



Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori

**ITINERARIO CAIANELLO (A1) - BENEVENTO
ADEGUAMENTO A 4 CORSIE DELLA S.S. 372 "TELESINA"
DAL KM 0+000 AL KM 60+900
LOTTO 2: DAL KM 0+000 (SVINCOLO CAIANELLO (A1))
AL KM 37+000 (SVINCOLO DI S. SALVATORE TELESINO)**

PROGETTO DEFINITIVO

cod. NA280

PROGETTAZIONE: A.T.I.: S.T.E. - ROCKSOIL - EDIN - KARRER

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE <i>Ing. Francesco M. La Camera</i>	GRUPPO DI PROGETTAZIONE S.T.E. s.r.l. Structure and Transport Engineering Direttore Tecnico Ing. E. Moroni ROCKSOIL S.p.A. Direttore Tecnico Ing. G. Cassani E.D.IN. s.r.l. Società di Ingegneria Direttore Tecnico Ing. G. Grimaldi Prof. Arch. F. KARRER Ordine Arch. Roma N. 12097
COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE <i>Ing. Francesco M. La Camera</i>	
IL GEOLOGO <i>Dott. Geol. Fiorenza Pennino</i>	
L'ARCHEOLOGA: <i>Dott.ssa Grazia Savino</i> <i>Elenco MIBACT n.3856 - archeologa di 1° fascia ai sensi del D.M. 244/2019</i>	
IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO <i>Ing. Pompeo Vallario</i>	

IDROLOGIA E IDRAULICA

Relazione idraulica

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO L0710F D 2101		T00_ID00_IDR_RE02_B			
		CODICE ELAB. T00 ID00 IDR RE02		B	-
D					
C					
B	EMISSIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA	Apr.2022	MANCINI	DI RENZO	LA CAMERA
A	EMISSIONE PER VERIFICA DI OTTEMPERANZA	Feb.2022	MANCINI	DI RENZO	LA CAMERA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Sommario

1	PREMESSA	5
1.1	Riferimenti normativi	5
2	IDRAULICA FLUVIALE	6
2.1	Introduzione	6
2.2	Rilievi Topobatimetrici	8
2.2.1	Rilievo del Fiume Volturno	8
2.2.2	Rilievo del Torrente Titerno	11
2.2.3	Rilievo del Rio delle Starze e degli attraversamenti minori	13
2.3	Modelli Idraulici	14
2.3.1	Modelli idraulici monodimensionali di moto permanente	14
2.3.2	Modello idraulico monodimensionale di moto vario	14
2.3.3	Modello idraulico bidimensionale di moto vario	14
2.3.3.1	<i>Caratteristiche idrauliche del modello integrato 1D + 2D</i>	15
2.3.3.2	<i>Dominio di integrazione 2D</i>	16
2.3.3.3	<i>Restituzione dei risultati nel dominio di integrazione 2D</i>	16
3	MODELLAZIONE DEL FIUME VOLTURNO	18
3.1	Condizioni al contorno e scabrezze	18
3.1.1	Contorno di valle (scala di deflusso del F. Volturno ad Amorosi)	18
3.1.2	Contorno di monte	20
3.1.3	Coefficienti di scabrezza	20
3.2	Simulazioni idrauliche per assegnati tempi di ritorno	21
3.2.1	Aree Inondabili	23
3.2.1.1	<i>Aree Inondabili Ante Operam</i>	24
3.2.1.2	<i>Aree Inondabili Post Operam</i>	25
3.2.2	Interferenze idrauliche con il Fiume Volturno	26
3.2.2.1	<i>Franco idraulico del viadotto di attraversamento</i>	26
3.2.2.2	<i>Sicurezza idraulica della carreggiata e dei rilevati</i>	29
4	MODELLAZIONE DEGLI ATTRAVERSAMENTI SECONDARI	33
4.1	Condizioni al contorno e scabrezze	34
4.1.1	Condizioni al contorno	34
4.1.2	Coefficienti di scabrezza	34

4.2	Tempo di ritorno e portate di progetto	34
4.3	Risultati delle modellazioni	36
4.3.1	Torrente Titerno	36
4.3.2	Rio delle Starze (San Felice)	41
4.3.2.1	<i>Franco idraulico</i>	42
4.3.2.2	<i>Compatibilità idraulica</i>	45
5	MODELLAZIONE DEGLI ATTRAVERSAMENTI MINORI	50
5.1	Condizioni al contorno e scabrezze	50
5.1.1	Condizioni al contorno	50
5.1.2	Coefficienti di scabrezza	50
5.2	Tempo di ritorno e portate di progetto	50
5.3	Risultati delle modellazioni	51
5.3.1	Nuovo ponte VI20 "Vallone Rava"	52
5.3.2	Nuovo ponte VI21 "Vallone Ponte Murato"	55
5.3.3	Nuovo ponte VI22 "Fosso San Pietro"	57
5.3.4	Nuovo ponte VI23 "Vallone Castelluccio"	59
5.3.5	Nuovo viadotto VI12 "Rio Tella"	61
5.3.6	Nuovo viadotto VI13 "Voluturno" (Vallone Erba Bianca)	63
5.3.7	Nuovo viadotto VI15 "Vallone Possente"	65
5.3.8	Nuovo ponte VI24 "Fosso Marafi"	67
5.3.9	Nuovo ponte VI19 "fosso senza nome"	69
6	TOMBINI IDRAULICI	71
6.1	Introduzione	71
6.2	Portate di progetto dei tombini idraulici	72
6.3	Verifica idraulica dei tombini	73
7	FOSSI DI GUARDIA	77
8	INALVEAZIONI E RECAPITI FINALI	79
8.1	Inalveazioni	79
8.2	Recapiti	82
9	FENOMENI DI EROSIONE E INTERVENTI DI CONTRASTO	86
9.1	Erosione diffusa	86

9.1.1	Fiume Volturno	86
9.1.2	Corsi d'acqua secondari e minori	87
9.2	Erosione localizzata e verifiche allo scalzamento	87
9.2.1	Metodologia delle verifiche allo scalzamento	87
9.2.1.1	<i>Scalzamento in corrispondenza delle pile</i>	89
9.2.2	Verifiche allo scalzamento delle pile dei viadotti in progetto	96
9.3	Verifiche al trascinamento e dimensionamento delle protezioni	98
9.3.1	Metodologia delle verifiche al trascinamento	98
9.3.2	Dimensionamento delle protezioni	102
10	OPERE PROVVISORIALI AREE DI CANTIERE	105
11	APPENDICE	108
11.1	Appendice 1 – Interferenza idraulica principale (Fiume Volturno)	108
11.1.1	Onde idrauliche	108
11.1.2	Fiume Volturno Ante Operam	118
11.1.3	Fiume Volturno Post Operam	119
11.2	Appendice 2 – Interferenze idrauliche secondarie	120
11.2.1	Torrente Titerno – VI16	120
11.2.2	Rio Delle Starze (o Rio San Felice) – VI06	121
11.3	Appendice 3 – Interferenze idrauliche minori	122
11.3.1	Vallone Rava – VI20	122
11.3.2	Vallone Ponte Murato – VI21	123
11.3.3	Fosso San Pietro – VI22	124
11.3.4	Vallone Castelluccio – VI23	125
11.3.5	Rio Tella – VI12	126
11.3.6	Valle dell'Erba Bianca – VI13	127
11.3.7	Vallone Possente – VI15	128
11.3.8	Fosso Marafi – VI24	129
11.4	Appendice 4 – Tombini idraulici	130
11.5	Appendice 5 – Fossi di guardia	131
11.6	Appendice 6 – Verifiche allo scalzamento	141
11.6.1	Interferenza idraulica principale (Fiume Volturno – VI13)	141
11.6.2	Interferenze idrauliche secondarie	143
11.6.2.1	<i>Torrente Titerno – VI16</i>	144
11.6.2.2	<i>Rio delle Starze – VI06</i>	144

11.6.3	Interferenze idrauliche minori	145
11.6.3.1	<i>Rio Tella – VI12</i>	145
11.6.3.2	<i>Valle dell'Erba Bianca – VI13 "Volturno"</i>	146
11.6.3.3	<i>Vallone Possente – VI15</i>	146

1 PREMESSA

L'intervento consiste in un progetto di adeguamento a 4 corsie della S.S. n. 372 "Telesina", con una progressiva di progetto dal Km 0+000 al Km 37+000 circa, da Caianello a San Salvatore Telesino.

I comuni interessati dall'opera sono: Caianello (CE), Vairano Paternora (CE), Pietravairano (CE), Baia e Latina (CE), Dragoni (CE), Alvignano (CE), Alife (CE), Gioia Sannitica (CE), Ruviano (CE), Faicchio (BN), Puglianello (BN) e San Salvatore Telesino (BN).

L'opera in progetto ricade nel territorio di competenza del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale (DIAM) e in particolare nel bacino del Fiume Volturno, nel tratto che va dalla confluenza con il Fiume Lete in prossimità della località Serretelle, frazione del comune di Ailano (CE), fino alla confluenza con il Fiume Calore a circa 82 km dalla foce. In particolar modo si è studiata l'interferenza dell'opera stradale in progetto nel tratto del Fiume Volturno che va da circa 4 km a valle della confluenza con il Torrente Torano in prossimità della località Ponte Margherita nel comune di Dragoni (CE), fino al ponte di Amorosi, a circa 8 km a valle della confluenza con il Torrente Titerno e a circa 2 km a monte della confluenza con il Fiume Calore.

Le interferenze idrauliche secondarie sono numerose, le principali sono: nel versante sud tra i comuni di Caianello (CE), Vairano Paternora (CE), Pietravairano (CE), Baia e Latina (CE), Dragoni (CE), Alife (CE) e Alvignano (CE), il Rio San Felice o Rio delle Starze, il Fosso San Pietro, i valloni Rava, Ponte Murato e Castelluccio e il Rio Tella; nel versante nord, tra i comuni di Gioia Sannitica (CE), Ruviano (CE), Faicchio (BN), Puglianello (BN) e San Salvatore Telesino (BN), i valloni Erba Bianca e Possente, il Torrente Titerno e il Fosso Marafi. Tra questi il Rio delle Starze e il Torrente Titerno sono sicuramente di assoluta rilevanza con bacini idrografici estesi (superiori a 100 km²).

1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

In Italia i riferimenti normativi ai quali si deve attenere il progettista degli attraversamenti fluviali sono contenuti nel Decreto Ministeriale del 2 agosto 1980 e in quello del 4 maggio 1990, ai quali ha fatto seguito la Circolare n. 34233 emanata in data 25 febbraio 1991 dal Ministero dei Lavori Pubblici, recante "Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali".

Recentemente il DM 17/01/18 più noto come “Norme Tecniche per le Costruzioni” e successivamente la Circolare esplicativa n. 7 del 21-01-2018 ha integrato in alcune parti, riguardanti prevalentemente le azioni da prevedere per i calcoli statici, le norme dei precedenti decreti.

Le norme prescrivono di assumere normalmente quale portata di progetto quella corrispondente a un tempo di ritorno non inferiore a duecento anni per la quale i calcoli idraulici dovranno verificare la sussistenza di un franco minimo tra il livello di massima piena e l’impalcato del ponte (di 1,5 m).

Per quanto riguarda l’inserimento dell’opera di attraversamento nell’ambito delle aree di pertinenza del corso d’acqua le norme prevedono che il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati il corso d’acqua attivo e, se arginato, i corpi arginali. Qualora eccezionalmente fosse necessario realizzare pile in alveo, la luce minima tra pile contigue, misurata ortogonalmente al filone principale della corrente, non dovrà essere inferiore a 40 metri. Soluzioni con luci inferiori potranno essere autorizzate dall’Autorità competente, previo parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Nel caso di pile e/o spalle in alveo cura particolare è da dedicare al problema delle escavazioni dell’alveo e alla protezione delle fondazioni delle pile e delle spalle.

Il franco idraulico necessario non può essere ottenuto con il sollevamento del ponte durante la piena.

Per la definizione dei tempi di ritorno degli eventi di progetto si è fatto riferimento ai tre scenari considerati nel *D. Lgs. 49/2010 - Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni* - definito per uniformare la rappresentazione delle classi di pericolosità tra le varie Autorità di Bacino, come riferimento per i futuri aggiornamenti dei PGRA dei Distretti Idrografici, relativi ai tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni.

La scelta dei tempi di ritorno per il dimensionamento e la verifica del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche è stata effettuata considerando, quale riferimento, le prescrizioni del capitolato d’oneri ANAS per la redazione del Progetto Definitivo.

2 IDRAULICA FLUVIALE

2.1 INTRODUZIONE

L'infrastruttura viaria in progetto attraversa il Fiume Volturno con il Viadotto VI13 (dalla progressiva km 25+065 alla progressiva km 26+125 circa). Per l'attraversamento principale del Fiume Volturno e per i tratti dove l'infrastruttura in progetto è interessata dalle piene del fiume è stato implementato un modello idraulico bidimensionale di moto vario, per risolvere le interferenze con il fiume, per tracciare le aree inondabili ante e post operam e per determinare la potenziale erosione localizzata attorno alle pile del nuovo viadotto di progetto interessate dalla corrente idrica.

I viadotti ed i ponti secondari e minori sono stati invece verificati con modelli idraulici monodimensionali in condizioni di moto permanente.

Le opere in questione sono:

- il nuovo viadotto VI06 (Rio San Felice o Rio delle Starze), alla progressiva km 7+899 carreggiata sud;
- il nuovo ponte VI20 (Vallone Rava) alla progressiva km 15+559 carreggiata sud;
- il nuovo ponte VI21 (Vallone Ponte Murato), alla progressiva km 18+295 carreggiata sud;
- il nuovo ponte VI22 (Fosso San Pietro), alla progressiva km 20+815 carreggiata sud;
- il nuovo ponte VI23 (Vallone Castelluccio o Valle dei Ferrari), alla progressiva km 22+478 carreggiata sud;
- il nuovo viadotto VI12 (Rio Tella), alla progressiva km 24+080 carreggiata sud;
- il nuovo viadotto VI12 (Rio Tella), alla progressiva km 24+080 carreggiata sud;
- il nuovo viadotto VI13 (Vallone dell'Erba Bianca), alla progressiva km 25+960 carreggiata nord;
- il nuovo viadotto VI15 (Vallone Possente), alla progressiva km 30+070 carreggiata nord;
- il nuovo viadotto VI16 (Torrente Titerno), alla progressiva km 31+438 carreggiata nord;
- il nuovo ponte VI24 (Fosso Marafi), alla progressiva km 33+186 carreggiata nord.

Un modello idraulico monodimensionale di moto permanente è stato implementato anche per dimensionare l'inalveazione del fosso minore senza nome con recapito al nuovo ponte VI19, alla progressiva km 10+403 della carreggiata sud.

Per gli attraversamenti secondari e minori le verifiche di compatibilità idraulica, successivamente esposte, hanno riguardato sia il calcolo del rigurgito a monte dell'opera in progetto, assieme alle verifiche del franco idraulico, sia il calcolo della potenziale erosione localizzata attorno alle pile

interessate dalla corrente idrica. Come descritto nella Relazione Idrologica in tali verifiche sono state assunte le portate di progetto relative al tempo di ritorno di 200 anni, ricavate dalla distribuzione di probabilità di Gumbel stimata localmente e si sono comunque verificate le opere in progetto anche con le portate di verifica dedotte dalla distribuzione di probabilità di Fréchet (molto più cautelativa).

Per l'attraversamento del Rio delle Starze, essendo presente a valle dello stesso alcune case sparse dell'abitato di Pietravairano, si è implementato anche un modello idraulico monodimensionale di moto vario, per valutare gli effetti dell'adeguamento dell'attraversamento esistente.

2.2 RILIEVI TOPOBATIMETRICI

2.2.1 RILIEVO DEL FIUME VOLTURNO

Ai fini dell'implementazione dei modelli numerici per la modellazione del Fiume Volturno e del Torrente Titerno sono state utilizzate le sezioni fornite dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (ABDAM), realizzate nell'ambito del PSDA (Piano stralcio Difesa Alluvioni 1999) e utilizzate anche del PGRA (Piano Generale Rischio Alluvioni 2021), in base alle quali sono state realizzate le perimetrazioni del Fiume Volturno e del Torrente Titerno delle aree a pericolosità idraulica P3, P2 e P1 (corrispondenti alle fasce fluviali A, B1 e C), attualmente in vigore e corrispondenti alle aree inondabili per eventi di piena con tempi di ritorno di 30, 100 e 300 anni.

Le sezioni del PSDA utilizzate per la realizzazione del modello idraulico del Fiume Volturno implementato nel presente studio sono quelle comprese tra la sezione n. 23 e la sezione n. 6 del tratto del Fiume Volturno che va dalla confluenza del Torrente Torano alla confluenza del Fiume Calore. La sezione di valle del modello implementato, corrispondente alla sezione della stazione idrometrografica di Amorosi, ed è situata circa 8 km a valle della confluenza con il Torrente Titerno e circa 2 km a monte della confluenza con il Fiume Calore.

Le sezioni dell'ABDAM sono state poi integrate mediante una nuova campagna di rilievi topografici condotta tra l'ottobre e il novembre 2021, costituita da n. 29 nuove sezioni di alveo ordinario (attivo), alcune delle quali sovrapposte a quelle PSDA, per confronto, verifica ed eventuale aggiornamento delle stesse.

Assieme al rilievo delle sezioni dell'alveo si sono rilevati n. 2 viadotti esistenti, oltre all'attraversamento principale sul Voltorno della S.S. 372 Telesina.

Le sezioni rilevate nel PSDA e nella nuova campagna di rilievi sono state anche confrontate con le corrispondenti quote estratte dal DTM a passo 1×1 m fornito dal MATTM (Lidar 2008-2010). Nella figura 2.1 si mostra la planimetria dell'area d'interesse sulla base del DTM MATTM, in cui sono riportate le tracce delle sezioni rilevate (con colorazione arancio per le sezioni PSDA e magenta per il nuovo rilievo 2021) e due esempi di confronto tra le sezioni rilevate ed il modello digitale del terreno. Il confronto in tutte le sezioni ha mostrato una buona coerenza planimetrica tra i rilievi e il DTM, nei tratti di sezione al di fuori dell'alveo attivo, individuando il DTM internamente all'alveo attivo la sola quota idrica.

Sono state quindi validate e utilizzate n. 60 sezioni d'alveo e n. 3 opere d'arte lungo il tratto di fiume modellato, per una lunghezza complessiva di circa 23 km, con un passo medio tra le sezioni di circa 380 m.

Il modello è stato infine ulteriormente integrato tramite sezioni interpolate nell'alveo attivo tra quelle rilevate, utilizzando così le informazioni dei rilievi in alveo e del DTM nelle aree golenali esterne all'alveo attivo.

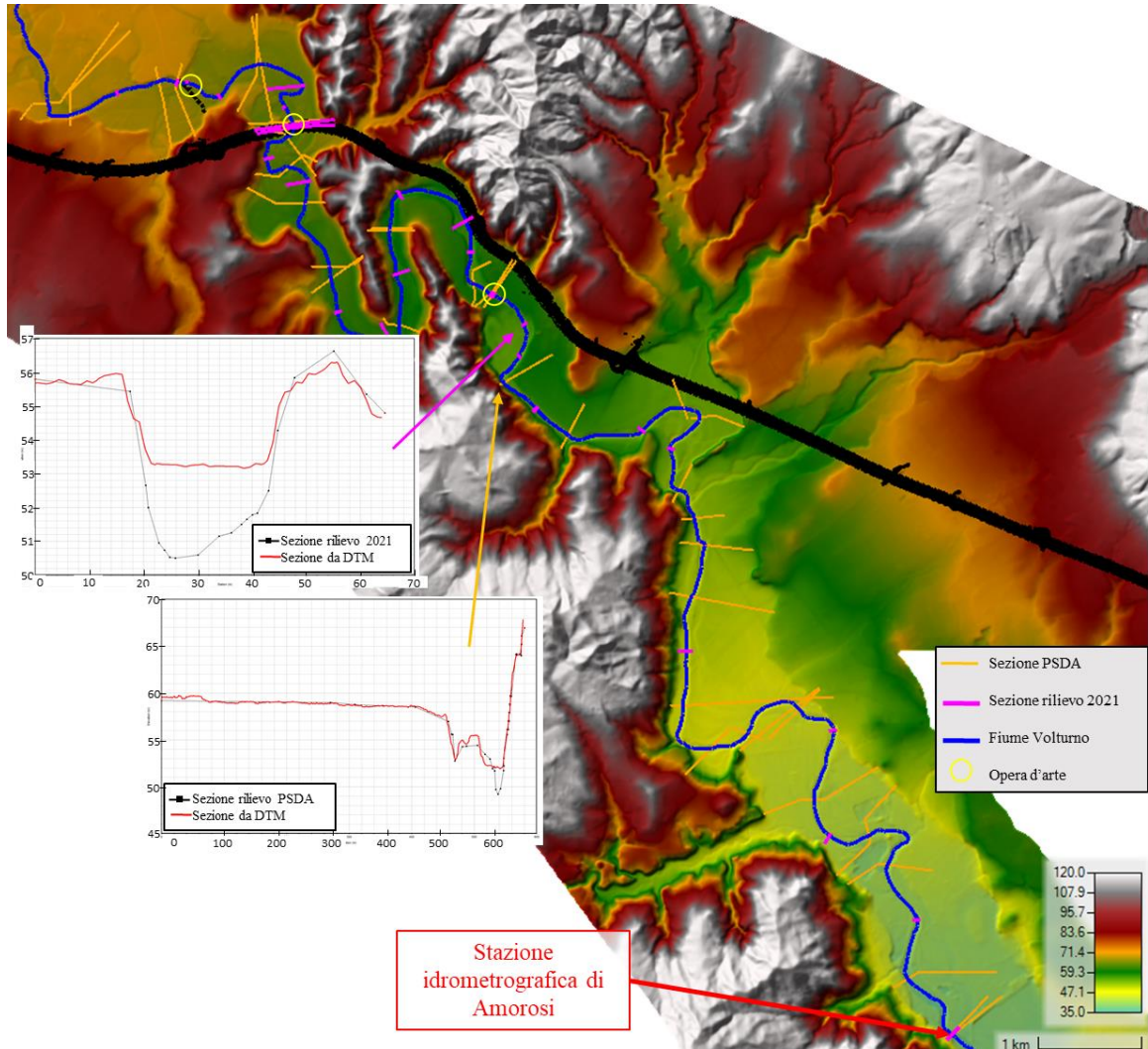


Figura 2.1 – Fiume Volturno: campagne di rilievo topobatimetrico di sezioni d'alveo e opere d'arte sulla base del DTM del MATTM. Confronto tra due sezioni rilevate e il DTM (linea rossa)

Il modello idraulico finale è stato quindi implementato con complessive n. 200 sezioni d'alveo e n. 3 opere d'arte, con un passo medio tra le sezioni di circa 100 m. Il profilo della linea del talweg con l'ubicazione delle sezioni e delle opere d'arte è mostrato nella figura 2.2.

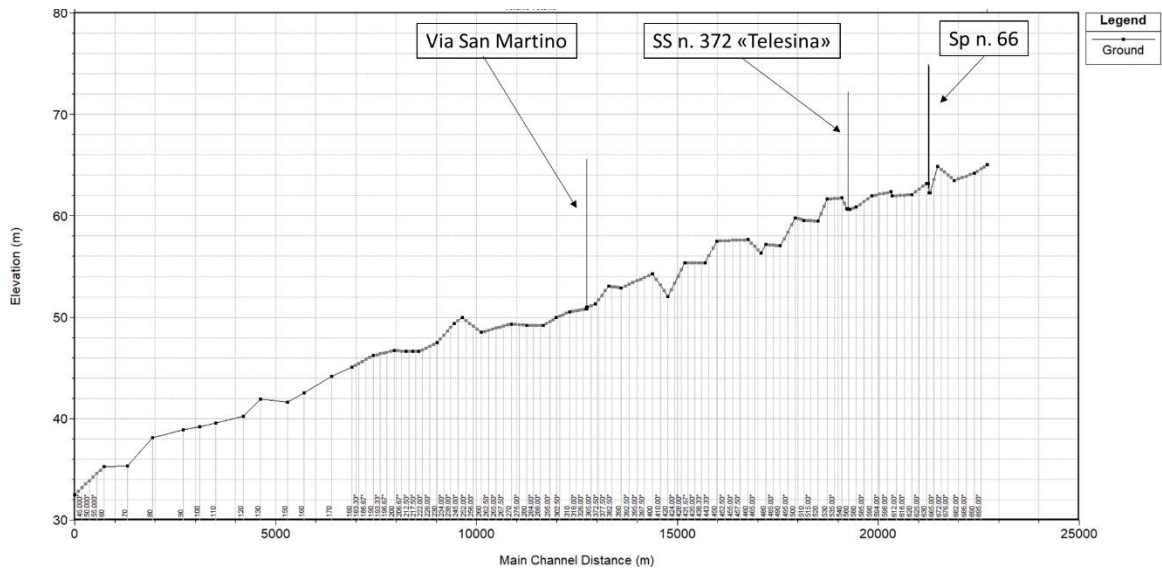


Figura 2.2 – Profilo del talweg del Fiume Volturno con ubicazione delle sezioni e delle opere d'arte

2.2.2 RILIEVO DEL TORRENTE TITERNO

Anche per la realizzazione del modello idraulico del Torrente Titerno si sono utilizzate le sezioni del PGRA comprese tra la sezione n. 12 e la sezione n. 1, nel tratto da circa 1 km a monte dell'attraversamento della S.S. Telesina alla confluenza con il Fiume Volturno. Le sezioni PGRA sono state poi integrate mediante la medesima campagna di rilievi topobatimetrici del 2021, costituita da n. 8 nuove sezioni di alveo ordinario (attivo), in cui è stata anche rilevata la briglia esistente immediatamente a valle dell'attraversamento della S.S. 372 Telesina (mancante nei rilievi PGRA). Anche in questo caso il confronto tra le quote delle sezioni rilevate e le corrispondenti quote del DTM MATTM ha mostrato una buona coerenza piano altimetrica dei rilievi. La figura 2.3 mostra la planimetria sulla base del DTM in cui sono riportate le tracce delle sezioni rilevate e il confronto tra le sezioni rilevate ed il modello digitale del terreno.

Utilizzando, nell'alveo attivo, le sezioni rilevate e, nelle aree golenali, le quote del DTM, il modello è stato infine ulteriormente integrato estendendo lungo le aree golenali le nuove sezioni 2021 e inserendo sezioni interpolate tra quelle rilevate.

Complessivamente sono state quindi utilizzate n. 35 sezioni e n. 2 opere d'arte lungo il tratto di fiume modellato, per un'estensione di circa 2,5 km, con un passo medio tra le sezioni di circa 70

m. Il profilo della linea del talweg dell'alveo rilevato con l'ubicazione delle sezioni e delle opere d'arte è mostrato nella figura 2.4.

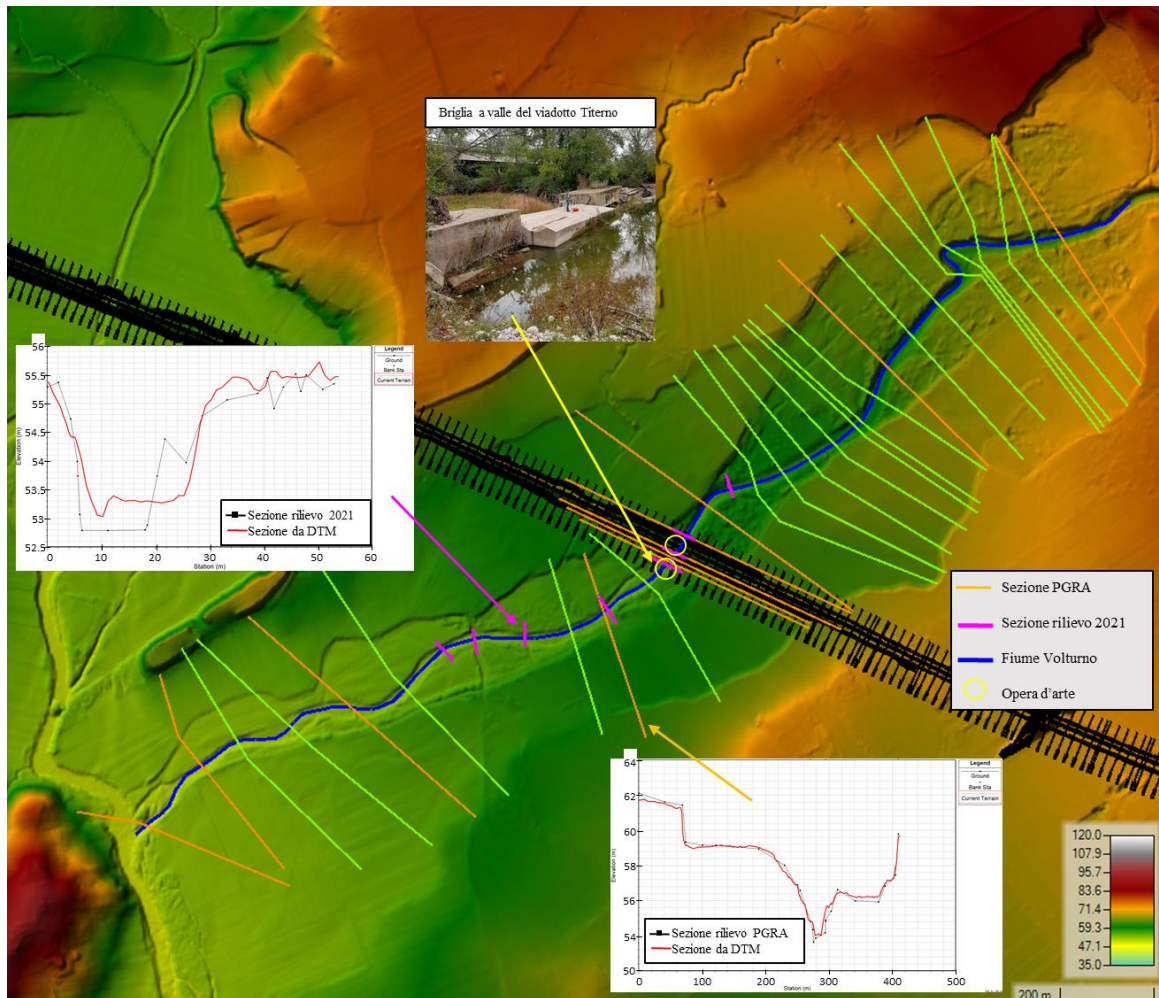


Figura 2.3 – Torrente Titerno: campagne di rilievo topobatimetrico di sezioni d'alveo e opere d'arte sulla base del DTM del MATTM. Confronto tra due sezioni rilevate e il DTM (linea rossa)

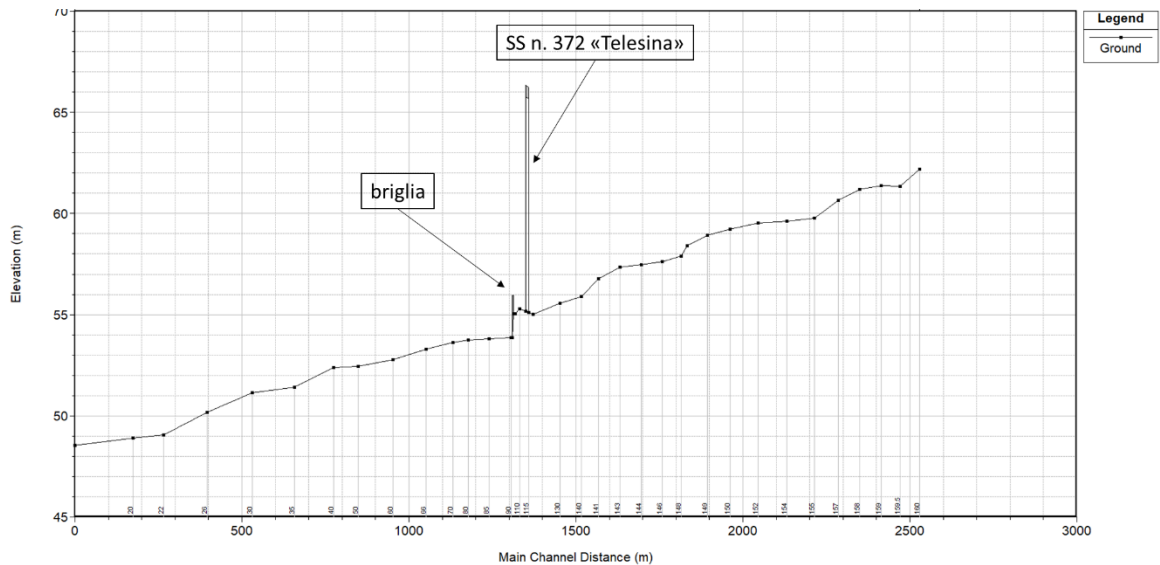


Figura 2.4 – Profilo del talweg del Torrente Titerno con ubicazione delle sezioni e delle opere d'arte

2.2.3 RILIEVO DEL RIO DELLE STARZE E DEGLI ATTRAVERSAMENTI MINORI

Essendo il Rio delle Starze e i corsi d'acqua minori a carattere torrentizio, privi quindi di acqua nel periodo estivo (periodo in cui è stato realizzato il DTM MATTM), le sezioni trasversali dei modelli idraulici sono state ricavate dal DTM stesso (Lidar 2008-2010).

Nella tabella 2.1 si riportano la lunghezza dei tratti simulati per ciascun attraversamento, il numero di sezioni utilizzate e il relativo passo medio.

Tabella 2.1- Numero di sezioni e lunghezza del tratto modellato per il Rio delle Starze e per ciascun attraversamento minore

Corpo idrico	Opera	Sezioni modellate	Lunghezza tratto simulato (m)	Passo medio (m)
R. delle Starze	VI06	22	4005	182
V.ne Rava	VI20	16	2500	156
V.ne Ponte Murato	VI21	16	998	62
F. San Pietro	VI22	15	712	47
V.ne Castelluccio	VI23	10	466	47
R. Tella	VI12	12	991	83
V.ne Erba Bianca	VI13	14	601	43
V.ne Possente	VI15	10	286	29
F. Marafi	VI24	15	1611	107

2.3 MODELLI IDRAULICI

2.3.1 MODELLI IDRAULICI MONODIMENSIONALI DI MOTO PERMANENTE

Nelle simulazioni idrauliche per risolvere le interferenze con il Torrente Titerno e il Rio delle Starze (San Felice), assieme ai maggiori fossi minori, si è utilizzato il codice di calcolo HEC-RAS (versione 6.1) River Analysis System, sviluppato presso l'Hydrologic Engineering Center, dall'United States Army Corps of Engineers, che consente il calcolo dei profili idraulici di moto permanente gradualmente vario, in reti di canali naturali o artificiali. Con tale modello possono essere simulate condizioni di moto subcritico (corrente lenta), supercritico (corrente veloce) e misto (entrambi i moti), e possono essere valutati gli effetti di immissioni o emissioni laterali di portata, briglie e salti di fondo, paratoie, brevi condotti in pressione, ponti, ostacoli al flusso e costruzioni nelle zone golenali. Le simulazioni idrauliche sono state realizzate in condizioni di moto permanente monodimensionale (1D) in regime di corrente mista. Si rimanda al manuale tecnico di HEC-RAS per approfondimenti.

I parametri dei modelli, calibrati o assunti, sono specificati successivamente nei paragrafi dedicati.

2.3.2 MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE DI MOTO VARIO

Per la determinazione della compatibilità idraulica del nuovo attraversamento del Rio delle Starze, dove a valle dell'attraversamento sono presenti alcune case sparse dell'abitato di Pietravairano, si è realizzata anche la simulazione dell'onda di piena duecentennale (Relazione Idrologica) con un modello di moto vario monodimensionale. Il codice di calcolo utilizzato è HEC-RAS (versione 6.1) River Analysis System, sviluppato presso l'Hydrologic Engineering Center, dall'United States Army Corps of Engineers.

2.3.3 MODELLO IDRAULICO BIDIMENSIONALE DI MOTO VARIO

Per la simulazione delle piene del Fiume Volturno si è utilizzato un *modello idraulico 2D* in condizioni di moto vario. Il modello è di tipo integrato (*monodimensionale* in alveo – *bidimensionale*

nelle aree allagabili) ed è costituito dall'ultima versione del noto codice di calcolo HEC-RAS (versione 6.1). Una sintetica descrizione del modello è riportata di seguito, per approfondimenti si rimanda al manuale tecnico.

2.3.3.1 CARATTERISTICHE IDRAULICHE DEL MODELLO INTEGRATO 1D + 2D

Come mostrato nella figura 2.5, il dominio di calcolo *1D*, esteso al solo alveo compreso tra le sommità dei cigli spondali del fiume, è costituito dal noto codice di calcolo *1D* in moto vario di HEC-RAS, che è in grado di modellare le perdite di carico dovute alla presenza di ostruzioni (ponti, tombini, ecc.) o di brusche variazioni delle sezioni d'alveo (briglie, ostruzioni, ecc.). Il codice integra le equazioni complete di De Saint-Venant del moto vario monodimensionale.

Le condizioni del moto nel dominio di calcolo *2D* sono risolte tramite l'approssimazione parabolica delle equazioni bidimensionali del moto vario, trascurando, quindi, i termini inerziali. L'integrazione del dominio di calcolo *2D* avviene mediante il metodo dei volumi finiti.

Le connessioni idrauliche tra i domini di calcolo *1D* e *2D*, sono attuate tramite sfioratori laterali bidirezionali (rappresentati nei profili della figura 2.5 con colorazione arancione). Nel caso in esame sono stati caratterizzati più di 800 sfioratori laterali, ricavati dai profili spondali rilevati nella campagna di rilievi topografici realizzata e integrati con il DEM a passo 1×1 m del MATTM. Il modello, illustrato nella planimetria di figura 2.6, si sviluppa complessivamente per circa 23 km, a partire da circa 3,5 km a monte dell'attraversamento della SS 372 "Telesina" e fino alla stazione idrometrografica di Amorosi (poco a monte della confluenza nel Volturno del Fiume Calore Irpino). Nel primo tratto (primo chilometro di monte) e negli ultimi 7 km di valle (a partire da circa 1 km a valle della confluenza del Torrente Titerno) il modello è *1D*.

2.3.3.2 DOMINIO DI INTEGRAZIONE 2D

Il dominio di integrazione 2D, come mostrato nella figura 2.5, è costituito da maglie di tipo misto, sia strutturate (quadrato di lato 20 m), sia non strutturate (triangoli o poligoni fino a 8 facce). Complessivamente sono stati modellati circa 10,5 km² di territorio, come mostrato nella figura 2.6.

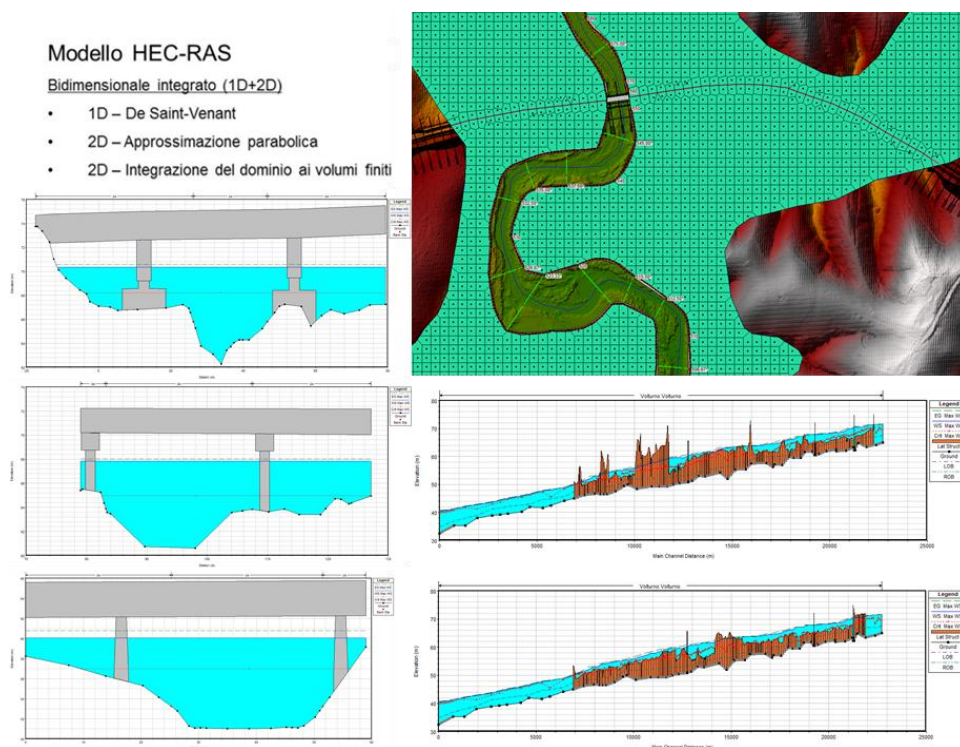


Figura 2.5 - HEC-RAS 2D integrato: 1D in alveo, 2D nelle aree inondabili

2.3.3.3 RESTITUZIONE DEI RISULTATI NEL DOMINIO DI INTEGRAZIONE 2D

Nella restituzione dei risultati di calcolo il modello 2D è in grado di considerare le effettive aree inondate nelle singole celle di calcolo. Come mostrato nella figura 2.7, i volumi di calcolo determinati in ogni istante sono attribuiti alle aree più depresse presenti nella cella di calcolo in base alle caratteristiche idrauliche delle celle di calcolo stesse, estratte direttamente dal DEM tramite i profili del terreno delle facce delle celle, che nel caso in esame ha maglia 1×1 m.

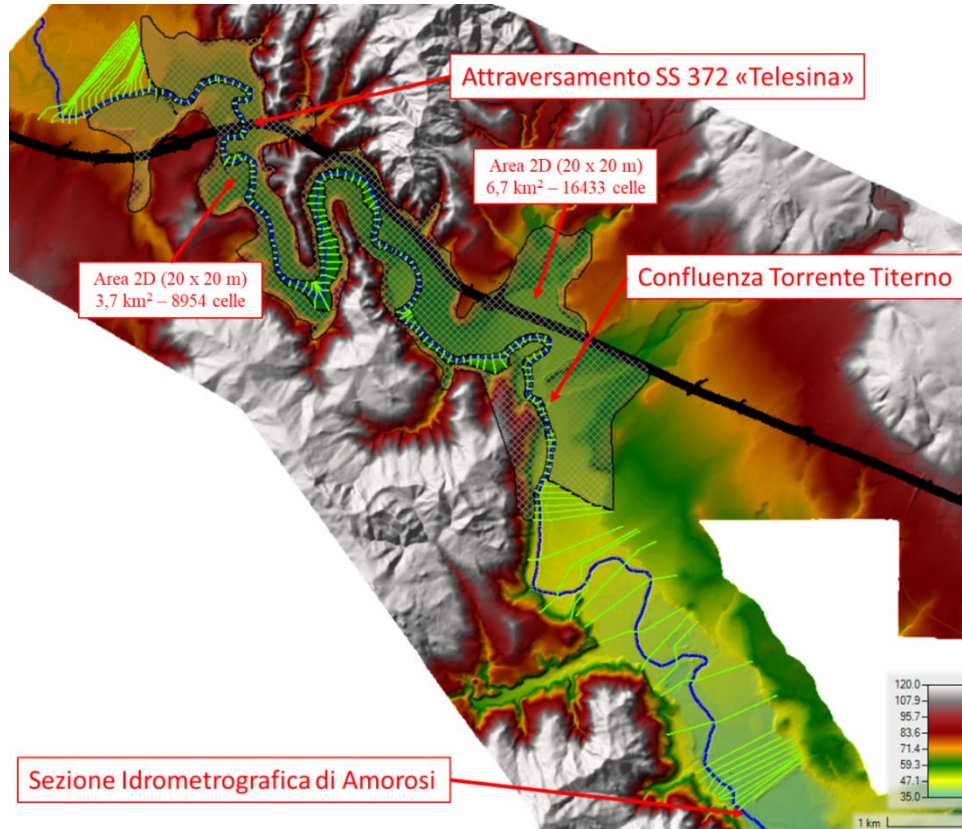


Figura 2.6 - HEC-RAS 2D integrato: estensione del dominio di calcolo 2D

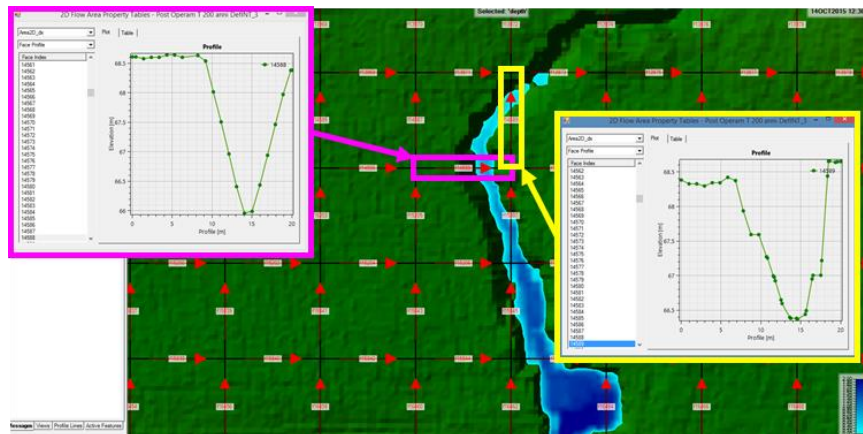


Figura 2.7 - HEC-RAS 2D integrato: restituzione risultati nel dominio di calcolo 2D

3 MODELLAZIONE DEL FIUME VOLTURNO

Nei paragrafi che seguono si riportano i risultati del modello 2D di moto vario implementato per le verifiche idrauliche delle interferenze con il Fiume Volturno, mostrando, sia i profili, sia le sezioni in corrispondenze delle interferenze. I risultati completi (grafici delle sezioni di calcolo e relative tabelle delle grandezze idrauliche significative) sono invece riportati in Appendice.

3.1 CONDIZIONI AL CONTORNO E SCABREZZE

In corrispondenza della sezione idrometrografica di Amorosi si è posta la condizione al contorno di valle del modello 2D precedentemente illustrato. La stazione idrometrografica del Fiume Volturno ad Amorosi entra in funzione nel 1931, con Zero idrometrico a quota 35.12 m s.m e mai variato. Come condizione al contorno si è imposta la scala di deflusso derivata come successivamente illustrato.

3.1.1 CONTORNO DI VALLE (SCALA DI DEFLUSSO DEL F. VOLTURNO AD AMOROSI)

Le scale di deflusso disponibili alla stazione idrometrografica di Amorosi (Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, Annali del Compartimento di Napoli, parte II) cominciano nell'anno 1933 e terminano nell'anno 1994. L'ufficio Idrografico della Regione Campania, pur continuando le registrazioni di livello idrometrico alla stazione, non ha ancora elaborato una nuova scala di deflusso.

Gli eventi principali registrati alla stazione sono le piene del 1949, del 1964 e, principalmente, del 1968.

Nella figura 3.1, si mostrano le scale di deflusso alla sezione idrometrografica a partire da quella elaborata dal SIMN nel 1964, utilizzata all'epoca per la stima delle portate al colmo di piena degli eventi del 1949 e del 1964, e fino a quella del 1994 (l'ultima disponibile), utilizzata per la calibrazione del modello idraulico PSDA (1999) dell'ABDAM e successivamente adottata anche nel

PGRA (2021), di cui nella figura si riportano le piene P3, P2 e P1, rispettivamente per i tempi di ritorno di 30, 100 e 300 anni.

Nella figura le scale di deflusso sono suddivise in due tratti: quelli determinati in base alle misure di portata (continui), e quelli estrapolati in base alle formule riportate negli Annali (a tratteggio). Come illustrato nella figura l'evento del 1968 è il massimo registrato, con una portata al colmo stimata in circa $1460 \text{ m}^3/\text{s}$, superiore a quella relativa all'evento trentennale del PGRA.

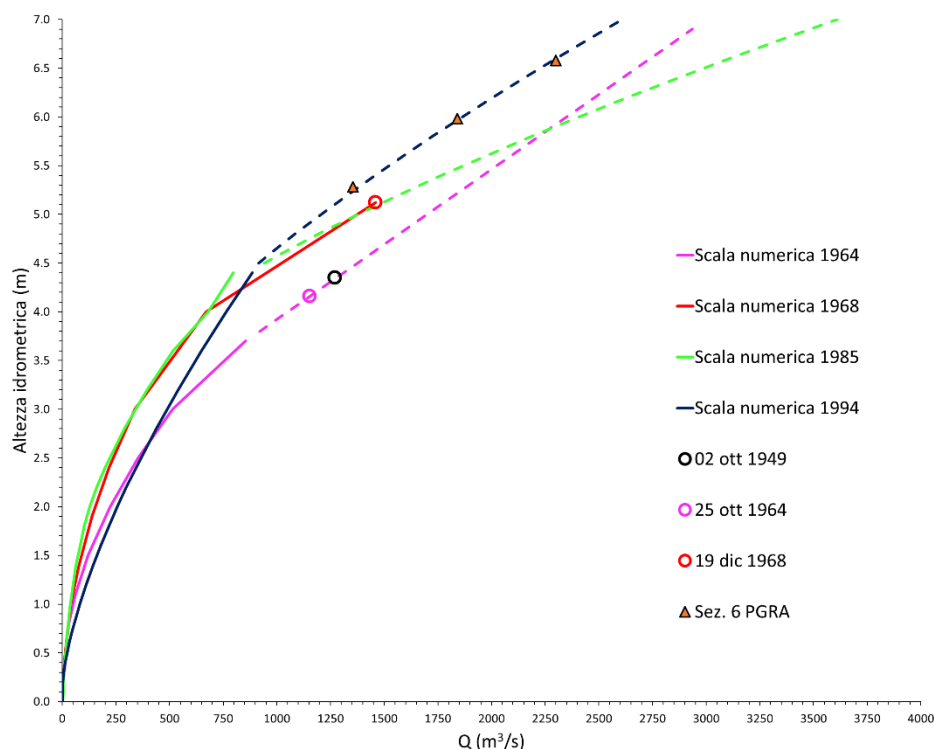


Figura 3.1 – Scale di deflusso ufficiali del SIMN (periodo 1964-1994)

Coerentemente con il PRGA (2021) dell'ABDAM, quindi, come condizione al contorno di valle del modello idraulico del Fiume Volturno si è imposta la scala di deflusso SIMN 1994 alla sezione idrometrografica di Amorosi, riportata nella tabella 3.1.

Trovandosi poi la sezione di Amorosi circa 8 km più a valle e mediamente più di 10 m più in basso rispetto alla zona d'interesse (modellata in 2D come precedentemente illustrato), che si estende dalla confluenza del Titerno nel Volturno e fino all'attraversamento della SS 372 (figura 2.6), si può certamente affermare che anche notevoli cambiamenti della condizione al contorno di valle

(scala di deflusso) non possono indurre apprezzabili cambiamenti nei livelli idrici nei tratti d'interesse modellati.

Tabella 3.1- Scala di deflusso ad Amorosi (SIMN 1994)

y (m)	Q (m ³ /s)	y (m)	Q (m ³ /s)
0	1.0	2.8	438.0
0.2	2.8	3.2	539.9
0.3	7.4	3.6	648.7
0.4	14.3	4.0	763.9
0.5	22.9	4.4	885.2
0.6	32.7	4.8	1086
0.7	43.5	5.2	1330
0.8	55.4	5.6	1589
0.9	68.2	6.0	1863
1	81.8	6.4	2152
1.2	111.5	6.8	2454
1.4	144.0	7.2	2769
1.6	179.2	7.6	3097
1.8	216.9	8.0	3436
2	257.0	8.4	3787
2.2	299.2	8.8	4149
2.4	343.5	9.2	4523

3.1.2 CONTORNO DI MONTE

Come condizione al contorno di monte si è inserita l'onda di piena in ingresso al modello determinata come contributo dell'intero bacino del Fiume Volturno alla sezione di chiusura del viadotto di attraversamento della S.S.372 "Telesina" (onda idrologica descritta nella Relazione Idrologica).

3.1.3 COEFFICIENTI DI SCABREZZA

Il modello idraulico 2D di moto vario è, come precedentemente illustrato, un modello integrato 1D in alveo e 2D nelle aree esterne all'alveo inciso (aree inondabili), con due tratti (iniziale e terminale) in cui il modello è 1D. Nella parte di modello integrato per entrambi i domini (1D e 2D) è stato adottato un unico coefficiente di resistenza di Manning, pari a $0,04 \text{ sm}^{-1/3}$. Per i tratti

di monte e di valle dove il modello è monodimensionale (1D) i coefficienti di resistenza di Manning sono stati coerentemente differenziati tra l'alveo attivo (pari a $0,04 \text{ sm}^{-1/3}$) e le aree inondabili golenali (pari a $0,06 \text{ sm}^{-1/3}$).

3.2 SIMULAZIONI IDRAULICHE PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO

Con il modello 2D di moto vario, si sono simulate le piene con il tempo di ritorno di 30, 50, 100, 200, 300, 500 e 1000 anni, le cui portate al colmo di piena sono riportate nella tabella 3.2, confrontate con le rispettive portate al colmo delle onde idrologiche alla confluenza del Torrente Titerno e alla sezione idrometrografica di Amorosi.

Le onde idrologiche del Volturno alla confluenza con il Torrente Titerno e alla sezione terminale di Amorosi sono state ottenute inserendo due contributi laterali intermedi, CL1 e CL2, determinati iterativamente in modo da riottenere le corrispondenti onde idrologiche nelle sezioni d'interesse. CL1 corrisponde al contributo dell'interbacino tra il viadotto e la confluenza con il Torrente Titerno, immesso nel modello all'altezza dell'affluente Vallone Possente (circa 1 km a monte della confluenza del Titerno); CL2 corrisponde al contributo dell'interbacino tra la confluenza con il Titerno e ponte Amorosi, immesso nel modello immediatamente a valle dell'immissione del Titerno stesso.

Gli idrogrammi corrispondenti sono riportati nella figura 3.2.

Tabella 3.2 – Portate al colmo di piena Fiume Volturno per i tempi di ritorno considerati.

Tempo di ritorno	In testa al modello	Confluenza Titerno		Sezione di Amorosi	
		Idraulica	Idrologica	Idraulica	Idrologica
anni	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
30	1349	1353	1353	1434	1431
50	1609	1614	1614	1717	1707
100	1837	1845	1842	1959	1949
200	2072	2077	2078	2207	2199
300	2202	2212	2208	2340	2336
500	2397	2403	2404	2548	2543
1000	2649	2638	2657	2824	2811

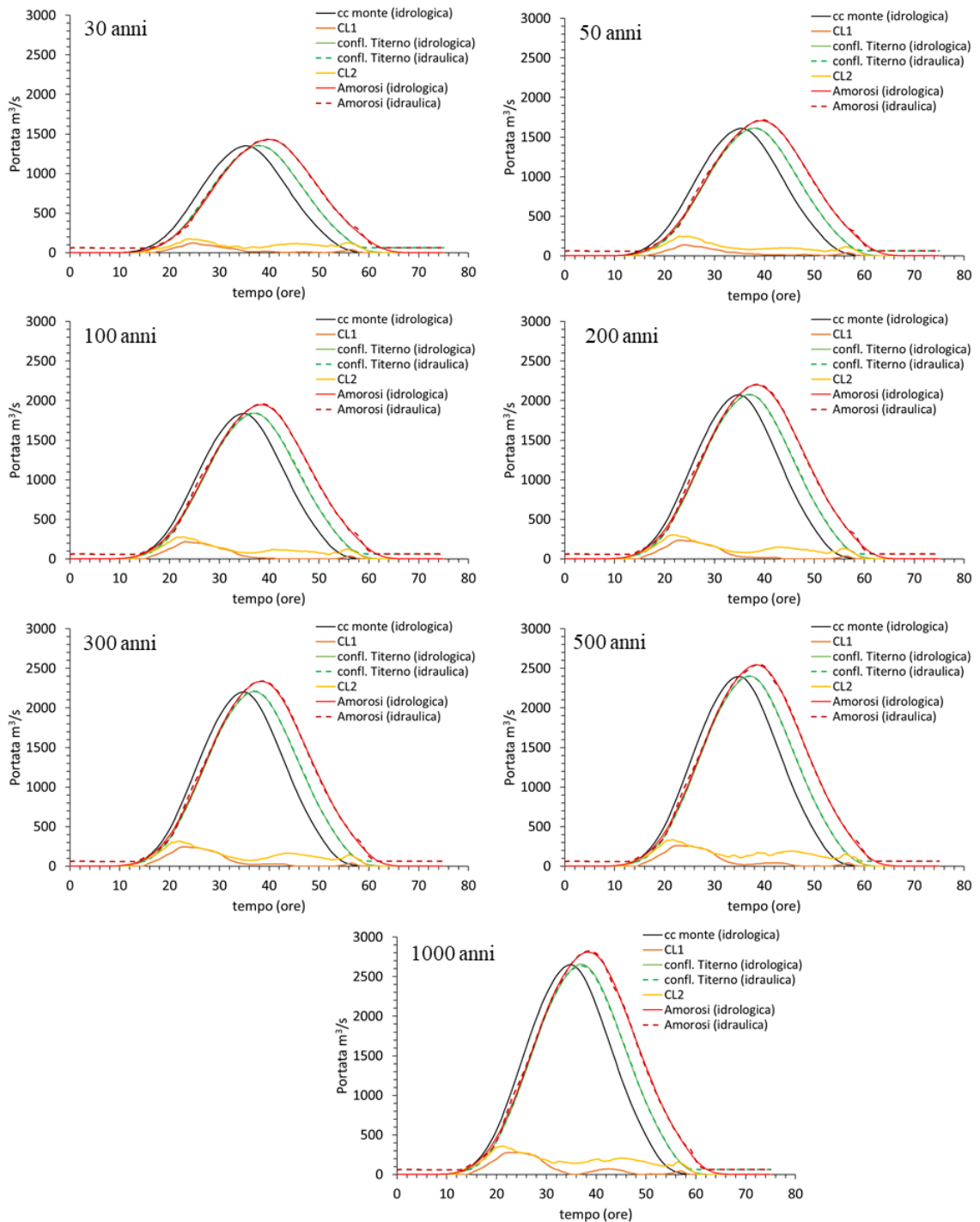


Figura 3.2 – Onde di piena per assegnati tempi di ritorno – cc monte (idrologica): condizione al contorno di monte del modello; confl. Titerno (idrologica e idraulica): confluenza del Torrente Titerno nel Fiume Volturno; Amorosi (idrologica e idraulica): sezione idrometrografica di Amorosi; CL1 e CL2: contributi laterali intermedi

3.2.1 AREE INONDABILI

Di seguito si riportano le aree inondabili nella condizione attuale (ante operam) e nella condizione di progetto (post operam), con il raddoppio della carreggiata della S.S. 372 "Telesina", per i tempi di ritorno di 30, 50, 100, 200, 300, 500 e 1000 anni.

Le aree inondabili nella condizione post operam per i tempi di ritorno di 30, 100 e 300 anni (corrispondenti ai tempi di ritorno delle aree di pericolosità P3, P2 e P1, PGRA 2021) sono poi riportate anche nelle tavole allegate al progetto. Non si sono riprodotte le tavole nella condizione ante operam poiché, come mostrato nella figura 3.3 e specificato successivamente (franco idraulico), le massime variazioni idriche indotte dalla nuova opera in progetto sono talmente modeste (qualche centimetro) che la variazione planimetrica del limite delle aree inondabili è praticamente inapprezzabile, confondendosi nello spessore del tratto del limite stesso dell'area inondata.

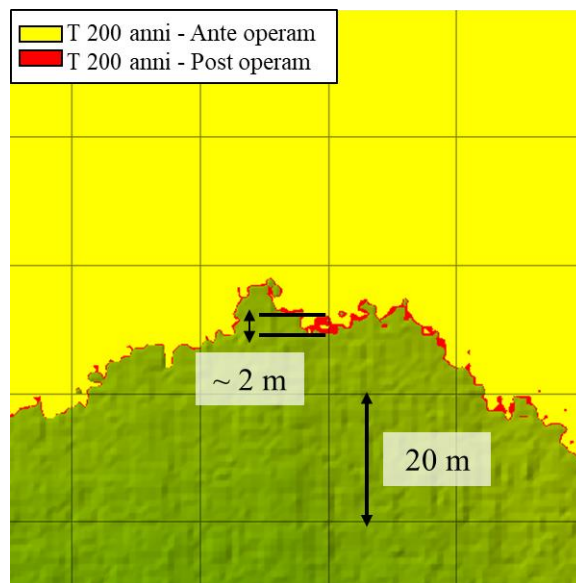


Figura 3.3 – Massima variazione planimetrica indotta dal raddoppio della S.S. 372 "Telesina", pari a circa 2 m in scala 1:1, che in scala 1:10.000 sono equivalenti a 0,2 mm

3.2.1.1 AREE INONDABILI ANTE OPERAM

Nella figura 3.4 si riportano le aree inondabili e i profili idrici nella condizione attuale (ante operam) per i tempi di ritorno di 30, 50, 100, 200, 300, 500 e 1000 anni.

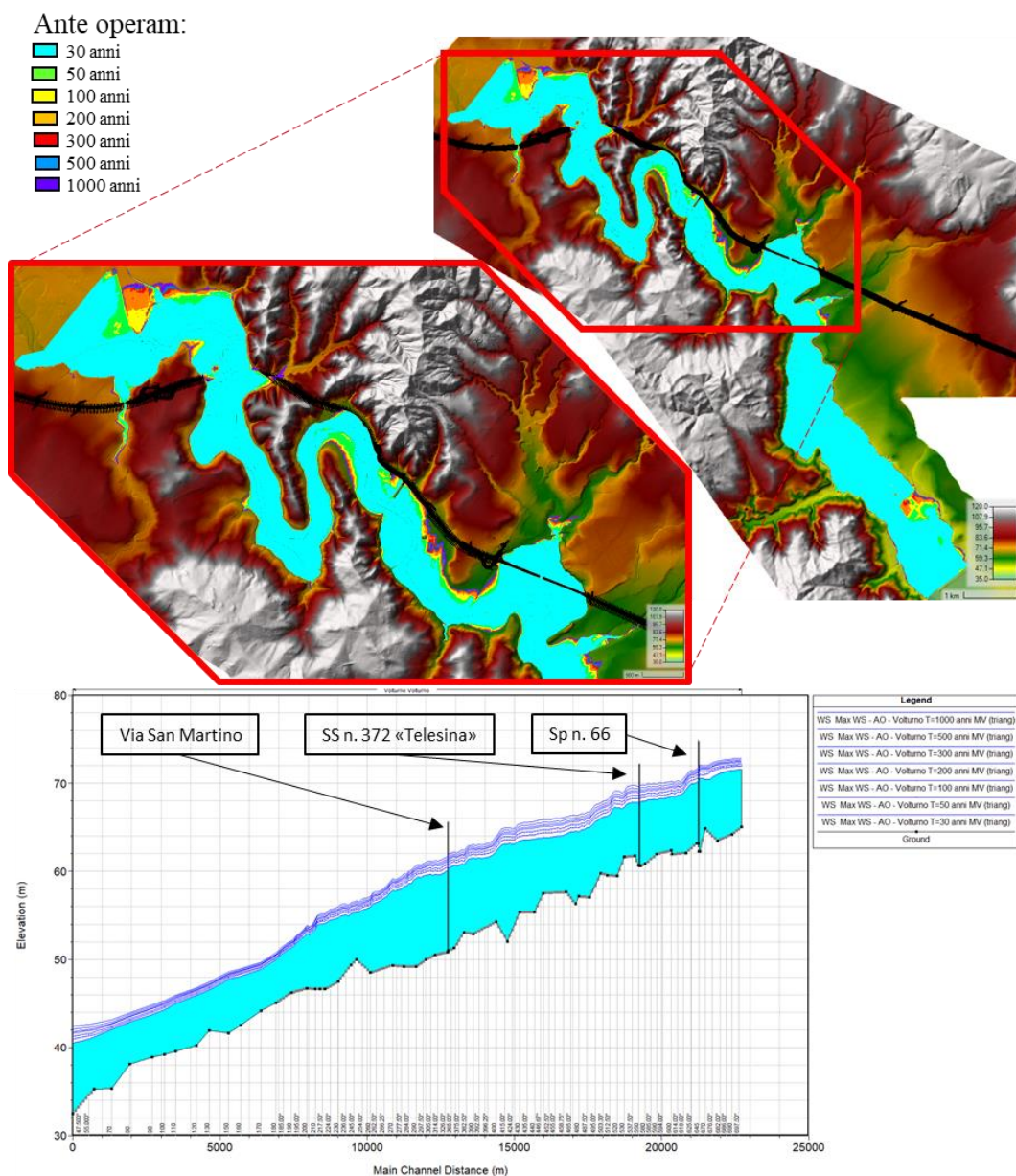


Figura 3.4 – Condizione ante operam: aree inondabili (in alto) e profili idraulici (in basso) per i tempi di ritorno di 30, 50, 100, 200, 300, 500 e 1000 anni

3.2.1.2 AREE INONDABILI POST OPERAM

Nella figura 3.5 si riportano le aree inondabili e i profili idrici nella condizione di raddoppio dell'asse viario in progetto (post operam) per i tempi di ritorno di progetto di 30, 50, 100, 200, 300, 500 e 1000 anni.

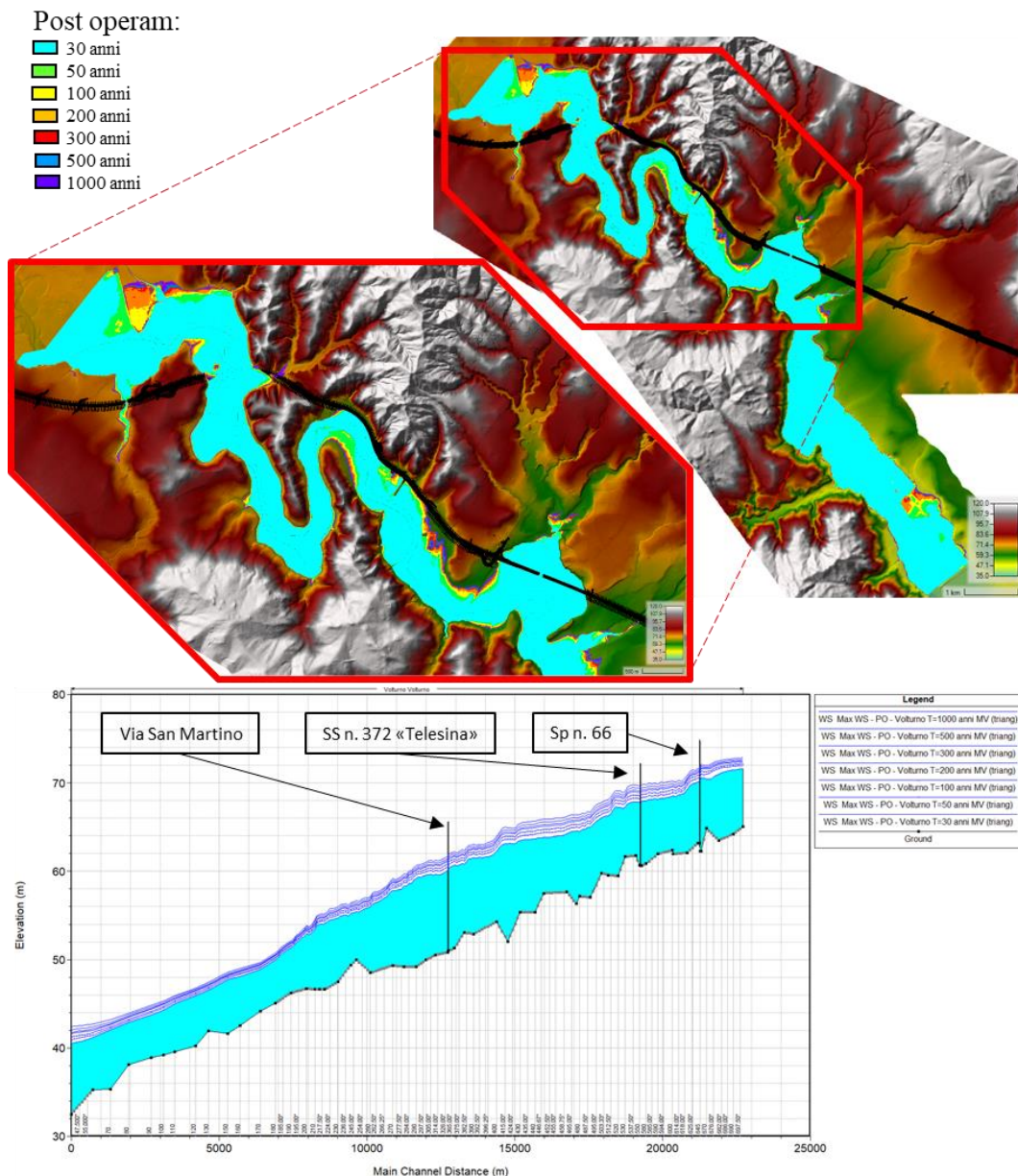


Figura 3.5 – Condizione post operam: aree inondabili (in alto) e profili idraulici (in basso) per i tempi di ritorno di 30, 50, 100, 200, 300, 500 e 1000 anni

3.2.2 INTERFERENZE IDRAULICHE CON IL FIUME VOLTURNO

La verifica delle interferenze dell'opera in progetto con il Fiume Volturno è stata eseguita sia nei confronti dell'intradosso dell'attraversamento in progetto, sia nei confronti della livelletta della carreggiata, quando essa è in affiancamento al fiume, determinando il franco idraulico nei confronti del livello idrico della piena duecentennale.

3.2.2.1 FRANCO IDRAULICO DEL VIADOTTO DI ATTRAVERSAMENTO

L'interferenza idraulica tra l'opera in progetto e il Fiume Volturno riguarda il nuovo viadotto VI13 "Volturno" (figura 3.6). Il nuovo attraversamento che sostituirà l'esistente, di cui si prevede la demolizione, sarà rialzato rispetto alle quote attuali, adottando pile con interassi longitudinali (nel verso ortogonale alla corrente idrica) molto maggiori dell'attuale (variabili da 100 a 55 m rispetto a circa 30 m). Anche nel verso longitudinale alla corrente si prevede un incremento dell'interasse delle pile e una diminuzione del loro numero (da 3 a 2). Si prevede poi un incremento del diametro delle pile (da 1,6 a 3,5 m).

Nella tabella 3.4 e nella figura 3.7 si riportano, per le piene relative a un tempo di ritorno di 200, 500 e 1000 anni, rispettivamente il confronto tra i franchi idraulici minimi del viadotto nella configurazione ante e post operam (riferiti alla prima sezione idraulica a monte del viadotto) e il medesimo confronto tra i profili con i livelli idrici simulati, da cui si evince come nella configurazione post operam si abbia una modesta diminuzione dei livelli a monte dell'opera, circa 6 cm per tutti i tempi di ritorno esaminati, ed un notevole incremento del franco idraulico, dovuto alla sopraelevazione dell'impalcato rispetto alla condizione attuale.

Nella figura 3.8, poi, si riporta il prospetto del nuovo attraversamento in progetto con il livello idrico della piena duecentennale.

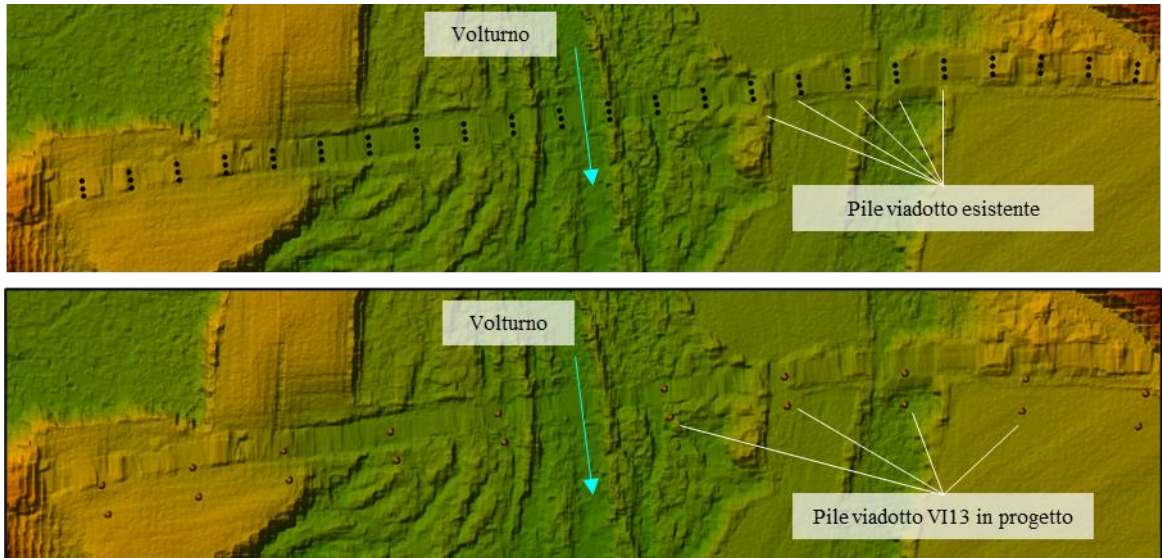


Figura 3.6 – Pile del viadotto Volturno nella condizione attuale (ante operam, in alto) e in progetto (post operam, in basso)

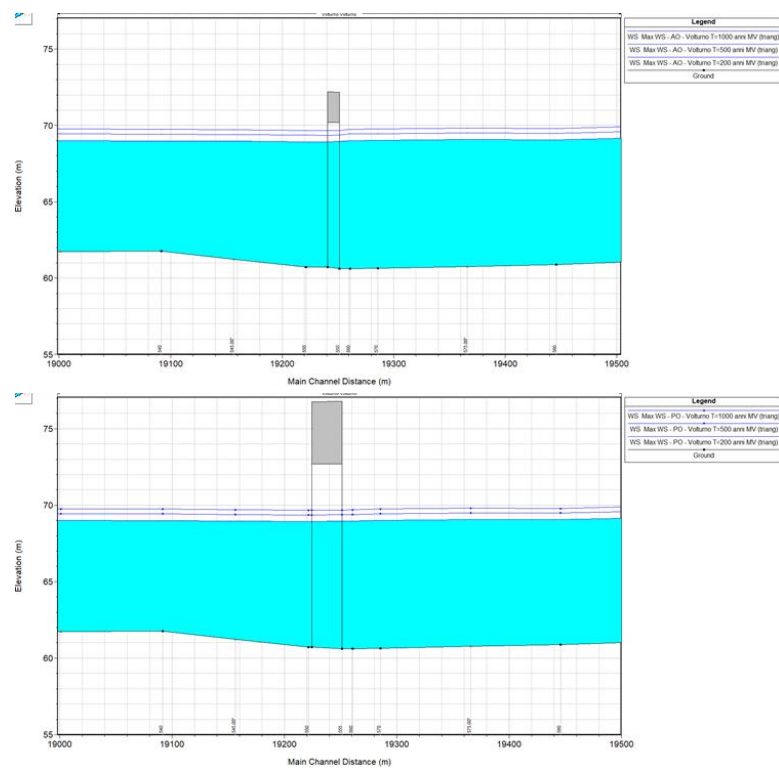


Figura 3.7 – Attraversamento del F. Volturno (viadotto VI13); confronto profili ante (in alto) e post operam (in basso)

Tabella 3.4 - VII3 "Volturno": franco idraulico minimo ante e post operam ($T = 200, 500$ e 1000 anni)

T (anni)	ANTE OPERAM Quota minima intradosso = 70.02 m s.m.		POST OPERAM Quota minima intradosso = 70.74 m s.m.	
	Quota (m s.m.)	F.I. (m)	Quota (m s.m.)	F.I. (m)
200	69.01	1.01	68.95	1.79
500	69.44	0.58	69.38	1.36
1000	69.75	0.27	69.69	1.05

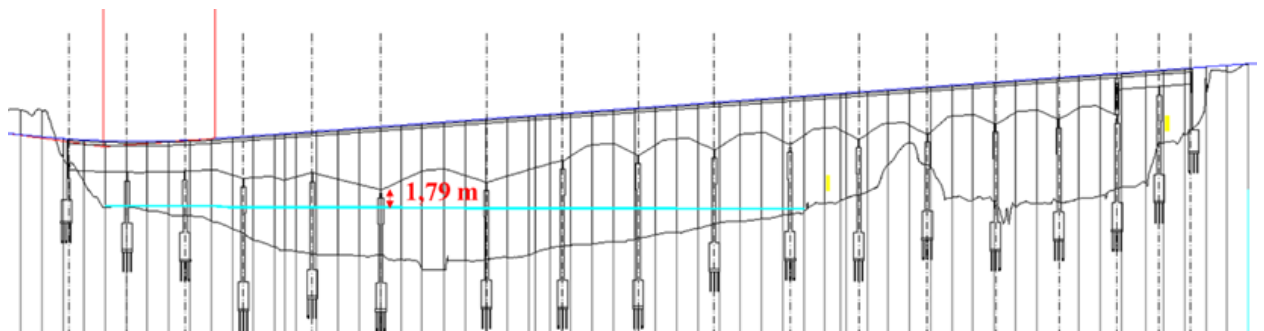


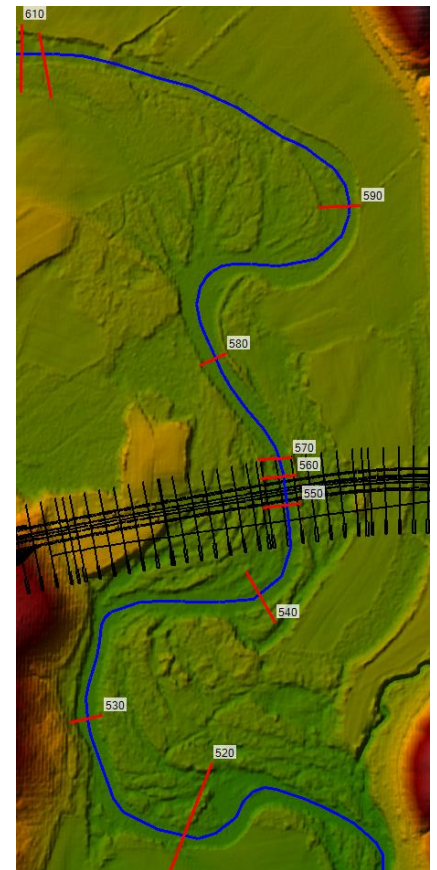
Figura 3.8 – Prospetto del viadotto VII3 con franco idraulico minimo sulla portata duecentennale

Come mostrato nella figura 3.8 diverse pile del viadotto (10 su 12) sono interessate dalla corrente idrica. L'analisi della potenziale erosione al piede delle pile è illustrata successivamente (Capitolo 9).

Per la sola piena duecentennale, poi, nella tabella 3.5 si riporta il confronto ante e post operam in termini di quote idriche e velocità nel dominio 1D del modello 2D a cavallo del nuovo viadotto in progetto (a partire da circa 700 m a valle e fino a circa 1 km a monte), da cui si evince che il nuovo viadotto, a causa dei citati incrementi degli interassi delle pile, determina sia una modesta diminuzione dei livelli idrici (massimo 6 cm), sia un modesto incremento delle velocità (massimo 13 cm/s), la cui influenza a monte e a valle dell'opera diventa già trascurabile alle estremità del tratto in esame.

Tabella 3.5 – Viadotto Volturmo VI13: risultati delle simulazioni idrauliche nelle condizioni post operam e differenze rispetto alla condizione ante operam (T 200 anni). Sez. numero delle sezioni di calcolo, Progr. progressiva da valle, h quote idriche e Δh loro differenze, V velocità in alveo e ΔV loro differenze

Sez. n.	Sim	h (m s.m.)	Δh (m)	V (m/s)	ΔV (m/s)	Progr (m)
600	Post	69.50	-0.01	2.52	0.01	20231
	Ante	69.51		2.51		
590	Post	69.14	-0.01	2.68	0.01	19839
	Ante	69.15		2.67		
580	Post	69.05	-0.01	2.38	0.01	19446
	Ante	69.06		2.37		
570	Post	69.00	-0.02	2.14	0.04	19286
	Ante	69.02		2.10		
560	Post	68.95	-0.06	2.22	0.13	19261
	Ante	69.01		2.09		
Viadotto di attraversamento Fiume Volturmo – VI13						19241
550	Post	68.91	-0.02	2.31	0.13	19221
	Ante	68.93		2.18		
540	Post	68.98	0.00	1.42	0.07	19092
	Ante	68.98		1.35		
530	Post	68.34	0.00	3.41	0.03	18729
	Ante	68.34		3.38		
520	Post	68.36	0.00	0.81	0.00	18500
	Ante	68.36		0.81		



3.2.2.2 SICUREZZA IDRAULICA DELLA CARREGGIATA E DEI RILEVATI

Nei tratti di carreggiata della progressiva sud ai km 26+800 ÷ 27+532 circa e ai km 29+538 ÷ 30+687 circa il raddoppio della Telesina in progetto, che avviene lungo il lato sud, interferisce con le aree di esondazione del Fiume Volturmo. Laddove la strada è raggiunta dalla piena duecentennale del fiume la carreggiata è ubicata sempre a quote di sicurezza (superiori ai 2 m), ad esclusione di un breve tratto, lungo circa 220 m, tra la progressiva km 27+030 e la progressiva km 27+250, dove è presente un punto di minimo a quota 63,54 m s.m.

Nella figura 3.9 si riportano, per il tratto in esame, rispettivamente la quota stradale minima della carreggiata di progetto, la quota del livello idrico e le velocità attese lungo il rilevato della carreggiata con la piena duecentennale. Nella tabella 3.6 si riportano le medesime informazioni ed il franco idraulico atteso anche per le piene con tempo di ritorno cinquecentennale e millenario. Dalla figura e dalla tabella si evince che l'opera è in sicurezza idraulica, sia con la piena duecentennale, con un franco idraulico di 1,04 m, sia con l'evento millenario, con un residuo franco di 0,51 m. Dalla figura si evince anche che le velocità lungo il paramento del rilevato della carreggiata si mantengono generalmente modeste (intorno a $0,3\div 0,5$ m/s), ad esclusione di alcuni brevi tratti dove localmente raggiungono circa i 2 m/s. Come successivamente illustrato (Capitolo 9), nei tratti dove la piena del Volturno raggiunge il rilevato della carreggiata si prevedono in progetto adeguate protezioni.

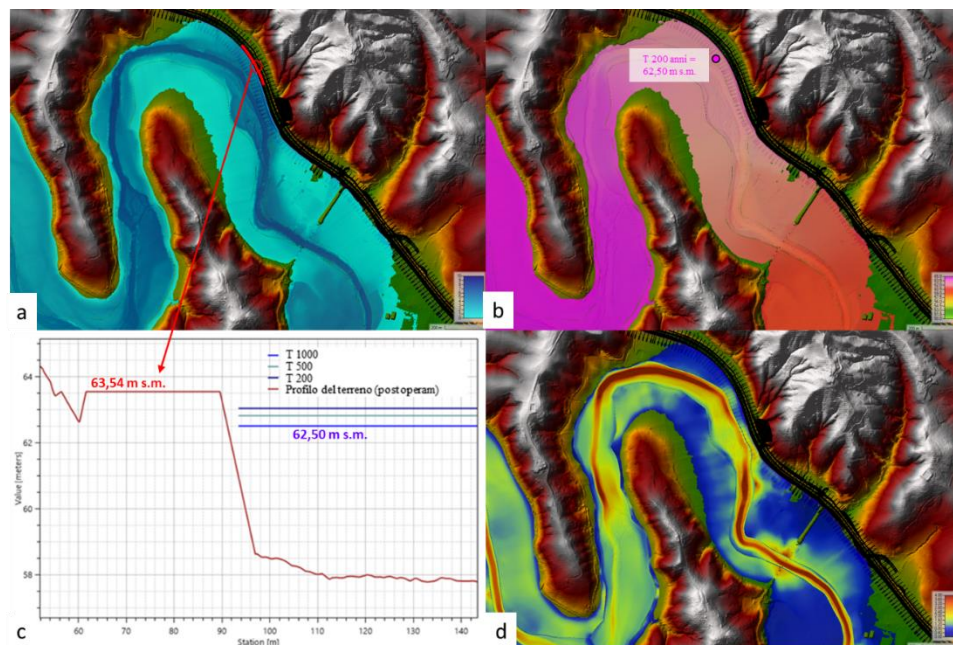


Figura 3.9 – SS 372 “Telesina” nel tratto tra le progressive sud Km 26+800 ÷ 27+532 circa (piena duecentennale nella condizione post operam): a) tiranti idrici, b) quote idriche, c) profilo terreno nel punto di minima quota della carreggiata e quote idriche per $T = 200, 500$ e 1000 anni, d) velocità

Tabella 3.6 – SS 372 “Telesina” nel tratto tra le progressive sud Km 26+800 ÷ 27+532 circa: franco idraulico della carreggiata di progetto nel punto di quota minima della carreggiata (63,54 m s.m.)

T (anni)	Quota idrica (m s.m.)	F.I. (m)
200	62,50	1,04
500	62,82	0,72
1000	63,03	0,51

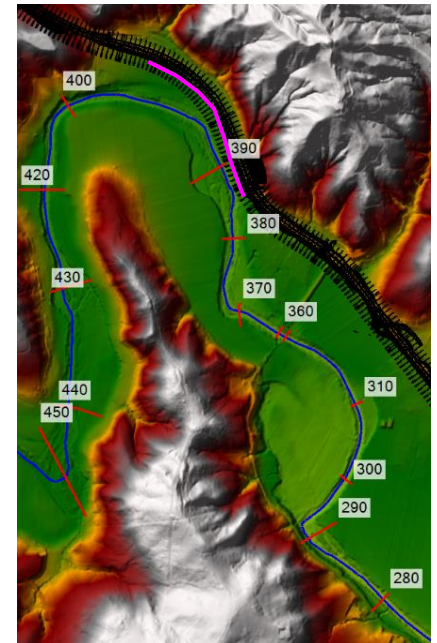
Per la sola piena duecentennale, poi, nella tabella 3.7 si riporta il confronto ante e post operam in termini di quote idriche e velocità nel dominio 1D del modello 2D a cavallo del tratto in affiancamento in progetto (a partire da circa 1 km a valle e fino a circa 1 km a monte), da cui si evince che il raddoppio lato fiume della viabilità in progetto non determina apprezzabili modifiche, sia dei livelli idrici (variazioni massime di 2 cm), sia delle velocità (variazioni massime di 6 cm/sec), che diventano comunque circa nulle alle estremità del tratto in esame.

Nell'altro tratto dove la piena del Volturno interferisce con il rilevato della carreggiata (progressiva sud ai km 29+538 ÷ 30+687), mostrato nella figura 3.10, la carreggiata è ubicata a quote di assoluta sicurezza (maggiore di 5 m rispetto alla quota idrica duecentennale). Analogamente al tratto illustrato in precedenza le velocità lungo il paramento del rilevato della carreggiata sono generalmente modeste (inferiori a 0,3 m/s), con limitati tratti dove localmente raggiungono circa 1,5 m/s. Come per il precedente tratto si prevede in progetto la realizzazione di una difesa contro l'erosione (Capitolo 9).

Anche in questo tratto e per la sola piena duecentennale nella tabella 3.8 si riporta il confronto ante e post operam in termini di quote idriche e velocità nel dominio 1D del modello 2D a cavallo del tratto in affiancamento in progetto (a partire da circa 1 km a valle e fino a circa 1 km a monte), da cui si evince che anche in questo caso il raddoppio lato fiume della viabilità in progetto non determina apprezzabili modifiche, sia dei livelli idrici (variazioni massime di 1 cm), sia delle velocità (variazioni massime di 3 cm/sec), che diventano comunque inapprezzabili alle estremità del tratto in esame.

Tabella 3.7 – Affiancamento carreggiata sud Km 26+800 ÷ 27+532 circa del F. Volturno: risultati delle simulazioni idrauliche nelle condizioni post operam e differenze rispetto alla condizione ante operam (T 200 anni). Sez. numero delle sezioni di calcolo, Progr. progressiva da valle, h quote idriche e Δh loro differenze, V velocità in alveo e ΔV loro differenze

Sez. n.	Sim	h (m s.m.)	Δh (m)	V (m/s)	ΔV (m/s)	Progr (m)
440	Post	64.92	0.01	2.21	0.00	15685
	Ante	64.91		2.21		
430	Post	64.7	0.02	2.1	-0.01	15180
	Ante	64.68		2.11		
420	Post	64.29	0.02	2.6	0.00	14760
	Ante	64.27		2.6		
400	Post	63.34	0.02	5.47	-0.02	14380
	Ante	63.32		5.49		
390	Post	62.49	0.00	2.52	0.06	13602
	Ante	62.49		2.46		
380	Post	61.79	0.01	4.15	0.03	13291
	Ante	61.78		4.12		
370	Post	61.65	0.00	3.36	0.02	12951
	Ante	61.65		3.34		
360	Post	61.32	0.00	3.84	0.01	12762
	Ante	61.32		3.83		
Attraversamento Fiume Volturno – Via San Martino						12748
330	Post	61.09	0.01	3.8	0.01	12730
	Ante	61.08		3.79		
310	Post	60.68	0.01	3.81	0.00	12311
	Ante	60.67		3.81		
300	Post	60.46	0.00	3.58	0.00	11984
	Ante	60.46		3.58		
290	Post	60.11	0.00	3.1	0.00	11658
	Ante	60.11		3.1		



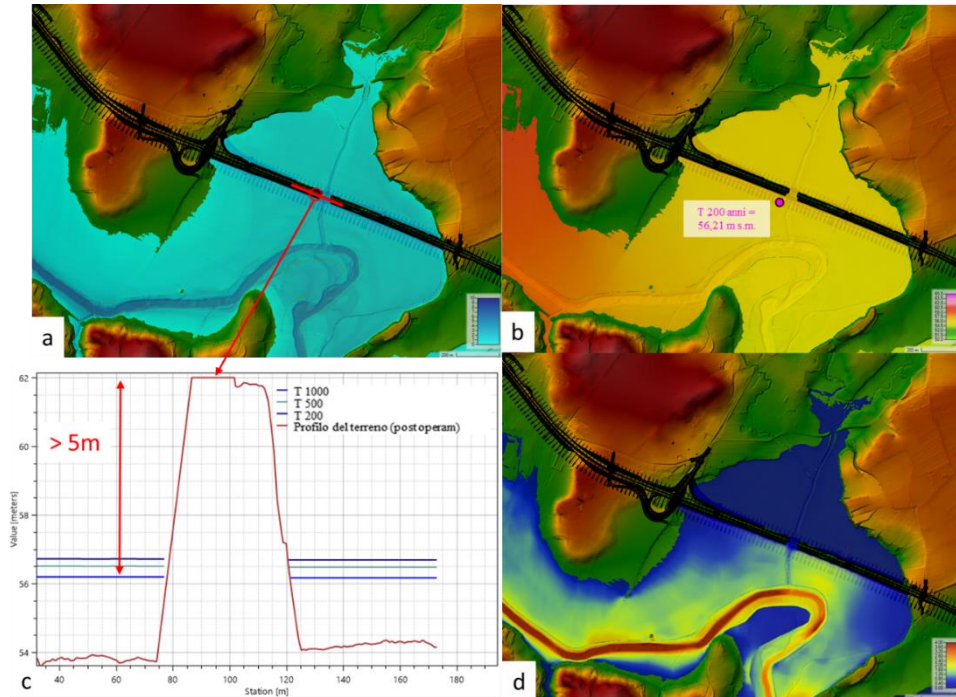


Figura 3.10 – SS 372 “Telesina” nel tratto tra le progressive sud Km 29+538 ÷ 30+687 circa (piena duecentennale nella condizione post operam): a) tiranti idrici, b) quote idriche, c) profilo terreno, carreggiata e quote idriche per T = 200, 500 e 1000 anni, d) velocità

Tabella 3.8 – Affiancamento carreggiata sud Km Km 29+538 ÷ 30+687 circa del F. Volturno: risultati delle simulazioni idrauliche nelle condizioni post operam e differenze rispetto alla condizione ante operam (T 200 anni). Sez. numero delle sezioni di calcolo, Progr. progressiva da valle, h quote idriche e Δh loro differenze, V velocità in alveo e ΔV loro differenze

Sez. n.	Sim	h (m s.m.)	Δh (m)	V (m/s)	ΔV (m/s)	Progr (m)
270	Post	58.70	0.01	3.59	0.00	10863
	Ante	58.69		3.59		
260	Post	56.67	0.02	4.54	-0.02	10114
	Ante	56.65		4.56		
250	Post	56.16	0.02	3.02	0.00	9639
	Ante	56.14		3.02		
240	Post	55.97	0.01	3.04	0.03	9448
	Ante	55.96		3.01		
230	Post	55.46	0.00	3.03	0.02	9016
	Ante	55.46		3.01		
220	Post	54.74	0.00	3.66	0.02	8568
	Ante	54.74		3.64		



4 MODELLAZIONE DEGLI ATTRAVERSAMENTI SECONDARI

Le interferenze secondarie sono costituite dal Torrente Titerno e dal Rio delle Starze (San Felice). Per verificare la sicurezza idraulica degli attraversamenti di questi due corsi d'acqua (franco idraulico) si sono realizzati dei modelli idraulici monodimensionali di moto permanente. Nel caso del Rio delle Starze, considerata inoltre la presenza di alcune case sparse dell'abitato di Pietravairano a valle dell'attraversamento, si è anche realizzata una verifica di compatibilità idraulica con un modello monodimensionale di moto vario, assumendo l'onda di piena duecentennale determinata come illustrato nella Relazione Idrologica.

Nei paragrafi che seguono si riportano i risultati delle modellazioni idrauliche, mostrando, sia i profili, sia le sezioni in corrispondenze delle interferenze. I risultati completi (grafici delle sezioni di calcolo e relative tabelle delle grandezze idrauliche significative) sono invece riportati in Appendice.

4.1 CONDIZIONI AL CONTORNO E SCABREZZE

4.1.1 CONDIZIONI AL CONTORNO

Considerate le lunghezze dei tratti modellati a valle delle opere di attraversamento dei due corsi d'acqua in esame (superiore ai 2 km) si è imposta cautelativamente come condizione al contorno di valle un'altezza di moto uniforme uguale o maggiore di quella corrispondente alla pendenza media dei corsi d'acqua modellati.

4.1.2 COEFFICIENTI DI SCABREZZA

Per questi due corsi d'acqua in esame si è assunto cautelativamente un valore del coefficiente di scabrezza di Manning pari a $0,04 \text{ sm}^{-1/3}$ nella sezione incisa (alveo attivo) e $0,06 \text{ sm}^{-1/3}$ nelle aree inondabili golenali. Nel tratto a cavallo dell'attraversamento del Rio delle Starze, dove è presente una sezione rivestita in calcestruzzo (inalveazione) che si prevede in progetto di mantenere, si è assunto cautelativamente un valore del coefficiente di Manning pari a $0,03 \text{ sm}^{-1/3}$.

4.2 TEMPO DI RITORNO E PORTATE DI PROGETTO

Come illustrato nella Relazione Idrologica, per il Torrente Titerno (modellato nel PGRA 2021 dell'ABDAM) si sono assunte le portate al colmo di piena con tempi di ritorno di 30, 50, 100, 200, 300, 500 e 1000 anni ricavate da un modello afflussi-deflussi di tipo geomorfologico.

Diversamente, per la verifica idraulica dell'attraversamento del Rio delle Starze (non modellato nel PGRA dell'ABDAM) si sono assunte le portate di progetto relative al tempo di ritorno di 200 anni ricavate adottando per la stima delle intensità di precipitazione la distribuzione di Gumbel. L'attraversamento è stato poi verificato anche con le precipitazioni ricavate dalla distribuzione di Fréchet. Per la verifica di compatibilità idraulica rispetto alle case sparse all'abitato di Pietravairano, invece, si è assunta l'onda di piena duecentennale ricavata anch'essa da un modello afflussi-deflussi di tipo geomorfologico (Relazione Idrologica).

Le portate di progetto per assegnati tempi di ritorno del Torrente Titerno sono riportate nella tabella 4.1.

Tabella 4.1 - Portate di progetto del Torrente Titerno VII6

Tempo di ritorno	Portata al colmo
anni	m ³ /s
30	296
50	353
100	403
200	455
300	483
500	526
1000	581

Per il Rio delle Starze nella tabella 4.2 e nella figura 4.1 si riportano rispettivamente le portate duecentennali di progetto (verifica del franco idraulico) e l'onda di piena duecentennale imposta come condizione al contorno di monte del modello di moto vario (verifica compatibilità idraulica).

Tabella 4.2 - Portate duecentennali di progetto del Rio delle Starze VI06

Corpo idrico	Opera	Portata Progetto (m ³ /s) Gumbel	Portata Verifica (m ³ /s) Fréchet
R. delle Starze	VI06	378.5	547.4

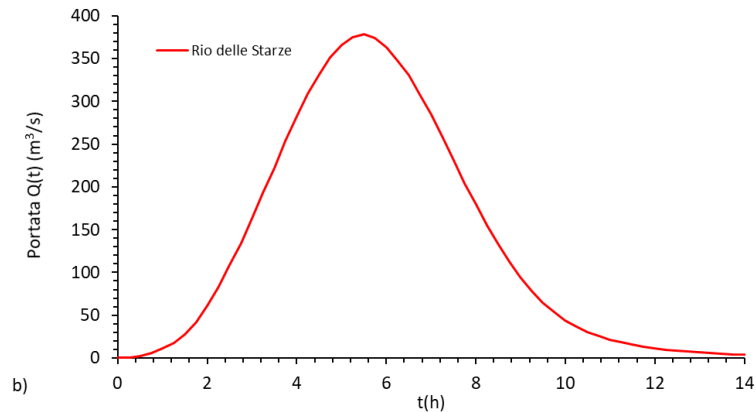


Figura 4.1 – Rio delle Starze VI06: onda di piena duecentennale di progetto

4.3 RISULTATI DELLE MODELLAZIONI

4.3.1 TORRENTE TITERNO

Il nuovo viadotto VI16 sul Torrente Titerno ha una lunghezza complessiva di 390 m con una campata centrale di 70 m, n. 4 campate laterali di 57,50 m e n. 2 campate esterne di 45 m; sono presenti n. 6 pile circolari di 3 m di diametro lungo la carreggiata nord che si ripetono in linea nella carreggiata sud. I risultati della modellazione del Torrente Titerno sono riportati nelle figure dalla 4.2 alla 4.5.

Nelle figure 4.2 e 4.3 si mostrano rispettivamente le aree inondabili e i profili idraulici per gli assegnati tempi di ritorno nelle condizioni ante e post operam. Dal confronto tra le due figure si evince come tra le condizioni ante e post operam non si apprezzino variazioni. Come mostrato infatti nella tabella 4.3 e nella figura 4.4, nella condizione post operam con la piena duecentennale, la massima variazione del livello idrico consiste in un incremento di appena 3 cm a monte del viadotto, quindi in termini di estensioni di aree inondabili questa differenza risulta impercettibile. Anche le massime variazioni di velocità (8 cm/sec) risultano modestissime (Tabella 4.3)

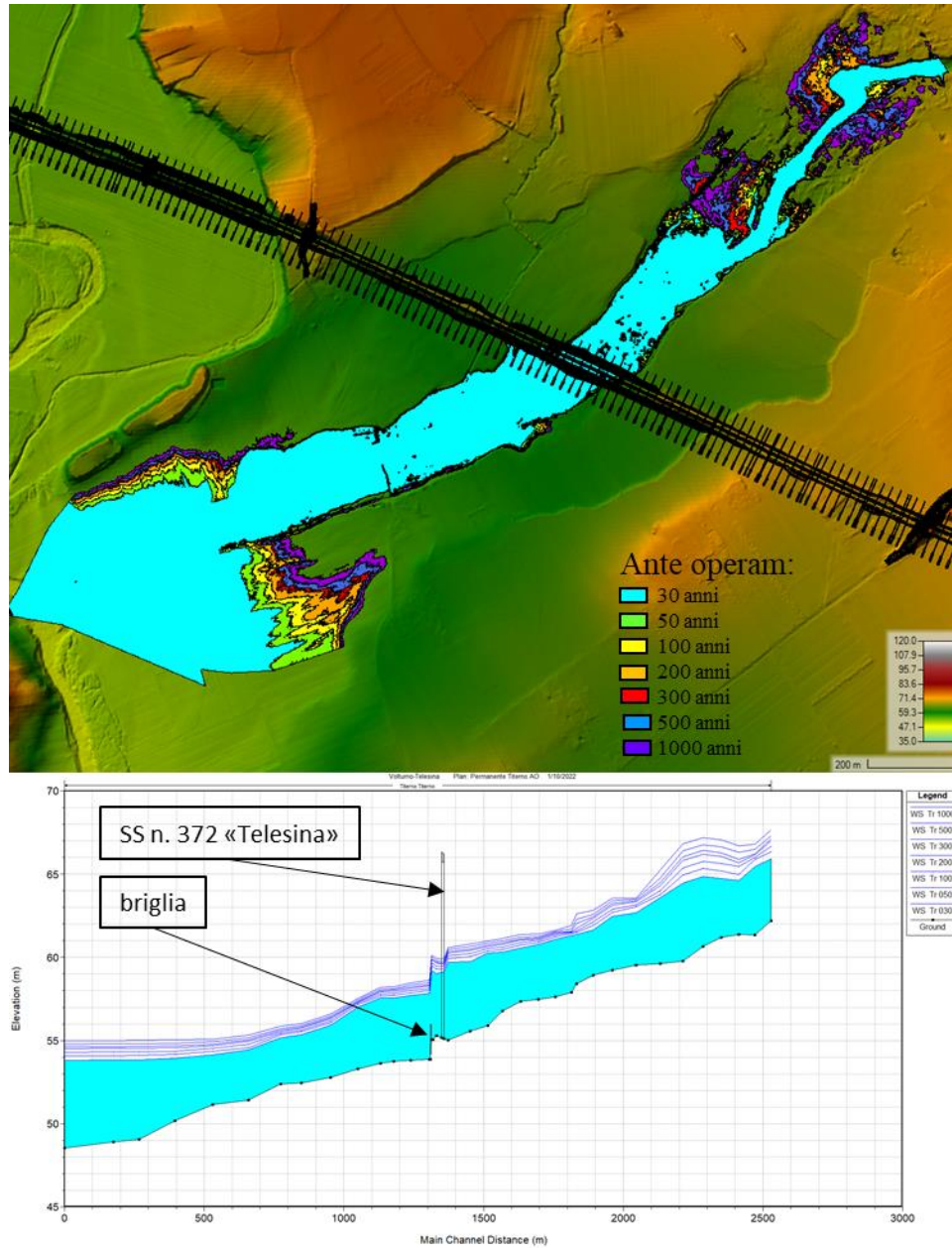


Figura 4.2 – Aree inondabili e profili idraulici del Torrente Tevere nella condizione ante operam ($T = 30, 50, 100, 200, 300, 500$ e 1000 anni)

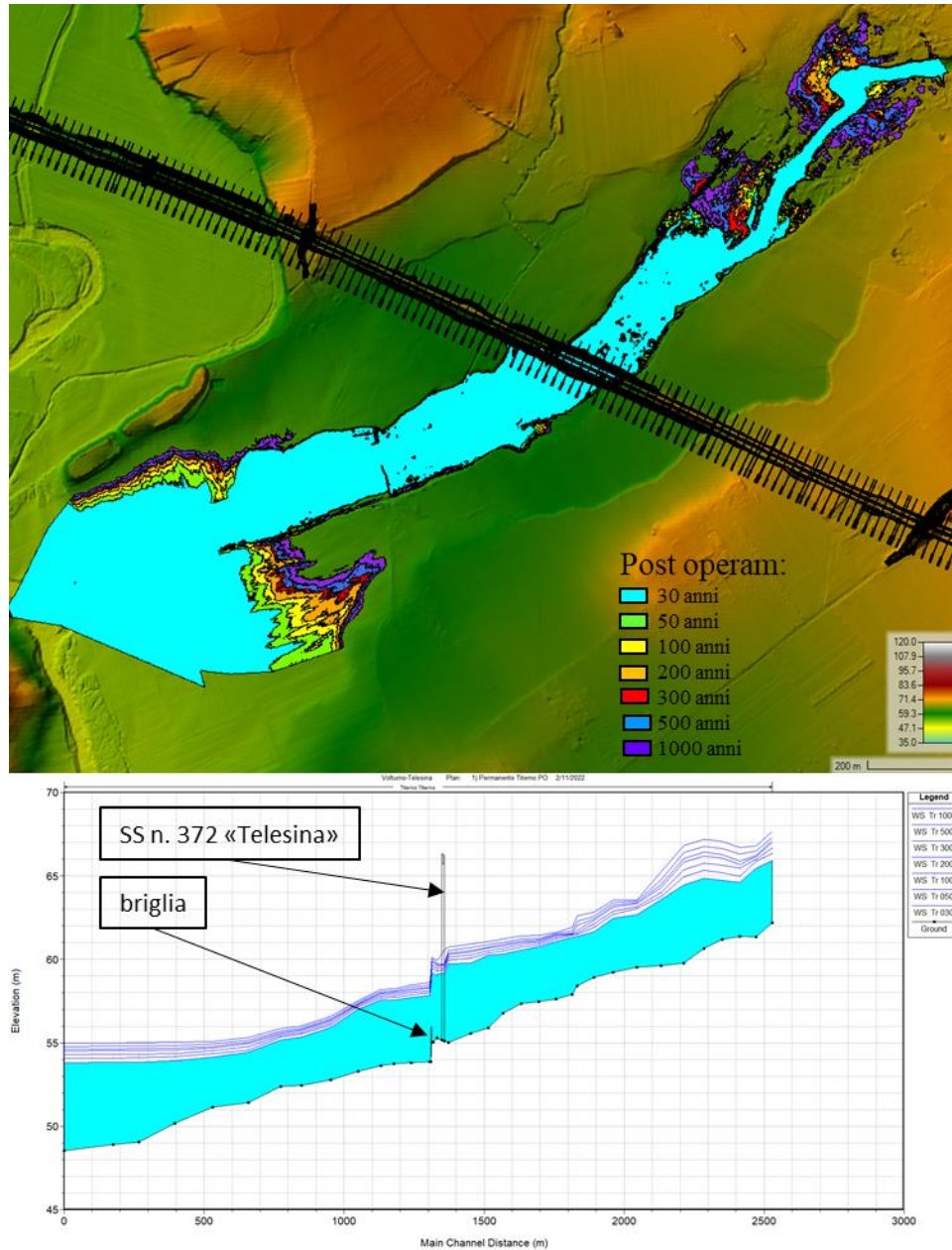
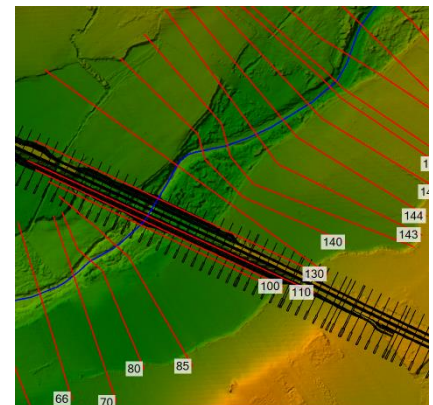


Figura 4.3 – Aree inondabili e profili idraulici del Torrente Titerno nella condizione post operam ($T = 30, 50, 100, 200, 300, 500$ e 1000 anni)

Tabella 4.3 – Viadotto Titerno VII6: risultati delle simulazioni idrauliche nelle condizioni post operam e differenze rispetto alla condizione ante operam (T 200 anni). Sez. numero delle sezioni di calcolo, Progr. progressiva da valle, h quote idriche e Δh loro differenze, V velocità in alveo e ΔV loro differenze

Sez. n.	Sim	h (m s.m.)	Δh (m)	V (m/s)	ΔV (m/s)	Progr (m)
144	Post	61.12	0.00	4.39	0.00	1695
	Ante	61.12		4.39		
143	Post	61.02	-0.01	2.92	0.00	1632
	Ante	61.03		2.92		
141	Post	60.8	0.02	3.36	-0.07	1568
	Ante	60.78		3.43		
140	Post	60.67	0.01	3.12	-0.02	1516
	Ante	60.66		3.14		
130	Post	60.45	0.03	4.25	-0.08	1452
	Ante	60.42		4.33		
120	Post	60.29	0.03	2.93	-0.05	1373
	Ante	60.26		2.98		
Viadotto di attraversamento Torrente Titerno – VI16						1354
110	Post	59.64	0.00	3.72	0.00	1331
	Ante	59.64		3.72		
100	Post	59.79	0.00	1.64	0.00	1318
	Ante	59.79		1.64		
Briglia						1312
90	Post	58.29	0.00	2.28	0.00	1307
	Ante	58.29		2.28		
85	Post	58.15	0.00	2.45	0.00	1240
	Ante	58.15		2.45		
80	Post	57.97	0.00	2.97	0.00	1178
	Ante	57.97		2.97		



Nella tabella 4.4 e nella figura 4.5 si riportano nelle condizioni ante e post operam rispettivamente i franchi idraulici minimi per il tempo di ritorno di 200, 500 e 1000 anni, relativi alla prima sezione idraulica a monte del ponte, e il prospetto della sezione del ponte con il livello idrico della portata duecentennale in corrispondenza dell'attraversamento.

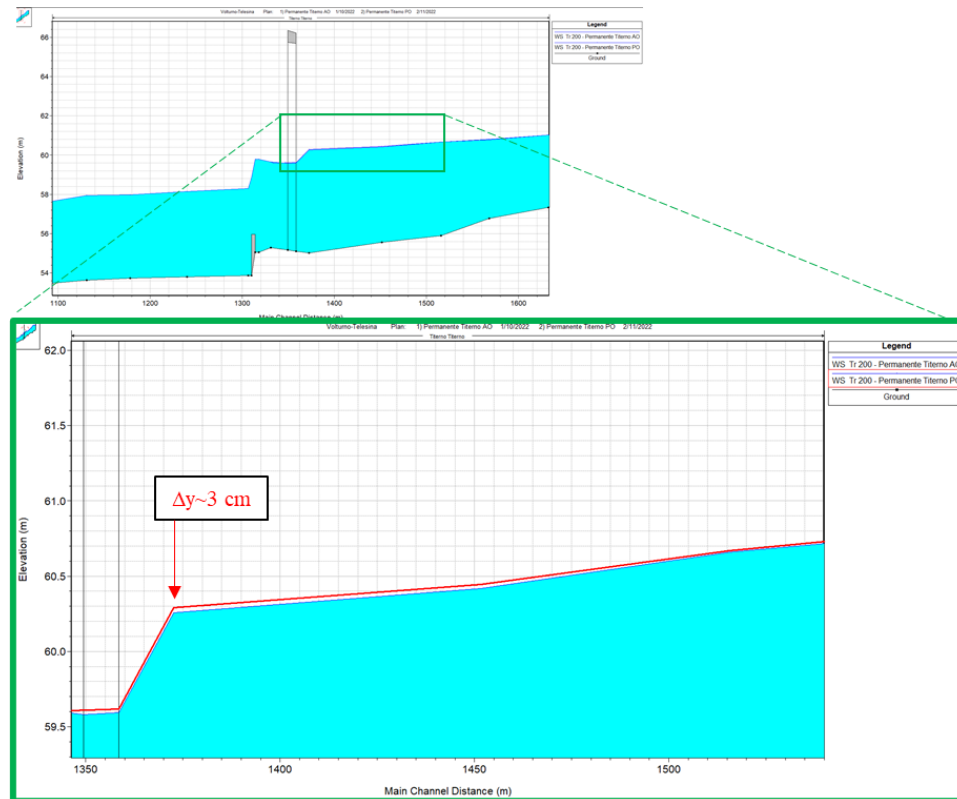


Figura 4.4 – Torrente Tevere: incremento massimo dei livelli duecentennali a monte del viadotto VI16 nella condizione post operam rispetto alla condizione ante operam

Tabella 4.4 – VI16 “Tevere”: franchi idraulici minimi ante e post operam ($T = 200, 500$ e 1000 anni)

T (anni)	ANTE OPERAM Quota minima intradosso = 64,08 m s.m.		POST OPERAM Quota minima intradosso = 63,44 m s.m.	
	Quota (m s.m.)	F.I. (m)	Quota (m s.m.)	F.I. (m)
200	60.26	3.82	60.29	3.15
500	60.47	3.61	60.54	2.90
1000	60.59	3.49	60.75	2.69

Come mostrato nella tabella 4.4, la riduzione della quota dell'intradosso nel nuovo viadotto rispetto all'esistente determina anche una riduzione del franco idraulico che però si mantiene sempre estremamente elevato, essendo superiore a 2,5 m con la pina millenaria (tabella 4.4).

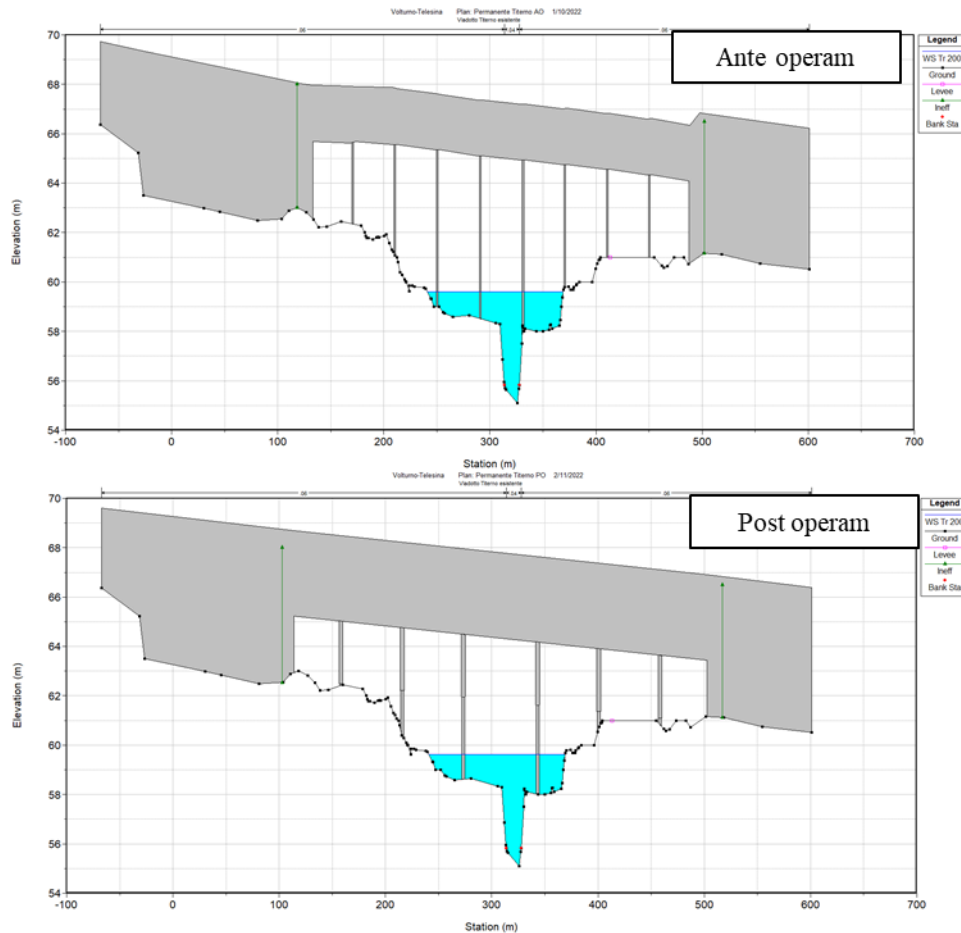


Figura 4.5 – Prospetto del viadotto Tiverno ante e post operam per la portata duecentennale

Come mostrato infine nella figura 4.5, due pile dell'opera sono interessate dalla piena di progetto. L'analisi della potenziale erosione al piede delle pile è illustrata successivamente (Capitolo 9).

4.3.2 RIO DELLE STARZE (SAN FELICE)

Attualmente il viadotto di attraversamento della SS 372 "Telesina" sul Rio delle Starze ha una lunghezza complessiva di circa 50 m, con tre luci gemelle di circa 17 m; le due "pile" presenti, sono costituite da due setti di spessore di circa 1 m, continui per tutta la larghezza della carreggiata. Il nuovo viadotto VI06 in progetto avrà una lunghezza complessiva di 240 m con una campata principale di 60 m sull'alveo inciso e n. 4 campate laterali di 45 m (1 in sinistra e 3 in destra

idraulica); si prevedono inoltre n. 4 pile circolari di 2,50 m di diametro lungo la carreggiata sud che si ripetono in linea nella carreggiata nord.

Nella figura 4.6 si riporta la planimetria idraulica dei modelli 1D di moto permanente e di moto vario sulla base della carta tecnica regionale e del DTM MATTM, assieme al profilo del fondo alveo.

Attualmente l'alveo inciso è rivestito con una sezione trapezia in calcestruzzo a partire da circa 280 m a monte dell'attraversamento e fino a circa 60 m a valle di esso. Immediatamente a valle dell'attraversamento è presente una piccola briglia in cls, alta circa 1 m. Non si prevedono in progetto modifiche all'alveo inciso.

Circa 500 e 1300 m a valle dell'attraversamento della SS 372 "Telesina" sono poi presenti due attraversamenti di viabilità vicinale (secondaria) e, in sinistra idraulica, delle case sparse dell'abitato di Pietravairano, a valle del primo attraversamento secondario.

4.3.2.1 FRANCO IDRAULICO

I risultati della modellazione idraulica di moto permanente del nuovo viadotto VI06 del Rio San Felice (o Rio delle Starze), alla progressiva km 7+899, sono riportati nella tabella 4.5 e nelle figure 4.7 e 4.8. I risultati completi (grafici delle sezioni di calcolo e relative tabelle delle grandezze idrauliche significative) sono invece riportati in Appendice.

Nella tabella 4.5 si riportano I franchi idraulici ante e post operam riferiti ai livelli idrici calcolati sia per la portata duecentennale di progetto, stimata con la distribuzione di Gumbel, sia per quella di verifica stimata con la distribuzione di Fréchet (Relazione Idrologica), riferiti alla sezione idraulica immediatamente a monte dell'opera dell'attraversamento esistente e in progetto. Come mostrato nella tabella e nelle figure l'attuale attraversamento non garantisce il franco idraulico né con la portata di progetto, né, ovviamente, con la portata di verifica, dove avviene addirittura la tracciamento dell'opera (valori negativi del franco idraulico nella tabella 4.5 e figura 4.8).

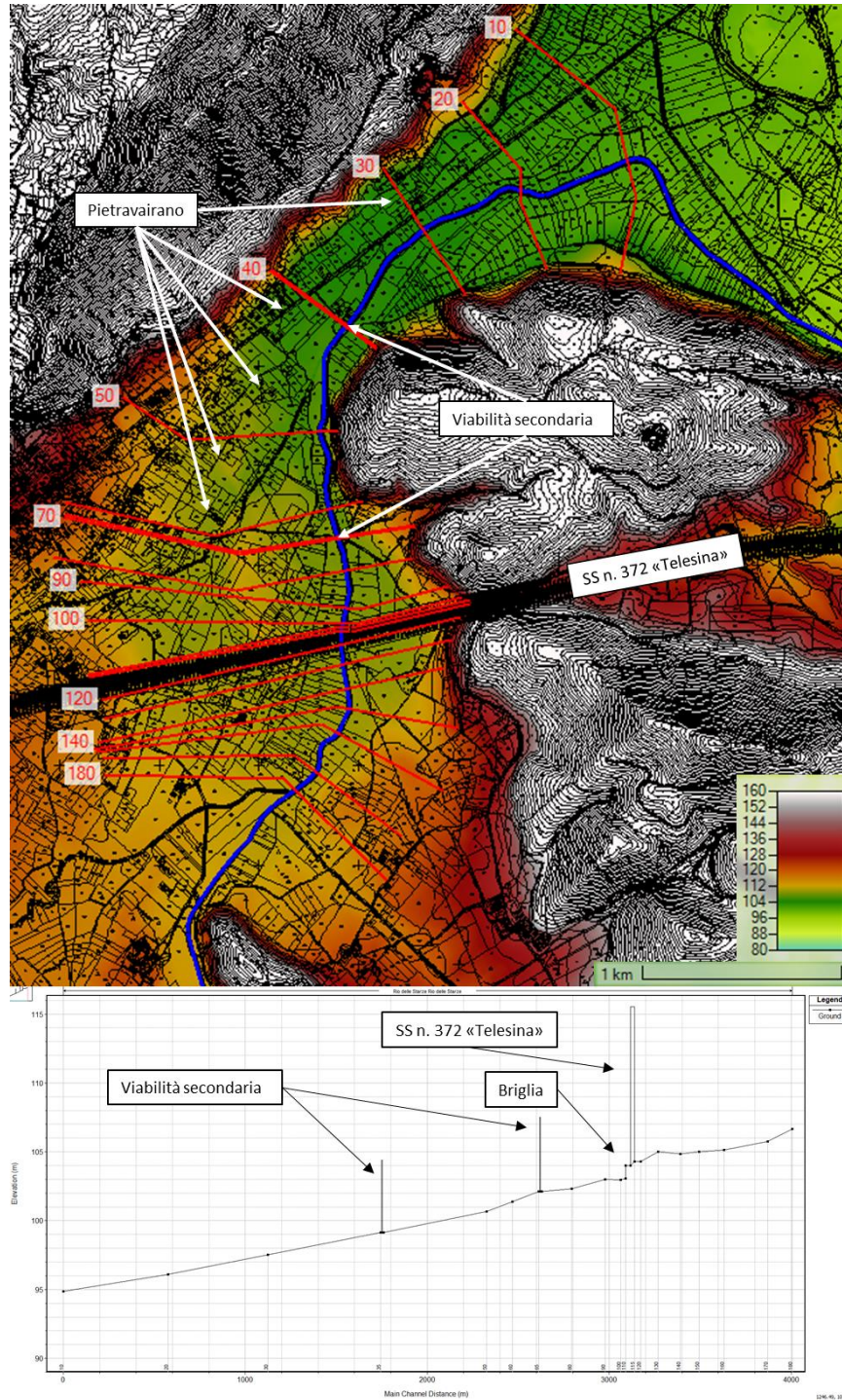


Figura 4.6 – Rio delle Starze: planimetria e profilo fondo alveo dei modelli 1D di moto permanente e vario per le verifiche del nuovo viadotto VI06

Nella condizione post operam (nuovo viadotto VI06), in seguito alla sopraelevazione (4,5 m) dell'impalcato e all'ampiamiento delle luci dell'attraversamento (precedentemente illustrato), si ottiene invece un notevole franco idraulico con le portate, sia di progetto, sia di verifica, dove la linea dei carichi totali attesa, comprensiva quindi dell'altezza cinetica, si mantiene sempre molto lontana dalla quota dell'intradosso dell'opera in progetto (figura 4.8).

Tabella 4.5 – Rio delle Starze: franco idraulico ante e post operam ($T = 200$ anni)

Configurazione	Quota idrica progetto Gumbel T 200 m s.m.	Quota idrica verifica Fréchet T 200 m s.m.	Quota intradosso m s.m.	Franco idraulico di progetto (Gumbel) m	Franco idraulico di verifica (Fréchet) m
Ante operam	110.98	112.61	109.70	-1.28	-2.91
Post operam	110.08	110.54	114.20	4.12	3.66

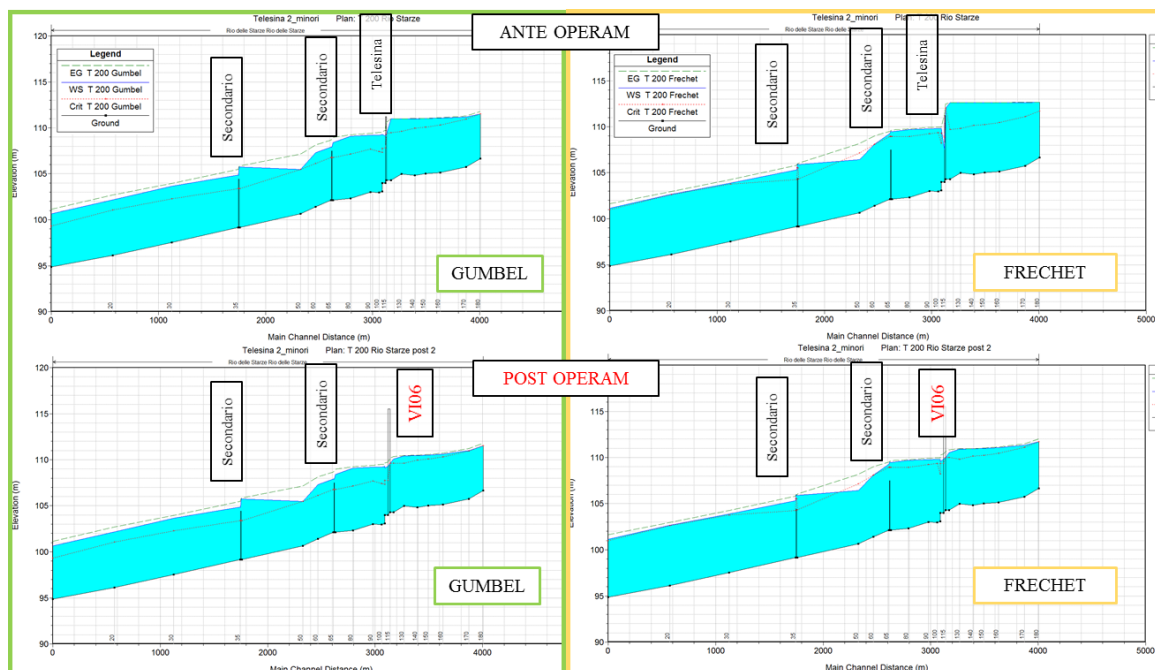


Figura 4.7 – Opera VI06: profili di corrente ante operam (sopra) e post operam (sotto). In verde i risultati con la portata di progetto (Gumbel), in giallo i risultati con la portata di verifica (Fréchet)

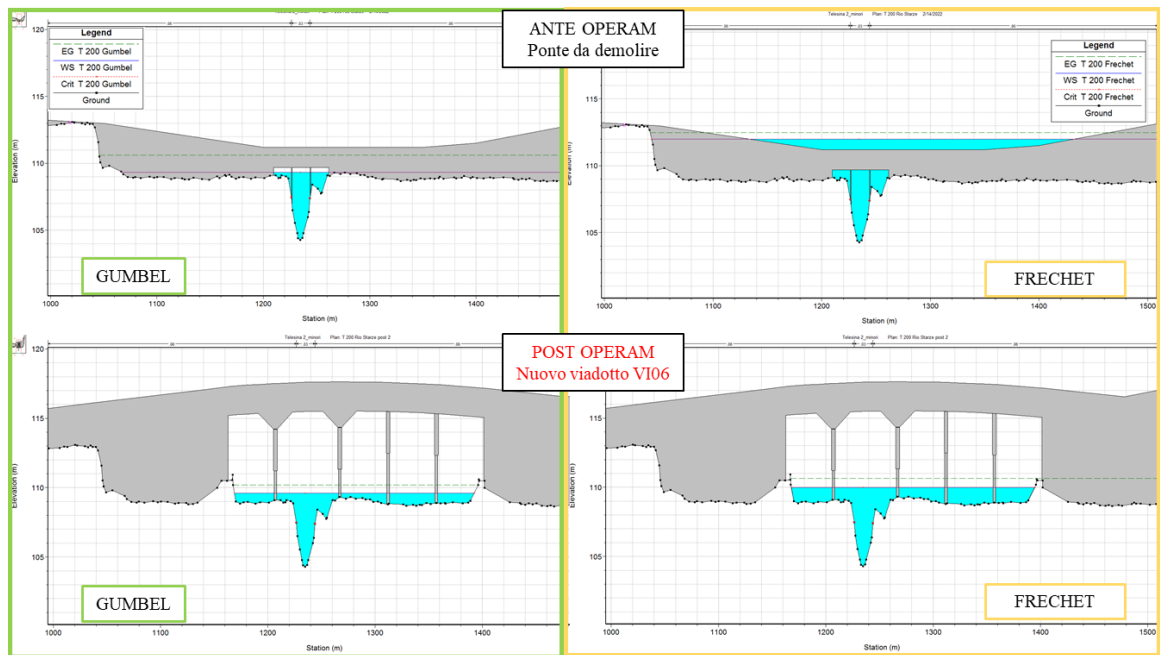


Figura 4.8 – Opera VI06: prospetto ante operam (sopra) e post operam (sotto) della sezione di monte. In verde i risultati con la portata di progetto (Gumbel), in giallo i risultati con la portata di verifica (Fréchet)

Come mostrato nella figura 4.8, le pile dell’opera sono interessate dalla piena di progetto. L’analisi della potenziale erosione al piede delle pile è illustrata successivamente (Capitolo 9).

4.3.2.2 COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Come precedentemente illustrato lungo il Rio delle Starze, a valle dell’attraversamento della SS 372 “Telesina”, sono presenti alcune case sparse dell’abitato di Pietravairano che attualmente sono interessate dalle esondazioni del Rio con la portata duecentennale di progetto, sia a causa dell’insufficiente capacità di trasporto dell’alveo inciso, sia a causa della presenza di due ponticelli secondari con luci insufficienti (figura 4.6).

Per verificare gli effetti dell’adeguamento del nuovo viadotto in progetto (viadotto VI06) nei confronti delle aree allagate a monte e a valle di esso si è realizzato un modello di moto vario monodimensionale i cui risultati con l’onda di piena duecentennale di progetto (figura 4.1) sono riportati nella tabella 4.6 e nelle figure 4.9 e 4.10, rispettivamente relative al confronto ante e post operam

tra i profili idrici e le aree inondate. I risultati completi (grafici delle sezioni di calcolo e relative tabelle delle grandezze idrauliche significative) sono invece riportati in Appendice.

Dalla tabella e dalle figure si evince che l'incremento delle luci del nuovo viadotto dell'attraversamento determina:

- a monte dell'attraversamento un decremento dei livelli idrici dovuto al minor rigurgito provocato dal nuovo viadotto, con un massimo di circa 80 cm immediatamente a monte del viadotto stesso (tabella 4.6 e figura 4.9), e una conseguente diminuzione dell'estensione dell'area allagata (figura 4.10);
- a valle dell'attraversamento un lieve incremento dei livelli idrici (tabella 4.6 e figura 4.9) dovuto alla maggior portata transitante nel viadotto, con un massimo di circa 20 cm a monte del primo attraversamento secondario, dove il conseguente incremento dell'area allagata non interessa le case sparse dell'abitato di Pietravairano (figura 4.10), che si riduce a pochi centimetri immediatamente dopo tale attraversamento (tabella 4.6 e figura 4.9), dove alcune case sparse sono interessate dall'esondazione del Rio (figura 4.10).

Conseguentemente si può affermare che l'incremento massimo di portata di circa $18 \text{ m}^3/\text{s}$ (tabelle in Appendice) in corrispondenza e a valle del nuovo attraversamento in progetto (dovuto all'adeguamento delle sue luci alla portata di progetto), non determinando a valle e in corrispondenza delle case sparse (a valle del primo ponticello secondario) un apprezzabile incremento, sia dei tiranti idrici, sia delle velocità (tabella 4.6), non può determinare un apprezzabile incremento del rischio idraulico già in atto.

Per quanto riguarda poi l'incremento delle velocità in alveo in corrispondenza dell'attraversamento (tabella 4.6) esso non può produrre fenomeni di erosione dell'alveo stesso, poiché come precedentemente illustrato esso risulta già rivestito con lastre in cls.

Tabella 4.3 – Viadotto Rio delle Starze VI06: risultati delle simulazioni idrauliche nelle condizioni di moto vario post operam e differenze rispetto alla condizione ante operam (T 200 anni). Sez. numero delle sezioni di calcolo, Progr. progressiva da valle, h quote idriche e Δh loro differenze, V velocità in alveo e ΔV loro differenze

Sez. n.	Sim	h (m s.m.)	Δh (m)	V (m/s)	ΔV (m/s)	Progr (m)
170	Post	111.01	-0.11	2.78	0.47	3871
	Ante	111.12		2.31		
160	Post	110.52	-0.35	2.14	0.73	3631
	Ante	110.87		1.41		
150	Post	110.32	-0.49	1.96	0.88	3494
	Ante	110.81		1.08		
140	Post	110.20	-0.59	2.26	1.10	3392
	Ante	110.79		1.16		
130	Post	110.15	-0.62	1.72	0.75	3269
	Ante	110.77		0.97		
120	Post	109.99	-0.77	2.96	1.98	3173
	Ante	110.76		0.98		
Viadotto di attraversamento Rio delle Starze – VI06						3123
112	Post	108.92	-0.07	3.13	0.16	3091
	Ante	108.99		2.97		
110	Post	109.10	0.08	2.68	-0.04	3090
	Ante	109.02		2.72		
90	Post	109.07	0.10	2.85	-0.03	2978
	Ante	108.97		2.88		
80	Post	109.01	0.12	2.86	-0.15	2793
	Ante	108.89		3.01		
70	Post	108.78	0.21	2.71	-0.32	2629
	Ante	108.57		3.03		
Primo ponticello secondario						2620
65	Post	107.67	0.11	4.16	0.09	2612
	Ante	107.56		4.07		
60	Post	106.84	0.03	4.33	0.08	2469
	Ante	106.81		4.25		
50	Post	106.51	0.09	3.82	-0.03	2326
	Ante	106.42		3.85		
40	Post	105.66	0.16	1.75	-0.18	1760
	Ante	106.50		1.93		
Secondo ponticello secondario						1755
35	Post	104.77	0.07	3.55	0.08	1743
	Ante	104.70		3.47		
30	Post	103.53	0.05	2.89	0.01	1125
	Ante	103.48		2.88		

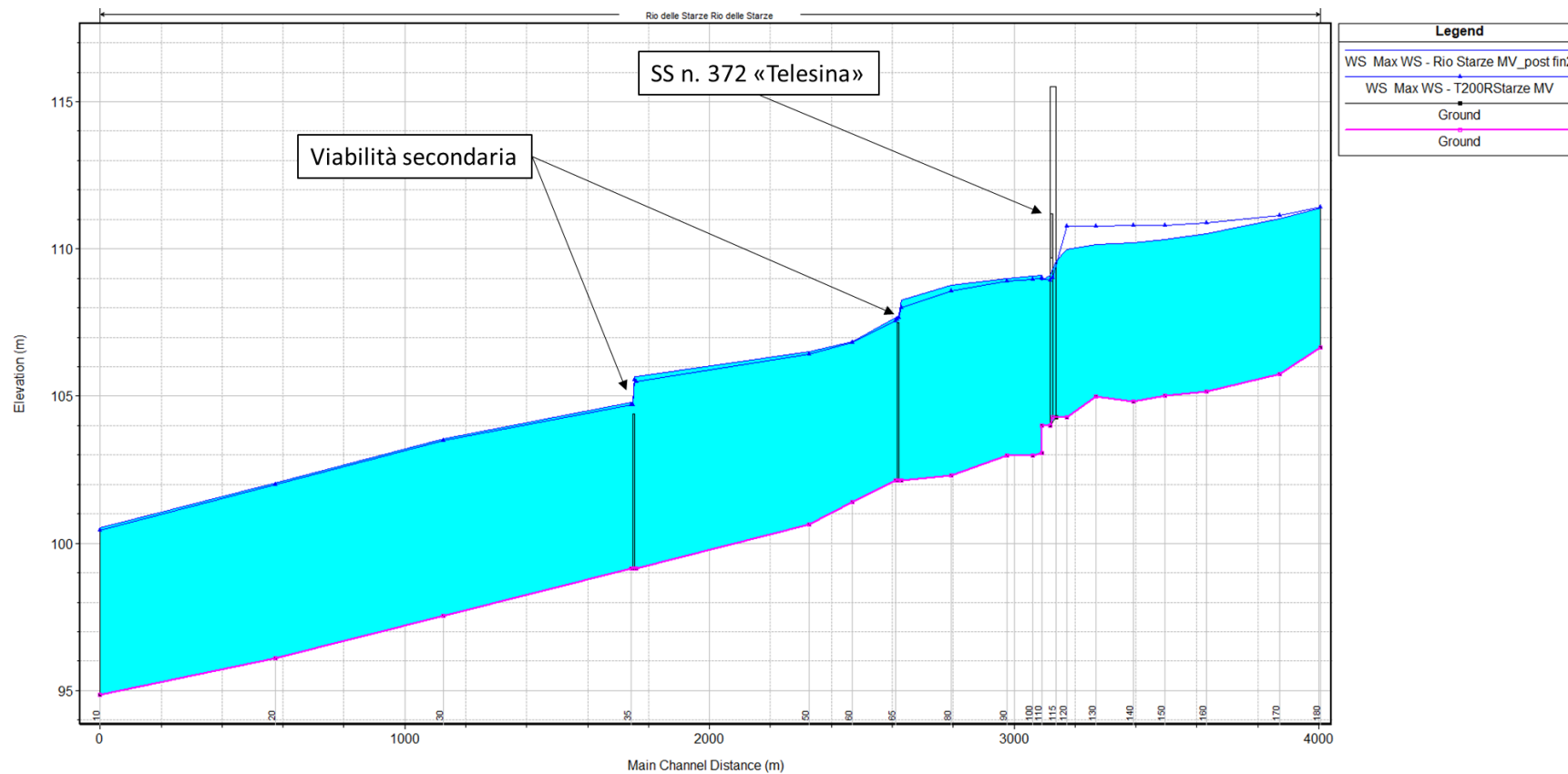


Figura 4.9 – Opera VI06: profili idraulici dell'inviluppo dei massimi livelli idrici nelle condizioni ante e post operam ($T = 200$ anni)

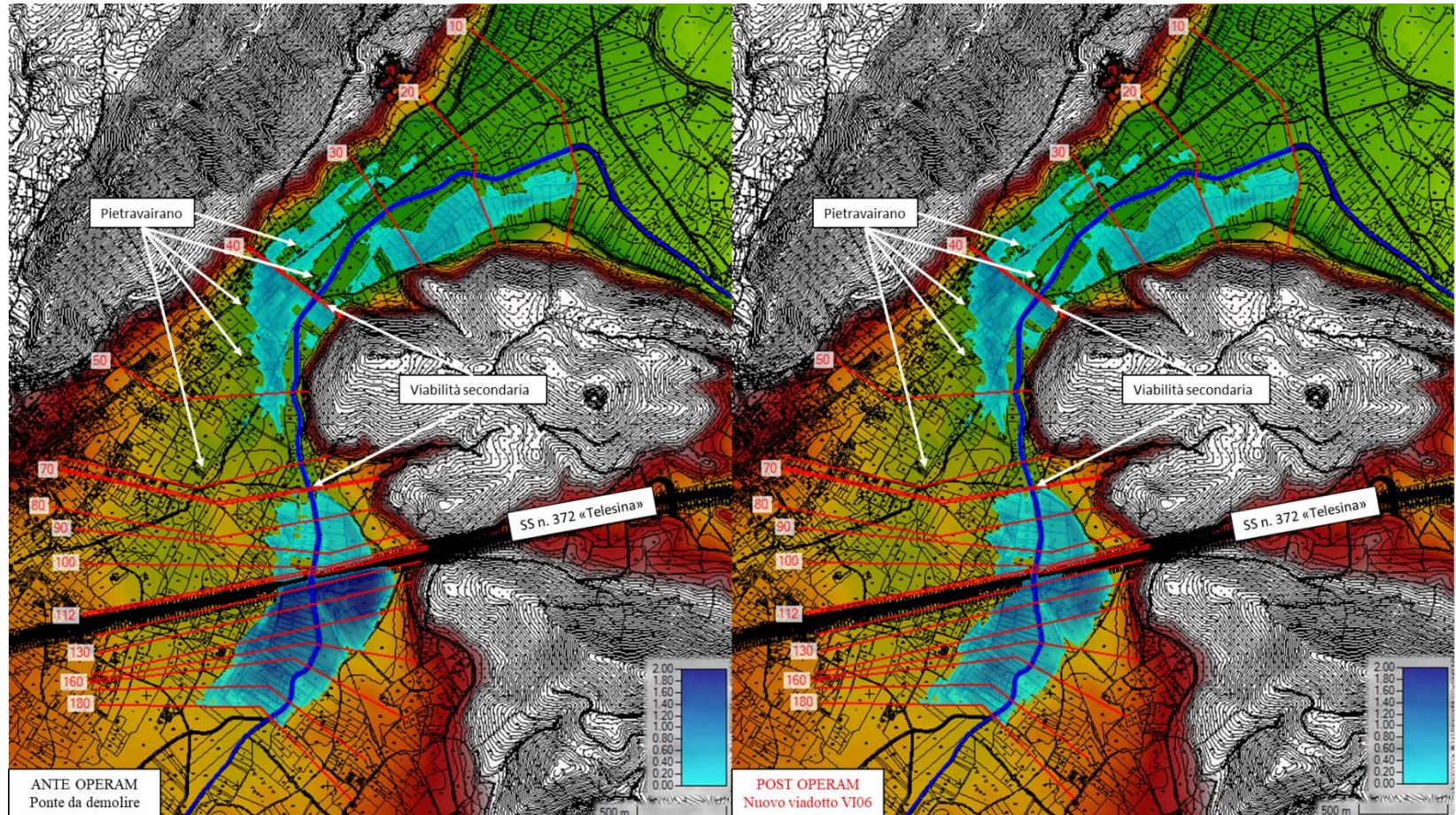


Figura 4.10 – Opera VI06: aree inondate ante (a sinistra) e post operam (a destra) a monte e a valle del nuovo attraversamento in progetto

5 MODELLAZIONE DEGLI ATTRAVERSAMENTI MINORI

In questo capitolo si illustrano le simulazioni idrauliche degli attraversamenti minori, realizzate con dei modelli idraulici monodimensionali di moto permanente.

5.1 CONDIZIONI AL CONTORNO E SCABREZZE

5.1.1 CONDIZIONI AL CONTORNO

Nelle sezioni iniziali di valle dei tratti modellati, ubicate sempre ad una distanza tale dalla zona d'interesse (attraversamento) in modo che questa non sia influenzata da eventuali effetti di rigurgito, si è imposta come condizione al contorno di valle un'altezza di moto uniforme uguale o maggiore di quella corrispondente alla pendenza media dei corsi d'acqua modellati.

5.1.2 COEFFICIENTI DI SCABREZZA

Considerato il regime torrentizio stagionale dei corsi d'acqua modellati e data la presenza di sezioni di deflusso ben definite ed incise si è assunto cautelativamente un valore del coefficiente di scabrezza di Manning pari a $0,04 \text{ sm}^{-1/3}$ nella sezione incisa e $0,06 \text{ sm}^{-1/3}$ nelle aree golenali inondabili. Nei casi dove gli alvei sono incisi e con presenza di folta vegetazione ripariale, si è assunto cautelativamente un Manning unico (alveo inciso e golene) pari a $0,06 \text{ sm}^{-1/3}$. Laddove invece sono presenti o previste in progetto nell'alveo inciso sezioni rivestite (fossi di guardia) o in calcestruzzo (inalveazioni), si è assunto nella sezione incisa un valore del coefficiente di Manning pari a $0,03 \text{ sm}^{-1/3}$, anch'esso cautelativo.

5.2 TEMPO DI RITORNO E PORTATE DI PROGETTO

Per le verifiche di compatibilità idraulica degli attraversamenti, sono state assunte le portate di progetto e di verifica mostrate nella tabella 5.1, relative al tempo di ritorno di 200 anni e ricavate

adottando per la stima delle intensità di precipitazione la distribuzione di Gumbel (portate di progetto). Le opere sono state poi verificate anche con le precipitazioni ricavate dalla distribuzione di Fréchet (Relazione Idrologica).

Tabella 5.1 - Portate duecentennali degli attraversamenti secondari

Corpo idrico	Opera	Portata Progetto (m ³ /s) Gumbel	Portata Verifica (m ³ /s) Fréchet
V.ne Rava	VI20	56.1	84.7
V.ne Ponte Murato	VI21	106.8	165.3
F. San Pietro	VI22	82.7	128.1
V.ne Castelluccio	VI23	121.3	187.8
R. Tella	VI12	230.0	356.1
V.ne Erba Bianca	VI13	67.5	104.6
V.ne Possente	VI15	301.0	458.0
F. Marafi	VI24	53.7	83.2
Fosso s.n.	VI19	48.0	66.0

Nei paragrafi che seguono si riportano i risultati dei modelli di moto permanente implementati per le verifiche dei viadotti e dei ponti relative alle interferenze secondarie, mostrando, sia i profili, sia le sezioni a monte delle opere di attraversamento. I risultati completi (grafici delle sezioni di calcolo e relative tabelle delle grandezze idrauliche significative) sono invece riportati in Appendice.

5.3 RISULTATI DELLE MODELLAZIONI

Il franco idraulico degli attraversamenti di seguito illustrati è riportato nella tabella 5.2 (condizioni ante e post operam) ed è riferito alla sezione idraulica ubicata immediatamente a monte dell'attraversamento. Come mostrato nella tabella, nella condizione post operam esso risulta nella totalità dei casi verificato con elevati margini di sicurezza, sia per le portate duecentennali di progetto (distribuzione di Gumbel), sia per quelle di verifica (distribuzione di Fréchet). Come illustrato in seguito e sempre nella condizione post operam, si è poi cautelativamente verificato che la linea

dei carichi totali attesa, comprensiva quindi dell'altezza cinetica, non raggiunga mai la quota dell'intradosso dell'attraversamento.

Nella condizione ante operam della tabella 5.2 il franco idraulico è indicato con un valore negativo quando la quota idrica simulata nella sezione idraulica immediatamente a monte dell'attraversamento risulta maggiore di quella dell'attuale intradosso.

Tabella 5.2 – Franco idraulico dei ponti e viadotti secondari in progetto nelle condizioni ante e post operam ($T = 200$ anni)

Corpo idrico	Configurazione opera	Quota progetto Gumbel T 200 m s.m.	Quota verifica Fréchet T 200 m s.m.	Quota intradosso m s.m.	Franco idraulico di progetto (Gumbel) m	Franco idraulico di verifica (Fréchet) m
Vallone Rava	Ante	96.69	97.45	97.70	1.01	0.25
	Post - VI20	95.31	95.74	97.70	2.39	1.96
Vallone Ponte Murato	Ante	84.81	85.49	89.80	4.99	4.31
	Post - VI21	84.66	85.33	89.71	5.05	4.38
Fosso San Pietro	Ante	81.57	82.68	83.50	1.93	0.82
	Post - VI22	81.42	82.35	83.52	2.10	1.17
Vallone Castelluccio	Ante	80.19	80.66	77.60	-2.59	-3.06
	Post - VI23	78.72	79.51	80.35	1.63	0.84
Rio Tella	Ante	73.98	75.77	75.00	1.02	-0.77
	Post - VII2	72.83	73.22	74.95	2.12	1.73
Vallone Erba Bianca	Ante	70.74	71.51	76.30	5.56	4.79
	Post - VII3	70.74	71.51	75.97	5.23	4.46
Vallone Possente	Ante	56.58	57.49	60.00	3.42	2.51
	Post - VII5	54.59	55.16	58.51	3.92	3.35
Fosso Marafi	Ante	76.73	77.42	77.90	1.17	0.48
	Post - VI24	74.87	75.87	79.20	4.33	3.33
F. senza nome	Post - VII9	106,42	106,50	108,50	2,08	1,69

5.3.1 NUOVO PONTE VI20 "VALLONE RAVA"

Il nuovo ponte a campata unica, VI20, si prevede in progetto con una luce di 30 m. Il vallone viene inalveato per una lunghezza di circa 325 m a pendenza costante pari allo 0,86% con una sezione trapezia con fondo largo 10 m, altezza di 2,30 m e pendenza delle sponde (vert/orizz) pari a 2/3. Nella condizione post operam è prevista anche la demolizione e la ricostruzione di un ponticello

secondario localizzato immediatamente a valle dell'attraversamento VI20 (attualmente a circa 60 m a valle). Il nuovo ponticello secondario in progetto è previsto essere spostato più a valle (a circa 85 m dalla nuova opera) realizzandolo con una sezione adeguata a far transitare all'interno dell'inalveazione stessa anche la portata duecentennale di verifica (distribuzione di Frechét), senza che venga interessato l'intradosso del ponticello stesso (v. sezioni in Appendice).

I risultati della modellazione del nuovo viadotto sul Vallone Rava, VI20 alla progressiva km 15+559 carreggiata sud (figura 5.1), sono riportati nelle figure 5.2 e 5.3.

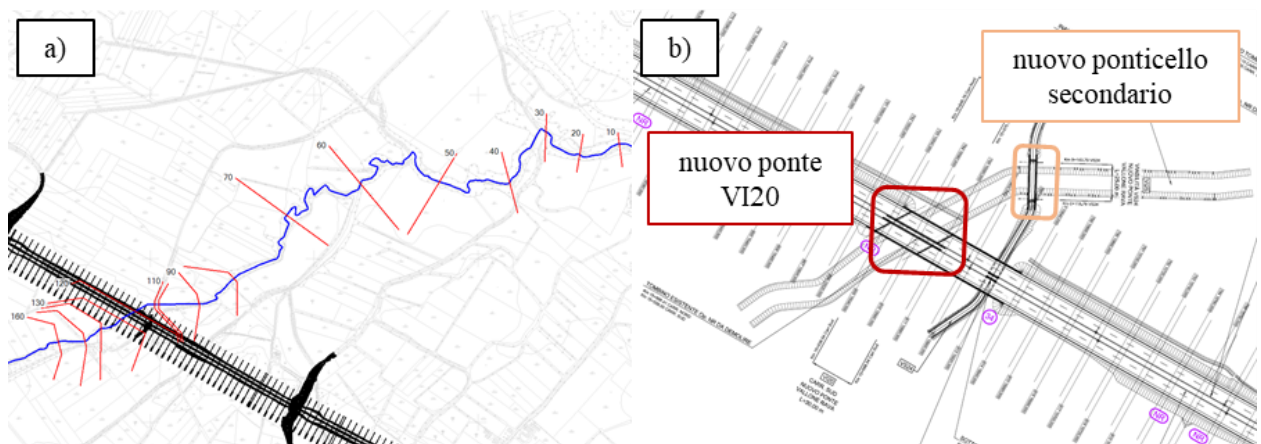


Figura 5.1 – Inquadramento planimetrico della nuova opera VI20: a) sezioni modellate (planimetria modello idraulico), b) planimetria dell'inalveazione del vallone

Dalle successive figure si evince sia che la linea dei carichi totali, comprensiva quindi dell'altezza cinetica, è contenuta (Fréchet) al di sotto dell'intradosso della nuova opera in progetto, sia che l'adeguamento dell'attraversamento in progetto consente anche la messa in sicurezza idraulica del sottopasso stradale ubicato in destra idraulica.

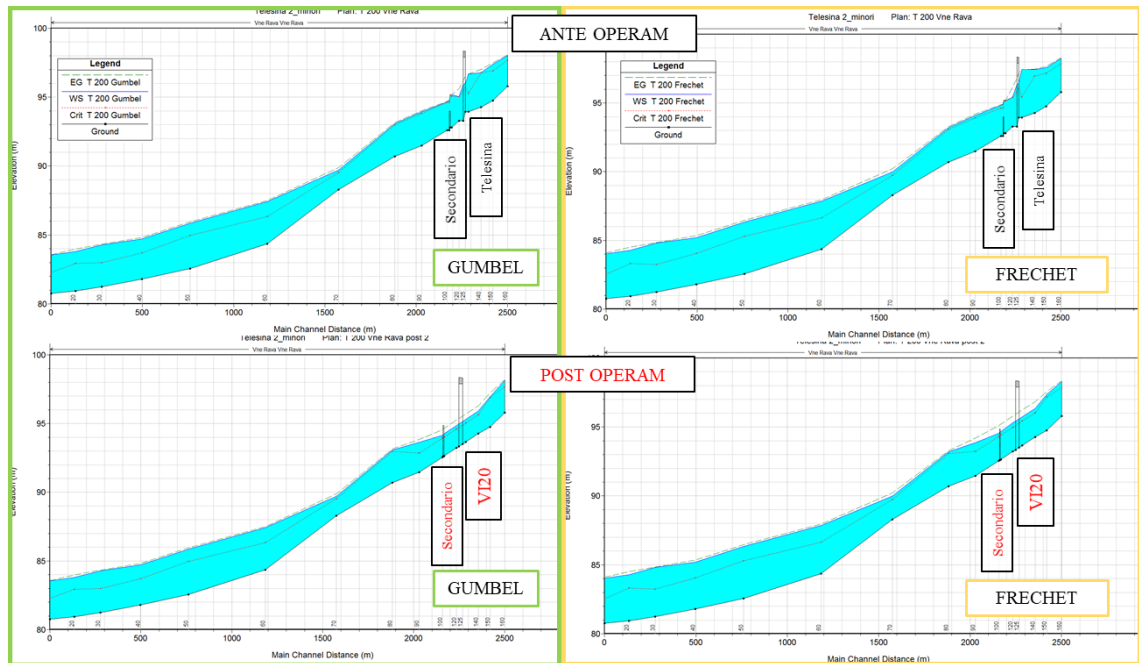


Figura 5.2 – Profili di corrente ante operam (in alto) e post operam (in basso), opera VI20. In verde i risultati con la portata di progetto (Gumbel), in giallo i risultati con la portata di verifica (Fréchet)

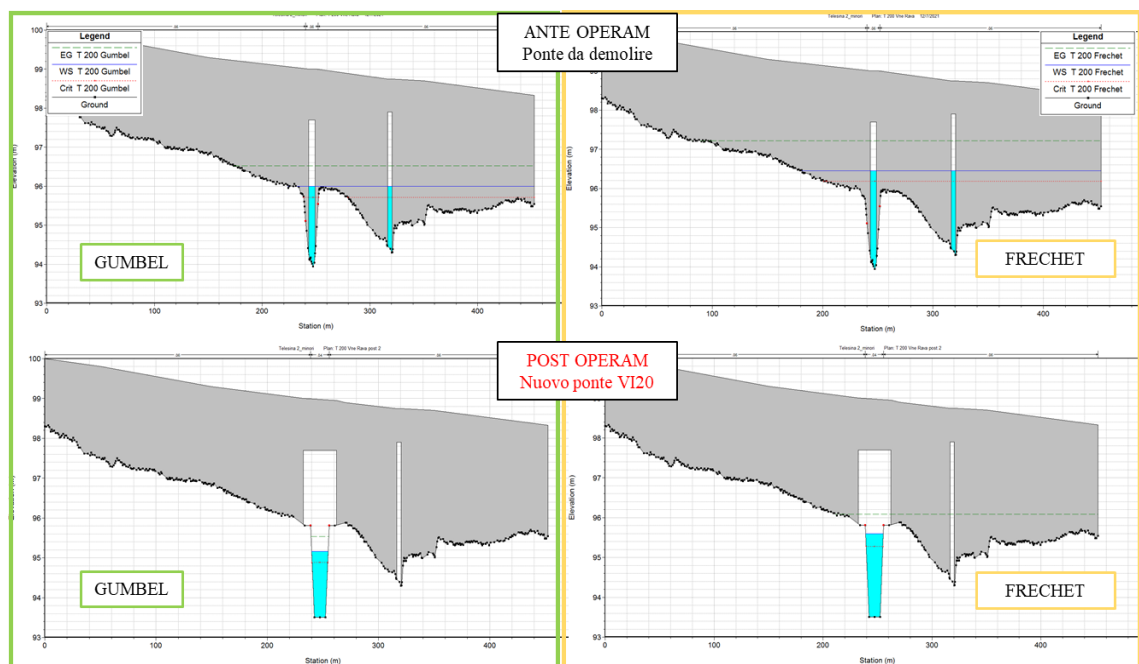


Figura 5.3 – Prospetto della sezione di monte dell'opera VI20, ante operam (in alto) e post operam (in basso); in verde i risultati con la portata di progetto (Gumbel), in giallo i risultati con la portata di verifica (Fréchet)

5.3.2 NUOVO PONTE VI21 "VALLONE PONTE MURATO"

Il nuovo ponte a campata unica, VI21, si prevede in progetto avere una luce di 40 m, come l'attuale. I risultati della modellazione del nuovo ponte sul Vallone Ponte Murato, VI21 alla progressiva km 18+295 carreggiata sud (figura 5.4), e dell'opera esistente (VI03) sono riportati nelle figure 5.5 e 5.6.

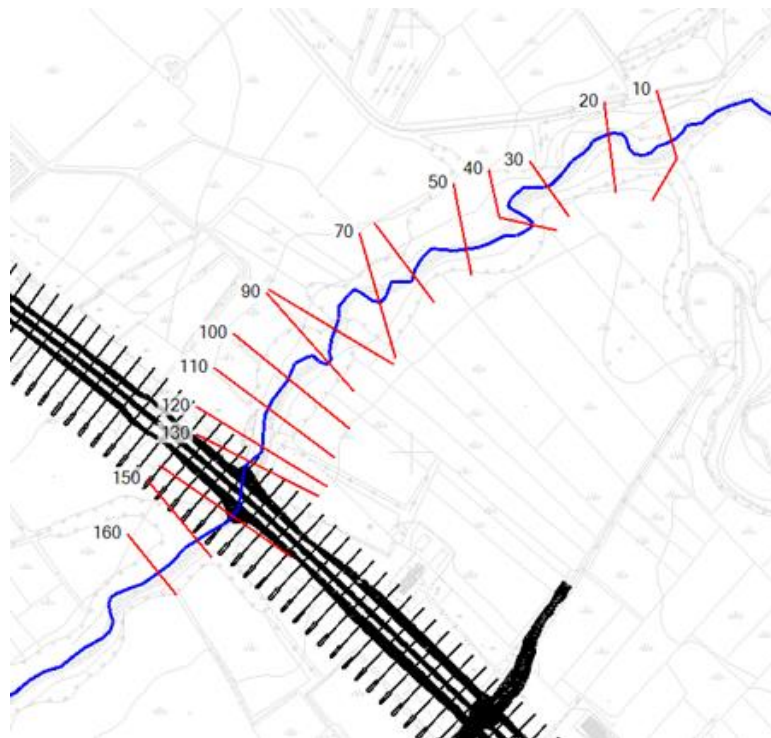


Figura 5.4 – Inquadramento planimetrico della nuova opera VI21: sezioni modellate (planimetria modello idraulico)

Dalle successive figure si evince che la linea dei carichi totali, comprensiva quindi dell'altezza cinetica, è contenuta (Fréchet) al di sotto dell'intradosso della nuova opera in progetto.

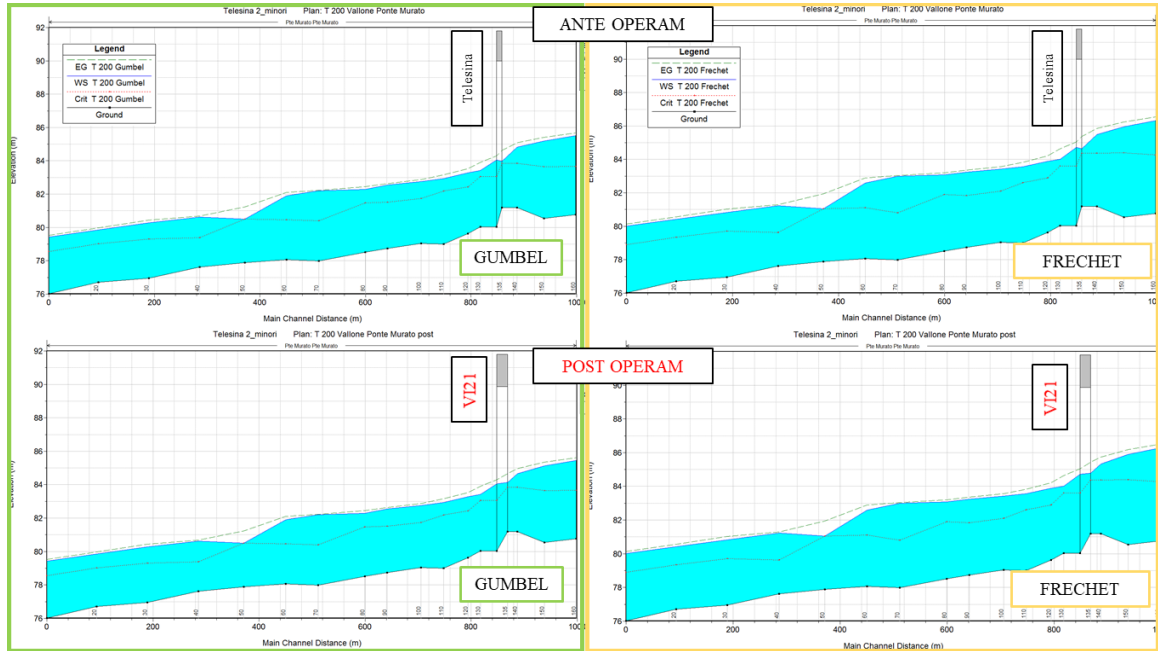


Figura 5.5 – Profili di corrente ante operam (in alto) e post operam (in basso), opera VI21. In verde i risultati con la portata di progetto (Gumbel), in giallo i risultati con la portata di verifica (Fréchet)

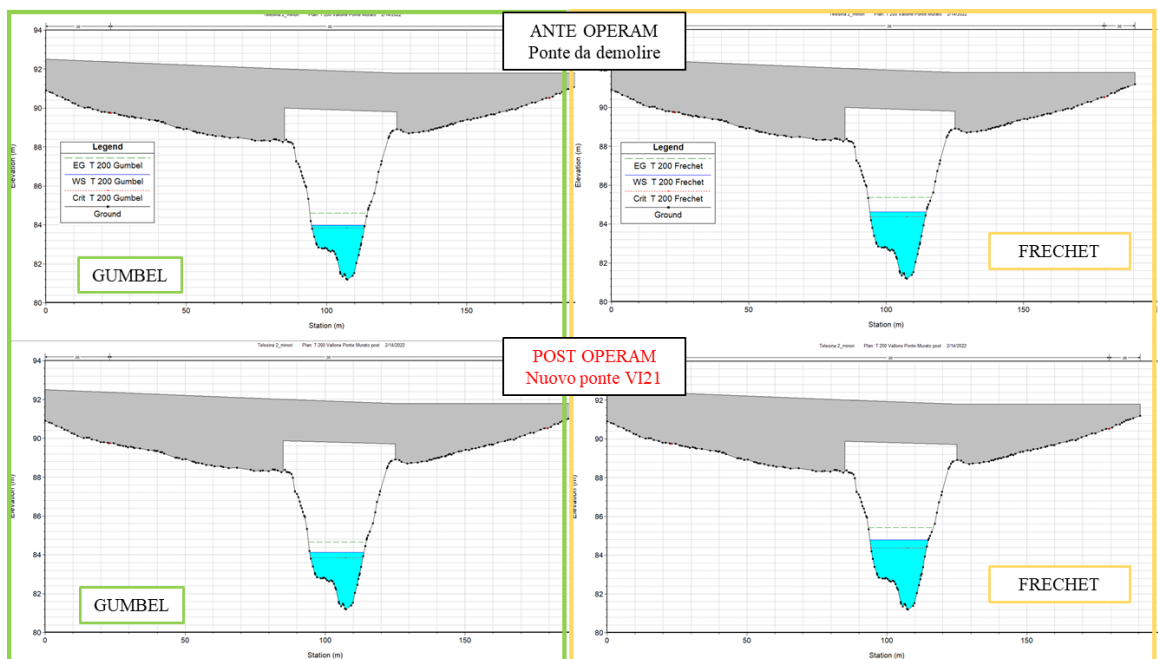


Figura 5.6 – Prospetto della sezione di monte dell'opera VI21, ante operam (in alto) e post operam (in basso); in verde i risultati con la portata di progetto (Gumbel), in giallo i risultati con la portata di verifica (Fréchet)

5.3.3 NUOVO PONTE VI22 "FOSSO SAN PIETRO"

Il nuovo ponte a campata unica, VI22, si prevede avere una luce di 30 m. I risultati della modellazione del nuovo ponte sul Fosso San Pietro, VI22 alla progressiva km 20+815 carreggiata sud (figura 5.7), sono riportati nelle figure 5.8 e 5.9.

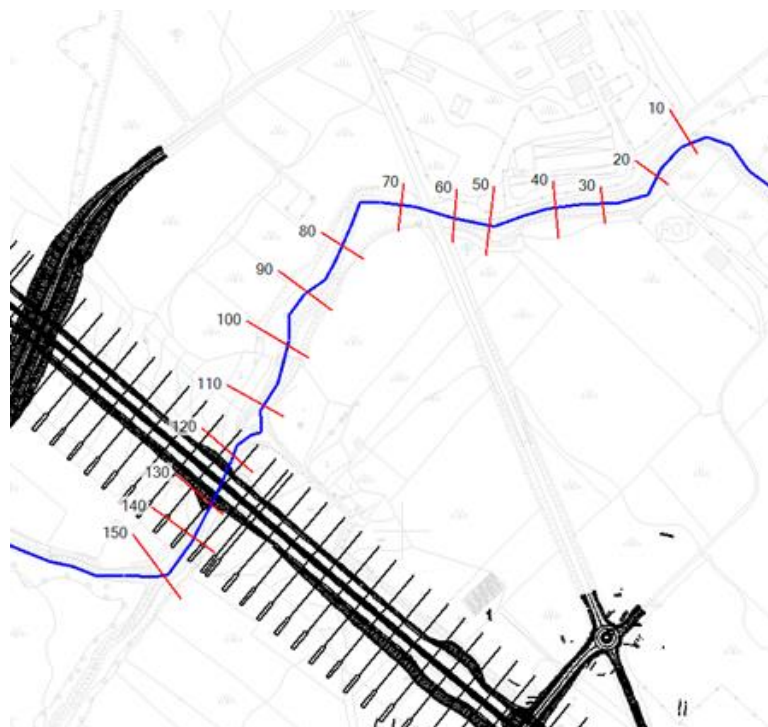


Figura 5.7 – Inquadramento planimetrico della nuova opera VI22: sezioni modellate (planimetria modello idraulico)

Dalle successive figure si evince che la linea dei carichi totali, comprensiva quindi dell'altezza cinetica, è contenuta (Fréchet) al di sotto dell'intradosso della nuova opera in progetto.

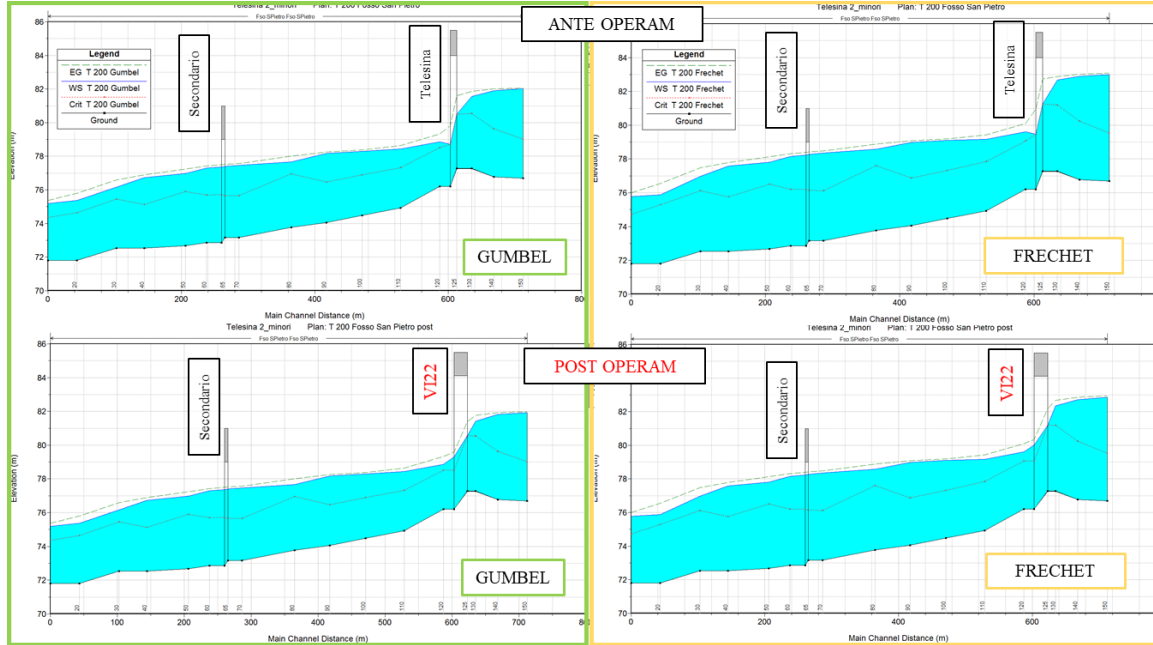


Figura 5.8 – Profili di corrente ante operam (in alto) e post operam (in basso), opera VI22. In verde i risultati con la portata di progetto (Gumbel), in giallo i risultati con la portata di verifica (Fréchet)

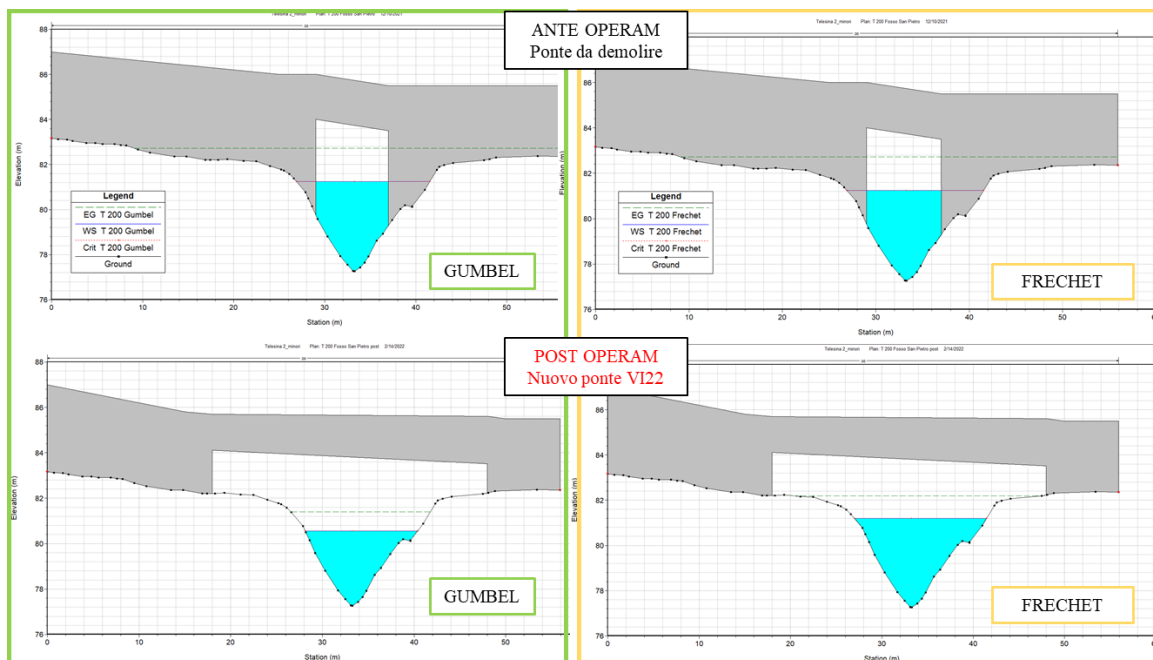


Figura 5.9 – Prospetto della sezione di monte dell'opera VI22, ante operam (in alto) e post operam (in basso); in verde i risultati con la portata di progetto (Gumbel), in giallo i risultati con la portata di verifica (Fréchet)

5.3.4 NUOVO PONTE VI23 "VALLONE CASTELLUCCIO"

Il nuovo ponte a campata unica, VI23, si prevede avere una luce di 50 m, con una sopraelevazione dell'attraversamento di circa 2 m. I risultati della modellazione del nuovo ponte sul Vallone Castelluccio, VI23 alla progressiva km 22+478 carreggiata sud (figura 5.10), sono riportati nelle figure 5.11 e 5.12.

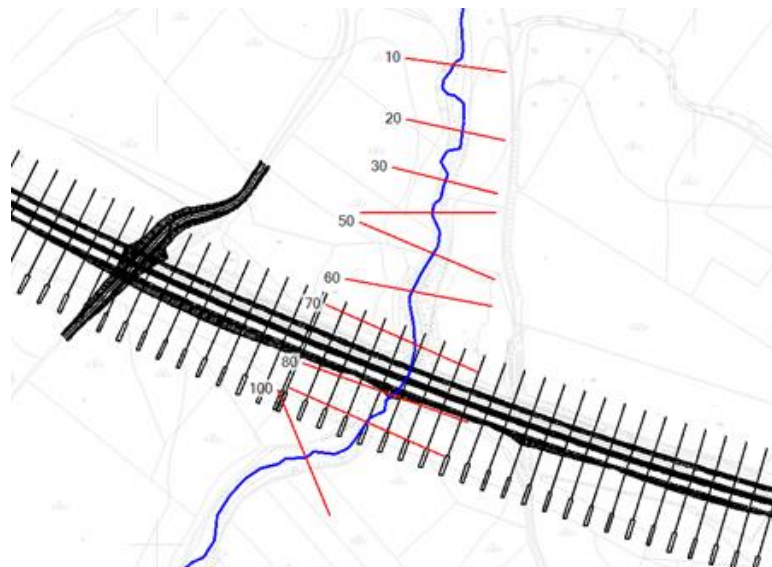


Figura 5.10 – Inquadramento planimetrico della nuova opera VI23: sezioni modellate (planimetria modello idraulico)

Dalle successive figure si evince che nella condizione attuale (ante operam) il ponte viene tracciato, mentre nella condizione post operam la linea dei carichi totali, comprensiva quindi dell'altezza cinetica, è contenuta (Fréchet) al di sotto dell'intradosso della nuova opera in progetto.

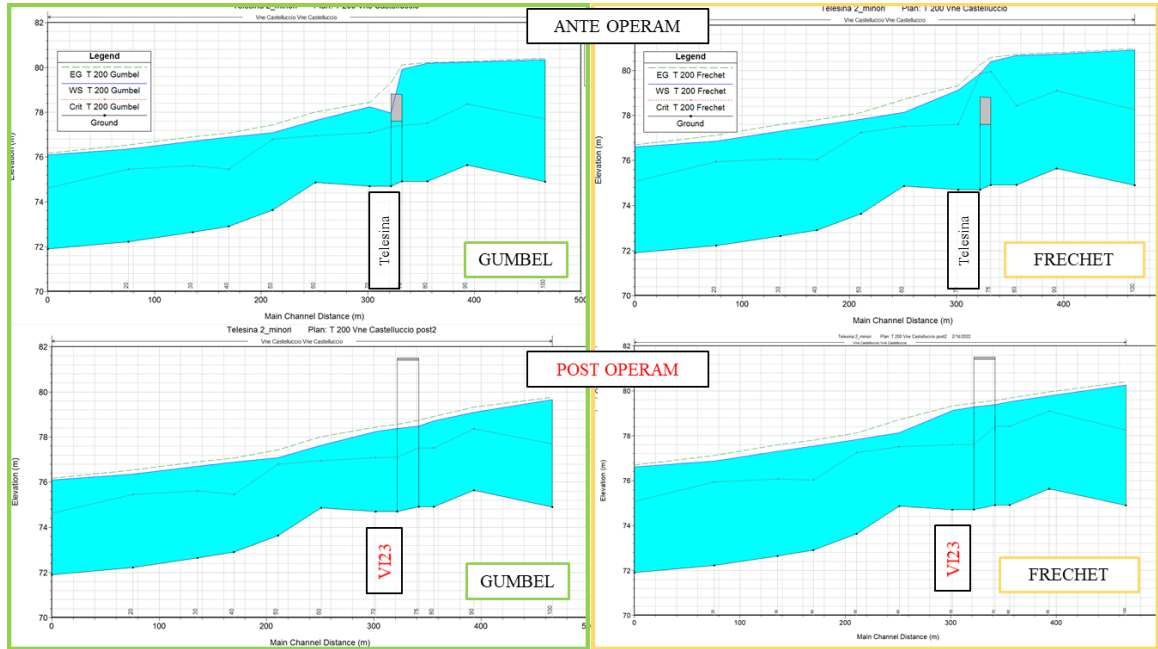


Figura 5.11 – Profili di corrente ante operam (in alto) e post operam (in basso), opera VI23. In verde e i risultati con la portata di progetto (Gumbel), in giallo i risultati con la portata di verifica (Fréchet)

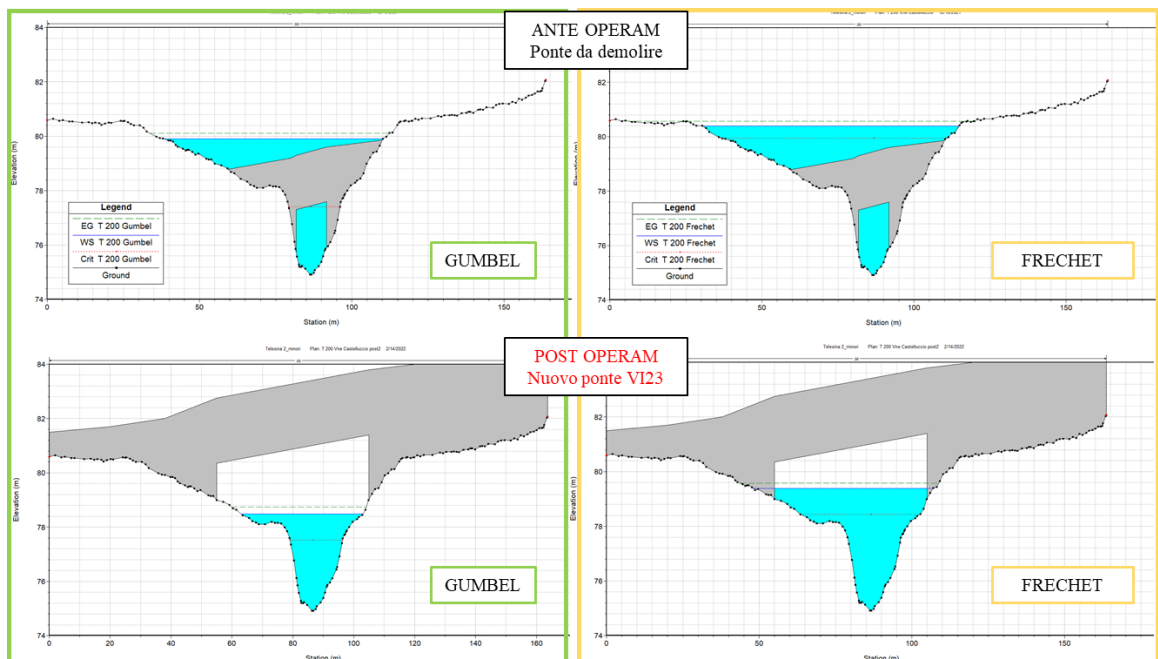


Figura 5.12 – Prospetto della sezione di monte dell'opera VI23, ante operam (in alto) e post operam (in basso); in verde i risultati con la portata di progetto (Gumbel), in giallo i risultati con la portata di verifica (Fréchet)

5.3.5 NUOVO VIADOTTO VI12 "RIO TELLA"

Il nuovo viadotto VI12 si prevede avere una lunghezza complessiva di 110 m con una campata centrale di 50 m e n. 2 campate laterali di 30 m; sono presenti n. 2 pile circolari di 2,50 m di diametro lungo la carreggiata sud che si ripetono in linea nella carreggiata nord. I risultati della modellazione del nuovo viadotto sul Rivo Tella, VI12 alla progressiva km 24+080 carreggiata sud (figura 5.13), sono riportati nelle figure 5.14 e 5.15.

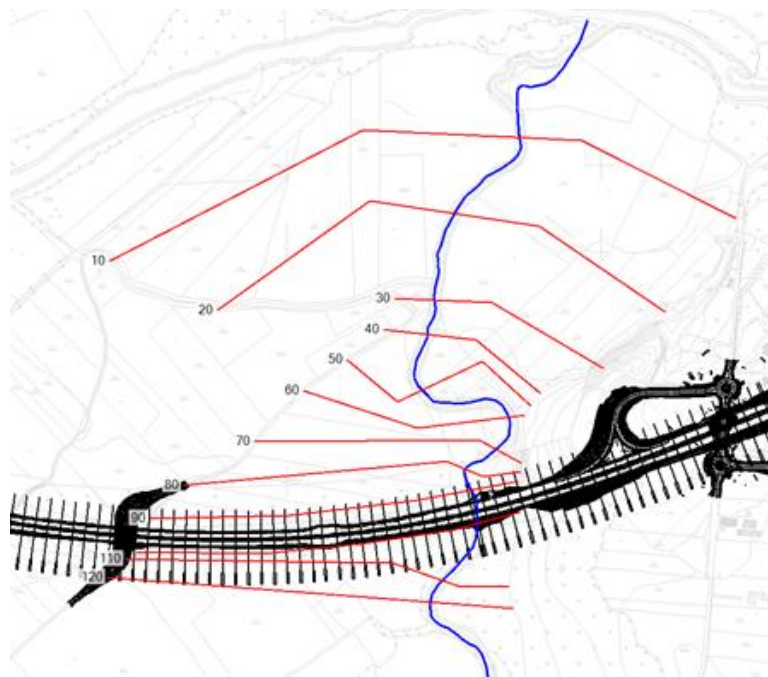


Figura 5.13 – Inquadramento planimetrico della nuova opera VI12: sezioni modellate (planimetria modello idraulico)

Dalle successive figure si evince che la linea dei carichi totali nella condizione post operam, comprensiva quindi dell'altezza cinetica, è contenuta (Fréchet) al di sotto dell'intradosso della nuova opera in progetto.

Come mostrato nella figura 5.15, una pila dell'opera è interessata dalla piena di progetto. La sua protezione nei confronti della potenziale erosione è illustrata successivamente (Capitolo 9).

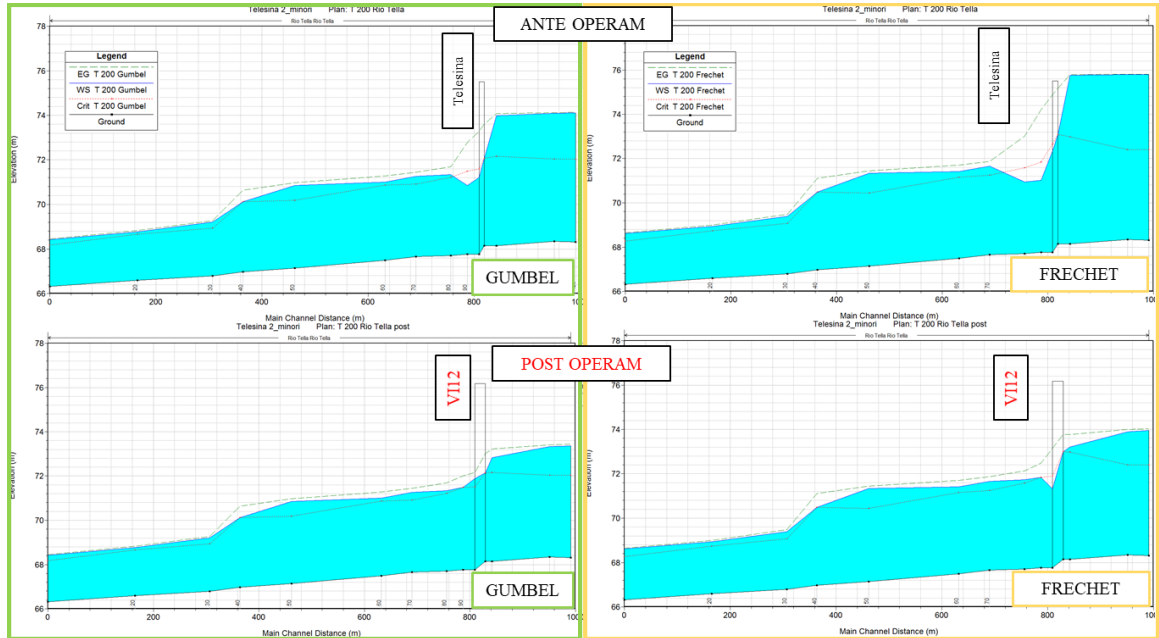


Figura 5.14 – Profili di corrente ante operam (in alto) e post operam (in basso), opera VII2. In verde i risultati con la portata di progetto (Gumbel), in giallo i risultati con la portata di verifica (Fréchet)

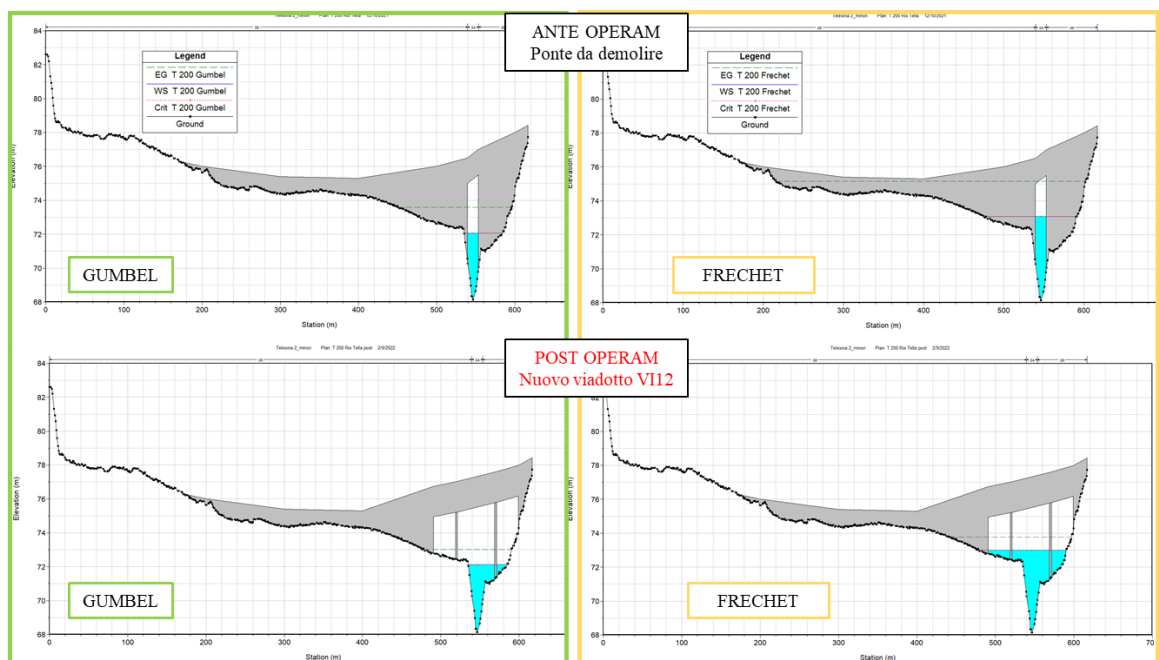


Figura 5.15 – Prospetto della sezione di monte dell'opera VII2, ante operam (in alto) e post operam (in basso); in verde i risultati con la portata di progetto (Gumbel), in giallo i risultati con la portata di verifica (Fréchet)

5.3.6 NUOVO VIADOTTO VI13 "VOLTURNO" (VALLONE ERBA BIANCA)

Il nuovo viadotto VI13 "Volturno" è un'opera unica di lunghezza complessiva di circa 1060 m che sostituisce di fatto i due viadotti esistenti sul Fiume Volturno e sul Vallone dell'Erba Bianca. Nel tratto d'interesse del vallone (all'incirca dalla progressiva nord km 25+860 in poi), il nuovo viadotto prevede pile circolari di diametro 3,50 m con interassi variabili tra 50 e 65 m, sia sulla carreggiata nord, sia sulla carreggiata sud. I risultati della modellazione del nuovo viadotto sul Vallone dell'Erba Bianca, VI13 alla progressiva km 25+960 carreggiata nord (figura 5.16), sono riportati nelle figure 5.17 e 5.18.

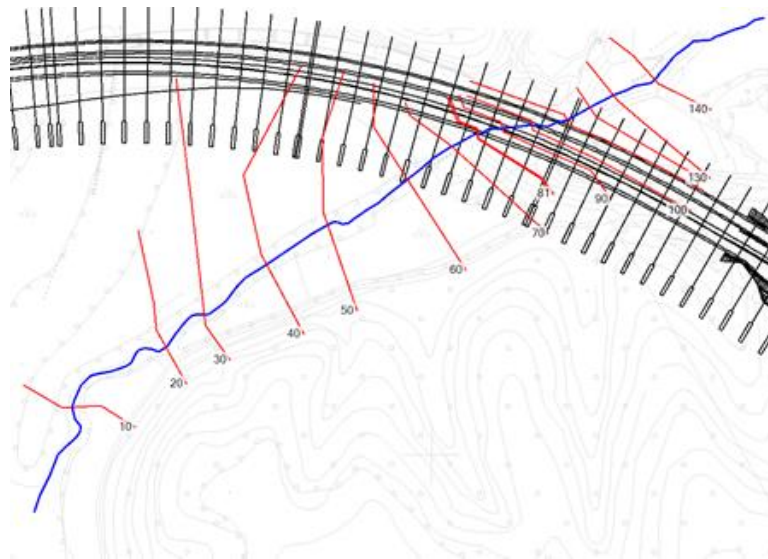


Figura 5.16 – Inquadramento planimetrico della nuova opera VI13: sezioni modellate del Vallone dell'Erba Bianca (planimetria modello idraulico)

Dalle successive figure si evince che la linea dei carichi totali, comprensiva quindi dell'altezza cinetica, è contenuta (Fréchet) al di sotto dell'intradosso della nuova opera in progetto.

Come mostrato nella figura 5.18, due pile dell'opera sono interessate dalla piena di progetto. La loro protezione nei confronti della potenziale erosione è illustrata successivamente (Capitolo 9).

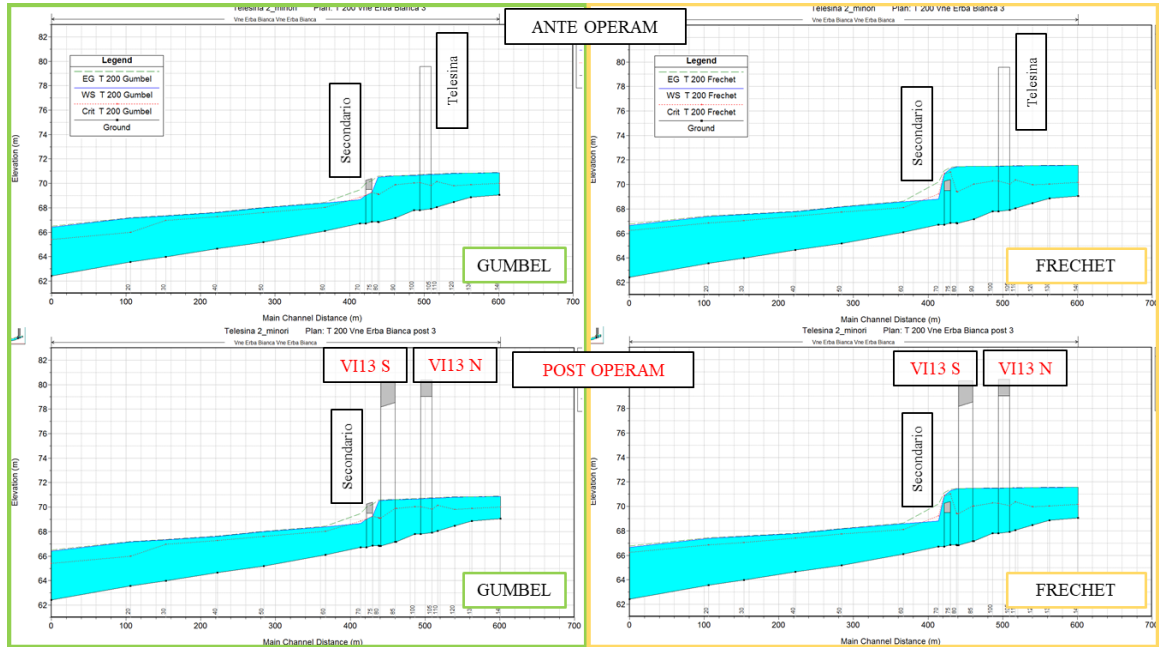


Figura 5.17 – Profili di corrente ante operam (in alto) e post operam (in basso), opera VI13. In verde i risultati con la portata di progetto (Gumbel), in giallo i risultati con la portata di verifica (Fréchet)

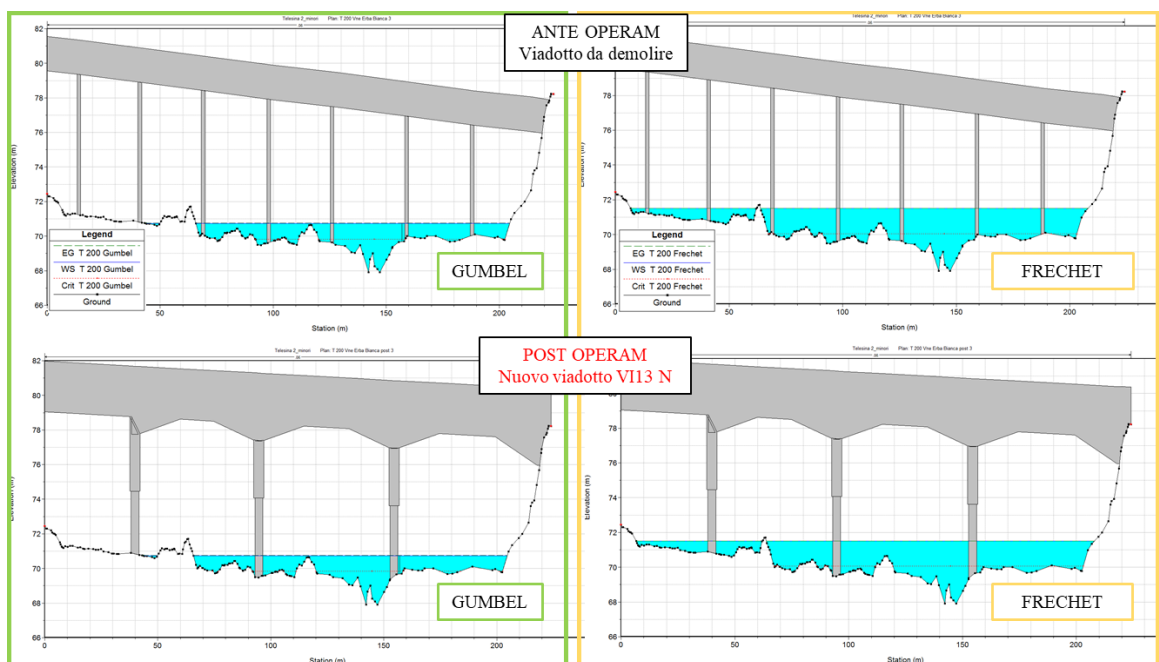


Figura 5.18 – Prospetto della sezione di monte dell'opera VI13, ante operam (in alto) e post operam (in basso); in verde i risultati con la portata di progetto (Gumbel), in giallo i risultati con la portata di verifica (Fréchet)

5.3.7 NUOVO VIADOTTO VI15 "VALLONE POSSENTE"

Il nuovo viadotto VI15 si prevede avere una lunghezza complessiva di 150 m; composto da n. 3 campate di 50 m, sono presenti n. 2 pile circolari di diametro 2,5 m lungo la carreggiata nord che si ripetono in linea nella carreggiata sud. In corrispondenza dell'attraversamento il vallone sarà inalveato per una lunghezza di circa 200 m, con una pendenza costante dello 0,13% e sezione trapezia con banchine (larghe 30 m), con fondo largo 20 m, altezza di 1 m e pendenza delle sponde (vert/orizz) pari a 1/4. L'inalveazione sarà raccordata a monte e a valle alle sezioni naturali del vallone. Si prevede inoltre la realizzazione di due arginelli alti 1,75 m, con pendenza delle scarpe (vert/orizz) pari a 1/4, predisposti per avviare le acque che spagliano nella campagna alla nuova inalveazione dell'attraversamento idraulico. I risultati della modellazione del nuovo viadotto sul Vallone Possente, VI15 alla progressiva km 30+070 carreggiata nord (figura 5.19), sono riportati nelle figure 5.20 e 5.21.

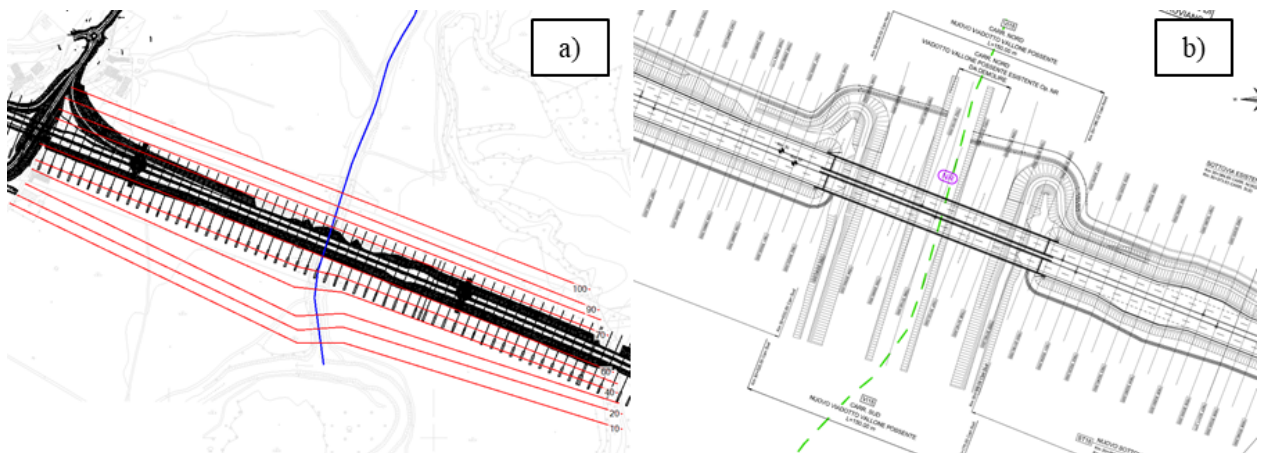


Figura 5.19 – Inquadramento planimetrico della nuova opera VI15: a) sezioni modellate (planimetria modello idraulico), b) planimetria dell'inalveazione del vallone

Come mostrato nella figura 5.21, le pile della nuova opera sono interessate dalla piena di progetto. La loro protezione nei confronti della potenziale erosione è illustrata successivamente (Capitolo 9).

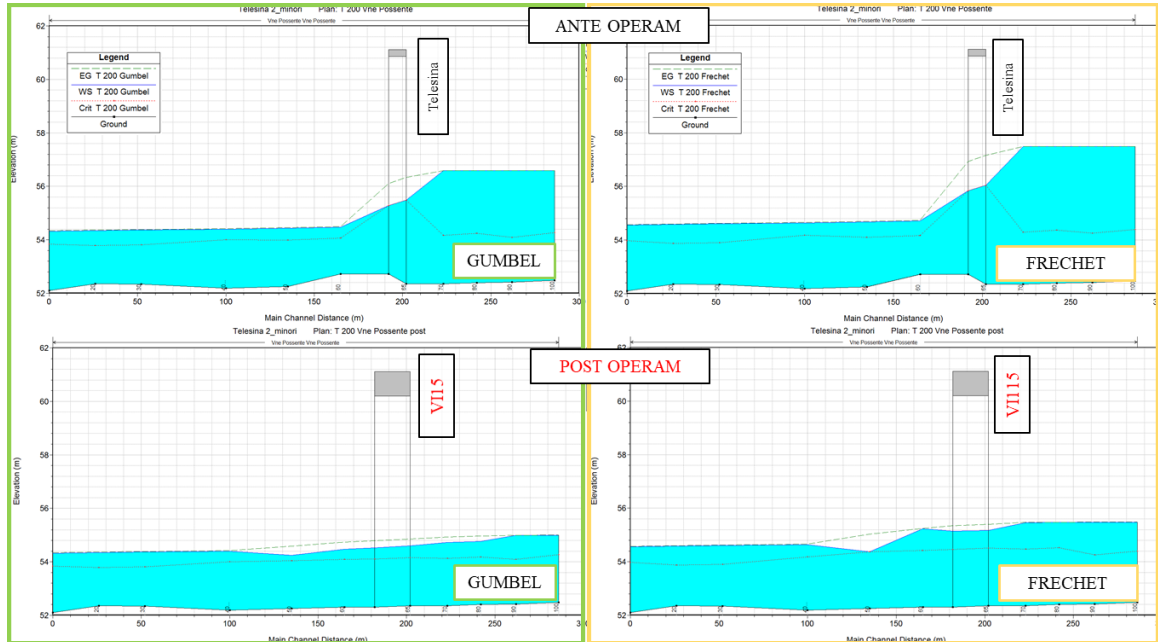


Figura 5.20 – Profili di corrente ante operam (in alto) e post operam (in basso), opera VII15. In verde i risultati con la portata di progetto (Gumbel), in giallo i risultati con la portata di verifica (Fréchet)

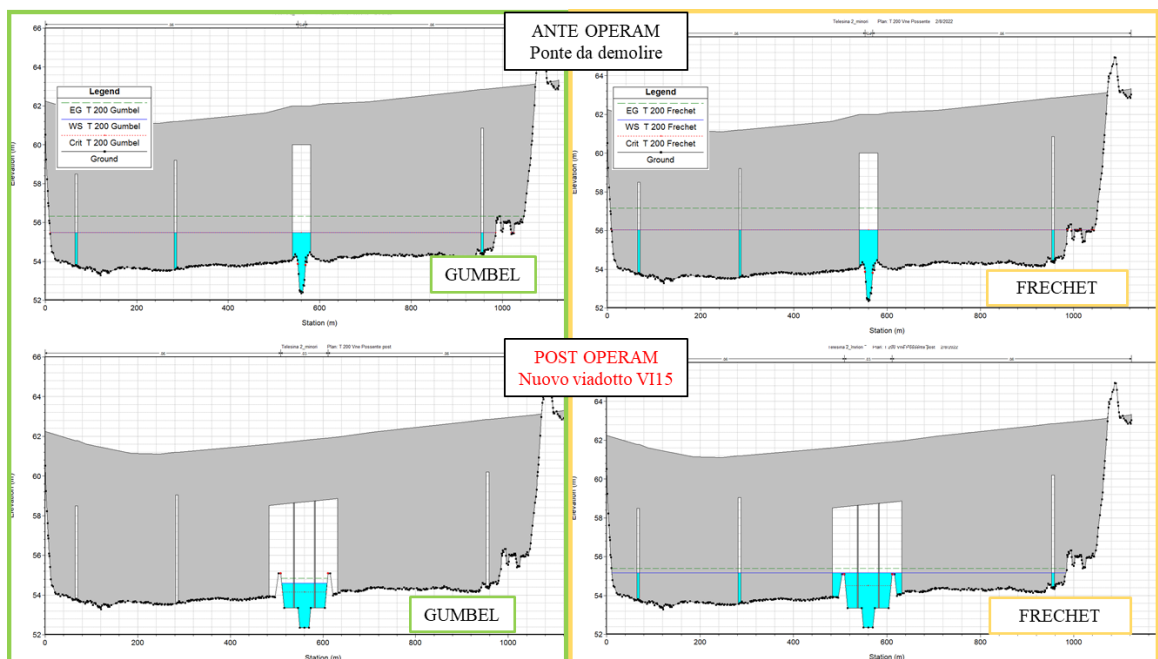


Figura 5.21 – Prospetto della sezione di monte dell'opera VII15, ante operam (in alto) e post operam (in basso); in verde i risultati con la portata di progetto (Gumbel), in giallo i risultati con la portata di verifica (Fréchet)

5.3.8 NUOVO PONTE VI24 "FOSSO MARAFI"

Il nuovo ponte a campata unica VI24 si prevede avere una luce di 40 m. In corrispondenza dell'attraversamento il fosso sarà inalveato per una lunghezza di circa 240 m, con una pendenza costante dello 1,3% e sezione trapezia con fondo largo 12 m, altezza di 2 m e pendenza delle sponde (vert/orizz) pari a 2/3. L'inalveazione sarà raccordata a monte e a valle alle sezioni naturali del fosso. Si prevede inoltre la realizzazione di due arginelli alti 1 m, con pendenza delle scarpe (vert/orizz) pari a 2/3, predisposti per avviare le acque che spagliano nella campagna alla nuova inalveazione dell'attraversamento idraulico. I risultati della modellazione del nuovo ponte sul Fosso Marafi, VI24 alla progressiva km 33+186 carreggiata nord (figura 5.22), sono riportati nelle figure 5.23 e 5.24.

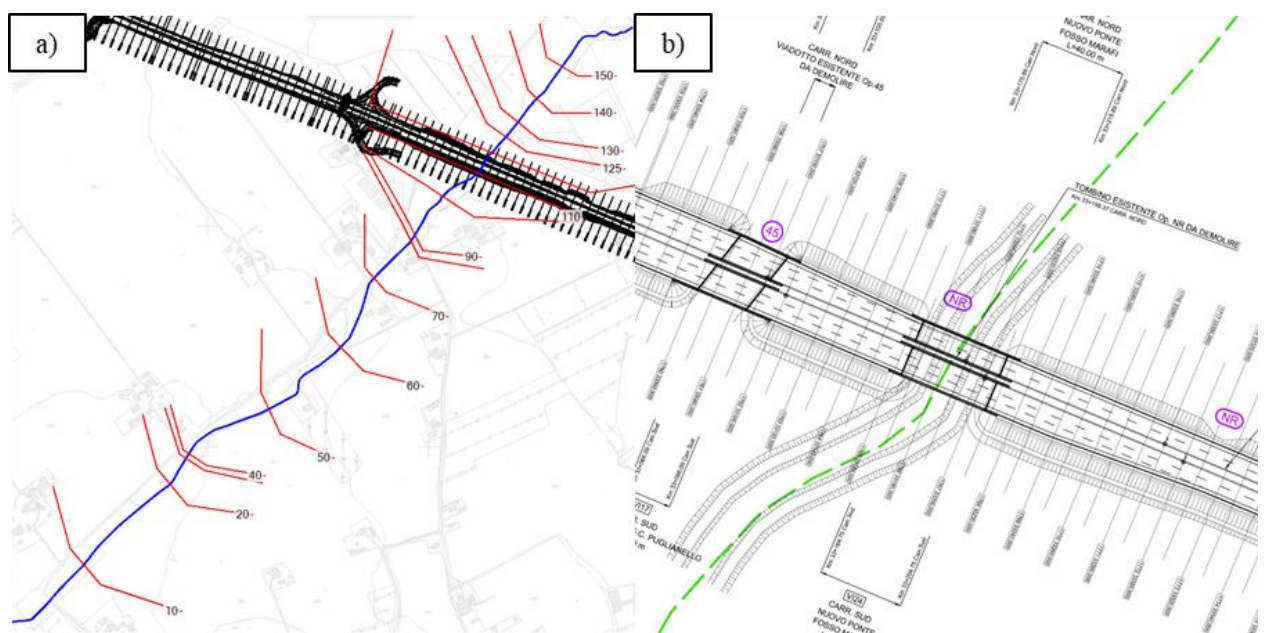


Figura 5.22 – Inquadramento planimetrico della nuova opera VI24: a) sezioni modellate (planimetria modello idraulico), b) planimetria dell'inalveazione del vallone

Dalle successive figure si evince che la linea dei carichi totali, comprensiva quindi dell'altezza cinetica, è contenuta (Fréchet) al di sotto dell'intradosso della nuova opera in progetto.

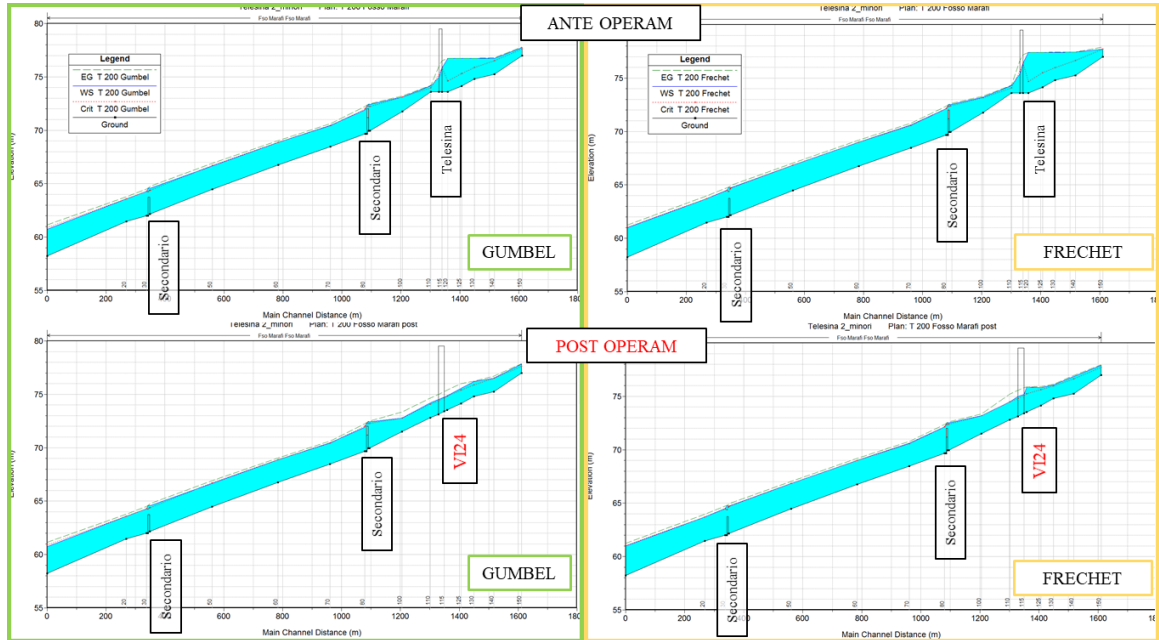


Figura 5.23 – Profili di corrente ante operam (in alto) e post operam (in basso), opera VI15. In verde i risultati con la portata di progetto (Gumbel), in giallo i risultati con la portata di verifica (Fréchet)

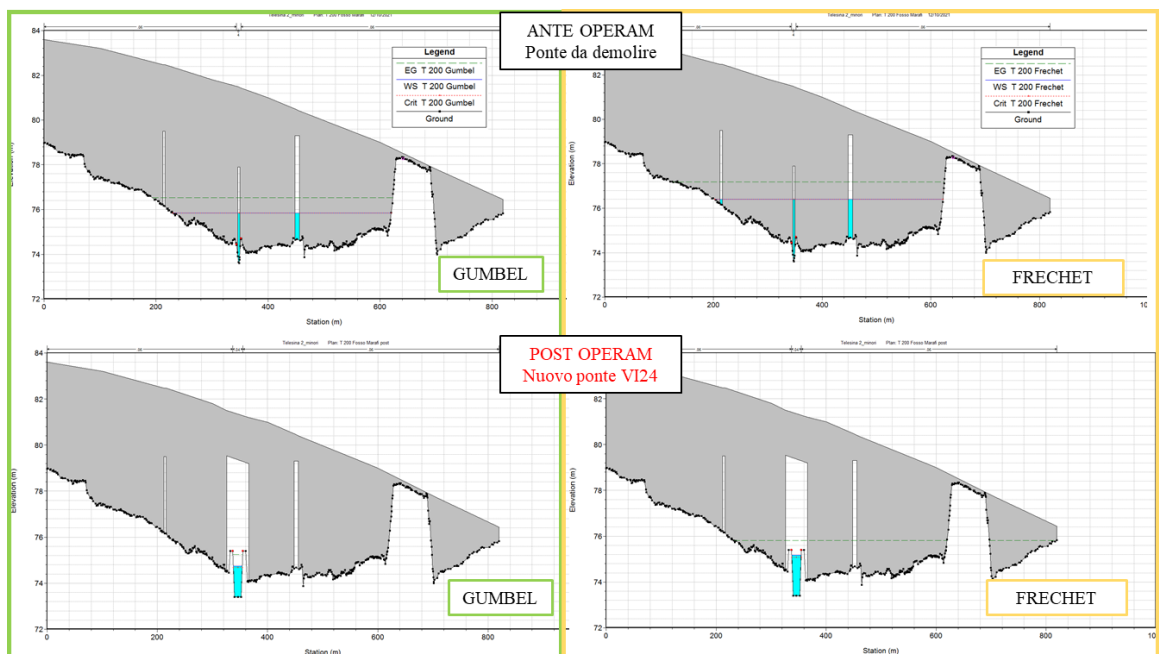


Figura 5.24 – Prospetto della sezione di monte dell'opera VI15, ante operam (in alto) e post operam (in basso); in verde i risultati con la portata di progetto (Gumbel), in giallo i risultati con la portata di verifica (Fréchet)

5.3.9 NUOVO PONTE VI19 "FOSSO SENZA NOME"

Il nuovo ponte a campata unica, VI19, su un fosso senza nome si prevede avere una luce di 16,5 m. Come mostrato nella figura 5.25, il relativo fosso sarà inalveato per una lunghezza di circa 230 m con una sezione trapezia con fondo largo 2,5 m, altezza di 3 m e pendenza delle sponde (vert/orizz) pari a 2/3. L'inalveazione, di cui si prevede il raccordo a monte alla sezione del fosso esistente, avrà inizialmente una pendenza dell'1,5% (circa pari all'attuale e in condizioni di corrente veloce), fino a 55 m dal suo inizio, dove si prevede un primo salto di 1,5 m, con recapito in una vasca di dissipazione rettangolare in cls, con sezione 11,5 × 3,5 m e lunga 30 m. L'attraversamento, lungo circa 90 m e con una pendenza dello 0,6% (in condizioni di corrente lenta), recapperà, tramite un secondo salto di 1,3 m, in una seconda vasca di dissipazione, con dimensioni identiche alla prima. A valle si prevede il raccordo dell'inalveazione alla sezione del fosso esistente. I risultati della modellazione del nuovo ponte sull'inalveazione del fosso senza nome, VI19 alla progressiva km 10+403 carreggiata sud (figura 5.25), sono riportati nella figura 5.26.

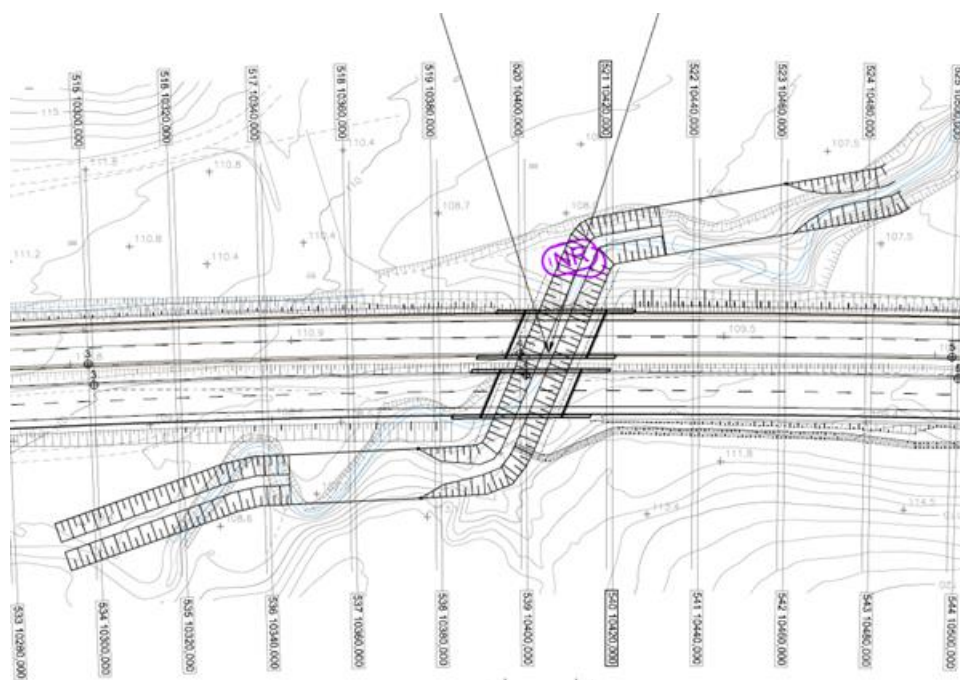


Figura 5.25 – Inquadramento planimetrico della nuova opera VI19: sezioni modellate del fosso senza nome (planimetria modello idraulico)

Nella successiva figura si evince che la linea dei carichi totali, comprensiva quindi dell'altezza cinetica, è contenuta al di sotto dell'intradosso della nuova opera in progetto.

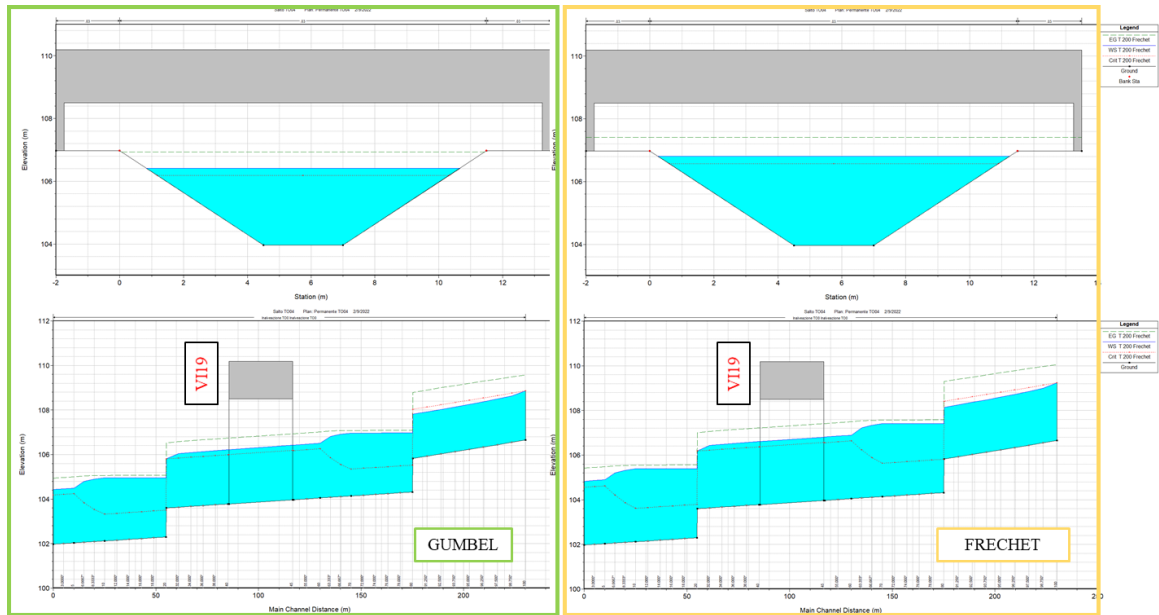


Figura 5.26 – Prospetto della sezione di monte (in alto) e profili idraulici (in basso) dell'opera VI19 nella condizione post operam. In verde i risultati con la portata di progetto (Gumbel), in giallo i risultati con la portata di verifica (Fréchet)

6 TOMBINI IDRAULICI

6.1 INTRODUZIONE

I criteri di progetto seguiti nel dimensionamento delle opere di attraversamento e presidio in corrispondenza dei corsi d'acqua marginali realizzati con tombini consistono essenzialmente in:

- garantire il deflusso della piena di progetto;
- assicurare con un periodo di ritorno di 200 anni la sicurezza dell'infrastruttura stradale garantendo un basso grado di riempimento all'imbocco dei tombini.

La risoluzione delle interferenze idrografiche marginali (attraversamenti idraulici della viabilità in progetto) avviene con la realizzazione di tombini idraulici, in cemento armato di sezione scatolare, di sezione minima 2×2 m, per garantire una buona efficienza idraulica ed una migliore manutenibilità delle opere.

Il progetto prevede la realizzazione di nuove opere, in sostituzione delle vecchie, per assicurare la sicurezza idraulica dell'infrastruttura stradale.

Ove necessario, sono stati previsti raccordi tra incisione naturale e manufatto, realizzati in pietrame. La sezione rivestita di progetto è descritta negli elaborati grafici specifici delle opere.

Il funzionamento idraulico dei manufatti di attraversamento a sezione chiusa dipende da numerosi fattori quali la pendenza dell'opera, la sezione, la forma, la scabrezza e i livelli idrici che si instaurano a monte e a valle dell'opera stessa.

Il comportamento idraulico dei tombini è piuttosto complesso perché può ricadere sia nel campo dell'idraulica a pelo libero, sia in quello delle condotte in pressione, in funzione della portata transitante.

Le verifiche idrauliche compiute sono finalizzate a determinare che il deflusso relativo all'evento con tempo di ritorno di 200 anni sia compatibile con il funzionamento delle opere di attraversamento senza interessare l'infrastruttura stradale, con un elevato franco idraulico.

Il calcolo numerico è stato realizzato con l'ausilio del codice HY8, sviluppato dalla Federal Highway Administration (FHWA) del U.S. Department of Transportation. Il codice permette di determinare sia la dimensione, la forma e il numero di opere d'arte necessari a far defluire una portata di progetto o di calcolare il livello idrico raggiunto a monte del manufatto per far defluire una

determinata portata (in condizioni di normale deflusso o in condizioni di acqua ferma all'imbocco), sia il profilo idrico della portata transitante nell'opera. Il codice stabilisce, inoltre, il tipo di funzionamento del tombino, che può essere controllato da monte (inlet control) o da valle (outlet control). Nel primo caso la quantità d'acqua che può transitare nell'opera è limitata dall'ingresso del tombino stesso: la corrente passa attraverso l'altezza critica all'imbocco dell'attraversamento e il deflusso all'interno dell'opera è in regime di corrente veloce, conseguentemente le perdite di carico a valle non influiscono sul livello di monte e il livello che si instaura a monte è una funzione delle dimensioni dell'imbocco, della sua forma e del tipo di tombino (sezione e materiale). Nel secondo caso la quantità d'acqua che può transitare nel manufatto è limitata dalla sezione del tombino e/o dalle condizioni al contorno di valle, conseguentemente il deflusso avviene in corrente lenta e l'equazione dell'energia determina il livello idrico a monte.

I possibili tipi di deflusso che si possono instaurare a monte, a valle e nel tombino sono mostrati nella figura 6.1 (per approfondimenti si rimanda al manuale tecnico di HY8).

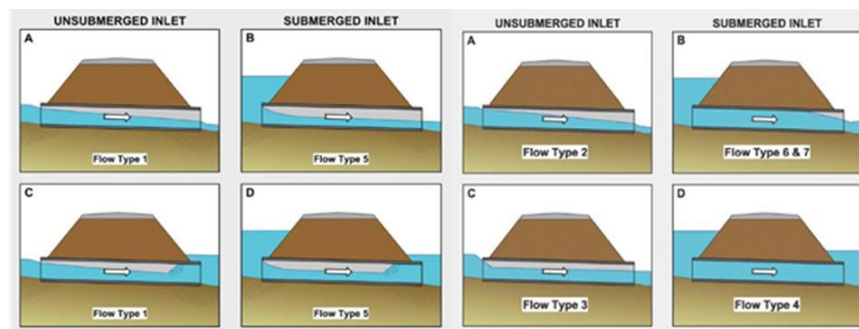


Figura 6.1 – Possibili regimi di corrente idrica che si possono instaurare in un tombino idraulico

6.2 PORTATE DI PROGETTO DEI TOMBINI IDRAULICI

Come illustrato nella Relazione Idrologica, per il dimensionamento dei tombini di attraversamento, sono state utilizzate le piogge di progetto derivanti dalla curva di possibilità pluviometrica desunta dalla distribuzione di Gumbel, ma si è cautelativamente verificata la compatibilità delle opere idrauliche anche con le piogge desunte dalla distribuzione di Fréchet, sensibilmente più

consistenti delle prime (con il tempo di ritorno di 200 anni la Fréchet fornisce stime percentualmente superiori alla Gumbel del 40 ÷ 50% circa). Nella tabella 6.1 si riportano le portate dei singoli bacini, come definite dalla Relazione Idrologica, e i corrispondenti tombini di recapito.

Tabella 6.1 – Portate duecentennali di progetto e di verifica dei bacini e loro recapiti appartenenti

Bacino	Recapito	Prog.	Progetto (Gumbel) Q ₂₀₀ (m ³ /s)	Verifica (Fréchet) Q ₂₀₀ (m ³ /s)	Bacino	Recapito	Prog.	Progetto (Gumbel) Q ₂₀₀ (m ³ /s)	Verifica (Fréchet) Q ₂₀₀ (m ³ /s)
2	TO01	9+770 N	13.8	18.9	23	TO20	20+321 S	3.8	6.0
3	TO02	9+880 N	0.8	1.2	25	TO22	21+613 S	6.3	9.8
4	TO03	10+015 N	5.1	7.0	26	TO23	22+000 S	13.7	21.1
6	TO05	11+860 S	11.8	16.2	28	TO25	22+740 S	4.4	6.8
7	TO06	12+241 S	32.9	45.2	29	TO26	23+329 S	22.0	34.0
8	TO41	13+356 S	31.1	42.7	32	TO27	26+972 N	14.5	22.4
9	TO07	13+797 S	37.6	52.2	33	TO28	27+143 N	4.5	7.0
10	TO08	14+350 S	16.6	23.1	34	TO29	27+450 N	7.5	11.6
11	TO09	14+732 S	3.2	4.6	35	TO30	27+880 N	4.7	7.3
12	TO10	14+958 S	6.6	10.1	36	TO40	27+950 N	2.6	3.9
14	TO12	15+785 S	41.5	64.3	37	TO31	28+140 N	13.4	20.8
15	TO13	16+212 S	30.0	46.4	38	TO32	28+579 N	11.1	17.3
16	TO14	17+246 S	6.6	10.2	40	TO34	31+018 N	5.3	8.2
17	TO15	17+400 S	16.1	24.9	41	TO35	31+215 N	31.9	49.5
18	TO16	17+580 S	8.0	12.4	44	TO37	34+116 N	4.7	7.2
19	TO17	17+760 S	2.4	3.8	45	TO43	34+510 N	12.4	19.2
21	TO19	19+125 S	8.0	12.4	46	TO44	34+733 N	8.6	13.3
22	TO39	19+243 S	8.7	13.5	47	TO38	34+916 N	18.2	28.1

6.3 VERIFICA IDRAULICA DEI TOMBINI

Nella tabella 6.2 si riporta il riepilogo delle verifiche di tutti i tombini per le considerate portate duecentennali di progetto (distribuzione di Gumbel) e di verifica (distribuzione di Fréchet), indicando anche le dimensioni dell'opera. In particolare si è verificato che il grado di riempimento massimo all'imbocco del generico tombino di attraversamento risulti inferiore al 70% con le portate di progetto e inferiori a circa il 90% (l'85%) con le portate di verifica. Le simulazioni numeriche, realizzate con il software HY8 per ciascun tombino, sono invece riportate in Appendice. I coefficienti di scabrezza di Manning assegnati ai tombini sono stati assunti cautelativamente pari a 0,023 per le opere scatolari in cemento.

Cautelativamente le verifiche dei tombini sono state realizzate ipotizzando gli imbocchi a spigolo vivo mentre, come riportato nelle tavole di progetto, per essi si prevede agli imbocchi la realizzazione di muri d'ala per l'invito dei deflussi (imbocco sagomato). Si prevedono inoltre inalveazioni a monte e a valle con pietrame intasato con magrone di sezione adeguata alle portate di progetto, sia in ingresso, sia in uscita, che prevedono anche la realizzazione di un taglione a monte e a valle per evitare fenomeni di sifonamento.

Le pendenze adottate nelle inalveazioni in uscita dai tombini sono uguali o maggiori (dove il terreno lo consente) alle pendenze dei tombini stessi. Il coefficiente di scabrezza di Manning delle inalveazioni è stato cautelativamente posto pari a 0,023.

Come mostrato nella tabella 6.2 il franco idraulico nei tombini si mantiene sempre superiore a 0,75 m per le portate di progetto (Gumbel) e con minimi superiori a 0,3 m per le portate di verifica (Fréchet).

Per tutti i tombini, poi, è stata realizzata un'ulteriore verifica determinando la massima portata esitabile dai tombini stessi quando al loro imbocco si instaura la relativa quota di tracimazione della livelletta stradale. I risultati di questa verifica sono riportati nella tabella 6.3, da cui si evince che, nel peggiore dei casi, la portata massima esitabile è sempre maggiore di due volte e mezzo rispetto a quella di progetto (distribuzione di Gumbel).

Tabella 6.2 – Verifica del grado di riempimento e franco idraulico all'imbocco di ciascun tombino

Tombino	Tipologia	Progressiva	Bacino	Progetto Gumbel Q ₂₀₀ (m ³ /s)	Progetto Gumbel Gr %	Progetto Gumbel F (m)	Verifica Fréchet Q ₂₀₀ (m ³ /s)	Verifica Fréchet Gr %	Verifica Fréchet F (m)
TO01	Scat. 5 X 2.5	9+770 N	2	13.8	64%	0.90	18.9	78%	0.54
TO02	Scat. 2 X 2	9+880 N	3	0.8	58%	0.84	1.2	59%	0.82
TO03	Scat. 3 X 2	10+015 N	4	5.1	58%	0.84	7.0	71%	0.58
TO05	Scat. 4 X 2.5	11+860 S	6	11.8	66%	0.84	16.2	82%	0.46
TO06	Scat. 5 X 3	12+241 S	7	32.9	60%	1.19	45.2	74%	0.77
TO41	Scat. 5 X 4	13+356 S	8	31.1	68%	1.29	42.7	84%	0.65
TO07	Scat. 6 X 4	13+797 S	9	37.6	68%	1.27	52.2	85%	0.61
TO08	Scat. 6 X 2.5	14+350 S	10	16.6	68%	0.81	23.1	83%	0.42
TO09	Scat. 2 X 2	14+732 S	11	3.2	55%	0.90	4.6	70%	0.60
TO10	Scat. 4 X 2	14+958 S	12	6.6	56%	0.88	10.1	74%	0.51
TO12	Scat. 5.5 X 5	15+785 S	14	41.5	61%	1.96	64.3	84%	0.80
TO13	Scat. 5.5 X 4	16+212 S	15	30.0	63%	1.50	46.4	84%	0.64
TO14	Scat. 4 X 2	17+246 S	16	6.6	56%	0.89	10.2	76%	0.48
TO15	Scat. 4 X 4	17+400 S	17	16.1	51%	1.94	24.9	68%	1.26
TO16	Scat. 3 X 3	17+580 S	18	8.0	52%	1.45	12.4	69%	0.93
TO17	Scat. 2 X 2.5	17+760 S	19	2.4	37%	1.58	3.8	50%	1.25
TO19	Scat. 4.5 X 2	19+125 S	21	8.0	61%	0.78	12.4	81%	0.39
TO39	Scat. 4.5 X 2	19+243 S	22	8.7	63%	0.75	13.5	84%	0.33
TO20	Scat. 2 X 2.5	20+321 S	23	3.8	50%	1.26	6.0	67%	0.82
TO22	Scat. 4 X 2	21+613 S	25	6.3	56%	0.89	9.8	75%	0.51
TO23	Doppia canna Scat. 4 X 2	22+000 S	26	13.7	58%	0.84	21.1	77%	0.45
TO25	Scat. 2.5 X 2	22+740 S	28	4.4	59%	0.83	6.8	78%	0.43
TO26	Scat. 6 X 3	23+329 S	29	22.0	64%	1.08	34.0	85%	0.44
TO27	Scat. 4 X 3	26+972 N	32	14.5	64%	1.08	22.4	85%	0.44
TO28	Scat. 2.5 X 2	27+143 N	33	4.5	56%	0.87	7.0	76%	0.48
TO29	Scat. 2.5 X 2.5	27+450 N	34	7.5	63%	0.92	11.6	85%	0.37
TO30	Scat. 4 X 2	27+880 N	35	4.7	55%	0.91	7.3	73%	0.54
TO40	Scat. 2 X 2	27+950 N	36	2.6	46%	1.08	3.9	60%	0.80
TO31	Scat. 5 X 2.5	28+140 N	37	13.4	63%	0.93	20.8	84%	0.41
TO32	Scat. 5 X 2.5	28+579 N	38	11.1	55%	1.13	17.3	74%	0.66
TO34	Scat. 4 X 4	31+018 N	40	5.3	29%	2.85	8.2	39%	2.44
TO35	Scat. 5.5 X 5	31+215 N	41	31.9	51%	2.43	49.5	68%	1.59
TO37	Scat. 2.5 X 2.5	34+116 N	44	4.7	49%	1.27	7.2	65%	0.87
TO43	Scat. 4 X 2.5	34+510 N	45	12.4	66%	0.84	19.2	89%	0.28
TO44	Scat. 3 X 3	34+733 N	46	8.6	53%	1.40	13.3	74%	0.79
TO38	Scat. 7 X 2.5	34+916 N	47	18.2	59%	1.03	28.1	78%	0.54

Tabella 6.3 – Verifica dei trombini con la portata di tracimazione della livelletta stradale

Tombino	Bacino	Progetto Gumbel Q_{200} (m^3/s)	Quota piano stradale (m s.m.)	Q_{MAX} tracimazione (m^3/s)	Q_{MAX} ----- Q_{200}
TO01	2	13.8	121.85	40.9	3.0
TO02	3	0.8	119.94	16.3	19.2
TO03	4	5.1	117.33	21.7	4.3
TO05	6	11.8	96.49	34.8	3.0
TO06	7	32.9	96.10	137.4	4.2
TO41	8	31.1	97.86	77.5	2.5
TO07	9	37.6	98.42	97.6	2.6
TO08	10	16.6	98.00	53.4	3.2
TO09	11	3.2	100.65	13.9	4.4
TO10	12	6.6	100.34	26.0	3.9
TO12	14	41.5	98.38	124.9	3.0
TO13	15	30.0	97.43	88.7	3.0
TO14	16	6.6	98.96	26.6	4.0
TO15	17	16.1	98.31	102.7	6.4
TO16	18	8.0	99.20	50.3	6.3
TO17	19	2.4	98.63	18.0	7.4
TO19	21	8.0	97.49	25.4	3.2
TO39	22	8.7	98.41	38.4	4.4
TO20	23	3.8	100.88	23.4	6.1
TO22	25	6.3	89.32	30.2	4.8
TO23	26	13.7	84.23	58.5	4.3
TO25	28	4.4	84.57	15.8	3.6
TO26	29	22.0	80.20	65.7	3.0
TO27	32	14.5	66.38	64.8	4.5
TO28	33	4.5	64.44	13.9	3.1
TO29	34	7.5	69.26	45.2	6.0
TO30	35	4.7	70.90	42.8	9.1
TO40	36	2.6	70.65	25.7	10.1
TO31	37	13.4	70.48	93.2	7.0
TO32	38	11.1	70.23	82.6	7.4
TO34	40	5.3	65.62	48.4	9.1
TO35	41	31.9	66.87	139.5	4.4
TO37	44	4.7	86.46	25.0	5.4
TO43	45	12.4	88.54	34.7	2.8
TO44	46	8.6	89.77	43.2	5.0
TO38	47	18.2	90.60	59.4	3.3

7 FOSSI DI GUARDIA

I fossi di guardia sono dimensionati con la portata di progetto (distribuzione di Gumbel) relativa al tempo di ritorno di 50 anni.

Come indicato nella Relazione Idrologica, il tempo di concentrazione τ_c è calcolato con la formula:

$$\tau_c = \tau_0 + \tau_r$$

con:

- τ_0 tempo medio impiegato dalla particella liquida per raggiungere i fossi di guardia afferenti al tombino idraulico, assunto pari a 5';
- τ_r tempo di rete, ossia il tempo di scorrimento nei fossi di guardia considerando il percorso idraulicamente più lungo; esso è funzione della velocità dell'acqua nei fossi stessi determinata tramite la scala di deflusso dell'elemento idraulico considerato, fissata la portata di progetto.

I fossi di guardia sono stati dimensionati per un grado di riempimento massimo intorno al 70% con le portate di progetto (distribuzione di Gumbel), verificando che con le portate stimate dalla distribuzione di Fréchet (portate di verifica) il grado di riempimento si mantenga attorno all'80%. I fossi di guardia sono dimensionati considerando nel computo del bacino scolante, oltre alla larghezza della scarpata del rilevato posta pari a 10 m, una fascia di competenza per le acque provenienti dal bacino esterno dominante pari ad almeno 100 m, come mostrato nella figura 7.1.

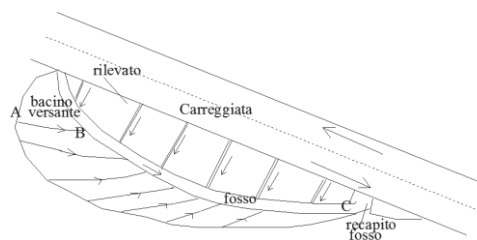
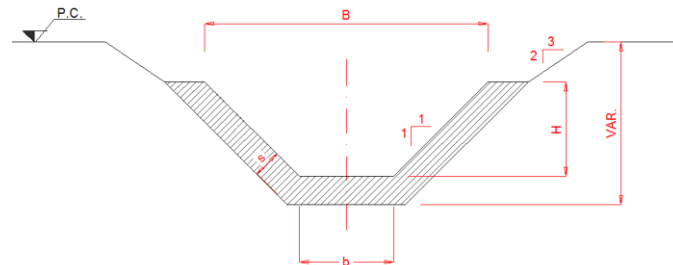


Figura 7.1 – Schema dell'area contributiva sottesa ad un fosso di guardia

La tipologia di fosso di guardia adottata per l'asse principale è a forma trapezia con rivestimento in cls (indicati con la dicitura FR) o in terra (indicati con la dicitura FT) ed ha le dimensioni riportate in tabella 7.1.

Tabella 7.1 – Dimensioni dei fossi di guardia (m)



Tipologico Fosso	b (m)	B (m)	H (m)	s (m)
FR o FT _1	0,50	1,50	0,50	0,15
FR o FT _3	0,80	2,40	0,80	0,15
FR o FT _4	1,00	3,00	1,00	0,20

In Appendice si riportano le tabelle con la lunghezza massima ammissibile per ciascun tipologico dei fossi di guardia al variare della pendenza.

Le verifiche sono condotte in condizioni di moto uniforme con un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0,023 per i fossi rivestiti e 0,03 per i fossi in terra.

8 INALVEAZIONI E RECAPITI FINALI

8.1 INALVEAZIONI

Per le opere marginali (tombini idraulici) si prevedono inalveazioni a monte e a valle con pietrame intasato con magrone, per le opere principali (figura 8.1), o canali rivestiti in c.a. (con i tipologici mostrati nella tabella 7.1), entrambi di sezione adeguata sia in ingresso, sia in uscita, che prevedono un taglione ammorsato in prossimità degli imbocchi e degli sbocchi. Gli imbocchi sono tali da convogliare la portata scolante tramite sagomature delle inalveazioni. Tutti i tombini sono dotati di muri d'ala per l'invito dei deflussi.

Nella tabella 8.1 si riportano le verifiche delle inalveazioni e dei canali progettati fino al recapito esistente più vicino. Il dimensionamento, realizzato utilizzando la formula di Chezy (condizioni di moto uniforme), è stato realizzato verificando che il grado di riempimento massimo per la portata di progetto duecentennale (calcolata con la distribuzione di Gumbel) risulti sempre inferiore all'80% e accettando valori massimi del grado di riempimento pari a circa il 90% e comunque sempre inferiore al massimo riempimento, per la portata duecentennale calcolata con la distribuzione di Fréchet (portata di verifica).

Le pendenze adottate in uscita dai tombini sono uguali o maggiori (dove il terreno lo consente) alle pendenze dei tombini stessi.

Il coefficiente di scabrezza di Manning è stato posto cautelativamente pari a 0,023.

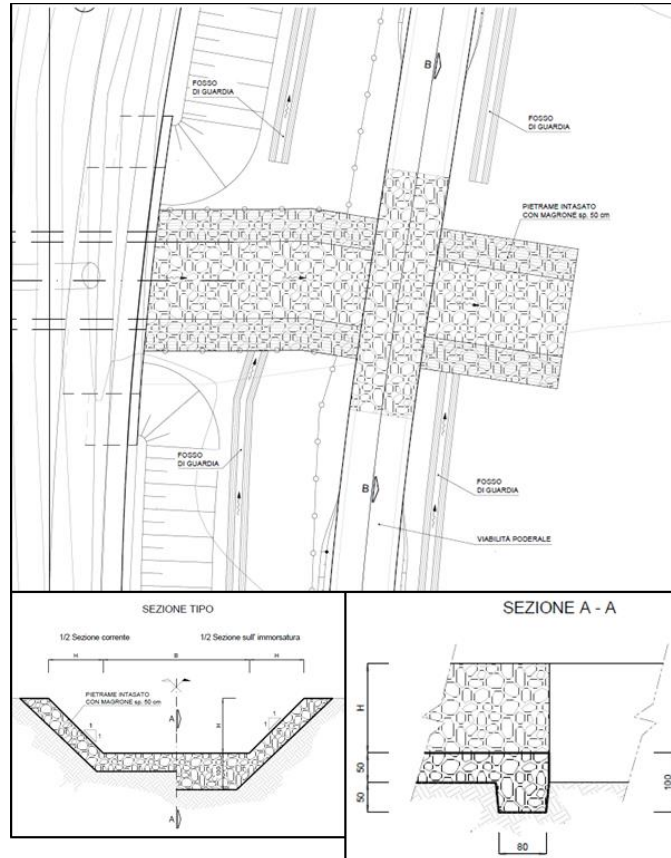


Figura 8.1 – Tipologico inalveazione alle estremità dei manufatti di attraversamento

Tabella 8.1 – Verifiche idrauliche delle inalveazioni e canali in uscita dai tombini

Tombino	Bacino	Q ₂₀₀ (m ³ /s)		Pendenza	Tipologia recapito	b (m)	h (m)	Velocità (m/s)		Froude		Riempimento	
		Gumbel	Fréchet					Gumbel	Fréchet	Gumbel	Fréchet	Gumbel	Fréchet
TO01	2	13.8	18.9	2.5%	Trapezia sponde 1:1	1.5	1.5	4.95	5.38	1.81	1.84	72%	85%
TO02	3	0.8	1.2	2.5%	Trapezia sponde 1:1	1.5	1.5	5.03	5.47	1.82	1.84	74%	88%
TO03	4	5.1	7.0	1.5%	Trapezia sponde 1:1	2.0	2.0	4.47	4.85	1.46	1.48	67%	79%
TO05	6	11.8	16.2	0.8%	Trapezia sponde 1:1	2.0	1.5	3.09	3.36	1.06	1.07	80%	94%
TO06	7	32.9	45.2	0.6%	Trapezia sponde 1:1	5.0	2.0	3.46	3.79	1.01	1.02	74%	88%
TO41	8	31.1	42.7	0.7%	Trapezia sponde 1:1	4.0	2.0	3.68	4.02	1.07	1.09	77%	92%
TO07	9	37.6	52.2	0.7%	Trapezia sponde 1:1	5.0	2.0	3.80	4.18	1.09	1.11	76%	92%
TO08	10	16.6	23.1	0.5%	Trapezia sponde 1:1	2.5	2.0	2.83	3.08	0.87	0.88	74%	88%
TO09	11	3.2	4.6	1.0%	Trapezia sponde 1:1	1.0	1.0	2.44	2.67	1.08	1.09	75%	90%
TO10	12	6.6	10.1	1.0%	Trapezia sponde 1:1	1.5	1.5	2.92	3.25	1.13	1.15	62%	78%
TO12	14	41.5	64.3	1.0%	Trapezia sponde 2:3	2.0	2.5	4.48	5.01	1.30	1.34	76%	94%
TO13	15	30.0	46.4	0.8%	Trapezia sponde 2:3	2.0	2.5	3.79	4.24	1.15	1.18	69%	85%
TO14	16	6.6	10.2	2.0%	Trapezia sponde 1:1	1.5	1.5	2.92	3.27	1.13	1.15	62%	78%
TO15	17	16.1	24.9	0.8%	Trapezia sponde 1:1	3.0	2.0	3.62	4.06	1.11	1.13	71%	90%
TO16	18	8.0	12.4	3.0%	Trapezia sponde 1:1	2.0	1.0	4.48	5.09	1.96	2.00	67%	86%
TO17	19	2.4	3.8	0.8%	Trapezia sponde 1:1	1.0	1.0	2.09	2.34	0.96	0.97	69%	87%
TO19	21	8.0	12.4	1.0%	Trapezia sponde 1:1	1.5	1.5	2.82	3.16	1.03	1.05	73%	91%
TO39	22	8.7	13.5	1.7%	Trapezia sponde 1:1	1.5	1.5	3.13	3.51	1.15	1.17	72%	90%
TO20	23	3.8	6.0	3.0%	Trapezia sponde 1:1	1.0	1.0	3.84	4.31	1.83	1.87	62%	78%
TO22	25	6.3	9.8	1.8%	Trapezia sponde 1:1	2.0	1.0	3.50	3.96	1.52	1.55	68%	87%
TO23	26	13.7	21.1	0.8%	Trapezia sponde 1:1	3.0	1.5	3.14	3.55	1.09	1.11	72%	91%
TO25	28	4.4	6.8	0.8%	Trapezia sponde 1:1	2.0	1.0	2.36	2.67	1.01	1.03	70%	89%
TO26	29	22.0	34.0	0.6%	Trapezia sponde 1:1	4.0	2.0	3.15	3.57	0.98	1.00	66%	84%
TO27	32	14.5	22.4	1.0%	Trapezia sponde 1:1	3.0	1.5	3.45	3.91	1.21	1.24	69%	89%
TO28	33	4.5	7.0	3.0%	Trapezia sponde 1:1	1.0	1.0	4.01	4.49	1.85	1.88	68%	85%
TO29	34	7.5	11.6	3.0%	Trapezia sponde 1:1	2.0	1.0	4.40	4.98	1.95	1.99	65%	83%
TO30	35	4.7	7.3	1.0%	Trapezia sponde 1:1	2.0	1.0	2.61	2.95	1.13	1.15	68%	87%
TO40	36	2.6	3.9	1.5%	Trapezia sponde 1:1	1.0	1.0	2.67	3.00	1.29	1.32	60%	76%
TO31	37	13.4	20.8	0.7%	Trapezia sponde 1:1	3.0	1.5	2.98	3.36	1.02	1.04	74%	94%
TO32	38	11.1	17.3	0.5%	Trapezia sponde 1:1	3.0	1.5	2.50	2.83	0.86	0.88	73%	93%
TO34	40	5.3	8.2	0.2%	Rettangolare	3.5	1.5	1.46	1.65	0.46	0.44	69%	95%
TO35	41	31.9	49.5	1.0%	Trapezia sponde 1:1	4.0	2.0	4.21	4.76	1.27	1.30	70%	90%
TO37	44	4.7	7.2	0.8%	Trapezia sponde 1:1	2.0	1.0	2.40	2.71	1.02	1.04	72%	92%
TO43	45	12.4	19.2	2.0%	Trapezia sponde 1:1	2.0	3.0	4.39	4.93	1.65	1.68	32%	41%
TO44	46	8.6	13.3	2.0%	Trapezia sponde 1:1	1.5	1.5	4.04	4.52	1.60	1.63	60%	75%
TO38	47	18.2	28.1	2.5%	Trapezia sponde 1:1	3.0	1.5	4.72	5.34	1.70	1.74	65%	83%
TO41	8	31.1	42.7	0.7%	Trapezia sponde 1:1	4.0	2.0	3.68	4.02	1.07	1.09	77%	92%
TO07	9	37.6	52.2	0.7%	Trapezia sponde 1:1	5.0	2.0	3.80	4.18	1.09	1.11	76%	92%
TO08	10	16.6	23.1	0.5%	Trapezia sponde 1:1	2.5	2.0	2.83	3.08	0.87	0.88	74%	88%

8.2 RECAPITI

Nelle figure successive (dalla 8.2 alla 8.11) sono mostrati in planimetria i recapiti finali dei tombini idraulici fino al Fiume Volturno o ai recapiti naturali più vicini. In giallo sono riportate le inalveazioni o i fossi di guardia in uscita dai tombini fino al recapito terminale (in azzurro).



Figura 8.2 – Localizzazione dei recapiti finali dei tombini idraulici (1)



Figura 8.3 – Localizzazione dei recapiti finali dei tombini idraulici (2)



Figura 8.4 – Localizzazione dei recapiti finali dei tombini idraulici (3)



Figura 8.5 – Localizzazione dei recapiti finali dei tombini idraulici (4)

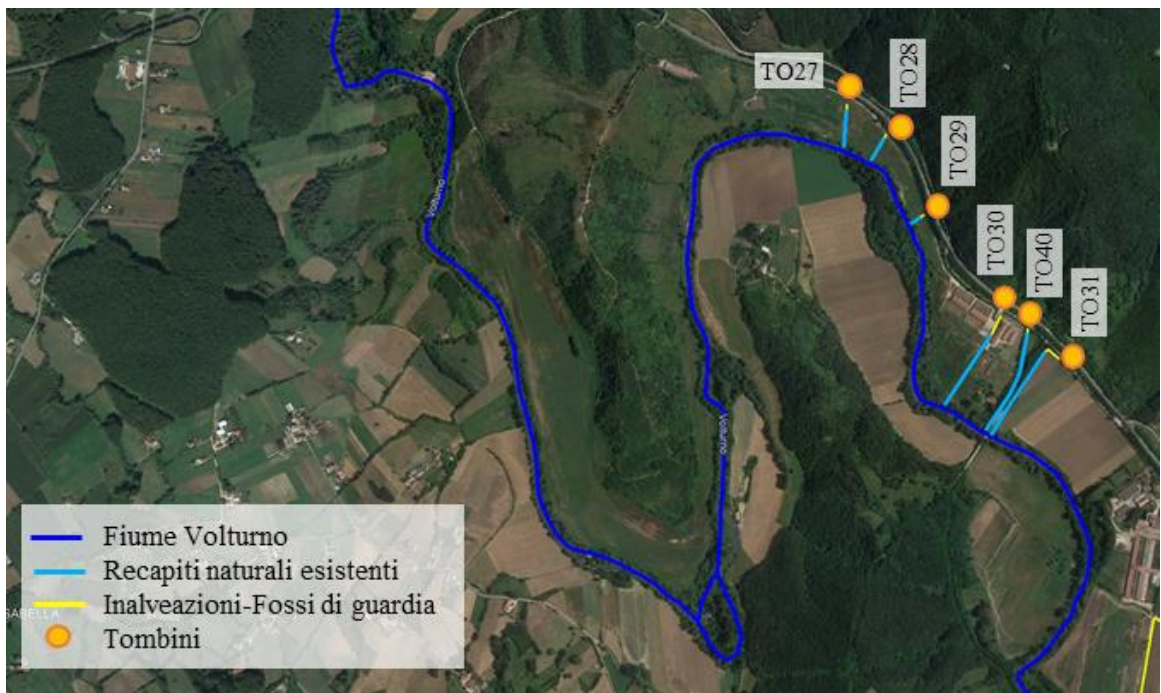


Figura 8.6 – Localizzazione dei recapiti finali dei tombini idraulici (5)



Figura 8.7 – Localizzazione dei recapiti finali dei tombini idraulici (6)

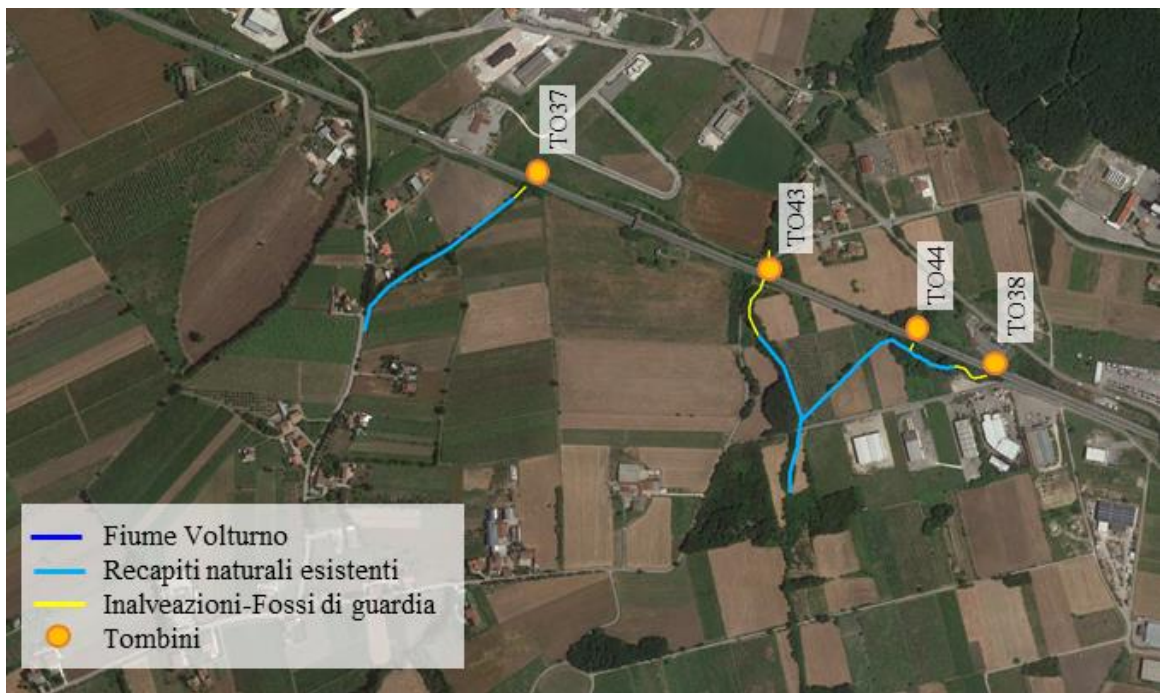


Figura 8.8 – Localizzazione dei recapiti finali dei tombini idraulici (7)

9 FENOMENI DI EROSIONE E INTERVENTI DI CONTRASTO

9.1 EROSIONE DIFFUSA

9.1.1 FIUME VOLTURNO

Come mostrato nel capitolo dedicato alla definizione della scala di deflusso imposta come condizione al contorno di valle del modello bidimensionale del Fiume Volturno (stazione idrometrografica del Volturno ad Amorosi), le scale di deflusso del SIMN in questa stazione, pubblicate sugli Annali Idrologici dal 1933 al 1994, mostrano come l'alveo del fiume non abbia subito negli anni una erosione del suo fondo. Le scale di deflusso, infatti, se analizzate relativamente alle portate di magra, possono indirettamente fornire informazioni relative alle tendenze evolutive dell'alveo: erosive, che avvengono solitamente al passaggio delle piene, e di rideposizione di quanto eroso negli alvei a monte e nel bacino. Se le due tendenze non si compensano l'alveo assume una configurazione evolutiva di interrimento o di erosione.

Nel caso specifico del Fiume Volturno con il passare degli anni di osservazione alle portate di magra ad Amorosi sono state attribuite dal SIMN livelli idrometrici sempre abbastanza costanti. In ben trenta anni infatti, dal 1964 al 1994 (ultimo anno disponibile), all'altezza idrometrica di 0,4 m la corrispondente portata di magra attribuita varia solamente da circa 13 a circa 14 m³/s (figura 3.1), denotando una marcata stabilità nei confronti degli interrimenti e delle erosioni.

Analogamente, per quanto riguarda le tendenze evolutive di divagazione planimetrica dell'alveo, si può certamente affermare che non sono ipotizzabili rilevanti modifiche dell'attuale andamento meandriforme del fiume, almeno nel lasso temporale secolare. Il fiume, infatti, risulta incassato nella valle e le dinamiche d'esondazione mostrate dal modello idraulico implementato non mostrano nelle aree golenali potenziali tendenze erosive innescabili da eccessive velocità, come osservato anche nell'evento alluvionale del 2015.

Ciò non di meno, come di seguito illustrato, si è posta particolare cautela nella valutazione delle erosioni e delle protezioni nei confronti delle fondazioni di quelle opere (attraversamenti esistenti e in progetto) che interferiscono direttamente con le descritte dinamiche fluviali del Fiume Volturno.

9.1.2 CORSI D'ACQUA SECONDARI E MINORI

Per gli attraversamenti secondari, che interferiscono con i fossi e valloni affluenti del Volturno, non si dispone di stazioni idrometriche che possano fornire ulteriori informazioni, ma, considerata come precedentemente illustrato la presenza di due briglie a valle degli attraversamenti del Torrente Titerno e del Rio delle Starze, sono presumibili per questi impluvi secondari e minori dinamiche erosive, con una tendenza nel lungo periodo all'approfondimento degli alvei incisi, che risultano anche in questo caso fortemente incassati rispetto alle aree golenali circostanti.

Conseguentemente anche negli attraversamenti secondari e minori si è posta particolare cautela delle protezioni nei confronti delle fondazioni di quelle opere (attraversamenti esistenti e in progetto) relative alle interferenze secondarie.

9.2 EROSIONE LOCALIZZATA E VERIFICHE ALLO SCALZAMENTO

Successivamente si descrivono la metodologia utilizzata e i risultati ottenuti nell'analisi dell'erosione localizzata in corrispondenza delle pile dei ponti della S.S. 372 "Telesina".

L'asportazione del materiale costituente l'alveo, conseguente all'azione erosiva della corrente, può dare luogo, se non correttamente stimata, al fenomeno dello scalzamento delle pile dei ponti, che consiste nell'esposizione delle fondazioni con una diminuzione della capacità portante, che potrebbe compromettere la stabilità delle opere.

9.2.1 METODOLOGIA DELLE VERIFICHE ALLO SCALZAMENTO

L'erosione localizzata si verifica alla base delle opere di fondazione in alveo. Gli effetti erosivi si producono a causa dell'aumento della velocità della corrente e dei conseguenti fenomeni di turbolenza che si instaurano in corrispondenza della sezione controllata dal ponte. L'asportazione di materiale alla base delle pile può creare problemi di stabilità alla struttura, conducendo allo scalzamento della fondazione.

In prossimità di una pila in alveo si ha un aumento locale della velocità che si manifesta tramite la concentrazione delle linee di corrente e la formazione di un grosso vortice a ferro di cavallo che

interessa planimetricamente tutta l'area circostante la pila fino alla linea di separazione del vortice, il quale è il principale responsabile dell'erosione. Il fenomeno è tipicamente ciclico, con il fondo alveo che si abbassa durante la fase crescente della piena e che si rialza parzialmente durante la fase decrescente o in condizioni di deflusso ordinario.

L'erosione localizzata è un fenomeno molto complesso che dipende: i) dalle caratteristiche locali della corrente nella zona della pila; ii) dalle caratteristiche granulometriche del materiale di fondo; iii) dalle caratteristiche geometriche della pila o della spalla. Per la stima della profondità di scavo atteso in prossimità delle pile e delle spalle sono presenti in letteratura diverse formule derivate per lo più da esperienze di laboratorio, con limitate verifiche in campo; le equazioni sono valide per materiali non coesivi e forniscono la massima altezza di scavo potenziale, senza tenere conto dell'evoluzione temporale del fenomeno.

Occorre sottolineare che non si conoscono metodi per la determinazione dell'erosione locale in presenza di materiale coesivo. In generale la coesione agisce positivamente (nel senso di una maggiore resistenza all'erosione), quindi i risultati ottenuti dalle formulazioni note sono certamente a favore di sicurezza, almeno in condizione di piena quando le condizioni di erosione si presentano per tempi limitati.

Occorre sottolineare, inoltre, che le situazioni indagate in laboratorio sono naturalmente generalizzate e semplificate rispetto alla casistica degli attraversamenti esistenti e alla sostanziale imprevedibilità di alcune delle grandezze che influenzano il fenomeno, mentre le situazioni verificate sperimentalmente in campo sono necessariamente particolari in quanto influenzate dalle caratteristiche del contesto e da grandezze difficilmente misurabili.

Per quanto riguarda le caratteristiche della corrente idrica i parametri idraulici adottati, in particolare il tirante idrico e la velocità della corrente in prossimità delle pile, si riferiscono ai massimi che si realizzano in corrispondenza del colmo dell'onda di piena con tempo di ritorno pari a 200 anni e sono stati desunti dai risultati delle simulazioni numeriche mono e bidimensionali illustrate nei capitoli precedenti.

Per quanto riguarda le caratteristiche granulometriche del materiale di fondo si sono utilizzate le informazioni disponibili dalle analisi condotte sui terreni di fondazione in prossimità delle opere in progetto, sondaggi successivamente indicati e illustrati nelle Relazioni Geologica e Geotecnica, che hanno consentito di definire con un sufficiente grado di attendibilità la granulometria degli

alvei e delle aree golenali. Si dispone, infatti, di campioni realizzati a differenti profondità in cui è stata realizzata l'analisi granulometrica dei sedimenti (curva granulometrica).

Generalmente i sondaggi effettuati mostrano comunque che in pochi metri di profondità la natura del materiale costituente gli alvei varia notevolmente, spaziando di norma da materiali superficiali a volte più grossolani (terreni vegetali costituiti da sabbie ghiaiose), con spessori di potenza modesta o molto modesta, a materiali costituiti da granulometria più fine negli strati sottostanti (assimilabili o alle sabbie o ai limi), più o meno potenti. La presenza di strati più coesivi (con frazioni più evidenti di matrice argillosa) si raggiungono invece a profondità elevate, superiori ai 10 ÷ 20 m.

9.2.1.1 SCALZAMENTO IN CORRISPONDENZA DELLE PILE

Le esperienze di laboratorio su modelli fisici e lo studio dei fenomeni erosivi in situ hanno suggerito la dipendenza della profondità di scavo da una serie di parametri caratteristici del regime di moto, della configurazione geometrica e delle caratteristiche del materiale del fondo, quali:

- s: larghezza della pila;
- L: lunghezza della pila;
- α : angolo di inclinazione della pila rispetto al flusso;
- N: numero e disposizione delle pile;
- v_0 : velocità della corrente;
- v_c : velocità critica di trascinamento;
- Fr : numero di Froude
- y_0 : tirante della corrente indisturbata a monte o a valle dell'attraversamento;
- D_{50}, D_{95} : dimensioni caratteristiche del materiale al fondo;

morfologia del letto fluviale: presenza o meno di dune o di ripples.

Il confronto tra le equazioni più comuni disponibili e i dati sperimentali indicano che nel caso di pile circolari il valore massimo per lo scalzamento atteso è pari a 3 volte il diametro della pila.

Vista l'incertezza legata al fenomeno dello scalzamento per la sua stima si è fatto riferimento a diverse formulazioni. In particolare sono state implementate: i) la formula di Froehlich, nella sua formulazione classica e in quella nota come Froehlich Design; ii) la formula di Breusers-Hancu; iii)

la procedura della Colorado State University (CSU), nota come l'equazione HEC-18, nelle formulazioni denominate K4-Mu e Mueller-Wagner.

Di seguito viene riportata una breve descrizione delle 5 formule adottate.

EQUAZIONE DI FROEHLICH

Nell'equazione di Froehlich la profondità di scavo d_s è stimata mediante la seguente formula sperimentale:

$$d_s = 0.32 \phi g^{-0.1} v_0^{0.2} y_0 s^{0.62} D_{50}^{-0.080}$$

essendo:

- d_s la profondità di scavo misurata a partire dal fondo dell'alveo indisturbato;
- s la larghezza della pila di lunghezza L proiettata sulla direzione normale alla velocità;
- g l'accelerazione di gravità;
- v_0 la velocità media della corrente indisturbata;
- y_0 il tirante idrico in corrispondenza della pila;
- D_{50} il diametro mediano della granulometria dell'alveo.
- ϕ un coefficiente di forma che dipende dalla geometria della pila ed assume i seguenti valori:
1, nel caso di pile circolari o con estremità arrotondate; 1.3, nel caso di pile squadrate; 0.7, nel caso di pile sagomate idrodinamicamente nel verso della corrente.

EQUAZIONE FROEHLICH DESIGN

L'equazione Froehlich Design è una modifica, cautelativa, della formulazione originaria di Froehlich.

L'equazione formalmente è identica alla precedente, con il medesimo significato dei simboli, ad eccezione dell'aggiunta del termine s (larghezza della pila o della sua proiezione) che rende tale formulazione generalmente cautelativa:

$$d_s = 0.32 \phi g^{-0.1} v_0^{0.2} y_0 s^{0.62} D_{50}^{-0.080} + s$$

Si precisa che questa formula risulta sempre eccessivamente cautelativa quando il tirante idrico e la velocità in corrispondenza della pila sono modesti (rispettivamente inferiori a 1 m e a 0,2 m/s),

proprio a causa dell'aggiunta in questo specifico caso del termine s . Per questa motivazione in pochi casi specifici (pile lambite dalla corrente), successivamente illustrati, i risultati di questa formula sono stati esclusi dalle valutazioni dello scalzamento.

EQUAZIONE DI BREUSERS-HANCU

La metodologia sviluppata da Breusers, descritta in dettaglio ad esempio in Da Deppo e Datei (1994)¹, è una delle formule più utilizzate per la stima dello scalzamento. La profondità di scavo d_s è stimata mediante la seguente formula sperimentale:

$$\frac{d_s}{s} = f_1\left(\frac{v_0}{v_c}\right) \left[2 \tanh\left(\frac{y_0}{s}\right) \right] f_2(\text{forma}) f_3\left(\alpha, \frac{l}{s}\right)$$

essendo:

- d_s la profondità di scavo misurata a partire dal fondo dell'alveo indisturbato;
- s la larghezza della pila di lunghezza l ;
- v_0 la velocità media della corrente indisturbata;
- v_c la velocità critica di trascinamento, intesa come velocità media della corrente alla quale inizia il movimento del materiale del fondo d'assegnato diametro d ;
- y_0 il tirante idrico in corrispondenza della pila;
- forma un fattore che dipende dalla forma della pila;
- α l'angolo che la corrente indisturbata forma con la pila.

La funzione f_1 tiene conto della mobilitazione del materiale di alveo sollecitato da una velocità pari a v_0 ed è definita come:

$$f_1\left(\frac{v_0}{v_c}\right) = \begin{cases} 0 & \text{se } \frac{v_0}{v_c} \leq 0.5 \\ 2 \frac{v_0}{v_c} - 1 & \text{se } 0.5 < \frac{v_0}{v_c} \leq 1 \\ 1 & \text{se } \frac{v_0}{v_c} > 1.0 \end{cases}$$

La velocità critica di trascinamento, v_c , può essere stimata tramite la formula:

¹ Luigi Da Deppo, Claudio Datei, Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali. Editoriale Bios. (1994)

$$v_c = 5\sqrt{d}$$

oppure mediante la formula $v_c = 0.85 \sqrt{2gd \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}}$, indicando con γ_s il peso specifico del materiale costituente il letto fluviale e con γ il peso specifico dell'acqua; I risultati ottenuti mediante le due formule sono tra loro del tutto congruenti.

Nelle applicazioni si è assunto un peso specifico del materiale dell'alveo $\gamma_s = 2600 \text{ kg/m}^3$ e come diametro rappresentativo d è stato adottato il D_{50} , come suggerito nel caso di granulometrie non uniformi da Da Deppo e Datei, (1994).

Il parametro f_2 introduce l'informazione sulla forma della pila e viene assunto: pari a 1 per pile circolari o con fronti arrotondate; pari a 1.3 per pile rettangolari; pari a 0.75 per pile sagomate in modo da accompagnare la corrente.

Il parametro f_3 introduce l'effetto dell'orientazione delle pile e dipende dall'angolo α formato dalla pila con la corrente per la piena di progetto, oltre che dal rapporto tra le due dimensioni in pianta della pila, come mostrato nel grafico della figura 9.1.

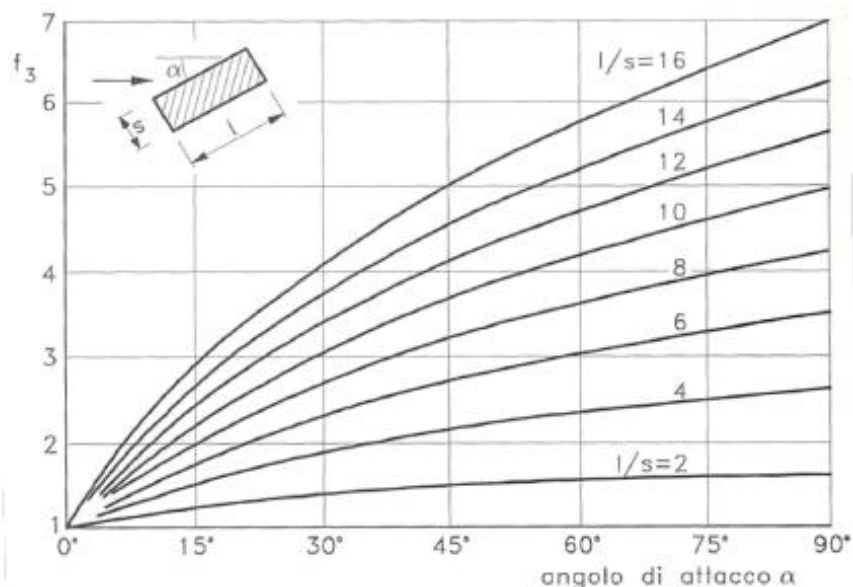


Figura 9.1 – Valore del parametro f_3 della formula di Breuser (Da Deppo e Datei, 1994)

EQUAZIONE HEC-18 (COLORADO STATE UNIVERSITY, CSU)

Le equazioni derivate dalla HEC 18, la Muller-Wagner e la K4-Mu, sono formalmente identiche (sviluppando i termini delle equazioni si ottengono gli stessi esponenti per ogni grandezza), ma differiscono per la valutazione del termine correttivo per la granulometria del materiale al fondo. In entrambe le equazioni tale termine viene assunto pari a 1 quando accade che il D50 risulta minore di 2 mm oppure che il D95 risulta minore di 20 mm.

L'equazione HEC-18 Muller-Wagner prevede una profondità di scavo d_s mediante la seguente formula sperimentale:

$$d_s = 2 K_1 K_2 K_3 K_4 g^{-0.215} y_0^{0.135} s^{0.65} V_0^{0.43}$$

essendo:

- d_s la profondità di scavo misurata a partire dal fondo dell'alveo indisturbato;
- s la larghezza della pila di lunghezza L ;
- y_0 il tirante idrico in corrispondenza della pila;
- g l'accelerazione di gravità;
- v_0 la velocità media della corrente indisturbata;
- D_{50} il D50 della granulometria dell'alveo.

Il coefficiente K_1 introduce l'informazione sulla forma della pila e viene assunto: pari a 1 per pile circolari o con fronti arrotondate; pari a 1.1 per pile rettangolari; pari a 0.9 per pile sagomate in modo da accompagnare la corrente.

Il coefficiente K_2 è un termine di correzione rispetto all'angolazione α della pila rispetto alla corrente incidente, calcolato come:

$$K_2 = \left(\cos \alpha + \frac{L}{s} \sin \alpha \right)^{0.65}$$

Il coefficiente K_3 tiene invece conto della morfologia dell'alveo ed assume un valore pari a 1.1 in assenza di forme di fondo o con dune di piccole dimensioni, mentre il valore è variabile fra 1.2 e 1.3 in presenza di dune di dimensioni da medie a grandi.

Il coefficiente K_4 introdotto da Mueller e Wagner, infine, tiene conto della dimensione relativa delle particelle costituenti l'alveo; per il suo valore si fa riferimento all'espressione:

$$K_4 = 0.35(s/D_{50})^{0.19}$$

L'equazione HEC-18 K4-Mu prevede una profondità di scavo d_s mediante la seguente formula sperimentale:

$$d_s = 2 K_1 K_2 K_3 K_4 \left(\frac{s}{y_0} \right)^{0.65} Fr^{0.43}$$

essendo:

- d_s la profondità di scavo misurata a partire dal fondo dell'alveo indisturbato;
- s la larghezza della pila di lunghezza L ;
- y_0 il tirante idrico in corrispondenza della pila;
- Fr il numero di Froude della corrente indisturbata.

Come precedentemente descritto l'equazione è formalmente identica alla precedente, ma il termine correttivo per la granulometria del materiale al fondo K_4 viene valutato diversamente mediante la seguente espressione:

$$K_4 = 0.4V_R^{0.15}$$

dove il termine V_R rappresenta un rapporto tra velocità, espresso come segue:

$$V_R = \frac{V_0 - V_{ic,D50}}{V_{C,D50} - V_{ic,D95}}$$

in cui le velocità rappresentano:

- V_0 la velocità media della corrente indisturbata;
- $V_{C,Dx}$ la velocità critica di moto incipiente del granulo di dimensione Dx calcolata secondo la formula di Laursen:

$$V_{C,Dx} = 6.19y_0^{1/6} D_x^{1/3};$$

- $V_{ic,Dx}$ la velocità di approccio sufficiente a dare inizio al processo di scavo al piede della pila per granuli di dimensione Dx , calcolata sulla base della precedente con la seguente espressione:

$$V_{ic,Dx} = 0.645 \left(\frac{D_x}{s} \right)^{0.053} V_{C,Dx}.$$

INTERAZIONE TRA PIÙ PILE

Nel caso in esame di raddoppio della viabilità esistente, quando avviene che le nuove pile non sono sufficientemente distanti dalle esistenti, non si possono considerare indipendenti i fenomeni

di scavo di ogni singola pila. L'entità dello scalzamento dipende sia della posizione delle pile rispetto al verso della corrente, sia che si consideri la pila di monte, la pila di valle o la zona intermedia tra le due pile.

Per il calcolo del coefficiente f_4 , moltiplicativo per tutte le formule precedentemente illustrate, si fa usualmente riferimento a dei grafici sperimentali ricavati da esperienze condotte in laboratorio per indagare sui fenomeni di scavo nel caso di più pile (Da Deppo e Datei, 1994). Tali grafici, mostrati nelle figure 5.3 e 5.4, forniscono il valore del coefficiente f_4 (rapporto tra le profondità di scavo dovute alle interazioni tra le pile e quelle calcolate per le singole pile) in funzione del rapporto tra l'interasse delle pile e la larghezza delle pile stesse (per pile non circolari e non allineate al verso della corrente l'ingombro nella direzione ortogonale alla corrente).

I grafici delle figure 9.2 e 9.3 riguardano i seguenti tre casi caratteristici, a cui è possibile ricondurre le situazioni intermedie:

- Pile allineate rispetto alla corrente (angolo di allineamento α pari a 0°);
- Allineamento delle pile con α pari a 45° rispetto alla direzione del flusso;
- Pile allineate ortogonalmente alla corrente (angolo di allineamento α pari a 90°).

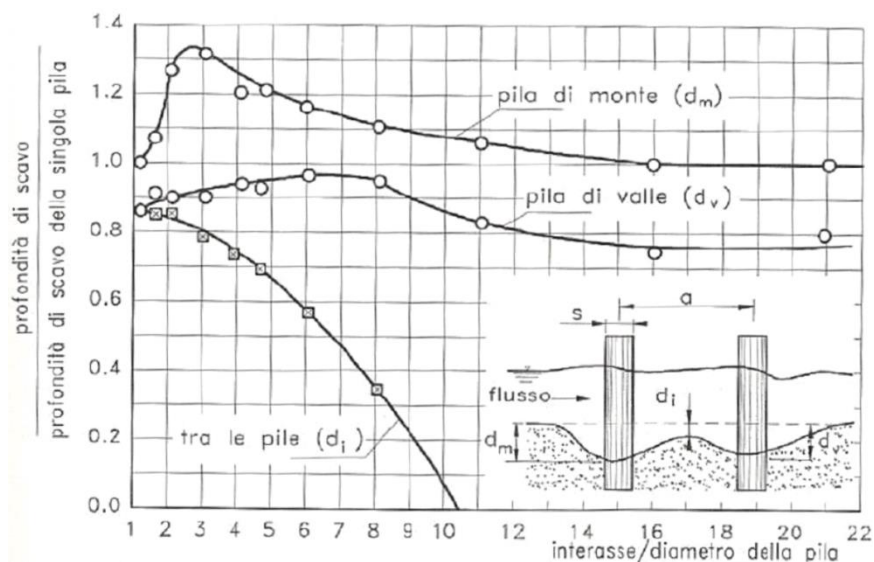


Figura 9.2 – Valore del parametro f_4 per pile allineate alla corrente (Da Deppo e Datei, 1994)

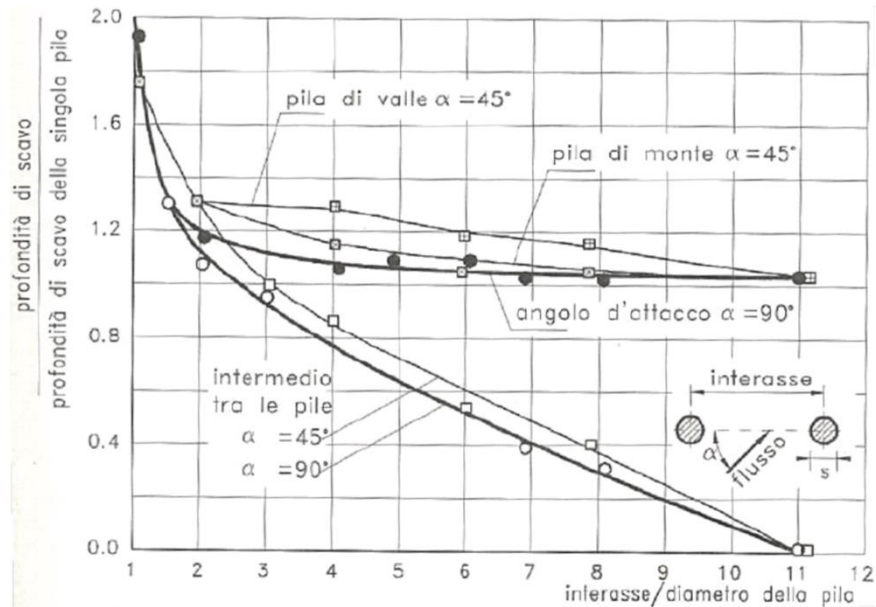


Figura 9.3 – Valore del parametro f_4 per pile inclinate rispetto alla corrente (Da Deppo e Datei, 1994)

9.2.2 VERIFICHE ALLO SCALZAMENTO DELLE PILE DEI VIADOTTI IN PROGETTO

Nella tabella 9.1a, per il Fiume Volturno, e 9.1b, per i restanti attraversamenti, vengono riportati sinteticamente i risultati delle verifiche all'erosione localizzata ai piedi delle pile interessate dalle piene duecentennali (per i fossi minori stimate dalla distribuzione di progetto di Gumbel), rimandando per approfondimenti all'Appendice.

Tabella 9.1a – Evento duecentennale: quota in m s.m. dello scavo potenziale stimato per le pile del viadotto sul Fiume Volturno

Viadotto Volturno VII3 sul Fiume Volturno									
Pila	Scavo (m s.m.)	Pila	Scavo (m s.m.)	Pila	Scavo (m s.m.)	Pila	Scavo (m s.m.)	Pila	Scavo (m s.m.)
Pila 1N	67.81	Pila 3S	63.25	Pila 5S	60.89	Pila 7S	61.44	Pila 9S	64.33
Pila 2N	65.22	Pila 4N	59.99	Pila 6N	58.75	Pila 8N	61.09	Pila 10N	66.45
Pila 2S	65.66	Pila 4S	61.45	Pila 6S	59.97	Pila 8S	60.67	Pila 10S	66.09
Pila 3N	62.63	Pila 5N	59.98	Pila 7N	60.27	Pila 9N	64.53		

*Tabella 9.1b – Evento duecentennale: quota in m s.m. dello scavo potenziale stimato per le pile dei viadotti
 su gli altri corsi d'acqua*

Viadotto Voltorno VI13 sul Vallone dell'Erba Bianca		Viadotto Titerno VI16 sul Torrente Titerno		Viadotto San Felice VI06 sul Rio San felice		Viadotto Tella VI24 sul Rio Tella		Viadotto Possente VI15 sul Vallone Possente	
Pila	Scavo (m s.m.)	Pila	Scavo (m s.m.)	Pila	Scavo (m s.m.)	Pila	Scavo (m s.m.)	Pila	Scavo (m s.m.)
Pila 12S	67.44	Pila 3 N-S	53.64	Pila 1 N-S	106.71	Pila 2 N-S	68.51	Pila 1 N-S	50.00
Pila 13N	66.16	Pila 4 N-S	54.96	Pila 2 N-S	107.16			Pila 2 N-S	50.00
Pila 13S	67.42			Pila 3 N-S	106.02				
Pila 14N	66.52			Pila 4 N-S	106.21				
Pila 14S	67.23								

I plinti di fondazione saranno posizionati ad una profondità tale da non essere interessati dai fenomeni di scalzamento localizzato (estradosso del plinto almeno 1,0 m più in profondità della quota in m s.m. raggiunta dallo scavo).

9.3 VERIFICHE AL TRASCINAMENTO E DIMENSIONAMENTO DELLE PROTEZIONI

In alcuni tratti in cui la Telesina è ubicata in affiancamento al Fiume Volturno il rilevato stradale interferisce con le aree di esondazione del fiume. Per i tre tratti di rilevato interessati (figura 9.4: tratto 1 dalla progressiva sud km 26+800 al km 27+532, tratto 2 dal km 29+538 al 30+032 e tratto 3 dal km 30+169 al km 30+687) si prevede la realizzazione di una difesa contro l'erosione, dimensionata come descritto successivamente e costituita da gabbioni fondati su materassi metallici posti a una profondità di circa $1 \div 2$ m dal piano campagna ed elevati fino ad una quota posta 1 metro al disopra della piena duecentennale. Considerate poi le velocità in gioco, per evitare la potenziale erosione localizzata al piede dell'opera, che potrebbe comprometterne la stabilità, si prevede lungo la sua estensione di realizzare al piede anche una difesa a scogliera di larghezza 5 m e spessore variabile da 1 a 2 m, con taglione di fondazione verso il lato fiume (figura 9.4), dove è prevista, antistante, la realizzazione del fosso di guardia.

9.3.1 METODOLOGIA DELLE VERIFICHE AL TRASCINAMENTO

Nel caso di difesa con gabbioni, materassi e/o scogliera, la verifica di stabilità nei confronti dell'azione di trascinamento esercitata dalla corrente viene eseguita calcolando gli sforzi tangenziali e controllando che essi non siano superiori ai valori limite sopportati dai manufatti in argomento, oltre i quali si ha un danneggiamento della struttura.

L'analisi delle condizioni critiche di moto incipiente è effettuata mediante l'utilizzo di formule basate sul confronto delle tensioni di trascinamento. Tale criterio si basa sulla definizione dello sforzo tangenziale τ_0 esercitato dalla corrente sul materiale costituente la protezione.

Lo sforzo tangenziale massimo agente τ_0 si verifica sul fondo dell'alveo ed è pari a:

$$\tau_0 = \gamma R i$$

dove:

γ è il peso specifico dell'acqua;

R è il raggio idraulico della sezione;

i è la pendenza del fondo.

e assumendo cautelativamente in luogo del raggio idraulico R il tirante idrico y_0 , la precedente assume la seguente espressione:

$$\tau_0 = \gamma y_0 i$$

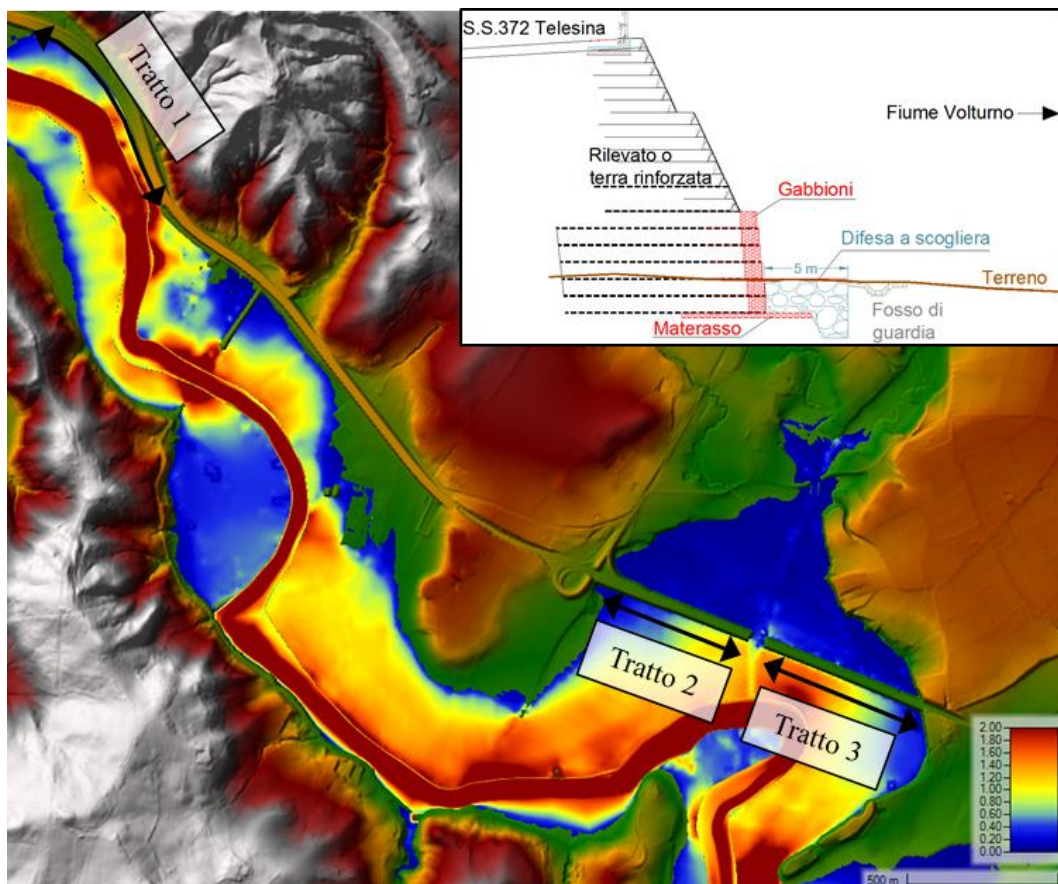


Figura 9.4 – Tratti di rilevato dove si prevede la realizzazione di una difesa in gabbioni e scogliera al piede (riquadro in alto a destra), sulla base di una mappa delle velocità (modello idraulico 2D, $T = 200$ anni)

Se la difesa è invece situata lungo una sponda dell'alveo la tensione tangenziale massima agente vale:

$$\tau_m = K_1 \cdot K_2 \cdot \gamma \cdot y_0 \cdot i$$

dove:

K_1 è un coefficiente di curvatura che tiene conto dell'incremento delle tensioni sulla sponda esterna di un tratto fluviale in curva, come conseguenza dell'accelerazione centrifuga (in caso di alveo rettilineo è posto pari a 1) funzione del rapporto tra il raggio

di curvatura e la larghezza del pelo libero dell'acqua nel tratto fluviale considerato, secondo il diagramma sperimentale riportato nella figura 9.5;

K_2 è un coefficiente angolare posto pari a 1 per superfici orizzontali e 0.75 per superfici inclinate.

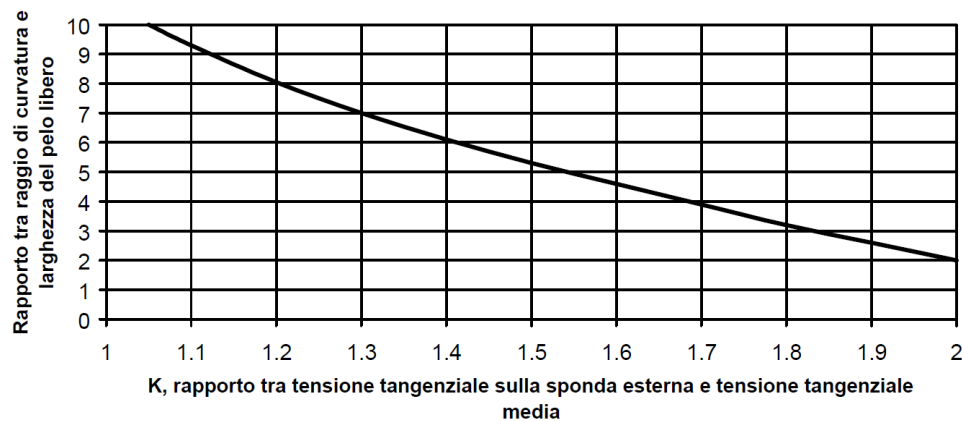


Figura 9.5 – Effetto della curvatura dell'alveo sulla tensione tangenziale agente sulla sponda esterna

La verifica di stabilità si ottiene se gli sforzi tangenziali massimi agenti risultano inferiori agli sforzi tangenziali resistenti limite o critici, τ_{cr} .

Per la difesa in gabbioni o materassi metallici, lo sforzo tangenziale critico è definito secondo la formula sperimentale dell'Engineering Research Center di Fort Collins, Colorado (1984):

$$\tau_{cr} = K \cdot C^* \cdot (\gamma_s - \gamma) \cdot d$$

dove:

K è un coefficiente di riduzione della tensione limite applicabile alle sponde, assunto pari a:

$$K = \left(1 - \frac{\text{sen}^2 \theta}{\text{sen}^2 \varphi} \right)^{0,5}$$

con θ angolo di inclinazione della sponda rispetto all'orizzontale e φ angolo di attrito del pietrame, che per materiali confinati (gabbioni e materassi metallici) si assume pari a 60° . Nel caso in cui l'inclinazione della sponda sia maggiore di 45° il fattore di riduzione viene considerato costante e pari a 0,57;

C^* è il coefficiente di Shields, che nel caso di materiali confinati (gabbioni e materassi metallici) viene assunto pari a 0,14;

γ_s è il peso specifico del materiale di riempimento;

d diametro medio d_{50} del materiale di riempimento.

Per la difesa in materiali sciolti (difesa a scogliera) l'analisi di stabilità è riferita alla teoria della tensione tangenziale critica (A. Shields, 1936), la cui formula base è stata ricavata da esperimenti su letti trasversalmente orizzontali con forte scabrezza, con granulometria uniforme e non coesiva, attraverso la valutazione della forza che determina il moto incipiente dei granuli esprimibile in termini generali con la seguente relazione (condizione di equilibrio):

$$\tau_{cr}(0) = \phi(Re)(\gamma_s - \gamma)d$$

dove:

γ è il peso specifico dell'acqua;

γ_s è il peso specifico del materiale di fondo;

d è il diametro del materiale di fondo,

i è la pendenza del fondo;

ϕ è un parametro adimensionale (parametro di Shields) che dipende sia dalle caratteristiche del materiale del letto fluviale, sia dal numero di Reynolds Re . Nel caso di moto in regime turbolento e tirante idrico molto maggiore della dimensione del materiale del fondo Shields e Krey hanno proposto il valore 0.06 per tale parametro.

Quando il tirante idrico y_0 e il diametro del materiale del fondo d sono comparabili, per la stima del parametro di Shields alcuni autori hanno individuato diverse espressioni empiriche per la sua determinazione. Tra queste quella utilizzata è quella proposta da A. Armanini (Da Deppo e Datei, 1994):

$$\phi = 0.06 \left(1 + 0.67 \left(\frac{d}{y_0} \right)^{0.5} \right)$$

Le precedenti espressioni valgono nel caso di fondo a pendenza trasversale bassa (con angolo α prossimo a 0), quando le forze stabilizzanti sono proporzionali al peso del materiale immerso del fondo e quelle destabilizzanti sono dovute allo sforzo tangenziale della corrente. Per le verifiche di stabilità nel caso di pendenza trasversale non trascurabile, la condizione di moto incipiente va

espressa considerando le componenti attive del peso e della spinta idrodinamica in relazione alla pendenza trasversale. A tal scopo E. Lane (1953) ha proposto per la tensione tangenziale la seguente espressione (che tiene conto anche dell'angolo di attrito φ del materiale costituente la sponda inclinata):

$$\tau_{cr}(\alpha) = \tau_{cr}(0) \left(\cos \alpha \left(1 - \frac{\tan^2 \alpha}{\tan^2 \varphi} \right)^{0.5} \right)$$

Dal confronto fra le tensioni tangenziali esercitate dalla corrente sul fondo o sulle sponde e la corrispondente tensione tangenziale critica legata alla pezzatura del materiale utilizzato per il rivestimento è possibile verificarne la stabilità della difesa identificando le dimensioni dei massi da impiegarsi, aventi diametro medio di calcolo d_{50} .

Una volta determinato il diametro medio dei massi della scogliera si è verificato anche che la velocità della corrente sia minore della velocità critica al trascinamento del singolo masso, trascurando quindi, cautelativamente, che i massi sono nella scogliera incastrati tra di loro. La determinazione della velocità critica al trascinamento è stata calcolata (Da Deppo e Datei, 1994), sia imponendo l'equilibrio idrodinamico tra le forze che tendono a muovere il masso (somma della componente del peso del masso immerso nell'acqua e della spinta idrodinamica) e le forze resistive (resistenza d'attrito), adottando un coefficiente estremamente cautelativo del termine $\sqrt{d_{50}}$, sia tramite l'equazione del moto incipiente del masso basata sulla formulazione di Shields combinata con la formula di Gauckler-Strickler:

- equazione di equilibrio: $v_{cr} \cong 5\sqrt{d_{50}}$;
- moto incipiente: $v_{cr} = K_s R^{1/6} \sqrt{0,06 \left(\frac{\gamma_s}{\gamma} - 1 \right)} \sqrt{d_{50}}$.

con: K_s il coefficiente di scabrezza secondo Gauckler-Strickler, posto pari a $25 \text{ m}^{1/3}/s$, e R il raggio idraulico, posto cautelativamente pari al tirante idrico.

9.3.2 DIMENSIONAMENTO DELLE PROTEZIONI

Nelle tabelle 9.2 e 9.3 si riportano i risultati delle verifiche sulle protezioni del piede del rilevato stradale in progetto interessate dai livelli della piena duecentennale, rispettivamente per la difesa in gabbioni metallici e per la difesa a scogliera.

Ai fini del dimensionamento per il pietrame confinato nei gabbioni metallici ed i massi della difesa a scogliera si sono adottati un peso specifico pari a 2600 kg/m^3 e un angolo di attrito φ pari a 60° per i materiali confinati (gabbioni) e pari a 40° per la scogliera, essendo quest'ultimo un valore cautelativo per massi a spigoli vivi incastrati. L'angolo di inclinazione θ della sponda del rilevato rispetto all'orizzontale (difesa in gabbioni) è pari a 70° per il tratto 1 e 34° per i tratti 2 e 3.

Inoltre si sono cautelativamente adottati i valori massimi di tirante e velocità nei 3 tratti di rilevato analizzati in modo da considerare le condizioni più critiche possibili e assicurare dei fattori di sicurezza maggiori (rapporto τ_{cr}/τ_m e V_{cr}/V_0) laddove si verificano condizioni di moto con tiranti o velocità inferiori. Il tratto 1 (per i gabbioni e la scogliera) e il tratto 3 (solo per la scogliera) sono stati infine suddivisi rispettivamente in 3 e 2 sottotratti in considerazione della variabilità dei parametri in gioco lungo tutto il tratto (tiranti, velocità e coefficienti di curvatura K_I).

Tabella 9.2 – Dimensionamento della difesa in gabbioni del rilevato stradale

rilevato stradale		terreno	piena T 200 anni		difesa		K1	τ_{cr} / τ_m
tratto	progressive (km)	Pendenza longitudinale (%)	quota idrica (m s.m.)	tirante max (m)	tipologia Gabbione	d_{50} (m)		fattore di sicurezza
1a	26+800 – 27+060	0.75%	da 62.53 a 62.51	2.70	1,00x1,00x2,00	0.30	1.60	1.58
1b	27+060 – 27+280	0.70%	da 62.51 a 62.49	4.30	1,00x1,00x2,00	0.30	1.28	1.33
1c	27+280 – 27+532	0.60%	da 62.49 a 62.39	6.40	1,00x1,00x2,00	0.30	1.00	1.33
2	29+538 – 30+032	0.40%	da 56.37 a 56.22	2.50	1,00x1,00x2,00	0.20	1.60	2.87
3	30+169 – 30+687	0.20%	da 56.12 a 55.72	2.50	1,00x1,00x2,00	0.20	1.60	5.73

Tabella 9.3 – Dimensionamento della difesa a scogliera ai piedi del rilevato

rilevato stradale		terreno		piena T 200 anni		difesa	fattore di sicurezza		
tratto	progressive (km)	Pendenza longitudinale (%)	Pendenza trasversale (%)	tirante max (m)	velocità max (m/s)	d_{50} (m)	Shields τ_{cr} / τ_0	Trascinamento V_{cr} / V_0	Gauckler-Strikler V_{cr} / V_0
1a	26+800 – 27+060	0.75%	1.00%	2.70	0.50	0.50	3.1	7.1	12.9
1b	27+060 – 27+280	0.70%	4.00%	4.30	1.50	0.50	2.0	2.4	4.7
1c	27+280 – 27+680	0.60%	2.50%	6.40	2.50	1.00	3.2	2.0	4.2
2	29+720 – 30+032	0.40%	0.00%	2.50	1.30	0.30	3.5	2.1	3.8
3a	30+169 – 30+374	0.20%	0.00%	2.50	1.50	0.50	12.5	2.4	4.3
3b	30+374 – 30+600	0.20%	0.00%	2.50	1.30	0.30	7.1	2.1	3.8

Dalle tabelle si evince che il dimensionamento delle protezioni in gabbioni e scogliera garantisce sempre un coefficiente di sicurezza almeno pari a 2, ad eccezione per i gabbioni nel tratto 1 (tabella 9.2, tratti 1a, 1b e 1c) dove, per garantire un fattore di sicurezza maggiore, si prevede che il materiale confinato nei gabbioni venga annegato nel calcestruzzo. Tale accorgimento, garantendo una

resistenza al trascinamento sensibilmente maggiore, consente di ottenere un coefficiente di sicurezza certamente superiore a 2.

Nel tratto 1c la difesa a scogliera (tabella 9.3) è stata cautelativamente estesa anche a protezione della spalla nord e della pila della carreggiata sud del nuovo viadotto stradale VI18 (viadotto della SP69-2) che sono soltanto lambite dalla piena di progetto duecentennale.

Nei tratti 2 e 3, invece, la difesa a scogliera è predisposta a protezione delle sole zone del rilevato interessate da valori di velocità ritenuti sufficientemente critici (maggiori di 0,40 m/s).

10 OPERE PROVVISORIALI AREE DI CANTIERE

Nel presente capitolo si riportano le verifiche idrauliche delle aree provvisorie di cantiere, per i dettagli della loro realizzazione si rimanda alla relazione specialistica dedicata. La durata dell'esercizio delle aree di cantiere è stata stimata in massimo 24 mesi, conseguentemente la verifica idraulica è stata realizzata per una piena con tempo di ritorno di 30 anni. Si consideri, infatti, che la probabilità che avvenga in 24 mesi un evento maggiore o uguale a quello trentennale è di appena il 7 %.

Le aree tecniche di cantiere ricadono esternamente alle aree di pericolosità idraulica del PGRA (come evidenziato negli elaborati T00_CA00_GEN_CT01 e T00_CA00_GEN_CT02), aree inondabili delimitate dai modelli idraulici del Fiume Volturno e del Torrente Titerno implementati nel PRGA e presente studio. Si sono valutate poi le possibili interazioni delle aree di cantiere limitrofe ai corpi idrici secondari e minori con le corrispondenti ed eventuali aree di esondazione delimitate dai modelli implementati nel presente studio: aree di cantiere CB_01 (vicina al Rio della Starze), CO_02 (in prossimità del fosso con recapito alla progressiva km 10+403 circa – opera in progetto VI19 – a valle dell'opera stessa) e CB_03 (vicina al Fosso di Marafi).

Nella tabella 10.1 sono riportate le portate con tempo di ritorno $T = 30$ anni stimate con la distribuzione di Gumbel.

Tabella 10.1 - Portate trentennali degli attraversamenti secondari e minori limitrofi alle aree di cantiere CB_01, CO_02 e CB_03

Area cantiere	Corpo idrico	Progressiva opera di attraversamento (km)	Portata $T=30$ anni (m^3/s) Gumbel
CB_01	Rio delle Starze	7+899 S	290.2
CO_02	fosso senza nome	10+403 S	37.0
CB_03	Fosso Marafi	33+186 N	40.2

Come si può vedere nelle figure 10.1 e 10.2, le aree di cantiere CB_01 e CO_02 sono ubicate esternamente al limite delle aree inondabili (ante operam) stimate per le piene con tempo di ritorno pari a 30 anni e non necessitano quindi di interventi di difesa idraulica.

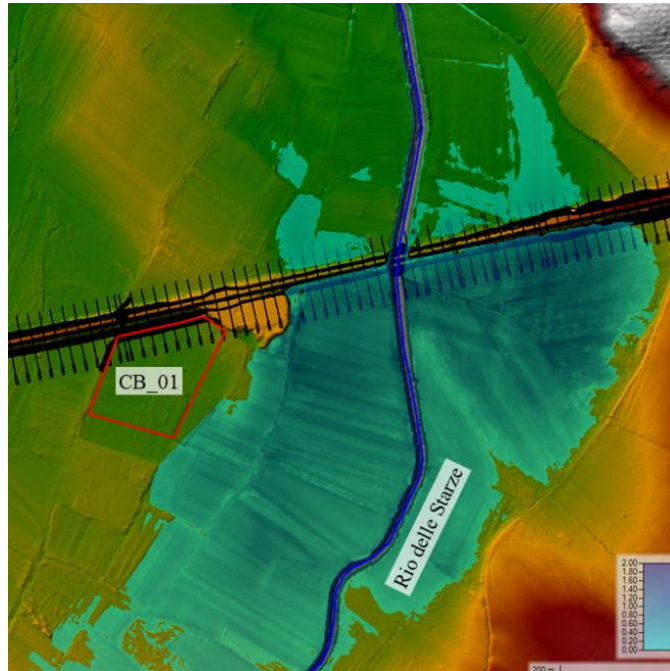


Figura 10.1 – Localizzazione dell’area di cantiere CB_01 rispetto all’area di esondazione del Rio delle Starze con la piena $T = 30$ anni (tiranti idrici, condizione ante operam)

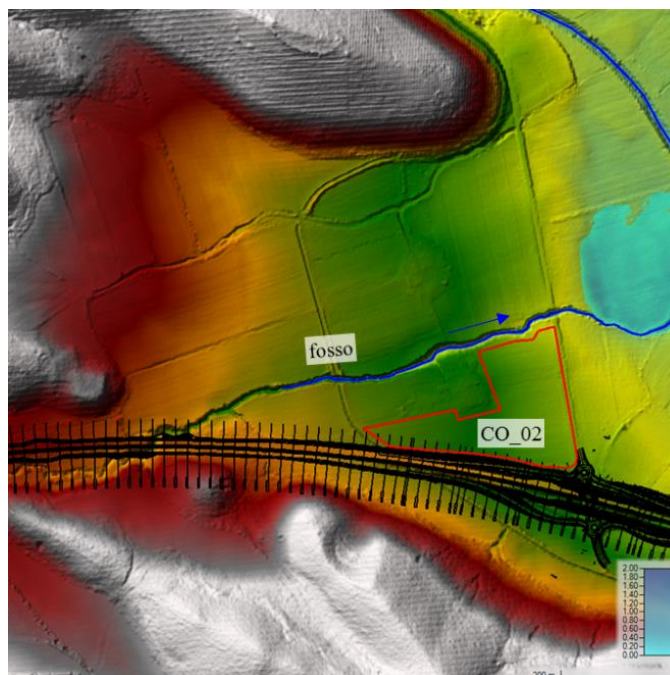


Figura 10.2 – Localizzazione dell’area di cantiere CO_02 rispetto all’area di esondazione del fosso secondario, con attraversamento alla progressiva km 10+403 circa, con la piena $T = 30$ anni (tiranti idrici, condizione ante operam)

L'area di cantiere CB_03 invece ricade all'interno delle aree di esondazione ante operam del Fosso di Marafi, mostrata nella figura 10.3a, per la piena con tempo di ritorno pari a 30 anni.

L'area in esame richiede quindi la realizzazione di un argine perimetrale provvisorio per la difesa idraulica, con altezza media di circa 1,50 m e altezza massima 2,0 m (figura 10.3b). La sommità arginale è prevista a quota 76,80 m s.m., tale da garantire un franco superiore a 50 cm rispetto al massimo livello idrico atteso. Dal confronto delle due immagini (figura 10.3 ante (a) e post (b) argine di difesa provvisorio) si evince che non ci sono variazioni del livello idrico indotte dalla presenza dell'argine in quanto il livello idrico nell'area di cantiere CB_03 e nella zona circostante è idrostatico, essendo determinato dal rigurgito provocato dalla limitata capacità di drenaggio dell'opera di attraversamento del Fosso Marafi e del sottovia dello svincolo Faicchio (S.C. Puglianello) esistenti (figure 5.23 e 5.24). Per questo attraversamento il progetto definitivo prevede infatti la realizzazione, sia del nuovo ponte VI24 con campata unica di 40 m, sia l'inalveazione del fosso stesso a cavallo dell'attraversamento, soluzione che permette il transito della portata di progetto duecentennale all'interno dell'opera VI24, salvaguardando anche il sottovia della S.C. Puglianello (figure 5.23 e 5.24).

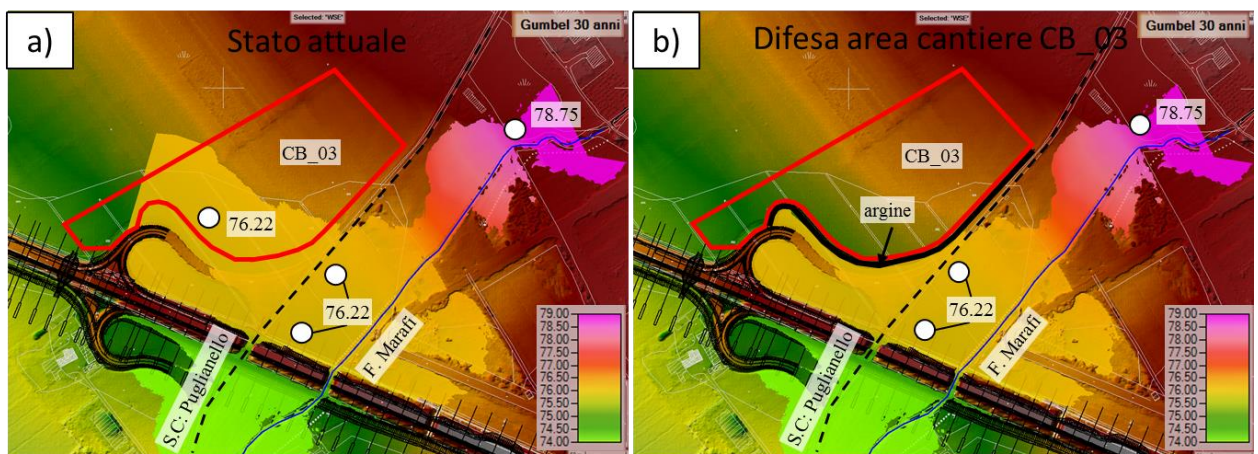


Figura 10.3 – Localizzazione dell'area di cantiere CB_03 e quote idriche massime corrispondenti alla piena $T = 30$ anni del Fosso Marafi: a) stato attuale (condizione ante operam) e b) con argine provvisorio a protezione dell'area di cantiere (condizione post operam)

11 APPENDICE

11.1 APPENDICE 1 – INTERFERENZA IDRAULICA PRINCIPALE (FIUME VOLTURNO)

11.1.1 ONDE IDRAULICHE

Si riportano le onde di piena per i tempi di ritorno di 30, 50, 100, 200, 300, 500 e 1000 anni utilizzate come input al modello idraulico (Idraulica in testa) e quelle idrauliche, ricavate in output dal modello post operam, alla confluenza del T. Titerno e alla Stazione idrometrica di Amorosi.

Tempo (ore)	Onda di piena idraulica in testa: Q (m ³ /s)						
	T=30	T=50	T=100	T=200	T=300	T=500	T=1000
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.00	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
8.50	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
9.00	0.3	0.3	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8
9.50	0.7	0.8	1.2	1.3	1.4	1.6	1.7
10.00	1.4	1.6	2.4	2.7	2.8	3.1	3.4
10.50	2.5	3.0	4.2	4.7	5.0	5.5	6.1
11.00	4.2	5.0	6.8	7.7	8.2	8.9	9.9
11.50	6.5	7.7	10.4	11.8	12.5	13.6	15.1
12.00	9.5	11.4	15.2	17.1	18.2	19.8	21.9
12.50	13.4	16.0	21.2	23.9	25.4	27.6	30.5
13.00	18.3	21.9	28.6	32.3	34.3	37.4	41.3
13.50	24.3	29.0	37.8	42.6	45.3	49.3	54.5
14.00	31.6	37.7	48.8	55.1	58.5	63.7	70.4
14.50	40.3	48.1	61.9	69.9	74.3	80.9	89.3
15.00	50.6	60.3	77.4	87.3	92.8	101.0	111.6
15.50	62.5	74.6	95.4	107.6	114.3	124.5	137.5
16.00	76.3	91.0	116.0	130.9	139.1	151.5	167.4
16.50	92.1	109.9	139.6	157.5	167.4	182.2	201.4
17.00	110.0	131.1	166.1	187.4	199.2	216.8	239.6
17.50	129.9	154.9	195.7	220.8	234.6	255.4	282.2
18.00	151.9	181.2	228.3	257.6	273.7	298.0	329.3

Tempo (ore)	Onda di piena idraulica in testa: Q (m ³ /s)						
	T=30	T=50	T=100	T=200	T=300	T=500	T=1000
18.50	176.1	210.1	264.1	298.0	316.6	344.7	380.9
19.00	202.6	241.6	303.1	342.0	363.4	395.7	437.3
19.50	231.4	276.0	345.6	390.0	414.3	451.1	498.6
20.00	262.7	313.3	391.6	441.8	469.4	511.1	564.8
20.50	296.5	353.6	440.9	497.5	528.5	575.5	636.0
21.00	332.6	396.7	493.4	556.7	591.5	644.0	711.7
21.50	371.1	442.6	548.7	619.1	657.8	716.3	791.5
22.00	411.6	490.9	606.5	684.4	727.1	791.7	874.9
22.50	454.0	541.5	666.5	752.0	799.0	870.0	961.4
23.00	497.9	593.8	728.4	821.8	873.2	950.8	1050.7
23.50	543.2	647.9	791.9	893.5	949.3	1033.7	1142.3
24.00	589.7	703.3	856.9	966.8	1027.2	1118.5	1236.0
24.50	637.2	759.9	922.8	1041.2	1106.3	1204.6	1331.2
25.00	685.3	817.4	989.5	1116.5	1186.3	1291.6	1427.4
25.50	734.0	875.4	1056.3	1191.9	1266.3	1378.9	1523.8
26.00	782.6	933.4	1122.7	1266.7	1345.8	1465.4	1619.4
26.50	830.8	990.9	1187.8	1340.2	1423.9	1550.4	1713.3
27.00	878.1	1047.2	1251.3	1411.9	1500.1	1633.4	1805.0
27.50	924.2	1102.2	1312.8	1481.2	1573.8	1713.6	1893.7
28.00	968.7	1155.3	1371.6	1547.6	1644.3	1790.4	1978.6
28.50	1011.3	1206.1	1427.5	1610.7	1711.3	1863.4	2059.2
29.00	1051.8	1254.4	1480.6	1670.6	1774.9	1932.6	2135.7
29.50	1090.1	1300.2	1530.9	1727.4	1835.3	1998.3	2208.3
30.00	1126.5	1343.6	1578.6	1781.1	1892.4	2060.5	2277.1
30.50	1161.0	1384.7	1623.4	1831.7	1946.1	2119.0	2341.7
31.00	1193.4	1423.3	1665.1	1878.8	1996.2	2173.5	2401.9
31.50	1223.6	1459.3	1703.5	1922.1	2042.2	2223.6	2457.3
32.00	1251.4	1492.5	1738.0	1961.0	2083.5	2268.6	2507.0
32.50	1276.4	1522.3	1768.2	1995.1	2119.7	2308.1	2550.6
33.00	1298.3	1548.4	1793.8	2023.9	2150.4	2341.4	2587.5
33.50	1316.9	1570.6	1814.1	2046.8	2174.7	2367.9	2616.7
34.00	1331.8	1588.3	1828.2	2062.8	2191.7	2386.4	2637.2
34.50	1342.3	1600.9	1835.9	2071.5	2200.9	2396.4	2648.2
35.00	1348.2	1607.9	1836.6	2072.3	2201.8	2397.4	2649.3
35.50	1349.2	1609.1	1830.2	2065.0	2194.0	2388.9	2640.0
36.00	1345.0	1604.2	1816.2	2049.3	2177.3	2370.8	2619.9
36.50	1335.7	1593.0	1795.1	2025.4	2151.9	2343.1	2589.3
37.00	1321.1	1575.7	1766.9	1993.6	2118.2	2306.3	2548.7
37.50	1301.7	1552.5	1732.2	1954.5	2076.6	2261.1	2498.7
38.00	1277.6	1523.8	1691.5	1908.6	2027.8	2208.0	2440.0
38.50	1249.4	1490.1	1645.6	1856.7	1972.7	2148.0	2373.7
39.00	1217.3	1451.9	1595.0	1799.6	1912.1	2081.9	2300.7
39.50	1182.0	1409.7	1540.4	1738.0	1846.6	2010.6	2221.9
40.00	1143.7	1364.0	1482.5	1672.7	1777.2	1935.1	2138.4
40.50	1102.9	1315.4	1422.1	1604.6	1704.8	1856.3	2051.3
41.00	1060.2	1264.4	1360.0	1534.5	1630.3	1775.2	1961.7
41.50	1015.9	1211.6	1296.7	1463.1	1554.4	1692.5	1870.4
42.00	970.6	1157.6	1232.6	1390.7	1477.6	1608.9	1778.0
42.50	924.7	1102.8	1168.1	1318.0	1400.3	1524.8	1685.0
43.00	878.3	1047.5	1103.6	1245.2	1323.0	1440.5	1591.9
43.50	831.8	992.1	1039.3	1172.7	1246.0	1356.7	1499.2
44.00	785.4	936.7	975.6	1100.8	1169.6	1273.5	1407.3

Tempo (ore)	Onda di piena idraulica in testa: Q (m ³ /s)						
	T=30	T=50	T=100	T=200	T=300	T=500	T=1000
44.50	739.3	881.7	912.8	1029.9	1094.3	1191.5	1316.7
45.00	693.6	827.2	851.2	960.5	1020.5	1111.1	1227.9
45.50	648.6	773.6	791.3	892.8	948.6	1032.9	1141.4
46.00	604.7	721.1	733.1	827.2	878.8	956.9	1057.5
46.50	561.9	670.1	676.8	763.7	811.4	883.5	976.3
47.00	520.3	620.6	622.7	702.6	746.5	812.8	898.2
47.50	480.2	572.8	570.8	644.0	684.2	745.0	823.3
48.00	441.7	526.8	520.8	587.6	624.3	679.8	751.2
48.50	404.7	482.7	472.5	533.1	566.5	616.8	681.6
49.00	369.2	440.3	425.8	480.5	510.5	555.9	614.3
49.50	334.9	399.4	380.8	429.7	456.5	497.1	549.3
50.00	301.8	359.9	337.5	380.8	404.6	440.5	486.8
50.50	269.8	321.8	296.0	334.0	354.9	386.4	427.0
51.00	239.1	285.1	256.7	289.7	307.7	335.1	370.3
51.50	209.7	250.0	219.6	247.8	263.3	286.7	316.8
52.00	181.8	216.8	185.1	208.8	221.9	241.6	267.0
52.50	155.5	185.5	153.2	172.9	183.7	200.0	221.0
53.00	131.0	156.3	124.6	140.5	149.3	162.6	179.7
53.50	108.5	129.4	99.2	111.9	118.9	129.5	143.1
54.00	88.2	105.2	77.3	87.2	92.6	100.8	111.4
54.50	70.2	83.8	58.7	66.2	70.4	76.6	84.7
55.00	54.7	65.2	43.6	49.2	52.2	56.9	62.8
55.50	41.5	49.6	31.5	35.6	37.8	41.1	45.5
56.00	30.8	36.8	22.3	25.1	26.7	29.1	32.1
56.50	22.3	26.6	15.3	17.3	18.4	20.0	22.1
57.00	15.7	18.8	10.4	11.7	12.4	13.5	14.9
57.50	10.9	12.9	6.8	7.7	8.2	8.9	9.8
58.00	7.3	8.7	4.4	5.0	5.3	5.8	6.4
58.50	4.8	5.8	2.8	3.2	3.4	3.7	4.0
59.00	3.1	3.7	1.8	2.0	2.1	2.3	2.6
59.50	2.0	2.4	1.1	1.3	1.4	1.5	1.6
60.00	1.3	1.5	0.7	0.8	0.9	0.9	1.0
60.50	0.8	1.0	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7
61.00	0.5	0.6	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
61.50	0.3	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
62.00	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
62.50	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
63.00	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
63.50	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
64.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
64.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
65.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
65.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
66.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
66.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
69.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
69.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tempo (ore)	Onda di piena idraulica in testa: Q (m ³ /s)						
	T=30	T=50	T=100	T=200	T=300	T=500	T=1000
70.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
71.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
71.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
72.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
72.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
73.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
73.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
74.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
74.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
75.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tempo (ore)	Onda di piena idraulica alla confluenza del Torrente Titerno: Q (m ³ /s)						
	T=30	T=50	T=100	T=200	T=300	T=500	T=1000
0.00	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
0.50	61.8	61.8	61.8	61.8	61.8	61.8	61.8
1.00	62.3	62.3	62.3	62.3	62.3	62.3	62.3
1.50	62.9	62.9	62.9	62.9	62.9	62.9	62.9
2.00	62.3	62.3	62.3	62.3	62.3	62.3	62.3
2.50	61.2	61.2	61.2	61.2	61.2	61.2	61.2
3.00	60.4	60.4	60.4	60.4	60.4	60.4	60.4
3.50	60.1	60.1	60.1	60.1	60.1	60.1	60.1
4.00	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
4.50	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
5.00	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
5.50	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
6.00	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
6.50	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
7.00	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
7.50	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
8.00	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
8.50	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
9.00	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
9.50	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
10.00	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
10.50	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
11.00	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
11.50	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
12.00	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	59.8	59.5
12.50	60.0	60.0	60.0	59.6	59.4	59.2	58.9
13.00	60.0	60.0	59.3	59.1	58.9	58.7	58.4
13.50	60.0	60.0	59.0	58.7	58.4	58.2	57.9
14.00	60.0	59.8	58.5	58.2	58.0	57.9	57.7
14.50	60.0	59.3	58.2	58.2	58.1	58.5	62.0
15.00	59.8	58.9	58.4	61.1	63.6	67.2	73.7
15.50	59.3	58.5	64.6	71.7	75.8	82.8	92.1
16.00	59.0	58.4	77.6	88.1	93.9	103.0	114.5
16.50	59.1	60.3	95.4	108.7	116.2	126.8	139.9
17.00	61.6	70.3	116.5	131.6	140.1	151.0	163.2
17.50	71.7	86.8	138.6	155.0	163.3	175.4	191.7
18.00	87.4	104.6	161.4	179.0	189.0	203.3	225.0

Tempo (ore)	Onda di piena idraulica alla confluenza del Torrente Titerno: Q (m ³ /s)						
	T=30	T=50	T=100	T=200	T=300	T=500	T=1000
18.50	104.3	123.4	184.7	205.7	218.5	238.5	266.6
19.00	121.7	143.9	211.3	238.9	256.1	280.0	310.0
19.50	140.9	165.3	243.8	279.1	296.3	325.9	363.5
20.00	161.7	188.8	283.5	322.8	345.0	377.6	419.6
20.50	184.3	215.2	326.2	370.5	395.3	431.3	479.9
21.00	207.8	249.0	371.4	420.4	450.0	490.1	545.8
21.50	234.2	288.4	418.3	475.2	506.4	554.7	618.4
22.00	270.9	326.8	469.8	534.6	572.1	623.7	690.7
22.50	303.7	368.0	525.1	598.0	637.8	690.4	758.9
23.00	342.0	413.1	583.4	659.0	700.5	754.2	832.0
23.50	381.5	465.1	639.0	715.7	761.7	823.5	911.4
24.00	425.7	514.3	691.4	776.1	826.5	898.0	992.1
24.50	471.7	562.1	745.4	840.8	896.2	973.9	1078.9
25.00	514.4	608.5	803.7	909.0	967.0	1054.4	1166.7
25.50	555.5	656.5	865.4	978.3	1041.5	1135.1	1253.1
26.00	595.5	705.1	928.3	1049.8	1115.4	1214.4	1339.2
26.50	637.0	756.8	992.7	1118.6	1187.3	1292.9	1428.2
27.00	679.6	810.7	1055.5	1187.0	1260.0	1374.4	1518.9
27.50	724.1	867.8	1114.4	1256.5	1335.4	1456.6	1608.3
28.00	770.7	925.4	1174.0	1327.3	1411.1	1537.0	1699.8
28.50	816.9	978.9	1236.5	1397.6	1483.7	1616.2	1793.1
29.00	863.7	1029.3	1296.8	1464.0	1554.0	1696.3	1882.6
29.50	909.3	1080.8	1355.8	1527.0	1623.9	1775.7	1964.6
30.00	950.8	1133.2	1411.2	1589.3	1692.2	1850.2	2041.9
30.50	989.8	1185.5	1460.3	1649.6	1759.0	1915.3	2114.3
31.00	1027.6	1234.1	1507.7	1708.3	1819.2	1979.3	2181.7
31.50	1066.0	1280.5	1555.4	1763.6	1871.9	2037.6	2245.1
32.00	1103.2	1323.6	1600.3	1813.1	1923.9	2093.4	2306.8
32.50	1137.8	1362.7	1642.5	1855.6	1970.9	2146.1	2371.1
33.00	1171.0	1397.3	1683.1	1898.3	2015.4	2192.7	2432.2
33.50	1202.6	1431.3	1720.4	1936.8	2056.6	2234.4	2484.5
34.00	1233.5	1466.5	1751.4	1972.2	2094.2	2274.0	2528.5
34.50	1261.1	1499.2	1777.5	2003.8	2127.0	2312.5	2563.1
35.00	1286.1	1527.8	1800.1	2030.4	2154.9	2345.6	2591.3
35.50	1305.4	1553.1	1817.9	2053.3	2178.2	2373.2	2616.4
36.00	1319.5	1574.3	1832.8	2069.9	2195.2	2392.8	2634.8
36.50	1331.4	1590.4	1842.2	2079.7	2205.1	2406.3	2646.1
37.00	1342.0	1602.6	1844.7	2082.6	2208.1	2409.1	2649.9
37.50	1349.8	1611.7	1840.9	2078.5	2203.7	2402.6	2644.8
38.00	1352.2	1614.7	1830.7	2067.2	2191.6	2388.3	2630.5
38.50	1349.2	1611.4	1814.3	2048.4	2171.8	2364.9	2606.9
39.00	1340.8	1602.8	1790.7	2021.5	2144.2	2335.4	2575.2
39.50	1328.0	1589.6	1762.0	1988.7	2110.0	2297.3	2534.7
40.00	1311.5	1569.2	1727.7	1949.7	2069.5	2252.4	2485.9
40.50	1290.7	1543.2	1688.1	1905.0	2023.2	2202.8	2430.1
41.00	1265.3	1511.7	1645.7	1855.7	1970.6	2146.3	2370.0
41.50	1236.3	1476.1	1600.7	1802.7	1914.1	2083.3	2303.7
42.00	1204.3	1437.3	1553.4	1744.4	1853.8	2017.0	2231.6
42.50	1168.3	1395.9	1501.8	1685.4	1790.8	1947.3	2156.3
43.00	1129.9	1351.8	1446.5	1625.5	1724.3	1875.7	2076.5
43.50	1088.6	1305.1	1390.6	1561.0	1658.2	1802.3	1993.6
44.00	1043.8	1255.5	1333.0	1491.6	1589.4	1726.6	1908.7

Tempo (ore)	Onda di piena idraulica alla confluenza del Torrente Titerno: Q (m ³ /s)						
	T=30	T=50	T=100	T=200	T=300	T=500	T=1000
44.50	997.2	1203.7	1274.3	1422.6	1515.4	1651.5	1823.5
45.00	952.4	1151.0	1213.8	1354.5	1439.7	1573.2	1737.8
45.50	908.2	1096.7	1152.9	1286.6	1364.4	1491.0	1653.3
46.00	865.0	1039.7	1091.1	1219.0	1291.1	1409.6	1566.0
46.50	822.4	983.0	1024.9	1152.2	1219.7	1327.9	1475.6
47.00	778.1	929.2	958.9	1084.3	1149.6	1248.2	1386.2
47.50	735.6	876.3	895.4	1013.3	1078.7	1171.3	1298.2
48.00	697.1	826.4	836.1	942.9	1004.6	1096.0	1213.1
48.50	656.3	775.0	778.0	872.9	931.5	1018.2	1129.8
49.00	614.0	726.3	723.9	807.8	859.6	941.1	1046.0
49.50	574.6	681.8	674.8	746.8	792.9	865.9	963.7
50.00	535.1	638.5	626.4	693.7	732.0	796.8	884.4
50.50	498.2	593.7	581.5	645.9	679.1	733.7	811.8
51.00	461.7	549.5	536.5	599.5	627.8	678.2	743.8
51.50	425.6	506.9	492.6	552.0	579.3	624.3	684.2
52.00	389.7	466.3	448.5	503.5	530.3	571.0	627.3
52.50	354.1	425.6	403.4	455.2	481.4	518.8	570.0
53.00	322.5	386.4	357.0	405.6	430.4	467.3	514.0
53.50	291.2	347.3	317.0	356.8	380.9	415.2	459.5
54.00	260.5	312.3	279.2	314.8	333.1	365.0	403.9
54.50	231.2	276.9	239.0	273.5	290.5	316.5	349.3
55.00	206.3	242.7	208.9	233.0	247.5	272.5	300.8
55.50	179.2	215.0	177.2	200.7	212.5	228.4	255.2
56.00	152.8	184.1	147.6	166.6	177.1	193.4	211.7
56.50	131.2	154.4	125.8	139.2	146.9	158.7	175.7
57.00	114.0	131.9	107.0	118.1	124.6	133.6	144.6
57.50	98.4	113.6	89.3	98.9	104.3	112.2	122.2
58.00	83.3	96.2	74.5	80.9	85.0	89.6	100.2
58.50	71.3	80.1	67.4	70.2	72.4	74.6	80.0
59.00	65.8	69.5	65.0	66.1	67.0	68.9	69.9
59.50	64.0	65.1	63.7	64.4	64.8	66.6	66.4
60.00	63.1	63.5	62.6	63.2	63.6	65.2	64.6
60.50	62.4	62.5	62.2	62.3	62.4	63.0	63.2
61.00	61.6	61.7	62.1	62.1	62.1	62.3	62.3
61.50	61.4	61.5	62.0	62.0	62.0	62.1	62.1
62.00	61.3	61.4	61.9	61.9	61.9	62.0	62.0
62.50	61.3	61.3	61.8	61.8	61.9	61.9	61.9
63.00	61.2	61.3	61.8	61.8	61.8	61.9	61.9
63.50	61.2	61.2	61.7	61.7	61.7	61.8	61.8
64.00	61.1	61.2	61.7	61.7	61.7	61.8	61.7
64.50	61.1	61.1	61.7	61.7	61.7	61.7	61.7
65.00	61.1	61.1	61.6	61.6	61.6	61.7	61.7
65.50	61.0	61.1	61.6	61.6	61.6	61.7	61.6
66.00	61.0	61.1	61.6	61.6	61.6	61.6	61.6
66.50	61.0	61.0	61.6	61.6	61.6	61.6	61.6
67.00	61.0	61.0	61.6	61.5	61.5	61.6	61.6
67.50	61.0	61.0	61.5	61.5	61.5	61.6	61.5
68.00	61.0	61.0	61.5	61.5	61.5	61.6	61.5
68.50	60.9	61.0	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5
69.00	60.9	61.0	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5
69.50	60.9	60.9	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5
70.00	60.9	60.9	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5

Tempo (ore)	Onda di piena idraulica alla confluenza del Torrente Titerno: Q (m ³ /s)						
	T=30	T=50	T=100	T=200	T=300	T=500	T=1000
70.50	60.9	60.9	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5
71.00	60.9	60.9	61.5	61.4	61.4	61.5	61.5
71.50	60.9	60.9	61.5	61.4	61.4	61.5	61.4
72.00	60.9	60.9	61.5	61.4	61.4	61.5	61.4
72.50	60.9	60.9	61.5	61.4	61.4	61.5	61.4
73.00	60.9	60.9	61.4	61.4	61.4	61.5	61.4
73.50	60.9	60.9	61.4	61.4	61.4	61.5	61.4
74.00	60.9	60.9	61.4	61.4	61.4	61.5	61.4
74.50	60.9	60.9	61.4	61.4	61.4	61.4	61.4
75.00	60.9	60.9	61.4	61.4	61.4	61.4	61.4

Tempo (ore)	Onda di piena idraulica alla stazione idrometrica di Amorosi: Q (m ³ /s)						
	T=30	T=50	T=100	T=200	T=300	T=500	T=1000
0.00	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
0.50	62.6	62.6	62.6	62.6	62.6	62.6	62.6
1.00	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5
1.50	62.1	62.1	62.1	62.1	62.1	62.1	62.1
2.00	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0
2.50	62.4	62.4	62.4	62.4	62.4	62.4	62.4
3.00	62.6	62.6	62.6	62.6	62.6	62.6	62.6
3.50	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0
4.00	61.2	61.2	61.2	61.2	61.2	61.2	61.2
4.50	60.6	60.6	60.6	60.6	60.6	60.6	60.6
5.00	60.2	60.2	60.2	60.2	60.2	60.2	60.2
5.50	60.1	60.1	60.1	60.1	60.1	60.1	60.1
6.00	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
6.50	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
7.00	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
7.50	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
8.00	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
8.50	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
9.00	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
9.50	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
10.00	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
10.50	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
11.00	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
11.50	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
12.00	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
12.50	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.1	60.2
13.00	60.0	60.0	60.0	60.1	60.2	61.9	64.4
13.50	60.0	60.0	60.5	63.4	65.0	69.5	75.2
14.00	60.0	60.0	65.7	73.1	76.1	83.7	92.5
14.50	60.0	60.1	76.8	87.7	93.1	101.8	114.4
15.00	60.0	61.9	93.0	105.9	113.5	123.0	133.3
15.50	60.1	69.0	112.0	124.5	130.5	140.0	149.9
16.00	62.1	81.3	127.9	140.8	146.3	153.6	166.0
16.50	69.2	96.6	142.6	154.0	160.7	171.1	184.5
17.00	80.4	114.4	155.1	170.9	179.1	189.2	203.5
17.50	93.0	127.5	173.1	188.8	197.3	210.7	227.0
18.00	104.3	141.6	191.3	210.2	220.6	234.5	254.7

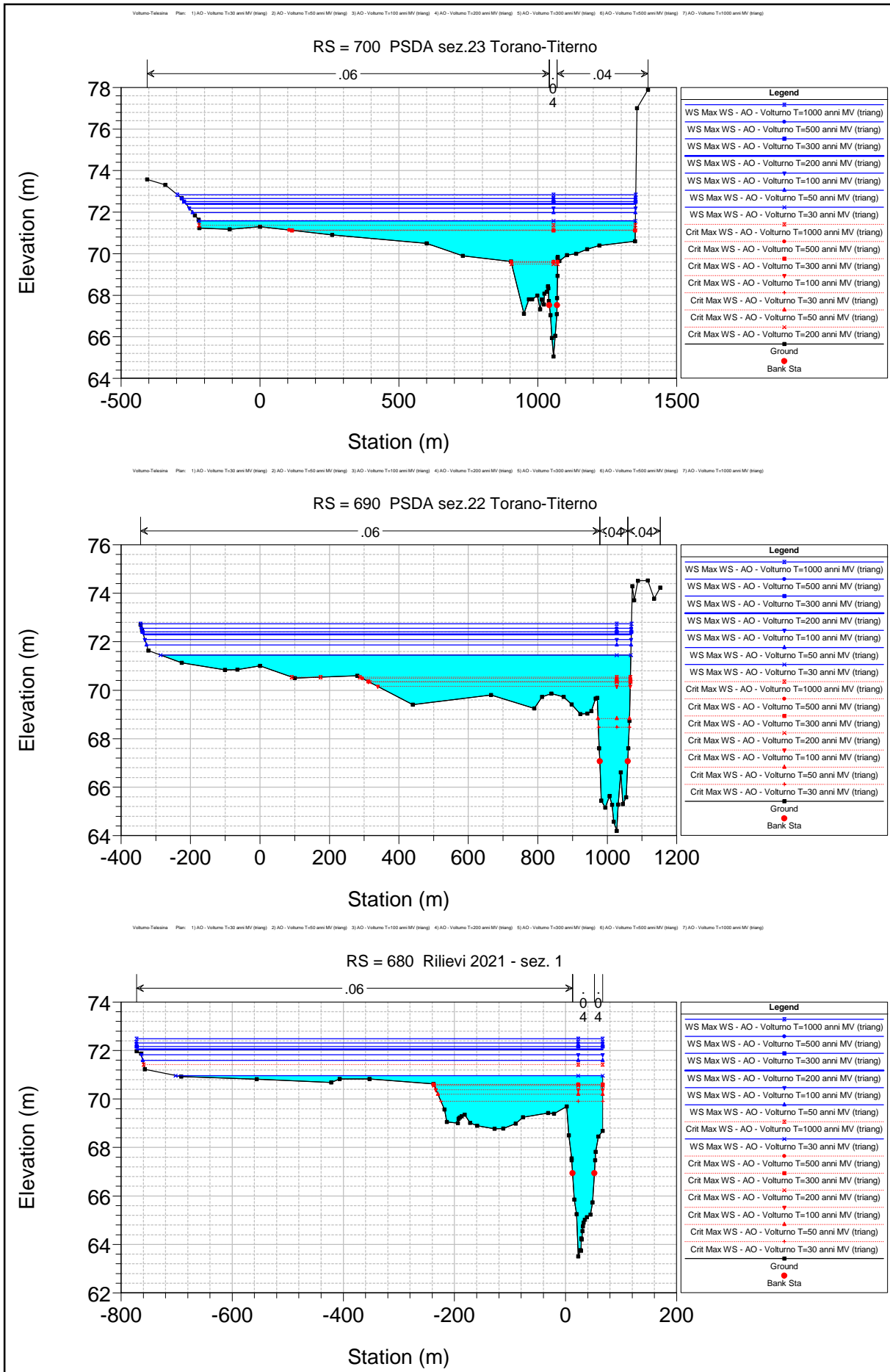
Tempo (ore)	Onda di piena idraulica alla stazione idrometrica di Amorosi: Q (m ³ /s)						
	T=30	T=50	T=100	T=200	T=300	T=500	T=1000
18.50	117.4	154.8	213.2	233.3	244.3	277.4	290.2
19.00	131.7	174.1	235.8	274.1	284.2	296.7	318.5
19.50	148.4	192.7	276.6	293.4	313.3	324.6	356.4
20.00	166.2	214.1	294.1	320.5	340.5	368.2	425.9
20.50	186.0	235.4	320.3	357.3	383.0	436.0	485.9
21.00	205.5	274.2	355.4	423.1	449.3	496.8	566.3
21.50	227.4	291.2	419.3	475.6	513.7	575.8	674.6
22.00	249.0	317.4	466.4	541.2	594.4	676.7	770.2
22.50	284.3	348.8	530.9	630.4	685.5	763.8	854.7
23.00	312.2	395.7	605.8	716.2	766.3	842.8	953.2
23.50	329.2	454.6	684.2	788.8	840.6	928.7	1033.0
24.00	365.0	511.5	754.4	857.2	917.4	1003.2	1101.5
24.50	425.4	574.0	817.6	932.3	989.9	1065.0	1167.8
25.00	469.4	645.9	875.8	1000.0	1052.0	1128.7	1231.0
25.50	523.1	710.8	942.2	1061.4	1110.6	1191.9	1301.3
26.00	576.7	768.0	1000.1	1120.2	1167.8	1257.4	1381.6
26.50	633.7	819.7	1053.4	1173.9	1230.7	1327.0	1465.9
27.00	684.1	868.1	1102.4	1230.8	1298.7	1406.4	1547.5
27.50	726.9	926.3	1153.5	1291.3	1365.3	1482.2	1637.2
28.00	766.4	982.4	1209.3	1352.6	1435.0	1555.5	1727.5
28.50	805.5	1031.1	1265.5	1418.5	1500.9	1637.0	1812.0
29.00	847.3	1074.6	1315.0	1480.0	1568.3	1716.8	1895.3
29.50	891.1	1117.5	1372.6	1540.8	1641.5	1790.6	1978.5
30.00	944.9	1161.5	1427.4	1605.5	1711.0	1860.2	2057.0
30.50	986.6	1206.5	1477.8	1669.8	1775.0	1933.8	2136.6
31.00	1019.4	1246.2	1526.3	1728.4	1833.9	2001.0	2215.8
31.50	1051.3	1289.6	1574.1	1782.5	1894.9	2063.6	2285.5
32.00	1084.9	1336.6	1621.3	1832.4	1953.9	2124.3	2347.1
32.50	1122.8	1381.5	1666.7	1883.1	2003.1	2183.0	2391.1
33.00	1159.4	1422.0	1708.6	1932.6	2048.4	2238.4	2436.8
33.50	1194.4	1459.1	1746.1	1975.5	2092.5	2287.1	2500.8
34.00	1228.7	1492.2	1781.0	2011.7	2133.7	2333.7	2567.8
34.50	1256.2	1521.2	1814.0	2046.6	2173.1	2378.1	2627.0
35.00	1281.9	1550.0	1843.8	2080.6	2208.8	2403.1	2677.4
35.50	1301.7	1579.6	1870.5	2111.9	2241.5	2425.8	2717.7
36.00	1324.1	1608.3	1894.7	2139.7	2270.9	2447.1	2750.5
36.50	1356.9	1635.2	1915.2	2164.5	2293.3	2471.7	2778.7
37.00	1384.7	1658.9	1933.0	2185.0	2310.6	2501.2	2802.0
37.50	1398.6	1678.5	1947.2	2200.2	2323.5	2528.3	2819.9
38.00	1409.2	1693.9	1955.9	2209.7	2332.2	2545.3	2832.0
38.50	1415.0	1705.9	1958.5	2213.1	2335.9	2552.0	2837.3
39.00	1419.2	1714.0	1955.3	2210.0	2333.9	2553.1	2834.9
39.50	1429.0	1716.9	1946.5	2200.2	2325.7	2547.9	2824.4
40.00	1433.3	1714.1	1931.6	2184.2	2311.0	2527.3	2805.4
40.50	1430.9	1705.8	1911.3	2162.7	2289.7	2492.7	2776.4
41.00	1424.0	1691.2	1886.3	2136.2	2258.9	2450.2	2736.5
41.50	1413.5	1670.1	1857.2	2103.1	2223.9	2396.9	2682.8
42.00	1398.8	1642.7	1822.1	2063.6	2184.7	2336.0	2613.7
42.50	1379.3	1610.9	1779.4	2017.1	2139.7	2295.6	2537.6
43.00	1354.3	1577.6	1729.5	1962.7	2089.8	2256.4	2461.2
43.50	1325.2	1543.3	1675.9	1906.7	2034.5	2205.5	2386.9
44.00	1291.8	1507.0	1620.3	1850.2	1969.3	2144.8	2326.0

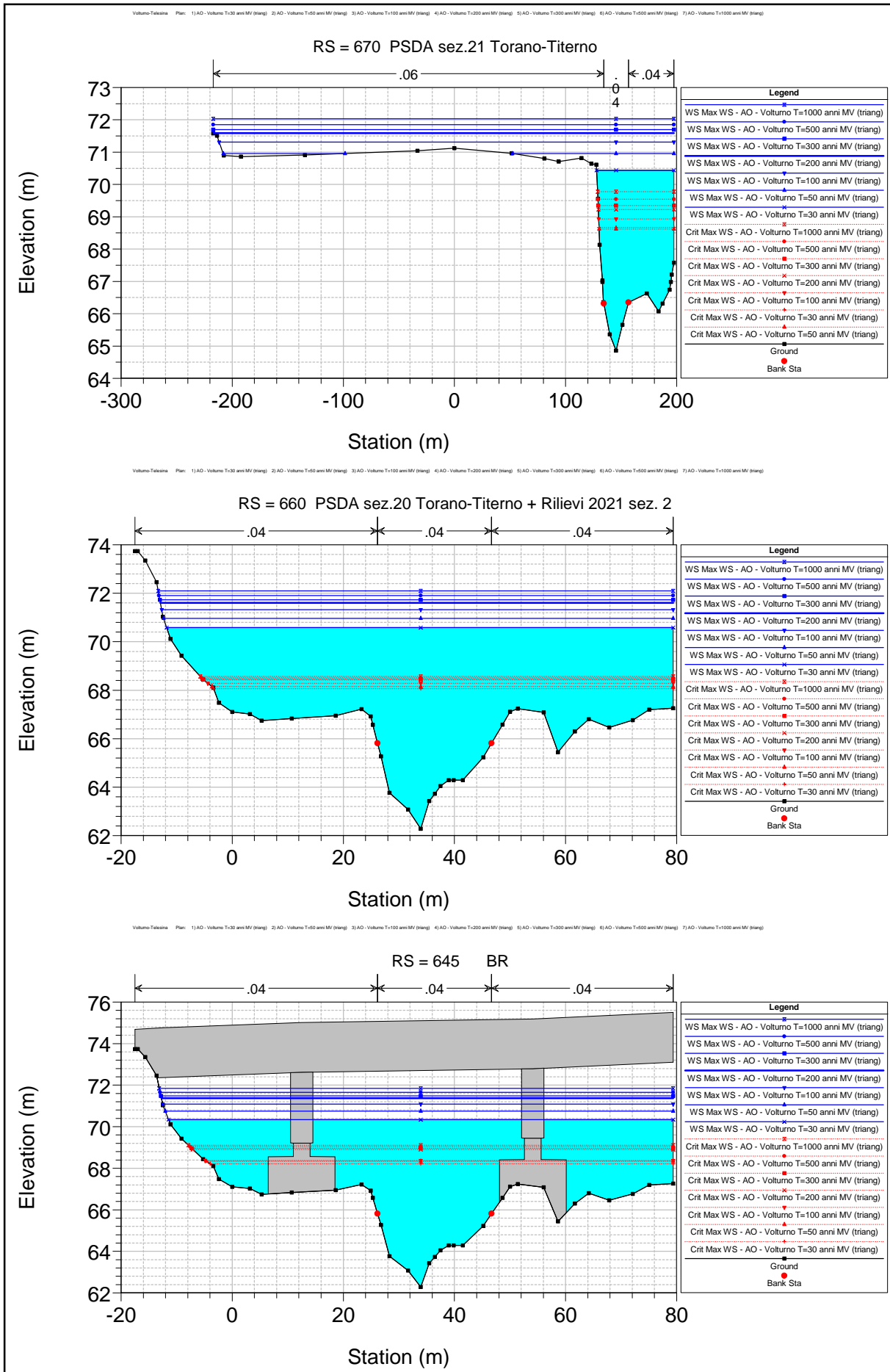
Tempo (ore)	Onda di piena idraulica alla stazione idrometrica di Amorosi: Q (m ³ /s)						
	T=30	T=50	T=100	T=200	T=300	T=500	T=1000
44.50	1256.6	1466.6	1567.0	1787.4	1902.9	2080.3	2276.2
45.00	1219.6	1422.4	1514.7	1716.3	1835.2	2006.7	2212.1
45.50	1180.4	1374.6	1458.9	1643.5	1761.1	1927.7	2137.0
46.00	1140.2	1323.5	1399.9	1574.6	1682.2	1852.0	2056.7
46.50	1098.7	1271.9	1338.0	1508.6	1604.7	1772.3	1963.0
47.00	1058.3	1218.7	1277.7	1439.9	1531.9	1687.2	1870.3
47.50	1016.5	1165.2	1216.0	1369.2	1458.5	1603.7	1775.9
48.00	972.5	1111.6	1155.0	1300.8	1383.6	1525.4	1678.7
48.50	927.8	1060.3	1093.7	1232.6	1310.6	1445.7	1587.0
49.00	884.3	1008.0	1035.1	1165.7	1239.4	1364.3	1500.6
49.50	848.3	953.8	973.7	1098.7	1169.2	1287.5	1413.5
50.00	803.8	900.7	914.1	1033.8	1098.5	1211.6	1326.7
50.50	760.0	857.5	865.0	965.5	1030.8	1137.2	1245.3
51.00	718.1	807.8	811.2	901.6	961.2	1064.7	1165.0
51.50	680.5	760.5	759.1	851.6	896.3	992.5	1084.7
52.00	640.6	715.5	710.1	796.1	845.0	922.5	1008.9
52.50	600.2	672.0	664.3	743.6	787.1	865.0	935.0
53.00	560.3	627.6	617.0	695.1	732.2	805.0	873.2
53.50	529.5	585.0	571.9	646.8	683.1	746.7	812.8
54.00	502.1	542.0	532.7	597.3	631.0	693.3	752.9
54.50	466.2	512.2	499.4	548.8	582.1	640.7	695.1
55.00	430.3	474.7	457.2	515.5	535.4	587.9	639.0
55.50	395.9	436.9	414.5	473.6	500.9	537.6	584.7
56.00	362.1	398.6	367.5	428.3	454.3	499.1	536.1
56.50	347.2	361.0	350.6	376.8	413.3	450.6	498.8
57.00	329.5	344.7	337.6	357.8	369.2	405.6	448.8
57.50	315.4	323.4	314.8	340.9	351.2	365.5	403.6
58.00	284.5	312.9	279.6	315.6	326.5	346.0	363.2
58.50	241.4	257.6	223.4	273.5	292.5	318.3	342.2
59.00	209.6	225.8	176.3	214.1	232.5	282.2	314.2
59.50	170.8	186.4	130.4	159.7	177.7	223.4	239.7
60.00	133.0	140.6	102.5	117.3	127.9	179.8	175.9
60.50	108.4	109.6	83.8	93.7	99.2	131.2	123.1
61.00	91.8	90.6	70.3	75.8	79.7	97.2	94.6
61.50	75.7	74.3	64.5	66.6	67.7	75.3	75.7
62.00	66.4	65.7	62.6	63.2	63.5	66.0	66.5
62.50	62.6	62.5	62.2	62.3	62.4	63.0	63.2
63.00	61.7	61.8	62.0	62.1	62.1	62.3	62.4
63.50	61.4	61.5	61.9	62.0	62.0	62.1	62.1
64.00	61.3	61.4	61.9	61.9	61.9	62.0	62.0
64.50	61.3	61.4	61.8	61.9	61.9	61.9	62.0
65.00	61.2	61.3	61.8	61.8	61.8	61.9	61.9
65.50	61.2	61.2	61.7	61.8	61.8	61.8	61.8
66.00	61.2	61.2	61.7	61.7	61.7	61.8	61.8
66.50	61.1	61.2	61.7	61.7	61.7	61.7	61.7
67.00	61.1	61.1	61.6	61.7	61.7	61.7	61.7
67.50	61.1	61.1	61.6	61.6	61.6	61.7	61.7
68.00	61.1	61.1	61.6	61.6	61.6	61.6	61.7
68.50	61.0	61.1	61.6	61.6	61.6	61.6	61.6
69.00	61.0	61.1	61.6	61.6	61.6	61.6	61.6
69.50	61.0	61.0	61.5	61.6	61.6	61.6	61.6
70.00	61.0	61.0	61.5	61.6	61.6	61.6	61.6

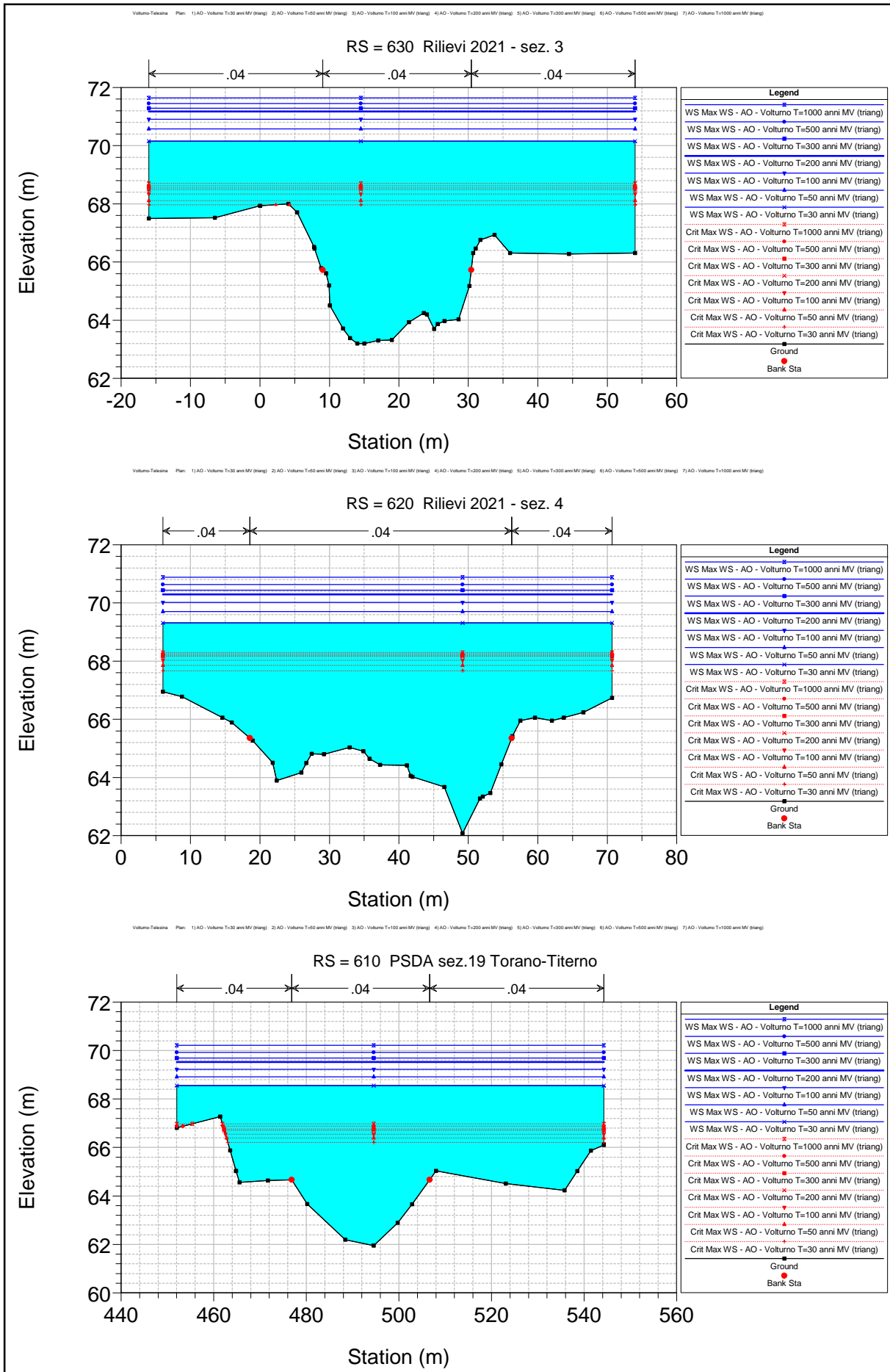
Tempo (ore)	Onda di piena idraulica alla stazione idrometrica di Amorosi: Q (m ³ /s)						
	T=30	T=50	T=100	T=200	T=300	T=500	T=1000
70.50	61.0	61.0	61.5	61.5	61.5	61.6	61.6
71.00	61.0	61.0	61.5	61.5	61.5	61.5	61.6
71.50	61.0	61.0	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5
72.00	61.0	61.0	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5
72.50	61.0	61.0	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5
73.00	61.0	61.0	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5
73.50	60.9	61.0	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5
74.00	60.9	61.0	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5
74.50	60.9	60.9	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5
75.00	60.9	60.9	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5

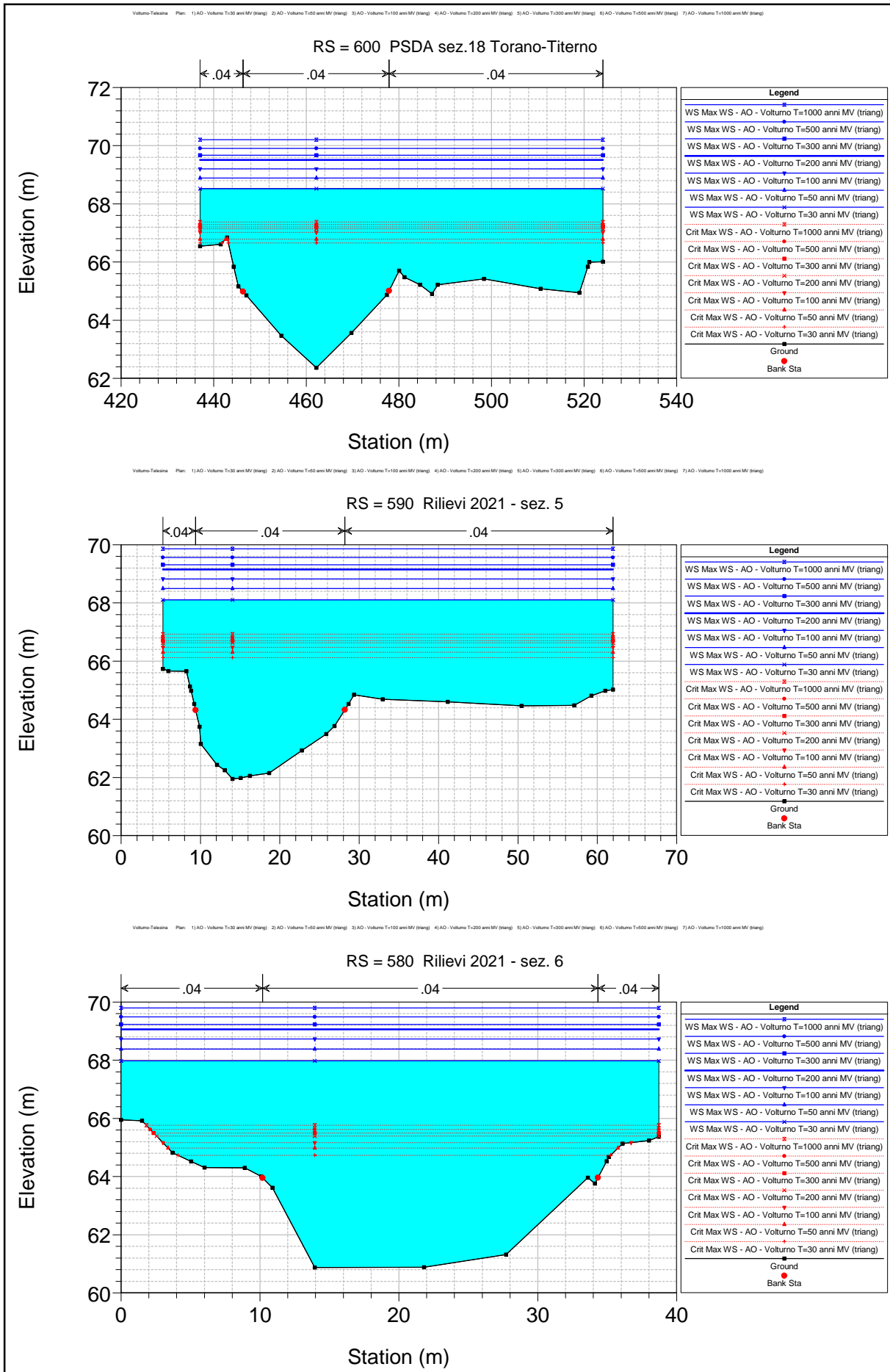
11.1.2 FIUME VOLTURNO ANTE OPERAM

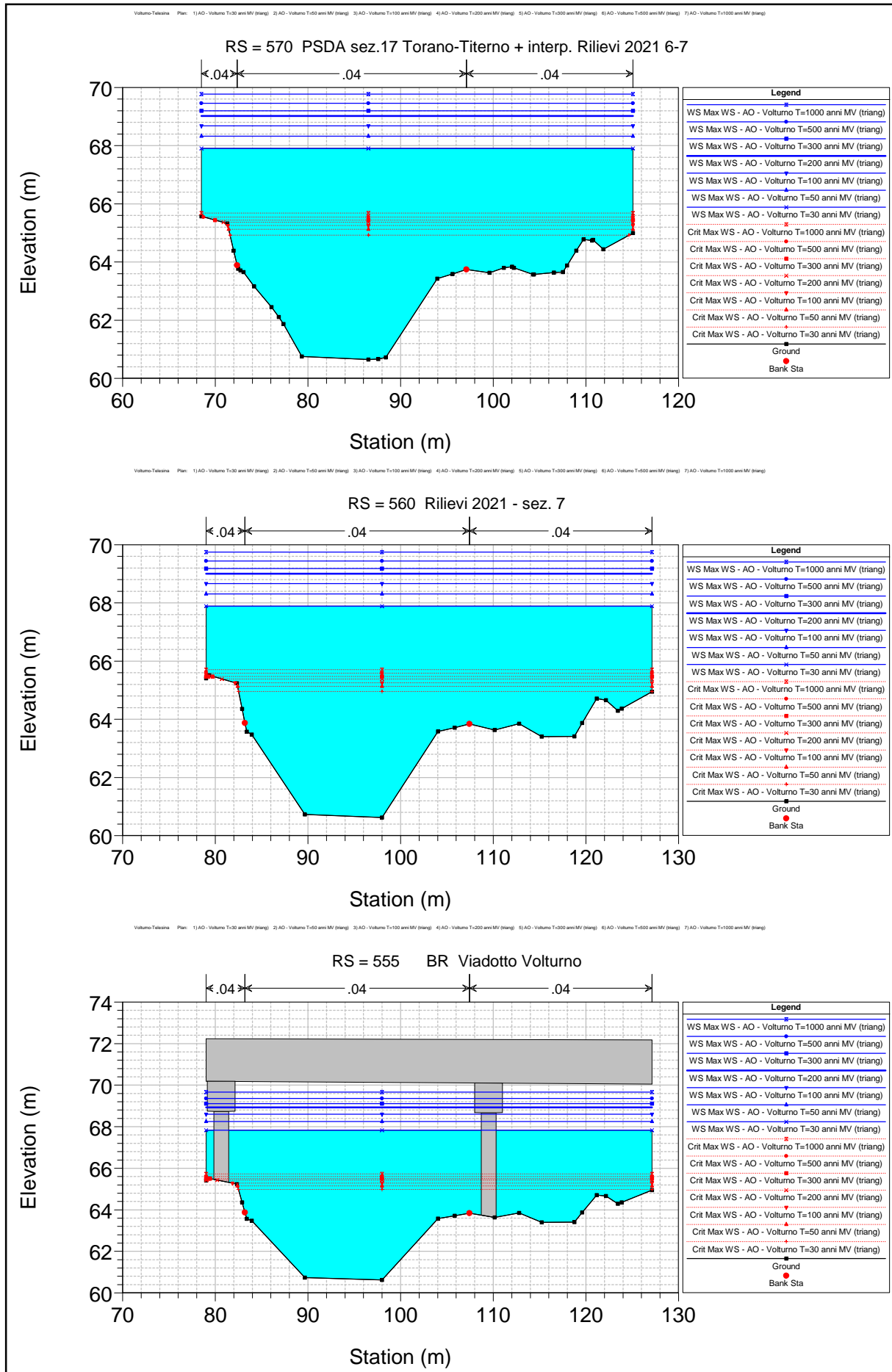
Si riportano le sezioni 1D e la tabella dei risultati del modello idraulico in moto vario del Fiume Volturmo nella condizione ante-operam, considerando i tempi di ritorno di 30, 50, 100, 200, 300, 500 e 1000 anni.

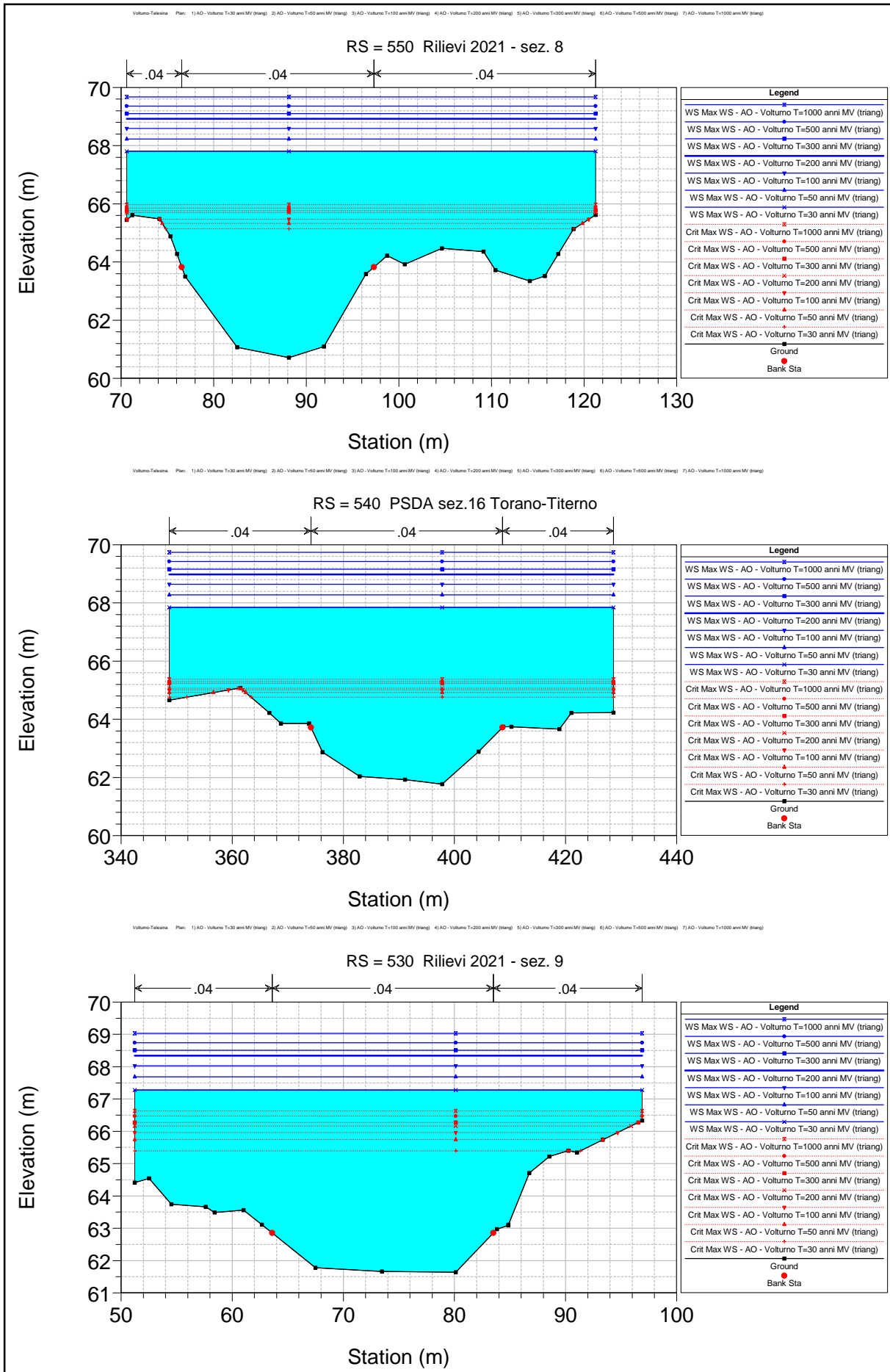


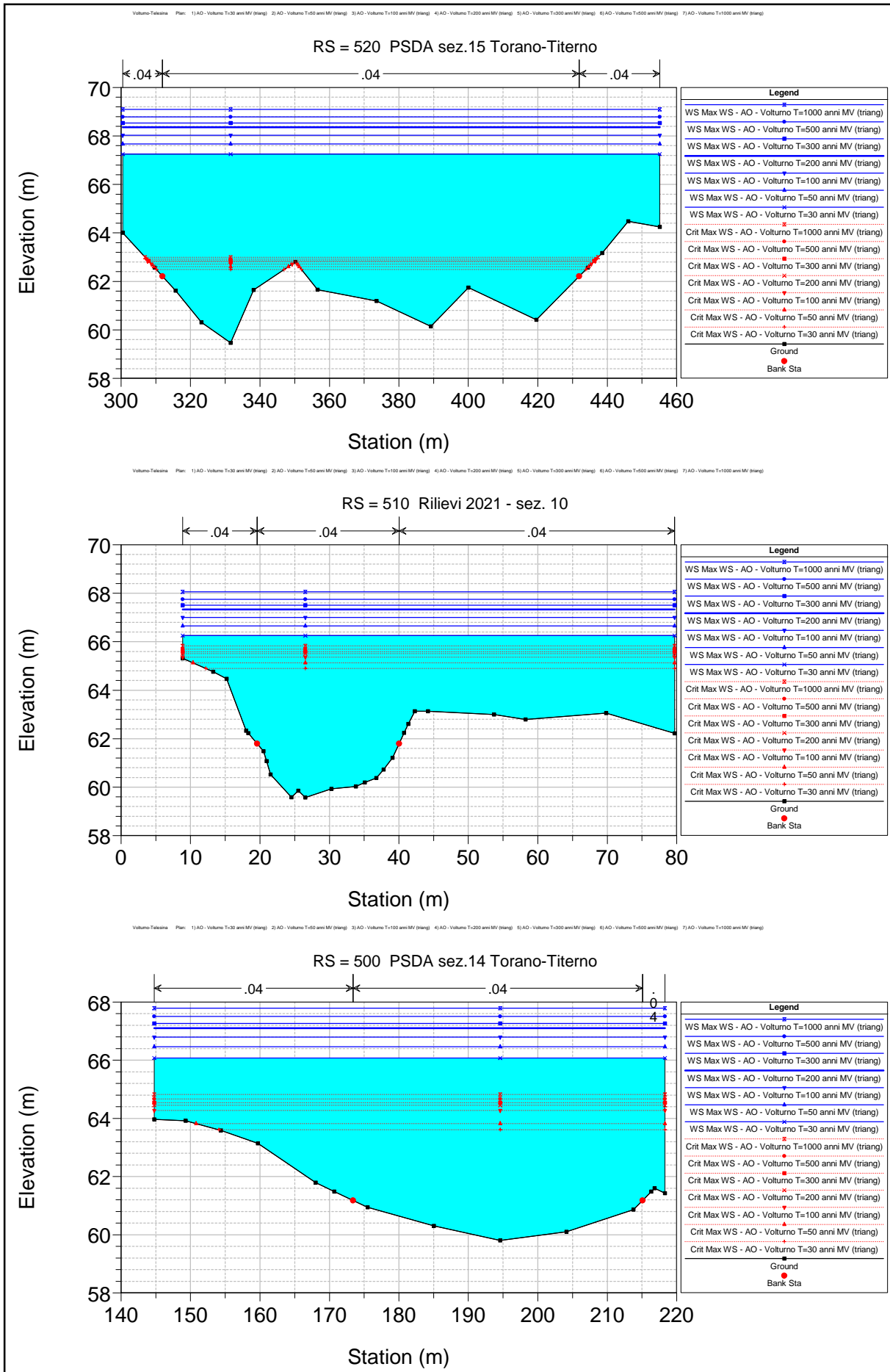


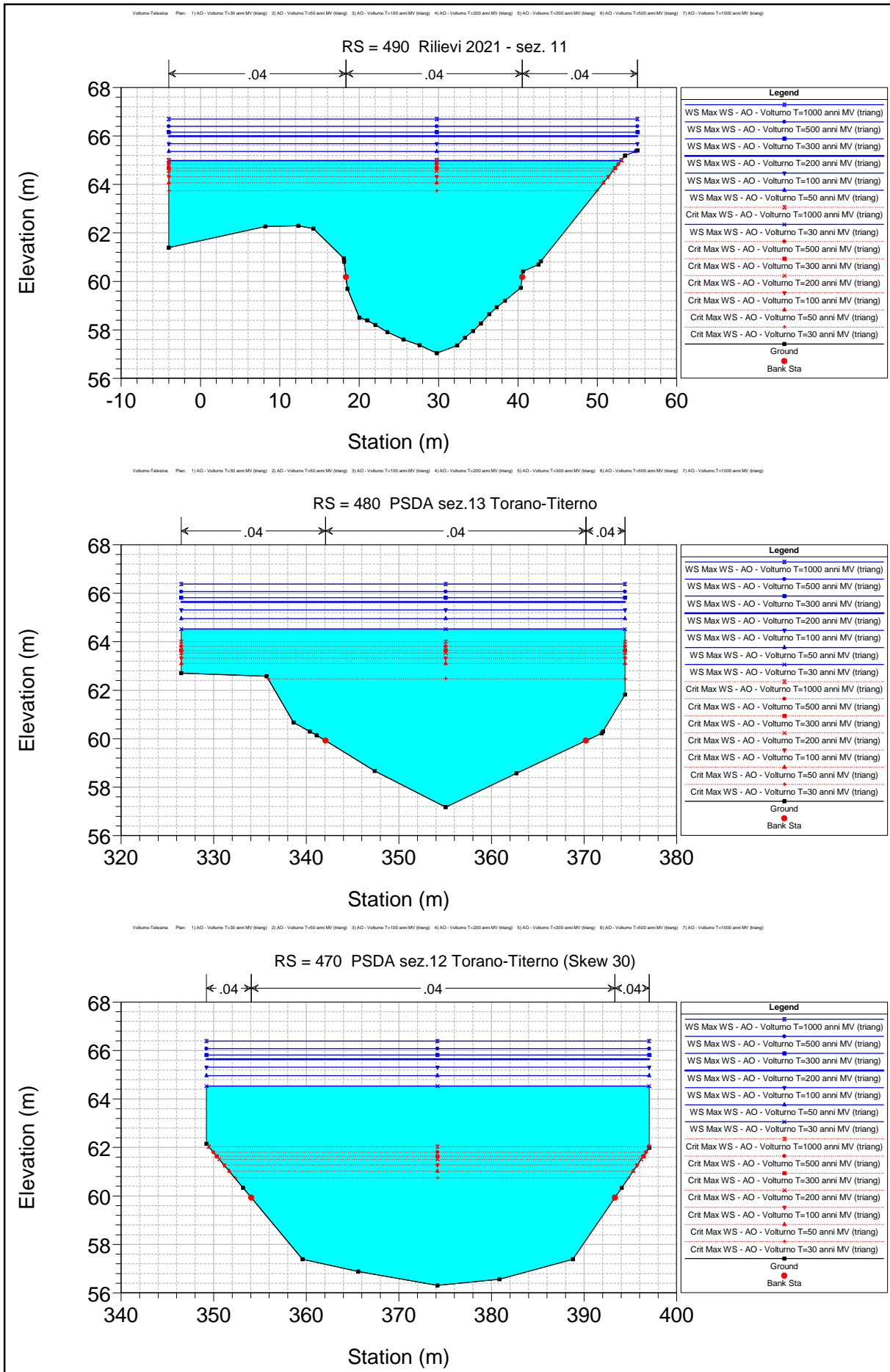


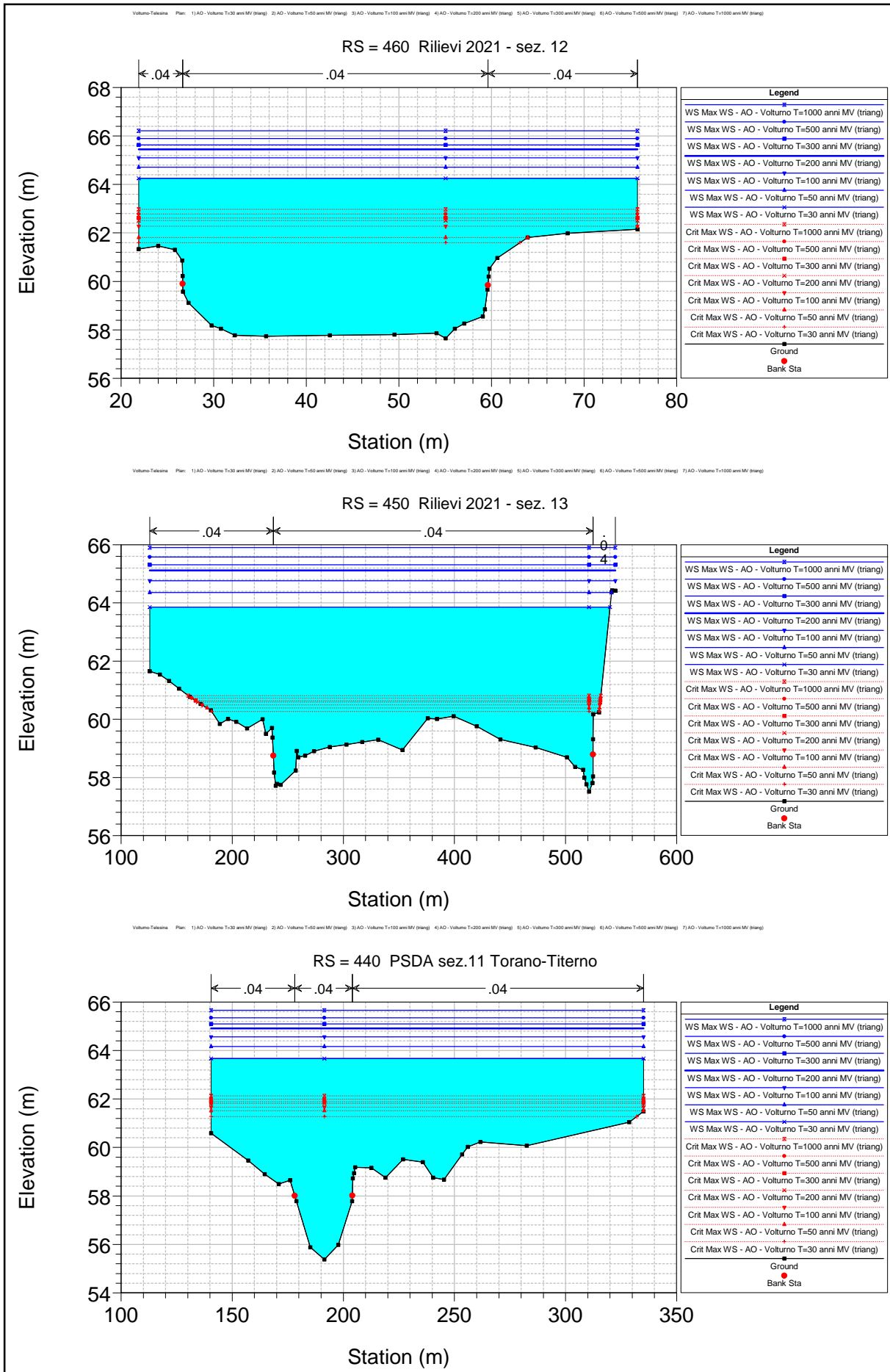


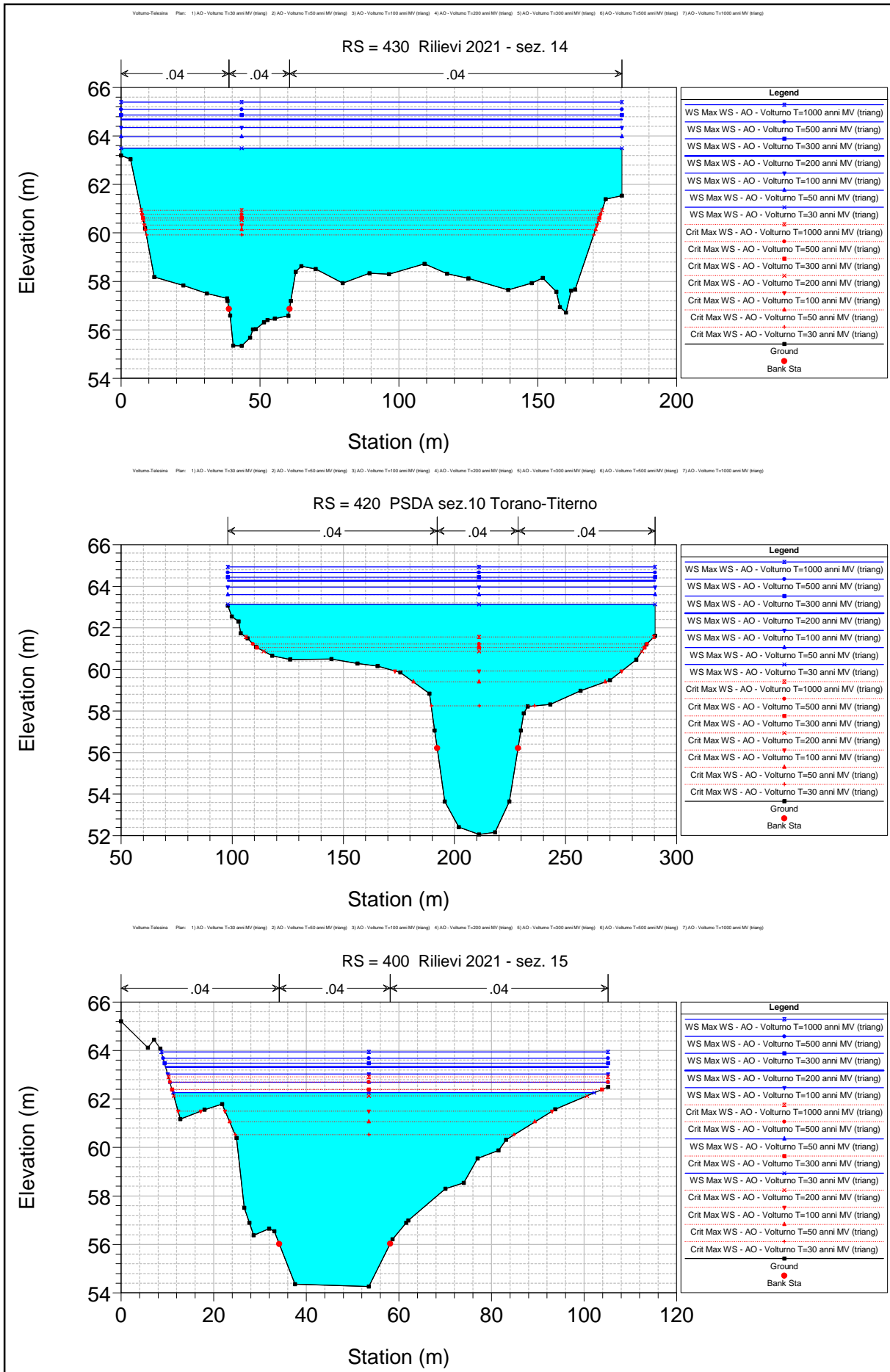


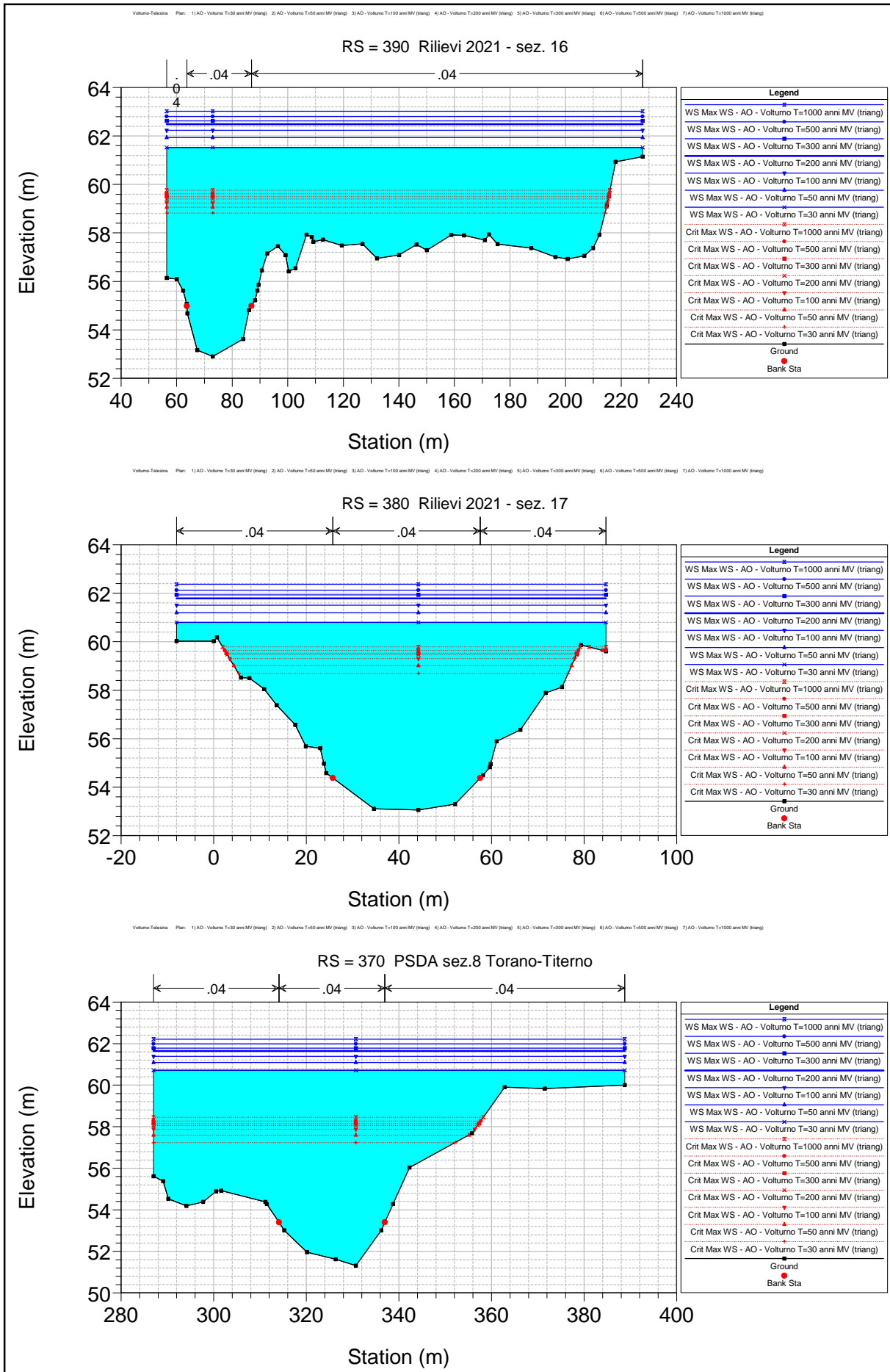


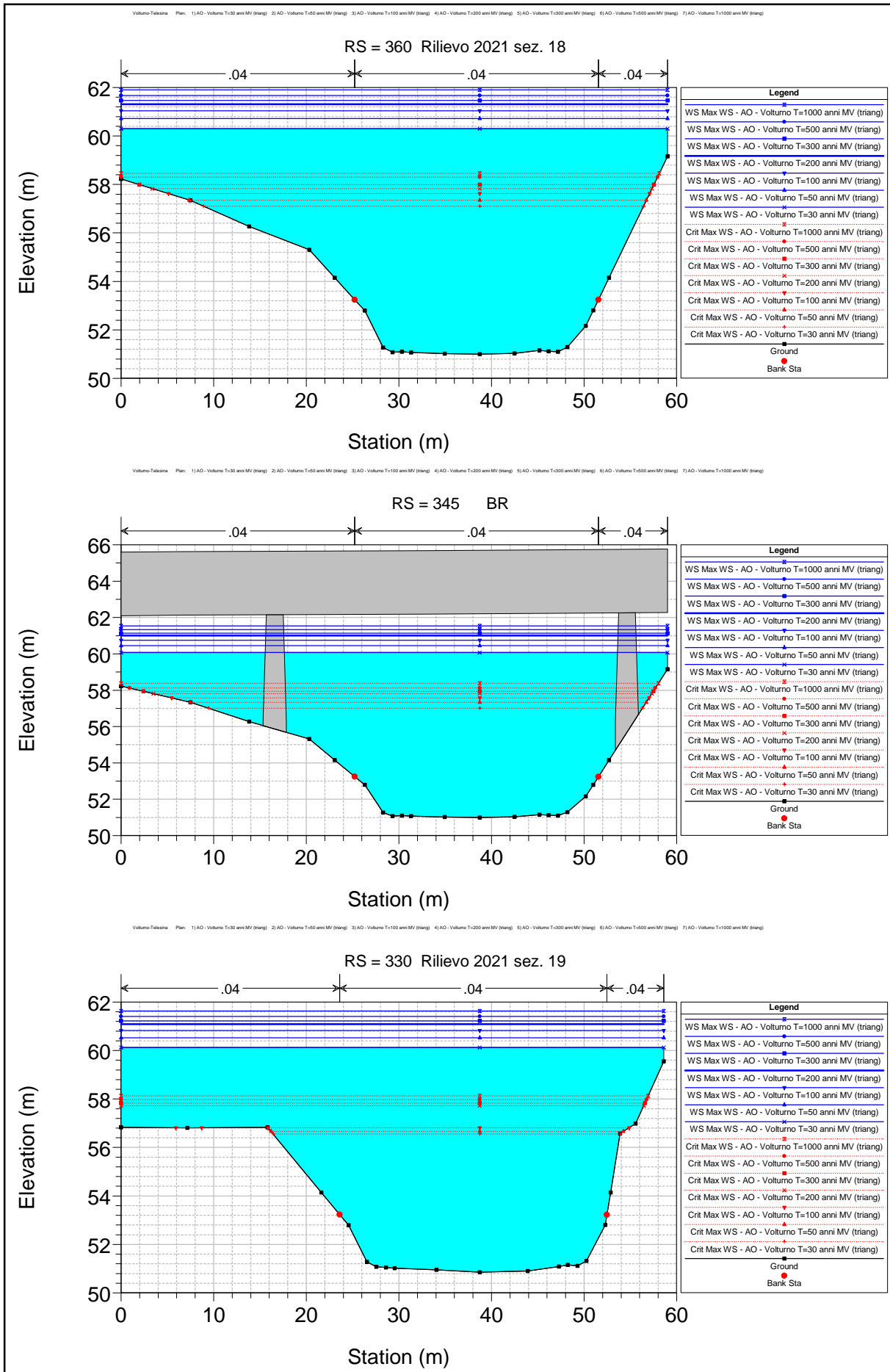


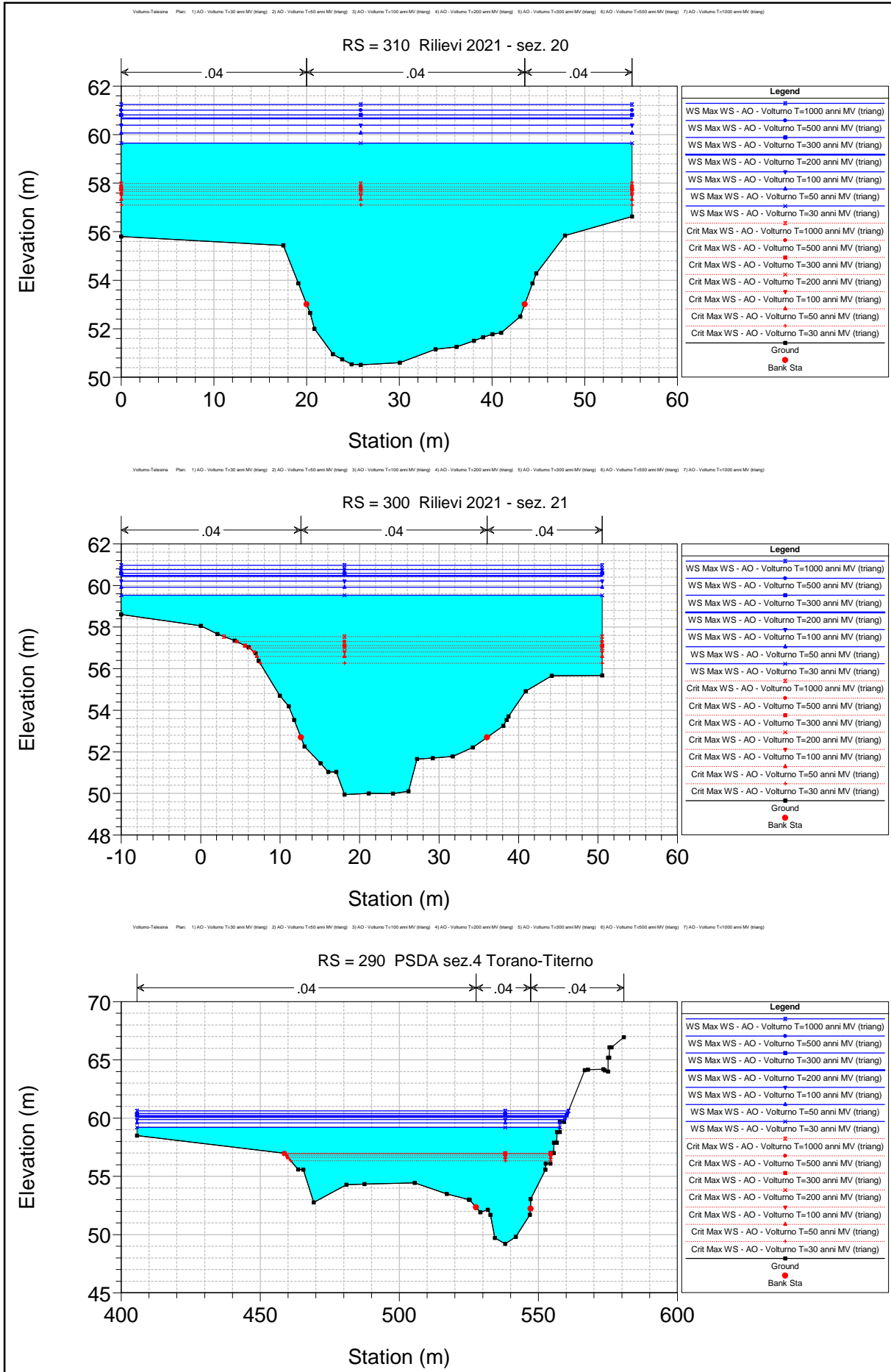


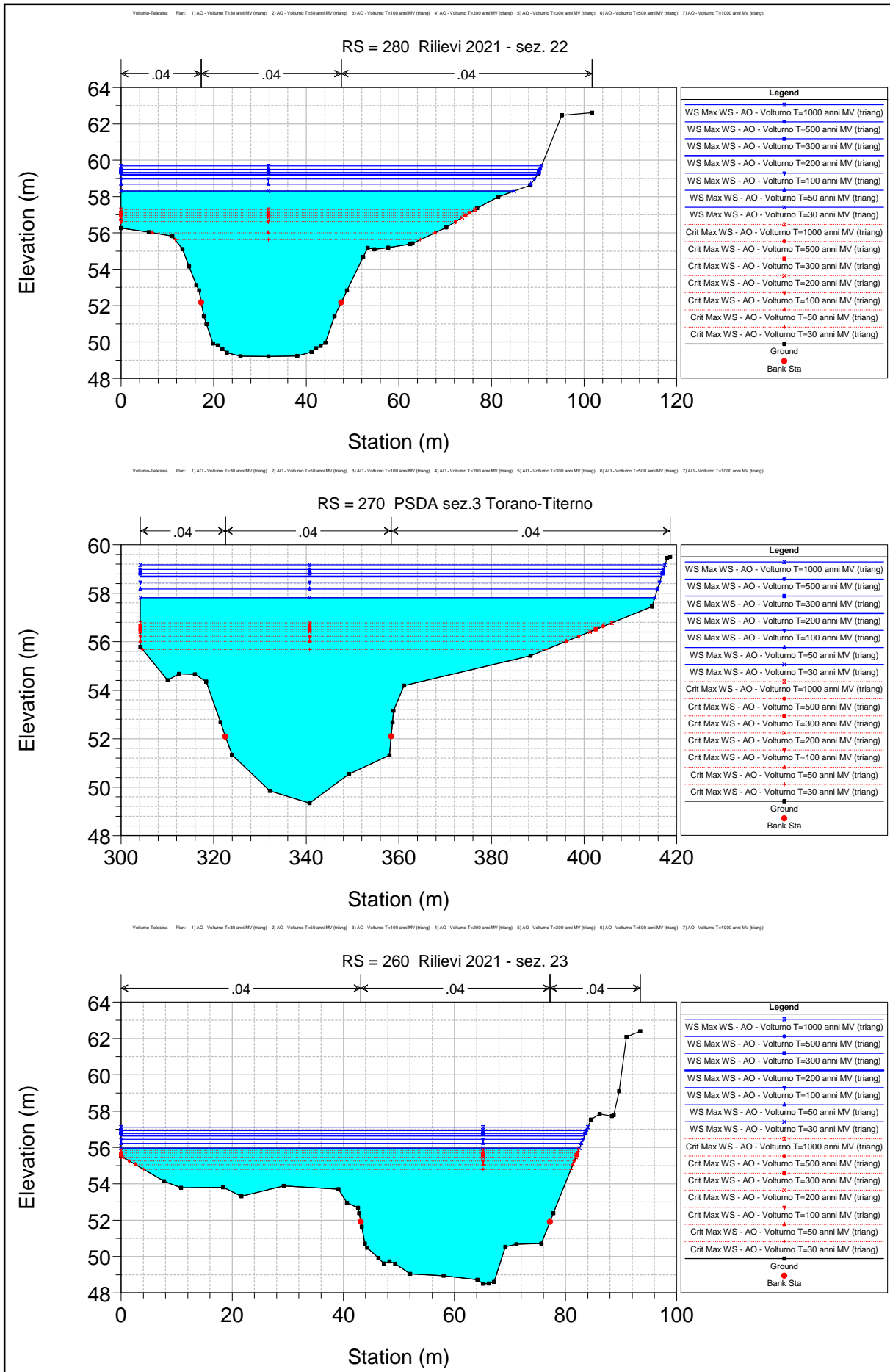


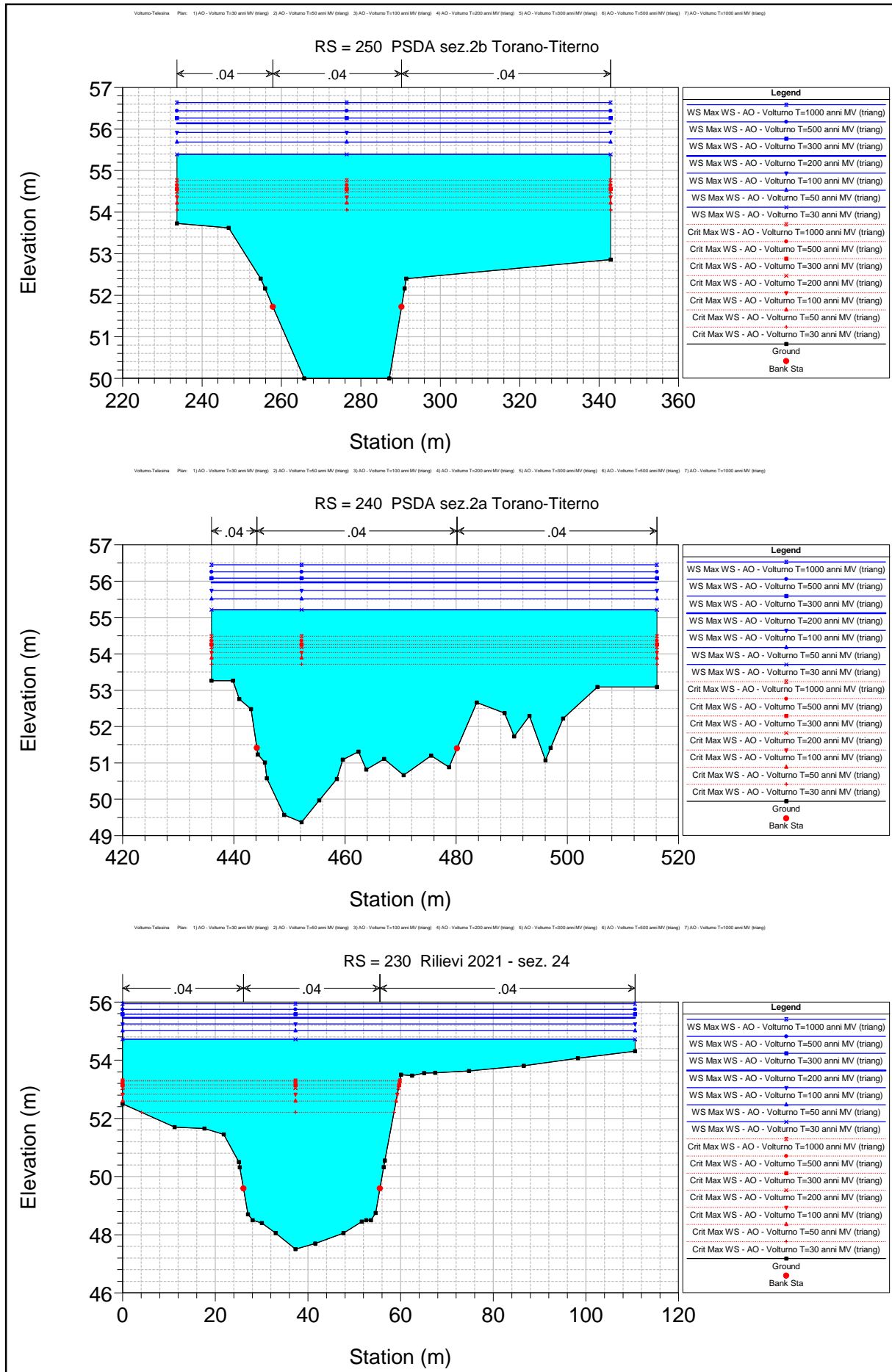


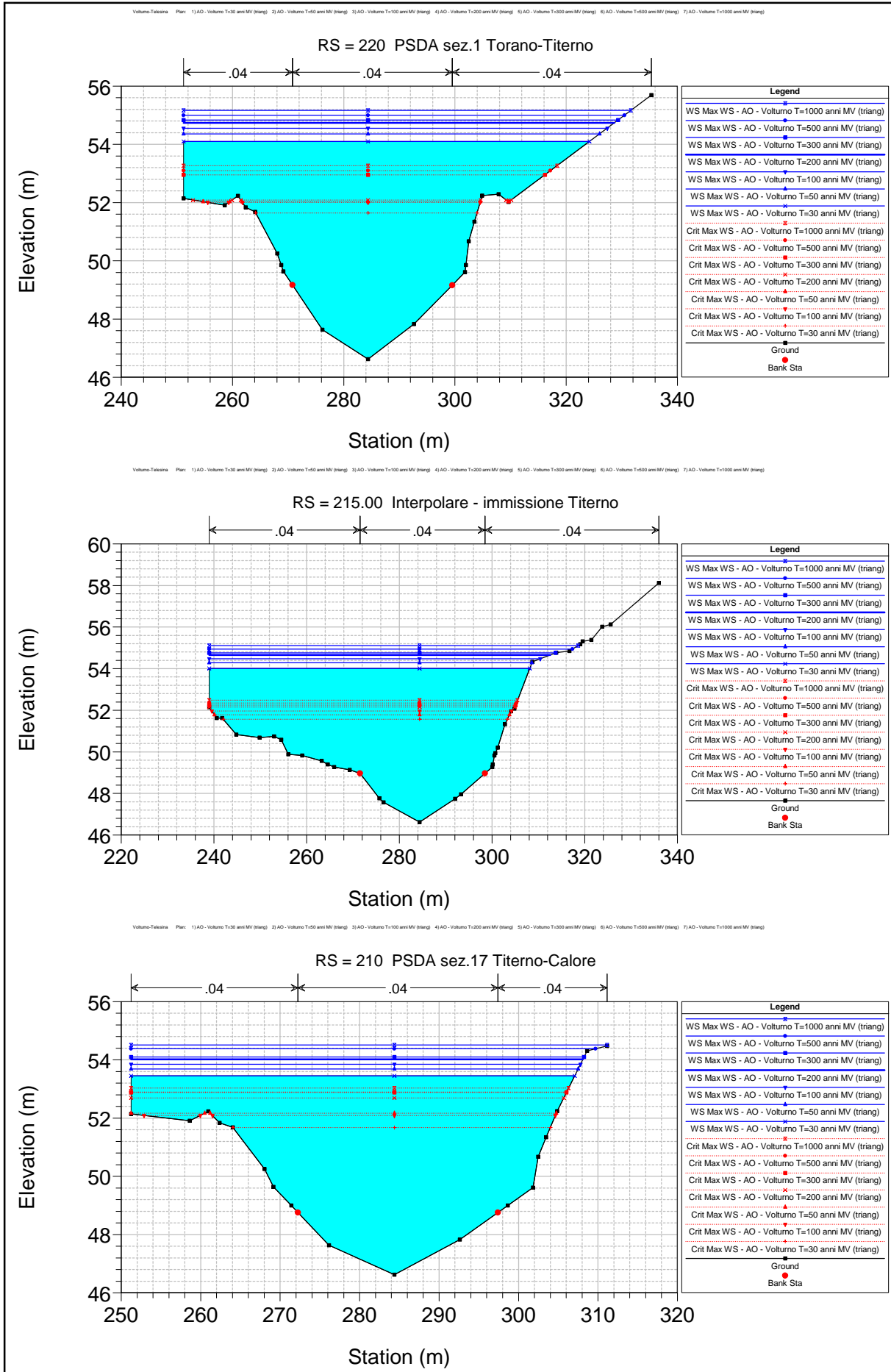


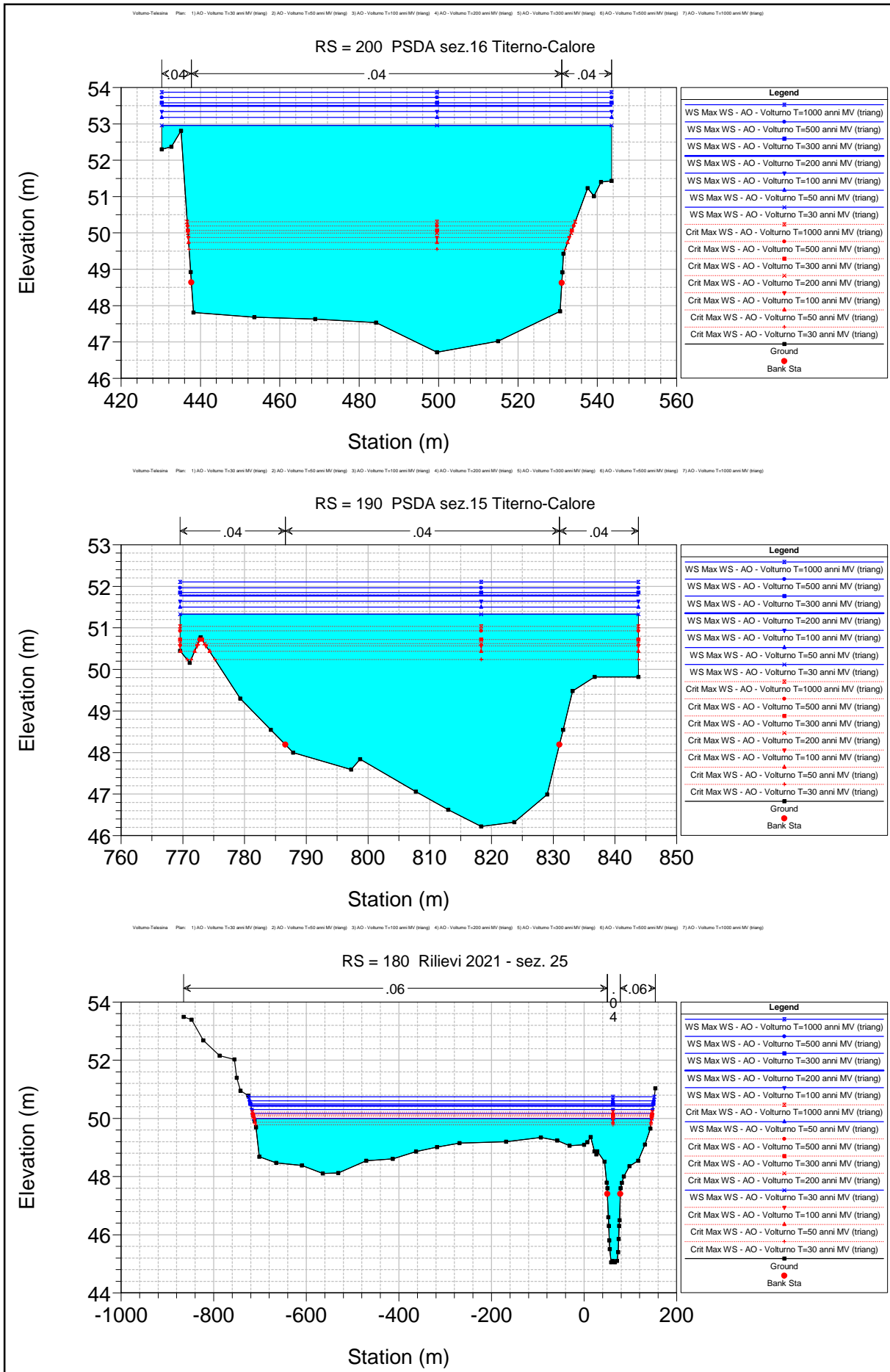


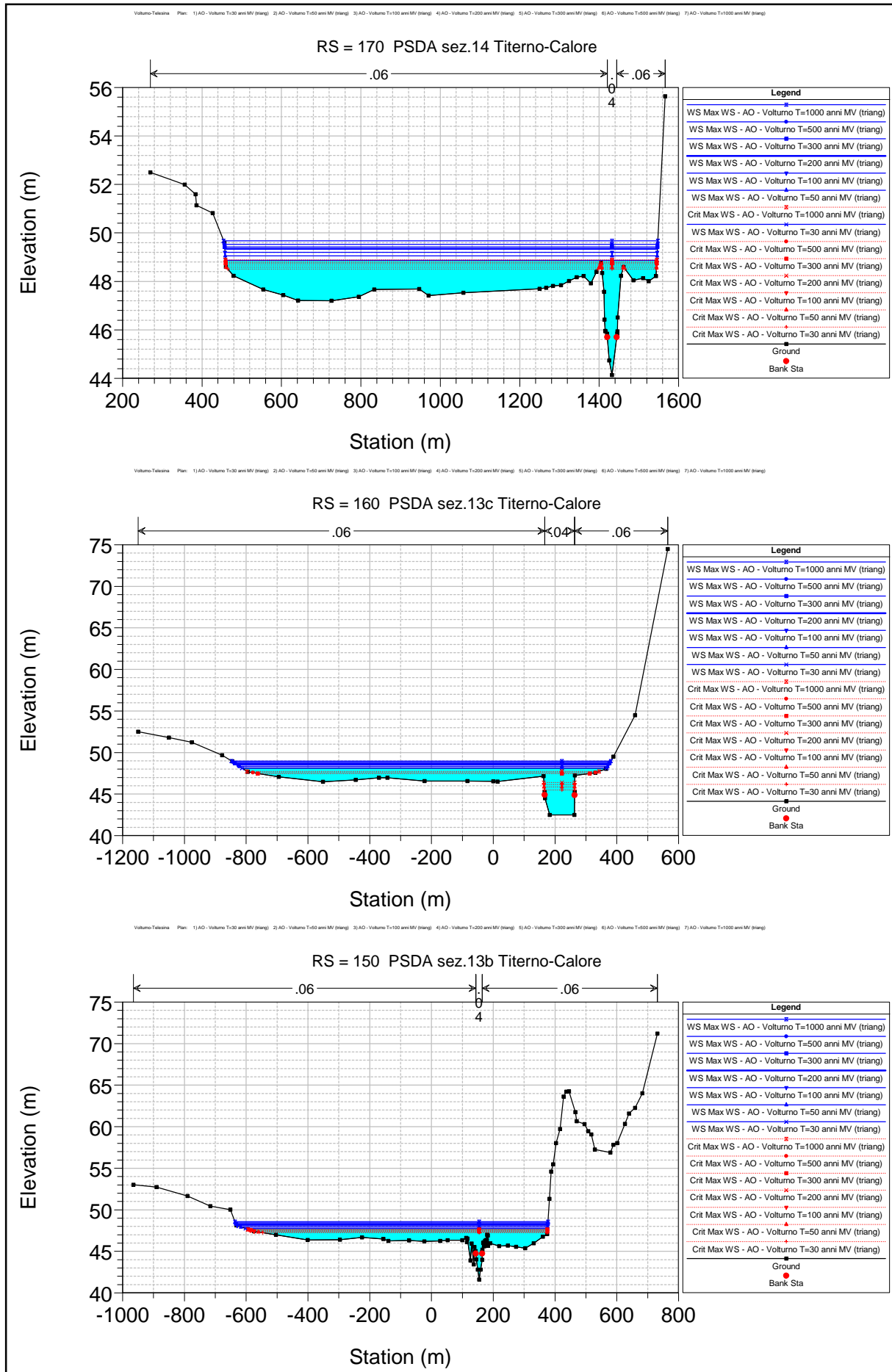


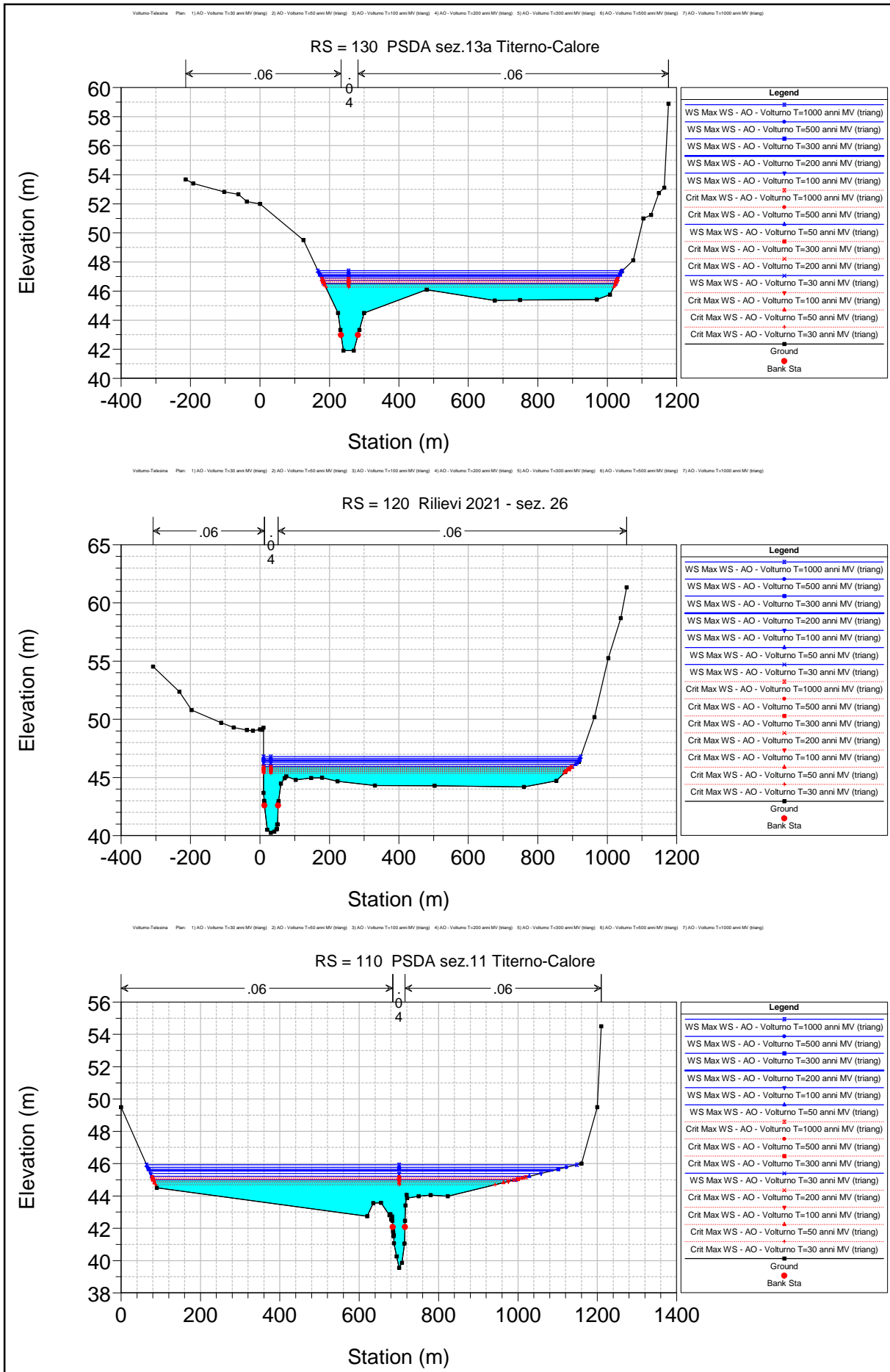


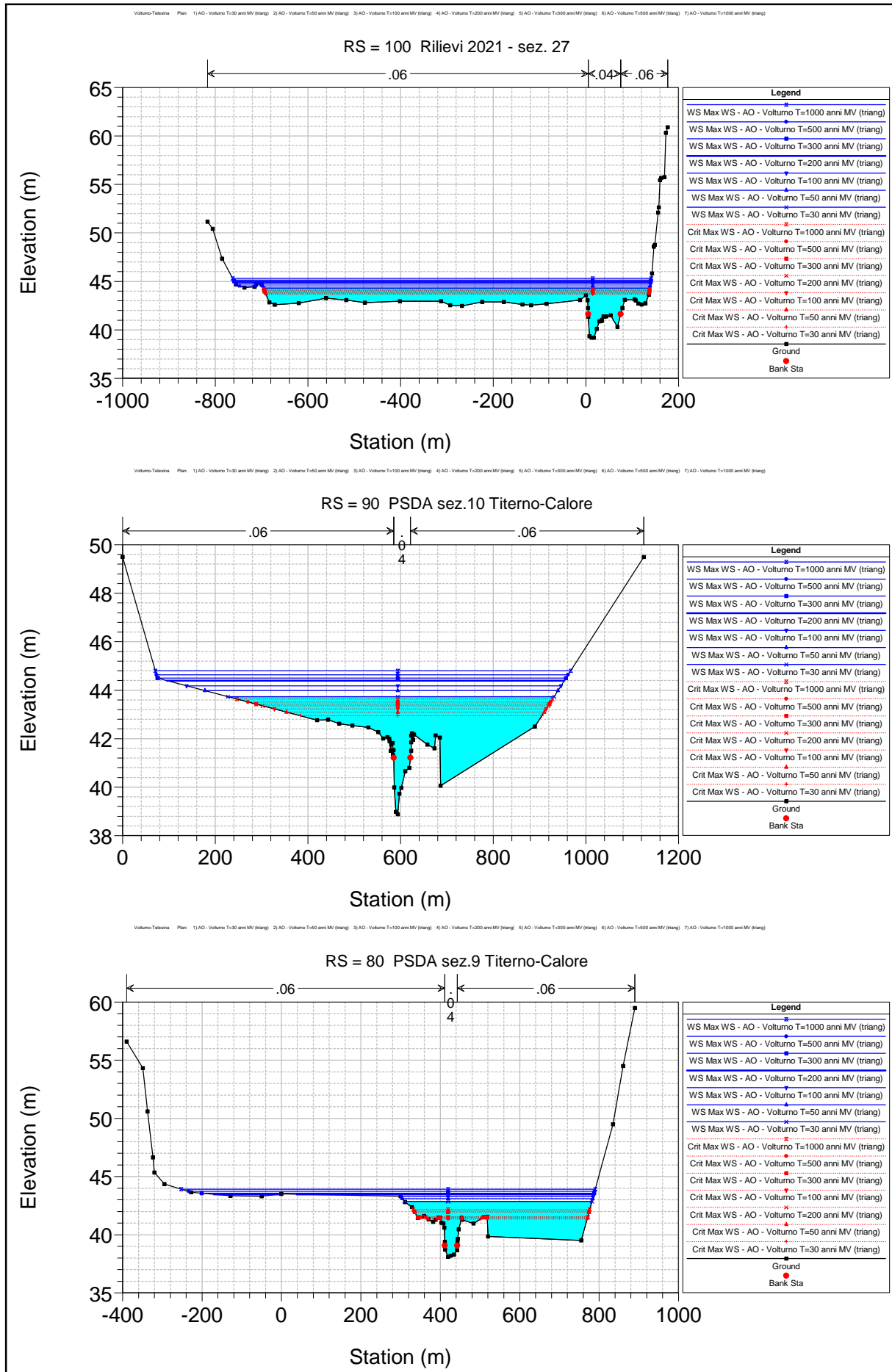


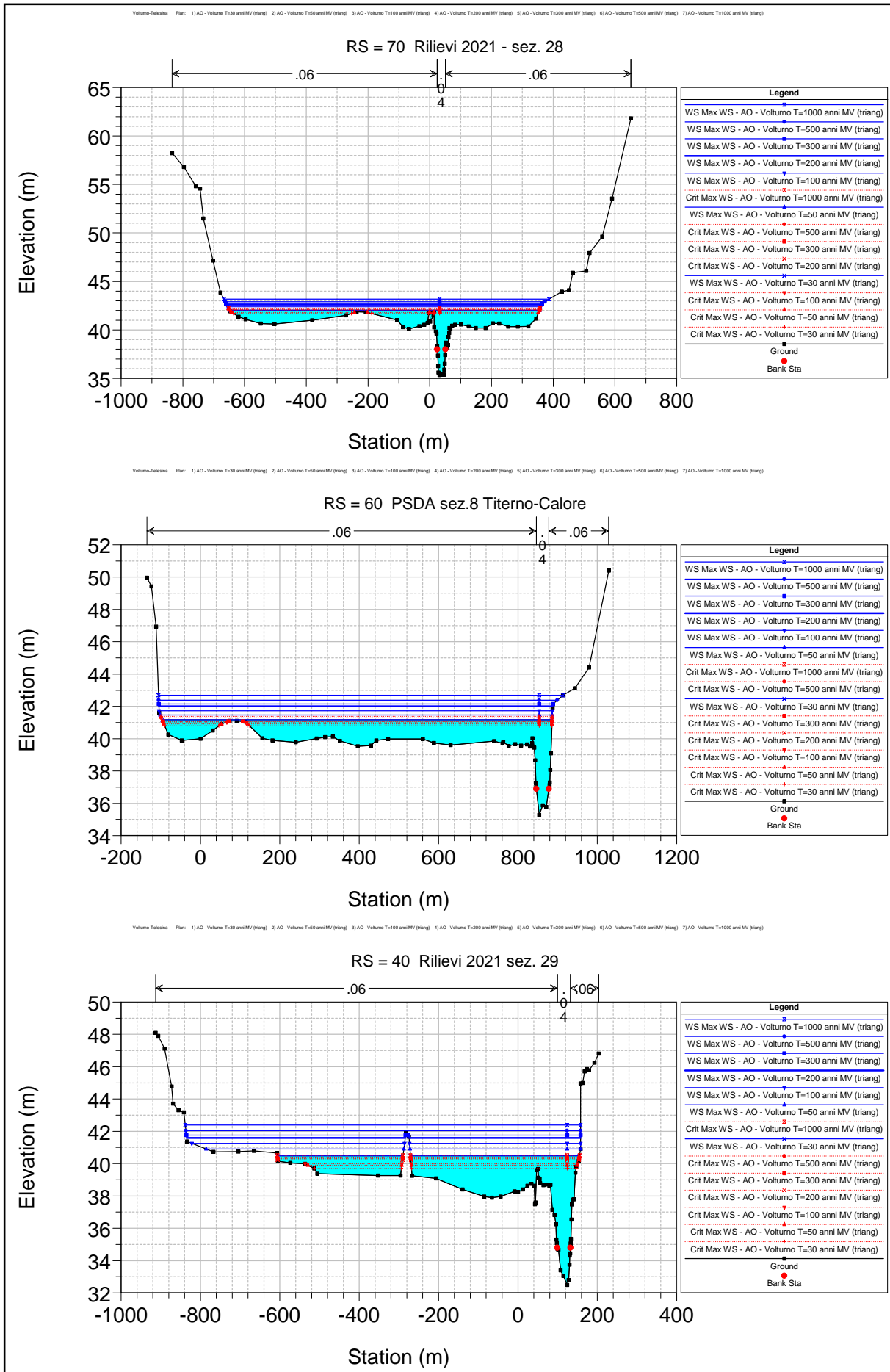






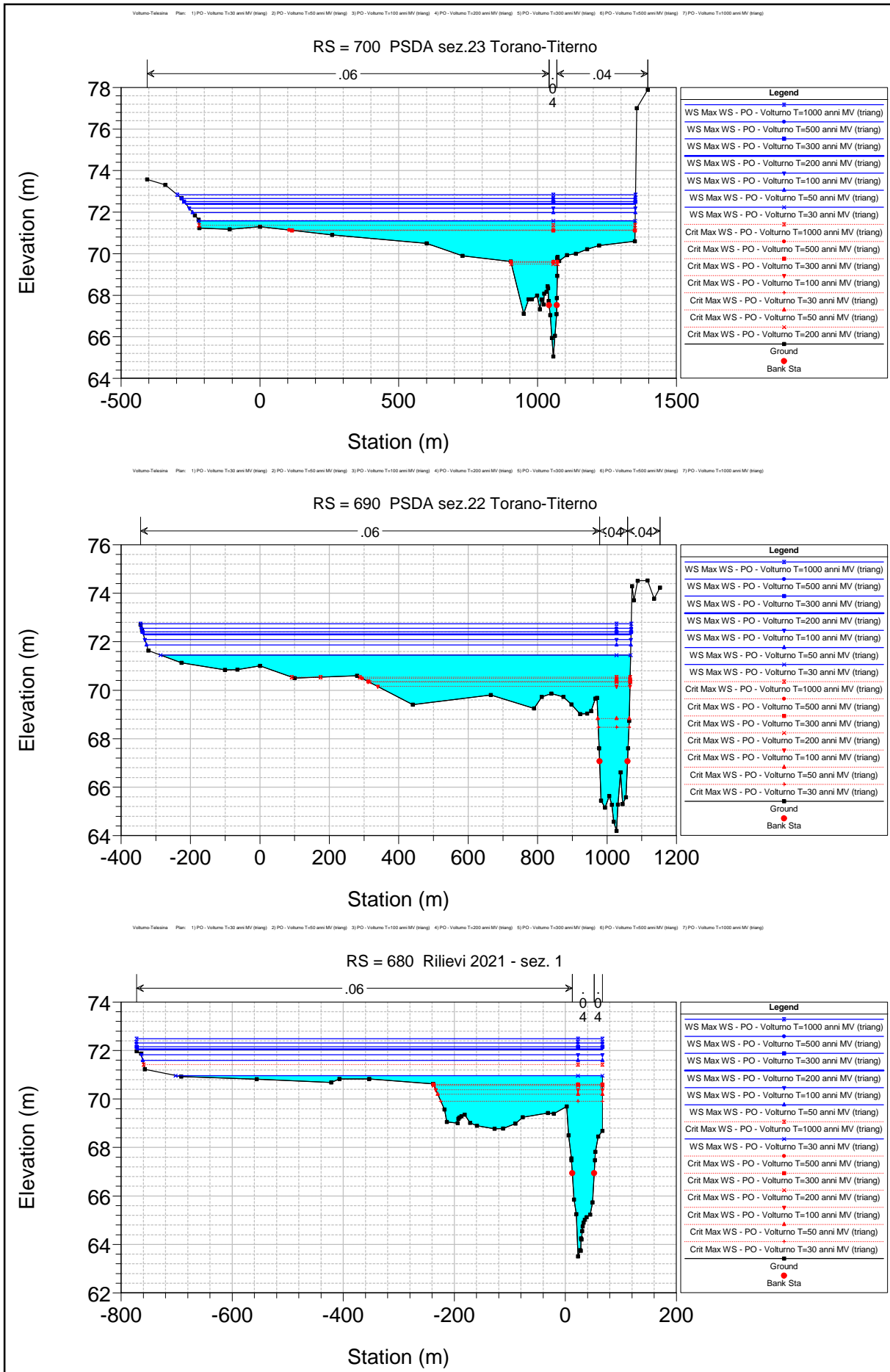


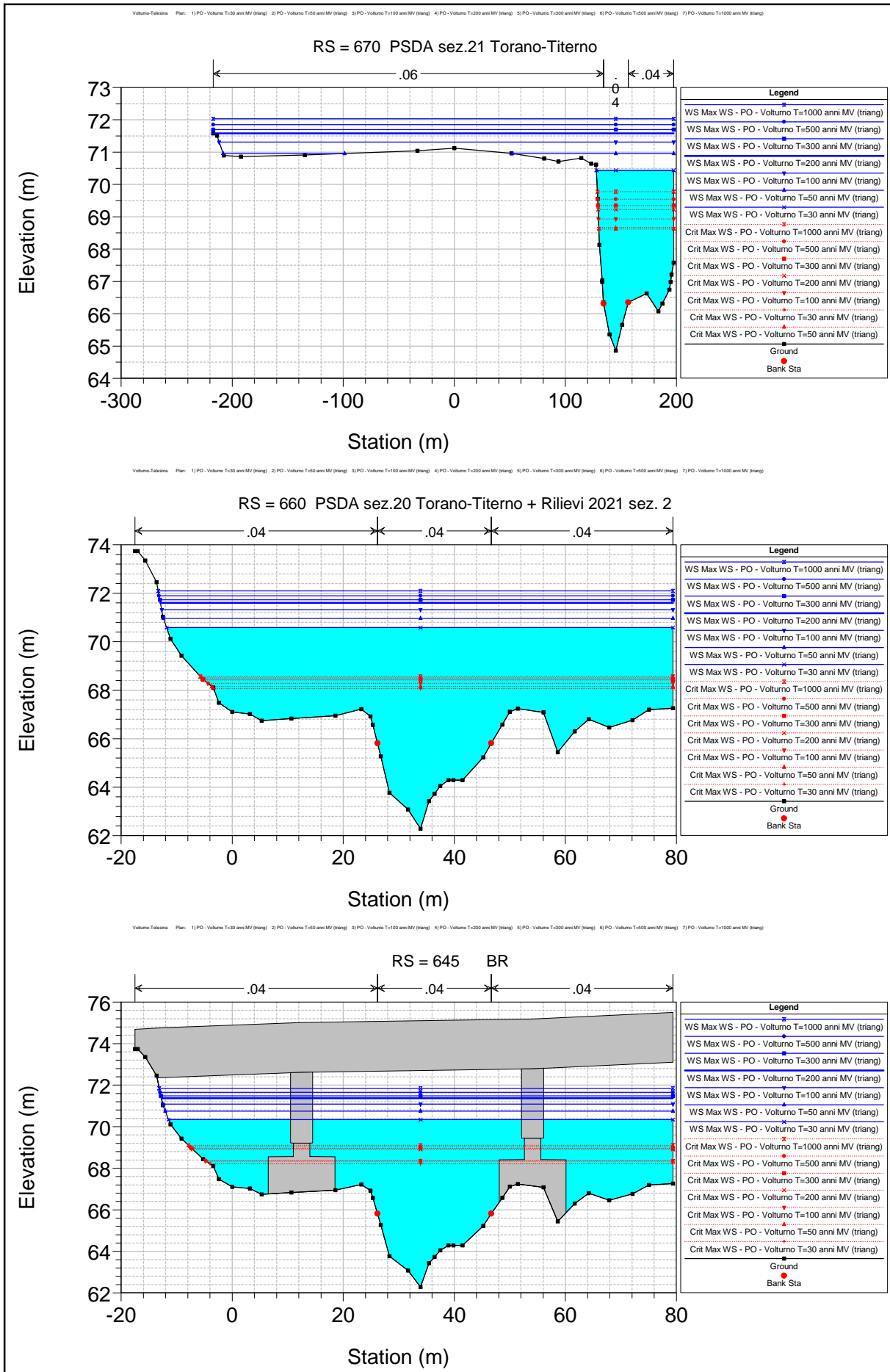


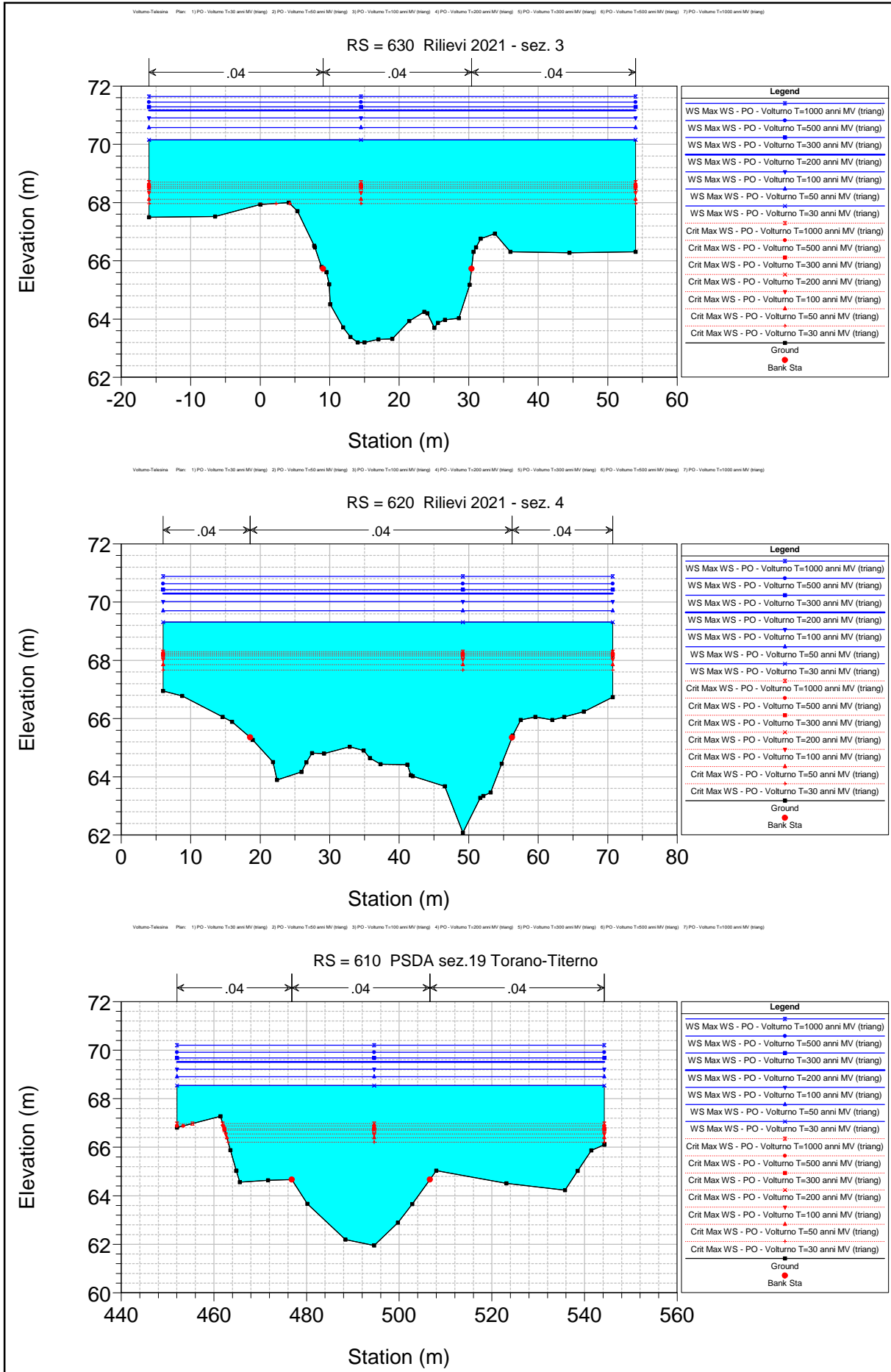


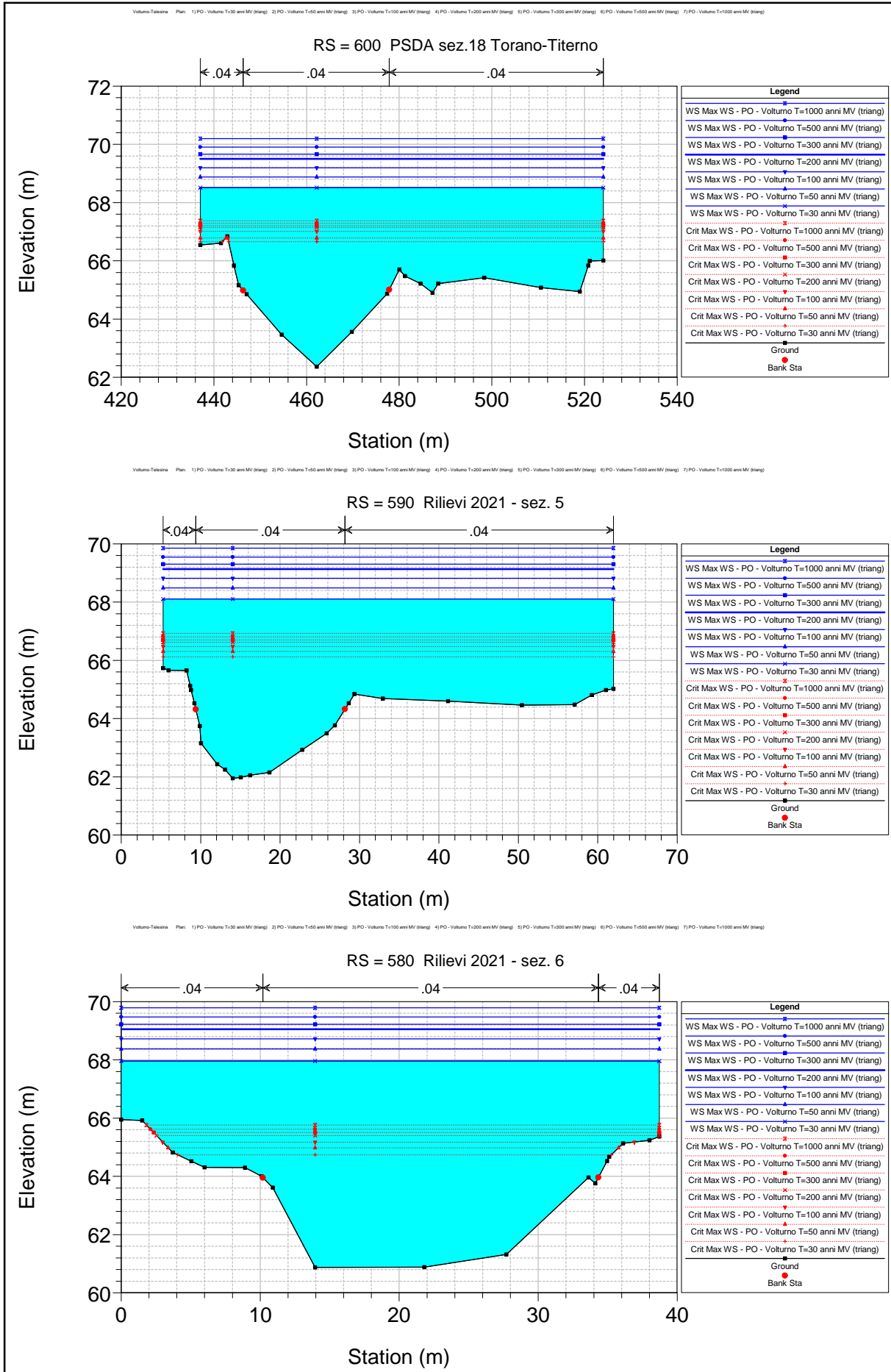
11.1.3 FIUME VOLTURNO POST OPERAM

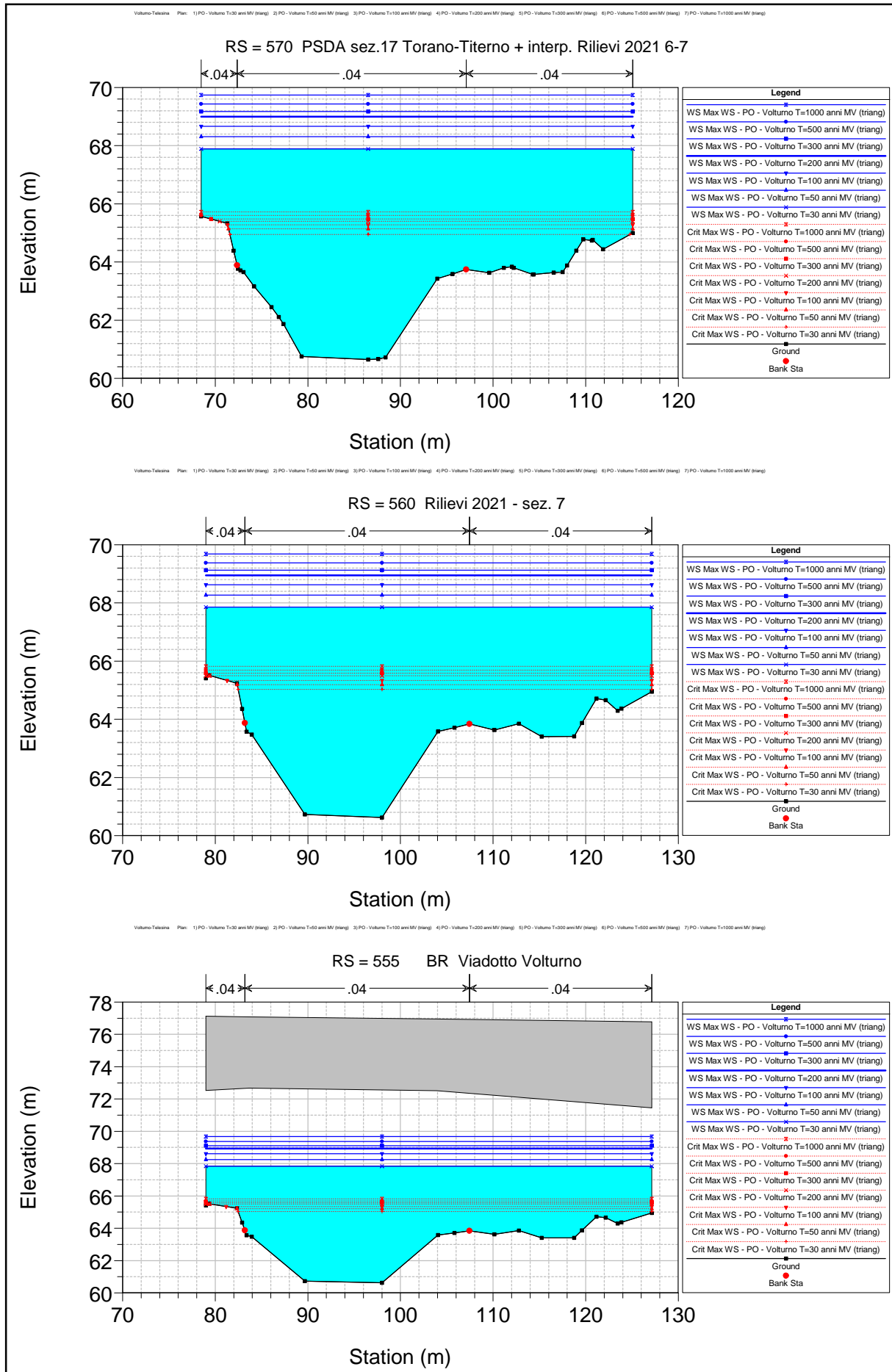
Si riportano le sezioni 1D e la tabella dei risultati del modello idraulico in moto vario del Fiume Volturno nella condizione post-operam, considerando i tempi di ritorno di 30, 50, 100, 200, 300, 500 e 1000 anni.

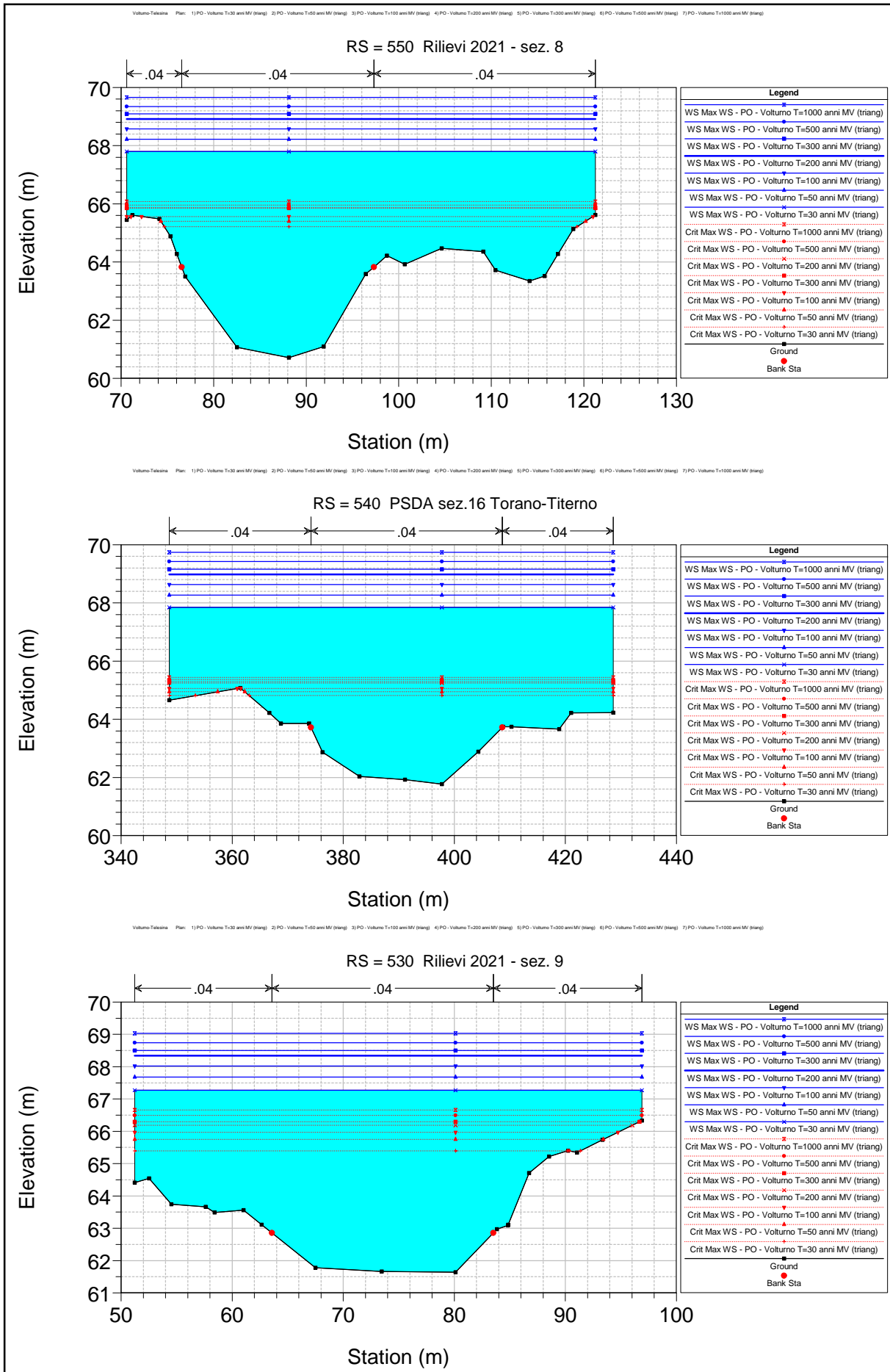


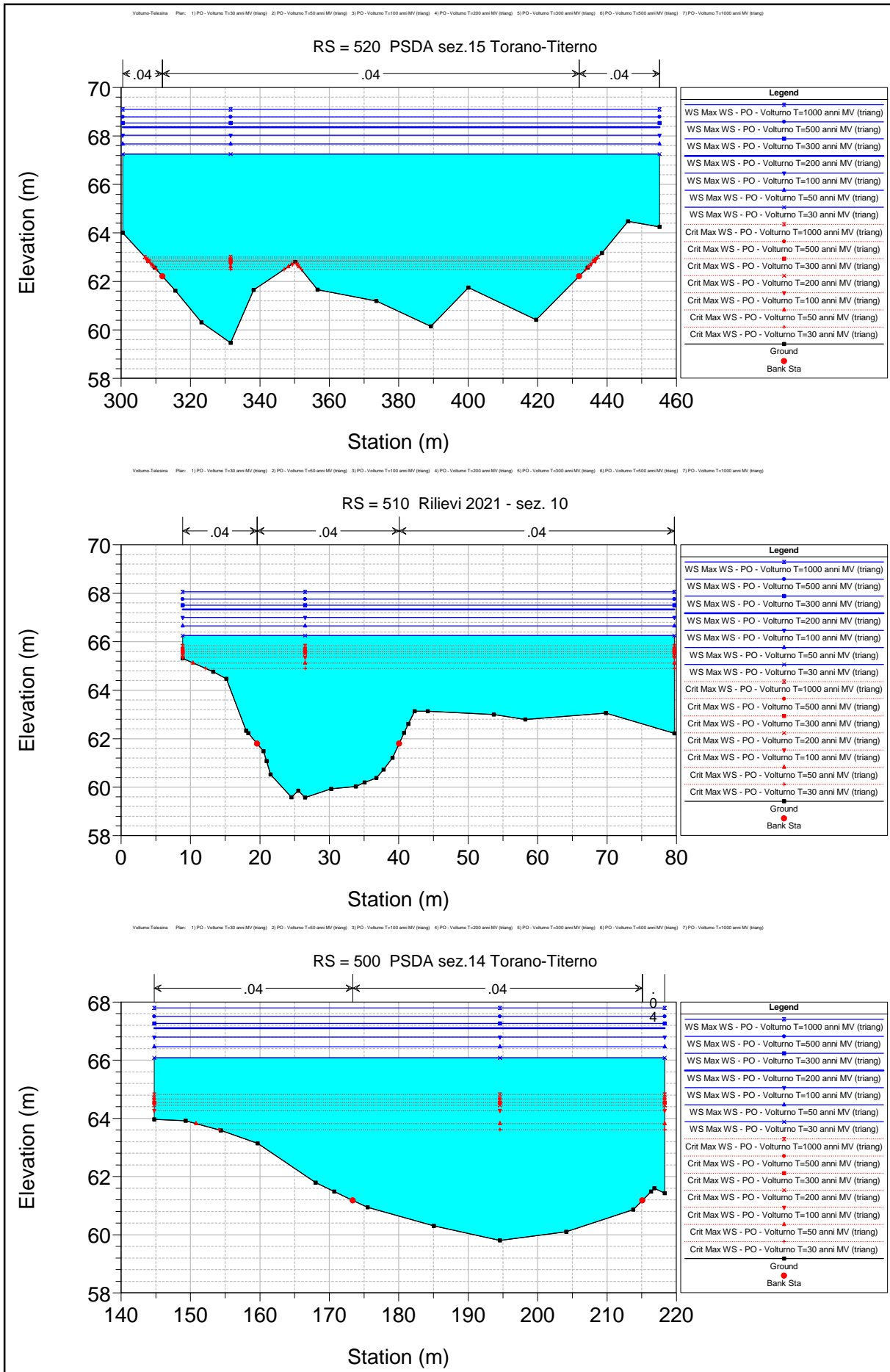




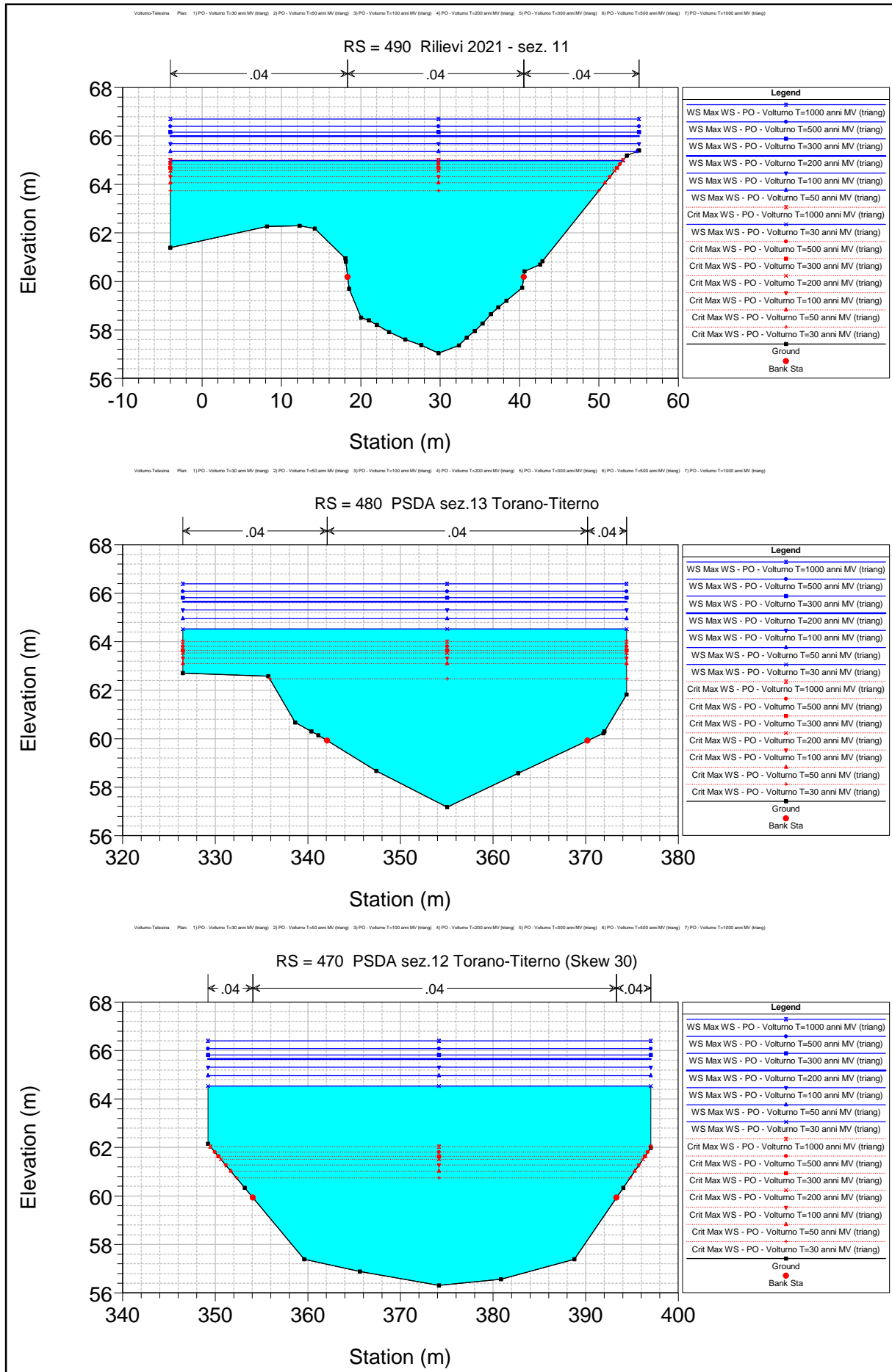


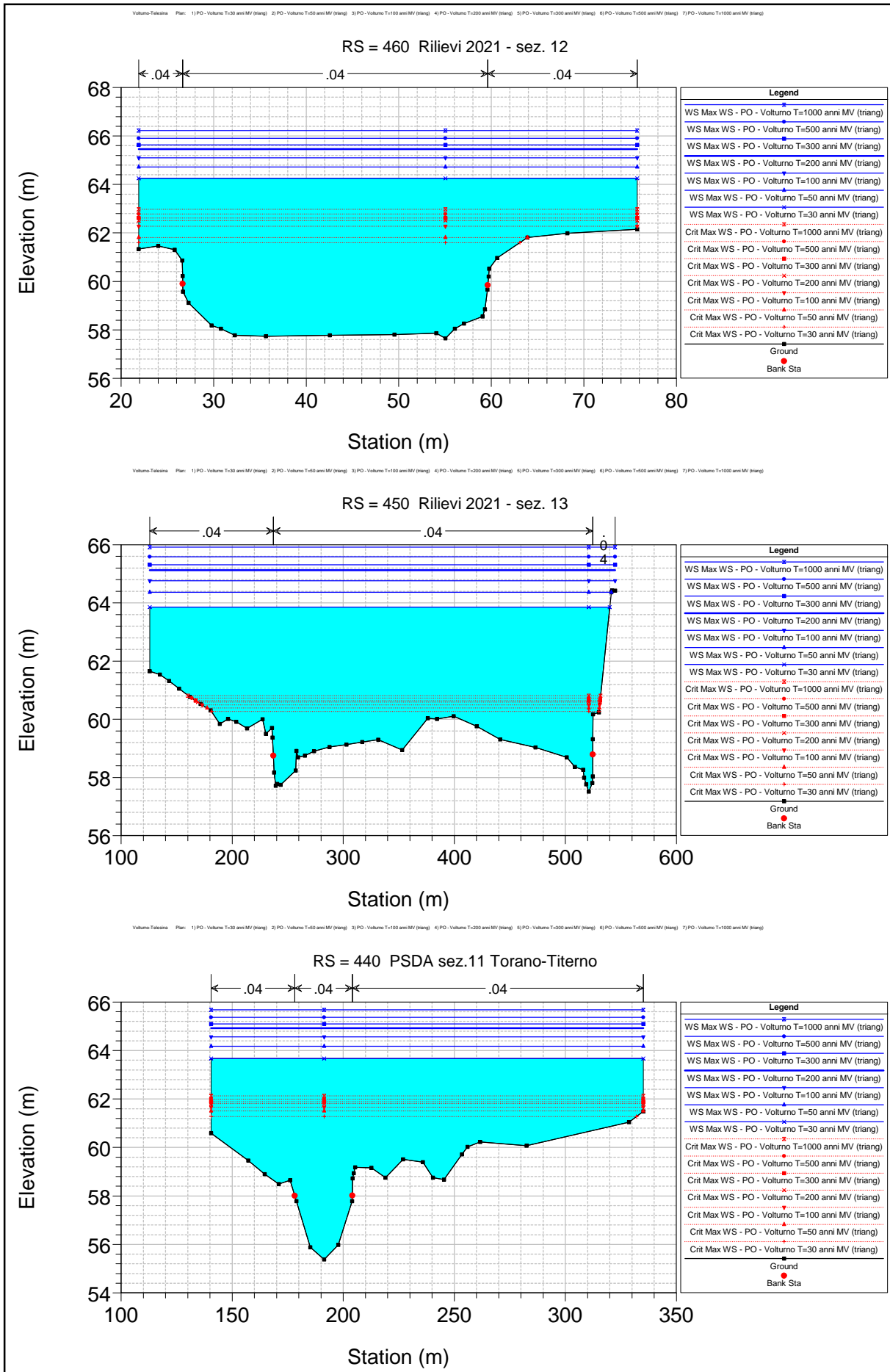


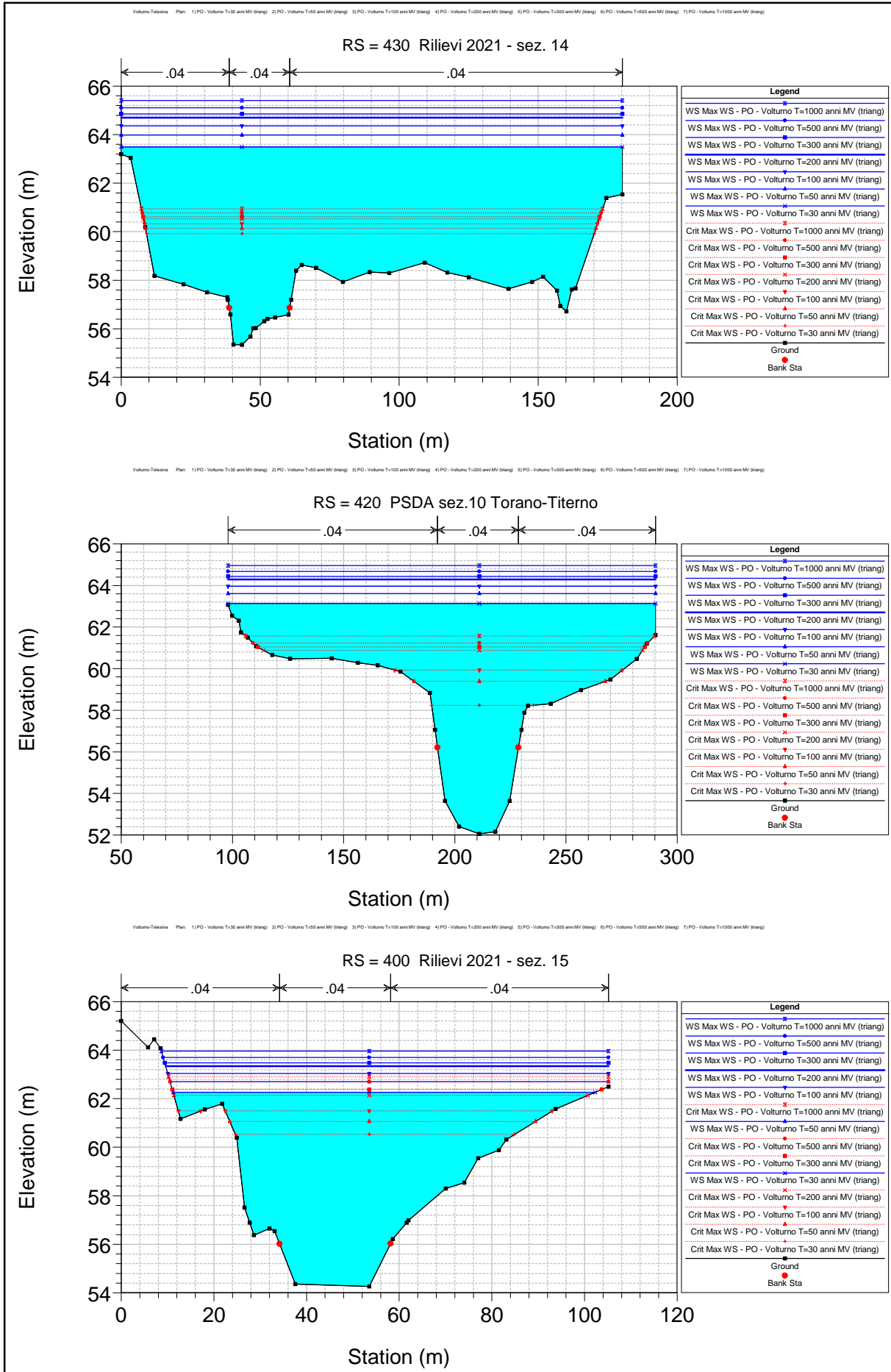


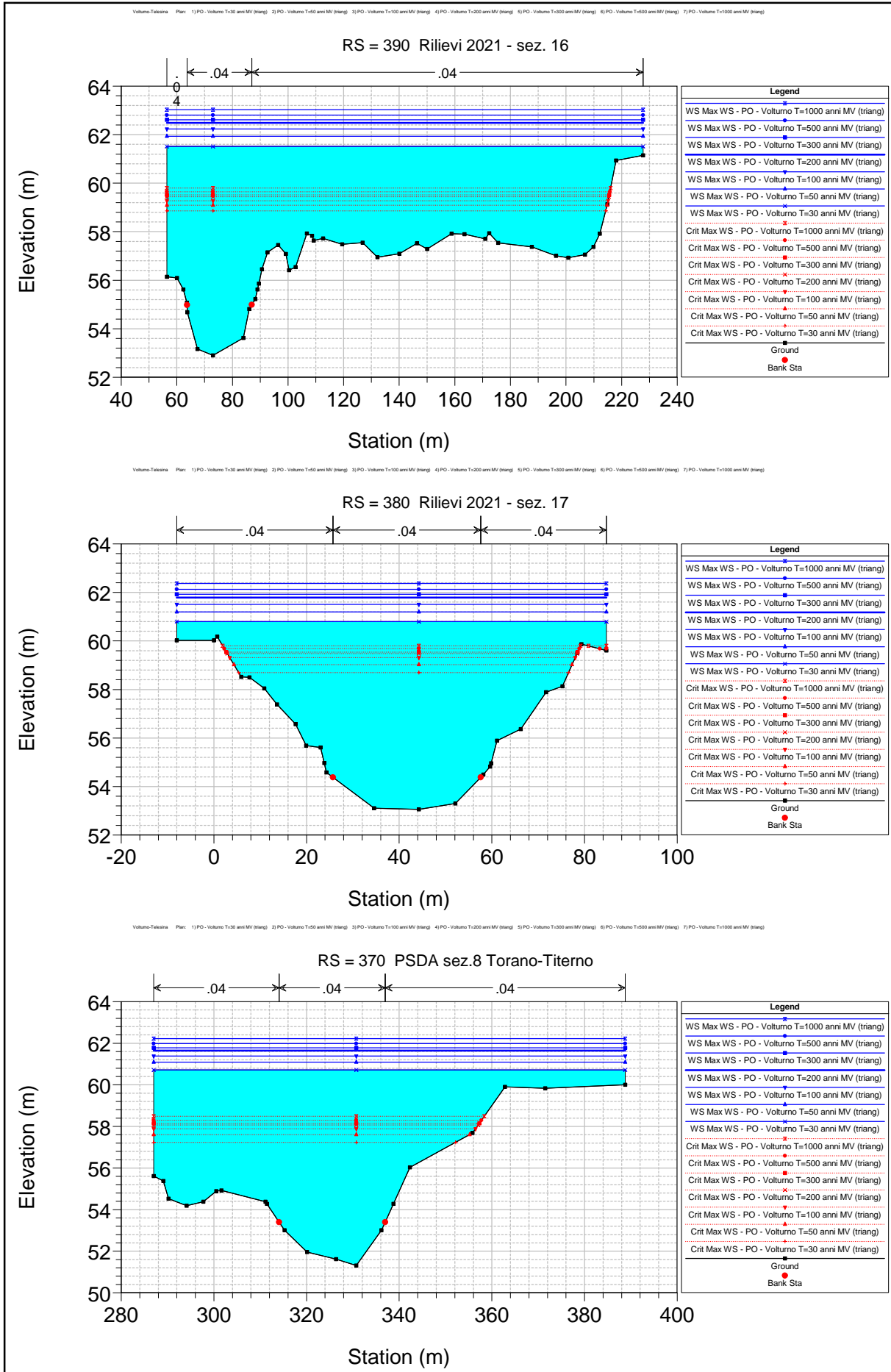


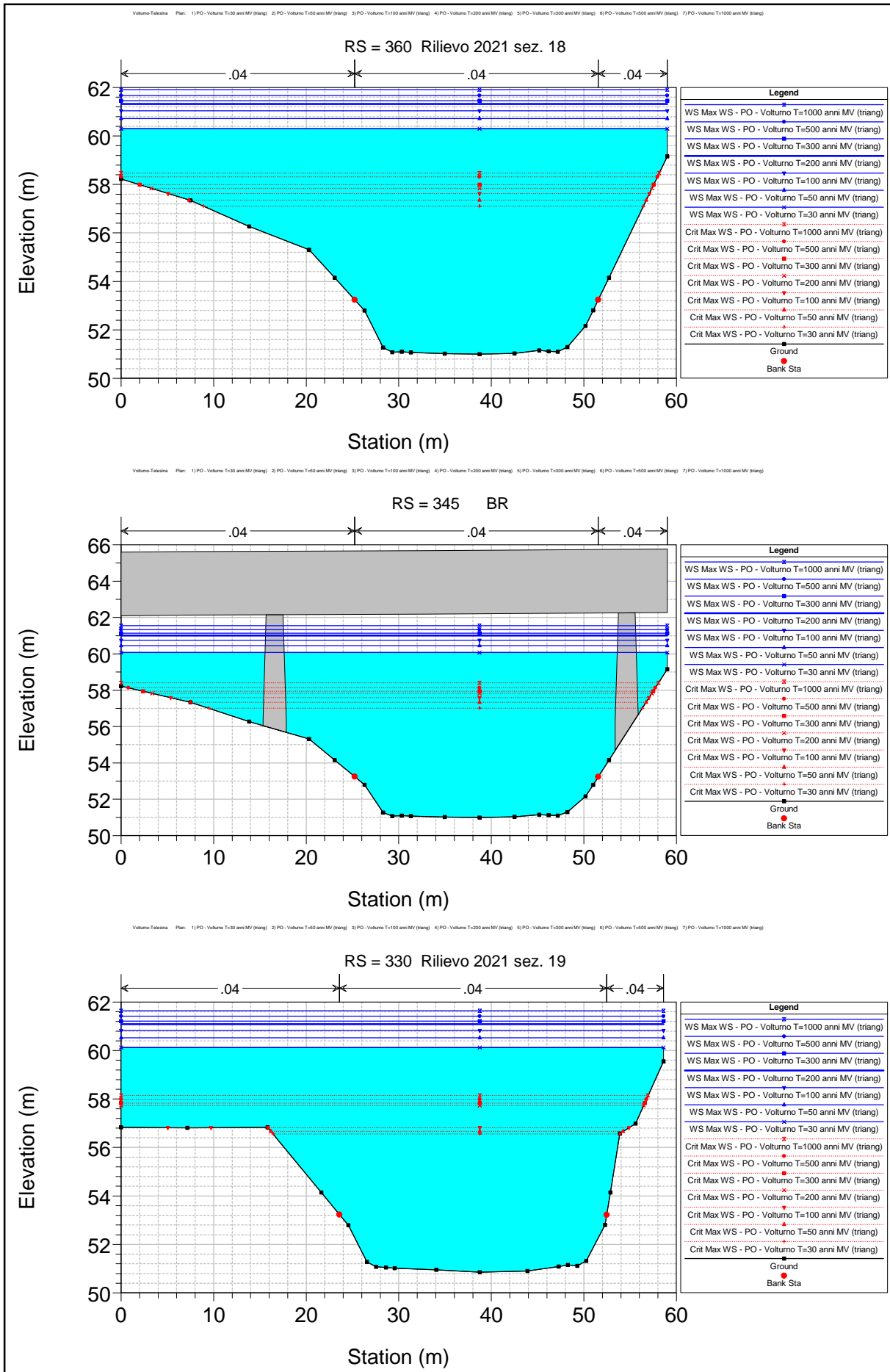
APPENDICE 1

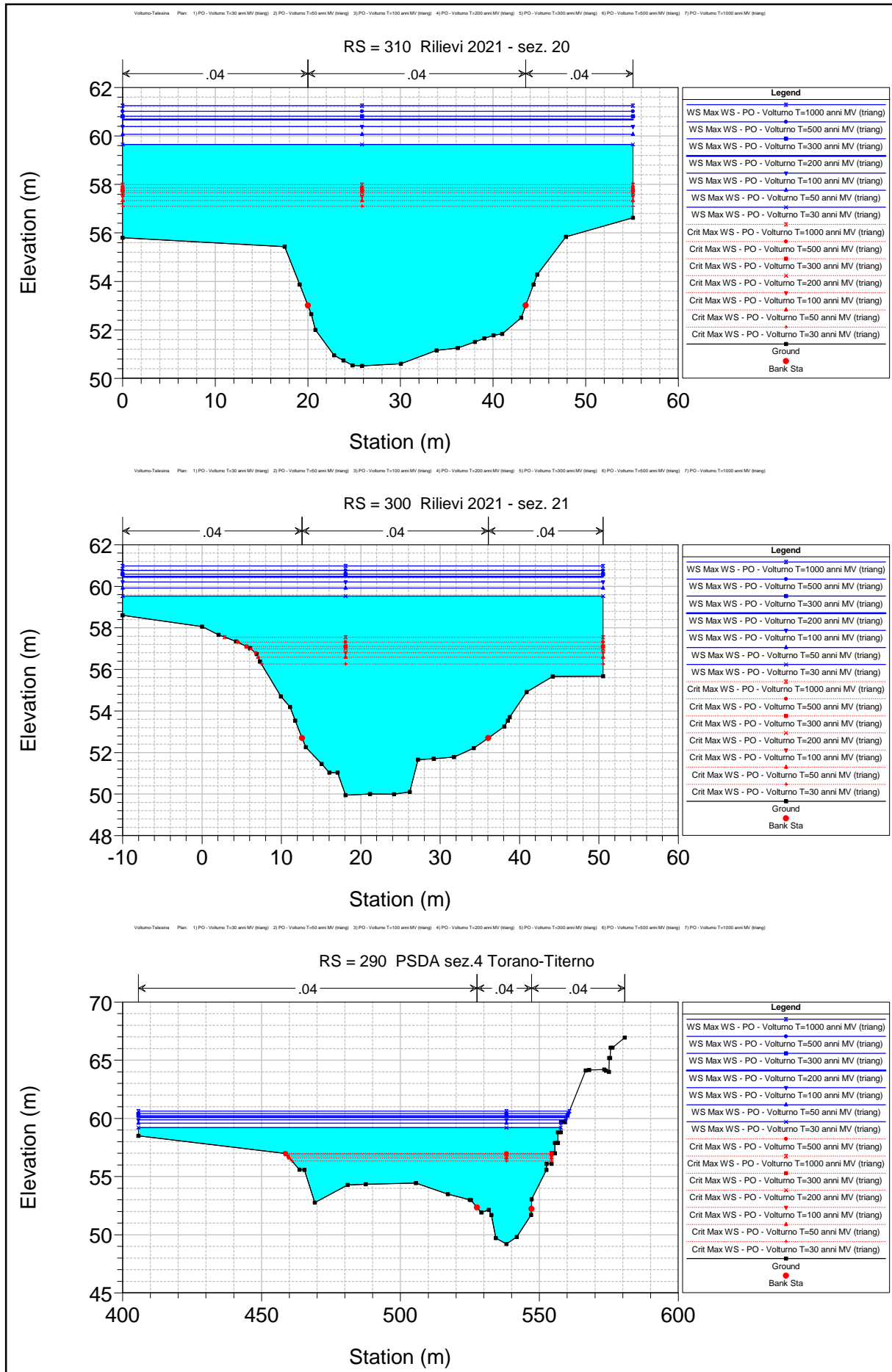


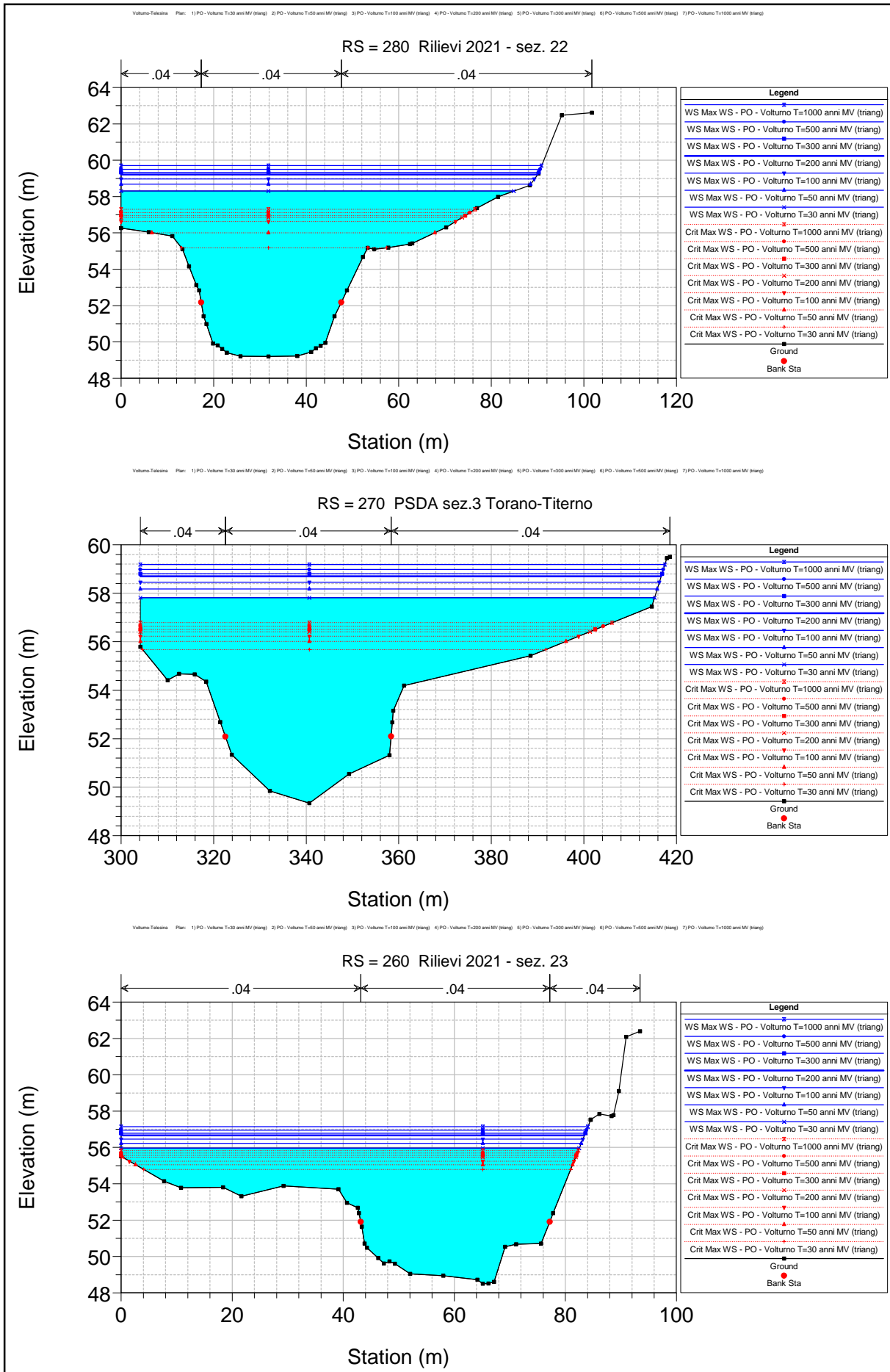


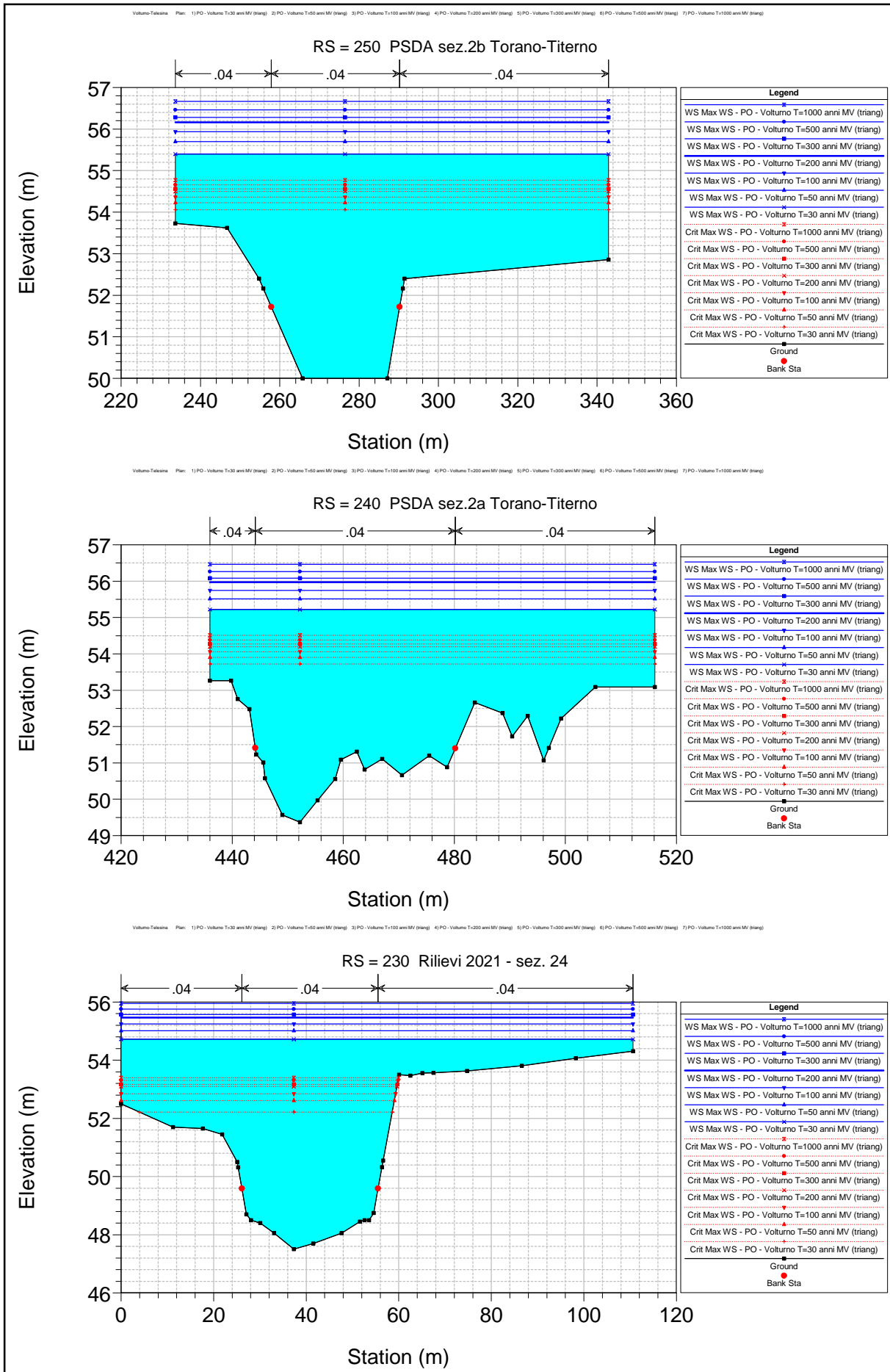


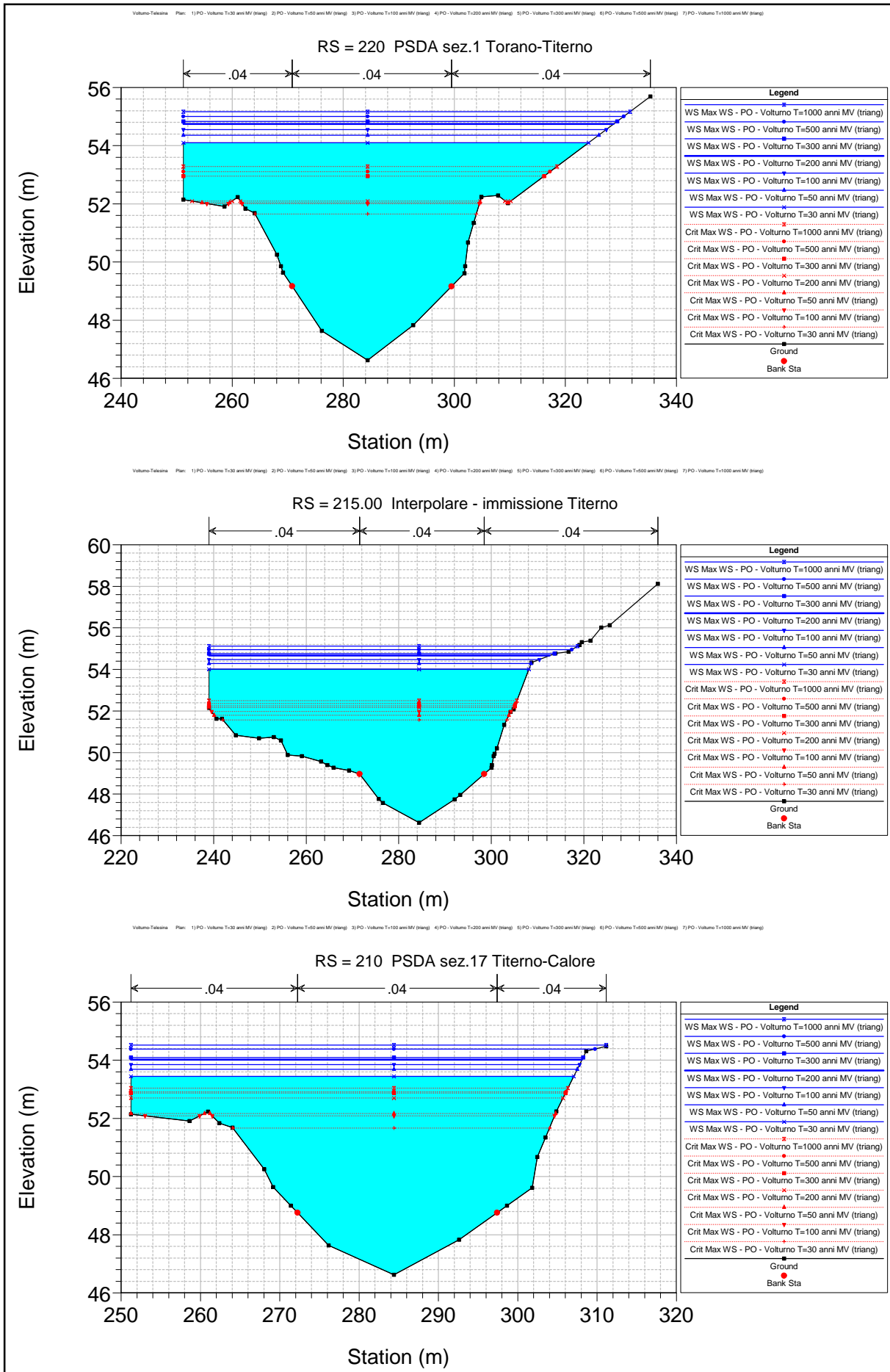


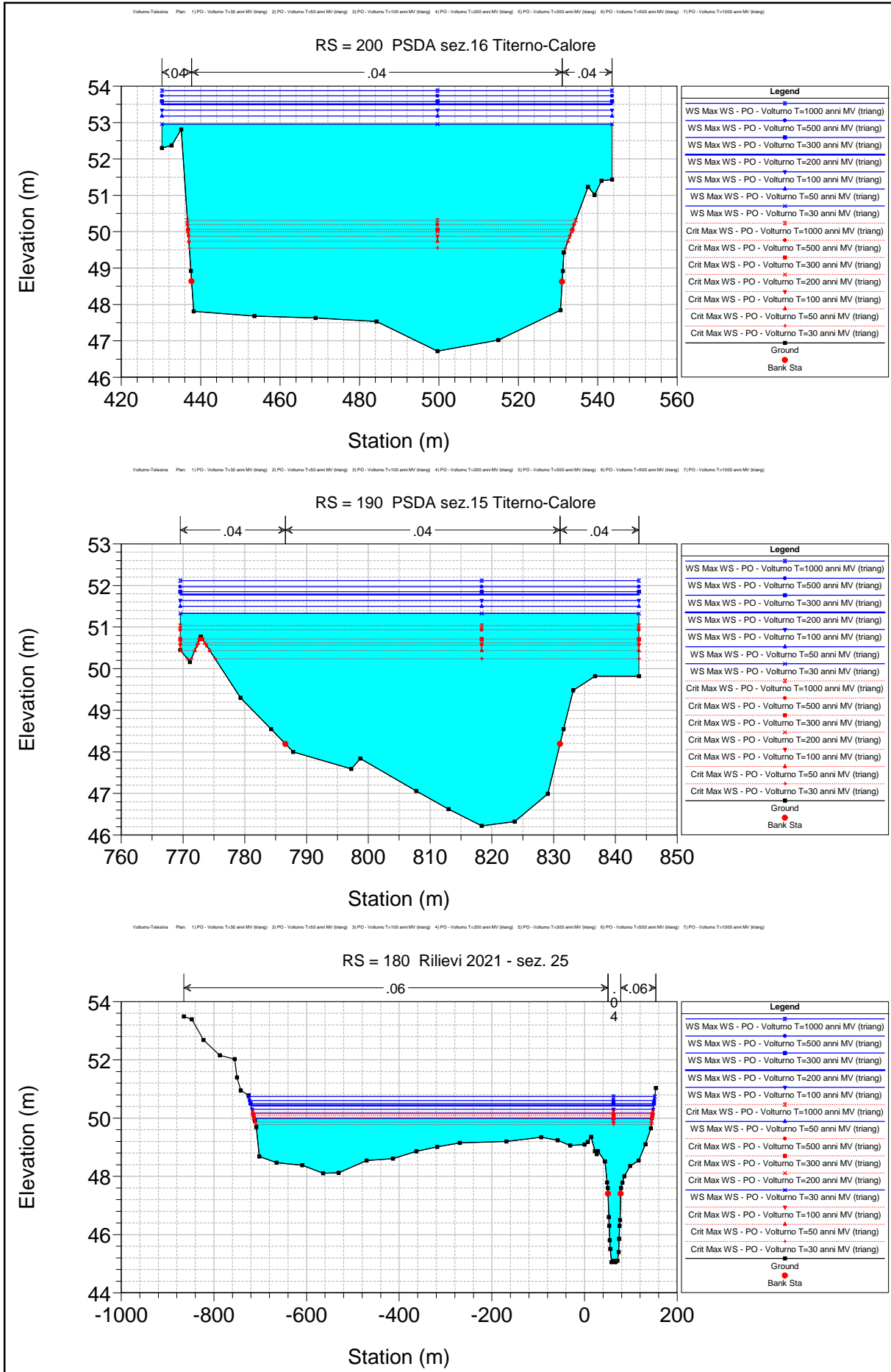


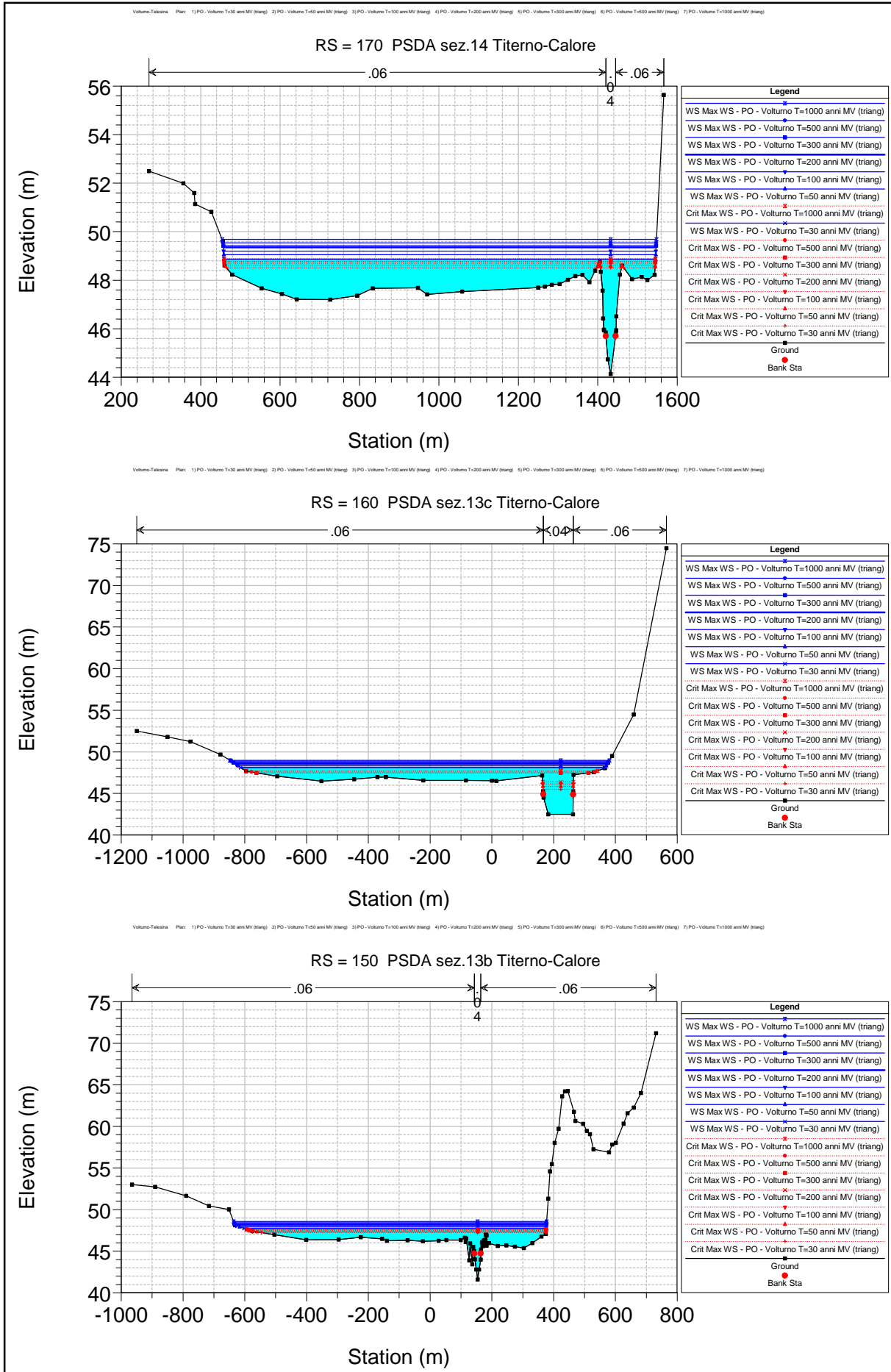


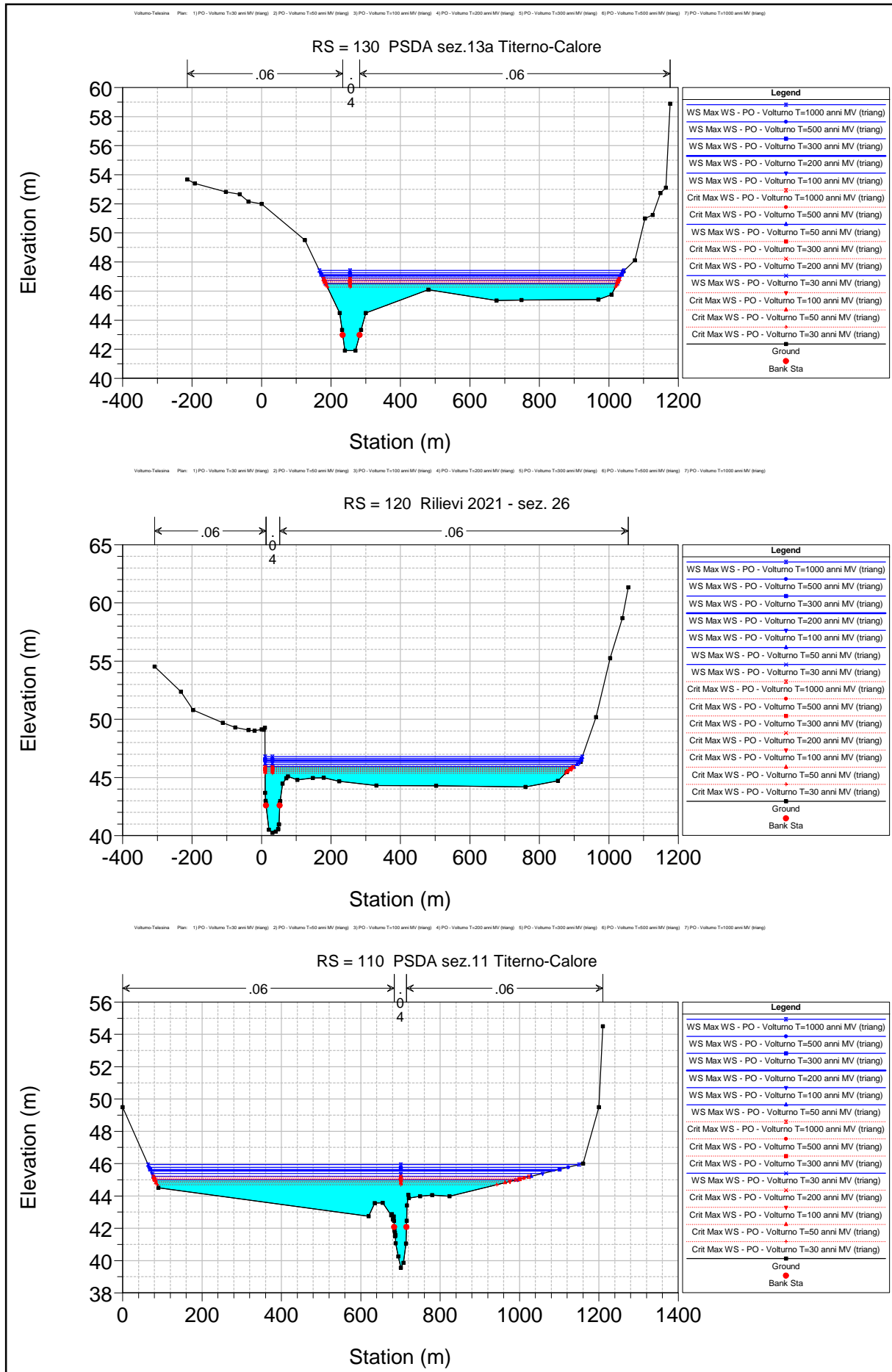


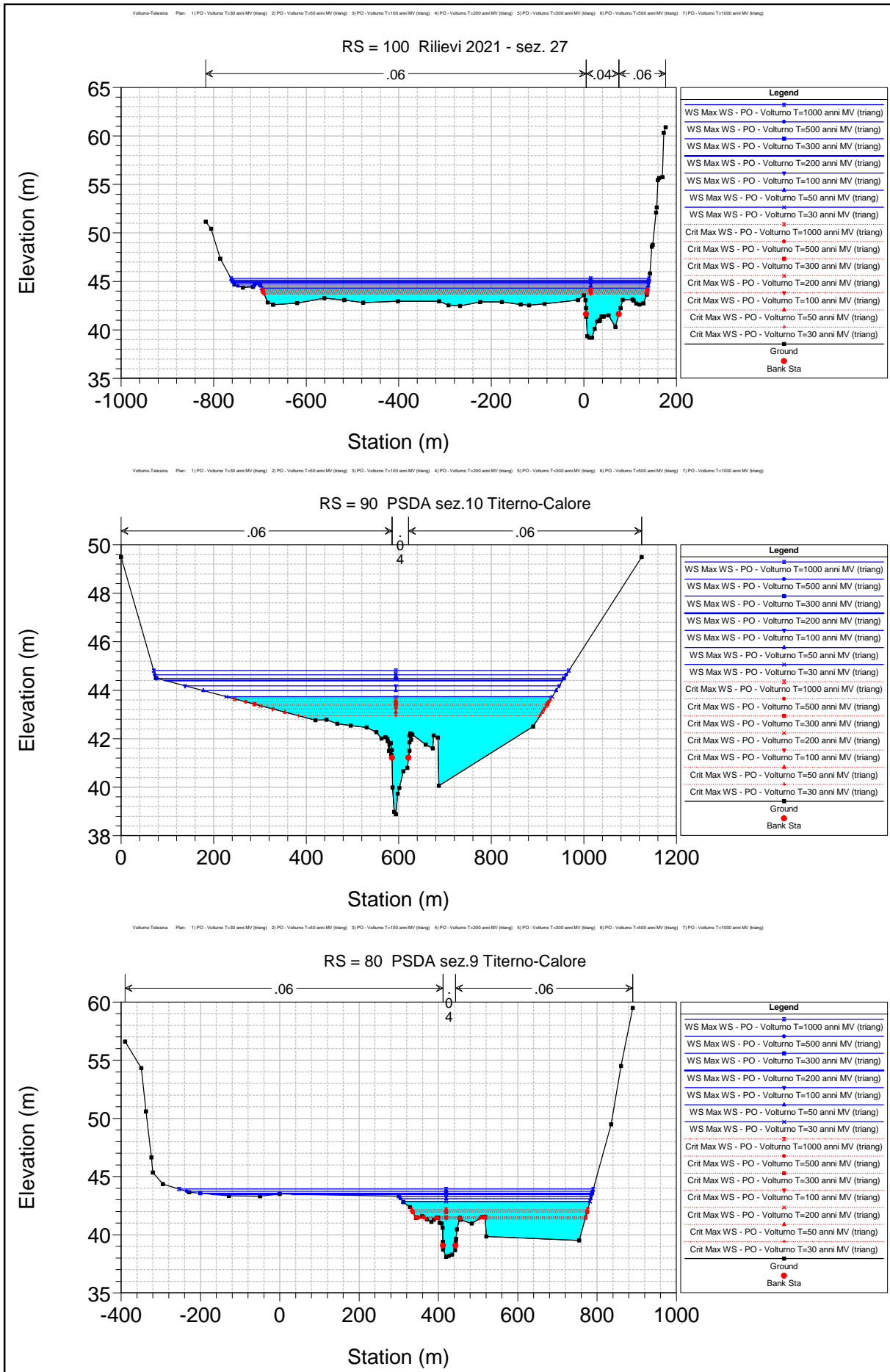


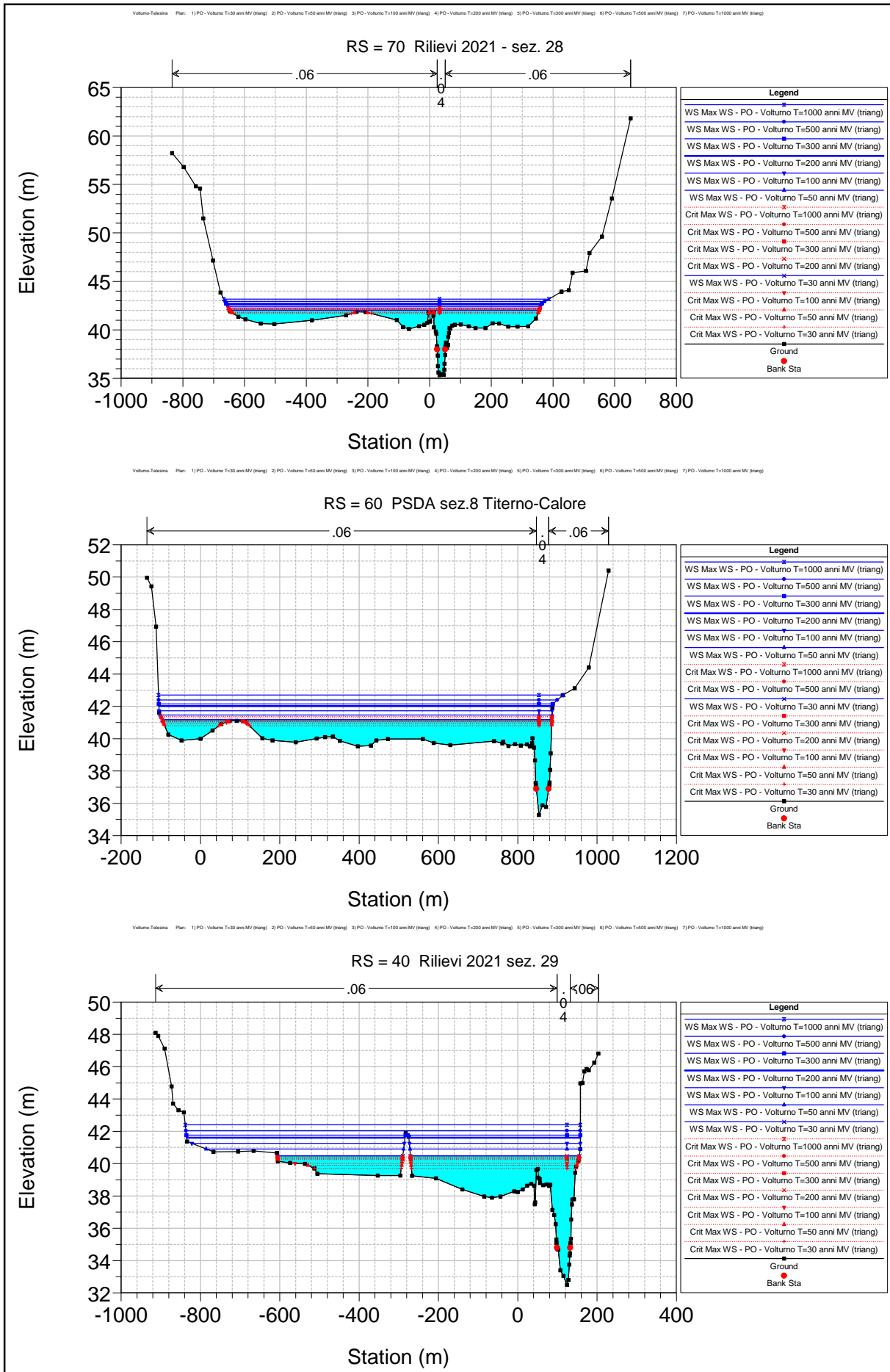










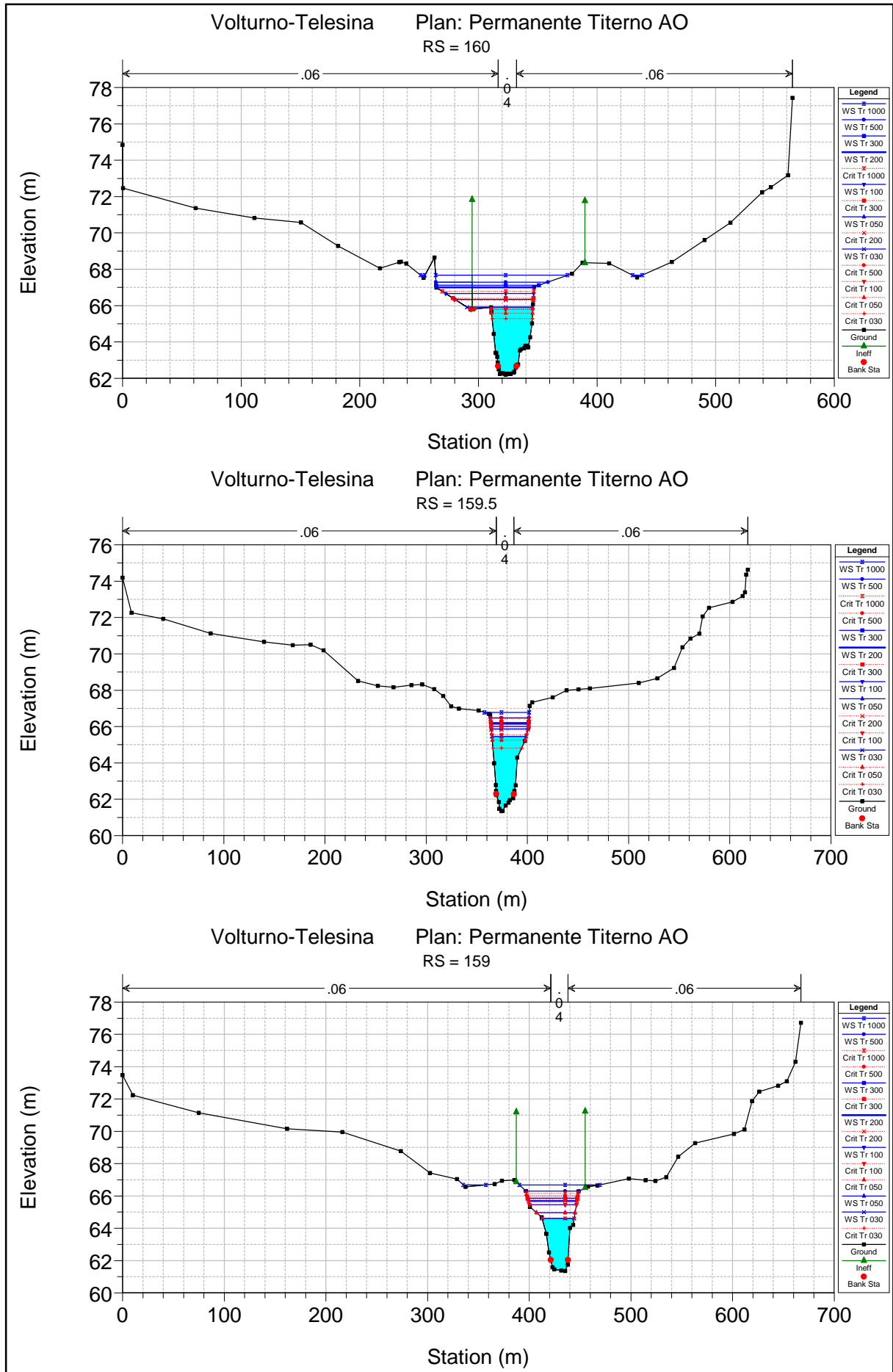


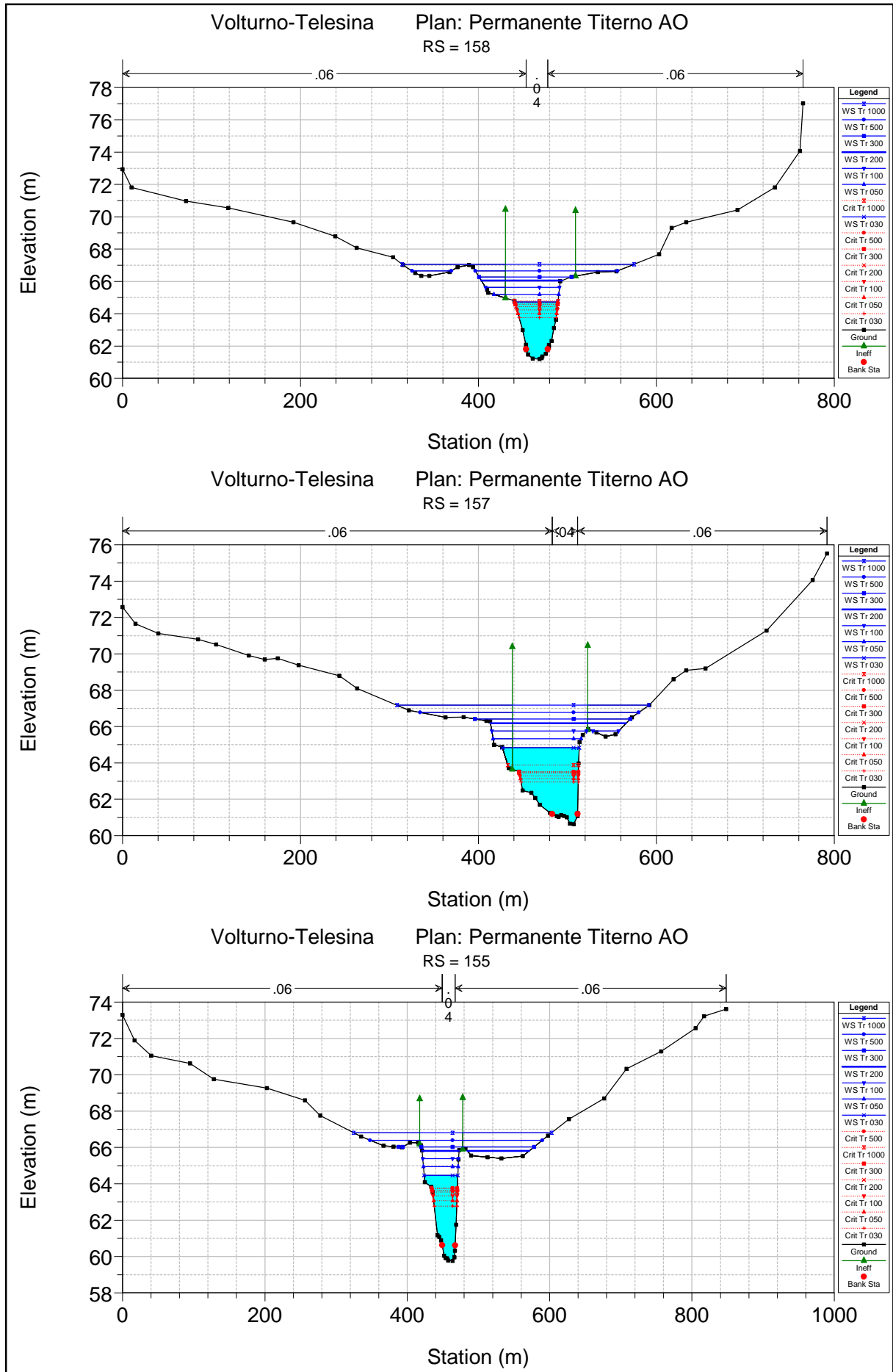
11.2 APPENDICE 2 – INTERFERENZE IDRAULICHE SECONDARIE

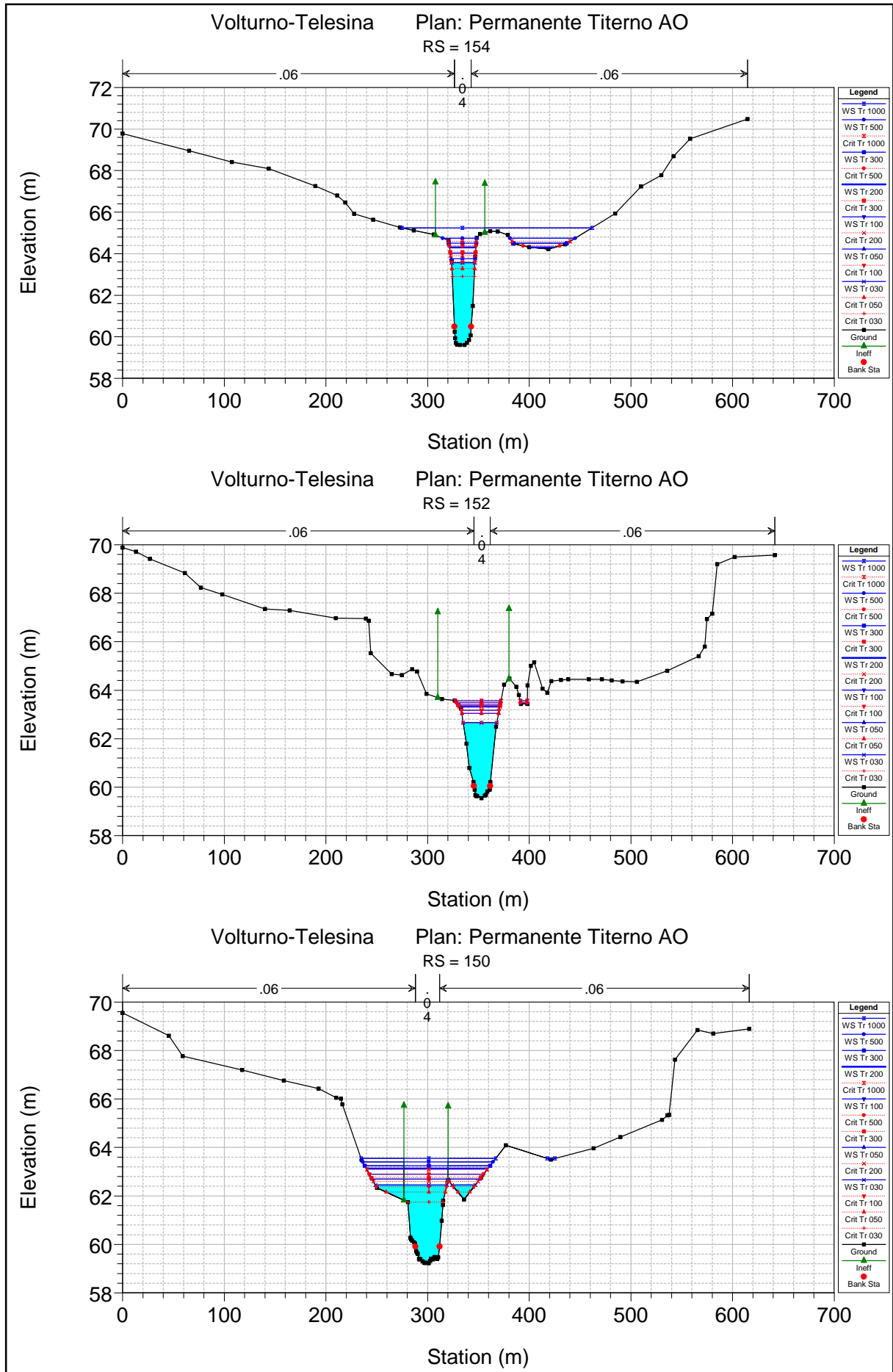
11.2.1 TORRENTE TITERNO – VI16

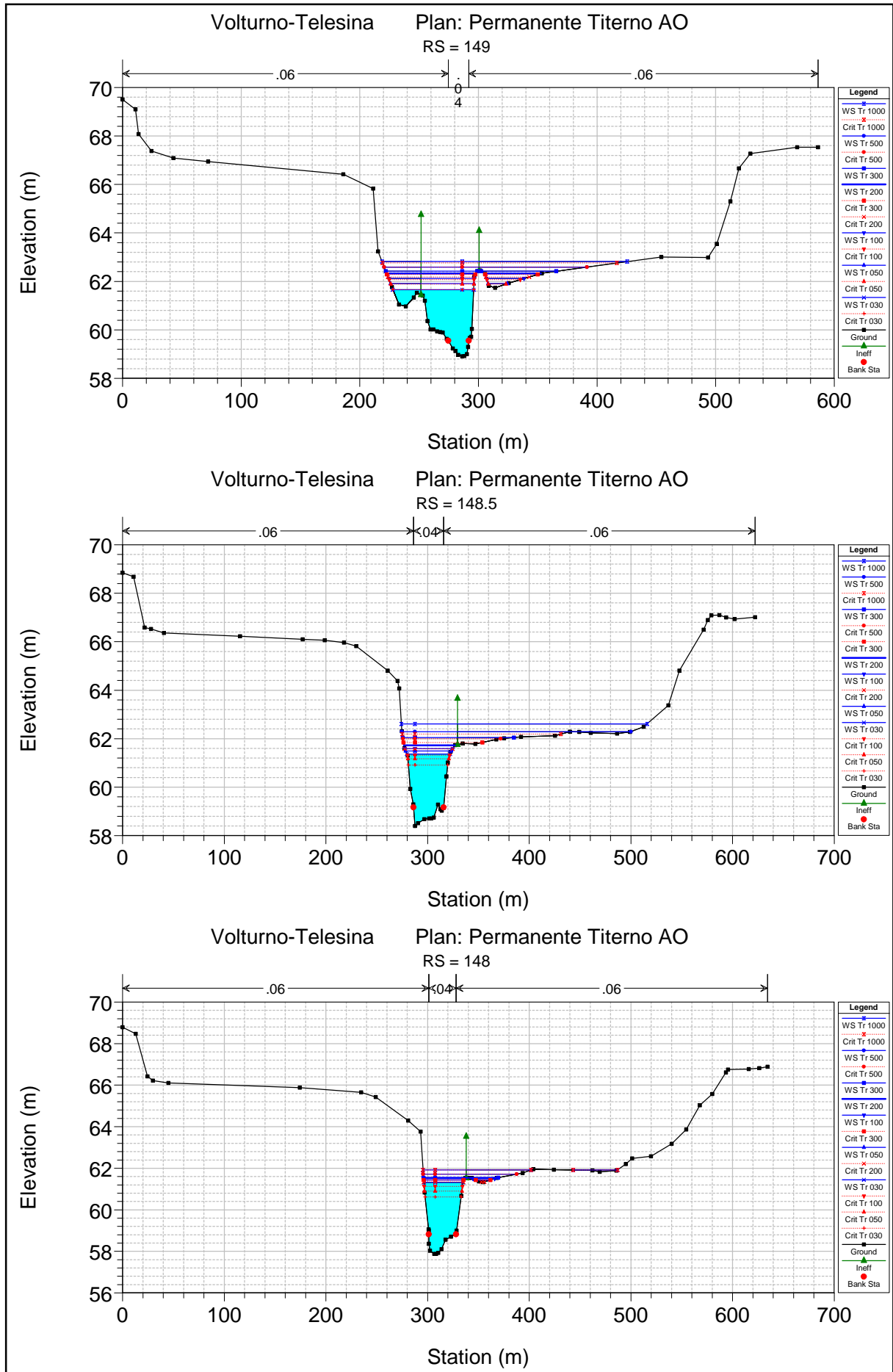
Si riportano le sezioni e la tabella dei risultati dei modelli idraulici in moto permanente del Torrente Titerno nella condizione ante operam e post operam, considerando i tempi di ritorno di 30, 50, 100, 200, 300, 500 e 1000 anni.

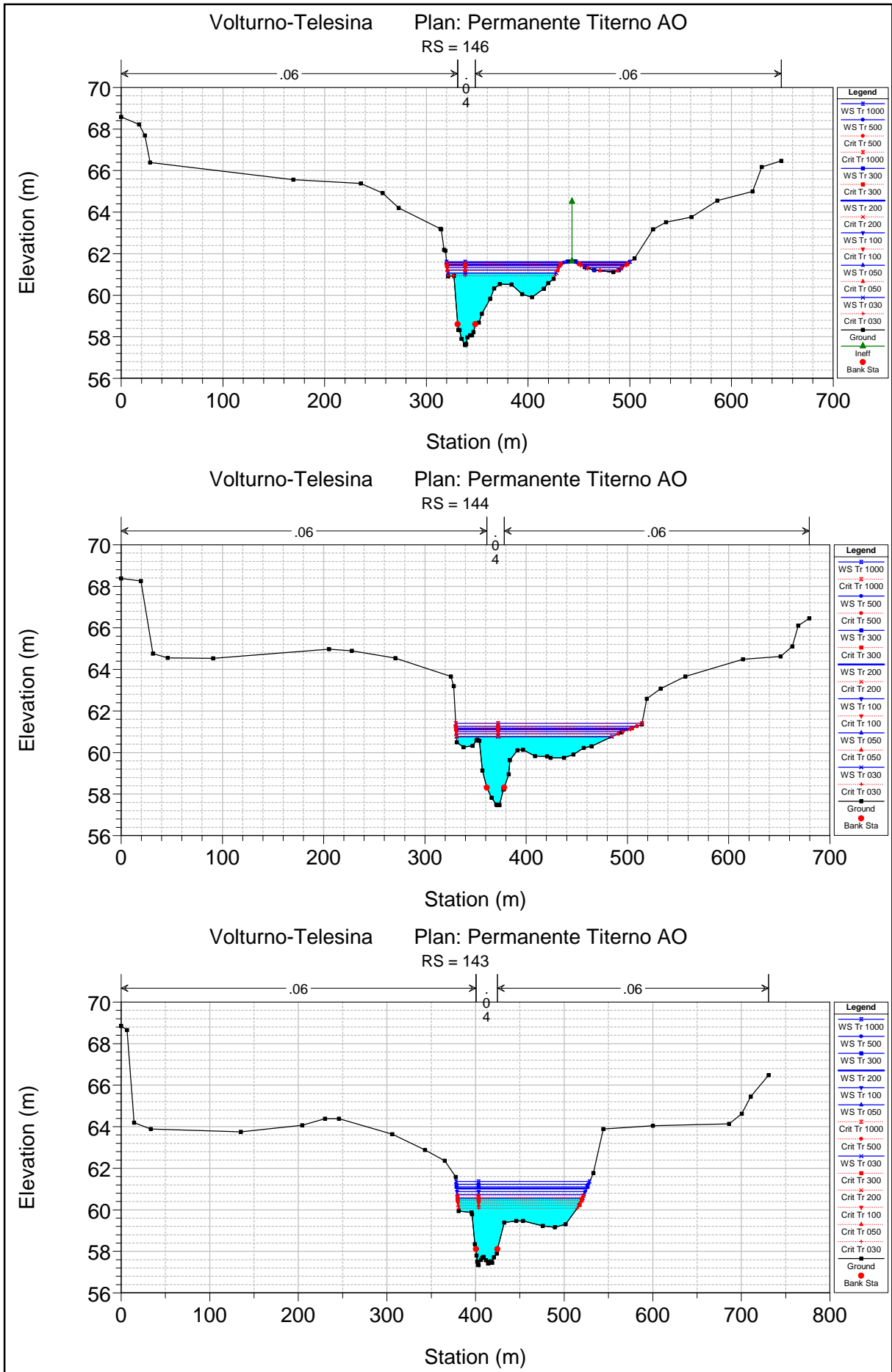
ANTE OPERAM

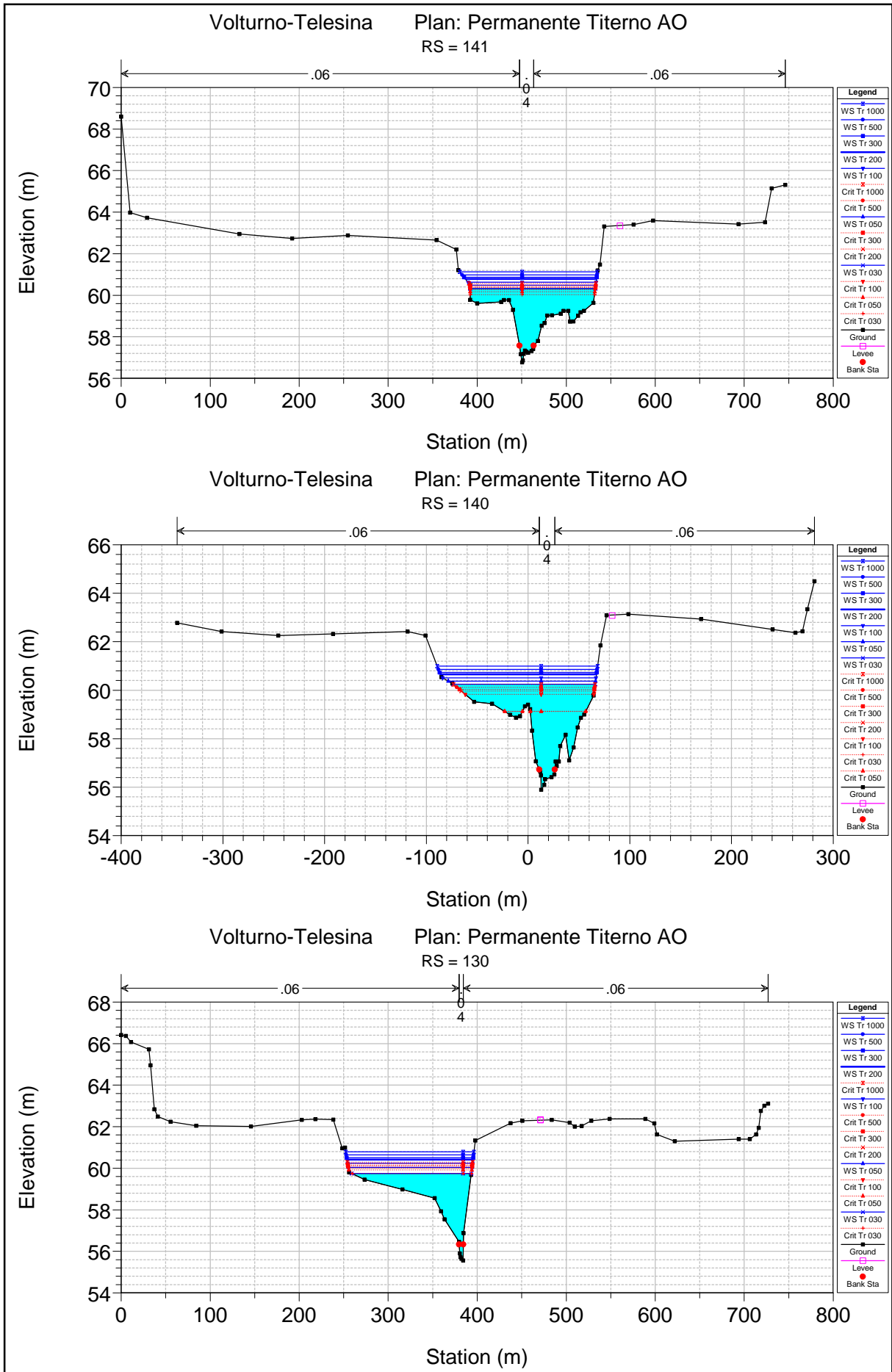


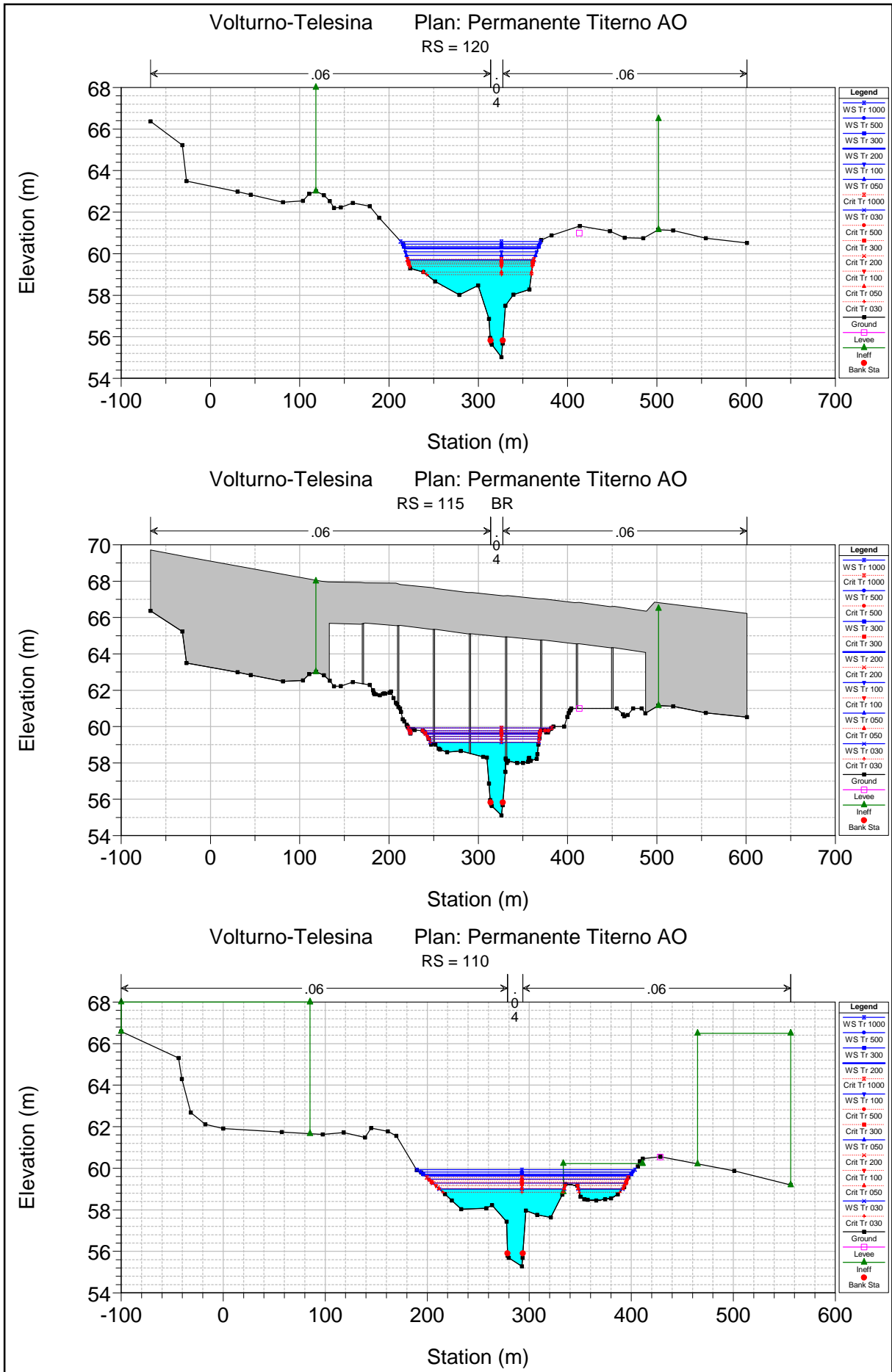


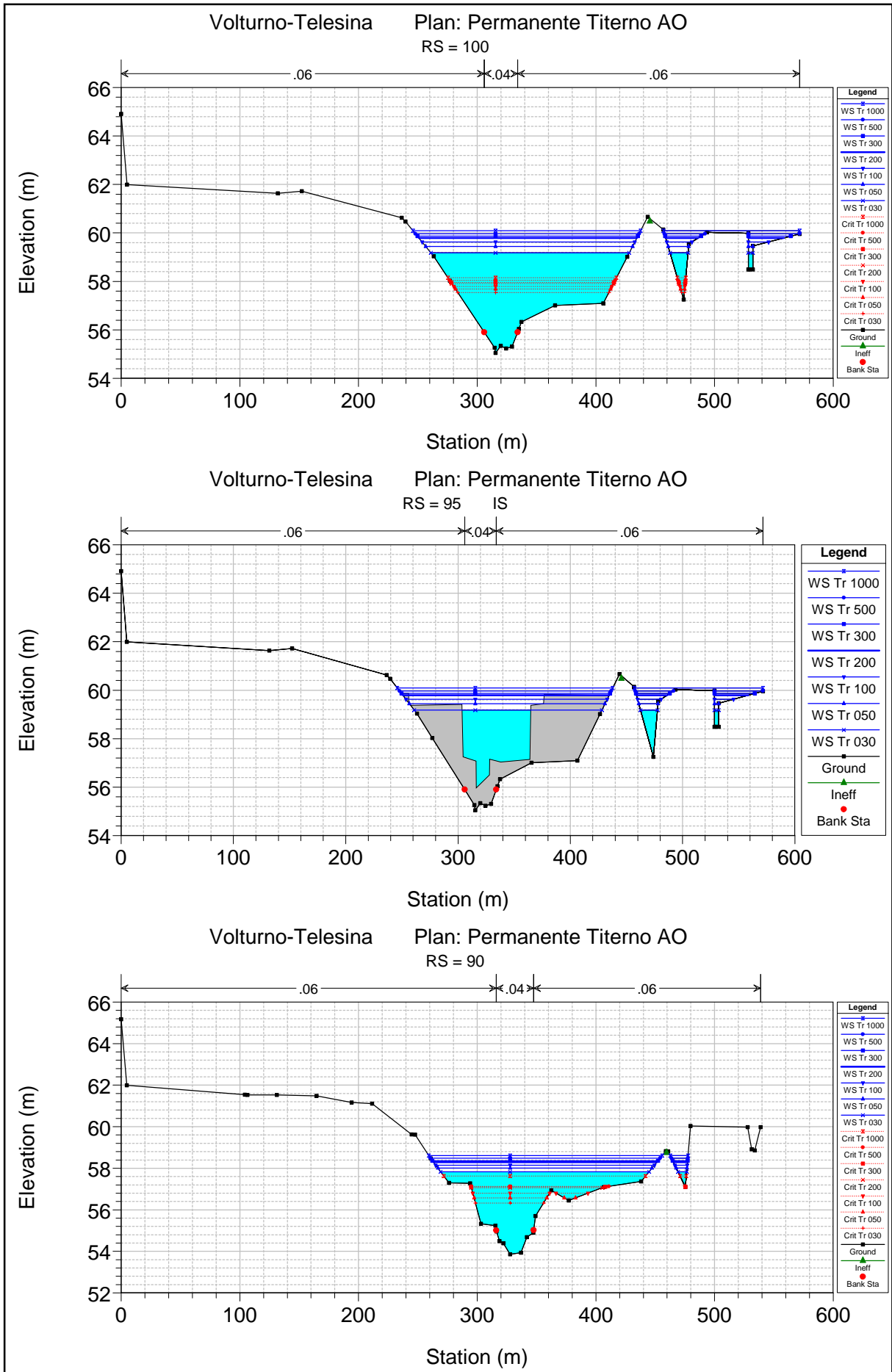


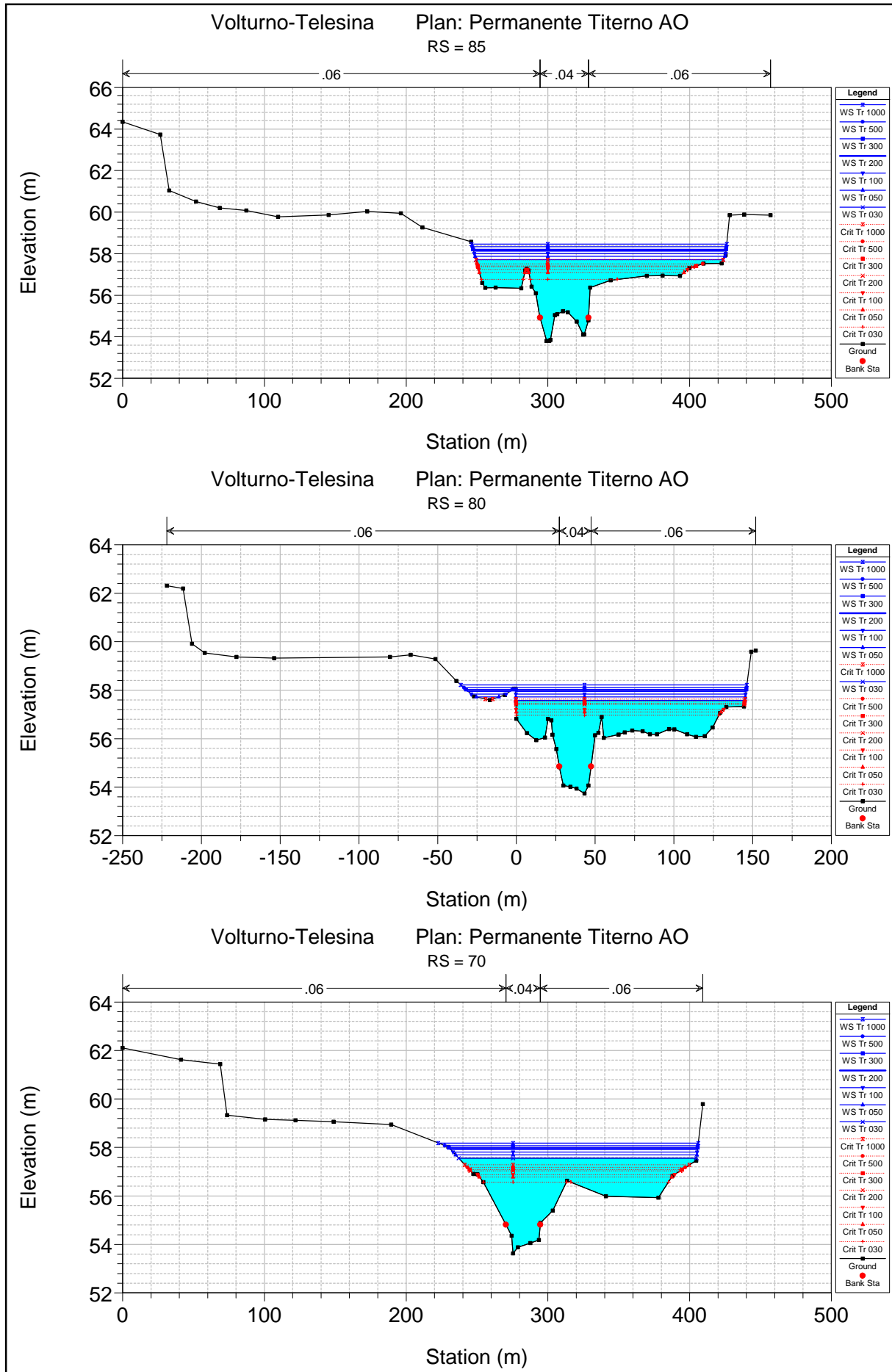


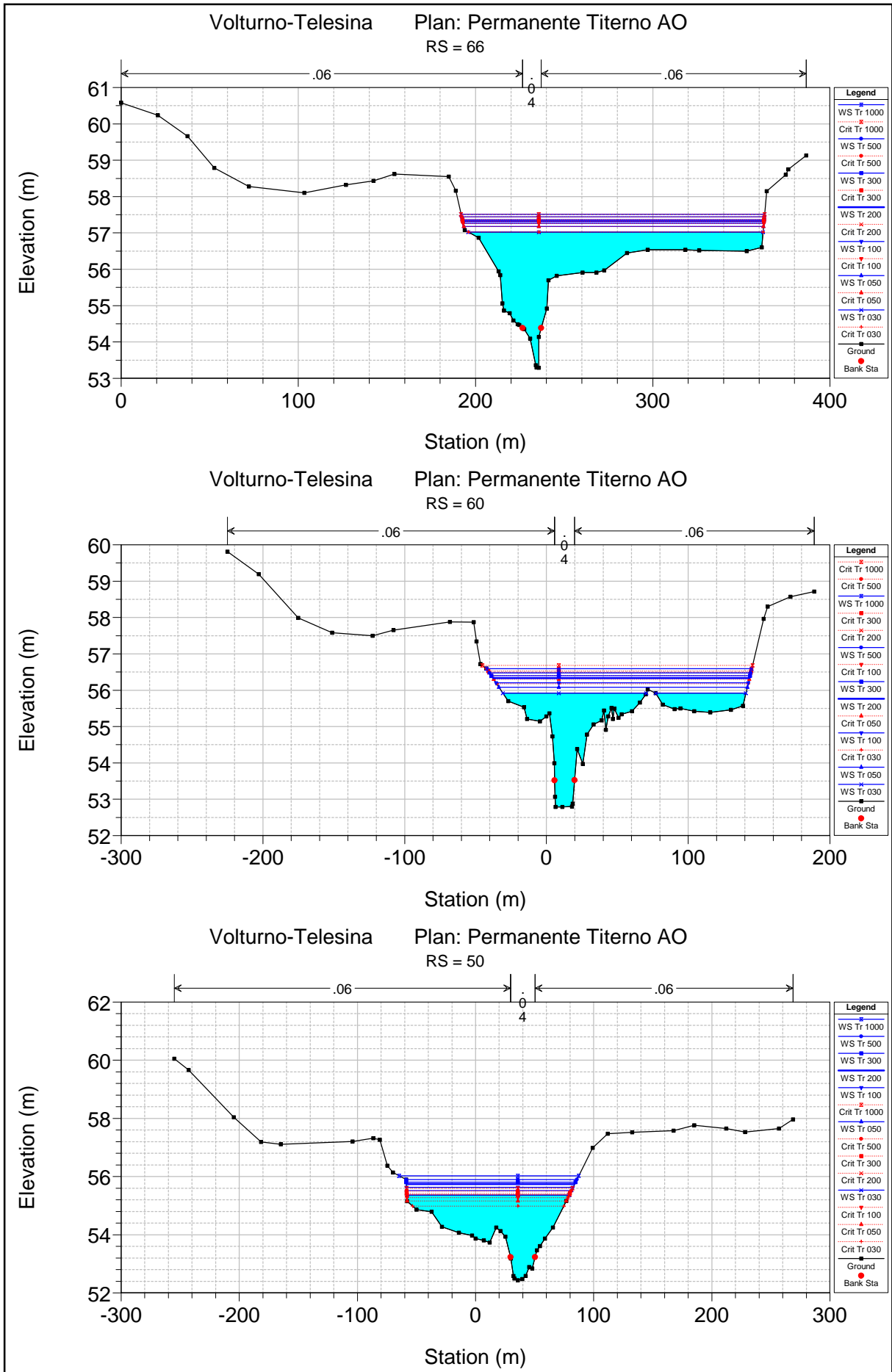


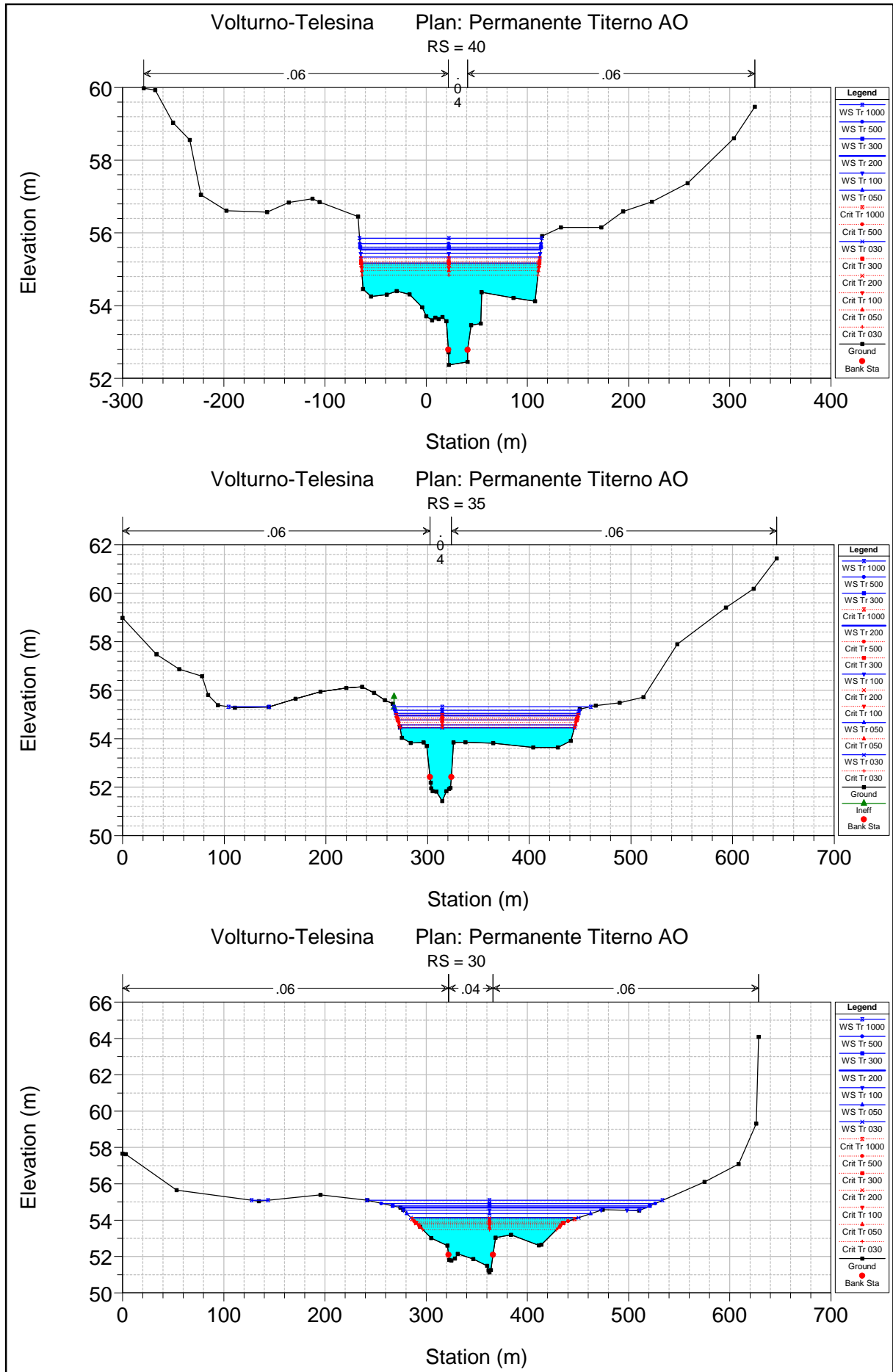


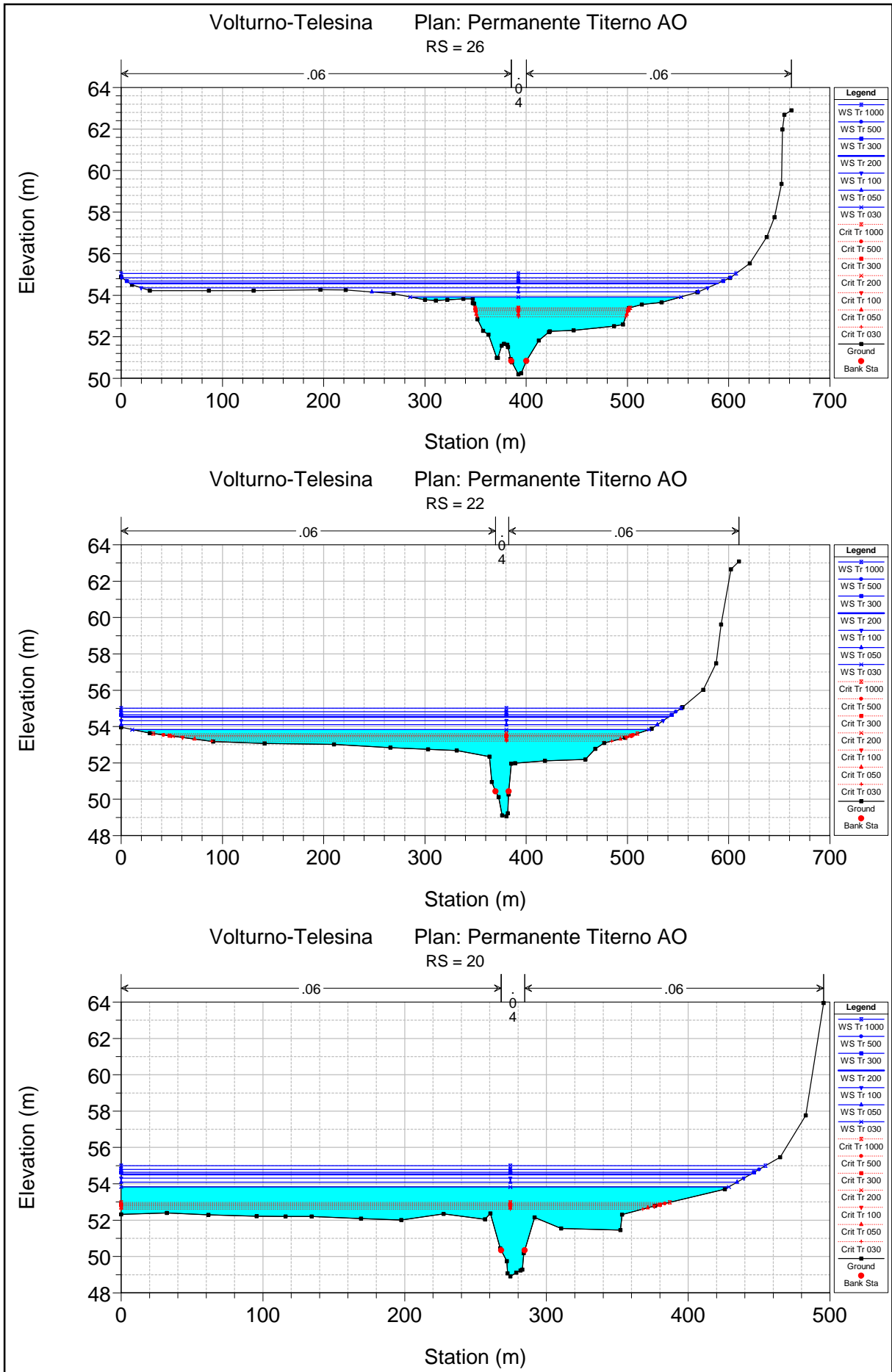


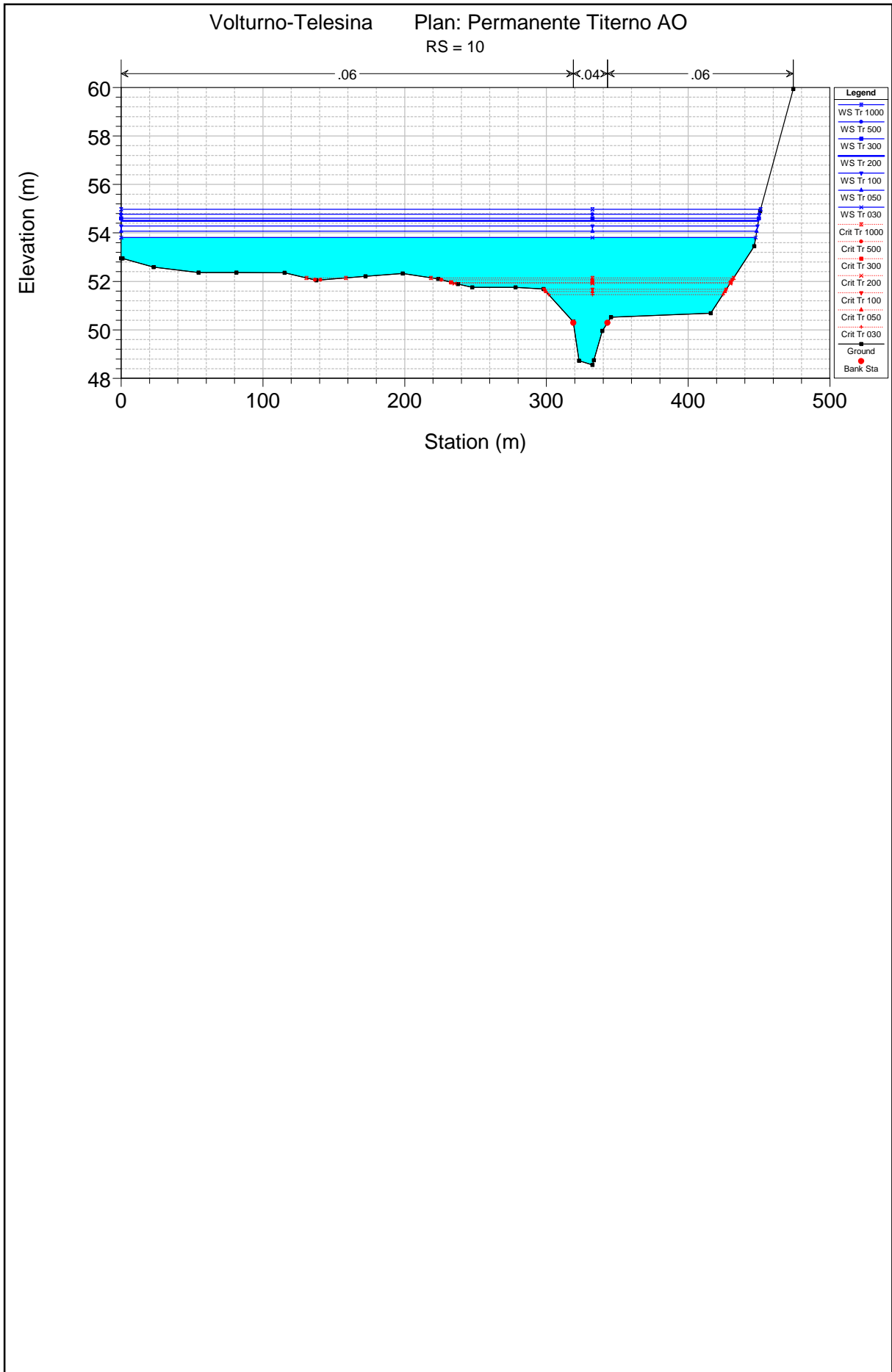










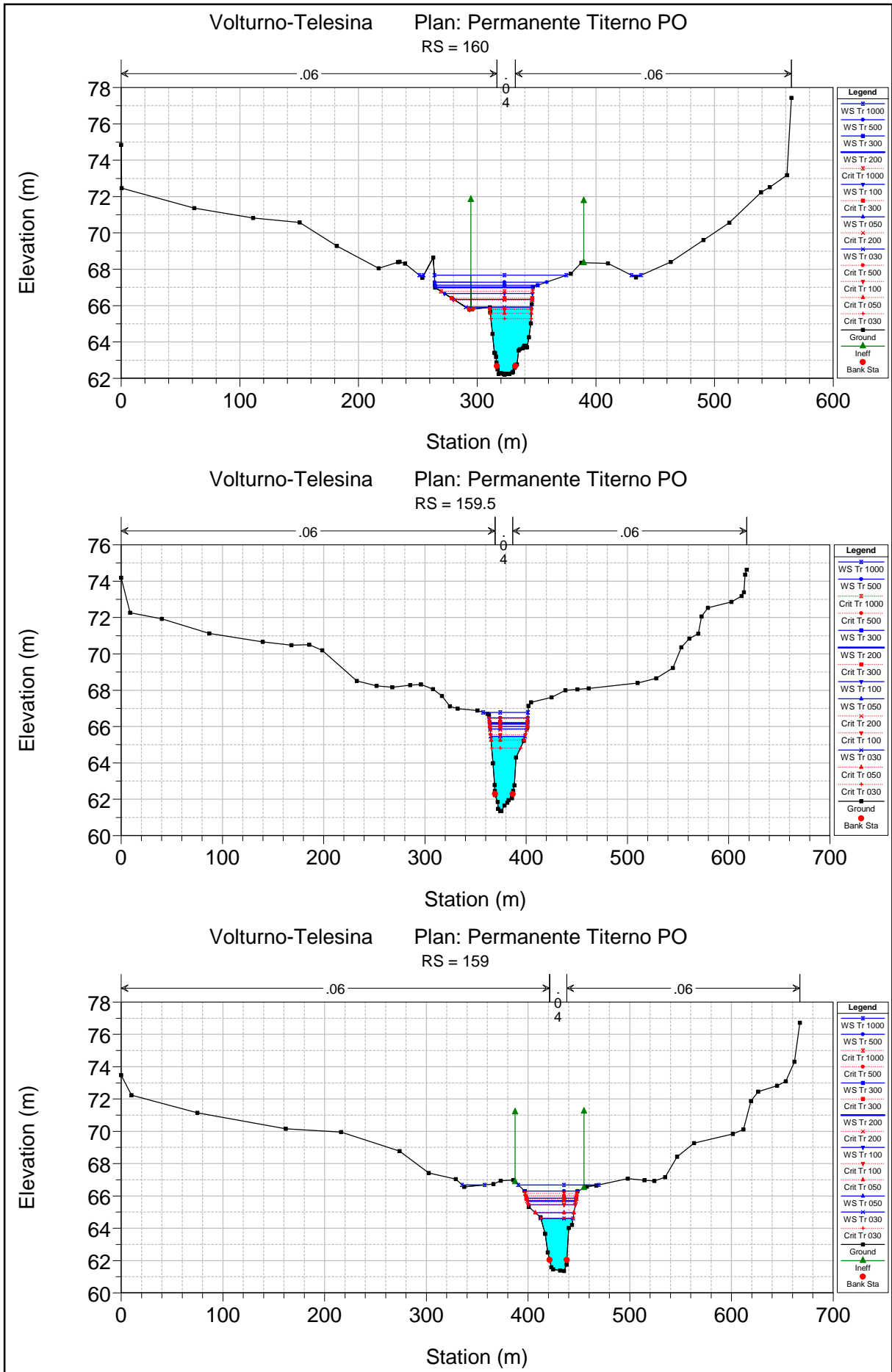


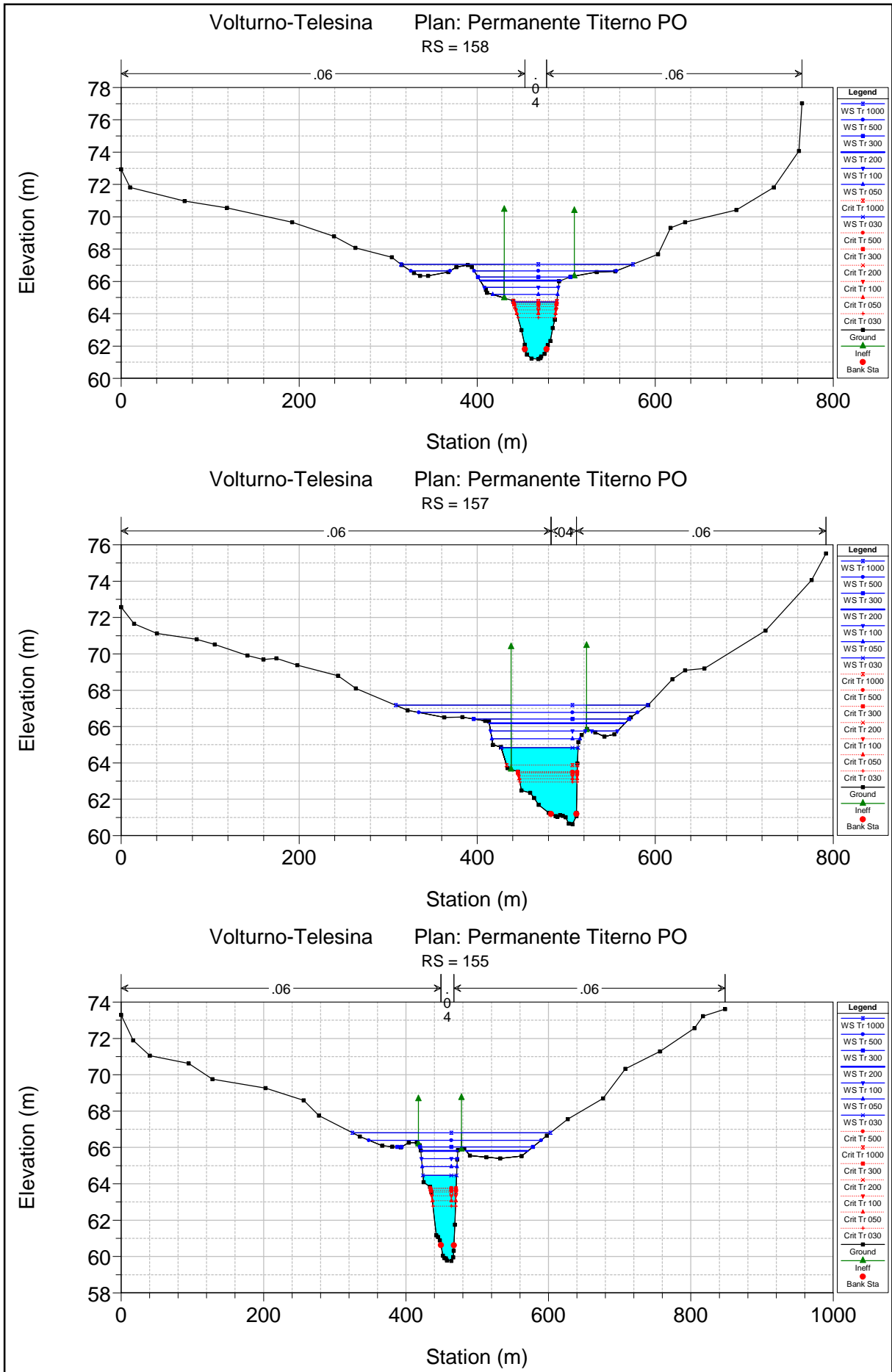
APPENDICE 2

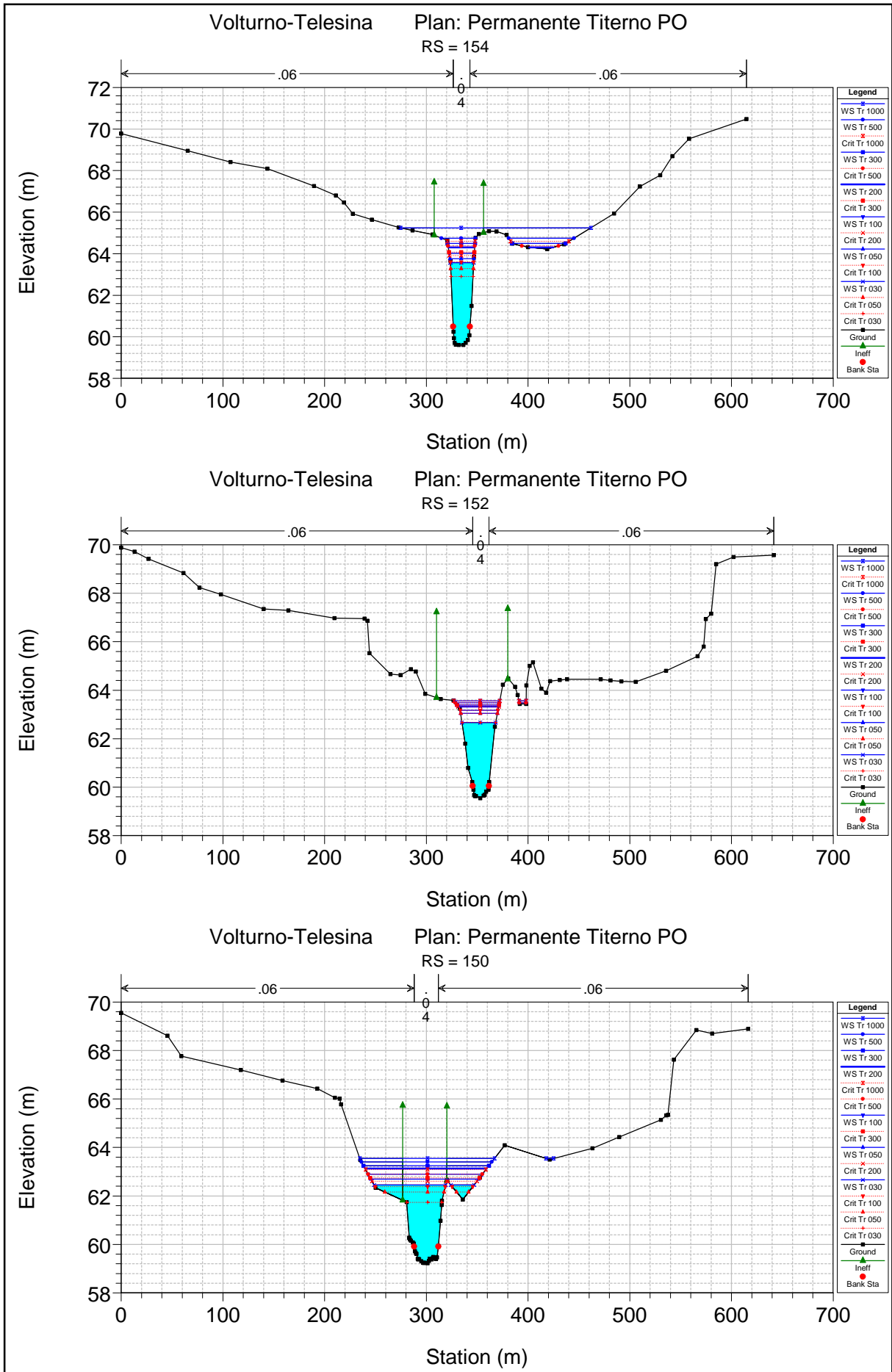
HEC-RAS Plan: Permanente Titerno AO River: Titerno Reach: Titerno (Continued)

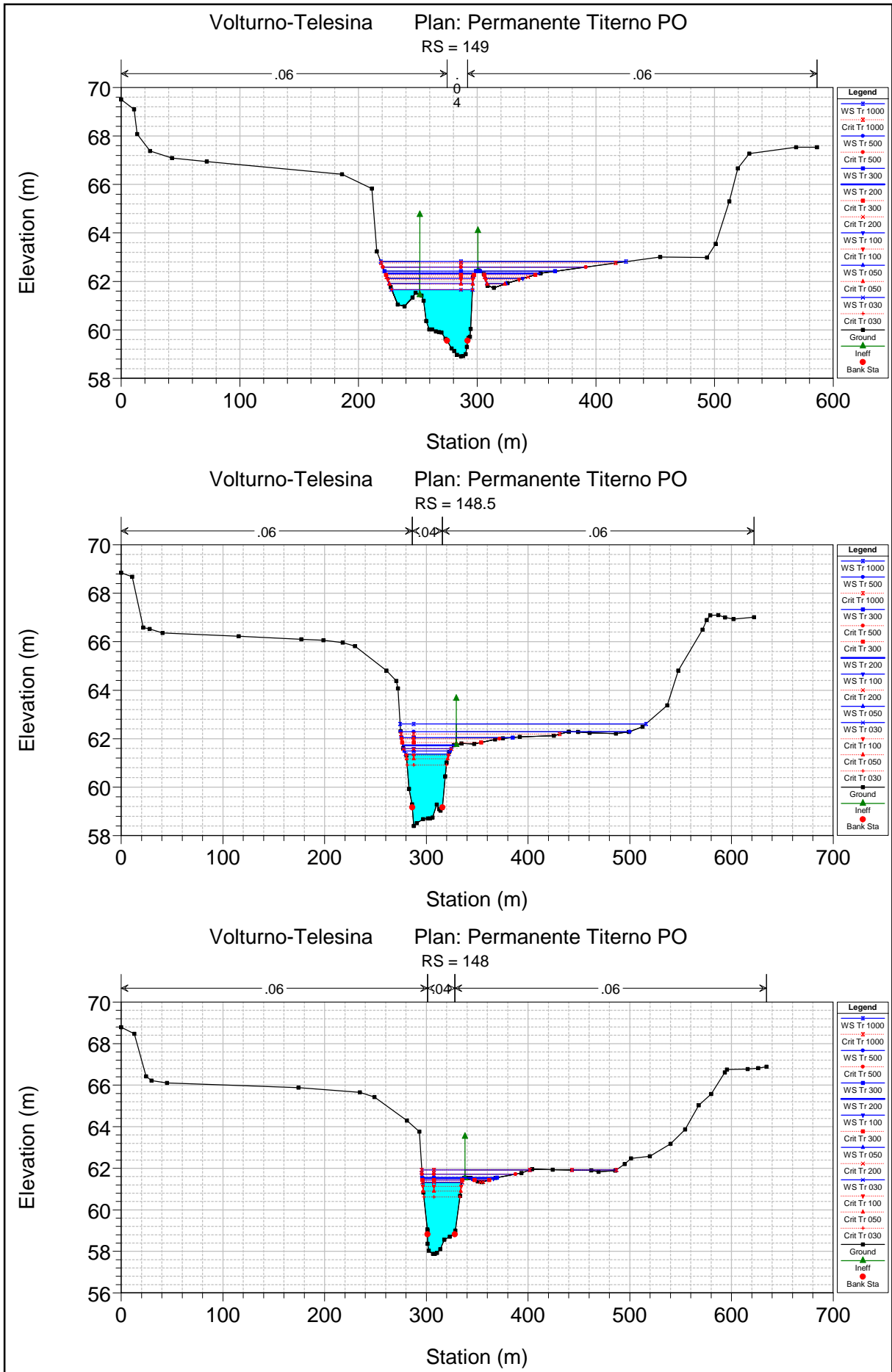
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Titerno	35	Tr 500	526.00	51.43	55.17	54.87	55.51	0.003964	3.52	286.89	181.50	0.61
Titerno	35	Tr 1000	581.00	51.43	55.32	54.97	55.67	0.003937	3.61	314.59	233.89	0.61
Titerno	30	Tr 030	296.00	51.13	54.13	53.48	54.30	0.002225	2.07	215.41	165.76	0.43
Titerno	30	Tr 050	353.00	51.13	54.35	53.62	54.53	0.002144	2.15	253.87	181.60	0.43
Titerno	30	Tr 100	403.00	51.13	54.55	53.73	54.72	0.002036	2.20	290.17	208.25	0.42
Titerno	30	Tr 200	455.00	51.13	54.70	53.83	54.90	0.002168	2.36	326.08	243.58	0.44
Titerno	30	Tr 300	483.00	51.13	54.79	53.85	54.98	0.002136	2.39	347.55	254.16	0.44
Titerno	30	Tr 500	526.00	51.13	54.92	53.94	55.12	0.002054	2.41	382.93	270.69	0.44
Titerno	30	Tr 1000	581.00	51.13	55.09	54.06	55.29	0.001922	2.42	432.14	308.52	0.43
Titerno	26	Tr 030	296.00	50.19	53.92	52.96	54.03	0.001521	2.22	317.28	267.51	0.38
Titerno	26	Tr 050	353.00	50.19	54.16	53.09	54.27	0.001446	2.26	387.22	322.36	0.38
Titerno	26	Tr 100	403.00	50.19	54.36	53.19	54.47	0.001426	2.33	481.67	559.60	0.38
Titerno	26	Tr 200	455.00	50.19	54.57	53.28	54.66	0.001111	2.13	603.27	580.45	0.34
Titerno	26	Tr 300	483.00	50.19	54.68	53.30	54.76	0.000983	2.04	667.72	588.91	0.32
Titerno	26	Tr 500	526.00	50.19	54.85	53.37	54.91	0.000831	1.92	764.93	601.10	0.29
Titerno	26	Tr 1000	581.00	50.19	55.05	53.40	55.10	0.000682	1.79	886.17	607.36	0.27
Titerno	22	Tr 030	296.00	49.06	53.84	53.19	53.89	0.000689	1.66	527.93	510.41	0.26
Titerno	22	Tr 050	353.00	49.06	54.11	53.32	54.14	0.000529	1.52	668.57	529.61	0.23
Titerno	22	Tr 100	403.00	49.06	54.32	53.40	54.35	0.000439	1.43	784.63	535.26	0.21
Titerno	22	Tr 200	455.00	49.06	54.54	53.47	54.56	0.000378	1.36	898.76	540.75	0.19
Titerno	22	Tr 300	483.00	49.06	54.65	53.50	54.67	0.000352	1.33	958.65	543.62	0.19
Titerno	22	Tr 500	526.00	49.06	54.81	53.54	54.83	0.000320	1.30	1048.31	547.87	0.18
Titerno	22	Tr 1000	581.00	49.06	55.01	53.61	55.03	0.000289	1.27	1159.60	553.11	0.17
Titerno	20	Tr 030	296.00	48.91	53.83	52.61	53.84	0.000231	0.99	725.22	428.71	0.15
Titerno	20	Tr 050	353.00	48.91	54.09	52.68	54.11	0.000214	0.99	839.20	434.55	0.15
Titerno	20	Tr 100	403.00	48.91	54.31	52.77	54.32	0.000203	1.00	933.72	439.33	0.14
Titerno	20	Tr 200	455.00	48.91	54.52	52.83	54.54	0.000194	1.00	1027.11	444.01	0.14
Titerno	20	Tr 300	483.00	48.91	54.63	52.85	54.65	0.000190	1.01	1076.24	446.44	0.14
Titerno	20	Tr 500	526.00	48.91	54.79	52.91	54.81	0.000185	1.01	1149.86	450.08	0.14
Titerno	20	Tr 1000	581.00	48.91	55.00	52.98	55.01	0.000179	1.02	1241.33	454.55	0.14
Titerno	10	Tr 030	296.00	48.55	53.81	51.46	53.82	0.000100	0.69	933.95	447.55	0.10
Titerno	10	Tr 050	353.00	48.55	54.07	51.58	54.08	0.000100	0.71	1052.25	448.30	0.10
Titerno	10	Tr 100	403.00	48.55	54.29	51.67	54.30	0.000100	0.73	1149.33	448.92	0.10
Titerno	10	Tr 200	455.00	48.55	54.50	51.92	54.51	0.000100	0.75	1244.36	449.53	0.10
Titerno	10	Tr 300	483.00	48.55	54.61	51.96	54.62	0.000100	0.76	1294.00	449.84	0.10
Titerno	10	Tr 500	526.00	48.55	54.77	52.06	54.79	0.000100	0.78	1367.97	450.31	0.11
Titerno	10	Tr 1000	581.00	48.55	54.98	52.15	54.99	0.000100	0.80	1459.16	451.01	0.11

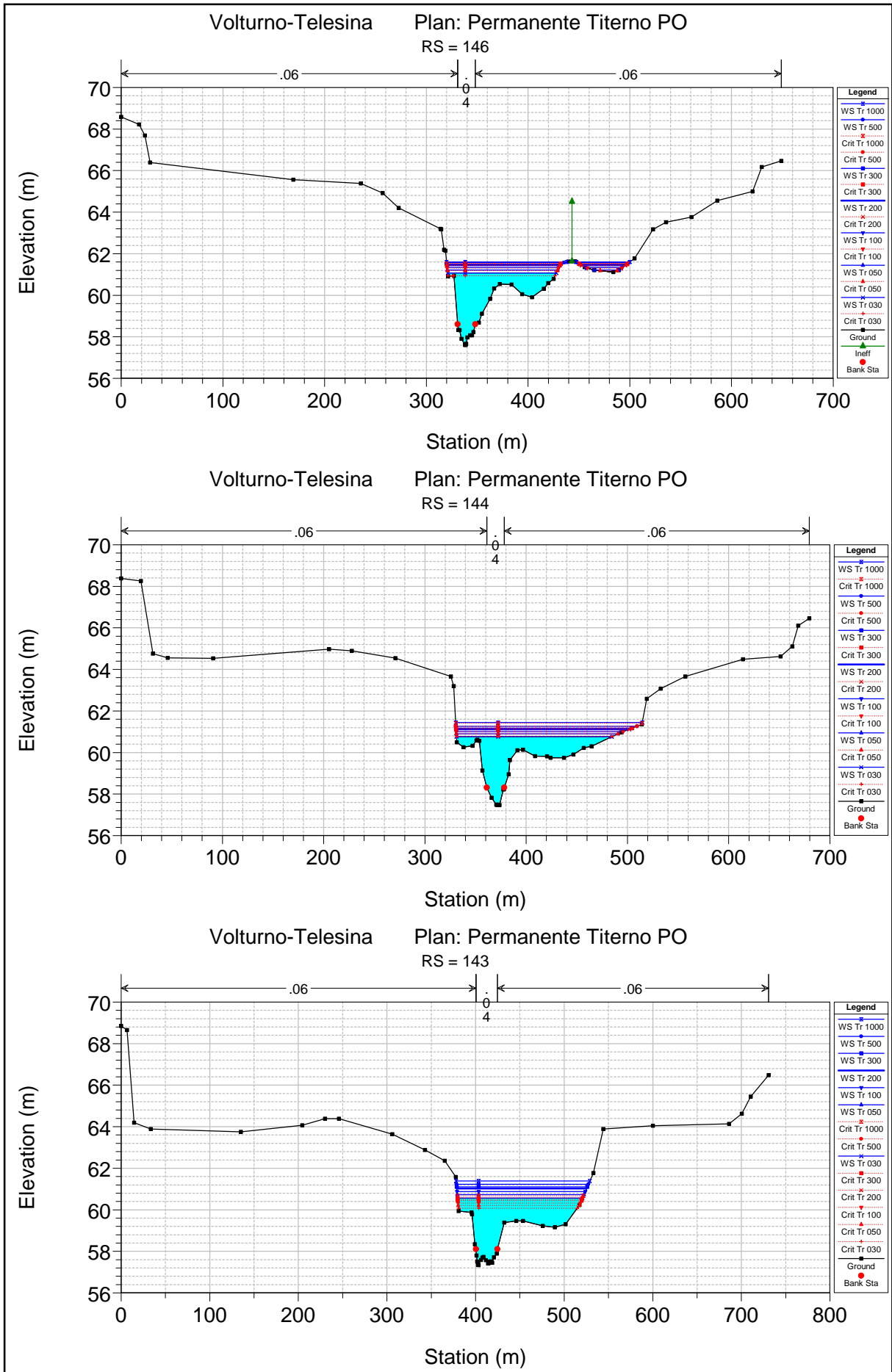
POST OPERAM

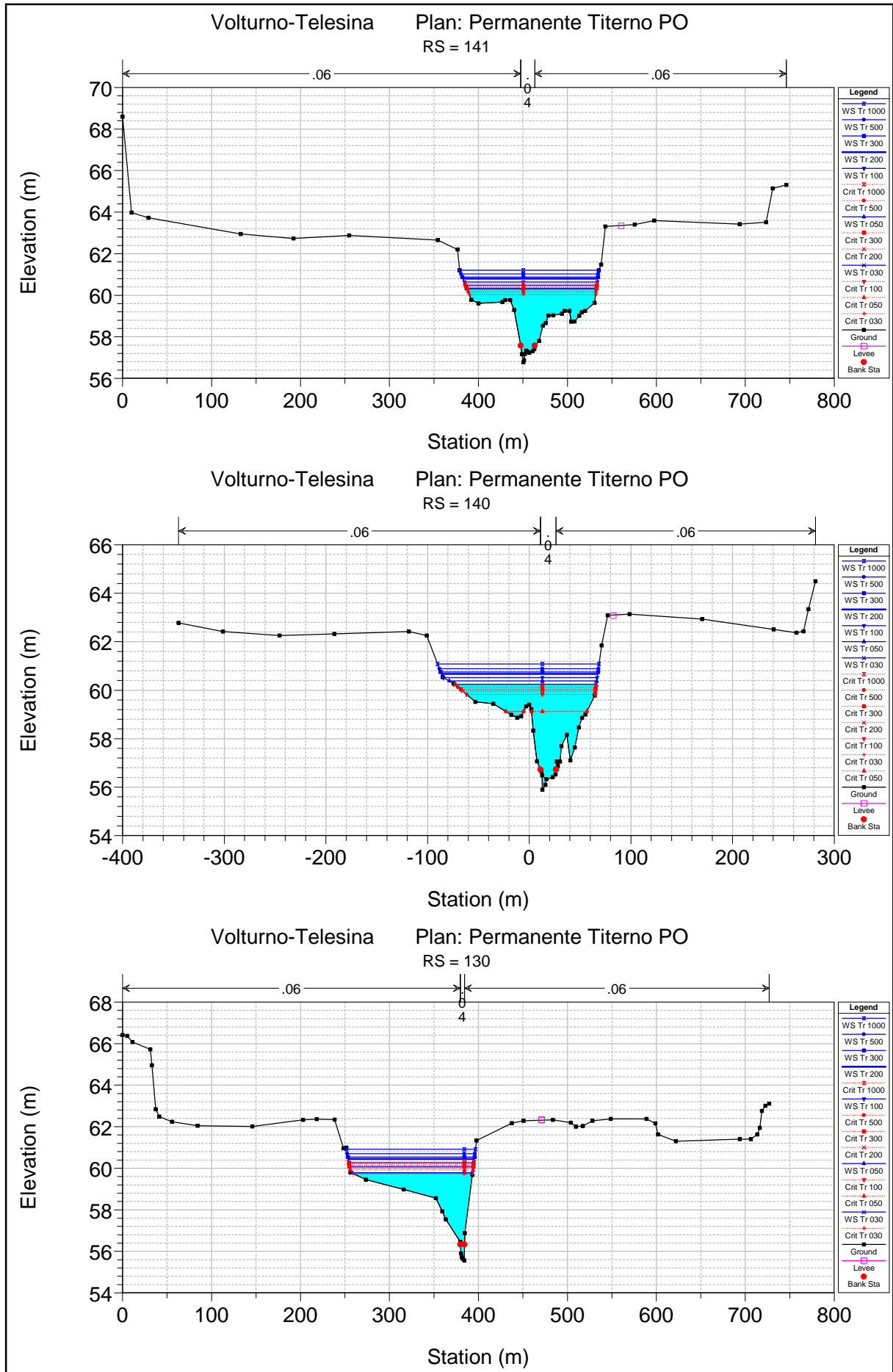


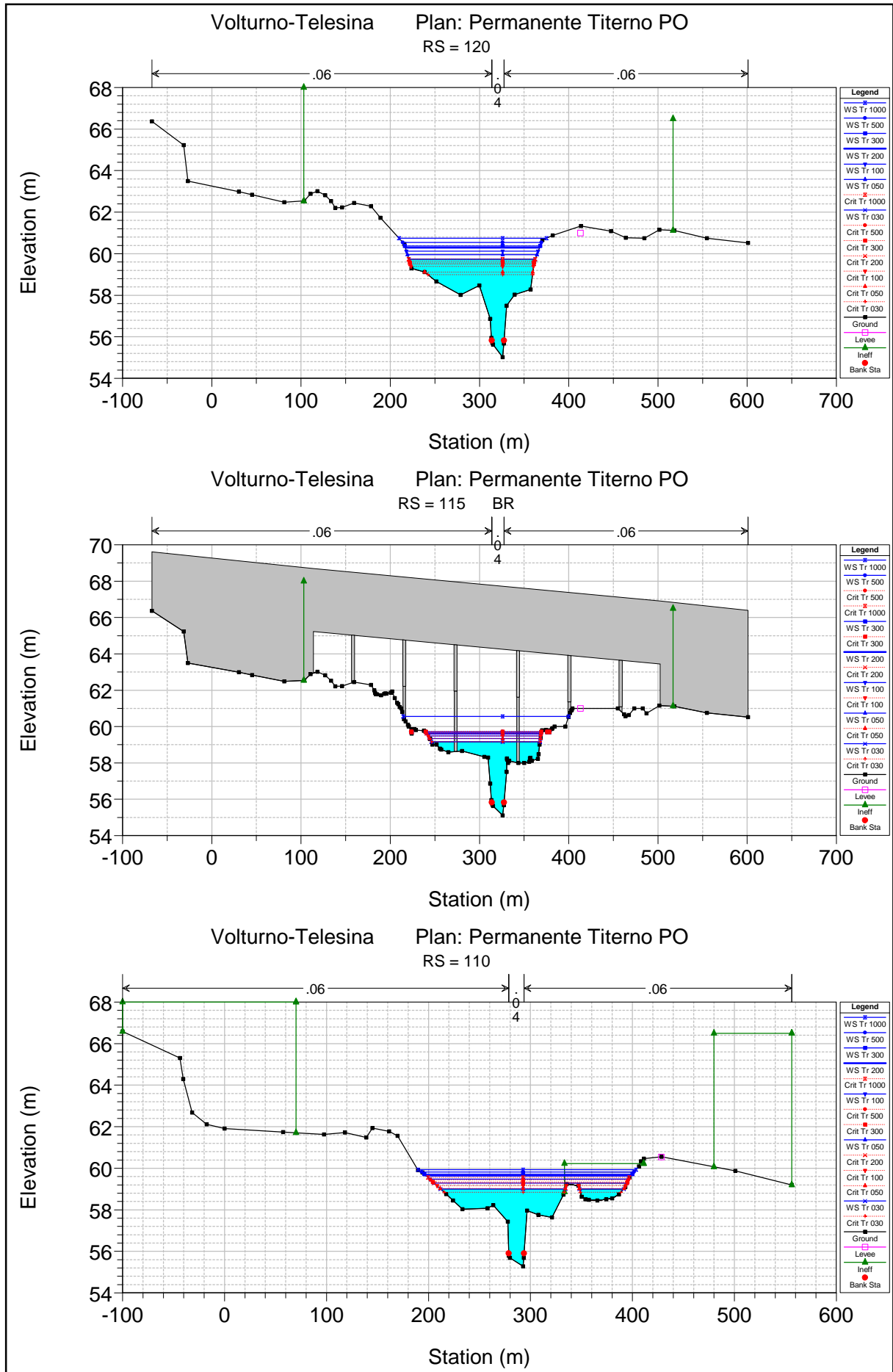


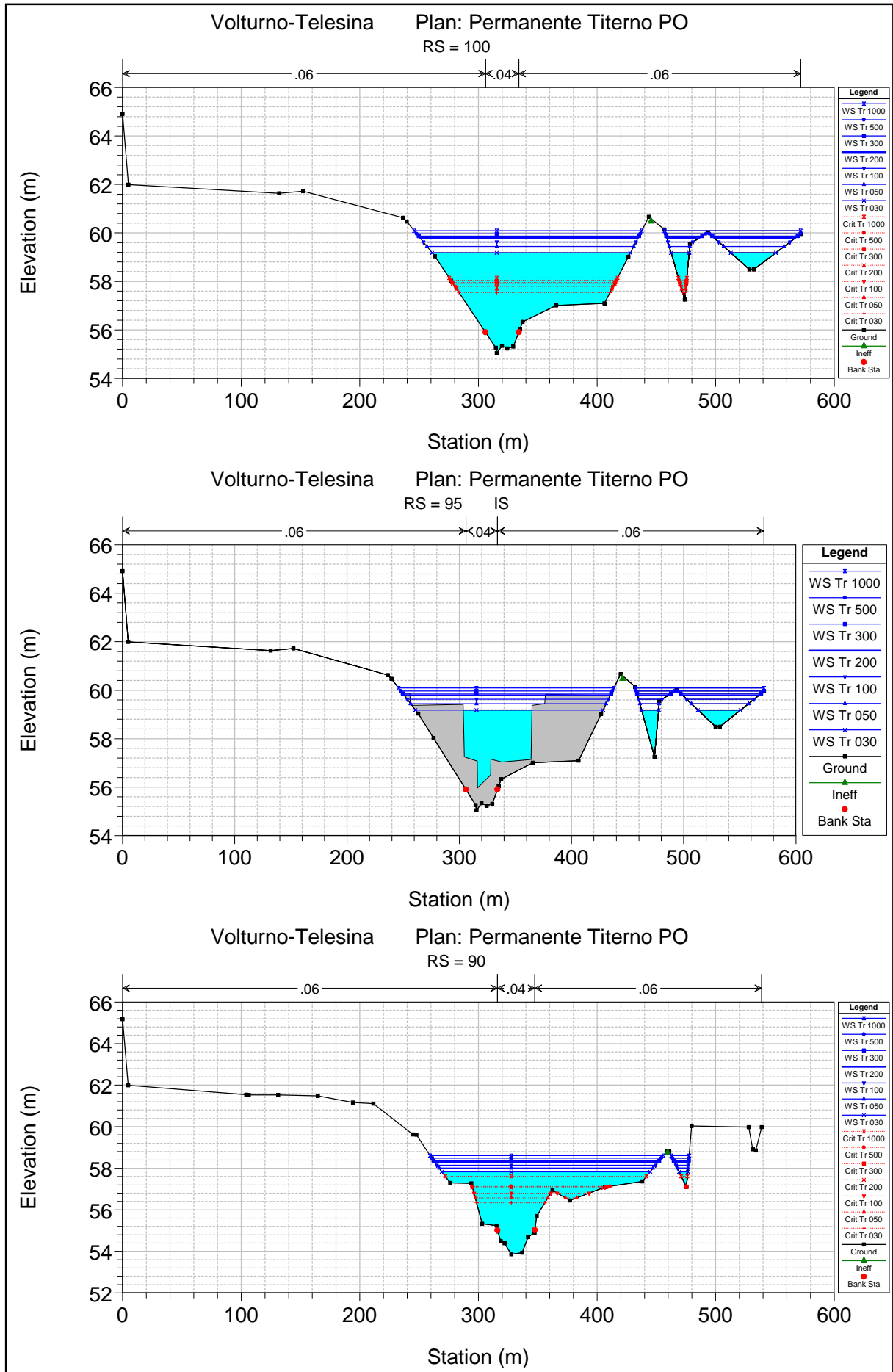


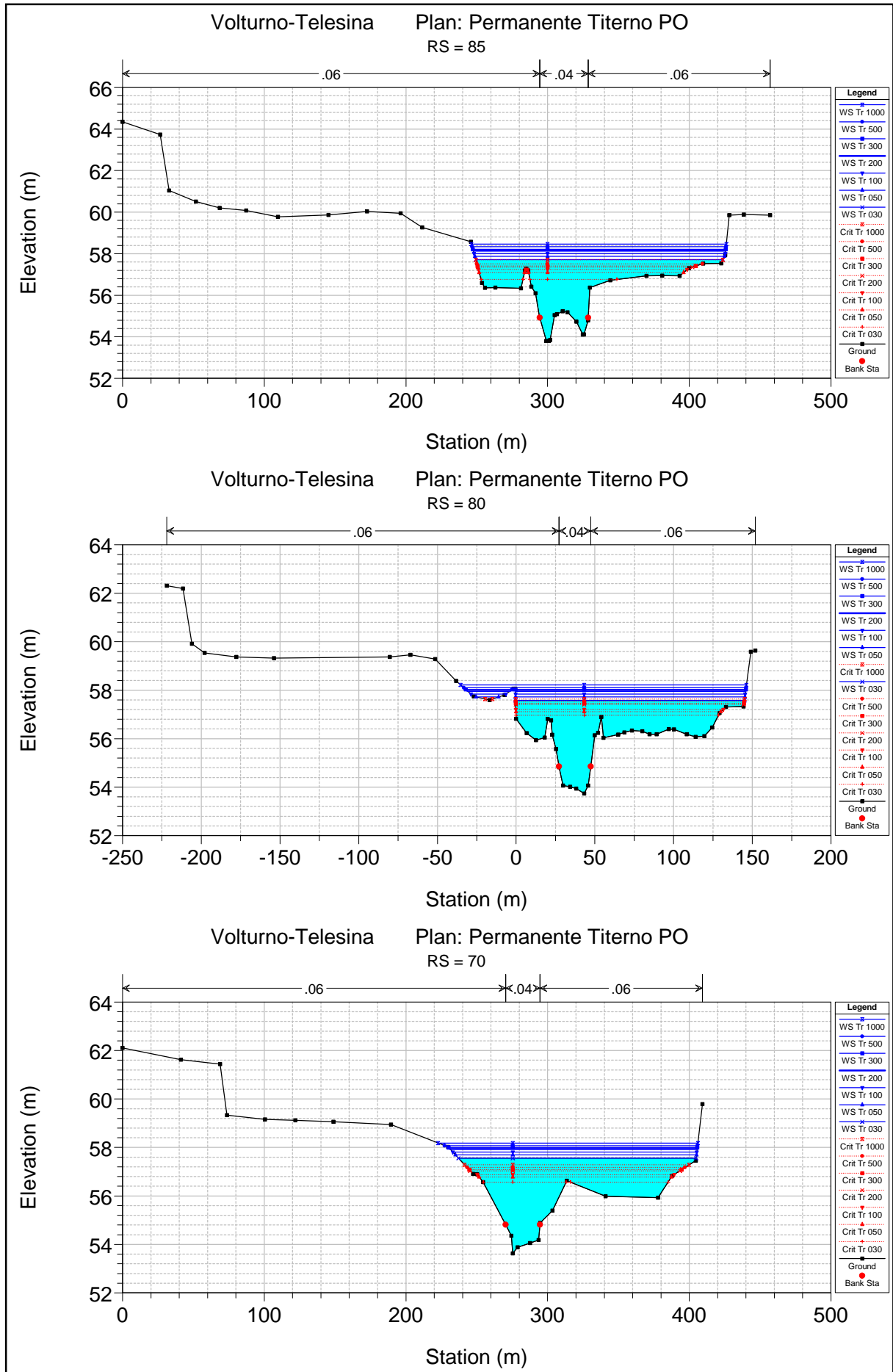


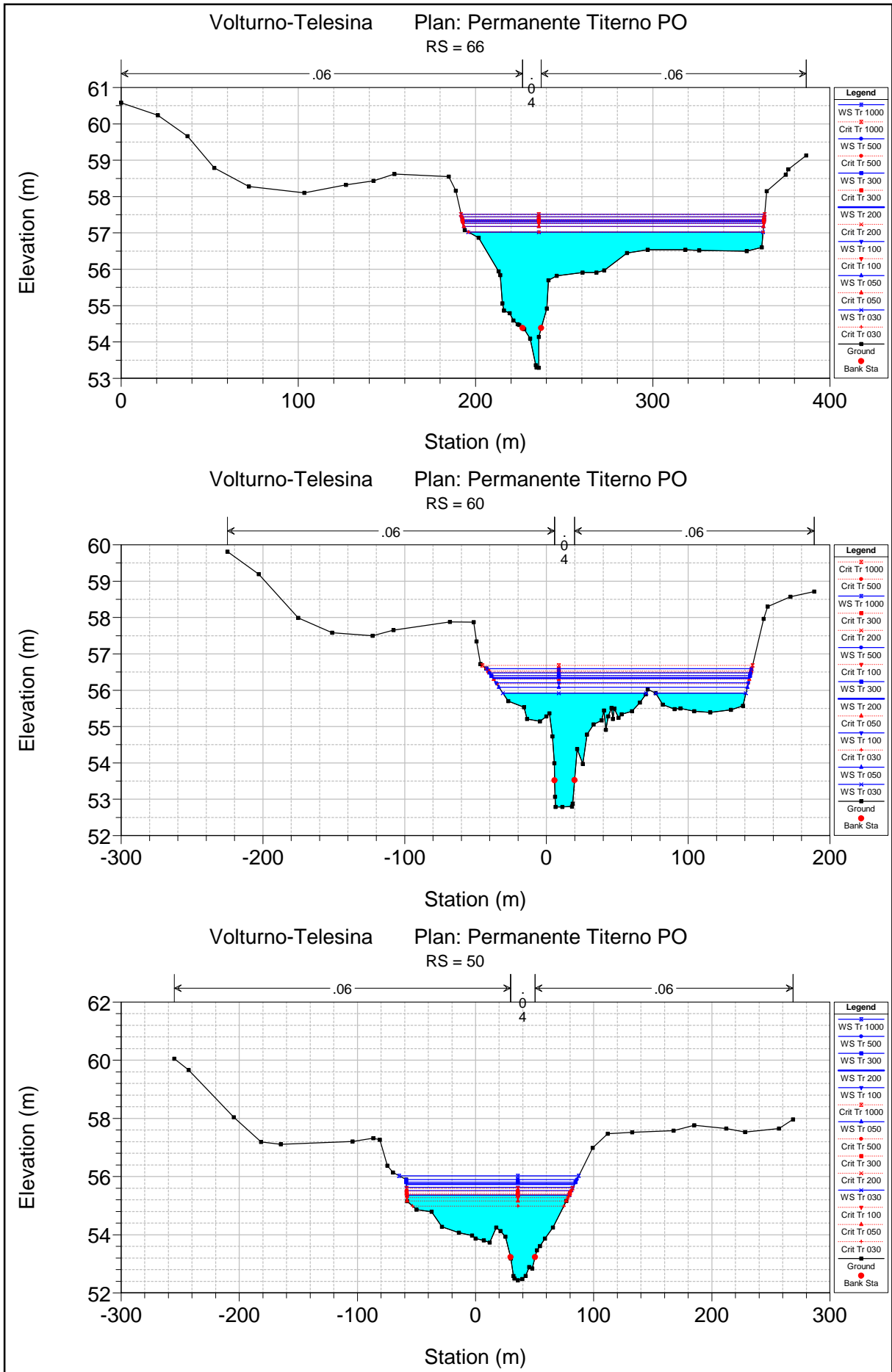


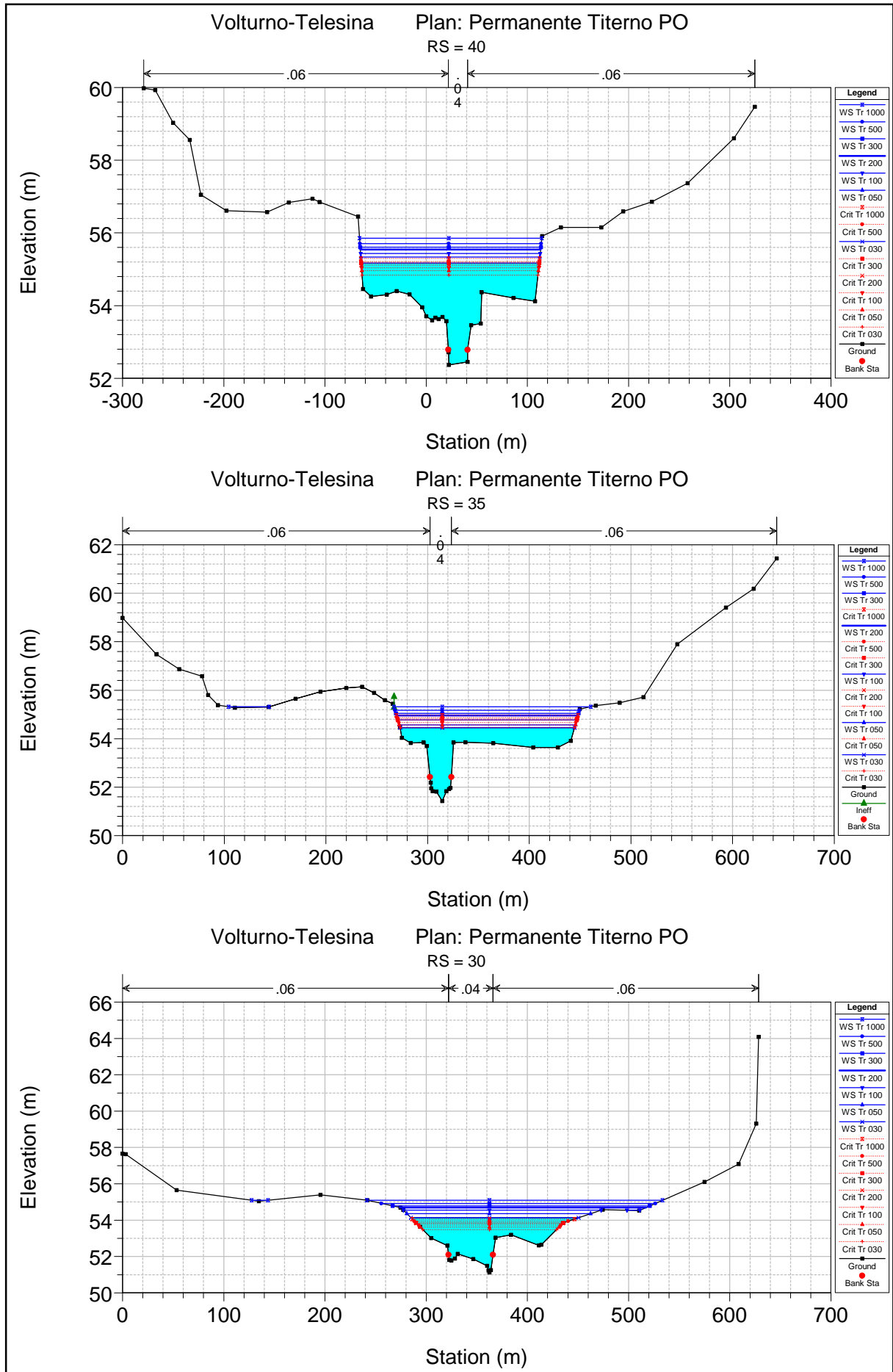


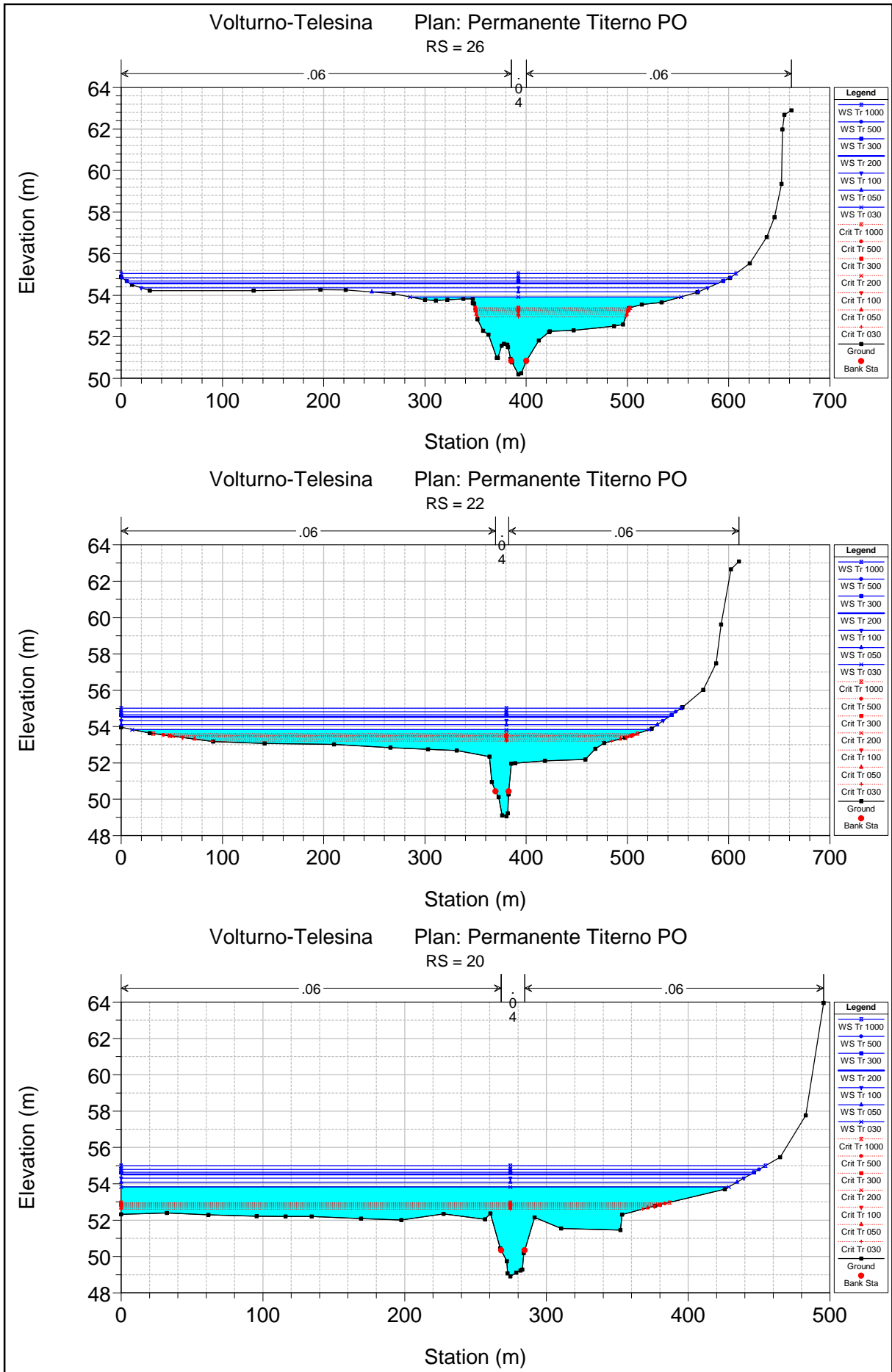


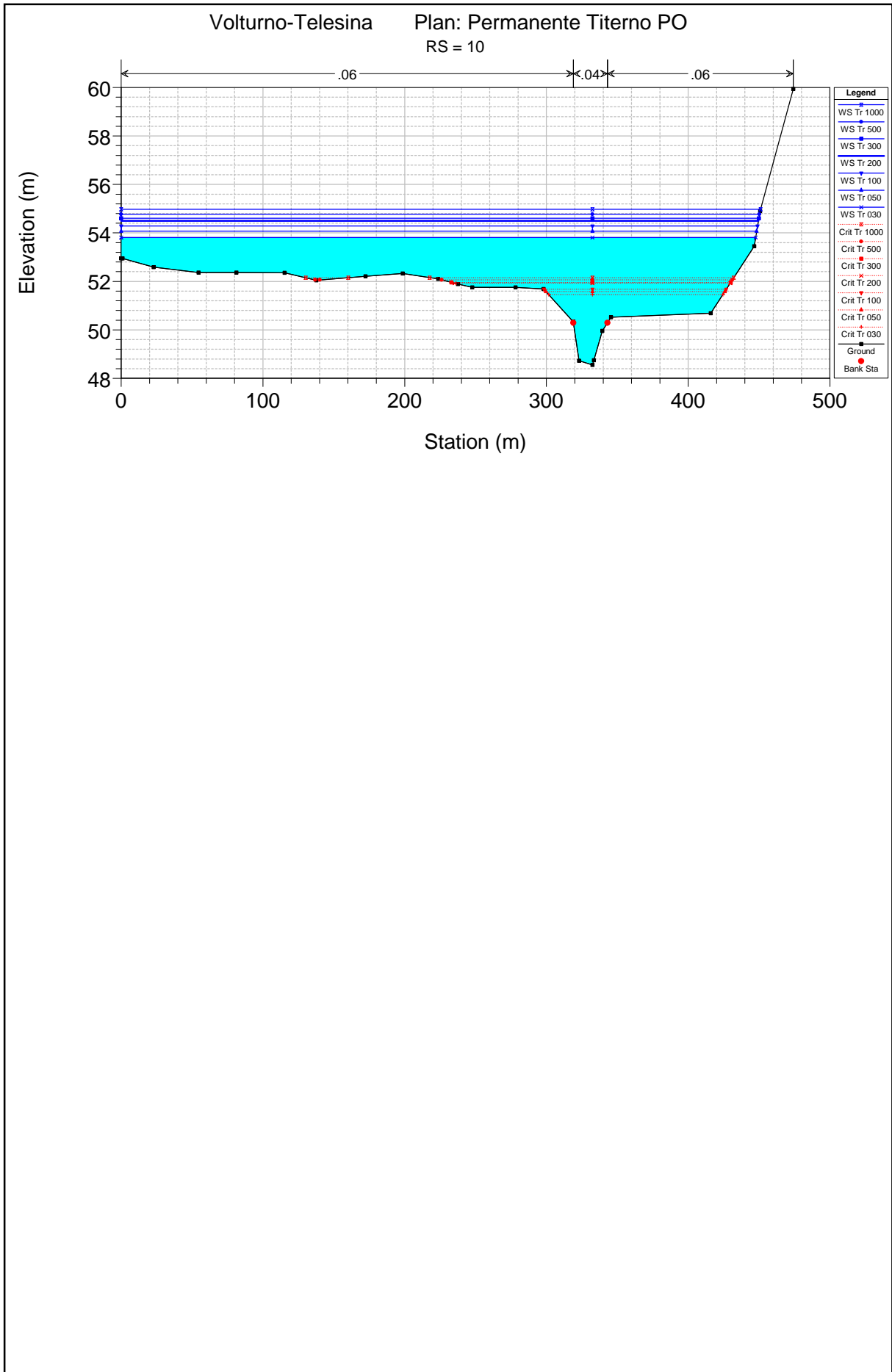












APPENDICE 2

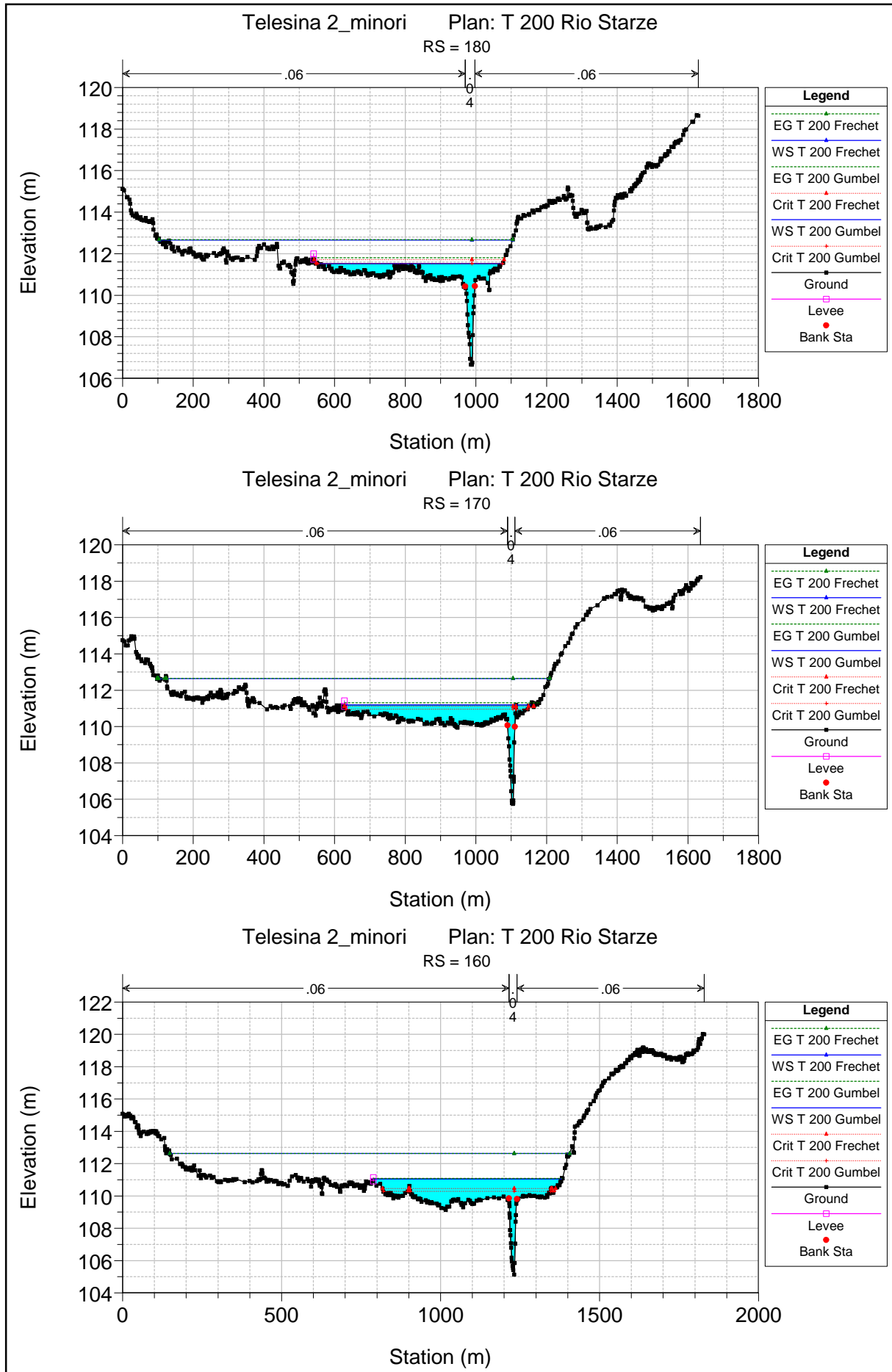
HEC-RAS Plan: Permanente Titerno PO River: Titerno Reach: Titerno (Continued)

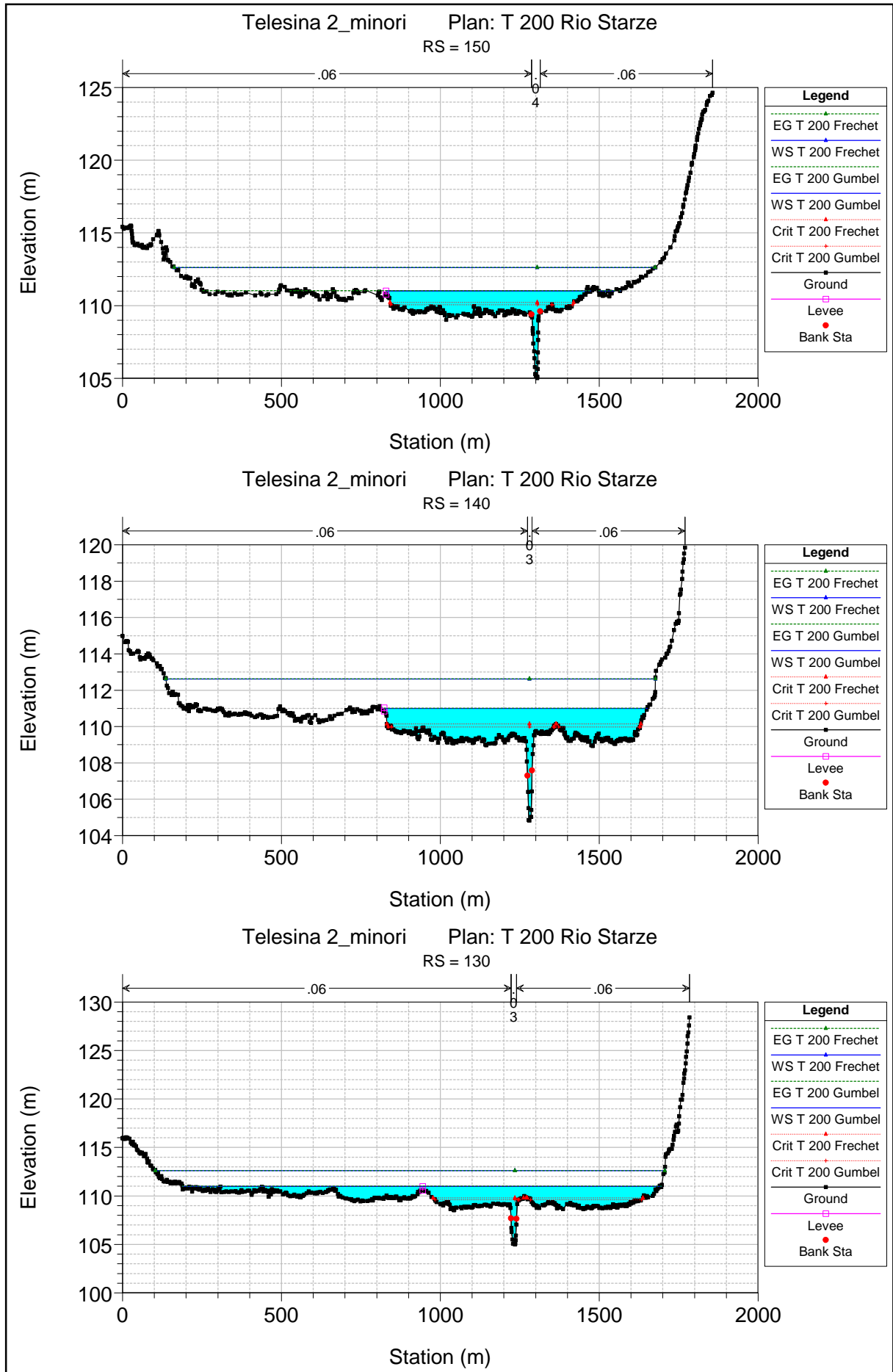
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Titerno	35	Tr 500	526.00	51.43	55.17	54.87	55.51	0.003964	3.52	286.89	181.50	0.61
Titerno	35	Tr 1000	581.00	51.43	55.32	54.97	55.67	0.003937	3.61	314.59	233.89	0.61
Titerno	30	Tr 030	296.00	51.13	54.13	53.48	54.30	0.002225	2.07	215.41	165.76	0.43
Titerno	30	Tr 050	353.00	51.13	54.35	53.62	54.53	0.002144	2.15	253.87	181.60	0.43
Titerno	30	Tr 100	403.00	51.13	54.55	53.73	54.72	0.002036	2.20	290.17	208.25	0.42
Titerno	30	Tr 200	455.00	51.13	54.70	53.83	54.90	0.002168	2.36	326.08	243.58	0.44
Titerno	30	Tr 300	483.00	51.13	54.79	53.85	54.98	0.002136	2.39	347.55	254.16	0.44
Titerno	30	Tr 500	526.00	51.13	54.92	53.94	55.12	0.002054	2.41	382.93	270.69	0.44
Titerno	30	Tr 1000	581.00	51.13	55.09	54.06	55.29	0.001922	2.42	432.14	308.52	0.43
Titerno	26	Tr 030	296.00	50.19	53.92	52.96	54.03	0.001521	2.22	317.28	267.51	0.38
Titerno	26	Tr 050	353.00	50.19	54.16	53.09	54.27	0.001446	2.26	387.22	322.36	0.38
Titerno	26	Tr 100	403.00	50.19	54.36	53.19	54.47	0.001426	2.33	481.67	559.60	0.38
Titerno	26	Tr 200	455.00	50.19	54.57	53.28	54.66	0.001111	2.13	603.27	580.45	0.34
Titerno	26	Tr 300	483.00	50.19	54.68	53.30	54.76	0.000983	2.04	667.72	588.91	0.32
Titerno	26	Tr 500	526.00	50.19	54.85	53.37	54.91	0.000831	1.92	764.93	601.10	0.29
Titerno	26	Tr 1000	581.00	50.19	55.05	53.40	55.10	0.000682	1.79	886.17	607.36	0.27
Titerno	22	Tr 030	296.00	49.06	53.84	53.19	53.89	0.000689	1.66	527.93	510.41	0.26
Titerno	22	Tr 050	353.00	49.06	54.11	53.32	54.14	0.000529	1.52	668.57	529.61	0.23
Titerno	22	Tr 100	403.00	49.06	54.32	53.40	54.35	0.000439	1.43	784.63	535.26	0.21
Titerno	22	Tr 200	455.00	49.06	54.54	53.47	54.56	0.000378	1.36	898.76	540.75	0.19
Titerno	22	Tr 300	483.00	49.06	54.65	53.50	54.67	0.000352	1.33	958.65	543.62	0.19
Titerno	22	Tr 500	526.00	49.06	54.81	53.54	54.83	0.000320	1.30	1048.31	547.87	0.18
Titerno	22	Tr 1000	581.00	49.06	55.01	53.61	55.03	0.000289	1.27	1159.60	553.11	0.17
Titerno	20	Tr 030	296.00	48.91	53.83	52.61	53.84	0.000231	0.99	725.22	428.71	0.15
Titerno	20	Tr 050	353.00	48.91	54.09	52.68	54.11	0.000214	0.99	839.20	434.55	0.15
Titerno	20	Tr 100	403.00	48.91	54.31	52.77	54.32	0.000203	1.00	933.72	439.33	0.14
Titerno	20	Tr 200	455.00	48.91	54.52	52.83	54.54	0.000194	1.00	1027.12	444.01	0.14
Titerno	20	Tr 300	483.00	48.91	54.63	52.85	54.65	0.000190	1.01	1076.24	446.44	0.14
Titerno	20	Tr 500	526.00	48.91	54.79	52.91	54.81	0.000185	1.01	1149.86	450.08	0.14
Titerno	20	Tr 1000	581.00	48.91	55.00	52.97	55.01	0.000179	1.02	1241.33	454.55	0.14
Titerno	10	Tr 030	296.00	48.55	53.81	51.46	53.82	0.000100	0.69	933.95	447.55	0.10
Titerno	10	Tr 050	353.00	48.55	54.07	51.58	54.08	0.000100	0.71	1052.25	448.30	0.10
Titerno	10	Tr 100	403.00	48.55	54.29	51.67	54.30	0.000100	0.73	1149.33	448.92	0.10
Titerno	10	Tr 200	455.00	48.55	54.50	51.93	54.51	0.000100	0.75	1244.36	449.53	0.10
Titerno	10	Tr 300	483.00	48.55	54.61	51.96	54.62	0.000100	0.76	1294.00	449.84	0.10
Titerno	10	Tr 500	526.00	48.55	54.77	52.06	54.79	0.000100	0.78	1367.97	450.31	0.11
Titerno	10	Tr 1000	581.00	48.55	54.98	52.15	54.99	0.000100	0.80	1459.16	451.01	0.11

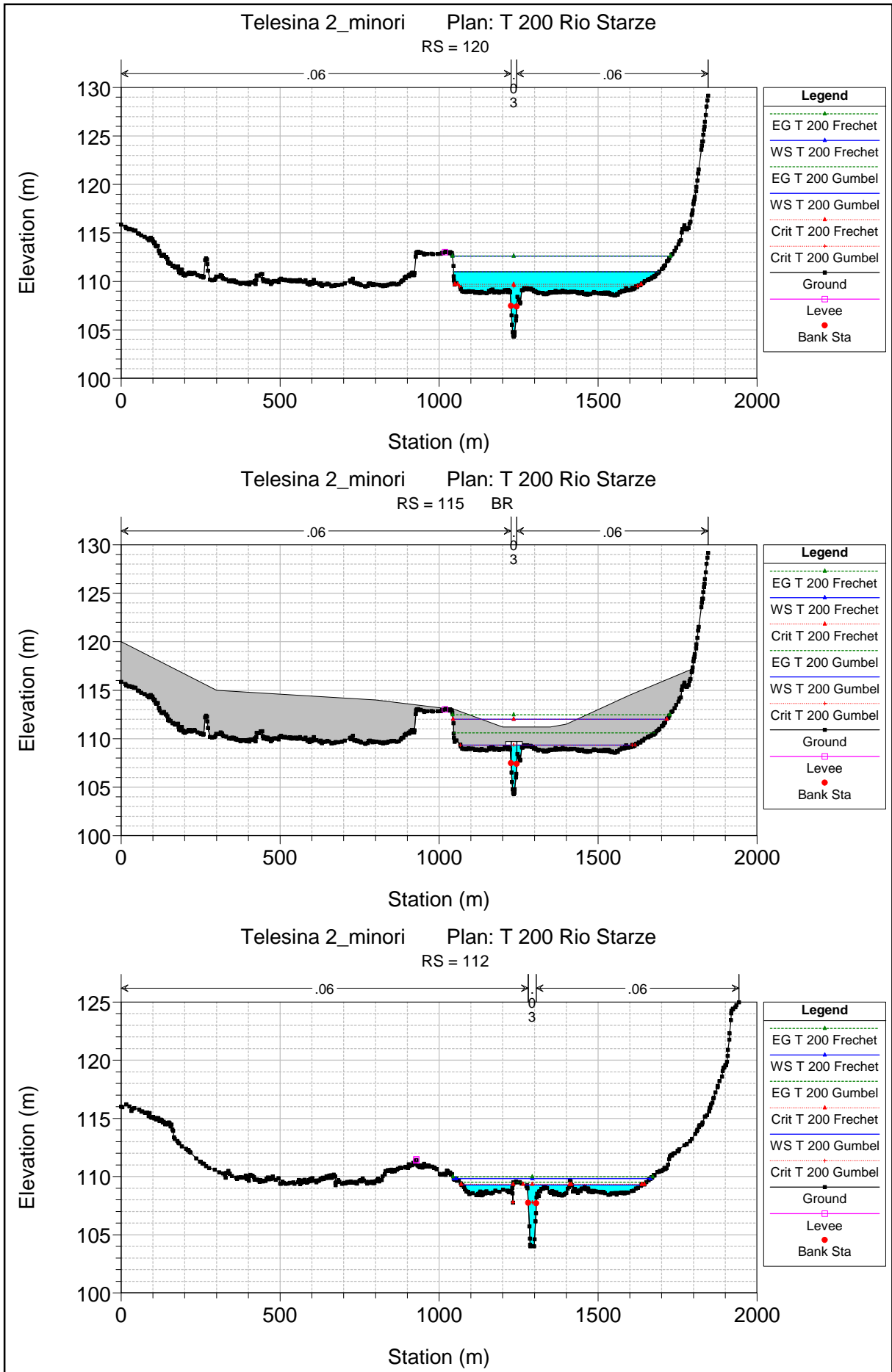
11.2.2 RIO DELLE STARZE (O RIO SAN FELICE) – VI06

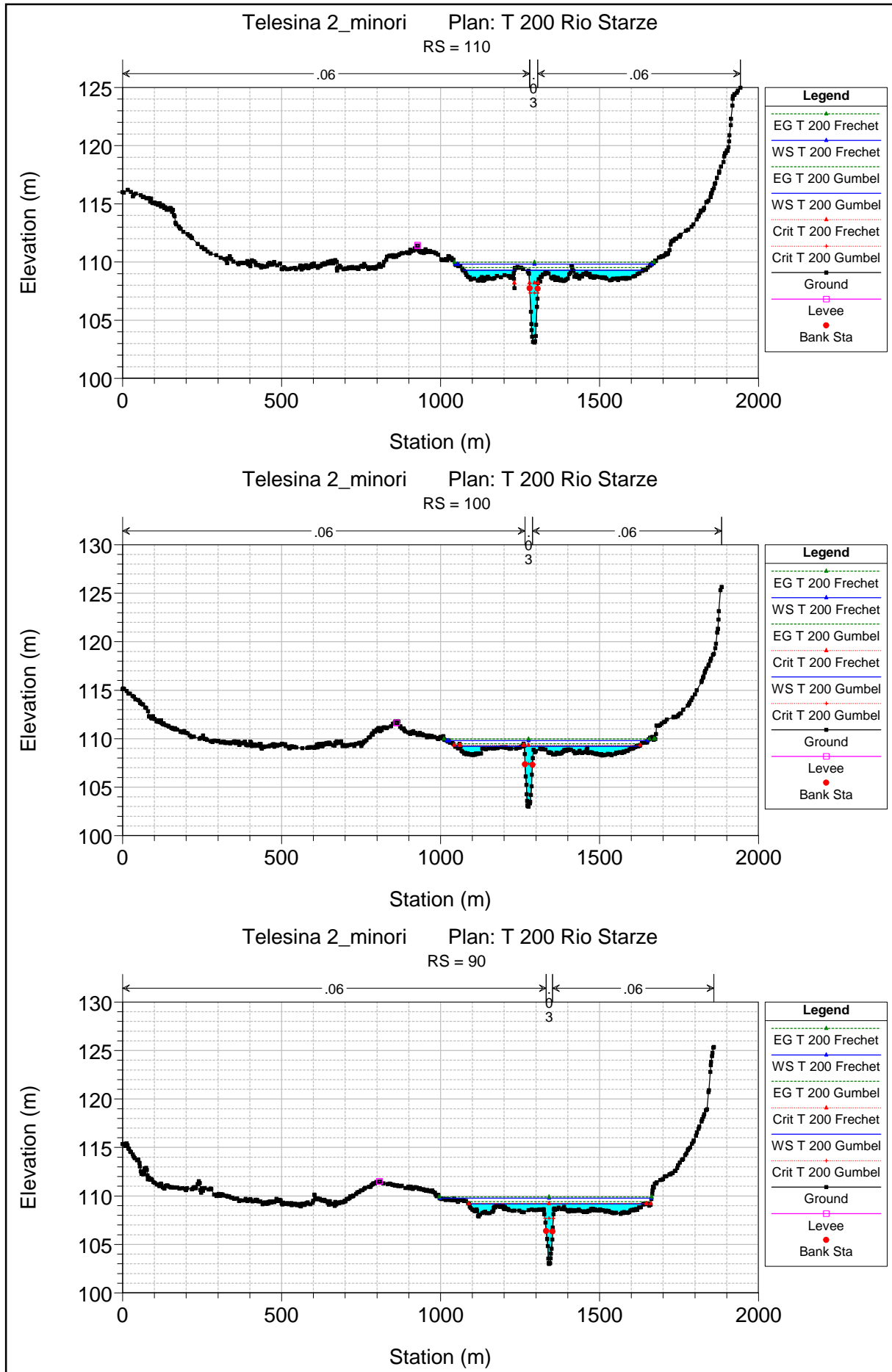
Si riportano le sezioni e le tabelle dei risultati dei modelli idraulici in moto permanente del Rio delle Starze, nelle condizioni ante operam e post operam, considerando la portata di progetto (Gumbel) e la portata di verifica (Fréchet) per il tempo di ritorno di 200 anni.

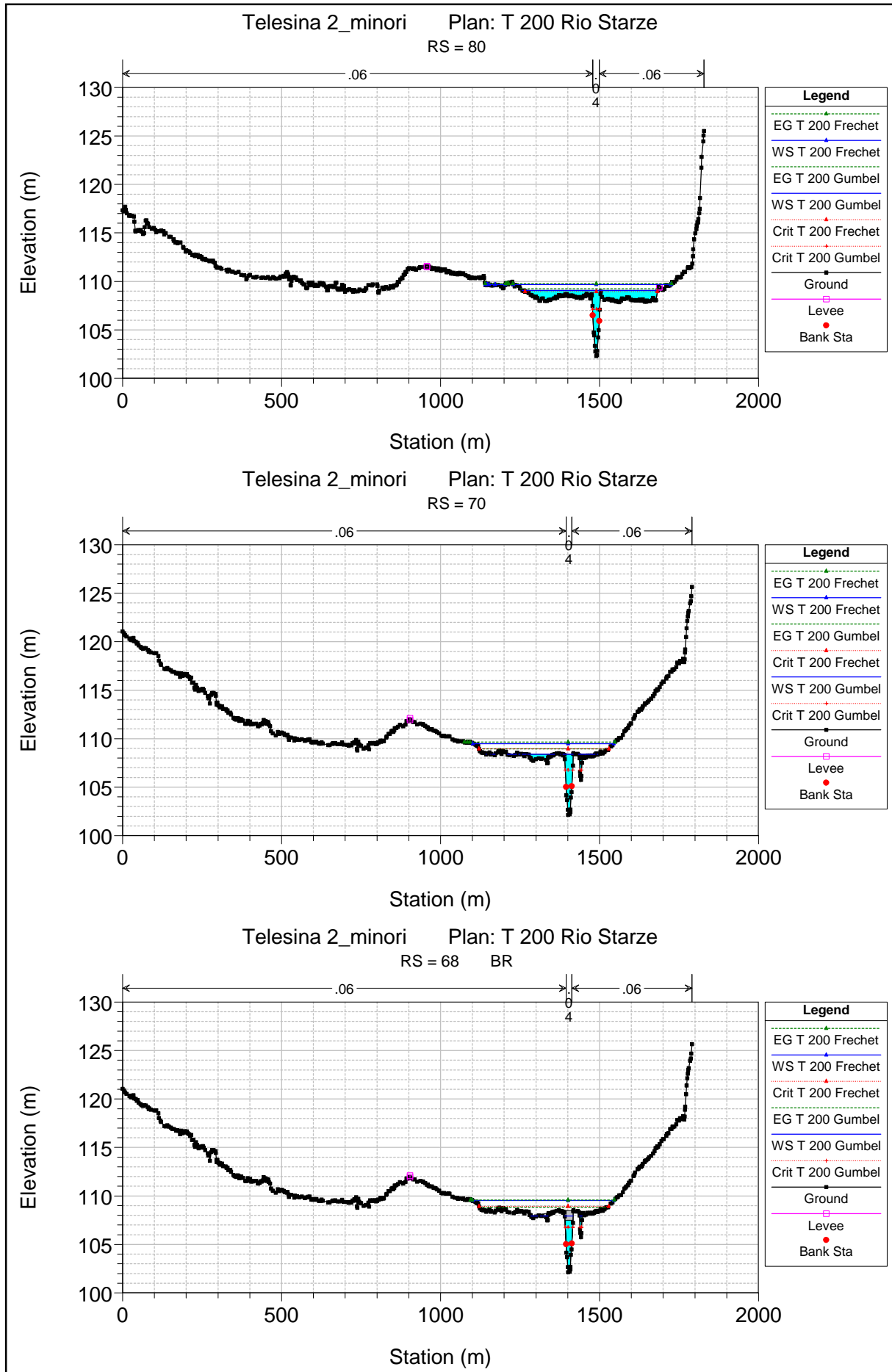
ANTE OPERAM

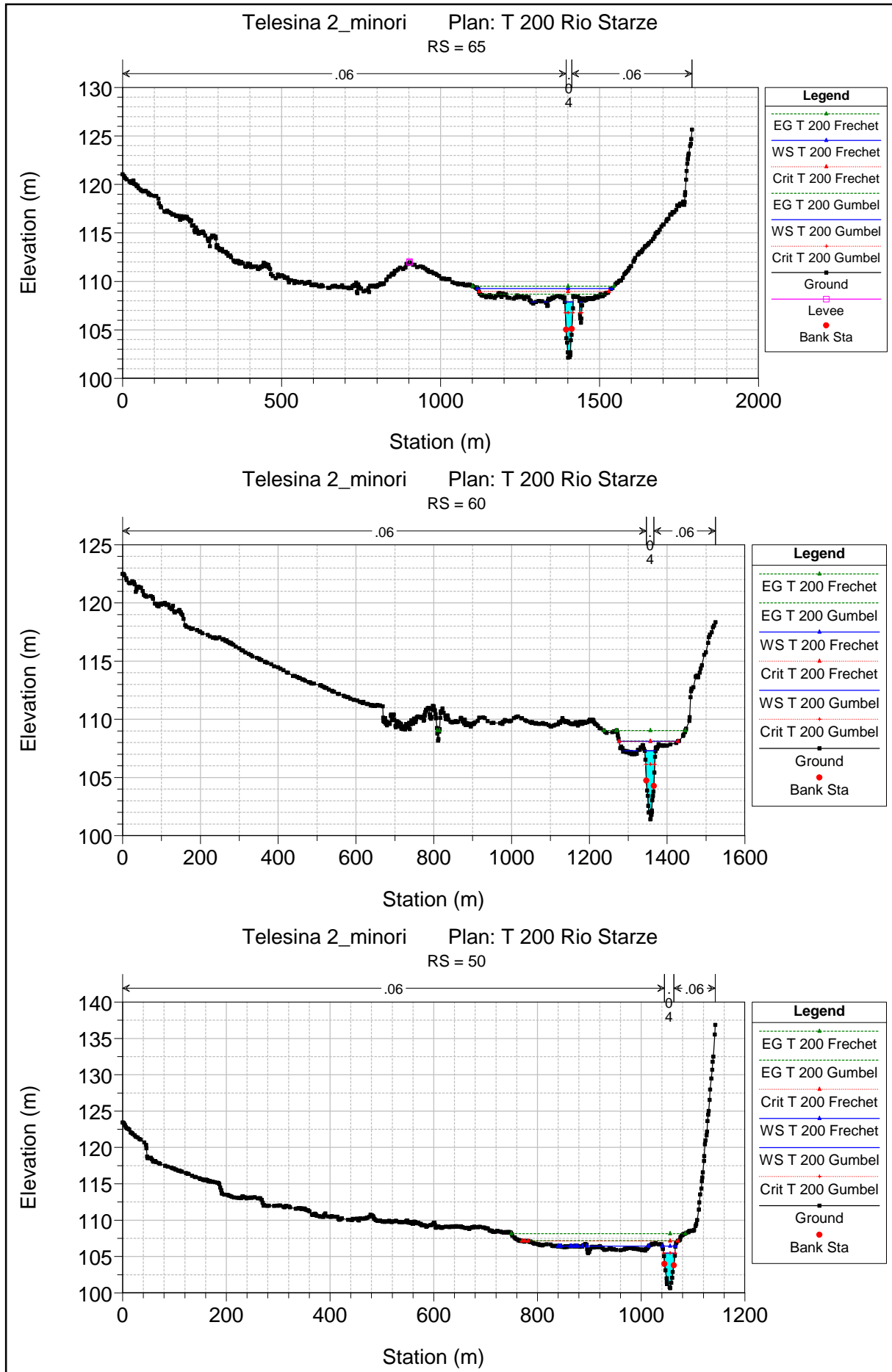


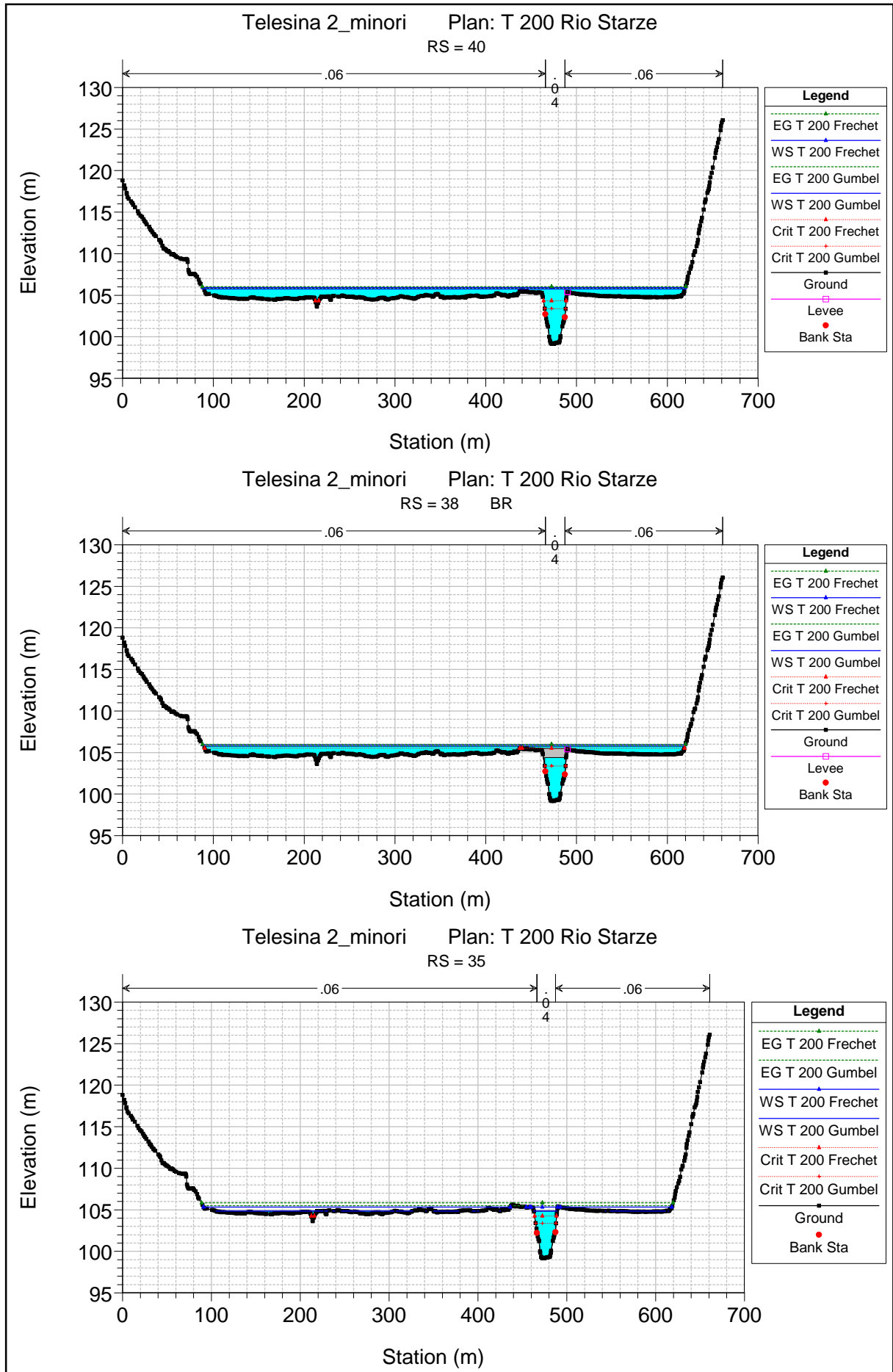


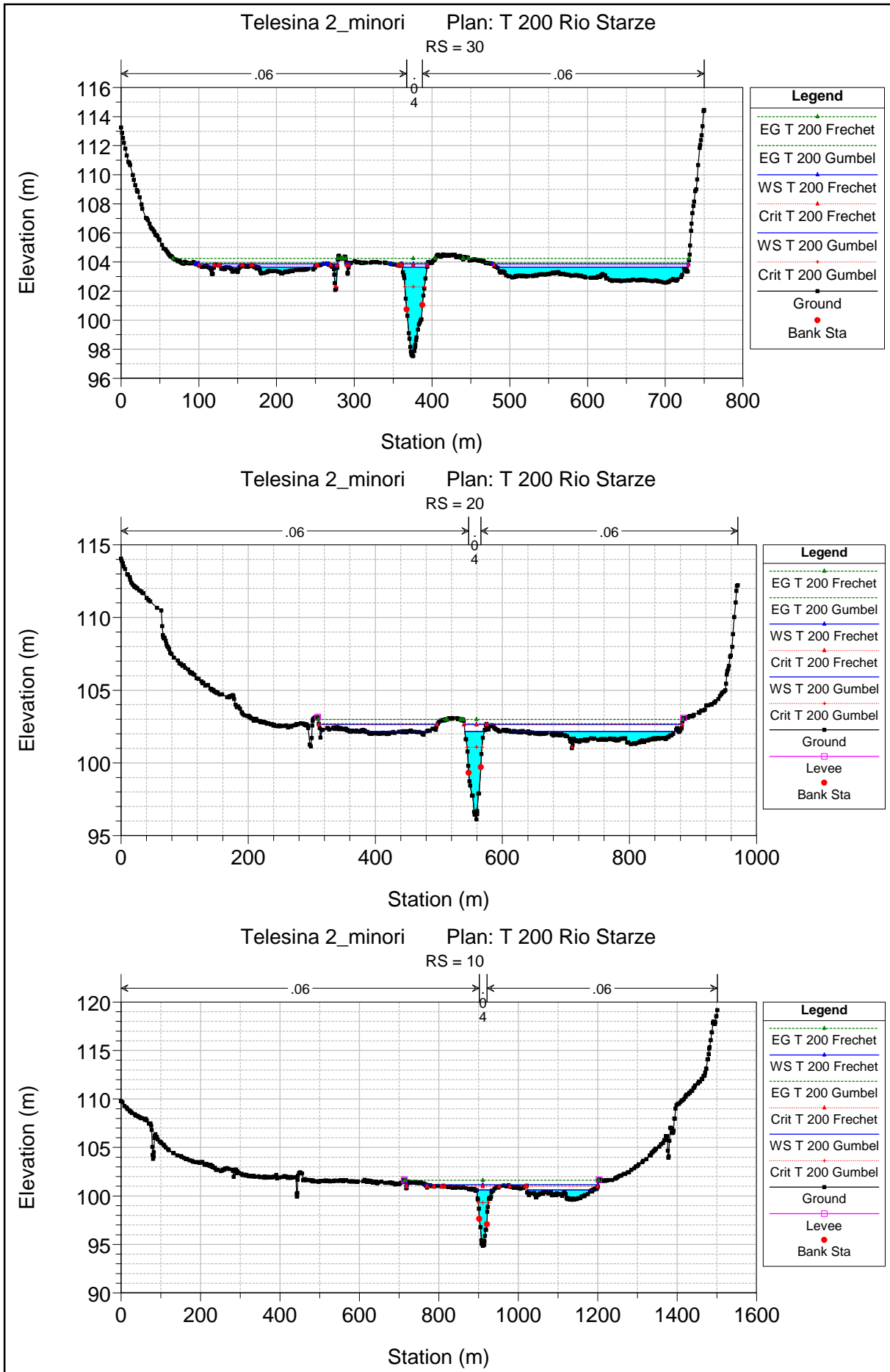










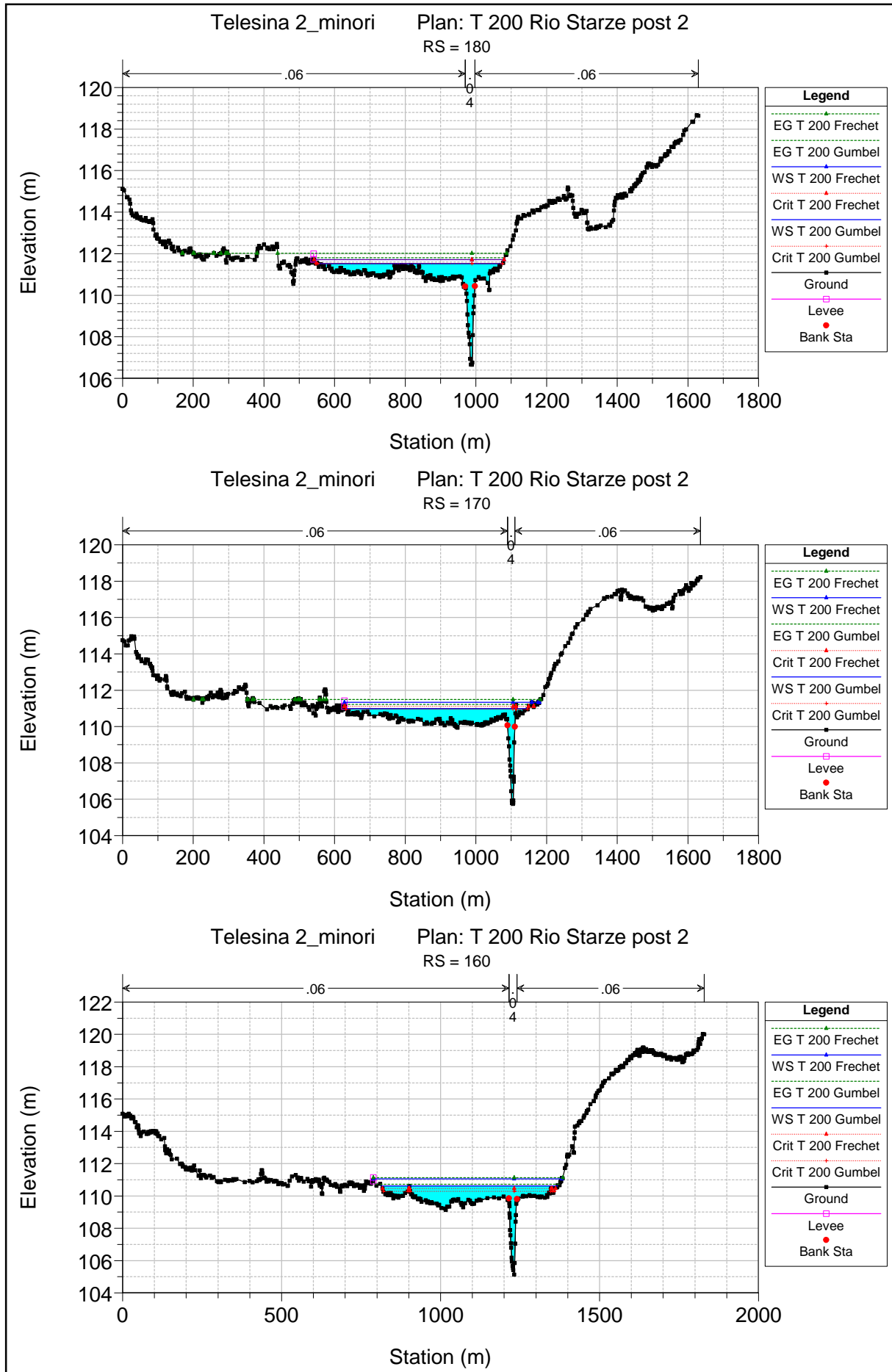


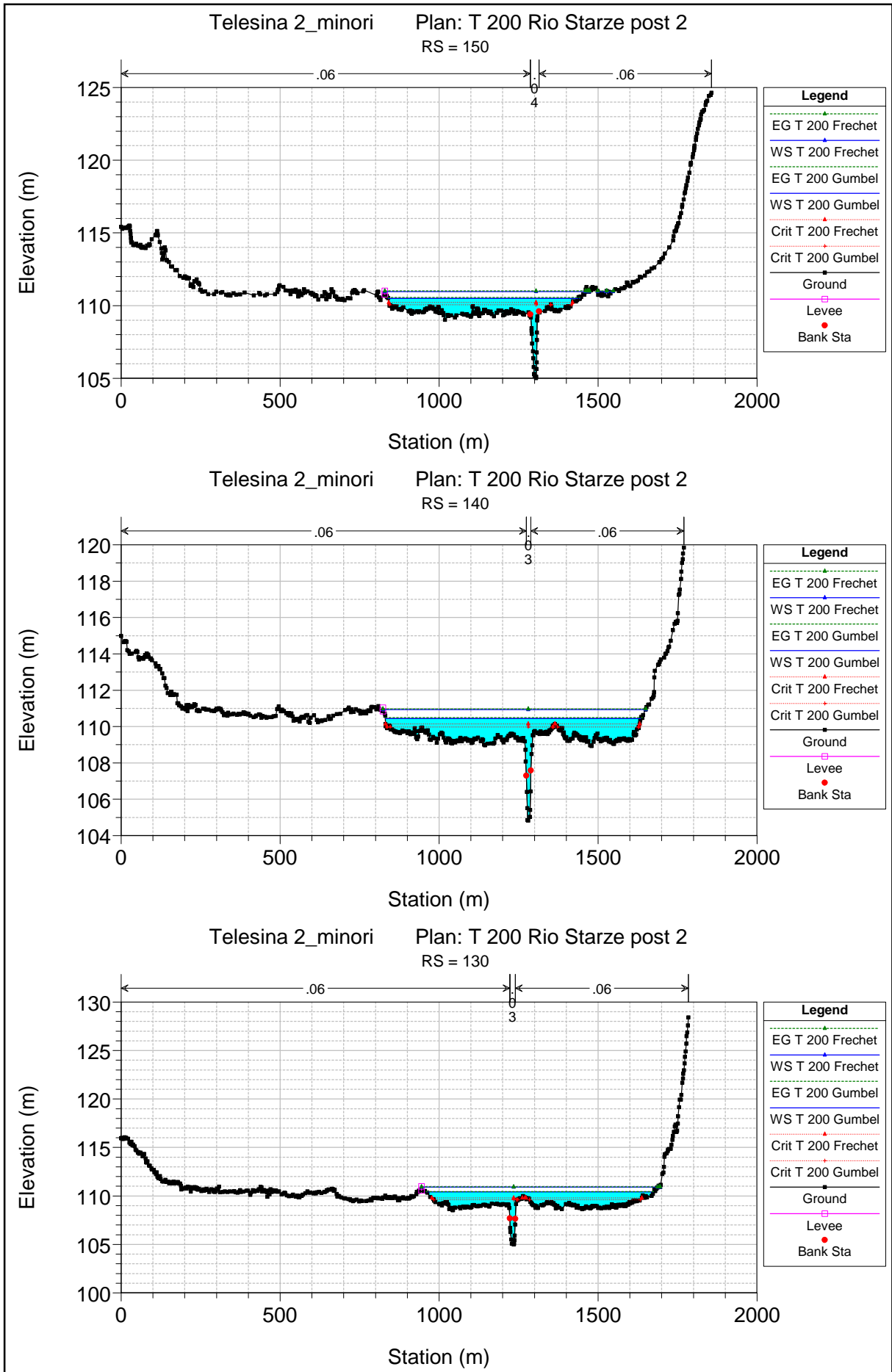
APPENDICE 2

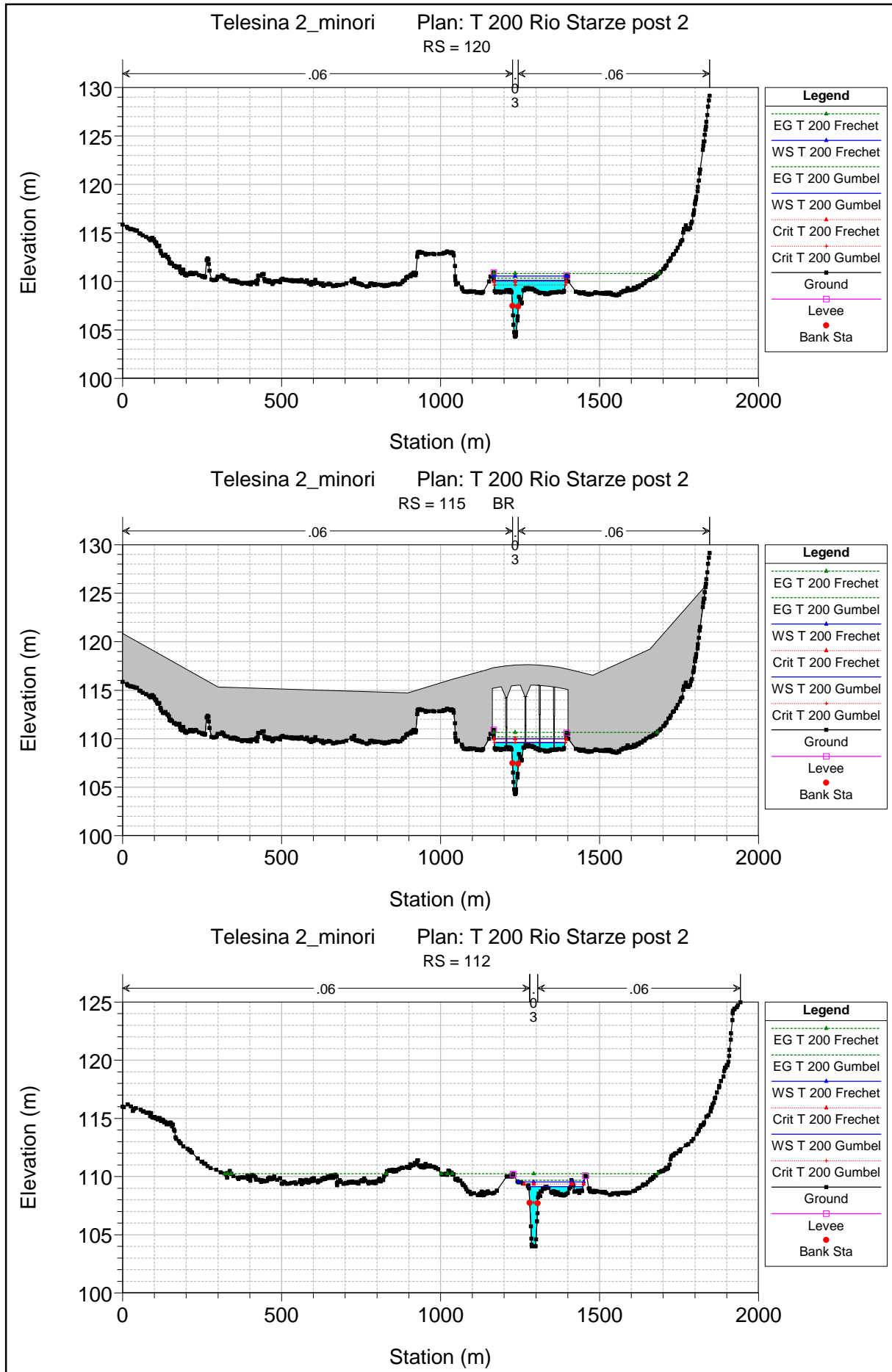
HEC-RAS Plan: T 200 Rio Starze River: Rio delle Starze Reach: Rio delle Starze

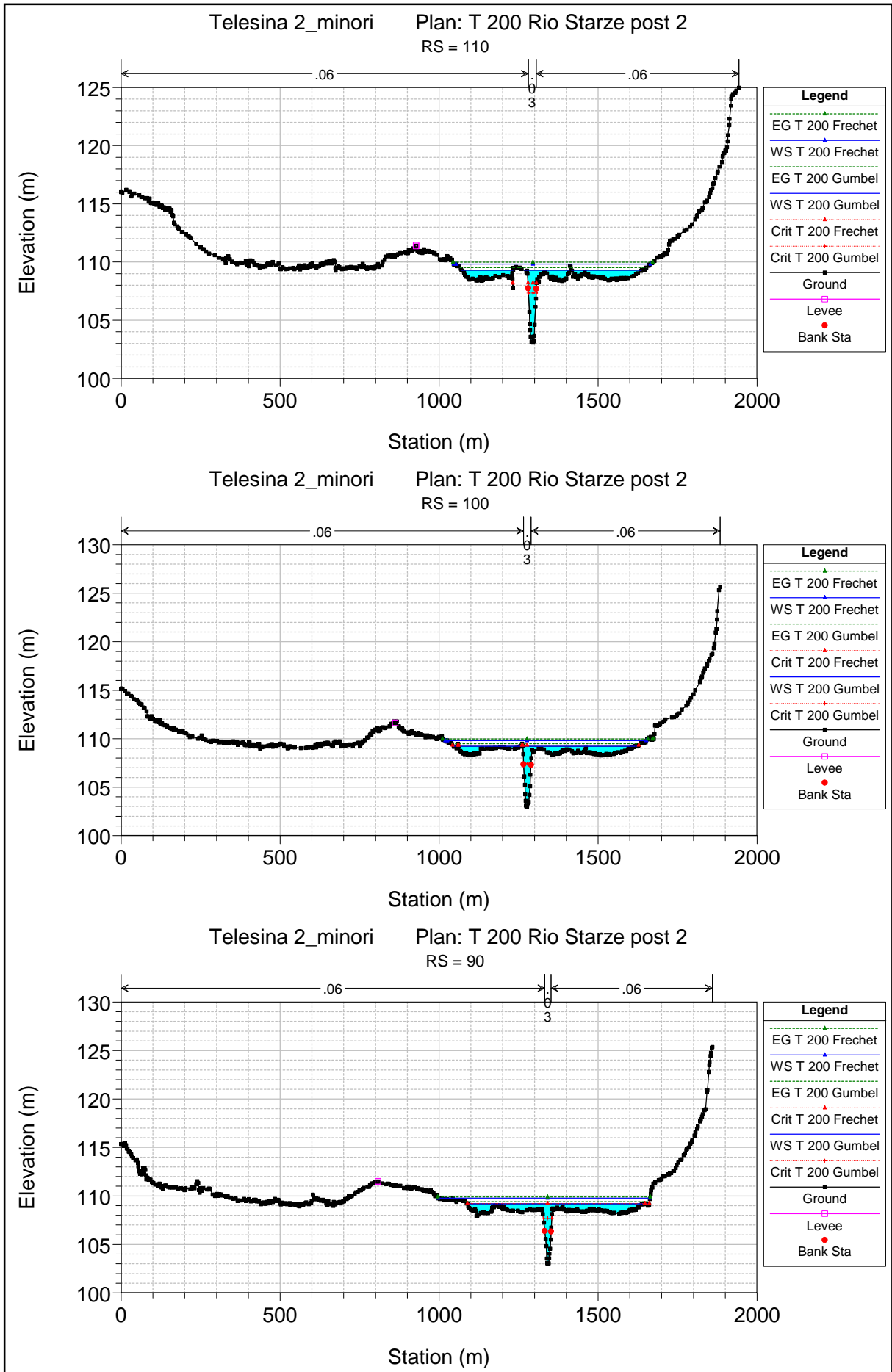
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio delle Starze	180	T 200 Gumbel	378.50	106.66	111.53	111.53	111.81	0.003247	2.90	321.06	524.11	0.53
Rio delle Starze	180	T 200 Frechet	547.40	106.66	112.66	111.71	112.68	0.000376	1.21	1254.45	999.95	0.19
Rio delle Starze	170	T 200 Gumbel	378.50	105.75	111.19	110.96	111.30	0.001689	2.21	453.41	530.95	0.37
Rio delle Starze	170	T 200 Frechet	547.40	105.75	112.64	111.12	112.65	0.000127	0.76	1881.18	1103.43	0.11
Rio delle Starze	160	T 200 Gumbel	378.50	105.14	111.05	110.29	111.09	0.000462	1.25	747.11	592.62	0.20
Rio delle Starze	160	T 200 Frechet	547.40	105.14	112.63	110.47	112.63	0.000047	0.50	2711.73	1258.07	0.07
Rio delle Starze	150	T 200 Gumbel	378.50	105.01	111.01	110.07	111.03	0.000291	0.96	914.95	689.00	0.16
Rio delle Starze	150	T 200 Frechet	547.40	105.01	112.62	110.22	112.62	0.000031	0.40	3298.67	1512.94	0.06
Rio delle Starze	140	T 200 Gumbel	378.50	104.83	111.00	109.97	111.01	0.000118	1.04	1320.53	827.96	0.14
Rio delle Starze	140	T 200 Frechet	547.40	104.83	112.62	110.14	112.62	0.000018	0.48	3939.02	1540.84	0.06
Rio delle Starze	130	T 200 Gumbel	378.50	105.00	110.99	109.61	111.00	0.000065	0.77	1974.40	1504.76	0.11
Rio delle Starze	130	T 200 Frechet	547.40	105.00	112.62	109.80	112.62	0.000012	0.39	4521.50	1603.01	0.05
Rio delle Starze	120	T 200 Gumbel	378.50	104.28	110.98	109.49	110.99	0.000086	0.92	1306.79	646.30	0.12
Rio delle Starze	120	T 200 Frechet	547.40	104.28	112.61	109.70	112.62	0.000030	0.64	2398.67	686.05	0.08
Rio delle Starze	115 BR U	T 200 Gumbel	378.50	104.28	109.34	109.34	110.60	0.004779	5.14	94.93	50.82	0.71
Rio delle Starze	115 BR U	T 200 Frechet	547.40	104.28	112.00	112.00	112.47	0.006873	3.79	301.63	300.49	0.35
Rio delle Starze	115 BR D	T 200 Gumbel	378.50	104.00	109.11	107.83	109.79	0.003571	3.68	111.36	40.98	0.51
Rio delle Starze	115 BR D	T 200 Frechet	547.40	104.00	107.52	108.85	111.34	0.028608	8.66	63.23	23.28	1.47
Rio delle Starze	112	T 200 Gumbel	378.50	104.00	109.28	107.77	109.53	0.000915	2.55	394.57	524.50	0.39
Rio delle Starze	112	T 200 Frechet	547.40	104.00	109.82	109.33	109.98	0.000697	2.41	701.92	618.74	0.35
Rio delle Starze	110	T 200 Gumbel	378.50	103.07	109.29	107.33	109.52	0.000740	2.40	409.50	525.94	0.35
Rio delle Starze	110	T 200 Frechet	547.40	103.07	109.81	108.20	109.98	0.000616	2.35	711.03	618.65	0.33
Rio delle Starze	100	T 200 Gumbel	378.50	102.97	109.22	107.43	109.49	0.000868	2.62	383.90	563.31	0.38
Rio delle Starze	100	T 200 Frechet	547.40	102.97	109.80	109.35	109.96	0.000607	2.37	733.97	632.07	0.33
Rio delle Starze	90	T 200 Gumbel	378.50	102.99	109.20	107.69	109.40	0.000750	2.49	473.84	569.53	0.36
Rio delle Starze	90	T 200 Frechet	547.40	102.99	109.78	109.23	109.91	0.000535	2.27	827.46	666.14	0.31
Rio delle Starze	80	T 200 Gumbel	378.50	102.30	109.08	107.13	109.23	0.000942	2.19	429.86	426.65	0.31
Rio delle Starze	80	T 200 Frechet	547.40	102.30	109.68	108.95	109.78	0.000721	2.06	710.31	552.30	0.27
Rio delle Starze	70	T 200 Gumbel	378.50	102.14	108.39	106.77	108.96	0.002414	3.53	173.54	233.63	0.49
Rio delle Starze	70	T 200 Frechet	547.40	102.14	109.48	108.95	109.64	0.000904	2.45	600.98	443.24	0.31
Rio delle Starze	68 BR U	T 200 Gumbel	378.50	102.14	107.94	106.77	108.83	0.011181	4.34	101.05	23.58	0.55
Rio delle Starze	68 BR U	T 200 Frechet	547.40	102.14	109.52	108.92	109.58	0.002048	1.64	580.08	444.94	0.13
Rio delle Starze	68 BR D	T 200 Gumbel	378.50	102.14	107.86	106.77	108.77	0.011313	4.36	99.32	21.66	0.56
Rio delle Starze	68 BR D	T 200 Frechet	547.40	102.14	109.51	108.92	109.57	0.002103	1.66	574.65	444.44	0.13
Rio delle Starze	65	T 200 Gumbel	378.50	102.14	107.89	106.77	108.68	0.003656	4.06	112.03	63.27	0.59
Rio delle Starze	65	T 200 Frechet	547.40	102.14	109.27	108.95	109.51	0.001244	2.81	512.77	423.07	0.36
Rio delle Starze	60	T 200 Gumbel	378.50	101.39	107.29	106.11	108.13	0.003900	4.12	104.60	63.13	0.61
Rio delle Starze	60	T 200 Frechet	547.40	101.39	108.11	108.11	109.03	0.003789	4.53	192.15	151.58	0.62
Rio delle Starze	50	T 200 Gumbel	378.50	100.65	105.47	105.47	107.17	0.010953	5.81	67.66	22.10	0.98
Rio delle Starze	50	T 200 Frechet	547.40	100.65	106.42	107.14	108.16	0.008831	6.10	136.06	180.89	0.92
Rio delle Starze	40	T 200 Gumbel	378.50	99.15	105.76	103.38	105.84	0.000534	1.72	593.12	530.26	0.23
Rio delle Starze	40	T 200 Frechet	547.40	99.15	105.91	104.33	106.04	0.000834	2.18	674.90	531.49	0.29
Rio delle Starze	38 BR U	T 200 Gumbel	378.50	99.15	105.78	103.38	105.81	0.001261	1.14	572.98	530.43	0.10
Rio delle Starze	38 BR U	T 200 Frechet	547.40	99.15	105.94	105.53	105.99	0.001721	1.36	660.78	531.75	0.11
Rio delle Starze	38 BR D	T 200 Gumbel	378.50	99.15	104.82	103.39	105.58	0.009718	3.99	132.23	263.80	0.52
Rio delle Starze	38 BR D	T 200 Frechet	547.40	99.15	105.93	105.54	105.98	0.001765	1.39	655.13	531.66	0.12
Rio delle Starze	35	T 200 Gumbel	378.50	99.15	104.85	103.38	105.49	0.002962	3.65	154.04	329.60	0.54
Rio delle Starze	35	T 200 Frechet	547.40	99.15	105.34	104.24	105.83	0.002617	3.66	372.36	504.78	0.51
Rio delle Starze	30	T 200 Gumbel	378.50	97.53	103.65	102.28	103.94	0.001780	2.82	305.63	392.92	0.42
Rio delle Starze	30	T 200 Frechet	547.40	97.53	103.87	103.77	104.24	0.002418	3.39	403.52	478.91	0.49
Rio delle Starze	20	T 200 Gumbel	378.50	96.11	102.17	101.08	102.69	0.002979	3.55	215.77	386.06	0.53
Rio delle Starze	20	T 200 Frechet	547.40	96.11	102.65	102.62	102.98	0.002279	3.32	450.55	529.03	0.47
Rio delle Starze	10	T 200 Gumbel	378.50	94.86	100.63	99.32	101.13	0.002503	3.42	202.58	214.72	0.50
Rio delle Starze	10	T 200 Frechet	547.40	94.86	101.15	100.97	101.62	0.002501	3.66	366.37	436.76	0.51

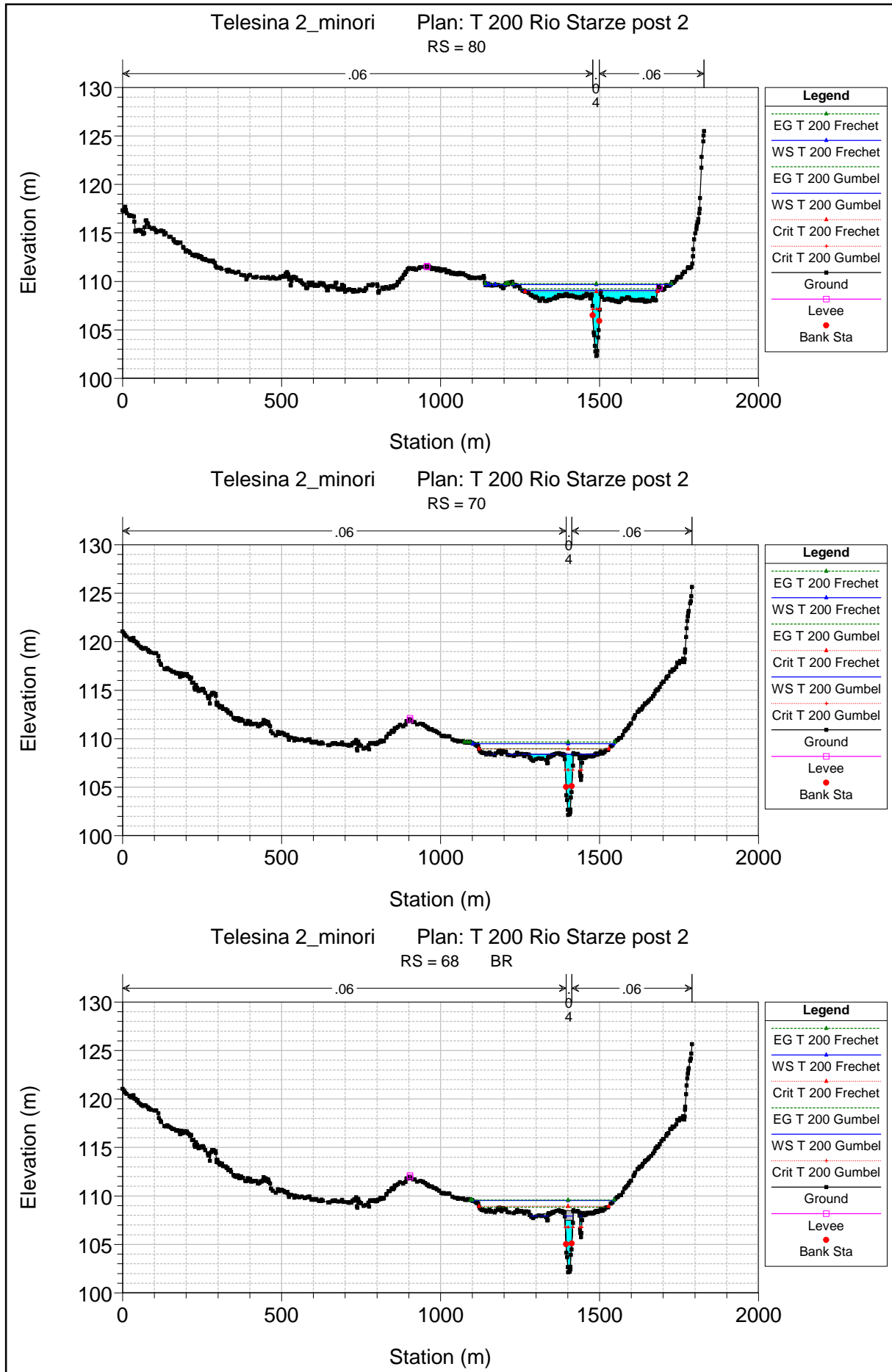
POST OPERAM

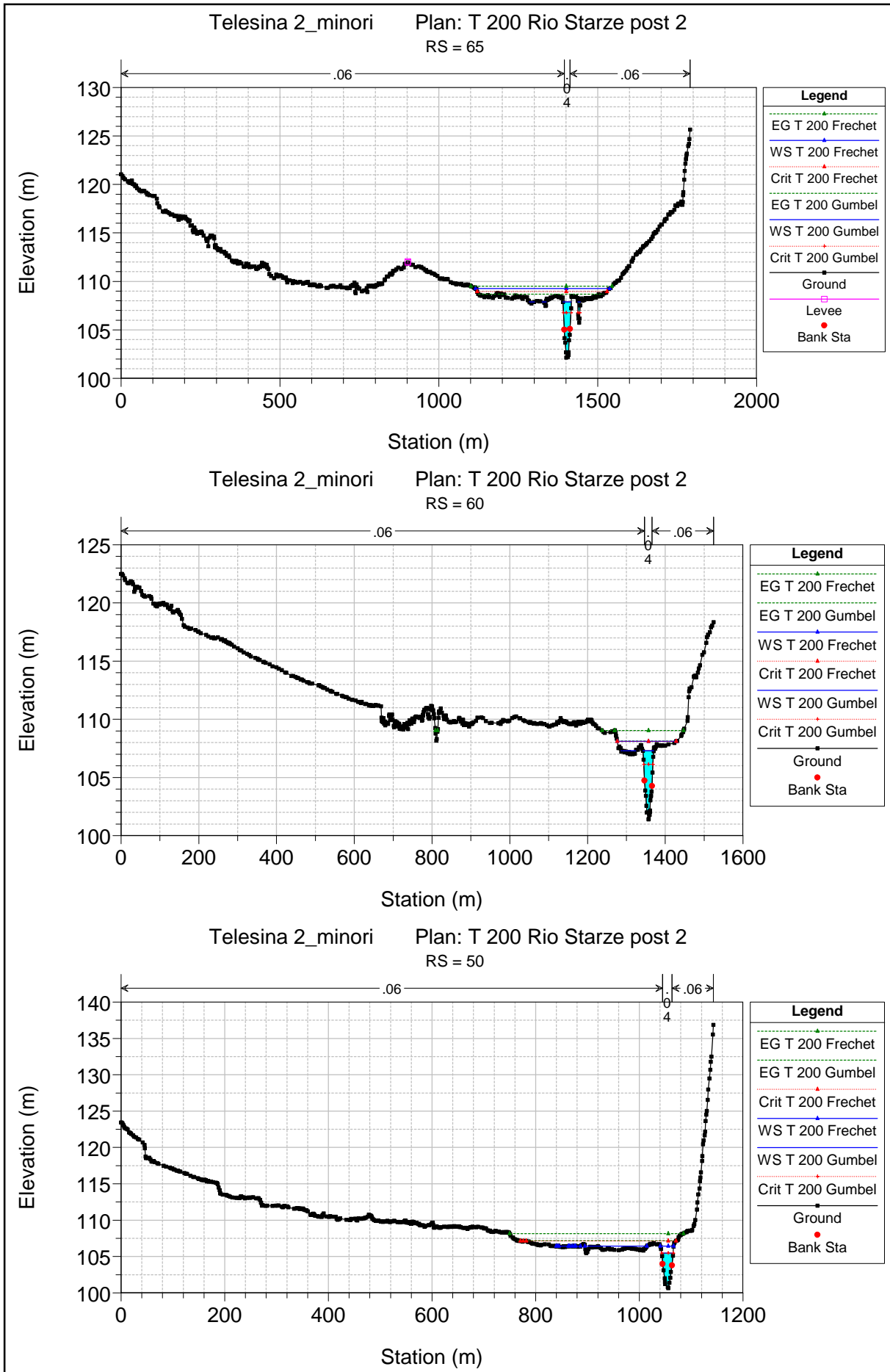


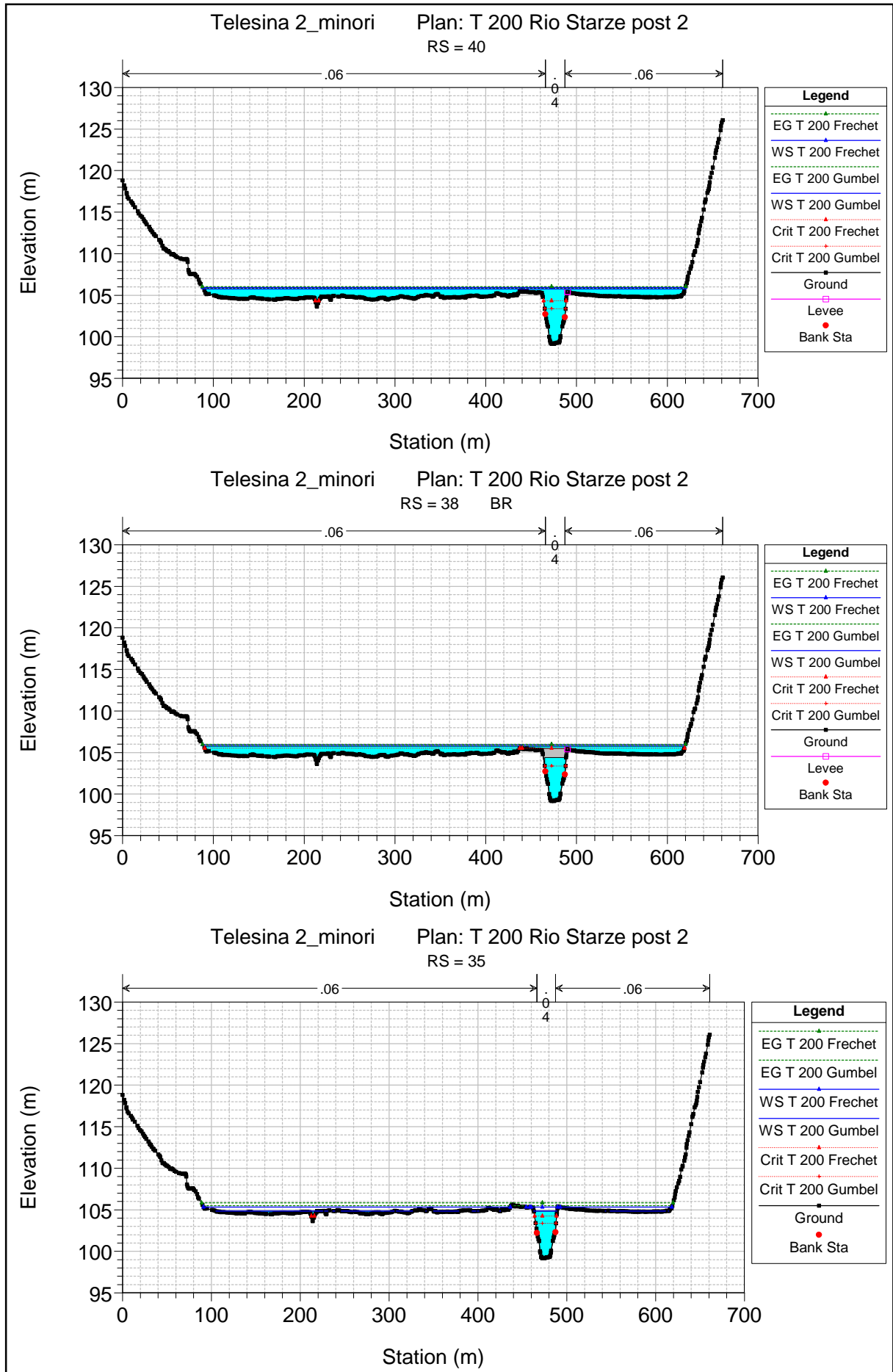


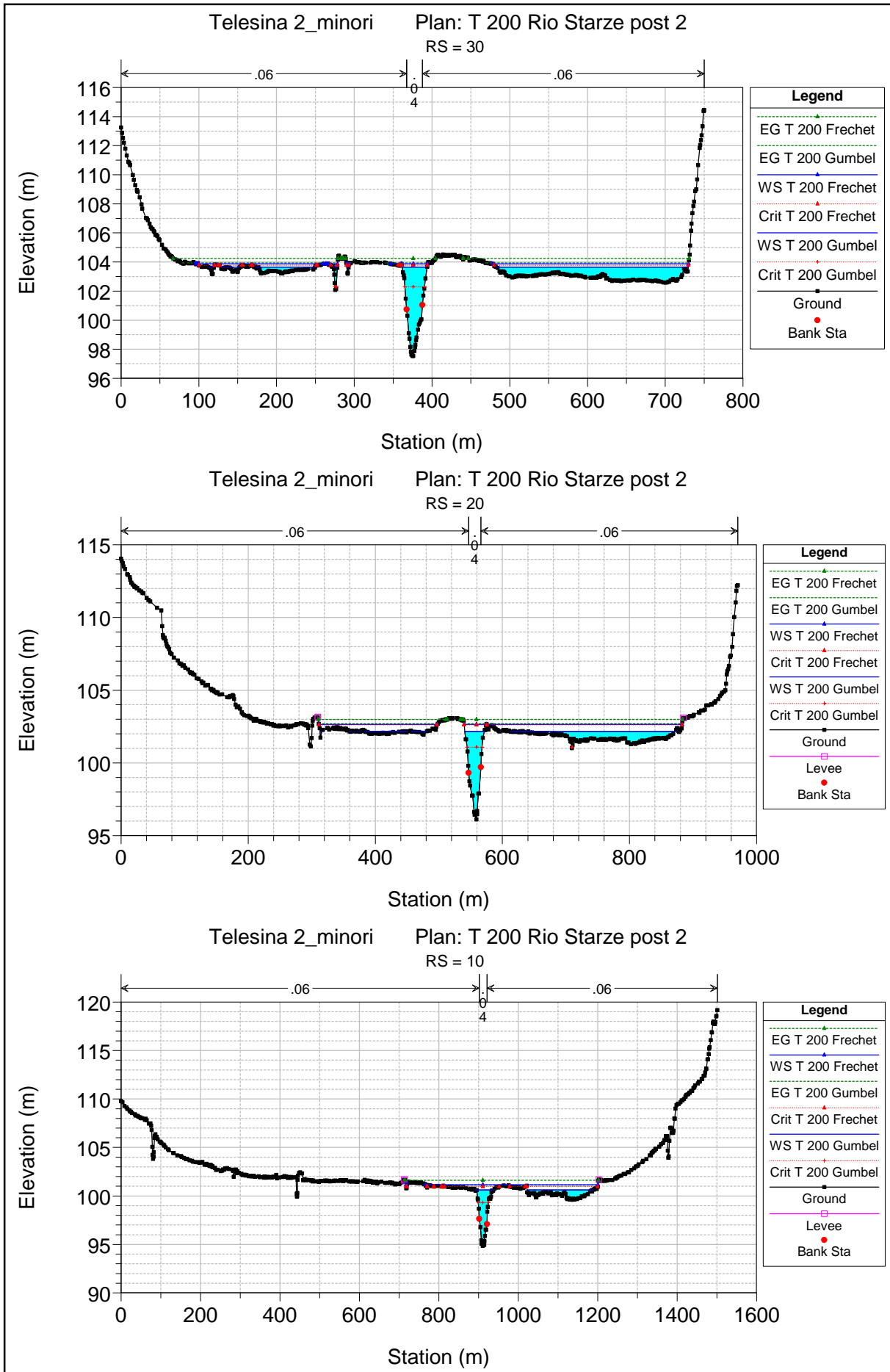












APPENDICE 2

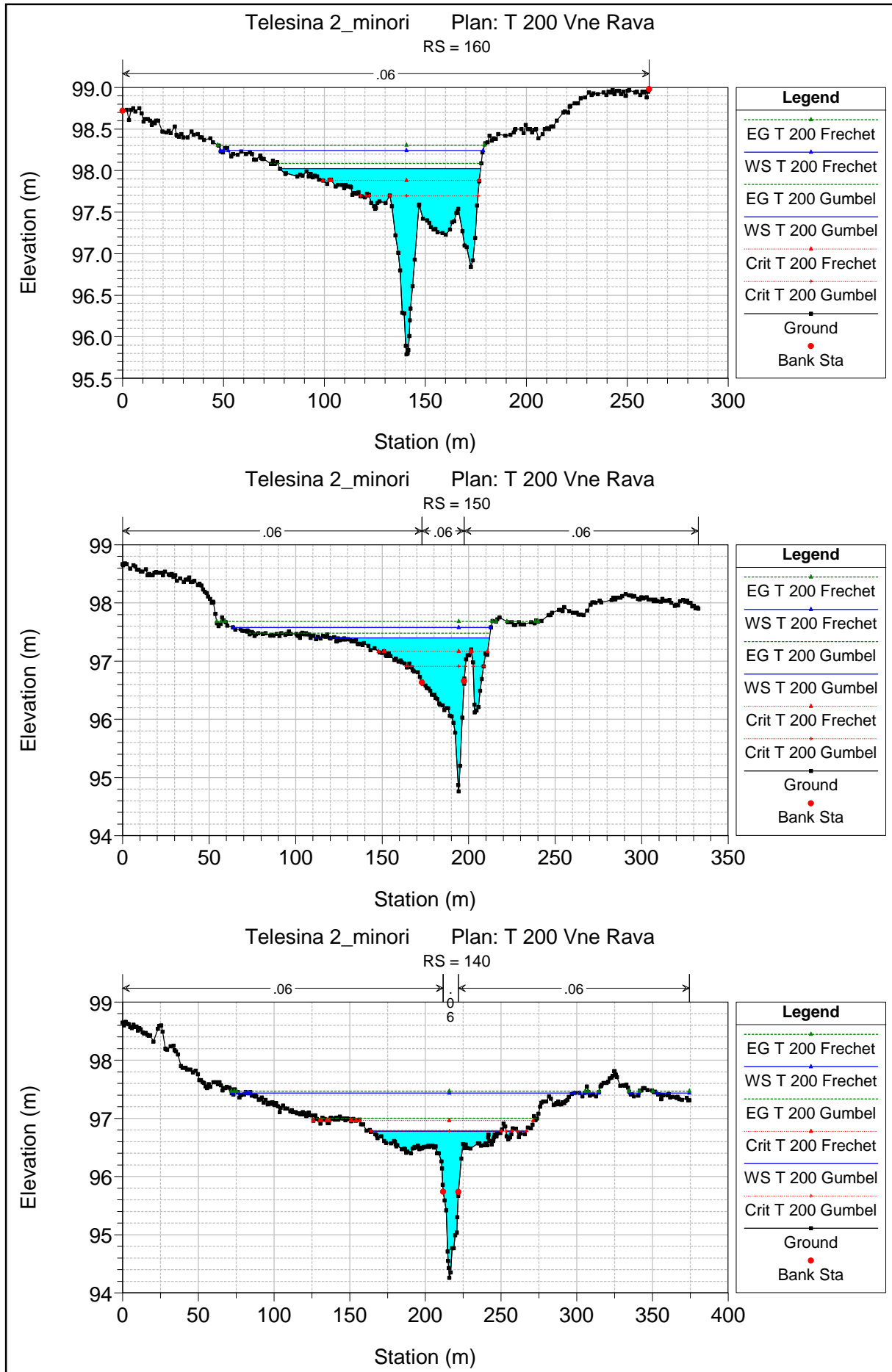
HEC-RAS Plan: T 200 Rio Starze post 2 River: Rio delle Starze Reach: Rio delle Starze

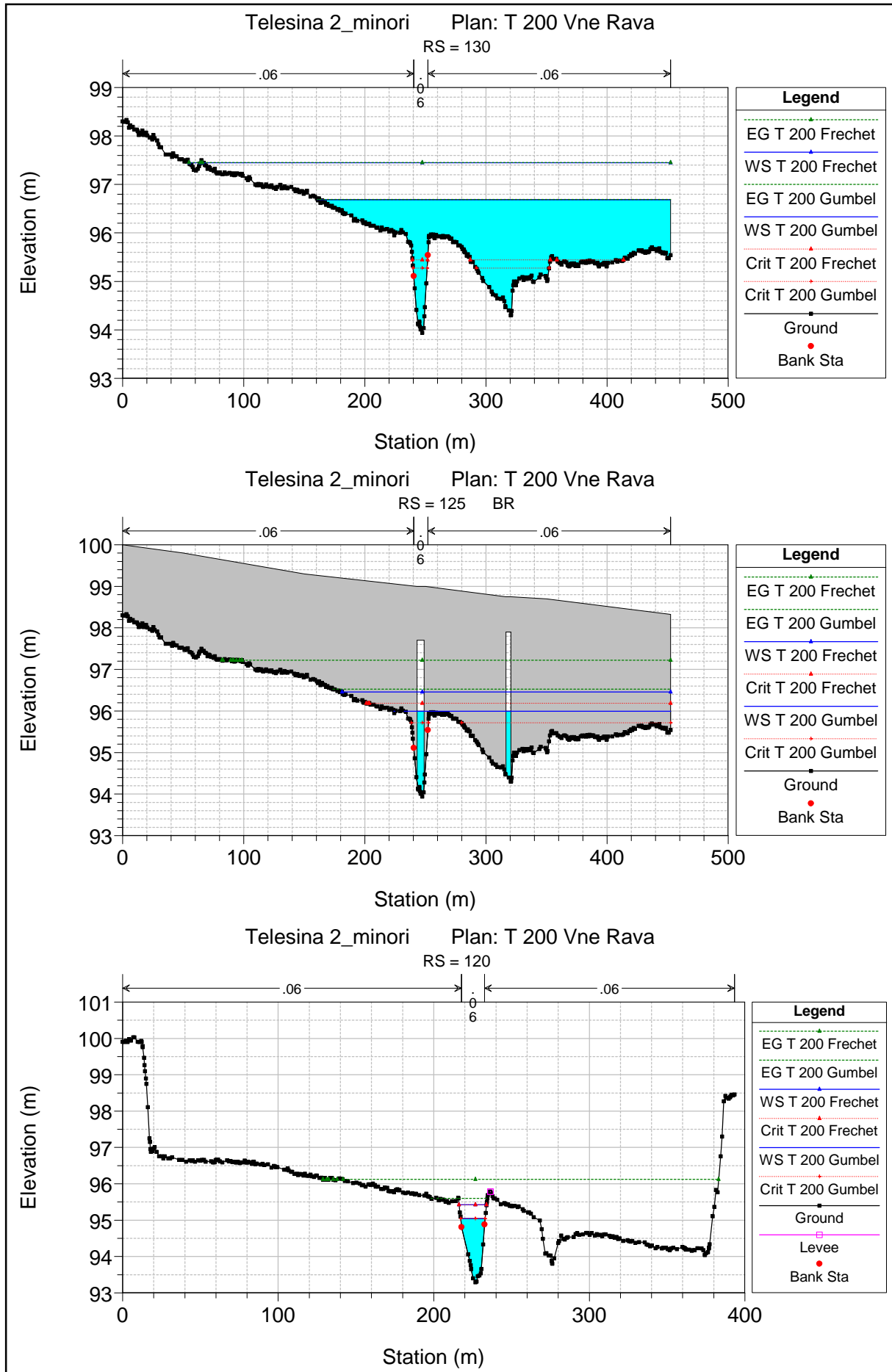
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio delle Starze	180	T 200 Gumbel	378.50	106.66	111.53	111.53	111.81	0.003247	2.90	321.06	524.11	0.53
Rio delle Starze	180	T 200 Frechet	547.40	106.66	111.71	111.71	112.02	0.003869	3.29	420.60	538.50	0.58
Rio delle Starze	170	T 200 Gumbel	378.50	105.75	110.99	110.96	111.22	0.003107	2.89	349.35	514.28	0.50
Rio delle Starze	170	T 200 Frechet	547.40	105.75	111.34	111.12	111.49	0.002315	2.66	535.92	551.20	0.44
Rio delle Starze	160	T 200 Gumbel	378.50	105.14	110.63	110.29	110.72	0.001289	1.93	497.90	555.15	0.33
Rio delle Starze	160	T 200 Frechet	547.40	105.14	111.06	110.47	111.13	0.000953	1.80	751.05	592.69	0.29
Rio delle Starze	150	T 200 Gumbel	378.50	105.01	110.50	110.07	110.56	0.000962	1.58	587.05	598.94	0.28
Rio delle Starze	150	T 200 Frechet	547.40	105.01	110.97	110.22	111.01	0.000669	1.44	884.82	677.20	0.24
Rio delle Starze	140	T 200 Gumbel	378.50	104.83	110.45	109.97	110.50	0.000372	1.72	868.61	803.13	0.25
Rio delle Starze	140	T 200 Frechet	547.40	104.83	110.93	110.14	110.97	0.000279	1.59	1265.33	826.71	0.22
Rio delle Starze	130	T 200 Gumbel	378.50	105.00	110.42	109.61	110.45	0.000234	1.36	970.78	714.33	0.20
Rio delle Starze	130	T 200 Frechet	547.40	105.00	110.91	109.80	110.93	0.000207	1.37	1327.84	742.86	0.19
Rio delle Starze	120	T 200 Gumbel	378.50	104.28	110.08	109.63	110.34	0.001007	2.82	329.49	227.62	0.41
Rio delle Starze	120	T 200 Frechet	547.40	104.28	110.54	110.00	110.82	0.001112	3.15	433.49	229.24	0.44
Rio delle Starze	115 BR U	T 200 Gumbel	378.50	104.28	109.61	109.61	110.19	0.002181	3.87	215.89	213.53	0.60
Rio delle Starze	115 BR U	T 200 Frechet	547.40	104.28	109.99	109.99	110.65	0.002503	4.39	299.13	216.84	0.65
Rio delle Starze	115 BR D	T 200 Gumbel	378.50	104.00	109.26	107.77	109.74	0.001431	3.18	184.77	167.59	0.49
Rio delle Starze	115 BR D	T 200 Frechet	547.40	104.00	109.85	109.35	110.36	0.001490	3.53	296.86	206.93	0.51
Rio delle Starze	112	T 200 Gumbel	378.50	104.00	109.14	107.77	109.67	0.001653	3.35	166.60	161.93	0.52
Rio delle Starze	112	T 200 Frechet	547.40	104.00	109.54	109.35	110.26	0.002130	4.04	238.98	204.11	0.60
Rio delle Starze	110	T 200 Gumbel	378.50	103.07	109.29	107.33	109.52	0.000740	2.40	409.50	525.94	0.35
Rio delle Starze	110	T 200 Frechet	547.40	103.07	109.81	108.20	109.98	0.000616	2.35	711.03	618.65	0.33
Rio delle Starze	100	T 200 Gumbel	378.50	102.97	109.22	107.43	109.49	0.000868	2.62	383.90	563.31	0.38
Rio delle Starze	100	T 200 Frechet	547.40	102.97	109.80	109.35	109.96	0.000607	2.37	733.97	632.07	0.33
Rio delle Starze	90	T 200 Gumbel	378.50	102.99	109.20	107.69	109.40	0.000750	2.49	473.84	569.53	0.36
Rio delle Starze	90	T 200 Frechet	547.40	102.99	109.78	109.23	109.91	0.000535	2.27	827.46	666.14	0.31
Rio delle Starze	80	T 200 Gumbel	378.50	102.30	109.08	107.13	109.23	0.000942	2.19	429.86	426.65	0.31
Rio delle Starze	80	T 200 Frechet	547.40	102.30	109.68	108.95	109.78	0.000721	2.06	710.31	552.30	0.27
Rio delle Starze	70	T 200 Gumbel	378.50	102.14	108.39	106.77	108.96	0.002414	3.53	173.54	233.63	0.49
Rio delle Starze	70	T 200 Frechet	547.40	102.14	109.48	108.95	109.64	0.000904	2.45	600.98	443.24	0.31
Rio delle Starze	68 BR U	T 200 Gumbel	378.50	102.14	107.94	106.77	108.83	0.011181	4.34	101.05	23.58	0.55
Rio delle Starze	68 BR U	T 200 Frechet	547.40	102.14	109.52	108.92	109.58	0.002048	1.64	580.08	444.94	0.13
Rio delle Starze	68 BR D	T 200 Gumbel	378.50	102.14	107.86	106.77	108.77	0.011313	4.36	99.32	21.66	0.56
Rio delle Starze	68 BR D	T 200 Frechet	547.40	102.14	109.51	108.92	109.57	0.002103	1.66	574.65	444.44	0.13
Rio delle Starze	65	T 200 Gumbel	378.50	102.14	107.89	106.77	108.68	0.003656	4.06	112.03	63.27	0.59
Rio delle Starze	65	T 200 Frechet	547.40	102.14	109.27	108.95	109.51	0.001244	2.81	512.77	423.07	0.36
Rio delle Starze	60	T 200 Gumbel	378.50	101.39	107.29	106.11	108.13	0.003900	4.12	104.60	63.13	0.61
Rio delle Starze	60	T 200 Frechet	547.40	101.39	108.11	108.11	109.03	0.003789	4.53	192.15	151.58	0.62
Rio delle Starze	50	T 200 Gumbel	378.50	100.65	105.47	105.47	107.17	0.010953	5.81	67.66	22.10	0.98
Rio delle Starze	50	T 200 Frechet	547.40	100.65	106.42	107.14	108.16	0.008831	6.10	136.06	180.89	0.92
Rio delle Starze	40	T 200 Gumbel	378.50	99.15	105.76	103.38	105.84	0.000534	1.72	593.12	530.26	0.23
Rio delle Starze	40	T 200 Frechet	547.40	99.15	105.91	104.33	106.04	0.000834	2.18	674.92	531.49	0.29
Rio delle Starze	38 BR U	T 200 Gumbel	378.50	99.15	105.78	103.38	105.81	0.001261	1.14	572.98	530.43	0.10
Rio delle Starze	38 BR U	T 200 Frechet	547.40	99.15	105.94	105.53	105.99	0.001721	1.36	660.79	531.75	0.11
Rio delle Starze	38 BR D	T 200 Gumbel	378.50	99.15	104.82	103.39	105.58	0.009718	3.99	132.23	263.80	0.52
Rio delle Starze	38 BR D	T 200 Frechet	547.40	99.15	105.93	105.54	105.98	0.001765	1.39	655.15	531.66	0.12
Rio delle Starze	35	T 200 Gumbel	378.50	99.15	104.85	103.38	105.49	0.002962	3.65	154.04	329.60	0.54
Rio delle Starze	35	T 200 Frechet	547.40	99.15	105.34	104.24	105.83	0.002617	3.66	372.32	504.75	0.51
Rio delle Starze	30	T 200 Gumbel	378.50	97.53	103.65	102.28	103.94	0.001780	2.82	305.63	392.92	0.42
Rio delle Starze	30	T 200 Frechet	547.40	97.53	103.87	103.77	104.24	0.002417	3.39	403.64	479.21	0.49
Rio delle Starze	20	T 200 Gumbel	378.50	96.11	102.17	101.08	102.69	0.002979	3.55	215.77	386.06	0.53
Rio delle Starze	20	T 200 Frechet	547.40	96.11	102.65	102.62	102.98	0.002280	3.32	450.38	529.02	0.47
Rio delle Starze	10	T 200 Gumbel	378.50	94.86	100.63	99.32	101.13	0.002503	3.42	202.58	214.72	0.50
Rio delle Starze	10	T 200 Frechet	547.40	94.86	101.15	100.97	101.62	0.002501	3.66	366.37	436.76	0.51

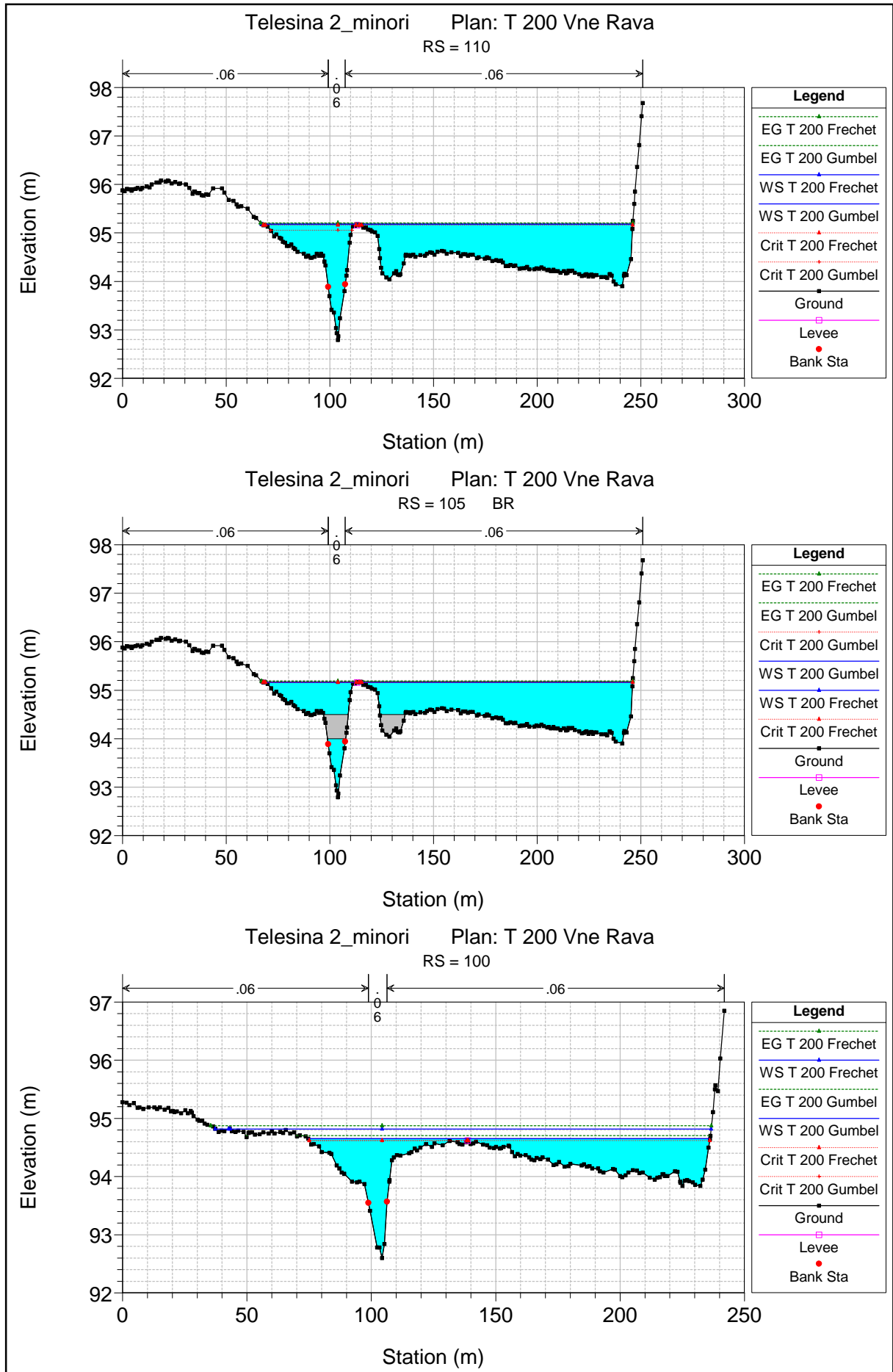
11.3 APPENDICE 3 – INTERFERENZE IDRAULICHE MINORI

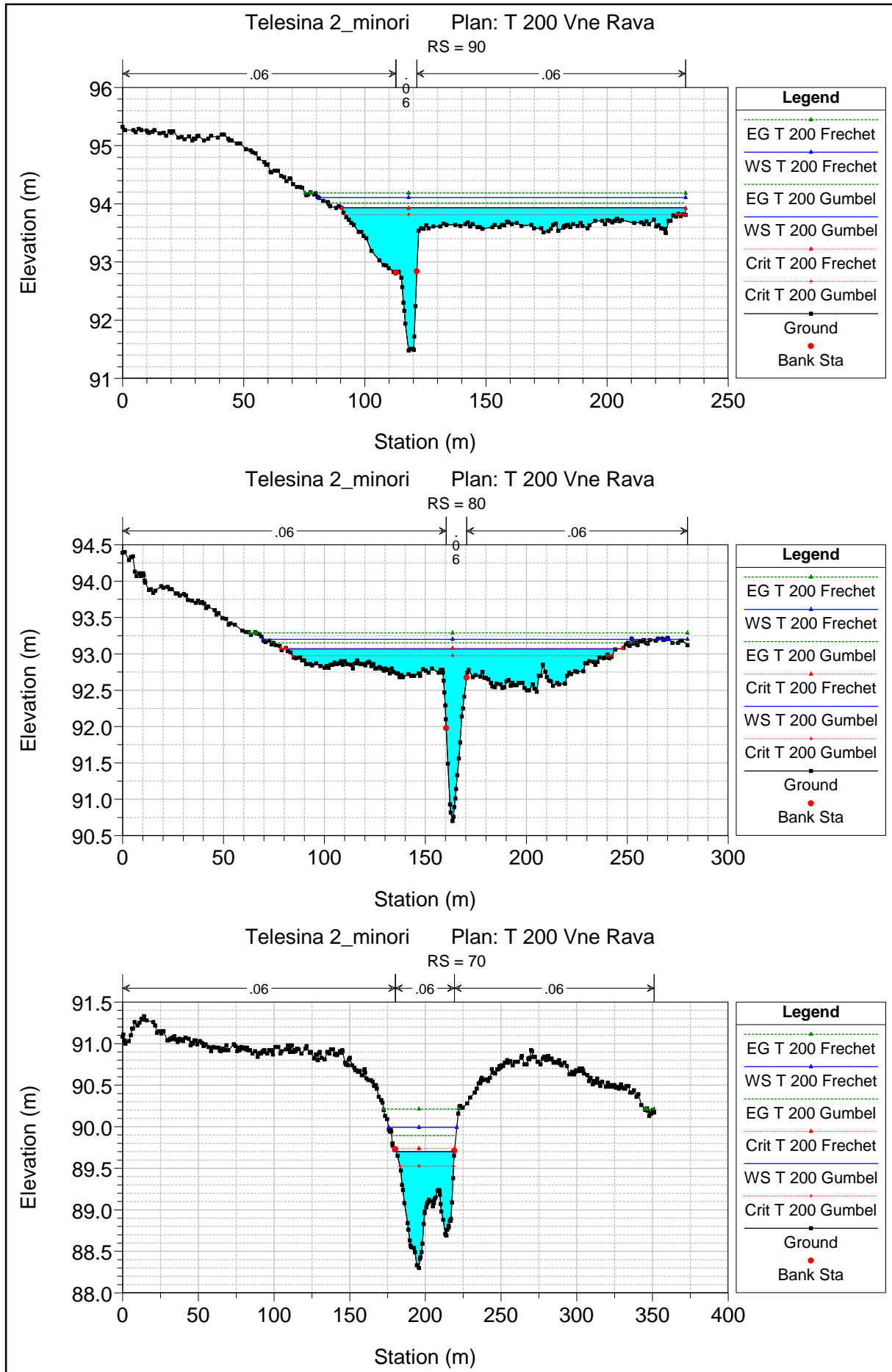
11.3.1 VALLONE RAVA – VI20

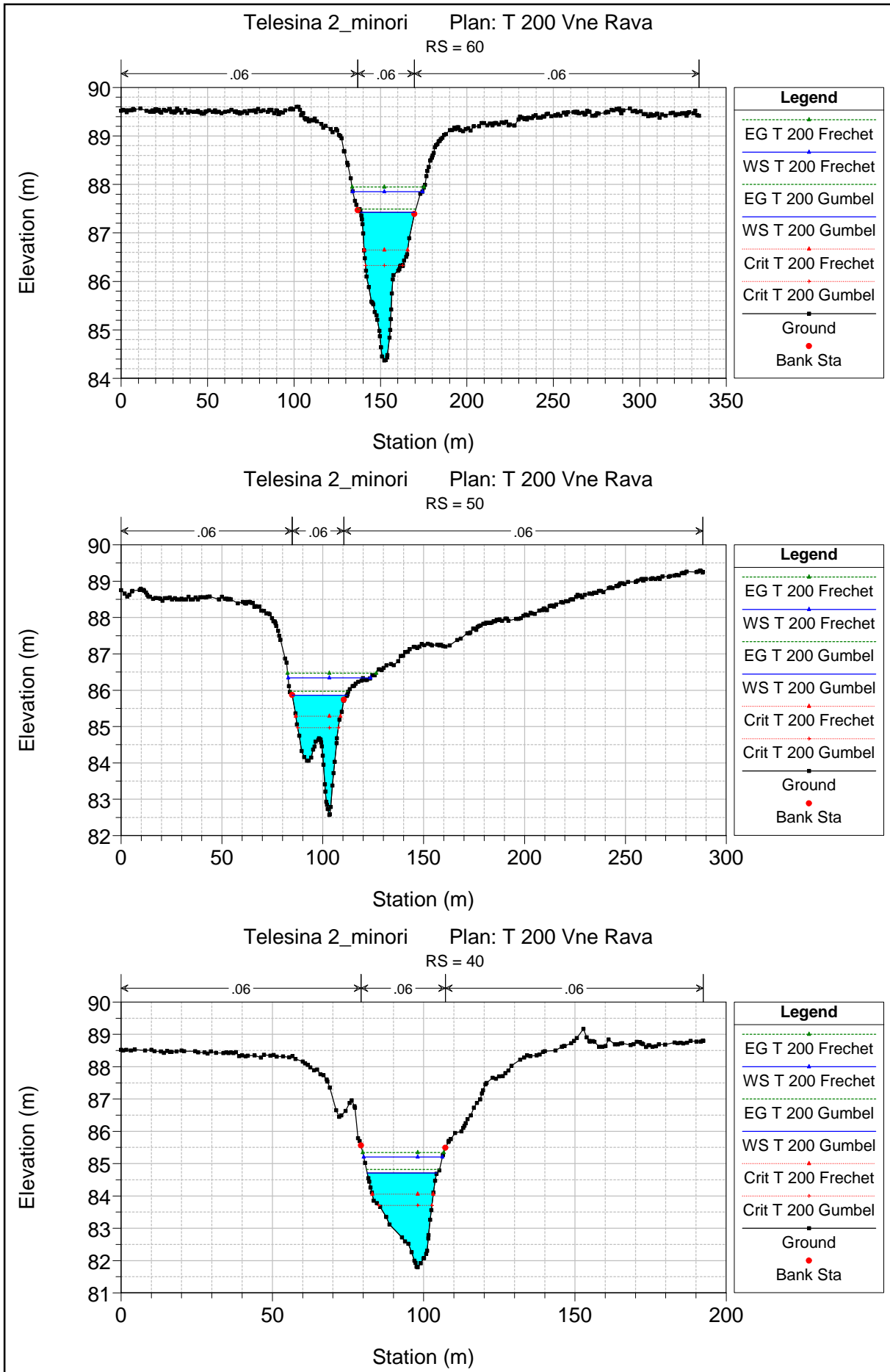
Si riportano le sezioni e le tabelle dei risultati dei modelli idraulici in moto permanente del Vallone Rava, nelle condizioni ante operam e post operam, considerando la portata di progetto (Gumbel) e la portata di verifica (Fréchet) per il tempo di ritorno di 200 anni.

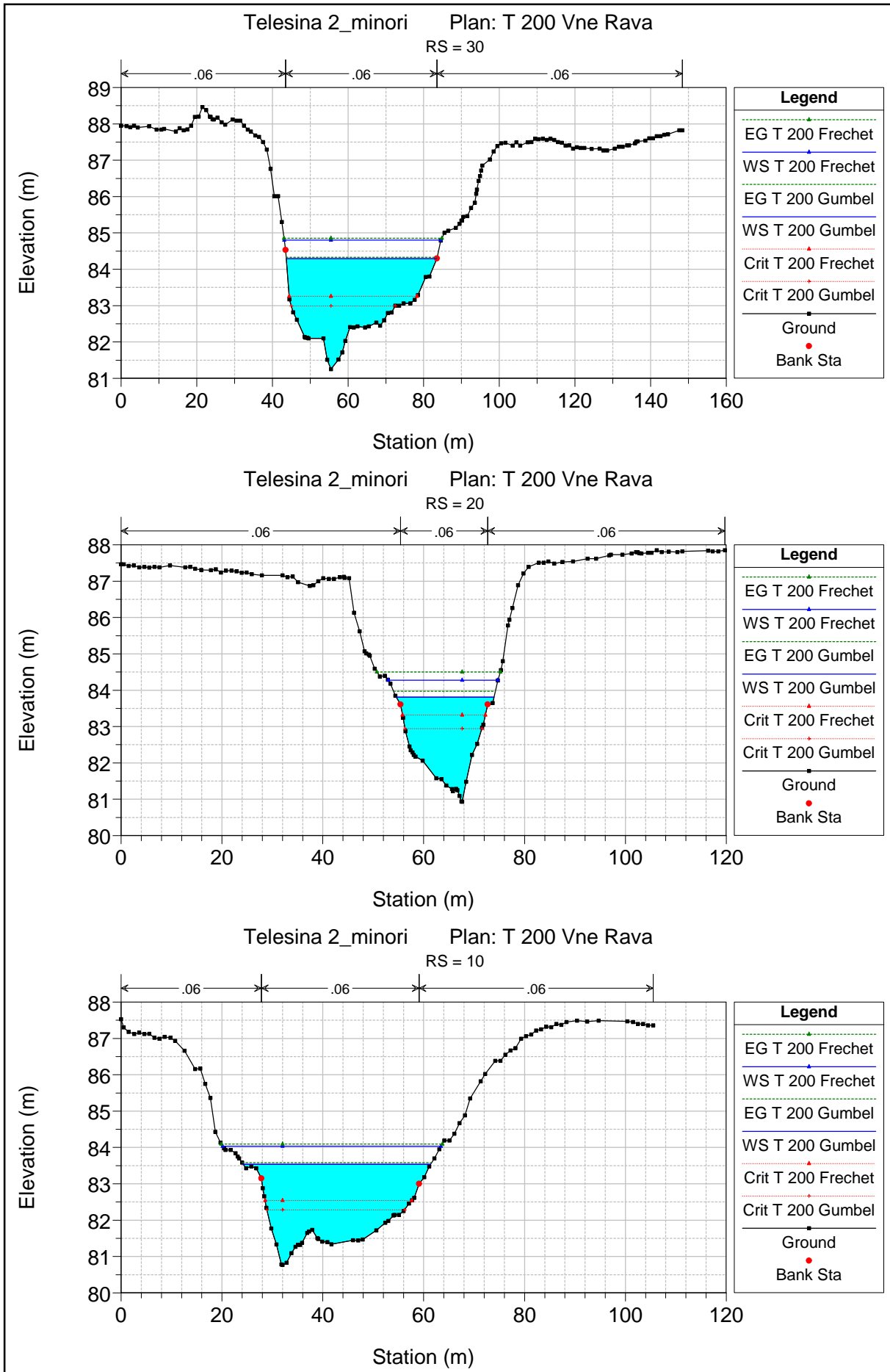








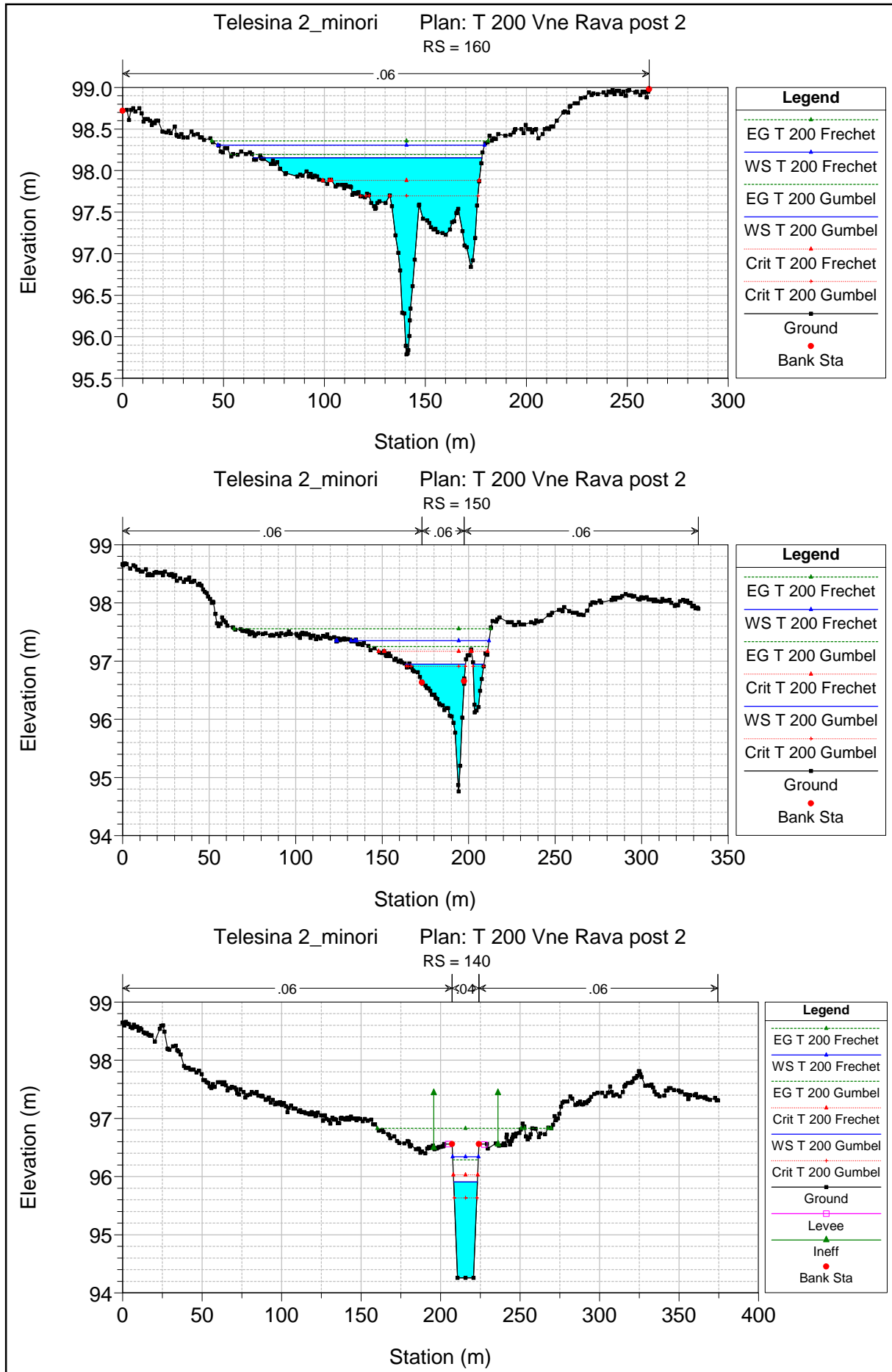


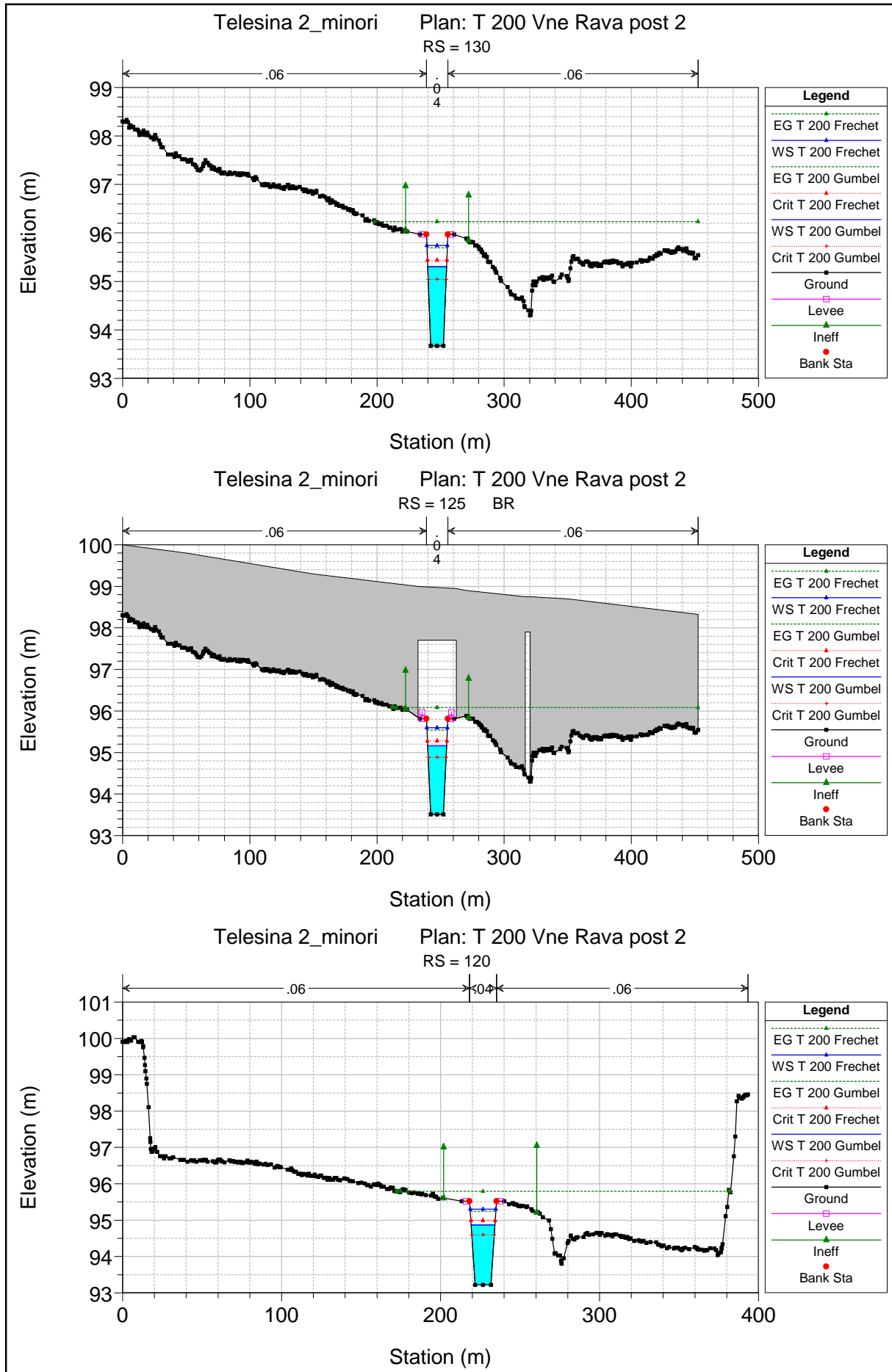


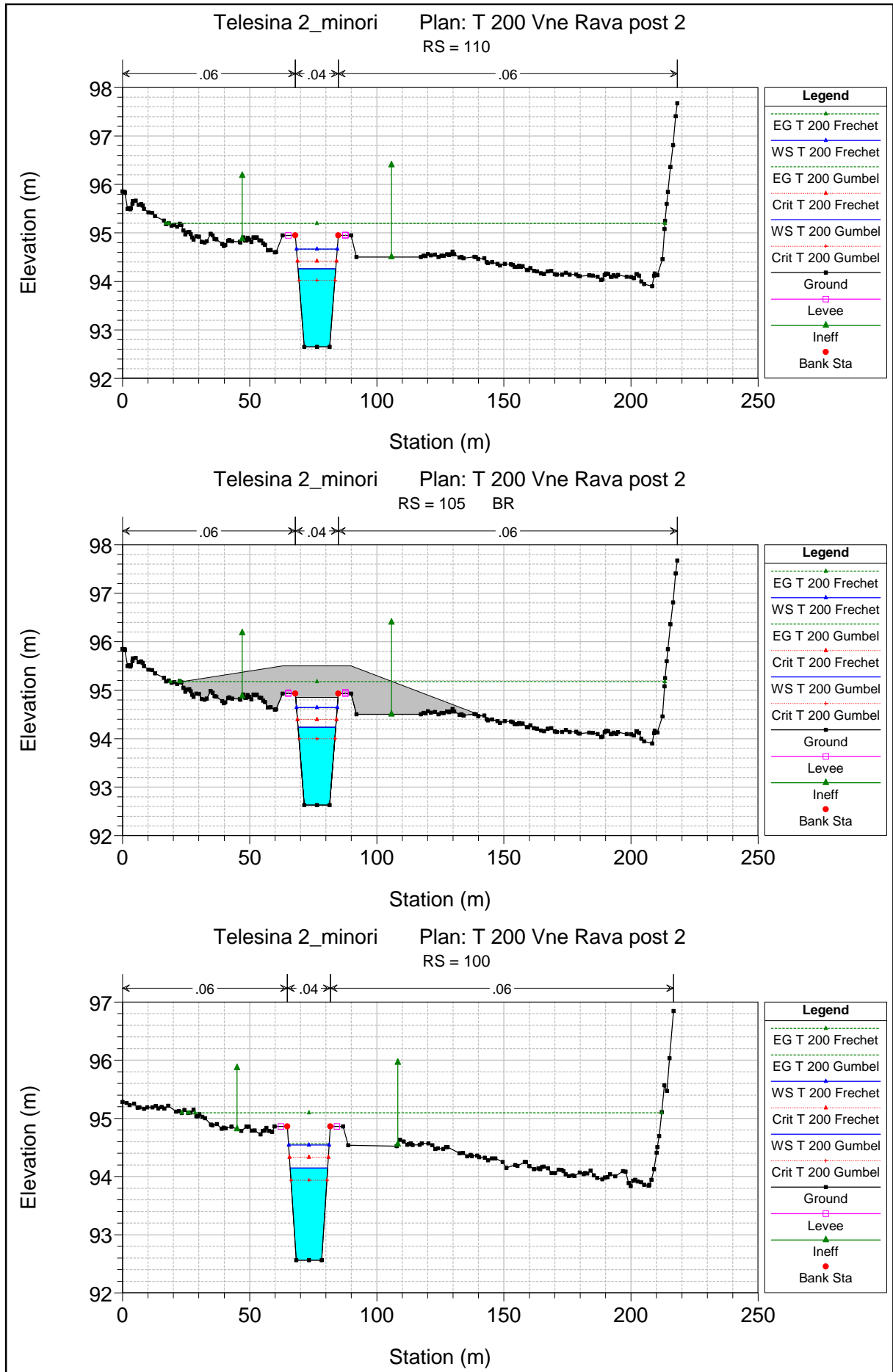
APPENDICE 3

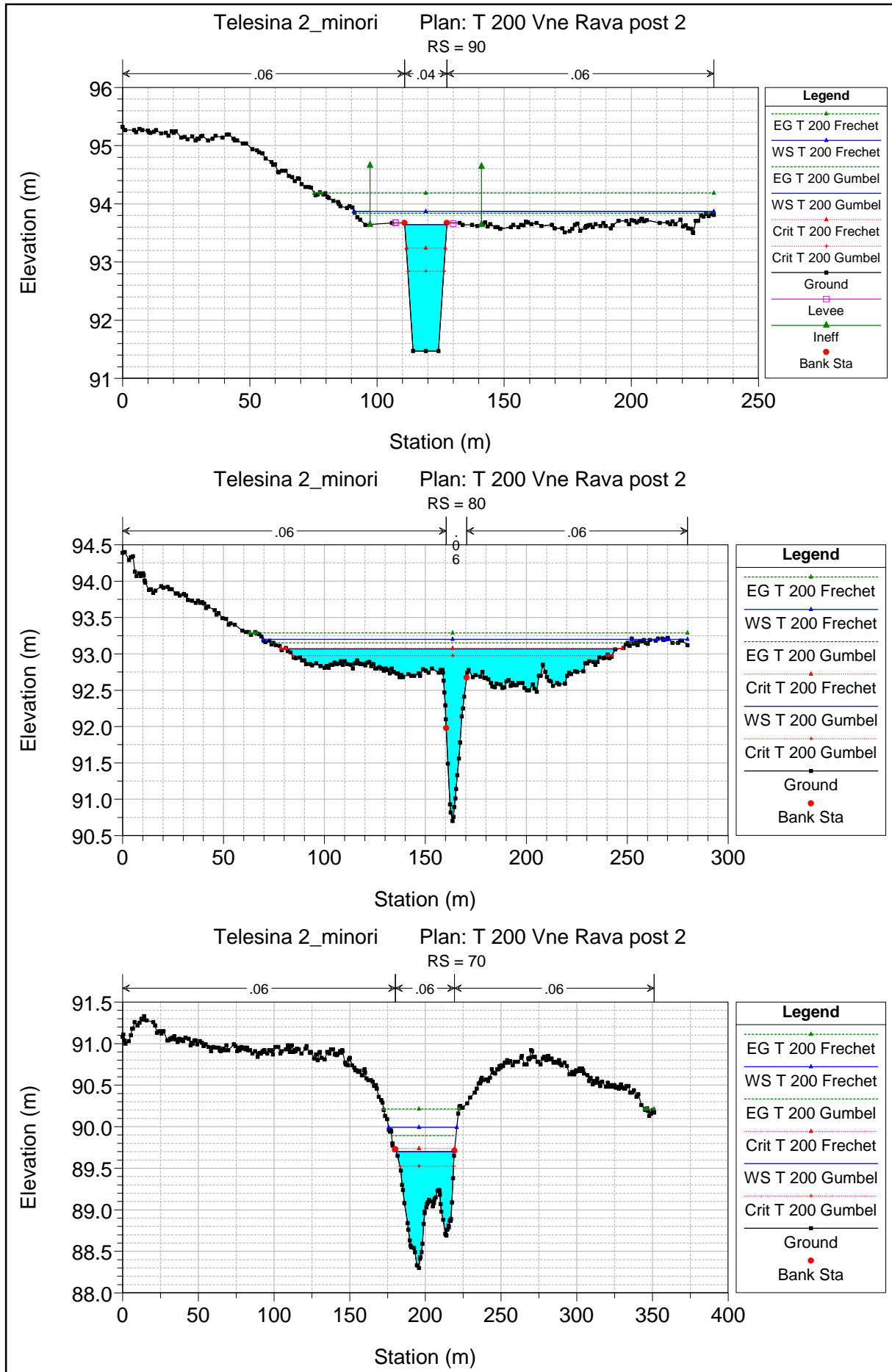
HEC-RAS Plan: Vne Rava River: Vne Rava Reach: Vne Rava

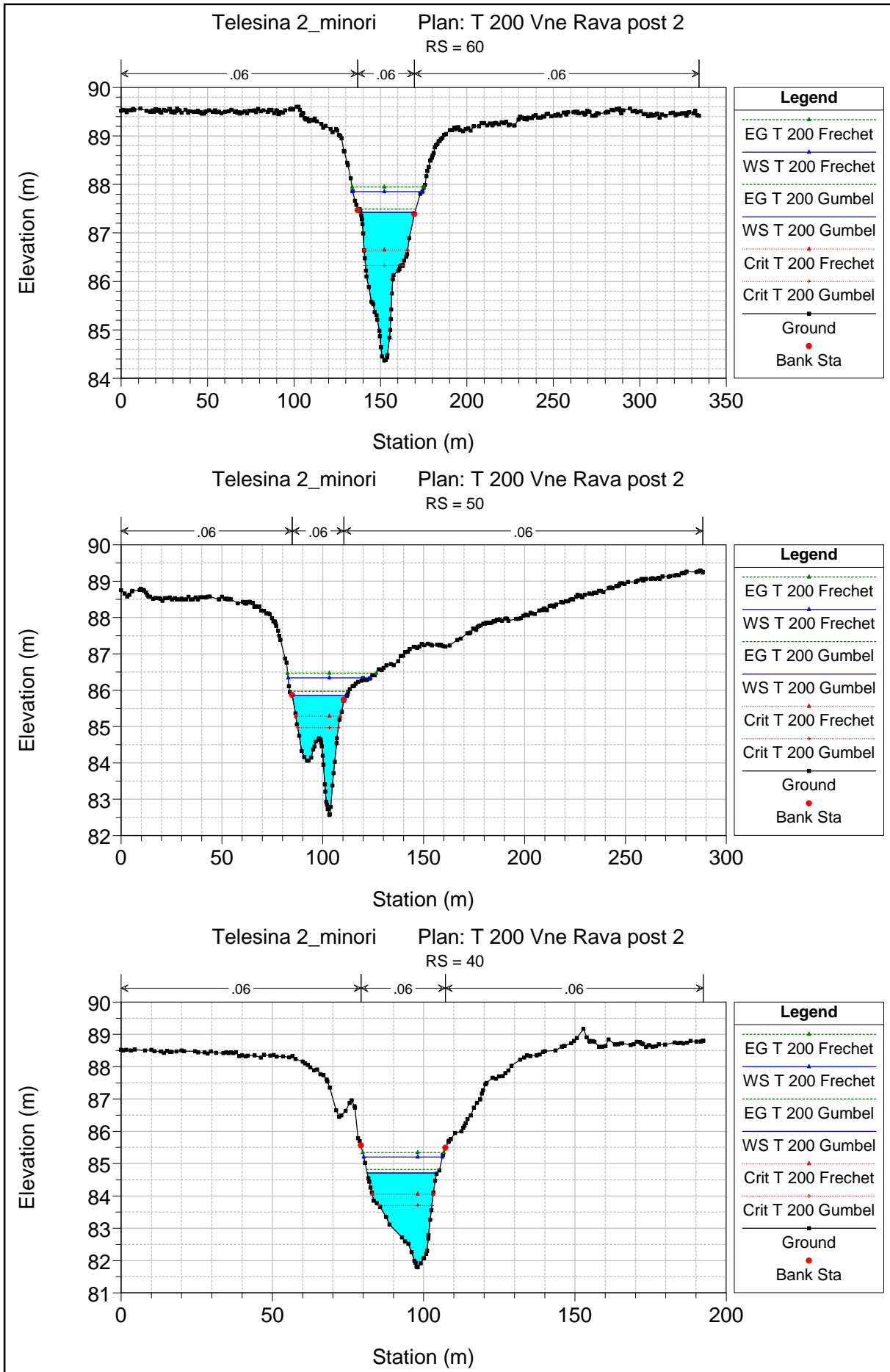
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Vne Rava	160	T 200 Gumbel	56.10	95.79	98.02	97.70	98.09	0.010878	1.10	50.82	99.52	0.49
Vne Rava	160	T 200 Frechet	84.70	95.79	98.24	97.88	98.31	0.009535	1.13	74.78	127.90	0.47
Vne Rava	150	T 200 Gumbel	56.10	94.76	97.40	96.91	97.48	0.005370	1.39	52.02	92.28	0.40
Vne Rava	150	T 200 Frechet	84.70	94.76	97.58	97.17	97.68	0.006273	1.64	74.76	148.95	0.44
Vne Rava	140	T 200 Gumbel	56.10	94.26	96.78	96.78	97.01	0.009870	2.36	38.16	96.59	0.56
Vne Rava	140	T 200 Frechet	84.70	94.26	97.43	96.96	97.47	0.001711	1.20	142.47	257.52	0.25
Vne Rava	130	T 200 Gumbel	56.10	93.94	96.69	95.28	96.69	0.000076	0.24	328.97	290.57	0.05
Vne Rava	130	T 200 Frechet	84.70	93.94	97.45	95.45	97.45	0.000034	0.20	590.03	395.71	0.04
Vne Rava	125 BR U	T 200 Gumbel	56.10	93.94	96.00	95.71	96.53	0.033047	3.41	17.62	9.82	0.72
Vne Rava	125 BR U	T 200 Frechet	84.70	93.94	96.45	96.19	97.22	0.040657	4.09	22.12	9.81	0.78
Vne Rava	125 BR D	T 200 Gumbel	56.10	93.29	95.92	95.52	96.19	0.013783	2.43	24.44	10.85	0.46
Vne Rava	125 BR D	T 200 Frechet	84.70	93.29	96.34	95.79	96.78	0.019890	3.08	29.02	10.84	0.54
Vne Rava	120	T 200 Gumbel	56.10	93.29	95.04	95.04	95.60	0.034548	3.32	16.98	15.66	0.99
Vne Rava	120	T 200 Frechet	84.70	93.29	95.42	95.42	96.12	0.029483	3.72	23.38	17.68	0.96
Vne Rava	110	T 200 Gumbel	56.10	92.79	95.18	95.06	95.19	0.000774	0.67	136.81	178.43	0.16
Vne Rava	110	T 200 Frechet	84.70	92.79	95.18	95.16	95.21	0.001729	1.00	138.33	179.07	0.24
Vne Rava	105 BR U	T 200 Gumbel	56.10	92.79	95.17	95.17	95.18	0.001175	0.32	126.11	176.55	0.09
Vne Rava	105 BR U	T 200 Frechet	84.70	92.79	95.16	95.16	95.19	0.002722	0.49	125.46	175.30	0.14
Vne Rava	105 BR D	T 200 Gumbel	56.10	92.60	94.74	94.62	94.77	0.006454	0.74	75.53	172.96	0.17
Vne Rava	105 BR D	T 200 Frechet	84.70	92.60	94.90	94.62	94.94	0.005543	0.74	105.86	203.15	0.18
Vne Rava	100	T 200 Gumbel	56.10	92.60	94.65	94.62	94.71	0.004533	1.52	73.69	161.62	0.38
Vne Rava	100	T 200 Frechet	84.70	92.60	94.82	94.62	94.87	0.004497	1.61	102.94	198.69	0.38
Vne Rava	90	T 200 Gumbel	56.10	91.48	93.93	93.81	94.01	0.005258	1.68	62.21	142.46	0.40
Vne Rava	90	T 200 Frechet	84.70	91.48	94.11	93.92	94.19	0.005303	1.80	87.81	151.49	0.41
Vne Rava	80	T 200 Gumbel	56.10	90.70	93.07	92.97	93.15	0.006496	1.72	62.92	166.13	0.44
Vne Rava	80	T 200 Frechet	84.70	90.70	93.20	93.08	93.29	0.006977	1.88	86.77	205.94	0.47
Vne Rava	70	T 200 Gumbel	56.10	88.30	89.70	89.52	89.89	0.020010	1.94	28.94	38.43	0.71
Vne Rava	70	T 200 Frechet	84.70	88.30	89.99	89.74	90.21	0.015266	2.09	41.16	45.09	0.66
Vne Rava	60	T 200 Gumbel	56.10	84.37	87.42	86.33	87.49	0.002891	1.17	47.90	31.33	0.30
Vne Rava	60	T 200 Frechet	84.70	84.37	87.85	86.65	87.95	0.002975	1.36	63.32	40.37	0.32
Vne Rava	50	T 200 Gumbel	56.10	82.57	85.86	84.97	85.97	0.004575	1.43	39.20	27.25	0.37
Vne Rava	50	T 200 Frechet	84.70	82.57	86.34	85.29	86.47	0.004108	1.63	54.51	40.86	0.37
Vne Rava	40	T 200 Gumbel	56.10	81.79	84.71	83.71	84.82	0.004148	1.46	38.50	23.11	0.36
Vne Rava	40	T 200 Frechet	84.70	81.79	85.20	84.06	85.35	0.004430	1.67	50.70	26.01	0.38
Vne Rava	30	T 200 Gumbel	56.10	81.25	84.29	82.99	84.33	0.001295	0.83	67.29	39.80	0.20
Vne Rava	30	T 200 Frechet	84.70	81.25	84.81	83.25	84.85	0.001228	0.96	88.08	41.43	0.21
Vne Rava	20	T 200 Gumbel	56.10	80.93	83.81	82.94	83.97	0.005813	1.80	31.44	19.38	0.43
Vne Rava	20	T 200 Frechet	84.70	80.93	84.27	83.32	84.50	0.006004	2.13	41.00	21.74	0.45
Vne Rava	10	T 200 Gumbel	56.10	80.77	83.54	82.29	83.58	0.001501	0.96	59.40	37.14	0.22
Vne Rava	10	T 200 Frechet	84.70	80.77	84.03	82.54	84.10	0.001501	1.12	79.11	43.29	0.23

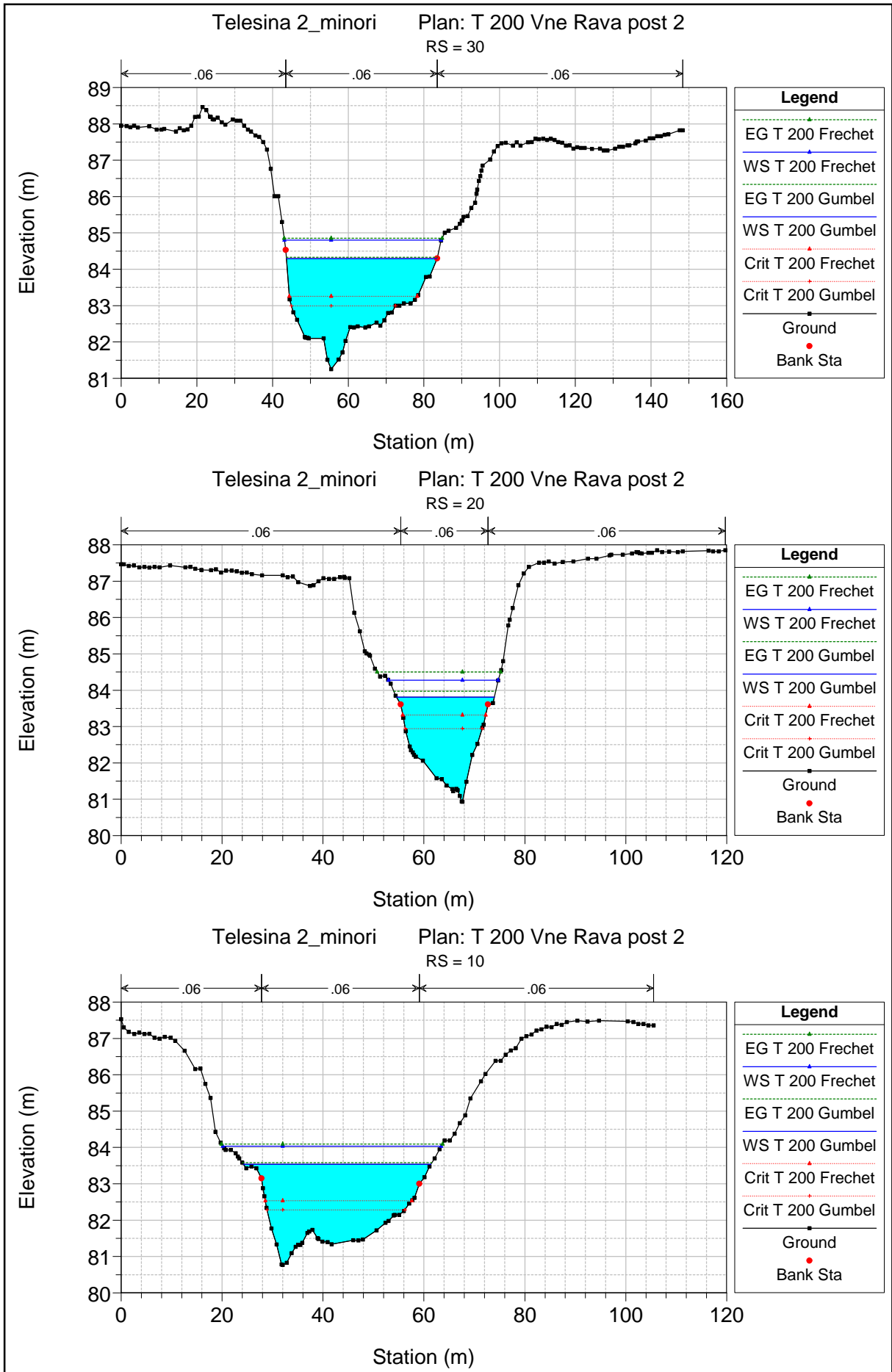












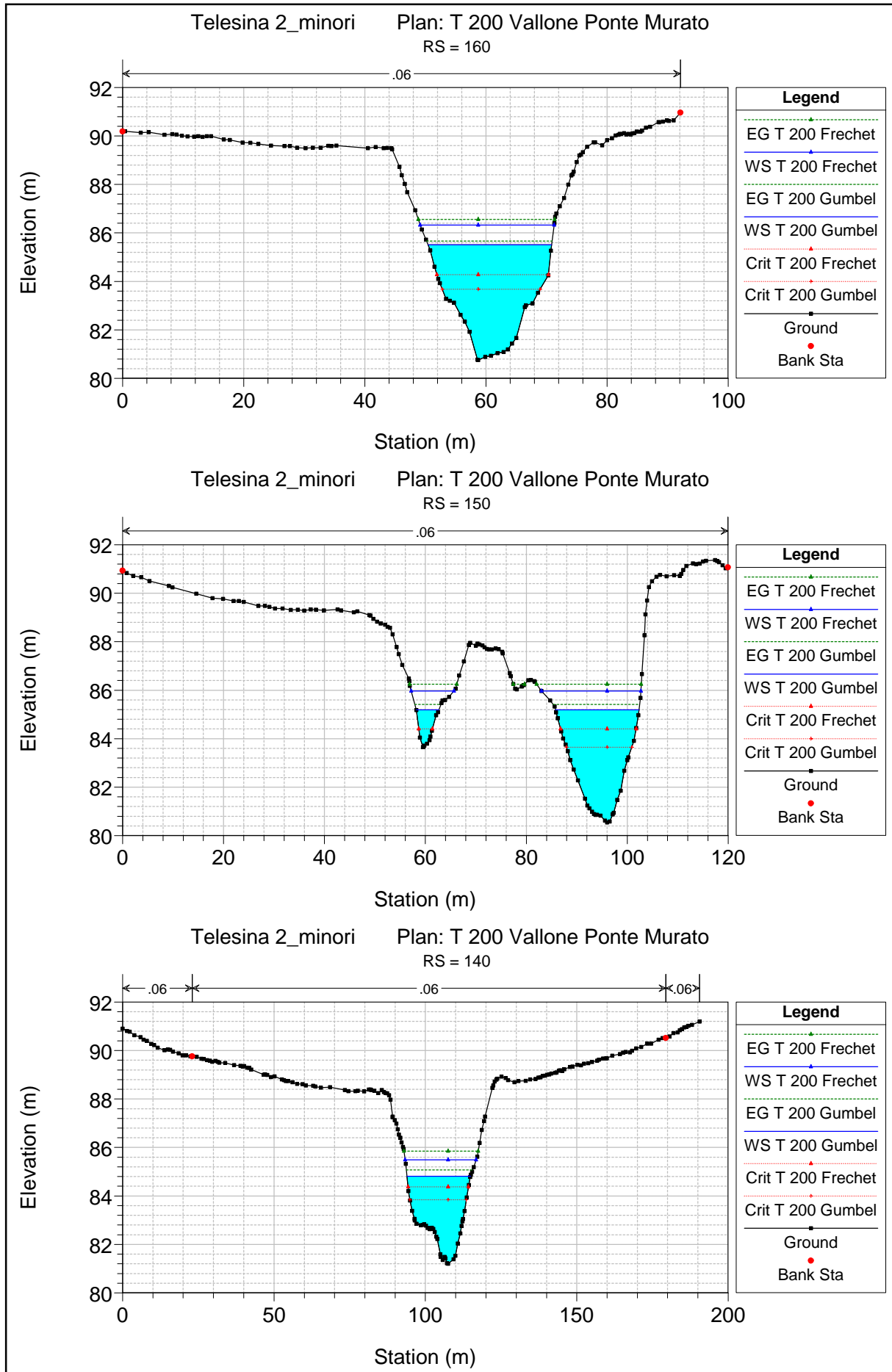
APPENDICE 3

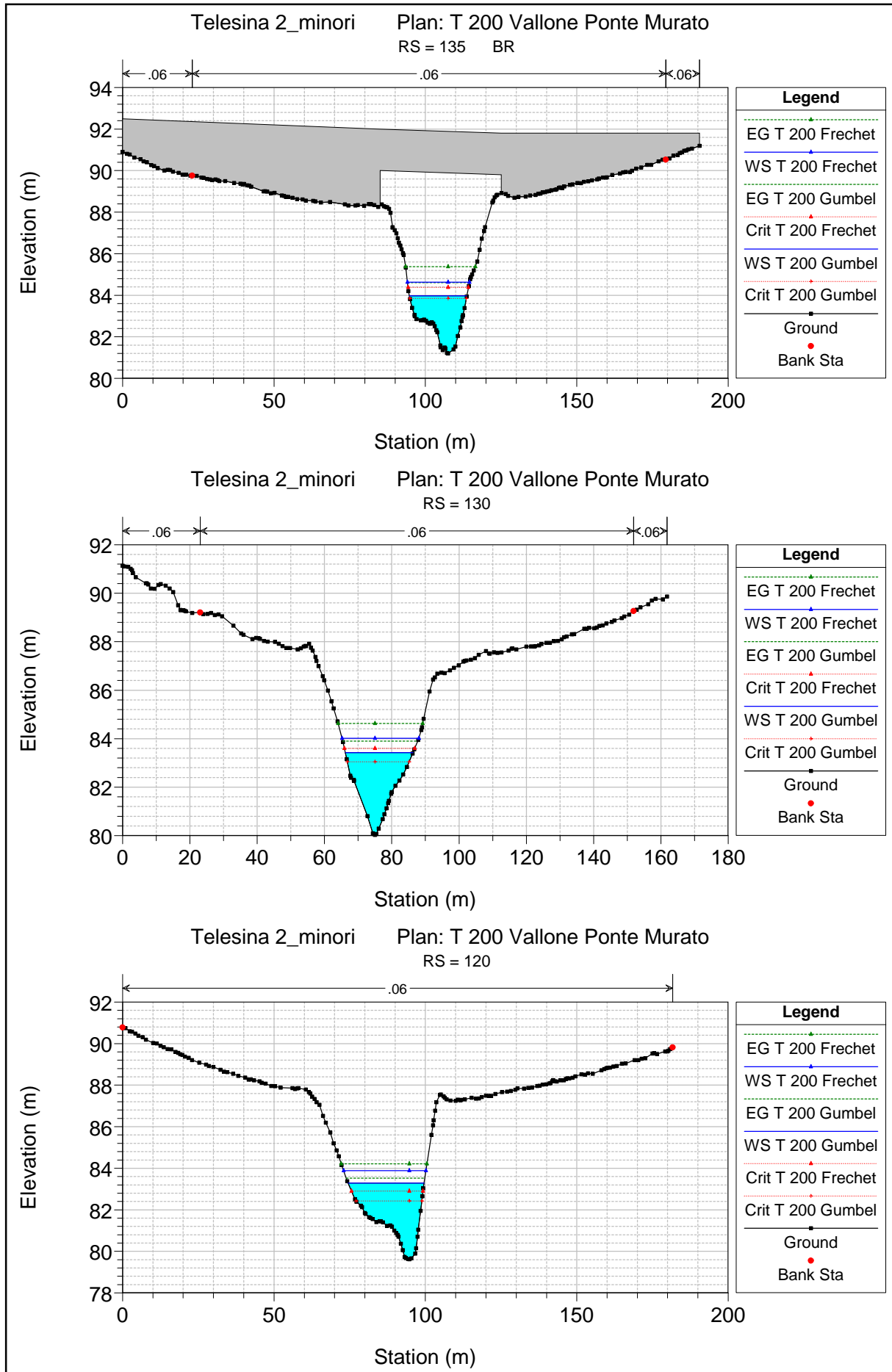
HEC-RAS Plan: T 200 Vne Rava post 2 River: Vne Rava Reach: Vne Rava

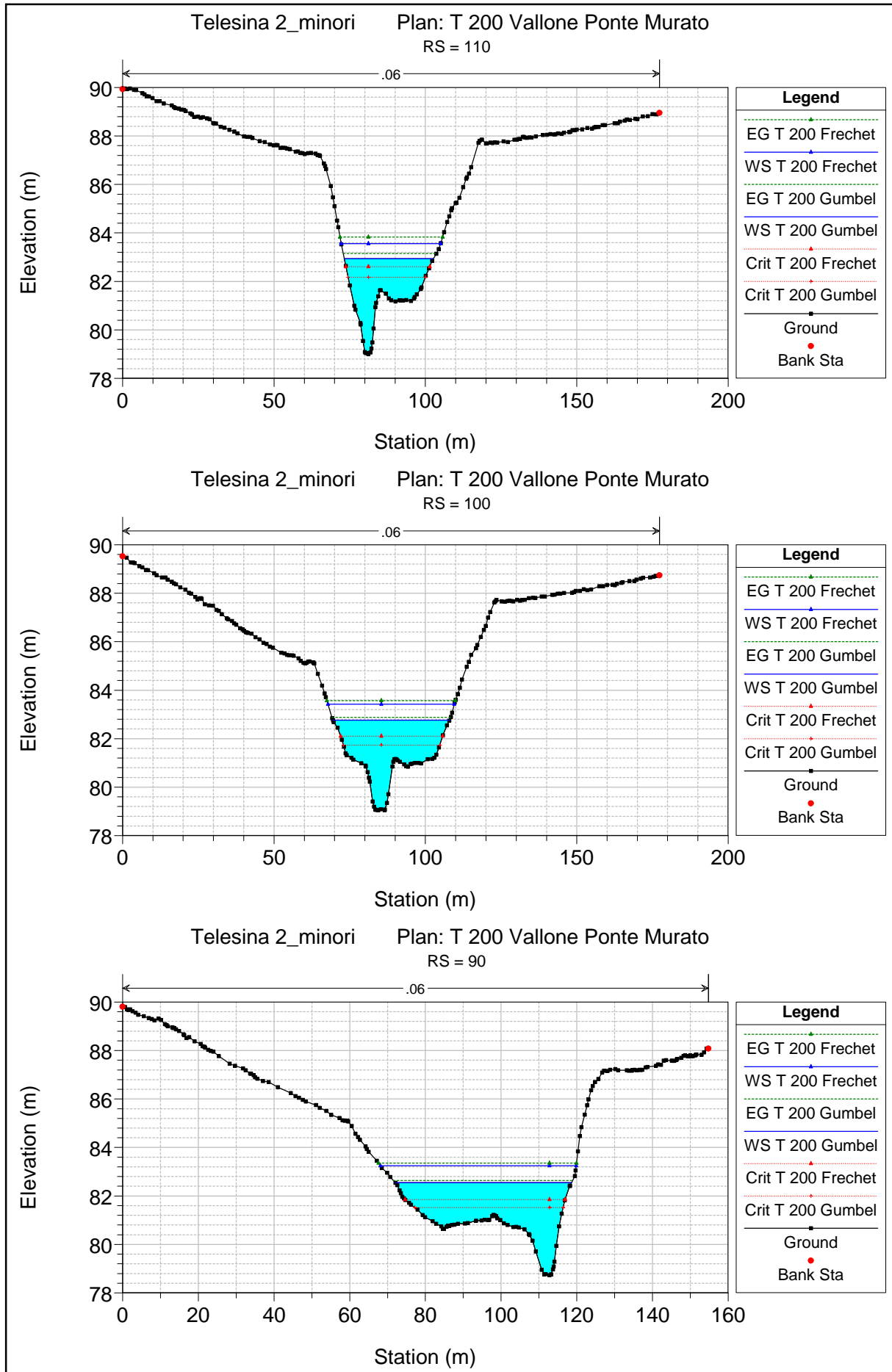
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Vne Rava	160	T 200 Gumbel	56.10	95.79	98.16	97.70	98.19	0.005734	0.87	64.53	111.98	0.37
Vne Rava	160	T 200 Frechet	84.70	95.79	98.31	97.88	98.36	0.006985	1.02	83.17	132.14	0.41
Vne Rava	150	T 200 Gumbel	56.10	94.76	96.95	96.91	97.25	0.031609	2.51	24.03	40.76	0.89
Vne Rava	150	T 200 Frechet	84.70	94.76	97.35	97.17	97.56	0.014202	2.21	48.16	79.54	0.64
Vne Rava	140	T 200 Gumbel	56.10	94.26	95.91	95.63	96.29	0.008494	2.73	20.55	14.94	0.74
Vne Rava	140	T 200 Frechet	84.70	94.26	96.34	96.03	96.83	0.008516	3.10	27.30	16.24	0.76
Vne Rava	130	T 200 Gumbel	56.10	93.67	95.31	95.04	95.69	0.008727	2.75	20.36	14.91	0.75
Vne Rava	130	T 200 Frechet	84.70	93.67	95.74	95.44	96.24	0.008677	3.12	27.12	16.21	0.77
Vne Rava	125 BR U	T 200 Gumbel	56.10	93.51	95.16	94.88	95.54	0.008444	2.72	20.60	14.95	0.74
Vne Rava	125 BR U	T 200 Frechet	84.70	93.51	95.60	95.28	96.08	0.008428	3.09	27.40	16.26	0.76
Vne Rava	125 BR D	T 200 Gumbel	56.10	93.34	94.99	94.71	95.37	0.008418	2.72	20.62	14.96	0.74
Vne Rava	125 BR D	T 200 Frechet	84.70	93.34	95.43	95.11	95.91	0.008403	3.09	27.43	16.27	0.76
Vne Rava	120	T 200 Gumbel	56.10	93.22	94.87	94.59	95.25	0.008519	2.73	20.53	14.94	0.74
Vne Rava	120	T 200 Frechet	84.70	93.22	95.30	94.99	95.79	0.008497	3.10	27.32	16.25	0.76
Vne Rava	110	T 200 Gumbel	56.10	92.65	94.26	94.02	94.66	0.009219	2.81	19.99	14.83	0.77
Vne Rava	110	T 200 Frechet	84.70	92.65	94.67	94.42	95.20	0.009477	3.22	26.30	16.06	0.80
Vne Rava	105 BR U	T 200 Gumbel	56.10	92.63	94.23	94.00	94.64	0.009331	2.82	19.90	14.81	0.78
Vne Rava	105 BR U	T 200 Frechet	84.70	92.63	94.64	94.40	95.18	0.009593	3.23	26.19	16.04	0.81
Vne Rava	105 BR D	T 200 Gumbel	56.10	92.59	94.18	93.96	94.59	0.009706	2.86	19.64	14.76	0.79
Vne Rava	105 BR D	T 200 Frechet	84.70	92.59	94.57	94.36	95.13	0.010080	3.29	25.74	15.95	0.83
Vne Rava	100	T 200 Gumbel	56.10	92.56	94.15	93.93	94.56	0.009719	2.86	19.63	14.76	0.79
Vne Rava	100	T 200 Frechet	84.70	92.56	94.54	94.33	95.10	0.010113	3.29	25.71	15.95	0.83
Vne Rava	90	T 200 Gumbel	56.10	91.47	93.64	92.84	93.84	0.003189	1.94	28.85	16.53	0.47
Vne Rava	90	T 200 Frechet	84.70	91.47	93.87	93.24	94.19	0.004607	2.53	38.40	141.40	0.58
Vne Rava	80	T 200 Gumbel	56.10	90.70	93.07	92.97	93.15	0.006496	1.72	62.92	166.13	0.44
Vne Rava	80	T 200 Frechet	84.70	90.70	93.20	93.08	93.29	0.006977	1.88	86.77	205.94	0.47
Vne Rava	70	T 200 Gumbel	56.10	88.30	89.70	89.52	89.89	0.020010	1.94	28.94	38.43	0.71
Vne Rava	70	T 200 Frechet	84.70	88.30	89.99	89.74	90.21	0.015266	2.09	41.16	45.09	0.66
Vne Rava	60	T 200 Gumbel	56.10	84.37	87.42	86.33	87.49	0.002891	1.17	47.90	31.33	0.30
Vne Rava	60	T 200 Frechet	84.70	84.37	87.85	86.65	87.95	0.002975	1.36	63.32	40.37	0.32
Vne Rava	50	T 200 Gumbel	56.10	82.57	85.86	84.97	85.97	0.004575	1.43	39.20	27.25	0.37
Vne Rava	50	T 200 Frechet	84.70	82.57	86.34	85.29	86.47	0.004108	1.63	54.51	40.86	0.37
Vne Rava	40	T 200 Gumbel	56.10	81.79	84.71	83.71	84.82	0.004148	1.46	38.50	23.11	0.36
Vne Rava	40	T 200 Frechet	84.70	81.79	85.20	84.06	85.35	0.004430	1.67	50.70	26.01	0.38
Vne Rava	30	T 200 Gumbel	56.10	81.25	84.29	82.99	84.33	0.001295	0.83	67.29	39.80	0.20
Vne Rava	30	T 200 Frechet	84.70	81.25	84.81	83.25	84.85	0.001228	0.96	88.08	41.43	0.21
Vne Rava	20	T 200 Gumbel	56.10	80.93	83.81	82.94	83.97	0.005813	1.80	31.44	19.38	0.43
Vne Rava	20	T 200 Frechet	84.70	80.93	84.27	83.32	84.50	0.006004	2.13	41.00	21.74	0.45
Vne Rava	10	T 200 Gumbel	56.10	80.77	83.54	82.29	83.58	0.001501	0.96	59.40	37.14	0.22
Vne Rava	10	T 200 Frechet	84.70	80.77	84.03	82.54	84.10	0.001501	1.12	79.11	43.29	0.23

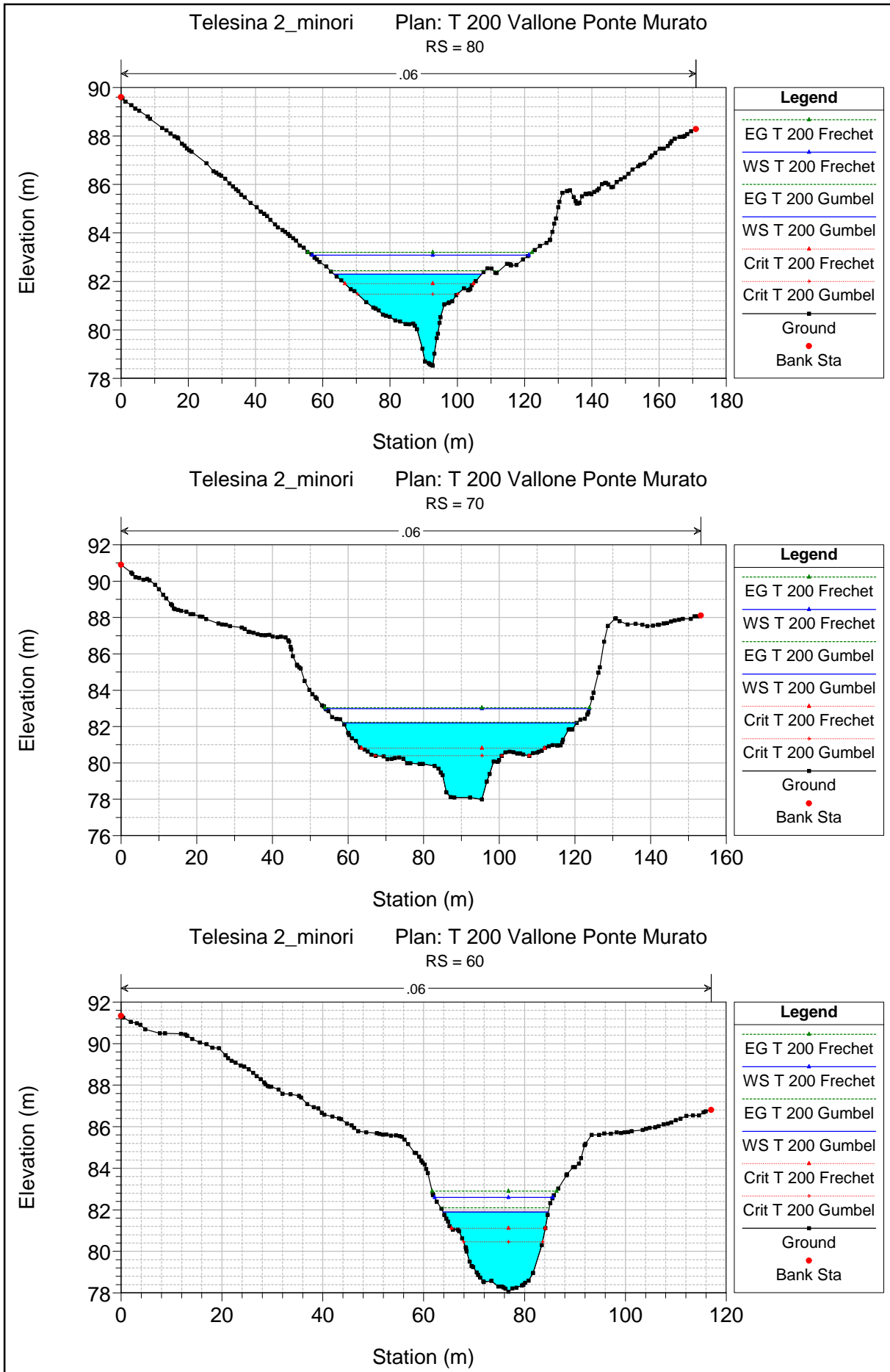
11.3.2 VALLONE PONTE MURATO – VI21

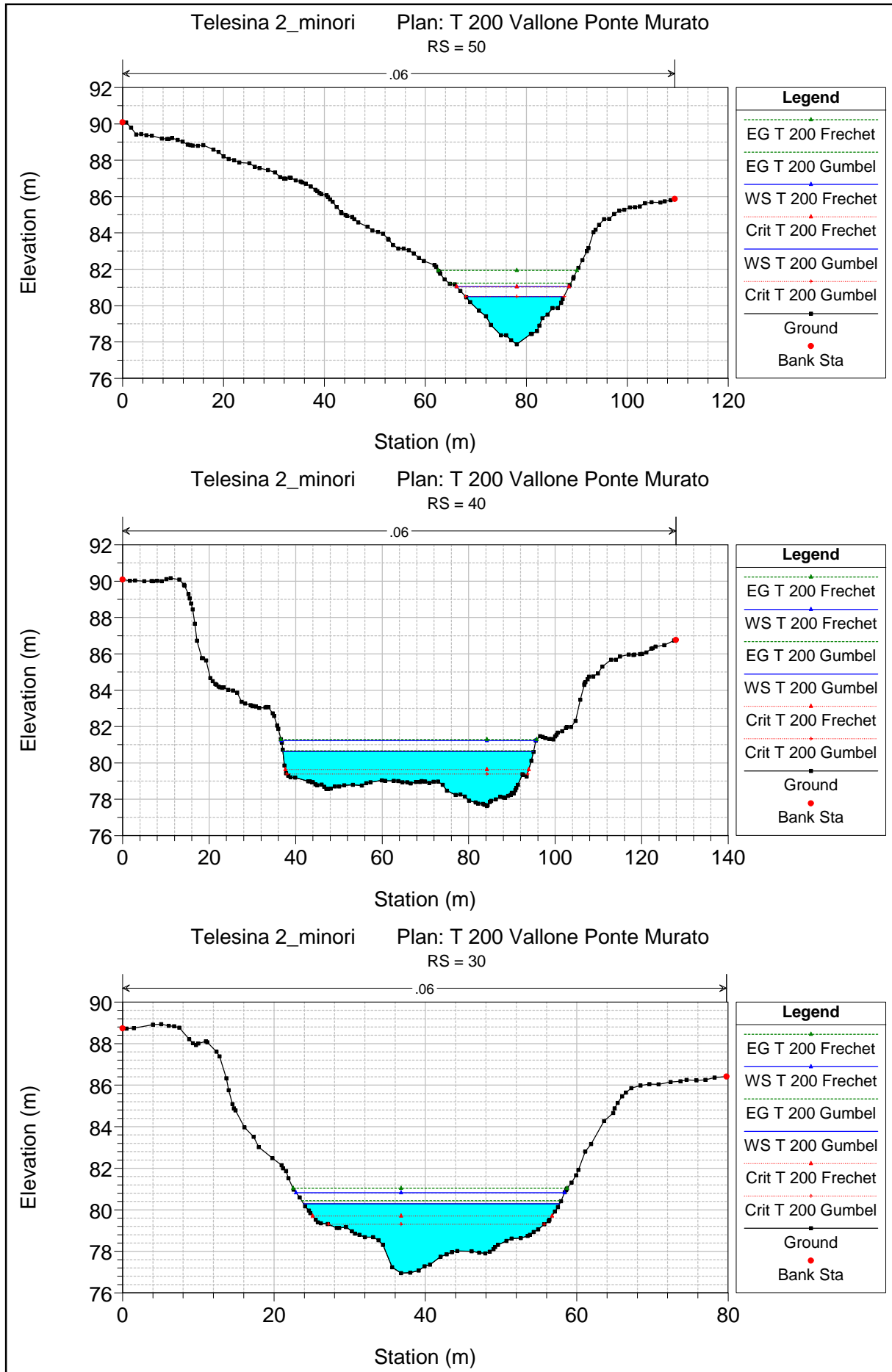
Si riportano le sezioni e le tabelle dei risultati dei modelli idraulici in moto permanente del Vallone Ponte Murato, nelle condizioni ante operam e post operam, considerando la portata di progetto (Gumbel) e la portata di verifica (Fréchet) per il tempo di ritorno di 200 anni.

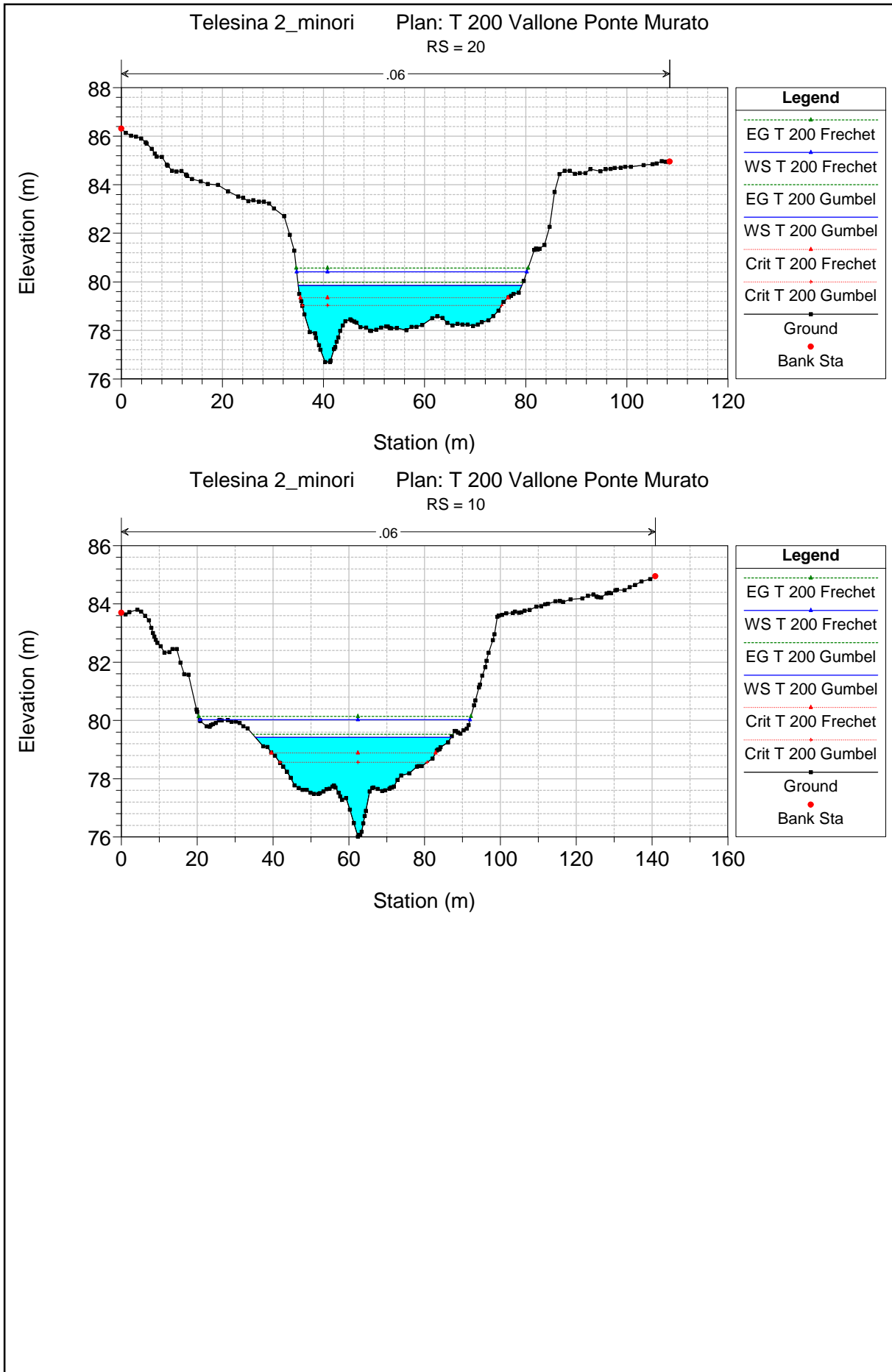








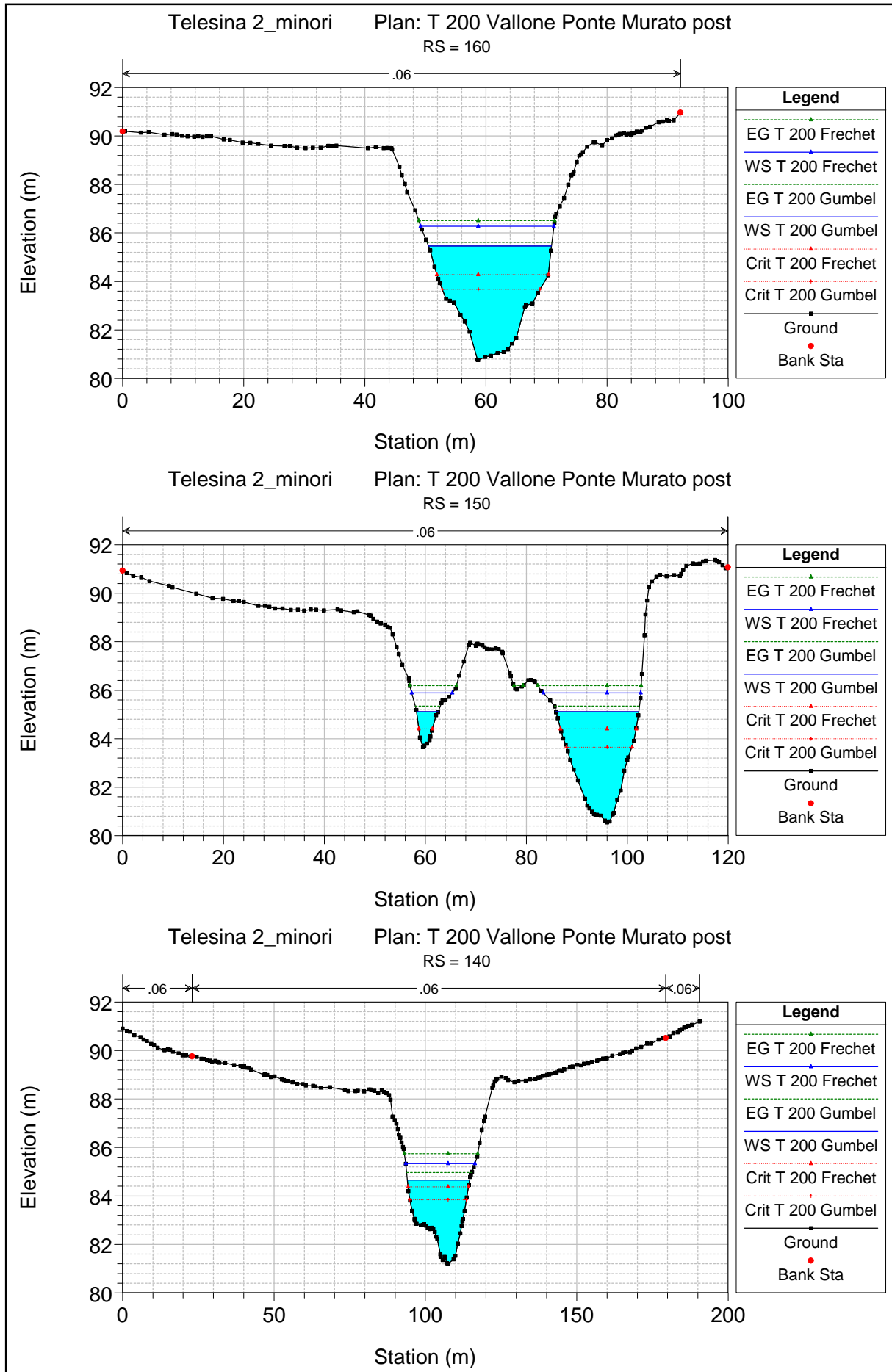


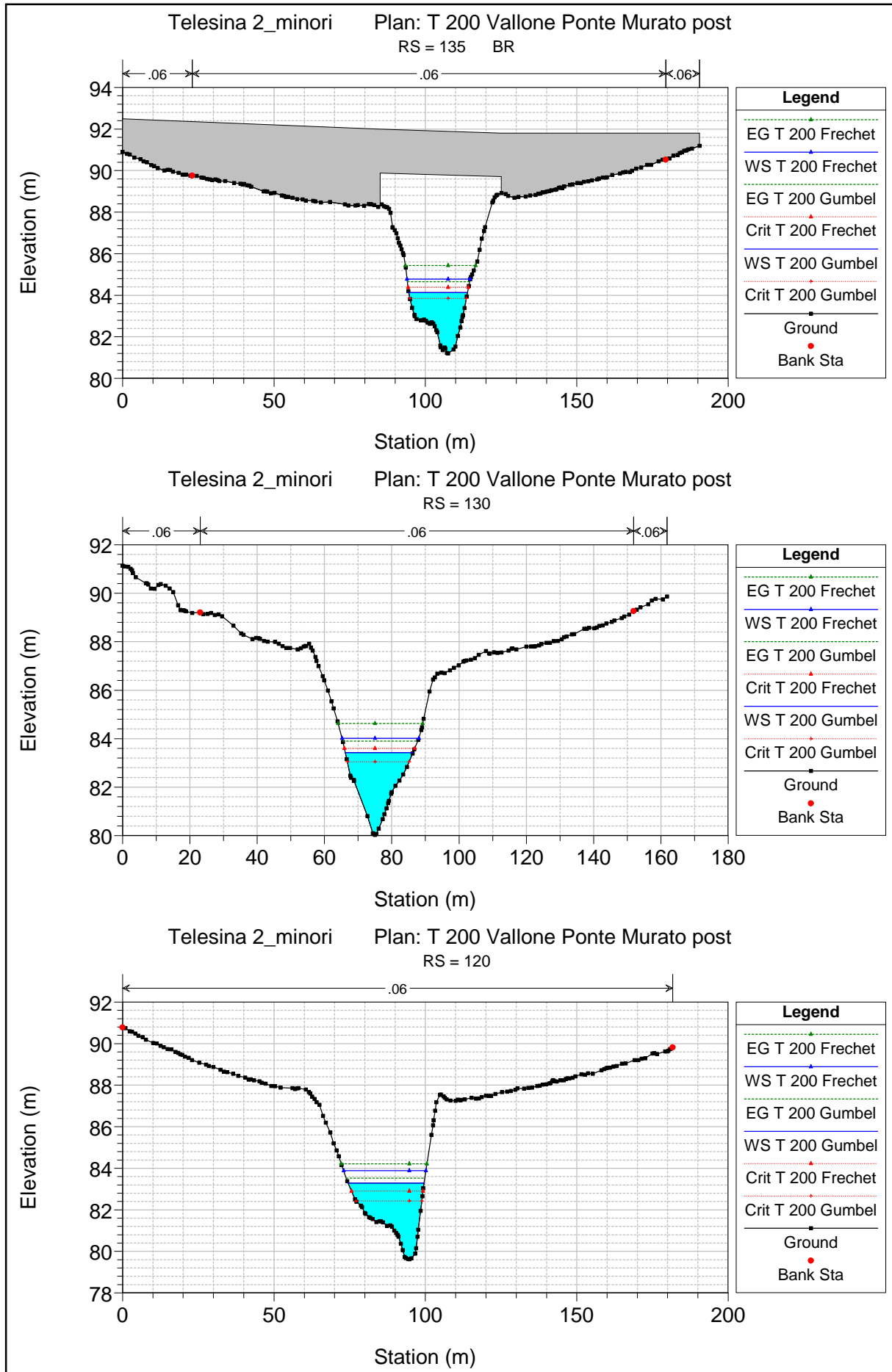


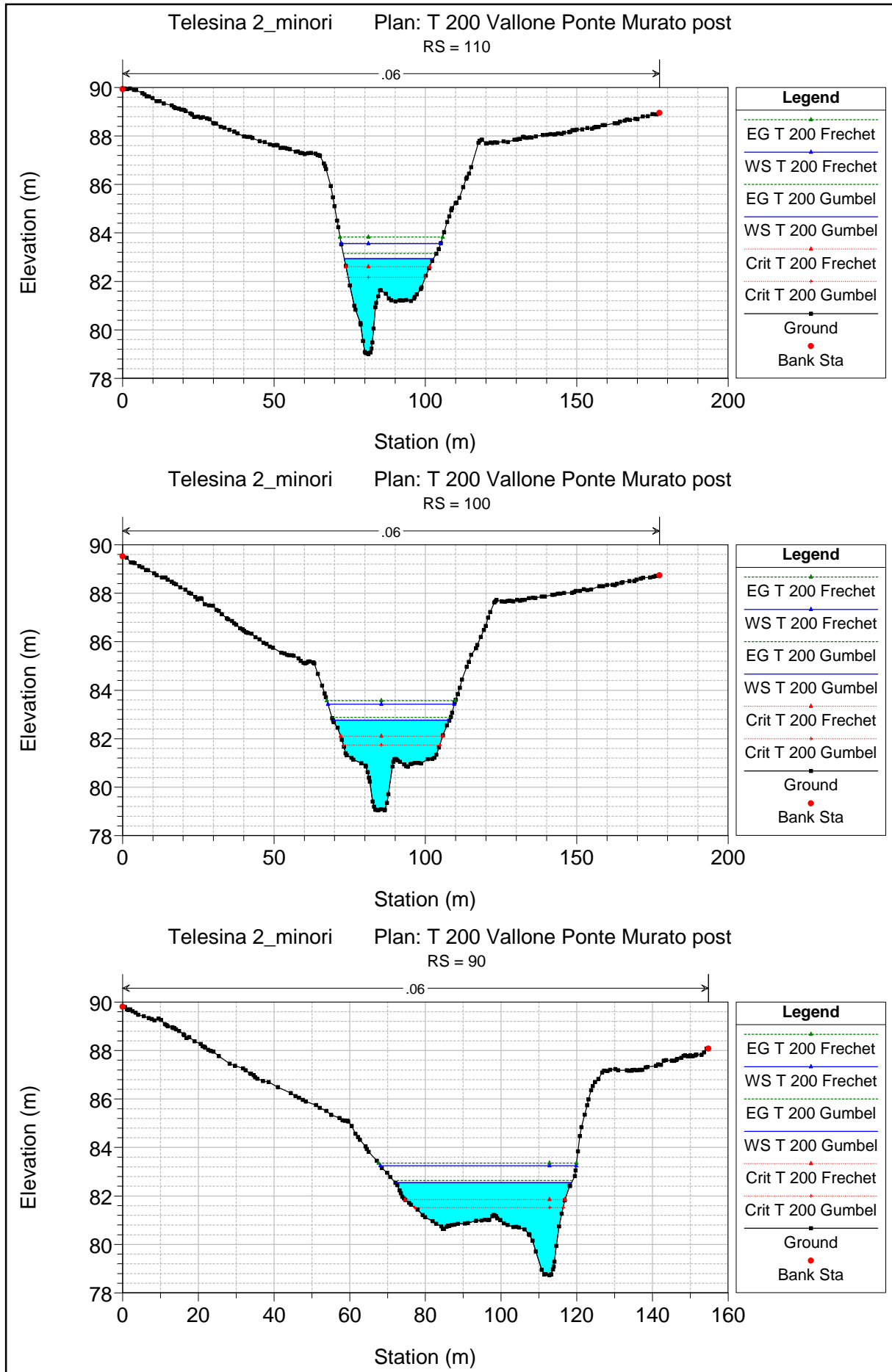
APPENDICE 3

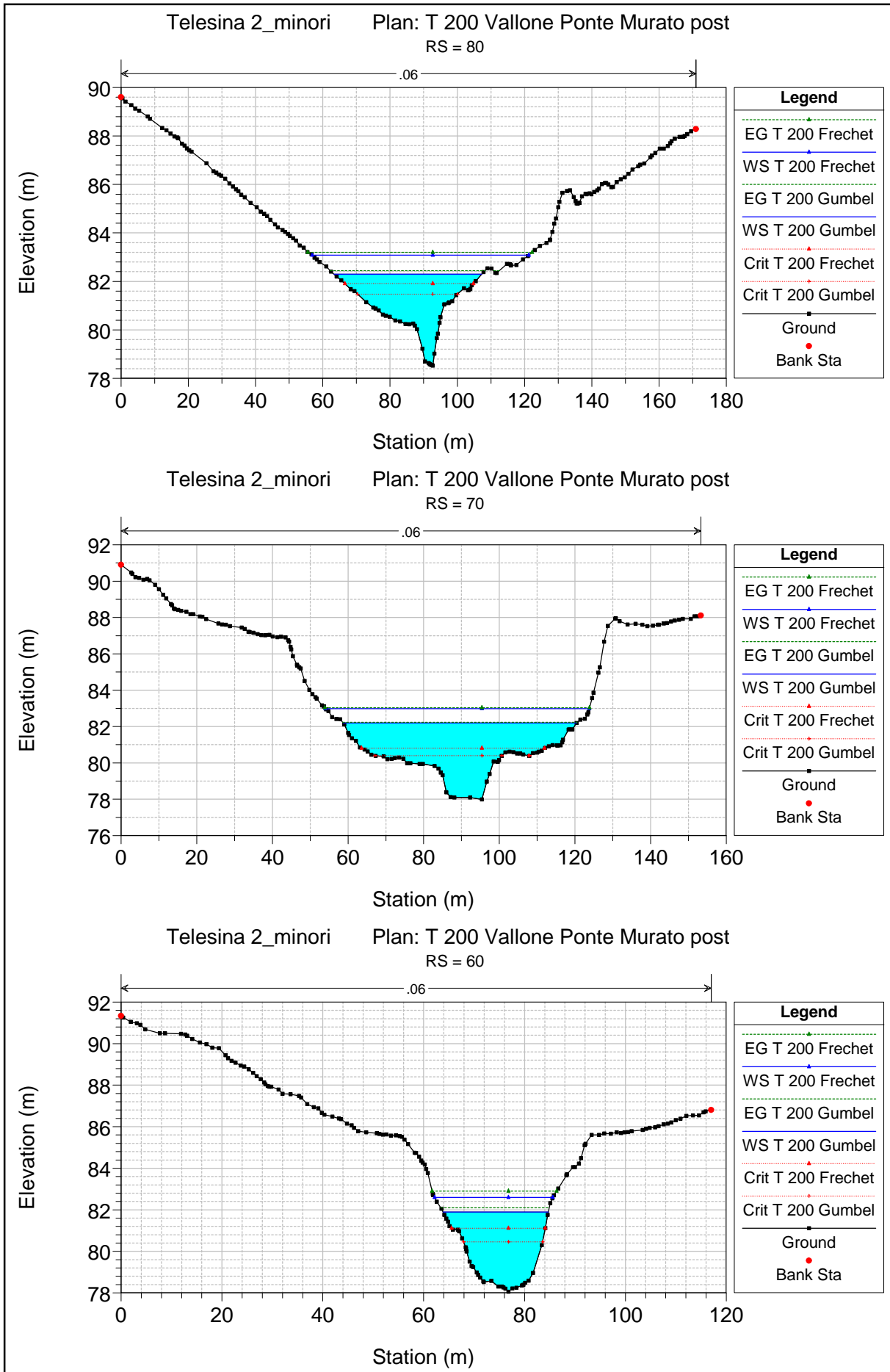
HEC-RAS Plan: Vne PMurato River: Pte Murato Reach: Pte Murato

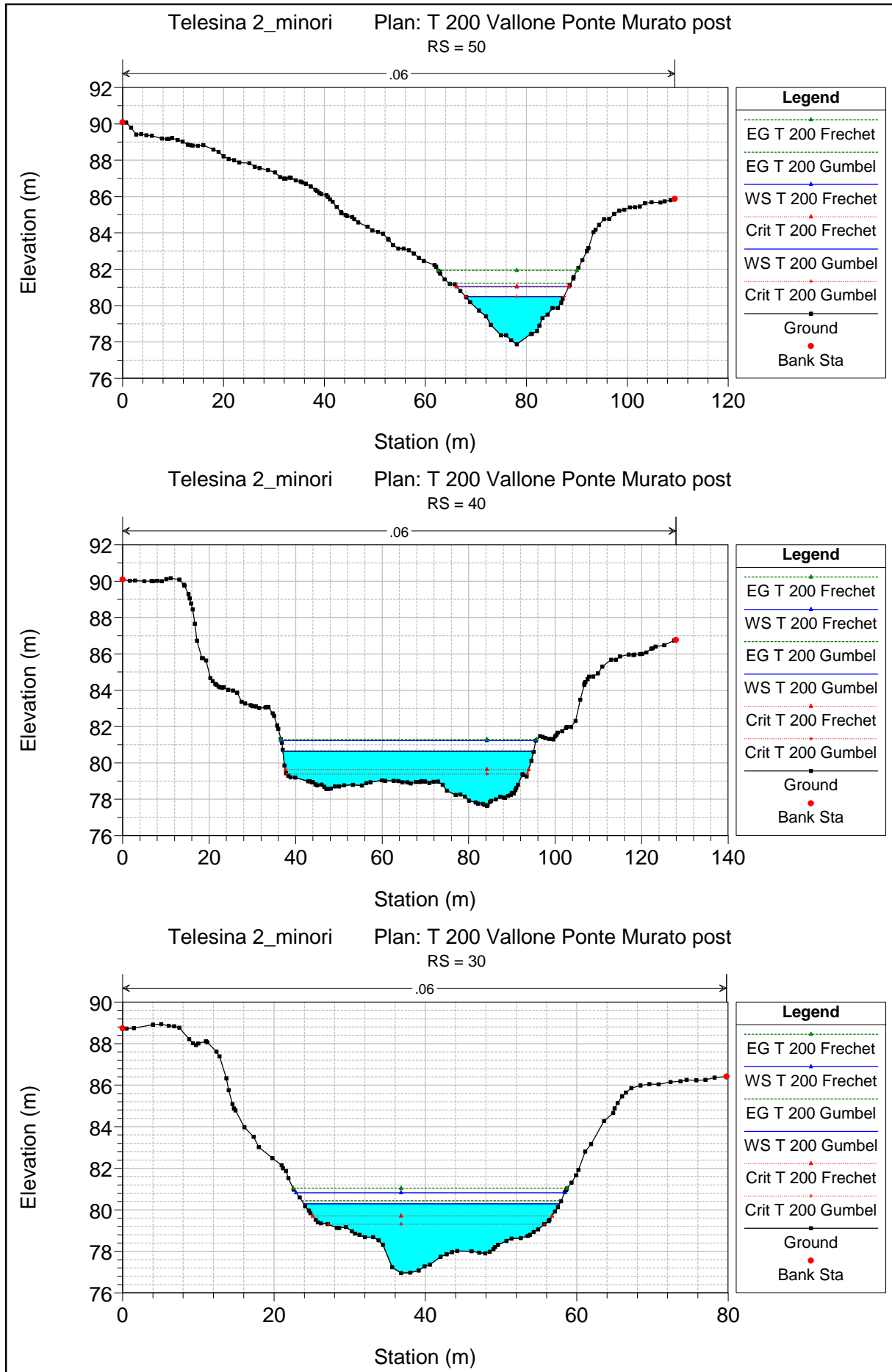
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Pte Murato	160	T 200 Gumbel	106.80	80.76	85.51	83.67	85.67	0.003140	1.76	60.79	20.39	0.32
Pte Murato	160	T 200 Frechet	165.30	80.76	86.33	84.28	86.65	0.003712	2.11	78.16	22.12	0.36
Pte Murato	150	T 200 Gumbel	106.80	80.54	85.19	83.65	85.41	0.005838	2.06	51.86	21.07	0.42
Pte Murato	150	T 200 Frechet	165.30	80.54	85.97	84.40	86.25	0.007266	2.34	70.55	28.13	0.47
Pte Murato	140	T 200 Gumbel	106.80	81.20	84.81	83.84	85.08	0.007136	2.27	47.08	20.96	0.48
Pte Murato	140	T 200 Frechet	165.30	81.20	85.49	84.37	85.85	0.007994	2.67	62.02	23.44	0.52
Pte Murato	135 BR U	T 200 Gumbel	106.80	81.20	83.98	83.85	84.61	0.026263	3.52	30.34	18.96	0.89
Pte Murato	135 BR U	T 200 Frechet	165.30	81.20	84.63	84.38	85.38	0.021888	3.82	43.27	20.52	0.84
Pte Murato	135 BR D	T 200 Gumbel	106.80	80.03	84.04	83.06	84.29	0.007117	2.21	48.29	22.95	0.49
Pte Murato	135 BR D	T 200 Frechet	165.30	80.03	84.72	83.61	85.05	0.007486	2.56	64.60	25.47	0.51
Pte Murato	130	T 200 Gumbel	106.80	80.03	83.42	83.05	83.90	0.017488	3.06	34.93	20.12	0.74
Pte Murato	130	T 200 Frechet	165.30	80.03	84.02	83.60	84.63	0.017720	3.47	47.63	22.84	0.77
Pte Murato	120	T 200 Gumbel	106.80	79.62	83.28	82.42	83.52	0.007576	2.16	49.43	25.07	0.49
Pte Murato	120	T 200 Frechet	165.30	79.62	83.88	82.90	84.21	0.008100	2.53	65.22	27.22	0.52
Pte Murato	110	T 200 Gumbel	106.80	79.00	82.93	82.18	83.15	0.008057	2.07	51.66	29.41	0.50
Pte Murato	110	T 200 Frechet	165.30	79.00	83.56	82.61	83.83	0.007713	2.32	71.10	32.87	0.50
Pte Murato	100	T 200 Gumbel	106.80	79.05	82.76	81.73	82.88	0.004201	1.55	69.00	38.51	0.37
Pte Murato	100	T 200 Frechet	165.30	79.05	83.42	82.10	83.57	0.003814	1.73	95.45	41.75	0.37
Pte Murato	90	T 200 Gumbel	106.80	78.73	82.55	81.52	82.64	0.003317	1.34	79.84	46.56	0.33
Pte Murato	90	T 200 Frechet	165.30	78.73	83.25	81.85	83.35	0.002766	1.45	114.39	51.76	0.31
Pte Murato	80	T 200 Gumbel	106.80	78.52	82.29	81.48	82.44	0.006696	1.70	62.99	43.95	0.45
Pte Murato	80	T 200 Frechet	165.30	78.52	83.08	81.91	83.20	0.004607	1.55	106.37	64.45	0.39
Pte Murato	70	T 200 Gumbel	106.80	77.99	82.20	80.40	82.23	0.000936	0.82	129.92	61.69	0.18
Pte Murato	70	T 200 Frechet	165.30	77.99	82.99	80.81	83.03	0.000847	0.90	182.78	69.76	0.18
Pte Murato	60	T 200 Gumbel	106.80	78.06	81.89	80.46	82.10	0.004962	2.03	52.61	20.89	0.41
Pte Murato	60	T 200 Frechet	165.30	78.06	82.60	81.11	82.90	0.005875	2.42	68.21	23.45	0.45
Pte Murato	50	T 200 Gumbel	106.80	77.88	80.50	80.50	81.23	0.033422	3.78	28.24	19.51	1.00
Pte Murato	50	T 200 Frechet	165.30	77.88	81.04	81.04	81.94	0.031260	4.18	39.52	22.24	1.00
Pte Murato	40	T 200 Gumbel	106.80	77.63	80.63	79.39	80.68	0.001486	0.97	110.40	57.97	0.22
Pte Murato	40	T 200 Frechet	165.30	77.63	81.22	79.63	81.29	0.001479	1.14	145.08	58.81	0.23
Pte Murato	30	T 200 Gumbel	106.80	76.95	80.29	79.30	80.43	0.004649	1.68	63.39	33.82	0.39
Pte Murato	30	T 200 Frechet	165.30	76.95	80.83	79.70	81.03	0.005063	2.01	82.10	35.48	0.42
Pte Murato	20	T 200 Gumbel	106.80	76.70	79.86	79.03	79.97	0.004735	1.52	70.28	44.22	0.38
Pte Murato	20	T 200 Frechet	165.30	76.70	80.42	79.34	80.57	0.004282	1.73	95.58	45.53	0.38
Pte Murato	10	T 200 Gumbel	106.80	76.02	79.42	78.56	79.53	0.004701	1.44	74.36	51.69	0.38
Pte Murato	10	T 200 Frechet	165.30	76.02	80.02	78.89	80.14	0.004702	1.51	109.75	71.29	0.39

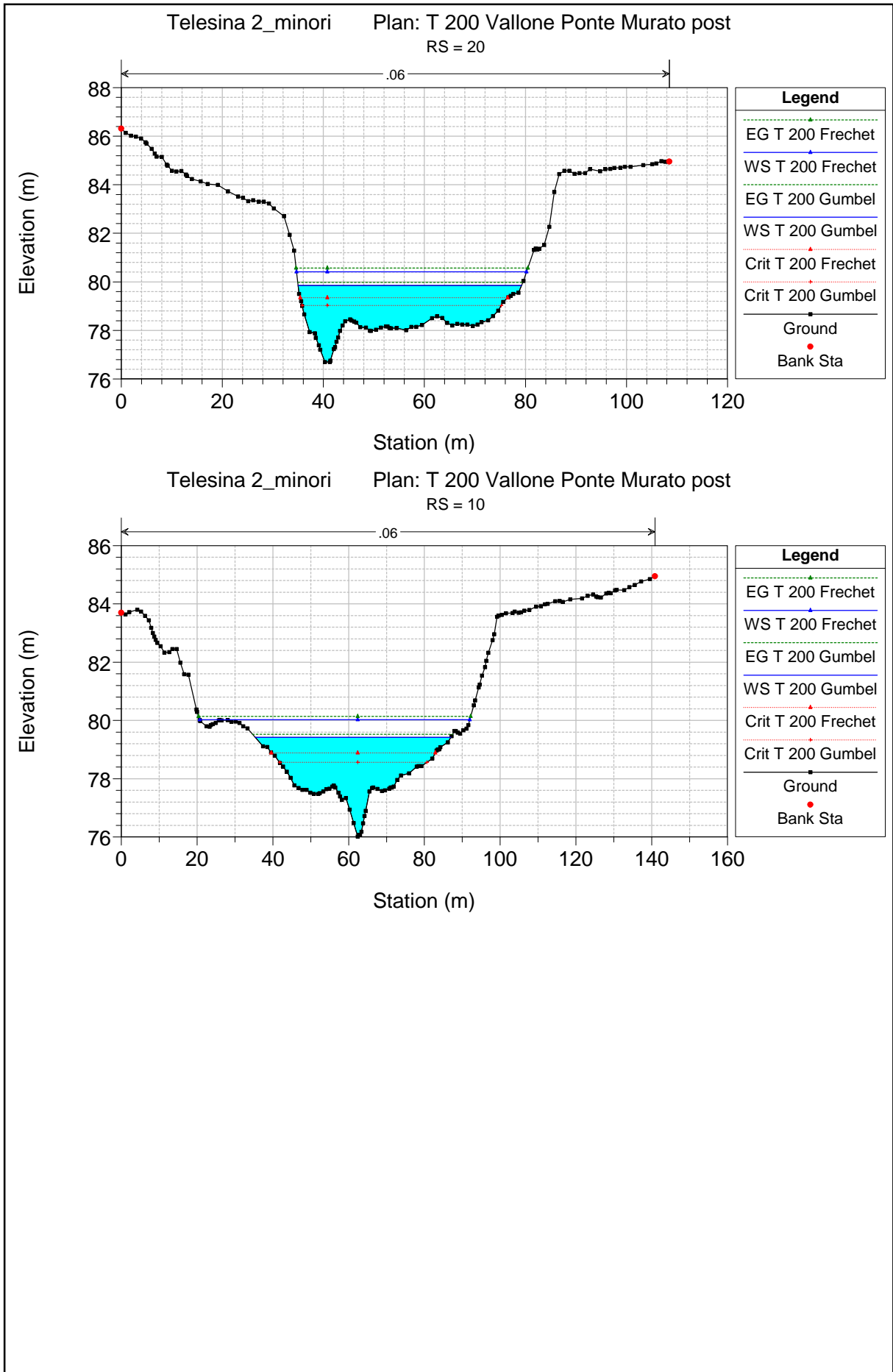












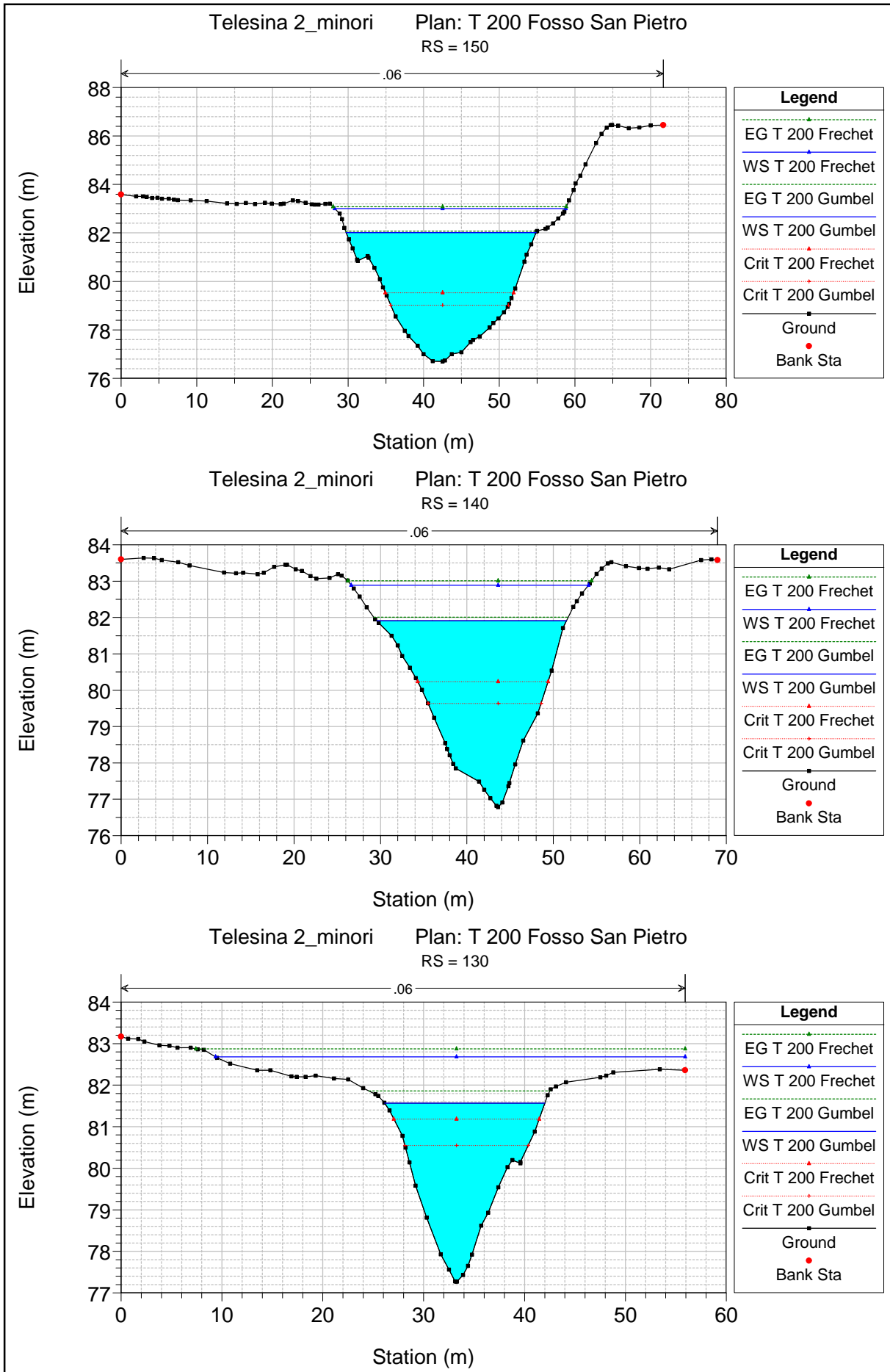
APPENDICE 3

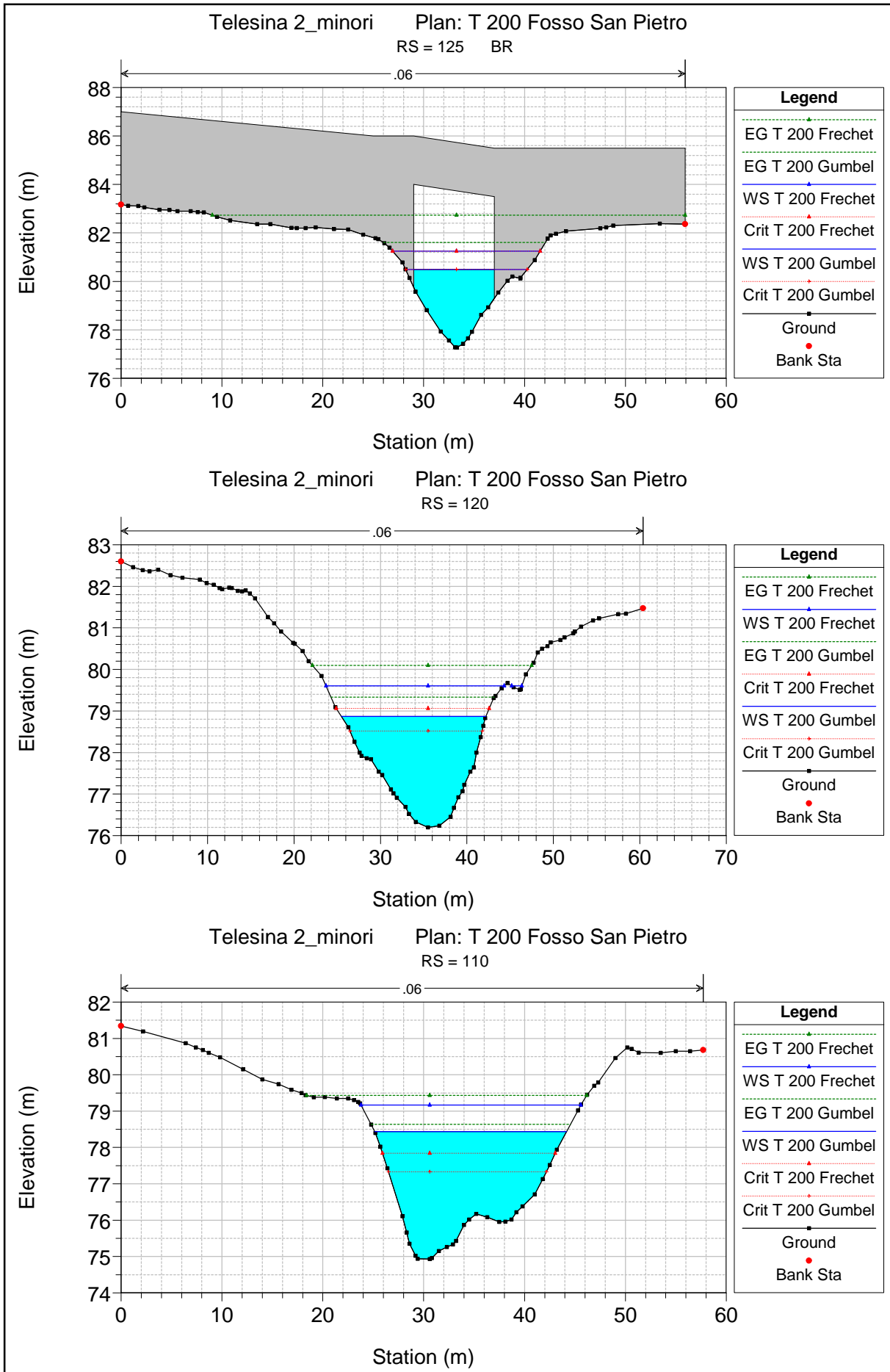
HEC-RAS Plan: T 200 Vallone Ponte Murato post River: Pte Murato Reach: Pte Murato

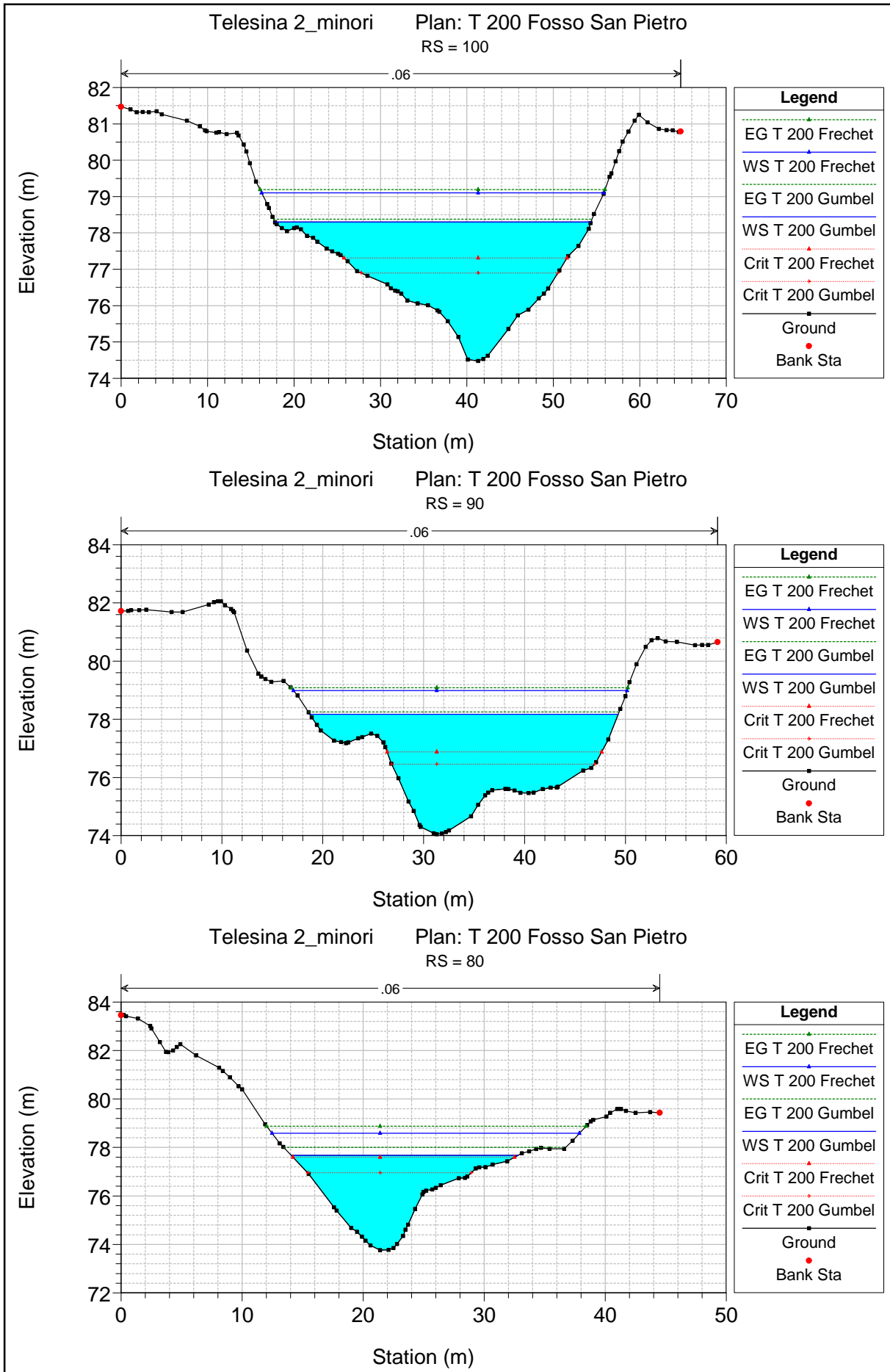
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Pte Murato	160	T 200 Gumbel	106.80	80.76	85.46	83.67	85.62	0.003298	1.79	59.74	20.28	0.33
Pte Murato	160	T 200 Frechet	165.30	80.76	86.28	84.28	86.61	0.003860	2.14	77.09	22.02	0.37
Pte Murato	150	T 200 Gumbel	106.80	80.54	85.12	83.65	85.35	0.006325	2.13	50.25	20.74	0.44
Pte Murato	150	T 200 Frechet	165.30	80.54	85.89	84.40	86.19	0.007777	2.42	68.40	27.38	0.49
Pte Murato	140	T 200 Gumbel	106.80	81.20	84.66	83.84	84.96	0.008762	2.43	43.89	20.59	0.53
Pte Murato	140	T 200 Frechet	165.30	81.20	85.33	84.37	85.74	0.009422	2.83	58.43	22.87	0.57
Pte Murato	135 BR U	T 200 Gumbel	106.80	81.20	84.13	83.85	84.66	0.019979	3.21	33.26	19.37	0.78
Pte Murato	135 BR U	T 200 Frechet	165.30	81.20	84.78	84.38	85.43	0.017879	3.57	46.35	20.86	0.76
Pte Murato	135 BR D	T 200 Gumbel	106.80	80.03	84.04	83.06	84.29	0.007117	2.21	48.29	22.95	0.49
Pte Murato	135 BR D	T 200 Frechet	165.30	80.03	84.72	83.61	85.05	0.007486	2.56	64.60	25.47	0.51
Pte Murato	130	T 200 Gumbel	106.80	80.03	83.42	83.05	83.90	0.017488	3.06	34.93	20.12	0.74
Pte Murato	130	T 200 Frechet	165.30	80.03	84.02	83.60	84.63	0.017720	3.47	47.63	22.84	0.77
Pte Murato	120	T 200 Gumbel	106.80	79.62	83.28	82.42	83.52	0.007576	2.16	49.43	25.07	0.49
Pte Murato	120	T 200 Frechet	165.30	79.62	83.88	82.90	84.21	0.008100	2.53	65.22	27.22	0.52
Pte Murato	110	T 200 Gumbel	106.80	79.00	82.93	82.18	83.15	0.008057	2.07	51.66	29.41	0.50
Pte Murato	110	T 200 Frechet	165.30	79.00	83.56	82.61	83.83	0.007713	2.32	71.10	32.87	0.50
Pte Murato	100	T 200 Gumbel	106.80	79.05	82.76	81.73	82.88	0.004201	1.55	69.00	38.51	0.37
Pte Murato	100	T 200 Frechet	165.30	79.05	83.42	82.10	83.57	0.003814	1.73	95.45	41.75	0.37
Pte Murato	90	T 200 Gumbel	106.80	78.73	82.55	81.52	82.64	0.003317	1.34	79.84	46.56	0.33
Pte Murato	90	T 200 Frechet	165.30	78.73	83.25	81.85	83.35	0.002766	1.45	114.39	51.76	0.31
Pte Murato	80	T 200 Gumbel	106.80	78.52	82.29	81.48	82.44	0.006696	1.70	62.99	43.95	0.45
Pte Murato	80	T 200 Frechet	165.30	78.52	83.08	81.91	83.20	0.004607	1.55	106.37	64.45	0.39
Pte Murato	70	T 200 Gumbel	106.80	77.99	82.20	80.40	82.23	0.000936	0.82	129.92	61.69	0.18
Pte Murato	70	T 200 Frechet	165.30	77.99	82.99	80.81	83.03	0.000847	0.90	182.78	69.76	0.18
Pte Murato	60	T 200 Gumbel	106.80	78.06	81.89	80.46	82.10	0.004962	2.03	52.61	20.89	0.41
Pte Murato	60	T 200 Frechet	165.30	78.06	82.60	81.11	82.90	0.005875	2.42	68.21	23.45	0.45
Pte Murato	50	T 200 Gumbel	106.80	77.88	80.50	80.50	81.23	0.033422	3.78	28.24	19.51	1.00
Pte Murato	50	T 200 Frechet	165.30	77.88	81.04	81.04	81.94	0.031260	4.18	39.52	22.24	1.00
Pte Murato	40	T 200 Gumbel	106.80	77.63	80.63	79.39	80.68	0.001486	0.97	110.40	57.97	0.22
Pte Murato	40	T 200 Frechet	165.30	77.63	81.22	79.63	81.29	0.001479	1.14	145.08	58.81	0.23
Pte Murato	30	T 200 Gumbel	106.80	76.95	80.29	79.30	80.43	0.004649	1.68	63.39	33.82	0.39
Pte Murato	30	T 200 Frechet	165.30	76.95	80.83	79.70	81.03	0.005063	2.01	82.10	35.48	0.42
Pte Murato	20	T 200 Gumbel	106.80	76.70	79.86	79.03	79.97	0.004735	1.52	70.28	44.22	0.38
Pte Murato	20	T 200 Frechet	165.30	76.70	80.42	79.34	80.57	0.004282	1.73	95.58	45.53	0.38
Pte Murato	10	T 200 Gumbel	106.80	76.02	79.42	78.56	79.53	0.004701	1.44	74.36	51.69	0.38
Pte Murato	10	T 200 Frechet	165.30	76.02	80.02	78.89	80.14	0.004702	1.51	109.75	71.29	0.39

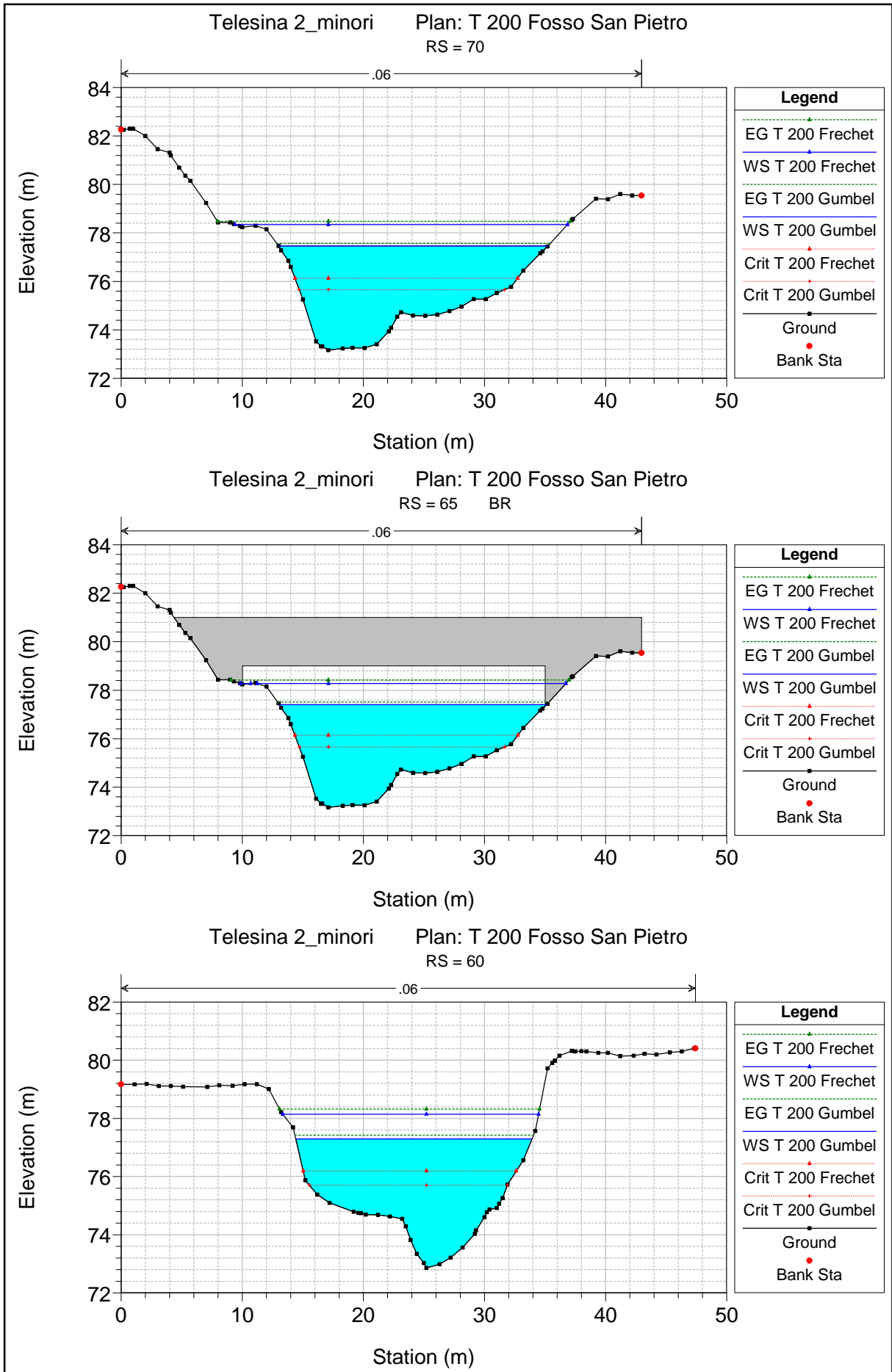
11.3.3 FOSSO SAN PIETRO – VI22

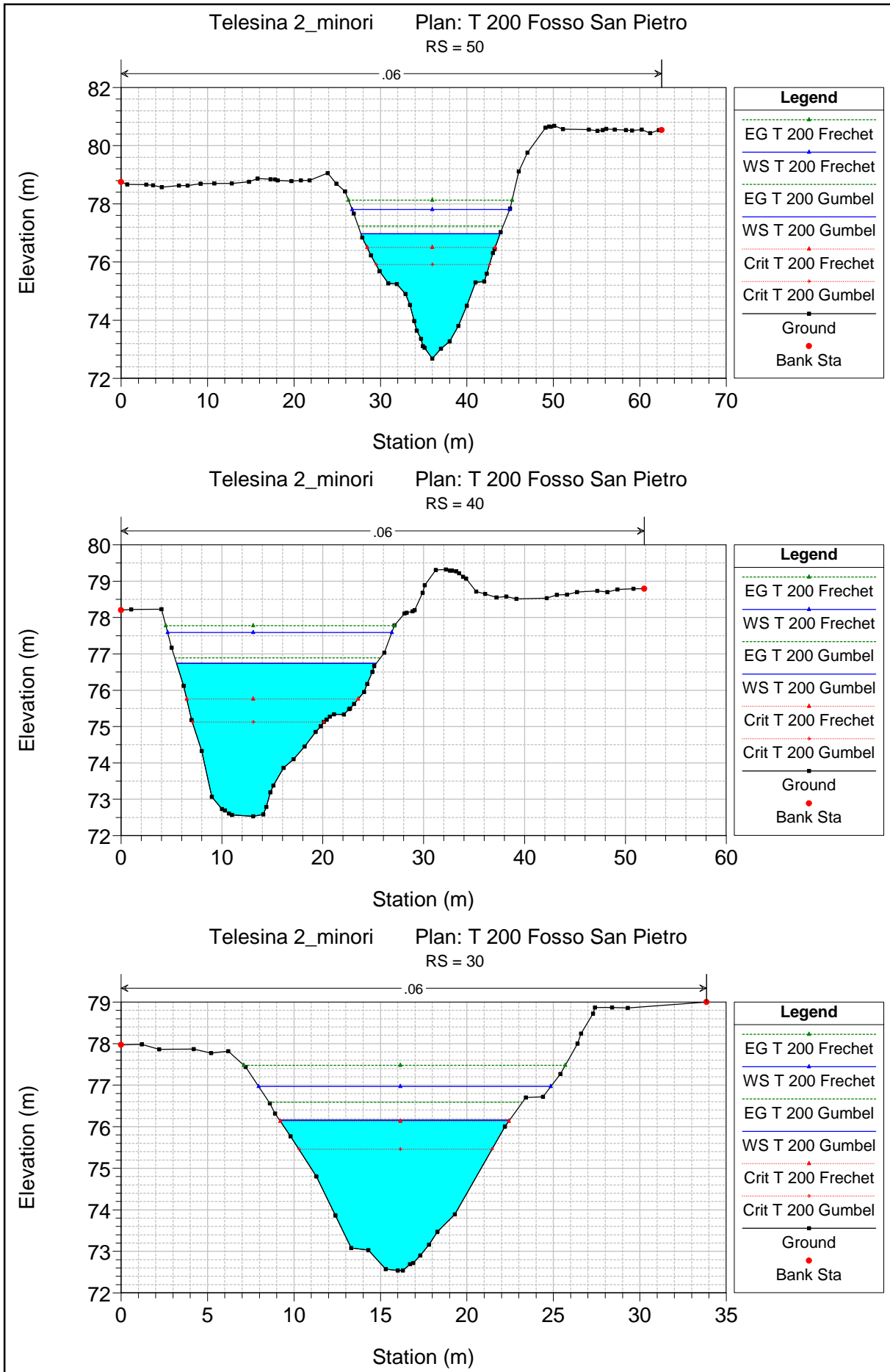
Si riportano le sezioni e le tabelle dei risultati dei modelli idraulici in moto permanente del Fosso San Pietro, nelle condizioni ante operam e post operam, considerando la portata di progetto (Gumbel) e la portata di verifica (Fréchet) per il tempo di ritorno di 200 anni.

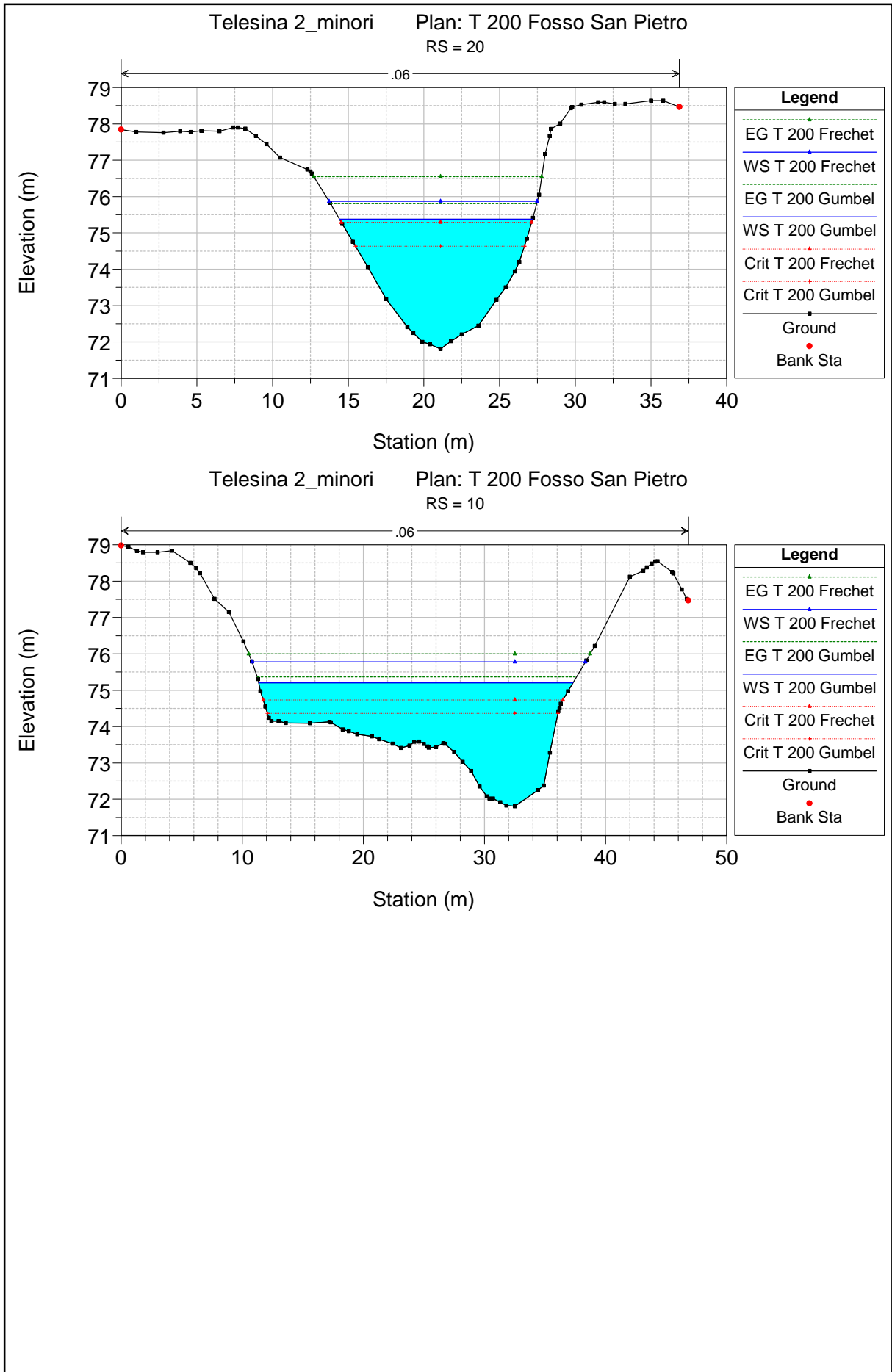








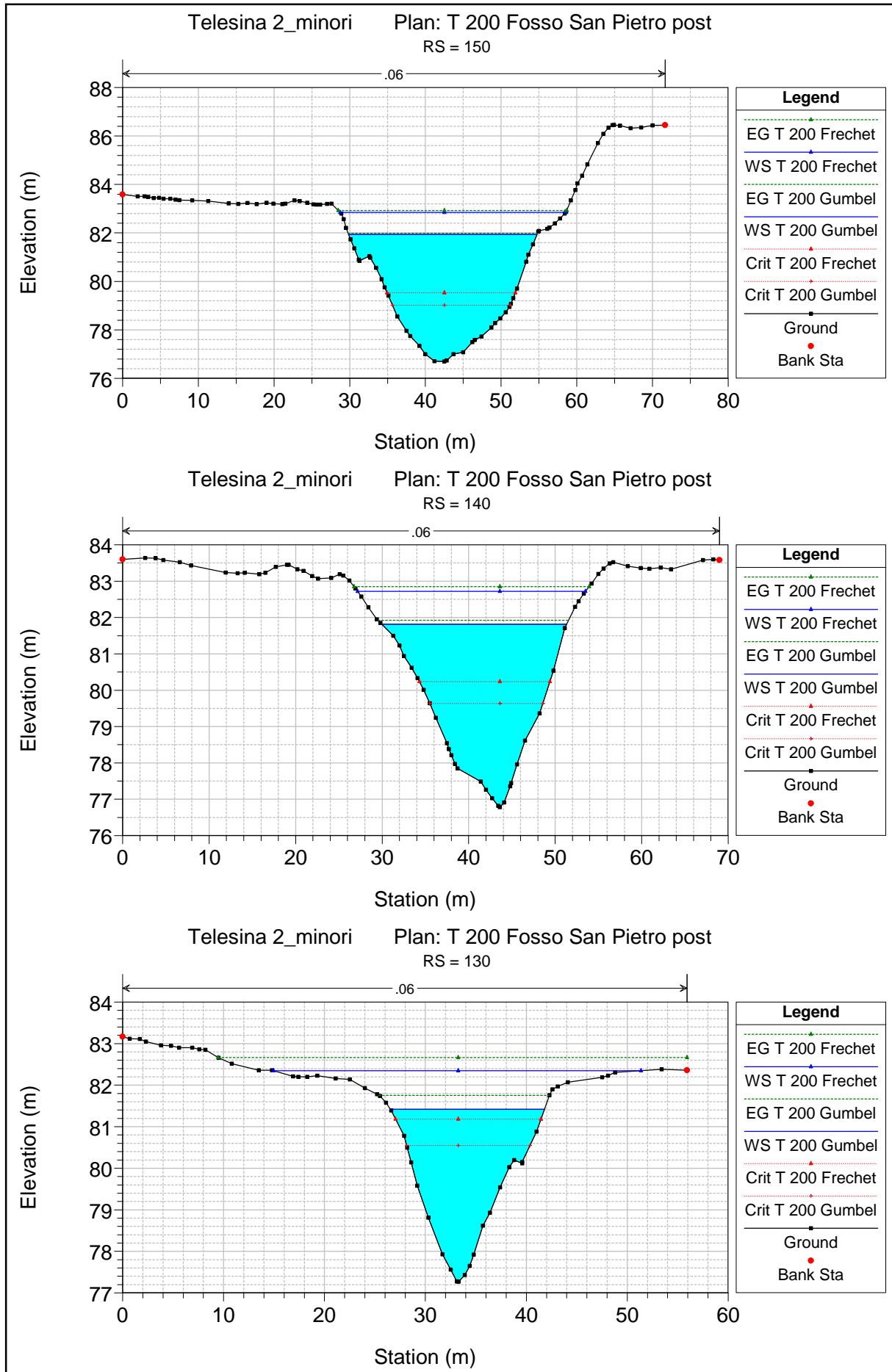


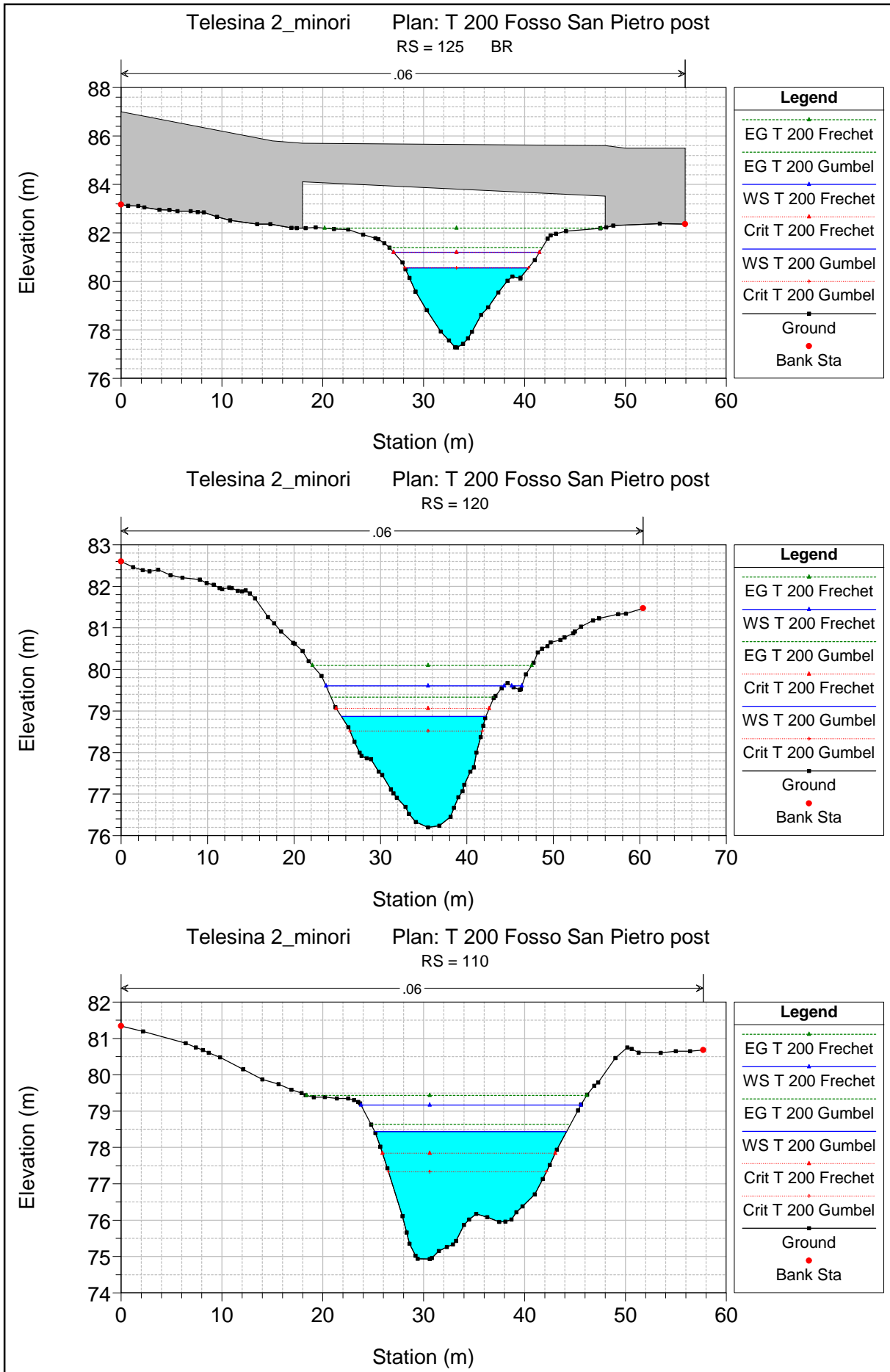


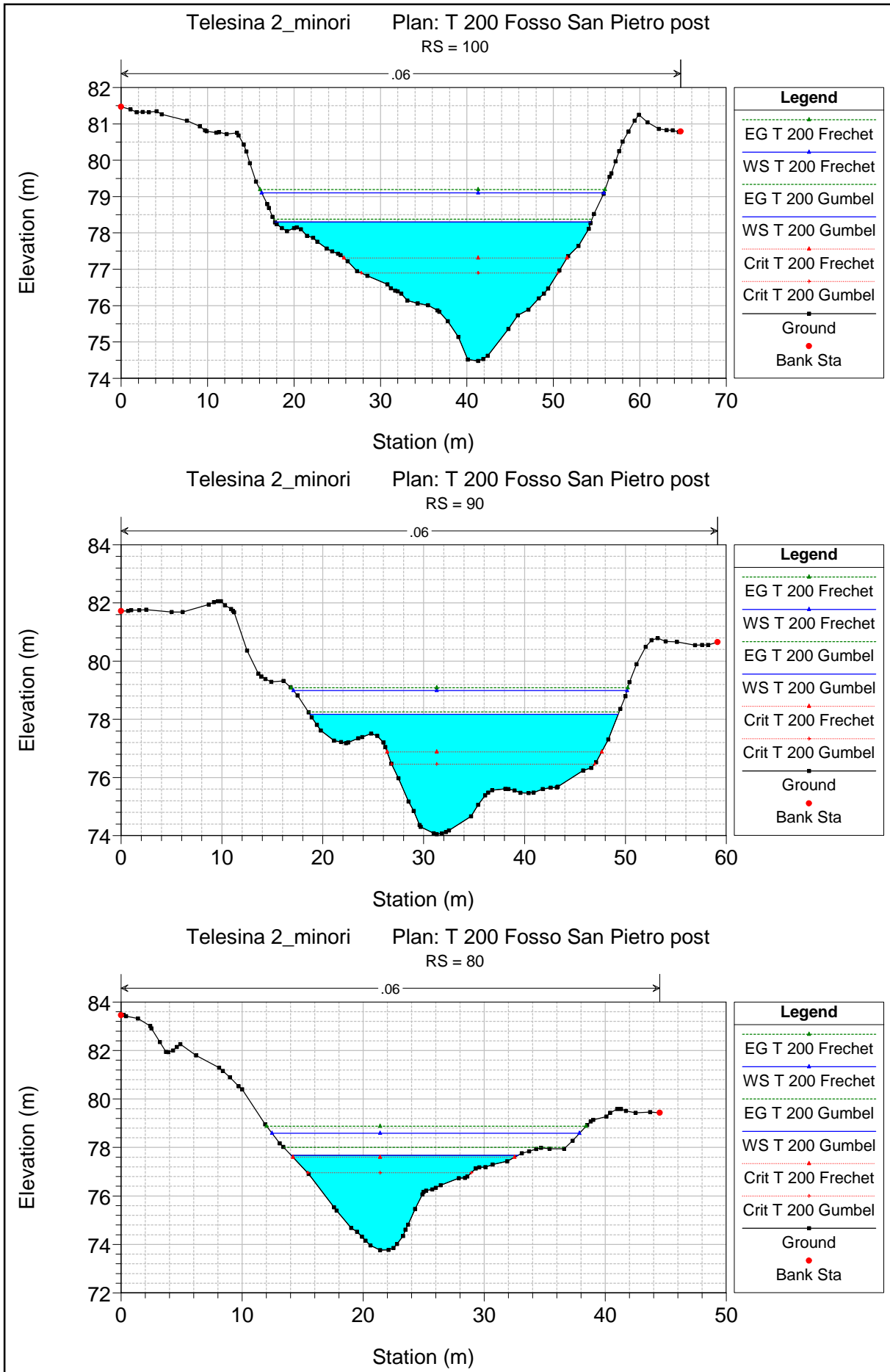
APPENDICE 3

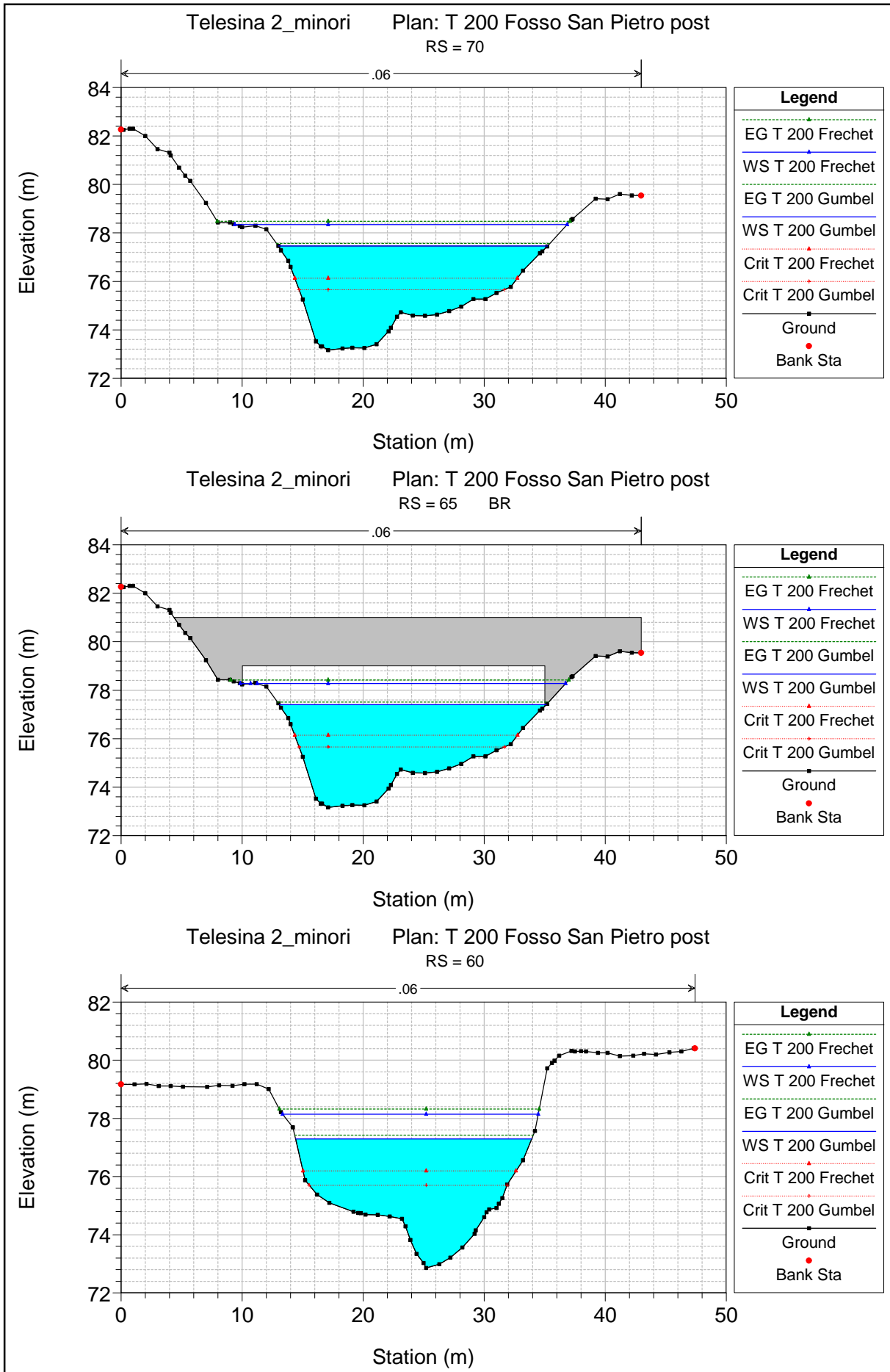
HEC-RAS Plan: Fso SPietro River: Fso SPietro Reach: Fso SPietro

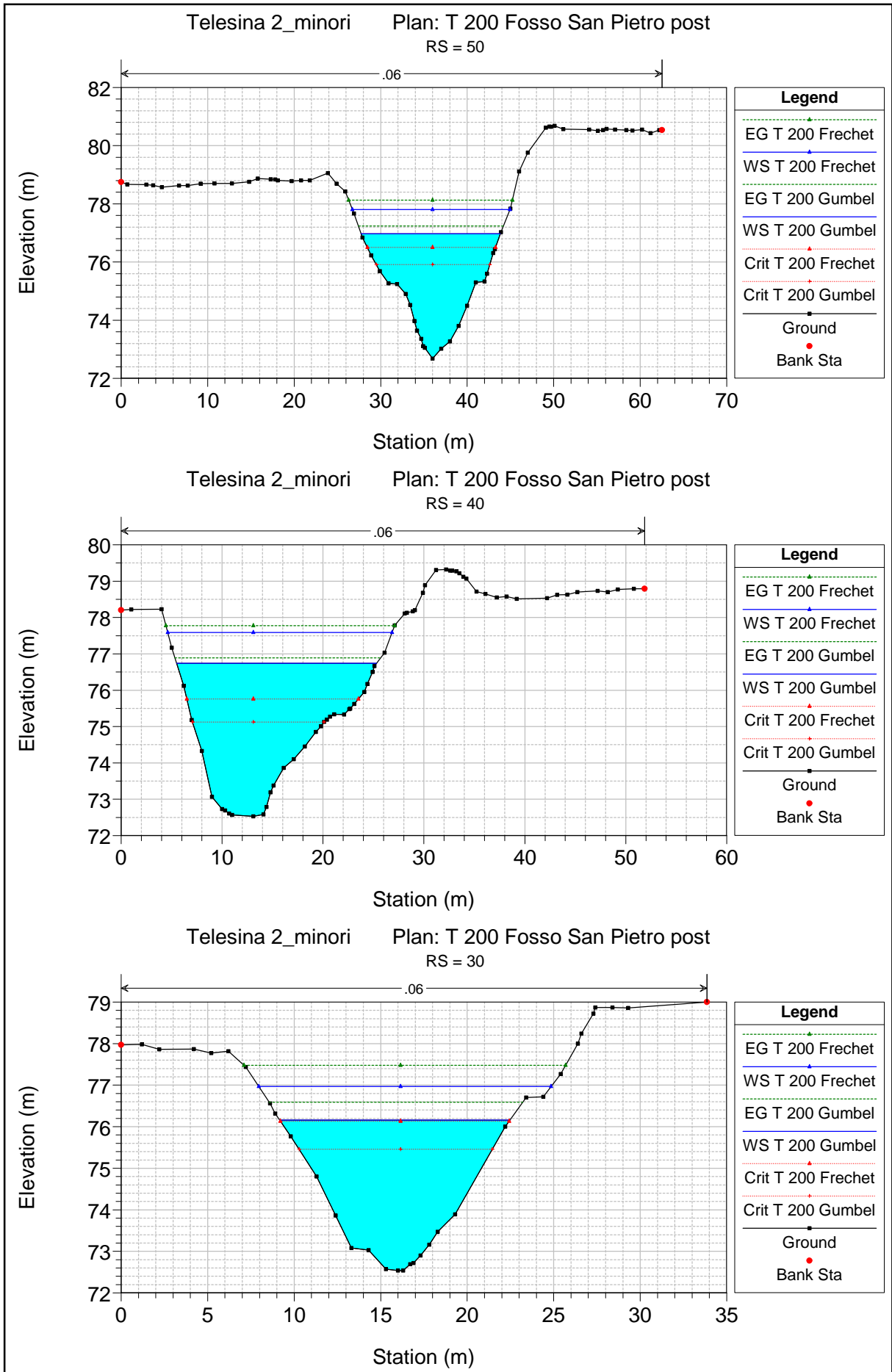
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Fso SPietro	150	T 200 Gumbel	82.70	76.70	82.02	79.02	82.07	0.000864	1.00	82.37	25.11	0.18
Fso SPietro	150	T 200 Frechet	128.10	76.70	83.01	79.53	83.08	0.001012	1.16	110.28	30.53	0.20
Fso SPietro	140	T 200 Gumbel	82.70	76.78	81.91	79.63	82.01	0.002119	1.39	59.70	21.95	0.27
Fso SPietro	140	T 200 Frechet	128.10	76.78	82.89	80.23	83.01	0.002182	1.53	83.81	27.45	0.28
Fso SPietro	130	T 200 Gumbel	82.70	77.27	81.57	80.55	81.86	0.008866	2.39	34.57	15.89	0.52
Fso SPietro	130	T 200 Frechet	128.10	77.27	82.68	81.18	82.87	0.009151	1.93	66.21	46.55	0.52
Fso SPietro	125 BR U	T 200 Gumbel	82.70	77.27	80.49	80.49	81.60	0.042348	4.66	17.74	8.00	0.83
Fso SPietro	125 BR U	T 200 Frechet	128.10	77.27	81.25	81.25	82.73	0.045411	5.39	23.76	8.00	0.86
Fso SPietro	125 BR D	T 200 Gumbel	82.70	76.20	78.71	78.71	79.82	0.044535	4.67	17.72	8.00	0.94
Fso SPietro	125 BR D	T 200 Frechet	128.10	76.20	79.46	79.46	80.95	0.047546	5.40	23.72	8.00	0.95
Fso SPietro	120	T 200 Gumbel	82.70	76.20	78.87	78.52	79.33	0.018253	3.00	27.55	16.70	0.75
Fso SPietro	120	T 200 Frechet	128.10	76.20	79.60	79.06	80.10	0.016282	3.11	41.18	21.78	0.72
Fso SPietro	110	T 200 Gumbel	82.70	74.93	78.43	77.33	78.64	0.005919	2.01	41.23	19.02	0.44
Fso SPietro	110	T 200 Frechet	128.10	74.93	79.17	77.84	79.43	0.006090	2.28	56.19	21.80	0.45
Fso SPietro	100	T 200 Gumbel	82.70	74.48	78.30	76.90	78.38	0.002714	1.26	65.73	36.56	0.30
Fso SPietro	100	T 200 Frechet	128.10	74.48	79.10	77.31	79.19	0.002054	1.33	96.20	39.58	0.27
Fso SPietro	90	T 200 Gumbel	82.70	74.05	78.17	76.46	78.25	0.002093	1.23	67.22	30.57	0.26
Fso SPietro	90	T 200 Frechet	128.10	74.05	78.99	76.88	79.08	0.001908	1.38	93.09	33.08	0.26
Fso SPietro	80	T 200 Gumbel	82.70	73.77	77.67	76.95	78.00	0.012754	2.53	32.63	18.74	0.61
Fso SPietro	80	T 200 Frechet	128.10	73.77	78.58	77.60	78.88	0.008726	2.40	53.44	25.39	0.53
Fso SPietro	70	T 200 Gumbel	82.70	73.16	77.46	75.66	77.57	0.002405	1.42	58.12	22.25	0.28
Fso SPietro	70	T 200 Frechet	128.10	73.16	78.35	76.13	78.48	0.002691	1.62	79.21	27.45	0.30
Fso SPietro	65 BR U	T 200 Gumbel	82.70	73.16	77.41	75.66	77.51	0.002552	1.46	56.83	21.95	0.23
Fso SPietro	65 BR U	T 200 Frechet	128.10	73.16	78.28	76.14	78.42	0.002722	1.67	76.54	24.45	0.24
Fso SPietro	65 BR D	T 200 Gumbel	82.70	72.86	77.37	75.71	77.50	0.002886	1.57	52.71	19.63	0.31
Fso SPietro	65 BR D	T 200 Frechet	128.10	72.86	78.23	76.20	78.40	0.003065	1.82	70.20	21.32	0.32
Fso SPietro	60	T 200 Gumbel	82.70	72.86	77.29	75.71	77.43	0.003144	1.62	51.19	19.51	0.32
Fso SPietro	60	T 200 Frechet	128.10	72.86	78.15	76.20	78.32	0.003289	1.87	68.44	21.13	0.33
Fso SPietro	50	T 200 Gumbel	82.70	72.68	76.98	75.91	77.24	0.007661	2.27	36.41	16.10	0.48
Fso SPietro	50	T 200 Frechet	128.10	72.68	77.80	76.50	78.13	0.007341	2.53	50.60	18.22	0.49
Fso SPietro	40	T 200 Gumbel	82.70	72.53	76.74	75.12	76.89	0.003710	1.70	48.64	19.82	0.35
Fso SPietro	40	T 200 Frechet	128.10	72.53	77.59	75.76	77.78	0.003682	1.92	66.65	22.24	0.35
Fso SPietro	30	T 200 Gumbel	82.70	72.54	76.16	75.46	76.59	0.013640	2.92	28.36	13.30	0.64
Fso SPietro	30	T 200 Frechet	128.10	72.54	76.97	76.13	77.48	0.013675	3.17	40.45	16.90	0.65
Fso SPietro	20	T 200 Gumbel	82.70	71.81	75.38	74.64	75.81	0.012649	2.89	28.62	12.75	0.62
Fso SPietro	20	T 200 Frechet	128.10	71.81	75.87	75.30	76.55	0.017308	3.65	35.13	13.75	0.73
Fso SPietro	10	T 200 Gumbel	82.70	71.81	75.20	74.36	75.36	0.006001	1.79	46.20	25.94	0.43
Fso SPietro	10	T 200 Frechet	128.10	71.81	75.78	74.73	76.00	0.006000	2.07	61.73	27.52	0.44

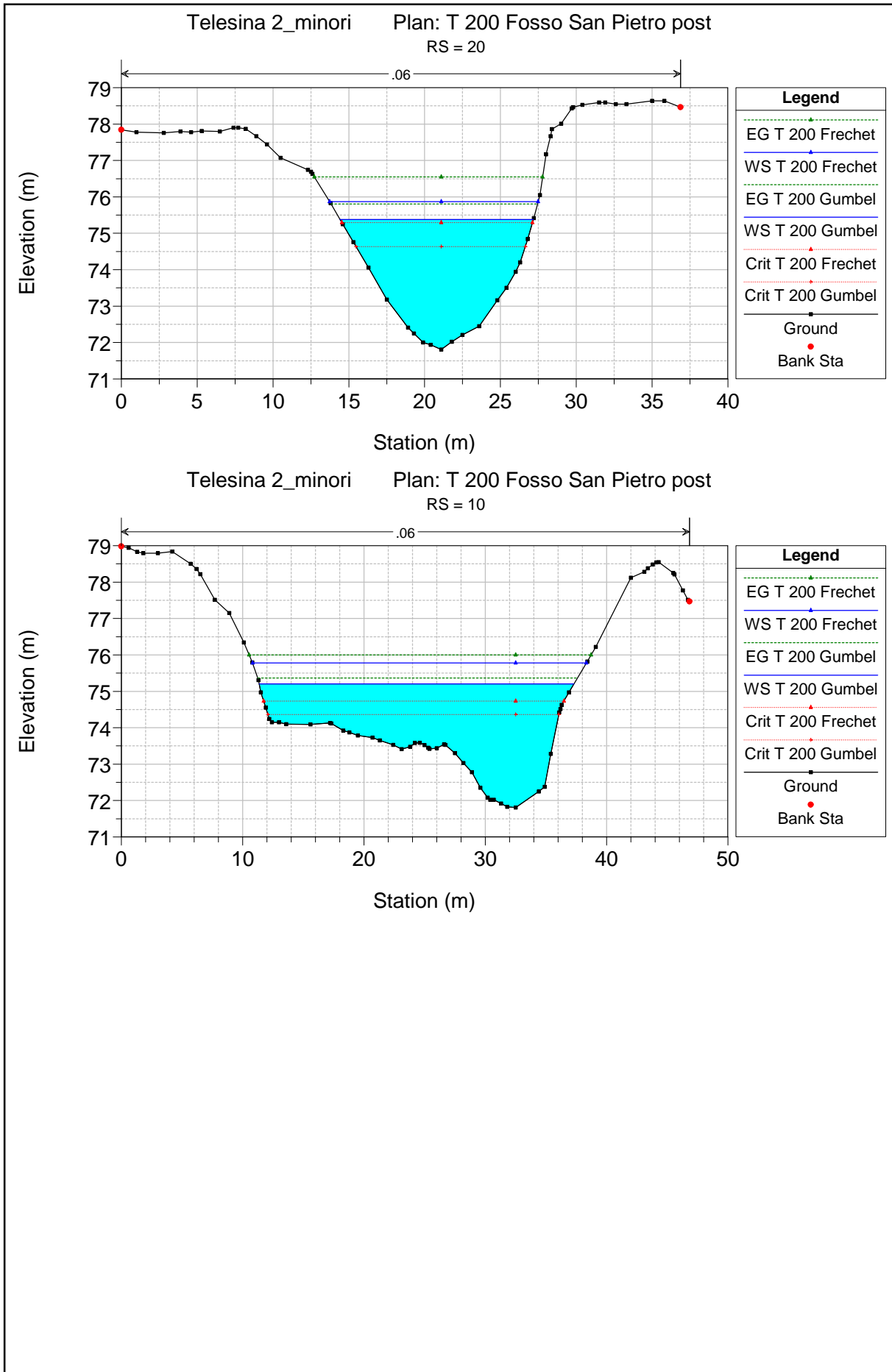












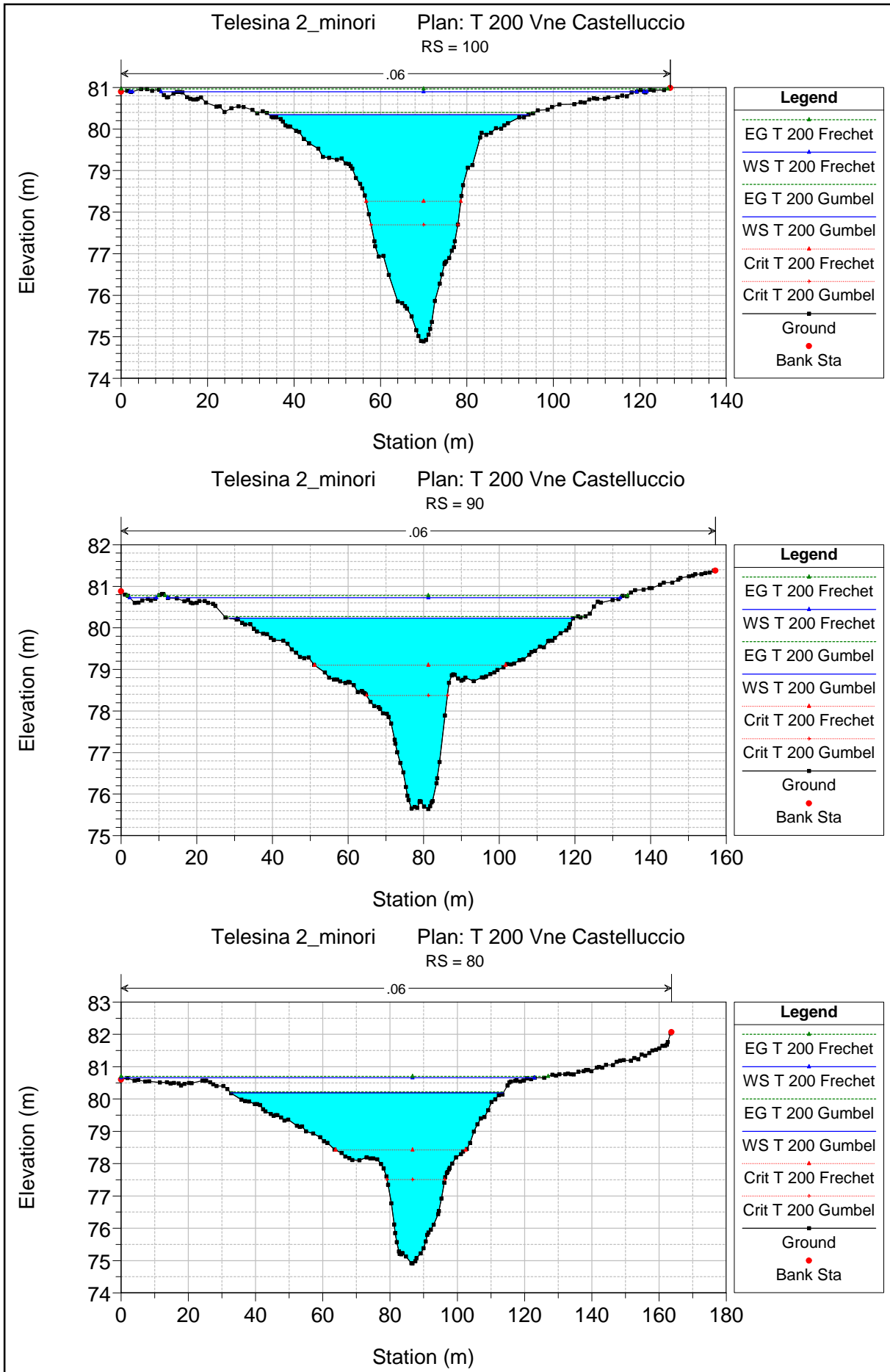
APPENDICE 3

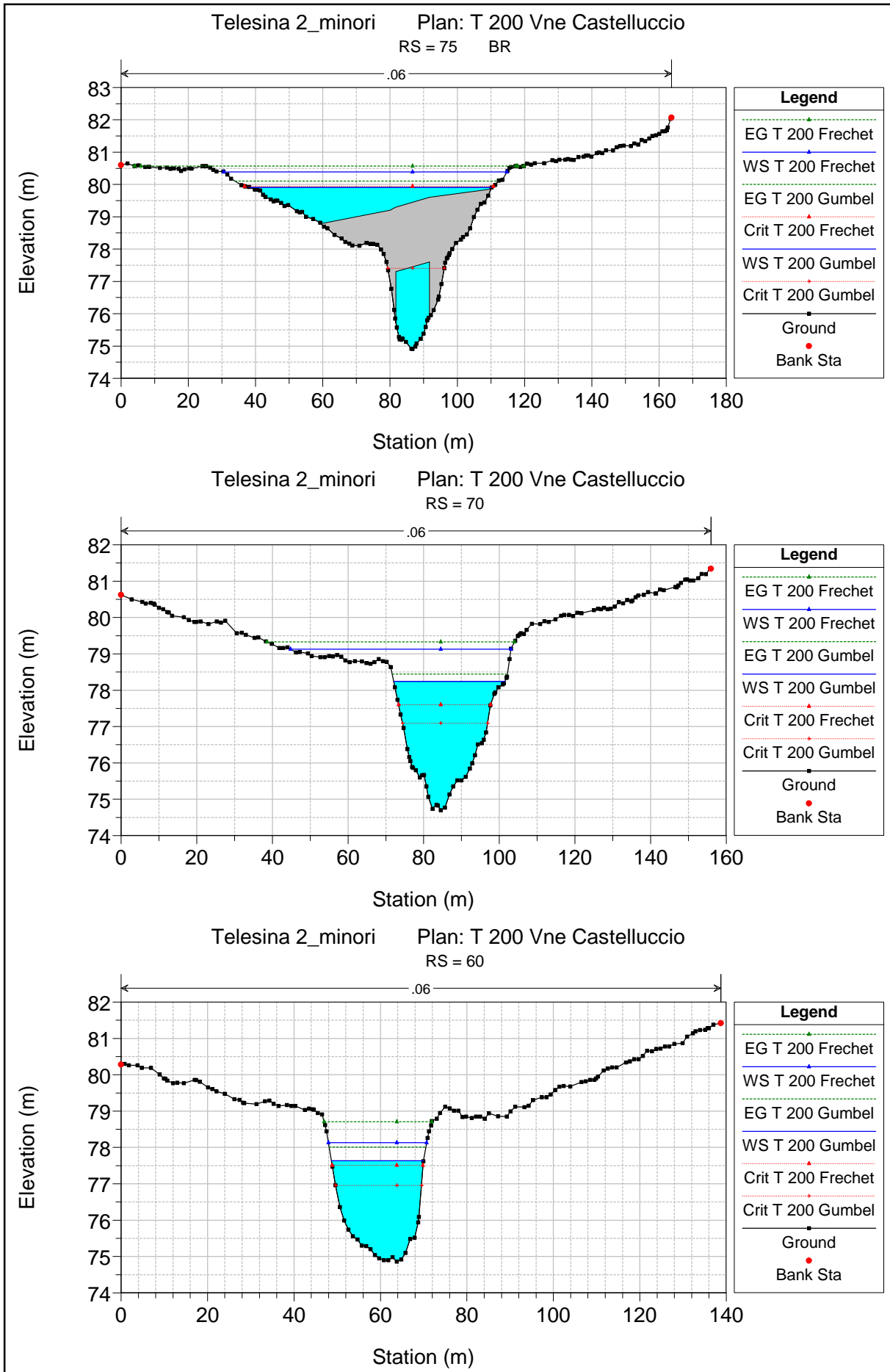
HEC-RAS Plan: FSPietro_post River: Fso SPietro Reach: Fso SPietro

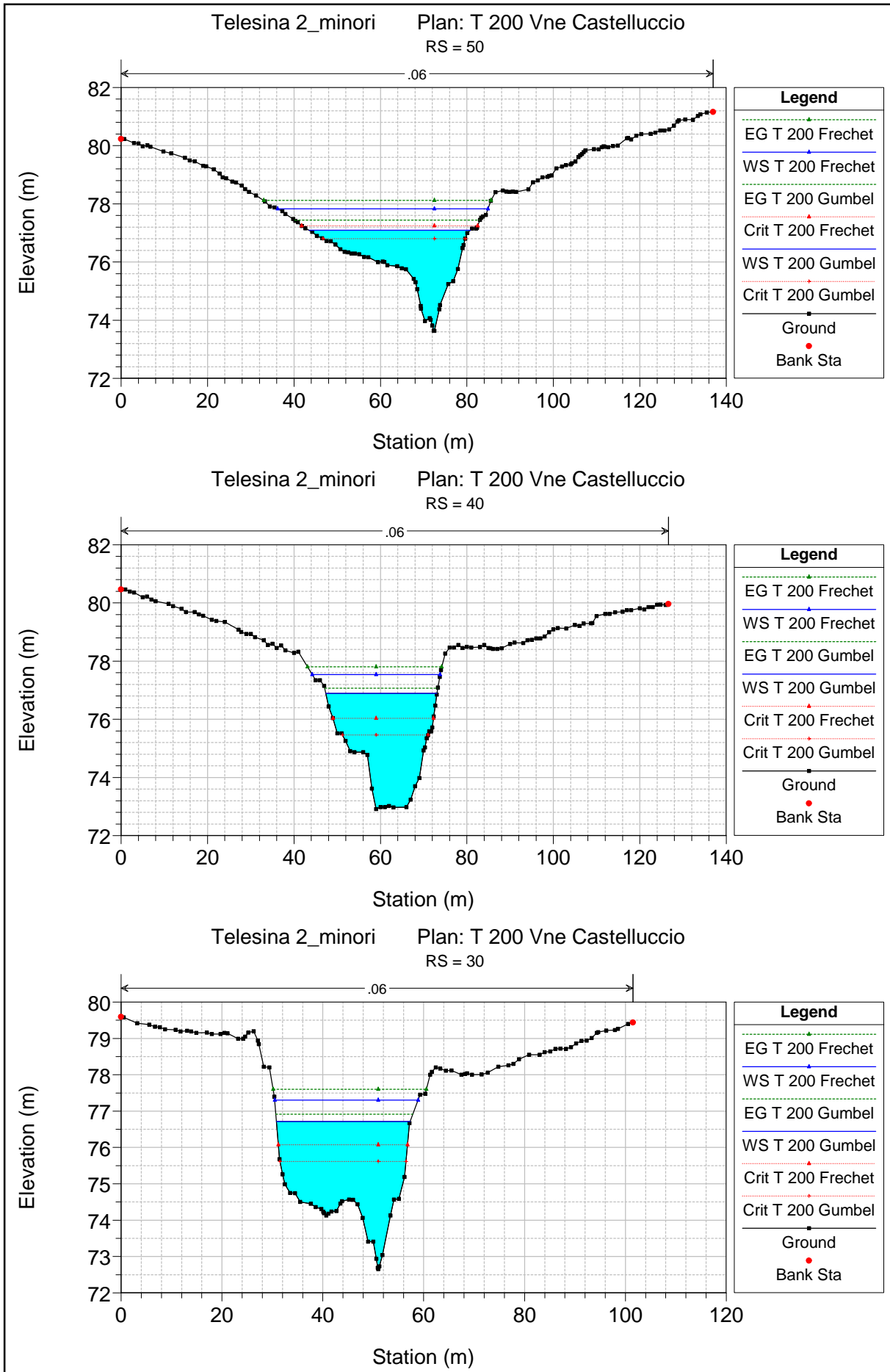
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Fso SPietro	150	T 200 Gumbel	82.70	76.70	81.93	79.02	81.99	0.000929	1.03	80.28	24.90	0.18
Fso SPietro	150	T 200 Frechet	128.10	76.70	82.85	79.53	82.93	0.001133	1.21	105.61	29.80	0.21
Fso SPietro	140	T 200 Gumbel	82.70	76.78	81.82	79.63	81.92	0.002297	1.43	57.70	21.38	0.28
Fso SPietro	140	T 200 Frechet	128.10	76.78	82.72	80.23	82.85	0.002502	1.62	79.18	26.33	0.30
Fso SPietro	130	T 200 Gumbel	82.70	77.27	81.42	80.55	81.76	0.010604	2.56	32.27	15.28	0.56
Fso SPietro	130	T 200 Frechet	128.10	77.27	82.35	81.18	82.66	0.015404	2.49	51.49	36.39	0.67
Fso SPietro	125 BR U	T 200 Gumbel	82.70	77.27	80.56	80.56	81.39	0.036057	4.04	20.47	12.25	1.00
Fso SPietro	125 BR U	T 200 Frechet	128.10	77.27	81.20	81.20	82.20	0.034051	4.43	28.93	14.45	1.00
Fso SPietro	125 BR D	T 200 Gumbel	82.70	76.20	79.30	78.52	79.58	0.009422	2.35	35.19	18.73	0.55
Fso SPietro	125 BR D	T 200 Frechet	128.10	76.20	80.01	79.07	80.34	0.009564	2.52	50.84	24.76	0.56
Fso SPietro	120	T 200 Gumbel	82.70	76.20	78.87	78.52	79.33	0.018253	3.00	27.55	16.70	0.75
Fso SPietro	120	T 200 Frechet	128.10	76.20	79.60	79.06	80.10	0.016282	3.11	41.18	21.78	0.72
Fso SPietro	110	T 200 Gumbel	82.70	74.93	78.43	77.33	78.64	0.005919	2.01	41.23	19.02	0.44
Fso SPietro	110	T 200 Frechet	128.10	74.93	79.17	77.84	79.43	0.006090	2.28	56.19	21.80	0.45
Fso SPietro	100	T 200 Gumbel	82.70	74.48	78.30	76.90	78.38	0.002714	1.26	65.73	36.56	0.30
Fso SPietro	100	T 200 Frechet	128.10	74.48	79.10	77.31	79.19	0.002054	1.33	96.20	39.58	0.27
Fso SPietro	90	T 200 Gumbel	82.70	74.05	78.17	76.46	78.25	0.002093	1.23	67.22	30.57	0.26
Fso SPietro	90	T 200 Frechet	128.10	74.05	78.99	76.88	79.08	0.001908	1.38	93.09	33.08	0.26
Fso SPietro	80	T 200 Gumbel	82.70	73.77	77.67	76.95	78.00	0.012754	2.53	32.63	18.74	0.61
Fso SPietro	80	T 200 Frechet	128.10	73.77	78.58	77.60	78.88	0.008726	2.40	53.44	25.39	0.53
Fso SPietro	70	T 200 Gumbel	82.70	73.16	77.46	75.66	77.57	0.002405	1.42	58.12	22.25	0.28
Fso SPietro	70	T 200 Frechet	128.10	73.16	78.35	76.13	78.48	0.002691	1.62	79.21	27.45	0.30
Fso SPietro	65 BR U	T 200 Gumbel	82.70	73.16	77.41	75.66	77.51	0.002552	1.46	56.83	21.95	0.23
Fso SPietro	65 BR U	T 200 Frechet	128.10	73.16	78.28	76.14	78.42	0.002722	1.67	76.54	24.45	0.24
Fso SPietro	65 BR D	T 200 Gumbel	82.70	72.86	77.37	75.71	77.50	0.002886	1.57	52.71	19.63	0.31
Fso SPietro	65 BR D	T 200 Frechet	128.10	72.86	78.23	76.20	78.40	0.003065	1.82	70.20	21.32	0.32
Fso SPietro	60	T 200 Gumbel	82.70	72.86	77.29	75.71	77.43	0.003144	1.62	51.19	19.51	0.32
Fso SPietro	60	T 200 Frechet	128.10	72.86	78.15	76.20	78.32	0.003289	1.87	68.44	21.13	0.33
Fso SPietro	50	T 200 Gumbel	82.70	72.68	76.98	75.91	77.24	0.007661	2.27	36.41	16.10	0.48
Fso SPietro	50	T 200 Frechet	128.10	72.68	77.80	76.50	78.13	0.007341	2.53	50.60	18.22	0.49
Fso SPietro	40	T 200 Gumbel	82.70	72.53	76.74	75.12	76.89	0.003710	1.70	48.64	19.82	0.35
Fso SPietro	40	T 200 Frechet	128.10	72.53	77.59	75.76	77.78	0.003682	1.92	66.65	22.24	0.35
Fso SPietro	30	T 200 Gumbel	82.70	72.54	76.16	75.46	76.59	0.013640	2.92	28.36	13.30	0.64
Fso SPietro	30	T 200 Frechet	128.10	72.54	76.97	76.13	77.48	0.013675	3.17	40.45	16.90	0.65
Fso SPietro	20	T 200 Gumbel	82.70	71.81	75.38	74.64	75.81	0.012649	2.89	28.62	12.75	0.62
Fso SPietro	20	T 200 Frechet	128.10	71.81	75.87	75.30	76.55	0.017308	3.65	35.13	13.75	0.73
Fso SPietro	10	T 200 Gumbel	82.70	71.81	75.20	74.36	75.36	0.006001	1.79	46.20	25.94	0.43
Fso SPietro	10	T 200 Frechet	128.10	71.81	75.78	74.73	76.00	0.006000	2.07	61.73	27.52	0.44

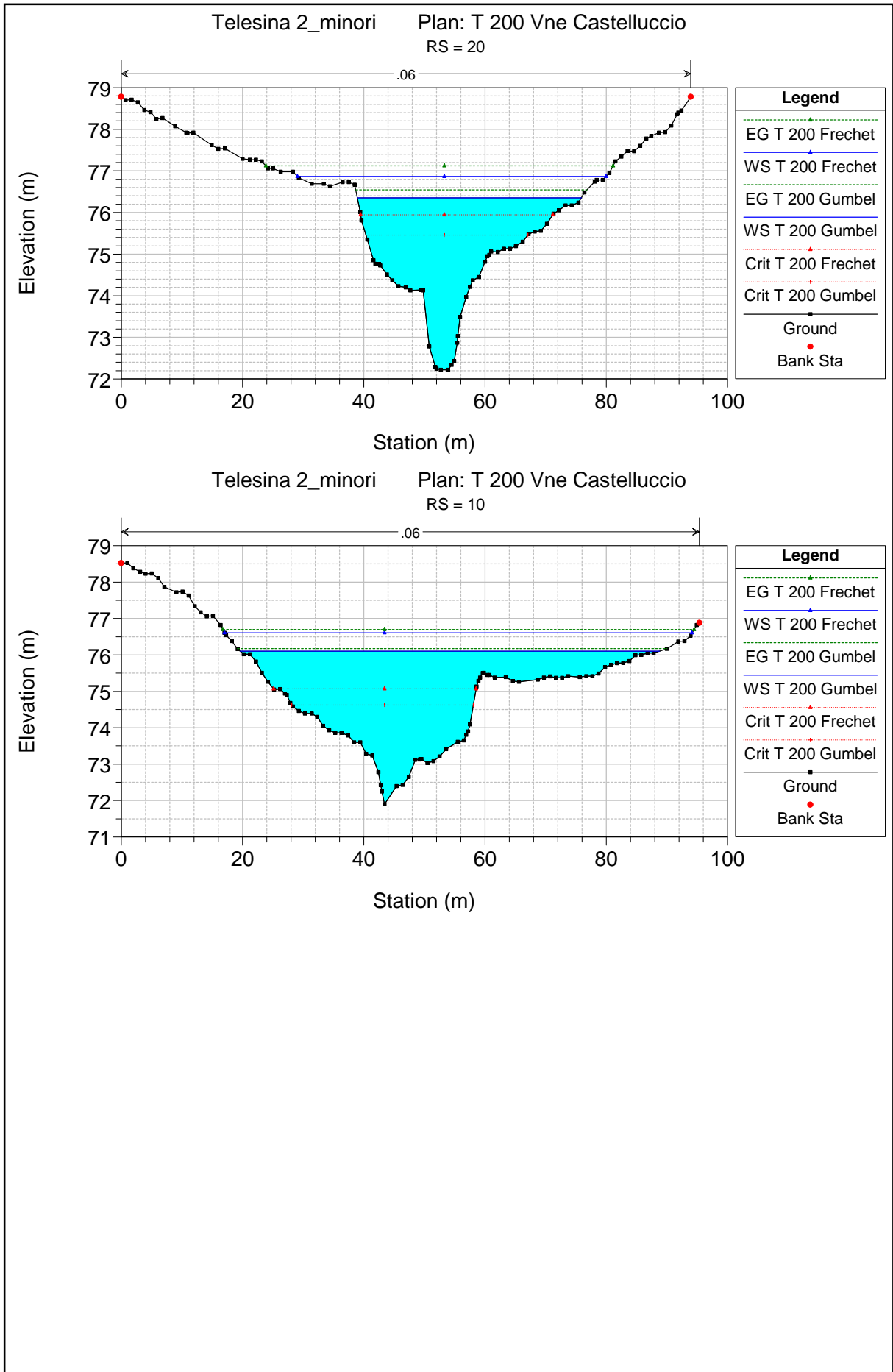
11.3.4 VALLONE CASTELLUCCIO – VI23

Si riportano le sezioni e le tabelle dei risultati dei modelli idraulici in moto permanente del Fosso San Pietro, nelle condizioni ante operam e post operam, considerando la portata di progetto (Gumbel) e la portata di verifica (Fréchet) per il tempo di ritorno di 200 anni.





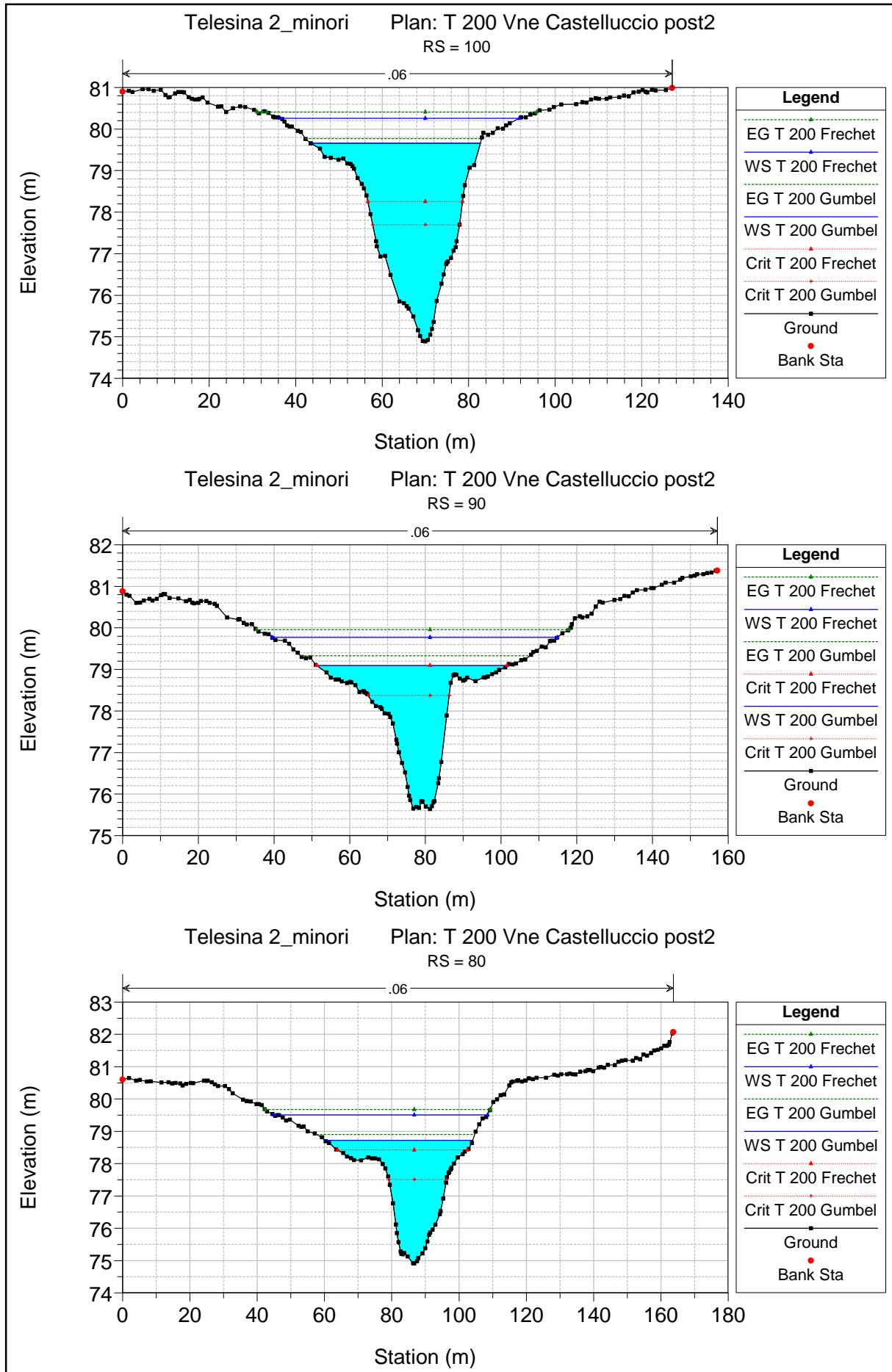


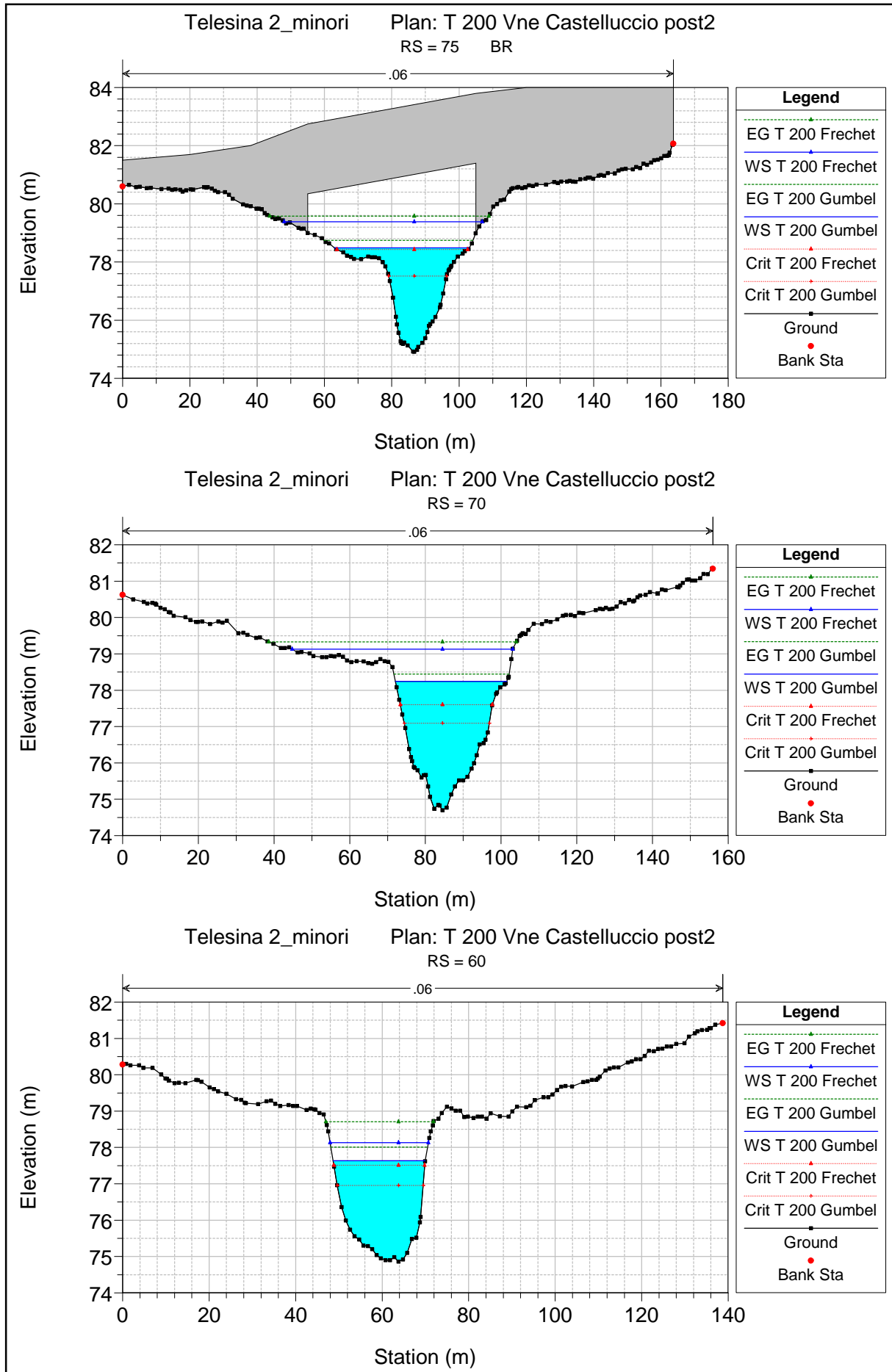


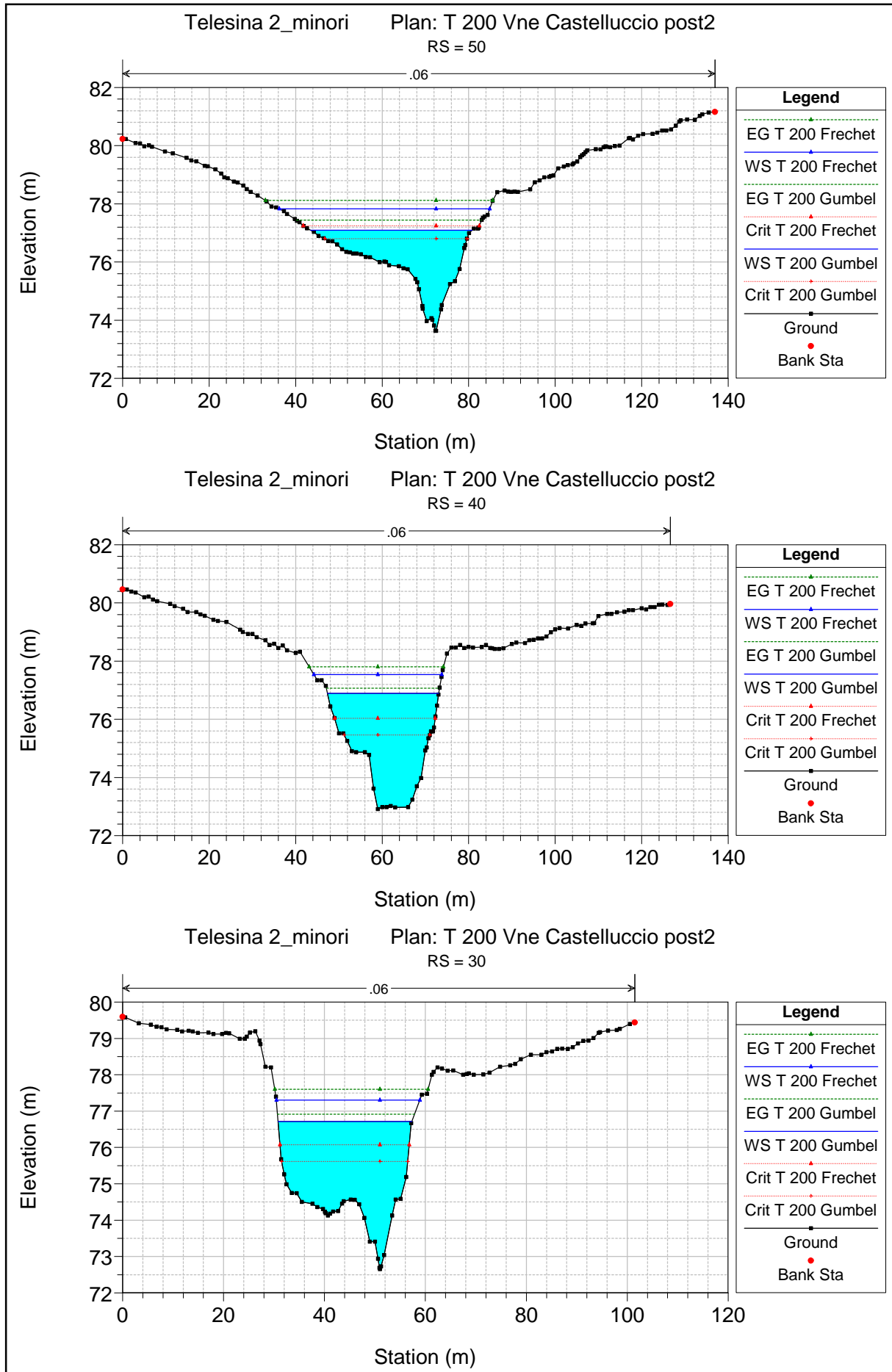
APPENDICE 3

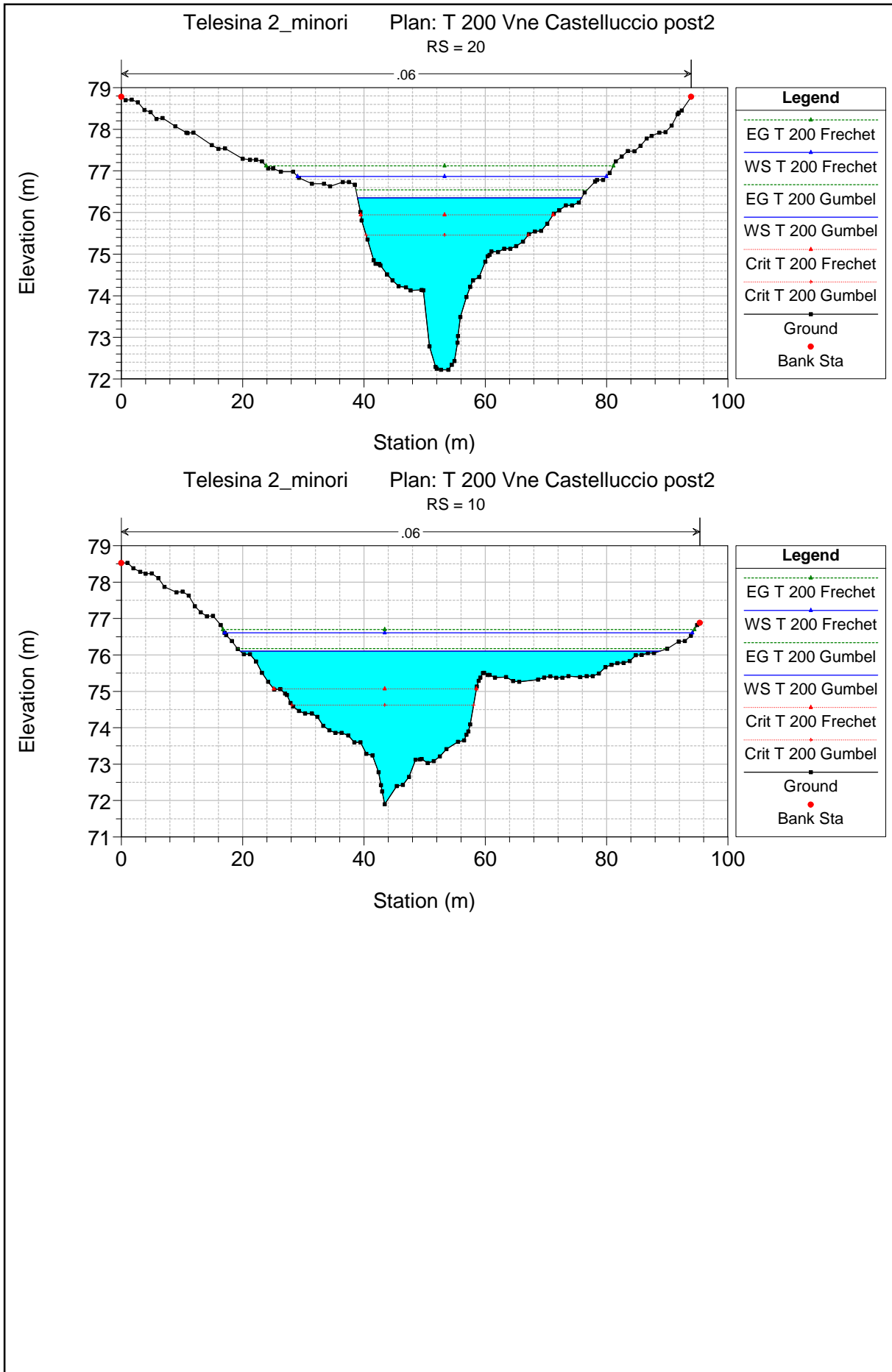
HEC-RAS Plan: Vne Castelluccio River: Vne Castelluccio Reach: Vne Castelluccio

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
Vne Castelluccio	100	T 200 Gumbel	121.30	74.89	80.34	77.70	80.40	0.001759	1.06	114.91	59.97	0.24
Vne Castelluccio	100	T 200 Frechet	187.80	74.89	80.90	78.26	80.97	0.003028	1.16	161.64	111.35	0.31
Vne Castelluccio	90	T 200 Gumbel	121.30	75.64	80.23	78.37	80.27	0.001666	0.88	137.11	90.88	0.23
Vne Castelluccio	90	T 200 Frechet	187.80	75.64	80.73	79.10	80.78	0.002165	1.00	187.89	126.77	0.26
Vne Castelluccio	80	T 200 Gumbel	121.30	74.91	80.19	77.51	80.22	0.000978	0.79	153.84	81.06	0.18
Vne Castelluccio	80	T 200 Frechet	187.80	74.91	80.66	78.43	80.70	0.001757	0.95	197.67	122.94	0.24
Vne Castelluccio	75 BR U	T 200 Gumbel	121.30	74.91	79.91	77.40	80.11	0.024994	1.97	61.66	71.98	0.28
Vne Castelluccio	75 BR U	T 200 Frechet	187.80	74.91	80.39	79.95	80.57	0.014174	1.88	99.72	84.21	0.26
Vne Castelluccio	75 BR D	T 200 Gumbel	121.30	74.70	77.97	77.37	79.32	0.097772	5.14	23.58		0.91
Vne Castelluccio	75 BR D	T 200 Frechet	187.80	74.70	79.85	79.85	80.26	0.053415	2.81	66.78	82.95	0.40
Vne Castelluccio	70	T 200 Gumbel	121.30	74.70	78.24	77.09	78.44	0.005678	1.99	61.09	29.37	0.44
Vne Castelluccio	70	T 200 Frechet	187.80	74.70	79.13	77.60	79.33	0.007606	1.98	95.09	58.30	0.49
Vne Castelluccio	60	T 200 Gumbel	121.30	74.86	77.64	76.96	78.01	0.010750	2.71	44.83	21.26	0.60
Vne Castelluccio	60	T 200 Frechet	187.80	74.86	78.13	77.51	78.71	0.013809	3.37	55.70	22.75	0.69
Vne Castelluccio	50	T 200 Gumbel	121.30	73.63	77.09	76.80	77.44	0.018821	2.59	46.78	37.31	0.74
Vne Castelluccio	50	T 200 Frechet	187.80	73.63	77.83	77.25	78.12	0.011262	2.38	78.75	48.69	0.60
Vne Castelluccio	40	T 200 Gumbel	121.30	72.91	76.89	75.46	77.07	0.004157	1.87	64.79	25.69	0.38
Vne Castelluccio	40	T 200 Frechet	187.80	72.91	77.54	76.03	77.80	0.005405	2.28	82.37	29.60	0.44
Vne Castelluccio	30	T 200 Gumbel	121.30	72.65	76.71	75.61	76.91	0.005210	1.97	61.63	26.52	0.41
Vne Castelluccio	30	T 200 Frechet	187.80	72.65	77.30	76.07	77.60	0.006359	2.41	77.85	28.45	0.47
Vne Castelluccio	20	T 200 Gumbel	121.30	72.22	76.35	75.46	76.55	0.007175	1.93	62.70	36.95	0.47
Vne Castelluccio	20	T 200 Frechet	187.80	72.22	76.87	75.94	77.12	0.009770	2.23	84.04	50.90	0.56
Vne Castelluccio	10	T 200 Gumbel	121.30	71.90	76.10	74.62	76.17	0.003001	1.17	103.28	69.18	0.31
Vne Castelluccio	10	T 200 Frechet	187.80	71.90	76.60	75.07	76.70	0.003002	1.34	140.13	77.13	0.32









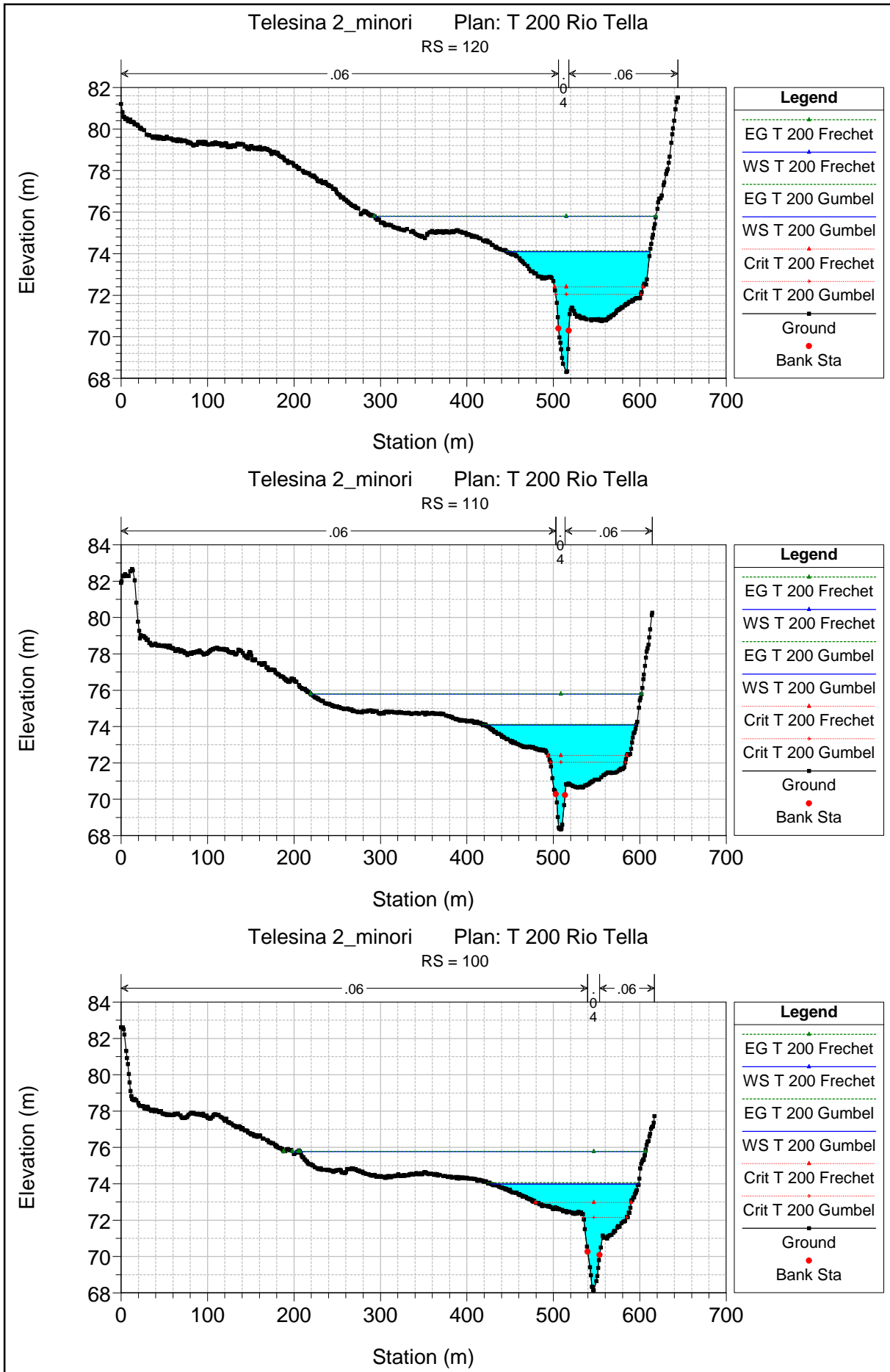
APPENDICE 3

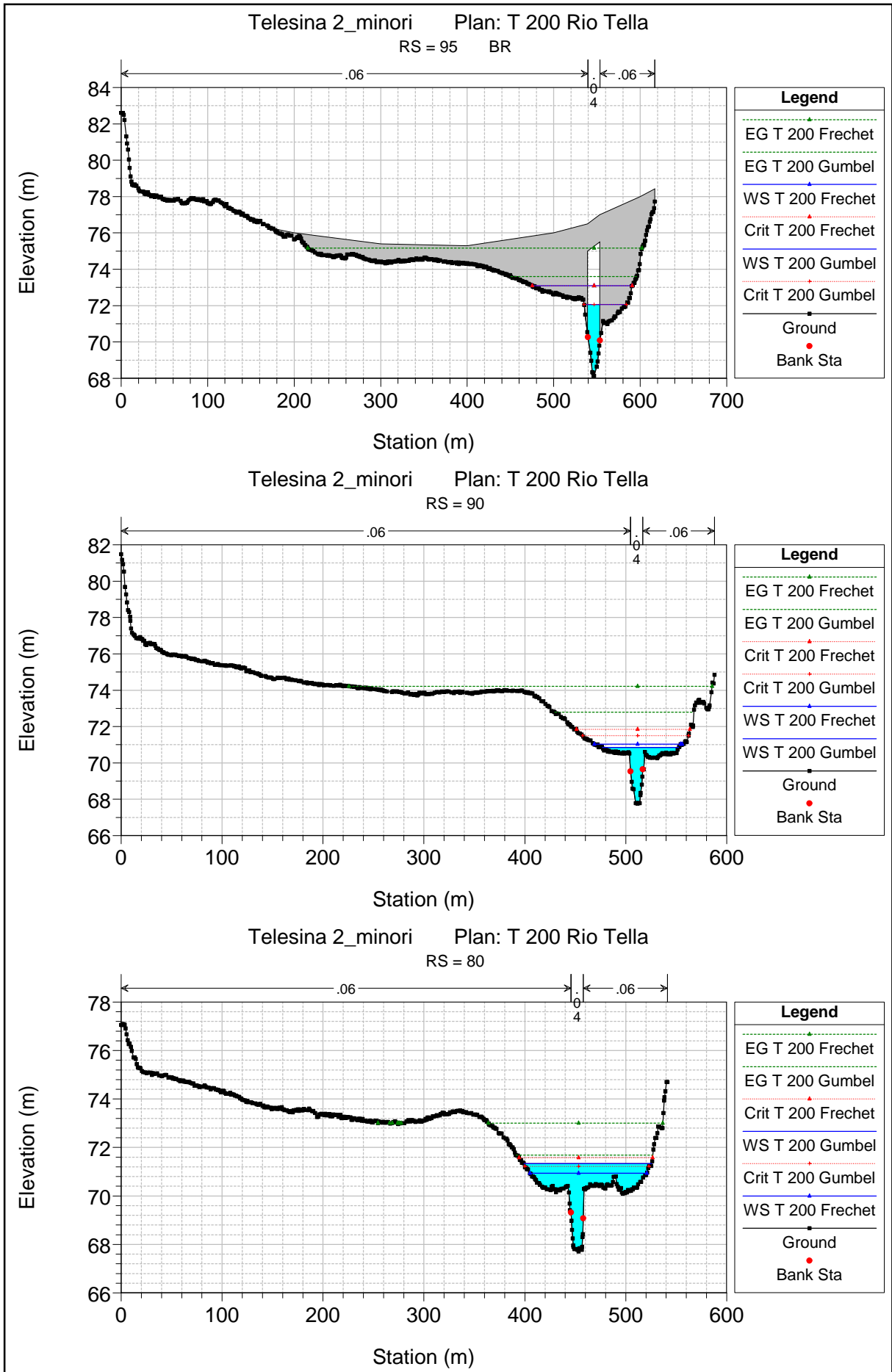
HEC-RAS Plan: T 200 Vne Castelluccio post2 River: Vne Castelluccio Reach: Vne Castelluccio

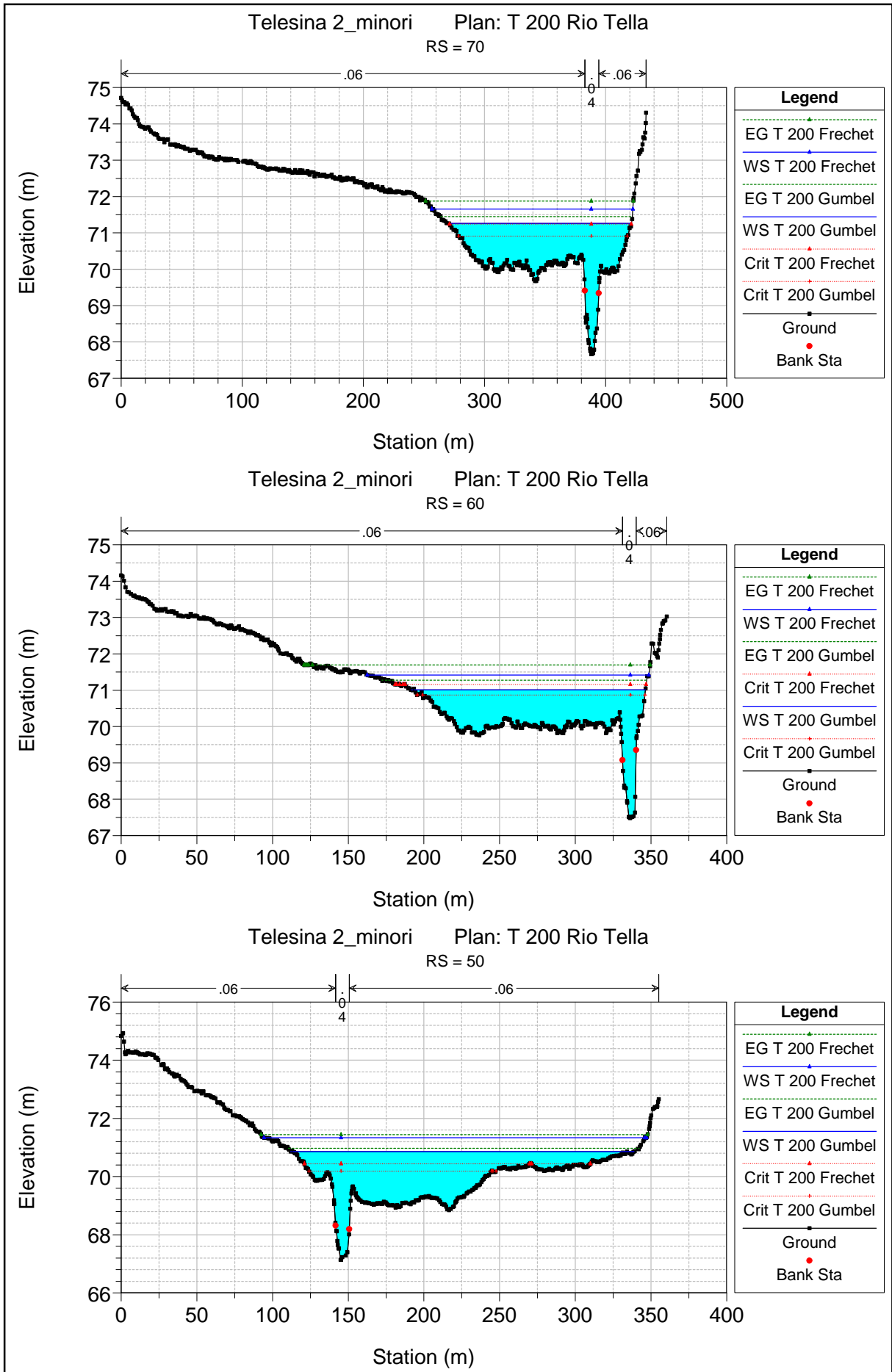
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Vne Castelluccio	100	T 200 Gumbel	121.30	74.89	79.66	77.70	79.77	0.003102	1.47	82.25	39.23	0.33
Vne Castelluccio	100	T 200 Frechet	187.80	74.89	80.26	78.25	80.41	0.004398	1.71	109.99	55.35	0.39
Vne Castelluccio	90	T 200 Gumbel	121.30	75.64	79.09	78.37	79.33	0.015200	2.17	55.97	50.21	0.66
Vne Castelluccio	90	T 200 Frechet	187.80	75.64	79.77	79.10	79.96	0.009270	1.90	98.94	75.40	0.53
Vne Castelluccio	80	T 200 Gumbel	121.30	74.91	78.72	77.51	78.91	0.008162	1.89	64.06	44.03	0.50
Vne Castelluccio	80	T 200 Frechet	187.80	74.91	79.51	78.43	79.67	0.006028	1.78	105.28	63.54	0.44
Vne Castelluccio	75 BR U	T 200 Gumbel	121.30	74.91	78.49	77.52	78.74	0.012560	2.24	54.21	40.00	0.61
Vne Castelluccio	75 BR U	T 200 Frechet	187.80	74.91	79.38	78.43	79.58	0.006084	1.95	96.14	50.00	0.29
Vne Castelluccio	75 BR D	T 200 Gumbel	121.30	74.70	78.38	77.10	78.56	0.004749	1.86	65.20	30.21	0.40
Vne Castelluccio	75 BR D	T 200 Frechet	187.80	74.70	79.28	77.61	79.46	0.004984	1.86	101.06	48.82	0.28
Vne Castelluccio	70	T 200 Gumbel	121.30	74.70	78.24	77.09	78.44	0.005678	1.99	61.09	29.37	0.44
Vne Castelluccio	70	T 200 Frechet	187.80	74.70	79.13	77.60	79.33	0.007606	1.98	95.09	58.30	0.49
Vne Castelluccio	60	T 200 Gumbel	121.30	74.86	77.64	76.96	78.01	0.010750	2.71	44.83	21.26	0.60
Vne Castelluccio	60	T 200 Frechet	187.80	74.86	78.13	77.51	78.71	0.013809	3.37	55.70	22.75	0.69
Vne Castelluccio	50	T 200 Gumbel	121.30	73.63	77.09	76.80	77.44	0.018821	2.59	46.78	37.31	0.74
Vne Castelluccio	50	T 200 Frechet	187.80	73.63	77.83	77.25	78.12	0.011262	2.38	78.75	48.69	0.60
Vne Castelluccio	40	T 200 Gumbel	121.30	72.91	76.89	75.46	77.07	0.004157	1.87	64.79	25.69	0.38
Vne Castelluccio	40	T 200 Frechet	187.80	72.91	77.54	76.03	77.80	0.005405	2.28	82.37	29.60	0.44
Vne Castelluccio	30	T 200 Gumbel	121.30	72.65	76.71	75.61	76.91	0.005210	1.97	61.63	26.52	0.41
Vne Castelluccio	30	T 200 Frechet	187.80	72.65	77.30	76.07	77.60	0.006359	2.41	77.85	28.45	0.47
Vne Castelluccio	20	T 200 Gumbel	121.30	72.22	76.35	75.46	76.55	0.007175	1.93	62.70	36.95	0.47
Vne Castelluccio	20	T 200 Frechet	187.80	72.22	76.87	75.94	77.12	0.009769	2.23	84.04	50.90	0.56
Vne Castelluccio	10	T 200 Gumbel	121.30	71.90	76.10	74.62	76.17	0.003001	1.17	103.28	69.18	0.31
Vne Castelluccio	10	T 200 Frechet	187.80	71.90	76.60	75.07	76.70	0.003002	1.34	140.13	77.13	0.32

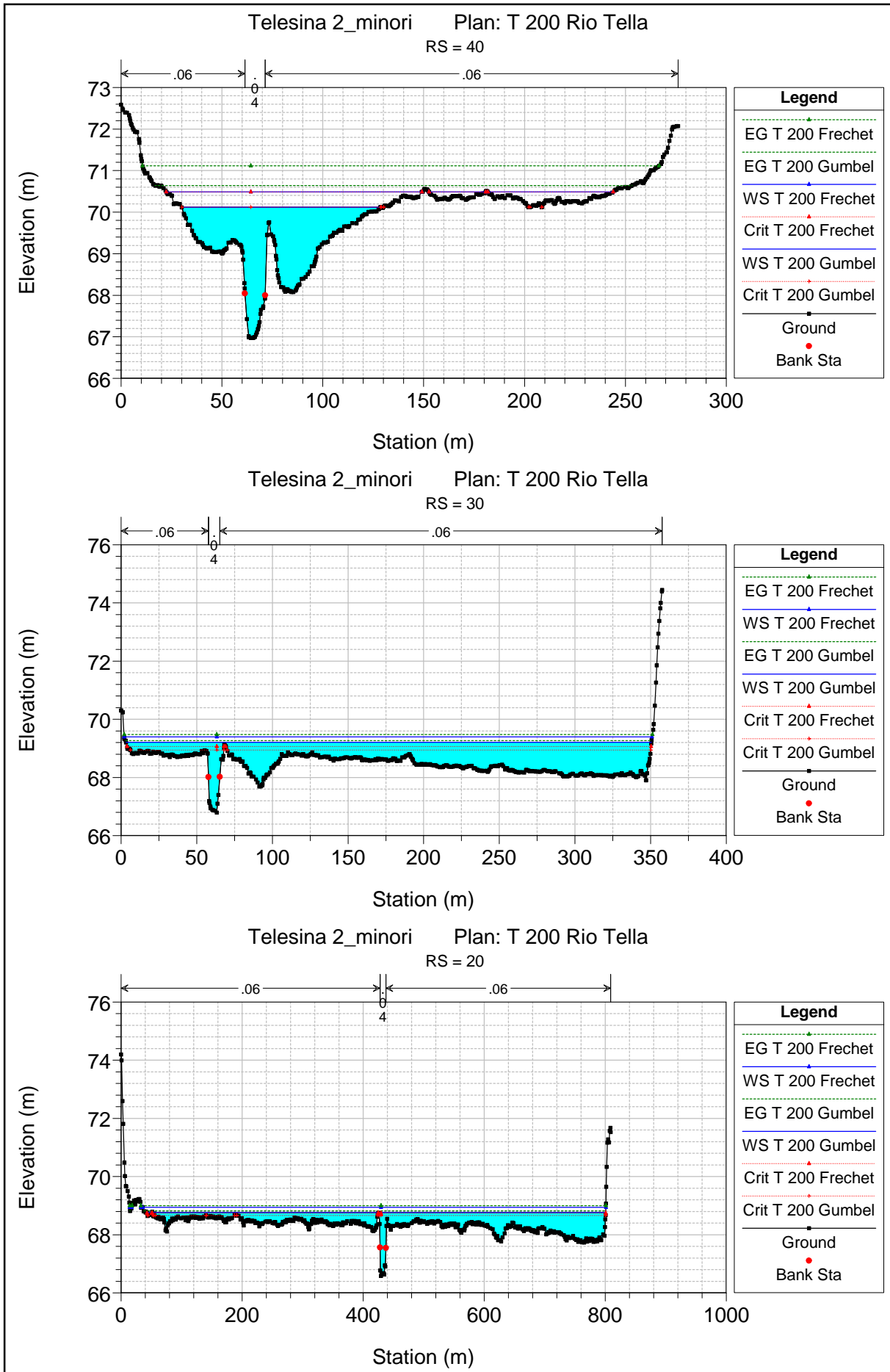
11.3.5 RIO TELLA – VI12

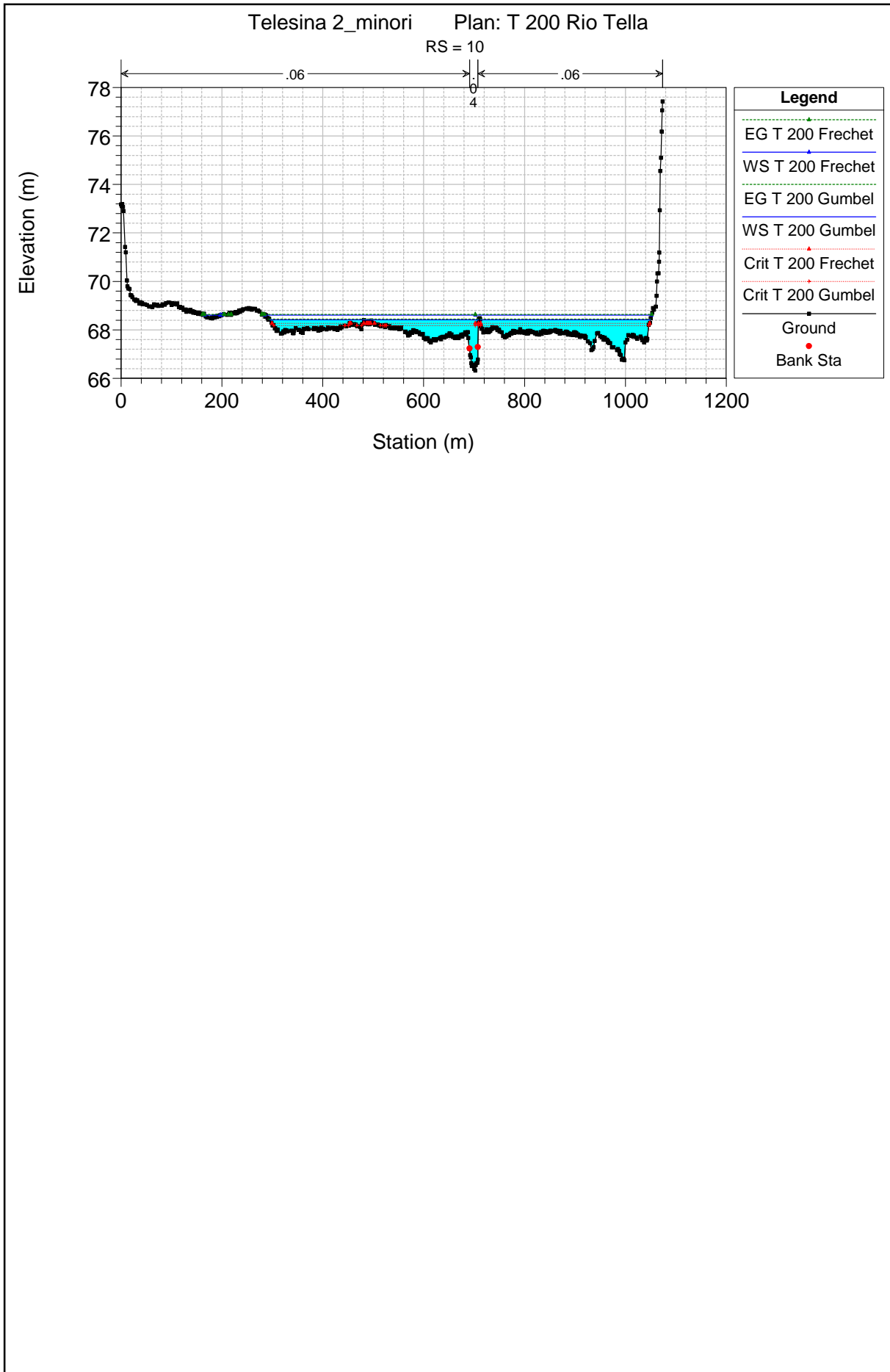
Si riportano le sezioni e le tabelle dei risultati dei modelli idraulici in moto permanente del Rio Tella, nelle condizioni ante operam e post operam, considerando la portata di progetto (Gumbel) e la portata di verifica (Fréchet) per il tempo di ritorno di 200 anni.







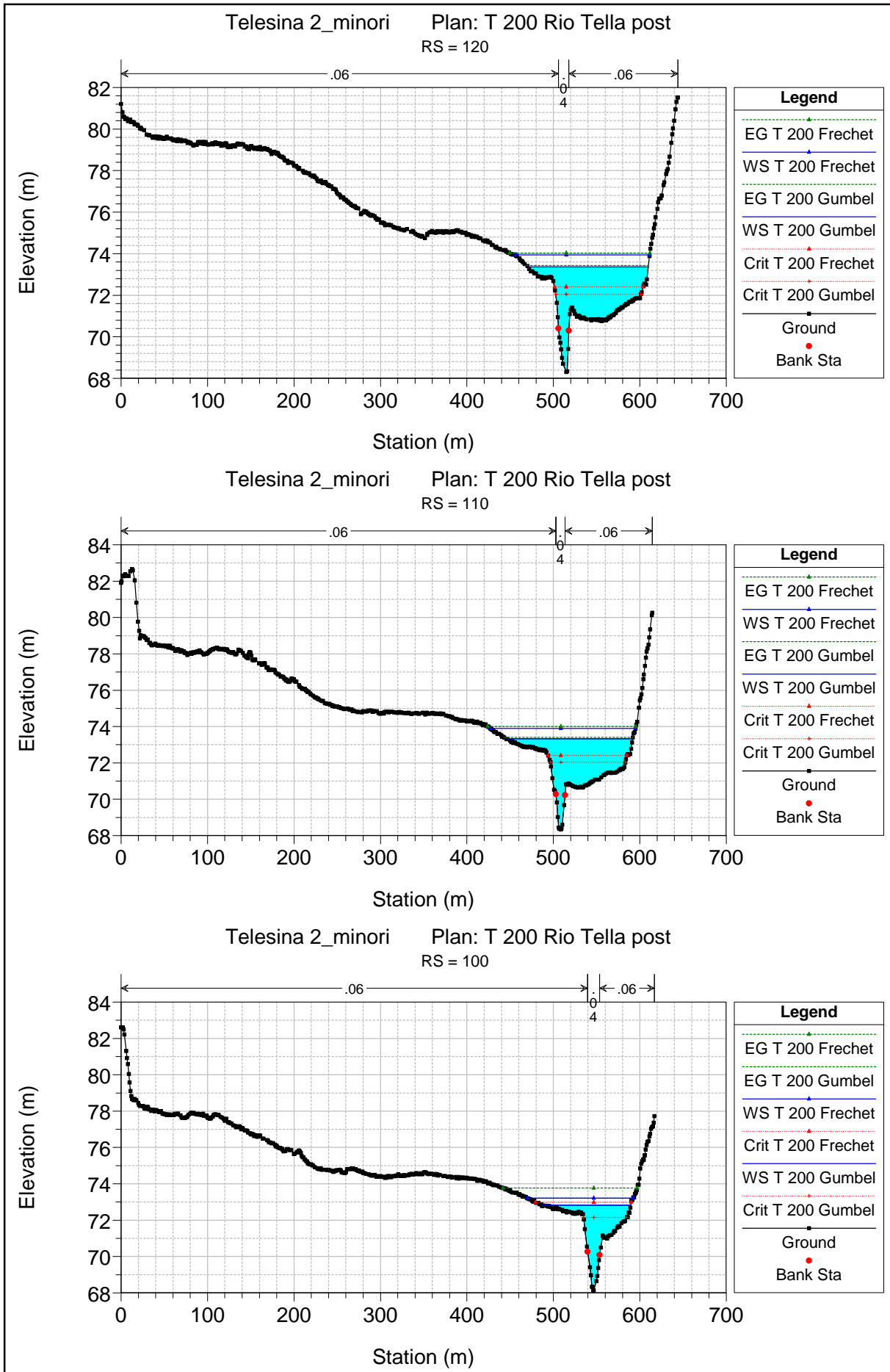


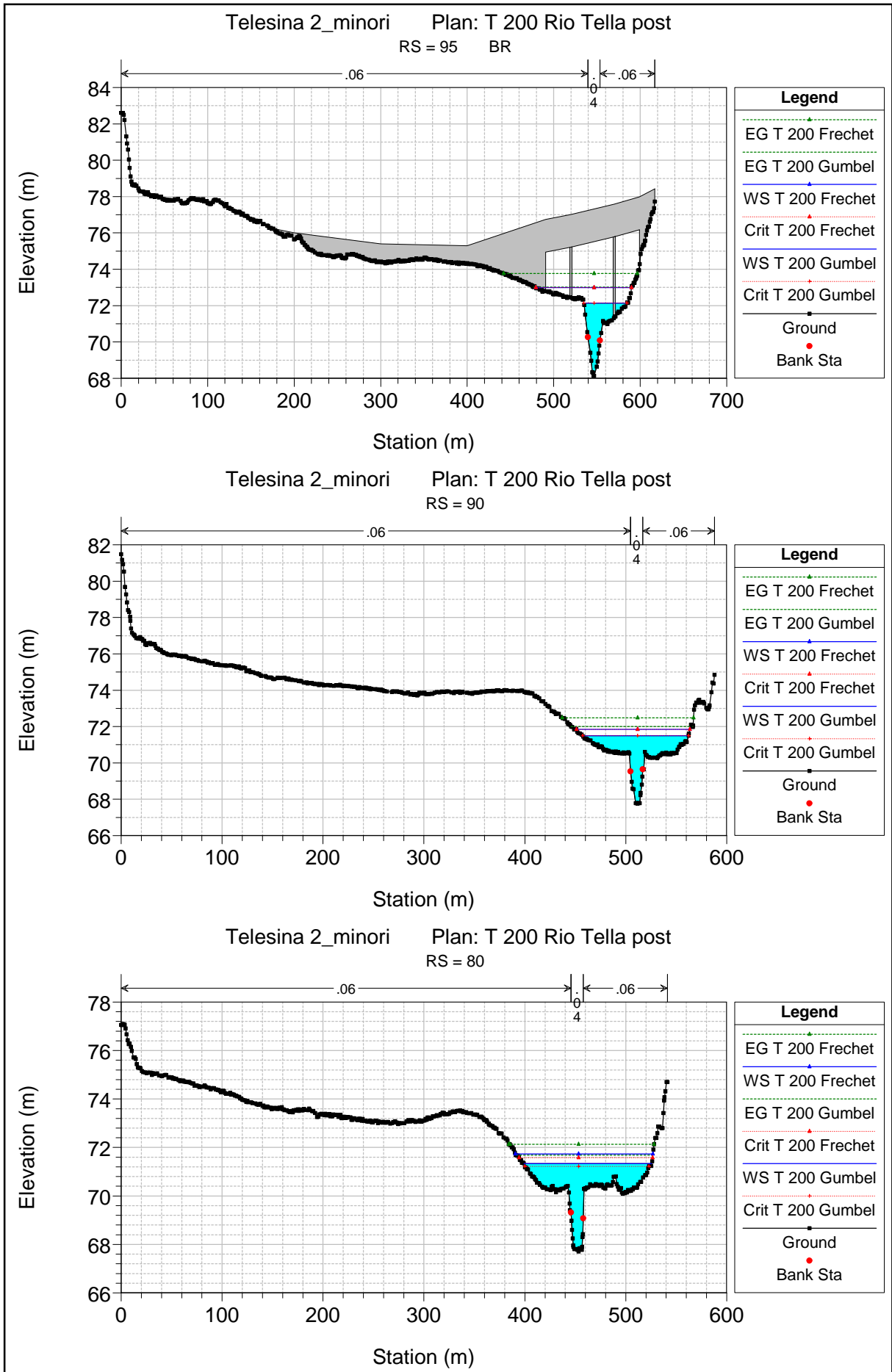


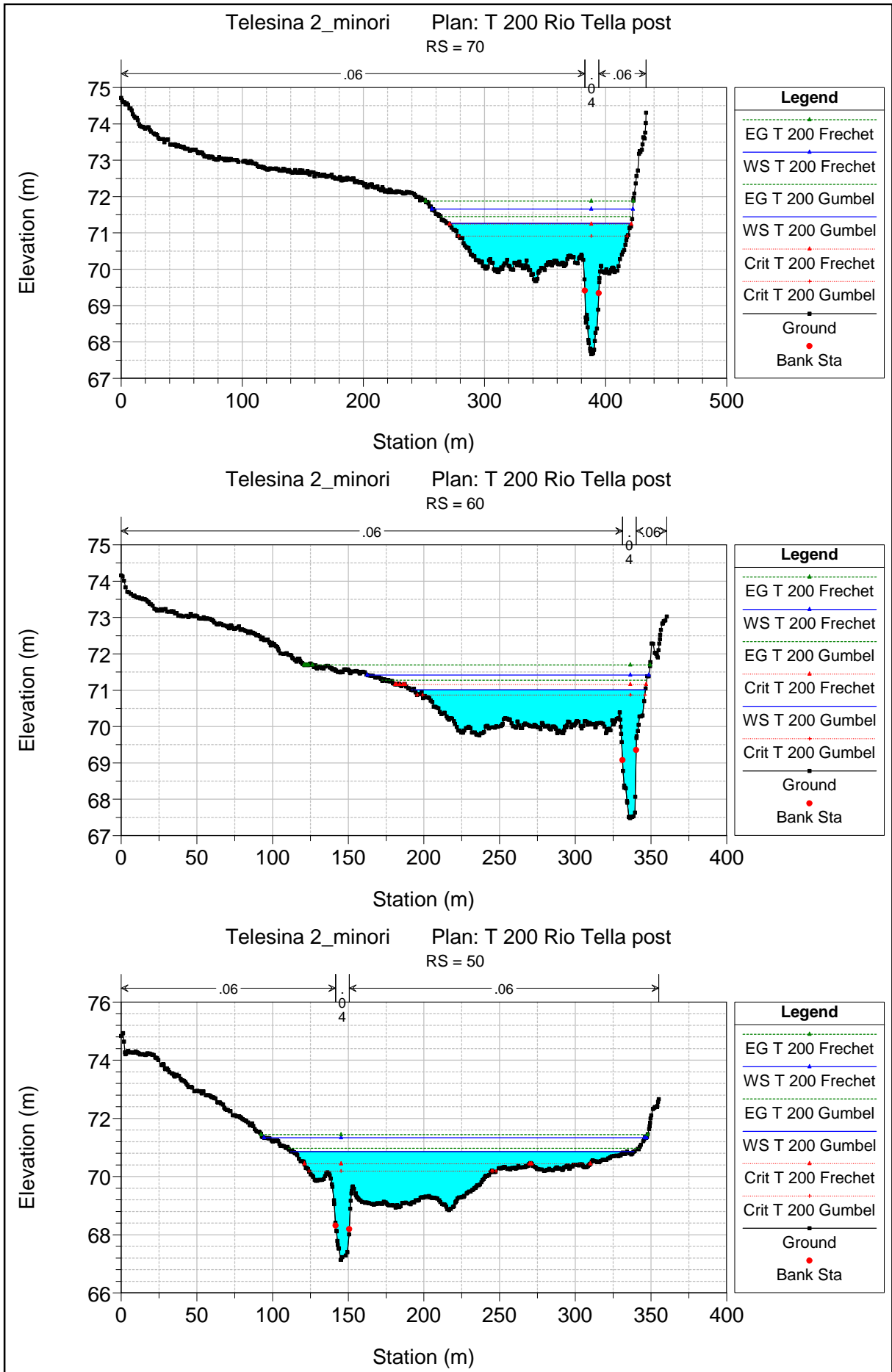
APPENDICE 3

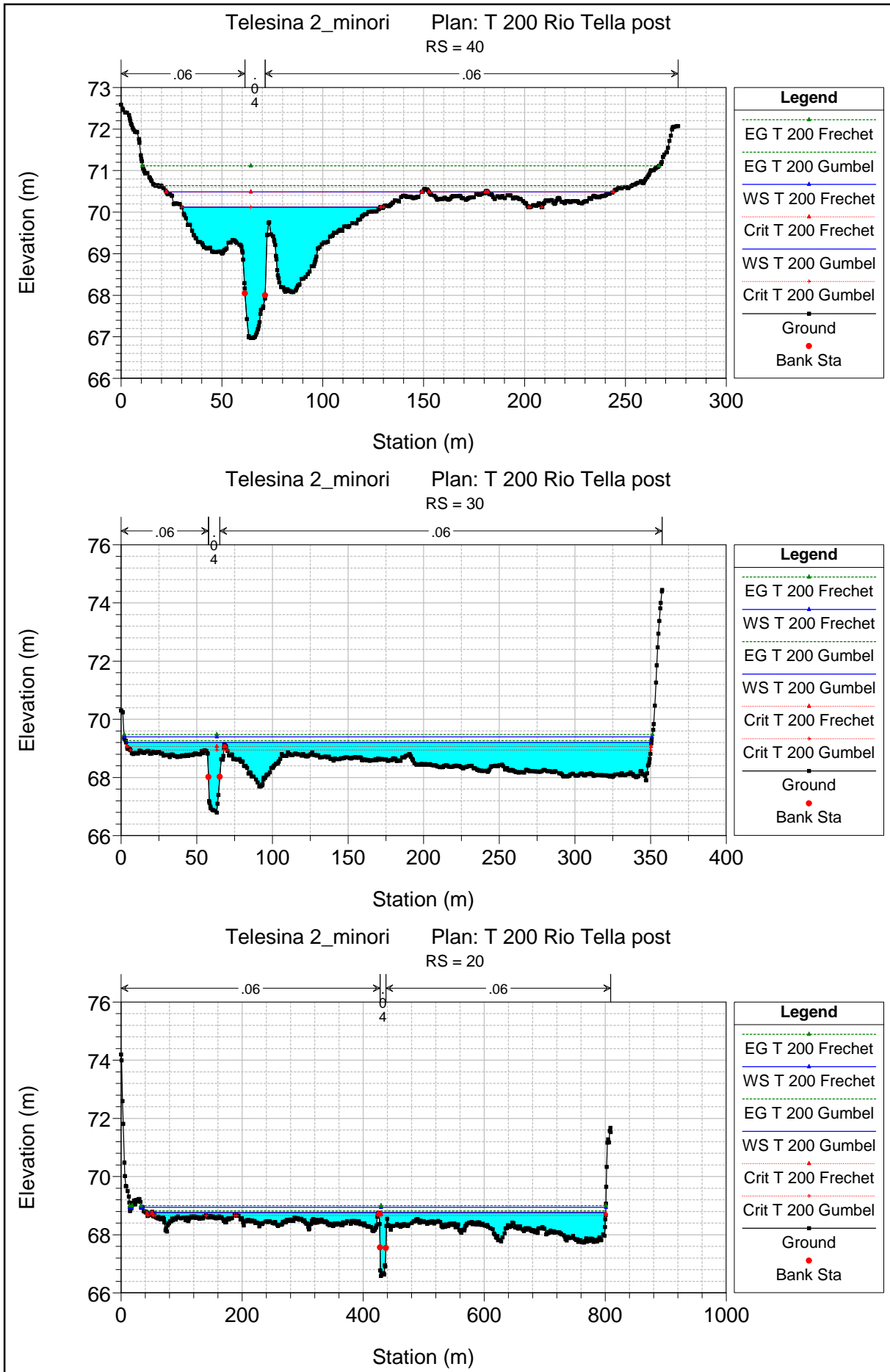
HEC-RAS Plan: T 200 Rio Tella River: Rio Tella Reach: Rio Tella

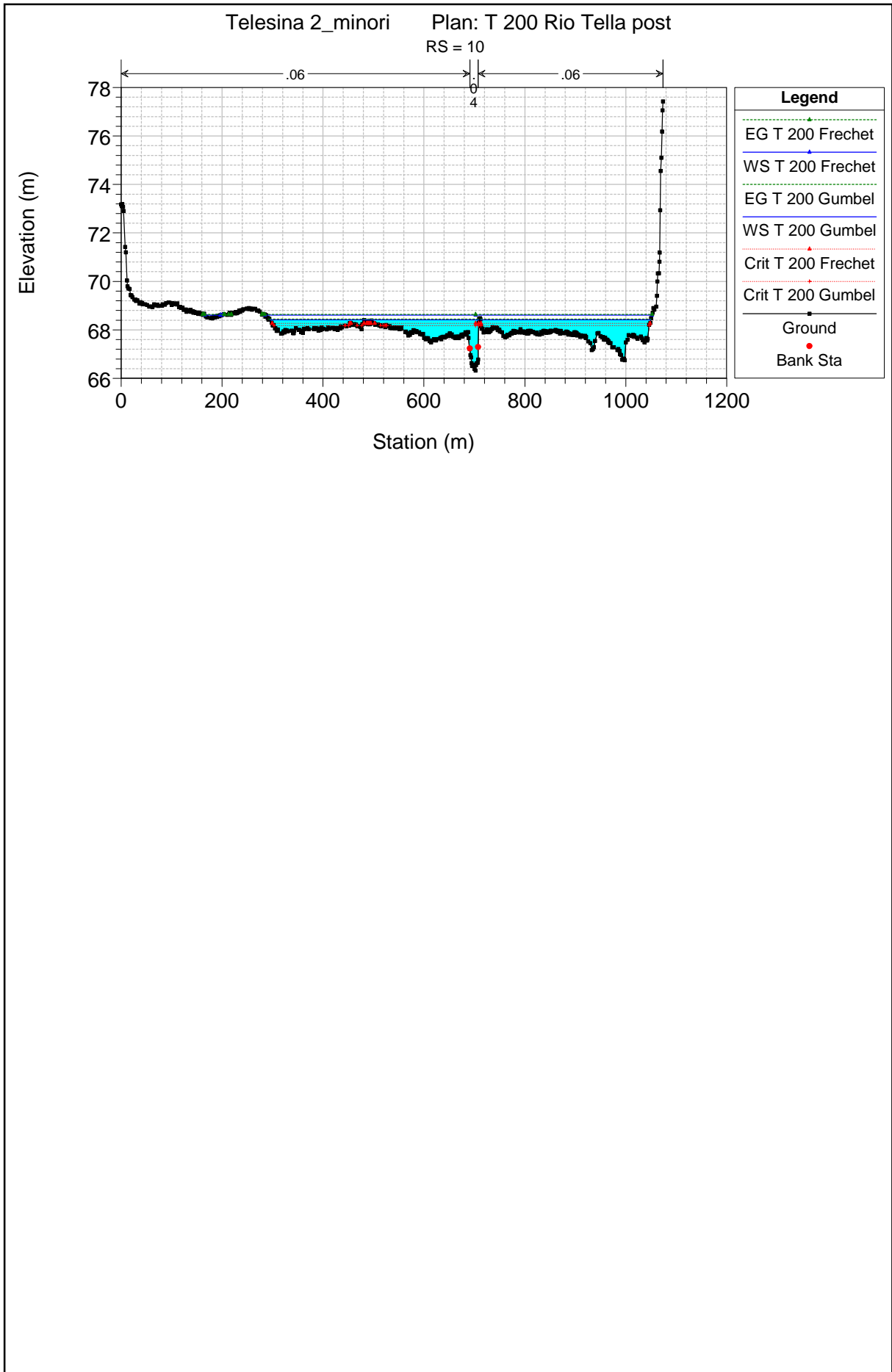
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio Tella	120	T 200 Gumbel	230.00	68.31	74.10	72.04	74.13	0.000291	1.18	373.98	166.11	0.17
Rio Tella	120	T 200 Frechet	356.10	68.31	75.79	72.41	75.81	0.000134	0.97	787.21	325.06	0.12
Rio Tella	110	T 200 Gumbel	230.00	68.33	74.09	72.04	74.12	0.000335	1.28	367.60	174.29	0.18
Rio Tella	110	T 200 Frechet	356.10	68.33	75.79	72.41	75.81	0.000129	0.96	873.46	382.65	0.12
Rio Tella	100	T 200 Gumbel	230.00	68.14	73.98	72.15	74.07	0.000607	1.74	276.85	170.34	0.25
Rio Tella	100	T 200 Frechet	356.10	68.14	75.77	72.98	75.79	0.000152	1.07	855.93	405.27	0.13
Rio Tella	95 BR U	T 200 Gumbel	230.00	68.14	72.06	72.06	73.60	0.013824	5.50	42.63	14.03	0.88
Rio Tella	95 BR U	T 200 Frechet	356.10	68.14	73.09	73.09	75.16	0.013849	6.40	57.02	14.02	0.92
Rio Tella	95 BR D	T 200 Gumbel	230.00	67.76	71.22	71.59	73.28	0.017726	6.42	37.89	14.03	1.09
Rio Tella	95 BR D	T 200 Frechet	356.10	67.76	72.34	72.67	74.89	0.014103	7.14	53.65	14.02	1.05
Rio Tella	90	T 200 Gumbel	230.00	67.76	70.84	71.49	72.79	0.022446	6.58	53.15	75.58	1.33
Rio Tella	90	T 200 Frechet	356.10	67.76	71.03	71.85	74.22	0.036200	8.76	67.80	87.17	1.71
Rio Tella	80	T 200 Gumbel	230.00	67.71	71.33	71.21	71.69	0.004002	3.35	140.03	126.62	0.58
Rio Tella	80	T 200 Frechet	356.10	67.71	70.94	71.58	73.01	0.022959	7.37	92.06	115.93	1.37
Rio Tella	70	T 200 Gumbel	230.00	67.66	71.26	70.91	71.45	0.003083	2.76	177.41	150.58	0.50
Rio Tella	70	T 200 Frechet	356.10	67.66	71.66	71.24	71.88	0.003407	3.14	240.30	166.05	0.54
Rio Tella	60	T 200 Gumbel	230.00	67.49	71.01	70.87	71.27	0.004876	3.34	155.52	153.52	0.61
Rio Tella	60	T 200 Frechet	356.10	67.49	71.42	71.16	71.70	0.004978	3.67	224.73	186.01	0.63
Rio Tella	50	T 200 Gumbel	230.00	67.14	70.86	70.18	70.97	0.001952	2.40	244.56	225.28	0.42
Rio Tella	50	T 200 Frechet	356.10	67.14	71.34	70.44	71.44	0.001662	2.42	358.78	251.73	0.39
Rio Tella	40	T 200 Gumbel	230.00	66.97	70.12	70.12	70.64	0.007652	4.24	109.52	100.63	0.81
Rio Tella	40	T 200 Frechet	356.10	66.97	70.49	70.49	71.12	0.009049	5.00	166.05	217.09	0.89
Rio Tella	30	T 200 Gumbel	230.00	66.79	69.21	68.94	69.27	0.003025	2.11	269.94	347.23	0.46
Rio Tella	30	T 200 Frechet	356.10	66.79	69.39	69.07	69.48	0.003754	2.49	334.51	348.89	0.52
Rio Tella	20	T 200 Gumbel	230.00	66.59	68.76	68.66	68.82	0.003399	2.19	339.26	758.08	0.50
Rio Tella	20	T 200 Frechet	356.10	66.59	68.94	68.74	69.00	0.003097	2.22	475.44	770.43	0.48
Rio Tella	10	T 200 Gumbel	230.00	66.32	68.42	68.17	68.45	0.001702	1.51	427.07	751.23	0.36
Rio Tella	10	T 200 Frechet	356.10	66.32	68.61	68.27	68.64	0.001701	1.61	576.90	800.32	0.36











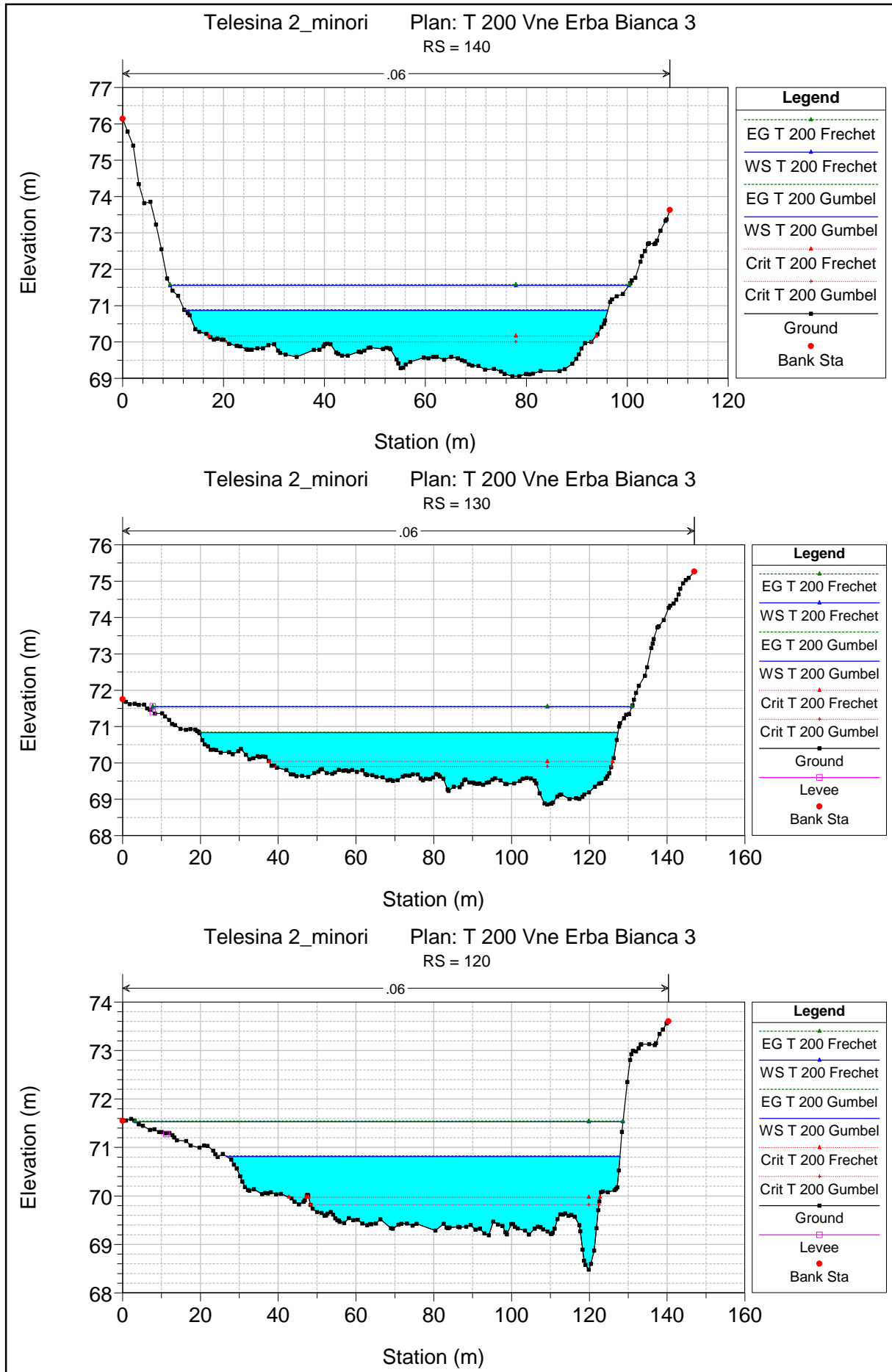
APPENDICE 3

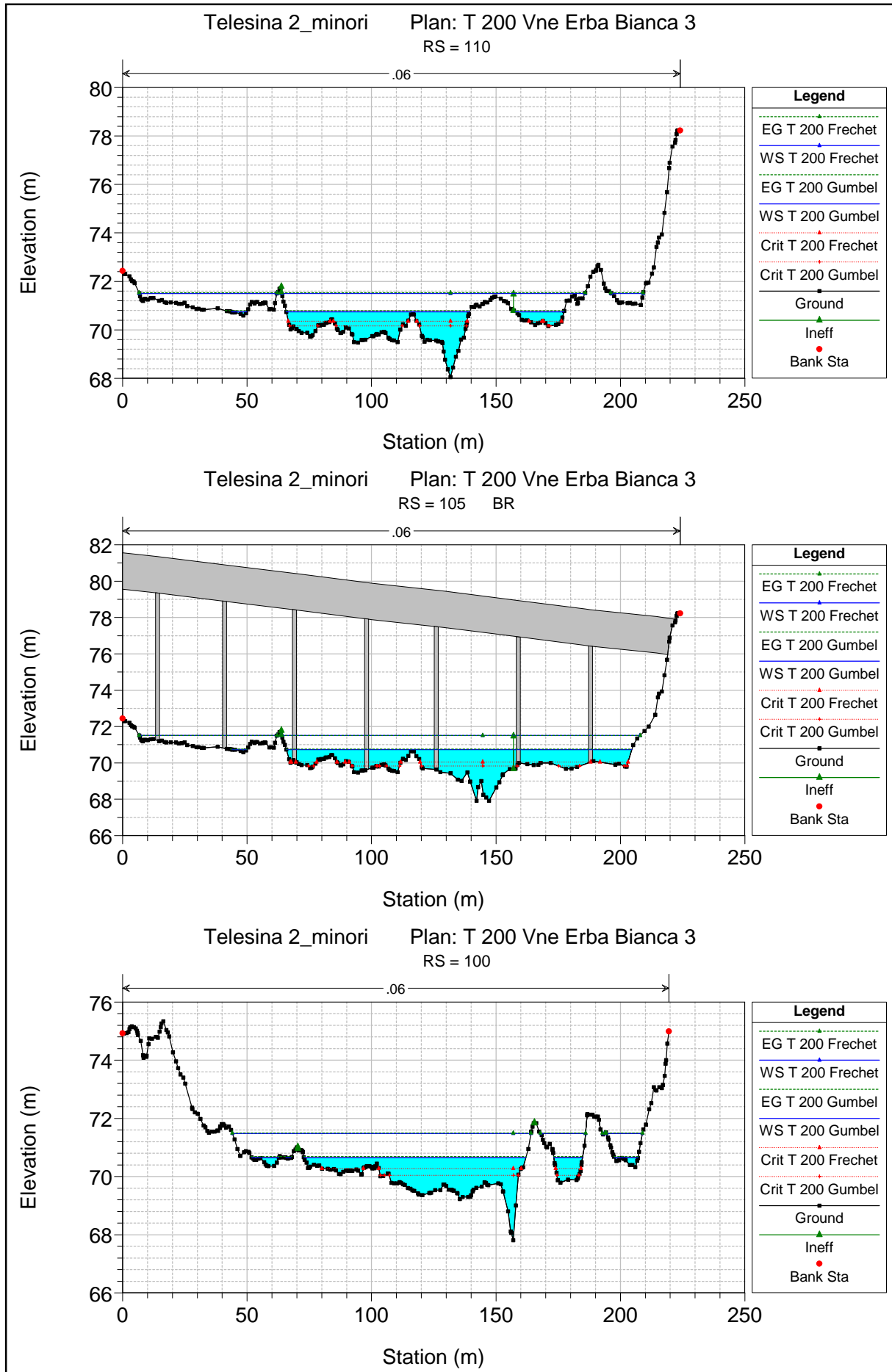
HEC-RAS Plan: RTella_post River: Rio Tella Reach: Rio Tella

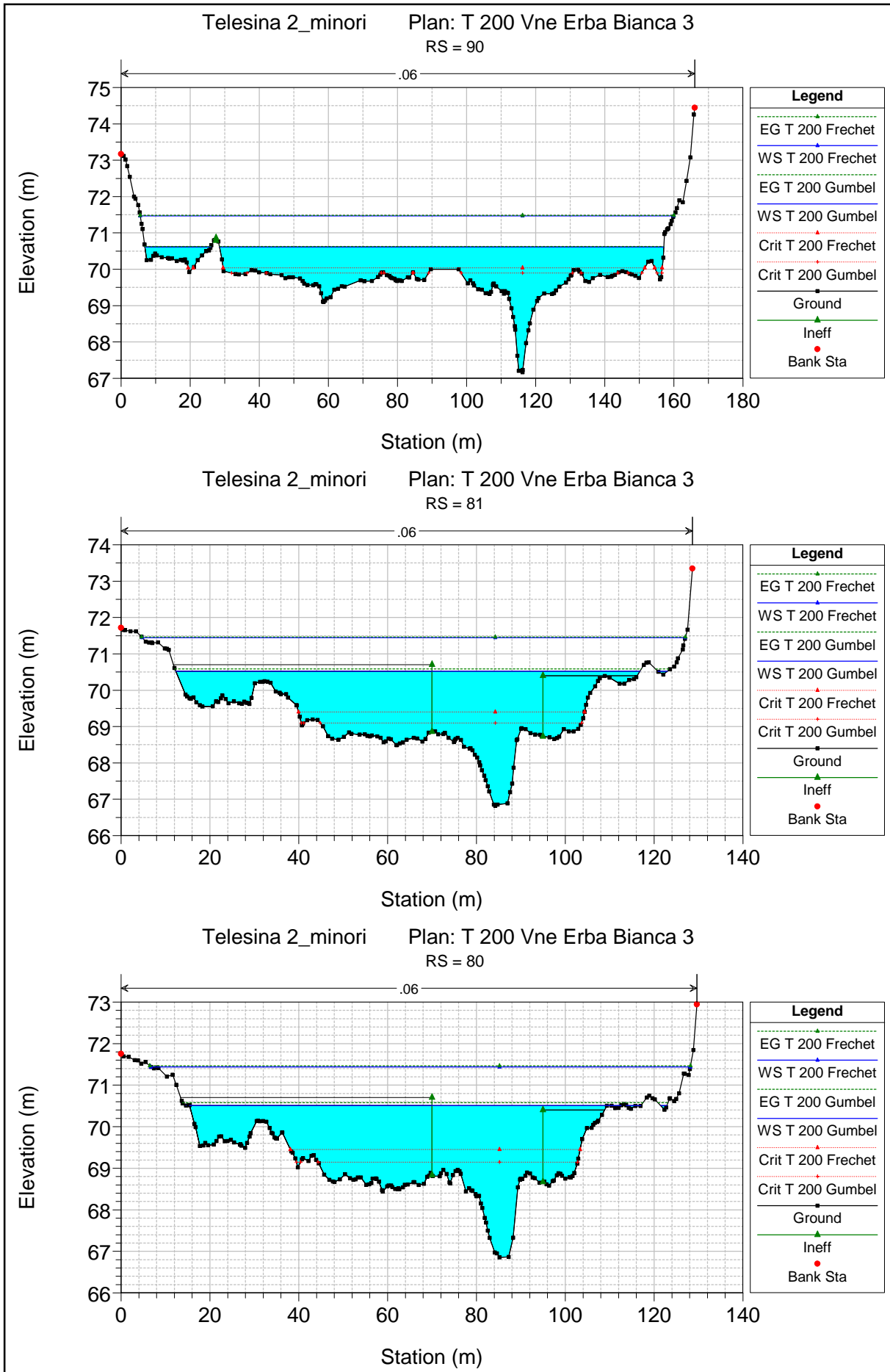
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio Tella	120	T 200 Gumbel	230.00	68.31	73.37	72.04	73.44	0.000709	1.66	263.86	139.18	0.26
Rio Tella	120	T 200 Frechet	356.10	68.31	73.95	72.41	74.04	0.000824	1.95	349.12	155.17	0.28
Rio Tella	110	T 200 Gumbel	230.00	68.33	73.32	72.04	73.41	0.000898	1.88	244.98	146.30	0.29
Rio Tella	110	T 200 Frechet	356.10	68.33	73.90	72.41	74.00	0.001010	2.16	335.59	168.36	0.31
Rio Tella	100	T 200 Gumbel	230.00	68.14	72.83	72.15	73.22	0.002887	3.18	121.89	103.18	0.52
Rio Tella	100	T 200 Frechet	356.10	68.14	73.22	72.98	73.77	0.003966	3.98	165.51	122.49	0.62
Rio Tella	95 BR U	T 200 Gumbel	230.00	68.14	72.14	72.14	73.02	0.007473	4.48	70.26	47.27	0.81
Rio Tella	95 BR U	T 200 Frechet	356.10	68.14	72.99	72.99	73.77	0.005592	4.55	132.54	94.23	0.57
Rio Tella	95 BR D	T 200 Gumbel	230.00	67.76	71.89	71.51	72.16	0.002835	2.95	148.66	100.89	0.36
Rio Tella	95 BR D	T 200 Frechet	356.10	67.76	71.32	71.90	73.14	0.020046	6.99	91.59	95.66	1.29
Rio Tella	90	T 200 Gumbel	230.00	67.76	71.49	71.49	72.00	0.005669	3.86	113.21	104.90	0.69
Rio Tella	90	T 200 Frechet	356.10	67.76	71.85	71.85	72.48	0.006913	4.57	151.88	112.46	0.78
Rio Tella	80	T 200 Gumbel	230.00	67.71	71.33	71.21	71.69	0.004002	3.35	140.03	126.62	0.58
Rio Tella	80	T 200 Frechet	356.10	67.71	71.73	71.58	72.13	0.004515	3.83	192.17	136.21	0.63
Rio Tella	70	T 200 Gumbel	230.00	67.66	71.26	70.91	71.45	0.003083	2.76	177.41	150.58	0.50
Rio Tella	70	T 200 Frechet	356.10	67.66	71.66	71.24	71.88	0.003407	3.14	240.30	166.05	0.54
Rio Tella	60	T 200 Gumbel	230.00	67.49	71.01	70.87	71.27	0.004876	3.34	155.52	153.52	0.61
Rio Tella	60	T 200 Frechet	356.10	67.49	71.42	71.16	71.70	0.004978	3.67	224.73	186.01	0.63
Rio Tella	50	T 200 Gumbel	230.00	67.14	70.86	70.18	70.97	0.001952	2.40	244.56	225.28	0.42
Rio Tella	50	T 200 Frechet	356.10	67.14	71.34	70.44	71.44	0.001662	2.42	358.78	251.73	0.39
Rio Tella	40	T 200 Gumbel	230.00	66.97	70.12	70.12	70.64	0.007652	4.24	109.52	100.63	0.81
Rio Tella	40	T 200 Frechet	356.10	66.97	70.49	70.49	71.12	0.009049	5.00	166.05	217.09	0.89
Rio Tella	30	T 200 Gumbel	230.00	66.79	69.21	68.94	69.27	0.003025	2.11	269.94	347.23	0.46
Rio Tella	30	T 200 Frechet	356.10	66.79	69.39	69.07	69.48	0.003754	2.49	334.51	348.89	0.52
Rio Tella	20	T 200 Gumbel	230.00	66.59	68.76	68.66	68.82	0.003399	2.19	339.26	758.08	0.50
Rio Tella	20	T 200 Frechet	356.10	66.59	68.94	68.74	69.00	0.003097	2.22	475.44	770.43	0.48
Rio Tella	10	T 200 Gumbel	230.00	66.32	68.42	68.17	68.45	0.001702	1.51	427.07	751.23	0.36
Rio Tella	10	T 200 Frechet	356.10	66.32	68.61	68.27	68.64	0.001701	1.61	576.90	800.32	0.36

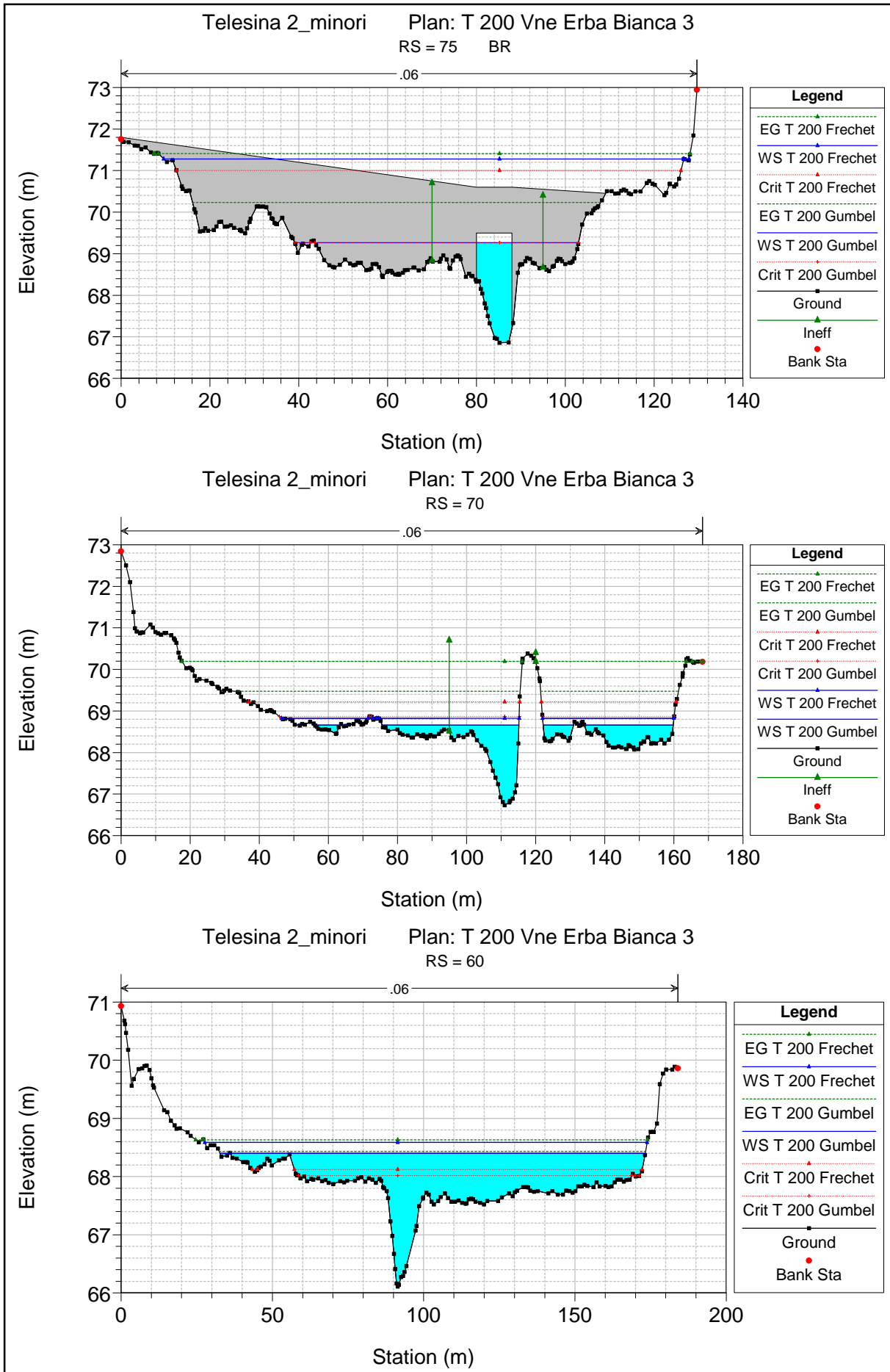
11.3.6 VALLE DELL'ERBA BIANCA – VI13

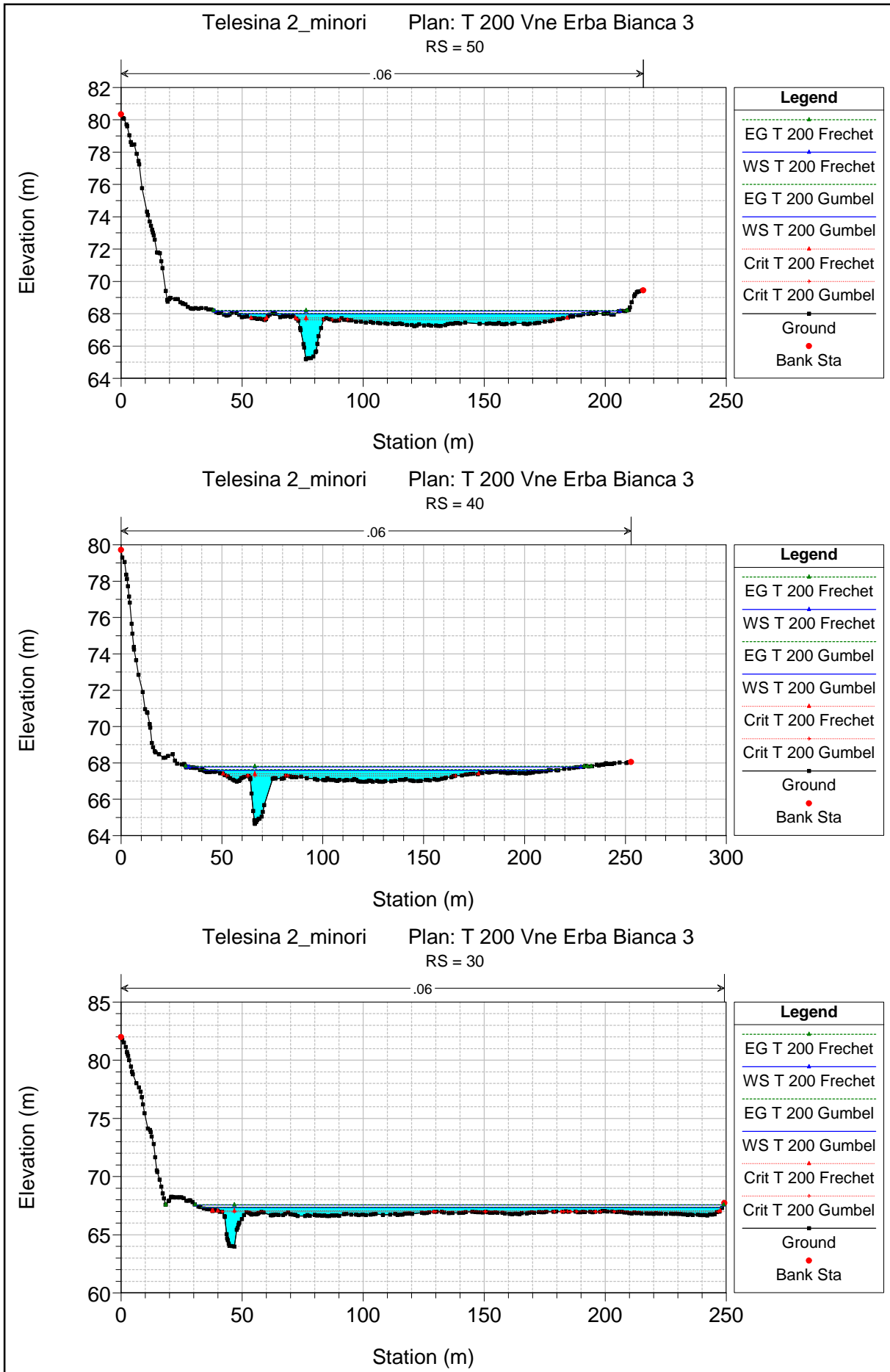
Si riportano le sezioni e le tabelle dei risultati dei modelli idraulici in moto permanente del Vallone dell'Erba Bianca, nelle condizioni ante operam e post operam, considerando la portata di progetto (Gumbel) e la portata di verifica (Fréchet) per il tempo di ritorno di 200 anni.

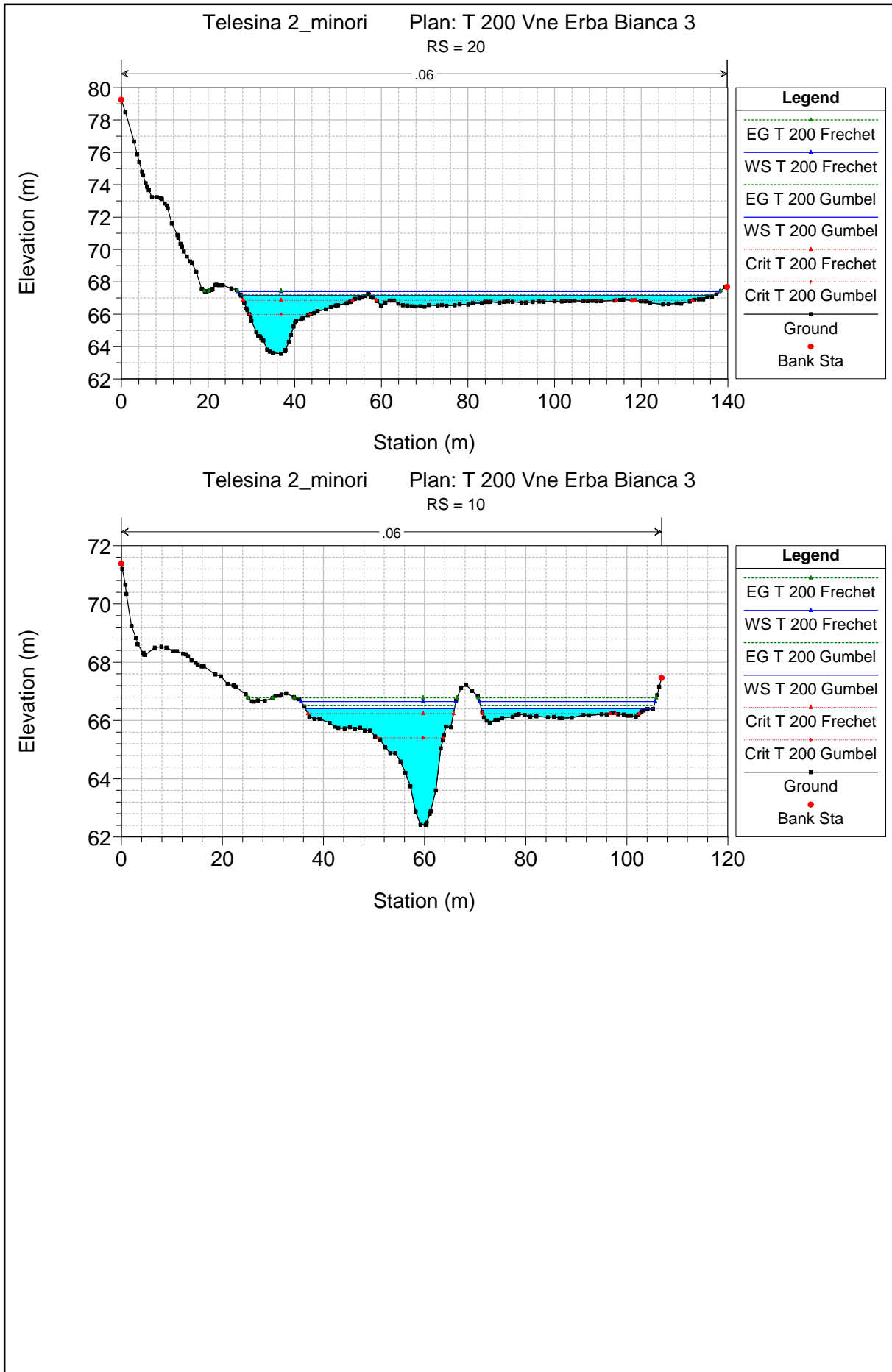








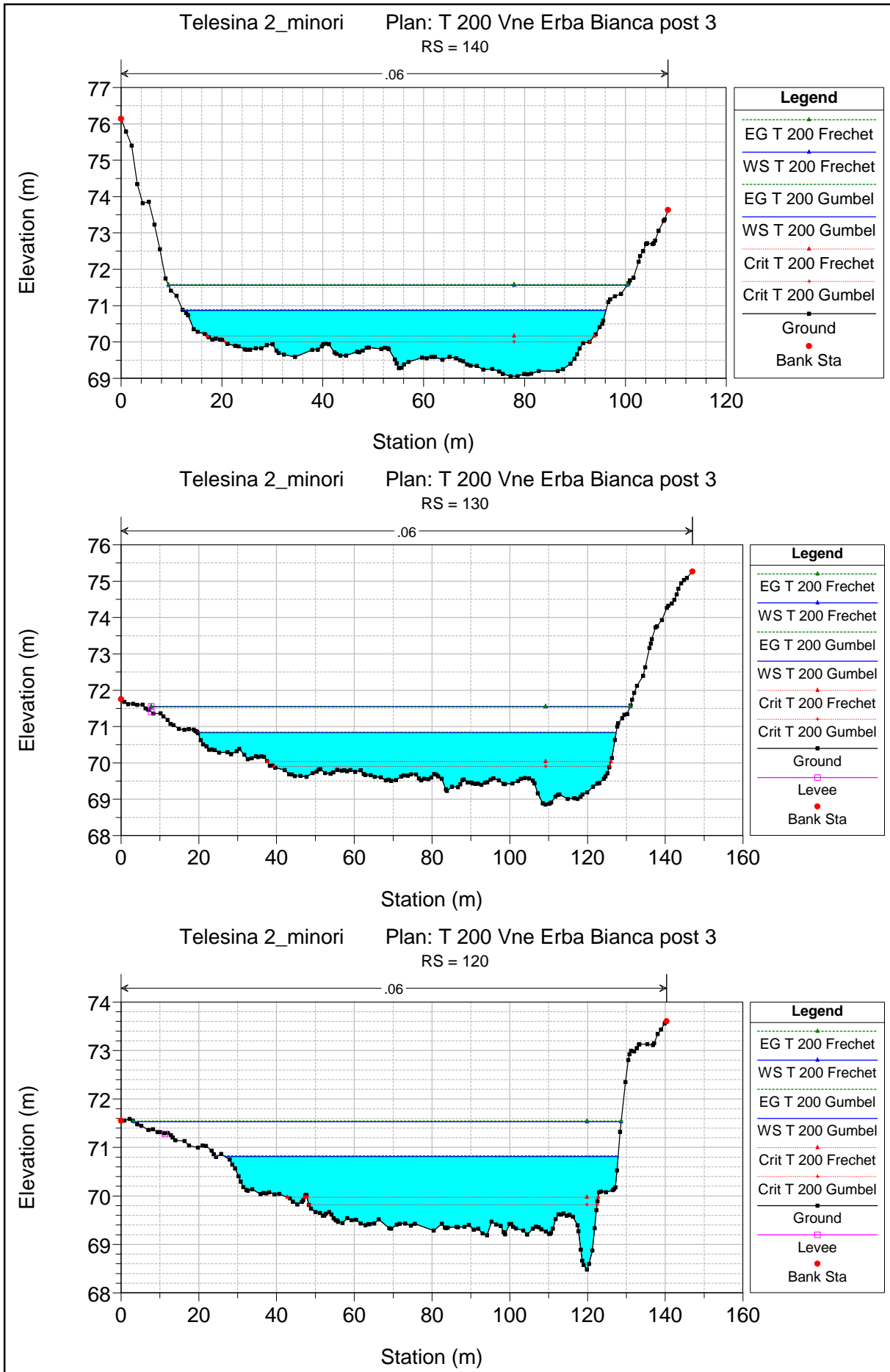


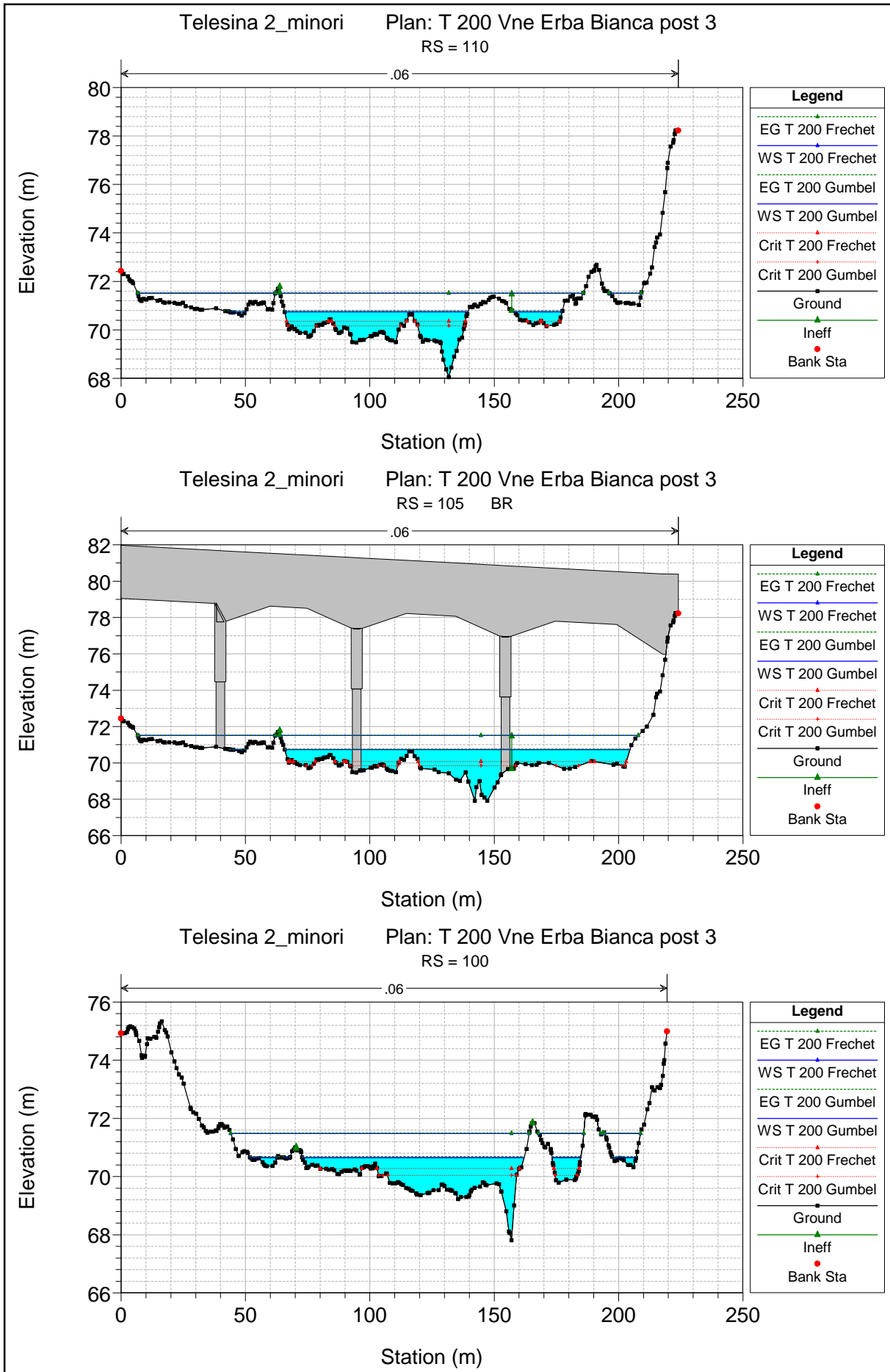


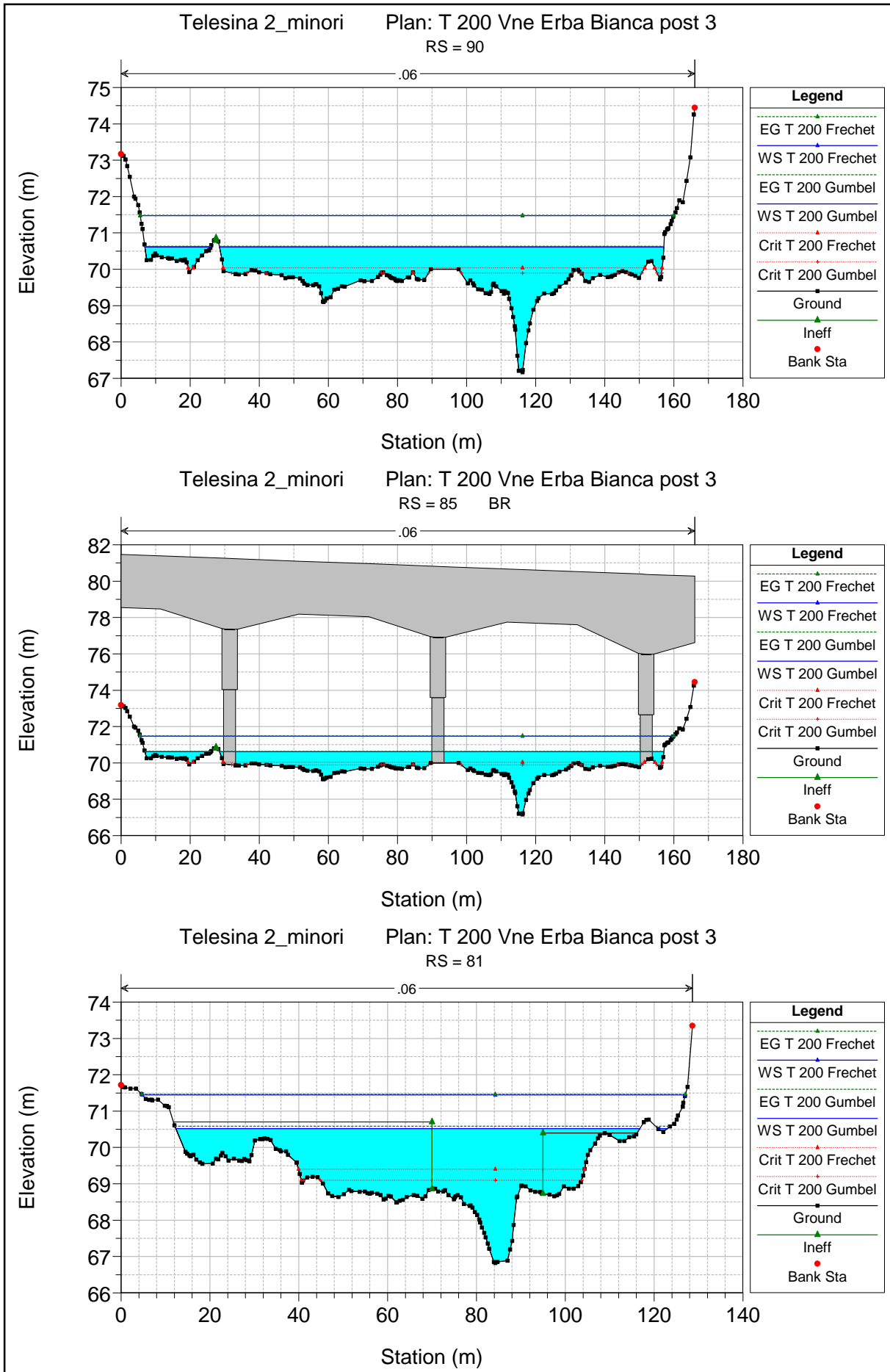
APPENDICE 3

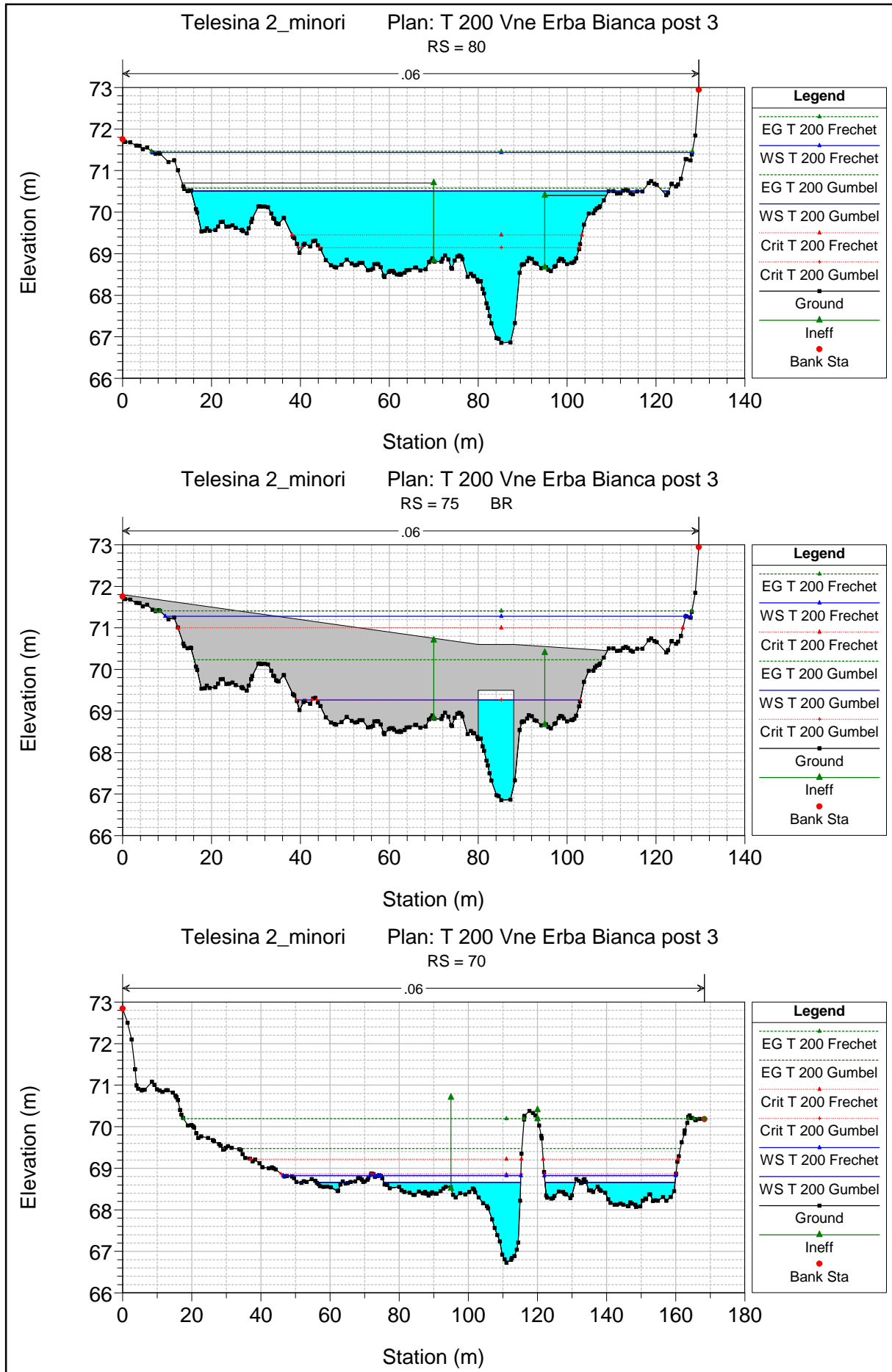
HEC-RAS Plan: T 200 Vne Erba Bianca 3 River: Vne Erba Bianca Reach: Vne Erba Bianca

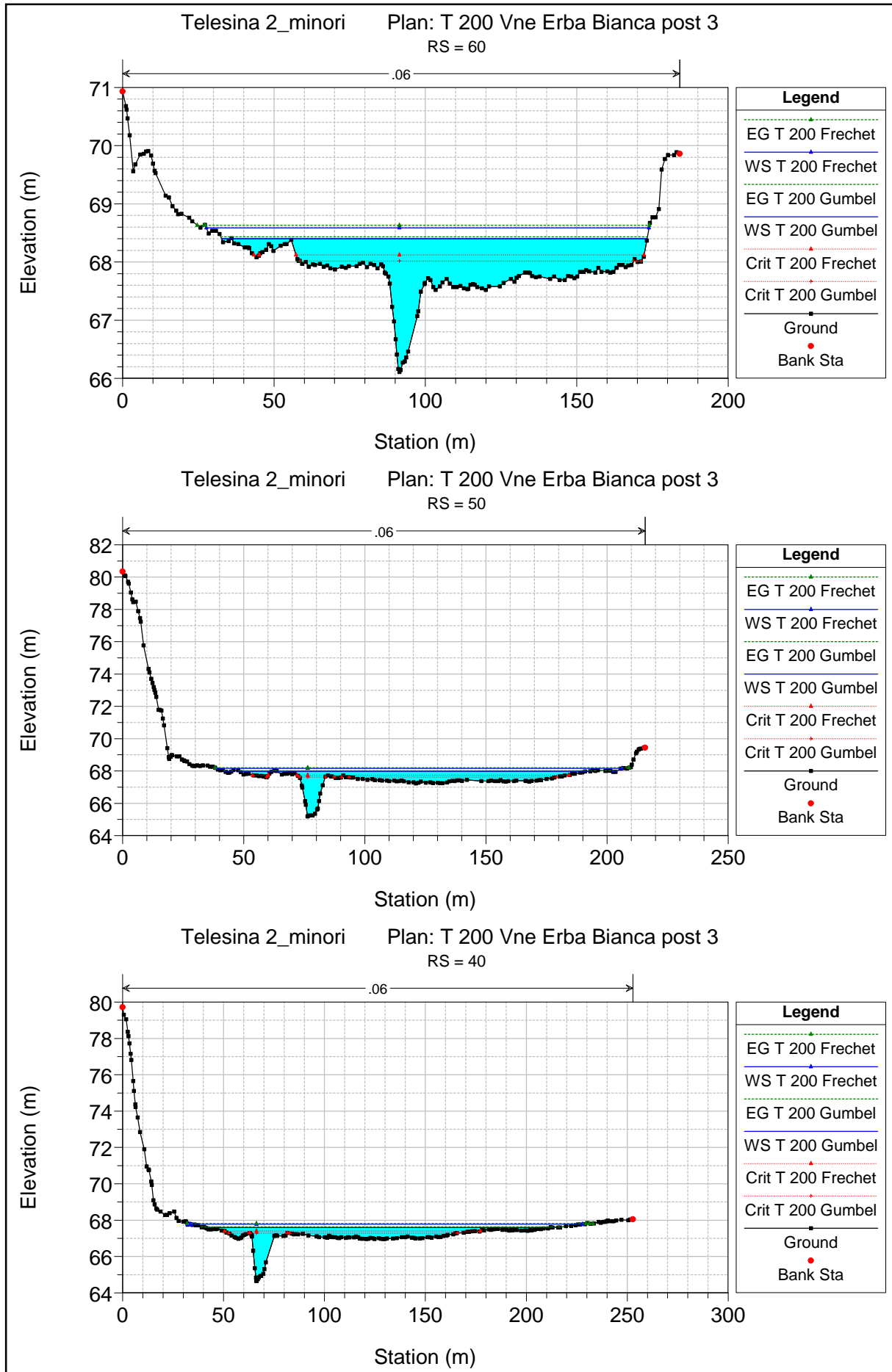
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Vne Erba Bianca	140	T 200 Gumbel	67.50	69.06	70.87	70.01	70.89	0.001263	0.67	101.02	83.83	0.19
Vne Erba Bianca	140	T 200 Frechet	104.60	69.06	71.56	70.16	71.58	0.000716	0.65	161.04	90.90	0.16
Vne Erba Bianca	130	T 200 Gumbel	67.50	68.85	70.83	69.90	70.85	0.000827	0.53	126.79	107.64	0.16
Vne Erba Bianca	130	T 200 Frechet	104.60	68.85	71.54	70.04	71.55	0.000447	0.50	209.51	123.20	0.12
Vne Erba Bianca	120	T 200 Gumbel	67.50	68.48	70.81	69.82	70.83	0.000812	0.54	124.82	101.47	0.16
Vne Erba Bianca	120	T 200 Frechet	104.60	68.48	71.53	69.97	71.54	0.000484	0.51	206.23	125.27	0.13
Vne Erba Bianca	110	T 200 Gumbel	67.50	68.05	70.74	70.16	70.79	0.003769	0.97	69.57	99.33	0.32
Vne Erba Bianca	110	T 200 Frechet	104.60	68.05	71.51	70.36	71.53	0.001171	0.64	163.25	189.96	0.19
Vne Erba Bianca	105 BR U	T 200 Gumbel	67.50	67.92	70.74	69.83	70.76	0.001674	0.70	97.11	136.88	0.21
Vne Erba Bianca	105 BR U	T 200 Frechet	104.60	67.92	71.51	70.04	71.52	0.000405	0.44	235.96	188.08	0.11
Vne Erba Bianca	105 BR D	T 200 Gumbel	67.50	67.81	70.68	70.06	70.72	0.003879	0.91	74.34	121.79	0.31
Vne Erba Bianca	105 BR D	T 200 Frechet	104.60	67.81	71.48	70.30	71.50	0.001017	0.63	164.86	147.02	0.17
Vne Erba Bianca	100	T 200 Gumbel	67.50	67.81	70.65	70.04	70.69	0.003716	0.90	75.34	123.14	0.31
Vne Erba Bianca	100	T 200 Frechet	104.60	67.81	71.48	70.28	71.50	0.000835	0.61	172.54	153.14	0.16
Vne Erba Bianca	90	T 200 Gumbel	67.50	67.17	70.61	69.90	70.63	0.001115	0.54	125.04	147.68	0.17
Vne Erba Bianca	90	T 200 Frechet	104.60	67.17	71.47	70.04	71.48	0.000295	0.40	261.02	154.43	0.10
Vne Erba Bianca	81	T 200 Gumbel	67.50	66.82	70.52	69.10	70.58	0.003446	1.11	60.80	106.64	0.32
Vne Erba Bianca	81	T 200 Frechet	104.60	66.82	71.44	69.40	71.47	0.001189	0.67	156.36	122.22	0.19
Vne Erba Bianca	80	T 200 Gumbel	67.50	66.85	70.51	69.14	70.58	0.003724	1.15	58.71	102.04	0.33
Vne Erba Bianca	80	T 200 Frechet	104.60	66.85	71.44	69.45	71.46	0.001262	0.68	153.36	121.46	0.19
Vne Erba Bianca	75 BR U	T 200 Gumbel	67.50	66.85	69.27	69.27	70.23	0.045060	4.36	15.50	8.00	0.90
Vne Erba Bianca	75 BR U	T 200 Frechet	104.60	66.85	71.28	71.00	71.41	0.018134	1.57	66.48	93.22	0.24
Vne Erba Bianca	75 BR D	T 200 Gumbel	67.50	66.73	69.03	69.03	70.00	0.043507	4.36	15.49	8.00	0.92
Vne Erba Bianca	75 BR D	T 200 Frechet	104.60	66.73	70.86	70.86	71.13	0.057771	2.30	45.56	84.46	0.36
Vne Erba Bianca	70	T 200 Gumbel	67.50	66.73	68.66	68.86	69.47	0.079062	4.00	16.85	83.93	1.40
Vne Erba Bianca	70	T 200 Frechet	104.60	66.73	68.82	69.22	70.19	0.105491	5.19	20.17	104.83	1.66
Vne Erba Bianca	60	T 200 Gumbel	67.50	66.11	68.40	68.02	68.43	0.004428	0.79	85.19	140.31	0.32
Vne Erba Bianca	60	T 200 Frechet	104.60	66.11	68.59	68.12	68.63	0.004545	0.94	111.76	146.21	0.34
Vne Erba Bianca	50	T 200 Gumbel	67.50	65.19	67.99	67.62	68.02	0.005677	0.83	81.01	148.22	0.36
Vne Erba Bianca	50	T 200 Frechet	104.60	65.19	68.16	67.75	68.20	0.006057	0.96	108.45	167.48	0.38
Vne Erba Bianca	40	T 200 Gumbel	67.50	64.65	67.60	67.28	67.63	0.007036	0.84	80.77	173.07	0.39
Vne Erba Bianca	40	T 200 Frechet	104.60	64.65	67.77	67.41	67.81	0.006466	0.93	112.98	195.06	0.39
Vne Erba Bianca	30	T 200 Gumbel	67.50	63.99	67.34	66.97	67.35	0.002537	0.56	119.79	215.12	0.24
Vne Erba Bianca	30	T 200 Frechet	104.60	63.99	67.56	67.05	67.58	0.001986	0.62	168.60	218.13	0.23
Vne Erba Bianca	20	T 200 Gumbel	67.50	63.56	67.15	65.98	67.19	0.004506	0.88	76.74	108.18	0.33
Vne Erba Bianca	20	T 200 Frechet	104.60	63.56	67.39	66.85	67.45	0.004199	1.01	103.07	111.18	0.34
Vne Erba Bianca	10	T 200 Gumbel	67.50	62.42	66.40	65.40	66.50	0.010018	1.37	49.21	63.49	0.50
Vne Erba Bianca	10	T 200 Frechet	104.60	62.42	66.65	66.23	66.78	0.010000	1.61	64.89	65.45	0.52

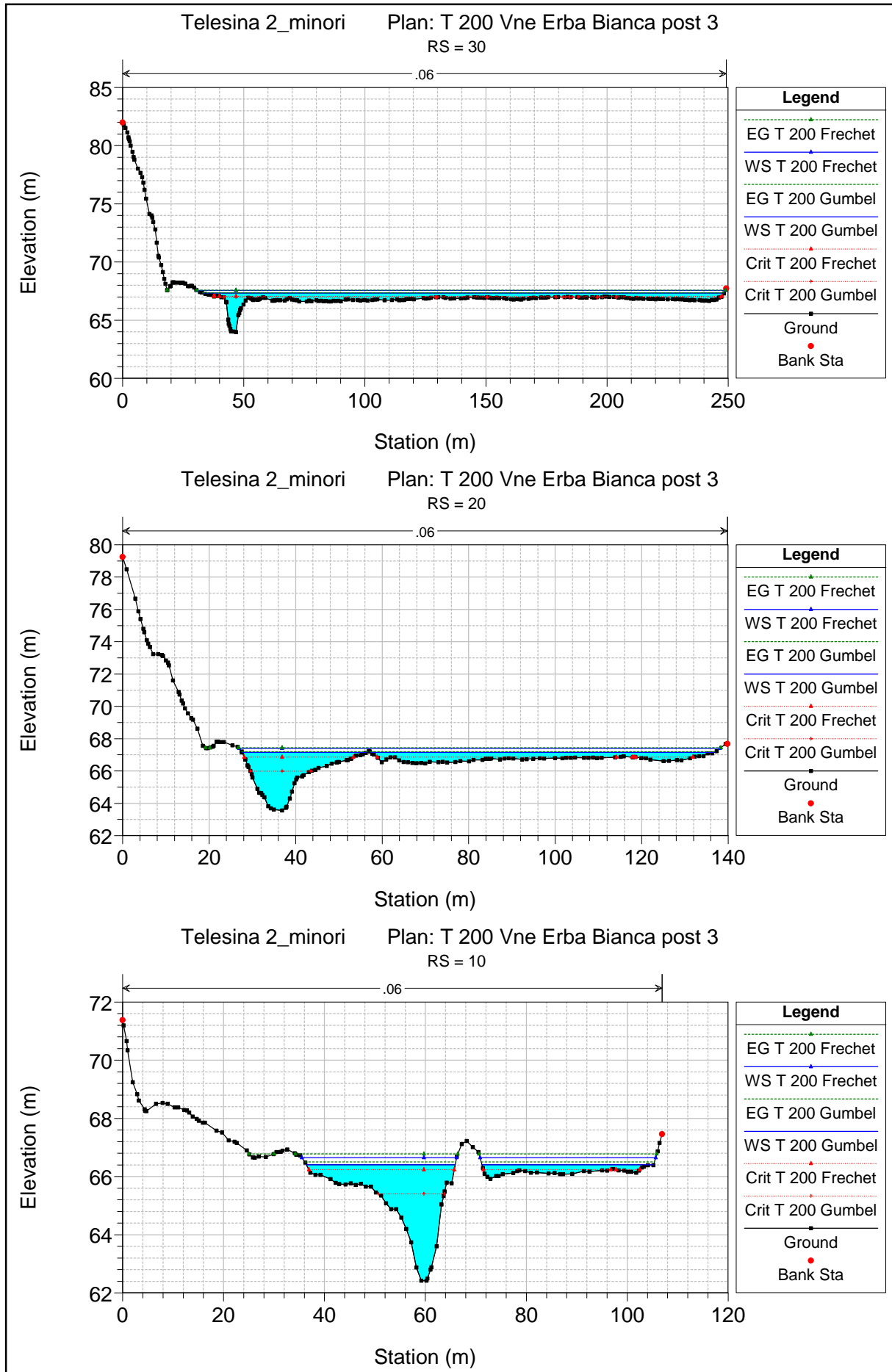












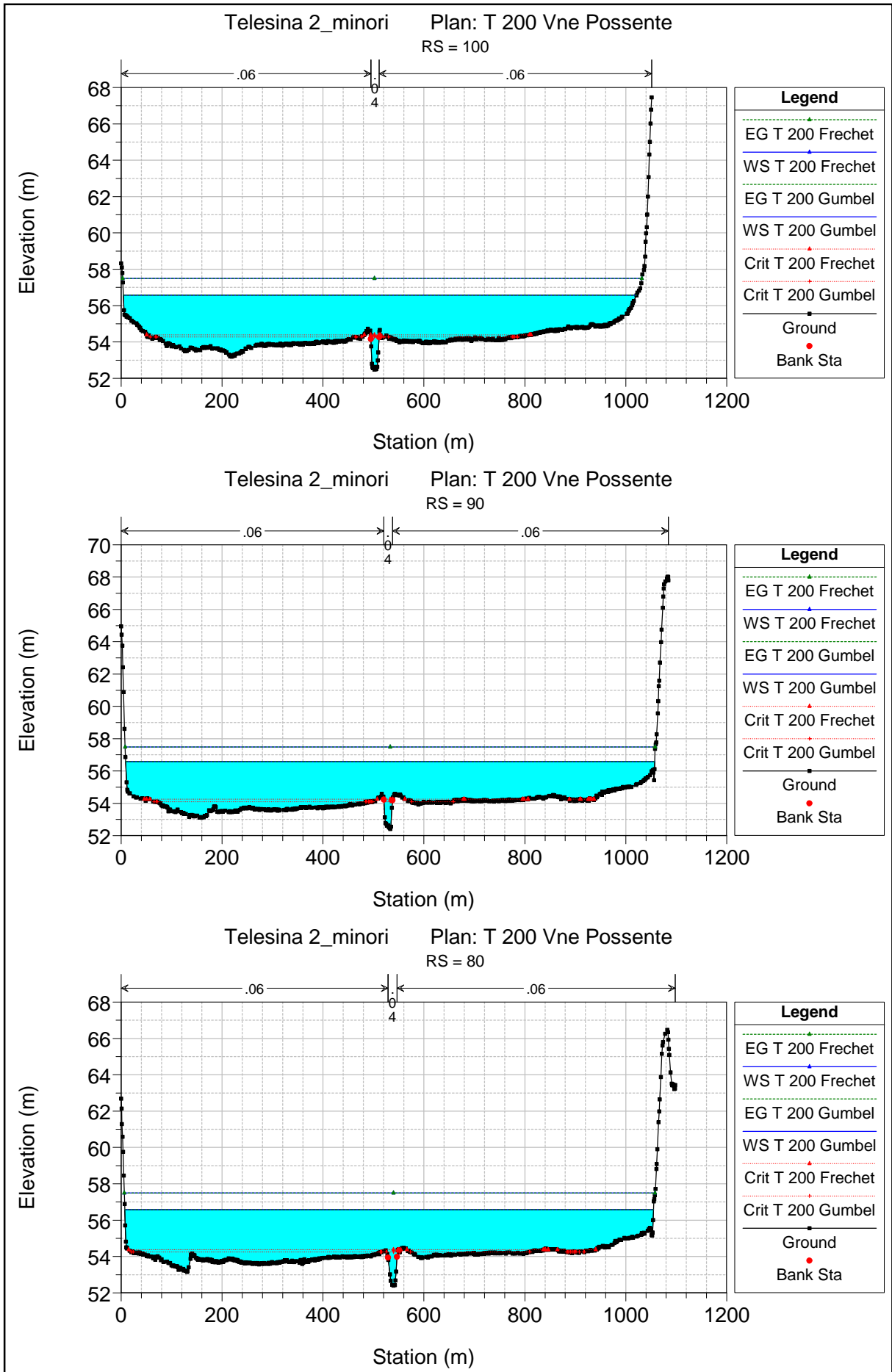
APPENDICE 3

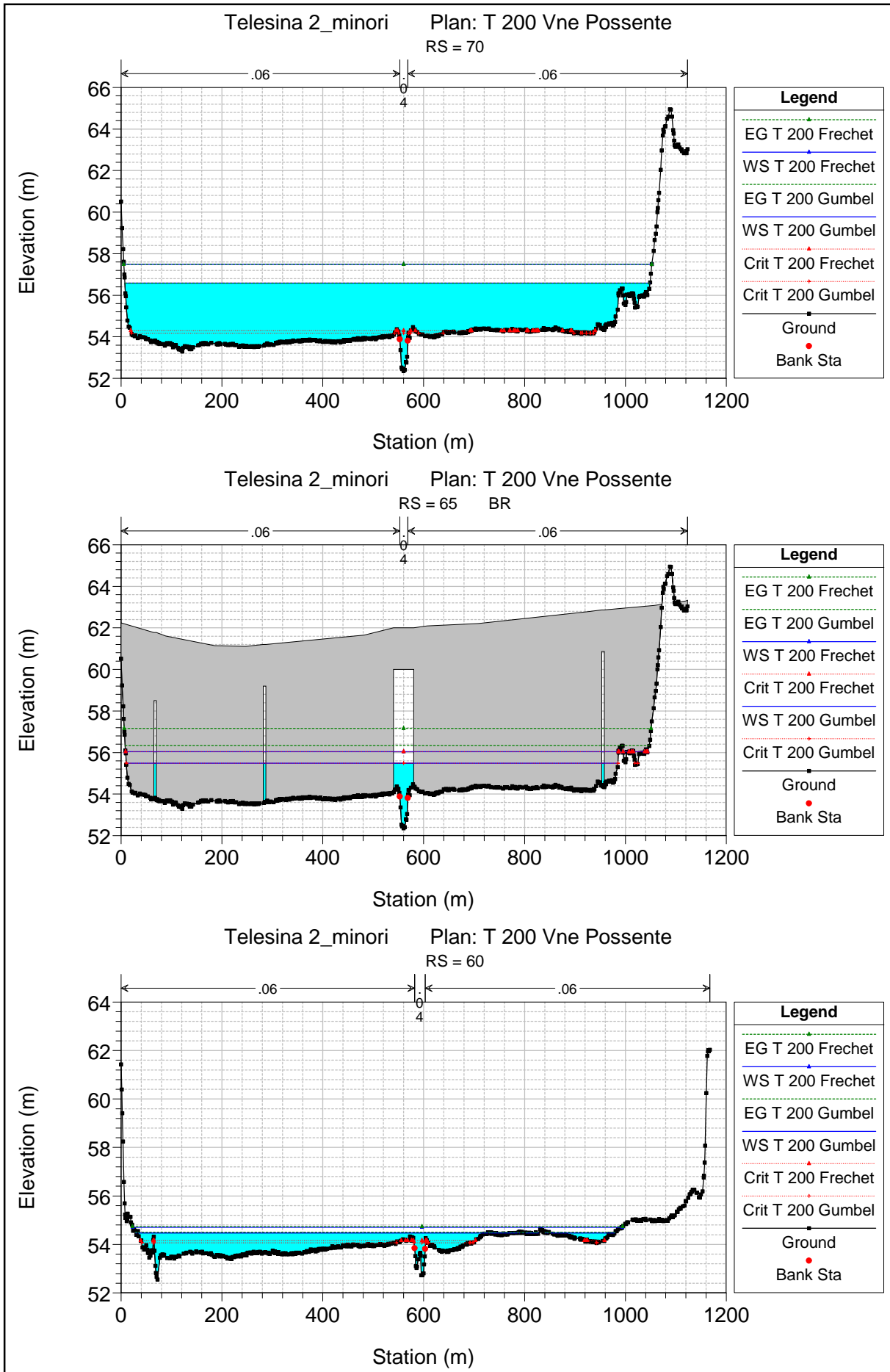
HEC-RAS Plan: T 200 Vne Erba Bianca post 3 River: Vne Erba Bianca Reach: Vne Erba Bianca

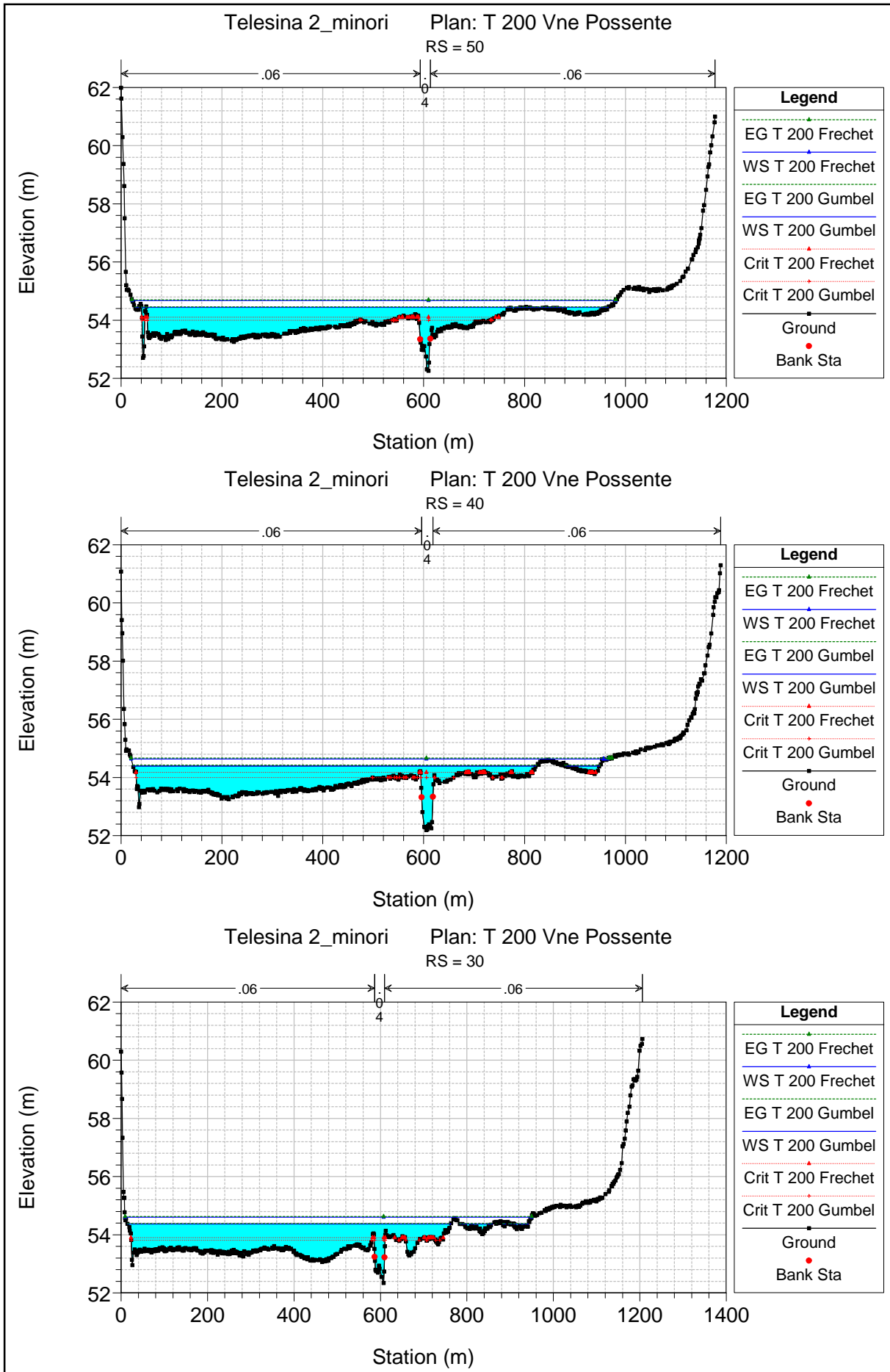
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Vne Erba Bianca	140	T 200 Gumbel	67.50	69.06	70.87	70.01	70.89	0.001264	0.67	101.00	83.82	0.19
Vne Erba Bianca	140	T 200 Frechet	104.60	69.06	71.56	70.16	71.58	0.000713	0.65	161.22	90.92	0.16
Vne Erba Bianca	130	T 200 Gumbel	67.50	68.85	70.83	69.90	70.85	0.000828	0.53	126.76	107.64	0.16
Vne Erba Bianca	130	T 200 Frechet	104.60	68.85	71.54	70.04	71.56	0.000445	0.50	209.77	123.21	0.12
Vne Erba Bianca	120	T 200 Gumbel	67.50	68.48	70.81	69.82	70.83	0.000812	0.54	124.79	101.45	0.16
Vne Erba Bianca	120	T 200 Frechet	104.60	68.48	71.53	69.97	71.55	0.000482	0.51	206.50	125.30	0.13
Vne Erba Bianca	110	T 200 Gumbel	67.50	68.05	70.74	70.16	70.79	0.003774	0.97	69.54	99.32	0.32
Vne Erba Bianca	110	T 200 Frechet	104.60	68.05	71.51	70.36	71.53	0.001164	0.64	163.55	190.05	0.19
Vne Erba Bianca	105 BR U	T 200 Gumbel	67.50	67.92	70.73	69.85	70.76	0.001841	0.73	93.06	137.83	0.22
Vne Erba Bianca	105 BR U	T 200 Frechet	104.60	67.92	71.51	70.07	71.52	0.000380	0.44	235.61	188.83	0.11
Vne Erba Bianca	105 BR D	T 200 Gumbel	67.50	67.81	70.68	70.04	70.72	0.003454	0.90	75.38	120.31	0.30
Vne Erba Bianca	105 BR D	T 200 Frechet	104.60	67.81	71.49	70.26	71.51	0.000935	0.63	165.40	146.56	0.17
Vne Erba Bianca	100	T 200 Gumbel	67.50	67.81	70.65	70.04	70.69	0.003676	0.89	75.59	123.34	0.31
Vne Erba Bianca	100	T 200 Frechet	104.60	67.81	71.48	70.28	71.50	0.000829	0.60	172.96	153.30	0.16
Vne Erba Bianca	90	T 200 Gumbel	67.50	67.17	70.62	69.90	70.63	0.001103	0.54	125.46	147.71	0.17
Vne Erba Bianca	90	T 200 Frechet	104.60	67.17	71.47	70.04	71.48	0.000293	0.40	261.57	154.46	0.10
Vne Erba Bianca	85 BR U	T 200 Gumbel	67.50	67.17	70.61	69.89	70.63	0.001243	0.57	118.52	137.18	0.18
Vne Erba Bianca	85 BR U	T 200 Frechet	104.60	67.17	71.47	70.03	71.48	0.000355	0.43	245.83	143.95	0.10
Vne Erba Bianca	85 BR D	T 200 Gumbel	67.50	66.82	70.53	69.10	70.59	0.003220	1.11	60.61	99.78	0.31
Vne Erba Bianca	85 BR D	T 200 Frechet	104.60	66.82	71.44	69.41	71.47	0.001371	0.70	150.19	115.23	0.19
Vne Erba Bianca	81	T 200 Gumbel	67.50	66.82	70.52	69.10	70.58	0.003446	1.11	60.80	106.64	0.32
Vne Erba Bianca	81	T 200 Frechet	104.60	66.82	71.44	69.40	71.47	0.001189	0.67	156.36	122.22	0.19
Vne Erba Bianca	80	T 200 Gumbel	67.50	66.85	70.51	69.14	70.58	0.003724	1.15	58.71	102.04	0.33
Vne Erba Bianca	80	T 200 Frechet	104.60	66.85	71.44	69.45	71.46	0.001262	0.68	153.36	121.46	0.19
Vne Erba Bianca	75 BR U	T 200 Gumbel	67.50	66.85	69.27	69.27	70.23	0.045060	4.36	15.50	8.00	0.90
Vne Erba Bianca	75 BR U	T 200 Frechet	104.60	66.85	71.28	71.00	71.41	0.018134	1.57	66.48	93.22	0.24
Vne Erba Bianca	75 BR D	T 200 Gumbel	67.50	66.73	69.03	69.03	70.00	0.043507	4.36	15.49	8.00	0.92
Vne Erba Bianca	75 BR D	T 200 Frechet	104.60	66.73	70.86	70.86	71.13	0.057771	2.30	45.56	84.46	0.36
Vne Erba Bianca	70	T 200 Gumbel	67.50	66.73	68.66	68.66	69.47	0.079062	4.00	16.85	83.93	1.40
Vne Erba Bianca	70	T 200 Frechet	104.60	66.73	68.82	69.22	70.19	0.105491	5.19	20.17	104.83	1.66
Vne Erba Bianca	60	T 200 Gumbel	67.50	66.11	68.40	68.02	68.43	0.004428	0.79	85.19	140.31	0.32
Vne Erba Bianca	60	T 200 Frechet	104.60	66.11	68.59	68.12	68.63	0.004545	0.94	111.76	146.21	0.34
Vne Erba Bianca	50	T 200 Gumbel	67.50	65.19	67.99	67.62	68.02	0.005677	0.83	81.01	148.22	0.36
Vne Erba Bianca	50	T 200 Frechet	104.60	65.19	68.16	67.75	68.20	0.006057	0.96	108.45	167.48	0.38
Vne Erba Bianca	40	T 200 Gumbel	67.50	64.65	67.60	67.28	67.63	0.007036	0.84	80.77	173.07	0.39
Vne Erba Bianca	40	T 200 Frechet	104.60	64.65	67.77	67.41	67.81	0.006466	0.93	112.98	195.06	0.39
Vne Erba Bianca	30	T 200 Gumbel	67.50	63.99	67.34	66.97	67.35	0.002537	0.56	119.79	215.12	0.24
Vne Erba Bianca	30	T 200 Frechet	104.60	63.99	67.56	67.05	67.58	0.001986	0.62	168.60	218.13	0.23
Vne Erba Bianca	20	T 200 Gumbel	67.50	63.56	67.15	65.98	67.19	0.004506	0.88	76.74	108.18	0.33
Vne Erba Bianca	20	T 200 Frechet	104.60	63.56	67.39	66.85	67.45	0.004199	1.01	103.07	111.18	0.34
Vne Erba Bianca	10	T 200 Gumbel	67.50	62.42	66.40	65.40	66.50	0.010018	1.37	49.21	63.49	0.50
Vne Erba Bianca	10	T 200 Frechet	104.60	62.42	66.65	66.23	66.78	0.010000	1.61	64.89	65.45	0.52

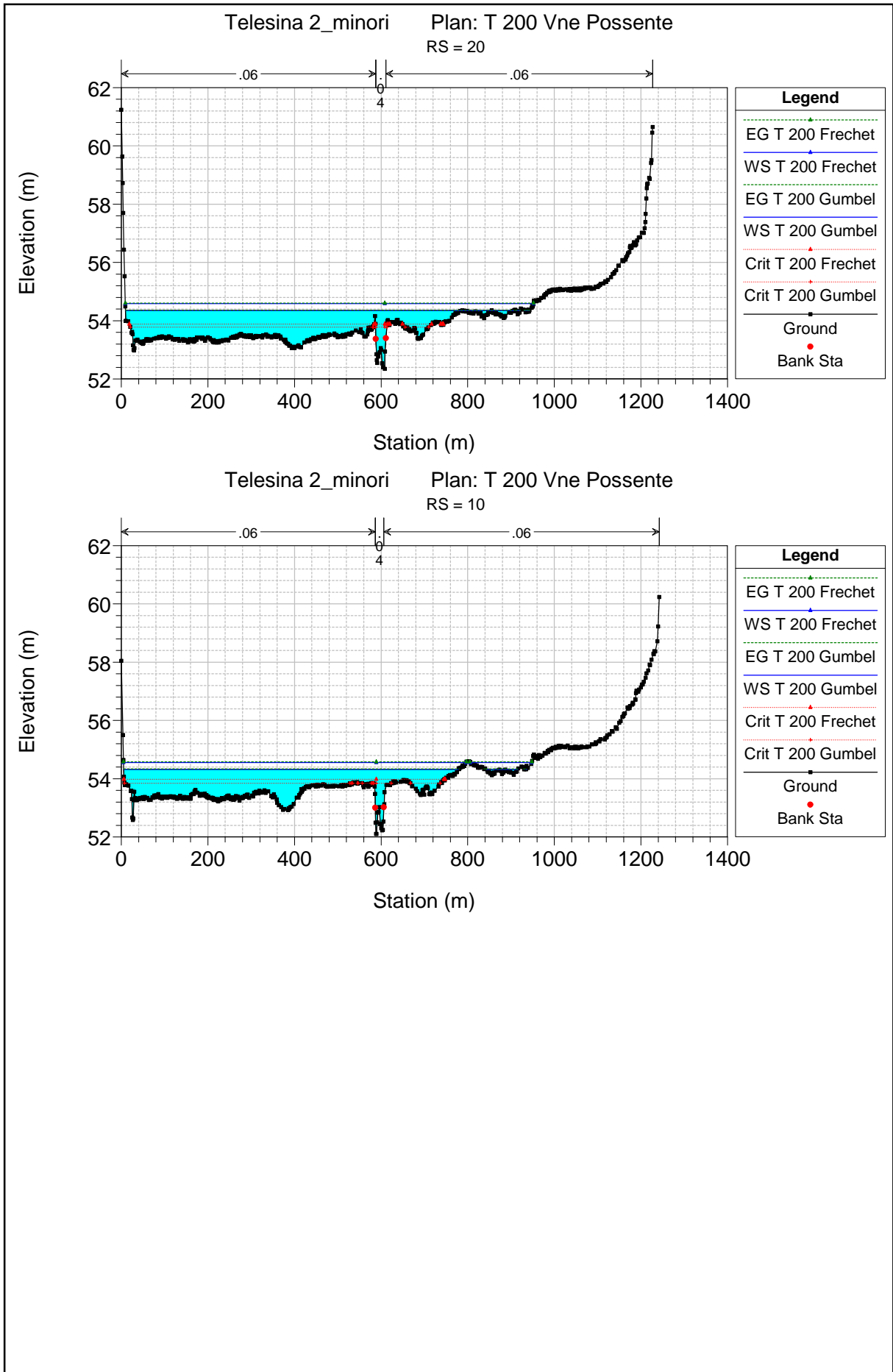
11.3.7 VALLONE POSSENTE – VI15

Si riportano le sezioni e le tabelle dei risultati dei modelli idraulici in moto permanente del Vallone Possente, nelle condizioni ante operam e post operam, considerando la portata di progetto (Gumbel) e la portata di verifica (Fréchet) per il tempo di ritorno di 200 anni.





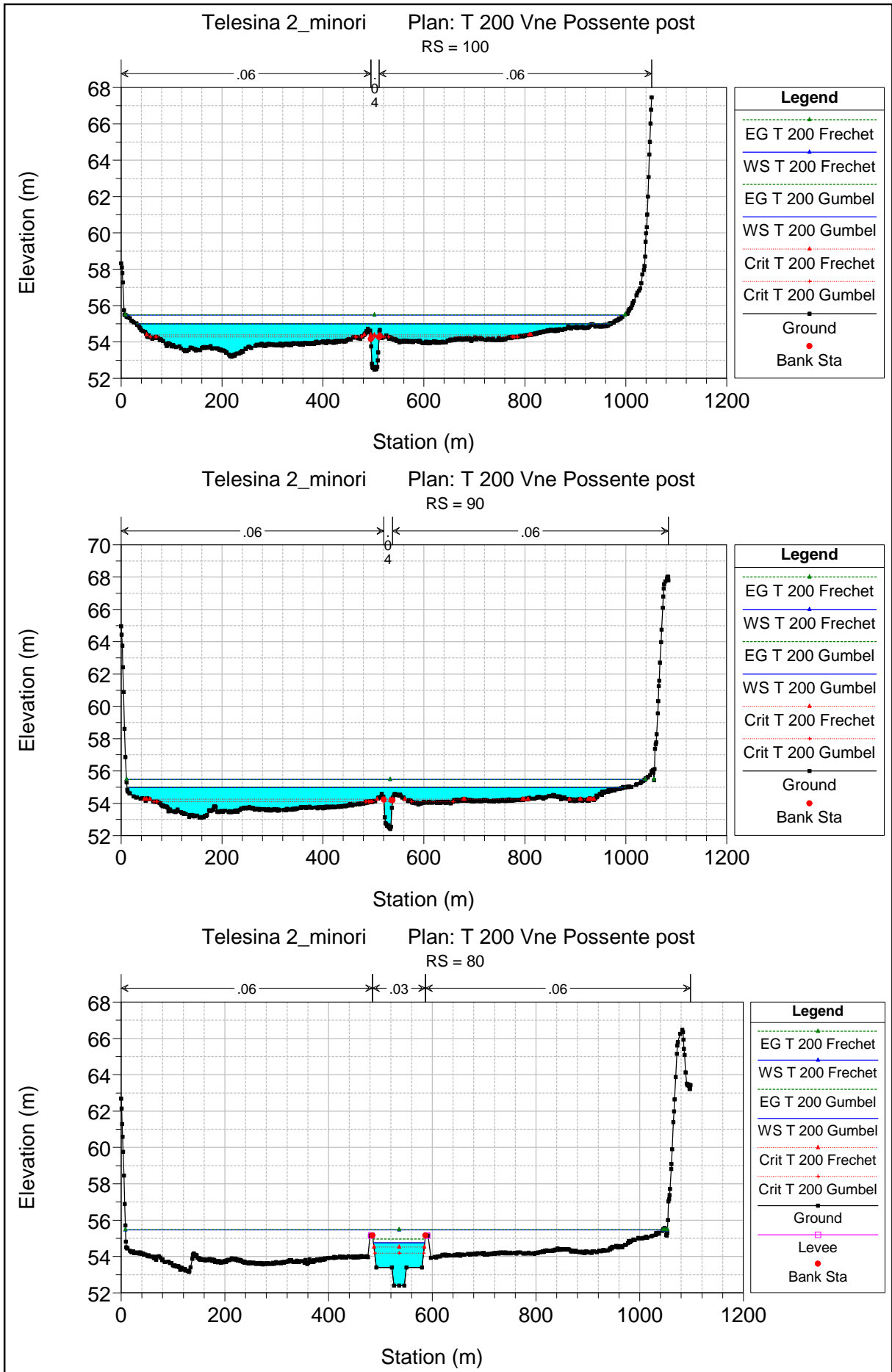


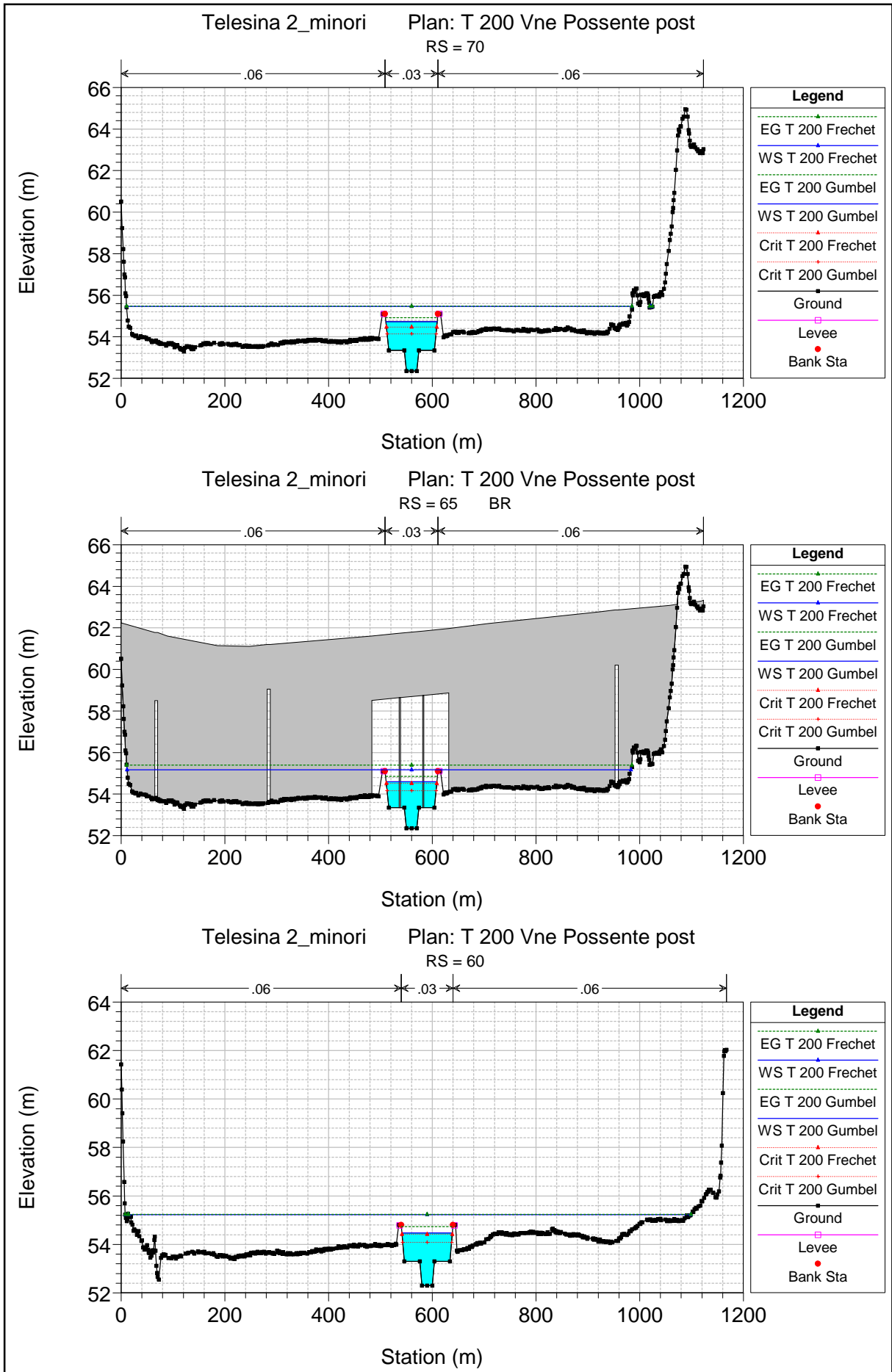


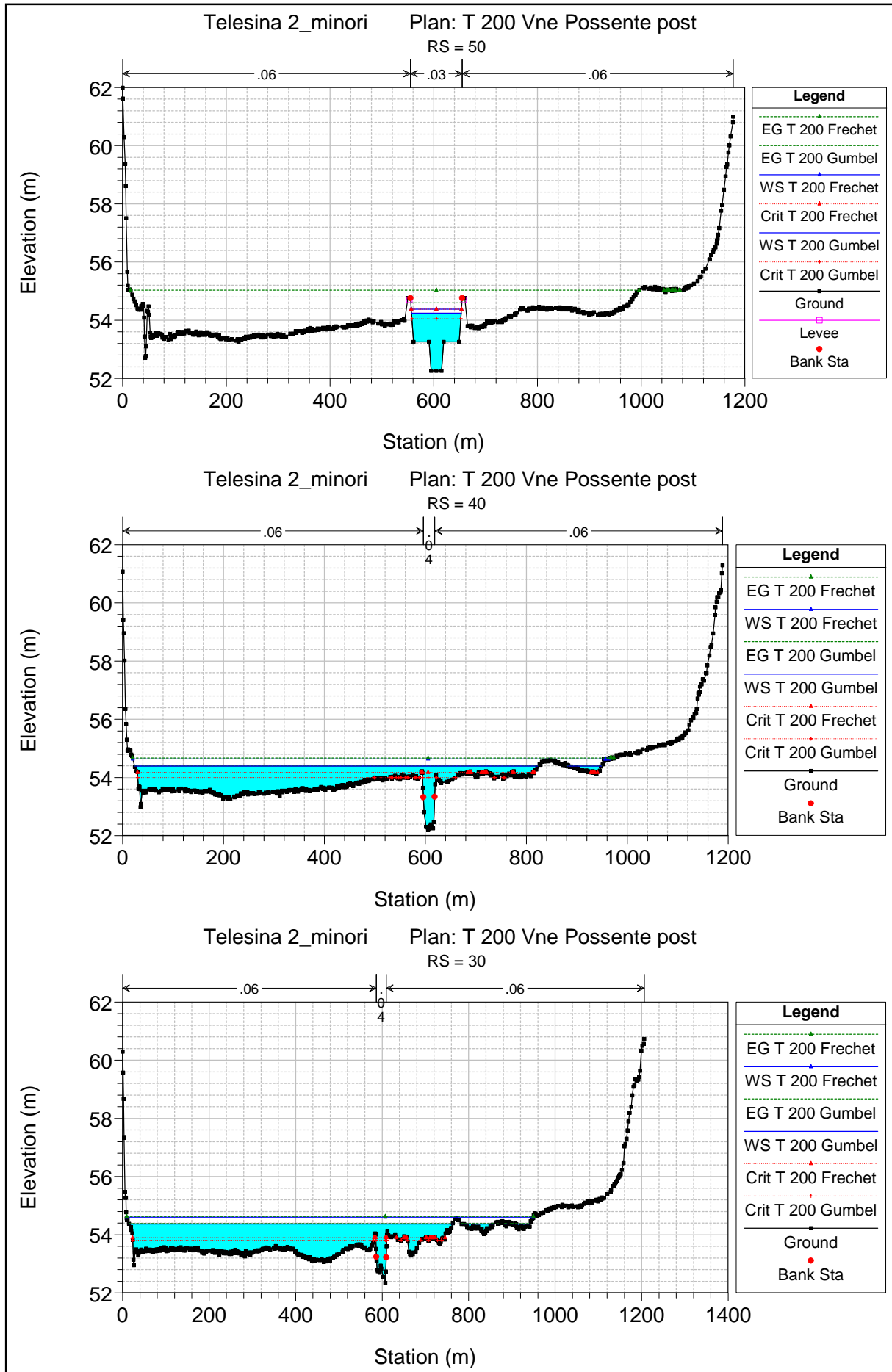
APPENDICE 3

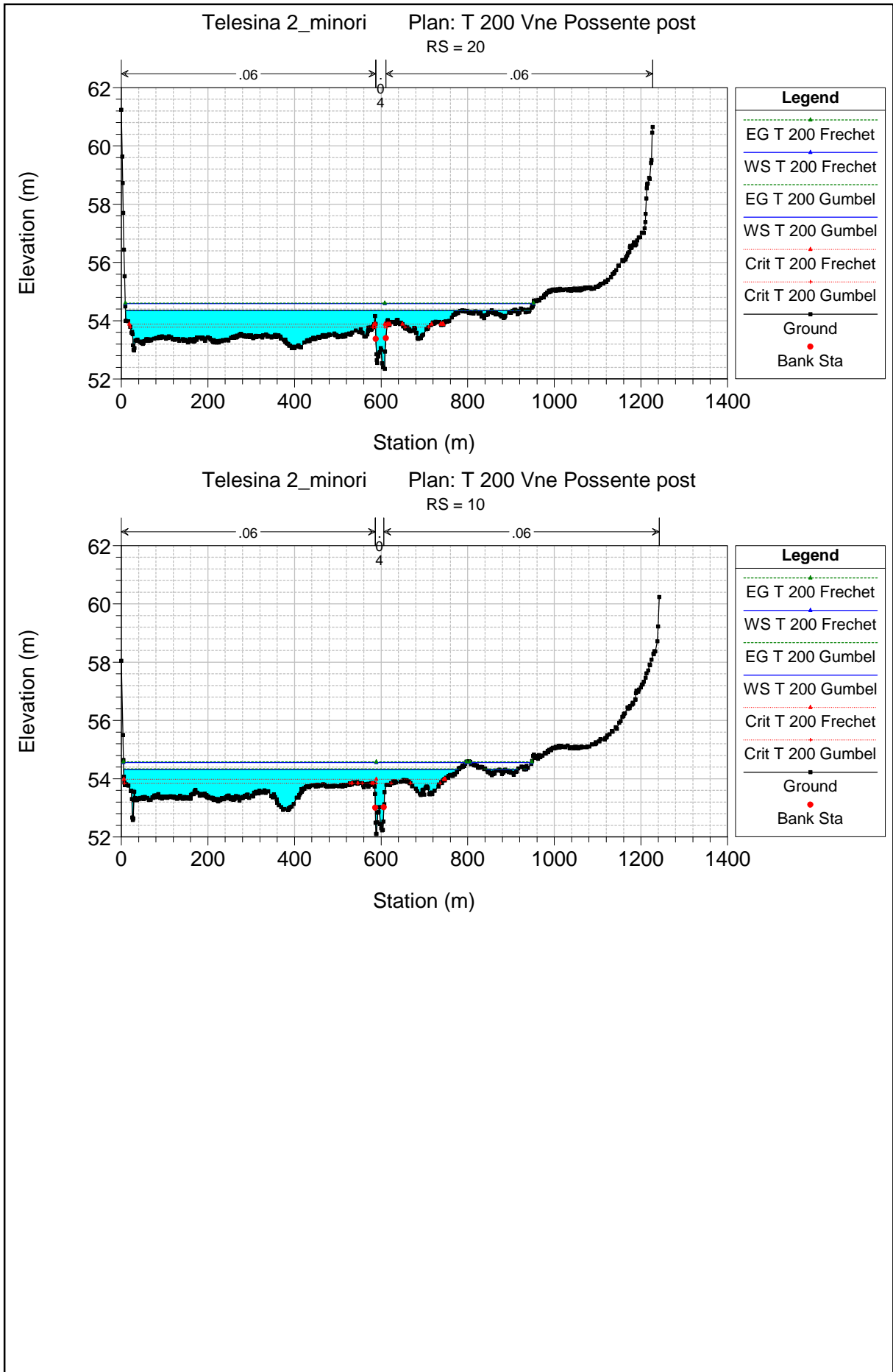
HEC-RAS Plan: T 200 Vne Possente River: Vne Possente Reach: Vne Possente

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /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 (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Vne Possente	100	T 200 Gumbel	301.00	52.48	56.58	54.27	56.59	0.000017	0.24	2424.02	1016.87	0.04
Vne Possente	100	T 200 Frechet	458.00	52.48	57.49	54.40	57.49	0.000013	0.25	3354.14	1028.90	0.04
Vne Possente	90	T 200 Gumbel	301.00	52.41	56.58	54.10	56.58	0.000013	0.21	2638.82	1048.34	0.03
Vne Possente	90	T 200 Frechet	458.00	52.41	57.49	54.25	57.49	0.000011	0.22	3591.72	1050.62	0.03
Vne Possente	80	T 200 Gumbel	301.00	52.40	56.58	54.25	56.58	0.000013	0.22	2619.24	1047.83	0.04
Vne Possente	80	T 200 Frechet	458.00	52.40	57.49	54.37	57.49	0.000011	0.23	3572.24	1051.73	0.03
Vne Possente	70	T 200 Gumbel	301.00	52.35	56.58	54.17	56.58	0.000014	0.22	2586.81	1041.28	0.04
Vne Possente	70	T 200 Frechet	458.00	52.35	57.49	54.29	57.49	0.000011	0.23	3535.03	1047.02	0.03
Vne Possente	65 BR U	T 200 Gumbel	301.00	52.35	55.48	55.48	56.33	0.010047	4.76	97.17	55.00	0.73
Vne Possente	65 BR U	T 200 Frechet	458.00	52.35	56.04	56.04	57.16	0.010821	5.60	127.85	55.00	0.78
Vne Possente	65 BR D	T 200 Gumbel	301.00	52.73	55.28	55.28	56.11	0.014193	4.71	91.29	55.00	0.78
Vne Possente	65 BR D	T 200 Frechet	458.00	52.73	55.84	55.84	56.92	0.013787	5.46	122.18	55.00	0.81
Vne Possente	60	T 200 Gumbel	301.00	52.73	54.48	54.07	54.50	0.001824	1.21	521.35	902.96	0.35
Vne Possente	60	T 200 Frechet	458.00	52.73	54.71	54.17	54.74	0.001625	1.28	742.93	971.26	0.34
Vne Possente	50	T 200 Gumbel	301.00	52.25	54.44	53.99	54.46	0.001334	1.22	574.98	931.96	0.31
Vne Possente	50	T 200 Frechet	458.00	52.25	54.67	54.10	54.70	0.001265	1.31	798.46	958.75	0.31
Vne Possente	40	T 200 Gumbel	301.00	52.19	54.39	54.00	54.42	0.001332	1.41	553.03	864.09	0.32
Vne Possente	40	T 200 Frechet	458.00	52.19	54.63	54.18	54.66	0.001255	1.48	769.08	943.96	0.32
Vne Possente	30	T 200 Gumbel	301.00	52.34	54.37	53.81	54.38	0.000787	0.98	666.50	865.37	0.24
Vne Possente	30	T 200 Frechet	458.00	52.34	54.61	53.90	54.62	0.000849	1.11	883.79	940.17	0.26
Vne Possente	20	T 200 Gumbel	301.00	52.35	54.35	53.78	54.36	0.000788	0.95	673.31	917.55	0.24
Vne Possente	20	T 200 Frechet	458.00	52.35	54.59	53.88	54.60	0.000825	1.07	894.64	942.54	0.25
Vne Possente	10	T 200 Gumbel	301.00	52.10	54.32	53.84	54.34	0.001000	1.15	619.70	845.73	0.27
Vne Possente	10	T 200 Frechet	458.00	52.10	54.56	53.98	54.58	0.001001	1.25	832.31	932.48	0.28









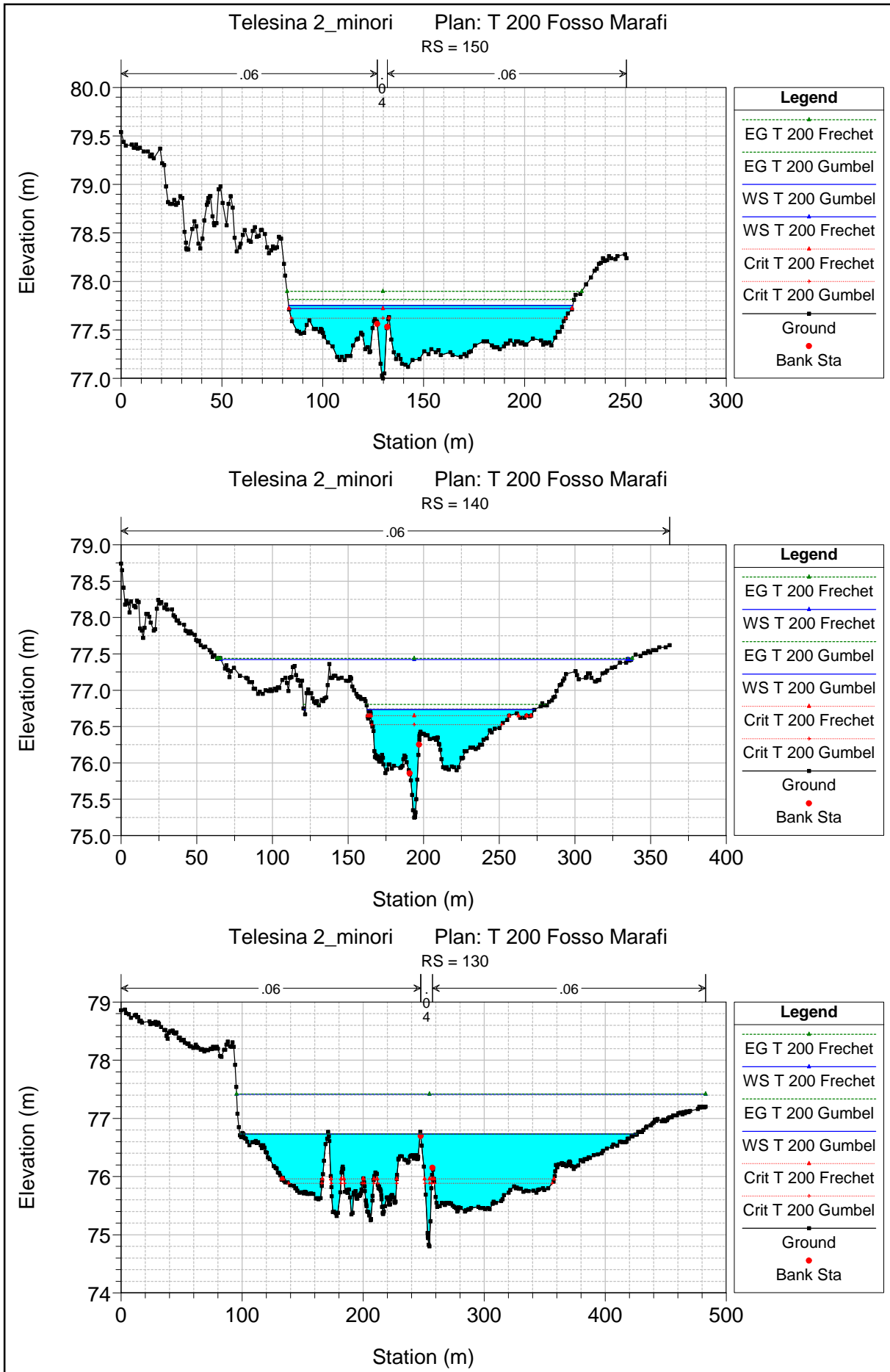
APPENDICE 3

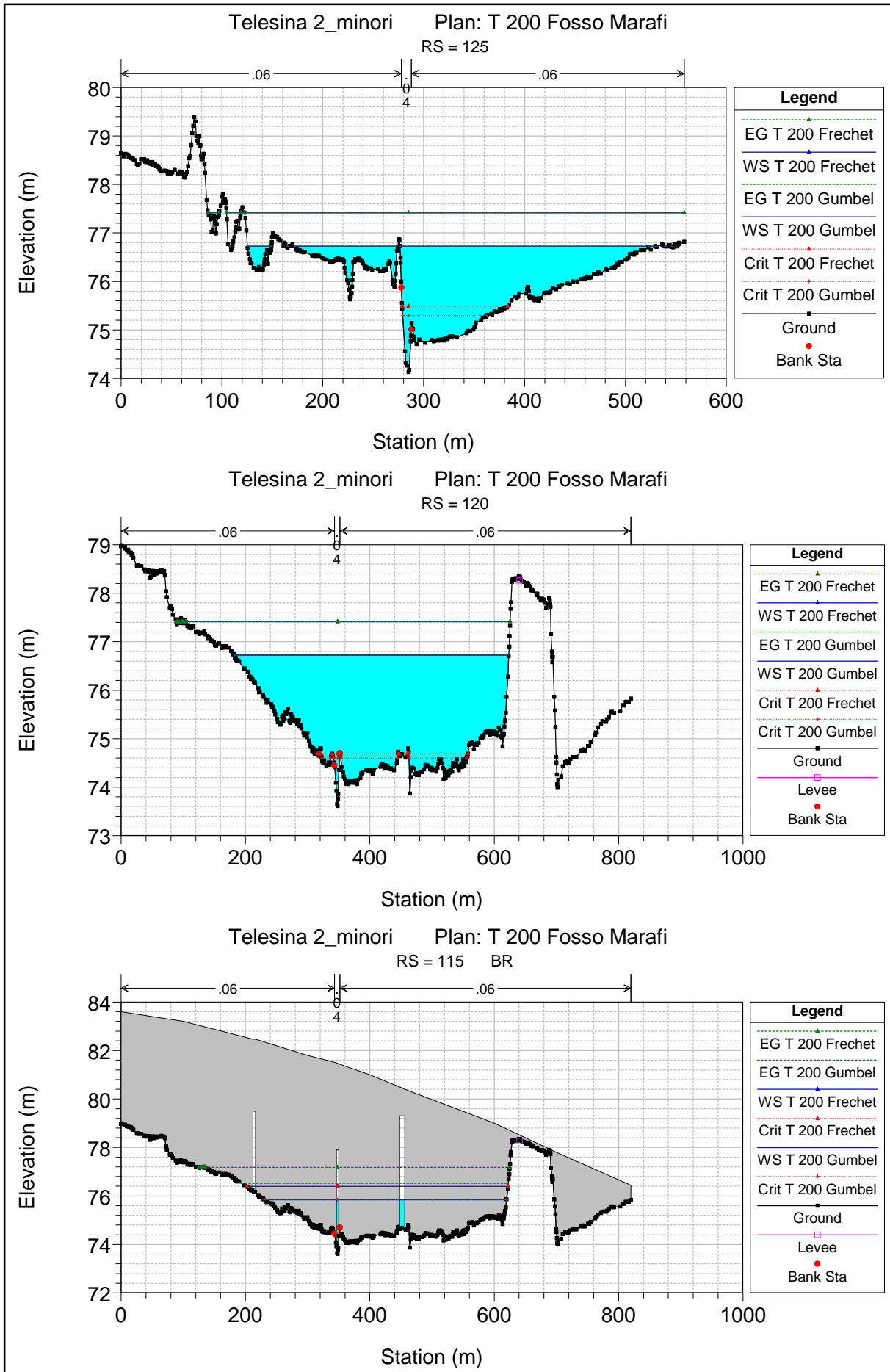
HEC-RAS Plan: VnePossente_post River: Vne Possente Reach: Vne Possente

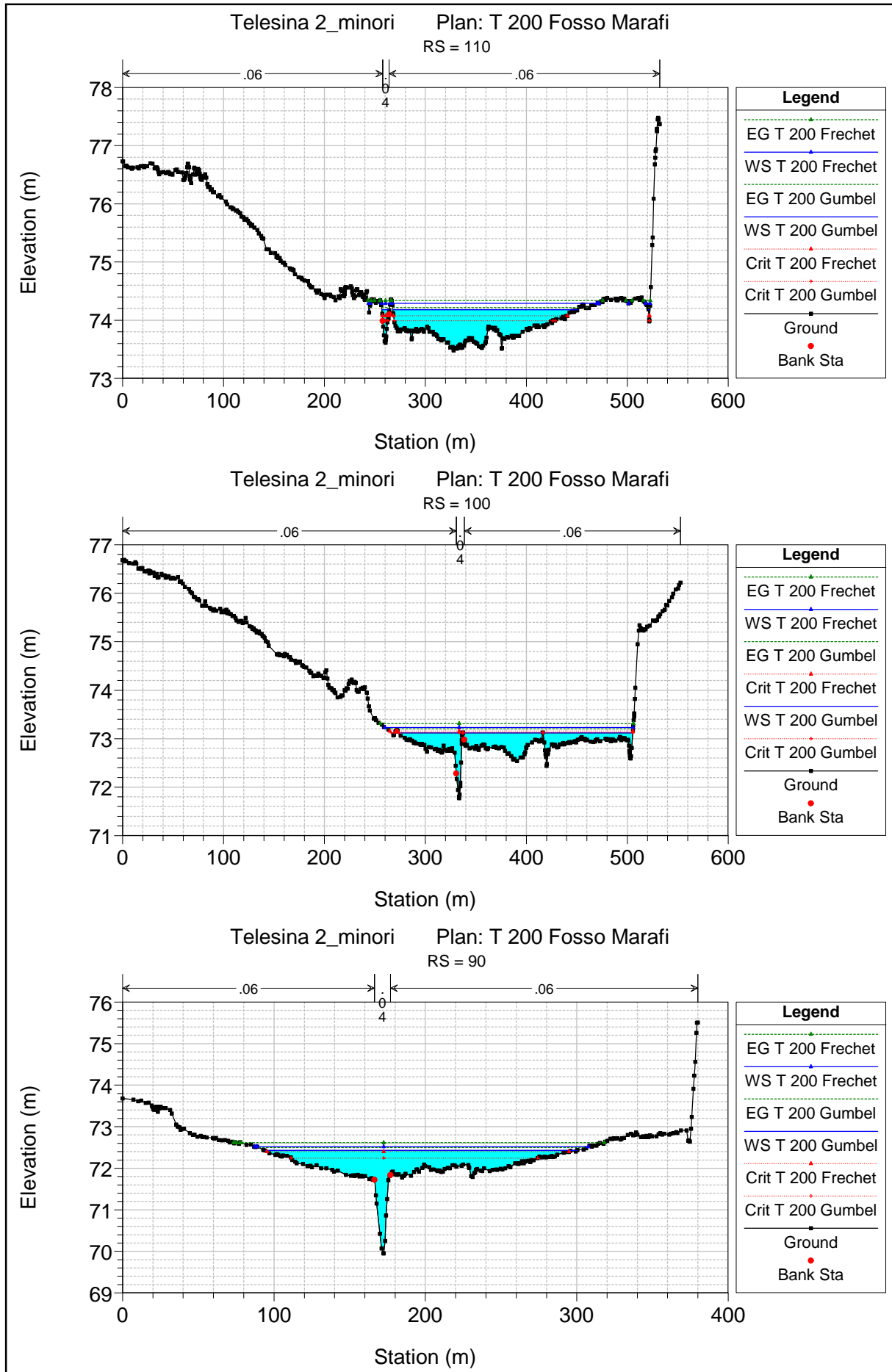
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Vne Possente	100	T 200 Gumbel	301.00	52.48	54.99	54.27	55.00	0.000448	0.85	843.93	937.56	0.19
Vne Possente	100	T 200 Frechet	458.00	52.48	55.48	54.40	55.49	0.000276	0.76	1311.56	989.41	0.15
Vne Possente	90	T 200 Gumbel	301.00	52.41	54.99	54.10	54.99	0.000287	0.67	989.06	983.60	0.15
Vne Possente	90	T 200 Frechet	458.00	52.41	55.47	54.25	55.48	0.000192	0.63	1482.02	1027.99	0.13
Vne Possente	80	T 200 Gumbel	301.00	52.40	54.76	54.19	54.96	0.002045	1.99	151.11	98.88	0.51
Vne Possente	80	T 200 Frechet	458.00	52.40	55.47	54.52	55.48	0.000135	0.65	1505.69	1041.12	0.14
Vne Possente	70	T 200 Gumbel	301.00	52.35	54.72	54.13	54.92	0.001985	1.97	152.53	99.00	0.51
Vne Possente	70	T 200 Frechet	458.00	52.35	55.47	54.47	55.47	0.000126	0.63	1504.48	979.92	0.14
Vne Possente	65 BR U	T 200 Gumbel	301.00	52.35	54.59	54.16	54.85	0.003050	2.25	133.49	92.96	0.60
Vne Possente	65 BR U	T 200 Frechet	458.00	52.35	55.16	54.51	55.40	0.002073	2.24	246.10	161.01	0.41
Vne Possente	65 BR D	T 200 Gumbel	301.00	52.30	54.52	54.11	54.79	0.003202	2.29	131.42	92.78	0.61
Vne Possente	65 BR D	T 200 Frechet	458.00	52.30	55.14	54.46	55.35	0.001825	2.14	263.81	159.51	0.38
Vne Possente	60	T 200 Gumbel	301.00	52.30	54.47	54.09	54.73	0.003101	2.27	132.53	97.37	0.62
Vne Possente	60	T 200 Frechet	458.00	52.30	55.23	54.42	55.24	0.000195	0.75	1333.14	1089.37	0.17
Vne Possente	50	T 200 Gumbel	301.00	52.25	54.24	54.04	54.59	0.004944	2.63	114.48	95.87	0.77
Vne Possente	50	T 200 Frechet	458.00	52.25	54.38	54.38	55.03	0.008079	3.59	127.69	96.97	1.00
Vne Possente	40	T 200 Gumbel	301.00	52.19	54.39	54.00	54.42	0.001332	1.41	553.03	864.09	0.32
Vne Possente	40	T 200 Frechet	458.00	52.19	54.63	54.18	54.66	0.001255	1.48	769.08	943.96	0.32
Vne Possente	30	T 200 Gumbel	301.00	52.34	54.37	53.81	54.38	0.000787	0.98	666.50	865.37	0.24
Vne Possente	30	T 200 Frechet	458.00	52.34	54.61	53.90	54.62	0.000849	1.11	883.79	940.17	0.26
Vne Possente	20	T 200 Gumbel	301.00	52.35	54.35	53.78	54.36	0.000788	0.95	673.31	917.55	0.24
Vne Possente	20	T 200 Frechet	458.00	52.35	54.59	53.88	54.60	0.000825	1.07	894.64	942.54	0.25
Vne Possente	10	T 200 Gumbel	301.00	52.10	54.32	53.84	54.34	0.001000	1.15	619.70	845.73	0.27
Vne Possente	10	T 200 Frechet	458.00	52.10	54.56	53.98	54.58	0.001001	1.25	832.31	932.48	0.28

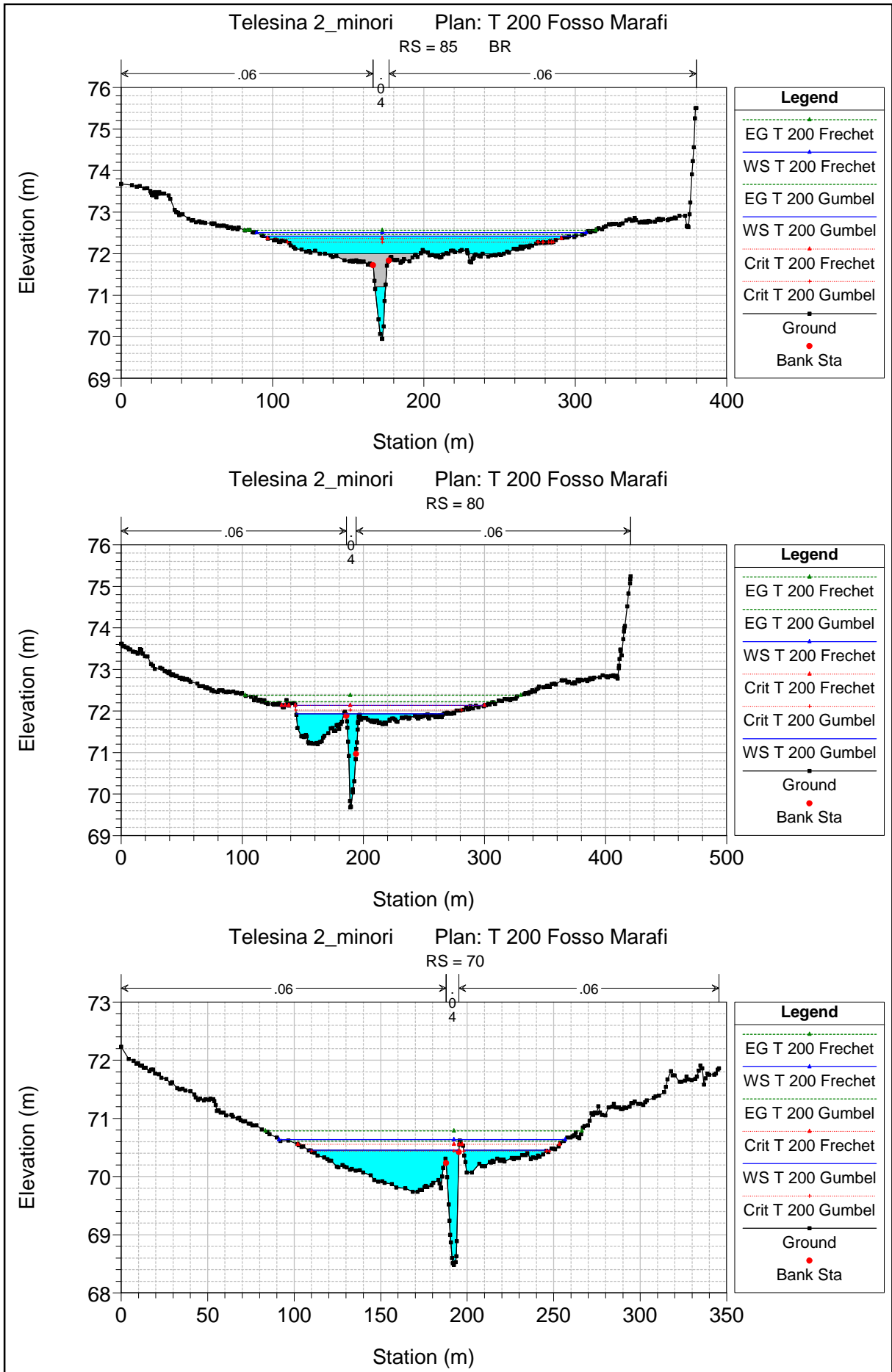
11.3.8 FOSSO MARAFI – VI24

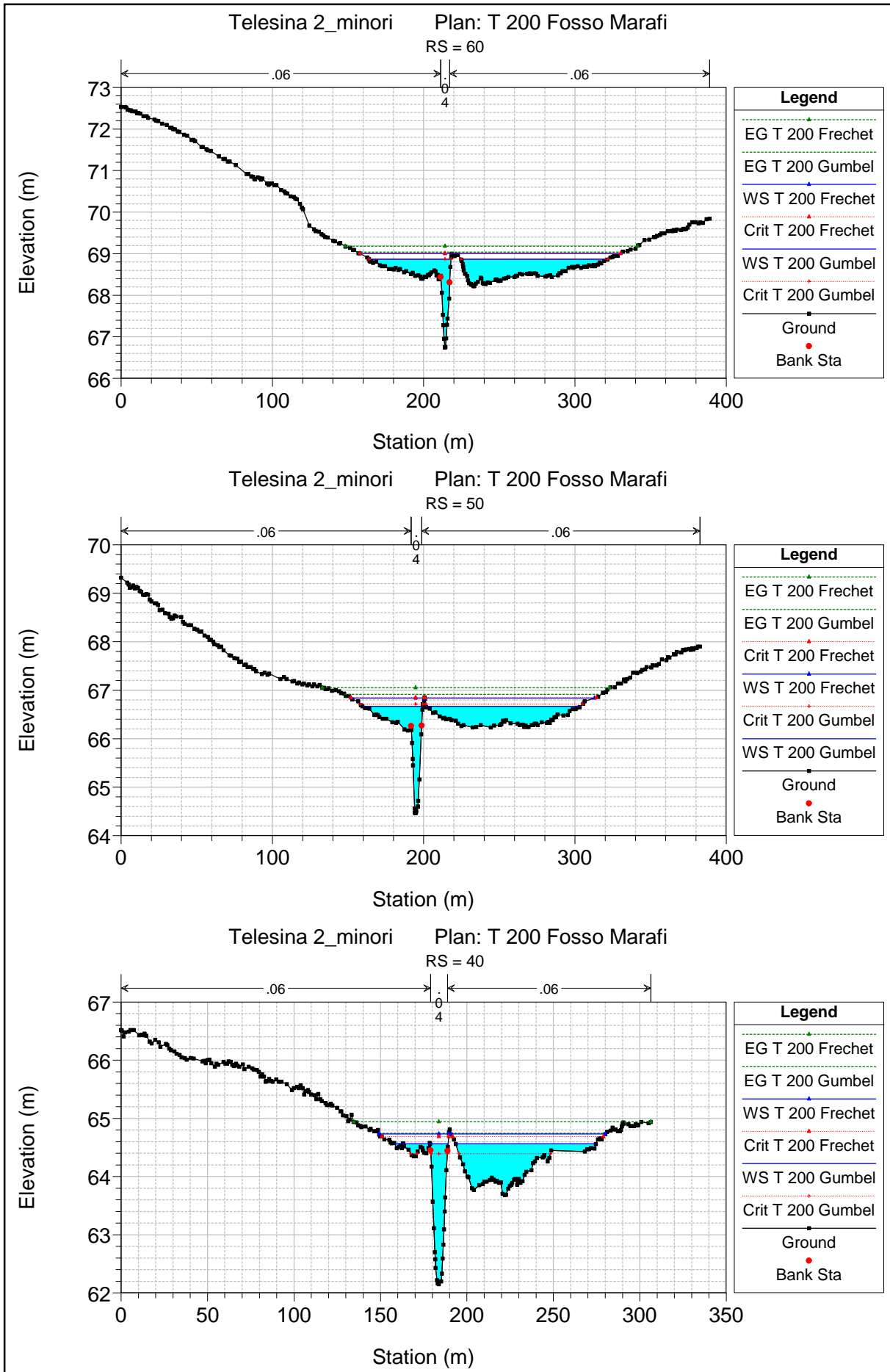
Si riportano le sezioni e le tabelle dei risultati dei modelli idraulici in moto permanente del Fosso Marafi, nelle condizioni ante operam e post operam, considerando la portata di progetto (Gumbel) e la portata di verifica (Fréchet) per il tempo di ritorno di 200 anni.

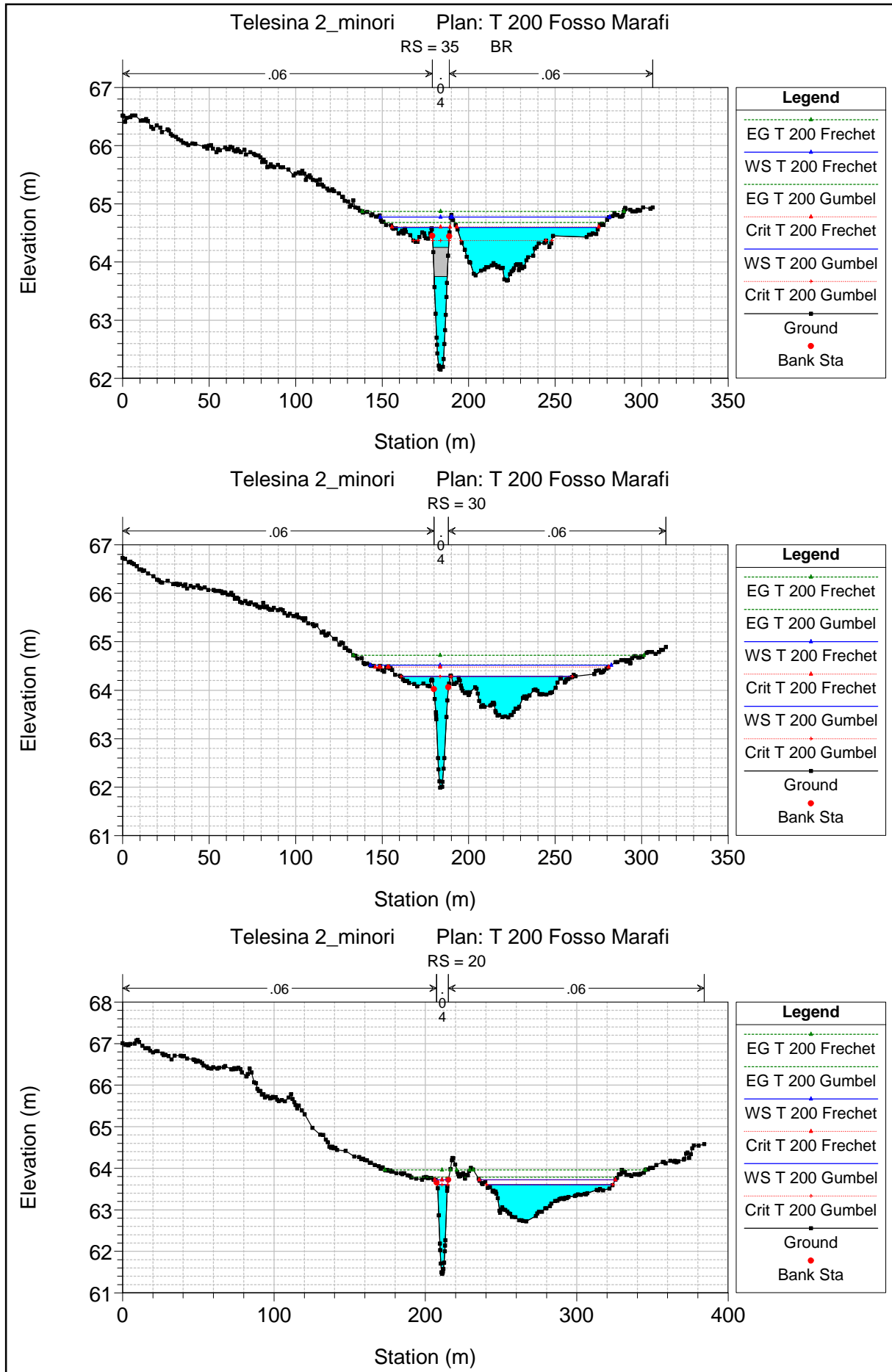


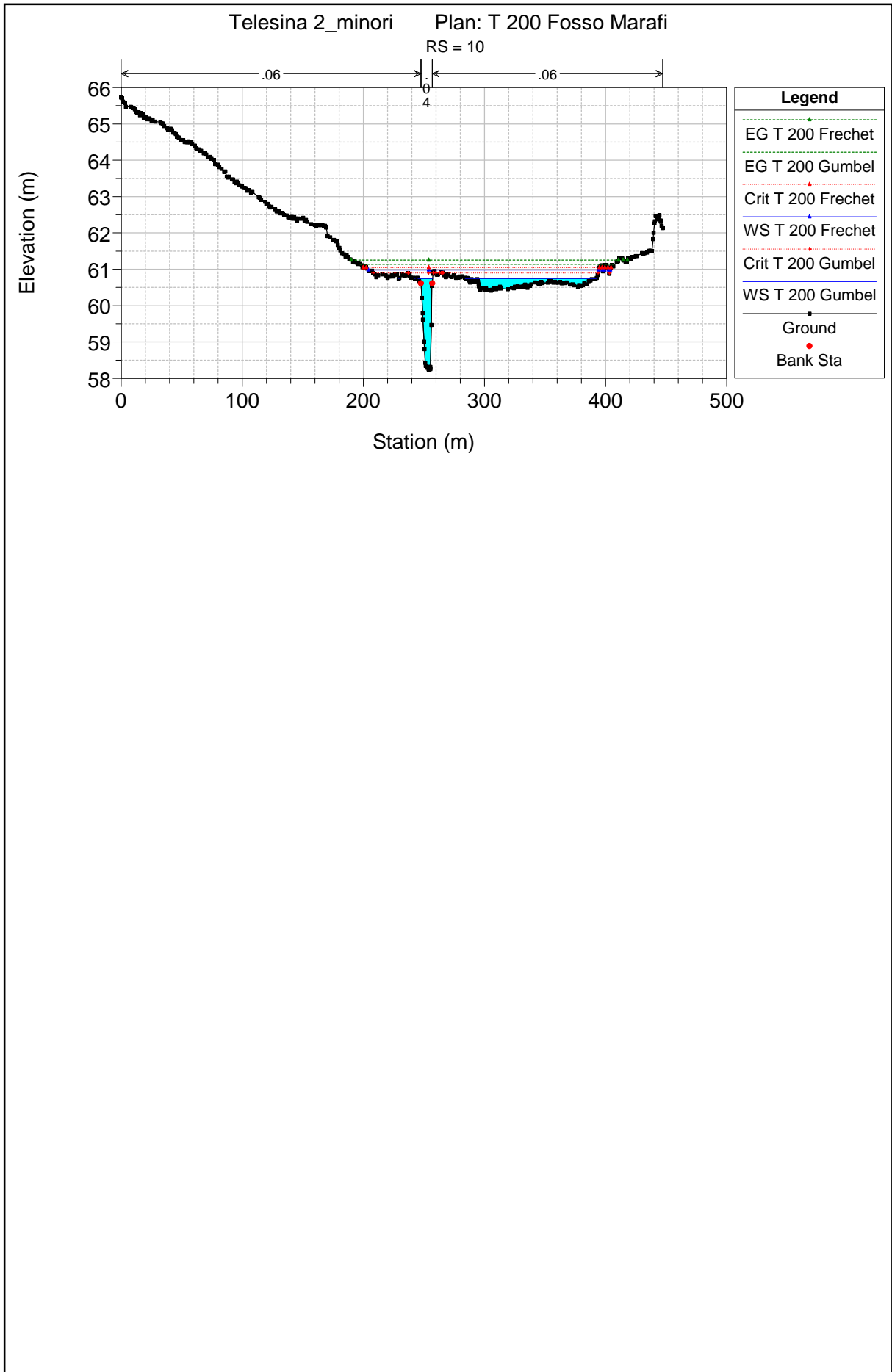








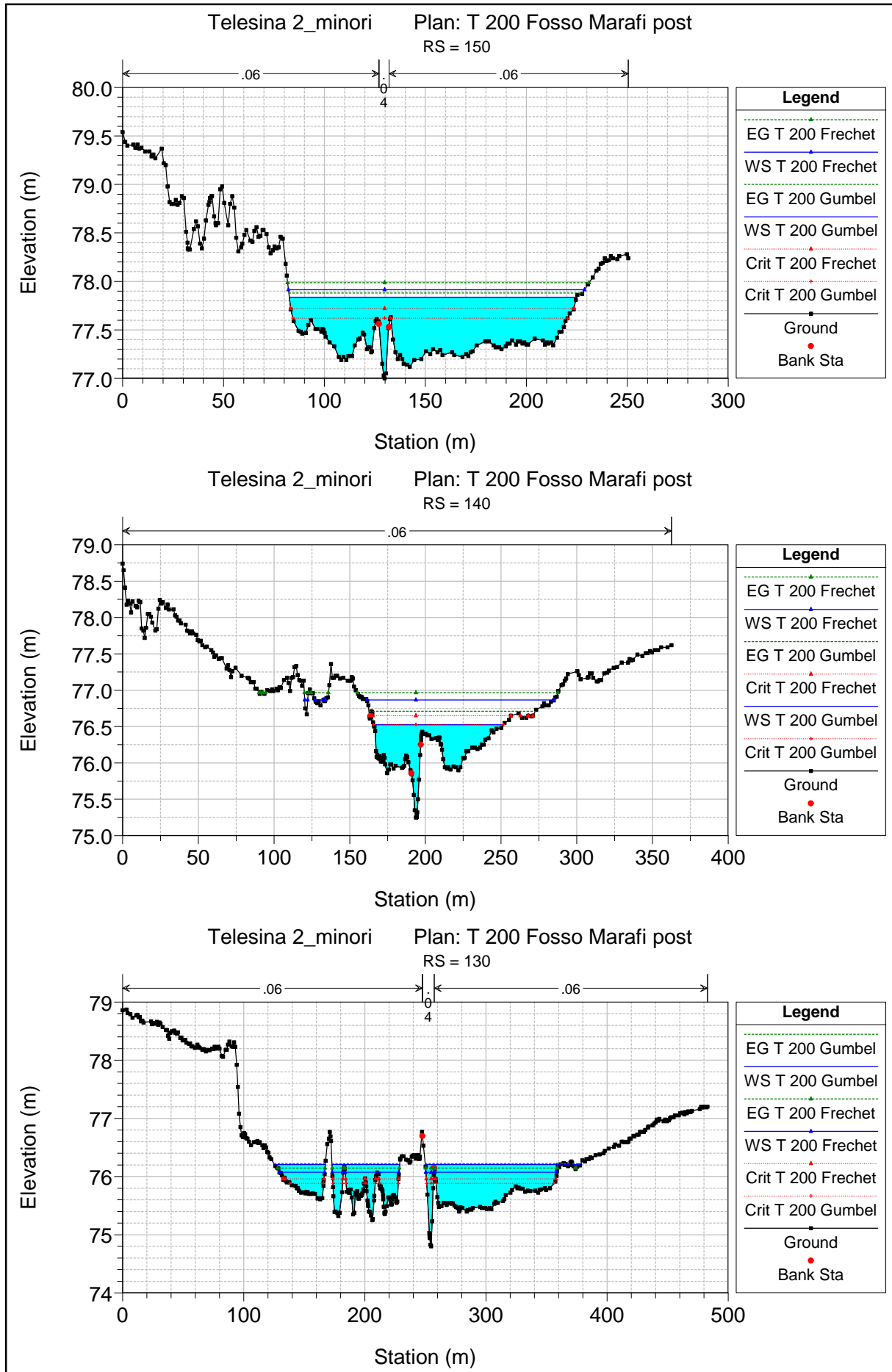


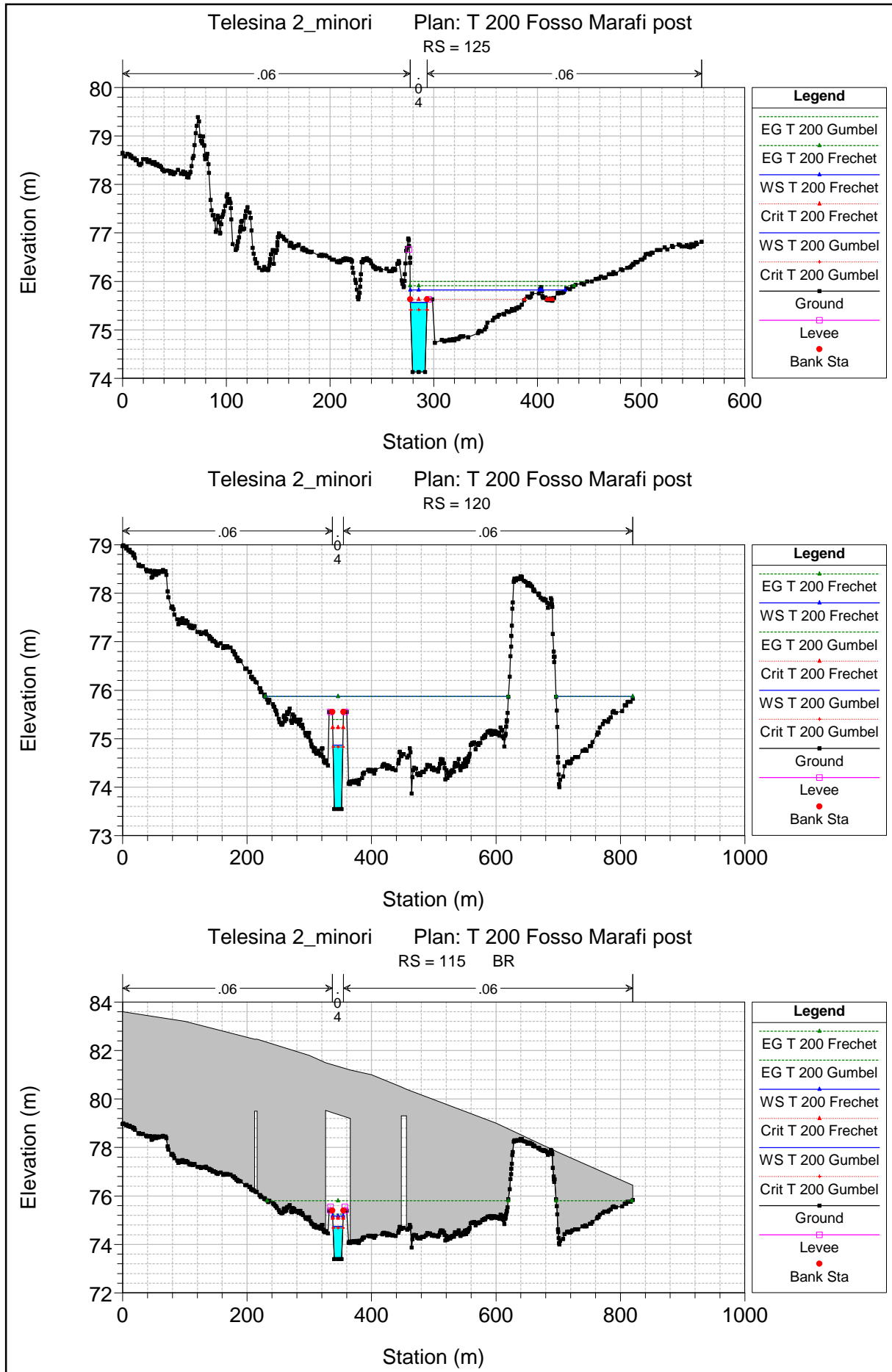


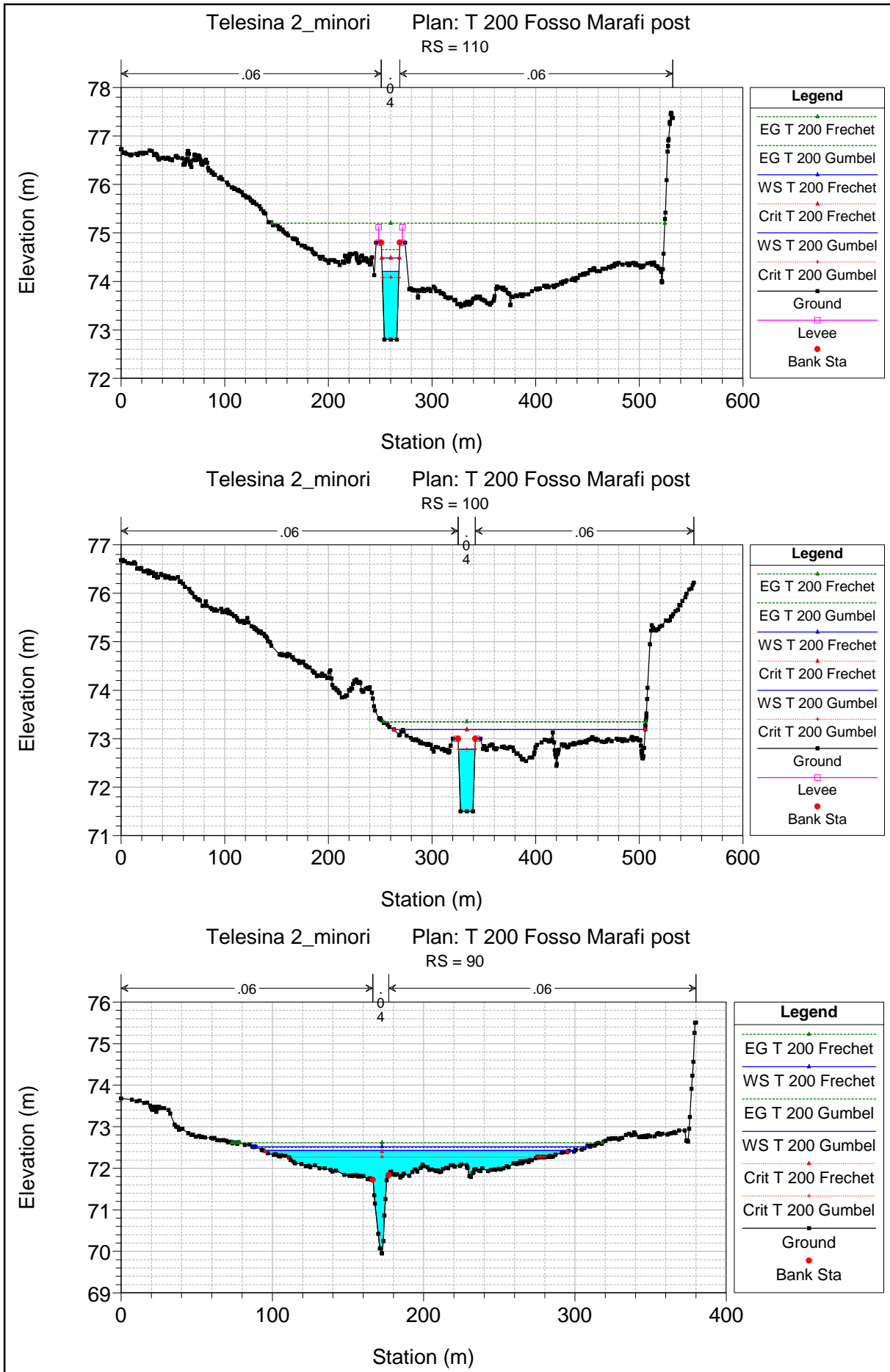
APPENDICE 3

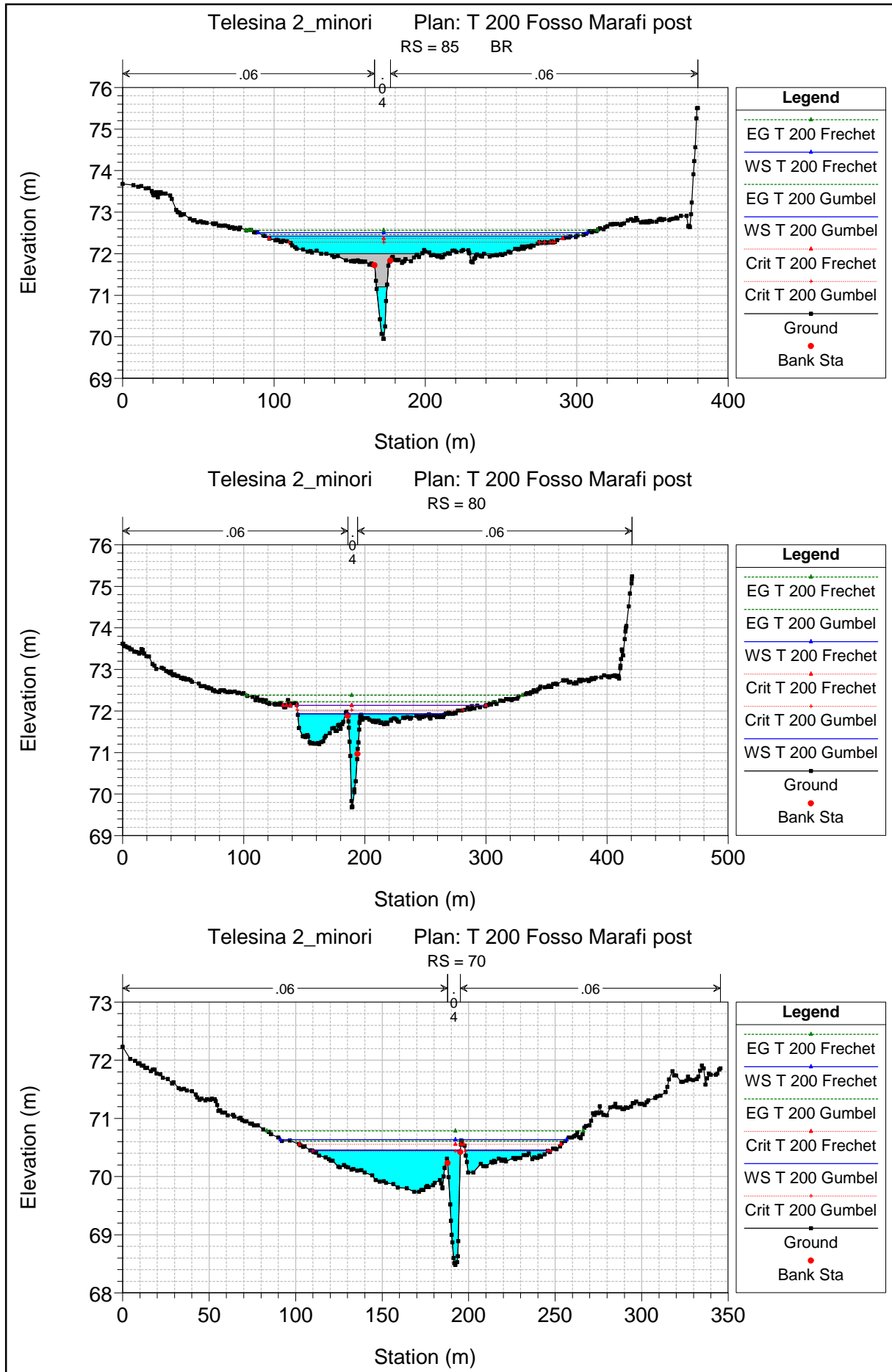
HEC-RAS Plan: Fso Marafi River: Fso Marafi Reach: Fso Marafi

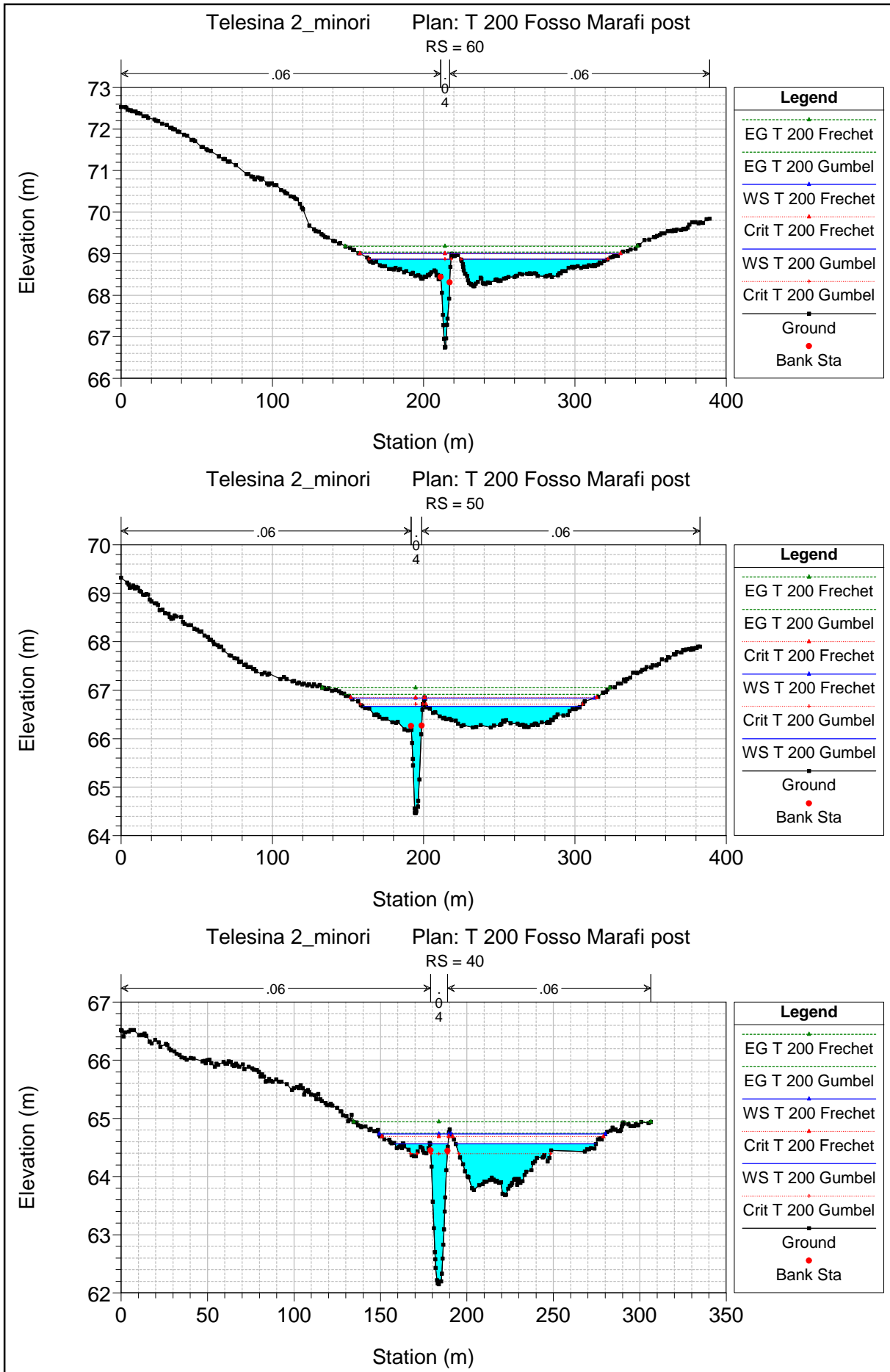
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Fso Marafi	150	T 200 Gumbel	59.20	77.00	77.75	77.62	77.81	0.012805	1.79	56.14	140.86	0.79
Fso Marafi	150	T 200 Frechet	91.70	77.00	77.72	77.72	77.90	0.040068	3.04	51.71	140.36	1.39
Fso Marafi	140	T 200 Gumbel	59.20	75.25	76.73	76.53	76.81	0.009218	1.69	55.20	111.88	0.51
Fso Marafi	140	T 200 Frechet	91.70	75.25	77.42	76.65	77.44	0.001399	0.90	183.37	270.66	0.21
Fso Marafi	130	T 200 Gumbel	59.20	74.80	76.73	75.88	76.73	0.000251	0.39	255.92	326.03	0.12
Fso Marafi	130	T 200 Frechet	91.70	74.80	77.42	75.96	77.42	0.000080	0.31	505.11	387.51	0.08
Fso Marafi	125	T 200 Gumbel	59.20	74.13	76.72	75.29	76.73	0.000110	0.41	322.62	395.49	0.09
Fso Marafi	125	T 200 Frechet	91.70	74.13	77.42	75.49	77.42	0.000043	0.31	627.87	461.05	0.06
Fso Marafi	120	T 200 Gumbel	59.20	73.61	76.73	74.60	76.73	0.000008	0.13	812.00	441.81	0.03
Fso Marafi	120	T 200 Frechet	91.70	73.61	77.42	74.69	77.42	0.000007	0.14	1145.11	529.39	0.03
Fso Marafi	115 BR U	T 200 Gumbel	59.20	73.61	75.84	75.84	76.52	0.026438	4.24	17.72	12.00	0.78
Fso Marafi	115 BR U	T 200 Frechet	91.70	73.61	76.40	76.40	77.18	0.026640	4.56	25.30	16.00	0.75
Fso Marafi	115 BR D	T 200 Gumbel	59.20	73.61	74.95	75.21	76.01	0.063580	5.41	13.60	12.01	1.26
Fso Marafi	115 BR D	T 200 Frechet	91.70	73.61	75.41	75.67	76.66	0.056917	5.77	19.15	12.00	1.18
Fso Marafi	110	T 200 Gumbel	59.20	73.61	74.18	73.99	74.22	0.008301	1.14	72.94	192.53	0.61
Fso Marafi	110	T 200 Frechet	91.70	73.61	74.29	74.07	74.34	0.009467	1.45	95.32	219.19	0.68
Fso Marafi	100	T 200 Gumbel	59.20	71.77	73.12	73.12	73.20	0.013283	2.32	63.56	234.75	0.85
Fso Marafi	100	T 200 Frechet	91.70	71.77	73.23	73.16	73.31	0.011853	2.31	90.87	246.31	0.82
Fso Marafi	90	T 200 Gumbel	59.20	69.95	72.43	72.24	72.50	0.002533	1.63	90.01	206.16	0.41
Fso Marafi	90	T 200 Frechet	91.70	69.95	72.52	72.40	72.62	0.003885	2.09	108.96	220.20	0.52
Fso Marafi	85 BR U	T 200 Gumbel	59.20	69.95	72.42	72.28	72.46	0.009225	1.26	72.28	205.60	0.18
Fso Marafi	85 BR U	T 200 Frechet	91.70	69.95	72.51	72.37	72.57	0.011431	1.49	90.77	217.78	0.21
Fso Marafi	85 BR D	T 200 Gumbel	59.20	69.68	72.28	72.28	72.37	0.023967	2.04	52.53	207.10	0.27
Fso Marafi	85 BR D	T 200 Frechet	91.70	69.68	72.43	72.34	72.50	0.015253	1.78	85.03	237.11	0.23
Fso Marafi	80	T 200 Gumbel	59.20	69.68	71.93	72.02	72.23	0.010913	3.05	39.68	120.27	0.82
Fso Marafi	80	T 200 Frechet	91.70	69.68	72.14	72.14	72.38	0.009292	3.08	68.47	159.48	0.77
Fso Marafi	70	T 200 Gumbel	59.20	68.48	70.45	70.44	70.61	0.008618	2.53	52.67	136.88	0.70
Fso Marafi	70	T 200 Frechet	91.70	68.48	70.63	70.56	70.79	0.008292	2.70	79.74	165.36	0.70
Fso Marafi	60	T 200 Gumbel	59.20	66.74	68.87	68.87	69.04	0.009223	2.75	55.76	151.36	0.74
Fso Marafi	60	T 200 Frechet	91.70	66.74	69.01	69.01	69.18	0.009944	3.04	78.11	172.30	0.78
Fso Marafi	50	T 200 Gumbel	59.20	64.46	66.67	66.71	66.91	0.009687	2.95	49.38	141.57	0.76
Fso Marafi	50	T 200 Frechet	91.70	64.46	66.84	66.85	67.05	0.009098	3.07	74.69	160.59	0.75
Fso Marafi	40	T 200 Gumbel	59.20	62.15	64.56	64.39	64.74	0.005608	2.34	50.34	111.29	0.59
Fso Marafi	40	T 200 Frechet	91.70	62.15	64.73	64.69	64.94	0.006642	2.72	70.83	129.56	0.66
Fso Marafi	35 BR U	T 200 Gumbel	59.20	62.15	64.59	64.37	64.68	0.013251	1.69	49.59	115.43	0.27
Fso Marafi	35 BR U	T 200 Frechet	91.70	62.15	64.77	64.60	64.87	0.011894	1.75	72.08	131.97	0.27
Fso Marafi	35 BR D	T 200 Gumbel	59.20	61.99	64.58	64.24	64.62	0.004825	1.00	76.58	147.90	0.16
Fso Marafi	35 BR D	T 200 Frechet	91.70	61.99	64.76	64.38	64.80	0.005010	1.12	105.60	171.66	0.17
Fso Marafi	30	T 200 Gumbel	59.20	61.99	64.28	64.28	64.52	0.009472	2.79	42.91	98.52	0.76
Fso Marafi	30	T 200 Frechet	91.70	61.99	64.52	64.48	64.72	0.008136	2.87	71.29	139.35	0.72
Fso Marafi	20	T 200 Gumbel	59.20	61.46	63.60	63.60	63.79	0.011154	2.72	44.18	90.40	0.77
Fso Marafi	20	T 200 Frechet	91.70	61.46	63.72	63.72	63.96	0.015304	3.21	55.67	99.03	0.91
Fso Marafi	10	T 200 Gumbel	59.20	58.24	60.75	60.90	61.14	0.008671	3.00	35.79	120.31	0.72
Fso Marafi	10	T 200 Frechet	91.70	58.24	60.98	61.05	61.26	0.007127	2.95	73.86	193.10	0.66

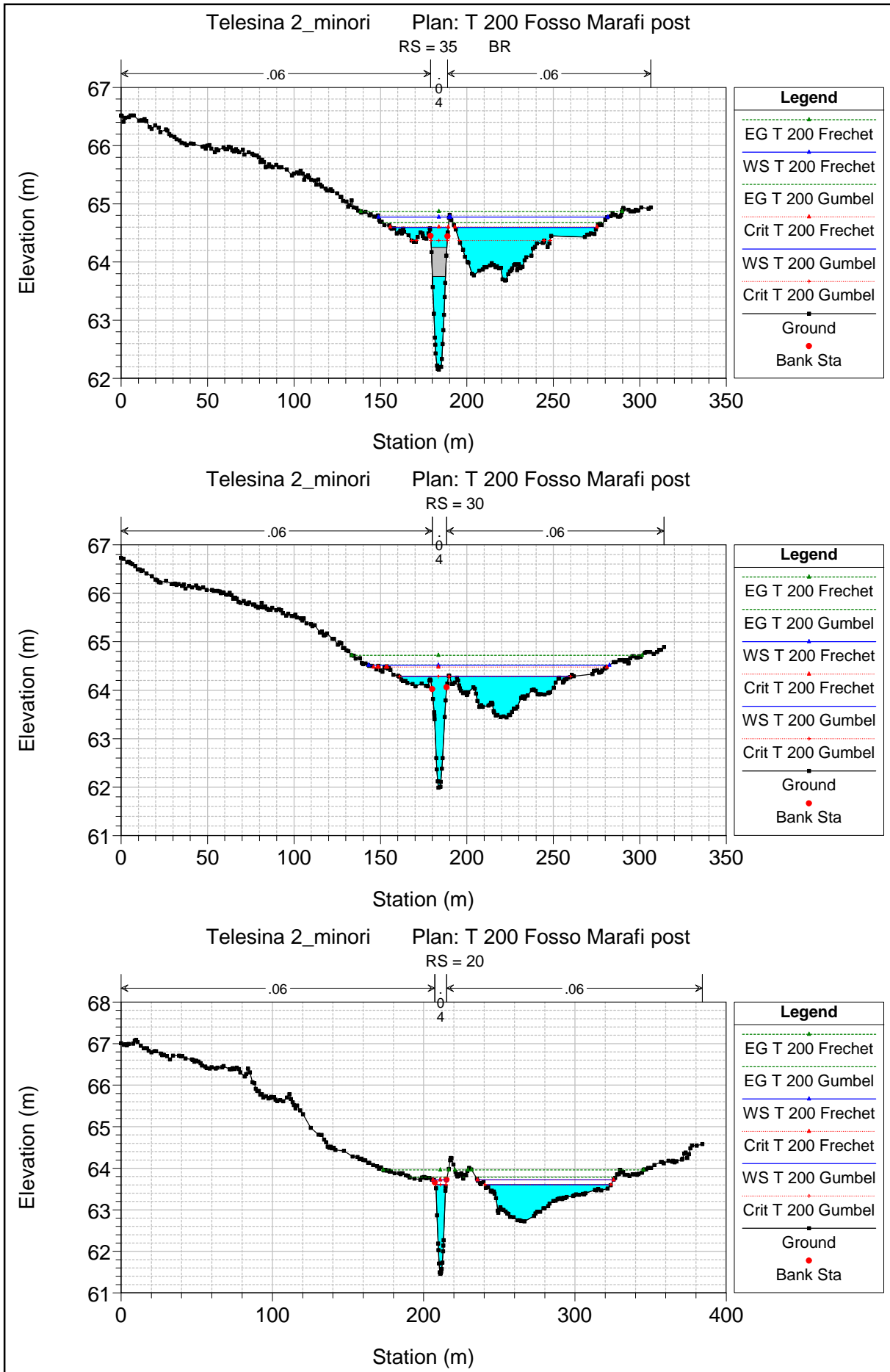


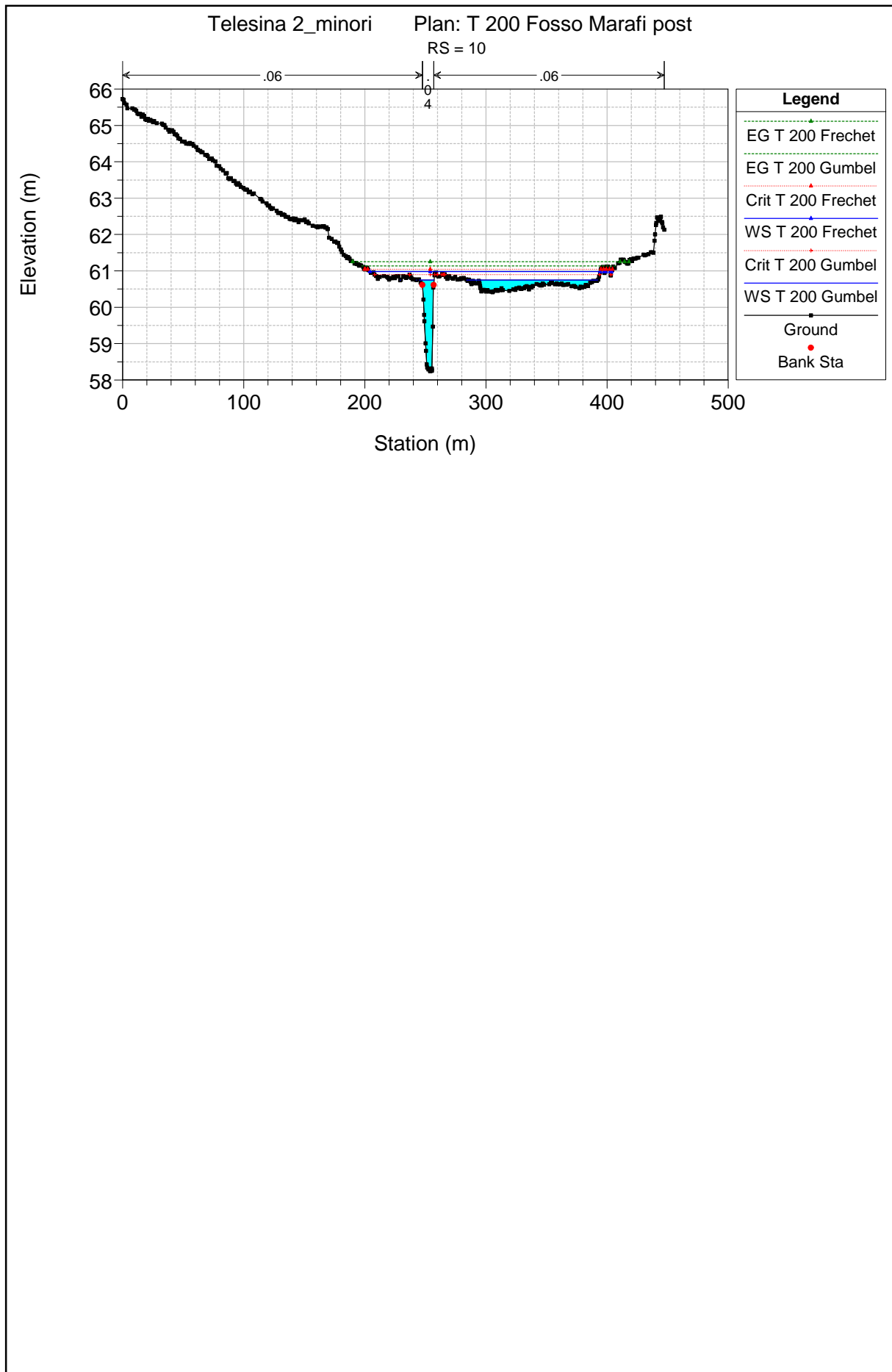












APPENDICE 3

HEC-RAS Plan: FMarafi_post River: Fso Marafi Reach: Fso Marafi

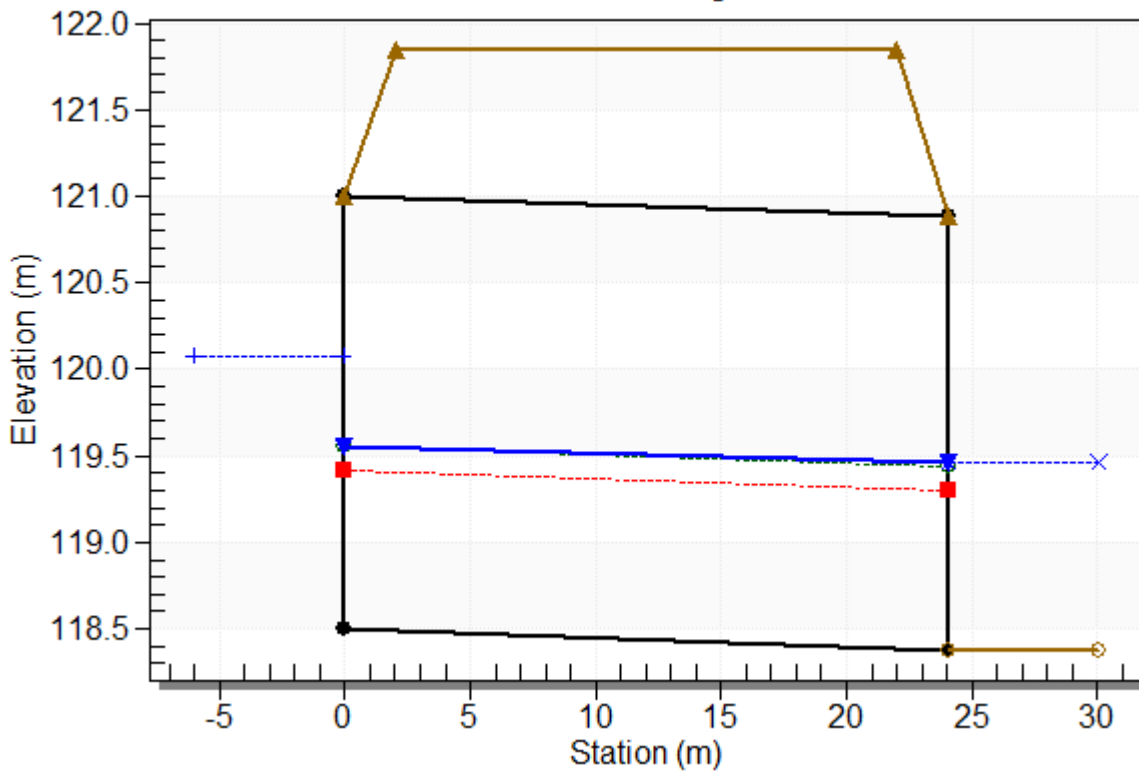
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Fso Marafi	150	T 200 Gumbel	59.20	77.00	77.84	77.62	77.88	0.006799	1.45	68.32	142.38	0.59
Fso Marafi	150	T 200 Frechet	91.70	77.00	77.91	77.72	77.99	0.010386	1.94	79.30	146.69	0.75
Fso Marafi	140	T 200 Gumbel	59.20	75.25	76.53	76.53	76.71	0.029171	2.63	34.92	85.67	0.87
Fso Marafi	140	T 200 Frechet	91.70	75.25	76.87	76.65	76.97	0.011432	2.03	71.08	132.16	0.58
Fso Marafi	130	T 200 Gumbel	59.20	74.80	76.21	75.88	76.22	0.002237	0.93	110.91	218.78	0.34
Fso Marafi	130	T 200 Frechet	91.70	74.80	76.07	75.96	76.15	0.012355	2.06	83.72	198.55	0.79
Fso Marafi	125	T 200 Gumbel	59.20	74.13	75.56	75.41	76.00	0.010890	2.92	20.30	16.30	0.83
Fso Marafi	125	T 200 Frechet	91.70	74.13	75.82	75.63	75.91	0.003069	1.74	97.48	147.87	0.46
Fso Marafi	120	T 200 Gumbel	59.20	73.55	74.87	74.83	75.39	0.014520	3.21	18.44	15.96	0.95
Fso Marafi	120	T 200 Frechet	91.70	73.55	75.87	75.23	75.87	0.000076	0.33	551.05	514.17	0.07
Fso Marafi	115 BR U	T 200 Gumbel	59.20	73.40	74.74	74.68	75.25	0.013655	3.15	18.82	16.03	0.93
Fso Marafi	115 BR U	T 200 Frechet	91.70	73.40	75.17	75.08	75.81	0.012684	3.54	25.90	17.30	0.92
Fso Marafi	115 BR D	T 200 Gumbel	59.20	73.12	74.53	74.40	74.98	0.011659	2.98	19.84	16.22	0.86
Fso Marafi	115 BR D	T 200 Frechet	91.70	73.12	75.00	74.80	75.55	0.010215	3.29	27.89	17.64	0.84
Fso Marafi	110	T 200 Gumbel	59.20	72.80	74.21	74.08	74.66	0.011689	2.99	19.82	16.22	0.86
Fso Marafi	110	T 200 Frechet	91.70	72.80	74.48	74.48	75.20	0.014986	3.75	24.48	17.05	1.00
Fso Marafi	100	T 200 Gumbel	59.20	71.50	72.78	72.78	73.34	0.016040	3.32	17.84	15.84	1.00
Fso Marafi	100	T 200 Frechet	91.70	71.50	73.19	73.19	73.35	0.005145	2.25	92.36	242.46	0.59
Fso Marafi	90	T 200 Gumbel	59.20	69.95	72.43	72.27	72.50	0.002533	1.63	90.01	206.16	0.41
Fso Marafi	90	T 200 Frechet	91.70	69.95	72.52	72.40	72.62	0.003885	2.09	108.96	220.20	0.52
Fso Marafi	85 BR U	T 200 Gumbel	59.20	69.95	72.42	72.28	72.46	0.009225	1.26	72.28	205.60	0.18
Fso Marafi	85 BR U	T 200 Frechet	91.70	69.95	72.51	72.37	72.57	0.011431	1.49	90.77	217.78	0.21
Fso Marafi	85 BR D	T 200 Gumbel	59.20	69.68	72.28	72.28	72.37	0.023967	2.04	52.53	207.10	0.27
Fso Marafi	85 BR D	T 200 Frechet	91.70	69.68	72.43	72.34	72.50	0.015253	1.78	85.03	237.11	0.23
Fso Marafi	80	T 200 Gumbel	59.20	69.68	71.93	72.02	72.23	0.010913	3.05	39.68	120.27	0.82
Fso Marafi	80	T 200 Frechet	91.70	69.68	72.14	72.14	72.38	0.009292	3.08	68.47	159.48	0.77
Fso Marafi	70	T 200 Gumbel	59.20	68.48	70.45	70.44	70.61	0.008618	2.53	52.67	136.88	0.70
Fso Marafi	70	T 200 Frechet	91.70	68.48	70.63	70.56	70.79	0.008292	2.70	79.74	165.36	0.70
Fso Marafi	60	T 200 Gumbel	59.20	66.74	68.87	68.87	69.04	0.009223	2.75	55.76	151.36	0.74
Fso Marafi	60	T 200 Frechet	91.70	66.74	69.01	69.01	69.18	0.009944	3.04	78.11	172.30	0.78
Fso Marafi	50	T 200 Gumbel	59.20	64.46	66.67	66.71	66.91	0.009687	2.95	49.38	141.57	0.76
Fso Marafi	50	T 200 Frechet	91.70	64.46	66.84	66.85	67.05	0.009098	3.07	74.69	160.59	0.75
Fso Marafi	40	T 200 Gumbel	59.20	62.15	64.56	64.39	64.74	0.005608	2.34	50.34	111.29	0.59
Fso Marafi	40	T 200 Frechet	91.70	62.15	64.73	64.69	64.94	0.006642	2.72	70.83	129.56	0.66
Fso Marafi	35 BR U	T 200 Gumbel	59.20	62.15	64.59	64.37	64.68	0.013251	1.69	49.59	115.43	0.27
Fso Marafi	35 BR U	T 200 Frechet	91.70	62.15	64.77	64.60	64.87	0.011894	1.75	72.08	131.97	0.27
Fso Marafi	35 BR D	T 200 Gumbel	59.20	61.99	64.58	64.24	64.62	0.004825	1.00	76.58	147.90	0.16
Fso Marafi	35 BR D	T 200 Frechet	91.70	61.99	64.76	64.38	64.80	0.005010	1.12	105.60	171.66	0.17
Fso Marafi	30	T 200 Gumbel	59.20	61.99	64.28	64.28	64.52	0.009472	2.79	42.91	98.52	0.76
Fso Marafi	30	T 200 Frechet	91.70	61.99	64.52	64.48	64.72	0.008136	2.87	71.29	139.35	0.72
Fso Marafi	20	T 200 Gumbel	59.20	61.46	63.60	63.60	63.79	0.011154	2.72	44.18	90.40	0.77
Fso Marafi	20	T 200 Frechet	91.70	61.46	63.72	63.72	63.96	0.015304	3.21	55.67	99.03	0.91
Fso Marafi	10	T 200 Gumbel	59.20	58.24	60.75	60.90	61.14	0.008671	3.00	35.79	120.31	0.72
Fso Marafi	10	T 200 Frechet	91.70	58.24	60.98	61.05	61.26	0.007127	2.95	73.86	193.10	0.66

11.4 APPENDICE 4 – TOMBINI IDRAULICI

Si riportano i risultati delle verifiche dei tombini idraulici con la portata di progetto (Gumbel) per il tempo di ritorno di 200 anni.

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO01**Crossing - TO01, Design Discharge - 13.80 cms**

Culvert - TO01, Culvert Discharge - 13.80 cms

**Site Data - TO01**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 118.50 m

Outlet Station: 24.04 m

Outlet Elevation: 118.38 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO01

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 5000.00 mm

Barrel Rise: 2500.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

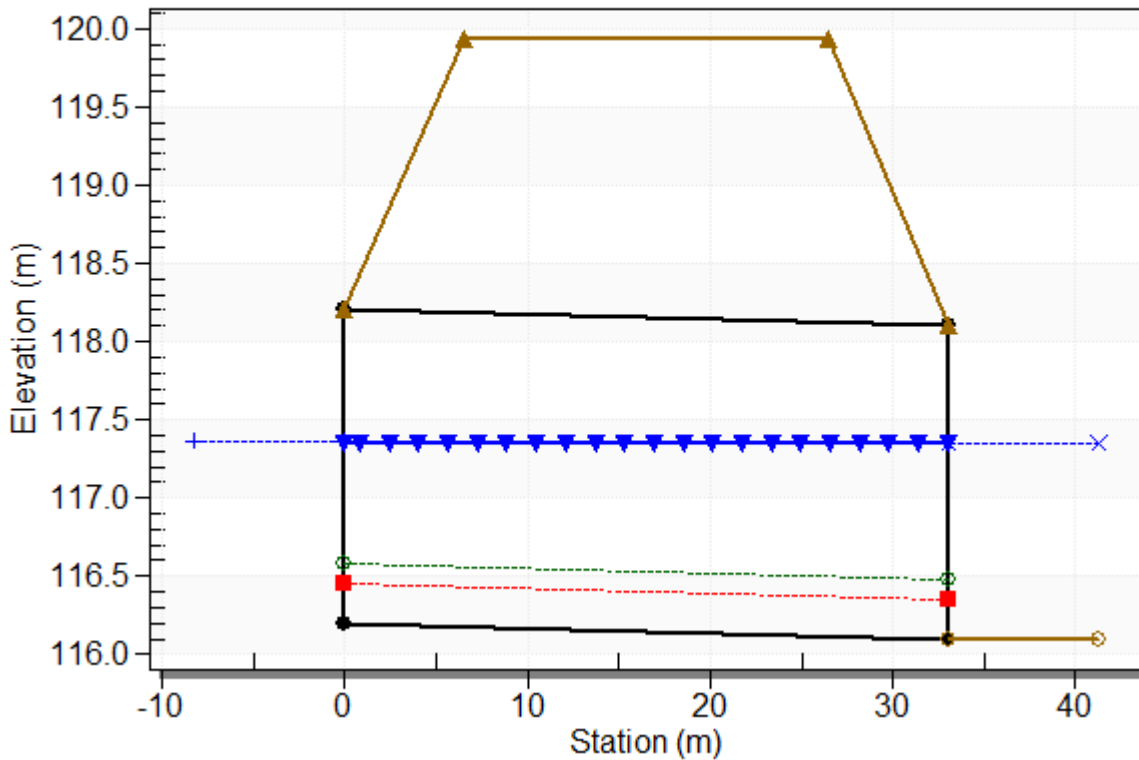
Inlet Depression: None

Table 1 - Culvert Summary Table: T001

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	119.31	0.798	0.807	3-M1t	0.537	0.467	0.624	0.624	1.602	3.770
6.39	6.39	119.45	0.940	0.949	3-M1t	0.630	0.550	0.715	0.715	1.787	4.035
7.78	7.78	119.58	1.072	1.081	3-M1t	0.717	0.627	0.796	0.796	1.955	4.257
9.17	9.17	119.70	1.196	1.205	3-M1t	0.800	0.700	0.870	0.870	2.108	4.449
10.56	10.56	119.82	1.312	1.323	3-M1t	0.879	0.769	0.938	0.938	2.252	4.618
11.95	11.95	119.94	1.421	1.436	3-M1t	0.956	0.835	1.001	1.001	2.387	4.771
13.34	13.34	120.04	1.526	1.544	3-M1t	1.030	0.898	1.061	1.061	2.515	4.911
13.80	13.80	120.08	1.560	1.578	3-M1t	1.054	0.919	1.080	1.080	2.556	4.954
16.12	16.12	120.25	1.725	1.751	3-M2t	1.172	1.019	1.170	1.170	2.754	5.157
17.51	17.51	120.35	1.821	1.850	3-M2t	1.241	1.077	1.221	1.221	2.867	5.269
18.90	18.90	120.45	1.914	1.947	3-M2t	1.309	1.133	1.270	1.270	2.976	5.373

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO02**Crossing - TO02, Design Discharge - 0.80 cms**

Culvert - TO02, Culvert Discharge - 0.80 cms

**Site Data - TO02**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 116.20 m

Outlet Station: 33.00 m

Outlet Elevation: 116.10 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO02

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

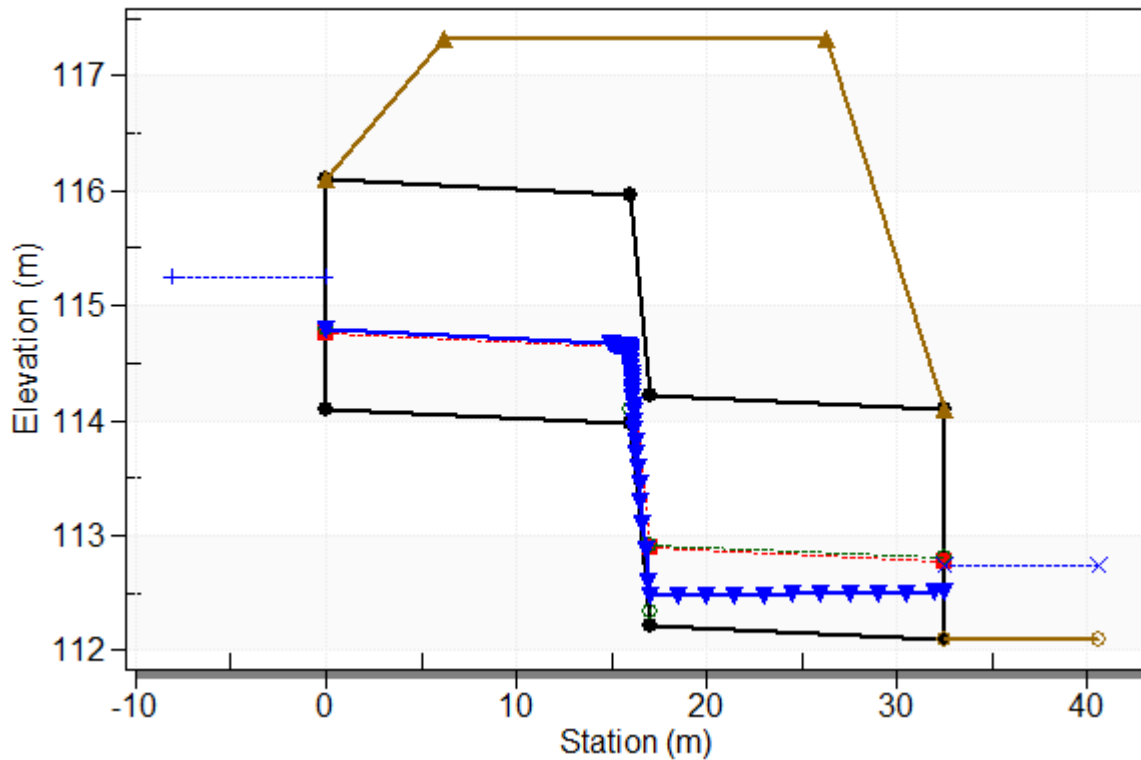
Table 2 - Culvert Summary Table: T002

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.20	0.20	117.35	0.172	1.151	3-M1t	0.153	0.101	1.250	1.250	0.080	0.000
0.30	0.30	117.35	0.226	1.152	3-M1t	0.199	0.132	1.250	1.250	0.120	0.000
0.40	0.40	117.35	0.273	1.153	3-M1t	0.239	0.160	1.250	1.250	0.160	0.000
0.50	0.50	117.35	0.317	1.155	3-M1t	0.277	0.185	1.250	1.250	0.200	0.000
0.60	0.60	117.36	0.358	1.157	3-M1t	0.313	0.209	1.250	1.250	0.240	0.000
0.70	0.70	117.36	0.397	1.160	3-M1t	0.347	0.232	1.250	1.250	0.280	0.000
0.80	0.80	117.36	0.434	1.163	3-M1t	0.379	0.254	1.250	1.250	0.320	0.000
0.90	0.90	117.37	0.470	1.166	3-M1t	0.411	0.274	1.250	1.250	0.360	0.000
1.00	1.00	117.37	0.504	1.170	3-M1t	0.441	0.294	1.250	1.250	0.400	0.000
1.10	1.10	117.37	0.537	1.174	3-M1t	0.471	0.314	1.250	1.250	0.440	0.000
1.20	1.20	117.38	0.569	1.178	3-M1t	0.501	0.332	1.250	1.250	0.480	0.000

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO03

Crossing - TO03, Design Discharge - 5.10 cms

Culvert - TO03, Culvert Discharge - 5.10 cms

**Site Data - TO03**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 114.10 m

Upper Break Station: 16.00 m

Upper Break Elevation: 113.97 m

Lower Break Station: 17.00 m

Lower Break Elevation: 112.22 m

Outlet Station: 32.50 m

Outlet Elevation: 112.10 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO03

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 3000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Upper & Middle Section Material: Concrete

Lower Section Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Upper & Middle Section Manning's n: 0.0230

Lower Section Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Double Broken-back

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

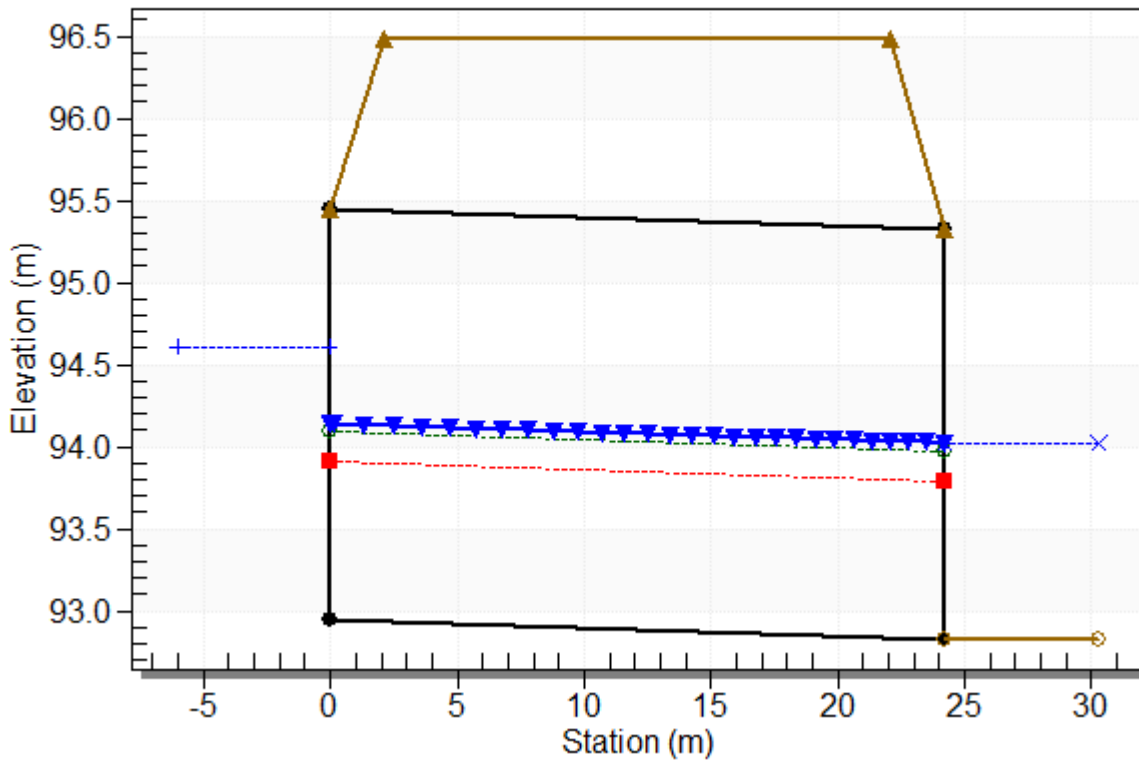
Inlet Depression: None

Table 3 - Culvert Summary Table: T003

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	115.24	1.061	1.140	2-M2c	0.000	0.000	0.401	0.624	4.155	3.056
5.10	5.10	115.26	1.076	1.155	2-M2c	0.000	0.620	0.405	0.631	4.193	3.074
5.40	5.40	115.30	1.118	1.200	2-M2c	0.000	0.000	0.418	0.652	4.310	3.125
5.60	5.60	115.33	1.146	1.229	2-M2c	0.000	0.000	0.426	0.665	4.384	3.159
5.80	5.80	115.36	1.174	1.258	2-M2c	0.000	0.000	0.434	0.679	4.454	3.191
6.00	6.00	115.39	1.201	1.286	2-M2c	0.000	0.000	0.442	0.692	4.524	3.222
6.20	6.20	115.41	1.228	1.314	2-M2c	0.000	0.000	0.450	0.705	4.589	3.253
6.40	6.40	115.44	1.255	1.342	2-M2c	0.000	0.000	0.458	0.718	4.654	3.282
6.60	6.60	115.47	1.282	1.370	2-M2c	0.000	0.000	0.467	0.730	4.714	3.311
6.80	6.80	115.50	1.308	1.397	2-M2c	0.000	0.000	0.475	0.742	4.775	3.340
7.00	7.00	115.52	1.334	1.424	2-M2c	0.000	0.000	0.483	0.755	4.832	3.367

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO05**Crossing - TO05, Design Discharge - 11.80 cms**

Culvert - TO05, Culvert Discharge - 11.80 cms

**Site Data - TO05**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 92.95 m

Outlet Station: 24.20 m

Outlet Elevation: 92.83 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO05

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 4000.00 mm

Barrel Rise: 2500.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

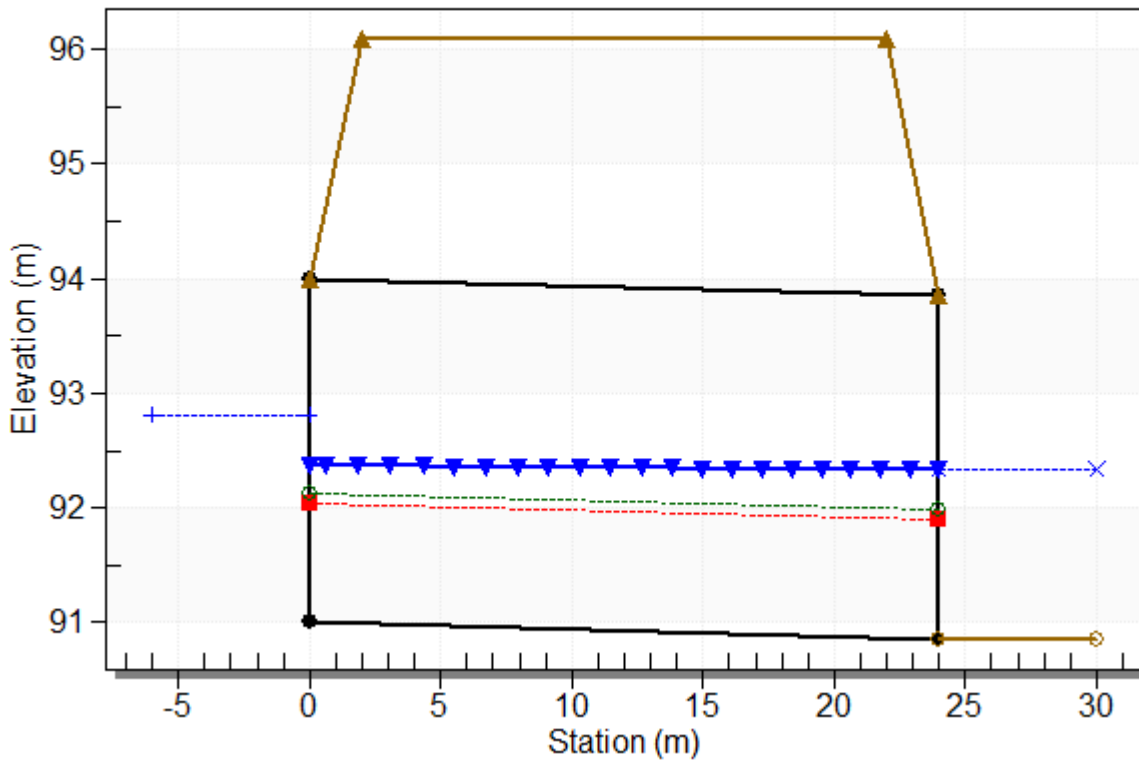
Table 4 - Culvert Summary Table: TO05

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	93.89	0.926	0.942	3-M1t	0.636	0.542	0.745	0.745	1.677	2.444
6.12	6.12	94.03	1.060	1.077	3-M1t	0.729	0.620	0.835	0.835	1.833	2.587
7.24	7.24	94.15	1.185	1.203	3-M1t	0.816	0.694	0.916	0.916	1.976	2.710
8.36	8.36	94.27	1.303	1.322	3-M1t	0.901	0.763	0.991	0.991	2.108	2.819
9.48	9.48	94.39	1.413	1.437	3-M1t	0.982	0.830	1.062	1.062	2.233	2.917
10.60	10.60	94.50	1.519	1.546	3-M1t	1.062	0.894	1.128	1.128	2.350	3.006
11.72	11.72	94.60	1.621	1.652	3-M1t	1.139	0.956	1.190	1.190	2.462	3.088
11.80	11.80	94.61	1.629	1.659	3-M1t	1.145	0.961	1.194	1.194	2.470	3.093
13.96	13.96	94.80	1.817	1.850	3-M1t	1.290	1.075	1.306	1.306	2.673	3.234
15.08	15.08	94.90	1.911	1.948	3-M2t	1.363	1.131	1.360	1.360	2.772	3.300
16.20	16.20	94.99	2.003	2.044	3-M2t	1.435	1.187	1.412	1.412	2.868	3.362

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO06

Crossing - TO06, Design Discharge - 32.90 cms

Culvert - TO06, Culvert Discharge - 32.90 cms

**Site Data - TO06**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 91.00 m

Outlet Station: 24.00 m

Outlet Elevation: 90.86 m

Number of Barrels: 2

Culvert Data Summary - TO06

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 5000.00 mm

Barrel Rise: 3000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

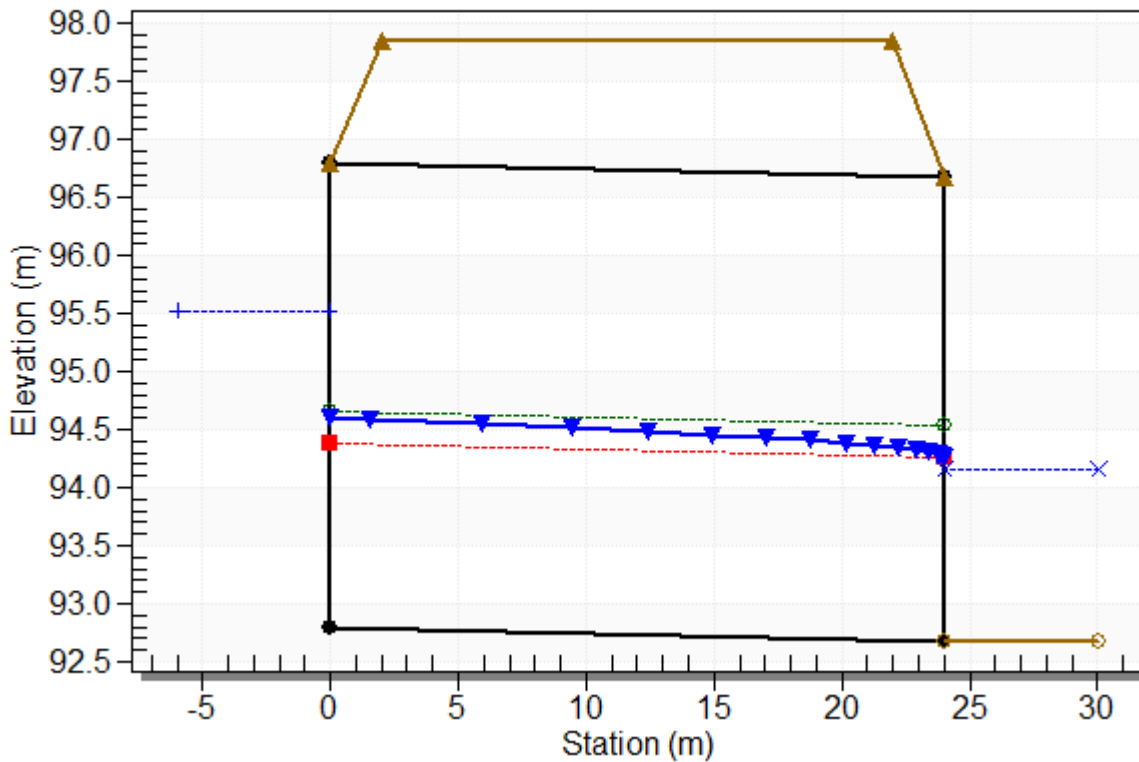
Inlet Depression: None

Table 5 - Culvert Summary Table: T006

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
2.00	2.00	91.28	0.273	0.276	3-M1t	0.183	0.160	0.280	0.280	0.715	1.354
6.32	6.32	91.60	0.587	0.600	3-M1t	0.381	0.344	0.558	0.558	1.133	2.039
10.64	10.64	91.85	0.831	0.854	3-M1t	0.532	0.487	0.760	0.760	1.399	2.429
14.96	14.96	92.07	1.043	1.074	3-M1t	0.664	0.611	0.930	0.930	1.609	2.712
19.28	19.28	92.27	1.235	1.272	3-M1t	0.785	0.724	1.079	1.079	1.786	2.938
23.60	23.60	92.45	1.413	1.455	3-M1t	0.899	0.828	1.214	1.214	1.943	3.127
27.92	27.92	92.63	1.579	1.626	3-M1t	1.007	0.926	1.339	1.339	2.086	3.291
32.24	32.24	92.79	1.732	1.787	3-M1t	1.111	1.019	1.454	1.454	2.217	3.435
32.90	32.90	92.81	1.755	1.811	3-M1t	1.126	1.033	1.471	1.471	2.236	3.456
40.88	40.88	93.09	2.021	2.089	3-M1t	1.309	1.194	1.666	1.666	2.454	3.682
45.20	45.20	93.23	2.158	2.231	3-M1t	1.405	1.277	1.763	1.763	2.564	3.791

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO41**Crossing - TO41, Design Discharge - 31.10 cms**

Culvert - TO41, Culvert Discharge - 31.10 cms

**Site Data - TO41**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 92.80 m

Outlet Station: 24.00 m

Outlet Elevation: 92.68 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO41

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 5000.00 mm

Barrel Rise: 4000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

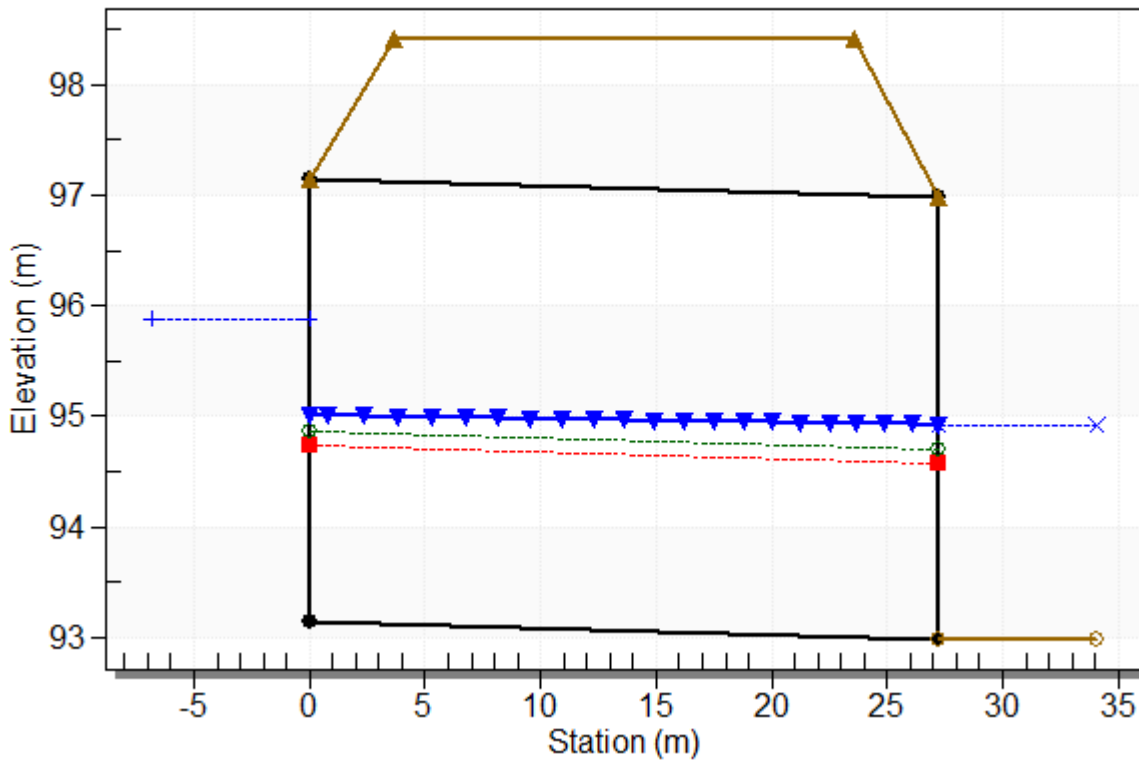
Table 6 - Culvert Summary Table: TO41

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
2.00	2.00	93.24	0.433	0.436	3-M2t	0.299	0.254	0.293	0.293	1.363	1.588
6.07	6.07	93.71	0.908	0.913	3-M2t	0.609	0.532	0.570	0.570	2.130	2.331
10.14	10.14	94.09	1.279	1.285	3-M2t	0.855	0.748	0.772	0.772	2.628	2.753
14.21	14.21	94.41	1.601	1.610	3-M2t	1.074	0.937	0.940	0.940	3.022	3.059
18.28	18.28	94.70	1.894	1.904	2-M2c	1.278	1.108	1.108	1.088	3.298	3.302
22.35	22.35	94.98	2.160	2.177	2-M2c	1.471	1.267	1.267	1.221	3.527	3.505
26.42	26.42	95.23	2.407	2.434	2-M2c	1.657	1.417	1.417	1.344	3.729	3.680
30.49	30.49	95.48	2.642	2.678	2-M2c	1.838	1.559	1.559	1.457	3.912	3.835
31.10	31.10	95.51	2.676	2.713	2-M2c	1.864	1.580	1.580	1.473	3.937	3.856
38.63	38.63	95.94	3.082	3.135	2-M2c	2.185	1.825	1.825	1.664	4.233	4.100
42.70	42.70	96.15	3.292	3.352	2-M2c	2.354	1.951	1.951	1.759	4.376	4.216

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO07

Crossing - TO07, Design Discharge - 37.60 cms

Culvert - TO07, Culvert Discharge - 37.60 cms

**Site Data - TO07**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 93.15 m

Outlet Station: 27.25 m

Outlet Elevation: 92.99 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO07

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 6000.00 mm

Barrel Rise: 4000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

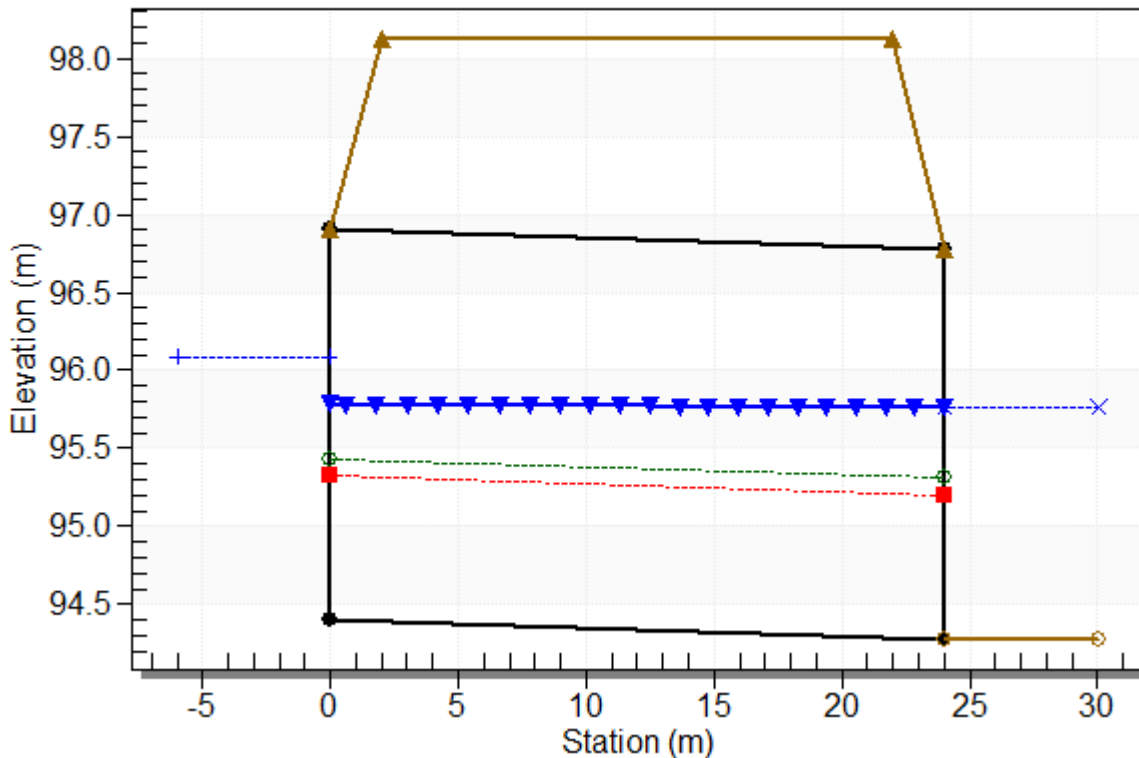
Inlet Depression: None

Table 7 - Culvert Summary Table: T007

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
2.00	2.00	93.54	0.383	0.386	3-M1t	0.250	0.225	0.363	0.363	0.919	1.640
7.02	7.02	94.05	0.885	0.895	3-M1t	0.556	0.519	0.760	0.760	1.539	2.457
12.04	12.04	94.43	1.269	1.283	3-M1t	0.789	0.743	1.036	1.036	1.938	2.881
17.06	17.06	94.77	1.600	1.617	3-M1t	0.994	0.937	1.259	1.259	2.258	3.180
22.08	22.08	95.07	1.901	1.917	3-M1t	1.183	1.113	1.452	1.452	2.534	3.415
27.10	27.10	95.35	2.173	2.196	3-M1t	1.361	1.276	1.623	1.623	2.782	3.610
32.12	32.12	95.61	2.426	2.458	3-M1t	1.531	1.429	1.779	1.779	3.009	3.778
37.14	37.14	95.86	2.666	2.706	3-M1t	1.694	1.575	1.922	1.922	3.221	3.926
37.60	37.60	95.88	2.687	2.728	3-M1t	1.709	1.588	1.934	1.934	3.240	3.939
47.18	47.18	96.32	3.116	3.172	3-M1t	2.008	1.847	2.179	2.179	3.608	4.180
52.20	52.20	96.54	3.331	3.393	3-M1t	2.160	1.976	2.297	2.297	3.788	4.291

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO08**Crossing - TO08, Design Discharge - 16.60 cms**

Culvert - TO08, Culvert Discharge - 16.60 cms

**Site Data - TO08**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 94.40 m

Outlet Station: 24.00 m

Outlet Elevation: 94.28 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO08

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 6000.00 mm

Barrel Rise: 2500.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

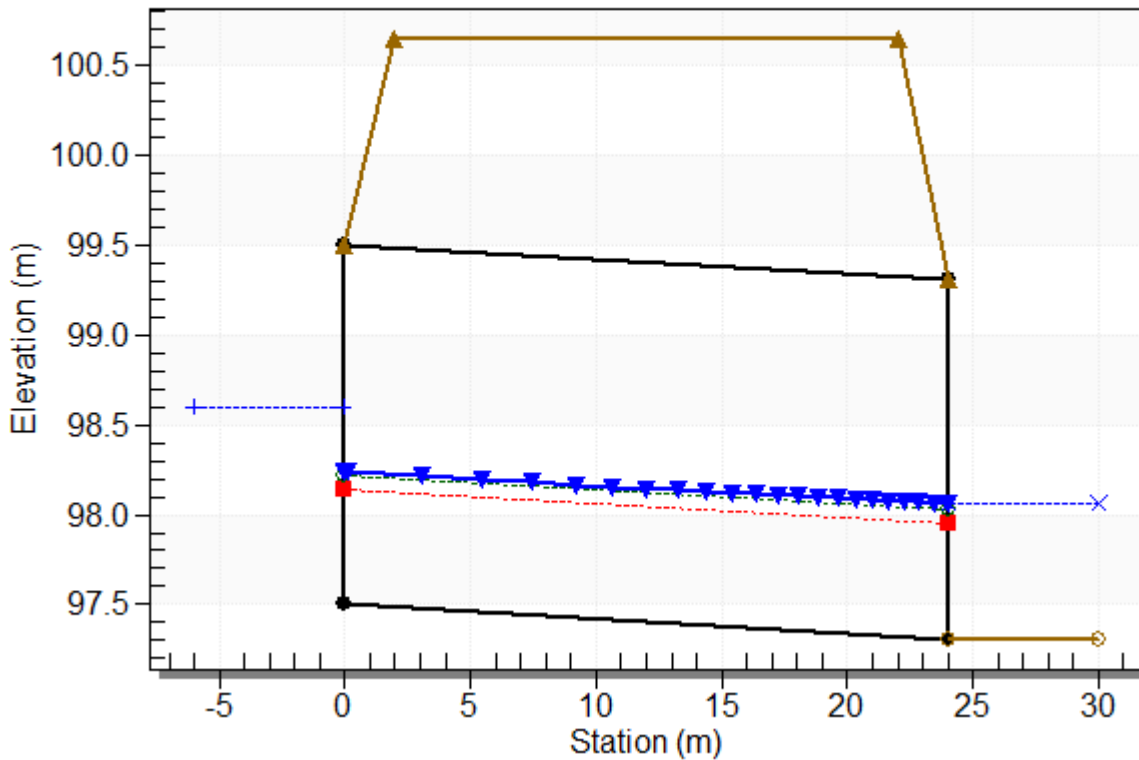
Inlet Depression: None

Table 8 - Culvert Summary Table: T008

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	95.18	0.707	0.780	3-M1t	0.472	0.414	0.759	0.759	1.097	2.020
6.81	6.81	95.36	0.868	0.955	3-M1t	0.575	0.508	0.905	0.905	1.254	2.209
8.62	8.62	95.51	1.016	1.113	3-M1t	0.669	0.595	1.033	1.033	1.391	2.362
10.43	10.43	95.66	1.154	1.258	3-M1t	0.758	0.675	1.148	1.148	1.514	2.490
12.24	12.24	95.79	1.283	1.393	3-M1t	0.842	0.751	1.254	1.254	1.627	2.601
14.05	14.05	95.92	1.402	1.520	3-M1t	0.922	0.824	1.351	1.351	1.733	2.700
15.86	15.86	96.04	1.517	1.641	3-M1t	1.000	0.893	1.442	1.442	1.833	2.789
16.60	16.60	96.09	1.562	1.689	3-M1t	1.031	0.920	1.478	1.478	1.872	2.824
19.48	19.48	96.27	1.733	1.867	3-M1t	1.148	1.024	1.609	1.609	2.017	2.946
21.29	21.29	96.37	1.836	1.973	3-M1t	1.219	1.087	1.687	1.687	2.104	3.015
23.10	23.10	96.48	1.937	2.077	3-M1t	1.289	1.147	1.760	1.760	2.187	3.080

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO09**Crossing - TO09, Design Discharge - 3.20 cms**

Culvert - TO09, Culvert Discharge - 3.20 cms

**Site Data - TO09**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 97.50 m

Outlet Station: 24.00 m

Outlet Elevation: 97.31 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO09

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

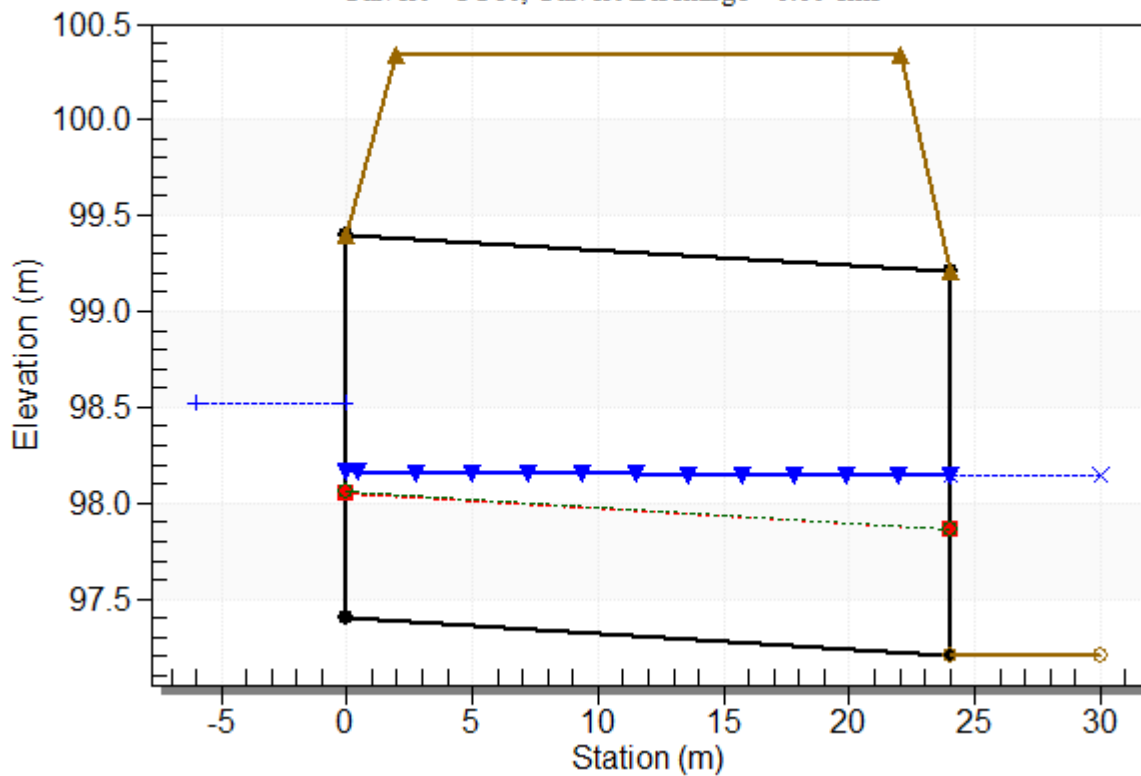
Inlet Depression: None

Table 9 - Culvert Summary Table: T009

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.00	1.00	98.01	0.501	0.506	3-M1t	0.319	0.294	0.400	0.400	1.249	1.784
1.36	1.36	98.12	0.615	0.621	3-M1t	0.392	0.361	0.475	0.475	1.433	1.943
1.72	1.72	98.23	0.720	0.726	3-M1t	0.461	0.422	0.539	0.539	1.594	2.071
2.08	2.08	98.32	0.817	0.823	3-M1t	0.526	0.479	0.597	0.597	1.741	2.179
2.44	2.44	98.42	0.908	0.916	3-M1t	0.588	0.533	0.650	0.650	1.876	2.273
2.80	2.80	98.50	0.996	1.004	3-M1t	0.648	0.585	0.699	0.699	2.002	2.357
3.16	3.16	98.59	1.077	1.088	3-M1t	0.707	0.634	0.745	0.745	2.122	2.432
3.20	3.20	98.60	1.086	1.097	3-M1t	0.714	0.639	0.750	0.750	2.134	2.440
3.88	3.88	98.75	1.230	1.248	3-M1t	0.821	0.727	0.828	0.828	2.343	2.564
4.24	4.24	98.82	1.304	1.324	3-M2t	0.877	0.771	0.866	0.866	2.448	2.623
4.60	4.60	98.90	1.375	1.398	3-M2t	0.932	0.814	0.903	0.903	2.548	2.678

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO10**Crossing - TO10, Design Discharge - 6.60 cms**

Culvert - TO10, Culvert Discharge - 6.60 cms

**Site Data - TO10**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 97.40 m

Outlet Station: 24.00 m

Outlet Elevation: 97.21 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO10

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 4000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

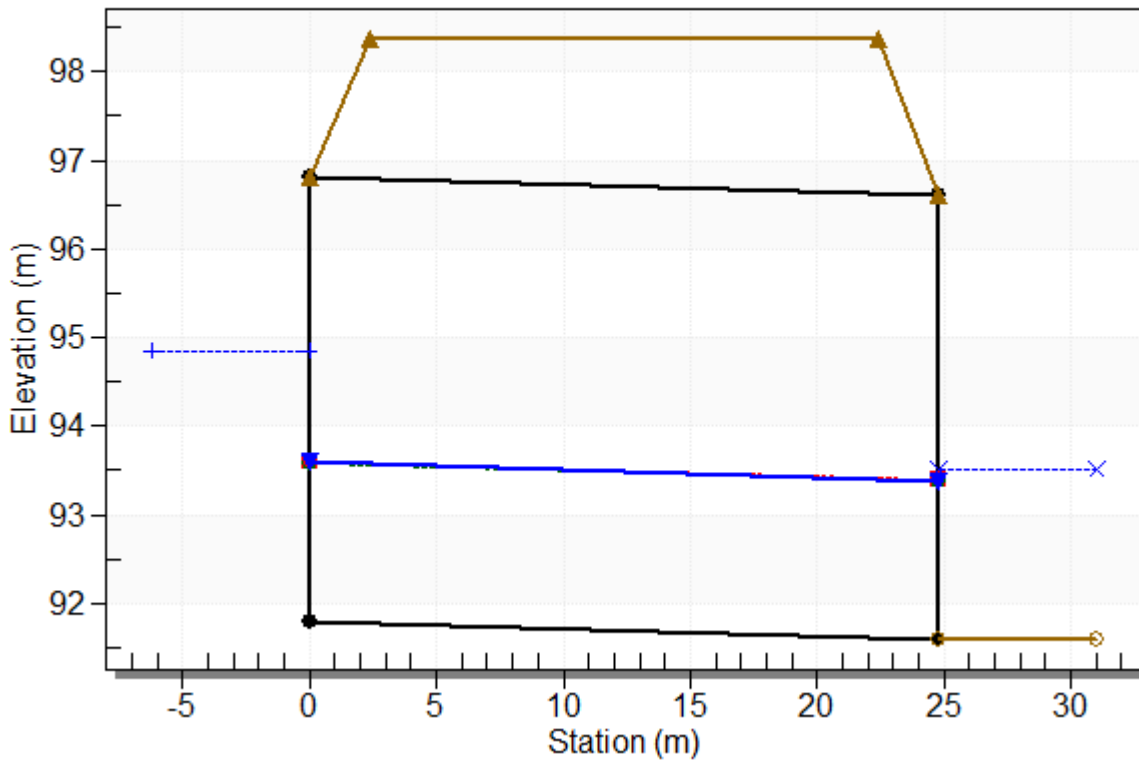
Table 10 - Culvert Summary Table: TO10

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	98.33	0.923	0.931	3-M1t	0.545	0.542	0.803	0.803	1.557	2.704
5.51	5.51	98.39	0.985	0.993	3-M1t	0.581	0.578	0.846	0.846	1.628	2.775
6.02	6.02	98.45	1.044	1.054	3-M1t	0.616	0.613	0.887	0.887	1.696	2.842
6.53	6.53	98.51	1.100	1.113	3-M1t	0.651	0.648	0.927	0.927	1.762	2.903
6.60	6.60	98.52	1.108	1.121	3-M1t	0.655	0.652	0.932	0.932	1.770	2.912
7.55	7.55	98.63	1.209	1.226	3-M1t	0.717	0.713	1.001	1.001	1.886	3.017
8.06	8.06	98.68	1.261	1.280	3-M1t	0.749	0.745	1.036	1.036	1.945	3.069
8.57	8.57	98.73	1.313	1.334	3-M1t	0.781	0.776	1.070	1.070	2.003	3.118
9.08	9.08	98.79	1.363	1.386	3-M1t	0.812	0.807	1.102	1.102	2.059	3.166
9.59	9.59	98.84	1.412	1.437	3-M1t	0.843	0.837	1.134	1.134	2.114	3.211
10.10	10.10	98.89	1.461	1.488	3-M1t	0.874	0.866	1.165	1.165	2.168	3.254

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO12

Crossing - TO12, Design Discharge - 41.50 cms

Culvert - TO12, Culvert Discharge - 41.50 cms

**Site Data - TO12**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 91.80 m

Outlet Station: 24.81 m

Outlet Elevation: 91.60 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO12

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 5500.00 mm

Barrel Rise: 5000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

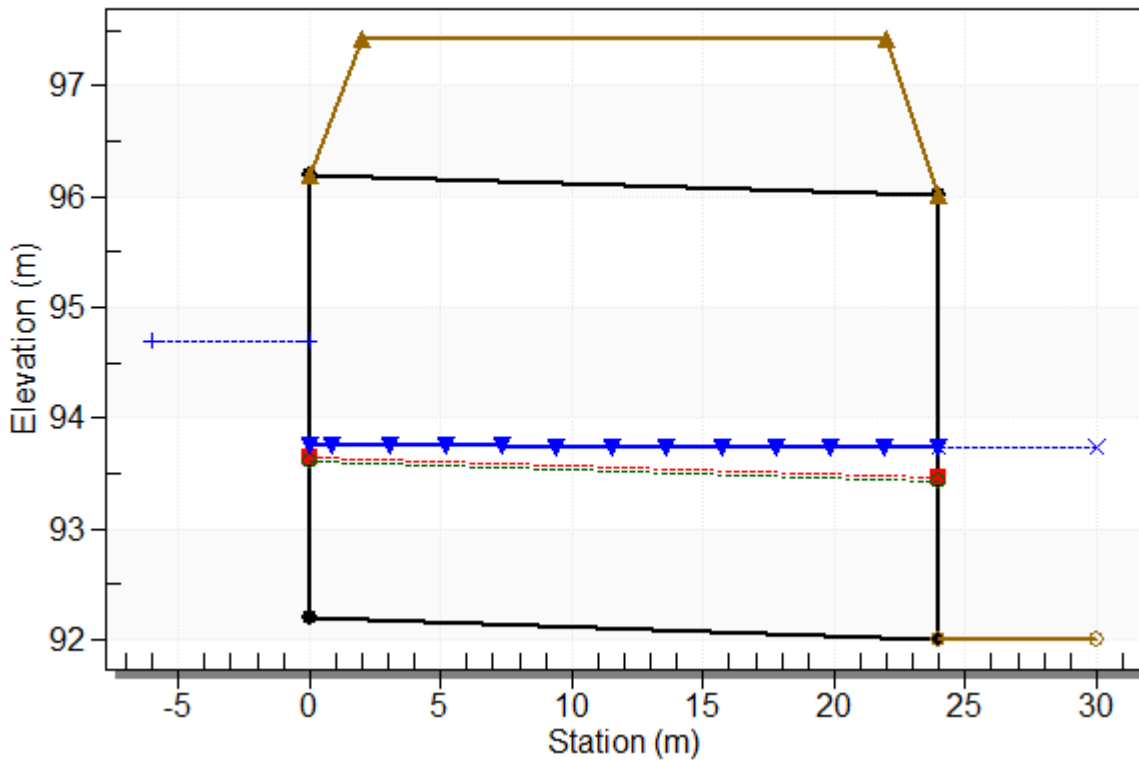
Inlet Depression: None

Table 11 - Culvert Summary Table: TO12

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
10.00	10.00	93.00	1.185	1.202	1-S1t	0.672	0.696	0.947	0.947	1.920	3.087
15.43	15.43	93.41	1.582	1.610	1-S1t	0.896	0.929	1.181	1.181	2.376	3.466
20.86	20.86	93.78	1.935	1.978	1-S1t	1.097	1.136	1.371	1.371	2.766	3.750
26.29	26.29	94.12	2.257	2.320	1-S1t	1.285	1.325	1.535	1.535	3.115	3.982
31.72	31.72	94.36	2.557	1.593	1-S2n	1.464	1.502	1.502	1.680	3.840	4.179
37.15	37.15	94.71	2.833	2.914	1-S1t	1.636	1.669	1.810	1.810	3.731	4.351
41.50	41.50	94.84	3.044	1.902	1-S2n	1.770	1.797	1.770	1.907	4.263	4.476
48.01	48.01	95.25	3.346	3.448	1-S1t	1.965	1.980	2.042	2.042	4.275	4.645
53.44	53.44	95.39	3.589	2.269	1-S2n	2.124	2.127	2.124	2.146	4.575	4.773
58.87	58.87	95.77	3.823	3.965	2-M2c	2.280	2.268	2.268	2.243	4.718	4.891
64.30	64.30	96.00	4.052	4.199	2-M2c	2.434	2.406	2.406	2.336	4.859	5.001

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO13**Crossing - TO13, Design Discharge - 30.00 cms**

Culvert - TO13, Culvert Discharge - 30.00 cms

**Site Data - TO13**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 92.20 m

Outlet Station: 24.00 m

Outlet Elevation: 92.01 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO13

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 5500.00 mm

Barrel Rise: 4000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

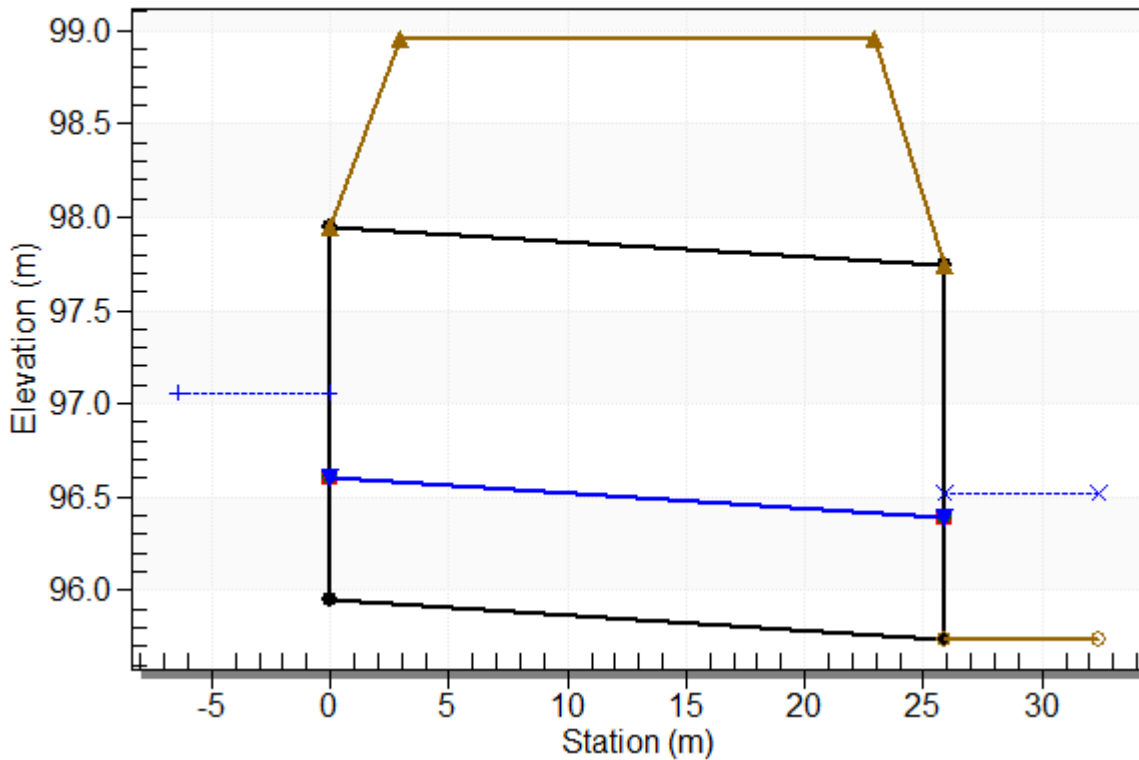
Inlet Depression: None

Table 12 - Culvert Summary Table: TO13

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	92.95	0.747	0.753	1-S1t	0.432	0.438	0.698	0.698	1.303	2.353
9.14	9.14	93.33	1.116	1.126	1-S1t	0.638	0.655	0.958	0.958	1.735	2.777
13.28	13.28	93.64	1.432	1.444	1-S1t	0.816	0.841	1.158	1.158	2.085	3.068
17.42	17.42	93.93	1.716	1.731	1-S1t	0.977	1.007	1.326	1.326	2.389	3.295
21.56	21.56	94.20	1.978	1.997	1-S1t	1.129	1.161	1.471	1.471	2.664	3.483
25.70	25.70	94.45	2.217	2.248	1-S1t	1.273	1.305	1.602	1.602	2.917	3.644
29.84	29.84	94.69	2.443	2.488	1-S1t	1.412	1.442	1.720	1.720	3.154	3.786
30.00	30.00	94.70	2.451	2.497	1-S1t	1.417	1.447	1.725	1.725	3.162	3.792
38.12	38.12	95.14	2.865	2.939	1-S1t	1.677	1.698	1.931	1.931	3.589	4.031
42.26	42.26	95.35	3.065	3.152	1-S1t	1.805	1.819	2.027	2.027	3.791	4.138
46.40	46.40	95.56	3.260	3.357	1-S1t	1.930	1.936	2.116	2.116	3.986	4.237

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO14**Crossing - TO14, Design Discharge - 6.60 cms**

Culvert - TO14, Culvert Discharge - 6.60 cms

**Site Data - TO14**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 95.95 m

Outlet Station: 25.88 m

Outlet Elevation: 95.74 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO14

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 4000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

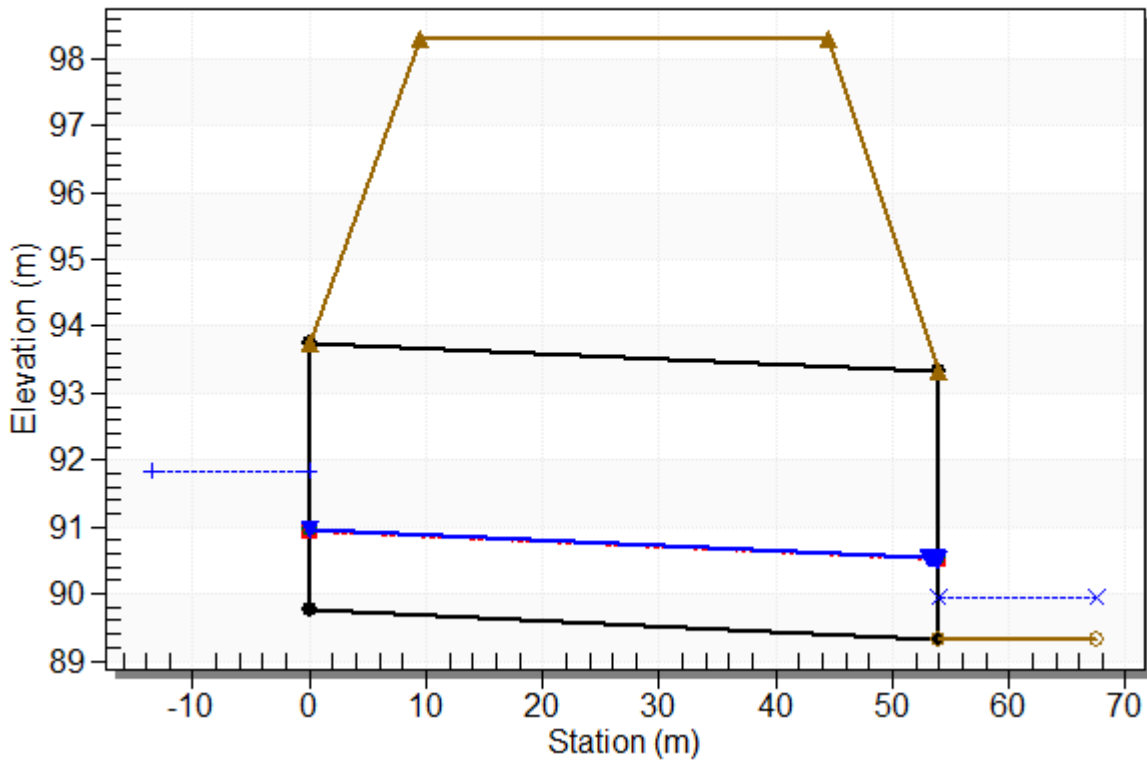
Inlet Depression: None

Table 1 - Culvert Summary Table: TO14

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	96.87	0.923	0.454	1-S2n	0.541	0.542	0.541	0.664	2.312	3.478
5.52	5.52	96.94	0.986	0.539	1-S2n	0.577	0.579	0.577	0.701	2.391	3.575
6.04	6.04	97.00	1.046	0.584	1-S2n	0.613	0.615	0.613	0.737	2.464	3.664
6.56	6.56	97.05	1.103	0.628	1-S2n	0.647	0.650	0.647	0.771	2.534	3.747
6.60	6.60	97.06	1.108	0.563	1-S2n	0.650	0.652	0.650	0.773	2.539	3.753
7.60	7.60	97.20	1.214	1.246	1-S1t	0.714	0.716	0.835	0.835	2.276	3.899
8.12	8.12	97.22	1.267	0.758	1-S2n	0.747	0.749	0.747	0.865	2.718	3.968
8.64	8.64	97.31	1.319	1.357	1-S1t	0.779	0.780	0.894	0.894	2.415	4.034
9.16	9.16	97.36	1.371	1.411	1-S1t	0.810	0.811	0.923	0.923	2.482	4.098
9.68	9.68	97.41	1.421	1.463	1-S1t	0.841	0.842	0.950	0.950	2.547	4.158
10.20	10.20	97.47	1.470	1.515	3-M1t	0.872	0.872	0.977	0.977	2.610	4.215

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO15**Crossing - TO15, Design Discharge - 16.10 cms**

Culvert - TO15, Culvert Discharge - 16.10 cms

**Site Data - TO15**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 89.76 m

Outlet Station: 54.00 m

Outlet Elevation: 89.33 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO15

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 4000.00 mm

Barrel Rise: 4000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

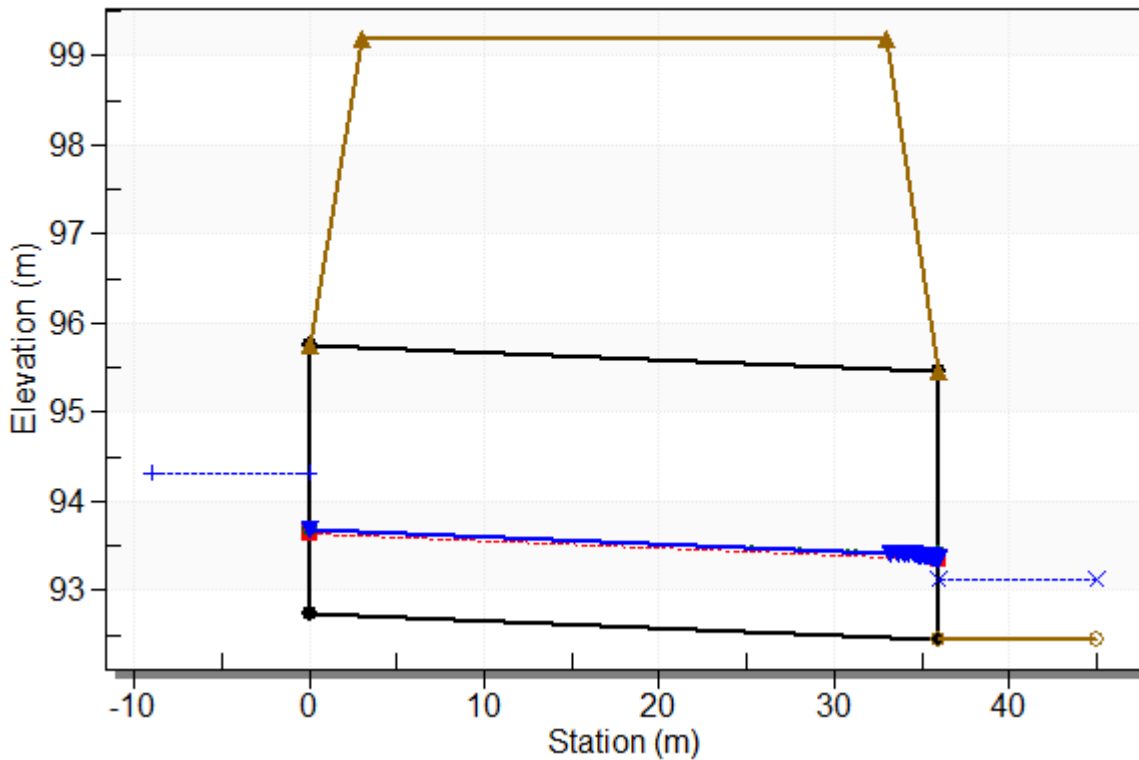
Inlet Depression: None

Table 2 - Culvert Summary Table: TO15

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	90.71	0.923	0.948	2-M2c	0.543	0.542	0.542	0.303	2.306	5.001
6.99	6.99	90.95	1.154	1.186	2-M2c	0.679	0.678	0.678	0.370	2.579	5.609
8.98	8.98	91.16	1.364	1.400	2-M2c	0.804	0.801	0.801	0.429	2.803	6.100
10.97	10.97	91.36	1.559	1.598	2-M2c	0.923	0.915	0.915	0.483	2.997	6.515
12.96	12.96	91.54	1.742	1.784	2-M2c	1.036	1.023	1.023	0.533	3.168	6.876
14.95	14.95	91.72	1.916	1.960	2-M2c	1.145	1.125	1.125	0.580	3.323	7.196
16.10	16.10	91.82	2.014	2.058	2-M2c	1.206	1.182	1.182	0.606	3.406	7.367
18.93	18.93	92.05	2.236	2.288	2-M2c	1.354	1.317	1.317	0.666	3.595	7.749
20.92	20.92	92.20	2.385	2.443	2-M2c	1.455	1.407	1.407	0.706	3.716	7.991
22.91	22.91	92.35	2.530	2.593	2-M2c	1.554	1.495	1.495	0.745	3.831	8.216
24.90	24.90	92.50	2.671	2.738	2-M2c	1.652	1.581	1.581	0.781	3.939	8.426

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO16**Crossing - TO16, Design Discharge - 8.00 cms**

Culvert - TO16, Culvert Discharge - 8.00 cms

**Site Data - TO16**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 92.75 m

Outlet Station: 36.00 m

Outlet Elevation: 92.46 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO16

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 3000.00 mm

Barrel Rise: 3000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

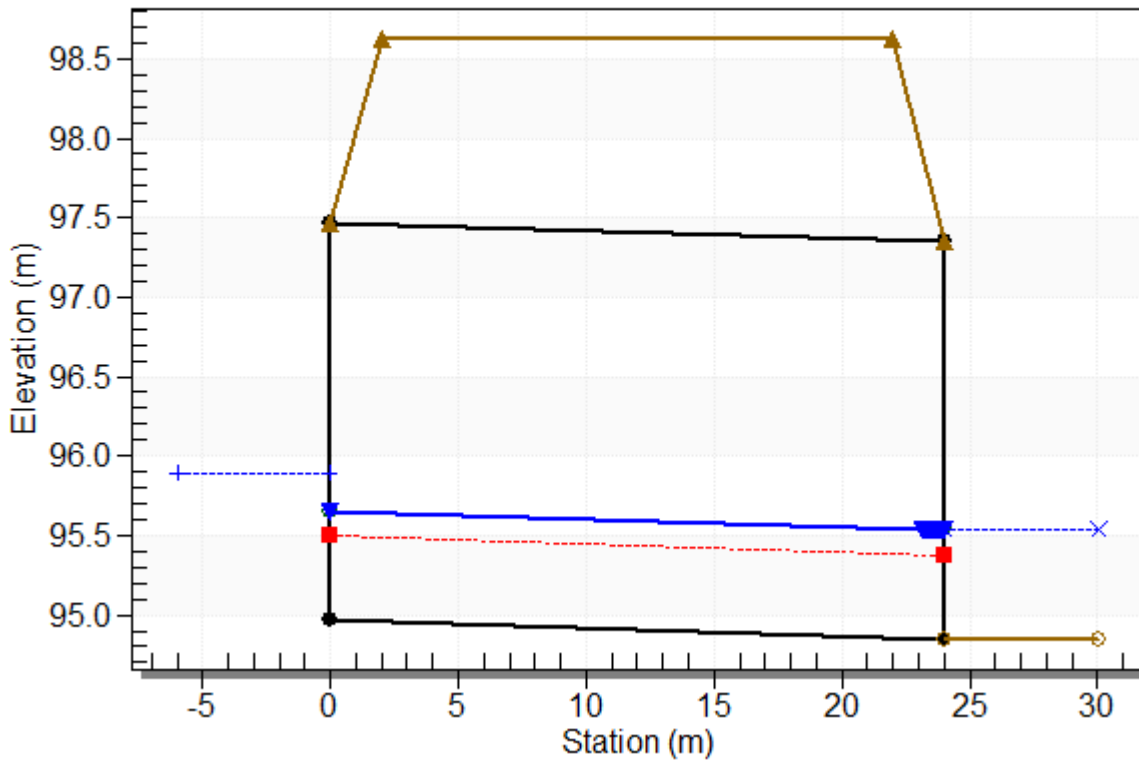
Inlet Depression: None

Table 3 - Culvert Summary Table: TO16

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	93.89	1.118	1.139	2-M2c	0.680	0.657	0.657	0.511	2.538	3.898
5.74	5.74	94.00	1.226	1.248	2-M2c	0.748	0.720	0.720	0.553	2.658	4.063
6.48	6.48	94.10	1.329	1.352	2-M2c	0.814	0.780	0.780	0.593	2.768	4.212
7.22	7.22	94.20	1.429	1.452	2-M2c	0.879	0.839	0.839	0.631	2.869	4.348
7.96	7.96	94.30	1.525	1.549	2-M2c	0.942	0.895	0.895	0.667	2.964	4.473
8.00	8.00	94.30	1.529	1.554	2-M2c	0.945	0.898	0.898	0.669	2.969	4.480
9.44	9.44	94.48	1.702	1.733	2-M2c	1.064	1.003	1.003	0.735	3.137	4.698
10.18	10.18	94.57	1.788	1.821	2-M2c	1.124	1.055	1.055	0.767	3.217	4.800
10.92	10.92	94.66	1.871	1.907	2-M2c	1.183	1.105	1.105	0.797	3.293	4.896
11.66	11.66	94.74	1.952	1.991	2-M2c	1.241	1.155	1.155	0.827	3.366	4.987
12.40	12.40	94.82	2.032	2.073	2-M2c	1.299	1.203	1.203	0.856	3.436	5.073

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO17**Crossing - TO17, Design Discharge - 2.40 cms**

Culvert - TO17, Culvert Discharge - 2.40 cms

**Site Data - TO17**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 94.97 m

Outlet Station: 24.00 m

Outlet Elevation: 94.85 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO17

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2500.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

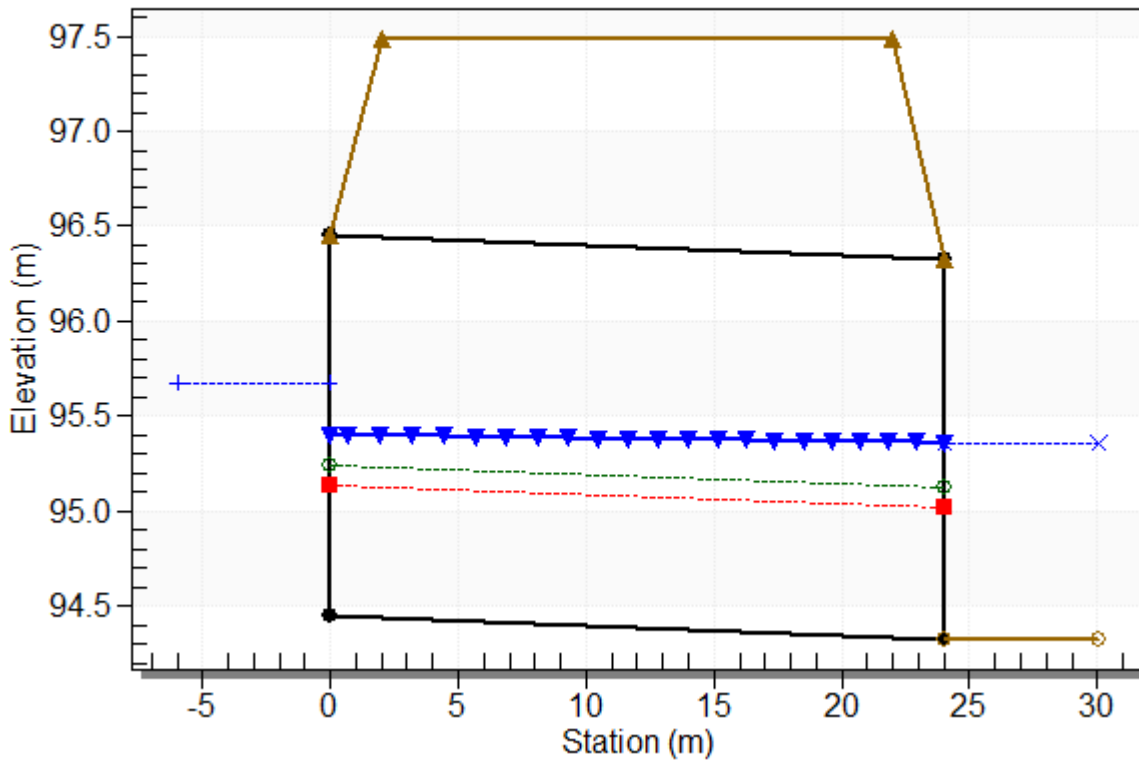
Inlet Depression: None

Table 4 - Culvert Summary Table: TO17

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.00	1.00	95.49	0.503	0.517	3-M1t	0.372	0.294	0.426	0.426	1.174	1.647
1.28	1.28	95.58	0.593	0.609	3-M1t	0.440	0.347	0.488	0.488	1.311	1.763
1.56	1.56	95.66	0.676	0.695	3-M1t	0.505	0.396	0.544	0.544	1.435	1.859
1.84	1.84	95.74	0.755	0.775	3-M1t	0.567	0.442	0.594	0.594	1.549	1.943
2.12	2.12	95.82	0.830	0.845	3-M1t	0.626	0.486	0.640	0.640	1.655	2.018
2.40	2.40	95.89	0.901	0.920	3-M2t	0.684	0.527	0.684	0.684	1.755	2.084
2.68	2.68	95.96	0.970	0.991	3-M2t	0.741	0.568	0.724	0.724	1.850	2.145
2.96	2.96	96.03	1.036	1.060	3-M2t	0.797	0.607	0.763	0.763	1.940	2.201
3.24	3.24	96.09	1.101	1.125	3-M2t	0.852	0.644	0.799	0.799	2.027	2.253
3.52	3.52	96.16	1.163	1.188	3-M2t	0.906	0.681	0.834	0.834	2.111	2.302
3.80	3.80	96.22	1.224	1.249	3-M2t	0.959	0.716	0.867	0.867	2.191	2.347

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO19**Crossing - TO19, Design Discharge - 8.00 cms**

Culvert - TO19, Culvert Discharge - 8.00 cms

**Site Data - TO19**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 94.45 m

Outlet Station: 24.01 m

Outlet Elevation: 94.33 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO19

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 4500.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

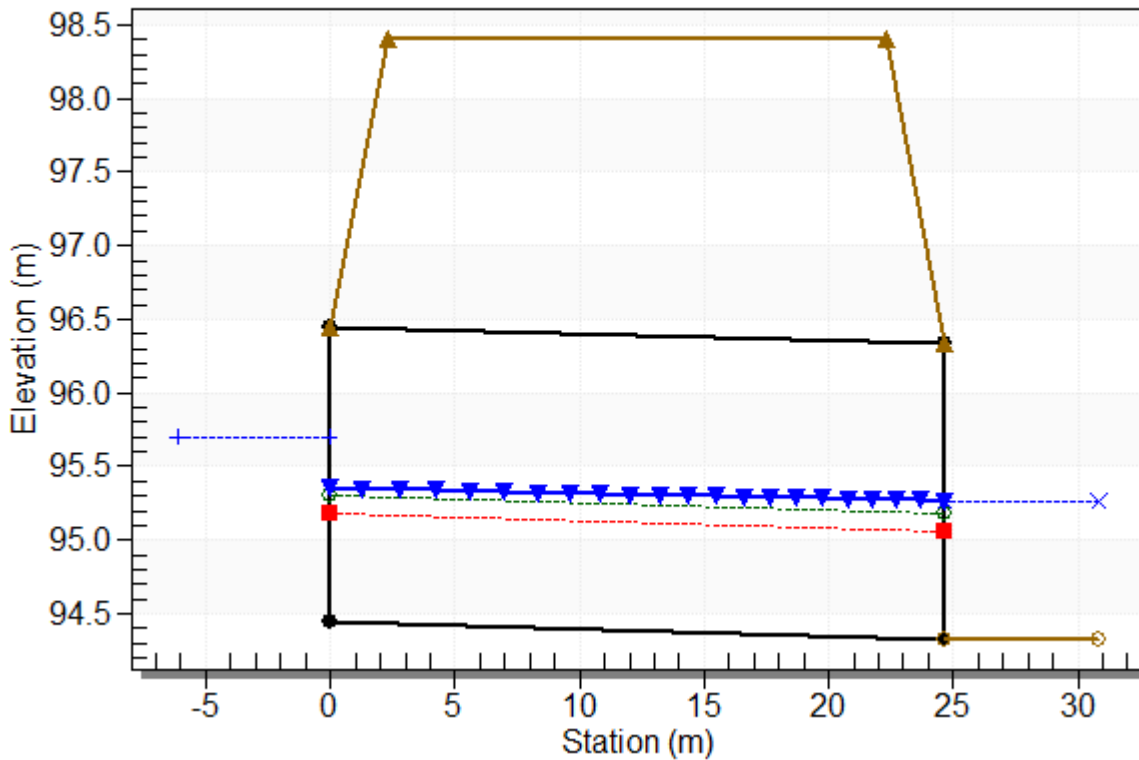
Inlet Depression: None

Table 5 - Culvert Summary Table: TO19

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	95.35	0.856	0.900	3-M1t	0.580	0.501	0.803	0.803	1.384	2.704
5.74	5.74	95.43	0.939	0.985	3-M1t	0.635	0.549	0.865	0.865	1.475	2.806
6.48	6.48	95.51	1.017	1.065	3-M1t	0.689	0.596	0.923	0.923	1.560	2.898
7.22	7.22	95.59	1.091	1.142	3-M1t	0.740	0.640	0.977	0.977	1.641	2.982
7.96	7.96	95.67	1.162	1.215	3-M1t	0.790	0.683	1.029	1.029	1.719	3.059
8.00	8.00	95.67	1.166	1.219	3-M1t	0.793	0.685	1.032	1.032	1.723	3.063
9.44	9.44	95.81	1.298	1.356	3-M1t	0.886	0.765	1.125	1.125	1.865	3.198
10.18	10.18	95.87	1.363	1.423	3-M1t	0.933	0.805	1.170	1.170	1.934	3.260
10.92	10.92	95.94	1.426	1.488	3-M1t	0.979	0.843	1.213	1.213	2.001	3.320
11.66	11.66	96.00	1.489	1.552	3-M1t	1.024	0.881	1.254	1.254	2.066	3.376
12.40	12.40	96.06	1.550	1.614	3-M1t	1.068	0.918	1.294	1.294	2.130	3.430

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO39**Crossing - TO39, Design Discharge - 8.70 cms**

Culvert - TO39, Culvert Discharge - 8.70 cms

**Site Data - TO39**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 94.45 m

Outlet Station: 24.64 m

Outlet Elevation: 94.33 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO39

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 4500.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

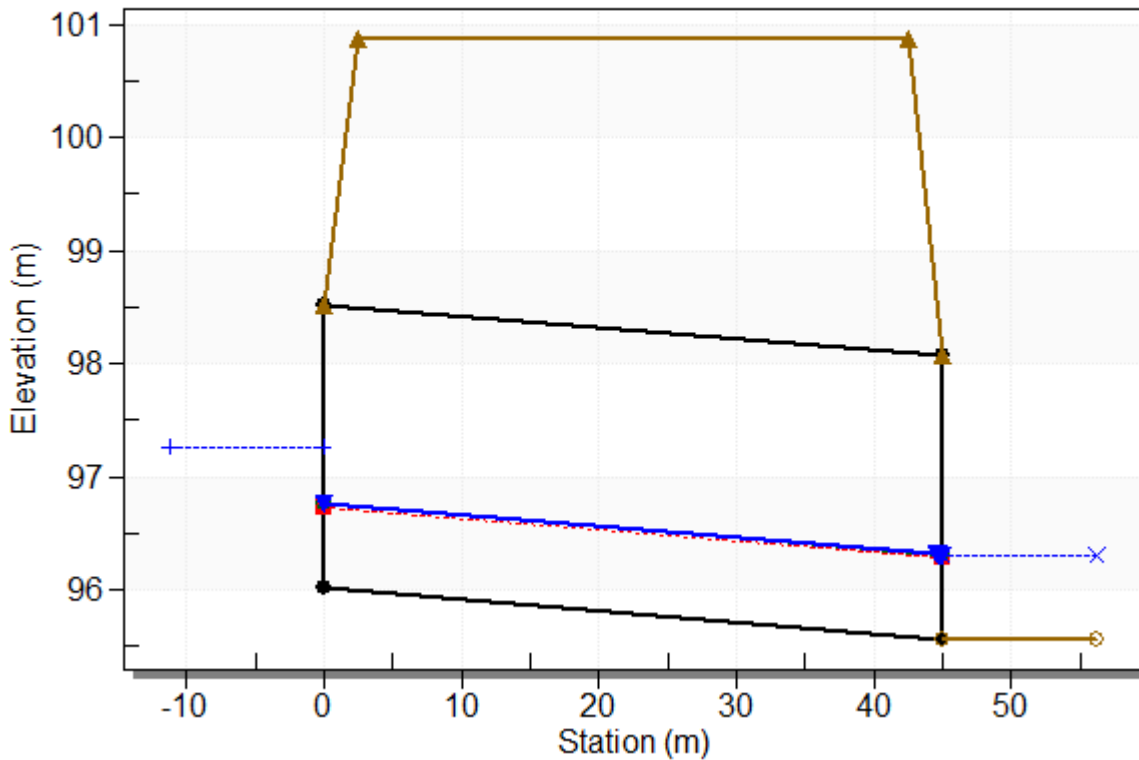
Inlet Depression: None

Table 6 - Culvert Summary Table: TO39

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	95.32	0.856	0.871	3-M1t	0.585	0.501	0.695	0.695	1.599	3.280
5.85	5.85	95.42	0.951	0.965	3-M1t	0.649	0.556	0.757	0.757	1.717	3.424
6.70	6.70	95.51	1.040	1.056	3-M1t	0.710	0.609	0.815	0.815	1.827	3.551
7.55	7.55	95.59	1.123	1.142	3-M1t	0.769	0.659	0.869	0.869	1.930	3.667
8.40	8.40	95.67	1.203	1.225	3-M1t	0.826	0.708	0.920	0.920	2.029	3.772
8.70	8.70	95.70	1.231	1.253	3-M1t	0.846	0.725	0.937	0.937	2.062	3.807
10.10	10.10	95.83	1.356	1.383	3-M1t	0.936	0.801	1.014	1.014	2.213	3.960
10.95	10.95	95.91	1.429	1.458	3-M1t	0.989	0.845	1.058	1.058	2.299	4.044
11.80	11.80	95.98	1.501	1.532	3-M1t	1.041	0.888	1.100	1.100	2.383	4.124
12.65	12.65	96.05	1.571	1.604	3-M1t	1.093	0.930	1.141	1.141	2.464	4.199
13.50	13.50	96.12	1.639	1.674	3-M1t	1.143	0.972	1.180	1.180	2.543	4.270

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO20**Crossing - TM20, Design Discharge - 3.80 cms**

Culvert - TO20, Culvert Discharge - 3.80 cms

**Site Data - TO20**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 96.02 m

Outlet Station: 45.00 m

Outlet Elevation: 95.57 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO20

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2500.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

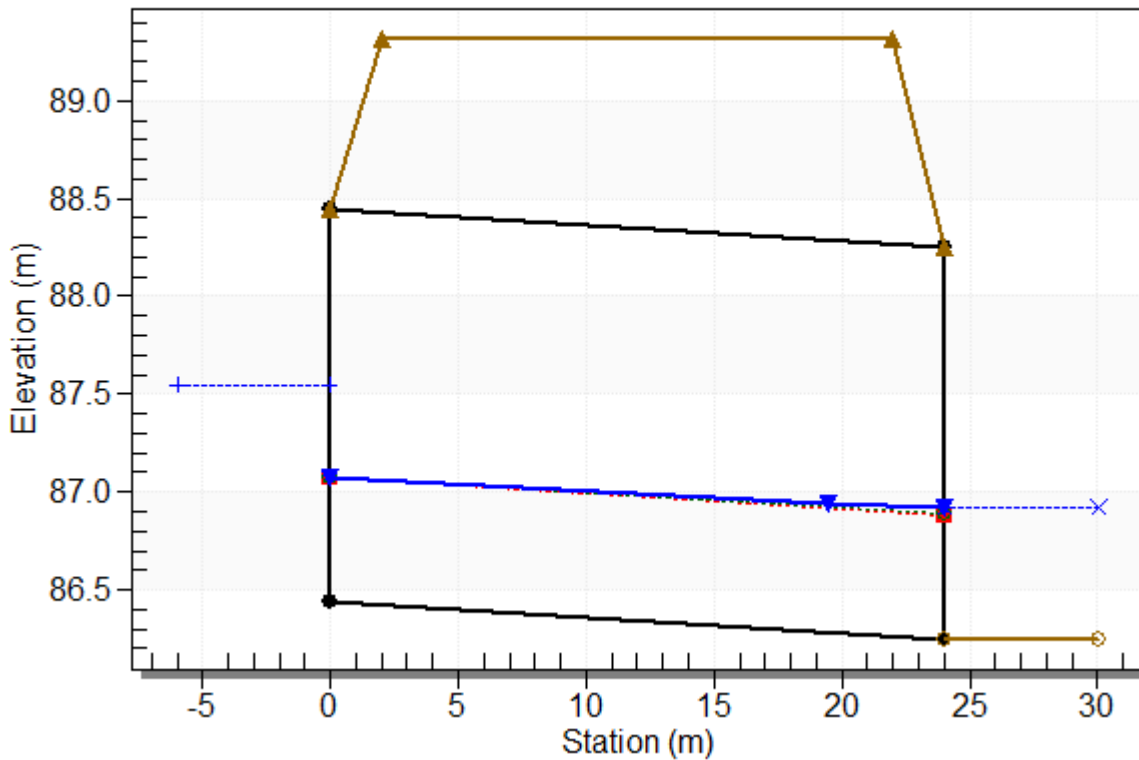
Inlet Depression: None

Table 1 - Culvert Summary Table: TO20

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
3.00	3.00	97.08	1.040	1.059	3-M1t	0.627	0.612	0.652	0.652	2.302	2.787
3.30	3.30	97.15	1.109	1.134	3-M1t	0.671	0.652	0.685	0.685	2.408	2.858
3.60	3.60	97.22	1.175	1.200	3-M1t	0.714	0.691	0.717	0.717	2.510	2.923
3.80	3.80	97.26	1.218	1.243	3-M2t	0.743	0.716	0.738	0.738	2.576	2.964
4.20	4.20	97.35	1.301	1.327	3-M2t	0.799	0.766	0.777	0.777	2.703	3.042
4.50	4.50	97.41	1.360	1.389	3-M2t	0.841	0.802	0.805	0.805	2.795	3.097
4.80	4.80	97.47	1.418	1.448	2-M2c	0.882	0.837	0.837	0.832	2.867	3.148
5.10	5.10	97.53	1.475	1.507	2-M2c	0.922	0.872	0.872	0.858	2.925	3.198
5.40	5.40	97.58	1.531	1.564	2-M2c	0.962	0.906	0.906	0.884	2.981	3.245
5.70	5.70	97.64	1.586	1.621	2-M2c	1.002	0.939	0.939	0.908	3.036	3.290
6.00	6.00	97.70	1.640	1.676	2-M2c	1.042	0.972	0.972	0.932	3.088	3.333

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO22**Crossing - TO22, Design Discharge - 6.30 cms**

Culvert - TO22, Culvert Discharge - 6.30 cms

**Site Data - TO22**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 86.44 m

Outlet Station: 24.00 m

Outlet Elevation: 86.25 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO22

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 4000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

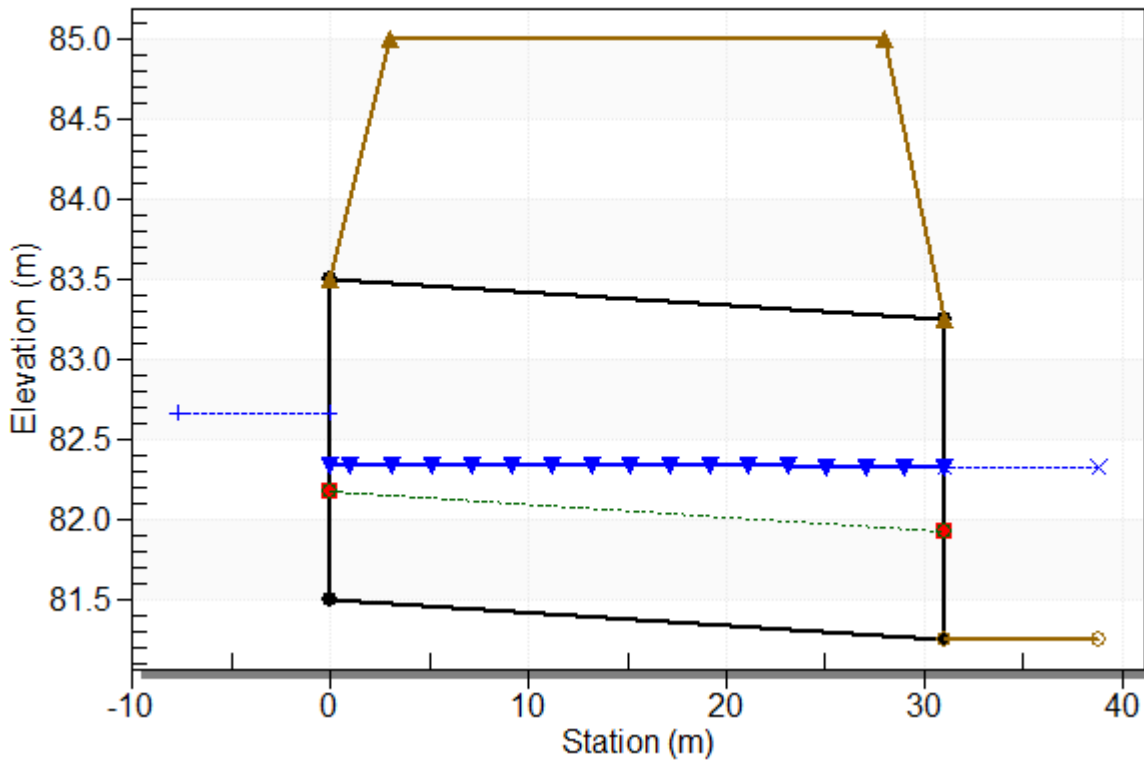
Table 1 - Culvert Summary Table: TO22

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	87.39	0.923	0.947	3-M1t	0.545	0.542	0.592	0.592	2.112	3.259
5.48	5.48	87.45	0.981	1.007	3-M1t	0.579	0.576	0.624	0.624	2.196	3.348
5.96	5.96	87.50	1.037	1.060	3-M1t	0.612	0.609	0.654	0.654	2.277	3.431
6.30	6.30	87.55	1.075	1.105	3-M1t	0.635	0.632	0.675	0.675	2.332	3.487
6.92	6.92	87.61	1.142	1.169	3-M1t	0.676	0.673	0.712	0.712	2.429	3.582
7.40	7.40	87.66	1.193	1.222	3-M1t	0.707	0.704	0.740	0.740	2.501	3.651
7.88	7.88	87.71	1.243	1.275	3-M1t	0.738	0.734	0.766	0.766	2.571	3.717
8.36	8.36	87.78	1.292	1.337	3-M1t	0.768	0.763	0.792	0.792	2.638	3.780
8.84	8.84	87.83	1.339	1.387	3-M1t	0.798	0.792	0.817	0.817	2.704	3.840
9.32	9.32	87.87	1.386	1.434	3-M1t	0.827	0.821	0.842	0.842	2.768	3.897
9.80	9.80	87.93	1.432	1.486	3-M1t	0.856	0.849	0.865	0.865	2.831	3.952

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO23

Crossing - TO23, Design Discharge - 13.70 cms

Culvert - TO23, Culvert Discharge - 13.70 cms

**Site Data - TO23**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 81.50 m

Outlet Station: 31.00 m

Outlet Elevation: 81.25 m

Number of Barrels: 2

Culvert Data Summary - TO23

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 4000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

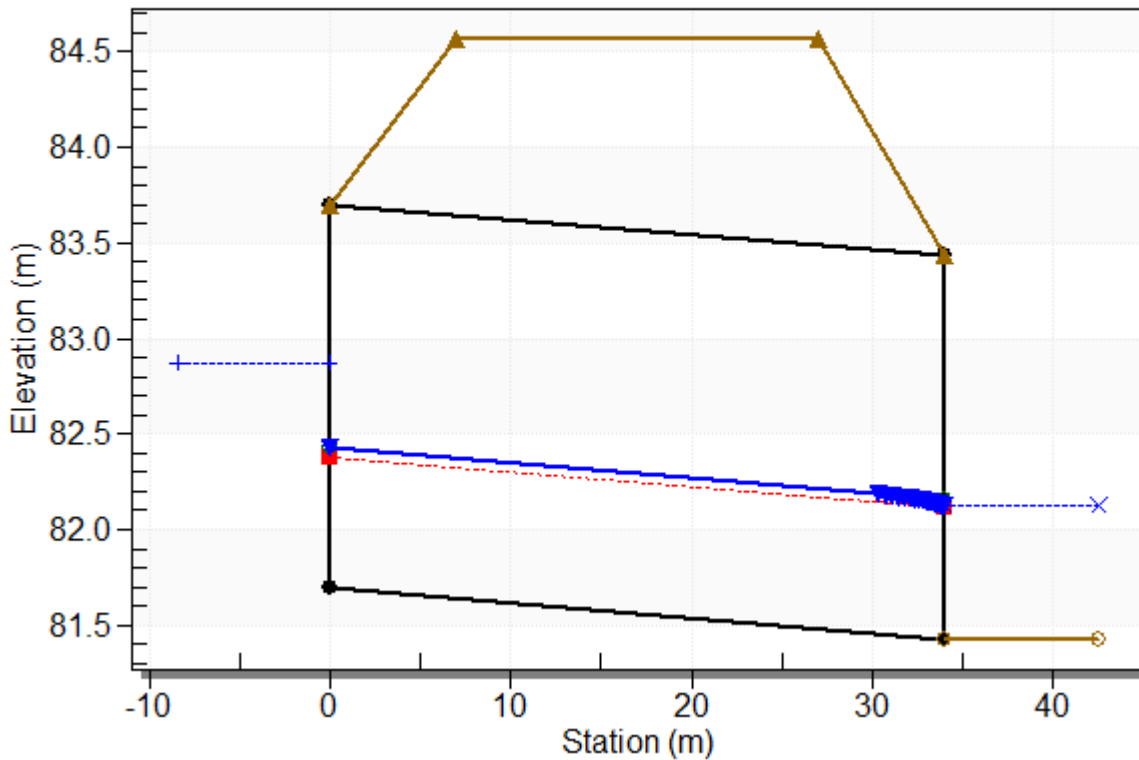
Inlet Depression: None

Table 2 - Culvert Summary Table: TO23

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
2.00	2.00	81.82	0.316	0.321	3-M1t	0.194	0.185	0.348	0.348	0.718	1.714
3.91	3.91	82.00	0.494	0.500	3-M1t	0.296	0.290	0.519	0.519	0.942	2.142
5.82	5.82	82.15	0.644	0.649	3-M1t	0.381	0.378	0.655	0.655	1.110	2.429
7.73	7.73	82.28	0.778	0.785	3-M1t	0.458	0.456	0.773	0.773	1.250	2.650
9.64	9.64	82.41	0.901	0.911	3-M1t	0.529	0.529	0.878	0.878	1.372	2.831
11.55	11.55	82.53	1.016	1.030	1-S1t	0.596	0.597	0.974	0.974	1.483	2.985
13.46	13.46	82.64	1.122	1.143	1-S1t	0.660	0.661	1.062	1.062	1.584	3.120
13.70	13.70	82.66	1.135	1.157	1-S1t	0.668	0.669	1.073	1.073	1.596	3.136
17.28	17.28	82.85	1.319	1.354	3-M1t	0.781	0.780	1.222	1.222	1.768	3.349
19.19	19.19	82.95	1.413	1.453	3-M1t	0.838	0.837	1.295	1.295	1.852	3.449
21.10	21.10	83.05	1.503	1.548	3-M1t	0.894	0.892	1.365	1.365	1.932	3.540

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO25**Crossing - TO25, Design Discharge - 4.40 cms**

Culvert - TO25, Culvert Discharge - 4.40 cms

**Site Data - TO25**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 81.70 m

Outlet Station: 34.00 m

Outlet Elevation: 81.43 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO25

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2500.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

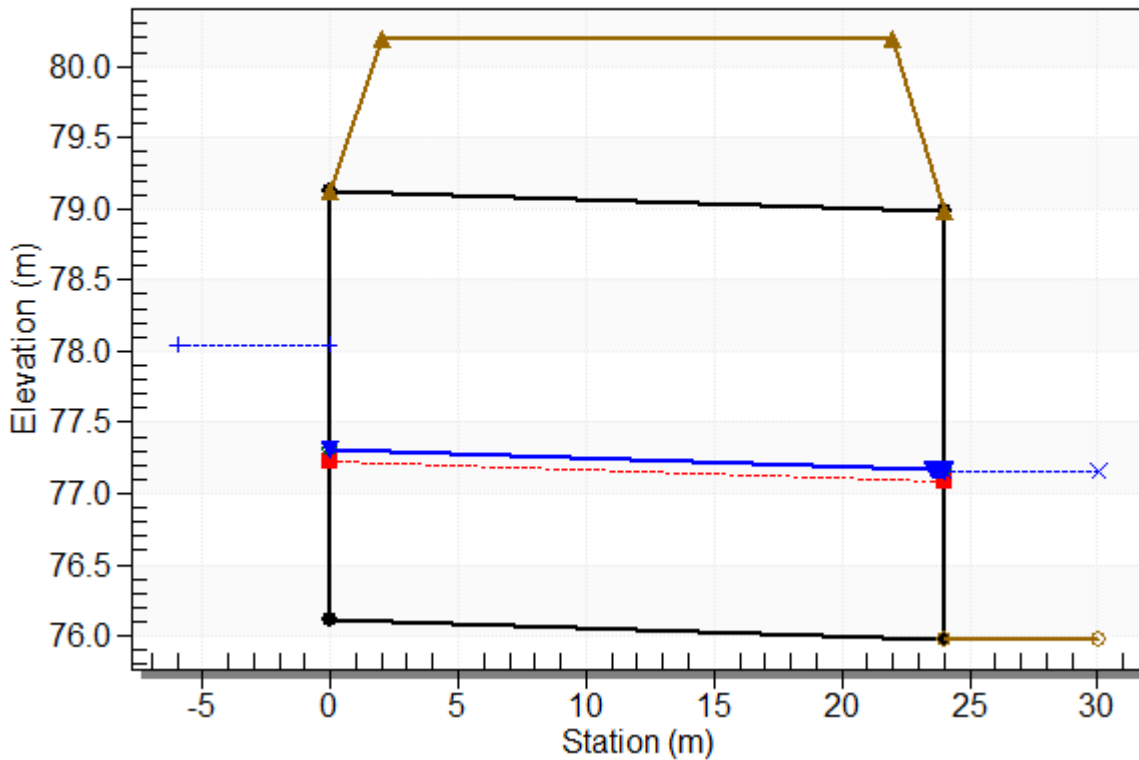
Inlet Depression: None

Table 1 - Culvert Summary Table: TO25

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.00	1.00	82.14	0.432	0.438	3-M1t	0.270	0.254	0.293	0.293	1.367	1.491
1.58	1.58	82.29	0.586	0.595	3-M1t	0.364	0.344	0.383	0.383	1.648	1.729
2.16	2.16	82.43	0.722	0.732	3-M1t	0.448	0.424	0.461	0.461	1.876	1.906
2.74	2.74	82.56	0.846	0.858	3-M1t	0.527	0.496	0.529	0.529	2.073	2.049
3.32	3.32	82.67	0.961	0.974	3-M2t	0.601	0.564	0.591	0.591	2.249	2.170
3.90	3.90	82.78	1.068	1.084	3-M2t	0.672	0.628	0.647	0.647	2.409	2.275
4.40	4.40	82.87	1.155	1.174	3-M2t	0.732	0.681	0.693	0.693	2.538	2.356
5.06	5.06	82.99	1.265	1.288	3-M2t	0.808	0.747	0.750	0.750	2.697	2.452
5.64	5.64	83.08	1.357	1.384	2-M2c	0.873	0.803	0.803	0.797	2.808	2.528
6.22	6.22	83.18	1.447	1.476	2-M2c	0.937	0.858	0.858	0.842	2.901	2.599
6.80	6.80	83.27	1.534	1.566	2-M2c	1.000	0.910	0.910	0.885	2.989	2.664

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO26**Crossing - TO26, Design Discharge - 22.00 cms**

Culvert - TO26, Culvert Discharge - 22.00 cms

**Site Data - TO26**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 76.12 m

Outlet Station: 24.00 m

Outlet Elevation: 75.98 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO26

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 6000.00 mm

Barrel Rise: 3000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

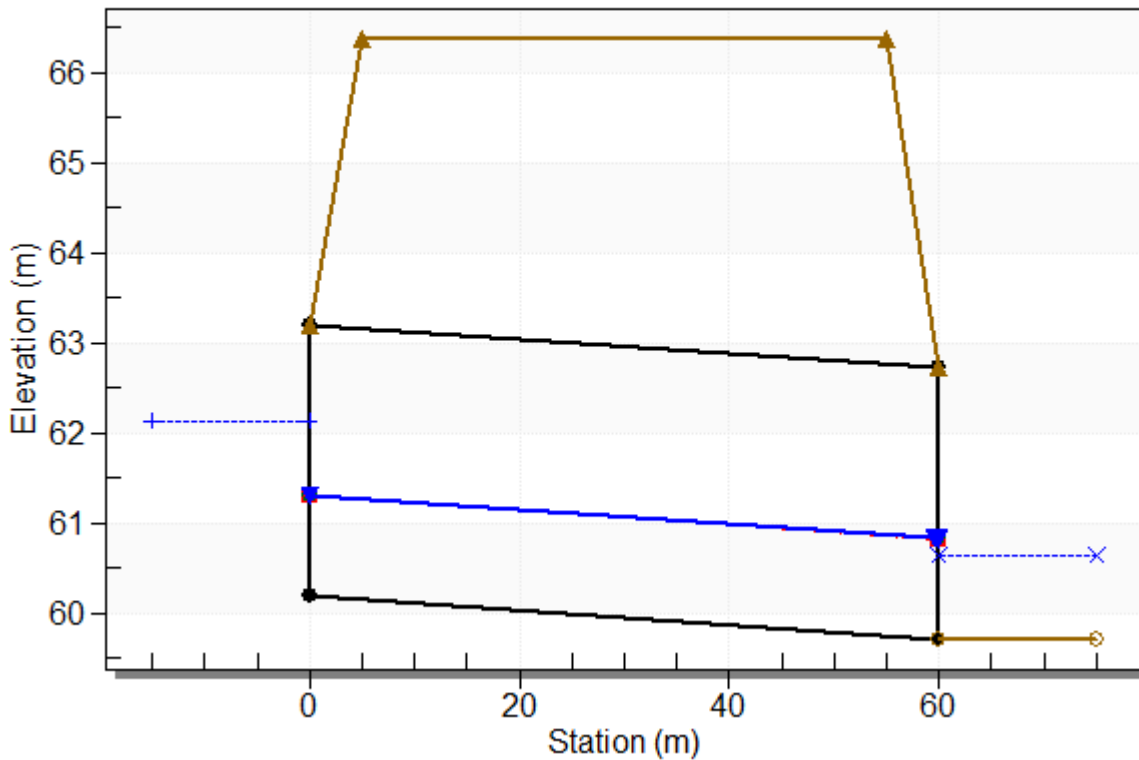
Inlet Depression: None

Table 1 - Culvert Summary Table: TO26

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
2.00	2.00	76.51	0.383	0.386	3-M1t	0.252	0.225	0.311	0.311	1.073	1.394
5.20	5.20	76.85	0.725	0.729	3-M1t	0.461	0.425	0.537	0.537	1.613	1.907
8.40	8.40	77.12	0.998	1.005	3-M1t	0.626	0.585	0.703	0.703	1.992	2.211
11.60	11.60	77.37	1.237	1.246	3-M1t	0.773	0.725	0.839	0.839	2.304	2.435
14.80	14.80	77.59	1.456	1.467	3-M1t	0.907	0.853	0.957	0.957	2.577	2.614
18.00	18.00	77.79	1.654	1.672	3-M1t	1.033	0.972	1.063	1.063	2.823	2.765
21.20	21.20	77.99	1.838	1.871	3-M1t	1.154	1.084	1.159	1.159	3.049	2.896
22.00	22.00	78.04	1.883	1.918	3-M2t	1.183	1.111	1.182	1.182	3.103	2.926
27.60	27.60	78.35	2.183	2.229	3-M2t	1.381	1.292	1.330	1.330	3.459	3.117
30.80	30.80	78.52	2.345	2.398	3-M2t	1.490	1.390	1.407	1.407	3.648	3.212
34.00	34.00	78.68	2.503	2.560	2-M2c	1.596	1.485	1.485	1.480	3.817	3.300

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO27**Crossing - TO27, Design Discharge - 14.50 cms**

Culvert - TO27, Culvert Discharge - 14.50 cms

**Site Data - TO27**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 60.20 m

Outlet Station: 60.00 m

Outlet Elevation: 59.72 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO27

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 4000.00 mm

Barrel Rise: 3000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

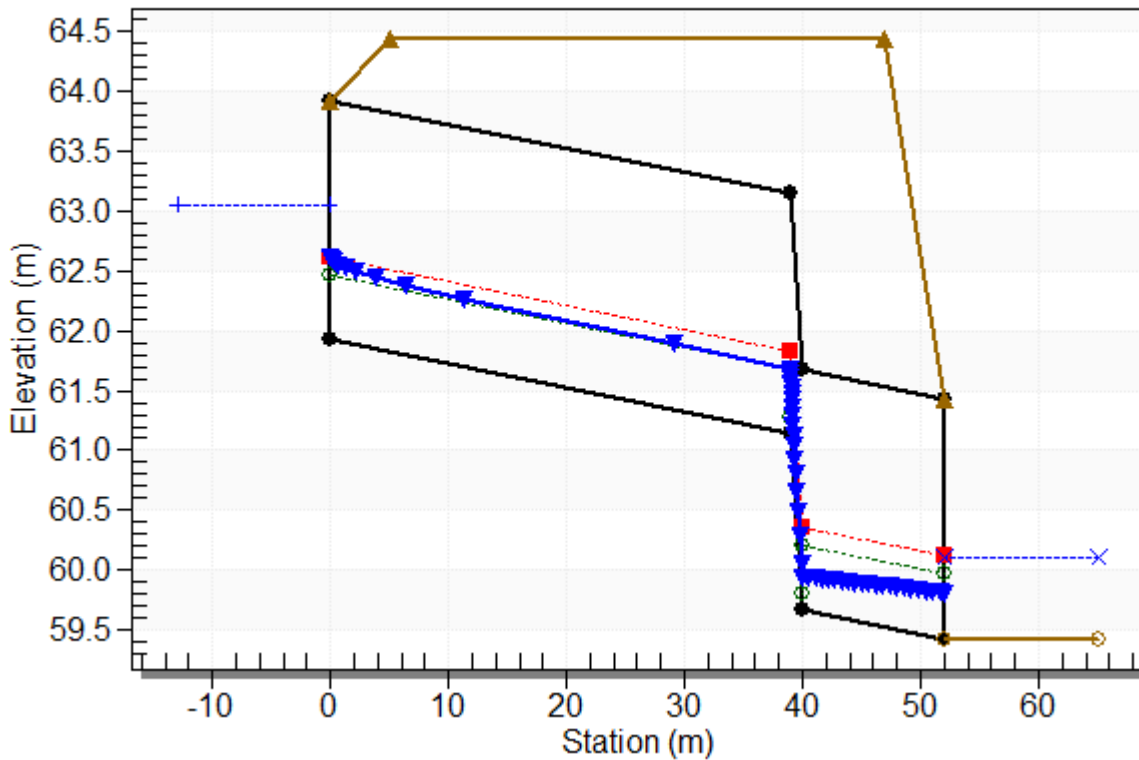
Inlet Depression: None

Table 2 - Culvert Summary Table: TO27

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
2.00	2.00	60.71	0.501	0.512	3-M1t	0.301	0.294	0.313	0.313	1.597	1.762
4.04	4.04	61.02	0.801	0.822	2-M2c	0.472	0.470	0.470	0.466	2.148	2.203
6.08	6.08	61.28	1.052	1.080	2-M2c	0.618	0.617	0.617	0.585	2.462	2.493
8.12	8.12	61.51	1.276	1.310	2-M2c	0.750	0.749	0.749	0.685	2.711	2.715
10.16	10.16	61.72	1.481	1.520	2-M2c	0.874	0.869	0.869	0.772	2.921	2.896
12.20	12.20	61.92	1.668	1.715	2-M2c	0.991	0.982	0.982	0.851	3.105	3.051
14.24	14.24	62.10	1.844	1.899	2-M2c	1.104	1.089	1.089	0.922	3.269	3.186
14.50	14.50	62.12	1.866	1.922	2-M2c	1.118	1.102	1.102	0.931	3.289	3.202
18.32	18.32	62.44	2.173	2.241	2-M2c	1.320	1.288	1.288	1.051	3.556	3.416
20.36	20.36	62.60	2.329	2.401	2-M2c	1.424	1.382	1.382	1.109	3.683	3.516
22.40	22.40	62.76	2.480	2.556	2-M2c	1.526	1.473	1.473	1.165	3.802	3.609

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO28**Crossing - TO28, Design Discharge - 4.50 cms**

Culvert - TO28, Culvert Discharge - 4.50 cms

**Site Data - TO28**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 61.92 m

Upper Break Station: 39.00 m

Upper Break Elevation: 61.14 m

Lower Break Station: 40.00 m

Lower Break Elevation: 59.67 m

Outlet Station: 52.00 m

Outlet Elevation: 59.43 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO28

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2500.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Upper & Middle Section Material: Concrete

Lower Section Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Upper & Middle Section Manning's n: 0.0230

Lower Section Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Double Broken-back

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

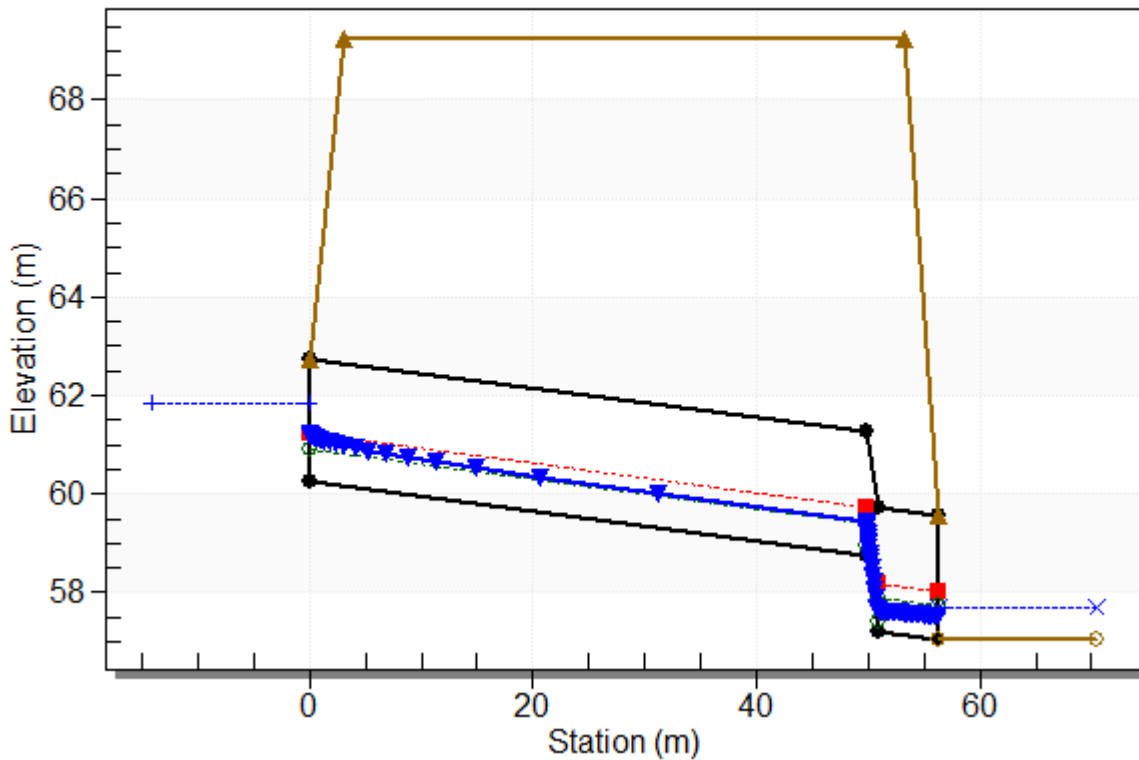
Table 1 - Culvert Summary Table: TO28

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
2.00	2.00	62.58	0.658	0.0*	1-S2n	0.000	0.403	0.249	0.434	3.212	3.217
2.50	2.50	62.68	0.764	0.0*	1-S2n	0.000	0.467	0.276	0.490	3.617	3.421
3.00	3.00	62.78	0.863	0.0*	1-S2n	0.000	0.527	0.304	0.541	3.948	3.594
3.50	3.50	62.88	0.956	0.0*	1-S2n	0.000	0.585	0.331	0.588	4.234	3.746
4.00	4.00	62.97	1.046	0.0*	1-S2n	0.000	0.585	0.356	0.632	4.491	3.881
4.50	4.50	63.05	1.132	0.0*	1-S2n	0.000	0.611	0.382	0.672	4.710	4.003
5.00	5.00	63.14	1.215	0.0*	1-S2n	0.000	0.585	0.409	0.710	4.889	4.114
5.50	5.50	63.22	1.295	0.0*	1-S2n	0.000	0.585	0.433	0.747	5.077	4.217
6.00	6.00	63.29	1.373	0.0*	1-S2n	0.000	0.585	0.460	0.781	5.215	4.313
6.50	6.50	63.37	1.449	0.019	1-S2n	0.000	0.585	0.484	0.814	5.377	4.403
7.00	7.00	63.44	1.523	0.052	1-S2n	0.000	0.585	0.509	0.845	5.505	4.488

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO29

Crossing - TO29, Design Discharge - 7.50 cms

Culvert - TO29, Culvert Discharge - 7.50 cms

**Site Data - TO29**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 60.25 m

Upper Break Station: 49.85 m

Upper Break Elevation: 58.75 m

Lower Break Station: 50.85 m

Lower Break Elevation: 57.22 m

Outlet Station: 56.35 m

Outlet Elevation: 57.06 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO29

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2500.00 mm

Barrel Rise: 2500.00 mm

Upper & Middle Section Material: Concrete

Lower Section Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Upper & Middle Section Manning's n: 0.0230

Lower Section Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Double Broken-back

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

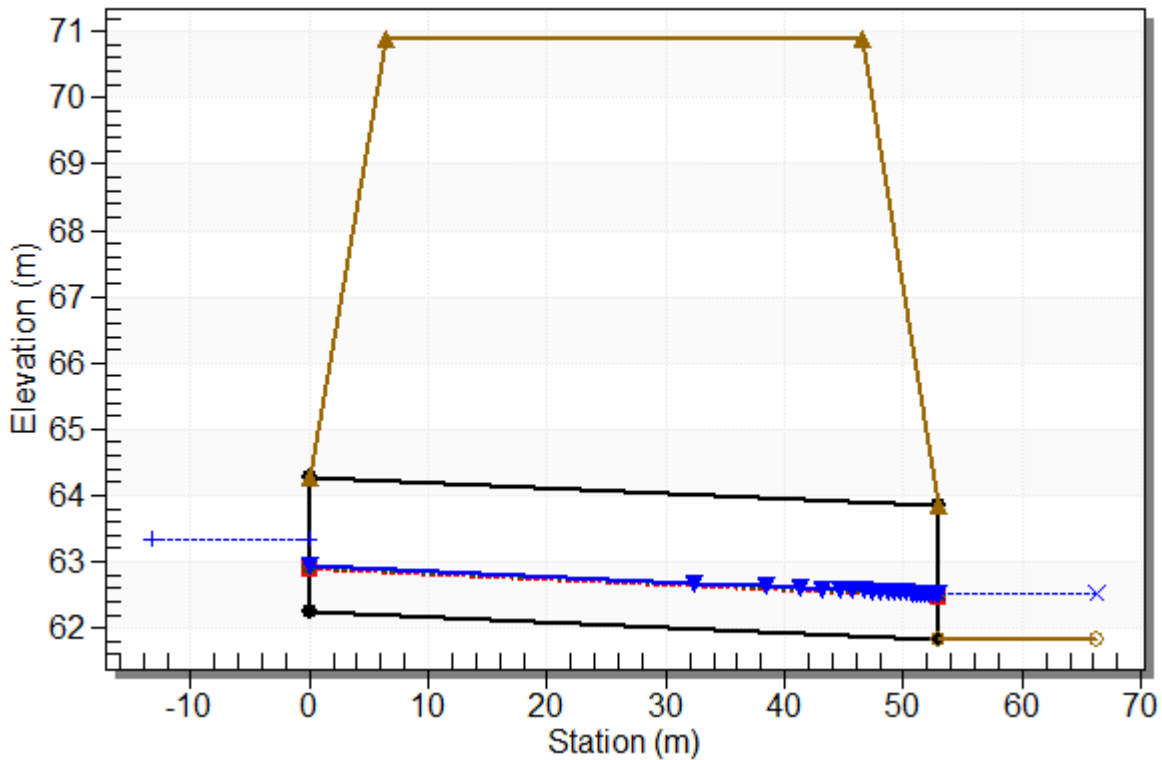
Inlet Depression: None

Table 2 - Culvert Summary Table: TO29

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
2.00	2.00	60.90	0.653	0.0*	1-S2n	0.000	0.403	0.186	0.298	4.299	2.917
2.96	2.96	61.10	0.848	0.0*	1-S2n	0.000	0.523	0.235	0.376	5.029	3.312
3.92	3.92	61.27	1.022	0.0*	1-S2n	0.000	0.630	0.285	0.443	5.493	3.618
4.88	4.88	61.43	1.183	0.0*	1-S2n	0.000	0.730	0.331	0.504	5.897	3.869
5.84	5.84	61.59	1.335	0.0*	1-S2n	0.000	0.730	0.377	0.559	6.190	4.084
6.80	6.80	61.73	1.480	0.0*	1-S2n	0.000	0.730	0.426	0.610	6.384	4.272
7.50	7.50	61.83	1.582	0.0*	1-S2n	0.000	0.771	0.459	0.645	6.536	4.397
8.72	8.72	62.00	1.752	0.0*	1-S2n	0.000	0.730	0.516	0.703	6.762	4.593
9.68	9.68	62.13	1.880	0.0*	1-S2n	0.000	0.730	0.560	0.745	6.917	4.732
10.64	10.64	62.25	2.005	0.0*	1-S2n	0.000	0.730	0.603	0.786	7.056	4.860
11.60	11.60	62.38	2.127	0.0*	1-S2n	0.000	0.730	0.646	0.825	7.183	4.980

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO30**Crossing - TO30, Design Discharge - 4.70 cms**

Culvert - TO30, Culvert Discharge - 4.70 cms

**Site Data - TO30**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 62.26 m

Outlet Station: 53.00 m

Outlet Elevation: 61.84 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO30

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 3000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

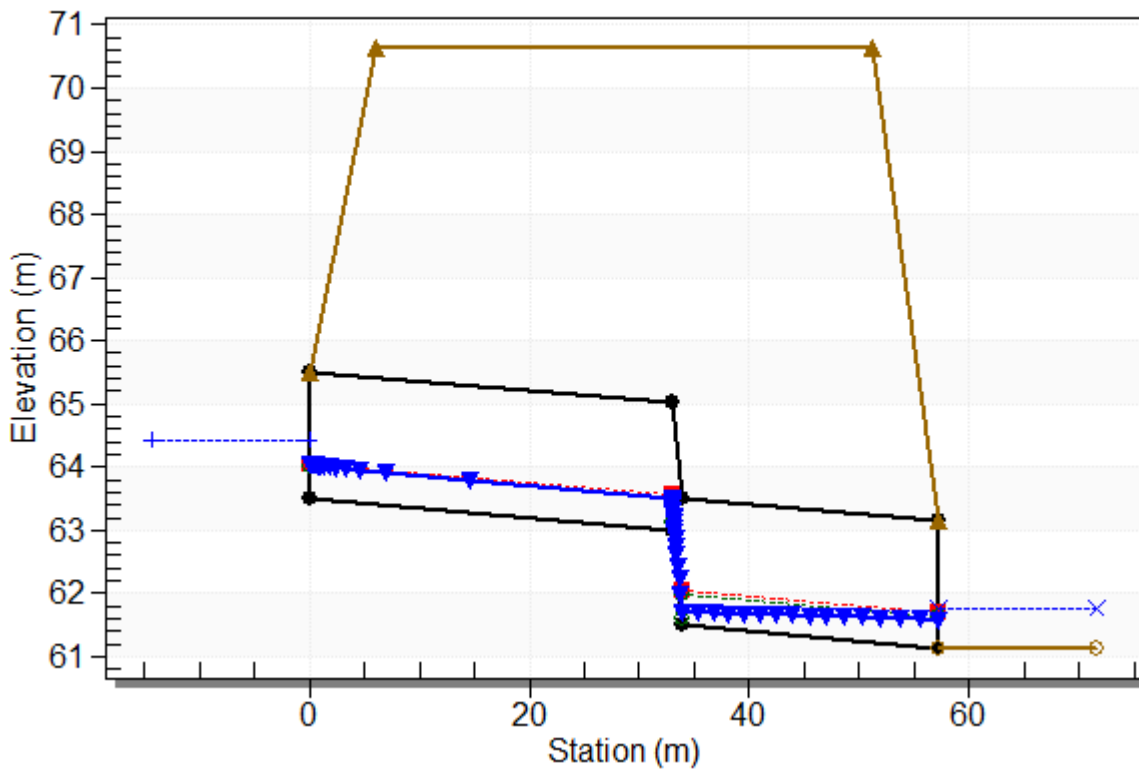
Table 1 - Culvert Summary Table: TO30

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
2.00	2.00	62.88	0.607	0.618	3-M1t	0.371	0.356	0.412	0.412	1.616	2.010
2.53	2.53	62.98	0.710	0.723	3-M1t	0.432	0.417	0.473	0.473	1.782	2.162
3.06	3.06	63.08	0.806	0.821	3-M1t	0.491	0.473	0.528	0.528	1.930	2.290
3.59	3.59	63.17	0.897	0.913	3-M1t	0.546	0.526	0.579	0.579	2.066	2.402
4.12	4.12	63.26	0.983	1.001	3-M1t	0.599	0.577	0.627	0.627	2.191	2.502
4.65	4.65	63.34	1.064	1.079	3-M1t	0.651	0.626	0.672	0.672	2.308	2.591
4.70	4.70	63.35	1.071	1.087	3-M1t	0.656	0.630	0.676	0.676	2.318	2.599
5.71	5.71	63.50	1.215	1.243	3-M1t	0.750	0.717	0.754	0.754	2.523	2.748
6.24	6.24	63.58	1.287	1.318	3-M2t	0.798	0.761	0.793	0.793	2.624	2.819
6.77	6.77	63.65	1.358	1.390	3-M2t	0.845	0.804	0.830	0.830	2.720	2.884
7.30	7.30	63.72	1.426	1.461	3-M2t	0.891	0.845	0.865	0.865	2.813	2.945

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO40

Crossing - TO40, Design Discharge - 2.60 cms

Culvert - TO40, Culvert Discharge - 2.60 cms

**Site Data - TO40**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 63.50 m

Upper Break Station: 33.00 m

Upper Break Elevation: 63.01 m

Lower Break Station: 34.00 m

Lower Break Elevation: 61.49 m

Outlet Station: 57.27 m

Outlet Elevation: 61.14 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO40

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Upper & Middle Section Material: Concrete

Lower Section Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Upper & Middle Section Manning's n: 0.0230

Lower Section Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Double Broken-back

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

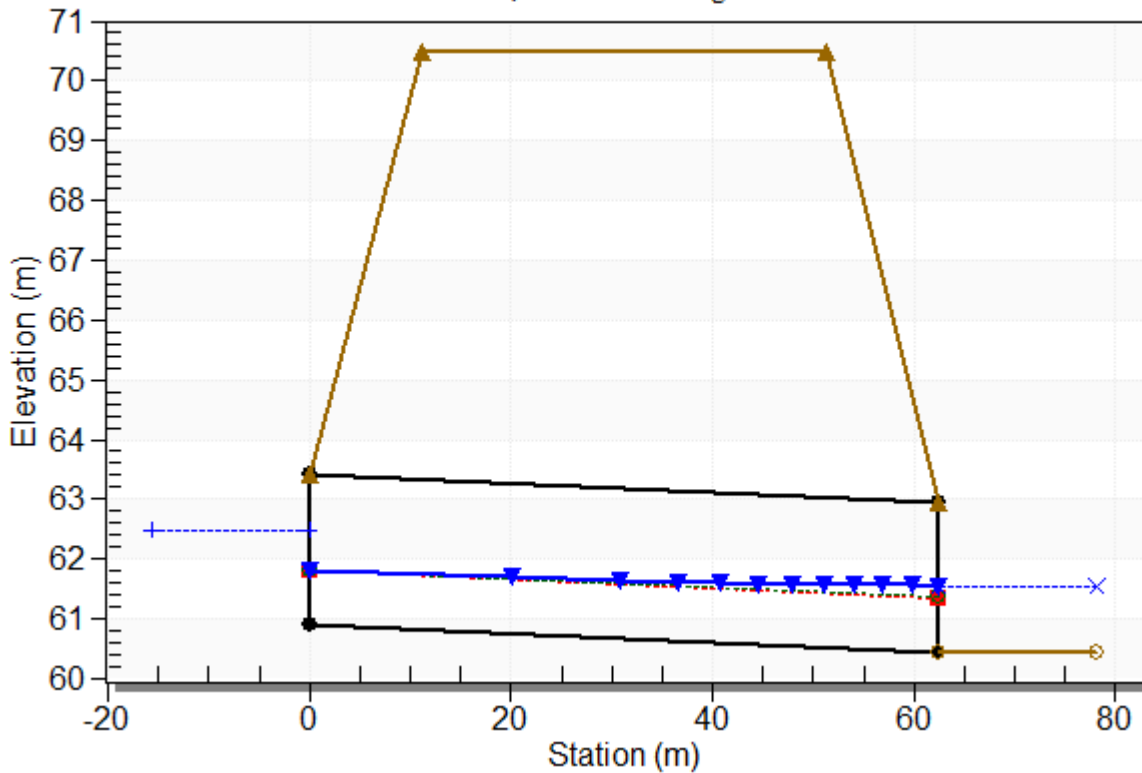
Inlet Depression: None

Table 2 - Culvert Summary Table: TO40

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
2.00	2.00	64.27	0.769	0.131	1-S2n	0.000	0.467	0.384	0.524	2.607	2.502
2.19	2.19	64.32	0.817	0.137	1-S2n	0.000	0.496	0.400	0.551	2.738	2.563
2.38	2.38	64.36	0.864	0.144	1-S2n	0.000	0.524	0.415	0.576	2.866	2.621
2.57	2.57	64.41	0.909	0.151	1-S2n	0.000	0.552	0.431	0.600	2.985	2.675
2.60	2.60	64.42	0.916	0.152	1-S2n	0.000	0.556	0.433	0.604	3.004	2.684
2.95	2.95	64.50	0.997	0.167	1-S2n	0.000	0.605	0.460	0.646	3.210	2.775
3.14	3.14	64.54	1.039	0.175	1-S2n	0.000	0.605	0.473	0.668	3.317	2.820
3.33	3.33	64.58	1.081	0.184	1-S2n	0.000	0.605	0.488	0.689	3.413	2.864
3.52	3.52	64.62	1.122	0.194	1-S2n	0.000	0.605	0.502	0.709	3.508	2.906
3.71	3.71	64.66	1.162	0.205	1-S2n	0.000	0.605	0.515	0.729	3.603	2.946
3.90	3.90	64.70	1.201	0.215	1-S2n	0.000	0.605	0.529	0.748	3.689	2.984

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO31**Crossing - TO31, Design Discharge - 13.40 cms**

Culvert - TO31, Culvert Discharge - 13.40 cms

**Site Data - TO31**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 60.90 m

Outlet Station: 62.50 m

Outlet Elevation: 60.46 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO31

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 5000.00 mm

Barrel Rise: 2500.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

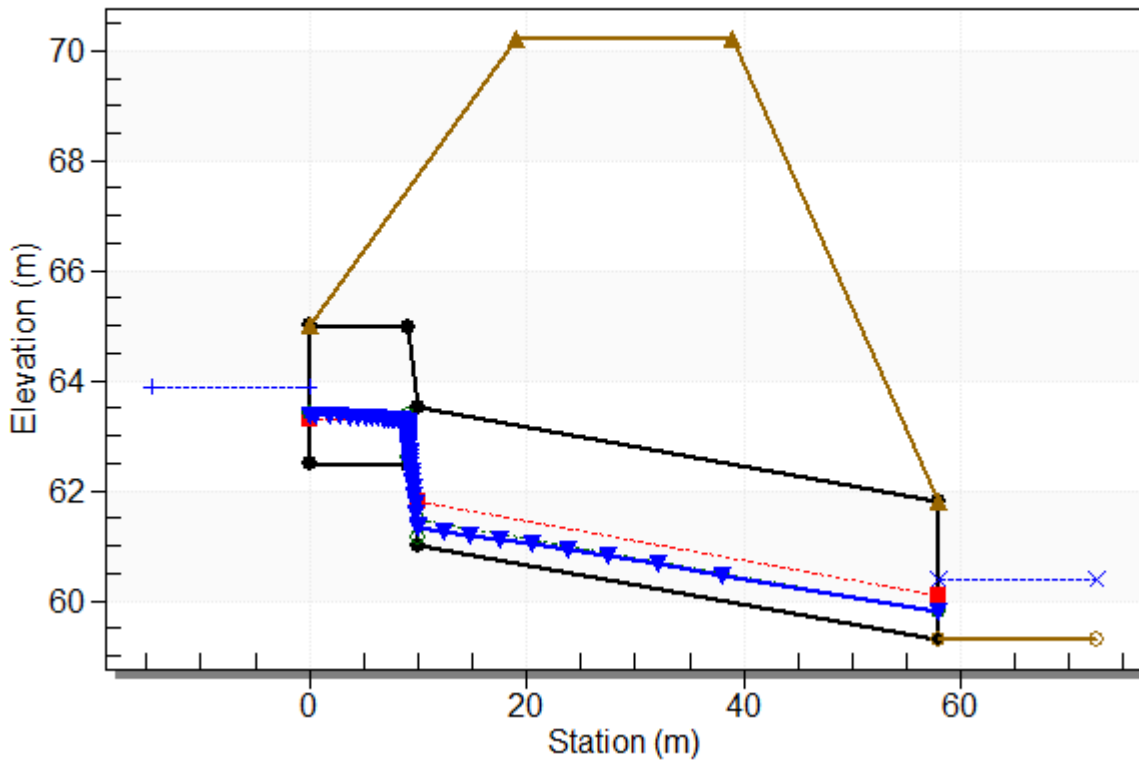
Table 3 - Culvert Summary Table: TO31

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	61.71	0.796	0.812	3-M1t	0.481	0.467	0.624	0.624	1.604	2.213
6.58	6.58	61.88	0.956	0.976	3-M1t	0.574	0.561	0.732	0.732	1.798	2.409
8.16	8.16	62.03	1.104	1.127	3-M1t	0.661	0.647	0.829	0.829	1.968	2.570
9.74	9.74	62.17	1.242	1.269	3-M1t	0.743	0.729	0.918	0.918	2.123	2.709
11.32	11.32	62.30	1.369	1.403	3-M1t	0.821	0.805	1.000	1.000	2.264	2.830
12.90	12.90	62.43	1.490	1.530	3-M1t	0.896	0.879	1.077	1.077	2.396	2.939
13.40	13.40	62.47	1.528	1.569	3-M1t	0.919	0.901	1.100	1.100	2.436	2.971
16.06	16.06	62.67	1.719	1.770	3-M1t	1.039	1.017	1.218	1.218	2.638	3.127
17.64	17.64	62.77	1.827	1.874	3-M1t	1.108	1.082	1.283	1.283	2.750	3.210
19.22	19.22	62.89	1.933	1.987	3-M1t	1.175	1.146	1.345	1.345	2.857	3.288
20.80	20.80	62.99	2.036	2.090	3-M1t	1.241	1.208	1.405	1.405	2.960	3.360

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO32

Crossing - TO32, Design Discharge - 11.10 cms

Culvert - TO32, Culvert Discharge - 11.10 cms

**Site Data - TO32**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 62.50 m

Upper Break Station: 9.00 m

Upper Break Elevation: 62.45 m

Lower Break Station: 10.00 m

Lower Break Elevation: 61.00 m

Outlet Station: 58.00 m

Outlet Elevation: 59.31 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO32

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 5000.00 mm

Barrel Rise: 2500.00 mm

Upper & Middle Section Material: Concrete

Lower Section Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Upper & Middle Section Manning's n: 0.0230

Lower Section Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Double Broken-back

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

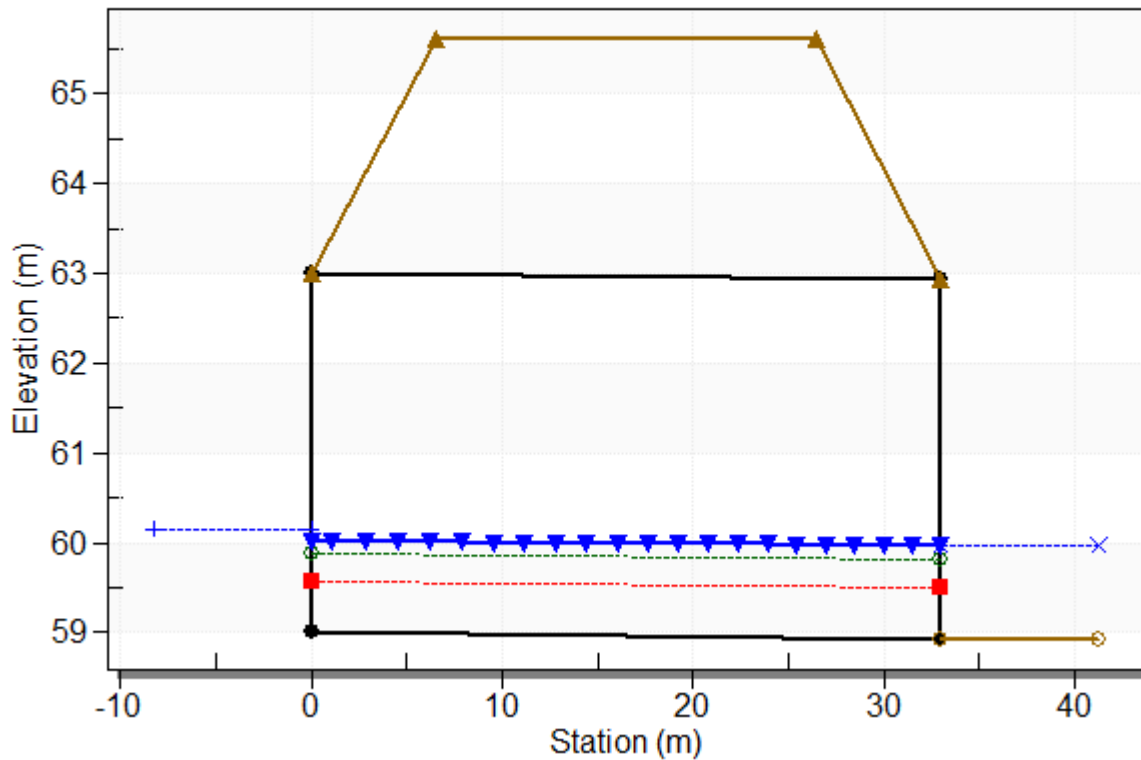
Inlet Depression: None

Table 1 - Culvert Summary Table: TO32

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	63.30	0.759	0.802	2-M2c	0.000	0.467	0.288	0.688	3.474	1.970
6.23	6.23	63.43	0.879	0.929	2-M2c	0.000	0.541	0.331	0.782	3.762	2.107
7.46	7.46	63.55	0.991	1.048	2-M2c	0.000	0.610	0.371	0.867	4.020	2.224
8.69	8.69	63.66	1.097	1.160	2-M2c	0.000	0.675	0.409	0.947	4.251	2.326
9.92	9.92	63.77	1.198	1.268	2-M2c	0.000	0.737	0.445	1.021	4.454	2.417
11.10	11.10	63.87	1.292	1.366	2-M2c	0.000	0.769	0.478	1.088	4.641	2.496
12.38	12.38	63.97	1.391	1.470	2-M2c	0.000	0.737	0.515	1.157	4.812	2.575
13.61	13.61	64.07	1.483	1.566	2-M2c	0.000	0.737	0.545	1.220	4.994	2.645
14.84	14.84	64.16	1.572	1.659	2-M2c	0.000	0.737	0.575	1.280	5.163	2.710
16.07	16.07	64.25	1.659	1.749	2-M2c	0.000	0.737	0.604	1.337	5.321	2.770
17.30	17.30	64.34	1.744	1.838	2-M2c	0.000	0.737	0.633	1.393	5.469	2.827

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO34**Crossing - TO34, Design Discharge - 5.30 cms**

Culvert - TO34, Culvert Discharge - 5.30 cms

**Site Data - TO34**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 59.00 m

Outlet Station: 33.00 m

Outlet Elevation: 58.93 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO34

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 4000.00 mm

Barrel Rise: 4000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

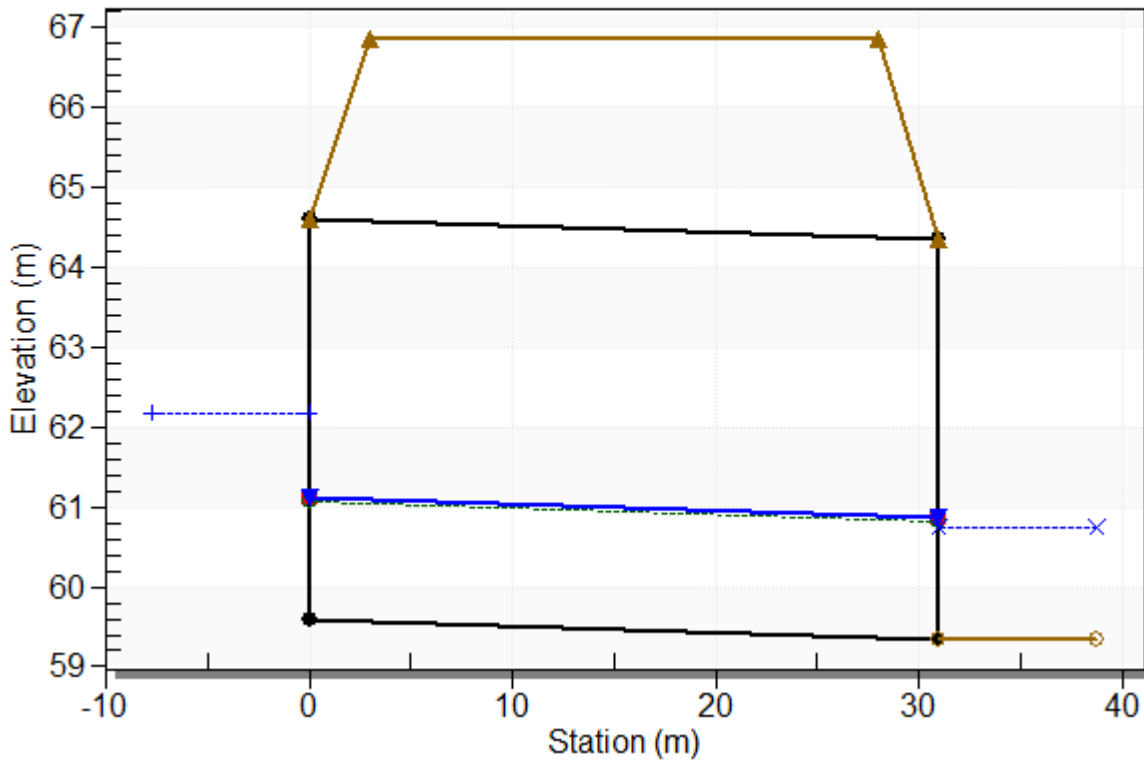
Inlet Depression: None

Table 2 - Culvert Summary Table: TO34

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.00	1.00	59.37	0.318	0.367	3-M1t	0.294	0.185	0.340	0.340	0.736	0.841
1.72	1.72	59.53	0.456	0.528	3-M1t	0.418	0.266	0.483	0.483	0.890	1.017
2.44	2.44	59.67	0.576	0.669	3-M1t	0.524	0.336	0.609	0.609	1.002	1.145
3.16	3.16	59.80	0.684	0.798	3-M1t	0.622	0.399	0.725	0.725	1.090	1.245
3.88	3.88	59.92	0.784	0.920	3-M1t	0.714	0.458	0.834	0.834	1.163	1.329
4.60	4.60	60.04	0.879	1.035	3-M1t	0.800	0.513	0.939	0.939	1.225	1.400
5.30	5.30	60.14	0.966	1.143	3-M1t	0.881	0.563	1.037	1.037	1.278	1.461
6.04	6.04	60.25	1.054	1.253	3-M1t	0.964	0.615	1.137	1.137	1.328	1.517
6.76	6.76	60.36	1.136	1.357	3-M1t	1.043	0.663	1.233	1.233	1.371	1.567
7.48	7.48	60.46	1.215	1.459	3-M1t	1.120	0.709	1.326	1.326	1.410	1.612
8.20	8.20	60.56	1.292	1.558	3-M1t	1.195	0.754	1.418	1.418	1.446	1.652

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO35**Crossing - TO35, Design Discharge - 31.90 cms**

Culvert - TO35, Culvert Discharge - 31.90 cms

**Site Data - TO35**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 59.60 m

Outlet Station: 31.00 m

Outlet Elevation: 59.35 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO35

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 5500.00 mm

Barrel Rise: 5000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

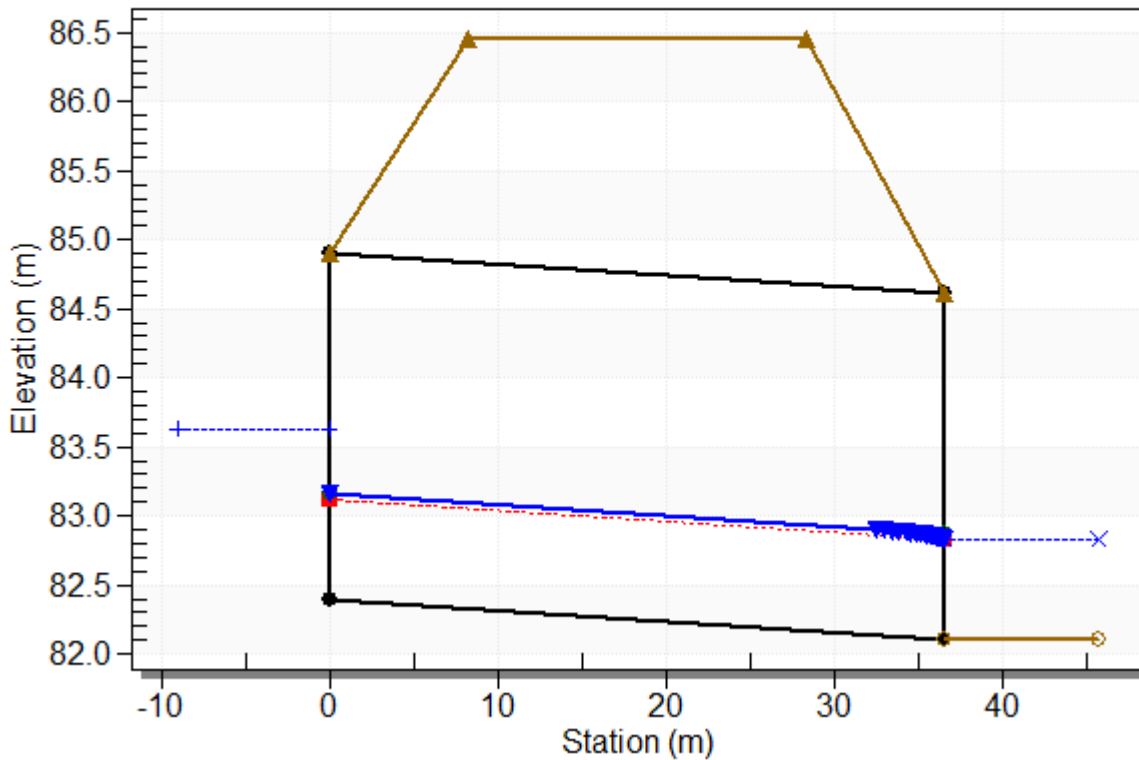
Inlet Depression: None

Table 3 - Culvert Summary Table: TO35

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
10.00	10.00	60.79	1.185	0.467	1-JS1t	0.672	0.696	0.717	0.717	2.536	2.957
13.95	13.95	61.08	1.480	0.644	1-S2n	0.837	0.869	0.864	0.872	2.935	3.285
17.90	17.90	61.35	1.747	0.813	1-S2n	0.989	1.026	0.989	1.008	3.292	3.547
21.85	21.85	61.60	1.996	0.977	1-S2n	1.132	1.172	1.164	1.131	3.414	3.766
25.80	25.80	61.83	2.229	1.136	1-S2n	1.268	1.309	1.303	1.244	3.599	3.955
29.75	29.75	62.05	2.451	1.292	1-S2n	1.400	1.439	1.439	1.349	3.759	4.123
31.90	31.90	62.17	2.567	1.376	1-S2n	1.469	1.508	1.506	1.403	3.851	4.207
37.65	37.65	62.46	2.857	1.598	1-S2n	1.651	1.684	1.682	1.541	4.069	4.410
41.60	41.60	62.65	3.048	1.751	1-S2n	1.773	1.800	1.773	1.629	4.267	4.536
45.55	45.55	62.83	3.234	1.903	1-S2n	1.892	1.912	1.892	1.714	4.378	4.652
49.50	49.50	63.01	3.414	2.055	1-S2n	2.009	2.021	2.009	1.794	4.480	4.761

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO37**Crossing - TO37, Design Discharge - 4.70 cms**

Culvert - TO37, Culvert Discharge - 4.70 cms

**Site Data - TO37**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 82.40 m

Outlet Station: 36.50 m

Outlet Elevation: 82.11 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO37

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2500.00 mm

Barrel Rise: 2500.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

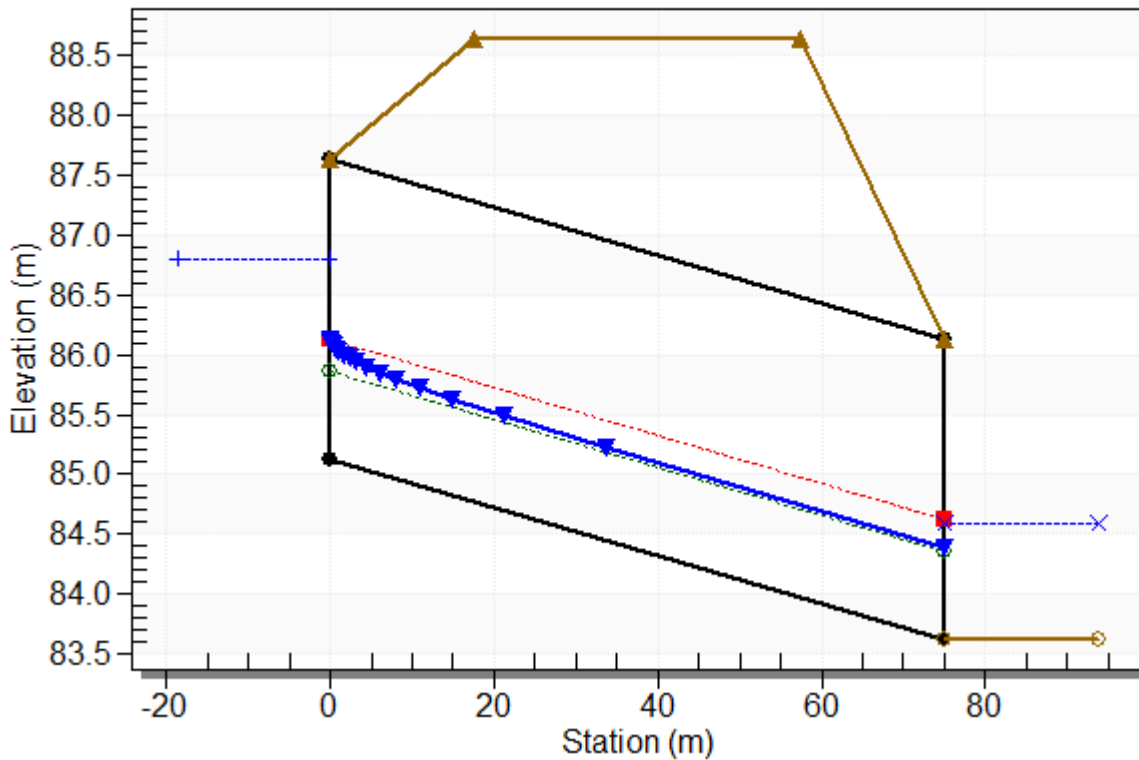
Inlet Depression: None

Table 4 - Culvert Summary Table: TO37

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
2.00	2.00	83.10	0.686	0.696	3-M1t	0.425	0.403	0.440	0.440	1.817	1.861
2.52	2.52	83.21	0.800	0.812	3-M1t	0.497	0.470	0.504	0.504	2.001	1.998
3.04	3.04	83.32	0.906	0.919	3-M2t	0.565	0.532	0.561	0.561	2.166	2.114
3.56	3.56	83.42	1.007	1.021	3-M2t	0.630	0.591	0.615	0.615	2.317	2.215
4.08	4.08	83.52	1.103	1.117	3-M2t	0.693	0.647	0.664	0.664	2.457	2.305
4.60	4.60	83.61	1.195	1.209	3-M2t	0.755	0.701	0.711	0.711	2.588	2.386
4.70	4.70	83.63	1.212	1.227	3-M2t	0.766	0.711	0.720	0.720	2.612	2.401
5.64	5.64	83.78	1.365	1.384	2-M2c	0.873	0.803	0.803	0.797	2.808	2.528
6.16	6.16	83.87	1.445	1.467	2-M2c	0.930	0.852	0.852	0.838	2.892	2.592
6.68	6.68	83.95	1.524	1.547	2-M2c	0.987	0.899	0.899	0.876	2.971	2.651
7.20	7.20	84.03	1.600	1.626	2-M2c	1.043	0.945	0.945	0.913	3.046	2.706

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO43**Crossing - TO43, Design Discharge - 12.40 cms**

Culvert - TO43, Culvert Discharge - 12.40 cms

**Site Data - TO43**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 85.13 m

Outlet Station: 75.00 m

Outlet Elevation: 83.63 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO43

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 4000.00 mm

Barrel Rise: 2500.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

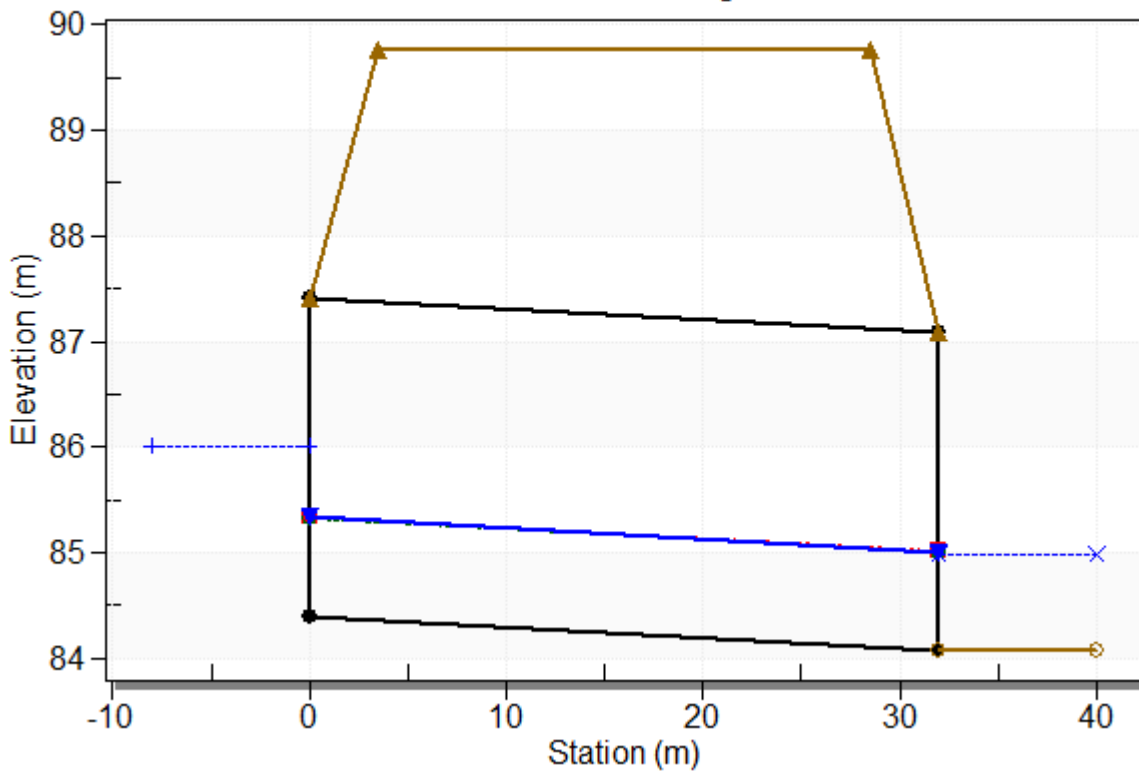
Inlet Depression: None

Table 5 - Culvert Summary Table: TO43

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	86.04	0.912	0.0*	1-S2n	0.403	0.542	0.403	0.574	3.103	3.382
6.42	6.42	86.21	1.077	0.0*	1-S2n	0.474	0.640	0.474	0.663	3.388	3.639
7.84	7.84	86.36	1.231	0.0*	1-S2n	0.540	0.731	0.561	0.742	3.492	3.855
9.26	9.26	86.50	1.373	0.0*	1-S2n	0.603	0.817	0.603	0.814	3.840	4.040
10.68	10.68	86.64	1.508	0.0*	1-S2n	0.663	0.899	0.663	0.882	4.027	4.204
12.10	12.10	86.77	1.637	0.0*	1-S2n	0.721	0.977	0.721	0.944	4.196	4.351
12.40	12.40	86.79	1.663	0.0*	1-S2n	0.733	0.993	0.756	0.957	4.099	4.381
14.94	14.94	87.01	1.880	0.0*	1-S2n	0.832	1.124	0.860	1.060	4.341	4.608
16.36	16.36	87.13	1.997	0.049	1-S2n	0.885	1.195	0.916	1.113	4.466	4.722
17.78	17.78	87.24	2.111	0.181	1-S2n	0.937	1.263	0.970	1.164	4.580	4.829
19.20	19.20	87.35	2.224	0.317	1-S2n	0.988	1.329	1.024	1.213	4.689	4.928

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO44**Crossing - TO44, Design Discharge - 8.60 cms**

Culvert - TO44, Culvert Discharge - 8.60 cms

**Site Data - TO44**

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 84.40 m

Outlet Station: 32.00 m

Outlet Elevation: 84.08 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO44

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 3000.00 mm

Barrel Rise: 3000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

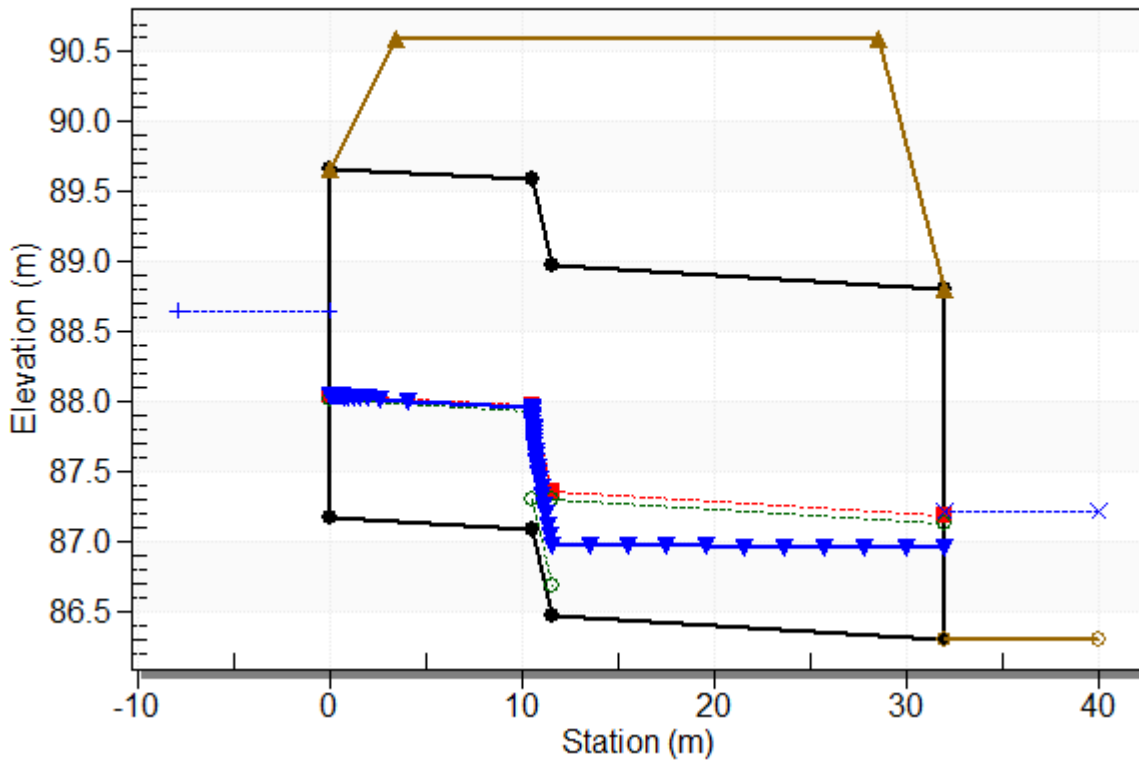
Table 6 - Culvert Summary Table: TO44

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	85.52	1.116	0.344	1-S2n	0.632	0.657	0.649	0.664	2.568	3.478
5.83	5.83	85.64	1.236	0.450	1-S2n	0.702	0.727	0.722	0.723	2.693	3.629
6.66	6.66	85.75	1.351	0.530	1-S2n	0.770	0.795	0.792	0.777	2.804	3.762
7.49	7.49	85.86	1.461	0.610	1-S2n	0.836	0.860	0.836	0.828	2.987	3.883
8.32	8.32	85.97	1.566	0.688	1-S2n	0.900	0.922	0.900	0.877	3.081	3.994
8.60	8.60	86.00	1.600	0.715	1-S2n	0.922	0.943	0.922	0.892	3.110	4.030
9.98	9.98	86.16	1.762	0.845	1-S2n	1.025	1.041	1.025	0.966	3.246	4.191
10.81	10.81	86.26	1.856	0.924	1-S2n	1.086	1.098	1.086	1.007	3.319	4.280
11.64	11.64	86.35	1.947	1.002	1-S2n	1.146	1.153	1.146	1.047	3.387	4.364
12.47	12.47	86.44	2.037	1.082	1-S2n	1.205	1.207	1.205	1.086	3.451	4.443
13.30	13.30	86.61	2.124	2.205	2-M2c	1.263	1.260	1.260	1.123	3.517	4.518

Water Surface Profile Plot for Culvert: TO38

Crossing - TO38, Design Discharge - 18.20 cms

Culvert - TO38, Culvert Discharge - 18.20 cms



Site Data - TO38

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 87.17 m

Upper Break Station: 10.50 m

Upper Break Elevation: 87.09 m

Lower Break Station: 11.50 m

Lower Break Elevation: 86.48 m

Outlet Station: 31.92 m

Outlet Elevation: 86.31 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - TO38

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 7000.00 mm

Barrel Rise: 2500.00 mm

Upper & Middle Section Material: Concrete

Lower Section Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Upper & Middle Section Manning's n: 0.0230

Lower Section Manning's n: 0.0230

Culvert Type: Double Broken-back

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

Table 7 - Culvert Summary Table: TO38

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	87.79	0.624	0.624	1-S2n	0.000	0.373	0.357	0.428	1.999	3.405
7.31	7.31	87.97	0.803	0.668	1-S2n	0.000	0.481	0.406	0.536	2.573	3.855
9.62	9.62	88.13	0.965	0.678	1-S2n	0.000	0.577	0.457	0.630	3.004	4.205
11.93	11.93	88.28	1.113	0.692	1-S2n	0.000	0.666	0.509	0.715	3.348	4.495
14.24	14.24	88.42	1.253	0.708	1-S2n	0.000	0.666	0.560	0.792	3.634	4.743
16.55	16.55	88.55	1.383	0.727	1-S2n	0.000	0.666	0.610	0.863	3.878	4.961
18.20	18.20	88.64	1.473	0.743	1-S2n	0.000	0.748	0.645	0.912	4.032	5.102
21.17	21.17	88.80	1.628	0.774	1-S2n	0.000	0.666	0.707	0.994	4.276	5.332
23.48	23.48	88.91	1.743	0.802	1-S2n	0.000	0.666	0.755	1.054	4.444	5.494
25.79	25.79	89.02	1.855	0.833	1-S2n	0.000	0.666	0.802	1.111	4.596	5.644
28.10	28.10	89.13	1.964	0.866	1-S2n	0.000	0.666	0.848	1.166	4.735	5.783

11.5 APPENDICE 5 – FOSSI DI GUARDIA

Per i fossi di guardia in terra e rivestiti (distinti dalle lettere *T* e *R*) si riportano la portata massima esitabile (*Portata max*), la massima area contribuente sottesa al fosso di guardia (*Area max*) e le lunghezze massime ammissibili (*L max*) rispettando un grado di riempimento massimo pari al 70% con le portate stimate dalla distribuzione di Gumbel e pari all'80% con le portate stimate dalla distribuzione di Fréchet per il tempo di ritorno di 50 anni. Le tabelle si dividono per tipologia del fosso di guardia (F1, F3 e F4) e per pluviometro di riferimento (Roccamonfina, Letino o Caiazzo). Sono indicati: con ϕ il coefficiente di deflusso e con i l'intensità di pioggia cinquantennale. Il tempo di corrivazione, t_c , è assunto pari a 5', la fascia di competenza del versante b sottesa al fosso di guardia è assunta pari a 110 m. Infine si è assunto un coefficiente di Manning pari a 0,030 $\text{sm}^{-1/3}$ e 0,023 $\text{sm}^{-1/3}$ rispettivamente per i fossi in terra e per i fossi rivestiti.

Roccamonfina (fino a km 7+860)											
Fosso F1 (0,5 x 0,5 x 0,5)											
	Pendenza	Tirante	ϕ	i	Portata	Portata	Area max (T)	Area max (R)	L max (T)	L max (R)	
		idrico max			max (T)	max (R)					
		m		mm/ora	m ³ /s	m ³ /s	m ²	m ²	m	m	
Gumbel	Gr max = 70 %	0.1%	0.35	0.50	203.47	0.107	0.140	3791	4945	34	45
		0.3%	0.35	0.50	203.47	0.186	0.242	6566	8564	60	78
		0.5%	0.35	0.50	203.47	0.240	0.312	8477	11057	77	101
		0.7%	0.35	0.50	203.47	0.283	0.370	10030	13082	91	119
		1.0%	0.35	0.50	203.47	0.339	0.442	11988	15636	109	142
		1.5%	0.35	0.50	203.47	0.415	0.541	14682	19151	133	174
		2.0%	0.35	0.50	203.47	0.479	0.625	16954	22113	154	201
		2.5%	0.35	0.50	203.47	0.536	0.699	18955	24723	172	225
		3.0%	0.35	0.50	203.47	0.587	0.765	20764	27083	189	246
		3.5%	0.35	0.50	203.47	0.634	0.827	22427	29253	204	266
		4.0%	0.35	0.50	203.47	0.678	0.884	23976	31273	218	284
		4.5%	0.35	0.50	203.47	0.719	0.937	25430	33170	231	302
		5.0%	0.35	0.50	203.47	0.758	0.988	26806	34964	244	318
Fréchet	Gr max = 80 %	0.1%	0.40	0.50	240.0	0.139	0.181	4158	5423	38	49
		0.3%	0.40	0.50	240.0	0.240	0.313	7201	9393	65	85
		0.5%	0.40	0.50	240.0	0.310	0.404	9297	12126	85	110
		0.7%	0.40	0.50	240.0	0.367	0.478	11000	14348	100	130
		1.0%	0.40	0.50	240.0	0.438	0.572	13148	17149	120	156
		1.5%	0.40	0.50	240.0	0.537	0.700	16103	21004	146	191
		2.0%	0.40	0.50	240.0	0.620	0.808	18594	24253	169	220
		2.5%	0.40	0.50	240.0	0.693	0.904	20789	27115	189	247
		3.0%	0.40	0.50	240.0	0.759	0.990	22773	29704	207	270
		3.5%	0.40	0.50	240.0	0.820	1.069	24597	32083	224	292
		4.0%	0.40	0.50	240.0	0.876	1.143	26296	34299	239	312
		4.5%	0.40	0.50	240.0	0.930	1.212	27891	36379	254	331
		5.0%	0.40	0.50	240.0	0.980	1.278	29399	38347	267	349

Roccamonfina (fino a km 7+860)											
Fosso F3 (0,8 x 0,8 x 0,8)											
	Pendenza	Tirante	ϕ	i	Portata	Portata	Area max (T)	Area max (R)	L max (T)	L max (R)	
		idrico max			max (T)	max (R)					
		m		mm/ora	m ³ /s	m ³ /s	m ²	m ²	m	m	
Gumbel	Gr max = 70 %	0.1%	0.56	0.50	203.47	0.375	0.489	13276	17316	121	157
		0.3%	0.56	0.50	203.47	0.650	0.848	22995	29993	209	273
		0.5%	0.56	0.50	203.47	0.839	1.094	29686	38721	270	352
		0.7%	0.56	0.50	203.47	0.993	1.295	35125	45815	319	417
		1.0%	0.56	0.50	203.47	1.186	1.547	41982	54759	382	498
		1.5%	0.56	0.50	203.47	1.453	1.895	51418	67066	467	610
		2.0%	0.56	0.50	203.47	1.678	2.188	59372	77442	540	704
		2.5%	0.56	0.50	203.47	1.876	2.447	66380	86582	603	787
		3.0%	0.56	0.50	203.47	2.055	2.680	72715	94846	661	862
		3.5%	0.56	0.50	203.47	2.220	2.895	78542	102446	714	931
		4.0%	0.56	0.50	203.47	2.373	3.095	83965	109519	763	996
		4.5%	0.56	0.50	203.47	2.517	3.283	89058	116162	810	1056
5.0%	0.56	0.50	203.47	2.653	3.460	93875	122446	853	1113		
Fréchet	Gr max = 80 %	0.1%	0.64	0.50	240.0	0.485	0.633	14560	18992	132	173
		0.3%	0.64	0.50	240.0	0.841	1.096	25219	32895	229	299
		0.5%	0.64	0.50	240.0	1.085	1.415	32558	42467	296	386
		0.7%	0.64	0.50	240.0	1.284	1.675	38523	50248	350	457
		1.0%	0.64	0.50	240.0	1.535	2.002	46044	60057	419	546
		1.5%	0.64	0.50	240.0	1.880	2.452	56392	73555	513	669
		2.0%	0.64	0.50	240.0	2.170	2.831	65116	84934	592	772
		2.5%	0.64	0.50	240.0	2.426	3.165	72802	94959	662	863
		3.0%	0.64	0.50	240.0	2.658	3.467	79751	104023	725	946
		3.5%	0.64	0.50	240.0	2.871	3.745	86141	112357	783	1021
		4.0%	0.64	0.50	240.0	3.069	4.003	92088	120115	837	1092
		4.5%	0.64	0.50	240.0	3.255	4.246	97674	127401	888	1158
5.0%	0.64	0.50	240.0	3.432	4.476	102958	134293	936	1221		

Roccamonfina (fino a km 7+860)											
Fosso F4 (1,0 x 1,0 x 1,0)											
	Pendenza	Tirante	ϕ	i	Portata	Portata	Area max (T)	Area max (R)	L max	L max	
		idrico max			max (T)	max (R)	m ²	m ²	(T)	(R)	
		m		mm/ora	m ³ /s	m ³ /s	m ²	m ²	m	m	
Gumbel	Gr max = 70 %	0.1%	0.70	0.50	203.47	0.680	0.887	24071	31397	219	285
		0.3%	0.70	0.50	203.47	1.178	1.537	41692	54381	379	494
		0.5%	0.70	0.50	203.47	1.521	1.984	53824	70205	489	638
		0.7%	0.70	0.50	203.47	1.800	2.347	63686	83068	579	755
		1.0%	0.70	0.50	203.47	2.151	2.806	76119	99286	692	903
		1.5%	0.70	0.50	203.47	2.635	3.436	93226	121599	848	1105
		2.0%	0.70	0.50	203.47	3.042	3.968	107648	140411	979	1276
		2.5%	0.70	0.50	203.47	3.401	4.436	120355	156984	1094	1427
		3.0%	0.70	0.50	203.47	3.726	4.860	131842	171968	1199	1563
		3.5%	0.70	0.50	203.47	4.024	5.249	142405	185746	1295	1689
		4.0%	0.70	0.50	203.47	4.302	5.612	152238	198571	1384	1805
		4.5%	0.70	0.50	203.47	4.563	5.952	161473	210616	1468	1915
		5.0%	0.70	0.50	203.47	4.810	6.274	170207	222009	1547	2018
Fréchet	Gr max = 80 %	0.1%	0.80	0.50	240.0	0.880	1.148	26400	34435	240	313
		0.3%	0.80	0.50	240.0	1.524	1.988	45726	59642	416	542
		0.5%	0.80	0.50	240.0	1.967	2.566	59032	76998	537	700
		0.7%	0.80	0.50	240.0	2.328	3.036	69847	91105	635	828
		1.0%	0.80	0.50	240.0	2.782	3.629	83483	108891	759	990
		1.5%	0.80	0.50	240.0	3.408	4.445	102246	133364	930	1212
		2.0%	0.80	0.50	240.0	3.935	5.133	118063	153996	1073	1400
		2.5%	0.80	0.50	240.0	4.399	5.738	131999	172173	1200	1565
		3.0%	0.80	0.50	240.0	4.819	6.286	144598	188606	1315	1715
		3.5%	0.80	0.50	240.0	5.205	6.790	156183	203717	1420	1852
		4.0%	0.80	0.50	240.0	5.565	7.259	166967	217783	1518	1980
		4.5%	0.80	0.50	240.0	5.902	7.699	177095	230994	1610	2100
		5.0%	0.80	0.50	240.0	6.222	8.115	186675	243489	1697	2214

Letino (da km 7+860 a km 14+840)											
Fosso F1 (0,5 x 0,5 x 0,5)											
	Pendenza	Tirante	ϕ	i	Portata	Portata	Area max (T)	Area max (R)	L max (T)	L max (R)	
		idrico max			max (T)	max (R)					
		m		mm/ora	m ³ /s	m ³ /s	m ²	m ²	m	m	
Gumbel	Gr max = 70 %	0.1%	0.35	0.50	254.53	0.107	0.140	3030	3953	28	36
		0.3%	0.35	0.50	254.53	0.186	0.242	5249	6846	48	62
		0.5%	0.35	0.50	254.53	0.240	0.312	6776	8839	62	80
		0.7%	0.35	0.50	254.53	0.283	0.370	8018	10458	73	95
		1.0%	0.35	0.50	254.53	0.339	0.442	9583	12500	87	114
		1.5%	0.35	0.50	254.53	0.415	0.541	11737	15309	107	139
		2.0%	0.35	0.50	254.53	0.479	0.625	13553	17677	123	161
		2.5%	0.35	0.50	254.53	0.536	0.699	15152	19764	138	180
		3.0%	0.35	0.50	254.53	0.587	0.765	16598	21650	151	197
		3.5%	0.35	0.50	254.53	0.634	0.827	17928	23385	163	213
		4.0%	0.35	0.50	254.53	0.678	0.884	19166	24999	174	227
		4.5%	0.35	0.50	254.53	0.719	0.937	20329	26516	185	241
		5.0%	0.35	0.50	254.53	0.758	0.988	21428	27950	195	254
Fréchet	Gr max = 80 %	0.1%	0.40	0.50	293.56	0.139	0.181	3399	4433	31	40
		0.3%	0.40	0.50	293.56	0.240	0.313	5887	7678	54	70
		0.5%	0.40	0.50	293.56	0.310	0.404	7600	9913	69	90
		0.7%	0.40	0.50	293.56	0.367	0.478	8992	11729	82	107
		1.0%	0.40	0.50	293.56	0.438	0.572	10748	14019	98	127
		1.5%	0.40	0.50	293.56	0.537	0.700	13163	17170	120	156
		2.0%	0.40	0.50	293.56	0.620	0.808	15200	19826	138	180
		2.5%	0.40	0.50	293.56	0.693	0.904	16994	22166	154	202
		3.0%	0.40	0.50	293.56	0.759	0.990	18616	24281	169	221
		3.5%	0.40	0.50	293.56	0.820	1.069	20107	26227	183	238
		4.0%	0.40	0.50	293.56	0.876	1.143	21496	28038	195	255
		4.5%	0.40	0.50	293.56	0.930	1.212	22799	29738	207	270
		5.0%	0.40	0.50	293.56	0.980	1.278	24033	31347	218	285

Letino (da km 7+860 a km 14+840)											
Fosso F3 (0,8 x 0,8 x 0,8)											
	Pendenza	Tirante	ϕ	i	Portata	Portata	Area max (T)	Area max (R)	L max	L max	
		idrico max			max (T)	max (R)	m ²	m ²	(T)	(R)	
		m		mm/ora	m ³ /s	m ³ /s	m ²	m ²	m	m	
Gumbel	Gr max = 70 %	0.1%	0.56	0.50	254.53	0.375	0.489	10613	13843	96	126
		0.3%	0.56	0.50	254.53	0.650	0.848	18382	23976	167	218
		0.5%	0.56	0.50	254.53	0.839	1.094	23731	30953	216	281
		0.7%	0.56	0.50	254.53	0.993	1.295	28079	36624	255	333
		1.0%	0.56	0.50	254.53	1.186	1.547	33560	43774	305	398
		1.5%	0.56	0.50	254.53	1.453	1.895	41103	53612	374	487
		2.0%	0.56	0.50	254.53	1.678	2.188	47461	61906	431	563
		2.5%	0.56	0.50	254.53	1.876	2.447	53063	69213	482	629
		3.0%	0.56	0.50	254.53	2.055	2.680	58128	75819	528	689
		3.5%	0.56	0.50	254.53	2.220	2.895	62785	81894	571	744
		4.0%	0.56	0.50	254.53	2.373	3.095	67121	87548	610	796
		4.5%	0.56	0.50	254.53	2.517	3.283	71192	92859	647	844
		5.0%	0.56	0.50	254.53	2.653	3.460	75043	97882	682	890
Fréchet	Gr max = 80 %	0.1%	0.64	0.50	293.56	0.485	0.633	11903	15525	108	141
		0.3%	0.64	0.50	293.56	0.841	1.096	20616	26890	187	244
		0.5%	0.64	0.50	293.56	1.085	1.415	26615	34715	242	316
		0.7%	0.64	0.50	293.56	1.284	1.675	31491	41075	286	373
		1.0%	0.64	0.50	293.56	1.535	2.002	37639	49094	342	446
		1.5%	0.64	0.50	293.56	1.880	2.452	46098	60128	419	547
		2.0%	0.64	0.50	293.56	2.170	2.831	53230	69430	484	631
		2.5%	0.64	0.50	293.56	2.426	3.165	59513	77625	541	706
		3.0%	0.64	0.50	293.56	2.658	3.467	65193	85034	593	773
		3.5%	0.64	0.50	293.56	2.871	3.745	70416	91847	640	835
		4.0%	0.64	0.50	293.56	3.069	4.003	75278	98189	684	893
		4.5%	0.64	0.50	293.56	3.255	4.246	79845	104145	726	947
		5.0%	0.64	0.50	293.56	3.432	4.476	84164	109779	765	998

Letino (da km 7+860 a km 14+840)											
Fosso F4 (1,0 x 1,0 x 1,0)											
	Pendenza	Tirante	ϕ	i	Portata	Portata	Area max (T)	Area max (R)	L max	L max	
		idrico max			max (T)	max (R)	(T)	(R)			
		m		mm/ora	m ³ /s	m ³ /s	m ²	m ²	m	m	
Gumbel	Gr max = 70 %	0.1%	0.70	0.50	254.53	0.680	0.887	19242	25098	175	228
		0.3%	0.70	0.50	254.53	1.178	1.537	33328	43472	303	395
		0.5%	0.70	0.50	254.53	1.521	1.984	43027	56122	391	510
		0.7%	0.70	0.50	254.53	1.800	2.347	50910	66404	463	604
		1.0%	0.70	0.50	254.53	2.151	2.806	60849	79368	553	722
		1.5%	0.70	0.50	254.53	2.635	3.436	74524	97206	677	884
		2.0%	0.70	0.50	254.53	3.042	3.968	86053	112243	782	1020
		2.5%	0.70	0.50	254.53	3.401	4.436	96210	125492	875	1141
		3.0%	0.70	0.50	254.53	3.726	4.860	105393	137469	958	1250
		3.5%	0.70	0.50	254.53	4.024	5.249	113838	148484	1035	1350
		4.0%	0.70	0.50	254.53	4.302	5.612	121698	158736	1106	1443
		4.5%	0.70	0.50	254.53	4.563	5.952	129080	168365	1173	1531
		5.0%	0.70	0.50	254.53	4.810	6.274	136062	177472	1237	1613
Fréchet	Gr max = 80 %	0.1%	0.80	0.50	293.56	0.880	1.148	21581	28149	196	256
		0.3%	0.80	0.50	293.56	1.524	1.988	37379	48755	340	443
		0.5%	0.80	0.50	293.56	1.967	2.566	48256	62943	439	572
		0.7%	0.80	0.50	293.56	2.328	3.036	57097	74475	519	677
		1.0%	0.80	0.50	293.56	2.782	3.629	68244	89014	620	809
		1.5%	0.80	0.50	293.56	3.408	4.445	83582	109020	760	991
		2.0%	0.80	0.50	293.56	3.935	5.133	96512	125885	877	1144
		2.5%	0.80	0.50	293.56	4.399	5.738	107904	140744	981	1279
		3.0%	0.80	0.50	293.56	4.819	6.286	118202	154177	1075	1402
		3.5%	0.80	0.50	293.56	5.205	6.790	127673	166530	1161	1514
		4.0%	0.80	0.50	293.56	5.565	7.259	136488	178028	1241	1618
		4.5%	0.80	0.50	293.56	5.902	7.699	144768	188828	1316	1717
		5.0%	0.80	0.50	293.56	6.222	8.115	152599	199042	1387	1809

Caiazzo (da km 14+840 a km 36+520)											
Fosso F1 (0,5 x 0,5 x 0,5)											
	Pendenza	Tirante	ϕ	i	Portata	Portata	Area max (T)	Area max (R)	L max (T)	L max (R)	
		idrico max			max (T)	max (R)					
		m		mm/ora	m ³ /s	m ³ /s	m ²	m ²	m	m	
Gumbel	Gr max = 70 %	0.1%	0.35	0.60	212.18	0.107	0.140	3029	3951	28	36
		0.3%	0.35	0.60	212.18	0.186	0.242	5247	6844	48	62
		0.5%	0.35	0.60	212.18	0.240	0.312	6774	8835	62	80
		0.7%	0.35	0.60	212.18	0.283	0.370	8015	10454	73	95
		1.0%	0.35	0.60	212.18	0.339	0.442	9580	12495	87	114
		1.5%	0.35	0.60	212.18	0.415	0.541	11733	15303	107	139
		2.0%	0.35	0.60	212.18	0.479	0.625	13548	17671	123	161
		2.5%	0.35	0.60	212.18	0.536	0.699	15147	19757	138	180
		3.0%	0.35	0.60	212.18	0.587	0.765	16592	21642	151	197
		3.5%	0.35	0.60	212.18	0.634	0.827	17922	23376	163	213
		4.0%	0.35	0.60	212.18	0.678	0.884	19159	24990	174	227
		4.5%	0.35	0.60	212.18	0.719	0.937	20321	26506	185	241
		5.0%	0.35	0.60	212.18	0.758	0.988	21421	27940	195	254
Fréchet	Gr max = 80 %	0.1%	0.40	0.60	259.22	0.139	0.181	3207	4184	29	38
		0.3%	0.40	0.60	259.22	0.240	0.313	5556	7246	51	66
		0.5%	0.40	0.60	259.22	0.310	0.404	7172	9355	65	85
		0.7%	0.40	0.60	259.22	0.367	0.478	8486	11069	77	101
		1.0%	0.40	0.60	259.22	0.438	0.572	10143	13230	92	120
		1.5%	0.40	0.60	259.22	0.537	0.700	12423	16203	113	147
		2.0%	0.40	0.60	259.22	0.620	0.808	14344	18710	130	170
		2.5%	0.40	0.60	259.22	0.693	0.904	16037	20918	146	190
		3.0%	0.40	0.60	259.22	0.759	0.990	17568	22915	160	208
		3.5%	0.40	0.60	259.22	0.820	1.069	18976	24751	173	225
		4.0%	0.40	0.60	259.22	0.876	1.143	20286	26460	184	241
		4.5%	0.40	0.60	259.22	0.930	1.212	21516	28065	196	255
		5.0%	0.40	0.60	259.22	0.980	1.278	22680	29583	206	269

Caiazzo (da km 14+840 a km 36+520)											
Fosso F3 (0,8 x 0,8 x 0,8)											
	Pendenza	Tirante	ϕ	i	Portata	Portata	Area max (T)	Area max (R)	L max	L max	
		idrico max			max (T)	max (R)	m ²	m ²	(T)	(R)	
		m		mm/ora	m ³ /s	m ³ /s	m ²	m ²	m	m	
Gumbel	Gr max = 70 %	0.1%	0.56	0.60	212.18	0.375	0.489	10609	13838	96	126
		0.3%	0.56	0.60	212.18	0.650	0.848	18375	23968	167	218
		0.5%	0.56	0.60	212.18	0.839	1.094	23722	30942	216	281
		0.7%	0.56	0.60	212.18	0.993	1.295	28068	36611	255	333
		1.0%	0.56	0.60	212.18	1.186	1.547	33548	43758	305	398
		1.5%	0.56	0.60	212.18	1.453	1.895	41088	53593	374	487
		2.0%	0.56	0.60	212.18	1.678	2.188	47444	61884	431	563
		2.5%	0.56	0.60	212.18	1.876	2.447	53044	69188	482	629
		3.0%	0.56	0.60	212.18	2.055	2.680	58107	75792	528	689
		3.5%	0.56	0.60	212.18	2.220	2.895	62763	81865	571	744
		4.0%	0.56	0.60	212.18	2.373	3.095	67096	87517	610	796
		4.5%	0.56	0.60	212.18	2.517	3.283	71166	92826	647	844
		5.0%	0.56	0.60	212.18	2.653	3.460	75016	97847	682	890
Fréchet	Gr max = 80 %	0.1%	0.64	0.60	259.22	0.485	0.633	11233	14651	102	133
		0.3%	0.64	0.60	259.22	0.841	1.096	19456	25377	177	231
		0.5%	0.64	0.60	259.22	1.085	1.415	25117	32761	228	298
		0.7%	0.64	0.60	259.22	1.284	1.675	29719	38764	270	352
		1.0%	0.64	0.60	259.22	1.535	2.002	35521	46332	323	421
		1.5%	0.64	0.60	259.22	1.880	2.452	43504	56744	395	516
		2.0%	0.64	0.60	259.22	2.170	2.831	50234	65523	457	596
		2.5%	0.64	0.60	259.22	2.426	3.165	56163	73257	511	666
		3.0%	0.64	0.60	259.22	2.658	3.467	61524	80249	559	730
		3.5%	0.64	0.60	259.22	2.871	3.745	66453	86678	604	788
		4.0%	0.64	0.60	259.22	3.069	4.003	71042	92663	646	842
		4.5%	0.64	0.60	259.22	3.255	4.246	75351	98284	685	893
		5.0%	0.64	0.60	259.22	3.432	4.476	79427	103601	722	942

Caiazzo (da km 14+840 a km 36+520)											
Fosso F4 (1,0 x 1,0 x 1,0)											
	Pendenza	Tirante	ϕ	i	Portata	Portata	Area max (T)	Area max (R)	L max	L max	
		idrico max			max (T)	max (R)	m ²	m ²	(T)	(R)	
		m		mm/ora	m ³ /s	m ³ /s	m ²	m ²	m	m	
Gumbel	Gr max = 70 %	0.1%	0.70	0.60	212.18	0.680	0.887	19235	25089	175	228
		0.3%	0.70	0.60	212.18	1.178	1.537	33316	43456	303	395
		0.5%	0.70	0.60	212.18	1.521	1.984	43011	56101	391	510
		0.7%	0.70	0.60	212.18	1.800	2.347	50891	66380	463	603
		1.0%	0.70	0.60	212.18	2.151	2.806	60827	79339	553	721
		1.5%	0.70	0.60	212.18	2.635	3.436	74497	97171	677	883
		2.0%	0.70	0.60	212.18	3.042	3.968	86022	112203	782	1020
		2.5%	0.70	0.60	212.18	3.401	4.436	96176	125447	874	1140
		3.0%	0.70	0.60	212.18	3.726	4.860	105355	137420	958	1249
		3.5%	0.70	0.60	212.18	4.024	5.249	113797	148430	1035	1349
		4.0%	0.70	0.60	212.18	4.302	5.612	121654	158679	1106	1443
		4.5%	0.70	0.60	212.18	4.563	5.952	129033	168304	1173	1530
		5.0%	0.70	0.60	212.18	4.810	6.274	136013	177408	1236	1613
Fréchet	Gr max = 80 %	0.1%	0.80	0.60	259.22	0.880	1.148	20366	26565	185	241
		0.3%	0.80	0.60	259.22	1.524	1.988	35275	46011	321	418
		0.5%	0.80	0.60	259.22	1.967	2.566	45540	59400	414	540
		0.7%	0.80	0.60	259.22	2.328	3.036	53884	70283	490	639
		1.0%	0.80	0.60	259.22	2.782	3.629	64404	84005	585	764
		1.5%	0.80	0.60	259.22	3.408	4.445	78878	102884	717	935
		2.0%	0.80	0.60	259.22	3.935	5.133	91081	118801	828	1080
		2.5%	0.80	0.60	259.22	4.399	5.738	101831	132823	926	1207
		3.0%	0.80	0.60	259.22	4.819	6.286	111550	145501	1014	1323
		3.5%	0.80	0.60	259.22	5.205	6.790	120488	157159	1095	1429
		4.0%	0.80	0.60	259.22	5.565	7.259	128807	168010	1171	1527
		4.5%	0.80	0.60	259.22	5.902	7.699	136621	178201	1242	1620
		5.0%	0.80	0.60	259.22	6.222	8.115	144011	187840	1309	1708

11.6 APPENDICE 6 – VERIFICHE ALLO SCALZAMENTO

11.6.1 INTERFERENZA IDRAULICA PRINCIPALE (FIUME VOLTURNO – VI13)

Si riportano i risultati delle verifiche allo scalzamento delle pile del viadotto in progetto VI13 “Volturno” interessate dalla piena duecentennale del Fiume Volturno.

gruppo	pila	piena T = 200 anni			terreno			scavo d _s					q _{Smax}	Br-Ha			K4-Mu				M-W				Fr FDs	Gruppo
		quota (m s.m.)	h (m)	v (m/s)	sond-r	D ₅₀ (mm)	D ₉₅ (mm)	Br-Ha (m)	K4-Mu (m)	M-W (m)	Fr (m)	FDs (m)	quota (m s.m.)	f1	f2	f3	K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4	φ	f4
x	1N	69.17	0.08	0.16	S88-PZ	0.031	0.80	0.17	0.99	0.99	0.36	3.86	67.81	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.06
x	2N	69.16	0.92	1.00	S89-DH	0.003	0.23	1.90	3.18	3.18	1.57	5.28	65.22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.06
x	2S	69.16	0.92	0.75	S89-DH	0.003	0.23	1.90	3.18	2.81	1.49	5.19	65.66	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.06
o	3N	69.05	2.59	0.75	S89-DH	0.003	0.23	4.67	3.24	3.24	2.16	5.86	62.63	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.06
o	3S	69.05	2.59	0.56	S89-DH	0.003	0.23	4.67	3.24	2.85	2.04	5.74	63.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.06
x	4N	69.05	4.42	0.80	S90-PZ	8.100	31.00	7.19	4.07	4.51	1.60	5.82	59.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.21
x	4S	69.05	4.42	0.60	S90-PZ	8.100	31.00	5.67	3.21	3.15	1.19	4.52	61.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	0.95
o	5N	69.05	4.47	0.75	S90-PZ	8.100	31.00	7.22	3.96	4.39	1.59	5.81	59.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.21
o	5S	69.05	4.47	0.80	S90-PZ	8.100	31.00	5.70	3.13	3.57	1.27	4.60	60.89	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	0.95
x	6N	68.97	4.87	1.48	S90-PZ	8.100	31.00	7.45	5.37	5.95	1.88	6.09	58.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.21
x	6S	68.97	4.87	1.50	S90-PZ	8.100	31.00	5.88	4.24	4.73	1.48	4.81	59.97	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	0.95
o	7N	68.97	3.60	1.25	S92-DH	0.022	0.30	6.51	4.78	4.78	2.60	6.81	60.27	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.20
o	7S	68.97	3.60	1.20	S92-DH	0.022	0.30	5.16	3.79	3.72	2.05	5.38	61.44	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	0.95
x	8N	68.96	2.86	1.60	S92-DH	0.022	0.30	5.63	5.12	5.12	2.50	6.68	61.09	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.19
x	8S	68.96	2.86	1.20	S92-DH	0.022	0.30	4.51	4.10	3.62	1.89	5.23	60.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	0.96
o	9N	68.94	1.51	0.51	S92-DH	0.022	0.30	2.99	2.53	2.53	1.39	5.08	64.53	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.05
o	9S	68.94	1.51	0.61	S92-DH	0.022	0.30	2.99	2.53	2.73	1.44	5.13	64.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.05
x	10N	68.93	0.56	0.23	S92-DH	0.022	0.30	1.16	1.57	1.57	0.83	4.50	66.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.05
x	10S	68.93	0.56	0.34	S92-DH	0.022	0.30	1.16	1.57	1.85	0.89	4.57	66.09	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.05

11.6.2 INTERFERENZE IDRAULICHE SECONDARIE

Si riportano i risultati delle verifiche allo scalzamento delle pile dei viadotti in progetto delle interferenze idrauliche secondarie interessate dalle portate di progetto per il tempo di ritorno duecentennale.

11.6.2.1 TORRENTE TITERNO – VI16

gruppo	pila	piena T = 200 anni			terreno			scavo d _s					qS _{max}	Br-Ha			K4-Mu				M-W				Fr FDs	Gru ppo
		quota (m s.m.)	h (m)	v (m/s)	sond-r	D ₅₀ (mm)	D ₉₅ (mm)	Br-Ha (m)	K4-Mu (m)	M-W (m)	Fr (m)	FDs (m)	quota (m s.m.)	f1	f2	f3	K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4	φ	f4
x	3N-S	59.62	1.62	1.52	S124-DH	0.040	0.300	3.66	6.44	4.35	1.81	5.53	53.64	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.24	
o	4N-S	59.62	0.99	1.26	S125-DH	0.022	0.380	2.37	5.42	3.76	1.53	5.25	54.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.24	

11.6.2.2 RIO DELLE STARZE – VI06

gruppo	pila	piena T = 200 anni			terreno			scavo d _s					qS _{max}	Br-Ha			K4-Mu				M-W				Fr FDs	Gru ppo
		quota (m s.m.)	h (m)	v (m/s)	sond-r	D ₅₀ (mm)	D ₉₅ (mm)	Br-Ha (m)	K4-Mu (m)	M-W (m)	Fr (m)	FDs (m)	quota (m s.m.)	f1	f2	f3	K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4	φ	f4
x	1N-S	109.6	0.51	0.59	S29-PZ	0.035	0.800	1.20	3.89	2.12	0.86	3.84	106.71	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.19	
o	2N-S	109.6	0.32	0.65	S29-PZ	0.035	0.800	0.76	3.30	2.08	0.74	3.73	107.16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.19	
x	3N-S	109.6	0.81	0.65	S29-PZ	0.035	0.800	1.87	4.57	2.35	1.04	4.02	106.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.19	
o	4N-S	109.6	0.72	0.65	S29-PZ	0.035	0.800	1.67	4.39	2.32	0.99	3.98	106.21	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.19	

11.6.3 INTERFERENZE IDRAULICHE MINORI

Si riportano i risultati delle verifiche allo scalzamento delle pile dei viadotti in progetto delle interferenze idrauliche minori interessate dalle portate di progetto (Gumbel) per il tempo di ritorno duecentennale.

11.6.3.1 RIO TELLA – VI12

gruppo	pila	piena T = 200 anni			terreno			scavo d _s					q _S max	Br-Ha			K4-Mu				M-W				Fr FDs	Gru ppo
		quota (m s.m.)	h (m)	v (m/s)	sond-r	D ₅₀ (mm)	D ₉₅ (mm)	Br-Ha (m)	K4-Mu (m)	M-W (m)	Fr (m)	FDs (m)	quota (m s.m.)	f1	f2	f3	K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4	φ	f4
x	2N-S	72.14	0.82	0.92	S84-DH	0.033	0.800	1.83	4.47	2.66	1.09	3.98	68.51	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.16

11.6.3.2 VALLE DELL'ERBA BIANCA – VII3 “VOLTURNO”

gruppo	pila	piena T = 200 anni			terreno			scavo d _s					q _{Smax}	Br-Ha			K4-Mu				M-W				Fr FDs	Gru ppo
		quota (m s.m.)	h (m)	v (m/s)	sond-r	D ₅₀ (mm)	D ₉₅ (mm)	Br-Ha (m)	K4-Mu (m)	M-W (m)	Fr (m)	FDs (m)	quota (m s.m.)	f1	f2	f3	K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4	φ	f4
	12S	70.61	0.85	0.45	S92-DH	0.022	0.300	1.67	2.24	2.11	1.05	4.55	67.44	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
x	13N	70.73	1.35	0.81	S92-DH	0.022	0.300	2.83	3.16	3.18	1.53	5.38	66.16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00
x	13S	70.61	0.61	0.50	S92-DH	0.022	0.300	1.46	2.41	2.54	1.15	5.36	67.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.20
o	14N	70.73	1.26	0.57	S92-DH	0.022	0.300	2.59	3.01	2.64	1.36	5.12	66.52	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.07
o	14S	70.61	0.74	0.50	S92-DH	0.022	0.300	1.70	2.50	2.53	1.19	5.28	67.23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.17

11.6.3.3 VALLONE POSSENTE – VII5

gruppo	pila	piena T = 200 anni			terreno			scavo d _s					q _{Smax}	Br-Ha			K4-Mu				M-W				Fr FDs	Gru ppo
		quota (m s.m.)	h (m)	v (m/s)	sond-r	D ₅₀ (mm)	D ₉₅ (mm)	Br-Ha (m)	K4-Mu (m)	M-W (m)	Fr (m)	FDs (m)	quota (m s.m.)	f1	f2	f3	K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4	φ	f4
x	1N-S	54.59	1.24	1.93	S116 PZ	0.050	0.330	2.74	4.12	3.98	1.46	4.44	50.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.19
o	2N-S	54.59	1.24	1.93	S116 PZ	0.050	0.330	2.74	4.12	3.98	1.46	4.44	50.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.19



Anas/Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori
Itinerario Caianello (A1) - Benevento. Adeguamento a 4 corsie della S.S. 372 "Telesina" dal km
0+000 al km 60+900. Lotto 2: dal km 0+000 (Svincolo di Caianello) al km 37+000 (Svincolo di S.
Salvatore Telesino).
Progetto Definitivo
000_T00_ID00_IDR_RE02_B
Relazione idraulica