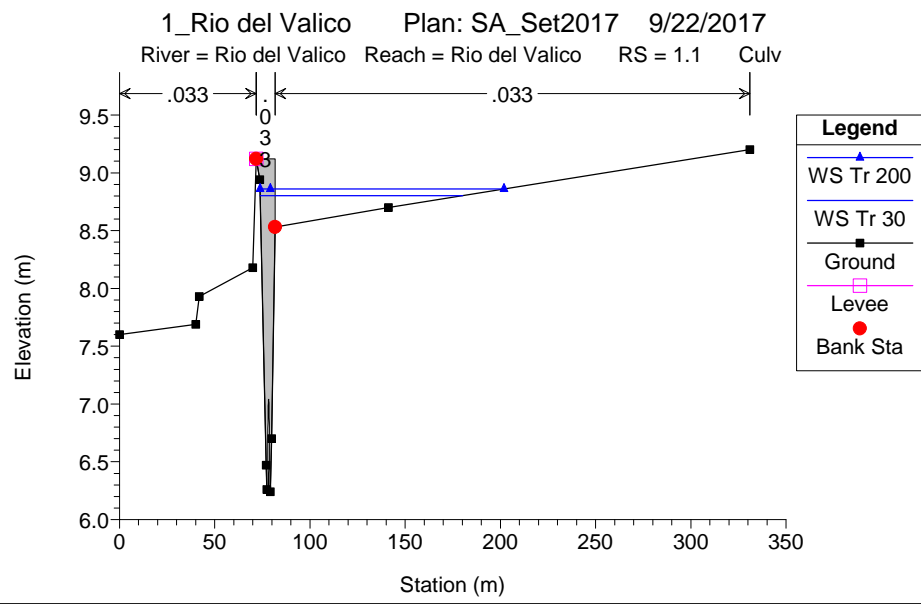
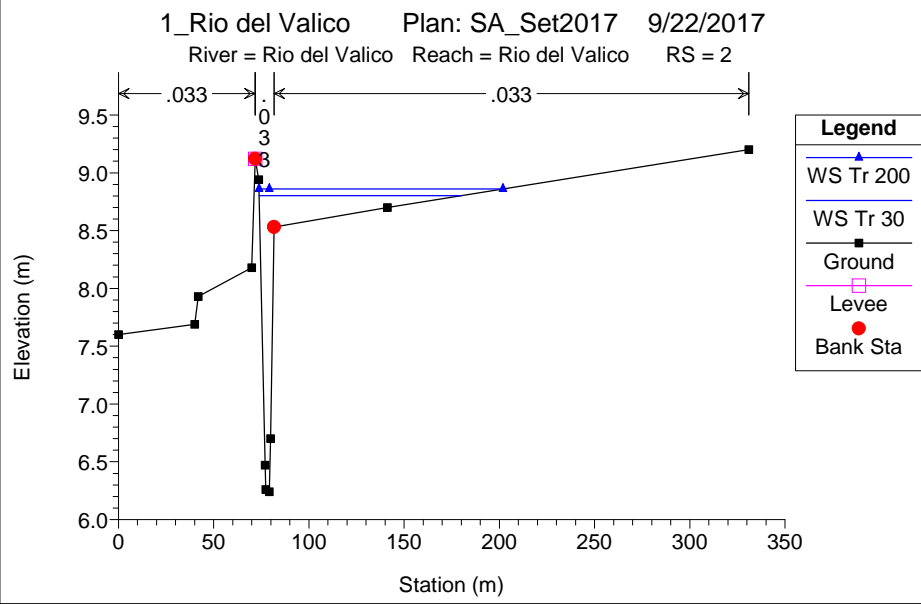
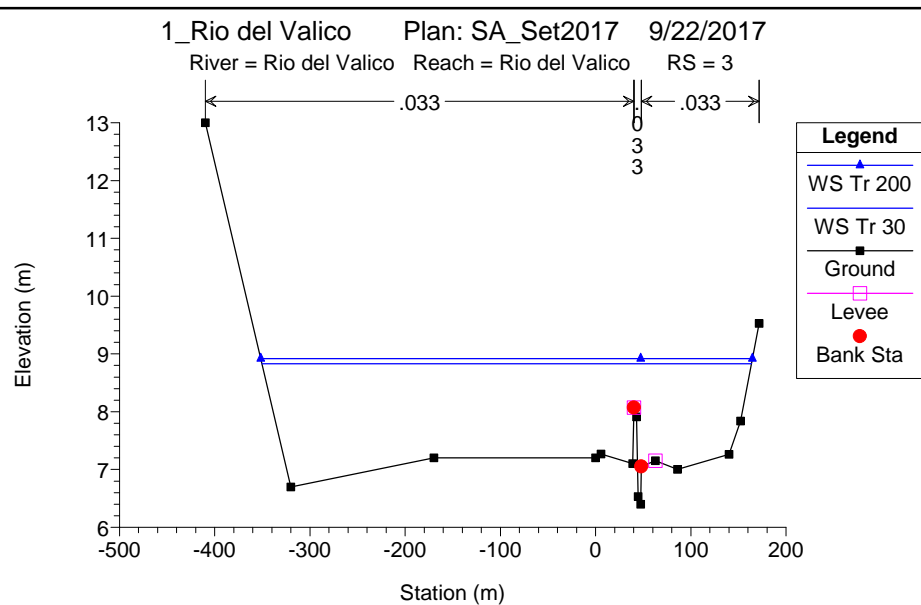
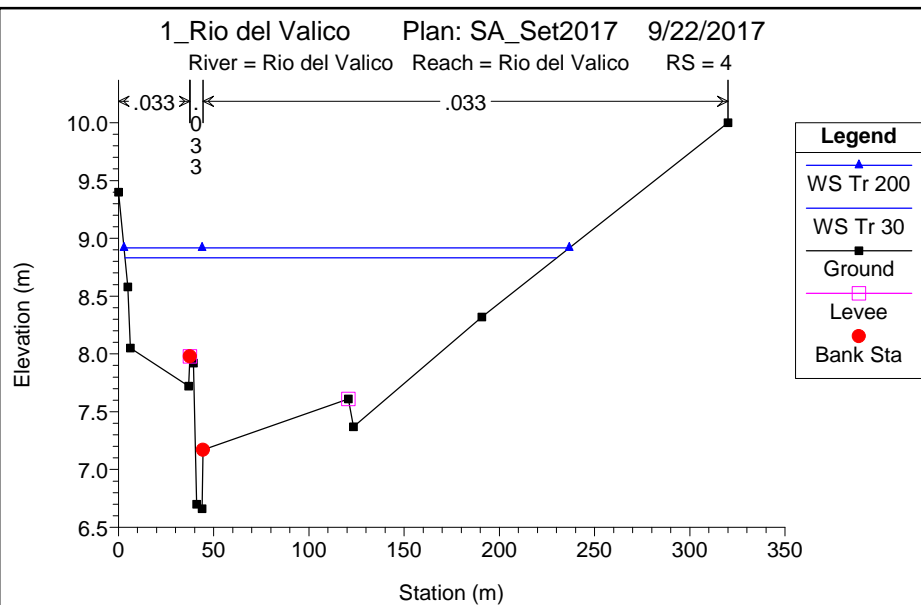




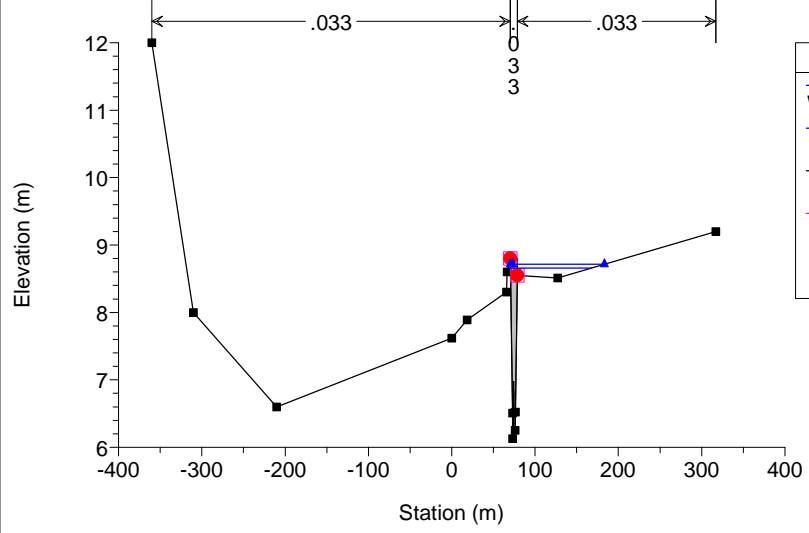




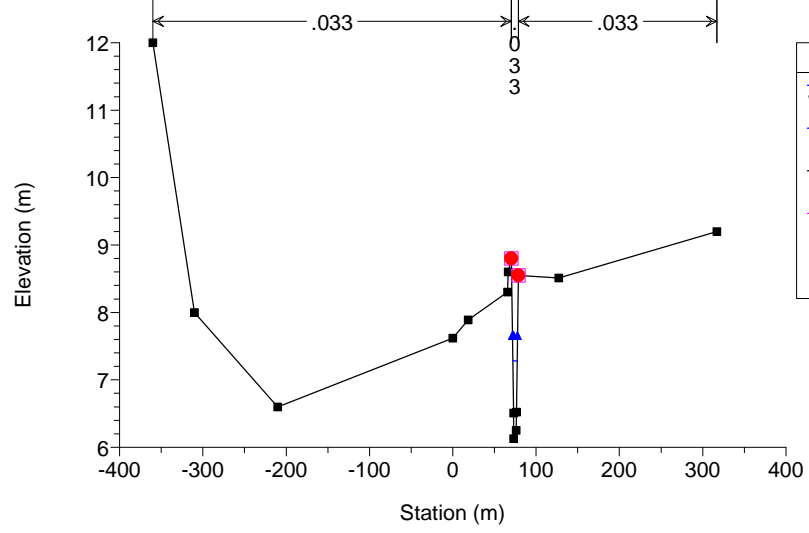




1_Rio del Valico Plan: SA_Set2017 9/22/2017
 River = Rio del Valico Reach = Rio del Valico RS = 1.1 Culv



1_Rio del Valico Plan: SA_Set2017 9/22/2017
 River = Rio del Valico Reach = Rio del Valico RS = 1



Allegato 2

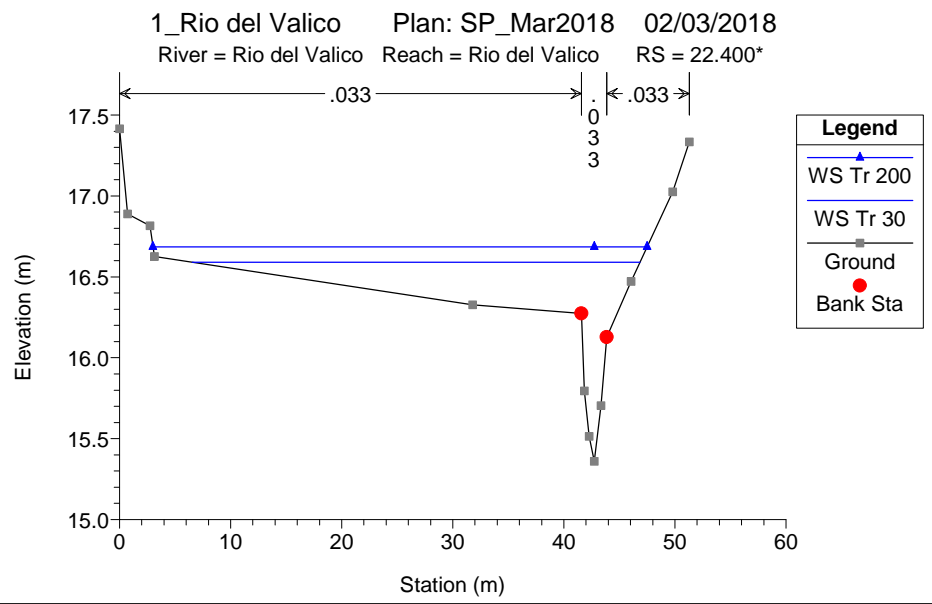
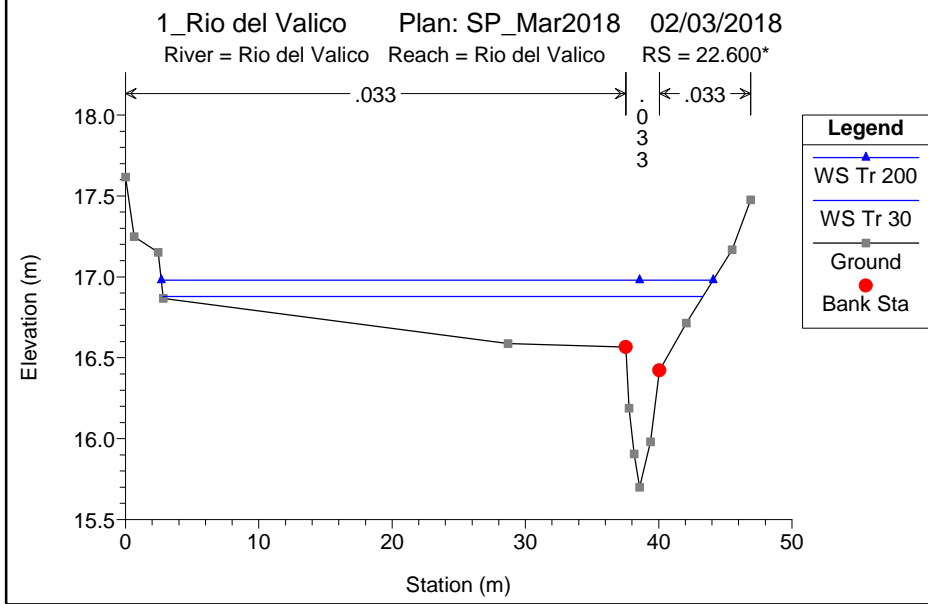
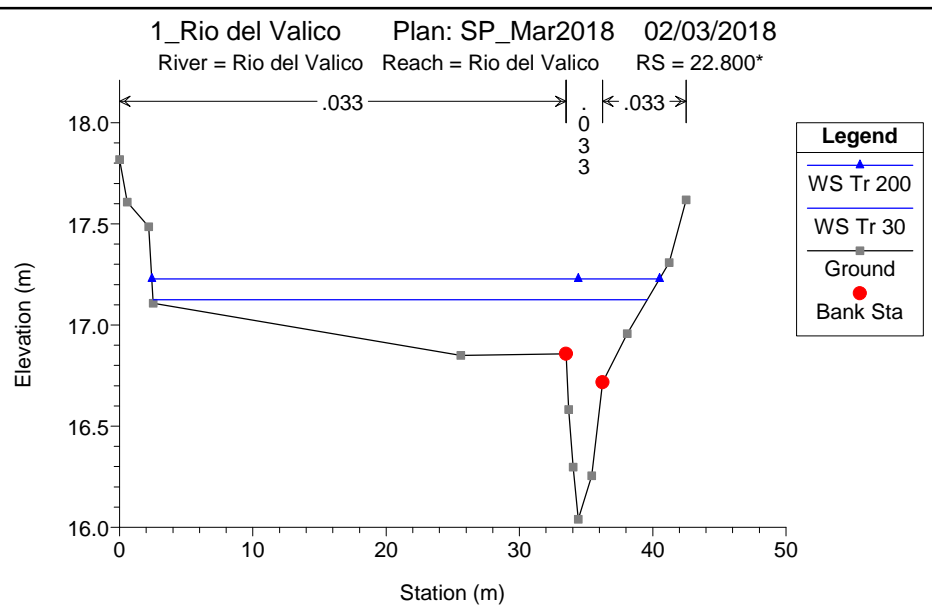
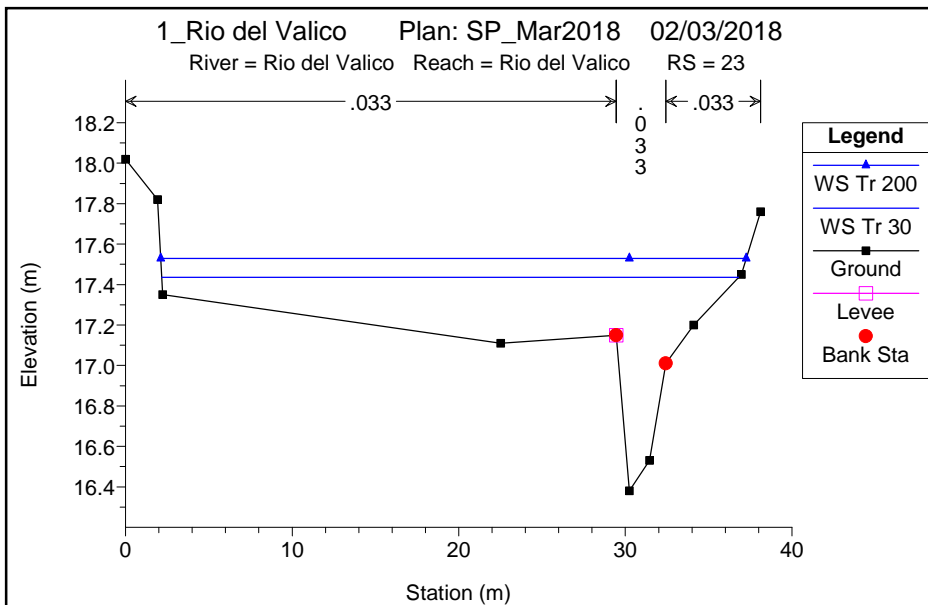
***Tabella dei risultati della modellazione idraulica
allo stato attuale
per eventi con Tr 30 e 200 anni***

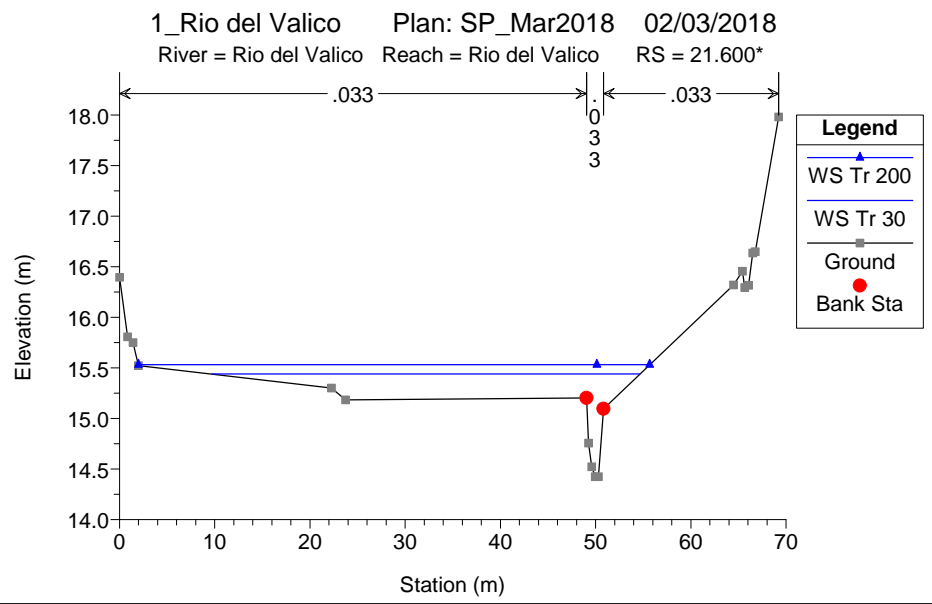
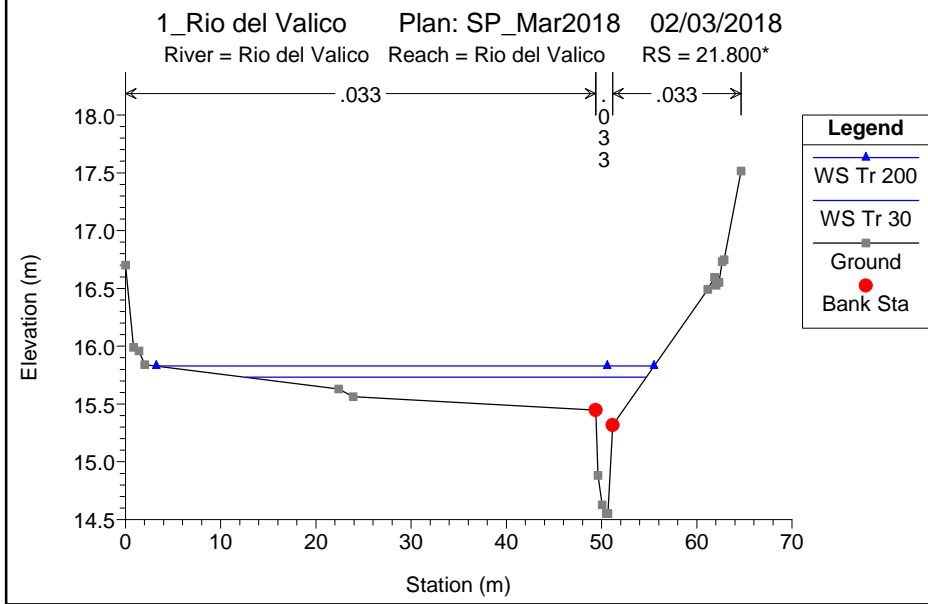
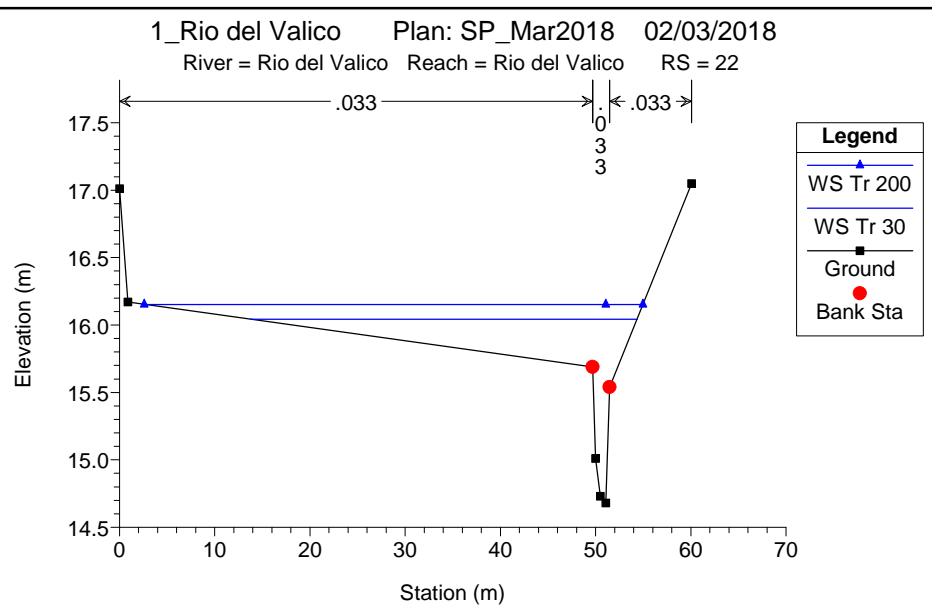
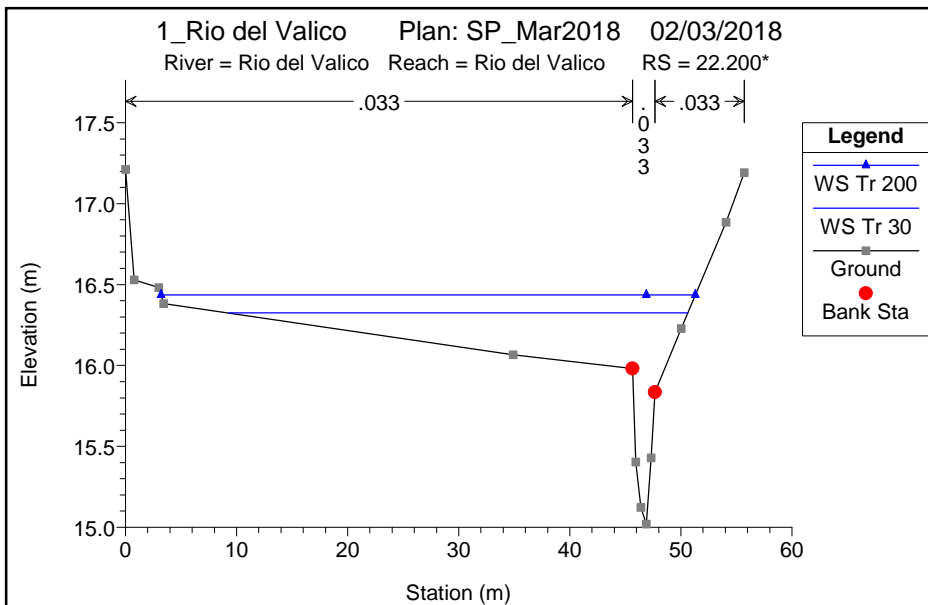
HEC-RAS Plan: SA_Set2017 River: Rio del Valico Reach: Rio del Valico

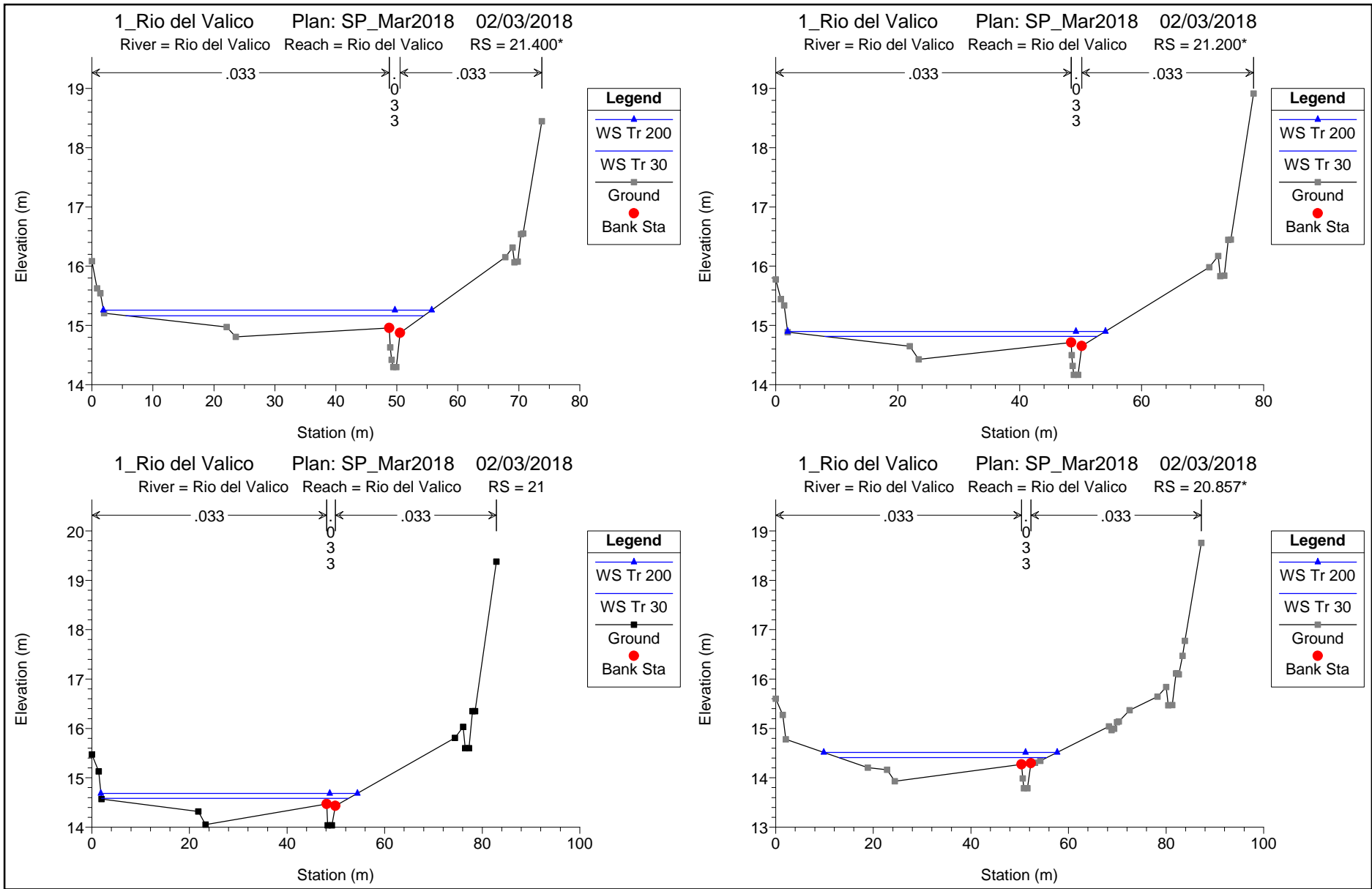
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio del Valico	23	Tr 30	11.43	16.38	17.43	17.43	17.54	0.007015	1.99	9.51	34.62	0.71
Rio del Valico	23	Tr 200	19.25	16.38	17.53	17.53	17.68	0.008425	2.35	12.78	35.14	0.80
Rio del Valico	22	Tr 30	11.43	14.68	16.04	16.08	16.18	0.009904	2.34	9.01	40.60	0.72
Rio del Valico	22	Tr 200	19.25	14.68	16.15	16.17	16.29	0.009971	2.50	14.11	52.38	0.73
Rio del Valico	21	Tr 30	11.43	14.04	14.58	14.50	14.63	0.006071	1.20	12.27	50.63	0.58
Rio del Valico	21	Tr 200	19.25	14.04	14.68	14.59	14.75	0.005444	1.31	17.57	52.56	0.57
Rio del Valico	20	Tr 30	11.43	12.26	13.52	13.37	13.54	0.001357	0.89	20.19	62.51	0.29
Rio del Valico	20	Tr 200	19.25	12.26	13.67	13.44	13.69	0.001133	0.90	31.27	70.13	0.28
Rio del Valico	19	Tr 30	11.43	11.47	12.89	12.73	12.92	0.001523	1.12	15.65	36.62	0.34
Rio del Valico	19	Tr 200	19.25	11.47	13.00	12.83	13.06	0.002121	1.42	20.01	37.49	0.41
Rio del Valico	18.5	Tr 30	11.43	10.95	12.86	12.08	12.86	0.000137	0.44	37.90	52.76	0.11
Rio del Valico	18.5	Tr 200	19.25	10.95	12.95	12.17	12.96	0.000293	0.67	42.91	56.73	0.17
Rio del Valico	18	Tr 30	11.43	10.93	12.86	12.12	12.86	0.000019	0.16	90.73	99.56	0.04
Rio del Valico	18	Tr 200	19.25	10.93	12.94	12.12	12.95	0.000040	0.24	99.69	102.29	0.06
Rio del Valico	17	Tr 30	11.43	10.39	12.85	11.43	12.85	0.000058	0.34	41.26	31.09	0.08
Rio del Valico	17	Tr 200	19.25	10.39	12.92	11.59	12.93	0.000141	0.54	43.65	31.69	0.12
Rio del Valico	16.3	Tr 30	11.43	11.21	12.85	11.51	12.85	0.000009	0.11	102.49	71.92	0.03
Rio del Valico	16.3	Tr 200	19.25	11.21	12.93	11.61	12.93	0.000021	0.18	108.24	72.24	0.05
Rio del Valico	16.1		Bridge									
Rio del Valico	15	Tr 30	11.43	11.09	12.43	11.41	12.44	0.000031	0.18	62.92	55.80	0.05
Rio del Valico	15	Tr 200	19.25	11.09	12.62	11.49	12.62	0.000054	0.26	73.41	56.45	0.07
Rio del Valico	14	Tr 30	11.43	11.29	12.26	12.26	12.42	0.015907	1.76	6.48	20.27	1.00
Rio del Valico	14	Tr 200	19.25	11.29	12.41	12.41	12.60	0.015135	1.96	9.84	25.43	1.00
Rio del Valico	13.9	Tr 30	11.43	9.78	10.07	10.49	12.20	0.264586	6.46	1.77	6.22	3.87
Rio del Valico	13.9	Tr 200	19.25	9.78	10.26	10.77	12.39	0.142858	6.46	2.98	6.37	3.02
Rio del Valico	13.5		Bridge									
Rio del Valico	13.1	Tr 30	11.43	9.25	10.84	9.95	10.85	0.000877	0.59	19.50	35.21	0.25
Rio del Valico	13.1	Tr 200	19.25	9.25	10.79	10.23	10.85	0.003067	1.07	18.02	33.83	0.47
Rio del Valico	12.5	Tr 30	11.43	9.20	10.82	10.36	10.85	0.001755	0.74	15.55	34.46	0.35
Rio del Valico	12.5	Tr 200	19.25	9.20	10.68	10.66	10.84	0.013431	1.77	10.87	29.60	0.93
Rio del Valico	12	Tr 30	11.43	9.14	10.44	10.34	10.74	0.009597	2.42	4.73	5.67	0.85
Rio del Valico	12	Tr 200	19.25	9.14	10.74	10.46	10.76	0.000563	0.69	35.50	51.08	0.21
Rio del Valico	11	Tr 30	11.43	8.75	10.02	9.77	10.08	0.002696	1.31	12.83	36.74	0.45
Rio del Valico	11	Tr 200	19.25	8.75	10.15	10.04	10.22	0.003157	1.51	17.70	37.35	0.50
Rio del Valico	10	Tr 30	11.43	8.60	9.78	9.78	9.82	0.002312	1.24	18.72	96.81	0.42
Rio del Valico	10	Tr 200	19.25	8.60	9.81	9.81	9.89	0.004719	1.81	21.56	101.04	0.60
Rio del Valico	9	Tr 30	11.43	8.01	9.18	9.18	9.27	0.004858	1.77	12.43	64.98	0.61
Rio del Valico	9	Tr 200	19.25	8.01	9.27	9.27	9.37	0.005809	2.06	18.75	83.77	0.68
Rio del Valico	8	Tr 30	11.43	7.81	8.88	8.77	8.93	0.002470	1.28	14.53	50.90	0.43
Rio del Valico	8	Tr 200	19.25	7.81	8.98	8.88	9.05	0.003133	1.55	20.46	61.78	0.50
Rio del Valico	5	Tr 30	11.43	6.90	8.83	8.25	8.83	0.000028	0.19	89.28	128.66	0.05
Rio del Valico	5	Tr 200	19.25	6.90	8.92	8.27	8.92	0.000054	0.28	100.30	128.96	0.07
Rio del Valico	4	Tr 30	11.43	6.66	8.83	7.49	8.83	0.000003	0.06	232.04	226.82	0.02
Rio del Valico	4	Tr 200	19.25	6.66	8.92	7.57	8.92	0.000006	0.10	251.60	233.85	0.02
Rio del Valico	3	Tr 30	11.43	6.40	8.83	7.24	8.83	0.000000	0.01	850.03	514.12	0.00
Rio del Valico	3	Tr 200	19.25	6.40	8.92	7.29	8.92	0.000000	0.02	893.79	516.31	0.00
Rio del Valico	2	Tr 30	11.43	6.24	8.80	7.43	8.82	0.000382	0.72	26.13	106.37	0.18
Rio del Valico	2	Tr 200	19.25	6.24	8.86	7.81	8.90	0.000802	1.07	32.84	128.15	0.26
Rio del Valico	1.1		Culvert									
Rio del Valico	1	Tr 30	11.43	6.13	7.28	7.22	7.63	0.011520	2.61	4.38	5.24	0.91
Rio del Valico	1	Tr 200	19.25	6.13	7.64	7.58	8.10	0.011509	3.01	6.39	6.05	0.94

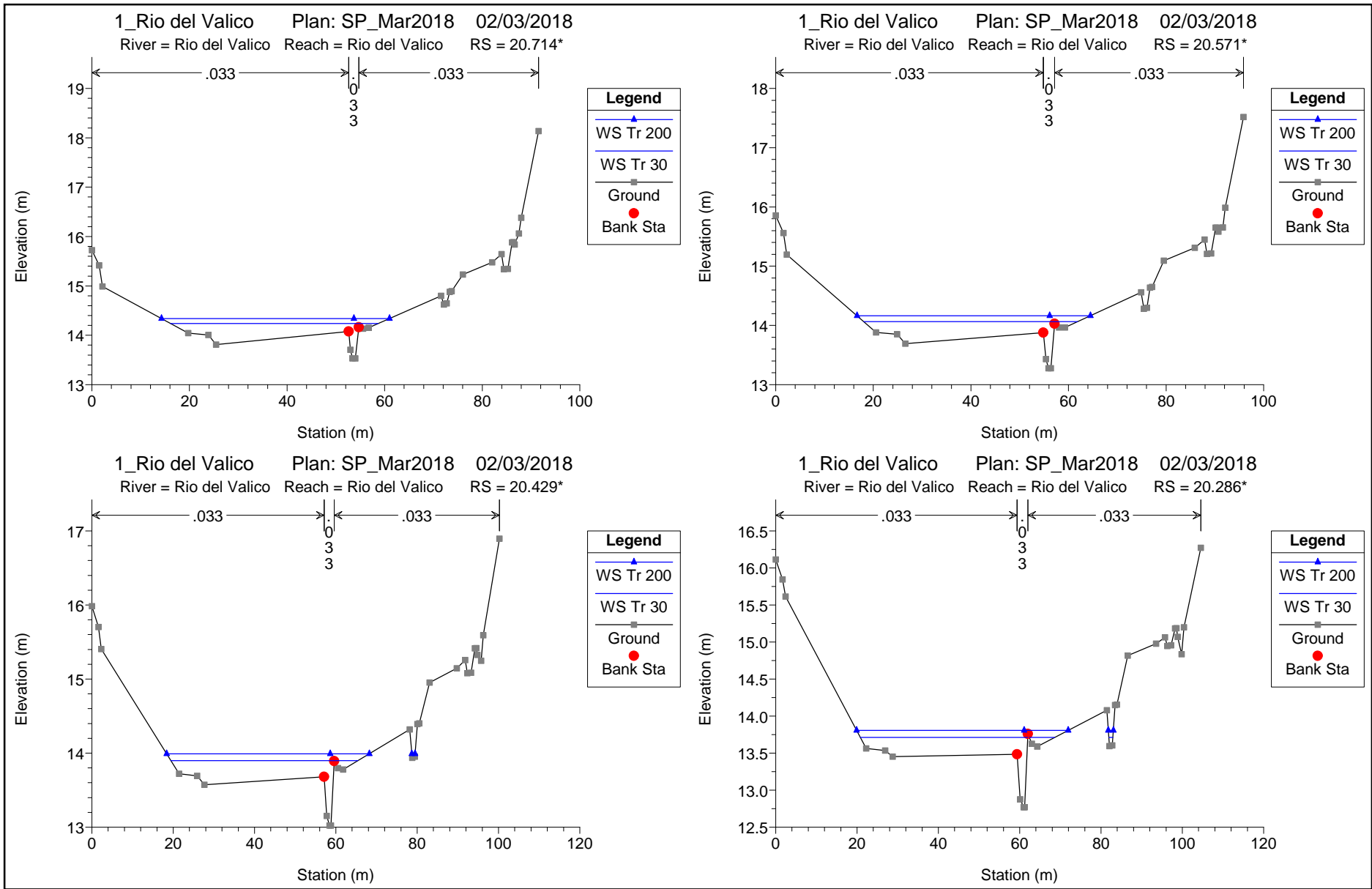
Allegato 3

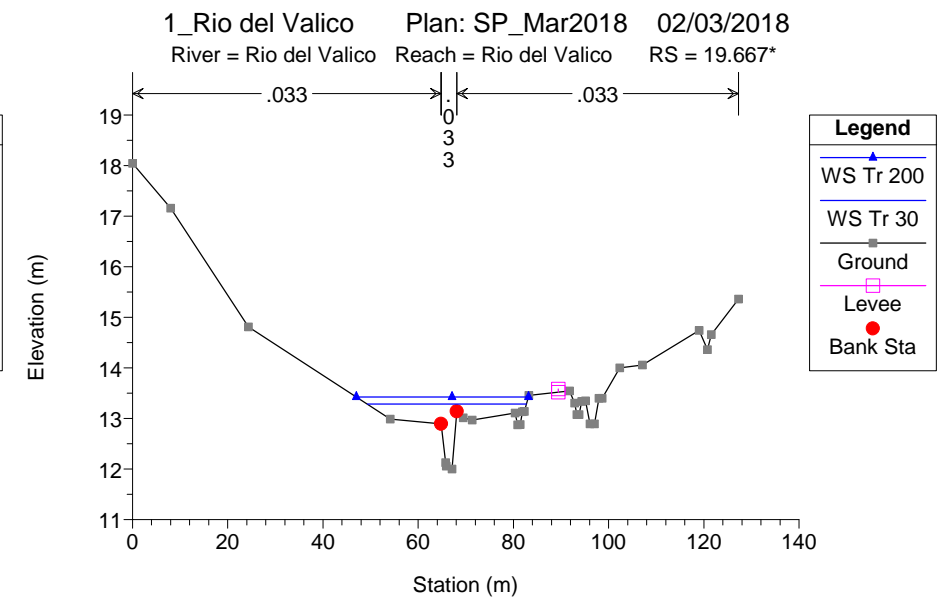
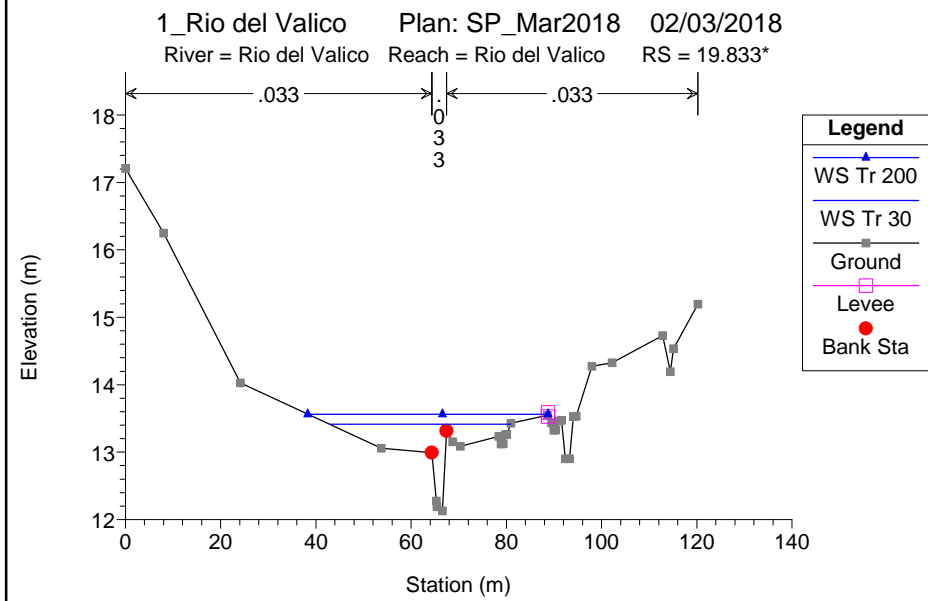
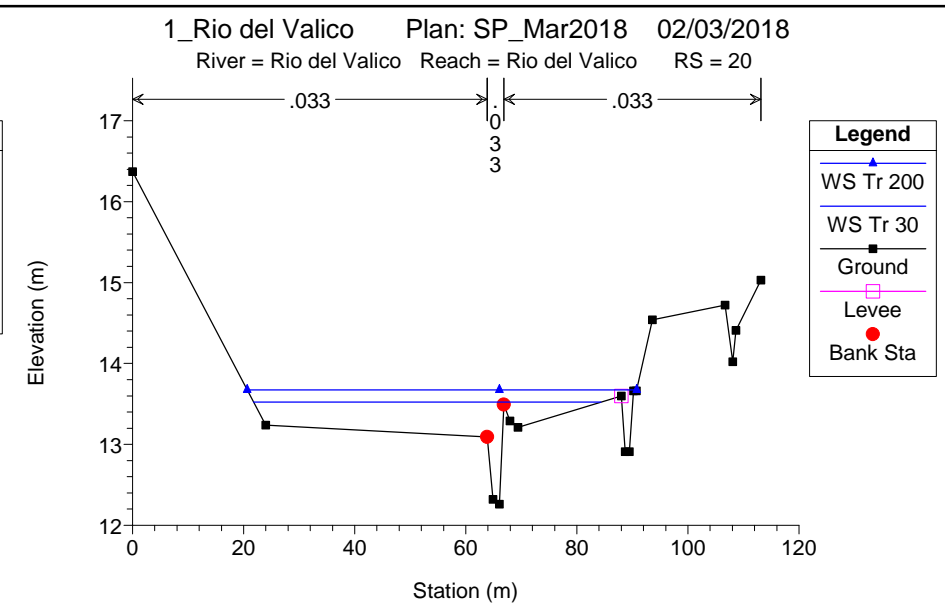
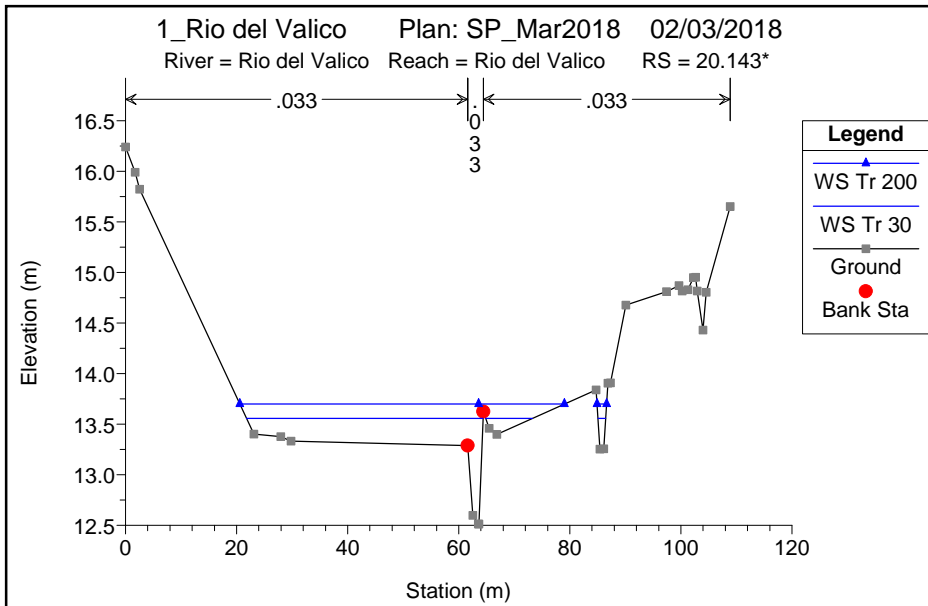
***Livelli liquidi nelle sezioni d'alveo
allo stato di progetto
per eventi con Tr 30 e 200 anni***

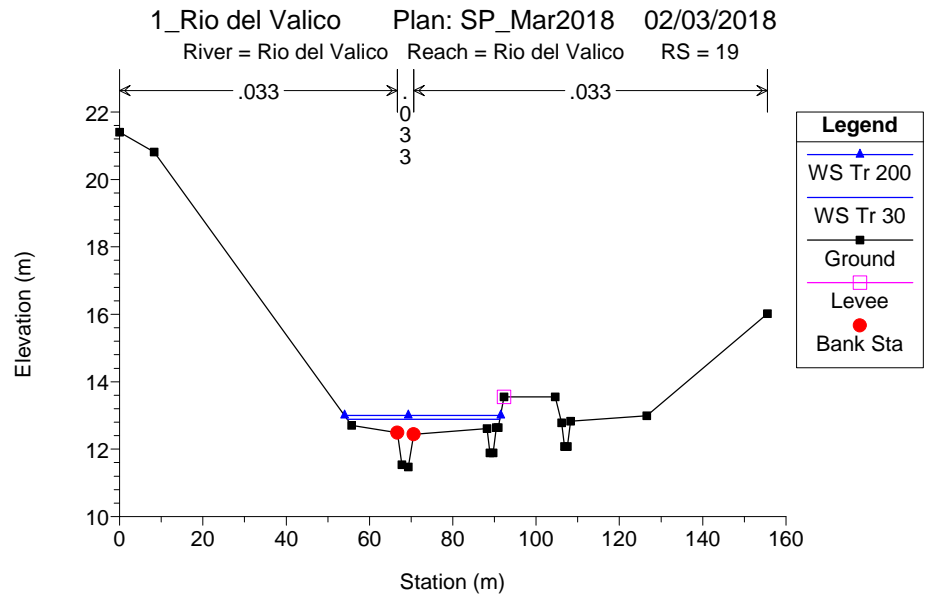
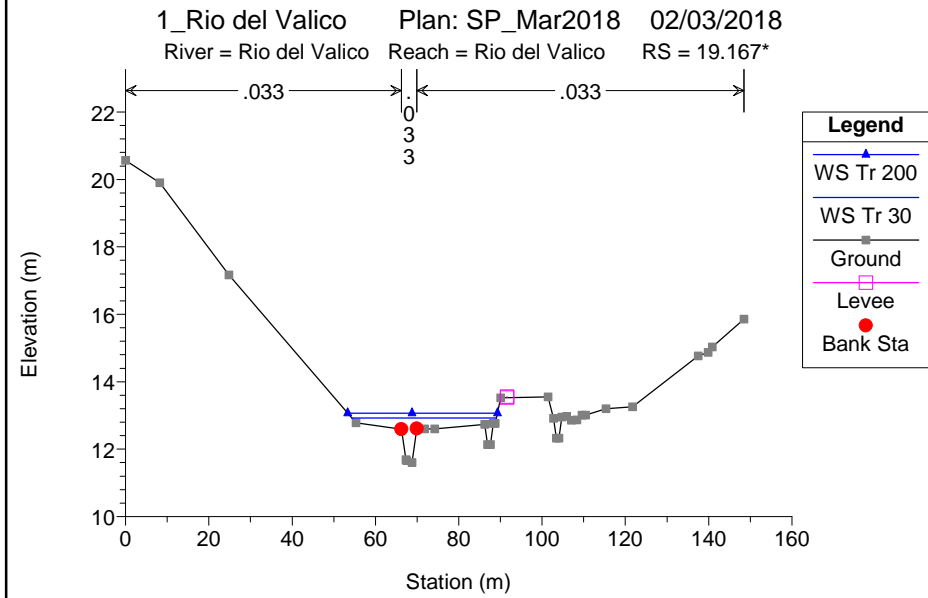
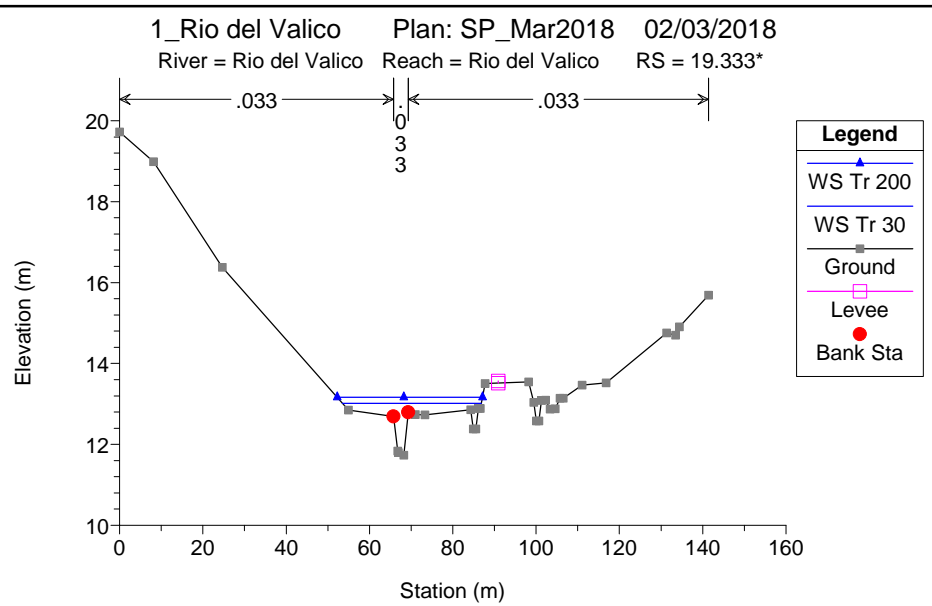
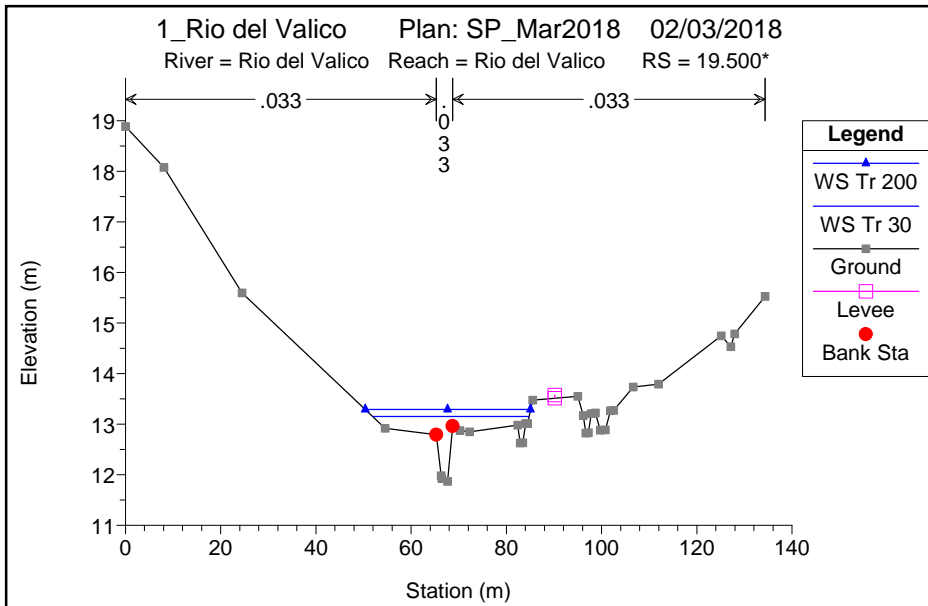


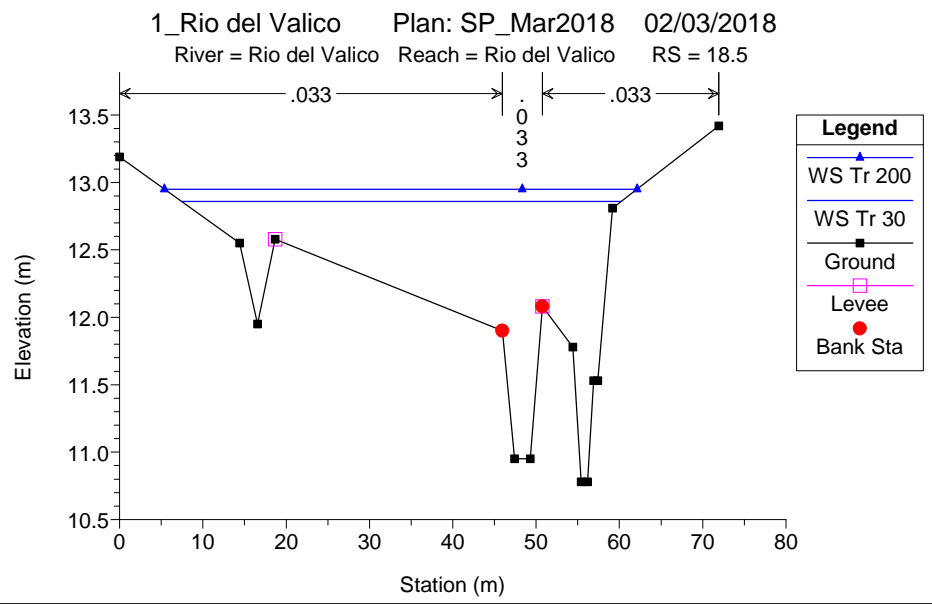
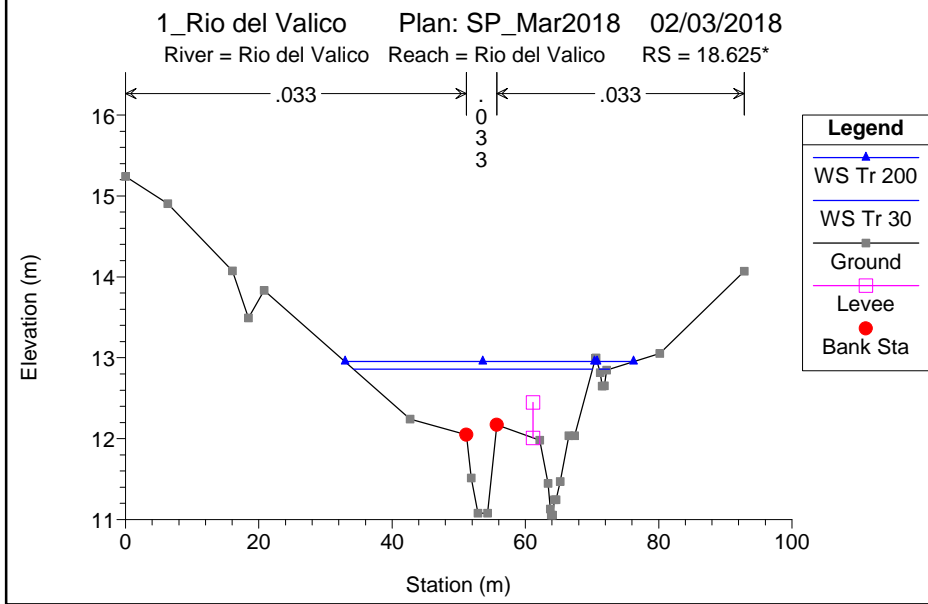
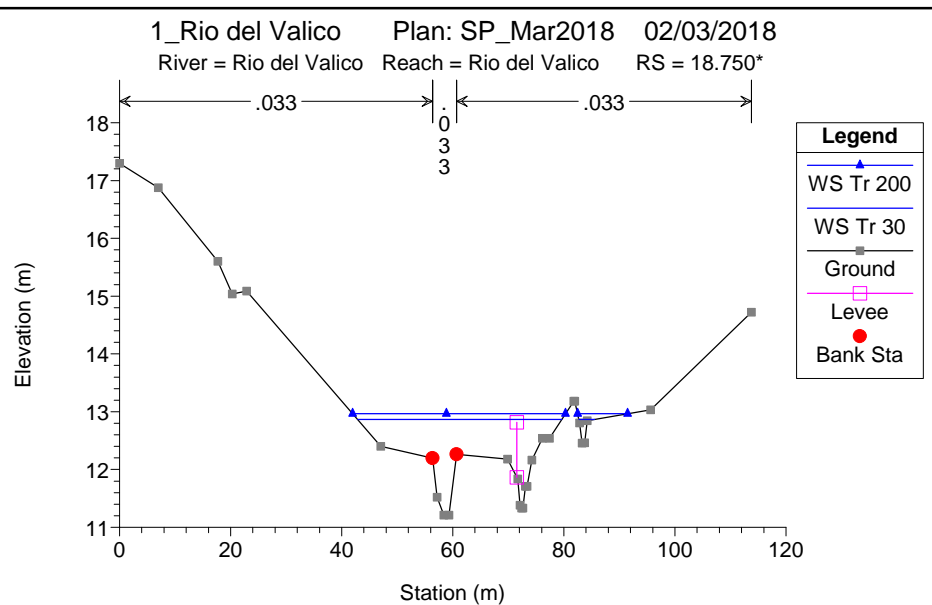
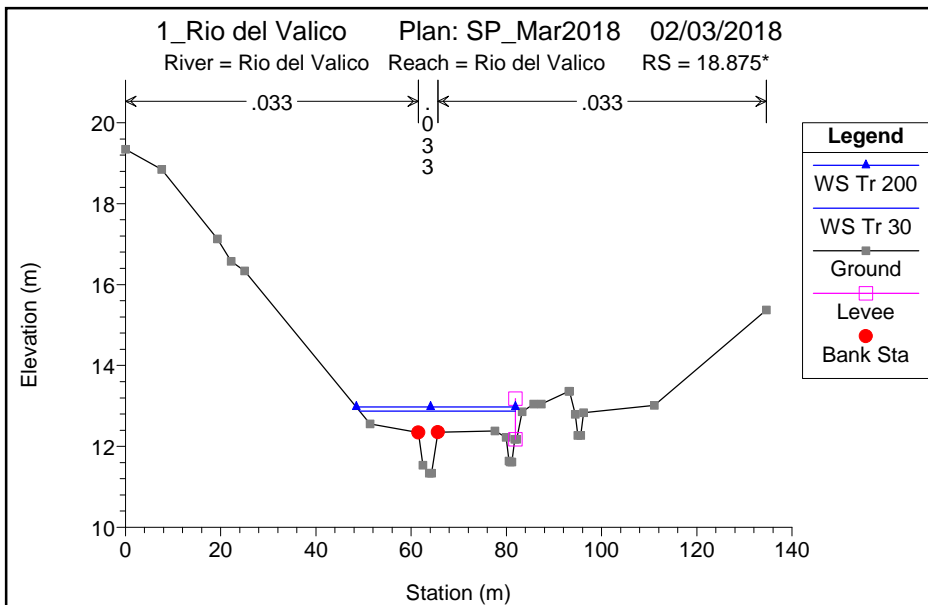


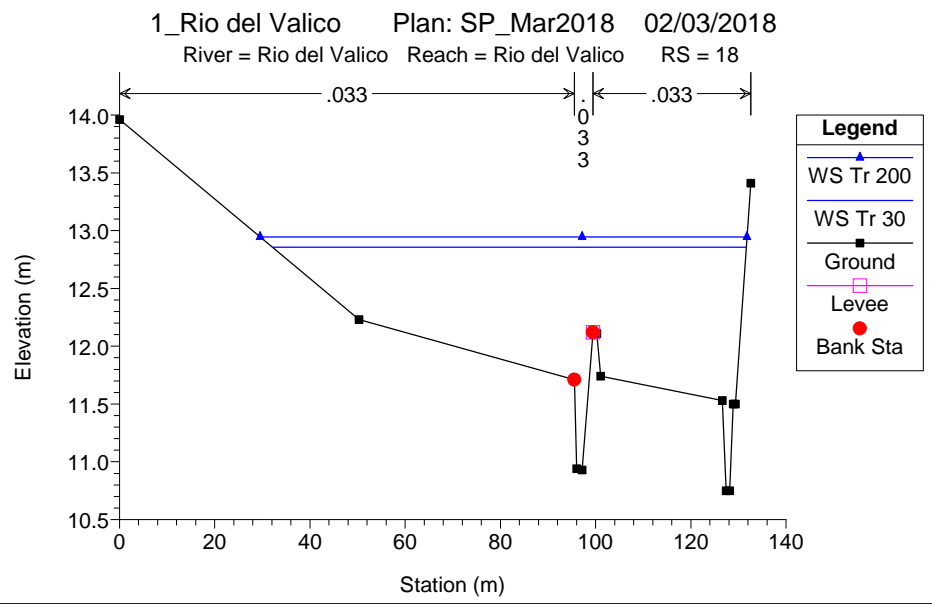
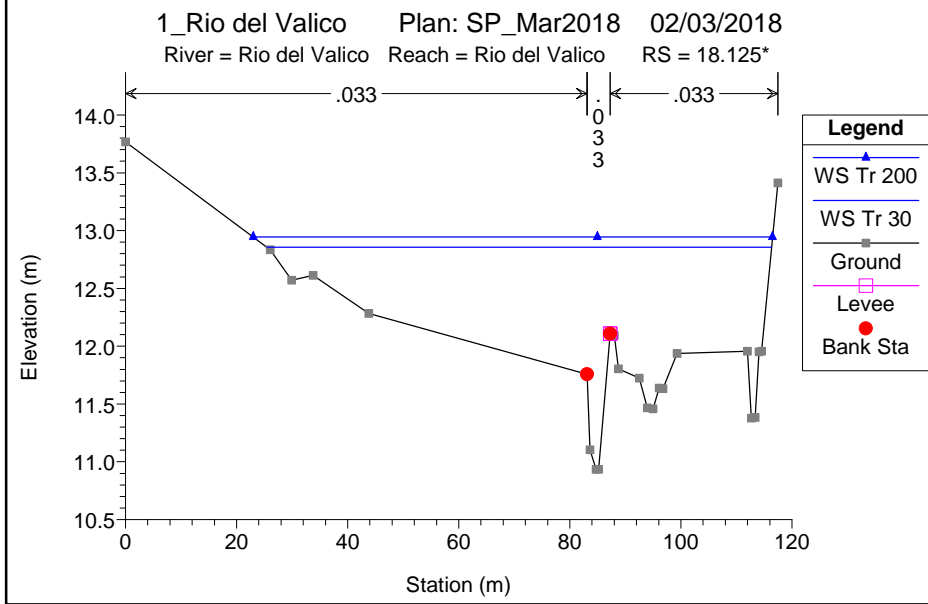
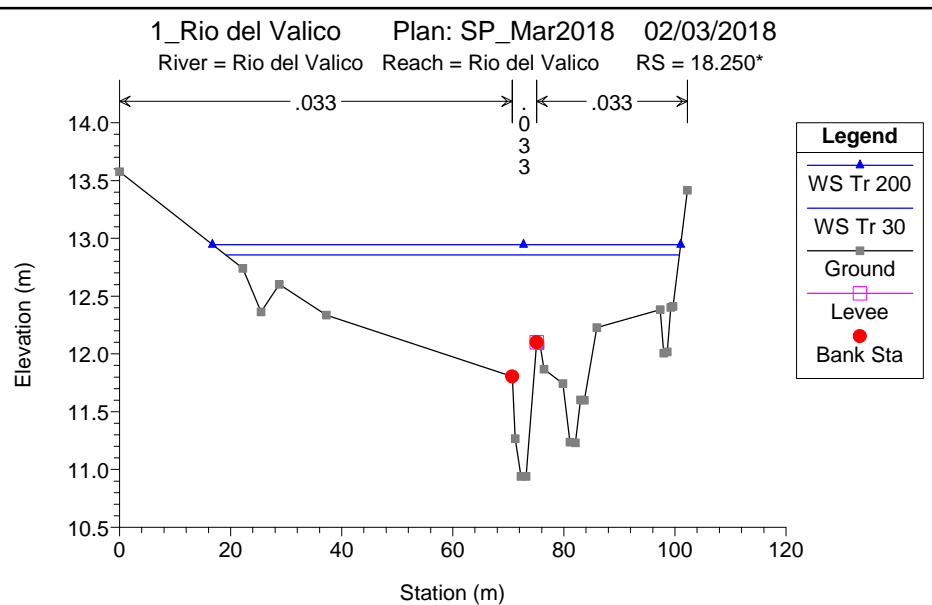
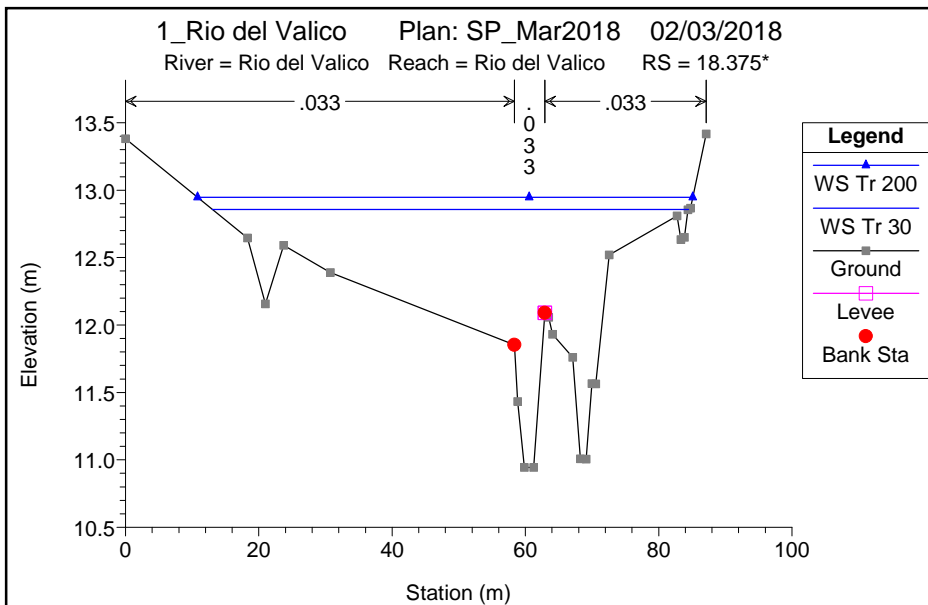


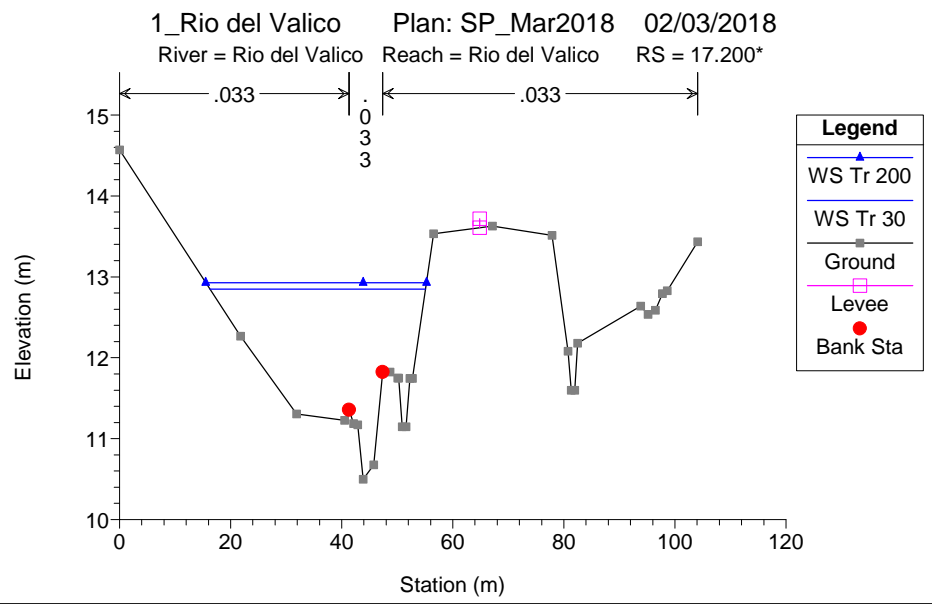
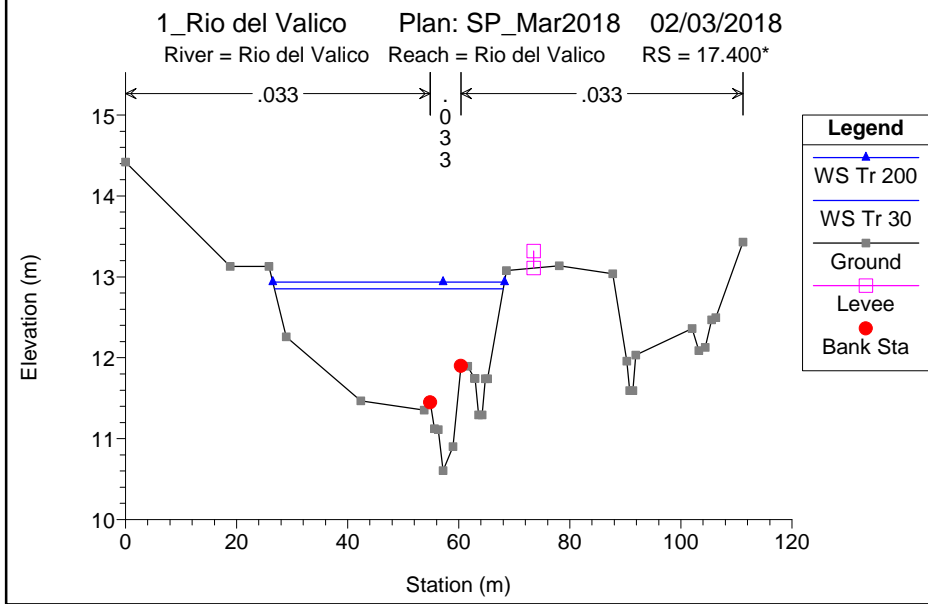
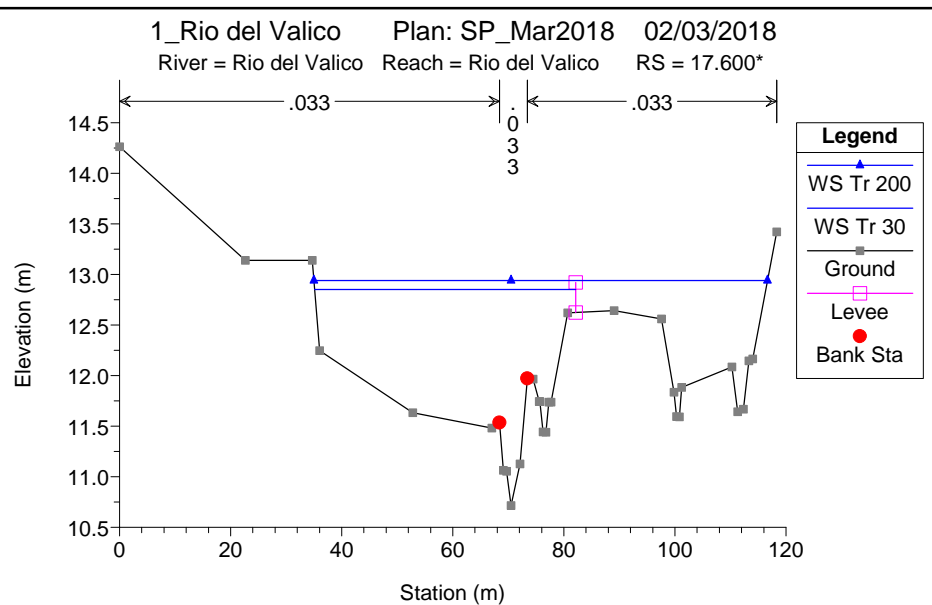
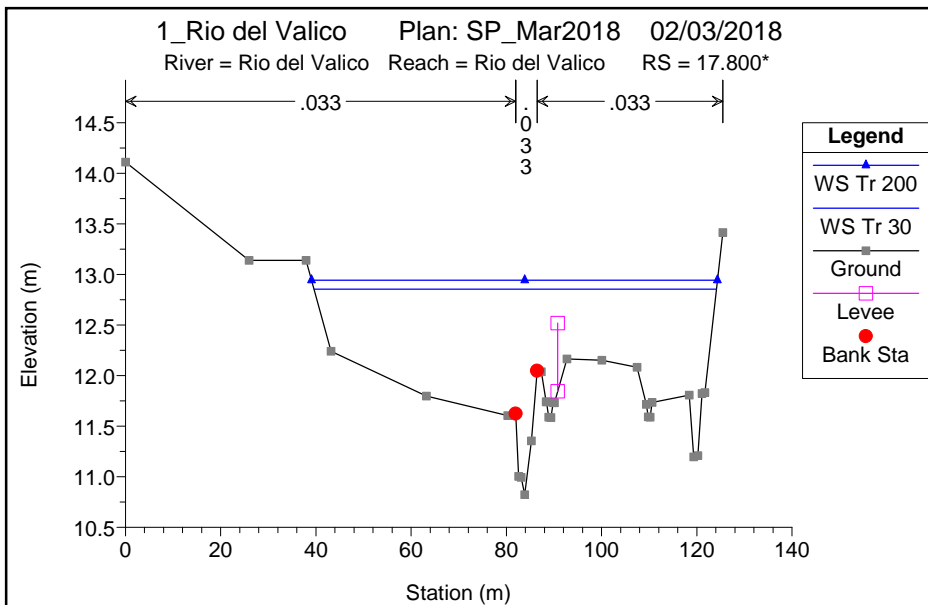


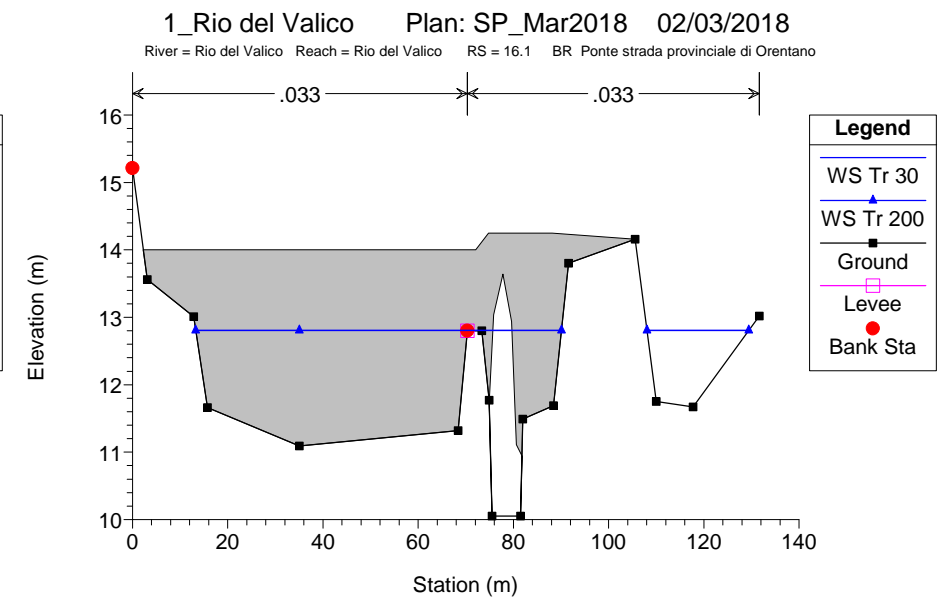
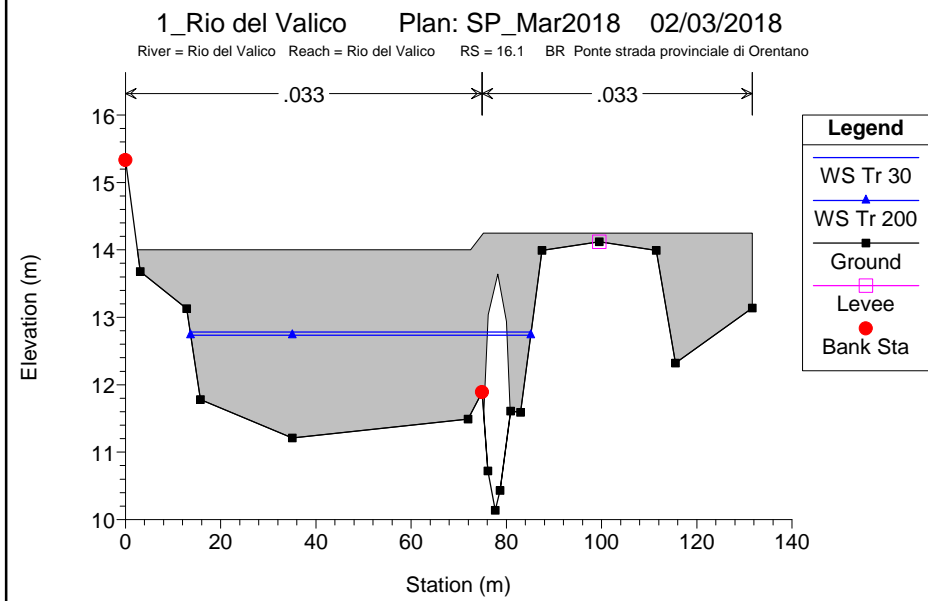
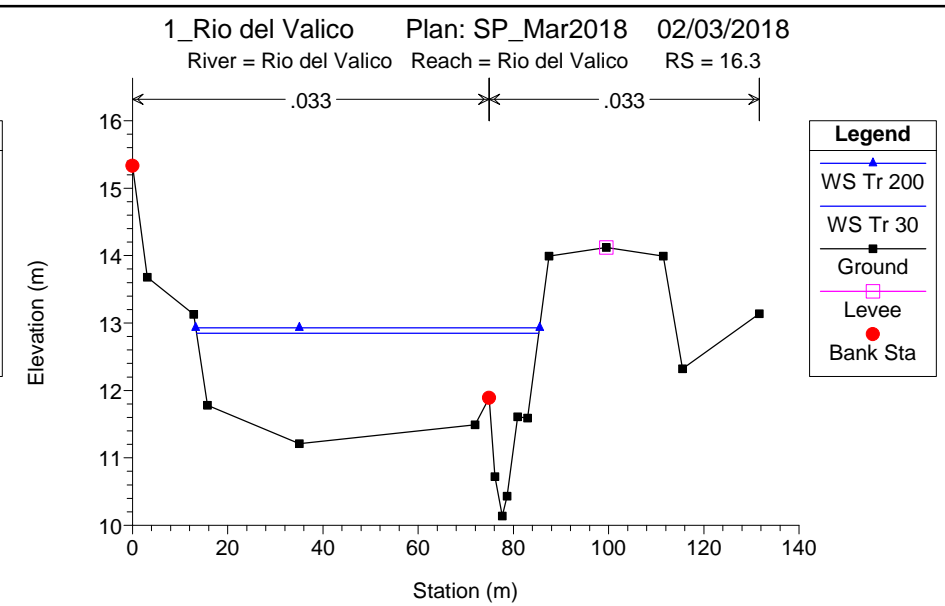
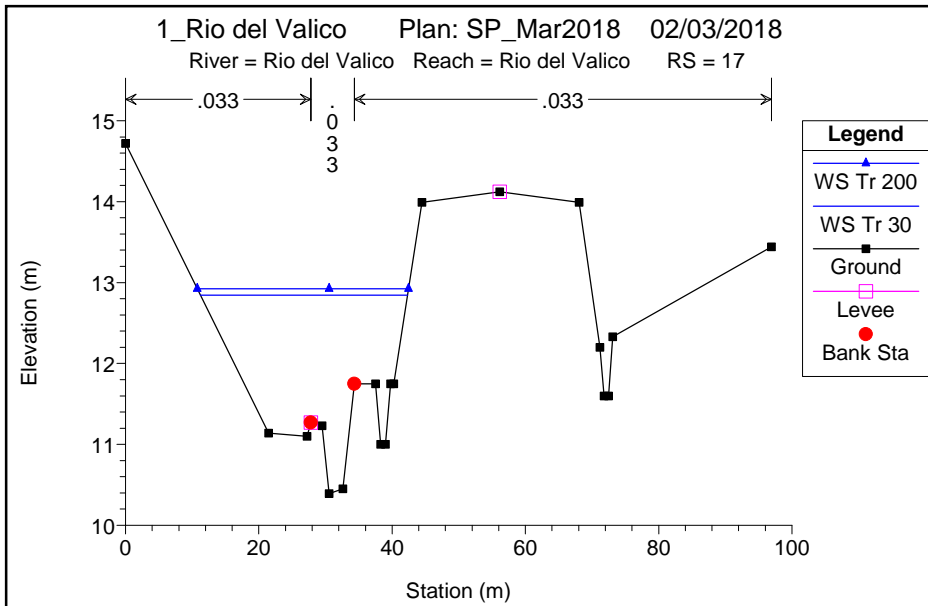


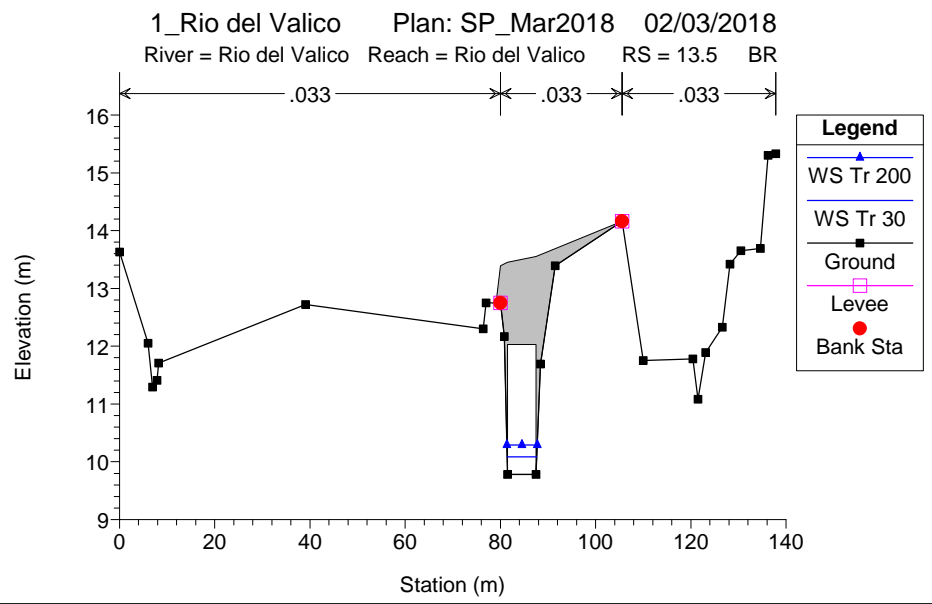
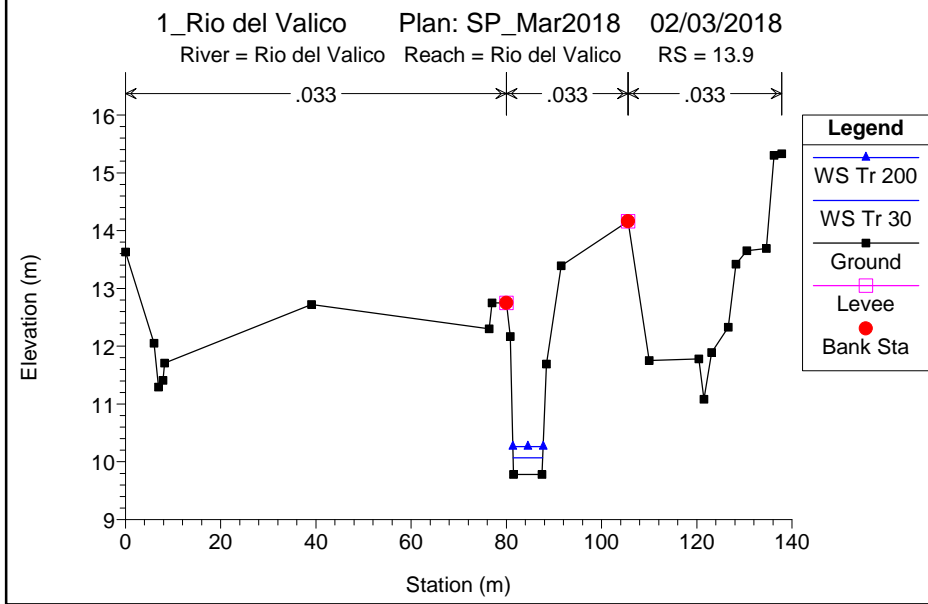
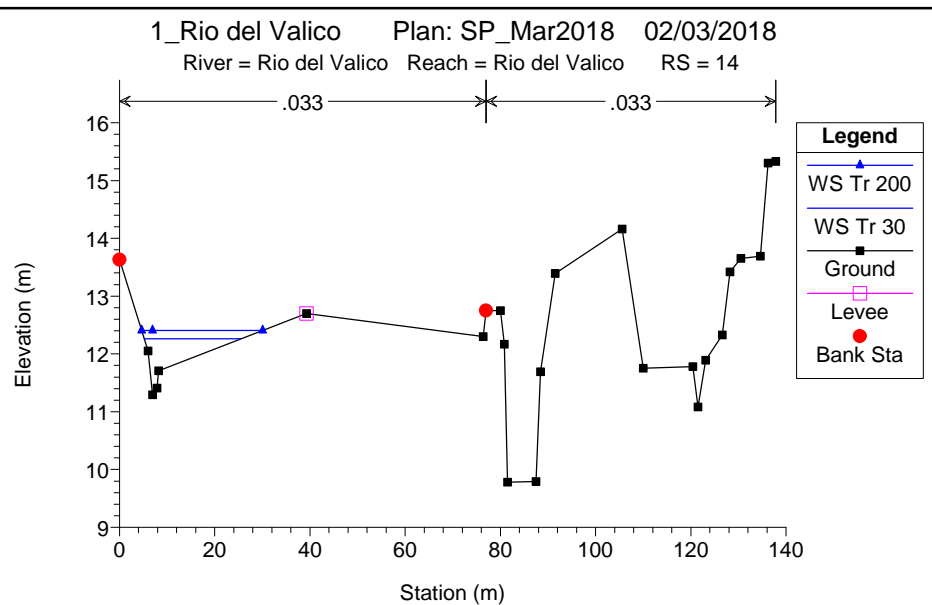
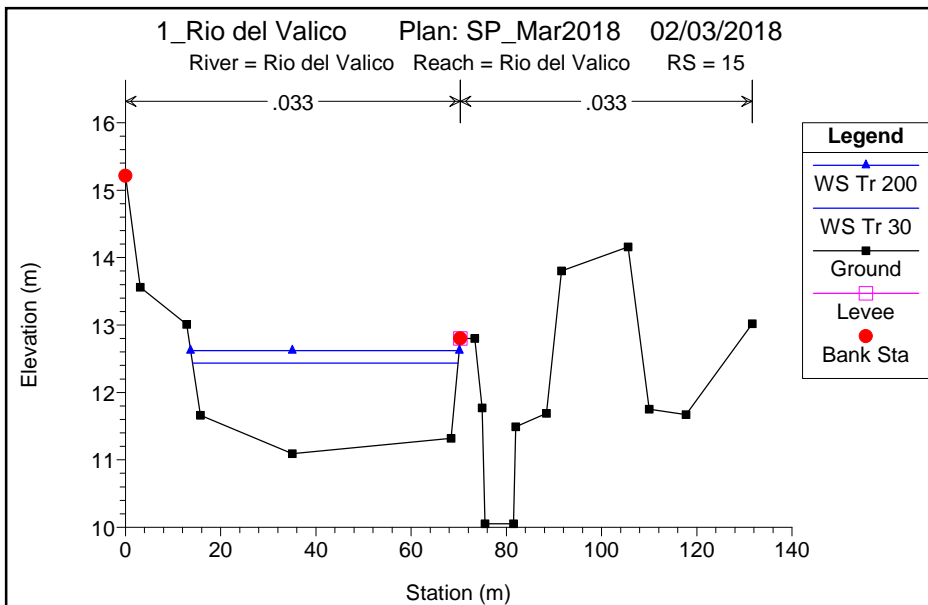


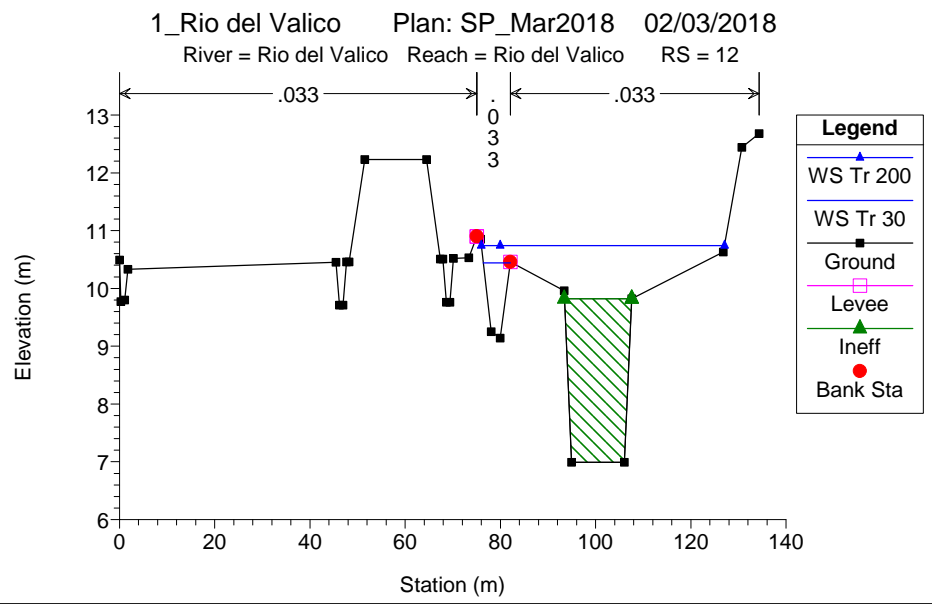
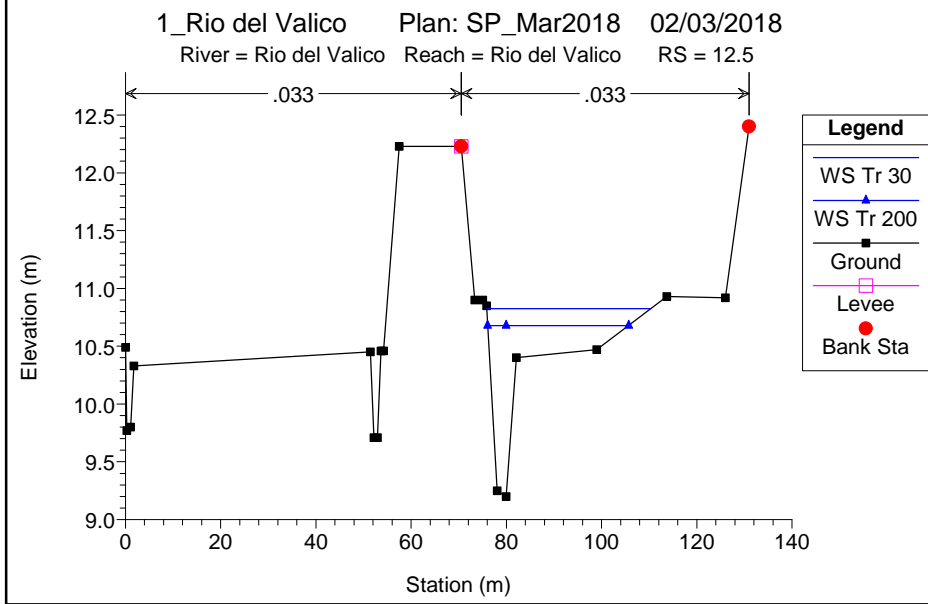
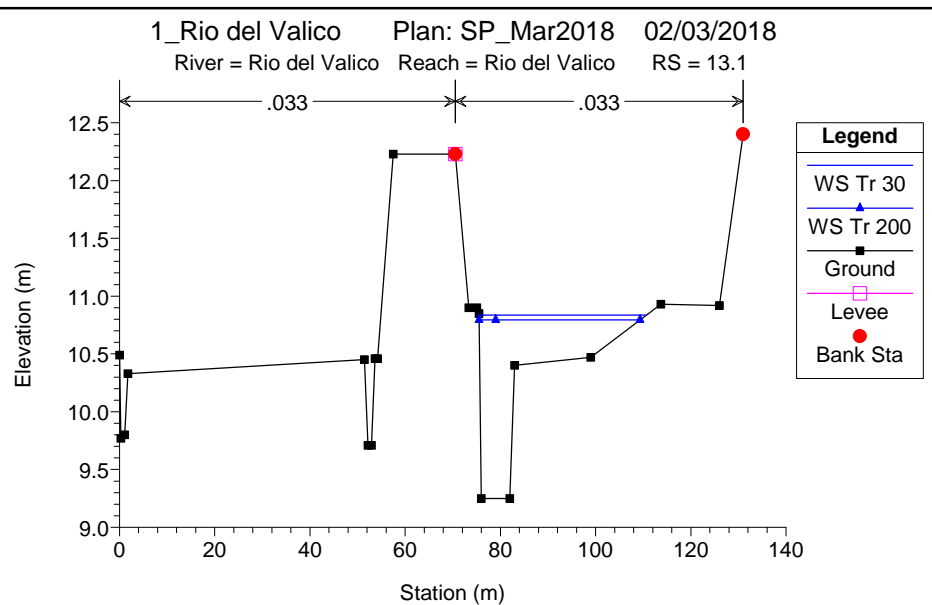
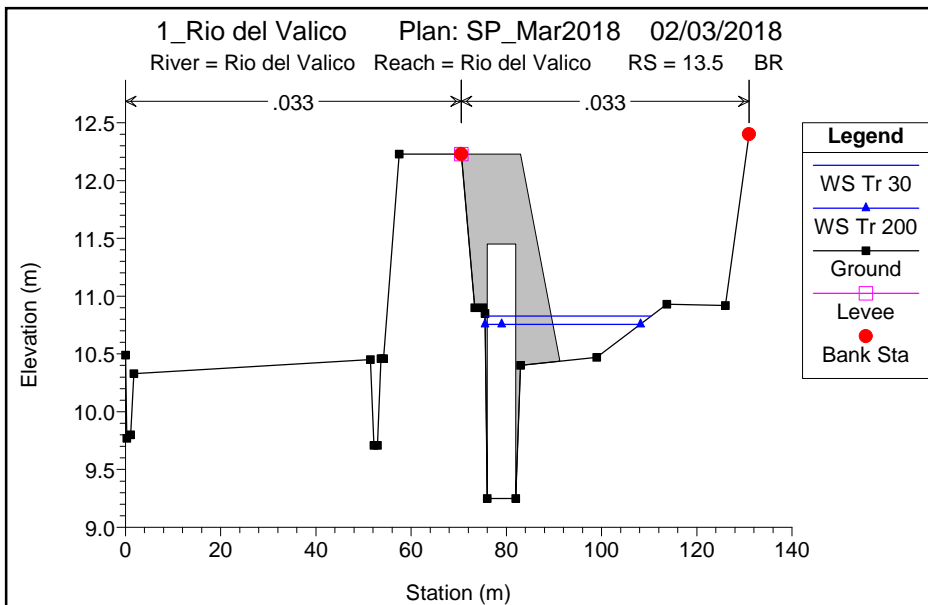


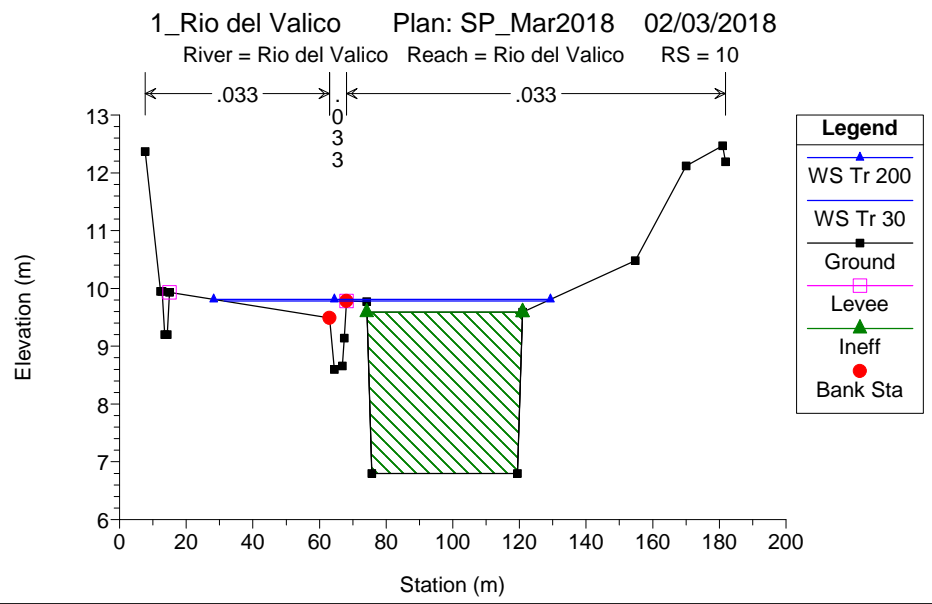
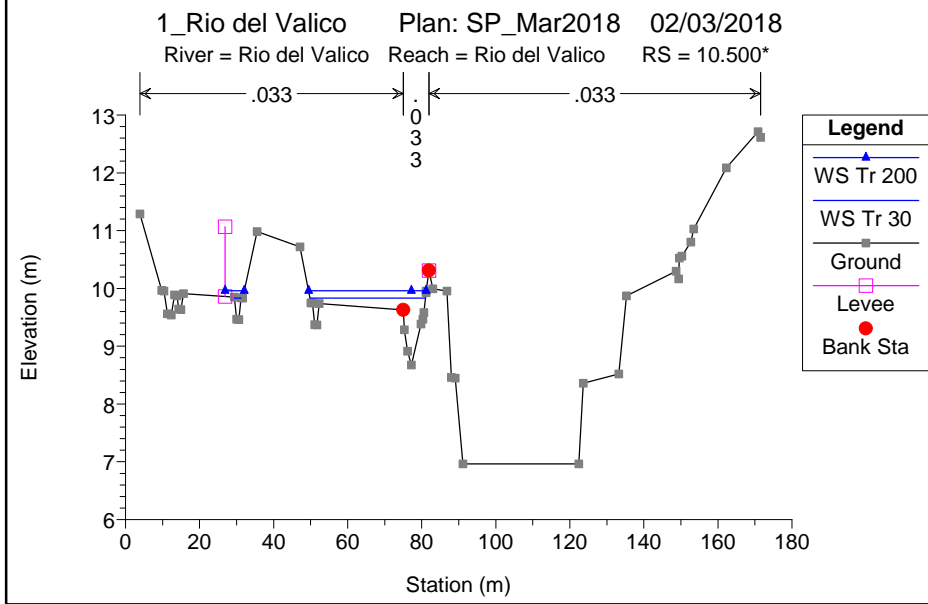
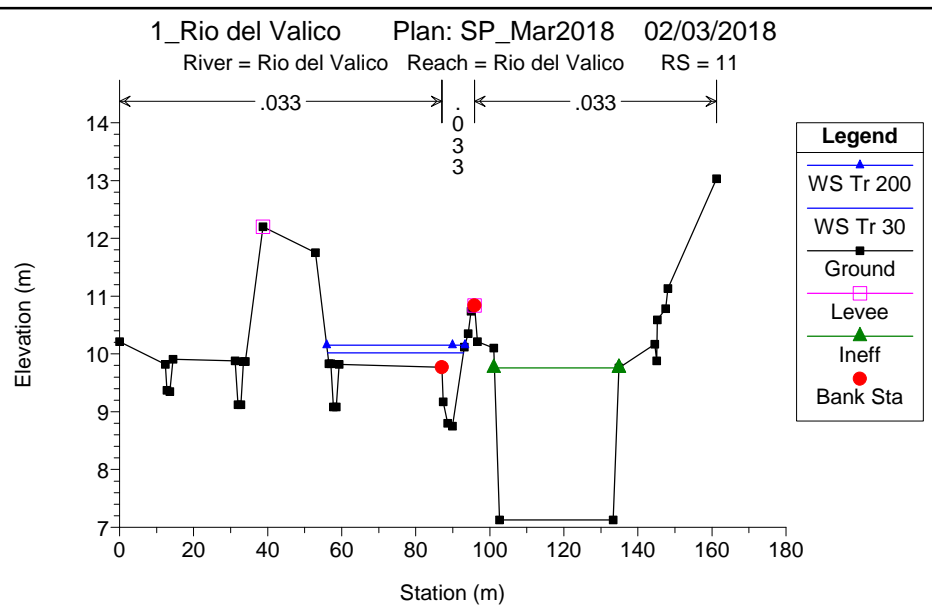
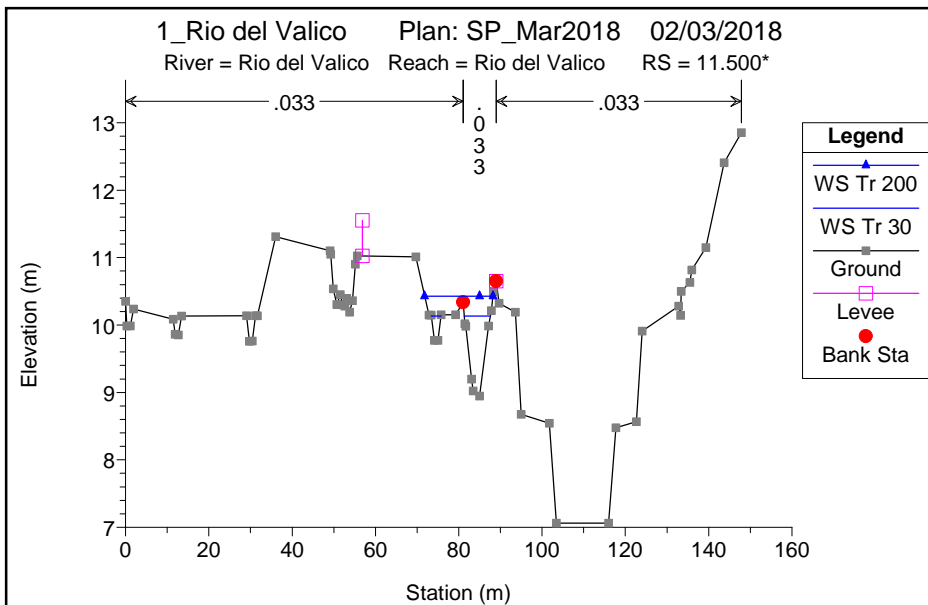


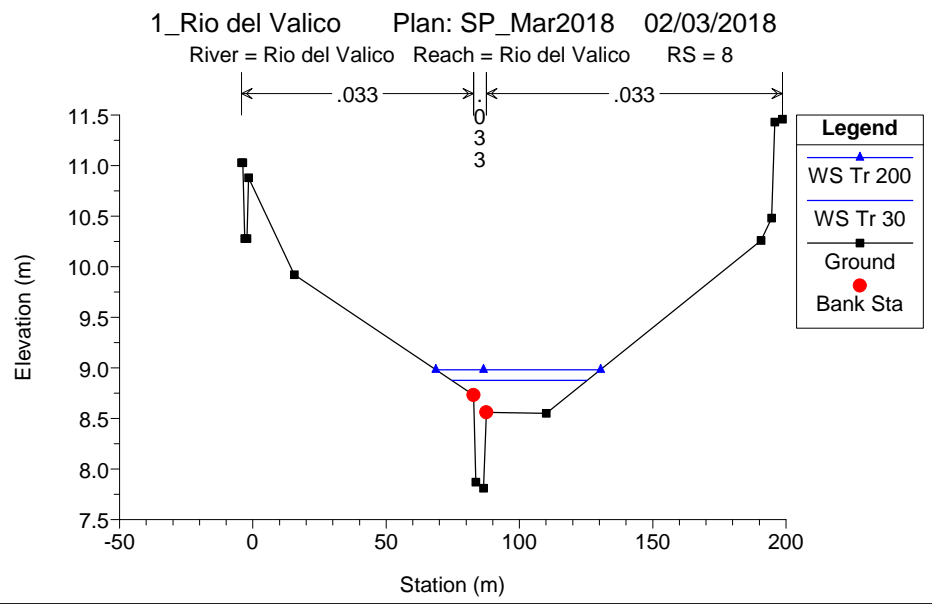
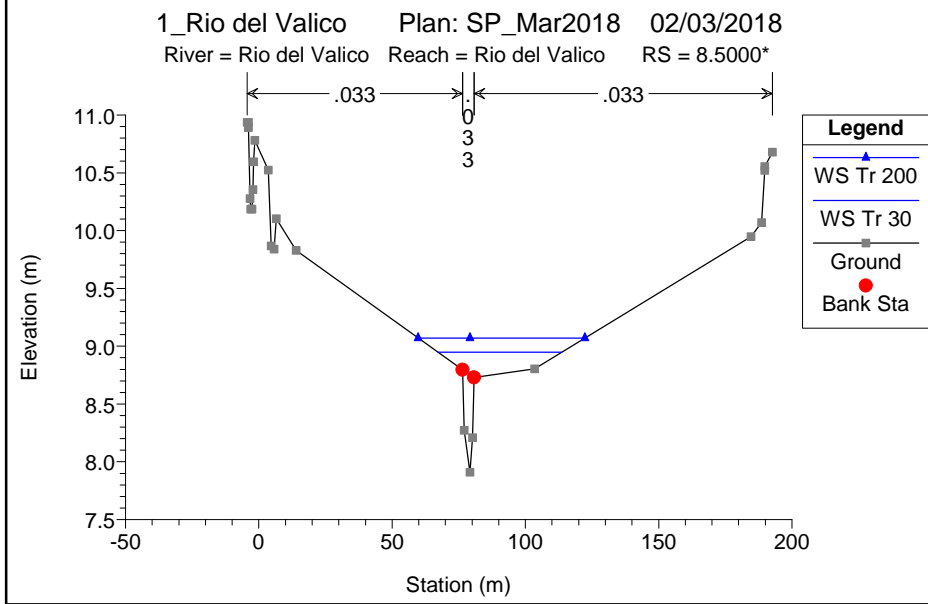
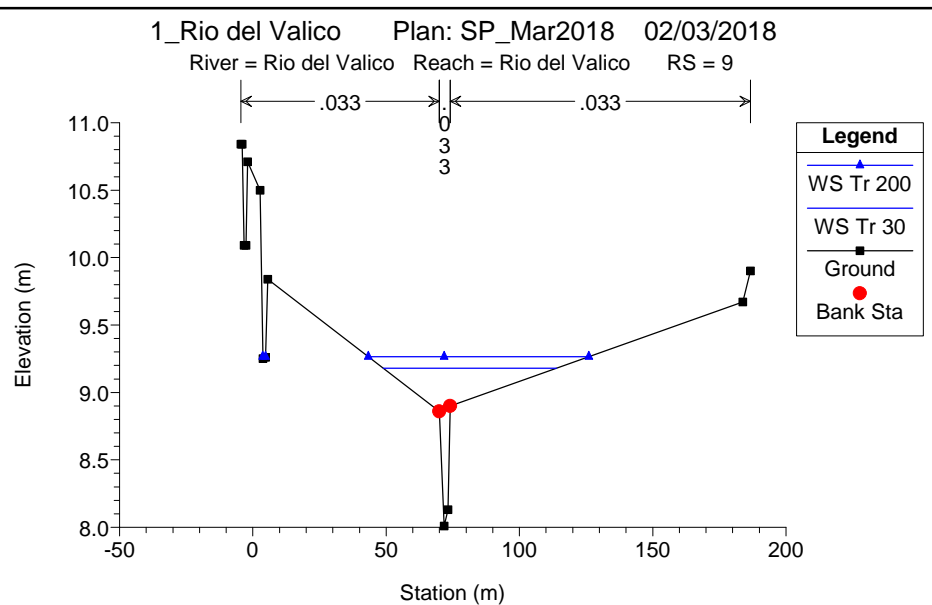
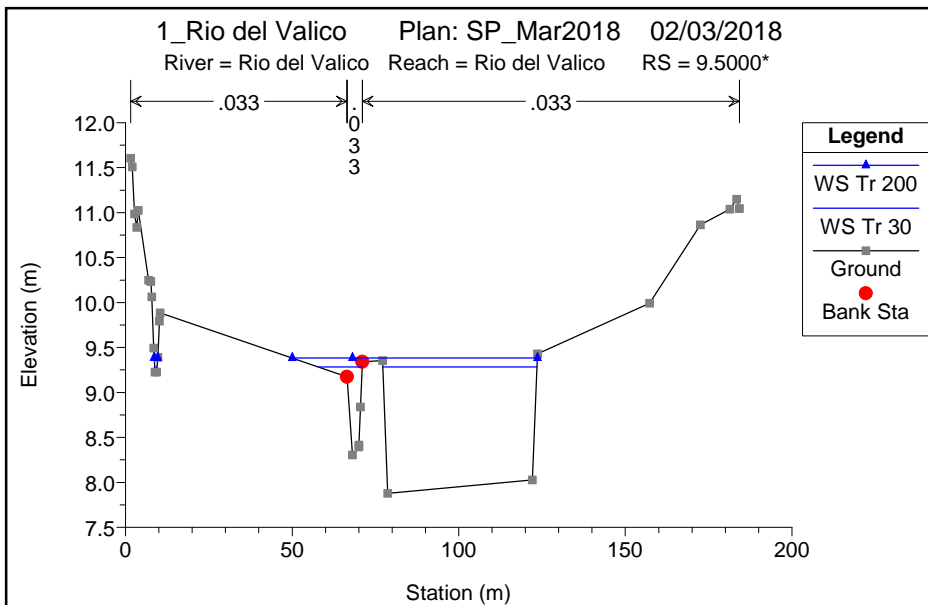


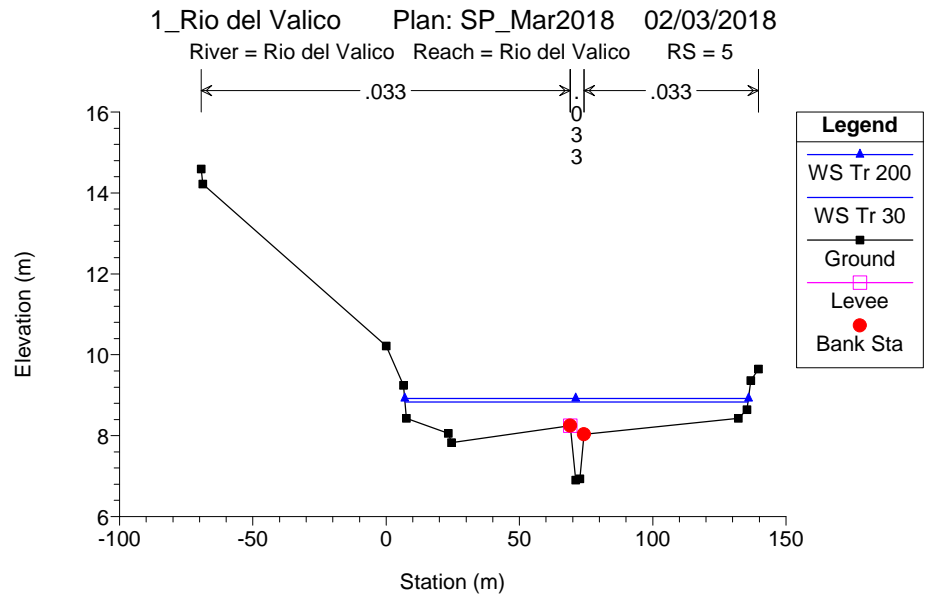
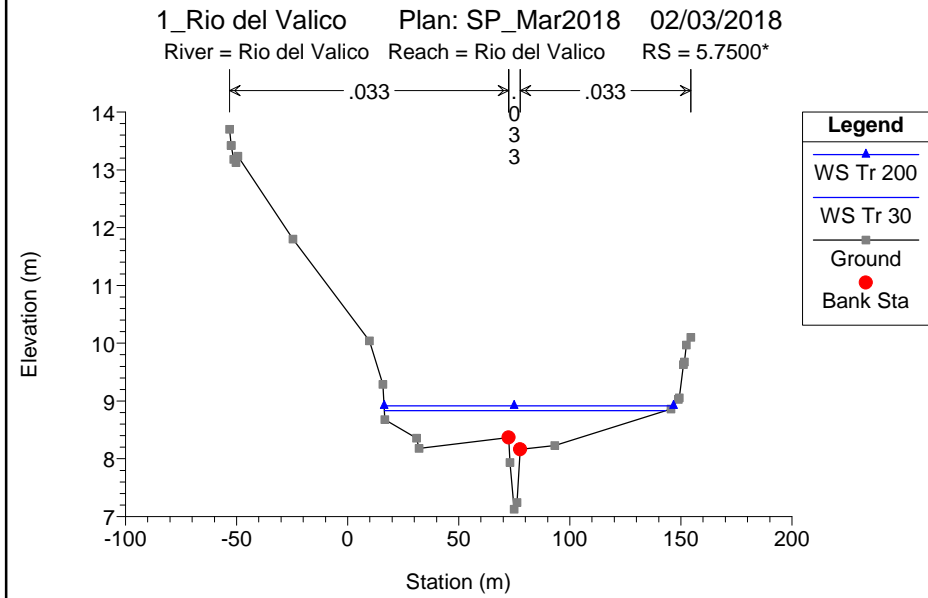
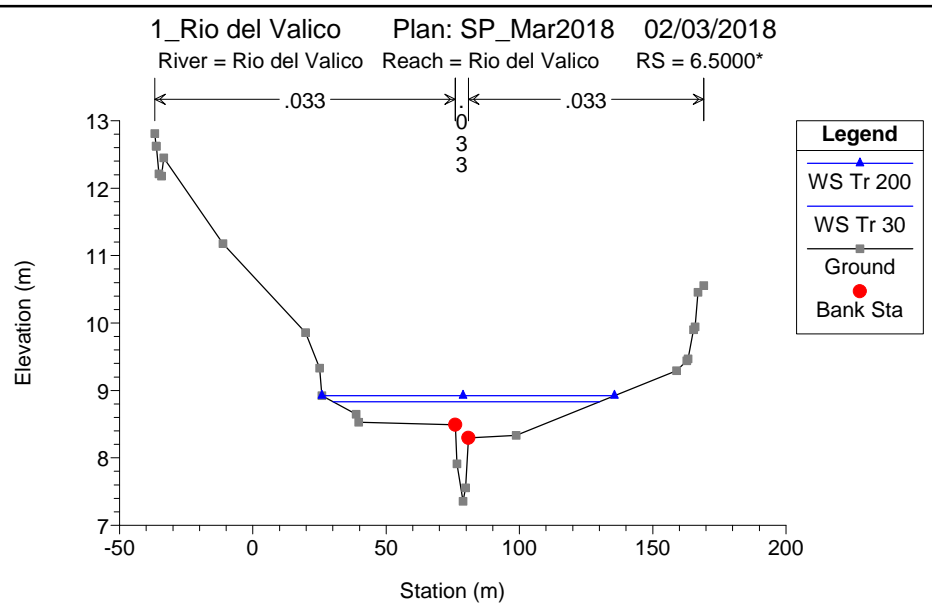
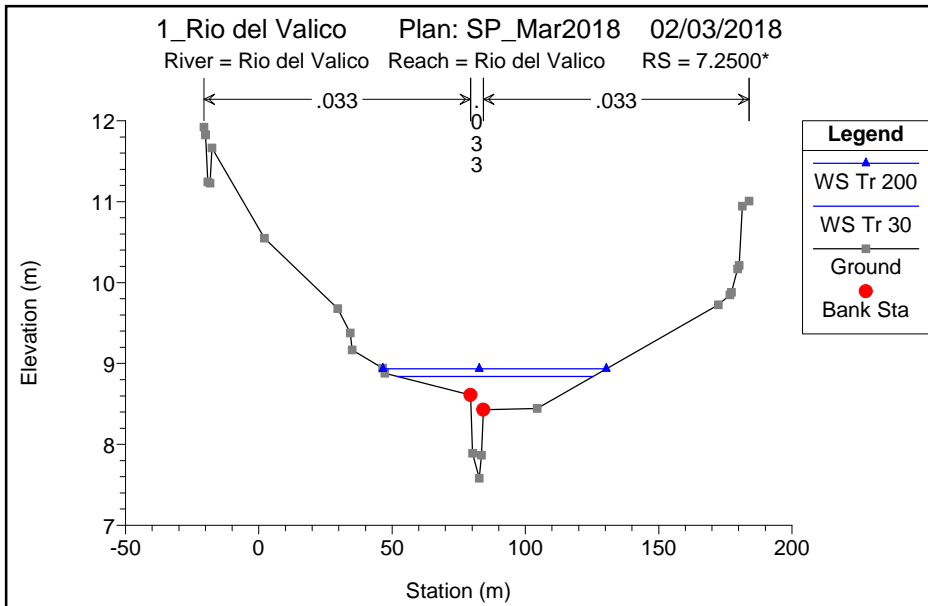


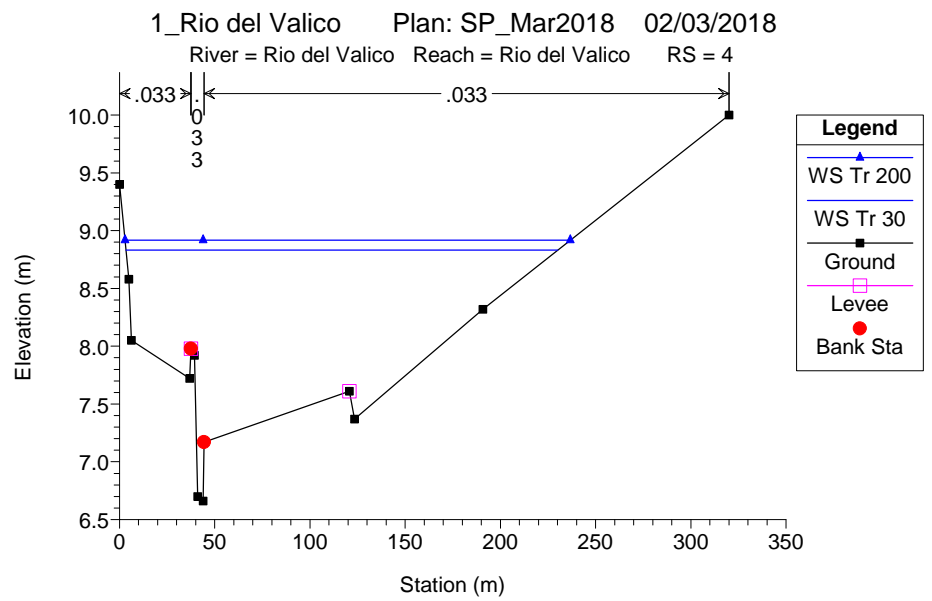
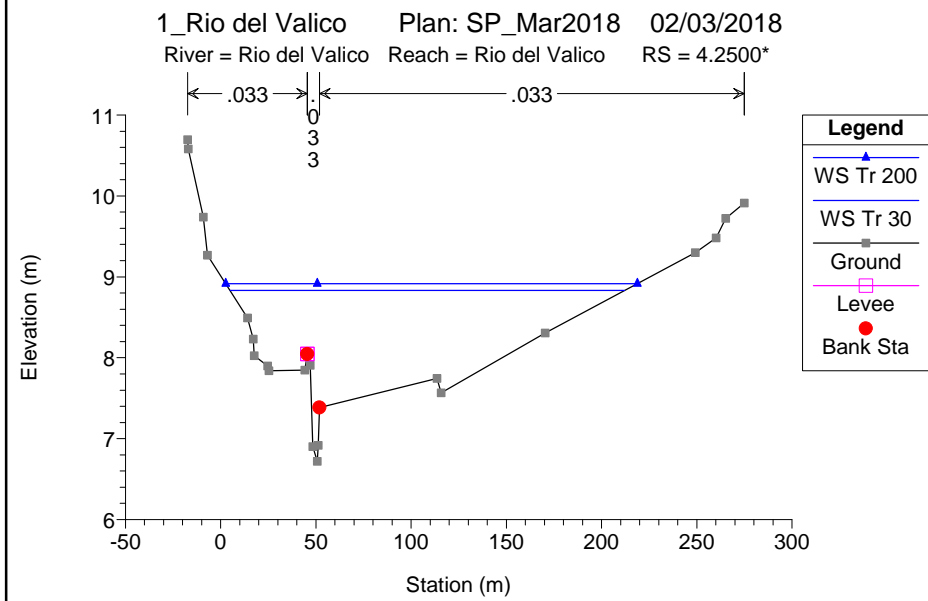
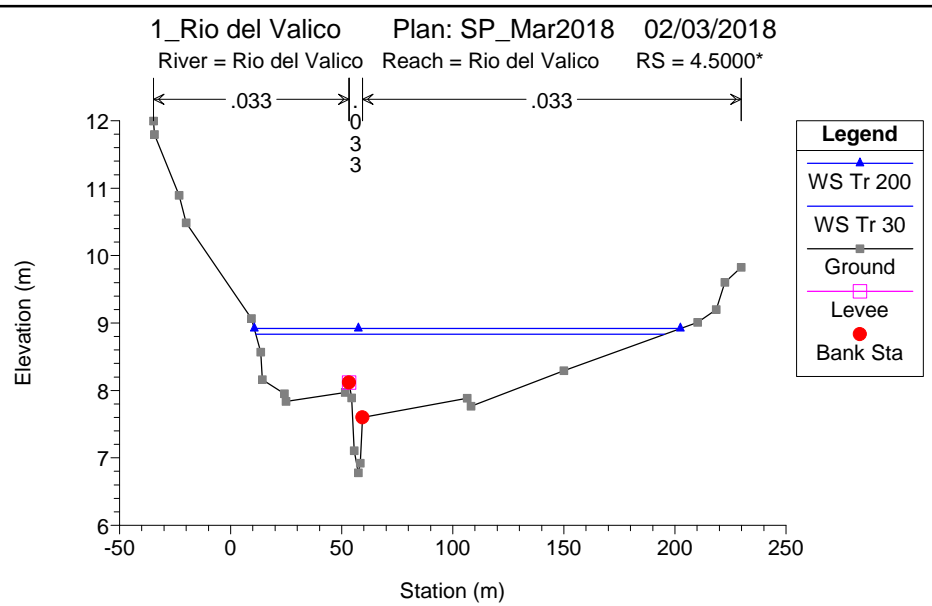
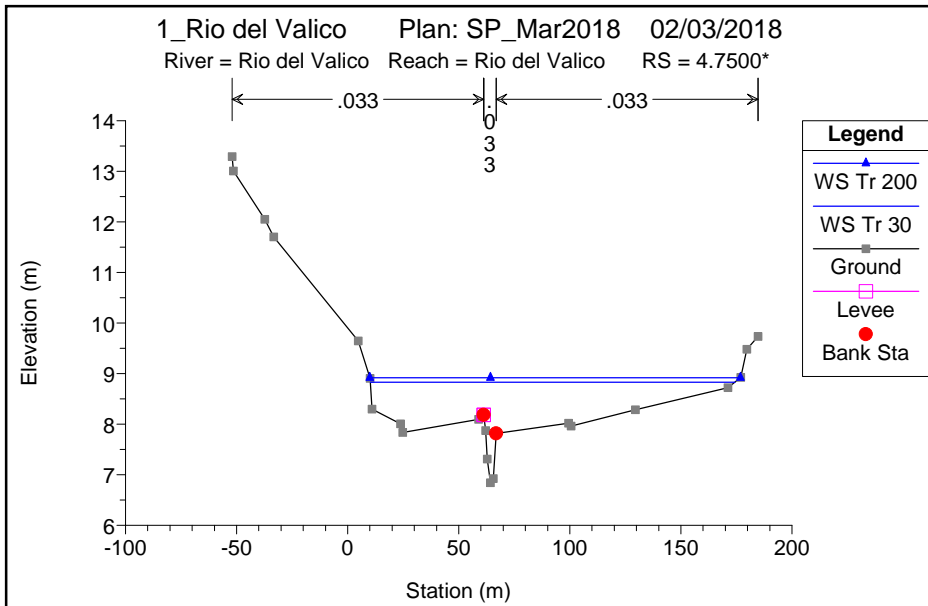


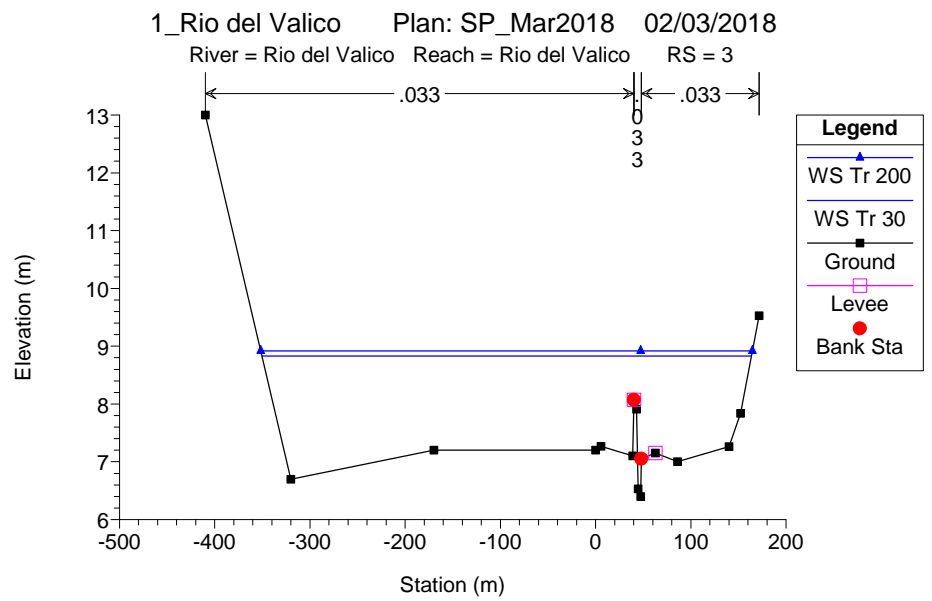
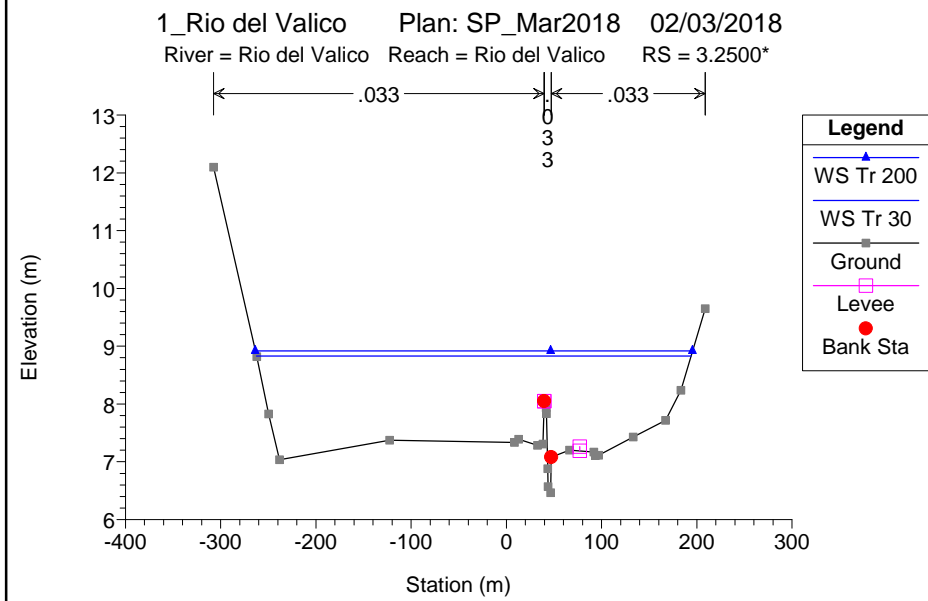
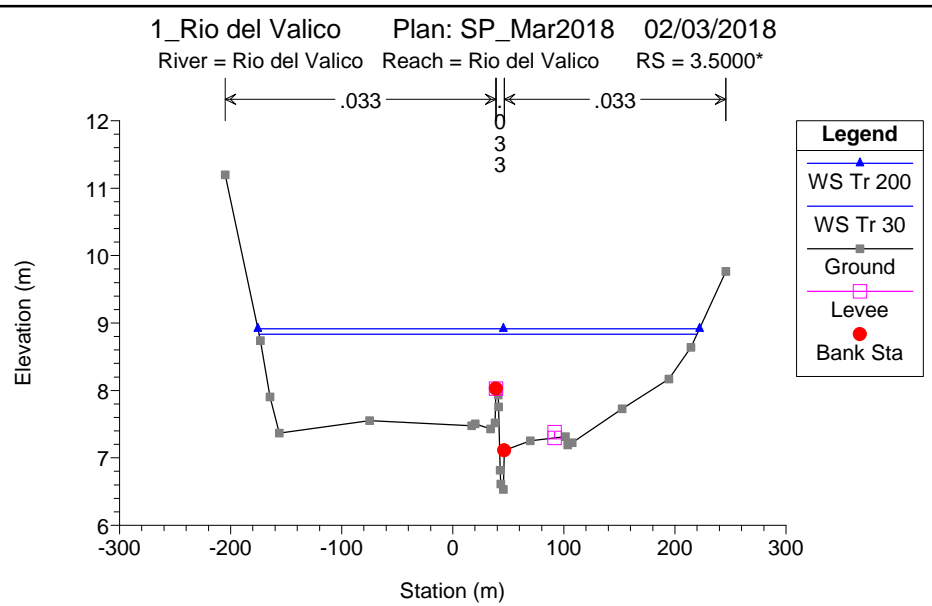
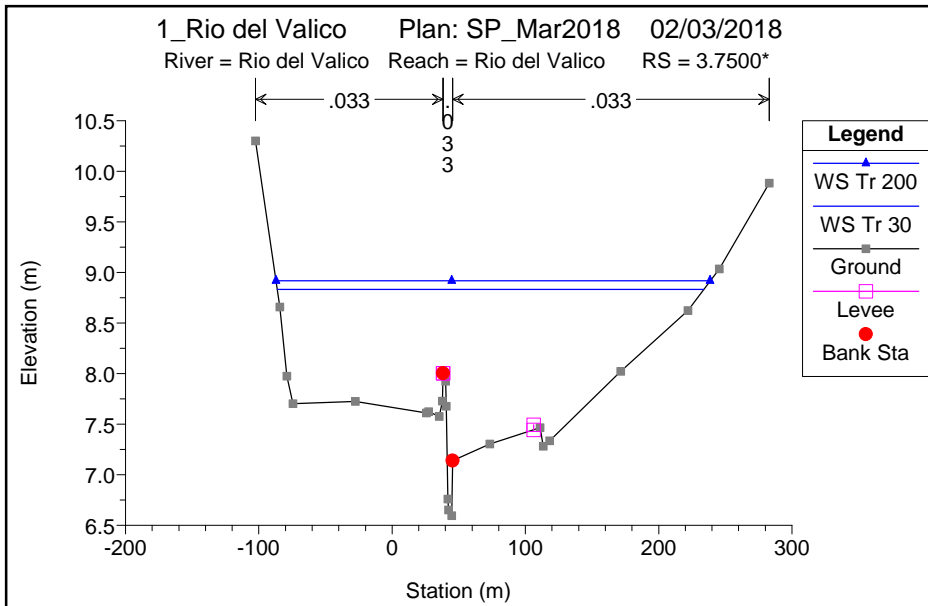


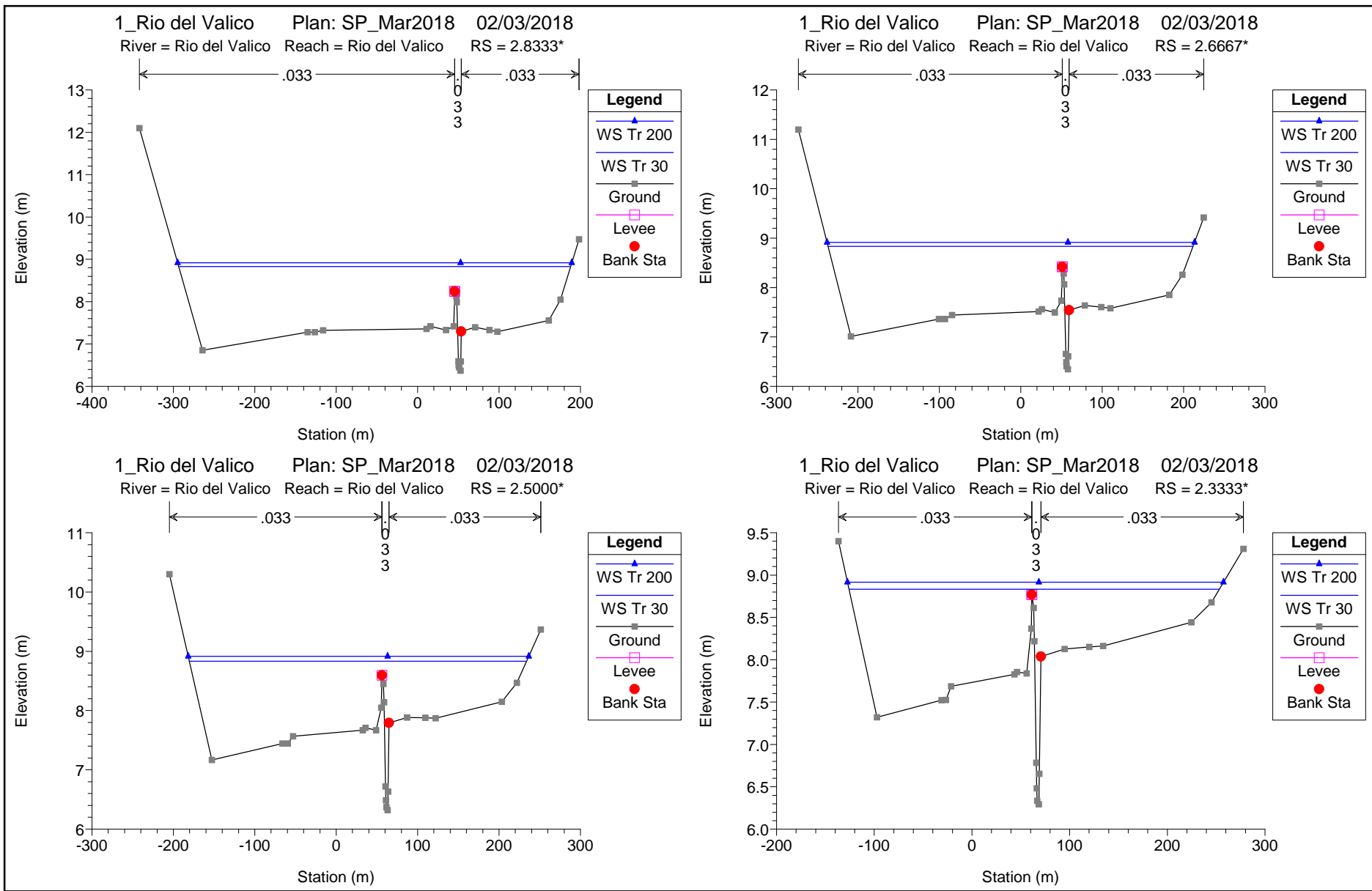


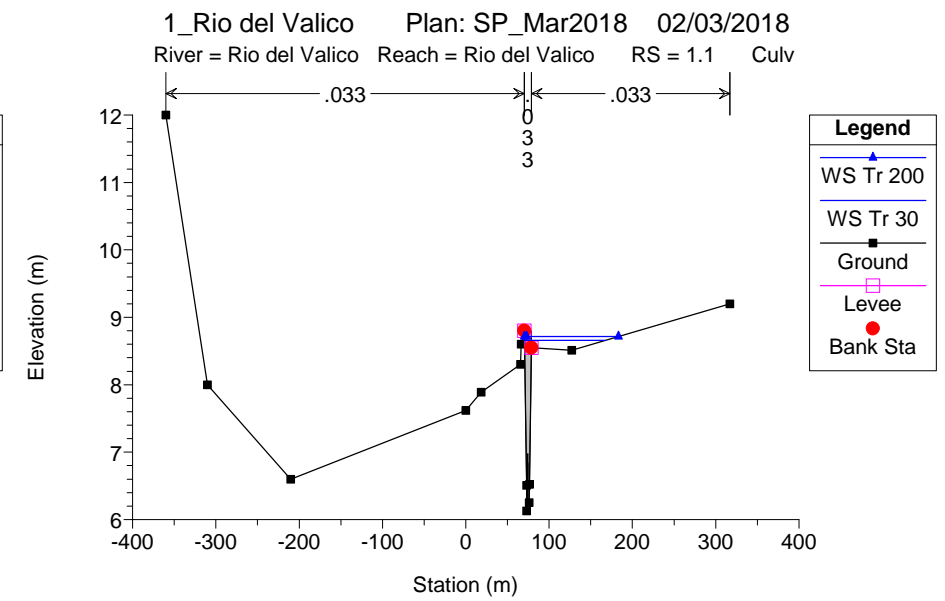
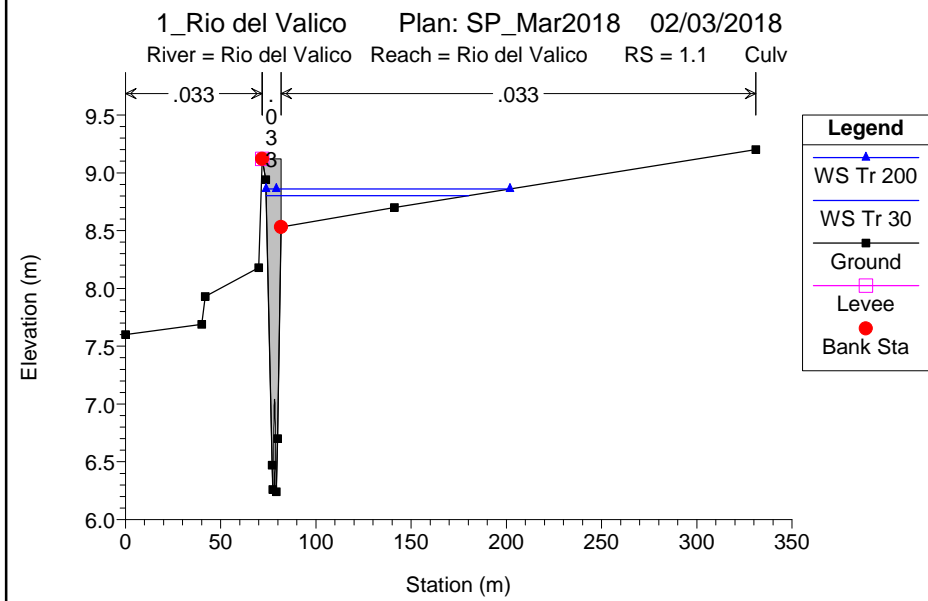
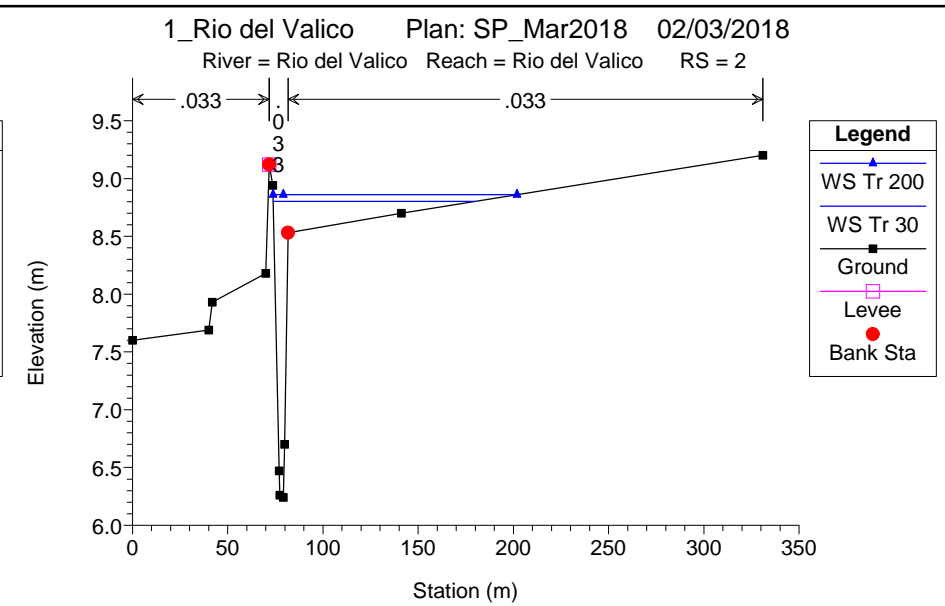
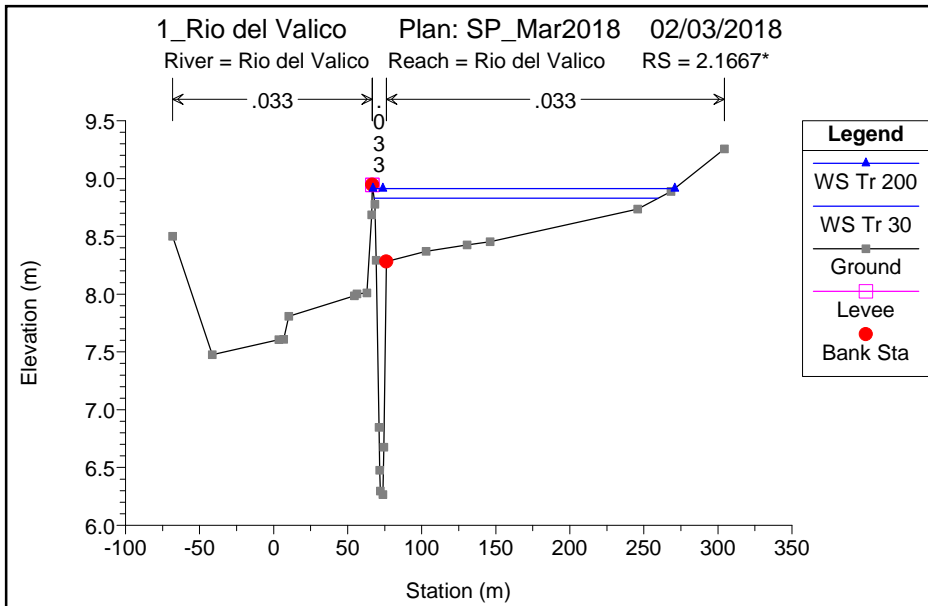






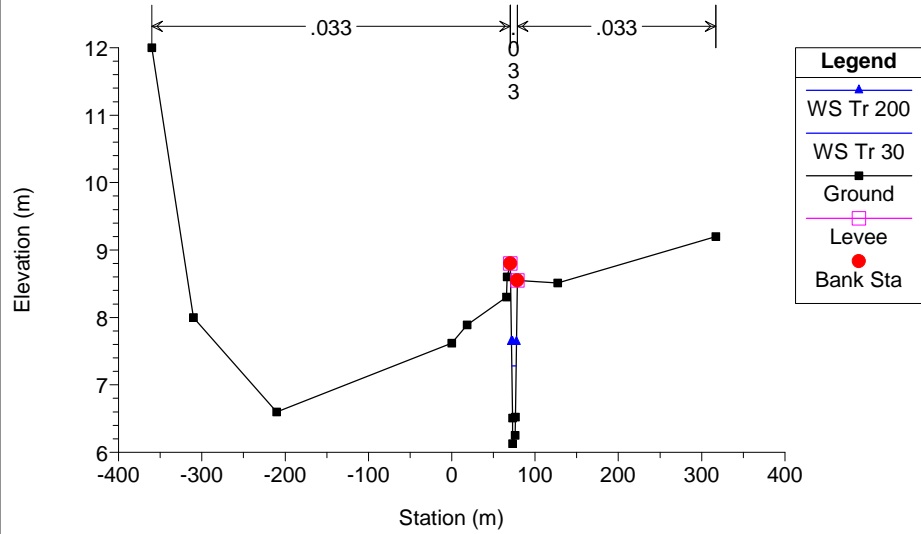






1_Rio del Valico Plan: SP_Mar2018 02/03/2018

River = Rio del Valico Reach = Rio del Valico RS = 1



Allegato 4

***Tabella dei risultati della modellazione idraulica
allo stato di progetto
per eventi con Tr 30 e 200 anni***

HEC-RAS Plan: SP_Mar2018 River: Rio del Valico Reach: Rio del Valico

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
Rio del Valico	23	Tr 30	11.43	16.38	17.43	17.43	17.54	0.007015	1.99	9.51	34.62	0.71
Rio del Valico	23	Tr 200	19.25	16.38	17.53	17.53	17.68	0.008425	2.35	12.78	35.14	0.80
Rio del Valico	22.800*	Tr 30	11.43	16.04	17.12	17.16	17.29	0.010696	2.42	8.35	37.08	0.87
Rio del Valico	22.800*	Tr 200	19.25	16.04	17.23	17.25	17.40	0.010449	2.60	12.25	38.10	0.87
Rio del Valico	22.600*	Tr 30	11.43	15.70	16.88	16.89	17.01	0.008138	2.19	9.49	40.51	0.75
Rio del Valico	22.600*	Tr 200	19.25	15.70	16.98	16.99	17.12	0.008309	2.38	13.63	41.41	0.77
Rio del Valico	22.400*	Tr 30	11.43	15.36	16.59	16.63	16.74	0.009743	2.38	8.89	40.30	0.80
Rio del Valico	22.400*	Tr 200	19.25	15.36	16.69	16.71	16.85	0.010270	2.61	13.05	44.49	0.83
Rio del Valico	22.200*	Tr 30	11.43	15.02	16.32	16.35	16.46	0.009029	2.30	9.28	41.36	0.74
Rio del Valico	22.200*	Tr 200	19.25	15.02	16.44	16.45	16.56	0.008414	2.38	14.41	48.11	0.72
Rio del Valico	22	Tr 30	11.43	14.68	16.04	16.08	16.18	0.009904	2.34	9.01	40.60	0.72
Rio del Valico	22	Tr 200	19.25	14.68	16.15	16.17	16.29	0.009971	2.50	14.11	52.38	0.73
Rio del Valico	21.800*	Tr 30	11.43	14.55	15.73	15.76	15.87	0.011706	2.40	8.83	42.03	0.79
Rio del Valico	21.800*	Tr 200	19.25	14.55	15.83	15.85	15.97	0.012047	2.60	13.44	52.30	0.82
Rio del Valico	21.600*	Tr 30	11.43	14.42	15.44	15.45	15.55	0.011004	2.20	9.45	45.00	0.78
Rio del Valico	21.600*	Tr 200	19.25	14.42	15.53	15.54	15.65	0.011414	2.40	13.98	53.70	0.81
Rio del Valico	21.400*	Tr 30	11.43	14.30	15.16	15.13	15.23	0.008295	1.79	10.84	48.88	0.69
Rio del Valico	21.400*	Tr 200	19.25	14.30	15.26	15.22	15.34	0.008036	1.92	15.73	53.82	0.69
Rio del Valico	21.200*	Tr 30	11.43	14.17	14.81	14.81	14.91	0.015165	2.04	8.78	44.74	0.92
Rio del Valico	21.200*	Tr 200	19.25	14.17	14.90	14.90	15.02	0.015101	2.25	12.85	52.12	0.94
Rio del Valico	21	Tr 30	11.43	14.04	14.58	14.50	14.63	0.006071	1.20	12.27	50.63	0.58
Rio del Valico	21	Tr 200	19.25	14.04	14.68	14.59	14.75	0.005444	1.31	17.57	52.56	0.57
Rio del Valico	20.857*	Tr 30	11.43	13.79	14.41		14.46	0.006548	1.32	11.11	42.55	0.61
Rio del Valico	20.857*	Tr 200	19.25	13.79	14.51		14.59	0.006518	1.51	15.94	47.84	0.63
Rio del Valico	20.714*	Tr 30	11.43	13.53	14.24		14.29	0.006482	1.39	11.07	42.51	0.62
Rio del Valico	20.714*	Tr 200	19.25	13.53	14.34		14.42	0.006644	1.59	15.63	46.76	0.64
Rio del Valico	20.571*	Tr 30	11.43	13.28	14.06		14.12	0.006681	1.48	11.01	43.78	0.63
Rio del Valico	20.571*	Tr 200	19.25	13.28	14.16		14.25	0.006747	1.66	15.63	47.82	0.65
Rio del Valico	20.429*	Tr 30	11.43	13.02	13.90		13.96	0.006168	1.50	11.41	46.00	0.61
Rio del Valico	20.429*	Tr 200	19.25	13.02	13.99		14.07	0.006618	1.70	15.94	50.68	0.64
Rio del Valico	20.286*	Tr 30	11.43	12.77	13.71		13.78	0.007191	1.68	10.95	48.37	0.66
Rio del Valico	20.286*	Tr 200	19.25	12.77	13.81		13.89	0.007223	1.82	15.77	53.23	0.67
Rio del Valico	20.143*	Tr 30	11.43	12.51	13.56		13.62	0.005450	1.56	12.23	52.40	0.58
Rio del Valico	20.143*	Tr 200	19.25	12.51	13.70		13.75	0.003731	1.43	20.26	60.17	0.49
Rio del Valico	20	Tr 30	11.43	12.26	13.52	13.37	13.54	0.001357	0.89	20.19	62.51	0.29
Rio del Valico	20	Tr 200	19.25	12.26	13.67	13.44	13.69	0.001133	0.90	31.27	70.13	0.28
Rio del Valico	19.833*	Tr 30	11.43	12.13	13.41	13.34	13.48	0.003653	1.51	12.17	37.97	0.49
Rio del Valico	19.833*	Tr 200	19.25	12.13	13.56	13.43	13.63	0.003651	1.66	18.88	50.47	0.51
Rio del Valico	19.667*	Tr 30	11.43	12.00	13.28	13.23	13.36	0.004112	1.62	11.08	33.38	0.53
Rio del Valico	19.667*	Tr 200	19.25	12.00	13.43	13.33	13.52	0.004160	1.79	16.12	36.19	0.55
Rio del Valico	19.500*	Tr 30	11.43	11.86	13.15	13.11	13.23	0.004287	1.68	10.77	32.81	0.55
Rio del Valico	19.500*	Tr 200	19.25	11.86	13.29	13.21	13.39	0.004372	1.86	15.57	34.73	0.57
Rio del Valico	19.333*	Tr 30	11.43	11.73	13.02	12.99	13.11	0.004305	1.70	10.71	33.36	0.56
Rio del Valico	19.333*	Tr 200	19.25	11.73	13.16	13.09	13.26	0.004201	1.85	15.73	34.91	0.56
Rio del Valico	19.167*	Tr 30	11.43	11.60	12.93	12.86	12.99	0.003030	1.48	12.19	34.74	0.47
Rio del Valico	19.167*	Tr 200	19.25	11.60	13.06	12.96	13.15	0.003353	1.70	17.04	35.93	0.51
Rio del Valico	19	Tr 30	11.43	11.47	12.89	12.73	12.92	0.001525	1.12	15.64	36.62	0.34
Rio del Valico	19	Tr 200	19.25	11.47	13.00	12.83	13.06	0.002123	1.42	20.01	37.49	0.41
Rio del Valico	18.875*	Tr 30	11.43	11.34	12.87	12.55	12.89	0.000763	0.86	18.96	32.75	0.25
Rio del Valico	18.875*	Tr 200	19.25	11.34	12.97	12.67	13.02	0.001326	1.19	22.39	33.47	0.33
Rio del Valico	18.750*	Tr 30	11.43	11.21	12.87	12.46	12.88	0.000411	0.68	24.65	39.59	0.19
Rio del Valico	18.750*	Tr 200	19.25	11.21	12.96	12.59	12.99	0.000774	0.97	28.93	47.35	0.26
Rio del Valico	18.625*	Tr 30	11.43	11.08	12.86	12.34	12.87	0.000242	0.55	28.10	37.38	0.15
Rio del Valico	18.625*	Tr 200	19.25	11.08	12.95	12.45	12.97	0.000497	0.83	31.82	42.92	0.21
Rio del Valico	18.5	Tr 30	11.43	10.95	12.86	12.08	12.86	0.000137	0.44	37.89	52.75	0.11
Rio del Valico	18.5	Tr 200	19.25	10.95	12.95	12.17	12.96	0.000293	0.67	42.89	56.72	0.17
Rio del Valico	18.375*	Tr 30	11.43	10.95	12.86	12.09	12.86	0.000108	0.39	46.48	71.46	0.10

HEC-RAS Plan: SP_Mar2018 River: Rio del Valico Reach: Rio del Valico (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
Rio del Valico	18.375*	Tr 200	19.25	10.95	12.95	12.17	12.96	0.000211	0.57	53.06	74.33	0.14
Rio del Valico	18.250*	Tr 30	11.43	10.94	12.86	12.10	12.86	0.000060	0.29	59.23	81.73	0.07
Rio del Valico	18.250*	Tr 200	19.25	10.94	12.95	12.16	12.95	0.000120	0.42	66.66	84.34	0.11
Rio del Valico	18.125*	Tr 30	11.43	10.94	12.86	12.11	12.86	0.000033	0.21	74.00	90.85	0.05
Rio del Valico	18.125*	Tr 200	19.25	10.94	12.95	12.11	12.95	0.000069	0.32	82.20	93.51	0.08
Rio del Valico	18	Tr 30	11.43	10.93	12.86	12.12	12.86	0.000019	0.16	90.71	99.56	0.04
Rio del Valico	18	Tr 200	19.25	10.93	12.94	12.12	12.95	0.000040	0.24	99.67	102.28	0.06
Rio del Valico	17.800*	Tr 30	11.43	10.82	12.85	11.95	12.86	0.000023	0.19	81.19	84.53	0.05
Rio del Valico	17.800*	Tr 200	19.25	10.82	12.94	12.04	12.95	0.000050	0.28	88.63	85.25	0.07
Rio del Valico	17.600*	Tr 30	11.43	10.71	12.85	11.82	12.85	0.000047	0.28	51.43	47.03	0.07
Rio del Valico	17.600*	Tr 200	19.25	10.71	12.94	11.94	12.94	0.000067	0.34	77.64	81.70	0.08
Rio del Valico	17.400*	Tr 30	11.43	10.61	12.85	11.68	12.85	0.000047	0.29	48.98	41.20	0.07
Rio del Valico	17.400*	Tr 200	19.25	10.61	12.93	11.82	12.94	0.000108	0.45	52.41	41.70	0.11
Rio del Valico	17.200*	Tr 30	11.43	10.50	12.85	11.55	12.85	0.000052	0.31	46.49	38.81	0.07
Rio del Valico	17.200*	Tr 200	19.25	10.50	12.93	11.70	12.94	0.000122	0.49	49.64	39.74	0.11
Rio del Valico	17	Tr 30	11.43	10.39	12.85	11.43	12.85	0.000058	0.34	41.26	31.09	0.08
Rio del Valico	17	Tr 200	19.25	10.39	12.92	11.59	12.93	0.000141	0.54	43.65	31.69	0.12
Rio del Valico	16.3	Tr 30	11.43	11.21	12.85	11.51	12.85	0.000009	0.11	102.49	71.92	0.03
Rio del Valico	16.3	Tr 200	19.25	11.21	12.93	11.61	12.93	0.000021	0.18	108.24	72.24	0.05
Rio del Valico	16.1		Bridge									
Rio del Valico	15	Tr 30	11.43	11.09	12.43	11.41	12.44	0.000031	0.18	62.92	55.80	0.05
Rio del Valico	15	Tr 200	19.25	11.09	12.62	11.49	12.62	0.000054	0.26	73.41	56.45	0.07
Rio del Valico	14	Tr 30	11.43	11.29	12.26	12.26	12.42	0.015907	1.76	6.48	20.27	1.00
Rio del Valico	14	Tr 200	19.25	11.29	12.41	12.41	12.60	0.015135	1.96	9.84	25.43	1.00
Rio del Valico	13.9	Tr 30	11.43	9.78	10.07	10.49	12.20	0.264586	6.46	1.77	6.22	3.87
Rio del Valico	13.9	Tr 200	19.25	9.78	10.26	10.77	12.39	0.142858	6.46	2.98	6.37	3.02
Rio del Valico	13.5		Bridge									
Rio del Valico	13.1	Tr 30	11.43	9.25	10.84	9.95	10.85	0.000877	0.59	19.50	35.21	0.25
Rio del Valico	13.1	Tr 200	19.25	9.25	10.79	10.23	10.85	0.003067	1.07	18.02	33.83	0.47
Rio del Valico	12.5	Tr 30	11.43	9.20	10.82	10.36	10.85	0.001755	0.74	15.55	34.46	0.35
Rio del Valico	12.5	Tr 200	19.25	9.20	10.68	10.66	10.84	0.013431	1.77	10.87	29.60	0.93
Rio del Valico	12	Tr 30	11.43	9.14	10.44	10.34	10.74	0.009597	2.42	4.73	5.67	0.85
Rio del Valico	12	Tr 200	19.25	9.14	10.74	10.46	10.76	0.000563	0.69	35.50	51.08	0.21
Rio del Valico	11.500*	Tr 30	11.43	8.94	10.13	10.13	10.42	0.011743	2.45	4.96	8.65	0.93
Rio del Valico	11.500*	Tr 200	19.25	8.94	10.43	10.43	10.69	0.008542	2.44	9.27	16.41	0.83
Rio del Valico	11	Tr 30	11.43	8.75	10.02	9.77	10.08	0.002696	1.31	12.83	36.74	0.45
Rio del Valico	11	Tr 200	19.25	8.75	10.15	10.04	10.22	0.003157	1.51	17.70	37.35	0.50
Rio del Valico	10.500*	Tr 30	11.43	8.67	9.83	9.83	9.97	0.006831	1.89	8.75	33.01	0.72
Rio del Valico	10.500*	Tr 200	19.25	8.67	9.96	9.96	10.11	0.006938	2.08	13.36	37.00	0.74
Rio del Valico	10	Tr 30	11.43	8.60	9.78	9.78	9.82	0.002312	1.24	18.72	96.81	0.42
Rio del Valico	10	Tr 200	19.25	8.60	9.81	9.81	9.89	0.004719	1.81	21.56	101.04	0.60
Rio del Valico	9.5000*	Tr 30	11.43	8.30	9.28	8.14	9.29	0.000027	0.11	63.40	60.13	0.04
Rio del Valico	9.5000*	Tr 200	19.25	8.30	9.38	8.22	9.39	0.000069	0.20	70.01	74.68	0.07
Rio del Valico	9	Tr 30	11.43	8.01	9.18	9.18	9.27	0.004858	1.77	12.43	64.98	0.61
Rio del Valico	9	Tr 200	19.25	8.01	9.27	9.27	9.37	0.005809	2.06	18.75	83.77	0.68
Rio del Valico	8.5000*	Tr 30	11.43	7.91	8.95	8.99	9.12	0.008802	2.20	8.82	46.44	0.81
Rio del Valico	8.5000*	Tr 200	19.25	7.91	9.07	9.08	9.21	0.007461	2.24	15.47	62.50	0.76
Rio del Valico	8	Tr 30	11.43	7.81	8.88	8.77	8.93	0.002470	1.28	14.53	50.90	0.43
Rio del Valico	8	Tr 200	19.25	7.81	8.98	8.88	9.05	0.003133	1.55	20.45	61.78	0.50
Rio del Valico	7.2500*	Tr 30	11.43	7.58	8.84		8.87	0.001285	0.99	20.22	73.81	0.32
Rio del Valico	7.2500*	Tr 200	19.25	7.58	8.93		8.97	0.001757	1.23	27.63	83.86	0.38
Rio del Valico	6.5000*	Tr 30	11.43	7.36	8.83		8.84	0.000378	0.59	35.41	100.08	0.18
Rio del Valico	6.5000*	Tr 200	19.25	7.36	8.92		8.93	0.000590	0.77	44.57	109.67	0.23
Rio del Valico	5.7500*	Tr 30	11.43	7.13	8.83		8.84	0.000101	0.33	59.23	126.62	0.09
Rio del Valico	5.7500*	Tr 200	19.25	7.13	8.92		8.92	0.000171	0.45	70.34	130.33	0.12
Rio del Valico	5	Tr 30	11.43	6.90	8.83	8.25	8.83	0.000028	0.19	89.28	128.66	0.05

HEC-RAS Plan: SP_Mar2018 River: Rio del Valico Reach: Rio del Valico (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
Rio del Valico	5	Tr 200	19.25	6.90	8.92	8.27	8.92	0.000054	0.28	100.30	128.96	0.07
Rio del Valico	4.7500*	Tr 30	11.43	6.84	8.83	8.10	8.83	0.000017	0.15	114.80	164.24	0.04
Rio del Valico	4.7500*	Tr 200	19.25	6.84	8.92	8.18	8.92	0.000033	0.22	128.92	166.89	0.06
Rio del Valico	4.5000*	Tr 30	11.43	6.78	8.83	7.92	8.83	0.000009	0.12	143.15	183.93	0.03
Rio del Valico	4.5000*	Tr 200	19.25	6.78	8.92	7.99	8.92	0.000020	0.18	159.13	191.83	0.04
Rio del Valico	4.2500*	Tr 30	11.43	6.72	8.83	7.70	8.83	0.000005	0.09	180.60	207.22	0.02
Rio del Valico	4.2500*	Tr 200	19.25	6.72	8.92	7.79	8.92	0.000011	0.14	198.59	216.29	0.03
Rio del Valico	4	Tr 30	11.43	6.66	8.83	7.49	8.83	0.000003	0.06	232.04	226.82	0.02
Rio del Valico	4	Tr 200	19.25	6.66	8.92	7.57	8.92	0.000006	0.10	251.60	233.85	0.02
Rio del Valico	3.7500*	Tr 30	11.43	6.59	8.83	7.47	8.83	0.000001	0.04	347.31	319.88	0.01
Rio del Valico	3.7500*	Tr 200	19.25	6.59	8.92	7.52	8.92	0.000002	0.06	374.72	325.68	0.02
Rio del Valico	3.5000*	Tr 30	11.43	6.53	8.83	7.40	8.83	0.000000	0.03	493.52	394.21	0.01
Rio del Valico	3.5000*	Tr 200	19.25	6.53	8.92	7.46	8.92	0.000001	0.04	527.15	397.69	0.01
Rio del Valico	3.2500*	Tr 30	11.43	6.47	8.83	7.32	8.83	0.000000	0.02	662.36	456.53	0.00
Rio del Valico	3.2500*	Tr 200	19.25	6.47	8.92	7.38	8.92	0.000000	0.03	701.25	459.23	0.01
Rio del Valico	3	Tr 30	11.43	6.40	8.83	7.24	8.83	0.000000	0.01	850.03	514.12	0.00
Rio del Valico	3	Tr 200	19.25	6.40	8.92	7.29	8.92	0.000000	0.02	893.79	516.31	0.00
Rio del Valico	2.8333*	Tr 30	11.43	6.37	8.83	7.49	8.83	0.000000	0.02	712.96	481.42	0.00
Rio del Valico	2.8333*	Tr 200	19.25	6.37	8.92	7.56	8.92	0.000000	0.03	753.95	484.03	0.01
Rio del Valico	2.6667*	Tr 30	11.43	6.35	8.83	7.50	8.83	0.000000	0.02	579.51	448.28	0.01
Rio del Valico	2.6667*	Tr 200	19.25	6.35	8.92	7.81	8.92	0.000001	0.03	617.71	451.51	0.01
Rio del Valico	2.5000*	Tr 30	11.43	6.32	8.83	7.48	8.83	0.000001	0.03	449.94	414.41	0.01
Rio del Valico	2.5000*	Tr 200	19.25	6.32	8.92	8.05	8.92	0.000001	0.04	485.29	418.61	0.01
Rio del Valico	2.3333*	Tr 30	11.43	6.29	8.83	7.47	8.83	0.000001	0.04	325.04	378.99	0.01
Rio del Valico	2.3333*	Tr 200	19.25	6.29	8.92	7.83	8.92	0.000003	0.06	357.43	384.99	0.02
Rio del Valico	2.1667*	Tr 30	11.43	6.27	8.83	7.45	8.83	0.000086	0.34	68.40	191.80	0.09
Rio del Valico	2.1667*	Tr 200	19.25	6.27	8.91	7.82	8.92	0.000146	0.43	84.90	203.82	0.11
Rio del Valico	2	Tr 30	11.43	6.24	8.80	7.43	8.82	0.000382	0.72	26.13	106.37	0.18
Rio del Valico	2	Tr 200	19.25	6.24	8.86	7.81	8.90	0.000802	1.07	32.84	128.15	0.26
Rio del Valico	1.1		Cuvert									
Rio del Valico	1	Tr 30	11.43	6.13	7.28	7.22	7.63	0.011520	2.61	4.38	5.24	0.91
Rio del Valico	1	Tr 200	19.25	6.13	7.64	7.58	8.10	0.011509	3.01	6.39	6.05	0.94