

Regione Puglia



Provincia di Foggia



Comune di Apricena



Comune di San Paolo di Civitate



Committente:

Falck
Renewables

SUSTAINABLE DEVELOPMENT

FALCK RENEWABLES SVILUPPO s.r.l.
via A. Falck, 4 - 16, 20099 Sesto San Giovanni (MI)
c.f. IT10500140966

Titolo del Progetto:

Progetto di un impianto fotovoltaico con sistema di accumulo integrato con impianto olivicolo - denominato "Mezzanelle"

Documento:	PROGETTO DEFINITIVO	Codice Pratica:	OLKV965	N° Tavola:	C_rev.1
Elaborato:	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	SCALA:	N.D.		
		FOGLIO:	1 di 1		
		FORMATO:	A4		
Folder:	OLKV965_Relazione_Idrologica_e_Idraulica.zip	Nome file:	OLKV965_Relazione_Idrologica_e_Idraulica_C_rev.1.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 Merino

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
01	09/11/2021	PRIMA REVISIONE	EB	New Dev	FALCK
00	15/07/2019	PRIMA EMISSIONE	EB	New Dev	FALCK

SOMMARIO

1.	PREMESSA.....	2
2.	AREA DI INTERVENTO	3
3.	STATO DI FATTO	3
3.1.	SOVRAPPOSIZIONE CON CARTOGRAFIA PAI.....	4
4.	OBIETTIVI DELLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO.....	5
5.	ANALISI IDROLOGICA.....	6
5.1.	ANALISI PROBABILISTICA DELLE PIOGGE.....	6
5.1.1.	IL PRIMO LIVELLO TCEV	8
5.1.2.	IL TERZO LIVELLO DI REGIONALIZZAZIONE: IL VAPI PUGLIA.....	11
5.1.3.	CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA DI RIFERIMENTO	13
5.1.4.	CURVE DI PIOGGIA INFERIORI ALL'ORA.....	13
5.2.	BACINI IDROGRAFICI DI RIFERIMENTO.....	14
5.2.1.	ALTITUDINE MEDIA E CURVA IPSOGRAFICA.....	15
5.2.2.	PENDENZA LONGITUDINALE DELLE ASTE MINORI	16
5.2.1.	CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE	17
5.2.2.	SOTTOBACINI DI PROGETTO.....	18
5.3.	STIMA DELLE PORTATE	18
5.3.1.	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	18
5.3.2.	RISULTATI.....	19
6.	VERIFICHE IDRAULICHE.....	20
6.1.	SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO	20
6.2.	IL MODELLO HEC RAS	21
6.2.1.	LA MODELLAZIONE DI PROGETTO	21
6.3.	RISULTATI DELLE MODELLAZIONI	24
6.4.	VERIFICHE DEI FOSSI MINORI	25
6.5.	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEI TOMBINI CIRCOLARI PER LE VIABILITA' IN PROGETTO	27
6.6.	RACCOLTA ACQUE SOTTOSTAZIONE ELETTRICA DI TRASFORMAZIONE	28
7.	RISULTATI E CONCLUSIONI	28
8.	ALLEGATI.....	29
8.1.	VERIFICHE IN MOTO PERMANENTE MONODIMENSIONALE	30

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 del Parco fotovoltaico denominato "Mezzanelle". La società **FALCK RENEWABLES SVILUPPO s.r.l.** intende realizzare nel Comune di Apricena (FG) un parco fotovoltaico con sistema di accumulo ed integrato con impianto olivicolo. L'impianto fotovoltaico, avente potenza complessiva pari a **47,2696** MWp disposti su sistemi di inseguimento solare monoassiale di rollio del tipo tracker, è finalizzato alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile in accordo con la Strategia Energetica Nazionale (SEN).

La connessione alla RTN è prevista in un'area individuata in prossimità della stazione elettrica Terna di futura realizzazione nel territorio comunale di San Paolo di Civitate e collegata all'area parco mediante elettrodotto interrato MT messo a dimora lungo le strade esistenti.

L'estensione del terreno interessato dall'intervento è catastalmente quantificata in Ha **71.41.75**, ottenuta come somma delle superfici nominali delle singole particelle costituenti il terreno di sedime. Inoltre, al fine di favorire lo sfruttamento e rinnovamento colturale dell'olivicoltura regionale, il proponente integra detto impianto fotovoltaico con un arboreto di olive da olio, con intensità di piantagione pari a 1000 piante per ettaro, inserite tra i filari dei pannelli.

All'interno di tale elaborato, 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

Il sito oggetto di intervento è localizzato nel territorio comunale di **Apricena (FG)**.



Figura 2-1- Inquadramento area di intervento

L'area ricade poco più a ovest del centro abitato e della zona industriale e risulta costituita da un'alternanza di campi agricoli, dotati di irrigazione artificiale servita dal Consorzio per la Bonifica della Capitanata - Foggia. Il sito di intervento è dislocato su due aree di impianto, separate da un affluente del canale San Martino.

3. STATO DI FATTO

Il sito di intervento presenta una morfologia prettamente pianeggiante, costituita, come già anticipato nel paragrafo 2, da una serie di campi a vocazione agricola, con pendenze non superiori al 2%. Da un punto di vista idrografico le aree di impianto non intercettano elementi significativi del reticolo; sono tuttavia presenti una serie di fossi di scolo in terra, per lo più ubicati in prossimità dei confini dei lotti, di modeste dimensioni. Dal sopralluogo effettuato nel mese di Luglio 2019 sono state riscontrate una serie di criticità minori, dettate principalmente dalla presenza di manufatti di attraversamento (che permettono l'accesso ai fondi) e dall'attuale officiosità dei fossi, ad oggi ricoperti di vegetazione infestante e caratterizzati da fenomeni distribuiti di interrimento.



Figura 3-1 – Foto da sopralluogo rappresentanti l'andamento pianeggiante dei terreni e il grado di occlusione dei manufatti di

attraversamento



Figura 3-2 – Parte del territorio oggetto di intervento è soggetto a pratiche agricole. Nelle immagini sopra allegata è rappresentato l'attuale stato di fatto del fosso riportato sulla carta IGM e ubicato in prossimità dell'area di impianto più a SUD; le acque, oltrepassata la viabilità interpoderale, proseguono per un breve tratto con andamento SE per poi disperdersi terreno agricolo.



Figura 3-3 – Inerbimento fosso e attraversamento idraulico in corrispondenza di un accesso

3.1. SOVRAPPOSIZIONE CON CARTOGRAFIA PAI

Da quanto rappresentato in Figura 3-4, in cui si riporta la sovrapposizione del reticolo idrografico, messo a disposizione dal SIT Regionale, con le aree di impianto, sono state individuate due interferenze, per le quali verranno mostrate, nei paragrafi a seguire, i risultati delle verifiche idrauliche a differente tempo di ritorno. Le aree di intervento ricadono nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale ¹(prima di competenza dell'EX AdB Int. Puglia). L'eventuale interferenza con le

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.

aree a rischio idraulico è stata verificata previa consultazione del Web Gis della Sede Puglia. Dalla Figura 3-4 si evidenzia come gli interventi non interferiscono con le perimetrazioni della pericolosità e del rischio idraulico.



Figura 3-4 –Reticolo idrografico nell'area di intervento. Per maggiori dettagli si rimanda alla planimetria dei bacini.

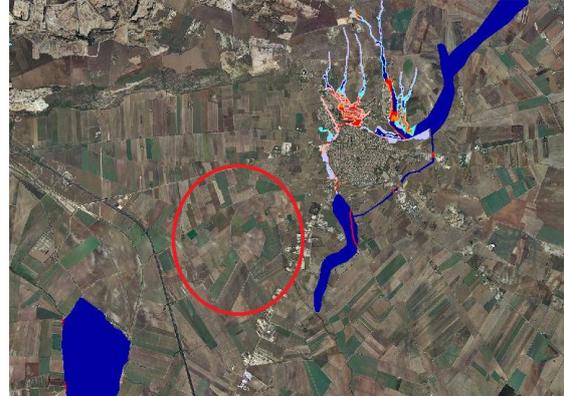


Figura 3-5 – Sovrapposizione con aree di pericolosità e rischio idraulico. L'area di intervento è cerchiata in rosso.

Per quanto riguarda il fosso minore presente nell'area di impianto più a sud, si precisa che, da quanto osservato nei sopralluoghi in sito, presenta le caratteristiche tipiche di un fosso di scolo in terra di modeste dimensioni, la cui funzione è principalmente quella di raccogliere e allontanare le acque di ruscellamento superficiale dai lotti di terreno. Lo studio idraulico relativo a tale elemento verrà maggiormente dettagliato nei paragrafi a seguire.

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 delle aste principali in condizione ante e post operam, così da individuare attuali condizioni critiche e definire un eventuale quadro di intervento;
- 2) Verifiche in moto permanente monodimensionale degli attraversamenti stradali principali; più in particolare verranno verificati gli attraversamenti di cui in figura 4.1 (ed anche uno ubicato in posizione intermedia tra i due), le cui dimensioni sono state rilevate nei sopralluoghi in campo e opportunamente inserite nel modello idraulico;



Figura 4-1- Ubicazione degli attraversamenti critici



Figura 4-2- Attraversamento 1: permette la continuità del
fosso in corrispondenza di un'interferenza con una strada
interpoderaale



Figura 4-3 - Attraversamento 2: interferenza con strada
SS89

3) Verifiche in moto uniforme dei fossi minori interferenti con il futuro assetto di progetto.

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

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

Tav.C	Relazione idrologica e idraulica	6 di 75
-------	----------------------------------	---------

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

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

la funzione di probabilità diventa

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

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 adoperava 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 primo che il terzo livello di regionalizzazione.

5.1.1. IL PRIMO LIVELLO TCEV

Come già anticipato, le curve di possibilità (o di probabilità) pluviometrica (CPP) esprimono la relazione fra le altezze massime annuali di precipitazione h e la loro durata t , per un assegnato valore del periodo di ritorno T . Utilizzando le serie storiche dei massimi annuali delle altezze di precipitazione di durata 1, 3, 6, 12, 24 ore sono state definite le curve di possibilità pluviometrica per periodi di ritorno di 10,30, 50, 100, 200 e 500 anni, usando il modello probabilistico TCEV al secondo livello di regionalizzazione. Tali CPP, sono descritte da una legge di potenza monomia del tipo:

$$h_{t,T} = a t^n$$

dove h è l'altezza di pioggia, espressa in mm, t indica la durata della precipitazione espressa in ore ed infine a e n sono dei parametri dipendenti dal periodo di ritorno T .

Il modello TCEV di I livello è stato applicato sul campione di dati pluviometrici della stazione di San Severo, dalla quale sono state prese 61 misurazioni dal 1932 al 2012.

61 [Misurazioni]	1 ORA	3 ORE	6 ORE	12 ORE	24 ORE
ANNO	mm	mm	mm	mm	mm
1932	9.6	13.0	28.0	34.0	36.0
1933	14.0	37.0	59.8	77.2	79.0
1934	15.8	27.8	31.6	31.8	36.6
1935	28.0	37.6	37.6	37.6	39.8
1936	13.8	16.8	23.4	41.2	47.0
1937	32.6	37.8	46.2	46.4	50.2
1938	20.6	22.8	36.6	49.6	66.4
1939	11.0	18.6	24.6	30.2	38.4
1940	13.2	17.4	20.2	28.6	42.8
1941	14.6	16.2	23.6	25.2	35.8
1942	17.0	20.8	28.8	34.8	36.0
1943	12.8	15.0	19.2	30.8	35.2

1946	18.6	23.2	37.2	58.0	62.8
1947	18.4	30.2	46.6	52.2	52.2
1950	29.2	34.2	35.0	38.4	39.6
1951	34.2	37.8	38.0	39.4	41.8
1952	31.2	35.2	35.4	35.4	44.4
1953	15.8	16.0	16.2	22.4	30.0
1954	18.0	35.0	49.0	63.4	77.8
1955	21.8	36.6	37.0	52.2	60.4
1956	20.4	24.6	27.4	34.8	54.2
1957	40.2	47.4	52.2	63.8	93.6
1959	28.4	29.6	35.6	43.0	61.0
1960	19.8	26.8	31.4	35.2	41.6
1961	26.4	37.4	46.8	51.6	58.8
1964	33.8	35.4	46.0	46.8	49.4
1967	12.8	24.0	30.0	36.0	54.8
1970	15.6	15.6	20.0	22.0	26.4
1971	21.0	32.2	35.2	35.6	35.6
1972	36.0	68.0	100.0	133.0	133.0
1974	23.8	25.6	26.4	38.6	38.8
1976	19.4	26.2	43.8	58.6	61.6
1977	11.4	19.8	20.4	23.2	23.2
1978	24.2	31.4	37.2	44.0	62.8
1979	11.6	22.4	22.4	31.8	48.6
1980	13.2	22.0	28.2	44.0	52.2
1981	10.0	12.6	15.6	26.6	32.4
1983	14.0	34.0	42.2	57.4	83.0
1984	34.6	42.0	44.0	44.2	46.8
1989	17.6	25.8	30.7	37.0	37.0
1990	37.2	40.6	40.8/	52.8	59.0
1991	20.2	32.8	34.6	42	44
1992	23	27.8	27.8	27.8	31
1993	14.4	24.8	31.2	43.6	46.2
1994	29	35.8	37.4	47.4	52.4
1997	20	32.2	35.8	42	55.8
1998	15.4	22.8	23.6	24.2	27.6
1999	39	39.8	39.8	39.8	43.6

2000	23	27.4	28.8	33.2	33.2
2001	10.4	15.4	22.6	23.4	25.6
2002	24.4	25.2	25.2	35	56.2
2003	22.4	27.6	27.6	42	46
2004	53.6	58	59.8	59.8	65
2005	39.6	71.6	80.4	84.4	89
2006	9.6	20.8	30.4	33.4	49.8
2007	39.2	39.8	39.8	42.4	55
2008	26	32.4	34.2	34.2	36.8
2009	40	49.2	53.2	53.6	53.8
2010	32.8	37	49.6	56	58
2011	21	25.8	33.2	46.4	58.2
2012	42.4	42.6	42.6	45	59.4

Applicando il I Livello di regionalizzazione sono stati ottenuti i seguenti risultati della CPP

T [anni]	10		30		50		100		200		500	
	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
t [h]	37.5	0.227	49.71	0.216	55.49	0.213	63.34	0.209	71.23	0.206	81.63	0.203
1	37.5		49.71		55.49		63.34		71.23		81.63	
3	48.12		63.02		70.12		79.69		89.32		102.02	
6	56.32		73.20		81.28		92.11		103.03		117.44	
12	65.92		85.03		94.21		106.47		118.84		135.18	
24	77.15		98.76		109.19		123.07		137.08		155.61	

Tabella 1 – Calcolo CPP I Livello di regionalizzazione

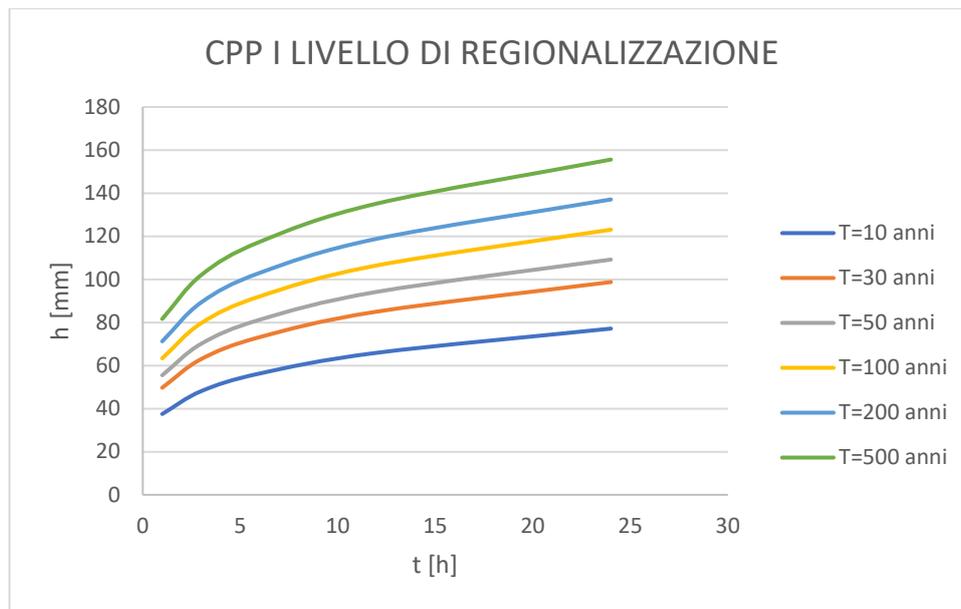


Figura 5-1 - CPP I Livello di regionalizzazione

5.1.2. IL TERZO LIVELLO DI REGIONALIZZAZIONE: IL VAPI PUGLIA

La stima al terzo livello di regionalizzazione è stata effettuata considerando il rapporto VAPI Puglia (l'area di intervento ricade nel territorio di competenza dell'ex AdB Int. Puglia). Nel rapporto VAPI Puglia, il territorio di competenza dell'ex Autorità di Bacino Interregionale (soppressa con D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.)², da un punto di vista dell'approccio pluviometrico, è diviso in 6 aree Pluviometriche Omogenee, per ognuna delle quali è possibile calcolare la curva di possibilità pluviometrica sulla base delle seguenti equazioni:

Zona 1: $x(t,z) = 26.8 t^{[(0.720+0.00503 z)/3.178]}$
 Zona 2: $x(t) = 22.23 t^{0.247}$
 Zona 3: $x(t,z) = 25.325 t^{[(0.0696+0.00531 z)/3.178]}$
 Zona 4: $x(t) = 24.70 t^{0.256}$
 Zona 5: $x(t,z) = 28.2 t^{[(0.628+0.0002 z)/3.178]}$
 Zona 6: $x(t,z) = 33.7 t^{[(0.488+0.0022 z)/3.178]}$



Figura 5-2 - Suddivisione in aree pluviometriche omogenee

Ai valori ottenuti, vanno applicati i seguenti fattori:

- Fattore di crescita K_T , funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto che nelle zone 1-2-3-4 può essere calcolato dalla seguente relazione:

² Con D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. sono state sopresse le Autorità di Bacino di cui alla ex L. 183/89 e istituite, in ciascun distretto idrografico, le Autorità di Bacino Distrettuali.

$$K_T = 0.5648 + 0.415 \ln(T)$$

		Tempo di Ritorno (anni)											
		2	5	10	20	25	30	40	50	100	200	500	1000
Tabella	K_T	0.91	1.26	1.53	1.81	1.9		2.1	2.19	2.48	2.77	3.15	3.43
Formula	K_T	0.85	1.23	1.52	1.81	1.90	1.98	2.10	2.19	2.48	2.76	3.14	3.43

- Fattore di riduzione Areale K_A , funzione della superficie di bacino e della durata dell'evento di progetto e definito dalla seguente relazione

$$K_A = 1 - (1 - e^{(-0.0021A)}) e^{(-0.53d^{-0.25})}$$

L'area oggetto di intervento ricade all'interno della zona pluviometrica 1. I risultati ottenuti sono stati i seguenti:

T [anni]	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
t [h]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]
1	22.78	33.77	41.00	48.51	50.92	56.28	58.69	66.46	74.24	84.42	91.92
3	31.87	47.25	57.37	67.87	71.24	78.74	82.12	92.99	103.86	118.11	128.61
6	39.39	58.40	70.91	83.89	88.06	97.33	101.50	114.94	128.38	145.99	158.97
12	48.69	72.18	87.64	103.68	108.84	120.30	125.45	142.07	158.68	180.45	196.49
24	60.18	89.21	108.33	128.16	134.53	148.69	155.06	175.59	196.13	223.03	242.86

Tabella 2 - Altezze di pioggia calcolate con metodo VAPI Puglia

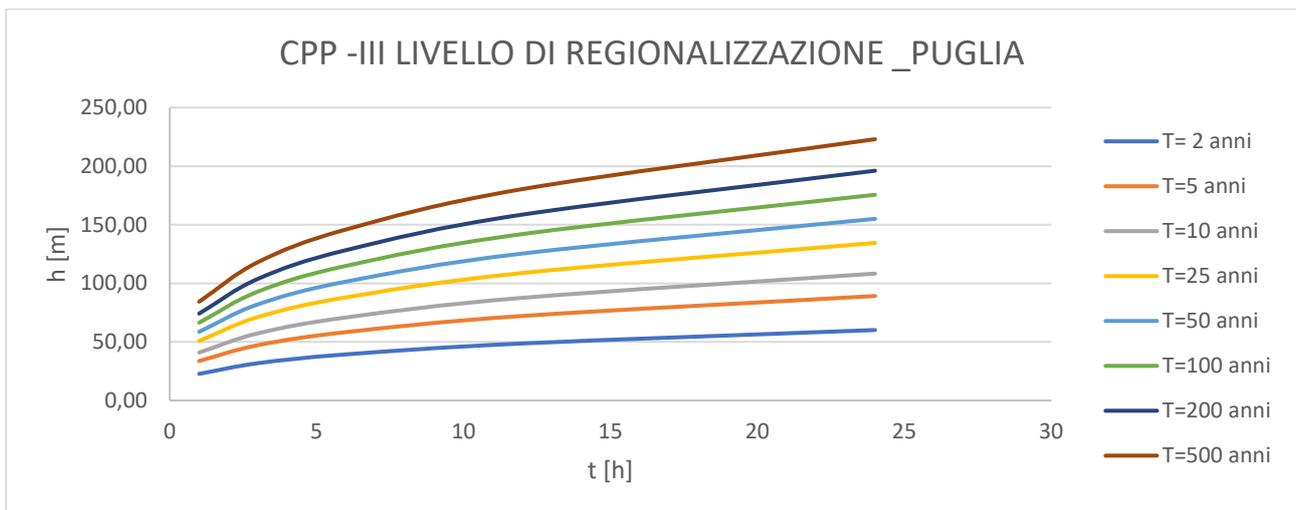


Figura 5-3 - CPP III Livello di Regionalizzazione _Puglia

5.1.3. CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA DI RIFERIMENTO

Per la stima delle portate si prenderanno come riferimento le CPP relative al I 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)

$$\frac{h_{d,T}}{h_{60,T}} = 0.54 * d^{0.25} - 0.50$$

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	15.29	19.48	21.90	25.10
10	22.88	29.15	32.79	37.57
15	27.97	35.64	40.08	45.93
20	31.91	40.66	45.73	52.40
30	37.97	48.38	54.40	62.35
60	49.85	63.52	71.44	81.87

Tabella 3 – Altezze di pioggia per eventi inferiori all'ora

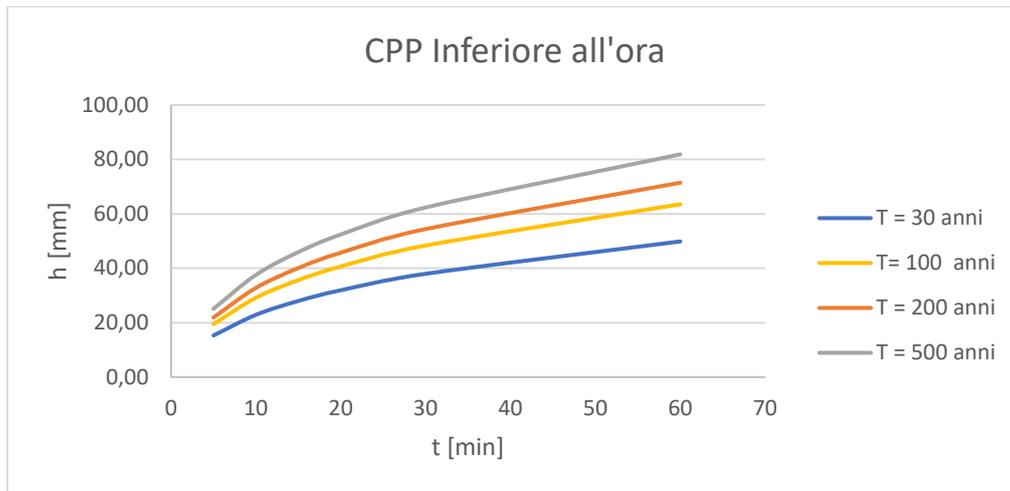


Figura 5-4 - CPP Inferiori all'ora

T	a	n
30	7.51	0.47
100	9.57	0.47
200	10.77	0.47
500	12.34	0.47

Tabella 4 – CPP per eventi inferiori all'ora

5.2. BACINI IDROGRAFICI DI RIFERIMENTO

Come già anticipato, le opere in progetto sono ubicate a OVEST del centro abitato di Apricena, in un'area prevalentemente pianeggiante, che si sviluppa tra i 50 e i 60 m. s.l.m. Più in particolare la prima area (a nord) è a quota compresa tra i 56 m (estremo nord) e i 54 m s.l.m. (dell'estremo sud posto a circa 500 m). La seconda area (a sud-ovest) è a quota compresa tra i 59 m (estremo nord) e i 52 m s.l.m. (dell'estremo sud posto a circa 800 m). Le analisi idrologiche sono state dunque condotte su 2 bacini, la cui delimitazione è stata definita in funzione dell'orografia territoriale e delle viabilità interne individuate dai sopralluoghi effettuati.

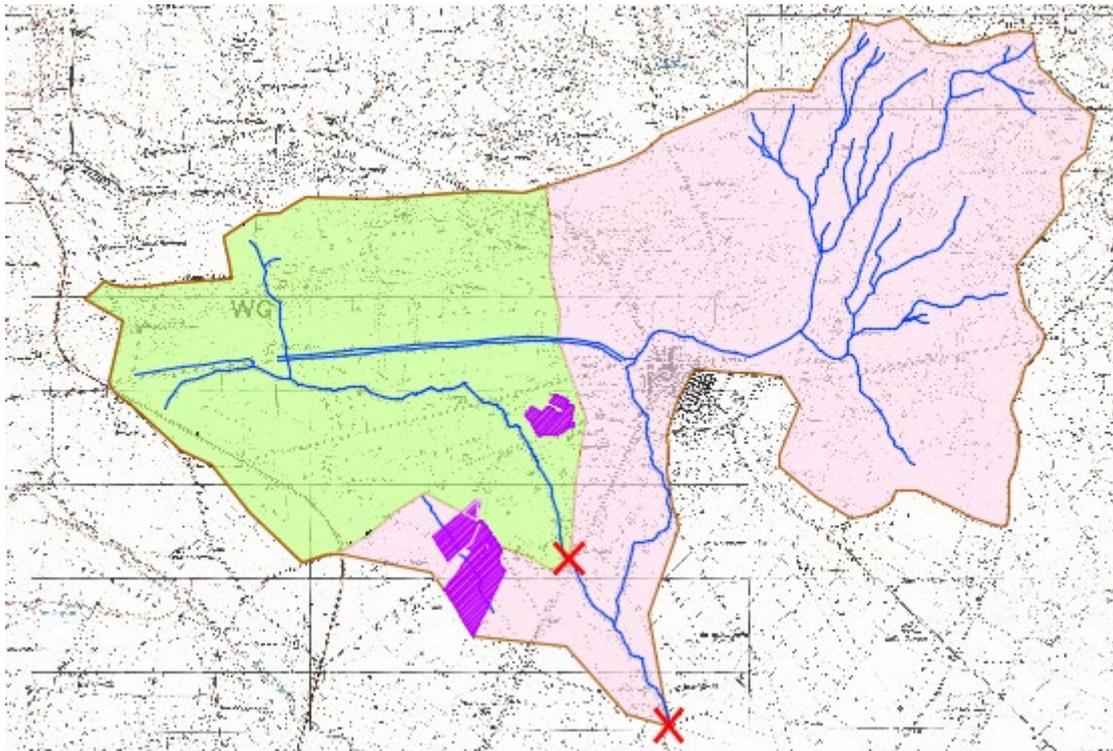


Figura 5-5 - Bacini idrografici di riferimento (stralcio della tav. R.6) – Le X in rosso indicano le sezioni di chiusura

Si riportano di seguito le caratteristiche piano altimetriche individuate:

5.2.1. ALTITUDINE MEDIA E CURVA IPSOGRAFICA

Per poter meglio definirne l'idrologia dell'area, per ciascun bacino di riferimento è stata ricavata l'altitudine media, mediante strumentazione GIS, a partire dal DTM messo a disposizione dal geoportale della Regione Puglia, sfruttando un plugin del software, capace di restituire l' altitudine massima, l'altitudine minima e l'altitudine media dell'area considerata.



Figura 5-6 – Estrazione delle curve di livello all'interno del bacino principale

Si riportano di seguito i risultati ottenuti per ciascun bacino:

BACINO	A [mq]	A [Kmq]	L _{asta} [m]	H _{max} [m.s.l.m]	H _{min} [m.s.l.m]	H _{med} [m.s.l.m]
1	39558184.46	39.56	11655.7853	269.09	37.59	88.09
SB1	14774476.7	14.77	5882.2183	199.23	45.55	78.19

Tabella 5 - Parametri dei bacini idrografici

5.2.2. PENDENZA LONGITUDINALE DELLE ASTE MINORI

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 praticamente uniforme.

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

I risultati ottenuti sono stati i seguenti:

Pendenza corso d'acqua bacino principale					
H [m.s.l.m]	H [m.s.l.m]	L [m]	ΔH [m]	ij	i/L^2
254.77	200	332.4	54.77	0.165	818.88
200	150	710.27	50	0.070	2677.01
150	100	1297.5	50	0.039	6609.61
100	50	5989.66	50	0.008	65556.88
50	37.59	3325.96	12.41	0.004	54448.97
Pendenza corso d'acqua sottobacino 1					
H [m.s.l.m]	H [m.s.l.m]	L [m]	ΔH [m]	ij	i/L^2
80	60	1730.2	20	0.012	16092.72
60	50	2604.87	10	0.004	42041.59
50	45.55	1547.14	4.45	0.003	28847.91

Tabella 6- Pendenze delle aste principali

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 dimensioni delle superfici dei bacini, la stima di tale parametro è stata effettuata facendo riferimento alla formula 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 richiamati, per ciascun bacino sono stati ottenuti i seguenti valori:

BACINO	A [kmq]	L_{asta} [km]	i_{asta}	t_c [h]
1	39.56	11.66	0.008	7.17
SB1	14.77	5.88	0.005	4.58

Tabella 7 - Calcolo dei tempi di corrivazione

5.2.2. SOTTOBACINI DI PROGETTO

All'interno dello studio idrologico è stato inoltre considerato un sottobacino minore avente un'area inferiore di 1.00 kmq e per la cui descrizione si rimanda ai successivi paragrafi. La delimitazione si è ritenuta necessaria per procedere alla verifica di un fosso minore ricadente nel layout di impianto più a SUD.

5.3. STIMA DELLE PORTATE

La stima delle portate ad assegnato tempo di ritorno è stato effettuato 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_{imper} è l'aliquota di area impermeabile per la quale è stata assunto un coefficiente φ_{imper} pari 0.90;

Il calcolo è stato effettuato sia per la fase ante intervento che post intervento, nella quale, è stata considerato

cautelativamente³ 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	39.26	0.30	39.56	0.50
SB1	14.77	0	14.77	0.50
STATO DI PROGETTO				
BACINO	A perm[Kmq]	A imp[Kmq]	A [Kmq]	ϕ
1	38.62	0.94	39.56	0.51
SB1	14.63	0.15	14.77	0.50

Tabella 8 – Risultati ottenuti per il coefficiente di deflusso

Tipo di suolo	Copertura del bacino		
	Cultivi	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 9 - Coefficienti di deflusso da letteratura

Come mostrato in tabella 8, da confronto tra stato di fatto e di progetto, il contributo di afflusso dovuto per la presenza dell'impianto risulta essere trascurabile. Nei calcoli verrà dunque assunto un valore pari a 0.50.

5.3.2. RISULTATI

Si riportano di seguito i risultati ottenuti dall'applicazione della formula razionale. Nelle tabelle, le intensità di pioggia sono in mm/h. Adottando opportuni fattori di scala sono state successivamente ottenute le portate in mc/s.

Calcolo Portate [T= 30 anni]							
BACINO	A [kmq]	tc [h]	ϕ	a	n	i [mm/h]	Q [mc/s]
1	39.56	7.17	0.50	49.71	0.22	10.70	58.77
SB1	14.77	4.58	0.50	49.71	0.22	15.18	31.15

Tabella 10 - Calcolo portate per T= 30 anni

³ I pannelli, essendo sollevati dal piano campagna, non costituiscono una pavimentazione impermeabile. Nel calcolo del coefficiente di deflusso di progetto è stato inoltre trascurato la perdita di afflusso dovuta all'impianto olivicolo.

Calcolo Portate [T= 100 anni]							
BACINO	A [kmq]	tc [h]	ϕ	a	n	i [mm/h]	Q [mc/s]
1	39.56	7.17	0.50	63.34	0.21	13.36	73.43
SB1	14.77	4.58	0.50	63.34	0.21	19.05	39.10

Tabella 11 - Calcolo portate per T= 100 anni

Calcolo Portate [T= 200 anni]							
BACINO	A [kmq]	tc [h]	ϕ	a	n	i [mm/h]	Q [mc/s]
1	39.56	7.17	0.50	71.23	0.21	15.03	82.57
SB1	14.77	4.58	0.50	71.23	0.21	21.43	43.97

Tabella 12 - Calcolo portate per T= 200 anni

Calcolo Portate [T= 500 anni]							
BACINO	A [kmq]	tc [h]	ϕ	a	n	i [mm/h]	Q [mc/s]
1	39.56	7.17	0.50	81.63	0.20	16.89	92.78
SB1	14.77	4.58	0.50	81.63	0.20	24.18	49.62

Tabella 13 - Calcolo portate per T= 500 anni

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.

Verranno anche mostrati i criteri di dimensionamento dei tombini di attraversamento, che verranno inseriti nelle viabilità interne di progetto.

6.1. SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO

I tempi di ritorno adottati sono i seguenti:

- 100 Anni e 200 anni, per i tombini di attraversamento;
- 100 anni per la verifica dei fossi minori
- 30,200 e 500 Anni per la definizione dei profili di corrente di alcune aste del reticolo minore prossime alle opere in progetto.

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, messo a disposizione dal geoportale della Regione Puglia e opportunamente rielaborato con i software GIS, integrato con le informazioni reperite dai sopralluoghi in sito e dal rilievo aereo con drone. Da tali files sono state estrapolate le superfici del reticolo idrografico e caricate sul software HEC RAS.

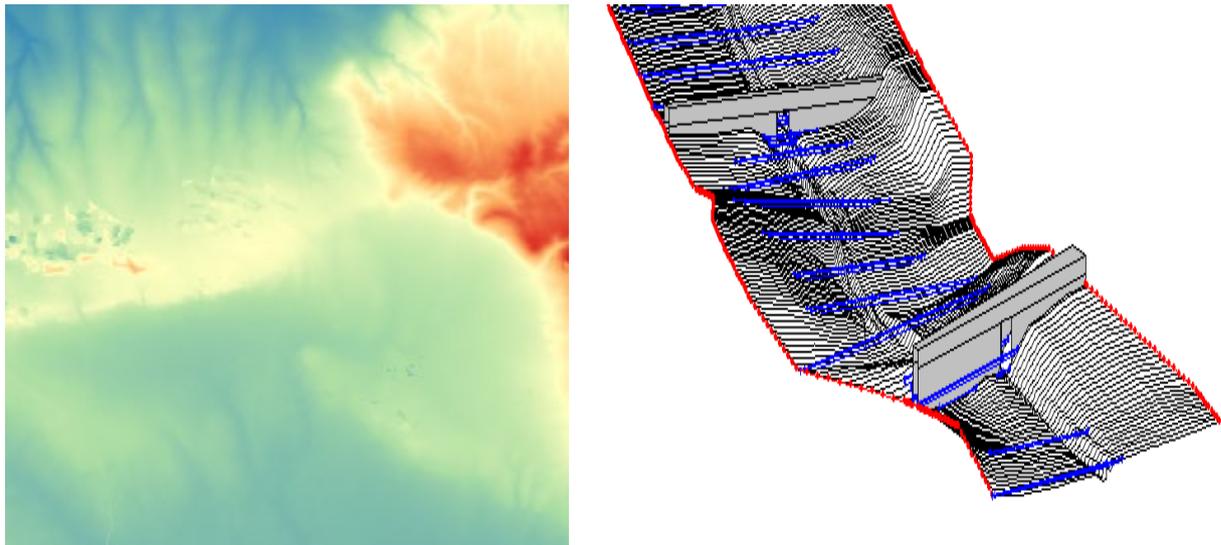


Figura 6-1- Modellazione dello stato di fatto

- 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 molienti 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, molienti 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 sono stati adottati i seguenti valori:

STATO DI FATTO	
CANALE CENTRALE	PIANE INONDABILI
0.1	0.040
STATO DI PROGETTO: POST PULIZIA DEL TRATTO DI FOSSO IN PROSSIMITÀ DELL'AREA DI IMPIANTO, DA VEGETAZIONE INFESTANTE	
CANALE CENTRALE	PIANE INONDABILI
0.033	0.040

- 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.

Steady Flow Boundary Conditions

Set boundary for all profiles Set boundary for one profile at a time

Available External Boundary Condition Types

Selected Boundary Condition Locations and Types

River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
Fosso 1	Fosso 1	all	Normal Depth S = 0.005	Normal Depth S = 0.002

Steady Flow Reach-Storage Area Optimization ...

Enter to accept data changes.

Figura 6-2- Condizioni al contorno

- PORTATE DI PROGETTO

Facendo riferimento alle tabelle 10, 12 e 13 sono state adoperate le seguenti portate di verifica

Steady Flow Data - Apricena

File Options Help

Enter/Edit Number of Profiles (32000 max):

Locations of Flow Data Changes

River:

Reach: River Sta.:

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates		
River	Reach	RS	Q30	Q200	Q500
1 Fosso 1	Fosso 1	42	31.15	43.97	49.62

Edit Steady flow data for the profiles (m3/s)

Figura 6-3 - Portate di verifica

6.3. RISULTATI DELLE MODELLAZIONI

I risultati delle modellazioni sono riportati nella sezione allegati.

6.4. VERIFICHE DEI FOSSI MINORI

In prossimità dell'area di impianto più SUD è presente un fosso (rappresentato anche sulla cartografia IGM) che presenta le caratteristiche di un fosso di scolo naturale di modeste dimensioni. Lo stesso, con andamento NE, raccoglie le acque di deflusso superficiale e, da quanto constatato nel sopralluogo effettuato nel mese di Luglio 2019, le disperde nei terreni oggetto di intervento (si rimanda a Figura 3-2). Considerata l'entità delle portate, la geometria pressoché regolare (semplice riprofilatura), la difficoltà di procedere ad un rilievo di dettaglio per la folta vegetazione infestante presente 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

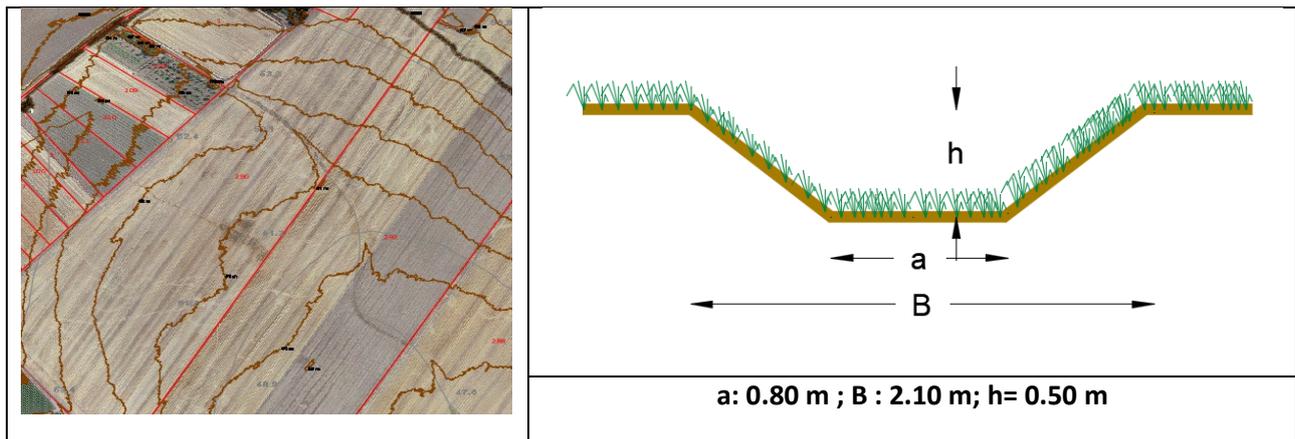
K è un coefficiente di scabrezza, assunto pari a 33 per i fossi in terra in fase di post pulizia da vegetazione infestante [$m^{\frac{1}{3}}/s$];

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

i è la pendenza del canale;

R è il raggio idraulico [m];

Come sezione di riferimento è stata considerata una sezione trapezia tipologica, desunta dal rilievo fotoaereo con drone, presentante le seguenti caratteristiche:



Il calcolo della portata è stato effettuato moltiplicando i coefficienti udometrici relativi al sottobacino 1

(tabella 14) e considerando una superficie di area scolante pari al prodotto (L x s) dove:

- L è la lunghezza del fosso , pari a circa 1500 m (è stata considerata cautelativamente l'intero sviluppo desunto dalla cartografia IGM);
- s è la fascia di influenza trasversale al fosso, assunta pari a 75 m (per entrambi i lati del fosso);

Facendo riferimento ai seguenti coefficienti udometrici

T [anni]	U [mc/s/kmq]
30	2.11
200	2.98
500	3.36

Tabella 14- Coefficienti udometrici sottobacino 1

e applicando la formula razionale precedentemente descritta, sono stati ottenuti i seguenti valori di portata

L [m]	s [m]	A [kmq]	Q 30 [mc/s]	Q 200 [mc/s]	Q 500 [mc/s]
1500.00	150.00	0.23	0.47	0.67	0.76

Considerando una pendenza media del fosso dello 0.005 e adottando un coefficiente K di scabrezza pari a 33 $m^{1/3}/s$, quindi considerando la fase post pulizia in prossimità dell'area di impianto, è stato constatato che le portate risultano essere contenute all'interno della sezione idraulica, avente capacità pari a circa 0.80 mc/s.

Trattazione analoga è stata effettuata sul fosso minore ricadente in prossimità dell'area di impianto più a Nord.



Figura 6-4 – Presenza di fossi minori interferenti con le aree di impianto

In fase di progetto esecutivo dovrà comunque essere effettuata una verifica di maggior dettaglio, previo

rilievo in campo con idonea strumentazione topografica.

6.5. DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEI TOMBINI CIRCOLARI PER LE VIABILITA' IN PROGETTO

Il dimensionamento dei tombini circolari è stato effettuato in funzione di due verifiche:

- 1) Alla sezione di imbocco mediante la seguente legge di portata:

$$Q = CA\sqrt{2gD}$$

con la quale è possibile definire un deflusso a superficie libera all'interno dell'elemento circolare e dove compare il coefficiente C, che tiene conto del tipo di sagomatura all'imbocco. In fase di progettazione si è deciso di usare un coefficiente C pari a 0.57, vista la possibilità di poter definire una tipologia di raccordo (canale-tombino) ottimale. La verifica è stata effettuata su un valore ridotto della capacità totale e cioè verificando che la portata in ingresso sia non maggiore di 0.8 Q.

- 2) Lungo lo sviluppo longitudinale del manufatto, mediante la formula di moto uniforme di Gauckler Strickler per sezioni circolari.

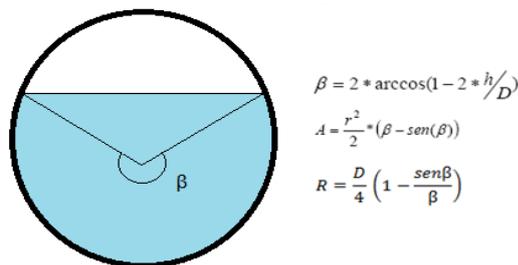


Figura 6-5 - Scala di deflusso circolare

Per gli attraversamenti idraulici da inserire eventualmente lungo le viabilità di progetto, saranno adottati degli elementi circolari di dimensione non inferiori al DN 1000, cui corrisponde una capacità all'imbocco di 1.98 mc/s (3.13 mc/s per un tombino DN 1200). I diametri saranno definiti in modo da non avere un deflusso in pressione, con grado di riempimento preferibilmente non maggiore del 70% e comunque mai superiore al 75%.

Si riporta di seguito la verifica effettuata in moto uniforme, per un elemento in fase di esercizio, assumendo un grado di riempimento pari a 0.70 e una pendenza longitudinale pari a 0.005.

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]
1.00	0.70	3.96	227.16	0.59	0.296235	75	0.005	1.38	2.36

6.6. RACCOLTA ACQUE SOTTOSTAZIONE ELETTRICA DI TRASFORMAZIONE

La sottostazione elettrica sarà realizzata a circa 3.00 km più a Nord del centro abitato di San Paolo di Civitate.

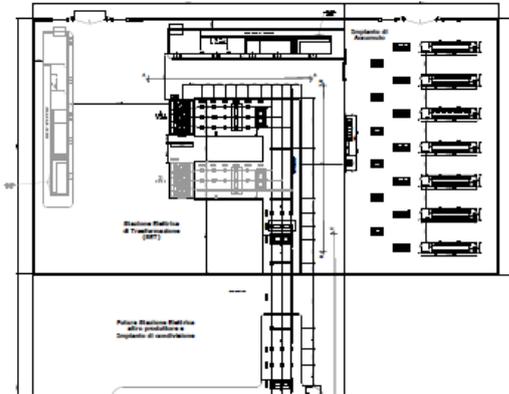


Figura 6-6 - Pianta sottostazione elettrica

Figura 6-7 - Ubicazione Sottostazione Elettrica di Trasformazione

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

I risultati delle modellazioni e delle verifiche idrauliche sono allegati (Capitolo 8) alla seguente relazione. Le verifiche effettuate, sulla base dei modelli ricostruiti da DTM messo a disposizione dal geoportale regionale, hanno messo in evidenza, nella simulazione stato di fatto, alcune criticità, in particolar modo in

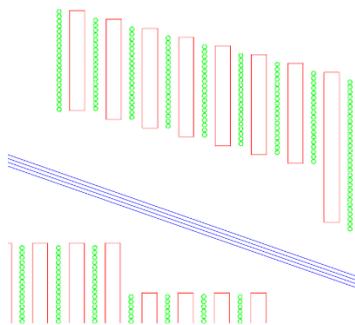


Figura 6-8 - Rappresentazione della soluzione in corrispondenza di un fosso esistente

corrispondenza dell'attraversamento 1 che, in corrispondenza di eventi eccezionali, risulta sormontato dalle portate. I livelli di piena T 200 anni e T 500 anni, a monte dell'attraversamento, raggiungono valori 52.34 e 53.20 m.s.l.m inferiori rispetto alla quota del blocco Nord dell'impianto pari a circa 54 m s.l.m. In corrispondenza della sezione 38, invece, i tiranti a T 500 anni raggiungono valori di 52.34 e 53.20 m.s.l.m , maggiori rispetto la quota di impianto pari a 52.70 m s. l. m. Considerata la distanza del fosso dalla recinzione e la presenza intermedia di altri elementi del reticolo, tale situazione può essere considerata come una criticità minore. In fase di

progetto esecutivo, a seguito di un rilievo topografico più affinato, verrà meglio dettagliato lo studio idraulico del fosso ed evidentemente predisposta, all'interno dello spazio disponibile, una protezione idraulica (ad esempio un piccolo argine in terra), in corrispondenza delle zone più a bassa quota che potrebbero essere

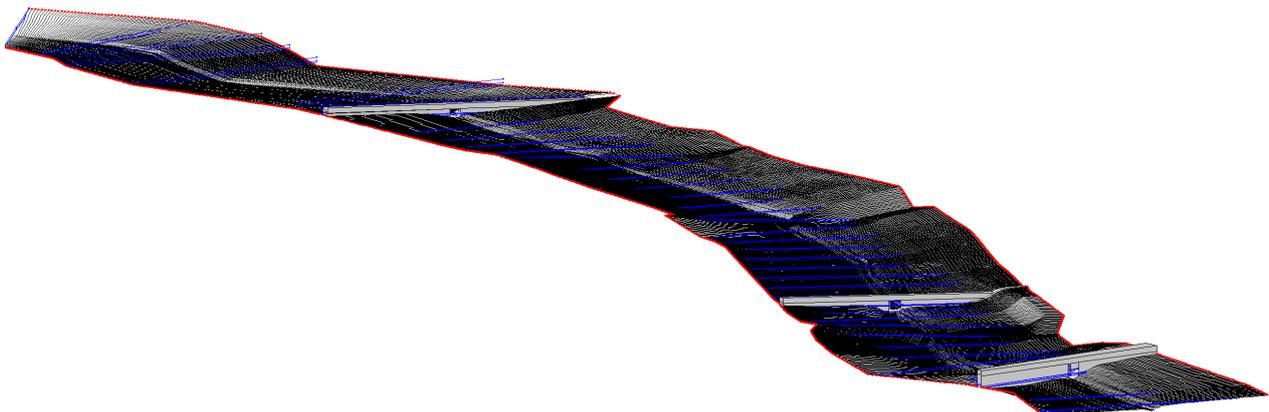
soggette ad allagamenti. Considerata l'evoluzione territoriale dovuta alle pratiche agricole e quindi alla variabilità nel tempo del reticolo minore, l'assetto finale di progetto sarà definito in funzione della reale posizione dei fossi. Per non interferire con libero deflusso delle acque, l'installazione dei pannelli e la piantumazione delle piante di ulivo sarà prevista a debita distanza del reticolo idraulico rilevato.

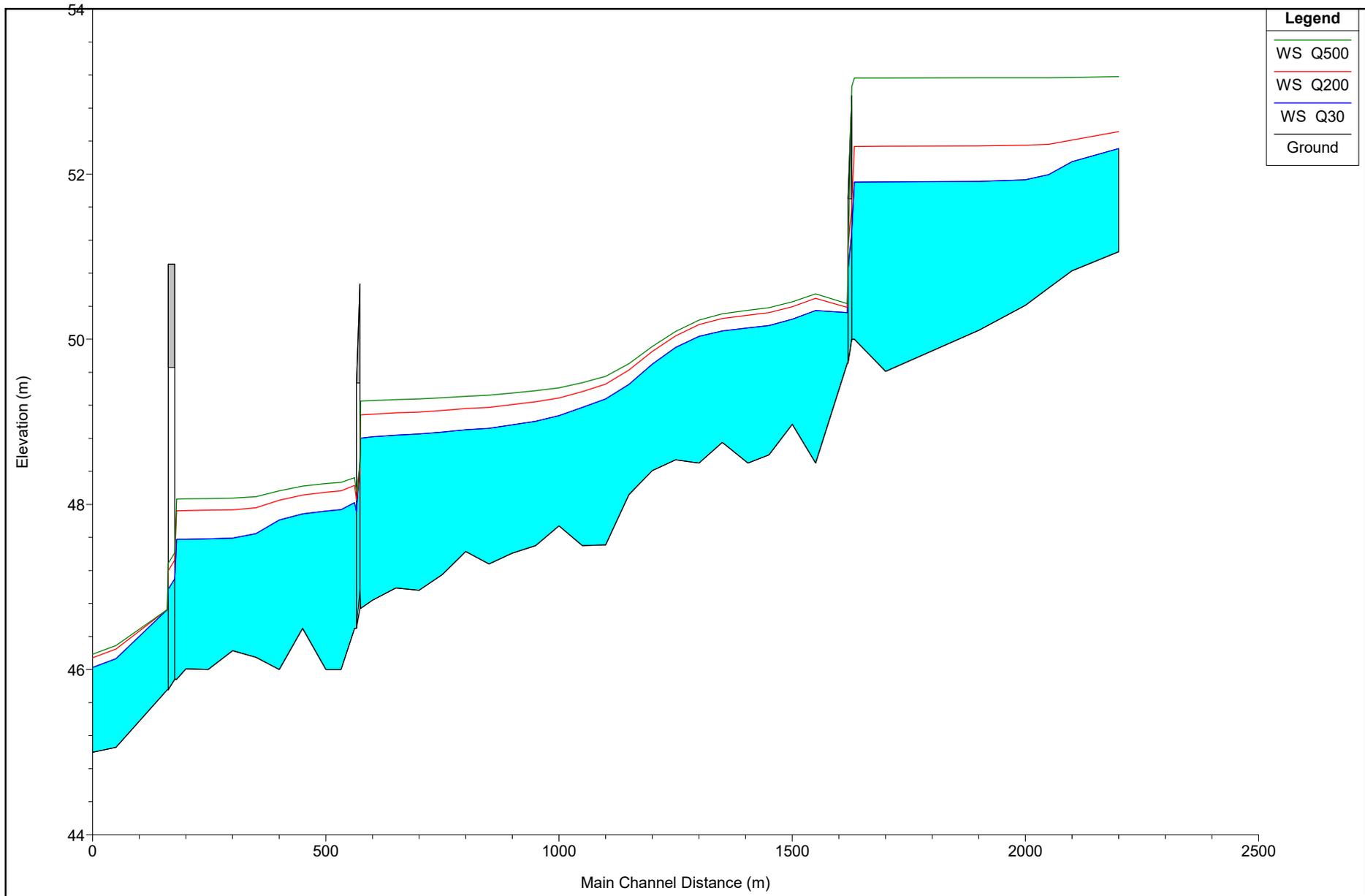
8. ALLEGATI

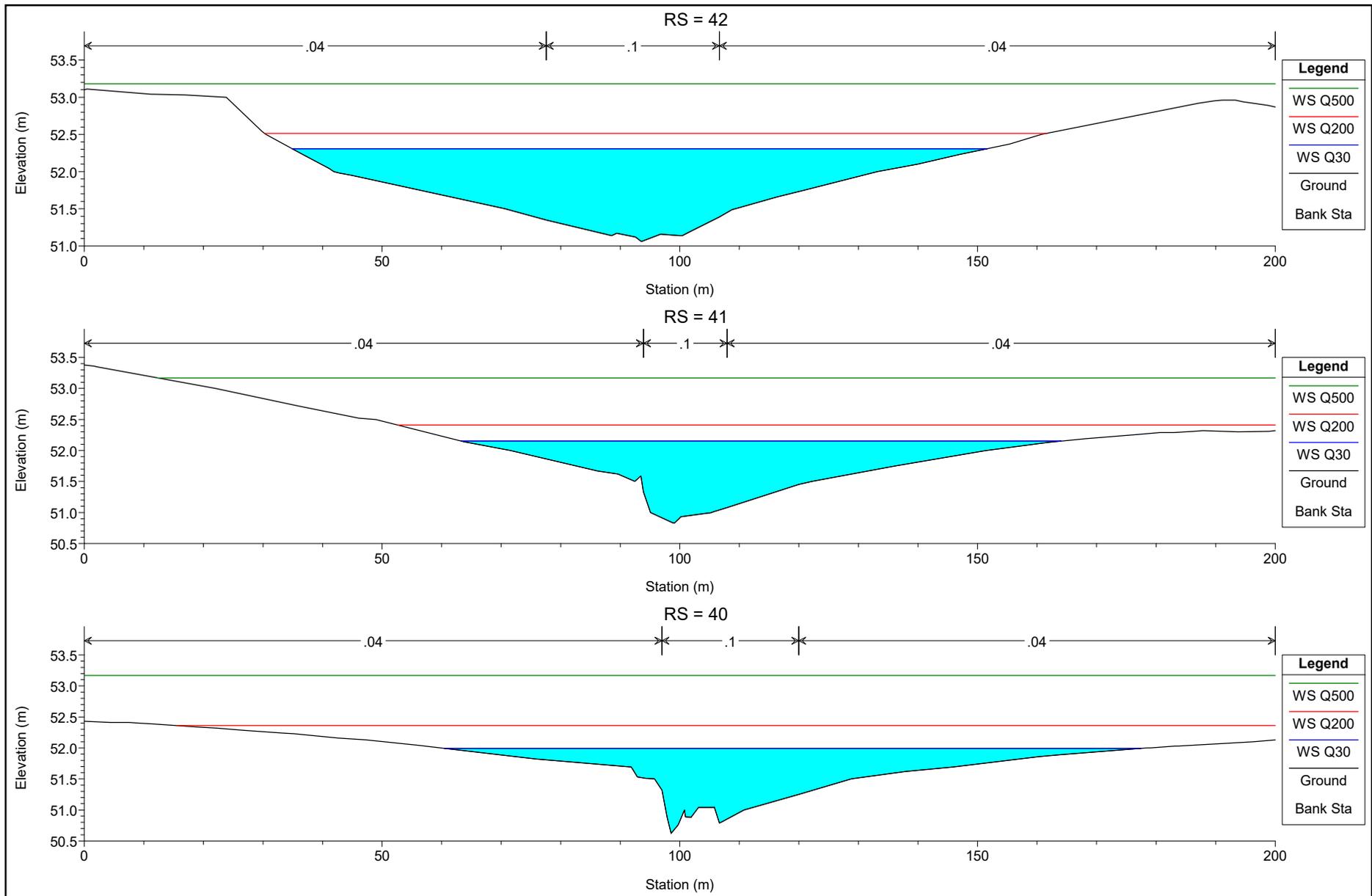
I risultati delle verifiche verranno mostrati di seguito.

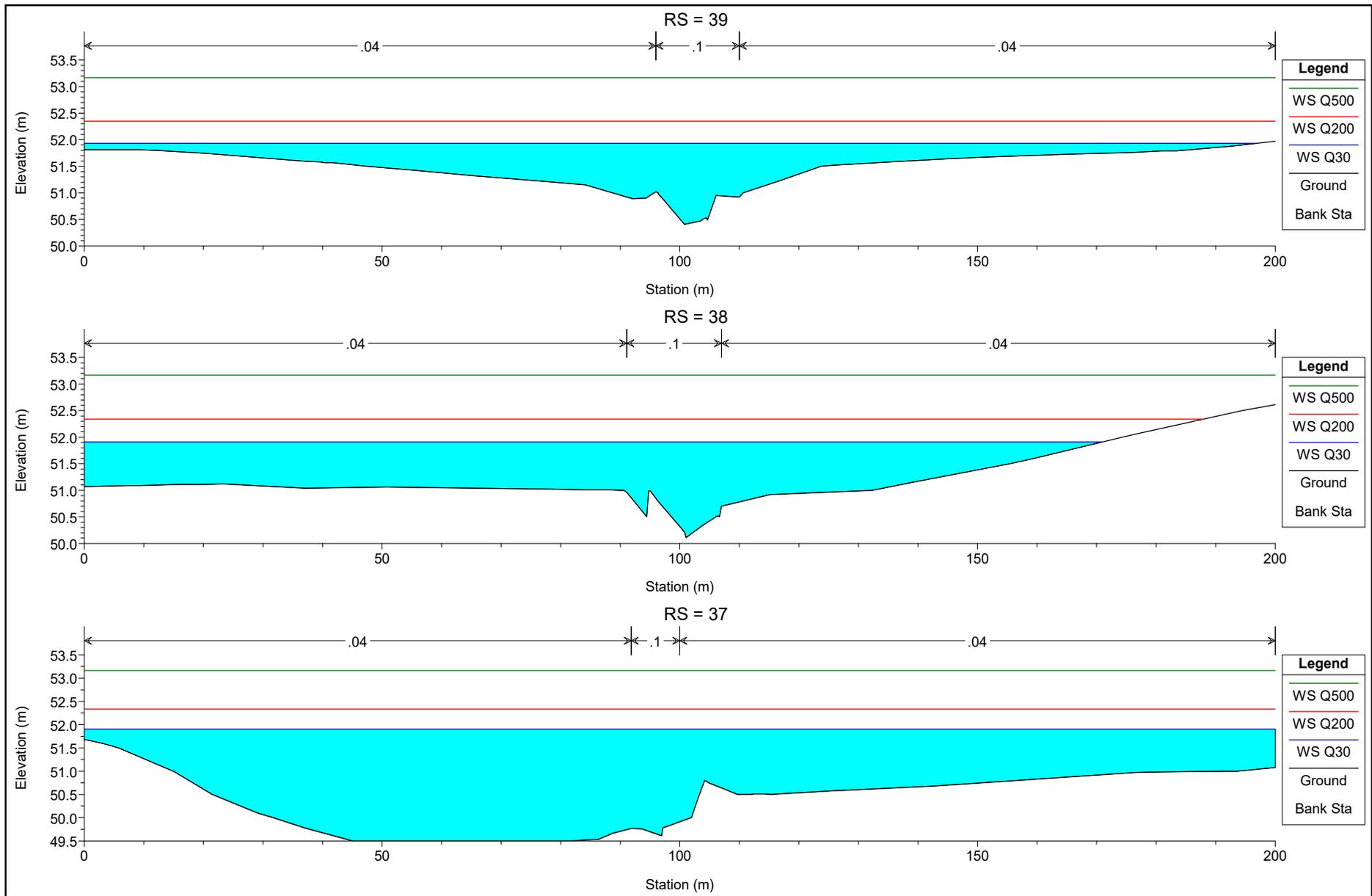
8.1. VERIFICHE IN MOTO PERMANENTE MONODIMENSIONALE

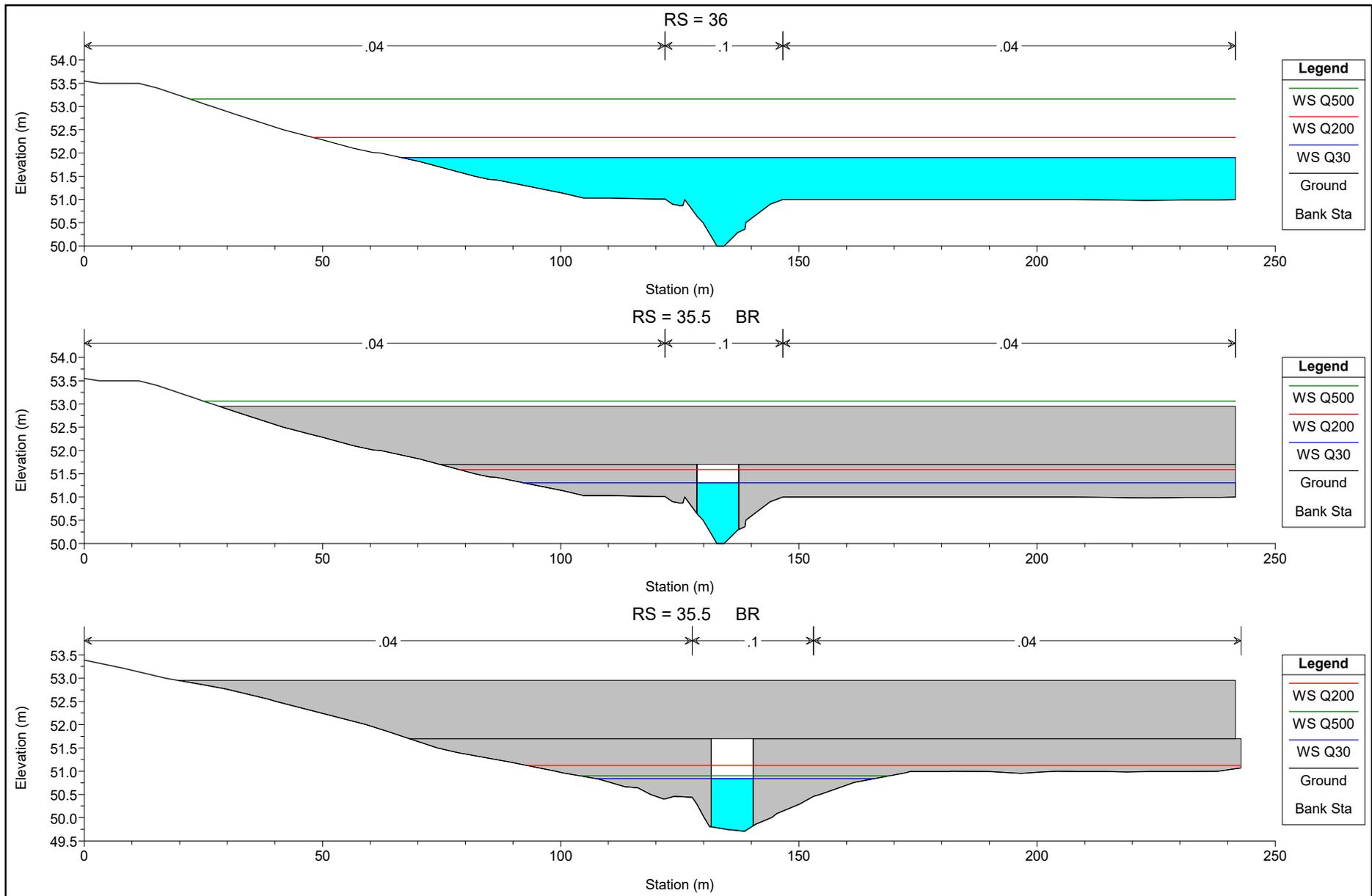
FOSSO 1 : STATO DI FATTO

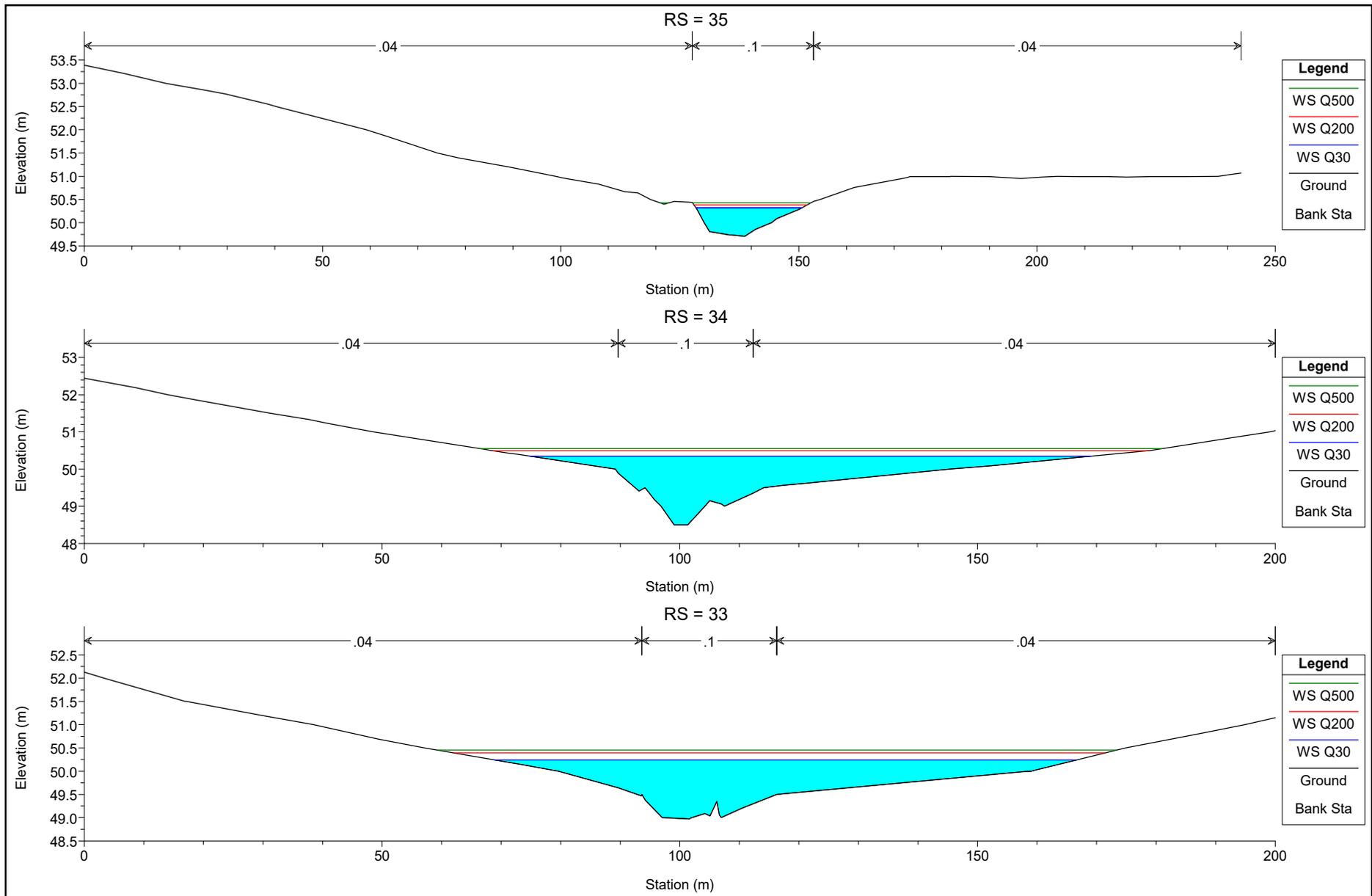


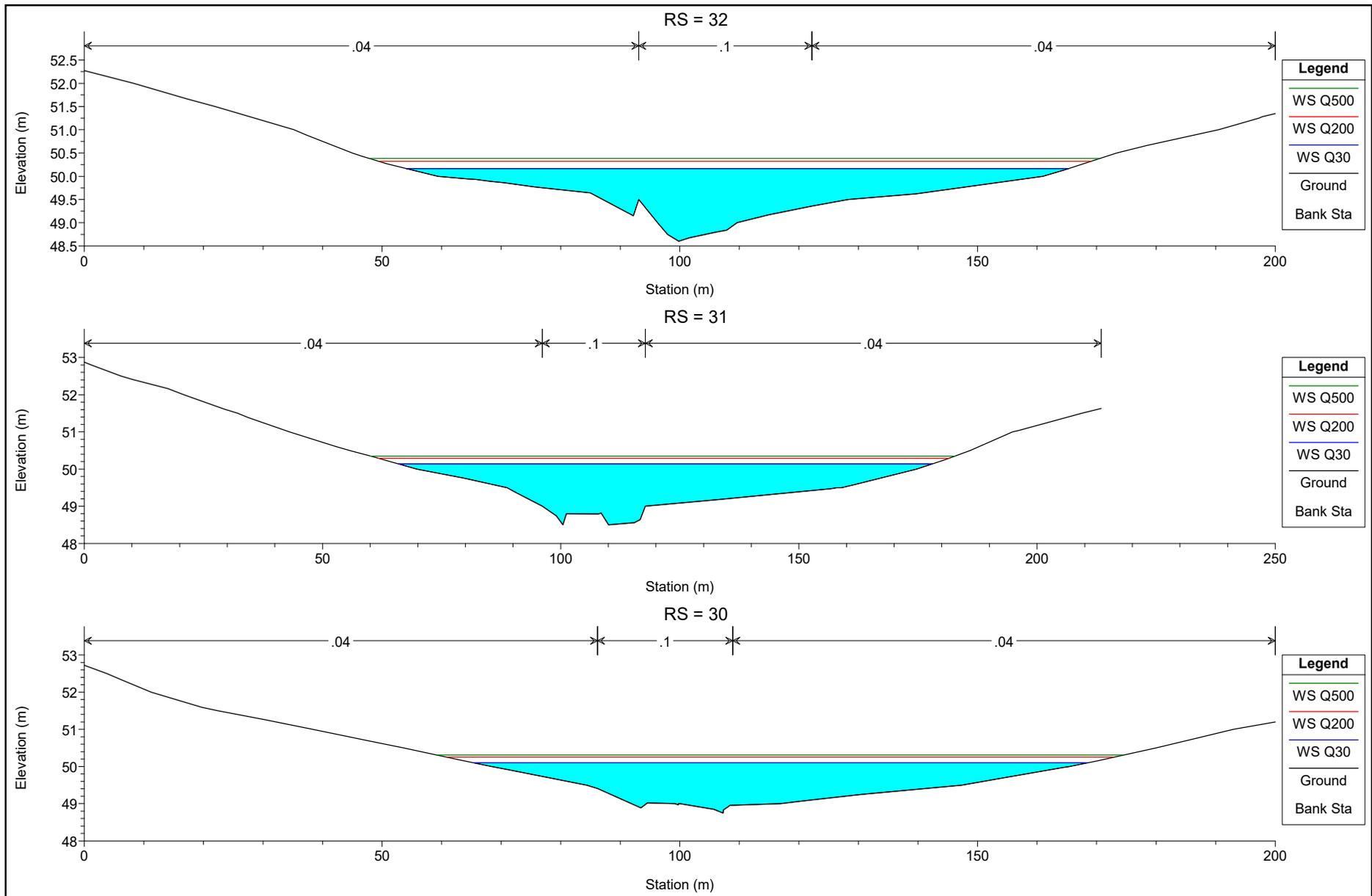


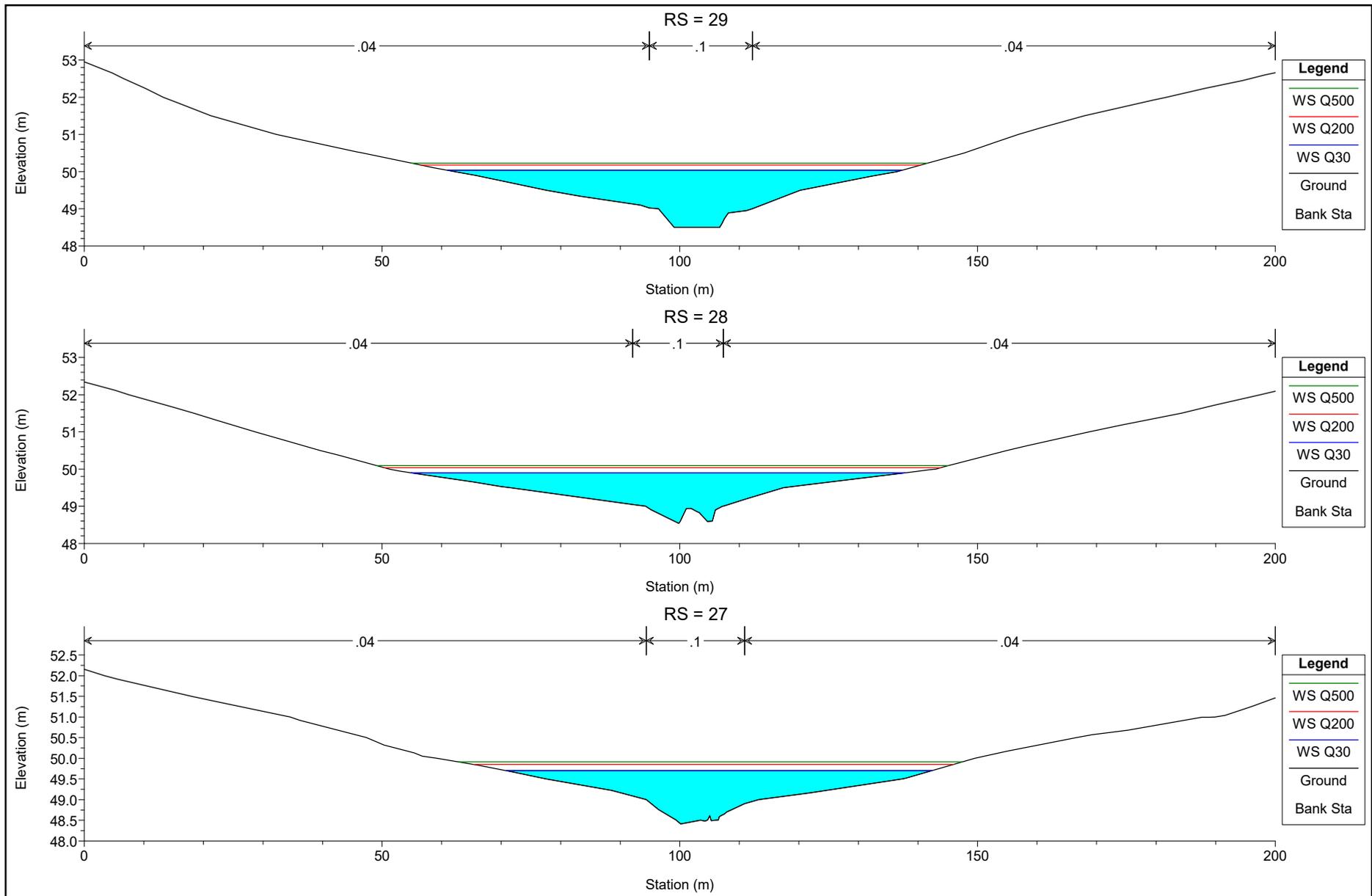


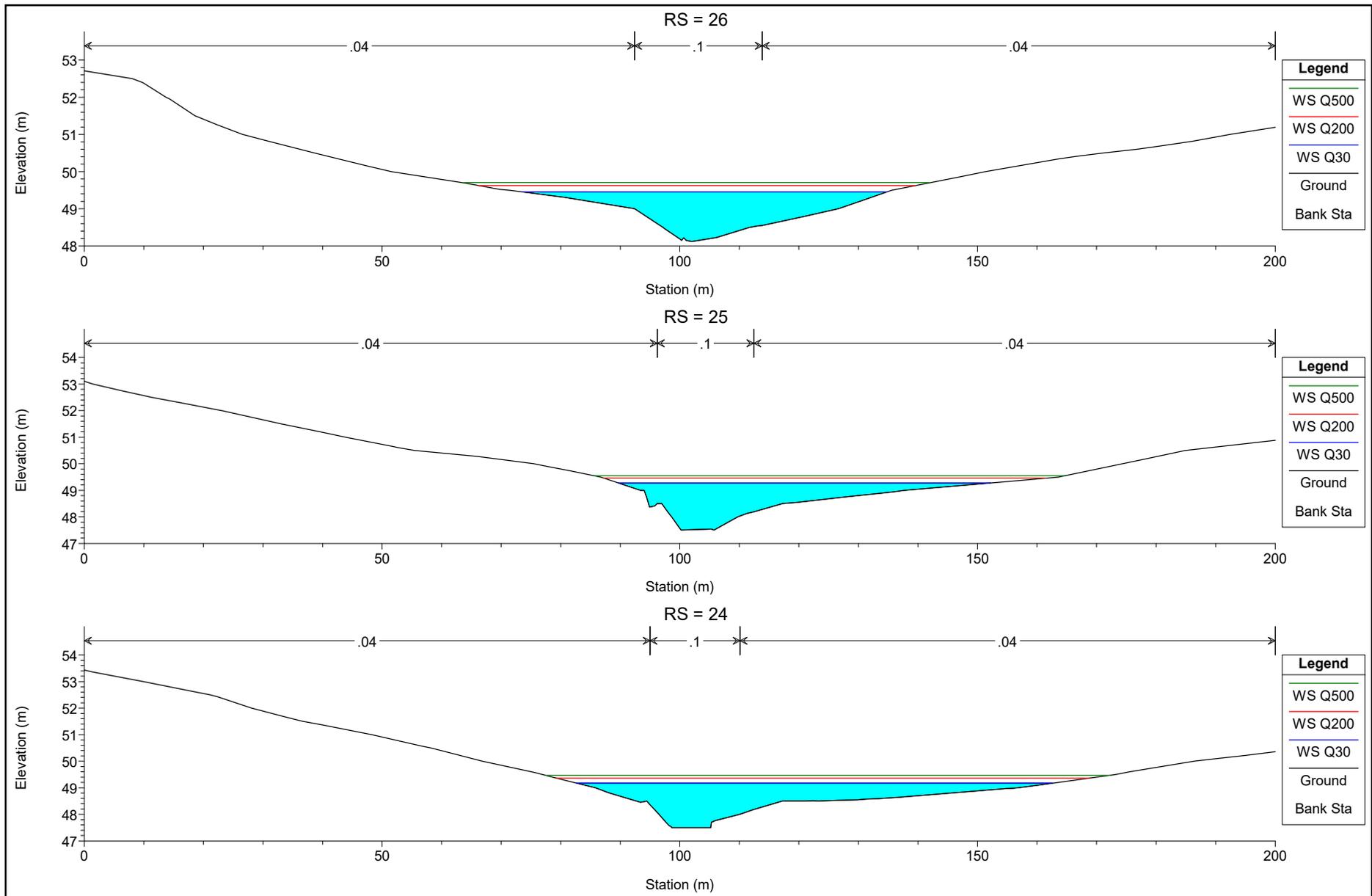


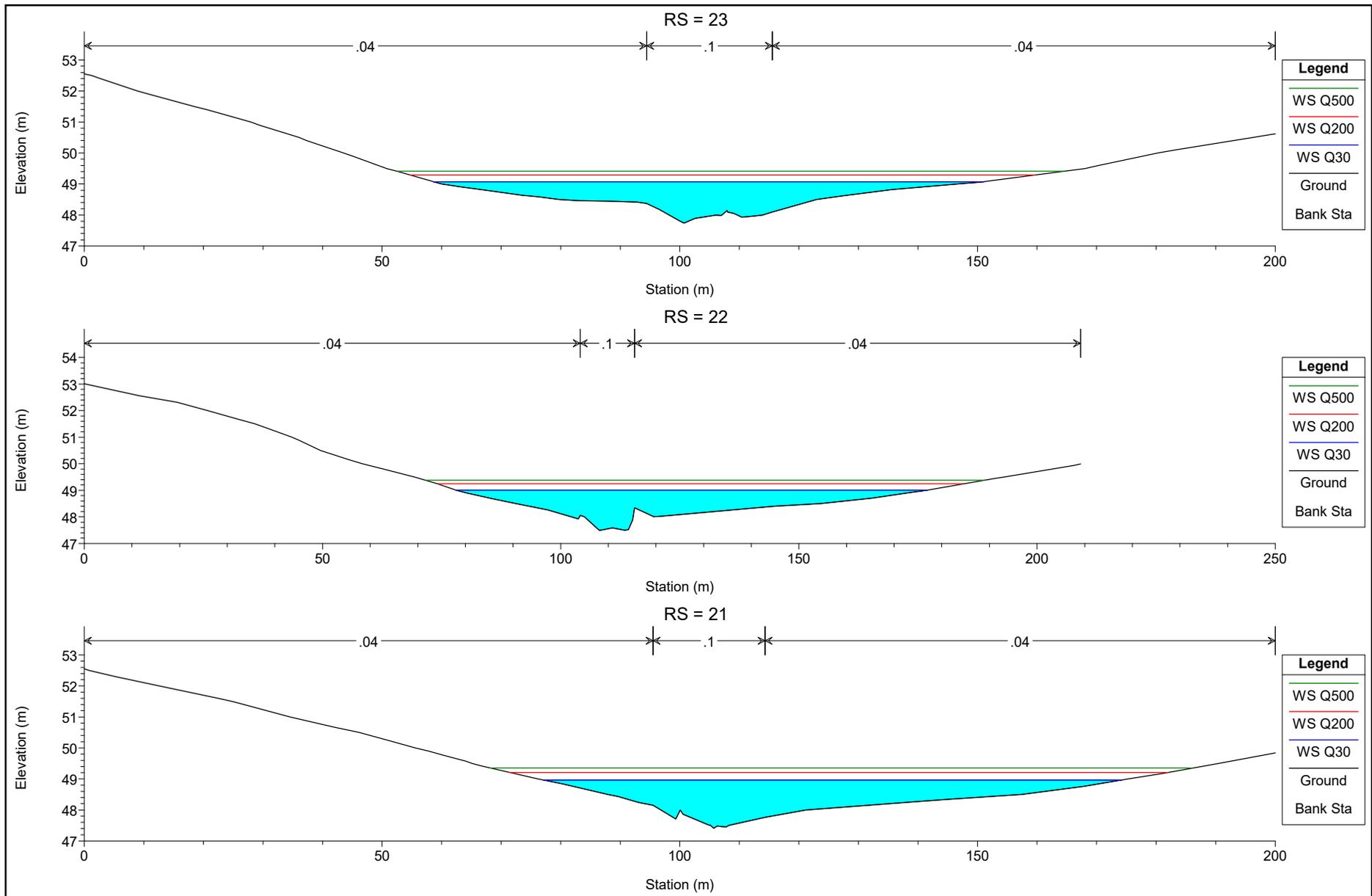


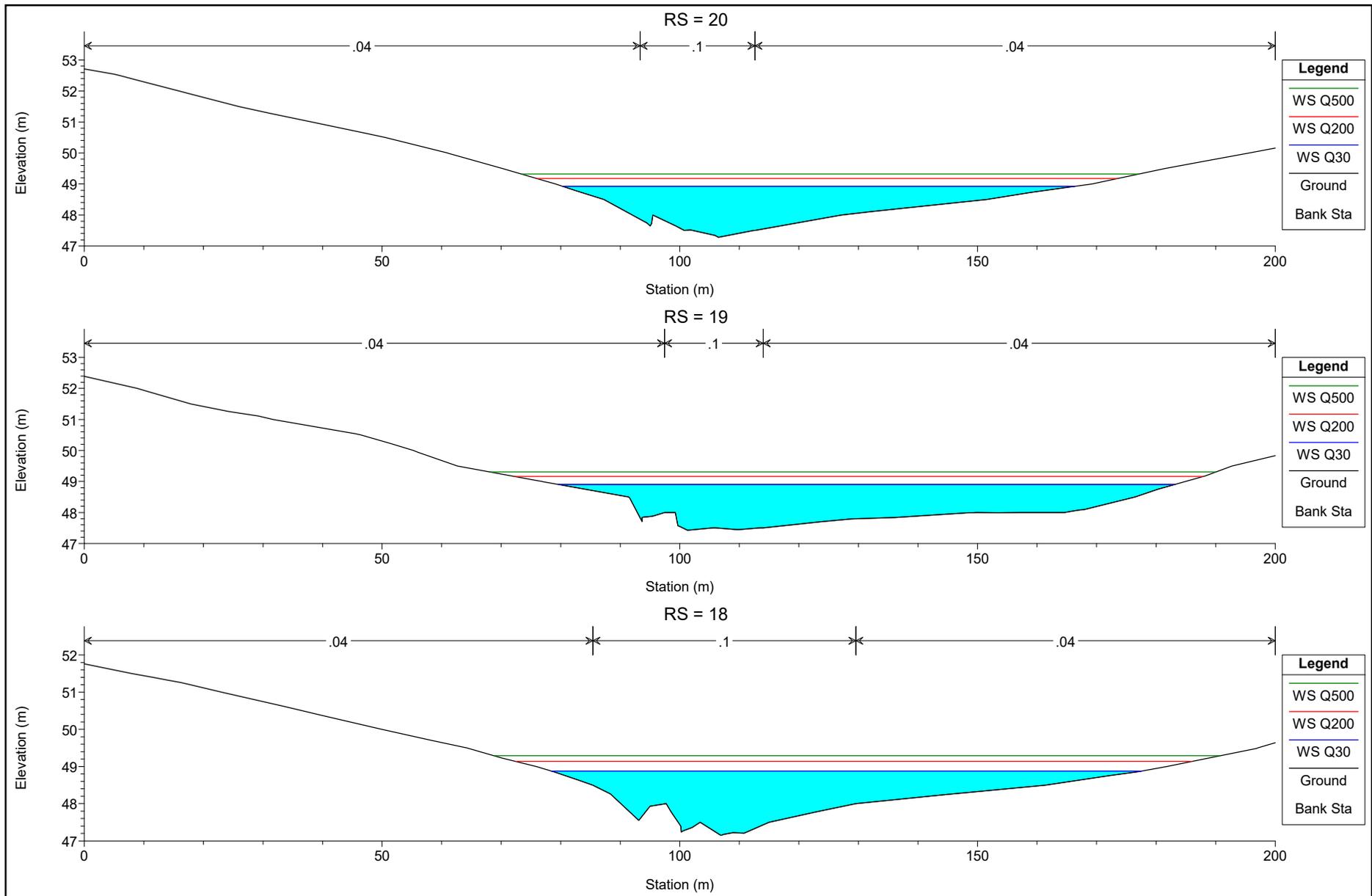


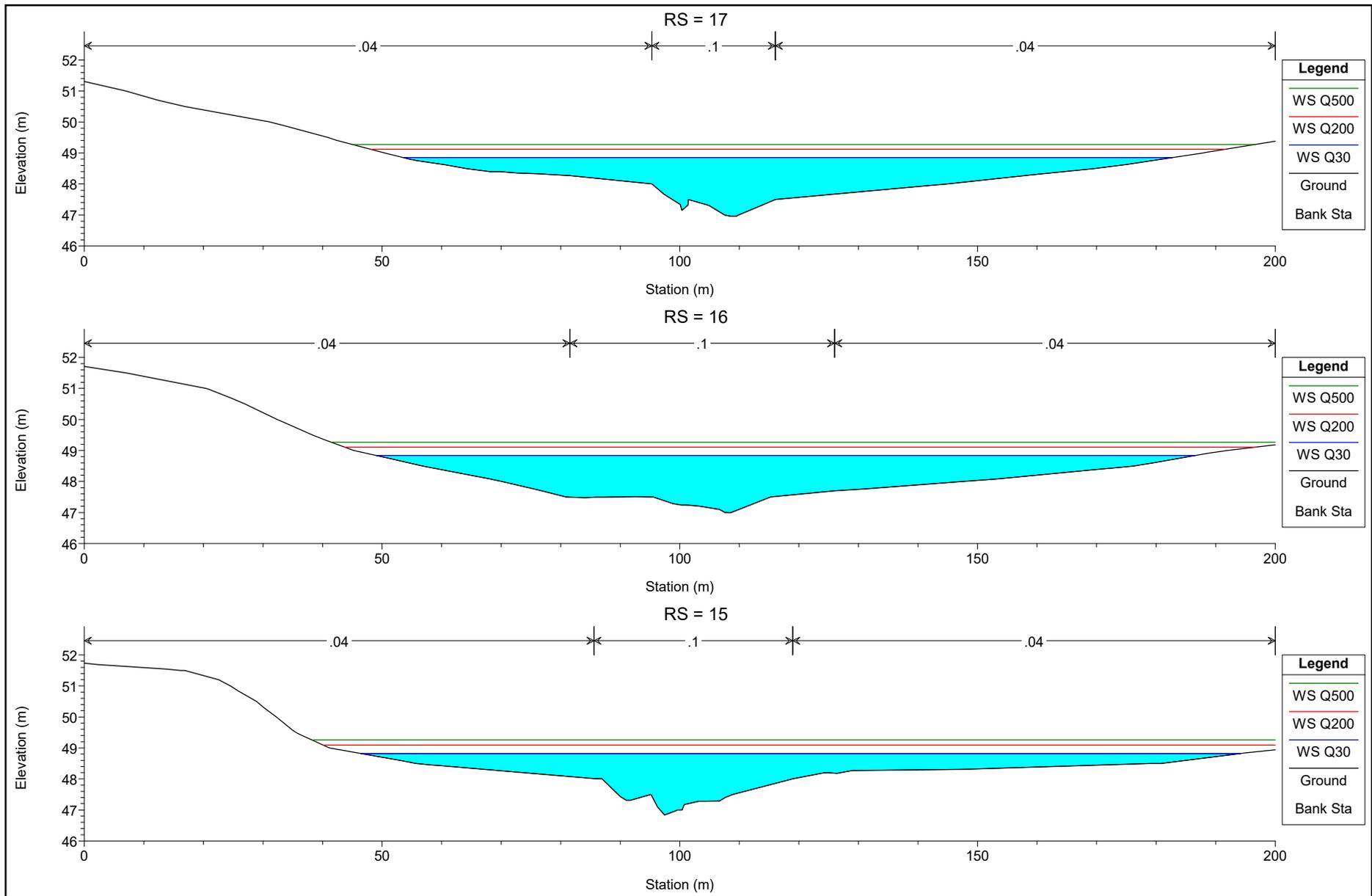


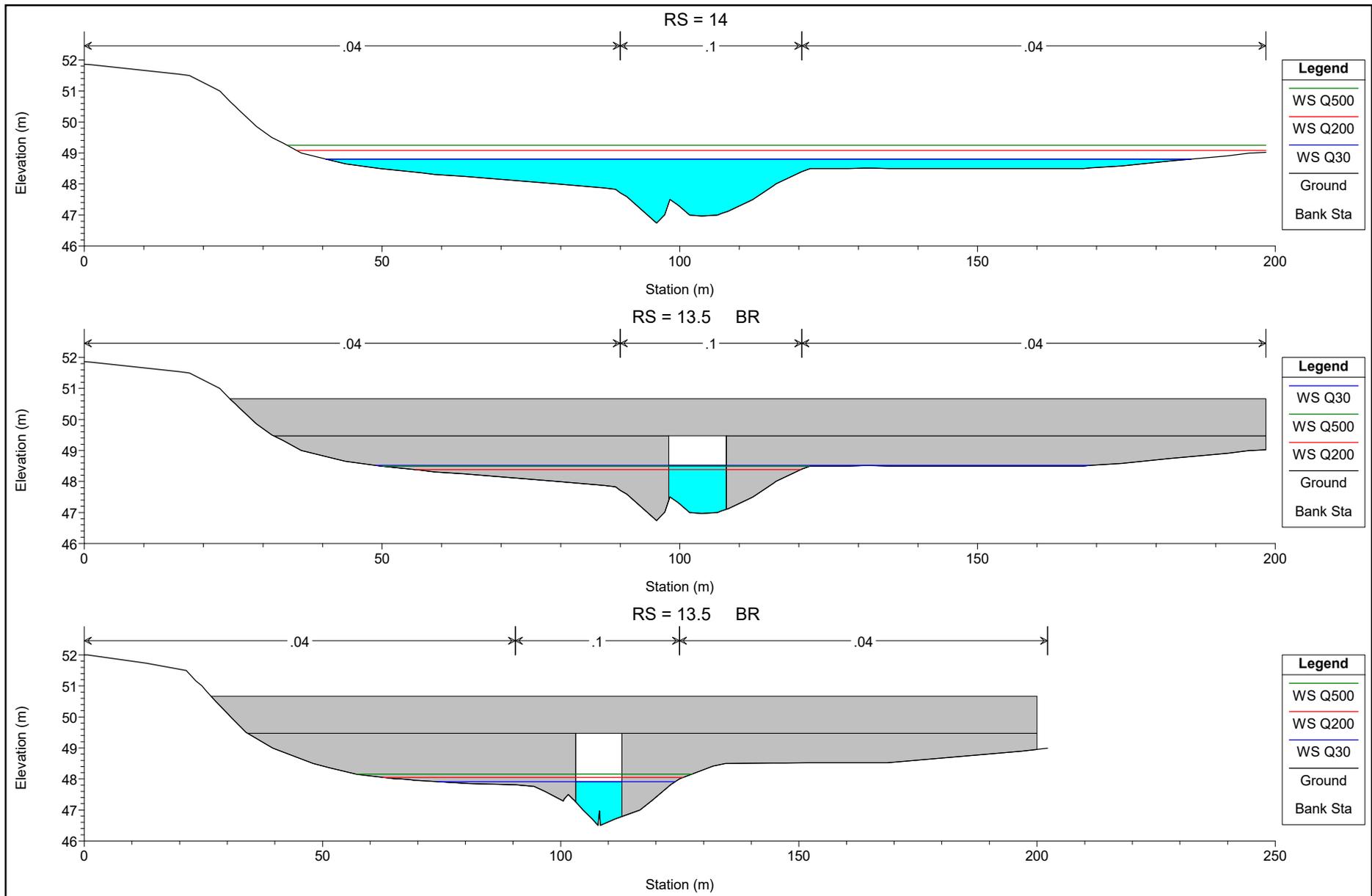


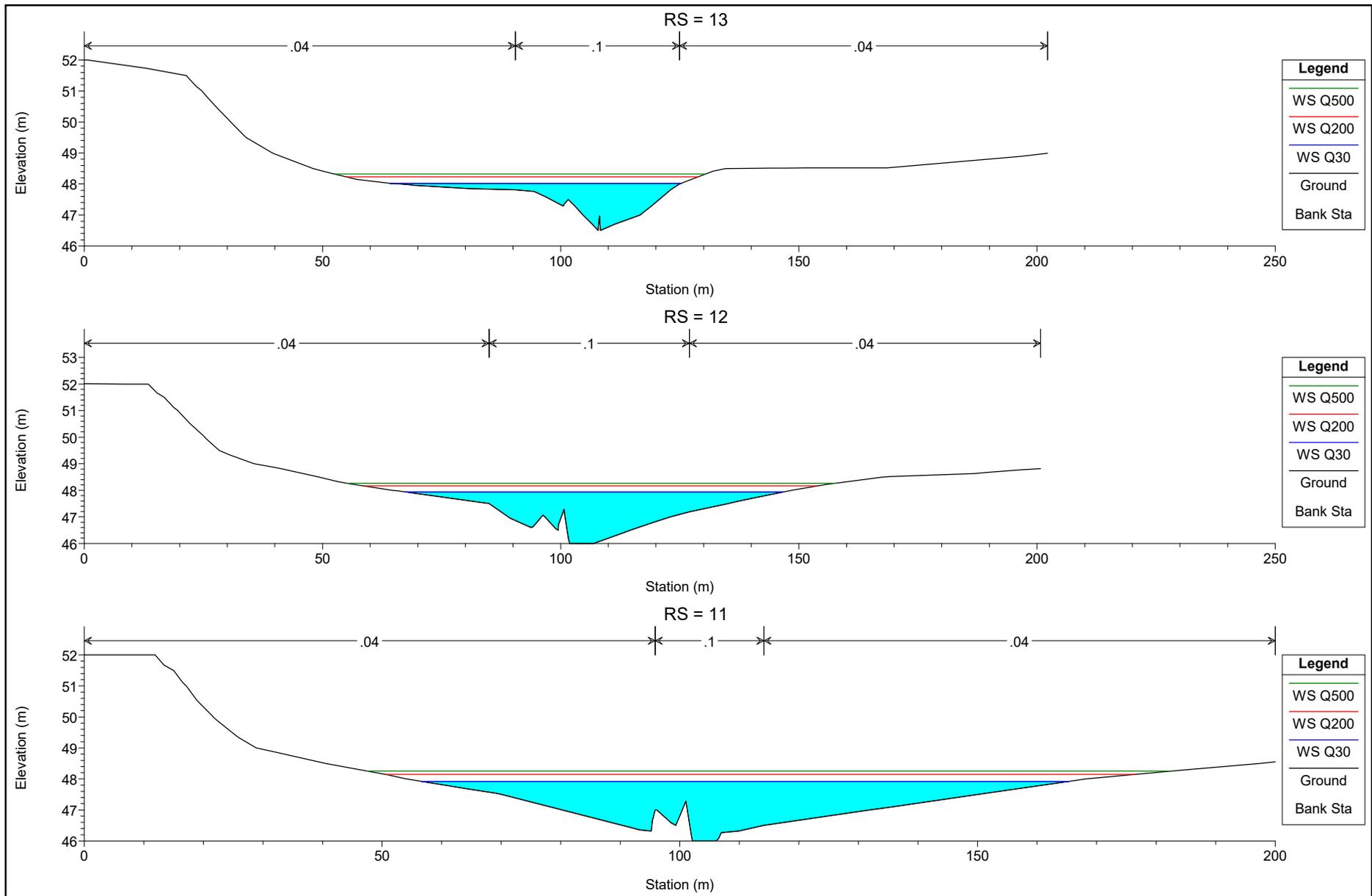


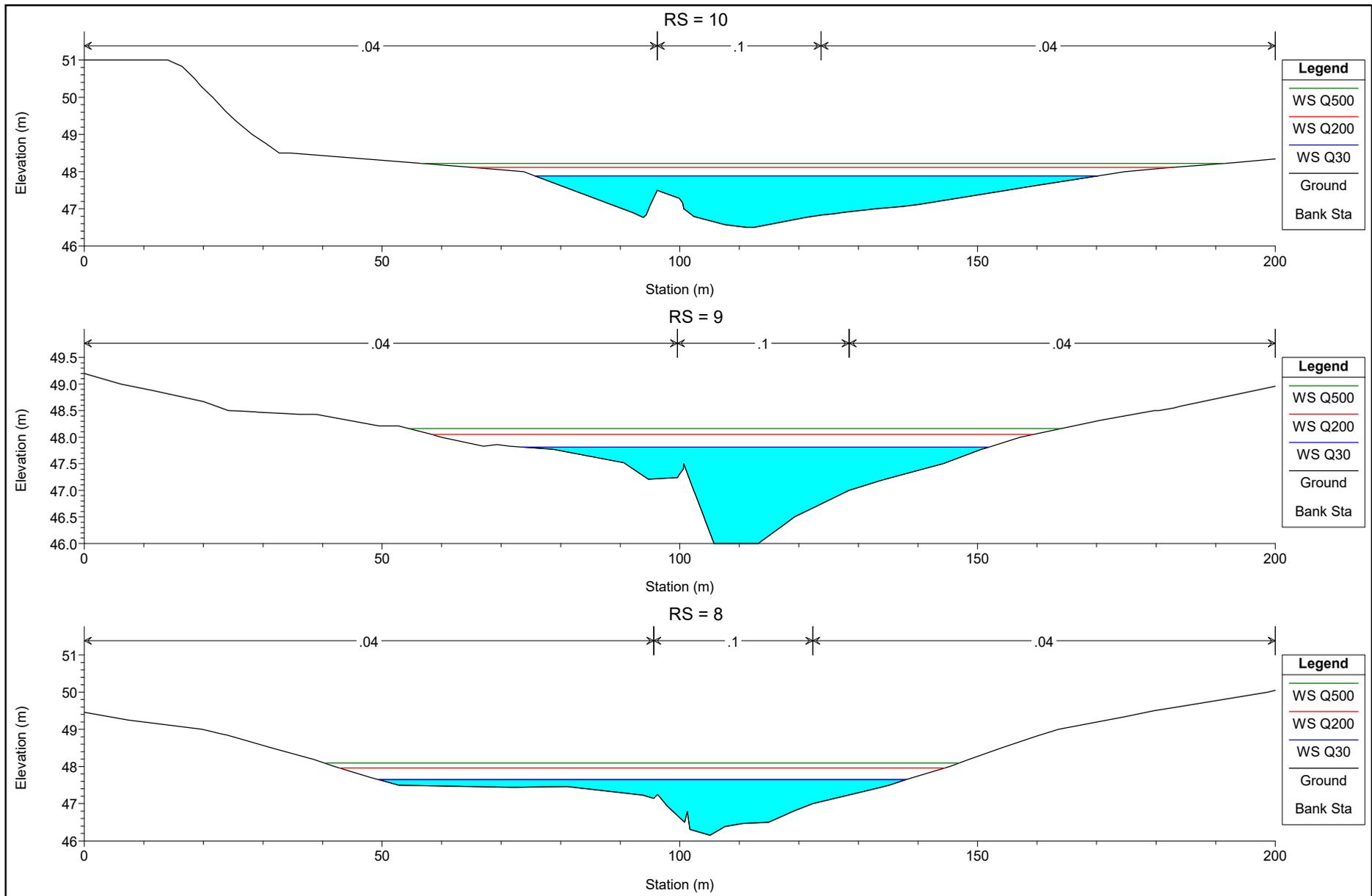


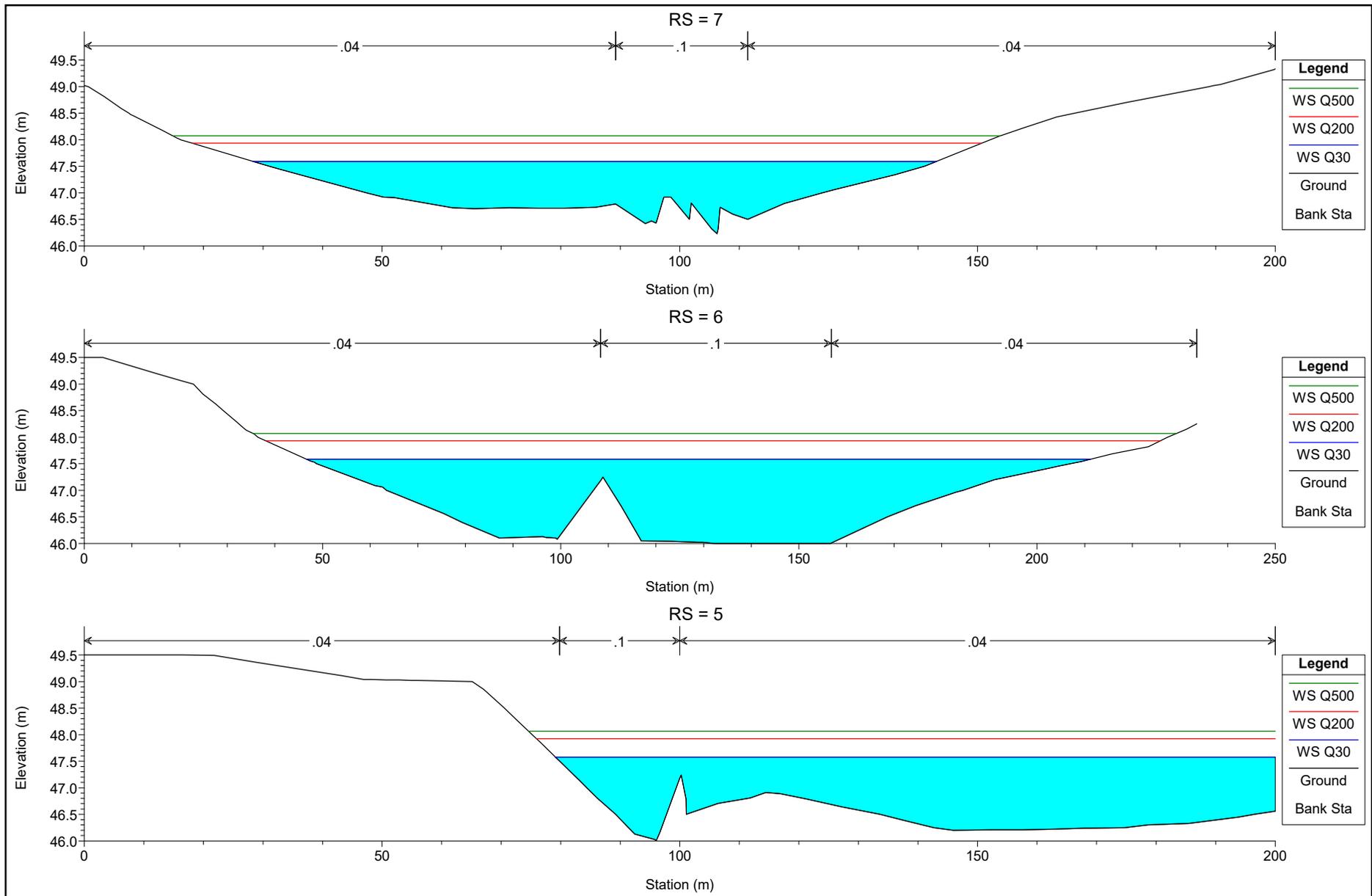


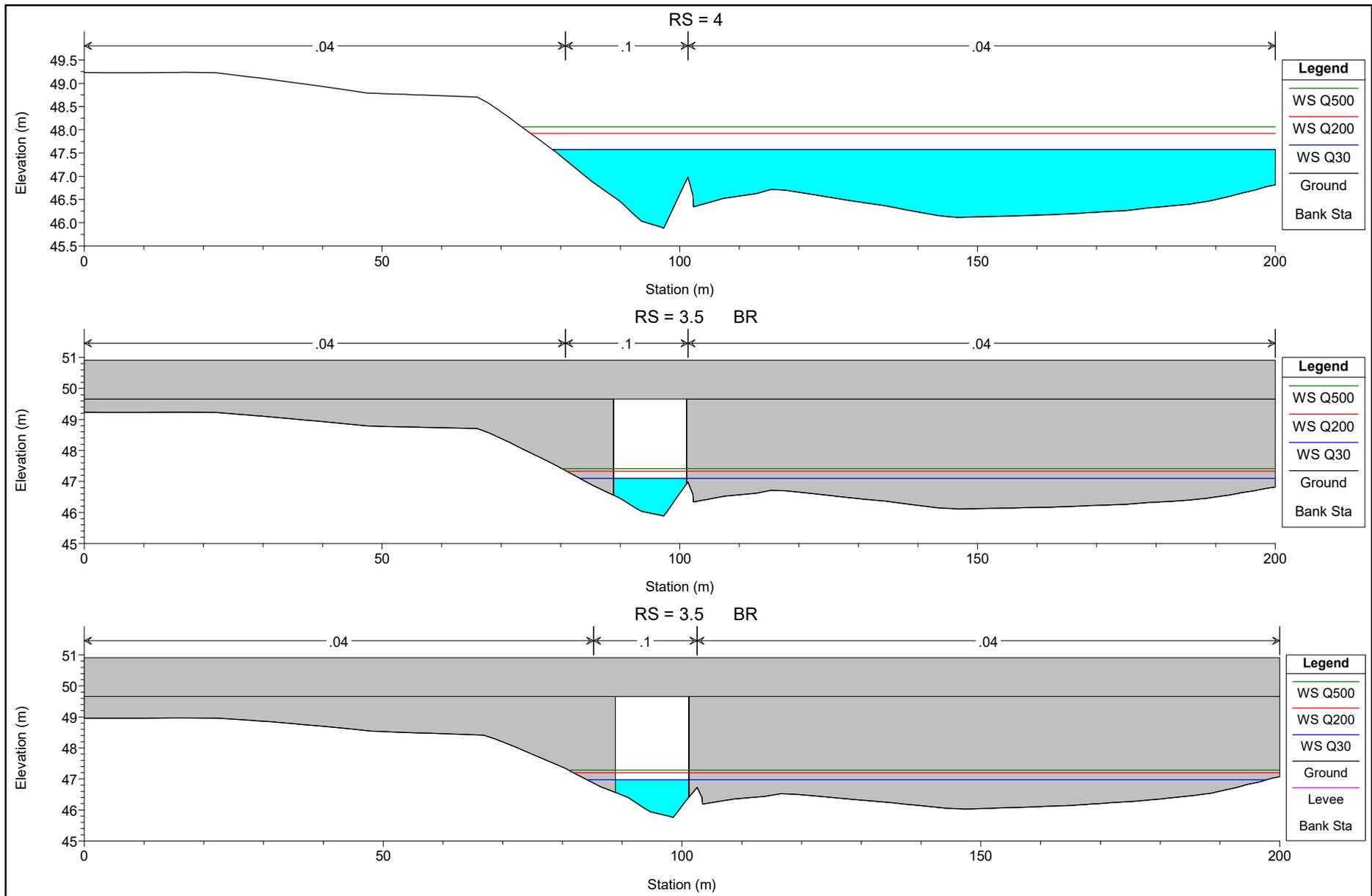


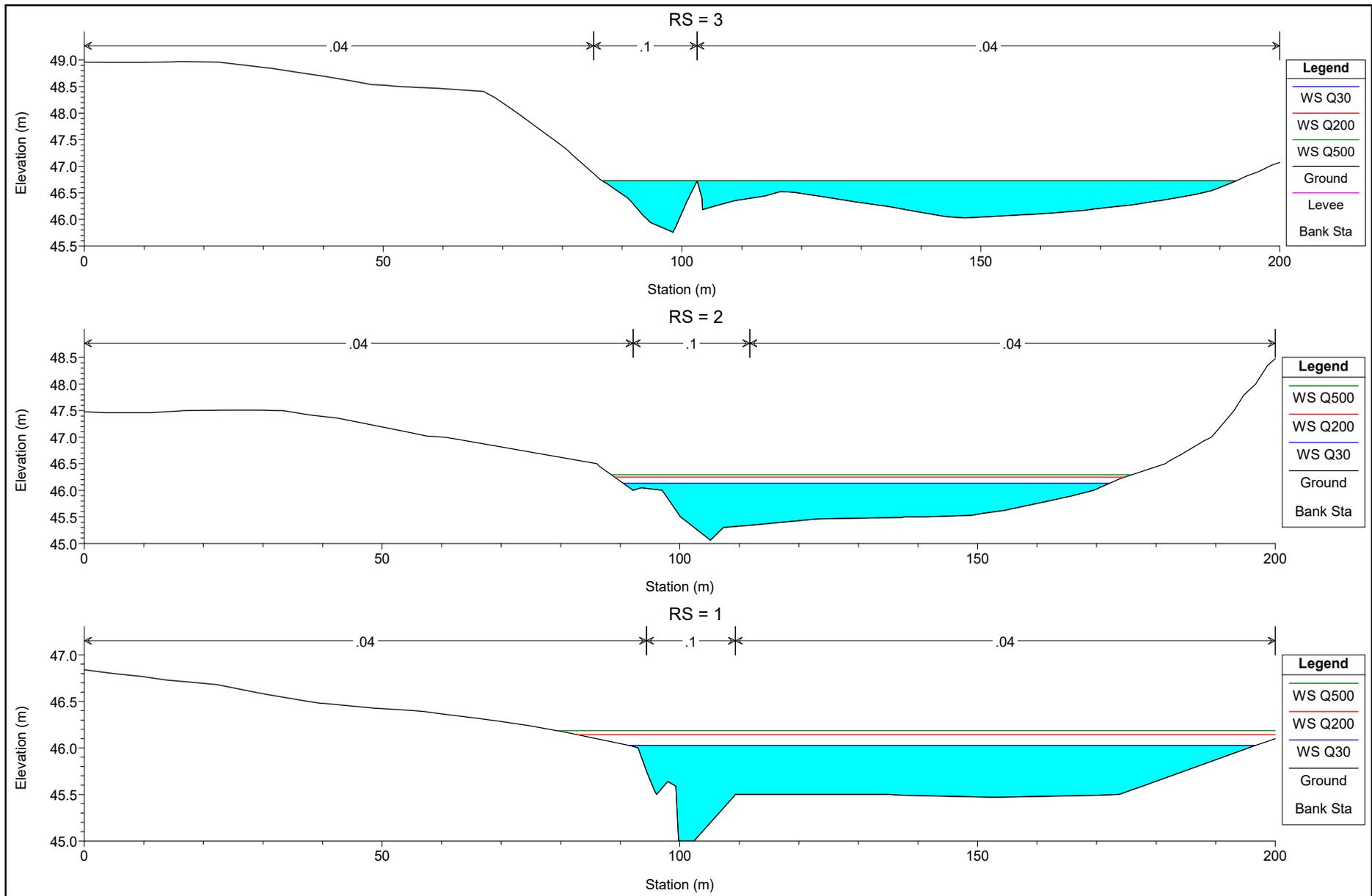












HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso 1 Reach: Fosso 1

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
Fosso 1	42	Q30	31.15	51.06	52.31	51.67	52.32	0.001006	0.34	73.69	116.79	0.10
Fosso 1	42	Q200	43.97	51.06	52.51	51.77	52.53	0.000798	0.34	99.42	131.42	0.09
Fosso 1	42	Q500	49.62	51.06	53.18	51.81	53.18	0.000130	0.18	207.83	200.00	0.04
Fosso 1	41	Q30	31.15	50.83	52.15		52.17	0.002294	0.53	50.78	100.77	0.16
Fosso 1	41	Q200	43.97	50.83	52.41		52.43	0.001299	0.46	83.52	147.36	0.12
Fosso 1	41	Q500	49.62	50.83	53.17		53.17	0.000091	0.16	210.65	187.70	0.03
Fosso 1	40	Q30	31.15	50.62	51.99		52.02	0.004408	0.66	46.79	116.97	0.21
Fosso 1	40	Q200	43.97	50.62	52.36		52.37	0.000881	0.36	104.13	184.36	0.10
Fosso 1	40	Q500	49.62	50.62	53.17		53.17	0.000051	0.12	264.79	200.00	0.03
Fosso 1	39	Q30	31.15	50.41	51.93		51.94	0.000727	0.31	87.82	196.80	0.09
Fosso 1	39	Q200	43.97	50.41	52.35		52.35	0.000155	0.17	171.58	200.00	0.04
Fosso 1	39	Q500	49.62	50.41	53.17		53.17	0.000021	0.08	334.87	200.00	0.02
Fosso 1	38	Q30	31.15	50.11	51.91		51.91	0.000120	0.13	143.11	170.91	0.04
Fosso 1	38	Q200	43.97	50.11	52.34		52.34	0.000061	0.11	220.59	188.01	0.03
Fosso 1	38	Q500	49.62	50.11	53.16		53.17	0.000013	0.07	383.57	200.00	0.01
Fosso 1	37	Q30	31.15	49.61	51.91		51.91	0.000010	0.05	306.15	200.00	0.01
Fosso 1	37	Q200	43.97	49.61	52.34		52.34	0.000009	0.05	392.72	200.00	0.01
Fosso 1	37	Q500	49.62	49.61	53.16		53.16	0.000003	0.04	557.73	200.00	0.01
Fosso 1	36	Q30	31.15	50.00	51.90	51.10	51.90	0.000111	0.13	151.11	175.16	0.04
Fosso 1	36	Q200	43.97	50.00	52.34	51.14	52.34	0.000058	0.11	231.40	193.70	0.03
Fosso 1	36	Q500	49.62	50.00	53.16	51.15	53.16	0.000013	0.07	402.75	219.57	0.01
Fosso 1	35.5		Bridge									
Fosso 1	35	Q30	31.15	49.71	50.32	50.57	51.02	0.503976	3.70	8.41	22.28	1.92
Fosso 1	35	Q200	43.97	49.71	50.38	50.69	51.40	0.645682	4.46	9.86	23.80	2.21
Fosso 1	35	Q500	49.62	49.71	50.43	50.73	51.47	0.613745	4.53	10.98	26.74	2.18
Fosso 1	34	Q30	31.15	48.50	50.35	49.68	50.36	0.001989	0.52	55.56	94.31	0.15

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso 1 Reach: Fosso 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
Fosso 1	34	Q200	43.97	48.50	50.49	49.83	50.52	0.002011	0.56	70.67	110.25	0.15
Fosso 1	34	Q500	49.62	48.50	50.55	49.87	50.57	0.001982	0.57	76.98	114.73	0.15
Fosso 1	33	Q30	31.15	48.97	50.24		50.26	0.002144	0.49	54.81	97.83	0.15
Fosso 1	33	Q200	43.97	48.97	50.39		50.42	0.001986	0.51	70.46	109.54	0.15
Fosso 1	33	Q500	49.62	48.97	50.45		50.48	0.001939	0.52	76.96	114.05	0.15
Fosso 1	32	Q30	31.15	48.60	50.17		50.18	0.001298	0.40	68.61	111.24	0.12
Fosso 1	32	Q200	43.97	48.60	50.32		50.34	0.001223	0.42	86.73	119.65	0.12
Fosso 1	32	Q500	49.62	48.60	50.38		50.40	0.001206	0.43	93.97	122.59	0.12
Fosso 1	31	Q30	31.15	48.50	50.14		50.14	0.000455	0.27	87.98	111.99	0.07
Fosso 1	31	Q200	43.97	48.50	50.29		50.30	0.000513	0.31	105.99	119.92	0.08
Fosso 1	31	Q500	49.62	48.50	50.35		50.36	0.000534	0.32	113.18	122.82	0.08
Fosso 1	30	Q30	31.15	48.75	50.10		50.11	0.000747	0.29	72.57	103.05	0.09
Fosso 1	30	Q200	43.97	48.75	50.25		50.27	0.000820	0.33	88.78	111.97	0.09
Fosso 1	30	Q500	49.62	48.75	50.31		50.32	0.000847	0.35	95.31	115.28	0.10
Fosso 1	29	Q30	31.15	48.50	50.03		50.05	0.001907	0.53	51.35	76.24	0.15
Fosso 1	29	Q200	43.97	48.50	50.18		50.20	0.002094	0.59	62.72	83.92	0.16
Fosso 1	29	Q500	49.62	48.50	50.23		50.26	0.002158	0.61	67.32	86.75	0.16
Fosso 1	28	Q30	31.15	48.54	49.90		49.93	0.003397	0.61	43.21	82.96	0.19
Fosso 1	28	Q200	43.97	48.54	50.04		50.07	0.003225	0.64	55.55	93.59	0.19
Fosso 1	28	Q500	49.62	48.54	50.09		50.13	0.003109	0.65	60.72	96.11	0.18
Fosso 1	27	Q30	31.15	48.41	49.70		49.73	0.004423	0.69	38.95	71.45	0.21
Fosso 1	27	Q200	43.97	48.41	49.85		49.89	0.004033	0.72	50.47	80.59	0.21
Fosso 1	27	Q500	49.62	48.41	49.91		49.96	0.003865	0.73	55.56	84.63	0.21
Fosso 1	26	Q30	31.15	48.12	49.45		49.50	0.005158	0.74	36.98	61.03	0.23
Fosso 1	26	Q200	43.97	48.12	49.63		49.67	0.004764	0.79	48.70	73.45	0.23
Fosso 1	26	Q500	49.62	48.12	49.70		49.75	0.004407	0.79	54.53	78.54	0.22

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso 1 Reach: Fosso 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
Fosso 1	25	Q30	31.15	47.51	49.28		49.30	0.002868	0.68	43.38	62.49	0.18
Fosso 1	25	Q200	43.97	47.51	49.46		49.49	0.002803	0.73	55.80	74.15	0.18
Fosso 1	25	Q500	49.62	47.51	49.55		49.58	0.002493	0.72	63.01	79.17	0.17
Fosso 1	24	Q30	31.15	47.50	49.18		49.19	0.001651	0.52	53.44	79.92	0.14
Fosso 1	24	Q200	43.97	47.50	49.37		49.39	0.001477	0.53	69.64	89.57	0.13
Fosso 1	24	Q500	49.62	47.50	49.47		49.49	0.001263	0.51	79.52	94.86	0.12
Fosso 1	23	Q30	31.15	47.74	49.07		49.09	0.002413	0.51	51.55	92.51	0.16
Fosso 1	23	Q200	43.97	47.74	49.29		49.31	0.001643	0.48	72.77	104.87	0.13
Fosso 1	23	Q500	49.62	47.74	49.41		49.43	0.001250	0.44	86.12	112.01	0.12
Fosso 1	22	Q30	31.15	47.50	49.01		49.02	0.000933	0.36	64.50	99.03	0.10
Fosso 1	22	Q200	43.97	47.50	49.24		49.26	0.000698	0.35	89.09	110.38	0.09
Fosso 1	22	Q500	49.62	47.50	49.38		49.39	0.000557	0.33	104.30	117.20	0.08
Fosso 1	21	Q30	31.15	47.41	48.96		48.98	0.000870	0.34	68.49	97.18	0.10
Fosso 1	21	Q200	43.97	47.41	49.21		49.22	0.000669	0.34	94.03	110.63	0.09
Fosso 1	21	Q500	49.62	47.41	49.35		49.36	0.000531	0.32	110.09	117.91	0.08
Fosso 1	20	Q30	31.15	47.28	48.92		48.93	0.000779	0.34	68.88	85.97	0.09
Fosso 1	20	Q200	43.97	47.28	49.18		49.19	0.000646	0.35	92.19	97.53	0.09
Fosso 1	20	Q500	49.62	47.28	49.32		49.34	0.000525	0.33	106.96	103.71	0.08
Fosso 1	19	Q30	31.15	47.43	48.90		48.91	0.000281	0.20	93.21	103.56	0.06
Fosso 1	19	Q200	43.97	47.43	49.16		49.17	0.000258	0.22	121.27	115.63	0.06
Fosso 1	19	Q500	49.62	47.43	49.31		49.32	0.000219	0.21	139.06	122.03	0.05
Fosso 1	18	Q30	31.15	47.15	48.88		48.89	0.001054	0.37	77.44	99.17	0.11
Fosso 1	18	Q200	43.97	47.15	49.14		49.15	0.000800	0.36	105.01	113.48	0.10
Fosso 1	18	Q500	49.62	47.15	49.29		49.30	0.000620	0.34	123.13	121.91	0.09
Fosso 1	17	Q30	31.15	46.96	48.85		48.86	0.000324	0.24	101.06	129.14	0.06
Fosso 1	17	Q200	43.97	46.96	49.12		49.12	0.000256	0.23	137.36	143.49	0.06
Fosso 1	17	Q500	49.62	46.96	49.28		49.28	0.000203	0.22	160.70	151.73	0.05

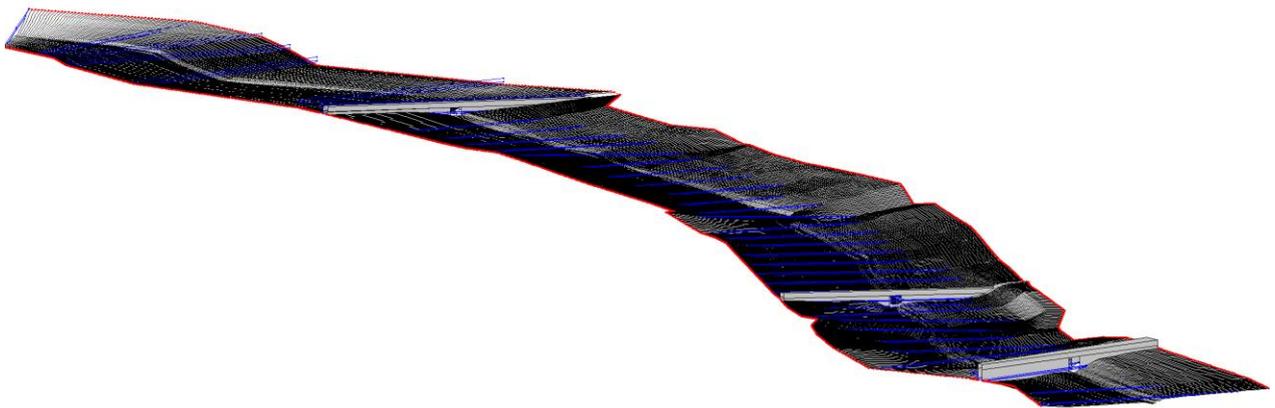
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso 1 Reach: Fosso 1 (Continued)

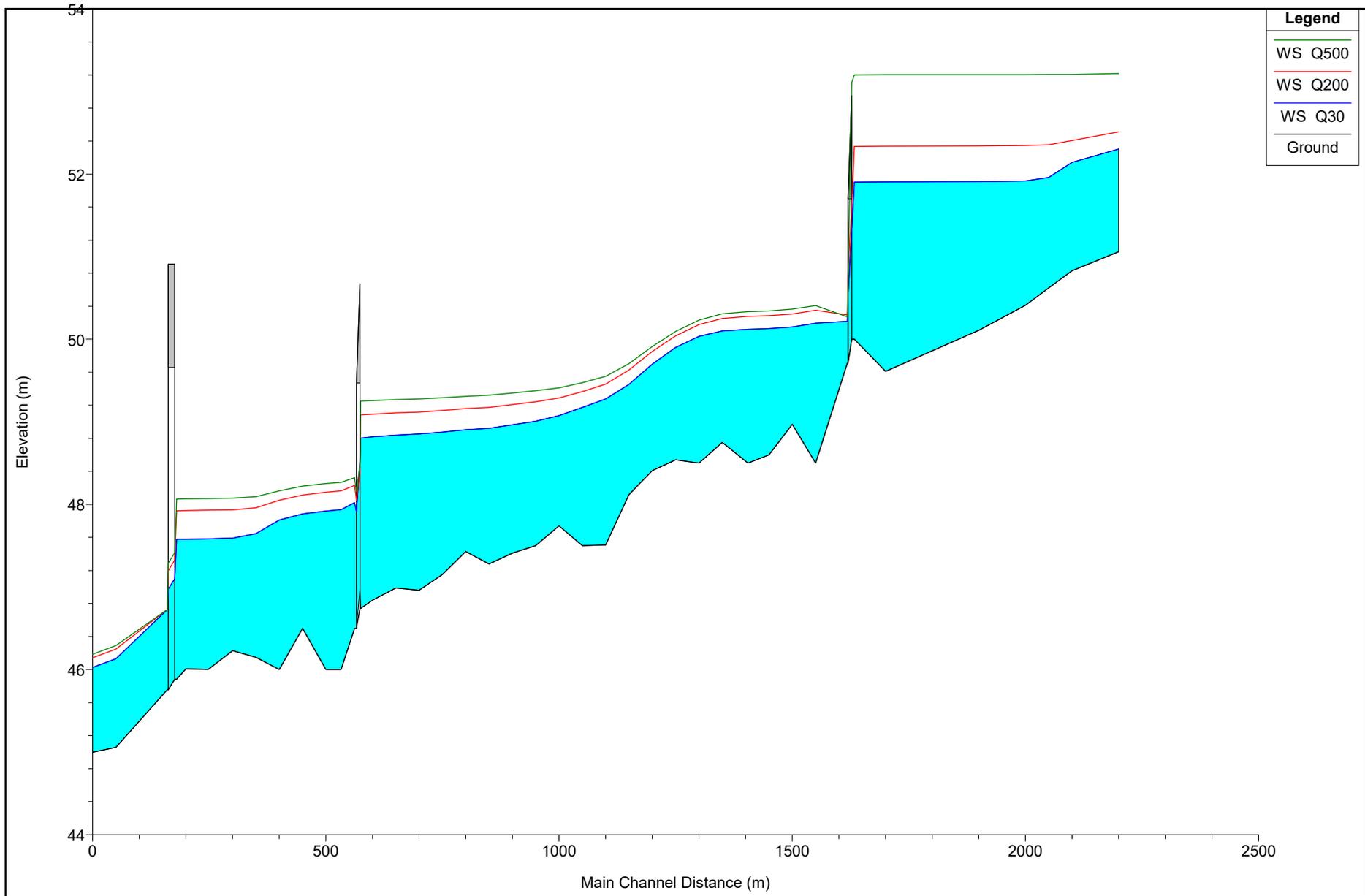
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Fosso 1	16	Q30	31.15	46.99	48.84		48.84	0.000242	0.20	126.12	137.64	0.05
Fosso 1	16	Q200	43.97	46.99	49.11		49.11	0.000209	0.21	165.08	153.13	0.05
Fosso 1	16	Q500	49.62	46.99	49.27		49.27	0.000168	0.20	190.20	158.58	0.05
Fosso 1	15	Q30	31.15	46.84	48.82		48.83	0.000586	0.29	95.81	147.73	0.08
Fosso 1	15	Q200	43.97	46.84	49.09		49.10	0.000350	0.26	138.48	159.94	0.06
Fosso 1	15	Q500	49.62	46.84	49.26		49.26	0.000245	0.23	164.84	161.80	0.05
Fosso 1	14	Q30	31.15	46.74	48.80	47.76	48.81	0.000684	0.33	88.18	145.34	0.09
Fosso 1	14	Q200	43.97	46.74	49.08	47.95	49.09	0.000395	0.28	131.88	162.78	0.07
Fosso 1	14	Q500	49.62	46.74	49.25	48.03	49.26	0.000268	0.25	159.22	164.37	0.06
Fosso 1	13.5		Bridge									
Fosso 1	13	Q30	31.15	46.50	48.02		48.08	0.017316	1.08	29.59	61.16	0.40
Fosso 1	13	Q200	43.97	46.50	48.23		48.28	0.010324	0.98	43.87	73.88	0.32
Fosso 1	13	Q500	49.62	46.50	48.32		48.37	0.008142	0.93	50.94	78.05	0.29
Fosso 1	12	Q30	31.15	46.00	47.94		47.95	0.001719	0.48	64.85	79.27	0.14
Fosso 1	12	Q200	43.97	46.00	48.16		48.18	0.001568	0.51	84.50	95.01	0.13
Fosso 1	12	Q500	49.62	46.00	48.27		48.28	0.001429	0.51	94.70	102.64	0.13
Fosso 1	11	Q30	31.15	46.00	47.92		47.93	0.000344	0.24	93.39	108.84	0.06
Fosso 1	11	Q200	43.97	46.00	48.15		48.15	0.000344	0.26	119.93	126.06	0.06
Fosso 1	11	Q500	49.62	46.00	48.25		48.26	0.000327	0.26	133.58	134.84	0.06
Fosso 1	10	Q30	31.15	46.50	47.89		47.90	0.000993	0.34	69.04	94.65	0.10
Fosso 1	10	Q200	43.97	46.50	48.11		48.13	0.000909	0.37	92.66	118.00	0.10
Fosso 1	10	Q500	49.62	46.50	48.22		48.23	0.000835	0.37	106.22	135.04	0.10
Fosso 1	9	Q30	31.15	46.00	47.81		47.83	0.002129	0.56	55.34	78.18	0.15
Fosso 1	9	Q200	43.97	46.00	48.05		48.07	0.001664	0.55	77.19	100.85	0.14
Fosso 1	9	Q500	49.62	46.00	48.16		48.18	0.001394	0.53	89.24	109.73	0.13

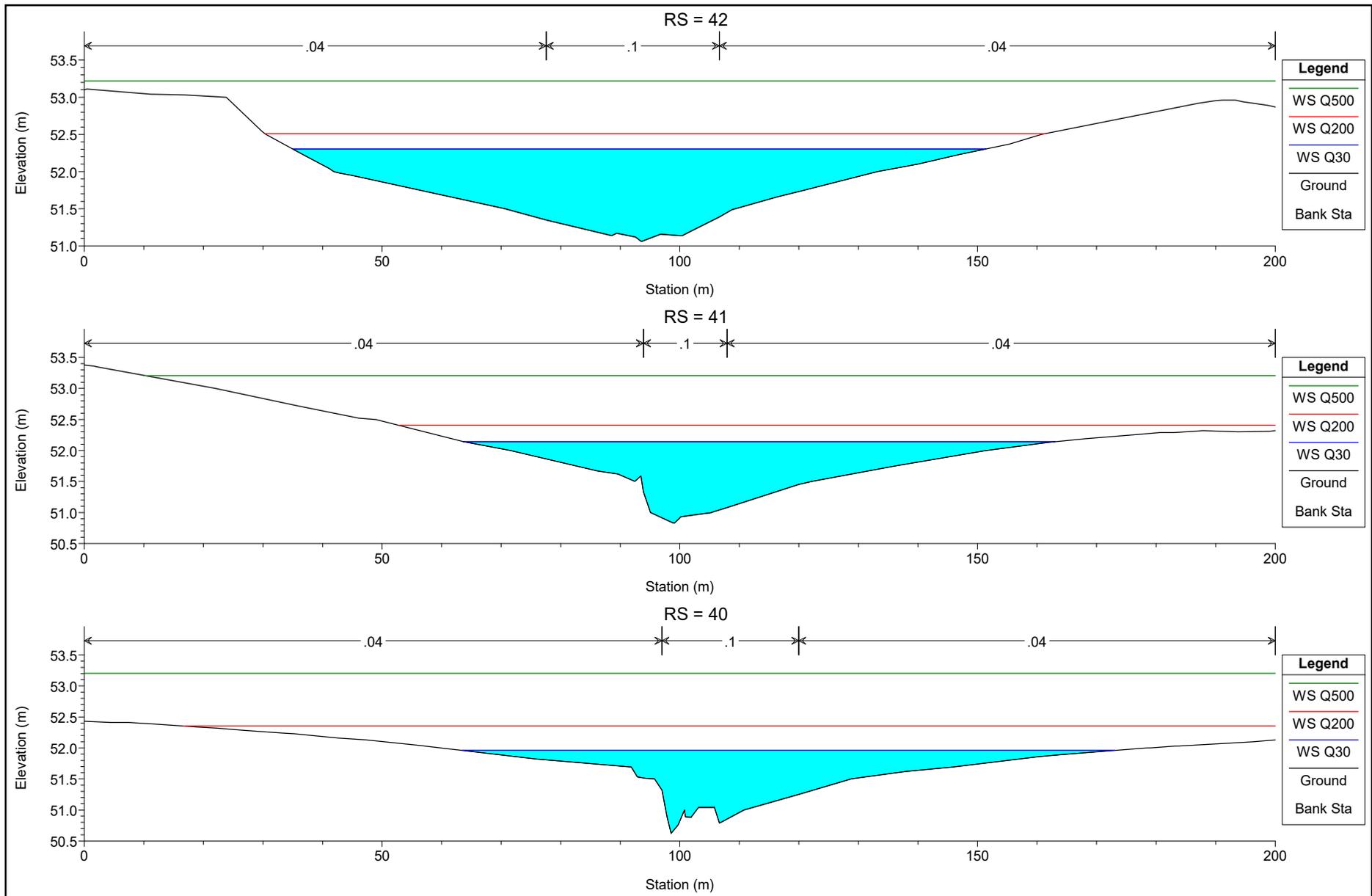
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso 1 Reach: Fosso 1 (Continued)

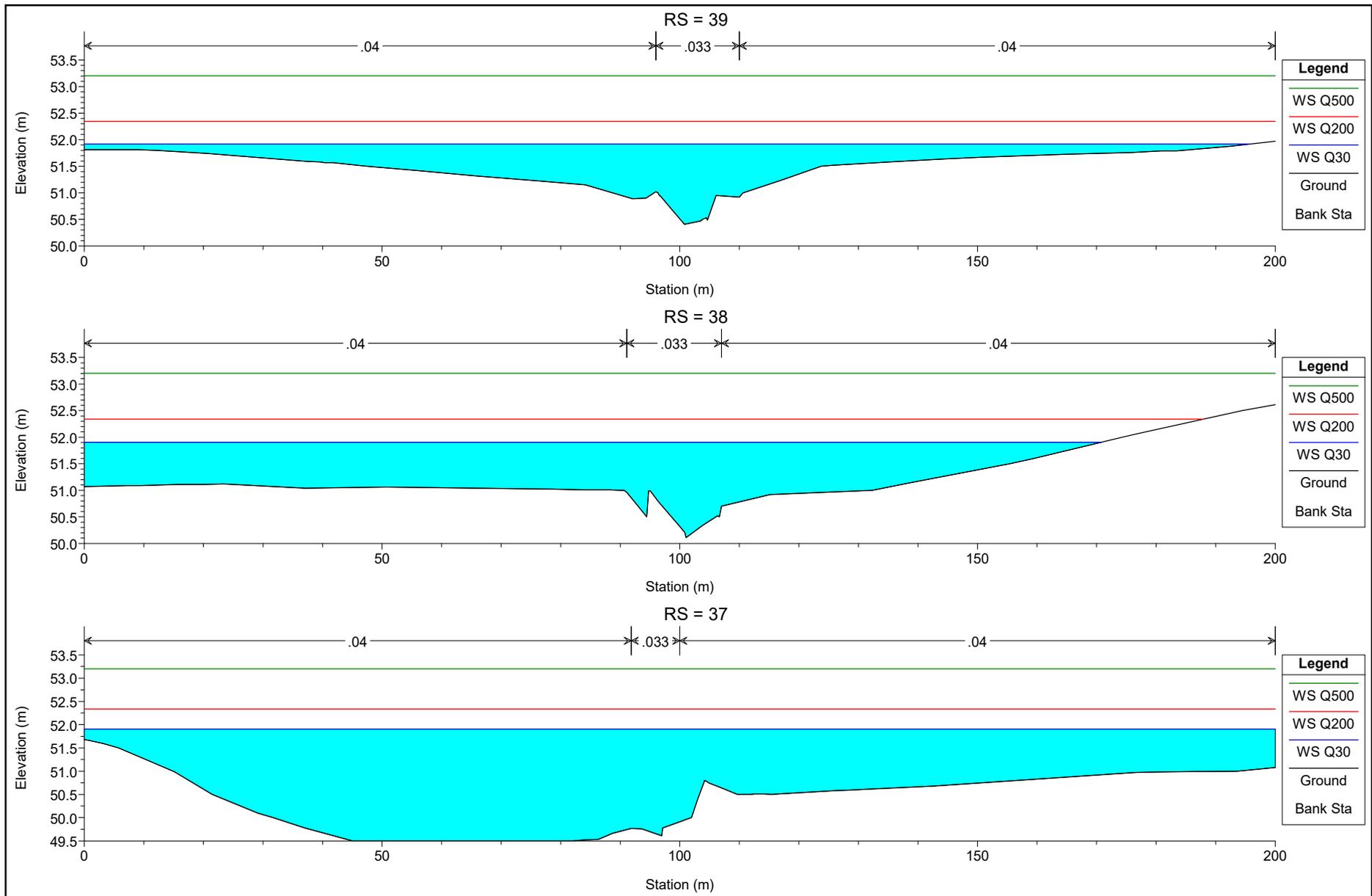
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Fosso 1	8	Q30	31.15	46.15	47.65		47.67	0.004777	0.71	43.92	88.59	0.22
Fosso 1	8	Q200	43.97	46.15	47.96		47.98	0.001838	0.52	73.65	101.61	0.14
Fosso 1	8	Q500	49.62	46.15	48.09		48.11	0.001331	0.48	87.67	106.60	0.12
Fosso 1	7	Q30	31.15	46.23	47.59		47.60	0.000634	0.25	78.42	114.80	0.08
Fosso 1	7	Q200	43.97	46.23	47.93		47.94	0.000343	0.22	120.87	132.61	0.06
Fosso 1	7	Q500	49.62	46.23	48.08		48.08	0.000280	0.21	140.04	139.09	0.06
Fosso 1	6	Q30	31.15	46.00	47.58		47.59	0.000117	0.14	161.93	164.57	0.04
Fosso 1	6	Q200	43.97	46.00	47.93		47.93	0.000089	0.14	223.12	187.70	0.03
Fosso 1	6	Q500	49.62	46.00	48.07		48.07	0.000079	0.14	250.16	193.92	0.03
Fosso 1	5	Q30	31.15	46.01	47.58		47.58	0.000093	0.09	132.28	120.91	0.03
Fosso 1	5	Q200	43.97	46.01	47.92		47.93	0.000076	0.10	174.71	124.09	0.03
Fosso 1	5	Q500	49.62	46.01	48.07		48.07	0.000071	0.11	192.41	125.43	0.03
Fosso 1	4	Q30	31.15	45.88	47.58	46.52	47.58	0.000079	0.09	139.48	121.39	0.03
Fosso 1	4	Q200	43.97	45.88	47.92	46.59	47.93	0.000067	0.10	182.19	125.06	0.03
Fosso 1	4	Q500	49.62	45.88	48.07	46.63	48.07	0.000063	0.11	200.05	126.58	0.03
Fosso 1	3.5		Bridge									
Fosso 1	3	Q30	31.15	45.76	46.73	46.73	46.75	0.002396	0.31	48.27	106.15	0.14
Fosso 1	3	Q200	43.97	45.76	46.73	46.73	46.78	0.004774	0.44	48.27	106.15	0.20
Fosso 1	3	Q500	49.62	45.76	46.73	46.73	46.79	0.006079	0.49	48.27	106.15	0.22
Fosso 1	2	Q30	31.15	45.06	46.13	45.77	46.16	0.002428	0.35	44.69	81.63	0.14
Fosso 1	2	Q200	43.97	45.06	46.25	45.86	46.29	0.002638	0.41	54.45	85.66	0.15
Fosso 1	2	Q500	49.62	45.06	46.29	45.89	46.34	0.002749	0.43	58.23	87.39	0.16
Fosso 1	1	Q30	31.15	45.00	46.03	45.71	46.05	0.002001	0.35	51.52	105.32	0.13
Fosso 1	1	Q200	43.97	45.00	46.14	45.78	46.17	0.002002	0.39	64.42	117.25	0.14
Fosso 1	1	Q500	49.62	45.00	46.19	45.81	46.22	0.002004	0.40	69.50	120.67	0.14

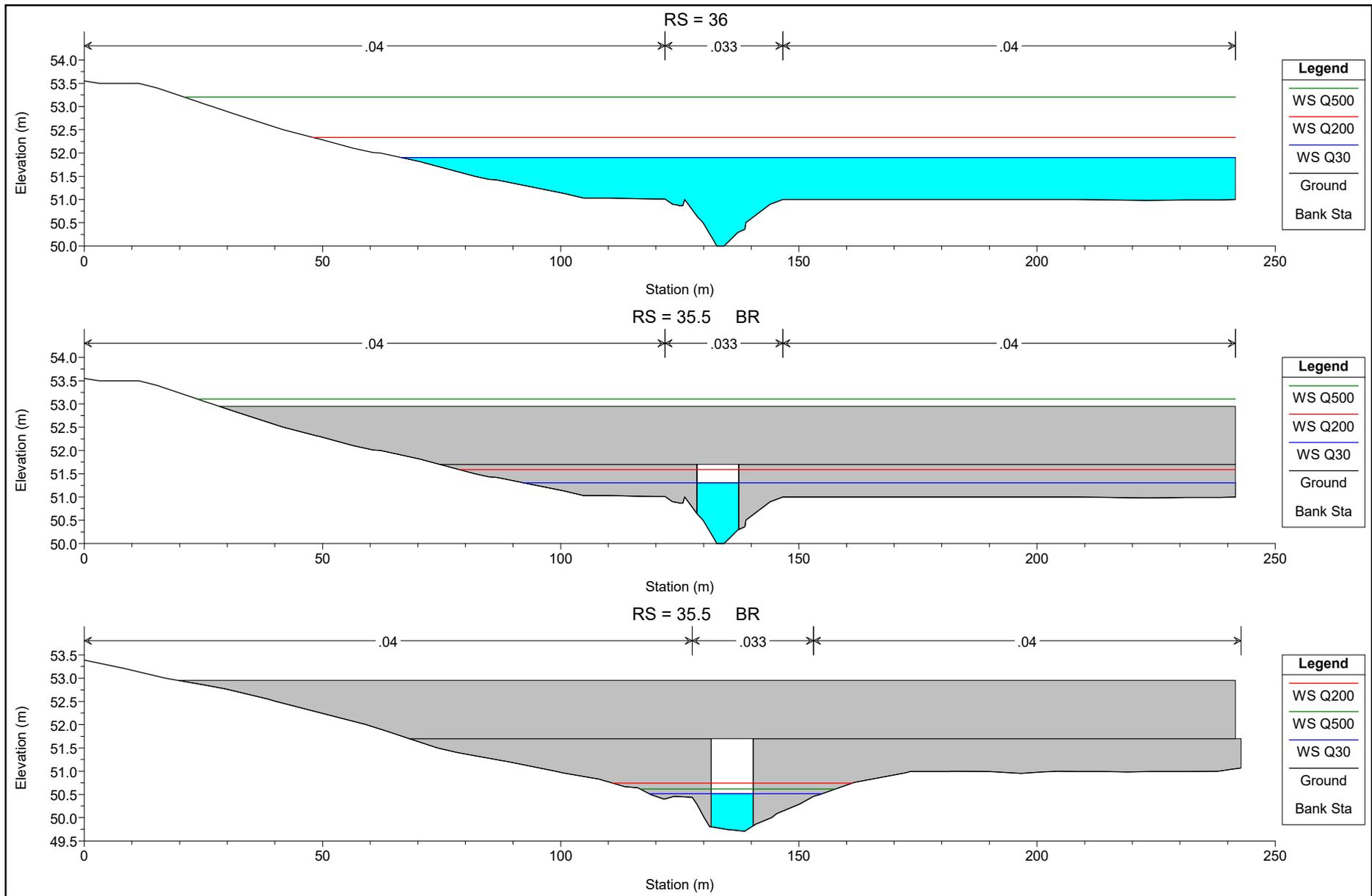
FOSSO 1 : POST INTERVENTO

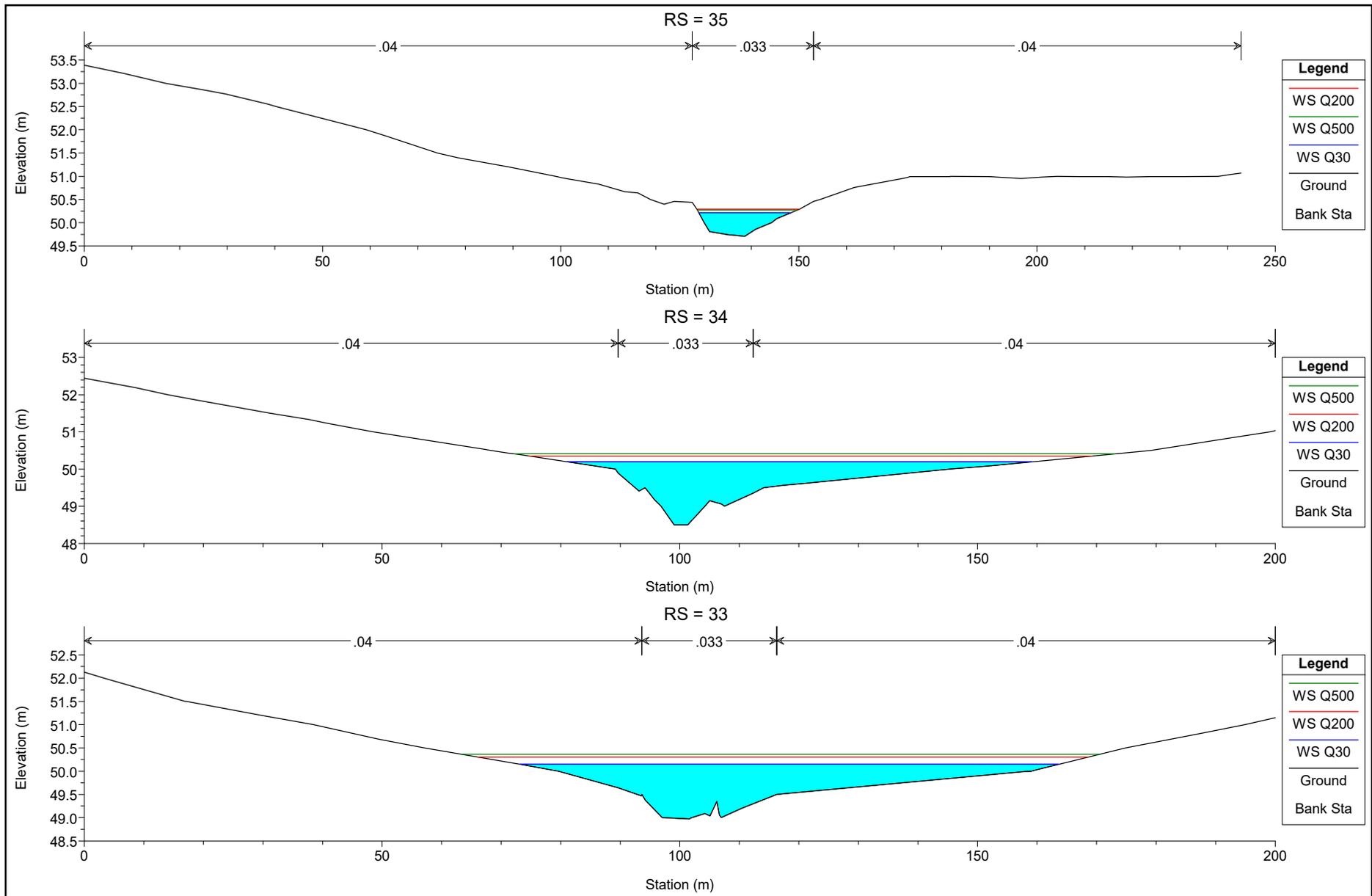


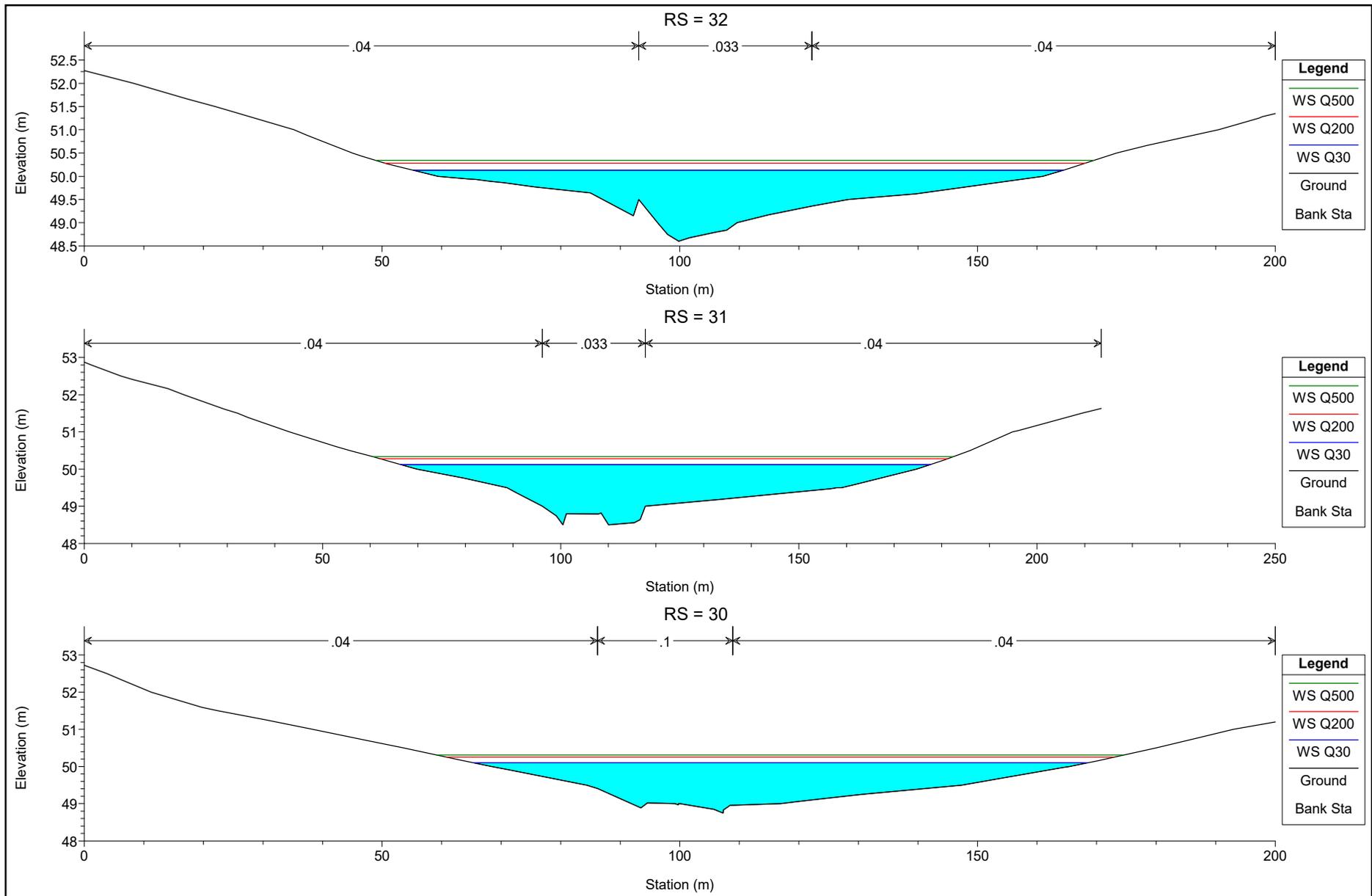


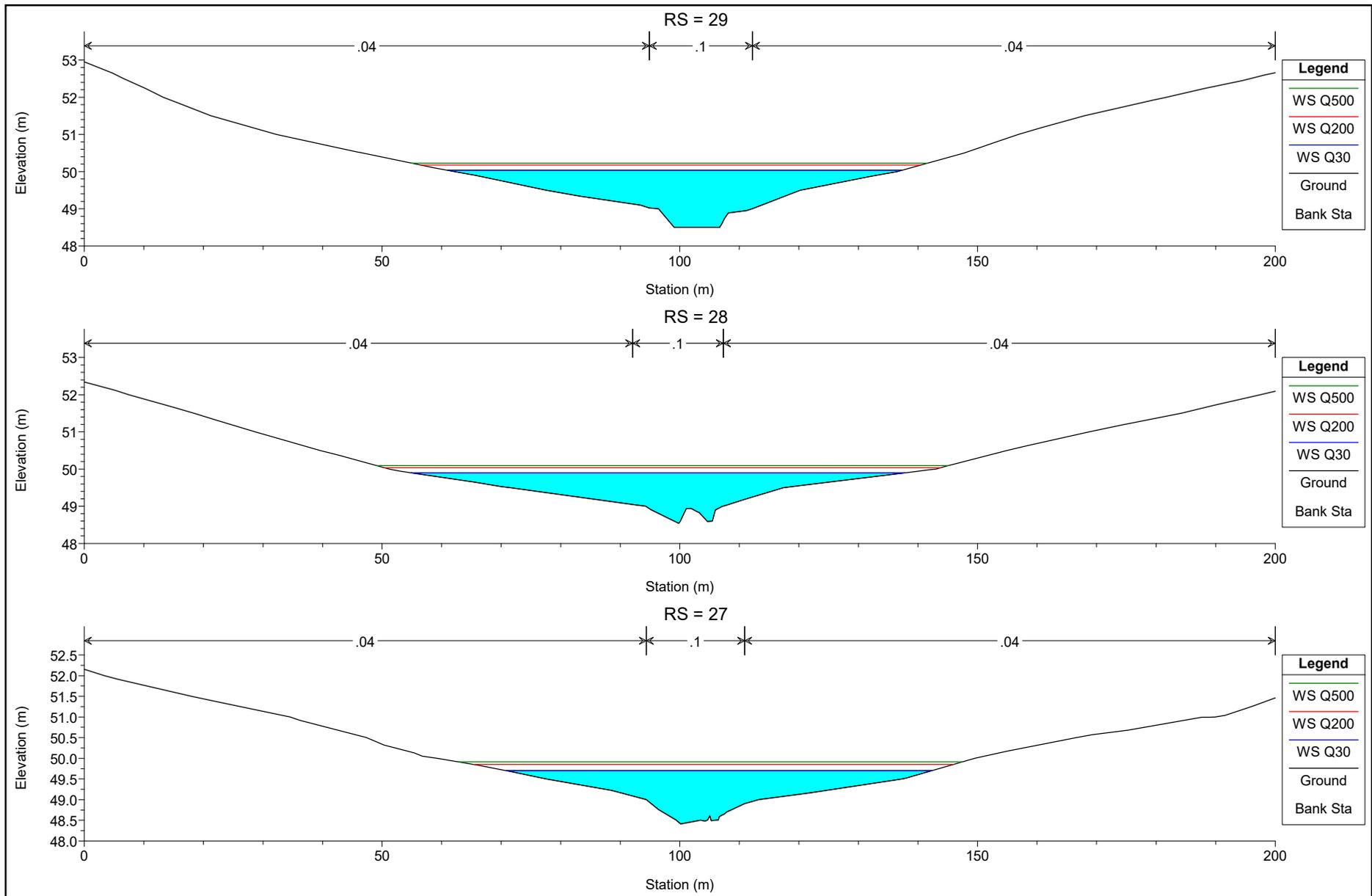


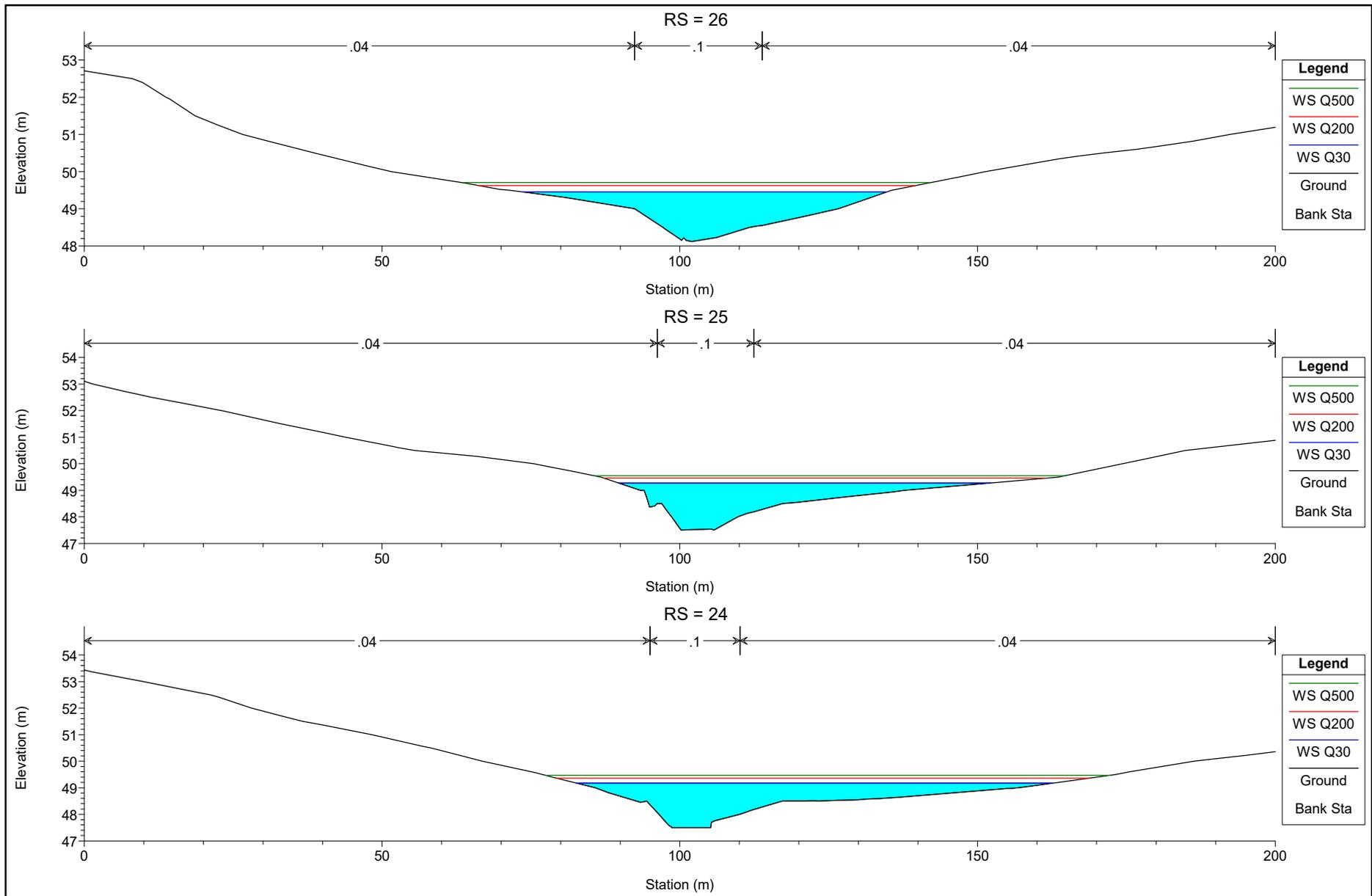


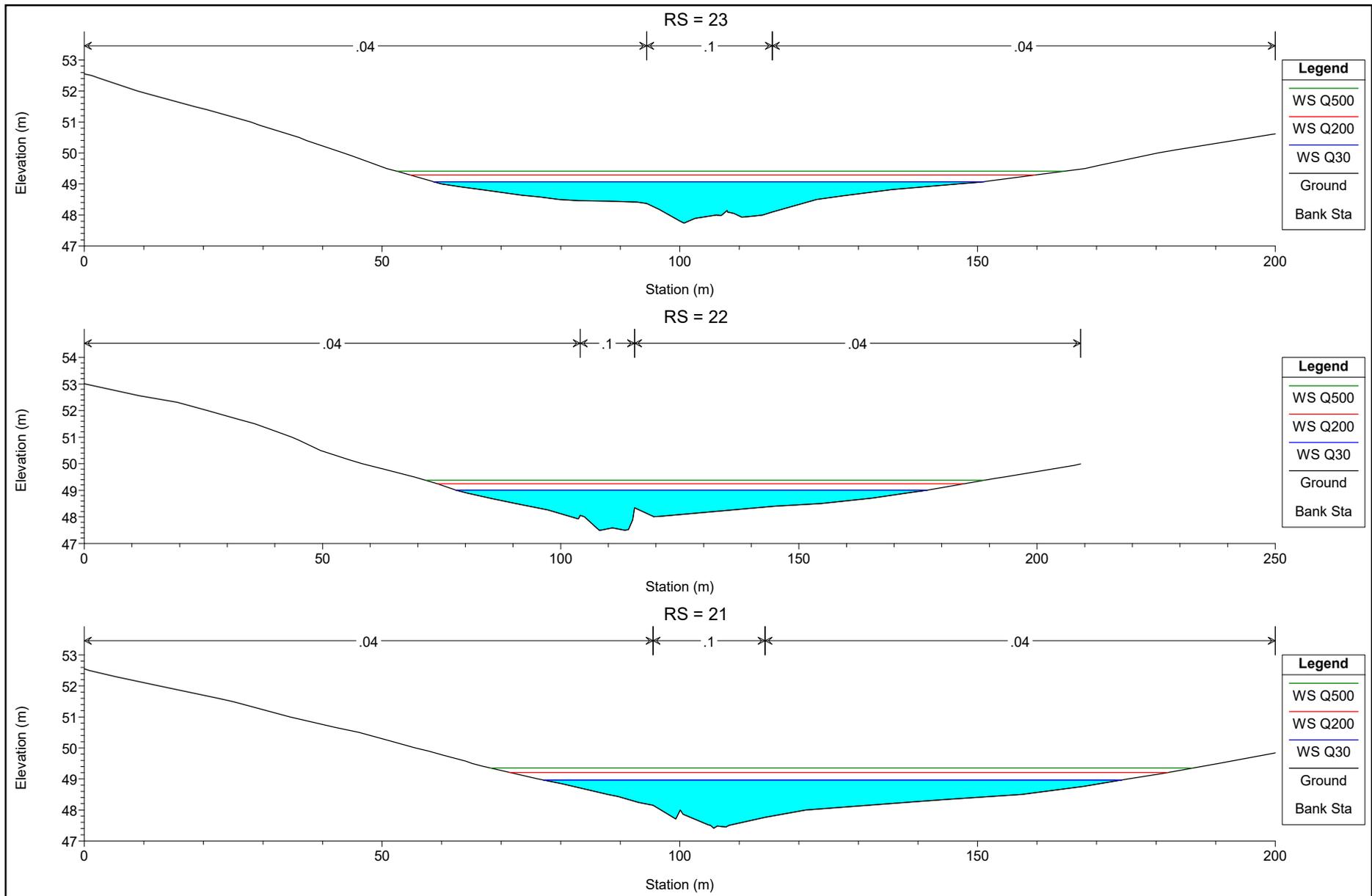


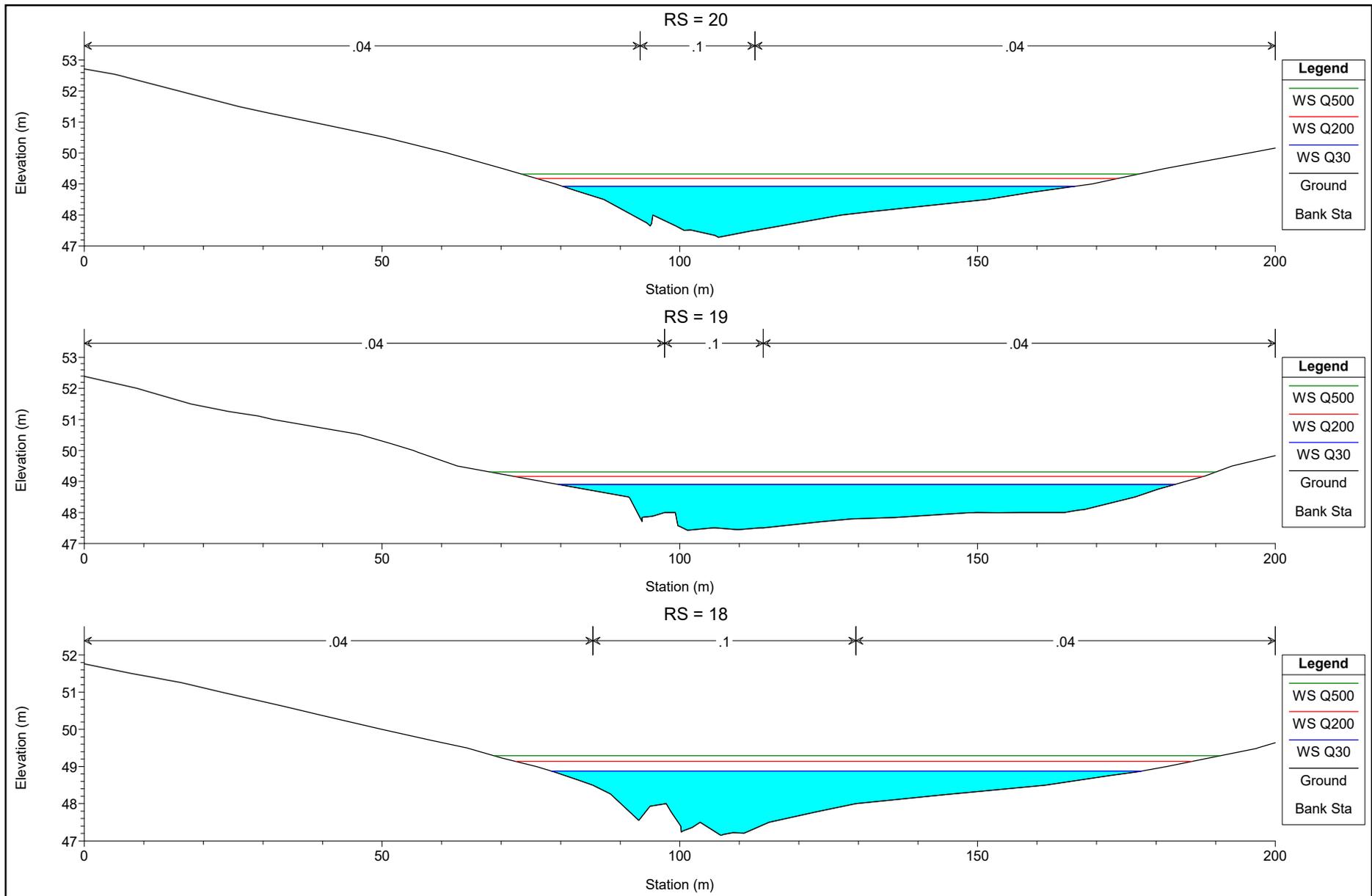


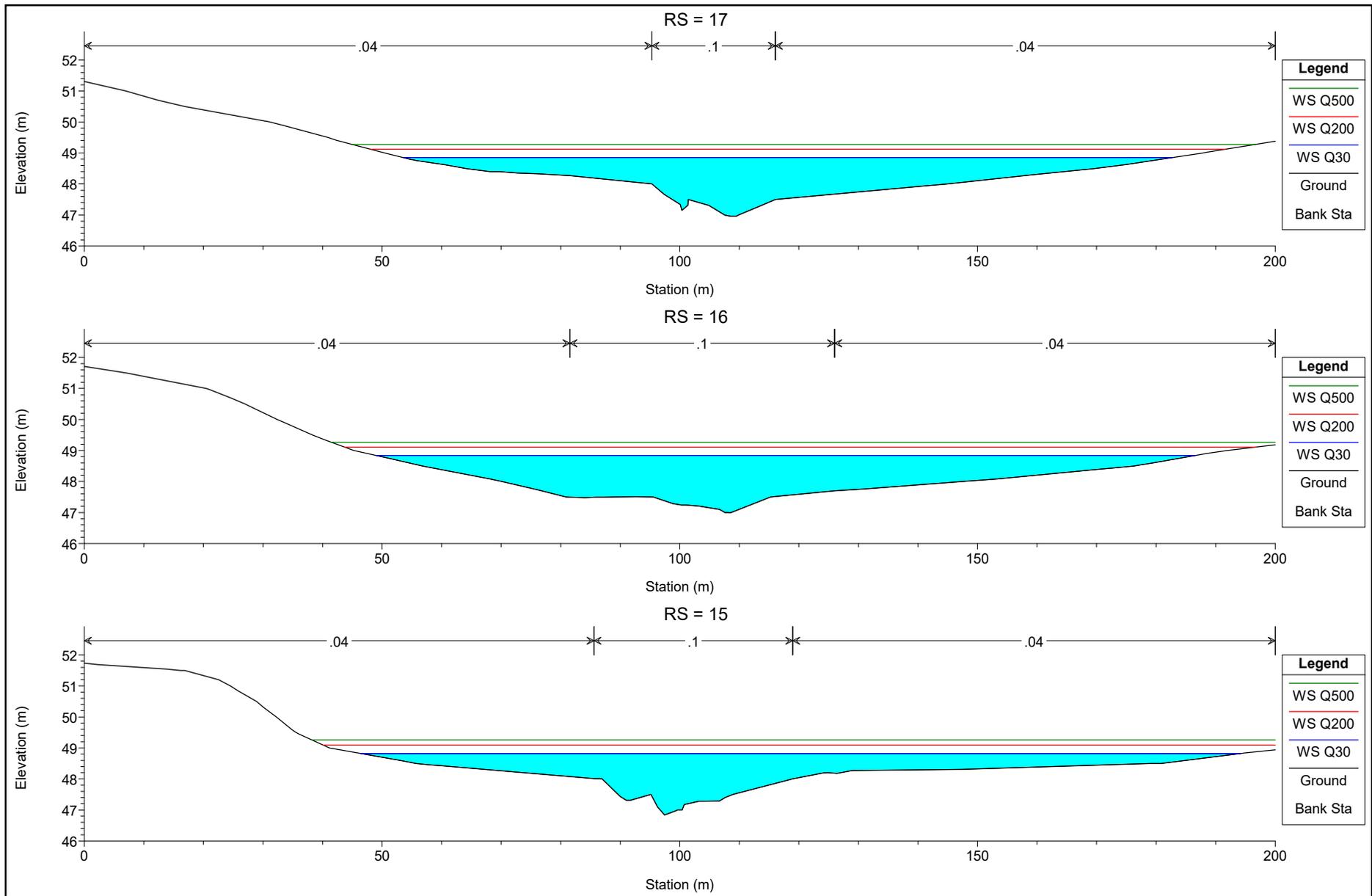


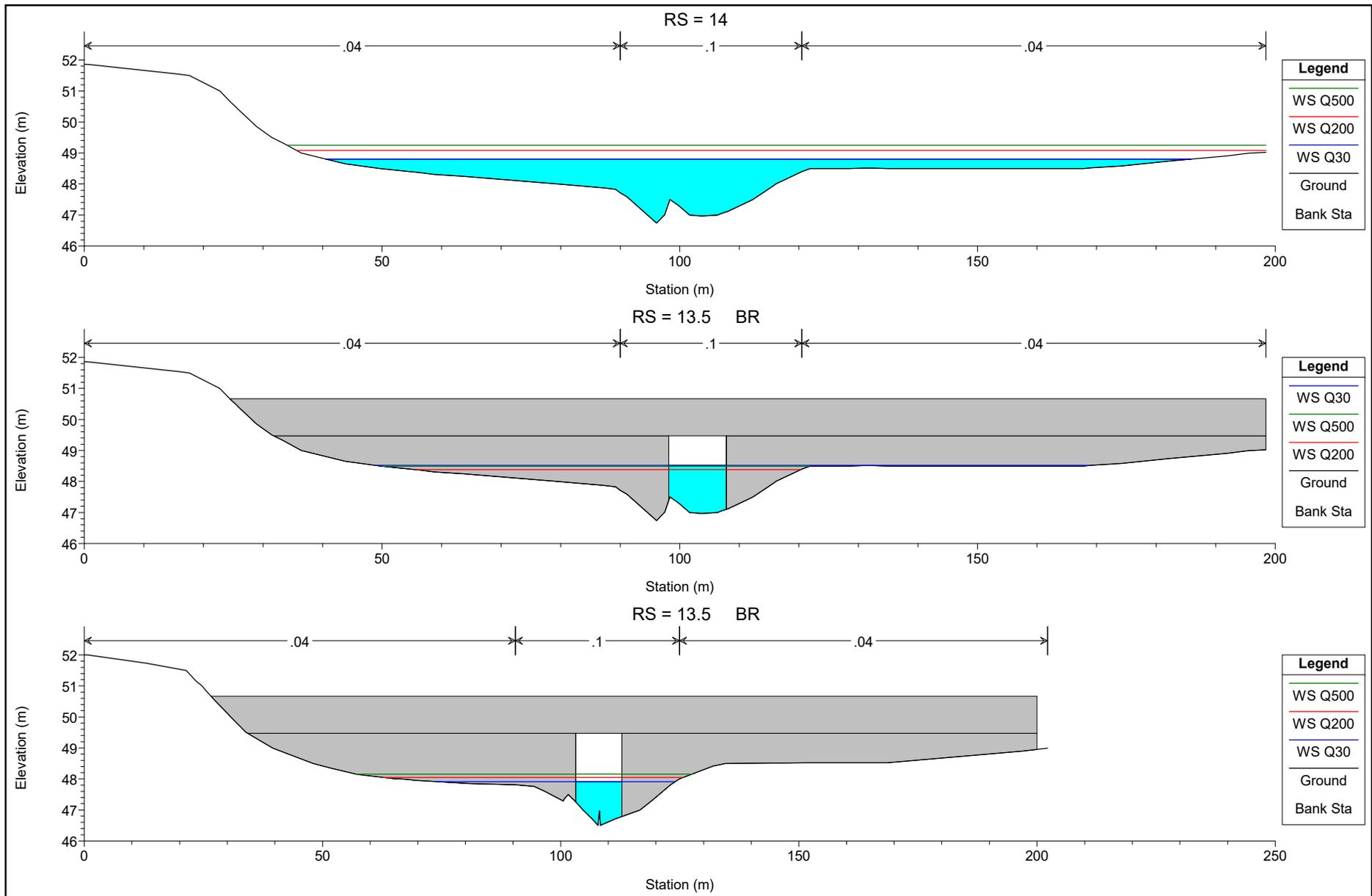


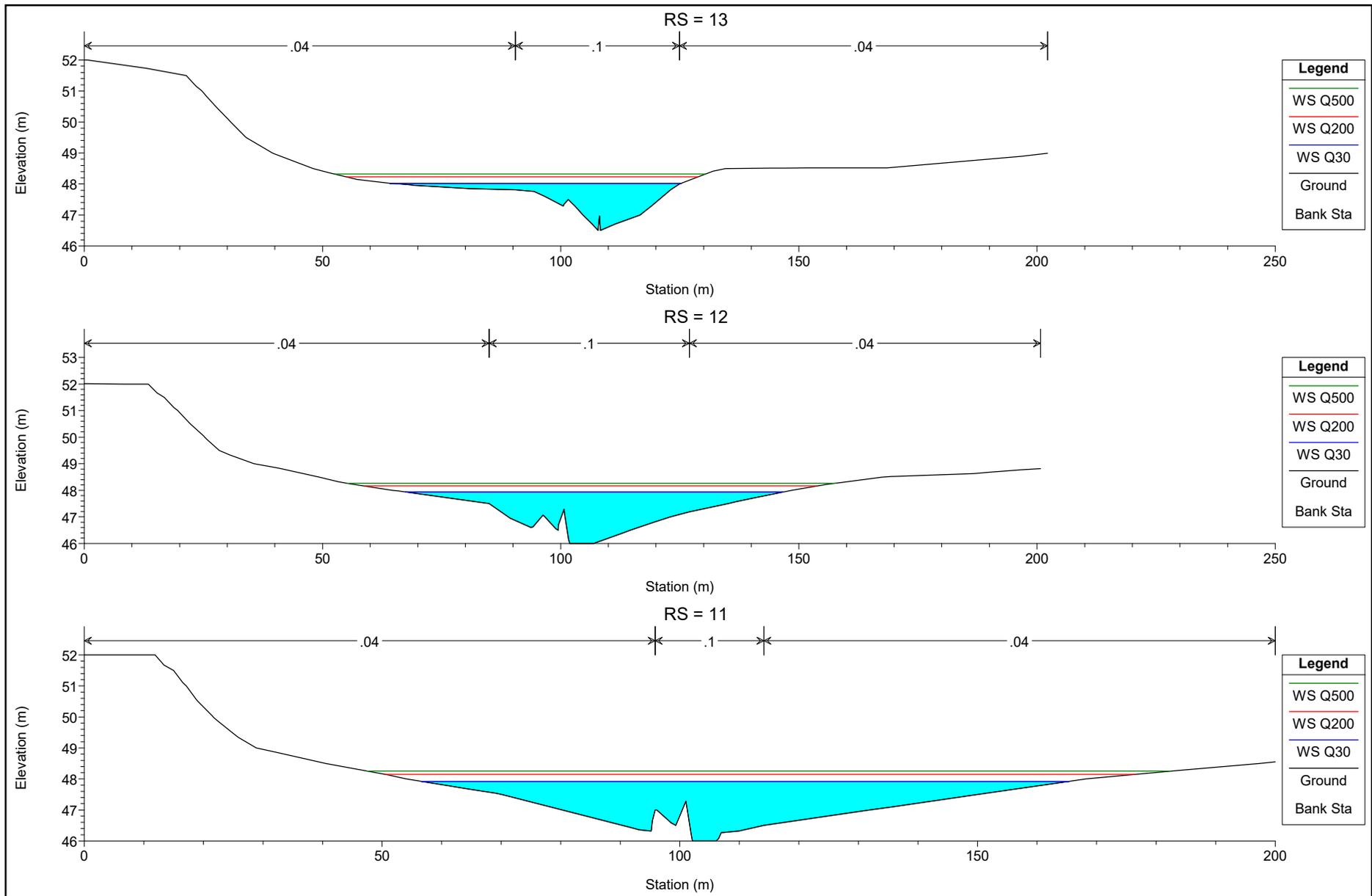


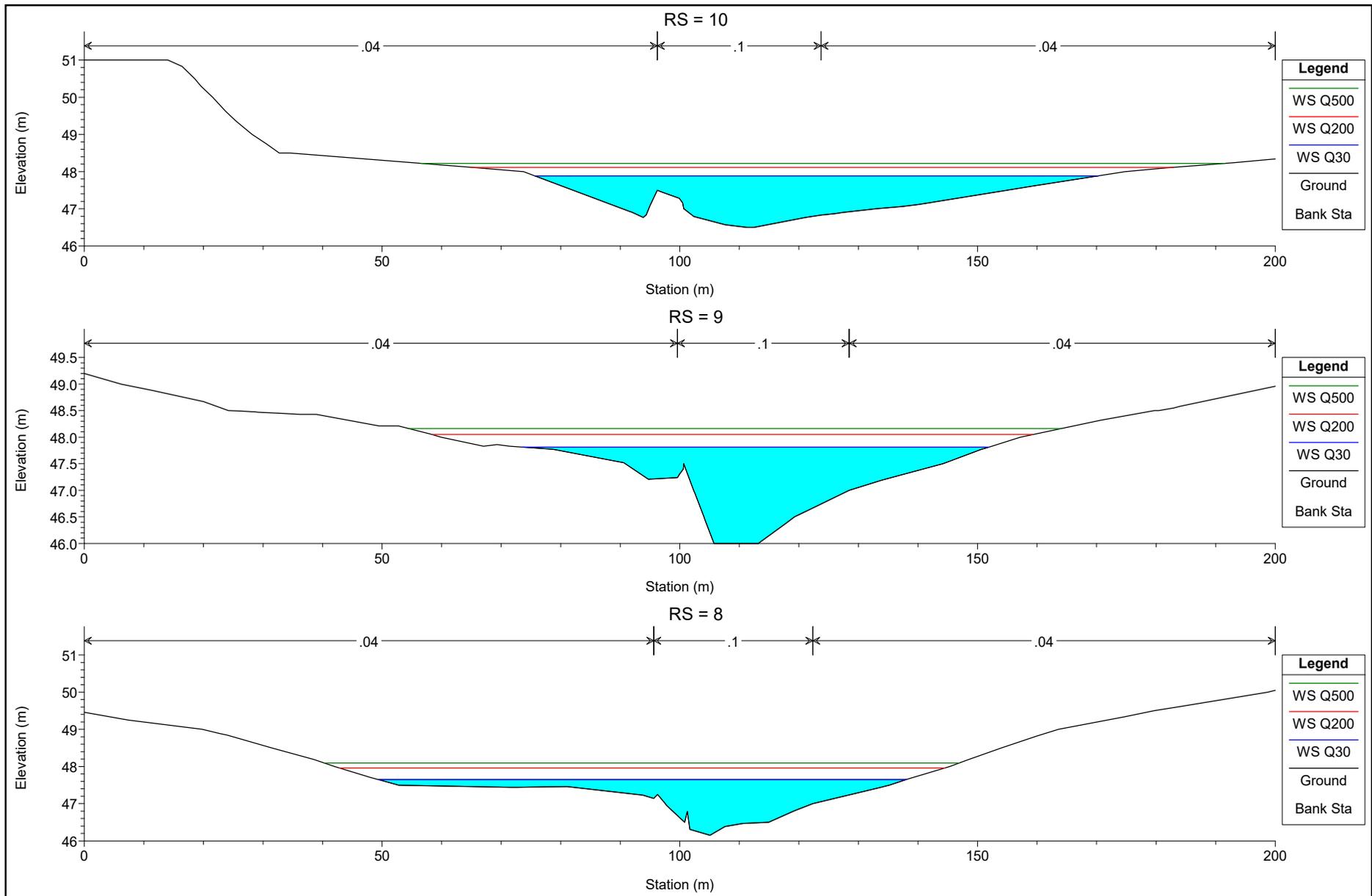


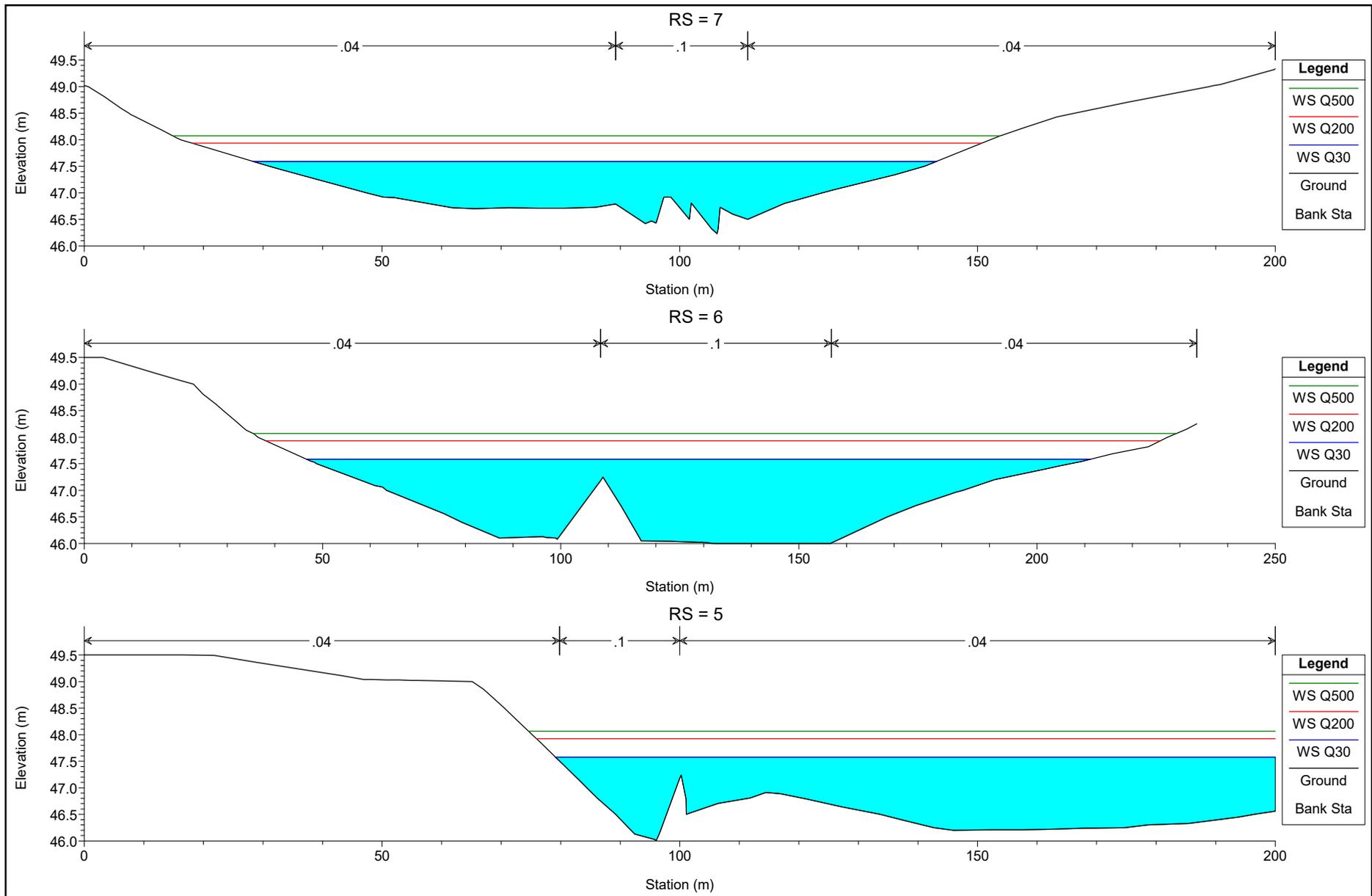


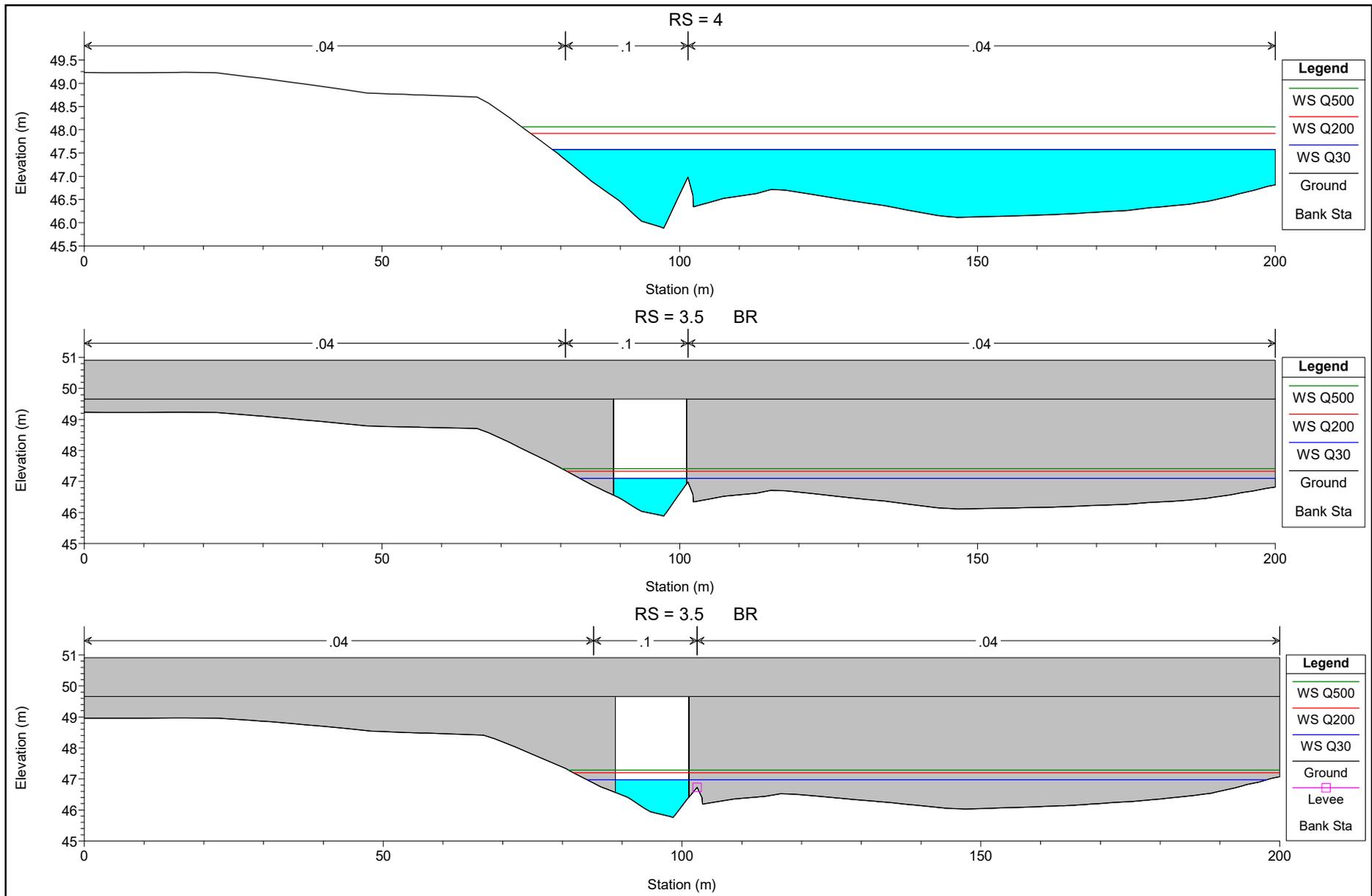


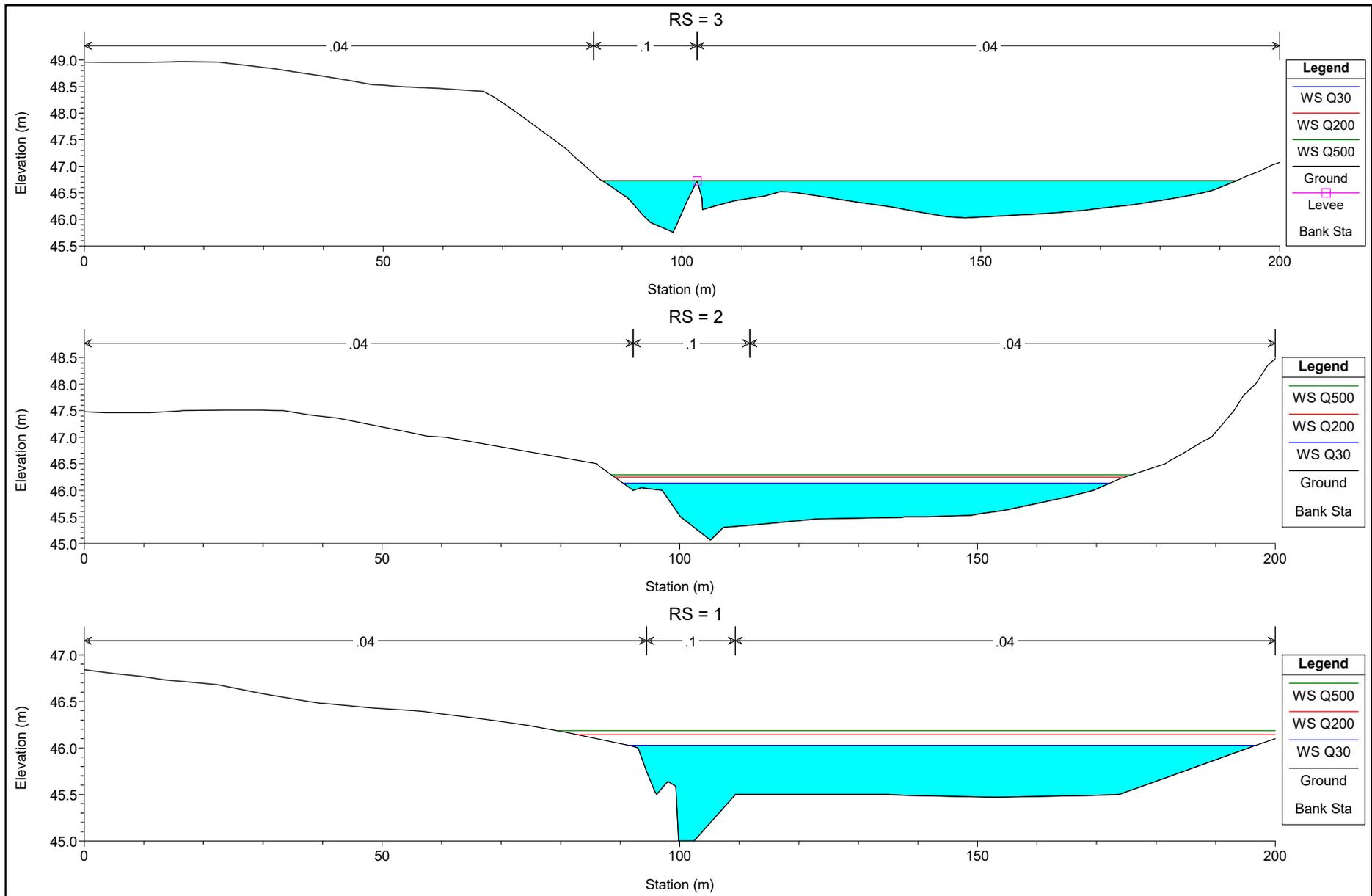












HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso 1 Reach: Fosso 1

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
Fosso 1	42	Q30	31.15	51.06	52.30	51.67	52.31	0.001026	0.34	73.22	116.46	0.10
Fosso 1	42	Q200	43.97	51.06	52.51	51.77	52.52	0.000807	0.34	99.04	131.19	0.09
Fosso 1	42	Q500	49.62	51.06	53.22	51.81	53.22	0.000116	0.17	215.04	200.00	0.04
Fosso 1	41	Q30	31.15	50.83	52.14		52.16	0.002408	0.54	49.82	99.36	0.16
Fosso 1	41	Q200	43.97	50.83	52.41		52.42	0.001337	0.46	82.79	147.15	0.12
Fosso 1	41	Q500	49.62	50.83	53.21		53.21	0.000082	0.15	217.67	189.83	0.03
Fosso 1	40	Q30	31.15	50.62	51.96		51.99	0.005494	0.72	43.08	109.73	0.23
Fosso 1	40	Q200	43.97	50.62	52.35		52.36	0.000913	0.37	102.89	183.35	0.10
Fosso 1	40	Q500	49.62	50.62	53.20		53.21	0.000046	0.11	272.28	200.00	0.02
Fosso 1	39	Q30	31.15	50.41	51.92		51.93	0.000439	0.72	85.09	195.66	0.21
Fosso 1	39	Q200	43.97	50.41	52.35		52.35	0.000113	0.44	170.75	200.00	0.11
Fosso 1	39	Q500	49.62	50.41	53.20		53.21	0.000016	0.22	342.41	200.00	0.04
Fosso 1	38	Q30	31.15	50.11	51.91		51.91	0.000085	0.34	142.74	170.83	0.09
Fosso 1	38	Q200	43.97	50.11	52.34		52.34	0.000046	0.30	220.36	187.96	0.07
Fosso 1	38	Q500	49.62	50.11	53.20		53.20	0.000010	0.18	391.18	200.00	0.04
Fosso 1	37	Q30	31.15	49.61	51.90		51.91	0.000009	0.15	305.90	200.00	0.03
Fosso 1	37	Q200	43.97	49.61	52.34		52.34	0.000008	0.16	392.59	200.00	0.03
Fosso 1	37	Q500	49.62	49.61	53.20		53.20	0.000003	0.12	565.38	200.00	0.02
Fosso 1	36	Q30	31.15	50.00	51.90	51.14	51.90	0.000069	0.30	150.92	175.11	0.08
Fosso 1	36	Q200	43.97	50.00	52.34	51.20	52.34	0.000039	0.27	231.30	193.68	0.07
Fosso 1	36	Q500	49.62	50.00	53.20	51.22	53.20	0.000009	0.17	411.20	220.68	0.03
Fosso 1	35.5		Bridge									
Fosso 1	35	Q30	31.15	49.71	50.22	50.55	51.50	0.125194	5.01	6.21	19.38	2.83
Fosso 1	35	Q200	43.97	49.71	50.29	50.70	51.91	0.134990	5.64	7.80	21.61	2.99
Fosso 1	35	Q500	49.62	49.71	50.27	50.75	52.62	0.204830	6.78	7.31	20.96	3.67
Fosso 1	34	Q30	31.15	48.50	50.19	49.67	50.23	0.000946	0.99	42.36	77.94	0.30

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso 1 Reach: Fosso 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
Fosso 1	34	Q200	43.97	48.50	50.35	49.84	50.40	0.001028	1.12	55.76	94.53	0.32
Fosso 1	34	Q500	49.62	48.50	50.41	49.90	50.46	0.001052	1.17	61.56	100.97	0.33
Fosso 1	33	Q30	31.15	48.97	50.15		50.18	0.001055	0.97	45.78	90.40	0.31
Fosso 1	33	Q200	43.97	48.97	50.30		50.34	0.001038	1.06	60.91	102.56	0.32
Fosso 1	33	Q500	49.62	48.97	50.36		50.41	0.001034	1.10	67.18	107.20	0.32
Fosso 1	32	Q30	31.15	48.60	50.13		50.15	0.000431	0.68	64.45	109.12	0.20
Fosso 1	32	Q200	43.97	48.60	50.28		50.31	0.000463	0.77	82.17	117.79	0.22
Fosso 1	32	Q500	49.62	48.60	50.34		50.37	0.000475	0.80	89.26	120.67	0.22
Fosso 1	31	Q30	31.15	48.50	50.12		50.13	0.000201	0.54	86.30	111.21	0.14
Fosso 1	31	Q200	43.97	48.50	50.28		50.29	0.000244	0.64	104.08	119.14	0.16
Fosso 1	31	Q500	49.62	48.50	50.33		50.35	0.000260	0.67	111.17	122.01	0.17
Fosso 1	30	Q30	31.15	48.75	50.10		50.11	0.000747	0.29	72.57	103.05	0.09
Fosso 1	30	Q200	43.97	48.75	50.25		50.27	0.000820	0.33	88.78	111.97	0.09
Fosso 1	30	Q500	49.62	48.75	50.31		50.32	0.000847	0.35	95.31	115.28	0.10
Fosso 1	29	Q30	31.15	48.50	50.03		50.05	0.001907	0.53	51.35	76.24	0.15
Fosso 1	29	Q200	43.97	48.50	50.18		50.20	0.002094	0.59	62.72	83.92	0.16
Fosso 1	29	Q500	49.62	48.50	50.23		50.26	0.002158	0.61	67.32	86.75	0.16
Fosso 1	28	Q30	31.15	48.54	49.90		49.93	0.003397	0.61	43.21	82.96	0.19
Fosso 1	28	Q200	43.97	48.54	50.04		50.07	0.003225	0.64	55.55	93.59	0.19
Fosso 1	28	Q500	49.62	48.54	50.09		50.13	0.003109	0.65	60.72	96.11	0.18
Fosso 1	27	Q30	31.15	48.41	49.70		49.73	0.004423	0.69	38.95	71.45	0.21
Fosso 1	27	Q200	43.97	48.41	49.85		49.89	0.004033	0.72	50.47	80.59	0.21
Fosso 1	27	Q500	49.62	48.41	49.91		49.96	0.003865	0.73	55.56	84.63	0.21
Fosso 1	26	Q30	31.15	48.12	49.45		49.50	0.005158	0.74	36.98	61.03	0.23
Fosso 1	26	Q200	43.97	48.12	49.63		49.67	0.004764	0.79	48.70	73.45	0.23
Fosso 1	26	Q500	49.62	48.12	49.70		49.75	0.004407	0.79	54.53	78.54	0.22

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso 1 Reach: Fosso 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
Fosso 1	25	Q30	31.15	47.51	49.28		49.30	0.002868	0.68	43.38	62.49	0.18
Fosso 1	25	Q200	43.97	47.51	49.46		49.49	0.002803	0.73	55.80	74.15	0.18
Fosso 1	25	Q500	49.62	47.51	49.55		49.58	0.002493	0.72	63.01	79.17	0.17
Fosso 1	24	Q30	31.15	47.50	49.18		49.19	0.001651	0.52	53.44	79.92	0.14
Fosso 1	24	Q200	43.97	47.50	49.37		49.39	0.001477	0.53	69.64	89.57	0.13
Fosso 1	24	Q500	49.62	47.50	49.47		49.49	0.001263	0.51	79.52	94.86	0.12
Fosso 1	23	Q30	31.15	47.74	49.07		49.09	0.002413	0.51	51.55	92.51	0.16
Fosso 1	23	Q200	43.97	47.74	49.29		49.31	0.001643	0.48	72.77	104.87	0.13
Fosso 1	23	Q500	49.62	47.74	49.41		49.43	0.001250	0.44	86.12	112.01	0.12
Fosso 1	22	Q30	31.15	47.50	49.01		49.02	0.000933	0.36	64.50	99.03	0.10
Fosso 1	22	Q200	43.97	47.50	49.24		49.26	0.000698	0.35	89.09	110.38	0.09
Fosso 1	22	Q500	49.62	47.50	49.38		49.39	0.000557	0.33	104.30	117.20	0.08
Fosso 1	21	Q30	31.15	47.41	48.96		48.98	0.000870	0.34	68.49	97.18	0.10
Fosso 1	21	Q200	43.97	47.41	49.21		49.22	0.000669	0.34	94.03	110.63	0.09
Fosso 1	21	Q500	49.62	47.41	49.35		49.36	0.000531	0.32	110.09	117.91	0.08
Fosso 1	20	Q30	31.15	47.28	48.92		48.93	0.000779	0.34	68.88	85.97	0.09
Fosso 1	20	Q200	43.97	47.28	49.18		49.19	0.000646	0.35	92.19	97.53	0.09
Fosso 1	20	Q500	49.62	47.28	49.32		49.34	0.000525	0.33	106.96	103.71	0.08
Fosso 1	19	Q30	31.15	47.43	48.90		48.91	0.000281	0.20	93.21	103.56	0.06
Fosso 1	19	Q200	43.97	47.43	49.16		49.17	0.000258	0.22	121.27	115.63	0.06
Fosso 1	19	Q500	49.62	47.43	49.31		49.32	0.000219	0.21	139.06	122.03	0.05
Fosso 1	18	Q30	31.15	47.15	48.88		48.89	0.001054	0.37	77.44	99.17	0.11
Fosso 1	18	Q200	43.97	47.15	49.14		49.15	0.000800	0.36	105.01	113.48	0.10
Fosso 1	18	Q500	49.62	47.15	49.29		49.30	0.000620	0.34	123.13	121.91	0.09
Fosso 1	17	Q30	31.15	46.96	48.85		48.86	0.000324	0.24	101.06	129.14	0.06
Fosso 1	17	Q200	43.97	46.96	49.12		49.12	0.000256	0.23	137.36	143.49	0.06
Fosso 1	17	Q500	49.62	46.96	49.28		49.28	0.000203	0.22	160.70	151.73	0.05

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso 1 Reach: Fosso 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
Fosso 1	16	Q30	31.15	46.99	48.84		48.84	0.000242	0.20	126.12	137.64	0.05
Fosso 1	16	Q200	43.97	46.99	49.11		49.11	0.000209	0.21	165.08	153.13	0.05
Fosso 1	16	Q500	49.62	46.99	49.27		49.27	0.000168	0.20	190.20	158.58	0.05
Fosso 1	15	Q30	31.15	46.84	48.82		48.83	0.000586	0.29	95.81	147.73	0.08
Fosso 1	15	Q200	43.97	46.84	49.09		49.10	0.000350	0.26	138.48	159.94	0.06
Fosso 1	15	Q500	49.62	46.84	49.26		49.26	0.000245	0.23	164.84	161.80	0.05
Fosso 1	14	Q30	31.15	46.74	48.80	47.76	48.81	0.000684	0.33	88.18	145.34	0.09
Fosso 1	14	Q200	43.97	46.74	49.08	47.95	49.09	0.000395	0.28	131.88	162.78	0.07
Fosso 1	14	Q500	49.62	46.74	49.25	48.03	49.26	0.000268	0.25	159.22	164.37	0.06
Fosso 1	13.5		Bridge									
Fosso 1	13	Q30	31.15	46.50	48.02		48.08	0.017316	1.08	29.59	61.16	0.40
Fosso 1	13	Q200	43.97	46.50	48.23		48.28	0.010324	0.98	43.87	73.88	0.32
Fosso 1	13	Q500	49.62	46.50	48.32		48.37	0.008142	0.93	50.94	78.05	0.29
Fosso 1	12	Q30	31.15	46.00	47.94		47.95	0.001719	0.48	64.85	79.27	0.14
Fosso 1	12	Q200	43.97	46.00	48.16		48.18	0.001568	0.51	84.50	95.01	0.13
Fosso 1	12	Q500	49.62	46.00	48.27		48.28	0.001429	0.51	94.70	102.64	0.13
Fosso 1	11	Q30	31.15	46.00	47.92		47.93	0.000344	0.24	93.39	108.84	0.06
Fosso 1	11	Q200	43.97	46.00	48.15		48.15	0.000344	0.26	119.93	126.06	0.06
Fosso 1	11	Q500	49.62	46.00	48.25		48.26	0.000327	0.26	133.58	134.84	0.06
Fosso 1	10	Q30	31.15	46.50	47.89		47.90	0.000993	0.34	69.04	94.65	0.10
Fosso 1	10	Q200	43.97	46.50	48.11		48.13	0.000909	0.37	92.66	118.00	0.10
Fosso 1	10	Q500	49.62	46.50	48.22		48.23	0.000835	0.37	106.22	135.04	0.10
Fosso 1	9	Q30	31.15	46.00	47.81		47.83	0.002129	0.56	55.34	78.18	0.15
Fosso 1	9	Q200	43.97	46.00	48.05		48.07	0.001664	0.55	77.19	100.85	0.14
Fosso 1	9	Q500	49.62	46.00	48.16		48.18	0.001394	0.53	89.24	109.73	0.13

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso 1 Reach: Fosso 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
Fosso 1	8	Q30	31.15	46.15	47.65		47.67	0.004777	0.71	43.92	88.59	0.22
Fosso 1	8	Q200	43.97	46.15	47.96		47.98	0.001838	0.52	73.65	101.61	0.14
Fosso 1	8	Q500	49.62	46.15	48.09		48.11	0.001331	0.48	87.67	106.60	0.12
Fosso 1	7	Q30	31.15	46.23	47.59		47.60	0.000634	0.25	78.42	114.80	0.08
Fosso 1	7	Q200	43.97	46.23	47.93		47.94	0.000343	0.22	120.87	132.61	0.06
Fosso 1	7	Q500	49.62	46.23	48.08		48.08	0.000280	0.21	140.04	139.09	0.06
Fosso 1	6	Q30	31.15	46.00	47.58		47.59	0.000117	0.14	161.93	164.57	0.04
Fosso 1	6	Q200	43.97	46.00	47.93		47.93	0.000089	0.14	223.12	187.70	0.03
Fosso 1	6	Q500	49.62	46.00	48.07		48.07	0.000079	0.14	250.16	193.92	0.03
Fosso 1	5	Q30	31.15	46.01	47.58		47.58	0.000093	0.09	132.28	120.91	0.03
Fosso 1	5	Q200	43.97	46.01	47.92		47.93	0.000076	0.10	174.71	124.09	0.03
Fosso 1	5	Q500	49.62	46.01	48.07		48.07	0.000071	0.11	192.41	125.43	0.03
Fosso 1	4	Q30	31.15	45.88	47.58	46.52	47.58	0.000079	0.09	139.48	121.39	0.03
Fosso 1	4	Q200	43.97	45.88	47.92	46.59	47.93	0.000067	0.10	182.19	125.06	0.03
Fosso 1	4	Q500	49.62	45.88	48.07	46.63	48.07	0.000063	0.11	200.05	126.58	0.03
Fosso 1	3.5		Bridge									
Fosso 1	3	Q30	31.15	45.76	46.73	46.73	46.75	0.002396	0.31	48.27	106.15	0.14
Fosso 1	3	Q200	43.97	45.76	46.73	46.73	46.78	0.004774	0.44	48.27	106.15	0.20
Fosso 1	3	Q500	49.62	45.76	46.73	46.73	46.79	0.006079	0.49	48.27	106.15	0.22
Fosso 1	2	Q30	31.15	45.06	46.13	45.77	46.16	0.002428	0.35	44.69	81.63	0.14
Fosso 1	2	Q200	43.97	45.06	46.25	45.86	46.29	0.002638	0.41	54.45	85.66	0.15
Fosso 1	2	Q500	49.62	45.06	46.29	45.89	46.34	0.002749	0.43	58.23	87.39	0.16
Fosso 1	1	Q30	31.15	45.00	46.03	45.71	46.05	0.002001	0.35	51.52	105.32	0.13
Fosso 1	1	Q200	43.97	45.00	46.14	45.78	46.17	0.002002	0.39	64.42	117.25	0.14
Fosso 1	1	Q500	49.62	45.00	46.19	45.81	46.22	0.002004	0.40	69.50	120.67	0.14