

Regione Piemonte

Provincia di Torino



COMUNITA' MONTANA DEL PINEROLESE

PIANO REGOLATORE GENERALE INTERCOMUNALE

*VARIANTE STRUTTURALE DI ADEGUAMENTO AL P.A.I.
redatta ai sensi della L.R. 1/2007*

SUB AREA: CENTRO VAL CHISONE

COMUNE: FENESTRELLE

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

COMMITTENTE

RELAZIONE IDRAULICA

Elaborato	Scala	<i>Elaborazione indagini idrauliche (maggio 2012):</i>
5.22	—	<i>Elaborazione integrazioni geomorfologiche e idrauliche (Rif. Prot. Reg. n. 48497 del 12-07-2013) (febbraio 2014):</i>
CODICE: 13009-C272-0		<i>EDes Ingegneri Associati</i> <i>Dott. Ing. Bartolomeo VISCONTI</i>
REVISIONE	DATA	<i>Dott. Ing. Luca GATTIGLIA</i>
		<i>Collaborazione:</i> <i>Dott. Geol. Sara CASTAGNA</i>
		
		EDes Ingegneri Associati P.IVA 10759750010 Corso Peschiera 191, 10141 Torino Tel. +39 011.0262900 Fax. +39 011.0262902 www.edesconsulting.eu edes@edesconsulting.eu

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI TORINO

COMUNITA' MONTANA
VALLI CHISONE GERMANASCA PELLICE
PINEROLESE PEDEMONTANO

VERIFICHE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA DA EFFETTUARSI AI
SENSI DELL'ART. 18 COMMA 2 DELLA DELIBERAZIONE N. 1/99
DELL'AUTORITA' DI BACINO PER I COMUNI INSERITI NELLE CLASSI
DI RISCHIO R2 ED R3

CENTRO VAL CHISONE

COMUNE DI FENESTRELLE

RELAZIONE IDRAULICA

Indice:

1	PREMESSA	3
2	METODOLOGIA DI STUDIO	3
3	STUDIO IDROLOGICO.....	4
3.1	INQUADRAMENTO GENERALE DELLE AREE OGGETTO DI STUDIO.....	4
3.2	METODOLOGIA E CRITERI D'ELABORAZIONE	4
3.3	DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA.....	5
3.3.1	METODO RAZIONALE	5
3.3.1.1	DEFINIZIONE DEI VALORI DI PORTATA CON IL METODO RAZIONALE	8
3.3.2	MODELLO AFFLUSSI – DEFLUSSI	11
3.3.2.1	LA SCELTA DELLE PRECIPITAZIONI DI RIFERIMENTO.....	11
3.3.2.2	LA DEFINIZIONE DEI SOTTOBACINI E DEI LORO PARAMETRI.	13
3.3.2.3	LA VALUTAZIONE DELLA SOTTRAZIONE PER INFILTRAZIONE	13
3.3.2.4	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO	16
3.3.2.5	PORTATE DEL MODELLO AFFLUSSI DEFLUSSI.....	18
3.3.3	ADOZIONE DEI VALORI DI PORTATA PER LE SUCCESSIVE VERIFICHE	21
4	STUDIO IDRAULICO	22
4.1	L'ASSETTO GEOMETRICO DELL'ALVEO E CARATTERE GENERALE DEI CORSI D'ACQUA	22
4.2	METODO DI CALCOLO IN MOTO PERMANENTE	22
4.3	LE CONDIZIONI AL CONTORNO.....	23
4.4	COEFFICIENTE DI SCABREZZA	23
4.5	VALUTAZIONE DEL TRASPORTO SOLIDO POTENZIALE.....	24
4.6	LE VERIFICHE IN MOTO UNIFORME.....	24

5	ANALISI DEGLI INVASI.....	25
6	ANALISI DEI RISULTATI.....	26
6.1	TORRENTE CHISONE.....	27
6.2	RETE MINORE.....	27
6.2.1	IMPLUVI A MONTE DEL RIO DEL PINÈ.....	28
6.2.2	RIO DEL PINÈ.....	28
6.2.3	IMPLUVI COMPRESI TRA RIO DEL PINÈ E RIO DEL PUY.....	28
6.2.4	RIO DEL PUY.....	28
6.2.5	IMPLUVIO IN CORRISPONDENZA DEI TORNANTI DI FENESTRELLE.....	29
6.2.6	RII IN SPONDA DESTRA TRA FENESTRELLE E GRANGES.....	29
6.2.7	RII IN SPONDA SINISTRA TRA FENESTRELLE E MENTOULLES.....	29
6.2.8	RIO DELLA DRAJA.....	29
6.3	TABELLE RIASSUNTIVE DEI FRANCHI IDRAULICI.....	30

1 PREMESSA

Il presente studio ha per oggetto la verifica di compatibilità idraulica e idrogeologica delle previsioni degli strumenti urbanistici in vigore con le condizioni di dissesto presenti o potenziali rilevate nella cartografia di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) – Legge 10 maggio 1999, n° 183, art. 17 comma 6 ter), relativamente alle aste dei rii nella porzione urbanizzata del territorio del Comune di Fenestrelle.

Lo scopo dello studio è fornire all'Amministrazione un quadro delle condizioni di pericolosità idraulica ed idrogeologica delle aree limitrofe alle aste in esame, al fine di verificare e dove possibile definire in maggiore dettaglio le condizioni di criticità individuate nel PAI; infatti le cartografie allegata al citato Piano riportano una indicazione simbolica di pericolosità connessa con le aree oggetto di studio, senza definire in dettaglio, data la scala di restituzione del Piano stesso (1:25.000), una perimetrazione delle aree direttamente interessate dai fenomeni di dissesto.

Allegata al presente studio viene pertanto fornita una cartografia in scala 1:5.000 con l'individuazione delle aree esondabili e dei punti critici dal punto di vista idraulico, redatta sulla base delle risultanze degli studi idrologici ed idraulici e delle verifiche di dettaglio in sito utilizzando la medesima simbologia del PAI. In Particolare metodologia di lavoro, grafie e codici fanno riferimento a quanto indicato negli indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico DGR del 15/7/2002 n° 45-6656 e relativi allegati.

2 METODOLOGIA DI STUDIO

Lo studio è stato condotto secondo la seguente metodologia:

- Acquisizione dei rilievi topografici a terra: Sono state rilevate o acquisite sezioni trasversali nell'area in esame per quanto riguarda il reticolo di deflusso presente nel territorio comunale ed oggetto del presente studio. In particolare i rilievi hanno interessato l'asta del Torrente Chisone puntualmente in quei siti ove il Torrente interferisce con i manufatti di attraversamento o presenta evidenti criticità. Sono state inoltre rilevate le aste dei principali rii di versante e del reticolo minore in considerazione delle priorità legate alla definizione del rischio. In particolare nel rilievo delle problematiche esistenti sul territorio si sono tenuti in conto l'importanza dal punto di vista urbanistico, la gravità del dissesto, l'importanza idrologica delle superfici drenate. Per quanto riguarda l'ubicazione delle sezioni rilevate, indicata nella tavola grafica 2, è stata effettuata in modo da garantire l'acquisizione dei dati geometrici necessari alla modellizzazione idraulica dei fenomeni; in particolare per il comune di Fenestrelle appaiono importanti i rilievi delle sezioni apicali dei conoidi urbanizzati. Sono stati infine rilevati tutti i manufatti di attraversamento esistenti lungo le aste esaminate per censire in dettaglio l'iterazione dei deflussi con la rete viaria presente sul territorio.
- Studio idrologico dei torrenti e dell'asta dei corsi d'acqua in esame, al fine di determinare i valori delle portate al colmo, con riferimento ai valori corrispondenti a tempi di ritorno 100, 200 e 500 anni.
- Studio idraulico dei rii esteso ai tratti rilevati, oppure localizzato al manufatto. È stato realizzato mediante il codice HEC-RAS che consente il calcolo del profilo idraulico in moto permanente e la determinazione dei livelli idrometrici nelle diverse ipotesi di

calcolo oltre che valutazioni relative al trasporto solido. Per la verifica puntuale di alcuni manufatti ove non sia presente la necessità di descrivere la geometria in maniera più approfondita si sono utilizzate delle formulazioni di moto uniforme.

- Lo studio idraulico dell'asta del Torrente Chisone e dei rii laterali ha inoltre tenuto conto della base conoscitiva fornita dal "Piano di Bacino del Torrente Chisone", redatto su incarico della Comunità Montana Valli Chisone e Germanasca su finanziamento della Provincia di Torino.
- Perimetrazione (ove possibile) delle aree esondabili e definizione delle criticità puntuali sulla base dei risultati numerici del modello Hec Ras, delle verifiche di moto uniforme effettuate, di considerazioni morfologiche e della valutazioni relative al trasporto solido.
- Individuazione delle aree a maggior pericolosità, sulla base dei risultati numerici delle verifiche effettuate, di considerazioni morfologiche e della valutazioni effettuate in seguito a verifiche di dettaglio in loco delle situazioni a maggior criticità.
- Classificazione dei dissesti ai sensi del DGR 15/7/2002 n°45-6656.

3 STUDIO IDROLOGICO

3.1 INQUADRAMENTO GENERALE DELLE AREE OGGETTO DI STUDIO

L'area in esame oggetto di studio è drenata dall'asta principale del torrente Chisone, nel tratto in esame il reticolo minore risulta costituito per lo più dai rii di versante che non presentano un proprio apparato vallivo. Da tale classificazione sono da escludersi il rio di Cristove in sponda destra, il Rio del Puy in sponda sinistra che inoltre attraversa il concentrico di Roure, il Rio di della draja in sinistra, il rio delle verghe ed il rio Corbiera in destra che risultano di maggiore importanza e sottendono infatti superfici maggiori, tali rii risultano tutti affluenti di Chisone e soprattutto il rio del Puy presenta nella parte terminale un evidente conoide antropizzato dall'abitato di Fenestrelle. Un altro conoide presente nel territorio comunale risulta quello della frazione Granges. Un ultimo conoide rilevante importanza urbanistica risulta quello dell'abitato di Mentoulles sul rio della Draja. I restanti rii presenti sono certamente di minore importanza e sono stati classificati e studiati principalmente per la loro iterazione con la rete viaria. In totale i bacini definiti risultano 18. i manufatti classificati e studiati risultano invece 28.

3.2 METODOLOGIA E CRITERI D'ELABORAZIONE

La determinazione della portata di massima piena di un corso d'acqua in una assegnata sezione richiede di conoscere l'esatto bilancio idrologico del bacino imbrifero sotteso, tenendo conto di un periodo di tempo generalmente molto breve (alcune ore o al massimo pochi giorni) e di una serie di condizioni iniziali ed al contorno numerose e talvolta di difficile determinazione.

Tale bilancio dovrebbe essere valutato per tutti i fenomeni di piena prevedibili, nell'ipotesi di conoscere a priori la distribuzione e l'intensità dei deflussi.

Date le difficoltà intrinseche ad effettuare un rigoroso bilancio idrologico sono state definite da tempo delle metodologie sufficientemente attendibili per determinare dei valori di portata di riferimento utili per i dimensionamenti idraulici delle opere o le verifiche da effettuare.

In sostanza, la mancanza d'osservazioni dirette di portata nel bacino considerato rende indispensabile il ricorso a metodi indiretti per la valutazione delle portate di progetto. I metodi d'uso corrente sono riconducibili a tre gruppi:

formule «regionali» che permettono di calcolare la portata per regressione utilizzando parametri morfometrici e climatici;

metodi deterministici che individuano la portata in funzione della precipitazione d'assegnata durata e probabilità (per esempio, il metodo razionale);

modelli concettuali «afflussi-deflussi» per la determinazione dell'idrogramma conseguente ad assegnate precipitazioni in funzione di parametri morfometrici del bacino, di dati sulla copertura vegetale e sulle caratteristiche del suolo.

Nel seguito si è fatto riferimento ai secondi due metodi indicati, poiché consentono valutazioni più accurate, consone con gli scopi del presente studio; il primo metodo infatti consente, tramite l'utilizzo di formule empiriche o derivate da correlazioni, comunque piuttosto semplificate, di stimare il valore di portata in una data sezione di chiusura a partire da pochi parametri, e risultano attendibili per valutazioni di massima, sia pur piuttosto grezze.

Lo scopo finale dell'indagine idrologica prevede di fornire portate d'assegnata probabilità alla sezione di chiusura dei sottobacini.

Pertanto la metodologia adottata per la valutazione della portata di massima piena nelle sezioni in esame prevede l'elaborazione dei dati disponibili mediante l'impiego di metodi concettualmente diversi tra loro. Tale scelta è dettata dal fine di stimare il valore di massima piena dal confronto critico dei risultati ottenuti.

3.3 DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA

Per la determinazione delle portate di massima piena, come detto, si sono utilizzati alcuni diversi metodi di calcolo e successivamente si è operata la scelta in base al raffronto critico dei risultati ottenuti.

I metodi presi in considerazione nel presente studio sono i seguenti:

Elaborazioni di tipo deterministico effettuate secondo il metodo razionale a partire dalle curve di possibilità pluviometrica proposte dal Piano Stralcio per L'Assetto Idrogeologico (PAI) – Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico- ALLEGATO 1 Direttiva sulla piena di progetto da assumere per la progettazione e le verifiche di compatibilità idraulica. (Regione Piemonte 2002)

Modello fisico afflussi/deflussi Hec Hms (Hydrologic Engineering Center – U.S. Army Corp).

Ancora prima di entrare nei dettagli di ogni singolo metodo occorre precisare che i tempi di ritorno scelti sono 100, 200 e 500 anni.

Sono stati considerati questi tre valori poiché al primo fanno riferimento un gran numero di formulazioni empiriche nonché la tabella 7.16 del PS45 redatto dall'Autorità di Bacino come valore di portata di riferimento per valutare la non interferenza o la messa in sicurezza delle infrastrutture primarie; il secondo è il valore di riferimento per il tracciamento della fascia B utilizzato nel Piano Stralcio Fasce Fluviali, redatto dall'Autorità di Bacino stessa, e indicato quale valore di calcolo per la verifica e la messa in sicurezza di centri abitati e infrastrutture di rilevante importanza; il terzo è infine un valore di riferimento tipico in caso di opere che richiedono un massimo livello di protezione per le quali una rottura, o un non corretto funzionamento comporti seri rischi di vite umane (ad esempio le dighe).

3.3.1 METODO RAZIONALE

Come indicato in precedenza nel presente paragrafo si procede alla valutazione della portata di piena con tempo di ritorno di 100, 200, 500 anni con riferimento alle curve di possibilità pluviometrica proposte dalla suddetta Direttiva sulla piena di progetto.

Ai fini dell'individuazione dei parametri progettuali di assetto idrogeologico ed idraulico si è fatto riferimento alle curve di possibilità climatica della Tabella 1 della Direttiva. La stazione più vicina alle aree in esame risulta certamente la stazione di Prigelato alla quale si è fatto riferimento.

La curva di possibilità climatica assume la forma seguente:

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

dove:

h = rappresenta l'altezza di precipitazione espressa in mm

t = rappresenta la durata della precipitazione espressa in ore

a ed n = rappresentano parametri corrispondenti alle caratteristiche pluviometriche.

per la suddetta stazione i precedenti parametri assumono i seguenti valori con riferimento ai tempi di ritorno indicati:

TR (anni)	a	n
100	26.51	0.566
200	28.70	0.571
500	31.59	0.576

Sulla base delle curve individuate, la determinazione della portata mediante l'adozione del modello cinematico o di corrivazione, prevede la determinazione del tempo di corrivazione per quanto attiene la modellazione della trasformazione degli afflussi meteorici nel fenomeno di formazione della piena. Tale modello infatti individua come durata critica della precipitazione quella corrispondente ad un tempo pari a quello di corrivazione.

La letteratura fornisce alcune formulazioni per il calcolo del tempo di corrivazione t_c ; per bacini con caratteristiche analoghe a quelle in esame, in termini di estensione e altitudine, si ritiene particolarmente adatta la formulazione proposta da Giandotti:

$$T_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1,5 \cdot L}{0,8 \cdot \sqrt{(H - h)}} \text{ (ore)}$$

dove.

S = rappresenta l'estensione del bacino (Km²)

L = rappresenta la lunghezza dell'asta principale (km)

H = rappresenta l'altitudine media del bacino imbrifero sotteso, (m.s.m).

h = rappresenta la quota della sezione considerata (m.s.m).

Il calcolo della portata di piena deriva dalla seguente formulazione: $Q_{max} = C \cdot h \cdot S/t_c$

dove:

- c = coefficiente di deflusso
h = altezza di pioggia per un tempo $t = t_c$
S = superficie del bacino in Km²

I valori di intensità pluviometrica calcolati per la precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione ed i conseguenti valori di portata vengono pertanto riportati nelle seguenti tabelle relative ai bacini considerati: Le sigle BFEN N° fa nno riferimento alla tavola di definizione dei sottobacini ed alla corografia. Nel seguito si riassumono inoltre le principali caratteristiche geometriche dei bacini in esame che sono state utilizzate per gli scopi idrologici dello studio.

Al fondo della tabella sono riportate inoltre le caratteristiche dei bacini che derivano dalla somma di più sottobacini. I coefficienti di deflusso adottati risultano pari a 0.6 in considerazione della copertura presente e dell'estensione dei sottobacini presenti.

SIGLA BACINO	Lunghezze aste principali (km)	Superficie (km ²)	Quota media (msm)	Quota sezione di chiusura (msm)	Tempo di corrivazione (ore)
FEN 01	1.35	0.23	1480	1160	0.28
FEN 02	1.21	0.23	1450	1155	0.27
FEN 03	1.86	0.72	1550	1150	0.39
FEN 04	1.29	0.23	1400	1145	0.30
FEN 05	3.29	4.00	1600	1140	0.75
FEN 06	3.45	3.93	2130	1600	0.71
FEN 07	0.96	0.12	1350	1139	0.24
FEN 08	4.32	3.76	1590	1101	0.81
FEN 09	2.90	3.53	2310	2120	1.08
FEN 10	3.36	3.25	1577	1090	0.69
FEN 11	1.60	0.62	1455	1069	0.35
FEN 12	1.67	0.48	1460	1065	0.33
FEN 13	1.15	0.31	1400	1067	0.27
FEN 14	3.99	5.11	1670	1053	0.76
FEN 15	1.08	0.21	1270	1045	0.29
FEN 16	2.18	0.79	1460	1030	0.41
FEN 17	3.67	3.81	1720	1025	0.63
FEN 18	0.93	0.09	1165	1030	0.28
FEN 5+6	5.98	7.93	1863	1140	0.94
FEN 08+09	6.21	7.29	1939	1101	0.87

3.3.1.1 DEFINIZIONE DEI VALORI DI PORTATA CON IL METODO RAZIONALE

Tempo di ritorno 100 anni

SIGLA BACINO	Precipitazione per $T_p=T_c$ (mm)	Intensità per $T_p=T_c$ (mm/h)	Portata di massima piena m^3/s
FEN 01	13	46	1.8
FEN 02	13	47	1.8
FEN 03	15	40	4.8
FEN 04	13	45	1.7
FEN 05	23	30	20.0
FEN 06	22	31	20.1
FEN 07	12	49	1.0
FEN 08	23	29	18.3
FEN 09	28	26	15.1
FEN 10	22	31	16.8
FEN 11	15	42	4.3
FEN 12	14	43	3.4
FEN 13	13	47	2.4
FEN 14	23	30	25.5
FEN 15	13	46	1.6
FEN 16	16	39	5.1
FEN 17	20	32	20.6
FEN 18	13	46	0.7
FEN 5+6	26	27	36.0
FEN 08+09	24	28	34.2

Tempo di ritorno 200 anni

SIGLA BACINO	Precipitazione per $T_p=T_c$ (mm)	Intensità per $T_p=T_c$ (mm/h)	Portata di massima piena m^3/s
FEN 01	14	50	1.9
FEN 02	14	50	1.9
FEN 03	17	43	5.2
FEN 04	14	48	1.8
FEN 05	24	32	21.6
FEN 06	24	33	21.8
FEN 07	13	53	1.1
FEN 08	25	31	19.7
FEN 09	30	28	16.4
FEN 10	23	34	18.2
FEN 11	16	45	4.6
FEN 12	15	46	3.7
FEN 13	14	50	2.6
FEN 14	24	32	27.6
FEN 15	14	49	1.7
FEN 16	17	42	5.5
FEN 17	22	35	22.2
FEN 18	14	50	0.7
FEN 5+6	28	29	38.9
FEN 08+09	26	30	37.0

Tempo di ritorno 500 anni

SIGLA BACINO	Precipitazione per $T_p=T_c$ (mm)	Intensità per $T_p=T_c$ (mm/h)	Portata di massima piena m^3/s
FEN 01	15	55	2.1
FEN 02	15	55	2.1
FEN 03	18	47	5.7
FEN 04	16	53	2.0
FEN 05	27	36	23.7
FEN 06	26	36	23.9
FEN 07	14	57	1.1
FEN 08	28	35	21.7
FEN 09	33	31	18.0
FEN 10	26	37	20.0
FEN 11	17	49	5.1
FEN 12	17	50	4.0
FEN 13	15	55	2.8
FEN 14	27	36	30.3
FEN 15	15	54	1.9
FEN 16	19	46	6.1
FEN 17	24	38	24.4
FEN 18	15	54	0.8
FEN 5+6	30	32	42.8
FEN 08+09	29	34	40.7

3.3.2 MODELLO AFFLUSSI – DEFLUSSI

Il modello afflussi deflussi utilizzato è HEC HMS – sviluppato da U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center. Si tratta di un modello idrologico che consente di simulare l'idrogramma di deflusso di un bacino in risposta ad un afflusso meteorico sufficientemente intenso. La simulazione della piena è effettuata sintetizzando le risposte idrografiche di unità areali del bacino o sottobacini a caratteristiche fisiche e meteorologiche omogenee. Per ciascuno dei sottobacini vengono modellizzate tre componenti schematiche.

simulazione del sistema idrografico

simulazione del deflusso superficiale

simulazione della propagazione

E' intuitivo constatare che quanto più la suddivisione del bacino è vincolata all'ipotesi di omogeneità, tanto maggiore è il numero di sottobacini da considerare, il grado di approssimazione del modello è dunque, sotto questo aspetto, dipendente dalle scelte effettuate dall'utente.

I tre procedimenti di calcolo sopra introdotti, richiedono la conoscenza preliminare di numerosi parametri relativi al bacino, in particolare se non si dispongono di misure dirette di afflussi e deflussi sono necessari i parametri geomorfologici e le estensioni dei sottobacini, le condizioni di imbibizione e le caratteristiche di permeabilità dei suoli, la forma le lunghezze e le caratteristiche dei tratti fluviali o di vaso considerati per la propagazione. Per il calcolo della portata è infine necessaria la definizione delle precipitazioni di riferimento.

Naturalmente nel caso in esame la scelta dei parametri successivamente dettagliata, è effettuata con lo scopo di stimare il valore di piena al colmo, a partire da valori di precipitazione prefissati; pertanto le assunzioni dei parametri stessi saranno sufficientemente cautelative. Diversa la situazione nel caso in cui lo scopo della modellazione fosse la simulazione di un evento reale di piena. Nel seguito vedremo pertanto dettagliatamente esplicitate tali scelte

3.3.2.1 LA SCELTA DELLE PRECIPITAZIONI DI RIFERIMENTO

Circa le precipitazioni da assumere alla base del calcolo della portata di progetto si sono assunte di base le curve di possibilità pluviometrica proposte dal Piano Stralcio per L'Assetto Idrogeologico (PAI) –Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico- ALLEGATO 1 Direttiva sulla piena di progetto da assumere per la progettazione e le verifiche di compatibilità idraulica. (Regione Piemonte 2002). Tali curve possono essere valutate per vari tempi di pioggia e sulla base d'utilizzo del modello afflussi-deflussi, di cui si tratterà di seguito, si è individuata, secondo un metodo di approssimazione successive, la durata di pioggia critica per i bacini in esame; tale durata è risultata pari a 8 ore, tale durata è stata trovata confrontando i valori relativi ai tempi di corrivazione pari a 2, 4, 6 ed 8 ore. Il tempo individuato risulta molto diverso dal tempo di corrivazione in quanto per la modellazione afflussi deflussi risulta molto importante la modalità di infiltrazione delle precipitazioni e la saturazione del suolo che non viene considerata attraverso il metodo razionale. In tabella sono riportate le altezze di pioggia calcolate per i vari tempi di pioggia di interesse:

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA di Prigelato			
tempi di pioggia (ore)	TR=100 (mm)	TR=200 (mm)	TR=500 (mm)
2	39.25	42.64	47.09
4	58.10	63.34	70.20
6	73.09	79.84	88.67
8	86.01	94.09	104.65

Tali valori sono riferibili al "centro di pioggia"; in presenza di areali estesi, occorre operare un abbattimento di tali valori per tener conto della diversa distribuzione della pioggia in funzione dell'area interessata dalla precipitazione stessa, tale abbattimento non è stato operato nel caso in esame a favore di sicurezza ed in considerazione dell'estensione ridotta dei bacini considerati.

La curva di probabilità pluviometrica per assegnato tempo medio di ritorno TR contiene una parte dell'informazione necessaria per l'analisi pluviometrica, ma richiede di stabilire a priori la distribuzione temporale dell'intensità di pioggia. L'informazione ricavata dall'equazione della curva segnalatrice di possibilità pluviometrica $h=at^n$ può essere completata dalla scelta della forma della distribuzione temporale degli afflussi. E' noto, infatti, che la distribuzione degli afflussi costituisce un fattore rilevante per la determinazione dei valori di portata al colmo nelle reti drenanti sia artificiali sia naturali.

In un'indagine sulla caratterizzazione empirica degli eventi di pioggia (Ferrari, 1994) sono state fornite informazioni sulle forme dello ietogramma di progetto attraverso l'analisi di registrazioni relative a circa 17 mila eventi di pioggia sul territorio italiano, divisi per gruppi di durata totale e ridotti in forma normalizzata rispetto ai valori totali d'altezza e durata. Divisa la durata dell'evento in quattro, sono stati ricavati per ogni quarto di durata della precipitazione i valori percentuali d'altezza aventi assegnata frequenza nell'ambito del campione disponibile. Successivamente sono stati ricostruiti nubifragi di progetto aventi stessa durata ed altezza di pioggia, ma aventi differente posizione temporale dello scroscio (vale a dire una diversa distribuzione dell'intensità di pioggia). Dall'esperienza delle conseguenze di numerosi eventi gravosi e dai risultati di semplici modelli afflussi-deflussi, si è ricavata la prova che la distribuzione d'intensità che prevede il massimo scroscio nell'ambito dell'ultimo quarto della durata dell'evento rappresenta la distribuzione maggiormente cautelativa. E' intuitivo, infatti, osservare che, in tali condizioni, indipendentemente dalle condizioni antecedenti di contenuto idrico del suolo, la rete idrografica è già interessata dalle precipitazioni iniziali allorché si verifica l'apporto finale caratterizzato da maggiore intensità; le precipitazioni dei primi tre quarti della durata dell'evento avranno colmato le capacità d'invaso e soddisfatto le sottrazioni iniziali per infiltrazione.

Dalla suddetta curva di possibilità pluviometrica sono stati dedotti gli ietogrammi di progetto riferiti proprio ad uno scroscio di maggiore intensità al termine dell'evento. L'altezza di pioggia (mm) è dedotta quale percentuale della precipitazione totale in funzione della durata di pioggia. Si adotta pertanto il criterio per cui il rapporto della precipitazione nell'ultimo quarto rispetto al totale risulta il 55%. Per tempi di pioggia superiori alle 3 ore, per tempi inferiori o uguali tale percentuale risulta invece del 50%.

I dati relativi agli ietogrammi derivati sono pertanto riportati nella seguente tabella in funzione dei tempi di ritorno e di pioggia di interesse.

Tempo di pioggia (ore)	Durata dell'ultimo quarto (ore)	Valore di precipitazione (mm) da attribuire per i primi $\frac{3}{4}$ dell'evento			Valore di precipitazione (mm) da attribuire per l'ultimo quarto dell'evento		
		TR=100 (mm)	TR=200 (mm)	TR=500 (mm)	TR=100 (mm)	TR=200 (mm)	TR=500 (mm)
2	0.5	19.62	21.32	23.55	19.62	21.32	23.55
4	1	29.05	31.67	35.10	29.05	31.67	35.10
6	1.5	32.89	35.93	39.90	40.20	43.91	48.77
8	2	38.71	42.34	47.09	47.31	51.75	57.56

3.3.2.2 LA DEFINIZIONE DEI SOTTOBACINI E DEI LORO PARAMETRI.

L'intero bacino viene diviso in sottobacini sulla base di una ripartizione uniforme dell'area totale, tenendo conto degli spartiacque interni del bacino maggiore e dell'uniformità di ogni singolo sottobacino, il numero di sottobacini scelto appare un buon compromesso tra la necessità di aderire quanto più possibile alla realtà fisica del reticolo fluviale rispetto alla rapidità di elaborazione, alla qualità dei dati disponibili ed al grado di approssimazione richiesto dal calcolo. Le dimensioni areali dei sottobacini scelte inoltre permettono l'applicazione della formulazione di Giandotti per la stima dei tempi di corrvazione di questi. Occorre ricordare infine che le distribuzioni di pioggia calcolate in precedenza sono state attribuite uniformemente a tutti i sottobacini.

Le caratteristiche morfologiche e geometriche principali di ogni sottobacino sono state definite nel paragrafo relativo al calcolo delle portate con il metodo razionale.

Per ogni tratto del reticolo idrografico modellizzato occorre definire delle sezioni caratterizzanti affinché il modello possa calcolare la propagazione dell'onda di piena.

Le sezioni di deflusso caratteristiche per ciascun sottobacino sono desunte dai rilievi topografici attualmente a disposizione; negli altri casi a partire da sopralluoghi lungo l'asta e integrati con l'utilizzo della cartografia a disposizione; si è definita tratto per tratto una sezione media di deflusso a tutta larghezza in modo da simulare compiutamente durante il processo di propagazione dell'onda di piena anche il fenomeno dell'esondazione dall'alveo inciso. Occorre precisare che in considerazione della dimensione delle sezioni, delle pendenze in gioco che sono comunque rilevanti, l'assenza di invasi naturali o ampie golene, il fenomeno della laminazione risulta piuttosto limitato, come è possibile constatare nei tabulati di calcolo.

Si precisa inoltre che vista la complessità relativamente limitata dei bacini in esame l'analisi è stata effettuata sui bacini di maggiore interesse considerando i restanti sufficientemente definiti dal punto di vista delle massime portate attraverso il metodo razionale, in termini peraltro cautelativi.

3.3.2.3 LA VALUTAZIONE DELLA SOTTRAZIONE PER INFILTRAZIONE

La valutazione della sottrazione per infiltrazione nei singoli sottobacini è stata effettuata in base al metodo noto come SCS, in funzione del tipo di suolo, di copertura e in funzione delle precipitazioni antecedenti. Il parametro che sintetizza le caratteristiche del suolo prende il nome di CN.

Il metodo assume che, nel corso di un evento, il volume del deflusso superficiale per unità di superficie R sia proporzionale a quello della precipitazione P depurato della perdita iniziale per

assorbimento del suolo P_a . Il rapporto è assunto pari a quello esistente fra infiltrazione I e un volume S che caratterizza la massima ritenzione potenziale del terreno. La relazione diventa

per tanto $\frac{R}{P - P_a} = \frac{I}{S}$ che, tenendo conto dell'equazione della conservazione della massa

esprimibile con $I = P - P_a - R$ permette di giungere alla relazione $R = \frac{(P - P_a)^2}{P - P_a + S}$ la quale mostra il volume del ruscellamento in funzione di quello della precipitazione e di due parametri caratteristici del suolo: la capacità d'assorbimento iniziale e la massima ritenzione potenziale.

La massima ritenzione potenziale dipende quindi dalla natura del suolo e dalla copertura, il cui effetto combinato è rappresentato dal parametro adimensionale CN.

Il metodo SCS distingue quattro gruppi di suolo in base al loro comportamento idrologico, che è sommariamente e qualitativamente descritto nella seguente tabella (Boss & Ass., 1995).

Gruppo	Deflusso potenziale	Descrizione
A	Basso 7,5–11,25 mm/ora	Suoli con elevata velocità d'infiltrazione anche quando completamente inumiditi, consistenti principalmente in sabbie profonde da bene a fortemente drenate, loess potente o silt.
B	Da basso a moderato 3,75 – 7,5 mm/ora	Suoli con moderata velocità d'infiltrazione anche quando completamente inumiditi e consistenti in suoli moderatamente profondi, ben drenati e con tessitura da moderatamente fine a moderatamente grossolana. Il gruppo comprende il loess poco spesso e le marne sabbiose.
C	da moderato a alto 1,25 – 3,75 mm/ora	Suoli con bassa velocità di infiltrazione quando completamente inumiditi consistenti principalmente in suoli con uno strato che impedisce il movimento dell'acqua verso il basso o suoli con tessitura da fine a moderatamente fine. Tale gruppo comprende molte marne argillose, marne sabbiose poco spesse, suoli con scarso contenuto organico, e suoli usualmente ad alto contenuto di argilla.
D	alto 0,0 – 1,25 mm/ora	Suoli con molto bassa velocità di infiltrazione quando completamente inumiditi consistenti principalmente in suoli argillosi con elevato potenziale di rigonfiamento, suoli con falda superficiale permanente, suoli con strati di argilla in superficie, suoli sottili sopra strati impermeabili, alcuni suoli salificati.

In base alle indicazioni della tabella, sono stati ascritti al tipo di suolo della classe B tutti i sottobacini considerati.

Si assume che il valore di CN possa variare in funzione delle condizioni iniziali di imbibimento del terreno quantificate mediante l'entità delle precipitazioni cadute nei cinque giorni precedenti l'evento; si definisce in tal modo la classe AMC (Antecedent soil Moisture Condizion).

Classe AMC	Pioggia totale nei 5 giorni antecedenti l'evento	
	Stagione di riposo vegetativo	Stagione di crescita vegetativa
I	< 13 mm	< 36 mm

II	13 ÷ 28 mm	36 ÷ 53 mm
III	> 28 mm	> 53 mm

Apposite tabelle forniscono i valori di CN per la classe AMC-II e si può passare dall'una all'altra classe mediante le relazioni:

$$CN_I = \frac{CN_{II}}{2.3 - 0.013 CN_{II}} \quad CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.43 + 0.0057 CN_{II}}$$

In base ai valori indicati da Ranzi & Rosso (FLEA, 1994), sono stati selezionati i seguenti valori di CN per suolo attribuito al tipo idrologico A e in condizioni AMC-II.

Suolo tipo B	AMC II
Bosco	60
Prati-coltivi	67
Zona imperme.	100
Zona nuda	79
Zona urbana	82

Per ciascun sottobacino, i valori di CN sono stati calcolati come valore medio ponderato in funzione dell'area di ciascun tipo di copertura presente (zone impermeabili escluse e conteggiate a parte); tale suddivisione è stata effettuata in base all'analisi della cartografia disponibile; si è considerata nei calcoli solo la condizione di AMCI, in quanto ritenuta più aderente alla situazione reale sia per quanto riguarda la natura e le dimensioni del bacino, sia per quanto concerne la distribuzione temporale delle piogge in un tempo antecedente eventi caratterizzati da tali tempi di ritorno.

La tabella riassuntiva seguente riporta le condizioni di suolo idrologico tipo, i valori di CN calcolati e le percentuali d'uso del suolo per tutti i sottobacini nelle già citate condizioni AMC-II.

bacino	bosco %	prato coltivo %	zona urbana %	zona impermeabile %	Numero di CN
FEN 01	70%	25%	0%	5%	61.84
FEN 02	70%	25%	0%	5%	61.84
FEN 03	60%	35%	0%	5%	62.58
FEN 04	65%	30%	0%	5%	62.21
FEN 05	60%	35%	0%	5%	62.58
FEN 06	25%	65%	0%	10%	65.06
FEN 07	60%	35%	0%	5%	62.57
FEN 08	80%	15%	0%	5%	61.11
FEN 09	15%	75%	0%	10%	65.83
FEN 10	55%	40%	0%	5%	62.95
FEN 11	65%	30%	0%	5%	62.21
FEN 12	60%	35%	0%	5%	62.58
FEN 13	75%	20%	0%	5%	61.47
FEN 14	55%	35%	0%	10%	62.72
FEN 15	20%	75%	0%	5%	65.53
FEN 16	70%	25%	0%	5%	61.84
FEN 17	60%	35%	0%	5%	62.58
FEN 18	80%	15%	0%	5%	61.11

Un altro parametro indispensabile al calcolo della portata di progetto è il TL; per TL s'intende il tempo di concentrazione della portata alla sezione di chiusura.

Quel tempo che intercorre cioè tra il baricentro del pluviogramma di precipitazione efficace ed il picco di piena. Tale tempo può essere determinato con la formula di Mockus che tuttavia essendo d'origine anglosassone mal si adatta ai nostri complessi bacini montani; di conseguenza il valore di TL può essere agevolmente determinato mediante la relazione di natura semiempirica :

$$TL = 0,6 \cdot TC$$

3.3.2.4 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

In più sedi e da diversi anni è stato sottolineato che la definizione delle portate di riferimento trova i primi ostacoli nel ridotto numero di stazioni idrometrografiche nei bacini medio-piccoli; le citate carenze di stazioni di misura hanno fortemente condizionato la taratura di modelli idrologici.

Nell'ambito del calcolo delle portate come detto è stato qui utilizzato il noto modello HEC HMS (U.S. Army Corps of Engineers)

Le capacità del modello Hec comunemente utilizzate sono:

Calcolo della distribuzione delle precipitazioni su un bacino per eventi da cinque minuti a dieci giorni di durata.

Calcolo della portata schematizzando il processo d'infiltrazione nel terreno;

Generazione dell'idrogramma completo ad ogni sezione di chiusura dei sottobacini;

Calcolo degli effetti di laminazione e invaso lungo i corsi d'acqua ed in determinati siti entro il bacino.

Si segnala per completezza che tale modello comporta alcune semplificazioni e limitazioni, che consistono essenzialmente nella limitazione a studiare un evento singolo, nell'analisi del solo moto permanente, nell'impiego di una forma semplificata delle equazioni del moto donde lo spiccato carattere monodirezionale.

L'applicazione pratica del modello al caso in esame si è sviluppata nelle seguenti fasi:

Suddivisione in sottobacini dell'area in esame con misurazione e calcolo dei diversi parametri morfometrici;

Studio dell'uso del suolo nell'ambito di ciascun sottobacino ai fini dell'assegnazione del valore di perdita per infiltrazione;

Applicazione degli ietogrammi di progetto;

Applicazione di un eventuale coefficiente di abbattimento dell'altezza di pioggia, in base all'estensione dell'area in esame e alla durata della stessa; (nel caso in esame le estensioni dei bacini non prevedono tale coefficiente).

Simulazione della sezione bagnata interessante i tratti di alveo nei singoli sottobacini.

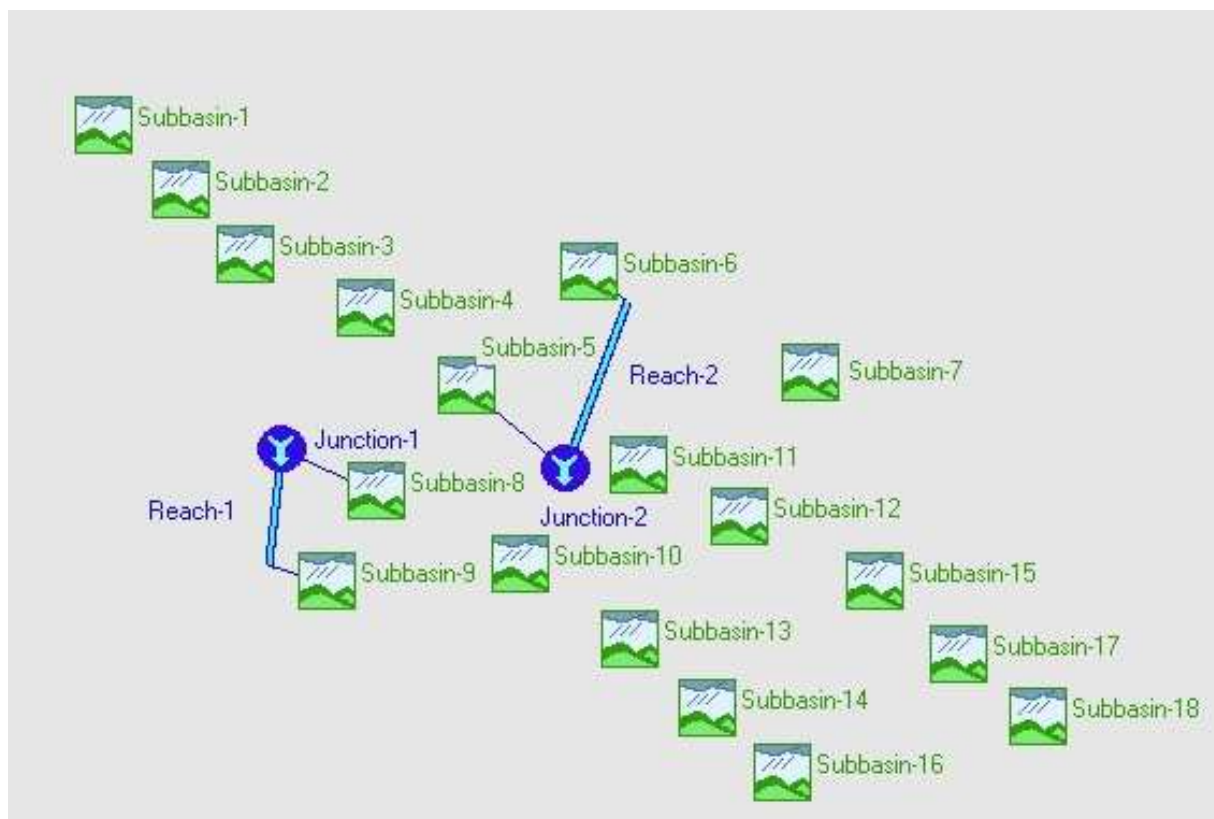
Calcolo della portata di progetto e dei relativi idrogrammi alla chiusura di ogni sottobacino.

Il codice di calcolo HEC HMS fornisce una valutazione delle portate di progetto valida dal punto di vista idrologico, ossia in dipendenza dei caratteri morfometrici dei bacini in esame e delle caratteristiche pluviometriche. Si deve ritenere, a questo proposito, che lo ietogramma di progetto adottato sia cautelativo in quanto più gravoso dell'ipotesi, tipica del metodo razionale, d'uniforme intensità di precipitazione per tutta la durata della pioggia. La procedura è pertanto da ritenersi affidabile, a fronte dei metodi disponibili.

La rete idraulica utilizzata dal modello di calcolo completa delle gerarchie dei sottobacini viene individuata nell'elaborato n°2 del presente studio. Nel seguito si riporta una schematizzazione concettuale della simulazione effettuata

In conclusione il modello HEC HMS fornisce gli idrogrammi completi sia dei sottobacini che dell'intero bacino di interesse, nelle seguenti tabelle si riportano i valori di portata in corrispondenza del picco di piena in funzione del tempo di pioggia scelto e del tempo di ritorno relativi alle sezioni di chiusura di interesse per le successive verifiche idrauliche.

Con riferimento alla precedente immagine si ha:

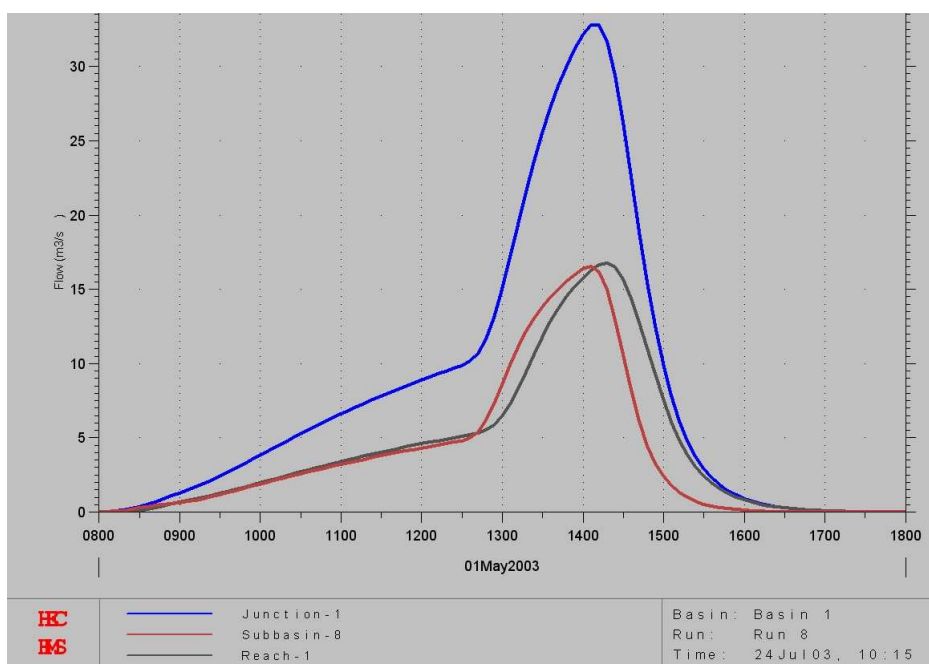


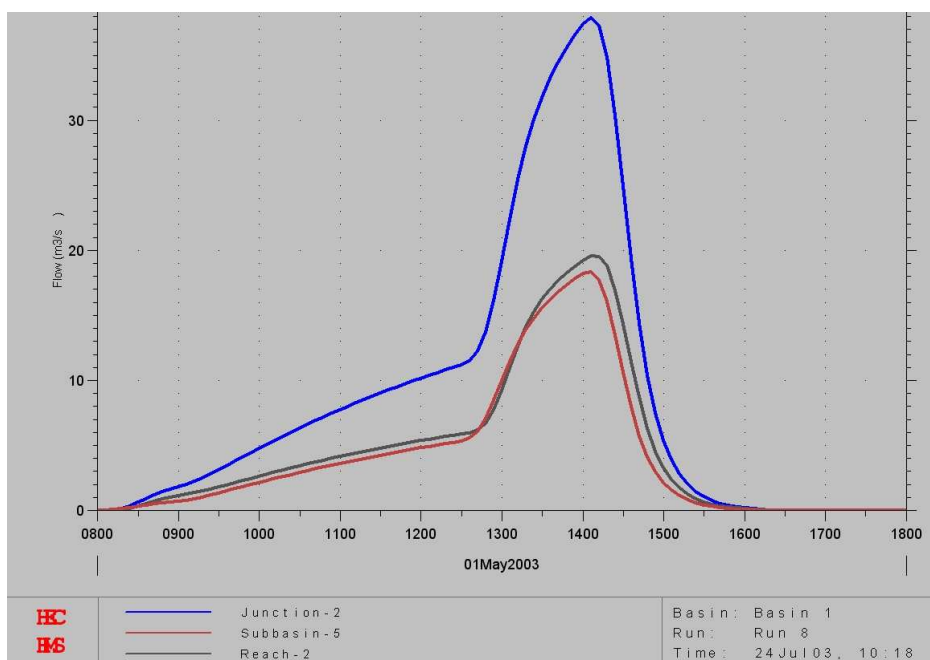
3.3.2.5 PORTATE DEL MODELLO AFFLUSSI DEFLUSSI

(subbasin n°= BFEN N°)

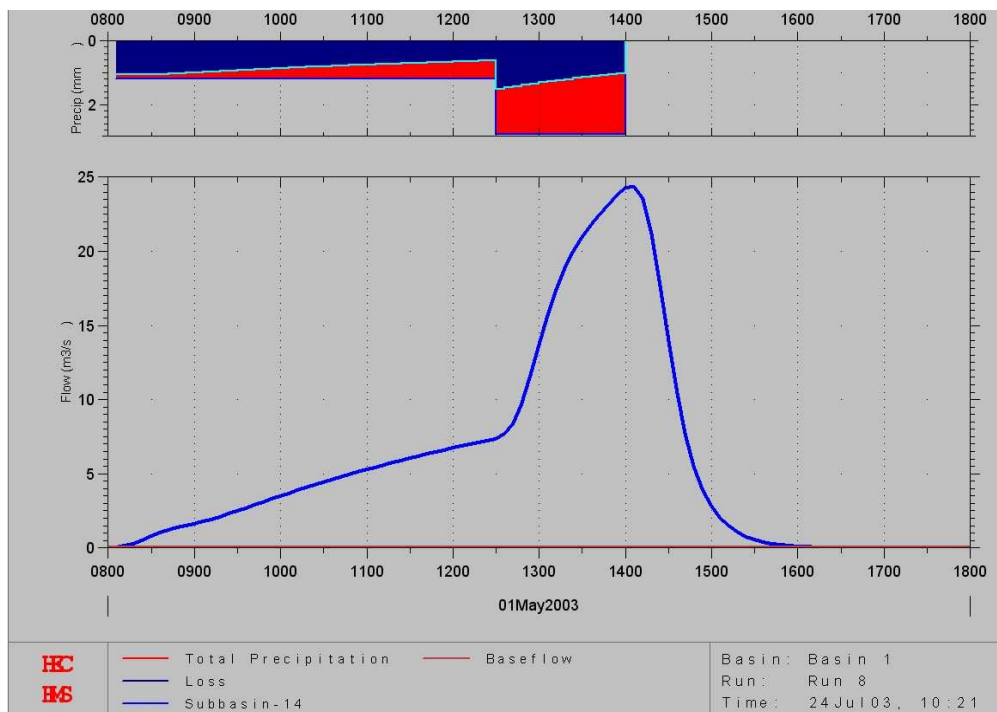
Single Bacini	tr 100 anni	tr 200 anni	tr 500 anni
Subbasin-1	1.0	1.1	1.3
Subbasin-2	1.0	1.1	1.3
Subbasin-3	3.0	3.5	4.1
Subbasin-4	1.0	1.1	1.3
Subbasin-6	17.2	19.6	23.0
Reach-2	17.1	19.6	22.9
Subbasin-5	15.9	18.3	21.6
Junction-2	33.0	37.9	44.5
Subbasin-7	.52	.59	.70
Subbasin-9	14.7	16.8	19.6
Reach-1	14.6	16.7	19.6
Subbasin-8	14.4	16.5	19.5
Junction-1	28.6	32.8	38.6
Subbasin-10	13.1	15.1	17.8
Subbasin-11	2.6	3.0	3.5
Subbasin-12	20.4	23.4	27.5
Subbasin-13	13.0	14.9	17.5

Single Bacini	tr 100 anni	tr 200 anni	tr 500 anni
Subbasin-14	21.3	24.3	28.6
Subbasin-15	0.96	1.1	1.3
Subbasin-16	32.7	37.6	44.2
Subbasin-17	15.4	17.7	20.9
Subbasin-18	.37	.43	.51
Subbasin-1	1.0	1.1	1.3
Subbasin-2	1.0	1.1	1.3
Subbasin-3	3.0	3.5	4.1
Subbasin-4	1.0	1.1	1.3
Subbasin-6	17.2	19.6	23.0
Reach-2	17.1	19.6	22.9
Subbasin-5	15.9	18.3	21.6
Junction-2	33.0	37.9	44.5
Subbasin-7	0.52	0.59	0.70
Subbasin-9	14.7	16.8	19.6
Reach-1	14.6	16.7	19.6





Nelle precedenti immagini sono riportati gli andamenti temporali delle portate in ingresso ed in uscita ai nodi (Junction) dove gli idrogrammi in uscita dai sottobacini o dai rami (reach) di propagazione vengono sommati. Nel seguito un esempio per il bacino 1 di precipitazione con perdite iniziali pari a 7 mm e di idrogramma di piena conseguentemente prodotto. (tempo di ritorno di riferimento 200 anni).



3.3.3 ADOZIONE DEI VALORI DI PORTATA PER LE SUCCESSIVE VERIFICHE

Il valore finale delle portate utilizzate per lo studio si assume mediando ed interpretando tutti i valori calcolati in precedenza con i diversi metodi proposti: Nel seguito si riporta per chiarezza una tabella riassuntiva dei valori adottati in sede di verifica: Si segnala che i risultati relativi al modello afflussi deflussi sono inferiori a quelli calcolati con il metodo razionale di un 20-30%. Pertanto risultando i secondi in generale più cautelativi risulteranno quelli adottati.

SIGLA BACINO	Portata (m ³ /s) per tempo di ritorno 100 anni	Portata (m ³ /s) per tempo di ritorno 100 anni	Portata (m ³ /s) per tempo di ritorno 100 anni
FEN 01	1.8	1.9	2.1
FEN 02	1.8	1.9	2.1
FEN 03	4.8	5.2	5.7
FEN 04	1.7	1.8	2.0
FEN 05	20.0	21.6	23.7
FEN 06	20.1	21.8	23.9
FEN 07	1.0	1.1	1.1
FEN 08	18.3	19.7	21.7
FEN 09	15.1	16.4	18.0
FEN 10	16.8	18.2	20.0
FEN 11	4.3	4.6	5.1
FEN 12	3.4	3.7	4.0
FEN 13	2.4	2.6	2.8
FEN 14	25.5	27.6	30.3
FEN 15	1.6	1.7	1.9
FEN 16	5.1	5.5	6.1
FEN 17	20.6	22.2	24.4
FEN 18	0.7	0.7	0.8
FEN 5+6	36.0	38.9	42.8
FEN 08+09	34.2	37.0	40.7

Per quanto riguarda la determinazione dei valori di massima piena per il Torrente Chisone si ritengono valide le assunzioni idrologiche fatte in sede di redazione del piano di bacino del Torrente Chisone (Martina, Visconti, Anselmo, Zanella, Terzolo 2000) che risultano certamente valide nel caso in esame.

I valori di portata riportati nel suddetto piano di bacino sono stati desunti utilizzando il modello ideologico hec1 che consente di simulare l'idrogramma di deflusso da un bacino in risposta ad un afflusso meteorico sufficientemente intenso. La simulazione della piena è effettuata

sintetizzando le risposte idrografiche di unità areali del bacino o sottobacini a caratteristiche fisiche e meteorologiche omogenee. Tale approccio modellistico risulta equivalente in termini di potenzialità di calcolo a quello adottato nel presente lavoro. In conclusione per il comune di Fenestrelle si ha:

Descrizione	Area (km ²)	Tempo di ritorno 20(anni)	Tempo di ritorno 100 (anni)	Tempo di ritorno 200 (anni)	Tempo di ritorno 500 (anni)
T. Chisone a Fenestrelle	163.4	249	416	489	532
T. Chisone all'ingresso nella piana di Depot	175.1	266	442	518	540

4 STUDIO IDRAULICO

4.1 L'ASSETTO GEOMETRICO DELL'ALVEO E CARATTERE GENERALE DEI CORSI D'ACQUA

Lo studio dei rii del comune ha comportato la definizione dei manufatti oggetto di studio e di quei tratti di corso d'acqua che necessitano di una completa modellazione, nel caso in esame e con riferimento alla planimetria dei nodi critici (tavola 3) si osserva che ogni manufatto è stato siglato con la sigla MFEN n°. Il rio del Puy e gli attraversamenti più importanti sul Chisone sono stati modellati in moto permanente, parimenti modellato risulta l'attraversamento della SS23 da parte del rio del Pinè MFEN04 ed il rio della Draja in corrispondenza dell'abitato di Mentoulles MFEN 26 e 27. I restanti manufatti trattandosi per lo più di scolarari o tubazioni rientrano nell'ambito delle verifiche effettuate in moto uniforme.

Per ciascun modello si sono inserite le opportune sezioni a monte ed a valle dei manufatti al fine di descrivere compiutamente il comportamento idraulico degli stessi.

4.2 METODO DI CALCOLO IN MOTO PERMANENTE

Il problema idraulico consiste nel calcolo del profilo liquido corrispondente all'assegnata portata di piena.

Lo schema di calcolo adottato è quello del moto permanente, che consente di considerare la variazione graduale delle sezioni d'alveo e la presenza di manufatti, restringimenti e rapide variazioni di sezione.

La determinazione del profilo di moto permanente è realizzata utilizzando il codice HECRAS "River Analysis System" Versione 3.1.1 (U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center).

Il calcolo del profilo idraulico della corrente avviene in condizioni di moto unidimensionale gradualmente vario a portata costante, mediante la risoluzione delle equazioni di bilancio energetico; il codice applicato consente anche di calcolare rapide variazioni di profilo (dovute alla presenza d'ostacoli al deflusso, restringimenti di sezione, passaggio di stato di una corrente).

Le elaborazioni relative ai rii in esame sono riportate in allegato al termine della relazione. il significato dei dati riportati nelle tabelle risulta il seguente:

River Sta = codice della sezione d'elaborazione. La numerazione procede in ordine decrescente da monte a valle. Per il posizionamento delle sezioni si può far riferimento alla tavola di ubicazione delle sezioni oltre che ai tabulati allegati.

Qtotal	=	portata di calcolo
Min Ch El	=	quota di fondo alveo
W.S. Elev.	=	altezza idrometrica calcolata
E.G. Slope	=	pendenza motrice
Vel Chnl	=	velocità di deflusso
Froude # Chl	=	numero di Froude della corrente
Area	=	sezione interessata dal deflusso
Top Width	=	larghezza pelo libero in sommità
Lenght Chnl	=	distanza tra le sezioni

4.3 LE CONDIZIONI AL CONTORNO

Le ipotesi di calcolo (comuni a tutte le elaborazioni effettuate) relative alle condizioni al contorno introdotte nei modelli di simulazione numerica di moto permanente sono le seguenti: portate al colmo costanti in tutti i tratti studiati sulla base dei valori adottati ed in corrispondenza ai tempi di ritorno indicati.

altezze idrometriche utilizzate come condizioni iniziali nelle sezioni a monte ed a valle calcolate in condizioni di moto uniforme indisturbato.

4.4 COEFFICIENTE DI SCABREZZA

In condizioni di rilievo e cautelativamente anche in condizioni di progetto, il coefficiente di scabrezza (n di Manning) risulta variabile tra alveo e sponda: in alveo e posto pari a $0,04 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$ corrispondente ad una c di Strickler di $25 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ che nella già citata direttiva sui criteri di compatibilità idraulica corrisponde ad una condizione di corso d'acqua minore con fondo alveo in prevalenza di ghiaia e ciottoli vegetazione erbacea ed alveo con irregolarità.

Sulle sponde, in golena o paleo alvei (quando presenti) si ha una n di Manning pari a $0,05 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$ corrispondente ad una c di Strickler di $20 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$.

Le scelte effettuate appaiono le più rispondenti alle varie situazioni riscontrate. Per il Torrente Chisone la simulazione risulta certamente cautelativa in termini di scabrezza.

4.5 VALUTAZIONE DEL TRASPORTO SOLIDO POTENZIALE

La valutazione del possibile apporto in termini di trasporto solido di corsi d'acqua a carattere torrentizio alpino, quali quelli oggetto di studio, risulta di estrema complessità, sia per il gran numero di parametri in gioco e per l'estrema difficoltà a darne una corretta valutazione, sia per il carattere discontinuo dei fenomeni, legati a processi di monte e alle condizioni dei bacini tributari; nel presente studio pertanto si è tralasciata una trattazione teorica di tali fenomeni, valida ai fini accademici ma di difficile applicabilità nella pratica.

Tuttavia, con riferimento alle indicazioni fornite dalla Regione Piemonte a seguito degli eventi alluvionali del settembre 1993 e del novembre 1994, valide per i corsi d'acqua minori, i livelli calcolati vanno incrementati di un termine pari ad 1/3 del tirante idrometrico, riservando in pratica al trasporto solido una quota di sezione pari ad 1/3 della sezione necessaria per il deflusso della portata idrologica.

Per la definizione delle considerazioni finali sui risultati ottenuti si è quindi tenuto conto qualitativamente dei reali livelli idraulici di riferimento.

Tale assunzione, pur grezza nella sua applicazione, consente di effettuare alcune considerazioni nella pratica, altrimenti difficilmente realizzabili.

4.6 LE VERIFICHE IN MOTO UNIFORME

Le verifiche in moto uniforme si faccia riferimento alla seguente formulazione proposta da Chezy.

$$u = X \cdot \sqrt{(R_m \cdot i_f)}$$

ovvero:

$$Q = u \cdot \Omega = X \cdot \Omega \cdot \sqrt{(R_m \cdot i_f)}$$

dove:

u = è la velocità in m/s;

Ω = è la sezione di deflusso in m²

R_m = è il raggio idraulico in m

i_f = è la pendenza della sezione considerata

X = C R_m^{1/6} adottando la scabrezza di Strickler C (m^{1/3} s⁻¹)

Le sezioni hanno di volta in volta forma rettangolare, trapezia o circolare per i tratti intubati e pertanto verranno nel seguito fornite per ciascuno dei manufatti interessati le scale di deflusso sulla base delle quali è possibile desumere se il manufatto sia in grado di smaltire le portate di progetto.

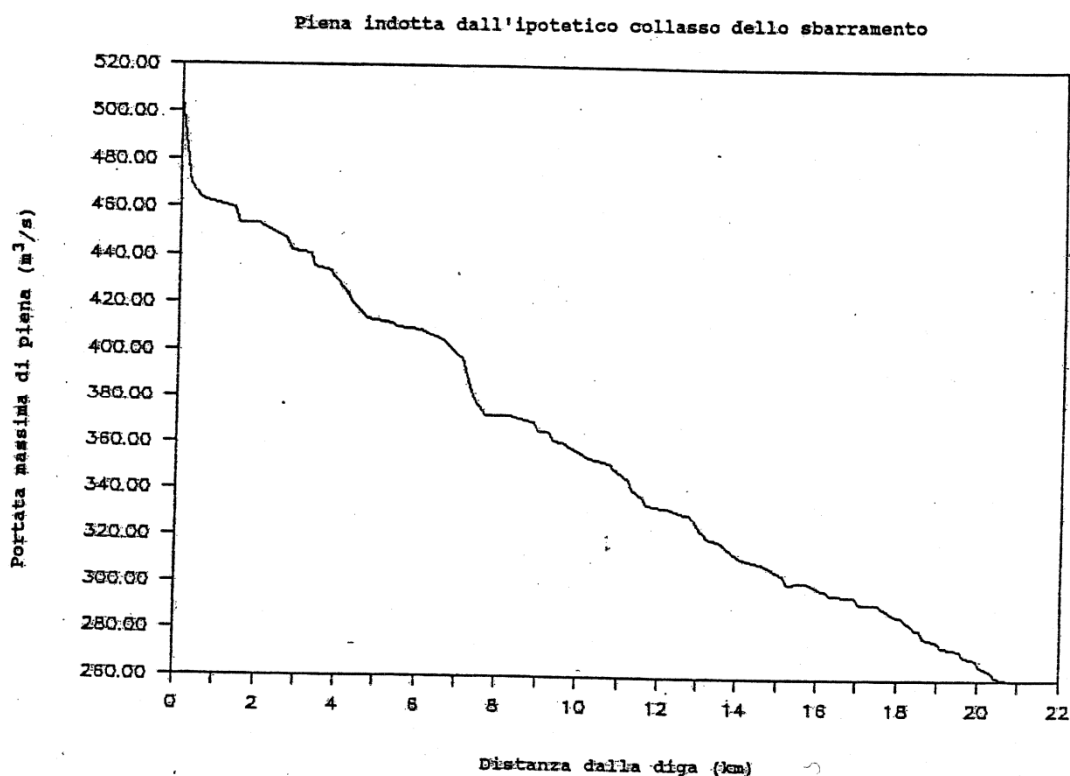
5 ANALISI DEGLI INVASI

In base alle richieste inoltrate dalla Comunità Montana al settore Difesa del Suolo della Regione Piemonte è stato possibile visionare lo studio sul Dam Break del bacino di Pourrieres .

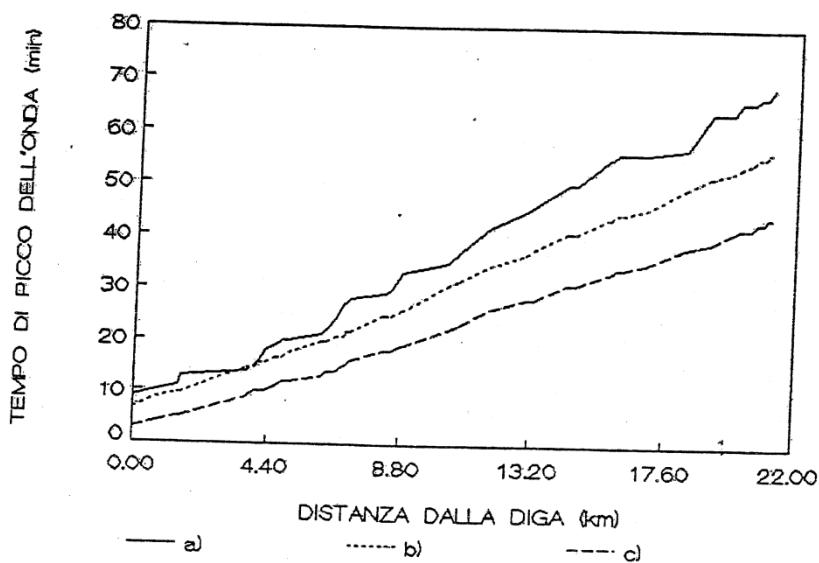
Titolare dell'impianto è la società ENERGIE Spa e la Perizia Tecnica Definitiva ai sensi del Regolamento Regionale 9/11/04 n° 12/R è stata redatta nell'ottobre 2005. Lo specifico studio di Dam Break allegato alla perizia risulta redatto da Hydrodata ancora nel Luglio 1991.

Senza entrare nel merito dei calcoli effettuati si prende atto dello studio redatto e si riporta in allegato (appendice C) la copia della perimetrazione dell'area esondabile che è stata redatta in scala 1:20000 a partire da Pourriere sino a Perosa Argentina. La scala del disegno, la base utilizzata e la precisione dell'analisi effettuata non consentono di confrontare significativamente le aree esondabili riportate con le perimetrazioni delle carte di individuazione dei dissesti legati alla dinamica torrentizia dove comunque sono state rappresentate.

Per quanto attiene ai valori di portata rilasciati ed ai tempi di percorrenza dell'onda di piena in caso di rottura dello sbarramento si riportano nel seguito due grafici sintetici e rappresentativi desunti dal suddetto studio. Il primo rappresenta il valore di portata al picco in funzione della distanza dal Dam Break



ed un secondo diagramma riporta il tempo intercorso dal Dam Break e l'arrivo dell'onda di piena in funzione della distanza dalla diga



Legenda:

- a) Piena artificiale connessa con la manovra di apertura della paratoia piana di sghiaiamiento.
- b) Piena artificiale connessa con la manovra di apertura della paratoia a settore.
- c) Piena indotta dall'ipotetico collasso dello sbarramento.

Tempi di picco delle onde di piena in funzione della distanza dalla diga.

si ritiene comunque segnalare i seguenti dati salienti: la portata di massima piena di rottura risulta di 506 m³/s, già dopo 1 km dall'invaso (ovvero all'ingresso nelle gorge di Usseaux) è ridotta a circa 460 m³/s che risulta comparabile con la piena cinquecentennale adottata nel presente studio; a valle della confluenza con il rio di Usseaux risulta analoga alla piena duecentennale e successivamente inferiore a questa pertanto vista la profondità d'analisi del presente studio si può affermare che l'area perimetrata sulle tavole di individuazione dei dissesti legati alla dinamica torrentizia siano comprensive e cautelative rispetto all'eventuale evento di rottura.

6 ANALISI DEI RISULTATI

Le analisi idrauliche effettuate hanno consentito di individuare le maggiori criticità idraulica lungo i Rii minori e sul Chisone; nella tavola grafica allegata sono riportate le aree potenzialmente esondabili e la classificazione relativa al dissesto secondo la simbologia del PAI; sono indicate inoltre le principali direzioni di esondazione e segnalati i manufatti interferenti con i deflussi calcolati.

Il lavoro svolto è da intendersi a supporto degli studi geologici in corso da parte del Dott. Zanella e propedeutici alla redazione della "Carta di Sintesi della pericolosità urbanistica"; a tal fine i risultati dello studio idraulico realizzato sono stati interpretati ed integrati alla luce degli studi geomorfologici redatti.

In sintesi i risultati emergenti dalle valutazioni effettuate sono i seguenti:

6.1 TORRENTE CHISONE

Nel tratto a monte dell'abitato di Fenestrelle, il corso d'acqua risulta generare condizioni di rischio areale molto elevato sulla maggior parte del fondo valle.

In corrispondenza di Fenestrelle l'alveo risulta meno incassato e pertanto lo sviluppo del rischio areale si differenzia.

L'attraversamento MFEN03 secondo le verifiche idrauliche svolte risulta non verificato, tale manufatto, è stato recentemente allargato con l'aggiunta di una luce in sinistra e da una golena esondabile in destra. Le presenti assunzioni di portata oltre che le risultanze modellistiche dedotte dalla nuova geometria indicano che, sebbene l'intervento realizzato abbia migliorato la situazione precedente, il ponte può comunque dare luogo ad esondazione in sponda destra e sinistra; sebbene per la conformazione stessa dell'intervento realizzato l'esondazione verso destra sia maggiormente favorita, l'esondazione in sinistra non è da escludersi completamente e tale esondazione può imboccare un paleo alveo antropizzato definendo un'area a rischio elevato sulla sponda sinistra in corrispondenza dell'abitato. L'area interessa alcune abitazioni situate in posizione altimetrica tale da poter essere interessate da eventi di piena estremi, nella fascia compresa tra la sponda e la base del versante. Ove si risolvesse completamente l'esondazione in corrispondenza del manufatto MFEN03 permanerebbe comunque un rischio medio moderato per esondazione diretta del Chisone sul paleoalveo.

A valle dell'abitato di Fenestrelle si segnala comunque un rischio moderato per la sponda destra all'ingresso della piana di Depot mentre buona parte della piana risulta interessata da rischio molto elevato se si esclude il terrazzo in sponda destra poco a monte dell'abitato di Chambons. Nel tratto compreso tra l'abitato di Granges e la suddetta piana il torrente risulta occupare una vasta porzione di fondo valle, sul quale comunque non sono presenti insediamenti insistenti direttamente sul corso d'acqua.

A valle di Granges il corso d'acqua risulta più o meno inciso occupando conseguentemente aree più o meno estese, tuttavia i concentrici risultano ubicati a quote tali da non essere interessati dalle piene di Chisone.

Lungo il corso del torrente vi sono numerosi attraversamenti in particolare quelli in Frazione Depot, centrale idroelettrica e Granges non risultano verificati, in particolare Granges potrebbe generare esondazione in sinistra da cui la definizione di area a pericolosità medio moderata riportata.

Si evidenzia infine che la classificazione del livello di dissesto su tutto il tratto del torrente è fortemente condizionata non solo dai fenomeni di allagamento valutabili con la modellistica idraulica, ma anche, ed in alcuni casi principalmente, da fenomeni di dinamica torrentizia.

6.2 RETE MINORE

Considerazioni relative al trasporto solido in condizioni di debris flow esulano dalle successive considerazioni di carattere prettamente idraulico con trasporto solido di natura ordinaria.

Per tutti i rii considerati la classificazione del dissesto risulta di tipo lineare molto elevata (Eel).

Per quanto riguarda i rii laterali affluenti di Chisone a partire da monte si ha:

6.2.1 IMPLUVI A MONTE DEL RIO DEL PINÈ.

Interessano in realtà la sola SS23 per ognuno si è svolta la verifica idraulica e si riassume che non sussistono problemi di natura idraulica rilevanti se non il fatto che i manufatti di attraversamento risultano non verificati in quanto non consentono lo smaltimento delle portate di massima con un adeguato franco idraulico per tempo di ritorno dei 200 anni. Tale condizione di per se risulta rischiosa per esempio in caso di presenza di ingente trasporto o materiale flottante che possa ostruire l'esigua luce di passaggio e pertanto consentire alle acque di interessare il piano viario.

6.2.2 RIO DEL PINÈ

Il rio presenta un dissesto di tipo lineare molto elevato almeno fino all'intersezione con la statale 23. Dal punto di vista idraulico il manufatto di attraversamento risulta verificato non generando problemi idraulici in corrispondenza del manufatto stesso. Desta maggiore attenzione la verifica idraulica relativa alla sezione a valle del suddetto attraversamento, la quale risulta molto più sfavorita; a monte del campeggio infatti in rio diventa un fosso che attraversa i prati, con sezione non in grado di contenere gli afflussi con potenziale rischio di esondazione su tutta l'area tale criticità risulta segnalata come MFEN 05. Il rio nel tratto risulta indicato come tombinato in considerazione del fatto che la rete fognaria bianca al momento raccoglie (con grave insufficienza) le acque del rio stesso; in conclusione si ritiene che dal punto di vista idraulico sussistano elevate condizioni di rischio a valle dell'attraversamento della SS23 in quanto non risultano contenute le acque del rio. La perimetrazione areale del dissesto dipende tuttavia da considerazioni morfologiche dell'intera area.

6.2.3 IMPLUVI COMPRESI TRA RIO DEL PINÈ E RIO DEL PUY

Permane incerta la modalità di raccolta delle acque di ruscellamento superficiali, non vi sono evidenti incisioni, tuttavia si ritiene che solo i possibili afflussi in condizioni di massima precipitazione possano essere in grado di generare disagi localizzati, vista la notevole estensione di versante a tergo del Cimitero.

6.2.4 RIO DEL PUY

Il grado di dissesto del rio risulta molto elevato sino a valle della sezione apicale; tale situazione si riscontra a causa delle portate e delle pendenze accentuate, nel concentrico, la presenza di molti interventi di consolidamento delle sponde, la riduzione delle pendenze e le verifiche idrauliche effettuate fanno ritenere che il dissesto si riduca alla classe Ebl (elevato). Dalle verifiche idrauliche svolte si osserva che la sezione apicale presenta una altezza delle sponde di circa 2 m e pertanto risulta soggetta ad esondazione anche per le sole portate liquide con tiranti anche notevoli sulla sponda; considerato il trasporto solido si può stimare un livello sulla sezione in apice pari a circa 3.5 m in condizioni di piena. Tale dato è causato dal fatto che la sezione apicale risulta stretta e l'influenza di tale restringimento giunge al più fino all'intersezione con la statale 23. In corrispondenza delle sezioni del ponte sulla SS23 la larghezza delle sezioni risulta di 7 –8 m circa e tale attraversamento per la sua conformazione convoglia le acque all'interno dell'alveo. Le risultanze modellistiche indicano che da tale sezione verso valle i livelli sono comunque contenuti nella sezione corrente, sebbene le velocità siano notevoli e taluni manufatti risultino non verificati in franco idraulico; tali manufatti tuttavia sono in grado di smaltire la massima piena.

Dal punto di vista idraulico pertanto non sussistono problemi gravi se si esclude la possibilità di intasamenti o trasporto elevato che possano ridurre le sezioni utili di deflusso che in taluni casi appaiono solo sufficienti. Si considera infine che gli attraversamenti ed i tratti del rio che risultano comunque coperti sono notevoli come estensione all'interno del concentrico; tale situazione sebbene dal punto di vista idraulico sia al limite della compatibilità va comunque attentamente considerata come possibile dissesto lineare (sottoscalzamenti dei muri e possibili riduzioni di sezione).

6.2.5 IMPLUVIO IN CORRISPONDENZA DEI TORNANTI DI FENESTRELLE

Interessa prevalentemente la SS23, è un bacino certamente di limitata estensione per lo più privo di deflussi ma che può creare esondazioni localizzate a causa dei restringimenti e degli attraversamenti cui è sottoposto; in particolare in corrispondenza del manufatto MFEN 12 si segnala una grave situazione di ostruzione che può permettere al rio stesso di invadere la carreggiata della strada comunale ed eventualmente le abitazioni limitrofe.

6.2.6 RII IN SPONDA DESTRA TRA FENESTRELLE E GRANGES

Sono 4 differenti rii il Cristove raggiunge il Chisone nei pressi della centrale idroelettrica, presenta un dissesto elevato a causa delle forti pendenze e dell'estensione ragguardevole che porta a valori di portata elevate. Il ponte di attraversamento risulta in grado di smaltire le portate di massima piena sebbene non presenti un franco idraulico adeguato. Così si può dire per le difese di sponda presenti nel tratto a monte della confluenza.

Il rio delle verghe non presenta problemi evidenti dal punto di vista idraulico anche a seguito degli importanti interventi effettuati, tali interventi comunque non limitano l'importanza del dissesto che tiene conto dell'acclività dell'asta e delle portate di una certa importanza.

Per quanto riguarda il rio di Chambons, risulta un impluvio non chiaramente definito e poco inciso. Soprattutto in condizioni di massimo afflusso, vi è la possibilità di esondazione sui prati a tergo dell'abitato.

Il rio Corbiera a tergo dell'abitato di Granges presenta una sezione apicale verificata dal punto di vista idraulico e del trasporto solido computato come sovrizzo di 1/3 dei livelli. Il manufatto di attraversamento presente risulta verificato.

6.2.7 RII IN SPONDA SINISTRA TRA FENESTRELLE E MENTOULLES

Non sussistono problemi particolari se non possibili disagi locali sulla viabilità a seguito di ostruzioni delle luci di deflusso che talvolta non sono pienamente verificate. In corrispondenza dell'abitato di Depot l'attraversamento della SS23 risulta non verificato.

6.2.8 RIO DELLA DRAJA

Si segnala un dissesto molto elevato dovuto alla pendenza dell'asta ed alla notevole portata. La sezione apicale sottoposta a verifica risulta possedere una altezza di sponda (in sinistra) di solo 1.5 m e pertanto risultano possibili esondazioni su tale sponda; considerato il trasporto solido i tiranti residui sulla sponda risultano nell'ordine di 1 m.

Per quanto riguarda i manufatti interferenti, maggiormente critico appare il manufatto MFEN 26 che trovandosi inoltre nella parte più alta dell'abitato può generare una esondazione localizzata nell'area.

6.3 TABELLE RIASSUNTIVE DEI FRANCHI IDRAULICI

Sulla base delle precedenti considerazioni sul trasporto solido e secondo la vigente normativa quale la direttiva “Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B”; si richiede che il franco minimo tra quota di massima piena di progetto (comprensiva del trasporto solido) e quota d'intradosso del ponte sia pari a 0,5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a 1,00 m.

L'altezza cinetica della corrente é pari a:

$$h_{cin} = \alpha \cdot \frac{V^2}{2g}$$

dove:

V = velocità media della corrente m/s (valore desunto dalle tabelle allegate)

α = coefficiente di ragguglio per tenere conto della non uniforme distribuzione della velocità nella sezione; a favore di sicurezza si assume $\alpha = 1,2$.

La quota di intradosso è stata definita dal rilievo e compare a seconda delle tabelle o in quote assolute oppure relative considerata a 0 la quota di fondo. Per i ponti ad arco si definisce una altezza equivalente di intradosso definita sul compenso delle aree tra sezione ad arco e rettangolare.

Per ciascuno dei manufatti definiti nella tavola delle criticità si riportano pertanto le seguenti tabelle riassuntive

Per quanto riguarda le tubazioni non si è considerato il sovrizzo di 1/3 dei livelli ma un incremento di 1/3 del riempimento per il trasporto solido. In ogni caso le tubazioni non possono ritenersi verificate come gli attraversamenti (ovvero con franco di almeno 1 m) trattandosi quasi sempre di diametri piuttosto ridotti. Di conseguenza il franco non nullo sul riempimento accettabile per tali tubazioni non è garanzia di verifica positiva. Per tubazioni di grosso diametro il franco viene calcolato con lo stesso accorgimento utilizzato per i ponti ad arco.

MFEN 01

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello complessivo del Trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (m)	Franco esistente (m)
1160	0.62	0.82	1.00	1	0.18
1160	0.65	0.86	1.00	1	0.14
1160	0.70	0.93	1.00	1	0.07

MFEN 02

quota di fondo (msm)	livello (m)	Riempimento h/D %	riempimento maggiorato per trasporto solido %	riempimento accettabile %	Franco esistente sul riempimento accettabile %
1155	0.48	48%	64%	80%	16%
1155	0.51	51%	68%	80%	12%

1155	0.53	53%	70%	80%	10%
------	------	-----	-----	-----	-----

MFEN03 (il franco negativo indica che il livello risulta maggiore dell'intradosso)

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del Trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso parte ad arco (msm)	Franco esistente (m)	Quota intradosso parte piana (msm)	Franco esistente (m)
1154.21	1159.55	1161.31	1.00	1156.33	-4.98	1157.5	-3.81
1154.21	1159.84	1161.70	1.00	1156.33	-5.37	1157.5	-4.20
1154.21	1160.06	1161.99	1.00	1156.33	-5.66	1157.5	-4.49

MFEN04

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del Trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1172.62	1172.91	1173.01	1.00	1174.62	1.61
1172.62	1172.93	1173.03	1.00	1174.62	1.59
1172.62	1172.95	1173.06	1.00	1174.62	1.56

MFEN05 (non si tratta di un manufatto ma di una sezione fortemente insufficiente)

MFEN06

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del Trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1166.54	1167.47	1167.78	1.00	1172.74	4.97
1166.54	1167.52	1167.84	1.00	1172.74	4.90
1166.54	1167.59	1167.94	1.00	1172.74	4.81

MFEN07

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del Trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1165.49	1166.78	1167.21	1.00	1168.09	0.88
1165.49	1166.84	1167.29	1.00	1168.09	0.80
1165.49	1166.92	1167.39	1.00	1168.09	0.69

MFEN08

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del Trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1164.24	1165.96	1166.53	8.03	1167.38	0.85
1164.24	1166.02	1166.61	8.05	1167.38	0.77
1164.24	1166.10	1166.71	8.06	1167.38	0.67

MFEN09

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del Trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1163.1	1164.33	1164.74	1.00	1165.50	0.77
1163.1	1164.41	1164.84	1.02	1165.50	0.66
1163.1	1164.52	1164.99	1.04	1165.50	0.51

MFEN10 (il franco negativo indica che il livello risulta maggiore dell'intradosso)

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del Trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1161.06	1163.26	1163.99	1.00	1164.20	0.21
1161.06	1163.37	1164.13	1.00	1164.20	0.06
1161.06	1163.52	1164.33	1.00	1164.20	-0.13

MFEN11 (il franco negativo indica che il livello risulta maggiore dell'intradosso)

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del Trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1158.15	1159.56	1160.03	1.17	1160.15	0.12
1158.15	1159.63	1160.12	1.22	1160.15	0.03
1158.15	1159.71	1160.22	1.28	1160.15	-0.08

MFEN12

quota di fondo (msm)	livello m	riempimento h/D	riempimento accettabile (m)	Franco esistente sul riempimento accettabile (m)
1139	H>D	-	80%	-
1139	H>D	-	80%	-
1139	H>D	-	80%	-

MFEN13

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del Trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1139	0.28	0.37	1.00	0.6	0.23
1139	0.29	0.39	1.00	0.6	0.21
1139	0.31	0.41	1.00	0.6	0.19

MFEN14

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del Trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1138	0.26	0.35	1.00	3.5	3.15
1138	0.28	0.37	1.00	3.5	3.13
1138	0.29	0.39	1.00	3.5	3.11

MFEN15

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del Trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1137	0.28	0.37	1.00	1	0.63
1137	0.29	0.39	1.00	1	0.61
1137	0.31	0.41	1.00	1	0.59

MFEN16

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del Trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1101	1.54	2.05	1.00	2.5	0.45
1101	1.64	2.18	1.00	2.5	0.32
1101	1.80	2.39	1.00	2.5	0.11

MFEN17 (il franco negativo indica che il livello risulta maggiore dell'intradosso)

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del Trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1100	2.96	3.94	3.75	4	0.06
1100	3.31	4.40	4.14	4	-0.40
1100	3.51	4.67	4.36	4	-0.67

MFEN18

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del Trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1090	0.69	0.92	1.00	2.6	1.68
1090	0.74	0.98	1.00	2.6	1.62
1090	0.77	1.02	1.00	2.6	1.58

MFEN19

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del Trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1069	>0.5	-	1.00	0.5	LV>INT
1069	>0.5	-	1.00	0.5	LV>INT
1069	>0.5	-	1.00	0.5	LV>INT

MFEN20

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del Trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1065	0.38	0.51	1.00	2.1	1.59
1065	0.39	0.52	1.00	2.1	1.58
1065	0.41	0.55	1.00	2.1	1.55

MFEN21

quota di fondo (msm)	livello m	riempimento h/D	riempimento accettabile (m)	Franco esistente sul riempimento accettabile (m)
1045	H>D	-	80%	-
1045	H>D	-	80%	-
1045	H>D	-	80%	-

MFEN22 (il franco negativo indica che il livello risulta maggiore dell'intradosso)

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del Trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1164.51	1167.76	1168.83	1.00	1169.01	0.18
1164.51	1168.13	1169.32	1.00	1169.01	-0.31
1164.51	1168.34	1169.60	1.00	1169.01	-0.59

MFEN23

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del Trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1053	0.80	1.06	1.00	2.2	1.14
1053	0.84	1.12	1.00	2.2	1.08
1053	0.90	1.20	1.00	2.2	1.00

MFEN24

quota di fondo (msm)	livello (m)	Riempimento h/D %	riempimento accettabile %	Franco esistente sul riempimento accettabile %
1045	H>D	-	80%	-
1045	H>D	-	80%	-
1045	H>D	-	80%	-

MFEN25 (il franco negativo indica che il livello risulta maggiore dell'intradosso)

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del Trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1029.11	1034.46	1036.23	1.27	1034.11	-2.12
1029.11	1035.80	1038.01	1.12	1034.11	-3.90
1029.11	1039.04	1042.32	1.00	1034.11	-8.21

MFEN26 (il franco negativo indica che il livello risulta maggiore dell'intradosso)

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del Trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1047.78	1051.12	1052.22	1.00	1049.49	-2.73
1047.78	1051.28	1052.44	1.00	1049.49	-2.94
1047.78	1050.86	1051.88	1.00	1049.49	-2.39

MFEN27

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del Trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1038.25	1039.16	1039.46	1.00	1040.26	0.80
1038.25	1039.19	1039.50	1.00	1040.26	0.76
1038.25	1039.24	1039.57	1.00	1040.26	0.70

MFEN28

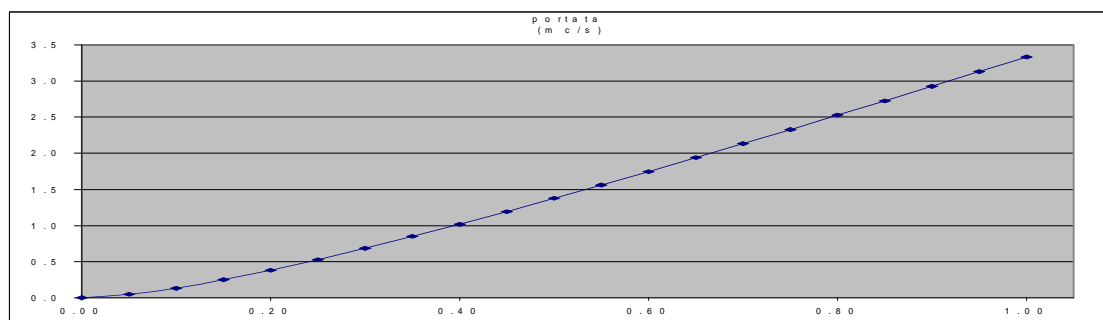
quota di fondo (msm)	livello m	riempimento h/D	riempimento maggiorato per trasporto solido	riempimento accettabile (m)	Franco esistente sul riempimento accettabile (m)
1030	0.25	25%	33%	80%	47%
1030	0.27	27%	36%	80%	44%
1030	0.28	28%	37%	80%	43%

APPENDICE B SCALE DI DEFLUSSO IN MOTO UNIFORME

**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione rettangolare FEN01**

Larghezza del fondo (m)	1.00
Pendenza (m/m)	0.03
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	40
Altezza massima dal fondo	1.00

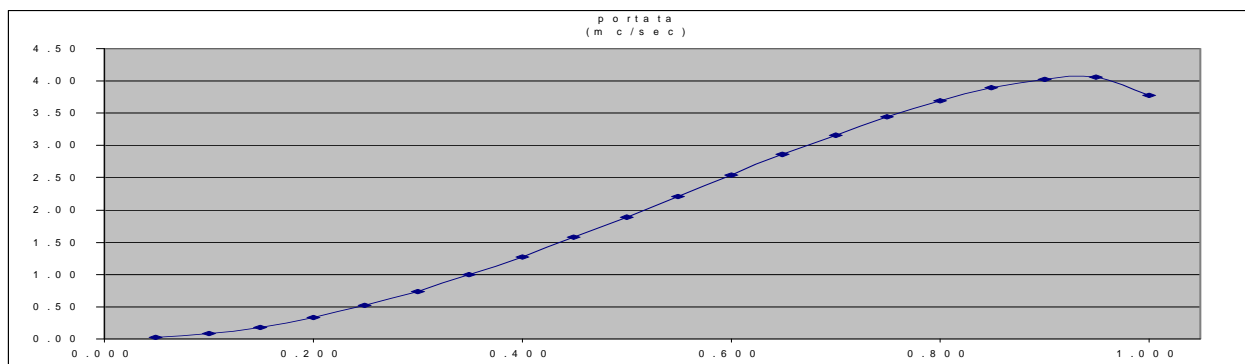
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
0.05	0.05	0.05	0.88	0.0
0.10	0.10	0.08	1.32	0.1
0.15	0.15	0.12	1.64	0.2
0.20	0.20	0.14	1.89	0.4
0.25	0.25	0.17	2.10	0.5
0.30	0.30	0.19	2.27	0.7
0.35	0.35	0.21	2.42	0.8
0.40	0.40	0.22	2.54	1.0
0.45	0.45	0.24	2.65	1.2
0.50	0.50	0.25	2.75	1.4
0.55	0.55	0.26	2.84	1.6
0.60	0.60	0.27	2.91	1.7
0.65	0.65	0.28	2.98	1.9
0.70	0.70	0.29	3.05	2.1
0.75	0.75	0.30	3.10	2.3
0.80	0.80	0.31	3.16	2.5
0.85	0.85	0.31	3.21	2.7
0.90	0.90	0.32	3.25	2.9
0.95	0.95	0.33	3.29	3.1
1.00	1.00	0.33	3.33	3.3



**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione circolare FEN02**

diametro esterno (mm)		
diametro interno (m)	=	1
pendenza (m/m)	=	0.03
C di Strickler (m ^{1/3} /s)	=	70

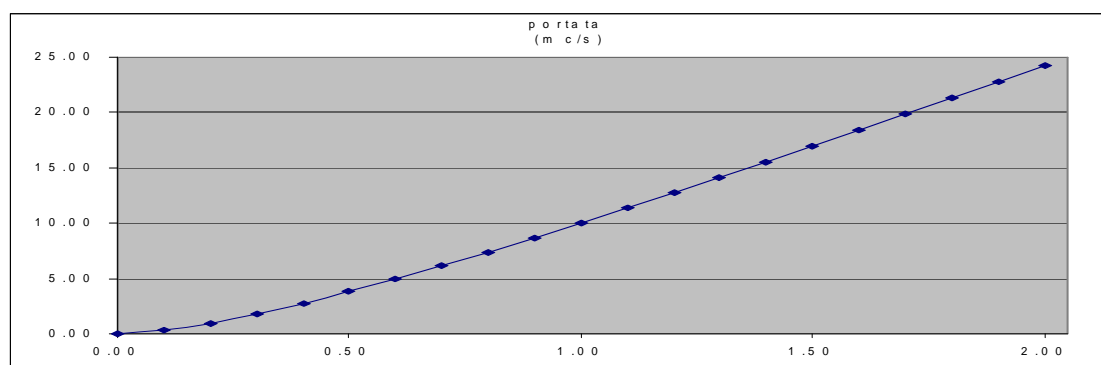
livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (mc/sec)
0.050	0.05	0.01	0.45	0.03	1.24	0.02
0.100	0.1	0.04	0.64	0.06	1.93	0.08
0.150	0.15	0.07	0.80	0.09	2.49	0.18
0.200	0.2	0.11	0.93	0.12	2.96	0.33
0.250	0.25	0.15	1.05	0.15	3.37	0.52
0.300	0.3	0.20	1.16	0.17	3.73	0.74
0.350	0.35	0.24	1.27	0.19	4.06	0.99
0.400	0.4	0.29	1.37	0.21	4.34	1.27
0.450	0.45	0.34	1.47	0.23	4.59	1.57
0.500	0.5	0.39	1.57	0.25	4.81	1.89
0.550	0.55	0.44	1.67	0.26	5.00	2.21
0.600	0.6	0.49	1.77	0.28	5.16	2.54
0.650	0.65	0.54	1.88	0.29	5.29	2.86
0.700	0.700	0.587	1.982	0.296	5.388	3.16
0.750	0.75	0.63	2.09	0.30	5.45	3.45
0.800	0.8	0.67	2.21	0.30	5.48	3.69
0.850	0.85	0.71	2.35	0.30	5.47	3.89
0.900	0.9	0.74	2.50	0.30	5.41	4.03
0.950	0.95	0.77	2.69	0.29	5.27	4.06
1.000	1	0.79	3.14	0.25	4.81	3.78



**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione rettangolare c03**

Larghezza del fondo (m)	2.00
Pendenza (m/m)	0.07
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	30
Altezza massima dal fondo	2.00

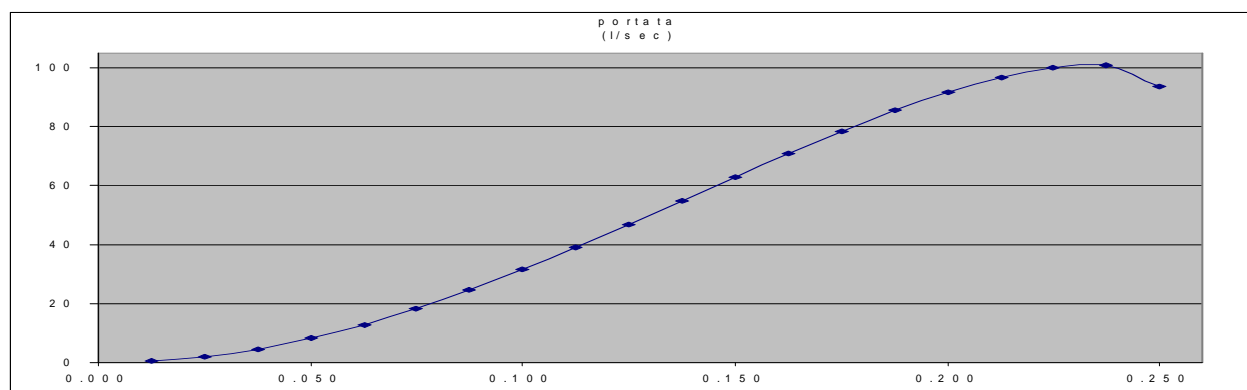
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.20	0.09	1.60	0.32
0.20	0.40	0.17	2.40	0.96
0.30	0.60	0.23	2.99	1.79
0.40	0.80	0.29	3.44	2.75
0.50	1.00	0.33	3.82	3.82
0.60	1.20	0.38	4.13	4.95
0.70	1.40	0.41	4.39	6.15
0.80	1.60	0.44	4.62	7.40
0.90	1.80	0.47	4.82	8.68
1.00	2.00	0.50	5.00	10.00
1.10	2.20	0.52	5.16	11.35
1.20	2.40	0.55	5.30	12.72
1.30	2.60	0.57	5.43	14.11
1.40	2.80	0.58	5.54	15.52
1.50	3.00	0.60	5.65	16.94
1.60	3.20	0.62	5.74	18.38
1.70	3.40	0.63	5.83	19.82
1.80	3.60	0.64	5.91	21.28
1.90	3.80	0.66	5.99	22.75
2.00	4.00	0.67	6.06	24.23



**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione circolare FEN12**

diametro esterno (mm)		
diametro interno (m)	=	0.25
pendenza (m/m)	=	0.03
C di Strickler (m ^{1/3} /s)	=	70

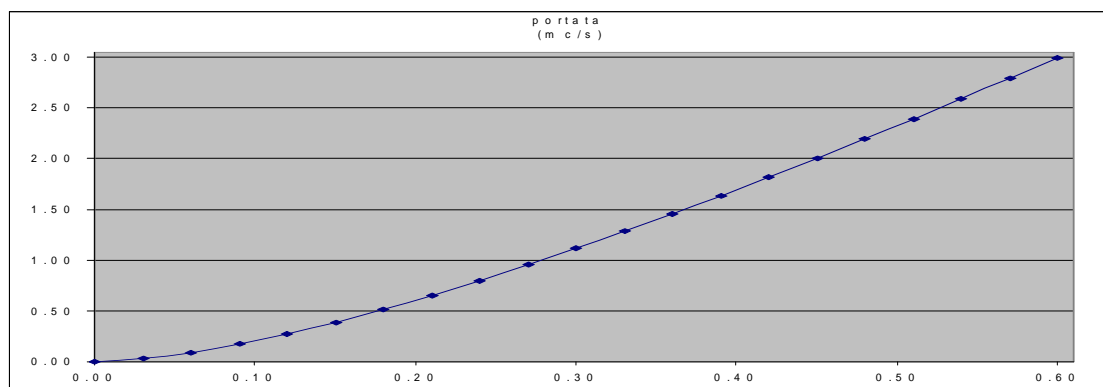
livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (l/sec)
0.013	0.05	0.00	0.11	0.01	0.49	0
0.025	0.1	0.00	0.16	0.02	0.77	2
0.038	0.15	0.00	0.20	0.02	0.99	5
0.050	0.2	0.01	0.23	0.03	1.17	8
0.063	0.25	0.01	0.26	0.04	1.34	13
0.075	0.3	0.01	0.29	0.04	1.48	18
0.088	0.35	0.02	0.32	0.05	1.61	25
0.100	0.4	0.02	0.34	0.05	1.72	32
0.113	0.45	0.02	0.37	0.06	1.82	39
0.125	0.5	0.02	0.39	0.06	1.91	47
0.138	0.55	0.03	0.42	0.07	1.98	55
0.150	0.6	0.03	0.44	0.07	2.05	63
0.163	0.65	0.03	0.47	0.07	2.10	71
0.175	0.700	0.037	0.496	0.074	2.138	78
0.188	0.75	0.04	0.52	0.08	2.16	85
0.200	0.8	0.04	0.55	0.08	2.18	92
0.213	0.85	0.04	0.59	0.08	2.17	97
0.225	0.9	0.05	0.62	0.07	2.15	100
0.238	0.95	0.05	0.67	0.07	2.09	101
0.250	1	0.05	0.79	0.06	1.91	94



**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione rettangolare FEN13**

Larghezza del fondo (m)	1.50
Pendenza (m/m)	0.03
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	40
Altezza massima dal fondo	0.60

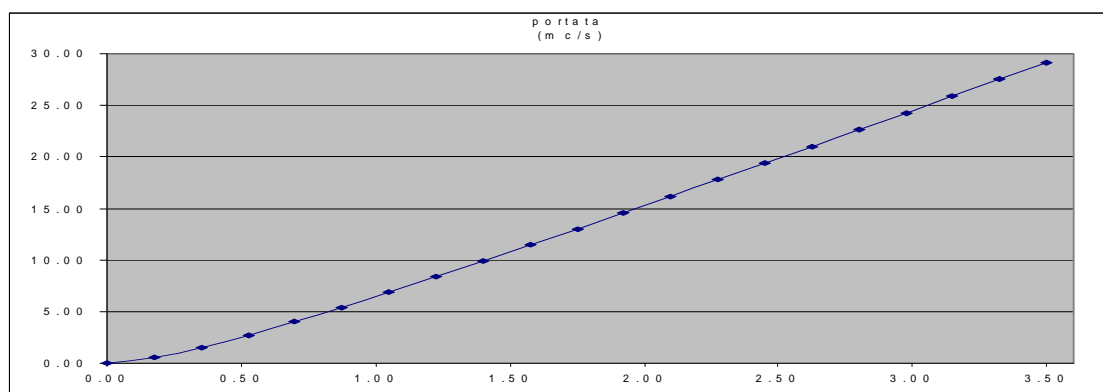
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.03	0.05	0.03	0.65	0.03
0.06	0.09	0.06	1.01	0.09
0.09	0.14	0.08	1.29	0.17
0.12	0.18	0.10	1.53	0.27
0.15	0.23	0.13	1.73	0.39
0.18	0.27	0.15	1.91	0.52
0.21	0.32	0.16	2.08	0.65
0.24	0.36	0.18	2.22	0.80
0.27	0.41	0.20	2.36	0.95
0.30	0.45	0.21	2.48	1.12
0.33	0.50	0.23	2.59	1.28
0.36	0.54	0.24	2.70	1.46
0.39	0.59	0.26	2.80	1.64
0.42	0.63	0.27	2.89	1.82
0.45	0.68	0.28	2.97	2.01
0.48	0.72	0.29	3.05	2.20
0.51	0.77	0.30	3.13	2.39
0.54	0.81	0.31	3.20	2.59
0.57	0.86	0.32	3.27	2.79
0.60	0.90	0.33	3.33	3.00



**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione rettangolare FEN14**

Larghezza del fondo (m)	1.60
Pendenza (m/m)	0.03
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	40
Altezza massima dal fondo	3.50

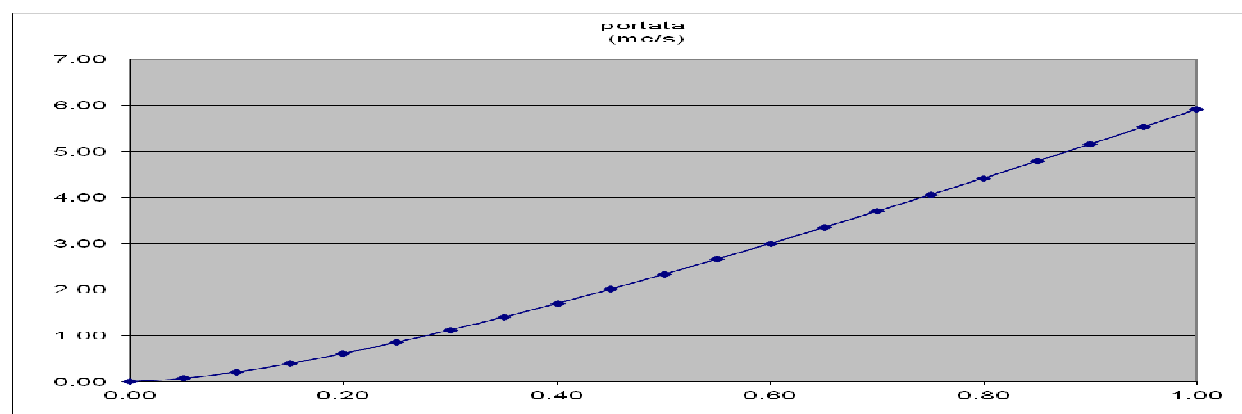
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.18	0.28	0.14	1.90	0.53
0.35	0.56	0.24	2.70	1.51
0.53	0.84	0.32	3.22	2.71
0.70	1.12	0.37	3.59	4.02
0.88	1.40	0.42	3.87	5.42
1.05	1.68	0.45	4.09	6.88
1.23	1.96	0.48	4.27	8.37
1.40	2.24	0.51	4.42	9.89
1.58	2.52	0.53	4.54	11.44
1.75	2.80	0.55	4.65	13.01
1.93	3.08	0.57	4.74	14.59
2.10	3.36	0.58	4.81	16.18
2.28	3.64	0.59	4.88	17.78
2.45	3.92	0.60	4.95	19.39
2.63	4.20	0.61	5.00	21.00
2.80	4.48	0.62	5.05	22.62
2.98	4.76	0.63	5.09	24.25
3.15	5.04	0.64	5.13	25.88
3.33	5.32	0.64	5.17	27.51
3.50	5.60	0.65	5.20	29.15



**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione rettangolare FEN15**

Larghezza del fondo (m)	1.50
Pendenza (m/m)	0.03
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	40
Altezza massima dal fondo	1.00

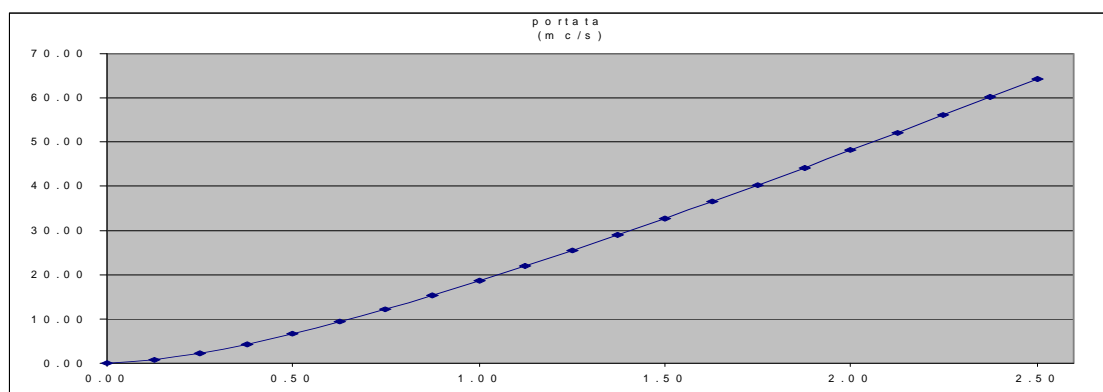
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.08	0.05	0.90	0.07
0.10	0.15	0.09	1.37	0.21
0.15	0.23	0.13	1.73	0.39
0.20	0.30	0.16	2.02	0.61
0.25	0.38	0.19	2.27	0.85
0.30	0.45	0.21	2.48	1.12
0.35	0.53	0.24	2.67	1.40
0.40	0.60	0.26	2.83	1.70
0.45	0.68	0.28	2.97	2.01
0.50	0.75	0.30	3.10	2.33
0.55	0.83	0.32	3.22	2.66
0.60	0.90	0.33	3.33	3.00
0.65	0.98	0.35	3.43	3.34
0.70	1.05	0.36	3.52	3.70
0.75	1.13	0.38	3.60	4.05
0.80	1.20	0.39	3.68	4.42
0.85	1.28	0.40	3.75	4.78
0.90	1.35	0.41	3.82	5.15
0.95	1.43	0.42	3.88	5.53
1.00	1.50	0.43	3.94	5.91



**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione rettangolare FEN16**

Larghezza del fondo (m)	3.60
Pendenza (m/m)	0.03
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	40
Altezza massima dal fondo	2.50

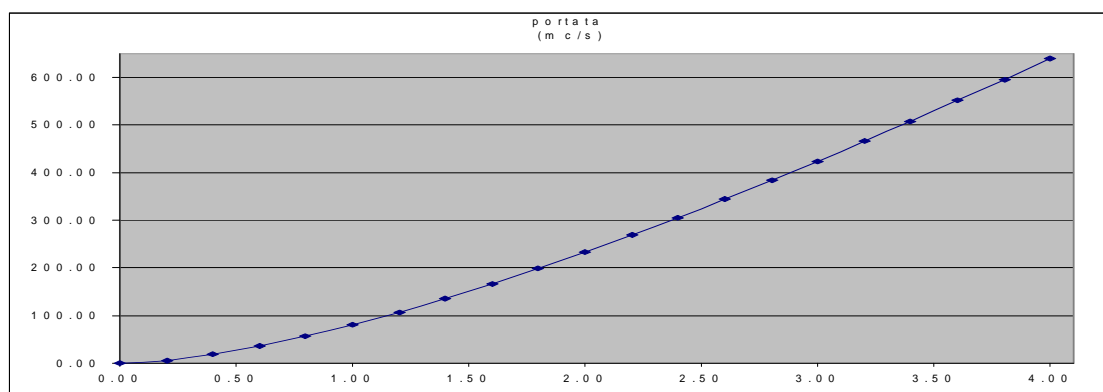
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.13	0.45	0.12	1.66	0.75
0.25	0.90	0.22	2.52	2.27
0.38	1.35	0.31	3.18	4.29
0.50	1.80	0.39	3.71	6.67
0.63	2.25	0.46	4.15	9.34
0.75	2.70	0.53	4.53	12.24
0.88	3.15	0.59	4.87	15.33
1.00	3.60	0.64	5.16	18.58
1.13	4.05	0.69	5.42	21.96
1.25	4.50	0.74	5.66	25.45
1.38	4.95	0.78	5.87	29.05
1.50	5.40	0.82	6.06	32.73
1.63	5.85	0.85	6.24	36.48
1.75	6.30	0.89	6.40	40.30
1.88	6.75	0.92	6.55	44.18
2.00	7.20	0.95	6.68	48.12
2.13	7.65	0.97	6.81	52.10
2.25	8.10	1.00	6.93	56.12
2.38	8.55	1.02	7.04	60.18
2.50	9.00	1.05	7.14	64.27



**Scala di deflusso in moto uniforme
sezione rettangolare FEN17**

Larghezza del fondo (m)	12.70
Pendenza (m/m)	0.03
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	40
Altezza massima dal fondo	4.00

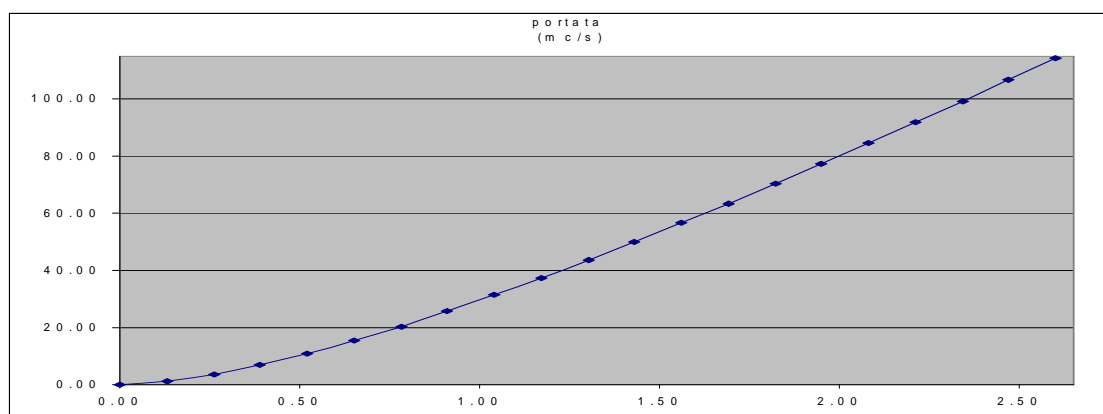
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.20	2.54	0.19	2.32	5.90
0.40	5.08	0.38	3.61	18.34
0.60	7.62	0.55	4.64	35.36
0.80	10.16	0.71	5.52	56.05
1.00	12.70	0.86	6.28	79.81
1.20	15.24	1.01	6.97	106.24
1.40	17.78	1.15	7.59	134.99
1.60	20.32	1.28	8.16	165.79
1.80	22.86	1.40	8.68	198.44
2.00	25.40	1.52	9.16	232.74
2.20	27.94	1.63	9.61	268.53
2.40	30.48	1.74	10.03	305.69
2.60	33.02	1.84	10.42	344.10
2.80	35.56	1.94	10.79	383.64
3.00	38.10	2.04	11.13	424.23
3.20	40.64	2.13	11.46	465.79
3.40	43.18	2.21	11.77	508.24
3.60	45.72	2.30	12.06	551.52
3.80	48.26	2.38	12.34	595.57
4.00	50.80	2.45	12.61	640.34



**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione rettangolare FEN18**

Larghezza del fondo (m)	5.30
Pendenza (m/m)	0.03
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	40
Altezza massima dal fondo	2.60

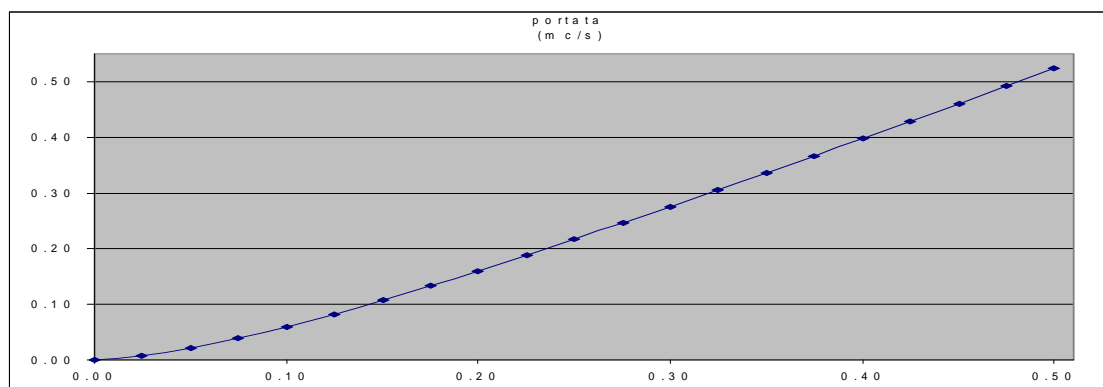
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.13	0.69	0.12	1.72	1.19
0.26	1.38	0.24	2.65	3.65
0.39	2.07	0.34	3.37	6.98
0.52	2.76	0.43	3.98	10.96
0.65	3.45	0.52	4.49	15.47
0.78	4.13	0.60	4.94	20.43
0.91	4.82	0.68	5.34	25.77
1.04	5.51	0.75	5.70	31.44
1.17	6.20	0.81	6.03	37.38
1.30	6.89	0.87	6.32	43.57
1.43	7.58	0.93	6.60	49.99
1.56	8.27	0.98	6.84	56.59
1.69	8.96	1.03	7.07	63.37
1.82	9.65	1.08	7.29	70.30
1.95	10.34	1.12	7.49	77.38
2.08	11.02	1.17	7.67	84.58
2.21	11.71	1.21	7.85	91.89
2.34	12.40	1.24	8.01	99.32
2.47	13.09	1.28	8.16	106.83
2.60	13.78	1.31	8.30	114.44



**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione rettangolare FEN19**

Larghezza del fondo (m)	0.50
Pendenza (m/m)	0.03
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	40
Altezza massima dal fondo	0.50

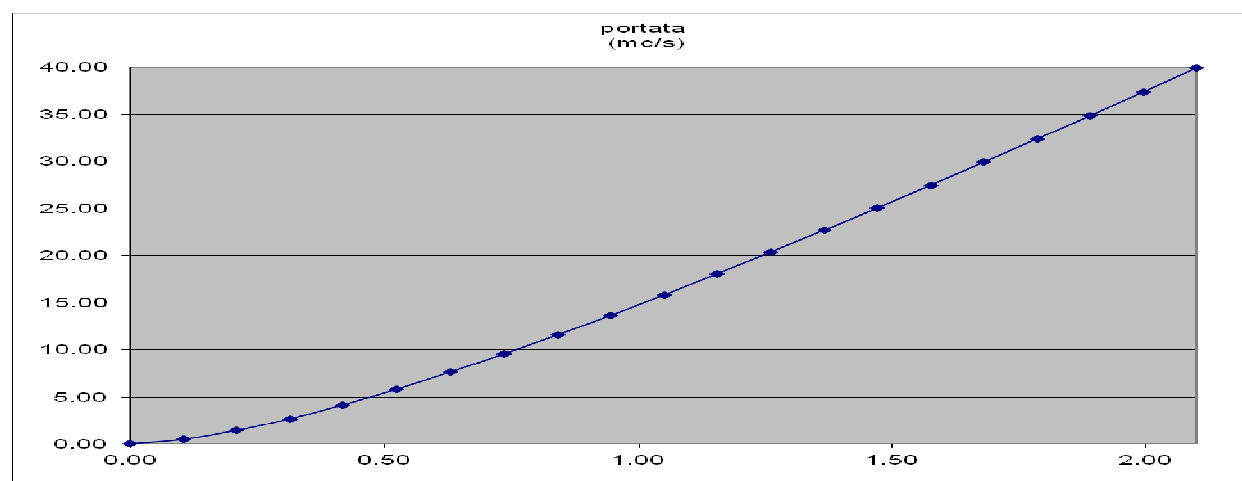
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.03	0.01	0.02	0.56	0.01
0.05	0.03	0.04	0.83	0.02
0.08	0.04	0.06	1.03	0.04
0.10	0.05	0.07	1.19	0.06
0.13	0.06	0.08	1.32	0.08
0.15	0.08	0.09	1.43	0.11
0.18	0.09	0.10	1.52	0.13
0.20	0.10	0.11	1.60	0.16
0.23	0.11	0.12	1.67	0.19
0.25	0.13	0.13	1.73	0.22
0.28	0.14	0.13	1.79	0.25
0.30	0.15	0.14	1.84	0.28
0.33	0.16	0.14	1.88	0.31
0.35	0.18	0.15	1.92	0.34
0.38	0.19	0.15	1.96	0.37
0.40	0.20	0.15	1.99	0.40
0.43	0.21	0.16	2.02	0.43
0.45	0.23	0.16	2.05	0.46
0.48	0.24	0.16	2.07	0.49
0.50	0.25	0.17	2.10	0.52



**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione rettangolare FEN20**

Larghezza del fondo (m)	3.00
Pendenza (m/m)	0.03
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	40
Altezza massima dal fondo	2.10

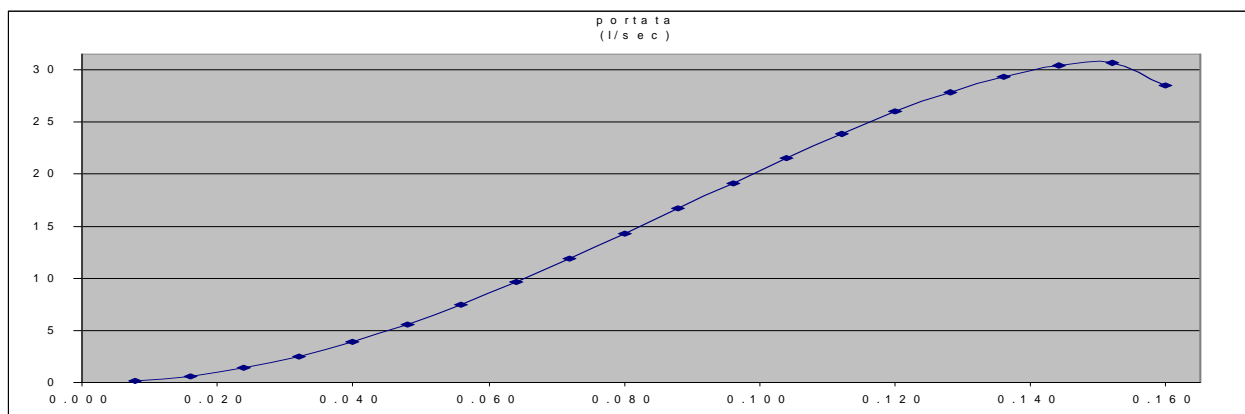
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.11	0.32	0.10	1.47	0.46
0.21	0.63	0.18	2.24	1.41
0.32	0.95	0.26	2.82	2.67
0.42	1.26	0.33	3.30	4.15
0.53	1.58	0.39	3.69	5.81
0.63	1.89	0.44	4.03	7.62
0.74	2.21	0.49	4.33	9.54
0.84	2.52	0.54	4.59	11.56
0.95	2.84	0.58	4.82	13.66
1.05	3.15	0.62	5.02	15.83
1.16	3.47	0.65	5.21	18.06
1.26	3.78	0.68	5.38	20.35
1.37	4.10	0.71	5.54	22.68
1.47	4.41	0.74	5.68	25.05
1.58	4.73	0.77	5.81	27.46
1.68	5.04	0.79	5.93	29.90
1.79	5.36	0.82	6.05	32.37
1.89	5.67	0.84	6.15	34.87
2.00	5.99	0.86	6.25	37.39
2.10	6.30	0.88	6.34	39.93



**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione circolare FEN21**

diametro esterno (mm)		
diametro interno (m)	=	0.16
pendenza (m/m)	=	0.03
C di Strickler (m ^{1/3} /s)	=	70

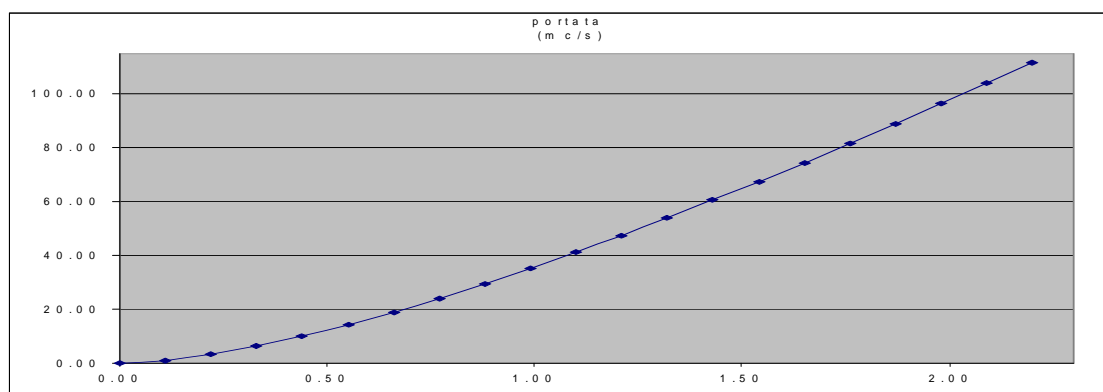
livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (l/sec)
0.008	0.05	0.00	0.07	0.01	0.36	0
0.016	0.1	0.00	0.10	0.01	0.57	1
0.024	0.15	0.00	0.13	0.01	0.73	1
0.032	0.2	0.00	0.15	0.02	0.87	2
0.040	0.25	0.00	0.17	0.02	0.99	4
0.048	0.3	0.01	0.19	0.03	1.10	6
0.056	0.35	0.01	0.20	0.03	1.20	7
0.064	0.4	0.01	0.22	0.03	1.28	10
0.072	0.45	0.01	0.24	0.04	1.35	12
0.080	0.5	0.01	0.25	0.04	1.42	14
0.088	0.55	0.01	0.27	0.04	1.47	17
0.096	0.6	0.01	0.28	0.04	1.52	19
0.104	0.65	0.01	0.30	0.05	1.56	22
0.112	0.700	0.015	0.317	0.047	1.588	24
0.120	0.75	0.02	0.34	0.05	1.61	26
0.128	0.8	0.02	0.35	0.05	1.62	28
0.136	0.85	0.02	0.38	0.05	1.61	29
0.144	0.9	0.02	0.40	0.05	1.59	30
0.152	0.95	0.02	0.43	0.05	1.55	31
0.160	1	0.02	0.50	0.04	1.42	29



**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione rettangolare FEN23**

Larghezza del fondo (m)	6.20
Pendenza (m/m)	0.03
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	40
Altezza massima dal fondo	2.20

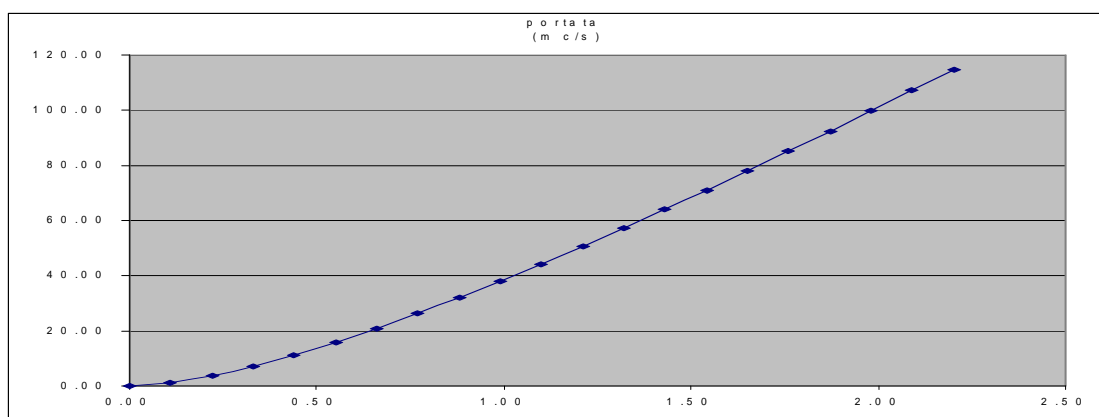
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.11	0.68	0.11	1.55	1.06
0.22	1.36	0.21	2.41	3.29
0.33	2.05	0.30	3.09	6.33
0.44	2.73	0.39	3.67	10.01
0.55	3.41	0.47	4.17	14.22
0.66	4.09	0.54	4.62	18.90
0.77	4.77	0.62	5.02	23.97
0.88	5.46	0.69	5.39	29.39
0.99	6.14	0.75	5.72	35.12
1.10	6.82	0.81	6.03	41.12
1.21	7.50	0.87	6.32	47.38
1.32	8.18	0.93	6.58	53.86
1.43	8.87	0.98	6.83	60.55
1.54	9.55	1.03	7.06	67.42
1.65	10.23	1.08	7.28	74.46
1.76	10.91	1.12	7.48	81.66
1.87	11.59	1.17	7.68	89.01
1.98	12.28	1.21	7.86	96.48
2.09	12.96	1.25	8.03	104.08
2.20	13.64	1.29	8.20	111.80



**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione rettangolare c07**

Larghezza del fondo (m)	4.00
Pendenza (m/m)	0.1
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	40
Altezza massima dal fondo	2.20

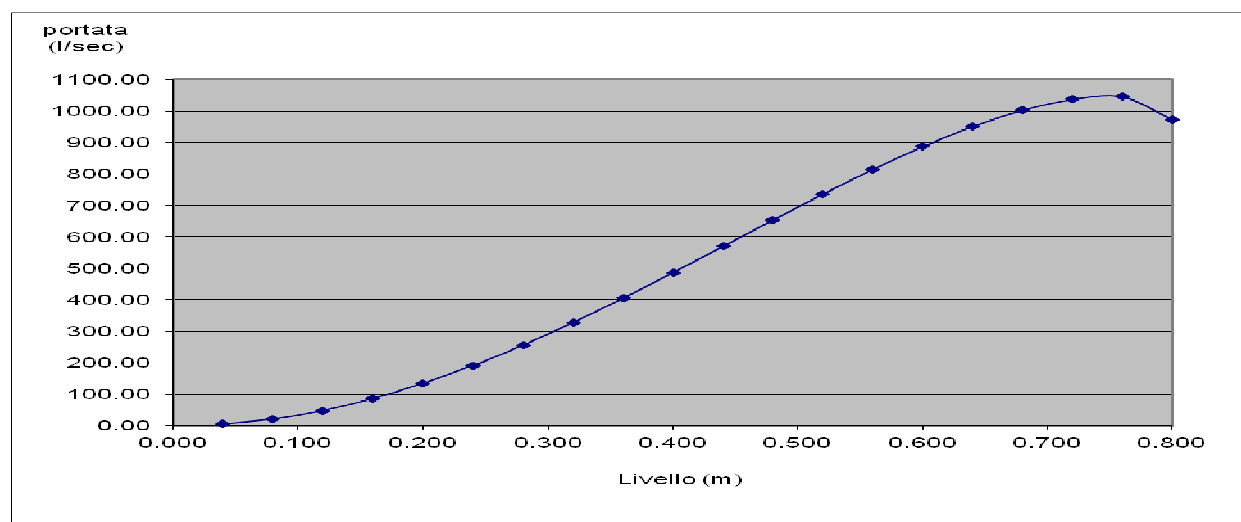
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.11	0.44	0.10	2.80	1.23
0.22	0.88	0.20	4.30	3.78
0.33	1.32	0.28	5.46	7.20
0.44	1.76	0.36	6.41	11.28
0.55	2.20	0.43	7.22	15.89
0.66	2.64	0.50	7.93	20.93
0.77	3.08	0.56	8.55	26.34
0.88	3.52	0.61	9.11	32.06
0.99	3.96	0.66	9.61	38.06
1.10	4.40	0.71	10.06	44.28
1.21	4.84	0.75	10.48	50.71
1.32	5.28	0.80	10.86	57.32
1.43	5.72	0.83	11.21	64.10
1.54	6.16	0.87	11.53	71.01
1.65	6.60	0.90	11.83	78.06
1.76	7.04	0.94	12.10	85.22
1.87	7.48	0.97	12.36	92.48
1.98	7.92	0.99	12.61	99.85
2.09	8.36	1.02	12.83	107.29
2.20	8.80	1.05	13.05	114.82



**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione circolare FEN24**

diametro interno (m)	=	0.8
pendenza (m/m)	=	0.2
C di Strickler (m ^{1/3} /s)	=	40

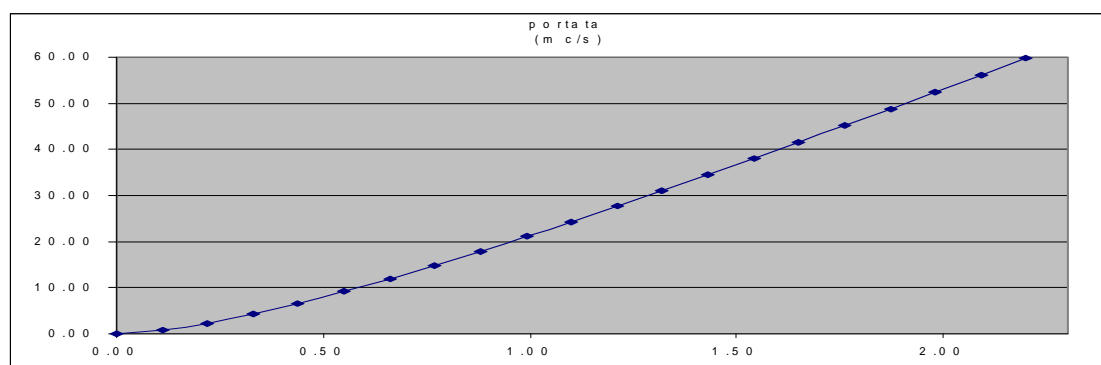
livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (l/sec)
0.040	0.05	0.01	0.36	0.03	0.50	4.67
0.080	0.1	0.03	0.51	0.05	0.78	20.30
0.120	0.15	0.05	0.64	0.07	1.00	47.27
0.160	0.2	0.07	0.74	0.10	1.19	85.16
0.200	0.25	0.10	0.84	0.12	1.36	133.21
0.240	0.3	0.13	0.93	0.14	1.50	190.43
0.280	0.35	0.16	1.01	0.15	1.63	255.69
0.320	0.4	0.19	1.10	0.17	1.75	327.70
0.360	0.45	0.22	1.18	0.19	1.85	405.05
0.400	0.5	0.25	1.26	0.20	1.93	486.22
0.440	0.55	0.28	1.34	0.21	2.01	569.57
0.480	0.6	0.31	1.42	0.22	2.07	653.33
0.520	0.65	0.35	1.50	0.23	2.13	735.57
0.560	0.700	0.376	1.586	0.237	2.166	814.17
0.600	0.75	0.40	1.68	0.24	2.19	886.75
0.640	0.8	0.43	1.77	0.24	2.20	950.53
0.680	0.85	0.46	1.88	0.24	2.20	1002.05
0.720	0.9	0.48	2.00	0.24	2.18	1036.43
0.760	0.95	0.49	2.15	0.23	2.12	1044.91
0.800	1	0.50	2.51	0.20	1.94	972.77



**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione rettangolare c01**

Larghezza del fondo (m)	2.50
Pendenza (m/m)	0.1
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	40
Altezza massima dal fondo	2.20

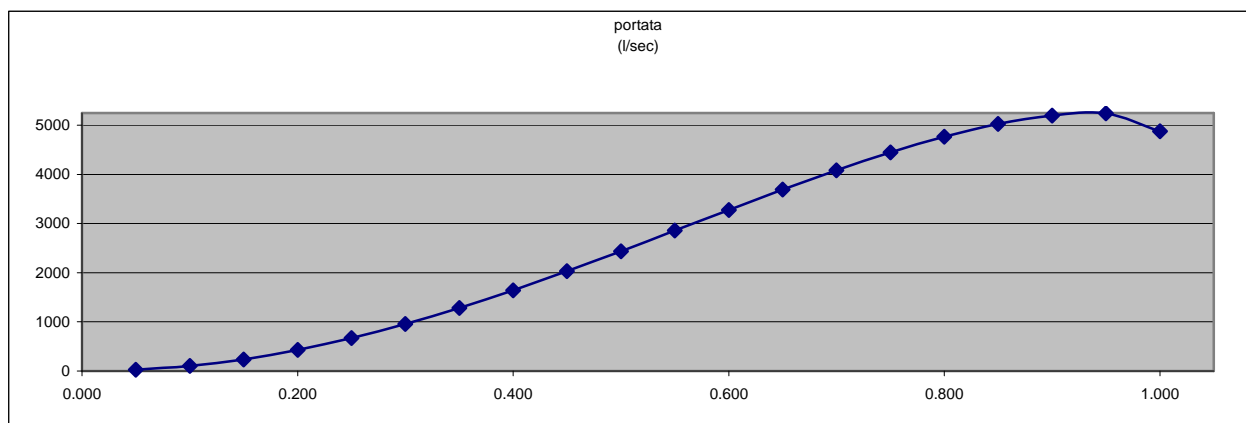
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.11	0.28	0.10	2.75	0.75
0.22	0.55	0.19	4.14	2.28
0.33	0.83	0.26	5.17	4.26
0.44	1.10	0.33	5.98	6.58
0.55	1.38	0.38	6.66	9.16
0.66	1.65	0.43	7.23	11.93
0.77	1.93	0.48	7.72	14.85
0.88	2.20	0.52	8.14	17.91
0.99	2.48	0.55	8.52	21.08
1.10	2.75	0.59	8.85	24.33
1.21	3.03	0.61	9.15	27.67
1.32	3.30	0.64	9.41	31.07
1.43	3.58	0.67	9.66	34.52
1.54	3.85	0.69	9.88	38.03
1.65	4.13	0.71	10.08	41.57
1.76	4.40	0.73	10.26	45.16
1.87	4.68	0.75	10.43	48.78
1.98	4.95	0.77	10.59	52.43
2.09	5.23	0.78	10.74	56.11
2.20	5.50	0.80	10.87	59.81



**deflusso in moto uniforme
 sezione circolare MFEN 28**

diametro interno (m)	=	1
pendenza (m/m)	=	0.05
C di Strickler (m ^{1/3} /s)	=	70

livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (l/sec)
0.050	0.05	0.01	0.45	0.03	1.60	23
0.100	0.10	0.04	0.64	0.06	2.49	102
0.150	0.15	0.07	0.80	0.09	3.21	237
0.200	0.20	0.11	0.93	0.12	3.82	427
0.250	0.25	0.15	1.05	0.15	4.35	668
0.300	0.30	0.20	1.16	0.17	4.82	955
0.350	0.35	0.24	1.27	0.19	5.24	1283
0.400	0.40	0.29	1.37	0.21	5.60	1644
0.450	0.45	0.34	1.47	0.23	5.93	2032
0.500	0.50	0.39	1.57	0.25	6.21	2439
0.550	0.55	0.44	1.67	0.26	6.46	2857
0.600	0.60	0.49	1.77	0.28	6.66	3278
0.650	0.65	0.54	1.88	0.29	6.83	3690
0.700	0.70	0.587	1.982	0.296	6.956	4085
0.750	0.75	0.63	2.09	0.30	7.04	4449
0.800	0.80	0.67	2.21	0.30	7.08	4769
0.850	0.85	0.71	2.35	0.30	7.07	5027
0.900	0.90	0.74	2.50	0.30	6.98	5200
0.950	0.95	0.77	2.69	0.29	6.80	5242
1.000	1.00	0.79	3.14	0.25	6.21	4880



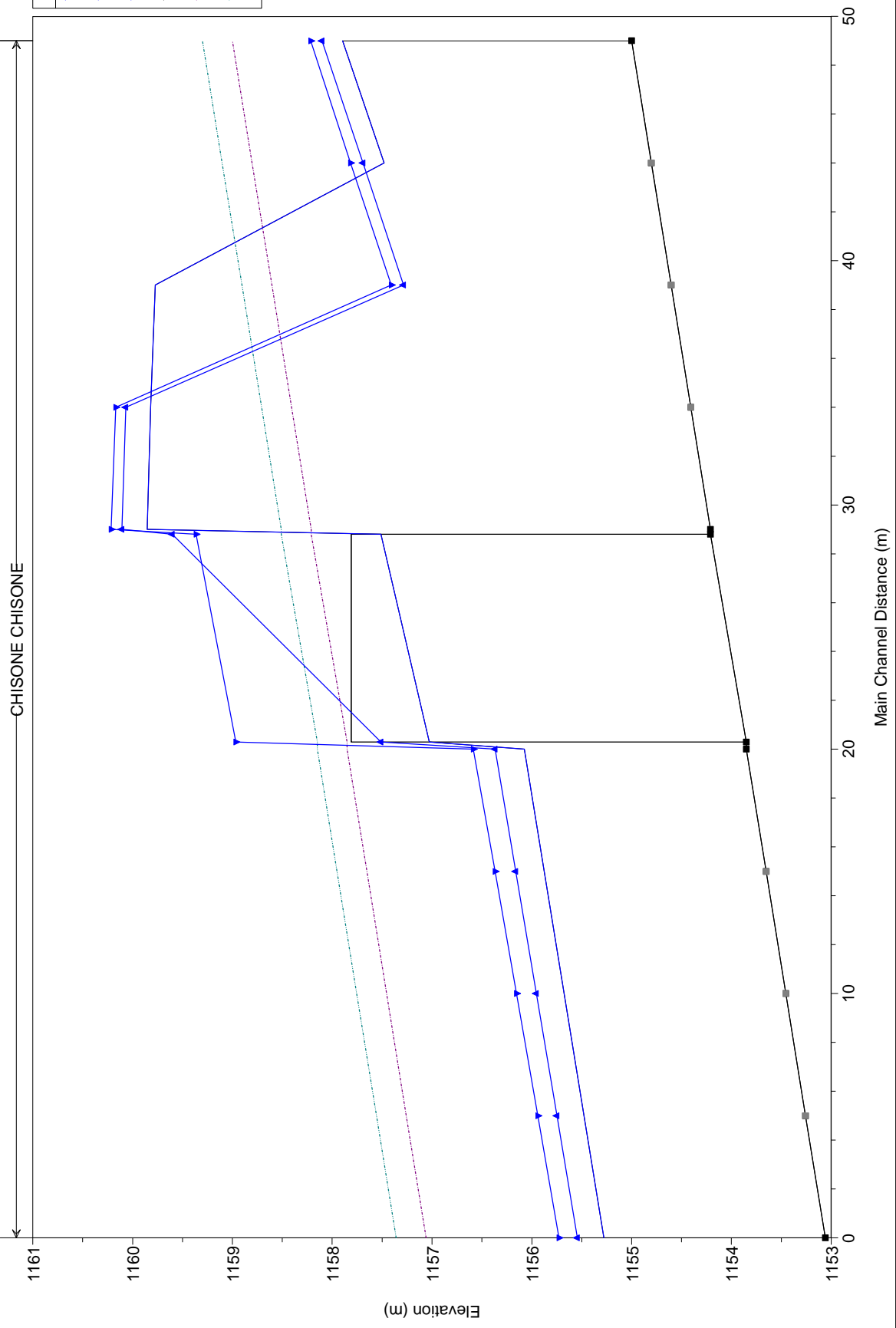
APPENDICE A output tabulati e grafici modello idraulico HEC – RAS

PONTE SUL CHISONE LOC. FENESTRELLE CON SIGLA MFEN03

HEC-RAS Plan: 1-12-06 River: CHISONONE Reach: CHISONONE

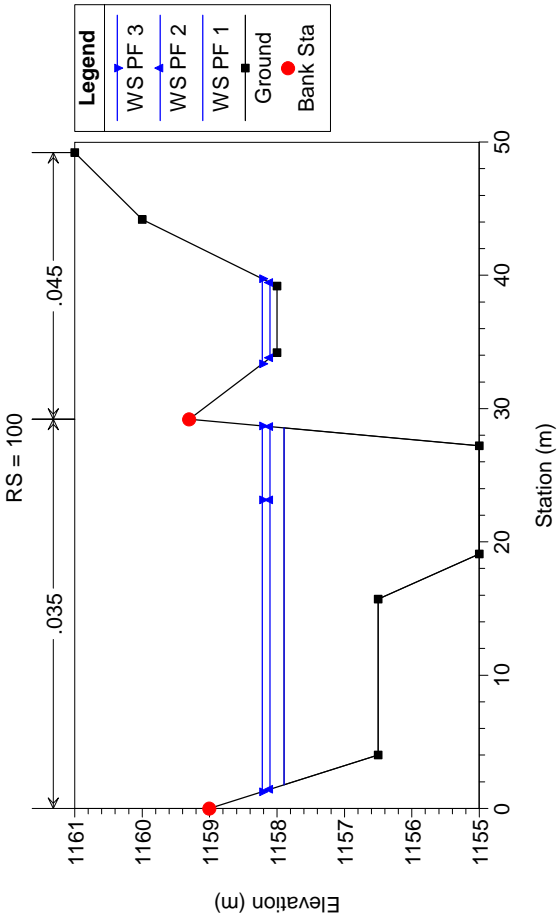
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
CHISONONE	100	PF 1	416.00	1155.00	1157.90	1159.01	1161.34	0.040023	8.22	50.61	26.78	1.91
CHISONONE	100	PF 2	489.00	1155.00	1158.10	1159.33	1161.95	0.040056	8.70	56.73	32.86	1.93
CHISONONE	100	PF 3	532.00	1155.00	1158.22	1159.50	1162.28	0.040059	8.94	60.50	33.81	1.94
CHISONONE	90	PF 1	416.00	1154.21	1159.85	1157.54	1160.17	0.001188	2.57	180.31	47.42	0.36
CHISONONE	90	PF 2	489.00	1154.21	1160.11	1157.90	1160.49	0.001381	2.85	192.54	48.69	0.39
CHISONONE	90	PF 3	532.00	1154.21	1160.22	1158.11	1160.65	0.001522	3.03	197.79	49.20	0.41
CHISONONE	85	Bridge										
CHISONONE	80	PF 1	416.00	1153.85	1156.08	1157.18	1159.50	0.038111	8.20	50.76	26.32	1.88
CHISONONE	80	PF 2	489.00	1153.85	1156.37	1157.54	1159.93	0.033930	8.36	58.52	26.77	1.80
CHISONONE	80	PF 3	532.00	1153.85	1156.59	1157.75	1160.06	0.029924	8.26	64.41	27.11	1.71
CHISONONE	70	PF 1	416.00	1153.06	1155.28	1156.39	1158.73	0.038570	8.23	50.57	26.30	1.89
CHISONONE	70	PF 2	489.00	1153.06	1155.54	1156.76	1159.22	0.035640	8.49	57.60	26.72	1.85
CHISONONE	70	PF 3	532.00	1153.06	1155.73	1156.95	1159.41	0.032708	8.50	62.57	27.00	1.78

Geom: PONTE FEN03 1-12-06

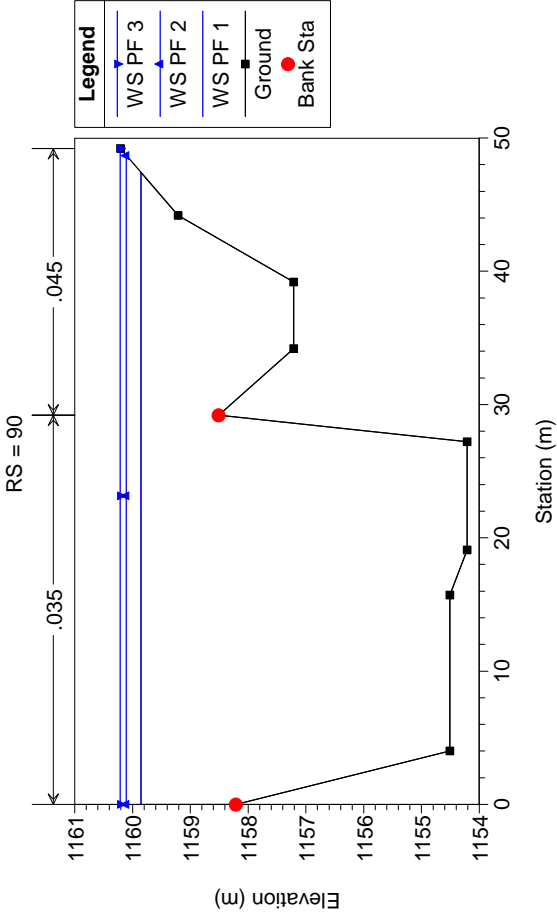


Legend	
WS PF 3	Blue line with arrow
WS PF 2	Blue line with arrow
WS PF 1	Blue line with arrow
Ground	Solid black line
LOB	Dotted green/red lines
ROB	Vertical dashed line

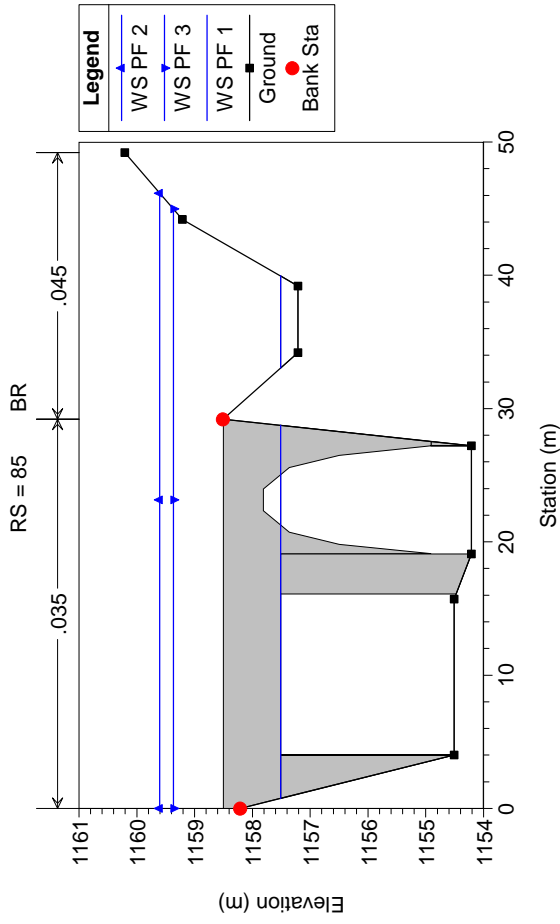
Geom: PONTE FEN03 1-12-06



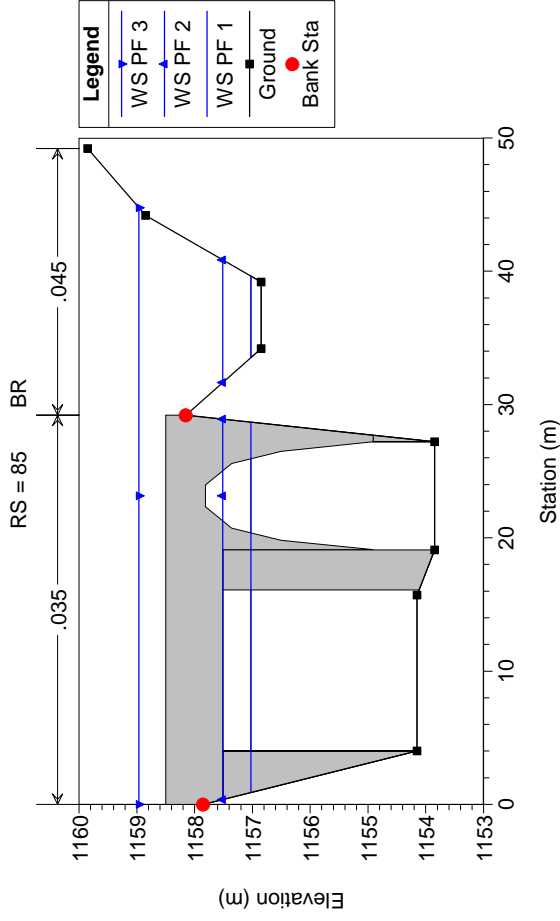
Geom: PONTE FEN03 1-12-06



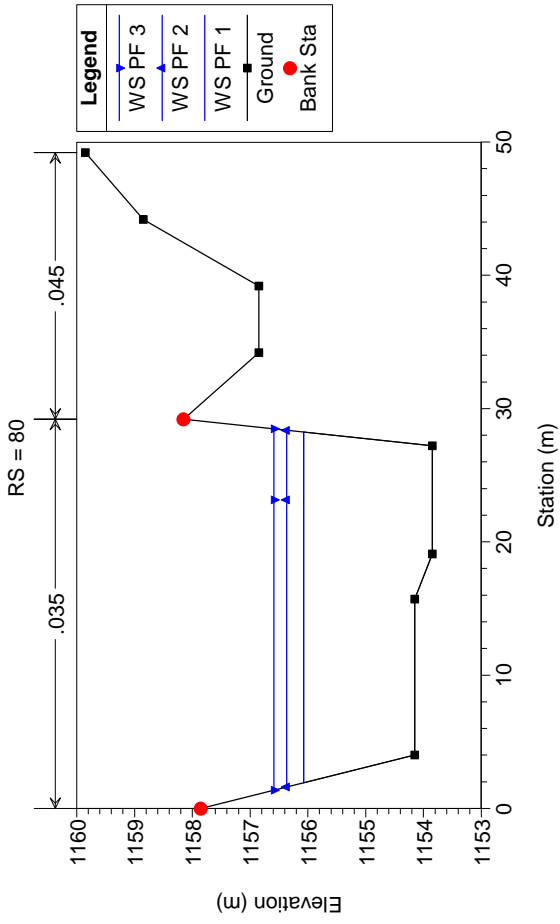
Geom: PONTE FEN03 1-12-06



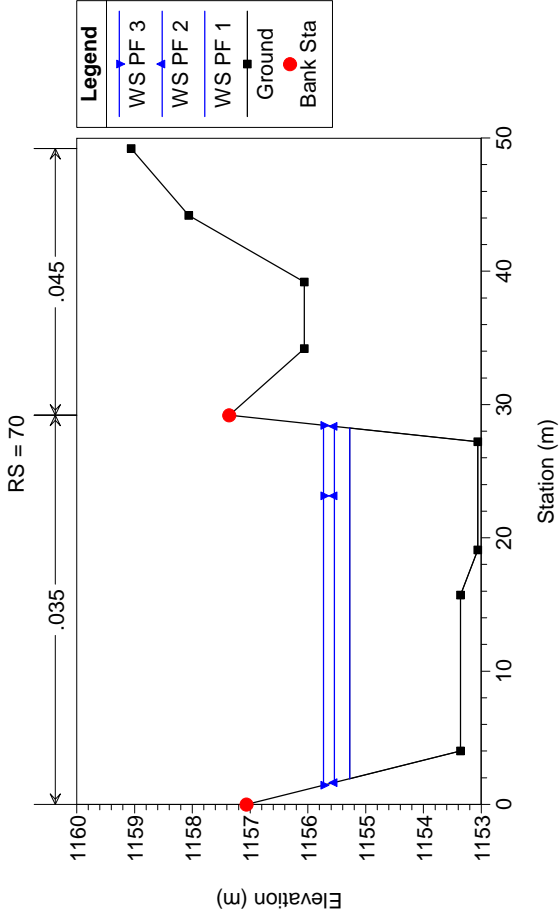
Geom: PONTE FEN03 1-12-06



Geom: PONTE FEN03 1-12-06



Geom: PONTE FEN03 1-12-06



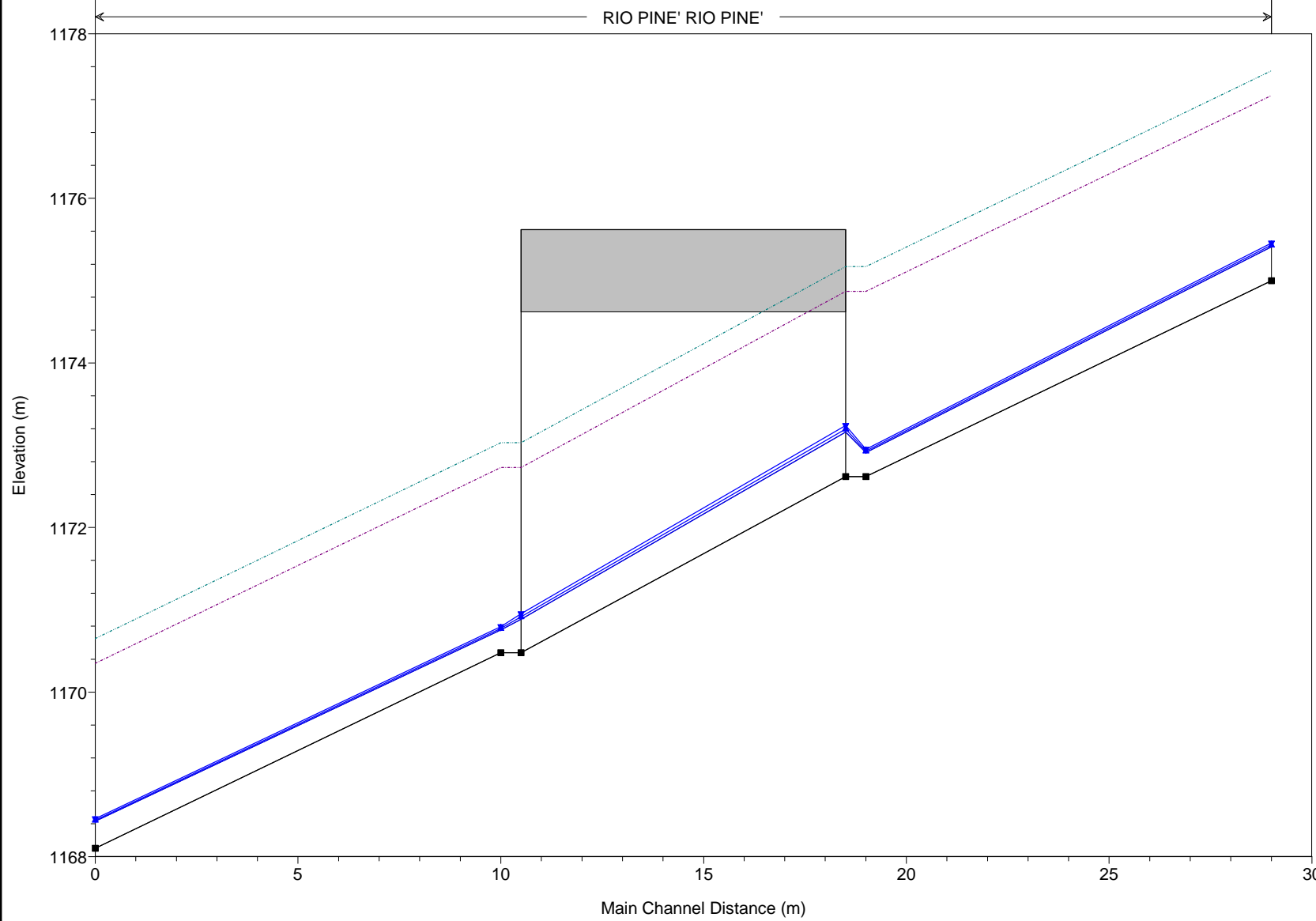
RIO DEL PINE' PONTE CON SIGLA MFEN04

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: RIO PINE' Reach: RIO PINE'

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
RIO PINE'	100	LV TR 100	4.80	1175.00	1175.41	1175.63	1176.15	0.100037	3.80	1.26	3.35	1.98
RIO PINE'	100	LV TR 200	5.20	1175.00	1175.43	1175.67	1176.21	0.100027	3.90	1.33	3.37	1.98
RIO PINE'	100	LV TR 500	5.70	1175.00	1175.46	1175.71	1176.28	0.100043	4.03	1.42	3.41	1.99
RIO PINE'	90	LV TR 100	4.80	1172.62	1172.91	1173.25	1174.45	0.306873	5.49	0.87	3.19	3.35
RIO PINE'	90	LV TR 200	5.20	1172.62	1172.93	1173.29	1174.52	0.298248	5.59	0.93	3.21	3.32
RIO PINE'	90	LV TR 500	5.70	1172.62	1172.95	1173.32	1174.61	0.288672	5.72	1.00	3.24	3.29
RIO PINE'	85		Bridge									
RIO PINE'	80	LV TR 100	4.80	1170.48	1170.76	1171.11	1172.48	0.367949	5.82	0.82	3.17	3.64
RIO PINE'	80	LV TR 200	5.20	1170.48	1170.77	1171.15	1172.56	0.354188	5.92	0.88	3.19	3.60
RIO PINE'	80	LV TR 500	5.70	1170.48	1170.79	1171.18	1172.65	0.340033	6.03	0.95	3.22	3.55
RIO PINE'	70	LV TR 100	4.80	1168.10	1168.43	1168.73	1169.62	0.207146	4.83	0.99	3.24	2.78
RIO PINE'	70	LV TR 200	5.20	1168.10	1168.44	1168.77	1169.72	0.210857	5.00	1.04	3.26	2.82
RIO PINE'	70	LV TR 500	5.70	1168.10	1168.46	1168.81	1169.83	0.215275	5.19	1.10	3.28	2.86

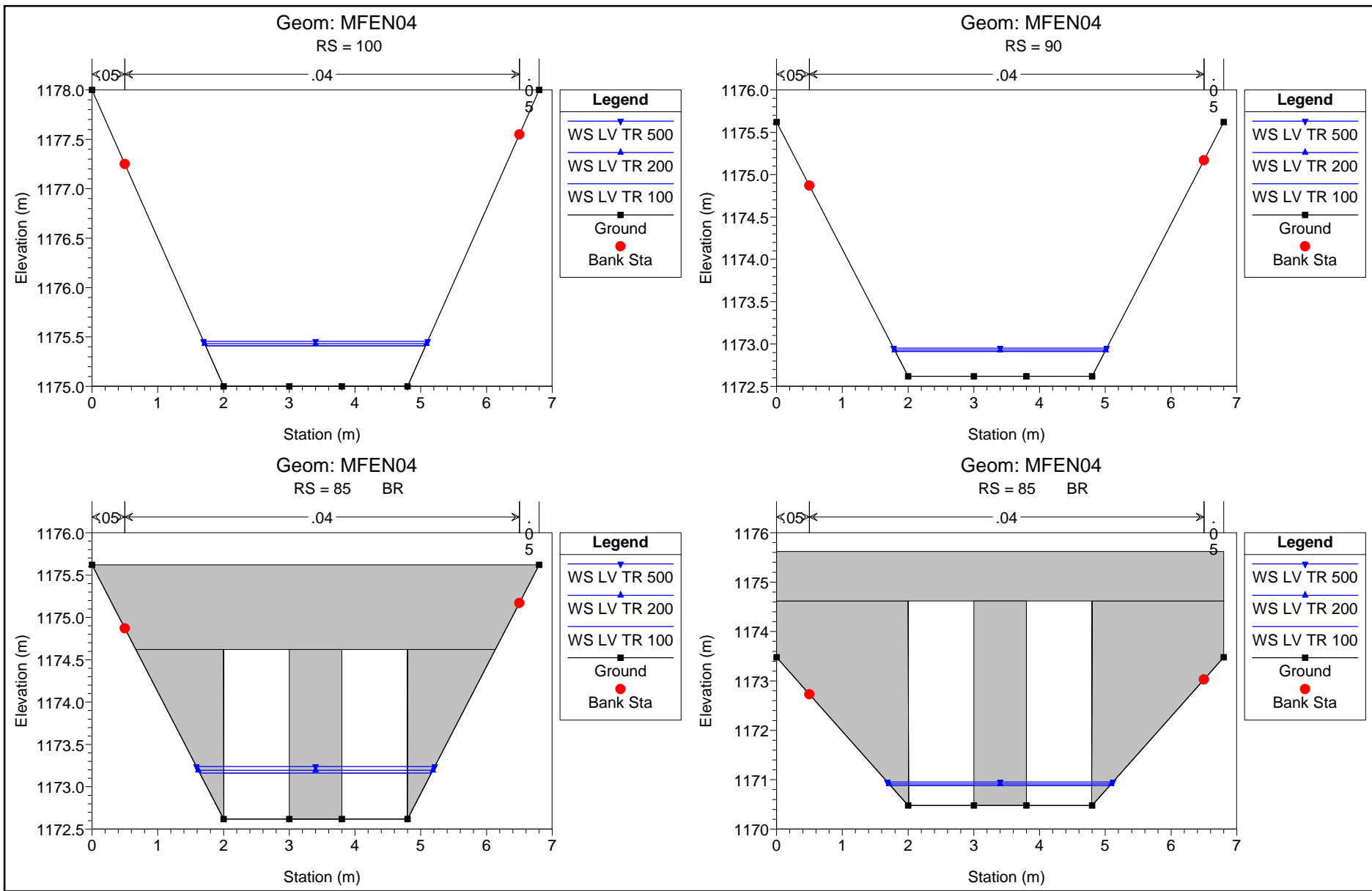
Geom: MFEN04

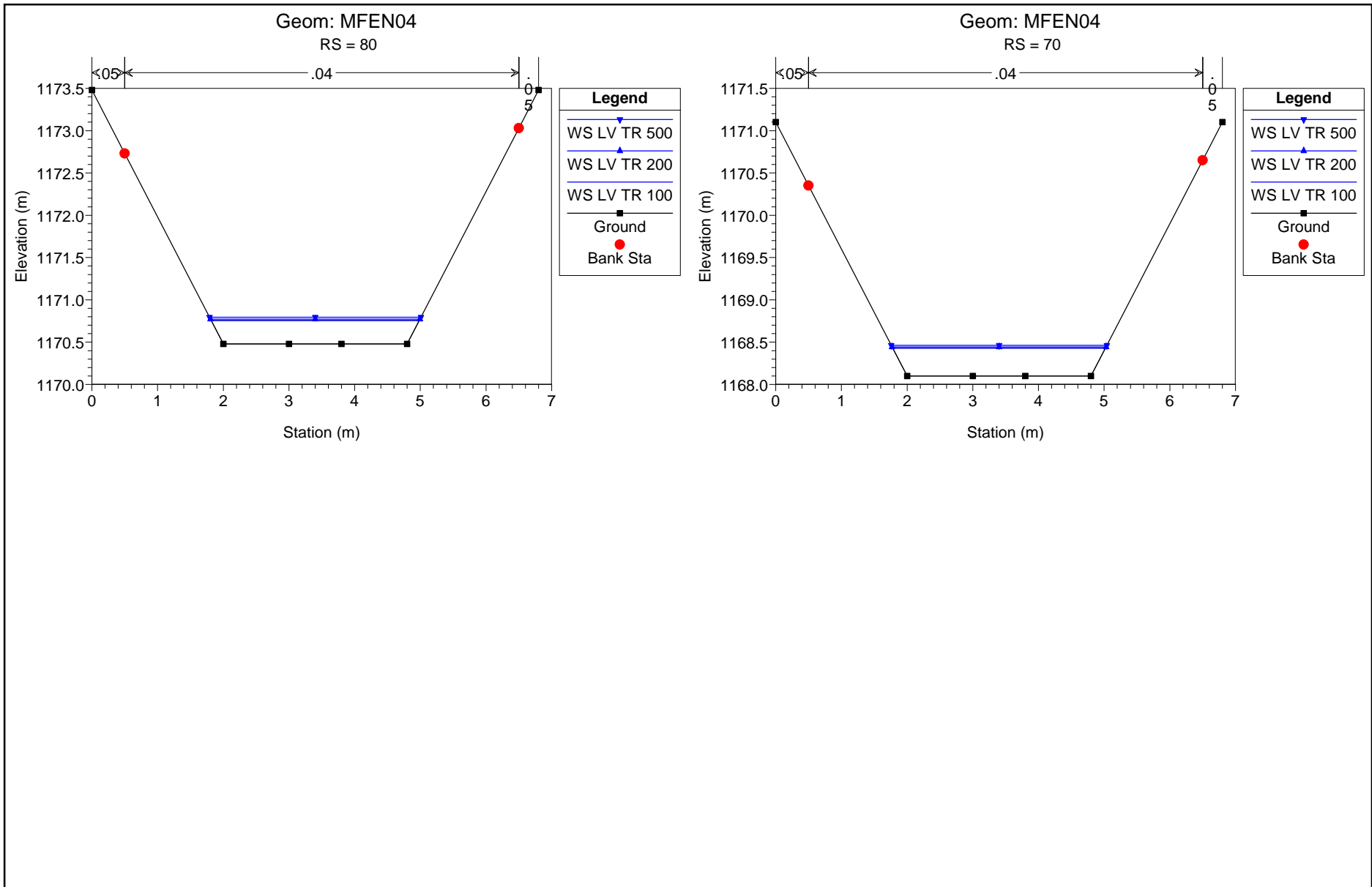
RIO PINE' RIO PINE'



Legend

- WS LV TR 500
- WS LV TR 200
- WS LV TR 100
- Ground
- LOB
- ROB





RIO DEL PUY CONCENTRICO DI FENESTRELLE MANUFATTI MFEN06-11

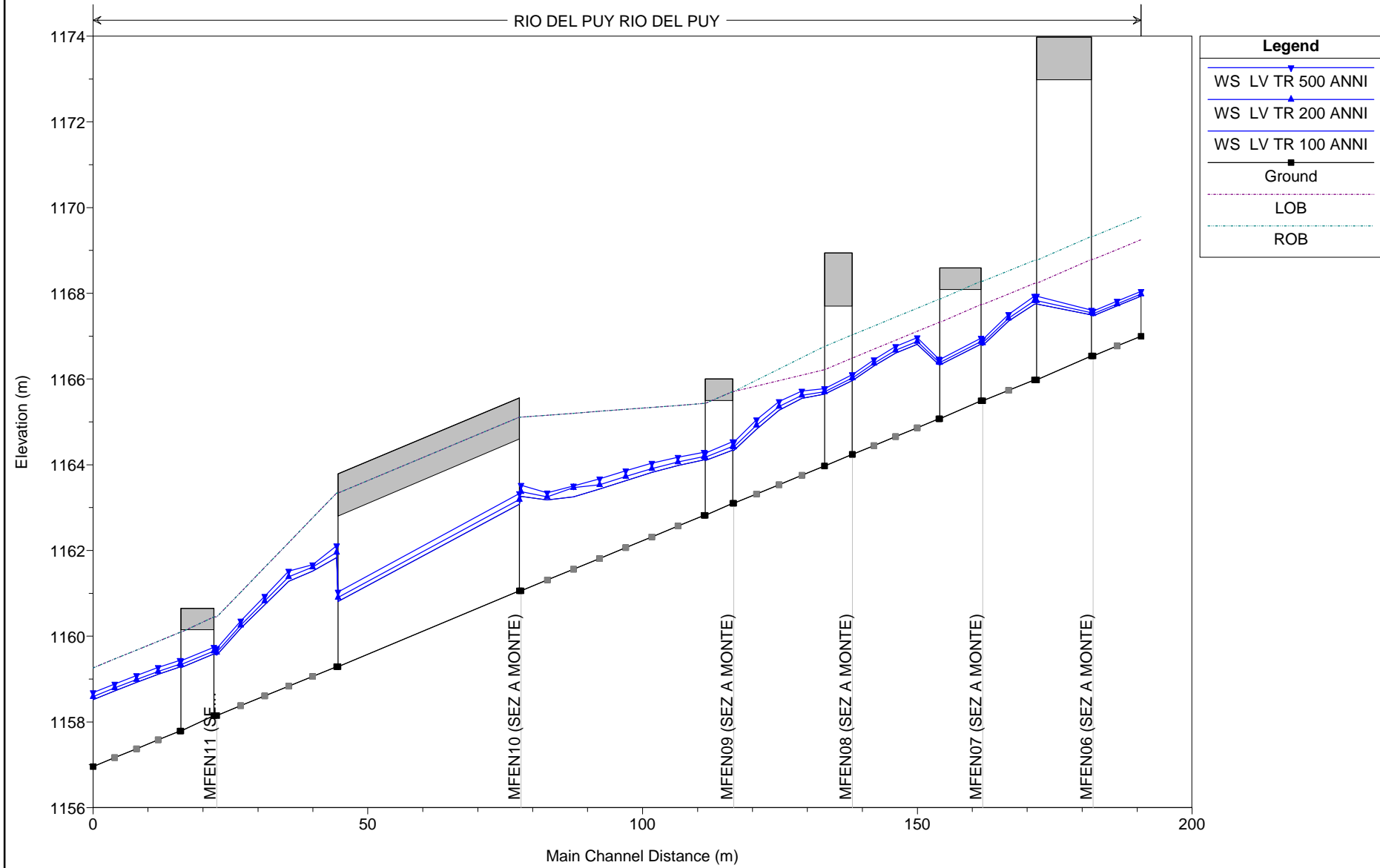
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: RIO DEL PUY Reach: RIO DEL PUY

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 PUY	200	LV TR 100 ANNI	36.00	1167.00	1167.93	1168.27	1169.11	0.053027	4.80	7.51	8.07	1.59
RIO DEL PUY	200	LV TR 200 ANNI	38.90	1167.00	1167.98	1168.33	1169.22	0.053023	4.93	7.89	8.07	1.59
RIO DEL PUY	200	LV TR 500 ANNI	42.80	1167.00	1168.05	1168.42	1169.37	0.053026	5.09	8.40	8.08	1.59
RIO DEL PUY	190	LV TR 100 ANNI	36.00	1166.54	1167.47	1167.81	1168.65	0.053053	4.80	7.50	8.07	1.59
RIO DEL PUY	190	LV TR 200 ANNI	38.90	1166.54	1167.52	1167.87	1168.76	0.052998	4.93	7.89	8.07	1.59
RIO DEL PUY	190	LV TR 500 ANNI	42.80	1166.54	1167.59	1167.96	1168.91	0.053014	5.09	8.40	8.08	1.59
RIO DEL PUY	185		Bridge									
RIO DEL PUY	180	LV TR 100 ANNI	36.00	1165.98	1167.75	1167.25	1168.07	0.007705	2.53	14.25	8.13	0.61
RIO DEL PUY	180	LV TR 200 ANNI	38.90	1165.98	1167.83	1167.31	1168.18	0.007893	2.61	14.90	8.13	0.62
RIO DEL PUY	180	LV TR 500 ANNI	42.80	1165.98	1167.93	1167.40	1168.31	0.008134	2.72	15.75	8.14	0.62
RIO DEL PUY	170	LV TR 100 ANNI	36.00	1165.49	1166.78	1167.06	1167.82	0.043803	4.50	7.99	8.08	1.45
RIO DEL PUY	170	LV TR 200 ANNI	38.90	1165.49	1166.84	1167.13	1167.92	0.042825	4.59	8.47	8.08	1.43
RIO DEL PUY	170	LV TR 500 ANNI	42.80	1165.49	1166.92	1167.22	1168.05	0.041705	4.70	9.10	8.09	1.42
RIO DEL PUY	165		Bridge									
RIO DEL PUY	160	LV TR 100 ANNI	36.00	1165.07	1166.34	1166.64	1167.43	0.047430	4.62	7.79	8.08	1.50
RIO DEL PUY	160	LV TR 200 ANNI	38.90	1165.07	1166.39	1166.71	1167.53	0.046826	4.73	8.23	8.08	1.50
RIO DEL PUY	160	LV TR 500 ANNI	42.80	1165.07	1166.47	1166.79	1167.67	0.046061	4.86	8.81	8.09	1.49
RIO DEL PUY	150	LV TR 100 ANNI	36.00	1164.24	1165.96	1166.23	1166.99	0.037915	4.49	8.03	8.03	1.43
RIO DEL PUY	150	LV TR 200 ANNI	38.90	1164.24	1166.02	1166.30	1167.09	0.037260	4.58	8.50	8.05	1.42
RIO DEL PUY	150	LV TR 500 ANNI	42.80	1164.24	1166.10	1166.39	1167.22	0.036216	4.68	9.14	8.06	1.40
RIO DEL PUY	145		Bridge									
RIO DEL PUY	140	LV TR 100 ANNI	36.00	1163.97	1165.65	1165.96	1166.78	0.043871	4.71	7.64	7.97	1.54
RIO DEL PUY	140	LV TR 200 ANNI	38.90	1163.97	1165.70	1166.03	1166.88	0.043292	4.81	8.09	8.04	1.53
RIO DEL PUY	140	LV TR 500 ANNI	42.80	1163.97	1165.78	1166.12	1167.01	0.042182	4.93	8.69	8.05	1.51
RIO DEL PUY	130	LV TR 100 ANNI	36.00	1163.10	1164.33	1164.81	1165.99	0.066160	5.70	6.31	5.18	1.65
RIO DEL PUY	130	LV TR 200 ANNI	38.90	1163.10	1164.41	1164.90	1166.10	0.063540	5.76	6.75	5.19	1.61

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: RIO DEL PUY Reach: RIO DEL PUY (Continued)

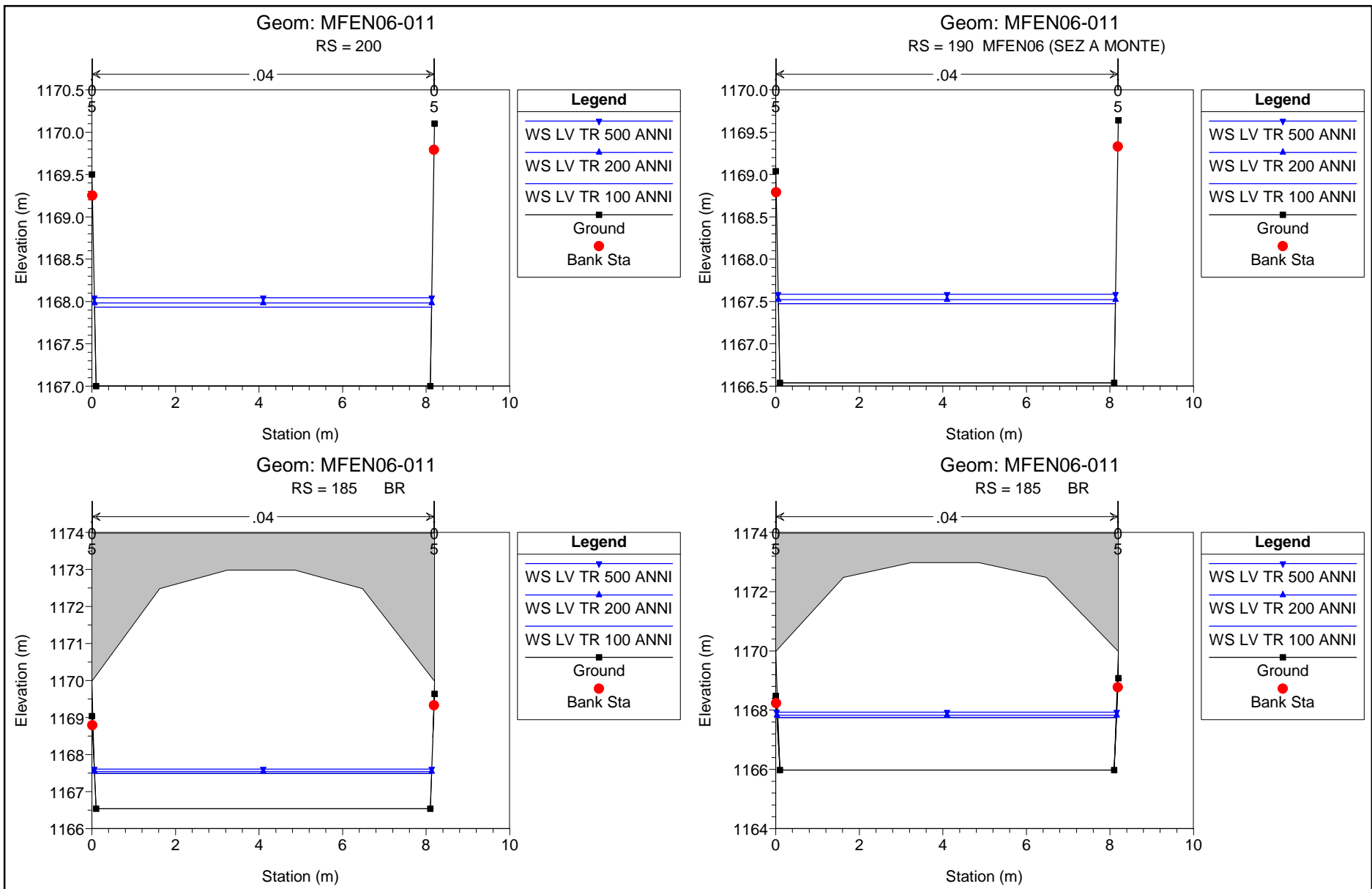
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
RIO DEL PUY	130	LV TR 500 ANNI	42.80	1163.10	1164.52	1165.02	1166.26	0.060787	5.84	7.33	5.20	1.57
RIO DEL PUY	125	Bridge										
RIO DEL PUY	120	LV TR 100 ANNI	36.00	1162.82	1164.11	1164.53	1165.60	0.056700	5.41	6.66	5.19	1.52
RIO DEL PUY	120	LV TR 200 ANNI	38.90	1162.82	1164.19	1164.62	1165.74	0.055870	5.51	7.06	5.19	1.51
RIO DEL PUY	120	LV TR 500 ANNI	42.80	1162.82	1164.29	1164.74	1165.92	0.055310	5.65	7.58	5.20	1.49
RIO DEL PUY	110	LV TR 100 ANNI	36.00	1161.06	1163.26	1163.07	1164.09	0.024152	4.04	8.91	4.10	0.87
RIO DEL PUY	110	LV TR 200 ANNI	38.90	1161.06	1163.37	1163.17	1164.25	0.024677	4.15	9.37	4.10	0.88
RIO DEL PUY	110	LV TR 500 ANNI	42.80	1161.06	1163.52	1163.31	1164.46	0.025327	4.29	9.98	4.11	0.88
RIO DEL PUY	105	Bridge										
RIO DEL PUY	100	LV TR 100 ANNI	36.00	1159.29	1161.83		1162.45	0.016448	3.49	10.32	4.11	0.70
RIO DEL PUY	100	LV TR 200 ANNI	38.90	1159.29	1161.95		1162.61	0.017016	3.60	10.81	4.12	0.71
RIO DEL PUY	100	LV TR 500 ANNI	42.80	1159.29	1162.11		1162.82	0.017768	3.74	11.45	4.13	0.72
RIO DEL PUY	90	LV TR 100 ANNI	36.00	1158.15	1159.56	1160.13	1161.50	0.076841	6.18	5.82	5.09	1.84
RIO DEL PUY	90	LV TR 200 ANNI	38.90	1158.15	1159.63	1160.22	1161.65	0.075977	6.30	6.17	5.10	1.83
RIO DEL PUY	90	LV TR 500 ANNI	42.80	1158.15	1159.71	1160.35	1161.84	0.074924	6.46	6.63	5.11	1.81
RIO DEL PUY	85	Bridge										
RIO DEL PUY	80	LV TR 100 ANNI	36.00	1157.79	1159.28	1159.77	1160.97	0.062580	5.76	6.25	5.10	1.66
RIO DEL PUY	80	LV TR 200 ANNI	38.90	1157.79	1159.35	1159.86	1161.12	0.062621	5.89	6.60	5.11	1.65
RIO DEL PUY	80	LV TR 500 ANNI	42.80	1157.79	1159.44	1159.98	1161.31	0.062628	6.06	7.06	5.11	1.65
RIO DEL PUY	70	LV TR 100 ANNI	36.00	1156.96	1158.52	1158.95	1160.03	0.053398	5.45	6.61	5.11	1.53
RIO DEL PUY	70	LV TR 200 ANNI	38.90	1156.96	1158.59	1159.03	1160.18	0.053511	5.58	6.98	5.11	1.52
RIO DEL PUY	70	LV TR 500 ANNI	42.80	1156.96	1158.69	1159.16	1160.37	0.053642	5.74	7.46	5.12	1.52

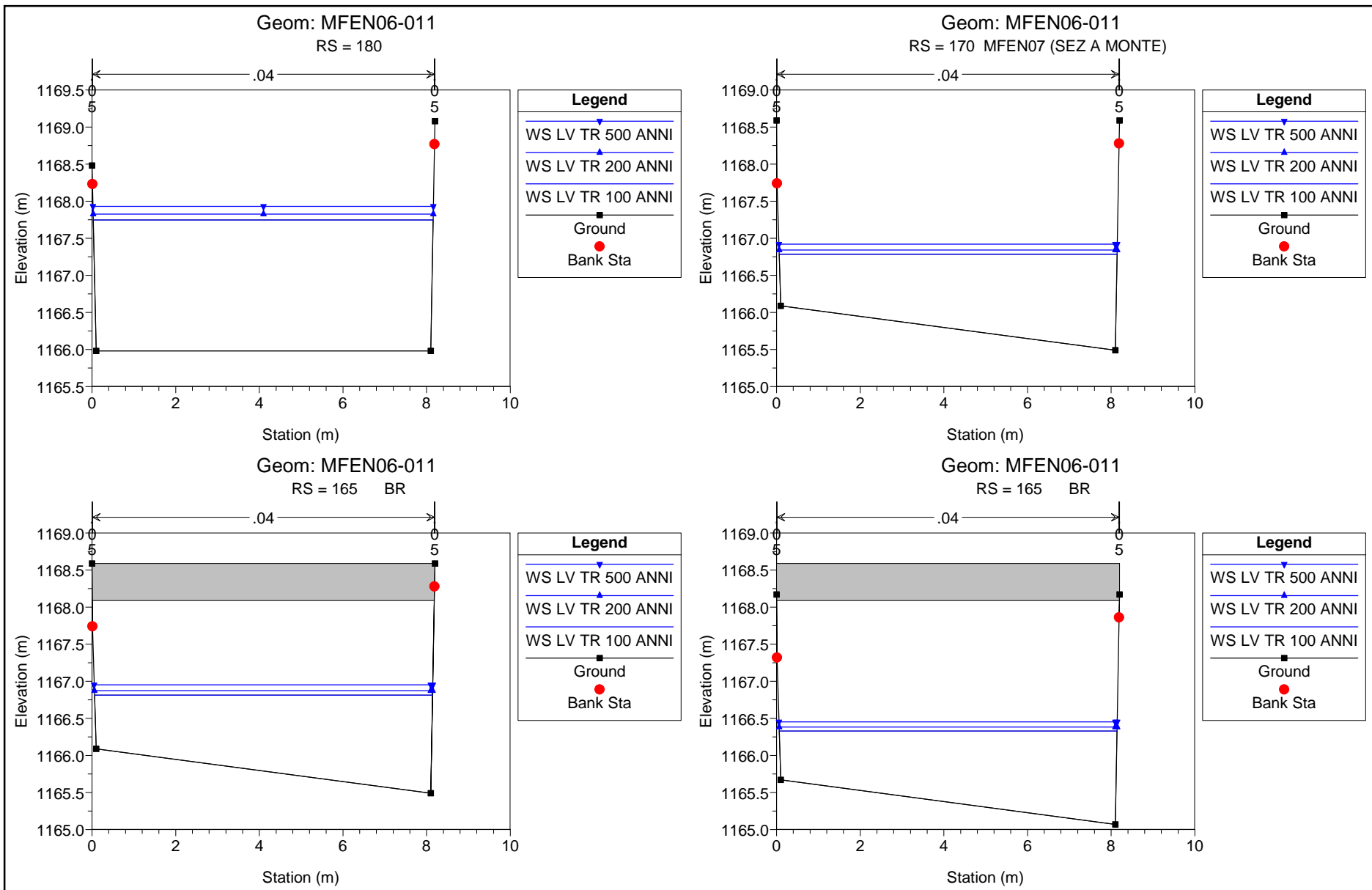
Geom: MFEN06-011

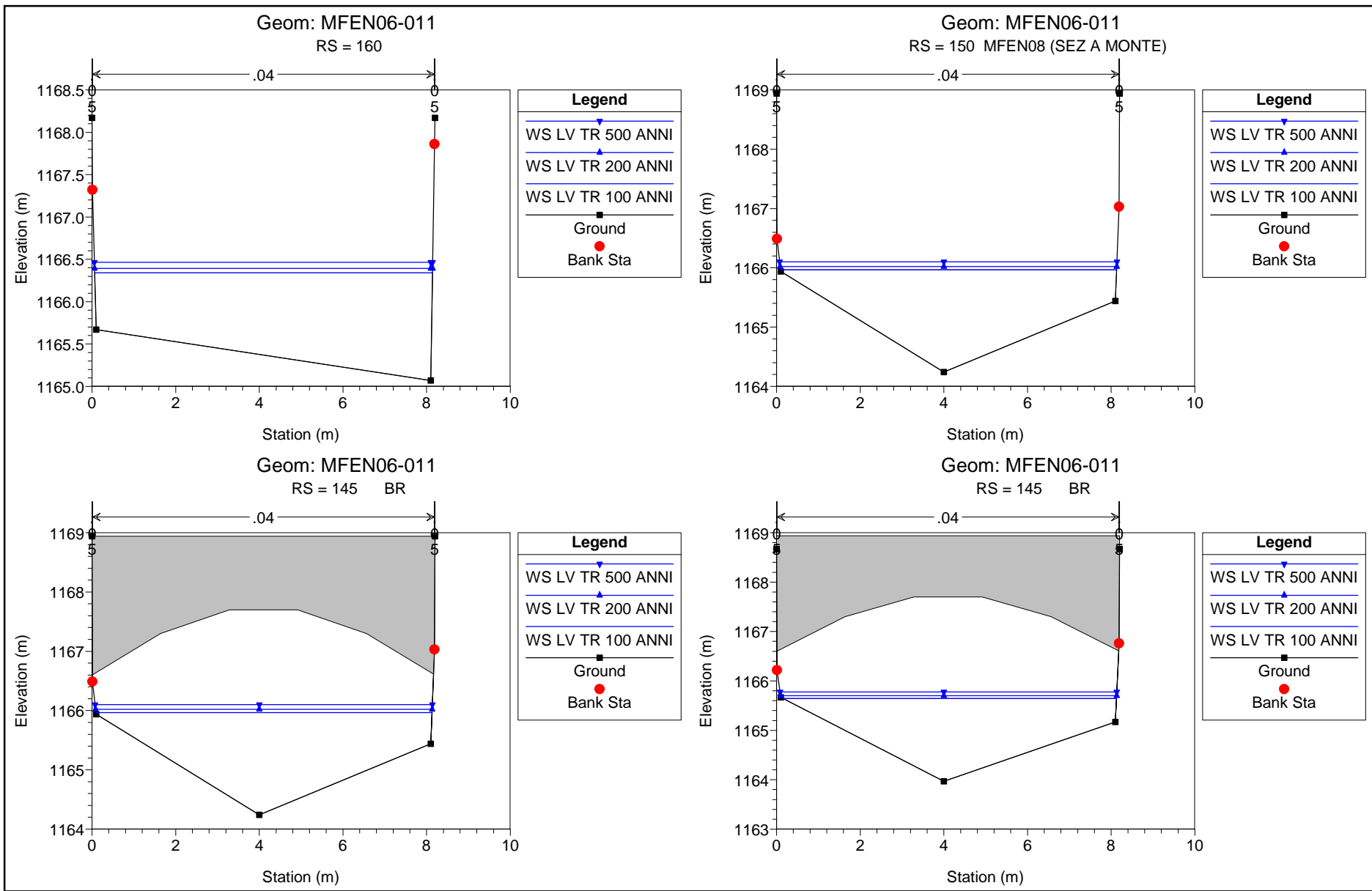


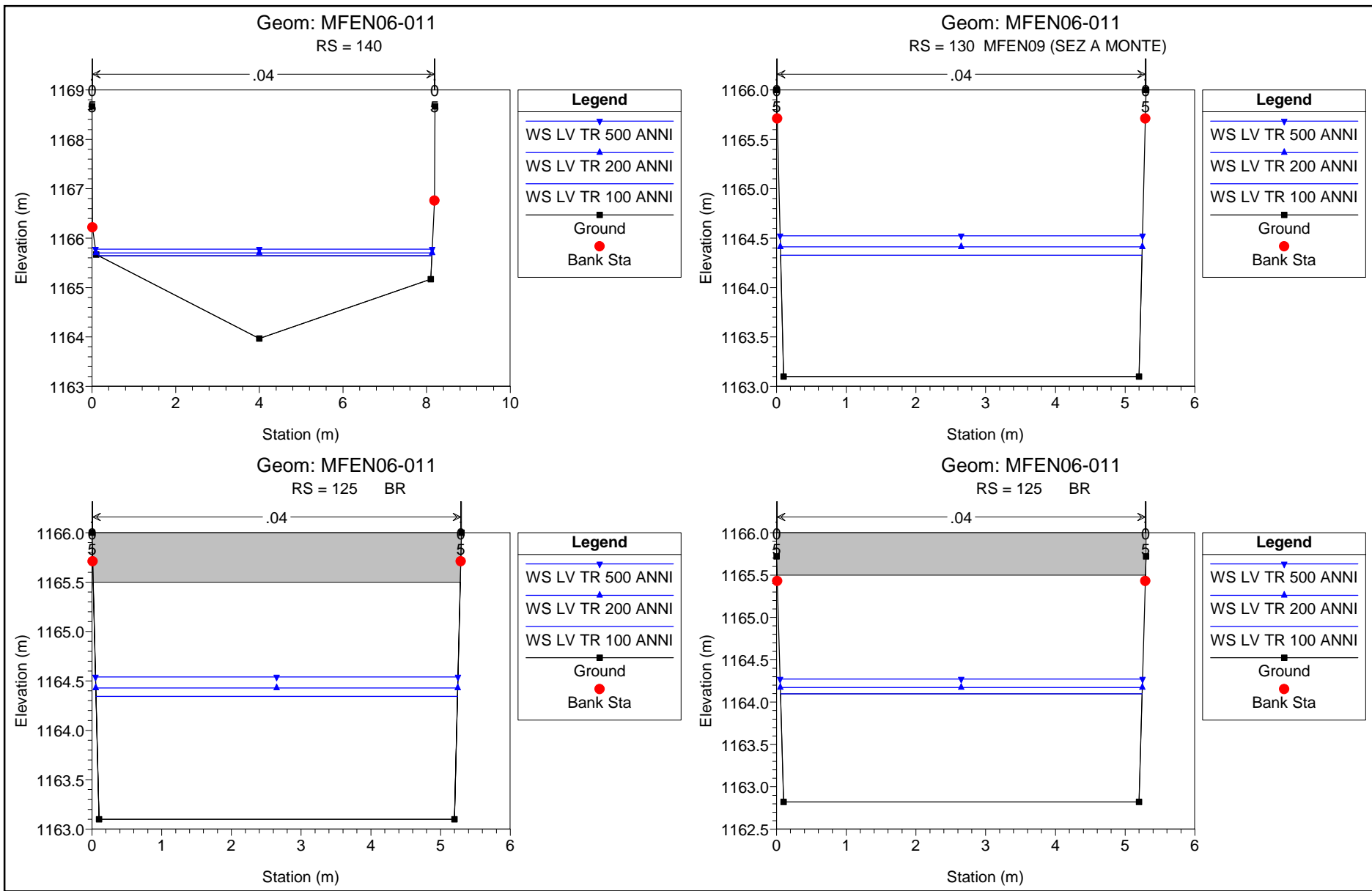
Legend

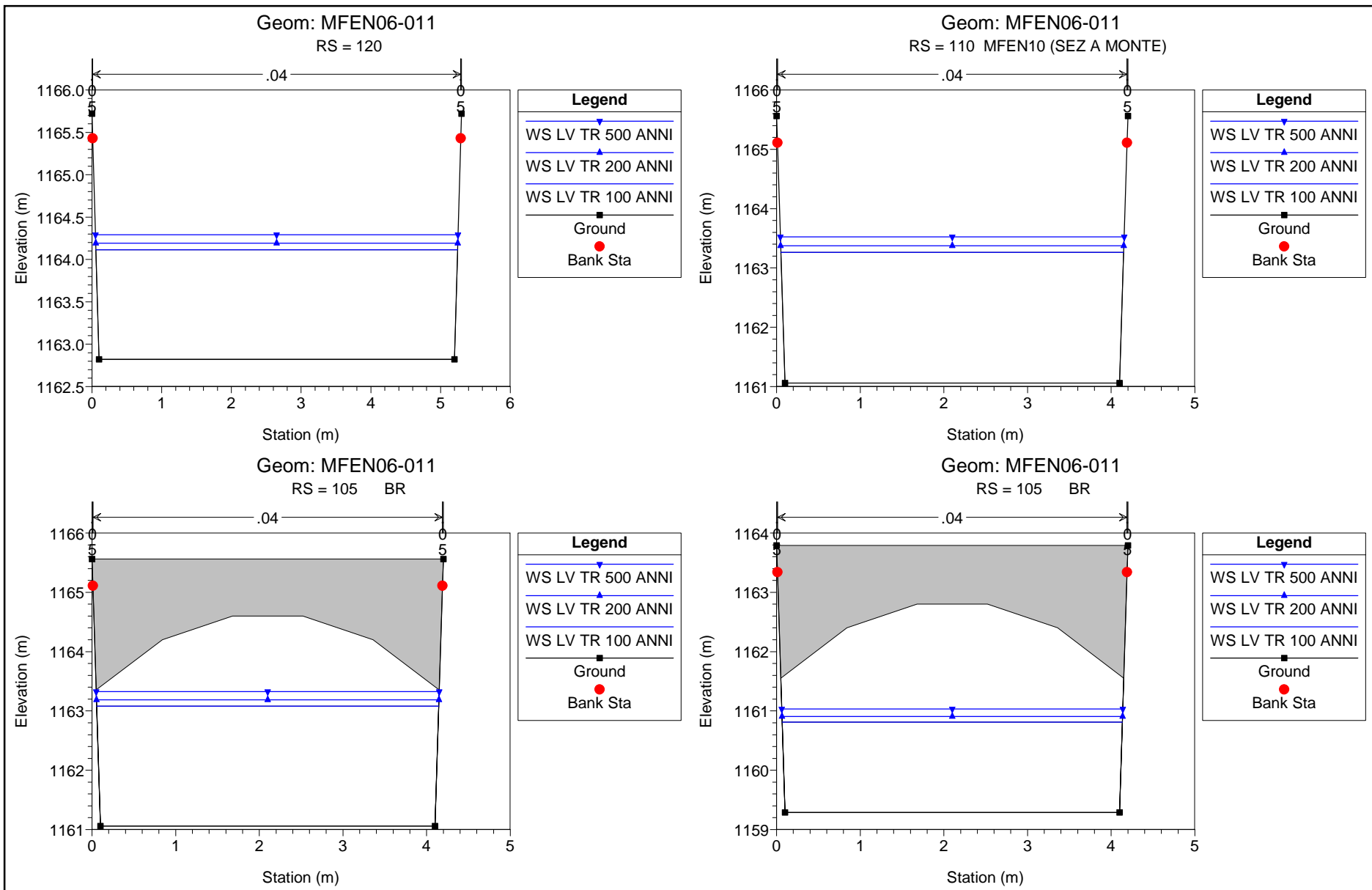
- WS LV TR 500 ANNI
- WS LV TR 200 ANNI
- WS LV TR 100 ANNI
- Ground
- LOB
- ROB

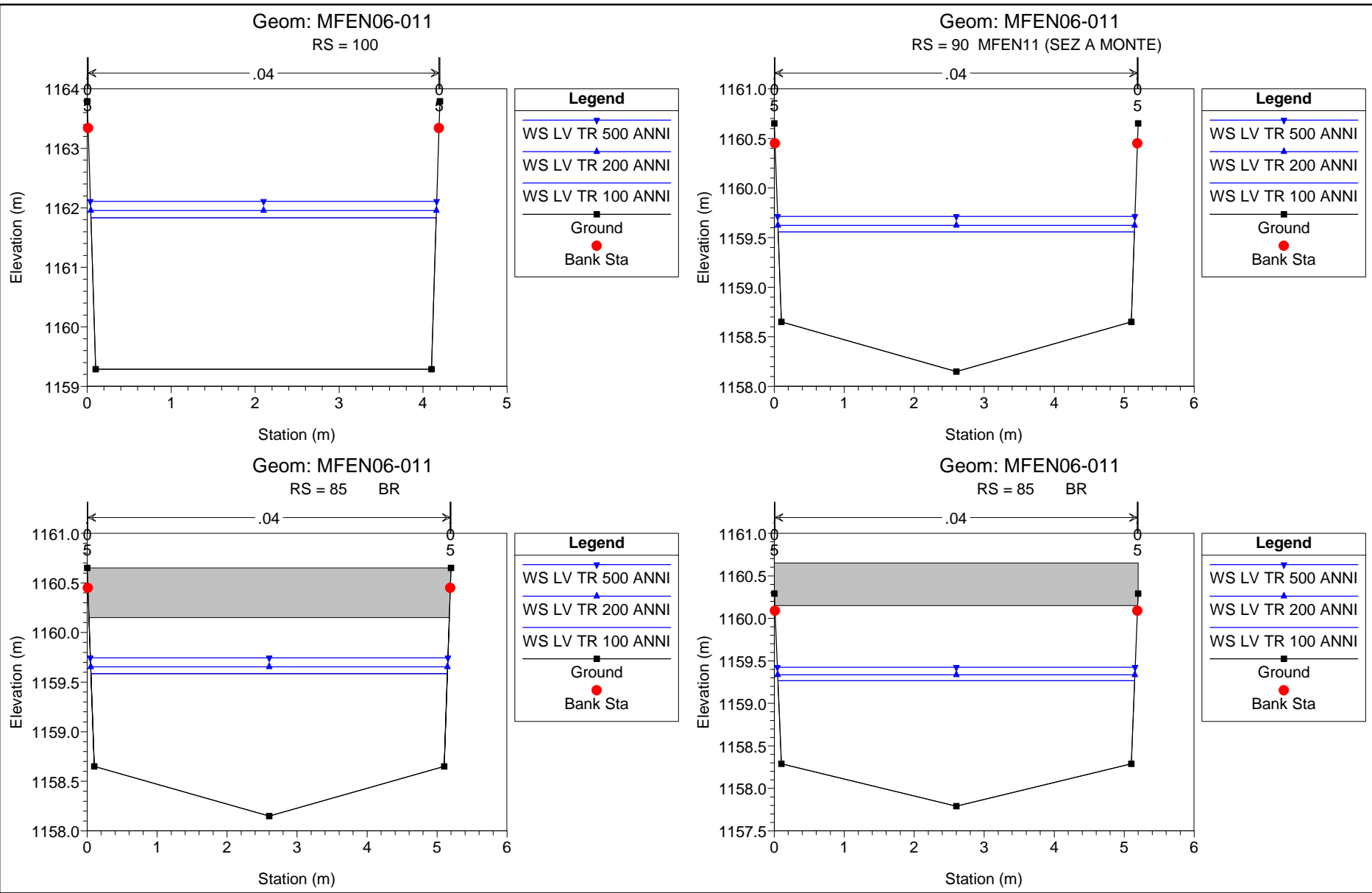






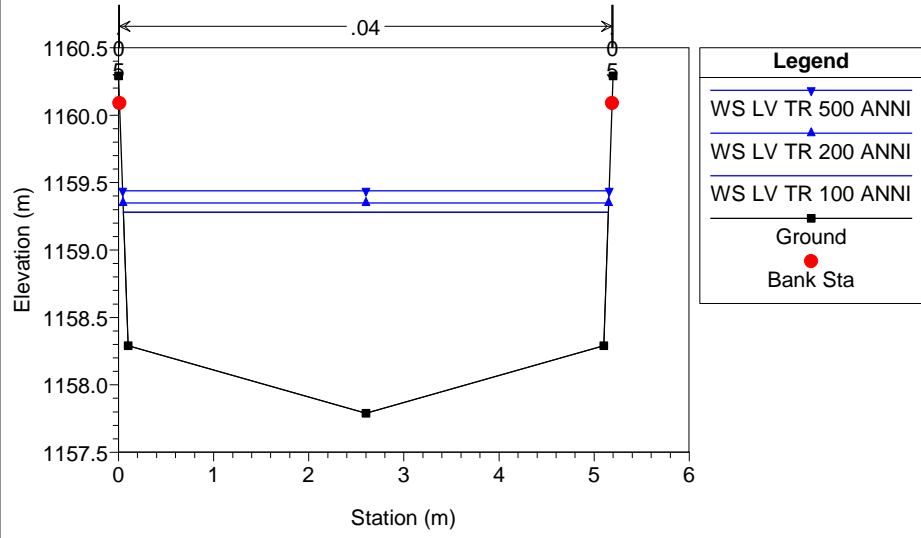






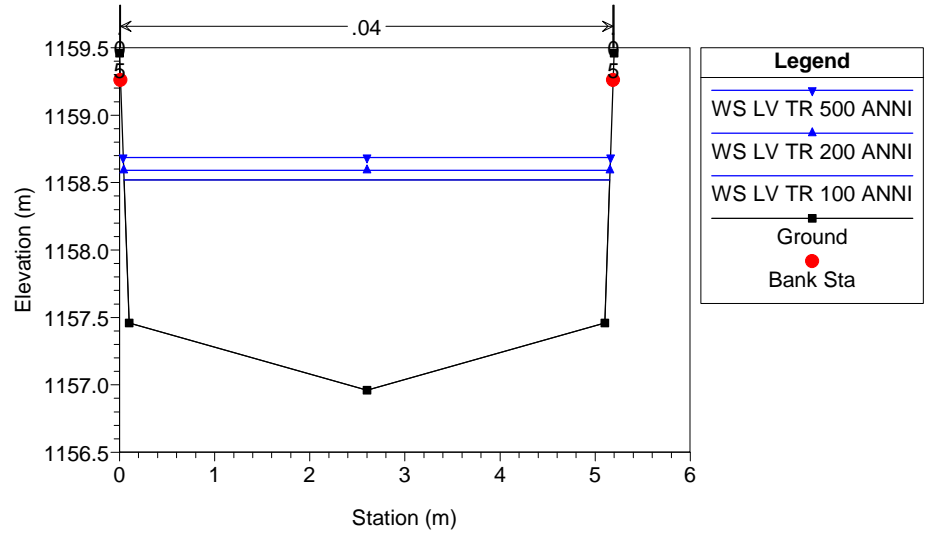
Geom: MFEN06-011

RS = 80



Geom: MFEN06-011

RS = 70



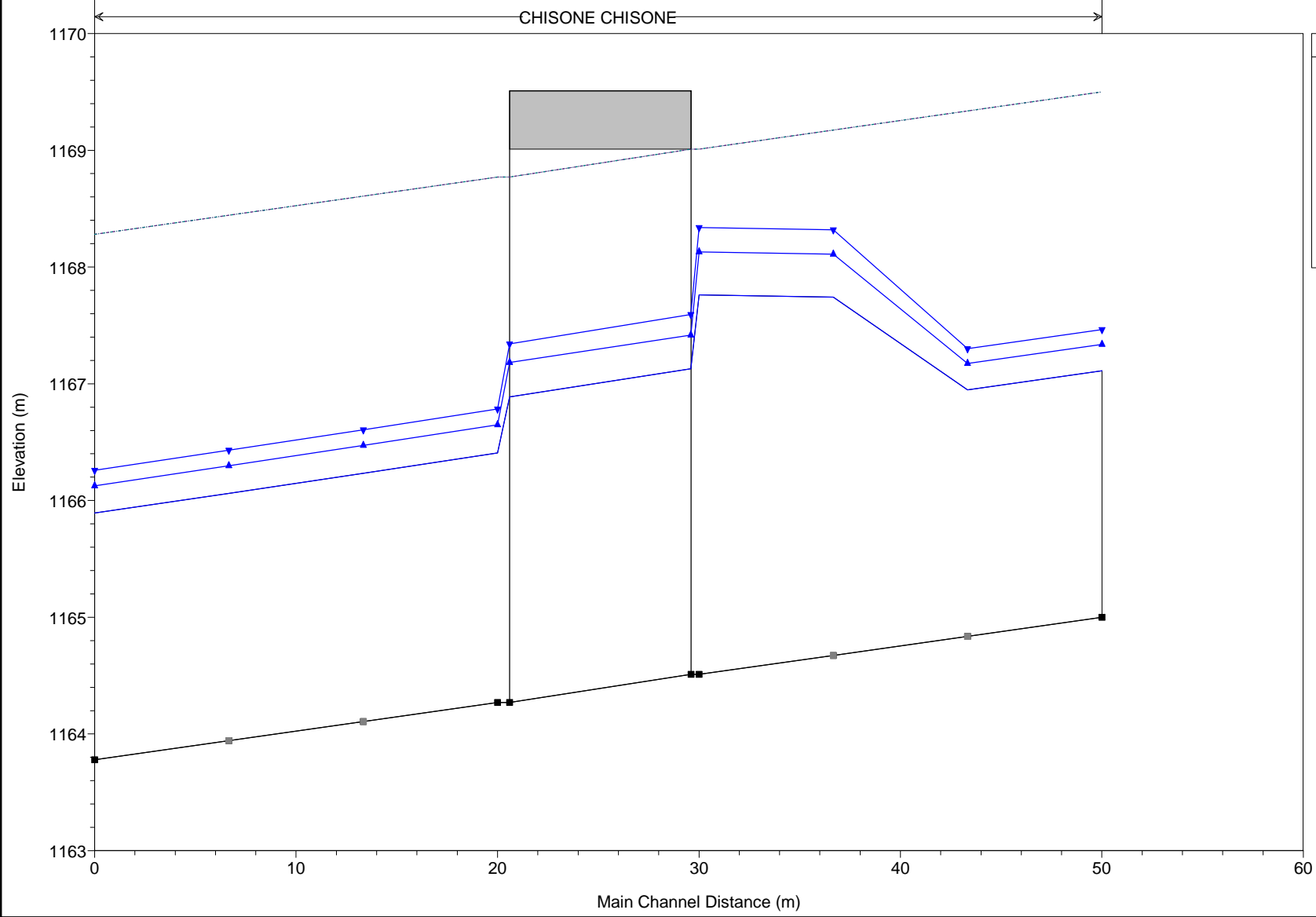
CHISONE LOC DEPOT MANUFATTO MFEM22

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: CHISONE Reach: CHISONE

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
CHISONE	100	LV TR 100	416.00	1165.00	1167.11	1167.51	1168.88	0.024019	5.89	70.58	33.48	1.30
CHISONE	100	LV TR 200	489.00	1165.00	1167.34	1167.79	1169.33	0.024018	6.26	78.15	33.49	1.31
CHISONE	100	LV TR 500	532.00	1165.00	1167.46	1167.95	1169.59	0.024019	6.45	82.42	33.50	1.31
CHISONE	90	LV TR 100	416.00	1164.51	1167.76	1167.02	1168.51	0.006146	3.82	108.77	33.53	0.68
CHISONE	90	LV TR 200	489.00	1164.51	1168.13	1167.30	1168.96	0.006081	4.04	121.12	33.54	0.68
CHISONE	90	LV TR 500	532.00	1164.51	1168.34	1167.46	1169.22	0.006048	4.15	128.13	33.55	0.68
CHISONE	85		Bridge									
CHISONE	80	LV TR 100	416.00	1164.27	1166.41	1166.78	1168.13	0.023088	5.82	71.47	33.49	1.27
CHISONE	80	LV TR 200	489.00	1164.27	1166.65	1167.06	1168.57	0.022710	6.15	79.54	33.50	1.27
CHISONE	80	LV TR 500	532.00	1164.27	1166.78	1167.22	1168.82	0.022552	6.33	84.08	33.50	1.27
CHISONE	70	LV TR 100	416.00	1163.78	1165.89	1166.29	1167.66	0.023952	5.89	70.65	33.48	1.29
CHISONE	70	LV TR 200	489.00	1163.78	1166.13	1166.57	1168.10	0.023698	6.23	78.48	33.49	1.30
CHISONE	70	LV TR 500	532.00	1163.78	1166.26	1166.73	1168.36	0.023572	6.42	82.91	33.50	1.30

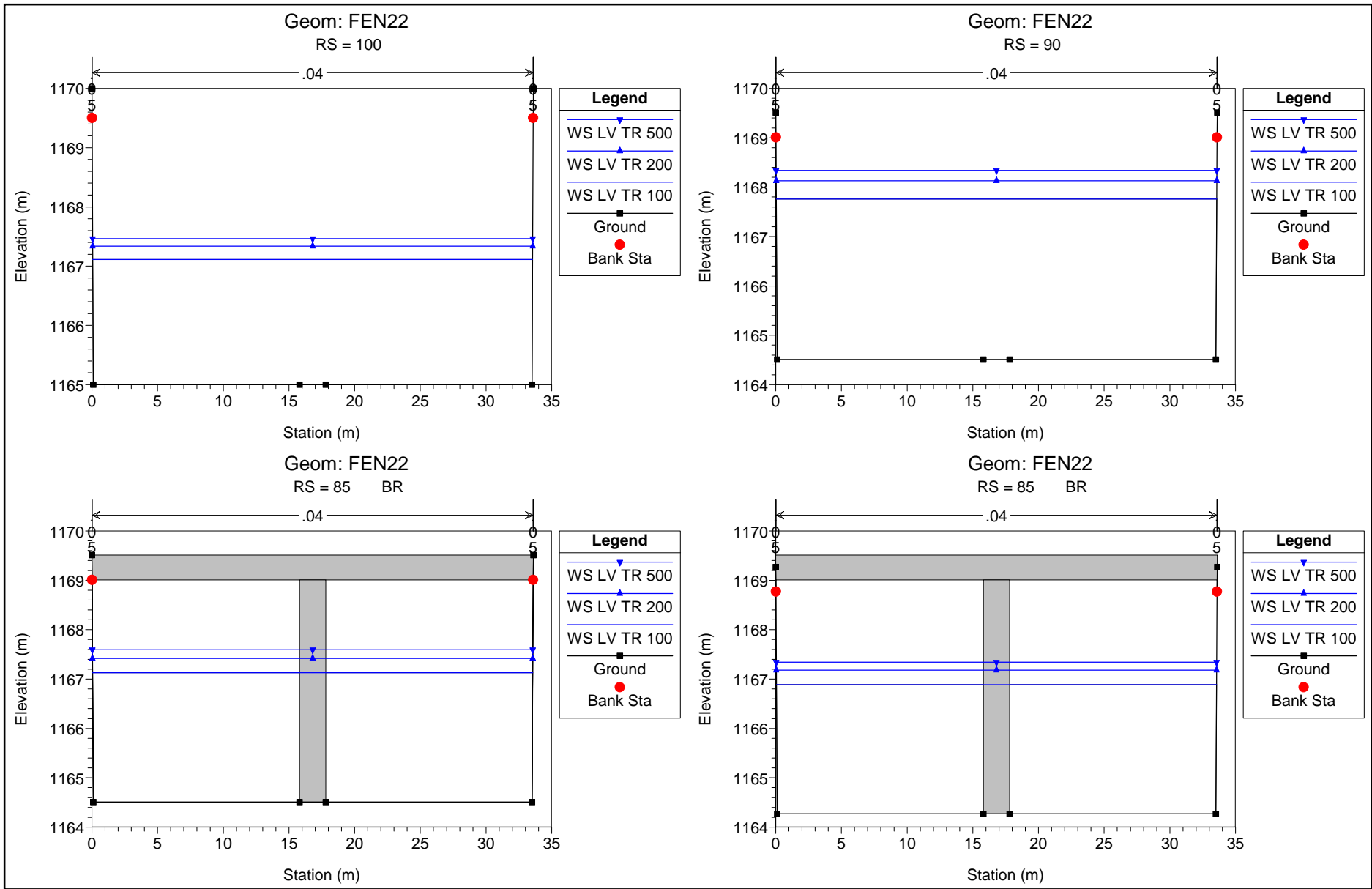
Geom: FEN22

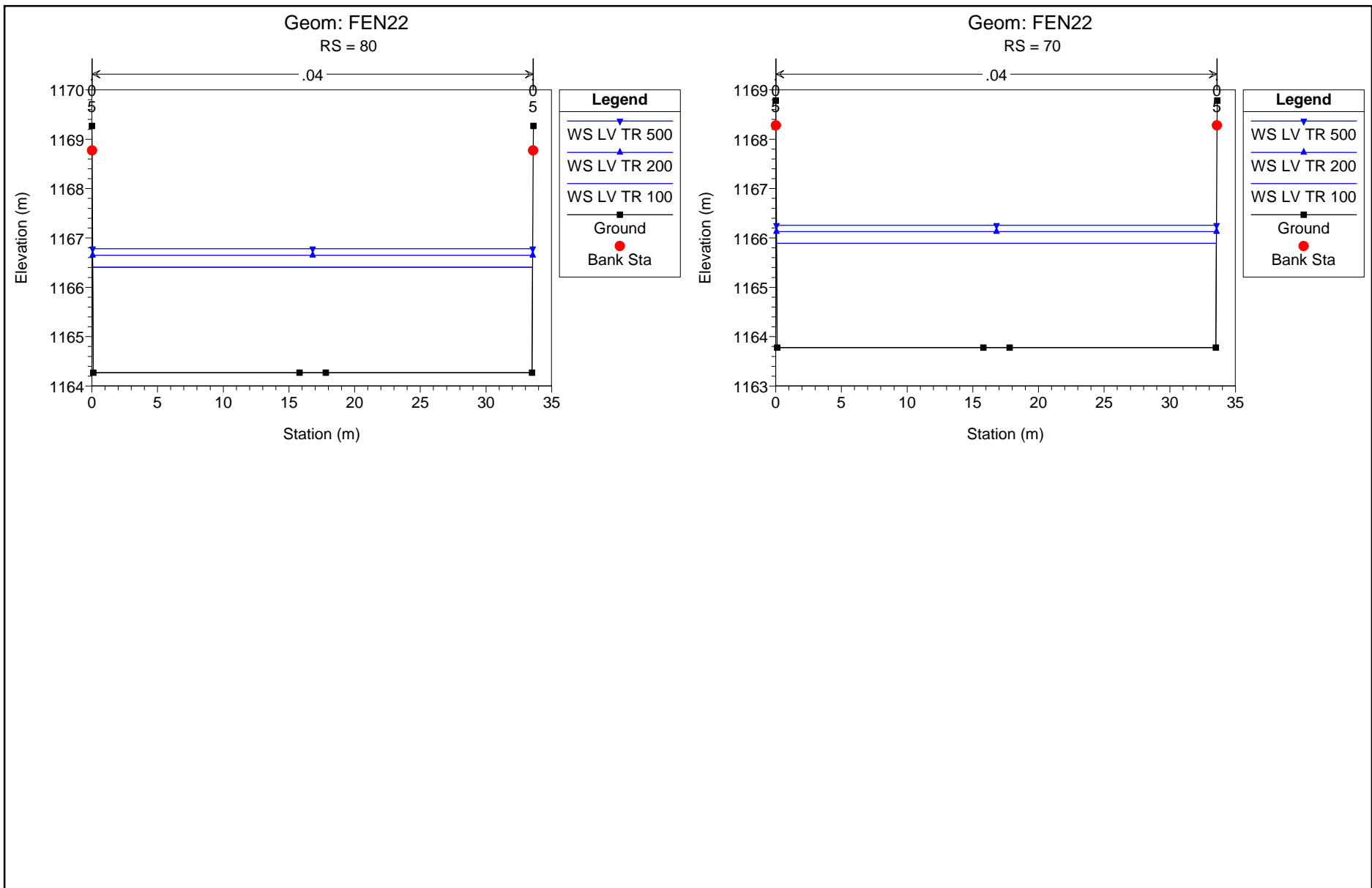
CHISONE CHISONE



Legend

- WS LV TR 500 (Blue line with inverted triangle marker)
- WS LV TR 200 (Blue line with upright triangle marker)
- WS LV TR 100 (Blue line)
- Ground (Black line with square marker)
- LOB (Dashed red line)
- ROB (Dotted green line)

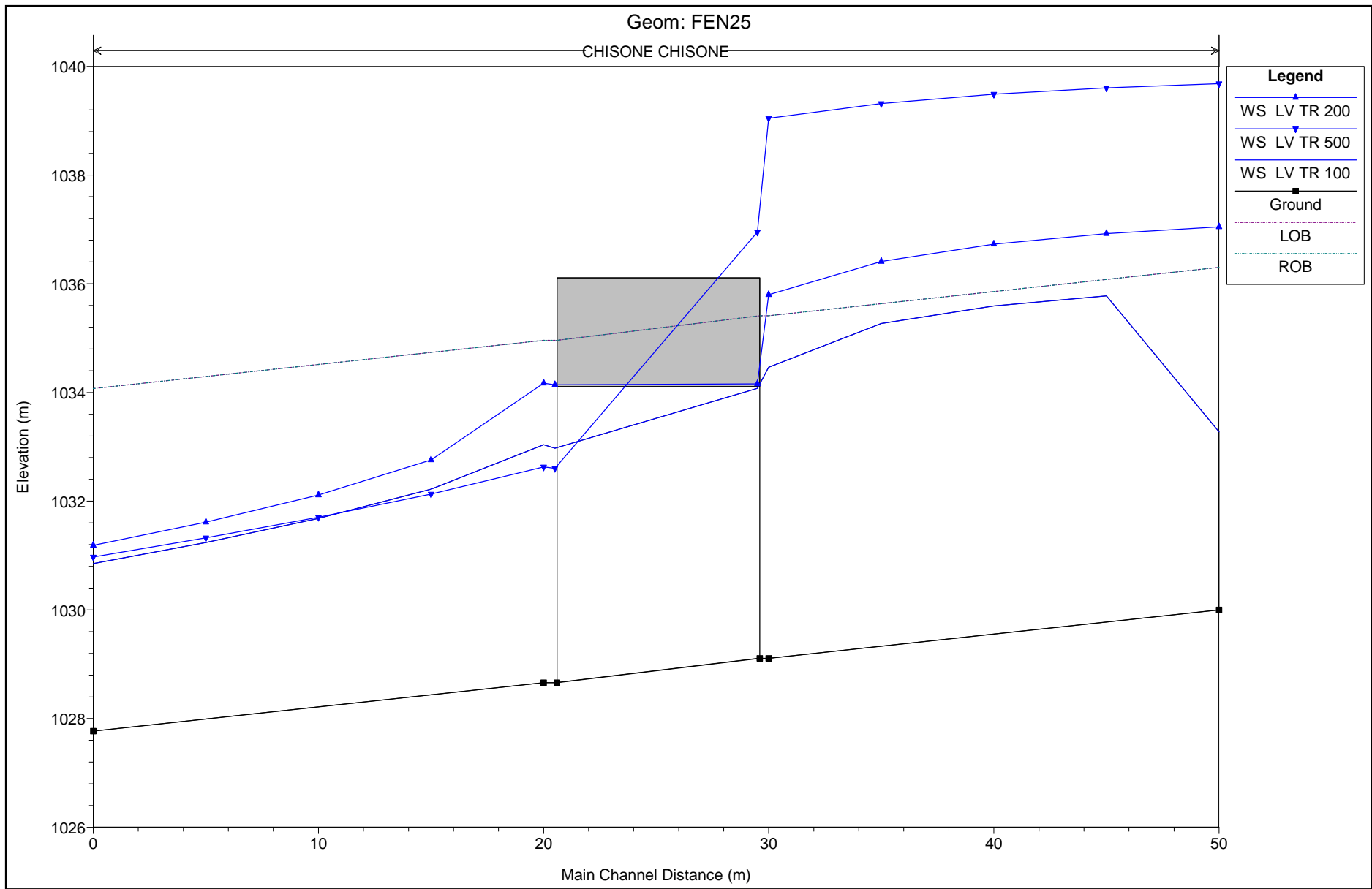


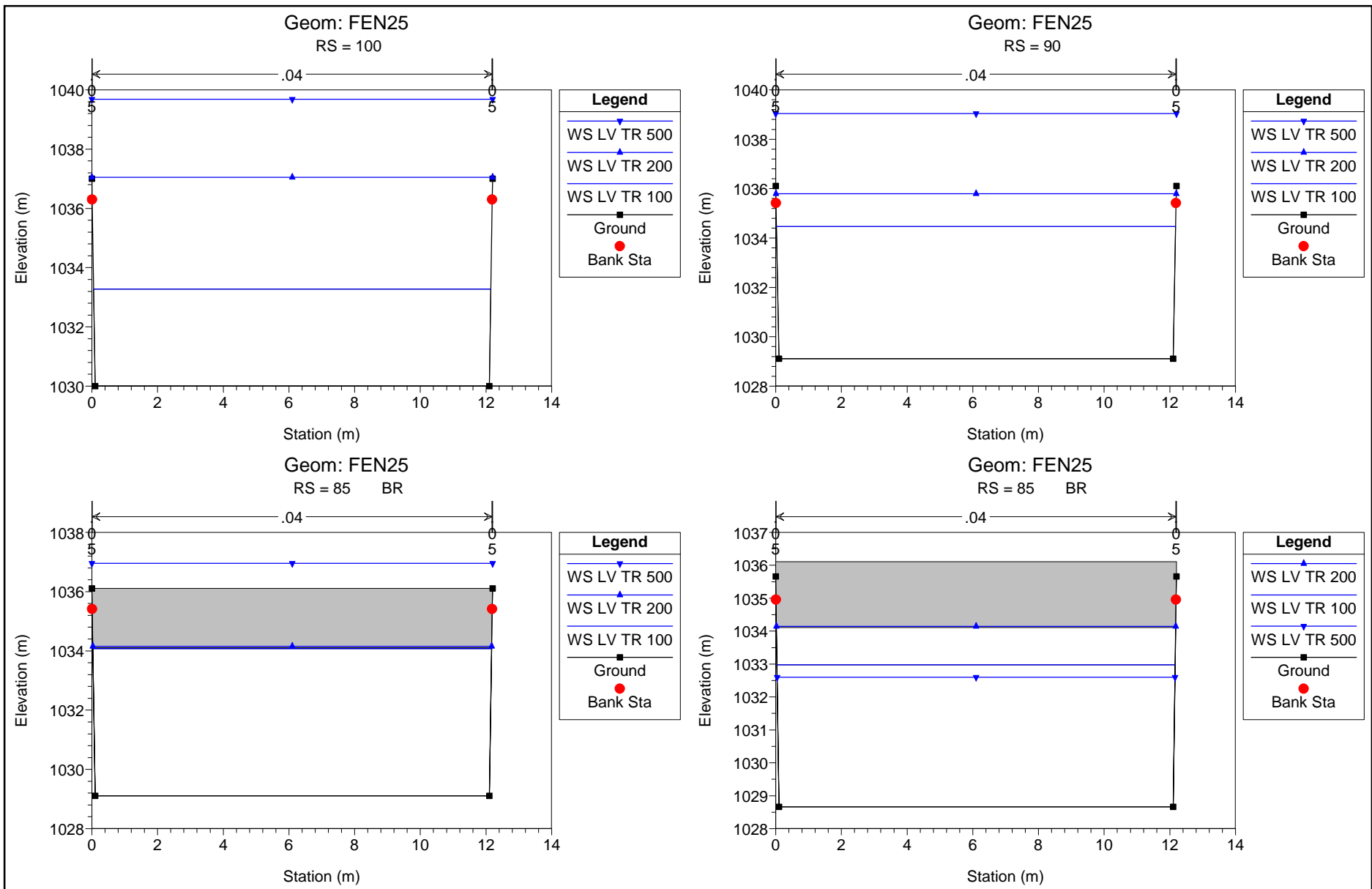


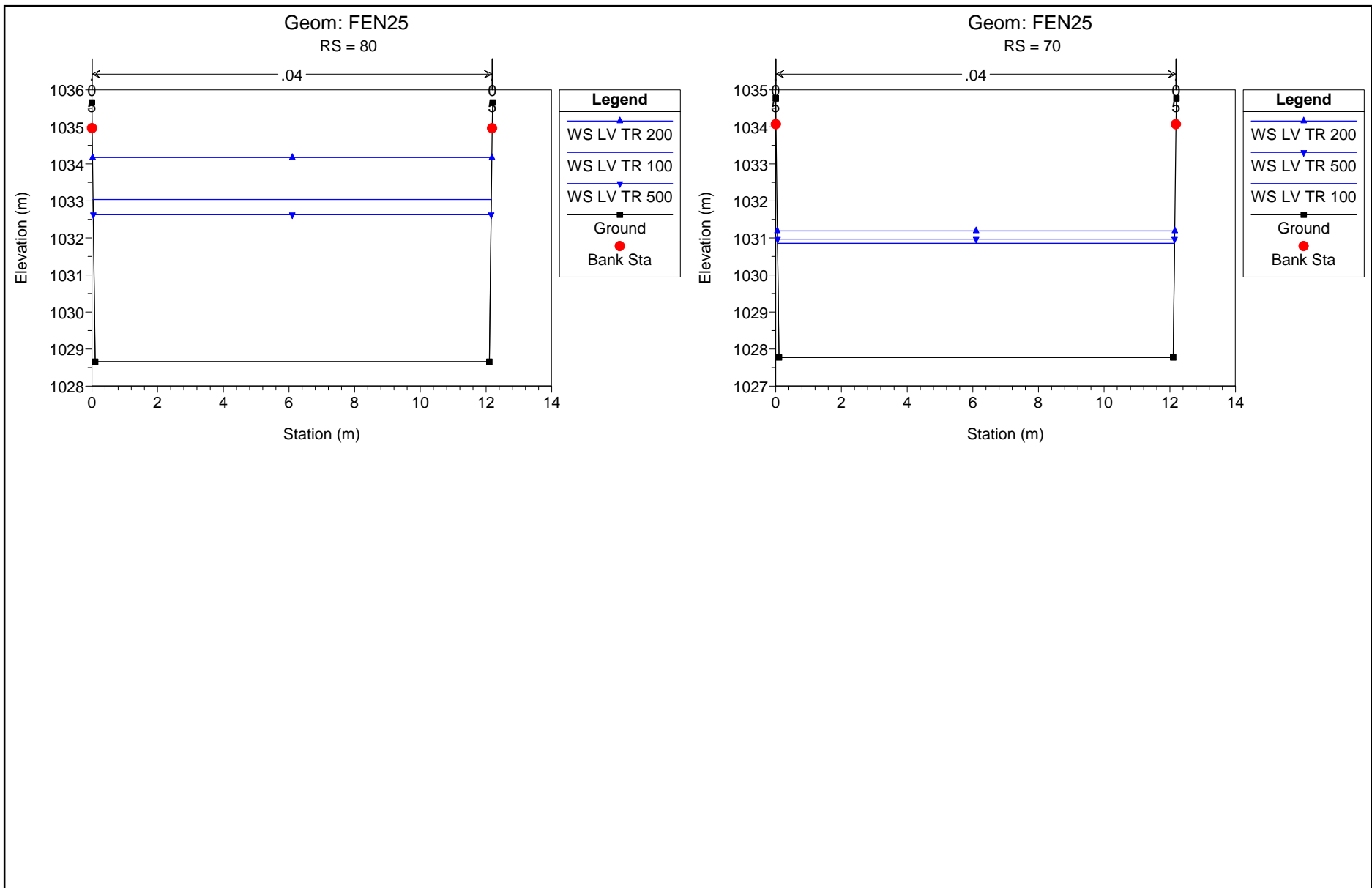
CHISONE LOC GRANGES MANUFATTO MFEN25

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: CHISONE Reach: CHISONE

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
CHISONE	100	LV TR 100	416.00	1030.00	1033.28	1034.51	1037.25	0.040078	8.83	47.11	16.77	1.68
CHISONE	100	LV TR 200	489.00	1030.00	1037.05	1034.97	1037.88	0.003949	4.05	120.71	22.20	0.55
CHISONE	100	LV TR 500	532.00	1030.00	1039.68	1035.22	1040.13	0.001258	2.97	179.23	22.20	0.33
CHISONE	90	LV TR 100	416.00	1029.11	1034.46	1034.06	1036.57	0.016409	6.43	64.66	12.15	0.89
CHISONE	90	LV TR 200	489.00	1029.11	1035.80	1034.62	1037.66	0.011961	6.05	80.89	12.19	0.75
CHISONE	90	LV TR 500	532.00	1029.11	1039.04	1034.94	1040.04	0.003757	4.42	120.49	12.20	0.45
CHISONE	85		Bridge									
CHISONE	80	LV TR 100	416.00	1028.66	1033.04	1033.61	1036.20	0.028611	7.88	52.79	12.12	1.21
CHISONE	80	LV TR 200	489.00	1028.66	1034.17	1034.17	1036.92	0.020959	7.35	66.57	12.16	1.00
CHISONE	80	LV TR 500	532.00	1028.66	1032.63	1034.49	1038.93	0.061605	11.12	47.84	12.11	1.79
CHISONE	70	LV TR 100	416.00	1027.77	1030.85	1032.24	1035.28	0.047437	9.33	44.61	16.94	1.83
CHISONE	70	LV TR 200	489.00	1027.77	1031.19	1032.69	1035.99	0.046191	9.70	50.39	17.48	1.82
CHISONE	70	LV TR 500	532.00	1027.77	1030.97	1032.94	1037.61	0.068318	11.41	46.62	17.13	2.21







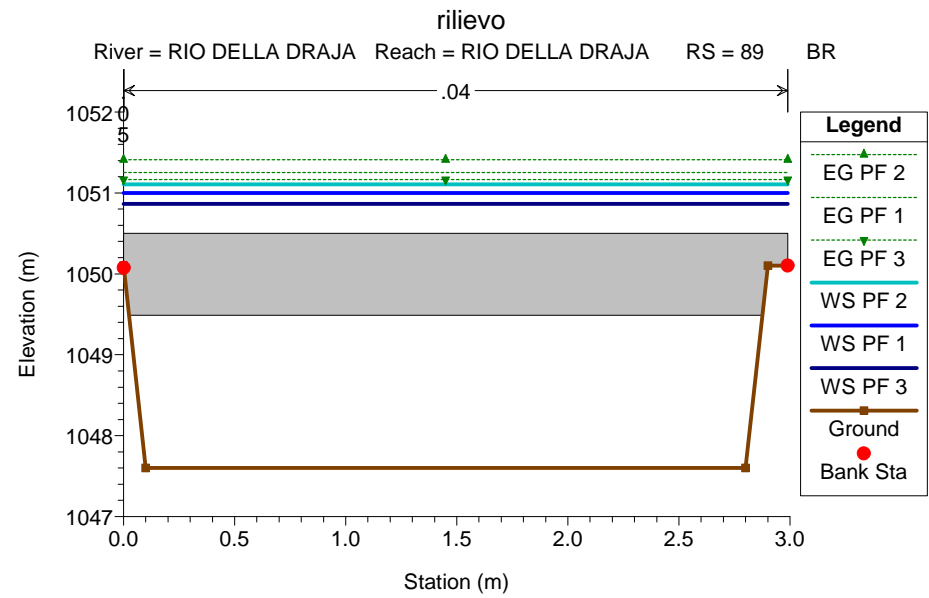
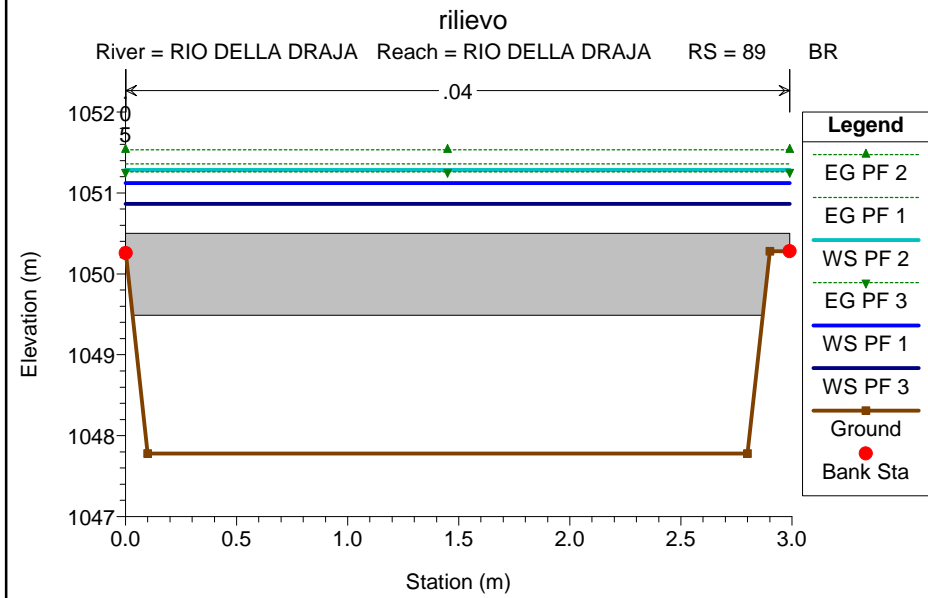
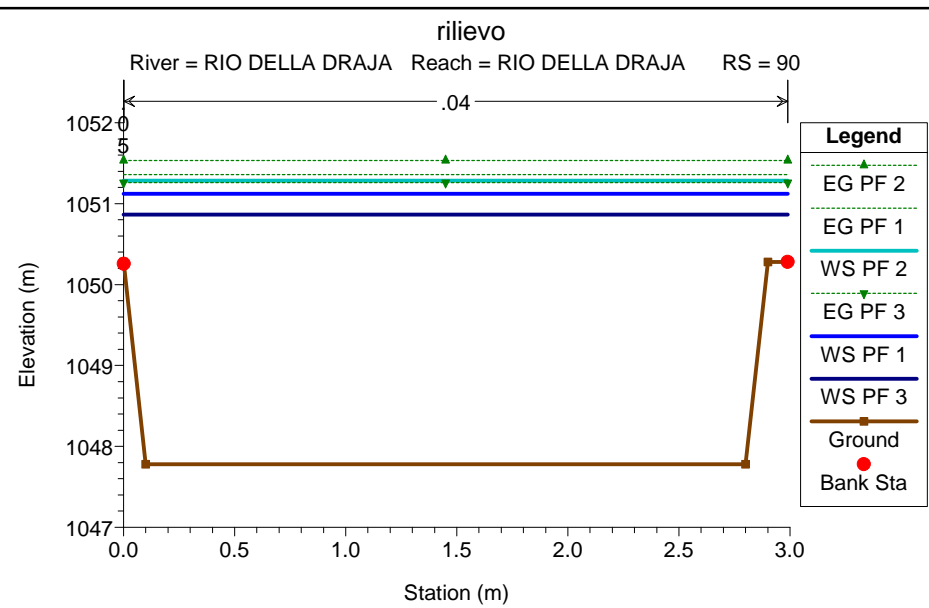
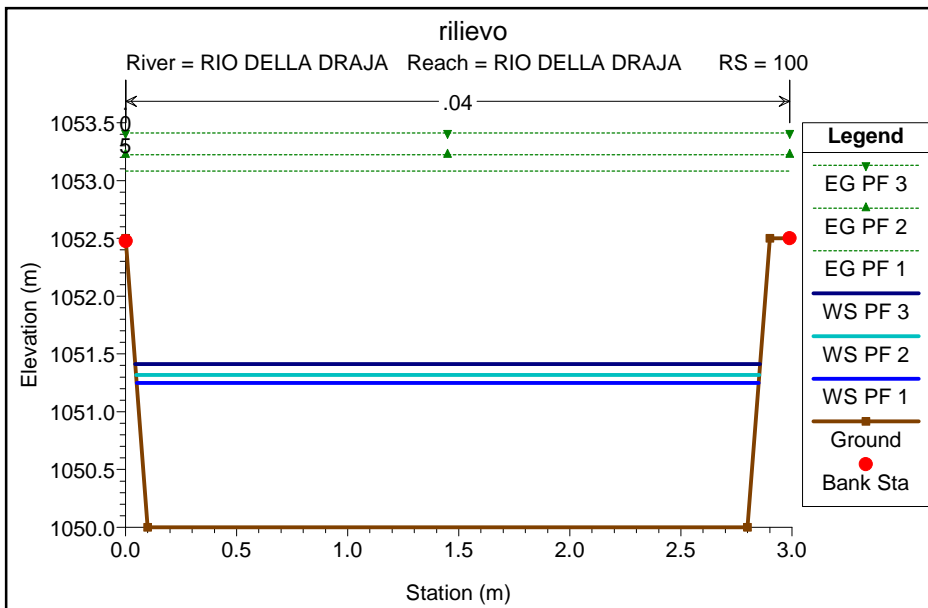
RIO DELLA DRAJA A MENTOULLES MFEN26-27

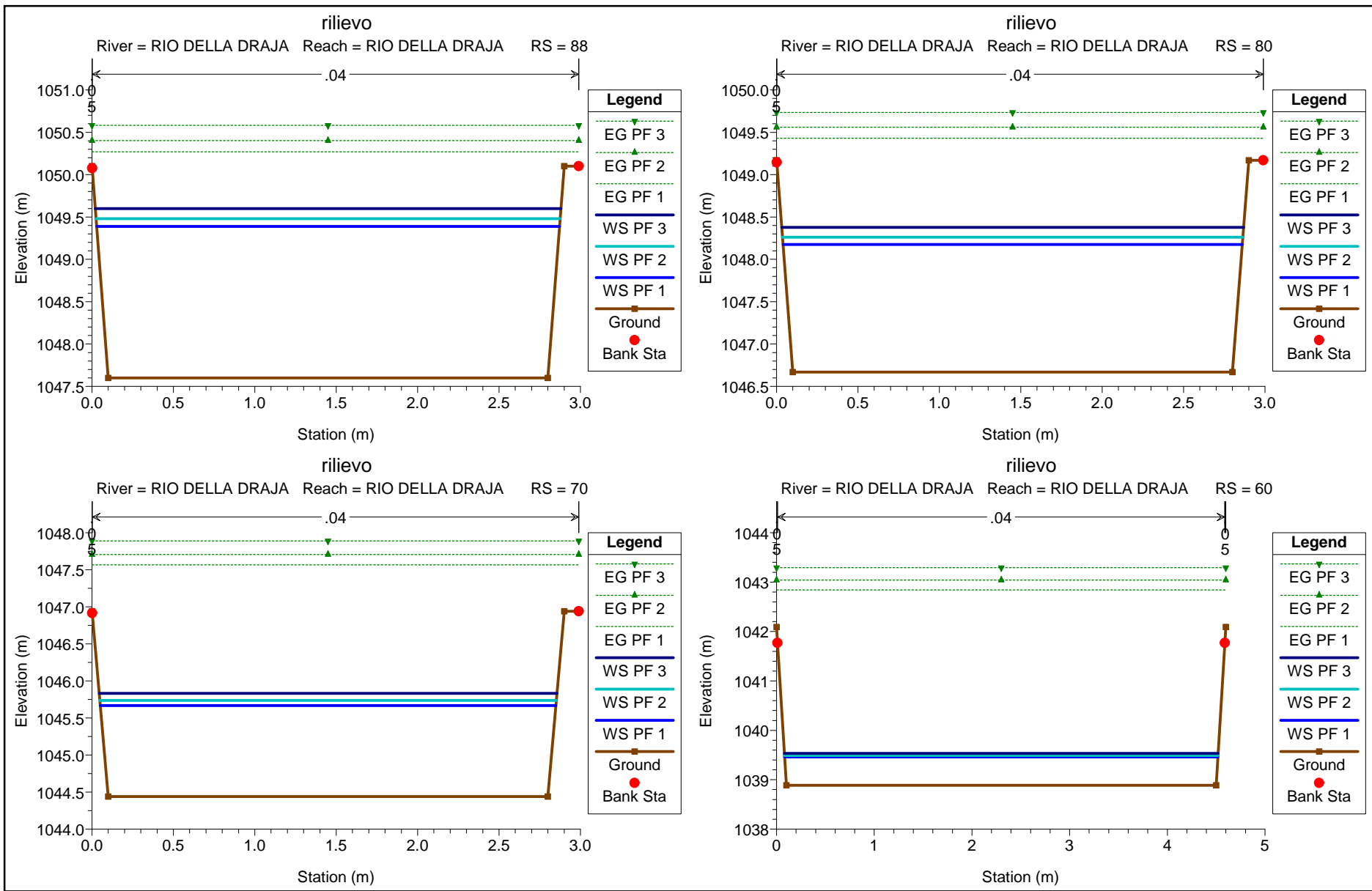
HEC-RAS Plan: rilievo River: RIO DELLA DRAJA Reach: RIO DELLA DRAJA

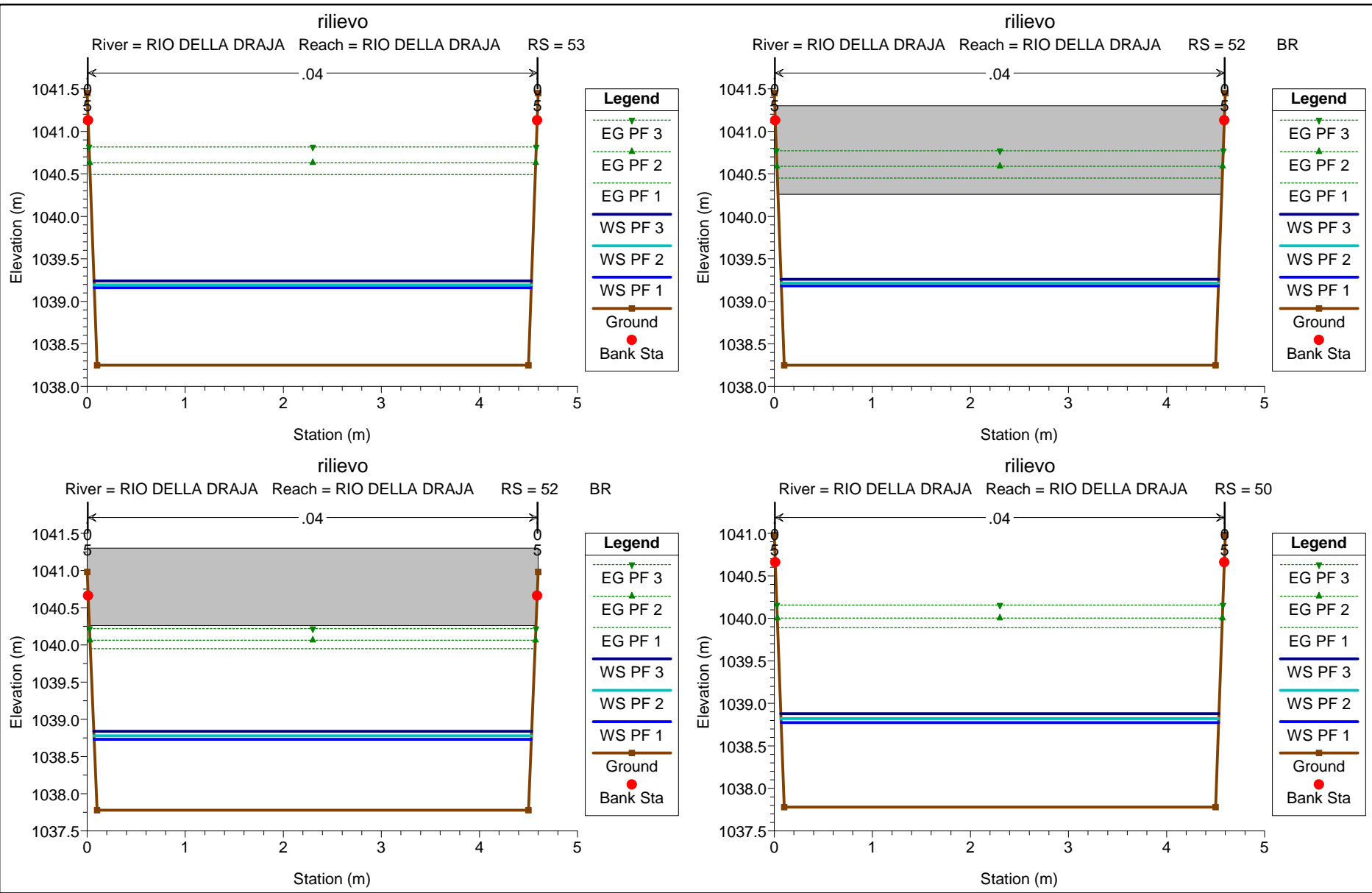
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
RIO DELLA DRAJA	100	PF 1	20.60	1050.00	1051.25	1051.79	1053.08	0.100018	6.00	3.44	2.80	1.73
RIO DELLA DRAJA	100	PF 2	22.20	1050.00	1051.32	1051.89	1053.22	0.100004	6.11	3.63	2.81	1.72
RIO DELLA DRAJA	100	PF 3	24.40	1050.00	1051.41	1052.00	1053.41	0.100195	6.27	3.89	2.81	1.70
RIO DELLA DRAJA	90	PF 1	20.60	1047.78	1051.12	1049.57	1051.36	0.006575	2.17	9.51	2.99	0.39
RIO DELLA DRAJA	90	PF 2	22.20	1047.78	1051.28	1049.66	1051.54	0.006621	2.22	10.00	2.99	0.39
RIO DELLA DRAJA	90	PF 3	24.40	1047.78	1050.86	1049.78	1051.26	0.011730	2.79	8.74	2.99	0.52
RIO DELLA DRAJA	89		Bridge									
RIO DELLA DRAJA	88	PF 1	20.60	1047.60	1049.39	1049.39	1050.27	0.037898	4.16	4.96	2.84	1.00
RIO DELLA DRAJA	88	PF 2	22.20	1047.60	1049.48	1049.48	1050.40	0.038598	4.26	5.21	2.85	1.00
RIO DELLA DRAJA	88	PF 3	24.40	1047.60	1049.60	1049.60	1050.58	0.039552	4.39	5.56	2.86	1.00
RIO DELLA DRAJA	80	PF 1	20.60	1046.67	1048.17	1048.46	1049.43	0.060297	4.96	4.15	2.82	1.31
RIO DELLA DRAJA	80	PF 2	22.20	1046.67	1048.26	1048.55	1049.56	0.060139	5.05	4.40	2.83	1.29
RIO DELLA DRAJA	80	PF 3	24.40	1046.67	1048.38	1048.67	1049.74	0.060185	5.16	4.73	2.84	1.28
RIO DELLA DRAJA	70	PF 1	20.60	1044.44	1045.67	1046.23	1047.57	0.105131	6.11	3.37	2.80	1.78
RIO DELLA DRAJA	70	PF 2	22.20	1044.44	1045.74	1046.32	1047.71	0.104629	6.22	3.57	2.80	1.76
RIO DELLA DRAJA	70	PF 3	24.40	1044.44	1045.83	1046.44	1047.89	0.104012	6.35	3.84	2.81	1.74
RIO DELLA DRAJA	60	PF 1	20.60	1038.89	1039.46	1040.19	1042.84	0.302130	8.14	2.53	4.44	3.44
RIO DELLA DRAJA	60	PF 2	22.20	1038.89	1039.49	1040.26	1043.04	0.300959	8.35	2.66	4.44	3.44
RIO DELLA DRAJA	60	PF 3	24.40	1038.89	1039.53	1040.34	1043.29	0.297718	8.59	2.84	4.44	3.43
RIO DELLA DRAJA	53	PF 1	20.60	1038.25	1039.16	1039.55	1040.49	0.074586	5.11	4.03	4.46	1.72
RIO DELLA DRAJA	53	PF 2	22.20	1038.25	1039.19	1039.62	1040.63	0.077672	5.31	4.18	4.46	1.75
RIO DELLA DRAJA	53	PF 3	24.40	1038.25	1039.24	1039.70	1040.82	0.081426	5.56	4.39	4.46	1.79
RIO DELLA DRAJA	52		Bridge									
RIO DELLA DRAJA	50	PF 1	20.60	1037.78	1038.77	1039.08	1039.89	0.057554	4.68	4.40	4.46	1.50
RIO DELLA DRAJA	50	PF 2	22.20	1037.78	1038.82	1039.15	1040.00	0.058478	4.82	4.61	4.47	1.51
RIO DELLA DRAJA	50	PF 3	24.40	1037.78	1038.88	1039.23	1040.16	0.059929	5.00	4.88	4.47	1.53

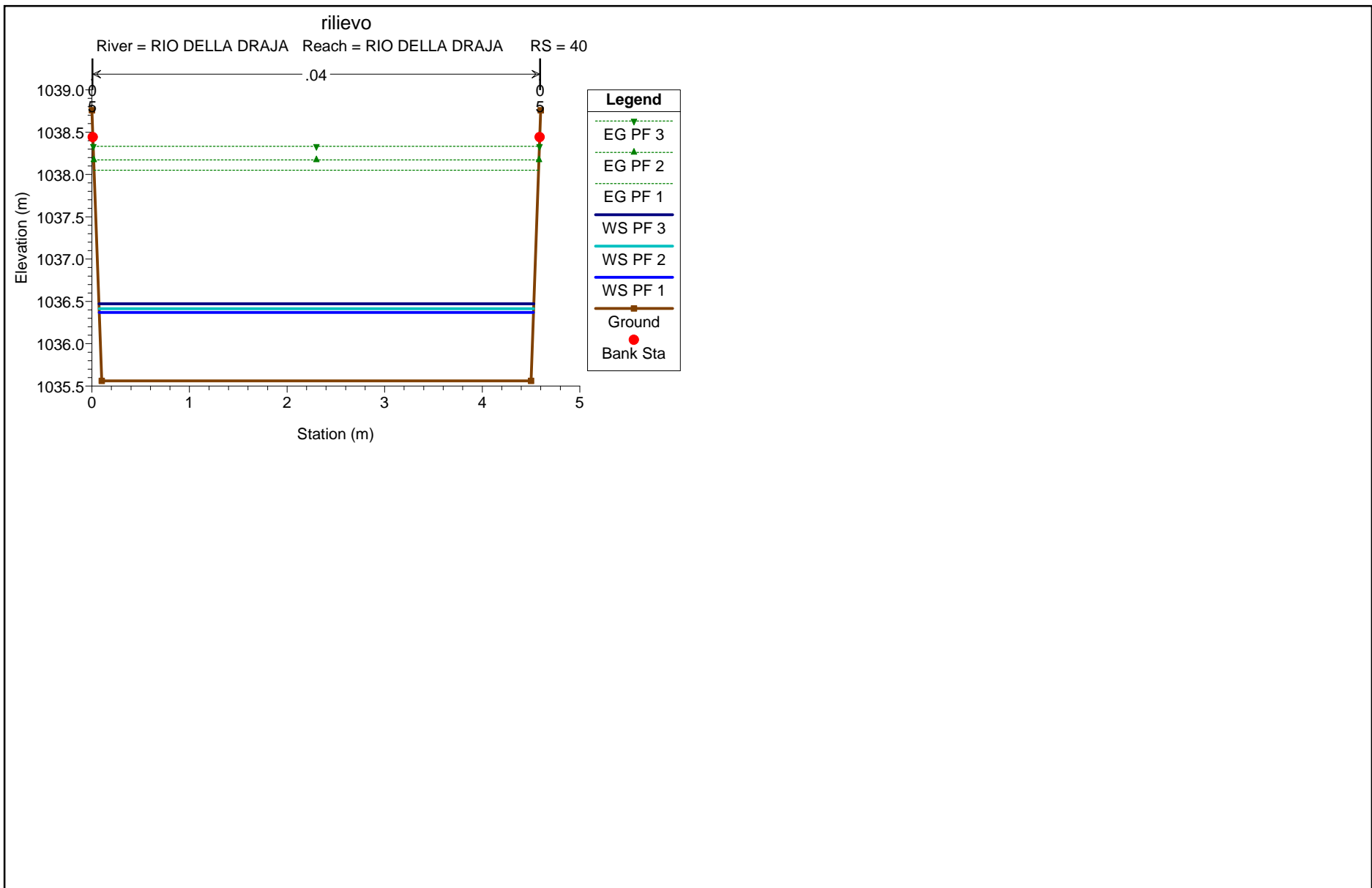
HEC-RAS Plan: rilievo River: RIO DELLA DRAJA Reach: RIO DELLA DRAJA (Continued)

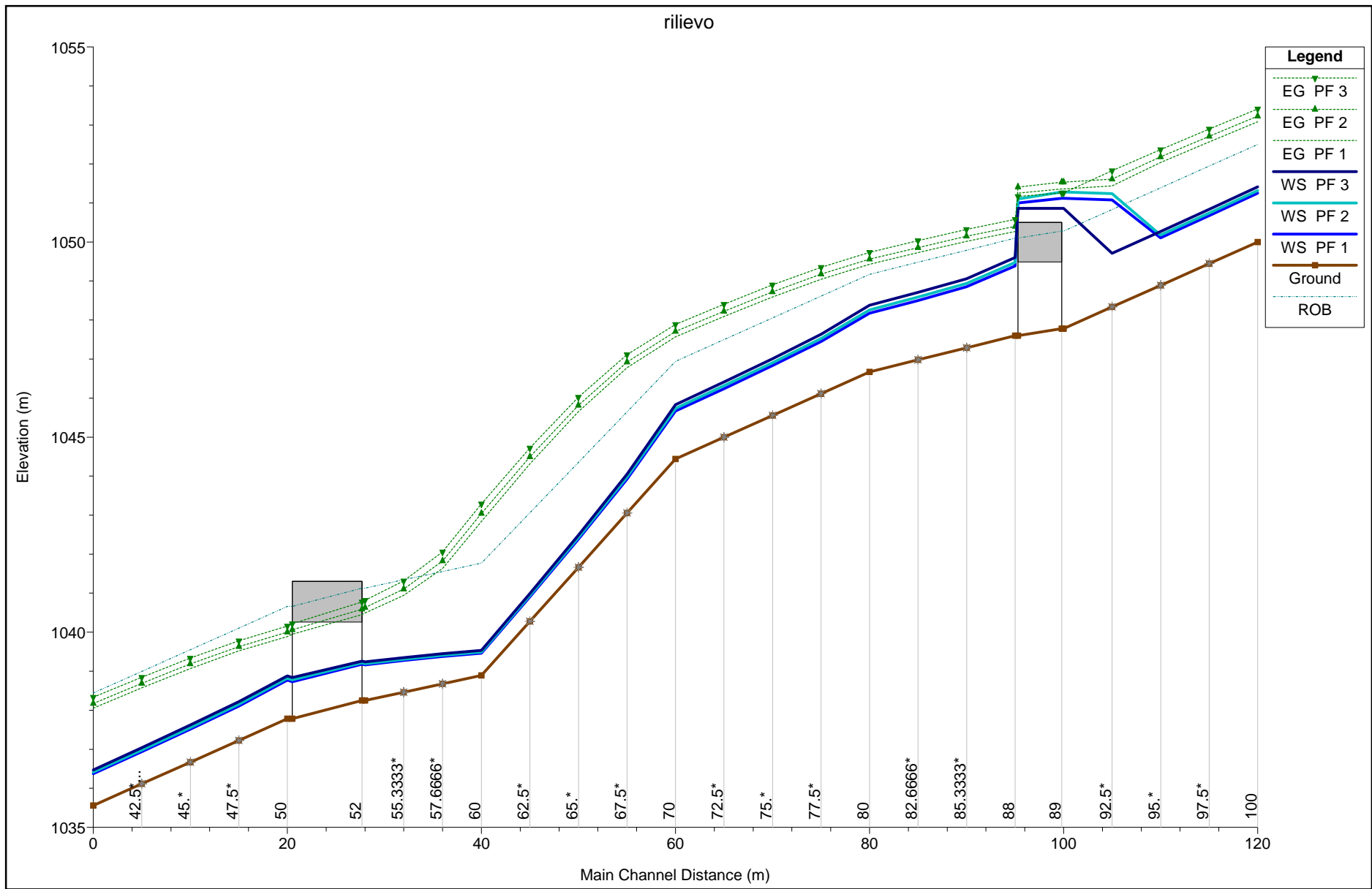
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
RIO DELLA DRAJA	40	PF 1	20.60	1035.56	1036.37	1036.86	1038.05	0.105363	5.74	3.59	4.45	2.04
RIO DELLA DRAJA	40	PF 2	22.20	1035.56	1036.41	1036.93	1038.17	0.104797	5.88	3.78	4.45	2.04
RIO DELLA DRAJA	40	PF 3	24.40	1035.56	1036.47	1037.01	1038.33	0.104060	6.04	4.04	4.46	2.03











Bacino: Rio del Puy (BFen.05+BFen.06)

Dati geometrici:

AREA :			
Area del bacino	A_{bacino}	=	4.00 [km ²]
Area della conoide	A_{conoide}	=	7.93 [km ²]
Area effettiva (Tropeano-Turconi)	A_{eff}	=	4.23 [km ²]

QUOTA :			
Quota max	H_{max}	=	2869.00 [m]
Quota min (apice del conoide)	H_{min}	=	1165.00 [m]
Quota confluenza	$H_{\text{confl.}}$	=	1140.00 [m]
Quota massima (asta principale)	H_{maxasta}	=	2790.00 [m]

DISLIVELLO :			
Asta principale nel bacino	DH_{asta}	=	1625.00 [m]
Asta nel conoide	DH_{conoide}	=	25.00 [m]

LUNGHEZZA :			
Lunghezza asta (bacino 1)	L_{bacino1}	=	5980.00 [m]
Lunghezza asta (conoide)	L_{conoide}	=	345.00 [m]
Lunghezza attiva del canale, ossia il tratto interessato realmente dalla colata			
Lunghezza massima	$L_{\text{attivamax}}$	=	345.00 [m]
Lunghezza minima	$L_{\text{attivamin}}$	=	50.00 [m]

PENDENZA :			
Pendenza asta principale del bacino	i_{bacino}	=	28.84 [%]
Pendenza asta del conoide	i_{conoide}	=	7.25 [%]
Pendenza media del conoide	im_{conoide}	=	8.75 [%]
Pendenza media del bacino	im_{bacino}	=	34.61 [%]
Pendenza apice conoide	$i_{\text{conoide-apice}}$	=	16.50 [%]

BACINO: Rio del Puy
Valutazione qualitativa del pericolo da colata (M.LL.PP. GIAPPONESE)

Indicatore 1	J = pendenza asta S = area del bacino
A1	J > 15° S > 0.05 km ²
A2	J > 15° S < 0.05 km ²
B	10° < J < 15°
C	J < 10°

Indicatore 2	D = Valore medio degli spessori massimi dei depositi nelle sezioni dell'asta con q > 10°
a	D > 2 m
b	0.3 m < D < 2 m
c	D < 0.3 m

Indicatore 1	Indicatore 2	PERICOLO
A1	a,b	ALTO
A2	a	ALTO
A1	c	MEDIO
A2	b,c	MEDIO
B	a,b	MEDIO
B	c	BASSO

BACINO: Rio del Puy

Autore	Formula				Scelta dei coefficienti	Risultato (m ³)	
Takei (552 Dati Raccolti in Giappone tra il 1972 e 1977)	$G_s = c * 13.600 * A^{0.61}$	(m ³)	c fattore correttivo legato alla probabilità dell'evento: vale 1 per la linea di regressione, 8,38 per una probabilità di superamento del 5%		c= 1	31'680.75	
Bottino e Crivellari (1996) (6 valori misurati in occasione di eventi verificatesi nella zona di Ivrea)	$G_s = 21.241 * A^{0.28}$	(m ³)				31'314.95	
Marchi e Tecca (1996)	$G_s = 70.000 * A$	(m ³)				280'000.00	
Van Dine (1985-1996)	$G_s = 10.000 * A$	(m ³)				40'000.00	
Kronfellner e Kraus (1984-1985)	$G_s = (K_1 e^{-K_2 A}) A_i$	(m ³)	A espressa in km2	$K_1 e^{-K_2 A}$ è indicato come fattore di torrezialità determinato dalle due costanti K_1 e K_2 dipendenti dall'area morfologica-climatica alla quale appartiene il bacino. Gli autori dividono il territorio Austriaco in quattro zone omogenee e per ognuna di esse forniscono i valori dei due parametri; tuttavia riscontrano, in una ulteriore verifica compiuta su 333 eventi di piena, che i 2/3 delle alluvioni osservate ricadono in un campo intermedio di torrenzialità delimitato superiormente da $K_1 = 1.150$ e $K_2 = 0,014$ e inferiormente da $K_1 = 540$ e $K_2 = 0,008$	$G_{s_{inf}}$	$K_{1_{inf}} = 540$ $K_{2_{inf}} = 0.008$	15'572.32
					$G_{s_{sup}}$	$K_{1_{sup}} = 1150$ $K_{2_{sup}} = 0.014$	33'163.27
Rickenmann e Zimmermann (1993) (circa 80 debris flow verificatesi nell'estate del 1987 in Svizzera)	$G_s = L_c(6,4S-23)$	(m ³)	Valida per 7% < S < 15%		S= 0.00	1'174.36	
	$G_s = L_c(110-2,50S)$		Valida per 5% < S < 40%		$L_{c_{min}} = 50.00$ $L_{c_{medio}} = 197.50$ $L_{c_{max}} = 345.00$ S= 34.61	4'638.71 8'103.06	
Hampel (1997) (Austria)	$G_s = 150A(S-3)^{2,3}$	(m ³)				16'695.29	

BACINO: Rio del Puy

Autore	Formula				Scelta dei coefficienti	Risultato (m ³)			
Ceriani et alii (2000) (97 conoidi delle principali valli lombarde)	$M=k(A)^a(Me)^b(Sc)^c(IF)^d$	(m ³)	M è la magnitudo in 10 ³ m ³ a=1; b=0,8; c=1; d=2 Costanti ricavate dall'analisi statistica Me = numero di Melton	K=3 per debris flow associato a bed load o debris flood oppure per debris flood associato a bed load k= 5,4 per debris flow I.F. è l'indice di frana(*)	(*)I.F.		k= 5.4 I.F. 1	1'376'975.90	
					1	se sono presenti frane rilevanti che interagiscono col reticolo idrografico			
					2	se non sono presenti frane rilevanti che interagiscono col reticolo idrografico			
					3	se non sono presenti frane significanti nel bacino			
Melton	$(H_{max}-H_{min})A^{-0.5}$		Hmax/min quote max e minime del bacino	se Me >0.5 il bacino è a rischio di Debris Flow		0.85			
D'Agostino (1996) (62 Dati relativi a bacini del Trentino Orientale)	$G_s=39 A(IG)^{1.5}I.T.^{-0.3}$	(m ³)	A espressa in km2 IG Indice geologico in grado di descrivere la maggiore o minore propensione del bacino a produrre materiale(*)	I.T. Indice di torrenzialità che vale 1 nel caso di Debris Flow 2 nel caso di Dbris Flood 3 nel caso di Bed Load serve per tener conto della decrescente quantità di materiale solido della corrente	(*)Classe litologica		IG= 4.5 I.T.= 1	108'711.70	
					Copertura morenica, alluvionale e di falda				5
					Rocce metamorfiche:Filliadi, Gneiss...				4
					Rocce terrigene: Marnee, strati di Werfen				3
					Rocce Laviche degradate, tufi basaltici, brecce				2
					Rocce Calcaree				1
Rocce Porfiche, granitiche, dioritiche		0							
Tropeano e Turconi (1996) (48 Dati relativi ad Alpi Italiane centro-Occidentali)	$V=(AE r h(n+/-1)e^f tgs)/1000$	(m ³)	V Volume totale di detrito mobilizzabile in occasione di un evento parossistico AE Area effettiva del bacino tgs pendenza media del bacino	r è la percentuale tra la copertura areale del materiale immediatamente suscettibile al moto e l'area effettiva del bacino h è lo spessore medio dei detriti che possono essere rilasciati n è un coefficiente che esprime il potenziale di detrito disponibile al rilascio in tempi più lunghi, rapportato ad AE variabile da 0 a 10 f è il fattore di frequenza in relazione al numero estrapolato di eventi che si sono verificati in un intervallo standard di 100 anni		r= 1 h= 3 n= 1 f= 0.02	893'628.67		
Bianco (1999) Bianco e Franzi (2000) (149 Dati Italiani e Francesi)	$(G_s/A)_{max/min} = 14.000 i^{(1.5)} IG^{(1+0,11G)} +/- 13.000A^{-0,4}$	(m ³)	E' un valido strumento per fornire con sufficiente affidabilità l'ordine di grandezza del volume solido rilasciato in zona di conoide (Gs) a seguito di un evento di debris-flow,	ma bisogna ricordare che la presenza di fattori antropici o altre condizioni particolari possono determinare valori di volumi solidi più elevati di quelli calcolati.	G_smin	IG= 1	Risultato non valido		
					G_smax	IG= 2	59'129.15		
Yazawa e Mizuyawa (1993)	$V=NaAVr$	(m ³)	Na Fattore correttivo che tiene conto dell'incremento solido specifico al diminuire dell'area del bacino (varia da 0.5 per A=10 kmq a 3.0 per A=0.1 kmq)	Vr Valore di riferimento del volume specifico di solidi per unità di area (dipendente dal contesto litologico (*))	(*)Contesto litologico		Vr= 30000 Na= 2.0	241'818.18	
					Zone Granitiche				50.000
					Zone Vulcaniche				80.000
					Zone con formazioni terziarie				40.000
					Zone fortemente dissestate				100.000
					Altre zone				30.000

BACINO: Rio del Puy

Classificazione della PERICOLOSITA' da esondazione nei conoidi secondo AULITZKY (1973)

Osservazioni e domande	Punti	
1- Dimensione massima del materiale trasportato o eroso di recente:		
- 1mc ed oltre	0	4
- Tra 0.2 e 1 mc	3	3
- Tra 0.2 e 0.01 mc	0	2
- Inferiore a 0.01 mc	0	1
2- Massimo spessore del singolo strato dei depositi riconoscibili,		
- 1 m e oltre	0	4
- Da 0.5 fino a 1 m	0	3
- Da 0.1 fino a 0.5 m	2	2
- Meno di 0.1 m	0	1
3- Pendenza del cono di deiezione		
- Superiore al 15%	0	4
- Tra 7 e 15 %	3	3
- Tra 2 e 7 %	0	2
- Inferiore al 2 %	0	1
4- Attuale copertura vegetale predominante		
- Vegetazione in prevalenza rustica, consorzi ontano-salice su un substrato grossolano, sassoso, fino ad una successione di specie di origine anemofila con larici , pini ed abeti	0	4
- Successione già evoluta, progredita fino a formazione coetanee formate da larici, pini, betulle ed abeti, su substrato grossolano e sassoso	3	3
- Prati e pascoli, talvolta intercalati da muretti di sassi o da terrazzamenti formati da sassi lavorati; terreno misto con piccoli sassi nel terreno	0	2
- Prevalgono i campi senza muretti di sassi o i terrazzamenti formati da sassi lavorati pochi i piccoli sassi nel terreno	0	1
5- Morfologia del terreno in relazione all'erosione:		
- Alla sommità del conoide la dorsale presenta una solcatura prodotta dall'erosione di grossi massi, che classifica queste aree tra quelle già colpite o con possibilità di colata concentrata e compatta ad alta velocità	0	4
- Sono presenti poche forme di deposito circoscritte, che sono state disseminate dalla dilagante colata, oppure che sono sommerse in occasione dell'ulteriore dilagare della colata stessa	0	3
- Superfici chiaramente sopraelevate, pensili rispetto al livello del torrente, che potrebbero essere colpite solo in caso di una progressiva ostruzione dell'alveo normale.	2	2
- Superfici fortemente sopraelevate rispetto al letto del torrente profondamente incassato, che non possono più essere raggiunte dal torrente, ma in cui i punti di collegamento tra le due sponde possono essere ancora portati via.	0	1
6- Condizioni di deflusso		
- Area contraddistinta dalla presenza di manufatti che impediscono fortemente il deflusso o altri ostacoli al deflusso, a monte, a valle o a lato della zona in esame (pendenza < 3 %, curve strette, sezione ristretta) che in presenza di maggiore materiale trascinato dall'acqua possono provocare tracimazioni.	0	4
- Area contraddistinta da analoghe situazioni, in cui solo legname trascinato materiale depositato grossolano provocherebbe tracimazioni.	0	3
- Area contraddistinta dalla mancanza di opere che ostacolano o facilitano il deflusso, in presenza di un alveo abbastanza profondo e non troppo piano e di una sufficiente capacità di deflusso.	2	2
- Area contraddistinta dalla presenza di tipi di opere facilitanti il deflusso lungo il corso inferiore, in grado di contenere anche le portate di piena prevedibile	0	1

Classificazione della **PERICOLOSITA'** da esondazione nei conoidi secondo **AULITZKY** (1973)

Pericolosità
Bassa < 1.6
Media 1.6-2.6
Alta >2.6

0.00
2.50
0.00

Bacino: Rio della Draja (BFen.17)

Dati geometrici:

AREA :				
Area del bacino	A_{bacino}	=	3.81	[km ²]
Area della conoide	A_{conoide}	=	0.24	[km ²]
Area effettiva (Tropeano-Turconi)	A_{eff}	=	4.11	[km ²]

QUOTA :				
Quota max	H_{max}	=	2160.00	[m]
Quota min (apice del conoide)	H_{min}	=	1090.00	[m]
Quota confluenza	$H_{\text{confl.}}$	=	1000.00	[m]
Quota massima (asta principale)	H_{maxasta}	=	2050.00	[m]

DISLIVELLO :				
Asta principale nel bacino	DH_{asta}	=	960.00	[m]
Asta nel conoide	DH_{conoide}	=	90.00	[m]

LUNGHEZZA :				
Lunghezza asta (bacino 1)	L_{bacino1}	=	3670.00	[m]
Lunghezza asta (bacino 2)	L_{bacino2}	=		[m]
Lunghezza asta (conoide)	L_{conoide}	=	803.00	[m]
Lunghezza attiva del canale, ossia il tratto interessato realmente dalla colata				
Lunghezza massima	$L_{\text{attivamax}}$	=	803.00	[m]
Lunghezza minima	$L_{\text{attivamin}}$	=	50.00	[m]

PENDENZA :				
Pendenza asta principale del bacino	i_{bacino}	=	33.48	[%]
Pendenza asta del conoide	i_{conoide}	=	11.00	[%]
Pendenza media del conoide	im_{conoide}	=	21.75	[%]
Pendenza media del bacino	im_{bacino}	=	40.18	[%]
Pendenza apice conoide	$i_{\text{conoide-apice}}$	=	18.40	[%]

BACINO: Rio della Draja
Valutazione qualitativa del pericolo da colata (M.LL.PP. GIAPPONESE)

Indicatore 1	J = pendenza asta S = area del bacino
A1	J > 15° S > 0.05 km ²
A2	J > 15° S < 0.05 km ²
B	10° < J < 15°
C	J < 10°

Indicatore 2	D = Valore medio degli spessori massimi dei depositi nelle sezioni dell'asta con q > 10°
a	D > 2 m
b	0.3 m < D < 2 m
c	D < 0.3 m

Indicatore 1	Indicatore 2	PERICOLO
A1	a,b	ALTO
A2	a	
A1	c	MEDIO
A2	b,c	
B	a,b	
B	c	BASSO

BACINO: Rio della Draja

Autore	Formula				Scelta dei coefficienti	Risultato (m ³)	
Takei (552 Dati Raccolti in Giappone tra il 1972 e 1977)	$G_s = c * 13.600 * A^{0.61}$	(m ³)	c fattore correttivo legato alla probabilità dell'evento: vale 1 per la linea di regressione, 8,38 per una probabilità di superamento del 5%		c= 1	30'754.11	
Bottino e Crivellari (1996) (6 valori misurati in occasione di eventi verificatisi nella zona di Ivrea)	$G_s = 21.241 * A^{0.28}$	(m ³)				30'891.14	
Marchi e Tecca (1996)	$G_s = 70.000 * A$	(m ³)				266'700.00	
Van Dine (1985-1996)	$G_s = 10.000 * A$	(m ³)				38'100.00	
Kronfellner e Kraus (1984-1985)	$G_s = (K_1 e^{-K_2 A}) A_i$	(m ³)	A espressa in km2	K₁e^{-K₂A} è indicato come fattore di torrezialità determinato dalle due costanti K ₁ e K ₂ dipendenti dall'area morfologica-climatica alla quale appartiene il bacino. Gli autori dividono il territorio Austriaco in quattro zone omogenee e per ognuna di esse forniscono i valori dei due parametri; tuttavia riscontrano, in una ulteriore verifica compiuta su 333 eventi di piena, che i 2/3 delle alluvioni osservate ricadono in un campo intermedio di torrenzialità delimitato superiormente da K ₁ = 1.150 e K ₂ = 0,014 e Inferiormente da K ₁ = 540 e K ₂ = 0,008	GS _{inf}	K1 _{inf} = 540 K2 _{inf} = 0.008	17'627.75
					GS _{sup}	K1 _{sup} = 1150 K2 _{sup} = 0.014	36'831.62
Rickenmann e Zimmermann (1993) (circa 80 debris flow verificatisi nell'estate del 1987 in Svizzera)	$G_s = L_c(6,4S-23)$	(m ³)	Valida per 7% < S < 15%	0 0 0	S = 0.00 LC _{min} = 50.00 LC _{medio} = 426.50 LC _{max} = 803.00 S = 21.75	2'781.25 23'724.06 44'666.88	
	$G_s = L_c(110-2,50S)$		Valida per 5% < S < 40%	1 0 0 2781.25 23724.0625 44666.875			
Hampel (1997) (Austria)	$G_s = 150A(S-3)^{2,3}$	(m ³)				68'253.23	

BACINO: Rio della Draja

Autore	Formula				Scelta dei coefficienti	Risultato (m ³)		
Ceriani et alii (2000) (97 conoidi delle principali valli lombarde)	$M=k(A)^a(Me)^b(Sc)^c(IF)^d$ (m ³)	M è la magnitudo in 10 ³ m ³ a=1; b=0,8; c=1; d=2 Costanti ricavate dall'analisi statistica Me = numero di Melton	K=3 per debris flow associato a bed load o debris flood oppure per debris flood associato a bed load k= 5,4 per debris flow I.F. è l'indice di frana(*)	(*)I.F.		k= 5.4 I.F. 1	1'399'099.02	
				1	se sono presenti frane rilevanti che interagiscono col reticolo idrografico			
				2	se non sono presenti frane rilevanti che interagiscono col reticolo idrografico			
				3	se non sono presenti frane significanti nel bacino			
Melton	$(H_{max}-H_{min})A^{0.5}$	Hmax/min quote max e minime del bacino	se Me >0.5 il bacino è a rischio di Debris Flow			0.55		
D'Agostino (1996) (62 Dati relativi a bacini del Trentino Orientale)	$G_s=39 A(IG)^{1.5}I.T.^{-0.3}$ (m ³)	A espressa in km ² IG Indice geologico in grado di descrivere la maggiore o minore propensione del bacino a produrre materiale(*) serve per tener conto della decrescente quantità di materiale solido della corrente	I.T. Indice di torrenzialità che vale 1 nel caso di Debris Flow 2 nel caso di Dbris Flood 3 nel caso di Bed Load	(*)Classe litologica		IG= 4.5 I.T.= 1	129'558.95	
				Punteggio				
				Copertura morenica, alluvionale e di falda				5
				Rocce metamorfiche:Filliadi, Gneiss...				4
				Rocce terrigene: Marnee, strati di Werfen				3
				Rocce Laviche degradate, tufi basaltici, brecce				2
				Rocce Calcaree				1
Rocce Porfiche, granitiche, dioritiche		0						
Tropeano e Turconi (1996) (48 Dati relativi ad Alpi Italiane centro-Occidentali)	$V=(AE r h(n+/-1)e^f tgs)/1000$ (m ³)	V Volume totale di detrito mobilizzabile in occasione di un evento parossistico AE Area effettiva del bacino tgs pendenza media del bacino	r è la percentuale tra la copertura areale del materiale immediatamente suscettibile al moto e l'area effettiva del bacino h è lo spessore medio dei detriti che possono essere rilasciati n è un coefficiente che esprime il potenziale di detrito disponibile al rilascio in tempi più lunghi, rapportato ad AE variabile da 0 a 10 f è il fattore di frequenza in relazione al numero estrapolato di eventi che si sono verificati in un intervallo standard di 100 anni		r= 0.5 h= 1 n= 4 f= 0.01	0.42		
Bianco (1999) Bianco e Franzi (2000) (149 Dati Italiani e Francesi)	$(G_s/A)_{max/min} = 14.000 i^{1.5} IG^{(1+0,11G)} +/- 13.000A^{-0,4}$ (m ³)	E' un valido strumento per fornire con sufficiente affidabilità l'ordine di grandezza del volume solido rilasciato in zona di conoide (Gs) a seguito di un evento di debris-flow,	ma bisogna ricordare che la presenza di fattori antropici o altre condizioni particolari possono determinare valori di volumi solidi più elevati di quelli calcolati.	GS _{min}	IG= 4.5	Risultato non valido		
				GS _{max}	IG= 4.5	84'176.16		
Yazawa e Mizuyawa (1993)	$V=NaAVr$ (m ³)	Na Fattore correttivo che tiene conto dell'incremento solido specifico al diminuire dell'area del bacino (varia da 0.5 per A=10 kmq a 3.0 per A=0.1 kmq)	Vr Valore di riferimento del volume specifico di solidi per unità di area (dipendente dal contesto litologico (*))	(*)Contesto litologico		Vr= 30000 Na= 2.1	235'815.91	
Zone Granitiche		50.000						
Zone Vulcaniche		80.000						
Zone con formazioni terziarie		40.000						
Zone fortemente dissestate		100.000						
Altre zone		30.000						

BACINO: Rio della Draja**Classificazione della PERICOLOSITA' da esondazione nei conoidi secondo AULITZKY (1973)**

Osservazioni e domande	Punti	
1- Dimensione massima del materiale trasportato o eroso di recente:		
- 1mc ed oltre	0	4
- Tra 0.2 e 1 mc	0	3
- Tra 0.2 e 0.01 mc	2	2
- Inferiore a 0.01 mc	0	1
2- Massimo spessore del singolo strato dei depositi riconoscibili,		
- 1 m e oltre	0	4
- Da 0.5 fino a 1 m	0	3
- Da 0.1 fino a 0.5 m	2	2
- Meno di 0.1 m	0	1
3- Pendenza del cono di deiezione		
- Superiore al 15%	0	4
- Tra 7 e 15 %	3	3
- Tra 2 e 7 %	0	2
- Infeiore al 2 %	0	1
4- Attuale copertura vegetale predominante		
- Vegetazione in prevalenza rustica, consorzi ontano-salice su un substrato grossolano, sassoso, fino ad una successione di specie di origine anemofila con larici , pini ed abeti	0	4
- Successione già evoluta, progredita fino a formazione coetanee formate da larici, pini, betulle ed abeti, su substrato grossolano e sassoso	3	3
- Prati e pascoli, tavolta intercalati da muretti di sassi o da terrazzamenti formati da sassi lavorati; terreno misto con piccoli sassi nel terreno	0	2
- Prevalgono i campi senza muretti di sassi o i terrazzamenti formati da sassi lavorati pochi i piccoli sassi nel terreno	0	1
5- Morfologia del terreno in relazione all'erosione:		
- Alla sommità del conoide la dorsale presenta una solcatura prodotta dall'erosione di grossi massi, che classifica queste aree tra quelle già colpite o con possibilità di colata concentrata e compatta ad alta velocità	0	4
- Sono presenti poche forme di deposito circoscritte, che sono state disseminate dalla dilagante colata, oppure che sono sommerse in occasione dell'ulteriore dilagare della colata stessa	0	3
- Superfici chiaramente sopraelevate, pensili rispetto al livello del torrente, che potrebbero essere colpite solo in caso di una progressiva ostruzione dell'alveo normale.	2	2
- Superfici fortemente sopraelevate rispetto al letto del torrente profondamente incassato, che non possono più essere raggiunte dal torrente, ma in cui i punti di collegamento tra le due sponde possono essere ancora portati via.	0	1
6- Condizioni di deflusso		
- Area contraddistinta dalla presenza di manufatti che impediscono fortemente il deflusso o altri ostacoli al deflusso, a monte, a valle o a lato della zona in esame (pendenza < 3 %, curve strette, sezione ristretta) che in presenza di maggiore materiale trascinato dall'acqua possono provocare tracimazioni.	0	4
- Area contraddistinta da analoghe situazioni, in cui solo legname trascinato materiale depositato grossolano provocherebbe tracimazioni.	3	3
- Area contraddistinta dalla mancanza di opere che ostacolano o facilitano il deflusso, in presenza di un alveo abbastanza profondo e non troppo piano e di una sufficiente capacità di deflusso.	0	2
- Area contraddistinta dalla presenza di tipi di opere facilitanti il deflusso lungo il corso inferiore, in grado di contenere anche le portate di piena prevedibile	0	1

Classificazione della **PERICOLOSITA'** da esondazione nei conoidi secondo **AULITZKY** (1973)

Pericolosità
Bassa < 1.6
Media 1.6-2.6
Alta >2.6

0.00
2.50
0.00

Bacino: Rio Corbiera (BFen.14)

Dati geometrici:

AREA :				
Area del bacino	A_{bacino}	=	5.11	[km ²]
Area della conoide	A_{conoide}	=	0.22	[km ²]
Area effettiva (Tropeano-Turconi)	A_{eff}	=	5.72	[km ²]

QUOTA :				
Quota max	H_{max}	=	2650.00	[m]
Quota min (apice del conoide)	H_{min}	=	1130.00	[m]
Quota confluenza	$H_{\text{confl.}}$	=	1050.00	[m]
Quota massima (asta principale)	H_{maxasta}	=	2550.00	[m]

DISLIVELLO :				
Asta principale nel bacino	DH_{asta}	=	1420.00	[m]
Asta nel conoide	DH_{conoide}	=	80.00	[m]

LUNGHEZZA :				
Lunghezza asta (bacino 1)	L_{bacino1}	=	3990.00	[m]
Lunghezza asta (conoide)	L_{conoide}	=	605.00	[m]
Lunghezza attiva del canale, ossia il tratto interessato realmente dalla colata				
Lunghezza massima	$L_{\text{attivamax}}$	=	605.00	[m]
Lunghezza minima	$L_{\text{attivamin}}$	=	50.00	[m]

PENDENZA :				
Pendenza asta principale del bacino	i_{bacino}	=	41.95	[%]
Pendenza asta del conoide	i_{conoide}	=	13.20	[%]
Pendenza media del conoide	im_{conoide}	=	7.20	[%]
Pendenza media del bacino	im_{bacino}	=	50.34	[%]
Pendenza apice conoide	$i_{\text{conoide-apice}}$	=	12.50	[%]

BACINO: Rio Corbiera
Valutazione qualitativa del pericolo da colata (M.LL.PP. GIAPPONESE)

Indicatore 1	J = pendenza asta S = area del bacino
A1	J > 15° S > 0.05 km ²
A2	J > 15° S < 0.05 km ²
B	10° < J < 15°
C	J < 10°

Indicatore 2	D = Valore medio degli spessori massimi dei depositi nelle sezioni dell'asta con q > 10°
a	D > 2 m
b	0.3 m < D < 2 m
c	D < 0.3 m

Indicatore 1	Indicatore 2	PERICOLO
A1	a,b	ALTO
A2	a	
A1	c	MEDIO
A2	b,c	
B	a,b	
B	c	BASSO

Se l'indicatore 1 = A2, B o C occorre valutare il

BACINO: Rio Corbiera

Autore	Formula				Scelta dei coefficienti	Risultato (m ³)	
Takei (552 Dati Raccolti in Giappone tra il 1972 e 1977)	$G_s = c * 13.600 * A^{0.61}$	(m ³)	c fattore correttivo legato alla probabilità dell'evento: vale 1 per la linea di regressione, 8,38 per una probabilità di superamento del 5%		c = 1	36'785.41	
Bottino e Crivellari (1996) (6 valori misurati in occasione di eventi verificatisi nella zona di Ivrea)	$G_s = 21.241 * A^{0.28}$	(m ³)				33'537.66	
Marchi e Tecca (1996)	$G_s = 70.000 * A$	(m ³)				357'700.00	
Van Dine (1985-1996)	$G_s = 10.000 * A$	(m ³)				51'100.00	
Kronfellner e Kraus (1984-1985)	$G_s = (K_1 e^{-K_2 A}) A_i$	(m ³)	A espressa in km2	K₁e^{-K₂A} è indicato come fattore di torrezialità determinato dalle due costanti K ₁ e K ₂ dipendenti dall'area morfologica-climatica alla quale appartiene il bacino. Gli autori dividono il territorio Austriaco in quattro zone omogenee e per ognuna di esse forniscono i valori dei due parametri; tuttavia riscontrano, in una ulteriore verifica compiuta su 333 eventi di piena, che i 2/3 delle alluvioni osservate ricadono in un campo intermedio di torrenzialità delimitato superiormente da K ₁ = 1.150 e K ₂ = 0,014 e Inferiormente da K ₁ = 540 e K ₂ = 0,008	GS _{inf}	K1 _{inf} = 540 K2 _{inf} = 0.008	21'893.54
					GS _{sup}	K1 _{sup} = 1150 K2 _{sup} = 0.014	45'447.98
Rickenmann e Zimmermann (1993) (circa 80 debris flow verificatisi nell'estate del 1987 in Svizzera)	$G_s = L_c(6,4S-23)$	(m ³)	Valida per 7% < S < 15%	1154 7558.7 13963.4		S = 7.20	1'154.00 7'558.70 13'963.40
	$G_s = L_c(110-2,50S)$		Valida per 5% < S < 40%	1 1 1 0 0 0		LC _{min} = 50.00 LC _{medio} = 327.50 LC _{max} = 605.00 S = 0.00	
Hampel (1997) (Austria)	$G_s = 150A(S-3)^{2,3}$	(m ³)				160'063.59	

BACINO: Rio Corbiera

Autore	Formula				Scelta dei coefficienti	Risultato (m ³)		
Ceriani et alii (2000) (97 conoidi delle principali valli lombarde)	$M=k(A)^a(Me)^b(Sc)^c(IF)^d$ (m ³)	M è la magnitudo in 10 ³ m ³ a=1; b=0,8; c=1; d=2 Costanti ricavate dall'analisi statistica Me = numero di Melton	K=3 per debris flow associato a bed load o debris flood oppure per debris flood associato a bed load k= 5,4 per debris flow I.F. è l'indice di frana(*)	(*)I.F.		k= 4 I.F. 1	1'964'089.77	
				1	se sono presenti frane rilevanti che interagiscono col reticolo idrografico			
				2	se non sono presenti frane rilevanti che interagiscono col reticolo idrografico			
				3	se non sono presenti frane significanti nel bacino			
Melton	$(H_{max}-H_{min})A^{0.5}$	Hmax/min quote max e minime del bacino	se Me >0.5 il bacino è a rischio di Debris Flow			0.67		
D'Agostino (1996) (62 Dati relativi a bacini del Trentino Orientale)	$G_s=39 A(IG)^{1.5}I.T.^{-0.3}$ (m ³)	A espressa in km ² IG Indice geologico in grado di descrivere la maggiore o minore propensione del bacino a produrre materiale(*) serve per tener conto della decrescente quantità di materiale solido della corrente	I.T. Indice di torrenzialità che vale 1 nel caso di Debris Flow 2 nel caso di Dbris Flood 3 nel caso di Bed Load	(*)Classe litologica		IG= 4.5 I.T.= 1	243'664.65	
				Copertura morenica, alluvionale e di falda				5
				Rocce metamorfiche:Filliadi, Gneiss...				4
				Rocce terrigene: Marnee, strati di Werfen				3
				Rocce Laviche degradate, tufi basaltici, brecce				2
				Rocce Calcaree				1
				Rocce Porfiche, granitiche, dioritiche				0
Tropeano e Turconi (1996) (48 Dati relativi ad Alpi Italiane centro-Occidentali)	$V=(AE r h(n+/-1)e^f tgs)/1000$ (m ³)	V Volume totale di detrito mobilizzabile in occasione di un evento parossistico AE Area effettiva del bacino tgs pendenza media del bacino	r è la percentuale tra la copertura areale del materiale immediatamente suscettibile al moto e l'area effettiva del bacino h è lo spessore medio dei detriti che possono essere rilasciati n è un coefficiente che esprime il potenziale di detrito disponibile al rilascio in tempi più lunghi, rapportato ad AE variabile da 0 a 10 f è il fattore di frequenza in relazione al numero estrapolato di eventi che si sono verificati in un intervallo standard di 100 anni		r= 0.1 h= 1 n= 5 f= 0.01	0.17		
Bianco (1999) Bianco e Franzi (2000) (149 Dati Italiani e Francesi)	$(G_s/A)_{max/min} = 14.000 i^{1.5} IG^{(1+0,11G)} +/- 13.000A^{-0,4}$ (m ³)	E' un valido strumento per fornire con sufficiente affidabilità l'ordine di grandezza del volume solido rilasciato in zona di conoide (Gs) a seguito di un evento di debris-flow,	ma bisogna ricordare che la presenza di fattori antropici o altre condizioni particolari possono determinare valori di volumi solidi più elevati di quelli calcolati.	GS _{min}	IG= 4.5	Risultato non valido		
				GS _{max}	IG= 4.5	114'919.17		
Yazawa e Mizuyawa (1993)	$V=NaAVr$ (m ³)	Na Fattore correttivo che tiene conto dell'incremento solido specifico al diminuire dell'area del bacino (varia da 0.5 per A=10 kmq a 3.0 per A=0.1 kmq)	Vr Valore di riferimento del volume specifico di solidi per unità di area (dipendente dal contesto litologico *)	(*)Contesto litologico		Vr= 30000 Na= 1.7	265'952.27	
				Zone Granitiche				50.000
				Zone Vulcaniche				80.000
				Zone con formazioni terziarie				40.000
				Zone fortemente dissestate				100.000
				Altre zone				30.000

BACINO: Rio Corbiera**Classificazione della PERICOLOSITA' da esondazione nei conoidi secondo AULITZKY (1973)**

Osservazioni e domande

Punti

1- Dimensione massima del materiale trasportato o eroso di recente:

- 1mc ed oltre	4	4
- Tra 0.2 e 1 mc	0	3
- Tra 0.2 e 0.01 mc	0	2
- Inferiore a 0.01 mc	0	1

2- Massimo spessore del singolo strato dei depositi riconoscibili,

- 1 m e oltre	0	4
- Da 0.5 fino a 1 m	0	3
- Da 0.1 fino a 0.5 m	0	2
- Meno di 0.1 m	0	1

3- Pendenza del cono di deiezione

- Superiore al 15%	0	4
- Tra 7 e 15 %	3	3
- Tra 2 e 7 %	0	2
- Inferiore al 2 %	0	1

4- Attuale copertura vegetale predominante

- Vegetazione in prevalenza rustica, consorzi ontano-salice su un substrato grossolano, sassoso, fino ad una successione di specie di origine anemofila con larici , pini ed abeti	0	4
- Successione già evoluta, progredita fino a formazione coetanea formate da larici, pini, betulle ed abeti, su substrato grossolano e sassoso	0	3
- Prati e pascoli, talvolta intercalati da muretti di sassi o da terrazzamenti formati da sassi lavorati; terreno misto con piccoli sassi nel terreno	2	2
- Prevalgono i campi senza muretti di sassi o i terrazzamenti formati da sassi lavorati pochi i piccoli sassi nel terreno	0	1

5- Morfologia del terreno in relazione all'erosione:

- Alla sommità del conoide la dorsale presenta una solcatura prodotta dall'erosione di grossi massi, che classifica queste aree tra quelle già colpite o con possibilità di colata concentrata e compatta ad alta velocità	0	4
- Sono presenti poche forme di deposito circoscritte, che sono state disseminate dalla dilagante colata, oppure che sono sommerse in occasione dell'ulteriore dilagare della colata stessa	0	3
- Superfici chiaramente sopraelevate, pensili rispetto al livello del torrente, che potrebbero essere colpite solo in caso di una progressiva ostruzione dell'alveo normale.	0	2
- Superfici fortemente sopraelevate rispetto al letto del torrente profondamente incassato, che non possono più essere raggiunte dal torrente, ma in cui i punti di collegamento tra le due sponde possono essere ancora portati via.	1	1

6- Condizioni di deflusso

- Area contraddistinta dalla presenza di manufatti che impediscono fortemente il deflusso o altri ostacoli al deflusso, a monte, a valle o a lato della zona in esame (pendenza < 3 %, curve strette, sezione ristretta) che in presenza di maggiore materiale trascinato dall'acqua possono provocare tracimazioni.	0	4
- Area contraddistinta da analoghe situazioni, in cui solo legname trascinato materiale depositato grossolano provocherebbe tracimazioni.	0	3
- Area contraddistinta dalla mancanza di opere che ostacolano o facilitano il deflusso, in presenza di un alveo abbastanza profondo e non troppo piano e di una sufficiente capacità di deflusso.	1.5	2
- Area contraddistinta dalla presenza di tipi di opere facilitanti il deflusso lungo il corso inferiore, in grado di contenere anche le portate di piena prevedibile	0	1

Classificazione della **PERICOLOSITA'** da esondazione nei conoidi secondo **AULITZKY** (1973)

Pericolosità
Bassa < 1.6
Media 1.6-2.6
Alta >2.6

0.00
2.30
0.00