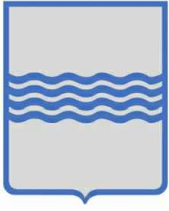


Regione Basilicata

Comune di Matera



Committente:



CANADIAN SOLAR CONSTRUCTION s.r.l.
via Mercato, 3-5 - 20121 Milano (MI)
c.f. IT09360300967



Titolo del Progetto:


Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "Sant'Eustachio" avente potenza nominale pari a 19,98 MWp

Documento: **PROGETTO DEFINITIVO** N° Tavola: **A.3**
Richiesta Autorizzazione Unica ai sensi del D. Lgs. 387 del 29/09/2003

Elaborato: **RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA**
SCALA: **N.D.**
FOGLIO: **1 di 1**
FORMATO: **A4**


Folder: **Elaborati Generali** Nome file: **A.3_Relazione_Idrologica_Idraulica.pdf**

Progettazione:



NEW DEVELOPMENTS S.r.l.
Piazza Europa, 14
87100 Cosenza (CS)

Progettisti:



dott. ing. Emanuele Barbieri dott. ing. Giovanni Guzzo Foliaro dott. ing. Amedeo Costabile dott. ing. Francesco Meringolo

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	15/10/2019	PRIMA EMISSIONE	New Dev.	CSC	CSC

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	2
2. AREA DI INTERVENTO	2
3. STATO DI FATTO	3
3.1. SOVRAPPOSIZIONE CON CARTOGRAFIA PAI.....	4
4. OBIETTIVI DELLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO.....	5
5. ANALISI IDROLOGICA.....	5
5.1. ANALISI PROBABILISTICA DELLE PIOGGE	5
5.1.1. IL SECONDO LIVELLO TCEV	7
5.1.2. IL TERZO LIVELLO DI REGIONALIZZAZIONE TCEV	9
5.1.3. CPP DI RIFERIMENTO	13
5.1.4. CURVE DI PIOGGIA INFERIORI ALL'ORA.....	13
5.2. BACINO IDROGRAFICO DI RIFERIMENTO.....	14
5.2.1. ALTITUDINE MEDIA, MASSIMA E MINIMA DEI BACINI	15
5.2.2. PENDENZA LONGITUDINALE DEI CORSI D'ACQUA	16
5.2.1. CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE	16
5.3. STIMA DELLE PORTATE	16
5.3.1. COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	17
5.3.2. RISULTATI.....	18
6. VERIFICHE IDRAULICHE.....	19
6.1. SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO	20
6.2. IL MODELLO HEC RAS	20
6.2.1. LA MODELLAZIONE DI PROGETTO	20
6.2.2. RISULTATI DELLE MODELLAZIONI	23
6.2.1. FOSSI MINORI	23
6.2.2. TOMBINI CIRCOLARI	25
6.3. RACCOLTA ACQUE SOTTOSTAZIONE ELETTRICA DI TRASFORMAZIONE	26
7. RISULTATI E CONCLUSIONI	27
8. ALLEGATI.....	28
8.1. VERIFICHE IN MOTO PERMANENTE MONODIMENSIONALE	28

1. PREMESSA

Il seguente studio idrologico e idraulico, incaricatomi dalla New Developments S.r.l., in qualità di gruppo di progettazione, è parte integrante del Progetto Definitivo inerente la realizzazione di un impianto fotovoltaico denominato "Sant'Eustachio", sito nel comune di Matera (MT) e che la società Canadian Solar Construction s.r.l. intende realizzare nella Regione Basilicata. La potenza complessiva dell'impianto fotovoltaico, costituito da n. 48'720.00 moduli fotovoltaici, disposti su 580 strutture dotate di sistemi di inseguimento solare monoassiale di rollio del tipo tracker e aventi potenza nominale pari a 410 Wp cadauno, è quantificata in **19.9752 MWp**. L'impianto è finalizzato alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile in accordo con la Strategia Energetica Nazionale (SEN), che pone un orizzonte di azioni da conseguire al 2030, mediante un percorso che è coerente anche con lo scenario a lungo termine del 2050 stabilito dalla Road Map Europea che prevede la riduzione di almeno l'80% delle emissioni rispetto al 1990.

Nei paragrafi a seguire si riportano i risultati ottenuti dallo studio idrologico e idraulico, redatto in fase di progettazione definitiva. Più in particolare, previo inquadramento dell'area oggetto di intervento, verranno mostrate le analisi idrologiche e le verifiche idrauliche che, a partire da un'analisi probabilistica delle precipitazioni, hanno consentito di stimare le portate di progetto ad assegnato tempo di ritorno e successivamente di rappresentare gli effetti dell'intervento sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata, mediante la modellazione idraulica in moto permanente monodimensionale di quei tratti di fosso che potrebbero interferire con il futuro assetto di progetto.

2. AREA DI INTERVENTO

L'intervento ricade a Nord Est del comune di Matera, a ridosso della Strada Provinciale 140, che, in quel tratto, delimita il confine tra la regione Puglia e la Regione Basilicata. L'area interessata dall'opera si sviluppa su una superficie recintata complessiva di circa $408'391.00 \text{ m}^2$ ($40.83.91 \text{ Ha}$) lordi suddivisi in più campi e che presentano struttura orografica regolare e totalmente pianeggiante.



Figura 2-1- Inquadramento area di intervento

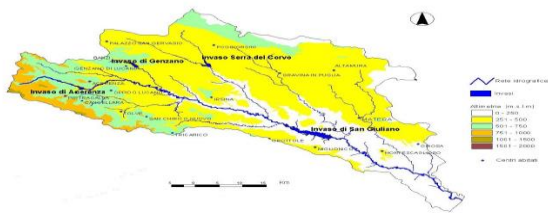


Figura 2-2- Bacino del Fiume Bradano

La stessa ricade al confine tra la perimetrazione del bacino Bradano (uno dei sei corsi d'acqua principali della regione Basilicata, avente una lunghezza d'asta di circa 116 km e presentante un bacino di circa 3000 kmq) e del Fiume Lato . Il territorio è caratterizzato da morfologia semi pianeggiante con quote

comprese tra i 385 e i 400 m s.l.m . La zona, scarsamente antropizzata, è principalmente utilizzata a scopo agricolo.

3. STATO DI FATTO

Il sito di intervento, come già anticipato nel paragrafo 2 presenta una morfologia a carattere prevalentemente pianeggiante ed è caratterizzato per lo più da un'alternanza di campi agricoli con pendenze non superiori al 1%. Il reticolo idrografico è costituito da fossi di scolo a servizio dei fondi di terreno che, captate le acque, le adducono al reticolo principale. L'area risulta scarsamente antropizzata e ricade a ridosso della SP 140, importante arteria viaria di collegamento tra i comuni di Gioia del Colle e Altamura, e di un complesso di edifici rurali, adibiti ad aziende agricole, denominati su IGM come Masseria Cipolla.



Figura 3-1 – Viste dell'are di intervento

Da un punto di vista idraulico, non si evidenziano criticità rilevanti, se non quelle riportate nelle figure di seguito allegate:



Figura 3-2 – Tombini idraulici di attraversamento, ubicati in corrispondenza delle intersezioni con la viabilità interna, parzialmente occlusi



Figura 3-3 - Acque di scarico provenienti dalla Masseria, che dovranno essere considerate come contributo aggiuntivo nelle verifiche dei fossi



Figura 3-4 – Fossi di scolo completamente ricoperti da vegetazione infestante



Figura 3-5 - Presenza di un attraversamento idraulico in corrispondenza della SP 22, più a Est dell'area di intervento

3.1. SOVRAPPOSIZIONE CON CARTOGRAFIA PAI

Le aree di intervento ricadono nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale ¹ (ex AdB Basilicata). L'eventuale interferenza con le aree a rischio idraulico è stata verificata, considerata l'ubicazione ai confini dei limiti amministrativi tra la regione Basilicata e la Regione Puglia, previa consultazione dei due Web Gis Regionali. Dalla Figura 3-6 si evidenzia come gli interventi non interferiscono con le perimetrazioni della pericolosità e del rischio idraulico.

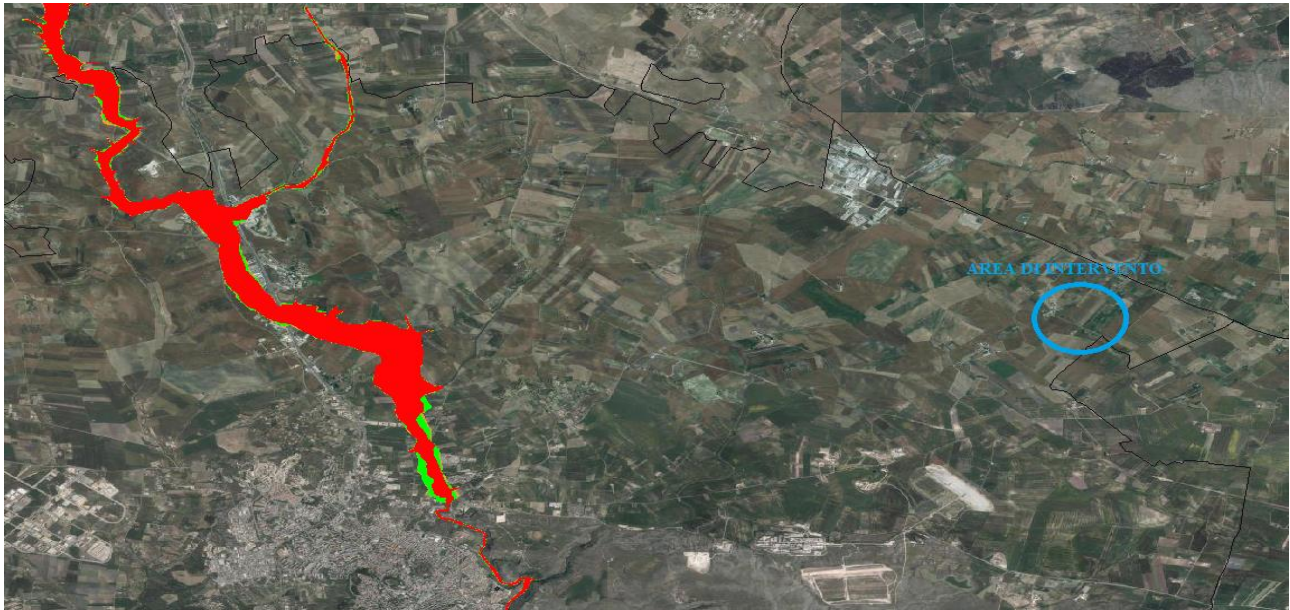


Figura 3-6 – Sovrapposizione con aree PAI a rischio alluvione WEB GIS AdB Basilicata. In azzurro la delimitazione dell'area di intervento



Figura 3-7 – Sovrapposizione con aree PAI a rischio alluvione WEB GIS AdB Puglia. In azzurro la delimitazione dell'area di intervento

¹ L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, in base alle norme vigenti, ha fatto proprie le attività di pianificazione e programmazione a scala di Bacino e di Distretto idrografico svolte dalle ex Autorità di Bacino Nazionali, Regionali, Interregionali.

4. OBIETTIVI DELLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO

Seppur non sono presenti aree a pericolosità idraulica, considerata la presenza di elementi del reticolo in corrispondenza delle aree di impianto, si procederà ad uno studio di idrologico ed idraulico di dettaglio, atto a dimostrare gli effetti dell'intervento sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata. Più in particolare saranno effettuate le seguenti verifiche pre e post intervento:

- 1) Verifica in moto permanente monodimensionale dei tratti di fosso individuati in prossimità delle aree di impianto, in condizione ante e post operam, così da individuare attuali condizioni critiche;
- 2) Verifiche degli attraversamenti stradali principali; più in particolare verrà verificato l'attraversamento in corrispondenza della SP22, le cui dimensioni sono state rilevate nei sopralluoghi in campo e opportunamente inserite nel modello idraulico;
- 3) Verifiche in moto uniforme dei fossi minori e dei tombini idraulici interferenti con il futuro assetto di progetto.



Figura 4-1 - Attraversamento sulla SP 22

5. ANALISI IDROLOGICA

Considerata l'ubicazione plano altimetrica degli interventi, si procederà a definire la pluviometria dell'area, da usare successivamente come base per i dimensionamenti e le verifiche idrauliche. La verifica di compatibilità idraulica è stata infatti effettuata previa analisi idrologica della zona oggetto di intervento, definendo i valori di portata attraverso metodi di stima indiretta che, a partire dalla definizione delle curve di possibilità pluviometrica (CPP), esprimono la relazione fra le altezze di precipitazione h e la loro durata t , e alla caratterizzazione dei bacini, hanno consentito la stima delle portate di progetto ad assegnato tempo di ritorno. Nei paragrafi a seguire verranno descritte nel dettaglio le varie fasi dello studio idrologico.

5.1. ANALISI PROBABILISTICA DELLE PIOGGE

Lo studio probabilistico delle piogge, necessario per la definizione delle Curve di Possibilità Pluviometrica (CPP), è stato effettuato sull'analisi delle curve di frequenza cumulata (CDF), costruite per le serie storiche dei massimi annuali delle piogge di durata 1,3,6,12,24. Come modello è stato applicato il modello probabilistico TCEV (Two Component Extreme Value), la cui funzione di probabilità è del tipo

$$F_x(x) = \exp\{-\Lambda_1 \exp(-x/\theta_1) - \Lambda_2 \exp(-x/\theta_2)\} \quad x \geq 0$$

in cui è possibile distinguere una componente base (pedice 1), relativa agli eventi normali e più frequenti, ed una componente straordinaria (pedice 2), relativa ad eventi più gravosi e rari. La legge risulta essere funzione di 4 parametri $\Lambda_1, \theta_1, \Lambda_2, \theta_2$, esprimenti il numero medio di eventi indipendenti superiori ad una soglia delle due popolazioni (Λ_1 e Λ_2) e il loro valore medio (θ_1 e θ_2).

Ponendo

$$\theta_* = \theta_2/\theta_1 \text{ e } \Lambda_* = \Lambda_2/\Lambda_1^{1/\theta_*}$$

la funzione di probabilità diventa

$$F_x(x) = \exp\{-\Lambda_1 \exp(-x/\theta_1) - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\theta_*} \exp[-x/(\theta_* \theta_1)]\} \quad x \geq 0$$

e il valore della variabile casuale x , corrispondente al periodo di ritorno T , dipendente dai 4 parametri

$$\Lambda_* \theta_* \Lambda_1 \theta_1$$

la cui stima può essere effettuata con il metodo della massima verosimiglianza o dei momenti.

Più in particolare è stato adottato il metodo indice che, in luogo della variabile casuale x_T adopera la variabile adimensionale $x'_T = x_T / \mu$, dove μ (fattore indice) viene assunto pari al valore medio. Con tale approccio la stima di x si ottiene con due passi distinti:

- 1) Stima del fattore di crescita x'_T relativo al tempo di ritorno T , per cui è necessario conoscere i parametri $\Lambda_* \theta_* \Lambda_1 \theta_1$;
- 2) Stima del valore indice μ , direttamente dai dati campionari o da regressioni empiriche locali.

Per ridurre l'incertezza della stima ottenuta con le serie storiche disponibili, si utilizzano delle tecniche di analisi regionale che si basano sull'individuazione di vaste aree, indicate come zone o sottozone omogenee, all'interno delle quali è possibile assumere la costanza di alcuni parametri.

- Al 1° livello di regionalizzazione, i parametri θ^* e Λ^* del modello assumono un valore costante all'interno di ampie zone omogenee.
- Al 2° livello di regionalizzazione, oltre alle zone omogenee vengono identificate anche delle sottozone omogenee, per cui oltre ai valori costanti di θ^* e Λ^* si può ritenere costante anche il parametro di

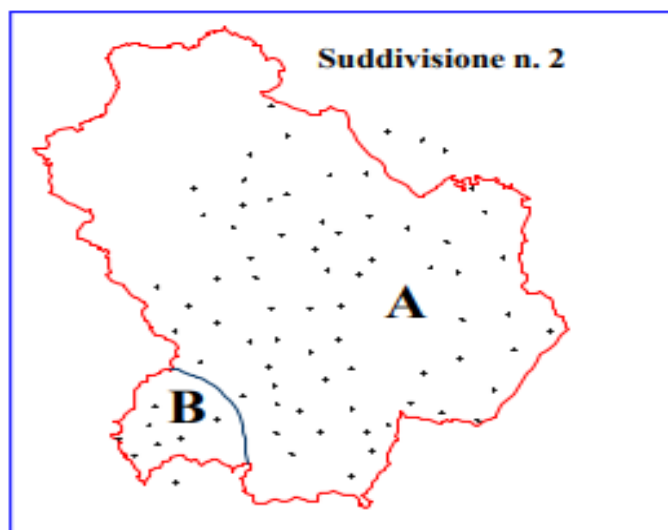
scala Λ_1 .

- Al 3° livello di regionalizzazione si persegue in modo regionale anche alla stima del 4° parametro, che, in dipendenza dal metodo che si vuole adottare, può essere θ_1 o μ , quest'ultimo definito valore indice e rappresentante un valore caratteristico della distribuzione.

Le analisi idrologiche presentate all'interno del seguente studio, verranno condotte adoperando sia il secondo che il terzo livello di regionalizzazione.

5.1.1. IL SECONDO LIVELLO TCEV

Al secondo livello di regionalizzazione si considera la Regione Basilicata suddivisa in due sottozone omogenee (A e B), ipotesi suggerita dalla particolare collocazione geografica delle 8 stazioni, a ridosso del massiccio del Pollino, che individuano la sottozona Sud-Ovest (B). All'interno delle due sottozone i parametri della distribuzione di probabilità risultano essere quelli riportati nella Tabella 1



Sottozona	Λ^*	θ^*	Λ_1	η
A	0.104	2.632	20.64	3.841
B	0.104	2.632	55.23	4.825

Tabella 1- Sottozone e parametri della distribuzione di probabilità dei massimi annuali delle piogge in Basilicata

All'interno delle sottozone resta univocamente determinata la relazione tra periodo di ritorno T e coefficiente di crescita K_T :

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
K_T (SZOA)	0.92	1.25	1.49	1.74	1.83	2.03	2.14	2.49	2.91	3.50	3.97
K_T (SZOB)	0.97	1.10	1.20	1.30	1.34	1.42	1.46	1.61	1.78	2.02	2.21

Tabella 2 - valori teorici del coefficiente probabilistico di crescita K_T per le piogge in Basilicata, per alcuni valori del periodo di ritorno

- STAZIONE DI MISURA DI RIFERIMENTO

Il modello TCEV di II livello è stato applicato sul campione di dati della stazione di Matera, che mette a disposizione 24 anni di misurazioni dal 1991 al 2014.

24 [Misurazioni]	1 ORA	3 ORE	6 ORE	12 ORE	24 ORE
ANNO	mm	mm	mm	mm	mm
1991	35.4	40.2	40.2	40.2	40.2
1992	38.8	39.6	39.6	39.6	39.8
1993	18	35	36.2	36.4	37.6
1994	19.2	26.8	27.8	35.4	47.4
1995	31.8	37.2	60	63.6	63.8
1996	36.8	46.4	48.2	48.4	48.4
1997	21	25.8	32.2	42	48.2
1998	20.6	21.6	27.4	27.4	41.8
1999	33.2	34.6	34.6	34.6	37.2
2000	16.6	18.6	22.8	32.6	51.2
2001	27.8	29.8	45.6	48.2	48.6
2002	16.4	25	40	48.2	50.6
2003	15	29	35.4	47	53.6
2004	16.8	19.6	33.2	40.4	47
2005	18.6	23	26.4	34.8	41
2006	28.2	36	37	37	50.2
2007	23	50	56.8	71.6	86.2
2008	17.2	20.8	30.8	39.4	40.6
2009	47.6	51	55.4	55.4	78
2010	34	48.6	59.8	63.4	63.6
2011	23.2	34.4	35.4	35.4	35.8
2012	25.6	26.2	26.6	36.6	37
2013	29.8	44.2	70	111	129.6
2014	29.6	29.8	30.2	31.2	33.2

Applicando il II Livello di regionalizzazione sono stati ottenuti i seguenti risultati:

T [anni]	10		30		50		100		200		500	
t [h]	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
	40.47	0.216	51.87	0.216	58.08	0.216	67.82	0.216	79.06	0.216	95.28	0.216
1	40.47		51.87		58.08		67.82		79.06		95.28	
3	51.31		65.76		73.64		85.98		100.23		120.80	
6	59.60		76.38		85.53		99.87		116.42		140.31	
12	69.22		88.72		99.34		116.00		135.23		162.97	
24	80.40		103.05		115.39		134.74		157.07		189.29	

Tabella 3 – Calcolo CPP II Livello di regionalizzazione

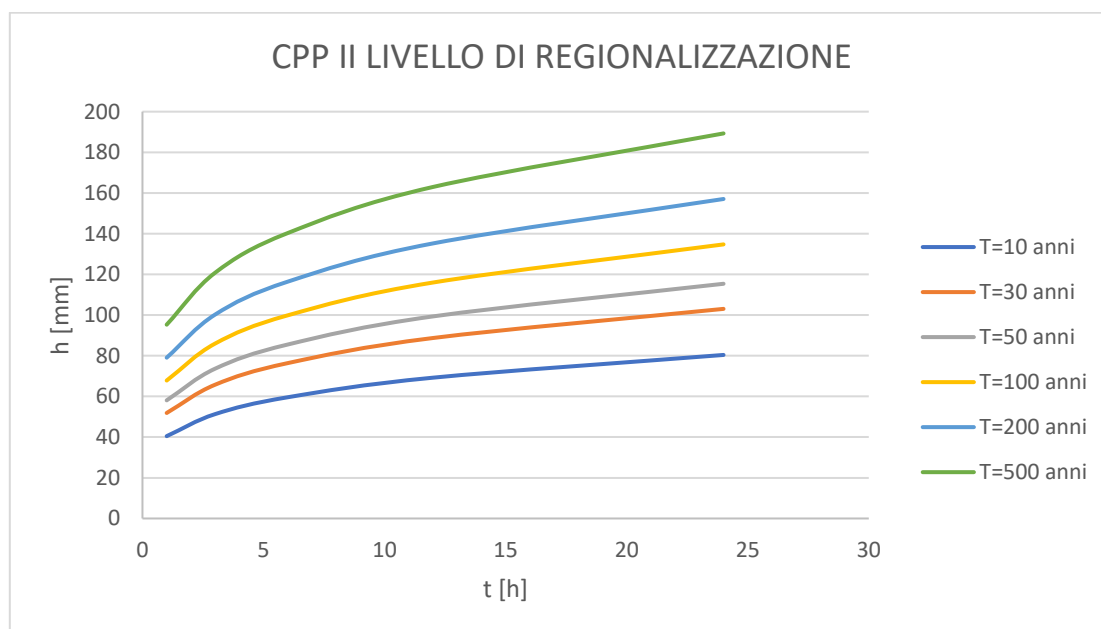


Figura 5-1 - CPP II Livello di regionalizzazione

5.1.2. IL TERZO LIVELLO DI REGIONALIZZAZIONE TCEV

Al terzo livello di regionalizzazione, la stima del valor medio della distribuzione dei massimi annuali delle piogge brevi viene condotta mediante la definizione di relazioni utili. In assenza delle indicazioni su eventuali aree omogenee, l'analisi delle medie delle piogge brevi è consistita nell'identificazione delle isoiete di $m[h(d)]$, per le diverse durate, utilizzando un metodo geostatistico, il kriging, che consente di interpolare tenendo conto della relazione fra la varianza campionaria e la varianza spaziale dei dati, secondo un approccio di tipo stocastico. Si sono interpolati i valori osservati nelle stazioni di misura attraverso il kriging, ottenendo delle isolinee per i due parametri a ed n.

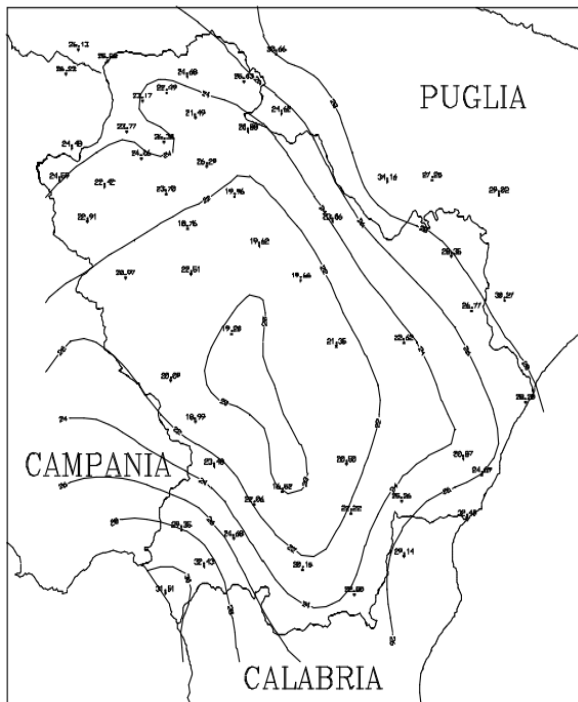


Figura 5-2 Isolinee del coefficiente *a* della curva di probabilità pluviometrica.

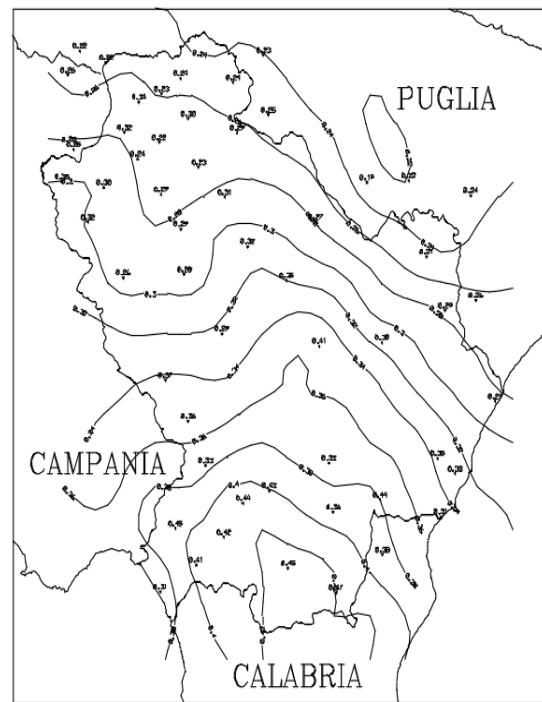


Figura 5-3 Isolinee dell'esponente *n* della curva di probabilità pluviometrica.

Poiché non si sono individuate aree omogenee rispetto alle leggi di probabilità pluviometriche, la loro determinazione su un'area viene determinata a seguito di una operazione di media sui parametri *a* ed *n* della legge di pioggia. Questa operazione è stata eseguita non solo per tutti i bacini monitorati in passato dal SIMN in Basilicata, incluse le aree comprese tra sezioni successive lungo il corso d'acqua, ma anche per celle di 10 Km di lato che ricoprono l'intero territorio lucano:

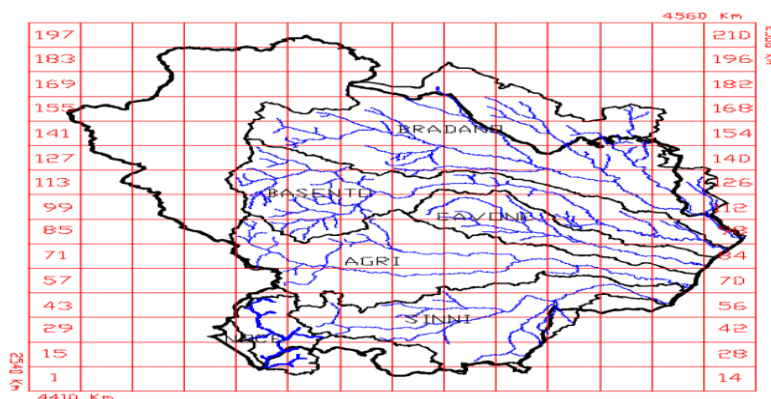


Figura 5-4-Suddivisione della regione in esame in celle di lato 10 Km

Si riportano di seguito i risultati tabellari riportati nel Rapporto VAPI Basilicata:

Stazione	a	n	Stazione	a	n
Acerenza	19.96	0.31	Monticchio Bagni	23.77	0.32
Altamura	27.25	0.22	Muro Lucano	22.91	0.32
Anzi	19.20	0.29	Nova Siri Scalo	32.40	0.31
Atella	24.06	0.24	Oriolo	29.14	0.38
Calitri	24.48	0.25	Palazzo San Gervasio	20.88	0.29
Castel Lagopesole	23.70	0.29	Pescopagano	24.59	0.35
Castelsaraceno	22.06	0.44	Picerno	20.97	0.26
Cogliandrino	24.68	0.42	Policoro	24.69	0.33
Diga Rendina	22.49	0.23	Potenza	22.51	0.28
Ferrandina	22.62	0.30	Recoleta	20.87	0.35
Forenza	26.29	0.23	Ripacandida	26.30	0.22
Ginosa	30.27	0.26	Rocchetta S. Antonio	26.13	0.22
Gravina in Puglia	34.16	0.19	Rocchetta S. A. scalo	25.58	0.22
Irsina	23.06	0.27	S. Arcangelo	20.50	0.33
Isca di Tramatola	18.99	0.36	S. Chirico Raparo	16.52	0.43
Lacedonia	26.23	0.26	S. Fele	22.42	0.30
Lagonegro	29.35	0.45	S. Mauro Forte	21.35	0.41
Lauria inferiore	32.43	0.41	S. Nicola di Avigliano	18.76	0.29
Lavello	24.68	0.24	S. Severino Lucano	20.15	0.45
Maratea	31.51	0.31	Santeramo in Colle	29.02	0.24
Marsico Nuovo	20.09	0.37	Senise	22.22	0.36
Matera	28.35	0.21	Spinazzola	24.62	0.25
Melfi	23.17	0.34	Terranova del Pollino	22.80	0.47
Metaponto	28.20	0.27	Tolve	19.62	0.32
Minervino	30.66	0.23	Tricarico	19.66	0.35
Moliterno	23.48	0.33	Valsinni	25.26	0.44
Montemilone	25.03	0.24	Venosa	21.49	0.30
Montescaglioso	26.77	0.29			

Tabella 4- Stime puntuali dei parametri della curva di probabilità pluviometrica

Numero cella	X (Km)	Y (Km)	log(a)	n	Numero cella	X (Km)	Y (Km)	log(a)	n
5	2585	4415	1.477	0.381	53	2645	4445	1.408	0.377
6	2595	4415	1.457	0.398	54	2655	4445	1.415	0.355
7	2605	4415	1.431	0.412	55	2665	4445	1.423	0.340
8	2615	4415	1.407	0.420	61	2585	4455	1.378	0.370
9	2625	4415	1.406	0.420	62	2595	4455	1.351	0.377
10	2635	4415	1.414	0.420	63	2605	4455	1.317	0.389
18	2575	4425	1.455	0.372	64	2615	4455	1.301	0.385
19	2585	4425	1.477	0.380	65	2625	4455	1.321	0.377
20	2595	4425	1.455	0.403	66	2635	4455	1.349	0.372
21	2605	4425	1.414	0.414	67	2645	4455	1.377	0.364
22	2615	4425	1.379	0.420	68	2655	4455	1.395	0.346
23	2625	4425	1.376	0.420	69	2665	4455	1.414	0.325
24	2635	4425	1.399	0.415	74	2575	4465	1.363	0.350
32	2575	4435	1.467	0.375	75	2585	4465	1.336	0.354
33	2585	4435	1.465	0.390	76	2595	4465	1.317	0.356
34	2595	4435	1.437	0.404	77	2605	4465	1.301	0.366
35	2605	4435	1.382	0.416	78	2615	4465	1.304	0.370
36	2615	4435	1.345	0.420	79	2625	4465	1.321	0.367
37	2625	4435	1.350	0.417	80	2635	4465	1.339	0.361
38	2635	4435	1.390	0.403	81	2645	4465	1.363	0.347
39	2645	4435	1.415	0.384	82	2655	4465	1.380	0.331
47	2585	4445	1.427	0.386	83	2665	4465	1.407	0.310
48	2595	4445	1.395	0.399	84	2675	4465	1.434	0.295
49	2605	4445	1.342	0.409	87	2565	4475	1.356	0.333
50	2615	4445	1.315	0.406	88	2575	4475	1.339	0.338
51	2625	4445	1.332	0.394	89	2585	4475	1.318	0.341
52	2635	4445	1.370	0.389	90	2595	4475	1.301	0.339

Tabella 5-Valori medi per celle dei parametri della curva di probabilità pluviometrica

Numero cella	X (Km)	Y (Km)	log(a)	n
91	2605	4475	1.301	0.347
92	2615	4475	1.311	0.360
93	2625	4475	1.326	0.359
94	2635	4475	1.341	0.347
95	2645	4475	1.365	0.331
96	2655	4475	1.391	0.309
97	2665	4475	1.419	0.293
98	2675	4475	1.443	0.279
101	2565	4485	1.342	0.323
102	2575	4485	1.333	0.319
103	2585	4485	1.316	0.320
104	2595	4485	1.301	0.322
105	2605	4485	1.301	0.333
106	2615	4485	1.316	0.346
107	2625	4485	1.334	0.347
108	2635	4485	1.355	0.327
109	2645	4485	1.380	0.307
110	2655	4485	1.407	0.294
111	2665	4485	1.435	0.280
112	2675	4485	1.435	0.280
116	2575	4495	1.336	0.299
117	2585	4495	1.320	0.299
118	2595	4495	1.311	0.304
119	2605	4495	1.304	0.322
120	2615	4495	1.321	0.327
121	2625	4495	1.342	0.322
122	2635	4495	1.377	0.303
123	2645	4495	1.405	0.281
124	2655	4495	1.428	0.270
125	2665	4495	1.447	0.260
126	2675	4495	1.455	0.260
131	2585	4505	1.331	0.287
132	2595	4505	1.324	0.298
133	2605	4505	1.322	0.310
134	2615	4505	1.334	0.306
135	2625	4505	1.366	0.292
136	2635	4505	1.405	0.275
137	2645	4505	1.431	0.257
138	2655	4505	1.447	0.240
139	2665	4505	1.455	0.240
145	2585	4515	1.348	0.280
146	2595	4515	1.339	0.285
147	2605	4515	1.341	0.291
148	2615	4515	1.357	0.286
149	2625	4515	1.397	0.270
150	2635	4515	1.442	0.248
151	2645	4515	1.447	0.233
152	2655	4515	1.455	0.230
153	2665	4515	1.455	0.235
159	2585	4525	1.374	0.273
160	2595	4525	1.356	0.272
161	2605	4525	1.356	0.272
162	2615	4525	1.384	0.264
163	2625	4525	1.423	0.254
164	2635	4525	1.447	0.235
165	2645	4525	1.455	0.220
166	2655	4525	1.455	0.220
167	2665	4525	1.455	0.220
175	2605	4535	1.382	0.258
176	2615	4535	1.412	0.250
177	2625	4535	1.441	0.240
178	2635	4535	1.452	0.230
190	2615	4545	1.441	0.241
191	2625	4545	1.447	0.235

Tabella 6 - Valori medi per celle dei parametri della curva di probabilità pluviometrica

Per il caso di studio si farà riferimento ai seguenti valori:

- 1) Piogge Puntuali - STAZIONE DI MATERA - **a= 23.85; n= 0.21**
- 2) Piogge areali – Cella 167- log (a) :1.455; **a= 28.51; n= 0.22**

Considerando i coefficienti delle piogge areali, sono stati ottenuti i seguenti valori delle CPP:

T [anni]			2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
t [h]	a	n	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]
1	28.51	0.22	26.23	35.64	42.48	49.61	52.17	57.88	61.01	70.99	82.96	99.79	113.19
3	28.51	0.22	33.40	45.38	54.09	63.17	66.44	73.70	77.69	90.40	105.65	127.07	144.13
6	28.51	0.22	38.90	52.86	63.01	73.58	77.38	85.84	90.49	105.29	123.05	148.00	167.87
12	28.51	0.22	45.31	61.56	73.38	85.70	90.13	99.98	105.40	122.64	143.32	172.38	195.53
24	28.51	0.22	52.78	71.71	85.47	99.81	104.98	116.45	122.76	142.84	166.93	200.78	227.74

Tabella 7 - Calcolo CPP al III livello di regionalizzazione

CPP - III LIVELLO DI REGIONALIZZAZIONE

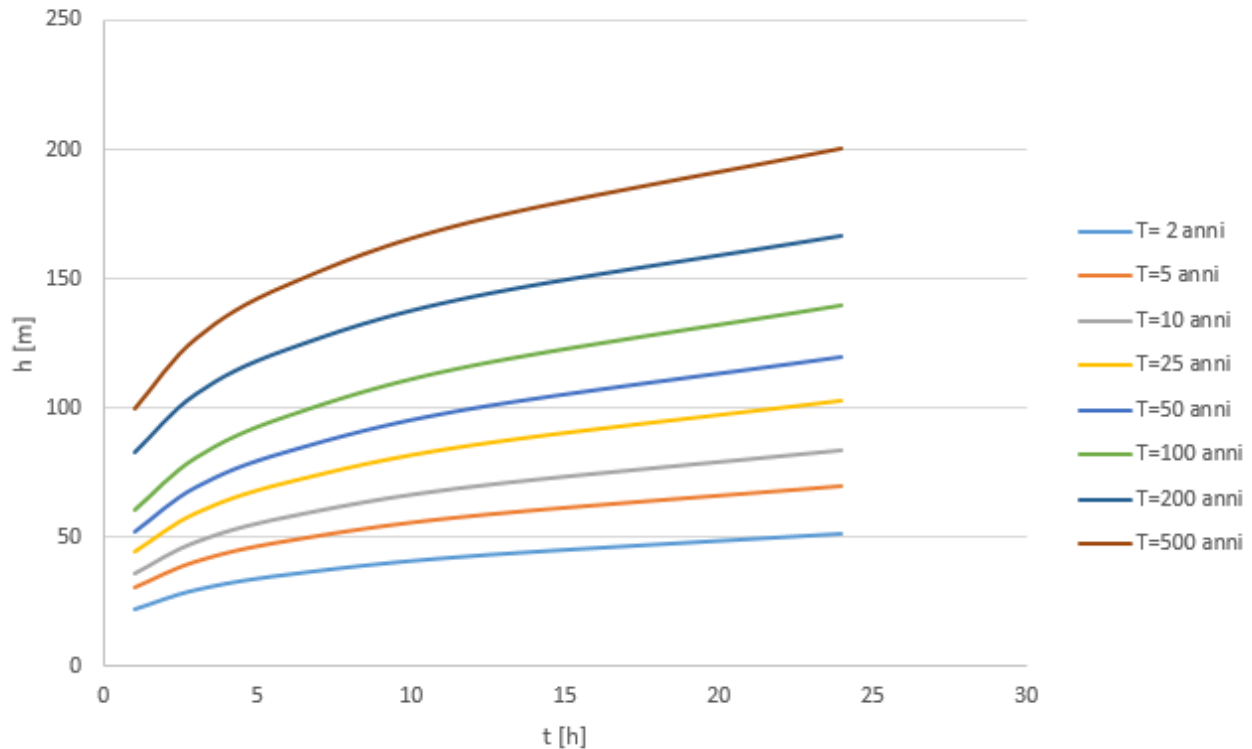


Figura 5-5 - CPP al III livello di regionalizzazione

5.1.3. CPP DI RIFERIMENTO

Per la stima delle portate si prenderanno come riferimento le CPP relative al II livello di regionalizzazione.

5.1.4. CURVE DI PIOGGIA INFERIORI ALL'ORA

La definizione delle curve di possibilità pluviometrica, per gli eventi di durata inferiori all'ora, è stata effettuata mediante l'applicazione della formula di Bell (1969)

$$\frac{h_{d,T}}{h_{60,T}} = 0.54 * d^{0.25} - 0.5$$

dove

d è la durata dell'evento espressa in min;

T è il tempo di ritorno in anni;

h_{60T} è l'altezza di pioggia per un evento di pioggia di durata 60 min e tempo di ritorno T.

Facendo riferimento ai tempi di ritorno 30,100, 200 e 500 anni sono stati ottenuti i seguenti risultati

d [min]	h _{d.30} [mm]	h _{d.100} [mm]	h _{d.200} [mm]	h _{d.500} [mm]
5	15.95	20.85	24.31	29.30
10	23.87	31.22	36.39	43.85
15	29.19	38.16	44.49	53.62
20	33.30	43.54	50.75	61.17
30	39.62	51.80	60.39	72.77
60	52.02	68.02	79.29	95.56

Tabella 8 – Altezze di pioggia per eventi inferiori all'ora

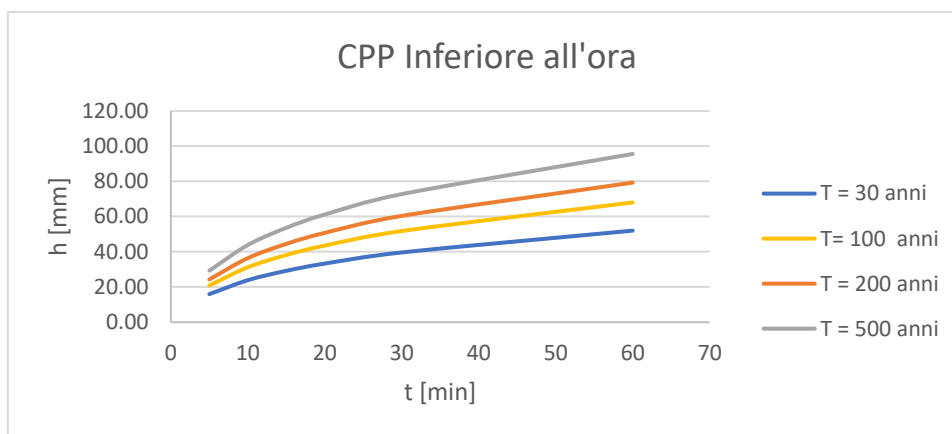


Figura 5-6 - CPP Inferiori all'ora

T	a	n
30	7.84	0.47
100	12.25	0.47
200	11.95	0.47
500	14.40	0.47

Tabella 9 – CPP per eventi inferiori all'ora

5.2. BACINO IDROGRAFICO DI RIFERIMENTO

Il tracciamento dei bacini idrografici è stato effettuato facendo riferimento alla carta IGM 25.000 e ai DTM 5x5 messi a disposizione dal SIT della Regione Basilicata. Facendo riferimento al contesto territoriale sono stati individuati 2 bacini principali aventi superfici rispettivamente pari a 2.63 kmq e 0.68 kmq.

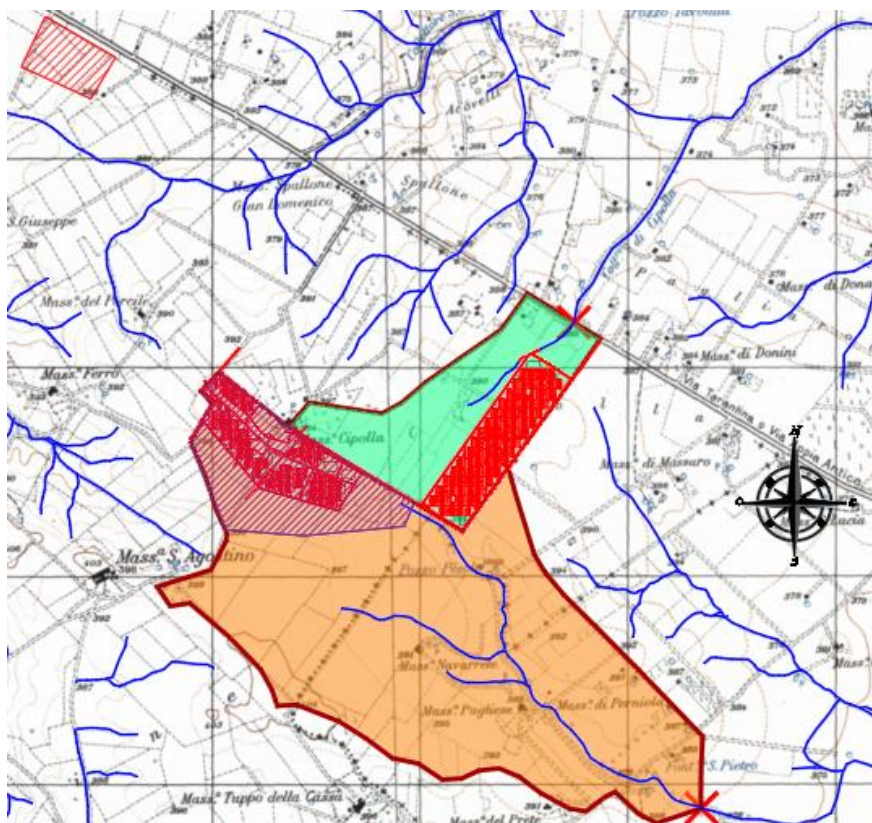


Figura 5-7 - Bacini idrografici di riferimento

Si riportano di seguito le caratteristiche piano altimetriche individuate:

5.2.1. ALTITUDINE MEDIA, MASSIMA E MINIMA DEI BACINI

Per poter meglio definirne l'idrologia dell'area, mediante applicativo GIS, si è proceduti al calcolo dell'altitudine media, massima e minima dei bacini. I risultati ottenuti sono stati i seguenti:



Figura 5-8 – Calcolo dell'altitudine media del bacino

BACINO	A [mq]	A [Kmq]	Lasta [m]	Hmax [m.s.l.m]	Hmin[m.s.l.m]	Hmed [m.s.l.m]
1	2632534.30	2.63	2280.03	403.82	374.85	391.32
2	680481.24	0.68	660.4	396.38	382.33	390.11

Tabella 10- Calcolo dei parametri di bacino

5.2.2. PENDENZA LONGITUDINALE DEI CORSI D'ACQUA

La pendenza longitudinale delle aste principali è stata calcolata con la formula di Taylor-Schwartz, suddividendo i corpi idrici in una serie di tratti di lunghezza L_j con pendenza i_j uniforme :

$$i_m = \frac{L^2}{\left(\sum_i \frac{L_j}{\sqrt{i_j}}\right)^2}$$

Per quanto riguarda il bacino 2, seppur presente nella carta IGM, come anche constatato da sopralluogo in sito, non è stato riscontrato alcun corpo idrico (fosso o canale); le acque defluiscono verso Nord secondo linee preferenziali che si instaurano sul terreno, quest'ultimo soggetto a pratica agricola. Il calcolo della pendenza media è stato effettuato solo per l'asta principale del bacino 1, all'interno del quale è presente un fosso di scolo che, con andamento S-E, defluisce verso il limite amministrativo regionale. L'asta oggetto di studio è stata suddivisa in 3 tratti . I risultati ottenuti sono stati i seguenti

Pendenza corso d'acqua BACINO 1					
H [m.s.l.m]	H [m.s.l.m]	L [m]	ΔH [m]	i_j	i/L^2
389.42	385	869.978	4.42	0.005	12205.38
385	380	732.44	5	0.007	8864.88
380	375.26	677.62	4.74	0.007	8101.96
		2280.04			29172.22

Tabella 11 - Calcolo pendenza asta fluviale

Considerando la formula di Taylor-Schwartz è stato ottenuto una pendenza dell'asta pari a 0.006.

5.2.1. CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Per procedere al calcolo della portata di piena ad assegnato tempo di ritorno è necessario valutare il tempo di corrivazione, inteso come il tempo impiegato da una goccia di acqua, caduta nel punto più sfavorito, per raggiungere la sezione di chiusura. Considerate le modeste dimensioni della superficie del bacino, la stima di tale parametro è stata effettuata facendo riferimento alla formula empirica di Pezzoli:

$$t_c = 0.055 \left(\frac{L_p}{i^{0.5}} \right)$$

in cui t_c è misurato in ore, L_p (lunghezza dell'asta principale) in km, i (pendenza media dell'asta principale) in m/m.

Considerati i parametri precedentemente ottenuti è stato stimato un valore di t_c pari a 1.60 h.

5.3. STIMA DELLE PORTATE

La stima delle portate, ad assegnato tempo di ritorno, è stata effettuata mediante la formula razionale, il cui approccio si basa sull'utilizzo della curva di possibilità pluviometrica e sull'ipotesi che a parità di tempo di ritorno, la portata al colmo maggiore è prodotta dall'evento la cui durata è identica al tempo di corrivazione.

$$Q = \frac{\Phi i_c A}{3.6}$$

in cui

- Φ è il coefficiente di deflusso, indicante il rapporto tra i deflussi e gli afflussi [ad]
- i_c è l'intensità di pioggia di un evento avente durata $d = t_c$ [mm/ora]
- A è la superficie del bacino (o area scolante) [Km²]
- Q è la portata al colmo di piena che defluisce alla sezione di chiusura in corrispondenza di un evento di durata t_c e tempo di ritorno T [m³/s].

5.3.1. COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Considerato lo stato di fatto dei luoghi, descritto nel paragrafo 3 e il futuro assetto di progetto, il calcolo del coefficiente di deflusso è stato effettuato in funzione anche dell'aliquota di superficie impermeabile presente nei bacini oggetto di studio (A_{imp}) e assumendo come valore quello medio ponderato sull'area:

$$\varphi = \frac{(\varphi_{perm} \times A_{perm}) + (\varphi_{imp} * A_{imp})}{A_{tot}}$$

Dove

A_{perm} è l'aliquota di area permeabile per la quale è stata assunto un coefficiente φ_{perm} pari 0.50;

$A_{impermeabile}$ è l'aliquota di area impermeabile per la quale è stata assunto un coefficiente $\varphi_{impermeabile}$ pari 0.90;

Il calcolo è stato effettuato sia per la fase ante intervento che post intervento, nella quale, è stata considerato cautelativamente² un contributo di area impermeabile, pari alle aree recintate di impianto, ottenendo i seguenti valori tabellari:

STATO DI FATTO				
BACINO	A perm[Kmq]	A imp[Kmq]	A [Kmq]	ϕ
1	2.60	0.03	2.63	0.51
2	0.68	0.00	0.68	0.50
STATO DI PROGETTO				
BACINO	A perm[Kmq]	A imp[Kmq]	A [Kmq]	ϕ
1	2.50	0.14	2.63	0.52
2	0.52	0.16	0.68	0.59

Tabella 12 – Risultati ottenuti per il coefficiente di deflusso

² I pannelli, essendo sollevati dal piano campagna, non comporteranno una modifica dell'uso del suolo, in quanto risultano ancorati su sistemi di inseguimento solare monoassiale di rollio del tipo Tracker, infissi puntualmente a terra. Durante la manifestazione di un evento meteorico, le acque, in caduta sull'area del parco fotovoltaico, defluiranno sulla superficie del generico pannello e raggiungeranno il terreno.

Tipo di suolo	Copertura del bacino		
	Coltivi	Pascoli	Boschi
Suoli molto permeabili sabbiosi o ghiaiosi	0,20	0,15	0,10
Suoli mediamente permeabili (senza strati di argilla). Terreni di medio impasto o simili	0,40	0,35	0,30
Suoli poco permeabili Suoli fortemente argillosi o simili, con strati di argilla vicino alla superficie. Suoli poco profondi sopra roccia impermeabile.	0,50	0,45	0,40

Tabella 13 - Coefficienti di deflusso da letteratura

Come mostrato in tabella 12, da confronto tra stato di fatto e di progetto, il contributo di afflusso nel bacino 1 dovuto alla presenza dell'impianto risulta essere trascurabile. Nei calcoli verrà dunque assunto un valore pari a 0.51. Per quanto riguarda invece il bacino 2 si adotterà un coefficiente di deflusso 0.50 per lo stato di fatto e di 0.59 per lo stato di progetto.

5.3.2. RISULTATI

Si riportano di seguito i risultati ottenuti dall'applicazione della formula razionale per la situazione stato di fatto:

Calcolo Portate [T= 30 anni]							
BACINO	A [kmq]	tc [h]	ϕ	a	n	i [mm/h]	Q [mc/s]
1	2.63	1.60	0.51	51.87	0.22	35.80	13.35
2	0.68	Calcolato con coefficiente udometrico per $\phi = 0.50$					3.38

Tabella 14 - Stima delle portate (stato di fatto) con tempo di ritorno 30 anni

Calcolo Portate [T= 100 anni]							
BACINO	A [kmq]	tc [h]	ϕ	a	n	i [mm/h]	Q [mc/s]
1	2.63	1.60	0.51	67.82	0.22	46.81	17.46
2	0.68	Calcolato con coefficiente udometrico per $\phi = 0.50$					4.42

Tabella 15 - Stima delle portate (stato di fatto) con tempo di ritorno 100 anni

Calcolo Portate [T= 200 anni]							
BACINO	A [kmq]	tc [h]	ϕ	a	n	i [mm/h]	Q [mc/s]
1	2.63	1.60	0.51	79.06	0.22	54.57	20.35
2	0.68	Calcolato con coefficiente udometrico per $\phi = 0.50$					5.16

Tabella 16 - Stima delle portate (stato di fatto) con tempo di ritorno 200 anni

Calcolo Portate [T= 500 anni]							
BACINO	A [kmq]	tc [h]	ϕ	a	n	i [mm/h]	Q [mc/s]
1	2.63	1.60	0.51	95.28	0.22	65.77	24.53
2	0.68	Calcolato con coefficiente udometrico per $\phi = 0.50$					6.22

Tabella 17 - Stima delle portate (stato di fatto) con tempo di ritorno 500 anni

Si riportano di seguito i risultati ottenuti dall'applicazione della formula razionale per la situazione stato di progetto:

Calcolo Portate [T= 30 anni]							
BACINO	A [kmq]	tc [h]	ϕ	a	n	i [mm/h]	Q [mc/s]
1	2.63	1.60	0.51	51.87	0.22	35.80	13.35
2	0.68	Calcolato con coefficiente udometrico per $\phi = 0.59$					3.99

Tabella 18 - Stima delle portate (stato di progetto) con tempo di ritorno 30 anni

Calcolo Portate [T= 100 anni]							
BACINO	A [kmq]	tc [h]	ϕ	a	n	i [mm/h]	Q [mc/s]
1	2.63	1.60	0.51	67.82	0.22	46.81	17.46
2	0.68	Calcolato con coefficiente udometrico per $\phi = 0.59$					5.22

Tabella 19 - Stima delle portate (stato di progetto) con tempo di ritorno 100 anni

Calcolo Portate [T= 200 anni]							
BACINO	A [kmq]	tc [h]	ϕ	a	n	i [mm/h]	Q [mc/s]
1	2.63	1.60	0.51	79.06	0.22	54.57	20.35
2	0.68	Calcolato con coefficiente udometrico per $\phi = 0.59$					6.09

Tabella 20 - Stima delle portate (stato di progetto) con tempo di ritorno 200 anni

Calcolo Portate [T= 500 anni]							
BACINO	A [kmq]	tc [h]	ϕ	a	n	i [mm/h]	Q [mc/s]
1	2.63	1.60	0.51	95.28	0.22	65.77	24.53
2	0.68	Calcolato con coefficiente udometrico per $\phi = 0.59$					7.33

Tabella 21 - Stima delle portate (stato di progetto) con tempo di ritorno 500 anni

Si precisa che, sia per la situazione ante operam che post operam, considerate le modeste dimensioni del Bacino 2 e l'assenza di un vero e proprio corso d'acqua, il calcolo delle portate è stato effettuato considerando i coefficienti udometrici stimati sul bacino 1:

T [anni]	U [mc/s/kmq] per $\phi=0.50$	U [mc/s/kmq] per $\phi=0.59$
30	4.97	5.87
100	6.50	7.67
200	7.58	8.94
500	9.13	10.78

Tabella 22 – Coefficienti udometrici bacino 1

6. VERIFICHE IDRAULICHE

Nei paragrafi a seguire verranno mostrati i risultati delle modellazioni idrauliche in moto permanente monodimensionale (Rif. Allegati Cap.8), effettuate per alcune aste del reticolo minore, per la definizione dei

profili di corrente, durante il passaggio delle piene di progetto con tempi di ritorno 30, 200 e 500 anni.

6.1. SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO

I tempi di ritorno adottati nelle verifiche sono i seguenti:

- 100 anni e 200 anni, per i tombini di attraversamento e gli attraversamenti idraulici;
- 30,200 e 500 Anni per la definizione dei profili di corrente dell'asta principale del Bacino 1;
- 30 anni per il dimensionamento dei fossi minori.

6.2. IL MODELLO HEC RAS

La definizione dei profili di corrente, è stata condotta in moto permanente monodimensionale, utilizzando il codice di calcolo HEC-RAS versione 5.0.6, sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers. HEC-RAS è l'abbreviazione di Hydrologic Engineering Center's River Analysis System. Attraverso il software possono essere analizzate condizioni di moto in corrente lenta, condizioni di moto critiche e condizioni di regime misto. Il codice di calcolo permette di descrivere in maniera dettagliata la geometria delle singole sezioni idrauliche, tenendo conto di scabrezze differenti, non solo in diversi tratti del corso d'acqua, ma anche all'interno della stessa sezione (ad esempio per differenziare le zone golenali e il canale principale). Esso consente inoltre di modellare l'andamento meandriforme di un corso d'acqua, indicando differenti lunghezze del tratto che separano due sezioni adiacenti, sia per la golenale in sponda sinistra, che per la golenale in sponda destra, che per il canale principale. Nello specifico il programma risolve sia le equazioni complete del Saint Venant che quelle di diffusione dell'onda (offrendo una maggiore flessibilità), mediante un algoritmo implicito ai volumi finiti, capace di utilizzare una mesh computazionale strutturata o non strutturata.

6.2.1. LA MODELLAZIONE DI PROGETTO

- **GEOMETRIA DELLO STATO DI FATTO**

La geometria dello stato di fatto è stata modellata sulla base di un DTM 5 x 5, messo a disposizione dal geoportale della Regione Basilicata e opportunamente rielaborato con i software GIS. Da tale file sono state estrapolate le superfici del reticolo idrografico e caricate sul software HEC RAS.

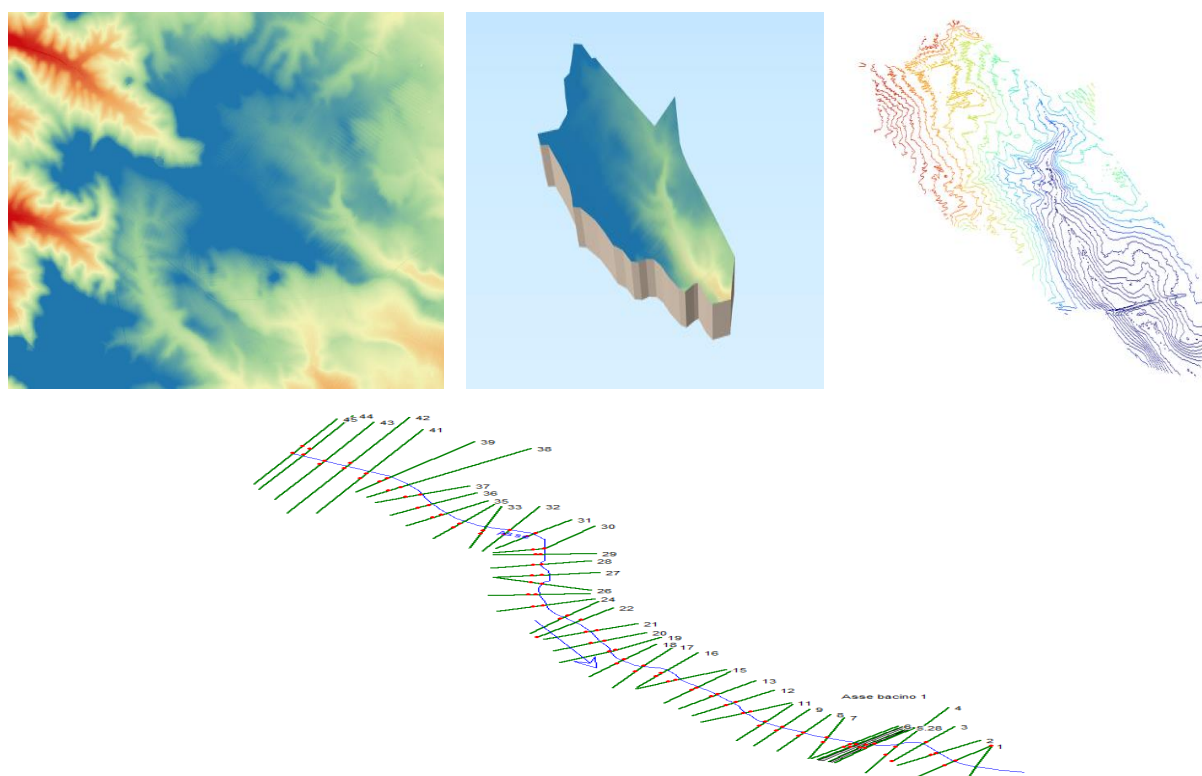


Figura 6-1 – Lavorazione del DTM

- SCABREZZE DEI CORSI D'ACQUA

Per la determinazione del coefficiente di scabrezza, si è fatto riferimento alla seguente tabella

tipo di superficie	Minimo	Normale	Massimo
ALVEI DI PIANURA			
non vegetati, rettilinei, corrente regolare	0.025	0.030	0.033
come sopra ma con pietre e alghe	0.030	0.035	0.040
non vegetati, tortuosi con mollenti e rapide	0.033	0.040	0.045
come sopra ma con pietre e alghe	0.035	0.045	0.050
come sopra, in magra	0.040	0.048	0.055
non vegetati, tortuosi, pietre, mollenti e rapide	0.045	0.050	0.060
molto irregolari e alghe molto fitte	0.075	0.100	0.150
ALVEI DI MONTAGNA (SPONDE CON ALBERI E CESPUGLI)			
sul fondo: ghiaia, ciotoli e massi radi	0.030	0.040	0.050
sul fondo: ciotoli e grandi massi	0.040	0.050	0.070
GOLENE E PIANE INONDABILI			
prato senza cespugli, erba bassa	0.025	0.030	0.035
prato senza cespugli, erba alta	0.030	0.035	0.050
campi incolti	0.020	0.030	0.040
coltivazioni a filari	0.025	0.035	0.045
colture di cereali in pieno sviluppo	0.030	0.040	0.050
aree con cespugli sparsi e erba alta	0.035	0.050	0.070
aree con cespugli bassi e alberi, in inverno	0.035	0.050	0.060
aree con cespugli bassi e alberi, in estate	0.040	0.060	0.080
cespugli fitti, in inverno	0.045	0.070	0.110
cespugli fitti, in estate	0.070	0.100	0.160

CANALI CON FONDO IN GHIAIA E SPONDE IN			
lastre di calcestruzzo	0.017	0.020	0.025
pietrame con giunti stilati	0.020	0.023	0.026
scogliera	0.023	0.033	0.036
CANALI IN TERRA NON RIVESTITI			
rettilinei, non vegetati, buona manutenzione	0.016	0.018	0.020
rettilinei, non vegetati, mediocre manutenzione	0.018	0.022	0.025
rettilinei, non vegetati, con ghiaia	0.022	0.025	0.030
rettilinei, poco inerbiti, rare alghe	0.022	0.027	0.033
ALVEI IN TERRA REGOLARIZZATI O ROGGE			
non vegetati	0.023	0.025	0.030
poco inerbiti, rare alghe	0.025	0.030	0.033
molto vegetati, molte alghe	0.028	0.030	0.035
con sponde in pietrame	0.028	0.030	0.035
con sponde ben inerbite	0.025	0.035	0.040
con fondo in ciotoli e sponde non vegetate	0.030	0.040	0.050
CANALI MANTENUTI CON DRAGAGGIO			
non vegetati	0.025	0.028	0.033
poco inerbiti, rare alghe	0.035	0.050	0.060
ALVEI IN ROCCIA			
con sezione ben regolarizzata	0.025	0.035	0.040
irregolari	0.035	0.040	0.050
CANALI IN TERRA RINATURALIZZATI (CON ALGHE E CESPUGLI)			
con sezione interamente occupata da alghe	0.050	0.080	0.120
con rare alghe e sponde mediamente cespugliate	0.045	0.070	0.110
con alghe e sponde fortemente cespugliate	0.080	0.100	0.140

Più in particolare, sia per lo stato di fatto che di progetto è stato adottato il valore di $0.035 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

- CONDIZIONI AL CONTORNO

Come condizioni al contorno si è deciso di definire sia a monte che a valle una "normal depth" ovvero un valore noto di pendenza dell'energia, approssimativamente assunto pari alla pendenza di fondo alveo nelle sezioni più a monte e più a valle del tratto oggetto di intervento.

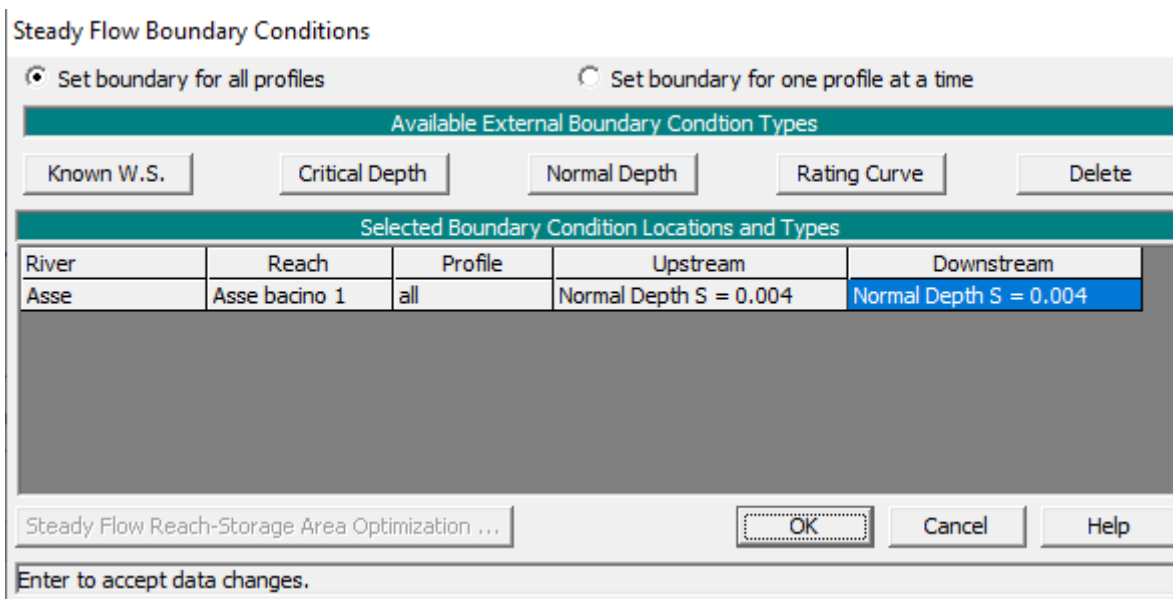


Figura 6-2- Condizioni al contorno

- PORTATE DI PROGETTO

Facendo riferimento alle tabelle 14, 16 e 17 sono state adoperate le seguenti portate di progetto

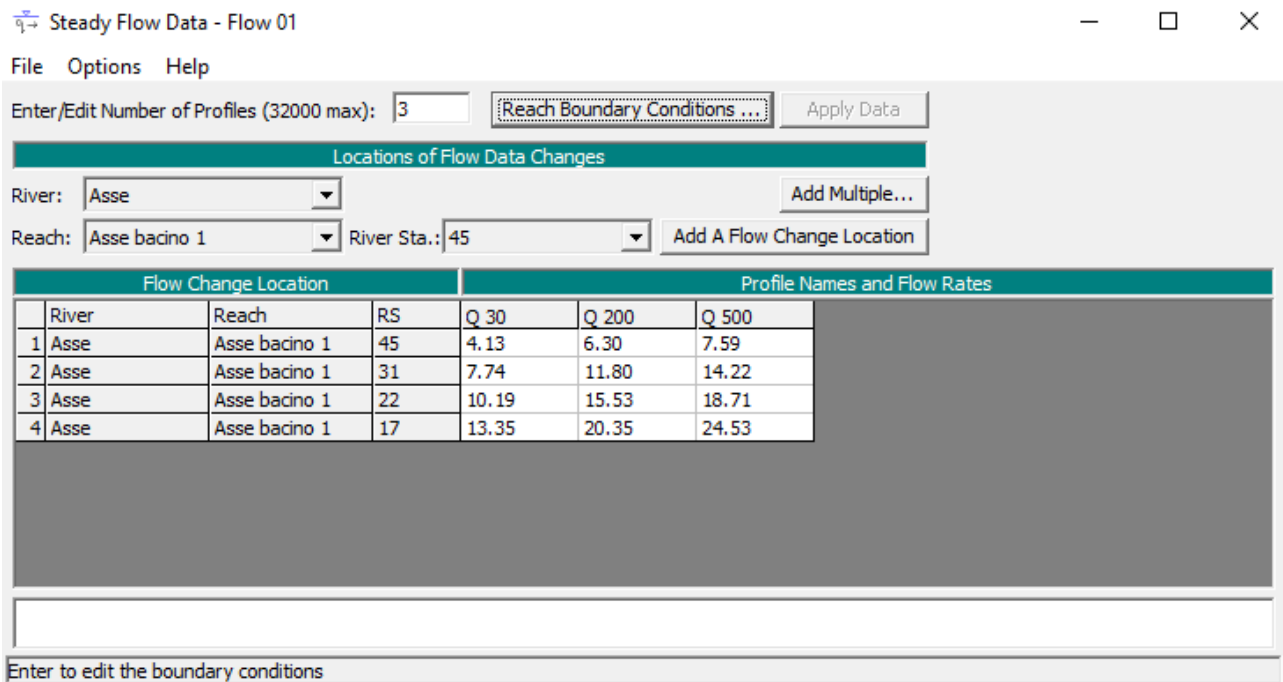


Figura 6-3 - Portate di progetto

Come possibile notare dalla Figura 6-3 le simulazioni sono state effettuate considerando 4 tratti a portata costante, il cui valore è stato calcolato come aliquota delle portate di cui alle tabelle precedenti.

6.2.2. RISULTATI DELLE MODELLAZIONI

I risultati delle modellazioni sono riportati nella sezione allegati.

6.2.1. FOSSI MINORI

All'interno delle aree di intervento sono presenti una serie di fossi minori, a servizio dei lotti di terreno esistenti e ai quali si è fatto riferimento nella definizione del layout di progetto. Facendo riferimento al fosso rinvenuto nell'area più a sud della Masseria, le verifiche sono state effettuate in considerazione di un sottobacino del Bacino 1, di area pari a circa 0.50 kmq, le cui portate sono state calcolate mediante l'applicazione dei coefficienti udometrici.

T [anni]	Q [mc/s]	
30	2.54	
100	3.32	
200	3.87	
500	4.66	

Tabella 23 - Portate sottobacino 1 e area di riferimento

Le verifiche sono state effettuate considerando una portata di 2.54 mc/s, corrispondente cioè a tempo di

ritorno pari a 30 anni.

Considerata l'entità dei deflussi, la geometria pressoché regolare, la difficoltà di procedere in questa fase ad un rilievo di dettaglio e la necessità di definire il grado di criticità in concomitanza di eventi piovosi eccezionali, si è proceduti a verificare la sezione idraulica mediante la formula di moto uniforme di Gauckler Strickler:

$$Q = K * A * R^{\frac{2}{3}} * i^{0.5}$$

Dove

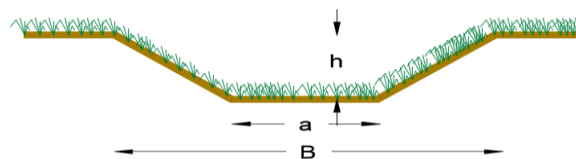
K è un coefficiente di scabrezza, assunto pari a 30 per i fossi in terra in fase di post pulizia da vegetazione infestante [$m^{\frac{1}{3}}/s$];

A è l'area della sezione idraulica [m^2];

i è la pendenza del canale, assunta pari a circa 1%, come da rilievo topografico;

R è il raggio idraulico [m];

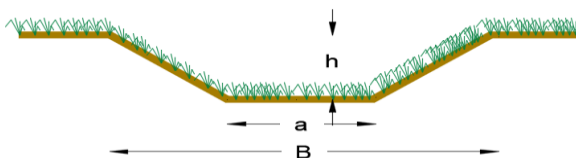
Le verifiche risultano soddisfatte per una sezione trapezia in terra, avente le dimensioni riportate in figura 6-4 e capace di contenere circa 5.20 mc/s



a: 1.00 m ; B : 2.60 m; h= 1.50 m

Figura 6-4- Dimensione trapezia tipo

Al confine tra il fondo di terreno e la strada sterrata interna è presente un fosso trapezio di ridotte dimensioni e un tombino DN700 che convoglia le acque sul lato apposto della strada. La verifica del fosso è stata effettuata considerando un'area di influenza pari a 0.025 kmq , una portata trentennale pari a circa 0.15 mc/s. Considerando una sezione trapezia in terra di dimensioni riportate in figura 6-5



a: 0.60 m ; B : 1.20 m; h= 0.60 m

Figura 6-5- Dimensione trapezia tipo e ubicazione del fosso (linea blu) e del tombino



e una pendenza del fosso di 0.005, le verifiche del fosso risultano essere verificate, essendo la capacità dello stesso pari a circa 0.62 mc/s. Anche il tombino DN 700, considerando il metodo di verifica riportati al paragrafo 6.2.2 risulta essere verificato. Con una pendenza dello 0.005 e un grado di riempimento pari a 0.80,

presenta una capacità di 0.62 mc/s. In fase di progetto esecutivo, a seguito di un rilievo di maggior dettaglio, si procederà ad una verifica più accurata, così da risolvere eventuali altre criticità dettate dalla morfologia dei luoghi.

6.2.2. TOMBINI CIRCOLARI

Nell'area oggetto di intervento, ricadente nel bacino 2, sono stati rilevati dei tombini idraulici circolari che garantiscono la continuità dei fossi in corrispondenza degli accessi ai fondi e degli attraversamenti stradali. Allo stato di fatto, l'efficienza di tali manufatti risulta compromessa dal grado di occlusione dovuto alla vegetazione infestante ed ai fenomeni di interrimento dovuti ai depositi di materiali trasportati dalle acque di ruscellamento. L'elemento più critico è rappresentato dal tombino DN 500, ubicato a ridosso della SP 140



Figura 6-6 – Tombino a ridosso della SP 140

La verifica degli elementi è stata effettuata lungo lo sviluppo longitudinale del manufatto, mediante la formula di moto uniforme di Gauckler Strickler per sezioni circolari e assumendo coefficienti di scabrezza pari a $75 \text{ [m}^{\frac{1}{3}}/\text{s]}$

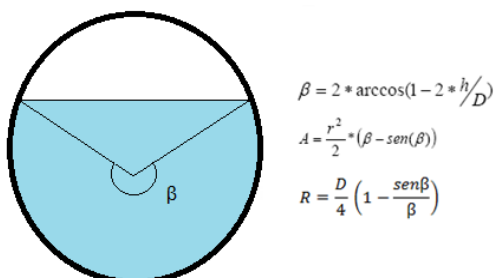


Figura 6-7 - Scala di deflusso circolare

Nell'ipotesi che tutte le acque del bacino 2 confluiscono verso tale elemento, le verifiche precedenti risultano non essere soddisfatte. Il DN 500, allo stato di fatto non riesce a far defluire né la portata di 4.42 mc/s. (T=100 anni), né la portata di 5.16 mc/s (T=200 anni). In fase di progettazione esecutiva, considerato che lo stesso

ricade fuori area di intervento, si concerterà con gli Enti preposti alla sicurezza della viabilità, a definire la sostituzione dell'elemento con uno di maggiore capacità, quale ad esempio un DN 1500, le cui verifiche, effettuate nella condizione post operam, con portate di 5.22 mc/s (T=100 anni) e di 6.09 mc/s (T=200 anni). risultano essere riportate nella tabella di seguito allegata:

Tubazioni									
D [m]	h/d	β (rad)	β (gradi)	A [m ²]	R [m]	K [m ^{1/3} /s]	i	Q [m ³ /s]	V [m/s]
1.5	0.8	4.43	253.74	1.52	0.46	75.00	0.01	6.90	4.55

Tabella 24 - Verifica in moto uniforme



Tabella 25- Tombino a Sud della masseria

Per quanto riguarda il Bacino 1, poco più a sud della masseria, è stato rilevato un tombino DN 700 in cls. La verifica di tale elemento è stata effettuata considerando una superficie scolante di influenza pari a circa 0.20 kmq, sulla quale si generano una portata di circa 1.33 mc/s (calcolata con il coefficiente udometrico del Bacino 1 per un evento con tempo di

ritorno T=100 anni) o una portata di 1.55 mc/s (T=200 anni). Le dimensioni del tombino non risultano essere verificate. Lo stesso sarà sostituito con un elemento DN 1000, ipotizzando una pendenza longitudinale dello 0.008.

Tubazioni									
D [m]	h/d	β (rad)	β (gradi)	A [m ²]	R [m]	K [m ^{1/3} /s]	i	Q [m ³ /s]	V [m/s]
1	0.8	4.43	253.74	0.67	0.30	75	0.008	2.04	3.03

Tabella 26- Verifiche DN 1000

6.3. RACCOLTA ACQUE SOTTOSTAZIONE ELETTRICA DI TRASFORMAZIONE

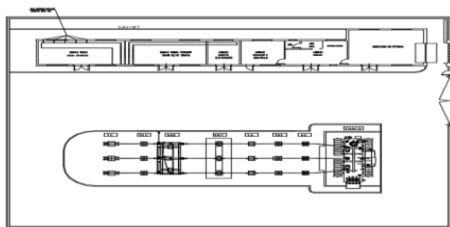


Figura 6-8 - Pianta sottostazione elettrica

Il drenaggio delle acque meteoriche all'interno dell'area della sottostazione elettrica avverrà mediante un sistema di caditoie puntuali e tubazioni in PEAD (o PVC) che, captato i deflussi meteorici li convoglierà successivamente nel recettore finale esistente.

7. RISULTATI E CONCLUSIONI

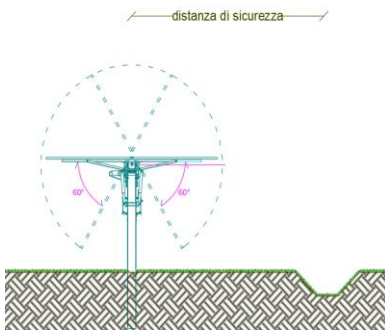


Figura 7-1 - Ipotesi di eventuale inserimento fosso nell'area parco

I risultati delle modellazioni e delle verifiche idrauliche sono allegati (Capitolo 8) alla seguente relazione. Come da tabelle e sezioni allegate, il ponte della SP 22 non risulta andare in pressione. Il passaggio della piena duecentennale, sia considerando lo stato di fatto, che di progetto, avviene con un franco medio di circa 0.86 m. Il tombino DN 1200 in cls e ubicato a valle dell'attraversamento della SP22, presenta invece una criticità esistente, emersa nelle modellazioni "stato di fatto". Ulteriore criticità rilevata nella condizione ante operam è il mancato contenimento delle acque nella sezione del fosso, modellato sulla base

del DTM 5x5, messo a disposizione dalla regione Basilicata, per tempi di ritorno 30,200 e 500 anni. Le portate, tracimando lungo il percorso, esondano nei terreni limitrofi. Per le opere in progetto ciò non scaturisce un problema, essendo il fenomeno localizzato fuori dall'area di intervento. In linea generale, sia per quanto riguarda l'asta principale, che per quanto riguarda i fossi minori ed i tombini circolari esistenti, seppur in questa fase di progetto definitivo si è proceduto ad effettuare la verifica e l'eventuale dimensionamento degli elementi, nella successiva fase di progetto esecutivo, a seguito di un rilievo topografico più accurato, si procederà a meglio dettagliare quanto già effettuato in fase di progetto definitivo. Qualora risultasse necessario procedere alla realizzazione di ulteriori interventi, quali riprofilature delle sezioni idrauliche e/o inserimento di fossi e tombini, gli stessi saranno inseriti in modo da non interferire con i punti di infissione dei pannelli.



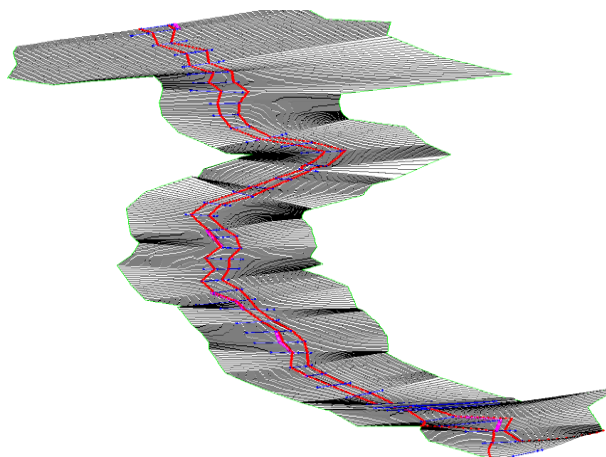
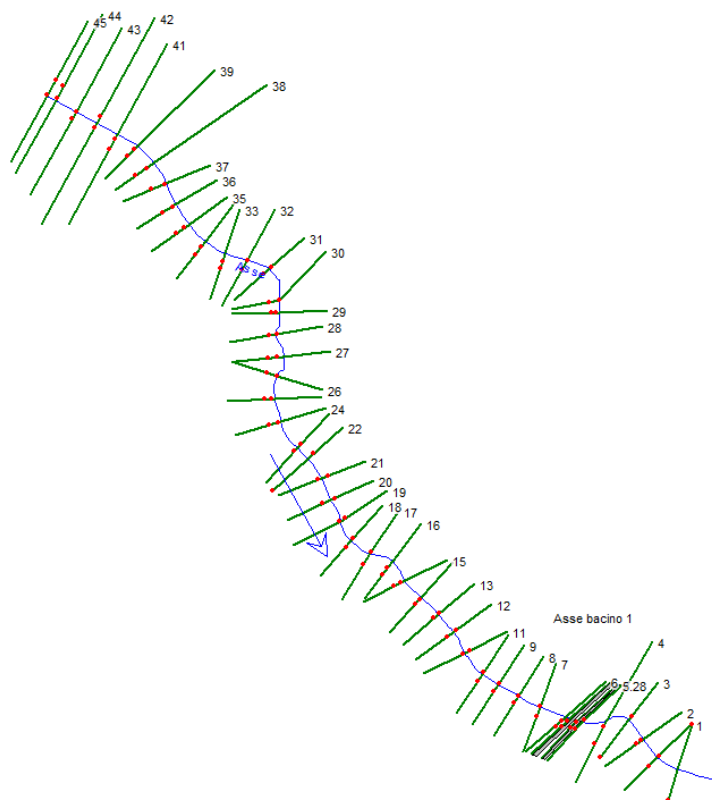
Figura 7-2 - Aree di esondazione: in ciano i risultati per portate T=30 anni; in verde i risultati per portate T=200 anni; in rosso i risultati per portate T=500 anni

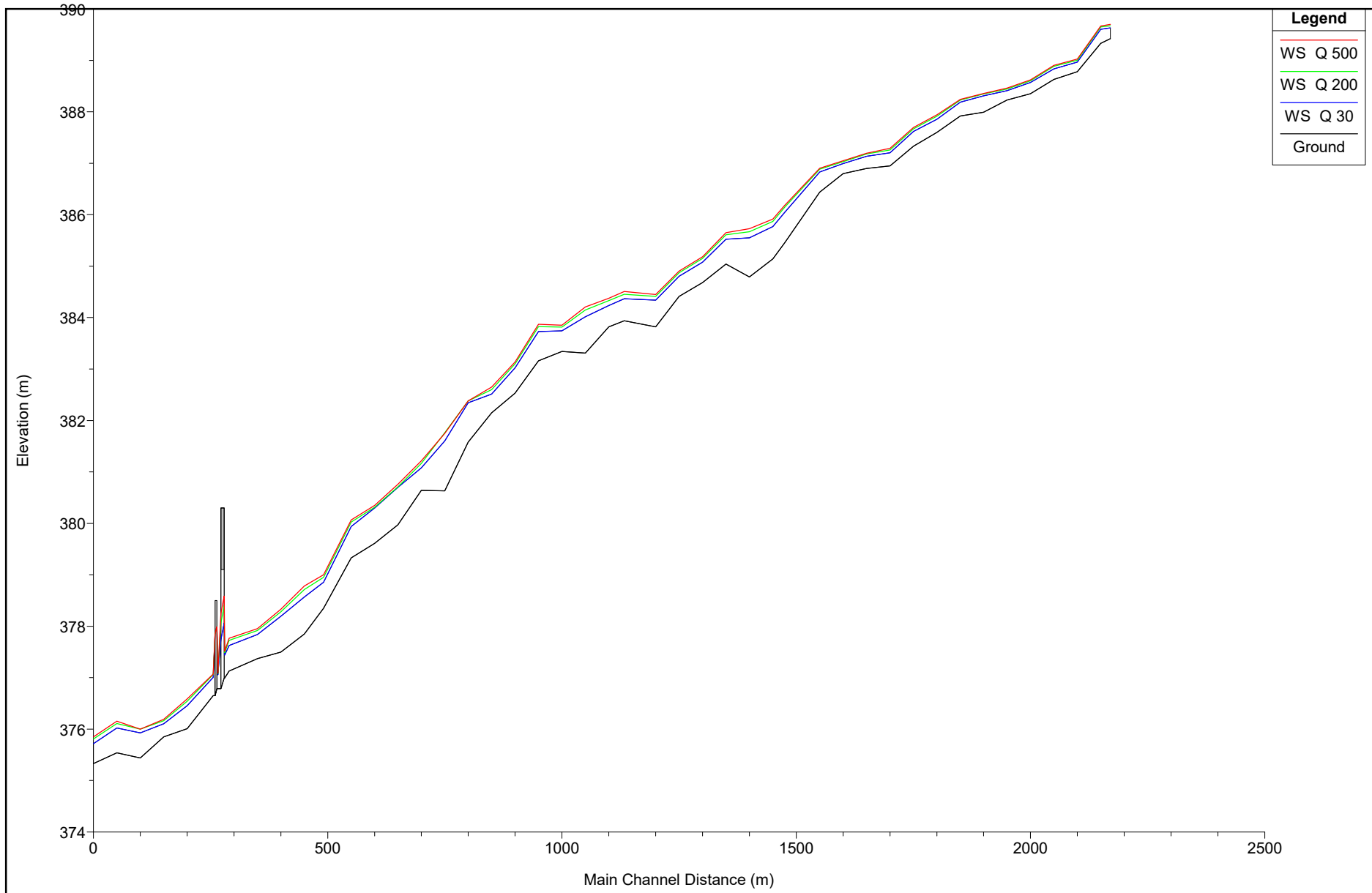
8. ALLEGATI

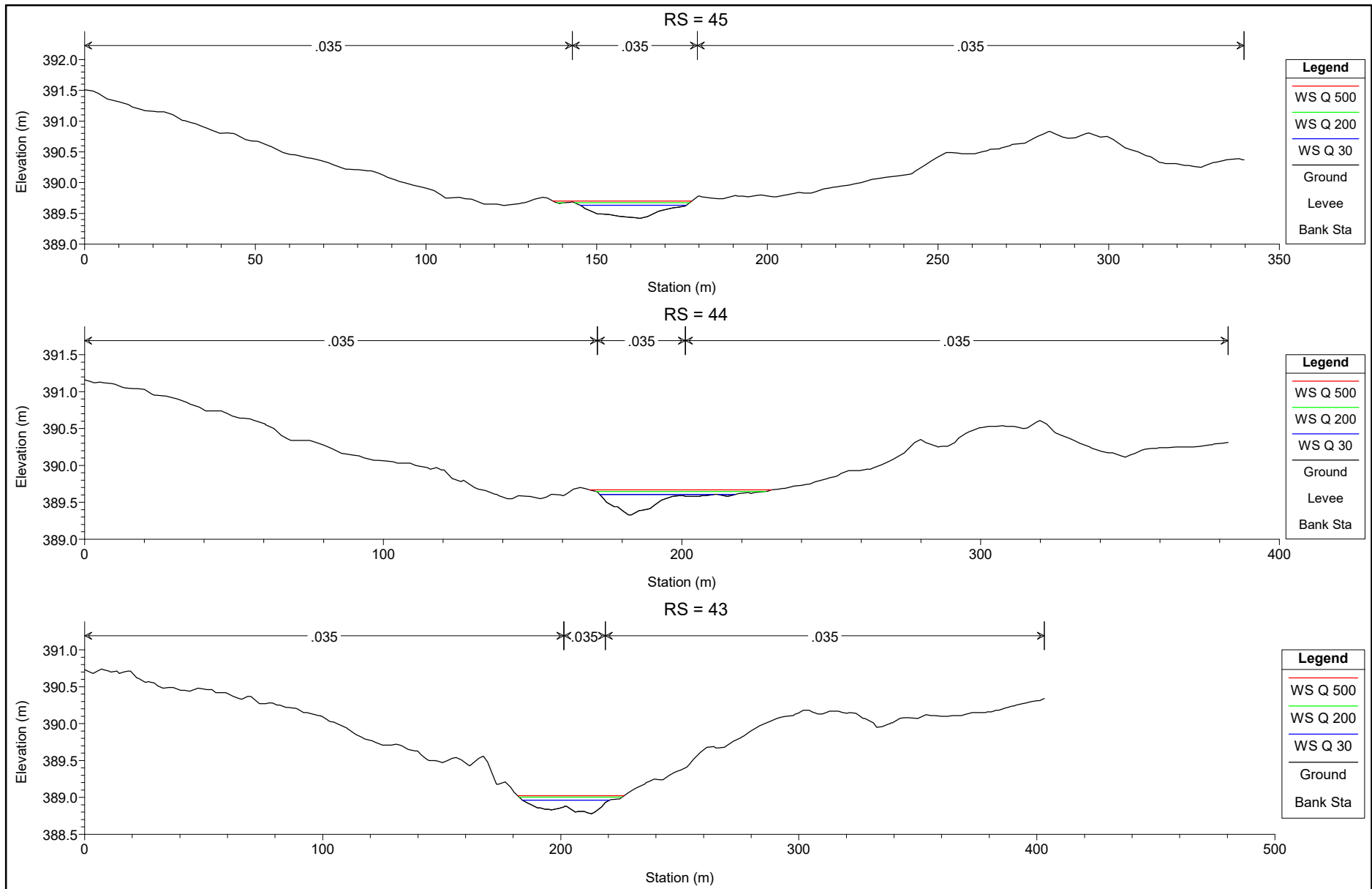
I risultati delle verifiche verranno mostrati di seguito.

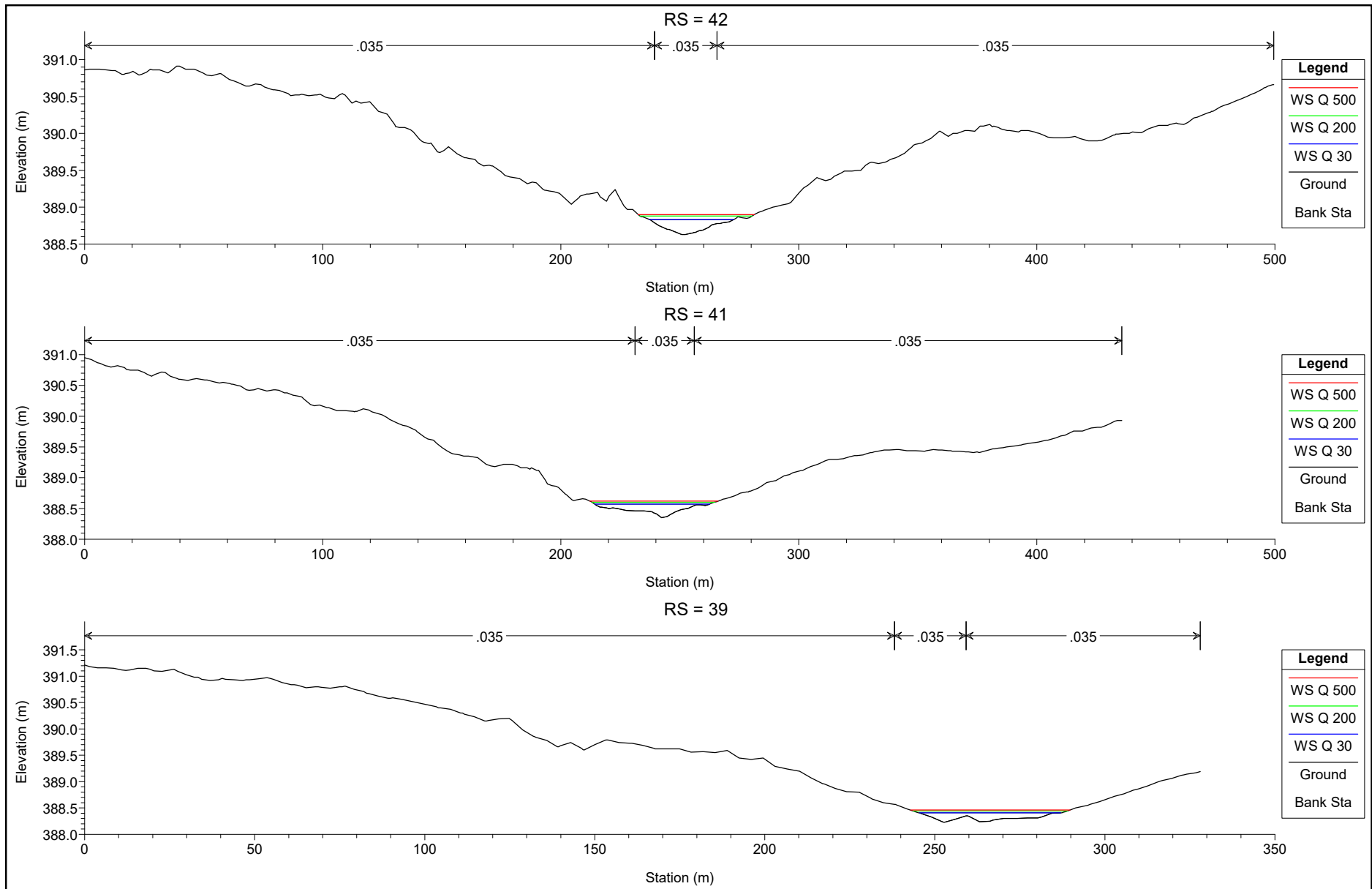
8.1. VERIFICHE IN MOTO PERMANENTE MONODIMENSIONALE

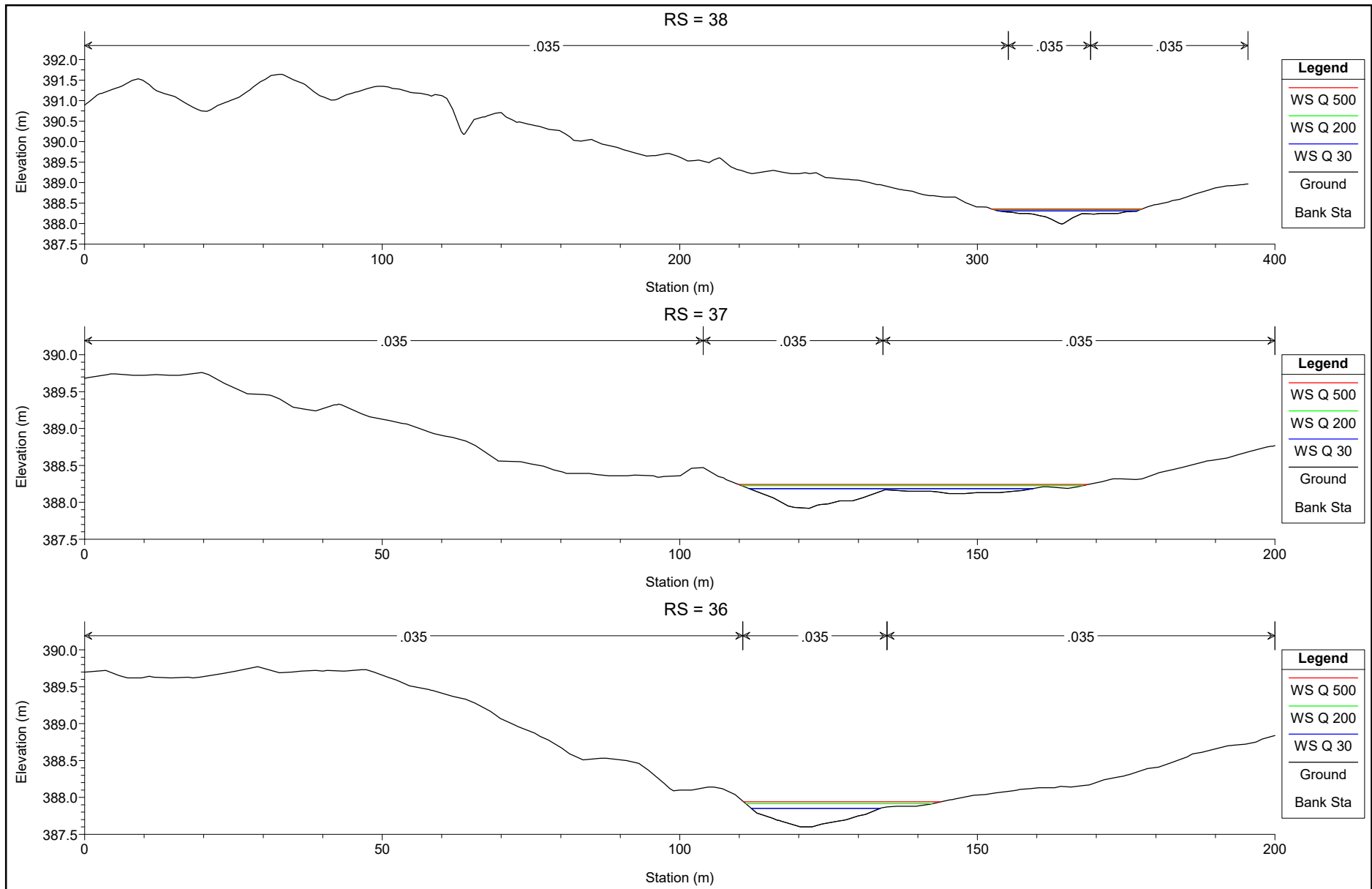
Asta Principale del Bacino 1

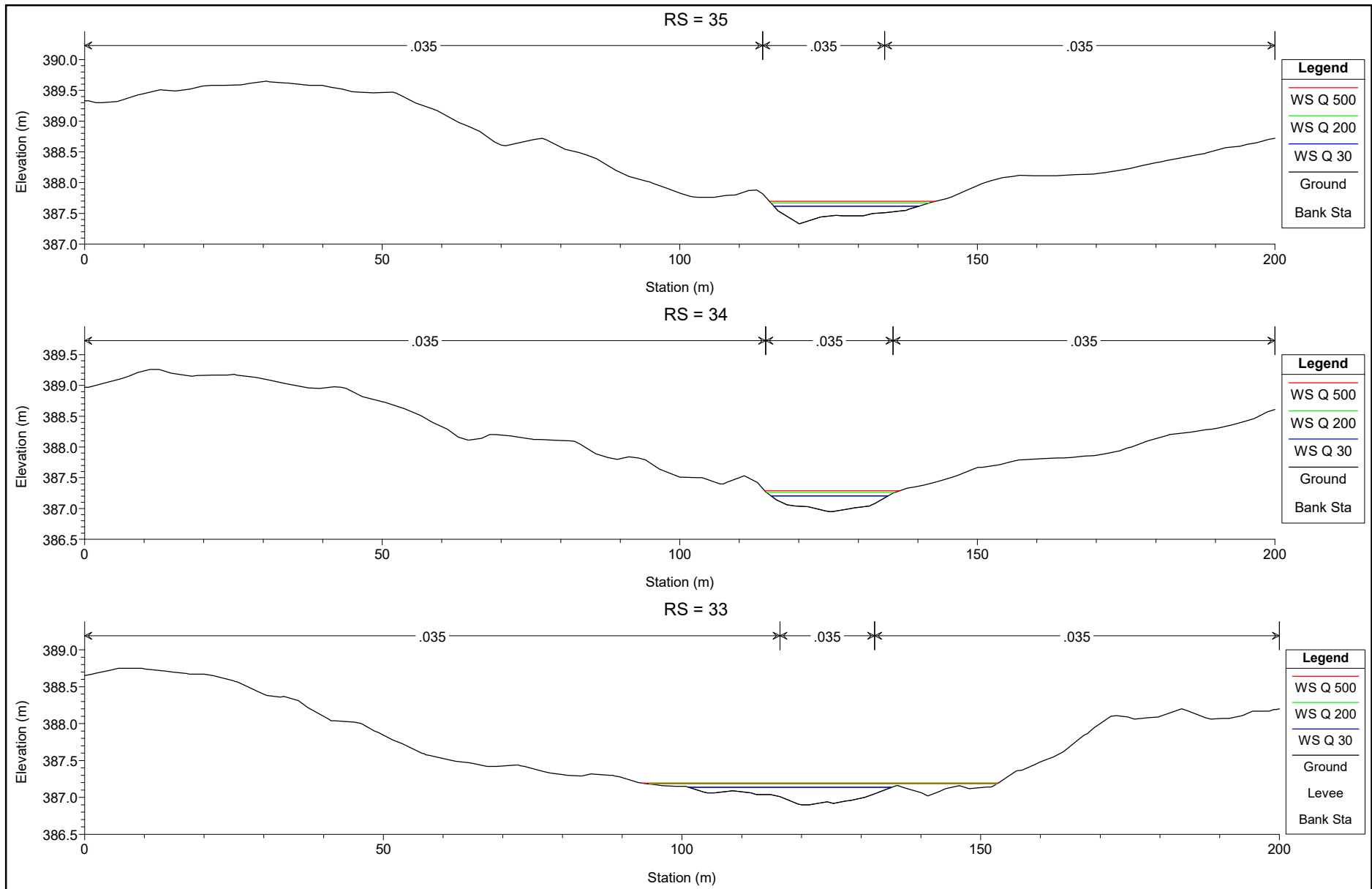


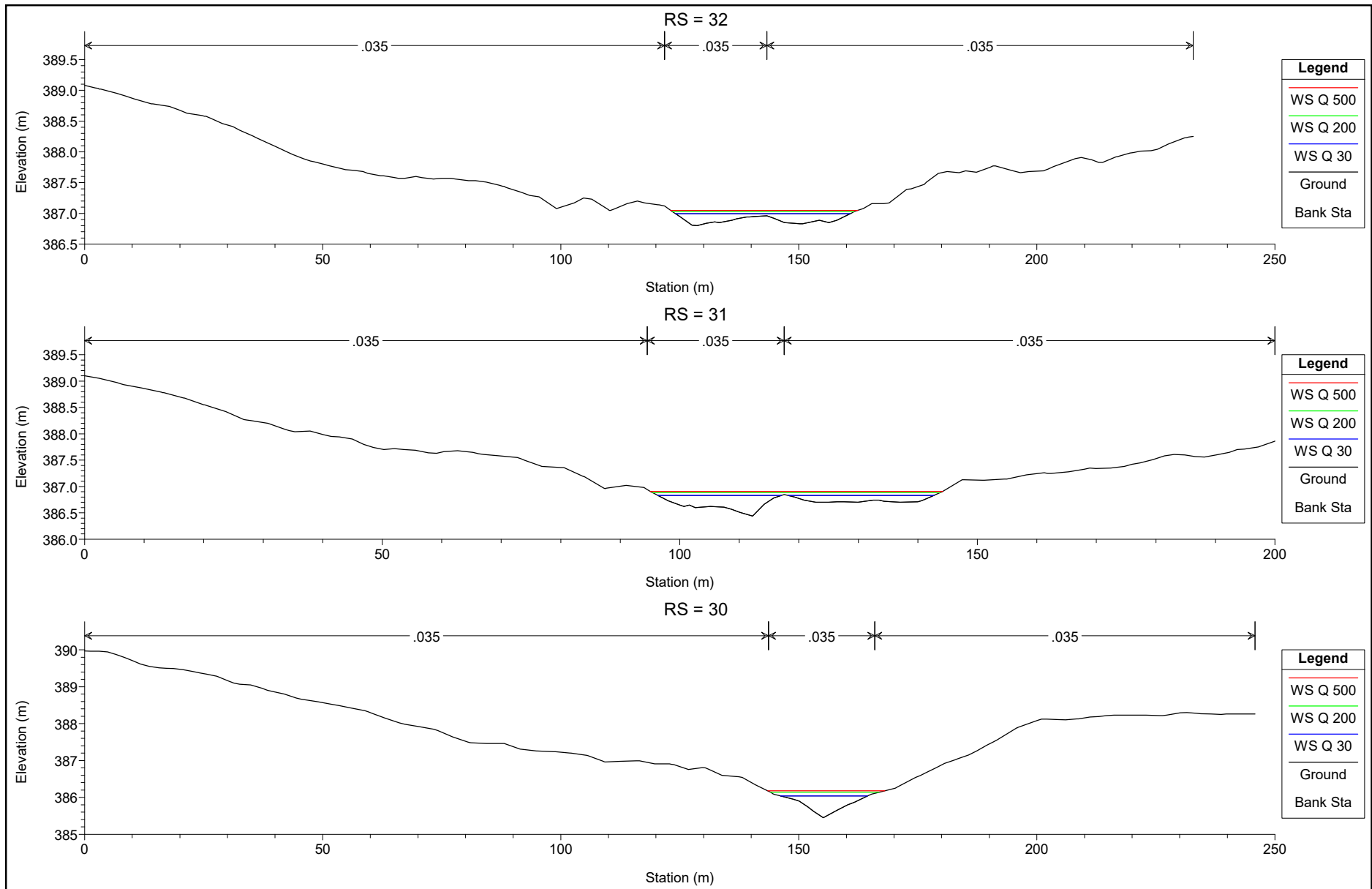


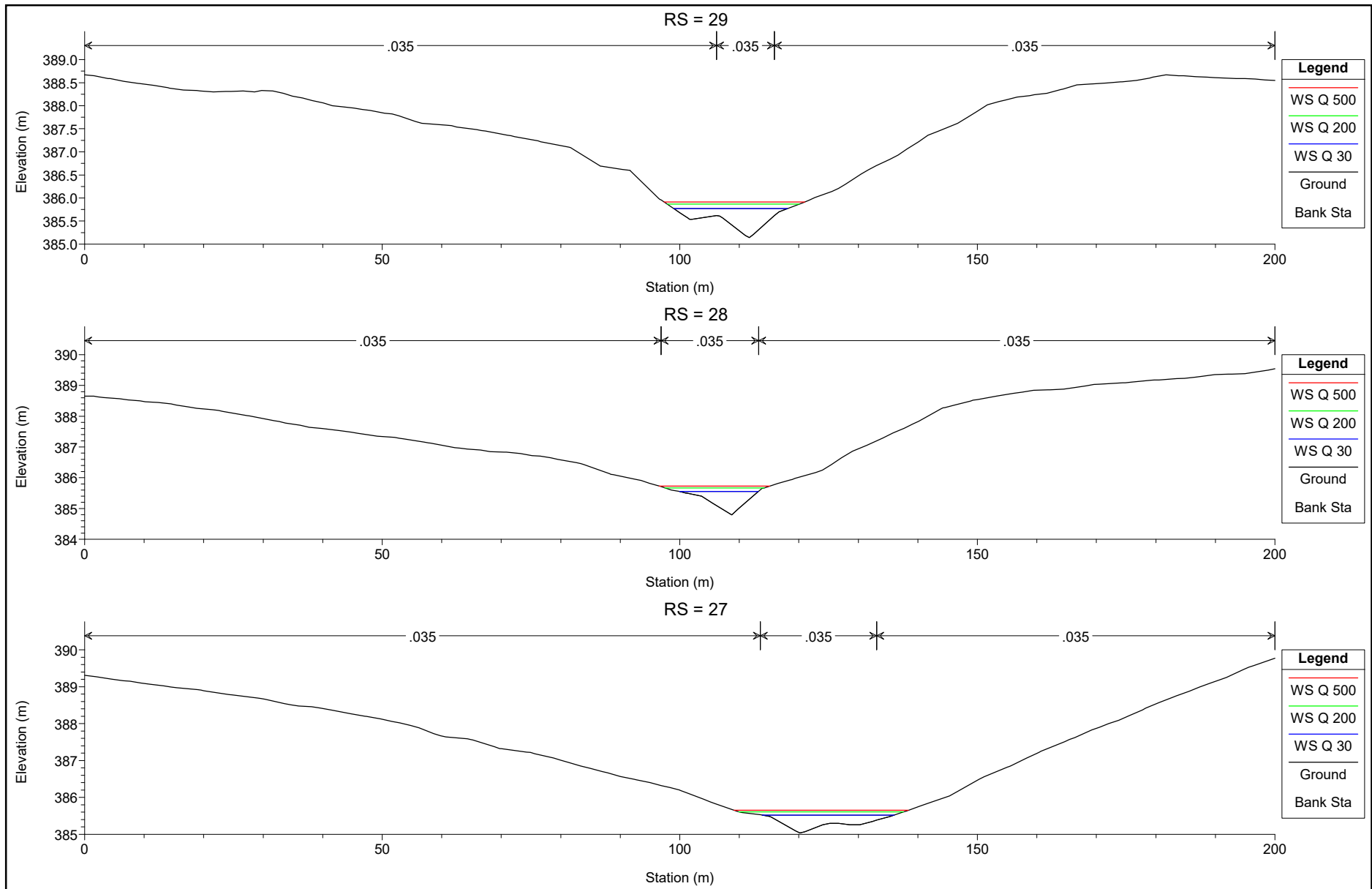


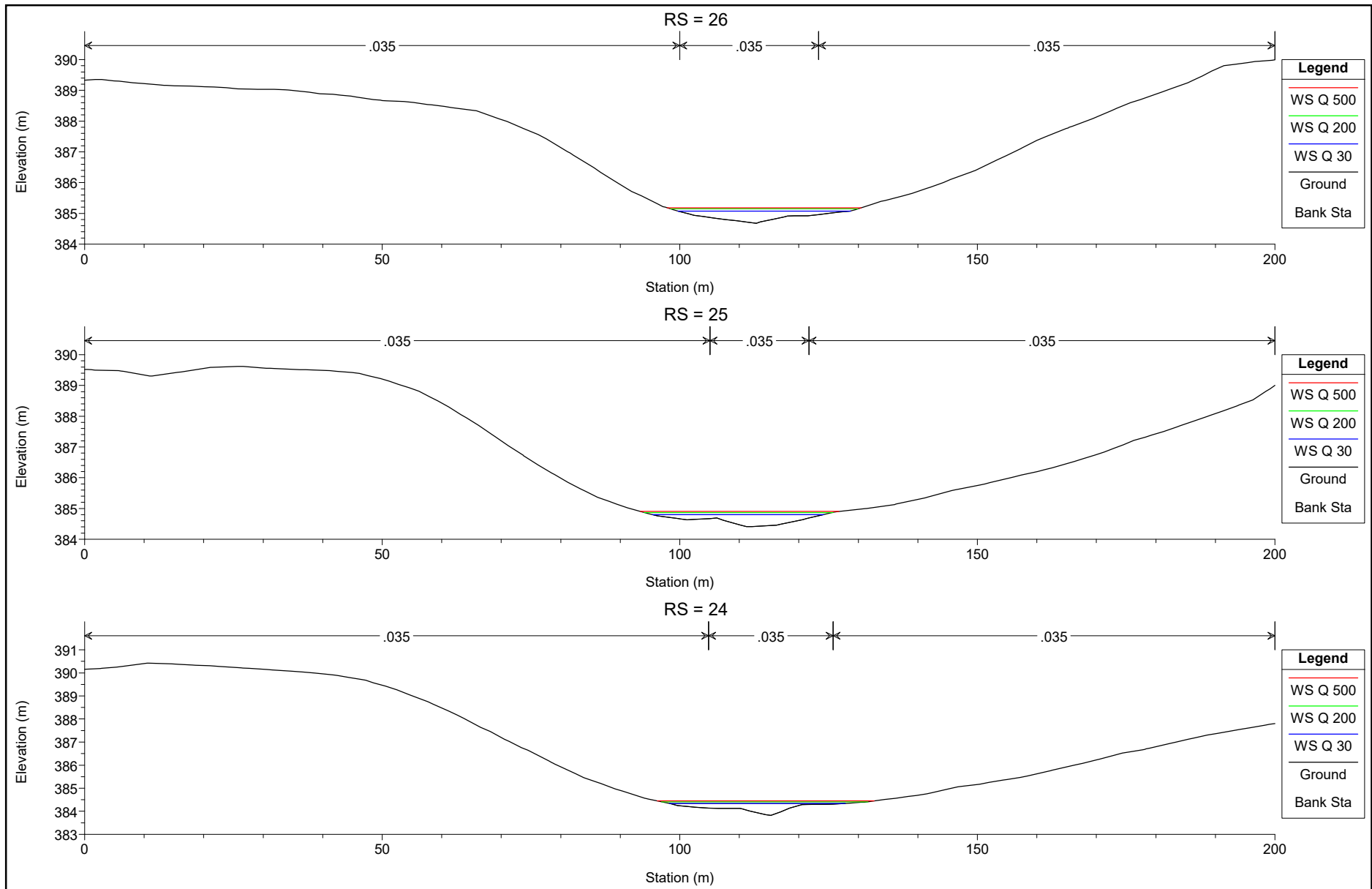


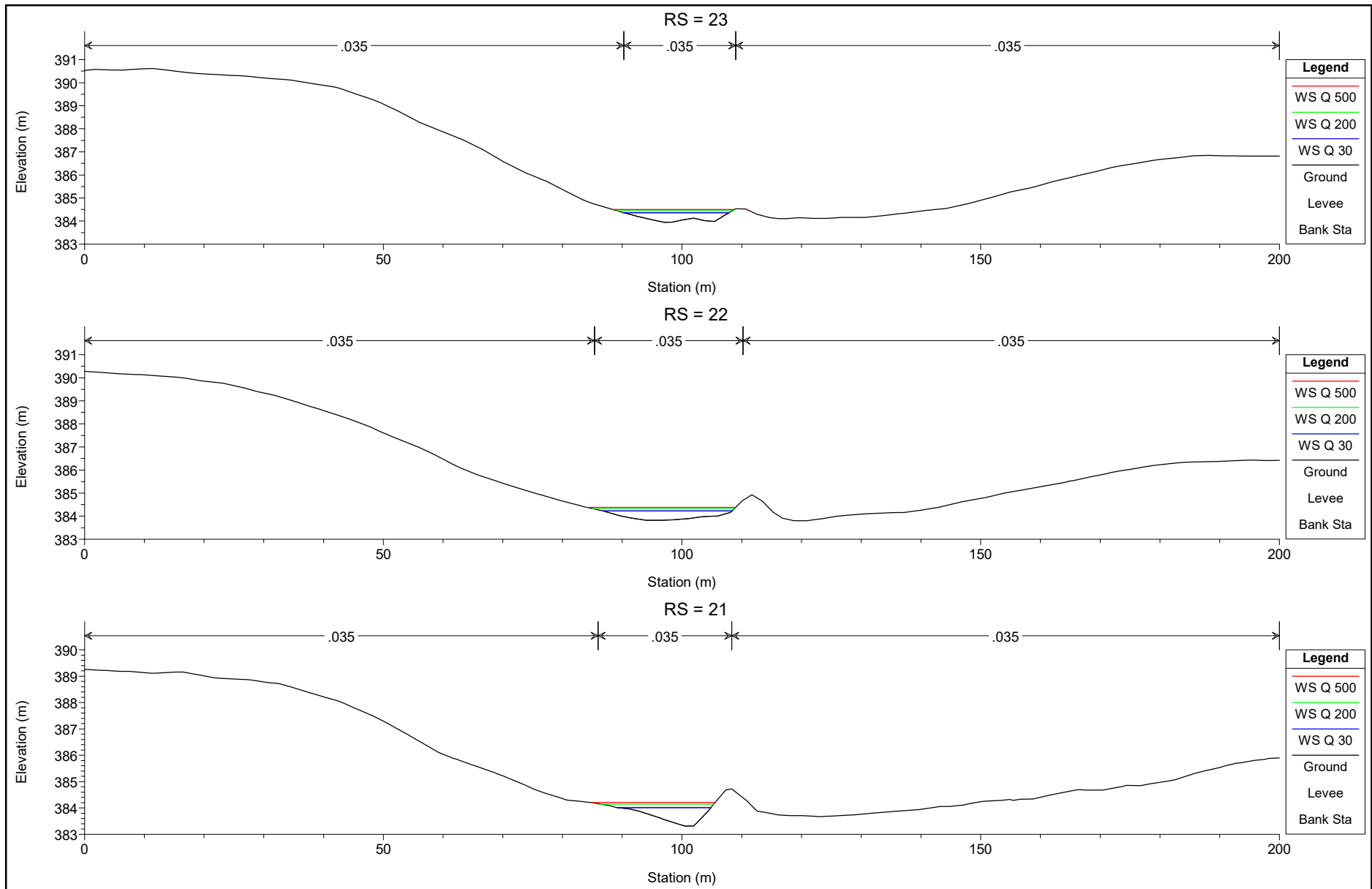


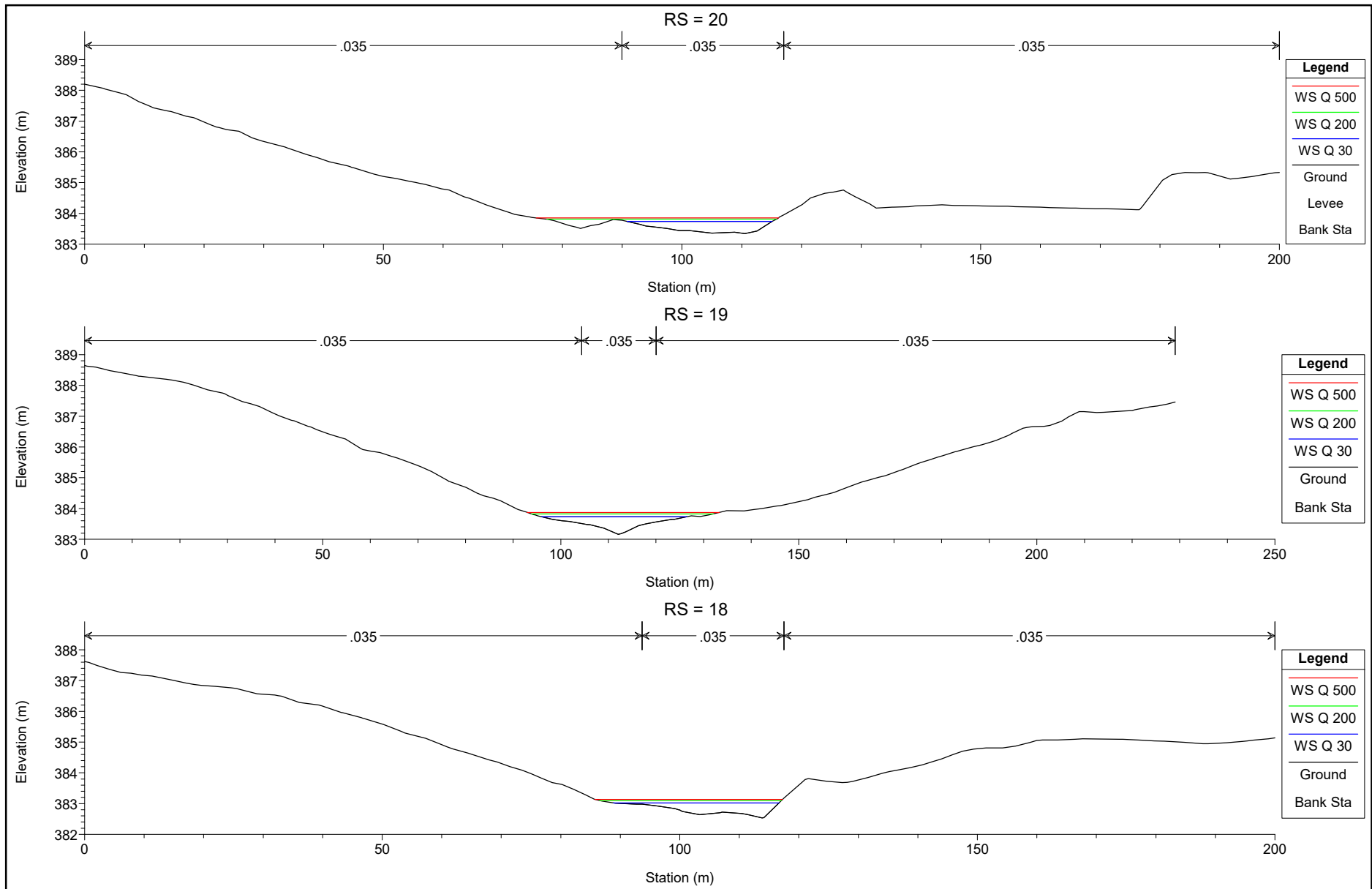


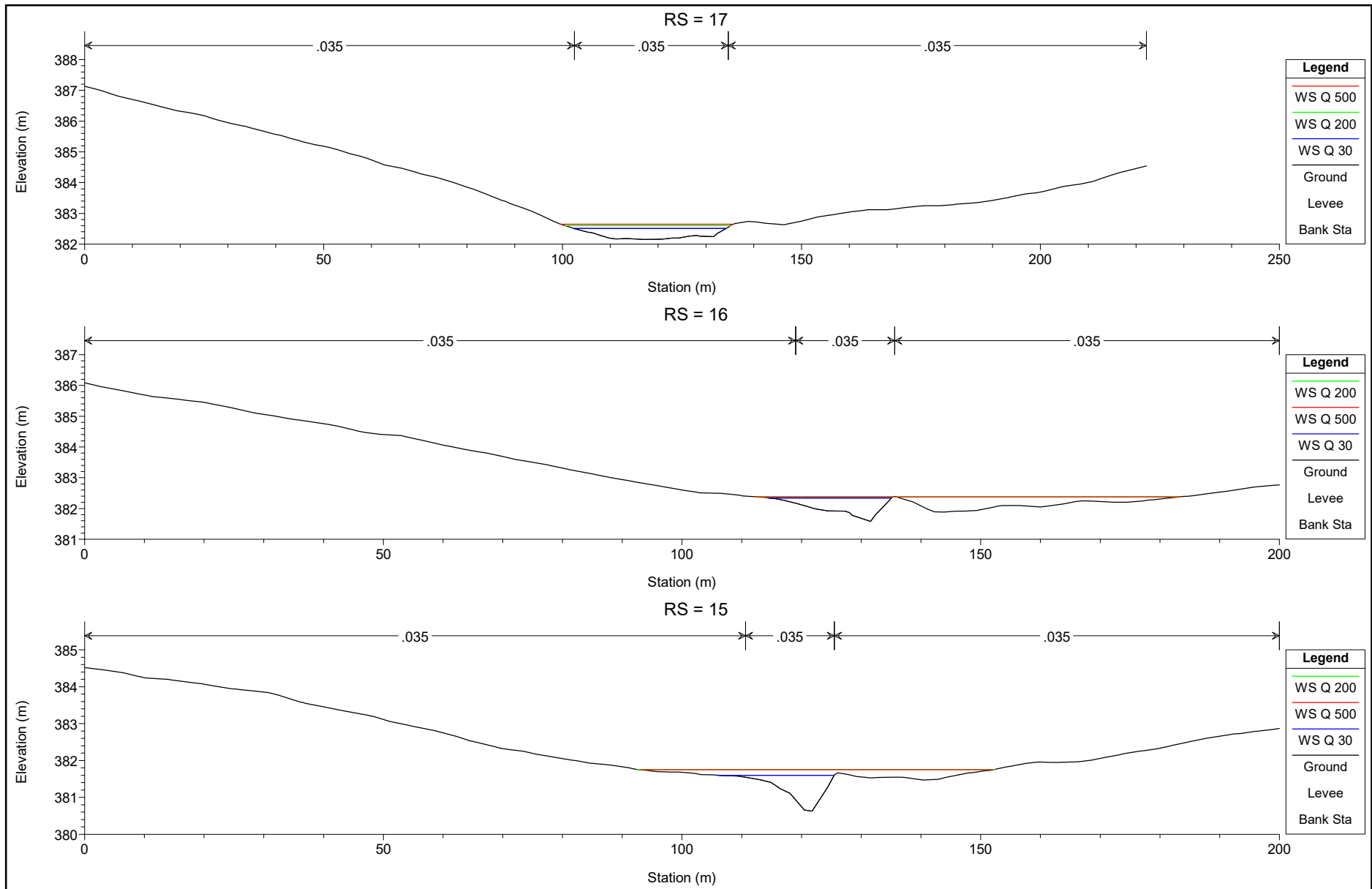


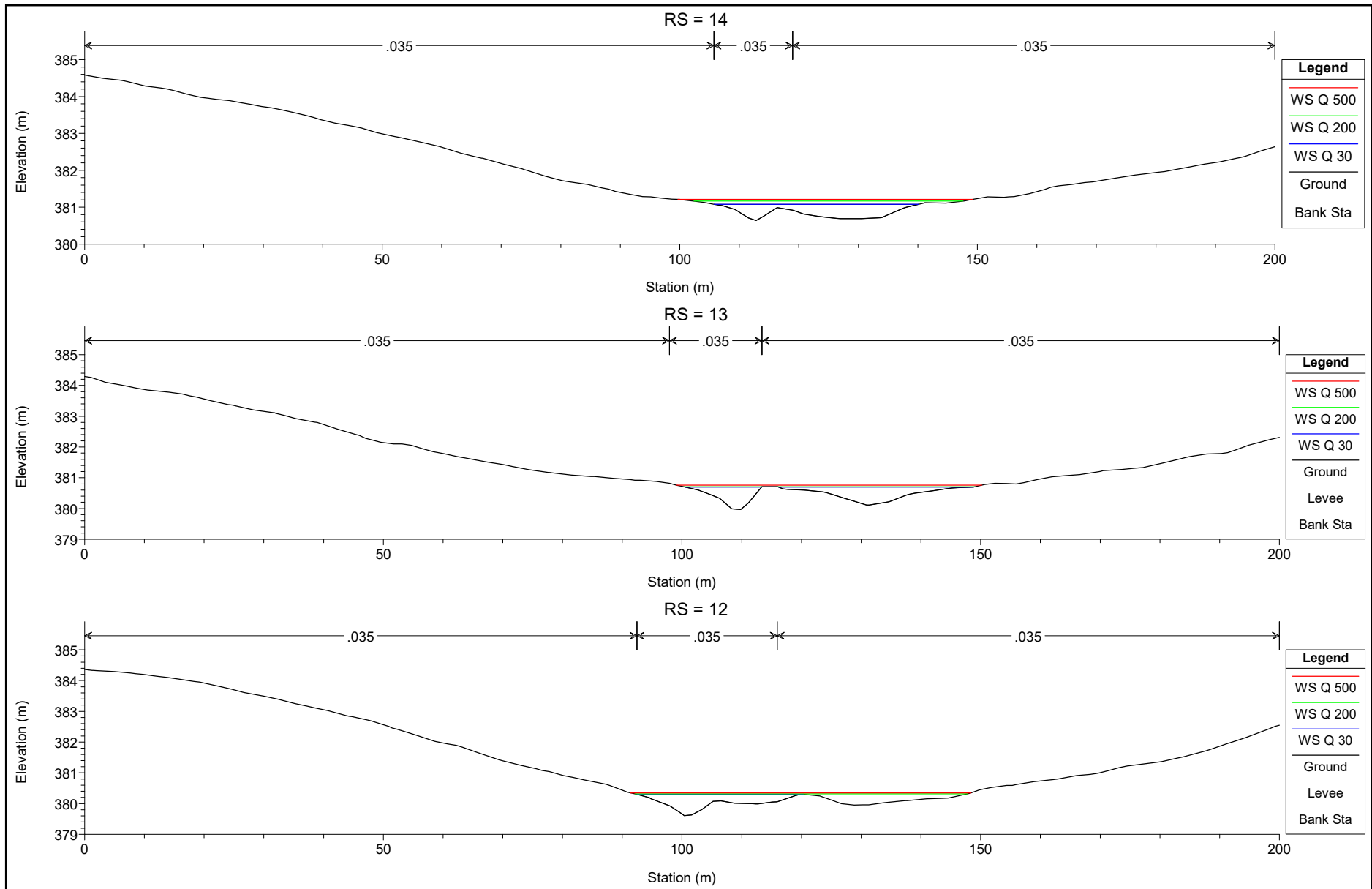


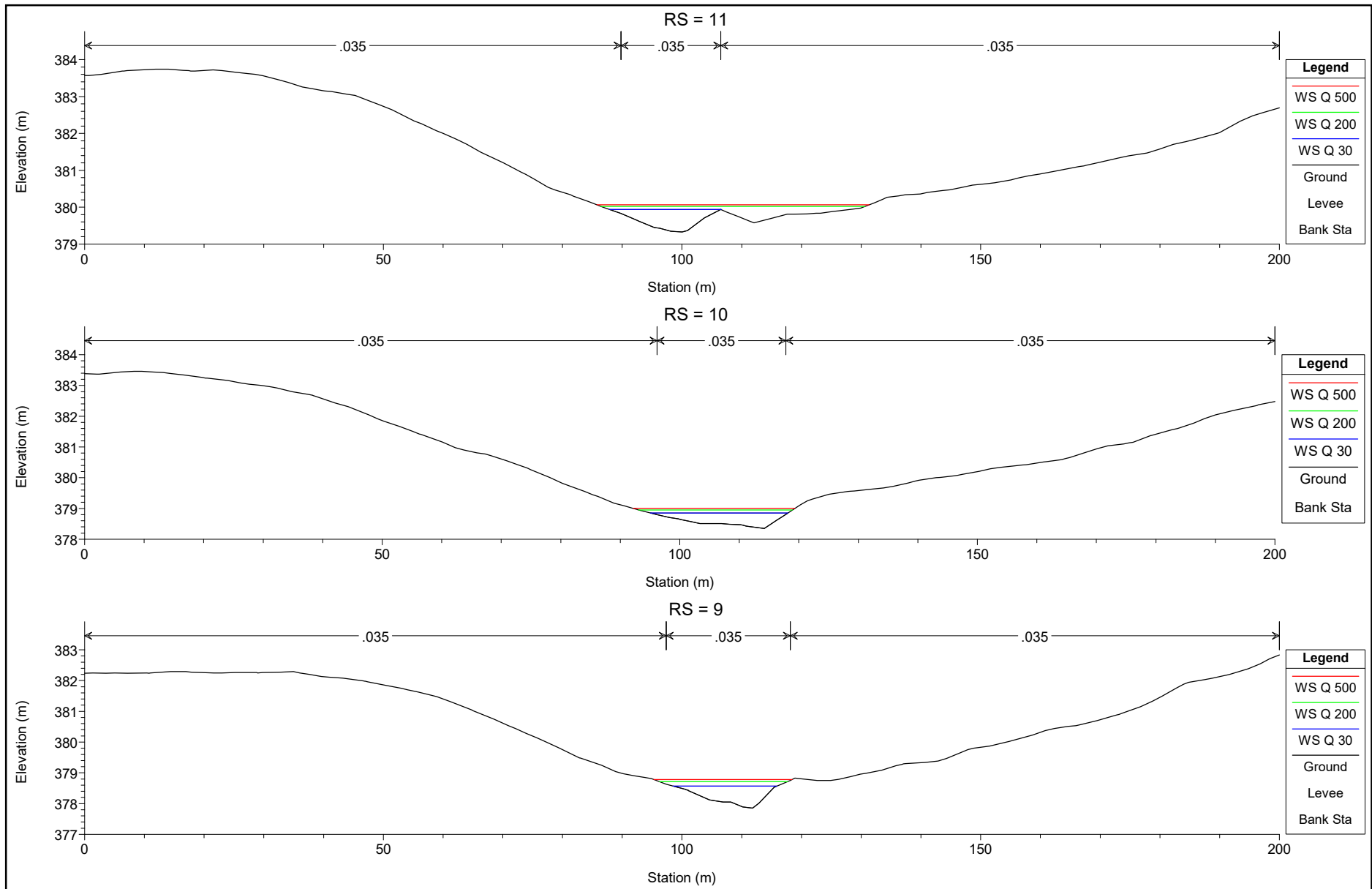


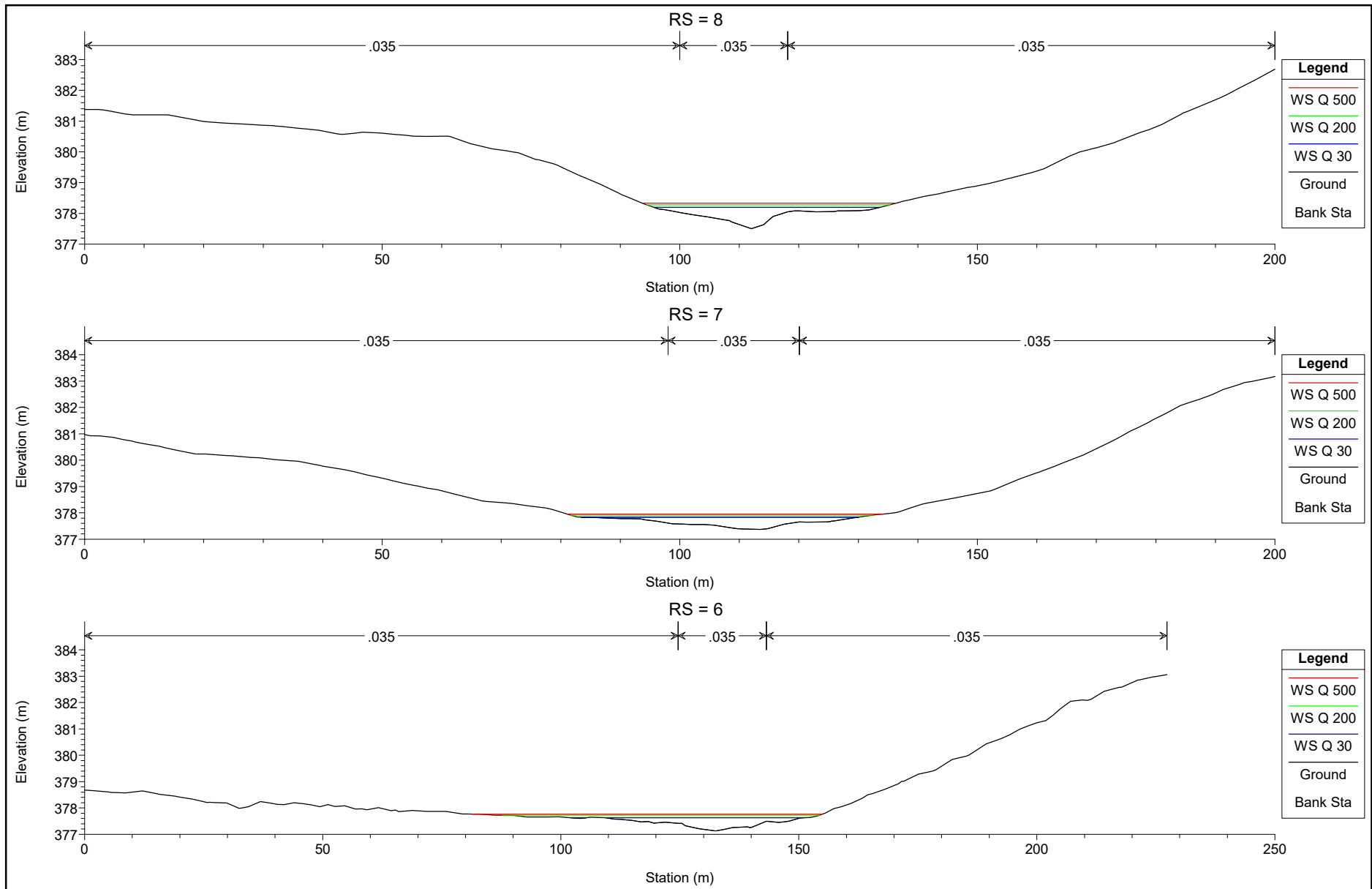


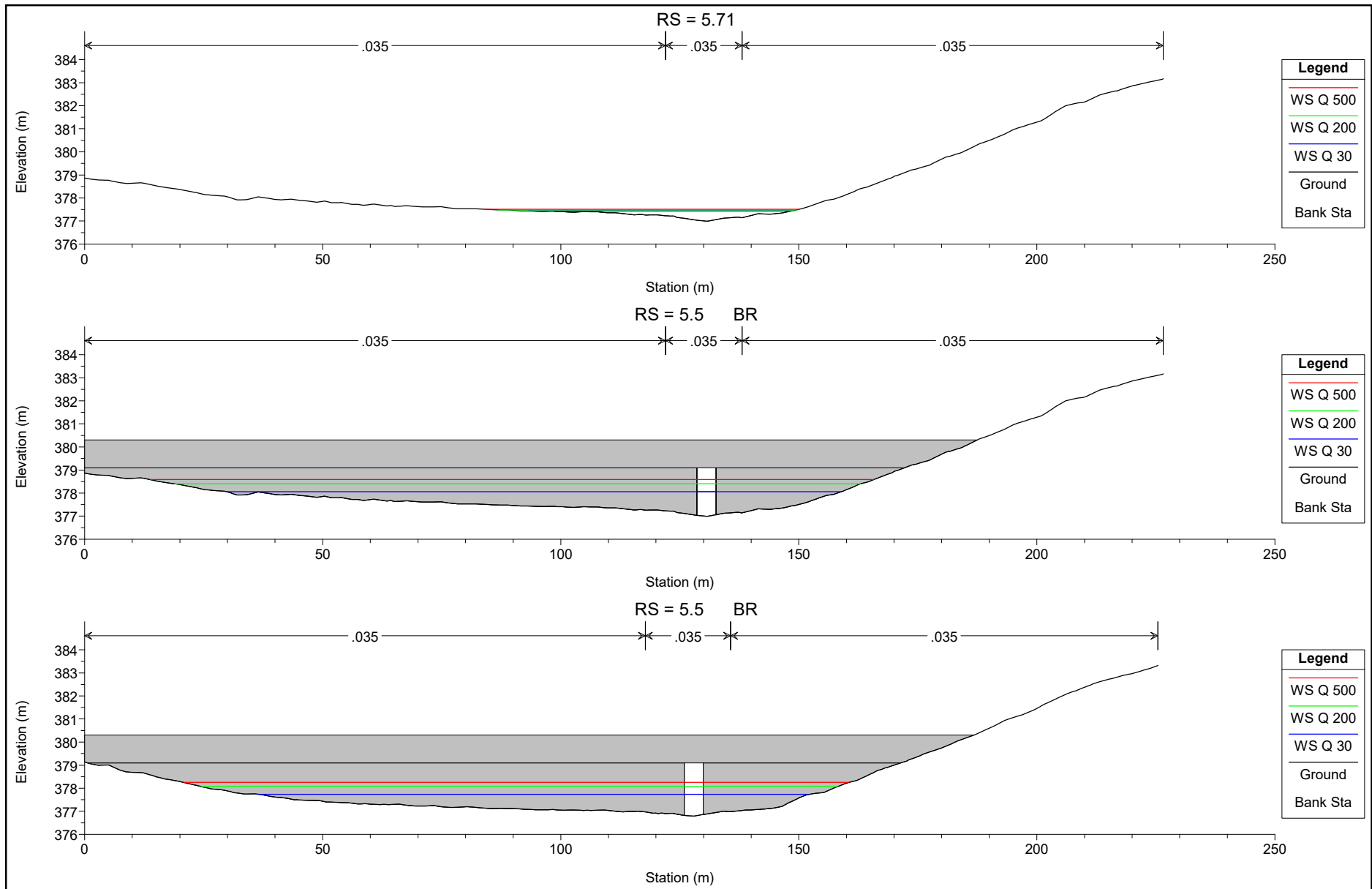


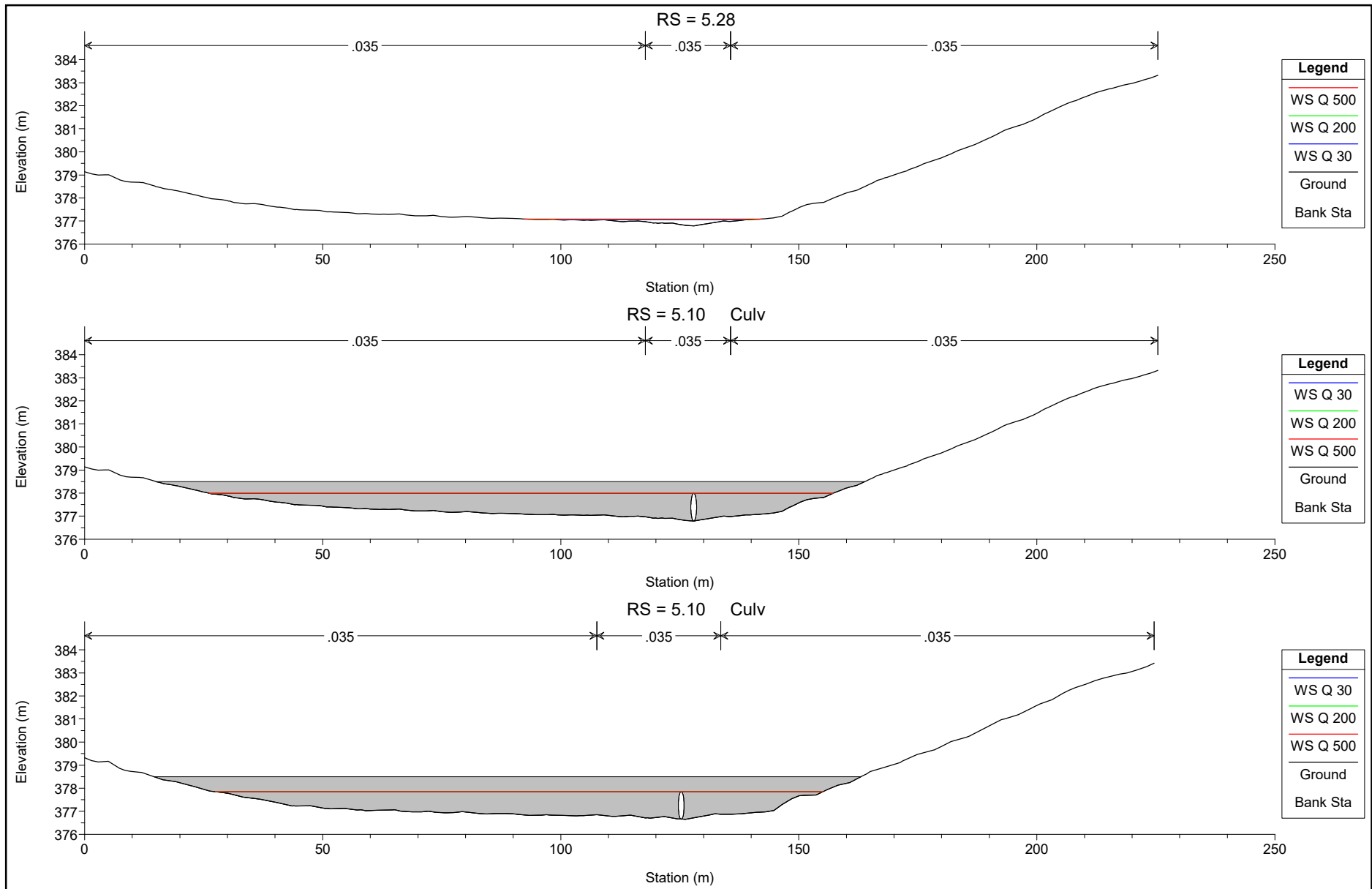


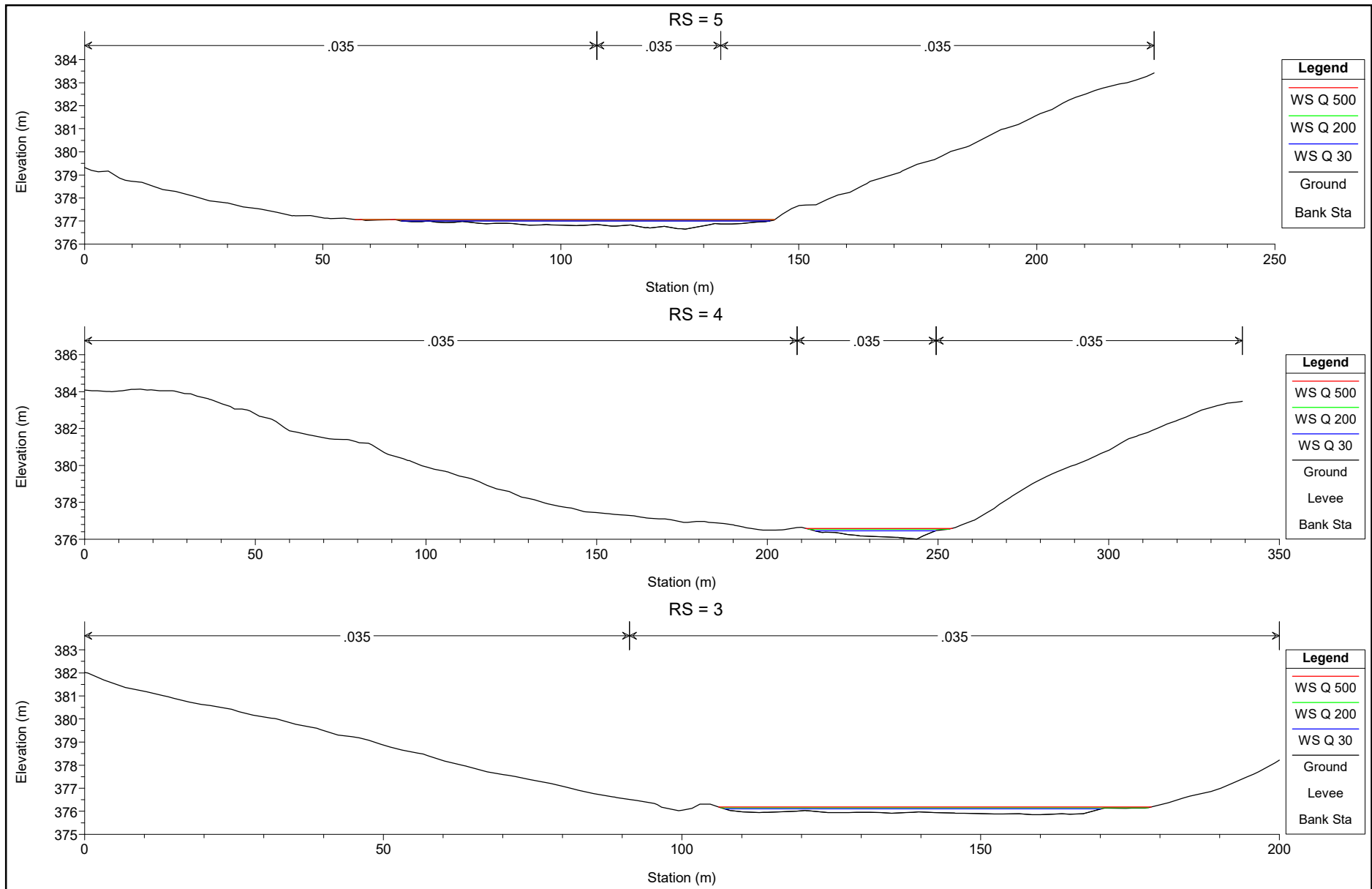


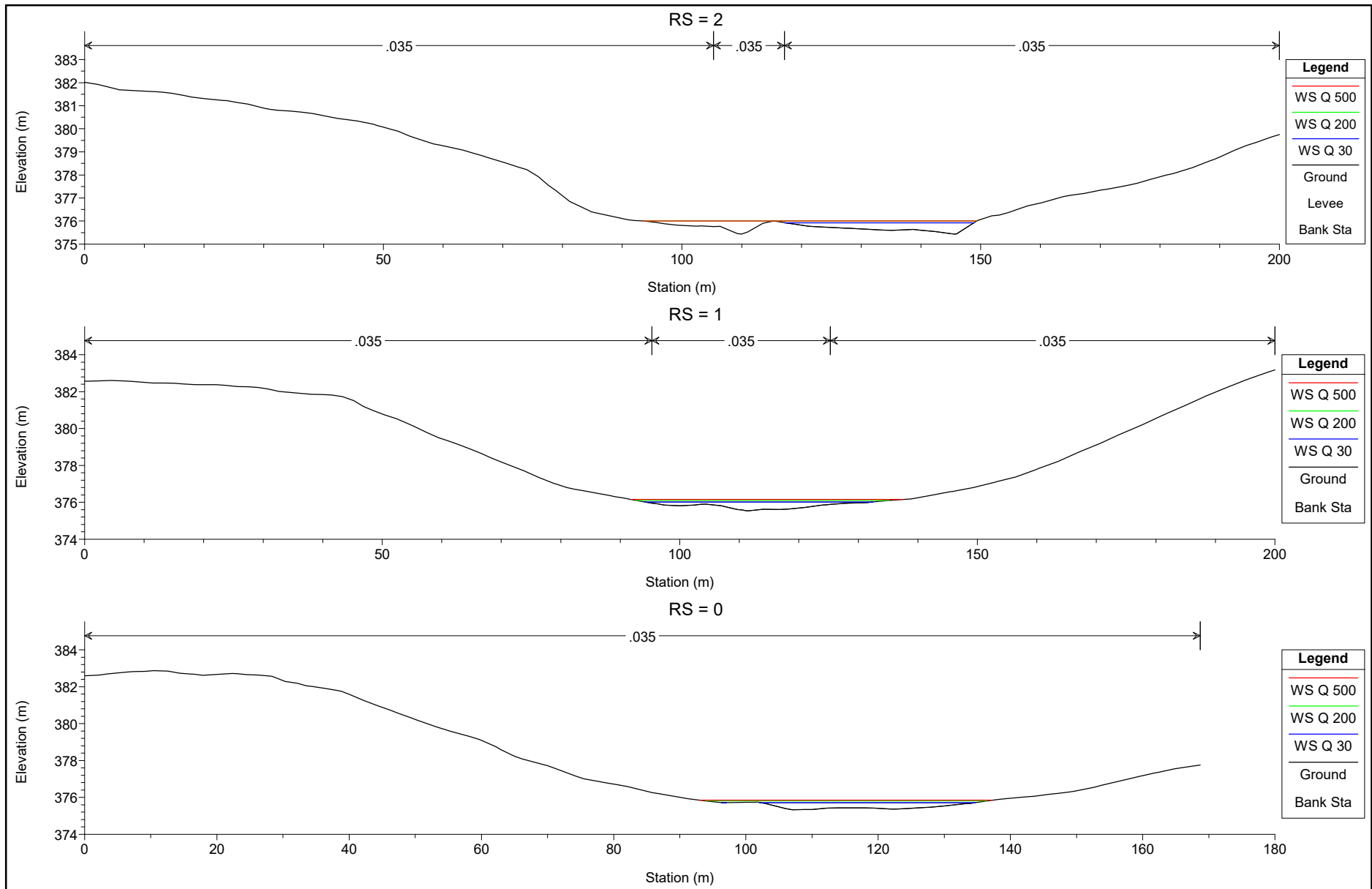












Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Asse bacino 1	45	Q 30	4.13	389.42	389.63	389.63	389.69	0.023729	1.09	3.81	31.07	0.99
Asse bacino 1	45	Q 200	6.30	389.42	389.67	389.67	389.75	0.022496	1.22	5.15	35.74	1.00
Asse bacino 1	45	Q 500	7.59	389.42	389.70	389.70	389.78	0.019453	1.24	6.22	40.66	0.95
Asse bacino 1	44	Q 30	4.13	389.33	389.60	389.60	389.66	0.019619	1.05	4.10	43.53	0.91
Asse bacino 1	44	Q 200	6.30	389.33	389.65	389.65	389.71	0.016282	1.13	6.25	56.91	0.87
Asse bacino 1	44	Q 500	7.59	389.33	389.67	389.67	389.73	0.014367	1.15	7.56	60.89	0.83
Asse bacino 1	43	Q 30	4.13	388.78	388.96	388.96	389.02	0.022670	1.13	4.02	36.66	0.98
Asse bacino 1	43	Q 200	6.30	388.78	389.00	389.00	389.07	0.019556	1.25	5.66	43.21	0.95
Asse bacino 1	43	Q 500	7.59	388.78	389.02	389.02	389.10	0.018975	1.32	6.50	44.71	0.96
Asse bacino 1	42	Q 30	4.13	388.63	388.83	388.83	388.89	0.020373	1.10	3.96	35.41	0.94
Asse bacino 1	42	Q 200	6.30	388.63	388.88	388.88	388.95	0.015950	1.18	5.94	47.22	0.87
Asse bacino 1	42	Q 500	7.59	388.63	388.90	388.90	388.97	0.015805	1.25	6.84	48.84	0.88
Asse bacino 1	41	Q 30	4.13	388.35	388.57	388.57	388.62	0.020168	1.03	4.48	48.27	0.92
Asse bacino 1	41	Q 200	6.30	388.35	388.60	388.60	388.66	0.020141	1.18	6.00	51.53	0.95
Asse bacino 1	41	Q 500	7.59	388.35	388.62	388.62	388.69	0.019612	1.25	6.90	53.79	0.96
Asse bacino 1	39	Q 30	4.13	388.23	388.41	388.41	388.46	0.026018	1.01	4.16	41.54	1.01
Asse bacino 1	39	Q 200	6.30	388.23	388.44	388.44	388.51	0.024227	1.10	5.67	45.44	1.00
Asse bacino 1	39	Q 500	7.59	388.23	388.46	388.46	388.53	0.024020	1.16	6.44	46.91	1.01
Asse bacino 1	38	Q 30	4.13	387.99	388.31	388.31	388.36	0.017815	1.00	4.55	47.01	0.87
Asse bacino 1	38	Q 200	6.30	387.99	388.34	388.34	388.40	0.017228	1.14	6.17	49.65	0.89
Asse bacino 1	38	Q 500	7.59	387.99	388.36	388.36	388.43	0.018983	1.26	6.78	50.61	0.94
Asse bacino 1	37	Q 30	4.13	387.92	388.19	388.19	388.23	0.014944	1.03	4.66	47.67	0.82
Asse bacino 1	37	Q 200	6.30	387.92	388.23	388.23	388.28	0.013759	1.11	6.83	57.41	0.81
Asse bacino 1	37	Q 500	7.59	387.92	388.24	388.24	388.30	0.014001	1.16	7.80	58.84	0.83
Asse bacino 1	36	Q 30	4.13	387.60	387.85	387.85	387.93	0.022974	1.24	3.33	21.67	1.01
Asse bacino 1	36	Q 200	6.30	387.60	387.92	387.92	388.00	0.017938	1.31	4.98	31.32	0.93
Asse bacino 1	36	Q 500	7.59	387.60	387.94	387.94	388.03	0.017172	1.37	5.81	33.19	0.93
Asse bacino 1	35	Q 30	4.13	387.33	387.62	387.62	387.69	0.020822	1.25	3.49	24.39	0.98
Asse bacino 1	35	Q 200	6.30	387.33	387.67	387.67	387.76	0.018969	1.40	4.79	26.58	0.97
Asse bacino 1	35	Q 500	7.59	387.33	387.70	387.70	387.80	0.018327	1.48	5.51	27.85	0.97
Asse bacino 1	34	Q 30	4.13	386.95	387.20	387.20	387.29	0.022334	1.28	3.23	19.63	1.01
Asse bacino 1	34	Q 200	6.30	386.95	387.26	387.26	387.36	0.020585	1.43	4.40	21.58	1.01
Asse bacino 1	34	Q 500	7.59	386.95	387.29	387.29	387.41	0.019631	1.52	5.02	22.71	1.00
Asse bacino 1	33	Q 30	4.13	386.90	387.14	387.14	387.20	0.015569	1.16	4.14	33.98	0.86
Asse bacino 1	33	Q 200	6.30	386.90	387.18	387.18	387.24	0.011899	1.18	7.06	58.16	0.78
Asse bacino 1	33	Q 500	7.59	386.90	387.19	387.19	387.26	0.013393	1.29	7.78	59.69	0.83
Asse bacino 1	32	Q 30	4.13	386.80	386.99	386.99	387.05	0.025745	1.01	3.96	36.65	1.00
Asse bacino 1	32	Q 200	6.30	386.80	387.03	387.03	387.10	0.023640	1.16	5.33	38.25	1.01
Asse bacino 1	32	Q 500	7.59	386.80	387.05	387.05	387.13	0.022875	1.23	6.09	39.35	1.01
Asse bacino 1	31	Q 30	7.74	386.44	386.83	386.83	386.91	0.018236	1.32	6.75	45.29	0.94
Asse bacino 1	31	Q 200	11.80	386.44	386.89	386.89	386.97	0.016927	1.44	9.27	48.41	0.94
Asse bacino 1	31	Q 500	14.22	386.44	386.90	386.90	387.01	0.018270	1.56	10.23	49.10	0.98
Asse bacino 1	30	Q 30	7.74	385.45	386.04	386.04	386.18	0.019465	1.62	4.77	18.31	1.02
Asse bacino 1	30	Q 200	11.80	385.45	386.14	386.14	386.29	0.017613	1.74	6.81	22.78	1.00
Asse bacino 1	30	Q 500	14.22	385.45	386.18	386.18	386.35	0.017359	1.85	7.76	24.58	1.00
Asse bacino 1	29	Q 30	7.74	385.14	385.77	385.77	385.91	0.013657	1.75	5.02	19.11	0.91
Asse bacino 1	29	Q 200	11.80	385.14	385.87	385.87	386.03	0.012609	1.96	7.04	22.17	0.90
Asse bacino 1	29	Q 500	14.22	385.14	385.92	385.92	386.10	0.012317	2.06	8.15	23.66	0.91
Asse bacino 1	28	Q 30	7.74	384.79	385.55	385.55	385.72	0.018060	1.80	4.29	13.22	1.01
Asse bacino 1	28	Q 200	11.80	384.79	385.67	385.67	385.86	0.016800	1.95	6.09	16.73	1.00
Asse bacino 1	28	Q 500	14.22	384.79	385.73	385.73	385.94	0.015947	2.03	7.09	18.58	0.99
Asse bacino 1	27	Q 30	7.74	385.04	385.52	385.52	385.64	0.018431	1.55	5.10	22.19	0.98
Asse bacino 1	27	Q 200	11.80	385.04	385.61	385.61	385.75	0.015435	1.72	7.26	27.63	0.94
Asse bacino 1	27	Q 500	14.22	385.04	385.65	385.65	385.81	0.014489	1.80	8.48	29.27	0.93
Asse bacino 1	26	Q 30	7.74	384.68	385.08	385.08	385.18	0.018249	1.43	5.59	29.03	0.96
Asse bacino 1	26	Q 200	11.80	384.68	385.15	385.15	385.27	0.016011	1.61	7.74	31.53	0.94
Asse bacino 1	26	Q 500	14.22	384.68	385.18	385.18	385.32	0.015864	1.72	8.80	32.60	0.96
Asse bacino 1	25	Q 30	7.74	384.41	384.80	384.80	384.90	0.015248	1.48	5.80	28.83	0.91
Asse bacino 1	25	Q 200	11.80	384.41	384.87	384.87	385.00	0.014481	1.68	7.93	31.78	0.92
Asse bacino 1	25	Q 500	14.22	384.41	384.91	384.91	385.05	0.014631	1.80	9.01	33.36	0.94
Asse bacino 1	24	Q 30	7.74	383.82	384.34	384.34	384.44	0.019384	1.47	5.56	29.52	0.99
Asse bacino 1	24	Q 200	11.80	383.82	384.41	384.41	384.54	0.016599	1.63	7.86	34.70	0.96
Asse bacino 1	24	Q 500	14.22	383.82	384.45	384.45	384.58	0.015555	1.71	9.17	36.44	0.95
Asse bacino 1	23	Q 30	7.74	383.94	384.36	384.36	384.50	0.018422	1.62	4.78	17.70	0.99

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Asse Reach: Asse bacino 1 (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
Asse bacino 1	23	Q 200	11.80	383.94	384.45	384.45	384.63	0.016818	1.84	6.46	19.48	0.99
Asse bacino 1	23	Q 500	14.22	383.94	384.51	384.51	384.69	0.015706	1.92	7.49	20.53	0.98
Asse bacino 1	22	Q 30	10.19	383.82	384.23	384.23	384.37	0.018126	1.66	6.15	21.69	0.99
Asse bacino 1	22	Q 200	15.53	383.82	384.33	384.33	384.51	0.017014	1.87	8.32	23.75	1.00
Asse bacino 1	22	Q 500	18.71	383.82	384.38	384.38	384.58	0.016104	1.97	9.52	24.83	0.99
Asse bacino 1	21	Q 30	10.19	383.31	384.01	384.01	384.19	0.017337	1.86	5.48	15.66	1.00
Asse bacino 1	21	Q 200	15.53	383.31	384.15	384.15	384.35	0.016189	2.00	7.78	19.02	1.00
Asse bacino 1	21	Q 500	18.71	383.31	384.21	384.21	384.43	0.015469	2.10	8.95	20.71	0.99
Asse bacino 1	20	Q 30	10.19	383.34	383.74	383.74	383.87	0.018602	1.60	6.38	24.24	1.00
Asse bacino 1	20	Q 200	15.53	383.34	383.81	383.81	383.95	0.015931	1.68	10.00	38.45	0.95
Asse bacino 1	20	Q 500	18.71	383.34	383.85	383.85	384.00	0.015149	1.76	11.59	40.57	0.94
Asse bacino 1	19	Q 30	10.19	383.16	383.73	383.73	383.86	0.013311	1.64	7.07	30.51	0.88
Asse bacino 1	19	Q 200	15.53	383.16	383.83	383.83	383.96	0.011495	1.79	10.42	38.28	0.85
Asse bacino 1	19	Q 500	18.71	383.16	383.87	383.87	384.02	0.010975	1.86	12.19	40.36	0.85
Asse bacino 1	18	Q 30	10.19	382.53	383.02	383.02	383.15	0.017448	1.60	6.48	27.85	0.97
Asse bacino 1	18	Q 200	15.53	382.53	383.10	383.11	383.27	0.017085	1.85	8.78	30.58	1.00
Asse bacino 1	18	Q 500	18.71	382.53	383.14	383.16	383.33	0.017476	1.99	9.92	31.56	1.03
Asse bacino 1	17	Q 30	13.35	382.15	382.51	382.51	382.64	0.018887	1.61	8.31	31.95	1.00
Asse bacino 1	17	Q 200	20.35	382.15	382.60	382.60	382.77	0.016841	1.83	11.22	34.45	0.99
Asse bacino 1	17	Q 500	24.53	382.15	382.65	382.65	382.84	0.015453	1.91	12.99	36.17	0.97
Asse bacino 1	16	Q 30	13.35	381.58	382.34	382.34	382.53	0.014455	1.93	7.13	20.56	0.95
Asse bacino 1	16	Q 200	20.35	381.58	382.38	382.38	382.44	0.006010	1.30	19.90	71.00	0.62
Asse bacino 1	16	Q 500	24.53	381.58	382.38	382.38	382.47	0.008733	1.57	19.90	71.00	0.74
Asse bacino 1	15	Q 30	13.35	380.63	381.60	381.61	381.82	0.016200	2.07	6.53	19.46	1.00
Asse bacino 1	15	Q 200	20.35	380.63	381.76	381.76	381.88	0.007672	1.75	15.57	59.85	0.73
Asse bacino 1	15	Q 500	24.53	380.63	381.75	381.80	381.95	0.012199	2.18	14.98	58.90	0.91
Asse bacino 1	14	Q 30	13.35	380.64	381.08	381.08	381.21	0.017921	1.28	8.63	34.42	0.93
Asse bacino 1	14	Q 200	20.35	380.64	381.17	381.17	381.31	0.018779	1.68	12.08	45.16	1.01
Asse bacino 1	14	Q 500	24.53	380.64	381.21	381.21	381.37	0.017107	1.77	14.27	49.49	0.99
Asse bacino 1	13	Q 30	13.35	379.97	380.70	380.70	380.76	0.008278	1.28	12.17	45.58	0.69
Asse bacino 1	13	Q 200	20.35	379.97	380.71	380.71	380.85	0.017833	1.89	12.52	46.06	1.02
Asse bacino 1	13	Q 500	24.53	379.97	380.76	380.76	380.90	0.016208	1.86	15.07	51.17	0.98
Asse bacino 1	12	Q 30	13.35	379.61	380.30	380.30	380.36	0.007615	1.18	13.20	54.99	0.66
Asse bacino 1	12	Q 200	20.35	379.61	380.31	380.31	380.43	0.014800	1.69	13.99	55.65	0.93
Asse bacino 1	12	Q 500	24.53	379.61	380.35	380.35	380.48	0.014468	1.78	15.92	57.04	0.93
Asse bacino 1	11	Q 30	13.35	379.33	379.94	379.94	380.06	0.012354	1.65	9.66	40.37	0.86
Asse bacino 1	11	Q 200	20.35	379.33	380.02	380.02	380.17	0.011991	1.86	13.22	44.26	0.88
Asse bacino 1	11	Q 500	24.53	379.33	380.07	380.07	380.22	0.011932	1.96	15.09	45.60	0.89
Asse bacino 1	10	Q 30	13.35	378.35	378.85	378.89	379.06	0.024244	2.02	6.65	23.09	1.16
Asse bacino 1	10	Q 200	20.35	378.35	378.95	379.00	379.22	0.022146	2.31	9.01	25.84	1.17
Asse bacino 1	10	Q 500	24.53	378.35	379.00	379.06	379.30	0.020843	2.44	10.42	27.14	1.15
Asse bacino 1	9	Q 30	13.35	377.85	378.57	378.57	378.77	0.016687	1.97	6.79	17.39	1.00
Asse bacino 1	9	Q 200	20.35	377.85	378.72	378.72	378.94	0.015095	2.12	9.64	21.50	0.99
Asse bacino 1	9	Q 500	24.53	377.85	378.78	378.78	379.03	0.014200	2.22	11.16	23.18	0.97
Asse bacino 1	8	Q 30	13.35	377.50	378.19	378.19	378.32	0.011997	1.67	9.20	37.97	0.85
Asse bacino 1	8	Q 200	20.35	377.50	378.28	378.28	378.44	0.011612	1.89	12.74	41.00	0.87
Asse bacino 1	8	Q 500	24.53	377.50	378.33	378.33	378.50	0.011354	1.98	14.69	42.56	0.87
Asse bacino 1	7	Q 30	13.35	377.37	377.84	377.84	377.95	0.012852	1.57	9.82	46.63	0.86
Asse bacino 1	7	Q 200	20.35	377.37	377.92	377.92	378.05	0.012393	1.77	13.65	50.91	0.88
Asse bacino 1	7	Q 500	24.53	377.37	377.95	377.95	378.10	0.012529	1.88	15.59	53.03	0.89
Asse bacino 1	6	Q 30	13.35	377.13	377.63	377.63	377.75	0.013106	1.66	9.52	44.68	0.88
Asse bacino 1	6	Q 200	20.35	377.13	377.73	377.73	377.85	0.010413	1.74	15.37	66.63	0.82
Asse bacino 1	6	Q 500	24.53	377.13	377.77	377.77	377.90	0.010338	1.83	18.05	73.55	0.83
Asse bacino 1	5.71	Q 30	13.35	376.99	377.44	377.48	377.59	0.019656	1.92	8.99	55.08	1.06
Asse bacino 1	5.71	Q 200	20.35	376.99	377.49	377.56	377.69	0.024062	2.31	11.72	62.52	1.20
Asse bacino 1	5.71	Q 500	24.53	376.99	377.51	377.59	377.74	0.024157	2.44	13.59	66.30	1.22
Asse bacino 1	5.5	Bridge										
Asse bacino 1	5.28	Q 30	13.35	376.79	377.05	377.20	377.94	0.274636	4.34	3.44	38.91	3.51
Asse bacino 1	5.28	Q 200	20.35	376.79	377.08	377.27	378.41	0.350042	5.42	4.56	48.44	4.06
Asse bacino 1	5.28	Q 500	24.53	376.79	377.09	377.28	378.65	0.393318	5.96	5.07	49.78	4.35
Asse bacino 1	5.10	Culvert										
Asse bacino 1	5	Q 30	13.35	376.65	377.01	377.01	377.08	0.015555	1.38	11.96	77.40	0.90
Asse bacino 1	5	Q 200	20.35	376.65	377.06	377.06	377.15	0.014529	1.53	16.27	85.60	0.90

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Asse Reach: Asse bacino 1 (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
Asse bacino 1	5	Q 500	24.53	376.65	377.07	377.07	377.19	0.018588	1.76	17.01	88.07	1.02
Asse bacino 1	4	Q 30	13.35	376.01	376.45	376.45	376.58	0.019377	1.55	8.59	35.15	1.00
Asse bacino 1	4	Q 200	20.35	376.01	376.54	376.54	376.69	0.016771	1.72	11.95	41.08	0.98
Asse bacino 1	4	Q 500	24.53	376.01	376.59	376.59	376.75	0.015923	1.80	13.83	42.94	0.97
Asse bacino 1	3	Q 30	13.35	375.85	376.10	376.10	376.18	0.021519	1.27	10.51	62.91	0.99
Asse bacino 1	3	Q 200	20.35	375.85	376.16	376.16	376.26	0.020269	1.40	14.51	71.66	1.00
Asse bacino 1	3	Q 500	24.53	375.85	376.19	376.19	376.30	0.019513	1.49	16.49	72.43	1.00
Asse bacino 1	2	Q 30	13.35	375.44	375.93	375.93	376.06	0.018515		8.36	31.68	0.00
Asse bacino 1	2	Q 200	20.35	375.44	376.00	376.00	376.09	0.010615	1.22	15.61	55.83	0.75
Asse bacino 1	2	Q 500	24.53	375.44	376.00	376.00	376.13	0.015418	1.47	15.62	55.83	0.91
Asse bacino 1	1	Q 30	13.35	375.54	376.02	376.02	376.15	0.017082	1.58	8.79	38.35	0.96
Asse bacino 1	1	Q 200	20.35	375.54	376.11	376.11	376.26	0.015406	1.79	12.14	42.60	0.95
Asse bacino 1	1	Q 500	24.53	375.54	376.15	376.15	376.32	0.014403	1.87	14.17	45.61	0.94
Asse bacino 1	0	Q 30	13.35	375.33	375.72	375.72	375.85	0.019414	1.59	8.40	33.29	1.01
Asse bacino 1	0	Q 200	20.35	375.33	375.81	375.81	375.95	0.018835	1.69	12.04	42.56	1.01
Asse bacino 1	0	Q 500	24.53	375.33	375.85	375.85	376.01	0.018189	1.77	13.82	44.21	1.01