

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## DIREZIONE TECNICA

## U.O. INFRASTRUTTURE SUD

## PROGETTO DEFINITIVO

### Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

#### NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA

#### IDROLOGIA

Idrologia e idraulica

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica corsi d'acqua minori

SCALA:

-

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    PROGR.    REV.

I A 0 5    0 1    D    7 8    R I    I D 0 0 0 2    0 0 1    C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	L.Nani	Luglio 2019	G. De Cianni	Luglio 2019	F.Gernone	Luglio 2019	<p>ITALFERR S.p.A. Gruppo Ferrovie dello Stato Direzione Tecnica UO Infrastrutture Sud Prof. Ing. Dante Tiberti Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10176</p>
B	Emissione a seguito osservazioni CSLPP	L.Nani	Dicembre 2020	G. De Cianni	Dicembre 2020	F.Gernone	Dicembre 2020	
C	Revisione per adeguamento viabilità	L.Nani	Giugno 2021	G. De Cianni	Giugno 2021	F.Gernone	Giugno 2021	

File: IA5F01D78RIID0002001C

n. Elab.:



## INDICE

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>11</b>
<b>2. ELENCO ELABORATI</b> .....	<b>12</b>
<b>3. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA</b> .....	<b>14</b>
<b>4. IL RILIEVO DELLA ZONA E L'IDENTIFICAZIONE DELLA RETE IDROGRAFICA MINORE</b> .....	<b>15</b>
4.1 Individuazione degli attraversamenti idraulici minori.....	15
<b>5. METODOLOGIA DI CALCOLO E CRITERI DI VERIFICA</b> .....	<b>18</b>
5.1 Manuale di progettazione ferroviario .....	18
5.2 NTC 2018 e relativa Circolare Applicativa .....	19
5.3 Metodologia di verifica idraulica mediante simulazioni idrauliche su modello matematico in schema di moto permanente.....	27
5.3.1 <i>Caratteristiche modello matematico</i> .....	27
5.3.2 <i>Calcolo del profilo a moto permanente</i> .....	34
5.3.3 <i>Equazione della conservazione della quantità di moto</i> .....	38
5.3.4 <i>Equazione di Yarnell</i> .....	42
5.3.5 <i>Calcolo del rigurgito dovuto ai tombini/ponticelli</i> .....	46
5.4 Metodologia di verifica idraulica mediante moto uniforme .....	51
<b>6. VERIFICA IDRAULICA DELLE OPERE</b> .....	<b>52</b>
6.1 Portate di progetto .....	54
6.2 Taratura dei modelli.....	55
6.3 Condizioni al contorno.....	57



6.4	Rappresentazione dei risultati delle simulazioni numeriche .....	59
6.5	Simulazioni numeriche delle interferenze idrauliche in condizioni ante operam .	60
6.5.1	<i>Pk 0+176.97 Ramo A - Simulazione numerica Ante Operam interferenza IN01</i>	
	62	
6.5.2	<i>Pk 0+265.74 Ramo A - Simulazione numerica Ante Operam interferenza IN02</i>	
	64	
6.5.3	<i>Pk 0+626.64 Ramo A - Simulazione numerica Ante Operam interferenza IN03</i>	
	65	
6.5.4	<i>Pk 0+823.17 Ramo A - Simulazione numerica Ante Operam interferenza IN04</i>	
	67	
6.5.5	<i>Pk 0+011.21 Viabilità NV01 - Simulazione numerica Ante Operam</i> <i>interferenza IN16.....</i>	69
6.5.6	<i>Pk 0+341.31 Viabilità NV01 - Simulazione numerica Ante Operam</i> <i>interferenza IN17.....</i>	72
6.5.7	<i>Pk 0+420.66 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Ante Operam</i> <i>interferenza IN18.....</i>	74
6.5.8	<i>Pk 0+631.19 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Ante Operam</i> <i>interferenza IN20.....</i>	76
6.5.9	<i>Pk 1+029.11 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Ante Operam</i> <i>interferenza IN19.....</i>	78
6.5.10	<i>Pk 1+379.47 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Ante Operam</i> <i>interferenza IN21.....</i>	80
6.5.11	<i>Pk 1+556.93 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Ante Operam</i> <i>interferenza IN22.....</i>	82
6.5.12	<i>Pk 1+885.52 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Ante Operam</i> <i>interferenza IN23.....</i>	84



6.5.13	<i>Pk 2+211.23 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Ante Operam interferenza IN25.....</i>	<i>86</i>
6.5.14	<i>Pk 2+341.55 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Ante Operam interferenza IN26.....</i>	<i>88</i>
6.5.15	<i>Pk 2+404.08 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Ante Operam interferenza IN24.....</i>	<i>90</i>
6.6	<i>Simulazioni numeriche delle interferenze idrauliche in condizioni post operam .</i>	<i>92</i>
6.6.1	<i>Pk 0+176.97 Ramo A - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN01</i> <i>93</i>	
6.6.2	<i>Pk 0+265.74 Ramo A - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN02</i> <i>95</i>	
6.6.3	<i>Pk 0+626.64 Ramo A - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN03</i> <i>98</i>	
6.6.4	<i>Pk 0+823.17 Ramo A - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN04</i> <i>100</i>	
6.6.5	<i>Pk 10+101.50 Ramo A - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN07</i>	<i>102</i>
6.6.6	<i>Pk 10+281.50 Ramo A - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN08</i>	<i>104</i>
6.6.7	<i>Pk 14+959.42 Ramo A - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN11</i>	<i>105</i>
6.6.8	<i>Pk 18+888.57 Ramo A - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN12</i>	<i>107</i>
6.6.9	<i>Pk 19+391.22 Ramo A - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN13</i>	<i>109</i>
6.6.10	<i>Pk 0+379.23 Ramo B - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN14</i>	<i>111</i>





6.6.11	Pk 0+011.21	Viabilità NV01 - Simulazione numerica Post Operam	interferenza IN16.....	114
6.6.12	Pk 0+341.31	Viabilità NV01 - Simulazione numerica Post Operam	interferenza IN17.....	116
6.6.13	Pk 0+420.66	Viabilità NV02 - Simulazione numerica Post Operam	interferenza IN18.....	118
6.6.14	Pk 0+631.19	Viabilità NV02 - Simulazione numerica Post Operam	interferenza IN20.....	120
6.6.15	Pk 1+029.11	Viabilità NV02 - Simulazione numerica Post Operam	interferenza IN19.....	122
6.6.16	Pk 1+373.47	Viabilità NV02 - Simulazione numerica Post Operam	interferenza IN21.....	124
6.6.17	Pk 1+556.93	Viabilità NV02 - Simulazione numerica Post Operam	interferenza IN22.....	127
6.6.18	Pk 1+885.52	Viabilità NV02 - Simulazione numerica Post Operam	interferenza IN23.....	130
6.6.19	Pk 2+211.23	Viabilità NV02 - Simulazione numerica Post Operam	interferenza IN25.....	132
6.6.20	Pk 2+341.55	Viabilità NV02 - Simulazione numerica Post Operam	interferenza IN26.....	134
6.6.21	Pk 2+404.08	Viabilità NV02 - Simulazione numerica Post Operam	interferenza IN24.....	136
6.7	Verifiche in moto uniforme pk 10+733.50	interferenza IN09 e pk 10+911.00	interferenza IN10.....	138

**7. VERIFICA DELLE CONDIZIONI D'INCIPIENTE EROSIONE ..... 140**

7.2.	Rivestimento in Materassi Tipo Reno e Gabbioni.....	142
------	---	-----



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	6 DI 151

7.3. Rivestimento in massi naturali ..... 143

**8. COMPATIBILITA' IDRAULICA ..... 146**

8.1 Studio idrologico ..... 147

8.2 Verifiche idrauliche ..... 147

8.3 Sistemazioni idrauliche ..... 148

8.4 Analisi di compatibilità idraulica ..... 149

**ALLEGATI A-Z: RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IN MOTO PERMANENTE**



## INDICE TABELLE

<i>Tabella 1 - Elenco elaborati annessi .....</i>	13
<i>Tabella 2 - Attraversamenti idraulici linea ferroviaria .....</i>	16
<i>Tabella 3 - Attraversamenti idraulici nuova viabilità.....</i>	17
<i>Tabella 4 - Tipo di verifica idraulica per le opere ferroviarie minori esistenti e in progetto. ....</i>	52
<i>Tabella 5 - Tipo di verifica idraulica per le opere stradali in progetto. ....</i>	53
<i>Tabella 6 - Portate di riferimento per le opere ferroviarie minori esistenti e in progetto.....</i>	54
<i>Tabella 7 - Portate di riferimento per le opere stradali in progetto .....</i>	55
<i>Tabella 8 - Tabella riepilogativa per la scelta del coefficiente di Manning (Chow, 1959).....</i>	57
<i>Tabella 9 - Condizioni al contorno di valle utilizzate nelle modellazioni e diverse dal moto uniforme. .....</i>	58
<i>Tabella 10 - Modellazioni eseguite e allegati di riferimento per le opere ferroviarie esistenti ed in progetto.....</i>	59
<i>Tabella 11 - Modellazioni eseguite e allegati di riferimento per le opere stradali in progetto.....</i>	60
<i>Tabella 12 - Risultati simulazione AO pk 0+176.....</i>	63
<i>Tabella 13 - Risultati simulazione AO pk 0+265.....</i>	65
<i>Tabella 14 - Risultati simulazione AO pk 0+626.....</i>	66
<i>Tabella 15 - Risultati simulazione AO pk 0+823.....</i>	68
<i>Tabella 16 - Risultati simulazione AO NV01 pk 0+011.21 .....</i>	70
<i>Tabella 17 - Risultati simulazione AO NV01 pk 0+341.31 .....</i>	72
<i>Tabella 18 - Risultati simulazione AO NV02 pk 0+420.66 .....</i>	74
<i>Tabella 19 - Risultati simulazione AO NV02 pk 0+631.19 .....</i>	76
<i>Tabella 20 - Risultati simulazione AO NV02 pk 1+029.11 .....</i>	78
<i>Tabella 21 - Risultati simulazione AO NV02 pk 1+373.47 .....</i>	80
<i>Tabella 22 - Risultati simulazione AO NV02 pk 1+556.93 .....</i>	82
<i>Tabella 23 - Risultati simulazione AO NV02 pk 1+885.52 .....</i>	84
<i>Tabella 24 - Risultati simulazione AO NV02 pk 2+211.23 .....</i>	86
<i>Tabella 25 - Risultati simulazione AO NV02 pk 2+341.55 .....</i>	88
<i>Tabella 26 - Risultati simulazione AO NV02 pk 2+404.08 .....</i>	90



Tabella 27 - Risultati simulazione PO pk 0+176.....	94
Tabella 28 - Risultati simulazione PO pk 0+265.....	96
Tabella 29 - Risultati simulazione PO pk 0+626.....	99
Tabella 30 - Risultati simulazione PO pk 0+823.....	101
Tabella 31 - Risultati simulazione PO pk 10+101.....	103
Tabella 32 - Risultati simulazione PO pk 10+281.....	104
Tabella 33 - Risultati simulazione PO pk 14+960.....	106
Tabella 34 - Risultati simulazione PO pk 18+888.....	108
Tabella 35 - Risultati simulazione PO pk 19+391.....	110
Tabella 36 - Risultati simulazione PO pk 0+380.....	113
Tabella 37 - Risultati simulazione PO NV01 pk 0+011.21.....	114
Tabella 38 - Risultati simulazione PO NV01 pk 0+341.31.....	117
Tabella 39 - Risultati simulazione PO NV02 pk 0+420.66.....	118
Tabella 40 - Risultati simulazione PO NV02 pk 0+631.19.....	120
Tabella 41 - Risultati simulazione PO NV02 pk 1+029.11.....	123
Tabella 42 - Risultati simulazione PO NV02 pk 1+373.47.....	125
Tabella 43 - Risultati simulazione PO NV02 pk 1+556.93.....	128
Tabella 44 - Risultati simulazione PO NV02 pk 1+885.52.....	131
Tabella 45 - Risultati simulazione PO NV02 pk 2+211.23.....	133
Tabella 46 - Risultati simulazione PO NV02 pk 2+341.55.....	134
Tabella 47 - Risultati simulazione PO NV02 pk 2+404.08.....	137
Tabella 48 - Portate di progetto per i tombini con verifica in moto uniforme.....	138
Tabella 49 - Risultati delle verifiche idrauliche in moto uniforme.....	139
Tabella 50 - Tipologia di rivestimento inalveazioni per la linea ferroviaria in progetto.....	140
Tabella 51 - Tipologia di rivestimento inalveazioni per la viabilità in progetto.....	141
Tabella 52 - Verifica dei rivestimenti delle per le opere ferroviarie in progetto.....	142
Tabella 53 - Verifica dei rivestimenti delle per le opere stradali in progetto.....	143
Tabella 54 - Velocità critica e Limiti di velocità per materassi Reno e gabbioni.....	143
Tabella 55 - Verifica dell'erosione del rivestimento previsto per le inalveazioni in progetto.....	145
Tabella 56 - Verifica del franco idraulico per le opere ferroviarie esistenti ed in progetto.....	150



Tabella 57 - Verifica del franco idraulico per le opere stradali in progetto..... 151  
Tabella 58 - Verifica del franco sul carico idraulico per i ponti stradali in progetto ..... 151

## INDICE FIGURE

Figura 1 – Inquadramento dell’area di studio ..... 14  
Figura 2 - Profilo di corrente AO pk 0+176 ..... 63  
Figura 3 - Profilo di corrente AO pk 0+265 ..... 65  
Figura 4 - Profilo di corrente AO pk 0+626 ..... 67  
Figura 5 - Profilo di corrente AO pk 0+823 ..... 69  
Figura 6 - Profilo di corrente AO NV01 pk 0+011.21 ..... 71  
Figura 7 - Profilo di corrente AO NV01 pk 0+341.31 ..... 73  
Figura 8 - Profilo di corrente AO NV02 pk 0+420.66 ..... 75  
Figura 9 - Profilo di corrente AO NV02 pk 0+631.19 ..... 77  
Figura 10 - Profilo di corrente AO NV02 pk 1+029.11 ..... 79  
Figura 11 - Profilo di corrente AO NV02 pk 1+373.47 ..... 81  
Figura 12 - Profilo di corrente AO NV02 pk 1+556.93 ..... 83  
Figura 13 - Profilo di corrente AO NV02 pk 1+885.52 ..... 85  
Figura 14 - Profilo di corrente AO NV02 pk 2+211.23 ..... 87  
Figura 15 - Profilo di corrente AO NV02 pk 2+341.55 ..... 89  
Figura 16 - Profilo di corrente AO NV02 pk 2+404.08 ..... 91  
Figura 17 - Profilo di corrente PO pk 0+176 ..... 94  
Figura 18 - Profilo di corrente PO pk 0+265 ..... 96  
Figura 19 - Profilo di corrente PO pk 0+626 ..... 99  
Figura 20 - Profilo di corrente PO pk 0+823 ..... 101  
Figura 21 - Profilo di corrente PO pk 10+101 ..... 103  
Figura 22 - Profilo di corrente PO pk 10+281 ..... 105  
Figura 23 - Profilo di corrente PO pk 14+960 ..... 107  
Figura 24 - Profilo di corrente PO pk 18+888 ..... 109  
Figura 25 - Profilo di corrente PO pk 19+391 ..... 111



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 RI ID0002 001	C	10 DI 151

<i>Figura 26 - Profilo di corrente PO pk 0+380 .....</i>	113
<i>Figura 27 - Profilo di corrente PO NV01 pk 0+011.21 .....</i>	115
<i>Figura 28 - Profilo di corrente PO NV01 pk 0+341.31 .....</i>	117
<i>Figura 29 - Profilo di corrente PO NV02 pk 0+420.66 .....</i>	119
<i>Figura 30 - Profilo di corrente PO NV02 pk 0+631.19 .....</i>	121
<i>Figura 31 - Profilo di corrente PO NV02 pk 1+029.11 .....</i>	123
<i>Figura 32 - Profilo di corrente PO NV02 pk 1+373.47 .....</i>	125
<i>Figura 33 - Profilo di corrente PO NV02 pk 1+556.93 .....</i>	128
<i>Figura 34 - Profilo di corrente PO NV02 pk 1+885.52 .....</i>	131
<i>Figura 35 - Profilo di corrente PO NV02 pk 2+211.23 .....</i>	133
<i>Figura 36 - Profilo di corrente PO NV02 pk 2+341.55 .....</i>	135
<i>Figura 37 - Profilo di corrente PO NV02 pk 2+404.08 .....</i>	137



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	11 DI 151

## 1. PREMESSA

La presente relazione riassume le risultanze delle analisi idrauliche eseguite per il dimensionamento e la verifica delle opere di attraversamento minori previste nell'ambito della progettazione definitiva dell'intervento di ultimazione della linea ferroviaria Ferrandina – Matera. Lo sviluppo complessivo della linea ferroviaria interessata dal presente studio è di circa 20 km.

Lo studio si è articolato nelle seguenti fasi:

- Analisi su modello matematico di simulazione idraulica in schema di moto permanente monodimensionale nelle configurazioni attuale e di progetto. Si evidenzia che l'attraversamento IN19 è stato anche oggetto di verifica mediante modello di simulazione bidimensionale; per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati specifici.
- Dimensionamento degli inalveamenti di progetto e delle nuove opere di attraversamento;
- Analisi di compatibilità idraulica;

Lo studio idraulico riportato nei successivi paragrafi è stato redatto in accordo con il manuale di progettazione ferroviario e con gli strumenti di pianificazione territoriale in vigore.

In particolare, per ogni attraversamento in corrispondenza di tombini ferroviari e tombini o ponti stradali, è stato verificato il rispetto delle NTC 2018 e della relativa circolare applicativa del 21 gennaio 2019, n. 7 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Oltre agli strumenti legislativi il principale documento di riferimento è rappresentato dal Manuale di Progettazione RFI 2019.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
IA5F 01 D 78 RI ID0002 001 C 12 DI 151

## 2. ELENCO ELABORATI

N.	DESCRIZIONE ELABORATO	SCALA	CODIFICA
1	Relazione idrologica corsi d'acqua minori	-	IA5F-01-D-78-RI-ID0001-001
2	Relazione idraulica e di compatibilità idraulica corsi d'acqua minori	-	IA5F-01-D-78-RI-ID0002-001
3	Corografia dei Bacini	1:20000-1:2000	IA5F-01-D-78-CZ-ID0002-001
4	IN01 - Planimetria ante e post operam Tombino alla pk 0+176.97 - RAMO A	1:1000	IA5F-01-D-78-P7-ID0002-001
5	IN01 - Profilo ante e post operam Tombino alla pk 0+176.97 - RAMO A	1:1000/1:200	IA5F-01-D-78-FZ-ID0002-001
6	IN01 - Sezioni ante e post operam Tombino alla pk 0+176.97 - RAMO A	1:200	IA5F-01-D-78-W9-ID0002-001
7	IN02 - Planimetria ante e post operam Tombino alla pk 0+265.74 - RAMO A	1:1000	IA5F-01-D-78-P7-ID0002-002
8	IN02 - Profilo ante e post operam Tombino alla pk 0+265.74 - RAMO A	1:1000/1:200	IA5F-01-D-78-FZ-ID0002-002
9	IN02 - Sezioni ante e post operam Tombino alla pk 0+265.74 - RAMO A	1:200	IA5F-01-D-78-W9-ID0002-002
10	IN03 - Planimetria ante e post operam Tombino alla pk 0+626.64 - RAMO A	1:1000	IA5F-01-D-78-P7-ID0002-003
11	IN03 - Profilo ante e post operam Tombino alla pk 0+626.64 - RAMO A	1:1000/1:200	IA5F-01-D-78-FZ-ID0002-003
12	IN03 - Sezioni ante e post operam Tombino alla pk 0+626.64 - RAMO A	1:200	IA5F-01-D-78-W9-ID0002-003
13	IN04 - Planimetria ante e post operam Tombino alla pk 0+823.17 - RAMO A	1:1000	IA5F-01-D-78-P7-ID0002-004
14	IN04 - Profilo ante e post operam Tombino alla pk 0+823.17 - RAMO A	1:1000/1:200	IA5F-01-D-78-FZ-ID0002-004
15	IN04 - Sezioni ante e post operam Tombino alla pk 0+823.17 Tav 1/2 - RAMO A	1:200	IA5F-01-D-78-W9-ID0002-004
16	IN16 - Pianta, Profilo e Sezioni Tombino pk 0+016 - NV01	varie	IA5F-01-D-78-PZ-ID0002-001
17	IN17 - Pianta, Profilo e Sezioni Tombino pk 0+340 - NV01	varie	IA5F-01-D-78-PZ-ID0002-002
18	IN18 - Pianta, Profilo e Sezioni Tombino pk 0+420 - NV02	varie	IA5F-01-D-78-PZ-ID0002-003
19	IN19 - Planimetria ante e post operam Rio Conche pk 1+028- NV02	1:1000	IA5F-01-D-78-P7-ID0002-005
20	IN19 - Profilo ante e post operam Tombino Rio Conche pk 1+028- NV02	1:1000/1:200	IA5F-01-D-78-FZ-ID0002-005





LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 RI	ID0002 001	C	13 DI 151

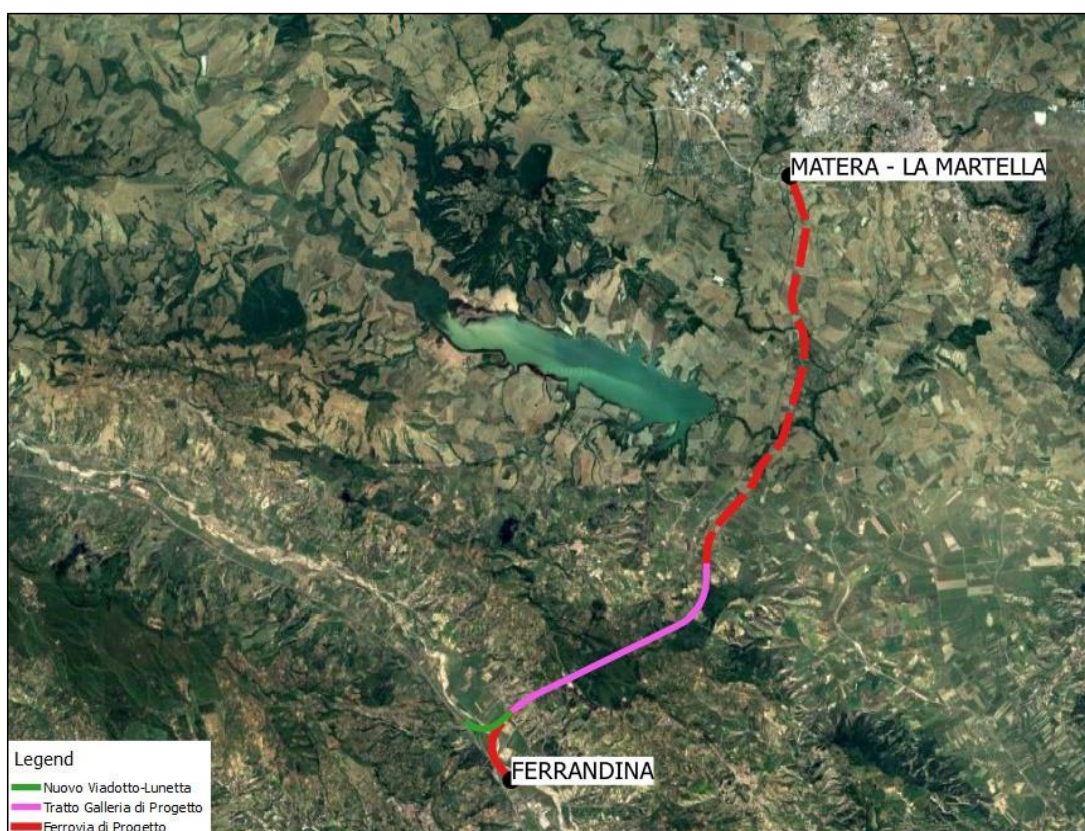
N.	DESCRIZIONE ELABORATO	SCALA	CODIFICA
21	IN19 - Sezioni ante e post operam Tombino Rio Conche pk 1+028- NV02	1:200	IA5F-01-D-78-W9-ID0002-005
22	IN20 - Pianta, Profilo e Sezioni Tombino pk 0+631- NV02	varie	IA5F-01-D-78-PZ-ID0002-004
23	IN21 - Pianta, Profilo e Sezioni Tombino pk 1+370 - NV02	varie	IA5F-01-D-78-PZ-ID0002-005
24	IN22 - Pianta, Profilo e Sezioni Tombino pk 1+554- NV02	varie	IA5F-01-D-78-PZ-ID0002-006
25	IN23 - Pianta, Profilo e Sezioni Tombino pk 1+883- NV02	varie	IA5F-01-D-78-PZ-ID0002-007
26	IN24 - Planimetria ante e post operam Rio Conche pk 2+402 - NV02	1:1000	IA5F-01-D-78-P7-ID0002-006
27	IN24 - Profilo ante e post operam Tombino Rio Conche pk 2+402 - NV02	1:1000/1:200	IA5F-01-D-78-FZ-ID0002-006
28	IN24 - Sezioni ante e post operam Tombino Rio Conche pk 2+402 - NV02	1:200	IA5F-01-D-78-W9-ID0002-006
29	IN25 - Pianta, Profilo e Sezioni Tombino pk 2+208 - NV02	varie	IA5F-01-D-78-PZ-ID0002-008
30	IN26 - Pianta, Profilo e Sezioni Tombino pk 2+339 - NV02	varie	IA5F-01-D-78-PZ-ID0002-009

**Tabella 1 - Elenco elaborati annessi**

### 3. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

La tratta ferroviaria Ferrandina – Matera “La Martella” km si sviluppa in direzione Sud-Ovest – Nord-Est per circa 20 km.

Nella figura seguente è visibile l'inquadramento dell'area di studio.



**Figura 1 – Inquadramento dell'area di studio**

La tratta oggetto di studio ricade all'interno dei bacini dei fiumi Basento, Bradano e Gravina di Matera, attraversando un territorio molto esteso, con caratteristiche fisiche e morfologiche differenti.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	15 DI 151

#### 4. IL RILIEVO DELLA ZONA E L'IDENTIFICAZIONE DELLA RETE IDROGRAFICA MINORE

Per ottenere una rappresentazione quotata della zona di analisi al fine di ricostruire la complessa rete idrografica dell'area e la delimitazione del bacino per ciascun attraversamento idraulico lungo la tratta ferroviaria Ferrandina – Matera e lungo le viabilità di progetto, si è fatto riferimento a:

- Cartografia Tecnica Regionale scala 1:5.000;
- Cartografia scala 1:1.000;
- Rilievi celerimetrici dell'area.
- Rilievo Lidar 1x1 m effettuato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

Grazie a queste informazioni è stata costruita la delimitazione dei bacini idrografici dei corsi d'acqua minori e l'individuazione della rete idrografica riportata nella Corografia dei bacini minori annessa alla presente relazione.

##### 4.1 Individuazione degli attraversamenti idraulici minori

Le opere di attraversamento idraulico minori riguardano sia la linea ferrovia che le nuove viabilità in progetto.

Di seguito sono riportati gli attraversamenti individuati per la linea ferroviaria, indicando le rispettive progressive di progetto, il ramo ferroviario, l'identificativo del bacino idrografico sotteso con relativa area, ed il tipo di opera prevista.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 RI	ID0002 001	C	16 DI 151

Pk [km]	ID Ramo	ID Bacino	Superficie [kmq]	Tipologia	WBS
0+176.97	A	9	0.03	Tombino 2x2	IN01
0+265.74	A	7	0.24	Tombino 2x2	IN02
0+626.64	A	6	0.13	Tombino 3x3	IN03
0+823.17	A	8	0.04	Tombino 2x2	IN04
10+101.50	A	21	0.31	Tombino 5x2	IN07
10+281.50	A	22	0.033	Tombino 2x2	IN08
10+733.50	A	10	0.04	Tombino 2x2	IN09
10+911.00	A	10	0.04	Tombino 2x2	IN10
14+959.42	A	14	0.06	Tombino 2x2	IN11
18+888.57	A	19	0.11	Tombino 3x3	IN12
19+391.22	A	20	0.27	Tombino 3x3	IN13
0+379.23	B	3	0.23	Tombino 5x2	IN14

**Tabella 2 - Attraversamenti idraulici linea ferroviaria**



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
IA5F 01 D 78 RI ID0002 001 C 17 DI 151

Di seguito sono riportati gli attraversamenti individuati per la nuova viabilità, indicando le rispettive progressive di progetto, il ramo ferroviario, l'identificativo del bacino idrografico sotteso con relativa area, ed il tipo di opera prevista.

Pk [km]	ID Ramo	ID Bacino	Superficie [kmq]	Tipologia	WBS
0+011.21	NV01	33	0.77	Tombino 3x2	IN16
0+341.31	NV01	32	0.04	Tombino DN 1500	IN17
0+420.66	NV02	23	0.42	Tombino 2x2	IN18
0+631.19	NV02	24	0.42	Tombino 2x2	IN20
1+373.47	NV02	25	0.16	Tombino 2x2	IN21
1+556.93	NV02	26	0.11	Tombino 2x2	IN22
1+885.52	NV02	27	0.31	Tombino 2x2	IN23
2+211.23	NV02	28	0.02	Tombino DN 1500	IN25
2+341.55	NV02	29	0.03	Tombino DN 1500	IN26
1+029.11	NV02	30	11.55	Ponte L=25 m	IN19
2+404.08	NV02	31	7.35	Ponte L=25 m	IN24

**Tabella 3 - Attraversamenti idraulici nuova viabilità**

I tombini presenti alle pk 9+129, 9+306 per il Ramo A, e pk 0+600 per il Ramo B, vengono trattati nella Relazione specifica relative al drenaggio della piattaforma ferroviaria in quanto funzionali alla sola comunicazione monte-valle del Sistema di drenaggio e sui quali non insistono bacini idrografici di rilievo. Analoga considerazione è valida per il tombino IN27 presente sulla viabilità NV02.

	LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE</b>				
	<b>RELAZIONE IDRAULICA OPERE MINORI</b>	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 001	REV. C

## 5. METODOLOGIA DI CALCOLO E CRITERI DI VERIFICA

### 5.1 Manuale di progettazione ferroviario

Come previsto dal Manuale di Progettazione RFI 2019 ogni tipo di manufatto idraulico verrà verificato utilizzando i seguenti tempi di ritorno  $T_r$ :

...omississ...

*Manufatti di attraversamento (ponti e tombini):*

- *linea ferroviaria  $T_r = 300$  anni per  $S > 10 \text{ km}^2$*
- *linea ferroviaria  $T_r = 200$  anni per  $S < 10 \text{ km}^2$*
- *deviazioni stradali  $T_r = 200$  anni*

...omississ...

Per la verifica idraulica delle opere di attraversamento principali il manuale prevede quanto segue:

*“Relativamente ai requisiti idraulici nei confronti dei livelli di massima piena si specifica quanto segue:*

- *franco minimo tra l'intradosso dell'opera e la quota del carico idraulico totale corrispondente al livello idrico di massima piena, calcolato come precedentemente descritto, pari a 0.50 m e comunque non inferiore ad 1.5 m sul livello idrico.*
- *posizionamento delle spalle del viadotto in modo tale da non ridurre significativamente la sezione di deflusso in alveo ed in golena.*
- *posizionamento e geometria delle pile in alveo ed in golena in modo da non provocare significativi fenomeni di rigurgito ovvero fenomeni di erosione localizzati sulle sponde ed in alveo.*
- *Il calcolo dello scalzamento localizzato indotto dalle opere di sostegno deve essere valutato considerando le dimensioni delle pile; nel caso in cui il plinto di fondazione venga messo allo scoperto dall'erosione, le dimensioni maggiori e le forme più tozze*

	LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA OPERE MINORI</b>	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. C

*dello stesso provocano un ulteriore scalzamento e pertanto, in tale condizione, il calcolo dell'erosione localizzata va ripetuto portando in conto la diversa geometria.”*

Per la verifica idraulica delle opere di attraversamento secondarie il manuale prevede quanto segue:

*“Le tipologie ammesse sono:*

- *tombini circolari in c.a. con diametro minimo 1.5 m;*
- *tombini scatolari in c.a. con dimensione minima 2 m;*

*Sono ammessi fino a due tombini affiancati.*

*In nessun caso saranno ammessi attraversamenti con opere a sifone.*

*La pendenza longitudinale del fondo dell'opera non dovrà essere inferiore al 2‰ e ciò al fine di impedire la sedimentazione di eventuale materiale solido trasportato.*

*La sezione di deflusso complessiva del tombino dovrà consentire lo smaltimento della portata massima di piena con un grado di riempimento non superiore al 70% della sezione totale.*

*Dovranno essere previsti gli opportuni accorgimenti per evitare, in corrispondenza delle fondazioni del manufatto, fenomeni di scalzamento o erosione.”*

## **5.2 NTC 2018 e relativa Circolare Applicativa**

L'Aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni (D.M. 17 Gennaio 2018) e la Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 “Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018, contengono le istruzioni per la progettazione dei ponti ferroviari interessanti corsi d'acqua naturali o artificiali, con particolare riferimento ai tempi di ritorno e ai franchi idraulici da adottare per le verifiche di compatibilità idraulica.

In particolare, al § 5.1.2.3 delle NTC 2018 “Compatibilità idraulica” si prescrive che:



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	20 DI 151

*Quando il ponte interessa un corso d'acqua naturale o artificiale, il progetto deve essere corredato da uno studio di compatibilità idraulica costituito da una relazione idrologica e da una relazione idraulica riguardante le scelte progettuali, la costruzione e l'esercizio del ponte.*

*L'ampiezza e l'approfondimento dello studio e delle indagini che ne costituiscono la base devono essere commisurati all'importanza del problema e al livello di progettazione. Deve in ogni caso essere definita una piena di progetto caratterizzata da un tempo di ritorno  $T_r$  pari a 200 anni ( $T_r=200$ ).*

*Coerentemente al livello di progettazione, lo studio di compatibilità idraulica deve riportare:*

- l'analisi idrologica degli eventi di massima piena e stima della loro frequenza probabile;*
- la definizione dei mesi dell'anno durante i quali siano da attendersi eventi di piena, con riferimento alla prevista successione delle fasi costruttive;*
- la definizione della scala delle portate nelle condizioni attuali, di progetto, e nelle diverse fasi costruttive previste, corredata dal calcolo del profilo di rigurgito indotto dalla presenza delle opere in alveo, tenendo conto della possibile formazione di ammassi di detriti galleggianti;*
- la valutazione dello scavo localizzato con riferimento alle forme ed alle dimensioni di pile, spalle e relative fondazioni, nonché di altre opere in alveo provvisoriale e definitive, tenendo conto della possibile formazione di ammassi di detriti galleggianti oltre che dei fenomeni erosivi generalizzati conseguenti al restringimento d'alveo;*
- l'esame delle conseguenze di urti e abrasioni dovuti alla presenza di natanti e corpi flottanti.*

*Il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati la sezione del corso d'acqua interessata dalla piena di progetto e, se arginata, i corpi arginali.*

*Qualora fosse necessario realizzare pile in alveo, la luce netta minima tra pile contigue, o fra pila e spalla del ponte, non deve essere inferiore a 40 m misurati ortogonalmente al filone principale della corrente. Per i ponti esistenti, eventualmente interessati da luci nette di misura inferiore, è ammesso l'allargamento della piattaforma, a patto che questo non comporti*





LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	21 DI 151

*modifiche dimensionali delle pile, delle spalle o della pianta delle fondazioni di queste, e nel rispetto del franco idraulico come nel seguito precisato.*

*In tutti gli altri casi deve essere richiesta l'autorizzazione all'Autorità competente, che si esprime 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 in corrispondenza delle fondazioni e alla protezione delle fondazioni delle pile e delle spalle tenuto anche conto del materiale galleggiante che il corso d'acqua può trasportare. In tali situazioni, una stima anche speditiva dello scalzamento è da sviluppare fin dai primi livelli di progettazione.*

*Il franco idraulico, definito come la distanza fra la quota liquida di progetto immediatamente a monte del ponte e l'intradosso delle strutture, è da assumersi non inferiore a 1,50 m, e comunque dovrà essere scelto tenendo conto di considerazioni e previsioni sul trasporto solido di fondo e sul trasporto di materiale galleggiante, garantendo una adeguata distanza fra l'intradosso delle strutture e il fondo alveo.*

*Quando l'intradosso delle strutture non sia costituito da un'unica linea orizzontale tra gli appoggi, il franco idraulico deve essere assicurato per una ampiezza centrale di 2/3 della luce, e comunque non inferiore a 40 m.*

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

*Lo scalzamento e le azioni idrodinamiche associate al livello idrico massimo che si verifica mediamente ogni anno (si assuma  $Tr = 1,001$ ) devono essere combinate con le altre azioni variabili adottando valori del coefficiente  $\psi_0$  unitario.*

*Lo scalzamento e le azioni idrodinamiche associati all'evento di piena di progetto devono essere combinate esclusivamente con le altre azioni variabili da traffico, adottando per queste ultime i coefficienti di combinazione  $\psi_1$ .*



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	22 DI 151

Al § C5.1.2.4 della Circolare applicativa si prescrive inoltre:

*Ai fini dell'applicazione del punto 5.1.2.3 della Norma, s'intende per alveo la sezione occupata dal deflusso della portata di piena di progetto. Quest'ultima è a sua volta caratterizzata da un tempo di ritorno pari a  $Tr = 200$  anni, dovendosi intendere tale valore quale il più appropriato da scegliere, non escludendo tuttavia valori anche maggiori che devono però essere adeguatamente motivati e giustificati.*

*Gli elementi del ponte, quali le opere strutturali, di difesa ed accessorie, quando interessino l'alveo di un corso d'acqua, fanno parte di un progetto unitario corredato dallo studio di compatibilità idraulica di cui al punto 5.1.2.3 delle NTC. Il progetto sarà impostato tenendo in considerazione la necessità di garantire l'accesso per il ripristino dell'officiosità idraulica degli attraversamenti parzialmente o totalmente intasati dai detriti durante gli eventi di piena.*

*Fermo restando quanto previsto dalla Norma, nello studio di compatibilità idraulica, in funzione delle diverse situazioni, è opportuno siano tra l'altro illustrati i seguenti aspetti:*

- analisi degli eventi di massima piena; esame dei principali eventi verificatisi nel corso d'acqua; raccolta dei valori estremi in quanto disponibili, e loro elaborazione in termini di frequenza probabile del verificarsi; per i ponti in sezioni di un corso d'acqua che abbiano a monte manufatti artificiali che limitino il naturale deflusso delle piene, queste sono da valutarsi anche nell'ipotesi che tali manufatti siano dismessi;*
- ricerca e raccolta, presso gli Uffici ed Enti competenti, delle notizie e dei rilievi esistenti, anche storici, utili per lo studio idraulico da svolgere;*
- giustificazione della soluzione proposta per: l'ubicazione del ponte, le sue dimensioni e le sue strutture in pianta, in elevazione ed in fondazione, tenuto conto del regime del corso d'acqua, dell'assetto morfologico attuale e della sua possibile evoluzione, nonché delle caratteristiche geotecniche della zona interessata;*
- allontanamento delle acque dall'impalcato e prevenzione del loro scolo incontrollato sulle strutture del ponte stesso o su infrastrutture sottostanti.*



*Inoltre è di interesse stimare i valori della frequenza probabile ( $1/Tr$ ) di ipotetici eventi che diano luogo a riduzioni del franco stesso.*

*Nello studio idraulico, in funzione delle diverse situazioni, sono inoltre considerati, ove applicabili, i seguenti problemi:*

*- classificazione del corso d'acqua ai fini dell'esercizio della navigazione interna: per ponti posti su vie classificate navigabili va rispettata la luce minima sotto il ponte che compete ai natanti per i quali il corso è classificato, fino alla portata per la quale sia consentita la navigazione;*

*- valutazione dell'influenza dello scavo localizzato che si realizza in corrispondenza delle pile e delle spalle, sulla stabilità di argini e sponde, oltre che delle fondazioni di altri manufatti presenti nelle vicinanze;*

*- esame delle conseguenze della presenza di corpi flottanti, considerando anche il possibile disormeggio dei natanti, trasportati dalle acque in relazione a possibili ostruzioni delle luci (specie se queste possono creare invasi anche temporanei a monte), sia in fase costruttiva sia durante l'esercizio delle opere;*

*- sollecitazioni indotte dall'acqua per evento sismico quando sia di qualche rilievo la superficie immersa delle pile (e, per i ponti esistenti, delle spalle) con riferimento al livello idrico massimo che si verifica mediamente ogni anno.*

*Per la stima del livello idrico massimo che si verifica mediamente ogni anno, in assenza di dati che garantiscano una robusta caratterizzazione statistica degli eventi, è da utilizzarsi il minimo fra i valori di portata massimi annuali registrati. Scalzamento e azioni idrodinamiche devono in tal caso essere combinate con tutte le altre azioni variabili, mentre nella situazione corrispondente all'evento di piena di progetto, nella combinazione con le altre azioni variabili sono da considerare solo quelle variabili da traffico.*

*In situazioni particolarmente complesse può essere opportuno sviluppare le indagini anche con l'ausilio di modelli fisici.*



*Quando, per caratteristiche del territorio e del corso d'acqua, si possa verificare nella sezione oggetto dell'attraversamento il transito di tronchi di rilevanti dimensioni, in aggiunta alla prescrizione di un franco normale minimo di 1,50 m, è da raccomandare che il dislivello tra fondo e sottotrave sia indicativamente non inferiore a 6÷7 m. Nel caso di corsi di acqua arginati, la quota di sottotrave sarà comunque non inferiore alla quota della sommità arginale per l'intera luce. Per tutti gli attraversamenti è opportuno sia garantito il transito dei mezzi di manutenzione delle sponde e/o delle arginature.*

*Le limitazioni alle modifiche delle pile o delle spalle e relative fondazioni di ponti esistenti previste al punto 5.1.2.3 della Norma, sono da riferirsi agli elementi che interessano l'alveo, come sopra definito, o i corpi arginali. La possibilità di deroga, subordinata all'autorizzazione dell'Autorità competente come previsto allo stesso punto della norma, è relativa alle sole pile.*

*Per i ponti esistenti sono ammessi gli interventi per l'incremento della sicurezza strutturale in analogia a quanto prescritto al § 8.4 della Norma, solo nel caso in cui siano esclusi incrementi, rispetto all'attuale, del livello di traffico di progetto e gli stessi interventi non vadano in alcun modo a peggiorare le condizioni di sicurezza idraulica esistenti. Poiché in questi casi sono possibili fenomeni di instabilità locale, in applicazione del §8.3 della Norma, è opportuno effettuare la verifica delle fondazioni, e quindi la valutazione dello scalzamento di eventuali spalle o pile in alveo. Anche gli interventi necessari per l'incremento della sicurezza strutturale devono essere accompagnati dallo studio di compatibilità idraulica dove sia messa in evidenza la frequenza probabile (1/Tr) degli eventi che garantiscono il franco previsto da Norma.*

*Nelle Relazioni idrologica e idraulica sarà valutato il sistema di smaltimento delle acque meteoriche, tenendo in considerazione anche i seguenti aspetti:*

- analisi degli eventi pluviometrici brevi ed intensi della zona;*
- disposizione delle caditoie in numero e posizioni dipendenti dalle loro dimensioni, dalla geometria plano-altimetrica della sede stradale e dai dati pluviometrici, al fine di evitare ristagni;*



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	25 DI 151

- influenza del trasporto solido e dell'eventuale deposito residuo in condotta sul dimensionamento del sistema di tubazioni che colleghino le acque fino al tubo di eduazione;

- posizione e lunghezza dei tubi di eduazione affinché l'acqua di scolo sia portata a distanza tale da evitare la ricaduta sulle strutture anche in presenza di vento.

Fermo restando il rispetto della normativa ambientale vigente, in tutti quei casi in cui le acque di eduazione possono produrre danni e inconvenienti o nel caso di attraversamento di zone urbane, è opportuno considerare la possibilità che esse siano intubate fino a terra ed eventualmente immerse in un sistema fognante.

Nelle strutture a cassone va considerata l'opportunità di praticare, nei punti di possibili accumulo, fori di evacuazione di eventuali acque di infiltrazione. Tubi di evacuazione e gocciolatoi saranno predisposti in modo da evitare scoli di acque sul manufatto.

Restano esclusi dal punto 5.1.2.3 della Norma i tombini, intendendosi per tombino un manufatto totalmente rivestito in sezione, eventualmente suddiviso in più canne, in grado di condurre complessivamente portate fino a 50 m<sup>3</sup>/s. L'evento da assumere a base del progetto di un tombino ha comunque tempo di ritorno uguale a quello da assumere per i ponti. La scelta dei materiali deve garantire la resistenza anche ai fenomeni di abrasione e urto causati dai materiali trasportati dalla corrente.

Oltre a quanto previsto per gli attraversamenti dalla Norma, nella Relazione idraulica è opportuno siano considerati anche i seguenti aspetti:

- è da sconsigliare il frazionamento della portata fra più canne, tranne nei casi in cui questo sia fatto per facilitare le procedure di manutenzione, predisponendo allo scopo luci panconabili all'imbocco e allo sbocco e accessi per i mezzi d'opera;

- sono da evitare andamenti planimetrici non rettilinei e disallineamenti altimetrici del fondo rispetto alla pendenza naturale del corso d'acqua.

- per sezioni di area maggiore a 1,5 m<sup>2</sup> è da garantire la praticabilità del manufatto;



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	26 DI 151

- il tombino può funzionare sia in pressione che a superficie libera, evitando in ogni caso il funzionamento intermittente fra i due regimi: nel caso in una o più sezioni il funzionamento sia in pressione, la massima velocità che si realizza all'interno dello stesso tombino non dovrà superare 1,5 m/s;

- nel caso di funzionamento a superficie libera, il tirante idrico non dovrà superare i 2/3 dell'altezza della sezione, garantendo comunque un franco minimo di 0,50 m;

- il calcolo idraulico è da sviluppare prendendo in considerazione le condizioni che si realizzano nel tratto del corso d'acqua a valle del tombino;

- la tenuta idraulica deve essere garantita per ciascuna sezione dell'intero manufatto per un carico pari al maggiore tra: 0,5 bar rispetto all'estradosso o 1,5 volte la massima pressione d'esercizio;

- il massimo rigurgito previsto a monte del tombino deve garantire il rispetto del franco idraulico nel tratto del corso d'acqua a monte;

- nel caso sia da temersi l'ostruzione anche parziale del manufatto da parte dei detriti galleggianti trasportati dalla corrente, è da disporre immediatamente a monte una varice presidiata da una griglia che consenta il passaggio di elementi caratterizzati da dimensioni non superiori alla metà della larghezza del tombino; in alternativa il tombino è da dimensionare assumendo che la sezione efficace ai fini del deflusso delle acque sia ridotta almeno alla metà di quella effettiva. È in ogni caso da garantire l'accesso in alveo ai mezzi necessari per le operazioni di manutenzione ordinaria o straordinaria da svolgere dopo gli eventi di piena;

- i tratti del corso d'acqua immediatamente prospicienti l'imbocco e lo sbocco del manufatto devono essere protetti da fenomeni di scalzamento e/o erosione, e opportune soluzioni tecniche sono da adottare per evitare i fenomeni di sifonamento.

Nel caso il tombino sia opera provvisoria, ovvero a servizio di un cantiere, le precedenti disposizioni possono essere assunte come elementi di riferimento, tenendo opportunamente conto del tempo di utilizzo previsto per l'opera provvisoria stessa.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 RI	ID0002 001	C	27 DI 151

### 5.3 Metodologia di verifica idraulica mediante simulazioni idrauliche su modello matematico in schema di moto permanente

#### 5.3.1 Caratteristiche modello matematico

Le simulazioni numeriche sono state condotte utilizzando un programma di calcolo monodimensionale a moto permanente che fornisce una adeguata rappresentazione del fenomeno, descrivendo le principali grandezze fisiche per ogni sezione idraulica di calcolo. Per la determinazione dei profili idrici nei corsi d'acqua sia nella situazione attuale, sia di progetto e per i diversi tempi di ritorno considerati è stato utilizzato il codice denominato HEC – RAS 4.1.0 River Analysis System del gennaio 2010 sviluppato dalla U.S. Army Corps of Engineers, i cui fondamenti concettuali sono di seguito riportati.

Obiettivo principale del modello, utilizzato nell'ipotesi di moto permanente, è quello di correlare l'entità della portata liquida in arrivo dal bacino di monte con le velocità e con l'altezza idrometrica raggiunta nell'alveo principale e nelle golene.

Pur operando nell'ipotesi di mono dimensionalità, il modello consente la ricostruzione dell'andamento della velocità all'interno di una stessa sezione di deflusso, distinguendo tra zone spondali e canale centrale, in funzione della variazione di scabrezza e di tirante idraulico.

Nel caso della simulazione in moto permanente il calcolo dell'andamento dei profili idraulici viene effettuato dal modello utilizzando un metodo numerico chiamato "standard step method", che risolve in modo sequenziale l'equazione monodimensionale dell'energia fra due sezioni adiacenti trasversali al moto.

In corrispondenza ad alcune tipologie di ponte, dove nascono condizioni di flusso complesse, vengono utilizzate invece specifiche equazioni dell'idraulica per determinare le variazioni di livello dovute a queste varie singolarità.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 RI	ID0002 001	C	28 DI 151

Sinteticamente, il modello funziona calcolando le variazioni di livello idrometrico tra sezioni trasversali adiacenti sulla base del calcolo delle perdite di energia. Il calcolo comincia a un'estremità del tronco d'alveo indagato, procedendo passo-passo sino all'altra estremità, e così sezione dopo sezione, cambiando il verso dell'indagine da valle verso monte per moto subcritico e da monte verso valle per moto supercritico.

Il funzionamento del modello HEC-RAS si basa su alcune semplificazioni nelle ipotesi di partenza:

- moto permanente;
- moto gradualmente vario;
- moto monodimensionale, con correzione della distribuzione orizzontale della velocità;
- perdite di fondo mediamente costanti fra due sezioni trasversali adiacenti;
- arginature fisse.

### ***Definizioni***

Il modello utilizza, all'interno dei suoi algoritmi di calcolo, elementi dell'idraulica dei canali a pelo libero. Si ritiene opportuno, quindi, prima di procedere oltre, inserire alcuni elementi per meglio chiarire il funzionamento del modello stesso.

### ***Moto permanente e vario***

Il criterio di distinzione fra i due tipi di moto è il loro andamento nei confronti della variabile "tempo". Se profondità, velocità e portata rimangono costanti nel tempo in una determinata sezione di un corso d'acqua, il moto è permanente; se una di queste caratteristiche varia, il moto è vario. Il passaggio di un'onda di piena lungo un tronco d'alveo è un esempio di moto vario perché profondità, velocità e portata cambiano nel tempo.

La ragione per cui HEC-RAS, modello di moto permanente, può essere usato per il moto vario, come è da considerarsi a rigore un'onda di piena, sta nella lentezza con cui l'onda





LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	29 DI 151

cresce e si esaurisce. Un ipotetico osservatore sulla sponda di un corso d'acqua non è infatti in grado di apprezzare la curvatura dell'onda e non apprezza le variazioni istantanee di livello che si verificano.

Eccetto quindi casi estremi, la variazione di portata avviene gradualmente e i risultati ottenuti usando metodi analitici per moto permanente sono ugualmente di buona qualità.

#### Moto uniforme e vario

Quando il moto è uniforme, profondità e velocità sono costanti lungo un tratto di canale. La forza di gravità provoca il movimento dell'acqua, in equilibrio con gli attriti. Il moto non è accelerato né decelerato. Per un canale naturale non si può parlare di moto uniforme in senso stretto, perché la geometria delle sezioni trasversali e l'area bagnata variano lungo il canale, causando accelerazioni e decelerazioni del moto. A rigore il moto uniforme è possibile solo in un canale prismatico con sezione e pendenza costanti. D'altra parte, è considerato corretto assumere che il moto sia uniforme quanto il pelo libero è approssimativamente parallelo al fondo del canale; in tal caso si assume che anche la linea dell'energia sia parallela al fondo.

Nel caso di moto vario profondità e velocità cambiano con la distanza lungo il canale; si può distinguere tra moto "gradualmente vario" quando le variazioni nell'altezza del pelo libero avvengono in una distanza relativamente lunga e modo "rapidamente vario" se le variazioni sono brusche.

Quest'ultima distinzione è importante in quanto HEC-RAS calcola i profili solamente in situazioni di moto gradualmente vario.

#### Moto subcritico e supercritico

Il moto in un canale a pelo libero può essere classificato come subcritico, supercritico o critico.

La determinazione del tipo di moto secondo questa classificazione è di fondamentale importanza nell'utilizzo del modello, perché cambia il verso in cui si procede nello studio del profilo idraulico partendo da una delle due estremità del tratto d'alveo in esame.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 RI	ID0002 001	C	30 DI 151

Le perturbazioni che interessano la superficie liquida, infatti, si propagano verso monte nel caso di moto subcritico ma non nel caso di moto supercritico, e ciò risulta fondamentale nella scelta del punto di partenza nel calcolo del profilo idraulico.

Una delle prime operazioni da fare è quindi la determinazione del tipo di moto che si sviluppa nel tratto oggetto dell'indagine condotta con il modello.

Per definire il punto di separazione fra moto subcritico e supercritico viene utilizzato il numero adimensionale di Froude, rapporto fra le forze gravitazionali e le forze inerziali:

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gh_m}}$$

dove:

V = velocità media Q/A [m/s]

g = accelerazione di gravità [m/s<sup>2</sup>]

h<sub>m</sub> = altezza media della corrente [m]

Se il numero di Froude risulta minore di 1, il moto è subcritico, se invece è superiore, il moto è supercritico; se risulta uguale a 1, il moto è critico e la situazione è di particolare instabilità.

Questa definizione del numero di Froude ipotizza che ci sia una distribuzione uniforme di velocità nella sezione. Per un canale simmetrico, rettangolare, triangolare, trapezoidale, ecc., questo presupposto si realizza, ma nel caso di un canale naturale, con sezioni irregolari e aree golenali, l'espressione data non è più valida e non può essere rigorosamente utilizzata per determinare il tipo di moto; in questo caso sarebbe più corretto utilizzare dei numeri di Froude particolari, che tengano conto delle variazioni geometriche, di velocità e di portata.

La ricerca di questi particolari numeri di Froude va effettuata caso per caso, consultando eventualmente la letteratura esistente. Il modello, comunque, effettua al suo interno le necessarie approssimazioni e ridefinizioni del valore di questo parametro.



### Altezza critica

L'altezza critica è una caratteristica molto importante per il moto, dato che, come già accennato, rappresenta un criterio per discriminare i vari regimi di moto.

Il moto che si sviluppa con un'altezza pari, o vicina, all'altezza critica è chiamato moto critico; questa situazione è molto instabile poiché una piccola variazione di energia specifica causa grandi variazioni di livello.

L'energia specifica  $E$  di una sezione trasversale è l'energia riferita al punto più basso del tratto in esame; è quindi la somma della profondità  $Y$  e del termine cinetico  $V^2/2g$ :

$$E = Y + \frac{V^2}{2g}$$

La determinazione dell'altezza critica viene complicata dalla distribuzione delle velocità che ci si trova ad avere in sezioni irregolari, associate a flusso nelle golene. Il contributo cinetico nell'equazione dell'energia specifica deve quindi essere corretto tramite un moltiplicatore  $\alpha$  di Coriolis. Si ha quindi:

$$E = Y + \alpha \frac{V^2}{2g} \quad (0)$$

In HEC-RAS, l'altezza critica relativa ad una sezione viene determinata ricercando il minimo dell'energia specifica. La ricerca viene fatta con un procedimento iterativo partendo da un valore  $WS$  di primo tentativo al quale ne consegue un valore di energia specifica dato dalla (0), che verrà poi corretto fino alla determinazione del  $WS$  in grado di garantire il minimo valore di  $E$ .

HEC-RAS può calcolare l'andamento di profili subcritici e supercritici. Viene però richiesto all'utente di specificare il regime di moto all'atto del setup dell'applicazione.

### Procedure di calcolo per simulazioni in moto permanente



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
IA5F 01 D 78 RI ID0002 001 C 32 DI 151

### *Ricostruzione del campo di moto in una sezione trasversale*

Per trovare il valore del coefficiente  $\alpha$  relativo a una sezione naturale, o comunque irregolare, è necessario conoscere come si suddivide la portata, ossia quanta fluisce nel canale propriamente detto e quanta nelle zone golenali. Viene a questo scopo utilizzata l'equazione di Manning:

$$V = \frac{1.486}{n} A R^{2/3} J_f^{1/2}$$

$$Q = VA = \frac{1.486}{n} A R^{2/3} J_f^{1/2}$$

Ponendo quindi:  $K = \frac{1.486}{n} A R^{2/3}$  si ha che:  $Q = K J_f^{1/2}$

che viene scritta per ognuna delle  $i$ -esime sezioni considerate.

In HEC-RAS, il raggio idraulico  $R$  di una sub area è calcolato dividendo l'area per il perimetro bagnato. Il confine d'acqua immaginario tra due sub aree viene trascurato.

Tramite alcuni passaggi si trova che:  $\alpha = \frac{(\sum A)^2 (\sum K_i^3 / A_i^2)}{(\sum K_i)^3}$

### *Distribuzione delle pressioni in una sezione trasversale*

Come già detto, una delle ipotesi di base nel calcolo del profilo da parte di HEC-RAS è la distribuzione idrostatica delle pressioni. Si può assumere che la pressione sia idrostatica in un fluido in movimento se le linee di corrente sono essenzialmente dritte e parallele. La maggior parte dei canali naturali con moto gradualmente vario rispetta queste condizioni, non rispettate invece nel caso di moto rapidamente vario.

### *Distribuzione delle velocità in senso trasversale alla corrente*



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 RI	ID0002 001	C	33 DI 151

La libreria di algoritmi di simulazione idraulica in dotazione al modello HEC-RAS include la possibilità di analizzare la distribuzione delle velocità della corrente all'interno di una stessa sezione trasversale, eliminando la limitazione della teorica del moto unidimensionale che prevede, al contrario, l'imposizione di una unica velocità media caratteristica valida per l'intera sezione di deflusso.

Rispetto ad un vero modello bidimensionale, tale l'algoritmo di calcolo utilizzato da HEC RAS comporta l'accettazione di una serie di semplificazioni, tra cui:

- la quota idrometrica risulterà comunque orizzontale;
- non vengono considerati gli effetti della forza centrifuga.

Vengono invece considerati gli effetti della variazione del raggio idraulico locale, e la differente scabrezza del perimetro bagnato.

Questa tecnica consenta di ottenere, con una certa attendibilità specie nei tratti rettilinei, l'andamento della velocità al variare della posizione del punto lungo una direttrice trasversale alla corrente che deve essere intesa come velocità media sulla verticale.

Calcolo dei profili idraulici

Il calcolo dei profili idraulici avviene in due fasi tra loro intimamente collegate: bilancio dell'energia e conseguente calcolo del profilo.

### Bilancio dell'energia

La perdita di energia fra due sezioni trasversali, prese perpendicolarmente al flusso, è la base per il calcolo del profilo idraulico. L'energia totale, in termini di altezza, è uguale alla somma dei contributi dovuti alla quota, alla pressione e al termine cinetico. Se  $\theta$  rappresenta la pendenza del fondo si ha che:

$$E = Z + d \cos \theta + \alpha \frac{V^2}{2g}$$

Il termine  $\cos\theta$  è comunemente assunto uguale a 1 per canali naturali. Si può comprendere come comunque si compia un errore molto basso imponendo questa semplificazione considerando che per una pendenza di fondo di 1:10, molto elevata,  $\cos\theta$  è uguale a 0.99. L'errore compiuto in questo caso, definibile estremo, considerandolo uguale a 1 è del 1%, e quindi, nel complesso, trascurabile.

Con riferimento all'equazione dell'energia appena scritta, si può riscriverla nel caso sia applicata tra due sezioni:

$$Z_1 + Y_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + Y_2 + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + h_e$$

o in altri termini:

$$E_1 = E_2 + h_e$$

L'energia totale nella sezione di monte  $E_1$  è quindi uguale all'energia della sezione di valle  $E_2$  più il termine di perdita di energia  $h_e$ . Questa equazione è usata in successione da HEC-RAS spostandosi per passi da una sezione all'altra, calcolando il profilo idraulico.

### **5.3.2 Calcolo del profilo a moto permanente**

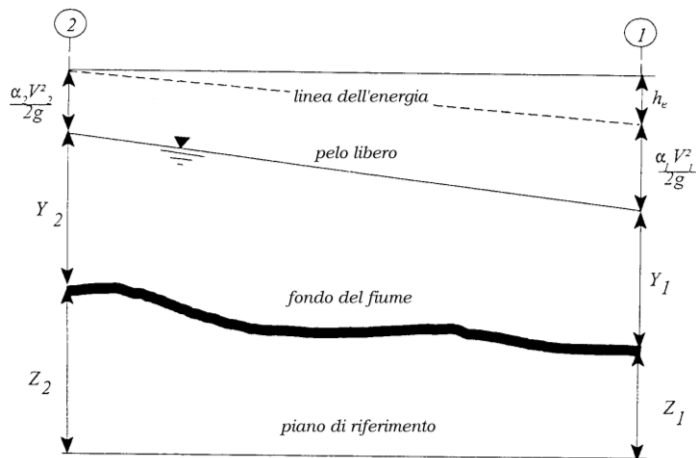
La determinazione del livello del pelo libero in ogni sezione è computata nel caso di correnti lente, a partire dalla sezione di valle, risolvendo per via iterativa l'equazione della conservazione dell'energia totale, ossia:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (1)$$

Dove:  $Y_1$  e  $Y_2$  rappresentano rispettivamente le profondità del pelo libero della sezione di valle e di monte,  $Z_1$  e  $Z_2$  rappresentano rispettivamente le elevazione sul medio mare del

fondo del canale della sezione di valle e di monte,  $V_1$  e  $V_2$  rappresentano rispettivamente le velocità medie nella sezione di valle e di monte,  $\alpha_1$  e  $\alpha_2$  i rispettivi coefficienti di Coriolis,  $g$  l'accelerazione di gravità e  $h_e$  le perdite di energia tra le due sezioni.

La figura 3 mostra lo schema del bilancio di energia tra la sezione di valle e quella di monte; nella figura sono indicati i singoli termini di bilancio in accordo all'equazione (1).



**Figura 1 - Schema di calcolo per la determinazione del profilo liquido nei corsi d'acqua.**

Le perdite di energia complessive  $h_e$  tra le due sezioni sono dovute alle perdite continue ed a quelle localizzate dovute a fenomeni di espansione e contrazione della vena fluida; in particolare si ha:

$$h_e = L\bar{J} + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (2)$$

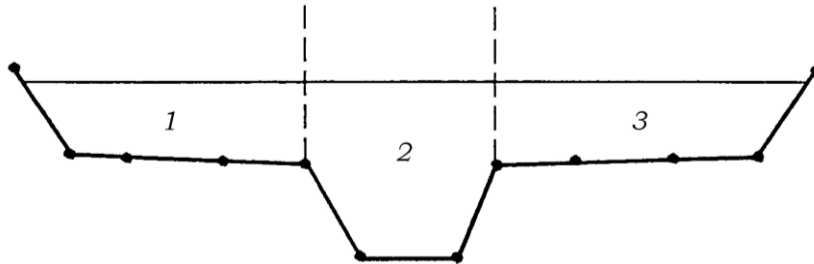
dove, con  $L$  è indicata la distanza tra le due sezioni, con  $\bar{J}$  le perdite di carico medie distribuite tra le due sezioni mentre il termine  $C$  correla le perdite, dovute all'espansione ed alla contrazione della vena in funzione dell'andamento piano – altimetrico del corso d'acqua, alla differenza dei carichi cinetici delle due sezioni.

Per la valutazione delle perdite di carico è utilizzata la formula di Manning, ossia:

$$Q = \frac{1}{n} A R_h^{2/3} \sqrt{J} \quad (3)$$

dove:  $Q$  rappresenta la portata,  $A$  l'area bagnata,  $R_H$  il raggio idraulico,  $n$  il coefficiente di scabrezza secondo Manning e  $J$  le perdite di energia per unità di lunghezza.

Nel caso di sezioni composte, tipiche dei corsi d'acqua naturali, è necessario suddividere la sezione in parti in modo da trattare separatamente sezioni in cui la velocità media può essere ritenuta, ai fini pratici, costante (4).



**Figura 2 - Sezione schematica di un corso d'acqua naturale.**

Con riferimento alla Figura 4 chiamato con  $K_i = Q_i / \sqrt{J}$  la capacità di portata di ogni singola parte  $i$ -esima in cui è stata suddivisa la sezione, si ha, in accordo alla formula di Manning:

$$K_i = \frac{1}{n_i} A_i R_{h,i}^{2/3} \quad (4)$$

Calcolata la capacità di portata per ogni singola parte in cui è stata suddivisa la sezione, la perdita di carico per unità di lunghezza  $J$  risulta pari a:





$$J = \left( \frac{Q}{\sum_i K_i} \right)^2 \quad (5)$$

Questo risultato può essere facilmente ricavato osservato che, per la costanza di  $J$ , la portata di ogni singola area  $Q_i = K_i \sqrt{J}$  è proporzionale al rispettivo coefficiente di portata e che la portata totale vale  $Q = \sum_i Q_i$ .

Calcolata la perdita di carico in corrispondenza della sezione 1 e della sezione 2 la pendenza media della linea dell'energia tra le due sezioni è fornita dalla seguente equazione:

$$\bar{J} = \frac{J_1 + J_2}{2} \quad (6)$$

Calcolata la capacità di portata di ogni singola sezione, è possibile, da queste, valutare il coefficiente di Coriolis. Questo coefficiente è pari al rapporto tra l'energia cinetica reale della corrente, proporzionale a  $\sum_i Q_i^3 / A_i^2$ , e l'energia cinetica calcolata facendo uso del valore medio della velocità, proporzionale a  $Q^3 / A^2$ .

Esprese le portate delle singole parti  $i$ -esime in funzione del rispettivo coefficiente di portata si perviene con qualche semplice passaggio alla seguente espressione:

$$\alpha = \frac{\left( \sum_i \frac{K_i^3}{A_i^2} \right) \left( \sum_i A_i \right)^2}{\left( \sum_i K_i \right)^3} \quad (7)$$

dal cui calcolo è possibile ottenere  $\alpha$ , il coefficiente di Coriolis.

Calcolate tramite le rispettive equazioni le perdite di energia  $h_e$  ed il coefficiente di Coriolis  $\alpha$  la (1), associata all'equazione di continuità, permette di calcolare la quota del pelo libero,  $Y_2 + Z_2$ , nella sezione di monte a partire dal valore dell'energia totale,  $Y_1 + Z_1 + \alpha_1 V_1^2 / 2g$ , noto in corrispondenza della sezione di valle.

Essendo la (1) un'equazione non lineare, la soluzione è ottenuta con ciclo iterativo, a partire da una soluzione iniziale, approssimata, di primo tentativo.

### **5.3.3 Equazione della conservazione della quantità di moto**

L'equazione della conservazione dell'energia totale (1) ha validità solo nel caso di correnti variabili lentamente all'interno del ramo in esame. In particolare, essa è stata applicata nel caso di corrente ovunque subcritiche o supercritiche. Qualora all'interno di un ramo si verificasse il passaggio da corrente lenta a veloce si è utilizzata l'equazione della conservazione del momento.

Applicando la seconda legge di Newton  $\sum F_x = ma$ , con  $x$  la direzione del moto, ad un elemento di fluido tra due sezioni 1-2, fig. 4, per equilibrio si ottiene:

$$P_2 - P_1 + W_x - F_f = Q\rho\Delta V_x \quad (8)$$

dove:

$P_i$ , risultante della pressione idrostatica;

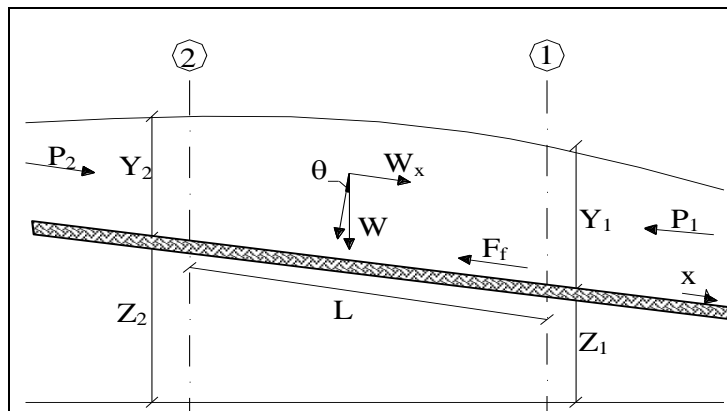
$W_x$ , componente della forza peso nella direzione del moto;

$F_f$ , forza d'attrito tra le due sezioni;

$Q$ , portata complessiva;

$\rho$ , densità del fluido;

$\Delta V_x$ , variazione della velocità tra le due sezioni.



**Figura 3 – Schema di calcolo**

La risultante della pressione idrostatica per pendenze dell'ordine di 1 a 10 è valutabile come

$$P = \gamma \bar{A} \bar{Y} \cos \theta \cong \gamma \bar{A} \bar{Y} \quad (9)$$

potendo porre, per le pendenze in esame,  $\cos \theta = 1$ .

Nella relazione (9)  $\gamma$  corrisponde al peso specifico del fluido,  $A$  l'area della sezione ed  $\bar{Y}$  l'altezza del pelo libero nel baricentro della sezione.

La componente della forza peso, noto il peso specifico del fluido, la lunghezza  $L$  del tronco e l'area totale di fluido presente, è stata valutata nel modo seguente:

$$W = \gamma \left( \frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \Rightarrow W_x = W \cdot \sin \theta \quad (10)$$

La forza d'attrito  $F_f$  è funzione delle caratteristiche del fluido come la densità dell'acqua, l'azione tangenziale che si esplica sul letto del fiume e la cadente piezometrica  $J$ .

In particolare, scriviamo:

$$F_f = \tau PL$$

$$\tau = \gamma R J \Rightarrow F_f = \gamma \frac{A}{P} J P L = \gamma \left( \frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot J L \quad (11)$$

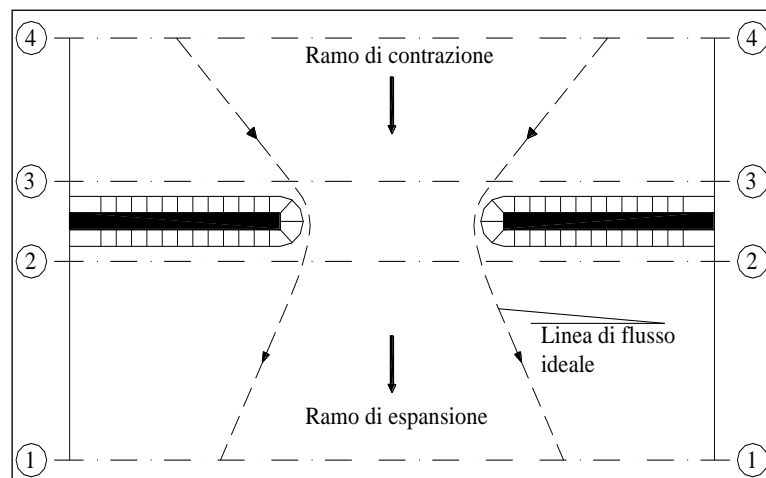
dove  $P$  ed  $R$  sono rispettivamente il perimetro bagnato ed il raggio idraulico della sezione.

La soluzione dell'equazione (8) è stata fatta per iterazioni successive.

Le equazioni (1) e (8) sono state applicate anche alle sezioni caratterizzate dalla presenza di un ponte. È stato sufficiente suddividere il tratto interessato in più sezioni e ripetere per la successione di esse l'analisi svolta per il tratto delimitato da sole due sezioni.

Prendendo un tratto caratterizzato dalla presenza di un ponte, fig. 6 e fig. 7, si evidenziano 3 zone:

- una zona di contrazione in cui arriva la corrente;
- una zona intermedia interessata dalla presenza del ponte;
- una zona di espansione in cui esce la corrente.



**Figura 4 – Pianta schematica di un attraversamento fluviale**

L'applicazione dell'equazione della conservazione del momento tra le sezioni 1-2 e 3-4 è del tutto analoga alla situazione vista in precedenza mentre la presenza del ponte comporta termini nuovi nella valutazione dell'equilibrio tra le sezioni 2-BD (Step 1), BD-BU (Step 2) e BU-3 (Step 3).

Step 1; definendo con  $A_{pi}$  l'area ostruita e con  $Y_{pi}$  la distanza verticale che intercorre tra il baricentro delle pile e la superficie libera WS nella zona di valle, l'espressione del bilancio è stata scritta come

$$\frac{Q_{BD}^2 \beta_{BD}}{g A_{BD}} + A_{BD} Y_{BD} = \frac{Q_2^2 \beta_2}{g A_2} + A_2 Y_2 - A_{P_{BD}} Y_{P_{BD}} + F_f - W_x$$

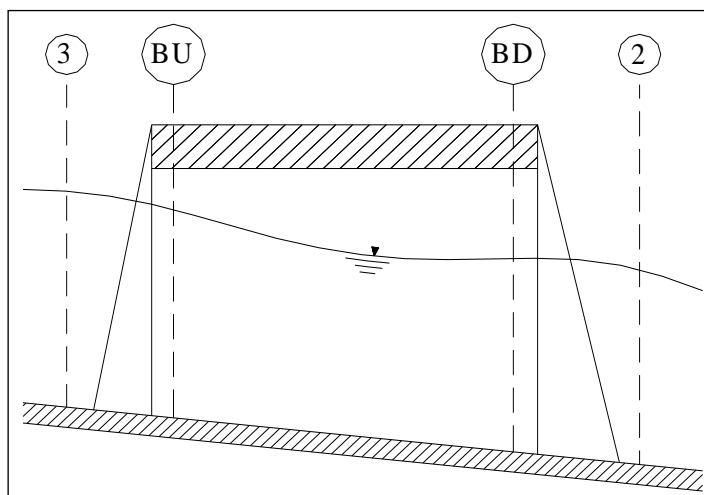
Step 2 ; equilibrio tra BU e BD

$$\frac{Q_{BD}^2 \beta_{BD}}{g A_{BD}} + A_{BD} Y_{BD} + F_f - W_x = \frac{Q_{BU}^2 \beta_{BU}}{g A_{BU}} + A_{BU} Y_{BU}$$

Step 3 ; equilibrio tra BU e 3

$$\frac{Q_3^2 \beta_3}{g A_3} + A_3 Y_3 = \frac{Q_{BU}^2 \beta_{BU}}{g A_{BU}} + A_{BU} Y_{BU} - A_{P_{BU}} Y_{P_{BU}} + F_f - W_x + \frac{1}{2} C_D \frac{A_{P_{BU}} Q_3^2}{g A_3^2}$$

con  $C_D$  coefficiente di resistenza idrodinamica intorno alla pila ricavabile dalla tab. 3 in funzione del tipo di pila presente.



**Figura 5 – Sezione schematica di un attraversamento fluviale**

<b>TIPO DI PILA</b>	<b>C<sub>D</sub></b>
Pila circolare	1.2
Pila allungata con punta semicircolare	1.33
Pila ellittica con rapporto assi 2 :1	0.6
Pila ellittica con rapporto assi 4 :1	0.32
Pila ellittica con rapporto assi 8 :1	0.29
Pila rettangolare	2.00
Pila triangolare con apertura $\alpha = 30^\circ$	1.00
Pila triangolare con apertura $\alpha = 60^\circ$	1.39
Pila triangolare con apertura $\alpha = 90^\circ$	1.60
Pila triangolare con apertura $\alpha = 120^\circ$	1.72

**Tabella 1 – Coefficiente di resistenza idrodinamico C<sub>D</sub>**

#### **5.3.4 Equazione di Yarnell**

In alternativa all'equazione della conservazione del momento si è utilizzata l'equazione di Yarnell che permette di valutare le perdite di energia localizzate in corrispondenza di un ponte.

Con riferimento alle fig. 6 e 7, le perdite di energia tra le sezioni 2 e 3 sono state valutate nel modo seguente:

$$H_{3-2} = 2K(K + 10\omega - 0.6) \cdot (\alpha + 15\alpha^4) \cdot \frac{V_2^2}{2g} \quad (12)$$

dove  $H_{i-j}$  rappresenta appunto la perdita di energia nel passaggio della corrente attraverso la sezione ostruita e  $K$ , coefficiente di Yarnell, tiene conto delle differenti sagome di pila esistenti;

<b>TIPO DI PILA</b>	<b>K</b>
Pila semicircolare in punta	0.9
Pila cilindrica doppia collegata con diaframma	0.95
Pila cilindrica doppia senza diaframma	1.05
Pila con punta triangolare $\alpha = 90^\circ$	1.05
Pile rettangolari	1.25
Dieci pile a cavalletto inclinate	2.5

**Tabella 2 – Coefficiente di Yarnell**

$\omega$  rappresenta il rapporto tra la velocità e l'altezza della sezione 2;  $\alpha$  il rapporto tra l'area ostruita dalle pile e l'area totale ed infine  $V_2$  la velocità a valle della sezione.

Il modello elaborato prevede una corrente con un'altezza idrica minore dell'altezza di intradosso del ponte. Nel caso di correnti con altezza idrica superiore o eguale alla quota di intradosso dell'attraversamento fluviale, la valutazione delle perdite di energia è effettuata attraverso il calcolo della portata che attraversa la sezione. In particolare, in riferimento ad un caso generico, fig. 9, la portata è calcolata nel modo seguente:

$$Q = C_d A_1 \left[ 2g \left( Y_1 - \frac{Z}{2} + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right) \right]^{1/2} \quad (13)$$

dove:

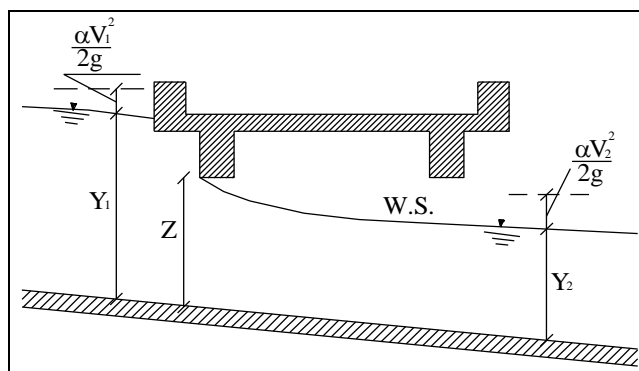
$C_d$ , coefficiente di deflusso il cui andamento è riportato nel grafico di fig. 10, assumendo valori tra 0.27 e 0.5;

$A_1$ , area della luce nella sezione di monte;

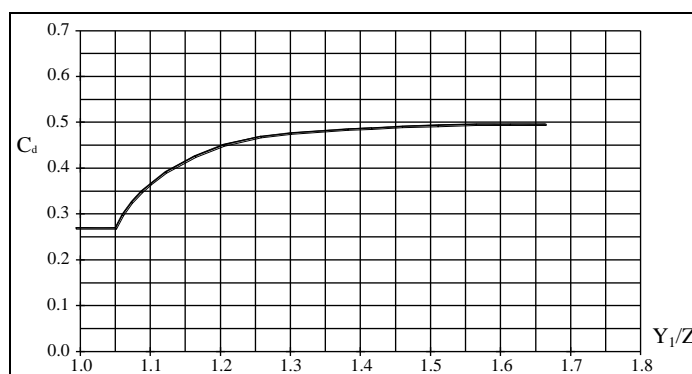
$Y_1$ , altezza idrica della sezione di monte;

$\alpha$ , coefficiente correttivo cinetico;

$V_1$ , velocità della corrente a monte.



**Figura 6 - Sezione schematica di un ponte – Schema di calcolo**



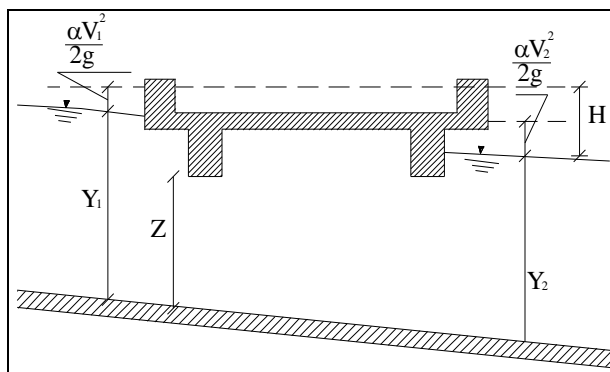
**Figura 7 – Diagramma per la stima del coefficiente di deflusso  $C_d$**

Se il ponte è in pressione sia a monte che a valle l'equazione (13) è corretta nel modo seguente:

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



dove  $C$  assume il valore di 0.8 ed  $H$  coincide con la perdita di energia totale tra la sezione di monte e di valle del ponte come indicato in fig.10.

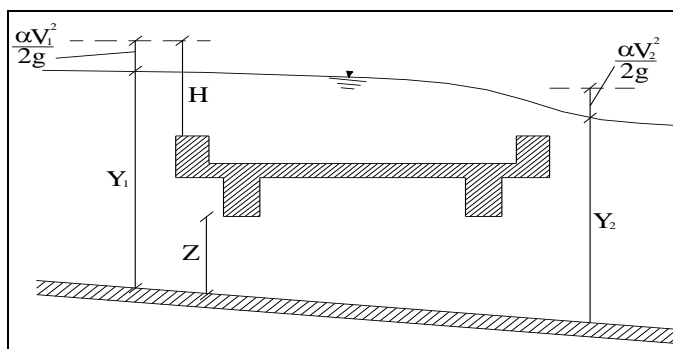


**Figura 8 – Sezione schematica di un ponte – Schema di calcolo**

Infine, se il ponte è superato dalla corrente di piena, fig. 11, la portata si calcola nel modo seguente:

$$Q = CLH^{2/3}$$

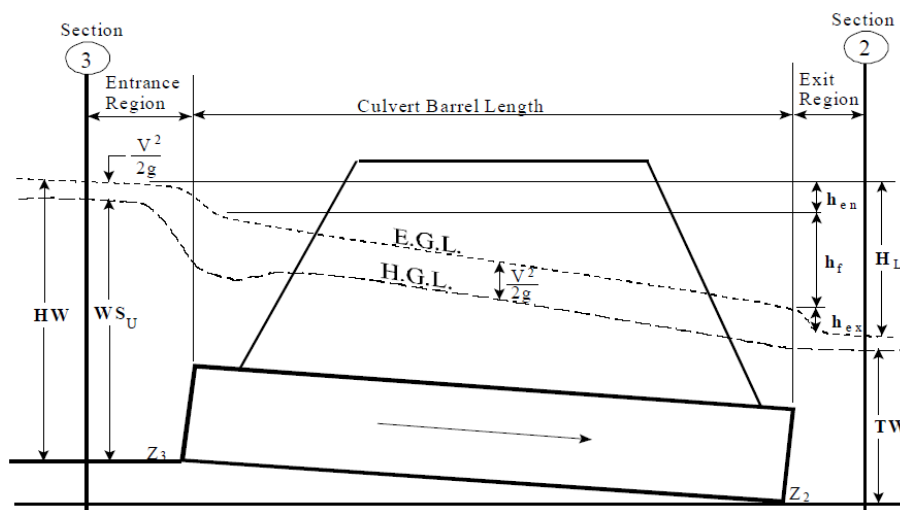
con  $C$  si indica un coefficiente correttivo della portata,  $L$  la lunghezza del ponte ed  $H$  la differenza di energie tra monte e valle.



**Figura 9 – Sezione schematica di un ponte – Schema di calcolo**

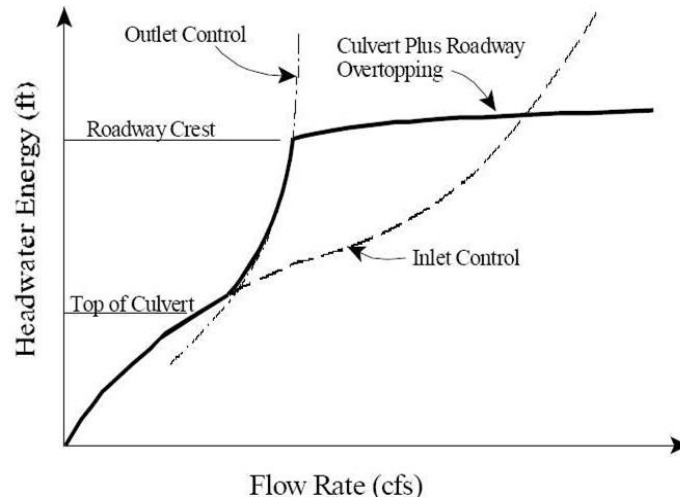
### 5.3.5 Calcolo del rigurgito dovuto ai tombini/ponticelli

L'analisi del deflusso attraverso un tombino si basa sul concetto di controllo all'imbocco o allo sbocco.



**Figura 10 – Schema idraulico tombino/ponticello**

Il deflusso secondo il controllo all'imbocco si verifica quando la capacità di deflusso all'entrata del tombino è inferiore a quella interna. La sezione di controllo è collocata subito a valle dell'imbocco della struttura. L'altezza d'acqua passa per il livello critico e il regime di deflusso risulta essere rapido. L'energia richiesta a monte viene calcolata assumendo che l'imbocco del tombino agisca come uno stramazzo; di conseguenza il profilo che si ottiene secondo tale approccio dipende principalmente dalla geometria dell'entrata.



**Figura 11 – Diagramma di funzionamento del tombino/ponticello.**

Il deflusso secondo il controllo allo sbocco si verifica quando la capacità di deflusso viene limitata dalle condizioni che si instaurano a valle o dalle caratteristiche geometriche della struttura. In linea generale il livello di energia determinato a monte controlla il tipo di deflusso nel tombino, data la portata a monte e il livello a valle. Per il controllo allo sbocco l'energia di monte viene calcolata effettuando un bilancio di energia dalla sezione di valle a quella di monte. Il modulo considera le perdite di ingresso, quelle di uscita e quelle per attrito all'interno della struttura.

#### Calcolo del livello all'imbocco

Per quanto riguarda il controllo all'imbocco, la capacità della struttura è limitata dall'apertura del tombino, piuttosto che dalle condizioni che si instaurano a valle. Per il calcolo del livello vengono utilizzate le equazioni ricavate dal National Bureau of Standards e pubblicate nel "Hydraulic Design of Highway Culverts" (FHWA, 1985). Le equazioni sono:



Deflusso libero:

$$\frac{HW_i}{D} = \frac{H_c}{D} + K \left[ \frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^M - 0.5S$$

$$\frac{HW_i}{D} = K \left[ \frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^M$$

Deflusso rigurgitato:

$$\frac{HW_i}{D} = c \left[ \frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^2 + Y - 0.5S$$

Dove:  $HW_i$  livello dell'energia all'imbocco

$D$  altezza interna del tombino

$H_c$  altezza critica

$Q$  portata

$A$  area della sezione interna del tombino

$S$  pendenza

$K, M, c, Y$  costanti variabili con la geometria e le condizioni di ingresso.

### Calcolo del livello allo sbocco

Per il controllo allo sbocco l'energia richiesta a monte per consentire il deflusso deve essere computata considerando diverse condizioni nel tombino e a valle di esso. Hec-Ras usa l'equazione di Bernoulli per effettuare tale calcolo:

$$Z_3 + Y_3 + \frac{\alpha_3 V_3^2}{2g} = Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + H_L$$



dove: Y3, Y2 tirante d'acqua nelle sezioni di monte e di valle;

$Z_3, Z_2$  quota del fondo del tombino a monte e a valle;

$\alpha_3, \alpha_2$  coefficiente di Coriolis nella sezione 1 e 2;

$g$  accelerazione di gravità;

$H_L$  perdita di carico attraverso il tombino.

#### Equazioni per il deflusso in pressione

Nel caso in cui si verifichi moto in pressione all'interno del tombino, la perdita totale di energia viene calcolata secondo la:

$$HL = h_{en} + h_f + h_{ex}$$

Dove:  $h_{en}$  perdite in entrata

$h_f$  perdite per attrito

$h_{ex}$  perdite in uscita.

Le perdite per attrito vengono considerate mediante la formulazione di Manning:

$$h_f = L \left( \frac{Qn}{1.486AR^{3/2}} \right)^2$$

Dove:  $h_f$  perdite per attrito

$L$  lunghezza del tombino

$Q$  portata

$n$  coefficiente di scabrezza di Manning

$A$  area della sezione di flusso



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	50 DI 151

$R$  raggio idraulico.

#### Perdite in entrata e uscita

Le perdite di ingresso sono calcolate come frazione del carico cinetico a monte, e analogamente per quelle di uscita, secondo il carico cinetico di valle. Tali coefficienti dipendono fortemente dalla geometria che caratterizza l'imbocco e lo sbocco dell'opera.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 RI	ID0002 001	C	51 DI 151

#### 5.4 Metodologia di verifica idraulica mediante moto uniforme

La verifica viene condotta in regime di moto uniforme quando è possibile ritenere valida l'ipotesi che il regime di moto sia prossimo a quello del moto uniforme lungo l'intera estensione del manufatto.

La verifica viene effettuata utilizzando la formula di Chèzy, assumendo un valore del coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  pari a  $0.015 \text{ m}^{-1/3}/\text{s}^{-1}$  per il calcestruzzo.

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Nella formula sopra riportata si ha che:

- A è l'area della sezione idrica;
- $n$  è il coefficiente di scabrezza secondo Manning;
- R è il raggio idraulico della sezione idrica;
- $i$  è la pendenza del fondo;

## 6. VERIFICA IDRAULICA DELLE OPERE

Le simulazioni idrauliche sono state condotte utilizzando il programma di calcolo monodimensionale HEC-RAS, nell'ipotesi che lungo l'alveo fluviale si instauri un regime di moto permanente. In alcuni casi di estrema semplicità è stata eseguita la verifica in moto uniforme.

Nelle tabelle seguenti vengono riportate le interferenze con il reticolo idrografico minore delle opere in progetto, riportando per ciascuna la progressiva ferroviaria o stradale ove localizzata l'interferenza, la denominazione del corso d'acqua ove nota, la corrispondente opera di attraversamento, la portata di progetto riferita al tempo di ritorno di 200 anni ed il tipo di verifica eseguito.

Pk [km]	ID Ramo	Opera	Q <sub>200</sub> (mc/s)	Tipo di verifica
0+176.97	A	Tombino 2x2	1.48	Moto permanente
0+265.74	A	Tombino 2x2	5.06	Moto permanente
0+626.64	A	Tombino 3x3	3.81	Moto permanente
0+823.17	A	Tombino 2x2	6.52	Moto permanente
10+101.50	A	Tombino 5x2	6.62	Moto permanente
10+281.50	A	Tombino 2x2	1.26	Moto permanente
10+733.50	A	Tombino 2x2	1.48	Moto uniforme
10+911.00	A	Tombino 2x2	1.48	Moto uniforme
14+959.42	A	Tombino 2x2	2.54	Moto permanente
18+888.57	A	Tombino 3x3	2.63	Moto permanente
19+391.22	A	Tombino 3x3	9.22	Moto permanente
0+379.23	B	Tombino 5x2	5.15	Moto permanente

**Tabella 4 - Tipo di verifica idraulica per le opere ferroviarie minori esistenti e in progetto.**





Pk [km]	ID Viabilità	Opera	Q <sub>200</sub> (mc/s)	Tipo di verifica
0+011.21	NV01	Tombino DN 1500	1.07	Moto permanente
0+341.31	NV01	Tombino 3x2	12.10	Moto permanente
0+420.66	NV02	Tombino 2x2	8.34	Moto permanente
0+631.19	NV02	Tombino 2x2	8.84	Moto permanente
1+373.47	NV02	Tombino 2x2	3.98	Moto permanente
1+556.93	NV02	Tombino 2x2	2.62	Moto permanente
1+885.52	NV02	Tombino 2x2	6.57	Moto permanente
2+211.23	NV02	Tombino DN 1500	0.99	Moto permanente
2+341.55	NV02	Tombino DN 1500	1.48	Moto permanente
1+029.11	NV02	Ponte L=25 m	65.45	Moto permanente
2+404.08	NV02	Ponte L=25 m	48.45	Moto permanente

**Tabella 5 - Tipo di verifica idraulica per le opere stradali in progetto.**

I tombini presenti alle pk 9+129, 9+306 per il Ramo A, e pk 0+600 per il Ramo B, vengono trattati nella Relazione specifica relative al drenaggio della piattaforma ferroviaria in quanto funzionali alla sola comunicazione monte-valle del Sistema di drenaggio e sui quali non insistono bacini idrografici di rilievo. Analoga considerazione è valida per il tombino IN27 presente sulla viabilità NV02.

Le simulazioni idrauliche dei corsi d'acqua sono state sviluppate sulla base delle indagini topografiche che hanno interessato tutta la linea esistente con rilievo delle sezioni trasversali e opere d'arte principali, integrate da modelli digitali del terreno e cartografia in scala 1:1.000.

Si riporta nei seguenti paragrafi le caratteristiche dei parametri implementati nei modelli numerici dei vari corsi d'acqua.

## 6.1 Portate di progetto

I corsi d'acqua oggetto di studio presentano tutti un regime torrentizio caratterizzato da una notevole variazione delle portate nel corso dell'anno. Ovviamente la concomitanza di piene stagionali e di velocità elevate determina un'azione erosiva, viceversa nel periodo di magra si verificano fenomeni di sedimentazione.

Per ogni attraversamento è stata utilizzata la portata di progetto determinata con il Metodo Cinematico descritto nell'elaborato "Relazione idrologica corsi d'acqua minori" al quale si rimanda, relativamente a tempo di ritorno di 200 anni.

Pk [km]	ID Ramo	Opera	Sup. Bacino (Kmq)	Q <sub>200</sub> (mc/s)
0+176.97	A	Tombino 2x2	0.04	1.48
0+265.74	A	Tombino 2x2	0.24	5.06
0+626.64	A	Tombino 3x3	0.13	3.81
0+823.17	A	Tombino 2x2	0.33	6.52
10+101.50	A	Tombino 5x2	0.31	6.62
10+281.50	A	Tombino 2x2	0.03	1.26
10+733.50	A	Tombino 2x2	0.04	1.48
10+911.00	A	Tombino 2x2	0.04	1.48
14+959.42	A	Tombino 2x2	0.06	2.54
18+888.57	A	Tombino 3x3	0.11	2.63
19+391.22	A	Tombino 3x3	0.27	9.22
0+379.23	B	Tombino 5x2	0.23	5.15

**Tabella 6 - Portate di riferimento per le opere ferroviarie minori esistenti e in progetto**

Pk [km]	ID Viabilità	Opera	Sup. Bacino (Kmq)	Q <sub>200</sub> (mc/s)
0+011.21	NV01	Tomb. DN 1500	0.03	1.07
0+341.31	NV01	Tombino 3x2	0.31	12.10
0+420.66	NV02	Tombino 2x2	0.42	8.34
0+631.19	NV02	Tombino 2x2	0.42	8.84
1+373.47	NV02	Tombino 2x2	0.16	3.98
1+556.93	NV02	Tombino 2x2	0.11	2.62
1+885.52	NV02	Tombino 2x2	0.31	6.57
2+211.23	NV02	Tomb. DN 1500	0.02	0.99
2+341.55	NV02	Tomb. DN 1500	0.03	1.48
1+029.11	NV02	Ponte L=25 m	11.55	65.45
2+404.08	NV02	Ponte L=25 m	7.35	48.45

**Tabella 7 - Portate di riferimento per le opere stradali in progetto**

## 6.2 Taratura dei modelli

Come per ogni modello matematico, anche nel caso del modello monodimensionale HEC-RAS, la taratura ricopre un aspetto particolarmente delicato. Il modello dovrebbe cioè essere tarato e validato prima di essere usato a scopo revisionale. In questo caso la taratura del modello numerico consiste nella valutazione dei coefficienti di scabrezza da adottare nelle differenti sezioni.

Tale operazione è caratterizzata da un notevole grado di incertezza dal momento che questi parametri presentano un ampio spettro di valori in dipendenza dello stato dell'alveo, dal grado di manutenzione e pulizia dello stesso, dalla presenza e dal tipo di vegetazione, dai cicli stagionali, dalla granulometria del fondo, etc.



Nella valutazione dei coefficienti di scabrezza occorre tener presente che questi sono comunque suscettibili di modificazioni per tenere conto degli effetti dissipativi legati a:

- Perdite localizzate prodotte dall'interazione della corrente con irregolarità geometriche come presenza di ostacoli di vario genere, espansioni brusche, incisioni nelle golene, brusche variazioni di larghezza;
- Perdite energetiche dovute alla modificazione del fondo dell'alveo, alla risospensione e trasporto solido, allo sradicamento e al trasporto di materiale vegetale.

Si preferisce dunque optare per dei coefficienti di scabrezza che tengano mediamente conto (vista la grande variabilità dei parametri) delle condizioni ambientali e restino a favore di sicurezza.

<b>A. CORSI D'ACQUA NATURALI</b>				
<i>Corsi d'acqua minori (tirante inferiore a 3,5m)</i>				
<b>1. Corsi d'acqua di pianura</b>				
a. Puliti, rettilinei, in piena senza scavi localizzati	0.025	0.030	0.033	
b. Puliti, rettilinei, in piena senza scavi localizzati, con sassi e sterpaglia	0.030	0.035	0.040	
c. Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi	0.033	0.040	0.045	
d. Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi, con cespugli e pietre	0.035	0.045	0.050	
e. Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi, in magra	0.040	0.048	0.055	
f. Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi, con cespugli e più pietrame	0.045	0.050	0.060	
g. Tratti lenti, sterpaglia e buche profonde	0.050	0.070	0.080	
h. Tratti molto erbosi, buche profonde e grossi arbusti e cespugli	0.070	0.100	0.150	
<b>2. Aree golenali</b>				
a. A pascolo senza vegetazione arbustiva	0.025	0.030	0.050	
b. Aree coltivate	0.020	0.035	0.050	
c. Con vegetazione arbustiva spontanea	0.035	0.070	0.160	
d. Con vegetazione arborea coltivata	0.030	0.060	0.120	
<b>3. Corsi d'acqua montani, senza vegetazione in alveo, sponde ripide alberi e cespugli lungo le sponde sommergibili durante le piene</b>				
a. Fondo: ghiaia, ciottoli e massi sparsi	0.030	0.040	0.050	
b. Fondo: ciottoli e massi grossi	0.040	0.050	0.070	

<b>B. CANALI ARTIFICIALI</b>			
<b>1. Canali in terra lisciata ed uniforme</b>			
a. Puliti, scavata di recente	0.016	0.018	0.020
b. Puliti, dopo prolungata esposizione	0.018	0.022	0.025
c. Ghiaia, sezione uniforme, pulita	0.022	0.025	0.030
d. Erba corta, pochi cespugli	0.022	0.027	0.033
<b>2. Canali in terra con ondulazioni o irregolari</b>			
a. Senza vegetazione	0.023	0.025	0.030
b. Con erba e pochi cespugli	0.025	0.030	0.033
c. Cespugli o piante acquatiche in canali profondi	0.030	0.035	0.040
d. Fondo in terra e sponde in pietrisco	0.028	0.030	0.035
e. Fondo in pietrame e sponde in cespugli	0.025	0.035	0.040
f. Fondo in ciottoli e sponde pulite	0.030	0.040	0.050
<b>3. Canali scavati o dragati</b>			
a. Senza vegetazione	0.025	0.028	0.033
b. Cespugli sparsi sulle sponde	0.035	0.050	0.060
<b>4. Canali in roccia</b>			
a. Lisci ed uniformi	0.025	0.035	0.040
b. Frastagliati ed irregolari	0.035	0.040	0.050
<b>5. Canali senza manutenzione, sterpaglia e cespugli</b>			
a. Sterpaglia densa, alta quanto il tirante idrico	0.040	0.050	0.080
b. Fondo pulito cespugli sulle sponde	0.045	0.070	0.110
c. Fondo pulito, cespugli sulle sponde, in piena	0.050	0.080	0.120
d. Cespugli densi ed acque profonde	0.080	0.100	0.140

**Tabella 8 - Tabella riepilogativa per la scelta del coefficiente di Manning (Chow, 1959)**

Pertanto, i coefficienti di Manning utilizzati nella modellazione sono:

- 0.015 s/m<sup>1/3</sup> per rivestimento in cls;
- 0.028 s/m<sup>1/3</sup> per rivestimento con materassi tipo Reno o gabbioni metallici;
- 0.035 s/m<sup>1/3</sup> per alveo in terra non rivestito e aree golenali.

### 6.3 Condizioni al contorno

Il modello di calcolo in moto permanente, oltre ai dati geometrici del corso d'acqua, richiede la conoscenza di una condizione iniziale rappresentata dalla portata di progetto, e la

definizione delle condizioni idrauliche al contorno nelle sezioni di monte e di valle del tratto simulato.

Come condizione al contorno di monte e di valle è stata inserita di norma quella corrispondente al moto uniforme.

Nei tombini prossimi all'alveo dei corsi d'acqua principali, invece, è stata inserita come condizione al contorno di valle il livello della piena Tr 30 anni indotto dal corso d'acqua principale, al fine di valutare il funzionamento idraulico del manufatto anche in presenza di tali eventi.

In ogni caso le analisi in moto permanente sono state eseguite su un tratto significativo del corso d'acqua, adeguatamente esteso sia a monte che a valle sulla base delle informazioni disponibili, in modo da simulare realisticamente le condizioni di deflusso all'interno dei manufatti senza l'influenza delle condizioni al contorno di monte e di valle quanto queste non siano note.

Nella seguente tabella sono riportati corsi d'acqua per i quali nelle modellazioni erano note la condizione di valle indotto dal corso d'acqua principale, il nome del corso d'acqua principale ed i rispettivi livelli idrici di riferimento.

<b>Pk [km]</b>	<b>ID Ramo</b>	<b>Opera</b>	<b>Condizione al contorno di valle</b>	<b>Livello idrico (m.s.l.m.)</b>
<b>0+176.97</b>	A	Tombino 2x2	L.I. Basento Tr 30	83.40
<b>0+265.74</b>	A	Tombino 2x2	L.I. Basento Tr 30	83.30
<b>0+626.64</b>	A	Tombino 3x3	L.I. Basento Tr 30	81.80
<b>0+823.17</b>	A	Tombino 2x2	L.I. Basento Tr 30	81.10
<b>10+101.50</b>	A	Tombino 5x2	L.I. Rio Conche Tr 30	137.00
<b>10+281.50</b>	A	Tombino 2x2	L.I. Rio Conche Tr 30	134.70
<b>0+379.23</b>	B	Tombino 5x2	L.I. Basento Tr 30	76.60
<b>0+341.31</b>	NV01	Tombino 3x2	L.I. Basento Tr 30	88.40

**Tabella 9 - Condizioni al contorno di valle utilizzate nelle modellazioni e diverse dal moto uniforme.**

#### 6.4 Rappresentazione dei risultati delle simulazioni numeriche

Nei successivi paragrafi vengono riportati i risultati delle implementazioni numeriche ed i risultati dei modelli matematici sviluppati per ogni corso d'acqua.

I risultati delle simulazioni in moto permanente sono riportati in forma sintetica nei paragrafi successivi ed in forma estesa negli allegati secondo quanto riportato nelle seguenti tabelle che indicano la progressiva dell'attraversamento, le modellazioni eseguite e l'allegato di riferimento.

Pk [km]	ID Ramo	Modellazione AO/PO	Q <sub>200</sub> (mc/s)	Allegato di riferimento
0+176.97	A	AO e PO	1.48	A1 – A2
0+265.74	A	AO e PO	5.06	B1 – B2
0+626.64	A	AO e PO	3.81	C1 – C2
0+823.17	A	AO e PO	6.52	D1 – D1
10+101.50	A	PO	6.62	E
10+281.50	A	PO	1.26	F
14+959.42	A	PO	2.54	G
18+888.57	A	PO	2.63	H
19+391.22	A	PO	9.22	I
0+379.23	B	PO	5.15	L

**Tabella 10 - Modellazioni eseguite e allegati di riferimento per le opere ferroviarie esistenti ed in progetto.**

Pk [km]	ID Ramo	Modellazione AO/PO	Q <sub>200</sub> (mc/s)	Allegato di riferimento
0+420.66	NV02	AO e PO	8.34	M1 – M2
0+631.19	NV02	AO e PO	8.84	N1 – N2
1+373.47	NV02	AO e PO	3.98	O1 – O2
1+556.93	NV02	AO e PO	2.62	P1 – P2
1+885.52	NV02	AO e PO	6.57	Q1 – Q2
2+211.23	NV02	AO e PO	0.99	R1 – R2
2+341.55	NV02	AO e PO	1.48	S1 – S2
1+029.11	NV02	AO e PO	65.45	T1 – T2
2+404.08	NV02	AO e PO	48.45	U1 – U2
0+011.21	NV01	AO e PO	1.07	V1 – V2
0+341.31	NV01	AO e PO	12.10	Z1 – Z2

**Tabella 11 - Modellazioni eseguite e allegati di riferimento per le opere stradali in progetto.**

### 6.5 Simulazioni numeriche delle interferenze idrauliche in condizioni ante operam

Per ogni corso d'acqua i risultati delle simulazioni sono riassunti in una tabella contenente:

- sezione di riferimento (*River station*);
- portata (*Q Total - m<sup>3</sup>/s*);
- quota assoluta del punto più depresso della sezione (*Min Ch El - m s.m.m.*);
- quota assoluta del pelo libero (*W.S. Elev - m s.m.m.*);
- quota assoluta del livello critico (*Crit W.S. - m s.m.m.*);
- quota assoluta del livello energetico (*E.G. Elev - m s.m.m.*);
- cadente energetica (*E.G. Slope - m/m*);
- velocità media nel canale (*Vel Chnl - m/s*);





LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 RI ID0002 001	C	61 DI 151

- area della sezione fluida (*Flow area – m<sup>2</sup>*);
- larghezza del pelo libero (*Top Width - m*);
- numero di Froude (*Froude Channel*);

Il livello idrico utilizzato nelle verifiche è riferito alle sezioni immediatamente a monte dell'opera di attraversamento in progetto.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	62 DI 151

### 6.5.1 Pk 0+176.97 Ramo A - Simulazione numerica Ante Operam interferenza IN01

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 190 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 16;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Tombino 1,00x2,00 della E847;
- Tombino ad arco 1,00x1,20 della linea storica parzialmente ostruito dai sedimenti;

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.03 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 1.48 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo come condizione al contorno di monte il moto uniforme e come condizione di valle il livello idrico del Fiume Basento per Tr 30 anni.

I livelli idrici risultano contenuti all'interno dei manufatti esistenti sebbene non venga garantito il franco minimo per il tombino della Linea Storica.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
 COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

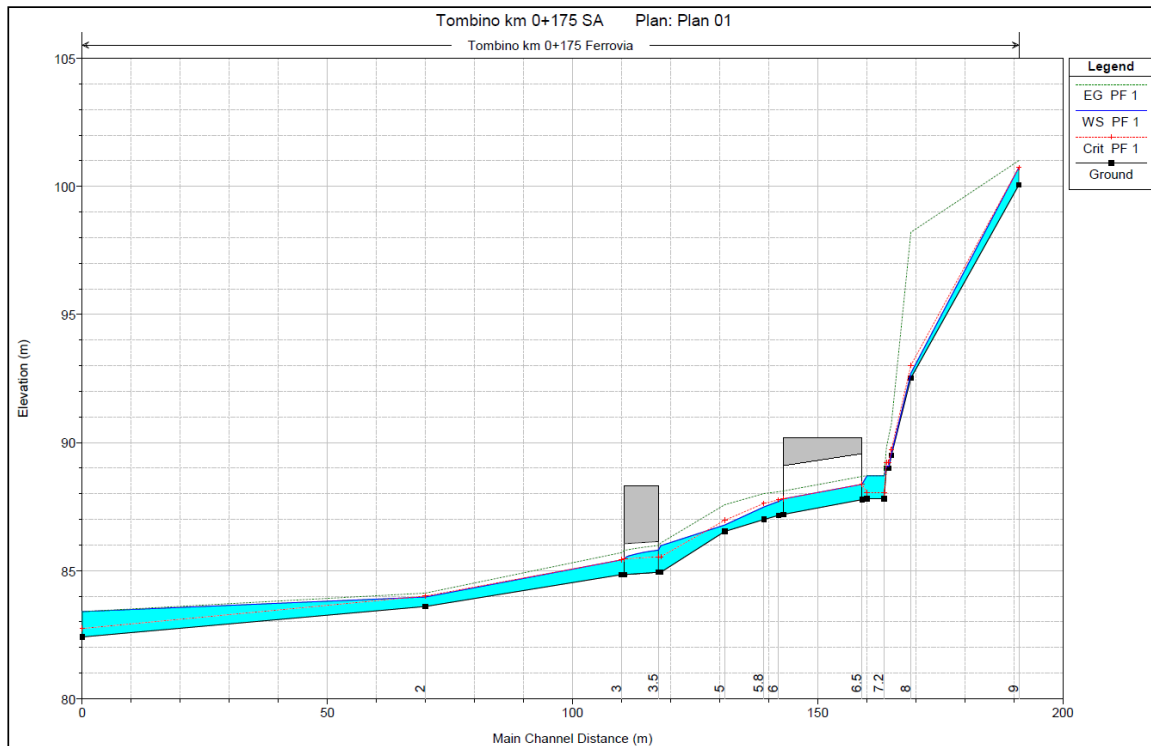
**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
 MINORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 IA5F 01 D 78 RI ID0002 001 C 63 DI 151

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Tombino km 0+175 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	9	PF 1	1.48	100.05	100.74	100.74	101.00	0.031211	2.27	0.65	1.26	1.01
Ferrovia	8	PF 1	1.48	92.52	92.71	93.02	98.21	3.089417	10.38	0.14	1.46	10.63
Ferrovia	7.5	PF 1	1.48	89.50	89.57	89.73	90.73	0.923961	4.76	0.31	4.15	5.56
Ferrovia	7.4	PF 1	1.48	89.00	89.07	89.23	90.26	0.959954	4.82	0.31	4.15	5.66
Ferrovia	7.3	PF 1	1.48	89.00	89.09	89.23	89.81	0.424121	3.76	0.39	4.15	3.90
Ferrovia	7.2	PF 1	1.48	87.81	88.70	88.04	88.71	0.000098	0.40	3.69	4.15	0.14
Ferrovia	7	PF 1	1.48	87.81	88.70	88.04	88.71	0.000098	0.40	3.69	4.15	0.14
Ferrovia	6.5											
Ferrovia	6	PF 1	1.48	87.16	87.70	87.76	88.08	0.014407	2.72	0.54	1.00	1.18
Ferrovia	5.8	PF 1	1.48	87.00	87.49	87.63	88.01	0.022514	3.21	0.46	1.00	1.51
Ferrovia	5	PF 1	1.48	86.53	86.78	86.96	87.57	0.226819	3.94	0.38	2.30	3.11
Ferrovia	4	PF 1	1.48	84.94	85.98	85.54	86.08	0.010414	1.42	1.04	1.01	0.45
Ferrovia	3.5											
Ferrovia	3	PF 1	1.48	84.85	85.42	85.42	85.71	0.037611	2.37	0.62	1.10	1.00
Ferrovia	2	PF 1	1.48	83.60	83.97	84.01	84.13	0.039378	1.76	0.87	5.39	1.31
Ferrovia	1	PF 1	1.48	82.41	83.40	82.74	83.40	0.000019	0.10	17.54	32.25	0.04

**Tabella 12 - Risultati simulazione AO pk 0+176**



**Figura 2 - Profilo di corrente AO pk 0+176**



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	64 DI 151

### 6.5.2 Pk 0+265.74 Ramo A - Simulazione numerica Ante Operam interferenza IN02

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 240 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 22;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Tombino 2,00x2,00 della E847;
- Tombino ad arco 2,00x2,00 della linea storica parzialmente ostruito dai sedimenti;

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.24 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 5.06 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo come condizione al contorno di monte il moto uniforme e come condizione di valle il livello idrico del Fiume Basento per Tr 30 anni.

I livelli idrici risultano contenuti all'interno dei manufatti esistenti sebbene non venga garantito il franco minimo per il tombino della Linea Storica.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE**

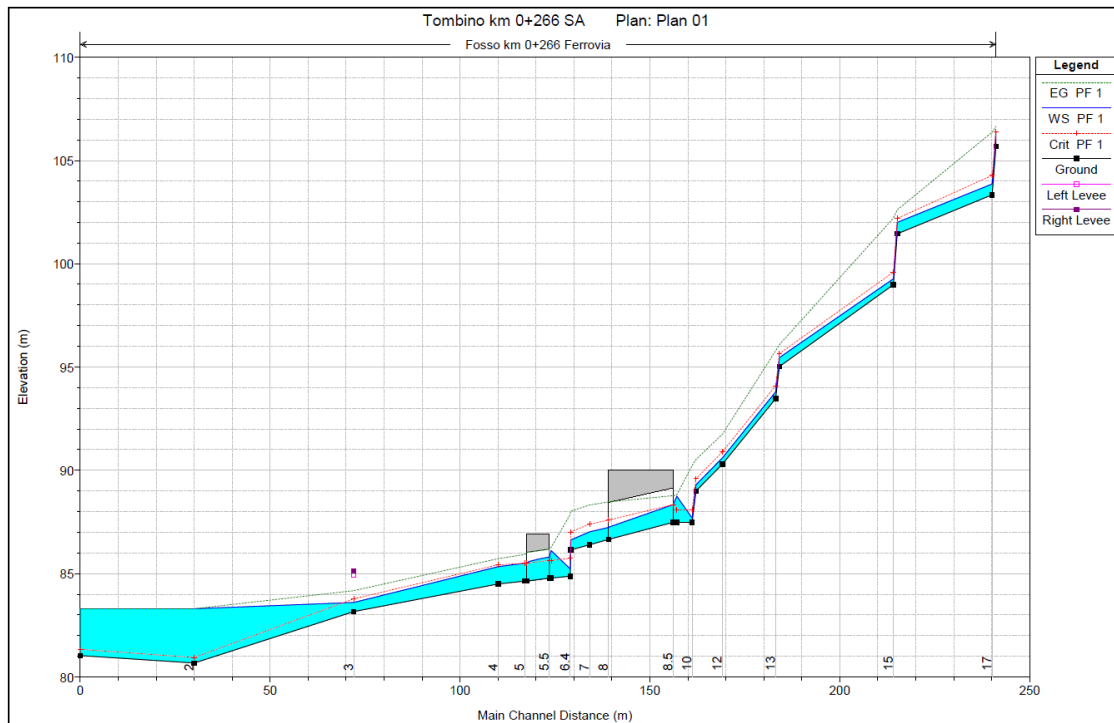
**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
 MINORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 IA5F 01 D 78 RI ID0002 001 C 65 DI 151

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso km 0+266 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	18	PF 1	5.06	105.68	106.39	106.39	106.65	0.017478	2.26	2.24	4.37	1.01
Ferrovia	17	PF 1	5.06	103.34	103.86	104.28	106.37	0.398600	7.02	0.72	2.77	4.39
Ferrovia	16	PF 1	5.06	101.45	102.00	102.19	102.61	0.062220	3.46	1.46	4.07	1.84
Ferrovia	15	PF 1	5.06	98.99	99.27	99.60	102.22	0.890250	7.60	0.67	4.40	6.25
Ferrovia	14	PF 1	5.06	95.02	95.46	95.65	96.08	0.075565	3.48	1.45	4.73	2.01
Ferrovia	13	PF 1	5.06	93.47	93.80	94.09	95.78	0.532876	6.24	0.81	4.91	4.90
Ferrovia	12	PF 1	5.06	90.30	90.61	90.89	91.75	0.163000	4.73	1.07	3.48	2.72
Ferrovia	11	PF 1	5.06	89.00	89.30	89.59	90.53	0.183801	4.91	1.03	3.48	2.88
Ferrovia	10	PF 1	5.06	87.48	87.69	88.08	90.23	0.153236	7.06	0.72	3.46	4.96
Ferrovia	9	PF 1	5.06	87.48	88.75	88.08	88.82	0.000648	1.15	4.40	3.47	0.33
Ferrovia	8.5	Bridge										
Ferrovia	8	PF 1	5.06	86.65	87.23	87.58	88.47	0.025312	4.92	1.03	2.09	2.23
Ferrovia	7	PF 1	5.06	86.40	87.02	87.40	88.32	0.031703	5.05	1.00	1.96	2.25
Ferrovia	6.6	PF 1	5.06	86.15	86.63	87.01	88.02	0.147381	5.21	0.97	2.05	2.42
Ferrovia	6.4	PF 1	5.06	84.88	85.23	85.74	87.87	0.380829	7.19	0.70	2.03	3.91
Ferrovia	6	PF 1	5.06	84.78	86.11	85.64	86.28	0.009298	1.83	2.76	2.62	0.57
Ferrovia	5.5	Culvert										
Ferrovia	5	PF 1	5.06	84.64	85.50	85.50	85.93	0.028025	2.89	1.75	2.07	1.01
Ferrovia	4	PF 1	5.06	84.50	85.34	85.42	85.72	0.026416	2.76	1.88	4.10	1.16
Ferrovia	3	PF 1	5.06	83.16	83.60	83.78	84.18	0.068859	3.35	1.51	4.83	1.92
Ferrovia	2	PF 1	5.06	80.67	83.30	80.94	83.30	0.000001	0.06	90.58	43.00	0.01
Ferrovia	1	PF 1	5.06	81.03	83.30	81.34	83.30	0.000014	0.16	32.61	14.91	0.03

**Tabella 13 - Risultati simulazione AO pk 0+265**



**Figura 3 - Profilo di corrente AO pk 0+265**

**6.5.3 Pk 0+626.64 Ramo A - Simulazione numerica Ante Operam interferenza IN03**

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:



- Lunghezza totale tratto di studio: 150 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 10;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Tombino 3,00x3,00 m della linea storica parzialmente ostruito dai sedimenti;

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.13 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 3.81 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo come condizione al contorno di monte il moto uniforme e come condizione di valle il livello idrico del Fiume Basento per Tr 30 anni.

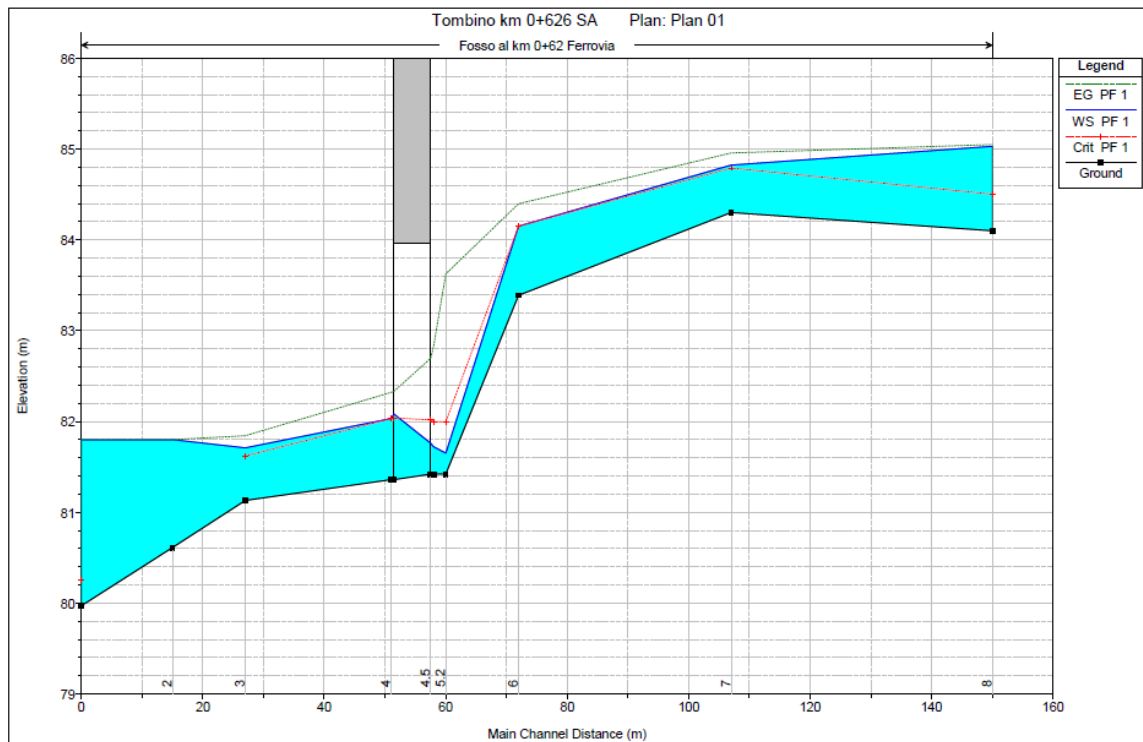
I livelli idrici risultano contenuti all'interno dei manufatti esistenti ed è garantito il franco minimo per il tombino della Linea Storica.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso al km 0+62 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	8	PF 1	3.81	84.10	85.03	84.50	85.05	0.000720	0.62	6.24	8.78	0.23
Ferrovia	7	PF 1	3.81	84.30	84.82	84.79	84.96	0.013877	1.62	2.35	6.79	0.88
Ferrovia	6	PF 1	3.81	83.39	84.15	84.15	84.40	0.017910	2.20	1.73	3.54	1.01
Ferrovia	5.2	PF 1	3.81	81.42	81.65	82.00	83.63	0.452706	6.22	0.61	2.90	4.33
Ferrovia	5	PF 1	3.81	81.42	81.72	82.00	82.82	0.180188	4.64	0.82	2.90	2.79
Ferrovia	4.5	Bridge										
Ferrovia	4	PF 1	3.81	81.36	82.03	82.03	82.32	0.022646	2.38	1.60	2.81	1.01
Ferrovia	3	PF 1	3.81	81.13	81.71	81.62	81.84	0.009763	1.63	2.34	4.96	0.75
Ferrovia	2	PF 1	3.81	80.61	81.80		81.80	0.000060	0.19	21.94	31.60	0.07
Ferrovia	1	PF 1	3.81	79.97	81.80	80.26	81.80	0.000005	0.08	49.47	35.30	0.02

**Tabella 14 - Risultati simulazione AO pk 0+626**



**Figura 4 - Profilo di corrente AO pk 0+626**

#### **6.5.4 Pk 0+823.17 Ramo A - Simulazione numerica Ante Operam interferenza IN04**

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 150 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 10;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE**

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
 MINORI**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 RI	ID0002 001	C	68 DI 151

- Tombino 2,00x2,00 m della E847;
- Tombino ad arco 2,00x2,00 m della linea storica parzialmente ostruito dai sedimenti;

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.33 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 6.52 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo come condizione al contorno di monte il moto uniforme e come condizione di valle il livello idrico del Fiume Basento per Tr 30 anni.

I livelli idrici risultano contenuti all'interno dei manufatti esistenti benché non è garantito il franco minimo per il tombino della Linea Storica.

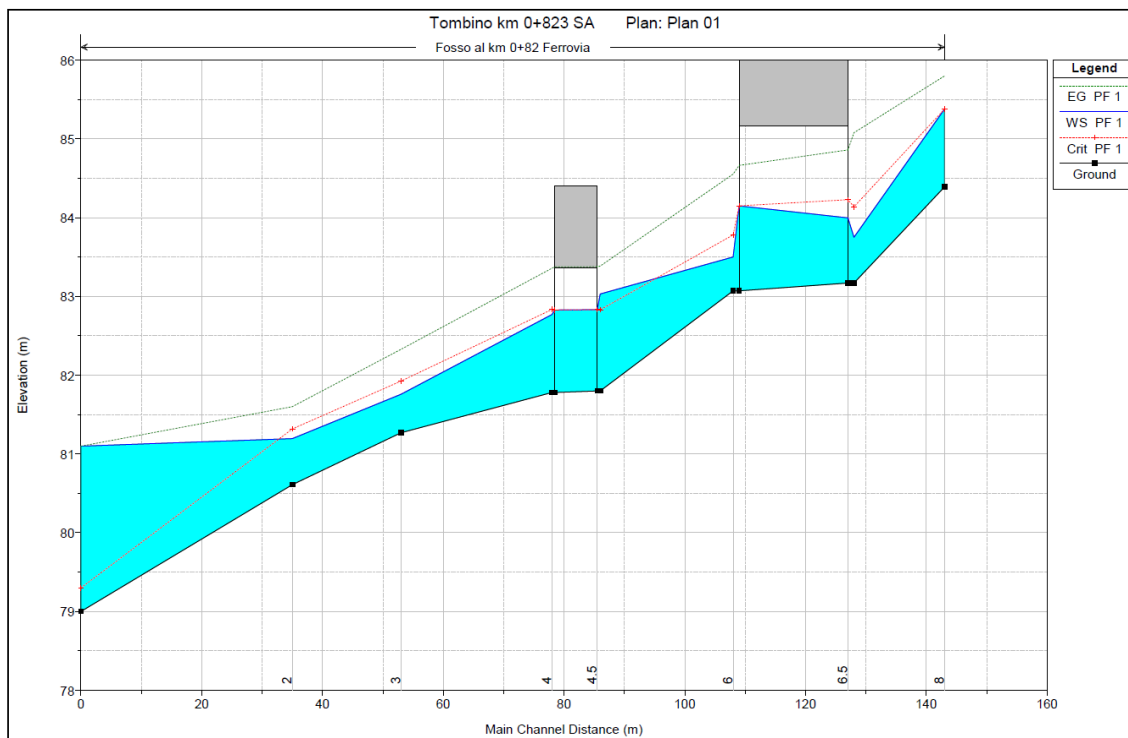
Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso al km 0+82 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	8	PF 1	6.52	84.39	85.38	85.38	85.80	0.021935	2.87	2.27	2.73	1.01
Ferrovia	7	PF 1	6.52	83.17	83.75	84.14	85.08	0.109892	5.10	1.28	2.38	2.22
Ferrovia	6.5	Bridge										
Ferrovia	6	PF 1	6.52	83.07	83.50	83.78	84.55	0.130080	4.54	1.44	4.72	2.63
Ferrovia	5	PF 1	6.52	81.80	83.03	82.83	83.38	0.018378	2.63	2.48	2.07	0.77
Ferrovia	4.5	Bridge										
Ferrovia	4	PF 1	6.52	81.78	82.77	82.83	83.36	0.035842	3.39	1.92	2.00	1.11
Ferrovia	3	PF 1	6.52	81.27	81.76	81.92	82.33	0.047212	3.34	1.95	4.36	1.60
Ferrovia	2	PF 1	6.52	80.61	81.20	81.32	81.60	0.030810	2.82	2.31	5.28	1.35
Ferrovia	1	PF 1	6.52	79.00	81.10	79.30	81.10	0.000005	0.10	67.41	34.42	0.02

**Tabella 15 - Risultati simulazione AO pk 0+823**





**Figura 5 - Profilo di corrente AO pk 0+823**

### **6.5.5 Pk 0+011.21 Viabilità NV01 - Simulazione numerica Ante Operam interferenza IN16**

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 110 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 6;

Non sono presenti opere di attraversamento esistenti



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE**

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
 MINORI**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	70 DI 151

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.03 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 1.07 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo il moto uniforme come condizione al contorno di monte e di valle.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso km 0+016 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	1.07	90.60	91.28	91.06	91.30	0.002811	0.71	1.51	4.46	0.39
strada	5	PF 1	1.07	90.30	90.97	90.97	91.14	0.024278	1.83	0.58	1.74	1.01
strada	4	PF 1	1.07	89.71	90.16	90.03	90.19	0.003841	0.76	1.41	5.08	0.45
strada	3	PF 1	1.07	89.40	89.85	89.85	89.97	0.021414	1.51	0.71	3.16	1.01
strada	2	PF 1	1.07	88.80	89.12	89.18	89.31	0.053807	1.94	0.55	3.42	1.54
strada	1	PF 1	1.07	88.11	88.43	88.44	88.53	0.028246	1.40	0.77	4.82	1.12

**Tabella 16 - Risultati simulazione AO NV01 pk 0+011.21**



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 RI ID0002 001	C	71 DI 151

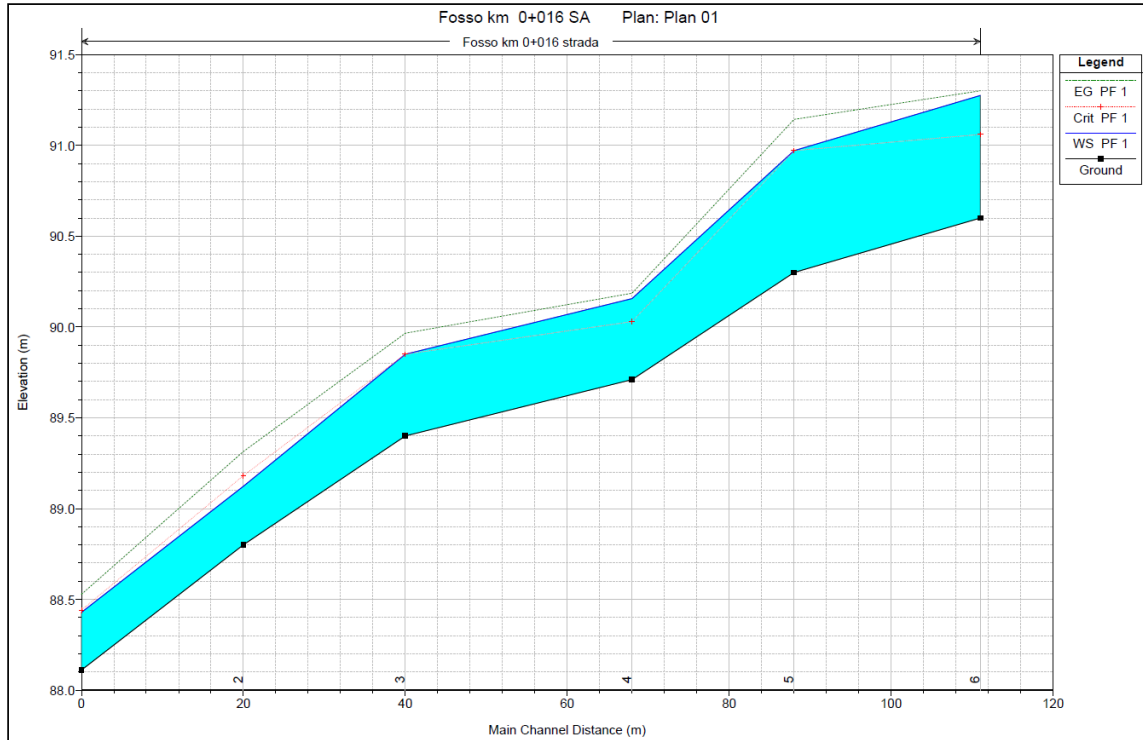


Figura 6 - Profilo di corrente AO NV01 pk 0+011.21



### 6.5.6 Pk 0+341.31 Viabilità NV01 - Simulazione numerica Ante Operam interferenza IN17

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 100 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 6;

E' presente un ponte ad arco di cui non sono note le dimensioni.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.31 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 12.10 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo il moto uniforme come condizione al contorno di monte e di valle.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso km 0+340 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	12.10	89.99	91.39	91.64	92.20	0.040077	3.97	3.05	4.37	1.52
strada	5	PF 1	12.10	89.26	90.90	90.97	91.51	0.025736	3.46	3.49	4.02	1.19
strada	4	PF 1	12.10	87.95	89.04	89.51	90.56	0.084218	5.46	2.22	3.36	2.14
strada	3	PF 1	12.10	87.00	88.17	88.49	89.17	0.047127	4.43	2.73	3.66	1.64
strada	2	PF 1	12.10	86.83	88.27	88.27	88.75	0.016930	3.06	3.95	4.12	1.00
strada	1	PF 1	12.10	86.01	87.33	87.61	88.21	0.042076	4.13	2.93	4.09	1.56

**Tabella 17 - Risultati simulazione AO NV01 pk 0+341.31**



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 RI ID0002 001	C	73 DI 151

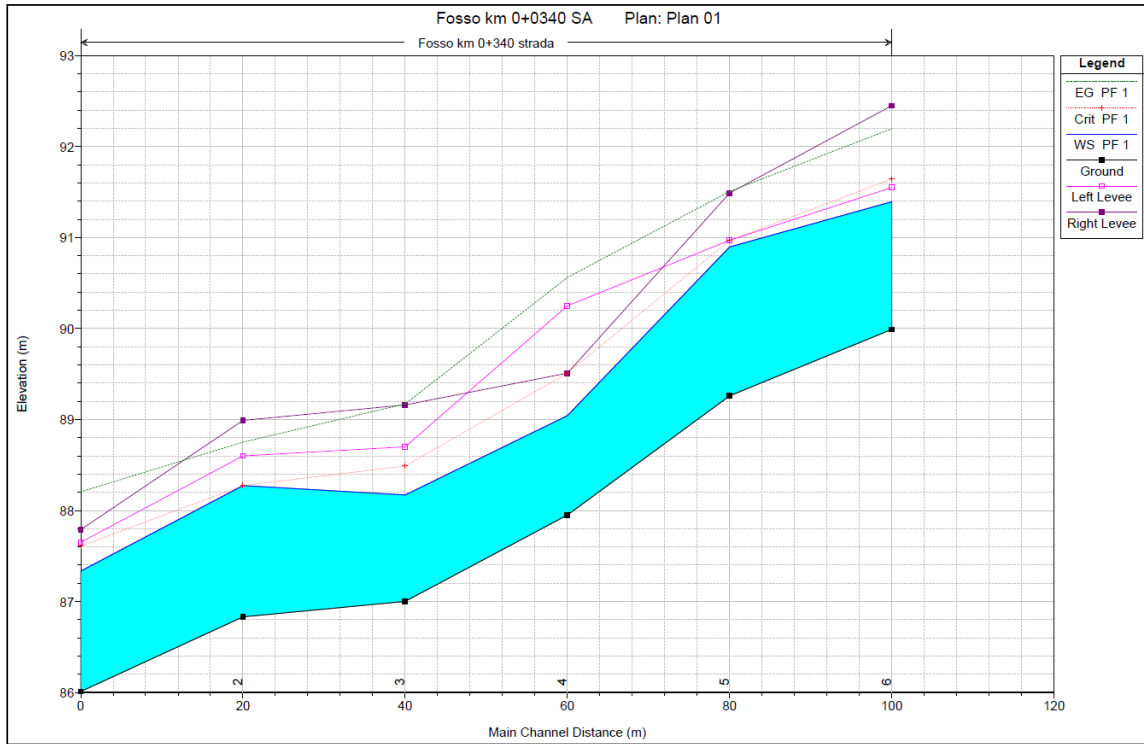


Figura 7 - Profilo di corrente AO NV01 pk 0+341.31



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE**

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
 MINORI**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 RI	ID0002 001	C	74 DI 151

### 6.5.7 Pk 0+420.66 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Ante Operam interferenza IN18

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 100 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 6;

Non sono presenti opere di attraversamento esistenti

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.42 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 8.34 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo il moto uniforme come condizione al contorno di monte e di valle.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: fosso km 0+400 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	8.34	169.67	170.43	170.43	170.60	0.010898	1.98	5.16	15.94	0.85
strada	5	PF 1	8.34	168.98	169.67	169.82	170.16	0.049484	3.17	2.94	15.09	1.69
strada	4	PF 1	8.34	168.61	169.34	169.40	169.58	0.015224	2.29	4.33	15.44	1.00
strada	3	PF 1	8.34	167.73	168.33	168.59	168.96	0.074655	3.52	2.37	7.62	2.02
strada	2	PF 1	8.34	164.94	165.34	165.59	166.64	0.189670	5.55	1.85	10.63	3.23
strada	1	PF 1	8.34	164.02	164.54	164.63	164.84	0.039881	2.80	3.96	22.13	1.51

**Tabella 18 - Risultati simulazione AO NV02 pk 0+420.66**



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	75 DI 151

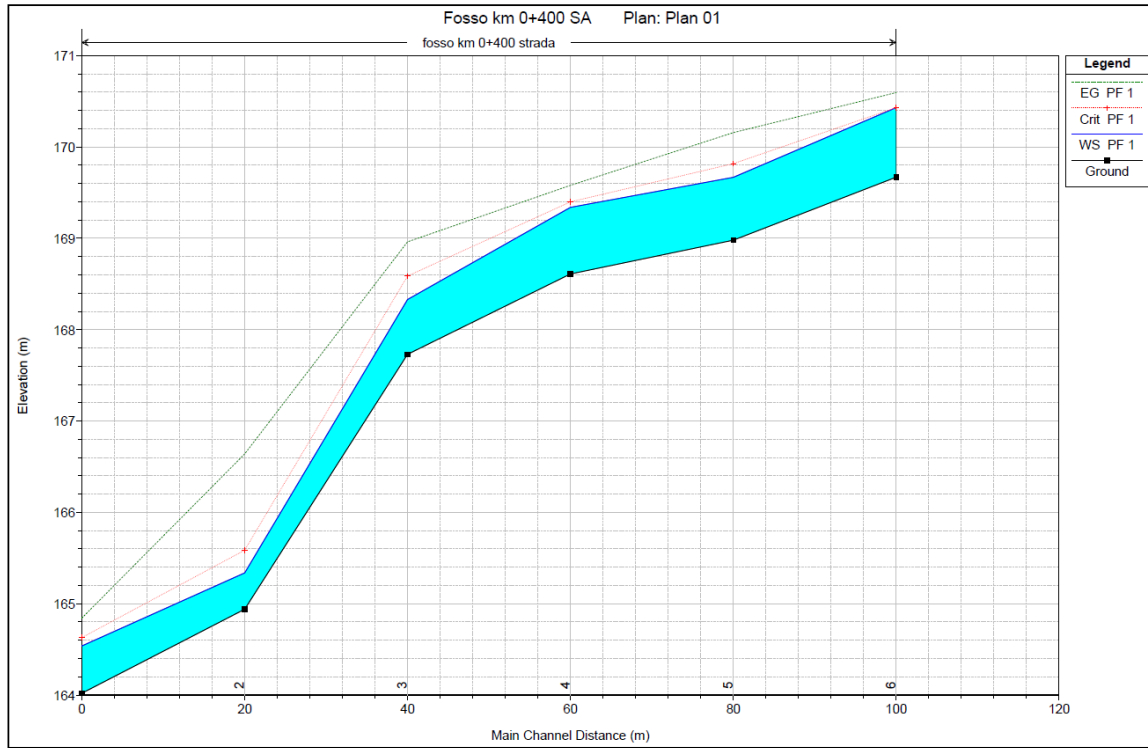


Figura 8 - Profilo di corrente AO NV02 pk 0+420.66



### 6.5.8 Pk 0+631.19 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Ante Operam interferenza IN20

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 80 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 5;

Non sono presenti opere di attraversamento esistenti

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.42 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 8.84 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo il moto uniforme come condizione al contorno di monte e di valle.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: Fosso km 0+609 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	5	PF 1	8.84	170.11	170.92	170.81	171.03	0.008530	1.48	5.98	14.13	0.73
strada	4	PF 1	8.84	169.68	170.57	170.57	170.79	0.016583	2.05	4.31	10.14	1.01
strada	3	PF 1	8.84	168.74	169.86	169.98	170.32	0.031780	3.01	2.94	5.62	1.33
strada	2	PF 1	8.84	167.59	168.82	169.21	169.54	0.045194	3.74	2.36	4.17	1.59
strada	1	PF 1	8.84	166.30	166.82	167.09	167.94	0.164439	4.71	1.90	7.96	2.94

**Tabella 19 - Risultati simulazione AO NV02 pk 0+631.19**





LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 RI	ID0002 001	C	77 DI 151

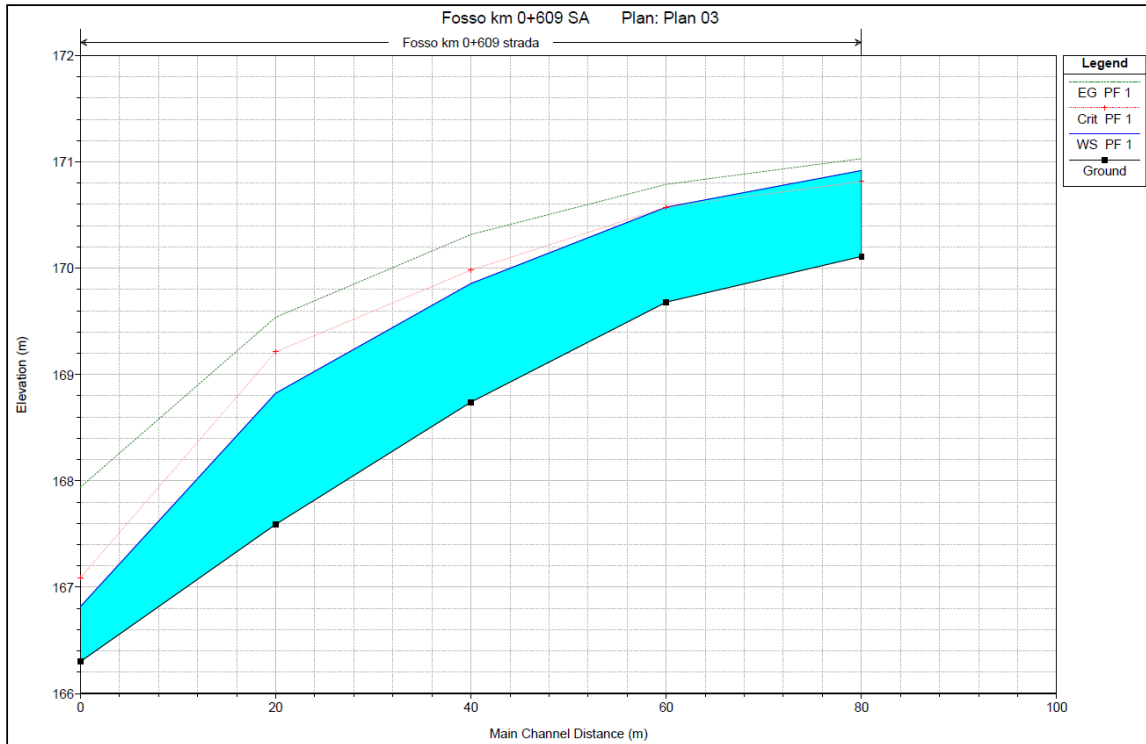


Figura 9 - Profilo di corrente AO NV02 pk 0+631.19



**6.5.9 Pk 1+029.11 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Ante Operam interferenza  
 IN19**

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 221 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 12;

Non sono presenti opere di attraversamento esistenti.

Il bacino oggetto di studio è il Rio Conche, e risulta avere una superficie di 11.55 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni trattandosi di opere relative alla viabilità, con portata pari a 65.45 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo il moto uniforme come condizione al contorno di monte e di valle.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Ch
sistemazione	238	PF 1	65.45	174.15	176.41	176.36	176.81	0.012340	2.80	23.36	24.95	0.92
sistemazione	218	PF 1	65.45	173.92	176.42	175.70	176.60	0.003903	1.91	34.33	28.78	0.54
sistemazione	201	PF 1	65.45	173.66	176.45	175.46	176.53	0.001088	1.32	55.96	47.09	0.31
sistemazione	182	PF 1	65.45	173.17	175.71	175.55	176.42	0.009946	3.76	17.63	10.04	0.87
sistemazione	169	PF 1	65.45	173.10	175.91	175.52	176.22	0.005861	2.51	26.13	18.87	0.68
sistemazione	157	PF 1	65.45	173.01	175.88	175.40	176.14	0.003808	2.46	31.04	29.81	0.56
sistemazione	144	PF 1	65.45	173.01	175.57	175.26	175.95	0.004831	2.83	26.74	26.44	0.64
sistemazione	127	PF 1	65.45	172.95	175.28	175.28	175.82	0.007471	3.34	22.13	25.00	0.78
sistemazione	98	PF 1	65.45	172.01	175.21	174.80	175.60	0.004383	2.94	27.24	25.29	0.59
sistemazione	70	PF 1	65.45	171.87	174.43	174.62	175.33	0.014547	4.35	16.87	13.23	0.93
sistemazione	39	PF 1	65.45	171.38	173.71	173.88	174.78	0.017170	4.57	14.31	8.93	1.15
sistemazione	15	PF 1	65.45	171.04	173.42	173.56	174.33	0.016711	4.23	15.46	10.79	1.13

**Tabella 20 - Risultati simulazione AO NV02 pk 1+029.11**



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 RI	ID0002 001	C	79 DI 151

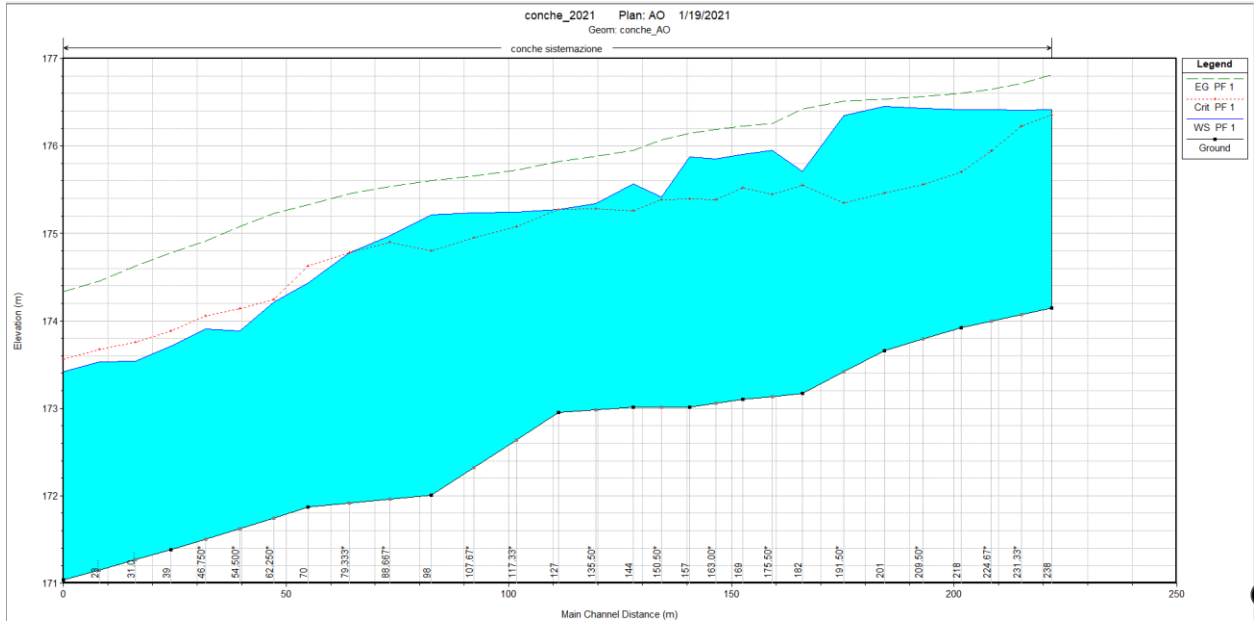


Figura 10 - Profilo di corrente AO NV02 pk 1+029.11



### 6.5.10 Pk 1+379.47 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Ante Operam interferenza IN21

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 97 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 6;

Non sono presenti opere di attraversamento esistenti

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.16 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 3.98 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo il moto uniforme come condizione al contorno di monte e di valle.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Ch
AO	6	PF 1	3.98	188.29	188.68	188.67	188.76	0.017284	1.23	3.23	17.16	0.91
AO	5	PF 1	3.98	187.92	188.26	188.26	188.38	0.020471	1.48	2.69	12.32	1.01
AO	4	PF 1	3.98	187.23	187.59	187.65	187.81	0.040429	2.06	1.93	8.90	1.42
AO	3	PF 1	3.98	185.77	186.11	186.28	186.68	0.130183	3.33	1.20	6.47	2.47
AO	2	PF 1	3.98	184.82	185.27	185.32	185.44	0.030565	1.91	2.36	15.18	1.25
AO	1	PF 1	3.98	183.93	184.71	184.73	184.93	0.020624	2.11	1.89	4.87	1.08

**Tabella 21 - Risultati simulazione AO NV02 pk 1+373.47**



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 RI ID0002 001	C	81 DI 151

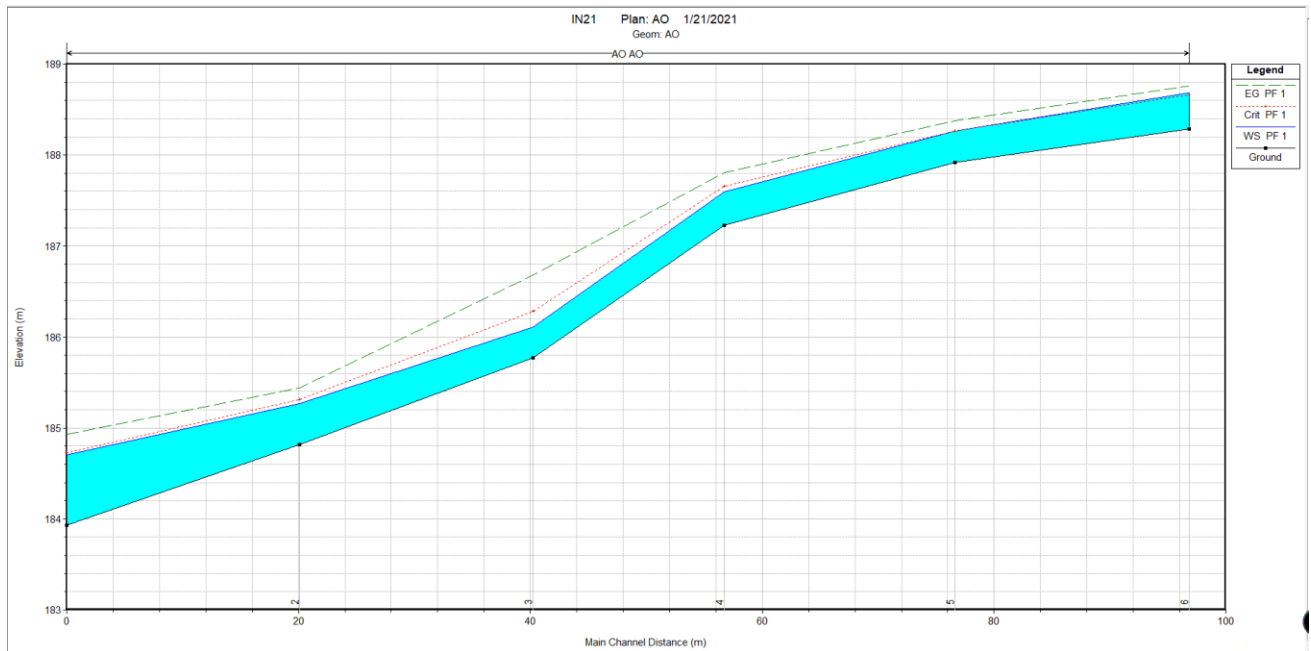


Figura 11 - Profilo di corrente AO NV02 pk 1+373.47



### 6.5.11 Pk 1+556.93 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Ante Operam interferenza IN22

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 90 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 6;

Non sono presenti opere di attraversamento esistenti

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.11 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 2.62 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo il moto uniforme come condizione al contorno di monte e di valle.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso km 1+534 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	2.62	194.66	194.96	195.01	195.12	0.040048	1.84	1.55	11.04	1.37
strada	5	PF 1	2.62	193.63	194.06	194.15	194.31	0.040152	2.23	1.23	7.08	1.44
strada	4	PF 1	2.62	192.34	192.89	193.02	193.31	0.062461	2.87	0.91	3.41	1.77
strada	3	PF 1	2.62	191.00	191.28	191.44	191.98	0.230410	3.71	0.71	4.98	3.15
strada	2	PF 1	2.62	189.01	189.42	189.54	189.79	0.059458	2.72	0.96	3.82	1.73
strada	1	PF 1	2.62	187.63	188.08	188.23	188.53	0.066517	2.99	0.91	4.49	1.85

**Tabella 22 - Risultati simulazione AO NV02 pk 1+556.93**



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 RI	ID0002 001	C	83 DI 151

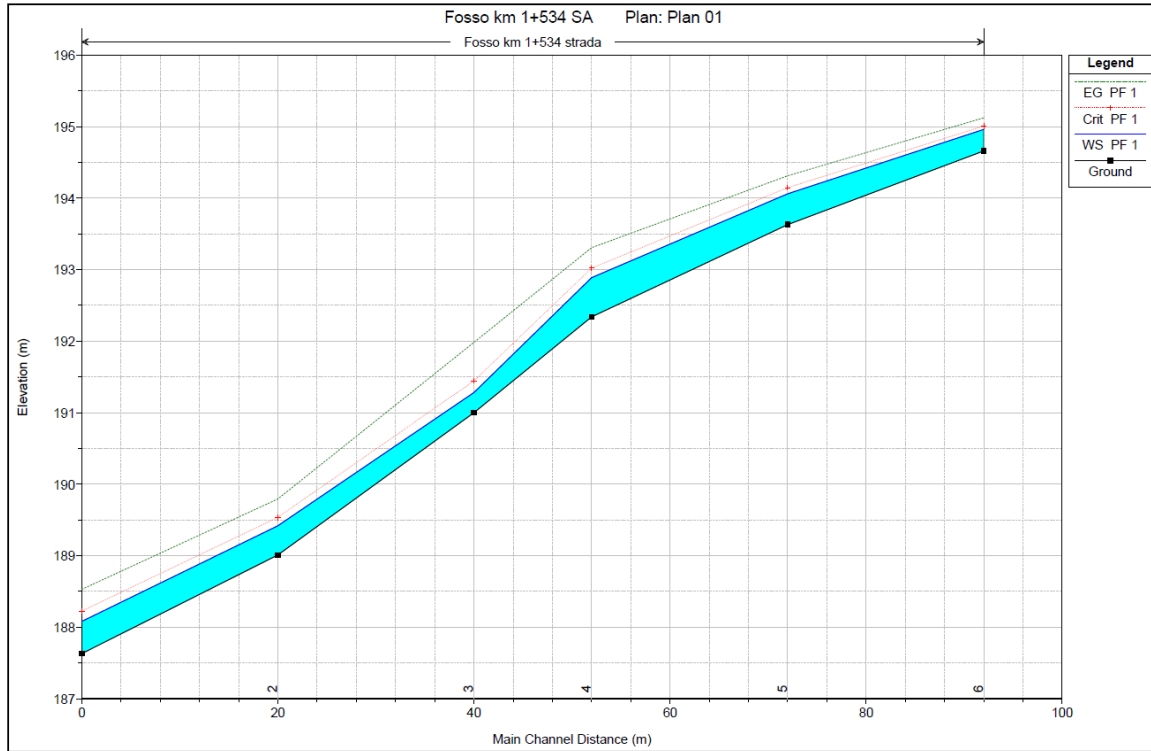


Figura 12 - Profilo di corrente AO NV02 pk 1+556.93



### 6.5.12 Pk 1+885.52 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Ante Operam interferenza IN23

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 100 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 6;

Non sono presenti opere di attraversamento esistenti

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.31 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 6.57 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo il moto uniforme come condizione al contorno di monte e di valle.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso km 1+862 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	6.57	201.60	202.38	202.49	202.76	0.040010	2.72	2.42	7.11	1.49
strada	5	PF 1	6.57	200.82	201.76	201.43	201.80	0.002300	0.92	7.17	12.94	0.39
strada	4	PF 1	6.57	200.67	201.64		201.72	0.006434	1.33	4.96	10.91	0.63
strada	3	PF 1	6.57	199.81	201.26	201.26	201.50	0.018967	2.19	3.00	6.30	1.01
strada	2	PF 1	6.57	198.21	199.08	199.47	200.58	0.140439	5.42	1.21	2.97	2.66
strada	1	PF 1	6.57	196.41	197.58	197.88	198.50	0.068736	4.24	1.55	2.76	1.81

**Tabella 23 - Risultati simulazione AO NV02 pk 1+885.52**





LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	85 DI 151

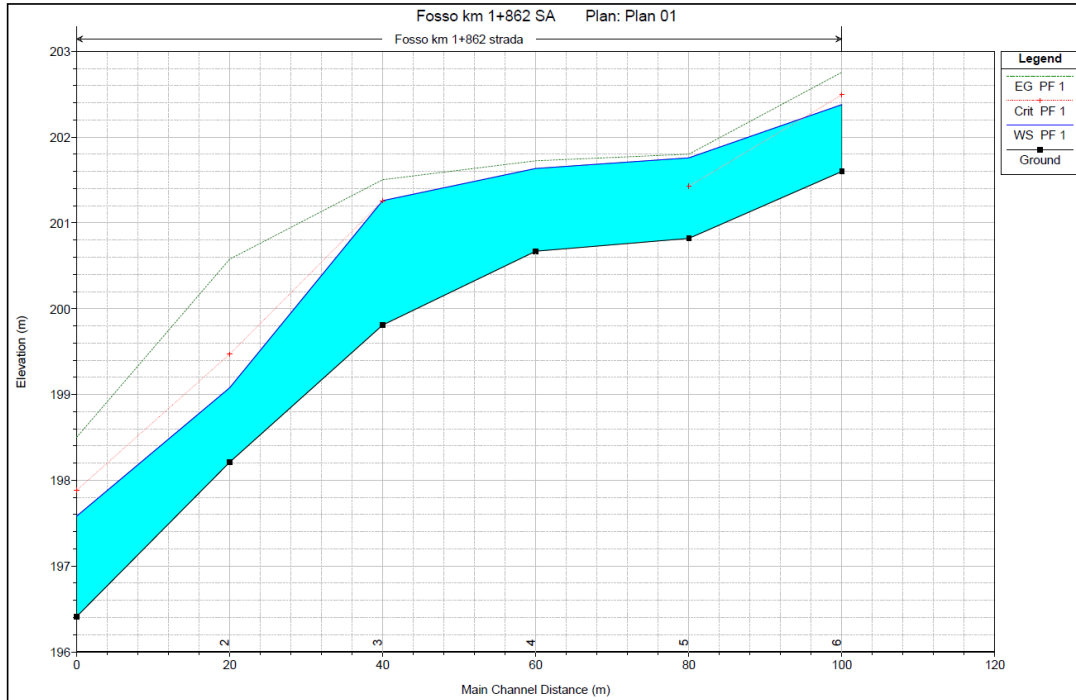


Figura 13 - Profilo di corrente AO NV02 pk 1+885.52



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
IA5F 01 D 78 RI ID0002 001 C 86 DI 151

### 6.5.13 Pk 2+211.23 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Ante Operam interferenza IN25

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 100 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 6;

Non sono presenti opere di attraversamento esistenti

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.02 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 0.99 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo il moto uniforme come condizione al contorno di monte e di valle.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso km 2+185 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	1.00	217.74	218.06	218.06	218.12	0.025666	1.08	0.93	8.10	1.02
strada	5	PF 1	1.00	215.64	215.87	216.01	216.75	0.383794	4.14	0.24	2.62	3.88
strada	4	PF 1	1.00	213.37	213.73	213.82	214.01	0.062905	2.34	0.43	2.16	1.68
strada	3	PF 1	1.00	210.20	210.60	210.76	211.63	0.275065	4.51	0.22	1.42	3.16
strada	2	PF 1	1.00	206.22	206.51	206.64	207.02	0.184330	3.16	0.32	2.33	2.73
strada	1	PF 1	1.00	204.07	204.46	204.57	204.77	0.072524	2.46	0.41	2.09	1.78

**Tabella 24 - Risultati simulazione AO NV02 pk 2+211.23**



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	87 DI 151

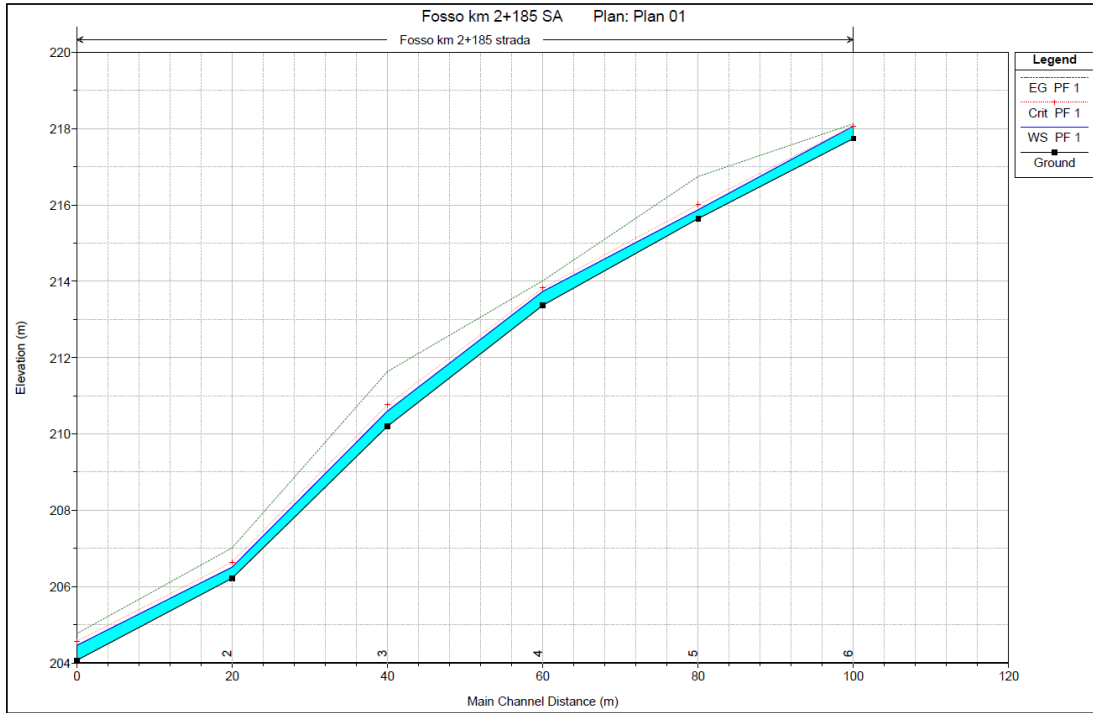


Figura 14 - Profilo di corrente AO NV02 pk 2+211.23



#### 6.5.14 Pk 2+341.55 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Ante Operam interferenza IN26

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 100 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 6;

Non sono presenti opere di attraversamento esistenti

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.03 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 1.48 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo il moto uniforme come condizione al contorno di monte e di valle.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso km 2+305 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	1.50	208.69	209.06	209.13	209.27	0.040016	2.04	0.77	4.83	1.40
strada	5	PF 1	1.50	206.63	206.81	206.94	207.43	0.358800	3.48	0.43	4.69	3.66
strada	4	PF 1	1.50	205.61	206.10	206.14	206.23	0.020078	1.82	1.12	8.75	1.03
strada	3	PF 1	1.50	203.97	204.21	204.38	205.09	0.391485	4.15	0.36	3.19	3.94
strada	2	PF 1	1.50	202.39	202.82	202.90	203.03	0.040606	2.02	0.74	3.44	1.39
strada	1	PF 1	1.50	201.50	201.75	201.81	201.95	0.075258	1.96	0.77	6.09	1.76

**Tabella 25 - Risultati simulazione AO NV02 pk 2+341.55**



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	89 DI 151

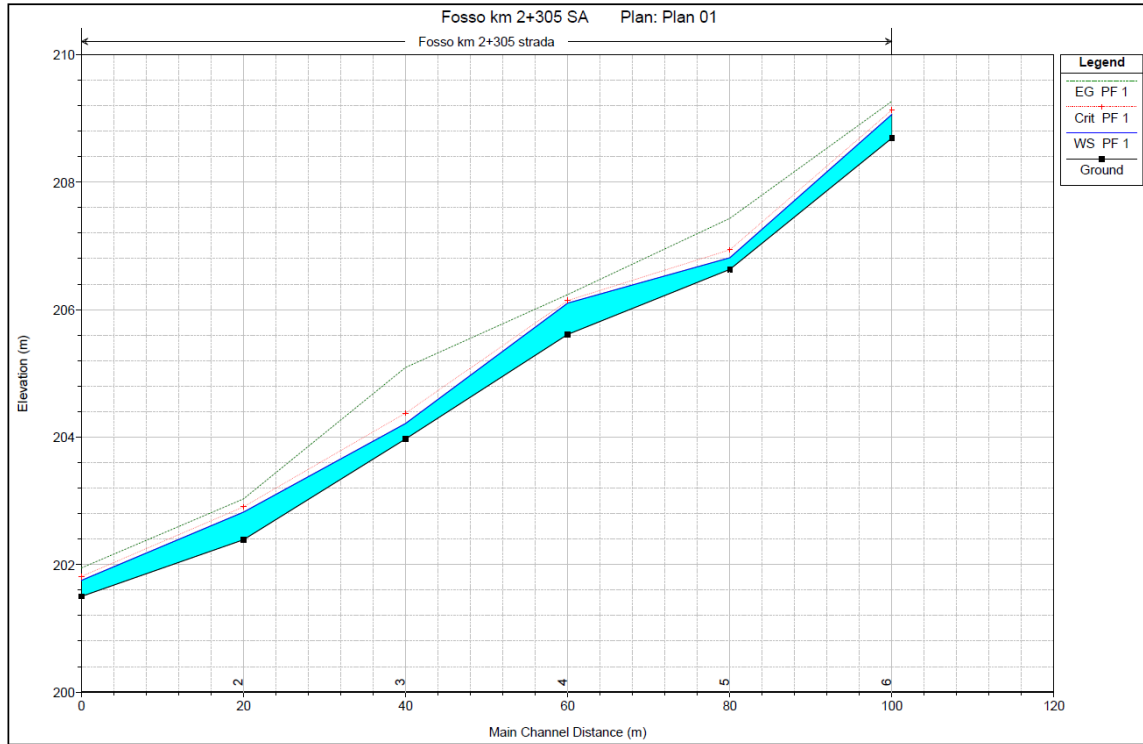


Figura 15 - Profilo di corrente AO NV02 pk 2+341.55



**6.5.15 Pk 2+404.08 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Ante Operam interferenza  
 IN24**

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 410 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 14;

Non sono presenti opere di attraversamento esistenti.

Il bacino oggetto di studio è il Rio Conche, e risulta avere una superficie di 7.35 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni trattandosi di opere relative alla viabilità, con portata pari a 48.45 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo il moto uniforme come condizione al contorno di monte e di valle.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Rio Conche Reach: 2+379 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
2+379	14	PF 1	48.50	203.29	205.38	205.45	205.83	0.020025	2.97	16.31	25.05	1.18
2+379	13	PF 1	48.50	201.73	204.77	204.84	205.38	0.016492	3.46	14.02	13.26	1.07
2+379	12	PF 1	48.50	201.33	204.03	203.38	204.27	0.003348	2.16	22.50	13.85	0.54
2+379	11	PF 1	48.50	200.90	203.48	203.48	204.08	0.013189	3.44	14.08	11.74	1.00
2+379	10	PF 1	48.50	200.71	203.23	203.23	203.68	0.013925	2.95	16.43	18.82	1.01
2+379	9	PF 1	48.50	200.20	202.02	202.38	203.06	0.036755	4.52	10.73	13.78	1.64
2+379	8	PF 1	48.50	199.87	202.50		202.69	0.006387	1.90	25.46	32.15	0.68
2+379	7	PF 1	48.50	199.48	202.14	202.14	202.51	0.014660	2.69	18.05	25.06	1.01
2+379	6	PF 1	48.50	198.97	200.93	201.20	201.83	0.028123	4.20	11.54	13.42	1.45
2+379	5	PF 1	48.50	198.34	200.89	200.89	201.41	0.013665	3.18	15.24	14.88	1.00
2+379	4	PF 1	48.50	197.05	199.71	199.01	199.94	0.003120	2.11	23.04	13.75	0.52
2+379	3	PF 1	48.50	195.84	198.97	198.97	199.63	0.014033	3.59	13.52	10.42	1.01
2+379	2	PF 1	48.50	194.74	197.00	197.36	198.27	0.027753	5.01	9.69	7.64	1.42
2+379	1	PF 1	48.50	194.19	196.03	196.33	196.95	0.026463	4.24	11.45	12.40	1.41

**Tabella 26 - Risultati simulazione AO NV02 pk 2+404.08**



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 RI	ID0002 001	C	91 DI 151

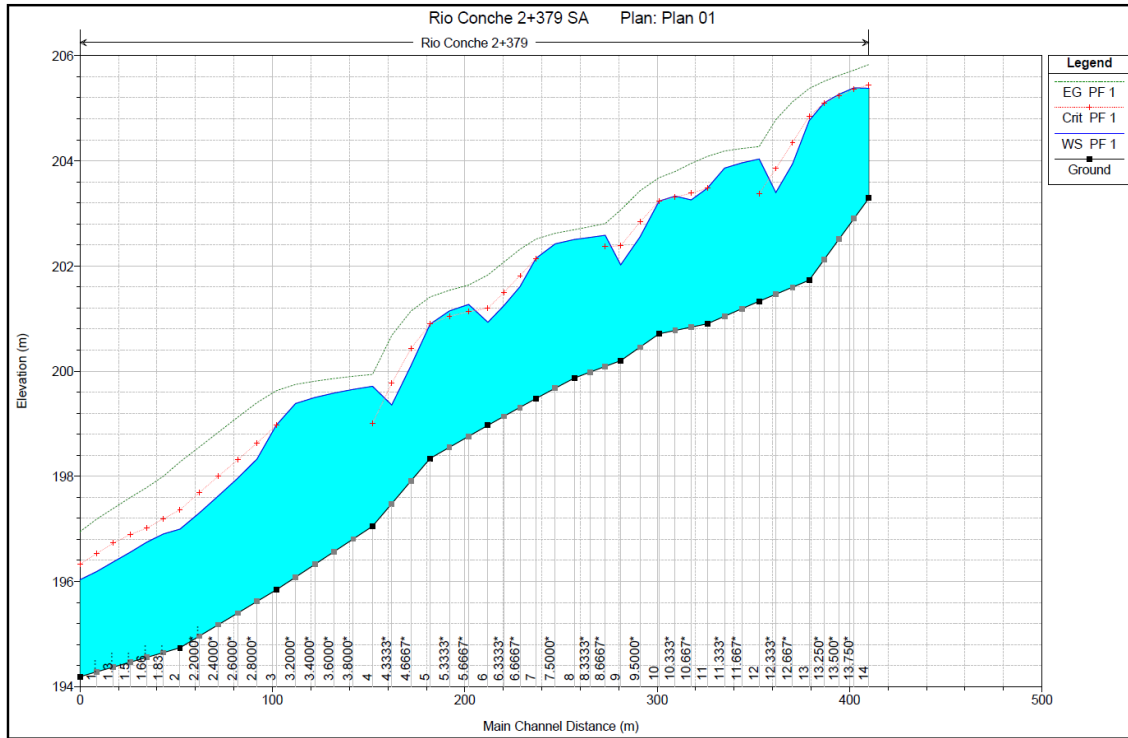


Figura 16 - Profilo di corrente AO NV02 pk 2+404.08



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	92 DI 151

## 6.6 Simulazioni numeriche delle interferenze idrauliche in condizioni post operam

Per ogni corso d'acqua i risultati delle simulazioni sono riassunti nel profilo idrico della piena ed in una tabella contenente le seguenti informazioni:

- sezione di riferimento (*River station*);
- portata ( $Q_{Total} - m^3/s$ );
- quota assoluta del punto più depresso della sezione (*Min Ch El* – *m s.m.m.*);
- quota assoluta del pelo libero (*W.S. Elev* - *m s.m.m.*);
- quota assoluta del livello critico (*Crit W.S.* - *m s.m.m.*);
- quota assoluta del livello energetico (*E.G. Elev* - *m s.m.m.*);
- cadente energetica (*E.G. Slope* – *m/m*);
- velocità media nel canale (*Vel Chnl* – *m/s*);
- area della sezione fluida (*Flow area* –  $m^2$ );
- larghezza del pelo libero (*Top Width* - *m*);
- numero di Froude (*Froude Channel*);

Il livello idrico utilizzato nelle verifiche è riferito alle sezioni immediatamente a monte dell'opera di attraversamento in progetto.





LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	93 DI 151

### 6.6.1 Pk 0+176.97 Ramo A - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN01

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 190 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 16;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Tombino 1,00x2,00 della E847;
- Attraversamento in progetto con tombino 2,00x2,00 m della linea storica e della linea in progetto realizzato mediante spingitubo;

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.03 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 1.48 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

Il progetto prevede la realizzazione di un unico attraversamento della linea storica e della linea in progetto mediante spingitubo per la realizzazione di un tombino scatolare 2,00x2,00 m. Il tombino sarà collegato mediante canale in c.a. al tombino esistente sulla E847 e prolungato a valle per impedire l'accumulo di sedimenti trasportati dal corso d'acqua rilevati nella situazione Ante Operam.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo come condizione al contorno di monte il moto uniforme e come condizione di valle il livello idrico del Fiume Basento per Tr 30 anni.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
 COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

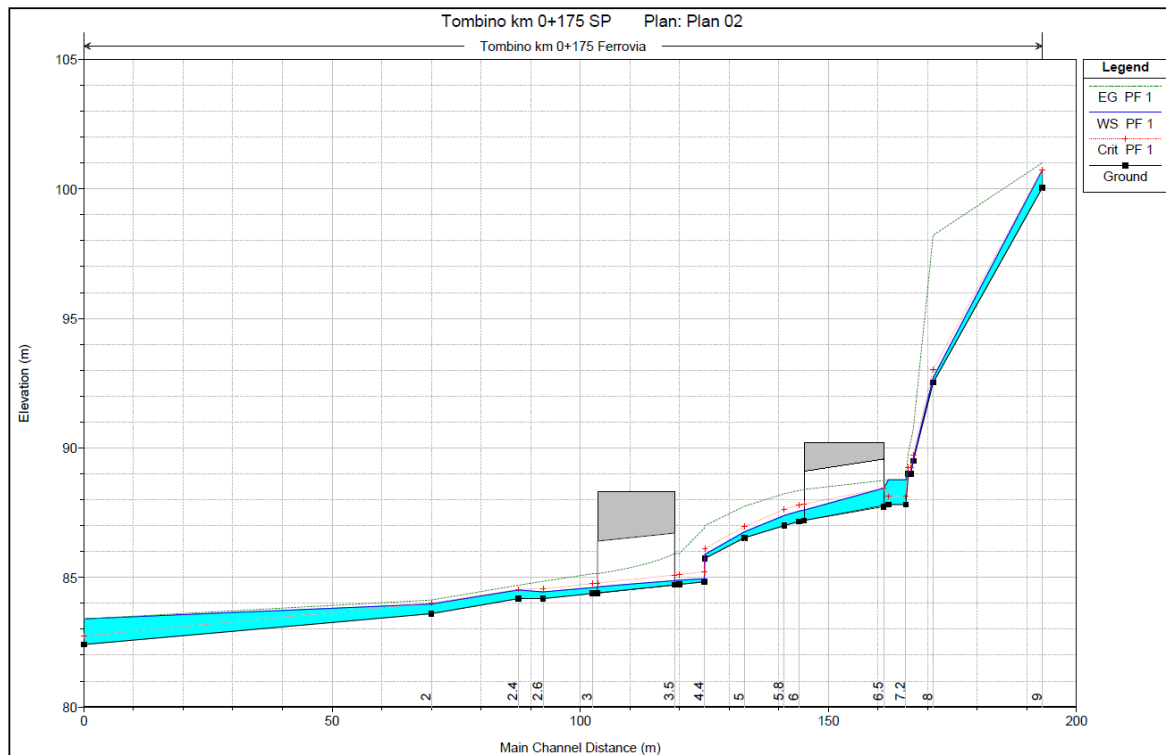
**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
 MINORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 IA5F 01 D 78 RI ID0002 001 C 94 DI 151

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Tombino km 0+175 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	9	PF 1	1.48	100.05	100.74	100.74	101.00	0.031211	2.27	0.65	1.26	1.01
Ferrovia	8	PF 1	1.48	92.52	92.71	93.02	98.21	3.089417	10.38	0.14	1.46	10.63
Ferrovia	7.5	PF 1	1.48	89.50	89.57	89.73	90.73	0.923961	4.76	0.31	4.15	5.56
Ferrovia	7.4	PF 1	1.48	89.00	89.07	89.23	90.26	0.959954	4.82	0.31	4.15	5.66
Ferrovia	7.3	PF 1	1.48	89.00	89.09	89.23	89.81	0.424121	3.76	0.39	4.15	3.90
Ferrovia	7.2	PF 1	1.48	87.81	88.77	88.12	88.77	0.000398	0.41	3.63	4.15	0.14
Ferrovia	7	PF 1	1.48	87.81	88.77	88.12	88.77	0.000105	0.41	3.63	4.15	0.14
Ferrovia	6.5	Bridge										
Ferrovia	6	PF 1	1.48	87.16	87.56	87.79	88.36	0.039654	3.96	0.37	1.00	2.07
Ferrovia	5.8	PF 1	1.48	87.00	87.39	87.63	88.23	0.042487	4.06	0.36	1.00	2.14
Ferrovia	5	PF 1	1.48	86.53	86.76	86.96	87.75	0.084734	4.40	0.34	2.27	3.65
Ferrovia	4.6	PF 1	1.48	85.73	85.89	86.11	87.00	0.100171	4.67	0.32	2.00	3.75
Ferrovia	4.4	PF 1	1.48	84.83	84.95	85.21	86.90	0.244506	6.19	0.24	2.00	5.71
Ferrovia	4	PF 1	1.48	84.73	84.89	85.11	85.93	0.089737	4.51	0.33	2.00	3.56
Ferrovia	3.5	Culvert										
Ferrovia	3	PF 1	1.48	84.38	84.61	84.76	85.15	0.032272	3.25	0.46	2.00	2.17
Ferrovia	2.6	PF 1	1.48	84.18	84.44	84.56	84.85	0.021043	2.83	0.52	2.01	1.77
Ferrovia	2.4	PF 1	1.48	84.18	84.51	84.54	84.70	0.026272	1.90	0.78	2.67	1.13
Ferrovia	2	PF 1	1.48	83.60	83.97	84.01	84.13	0.040403	1.78	0.87	5.38	1.32
Ferrovia	1	PF 1	1.48	82.41	83.40	82.74	83.40	0.000019	0.10	17.54	32.25	0.04

**Tabella 27 - Risultati simulazione PO pk 0+176**



**Figura 17 - Profilo di corrente PO pk 0+176**

I valori del grado di riempimento, franchi e velocità rispettano i limiti di cui ai paragrafi 5.1 e 5.2. Per maggiori dettagli si rimanda al Paragrafo 8.4.

	LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA OPERE MINORI</b>	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. C

### 6.6.2 Pk 0+265.74 Ramo A - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN02

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 240 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 22;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Tombino 2,00x2,00 della E847;
- Attraversamento in progetto con tombino 2,00x2,00 m della linea storica e della linea in progetto realizzato mediante spingitubo;

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.24 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 5.06 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

Il progetto prevede la realizzazione di un unico attraversamento della linea storica e della linea in progetto mediante spingitubo per la realizzazione di un tombino scatolare 2,00x2,00 m. Il tombino sarà collegato mediante canale in c.a. al tombino esistente sulla E847 e prolungato a valle per impedire l'accumulo di sedimenti trasportati dal corso d'acqua rilevati nella situazione Ante Operam.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo come condizione al contorno di monte il moto uniforme e come condizione di valle il livello idrico del Fiume Basento per Tr 30 anni.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
 COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

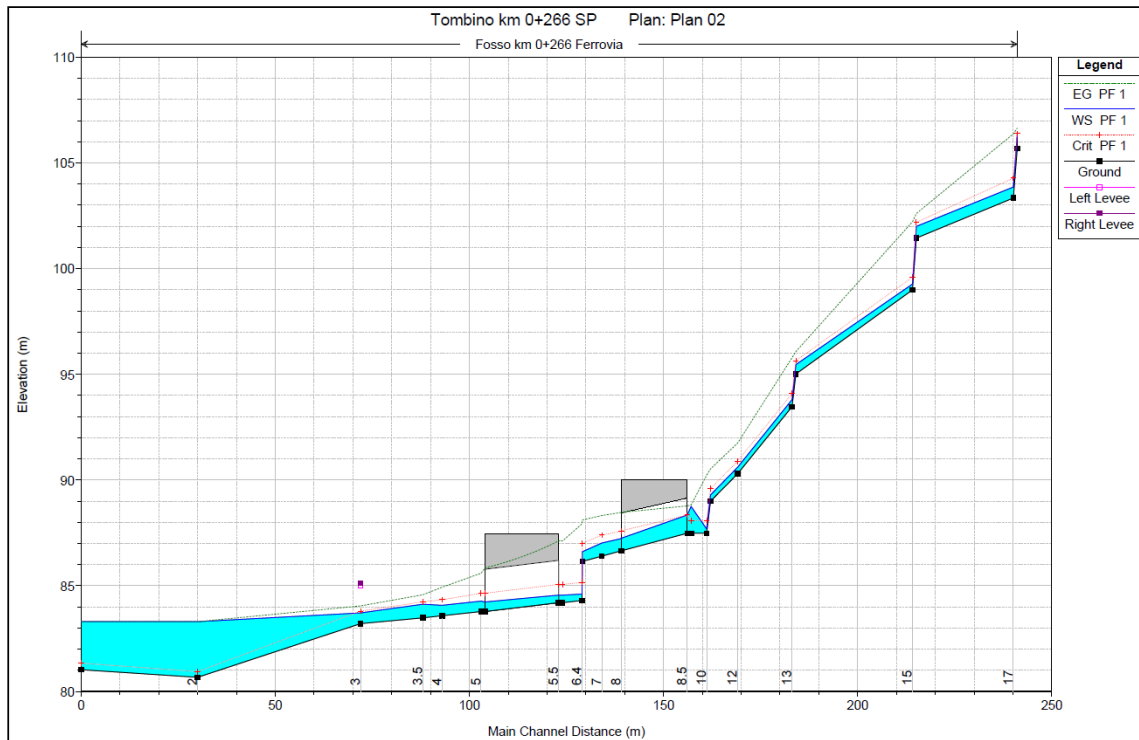
**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
 MINORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 IA5F 01 D 78 RI ID0002 001 C 96 DI 151

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Fosso km 0+266 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	18	PF 1	5.06	105.68	106.39	106.39	106.65	0.017478	2.26	2.24	4.37	1.01
Ferrovia	17	PF 1	5.06	103.34	103.86	104.28	106.37	0.398600	7.02	0.72	2.77	4.39
Ferrovia	16	PF 1	5.06	101.45	102.00	102.19	102.61	0.062220	3.46	1.46	4.07	1.84
Ferrovia	15	PF 1	5.06	98.99	99.27	99.60	102.22	0.890250	7.60	0.67	4.40	6.25
Ferrovia	14	PF 1	5.06	95.02	95.46	95.85	96.08	0.075565	3.48	1.45	4.73	2.01
Ferrovia	13	PF 1	5.06	93.47	93.80	94.09	95.78	0.532876	6.24	0.81	4.91	4.90
Ferrovia	12	PF 1	5.06	90.30	90.61	90.89	91.75	0.163000	4.73	1.07	3.48	2.72
Ferrovia	11	PF 1	5.06	89.00	89.30	89.59	90.53	0.183801	4.91	1.03	3.48	2.88
Ferrovia	10	PF 1	5.06	87.48	87.69	88.08	90.23	0.153236	7.06	0.72	3.46	4.96
Ferrovia	9	PF 1	5.06	87.48	88.75	88.08	88.82	0.000648	1.15	4.40	3.47	0.33
Ferrovia	8.5	Bridge										
Ferrovia	8	PF 1	5.06	86.65	87.23	87.58	88.47	0.025314	4.92	1.03	2.09	2.23
Ferrovia	7	PF 1	5.06	86.40	87.02	87.40	88.32	0.031703	5.05	1.00	1.96	2.25
Ferrovia	6.6	PF 1	5.06	86.15	86.61	87.01	88.11	0.043896	5.43	0.93	2.04	2.57
Ferrovia	6.4	PF 1	5.06	84.30	84.61	85.16	87.93	0.141843	8.06	0.63	2.02	4.62
Ferrovia	6	PF 1	5.06	84.20	84.55	85.06	87.12	0.096756	7.10	0.71	2.03	3.82
Ferrovia	5.5	Culvert										
Ferrovia	5	PF 1	5.06	83.78	84.27	84.64	85.59	0.036309	5.09	0.99	2.03	2.32
Ferrovia	4	PF 1	5.06	83.58	84.07	84.34	84.93	0.079994	4.11	1.23	2.99	2.04
Ferrovia	3.5	PF 1	5.06	83.48	84.13	84.24	84.57	0.031533	2.96	1.71	3.29	1.31
Ferrovia	3	PF 1	5.06	83.21	83.72	83.80	84.05	0.029799	2.53	2.00	5.16	1.30
Ferrovia	2	PF 1	5.06	80.67	83.30	80.94	83.30	0.000001	0.06	90.58	43.00	0.01
Ferrovia	1	PF 1	5.06	81.03	83.30	81.34	83.30	0.000014	0.16	32.61	14.91	0.03

**Tabella 28 - Risultati simulazione PO pk 0+265**



**Figura 18 - Profilo di corrente PO pk 0+265**



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	97 DI 151

Nella configurazione di progetto il previsto inalveamento mediante canale in c.a. garantisce il rispetto del franco idraulico minimo di 50 cm rispetto alla quota del ciglio.

I valori del grado di riempimento, franchi e velocità rispettano i limiti di cui ai paragrafi 5.1 e 5.2. Per maggiori dettagli si rimanda al Paragrafo 8.4.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	98 DI 151

### 6.6.3 Pk 0+626.64 Ramo A - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN03

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 150 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 12;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Tombino 3,00x3,00 m della linea storica;
- Attraversamento in progetto con tombino 3,00x3,00 m;

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.13 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 3.81 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

Il progetto prevede la realizzazione di un attraversamento con tombino scatolare 3,00x3,00 m, collegato mediante canale in c.a. al tombino esistente sulla LS e prolungato a valle per impedire l'accumulo di sedimenti trasportati dal corso d'acqua rilevati nella situazione Ante Operam.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo come condizione al contorno di monte il moto uniforme e come condizione di valle il livello idrico del Fiume Basento per Tr 30 anni.

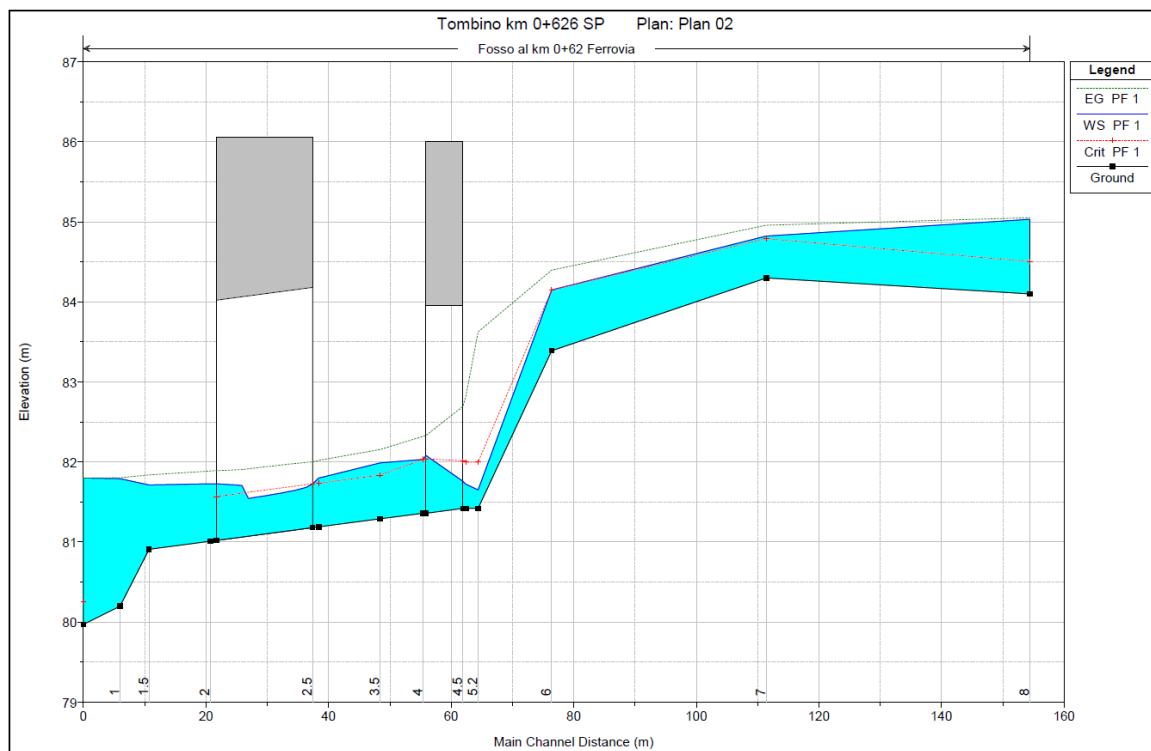
Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.



HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Fosso al km 0+626 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	8	PF 1	3.81	84.10	85.03	84.50	85.05	0.000720	0.62	6.24	8.78	0.23
Ferrovia	7	PF 1	3.81	84.30	84.82	84.79	84.96	0.013877	1.62	2.35	6.79	0.88
Ferrovia	6	PF 1	3.81	83.39	84.15	84.15	84.40	0.017910	2.20	1.73	3.54	1.01
Ferrovia	5.2	PF 1	3.81	81.42	81.65	82.00	83.63	0.452706	6.22	0.61	2.90	4.33
Ferrovia	5	PF 1	3.81	81.42	81.72	82.00	82.82	0.180188	4.64	0.82	2.90	2.79
Ferrovia	4.5	Bridge										
Ferrovia	4	PF 1	3.81	81.36	82.03	82.03	82.32	0.022646	2.38	1.60	2.81	1.01
Ferrovia	3.5	PF 1	3.81	81.29	81.99	81.84	82.16	0.010823	1.82	2.10	3.01	0.69
Ferrovia	3	PF 1	3.81	81.19	81.80	81.74	82.02	0.016133	2.08	1.83	3.01	0.85
Ferrovia	2.5	Culvert										
Ferrovia	2	PF 1	3.81	81.01	81.73		81.89	0.009973	1.77	2.16	3.01	0.67
Ferrovia	1.5	PF 1	3.81	80.91	81.71		81.84	0.001908	1.58	2.41	3.02	0.56
Ferrovia	1	PF 1	3.81	80.20	81.79		81.80	0.000097	0.53	9.06	21.28	0.15
Ferrovia	0.5	PF 1	3.81	79.97	81.80	80.26	81.80	0.000005	0.08	49.47	35.30	0.02

**Tabella 29 - Risultati simulazione PO pk 0+626**



**Figura 19 - Profilo di corrente PO pk 0+626**

I valori del grado di riempimento, franchi e velocità rispettano i limiti di cui ai paragrafi 5.1 e 5.2. Per maggiori dettagli si rimanda al Paragrafo 8.4.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	100 DI 151

#### 6.6.4 Pk 0+823.17 Ramo A - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN04

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 150 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 12;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Tombino 2,00x2,00 m della E847;
- Tombino ad arco 2,00x2,00 m della linea storica;
- Attraversamento in progetto con tombino 2,00x2,00 m;

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.33 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 6.52 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

Il progetto prevede la realizzazione di un attraversamento con tombino scatolare 2,00x2,00 m, collegato mediante canale in c.a. al tombino sulla LS da realizzare con spingitubo, e prolungato a valle per impedire l'accumulo di sedimenti trasportati dal corso d'acqua rilevati nella situazione Ante Operam.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo come condizione al contorno di monte il moto uniforme e come condizione di valle il livello idrico del Fiume Basento per Tr 30 anni.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

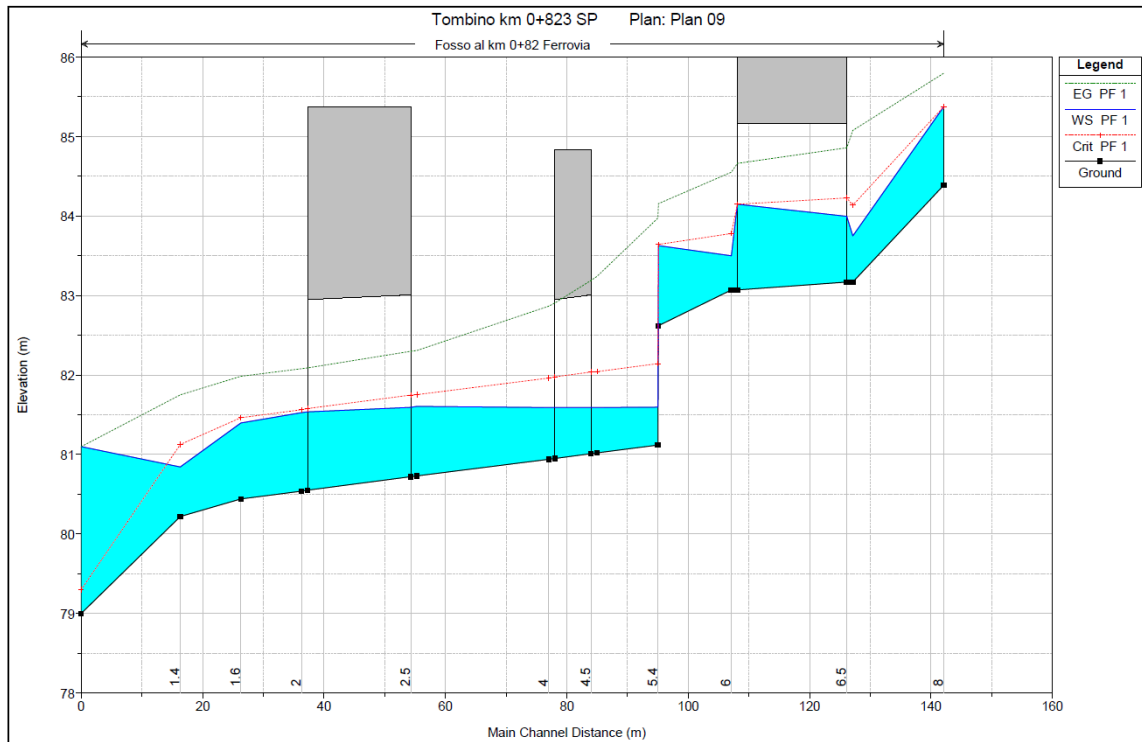




HEC-RAS Plan: Plan 09 River: Fosso al km 0+82 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	8	PF 1	6.52	84.39	85.38	85.38	85.80	0.021935	2.87	2.27	2.73	1.01
Ferrovia	7	PF 1	6.52	83.17	83.75	84.14	85.08	0.109892	5.10	1.28	2.38	2.22
Ferrovia	6.5	Bridge										
Ferrovia	6	PF 1	6.52	83.07	83.50	83.78	84.55	0.130080	4.54	1.44	4.72	2.63
Ferrovia	5.6	PF 1	6.52	82.62	83.63	83.64	84.16	0.008380	3.22	2.02	2.01	1.03
Ferrovia	5.4	PF 1	6.52	81.12	81.60	82.14	83.97	0.068074	6.83	0.95	2.01	3.16
Ferrovia	5	PF 1	6.52	81.02	81.59	82.04	83.24	0.040312	5.69	1.15	2.01	2.41
Ferrovia	4.5	Bridge										
Ferrovia	4	PF 1	6.52	80.94	81.59	81.96	82.87	0.027981	5.00	1.30	2.01	1.98
Ferrovia	3	PF 1	6.52	80.73	81.60	81.75	82.31	0.012329	3.72	1.75	2.01	1.27
Ferrovia	2.5	Bridge										
Ferrovia	2	PF 1	6.52	80.54	81.53	81.56	82.08	0.008883	3.29	1.98	2.01	1.06
Ferrovia	1.6	PF 1	6.52	80.44	81.40	81.46	81.98	0.009637	3.39	1.92	2.01	1.11
Ferrovia	1.4	PF 1	6.52	80.22	80.84	81.13	81.75	0.066527	4.22	1.55	2.96	1.86
Ferrovia	1	PF 1	6.52	79.00	81.10	79.30	81.10	0.000005	0.10	67.41	34.42	0.02

**Tabella 30 - Risultati simulazione PO pk 0+823**



**Figura 20 - Profilo di corrente PO pk 0+823**

I valori del grado di riempimento, franchi e velocità rispettano i limiti di cui ai paragrafi 5.1 e 5.2. Per maggiori dettagli si rimanda al Paragrafo 8.4.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	102 DI 151

### 6.6.5 Pk 10+101.50 Ramo A - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN07

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 370 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 15;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Tombino DN1000 su accesso a fondo agricolo;
- Attraversamento in progetto con tombino 5,00x2,00 m sulla linea ferroviaria in progetto, che a sua volta attraversa un sottovia alla stessa pk;

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.31 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 6.62 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

**Il progetto prevede la demolizione delle opere esistenti e la realizzazione di un attraversamento con tombino scatolare 5,00x2,00 m.**

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo come condizione al contorno di monte il moto uniforme e come condizione di valle il livello idrico del Rio Conche per Tr 30 anni.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE**

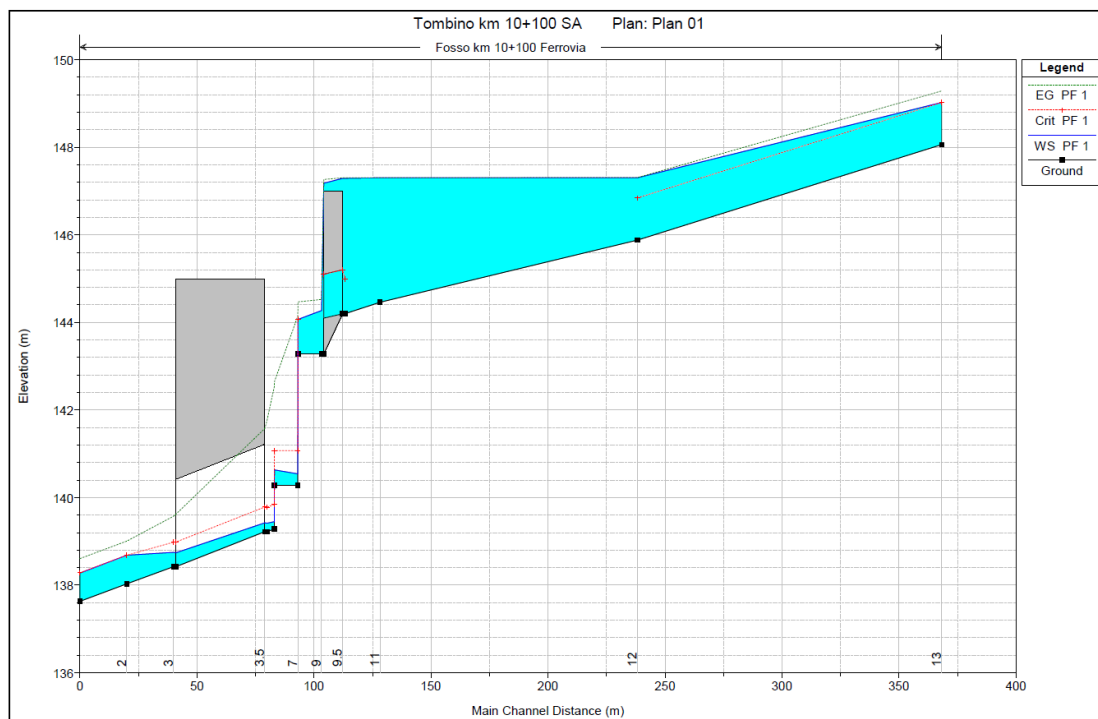
**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
 MINORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 IA5F 01 D 78 RI ID0002 001 C 103 DI 151

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso km 10+100 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chi
Ferrovia	13	PF 1	6.62	148.06	149.02	149.02	149.29	0.014334	2.27	2.99	6.61	0.95
Ferrovia	12	PF 1	6.62	145.88	147.30	146.84	147.31	0.000292	0.48	19.44	36.80	0.14
Ferrovia	11	PF 1	6.62	144.46	147.30	147.30	147.30	0.000004	0.09	83.40	52.26	0.02
Ferrovia	10	PF 1	6.62	144.20	147.29	144.99	147.30	0.000085	0.54	14.37	13.27	0.10
Ferrovia	9.5			Culvert								
Ferrovia	9	PF 1	6.62	143.28	144.27		144.52	0.003175	2.22	2.98	3.01	0.71
Ferrovia	8	PF 1	6.62	143.28	144.07	144.07	144.47	0.006094	2.79	2.37	3.00	1.01
Ferrovia	7	PF 1	6.62	140.28	140.54	141.07	144.15	0.169055	8.41	0.79	3.00	5.24
Ferrovia	6	PF 1	6.62	140.28	140.63	141.07	142.65	0.068556	6.29	1.05	3.00	3.39
Ferrovia	5	PF 1	6.62	139.28	139.45	139.84	142.53	0.226030	7.77	0.85	5.00	6.01
Ferrovia	4	PF 1	6.62	139.22	139.41	139.78	141.77	0.146755	6.80	0.97	5.00	4.92
Ferrovia	3.5			Bridge								
Ferrovia	3	PF 1	6.62	138.42	138.75	138.98	139.57	0.027233	4.02	1.65	5.00	2.24
Ferrovia	2	PF 1	6.62	138.03	138.68	138.68	139.01	0.019460	2.51	2.64	4.16	1.01
Ferrovia	1	PF 1	6.62	137.63	138.28	138.28	138.61	0.020338	2.54	2.60	4.16	1.03

**Tabella 31 - Risultati simulazione PO pk 10+101**



**Figura 21 - Profilo di corrente PO pk 10+101**

I valori del grado di riempimento, franchi e velocità rispettano i limiti di cui ai paragrafi 5.1 e 5.2. Per maggiori dettagli si rimanda al Paragrafo 8.4.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE**

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
 MINORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 IA5F 01 D 78 RI ID0002 001 C 104 DI 151

### 6.6.6 Pk 10+281.50 Ramo A - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN08

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 73 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 8;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Attraversamento con tombino 2,00x2,00 m sulla linea ferroviaria in progetto;

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.03 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 1.26 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

Il progetto prevede la demolizione delle opere esistenti e la realizzazione di un attraversamento con tombino scatolare 2,00x2,00 m e recapito al Rio Conche.

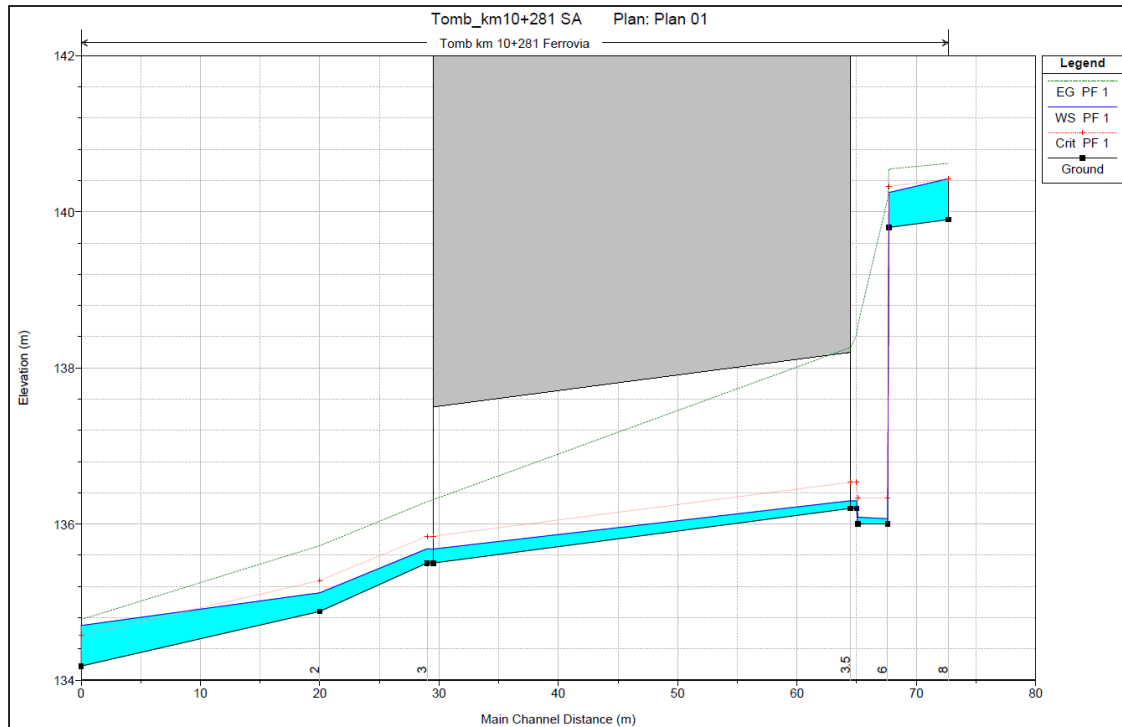
La simulazione numerica è stata eseguita assumendo come condizione al contorno di monte il moto uniforme e come condizione di valle il livello idrico del Rio Conche per Tr 30 anni.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Tomb km 10+281 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	8	PF 1	1.26	139.90	140.42	140.42	140.62	0.023813	1.97	0.64	1.64	1.01
Ferrovia	7	PF 1	1.26	139.80	140.25	140.32	140.55	0.007751	2.43	0.52	1.52	1.33
Ferrovia	6	PF 1	1.26	136.00	136.07	136.34	140.17	0.706225	8.96	0.14	2.06	10.96
Ferrovia	5	PF 1	1.26	136.00	136.09	136.34	138.55	0.310389	6.95	0.18	2.06	7.49
Ferrovia	4	PF 1	1.26	136.20	136.29	136.54	138.43	0.245498	6.47	0.19	2.06	6.72
Ferrovia	3.5	Bridge										
Ferrovia	3	PF 1	1.26	135.50	135.68	135.84	136.29	0.031926	3.44	0.37	2.00	2.56
Ferrovia	2	PF 1	1.26	134.88	135.12	135.28	135.72	0.172745	3.44	0.37	2.16	2.67
Ferrovia	1	PF 1	1.26	134.18	134.70	134.58	134.78	0.007773	1.22	1.03	2.56	0.61

**Tabella 32 - Risultati simulazione PO pk 10+281**



**Figura 22 - Profilo di corrente PO pk 10+281**

I valori del grado di riempimento, franchi e velocità rispettano i limiti di cui ai paragrafi 5.1 e 5.2. Per maggiori dettagli si rimanda al Paragrafo 8.4.

#### **6.6.7 Pk 14+959.42 Ramo A - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN11**

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 220 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 11;



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
IA5F 01 D 78 RI ID0002 001 C 106 DI 151

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Attraversamento con tombino 2,00x2,00 m sulla linea ferroviaria in progetto;

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.06 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 2.54 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

**Il tombino risulta verificato strutturalmente, pertanto si procederà alla sola verifica idraulica dell'opera esistente.**

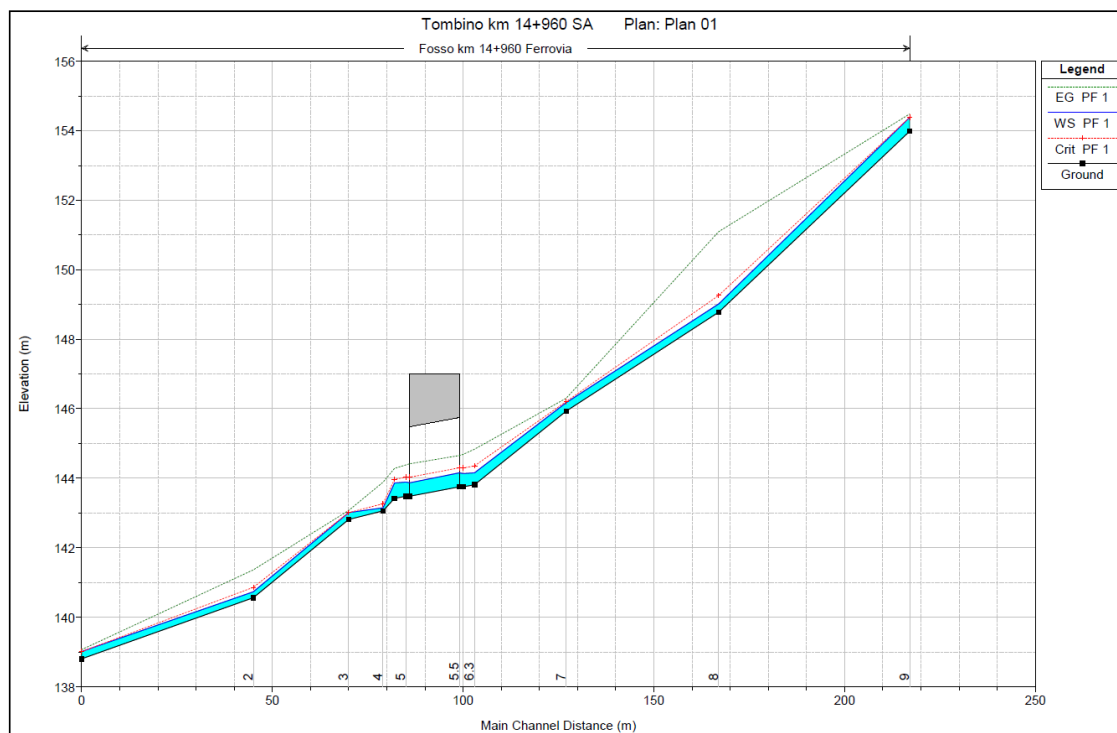
La simulazione numerica è stata eseguita assumendo come condizione al contorno di monte e di valle il moto uniforme.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso km 14+960 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	9	PF 1	2.54	153.98	154.38	154.38	154.48	0.021318	1.42	1.79	8.99	1.02
Ferrovia	8	PF 1	2.54	148.78	149.02	149.26	151.10	0.868712	6.39	0.40	3.35	5.92
Ferrovia	7	PF 1	2.54	145.93	146.17	146.21	146.30	0.038587	1.57	1.66	12.99	1.30
Ferrovia	6.3	PF 1	2.54	143.81	144.16	144.35	144.84	0.099633	3.66	0.69	2.02	1.99
Ferrovia	6	PF 1	2.54	143.75	144.13	144.29	144.69	0.019255	3.29	0.77	2.02	1.70
Ferrovia	5.5	Bridge										
Ferrovia	5	PF 1	2.54	143.48	143.89	144.03	144.38	0.016410	3.12	0.82	2.01	1.56
Ferrovia	4.7	PF 1	2.54	143.42	143.86	143.97	144.28	0.048365	2.86	0.89	2.01	1.37
Ferrovia	4	PF 1	2.54	143.06	143.15	143.27	143.89	0.692974	3.80	0.67	10.42	4.79
Ferrovia	3	PF 1	2.54	142.81	143.01	143.01	143.07	0.025941	1.05	2.42	22.37	1.02
Ferrovia	2	PF 1	2.54	140.56	140.73	140.86	141.36	0.399351	3.52	0.72	8.38	3.83
Ferrovia	1	PF 1	2.54	138.80	139.01	139.01	139.07	0.022887	1.06	2.45	22.28	0.97

**Tabella 33 - Risultati simulazione PO pk 14+960**



**Figura 23 - Profilo di corrente PO pk 14+960**

I valori del grado di riempimento, franchi e velocità rispettano i limiti di cui ai paragrafi 5.1 e 5.2. Per maggiori dettagli si rimanda al Paragrafo 8.4.

### **6.6.8 Pk 18+888.57 Ramo A - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN12**

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 190 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 11;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Attraversamento con tombino 3,00x3,00 m sulla linea ferroviaria in progetto;



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE**

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
 MINORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 IA5F 01 D 78 RI ID0002 001 C 108 DI 151

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.11 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 2.63 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

Il progetto prevede la demolizione delle opere esistenti e la realizzazione di un attraversamento con tombino scatolare 3,00x3,00 m.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo come condizione al contorno di monte e di valle il moto uniforme.

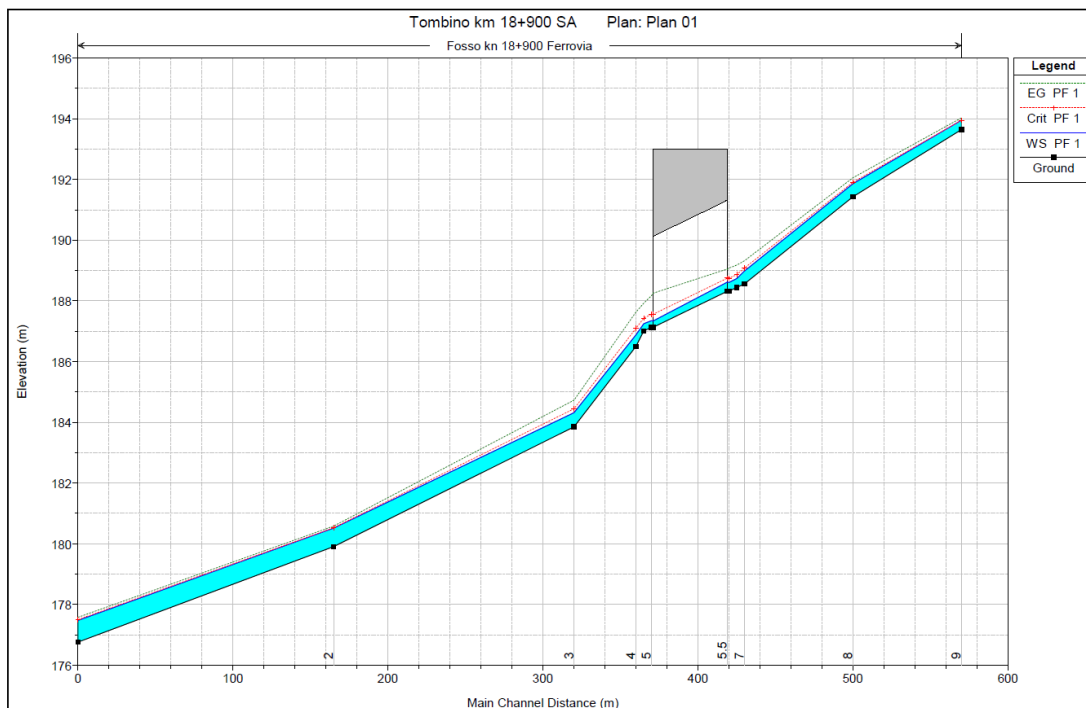
Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso kn 18+900 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	9	PF 1	2.63	193.64	193.95	193.95	194.03	0.022181	1.26	2.09	14.02	1.00
Ferrovia	8	PF 1	2.63	191.43	191.86	191.91	192.05	0.036667	1.95	1.35	6.27	1.34
Ferrovia	7	PF 1	2.63	188.56	188.99	189.08	189.32	0.041083	2.57	1.02	3.25	1.46
Ferrovia	6.5	PF 1	2.63	188.44	188.74	188.87	189.18	0.018122	2.95	0.89	3.01	1.73
Ferrovia	6	PF 1	2.63	188.32	188.61	188.75	189.08	0.020041	3.05	0.86	3.01	1.82
Ferrovia	5.5		Bridge									
Ferrovia	5	PF 1	2.63	187.13	187.35	187.56	188.17	0.047929	4.02	0.65	3.00	2.75
Ferrovia	4.5	PF 1	2.63	187.01	187.25	187.44	187.93	0.034818	3.64	0.72	3.00	2.36
Ferrovia	4	PF 1	2.63	186.50	186.88	187.10	187.63	0.111693	3.84	0.69	2.47	2.33
Ferrovia	3	PF 1	2.63	183.85	184.32	184.45	184.73	0.047807	2.84	0.93	2.75	1.56
Ferrovia	2	PF 1	2.63	179.91	180.52	180.53	180.59	0.016402	1.58	2.69	23.81	0.86
Ferrovia	1	PF 1	2.63	176.76	177.47	177.51	177.58	0.020280	1.85	2.25	20.61	0.91

**Tabella 34 - Risultati simulazione PO pk 18+888**





**Figura 24 - Profilo di corrente PO pk 18+888**

I valori del grado di riempimento, franchi e velocità rispettano i limiti di cui ai paragrafi 5.1 e 5.2. Per maggiori dettagli si rimanda al Paragrafo 8.4.

#### **6.6.9 Pk 19+391.22 Ramo A - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN13**

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 210 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 13;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Tombino 2,00x2,00 m sulla SP Papalione;



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE**

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
 MINORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 IA5F 01 D 78 RI ID0002 001 C 110 DI 151

- Attraversamento con tombino 3,00x3,00 m sulla linea ferroviaria in progetto in corrispondenza della Stazione La Martella;

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.27 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 9.22 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

Il progetto prevede la demolizione delle opere esistenti e la realizzazione di un attraversamento con tombino scatolare 3,00x3,00 m.

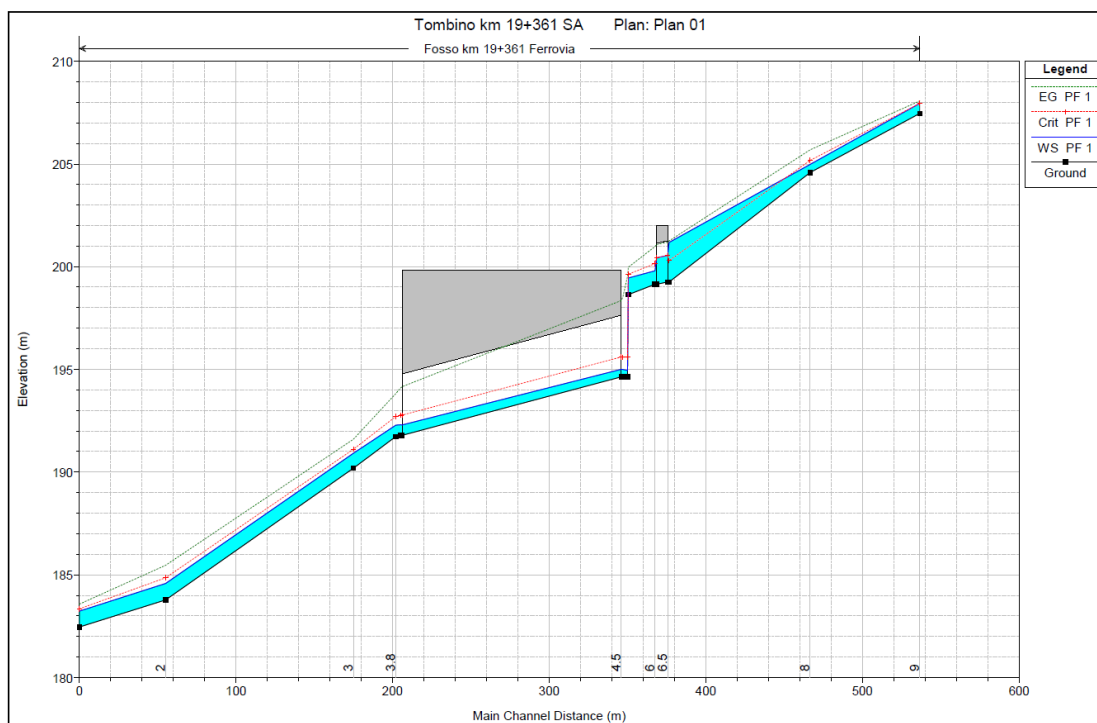
La simulazione numerica è stata eseguita assumendo come condizione al contorno di monte e di valle il moto uniforme.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso km 19+361 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	9	PF 1	9.22	207.46	207.95	207.95	208.07	0.014540	1.56	6.23	27.82	0.90
Ferrovia	8	PF 1	9.22	204.58	204.97	205.17	205.69	0.138653	3.74	2.46	11.67	2.60
Ferrovia	7	PF 1	9.22	199.25	201.18	200.30	201.25	0.001748	1.17	7.86	6.56	0.34
Ferrovia	6.5	Bridge										
Ferrovia	6	PF 1	9.22	199.14	199.79	200.15	200.98	0.081044	4.81	1.92	3.75	2.15
Ferrovia	5.3	PF 1	9.22	198.64	199.45	199.63	199.97	0.031071	3.32	3.27	10.55	1.18
Ferrovia	5.2	PF 1	9.22	194.64	194.95	195.60	199.53	0.664344	9.47	0.97	3.13	5.43
Ferrovia	5	PF 1	9.22	194.64	194.99	195.60	198.51	0.117013	8.31	1.11	3.13	4.46
Ferrovia	4.5	Bridge										
Ferrovia	4	PF 1	9.22	191.79	192.31	192.77	194.09	0.040511	5.92	1.56	3.03	2.63
Ferrovia	3.8	PF 1	9.22	191.73	192.29	192.71	193.82	0.122636	5.49	1.68	3.03	2.35
Ferrovia	3	PF 1	9.22	190.19	190.92	191.12	191.60	0.048122	3.80	2.92	13.30	1.67
Ferrovia	2	PF 1	9.22	183.78	184.58	184.86	185.47	0.054067	4.17	2.21	3.92	1.78
Ferrovia	1	PF 1	9.22	182.46	183.24	183.35	183.58	0.020456	2.69	3.98	13.22	1.15

**Tabella 35 - Risultati simulazione PO pk 19+391**



**Figura 25 - Profilo di corrente PO pk 19+391**

I valori del grado di riempimento, franchi e velocità rispettano i limiti di cui ai paragrafi 5.1 e 5.2. Per maggiori dettagli si rimanda al Paragrafo 8.4.

#### **6.6.10 Pk 0+379.23 Ramo B - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN14**

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 250 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 20;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Tombino 4,00x2,00 m ad arco della E847;



- Tombino 3,00x3,00 m della linea storica;
- Tombino 5,00x2,00 m della linea in progetto;
- Tombino 4,00x2,00 m di una viabilità secondaria;

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.23 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 5.15 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

Il tombino esistente risulta verificato strutturalmente, pertanto non sarà demolito e si procederà alla verifica idraulica dell'opera esistente

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo come condizione al contorno di monte il moto uniforme e come condizione di valle il livello idrico del Fiume Basento per Tr 30 anni.

I livelli idrici risultano contenuti all'interno dei manufatti esistenti e l'opera attuale garantisce il franco minimo di 50 cm. Di seguito si sintetizzano i risultati ottenuti e relativi alle opere insistenti sulla Linea in Progetto.

WBS	Descrizione	G.R. (%)	L.I. (m.s.l.m.)	L.E. (m.s.l.m.)	Franco idraulico (m)	Franco su L.E. (m)
IN14	Tombino 5x2 Linea Progetto	29%	78.53	78.53	1.42	1.26
-	Tombino 4x2 Viab. Sec.	50%	78.35	78.35	1.00	0.66

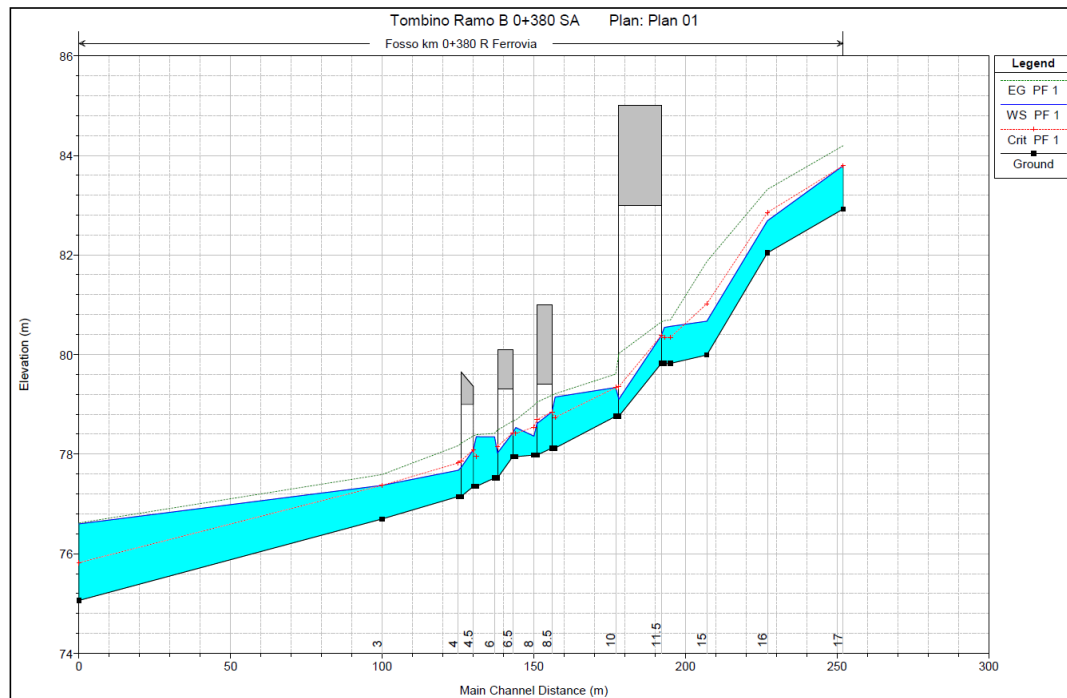
I valori del grado di riempimento ed i franchi rispettano i limiti di cui ai paragrafi 5.1 e 5.2.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso km 0+380 R Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	17	PF 1	5.15	82.92	83.79	83.79	84.19	0.025537	2.80	1.84	2.32	1.01
Ferrovia	16	PF 1	5.15	82.04	82.69	82.85	83.32	0.048210	3.51	1.47	2.36	1.42
Ferrovia	15	PF 1	5.15	79.99	80.67	81.02	81.87	0.108682	4.85	1.06	1.69	1.95
Ferrovia	14	PF 1	5.15	79.82	80.57	80.35	80.69	0.006648	1.58	3.26	4.44	0.59
Ferrovia	13	PF 1	5.15	79.82	80.54	80.35	80.68	0.007331	1.63	3.16	4.43	0.62
Ferrovia	11.5	Bridge										
Ferrovia	10	PF 1	5.15	78.76	79.34	79.34	79.61	0.019760	2.30	2.24	4.22	1.01
Ferrovia	9	PF 1	5.15	78.12	79.15	78.74	79.21	0.002600	1.17	4.52	6.91	0.41
Ferrovia	8.5	Bridge										
Ferrovia	8	PF 1	5.15	77.98	78.36	78.54	78.98	0.078235	3.47	1.48	4.77	1.99
Ferrovia	7	PF 1	5.15	77.95	78.53	78.42	78.69	0.009815	1.72	2.99	5.12	0.72
Ferrovia	6.5	Bridge										
Ferrovia	6	PF 1	5.15	77.52	78.35		78.42	0.003552	1.16	4.44	7.28	0.47
Ferrovia	5	PF 1	5.15	77.35	78.35	77.95	78.39	0.001853	0.93	5.53	7.77	0.35
Ferrovia	4.5	Bridge										
Ferrovia	4	PF 1	5.15	77.15	77.68	77.82	78.17	0.060561	3.11	1.65	5.44	1.80
Ferrovia	3	PF 1	5.15	76.70	77.37	77.37	77.59	0.017393	2.07	2.48	5.80	1.01
Ferrovia	2	PF 1	5.15	75.06	76.60	75.82	76.62	0.000655	0.64	10.53	22.19	0.20

**Tabella 36 - Risultati simulazione PO pk 0+380**



**Figura 26 - Profilo di corrente PO pk 0+380**

I valori del grado di riempimento, franchi e velocità rispettano i limiti di cui ai paragrafi 5.1 e 5.2. Per maggiori dettagli si rimanda al Paragrafo 8.4.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE**

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
 MINORI**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 RI	ID0002 001	C	114 DI 151

### 6.6.11 Pk 0+011.21 Viabilità NV01 - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN16

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 110 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 8;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Attraversamento in progetto con tombino DN1500 m;

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.03 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 1.07 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

Il progetto prevede l'attraversamento della viabilità con tombino DN1500.

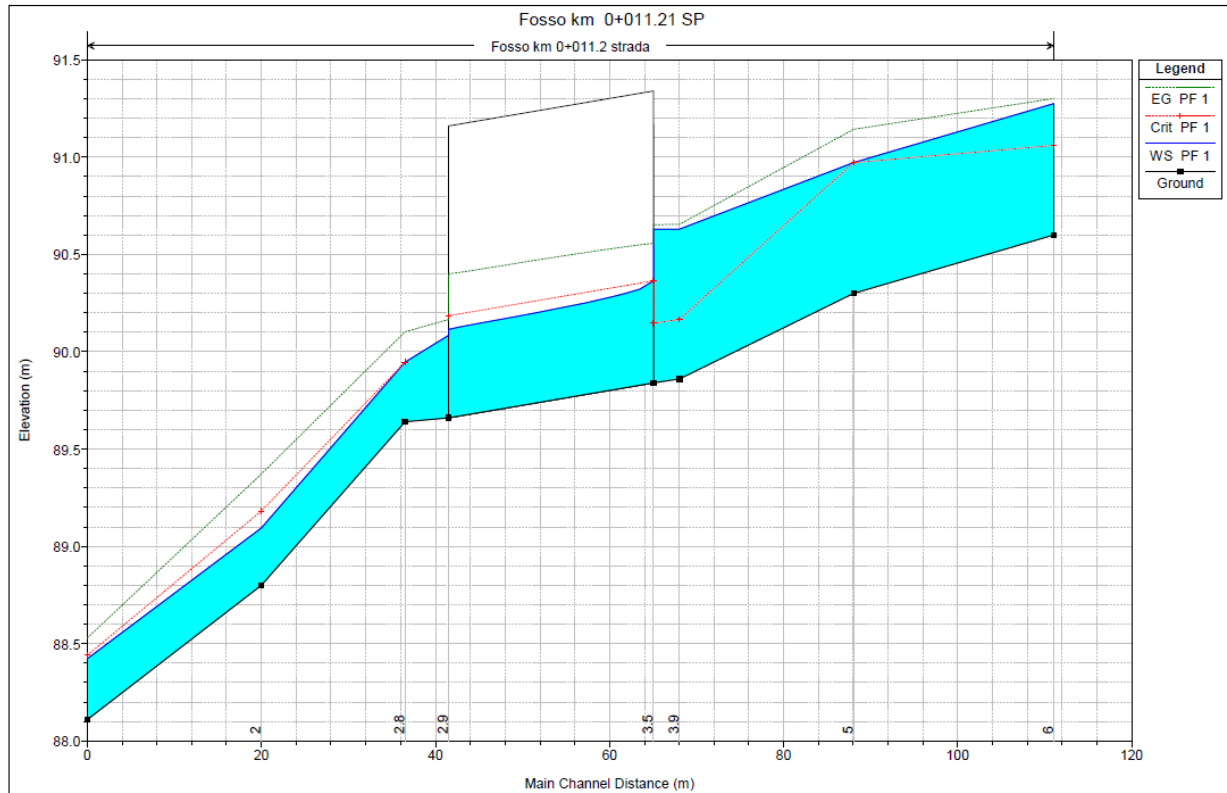
La simulazione numerica è stata eseguita assumendo il moto uniforme come condizione al contorno di monte e di valle.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Fosso km 0+011.2 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	1.07	90.60	91.28	91.06	91.30	0.002811	0.71	1.51	4.46	0.39
strada	5	PF 1	1.07	90.30	90.97	90.97	91.14	0.024278	1.83	0.58	1.74	1.01
strada	3.9	PF 1	1.07	89.86	90.63	90.17	90.65	0.000330	0.69	1.54	2.00	0.25
strada	3.8	PF 1	1.07	89.84	90.63	90.15	90.65	0.000307	0.68	1.58	2.00	0.24
strada	3.5		Culvert									
strada	2.9	PF 1	1.07	89.66	90.08		90.17	0.006267	1.26	0.85	2.00	0.62
strada	2.8	PF 1	1.07	89.64	89.95	89.95	90.10	0.025719	1.74	0.61	2.00	1.01
strada	2	PF 1	1.07	88.80	89.09	89.18	89.37	0.087991	2.33	0.46	3.12	1.94
strada	1	PF 1	1.07	88.11	88.42	88.44	88.53	0.030774	1.44	0.74	4.75	1.16

**Tabella 37 - Risultati simulazione PO NV01 pk 0+011.21**



**Figura 27 - Profilo di corrente PO NV01 pk 0+011.21**

I valori del grado di riempimento, franchi e velocità rispettano i limiti di cui ai paragrafi 5.1 e 5.2. Per maggiori dettagli si rimanda al Paragrafo 8.4.

	LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA OPERE MINORI</b>	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. C

### **6.6.12 Pk 0+341.31 Viabilità NV01 - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN17**

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 121 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 12;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Ponte ad arco;
- Attraversamento in progetto con tombino scatolare 3.00x2.00 m;

Le dimensioni dell'esistente ponte ad arco non sono note, pertanto a vantaggio di sicurezza per il dimensionamento dell'attraversamento in progetto sarà trascurata la presenza dell'opera esistente.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.31 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 12.10 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

Il progetto prevede l'attraversamento della viabilità con un nuovo tombino scatolare 3.00x2.00 m.

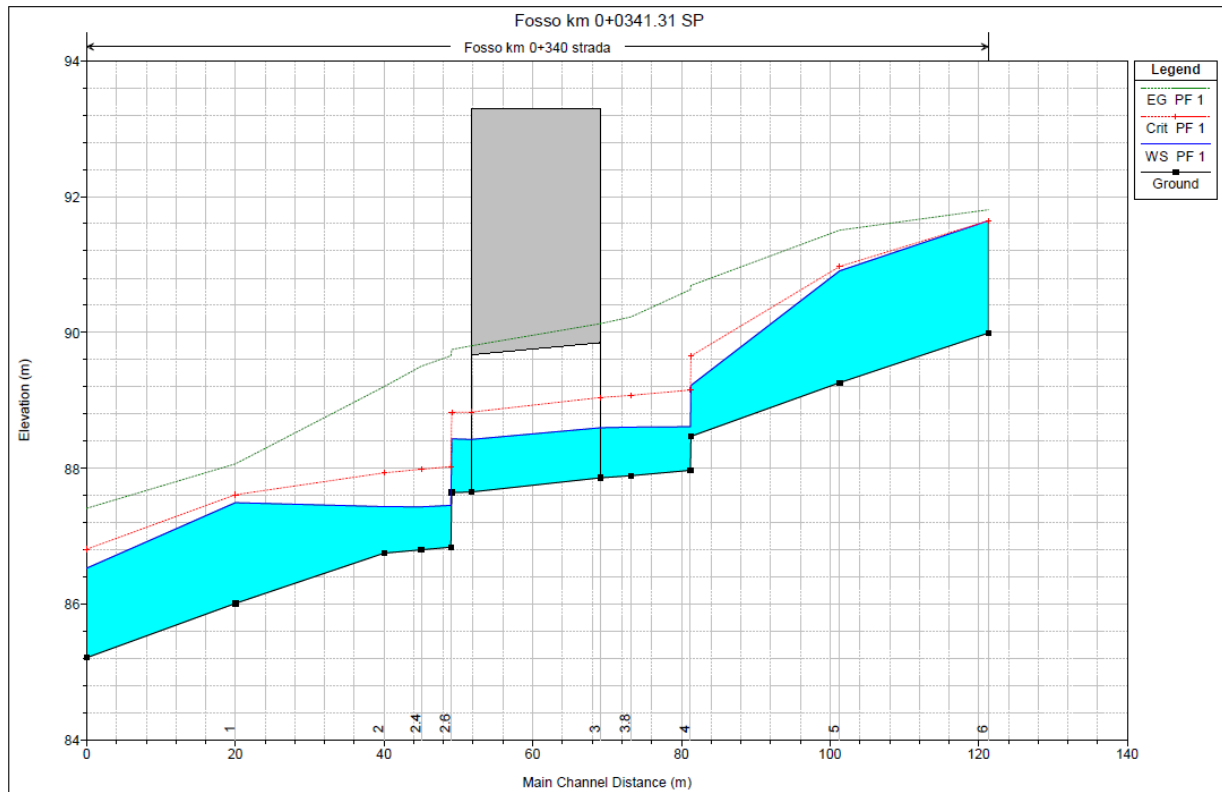
La simulazione numerica è stata eseguita assumendo il moto uniforme come condizione al contorno di monte e di valle.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.



HEC-RAS Plan: rev River: Fosso km 0+340 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	12.10	89.99	91.64	91.64	91.81	0.007890	2.04	7.88	20.31	0.70
strada	5	PF 1	12.10	89.26	90.90	90.97	91.51	0.025120	3.43	3.53	4.04	1.17
strada	4.2	PF 1	12.10	88.47	89.22	89.65	90.69	0.056939	5.37	2.25	3.01	1.98
strada	4	PF 1	12.10	87.97	88.61	89.15	90.63	0.090242	6.29	1.92	3.01	2.51
strada	3.8	PF 1	12.10	87.89	88.60	89.07	90.23	0.018829	5.64	2.14	3.01	2.13
strada	3	Bridge										
strada	2.8	PF 1	12.10	87.64	88.43	88.82	89.75	0.013868	5.08	2.38	3.01	1.82
strada	2.6	PF 1	12.10	86.84	87.45	88.02	89.66	0.029438	6.57	1.84	3.01	2.68
strada	2.4	PF 1	12.10	86.80	87.43	87.98	89.50	0.026848	6.37	1.90	3.01	2.56
strada	2	PF 1	12.10	86.75	87.43	87.93	89.20	0.074186	5.89	2.06	3.01	2.27
strada	1	PF 1	12.10	86.01	87.49	87.61	88.07	0.023736	3.35	3.61	4.47	1.19
strada	0.5	PF 1	12.10	85.21	86.53	86.81	87.41	0.042769	4.16	2.91	4.08	1.57

**Tabella 38 - Risultati simulazione PO NV01 pk 0+341.31**

**Figura 28 - Profilo di corrente PO NV01 pk 0+341.31**

I valori del grado di riempimento, franchi e velocità rispettano i limiti di cui ai paragrafi 5.1 e 5.2. Per maggiori dettagli si rimanda al Paragrafo 8.4.



**6.6.13 Pk 0+420.66 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Post Operam interferenza  
 IN18**

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 90 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 11;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Attraversamento in progetto con tombino scatolare 2.00x2.00 m;

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.42 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 8.34 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

Il progetto prevede l'attraversamento della viabilità con un nuovo tombino scatolare 2.00x2.00 m.

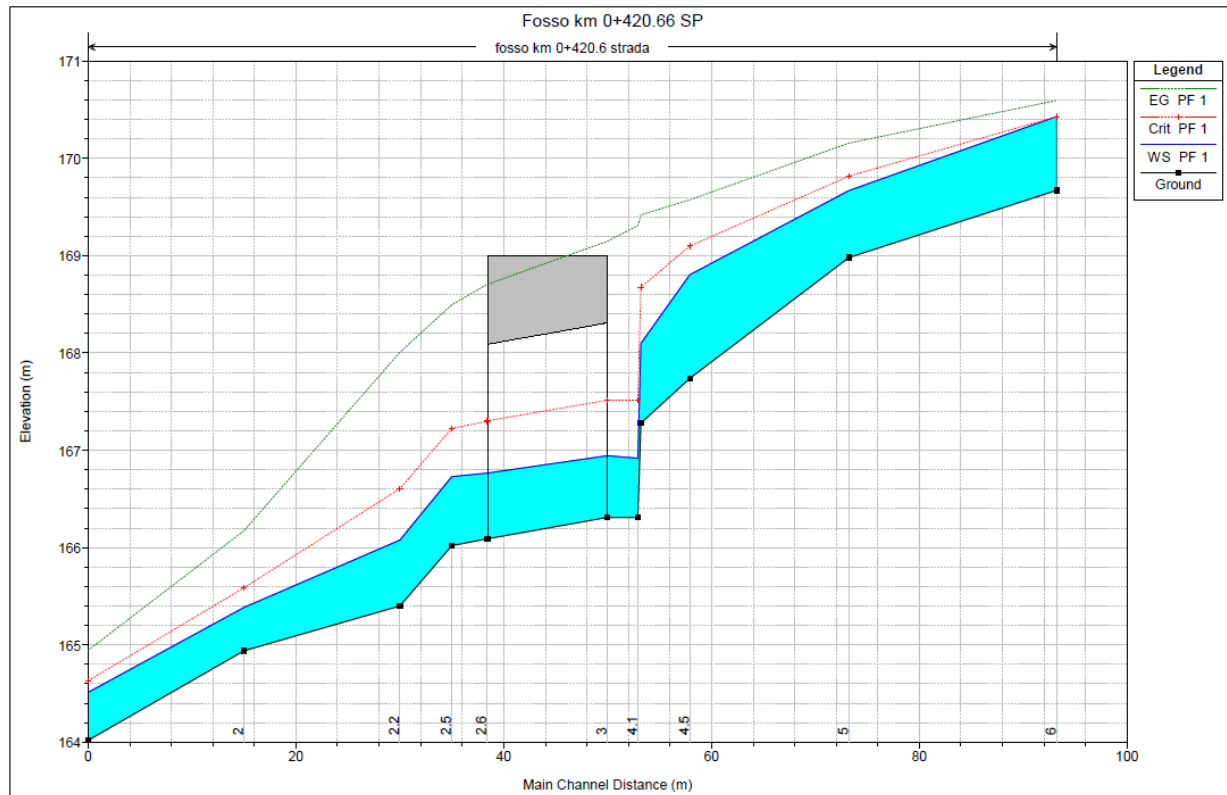
La simulazione numerica è stata eseguita assumendo il moto uniforme come condizione al contorno di monte e di valle.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: REV1 River: fosso km 0+420.6 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	8.34	169.67	170.43	170.43	170.60	0.010898	1.98	5.16	15.94	0.85
strada	5	PF 1	8.34	168.98	169.67	169.82	170.16	0.049484	3.17	2.94	15.09	1.69
strada	4.5	PF 1	8.34	167.74	168.80	169.10	169.57	0.027588	3.90	2.22	4.81	1.21
strada	4.2	PF 1	8.34	167.28	168.10	168.68	169.42	0.016871	5.09	1.64	2.00	1.79
strada	4.1	PF 1	8.34	166.31	166.92	167.52	169.31	0.038498	6.85	1.22	2.00	2.80
strada	3		Bridge									
strada	2.6	PF 1	8.34	166.09	166.77	167.30	168.71	0.028731	6.17	1.35	2.00	2.40
strada	2.5	PF 1	8.34	166.02	166.73	167.23	168.50	0.087877	5.89	1.42	2.00	2.23
strada	2.2	PF 1	8.34	165.40	166.08	166.61	168.01	0.099536	6.16	1.35	2.00	2.39
strada	2	PF 1	8.34	164.94	165.38	165.59	166.18	0.099359	4.42	2.37	11.76	2.39
strada	1	PF 1	8.34	164.02	164.51	164.63	164.94	0.058606	3.26	3.41	22.05	1.82

**Tabella 39 - Risultati simulazione PO NV02 pk 0+420.66**



**Figura 29 - Profilo di corrente PO NV02 pk 0+420.66**

I valori del grado di riempimento, franchi e velocità rispettano i limiti di cui ai paragrafi 5.1 e 5.2. Per maggiori dettagli si rimanda al Paragrafo 8.4.



#### 6.6.14 Pk 0+631.19 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN20

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 90 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 11;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Attraversamento in progetto con tombino scatolare 2.00x2.00 m;

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.42 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 8.84 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

Il progetto prevede l'attraversamento della viabilità con un nuovo tombino scatolare 2.00x2.00 m.

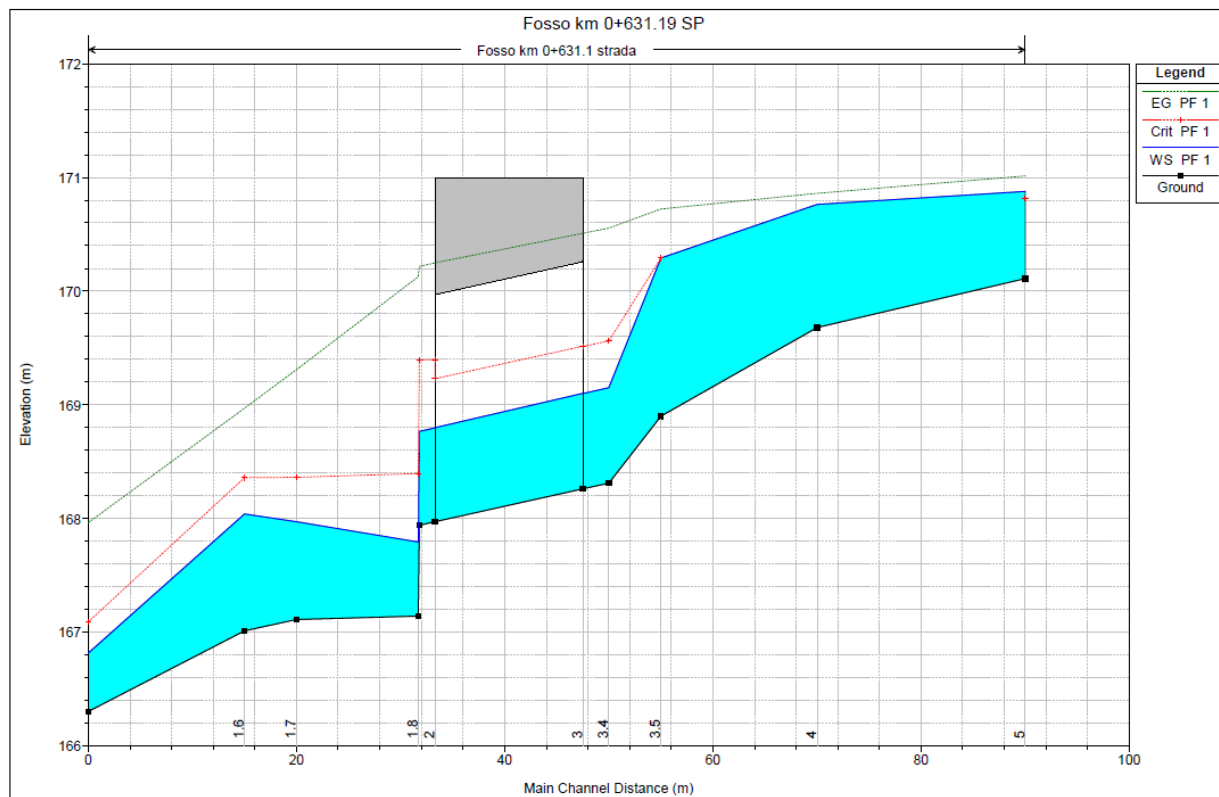
La simulazione numerica è stata eseguita assumendo il moto uniforme come condizione al contorno di monte e di valle.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: REV1 River: Fosso km 0+631.1 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	5	PF 1	8.84	170.11	170.88	170.81	171.01	0.011157	1.63	5.41	13.47	0.82
strada	4	PF 1	8.84	169.68	170.76		170.86	0.004871	1.39	6.47	12.63	0.58
strada	3.5	PF 1	8.84	168.90	170.29	170.29	170.72	0.011211	2.98	3.30	4.57	0.81
strada	3.4	PF 1	8.84	168.31	169.15	169.56	170.55	0.017585	5.25	1.68	2.01	1.83
strada	3.3	PF 1	8.84	168.26	169.10	169.51	170.51	0.017680	5.26	1.68	2.01	1.84
strada	3		Bridge									
strada	2	PF 1	8.84	167.97	168.80	169.40	170.25	0.018385	5.34	1.66	2.01	1.88
strada	1.9	PF 1	8.84	167.94	168.77	169.39	170.22	0.018398	5.34	1.66	2.01	1.88
strada	1.8	PF 1	8.84	167.14	167.79	168.39	170.13	0.035527	6.77	1.31	2.01	2.68
strada	1.7	PF 1	8.84	167.11	167.97	168.36	169.31	0.057320	5.12	1.73	2.01	1.77
strada	1.6	PF 1	8.84	167.01	168.04	168.36	168.97	0.034542	4.28	2.07	2.15	1.35
strada	1	PF 1	8.84	166.30	166.82	167.09	167.96	0.169991	4.76	1.88	7.92	2.98

Tabella 40 - Risultati simulazione PO NV02 pk 0+631.19



**Figura 30 - Profilo di corrente PO NV02 pk 0+631.19**

I valori del grado di riempimento, franchi e velocità rispettano i limiti di cui ai paragrafi 5.1 e 5.2. Per maggiori dettagli si rimanda al Paragrafo 8.4.

	LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA OPERE MINORI</b>	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. C

### **6.6.15 Pk 1+029.11 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN19**

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 223 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 14;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Attraversamento in progetto con ponte L=25 m;

Il bacino oggetto di studio è il Rio Conche, e risulta avere una superficie di 11.55 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni trattandosi di opere relative alla viabilità, con portata pari a 65.45 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

Il progetto prevede l'attraversamento della viabilità con ponte L=25 m, ed un inalveamento per un tratto di circa 50 m a monte e a valle con rivestimento in massi naturali.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo il moto uniforme come condizione al contorno di monte e di valle.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.



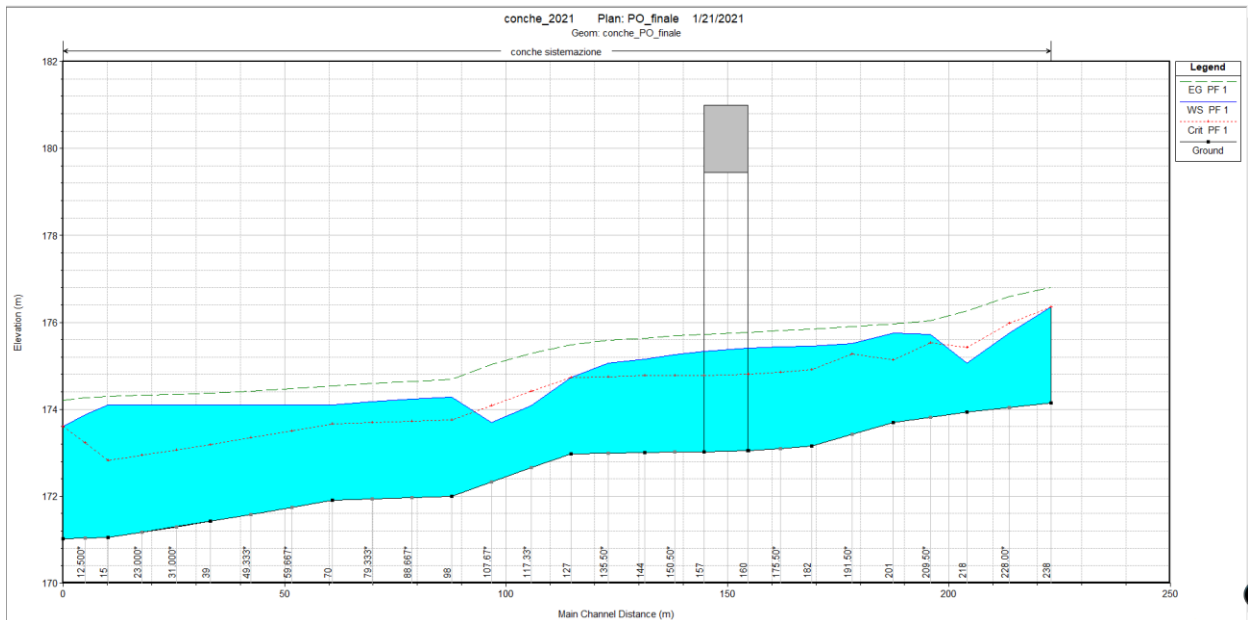
LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE**

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
 MINORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 IA5F 01 D 78 RI ID0002 001 C 123 DI 151

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 # Ch
sistemazione	238	PF 1	65.45	174.15	176.35	176.35	176.81	0.014941	2.99	21.88	24.53	1.01
sistemazione	218	PF 1	65.45	173.94	175.06	175.42	176.26	0.038425	4.85	13.48	15.02	1.64
sistemazione	201	PF 1	65.45	173.70	175.76	175.14	175.96	0.003580	2.00	32.81	23.22	0.54
sistemazione	182	PF 1	65.45	173.15	175.46	174.91	175.84	0.004810	2.75	23.78	12.61	0.64
sistemazione	169	PF 1	65.45	173.04	175.41	174.80	175.77	0.004450	2.68	24.42	12.67	0.62
sistemazione	160	Bridge										
sistemazione	157	PF 1	65.45	173.02	175.34	174.78	175.72	0.004786	2.75	23.80	12.58	0.64
sistemazione	144	PF 1	65.45	173.00	175.15	174.77	175.64	0.006481	3.08	21.23	11.71	0.73
sistemazione	127	PF 1	65.45	172.98	174.74	174.74	175.48	0.012317	3.82	17.13	11.50	1.00
sistemazione	98	PF 1	65.45	172.00	174.29	173.76	174.68	0.004986	2.79	23.46	12.52	0.65
sistemazione	70	PF 1	65.45	171.90	174.10	173.66	174.54	0.005716	2.93	22.35	12.31	0.69
sistemazione	39	PF 1	65.45	171.42	174.10	173.18	174.38	0.002981	2.33	28.05	12.94	0.51
sistemazione	15	PF 1	65.45	171.06	174.10	172.82	174.30	0.001823	1.95	33.53	14.02	0.40
sistemazione	10	PF 1	65.45	171.01	173.60	173.60	174.21	0.008376	3.58	20.48	18.33	0.83

**Tabella 41 - Risultati simulazione PO NV02 pk 1+029.11**



**Figura 31 - Profilo di corrente PO NV02 pk 1+029.11**

I valori del grado di riempimento, franchi e velocità rispettano i limiti di cui ai paragrafi 5.1 e 5.2. Per maggiori dettagli si rimanda al Paragrafo 8.4.

	LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE</b>				
	<b>RELAZIONE IDRAULICA OPERE MINORI</b>	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 001	REV. C

### **6.6.16 Pk 1+373.47 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN21**

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 97 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 19;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Attraversamento in progetto con tombino scatolare 2.00x2.00 m;

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.16 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 3.98 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

Il progetto prevede l'attraversamento della viabilità con un nuovo tombino scatolare 2.00x2.00 m ed un inalveamento per un tratto di circa 41 metri a monte e 7 metri a valle con rivestimento in gabbioni 2x1m.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo il moto uniforme come condizione al contorno di monte e di valle.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.





LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
 COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

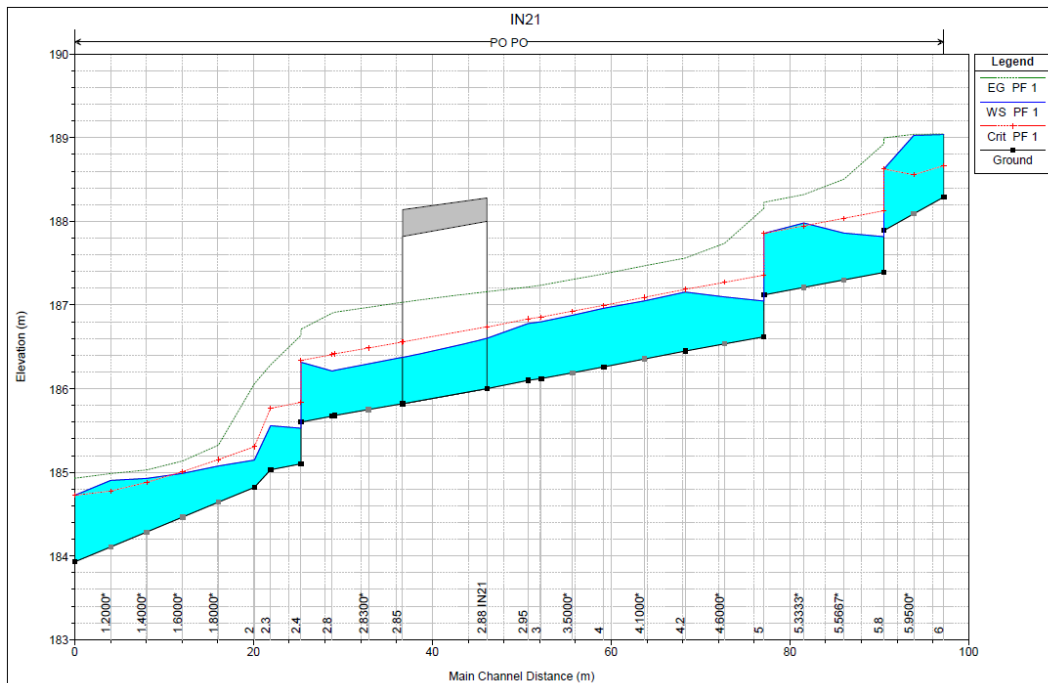
**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
 MINORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 IA5F 01 D 78 RI ID0002 001 C 125 DI 151

HEC-RAS Plan: REV1 River: PO Reach: PO Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
PO	6	PF 1	3.98	188.29	189.04	188.67	189.04	0.000503	0.36	11.13	26.87	0.18
PO	5.9500*	PF 1	3.98	188.09	189.03	188.56	189.04	0.000743	0.53	7.59	16.94	0.24
PO	5.9	PF 1	3.98	187.89	188.63	188.63	189.00	0.020611	2.70	1.47	2.00	1.01
PO	5.8	PF 1	3.98	187.39	187.82	188.13	188.92	0.097690	4.66	0.85	2.00	2.28
PO	5.5667*	PF 1	3.98	187.30	187.86	188.04	188.50	0.044318	3.55	1.12	2.00	1.51
PO	5.3333*	PF 1	3.98	187.21	187.98	187.95	188.32	0.018169	2.58	1.54	2.00	0.94
PO	5.1	PF 1	3.98	187.12	187.86	187.86	188.23	0.020627	2.70	1.47	2.00	1.01
PO	5	PF 1	3.98	186.62	187.05	187.36	188.15	0.097738	4.66	0.85	2.00	2.28
PO	4.6000*	PF 1	3.98	186.53	187.10	187.27	187.74	0.044209	3.54	1.12	2.00	1.51
PO	4.2	PF 1	3.98	186.45	187.16	187.19	187.56	0.023221	2.82	1.41	2.00	1.07
PO	4.1000*	PF 1	3.98	186.36	187.05	187.09	187.47	0.024196	2.86	1.39	2.00	1.10
PO	4	PF 1	3.98	186.26	186.96	187.00	187.37	0.023694	2.84	1.40	2.00	1.08
PO	3.5000*	PF 1	3.98	186.19	186.88	186.93	187.30	0.024978	2.89	1.37	2.00	1.12
PO	3	PF 1	3.98	186.12	186.80	186.86	187.24	0.025646	2.92	1.36	2.00	1.13
PO	2.95	PF 1	3.98	186.10	186.78	186.83	187.21	0.008235	2.92	1.36	2.00	1.13
PO	2.9	PF 1	3.98	186.00	186.60	186.74	187.16	0.011605	3.30	1.21	2.00	1.36
PO	2.88											
PO	2.85	PF 1	3.98	185.82	186.37	186.56	187.03	0.014715	3.59	1.11	2.00	1.54
PO	2.8300*	PF 1	3.98	185.75	186.30	186.49	186.97	0.015347	3.64	1.09	2.00	1.57
PO	2.81	PF 1	3.98	185.68	186.22	186.42	186.91	0.015921	3.69	1.08	2.00	1.60
PO	2.8	PF 1	3.98	185.67	186.21	186.41	186.90	0.049458	3.69	1.08	2.00	1.60
PO	2.5	PF 1	3.98	185.60	186.32	186.34	186.71	0.022283	2.78	1.43	2.00	1.05
PO	2.4	PF 1	3.98	185.10	185.53	185.84	186.64	0.098154	4.67	0.85	2.00	2.28
PO	2.3	PF 1	3.98	185.03	185.56	185.77	186.28	0.053155	3.78	1.05	2.00	1.66
PO	2	PF 1	3.98	184.82	185.15	185.30	186.06	0.408463	4.23	0.94	8.38	4.03
PO	1.8000*	PF 1	3.98	184.64	185.07	185.15	185.32	0.065312	2.21	1.80	10.73	1.72
PO	1.6000*	PF 1	3.98	184.46	184.99	185.01	185.14	0.026541	1.71	2.32	10.33	1.15
PO	1.4000*	PF 1	3.98	184.29	184.93	184.88	185.03	0.012615	1.42	2.81	9.45	0.83
PO	1.2000*	PF 1	3.98	184.11	184.90	184.78	184.99	0.007069	1.26	3.16	8.14	0.65
PO	1	PF 1	3.98	183.93	184.73	184.73	184.93	0.018044	2.00	1.99	5.00	1.01

**Tabella 42 - Risultati simulazione PO NV02 pk 1+373.47**



**Figura 32 - Profilo di corrente PO NV02 pk 1+373.47**



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 RI	ID0002 001	C	126 DI 151

I valori del grado di riempimento, franchi e velocità rispettano i limiti di cui ai paragrafi 5.1 e 5.2. Per maggiori dettagli si rimanda al Paragrafo 8.4.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	127 DI 151

### **6.6.17 Pk 1+556.93 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN22**

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 93 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 16;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Attraversamento in progetto con tombino scatolare 2.00x2.00 m;

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.11 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 2.62 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

Il progetto prevede l'attraversamento della viabilità con un nuovo tombino scatolare 2.00x2.00 m.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo il moto uniforme come condizione al contorno di monte e di valle.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE**

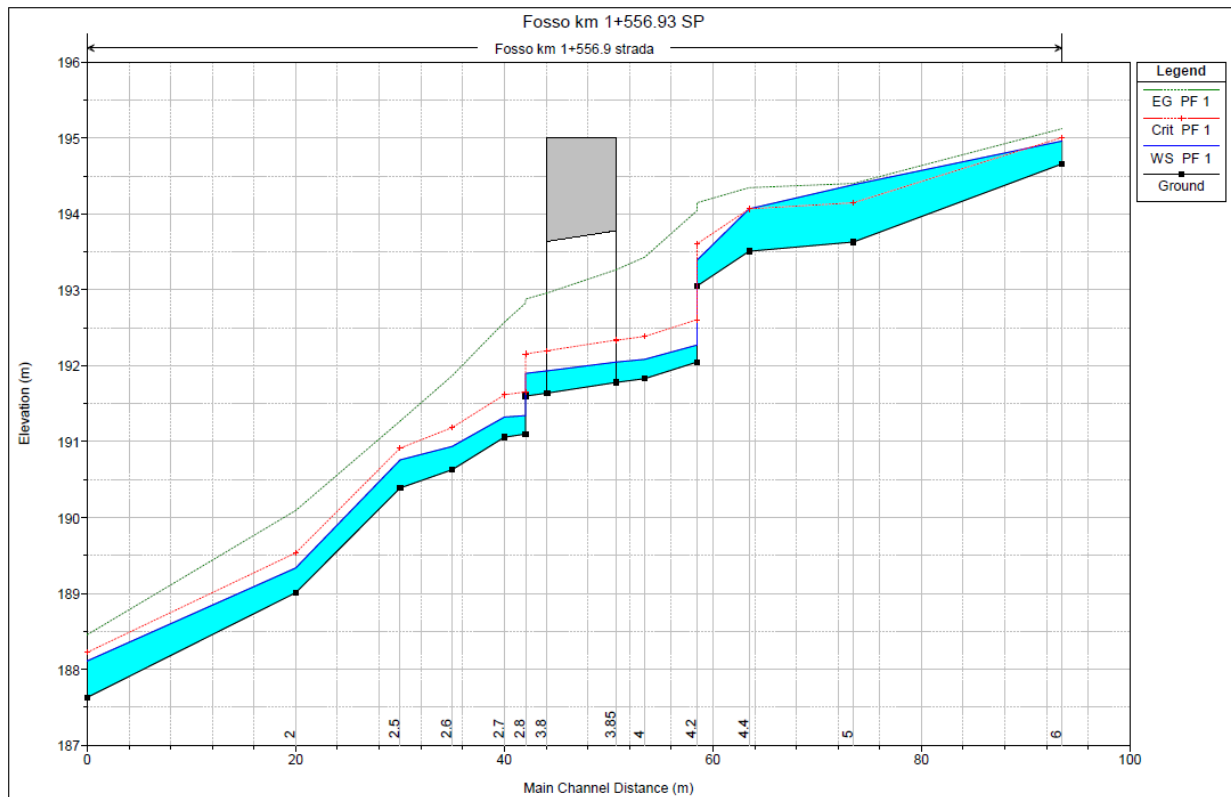
**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
 MINORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 IA5F 01 D 78 RI ID0002 001 C 128 DI 151

HEC-RAS Plan: REV1 River: Fosso km 1+556.9 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	2.62	194.66	194.96	195.01	195.12	0.040048	1.84	1.55	11.04	1.37
strada	5	PF 1	2.62	193.63	194.39	194.15	194.40	0.001078	0.64	5.77	22.54	0.27
strada	4.4	PF 1	2.62	193.51	194.07	194.07	194.35	0.016950	2.35	1.12	2.01	1.01
strada	4.3	PF 1	2.62	193.05	193.39	193.61	194.15	0.072391	3.85	0.68	2.01	2.11
strada	4.2	PF 1	2.62	192.05	192.27	192.61	194.04	0.264362	5.89	0.44	2.00	3.99
strada	4	PF 1	2.62	191.83	192.08	192.39	193.43	0.049809	5.14	0.51	2.00	3.25
strada	3.9	PF 1	2.62	191.78	192.05	192.34	193.26	0.042639	4.89	0.54	2.00	3.02
strada	3.85	Bridge										
strada	3.8	PF 1	2.62	191.64	191.93	192.20	192.96	0.032969	4.49	0.58	2.00	2.66
strada	3	PF 1	2.62	191.60	191.90	192.16	192.88	0.030702	4.39	0.60	2.00	2.56
strada	2.8	PF 1	2.62	191.10	191.34	191.66	192.83	0.057731	5.39	0.49	2.00	3.50
strada	2.7	PF 1	2.62	191.06	191.32	191.62	192.58	0.154974	4.95	0.53	2.01	3.08
strada	2.6	PF 1	2.62	190.63	190.94	191.19	191.87	0.099060	4.28	0.61	2.01	2.47
strada	2.5	PF 1	2.62	190.39	190.76	190.92	191.27	0.090010	3.17	0.83	3.55	2.10
strada	2	PF 1	2.62	189.01	189.34	189.54	190.09	0.153073	3.85	0.68	3.24	2.69
strada	1	PF 1	2.62	187.63	188.11	188.23	188.46	0.045003	2.64	1.05	4.96	1.55

**Tabella 43 - Risultati simulazione PO NV02 pk 1+556.93**



**Figura 33 - Profilo di corrente PO NV02 pk 1+556.93**



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 RI	ID0002 001	C	129 DI 151

I valori del grado di riempimento, franchi e velocità rispettano i limiti di cui ai paragrafi 5.1 e 5.2. Per maggiori dettagli si rimanda al Paragrafo 8.4.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	130 DI 151

### **6.6.18 Pk 1+885.52 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN23**

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 95 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 13;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Attraversamento in progetto con tombino scatolare 2.00x2.00 m;

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.31 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 6.57 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

Il progetto prevede l'attraversamento della viabilità con un nuovo tombino scatolare 2.00x2.00 m.

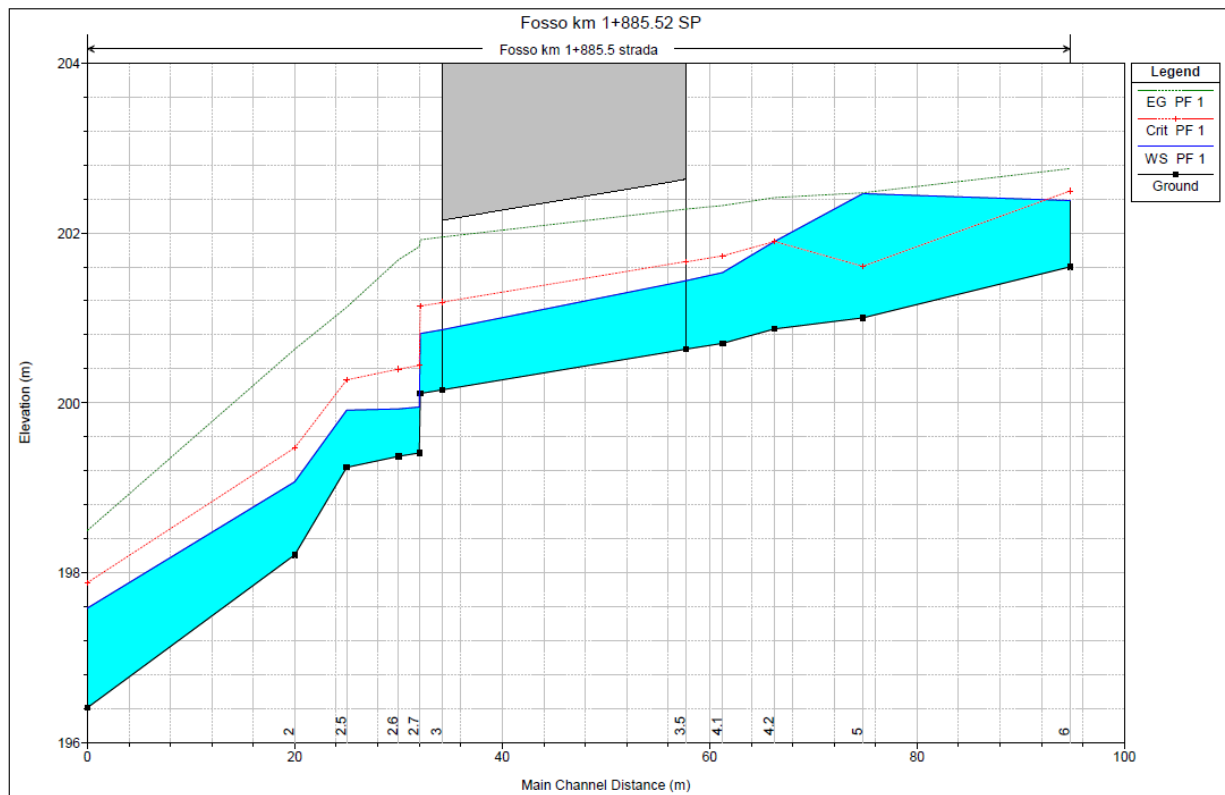
La simulazione numerica è stata eseguita assumendo il moto uniforme come condizione al contorno di monte e di valle.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: Fosso km 1+885.5 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	6.57	201.60	202.38	202.49	202.76	0.040010	2.72	2.42	7.11	1.49
strada	5	PF 1	6.57	201.00	202.46	201.61	202.47	0.000236	0.45	15.26	17.95	0.14
strada	4.2	PF 1	6.57	200.87	201.90	201.90	202.41	0.019591	3.19	2.06	2.01	1.00
strada	4.1	PF 1	6.57	200.70	201.53	201.73	202.32	0.009931	3.93	1.67	2.01	1.38
strada	4	PF 1	6.57	200.63	201.44	201.66	202.28	0.010868	4.07	1.62	2.01	1.45
strada	3.5	Bridge										
strada	3	PF 1	6.57	200.15	200.86	201.18	201.95	0.015556	4.63	1.42	2.01	1.76
strada	2.8	PF 1	6.57	200.11	200.82	201.14	201.92	0.015730	4.65	1.41	2.01	1.77
strada	2.7	PF 1	6.57	199.41	199.95	200.44	201.84	0.033657	6.08	1.08	2.00	2.65
strada	2.6	PF 1	6.57	199.37	199.93	200.40	201.69	0.105922	5.87	1.12	2.01	2.51
strada	2.5	PF 1	6.57	199.24	199.91	200.27	201.12	0.062608	4.88	1.35	2.01	1.90
strada	2	PF 1	6.57	198.21	199.07	199.47	200.63	0.147565	5.53	1.19	2.83	2.73
strada	1	PF 1	6.57	196.41	197.58	197.88	198.50	0.068491	4.24	1.55	2.76	1.81

**Tabella 44 - Risultati simulazione PO NV02 pk 1+885.52**



**Figura 34 - Profilo di corrente PO NV02 pk 1+885.52**

I valori del grado di riempimento, franchi e velocità rispettano i limiti di cui ai paragrafi 5.1 e 5.2. Per maggiori dettagli si rimanda al Paragrafo 8.4.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	132 DI 151

### **6.6.19 Pk 2+211.23 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN25**

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 100 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 15;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Attraversamento in progetto con tombino DN1500;

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.02 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 0.99 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

Il progetto prevede l'attraversamento della viabilità con un nuovo tombino DN1500.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo il moto uniforme come condizione al contorno di monte e di valle.

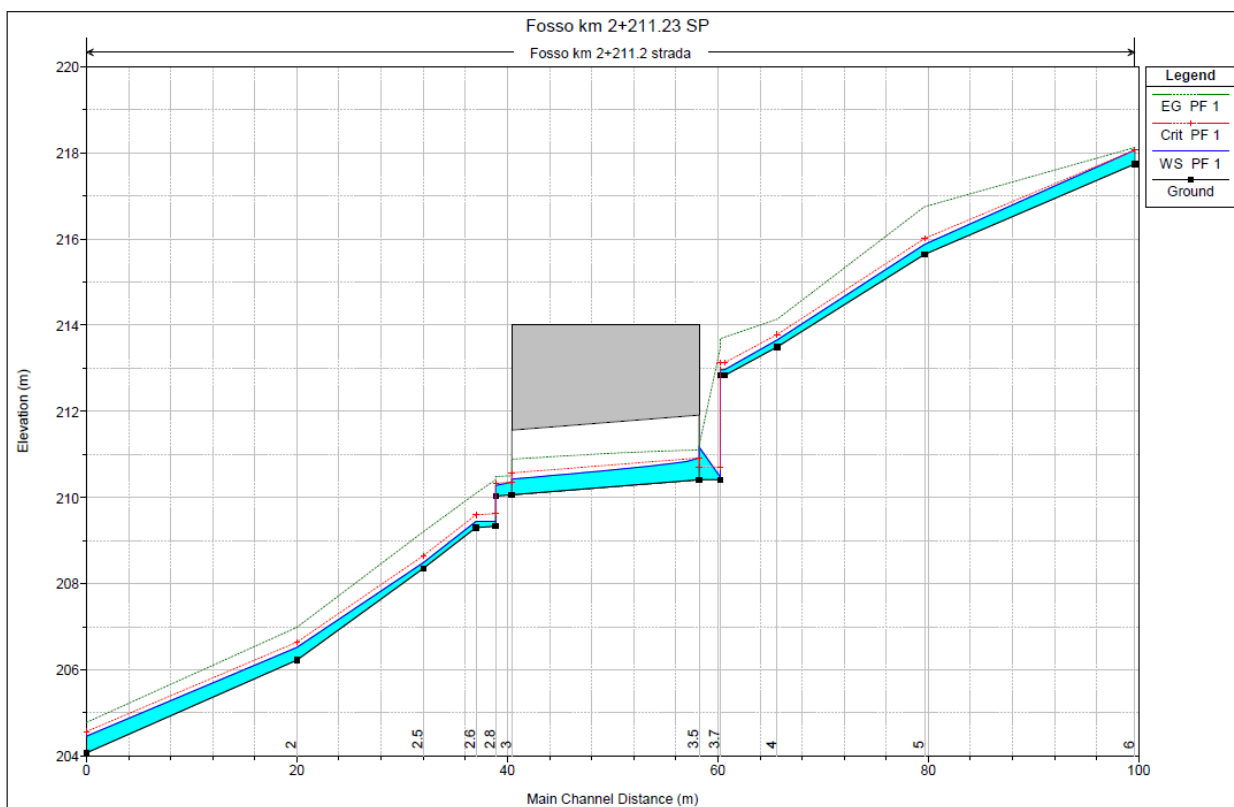
Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.



HEC-RAS Plan: Plan 03 River: Fosso km 2+211.2 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	1.00	217.74	218.06	218.06	218.12	0.025666	1.08	0.93	8.10	1.02
strada	5	PF 1	1.00	215.64	215.87	216.01	216.75	0.383794	4.14	0.24	2.62	3.88
strada	4	PF 1	1.00	213.49	213.65	213.78	214.14	0.102452	3.08	0.32	2.00	2.44
strada	3.9	PF 1	1.00	212.83	212.96	213.12	213.72	0.060226	3.86	0.26	2.00	3.43
strada	3.8	PF 1	1.00	212.83	212.96	213.12	213.69	0.055583	3.76	0.27	2.00	3.30
strada	3.7	PF 1	1.00	210.41	210.48	210.70	213.46	0.543000	7.65	0.13	2.00	9.55
strada	3.6	PF 1	1.00	210.41	211.17	210.70	211.19	0.000295	0.66	1.53	2.00	0.24
strada	3.5		Culvert									
strada	3	PF 1	1.00	210.06	210.35	210.35	210.50	0.004679	1.70	0.59	2.01	1.00
strada	2.9	PF 1	1.00	210.03	210.28	210.32	210.48	0.007804	2.01	0.50	2.01	1.29
strada	2.8	PF 1	1.00	209.33	209.45	209.62	210.41	0.087767	4.35	0.23	2.00	4.09
strada	2.6	PF 1	1.00	209.30	209.44	209.59	210.09	0.165883	3.59	0.28	2.00	3.07
strada	2.5	PF 1	1.00	208.35	208.48	208.64	209.20	0.191422	3.75	0.27	2.00	3.28
strada	2	PF 1	1.00	206.22	206.51	206.64	206.99	0.166404	3.04	0.33	2.37	2.61
strada	1	PF 1	1.00	204.07	204.46	204.57	204.77	0.076046	2.50	0.40	2.07	1.82

**Tabella 45 - Risultati simulazione PO NV02 pk 2+211.23**



**Figura 35 - Profilo di corrente PO NV02 pk 2+211.23**

I valori del grado di riempimento, franchi e velocità rispettano i limiti di cui ai paragrafi 5.1 e 5.2. Per maggiori dettagli si rimanda al Paragrafo 8.4.



**6.6.20 Pk 2+341.55 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Post Operam interferenza  
 IN26**

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 102 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 11;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Attraversamento in progetto con tombino DN1500;

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.03 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 1.48 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

Il progetto prevede l'attraversamento della viabilità con un nuovo tombino DN1500.

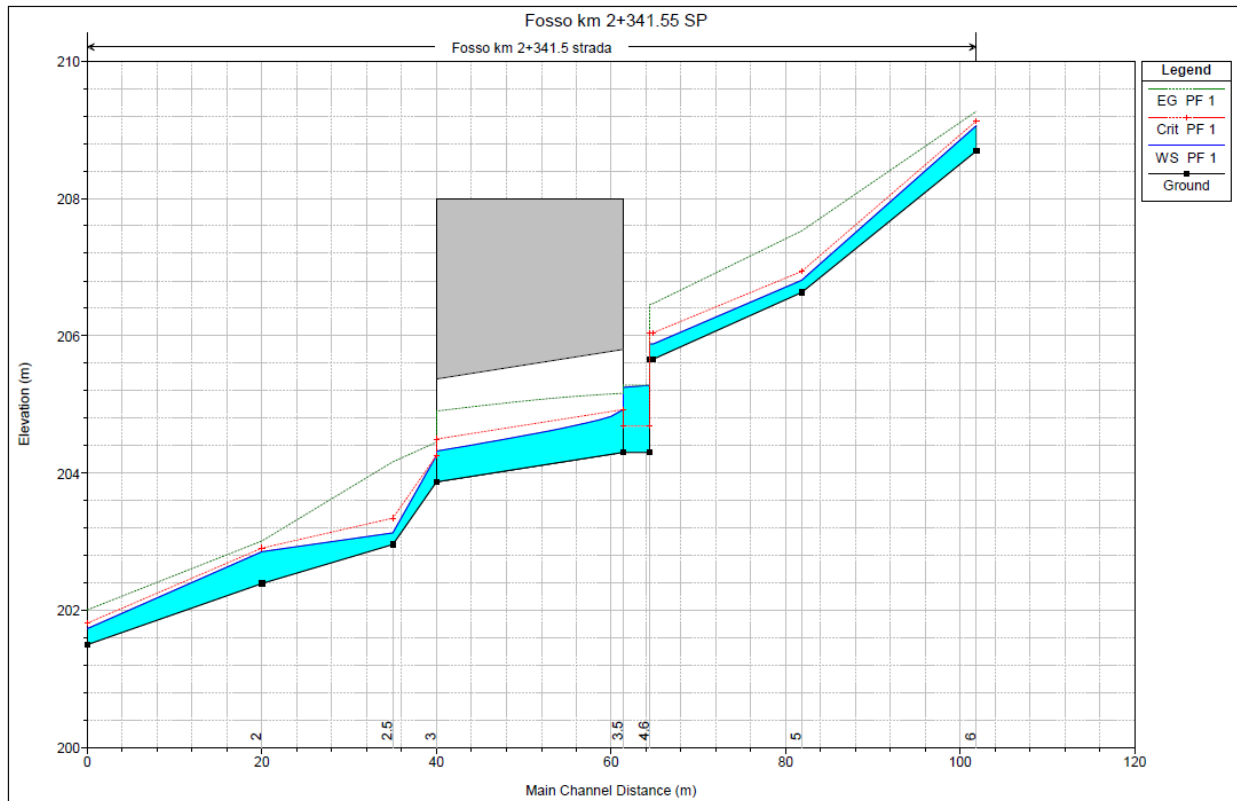
La simulazione numerica è stata eseguita assumendo il moto uniforme come condizione al contorno di monte e di valle.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: REV1 River: Fosso km 2+341.5 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	1.50	208.69	209.06	209.13	209.27	0.040016	2.04	0.77	4.83	1.40
strada	5	PF 1	1.50	206.63	206.81	206.94	207.53	0.282901	3.76	0.40	4.51	4.04
strada	4.8	PF 1	1.50	205.66	205.88	206.04	206.47	0.025354	3.40	0.44	2.01	2.31
strada	4.7	PF 1	1.50	205.66	205.88	206.04	206.46	0.024330	3.35	0.45	2.01	2.27
strada	4.6	PF 1	1.50	204.30	205.28	204.68	205.28	0.000048	0.34	12.02	39.14	0.11
strada	4	PF 1	1.50	204.30	205.25	204.68	205.28	0.000367	0.79	1.90	2.01	0.26
strada	3.5		Culvert									
strada	3	PF 1	1.50	203.87	204.25	204.25	204.45	0.016490	1.95	0.77	2.01	1.01
strada	2.5	PF 1	1.50	202.96	203.13	203.34	204.16	0.213690	4.51	0.33	2.00	3.53
strada	2	PF 1	1.50	202.39	202.85	202.90	203.01	0.027275	1.76	0.86	4.38	1.15
strada	1	PF 1	1.50	201.50	201.73	201.81	202.00	0.117698	2.32	0.65	5.60	2.17

**Tabella 46 - Risultati simulazione PO NV02 pk 2+341.55**



**Figura 36 - Profilo di corrente PO NV02 pk 2+341.55**

I valori del grado di riempimento, franchi e velocità rispettano i limiti di cui ai paragrafi 5.1 e 5.2. Per maggiori dettagli si rimanda al Paragrafo 8.4.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	136 DI 151

### **6.6.21 Pk 2+404.08 Viabilità NV02 - Simulazione numerica Post Operam interferenza IN24**

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 410 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 15;

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Attraversamento in progetto con ponte L=25 m;

Il bacino oggetto di studio è il Rio Conche, e risulta avere una superficie di 7.35 km<sup>2</sup>, pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni trattandosi di opere relative alla viabilità, con portata pari a 48.45 m<sup>3</sup>/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

Il progetto prevede l'attraversamento della viabilità con ponte L=25 m, ed una sistemazione in massi naturali in alveamento per un tratto di circa 50 m a monte e a valle con rivestimento in massi naturali.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo il moto uniforme come condizione al contorno di monte e di valle.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrico della corrente di piena, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.



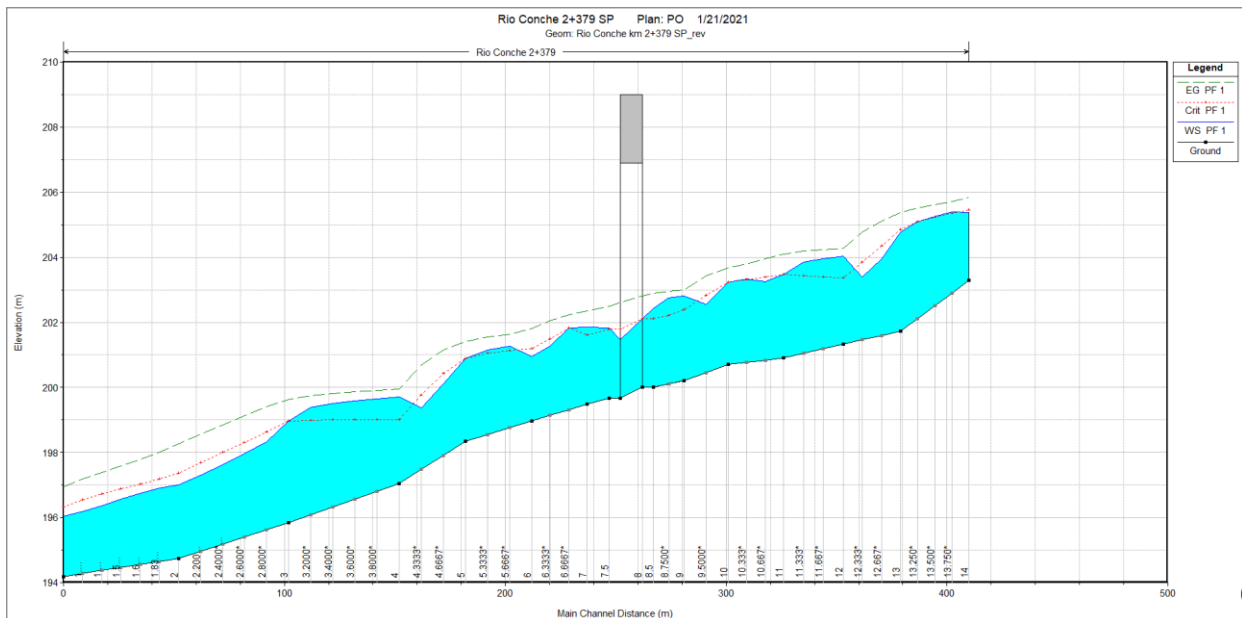
LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE**

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
 MINORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 IA5F 01 D 78 RI ID0002 001 C 137 DI 151

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 # Ch
2+379	14	PF 1	48.50	203.29	205.38	205.45	205.83	0.020025	2.97	16.31	25.05	1.18
2+379	13	PF 1	48.50	201.73	204.77	204.84	205.38	0.016492	3.46	14.02	13.26	1.07
2+379	12	PF 1	48.50	201.33	204.03	203.38	204.27	0.003348	2.16	22.50	13.85	0.54
2+379	11	PF 1	48.50	200.90	203.48	203.48	204.08	0.013188	3.44	14.08	11.74	1.00
2+379	10	PF 1	48.50	200.71	203.23	203.23	203.68	0.013932	2.95	16.43	18.82	1.01
2+379	9	PF 1	48.50	200.20	202.82	202.38	202.98	0.003942	1.79	27.11	26.46	0.56
2+379	8.5	PF 1	48.50	200.00	202.43	202.12	202.89	0.007202	3.00	16.18	10.30	0.76
2+379	8	Bridge										
2+379	7.5	PF 1	48.50	199.67	201.83	201.79	202.49	0.011748	3.59	13.50	9.49	0.96
2+379	7	PF 1	48.50	199.48	201.85	201.60	202.35	0.008102	3.13	15.49	10.10	0.81
2+379	6	PF 1	48.50	198.97	200.95	201.20	201.81	0.026819	4.12	11.77	13.62	1.41
2+379	5	PF 1	48.50	198.34	200.89	200.89	201.41	0.013665	3.18	15.24	14.88	1.00
2+379	4	PF 1	48.50	197.05	199.71	199.01	199.94	0.003120	2.11	23.04	13.75	0.52
2+379	3	PF 1	48.50	195.84	198.97	198.97	199.63	0.014033	3.59	13.52	10.42	1.01
2+379	2	PF 1	48.50	194.74	197.00	197.36	198.27	0.027753	5.01	9.69	7.64	1.42
2+379	1	PF 1	48.50	194.19	196.03	196.33	196.95	0.026463	4.24	11.45	12.40	1.41

**Tabella 47 - Risultati simulazione PO NV02 pk 2+404.08**



**Figura 37 - Profilo di corrente PO NV02 pk 2+404.08**

I valori del grado di riempimento, franchi e velocità rispettano i limiti di cui ai paragrafi 5.1 e 5.2. Per maggiori dettagli si rimanda al Paragrafo 8.4.



### 6.7 Verifiche in moto uniforme pk 10+733.50 interferenza IN09 e pk 10+911.00 interferenza IN10

La verifica viene condotta in regime di moto uniforme per i tombini presenti lungo la linea ferroviaria al km 10+733 (IN09) e 10+911 (IN10), in quanto si ritiene valida l'ipotesi che il regime di moto sia prossimo a quello del moto uniforme lungo l'intera estensione del manufatto.

La verifica viene effettuata utilizzando la formula di Chèzy, assumendo un valore del coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  pari a  $0.015 \text{ m}^{-1/3}/\text{s}^{-1}$  per il calcestruzzo.

Le portate di progetto per i due tombini in questione sono indicate nella seguente tabella.

Pk [km]	ID Ramo	Opera	Sup. Bacino (Km <sup>2</sup> )	Q <sub>200</sub> (mc/s)
10+733.50	A	Tombino 2x2	0.04	1.48
10+911.00	A	Tombino 2x2	0.04	1.48

**Tabella 48 - Portate di progetto per i tombini con verifica in moto uniforme**

Nella tabella seguente sono riportati i principali parametri della verifica idraulica, la progressiva, la portata di progetto, la pendenza del fondo, il grado di riempimento, il tirante idrico e la velocità.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 RI	ID0002 001	C	139 DI 151

Pk [km]	Q <sub>200</sub> (mc/s)	i <sub>f</sub> (%)	G.R. (%)	H (m)	V (m/s)
10+733.50	1.48	3.0	10%	0.21	3.60
10+911.00	1.48	3.0	10%	0.21	3.60

**Tabella 49 - Risultati delle verifiche idrauliche in moto uniforme**

I valori del grado di riempimento, franchi e velocità rispettano i limiti di cui ai paragrafi 5.1 e 5.2. Per maggiori dettagli si rimanda al Paragrafo 8.4.



## 7. VERIFICA DELLE CONDIZIONI D'INCIPIENTE EROSIONE

Le inalveazioni in progetto prevedono due diverse tipologie di rivestimento:

1. Rivestimento in cls
2. Rivestimento con materassi di Tipo Reno e Gabbioni
3. Rivestimento con massi naturali

Nella seguente tabella viene riportata, per ciascuna sistemazione, la tipologia di rivestimento prevista:

Pk [km]	ID Interferenza	Tipologia d'intervento in progetto	Tipologia di rivestimento
0+176.97	IN01	A monte dell'opera in progetto raccordo con il tombino della viabilità esistente mediante canale in c.a.; a valle canale in c.a. e canale trapezio rivestito con materassi Tipo Reno	Rivestimento con materassi Tipo Reno
0+265.74	IN02	A monte dell'opera in progetto raccordo con il tombino della viabilità esistente mediante canale in c.a.; a valle canale in c.a. e canale trapezio rivestito con materassi Tipo Reno	Rivestimento con materassi Tipo Reno
0+626.64	IN03	A monte dell'opera in progetto raccordo con il tombino della Linea Storica mediante canale in c.a.; a valle canale in c.a. e canale trapezio rivestito con materassi Tipo Reno	Rivestimento con materassi Tipo Reno
0+823.17	IN04	A monte dell'opera in progetto raccordo con il tombino della Linea Storica mediante canale in c.a.; a valle canale in c.a. e canale trapezio rivestito con materassi Tipo Reno	Rivestimento con materassi Tipo Reno

**Tabella 50 - Tipologia di rivestimento inalveazioni per la linea ferroviaria in progetto**





LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE**

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
 MINORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 IA5F 01 D 78 RI ID0002 001 C 141 DI 151

<b>Pk [km]</b>	<b>ID Interferenza</b>	<b>Tipologia d'intervento in progetto</b>	<b>Tipologia di rivestimento</b>
0+011.21	IN16	A monte dell'opera in progetto raccordo con l'alveo esistente mediante canale in c.a.; a valle canale in c.a. e canale rettangolare rivestito con gabbioni	Rivestimento con gabbioni
0+341.31	IN17	A monte dell'opera in progetto raccordo con l'alveo esistente mediante canale in c.a.; a valle canale in c.a. e canale rettangolare rivestito con gabbioni	Rivestimento con gabbioni
0+420.66	IN18	A monte dell'opera in progetto raccordo con l'alveo esistente mediante canale in c.a.; a valle canale in c.a. e canale rettangolare rivestito con gabbioni	Rivestimento con gabbioni
0+631.19	IN20	A monte dell'opera in progetto raccordo con l'alveo esistente mediante canale in c.a.; a valle canale in c.a. e canale rettangolare rivestito con gabbioni	Rivestimento con gabbioni
1+373.47	IN21	A monte dell'opera in progetto raccordo con l'alveo esistente mediante canale in c.a.; a valle canale in c.a. e canale rettangolare rivestito con gabbioni	Rivestimento con gabbioni
1+556.93	IN22	A monte dell'opera in progetto raccordo con l'alveo esistente mediante canale in c.a.; a valle canale in c.a. e canale rettangolare rivestito con gabbioni	Rivestimento con gabbioni
1+885.52	IN23	A monte dell'opera in progetto raccordo con l'alveo esistente mediante canale in c.a.; a valle canale in c.a. e canale rettangolare rivestito con gabbioni	Rivestimento con gabbioni
2+211.23	IN25	A monte dell'opera in progetto raccordo con l'alveo esistente mediante canale in c.a.; a valle canale in c.a. e canale rettangolare rivestito con gabbioni	Rivestimento con gabbioni
2+341.55	IN26	A monte dell'opera in progetto raccordo con l'alveo esistente mediante canale in c.a.; a valle canale in c.a. e canale rettangolare rivestito con gabbioni	Rivestimento con gabbioni
1+029.11	IN19	A monte e valle dell'opera per un tratto di circa 50 m è previsto un inalveamento con rivestimento in massi naturali.	Rivestimento con massi naturali
2+404.08	IN24	A monte e valle dell'opera per un tratto di circa 50 m è previsto un inalveamento con rivestimento in massi naturali.	Rivestimento con massi naturali

**Tabella 51 - Tipologia di rivestimento inalveazioni per la viabilità in progetto**

Nei paragrafi seguenti si riportano i risultati delle verifiche delle condizioni di incipiente erosione effettuate per i canali rivestiti in materassi Tipo Reno e gabbioni.

## 7.2. Rivestimento in Materassi Tipo Reno e Gabbioni

Si riportano di seguito i valori della velocità massima della corrente in corrispondenza delle sezioni rivestite a valle dei manufatti in progetto, indicando la progressiva dell'interferenza, il tipo di rivestimento in materassi tipo reno e gabbioni, ed il diametro minimo del materiale di riempimento (d) ed il valore della massima velocità della corrente (V).

Pk [km]	ID Ramo	ID Interferenza	Tipologia rivestimento	d <sub>50</sub> (m)	V (m/s)
0+176.97	A	IN01	materassi	0.125	2.8
0+265.74	A	IN02	materassi	0.125	2.9
0+626.64	A	IN03	materassi	0.125	1.6
0+823.17	A	IN04	materassi	0.125	4.2

**Tabella 52 - Verifica dei rivestimenti delle per le opere ferroviarie in progetto**

Pk [km]	ID Ramo	ID Interferenza	Tipologia rivestimento	d <sub>50</sub> (m)	V (m/s)
0+011.21	NV01	IN16	gabbioni	0.19	1.74
0+341.31	NV01	IN17	gabbioni	0.19	5.89
0+420.66	NV02	IN18	gabbioni	0.19	5.89
0+631.19	NV02	IN20	gabbioni	0.19	5.12
1+373.47	NV02	IN21	gabbioni	0.19	4.70
1+556.93	NV02	IN22	gabbioni	0.19	4.95
1+885.52	NV02	IN23	gabbioni	0.19	4.88

Pk [km]	ID Ramo	ID Interferenza	Tipologia rivestimento	d <sub>50</sub> (m)	V (m/s)
2+211.23	NV02	IN25	gabbioni	0.19	3.59
2+341.55	NV02	IN26	gabbioni	0.19	4.51

**Tabella 53 - Verifica dei rivestimenti delle per le opere stradali in progetto**

Come si evince dalla precedente riportata tabella il valore massimo della velocità di deflusso della corrente risulta sempre inferiore a 5.89 m/s.

Prove di laboratorio mostrano che i rivestimenti in materassi tipo "Reno" dello spessore di 30 cm e riempimento con pezzatura variabile tra 100-150 mm presentano una velocità critica (primo movimento) di 5,0 m/s e velocità limite (massima deformazione) di 6,4 m/s.

I gabbioni, invece, dello spessore di 50 cm e riempimento con pezzatura variabile tra 120-250 mm presentano una velocità critica (primo movimento) di 6,4 m/s e velocità limite (massima deformazione) di 8,0 m/s.

Type	Thickness (m)	Filling stones		Critical velocity (*)	Limit velocity (*)
		stone size	d <sub>50</sub>		
Reno mattress	0,15-0,17	70-100	0.085	3.5	4.2
		70-150	0.110	4.2	4.5
	0,23-0,25	70-100	0.085	3.6	5.5
		70-150	0.120	4.5	6.1
	0,30	70-120	0.100	4.2	5.5
		100-150	0.125	5.0	6.4
Gabions	0,50	100-200	0.150	5.8	7.6
		120-250	0.190	6.4	8.0

**Tabella 54 - Velocità critica e Limiti di velocità per materassi reno e gabbioni**

### 7.3. Rivestimento in massi naturali

Per quanto riguarda i rivestimenti in progetto per le inalveazioni relative alle interferenze, è stata condotta una verifica delle condizioni di incipiente erosione in corrispondenza delle

sezioni critiche (ovvero maggiormente sollecitate), mediante la metodologia basata sulla teoria di Shields, secondo cui il moto del materiale di diametro minore o uguale a  $d$  e peso specifico  $\gamma_s$  ha origine quando la tensione tangenziale  $\tau_0$  dovuta alla corrente supera il valore critico  $\tau_{cr}$ , funzione della dimensione del materiale e delle caratteristiche geometriche dell'alveo.

La tensione tangenziale massima esercitata dalla corrente è espressa dalla relazione:

$$\tau_0 = \xi \cdot \gamma_w \cdot R_H \cdot i \quad [\text{N/m}^2]$$

con:

$\xi$  coefficiente che tiene conto della distribuzione delle tensioni tangenziali; è assunto pari a 1 per il fondo alveo e 0.75 in corrispondenza delle sponde;

$\gamma_w$  è il peso specifico del fluido (9'810 N/m<sup>3</sup>);

$R_H$  è il raggio idraulico (m);

$i$  è la pendenza locale della linea dell'energia (m/m).

I valori della  $\tau_0$  devono essere confrontati con le tensioni tangenziali critiche che mobilitano il materiale sul fondo e sulle sponde. Il valore critico  $\tau_{cr}$  che mobilita un masso di diametro  $d$  con peso specifico  $\gamma_s$  in assenza di coesione ed in regime turbolento ha la seguente espressione, tratta dall'articolo "Criteri di dimensionamento e di verifica delle stabilizzazioni di alveo e di sponda con massi sciolti e massi legati" di Armanini e Scotton, Università degli Studi di Trento - Atti del Corso di Aggiornamento "Moderni criteri di sistemazione degli alvei fluviali" a cura del Politecnico di Milano:

$$\left\{ \begin{array}{l} \tau_{cr, fondo} = (\gamma_s - \gamma_w) \cdot d \cdot \left[ 0.06 \cdot \left( 1 + 0.67 \cdot \sqrt{\frac{d}{y_0}} \right) \right] \cdot \left( \cos \alpha - \frac{\sin \alpha}{\tan \varphi} \right) \\ \tau_{cr, sponde} = \tau_{cr, fondo} \cdot \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \vartheta}{\sin^2 \varphi}} \end{array} \right. \quad [\text{N/m}^2]$$



con:

$\gamma_s$  peso specifico dei massi, pari a 26'000 N/m<sup>3</sup>;

$\gamma_w$  peso specifico del fluido, pari a 9'810 N/m<sup>3</sup>;

$d$  diametro del masso (m);

$y_0$  tirante idrico (m);

$\alpha$  angolo di inclinazione del fondo alveo rispetto all'orizzontale;

$\vartheta$  angolo di inclinazione delle sponde del corso d'acqua rispetto all'orizzontale;

$\varphi$  angolo di attrito dei massi, pari a 45°, in base a dati di letteratura.

Tale relazione, a differenza di quella formulata da Shields (la quale è da ritenersi valida nel caso di particelle omogenee, non coesive, su fondo orizzontale, con scabrezza relativa sufficientemente piccola), tiene conto degli effetti legati alla pendenza del fondo alveo, alla pendenza delle sponde e alla sommergenza  $d/y_0$  relativamente bassa.

Dalla tabella sottostante si evidenzia che il passaggio dell'onda di piena non è in grado di mobilitare massi del diametro medio previsto per ogni rivestimento in progetto:

- 0.60 m per i massi naturali di prima categoria.

Di seguito si riportano gli esiti delle verifiche per gli inalveamenti con massi naturali in progetto, dalle quali risultano fattori di sicurezza nel rapporto fra le tensioni critiche e quelle al fondo molto alti.

WBS	Tipo di rivestimento	$h$ [m]	$i$ [m/m]	$d$ [m]	$\tau_{\text{fondo}}$ [N/m <sup>2</sup> ]	$\tau_{\text{cr,fondo}}$ [N/m <sup>2</sup> ]	$FS_{\text{cr,fondo}}$ $\tau_{\text{cr,fondo}}/\tau_{\text{fondo}}$	$\tau_{\text{sponde}}$ [N/m <sup>2</sup> ]	$\tau_{\text{cr,sponde}}$ [N/m <sup>2</sup> ]	$FS_{\text{cr,sponde}}$ $\tau_{\text{cr,sponde}}/\tau_{\text{fondo}}$
IN19	Massi naturali di 1a categoria	1.9	0.015	0.6	219	706	3.22	164	526	3.20
IN24	Massi naturali di 1a categoria	1.57	0.02	0.6	269	808	3.0	202	501	2.5

**Tabella 55 - Verifica dell'erosione del rivestimento previsto per le inalveazioni in progetto.**

	LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE</b>				
	<b>RELAZIONE IDRAULICA OPERE MINORI</b>	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 001	REV. C

## 8. COMPATIBILITA' IDRAULICA

Nello studio effettuato è stata valutata la compatibilità idraulica degli attraversamenti minori dell'infrastruttura di progetto con il territorio, ed è stata analizzata la sicurezza del corpo ferroviario e stradale, identificando in termini di funzionalità e sicurezza i manufatti di presidio idraulico più opportuni, garantendo la minima interferenza delle opere con il normale deflusso delle acque.

Gli strumenti normativi presi a riferimento nella valutazione della compatibilità idraulica delle opere di progetto sono:

- NTC 2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e relativa circolare applicativa del 21 gennaio 2019, n. 7 “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”;
- Manuale di Progettazione RFI 2019;
- Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale, approvato il 21 dicembre 2016 dal Comitato Istituzionale dell’AdB con delibera n.11, primo aggiornamento 2016 del PAI, vigente dal 9 febbraio 2017, data di pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana (n.33);

Nella Relazione di Piano sono individuate le aree soggette a pericolosità idraulica attraverso l’individuazione, la localizzazione e la caratterizzazione degli eventi alluvionali che abbiano prodotto effetti sul territorio, in particolare danni a persone o cose, o semplicemente, abbiano creato condizioni di disagio o allarme. Tale individuazione è un importante strumento che ha condotto alla delimitazione delle aree a potenziale rischio inondazione.

Dagli elaborati grafici annessi al PAI si evince come l’infrastruttura ferroviaria di progetto, in corrispondenza degli attraversamenti minori oggetto della presente relazione, non intercetti le perimetrazioni del Piano di Bacino o attraversi aree classificate come “aree a pericolosità idraulica”.



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	RI ID0002 001	C	147 DI 151

Il PAI, inoltre, non fornisce indicazioni relativamente al dimensionamento delle opere di attraversamento dei corsi d'acqua, ma indica nel metodo VAPI Basilicata il riferimento per la stima delle massime precipitazioni dell'area.

### 8.1 Studio idrologico

Lo studio idrologico è stato condotto con l'obiettivo di valutare, con i modelli proposti in letteratura, le portate al colmo di piena nei corsi d'acqua interessati dalle opere in progetto.

Le stime delle portate sono state effettuate mediante l'applicazione del metodo razionale, a partire dai dati di precipitazione calcolati con l'analisi statistica metodo VAPI per la Regione Basilicata, come indicato dal PAI, in riferimento alla piena con frequenza 200 anni.

Le stime condotte sono riportate nelle Relazione Idrologica annessa.

### 8.2 Verifiche idrauliche

Gli attraversamenti sui corsi d'acqua sono stati verificati sulla base delle prescrizioni tecniche del Manuale di Progettazione RFI 2019 e delle NTC 2018 e relativa Circolare applicativa.

Per le opere minori, oggetto della presente relazione, la piena di riferimento ha frequenza 200 anni in quanto trattasi di bacini con area inferiore a 10 km<sup>2</sup>. L'unica interferenza idraulica che attraversa un corso d'acqua con area superiore a 10 km<sup>2</sup> (Rio Conche IN24) è relativa ad un ponte stradale sulla NV02, pertanto la piena di riferimento è ancora la duecentennale.

Lo studio idraulico, ad eccezione dei casi di estrema semplicità per le interferenze presenti lungo la linea ferroviaria al km 10+733 (IN09) e 10+911 (IN10), è stato eseguito mediante simulazioni in moto permanente considerando un tratto significativo del corso d'acqua sia a monte che a valle di ciascun attraversamento.

	LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE</b>				
	<b>RELAZIONE IDRAULICA OPERE MINORI</b>	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 001	REV. C

Per quanto non espressamente indicato, valgono per analogia le prescrizioni di cui al Capitolo 5 del presente documento.

### 8.3 Sistemazioni idrauliche

Gli interventi previsti in alveo a valle dei manufatti di attraversamento sono stati definiti utilizzando opere di protezione di tipo "elastico" quali materassi di tipo Reno e gabbioni, che costituiscono un'affidabile protezione degli stessi dall'azione erosiva della corrente di piena.

Tali interventi costituiscono il raccordo fra il canale in c.a. previsto allo sbocco del manufatto di attraversamento e l'alveo naturale.

Gli interventi di sistemazione ripropongono la sagoma delle sezioni attuali d'alveo, e incidono solo localmente sulle pendenze longitudinali dei corsi d'acqua.

Le sistemazioni idrauliche sono state progettate in generale con lo scopo di:

- assicurare con il periodo di ritorno previsto la sicurezza dell'infrastruttura ferroviaria;
- diminuire le eventuali condizioni di rischio garantendo l'efficienza idraulica dei corsi d'acqua;
- non alterare le condizioni di deflusso idrico e solido nel tratto oggetto di studio;
- impedire divagazioni che possano andare ad interessare le opere in progetto;
- assicurare che l'evoluzione della livelletta d'alveo non approfondisca l'incisione esistente in corrispondenza dell'opera di attraversamento;
- evitare le conseguenze derivanti dai fenomeni di erosione localizzata.

Particolari accorgimenti sono stati adottati per una corretta manutenzione delle opere, onde poter ridurre al minimo gli interventi atti a garantirne l'efficienza idraulica dei manufatti.





#### 8.4 Analisi di compatibilità idraulica

L'infrastruttura ferroviaria e stradale di progetto, come già accennato in precedenza, è esterna alle perimetrazioni delle aree a pericolosità idraulica del PAI.

La verifica di compatibilità idraulica viene pertanto eseguita in riferimento al cap. 5.1.2.3 delle NTC 2018 e relativa circolare applicativa, e al Manuale di Progettazione RFI 2019, dove vengono specificate le seguenti condizioni minime:

Ponti:

- Piena di riferimento Tr 200 anni;
- Franco idraulico minimo sul livello di massima piena 1,50 m;
- Franco minimo sul carico idraulico totale 0.5 m;

Tombini:

- Piena di riferimento Tr 200 anni;
- Franco idraulico minimo sul livello di massima piena 0,50 m ed un riempimento massimo pari a 2/3 dell'altezza libera (G.R. max 67%);
- i tratti del corso d'acqua immediatamente prospicienti l'imbocco e lo sbocco del manufatto devono essere protetti da fenomeni di scalzamento e/o erosione;

In riferimento all'ultimo punto relativamente alla compatibilità idraulica dei tombini si rimanda al precedente capitolo dove sono analizzate le protezioni dall'erosione previste in progetto in corrispondenza dell'imbocco e dello sbocco.

Per la verifica dei punti precedenti relativamente ai franchi idraulici si riporta nella tabella seguente per ciascun attraversamento la progressiva, l'identificativo dell'interferenza, la portata di progetto, la quota di intradosso di ciascun manufatto, la quota del livello idrico (L.I.)



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE**

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
 MINORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 IA5F 01 D 78 RI ID0002 001 C 150 DI 151

stimato in corrispondenza della sezione di monte, il valore del franco idraulico ed il grado di riempimento (G.R.). Nel caso dei due ponti stradali in progetto sul Rio Conche viene riportata a seguire anche la verifica sul livello del carico idraulico (Livello C.I.) ed il relativo franco sull'intradosso del manufatto in progetto.

Pk [km]	ID Ramo	ID Interferenza	Q <sub>200</sub> (mc/s)	Quota intradosso (m.s.l.m.)	L.I. (m.s.l.m.)	Franco idraulico (m)	G.R. (%)
0+176.97	A	IN01	1.48	86.71	84.99	1.72	14%
0+265.74	A	IN02	5.06	86.20	84.55	1.65	17%
0+626.64	A	IN03	3.81	84.18	81.80	2.38	21%
0+823.17	A	IN04	6.52	82.98	81.60	1.38	31%
10+101.50	A	IN07	6.62	141.22	139.42	1.80	10%
10+281.50	A	IN08	1.26	138.20	136.34	1.86	7%
10+733.50	A	IN09	1.48	143.30	141.51	1.79	11%
10+911.00	A	IN10	1.48	142.36	140.57	1.79	11%
14+959.42	A	IN11	2.54	145.75	144.16	1.59	20%
18+888.57	A	IN12	2.63	191.32	188.62	2.70	10%
19+391.22	A	IN13	9.22	197.64	195.00	2.64	12%
0+379.23	B	IN14	5.15	79.29	77.52	1.77	11%

**Tabella 56 - Verifica del franco idraulico per le opere ferroviarie esistenti ed in progetto**

Pk [km]	ID Ramo	ID Interferenza	Q <sub>200</sub> (mc/s)	Quota intradosso (m.s.l.m.)	L.I. (m.s.l.m.)	Franco idraulico (m)	G.R. (%)
0+011.21	NV01	IN16	1.07	91.34	90.63	0.71	53%
0+341.31	NV01	IN17	12.10	89.85	88.60	1.25	38%
0+420.66	NV02	IN18	8.34	168.31	166.94	1.37	32%
0+631.19	NV02	IN20	8.84	170.26	169.10	1.16	42%



LINEA FERRANDINA-MATERA LA MARTELLA  
PROGETTO DEFINITIVO  
COLLEGAMENTO DI MATERA CON LA RETE FERROVIARIA NAZIONALE

RELAZIONE IDRAULICA OPERE  
MINORI

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
IA5F 01 D 78 RI ID0002 001 C 151 DI 151

Pk [km]	ID Ramo	ID Interferenza	Q <sub>200</sub> (mc/s)	Quota intradosso (m.s.l.m.)	L.I. (m.s.l.m.)	Franco idraulico (m)	G.R. (%)
1+029.11	NV02	IN19	65.45	179.40	175.40	4.00	
1+373.47	NV02	IN21	3.98	188.00	186.40	1.40	30%
1+556.93	NV02	IN22	2.62	193.78	192.05	1.73	14%
1+885.52	NV02	IN23	6.57	202.63	201.44	1.19	41%
1+211.23	NV02	IN25	0.99	211.91	211.17	0.74	51%
2+341.55	NV02	IN26	1.48	205.80	205.25	0.55	63%
2+404.08	NV02	IN24	48.45	206.89	202.12	4.77	

**Tabella 57 - Verifica del franco idraulico per le opere stradali in progetto**

Pk [km]	ID Ramo	ID Interferenza	Q <sub>200</sub> (mc/s)	Quota intradosso (m.s.l.m.)	L.C.I. (m.s.l.m.)	Franco L.C.I. (m)
1+029.11	NV02	IN19	65.45	179.40	175.40	4.00
2+404.08	NV02	IN24	48.45	206.89	202.12	4.77

**Tabella 58 - Verifica del franco sul carico idraulico per i ponti stradali in progetto**

Alla luce delle precedenti considerazioni, la configurazione finale di progetto risulta idraulicamente compatibile con le norme della legislazione vigente di protezione dai rischi idraulici e con la conformazione odierna dei luoghi.

**ALLEGATO A1**

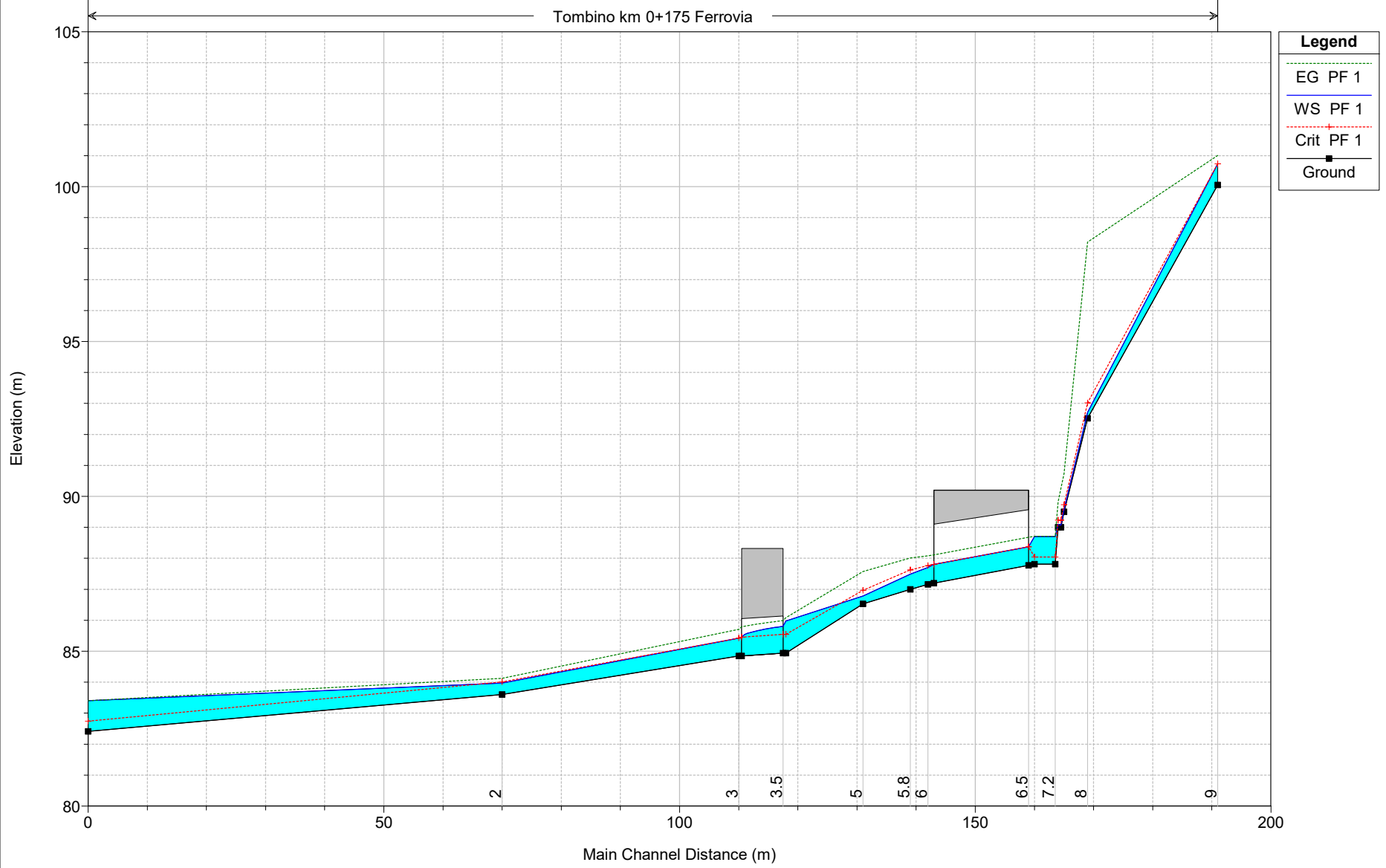
**Fosso al km 0+175 – Ramo A**

**Ante Operam**

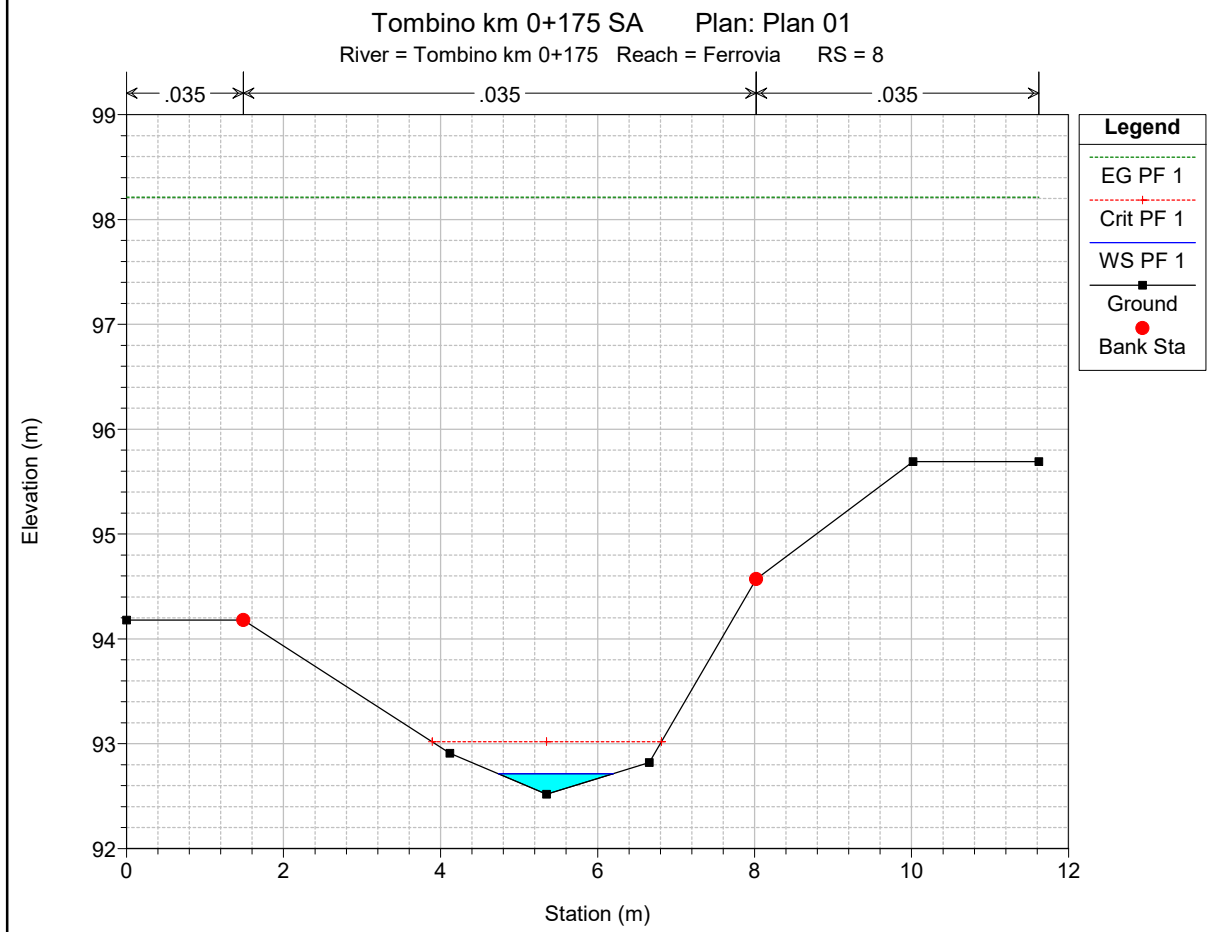
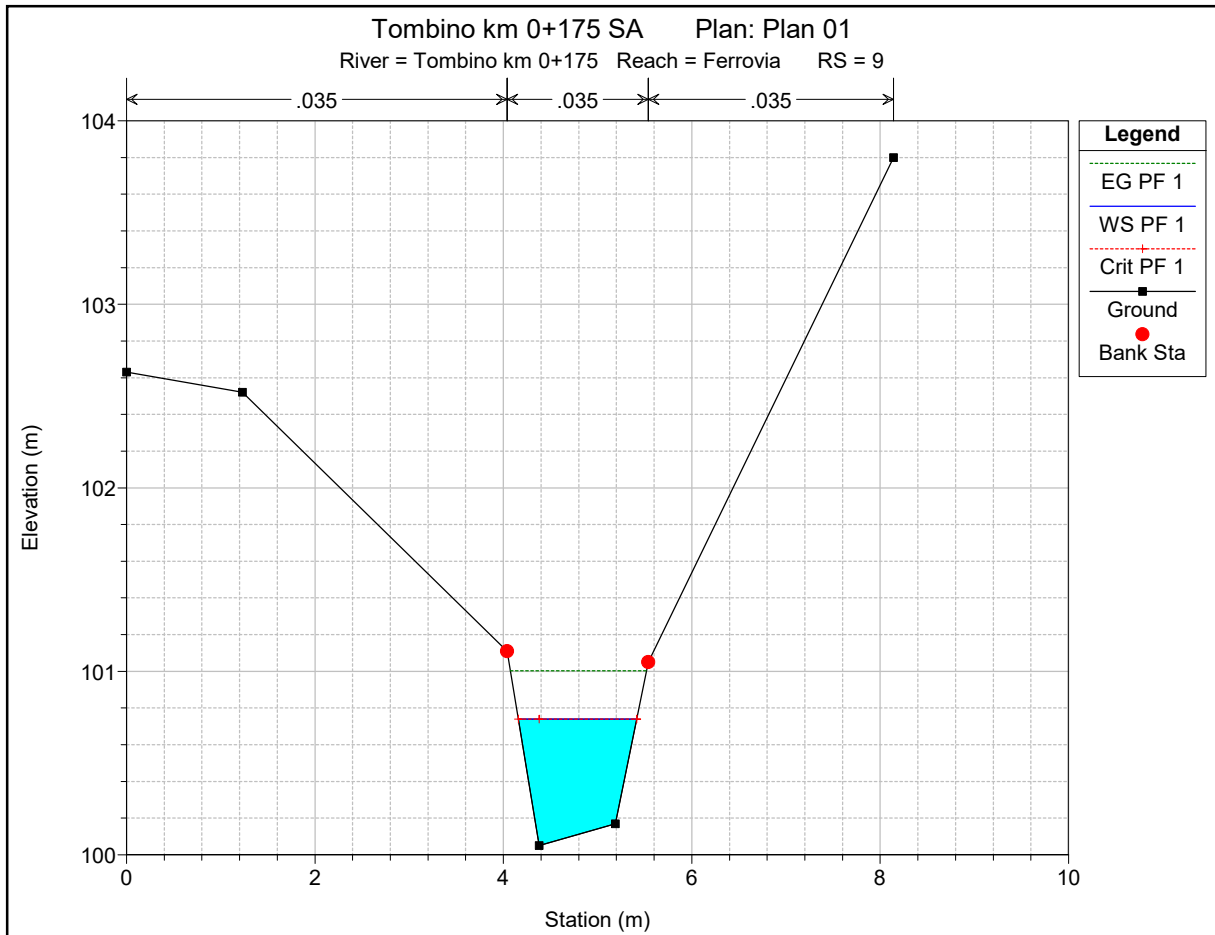
**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

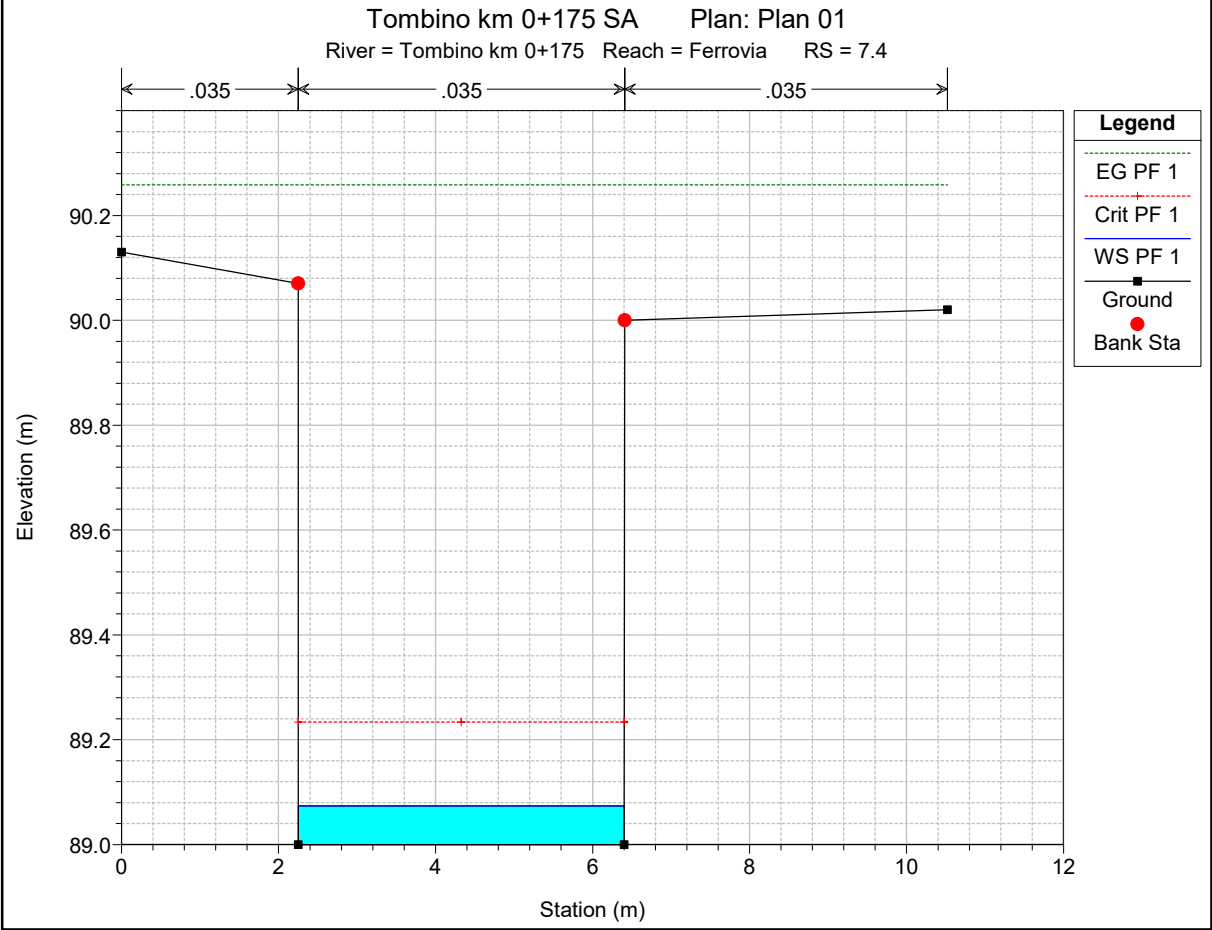
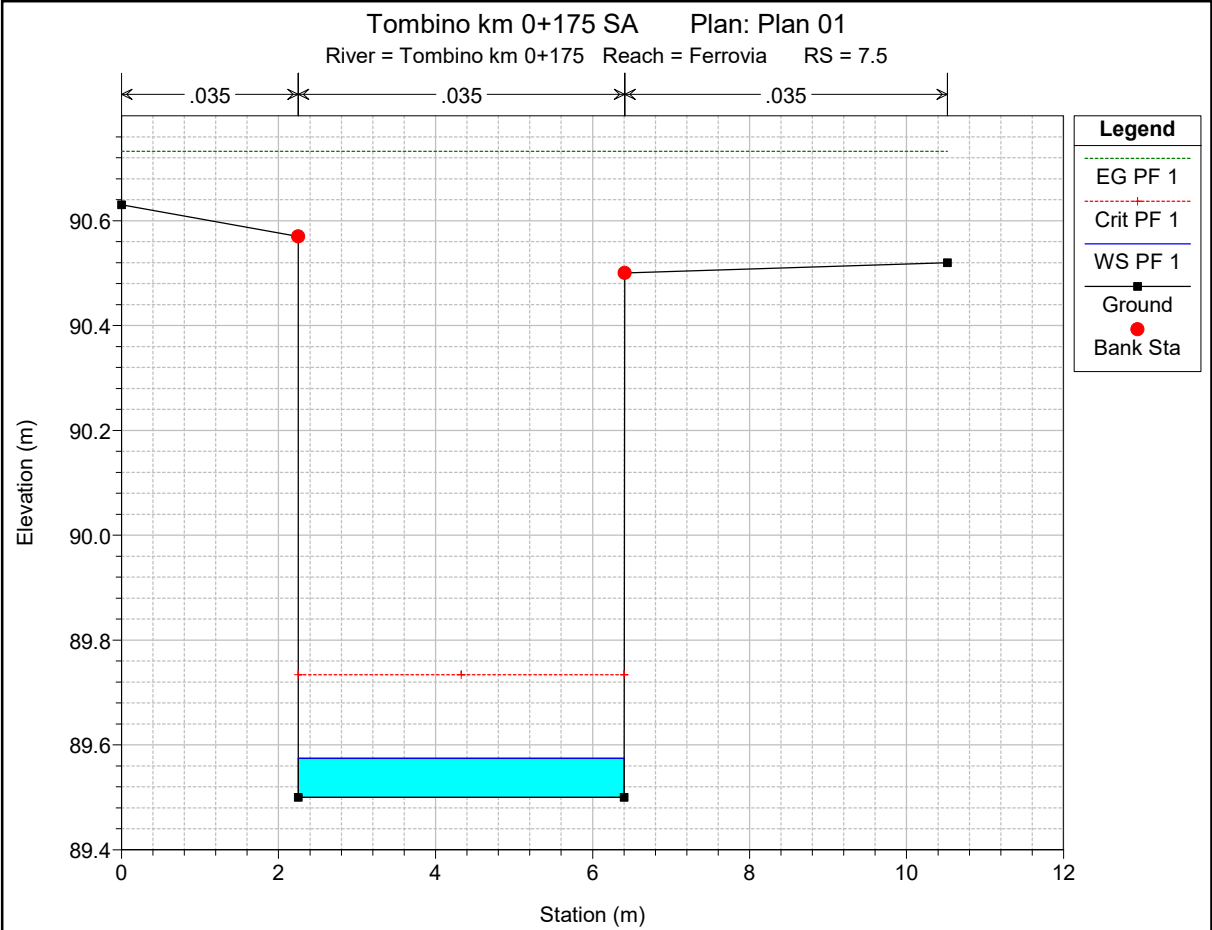
Tombino km 0+175 SA Plan: Plan 01

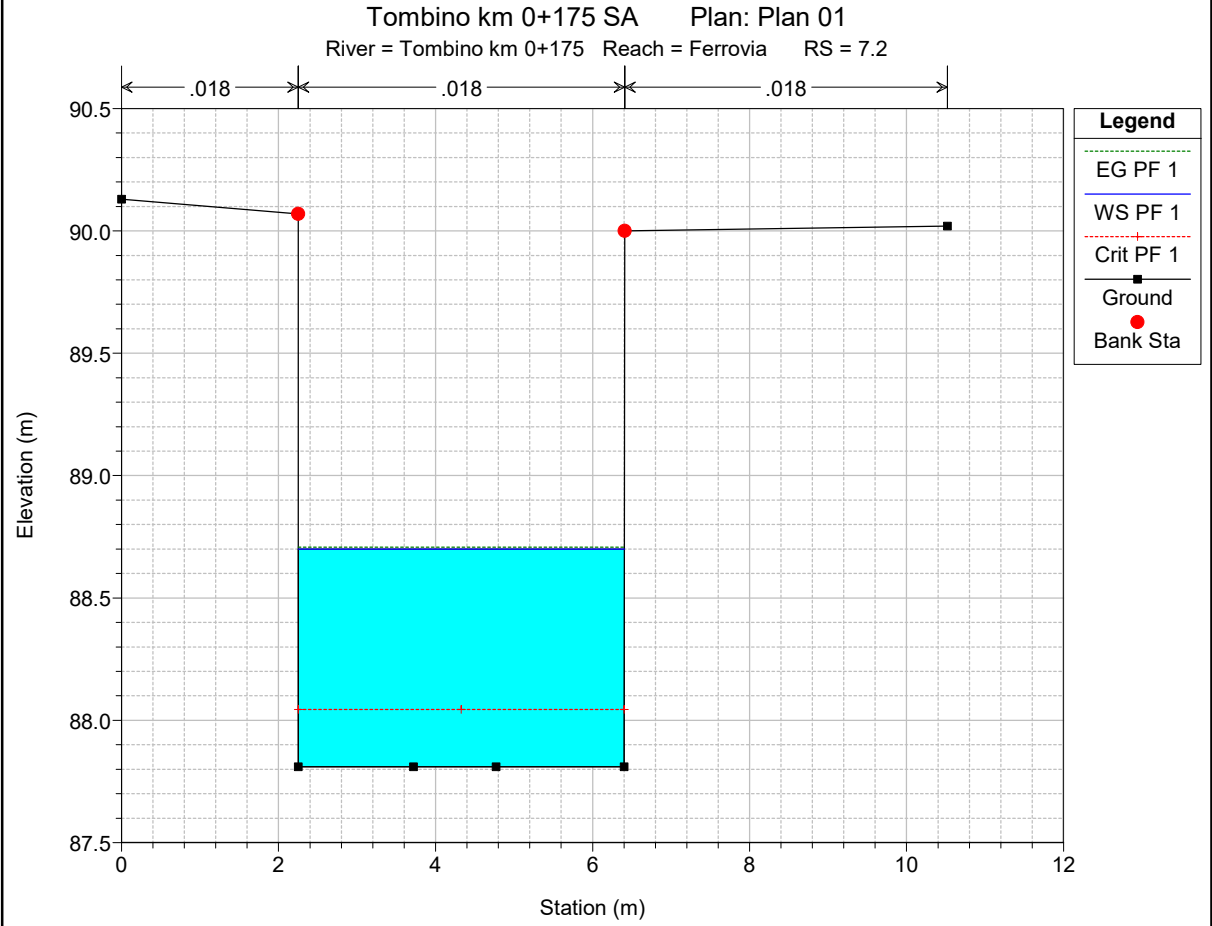
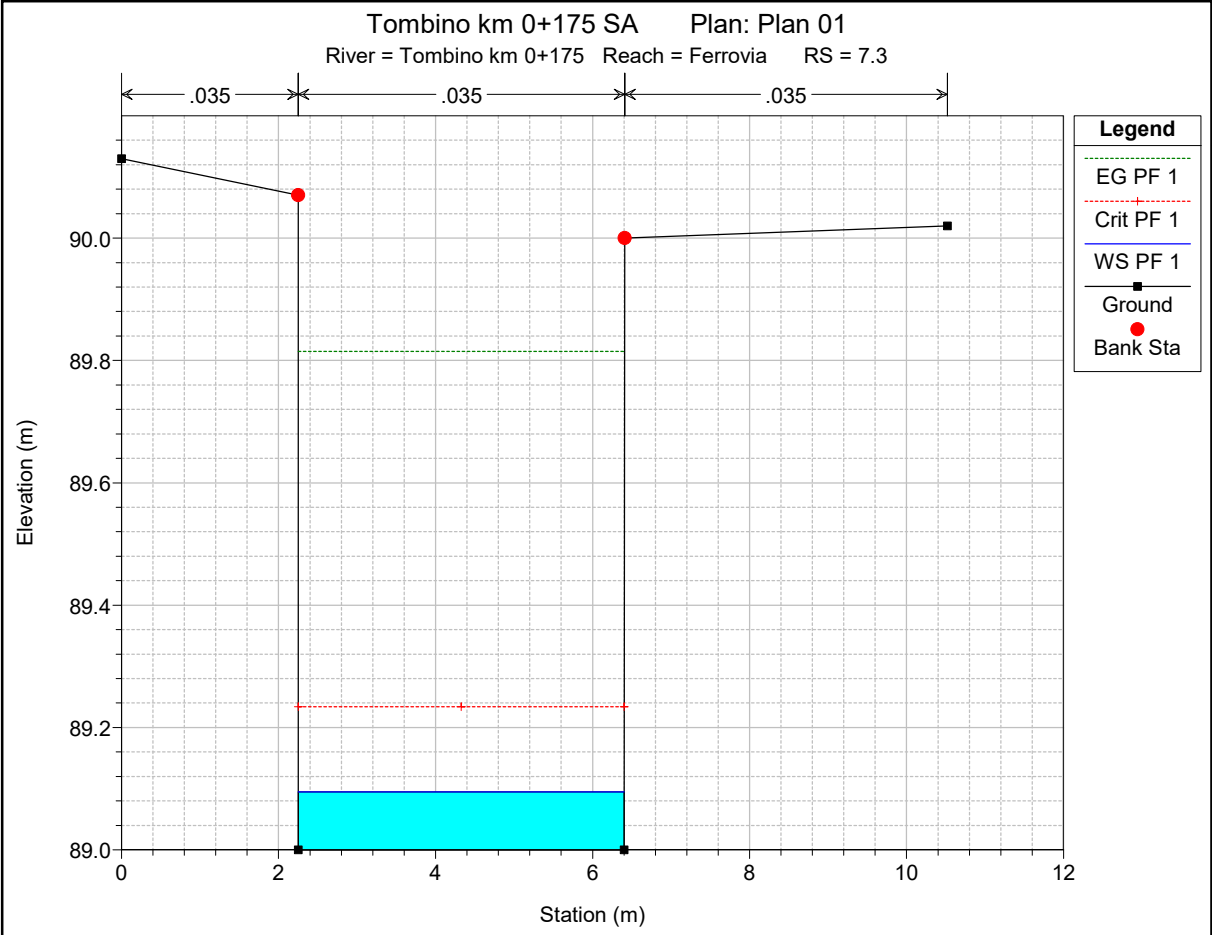
Tombino km 0+175 Ferrovia



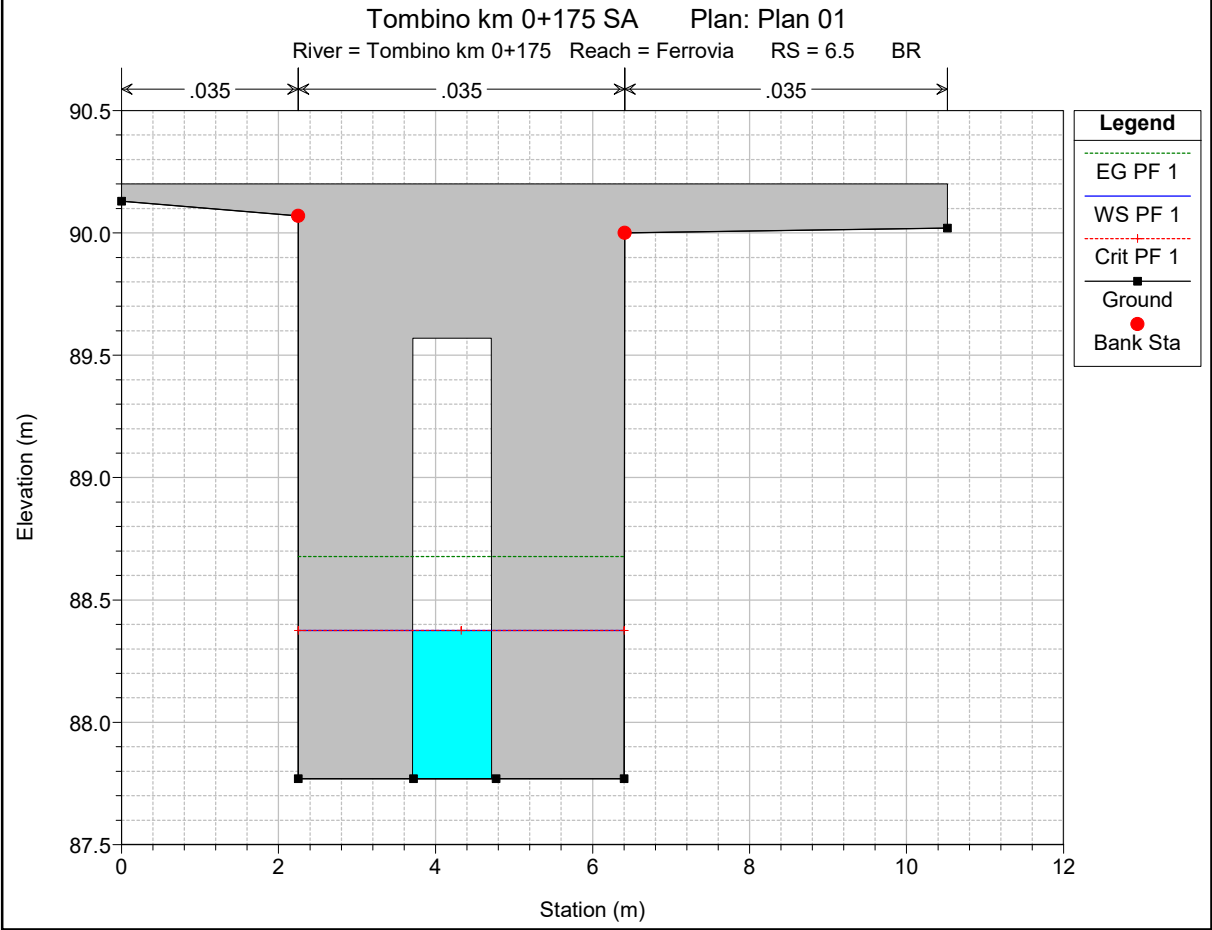
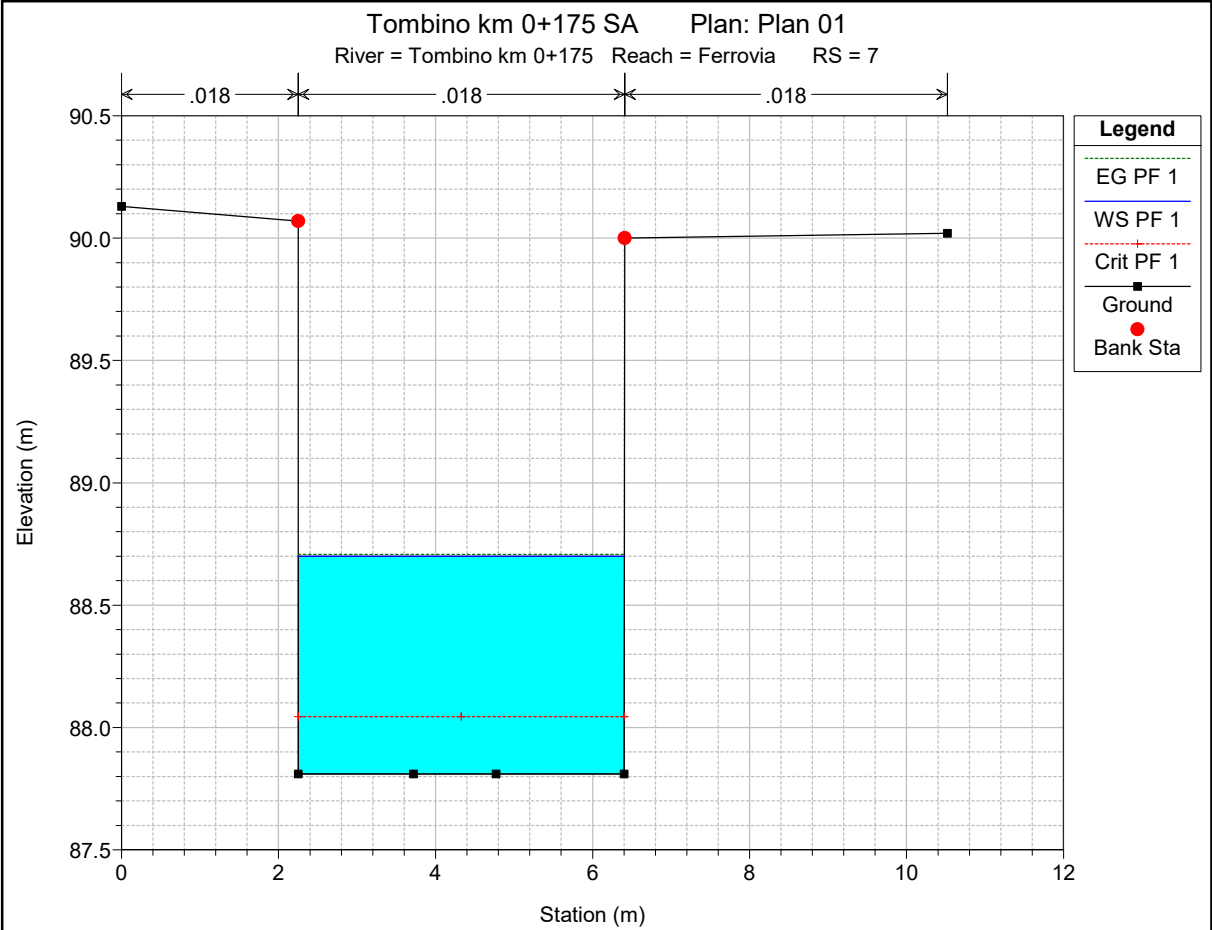
Legend	
EG PF 1	(Green dashed line)
WS PF 1	(Blue solid line)
Crit PF 1	(Red dashed line)
Ground	(Black solid line with square marker)

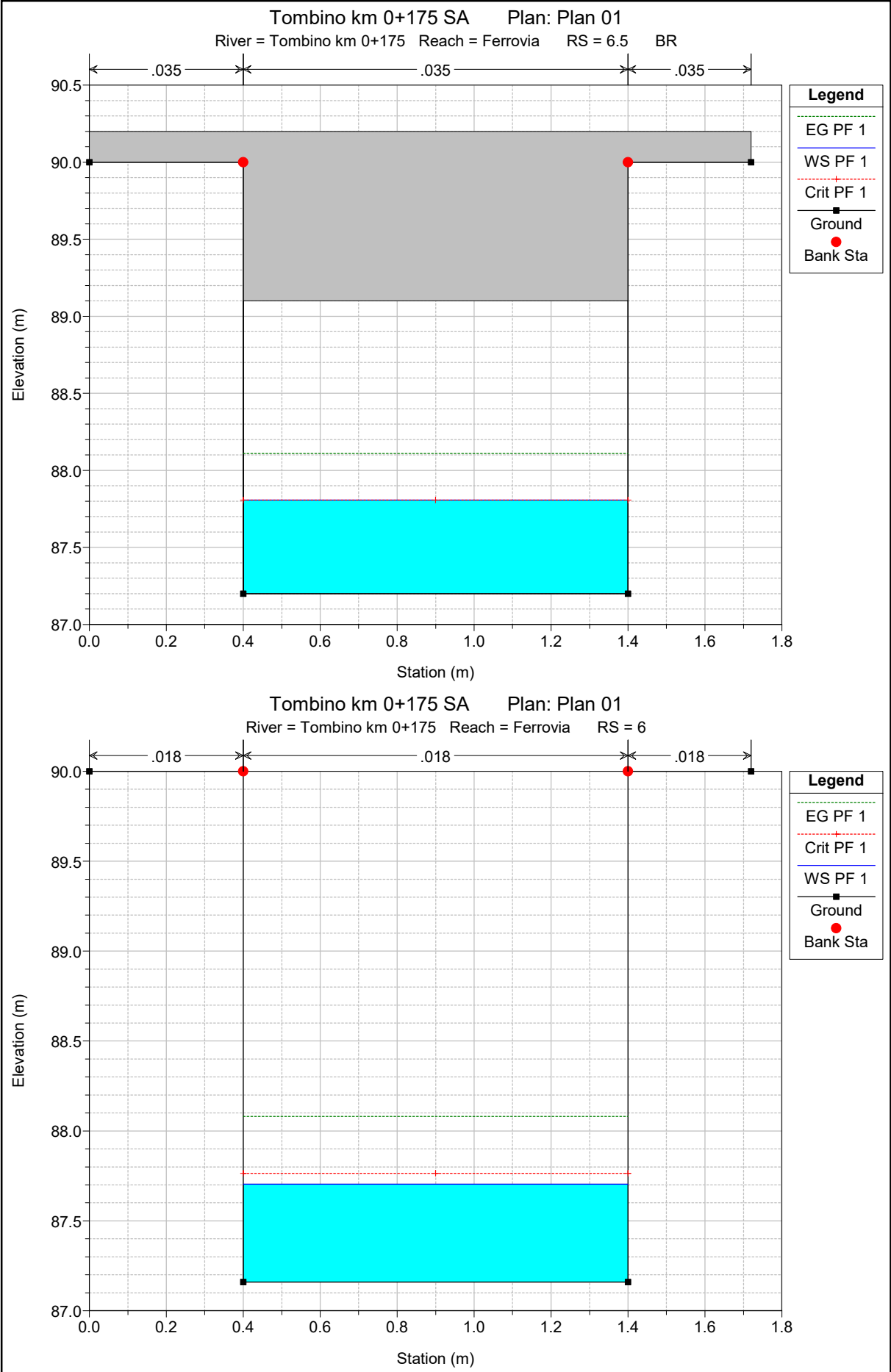


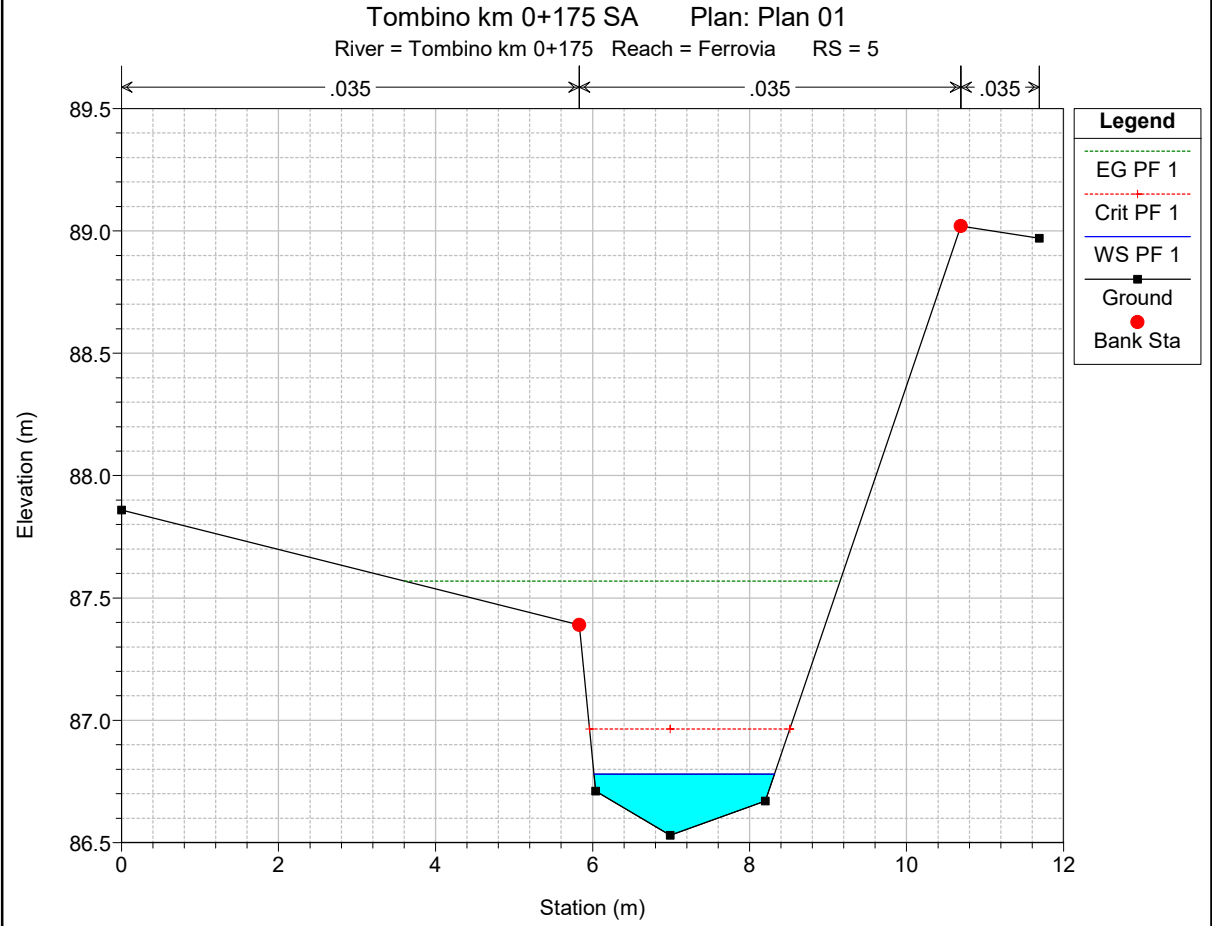
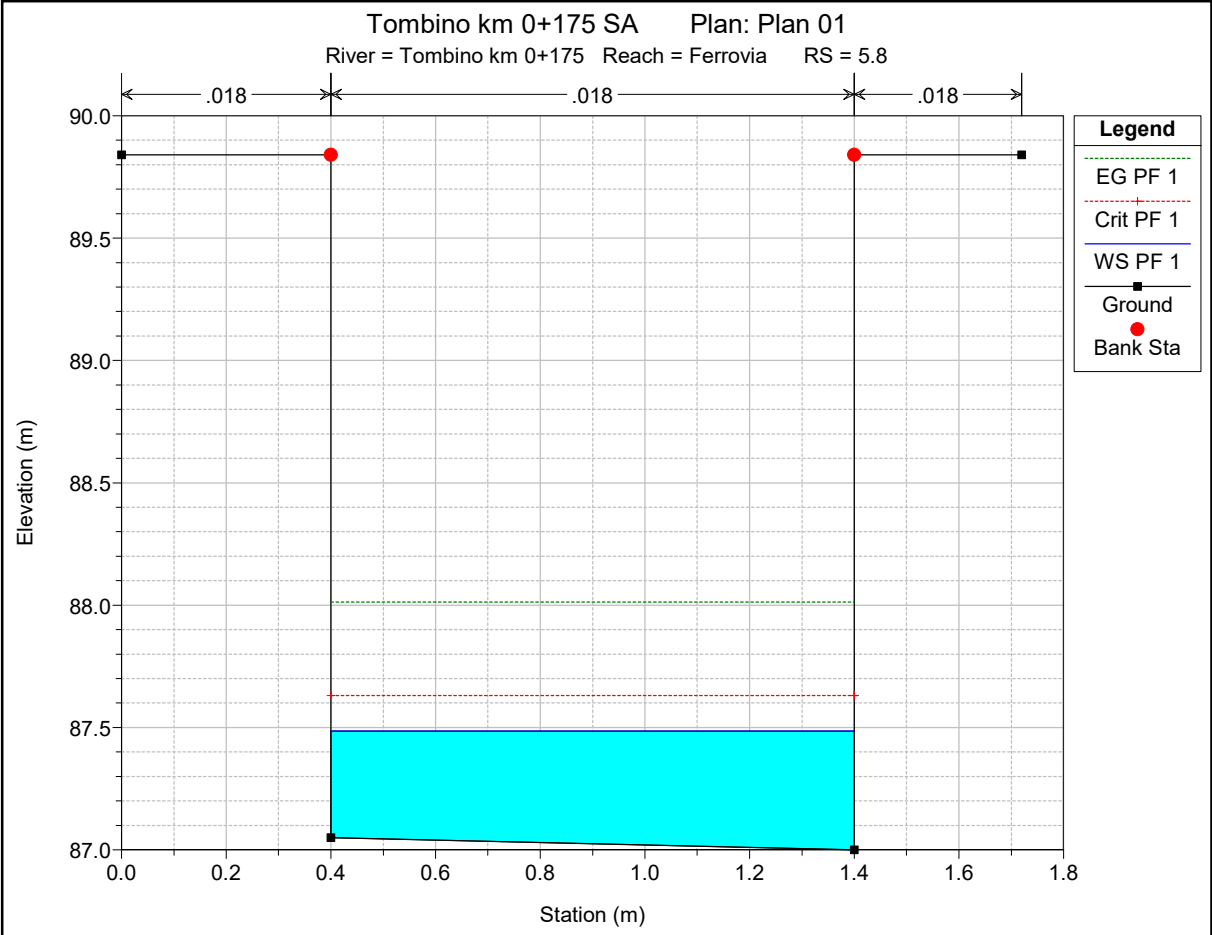


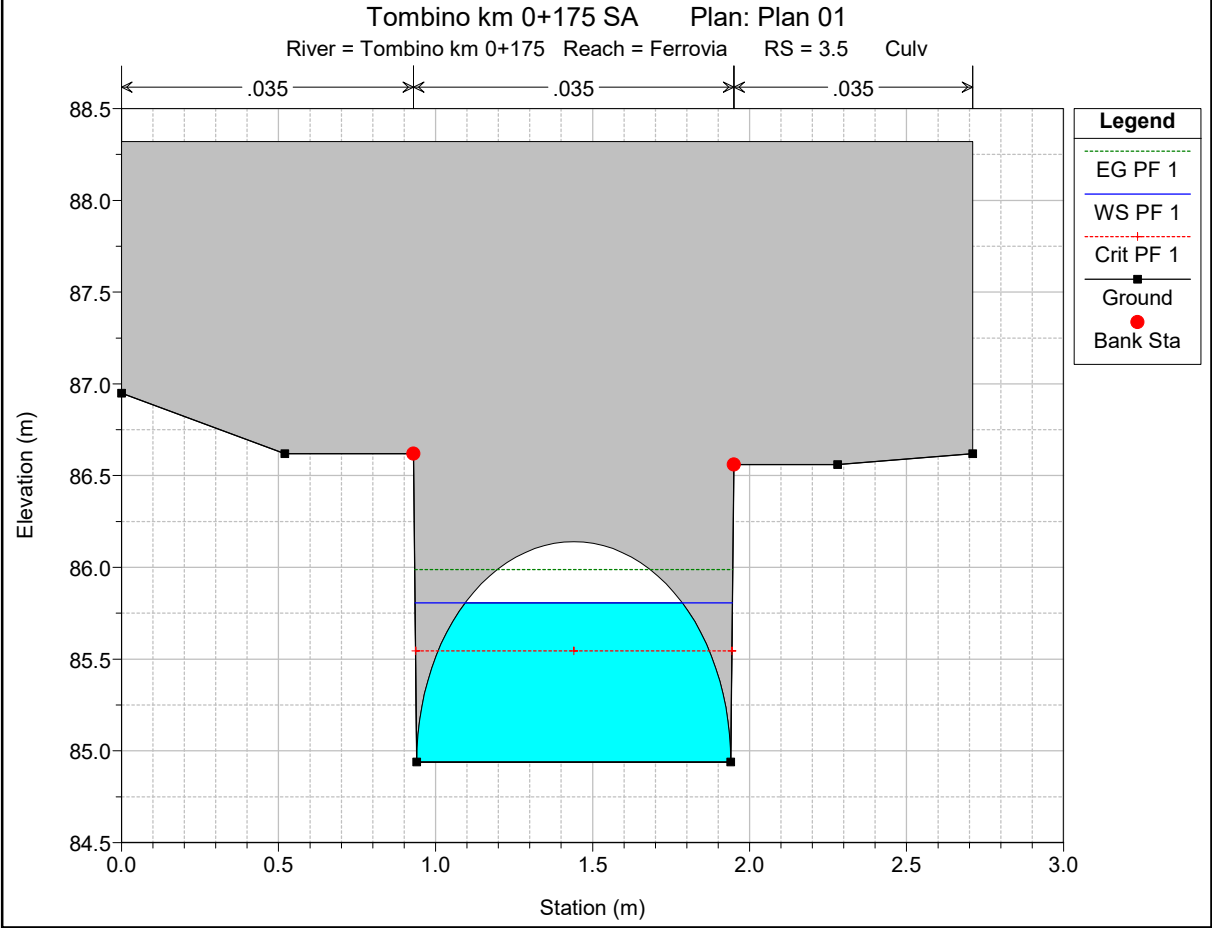
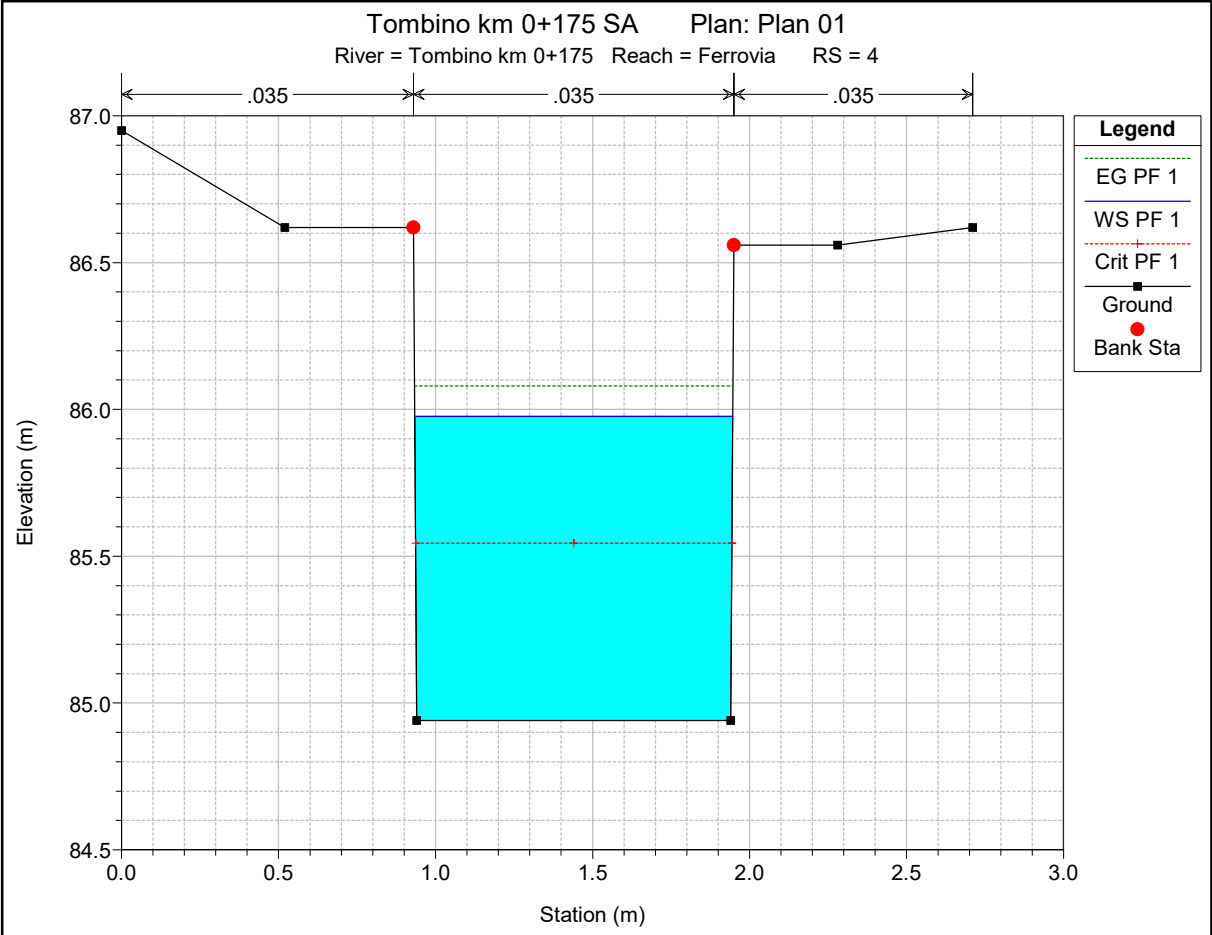


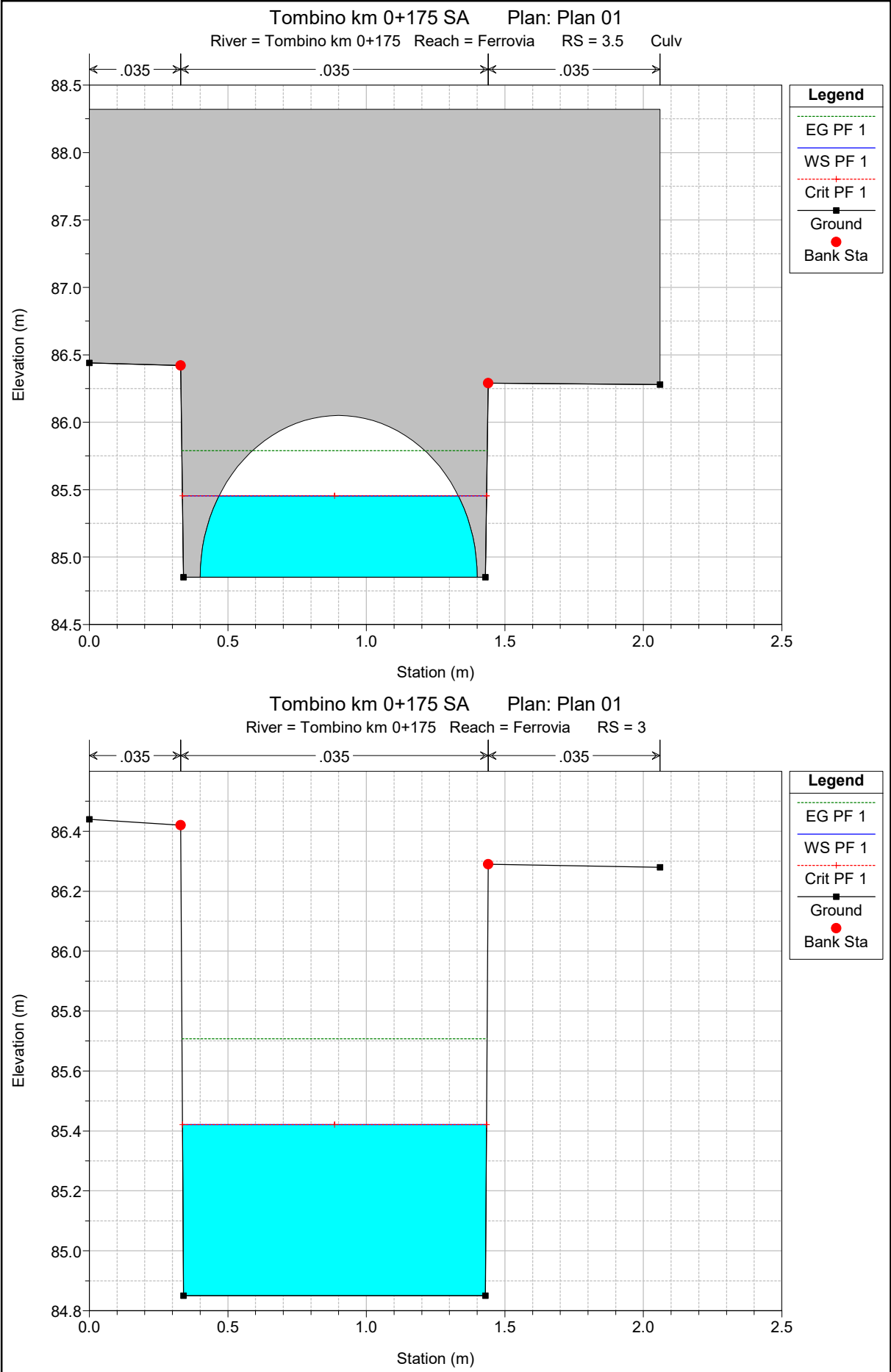


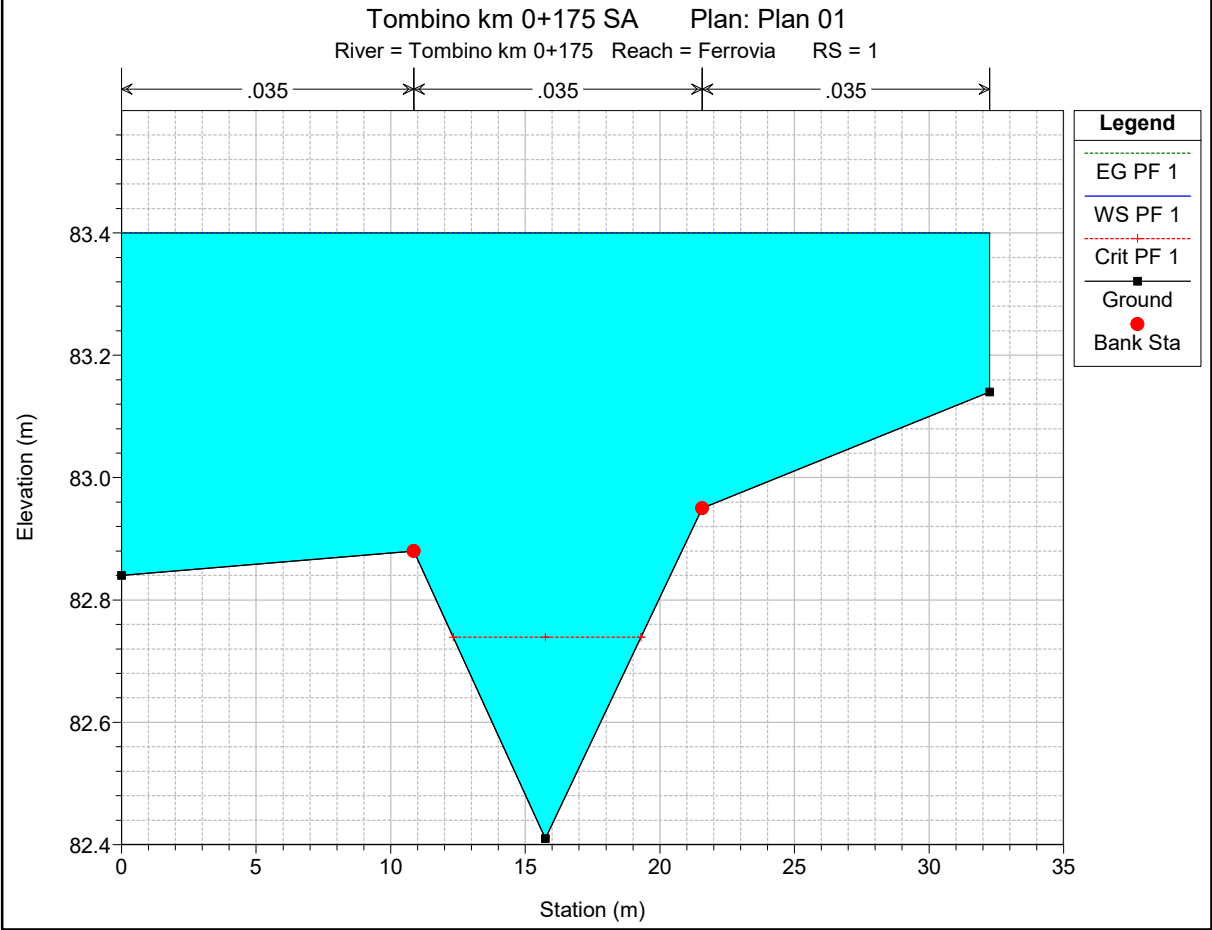
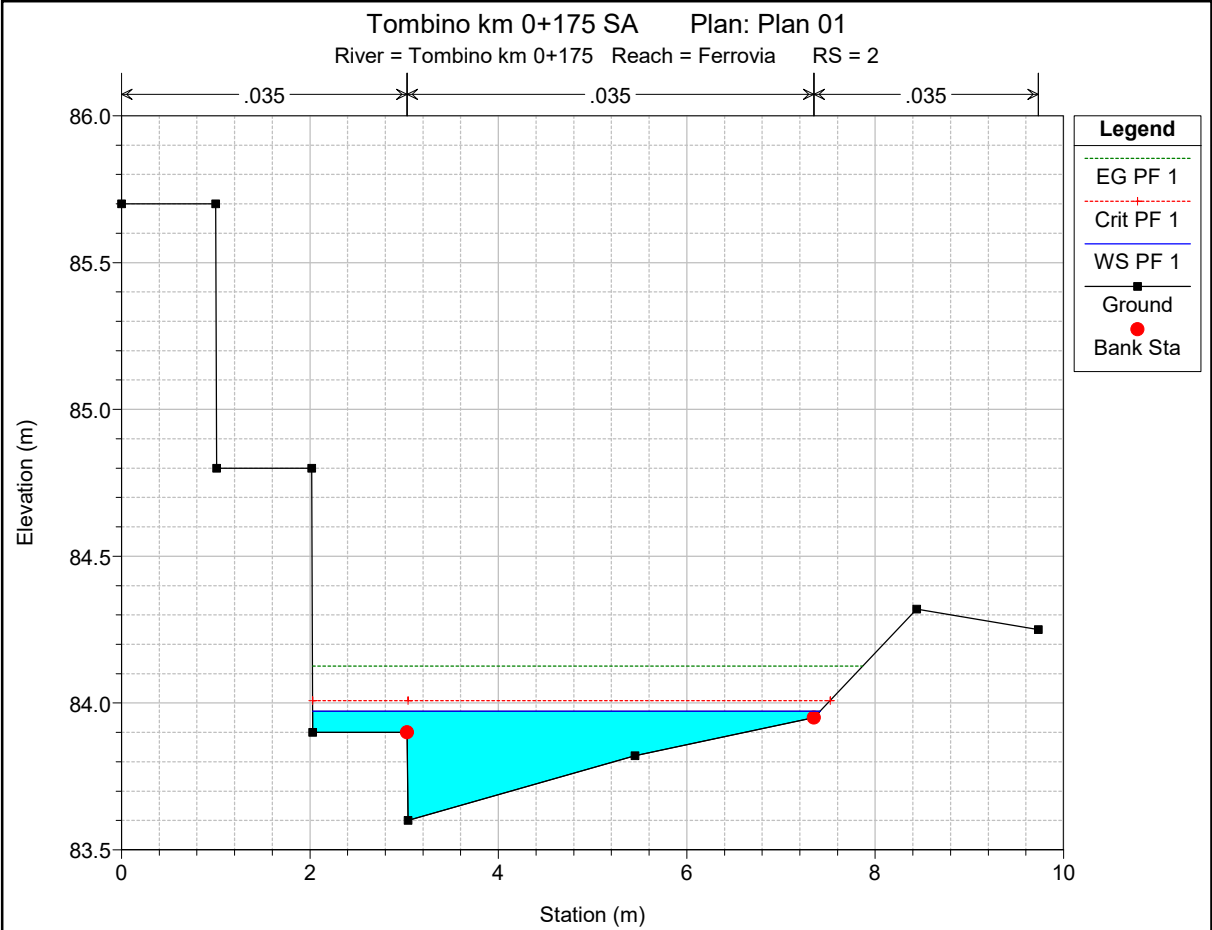












HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Tombino km 0+175 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	9	PF 1	1.48	100.05	100.74	100.74	101.00	0.031211	2.27	0.65	1.26	1.01
Ferrovia	8	PF 1	1.48	92.52	92.71	93.02	98.21	3.089417	10.38	0.14	1.46	10.63
Ferrovia	7.5	PF 1	1.48	89.50	89.57	89.73	90.73	0.923961	4.76	0.31	4.15	5.56
Ferrovia	7.4	PF 1	1.48	89.00	89.07	89.23	90.26	0.959954	4.82	0.31	4.15	5.66
Ferrovia	7.3	PF 1	1.48	89.00	89.09	89.23	89.81	0.424121	3.76	0.39	4.15	3.90
Ferrovia	7.2	PF 1	1.48	87.81	88.70	88.04	88.71	0.000098	0.40	3.69	4.15	0.14
Ferrovia	7	PF 1	1.48	87.81	88.70	88.04	88.71	0.000098	0.40	3.69	4.15	0.14
Ferrovia	6.5	Bridge										
Ferrovia	6	PF 1	1.48	87.16	87.70	87.76	88.08	0.014407	2.72	0.54	1.00	1.18
Ferrovia	5.8	PF 1	1.48	87.00	87.49	87.63	88.01	0.022514	3.21	0.46	1.00	1.51
Ferrovia	5	PF 1	1.48	86.53	86.78	86.96	87.57	0.226819	3.94	0.38	2.30	3.11
Ferrovia	4	PF 1	1.48	84.94	85.98	85.54	86.08	0.010414	1.42	1.04	1.01	0.45
Ferrovia	3.5	Culvert										
Ferrovia	3	PF 1	1.48	84.85	85.42	85.42	85.71	0.037611	2.37	0.62	1.10	1.00
Ferrovia	2	PF 1	1.48	83.60	83.97	84.01	84.13	0.039378	1.76	0.87	5.39	1.31
Ferrovia	1	PF 1	1.48	82.41	83.40	82.74	83.40	0.000019	0.10	17.54	32.25	0.04

**ALLEGATO A2**

**Fosso al km 0+175 – Ramo A**

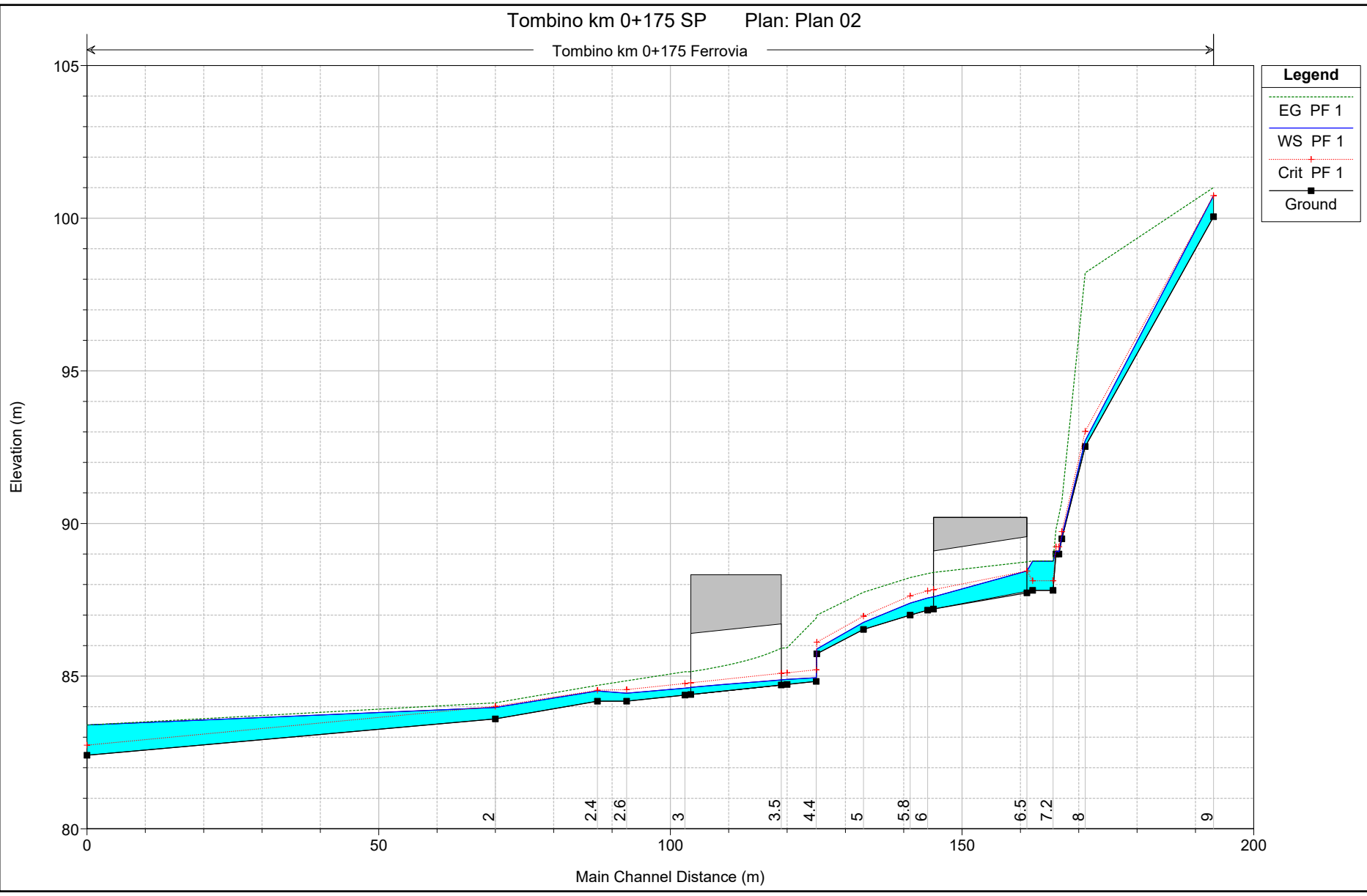
**Post Operam**

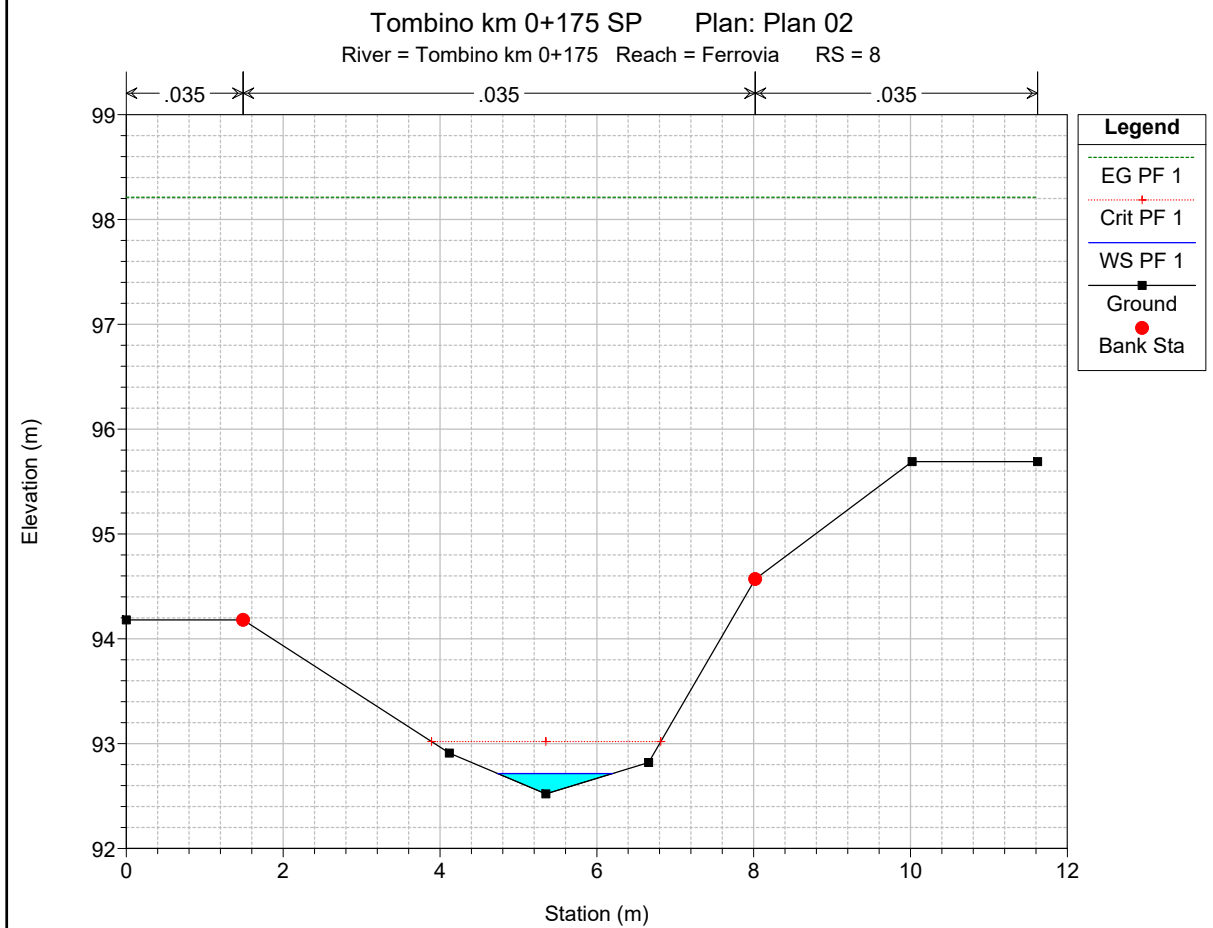
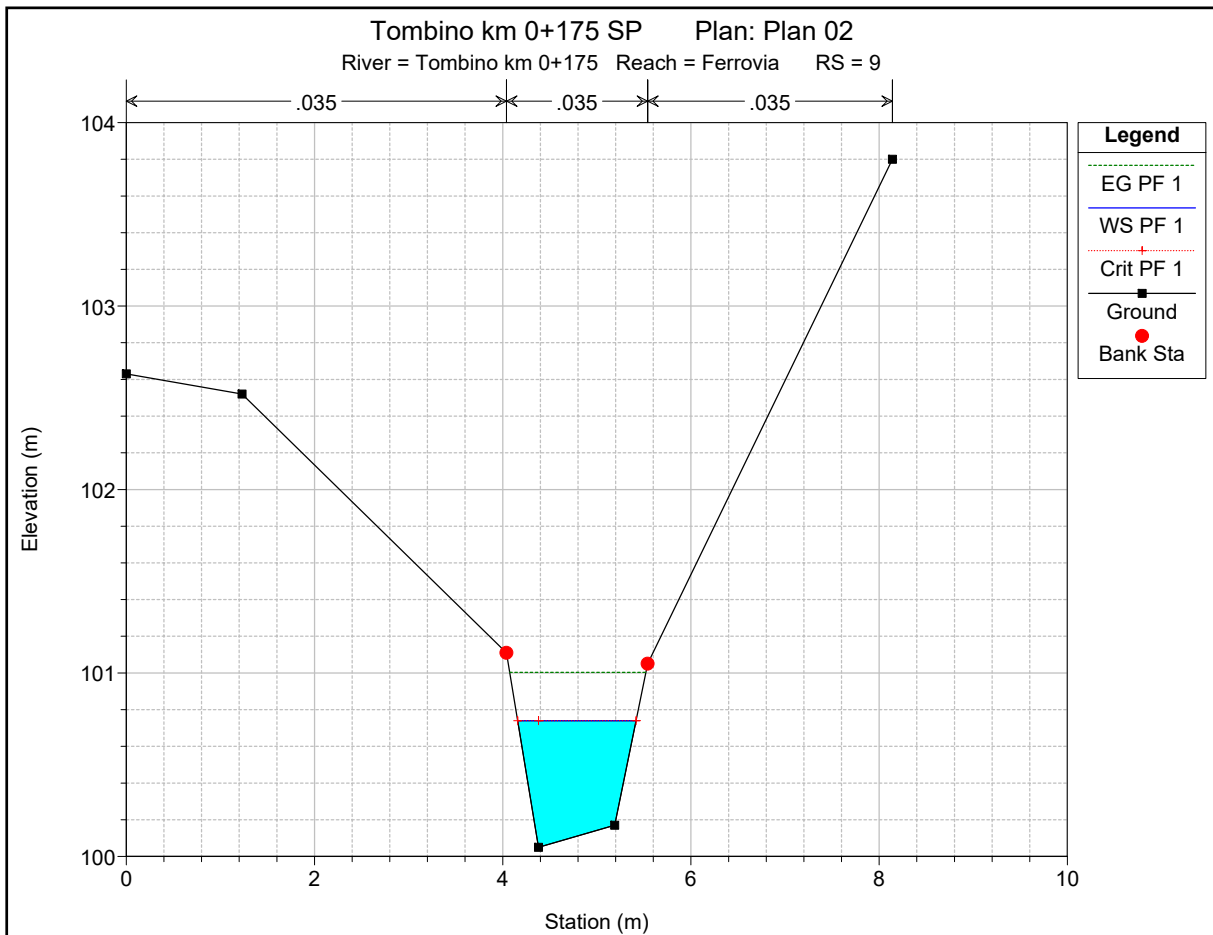
**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

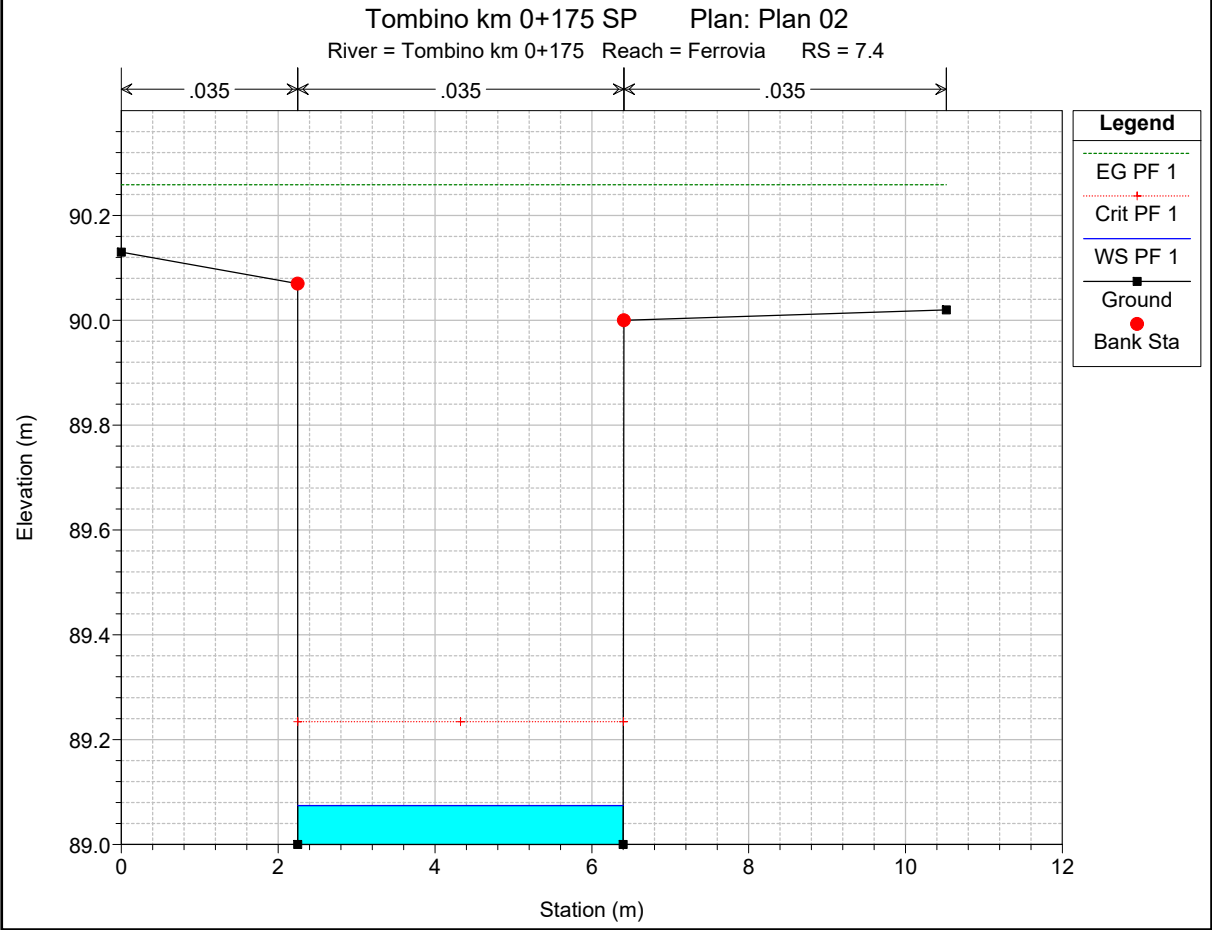
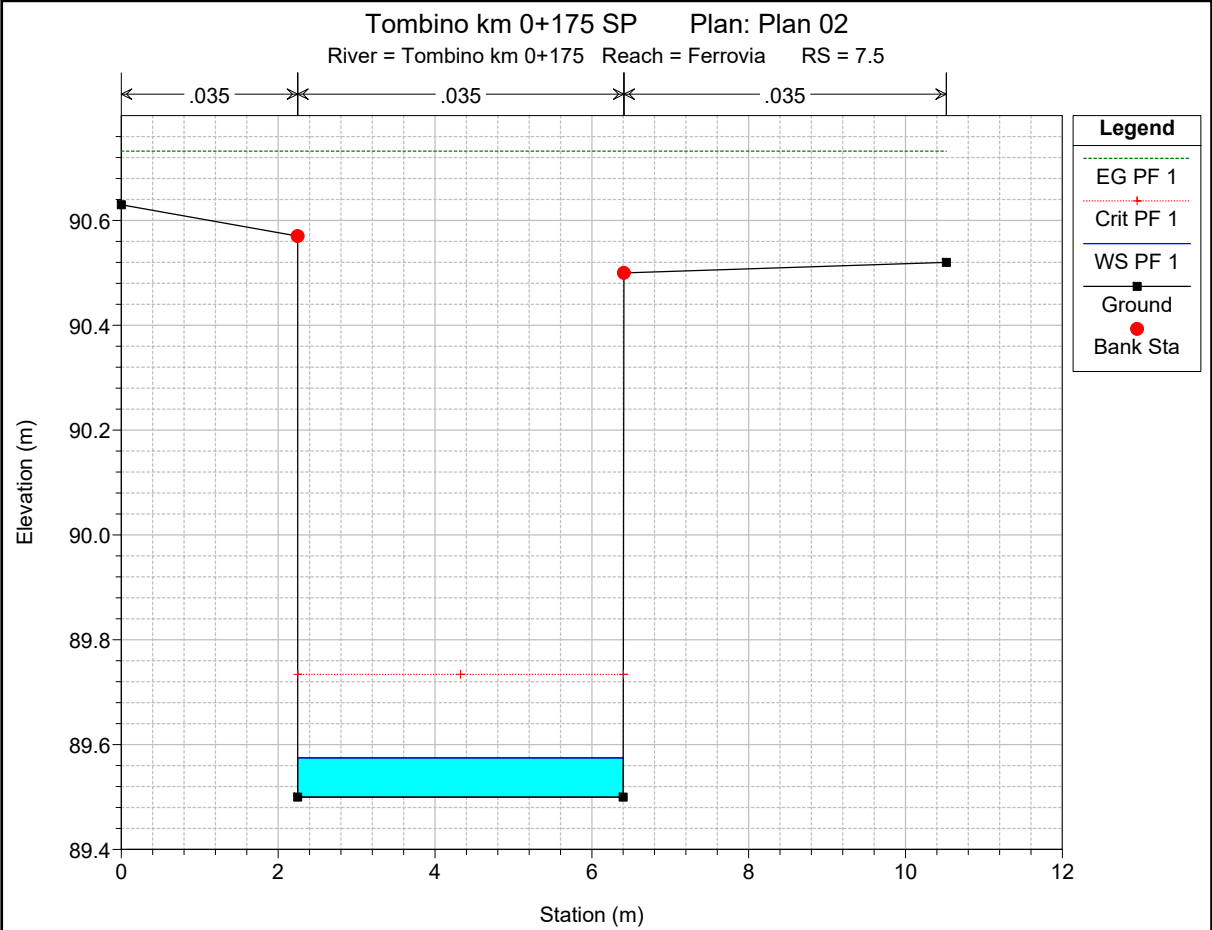


Tombino km 0+175 SP Plan: Plan 02

Tombino km 0+175 Ferrovia

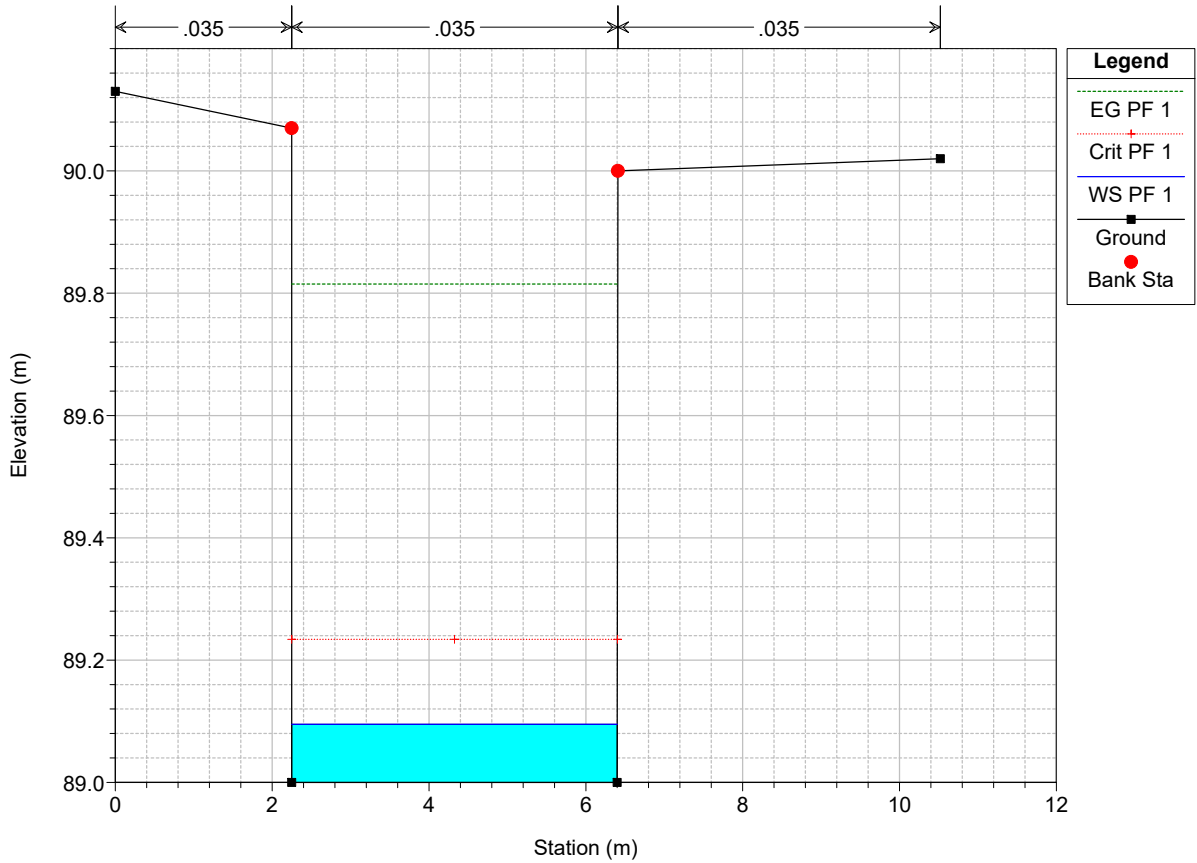






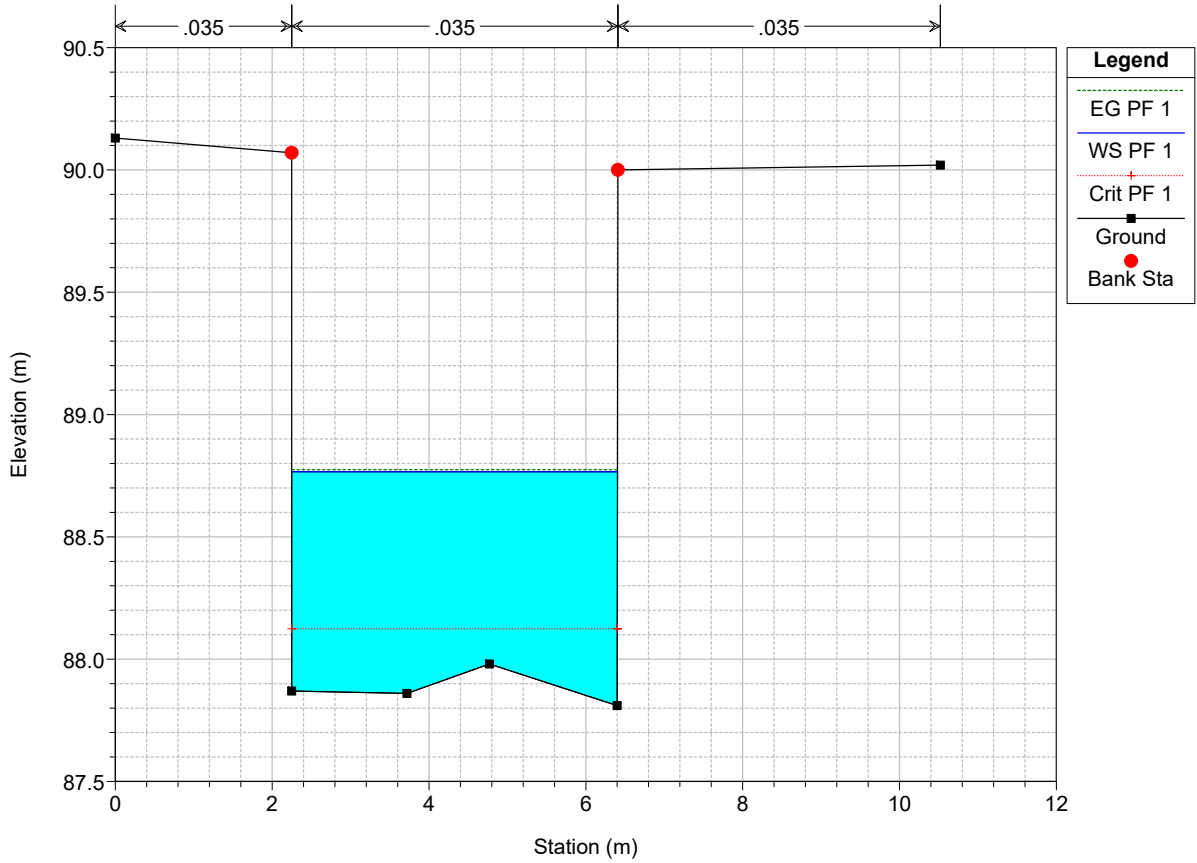
Tombino km 0+175 SP Plan: Plan 02

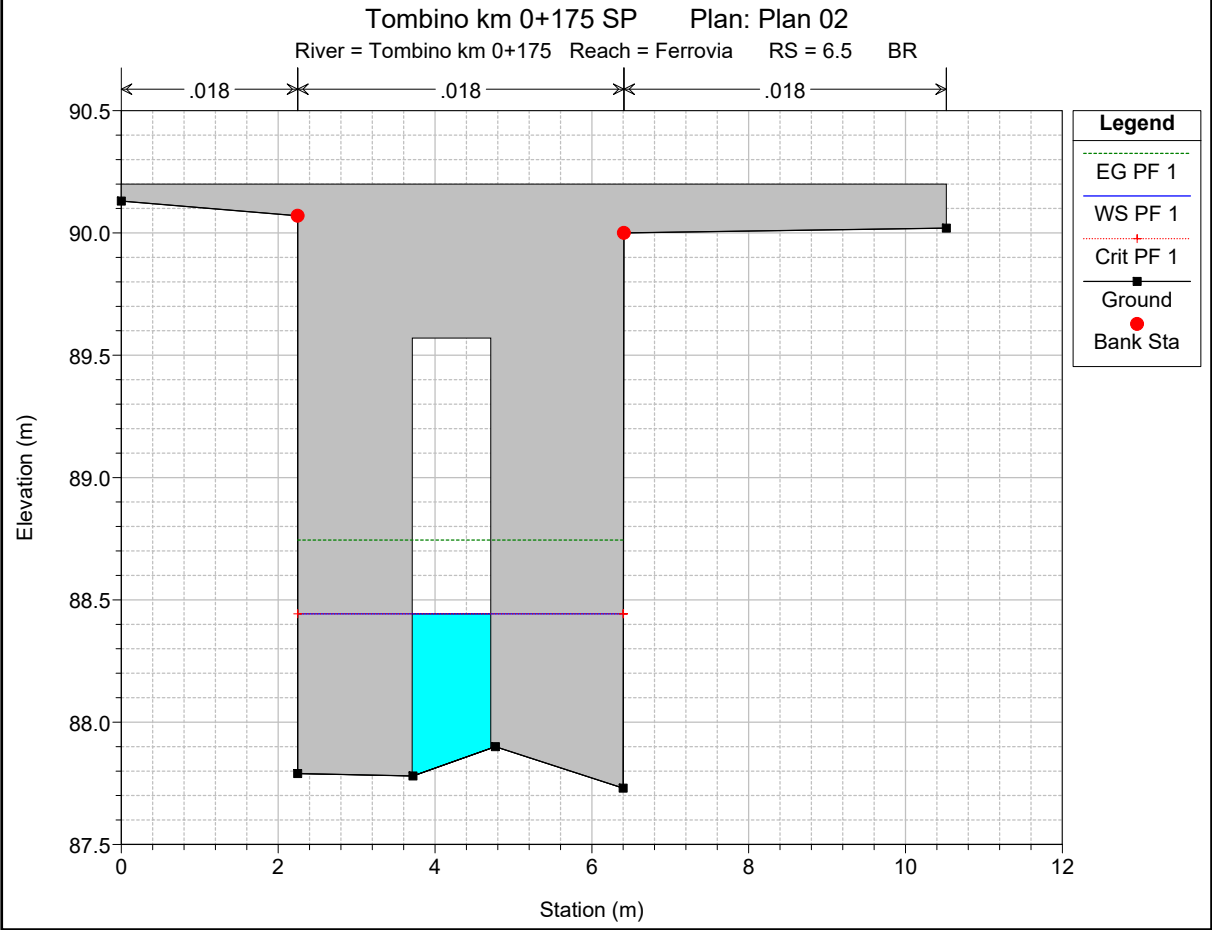
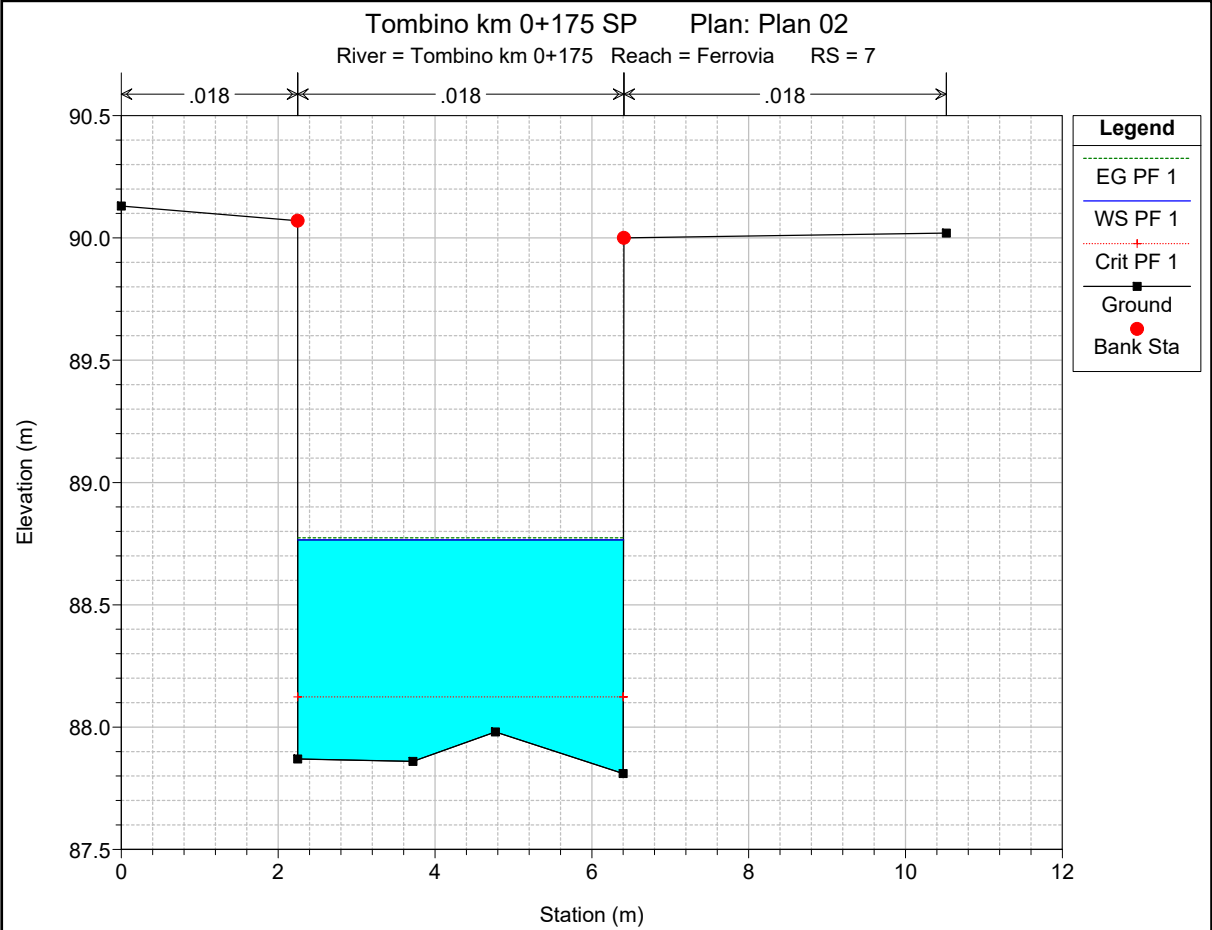
River = Tombino km 0+175 Reach = Ferrovia RS = 7.3

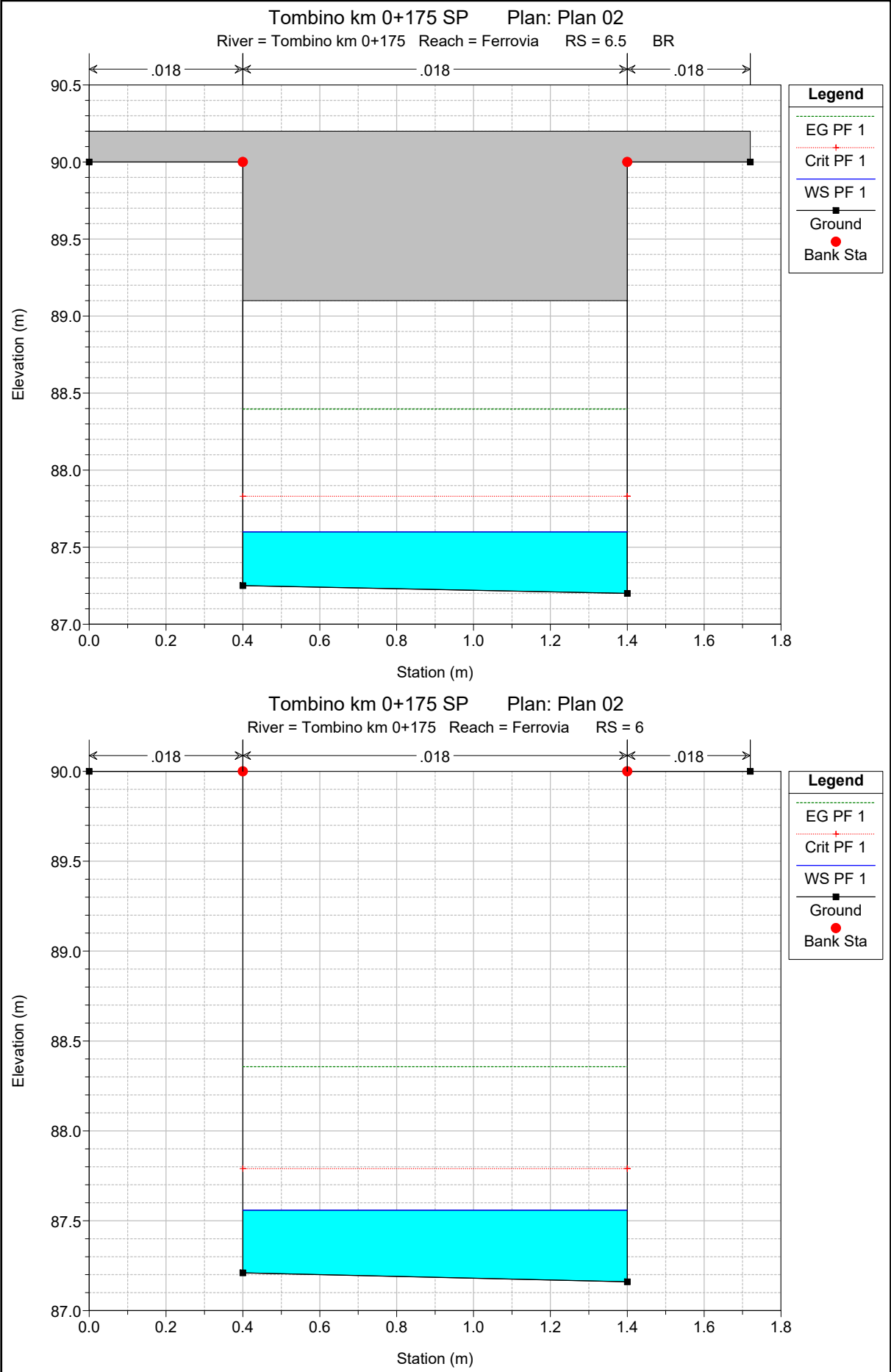


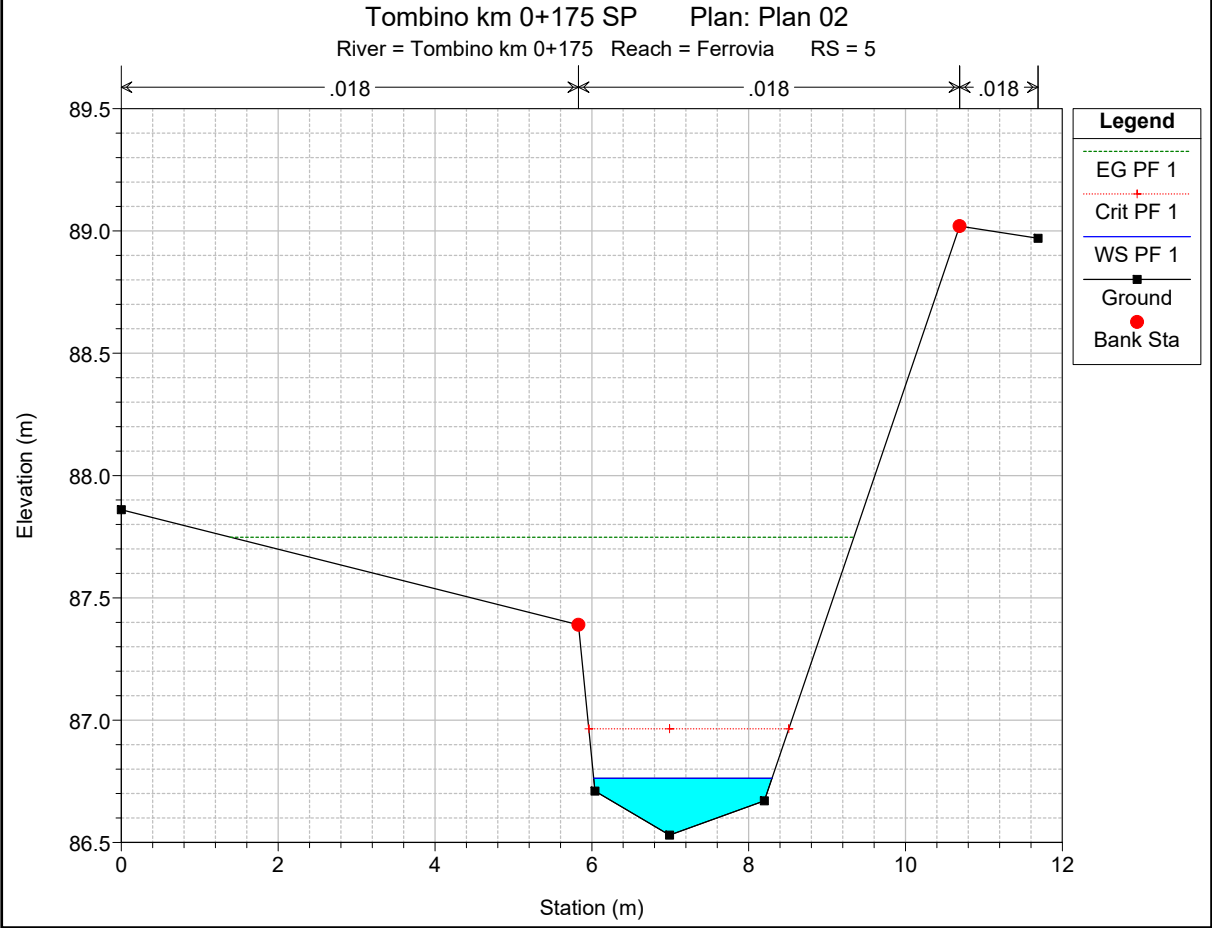
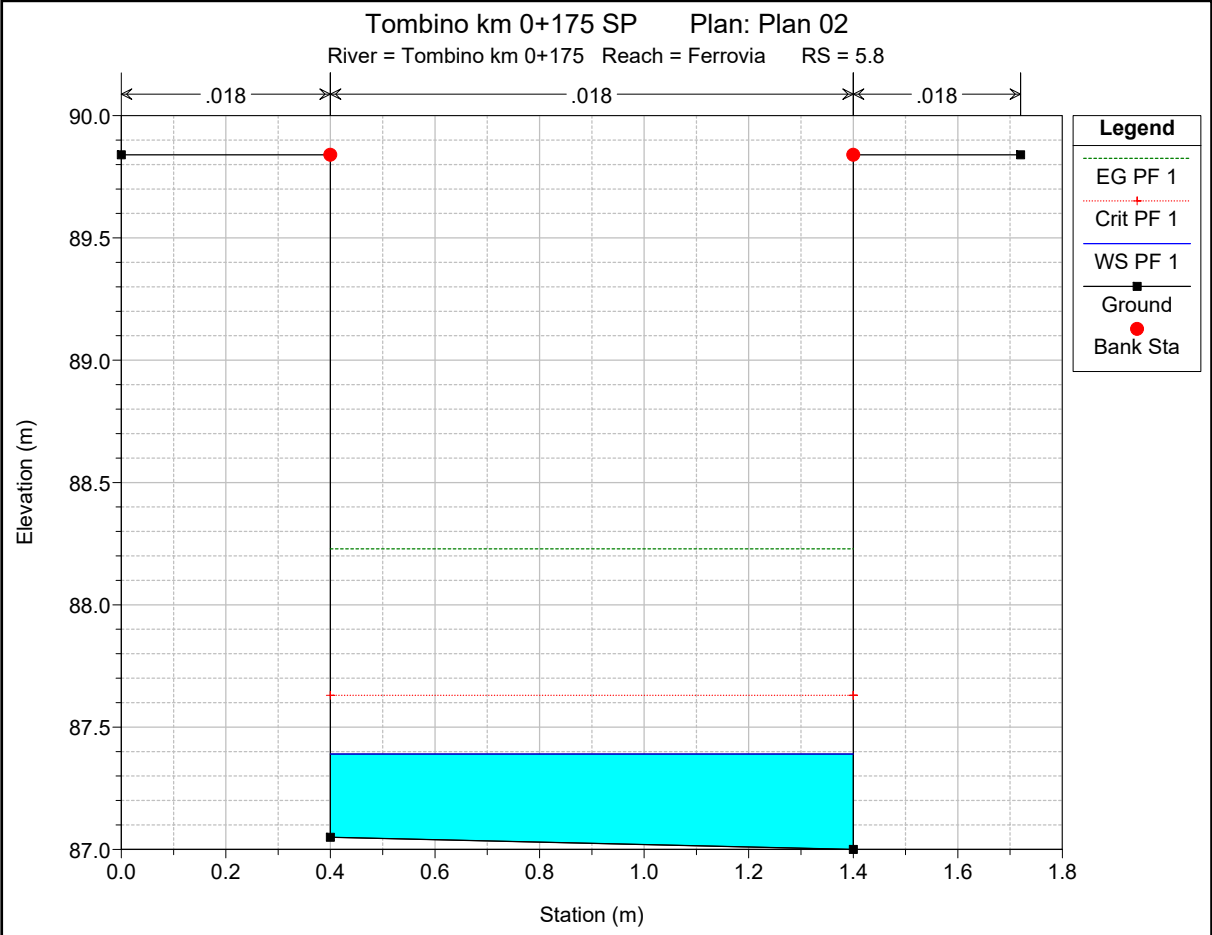
Tombino km 0+175 SP Plan: Plan 02

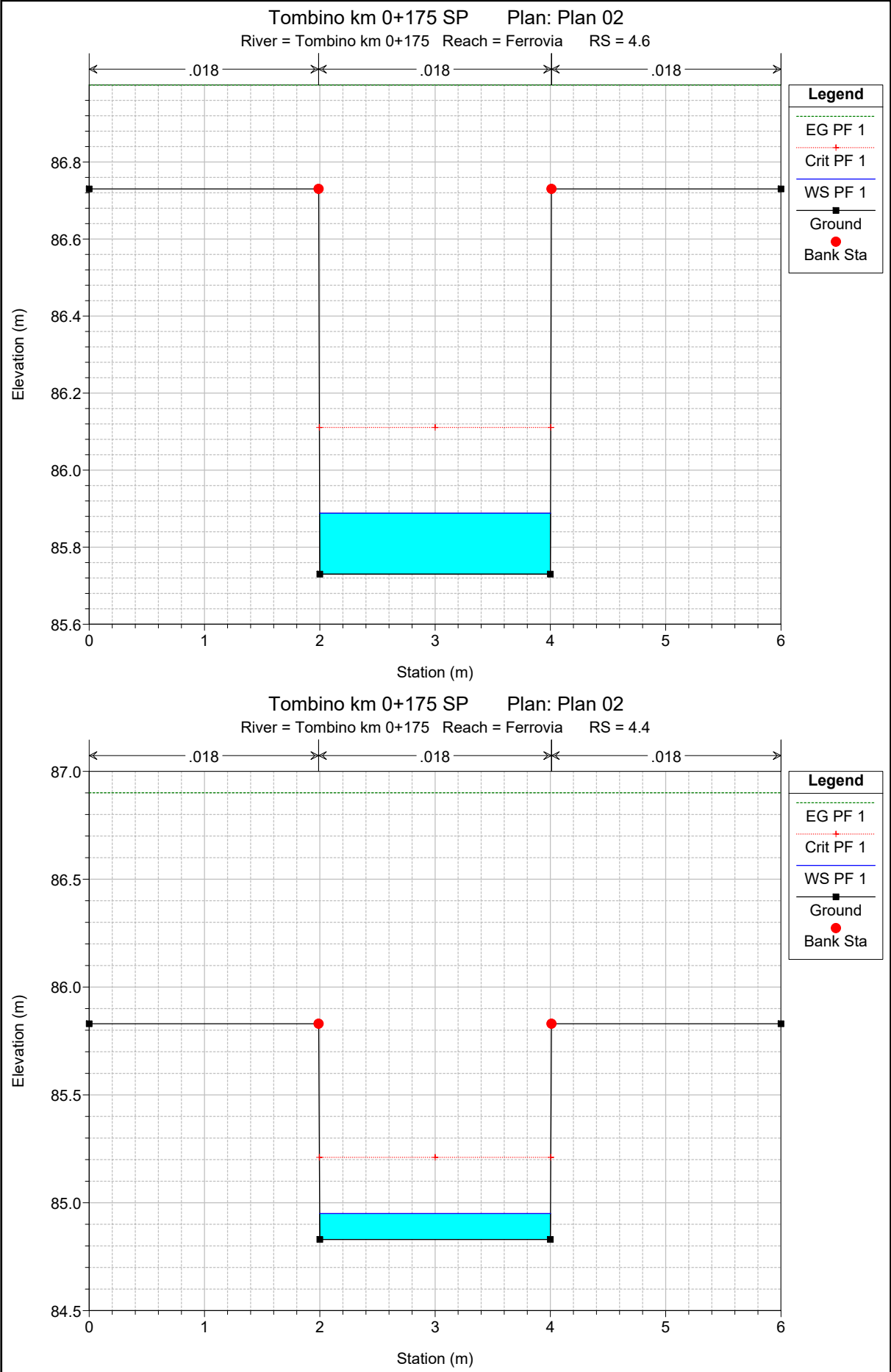
River = Tombino km 0+175 Reach = Ferrovia RS = 7.2



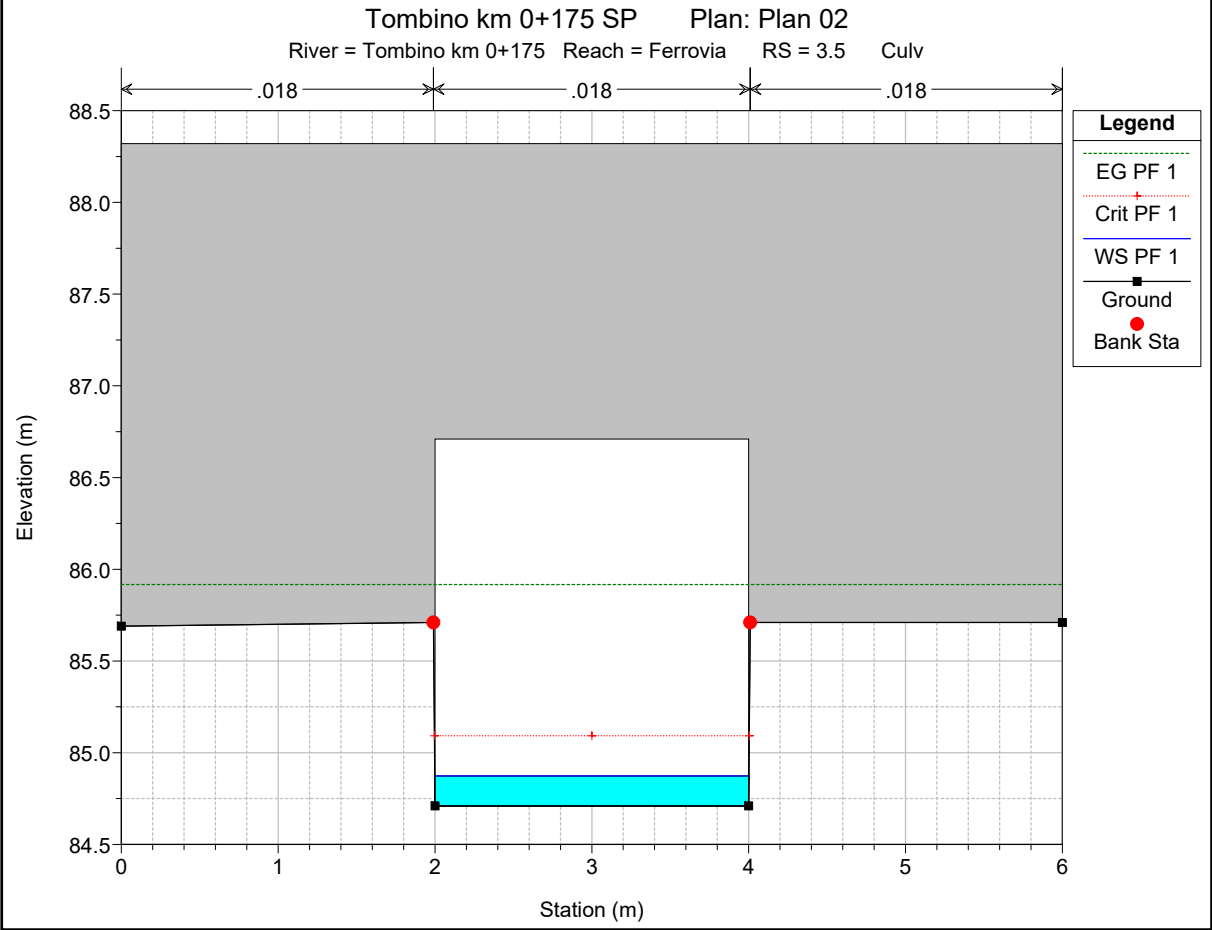
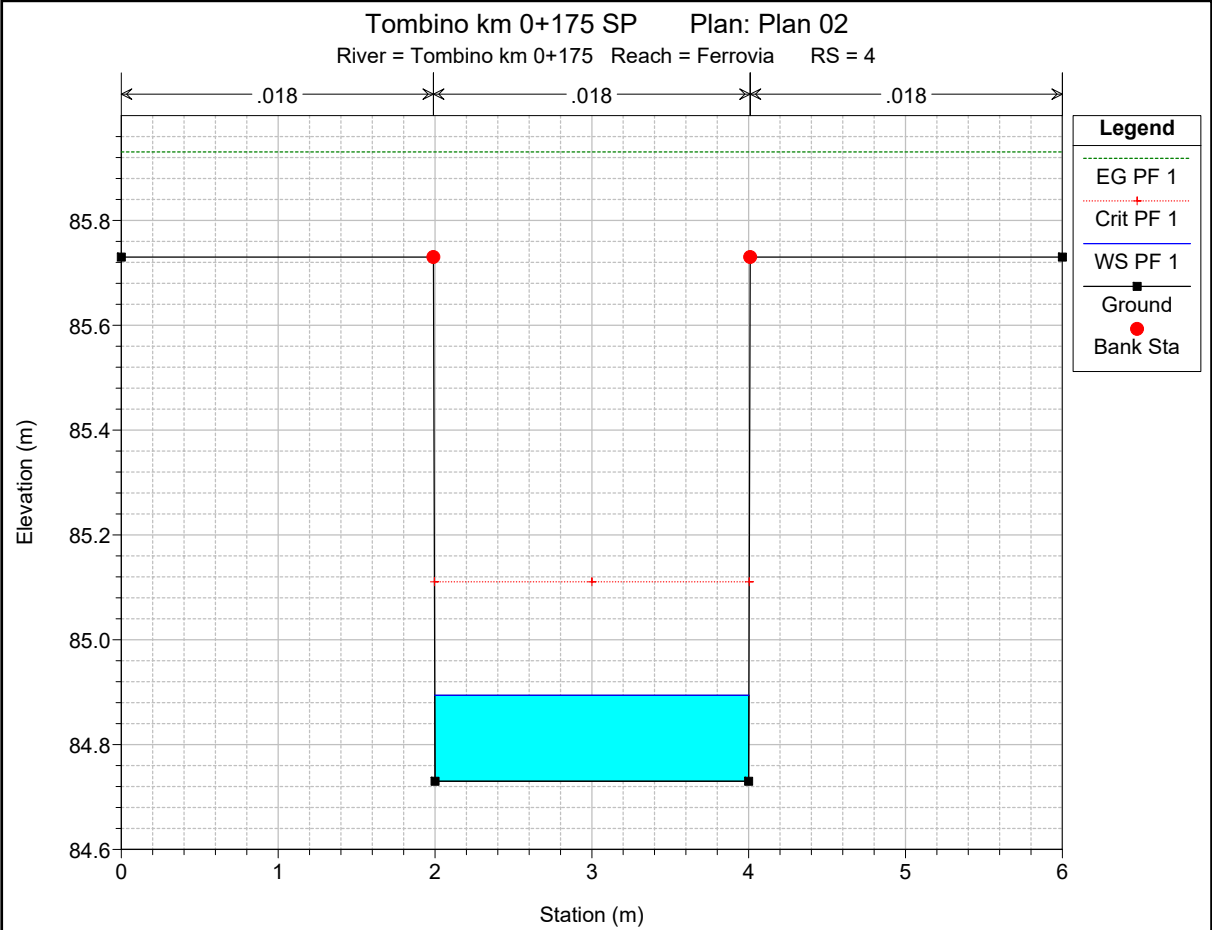


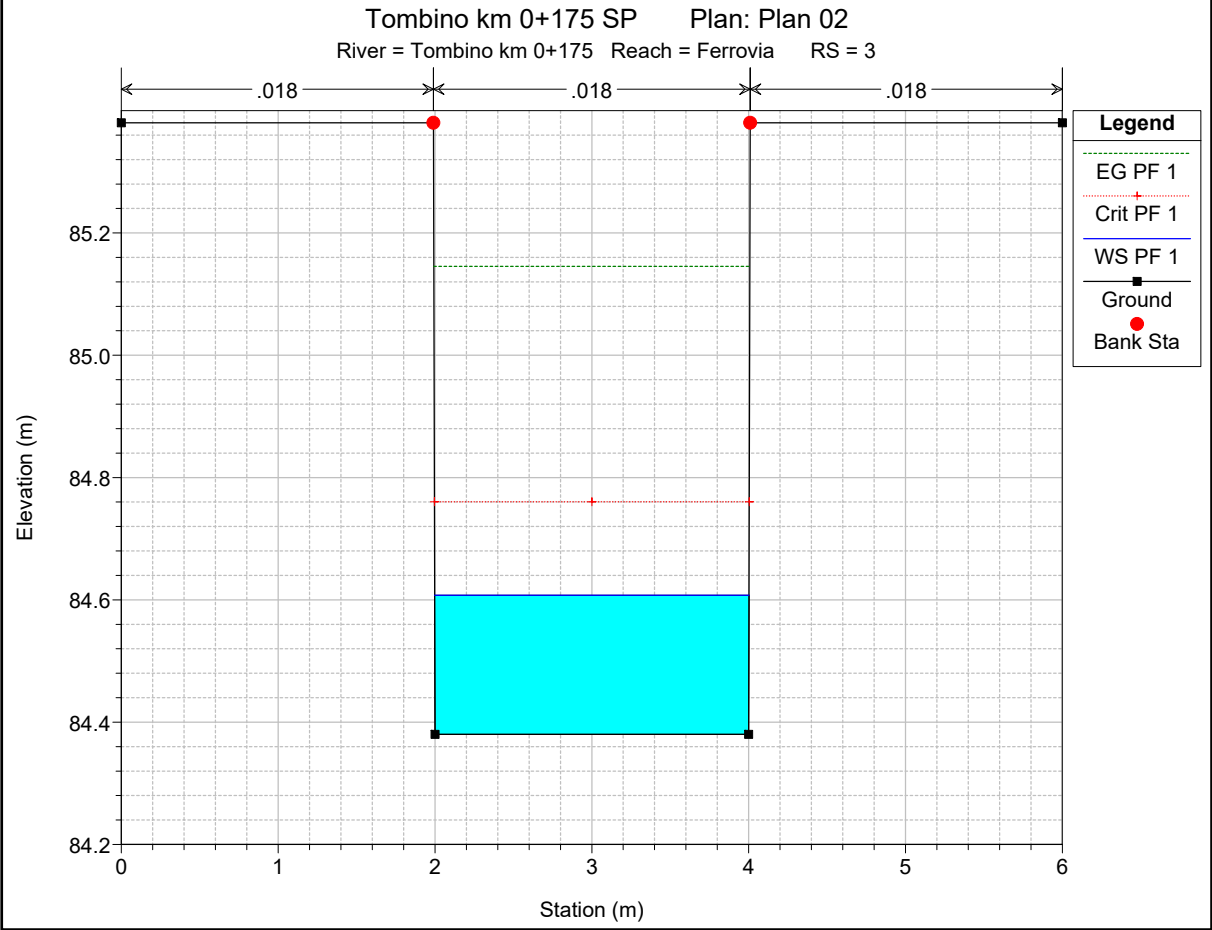
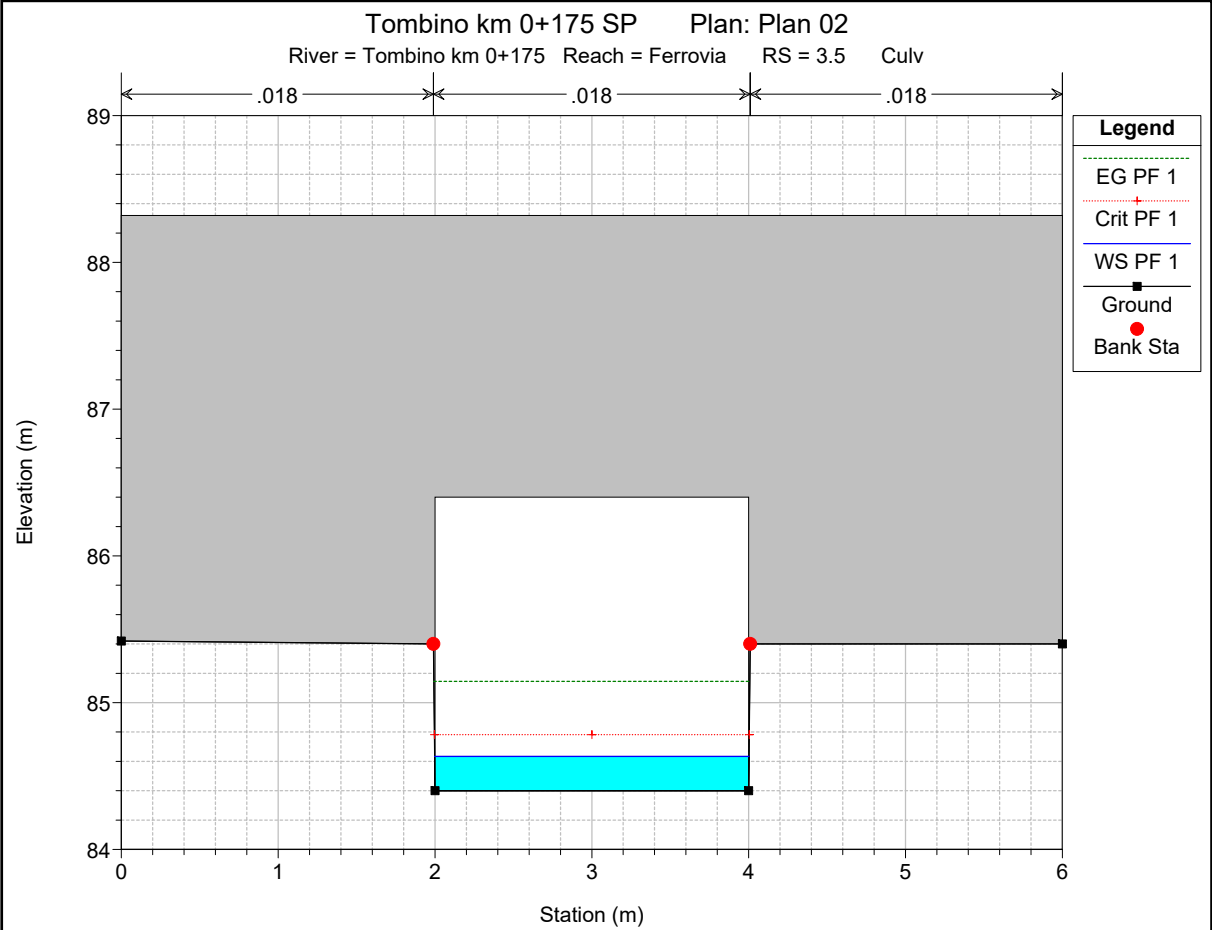


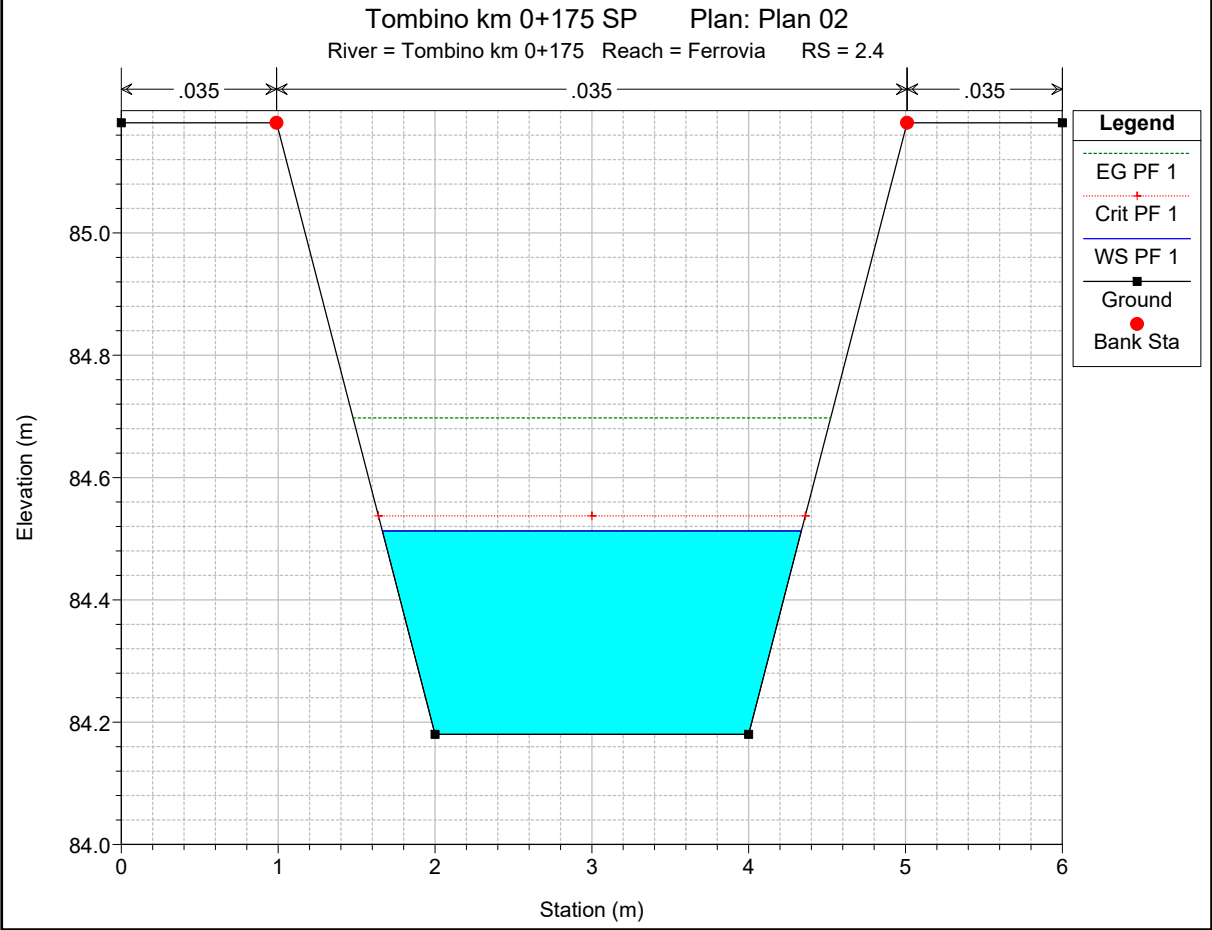
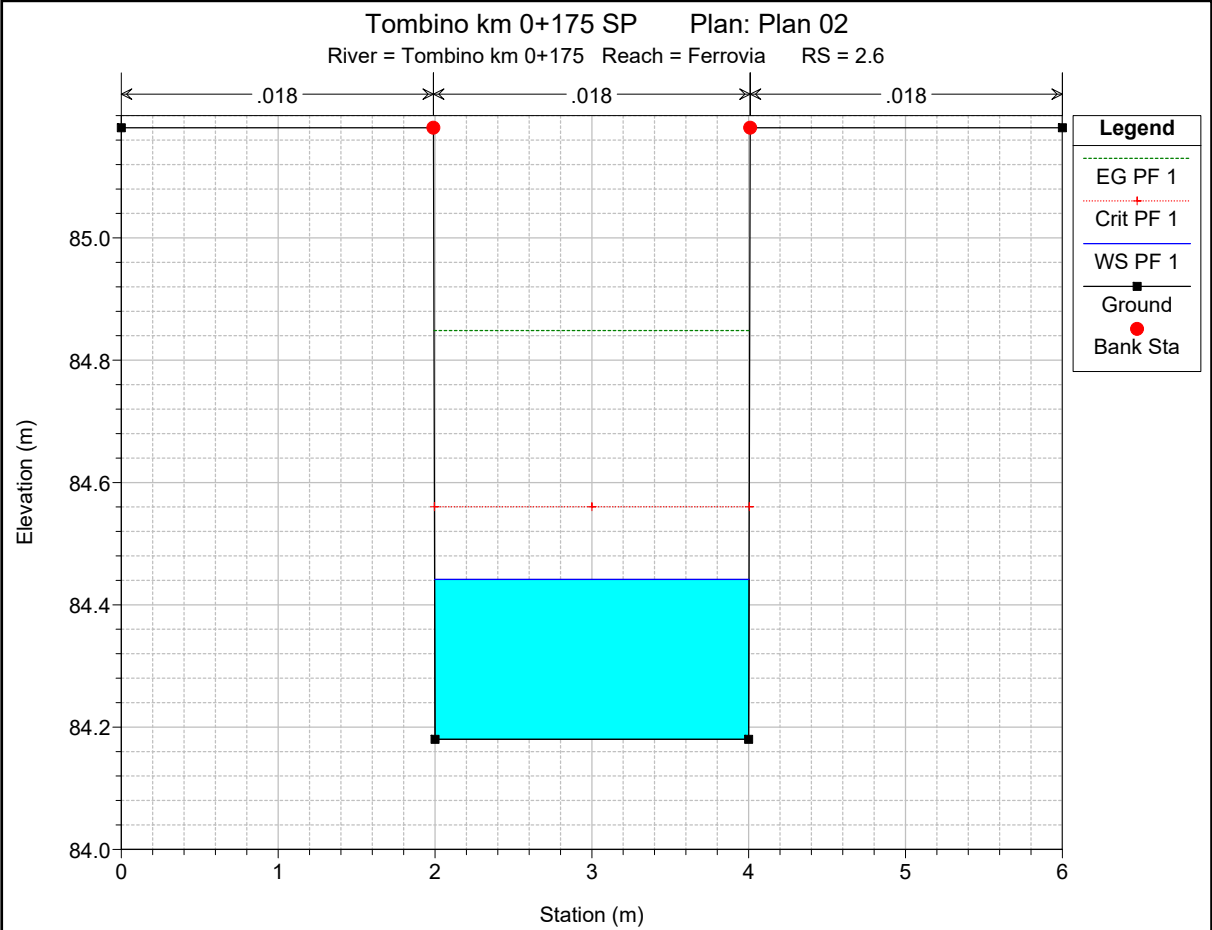


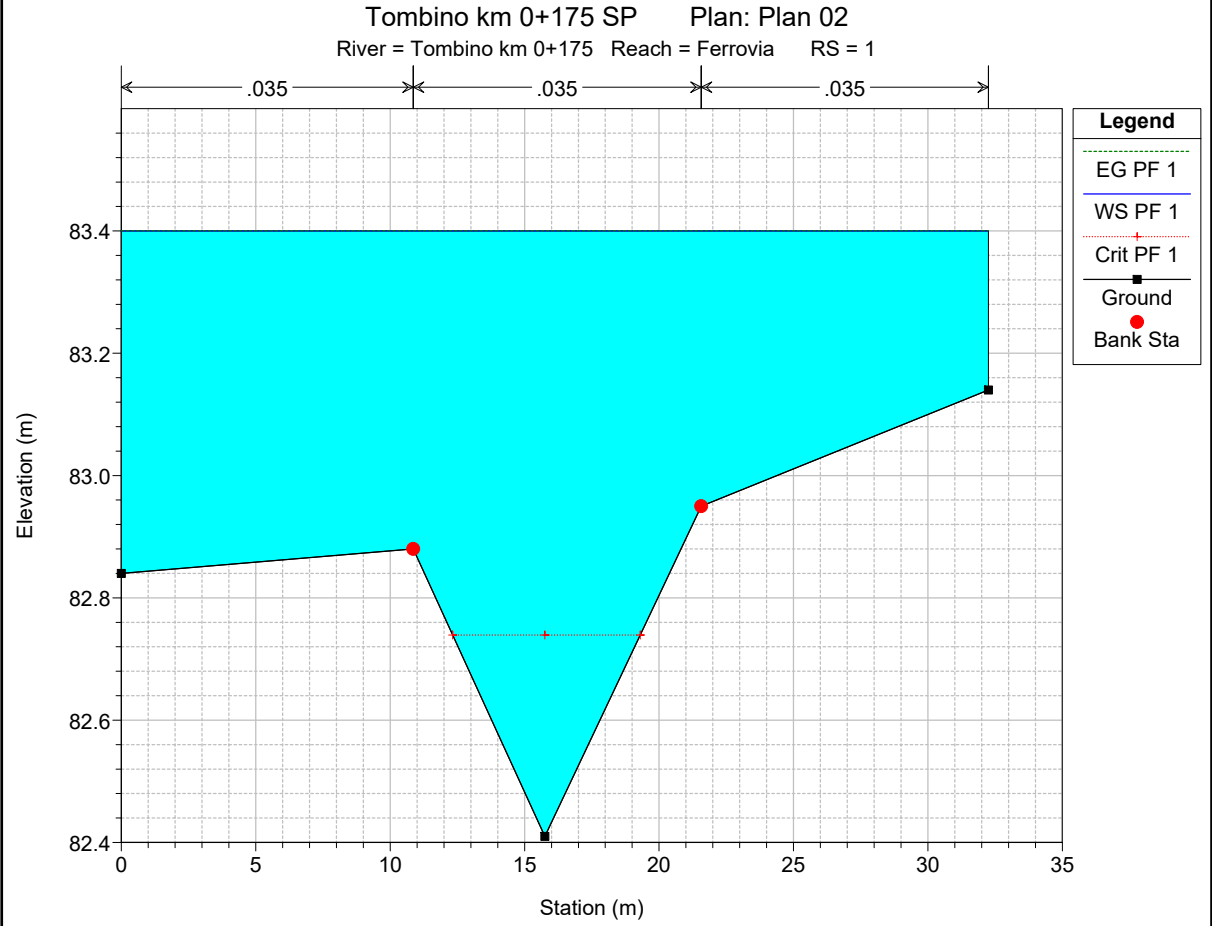
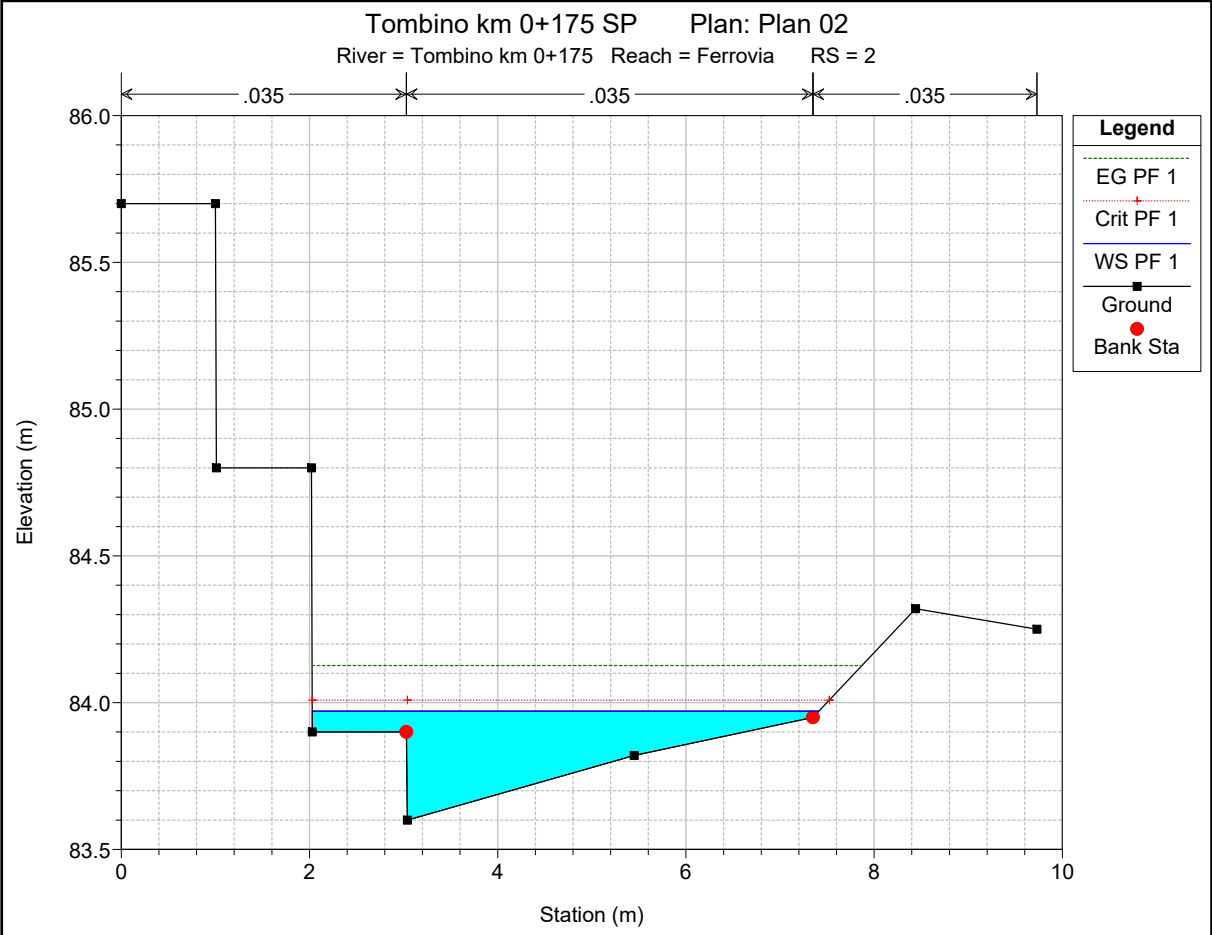












HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Tombino km 0+175 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	9	PF 1	1.48	100.05	100.74	100.74	101.00	0.031211	2.27	0.65	1.26	1.01
Ferrovia	8	PF 1	1.48	92.52	92.71	93.02	98.21	3.089417	10.38	0.14	1.46	10.63
Ferrovia	7.5	PF 1	1.48	89.50	89.57	89.73	90.73	0.923961	4.76	0.31	4.15	5.56
Ferrovia	7.4	PF 1	1.48	89.00	89.07	89.23	90.26	0.959954	4.82	0.31	4.15	5.66
Ferrovia	7.3	PF 1	1.48	89.00	89.09	89.23	89.81	0.424121	3.76	0.39	4.15	3.90
Ferrovia	7.2	PF 1	1.48	87.81	88.77	88.12	88.77	0.000398	0.41	3.63	4.15	0.14
Ferrovia	7	PF 1	1.48	87.81	88.77	88.12	88.77	0.000105	0.41	3.63	4.15	0.14
Ferrovia	6.5		Bridge									
Ferrovia	6	PF 1	1.48	87.16	87.56	87.79	88.36	0.039654	3.96	0.37	1.00	2.07
Ferrovia	5.8	PF 1	1.48	87.00	87.39	87.63	88.23	0.042487	4.06	0.36	1.00	2.14
Ferrovia	5	PF 1	1.48	86.53	86.76	86.96	87.75	0.084734	4.40	0.34	2.27	3.65
Ferrovia	4.6	PF 1	1.48	85.73	85.89	86.11	87.00	0.100171	4.67	0.32	2.00	3.75
Ferrovia	4.4	PF 1	1.48	84.83	84.95	85.21	86.90	0.244506	6.19	0.24	2.00	5.71
Ferrovia	4	PF 1	1.48	84.73	84.89	85.11	85.93	0.089737	4.51	0.33	2.00	3.56
Ferrovia	3.5		Culvert									
Ferrovia	3	PF 1	1.48	84.38	84.61	84.76	85.15	0.032272	3.25	0.46	2.00	2.17
Ferrovia	2.6	PF 1	1.48	84.18	84.44	84.56	84.85	0.021043	2.83	0.52	2.01	1.77
Ferrovia	2.4	PF 1	1.48	84.18	84.51	84.54	84.70	0.026272	1.90	0.78	2.67	1.13
Ferrovia	2	PF 1	1.48	83.60	83.97	84.01	84.13	0.040403	1.78	0.87	5.38	1.32
Ferrovia	1	PF 1	1.48	82.41	83.40	82.74	83.40	0.000019	0.10	17.54	32.25	0.04

**ALLEGATO B1**

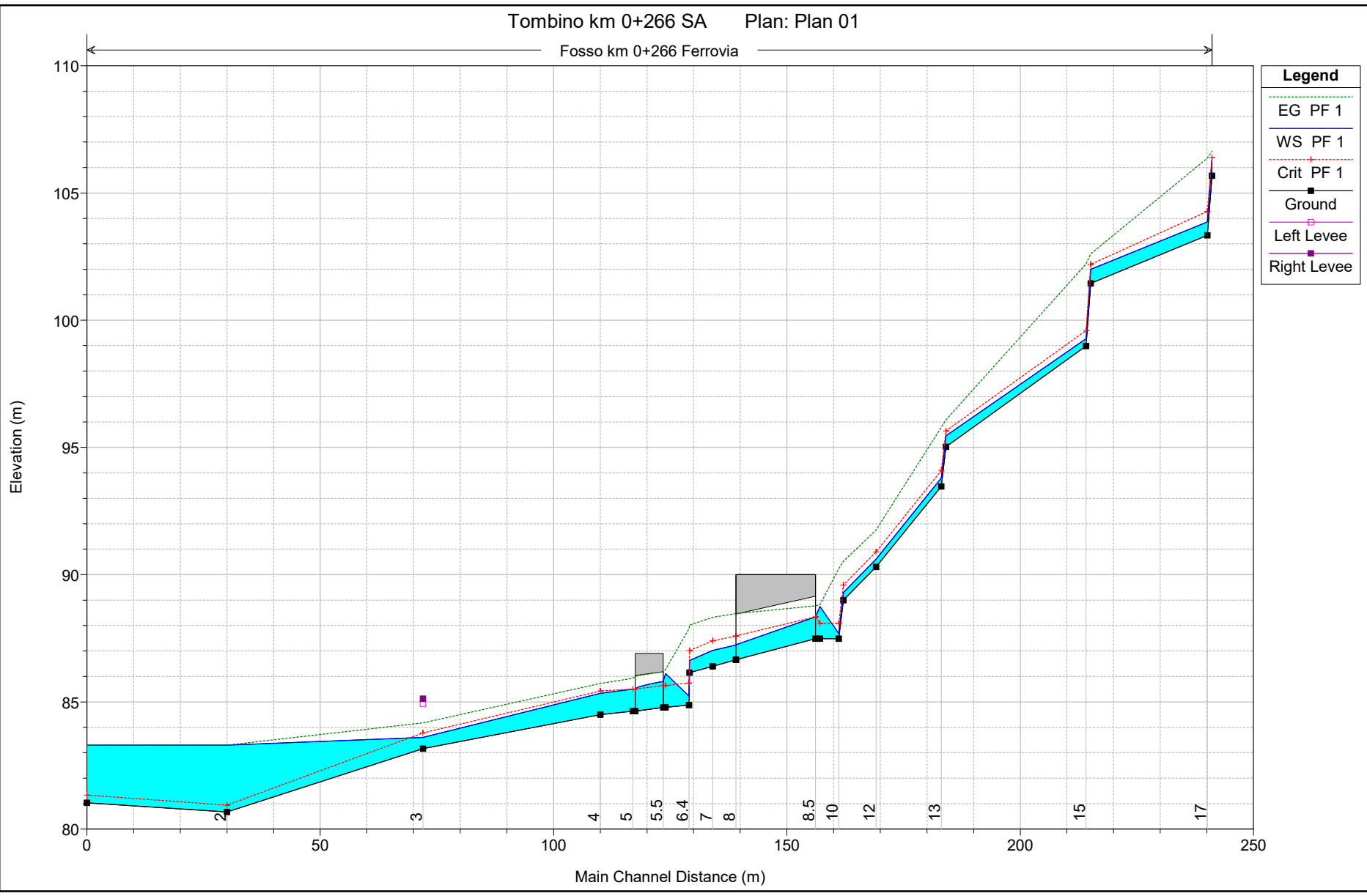
**Fosso al km 0+266 – Ramo A**

**Ante Operam**

**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

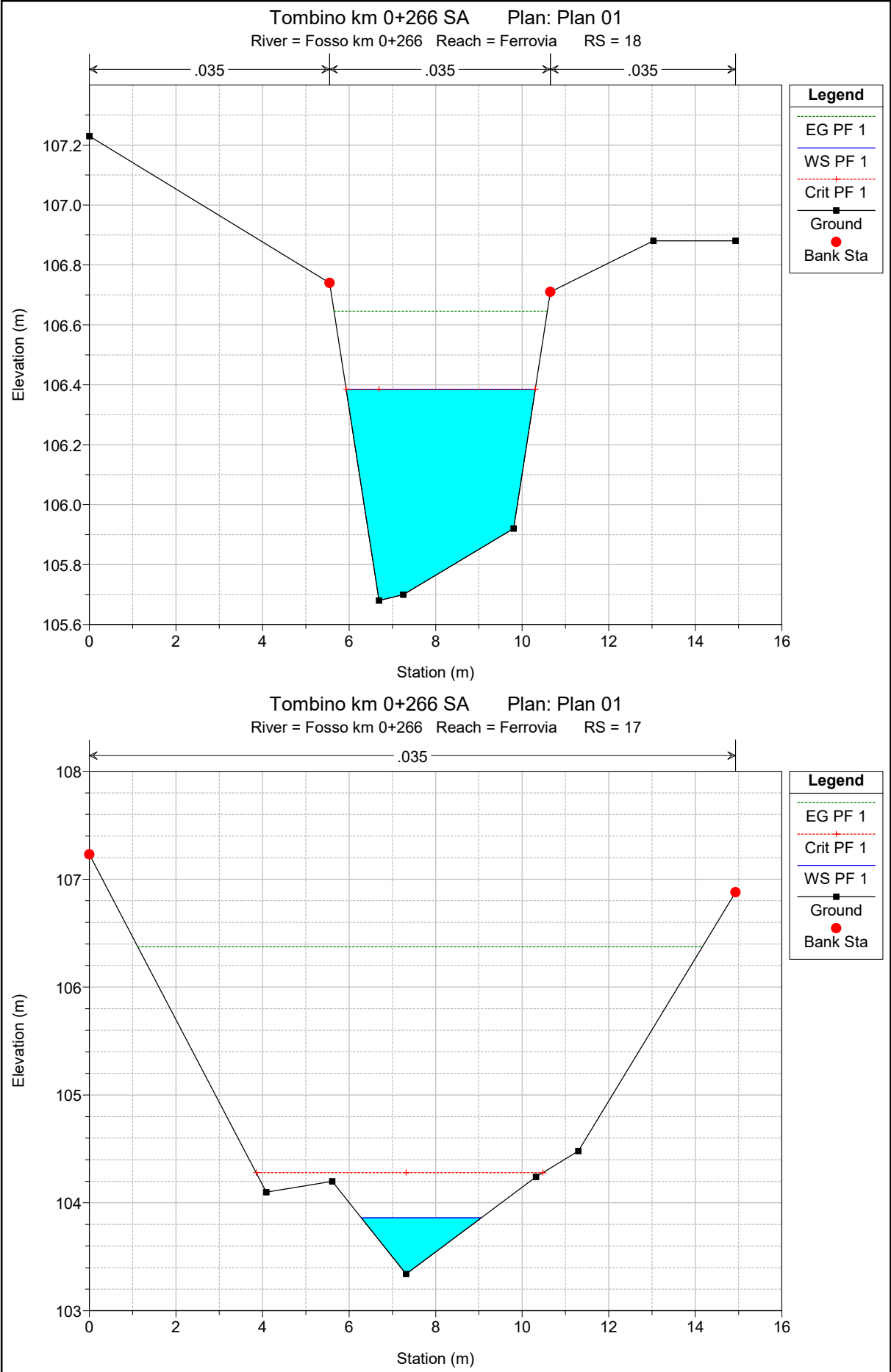
Tombino km 0+266 SA Plan: Plan 01

Fosso km 0+266 Ferrovia



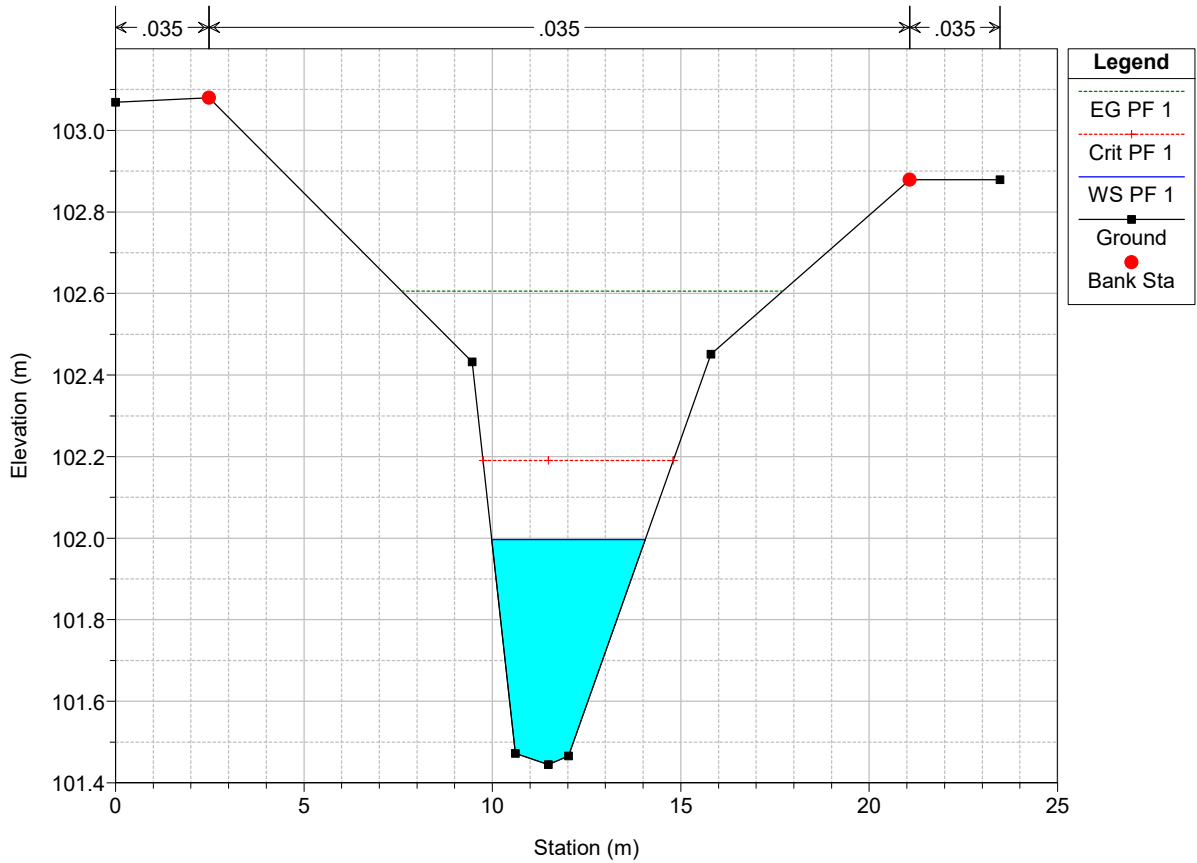
**Legend**

- EG PF 1
- WS PF 1
- Crit PF 1
- Ground
- Left Levee
- Right Levee

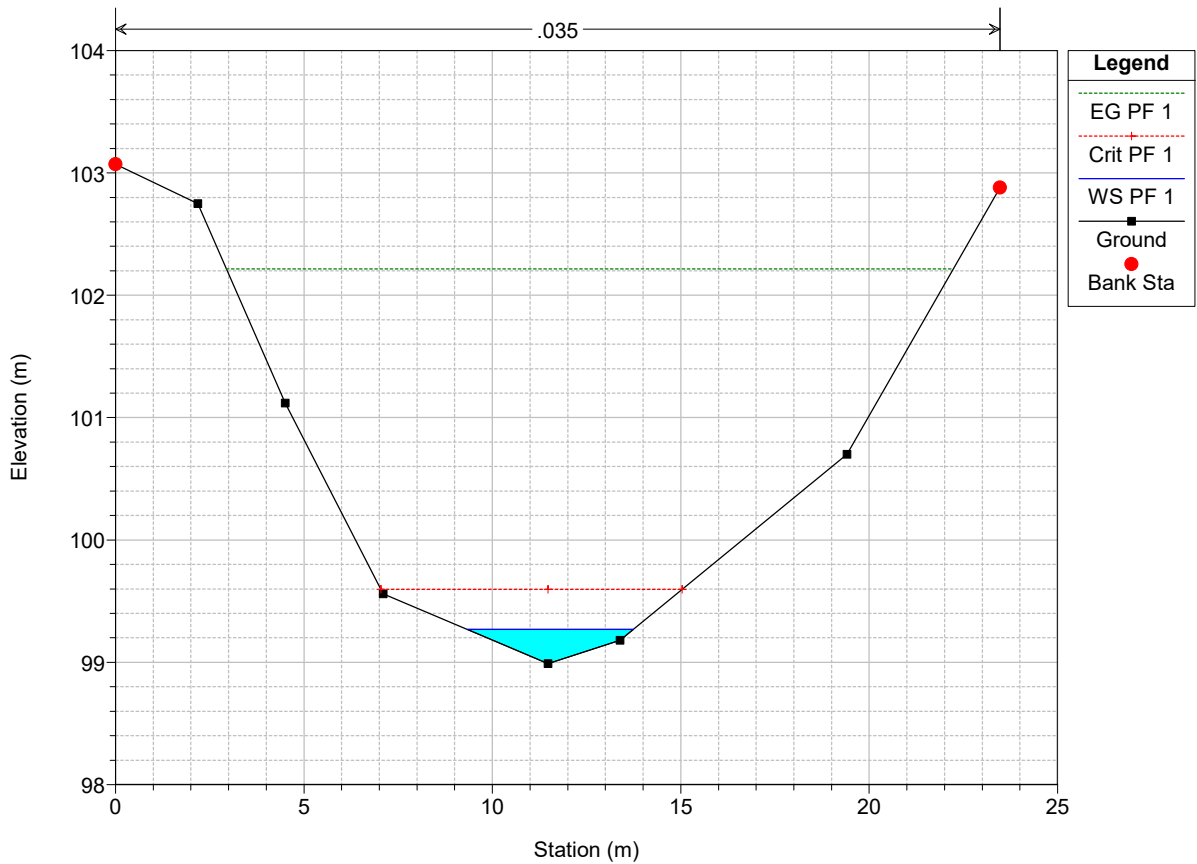


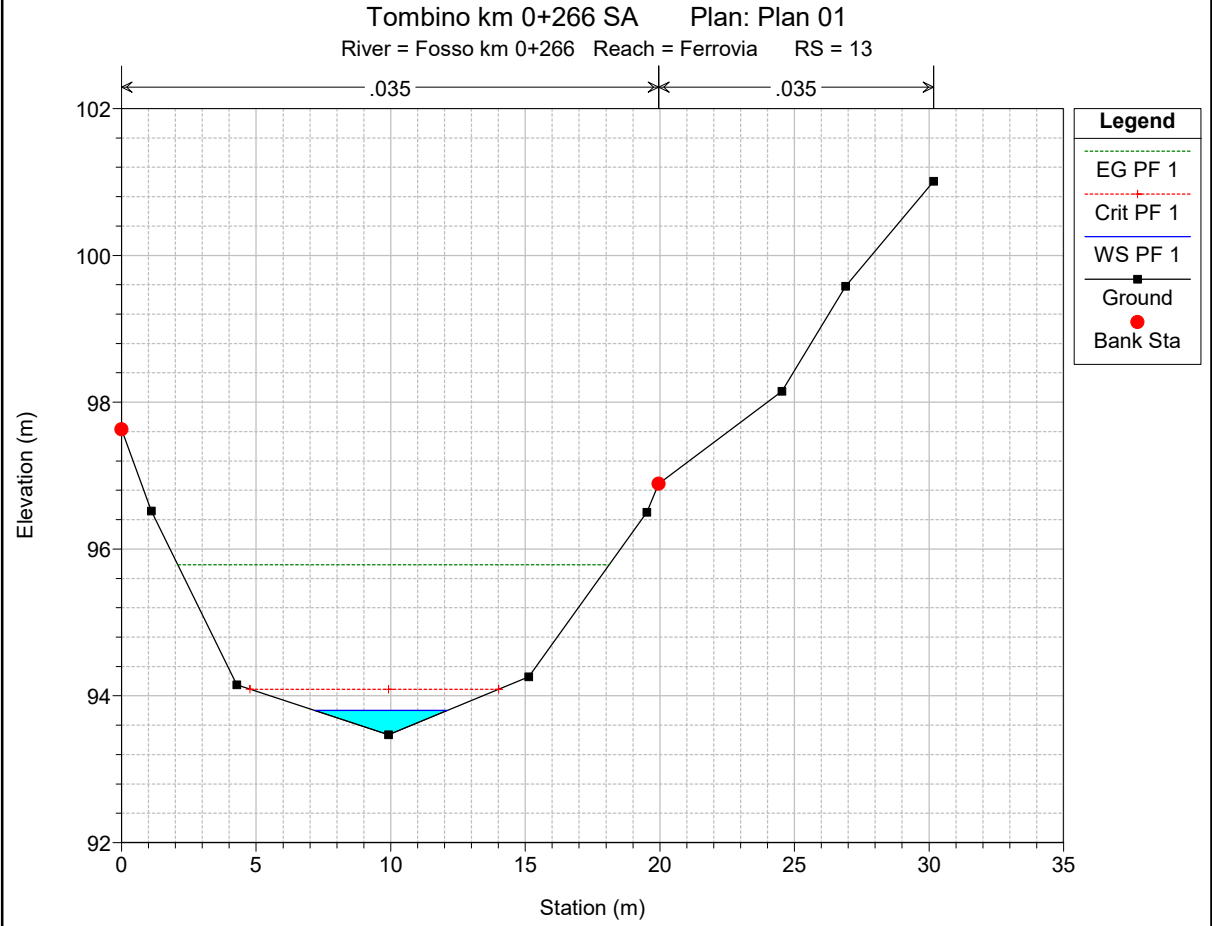
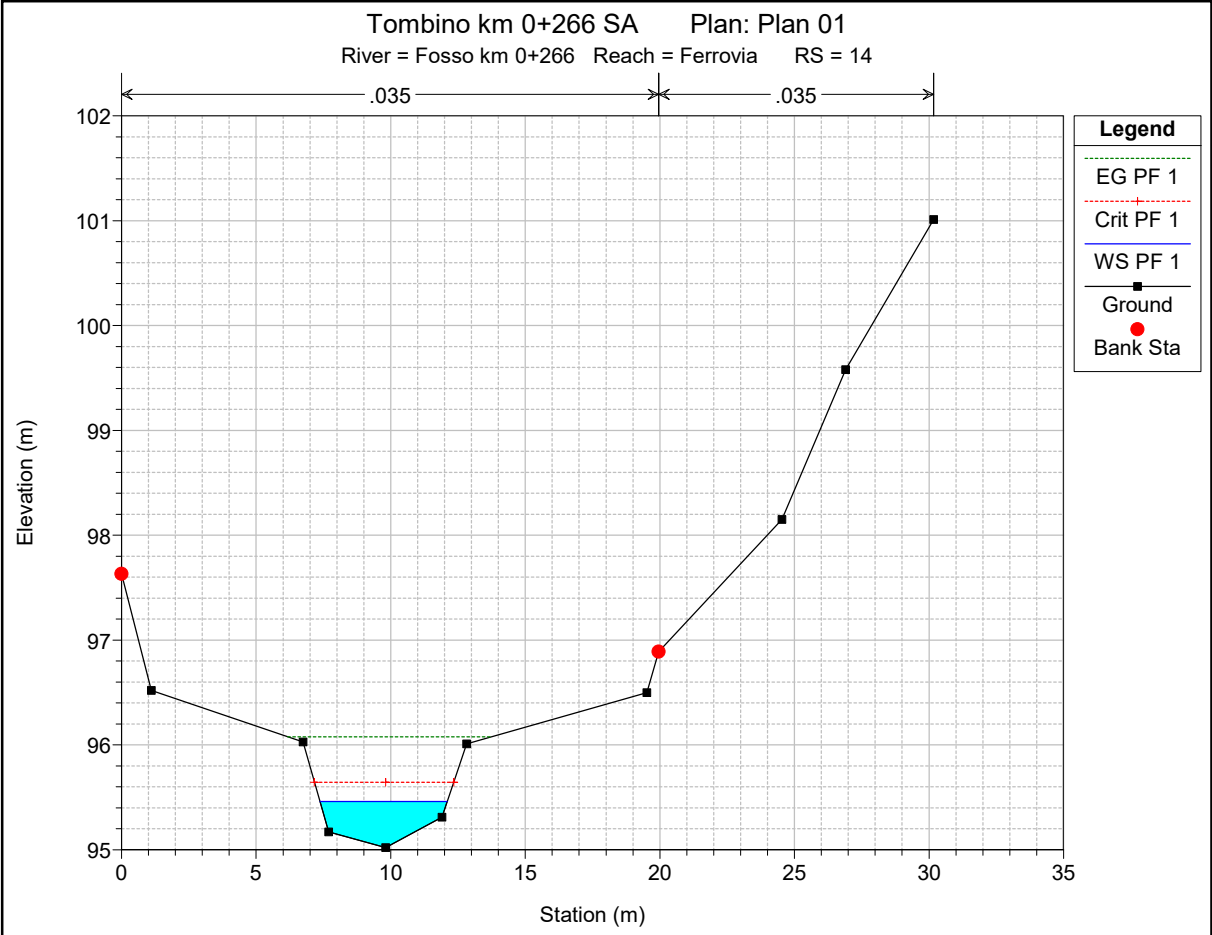


Tombino km 0+266 SA Plan: Plan 01  
 River = Fosso km 0+266 Reach = Ferrovia RS = 16

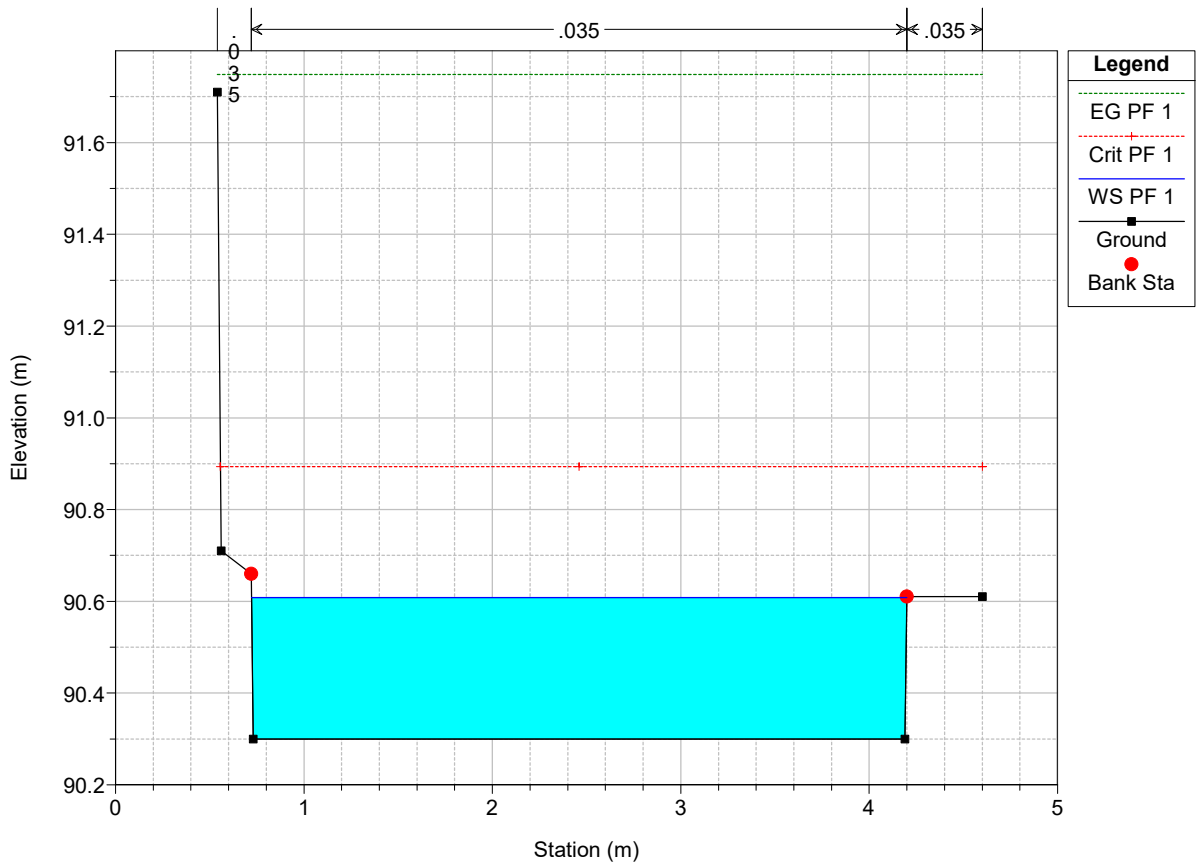


Tombino km 0+266 SA Plan: Plan 01  
 River = Fosso km 0+266 Reach = Ferrovia RS = 15

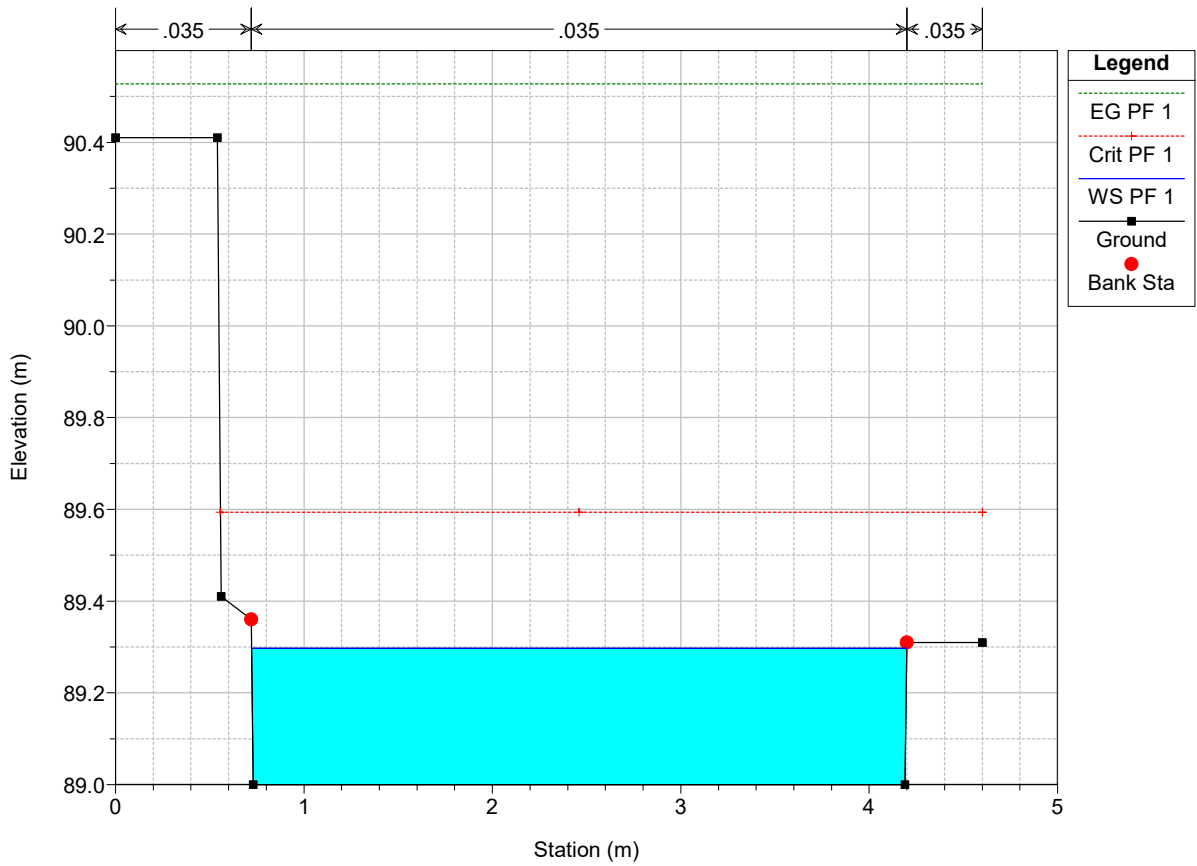


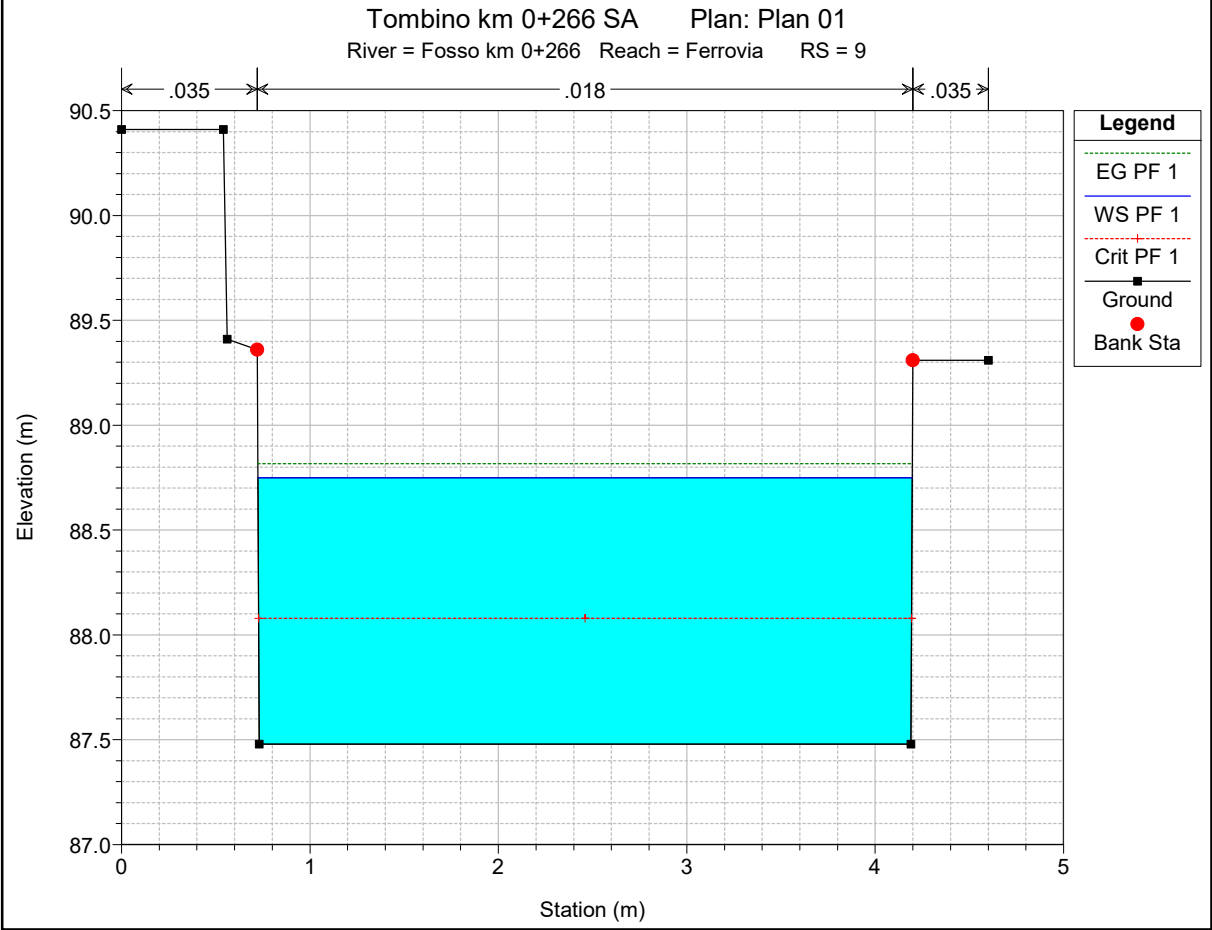
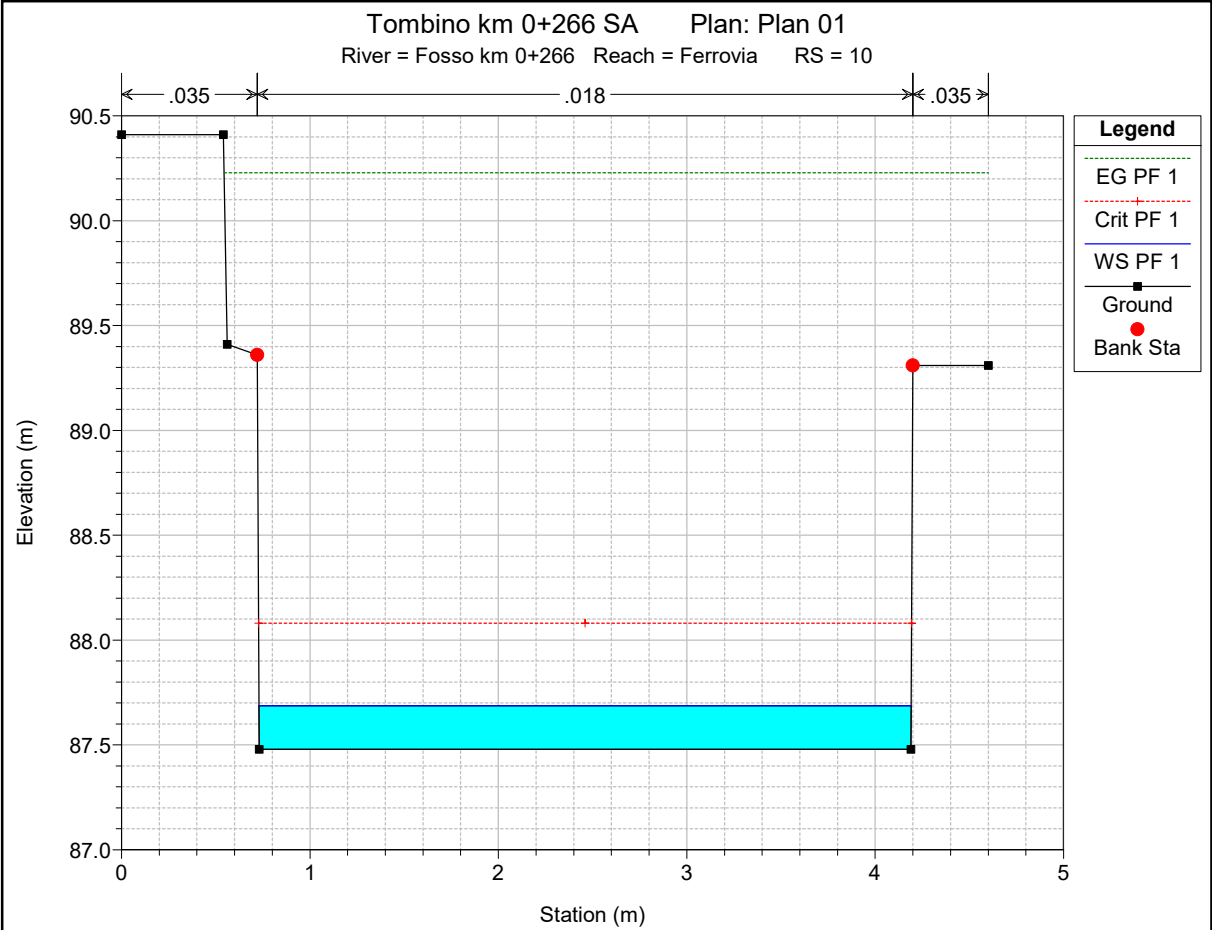


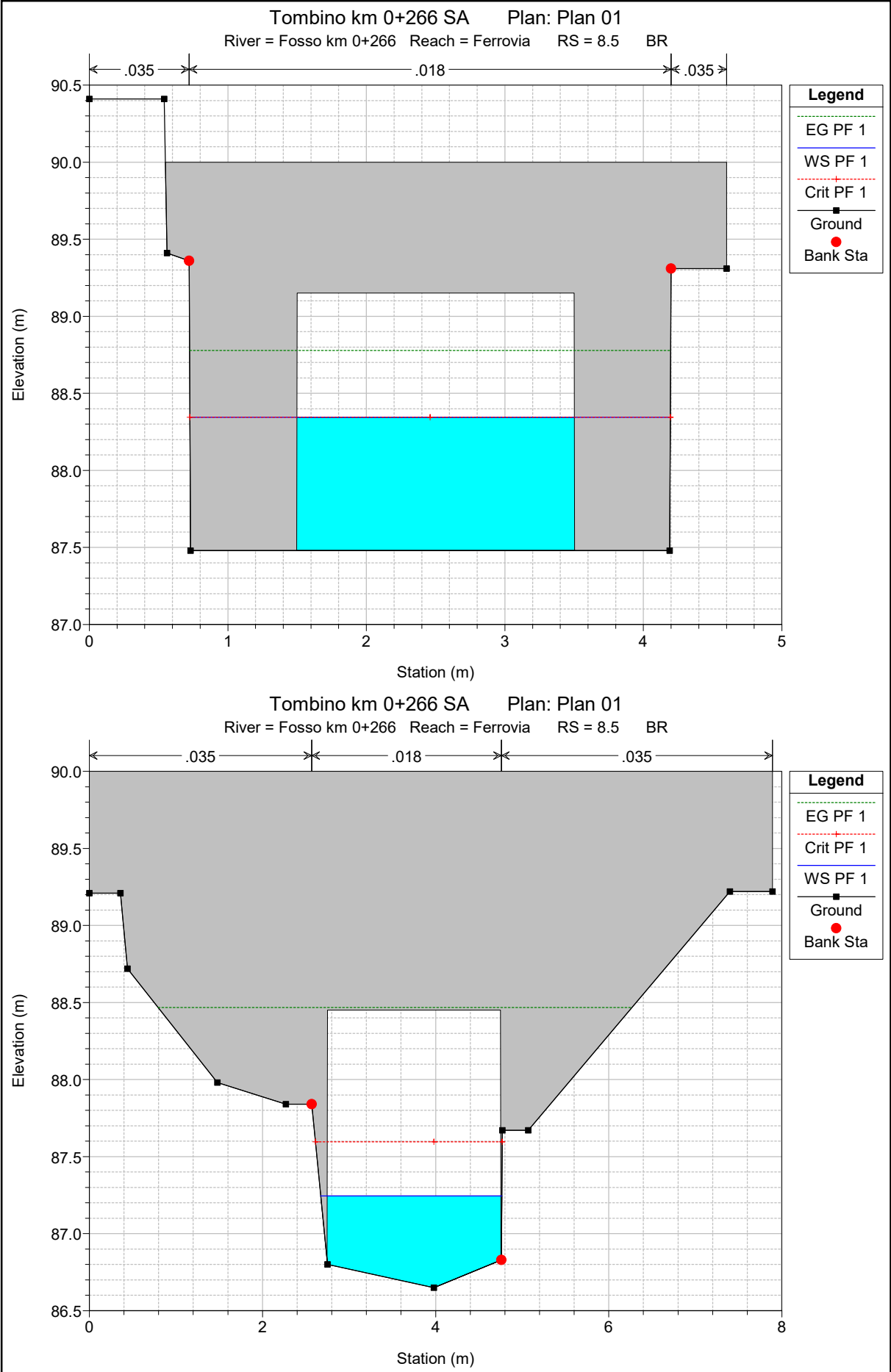
Tombino km 0+266 SA Plan: Plan 01  
 River = Fosso km 0+266 Reach = Ferrovia RS = 12

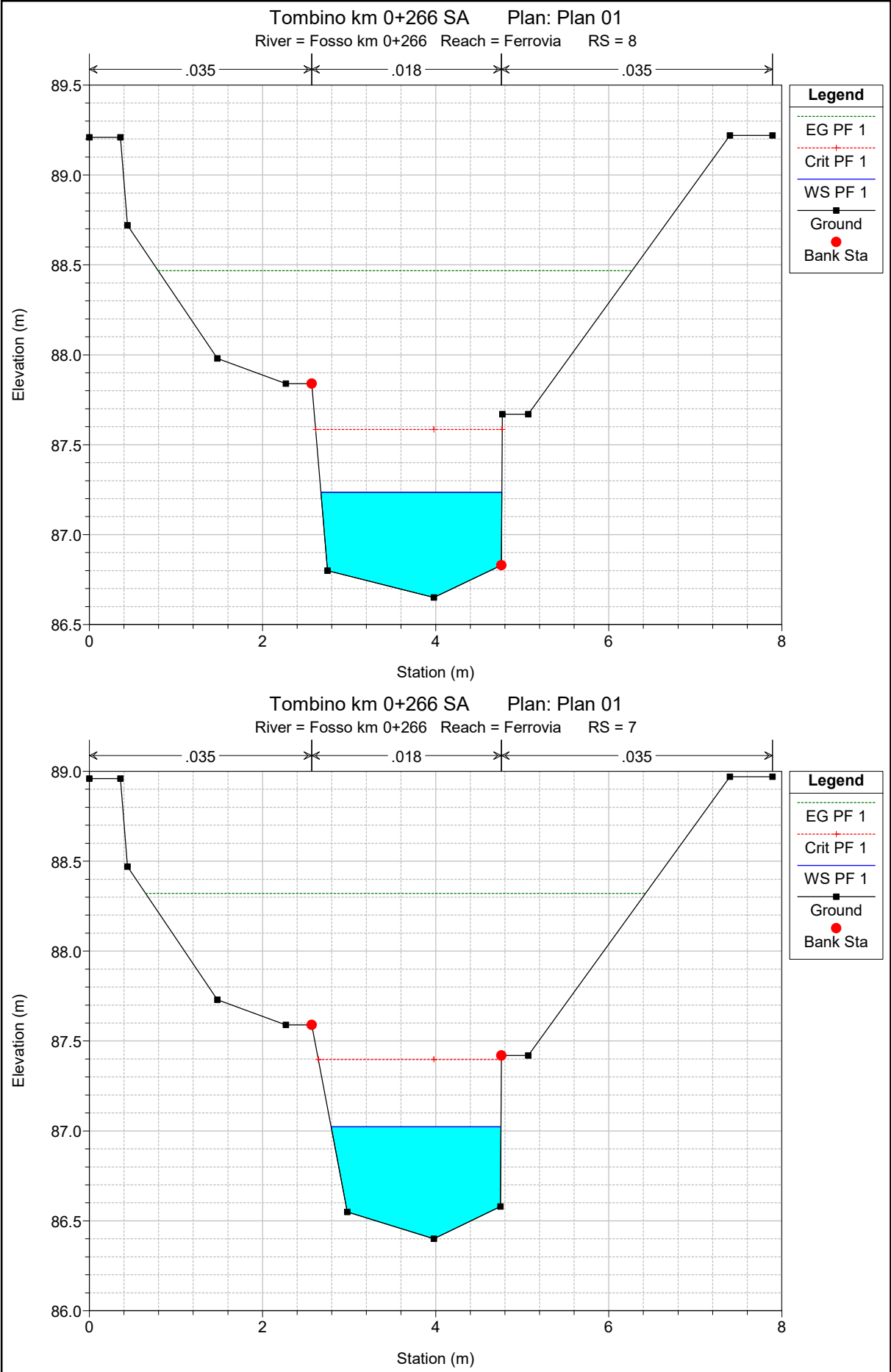


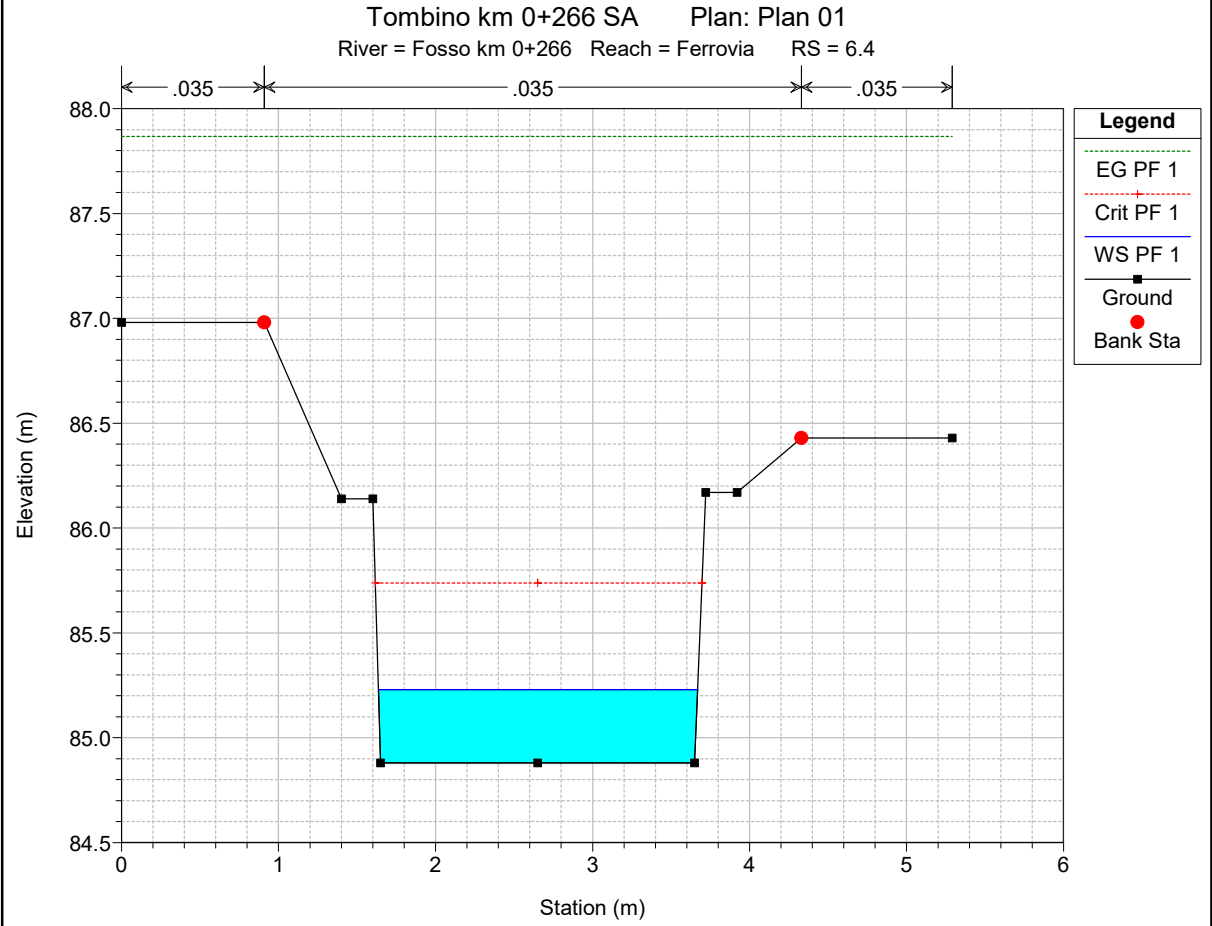
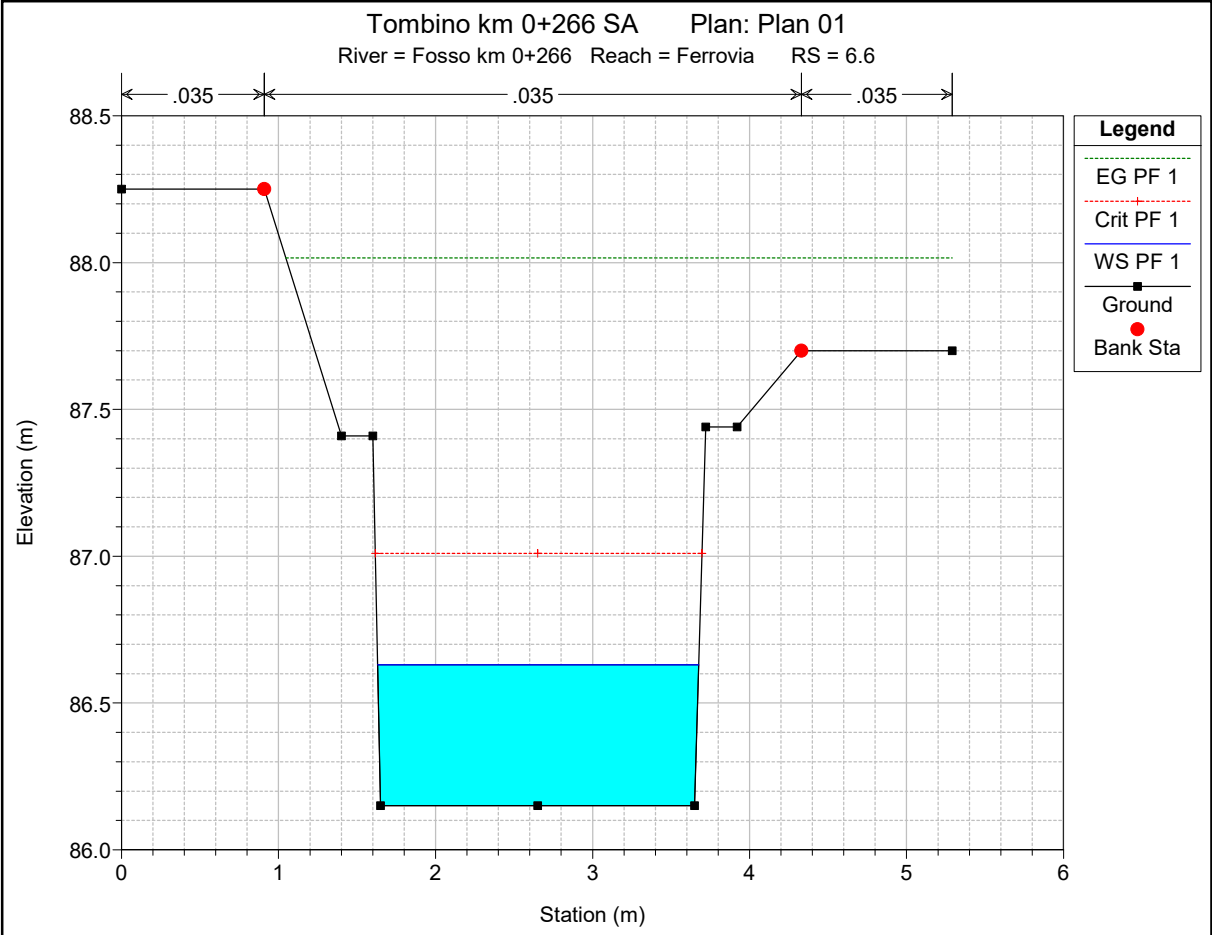
Tombino km 0+266 SA Plan: Plan 01  
 River = Fosso km 0+266 Reach = Ferrovia RS = 11

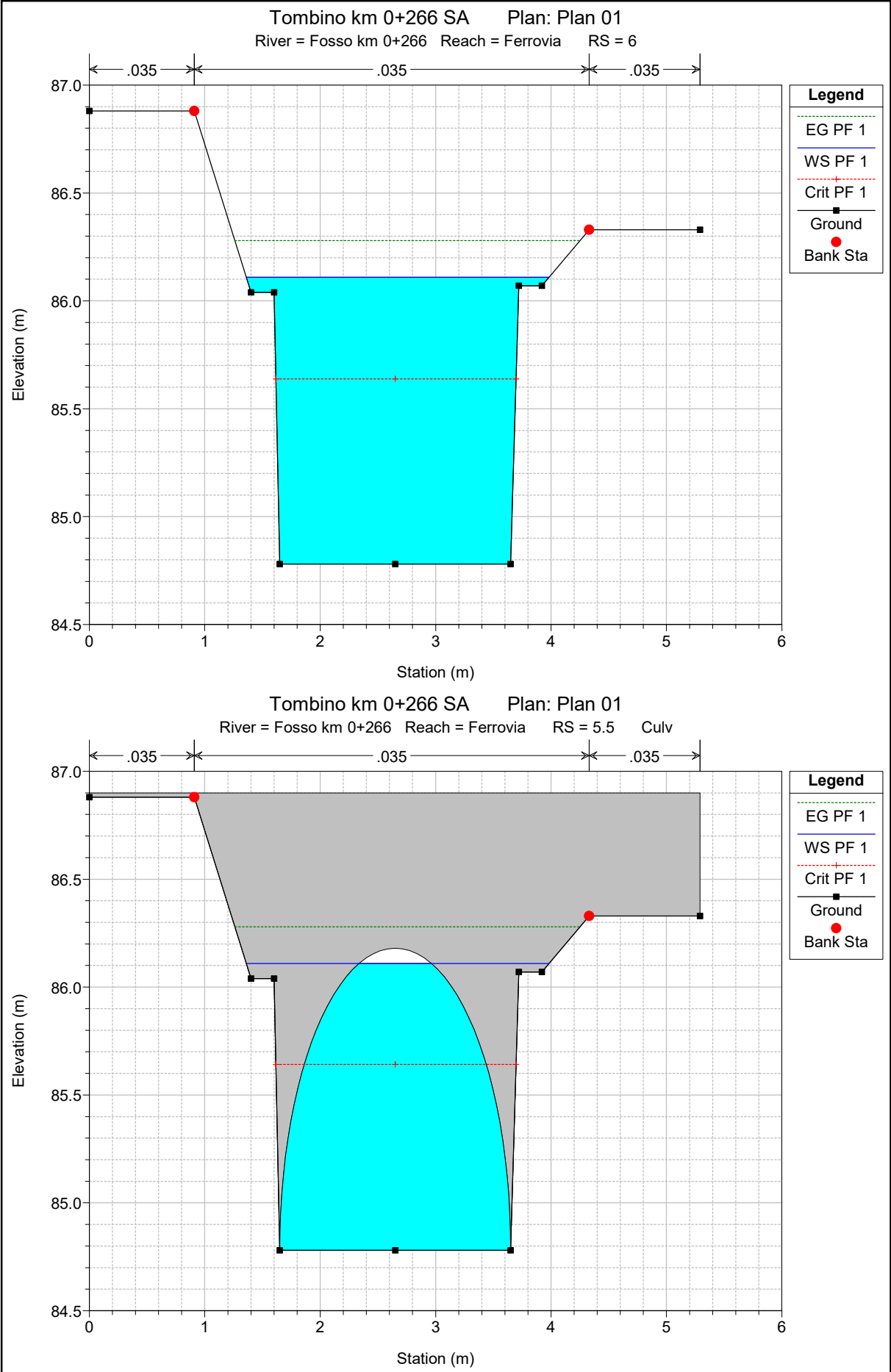




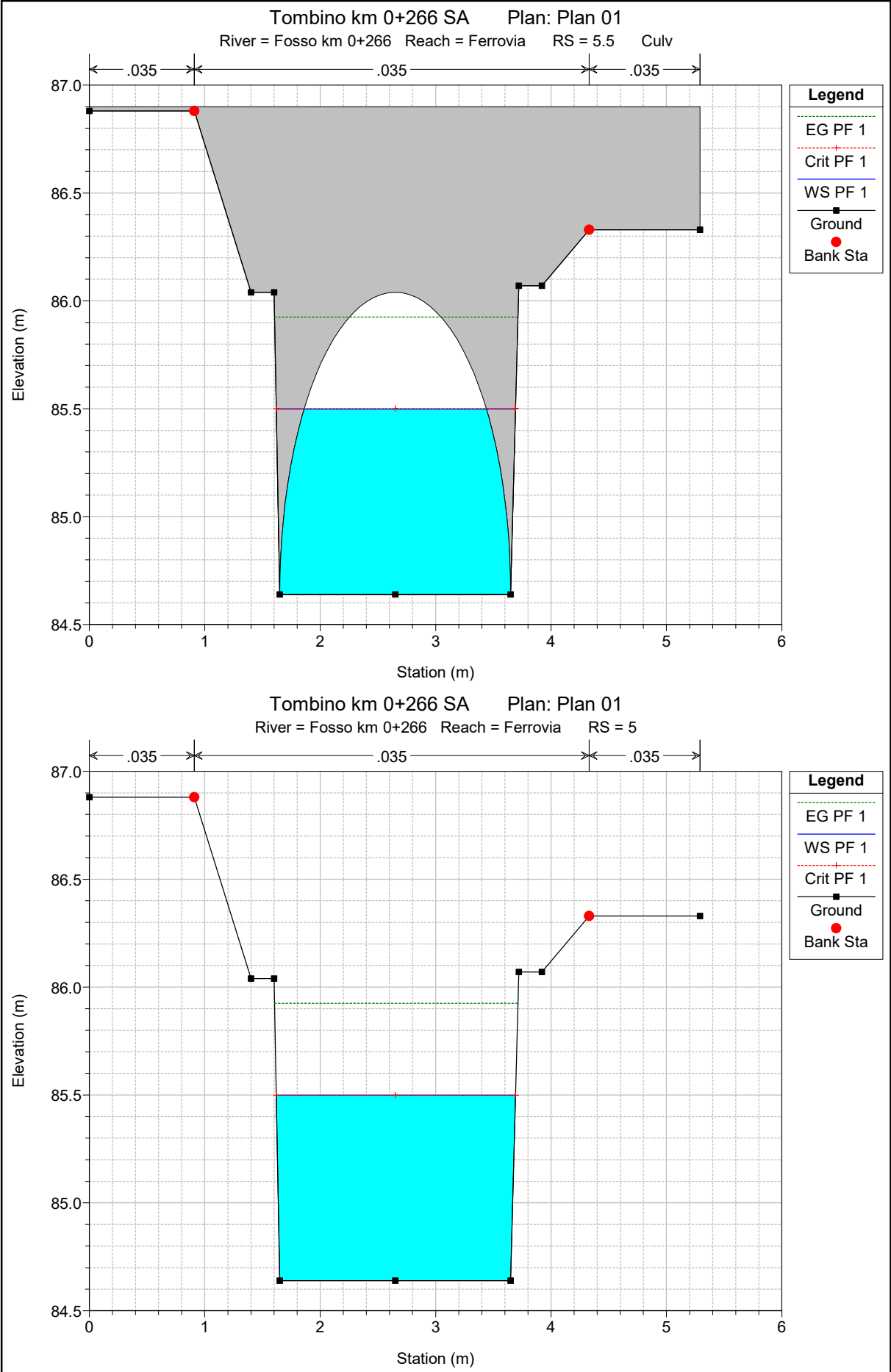




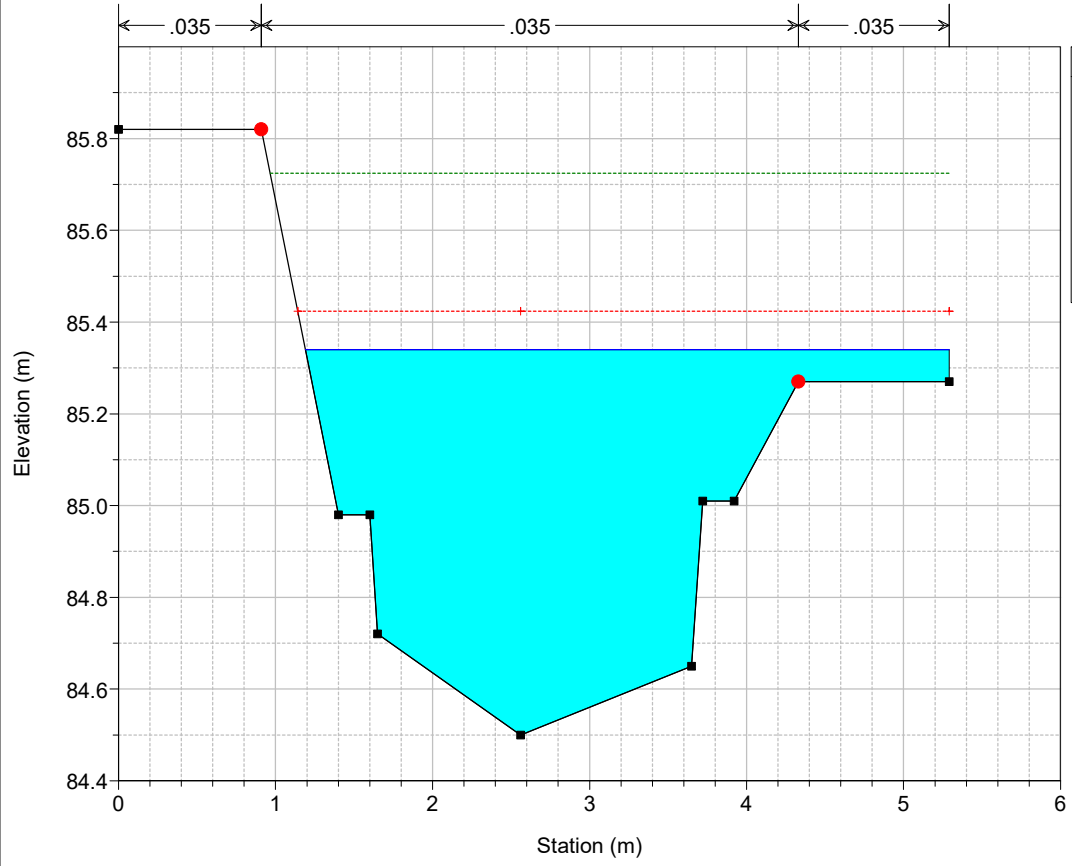




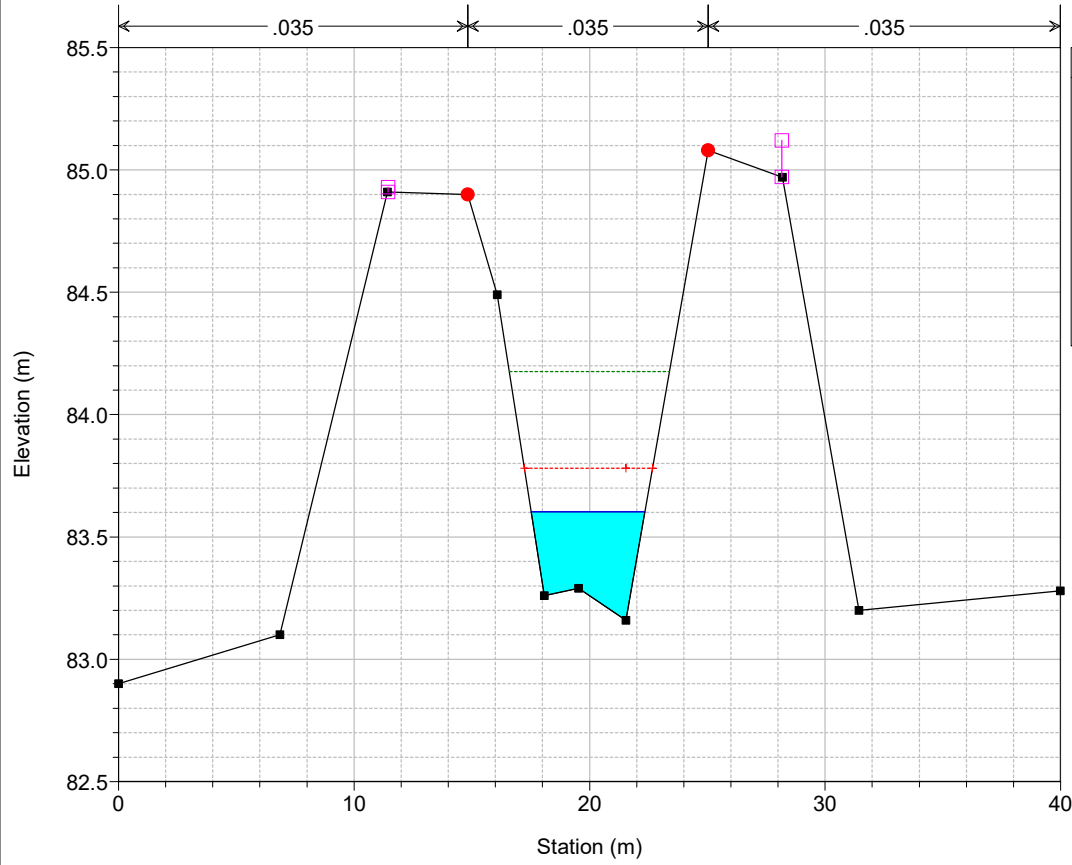


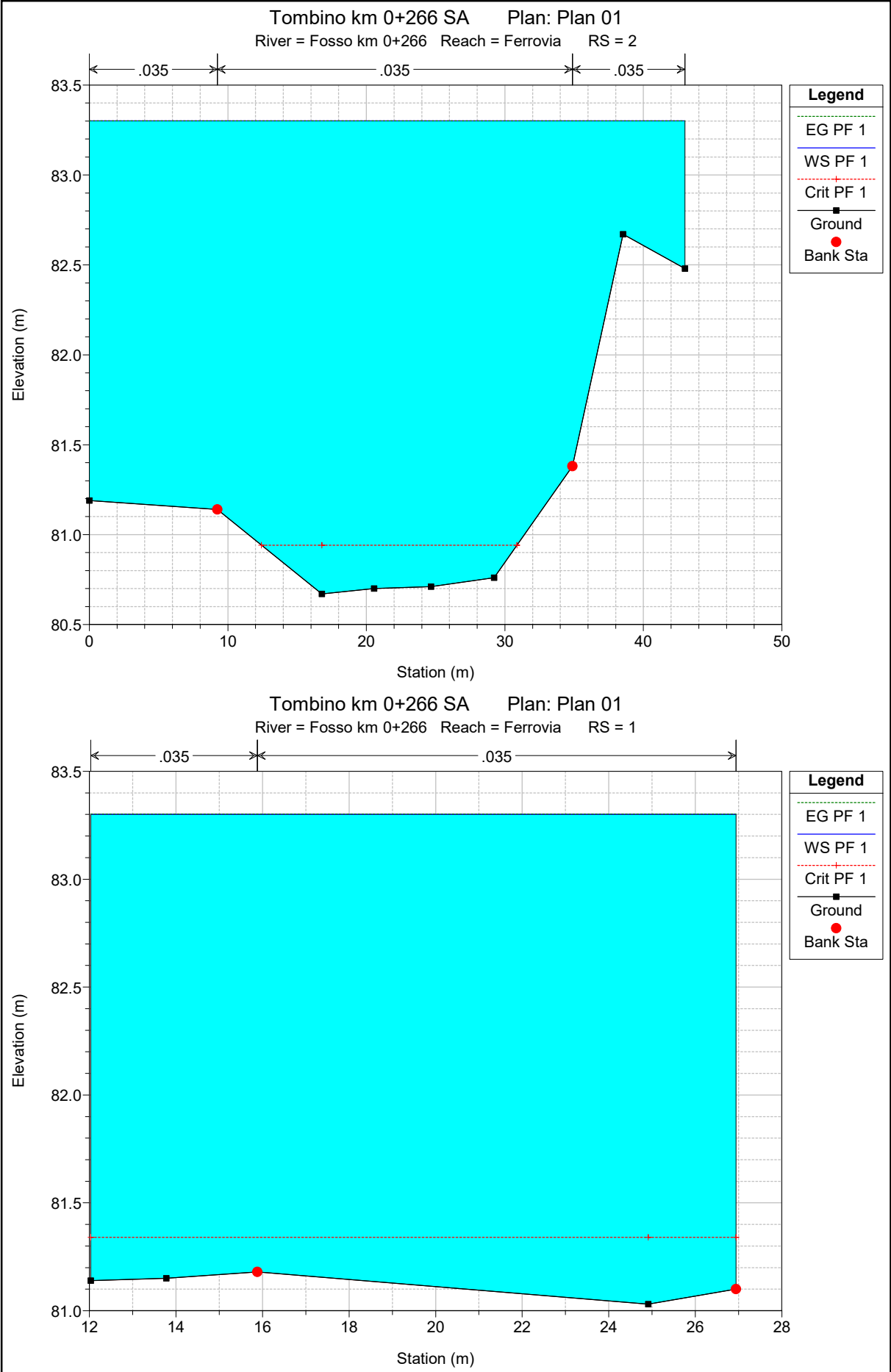


Tombino km 0+266 SA Plan: Plan 01  
 River = Fosso km 0+266 Reach = Ferrovia RS = 4



Tombino km 0+266 SA Plan: Plan 01  
 River = Fosso km 0+266 Reach = Ferrovia RS = 3





HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso km 0+266 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	18	PF 1	5.06	105.68	106.39	106.39	106.65	0.017478	2.26	2.24	4.37	1.01
Ferrovia	17	PF 1	5.06	103.34	103.86	104.28	106.37	0.398600	7.02	0.72	2.77	4.39
Ferrovia	16	PF 1	5.06	101.45	102.00	102.19	102.61	0.062220	3.46	1.46	4.07	1.84
Ferrovia	15	PF 1	5.06	98.99	99.27	99.60	102.22	0.890250	7.60	0.67	4.40	6.25
Ferrovia	14	PF 1	5.06	95.02	95.46	95.65	96.08	0.075565	3.48	1.45	4.73	2.01
Ferrovia	13	PF 1	5.06	93.47	93.80	94.09	95.78	0.532876	6.24	0.81	4.91	4.90
Ferrovia	12	PF 1	5.06	90.30	90.61	90.89	91.75	0.163000	4.73	1.07	3.48	2.72
Ferrovia	11	PF 1	5.06	89.00	89.30	89.59	90.53	0.183801	4.91	1.03	3.48	2.88
Ferrovia	10	PF 1	5.06	87.48	87.69	88.08	90.23	0.153236	7.06	0.72	3.46	4.96
Ferrovia	9	PF 1	5.06	87.48	88.75	88.08	88.82	0.000648	1.15	4.40	3.47	0.33
Ferrovia	8.5		Bridge									
Ferrovia	8	PF 1	5.06	86.65	87.23	87.58	88.47	0.025312	4.92	1.03	2.09	2.23
Ferrovia	7	PF 1	5.06	86.40	87.02	87.40	88.32	0.031703	5.05	1.00	1.96	2.25
Ferrovia	6.6	PF 1	5.06	86.15	86.63	87.01	88.02	0.147381	5.21	0.97	2.05	2.42
Ferrovia	6.4	PF 1	5.06	84.88	85.23	85.74	87.87	0.380829	7.19	0.70	2.03	3.91
Ferrovia	6	PF 1	5.06	84.78	86.11	85.64	86.28	0.009298	1.83	2.76	2.62	0.57
Ferrovia	5.5		Culvert									
Ferrovia	5	PF 1	5.06	84.64	85.50	85.50	85.93	0.028025	2.89	1.75	2.07	1.01
Ferrovia	4	PF 1	5.06	84.50	85.34	85.42	85.72	0.026416	2.76	1.88	4.10	1.16
Ferrovia	3	PF 1	5.06	83.16	83.60	83.78	84.18	0.068859	3.35	1.51	4.83	1.92
Ferrovia	2	PF 1	5.06	80.67	83.30	80.94	83.30	0.000001	0.06	90.58	43.00	0.01
Ferrovia	1	PF 1	5.06	81.03	83.30	81.34	83.30	0.000014	0.16	32.61	14.91	0.03

**ALLEGATO B2**

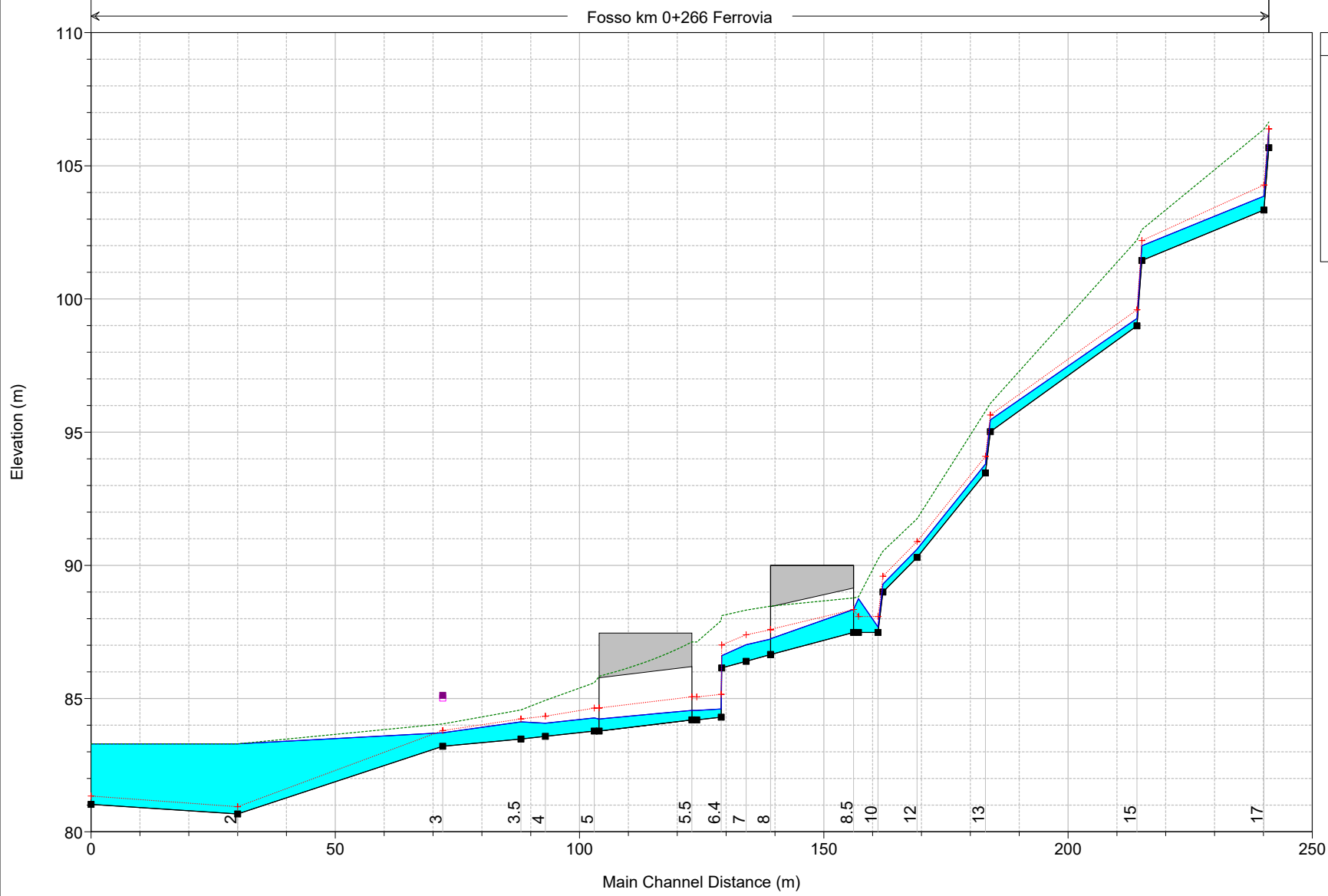
**Fosso al km 0+266 – Ramo A**

**Post Operam**

**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

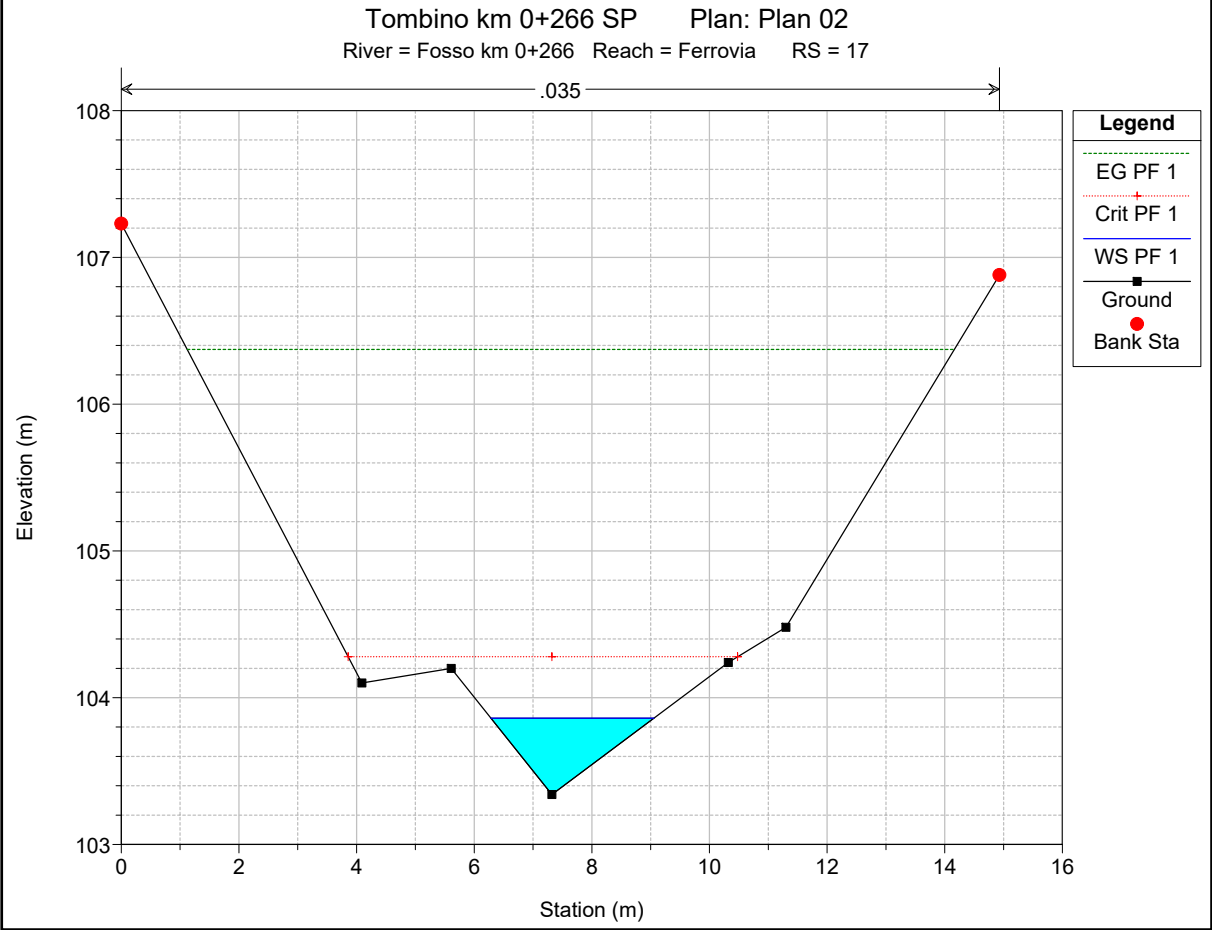
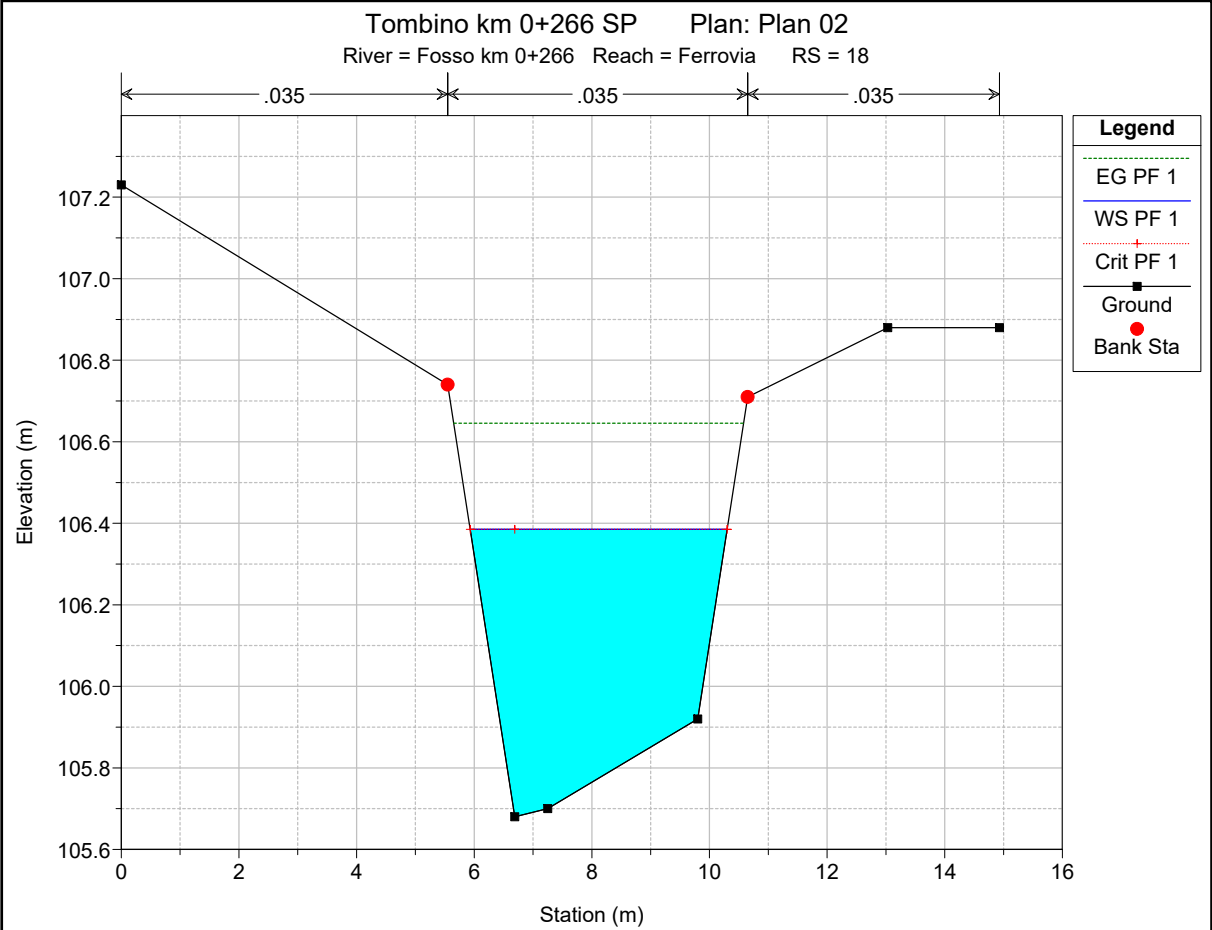
Tombino km 0+266 SP Plan: Plan 02

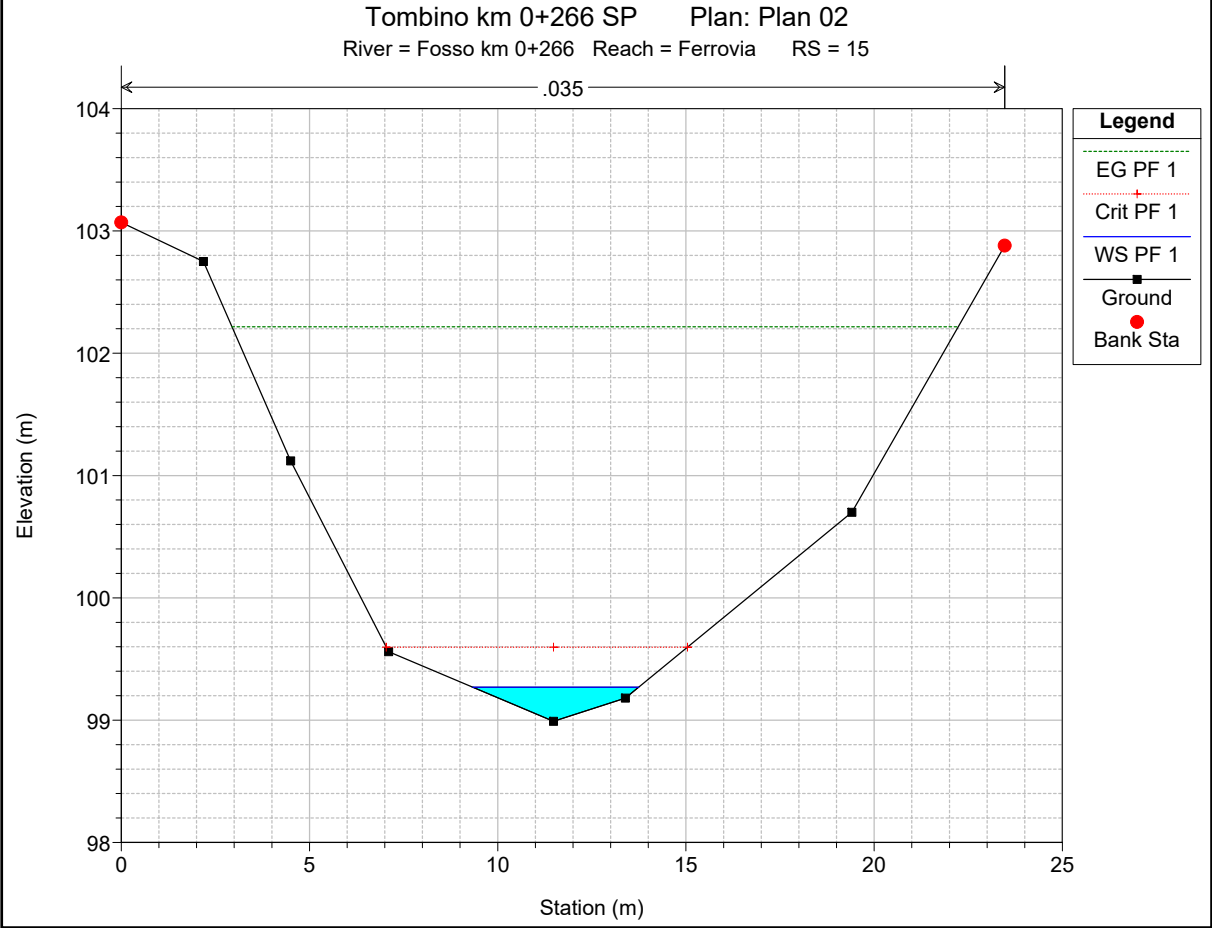
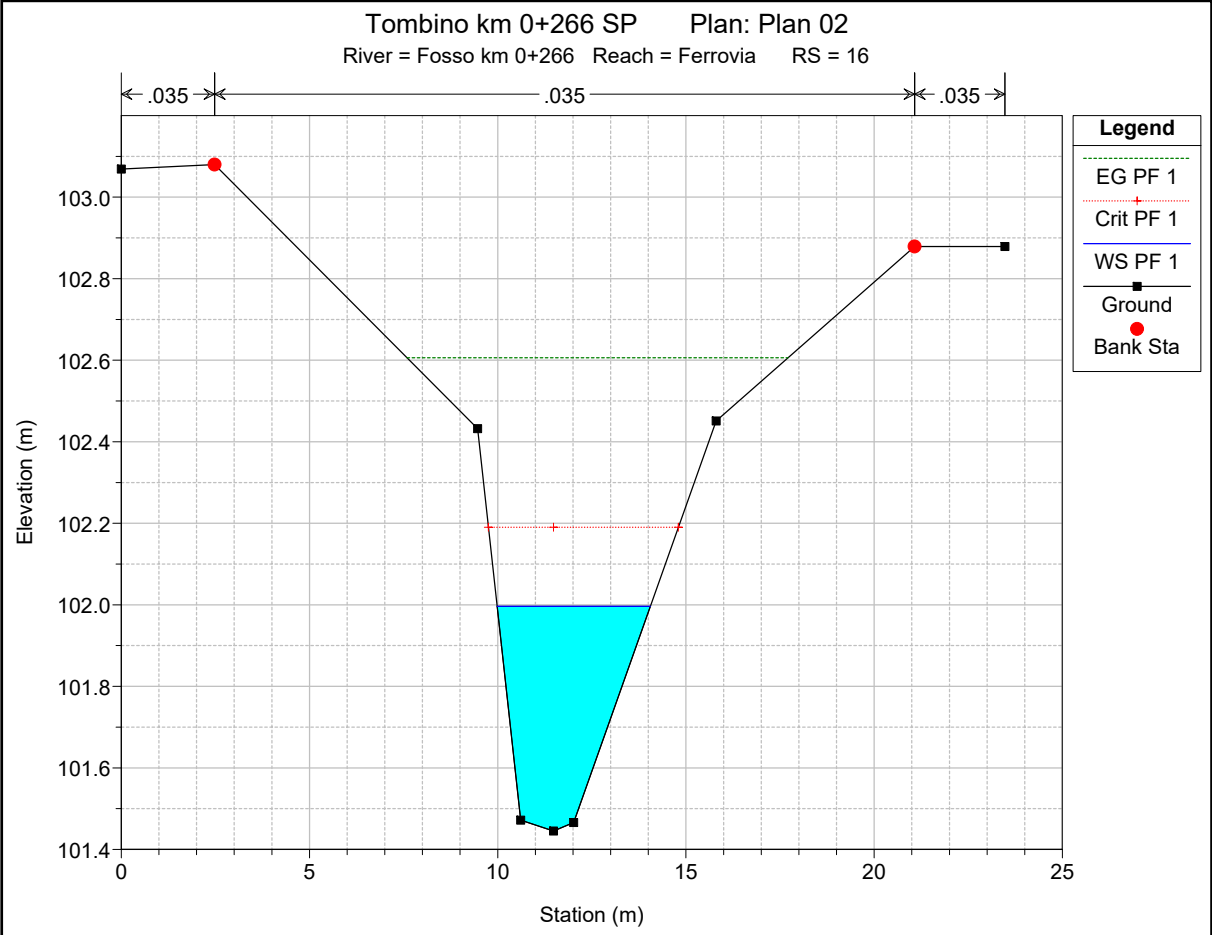
Fosso km 0+266 Ferrovia



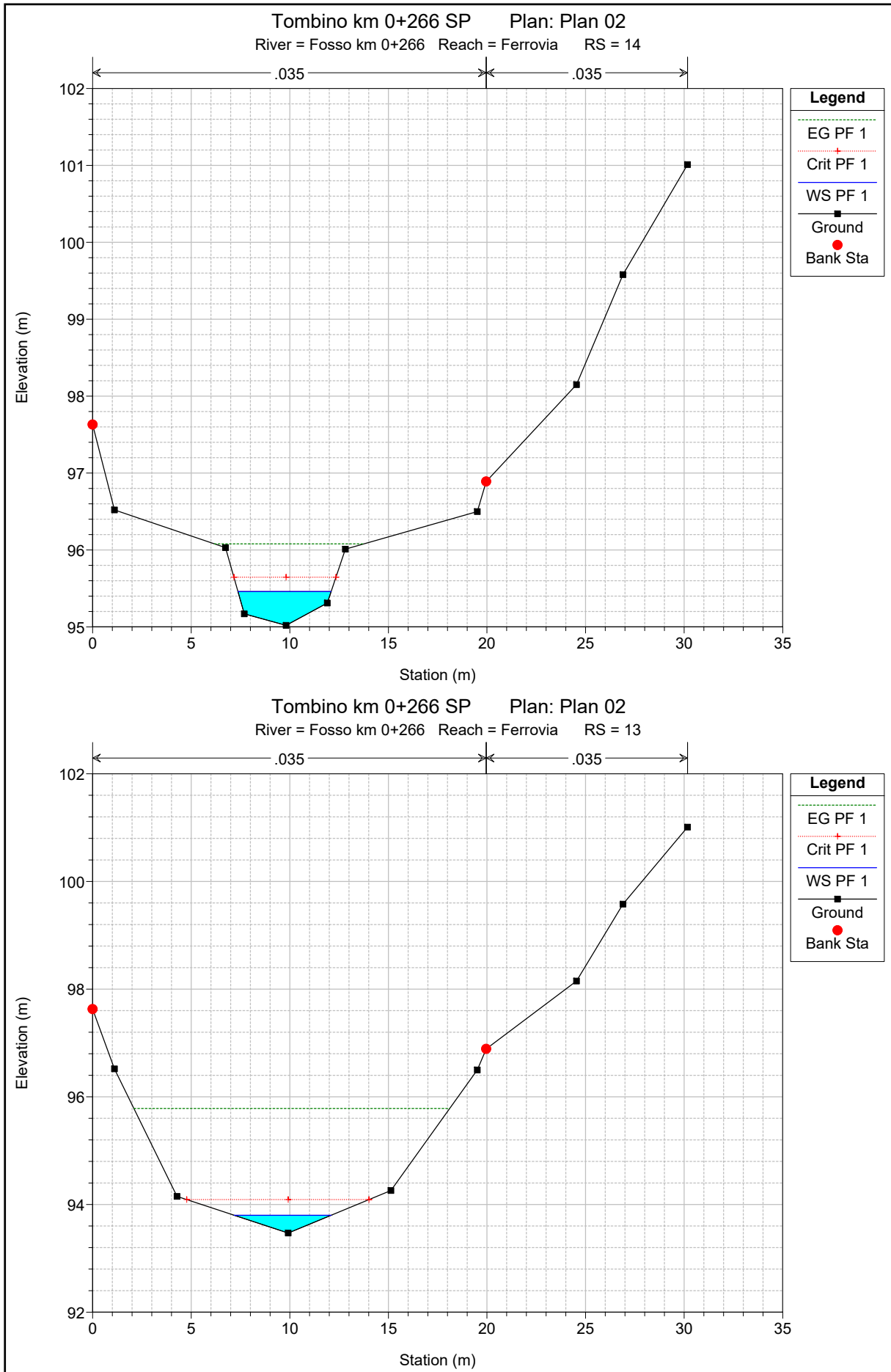
**Legend**

- EG PF 1
- WS PF 1
- Crit PF 1
- Ground
- Left Levee
- Right Levee

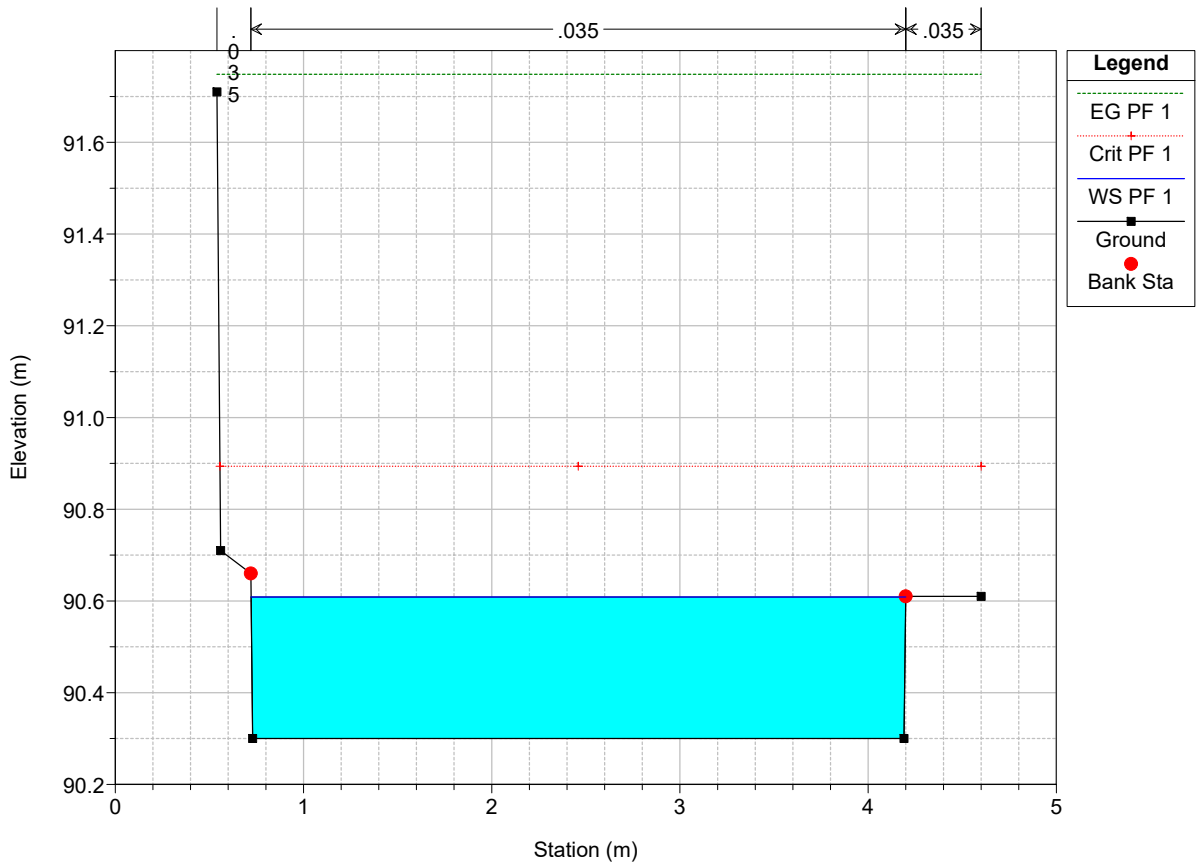




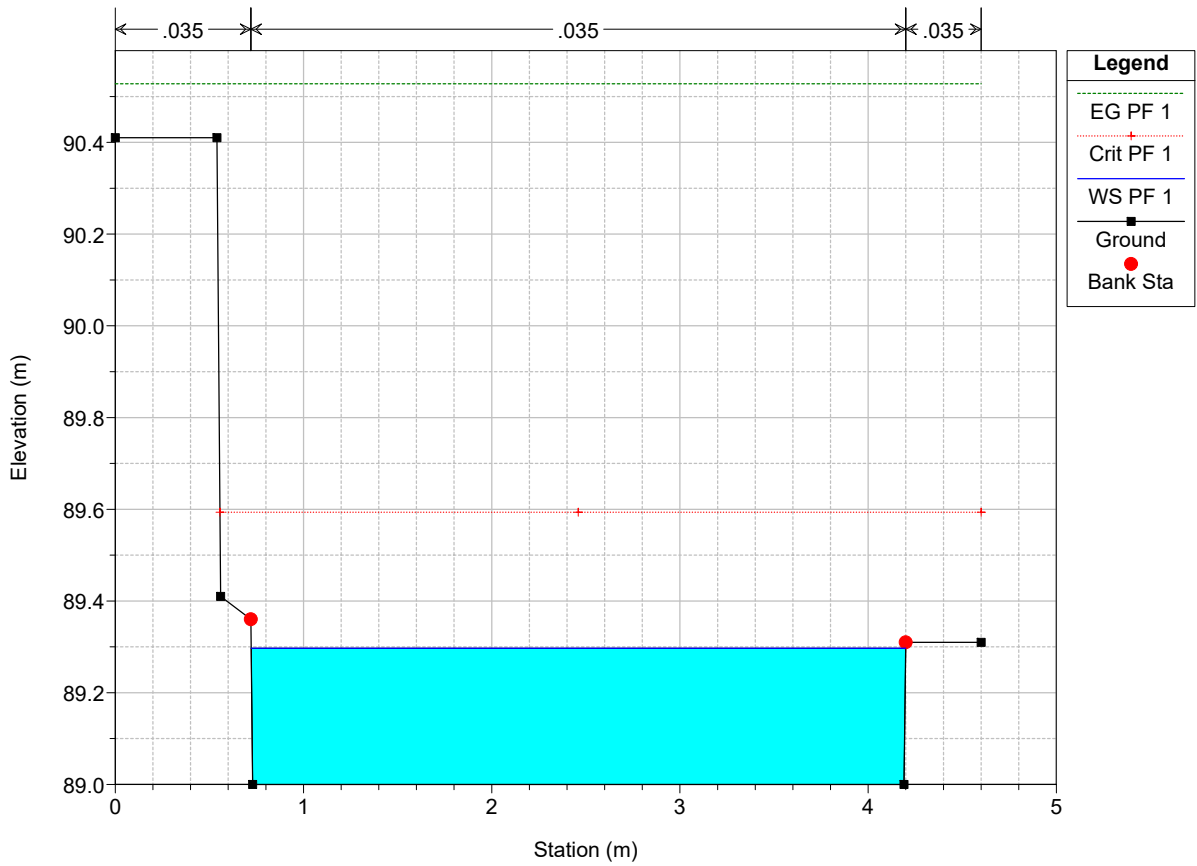


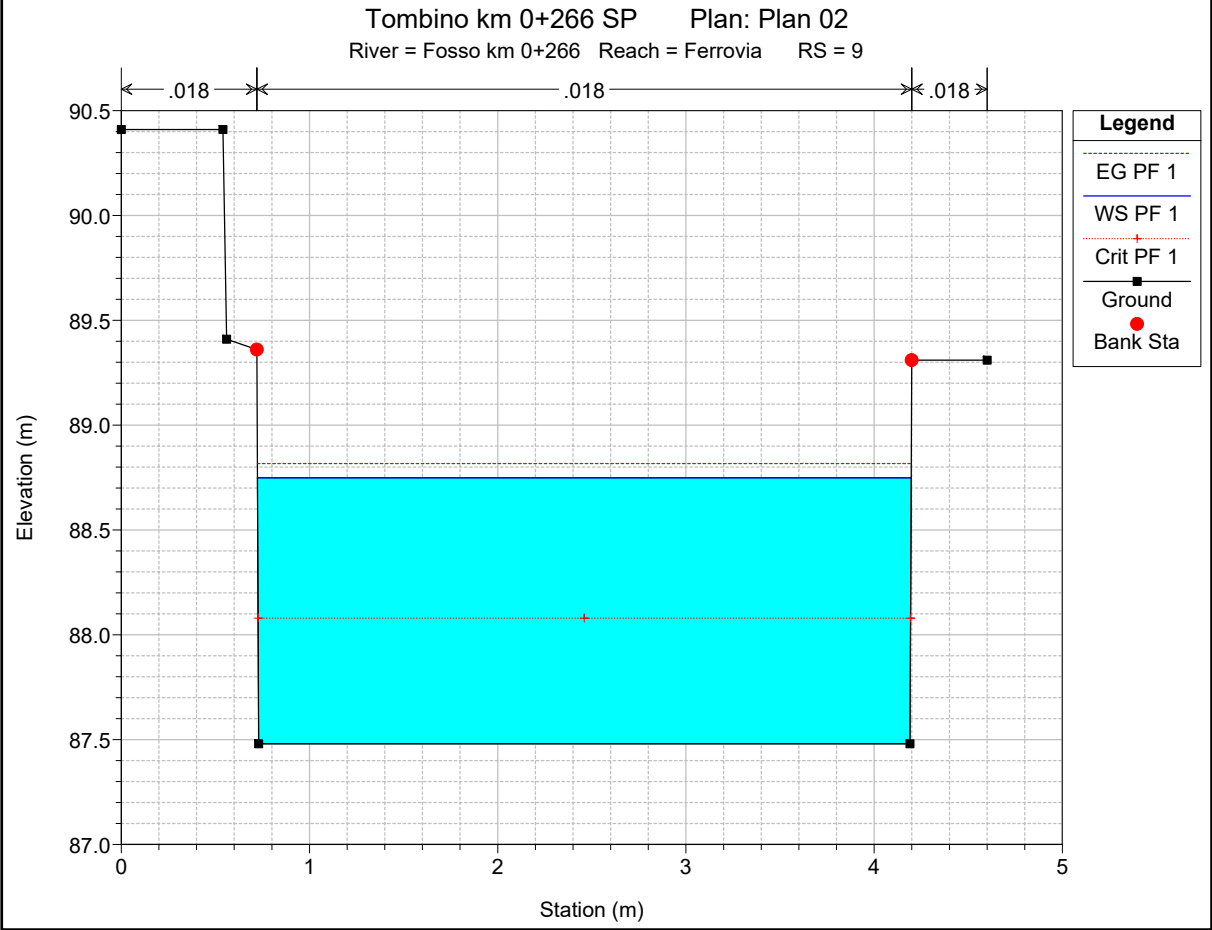
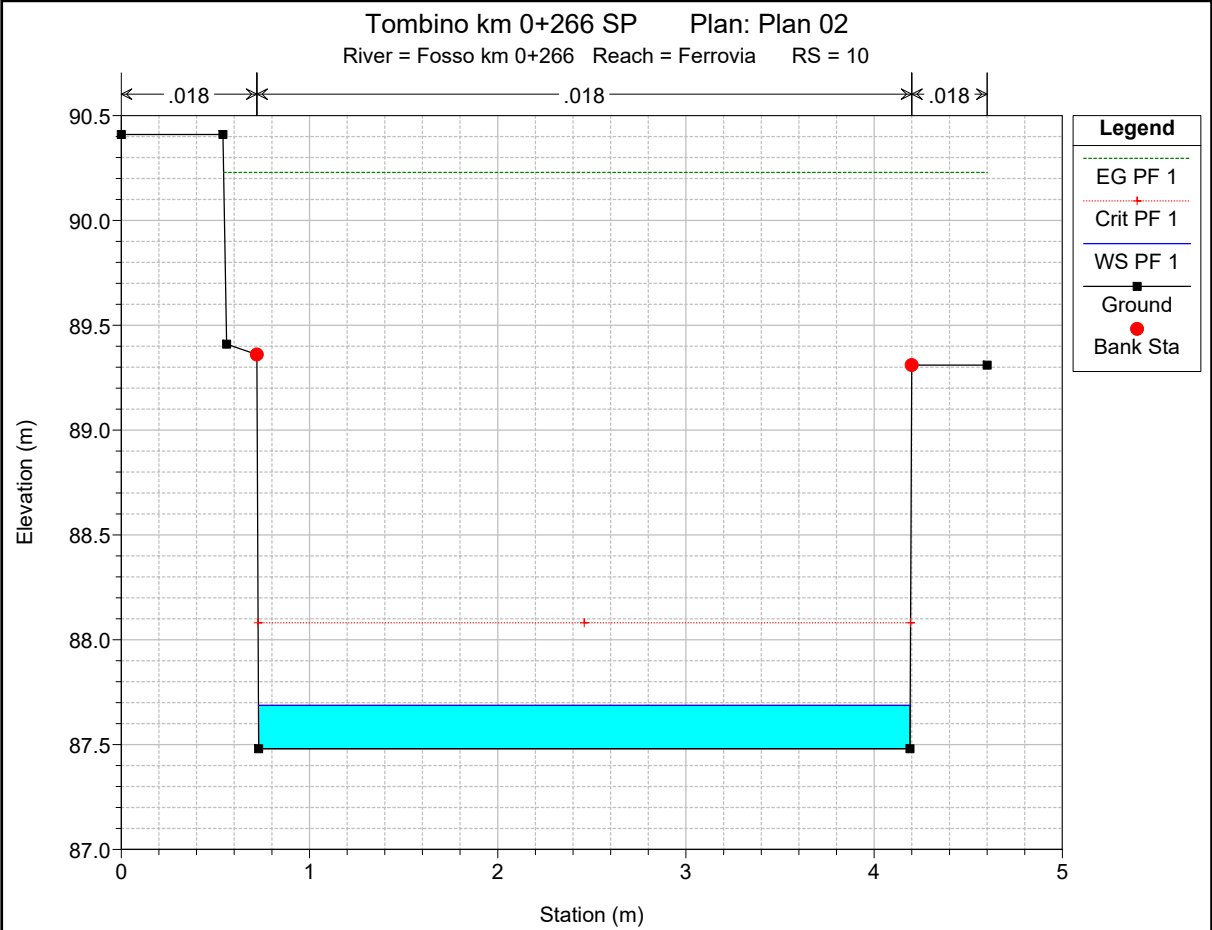


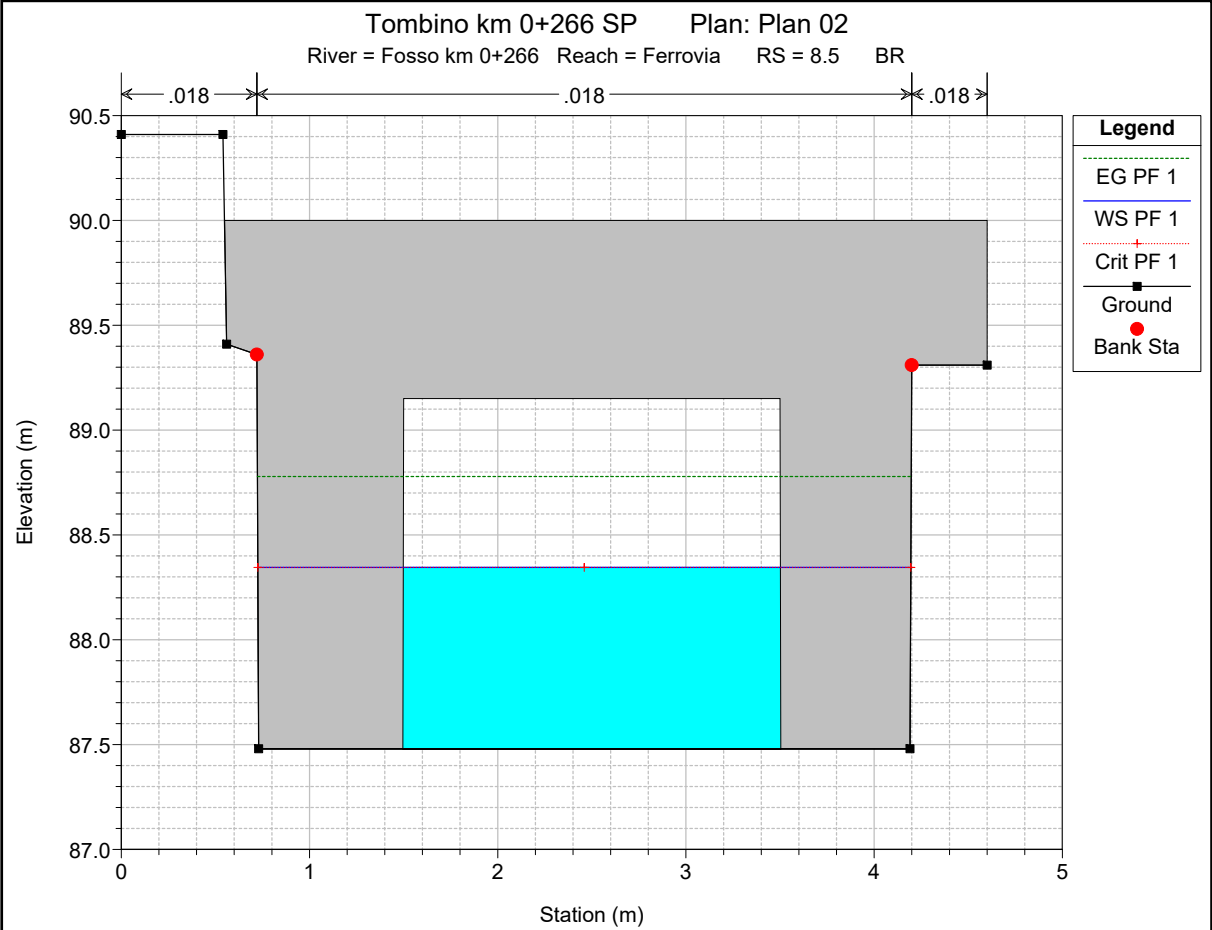
Tombino km 0+266 SP Plan: Plan 02  
 River = Fosso km 0+266 Reach = Ferrovia RS = 12

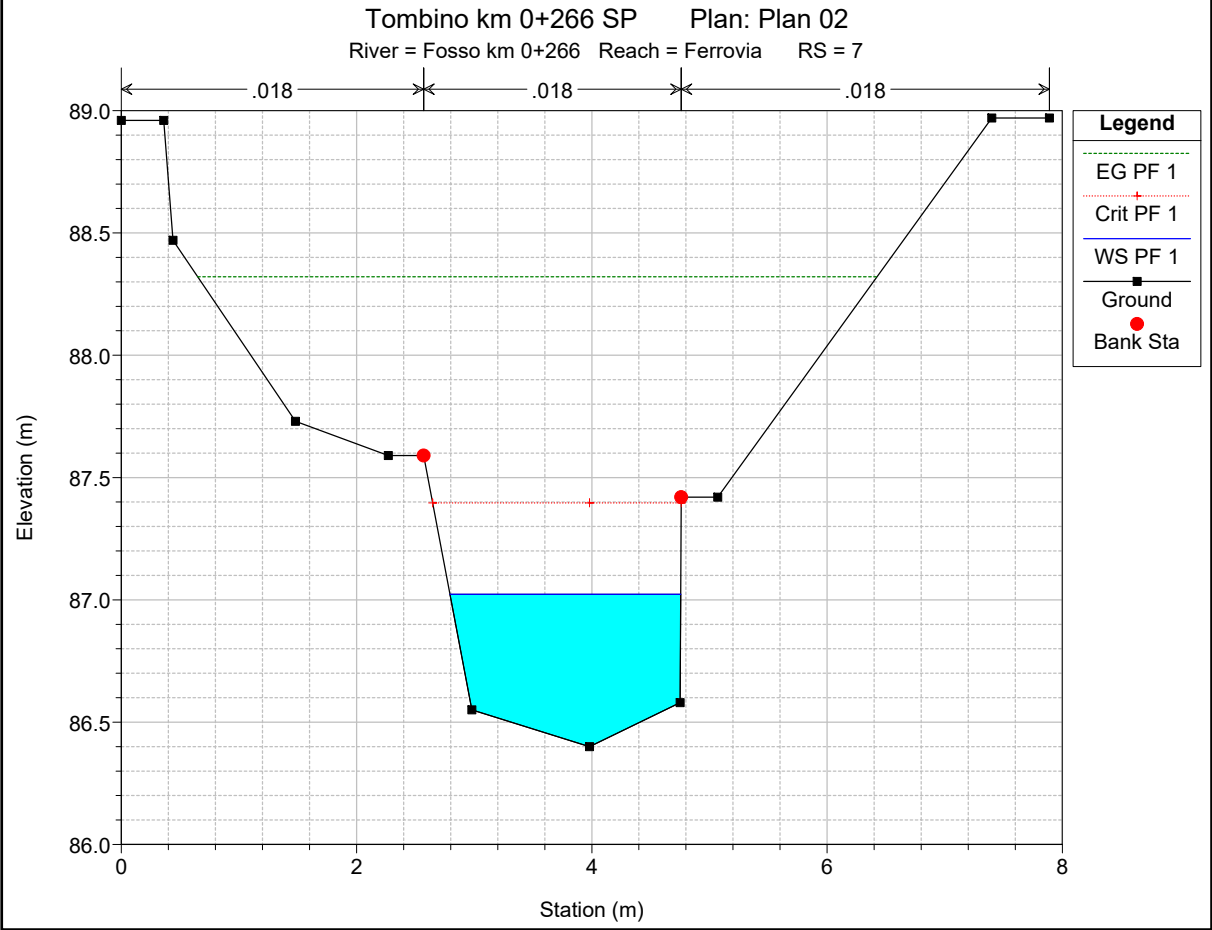
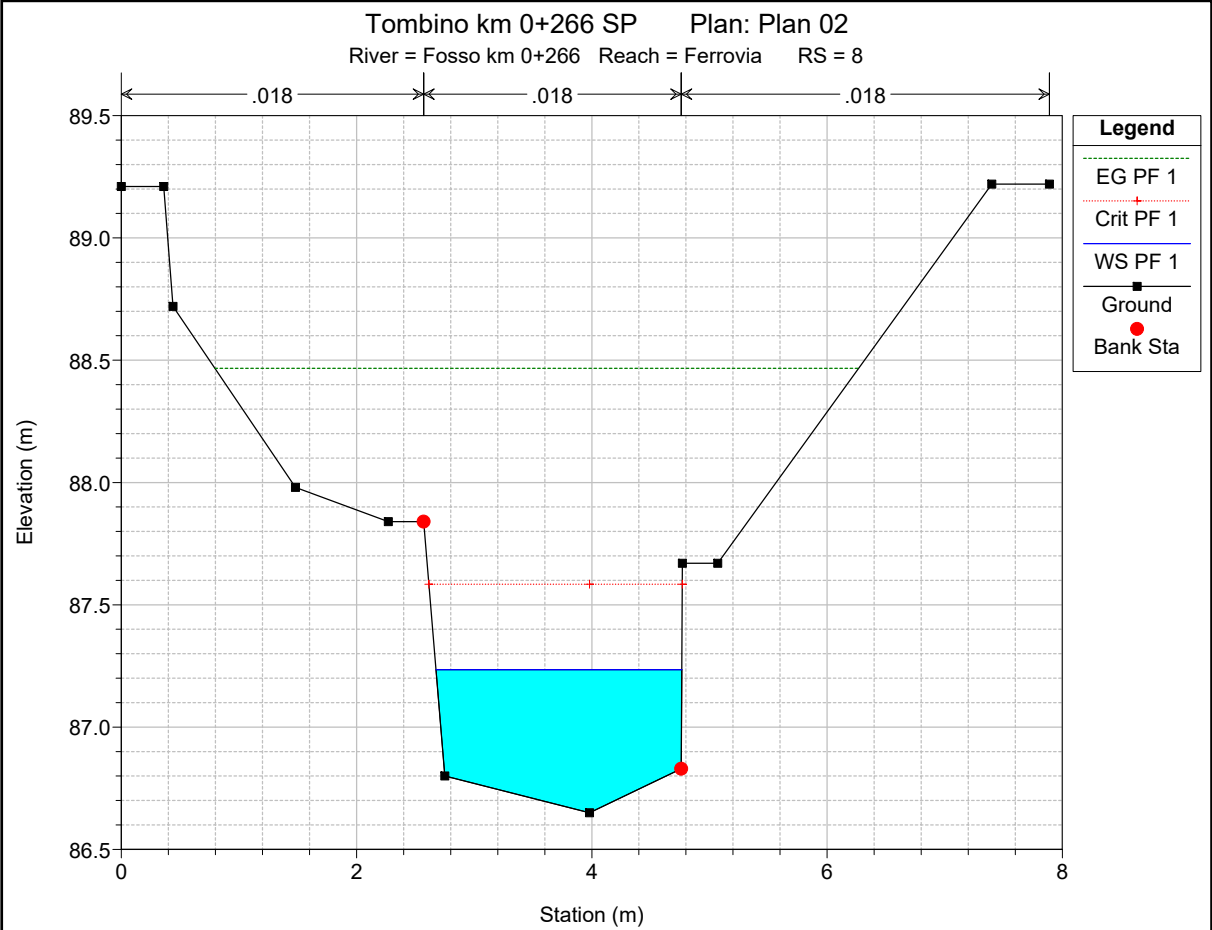


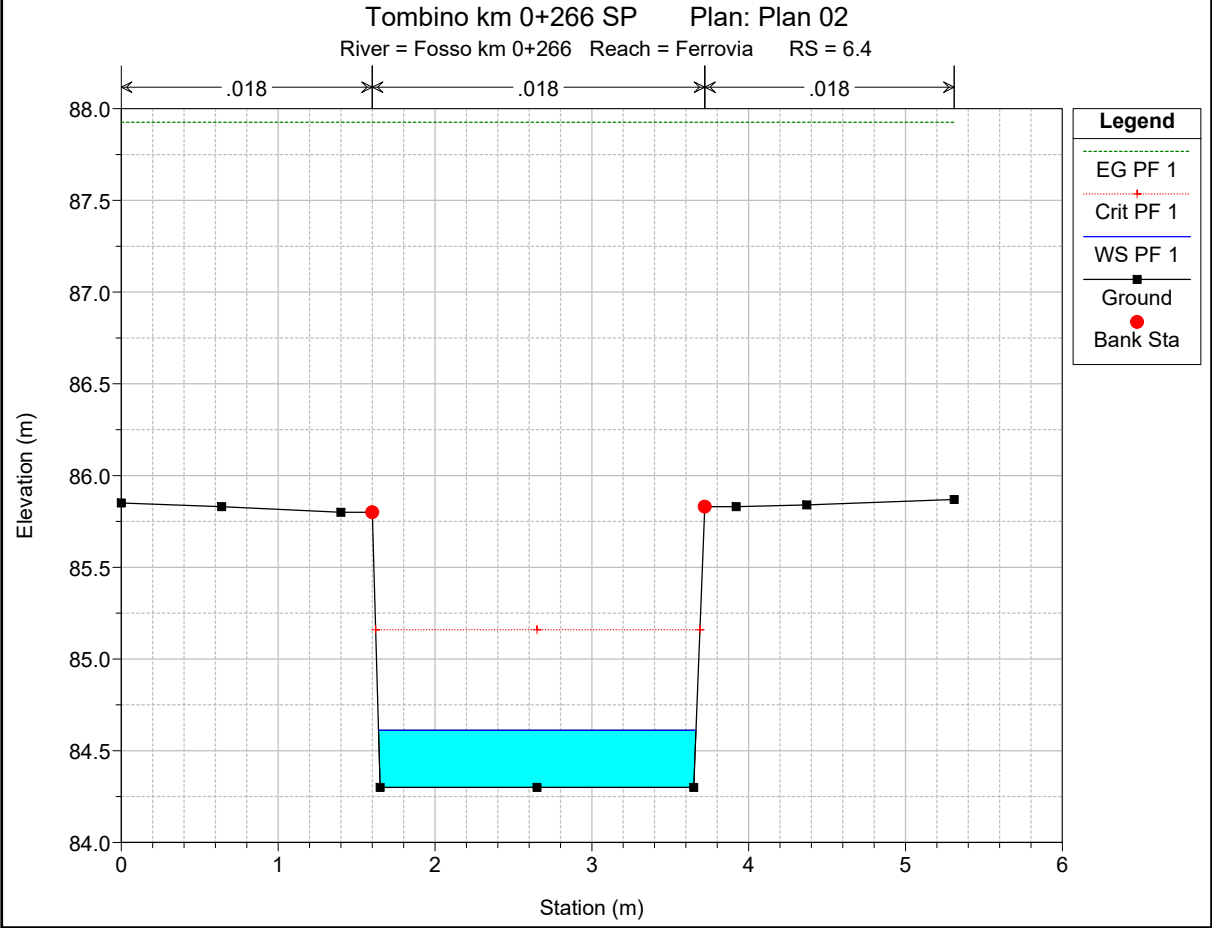
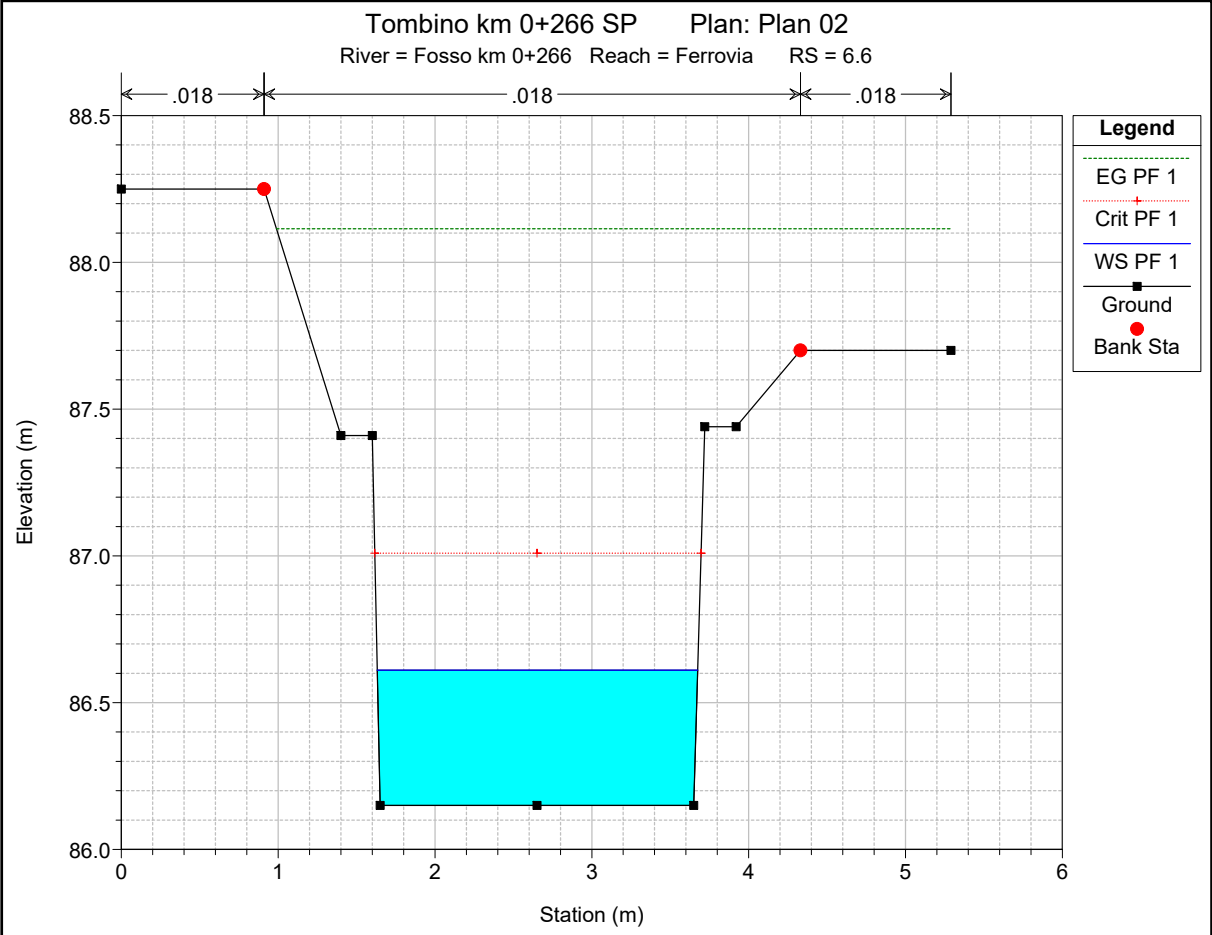
Tombino km 0+266 SP Plan: Plan 02  
 River = Fosso km 0+266 Reach = Ferrovia RS = 11

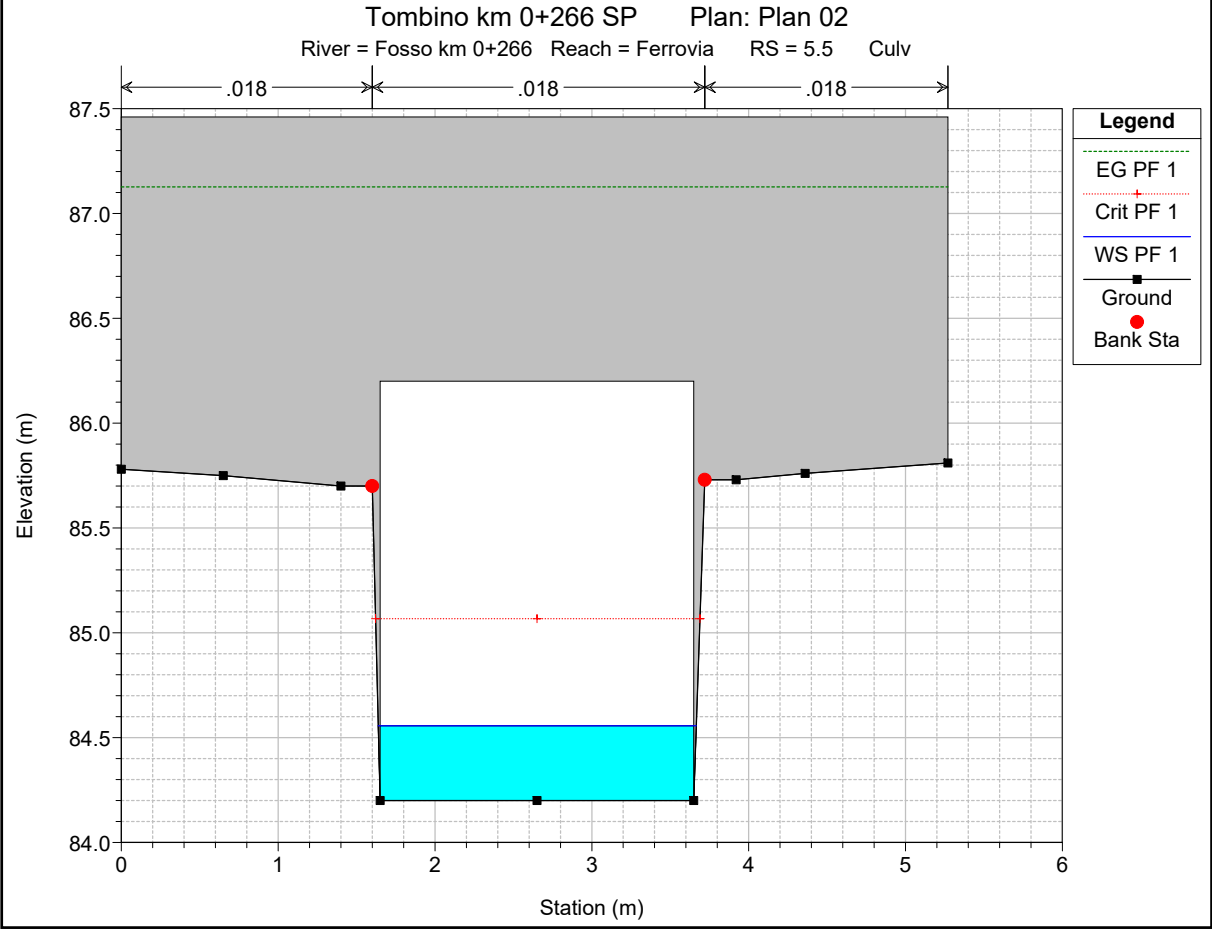
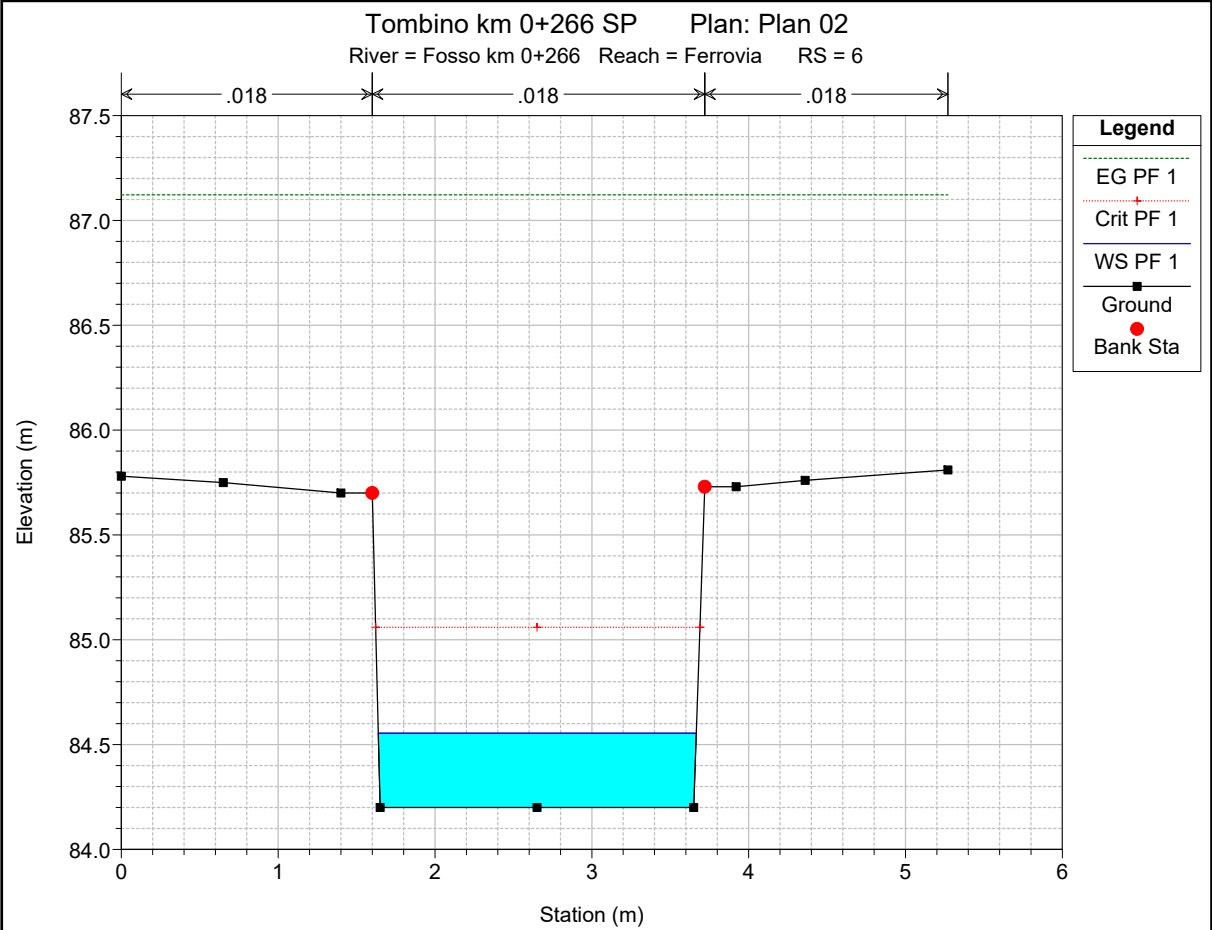


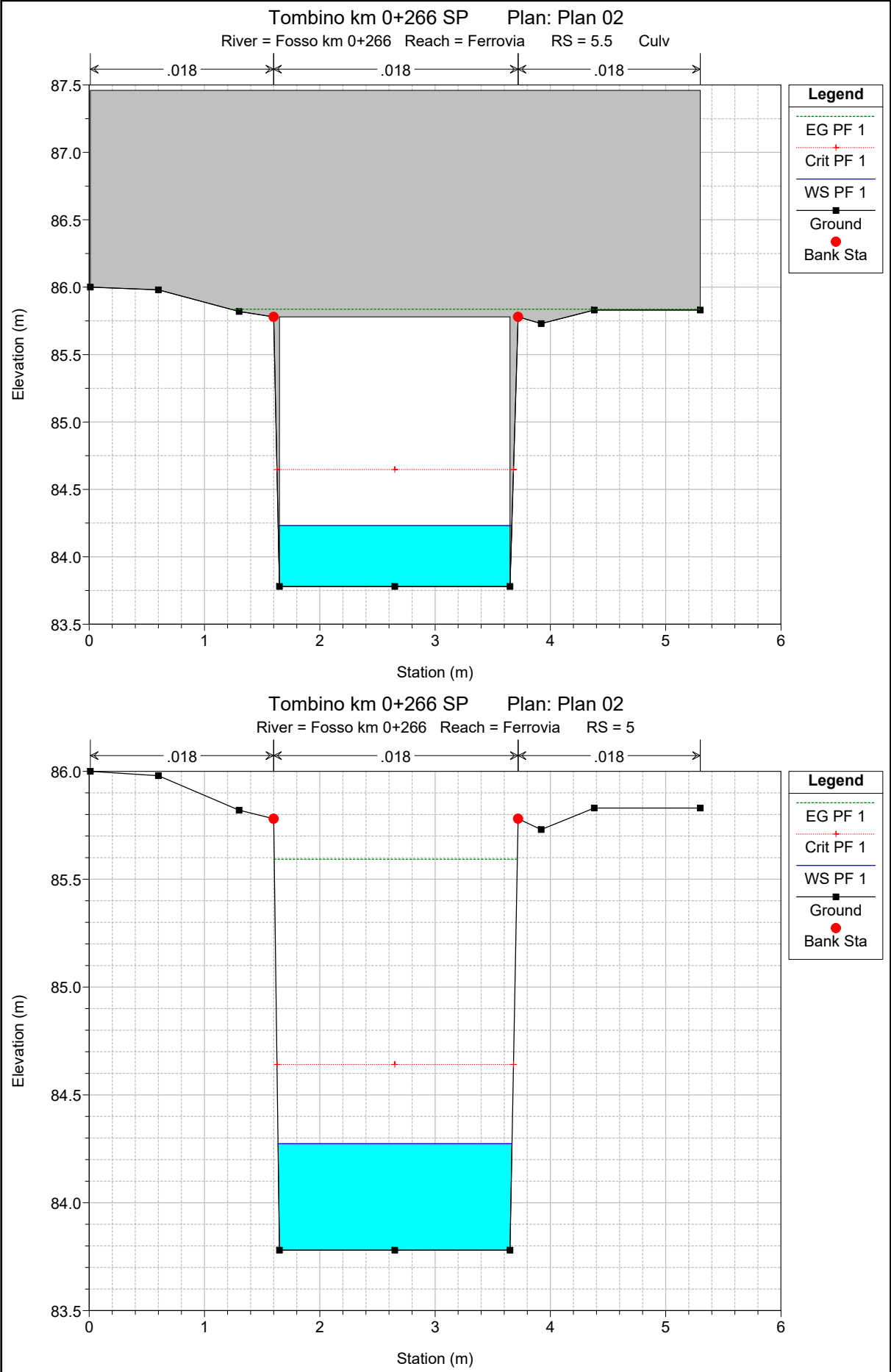




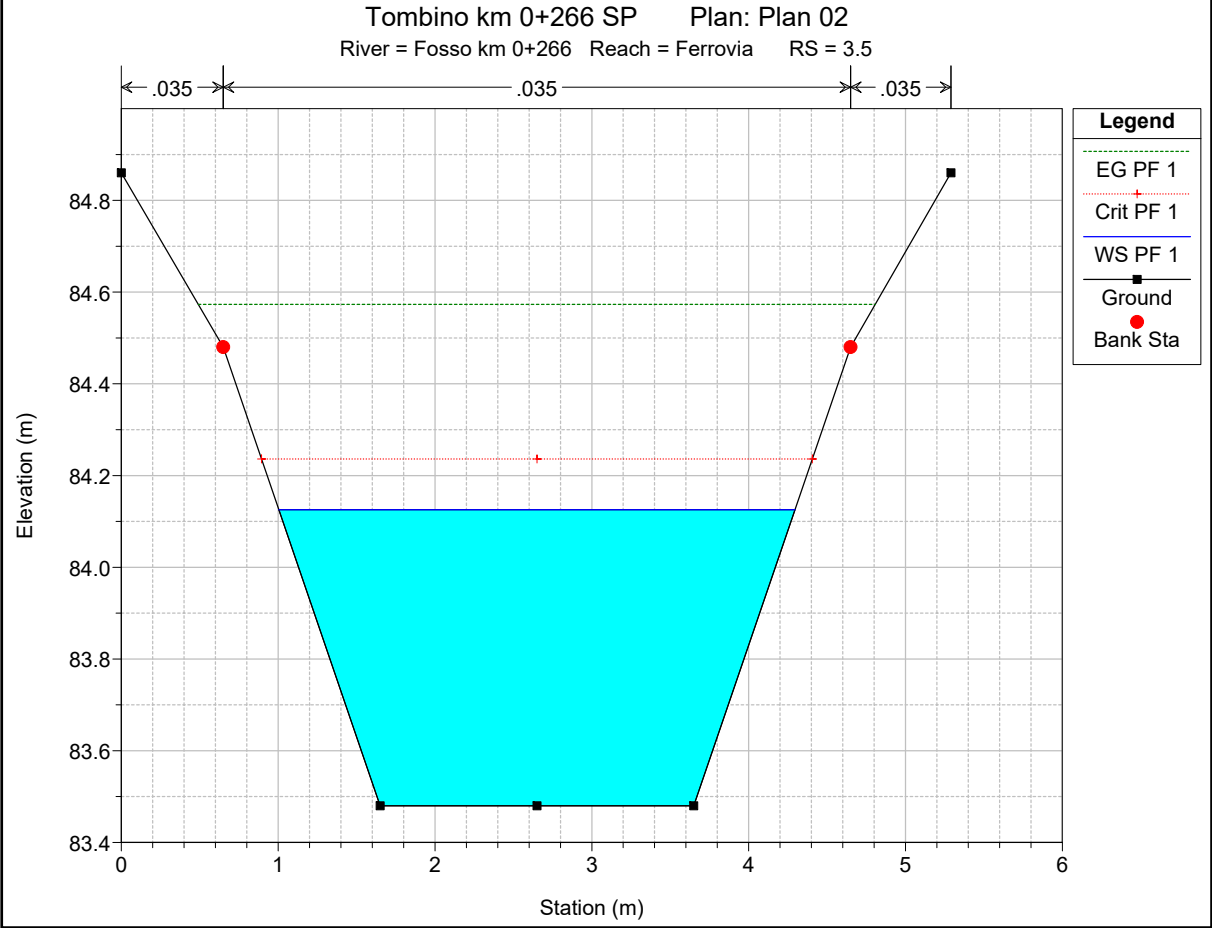
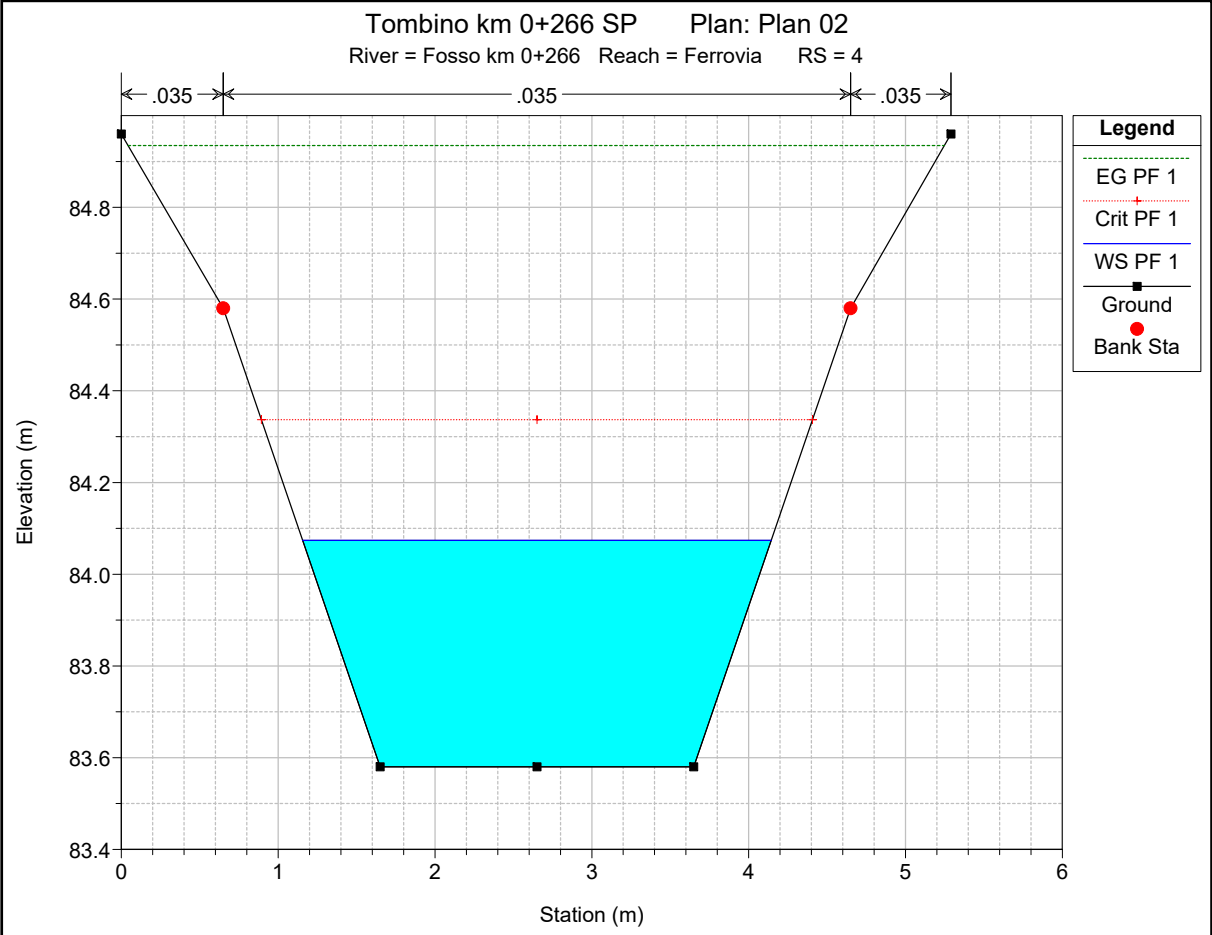


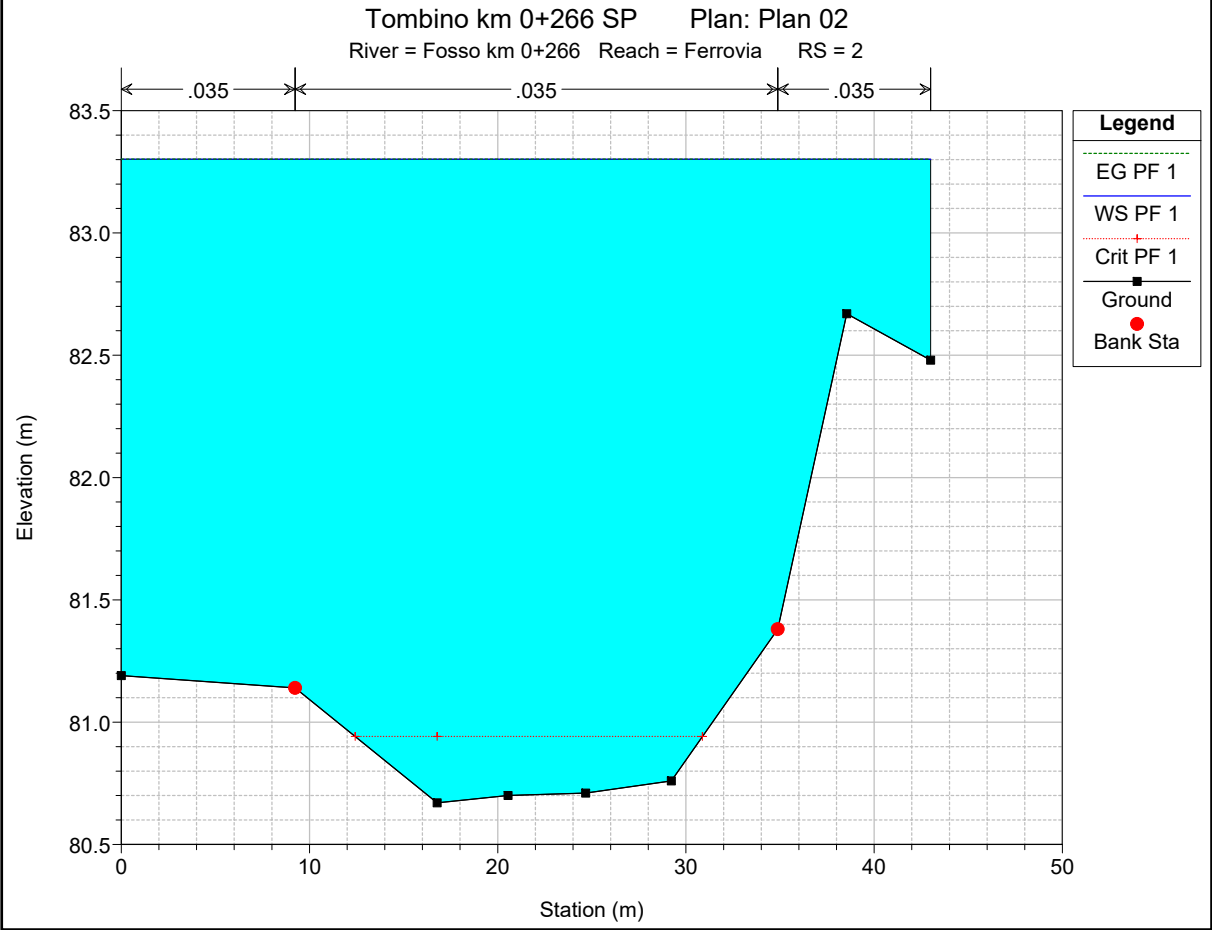
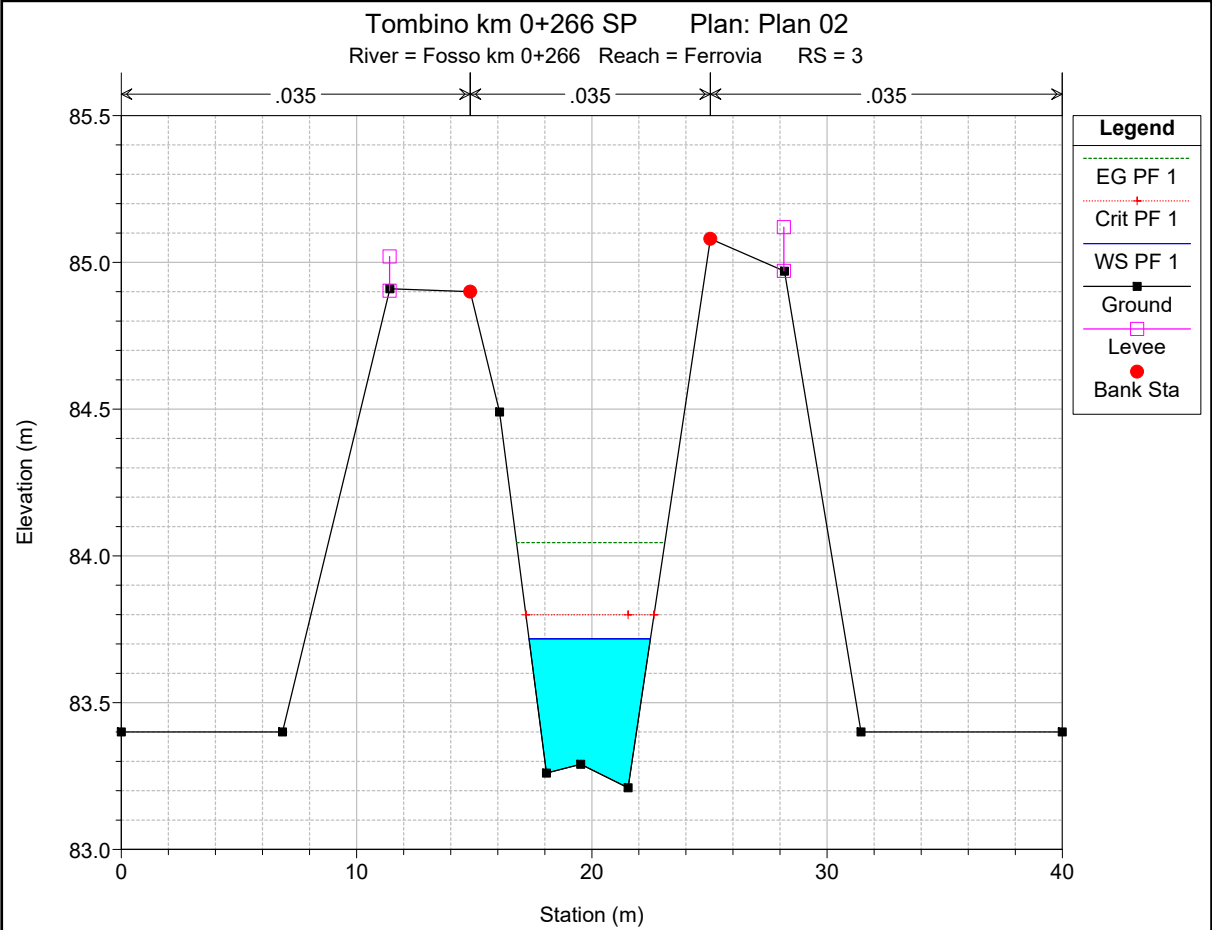




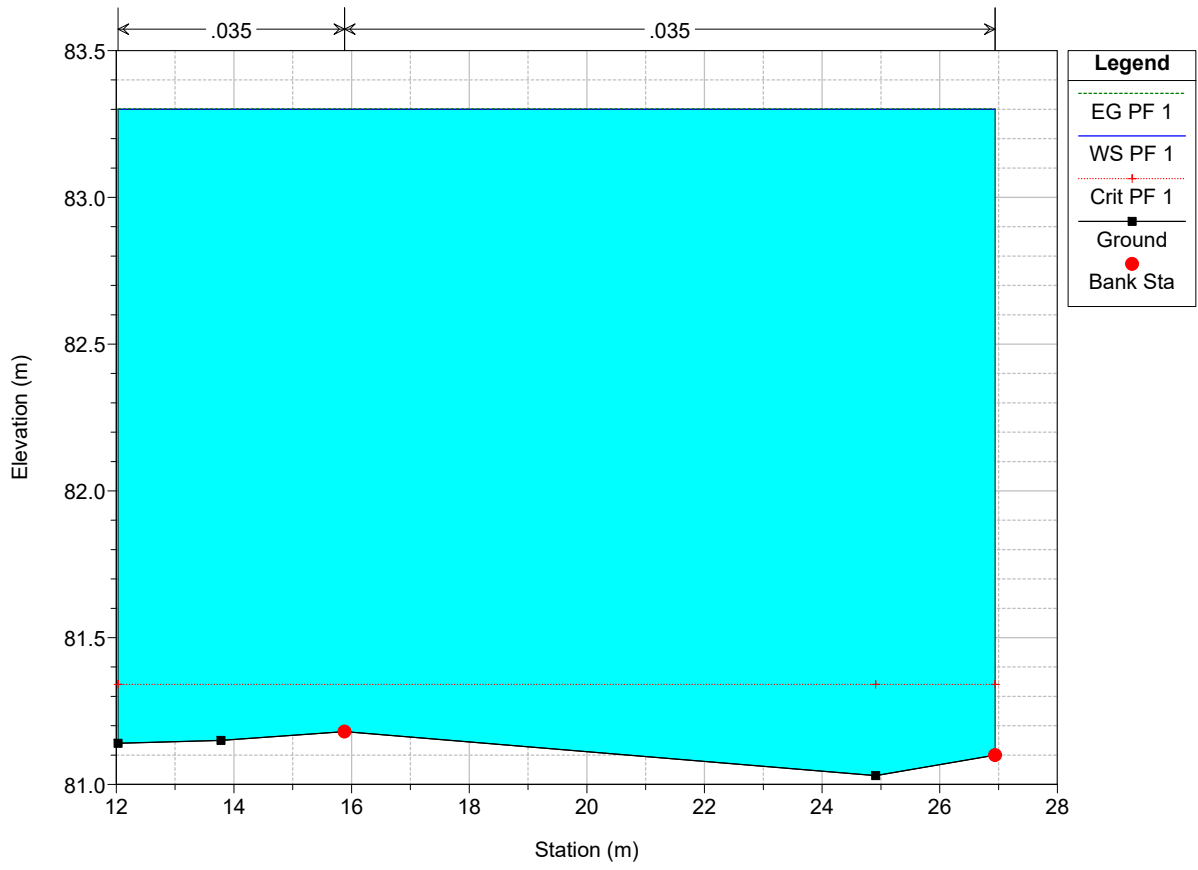








Tombino km 0+266 SP Plan: Plan 02  
River = Fosso km 0+266 Reach = Ferrovia RS = 1



HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Fosso km 0+266 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	18	PF 1	5.06	105.68	106.39	106.39	106.65	0.017478	2.26	2.24	4.37	1.01
Ferrovia	17	PF 1	5.06	103.34	103.86	104.28	106.37	0.398600	7.02	0.72	2.77	4.39
Ferrovia	16	PF 1	5.06	101.45	102.00	102.19	102.61	0.062220	3.46	1.46	4.07	1.84
Ferrovia	15	PF 1	5.06	98.99	99.27	99.60	102.22	0.890250	7.60	0.67	4.40	6.25
Ferrovia	14	PF 1	5.06	95.02	95.46	95.65	96.08	0.075565	3.48	1.45	4.73	2.01
Ferrovia	13	PF 1	5.06	93.47	93.80	94.09	95.78	0.532876	6.24	0.81	4.91	4.90
Ferrovia	12	PF 1	5.06	90.30	90.61	90.89	91.75	0.163000	4.73	1.07	3.48	2.72
Ferrovia	11	PF 1	5.06	89.00	89.30	89.59	90.53	0.183801	4.91	1.03	3.48	2.88
Ferrovia	10	PF 1	5.06	87.48	87.69	88.08	90.23	0.153236	7.06	0.72	3.46	4.96
Ferrovia	9	PF 1	5.06	87.48	88.75	88.08	88.82	0.000648	1.15	4.40	3.47	0.33
Ferrovia	8.5		Bridge									
Ferrovia	8	PF 1	5.06	86.65	87.23	87.58	88.47	0.025314	4.92	1.03	2.09	2.23
Ferrovia	7	PF 1	5.06	86.40	87.02	87.40	88.32	0.031703	5.05	1.00	1.96	2.25
Ferrovia	6.6	PF 1	5.06	86.15	86.61	87.01	88.11	0.043896	5.43	0.93	2.04	2.57
Ferrovia	6.4	PF 1	5.06	84.30	84.61	85.16	87.93	0.141843	8.06	0.63	2.02	4.62
Ferrovia	6	PF 1	5.06	84.20	84.55	85.06	87.12	0.096756	7.10	0.71	2.03	3.82
Ferrovia	5.5		Culvert									
Ferrovia	5	PF 1	5.06	83.78	84.27	84.64	85.59	0.036309	5.09	0.99	2.03	2.32
Ferrovia	4	PF 1	5.06	83.58	84.07	84.34	84.93	0.079994	4.11	1.23	2.99	2.04
Ferrovia	3.5	PF 1	5.06	83.48	84.13	84.24	84.57	0.031533	2.96	1.71	3.29	1.31
Ferrovia	3	PF 1	5.06	83.21	83.72	83.80	84.05	0.029799	2.53	2.00	5.16	1.30
Ferrovia	2	PF 1	5.06	80.67	83.30	80.94	83.30	0.000001	0.06	90.58	43.00	0.01
Ferrovia	1	PF 1	5.06	81.03	83.30	81.34	83.30	0.000014	0.16	32.61	14.91	0.03

**ALLEGATO C1**

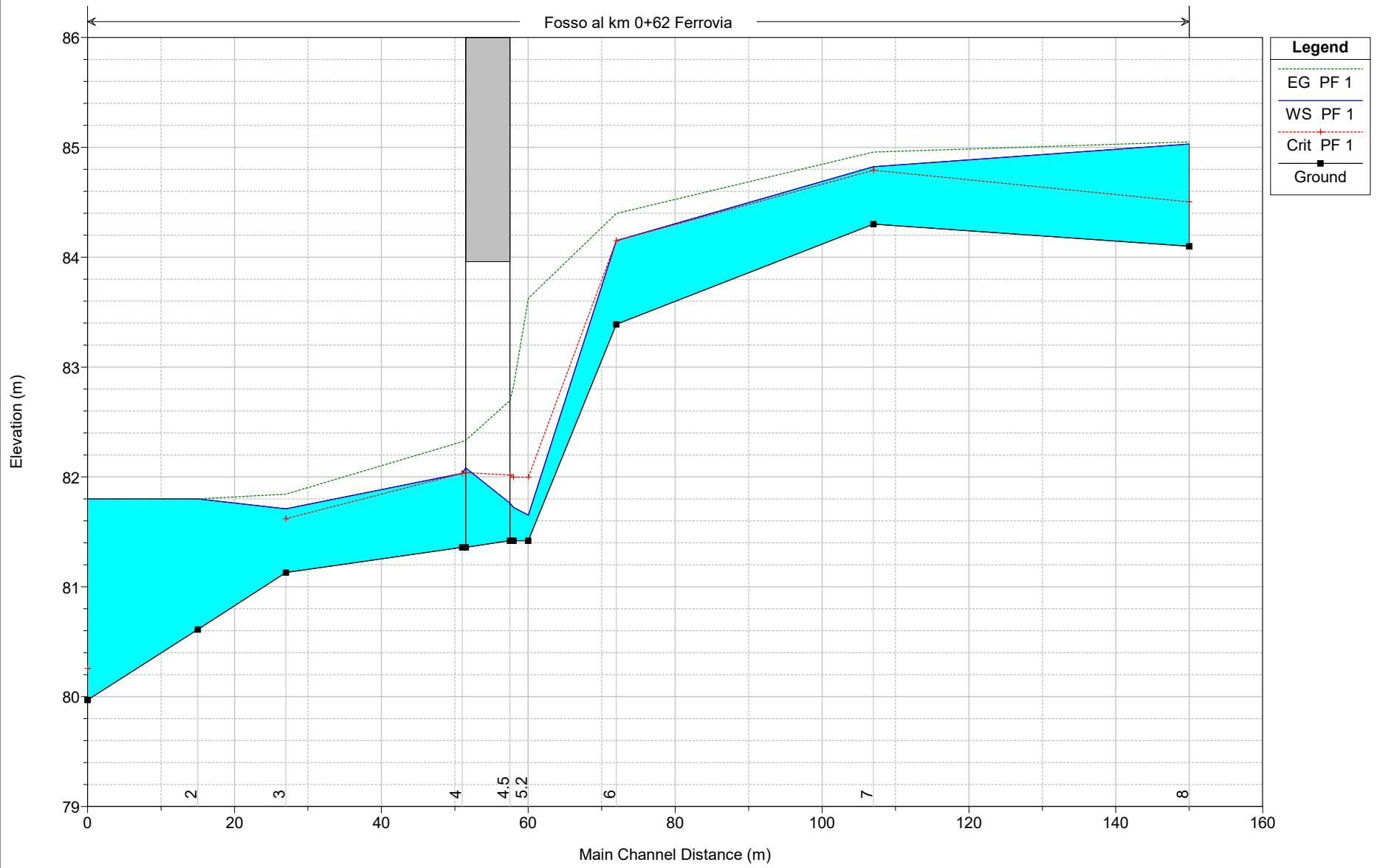
**Fosso al km 0+626 – Ramo A**

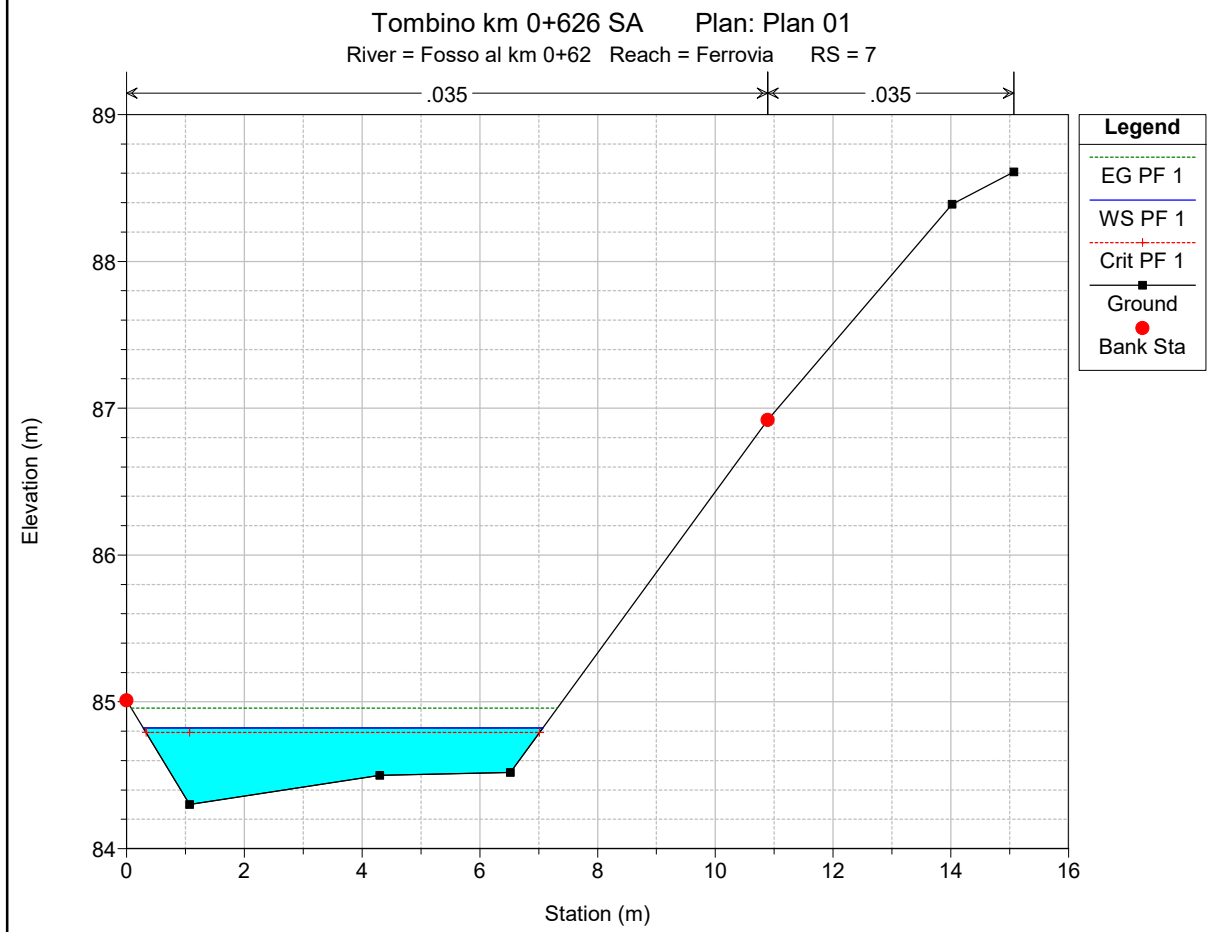
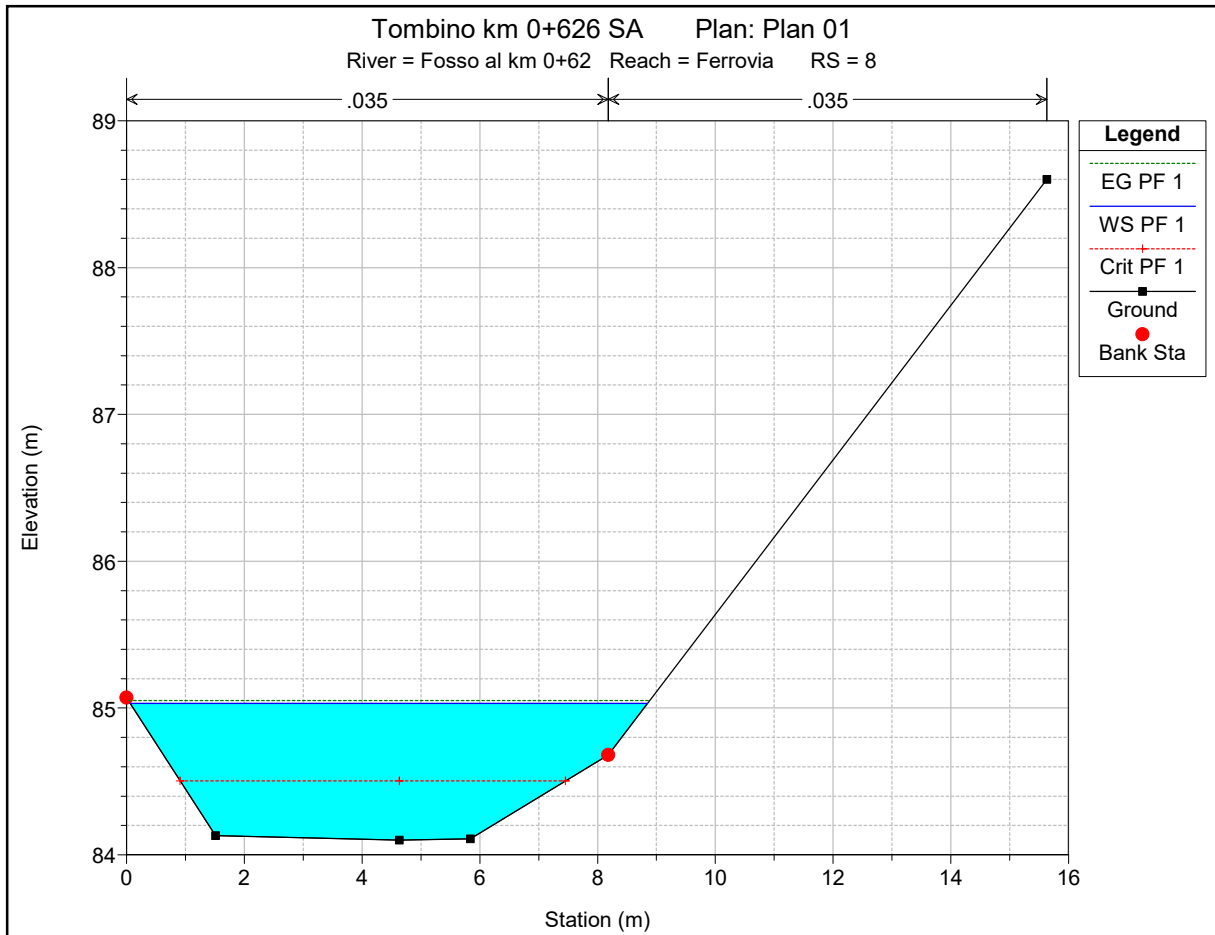
**Ante Operam**

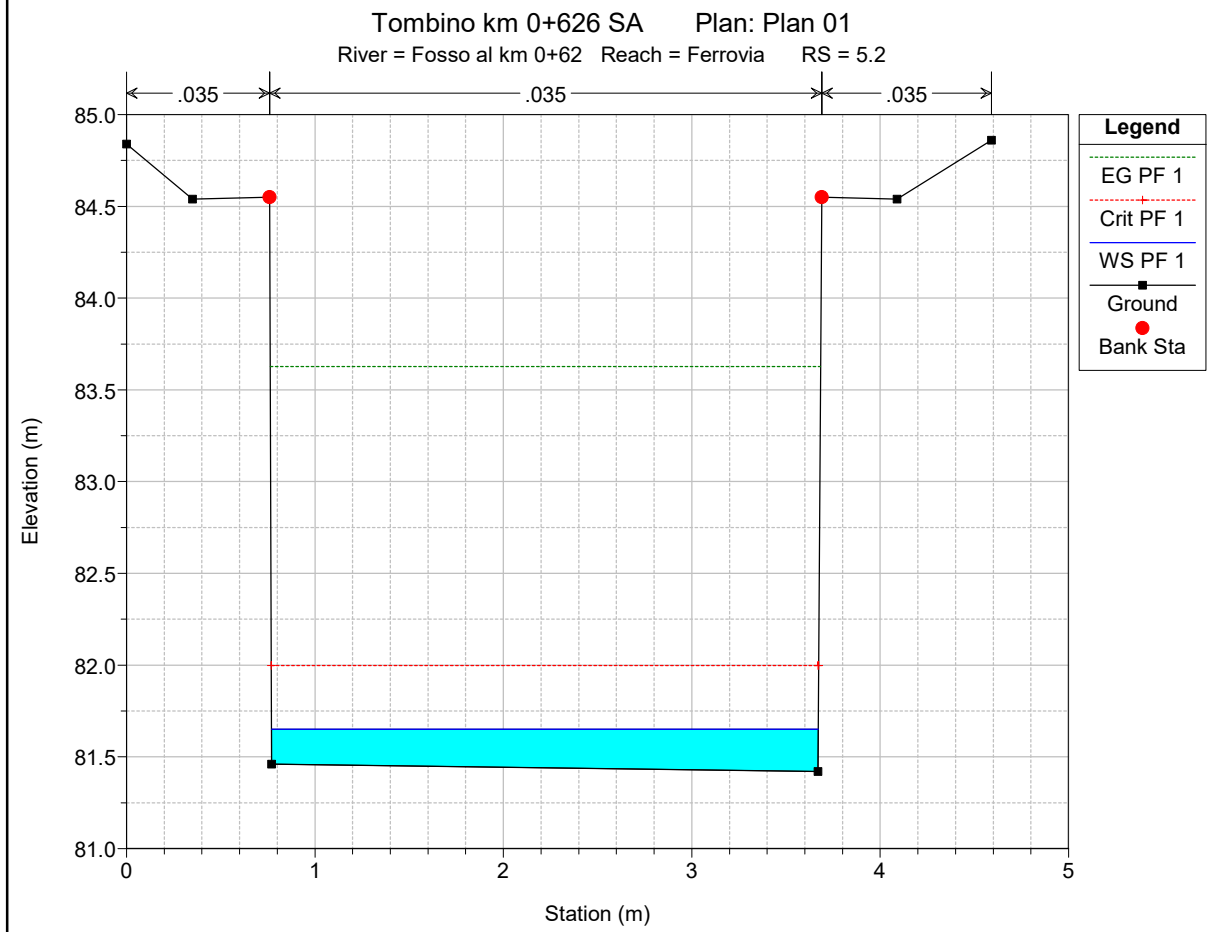
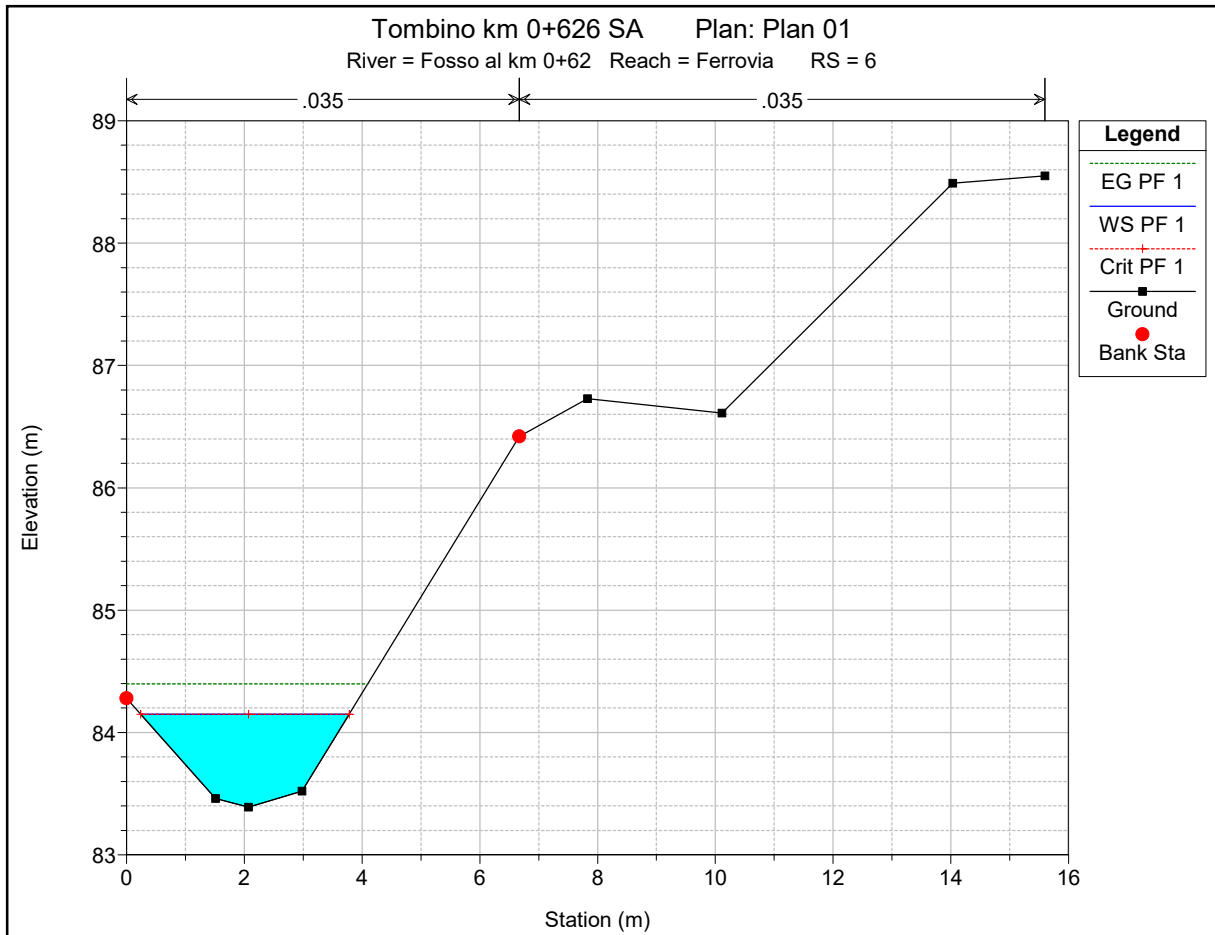
**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

Tombino km 0+626 SA Plan: Plan 01

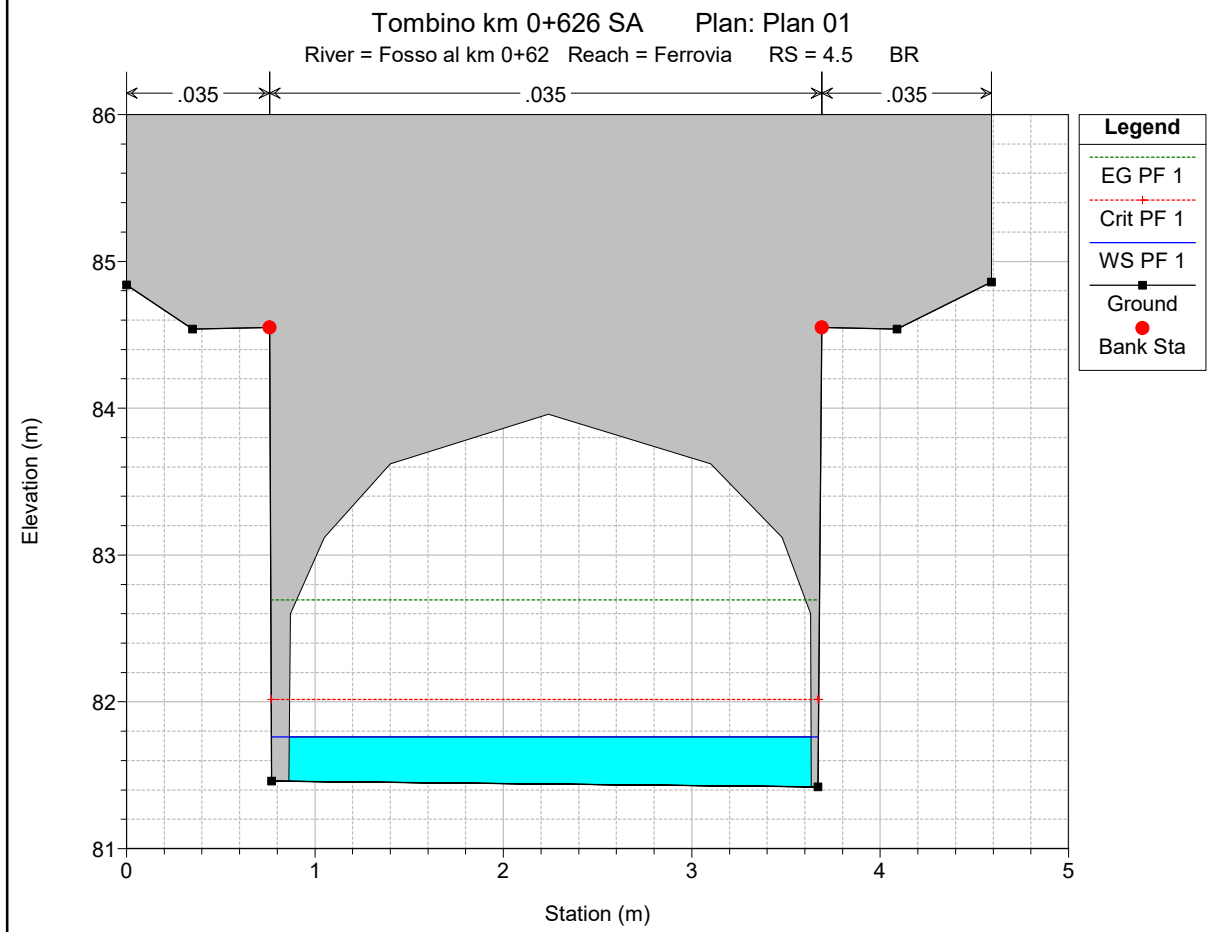
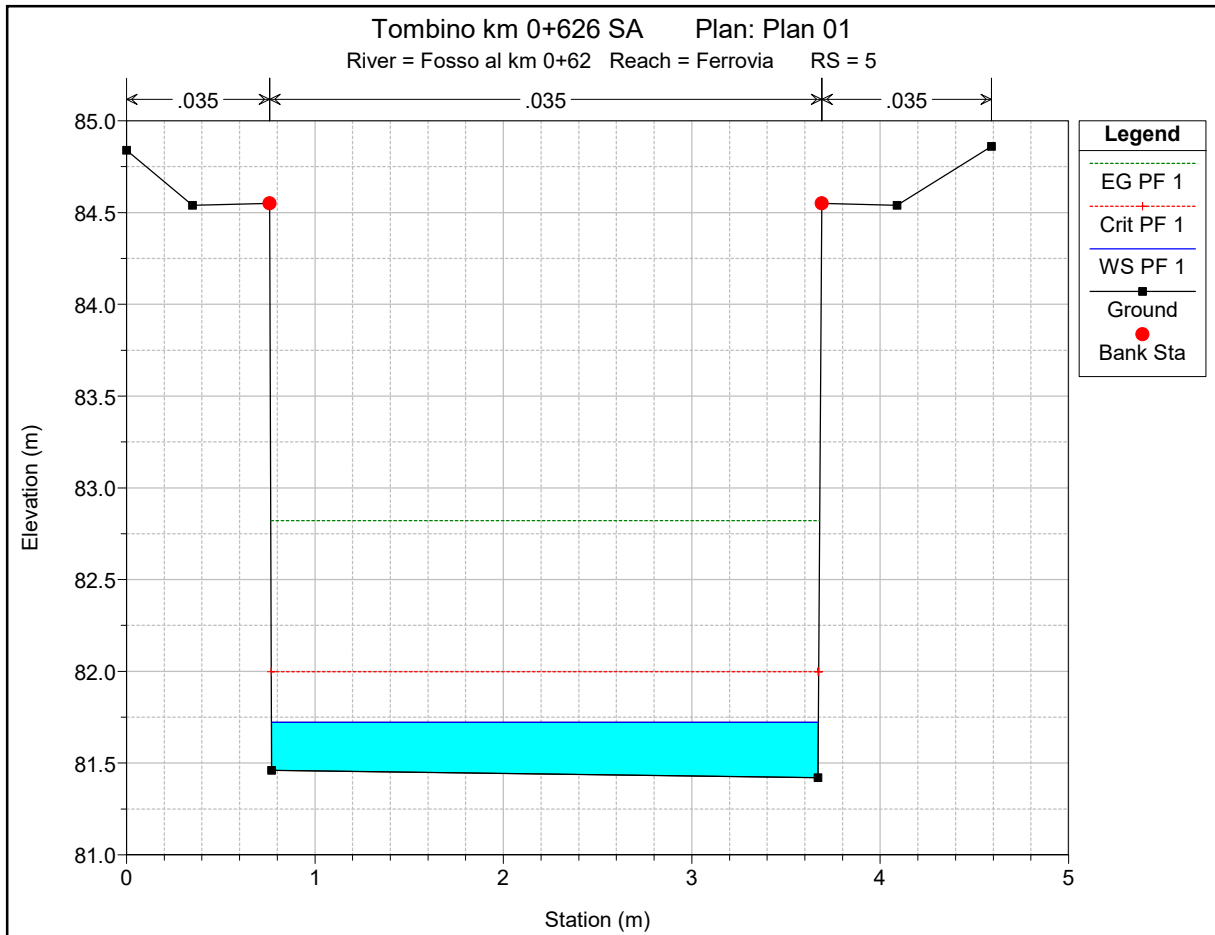
Fosso al km 0+62 Ferrovia

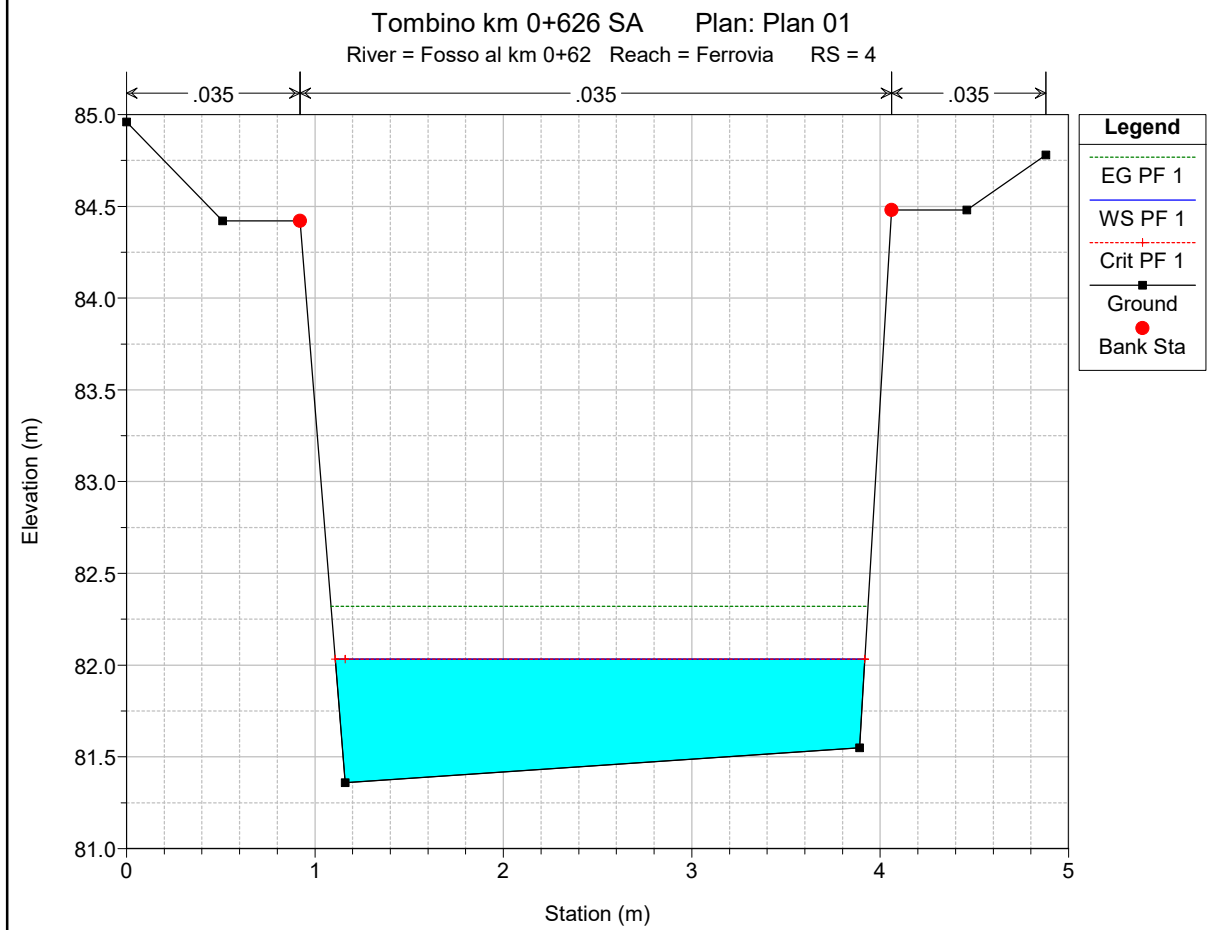
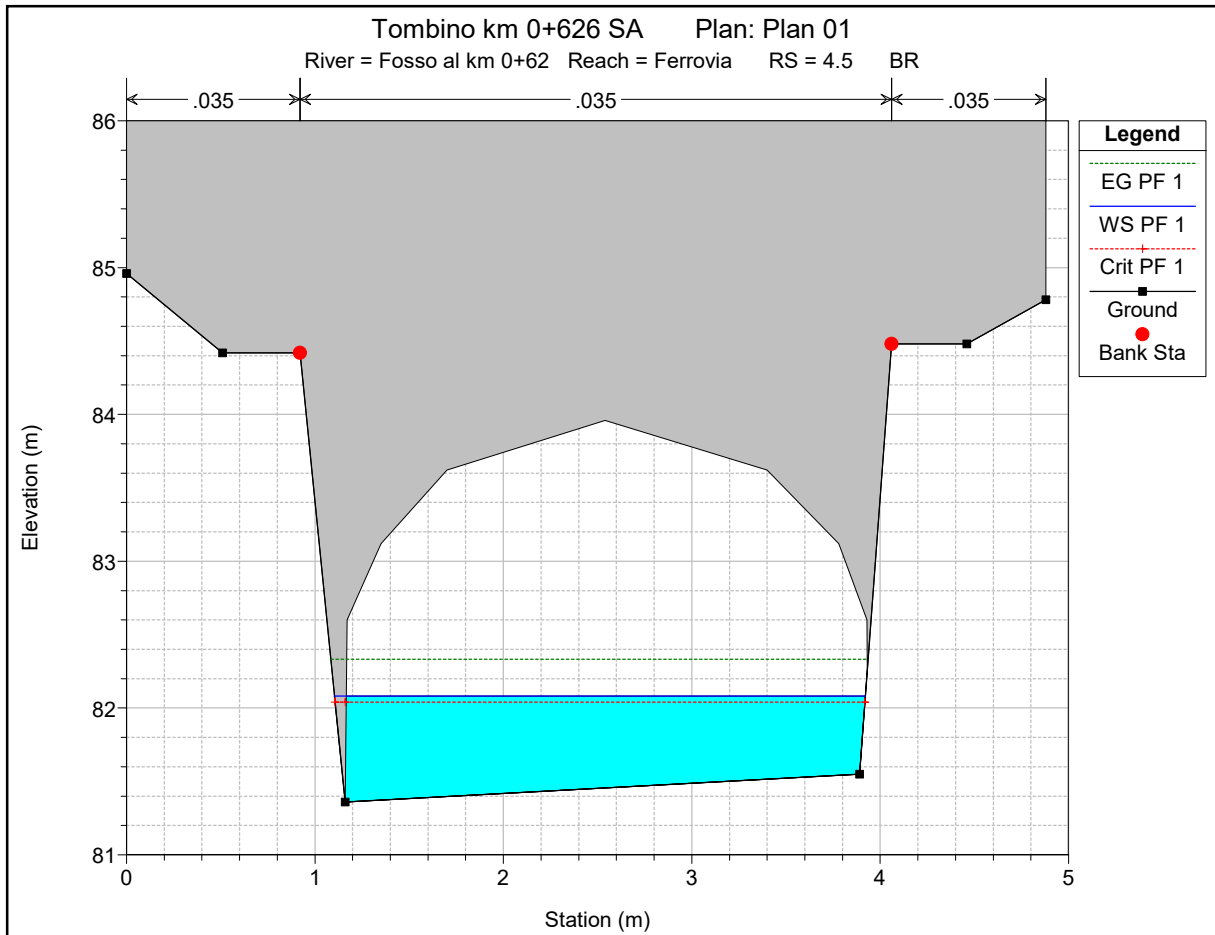


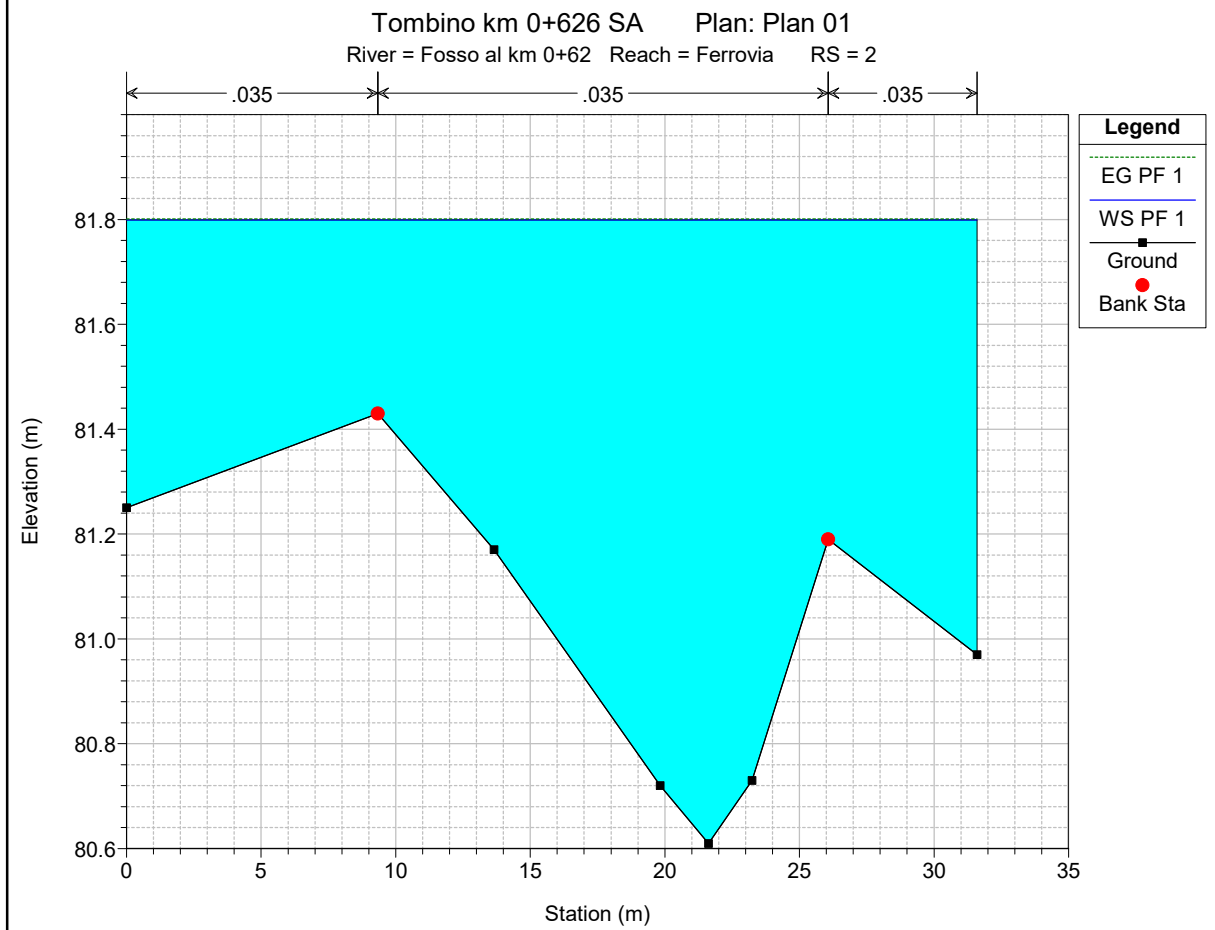
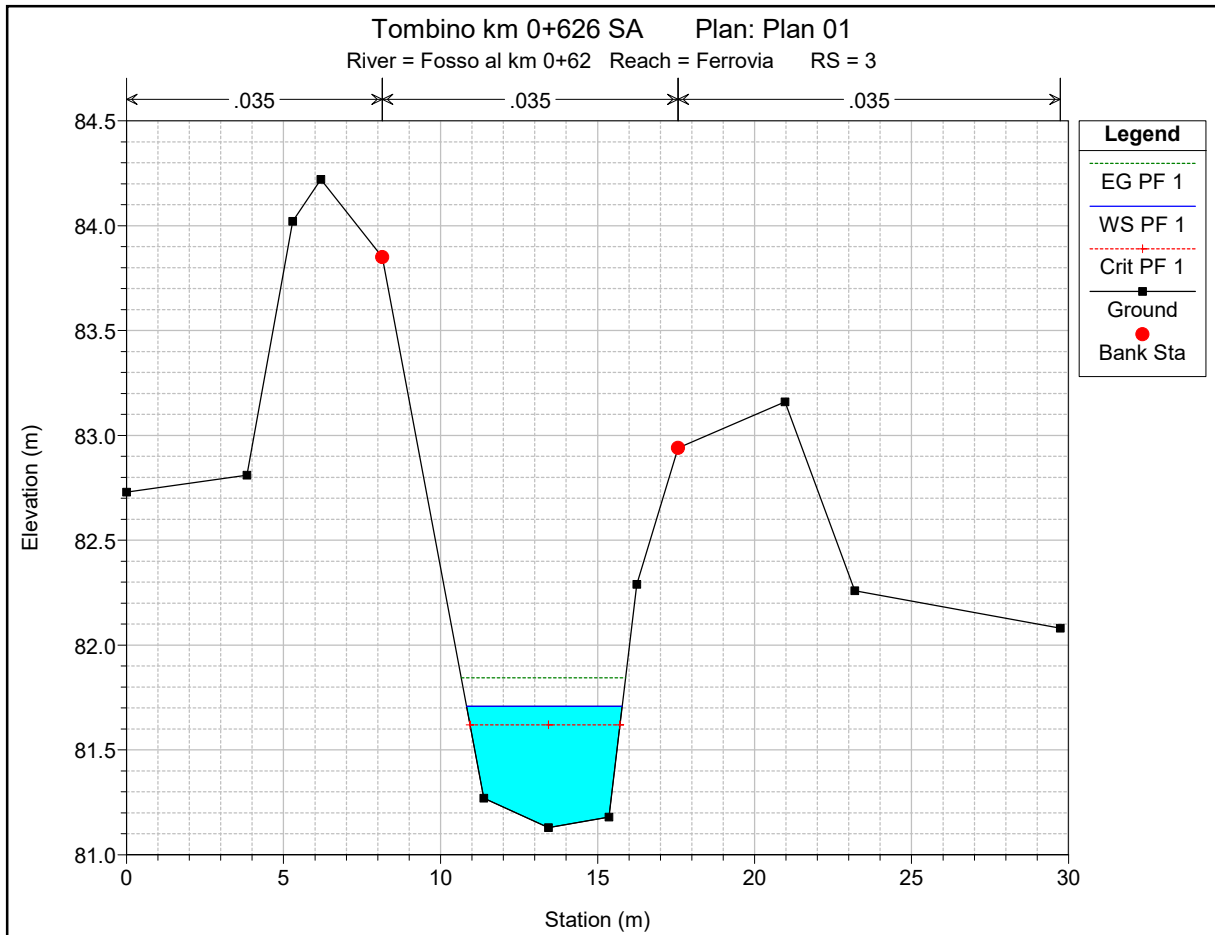




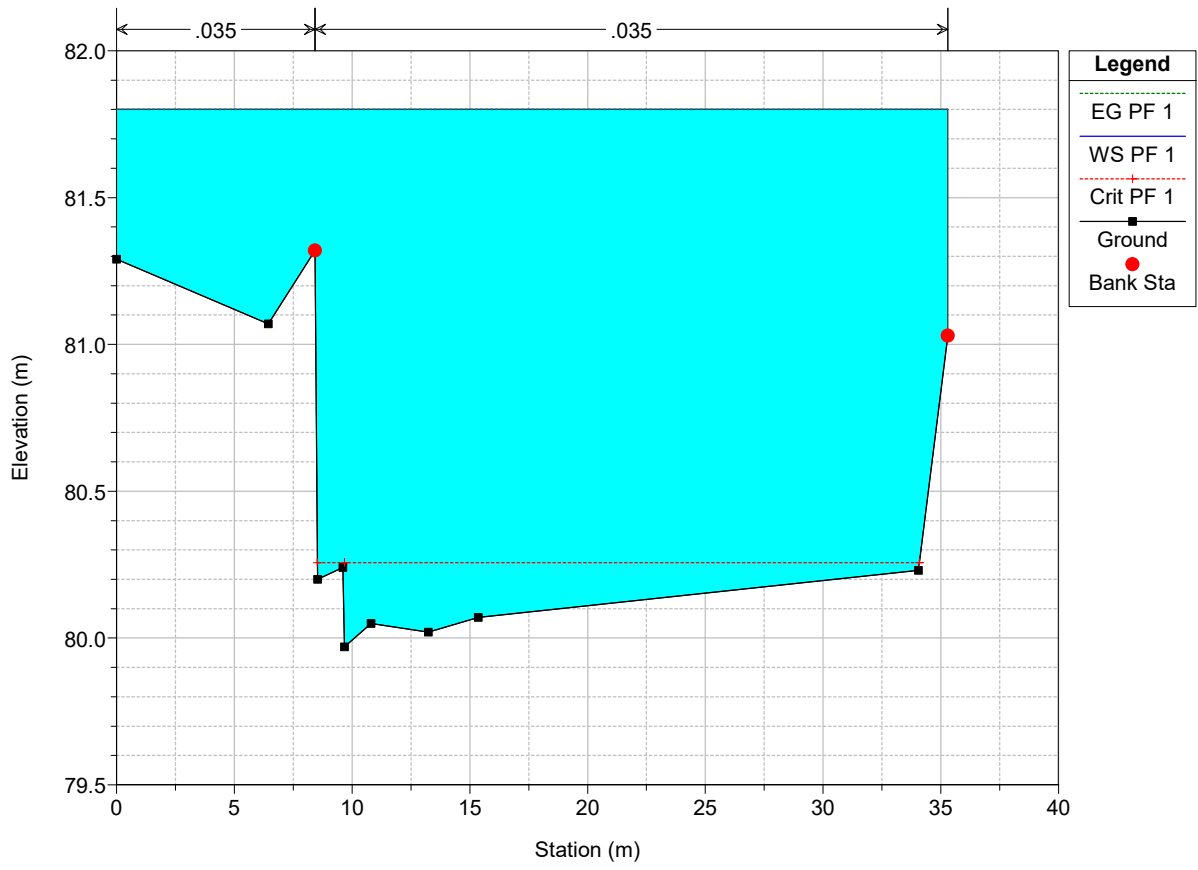








Tombino km 0+626 SA Plan: Plan 01  
River = Fosso al km 0+62 Reach = Ferrovia RS = 1



HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso al km 0+62 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	8	PF 1	3.81	84.10	85.03	84.50	85.05	0.000720	0.62	6.24	8.78	0.23
Ferrovia	7	PF 1	3.81	84.30	84.82	84.79	84.96	0.013877	1.62	2.35	6.79	0.88
Ferrovia	6	PF 1	3.81	83.39	84.15	84.15	84.40	0.017910	2.20	1.73	3.54	1.01
Ferrovia	5.2	PF 1	3.81	81.42	81.65	82.00	83.63	0.452706	6.22	0.61	2.90	4.33
Ferrovia	5	PF 1	3.81	81.42	81.72	82.00	82.82	0.180188	4.64	0.82	2.90	2.79
Ferrovia	4.5	Bridge										
Ferrovia	4	PF 1	3.81	81.36	82.03	82.03	82.32	0.022646	2.38	1.60	2.81	1.01
Ferrovia	3	PF 1	3.81	81.13	81.71	81.62	81.84	0.009763	1.63	2.34	4.96	0.75
Ferrovia	2	PF 1	3.81	80.61	81.80		81.80	0.000060	0.19	21.94	31.60	0.07
Ferrovia	1	PF 1	3.81	79.97	81.80	80.26	81.80	0.000005	0.08	49.47	35.30	0.02

**ALLEGATO C2**

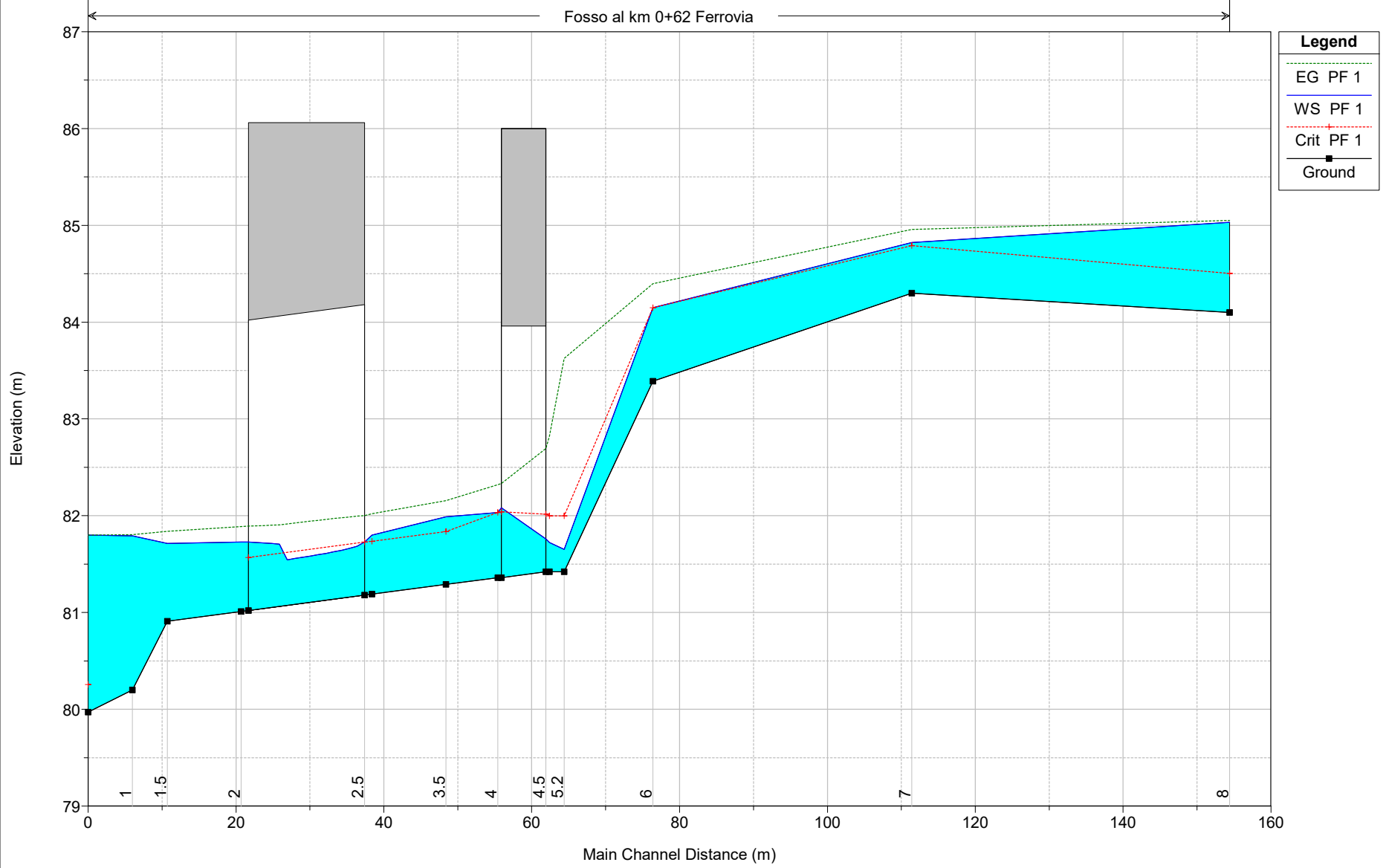
**Fosso al km 0+626 – Ramo A**

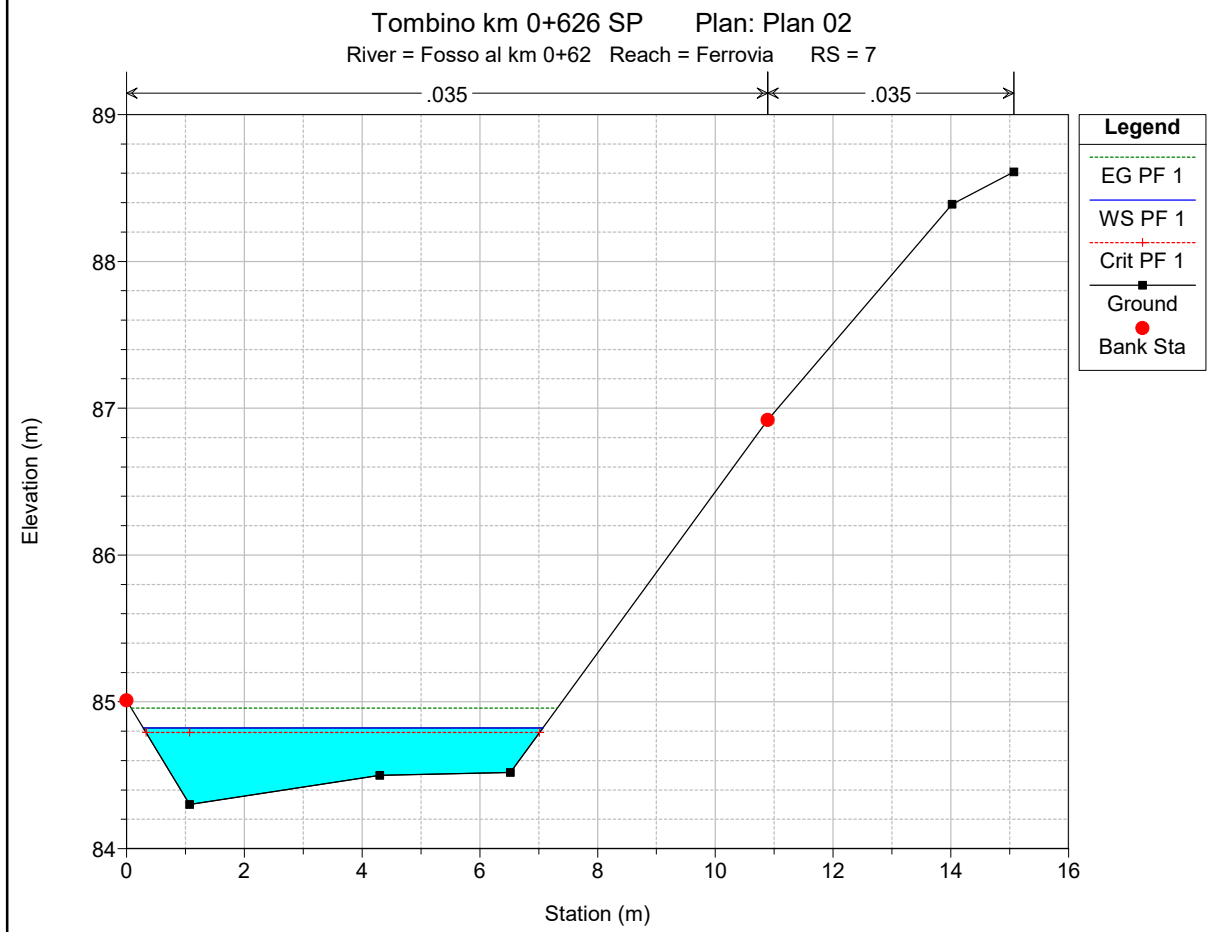
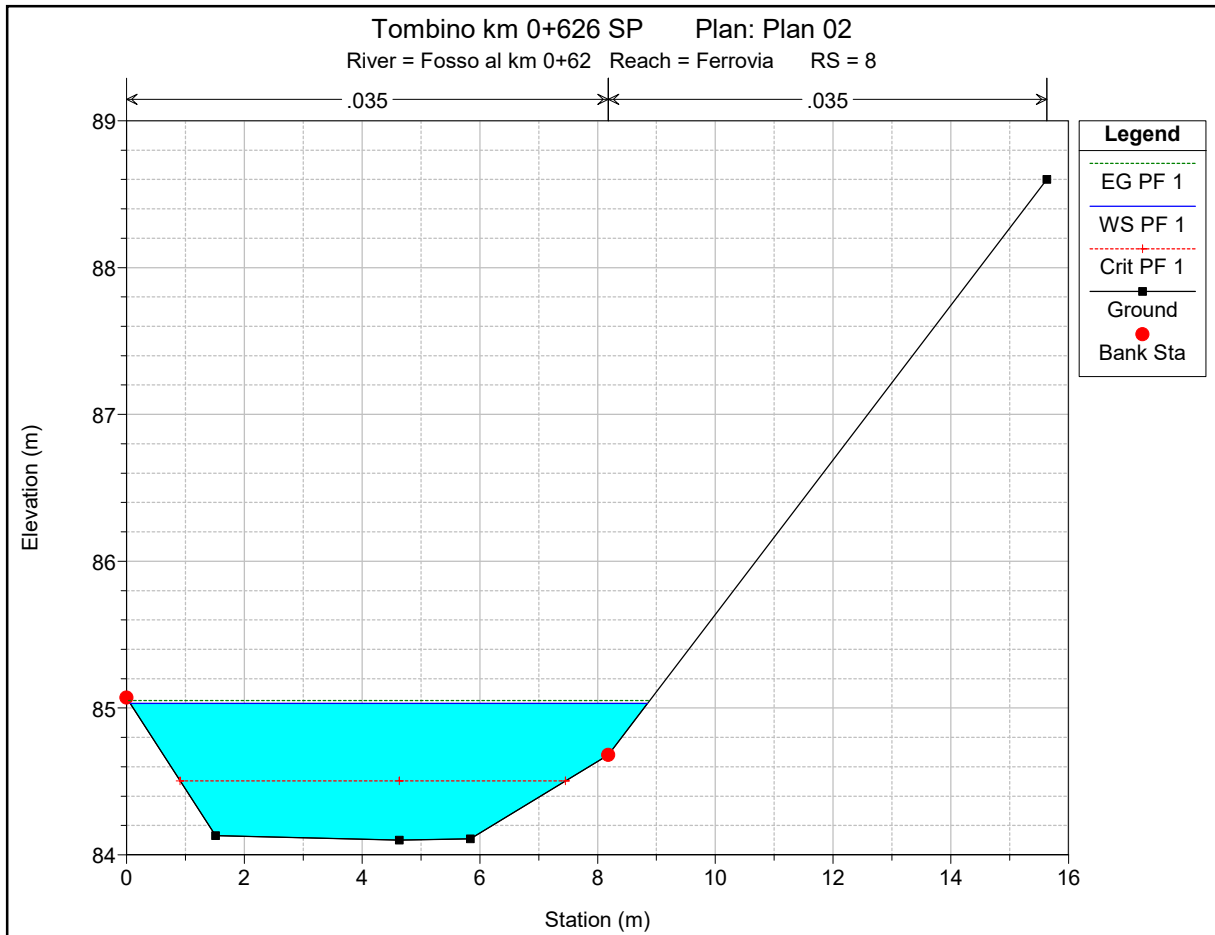
**Post Operam**

**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

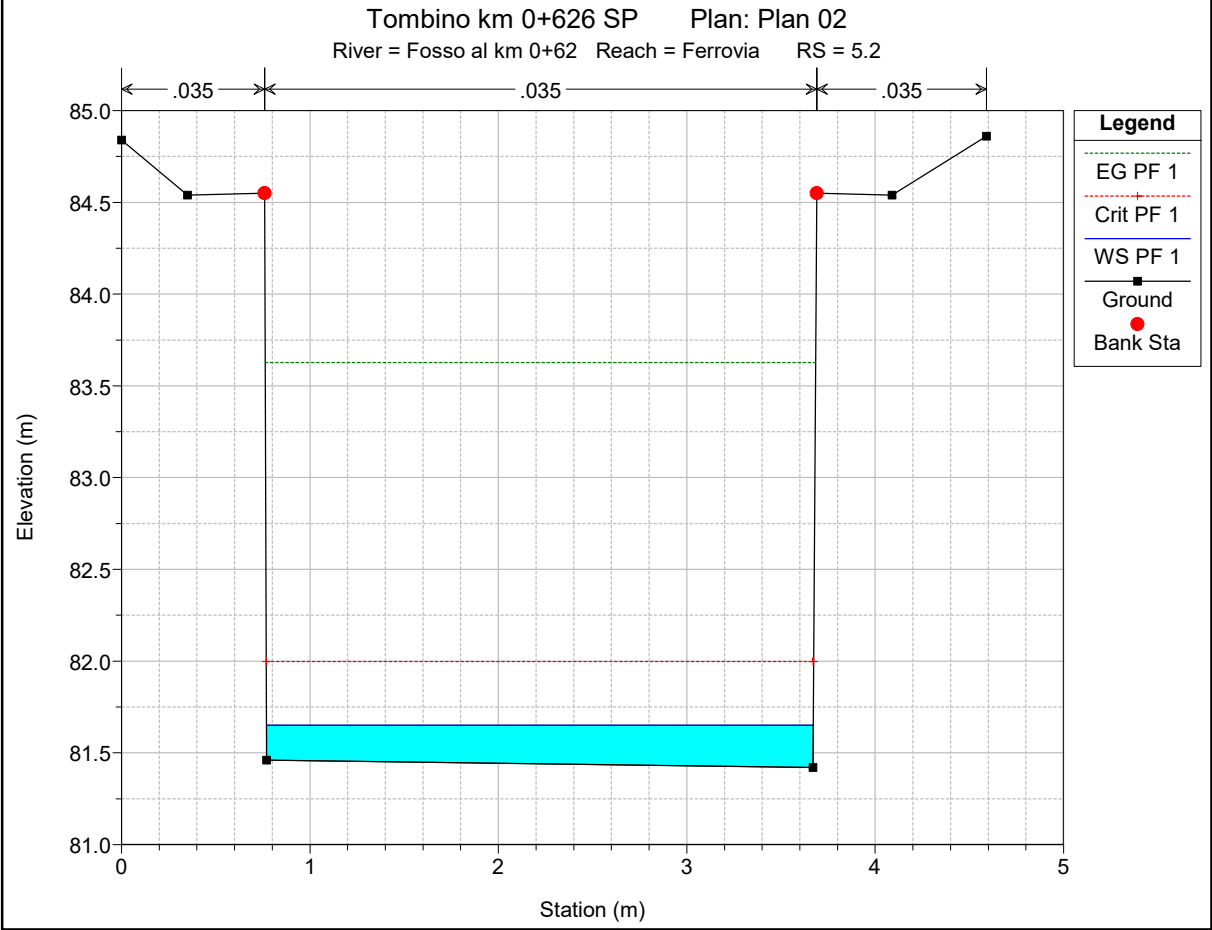
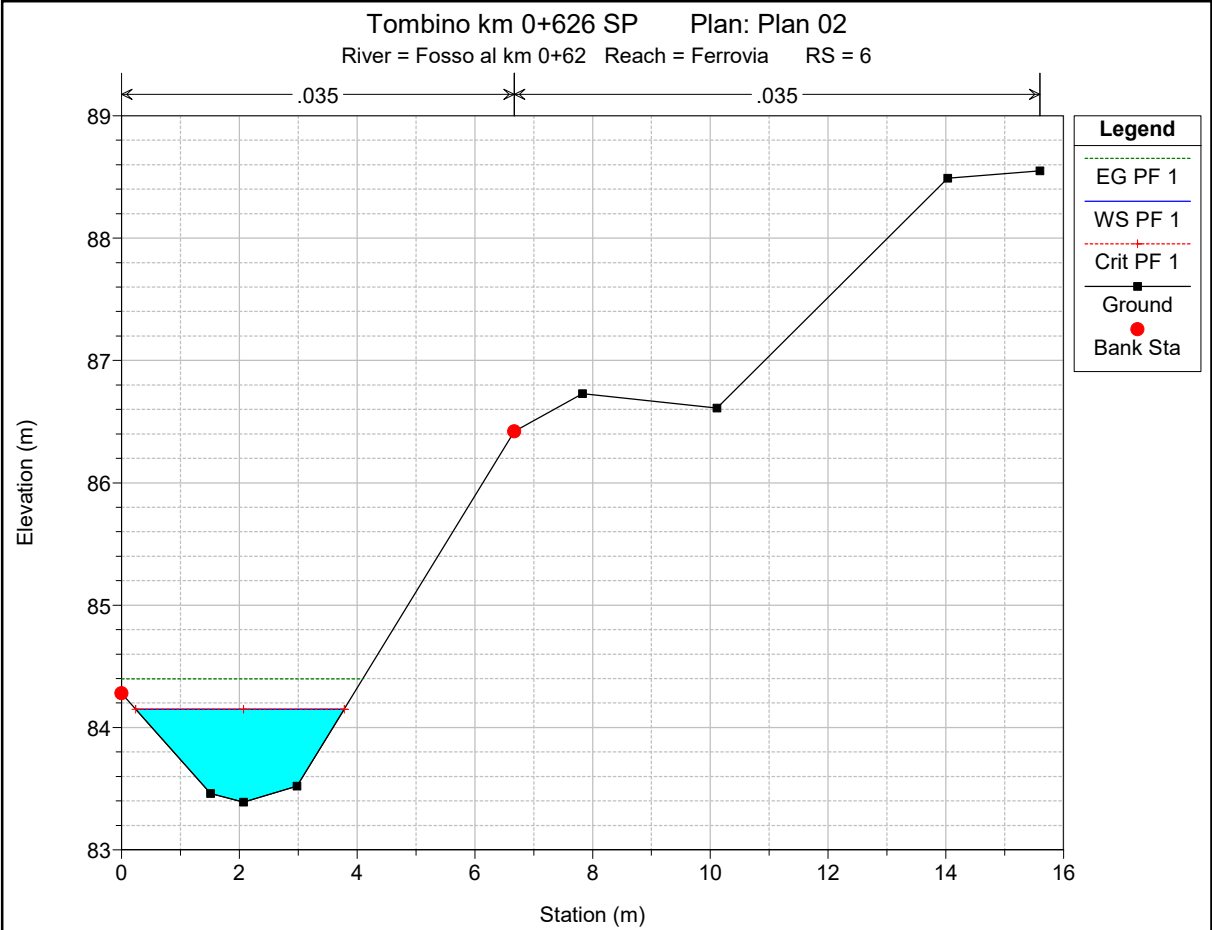
Tombino km 0+626 SP Plan: Plan 02

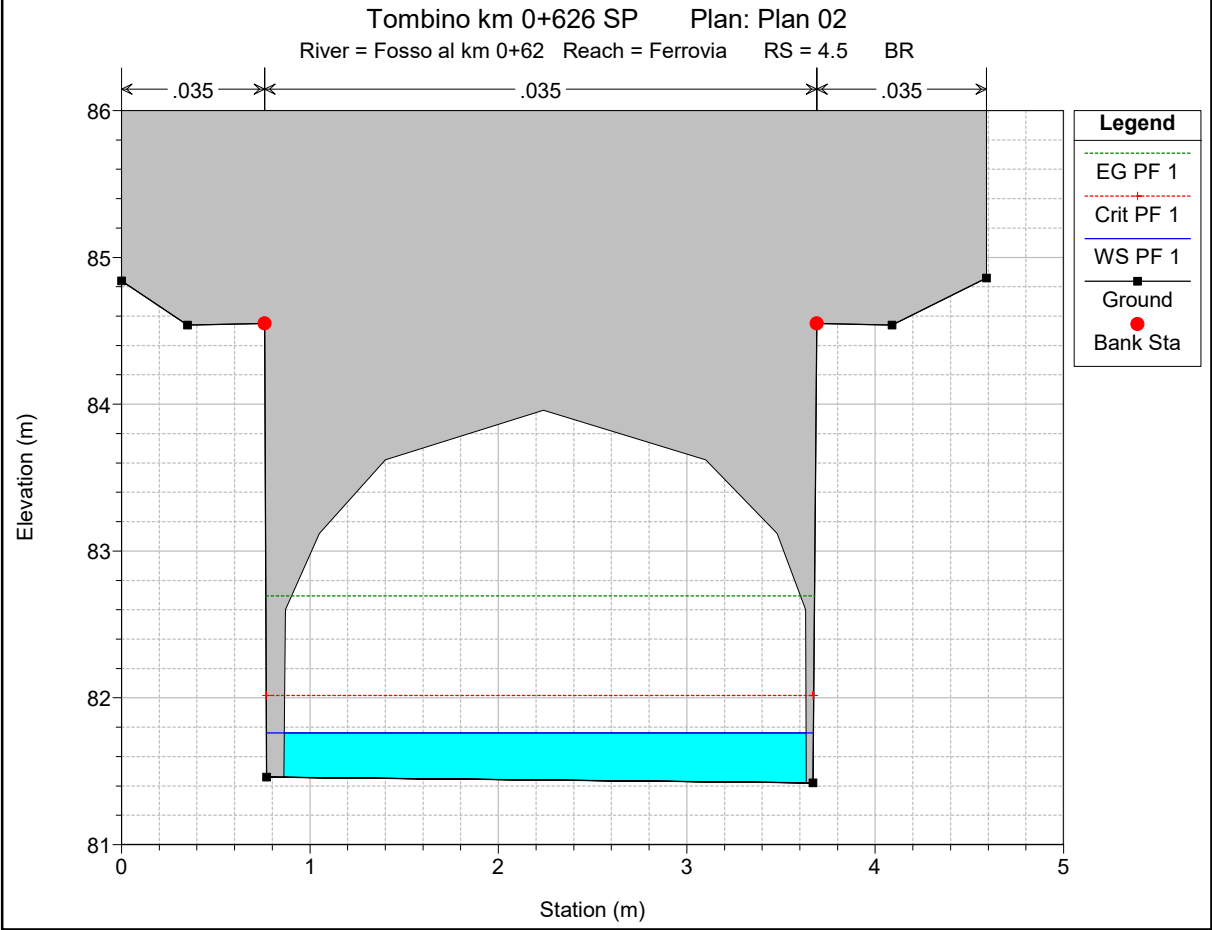
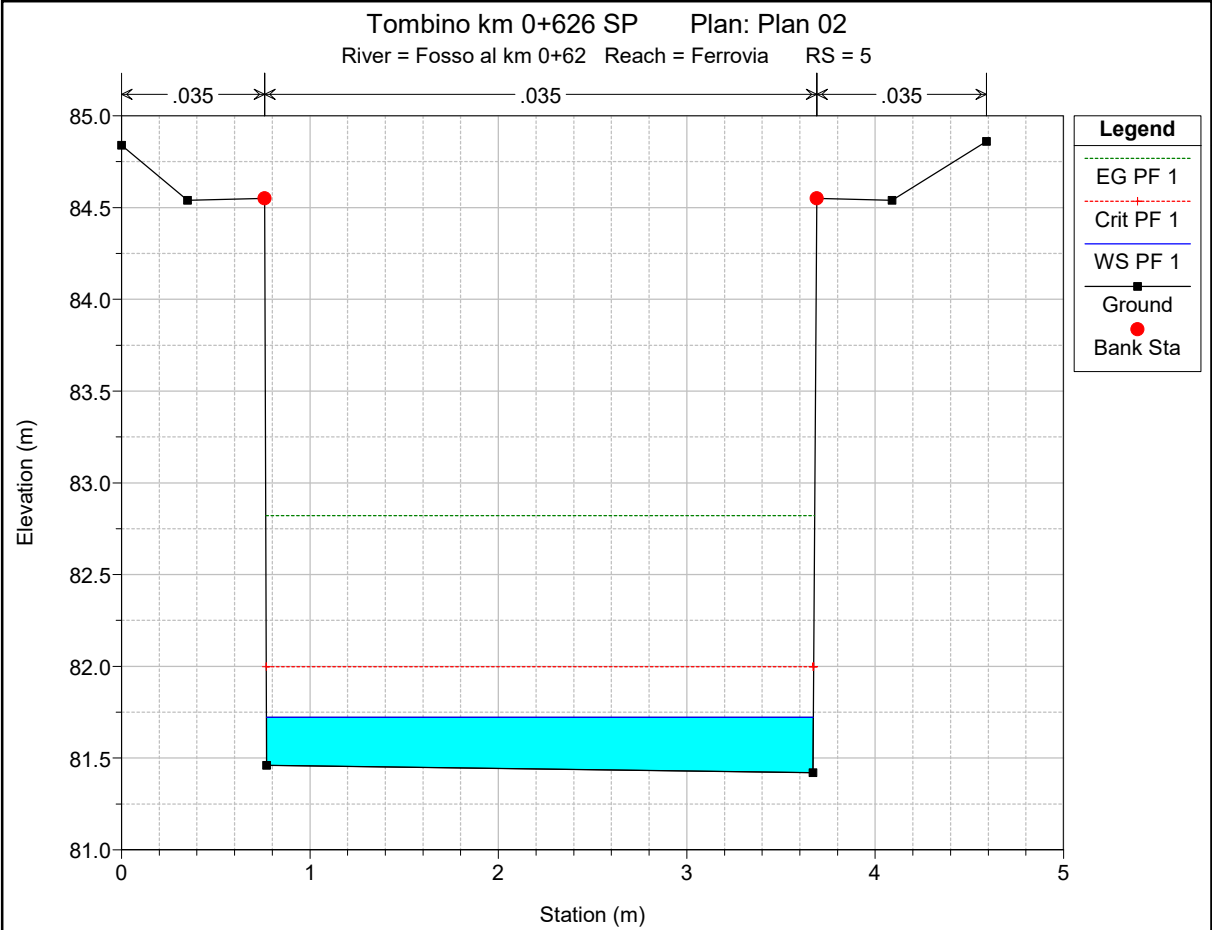
Fosso al km 0+62 Ferrovia

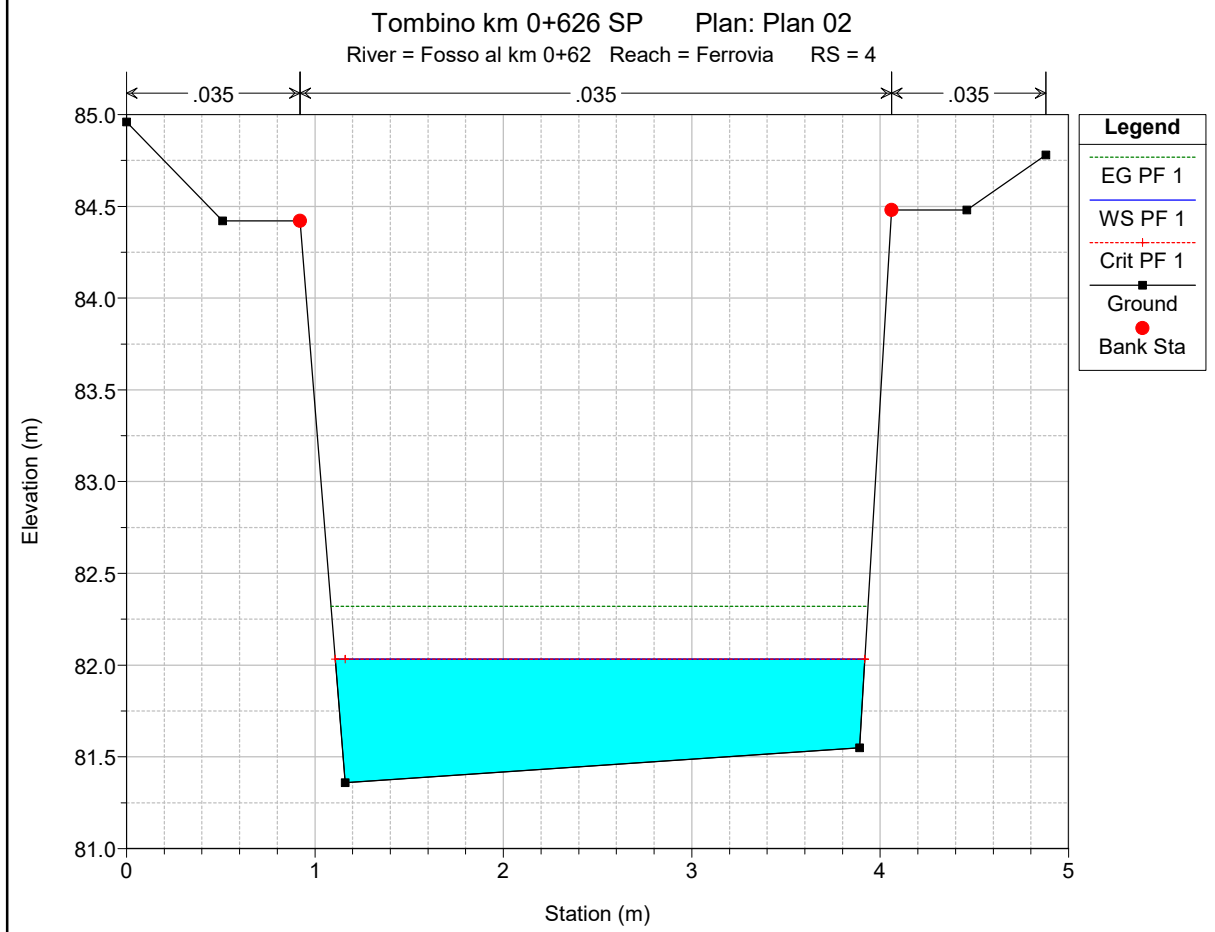
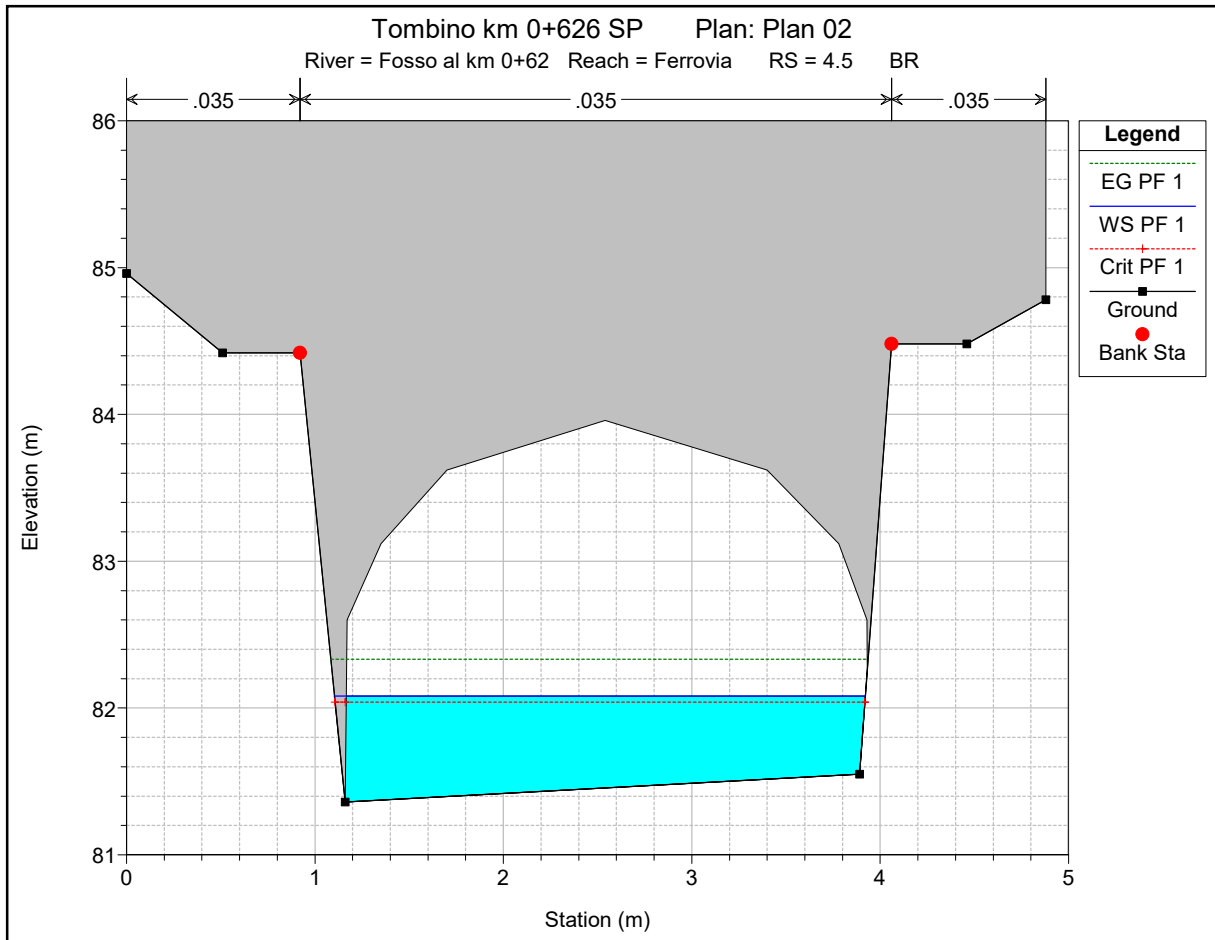


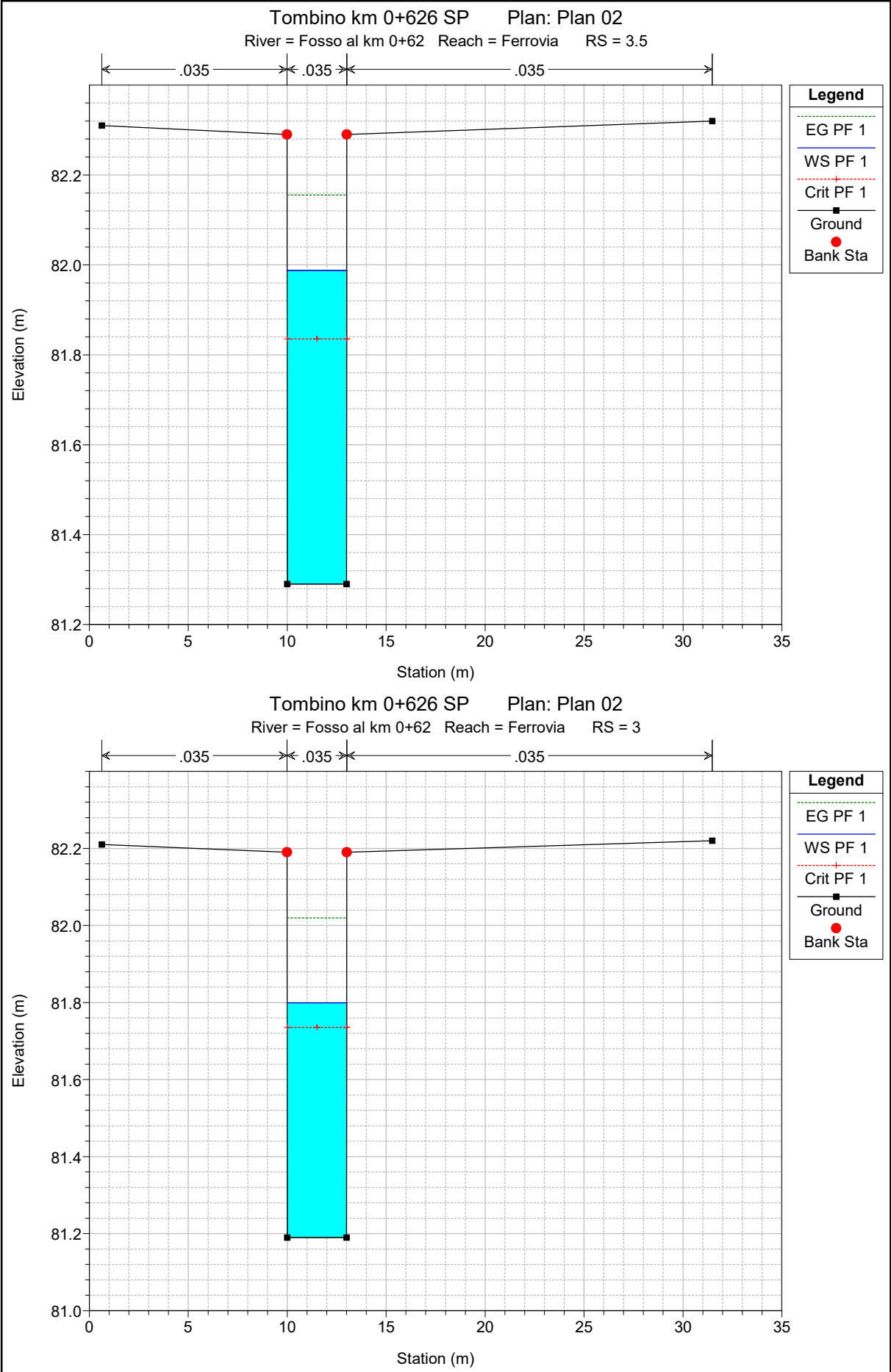


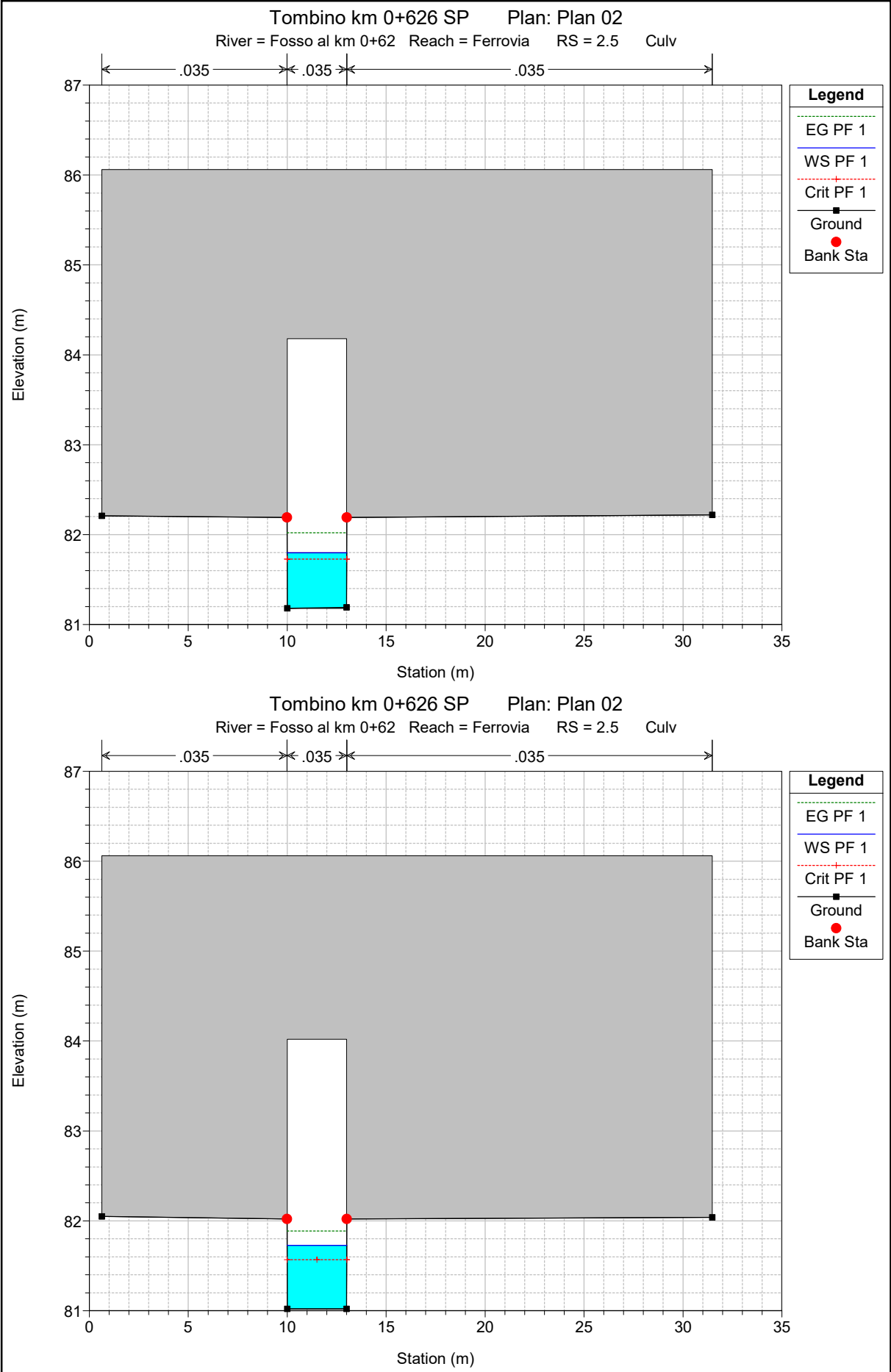


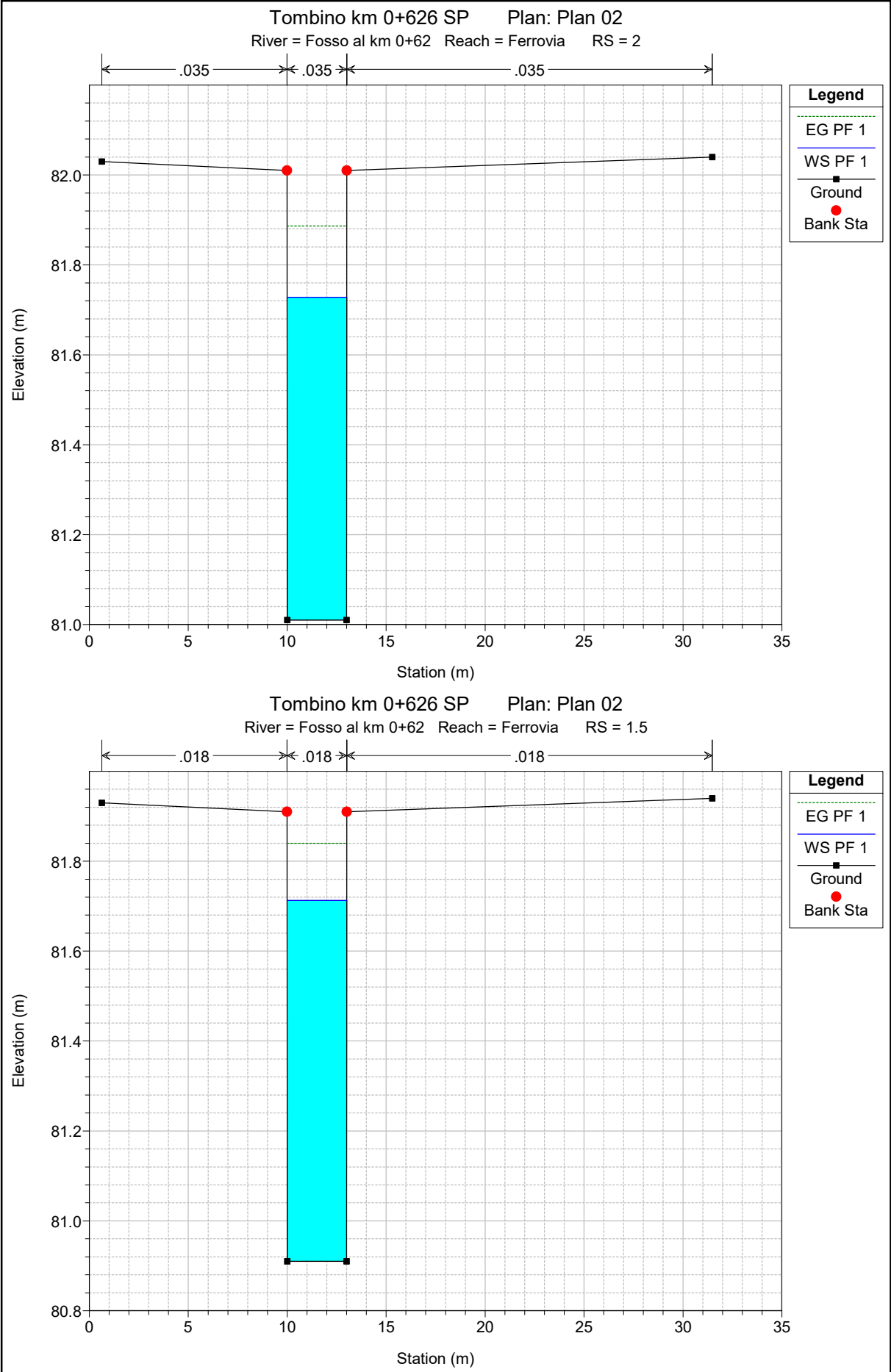


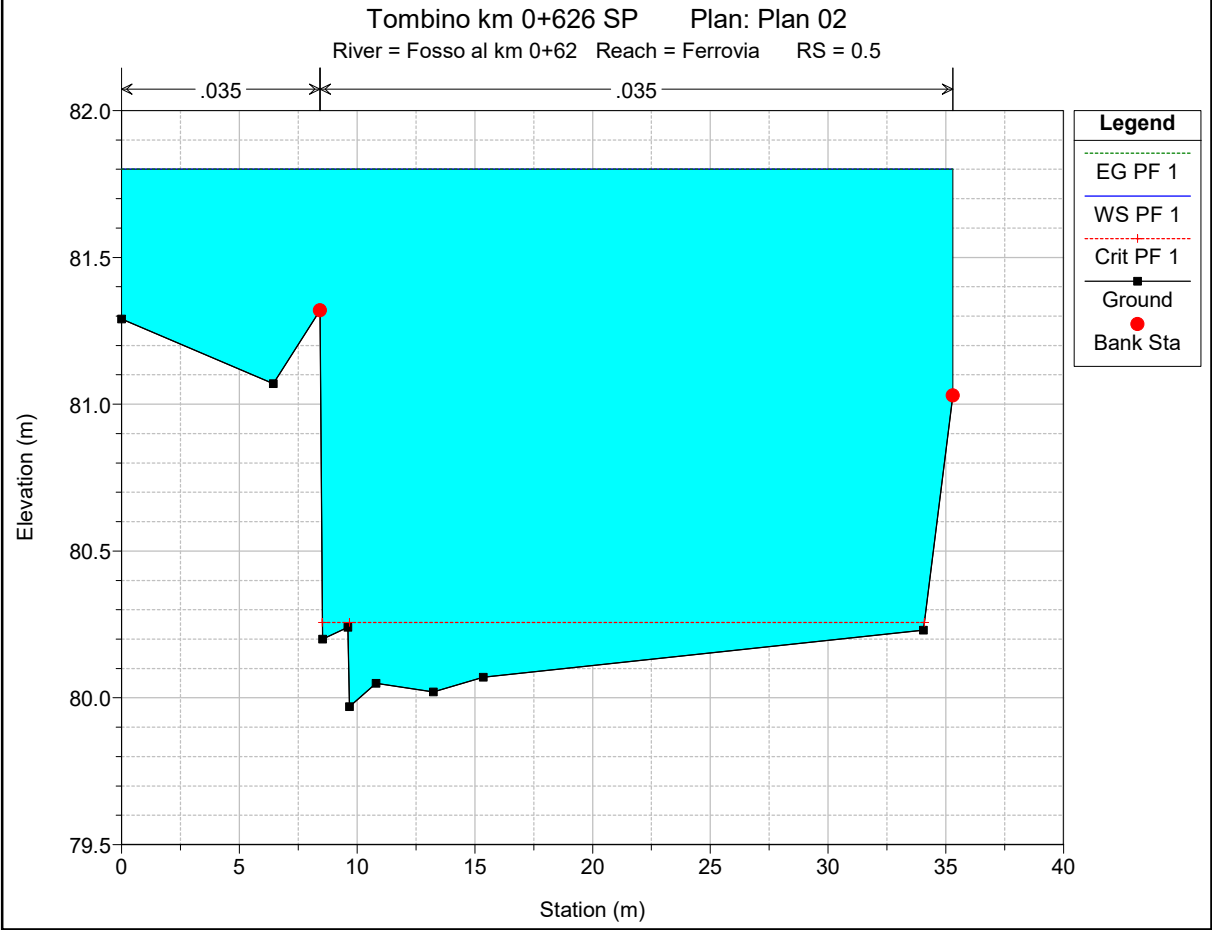
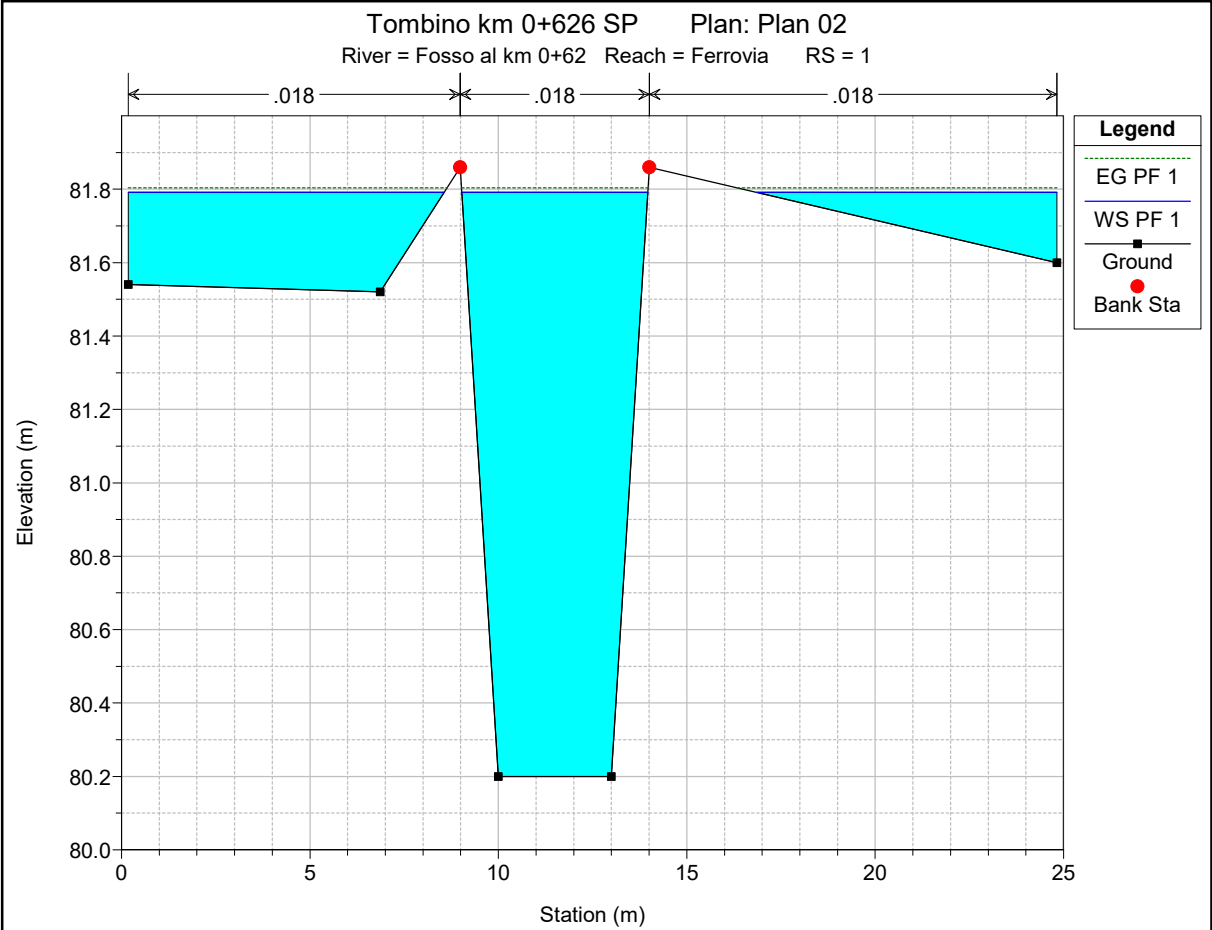












HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Fosso al km 0+62 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	8	PF 1	3.81	84.10	85.03	84.50	85.05	0.000720	0.62	6.24	8.78	0.23
Ferrovia	7	PF 1	3.81	84.30	84.82	84.79	84.96	0.013877	1.62	2.35	6.79	0.88
Ferrovia	6	PF 1	3.81	83.39	84.15	84.15	84.40	0.017910	2.20	1.73	3.54	1.01
Ferrovia	5.2	PF 1	3.81	81.42	81.65	82.00	83.63	0.452706	6.22	0.61	2.90	4.33
Ferrovia	5	PF 1	3.81	81.42	81.72	82.00	82.82	0.180188	4.64	0.82	2.90	2.79
Ferrovia	4.5	Bridge										
Ferrovia	4	PF 1	3.81	81.36	82.03	82.03	82.32	0.022646	2.38	1.60	2.81	1.01
Ferrovia	3.5	PF 1	3.81	81.29	81.99	81.84	82.16	0.010823	1.82	2.10	3.01	0.69
Ferrovia	3	PF 1	3.81	81.19	81.80	81.74	82.02	0.016133	2.08	1.83	3.01	0.85
Ferrovia	2.5	Culvert										
Ferrovia	2	PF 1	3.81	81.01	81.73		81.89	0.009973	1.77	2.16	3.01	0.67
Ferrovia	1.5	PF 1	3.81	80.91	81.71		81.84	0.001908	1.58	2.41	3.02	0.56
Ferrovia	1	PF 1	3.81	80.20	81.79		81.80	0.000097	0.53	9.06	21.28	0.15
Ferrovia	0.5	PF 1	3.81	79.97	81.80	80.26	81.80	0.000005	0.08	49.47	35.30	0.02



**ALLEGATO D1**

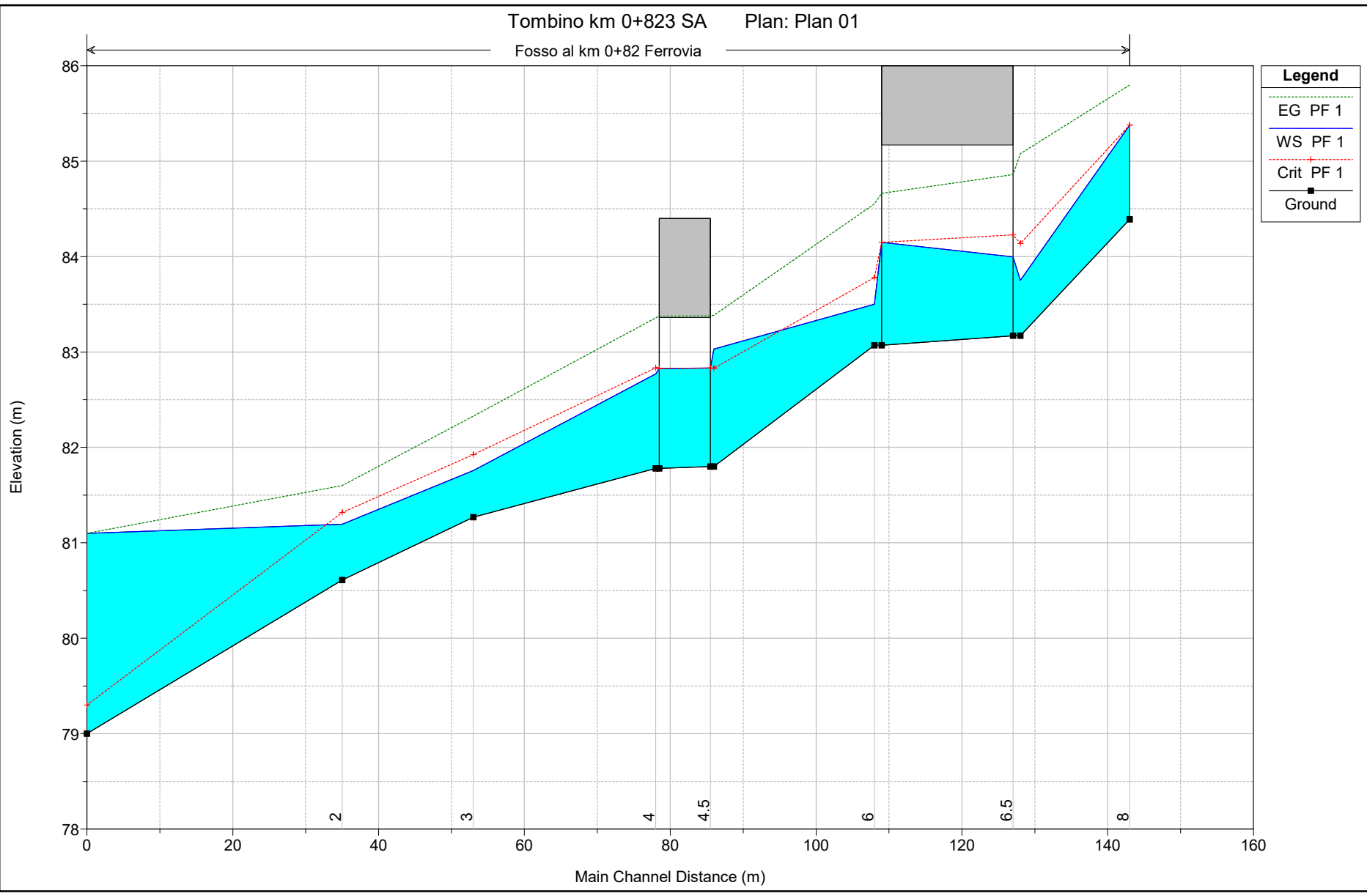
**Fosso al km 0+823 – Ramo A**

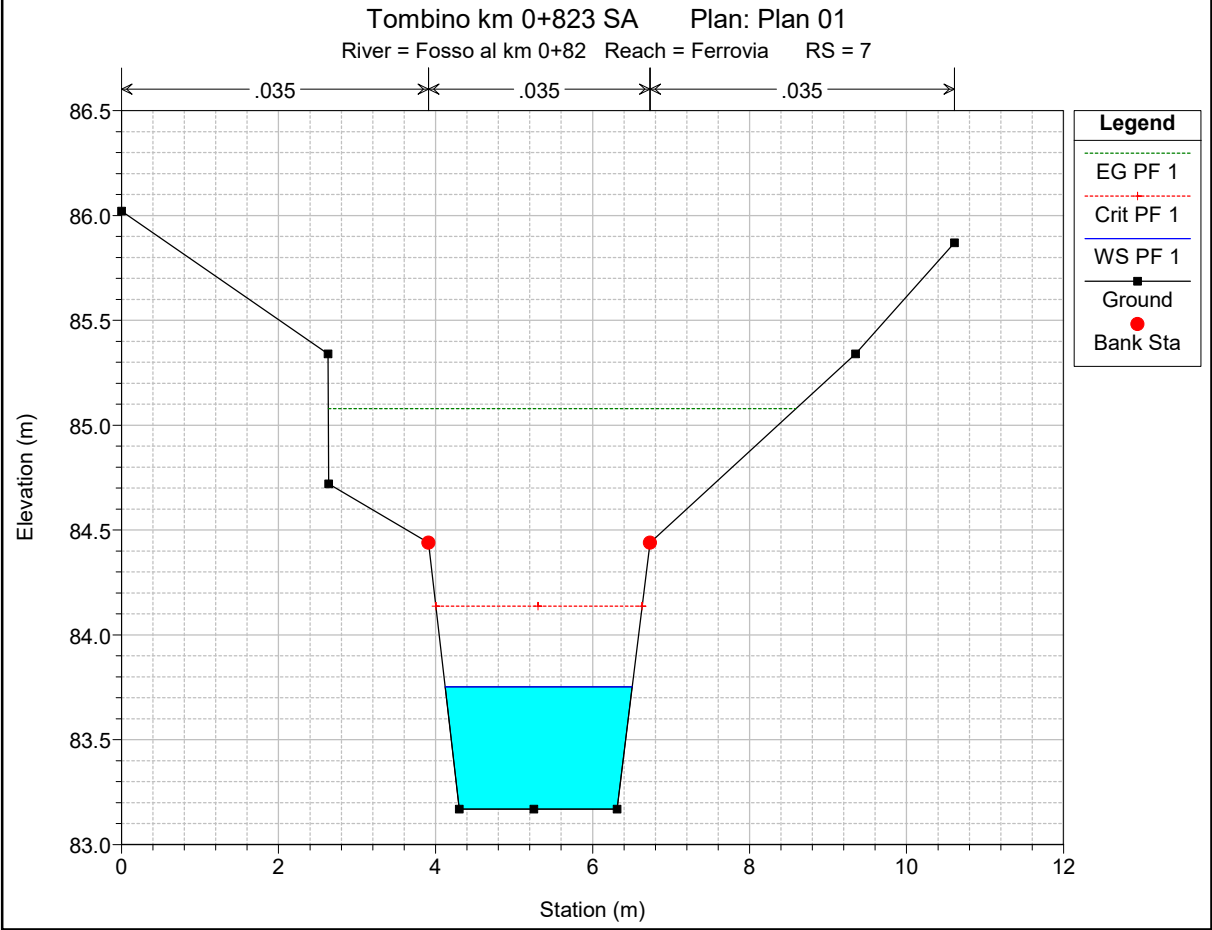
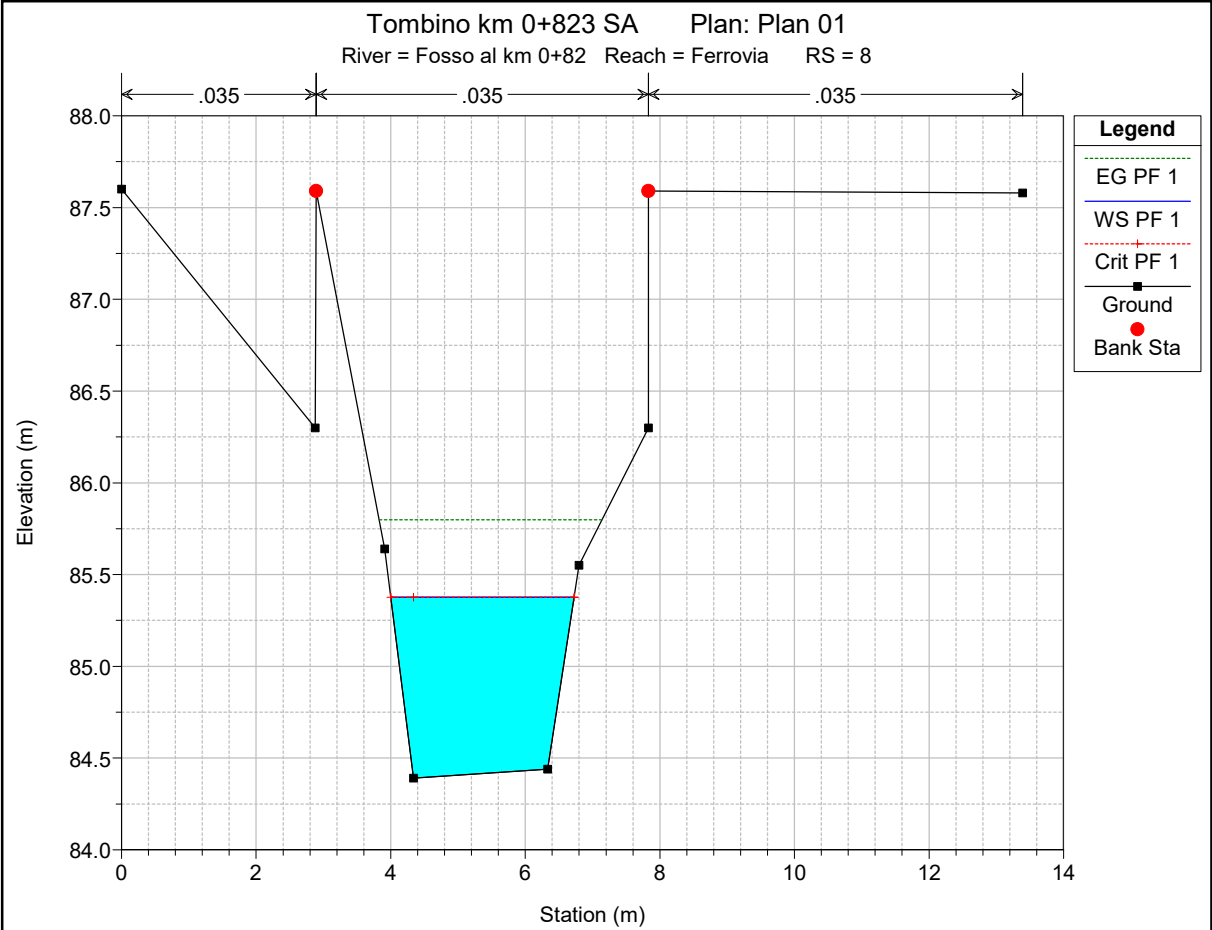
**Ante Operam**

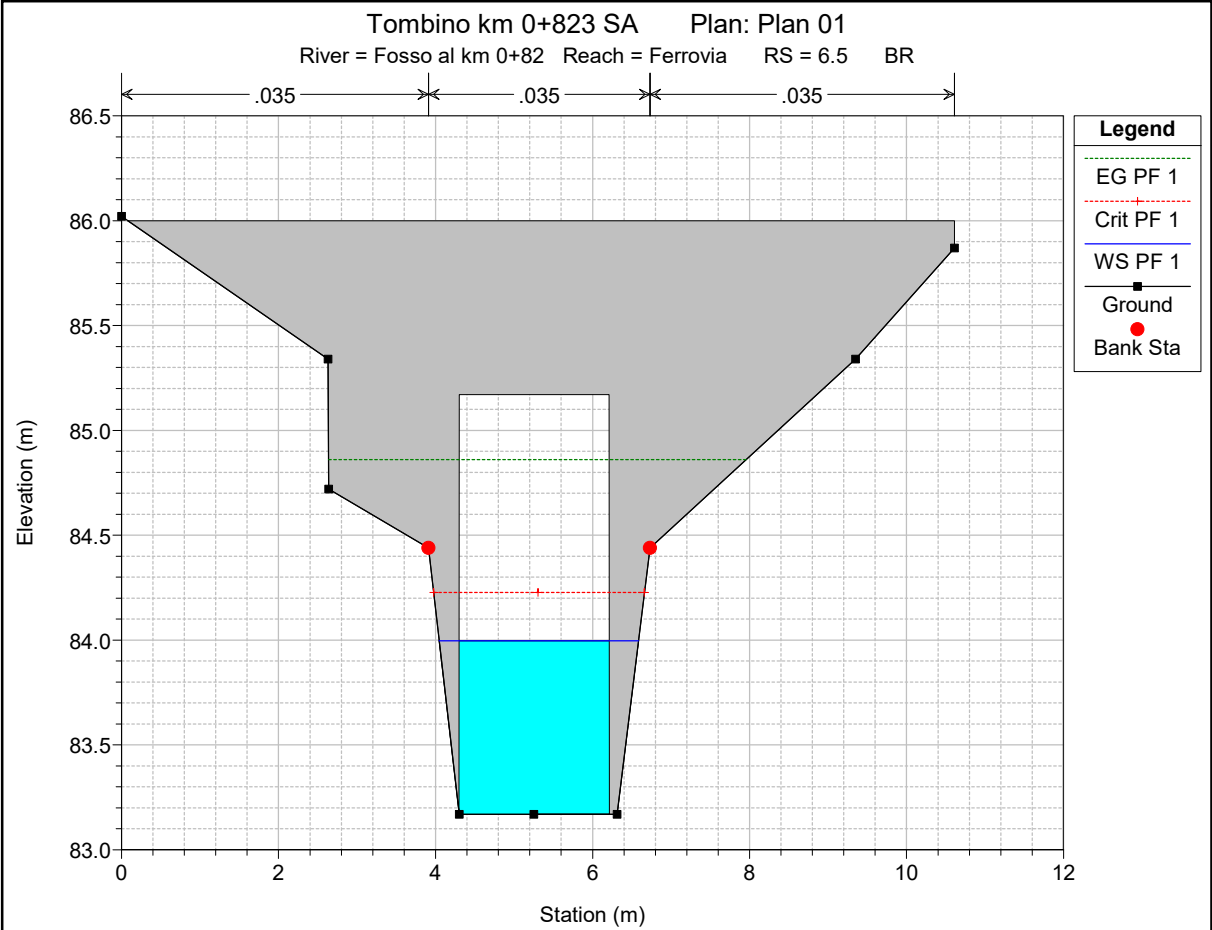
**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

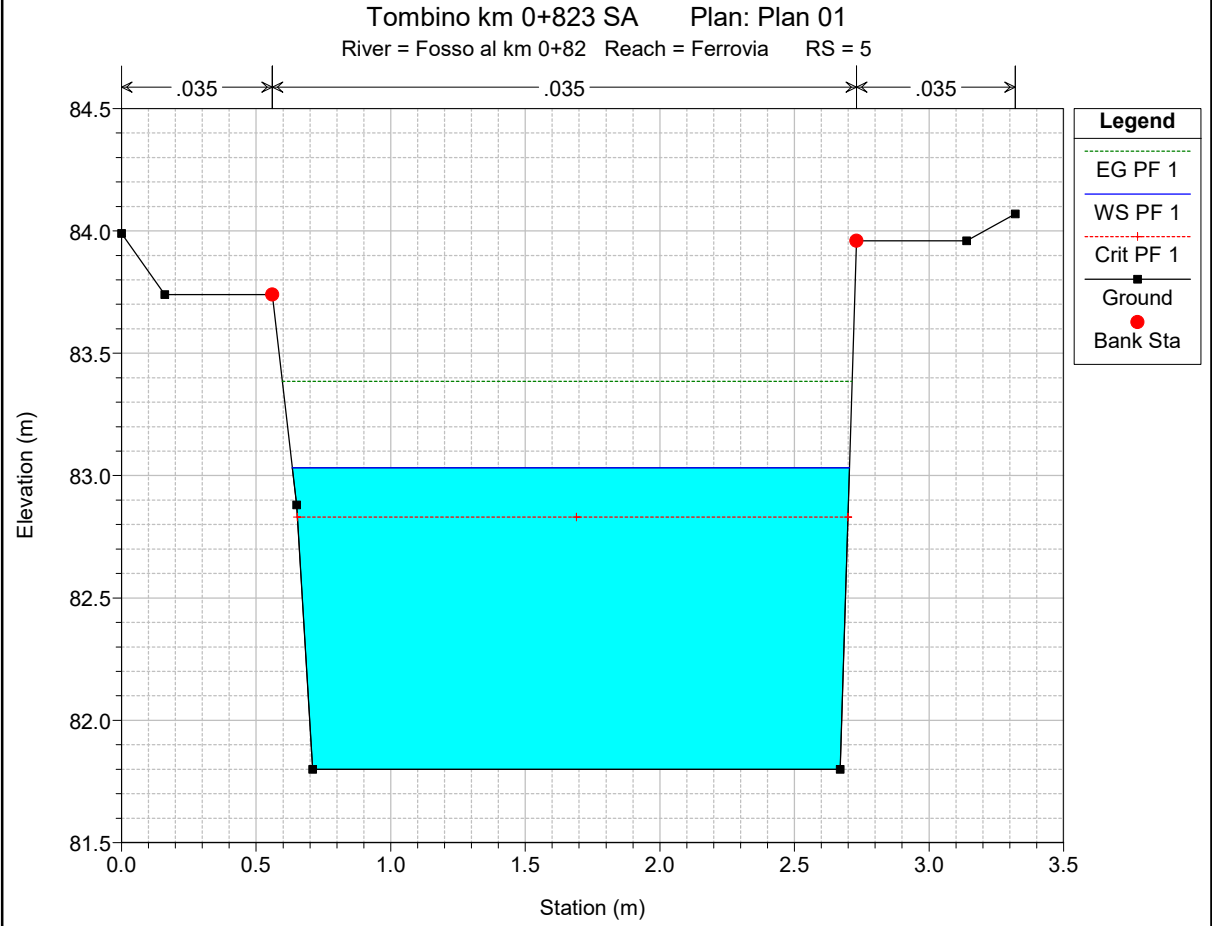
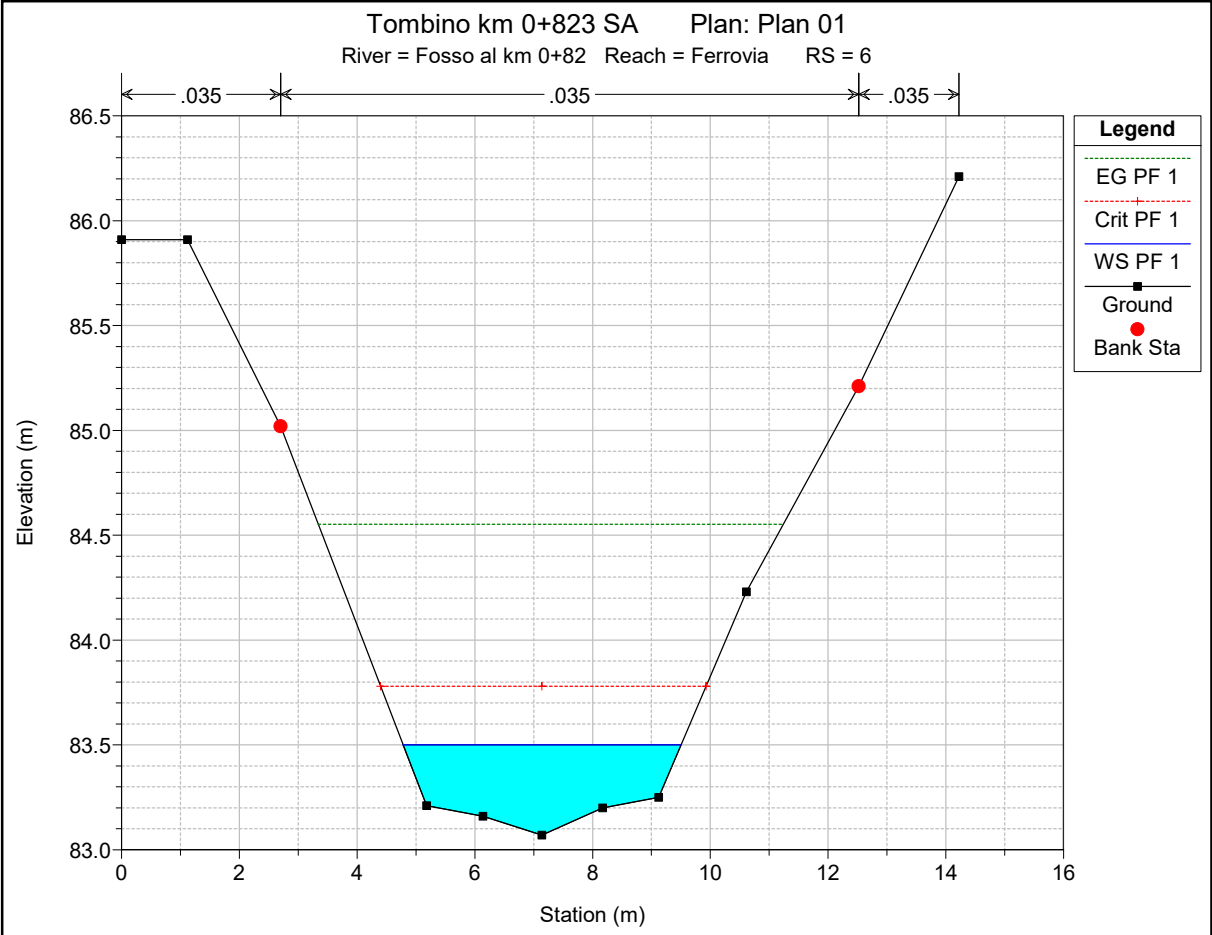
Tombino km 0+823 SA Plan: Plan 01

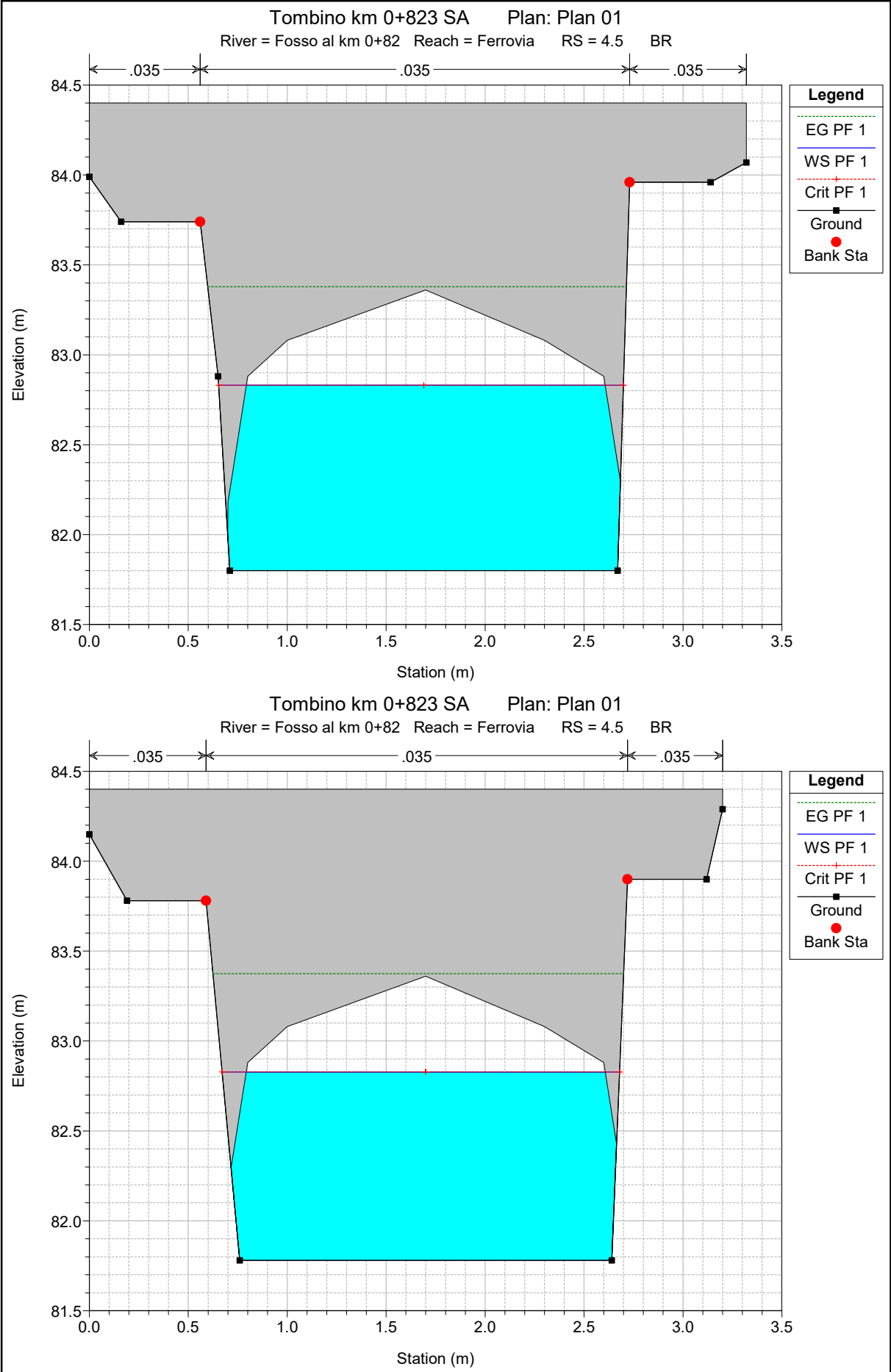
Fosso al km 0+82 Ferrovia

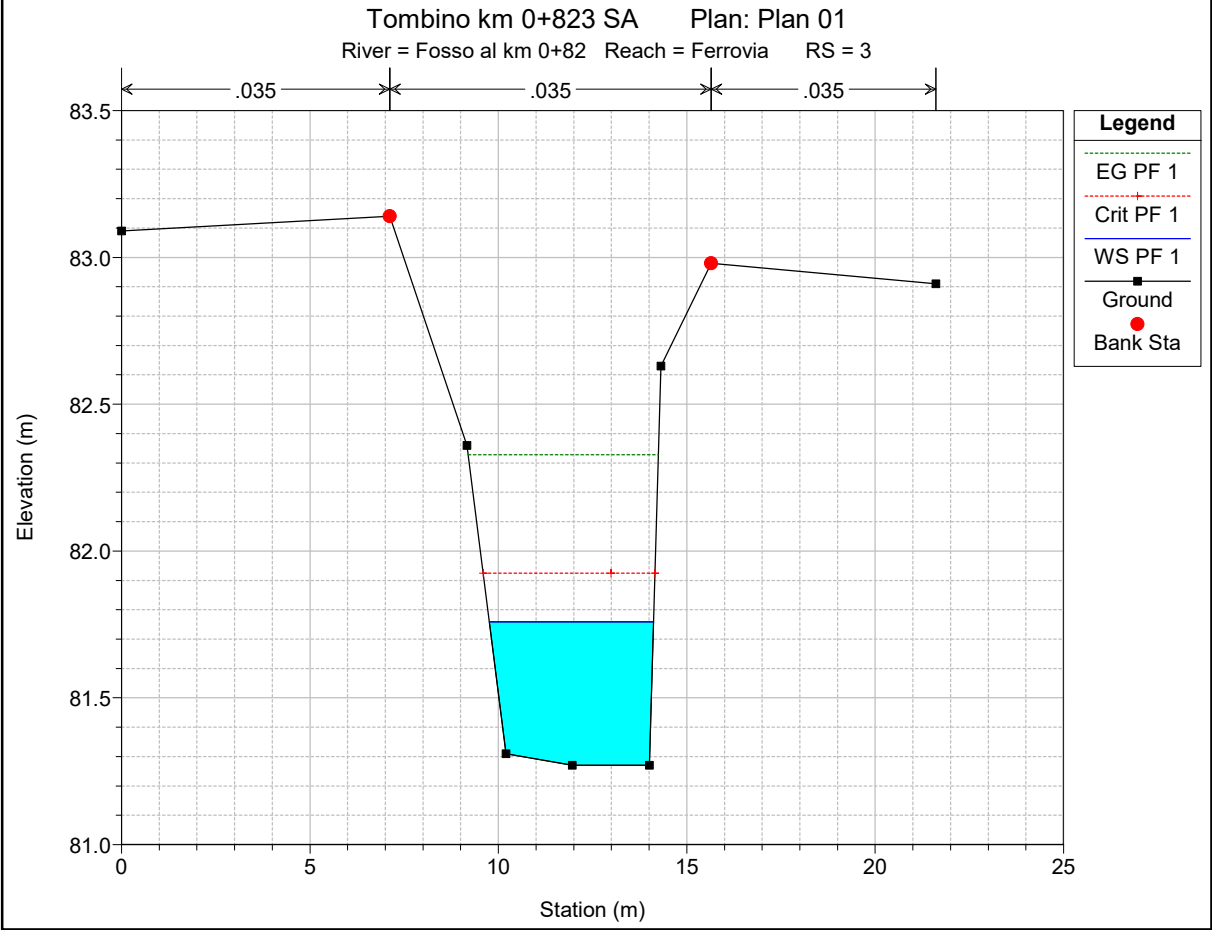
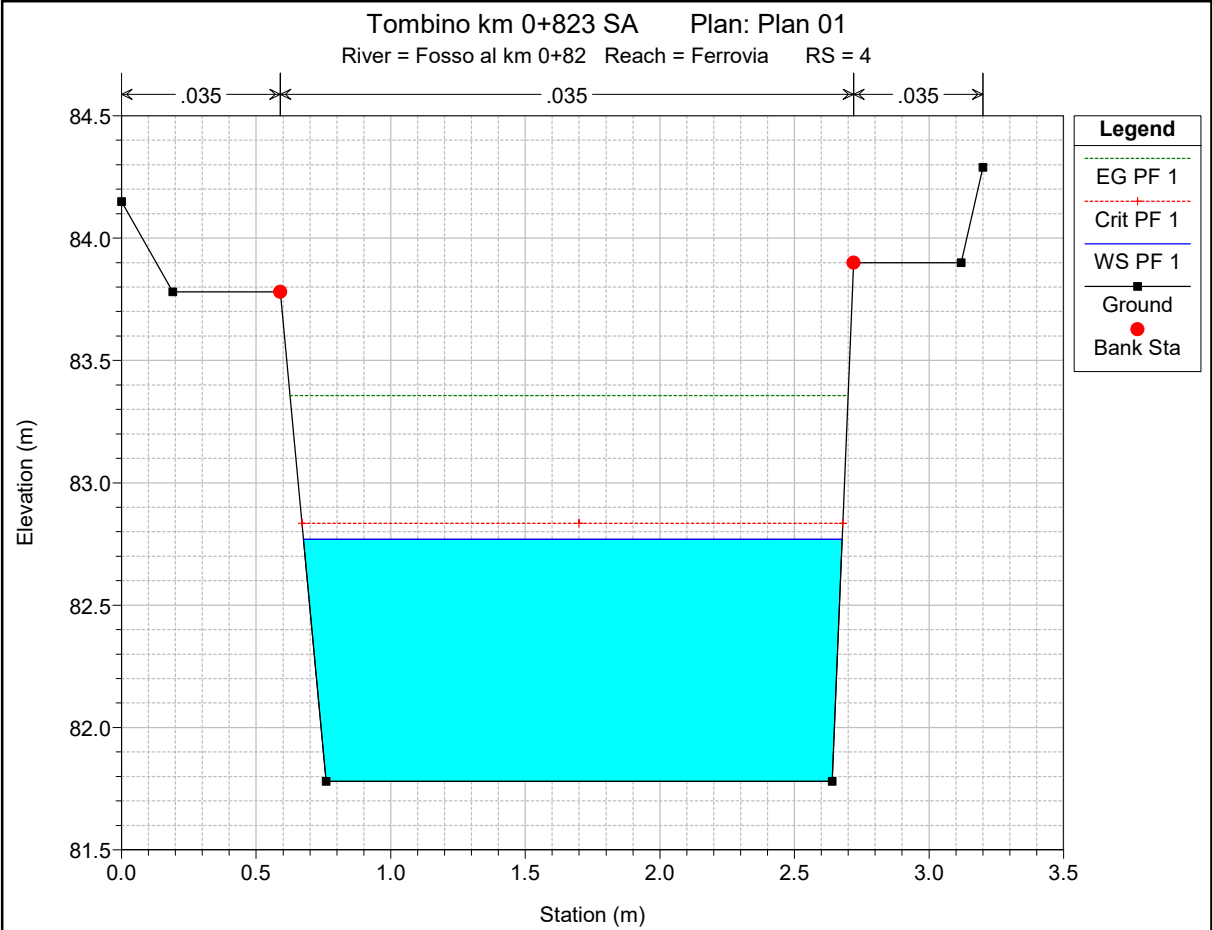


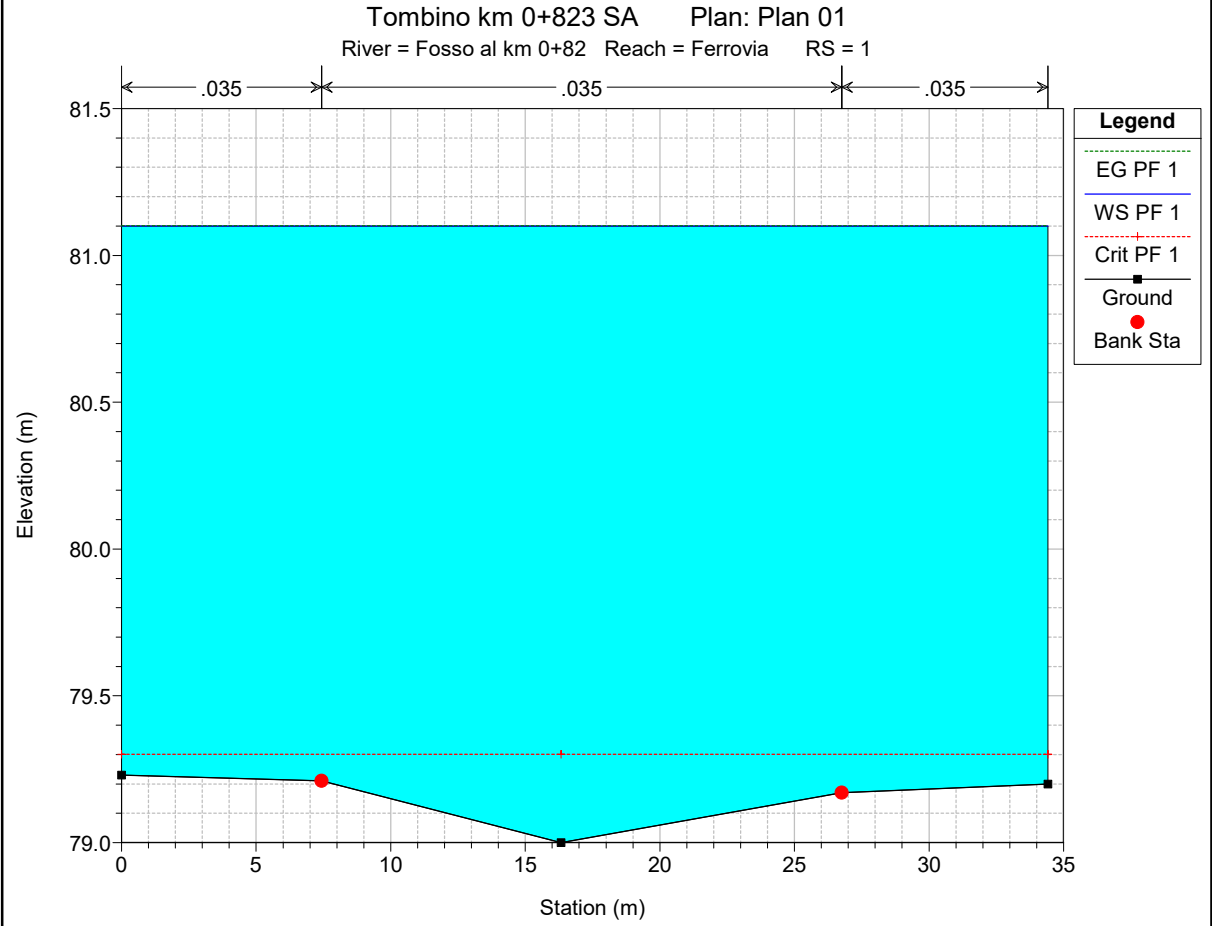
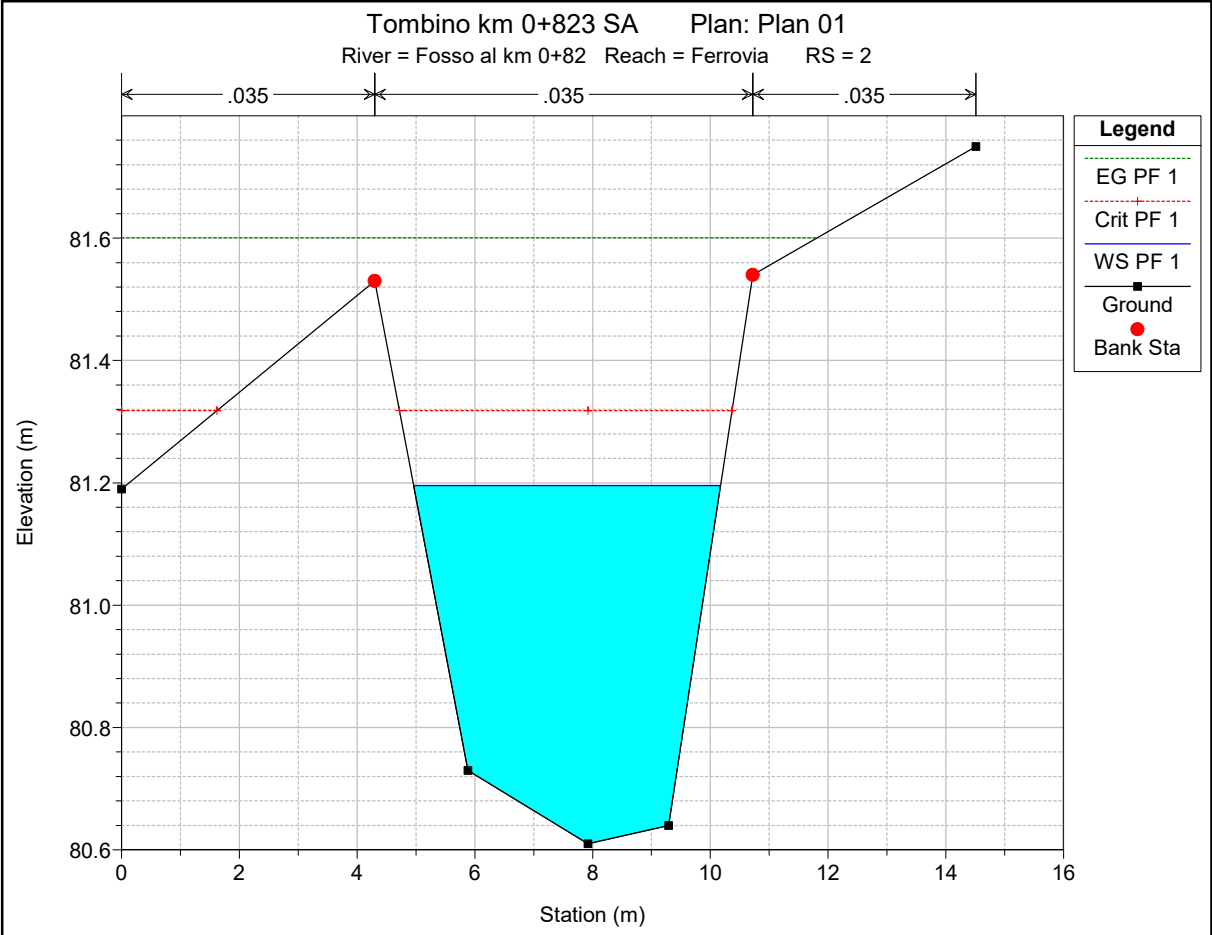














HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso al km 0+82 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	8	PF 1	6.52	84.39	85.38	85.38	85.80	0.021935	2.87	2.27	2.73	1.01
Ferrovia	7	PF 1	6.52	83.17	83.75	84.14	85.08	0.109892	5.10	1.28	2.38	2.22
Ferrovia	6.5	Bridge										
Ferrovia	6	PF 1	6.52	83.07	83.50	83.78	84.55	0.130080	4.54	1.44	4.72	2.63
Ferrovia	5	PF 1	6.52	81.80	83.03	82.83	83.38	0.018378	2.63	2.48	2.07	0.77
Ferrovia	4.5	Bridge										
Ferrovia	4	PF 1	6.52	81.78	82.77	82.83	83.36	0.035842	3.39	1.92	2.00	1.11
Ferrovia	3	PF 1	6.52	81.27	81.76	81.92	82.33	0.047212	3.34	1.95	4.36	1.60
Ferrovia	2	PF 1	6.52	80.61	81.20	81.32	81.60	0.030810	2.82	2.31	5.28	1.35
Ferrovia	1	PF 1	6.52	79.00	81.10	79.30	81.10	0.000005	0.10	67.41	34.42	0.02

**ALLEGATO D2**

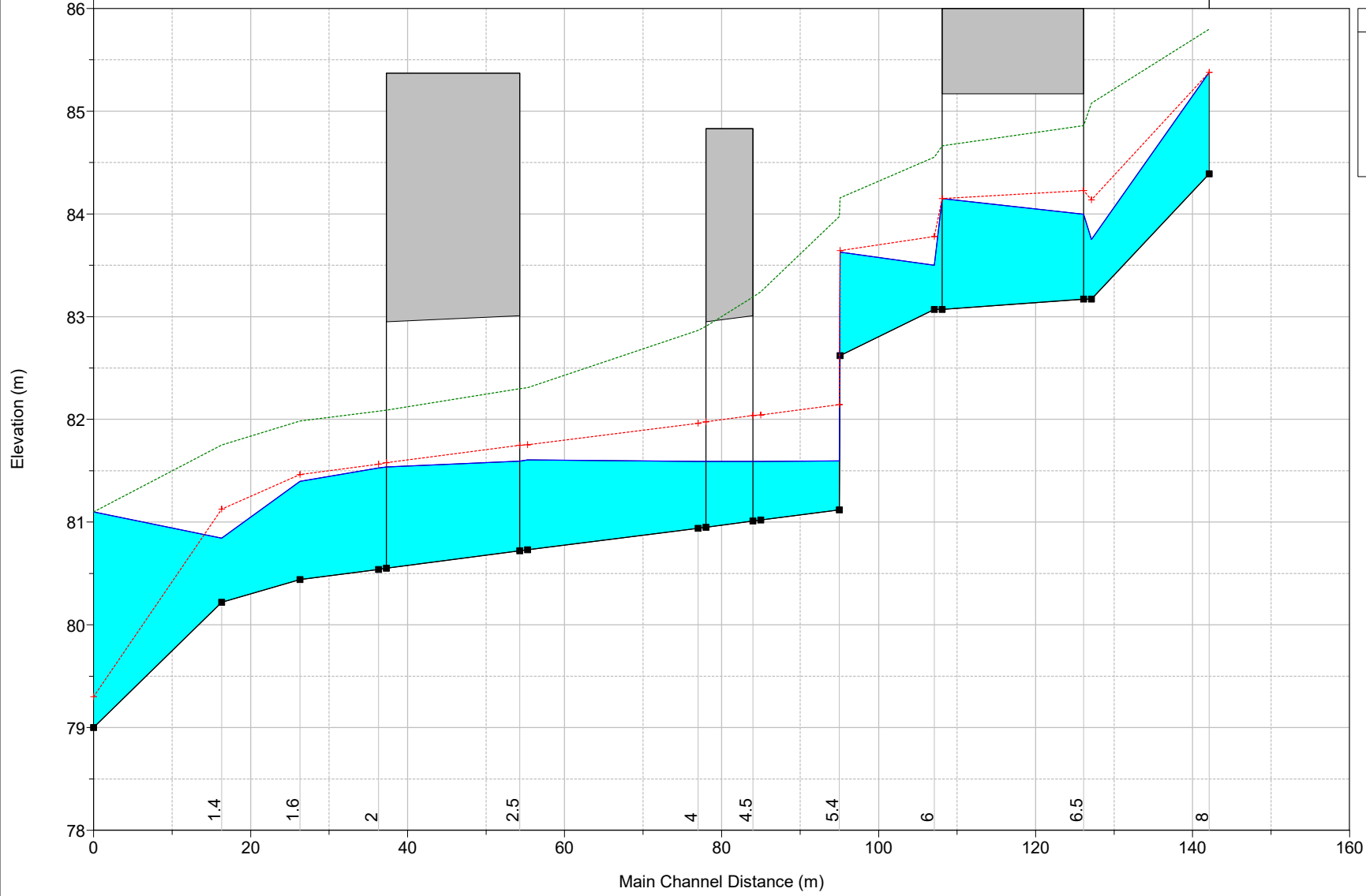
**Fosso al km 0+823 – Ramo A**

**Post Operam**

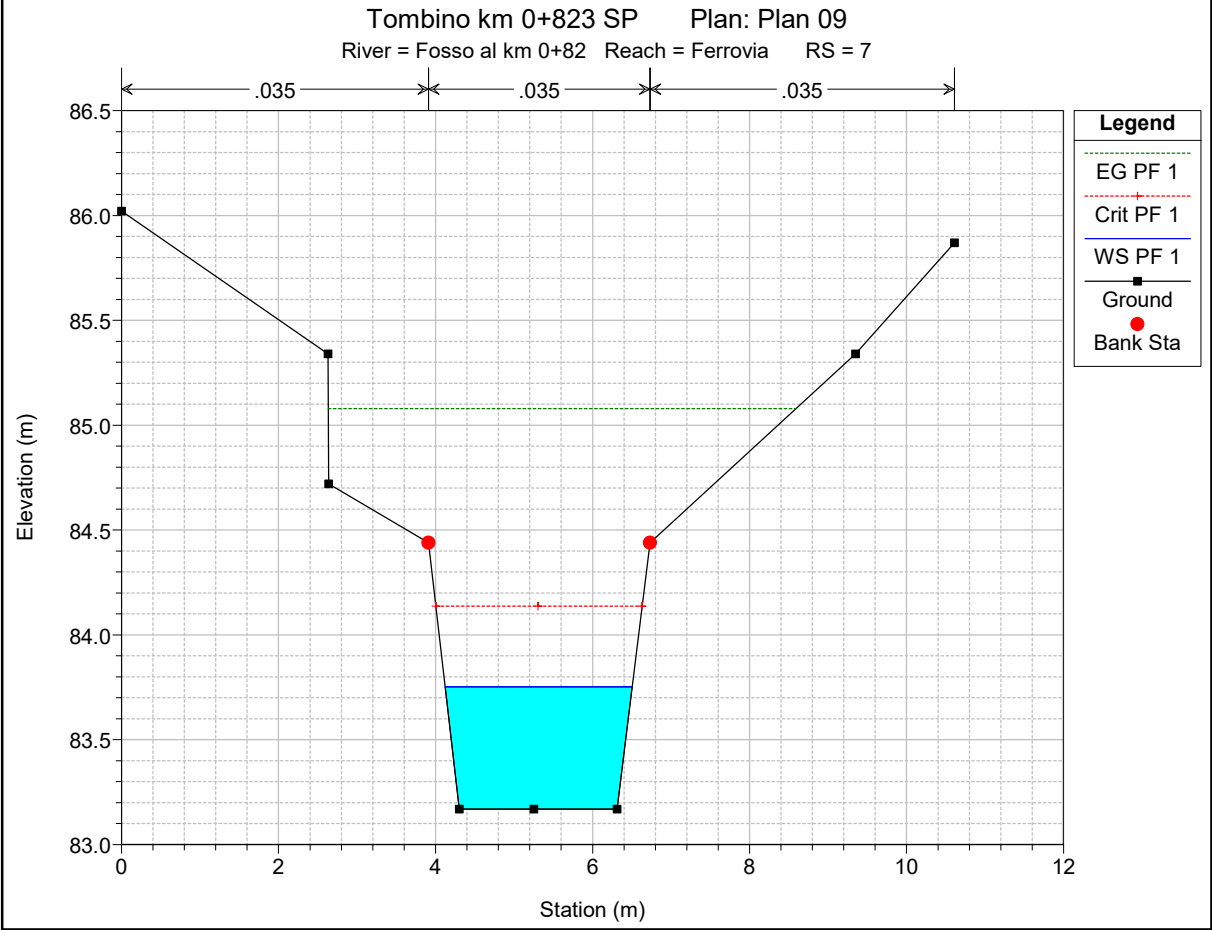
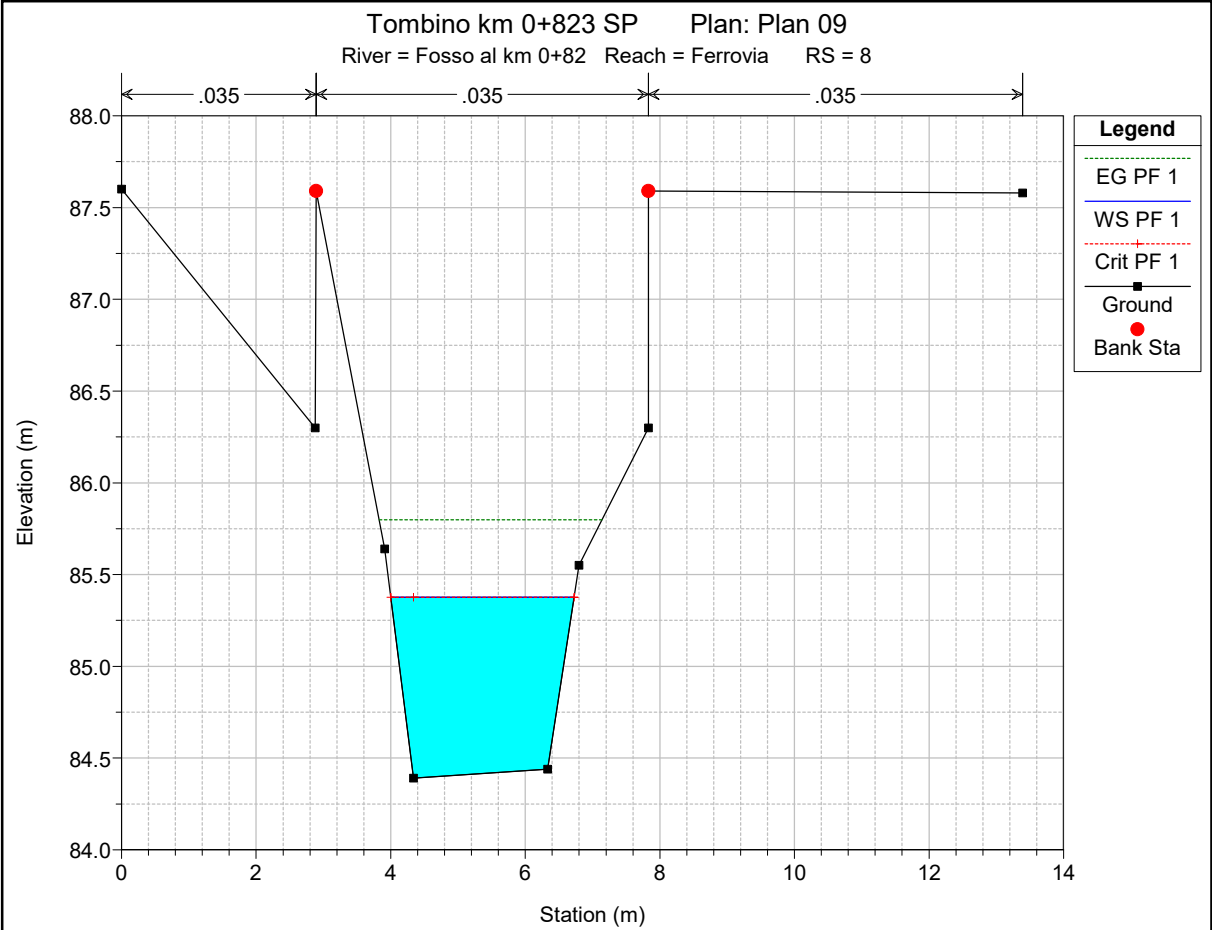
**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

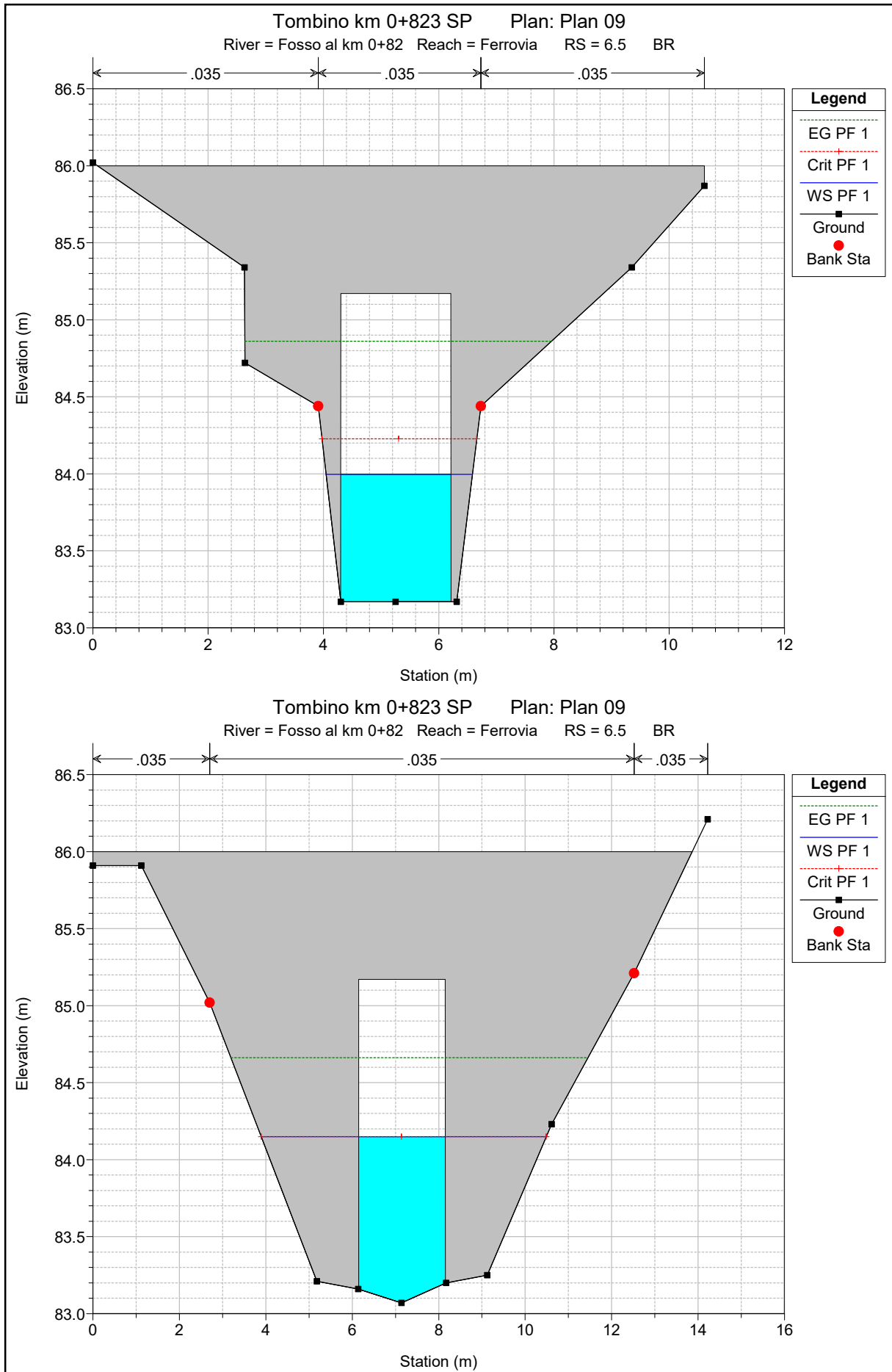
Tombino km 0+823 SP Plan: Plan 09

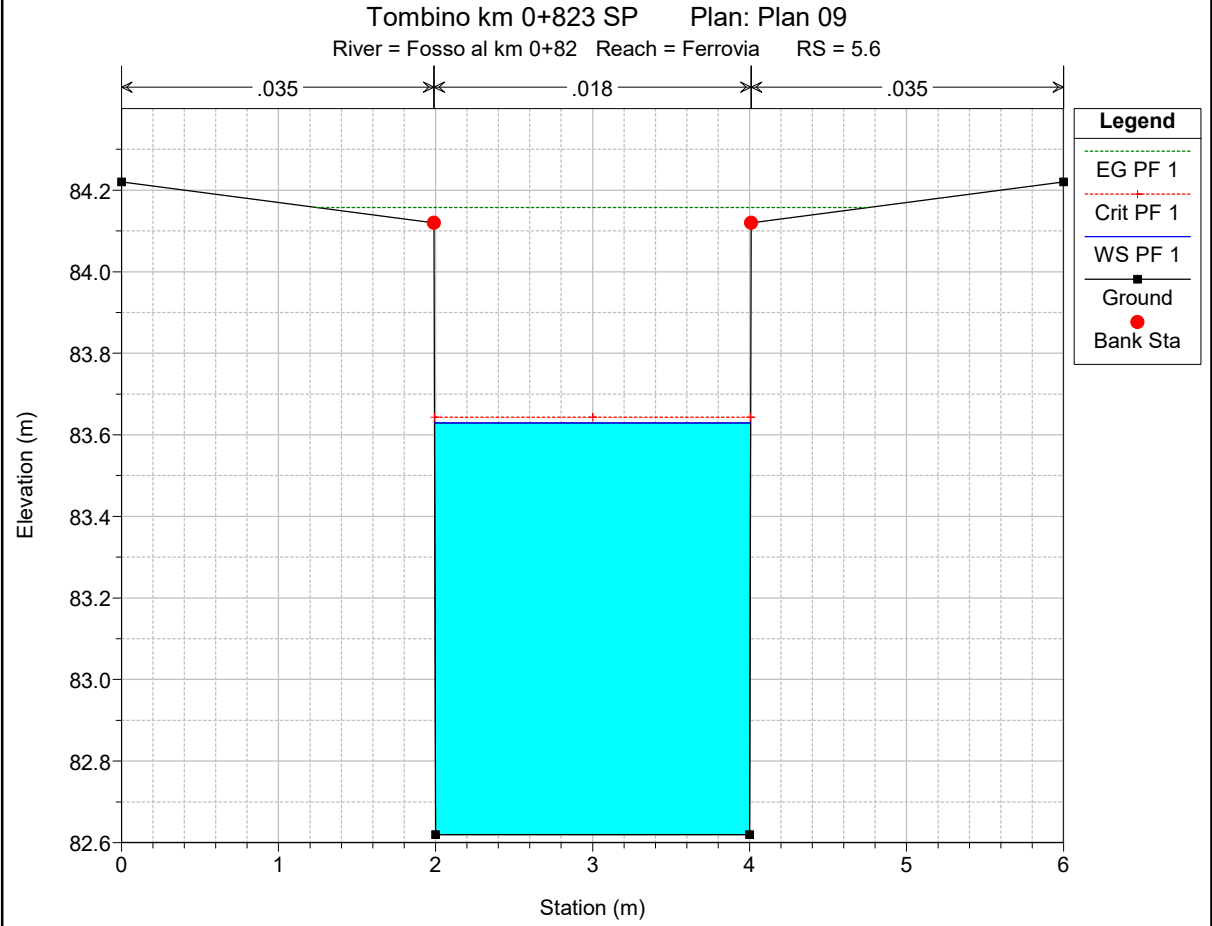
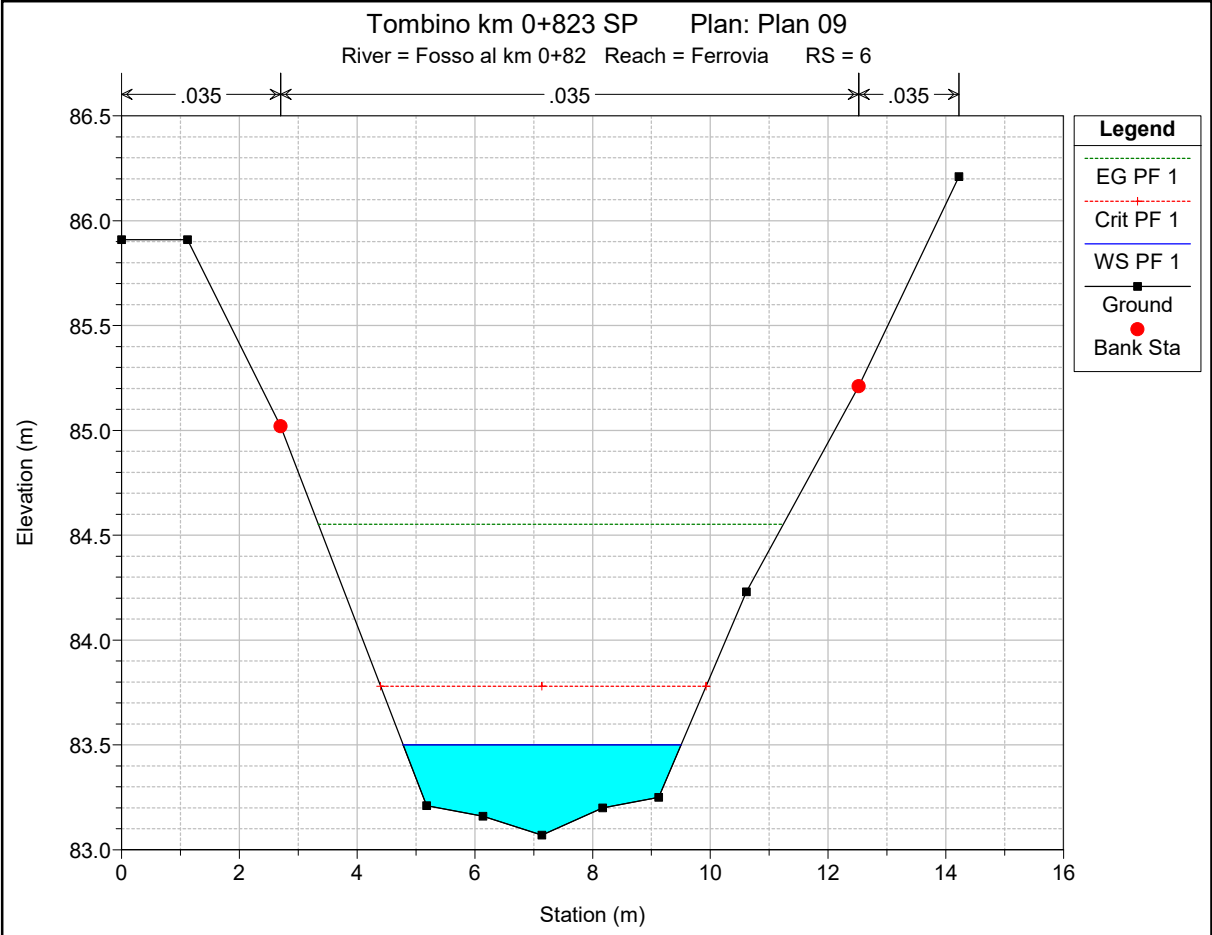
Fosso al km 0+82 Ferrovia

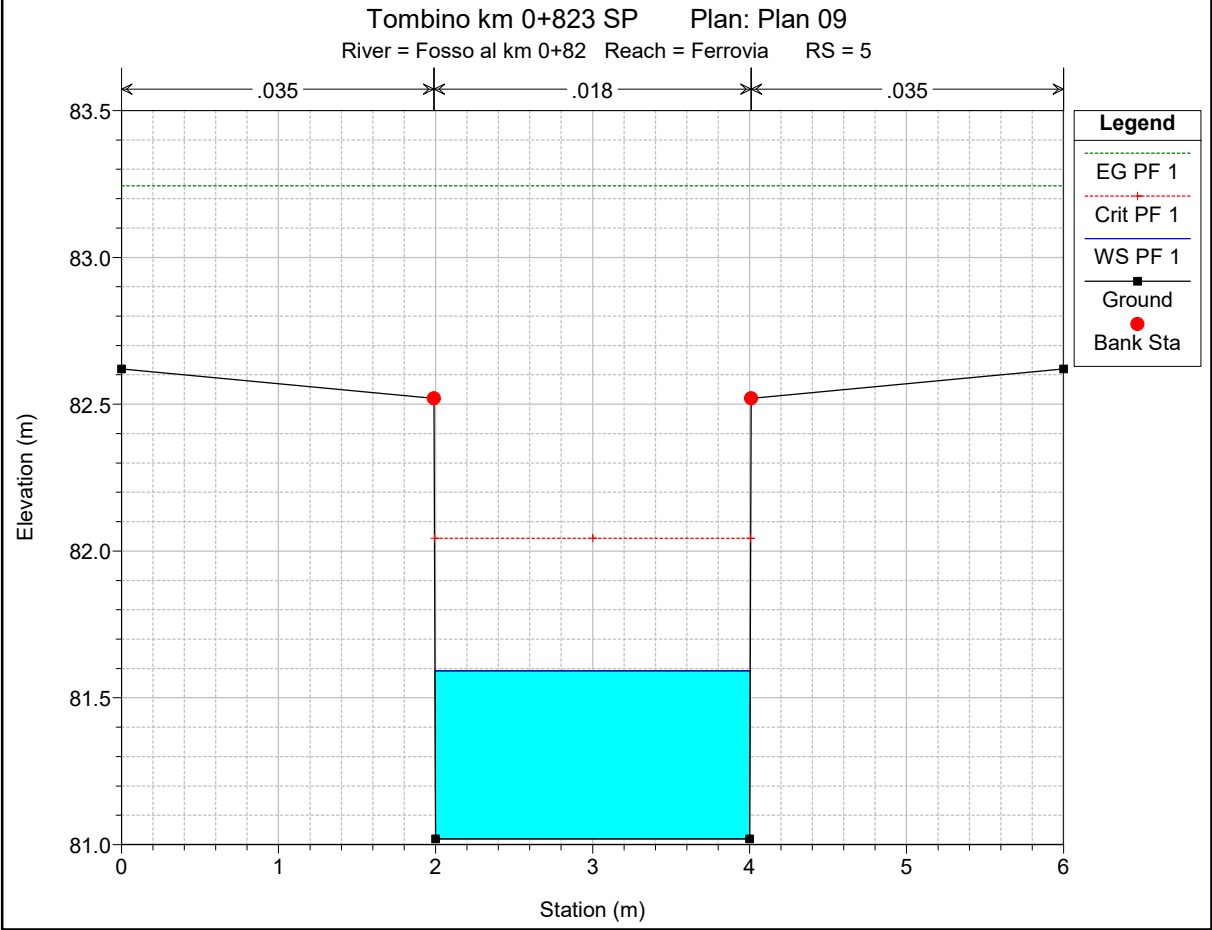
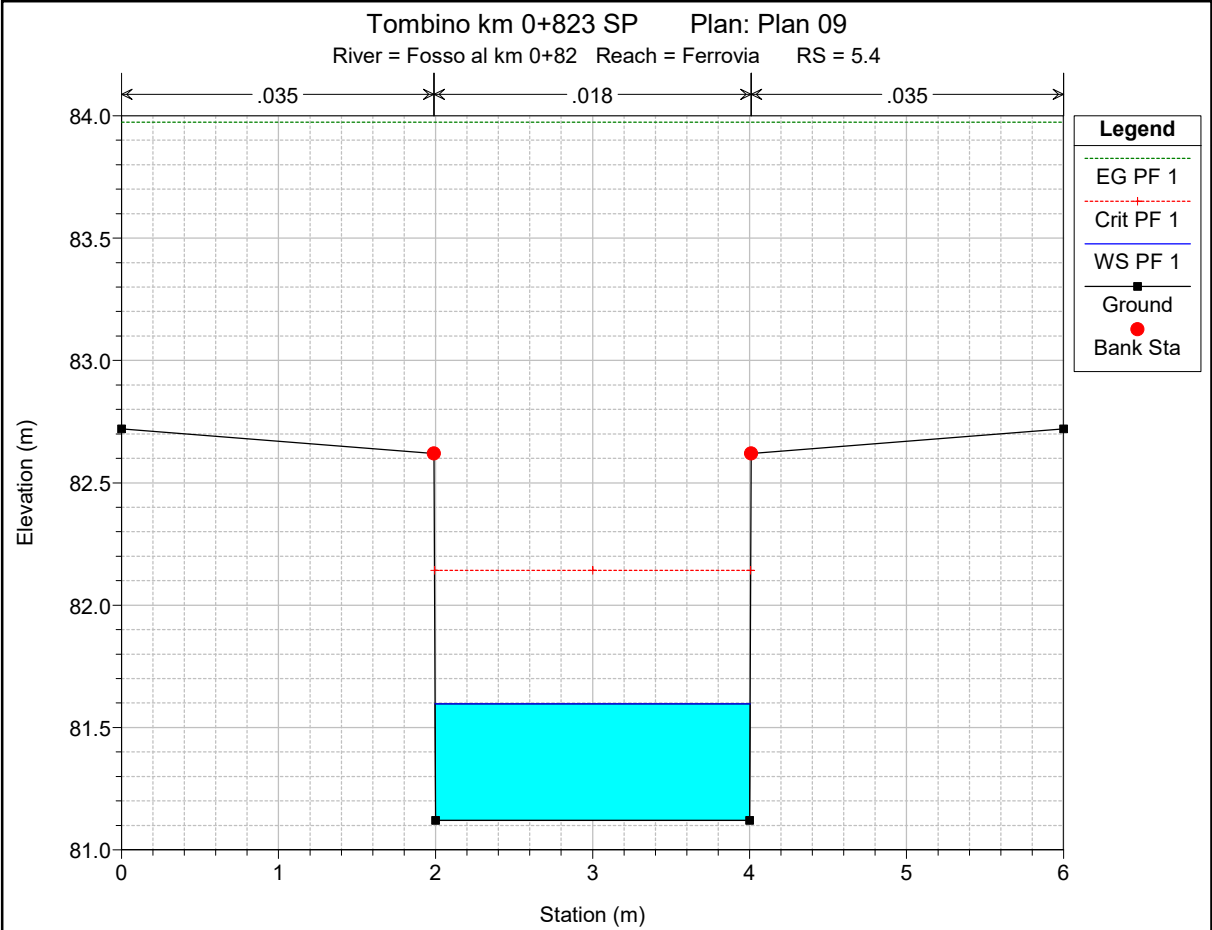


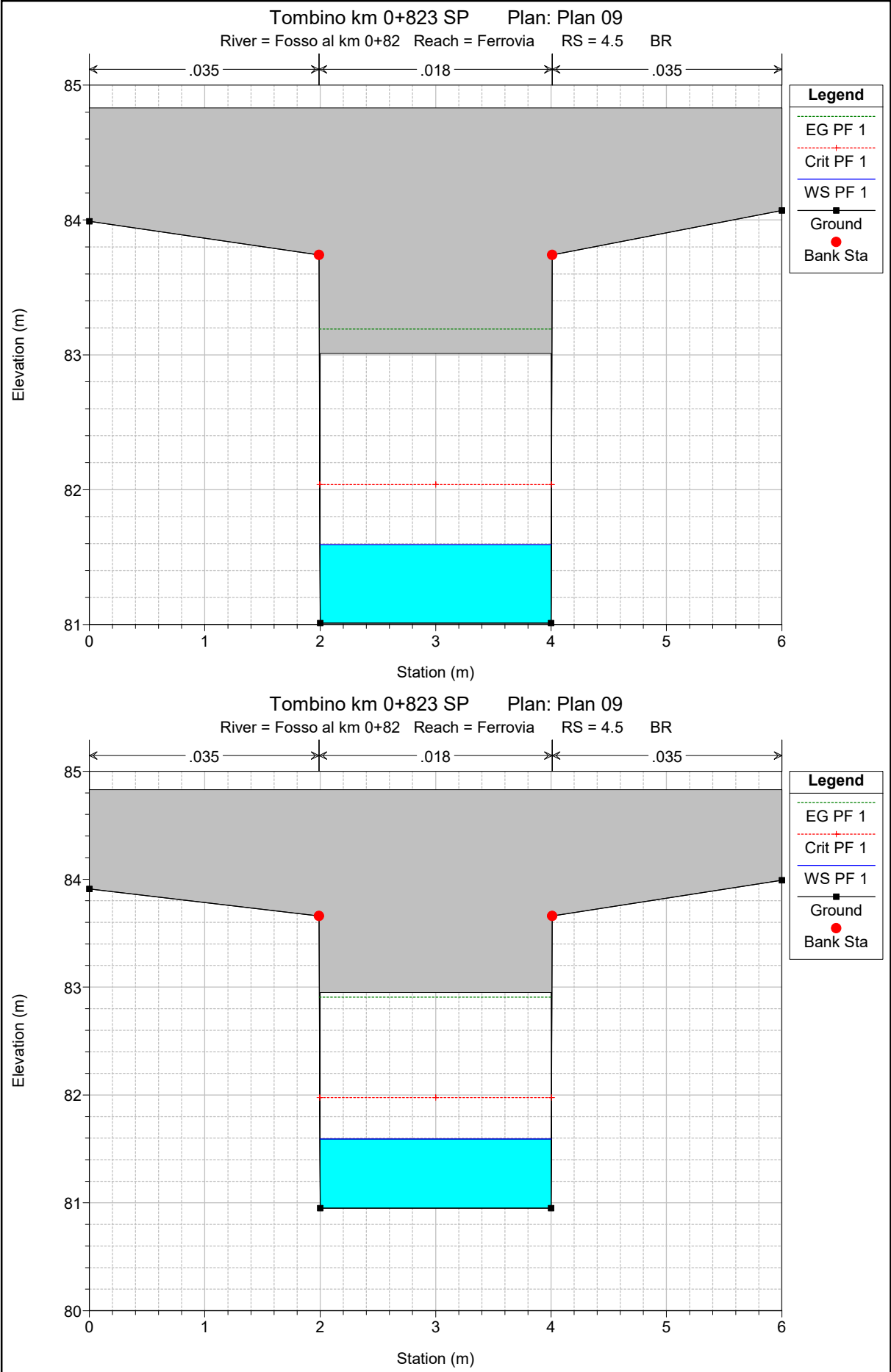
Legend	
EG PF 1	(Green dashed line with dots)
WS PF 1	(Blue solid line)
Crit PF 1	(Red dashed line with crosses)
Ground	(Black solid line with squares)



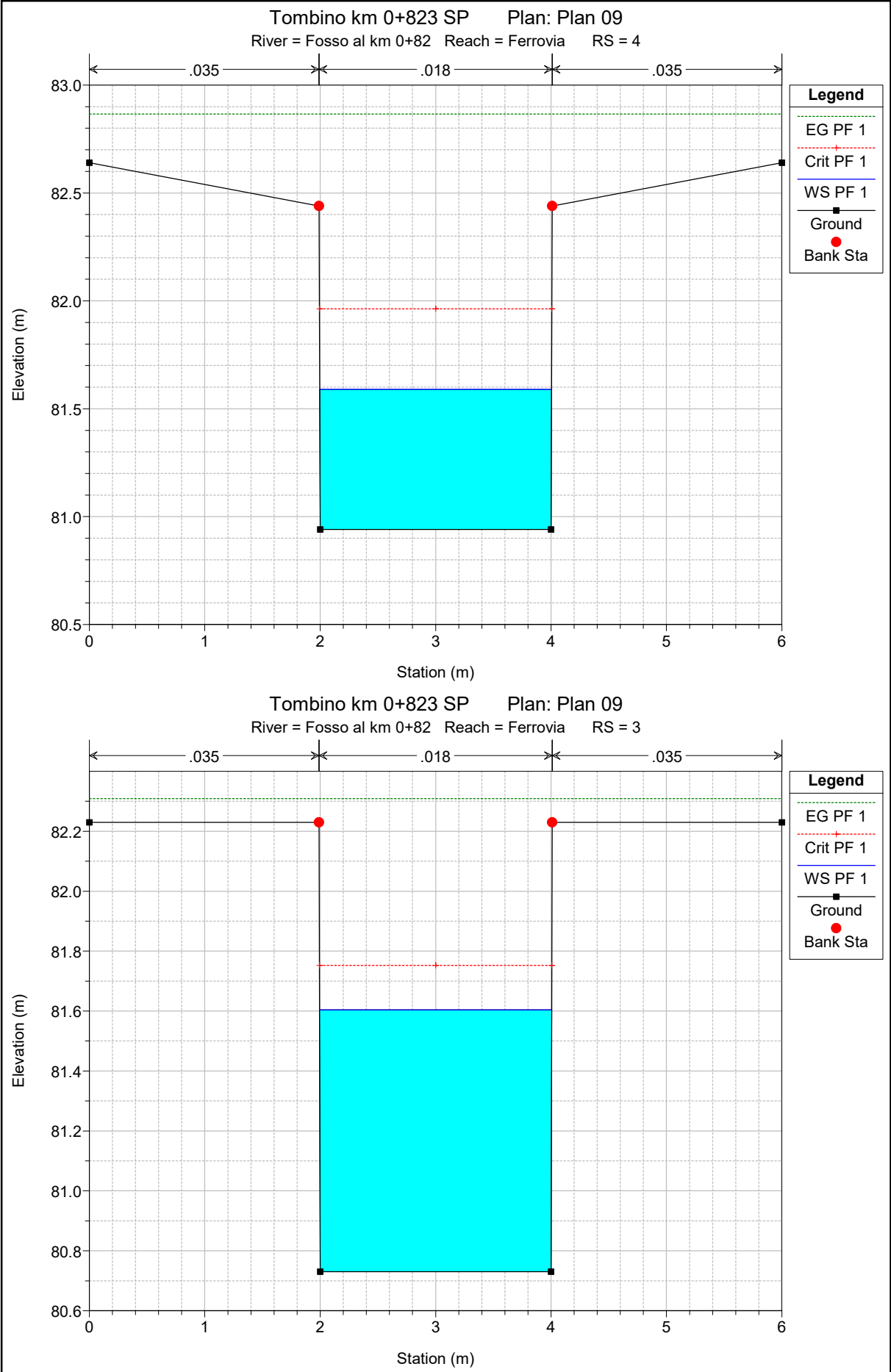


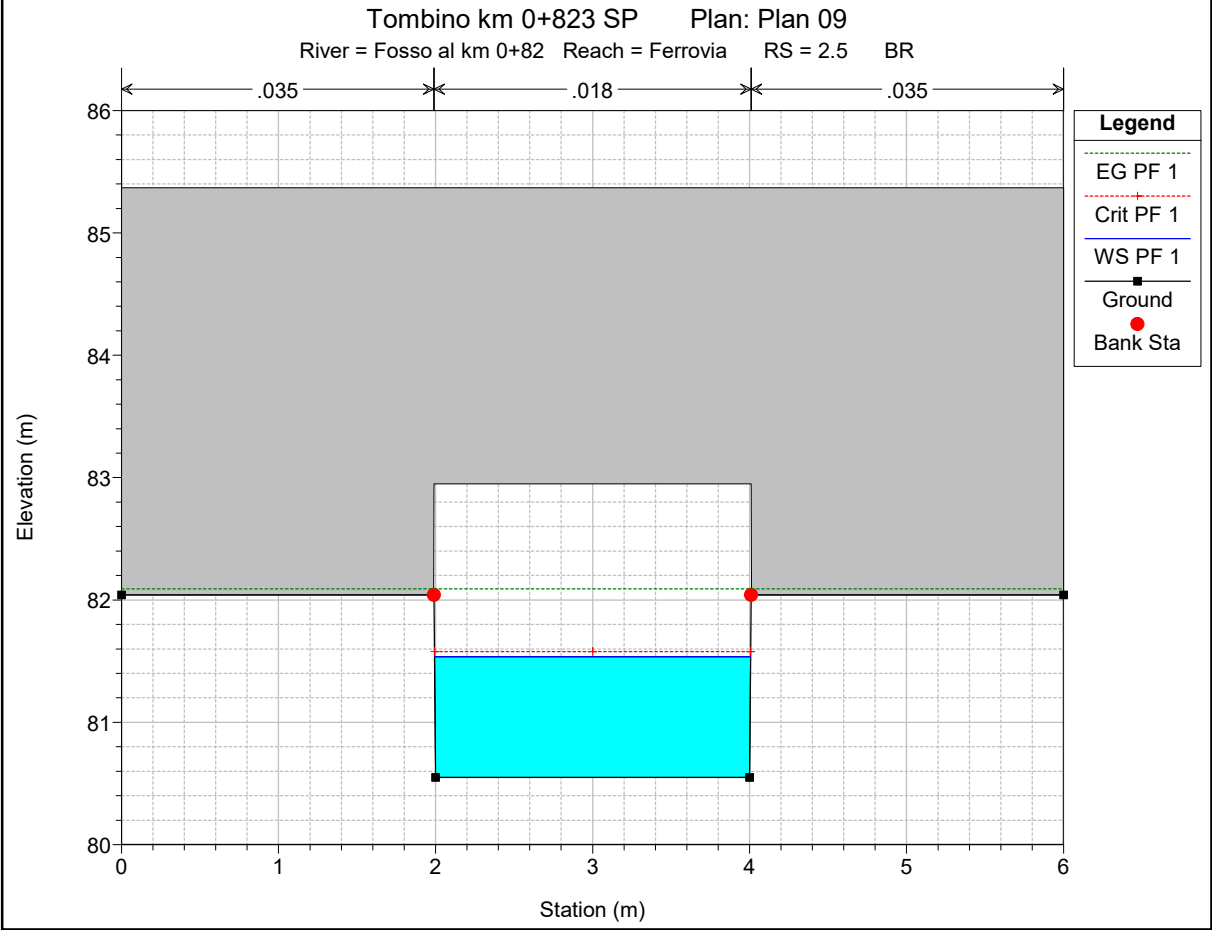
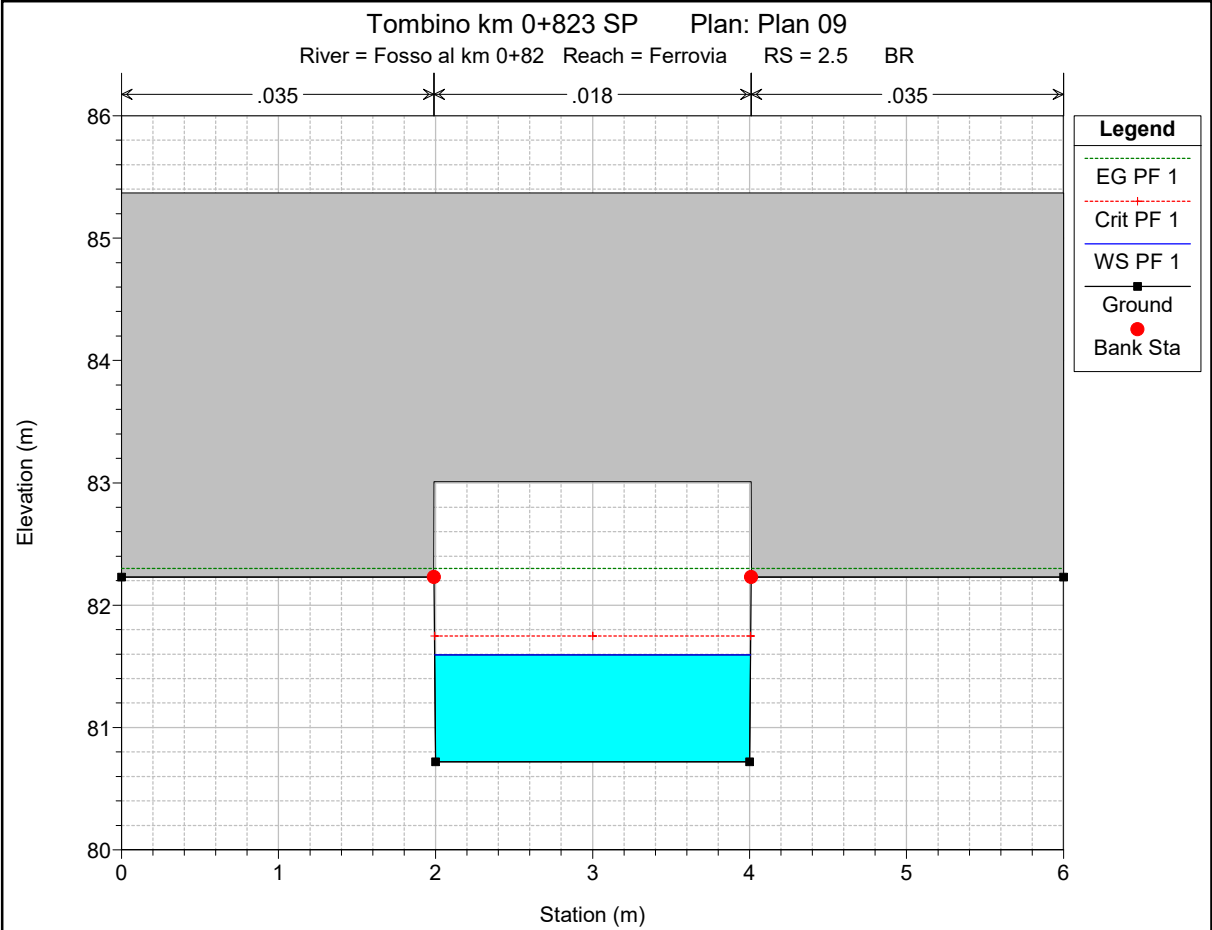


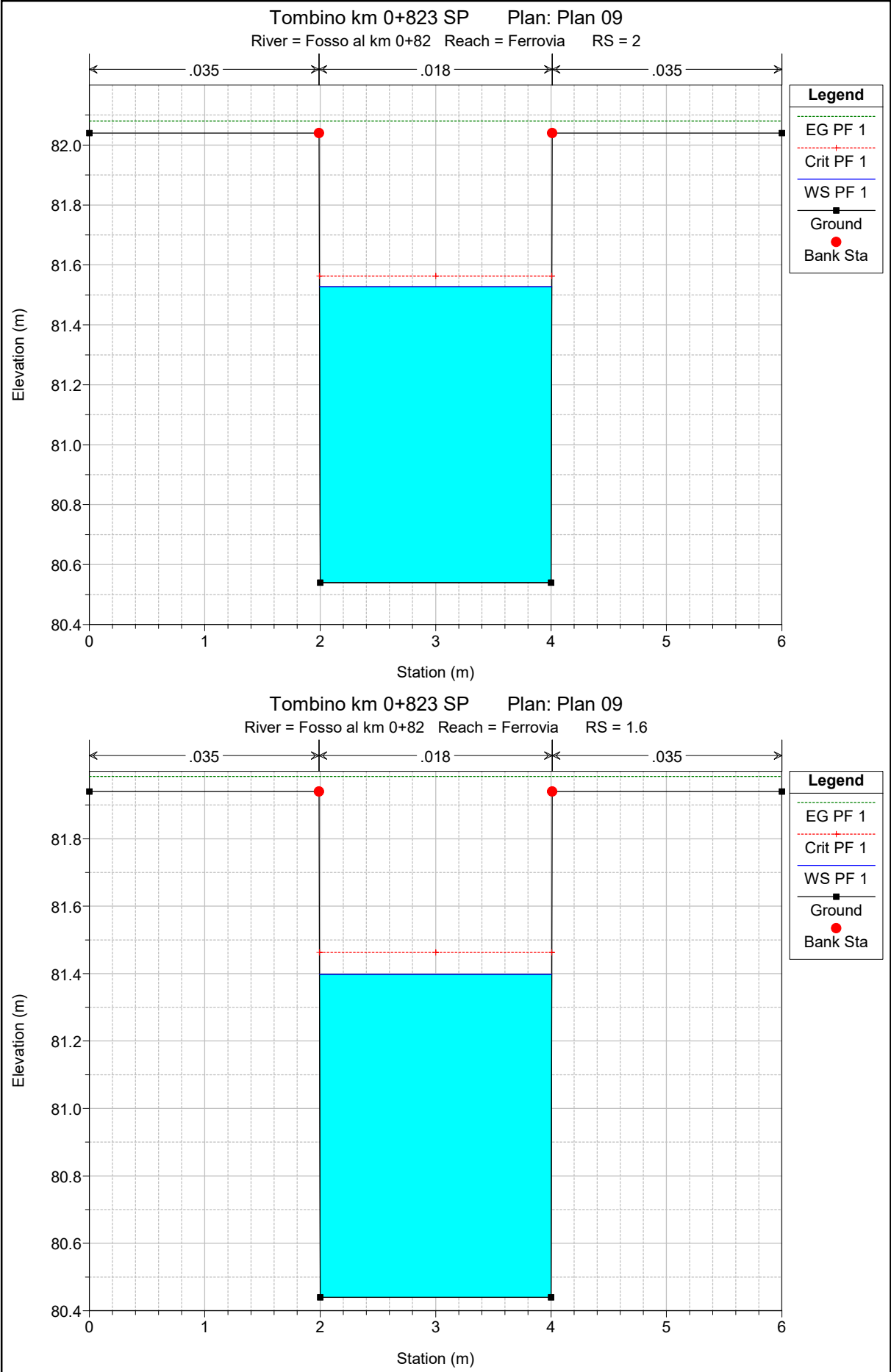


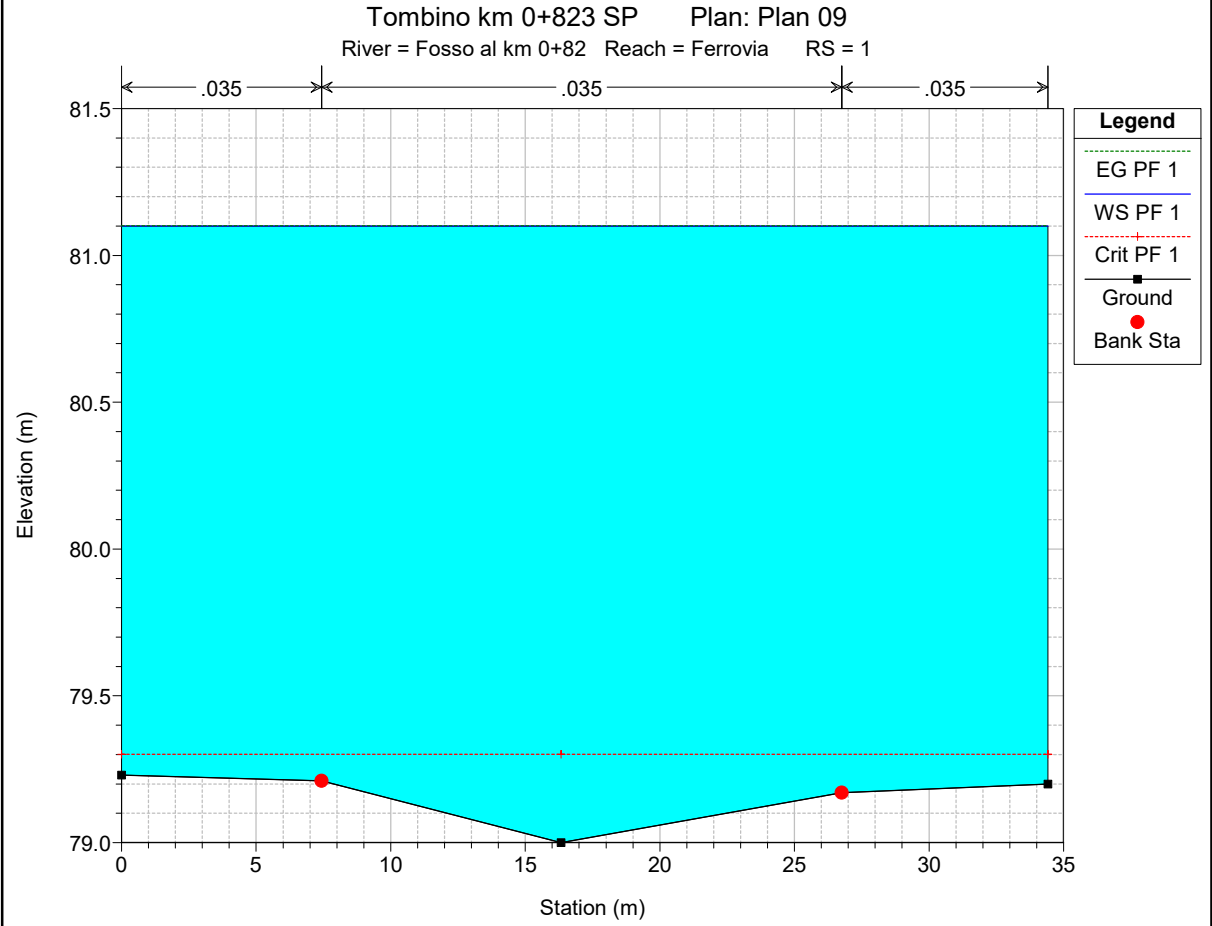
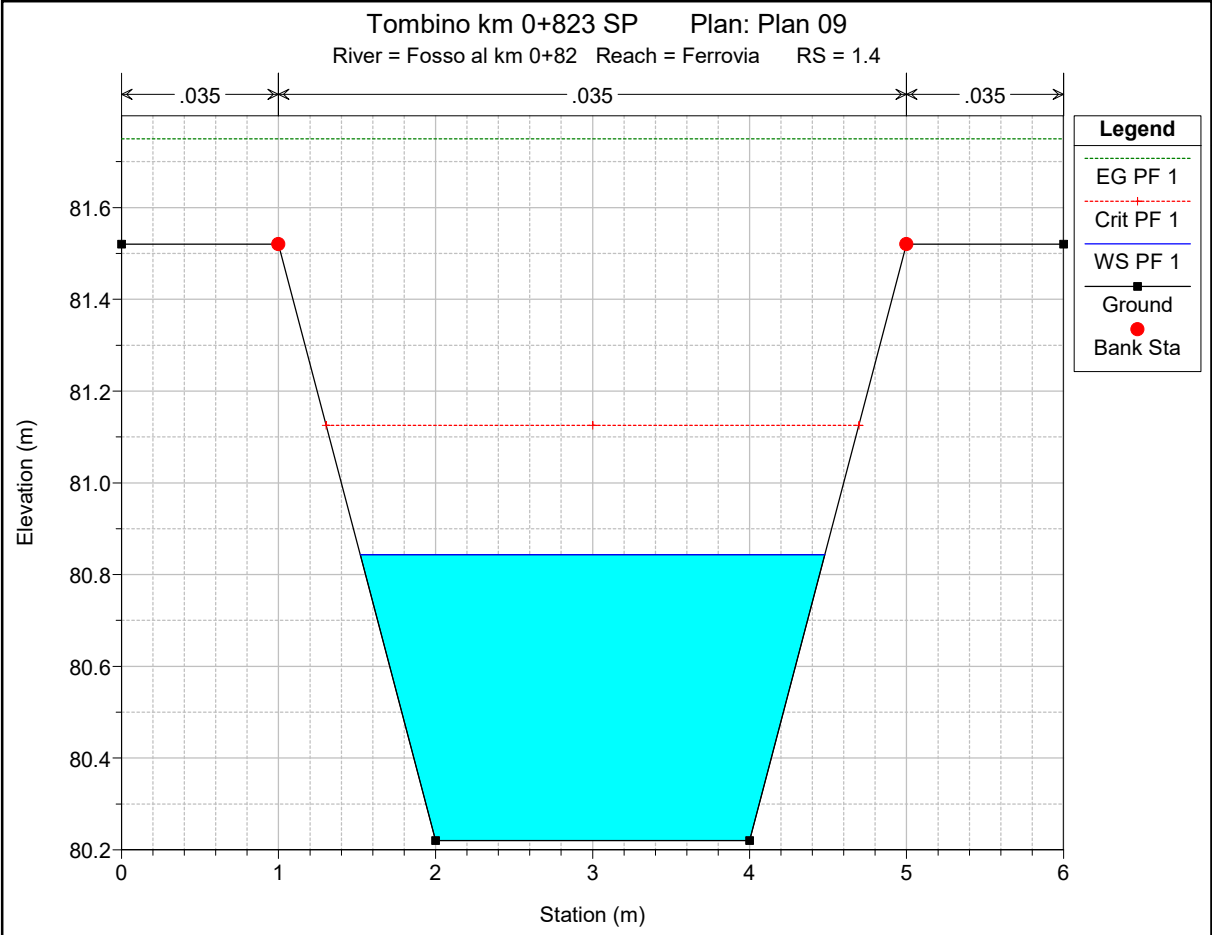












HEC-RAS Plan: Plan 09 River: Fosso al km 0+82 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	8	PF 1	6.52	84.39	85.38	85.38	85.80	0.021935	2.87	2.27	2.73	1.01
Ferrovia	7	PF 1	6.52	83.17	83.75	84.14	85.08	0.109892	5.10	1.28	2.38	2.22
Ferrovia	6.5	Bridge										
Ferrovia	6	PF 1	6.52	83.07	83.50	83.78	84.55	0.130080	4.54	1.44	4.72	2.63
Ferrovia	5.6	PF 1	6.52	82.62	83.63	83.64	84.16	0.008380	3.22	2.02	2.01	1.03
Ferrovia	5.4	PF 1	6.52	81.12	81.60	82.14	83.97	0.068074	6.83	0.95	2.01	3.16
Ferrovia	5	PF 1	6.52	81.02	81.59	82.04	83.24	0.040312	5.69	1.15	2.01	2.41
Ferrovia	4.5	Bridge										
Ferrovia	4	PF 1	6.52	80.94	81.59	81.96	82.87	0.027981	5.00	1.30	2.01	1.98
Ferrovia	3	PF 1	6.52	80.73	81.60	81.75	82.31	0.012329	3.72	1.75	2.01	1.27
Ferrovia	2.5	Bridge										
Ferrovia	2	PF 1	6.52	80.54	81.53	81.56	82.08	0.008883	3.29	1.98	2.01	1.06
Ferrovia	1.6	PF 1	6.52	80.44	81.40	81.46	81.98	0.009637	3.39	1.92	2.01	1.11
Ferrovia	1.4	PF 1	6.52	80.22	80.84	81.13	81.75	0.066527	4.22	1.55	2.96	1.86
Ferrovia	1	PF 1	6.52	79.00	81.10	79.30	81.10	0.000005	0.10	67.41	34.42	0.02

**ALLEGATO E**

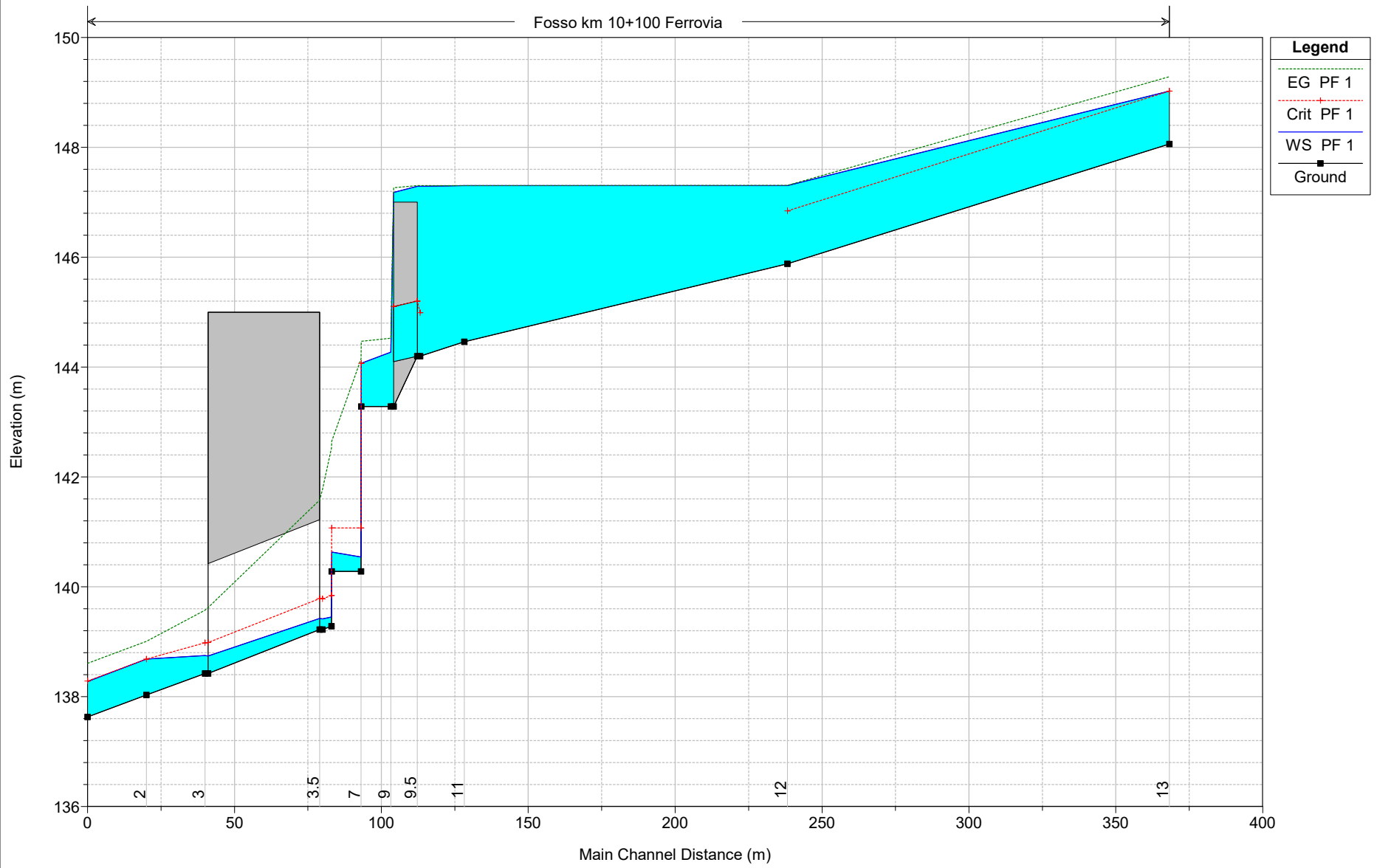
**Fosso al km 10+100 – Ramo A**

**Post Operam**

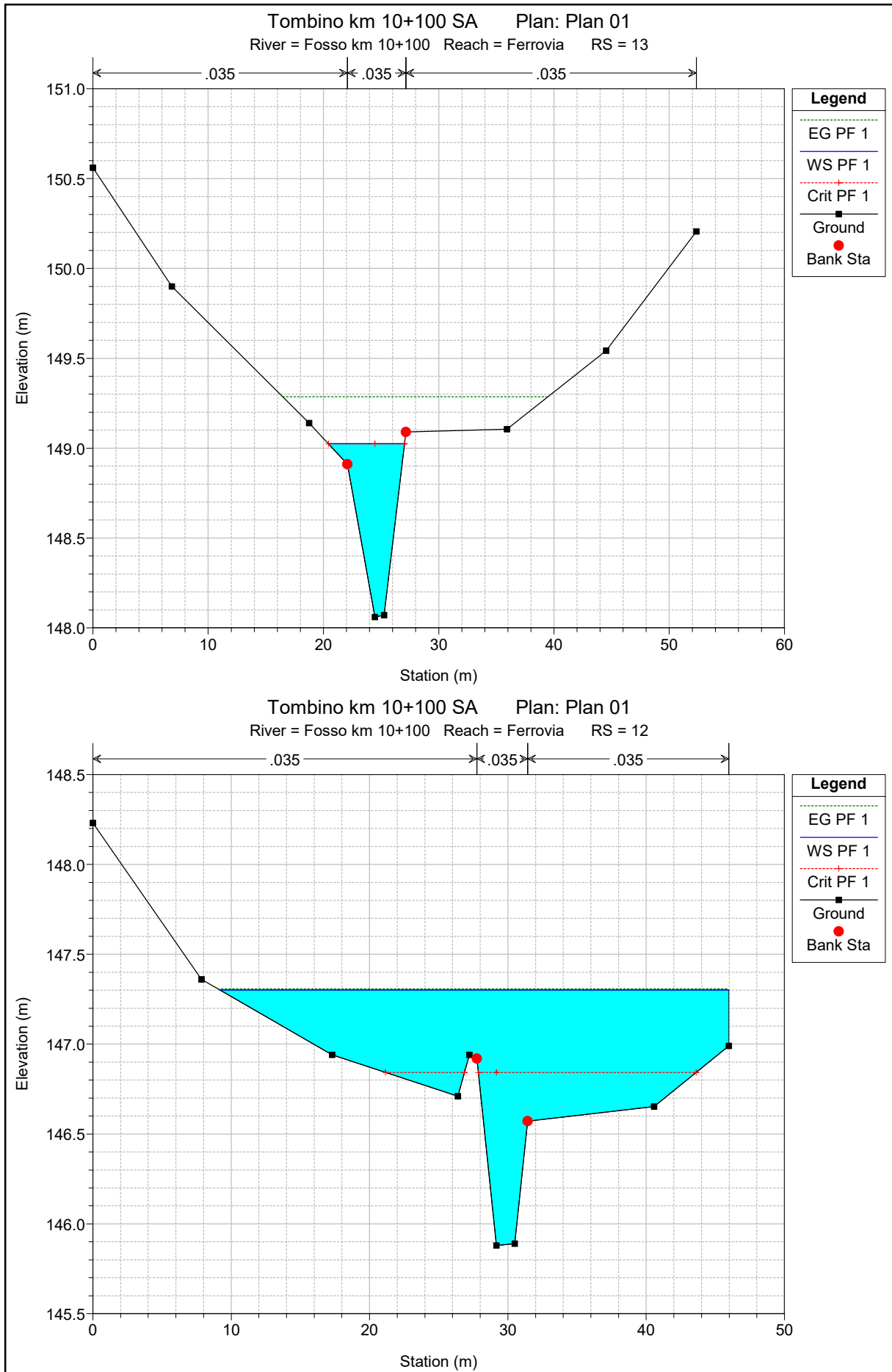
**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

Tombino km 10+100 SA Plan: Plan 01

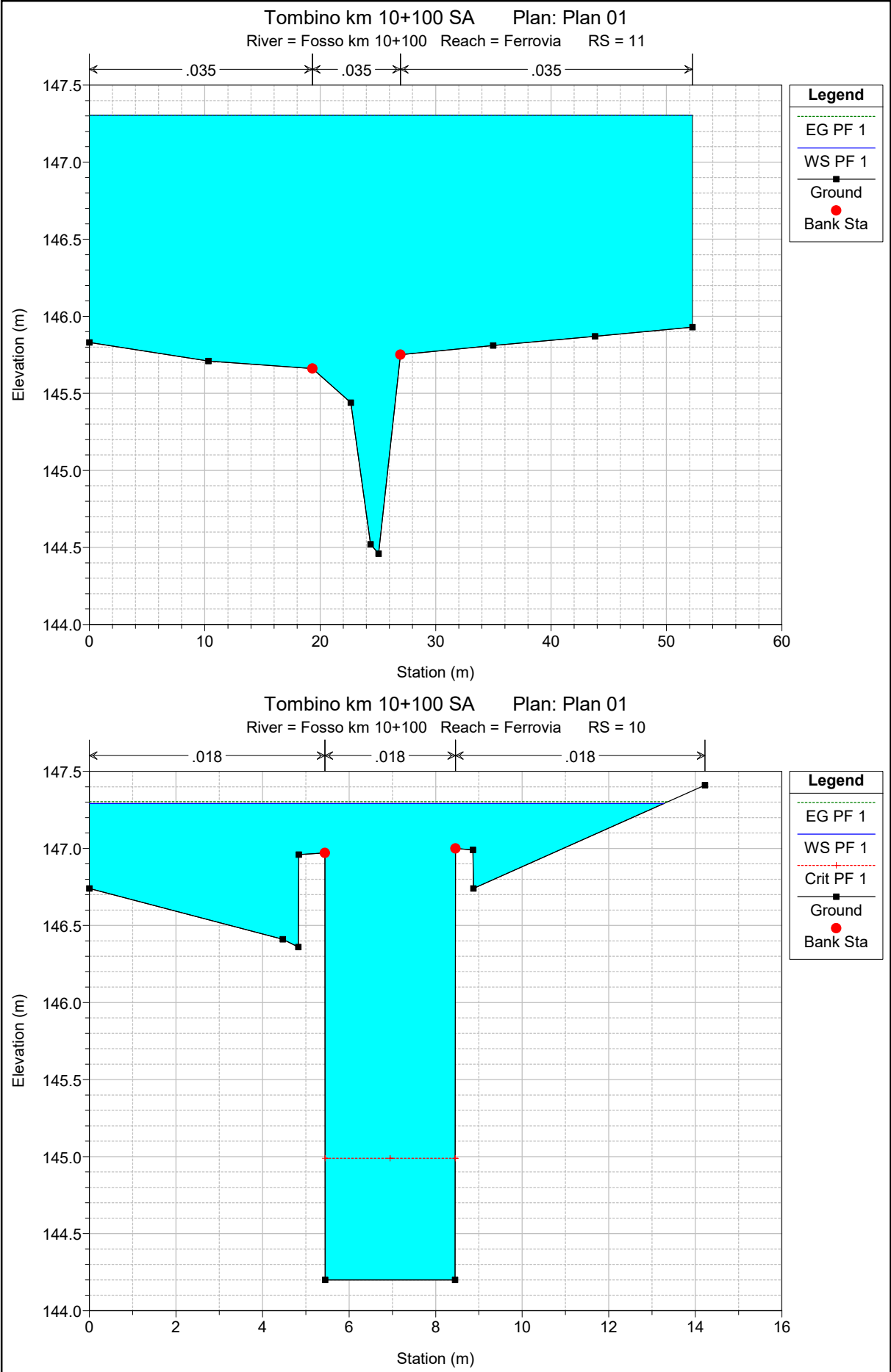
Fosso km 10+100 Ferrovia

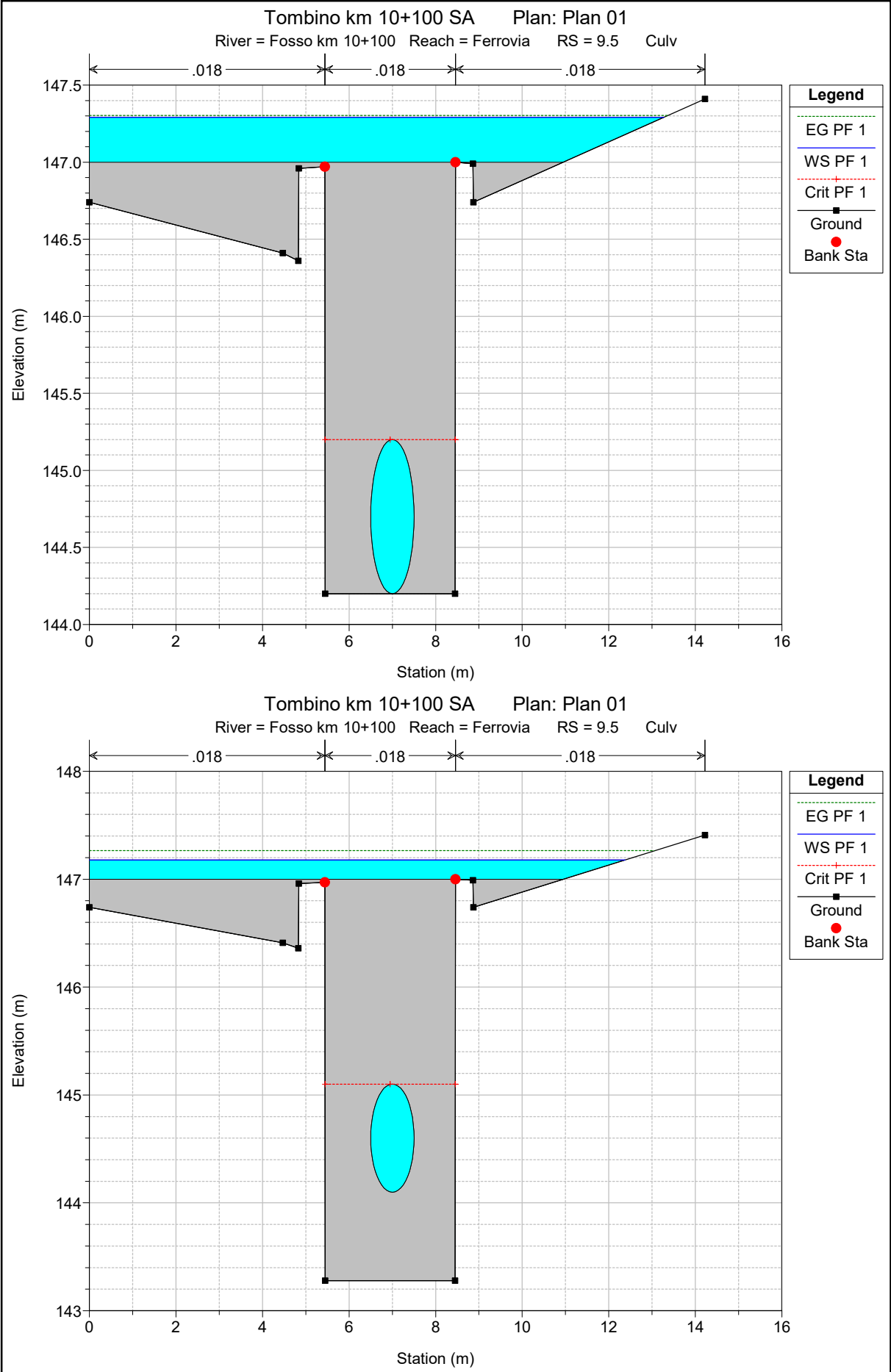


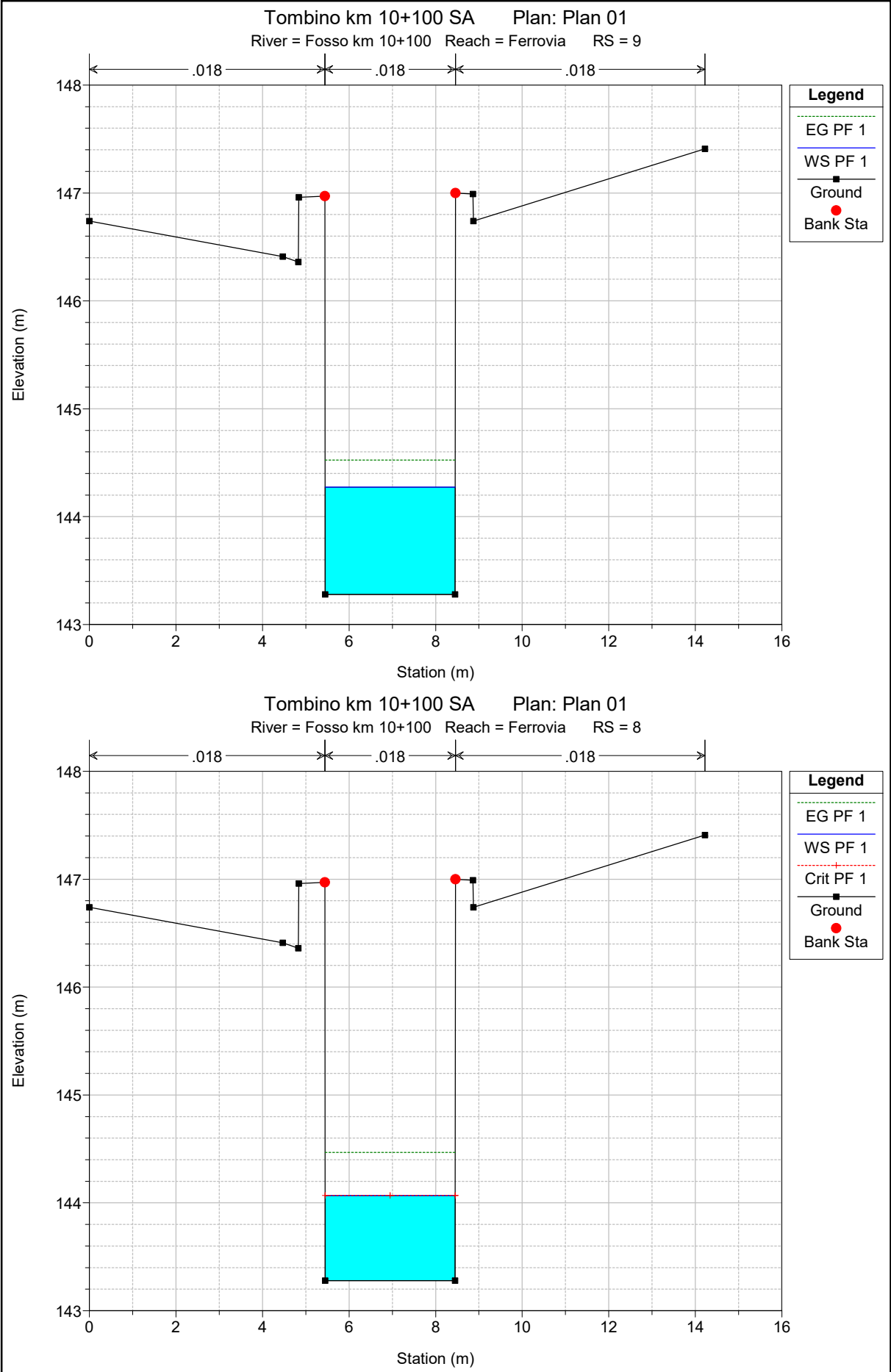
Legend	
EG PF 1	
Crit PF 1	
WS PF 1	
Ground	

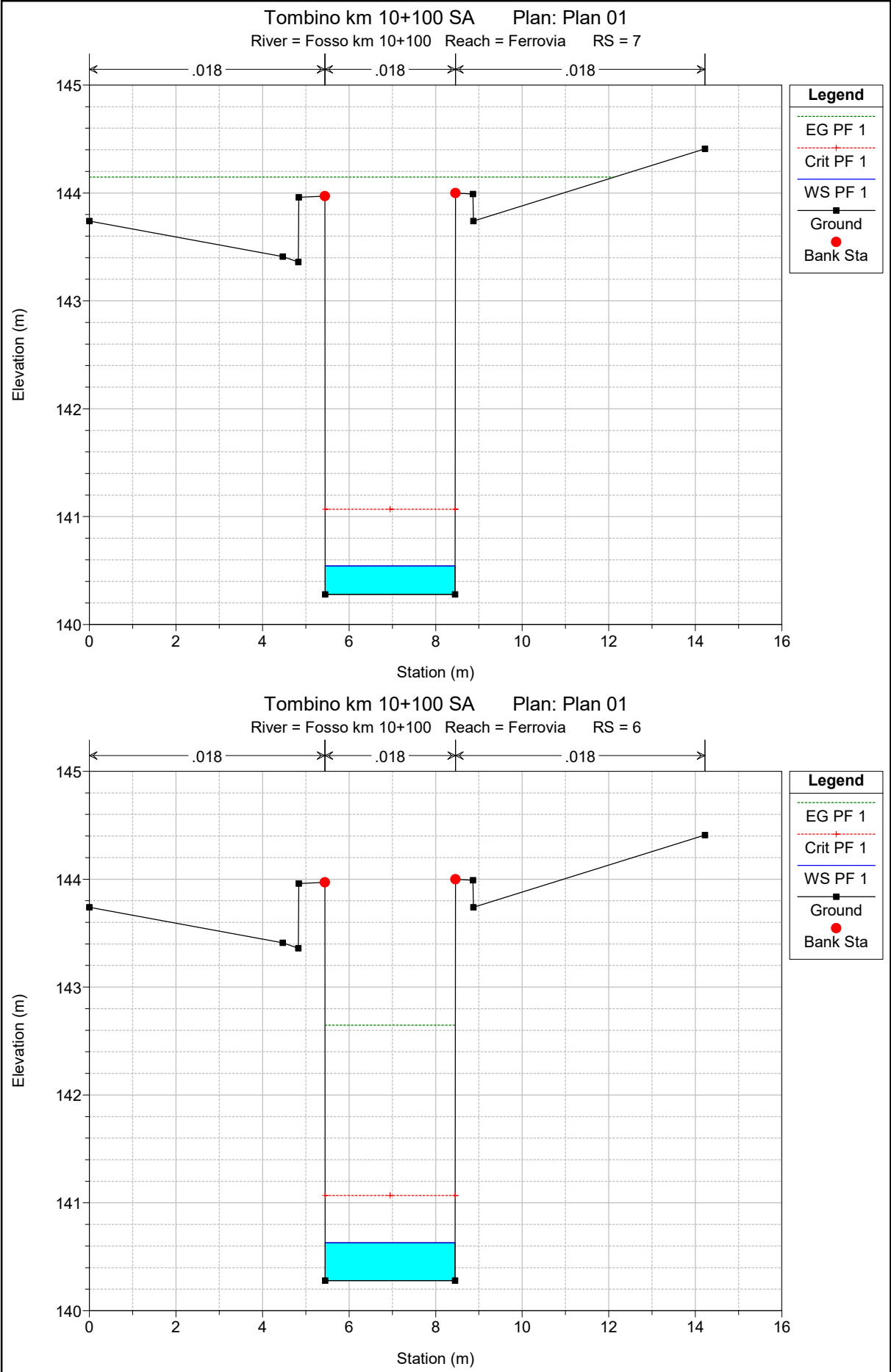


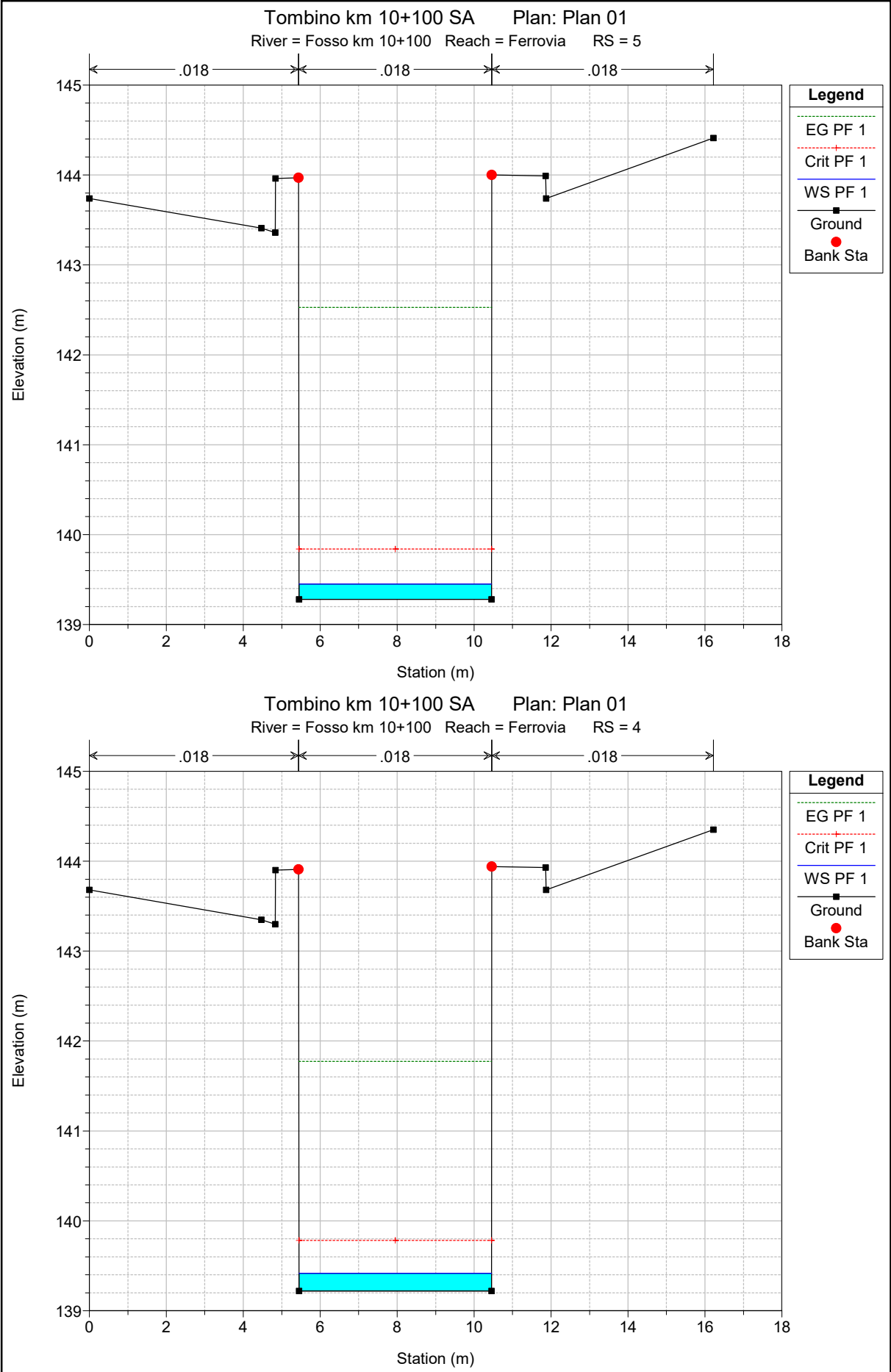


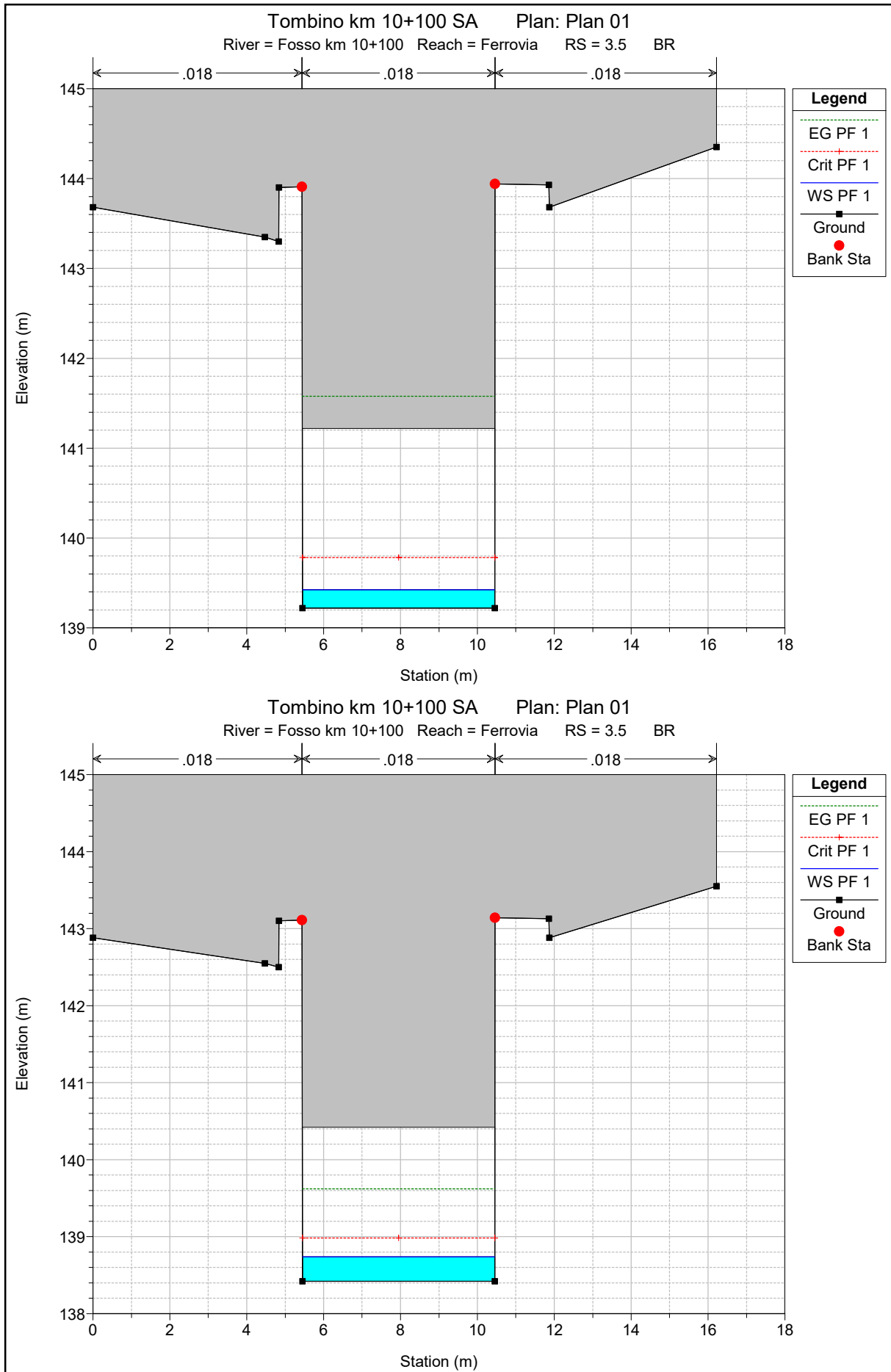


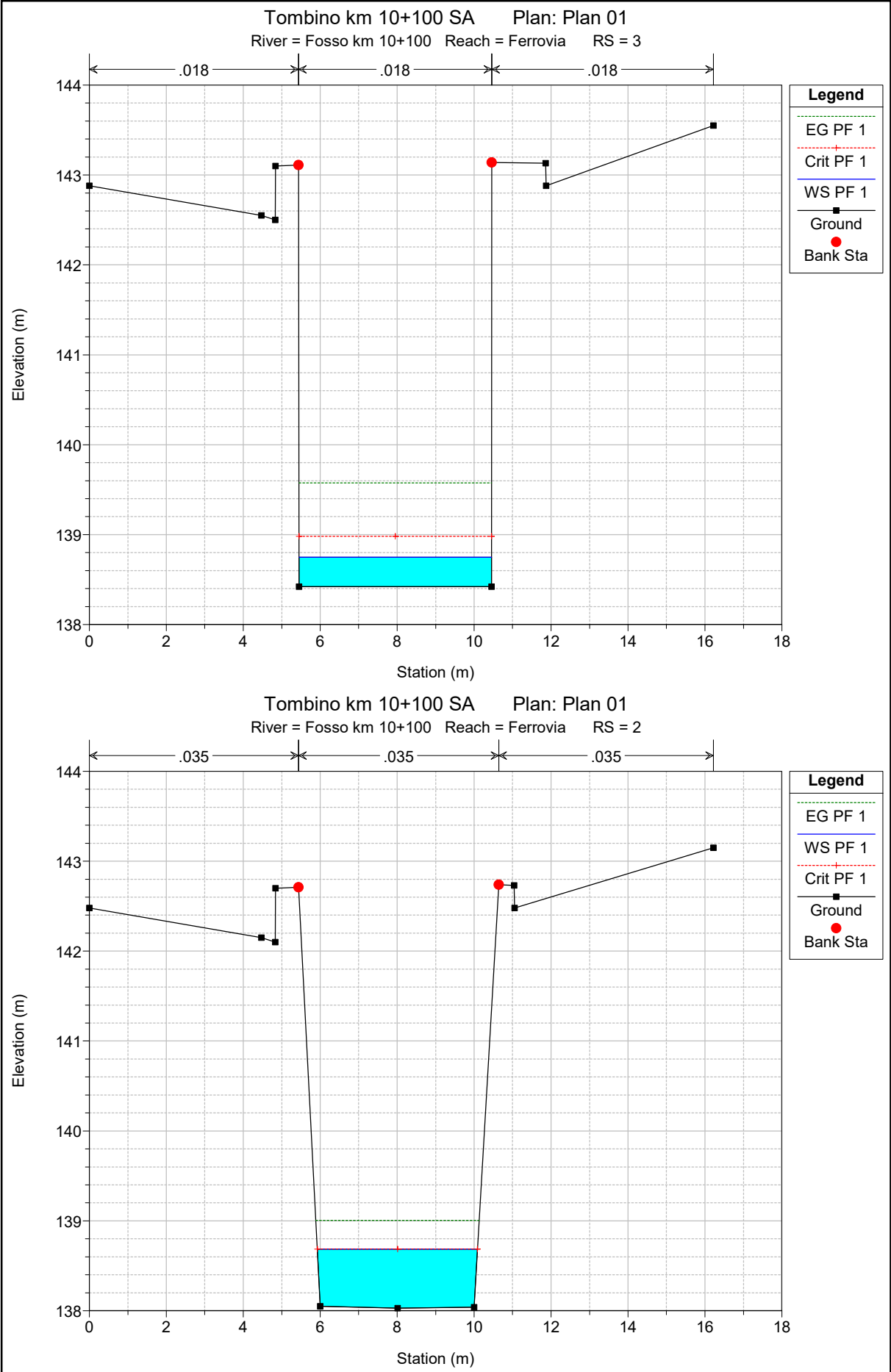




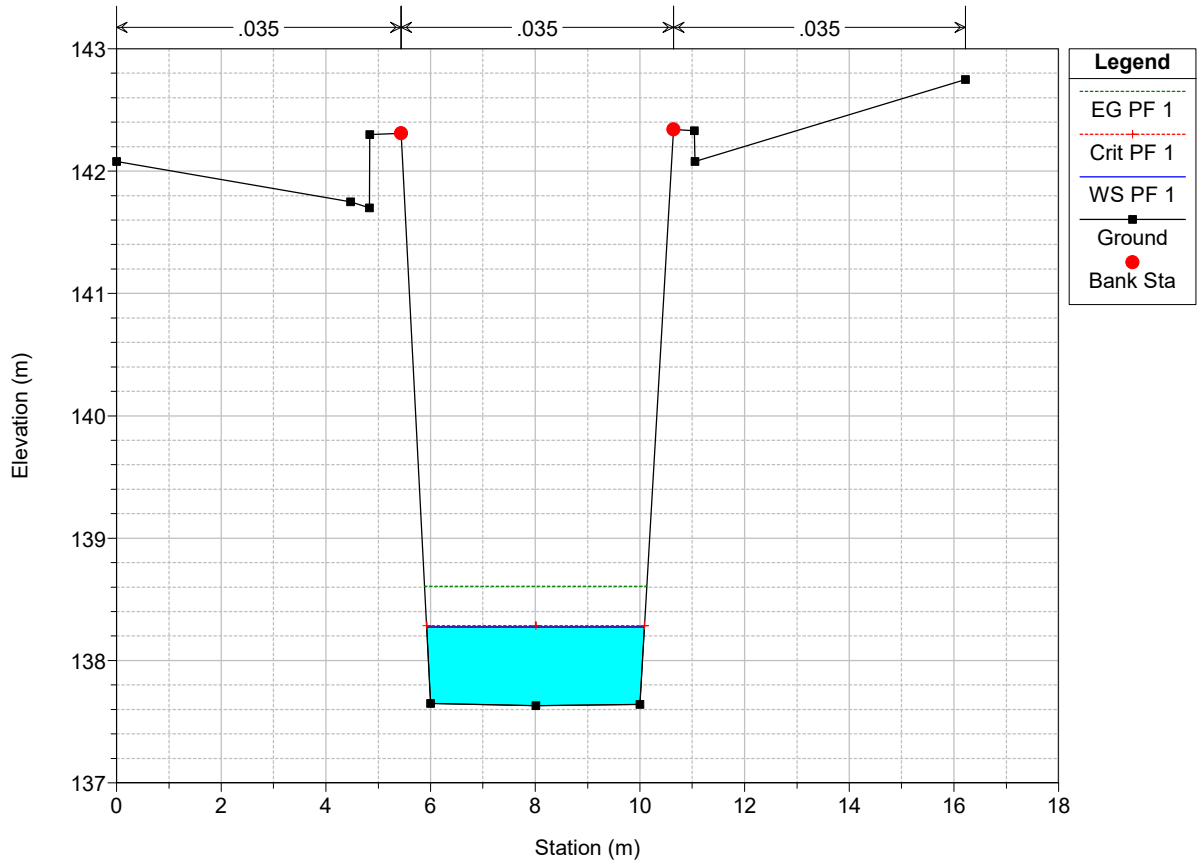








Tombino km 10+100 SA Plan: Plan 01  
River = Fosso km 10+100 Reach = Ferrovia RS = 1





HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso km 10+100 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	13	PF 1	6.62	148.06	149.02	149.02	149.29	0.014334	2.27	2.99	6.61	0.95
Ferrovia	12	PF 1	6.62	145.88	147.30	146.84	147.31	0.000292	0.48	19.44	36.80	0.14
Ferrovia	11	PF 1	6.62	144.46	147.30		147.30	0.000004	0.09	83.40	52.26	0.02
Ferrovia	10	PF 1	6.62	144.20	147.29	144.99	147.30	0.000085	0.54	14.37	13.27	0.10
Ferrovia	9.5		Culvert									
Ferrovia	9	PF 1	6.62	143.28	144.27		144.52	0.003175	2.22	2.98	3.01	0.71
Ferrovia	8	PF 1	6.62	143.28	144.07	144.07	144.47	0.006094	2.79	2.37	3.00	1.01
Ferrovia	7	PF 1	6.62	140.28	140.54	141.07	144.15	0.169055	8.41	0.79	3.00	5.24
Ferrovia	6	PF 1	6.62	140.28	140.63	141.07	142.65	0.068556	6.29	1.05	3.00	3.39
Ferrovia	5	PF 1	6.62	139.28	139.45	139.84	142.53	0.226030	7.77	0.85	5.00	6.01
Ferrovia	4	PF 1	6.62	139.22	139.41	139.78	141.77	0.146755	6.80	0.97	5.00	4.92
Ferrovia	3.5		Bridge									
Ferrovia	3	PF 1	6.62	138.42	138.75	138.98	139.57	0.027233	4.02	1.65	5.00	2.24
Ferrovia	2	PF 1	6.62	138.03	138.68	138.68	139.01	0.019460	2.51	2.64	4.16	1.01
Ferrovia	1	PF 1	6.62	137.63	138.28	138.28	138.61	0.020338	2.54	2.60	4.16	1.03

**ALLEGATO F**

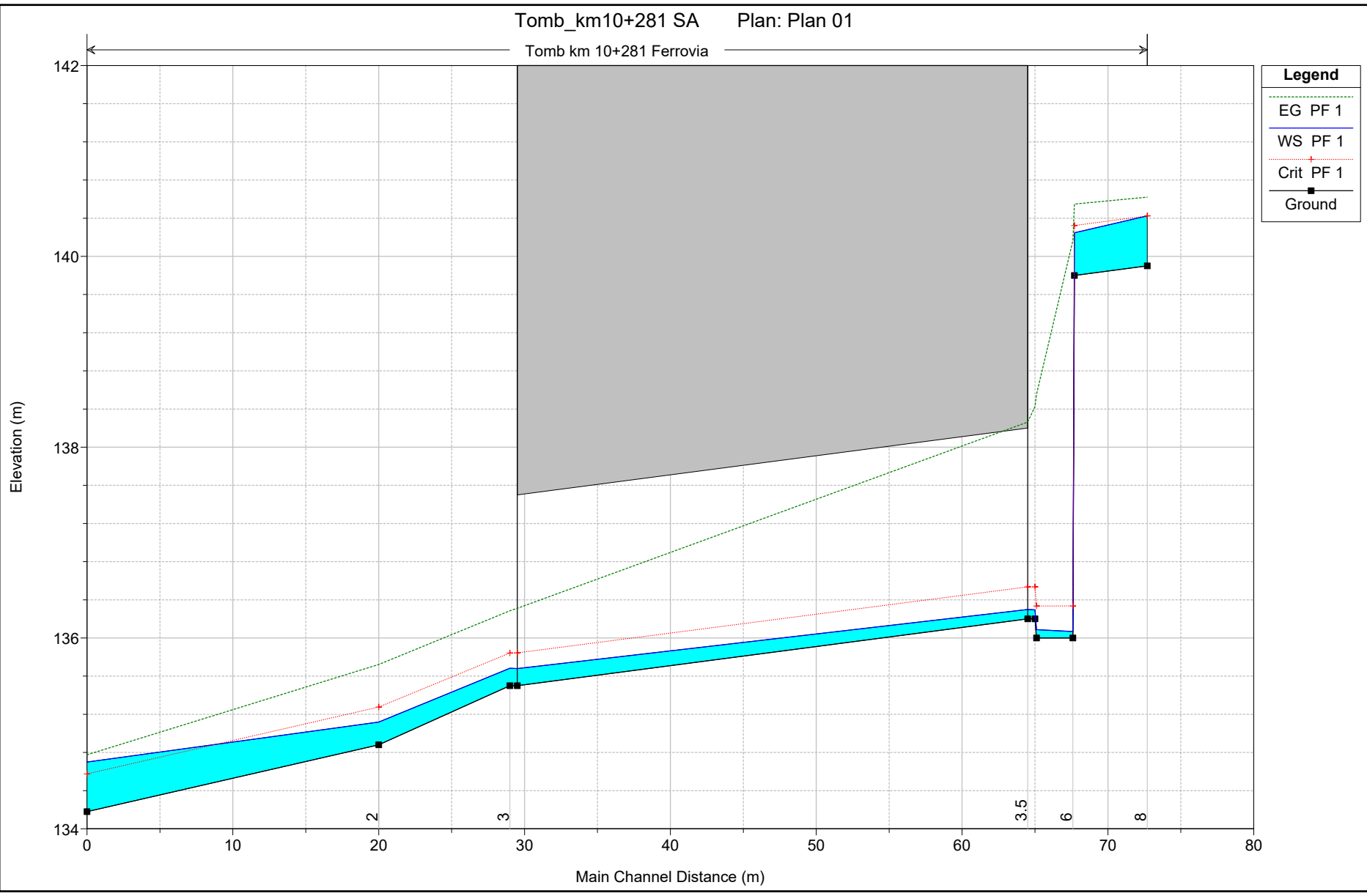
**Fosso al km 10+281 – Ramo A**

**Post Operam**

**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

Tomb\_km10+281 SA Plan: Plan 01

Tomb km 10+281 Ferrovia

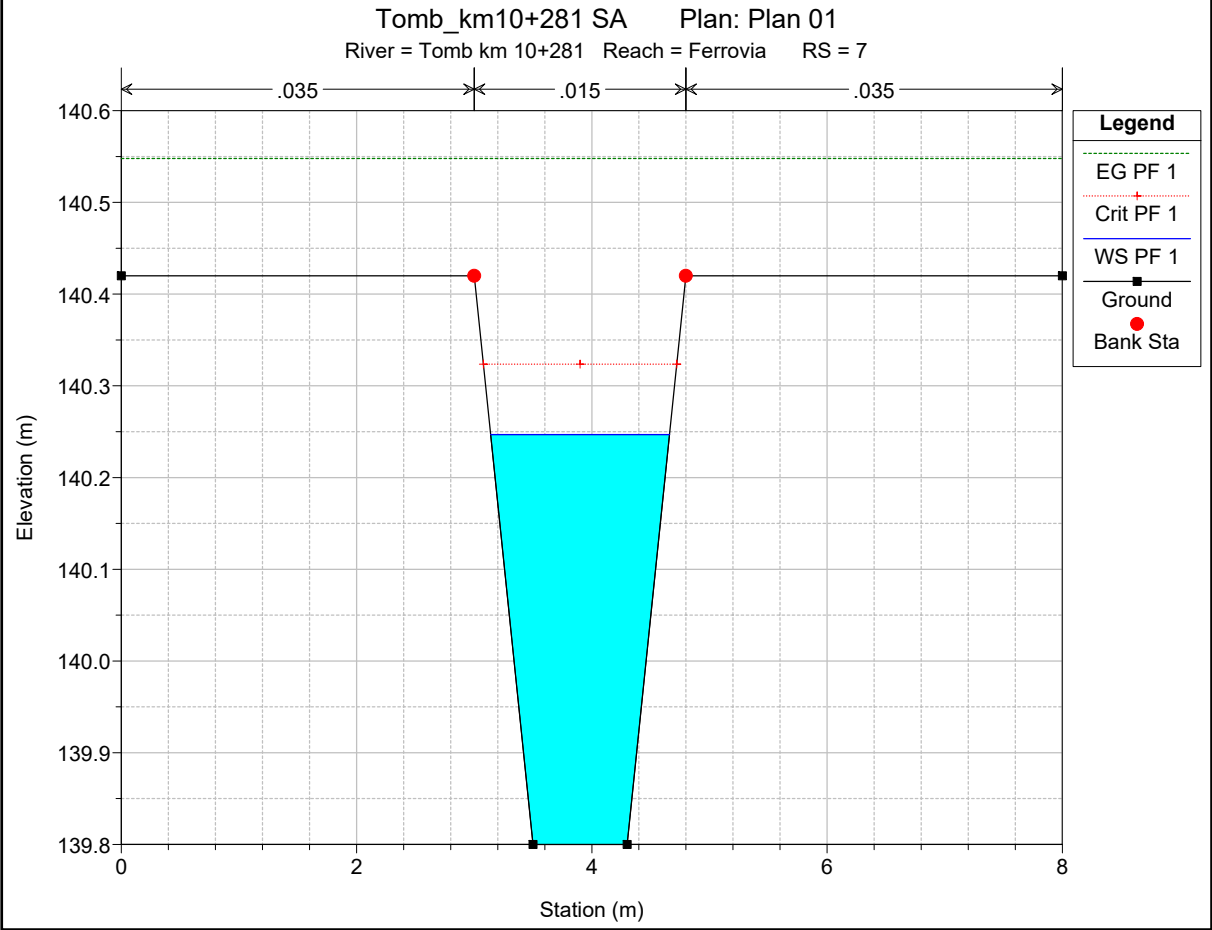
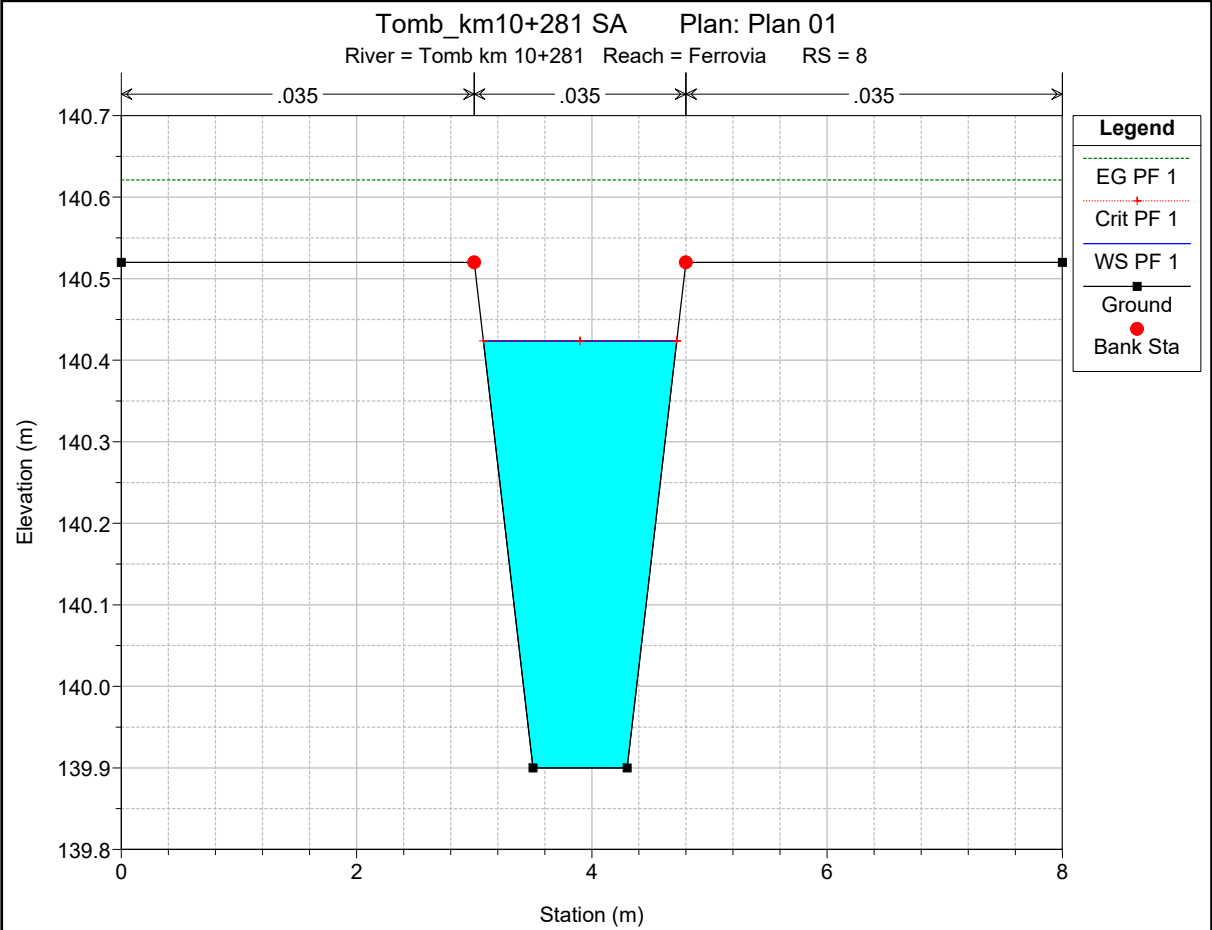


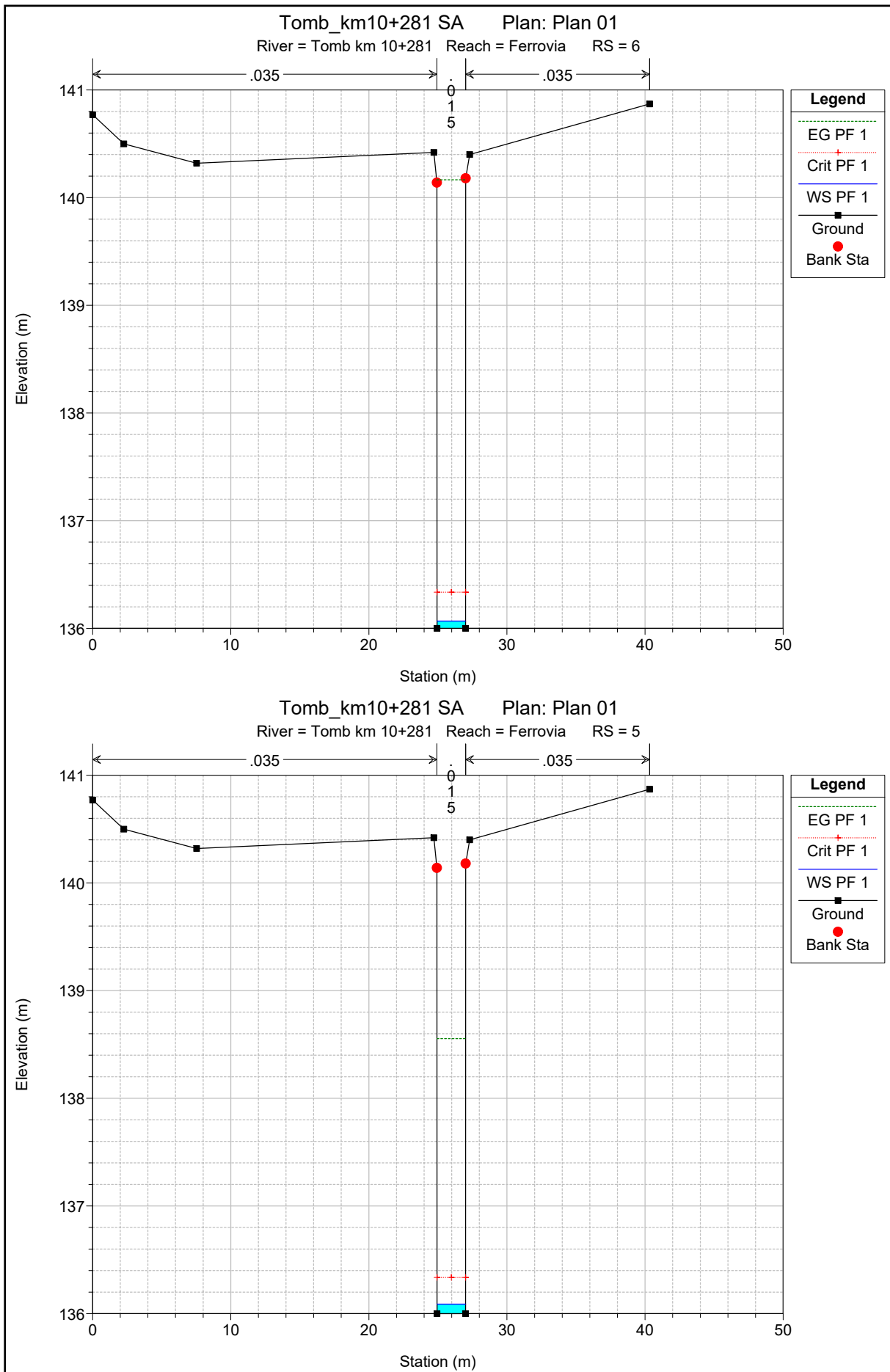
Elevation (m)

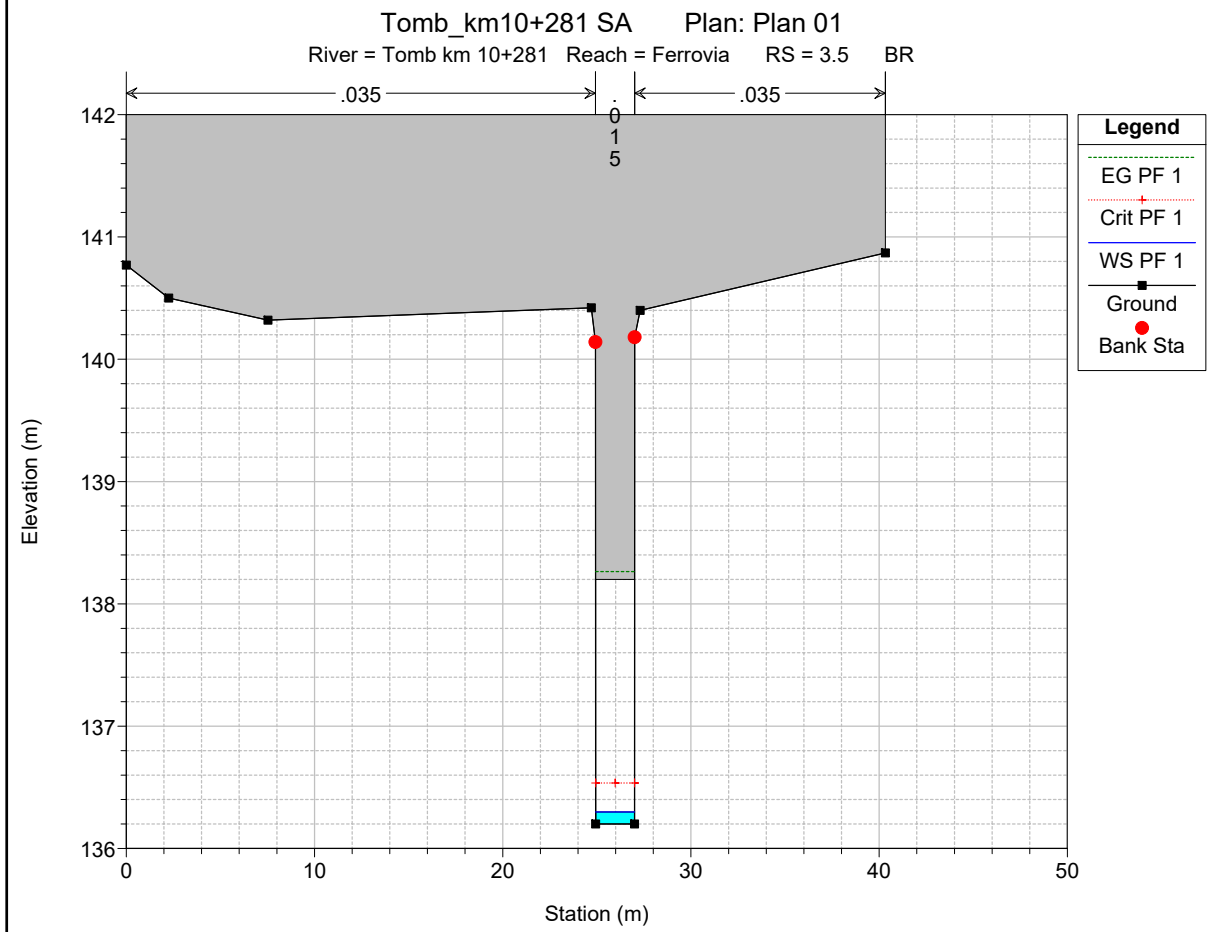
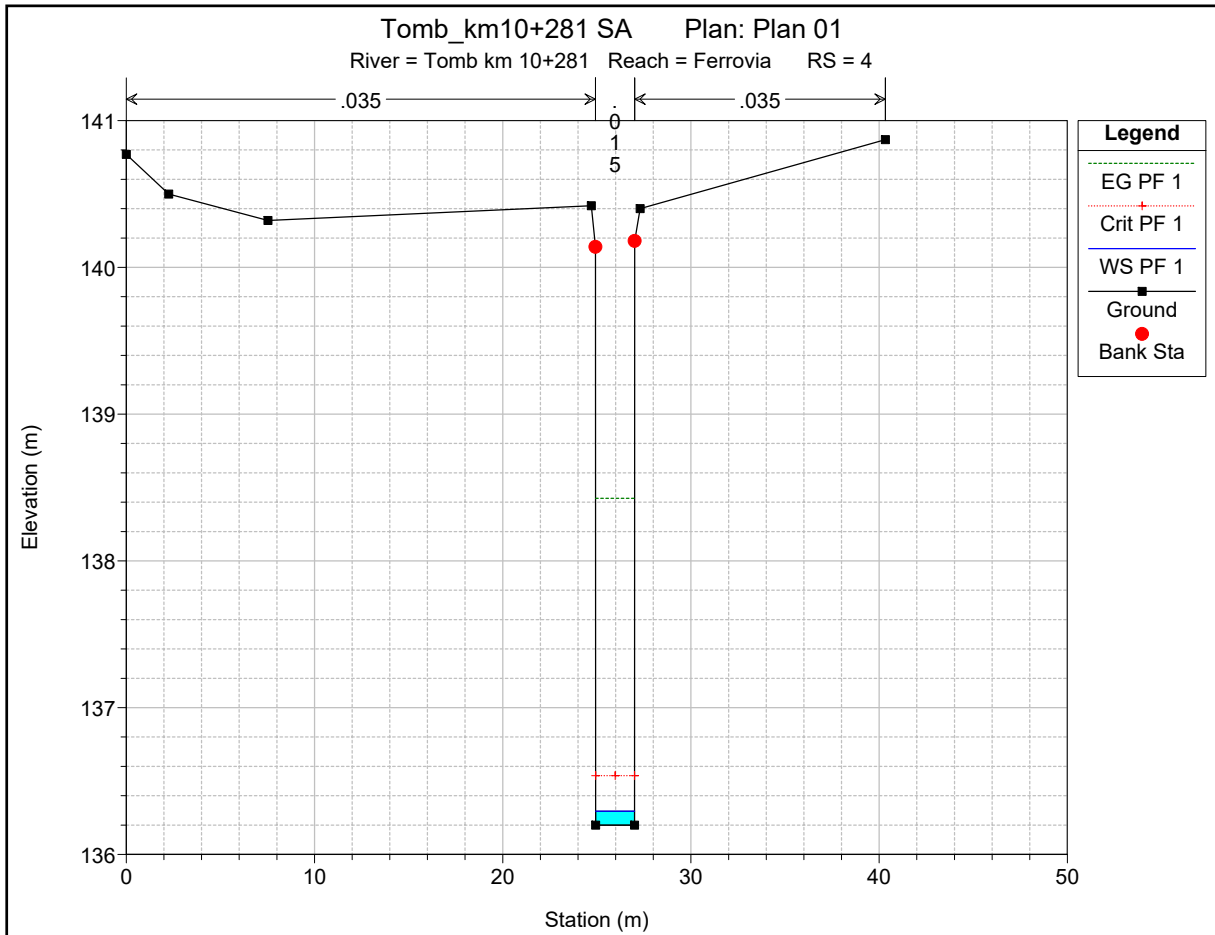
Main Channel Distance (m)

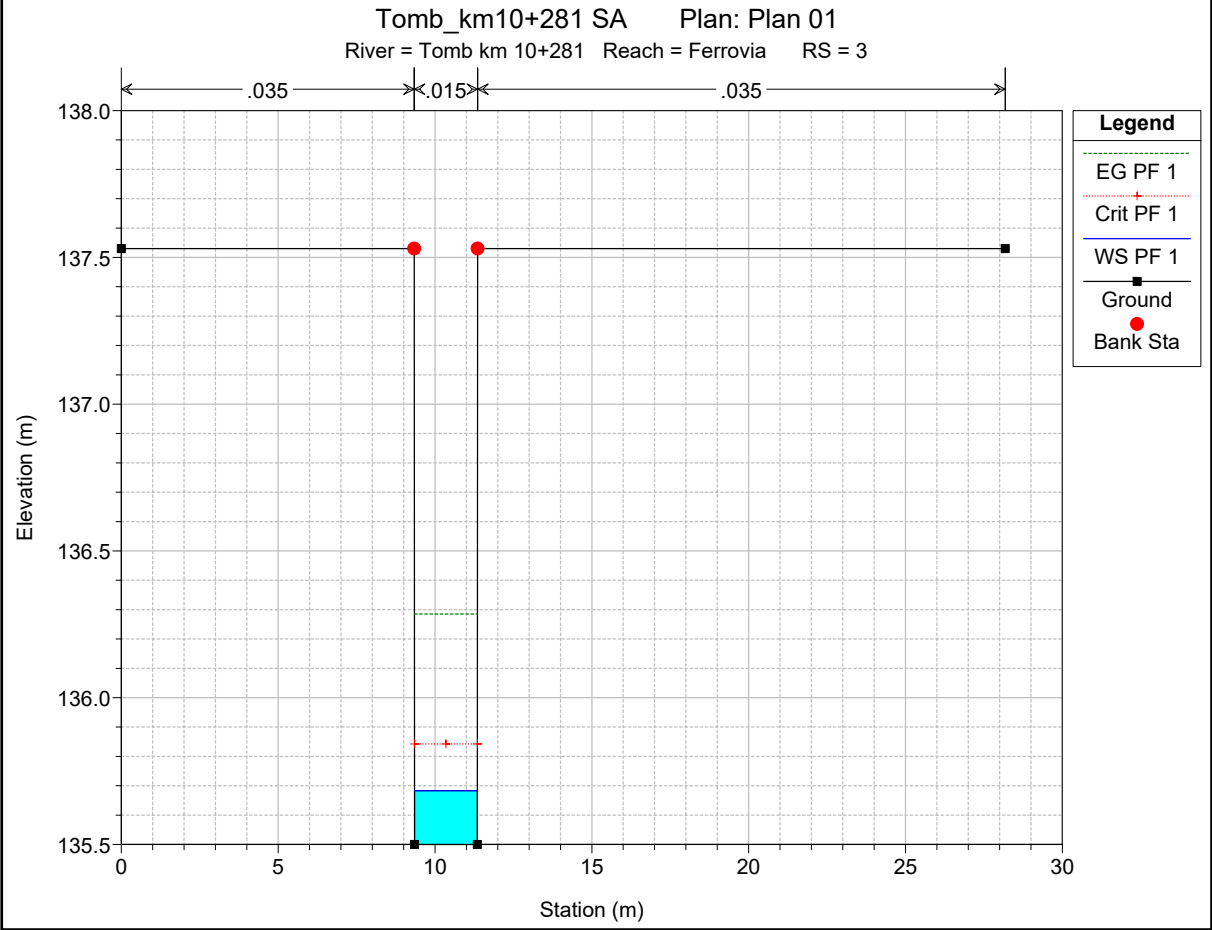
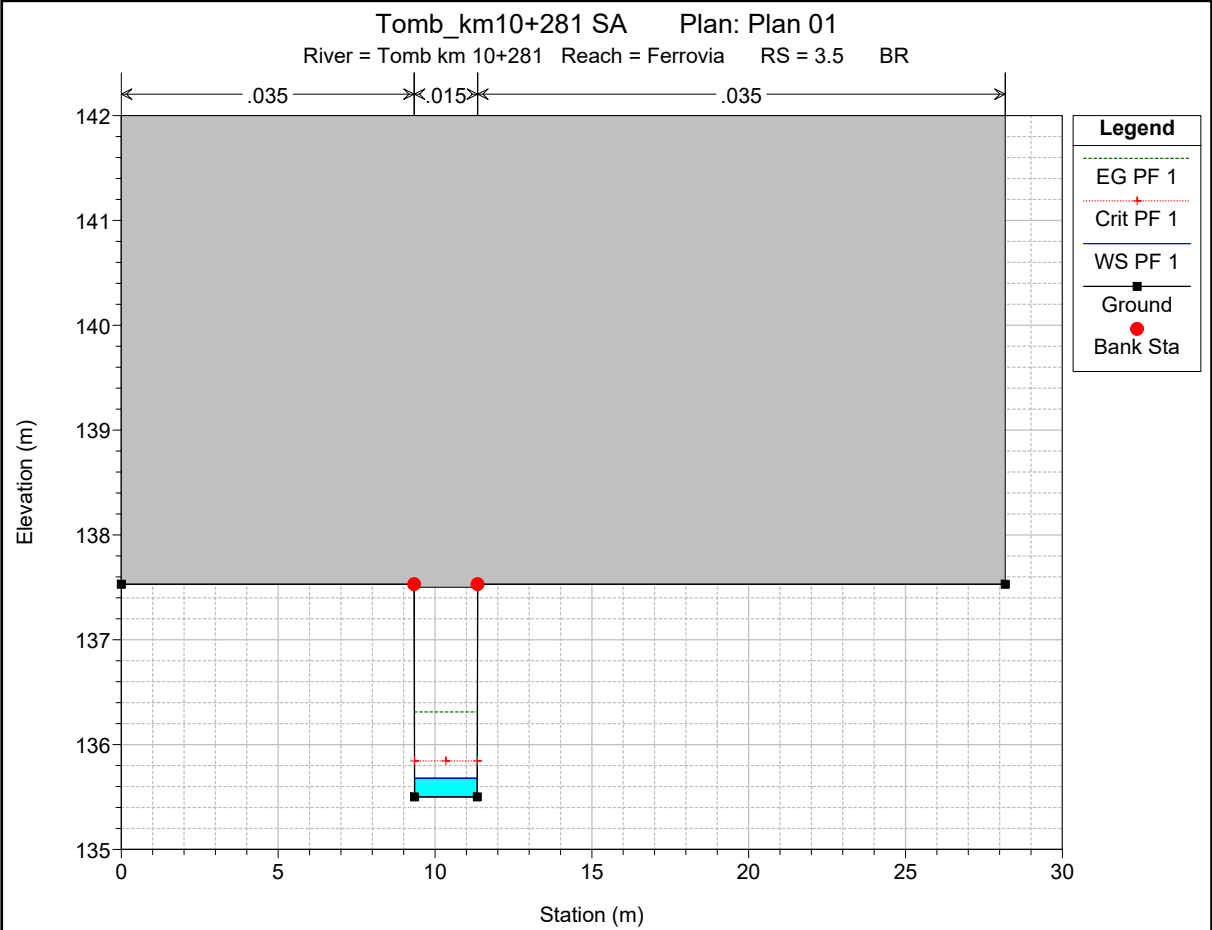
**Legend**

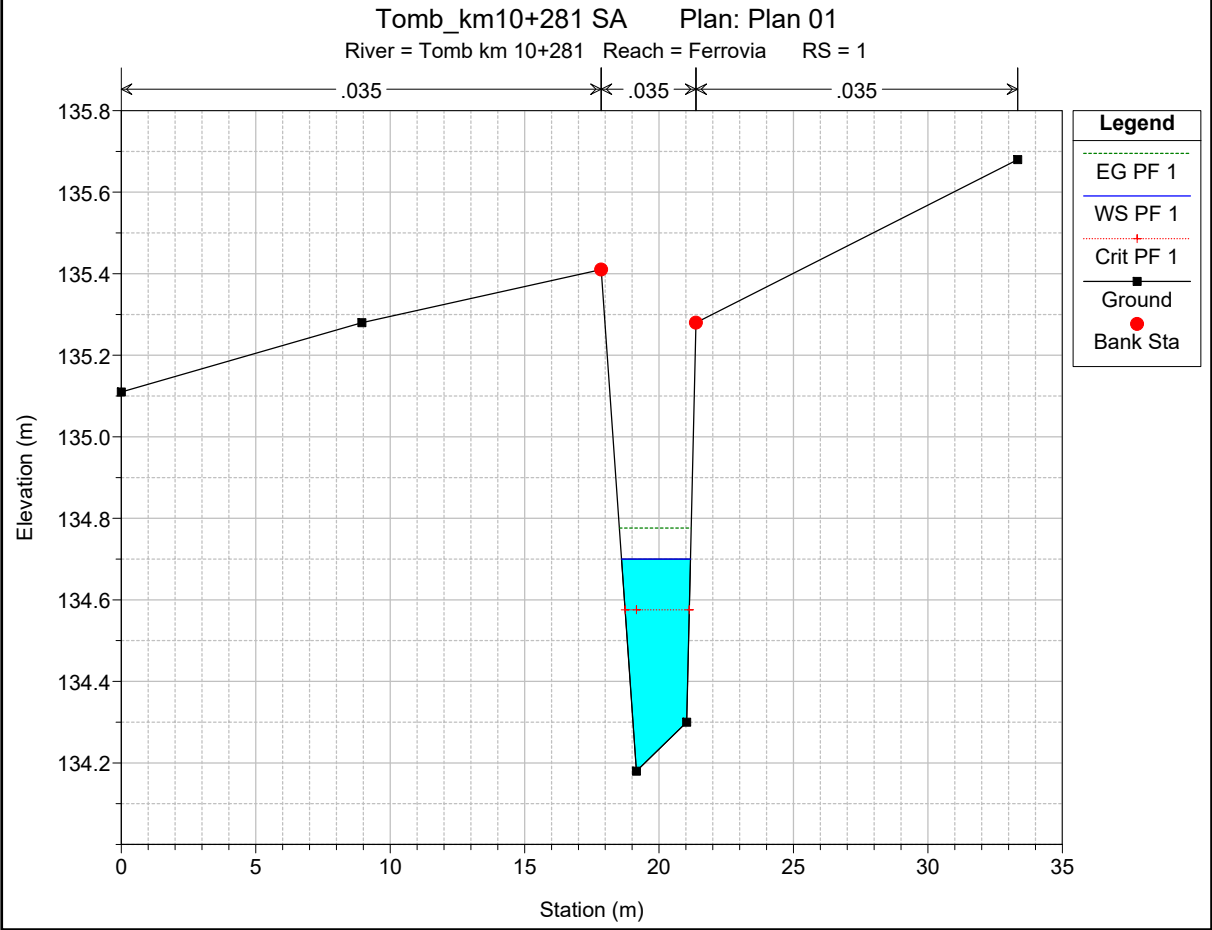
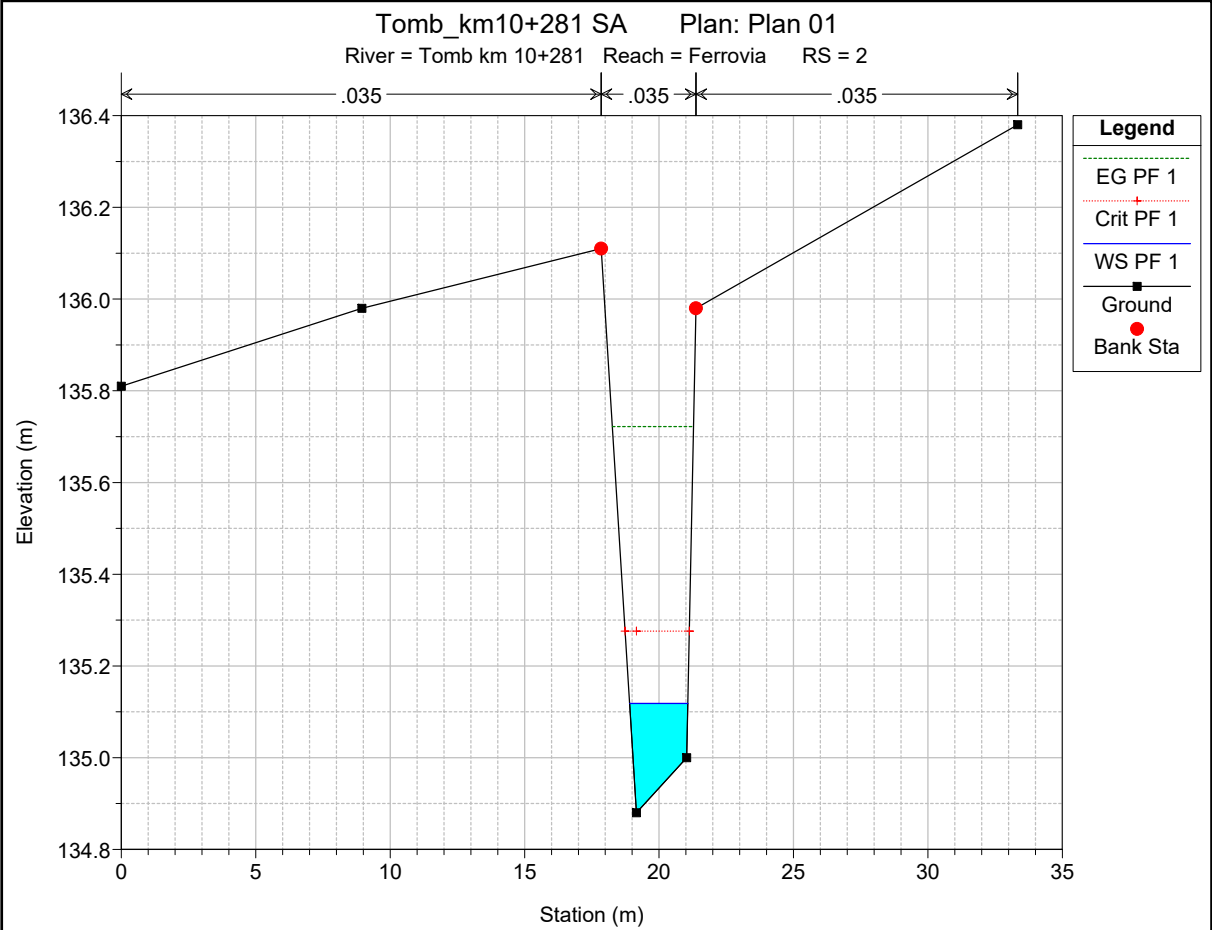
- EG PF 1
- WS PF 1
- Crit PF 1
- Ground













HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Tomb km 10+281 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	8	PF 1	1.26	139.90	140.42	140.42	140.62	0.023813	1.97	0.64	1.64	1.01
Ferrovia	7	PF 1	1.26	139.80	140.25	140.32	140.55	0.007751	2.43	0.52	1.52	1.33
Ferrovia	6	PF 1	1.26	136.00	136.07	136.34	140.17	0.706225	8.96	0.14	2.06	10.96
Ferrovia	5	PF 1	1.26	136.00	136.09	136.34	138.55	0.310389	6.95	0.18	2.06	7.49
Ferrovia	4	PF 1	1.26	136.20	136.29	136.54	138.43	0.245498	6.47	0.19	2.06	6.72
Ferrovia	3,5	Bridge										
Ferrovia	3	PF 1	1.26	135.50	135.68	135.84	136.29	0.031926	3.44	0.37	2.00	2.56
Ferrovia	2	PF 1	1.26	134.88	135.12	135.28	135.72	0.172745	3.44	0.37	2.16	2.67
Ferrovia	1	PF 1	1.26	134.18	134.70	134.58	134.78	0.007773	1.22	1.03	2.56	0.61

**ALLEGATO G**

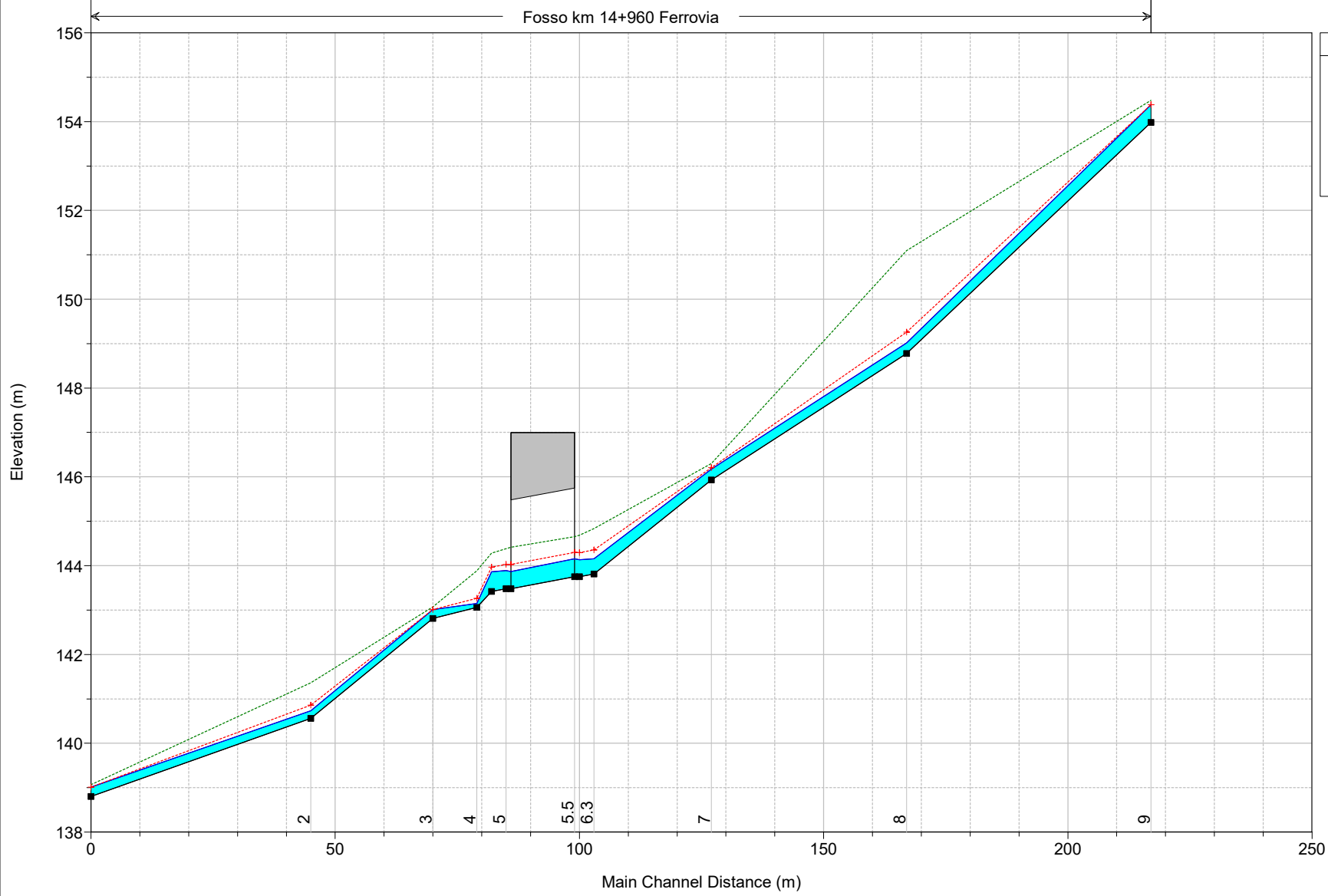
**Fosso al km 14+960 – Ramo A**

**Post Operam**

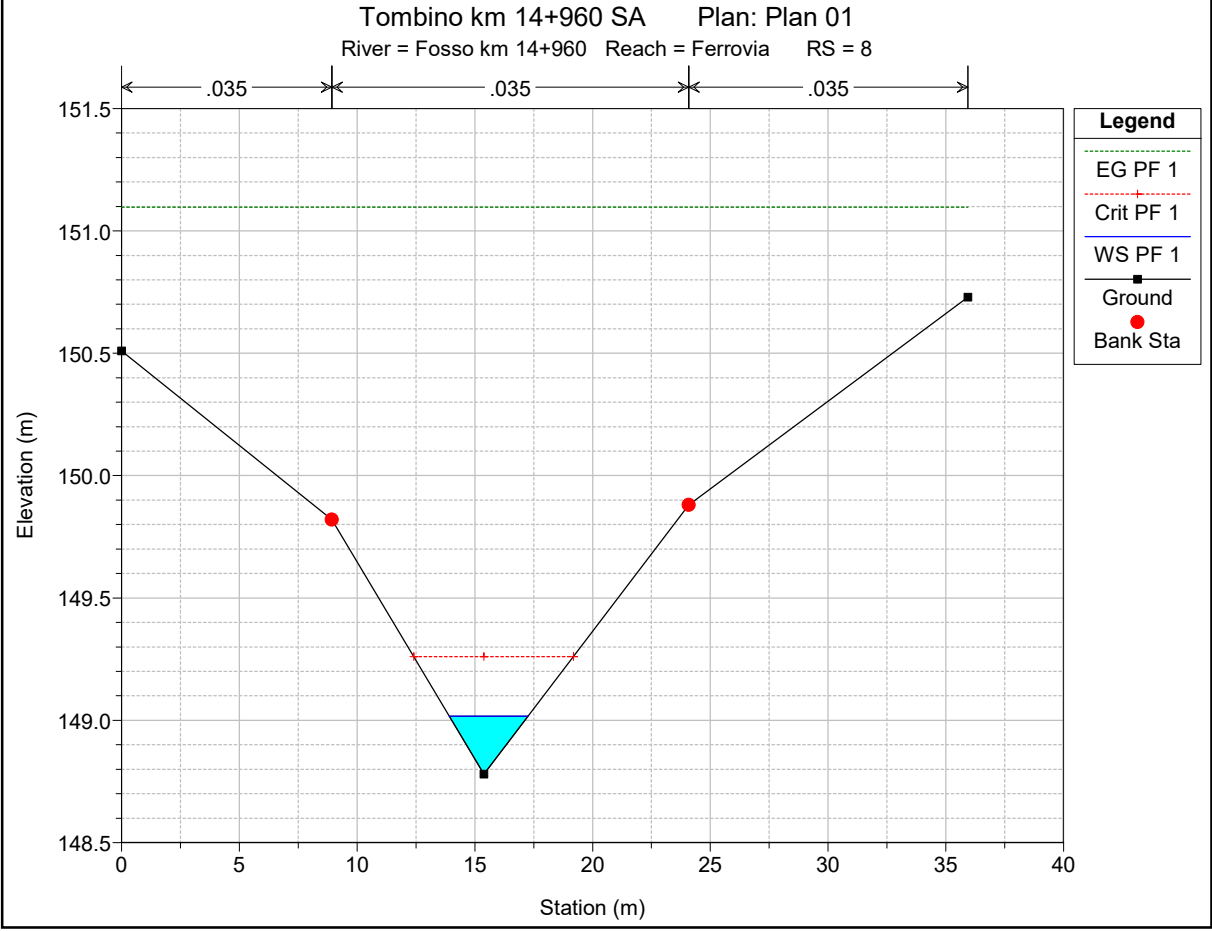
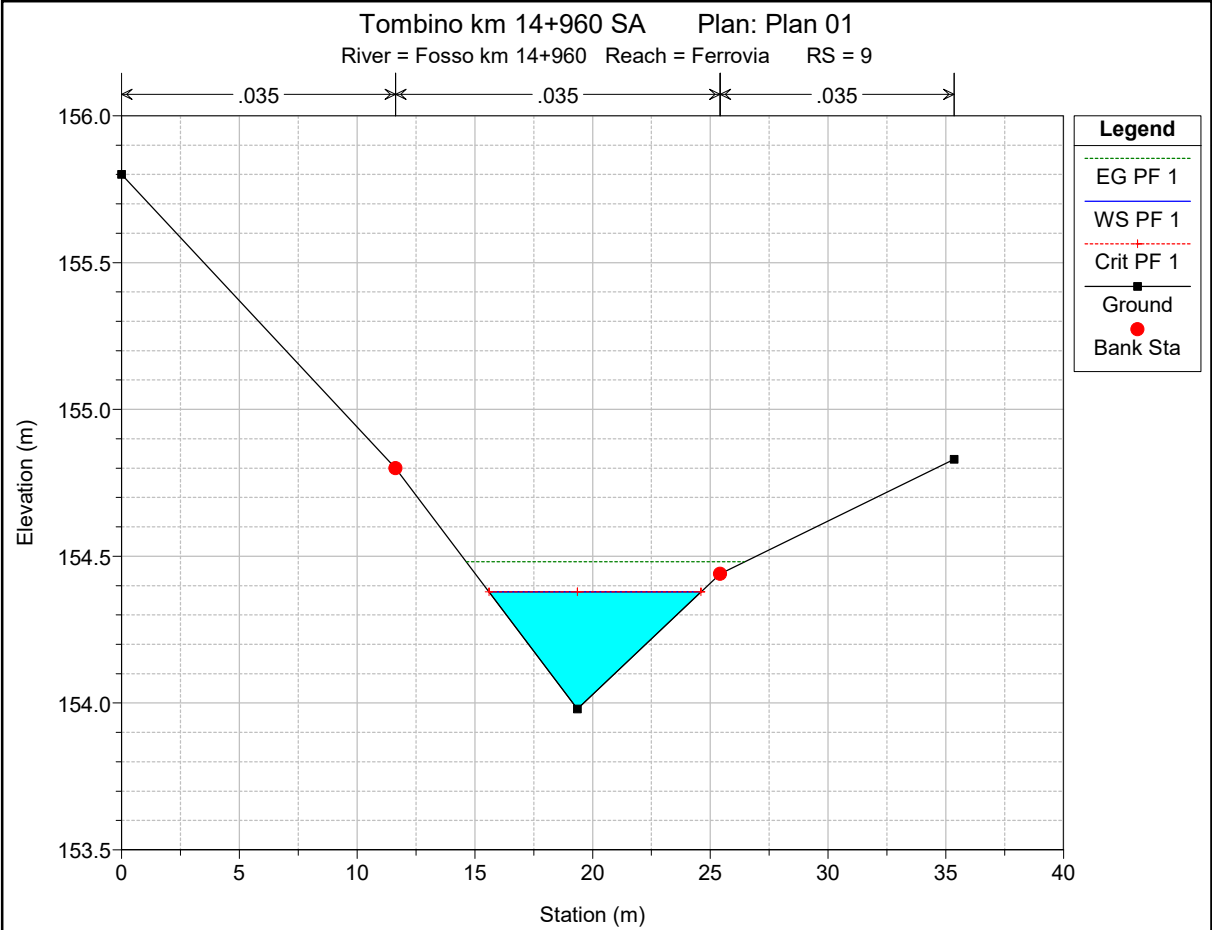
**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

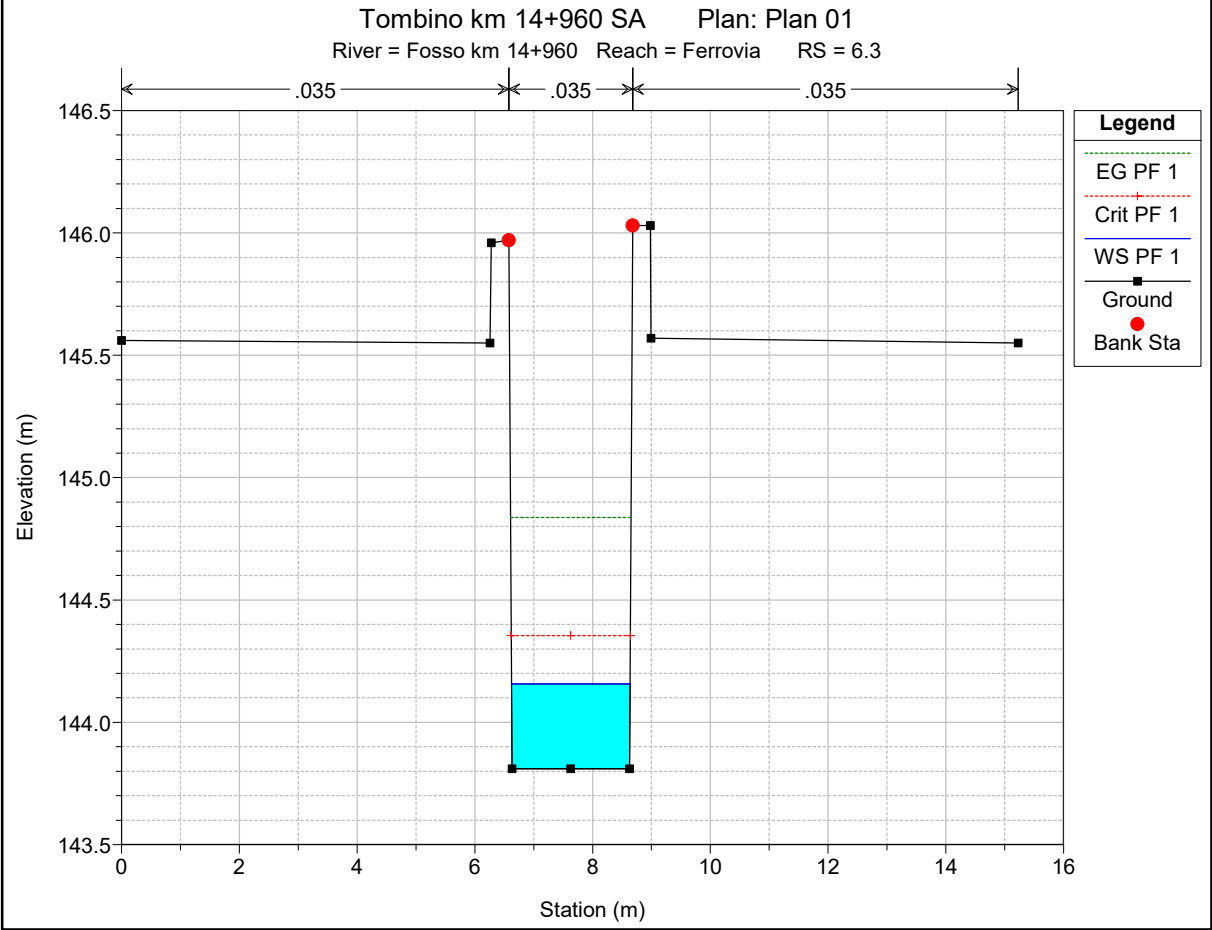
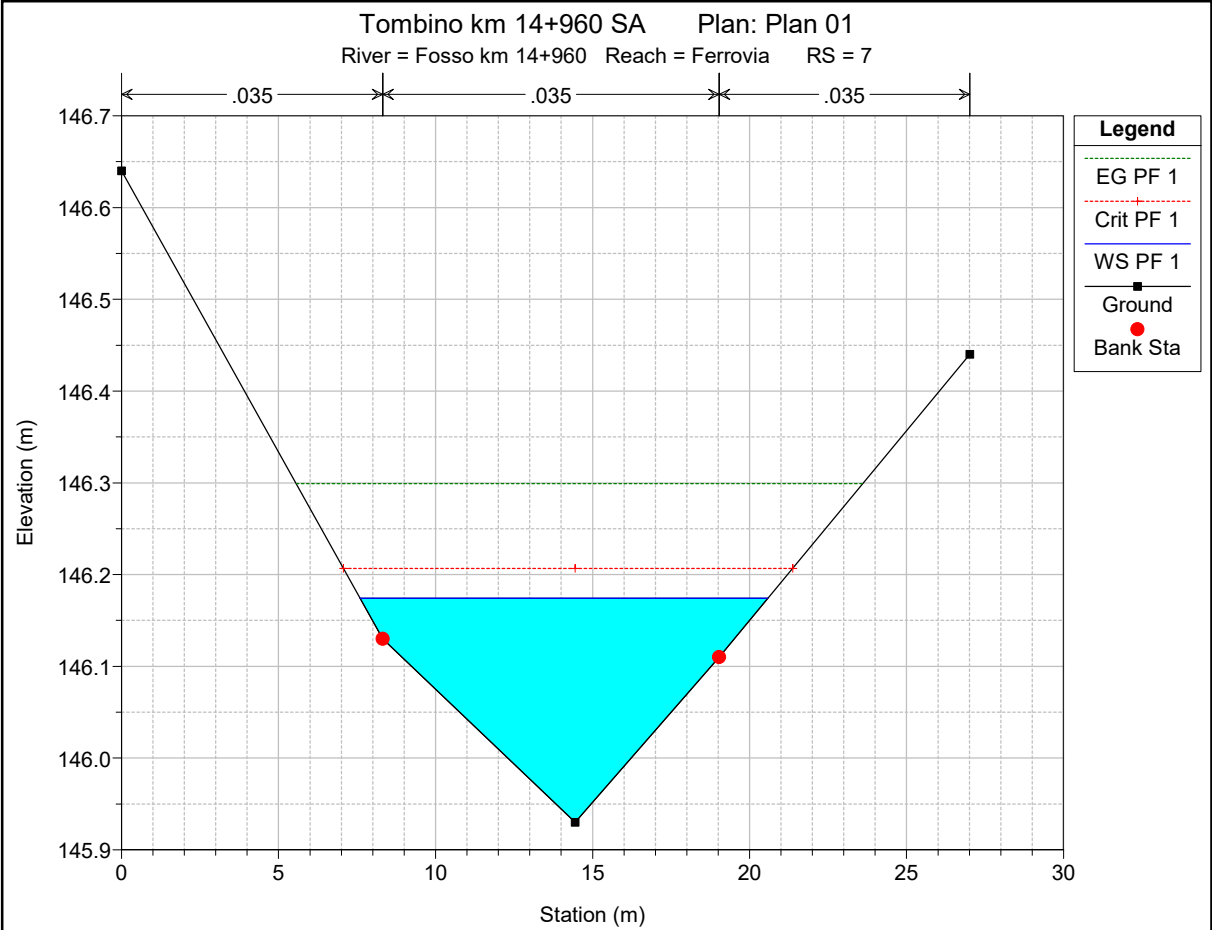
Tombino km 14+960 SA Plan: Plan 01

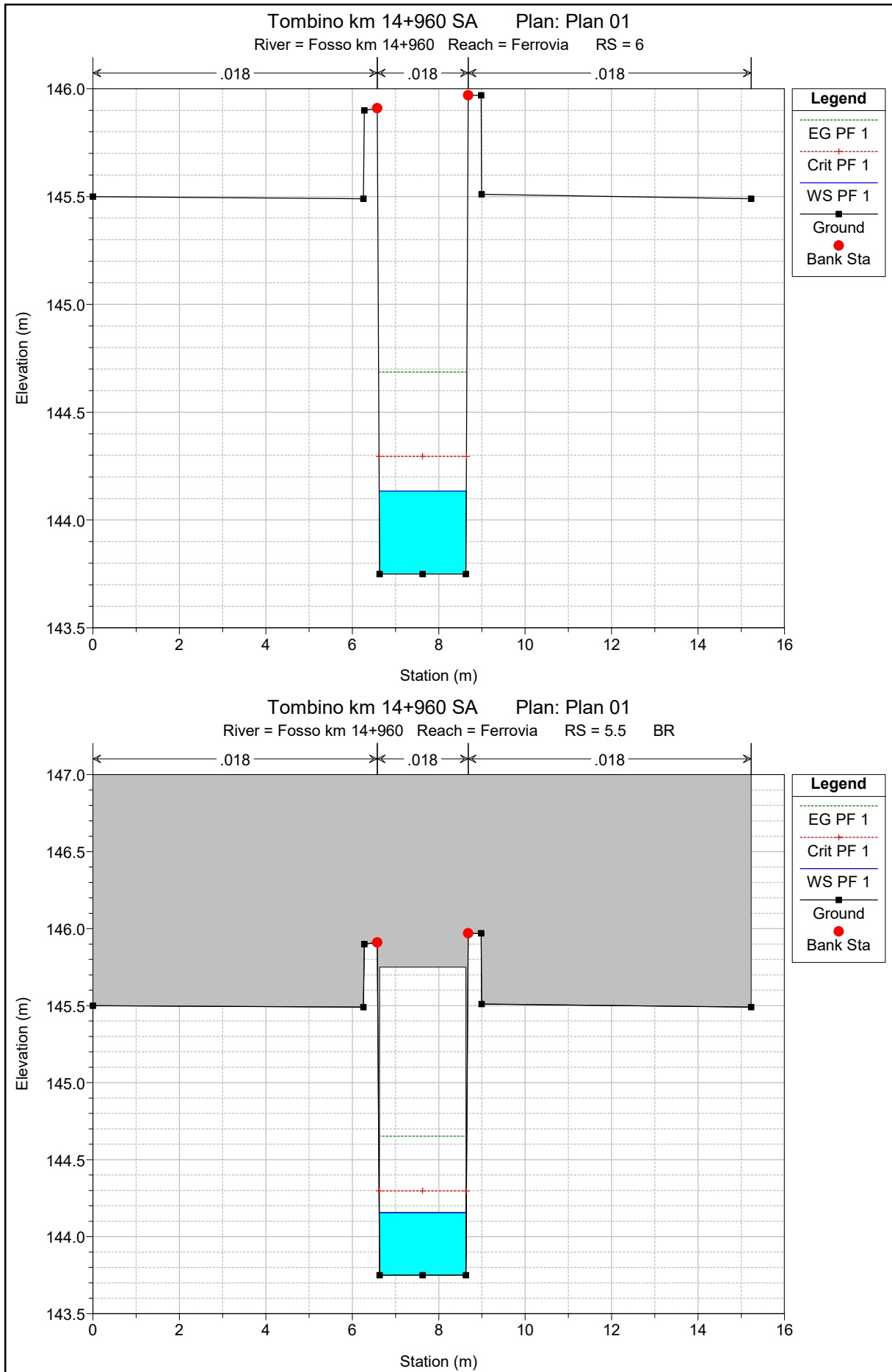
Fosso km 14+960 Ferrovia

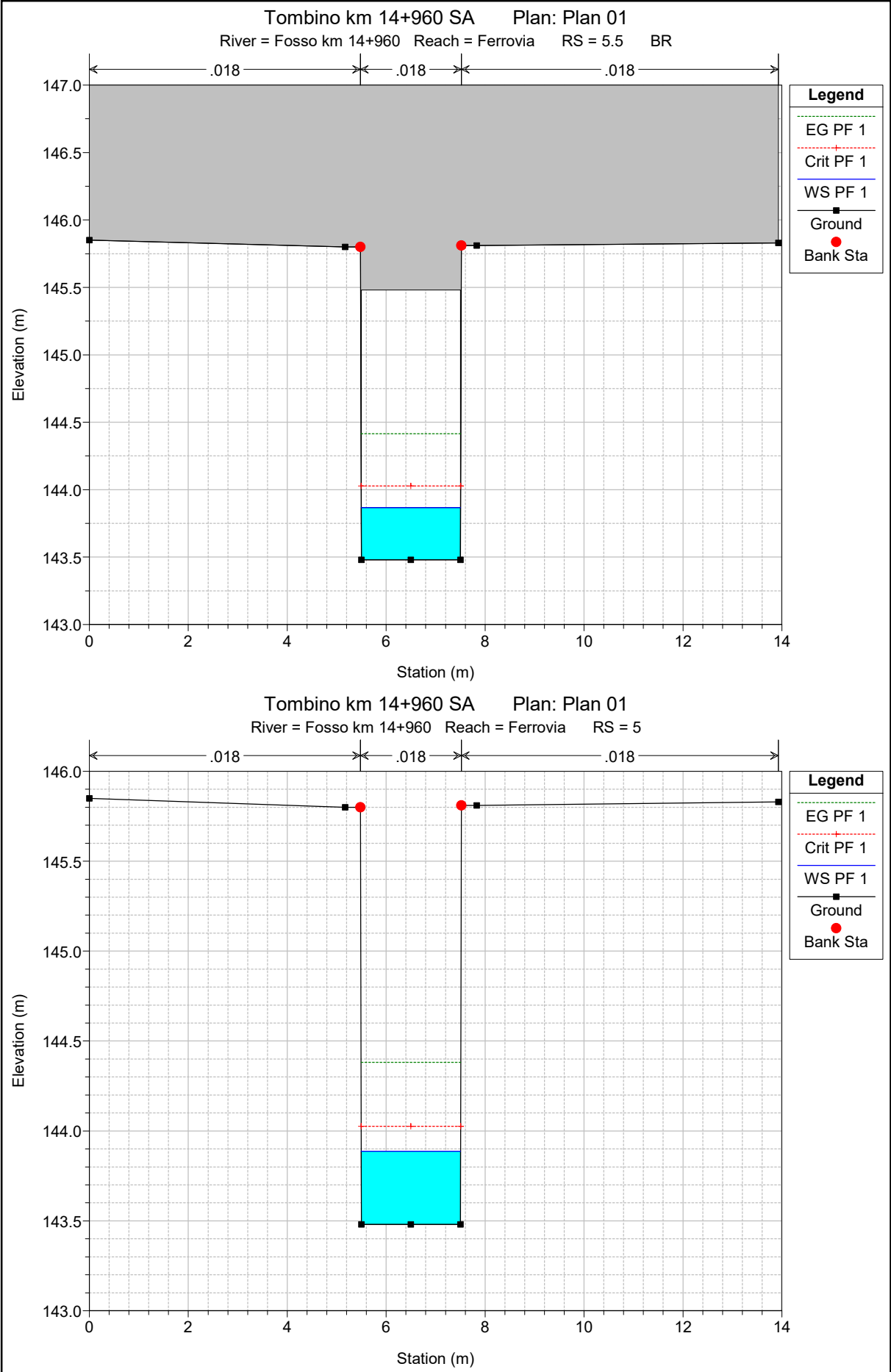


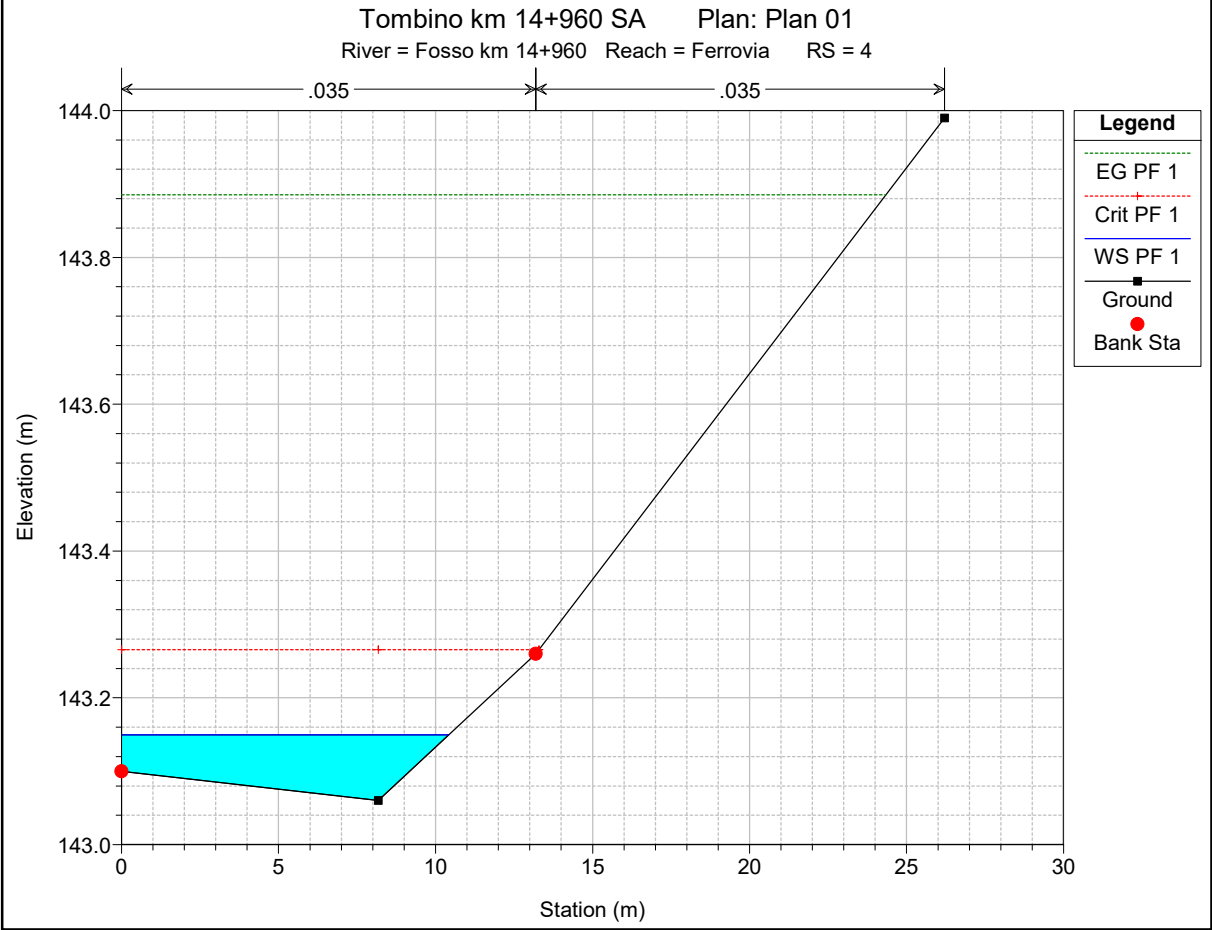
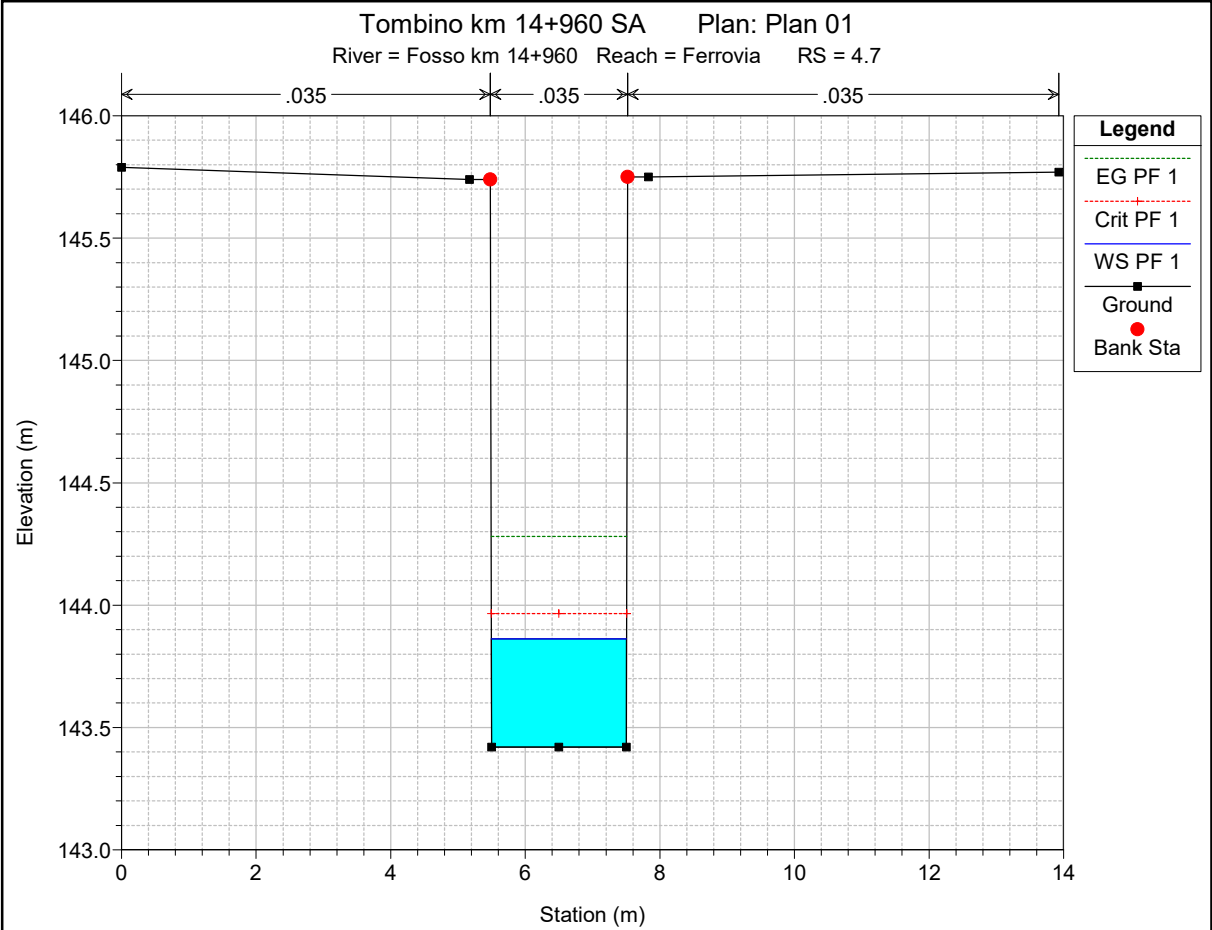
Legend	
EG PF 1	
WS PF 1	
Crit PF 1	
Ground	



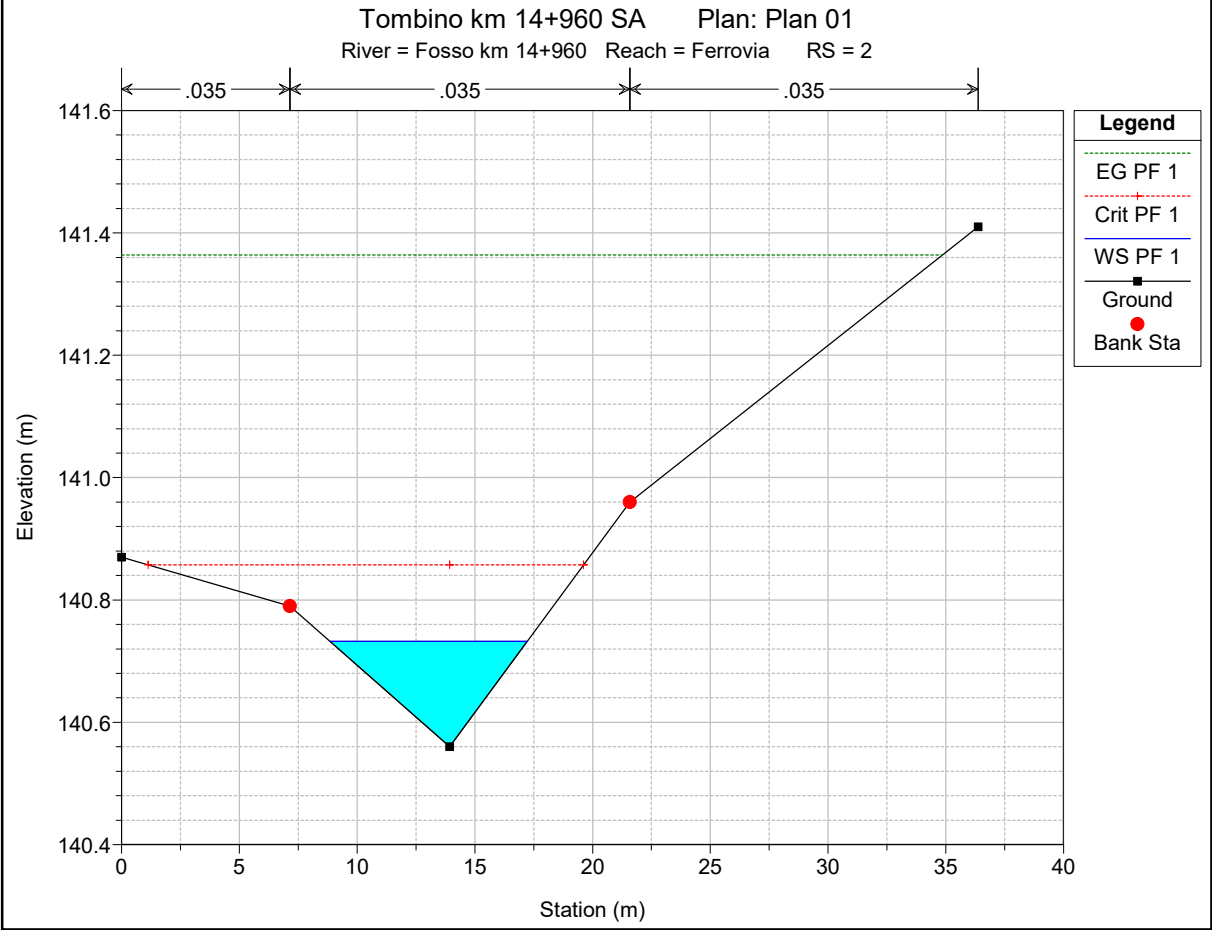
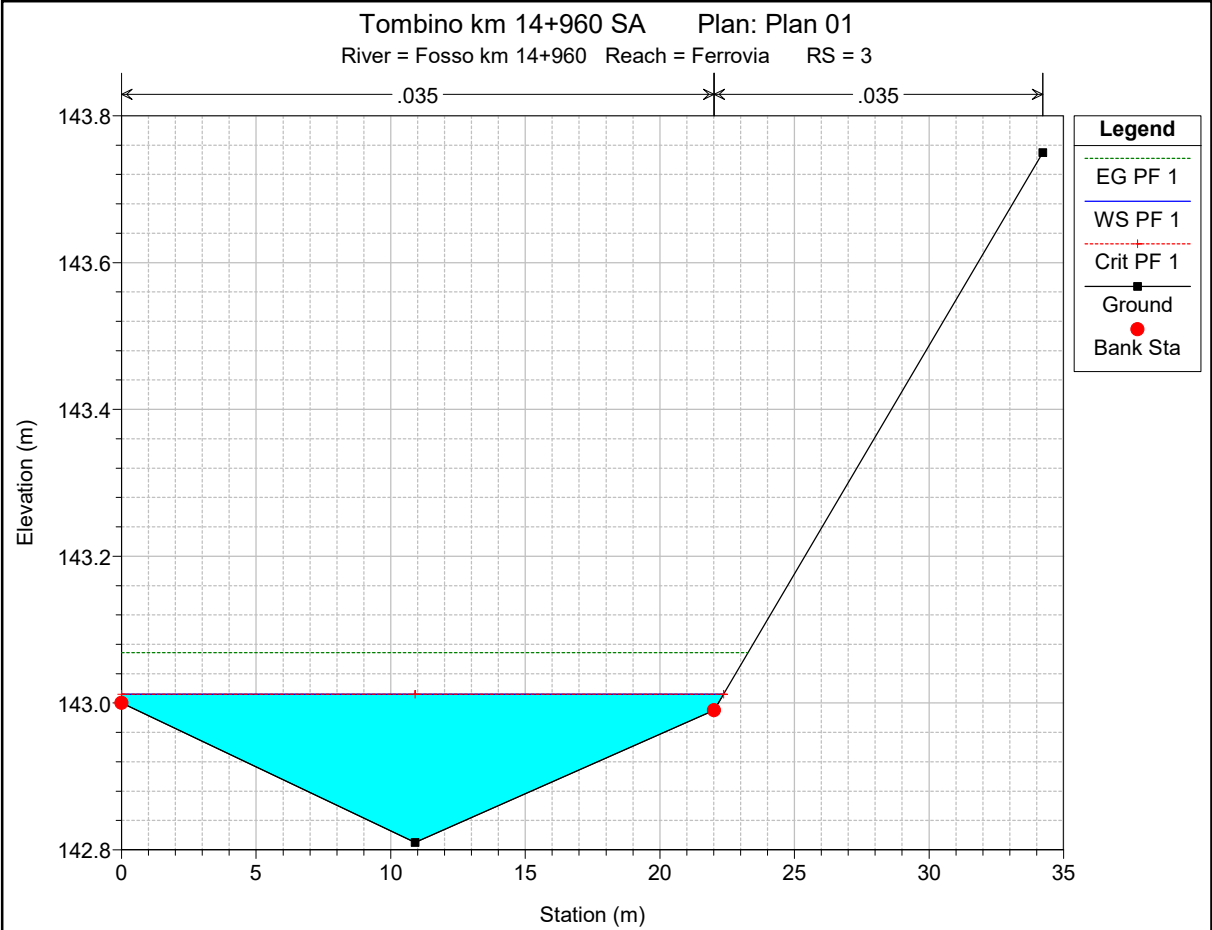




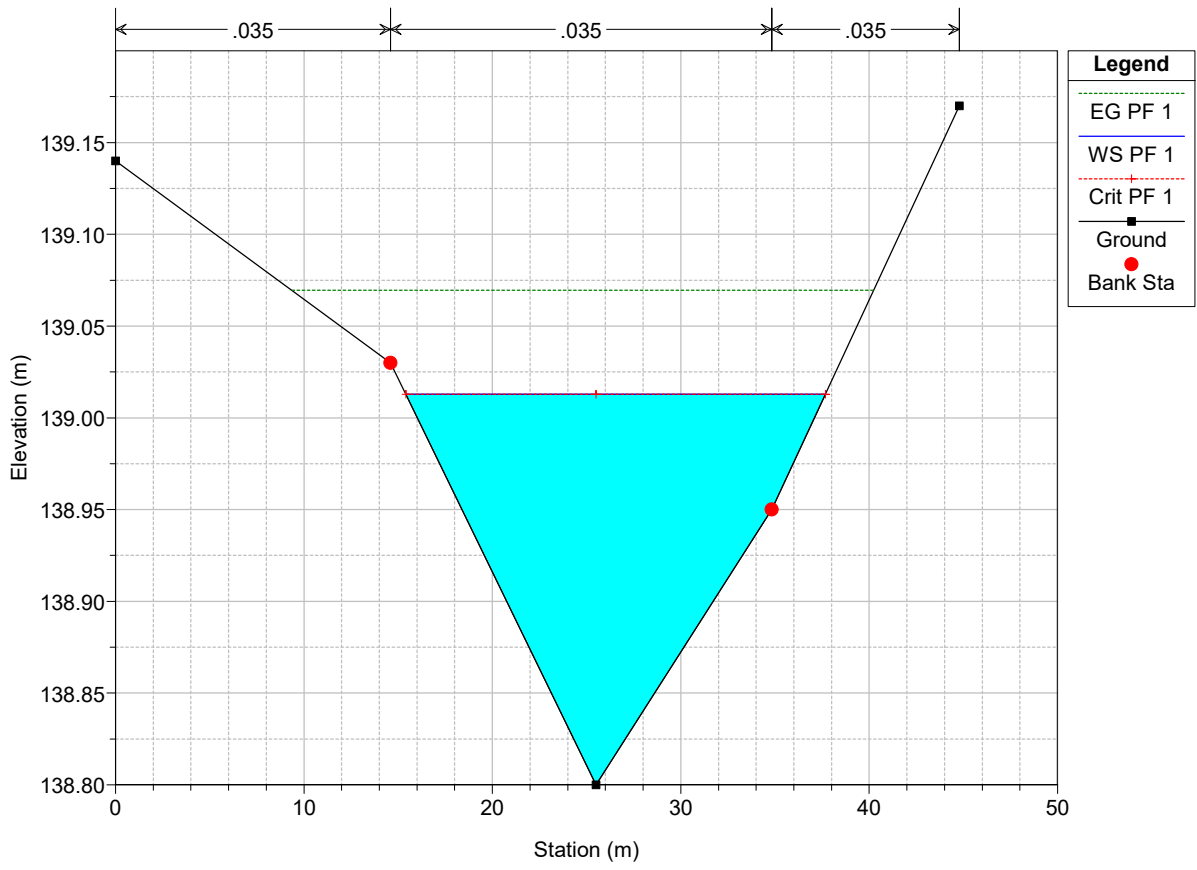








Tombino km 14+960 SA Plan: Plan 01  
River = Fosso km 14+960 Reach = Ferrovia RS = 1



HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso km 14+960 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	9	PF 1	2.54	153.98	154.38	154.38	154.48	0.021318	1.42	1.79	8.99	1.02
Ferrovia	8	PF 1	2.54	148.78	149.02	149.26	151.10	0.868712	6.39	0.40	3.35	5.92
Ferrovia	7	PF 1	2.54	145.93	146.17	146.21	146.30	0.038587	1.57	1.66	12.99	1.30
Ferrovia	6.3	PF 1	2.54	143.81	144.16	144.35	144.84	0.099633	3.66	0.69	2.02	1.99
Ferrovia	6	PF 1	2.54	143.75	144.13	144.29	144.69	0.019255	3.29	0.77	2.02	1.70
Ferrovia	5.5	Bridge										
Ferrovia	5	PF 1	2.54	143.48	143.89	144.03	144.38	0.016410	3.12	0.82	2.01	1.56
Ferrovia	4.7	PF 1	2.54	143.42	143.86	143.97	144.28	0.048365	2.86	0.89	2.01	1.37
Ferrovia	4	PF 1	2.54	143.06	143.15	143.27	143.89	0.692974	3.80	0.67	10.42	4.79
Ferrovia	3	PF 1	2.54	142.81	143.01	143.01	143.07	0.025941	1.05	2.42	22.37	1.02
Ferrovia	2	PF 1	2.54	140.56	140.73	140.86	141.36	0.399351	3.52	0.72	8.38	3.83
Ferrovia	1	PF 1	2.54	138.80	139.01	139.01	139.07	0.022887	1.06	2.45	22.28	0.97

**ALLEGATO H**

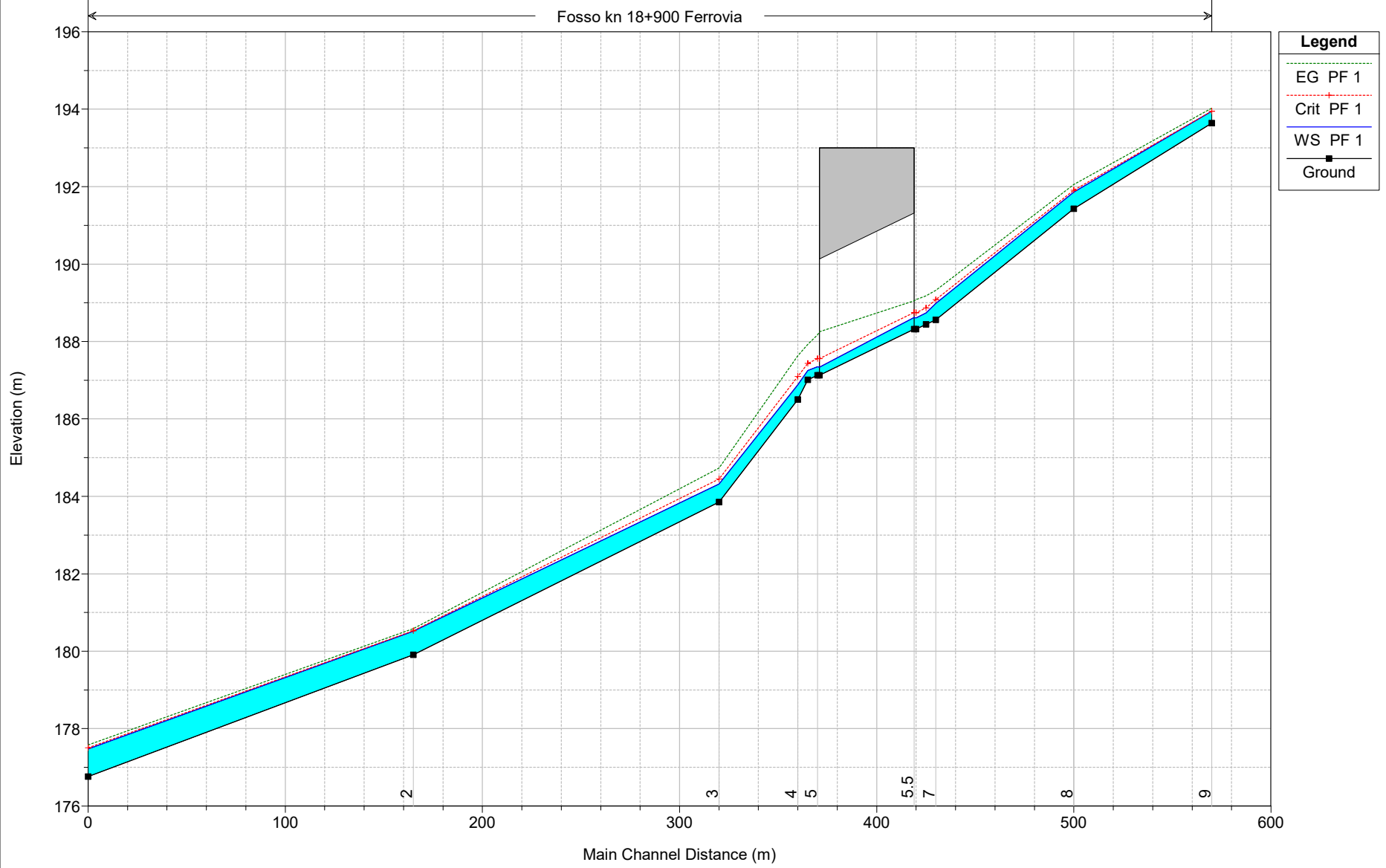
**Fosso al km 18+900 – Ramo A**

**Post Operam**

**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

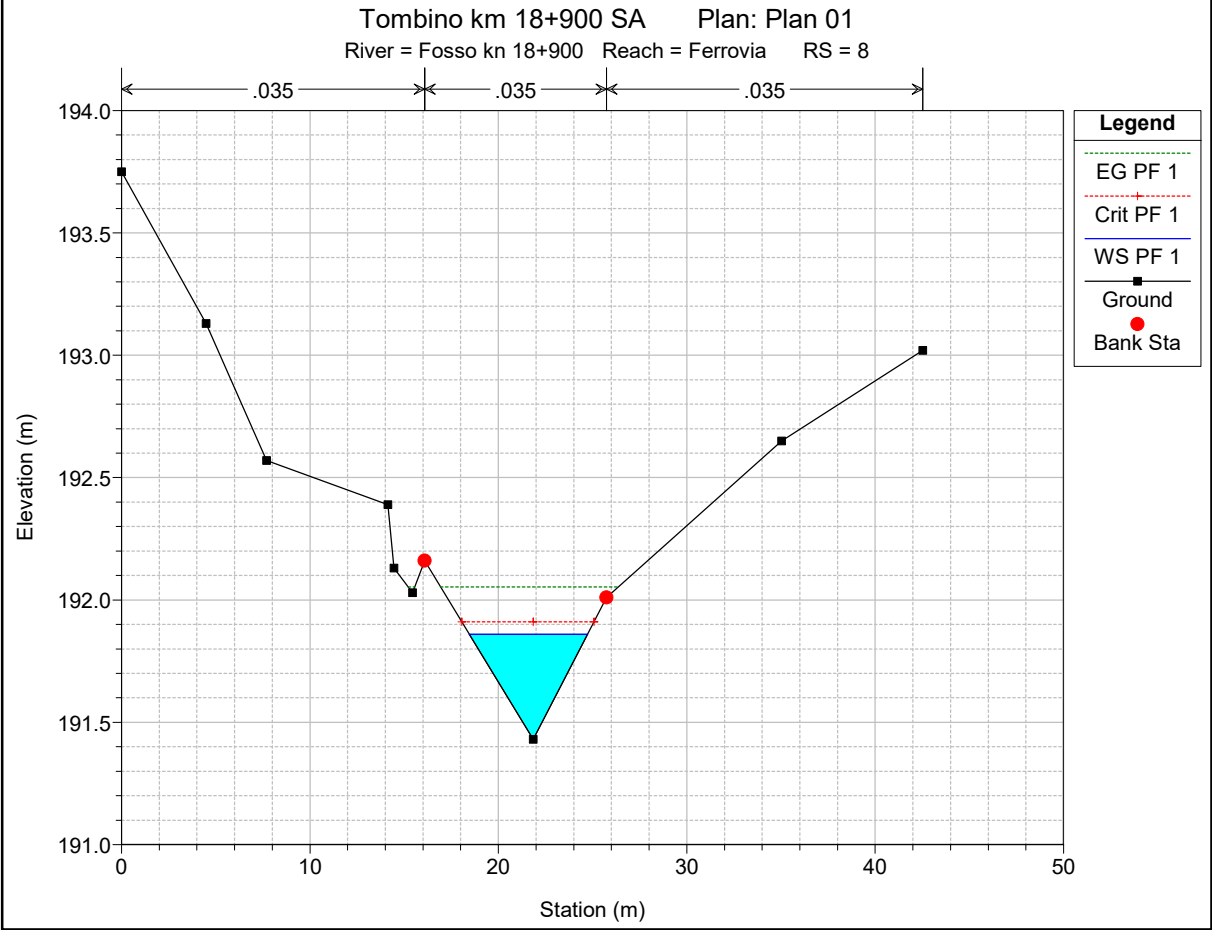
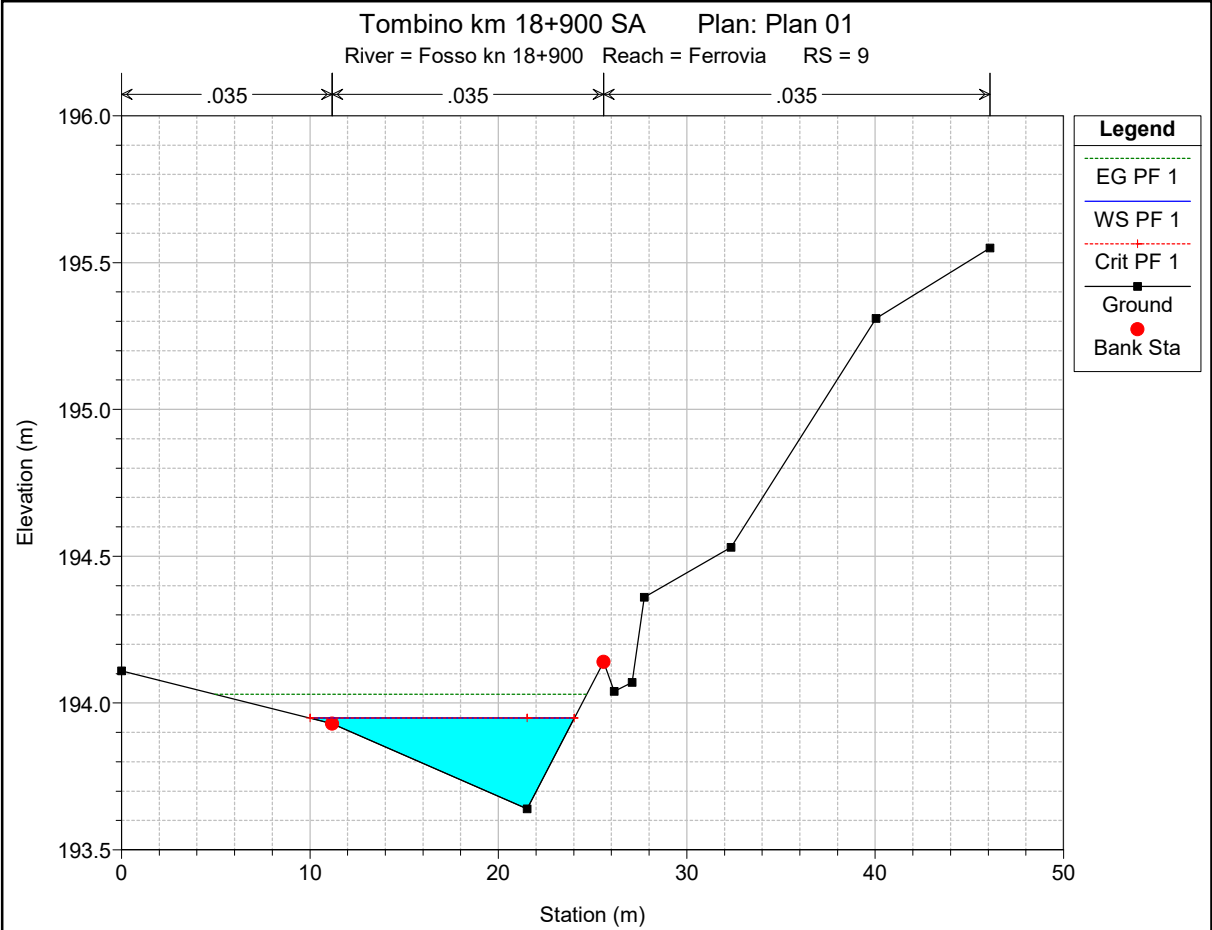
Tombino km 18+900 SA Plan: Plan 01

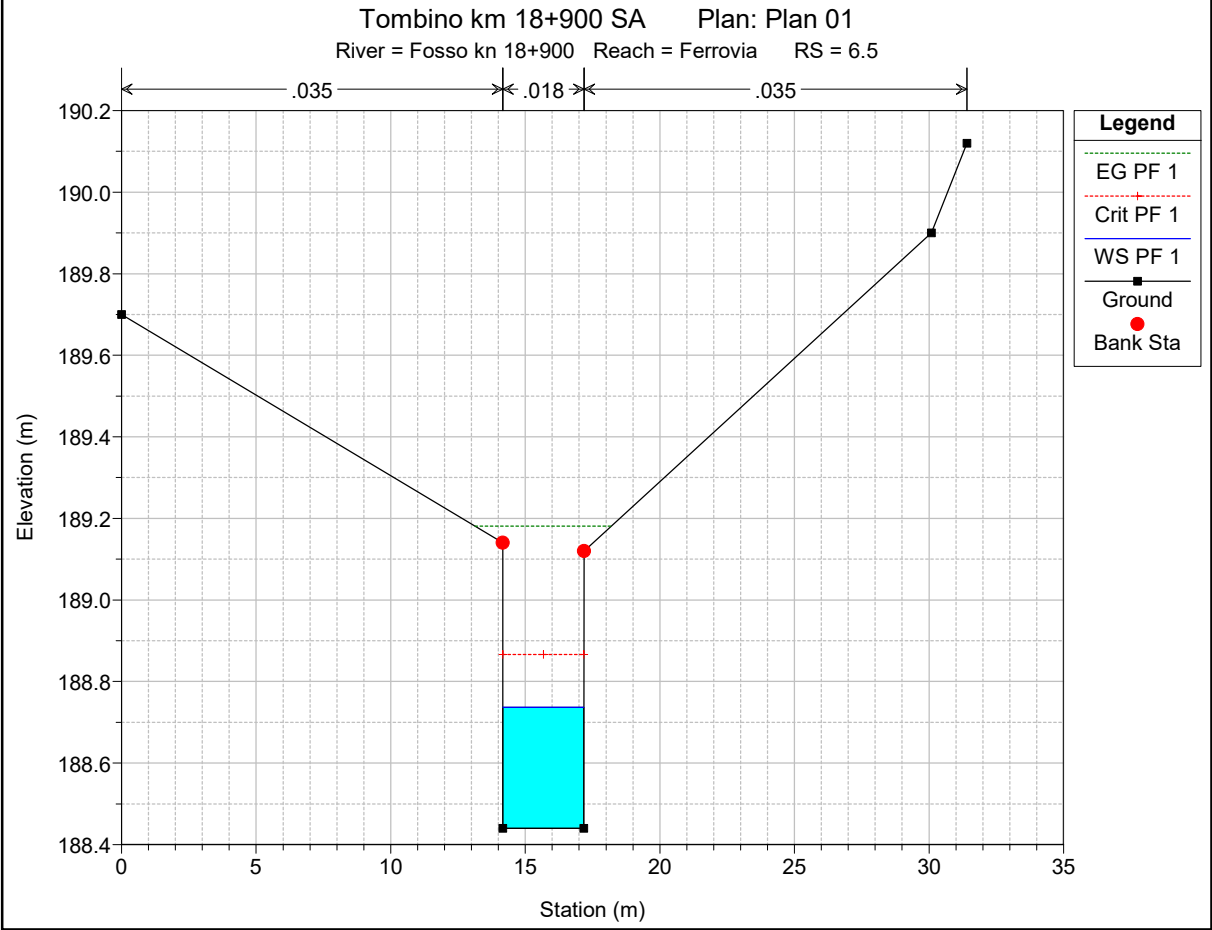
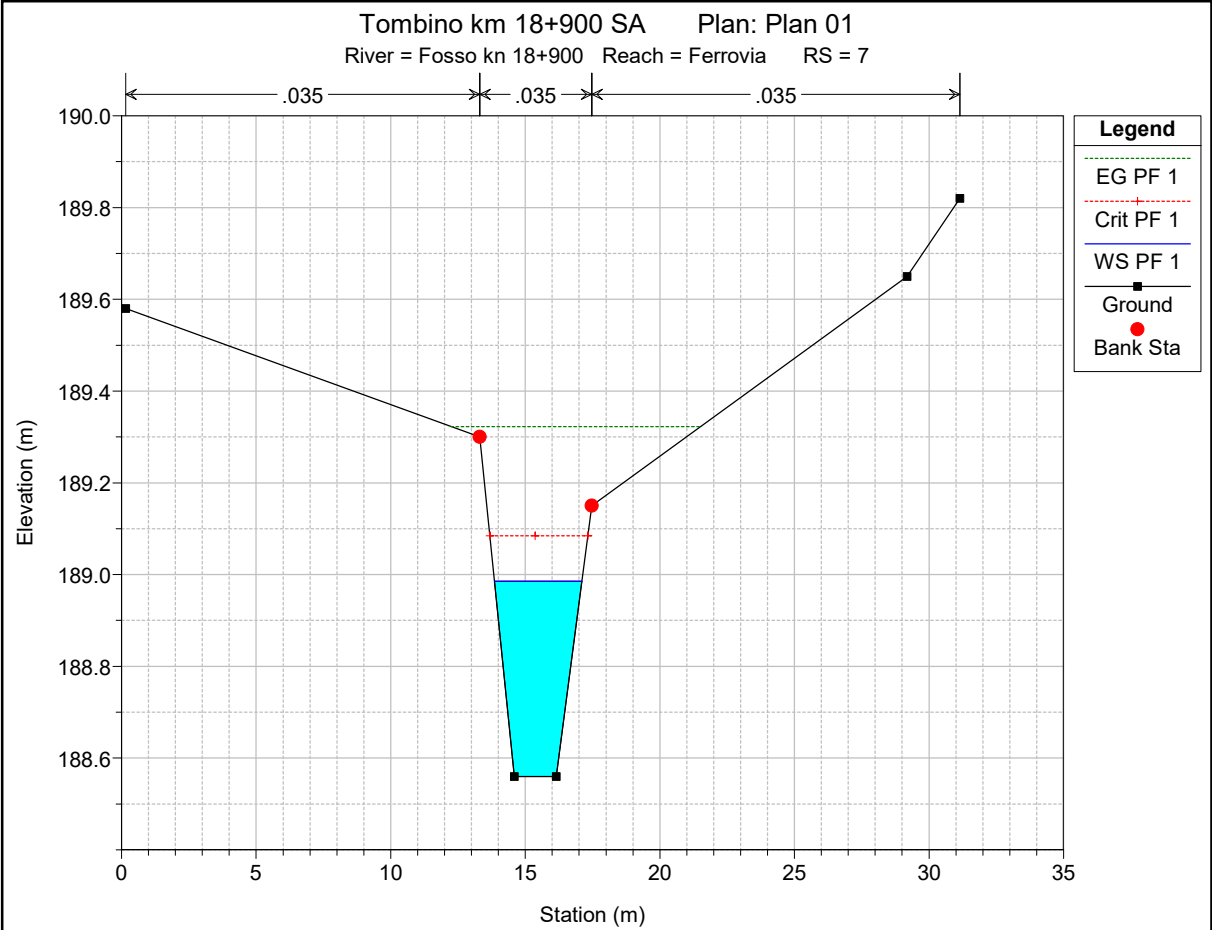
Fosso kn 18+900 Ferrovia

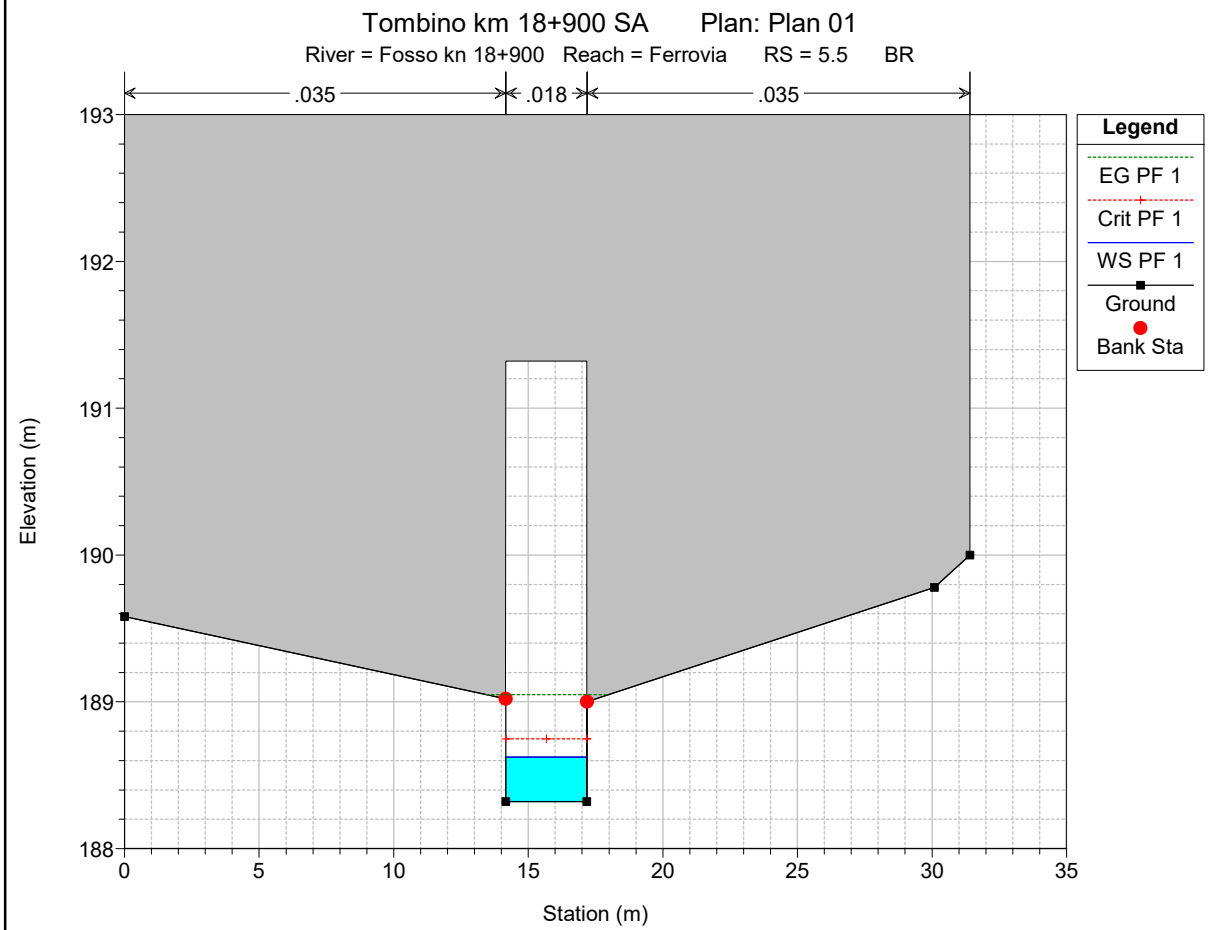
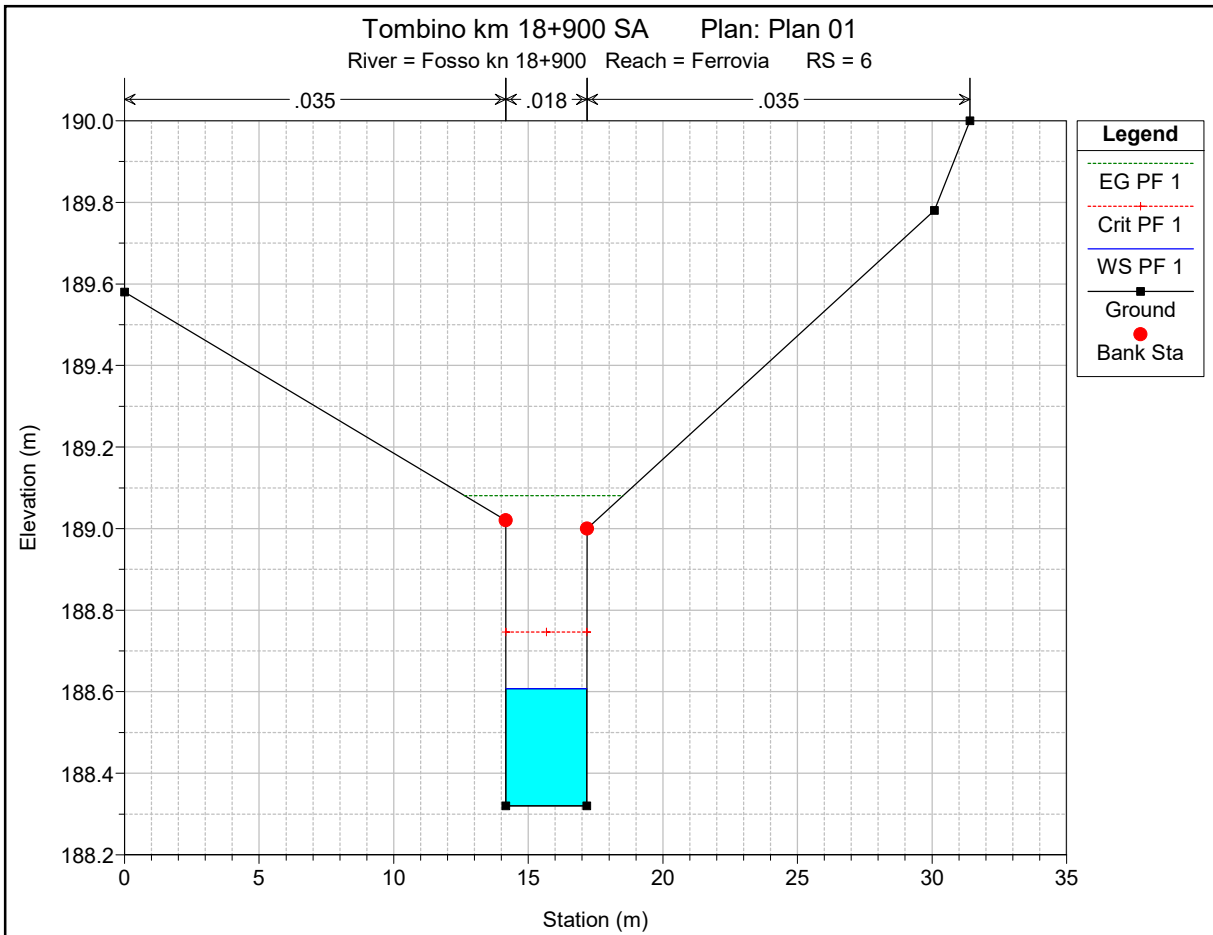


**Legend**

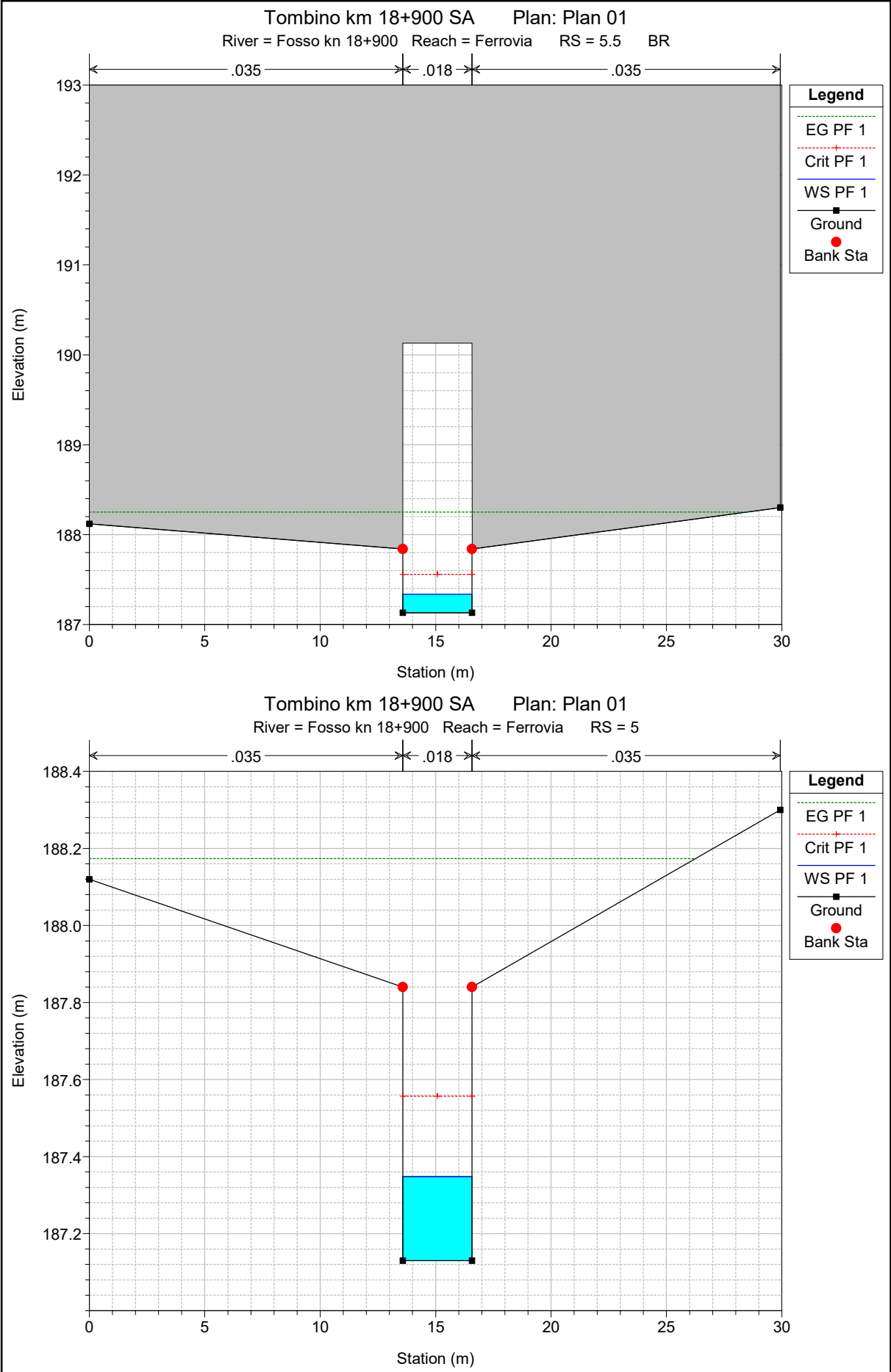
- EG PF 1
- Crit PF 1
- WS PF 1
- Ground

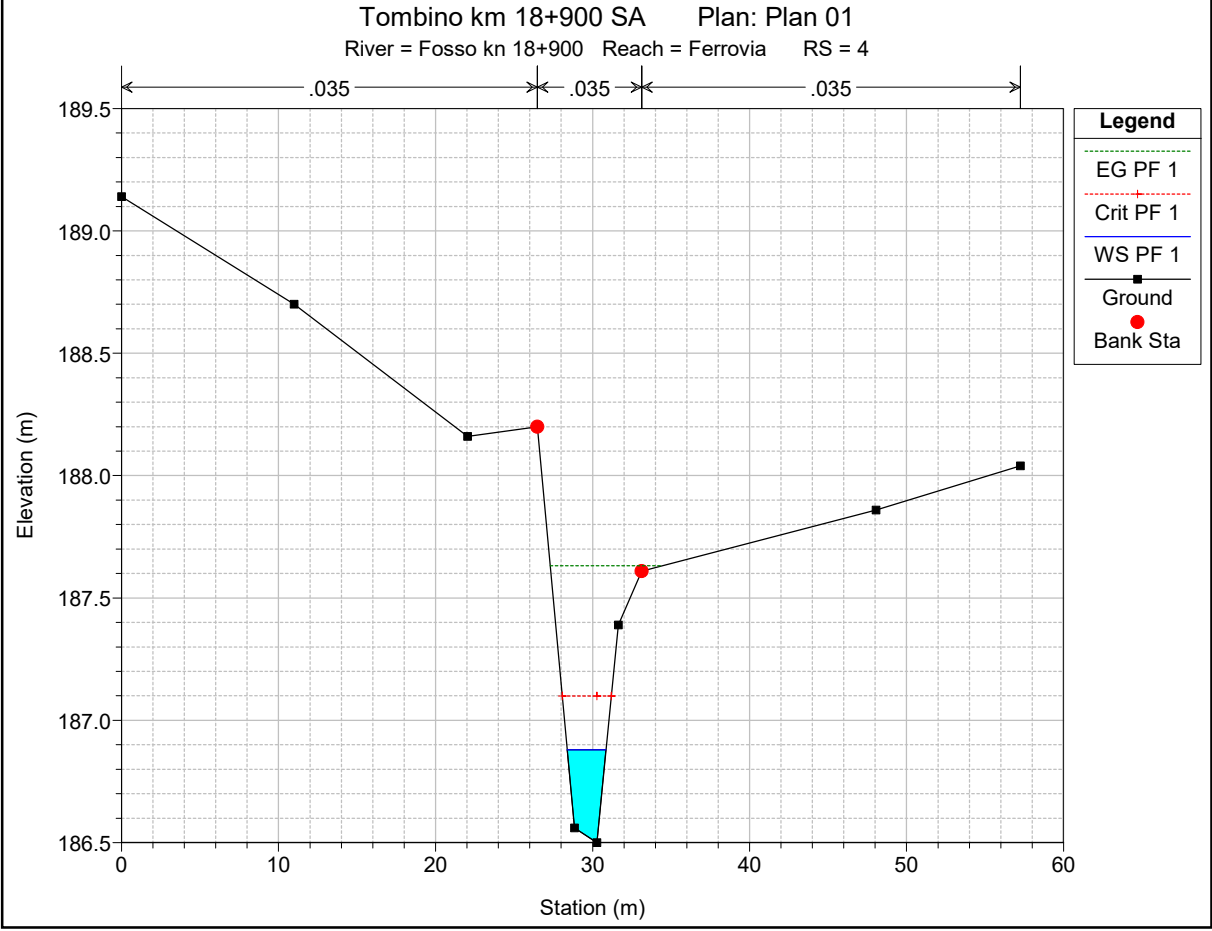
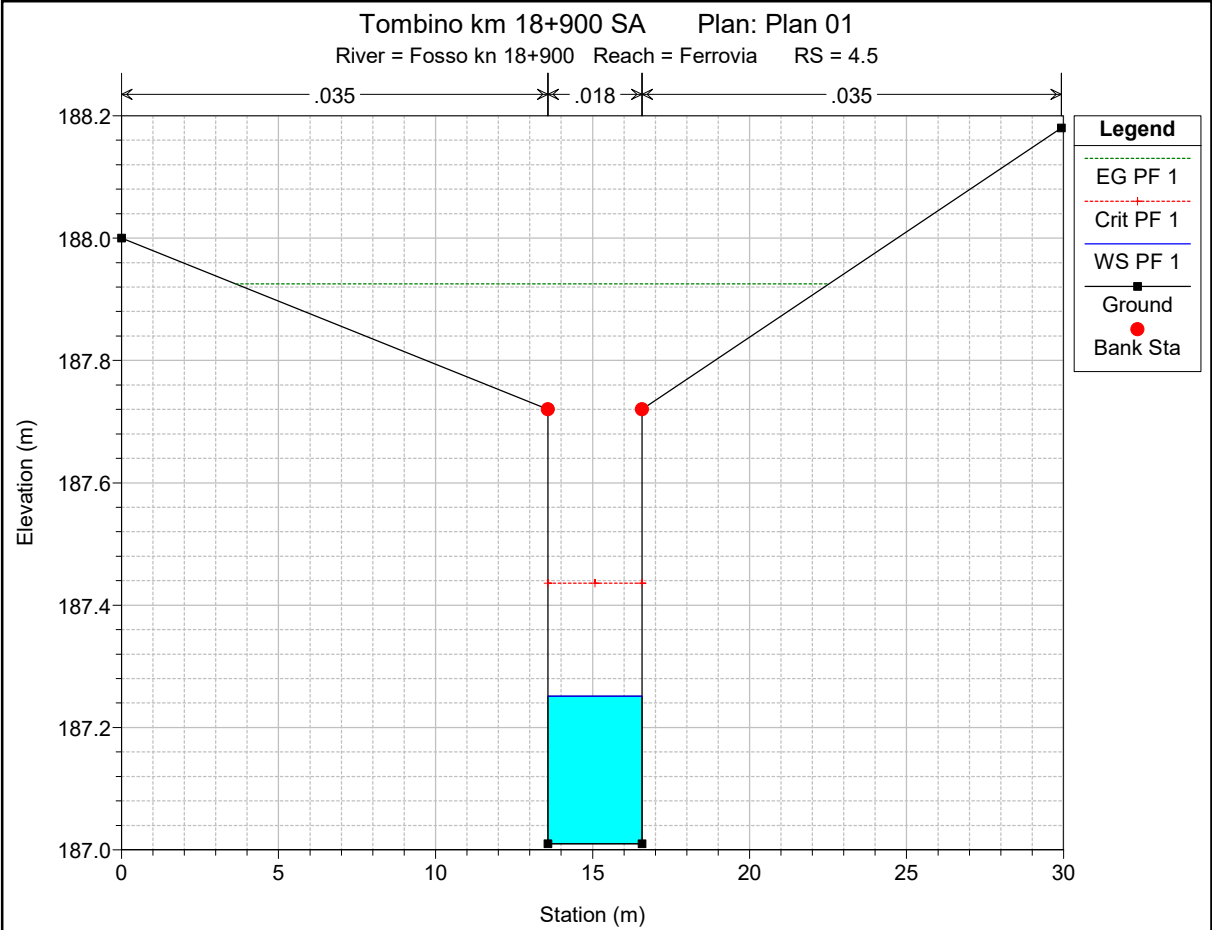


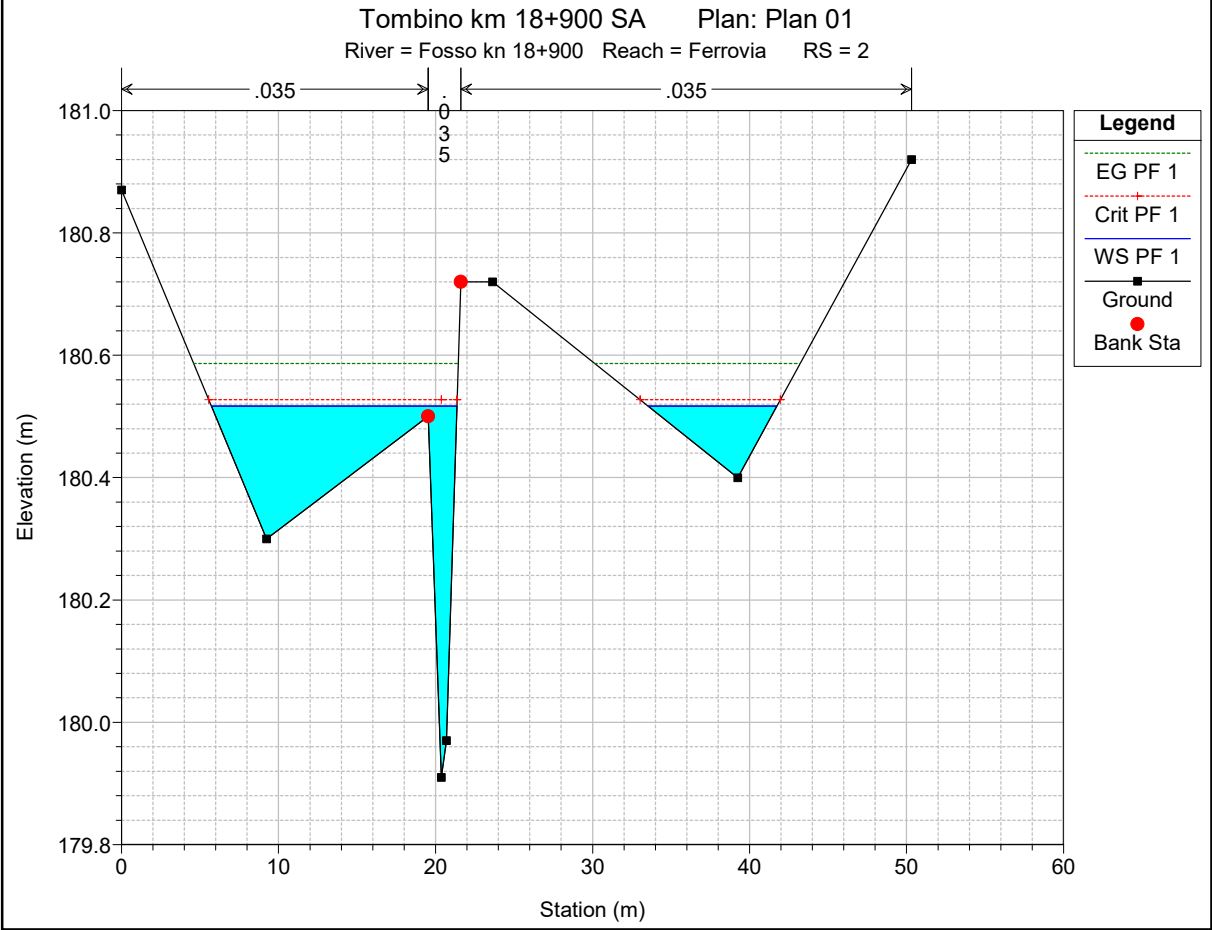
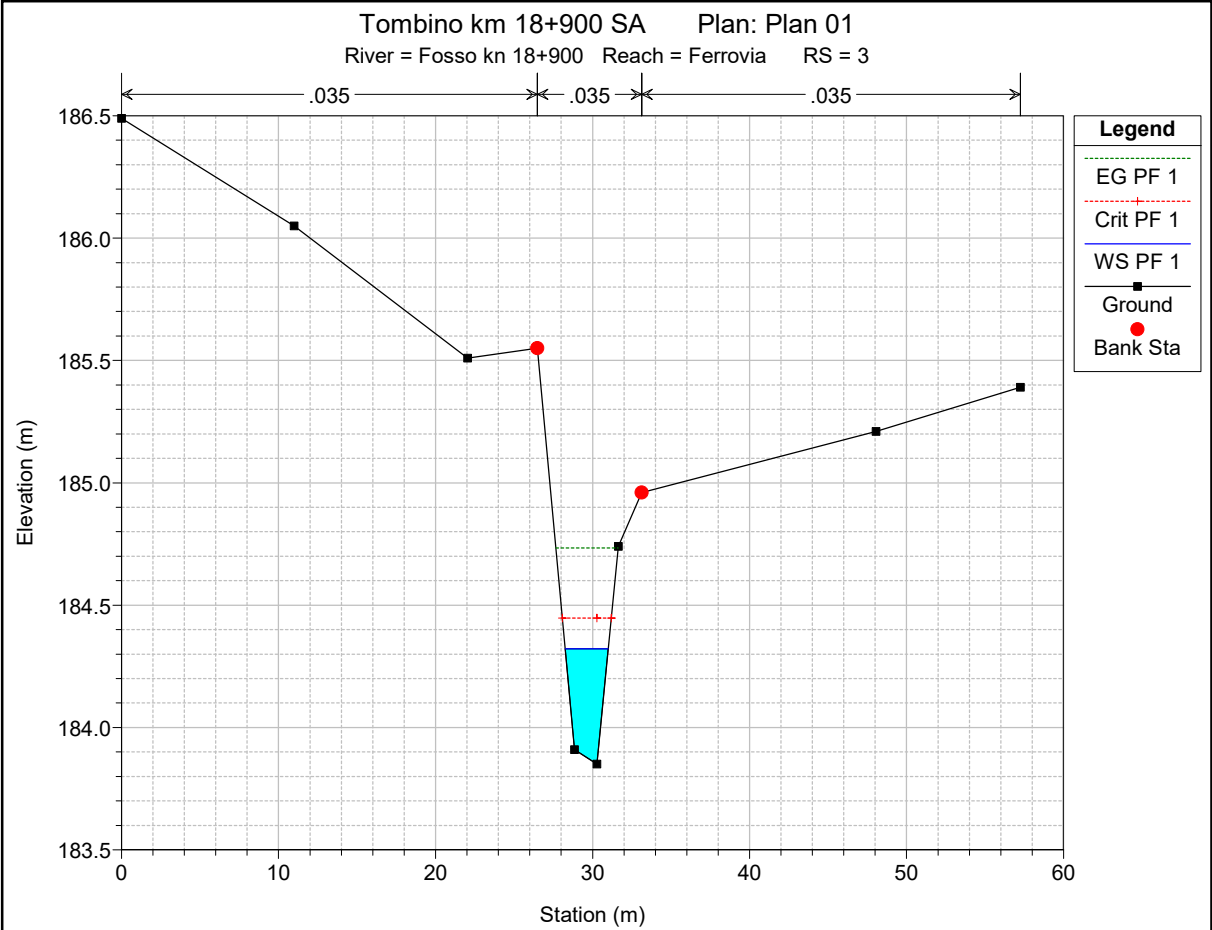




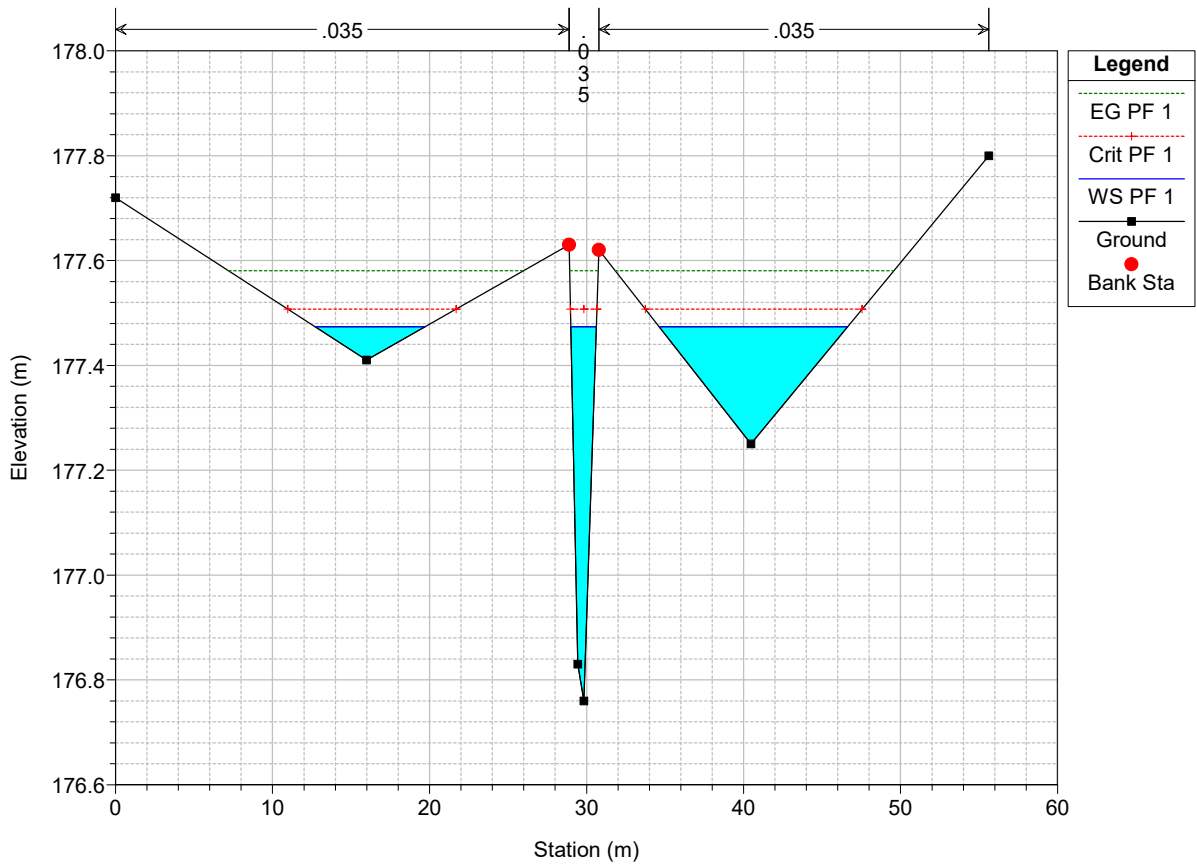








Tombino km 18+900 SA Plan: Plan 01  
 River = Fosso kn 18+900 Reach = Ferrovia RS = 1



HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso kn 18+900 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	9	PF 1	2.63	193.64	193.95	193.95	194.03	0.022181	1.26	2.09	14.02	1.00
Ferrovia	8	PF 1	2.63	191.43	191.86	191.91	192.05	0.036667	1.95	1.35	6.27	1.34
Ferrovia	7	PF 1	2.63	188.56	188.99	189.08	189.32	0.041083	2.57	1.02	3.25	1.46
Ferrovia	6.5	PF 1	2.63	188.44	188.74	188.87	189.18	0.018122	2.95	0.89	3.01	1.73
Ferrovia	6	PF 1	2.63	188.32	188.61	188.75	189.08	0.020041	3.05	0.86	3.01	1.82
Ferrovia	5.5	Bridge										
Ferrovia	5	PF 1	2.63	187.13	187.35	187.56	188.17	0.047929	4.02	0.65	3.00	2.75
Ferrovia	4.5	PF 1	2.63	187.01	187.25	187.44	187.93	0.034818	3.64	0.72	3.00	2.36
Ferrovia	4	PF 1	2.63	186.50	186.88	187.10	187.63	0.111693	3.84	0.69	2.47	2.33
Ferrovia	3	PF 1	2.63	183.85	184.32	184.45	184.73	0.047807	2.84	0.93	2.75	1.56
Ferrovia	2	PF 1	2.63	179.91	180.52	180.53	180.59	0.016402	1.58	2.69	23.81	0.86
Ferrovia	1	PF 1	2.63	176.76	177.47	177.51	177.58	0.020280	1.85	2.25	20.61	0.91

**ALLEGATO I**

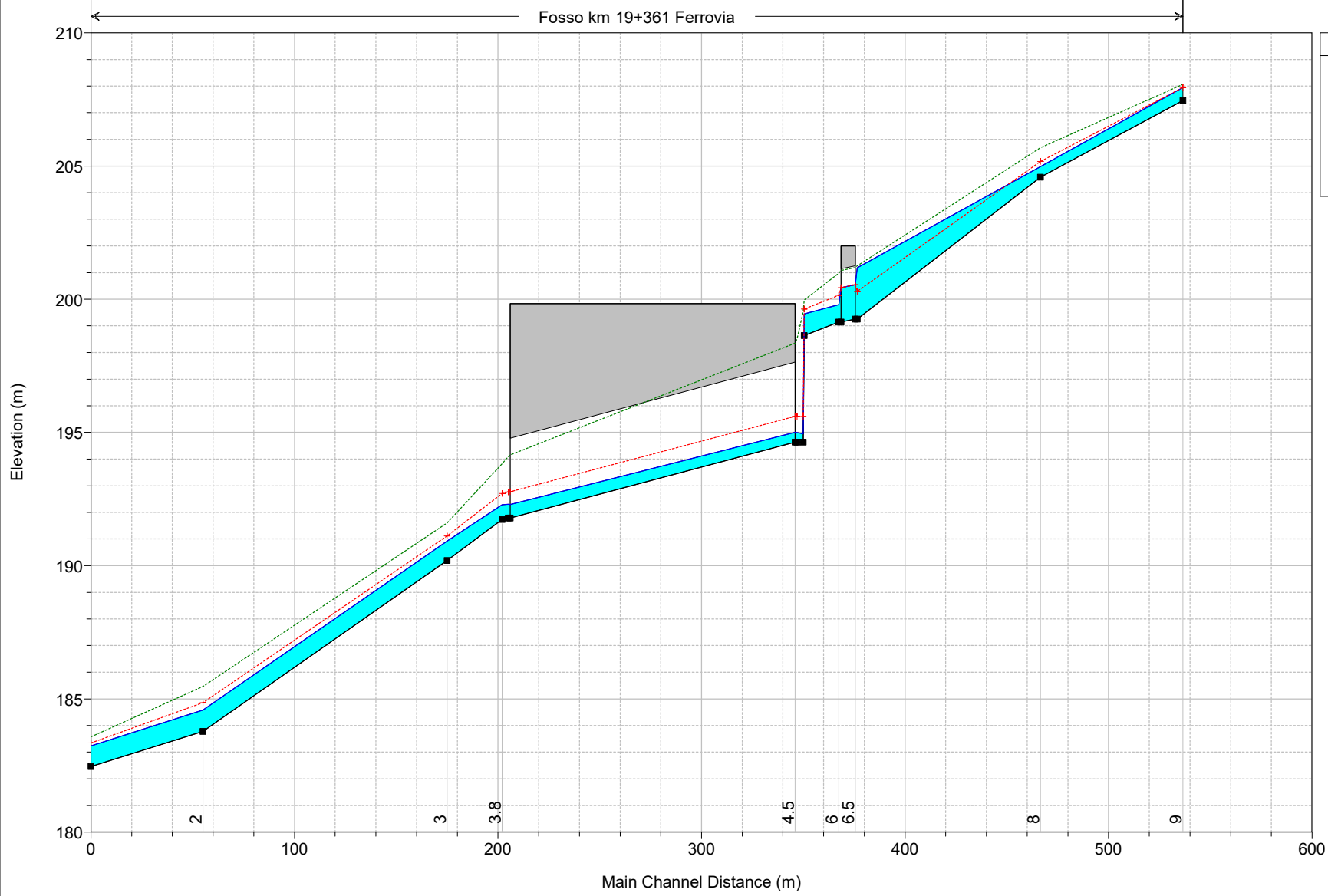
**Fosso al km 19+361 – Ramo A**

**Post Operam**

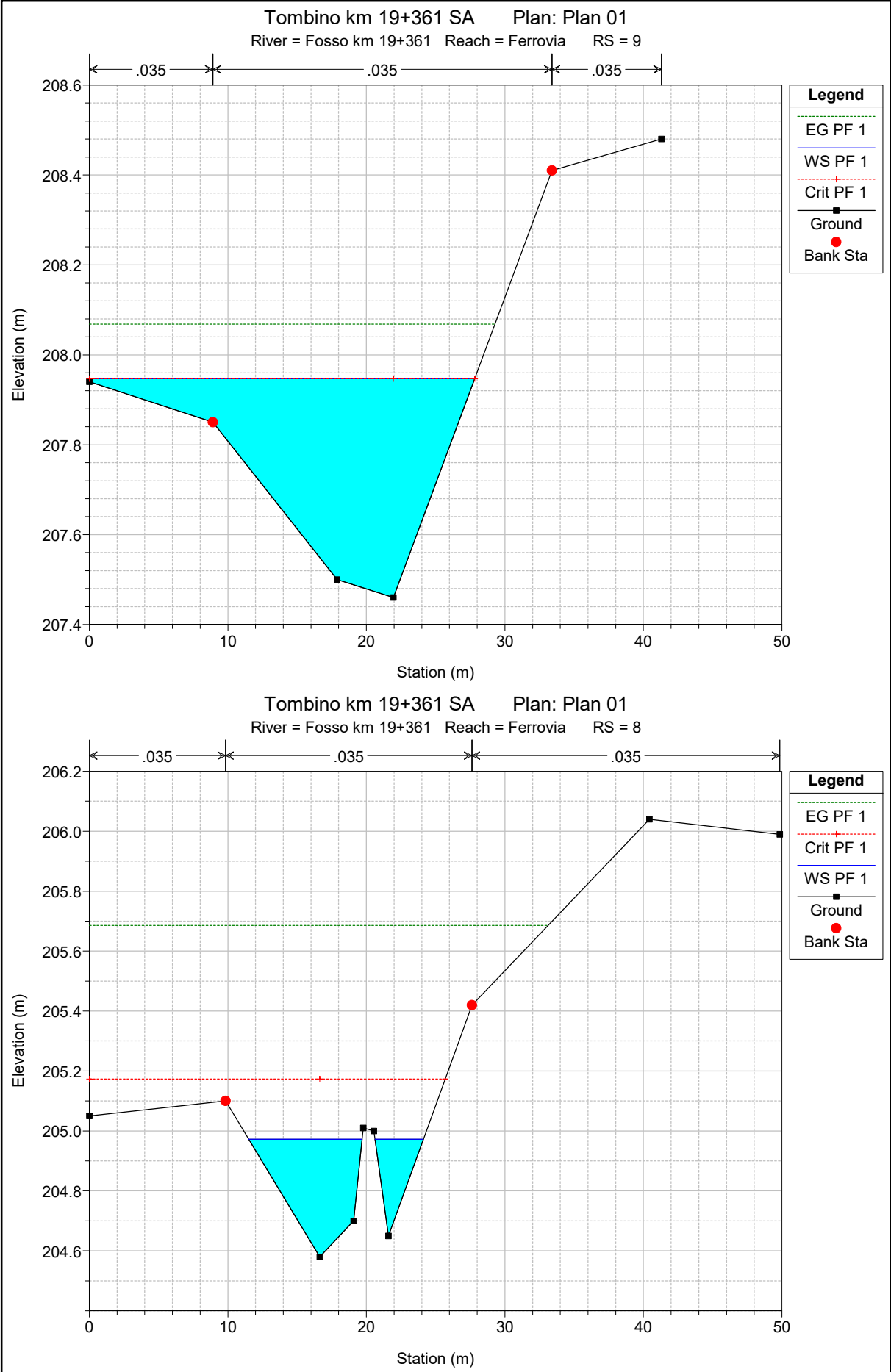
**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

Tombino km 19+361 SA Plan: Plan 01

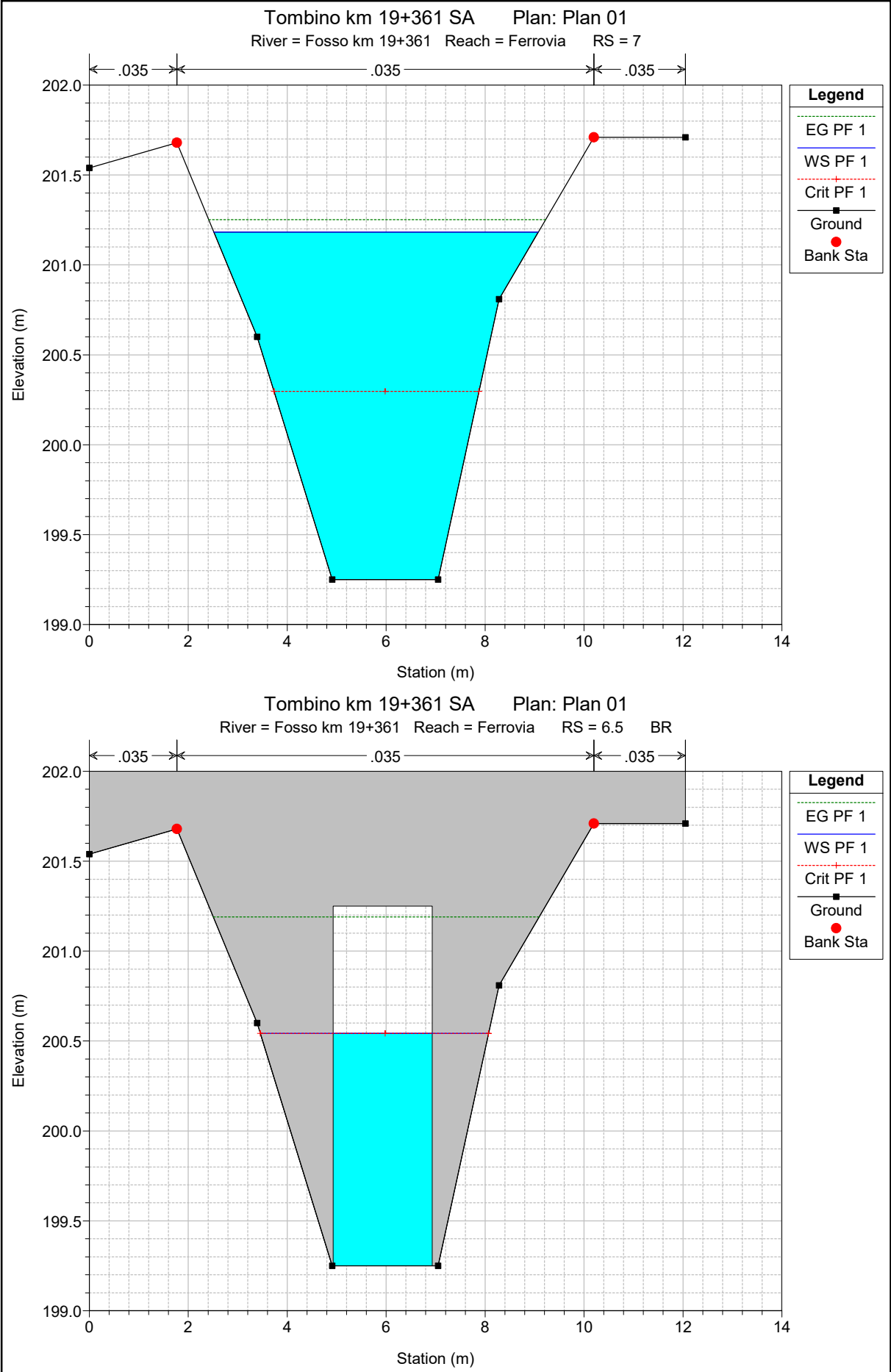
Fosso km 19+361 Ferrovia

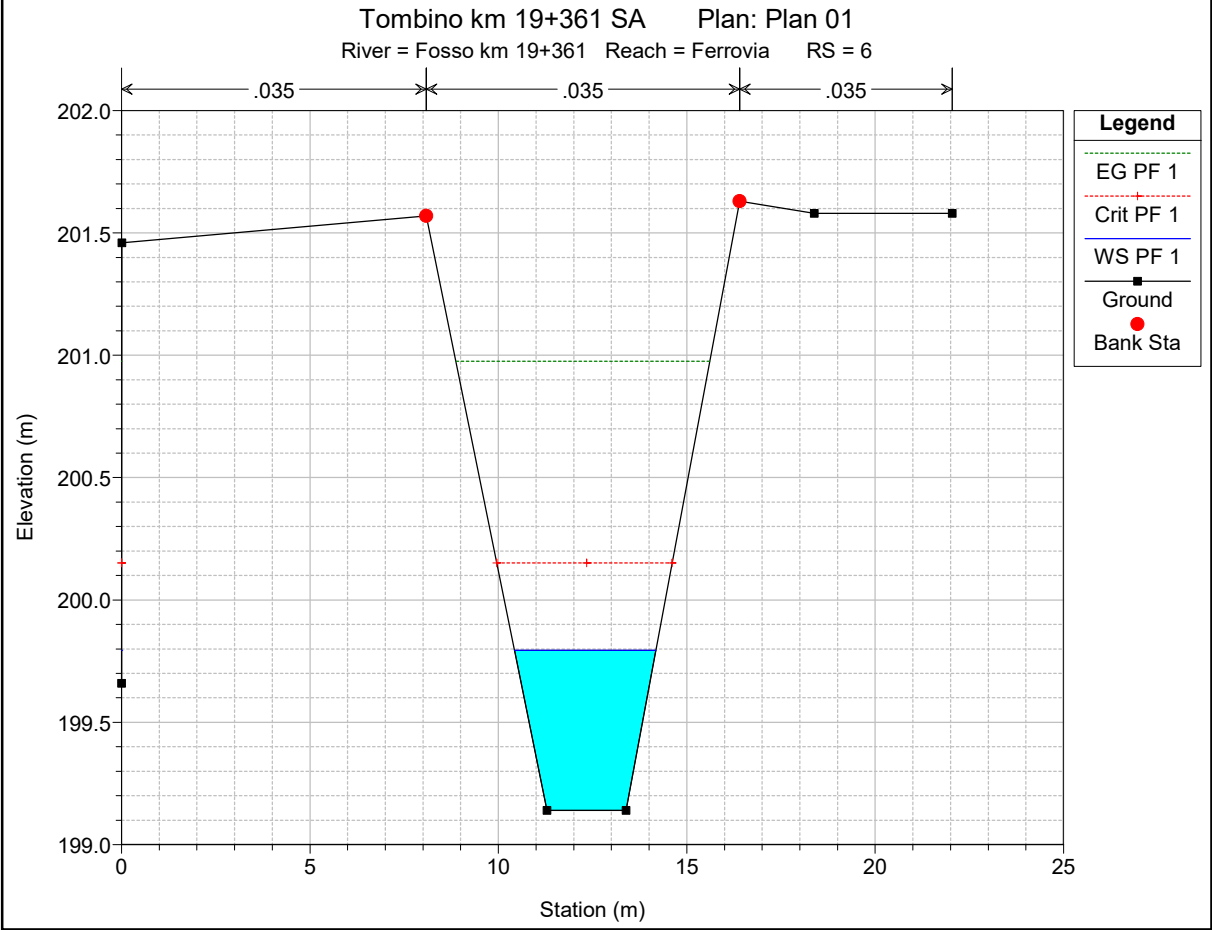
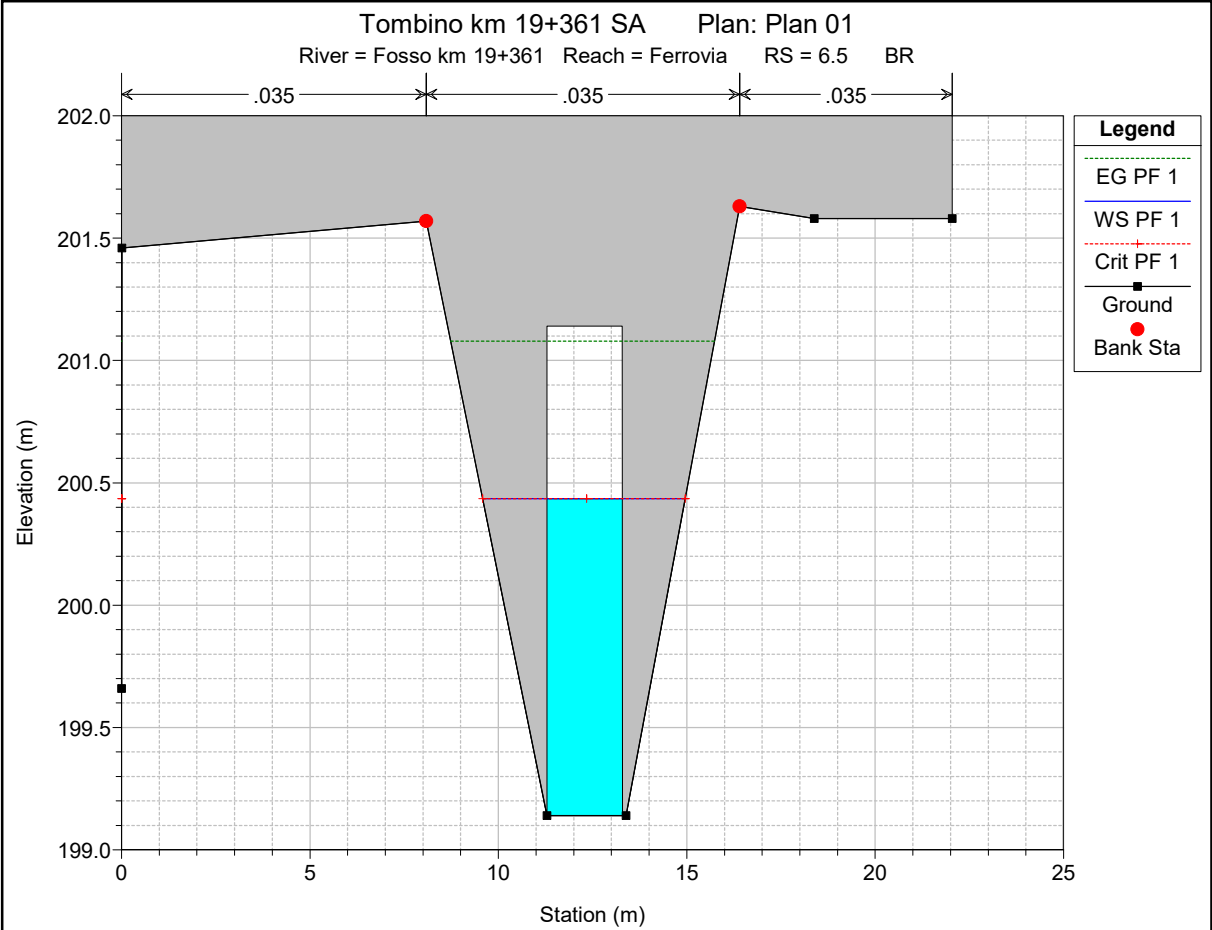


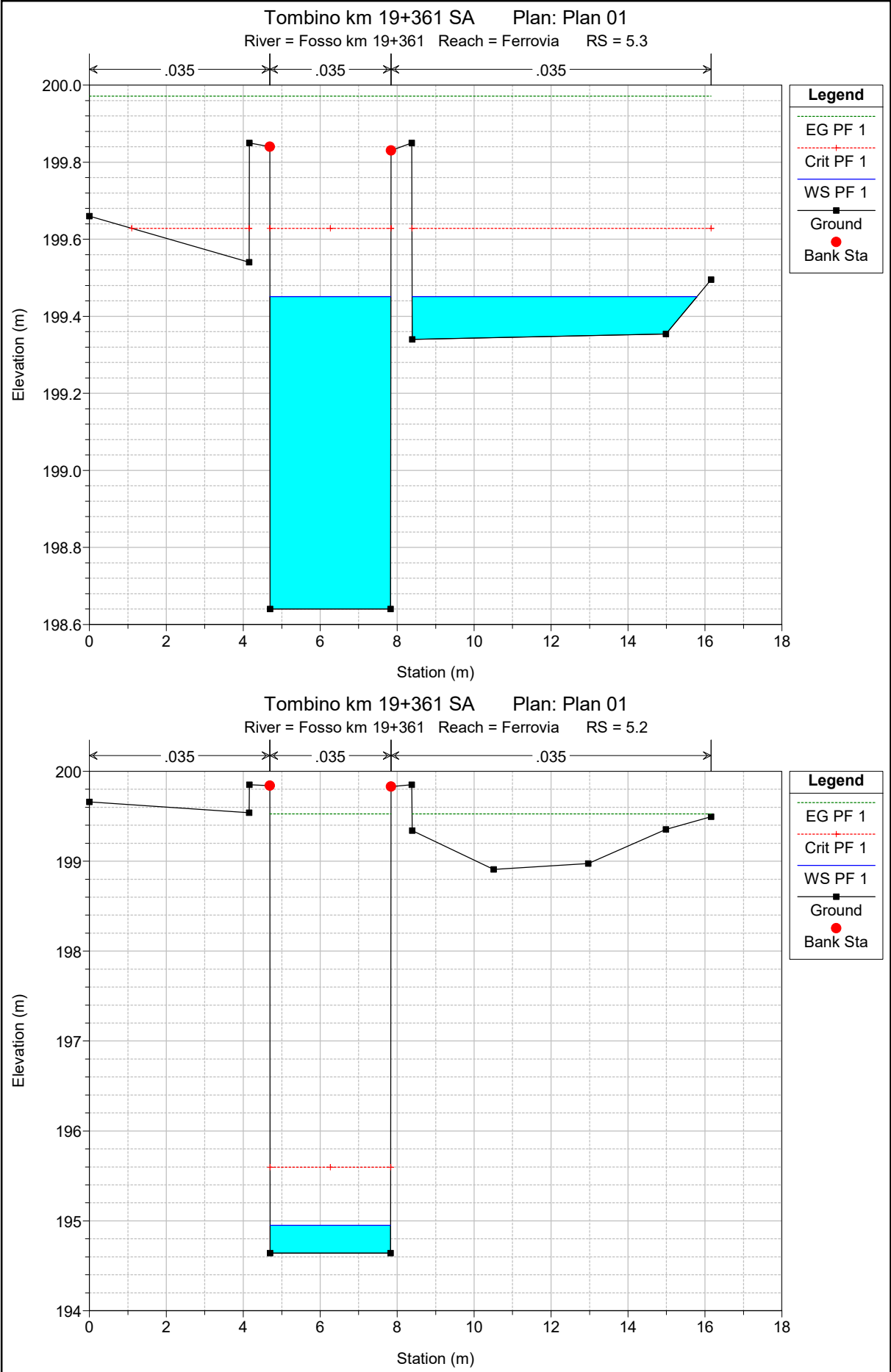
Legend	
EG PF 1	(Green dotted line)
Crit PF 1	(Red dashed line)
WS PF 1	(Blue solid line)
Ground	(Black square)

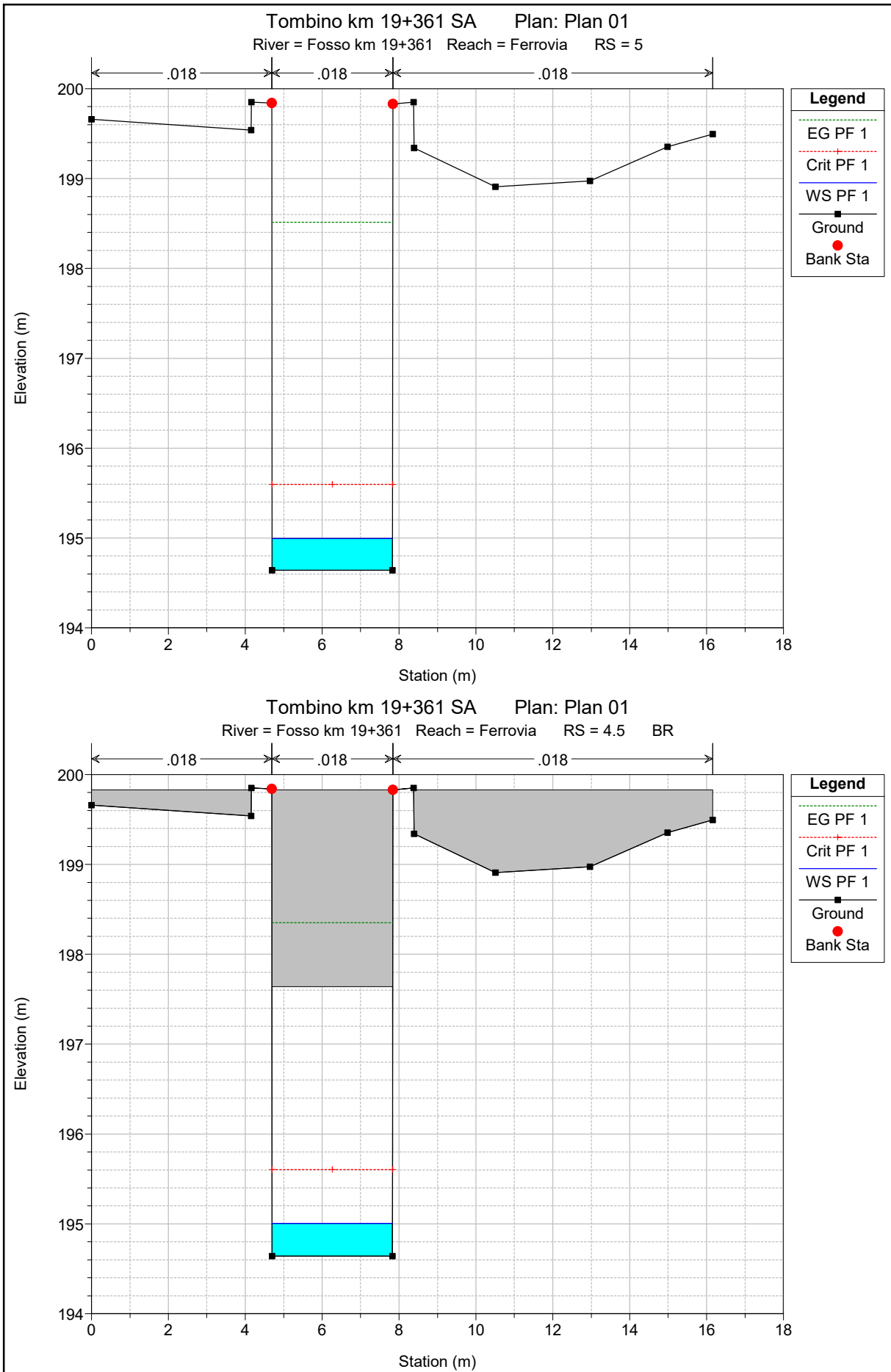


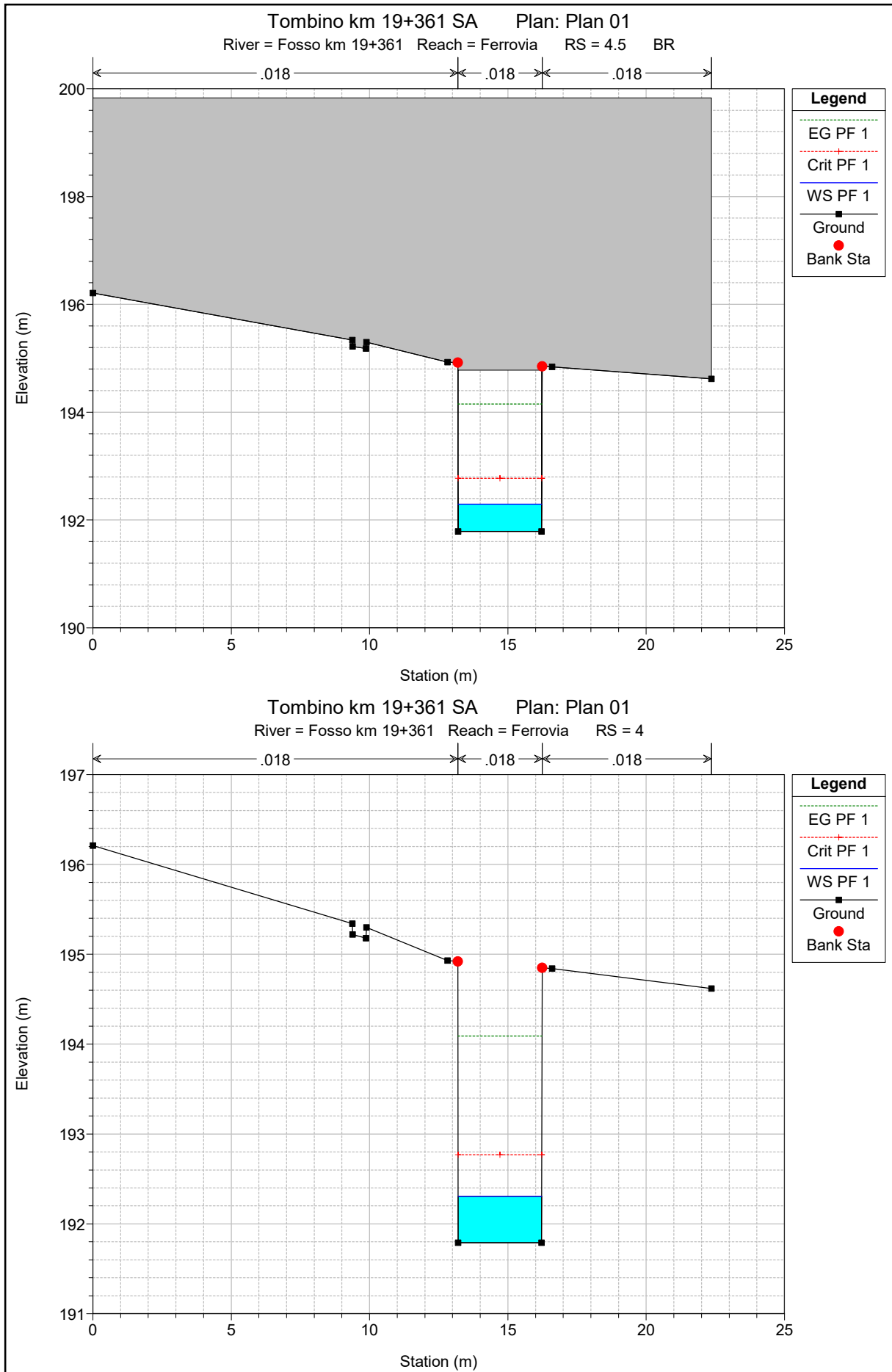


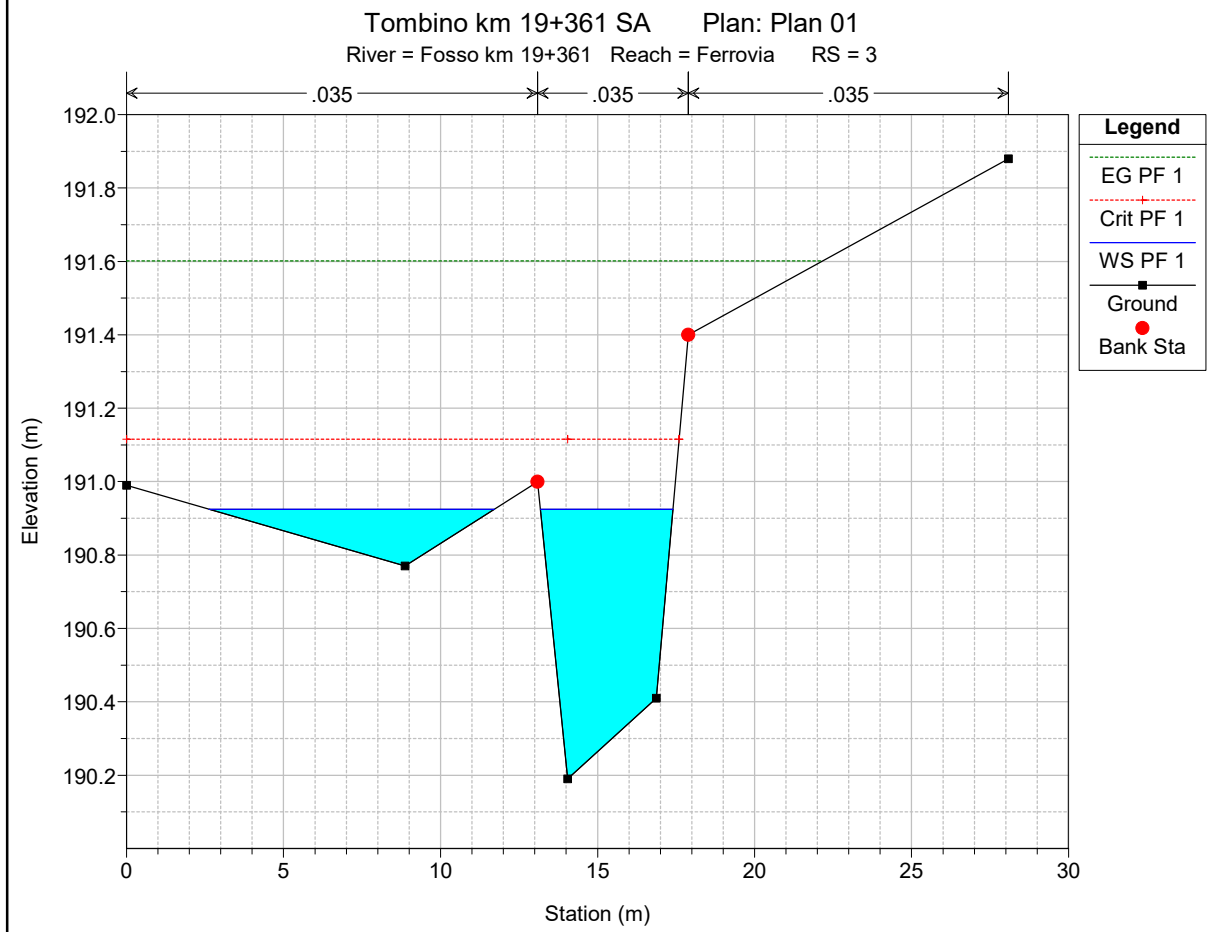
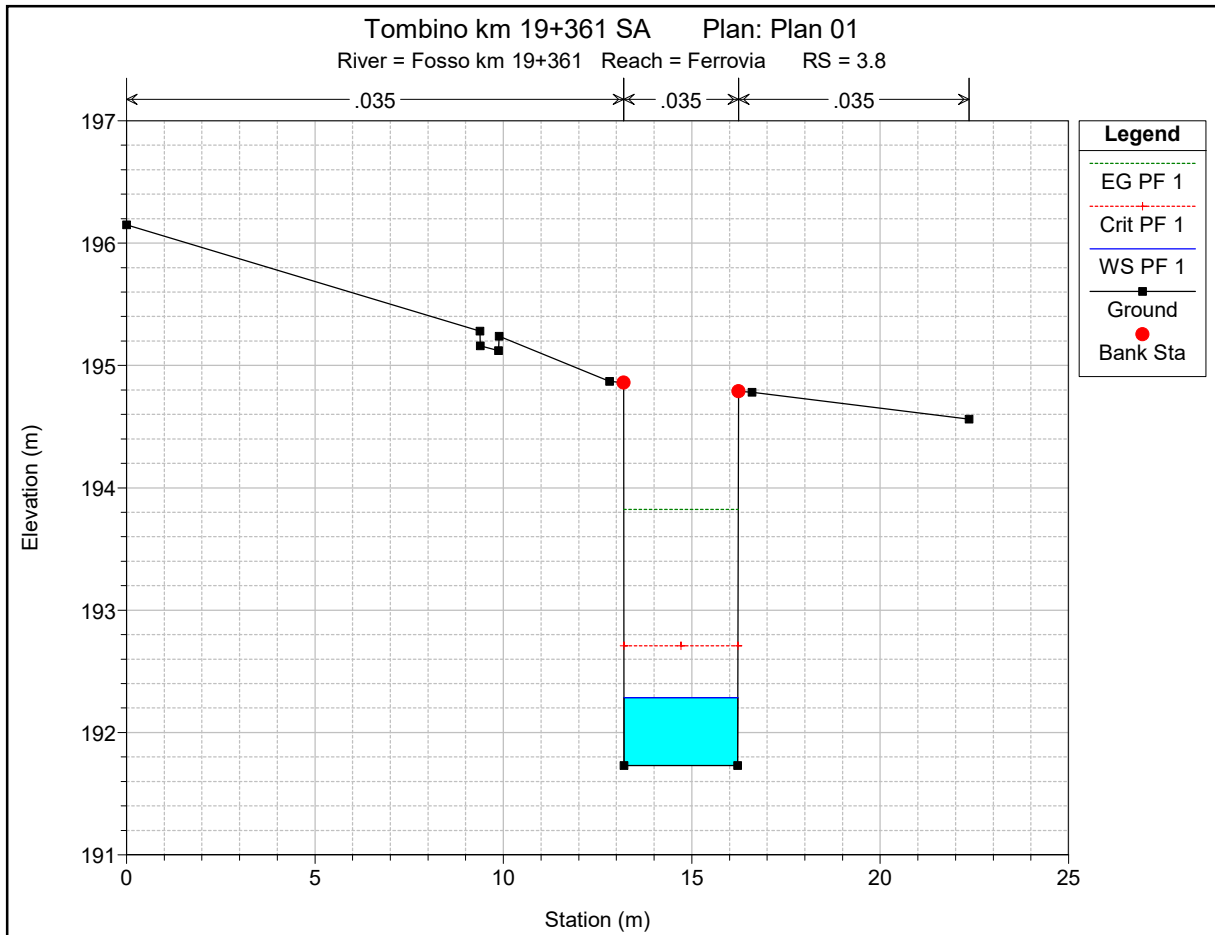


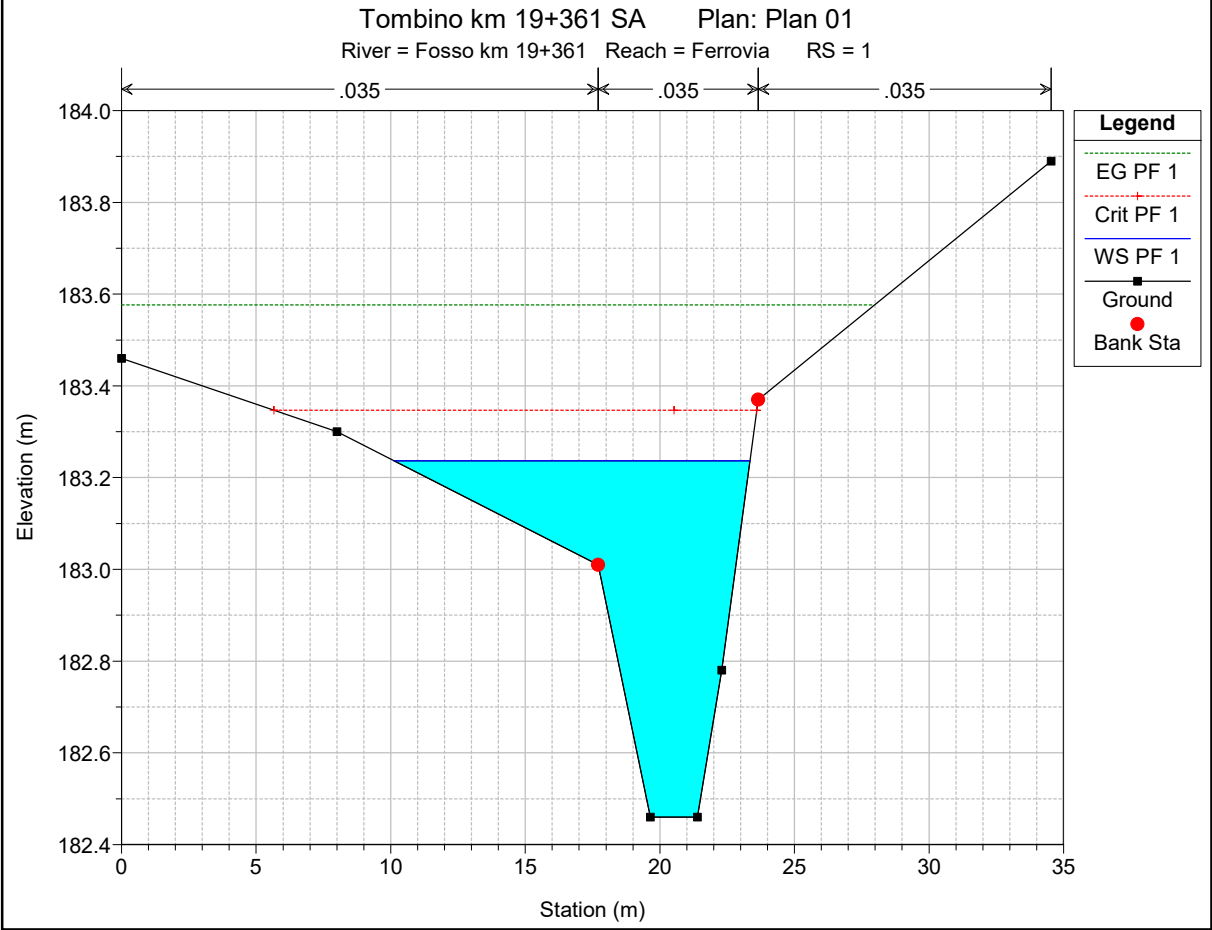
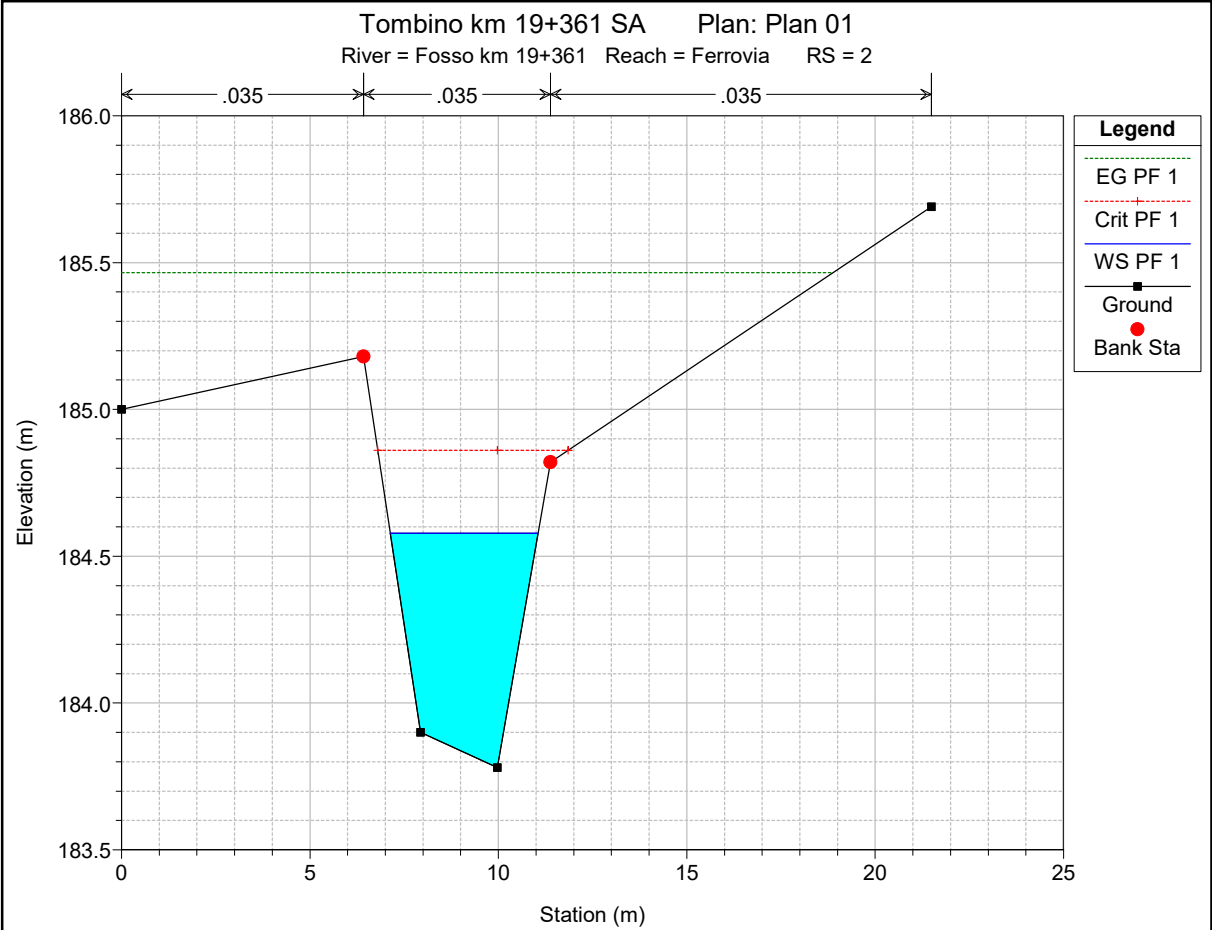












HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso km 19+361 Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	9	PF 1	9.22	207.46	207.95	207.95	208.07	0.014540	1.56	6.23	27.82	0.90
Ferrovia	8	PF 1	9.22	204.58	204.97	205.17	205.69	0.138653	3.74	2.46	11.67	2.60
Ferrovia	7	PF 1	9.22	199.25	201.18	200.30	201.25	0.001748	1.17	7.86	6.56	0.34
Ferrovia	6.5	Bridge										
Ferrovia	6	PF 1	9.22	199.14	199.79	200.15	200.98	0.081044	4.81	1.92	3.75	2.15
Ferrovia	5.3	PF 1	9.22	198.64	199.45	199.63	199.97	0.031071	3.32	3.27	10.55	1.18
Ferrovia	5.2	PF 1	9.22	194.64	194.95	195.60	199.53	0.664344	9.47	0.97	3.13	5.43
Ferrovia	5	PF 1	9.22	194.64	194.99	195.60	198.51	0.117013	8.31	1.11	3.13	4.46
Ferrovia	4.5	Bridge										
Ferrovia	4	PF 1	9.22	191.79	192.31	192.77	194.09	0.040511	5.92	1.56	3.03	2.63
Ferrovia	3.8	PF 1	9.22	191.73	192.29	192.71	193.82	0.122636	5.49	1.68	3.03	2.35
Ferrovia	3	PF 1	9.22	190.19	190.92	191.12	191.60	0.048122	3.80	2.92	13.30	1.67
Ferrovia	2	PF 1	9.22	183.78	184.58	184.86	185.47	0.054067	4.17	2.21	3.92	1.78
Ferrovia	1	PF 1	9.22	182.46	183.24	183.35	183.58	0.020456	2.69	3.98	13.22	1.15



**ALLEGATO L**

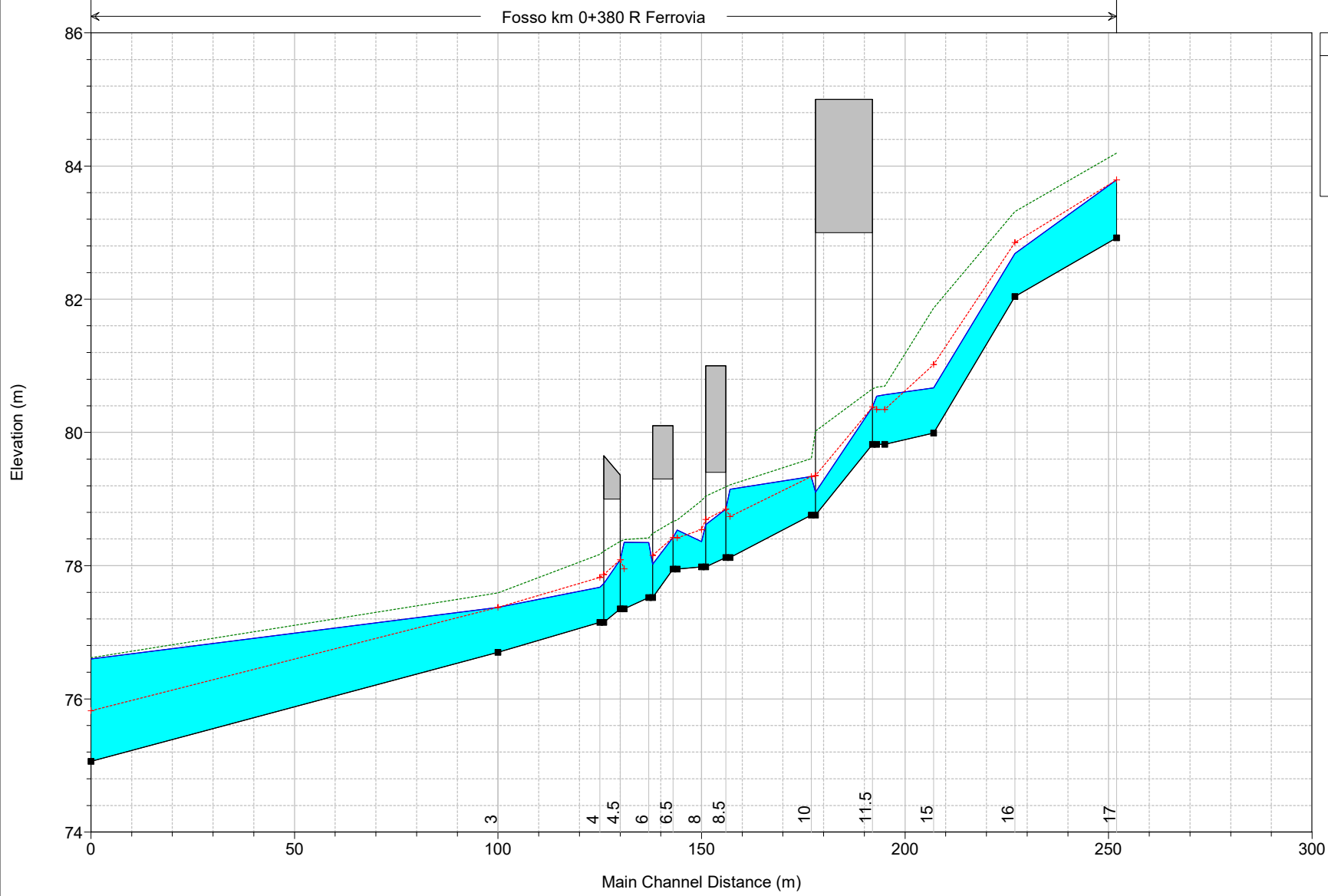
**Fosso al km 0+380 - Ramo B**

**Post Operam**

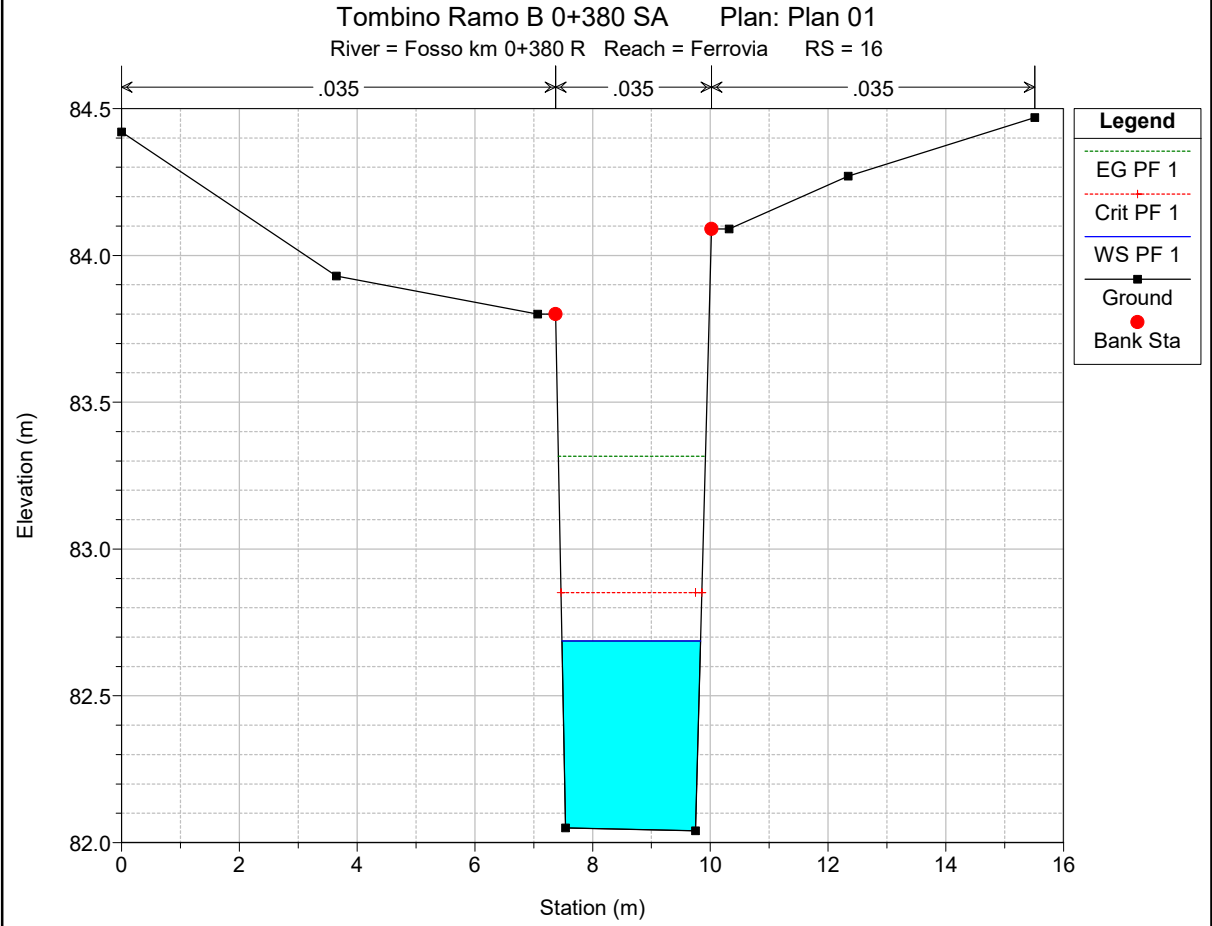
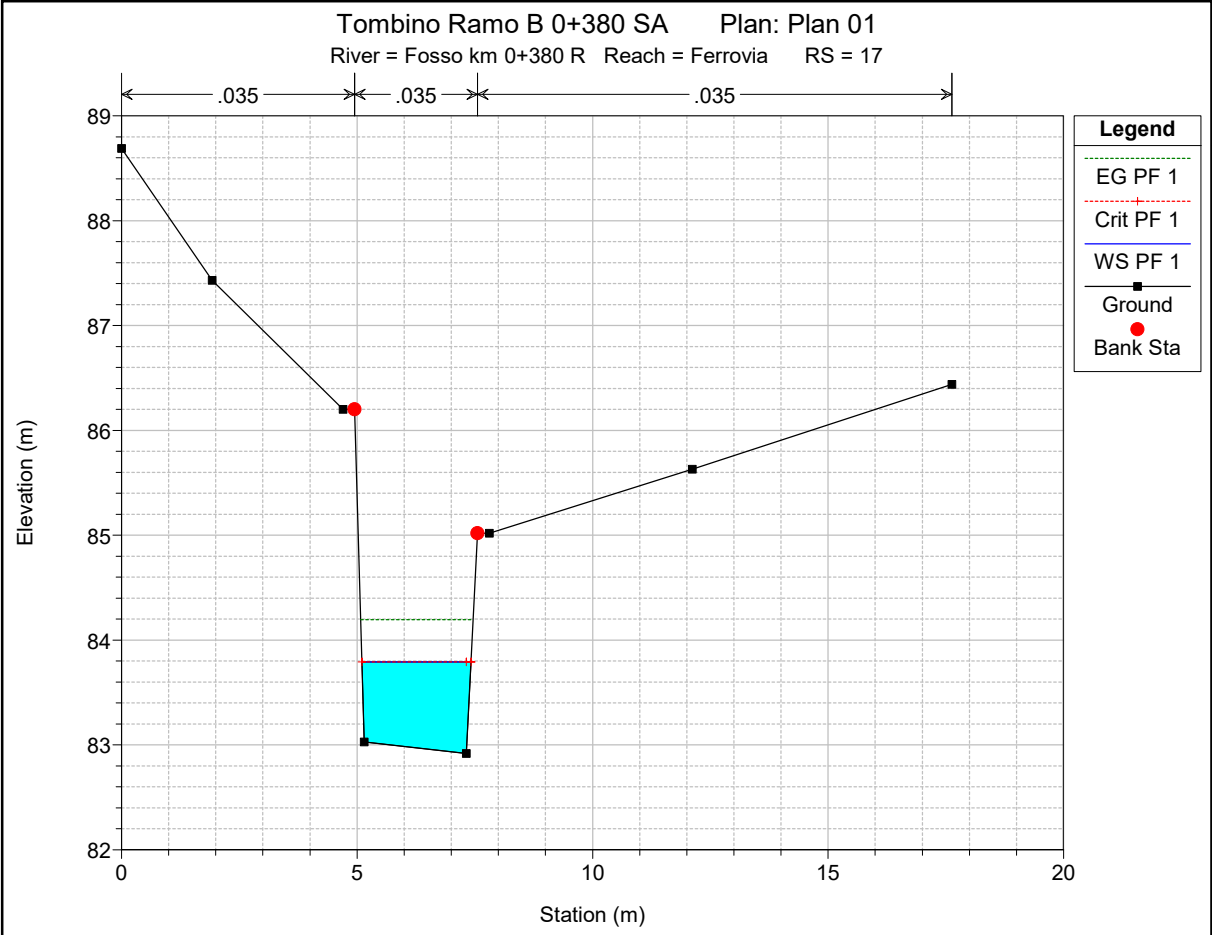
**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

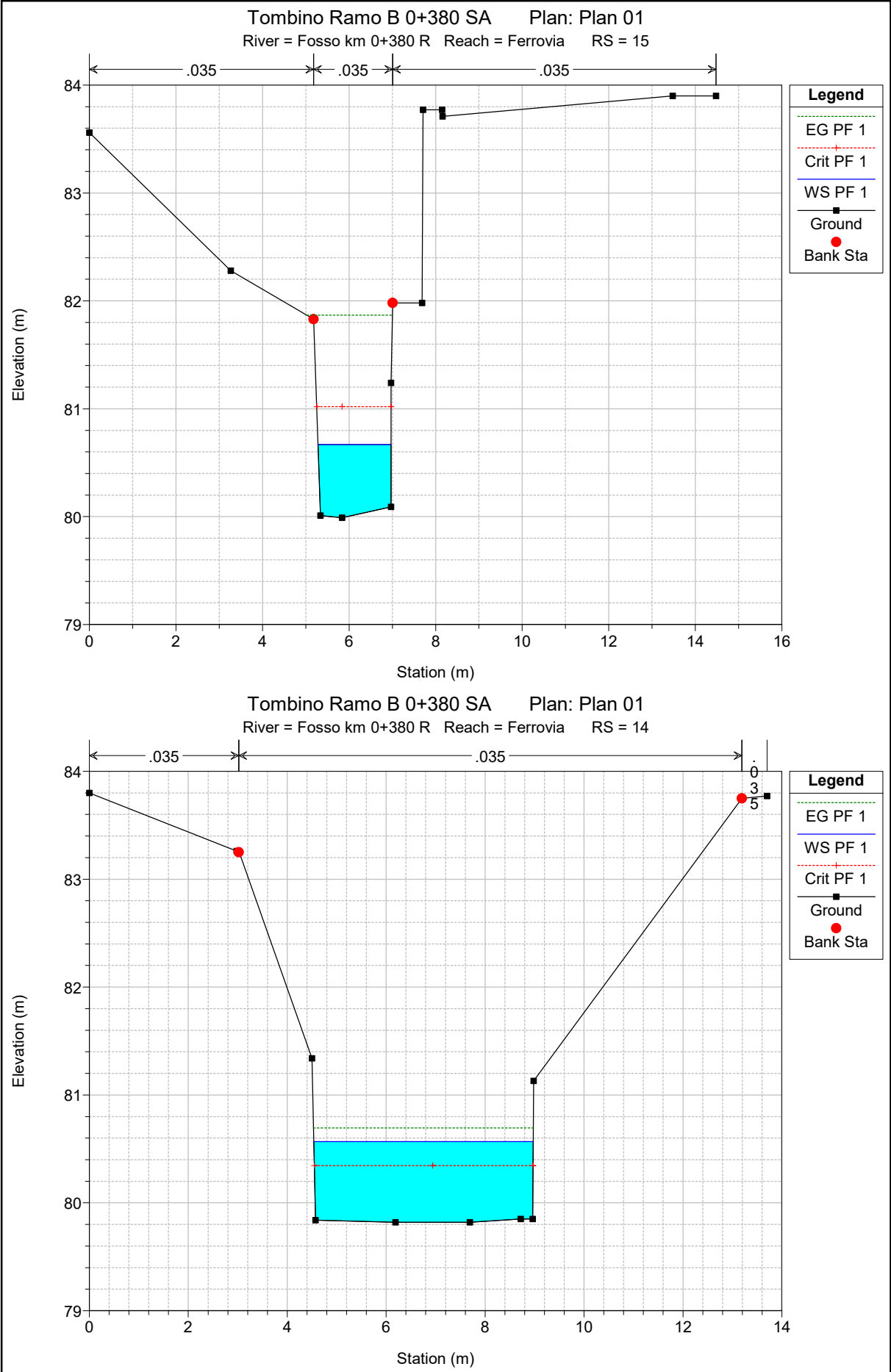
Tombino Ramo B 0+380 SA Plan: Plan 01

Fosso km 0+380 R Ferrovia

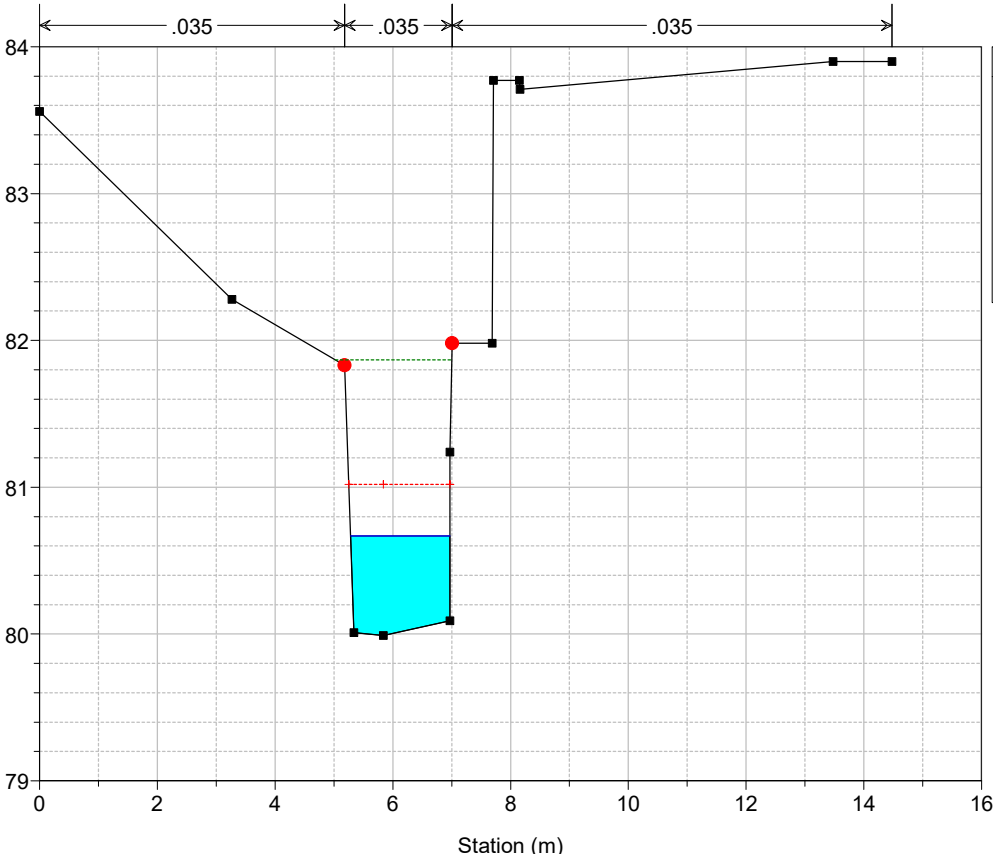


Legend	
EG PF 1	
WS PF 1	
Crit PF 1	
Ground	

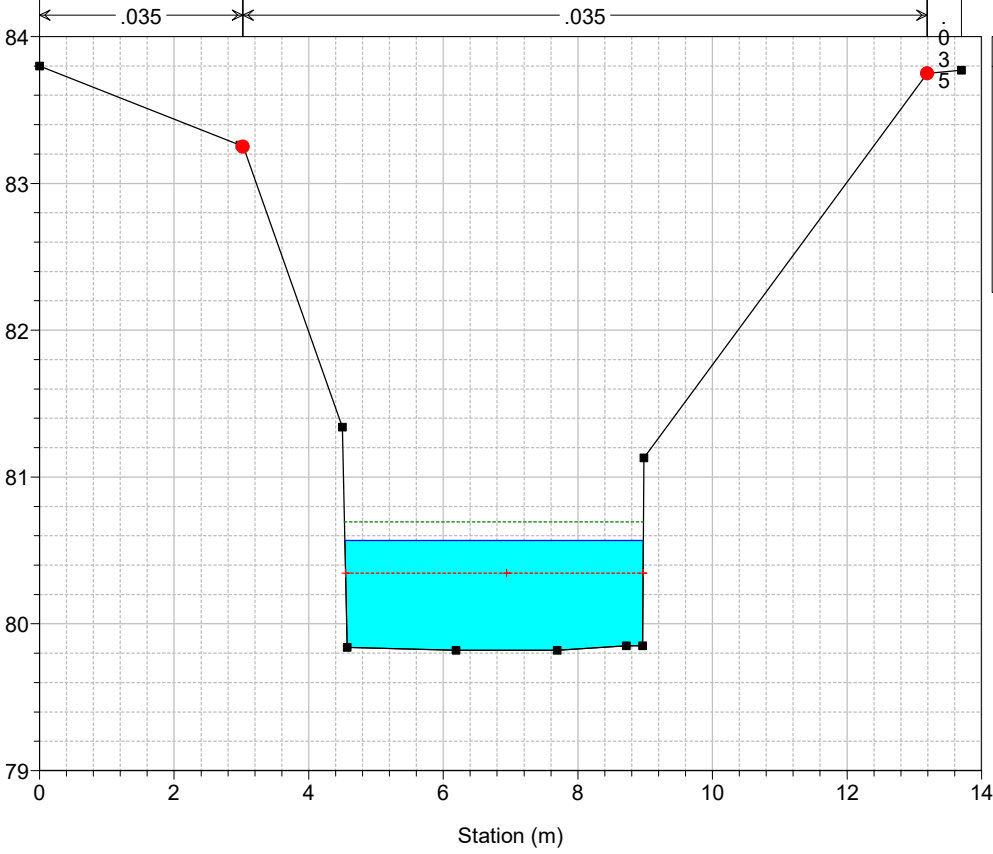


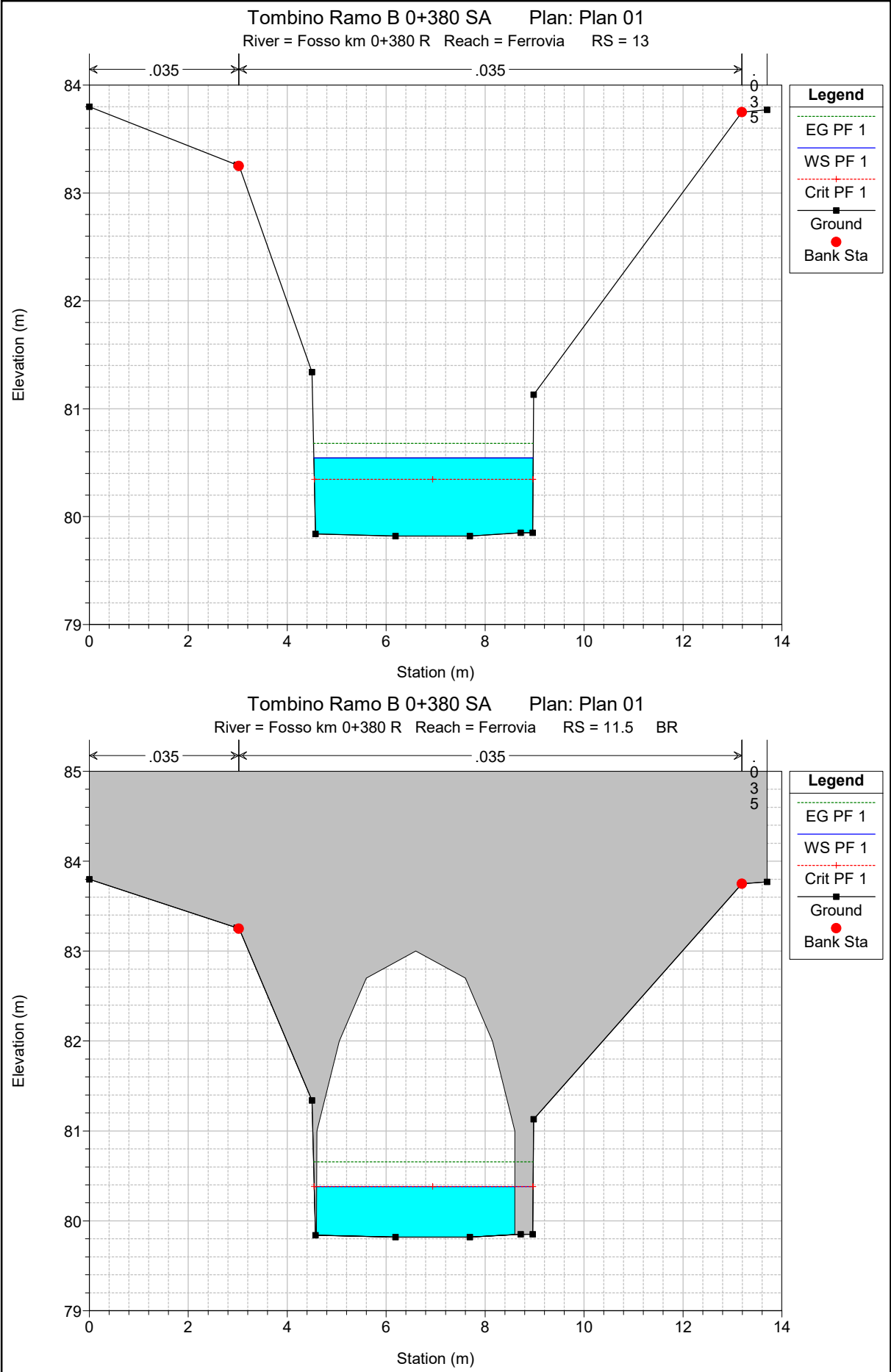


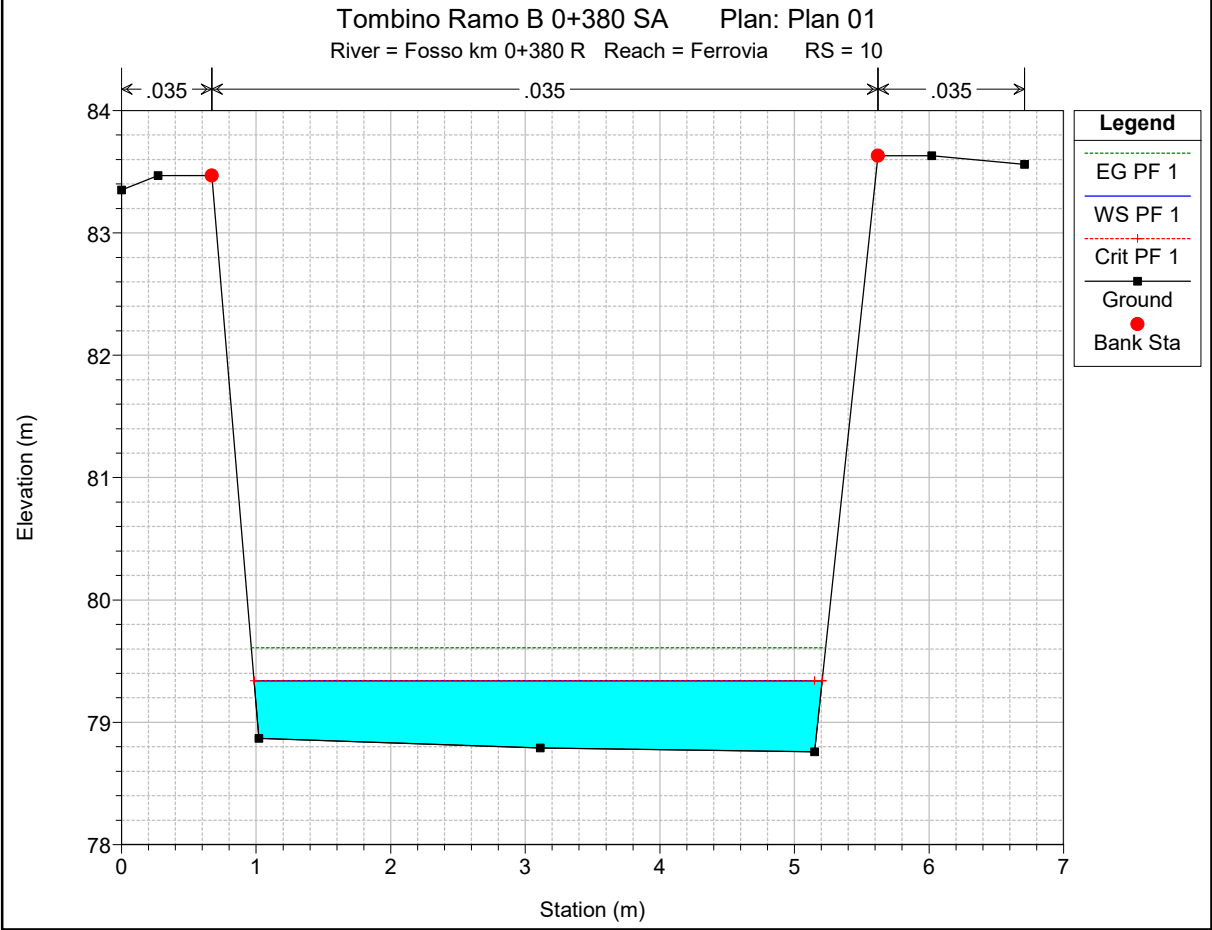
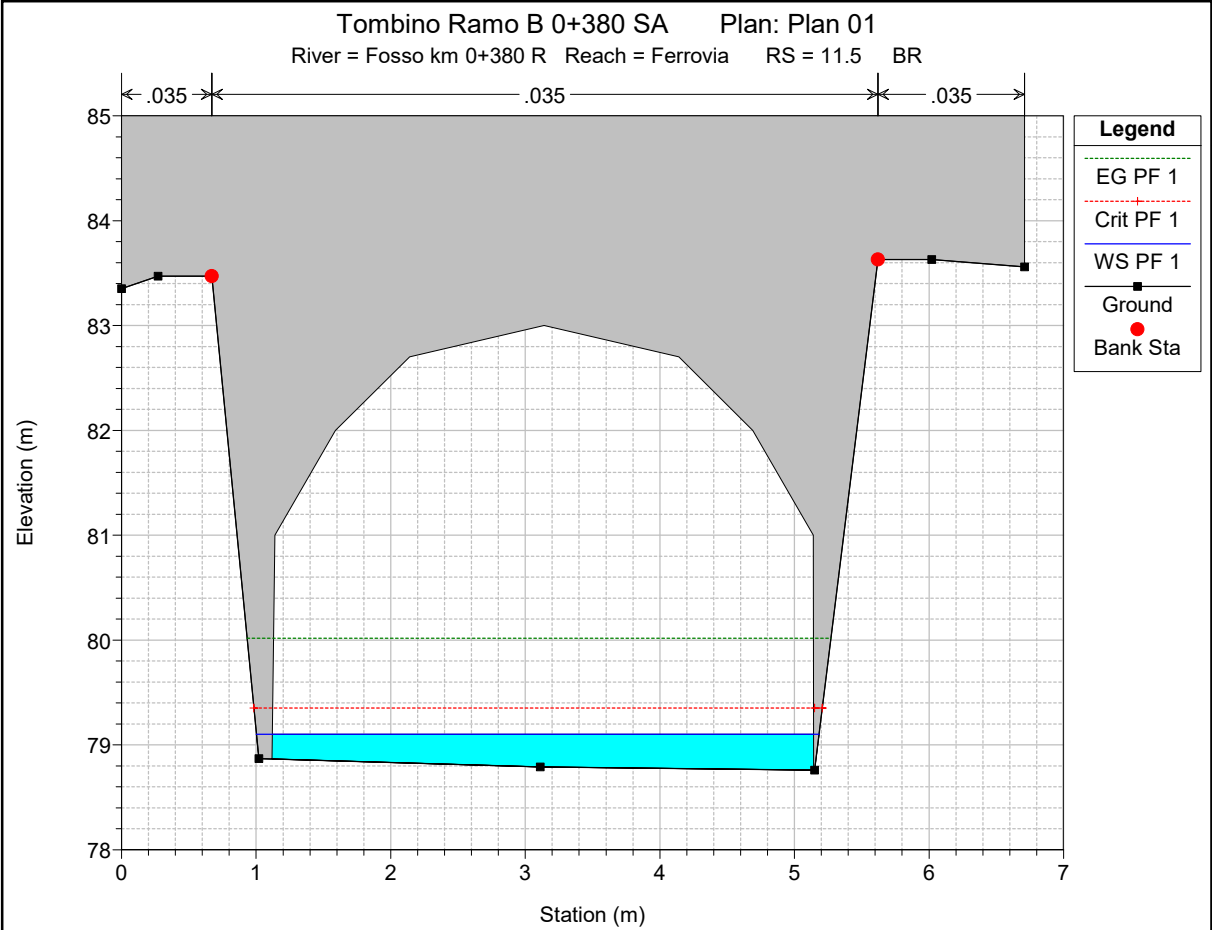
Elevation (m)

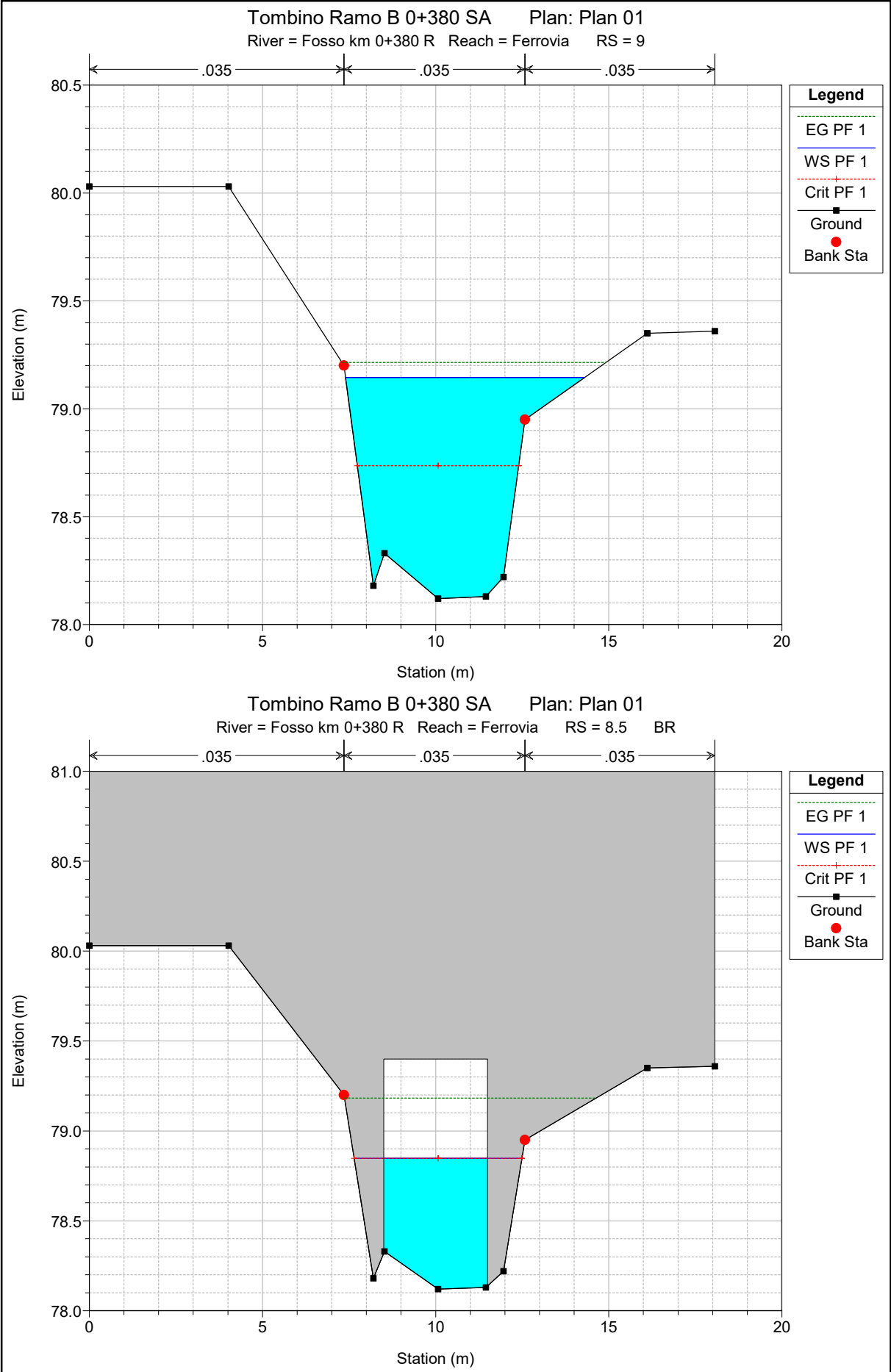


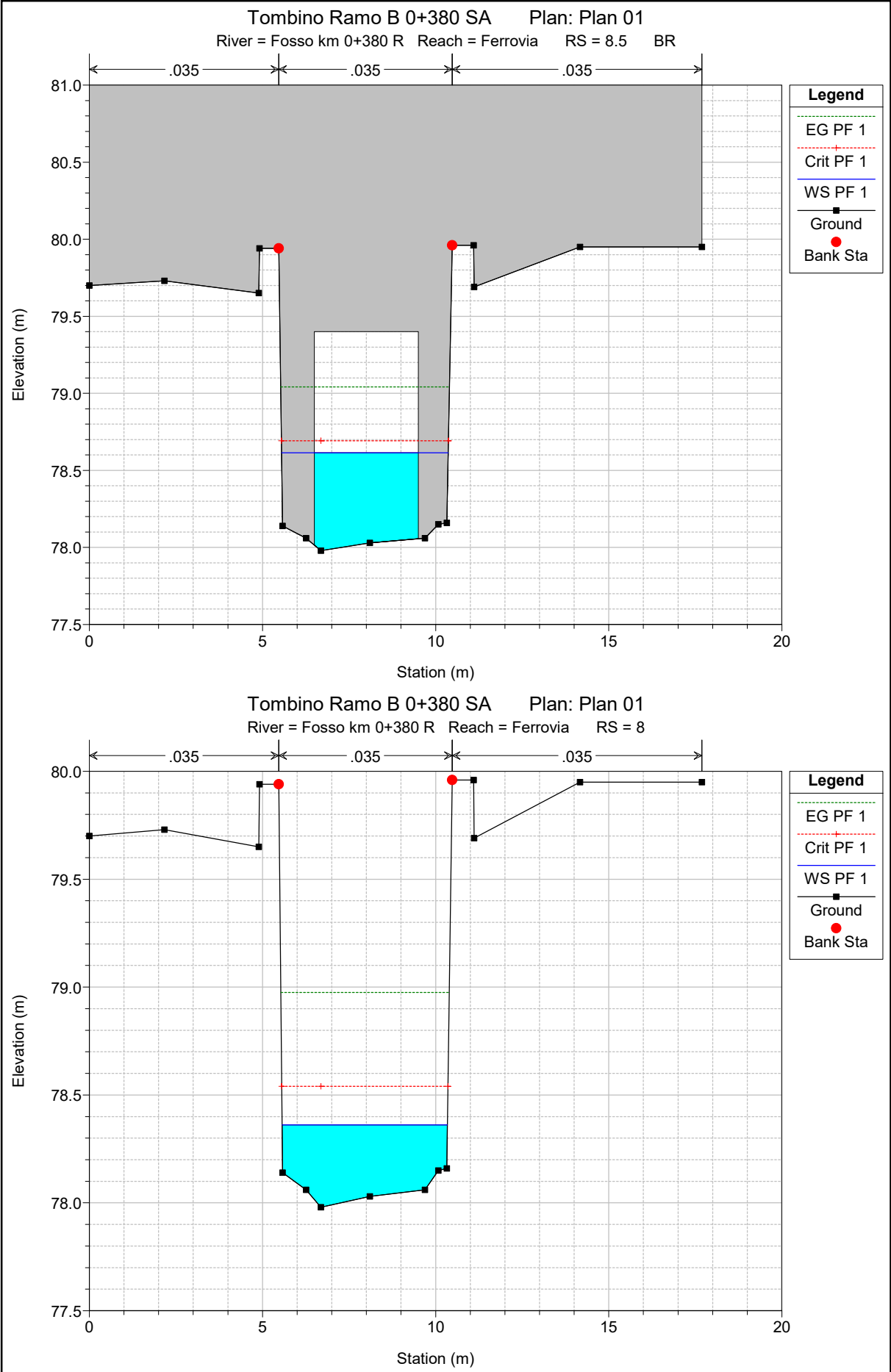
Elevation (m)



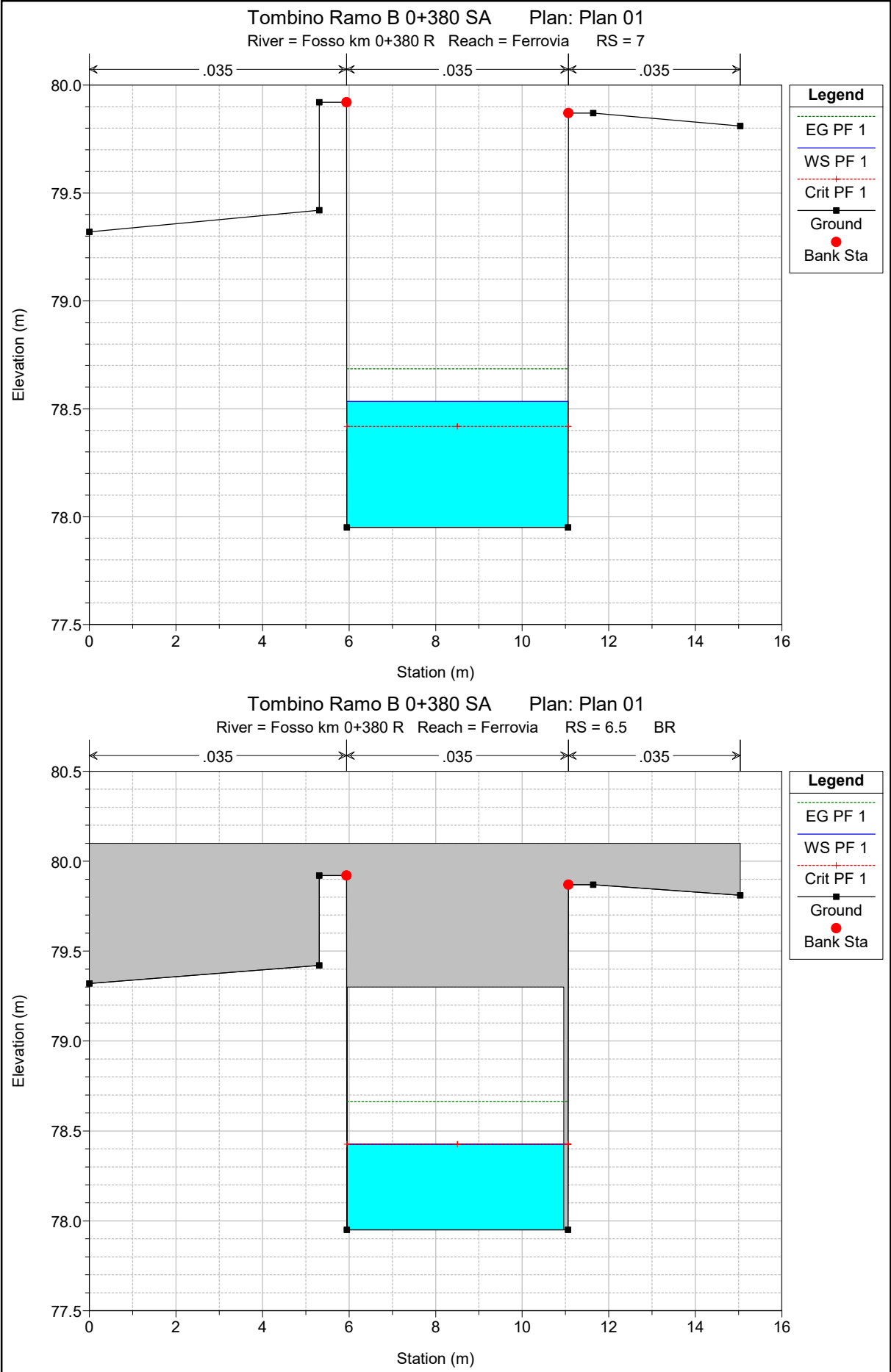


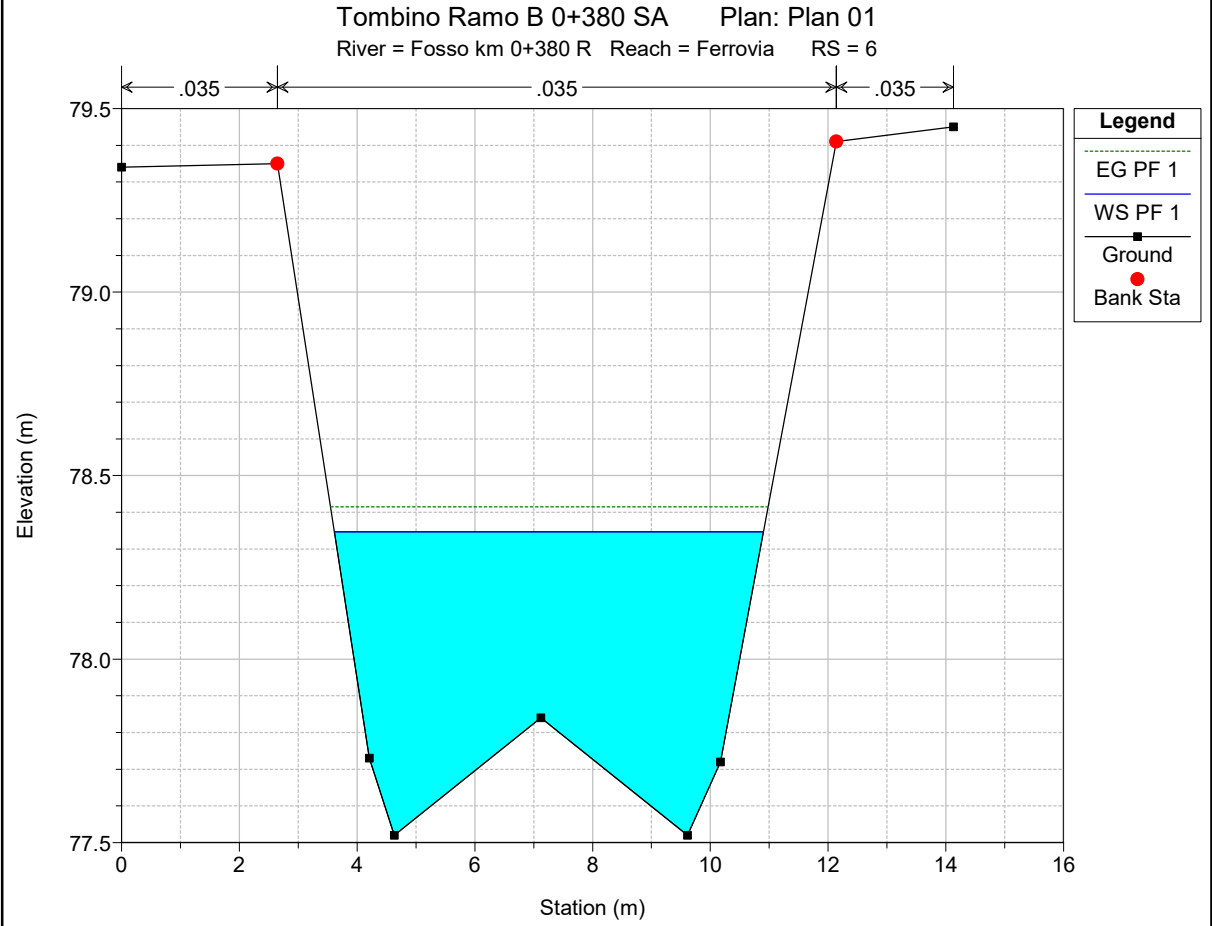
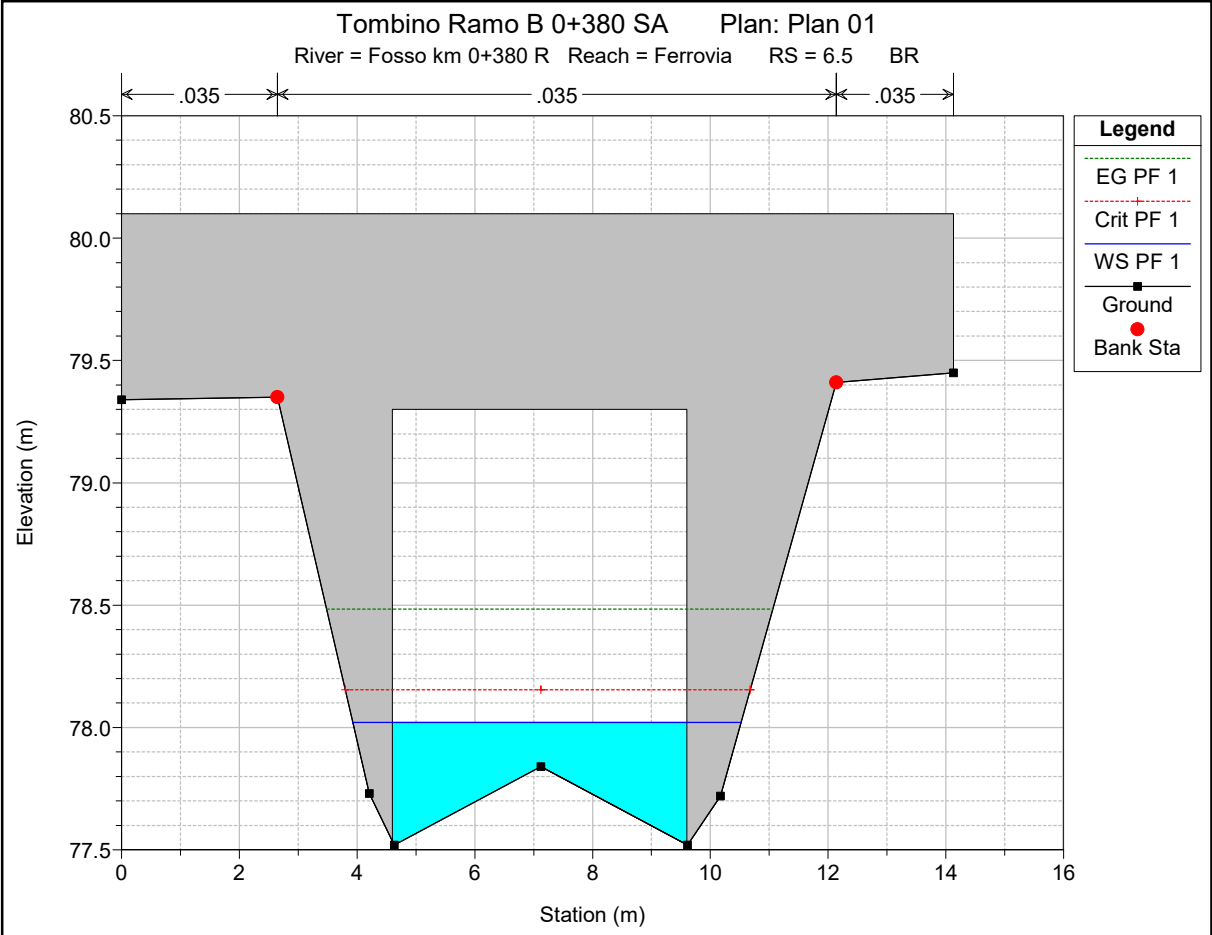


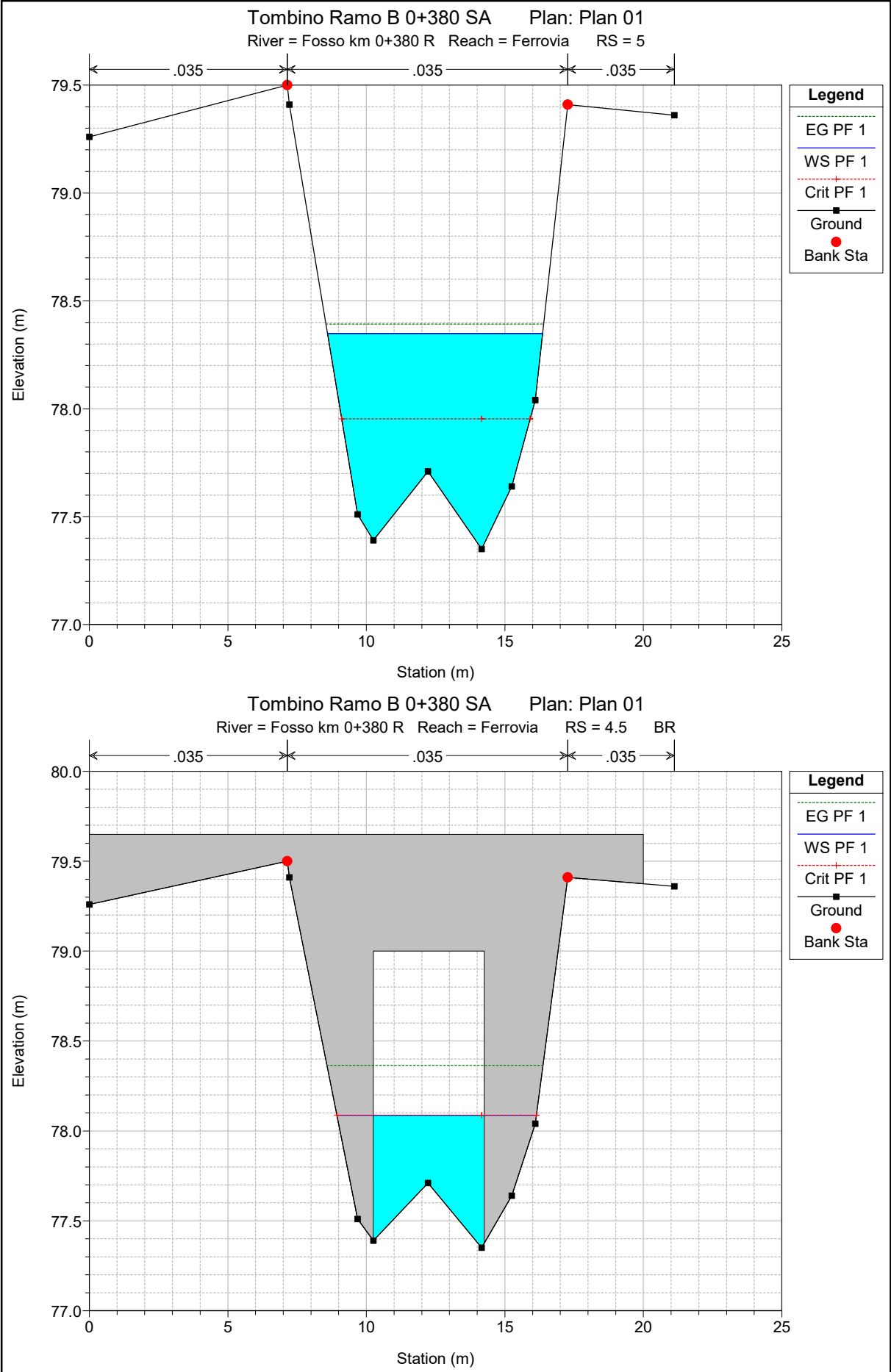


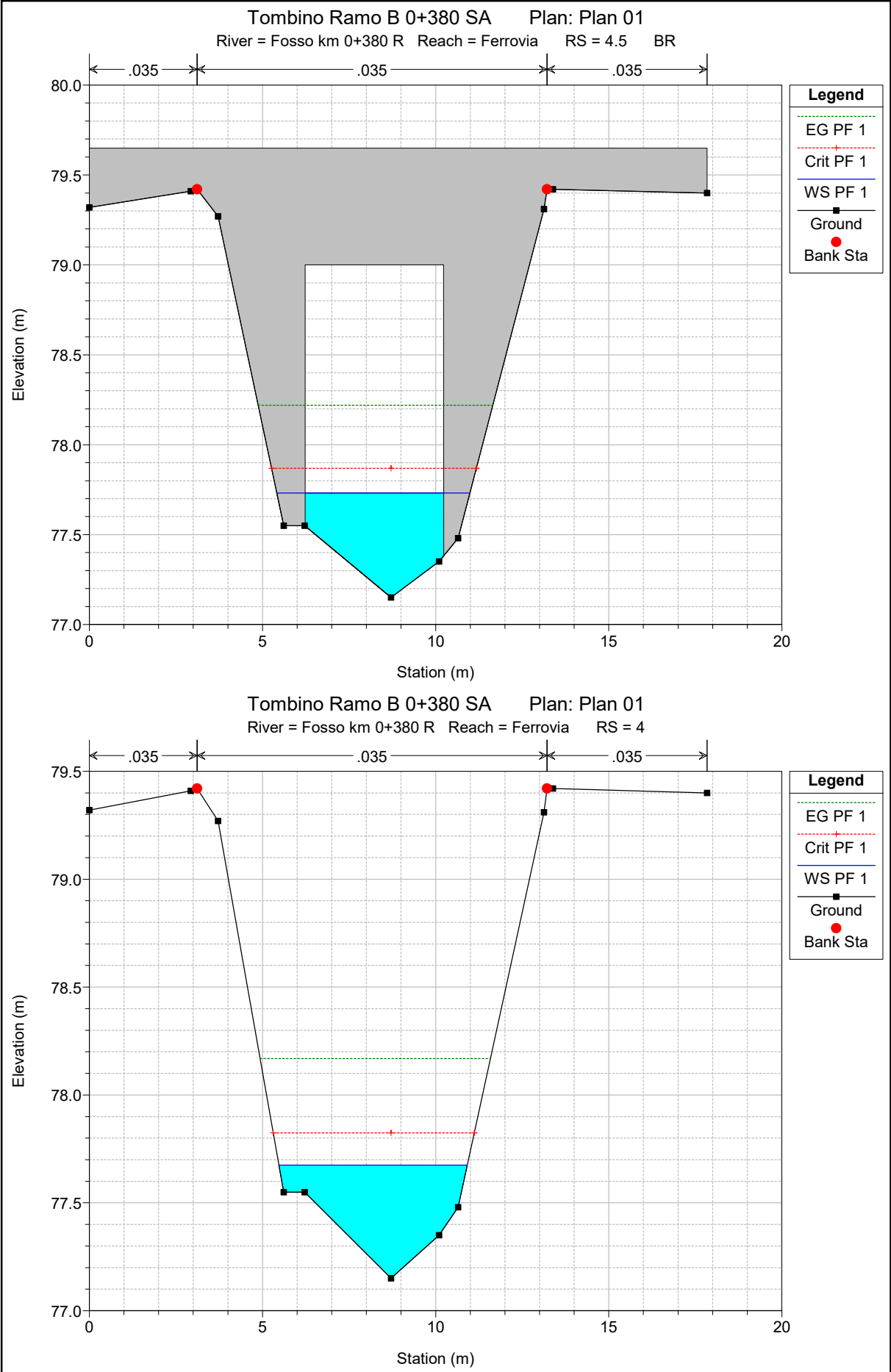


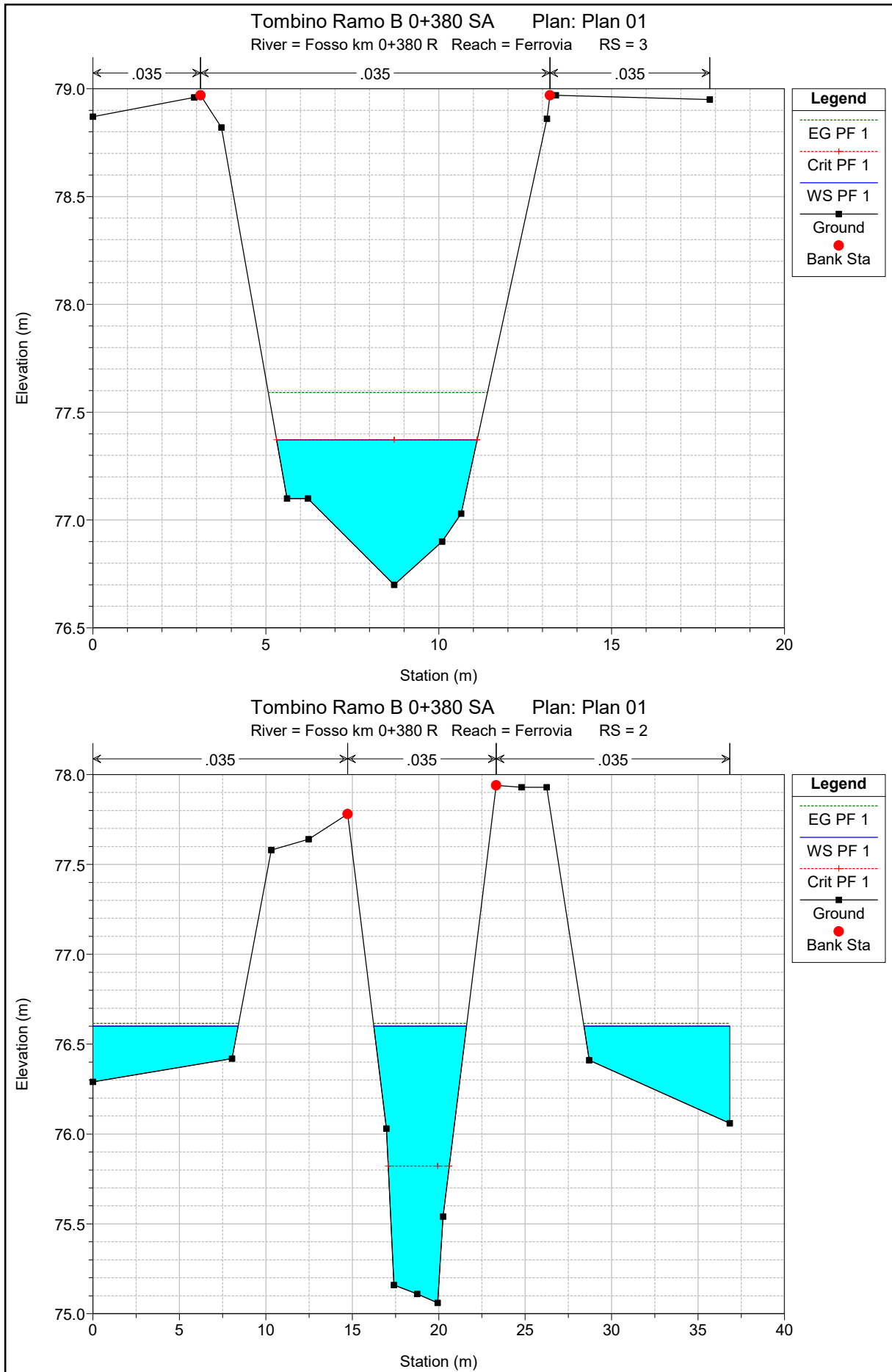












HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso km 0+380 R Reach: Ferrovia Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ferrovia	17	PF 1	5.15	82.92	83.79	83.79	84.19	0.025537	2.80	1.84	2.32	1.01
Ferrovia	16	PF 1	5.15	82.04	82.69	82.85	83.32	0.048210	3.51	1.47	2.36	1.42
Ferrovia	15	PF 1	5.15	79.99	80.67	81.02	81.87	0.108682	4.85	1.06	1.69	1.95
Ferrovia	14	PF 1	5.15	79.82	80.57	80.35	80.69	0.006648	1.58	3.26	4.44	0.59
Ferrovia	13	PF 1	5.15	79.82	80.54	80.35	80.68	0.007331	1.63	3.16	4.43	0.62
Ferrovia	11.5	Bridge										
Ferrovia	10	PF 1	5.15	78.76	79.34	79.34	79.61	0.019760	2.30	2.24	4.22	1.01
Ferrovia	9	PF 1	5.15	78.12	79.15	78.74	79.21	0.002600	1.17	4.52	6.91	0.41
Ferrovia	8.5	Bridge										
Ferrovia	8	PF 1	5.15	77.98	78.36	78.54	78.98	0.078235	3.47	1.48	4.77	1.99
Ferrovia	7	PF 1	5.15	77.95	78.53	78.42	78.69	0.009815	1.72	2.99	5.12	0.72
Ferrovia	6.5	Bridge										
Ferrovia	6	PF 1	5.15	77.52	78.35		78.42	0.003552	1.16	4.44	7.28	0.47
Ferrovia	5	PF 1	5.15	77.35	78.35	77.95	78.39	0.001853	0.93	5.53	7.77	0.35
Ferrovia	4.5	Bridge										
Ferrovia	4	PF 1	5.15	77.15	77.68	77.82	78.17	0.060561	3.11	1.65	5.44	1.80
Ferrovia	3	PF 1	5.15	76.70	77.37	77.37	77.59	0.017393	2.07	2.48	5.80	1.01
Ferrovia	2	PF 1	5.15	75.06	76.60	75.82	76.62	0.000655	0.64	10.53	22.19	0.20

**ALLEGATO M1**

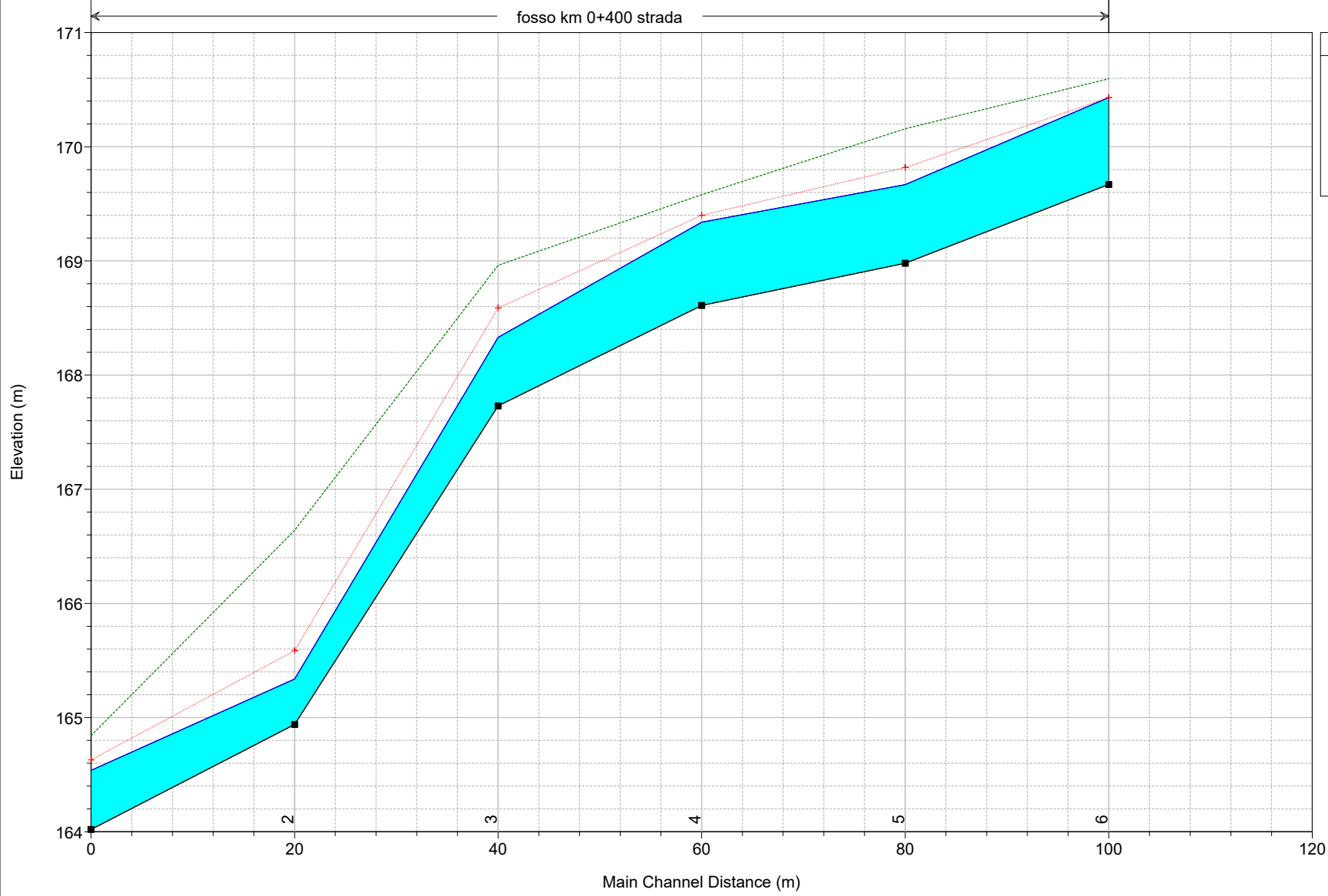
**Fosso al km 0+420.66 – NV02**

**Ante Operam**

**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

Fosso km 0+400 SA Plan: Plan 01

fosso km 0+400 strada



Legend	
EG PF 1	
Crit PF 1	
WS PF 1	
Ground	

Elevation (m)

171

170

169

168

167

166

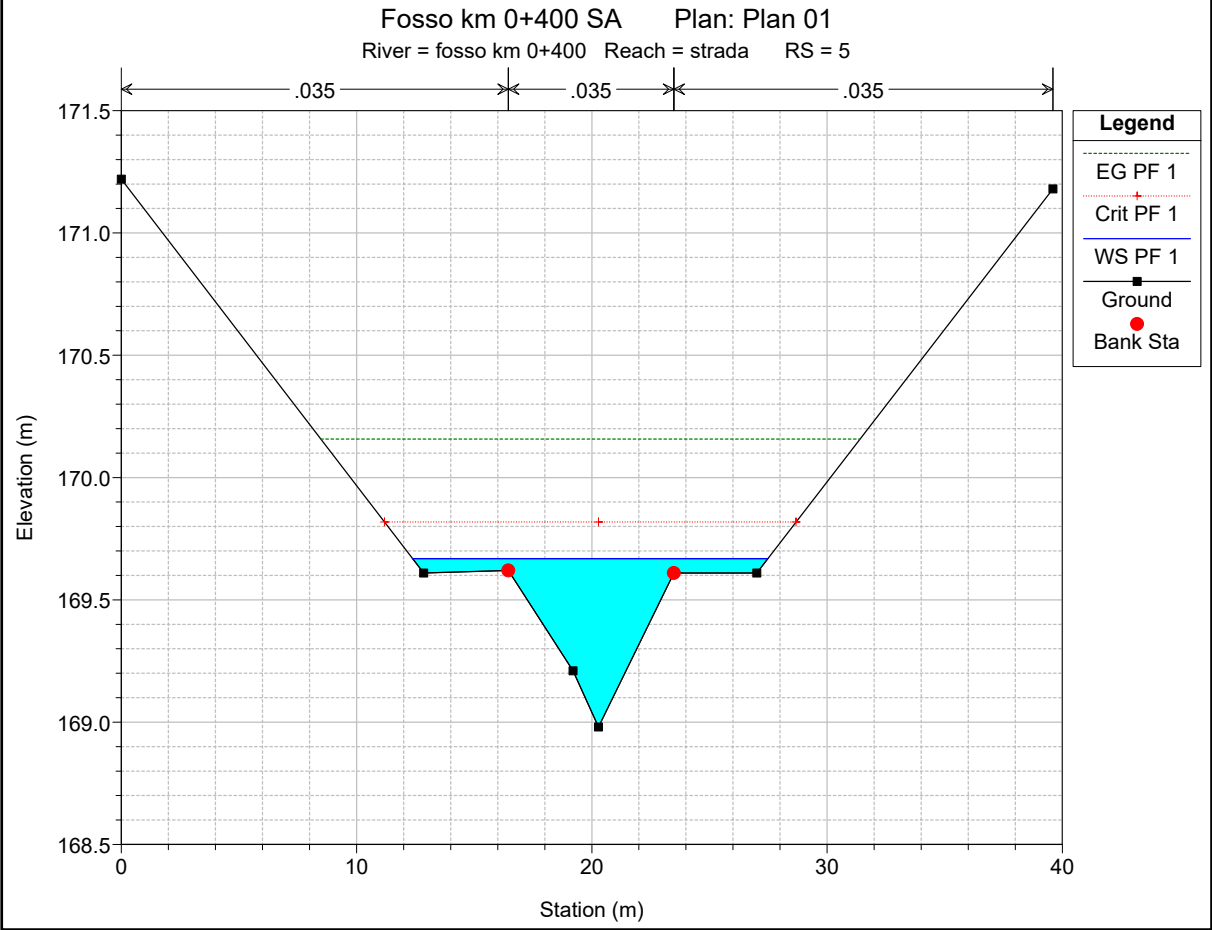
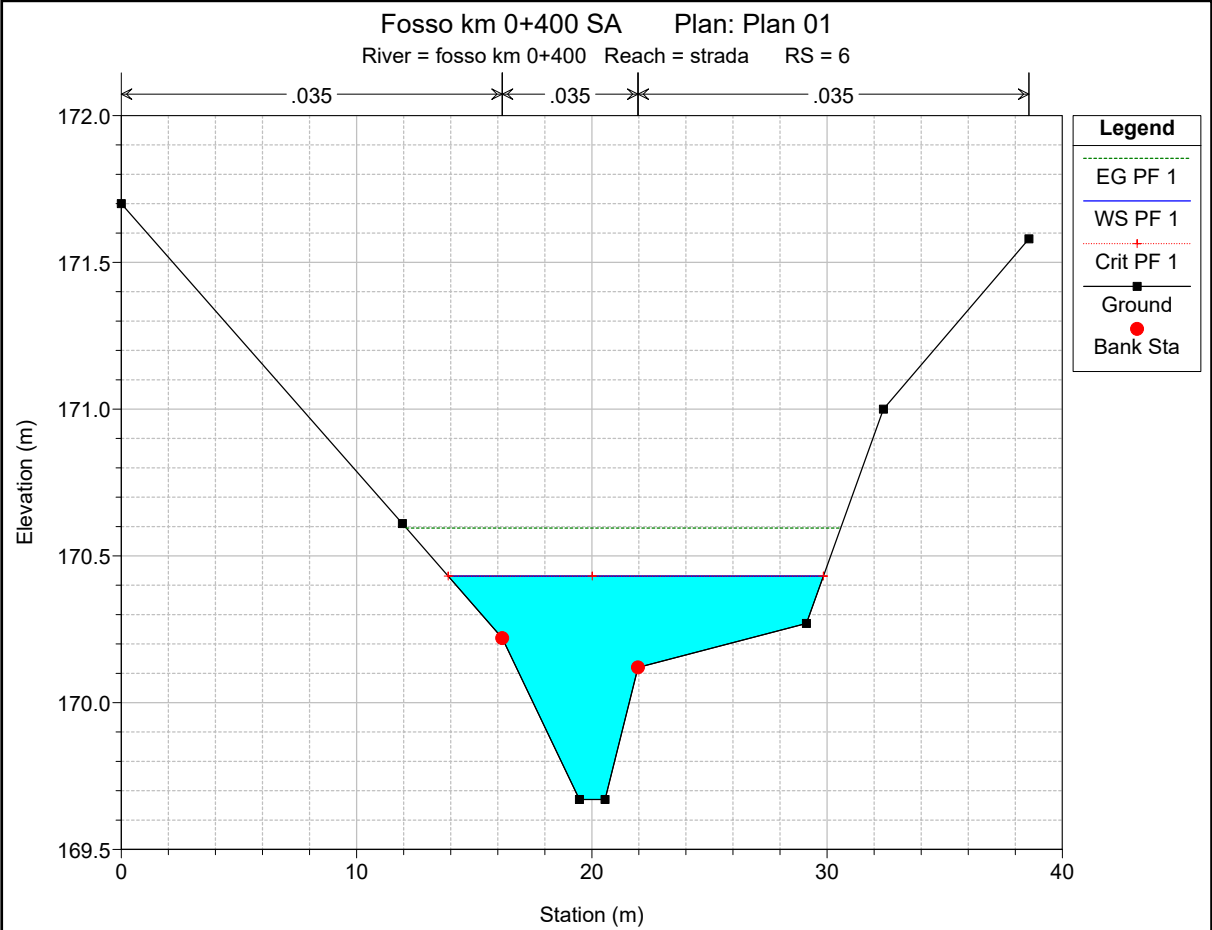
165

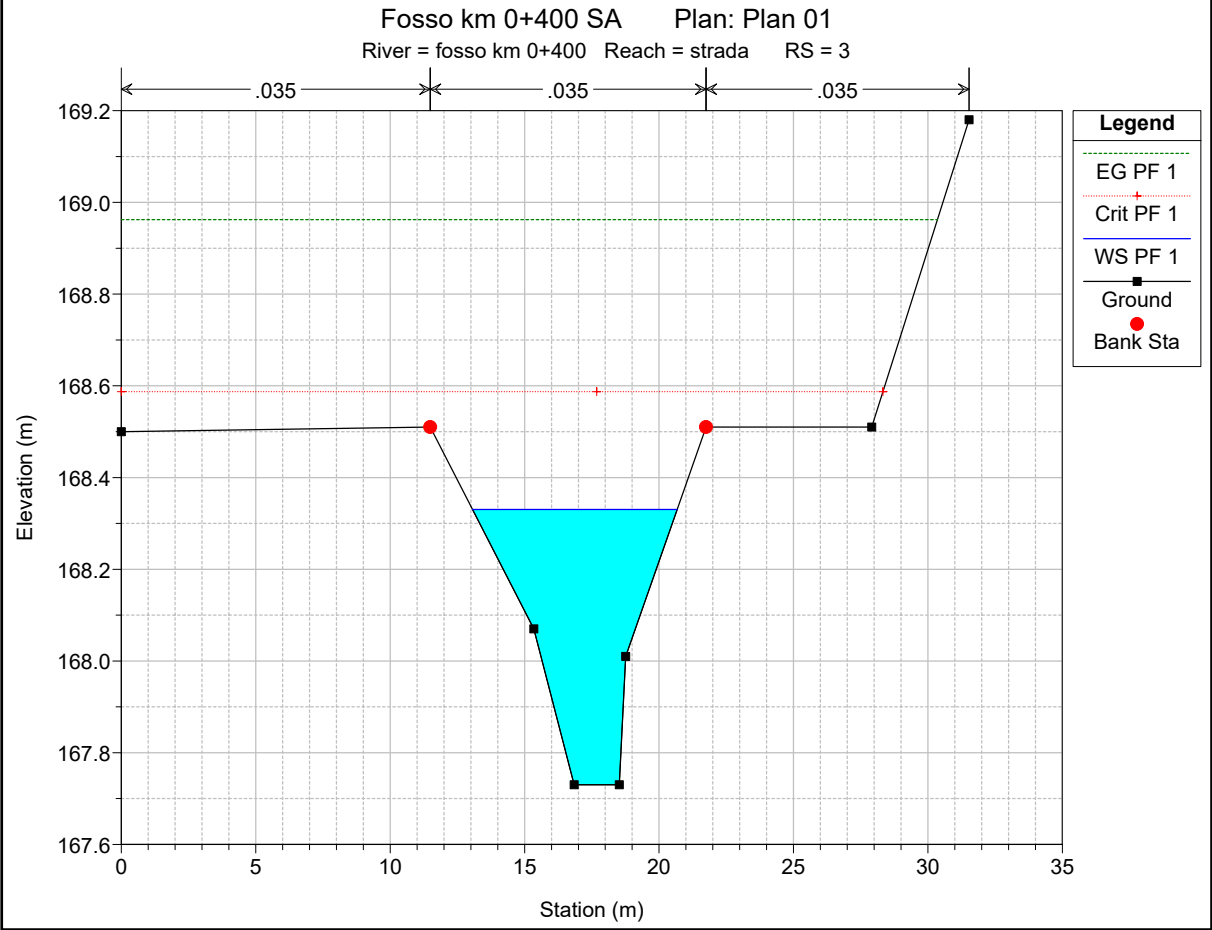
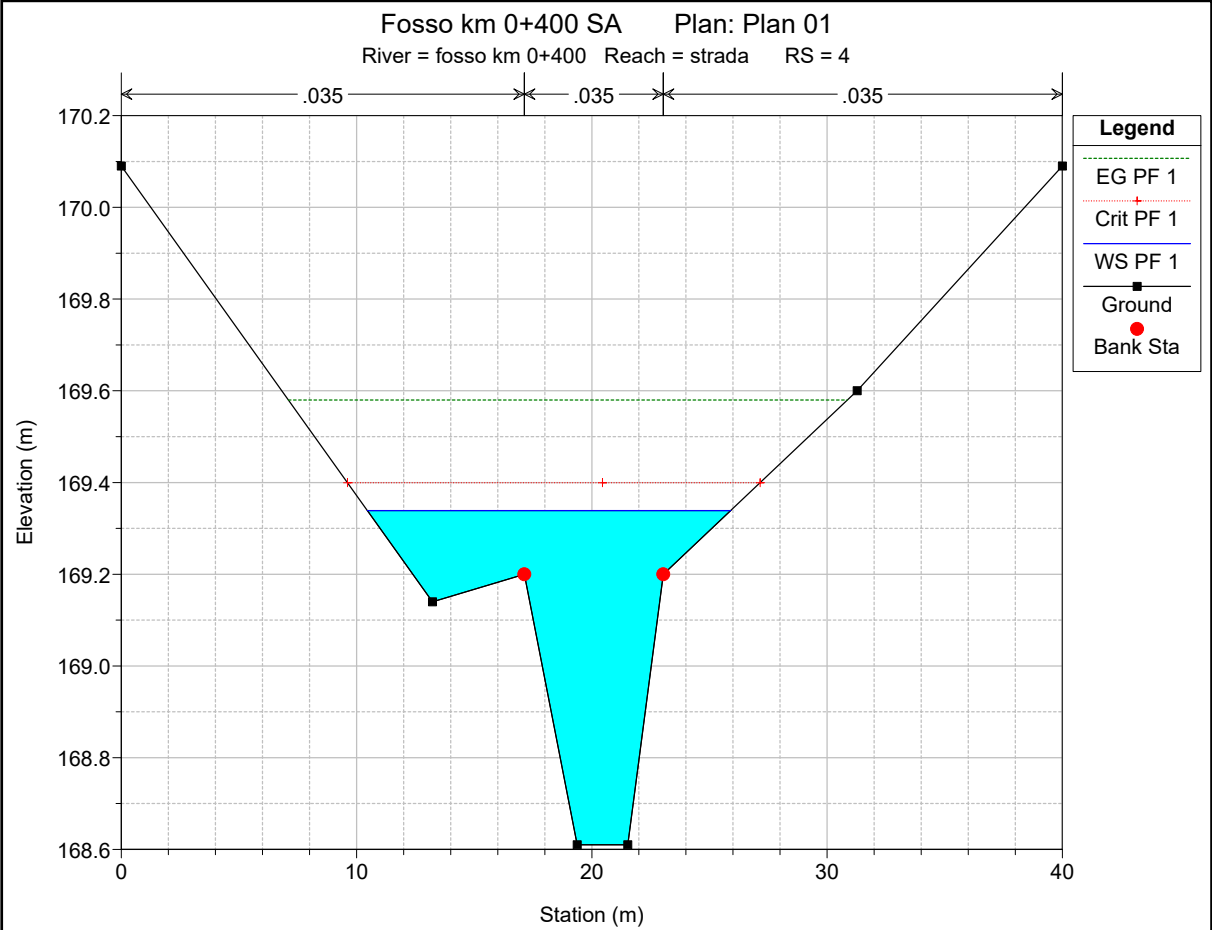
164

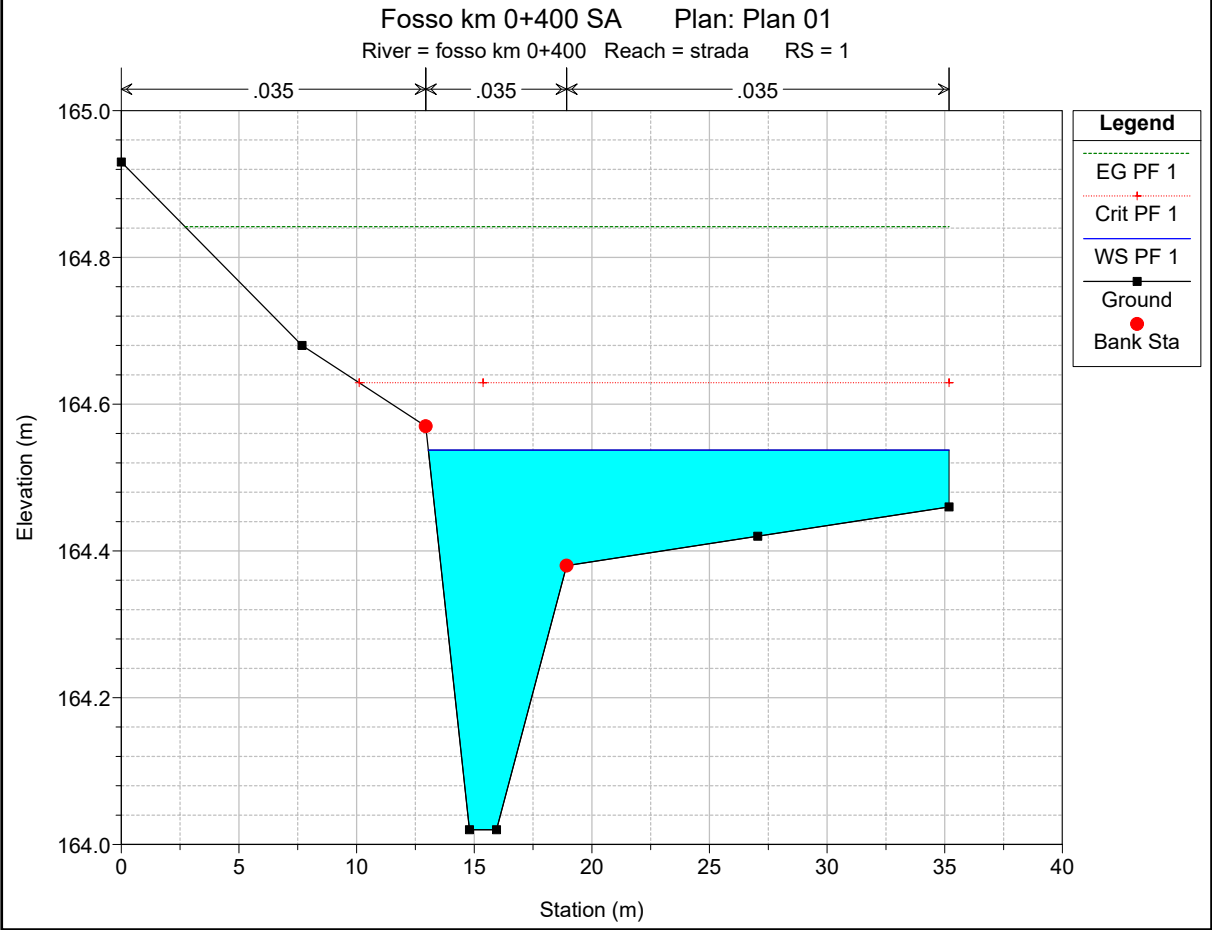
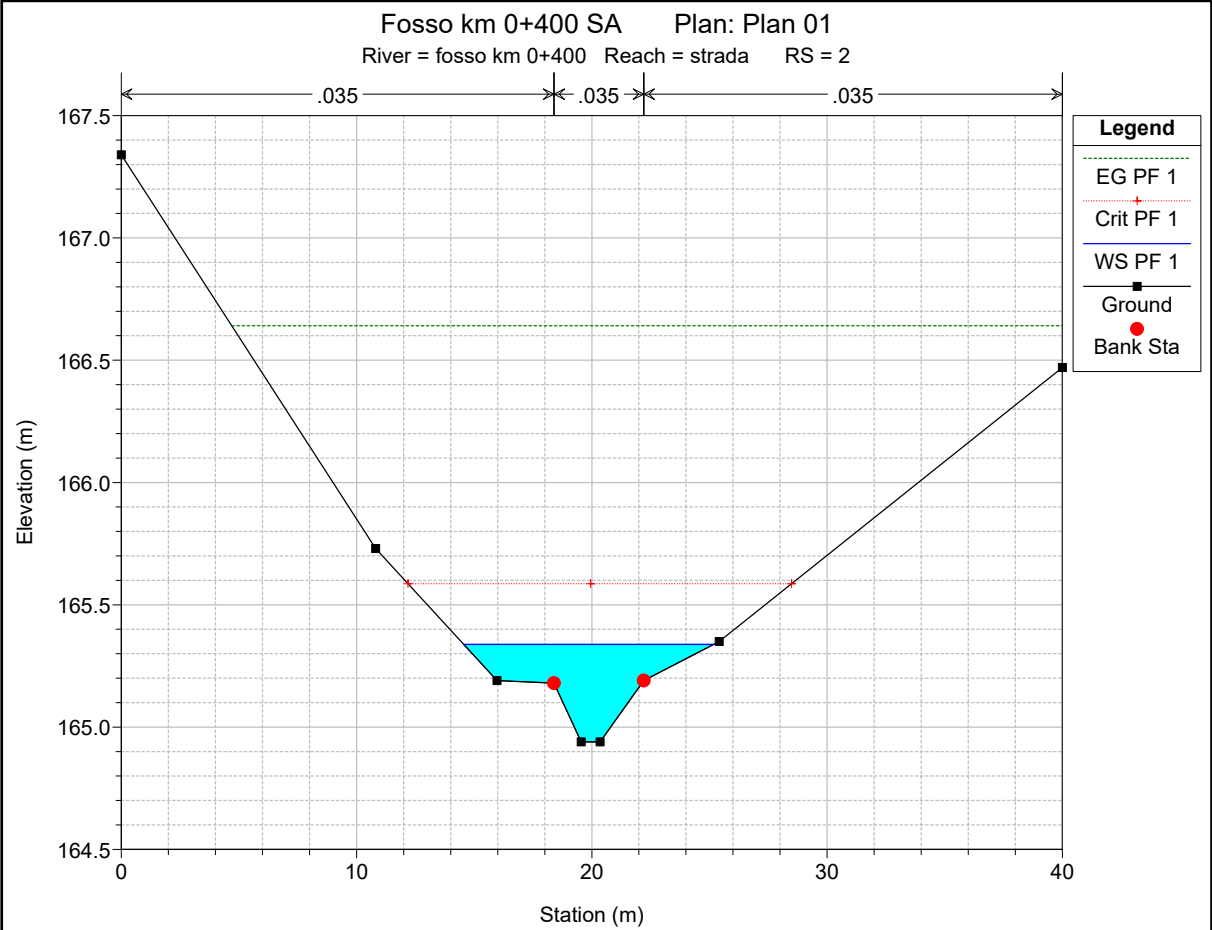
0 20 40 60 80 100 120

Main Channel Distance (m)









HEC-RAS Plan: Plan 01 River: fosso km 0+400 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	8.34	169.67	170.43	170.43	170.60	0.010898	1.98	5.16	15.94	0.85
strada	5	PF 1	8.34	168.98	169.67	169.82	170.16	0.049484	3.17	2.94	15.09	1.69
strada	4	PF 1	8.34	168.61	169.34	169.40	169.58	0.015224	2.29	4.33	15.44	1.00
strada	3	PF 1	8.34	167.73	168.33	168.59	168.96	0.074655	3.52	2.37	7.62	2.02
strada	2	PF 1	8.34	164.94	165.34	165.59	166.64	0.189670	5.55	1.85	10.63	3.23
strada	1	PF 1	8.34	164.02	164.54	164.63	164.84	0.039881	2.80	3.96	22.13	1.51

**ALLEGATO M2**

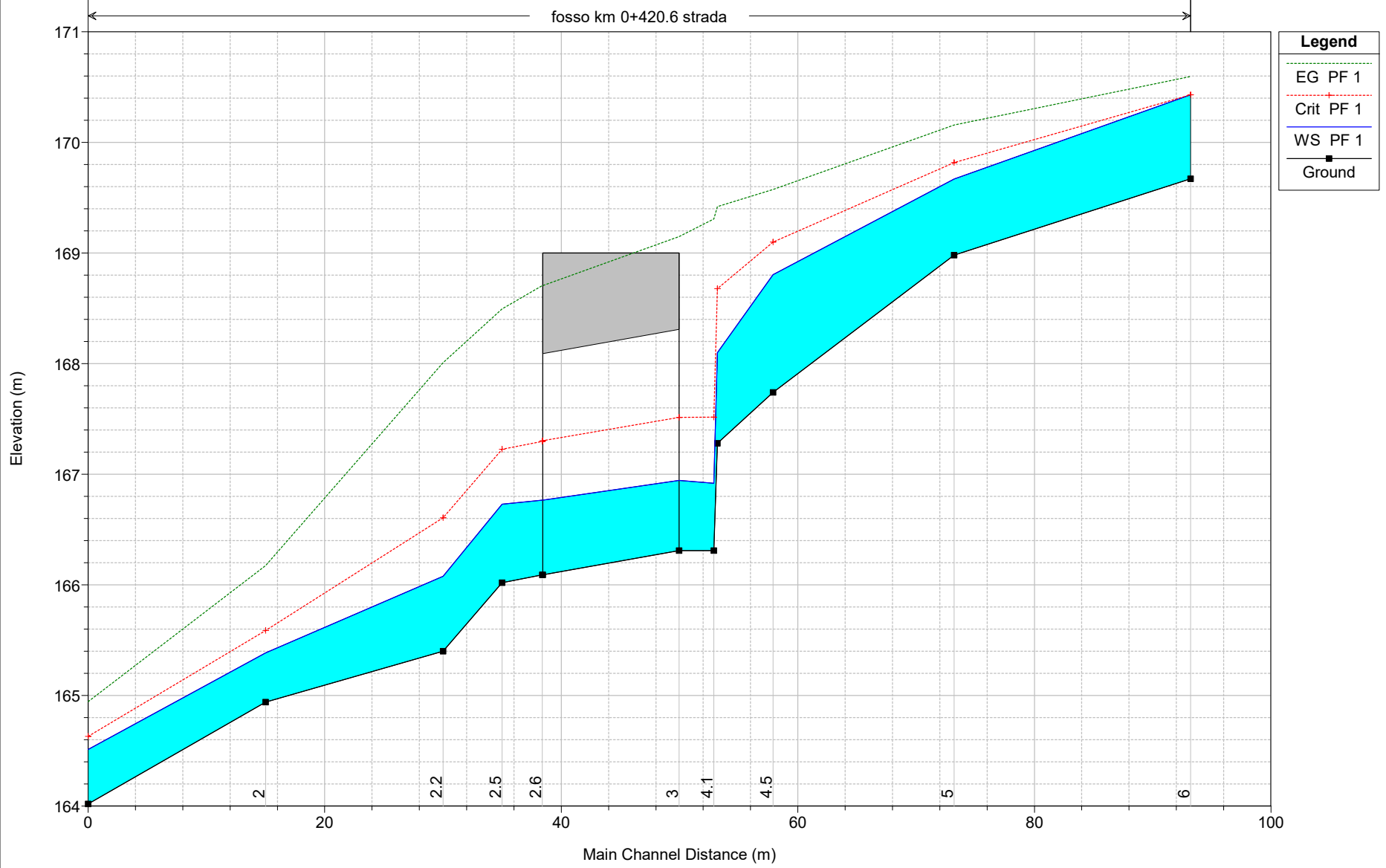
**Fosso al km 0+420.66 – NV02**

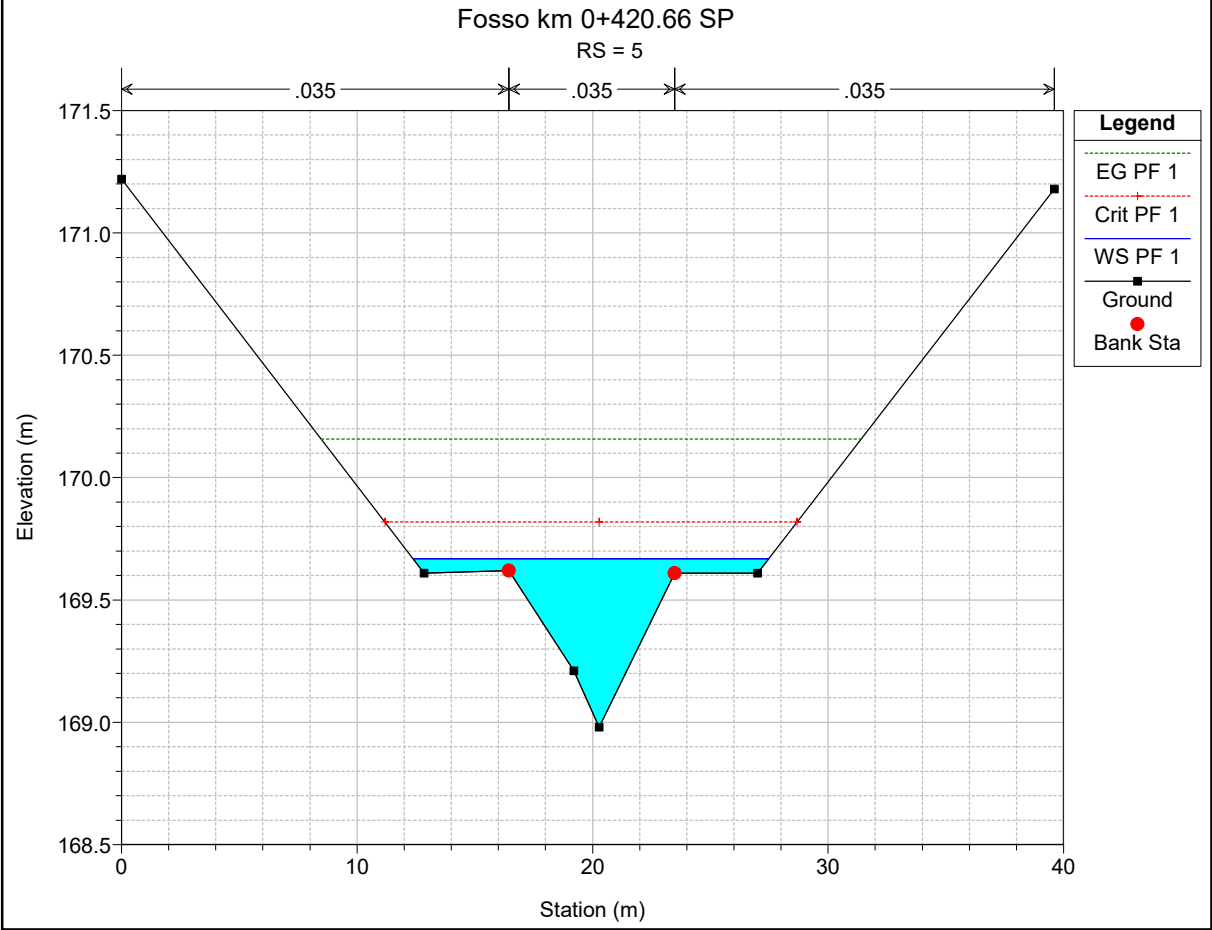
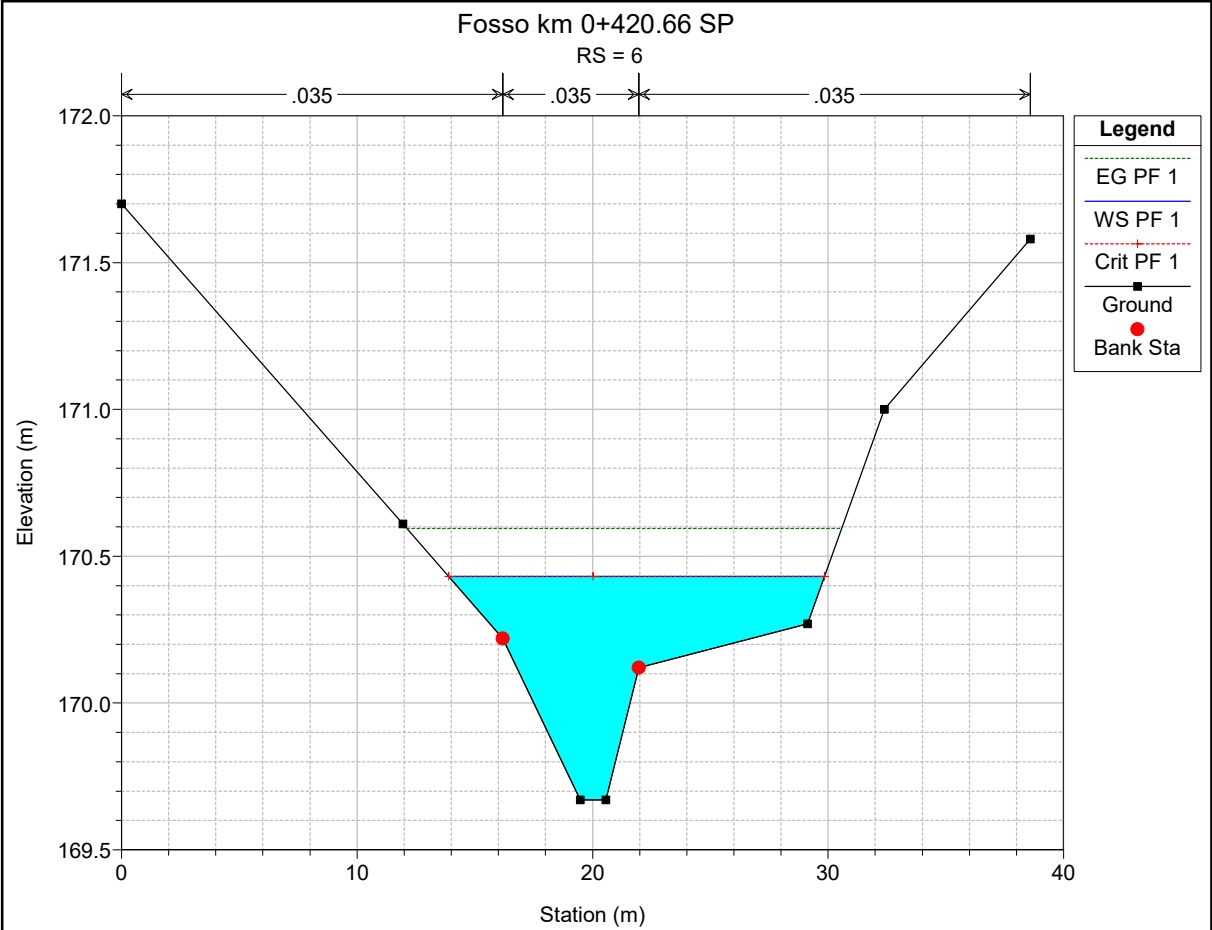
**Post Operam**

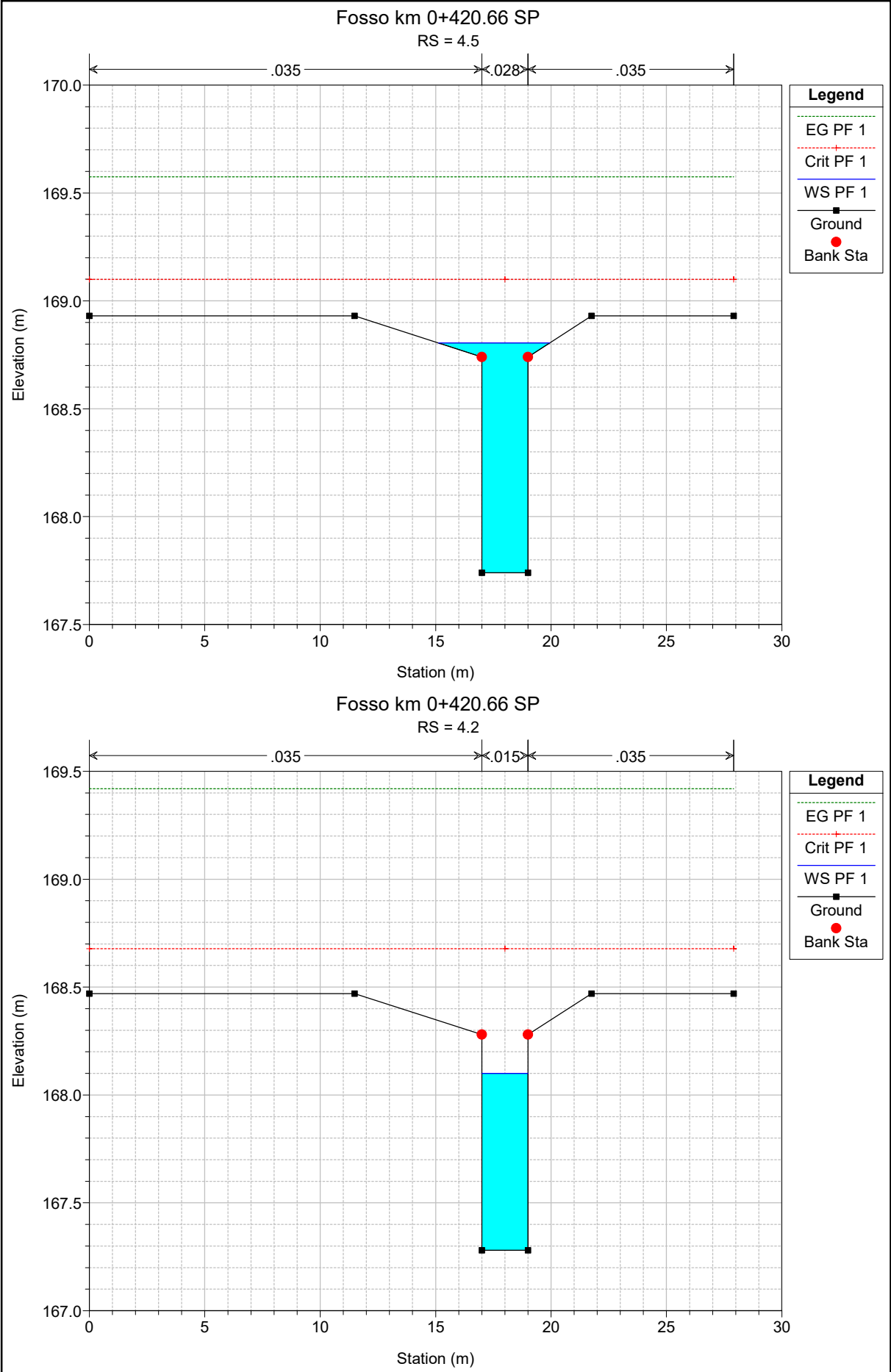
**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

Fosso km 0+420.66 SP

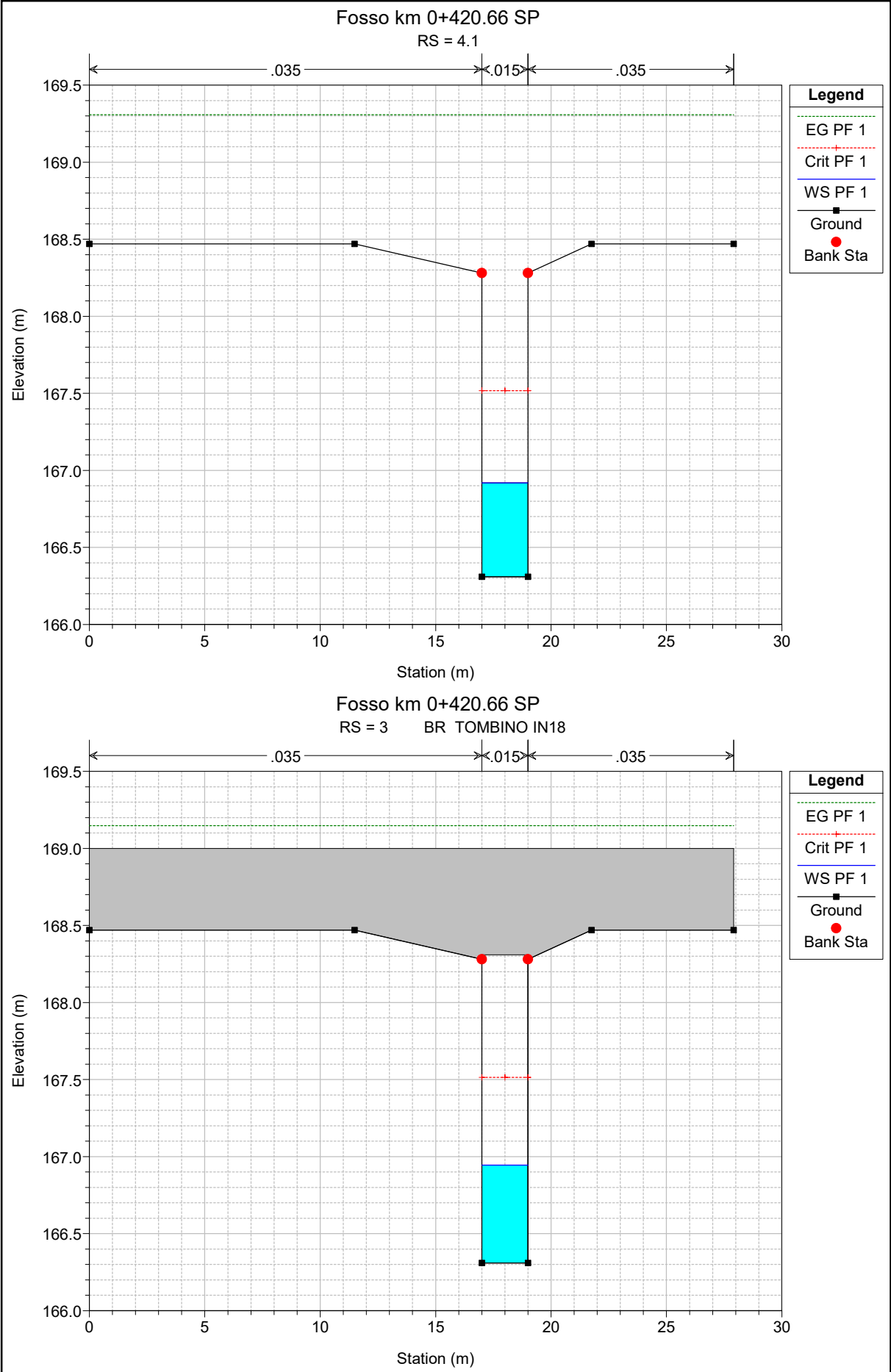
fosso km 0+420.6 strada

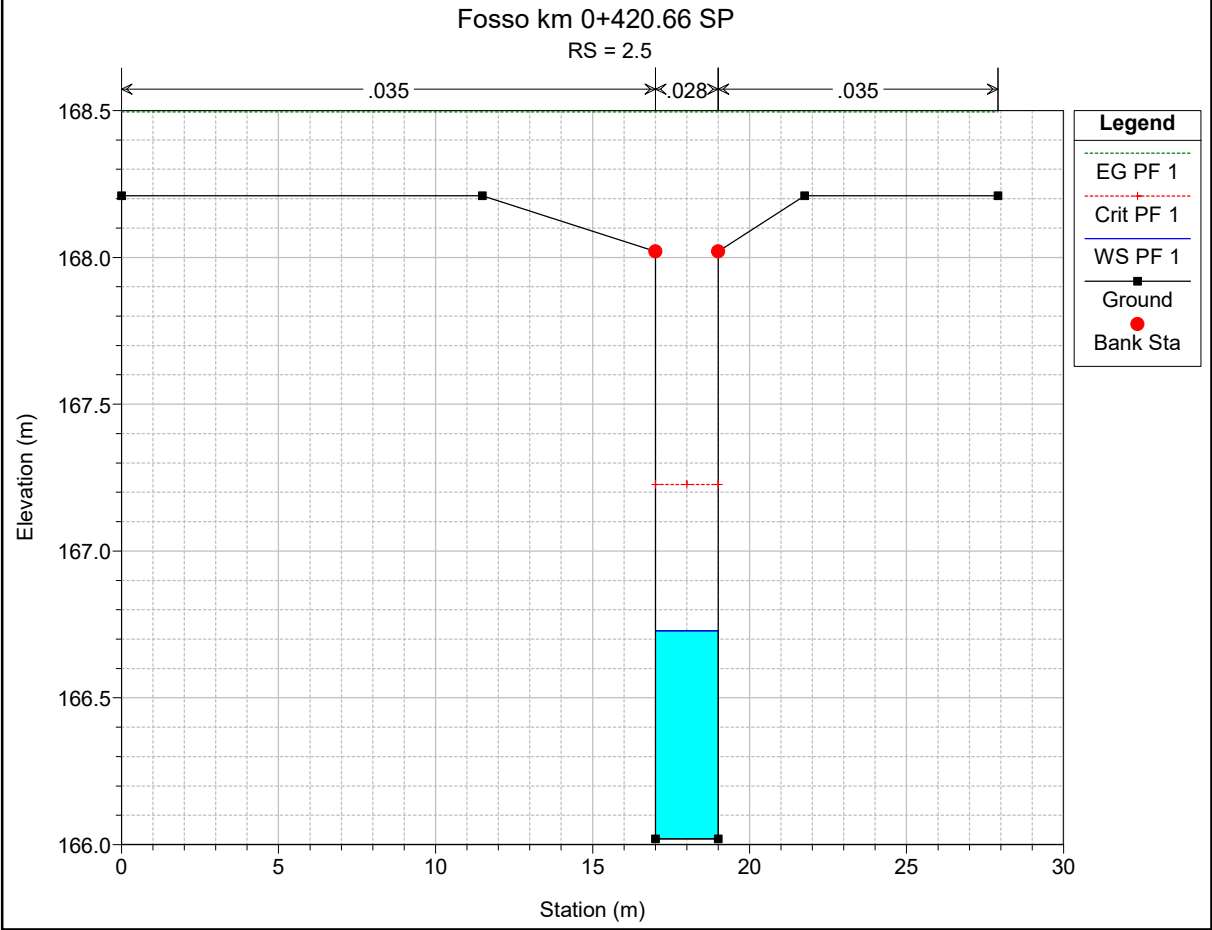
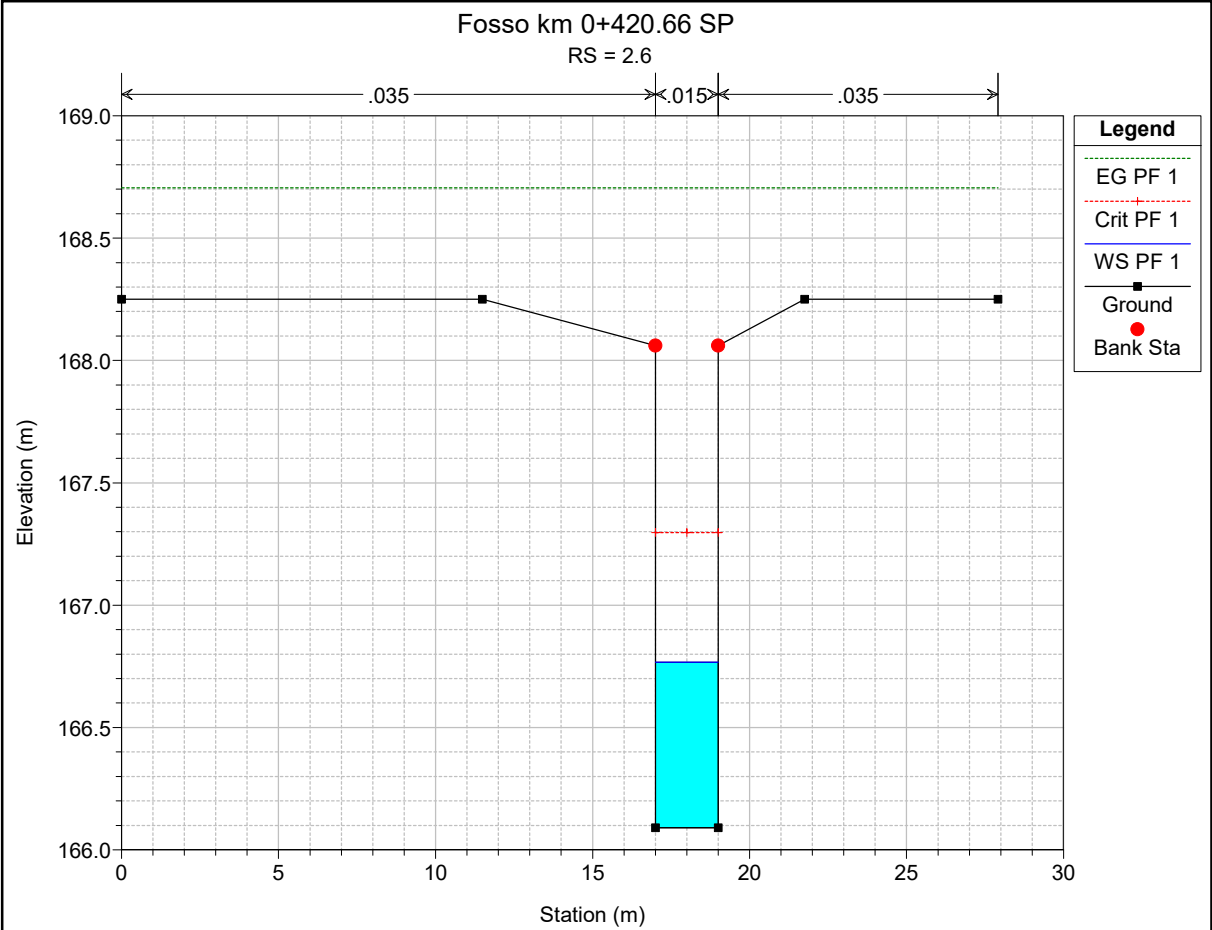


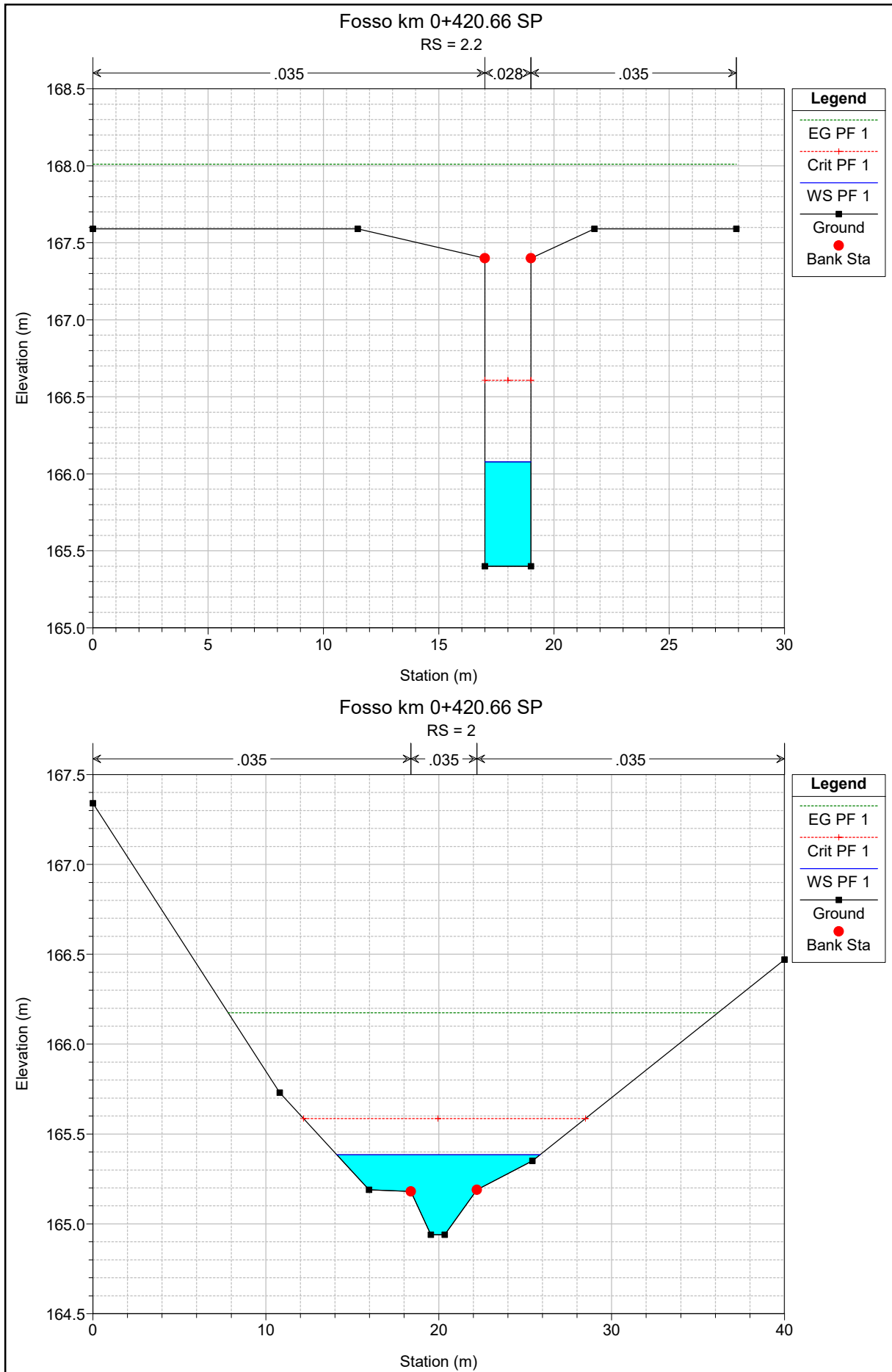


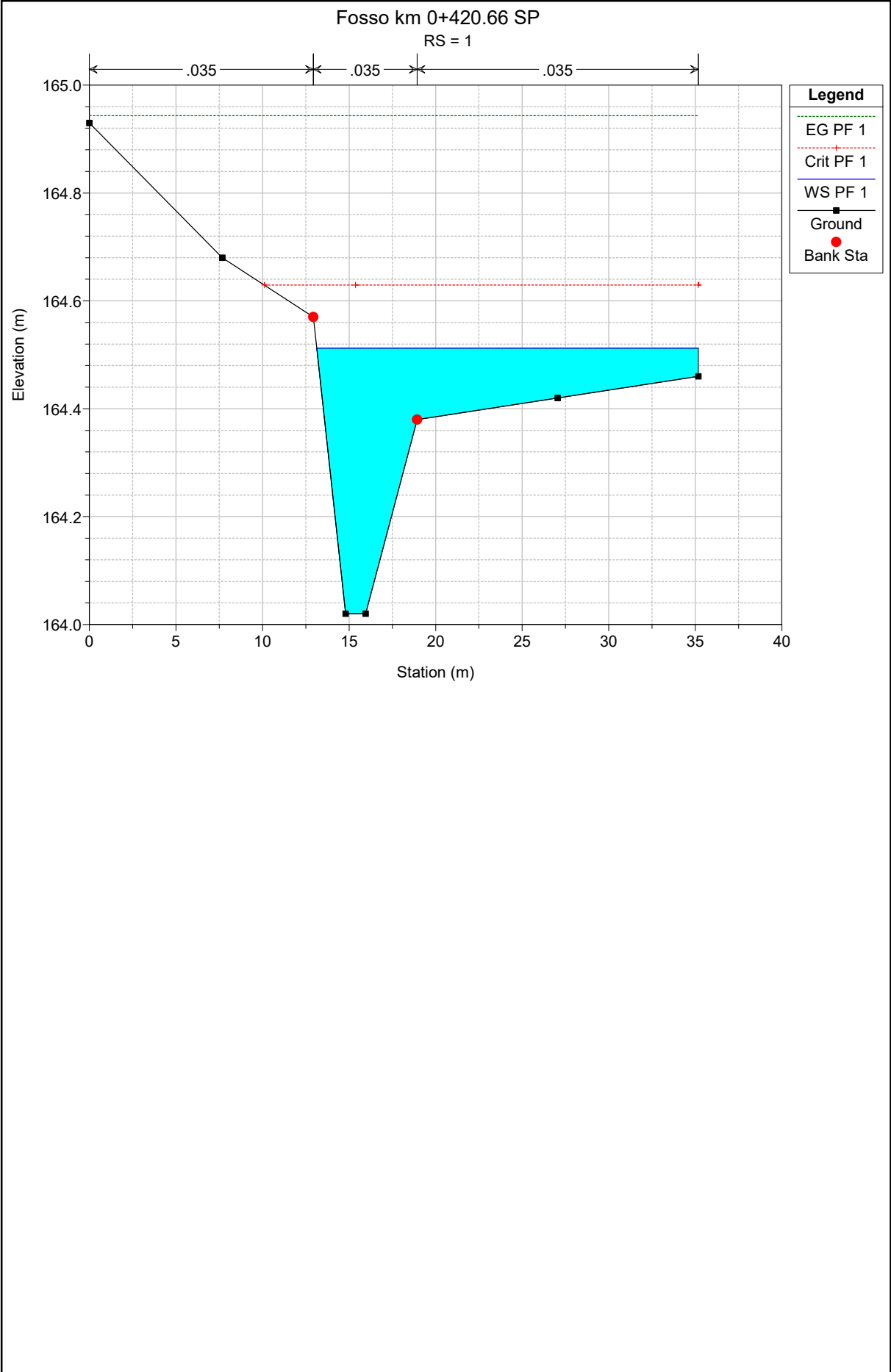












HEC-RAS Plan: REV1 River: fosso km 0+420.6 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	8.34	169.67	170.43	170.43	170.60	0.010898	1.98	5.16	15.94	0.85
strada	5	PF 1	8.34	168.98	169.67	169.82	170.16	0.049484	3.17	2.94	15.09	1.69
strada	4.5	PF 1	8.34	167.74	168.80	169.10	169.57	0.027588	3.90	2.22	4.81	1.21
strada	4.2	PF 1	8.34	167.28	168.10	168.68	169.42	0.016871	5.09	1.64	2.00	1.79
strada	4.1	PF 1	8.34	166.31	166.92	167.52	169.31	0.038498	6.85	1.22	2.00	2.80
strada	3	Bridge										
strada	2.6	PF 1	8.34	166.09	166.77	167.30	168.71	0.028731	6.17	1.35	2.00	2.40
strada	2.5	PF 1	8.34	166.02	166.73	167.23	168.50	0.087877	5.89	1.42	2.00	2.23
strada	2.2	PF 1	8.34	165.40	166.08	166.61	168.01	0.099536	6.16	1.35	2.00	2.39
strada	2	PF 1	8.34	164.94	165.38	165.59	166.18	0.099359	4.42	2.37	11.76	2.39
strada	1	PF 1	8.34	164.02	164.51	164.63	164.94	0.058606	3.26	3.41	22.05	1.82

**ALLEGATO N1**

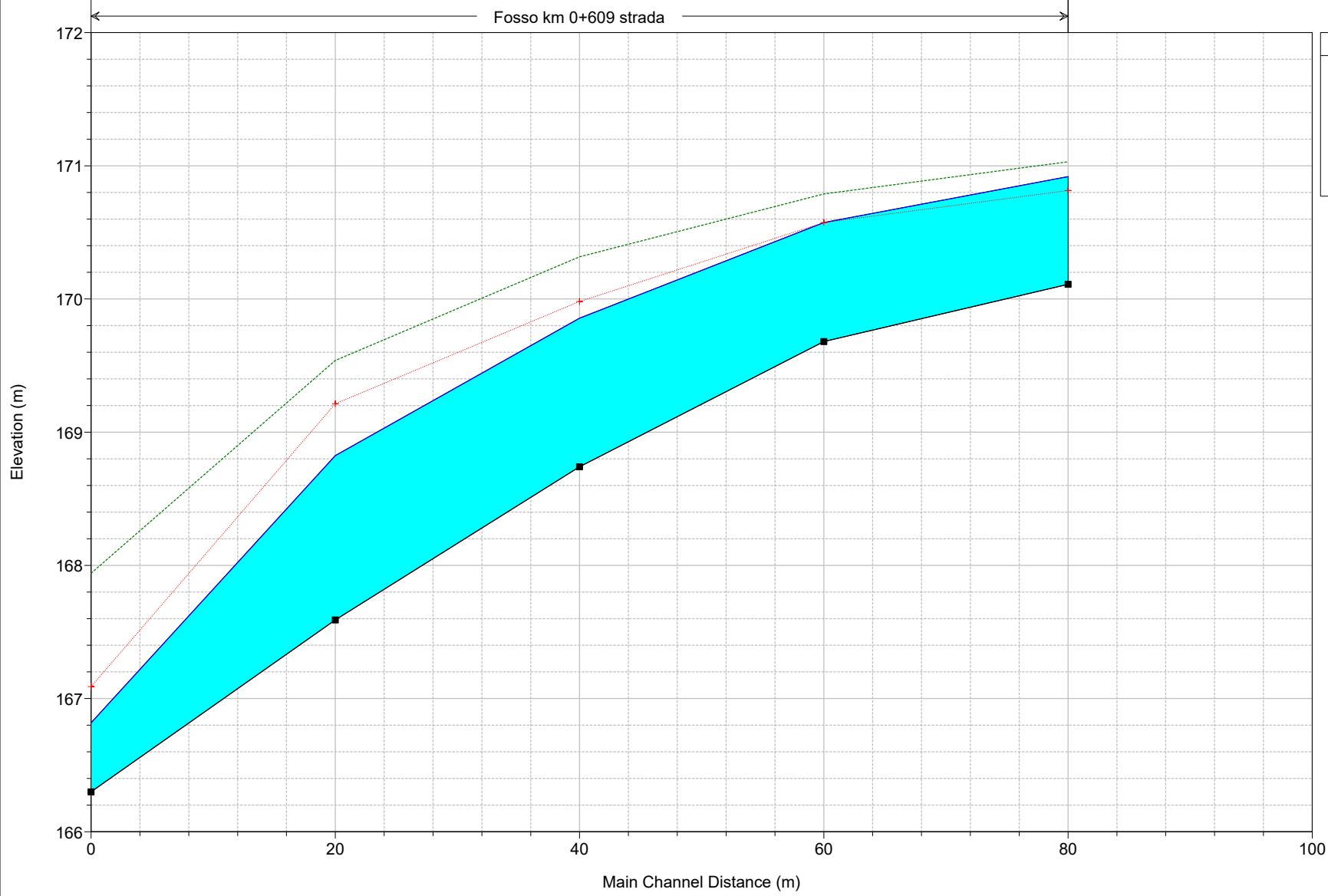
**Fosso al km 0+631.19 – NV02**

**Ante Operam**

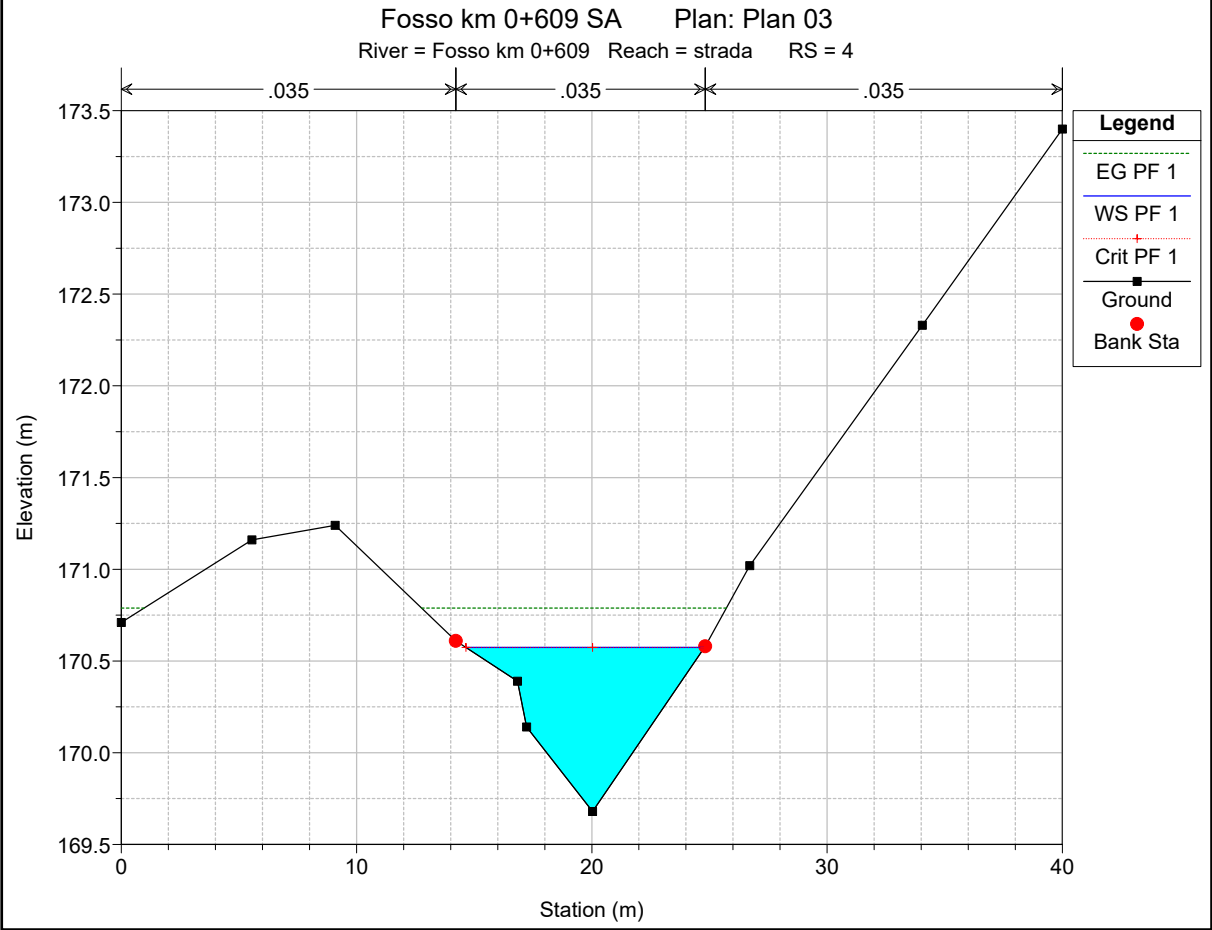
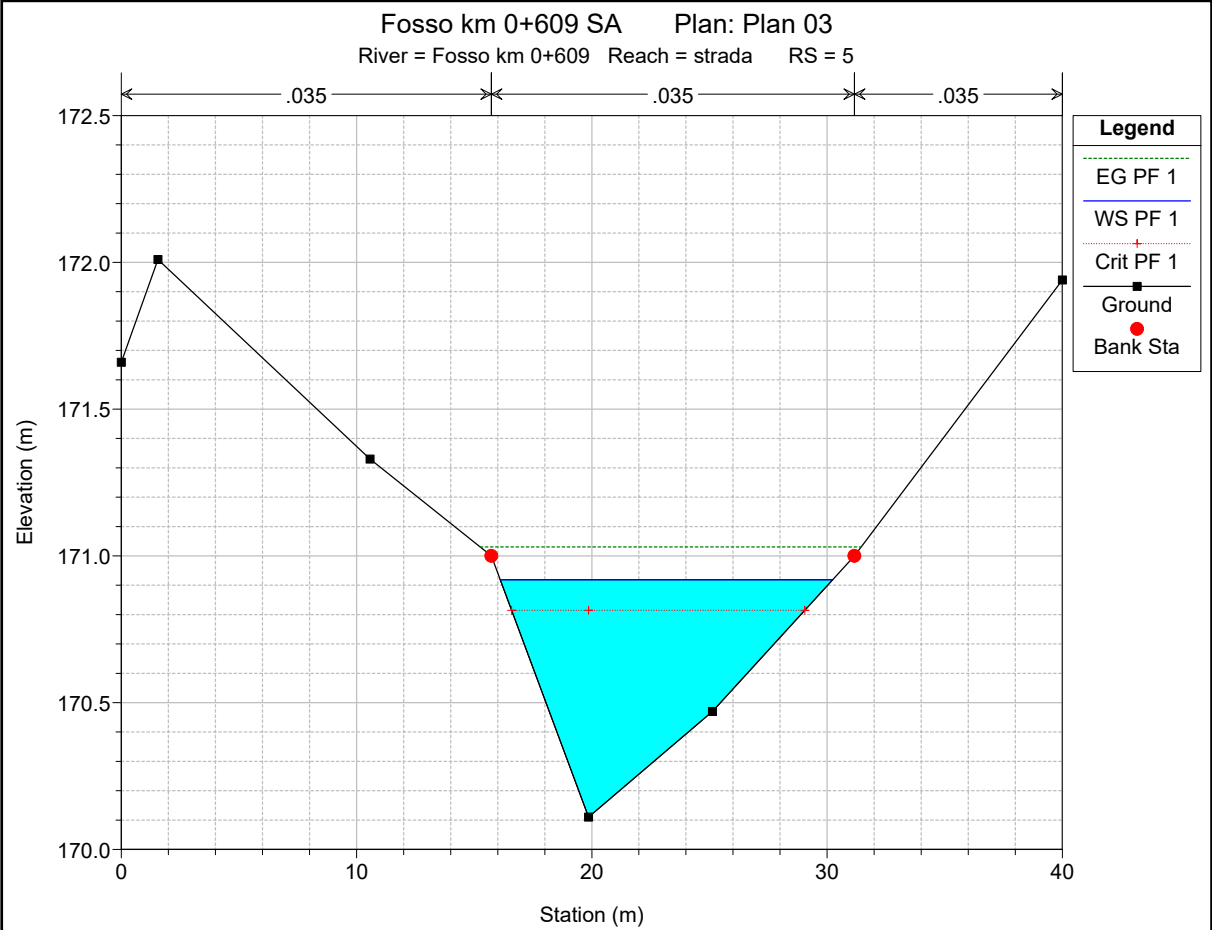
**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

Fosso km 0+609 SA Plan: Plan 03

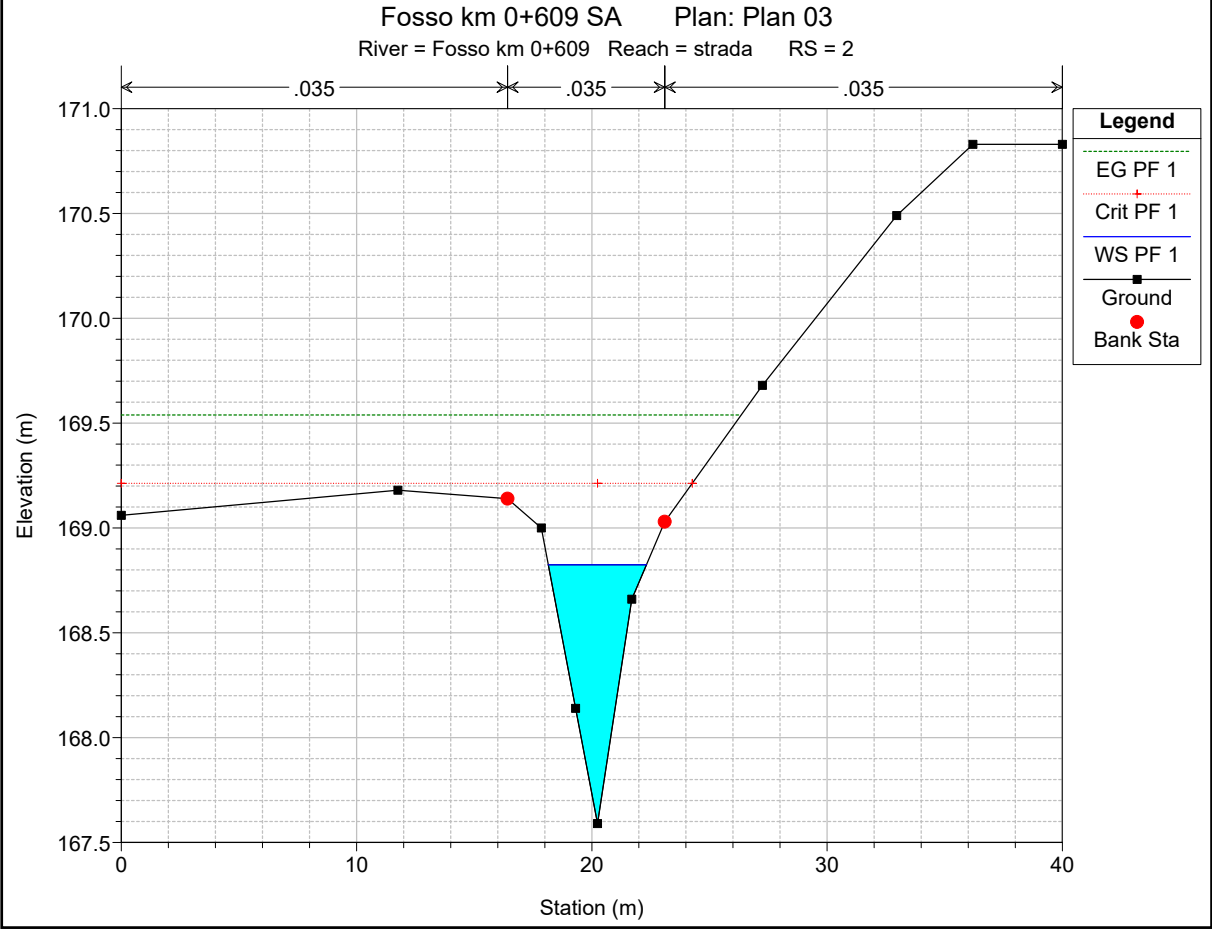
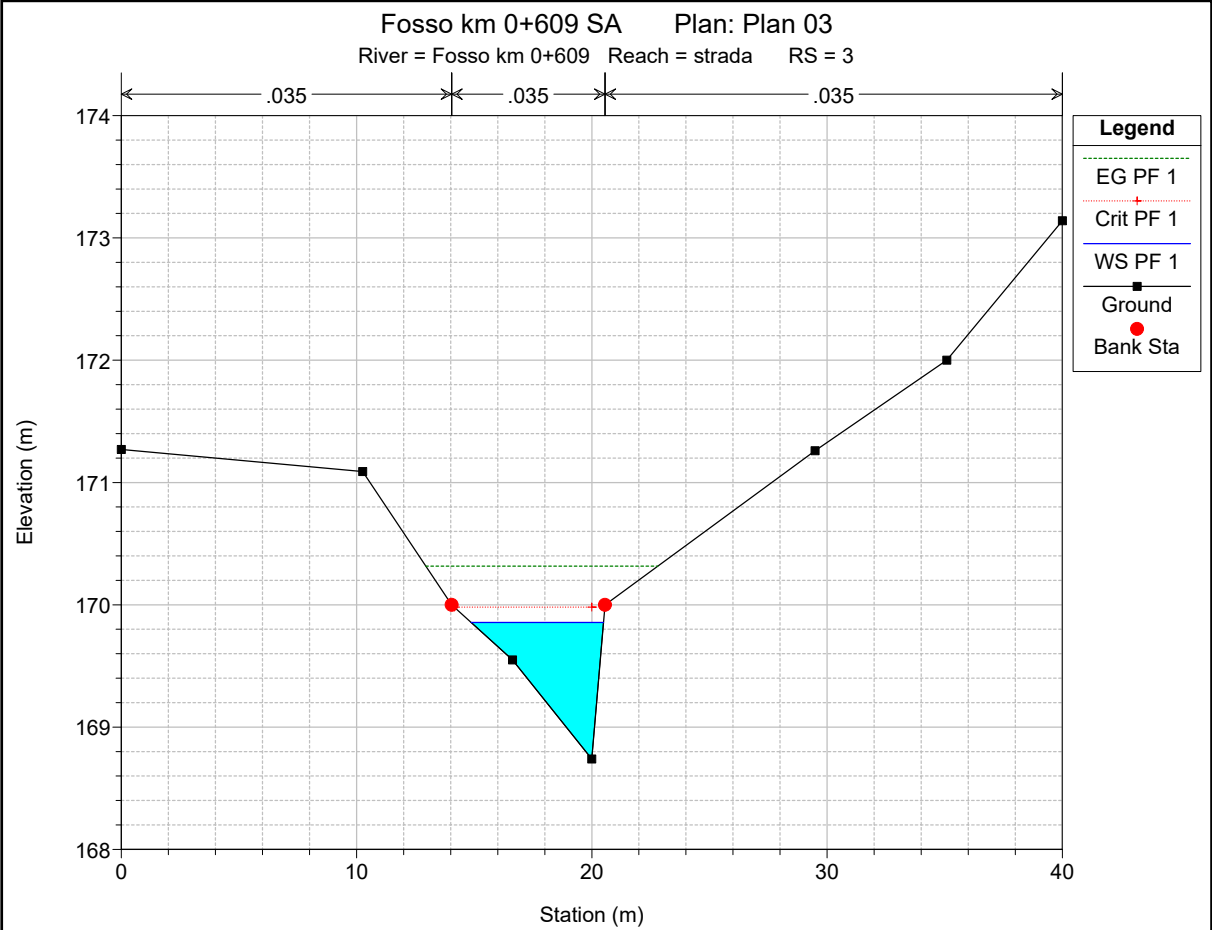
Fosso km 0+609 strada



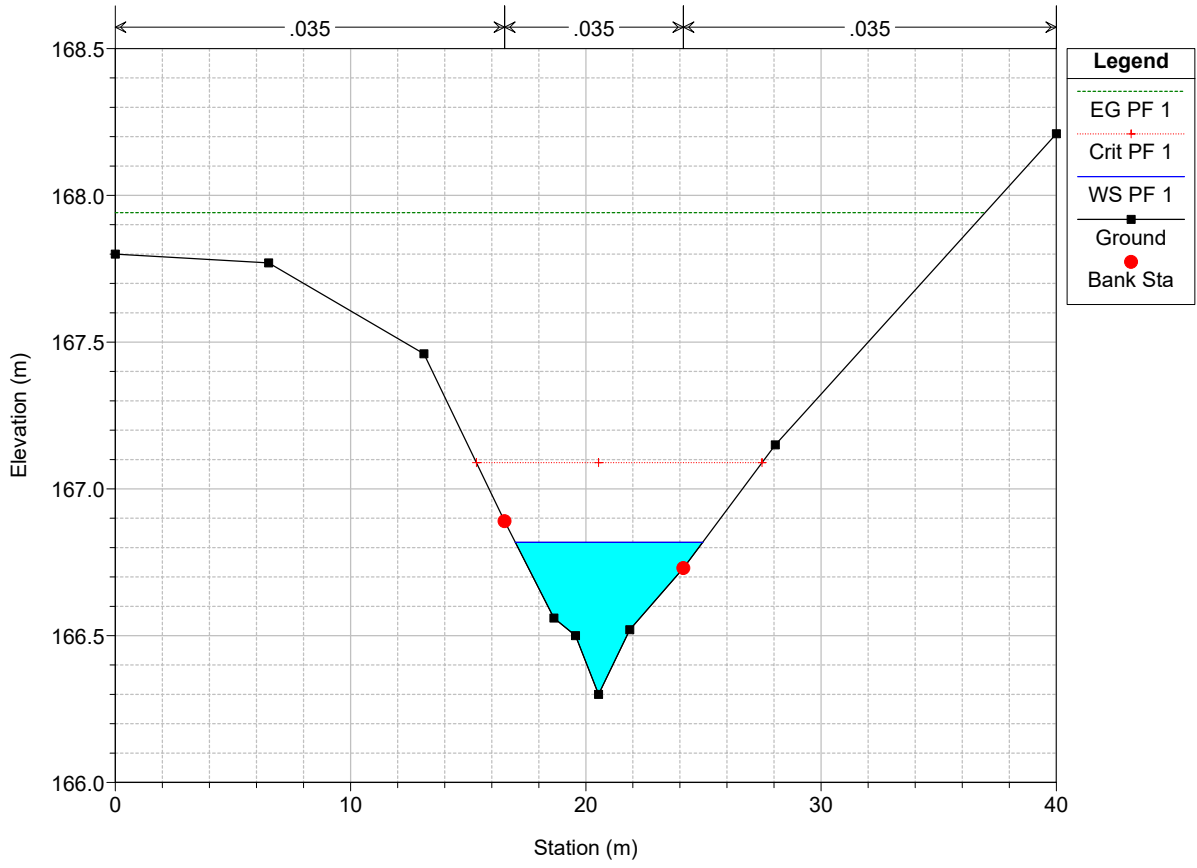
Legend	
EG PF 1	
Crit PF 1	
WS PF 1	
Ground	







Fosso km 0+609 SA Plan: Plan 03  
River = Fosso km 0+609 Reach = strada RS = 1



HEC-RAS Plan: Plan 03 River: Fosso km 0+609 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	5	PF 1	8.84	170.11	170.92	170.81	171.03	0.008530	1.48	5.98	14.13	0.73
strada	4	PF 1	8.84	169.68	170.57	170.57	170.79	0.016583	2.05	4.31	10.14	1.01
strada	3	PF 1	8.84	168.74	169.86	169.98	170.32	0.031780	3.01	2.94	5.62	1.33
strada	2	PF 1	8.84	167.59	168.82	169.21	169.54	0.045194	3.74	2.36	4.17	1.59
strada	1	PF 1	8.84	166.30	166.82	167.09	167.94	0.164439	4.71	1.90	7.96	2.94

**ALLEGATO N2**

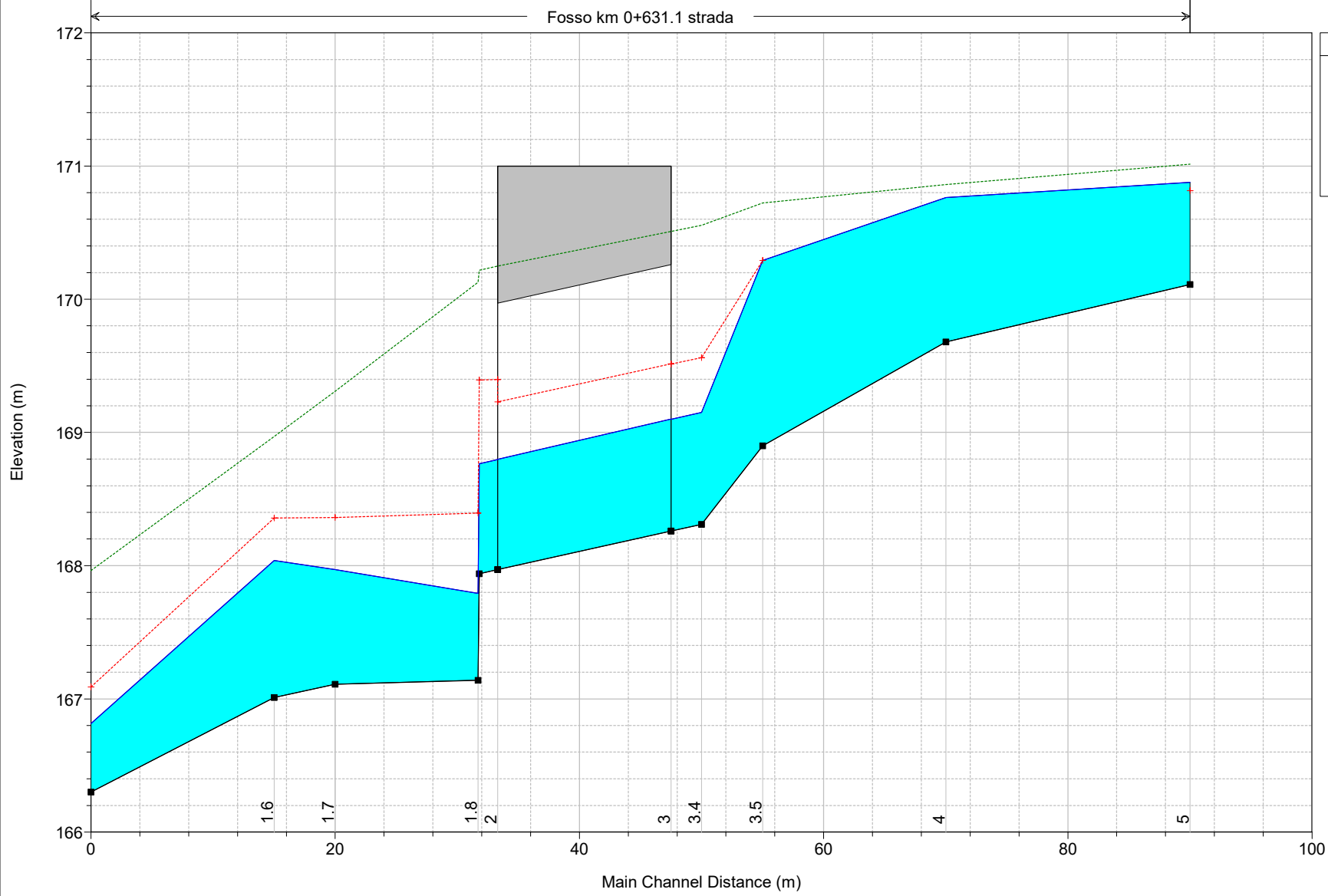
**Fosso al km 0+631.19 – NV02**

**Post Operam**

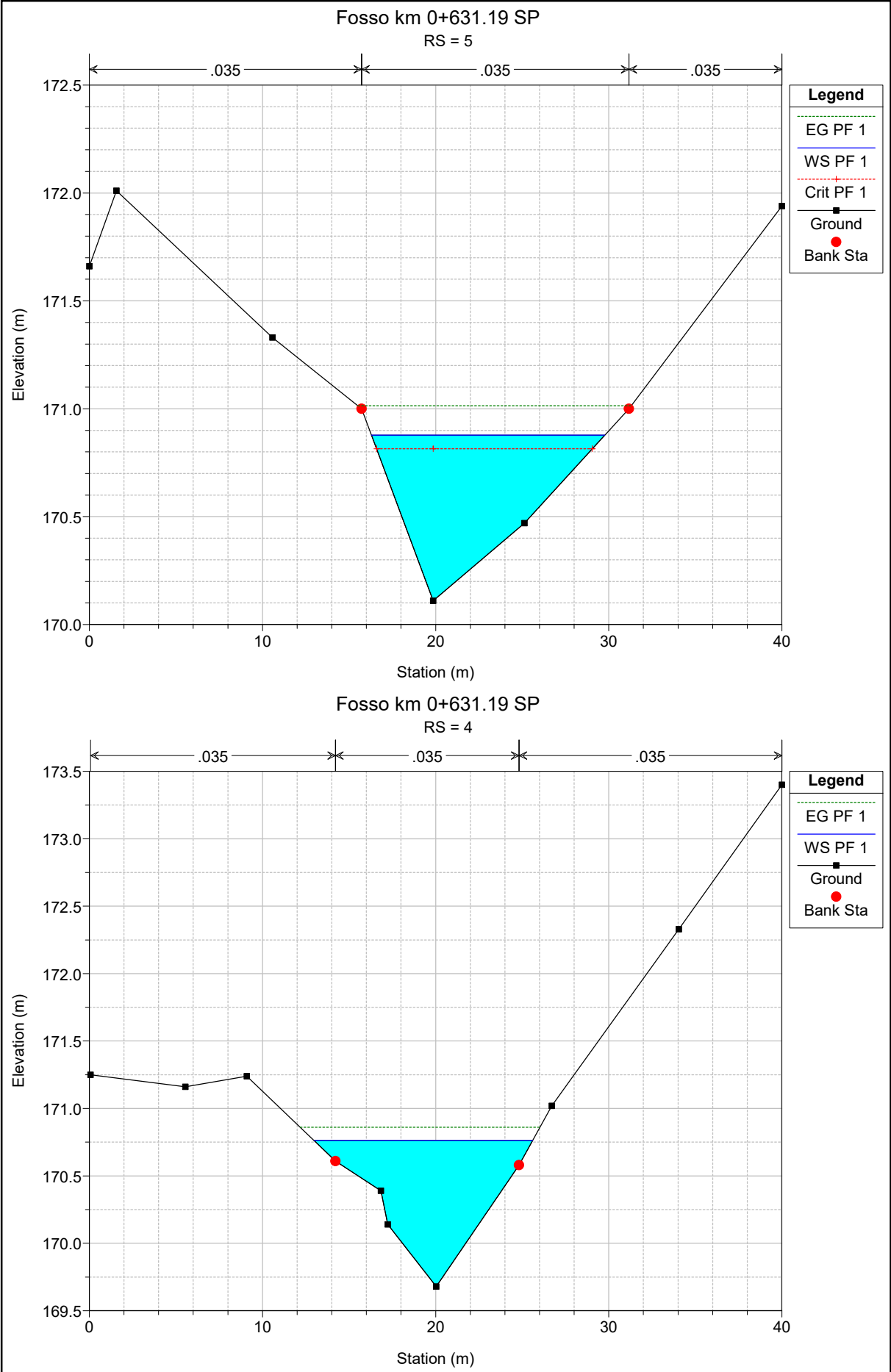
**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

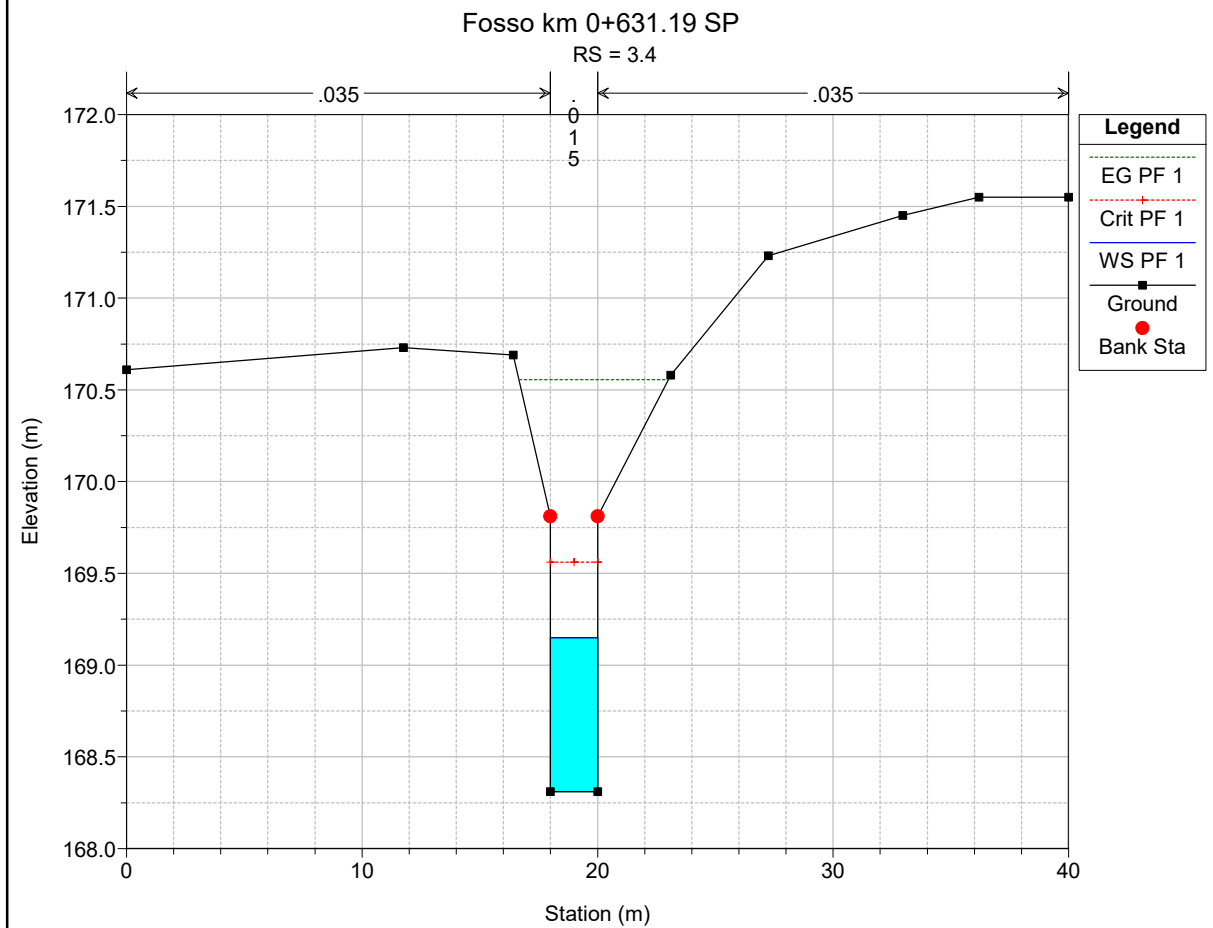
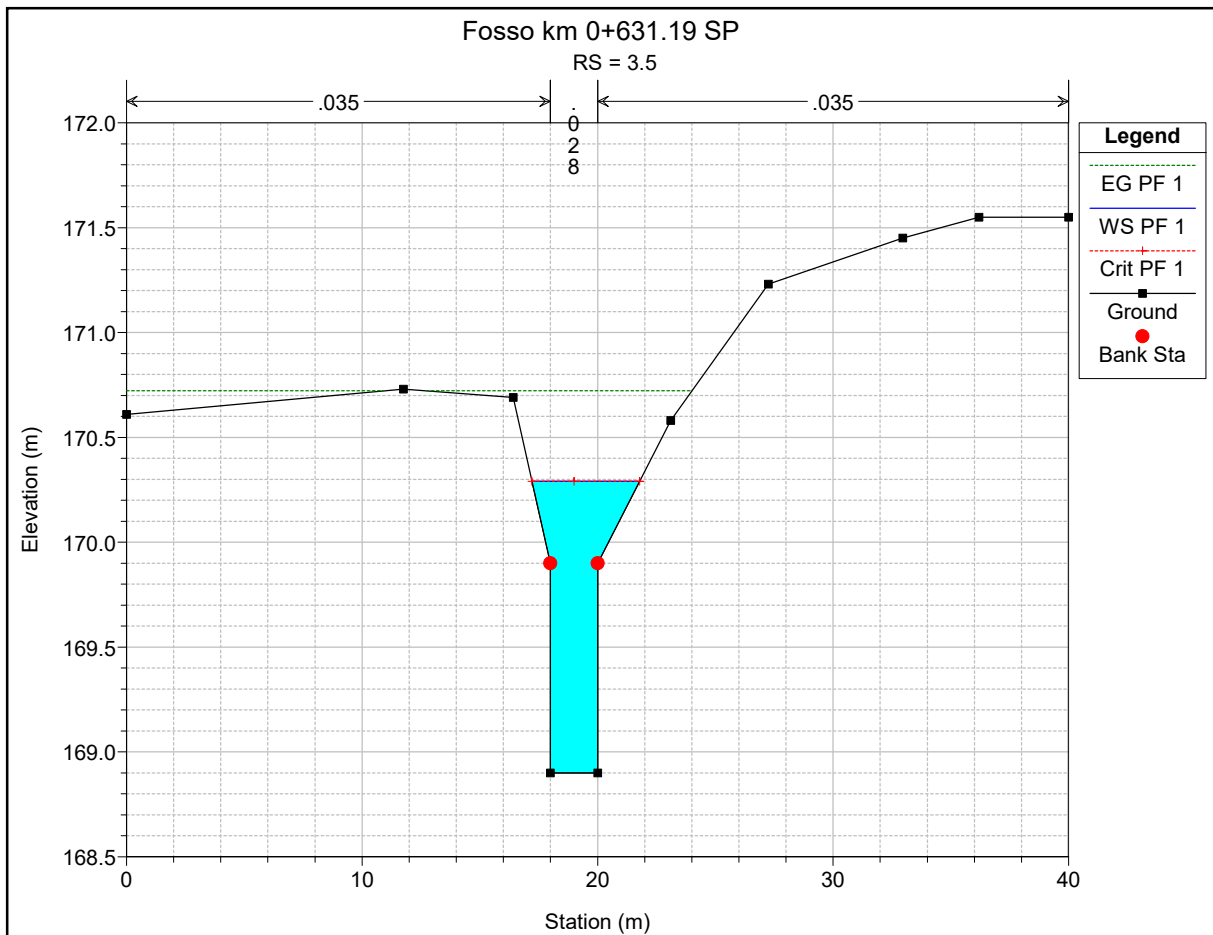
Fosso km 0+631.19 SP

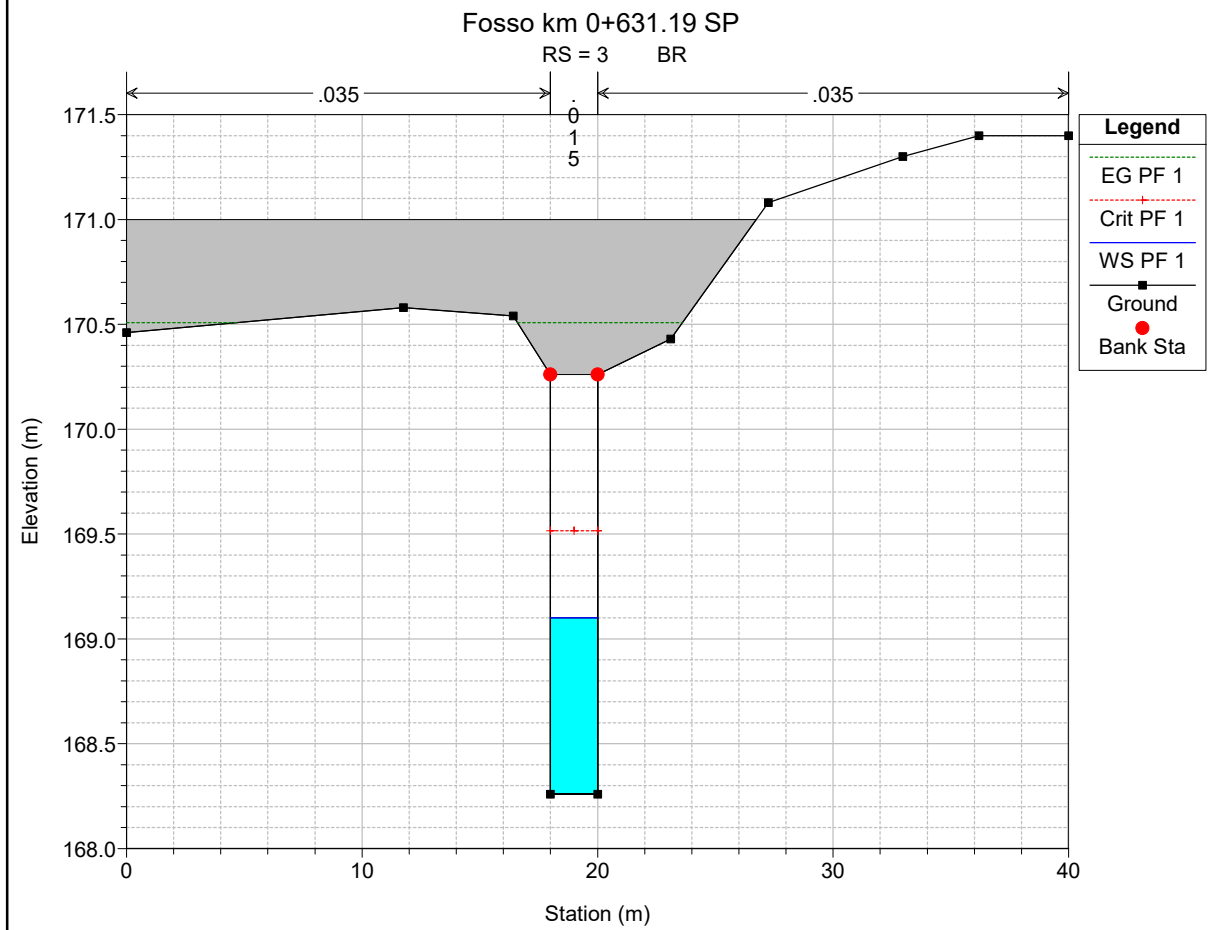
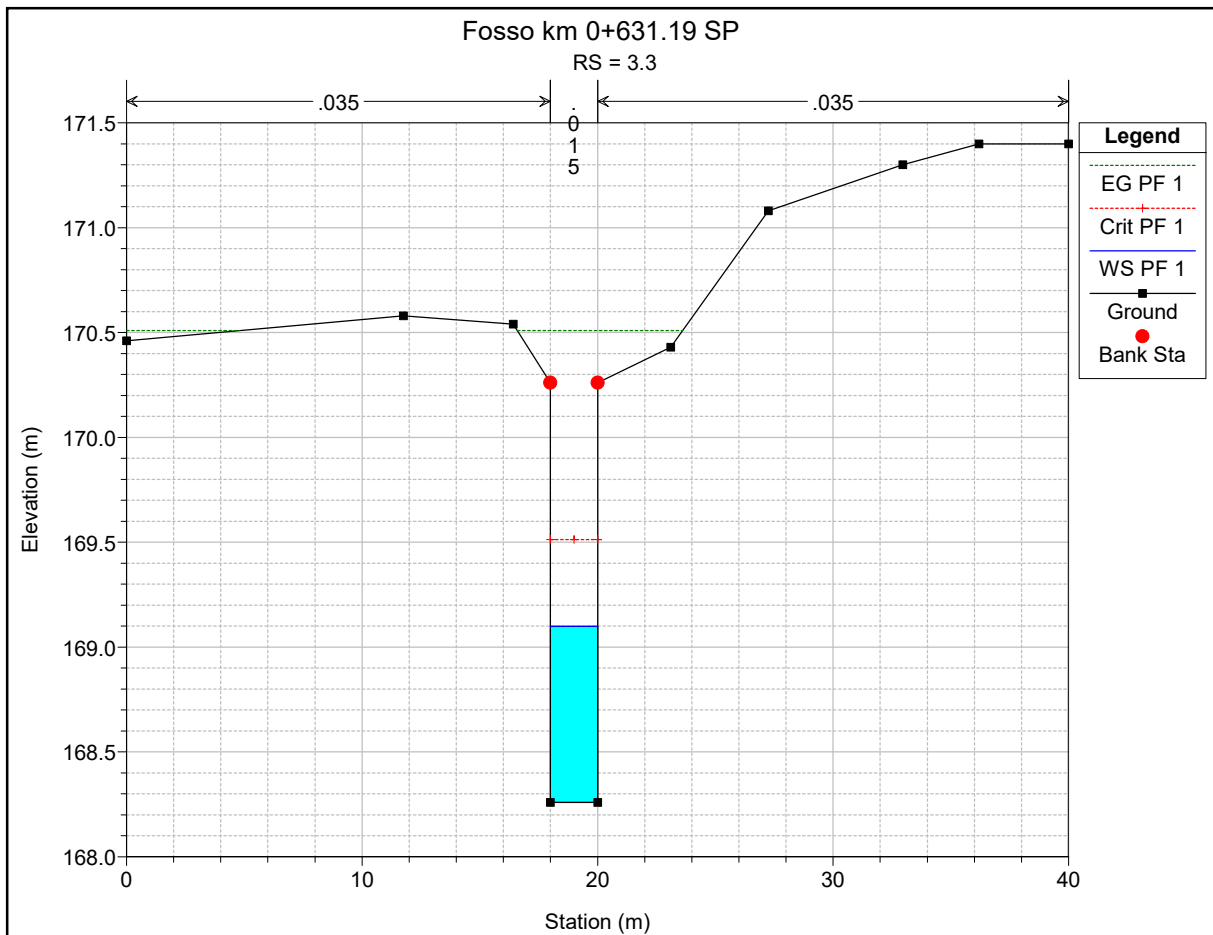
Fosso km 0+631.1 strada



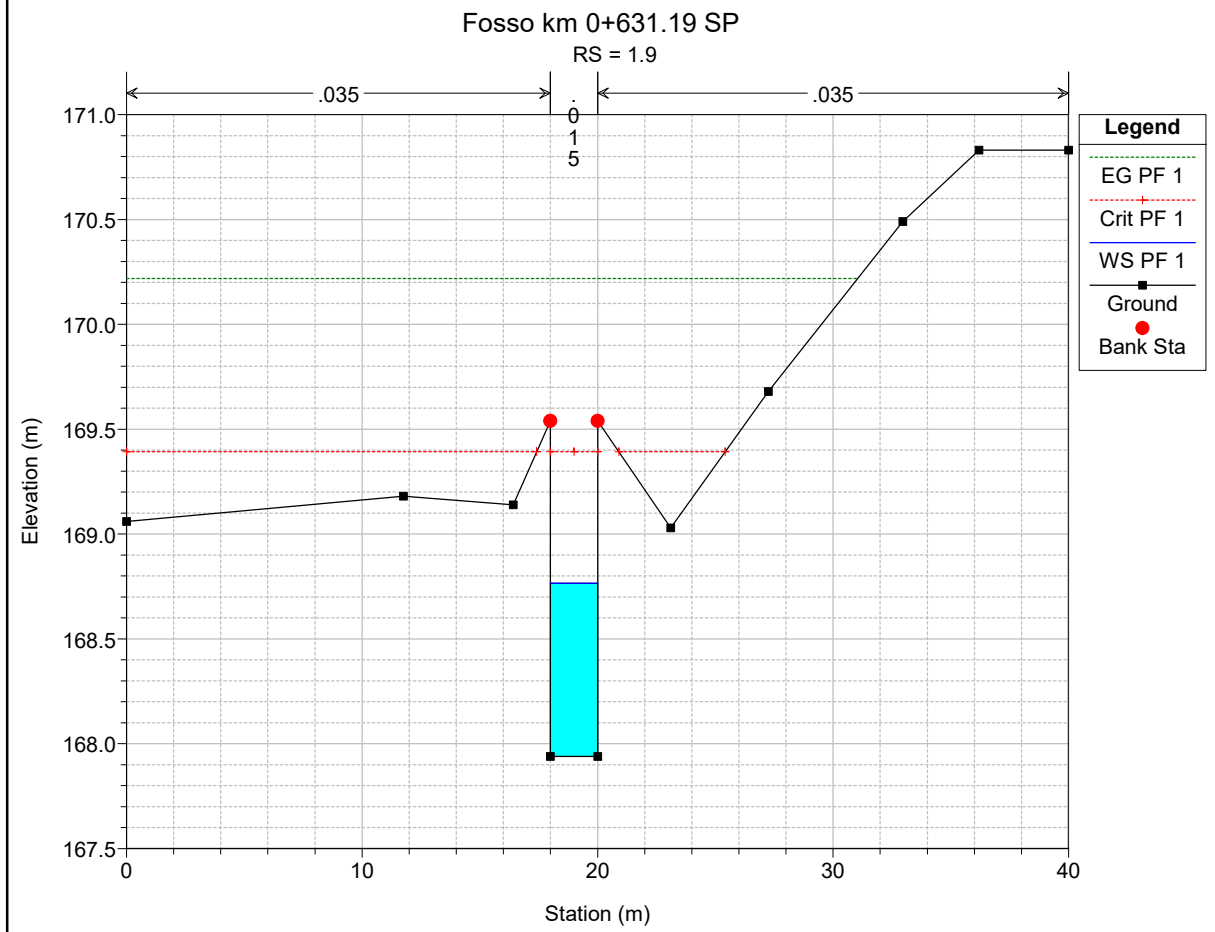
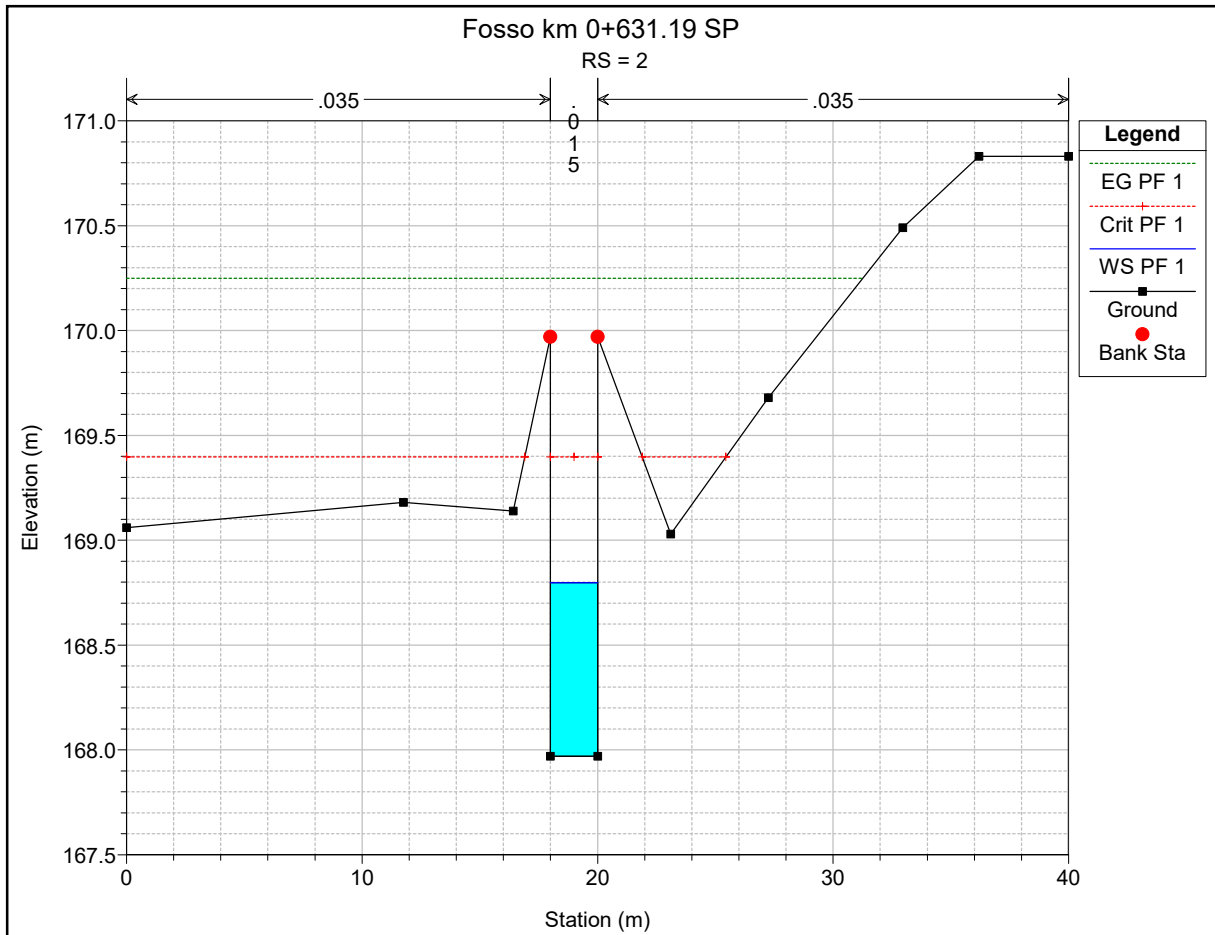
Legend	
EG PF 1	—+—
Crit PF 1	-.-+.-.-
WS PF 1	—+—
Ground	—■—

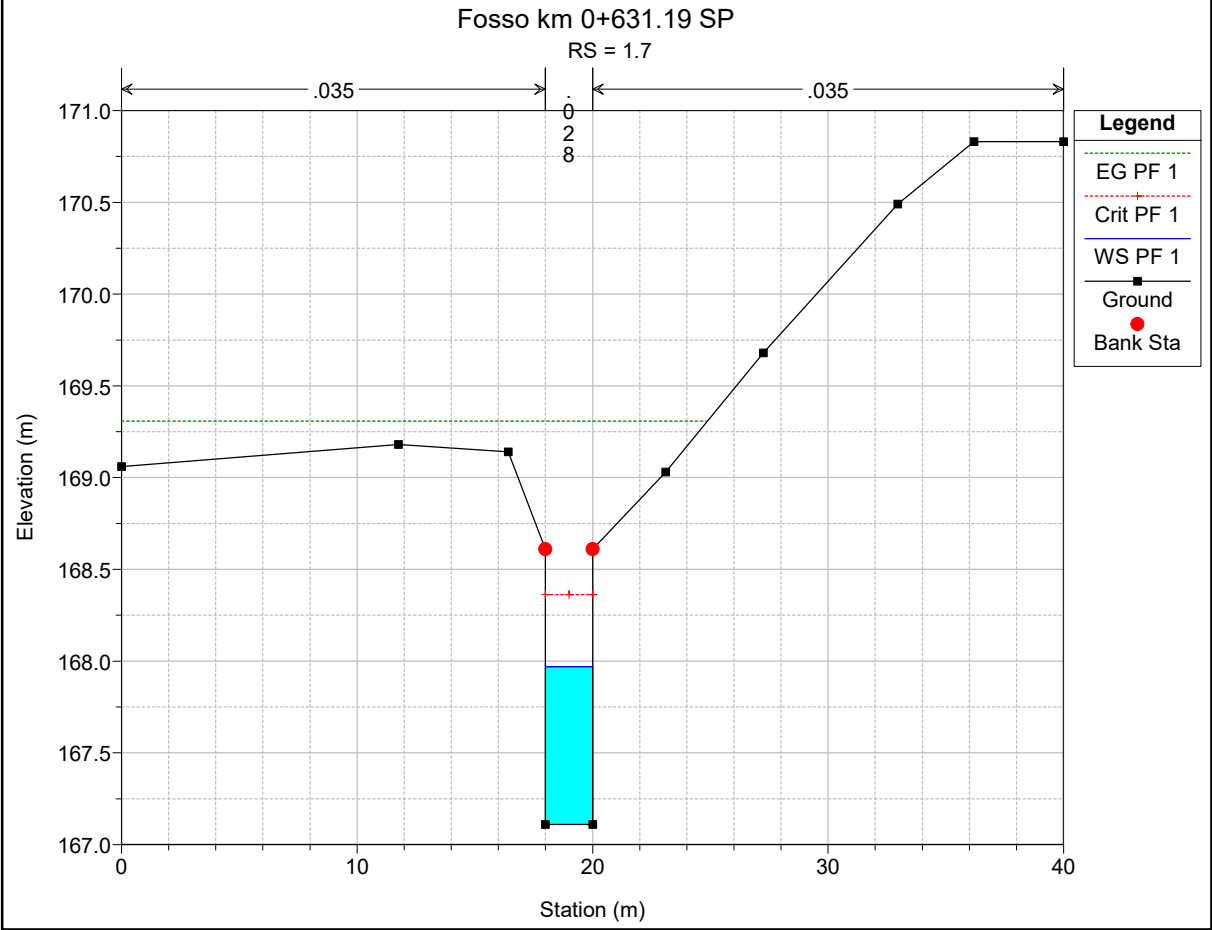
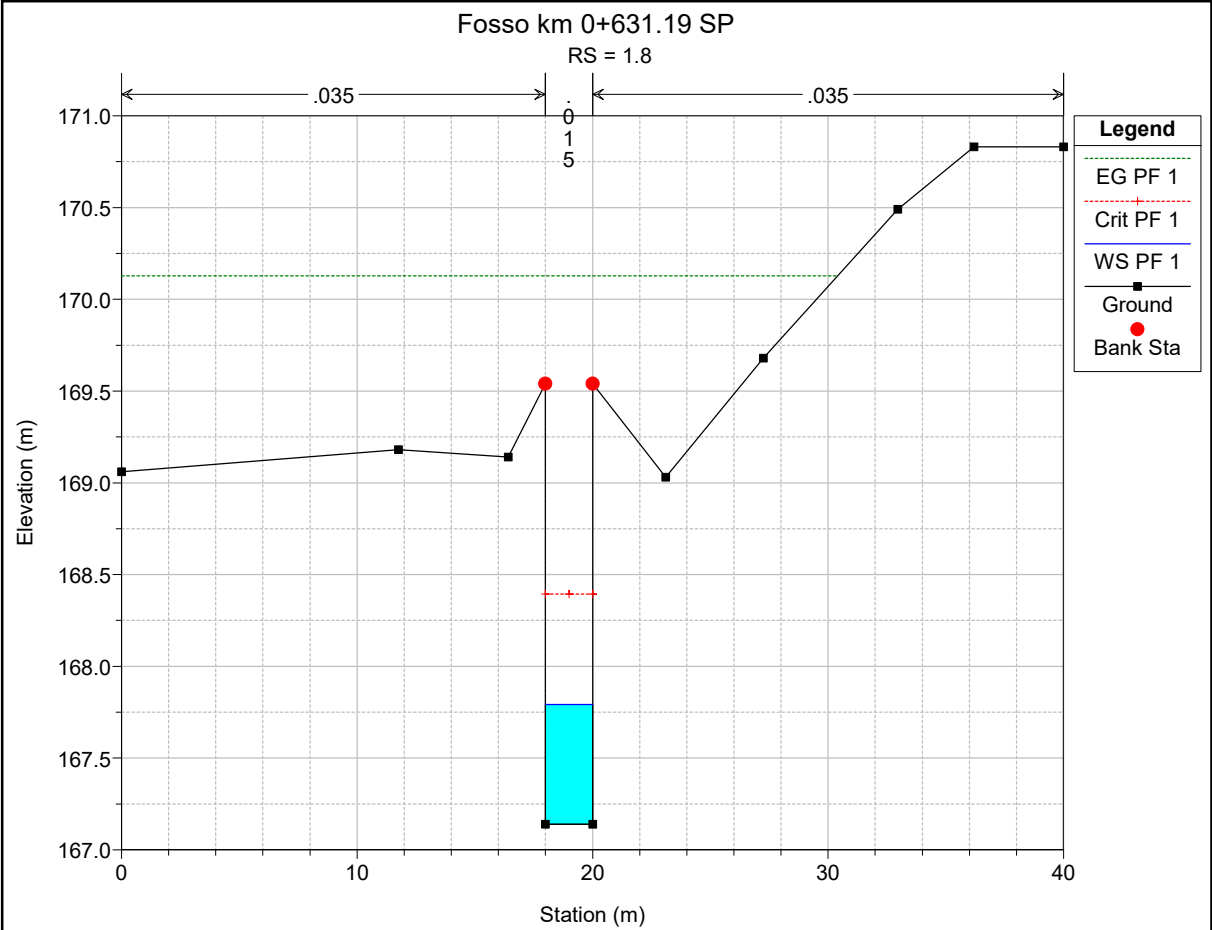


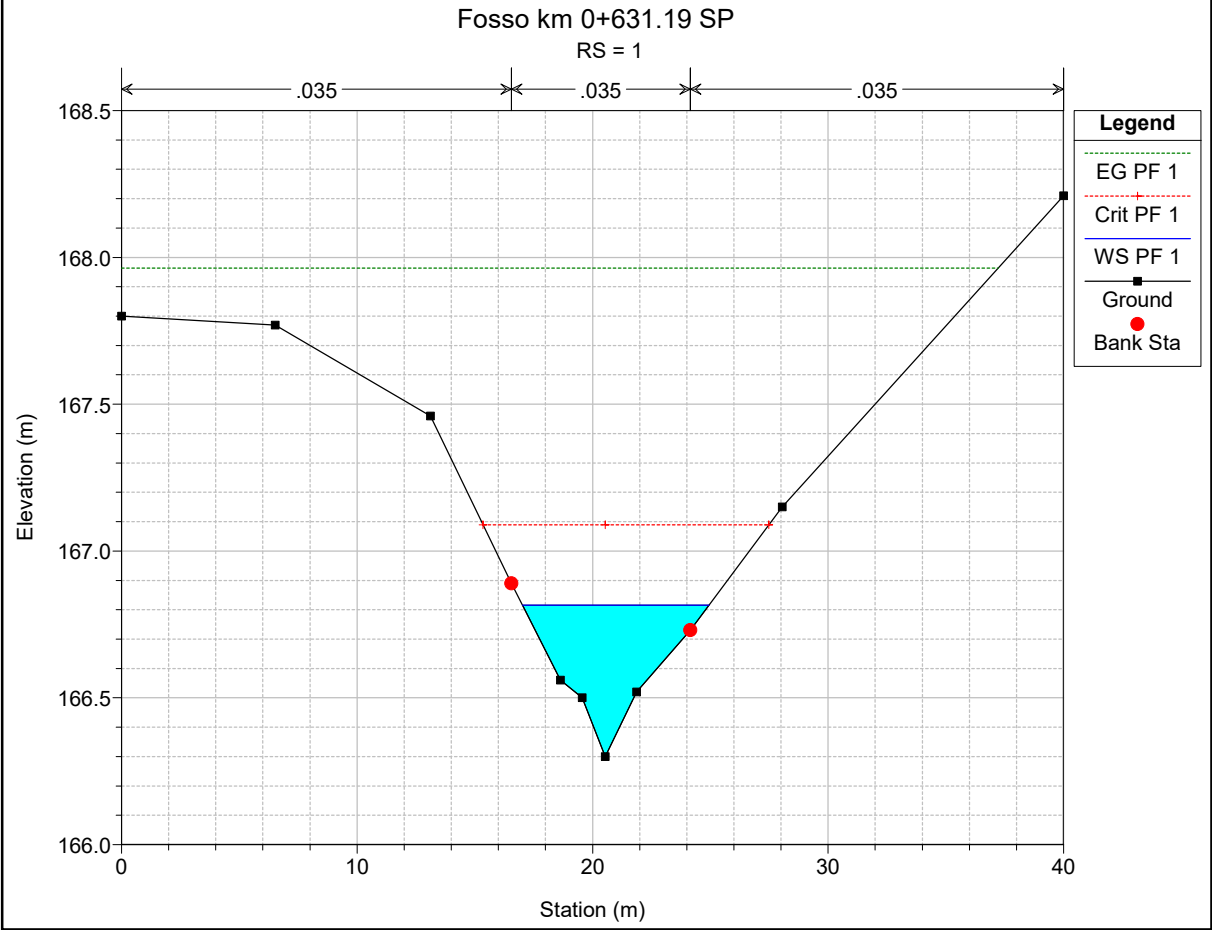
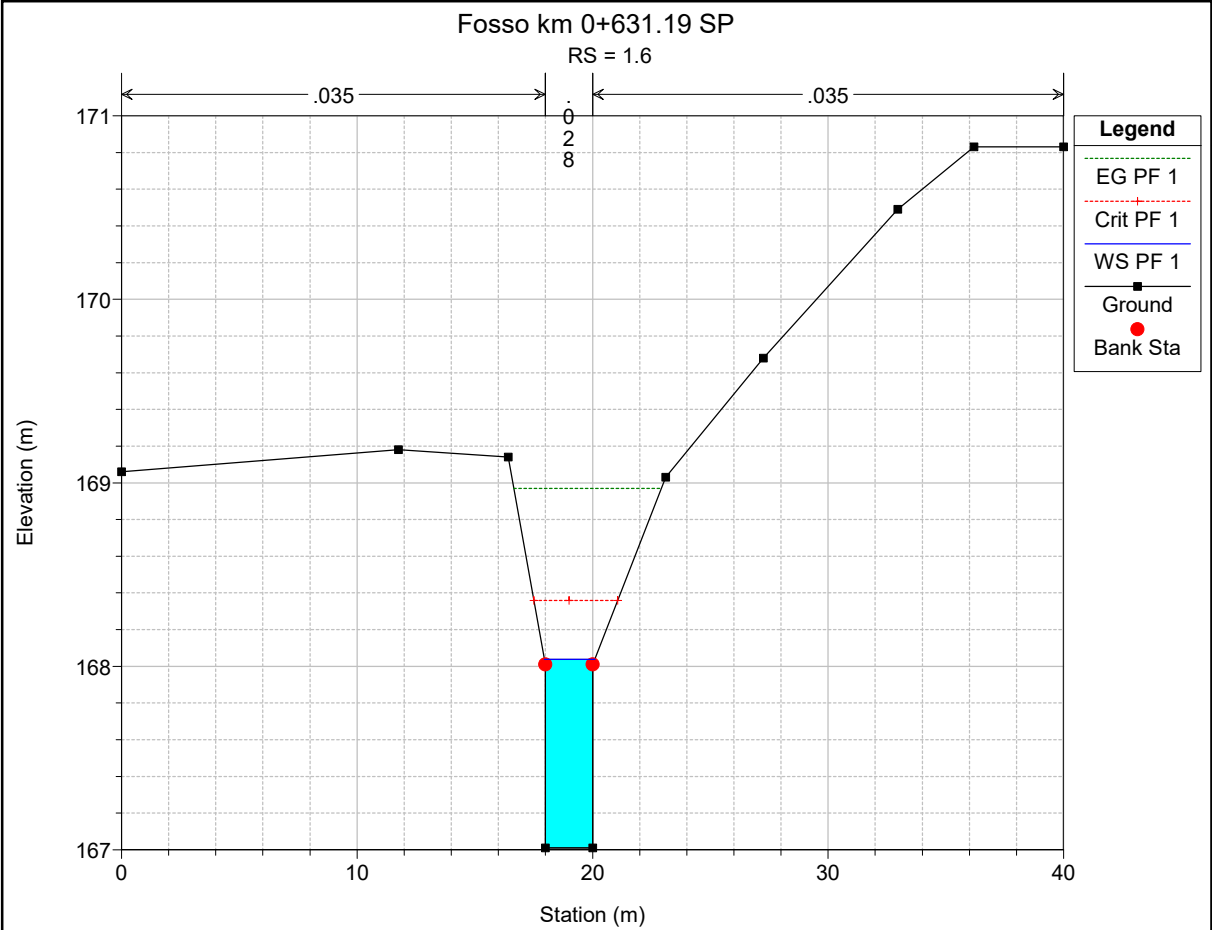












HEC-RAS Plan: REV1 River: Fosso km 0+631.1 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	5	PF 1	8.84	170.11	170.88	170.81	171.01	0.011157	1.63	5.41	13.47	0.82
strada	4	PF 1	8.84	169.68	170.76		170.86	0.004871	1.39	6.47	12.63	0.58
strada	3.5	PF 1	8.84	168.90	170.29	170.29	170.72	0.011211	2.98	3.30	4.57	0.81
strada	3.4	PF 1	8.84	168.31	169.15	169.56	170.55	0.017585	5.25	1.68	2.01	1.83
strada	3.3	PF 1	8.84	168.26	169.10	169.51	170.51	0.017680	5.26	1.68	2.01	1.84
strada	3		Bridge									
strada	2	PF 1	8.84	167.97	168.80	169.40	170.25	0.018385	5.34	1.66	2.01	1.88
strada	1.9	PF 1	8.84	167.94	168.77	169.39	170.22	0.018398	5.34	1.66	2.01	1.88
strada	1.8	PF 1	8.84	167.14	167.79	168.39	170.13	0.035527	6.77	1.31	2.01	2.68
strada	1.7	PF 1	8.84	167.11	167.97	168.36	169.31	0.057320	5.12	1.73	2.01	1.77
strada	1.6	PF 1	8.84	167.01	168.04	168.36	168.97	0.034542	4.28	2.07	2.15	1.35
strada	1	PF 1	8.84	166.30	166.82	167.09	167.96	0.169991	4.76	1.88	7.92	2.98

**ALLEGATO 01**

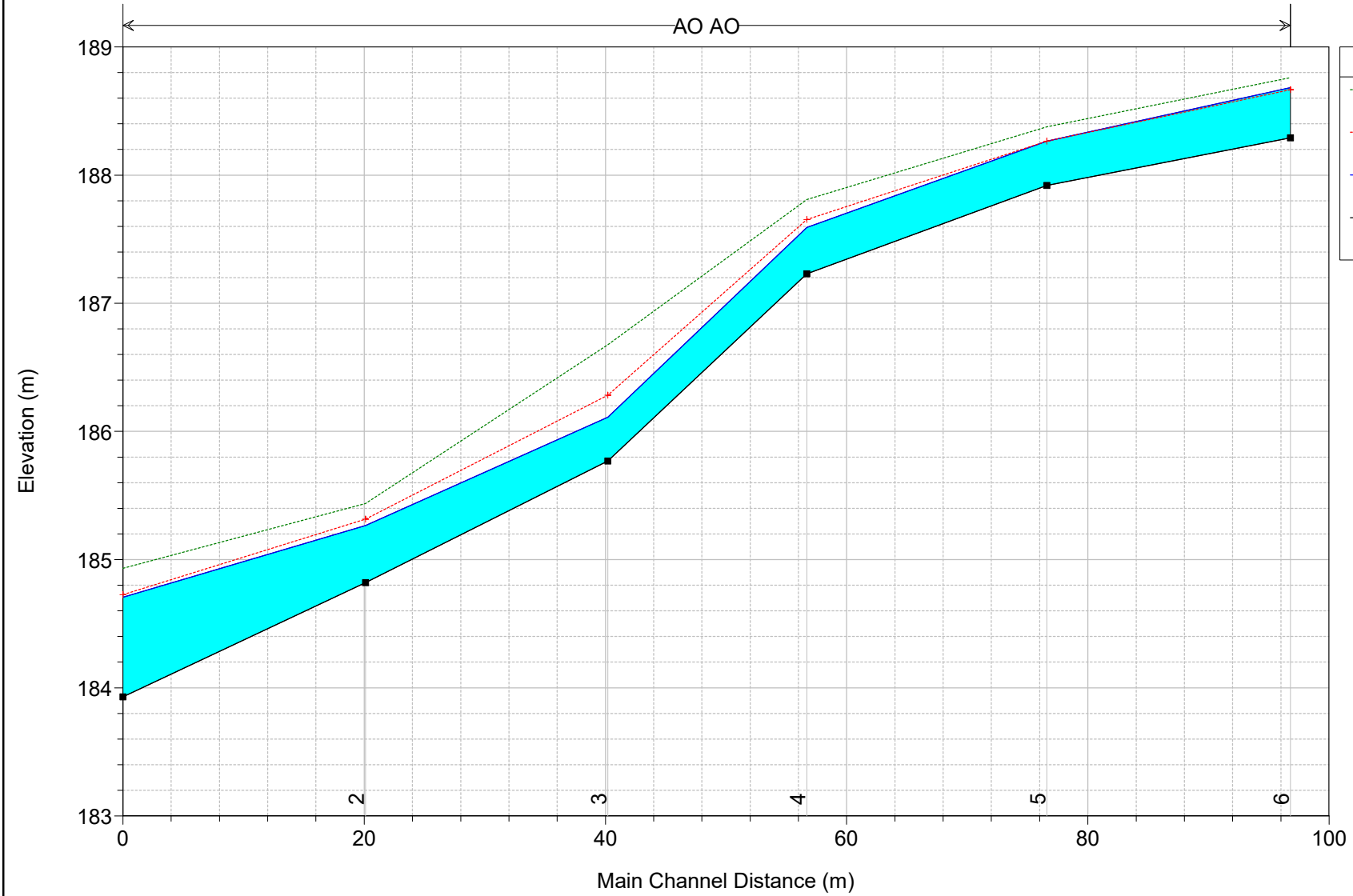
**Fosso al km 1+373.47 – NV02**

**Ante Operam**

**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

IN21 Plan: AO 1/21/2021  
Geom: AO

AO AO

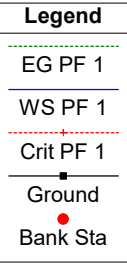
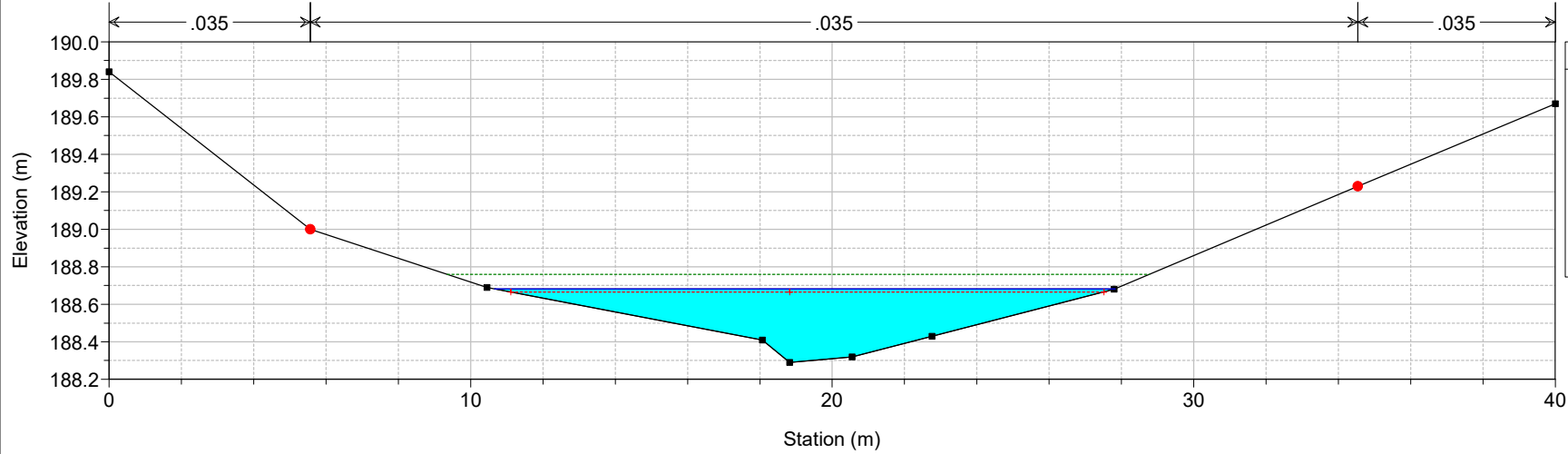


Legend	
EG PF 1	Green dotted line
Crit PF 1	Red dashed line with '+' markers
WS PF 1	Blue solid line
Ground	Black solid line with square markers

IN21 Plan: AO 1/21/2021

Geom: AO

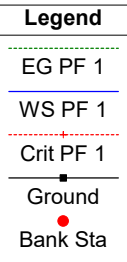
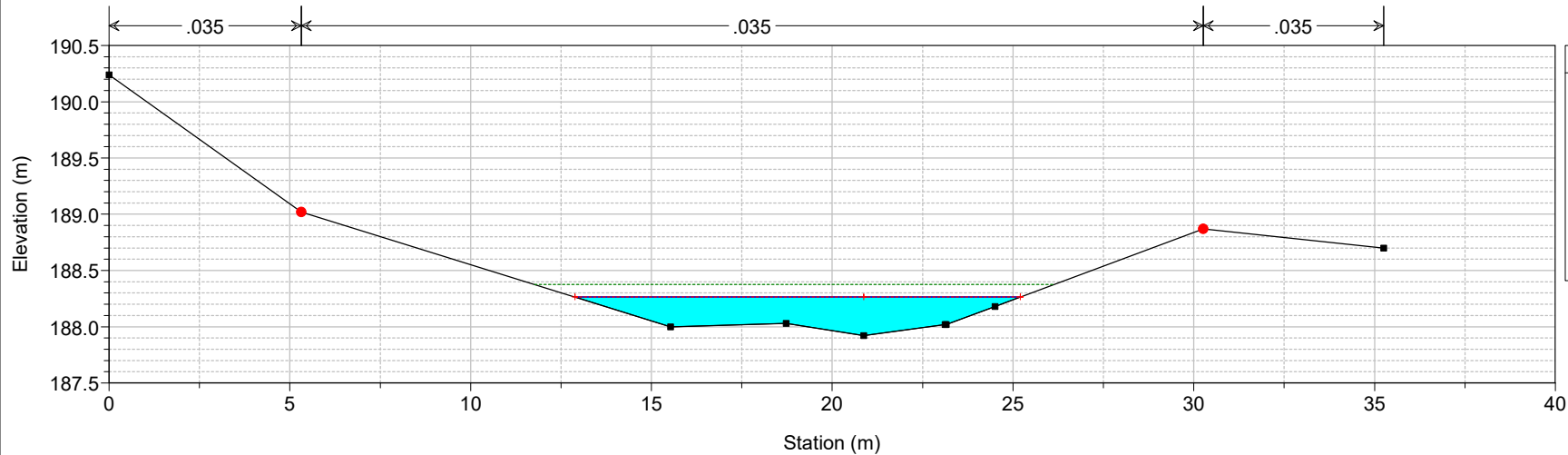
RS = 6



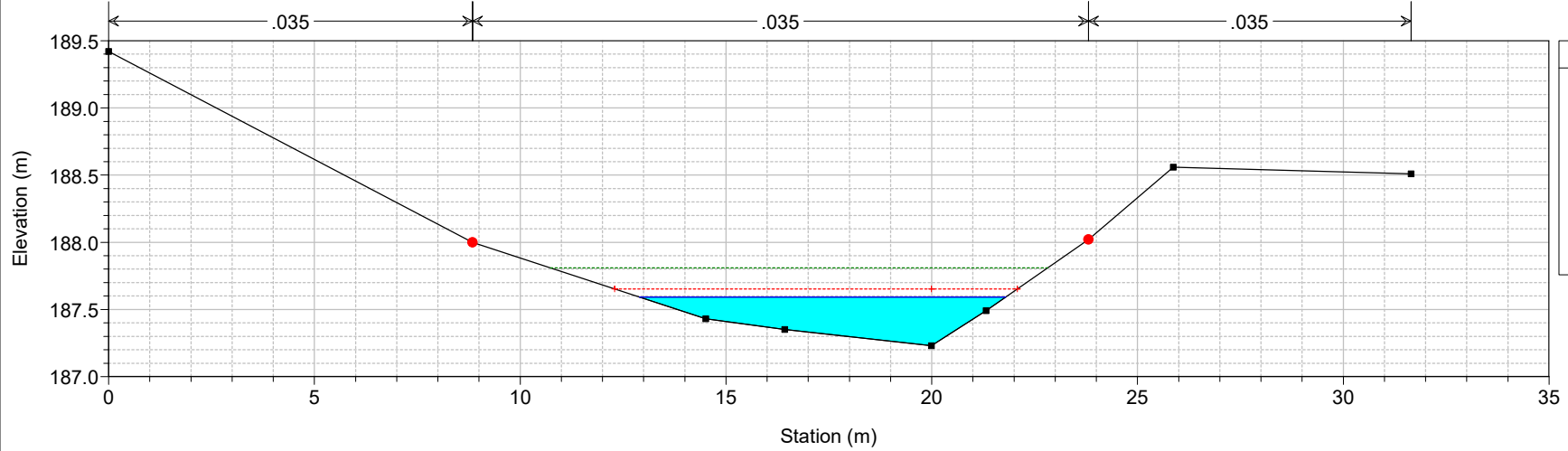
IN21 Plan: AO 1/21/2021

Geom: AO

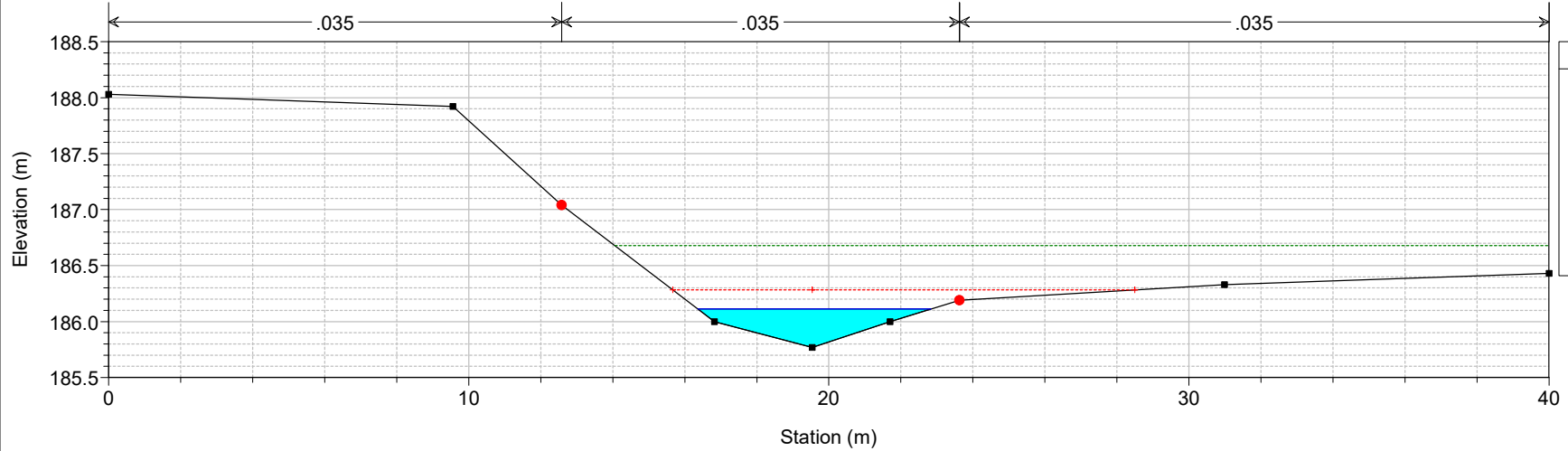
RS = 5



IN21 Plan: AO 1/21/2021  
Geom: AO  
RS = 4



IN21 Plan: AO 1/21/2021  
Geom: AO  
RS = 3

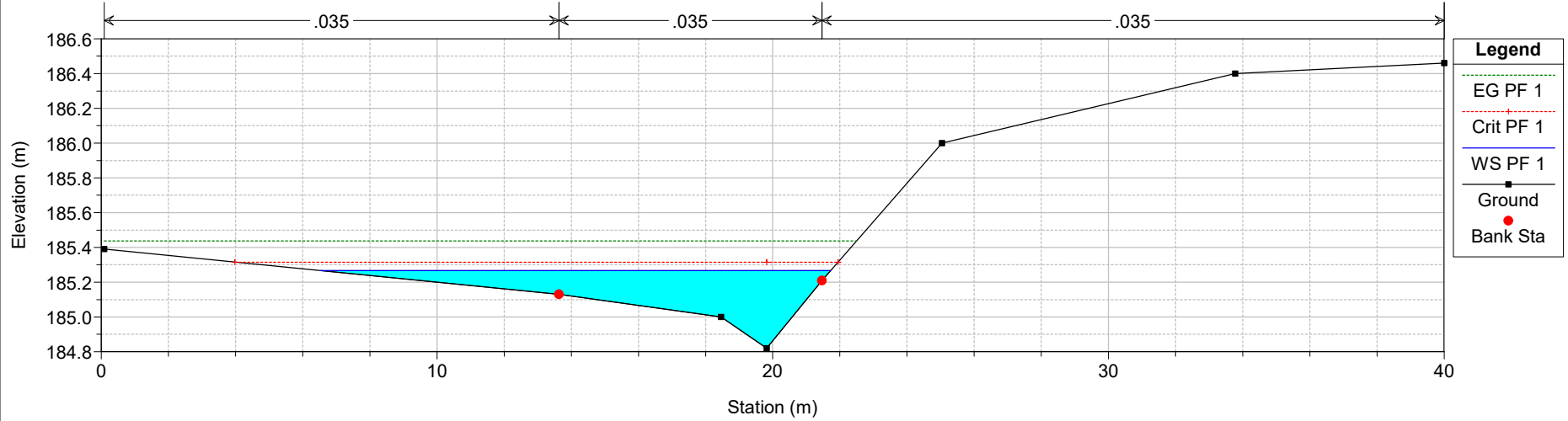




IN21 Plan: AO 1/21/2021

Geom: AO

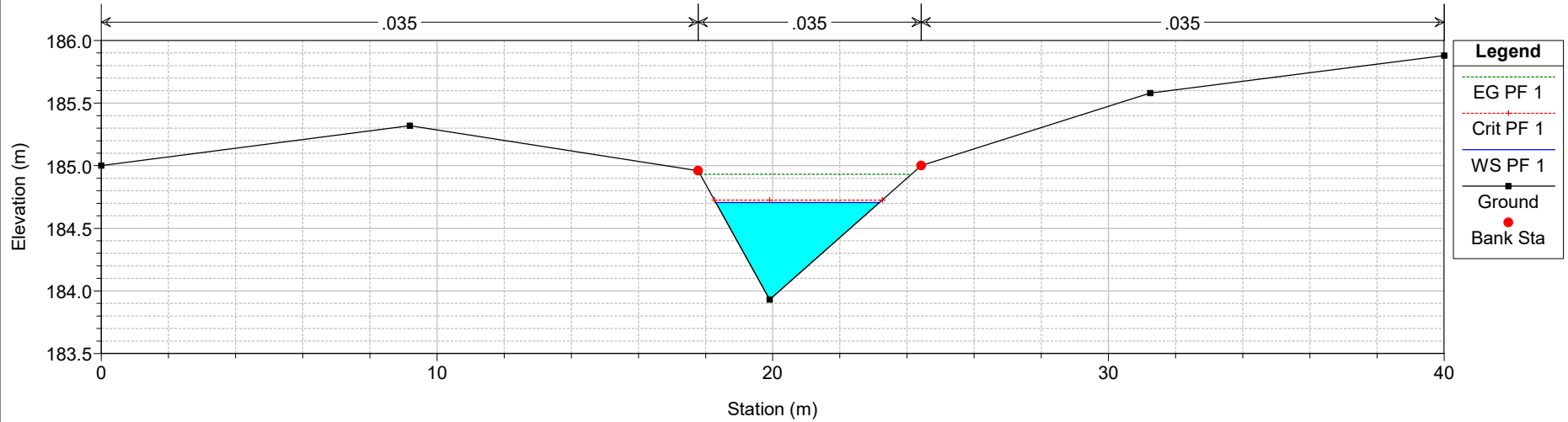
RS = 2



IN21 Plan: AO 1/21/2021

Geom: AO

RS = 1



HEC-RAS Plan: AO River: AO Reach: AO Profile: PF 1

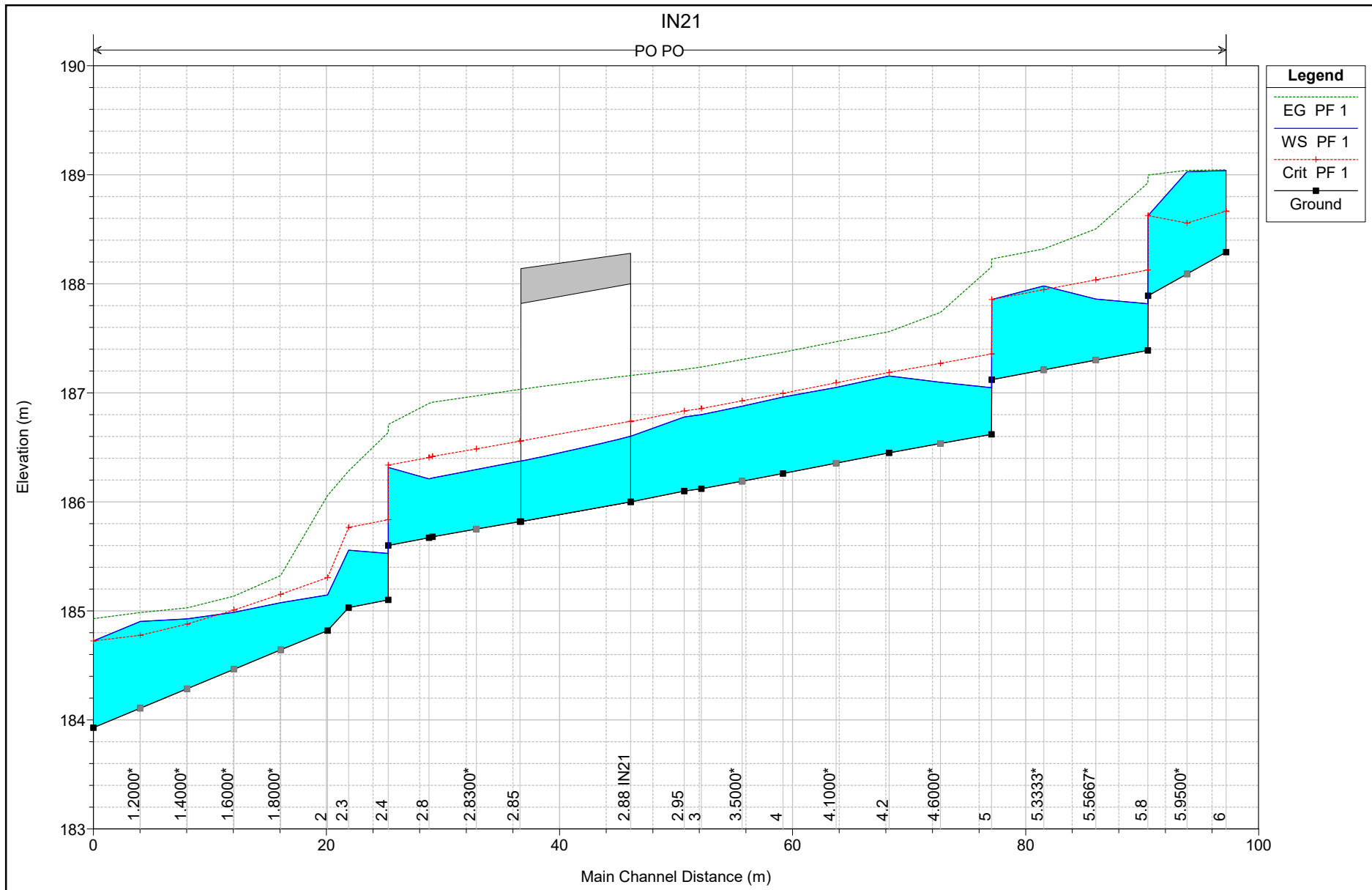
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
AO	6	PF 1	3.98	188.29	188.68	188.67	188.76	0.017284	1.23	3.23	17.16	0.91
AO	5	PF 1	3.98	187.92	188.26	188.26	188.38	0.020471	1.48	2.69	12.32	1.01
AO	4	PF 1	3.98	187.23	187.59	187.65	187.81	0.040429	2.06	1.93	8.90	1.42
AO	3	PF 1	3.98	185.77	186.11	186.28	186.68	0.130183	3.33	1.20	6.47	2.47
AO	2	PF 1	3.98	184.82	185.27	185.32	185.44	0.030565	1.91	2.36	15.18	1.25
AO	1	PF 1	3.98	183.93	184.71	184.73	184.93	0.020624	2.11	1.89	4.87	1.08

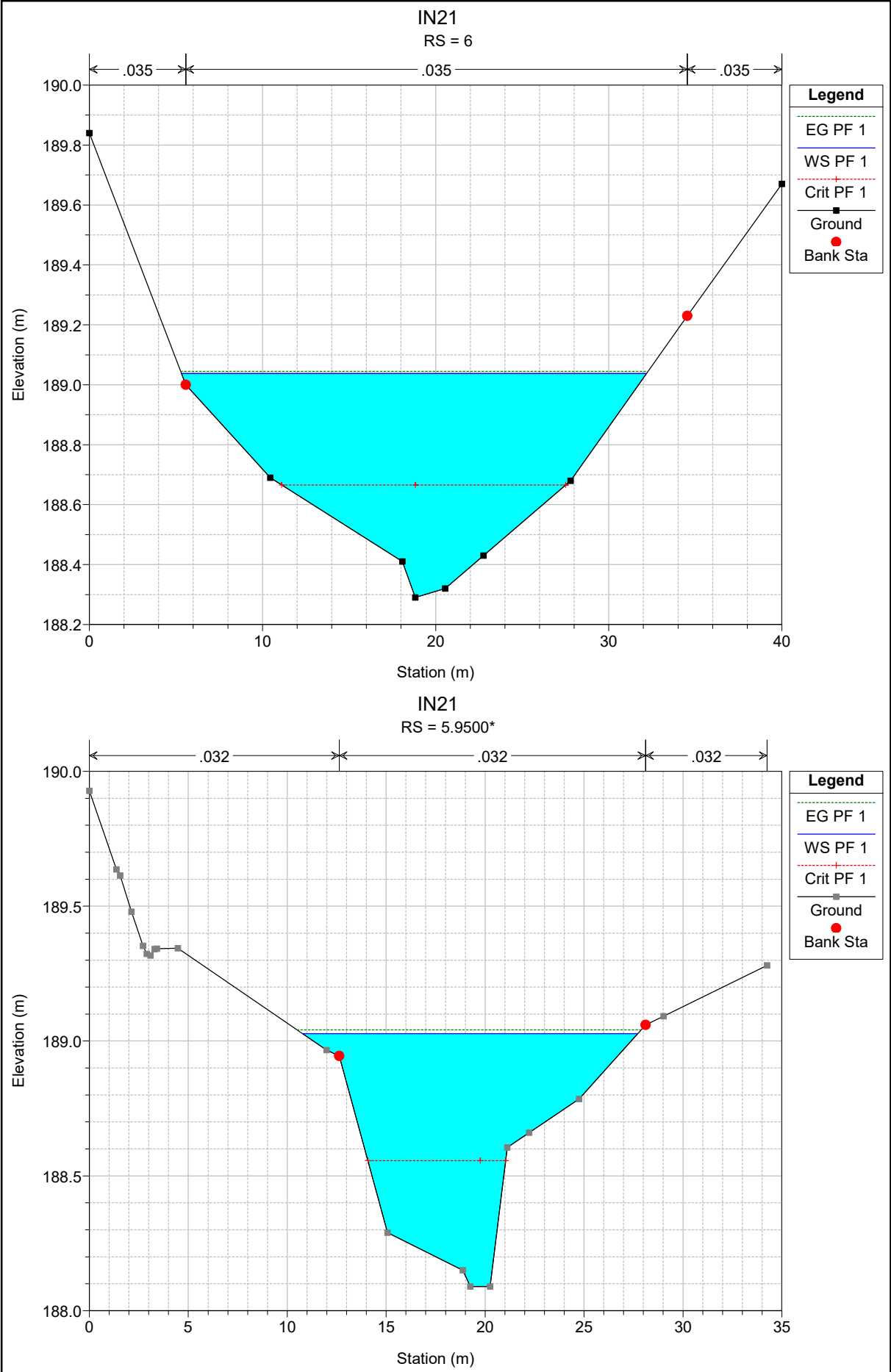
**ALLEGATO 02**

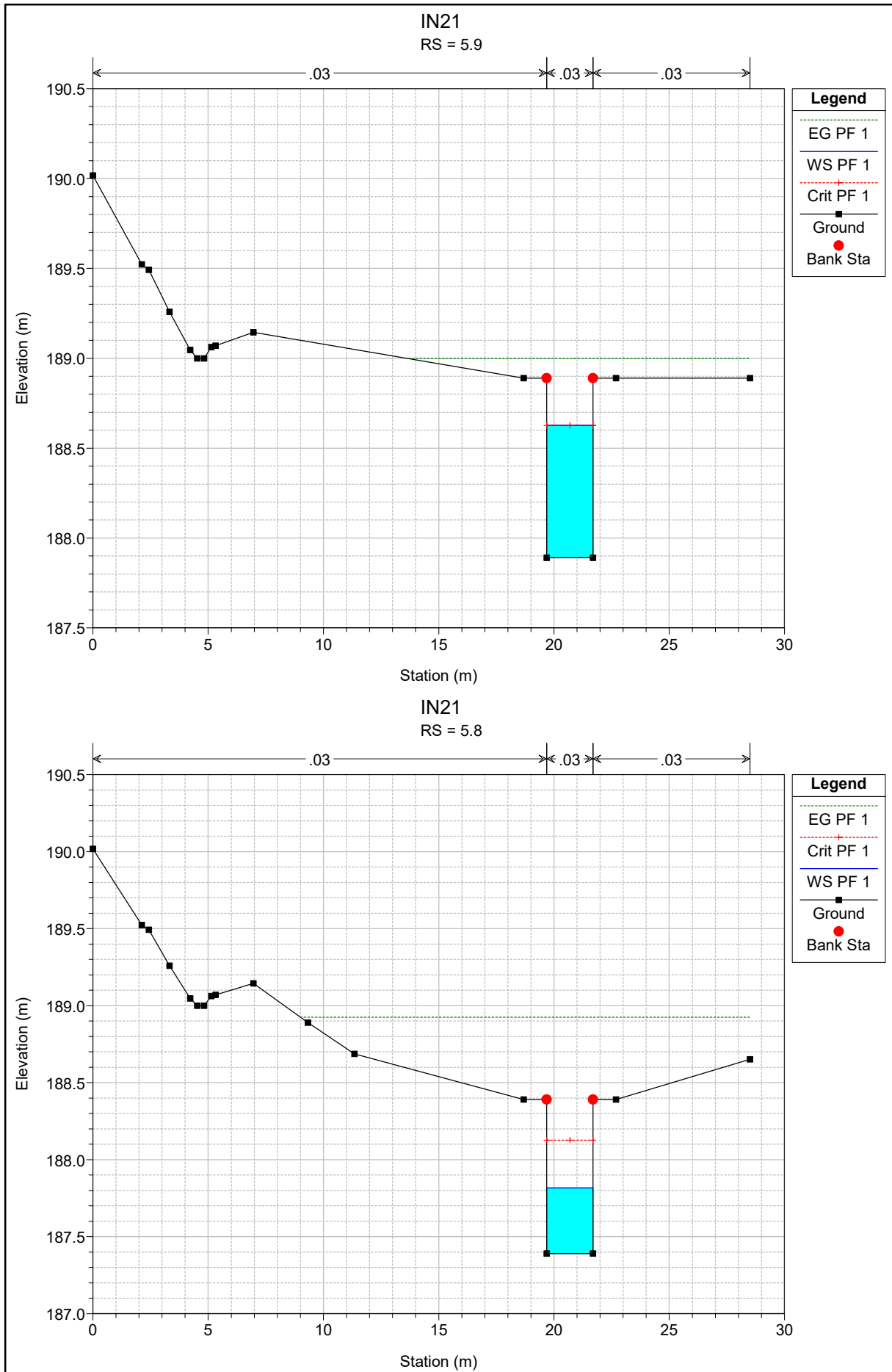
**Fosso al km 1+373.47 – NV02**

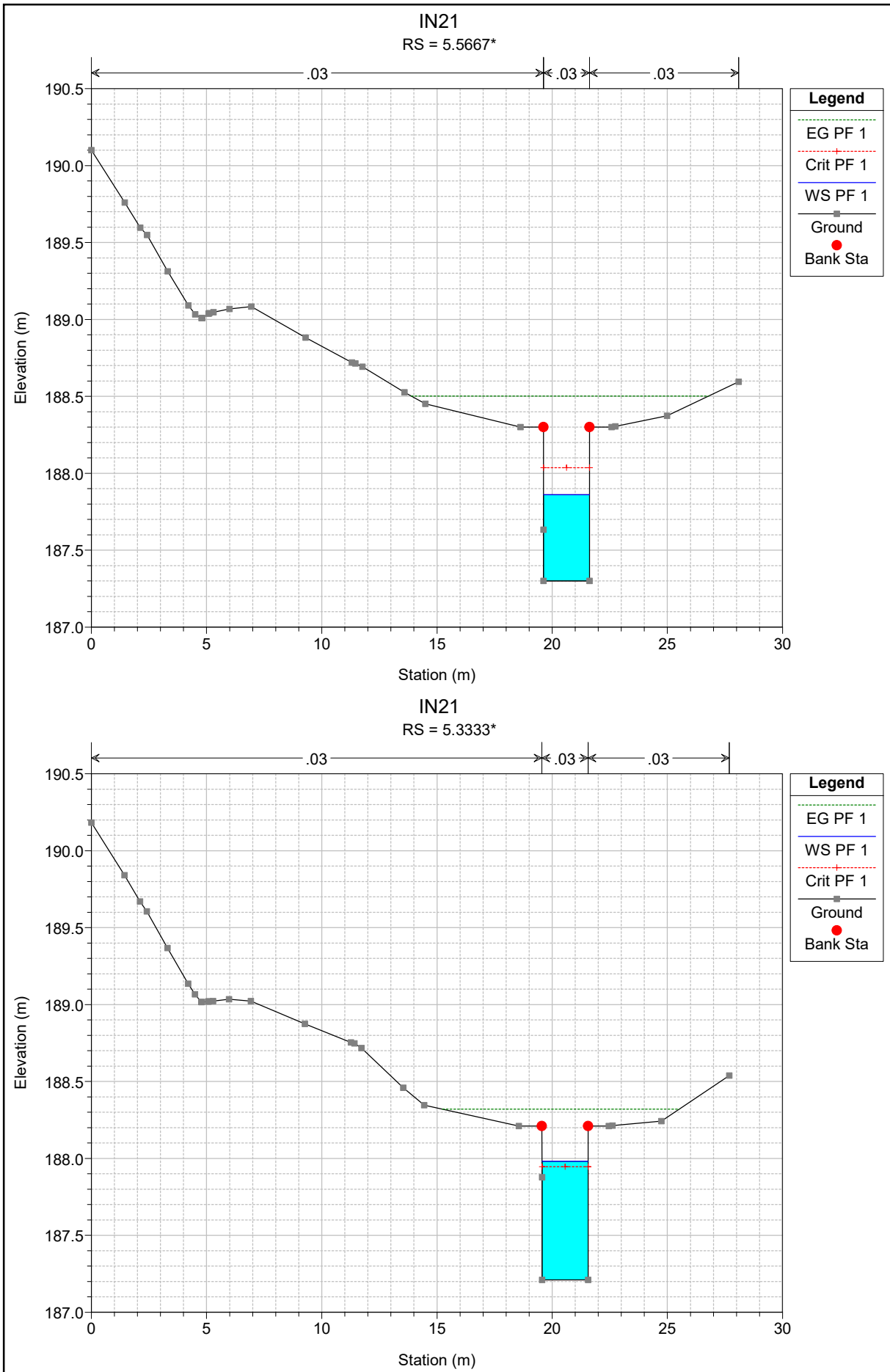
**Post Operam**

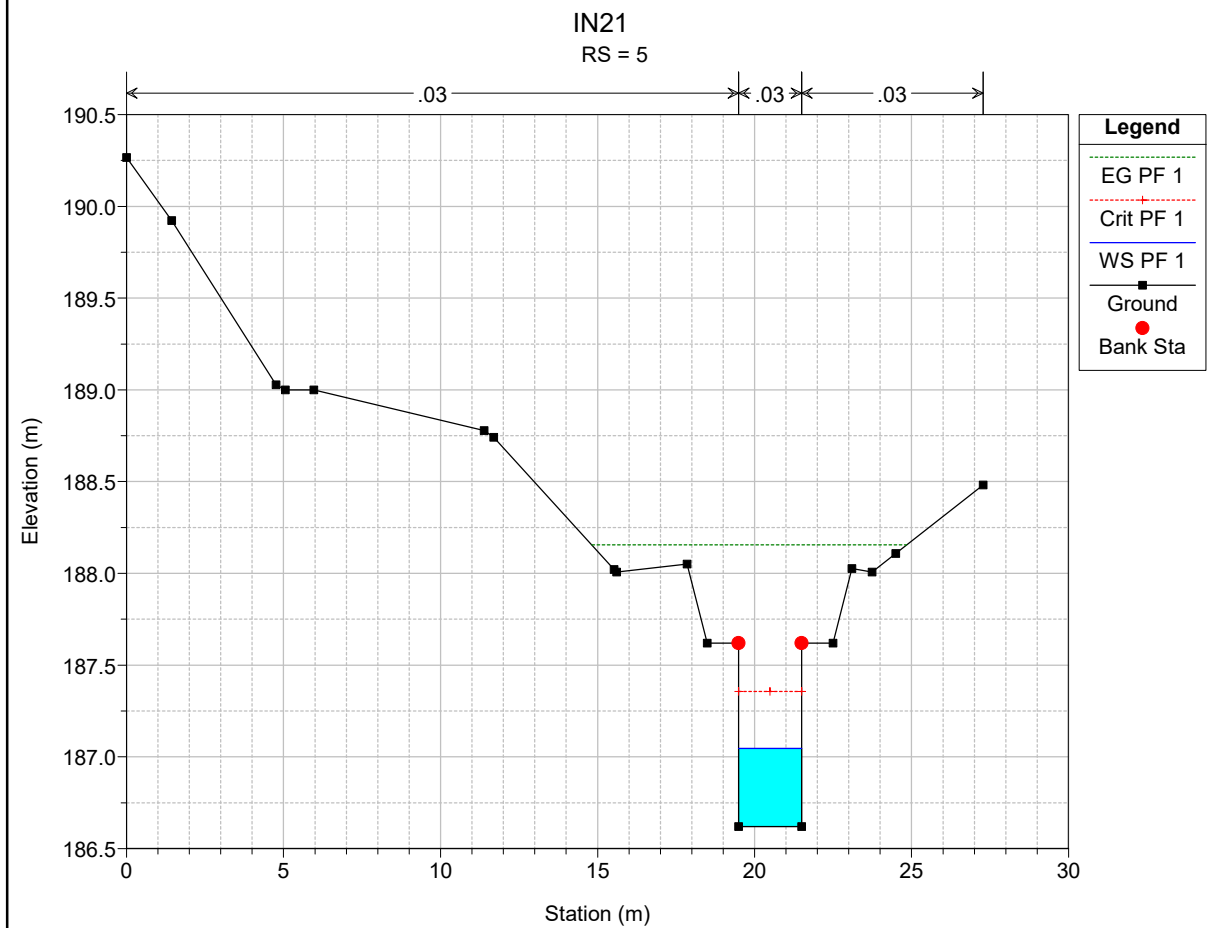
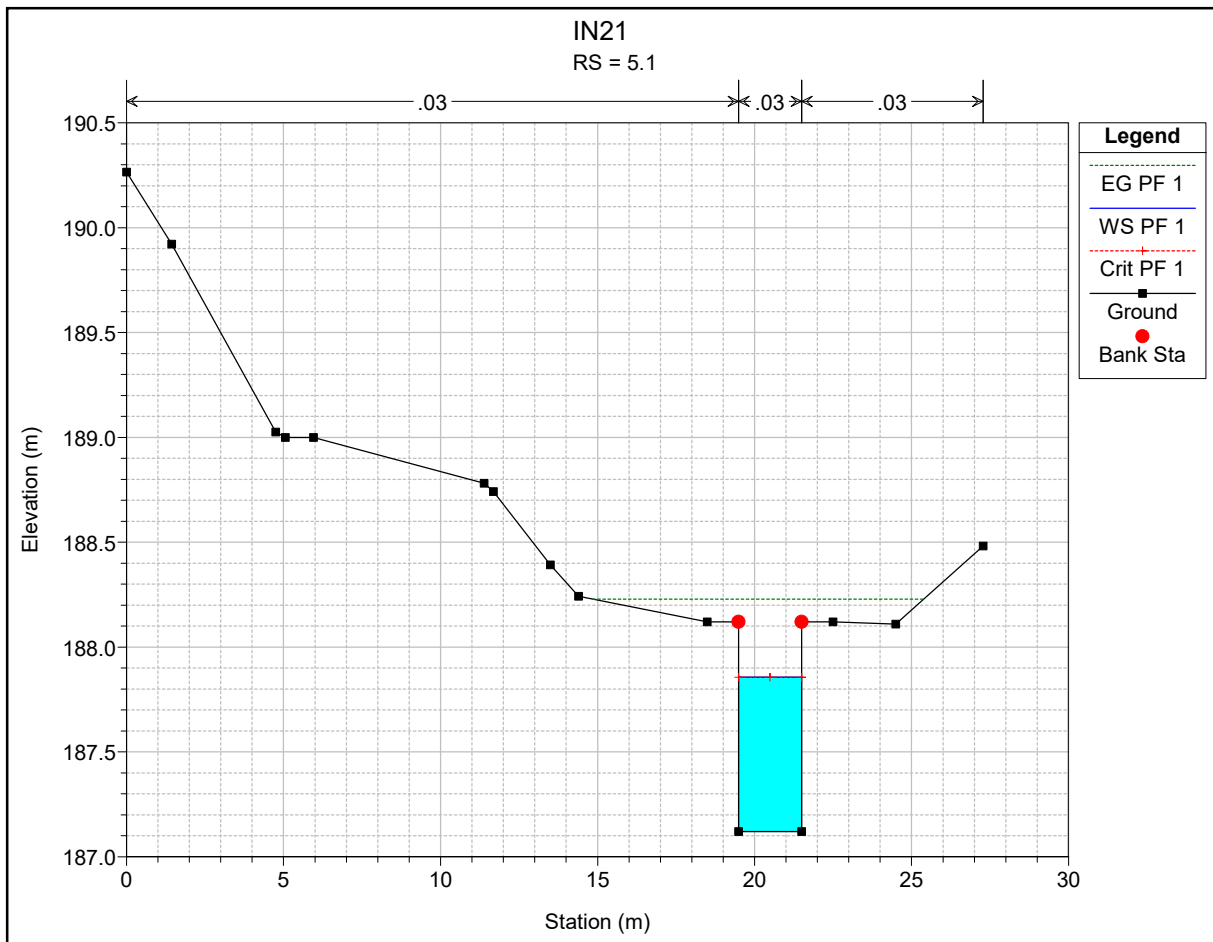
**Risultati delle simulazioni in moto permanente**



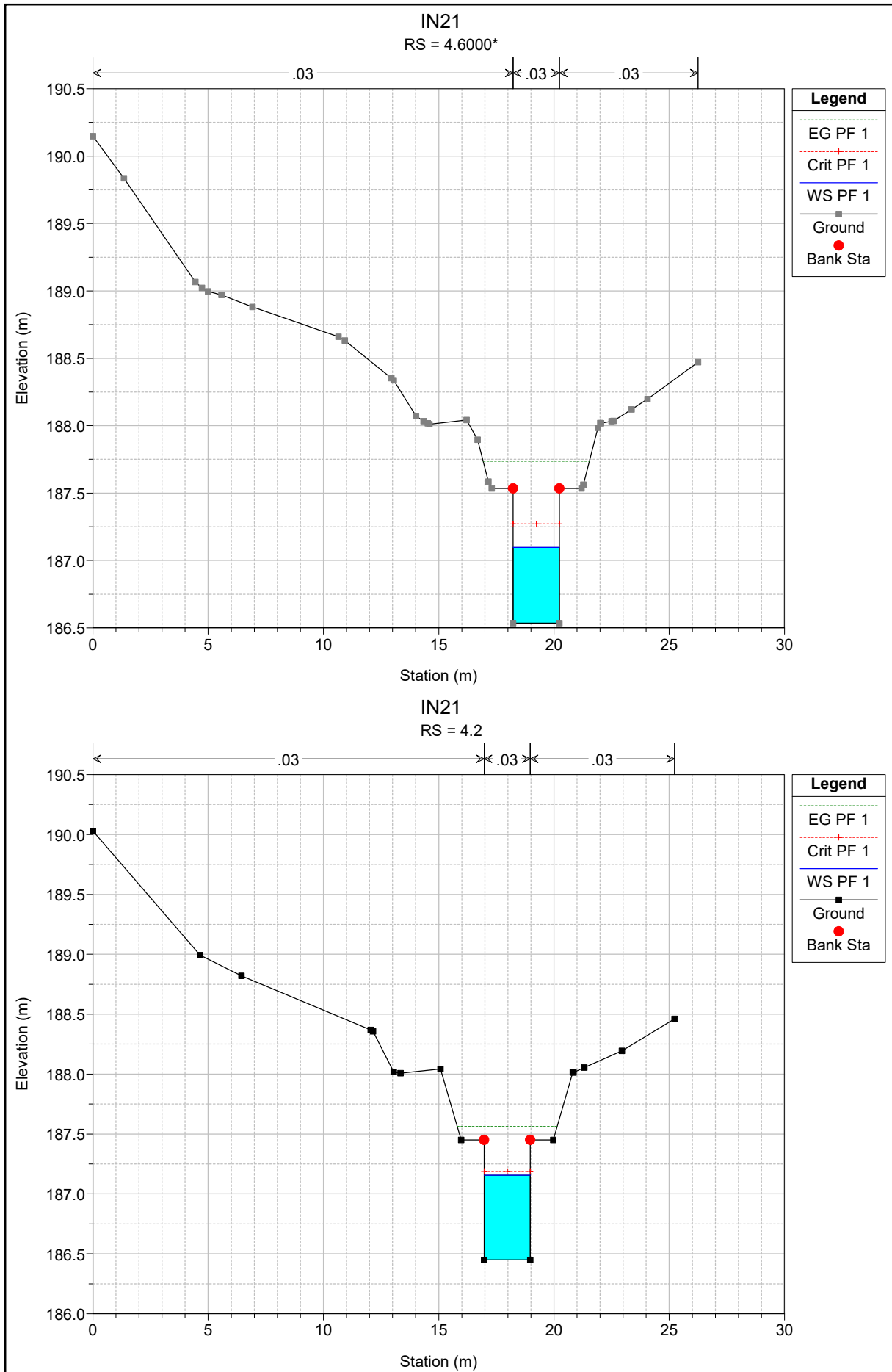


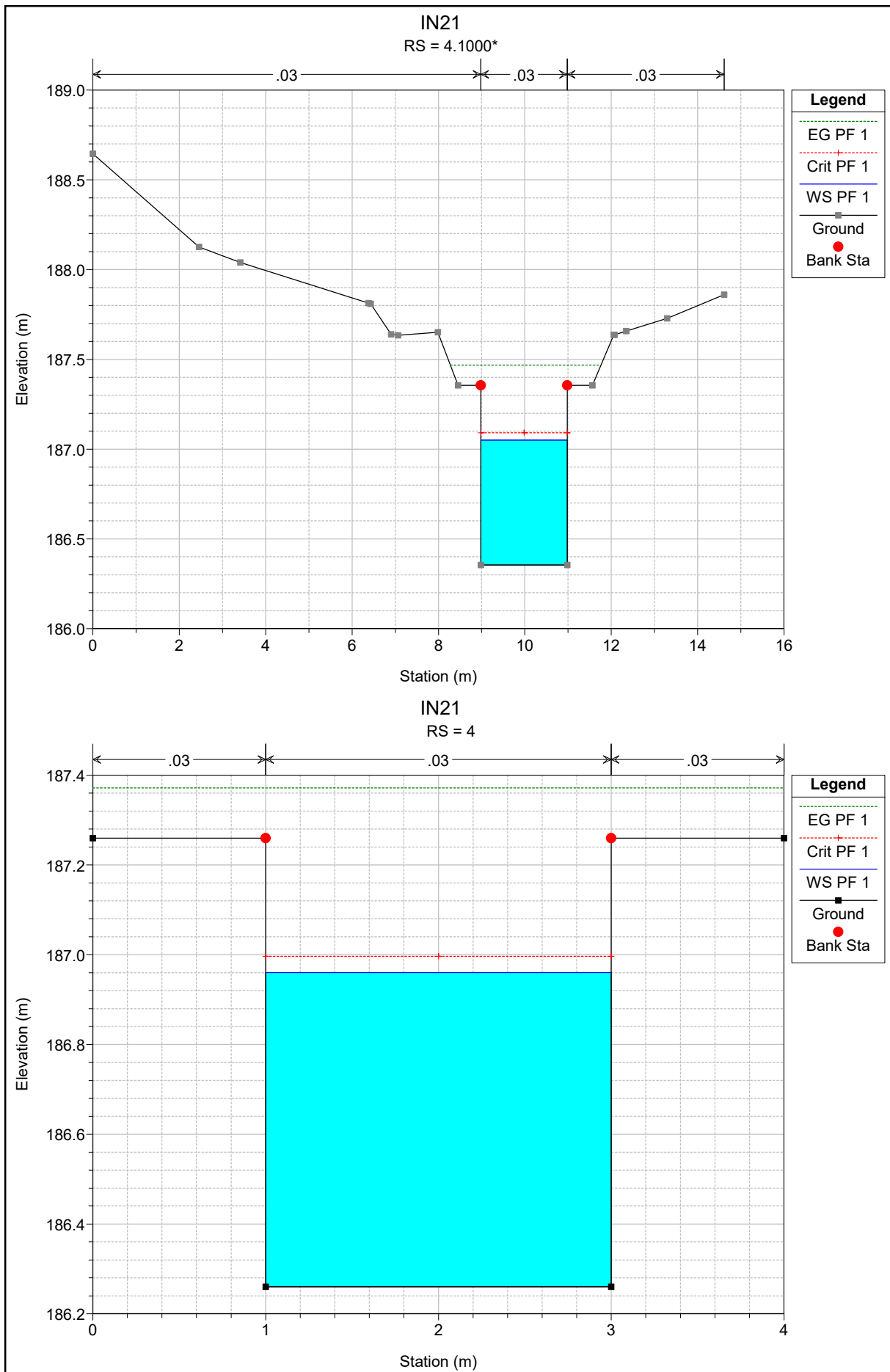


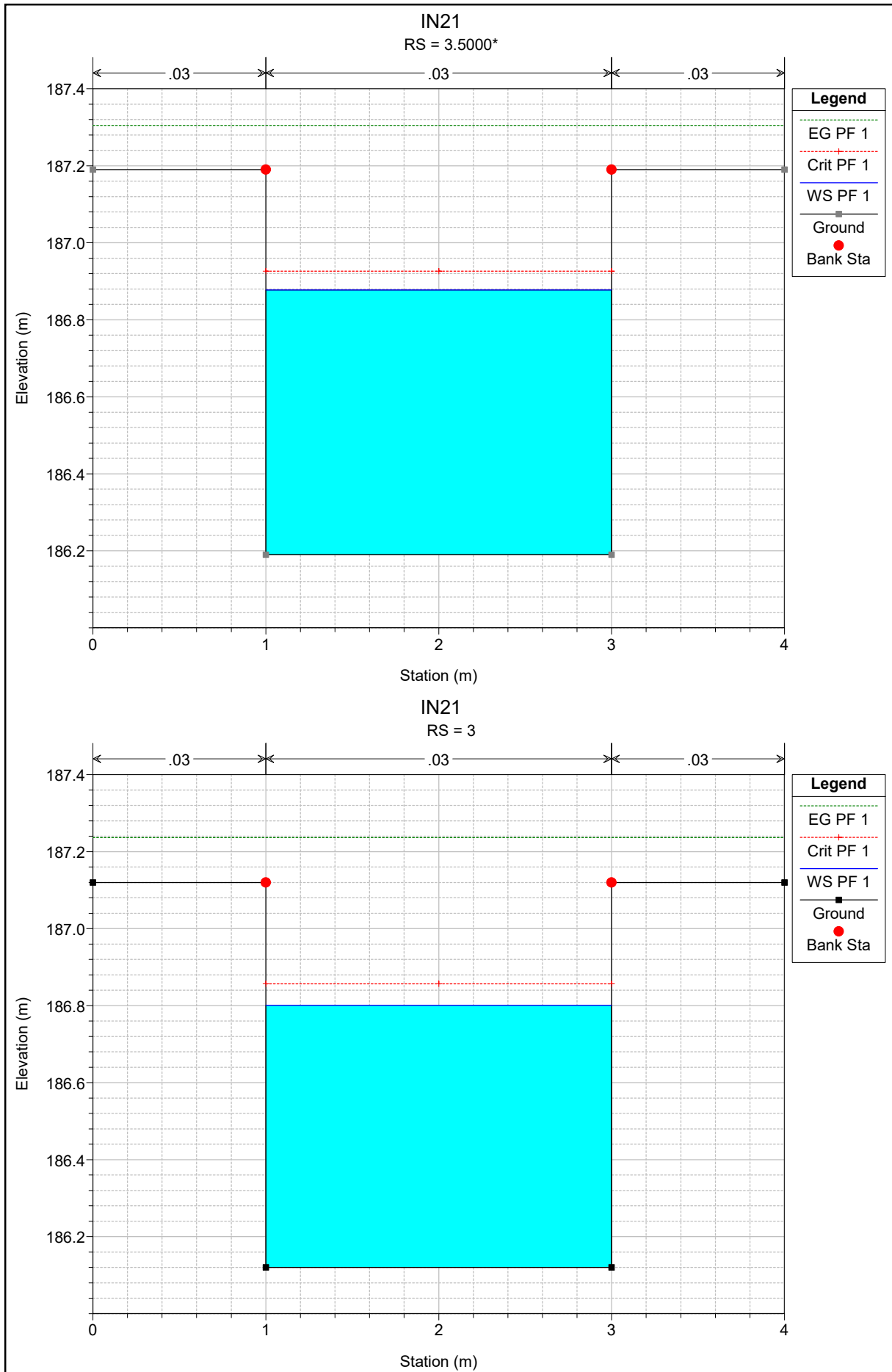


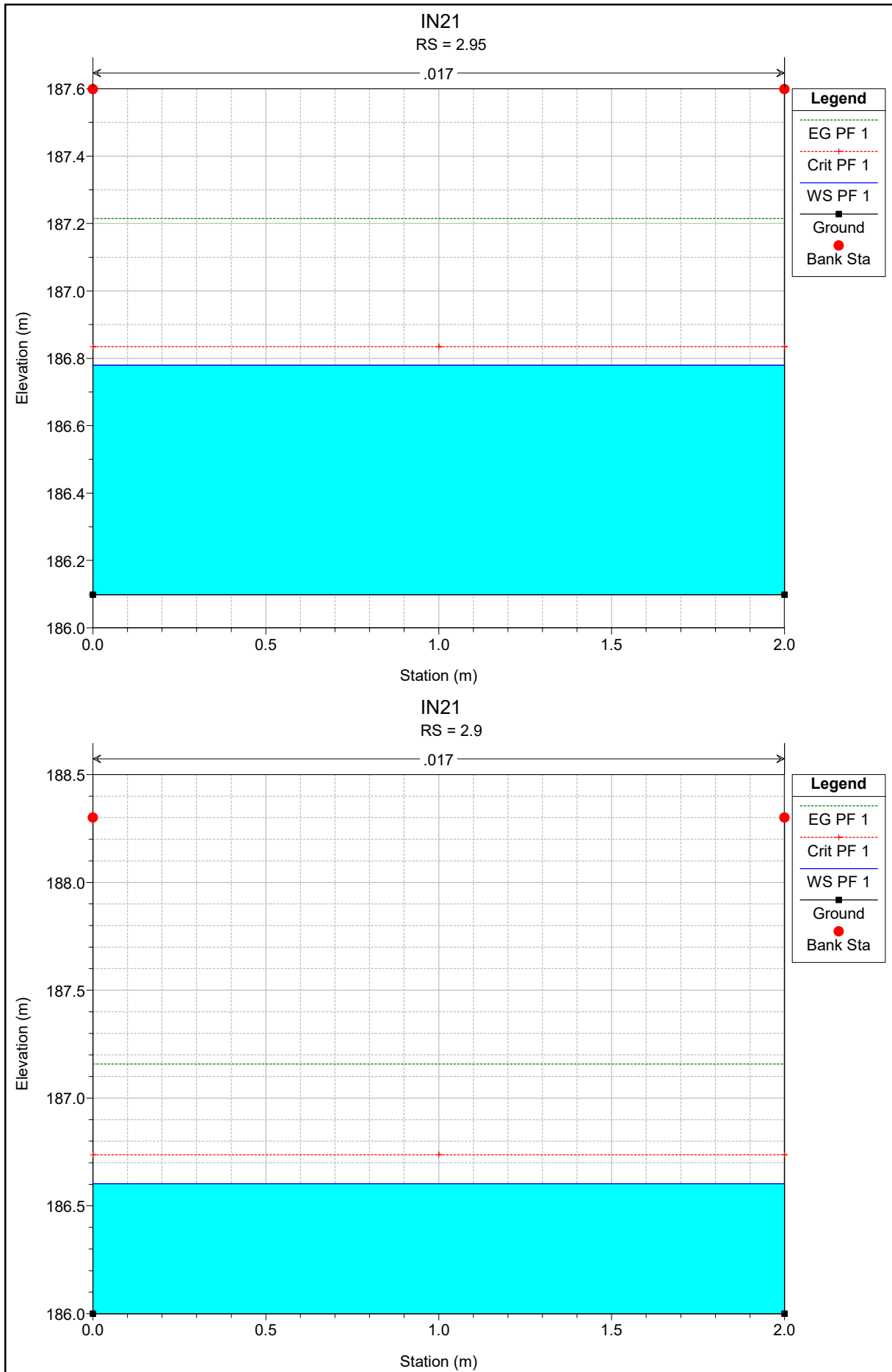


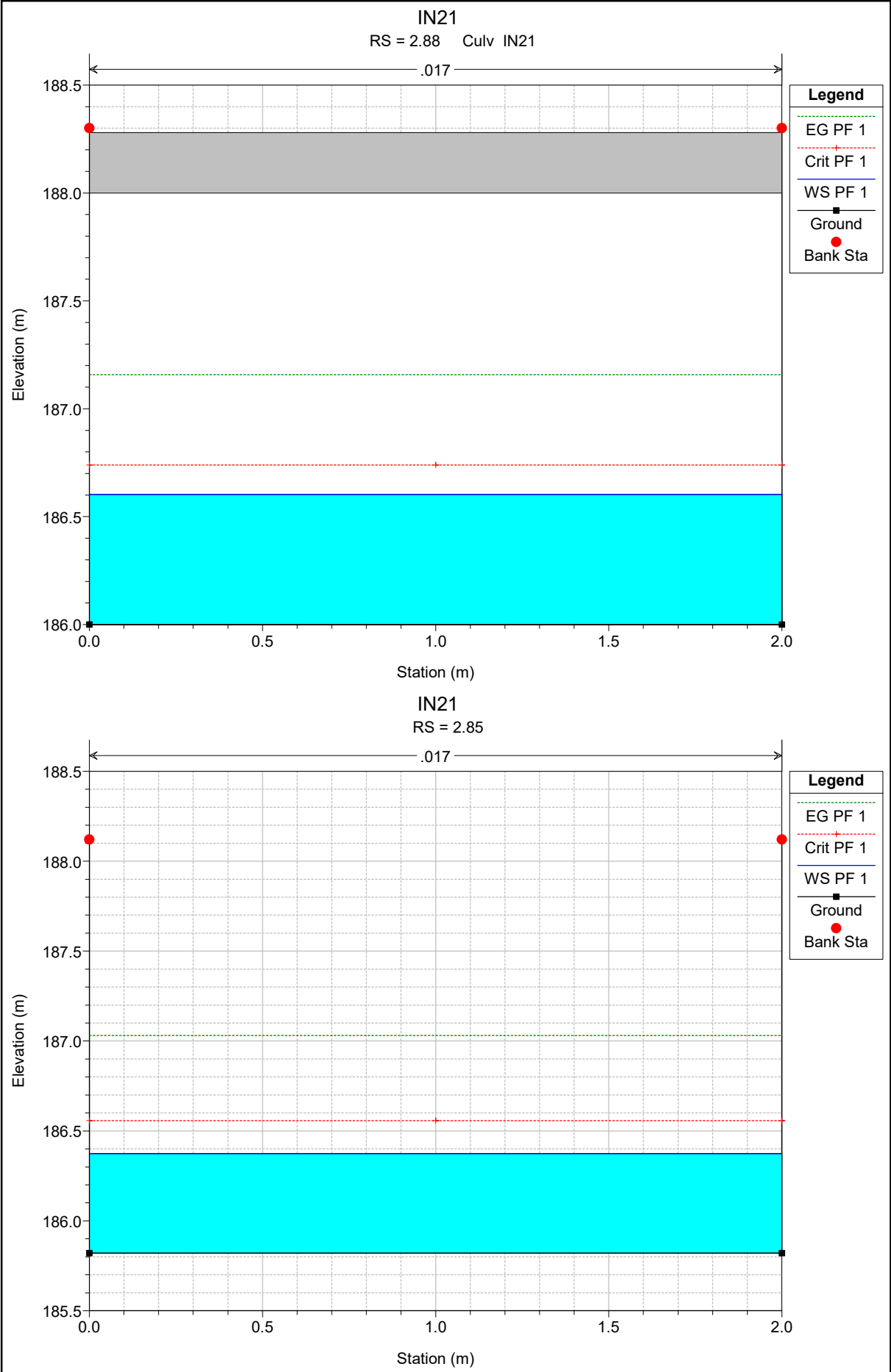


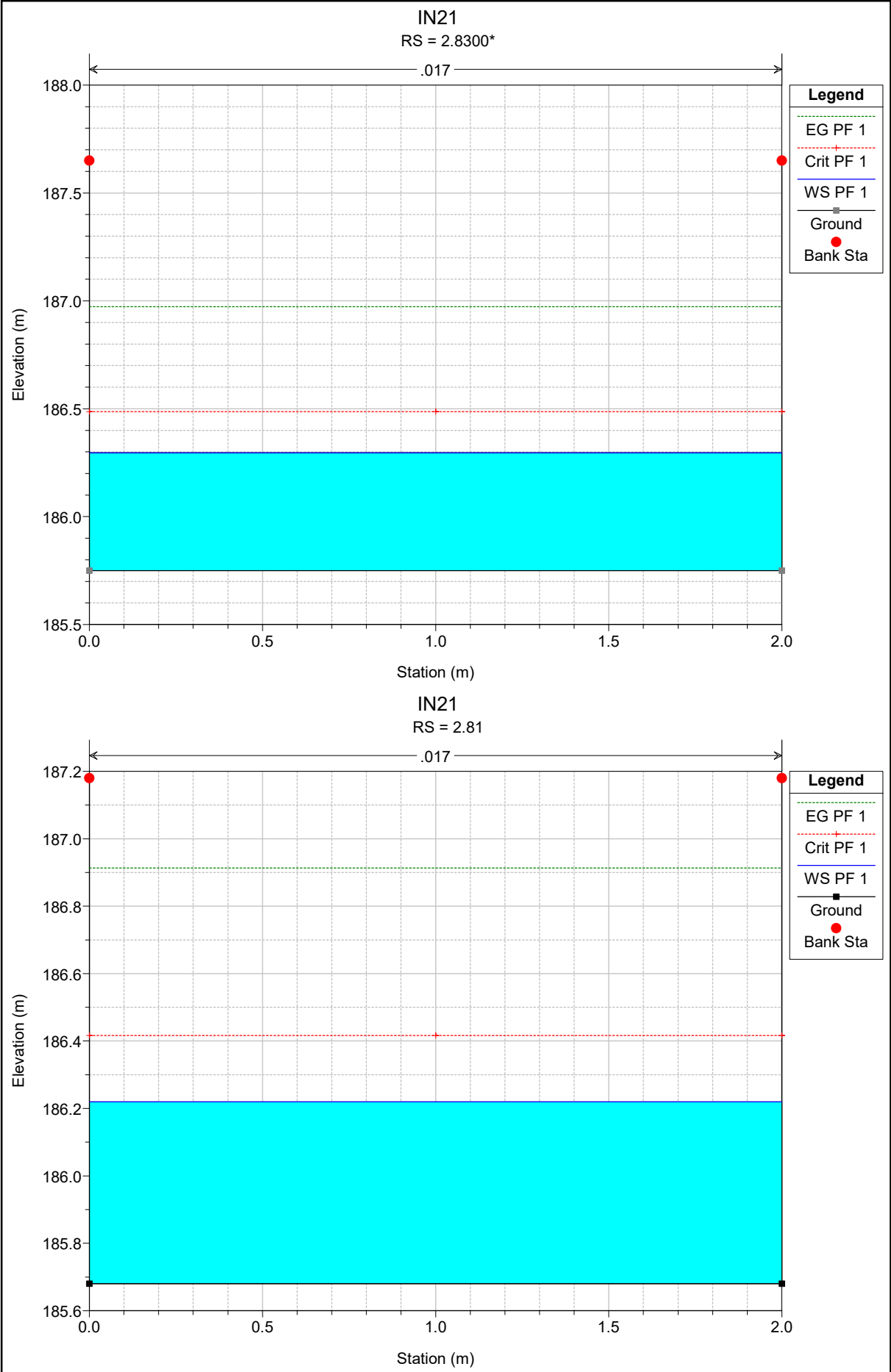


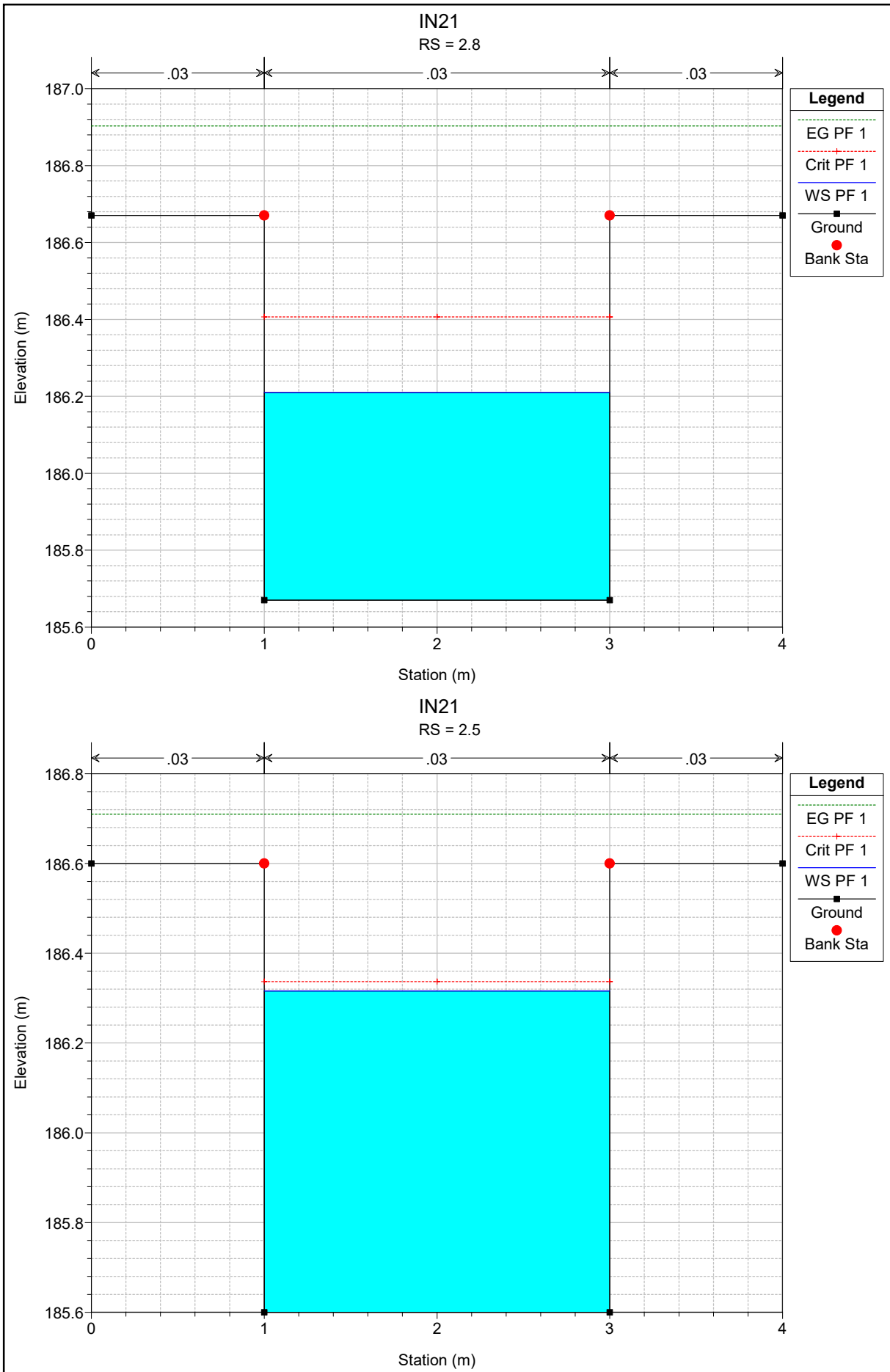


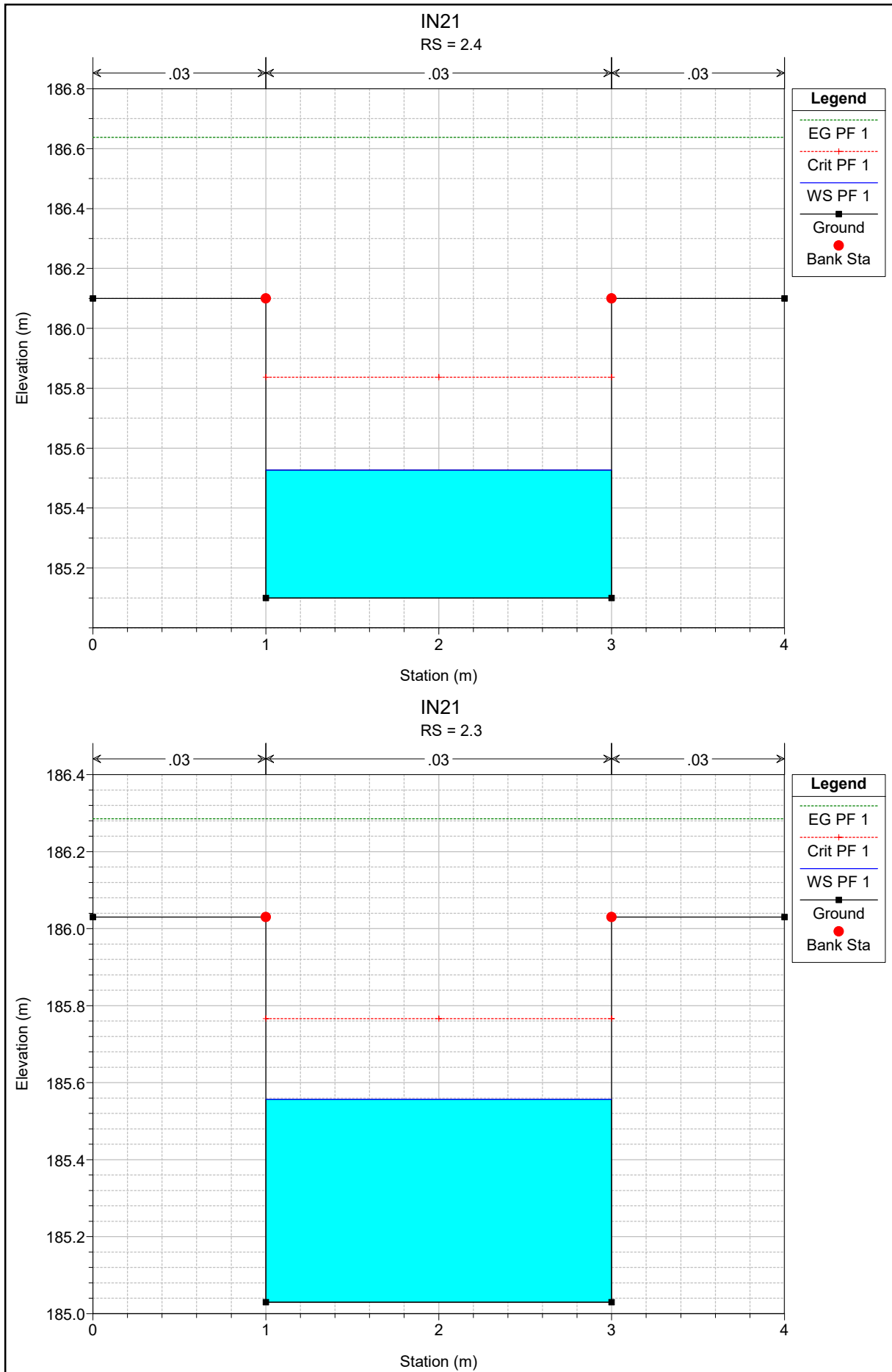




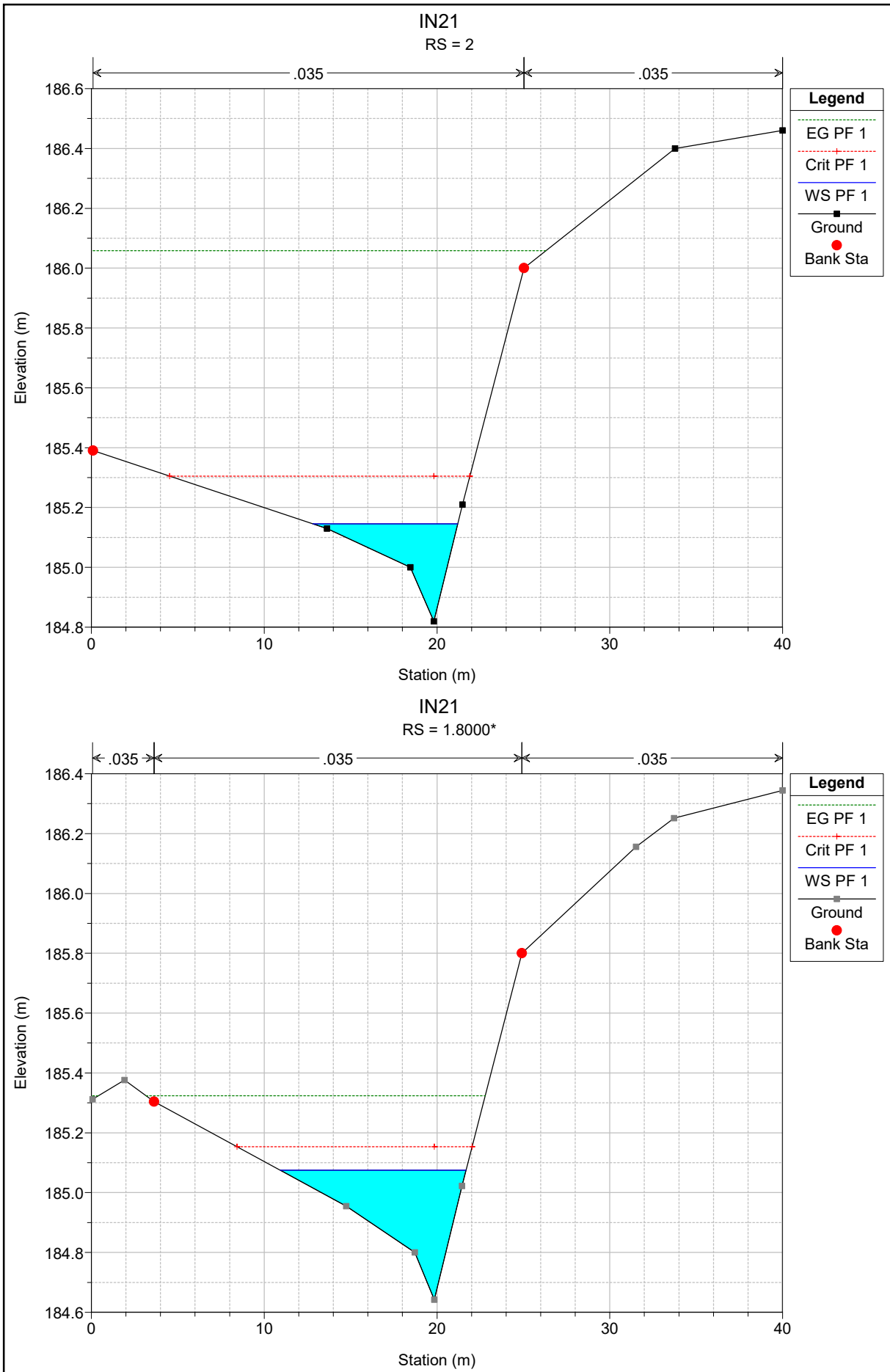


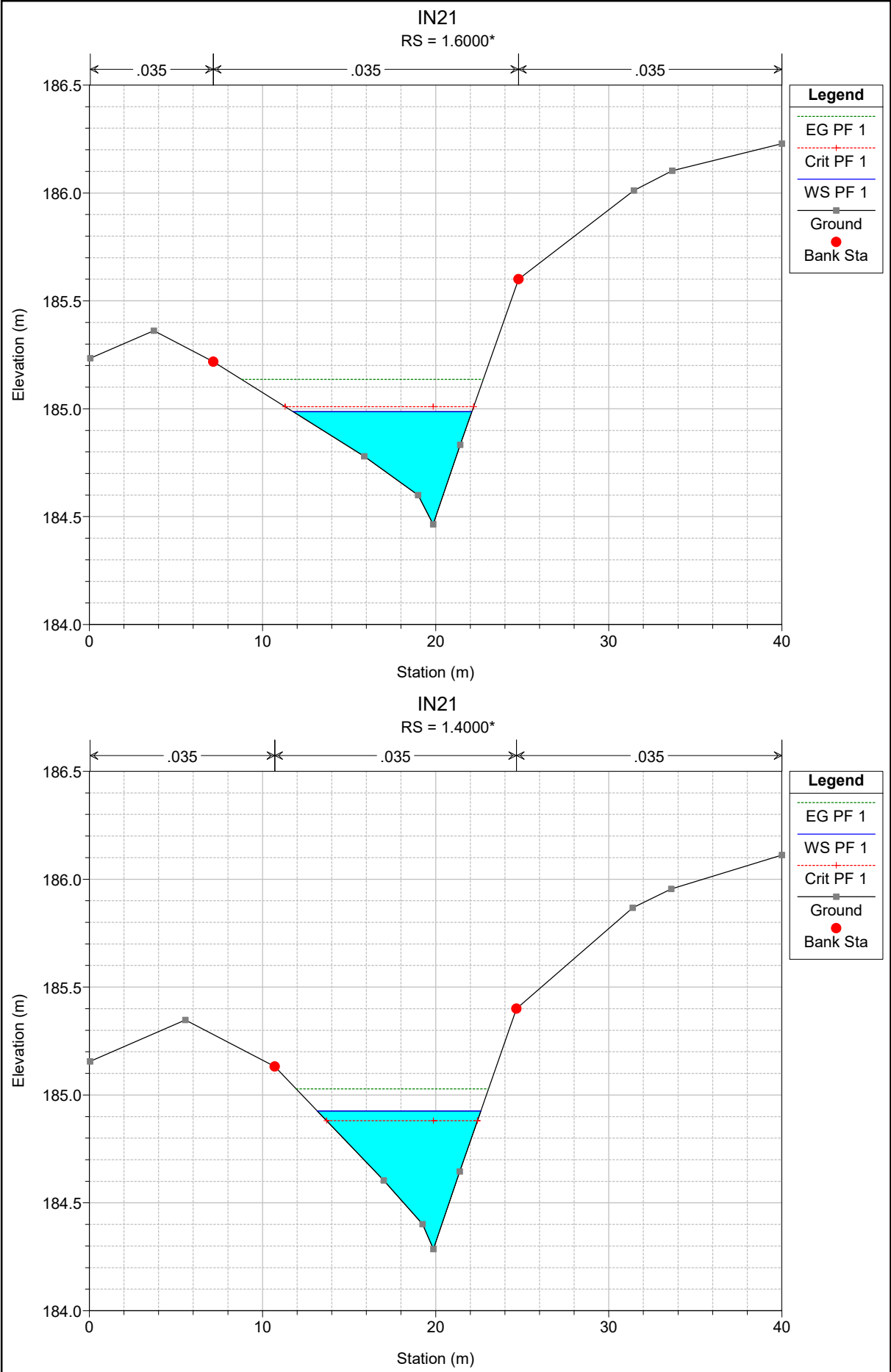


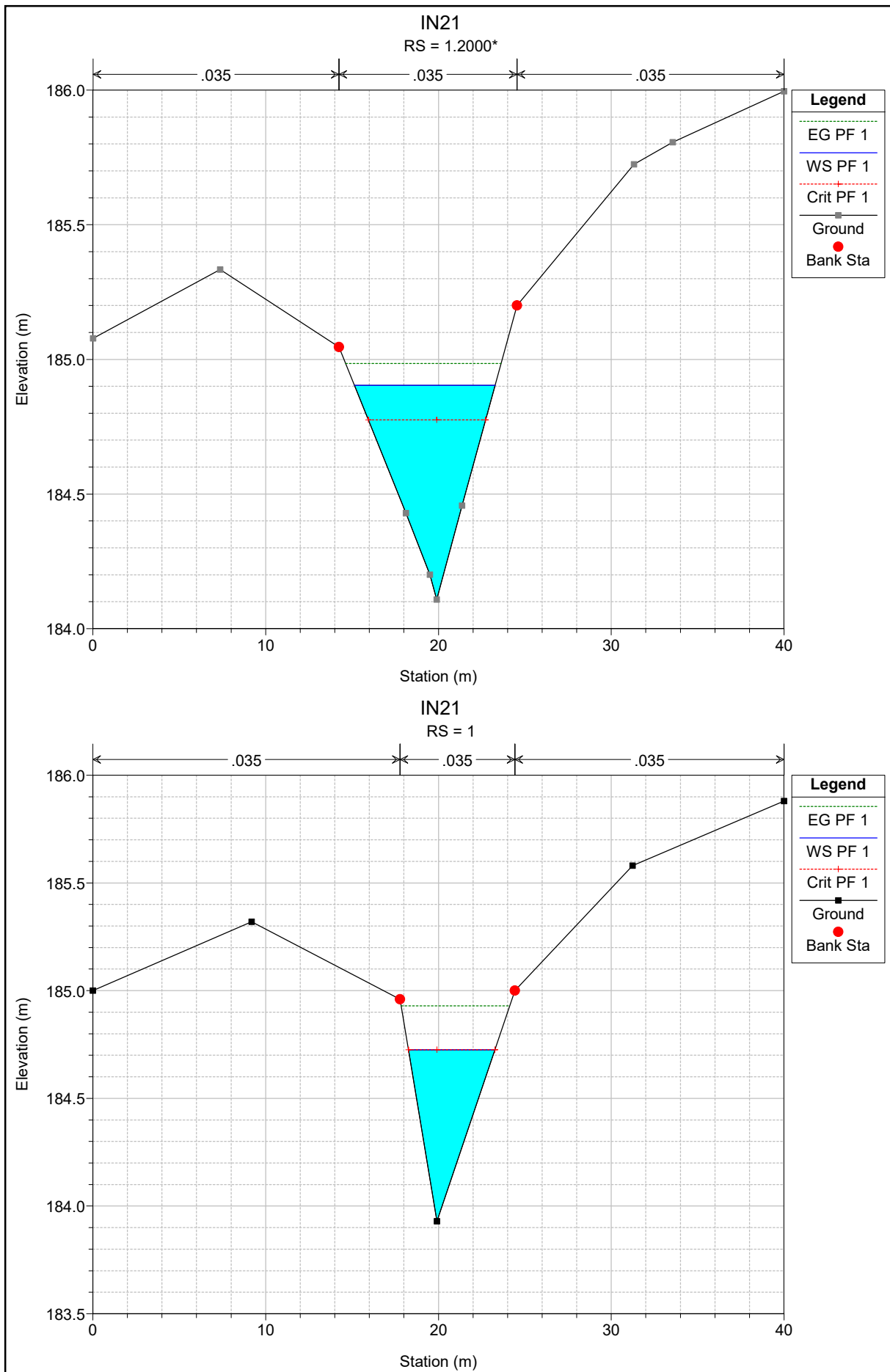












HEC-RAS Plan: REV1 River: PO Reach: PO Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
PO	6	PF 1	3.98	188.29	189.04	188.67	189.04	0.000503	0.36	11.13	26.87	0.18
PO	5.9500*	PF 1	3.98	188.09	189.03	188.56	189.04	0.000743	0.53	7.59	16.94	0.24
PO	5.9	PF 1	3.98	187.89	188.63	188.63	189.00	0.020611	2.70	1.47	2.00	1.01
PO	5.8	PF 1	3.98	187.39	187.82	188.13	188.92	0.097690	4.66	0.85	2.00	2.28
PO	5.5667*	PF 1	3.98	187.30	187.86	188.04	188.50	0.044318	3.55	1.12	2.00	1.51
PO	5.3333*	PF 1	3.98	187.21	187.98	187.95	188.32	0.018169	2.58	1.54	2.00	0.94
PO	5.1	PF 1	3.98	187.12	187.86	187.86	188.23	0.020627	2.70	1.47	2.00	1.01
PO	5	PF 1	3.98	186.62	187.05	187.36	188.15	0.097738	4.66	0.85	2.00	2.28
PO	4.6000*	PF 1	3.98	186.53	187.10	187.27	187.74	0.044209	3.54	1.12	2.00	1.51
PO	4.2	PF 1	3.98	186.45	187.16	187.19	187.56	0.023221	2.82	1.41	2.00	1.07
PO	4.1000*	PF 1	3.98	186.36	187.05	187.09	187.47	0.024196	2.86	1.39	2.00	1.10
PO	4	PF 1	3.98	186.26	186.96	187.00	187.37	0.023694	2.84	1.40	2.00	1.08
PO	3.5000*	PF 1	3.98	186.19	186.88	186.93	187.30	0.024978	2.89	1.37	2.00	1.12
PO	3	PF 1	3.98	186.12	186.80	186.86	187.24	0.025646	2.92	1.36	2.00	1.13
PO	2.95	PF 1	3.98	186.10	186.78	186.83	187.21	0.008235	2.92	1.36	2.00	1.13
PO	2.9	PF 1	3.98	186.00	186.60	186.74	187.16	0.011605	3.30	1.21	2.00	1.36
PO	2.88		Culvert									
PO	2.85	PF 1	3.98	185.82	186.37	186.56	187.03	0.014715	3.59	1.11	2.00	1.54
PO	2.8300*	PF 1	3.98	185.75	186.30	186.49	186.97	0.015347	3.64	1.09	2.00	1.57
PO	2.81	PF 1	3.98	185.68	186.22	186.42	186.91	0.015921	3.69	1.08	2.00	1.60
PO	2.8	PF 1	3.98	185.67	186.21	186.41	186.90	0.049458	3.69	1.08	2.00	1.60
PO	2.5	PF 1	3.98	185.60	186.32	186.34	186.71	0.022283	2.78	1.43	2.00	1.05
PO	2.4	PF 1	3.98	185.10	185.53	185.84	186.64	0.098154	4.67	0.85	2.00	2.28
PO	2.3	PF 1	3.98	185.03	185.56	185.77	186.28	0.053155	3.78	1.05	2.00	1.66
PO	2	PF 1	3.98	184.82	185.15	185.30	186.06	0.408463	4.23	0.94	8.38	4.03
PO	1.8000*	PF 1	3.98	184.64	185.07	185.15	185.32	0.065312	2.21	1.80	10.73	1.72
PO	1.6000*	PF 1	3.98	184.46	184.99	185.01	185.14	0.026541	1.71	2.32	10.33	1.15
PO	1.4000*	PF 1	3.98	184.29	184.93	184.88	185.03	0.012615	1.42	2.81	9.45	0.83
PO	1.2000*	PF 1	3.98	184.11	184.90	184.78	184.99	0.007069	1.26	3.16	8.14	0.65
PO	1	PF 1	3.98	183.93	184.73	184.73	184.93	0.018044	2.00	1.99	5.00	1.01

**ALLEGATO P1**

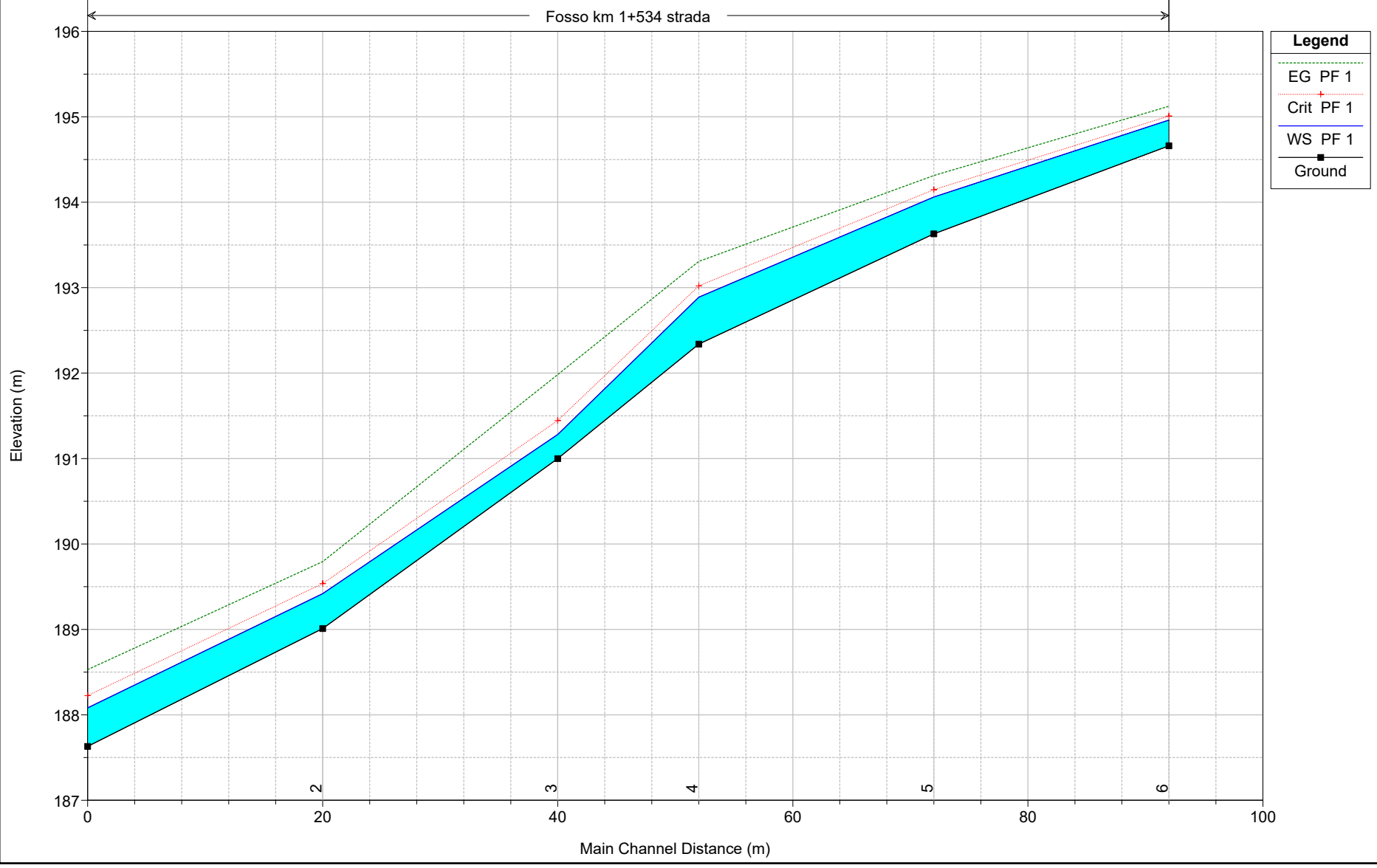
**Fosso al km 1+556.93 – NV02**

**Ante Operam**

**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

Fosso km 1+534 SA Plan: Plan 01

Fosso km 1+534 strada

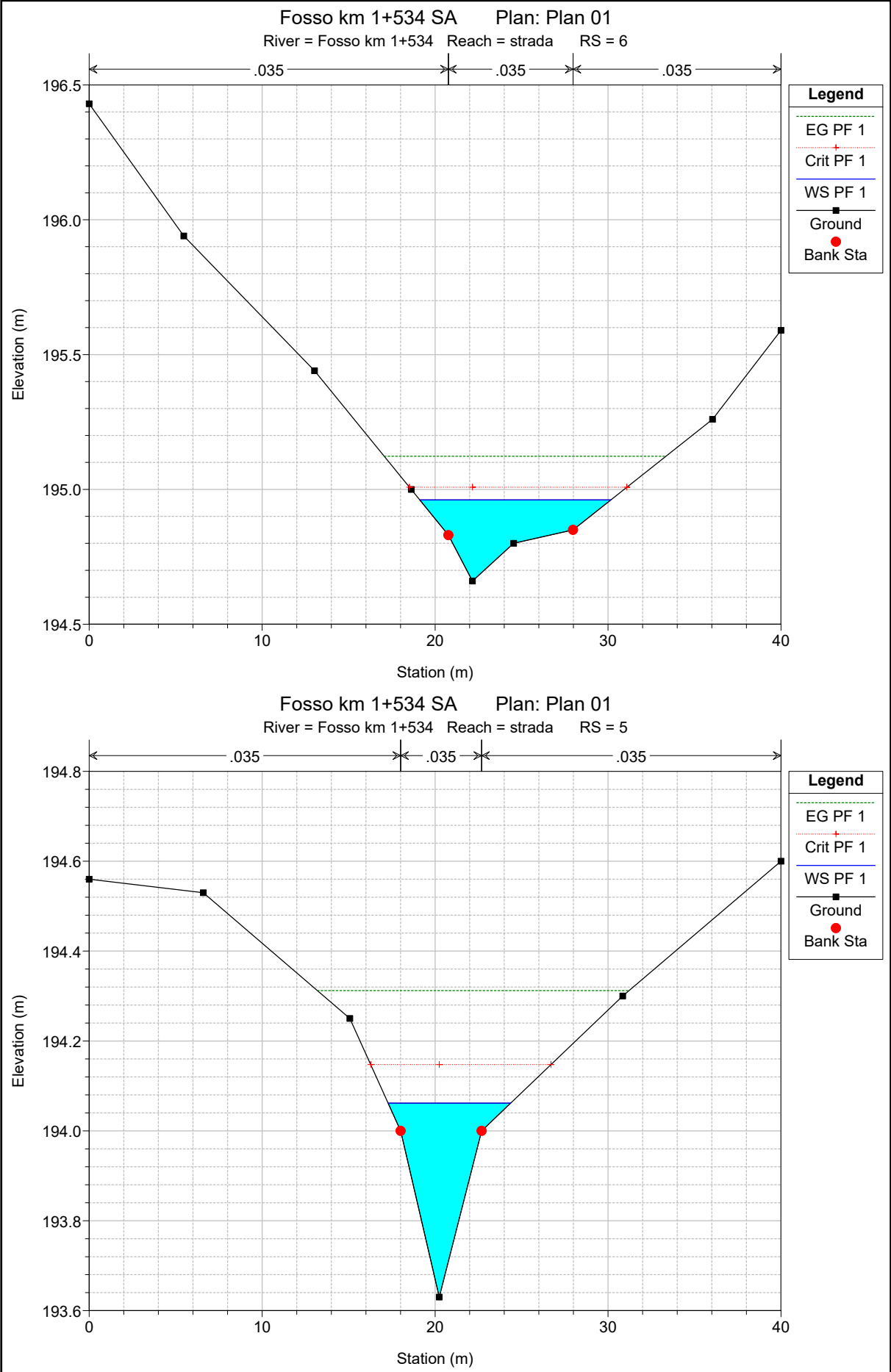


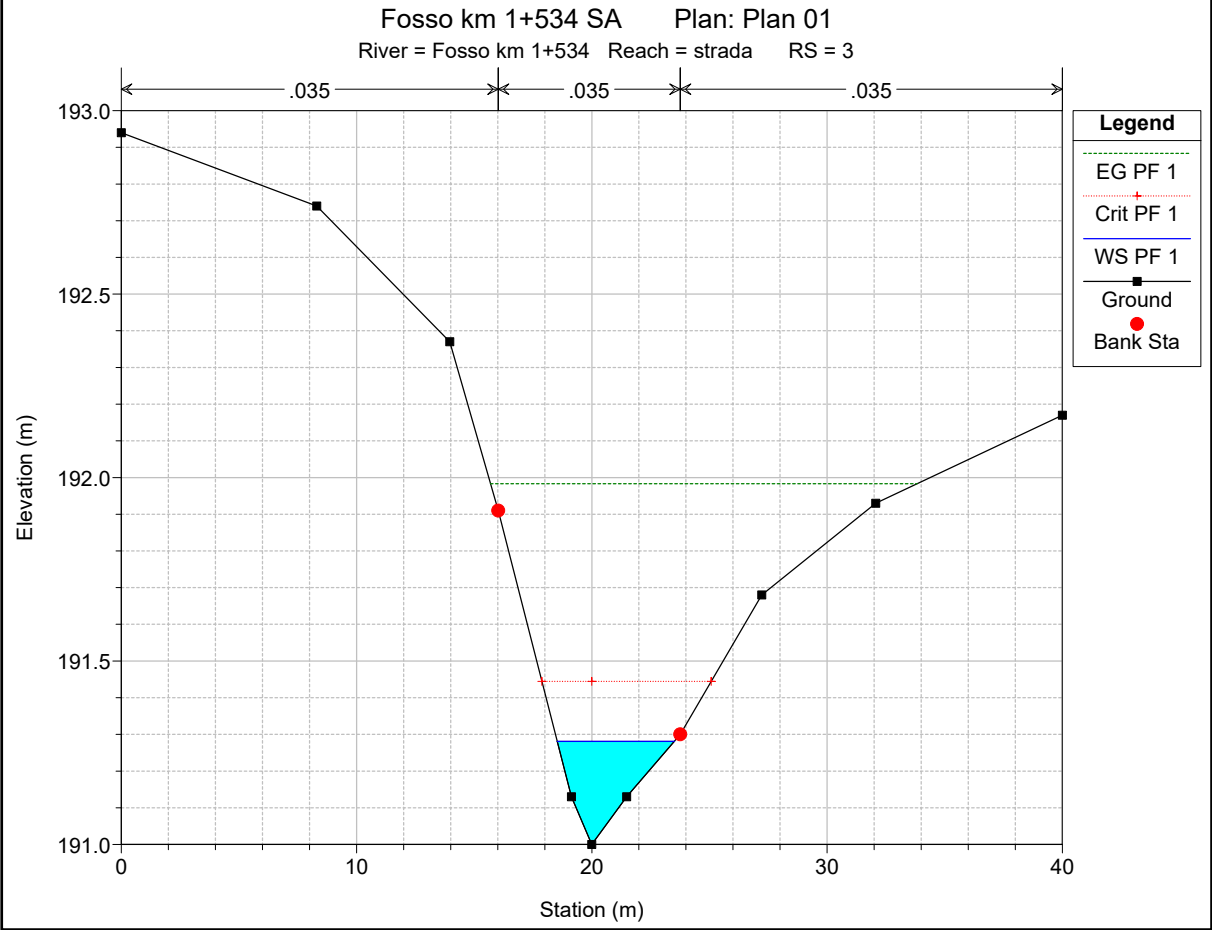
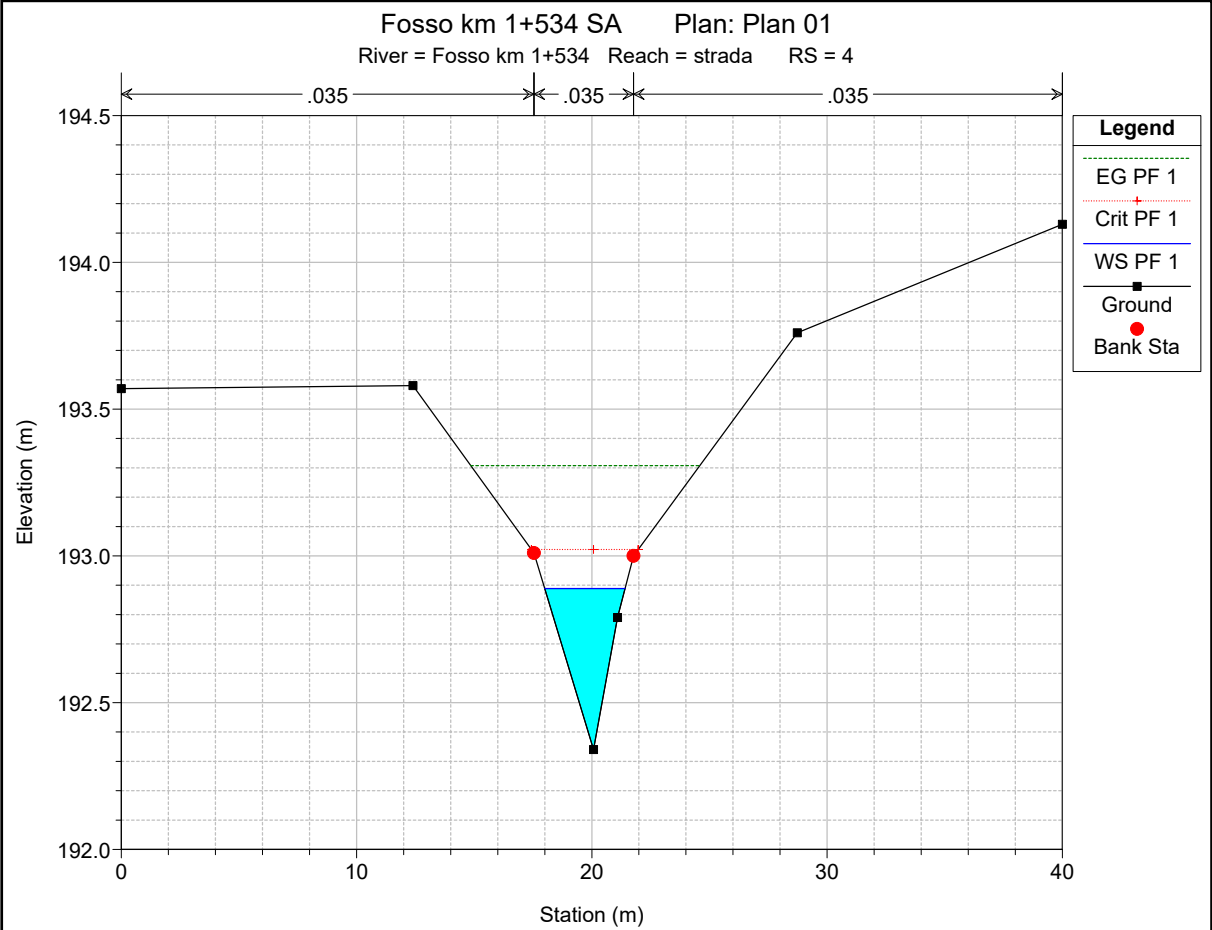
Elevation (m)

Main Channel Distance (m)

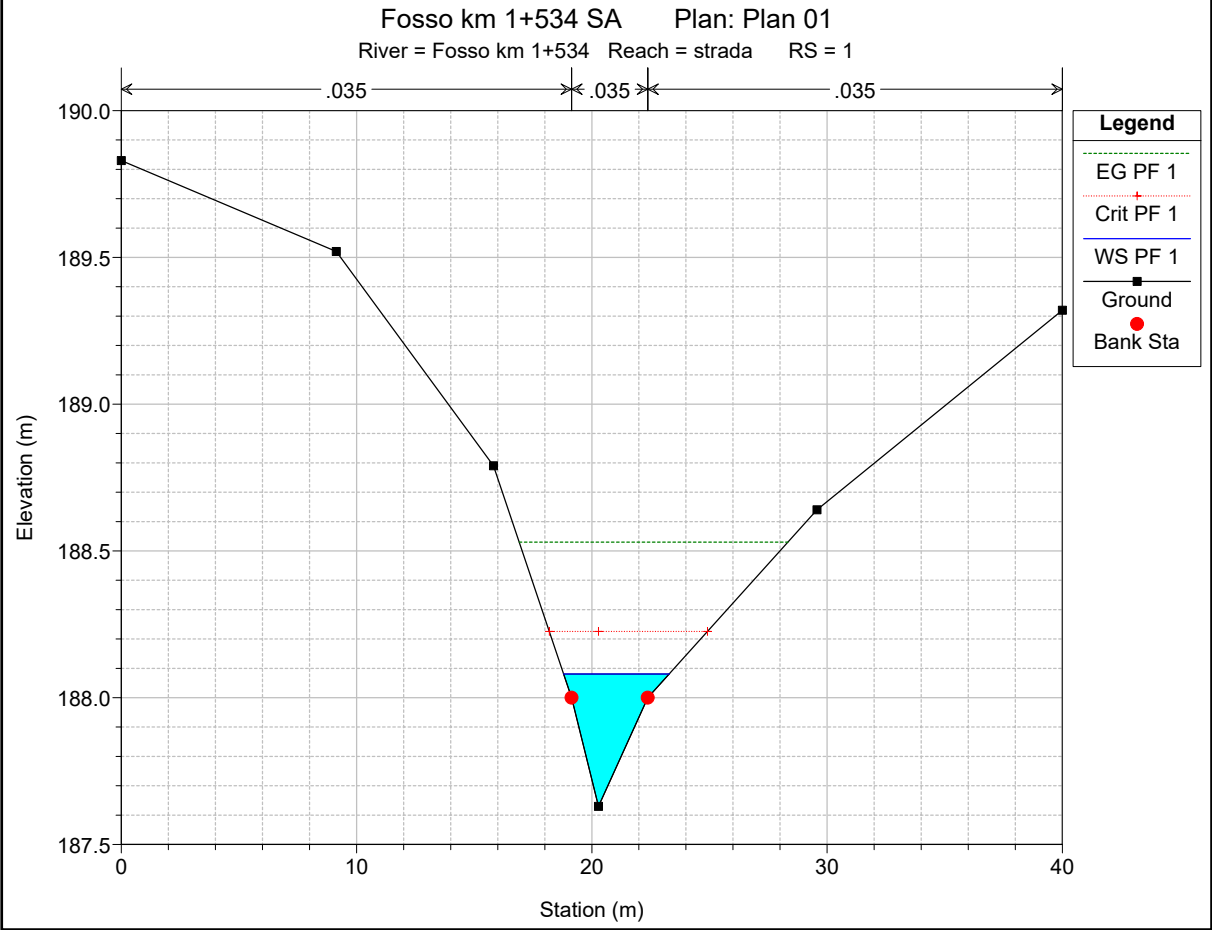
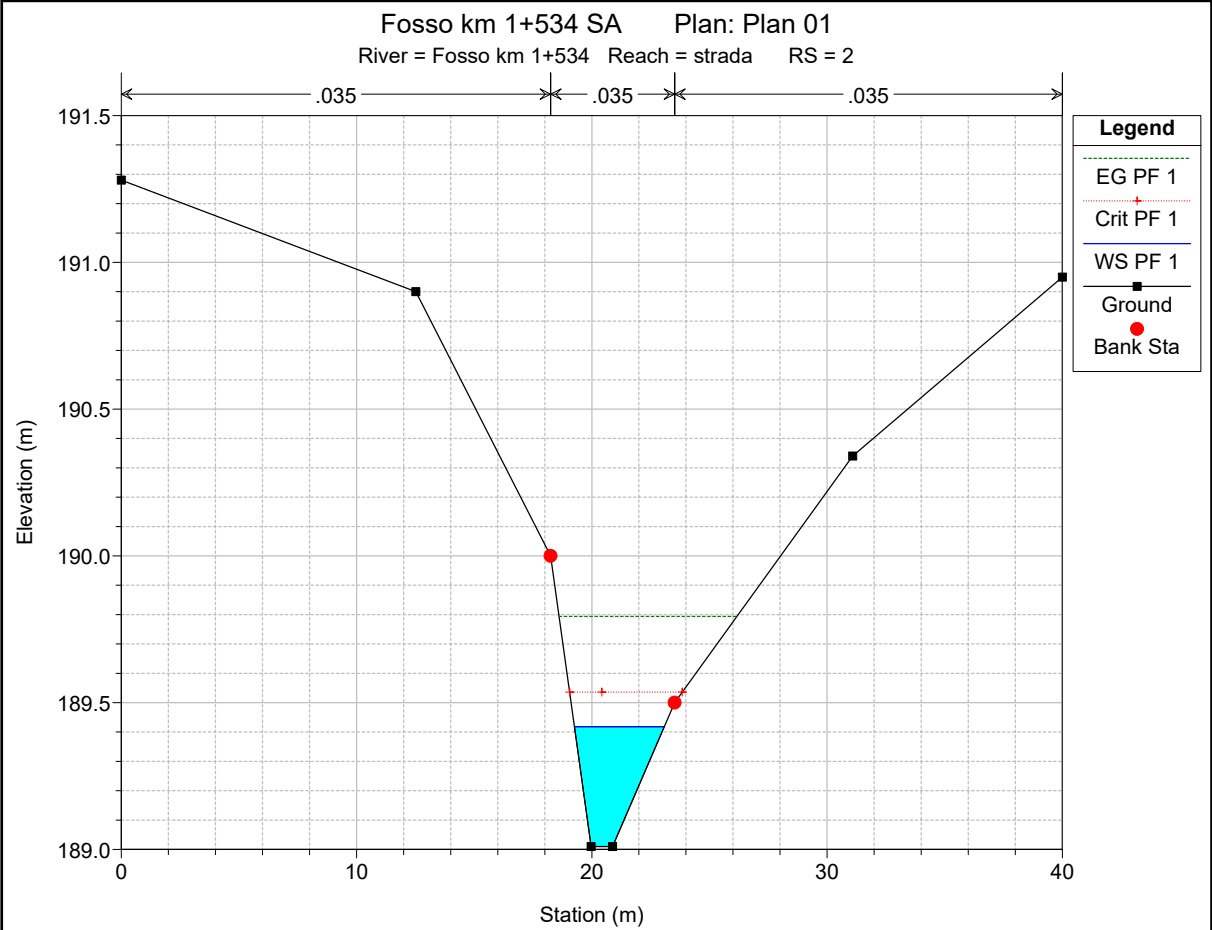
**Legend**

- EG PF 1
- Crit PF 1
- WS PF 1
- Ground









HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso km 1+534 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	2.62	194.66	194.96	195.01	195.12	0.040048	1.84	1.55	11.04	1.37
strada	5	PF 1	2.62	193.63	194.06	194.15	194.31	0.040152	2.23	1.23	7.08	1.44
strada	4	PF 1	2.62	192.34	192.89	193.02	193.31	0.062461	2.87	0.91	3.41	1.77
strada	3	PF 1	2.62	191.00	191.28	191.44	191.98	0.230410	3.71	0.71	4.98	3.15
strada	2	PF 1	2.62	189.01	189.42	189.54	189.79	0.059458	2.72	0.96	3.82	1.73
strada	1	PF 1	2.62	187.63	188.08	188.23	188.53	0.066517	2.99	0.91	4.49	1.85

**ALLEGATO P2**

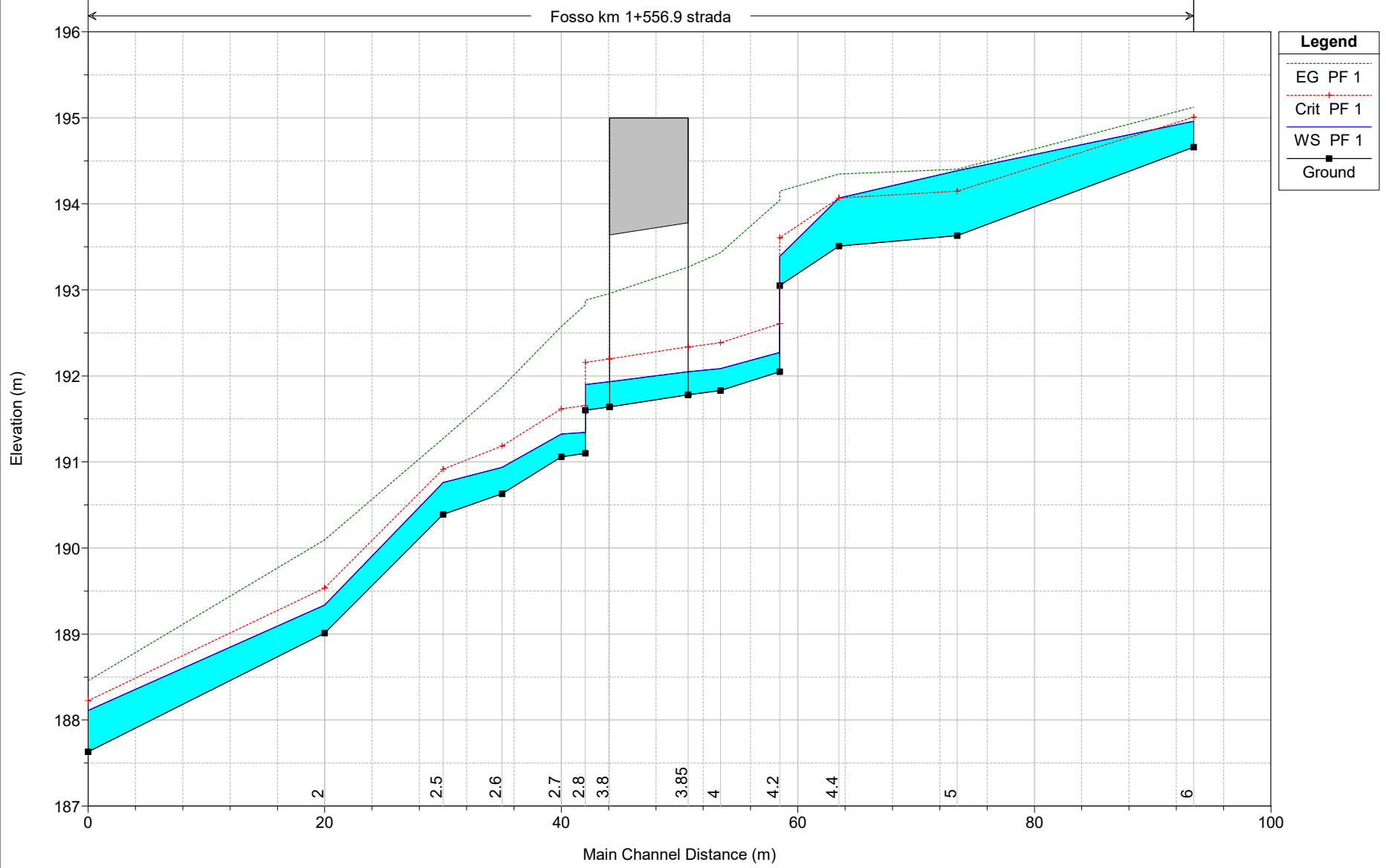
**Fosso al km 1+556.93 – NV02**

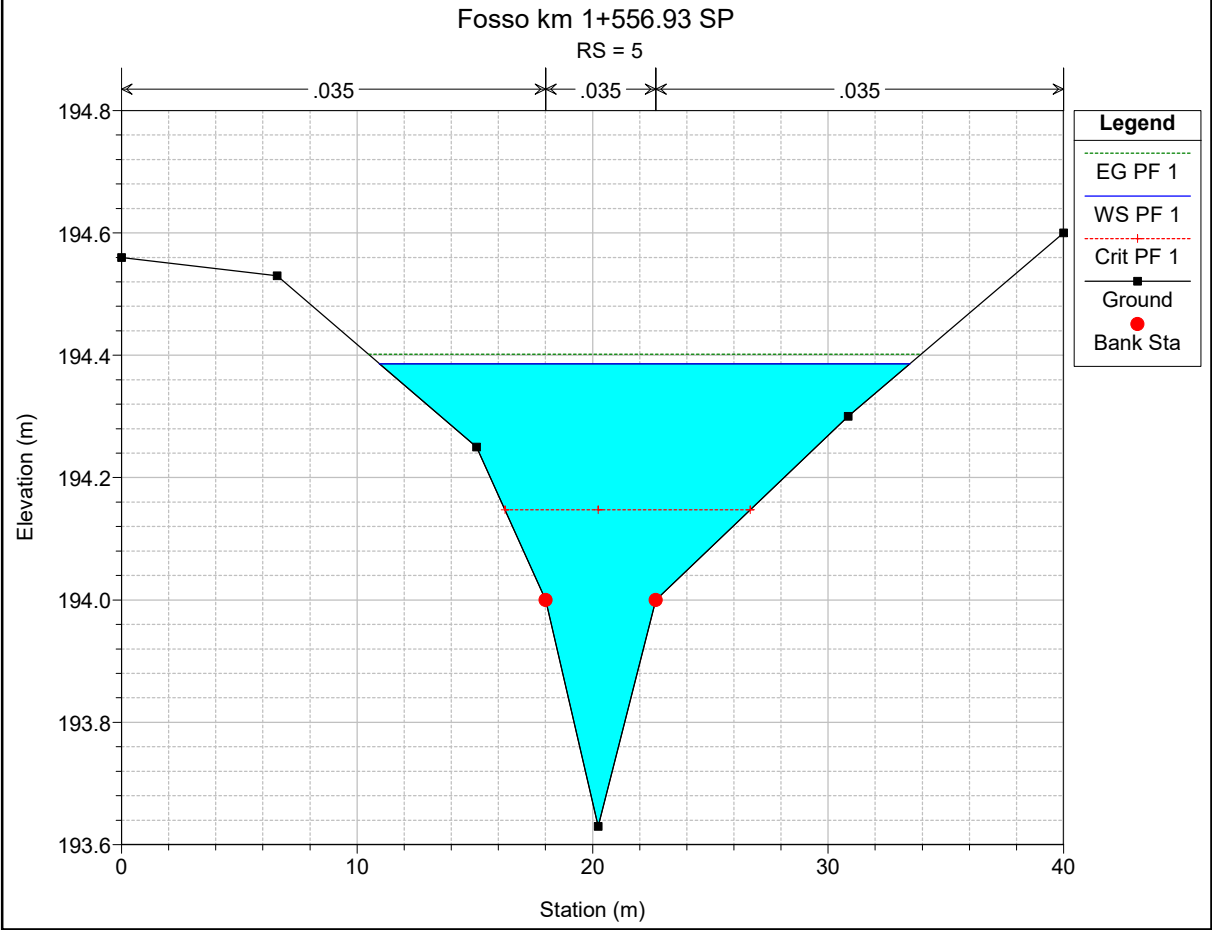
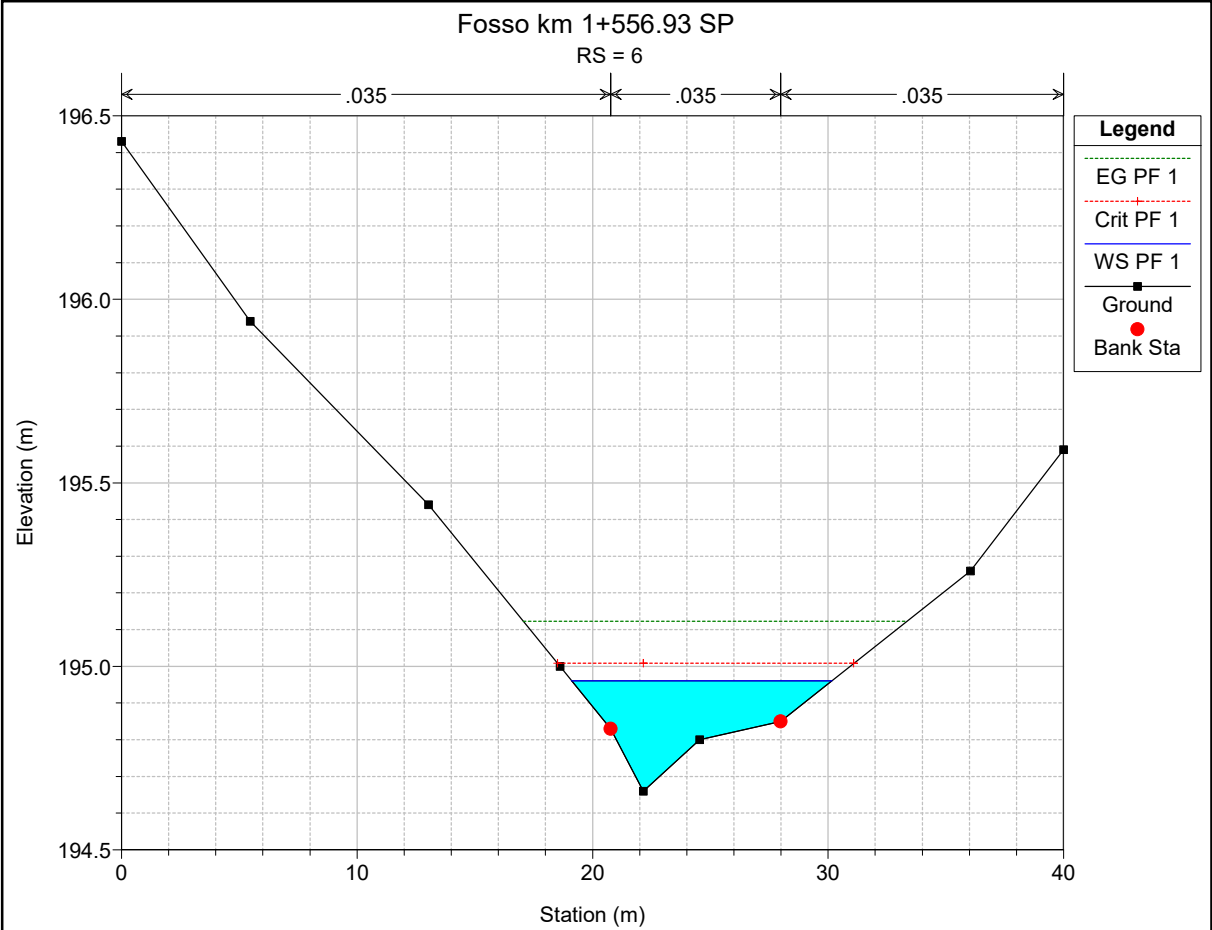
**Post Operam**

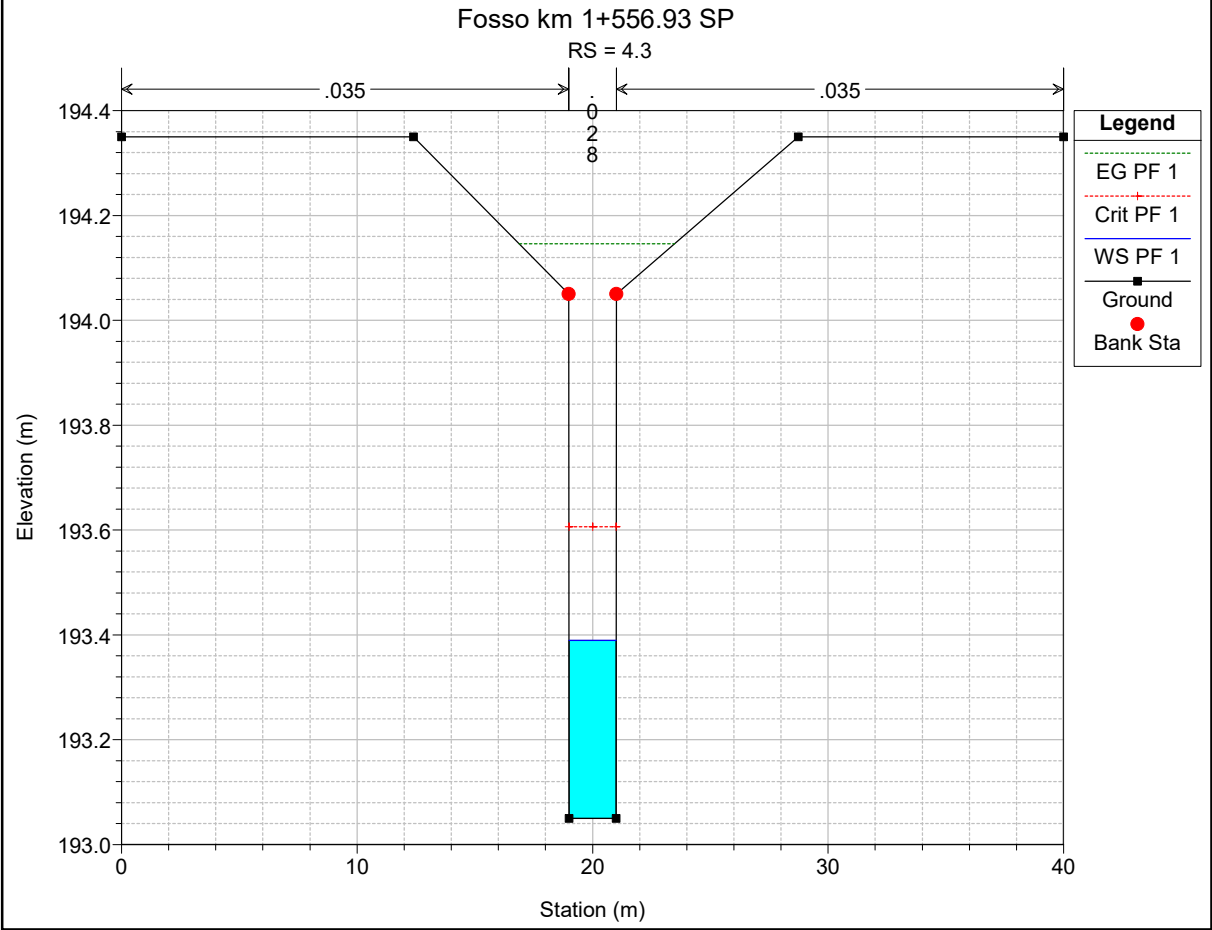
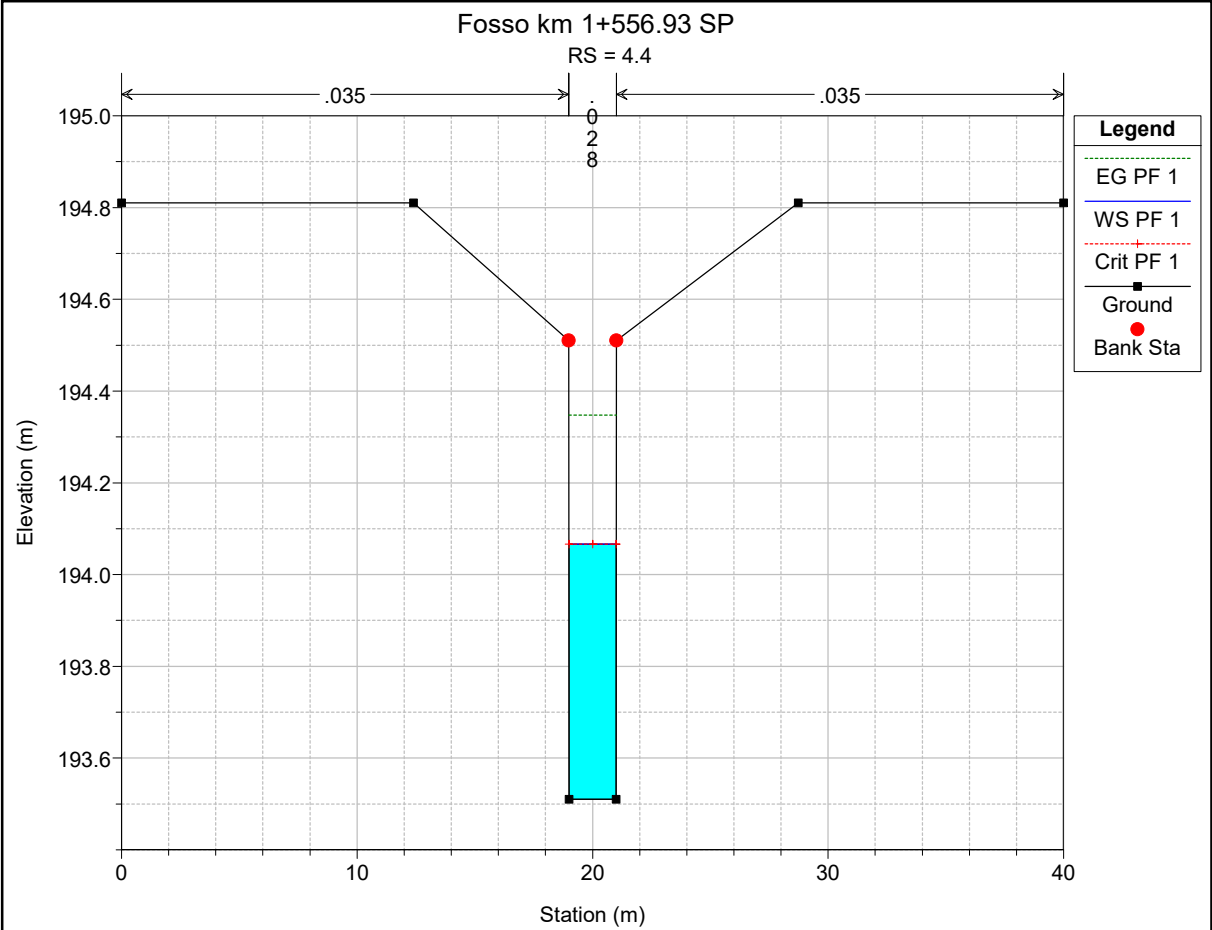
**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

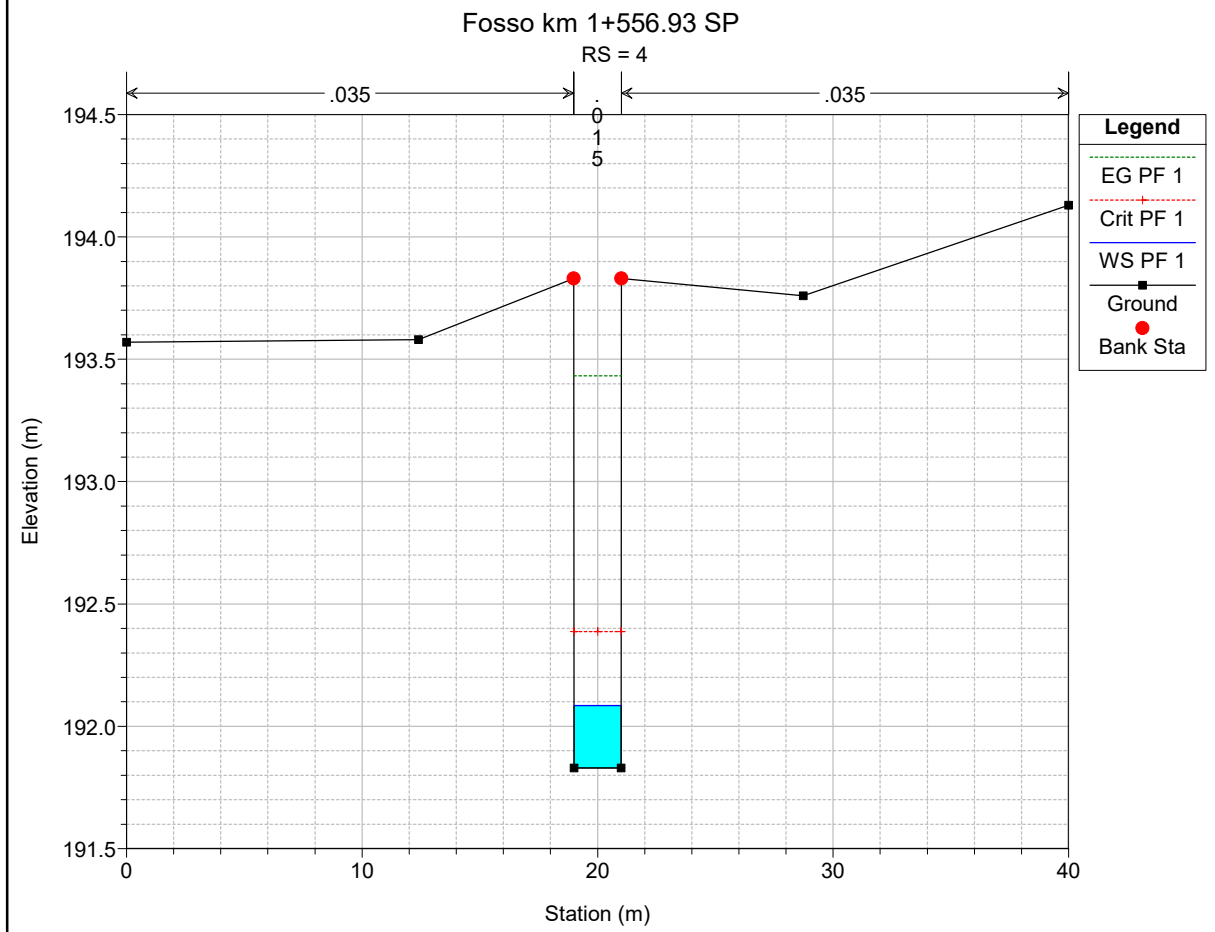
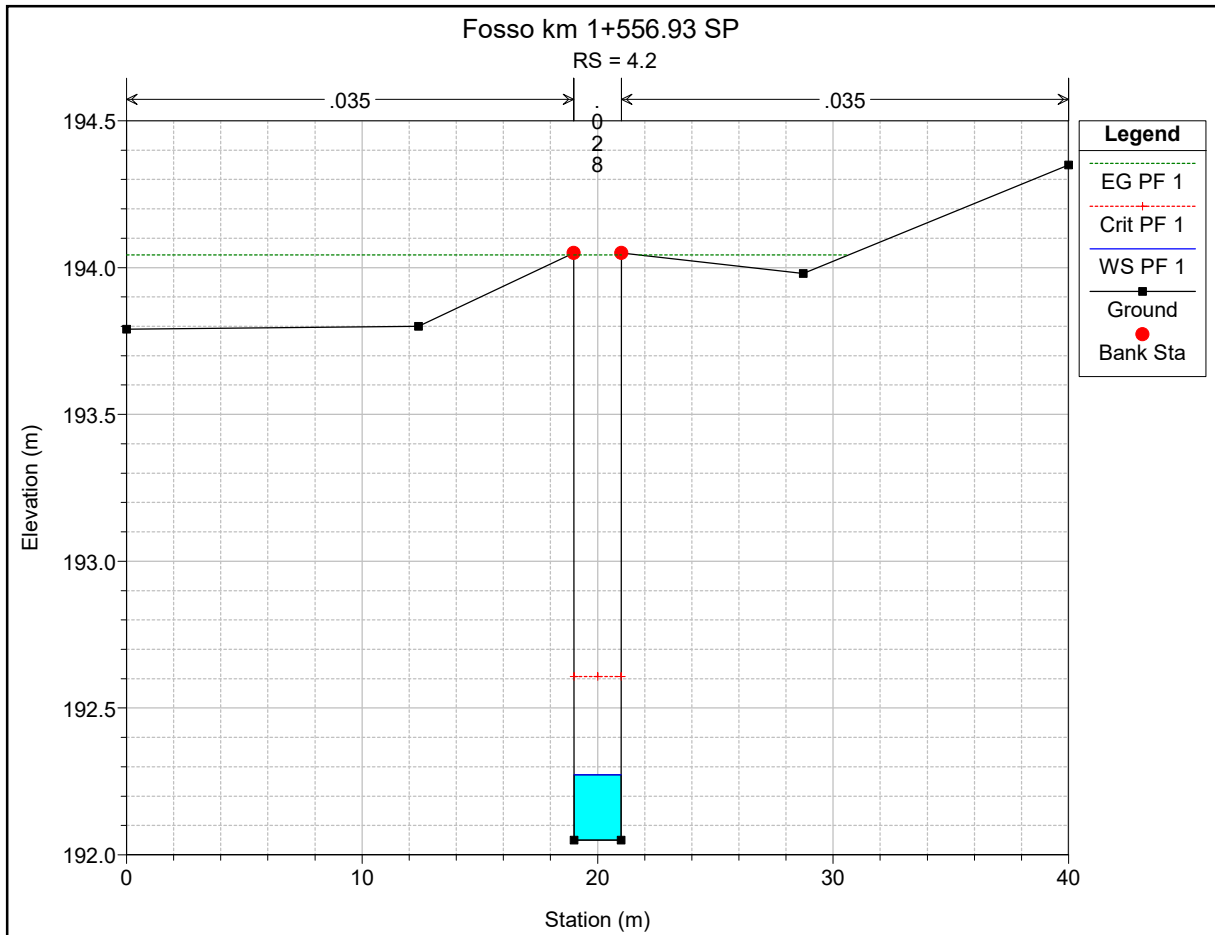
### Fosso km 1+556.93 SP

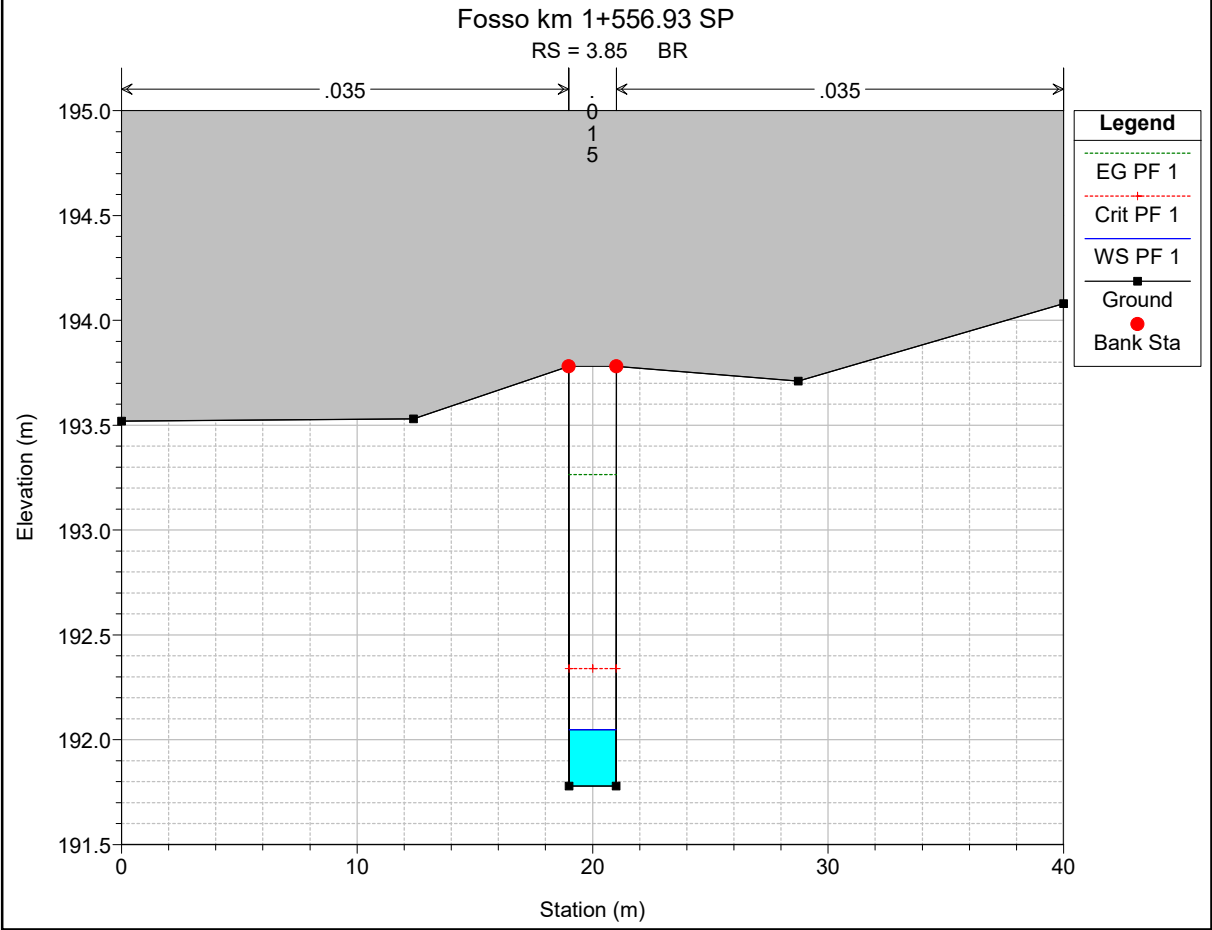
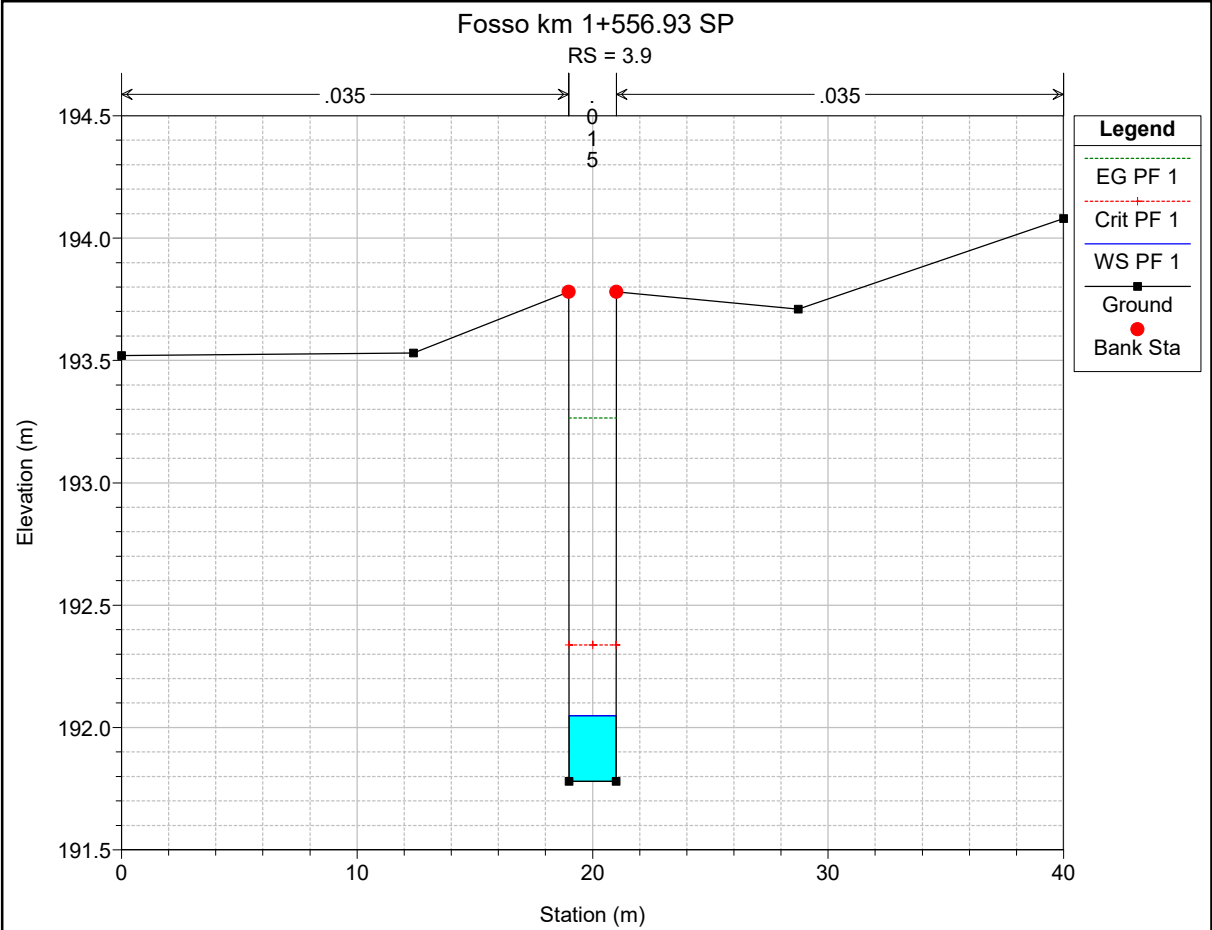
Fosso km 1+556.9 strada



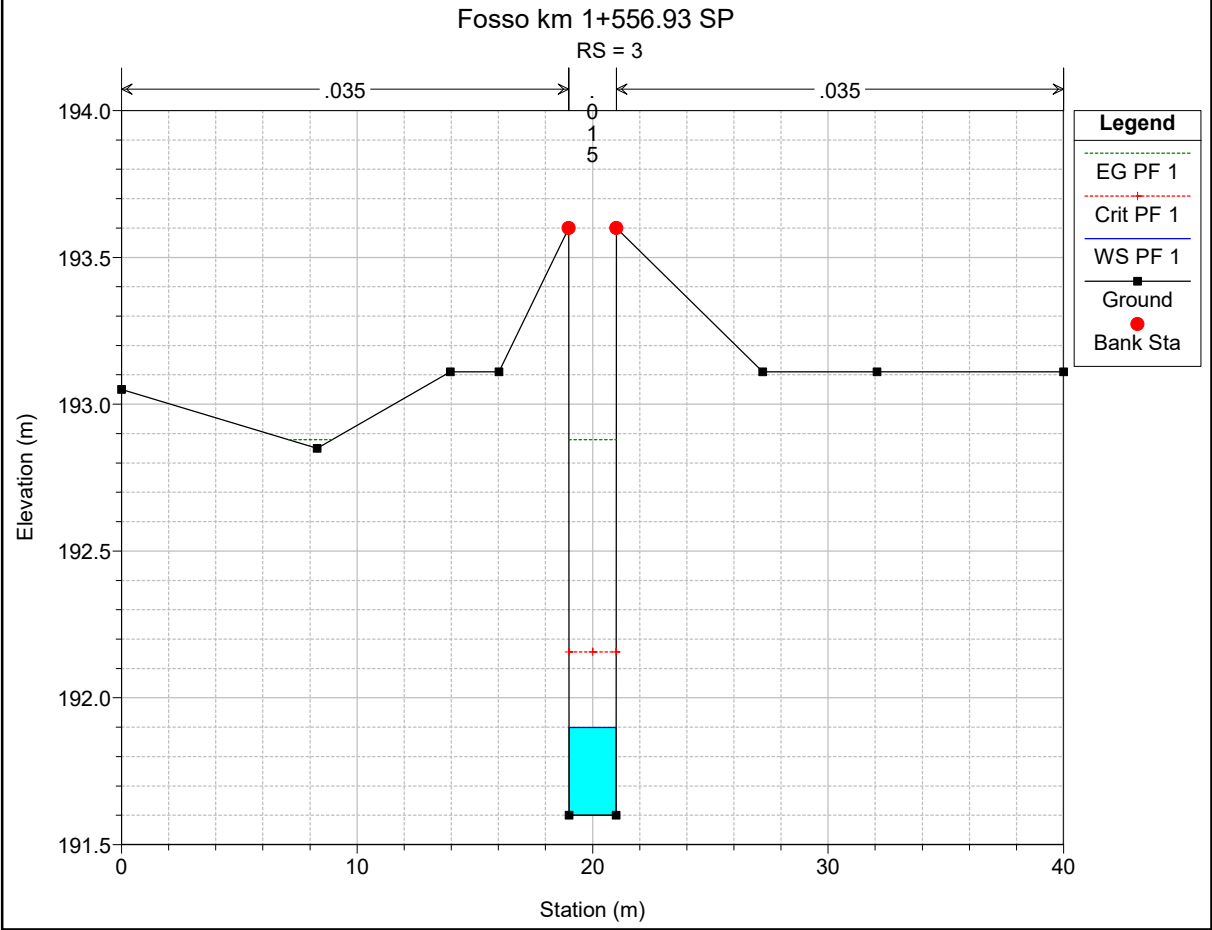
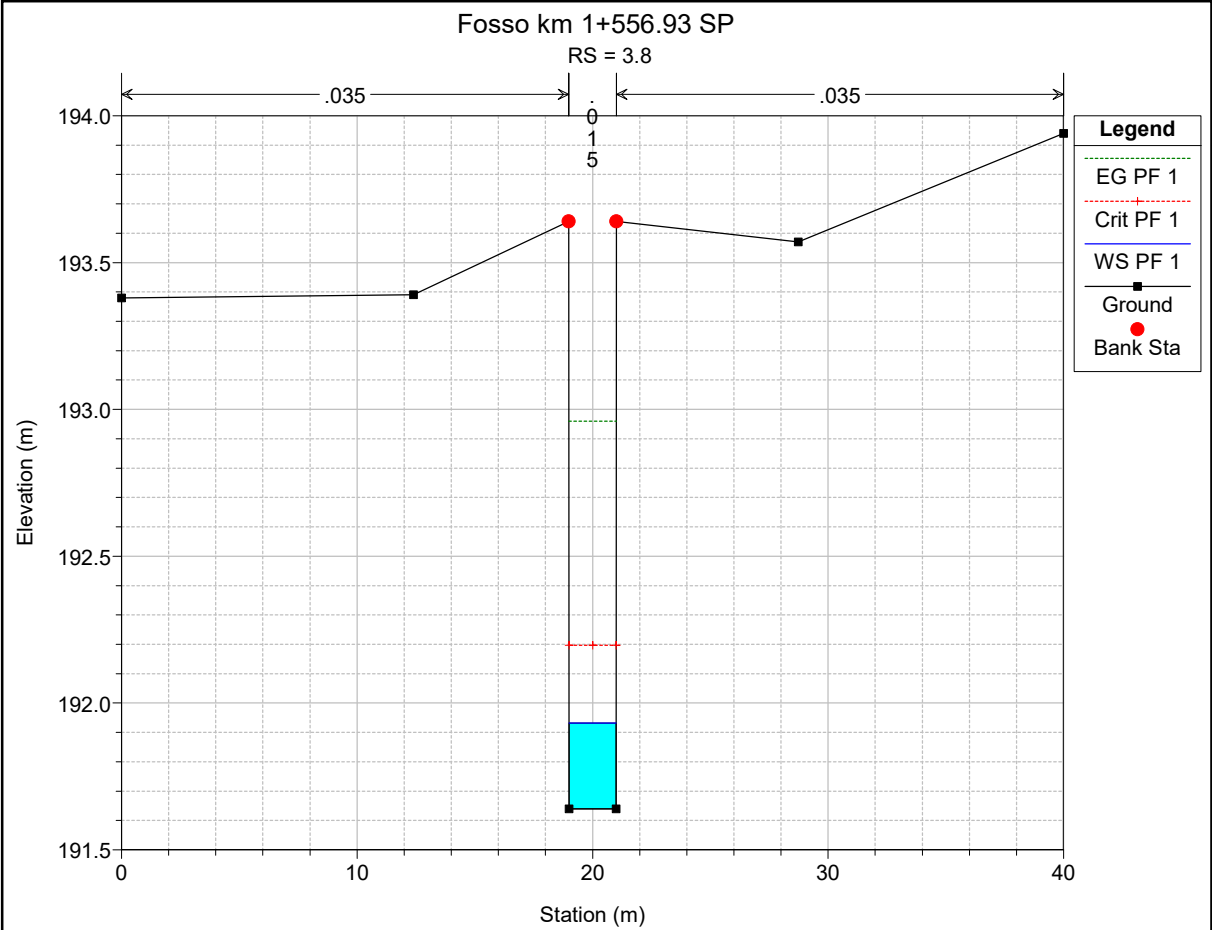


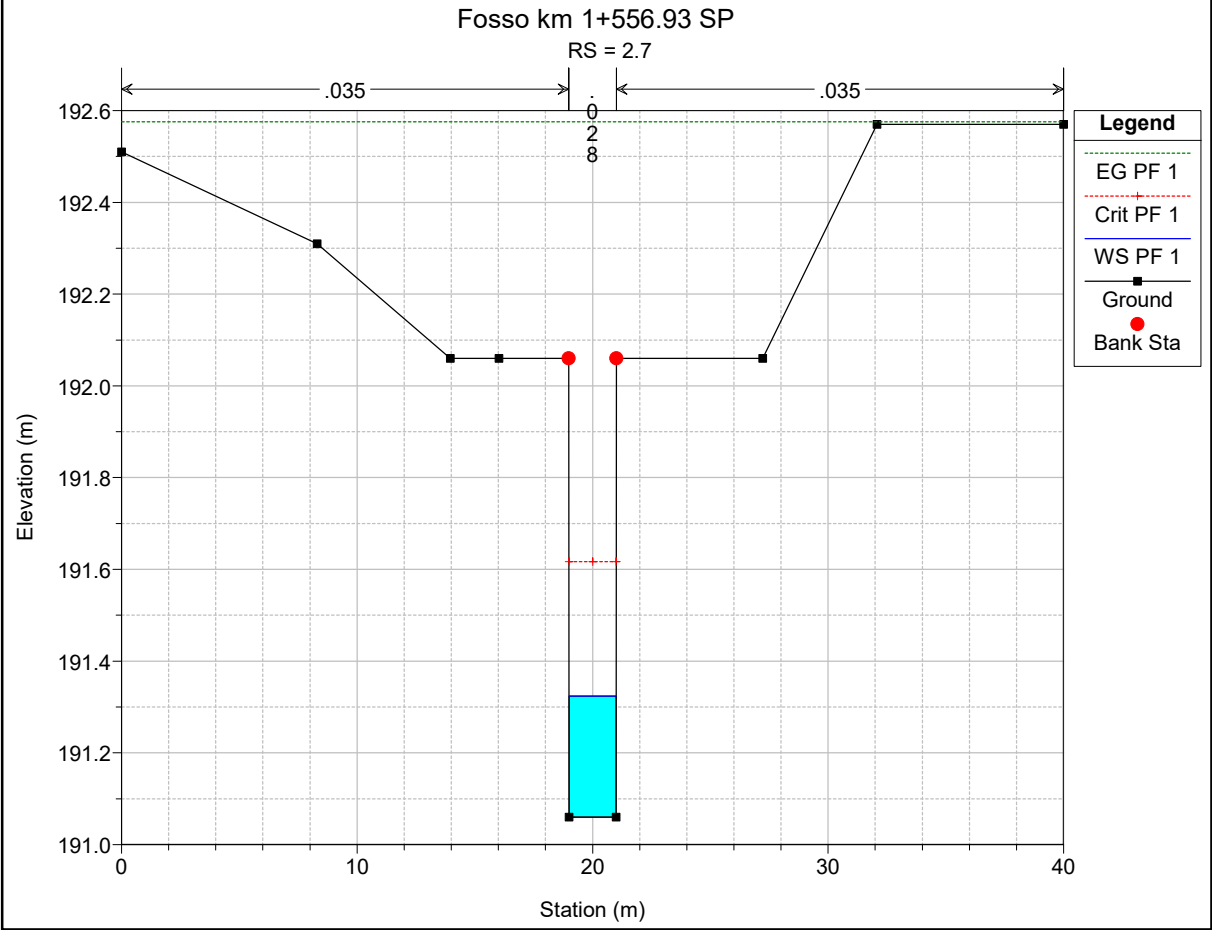
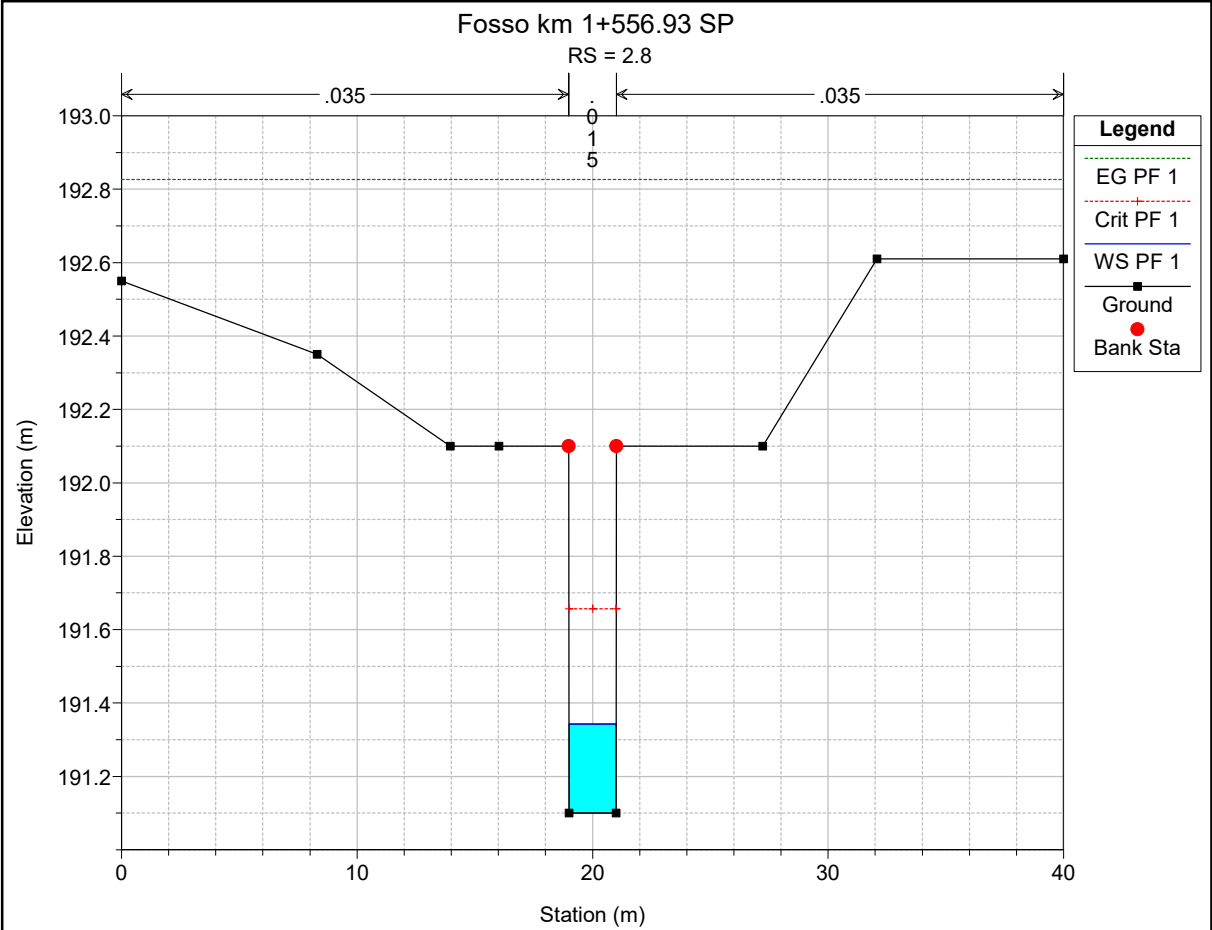


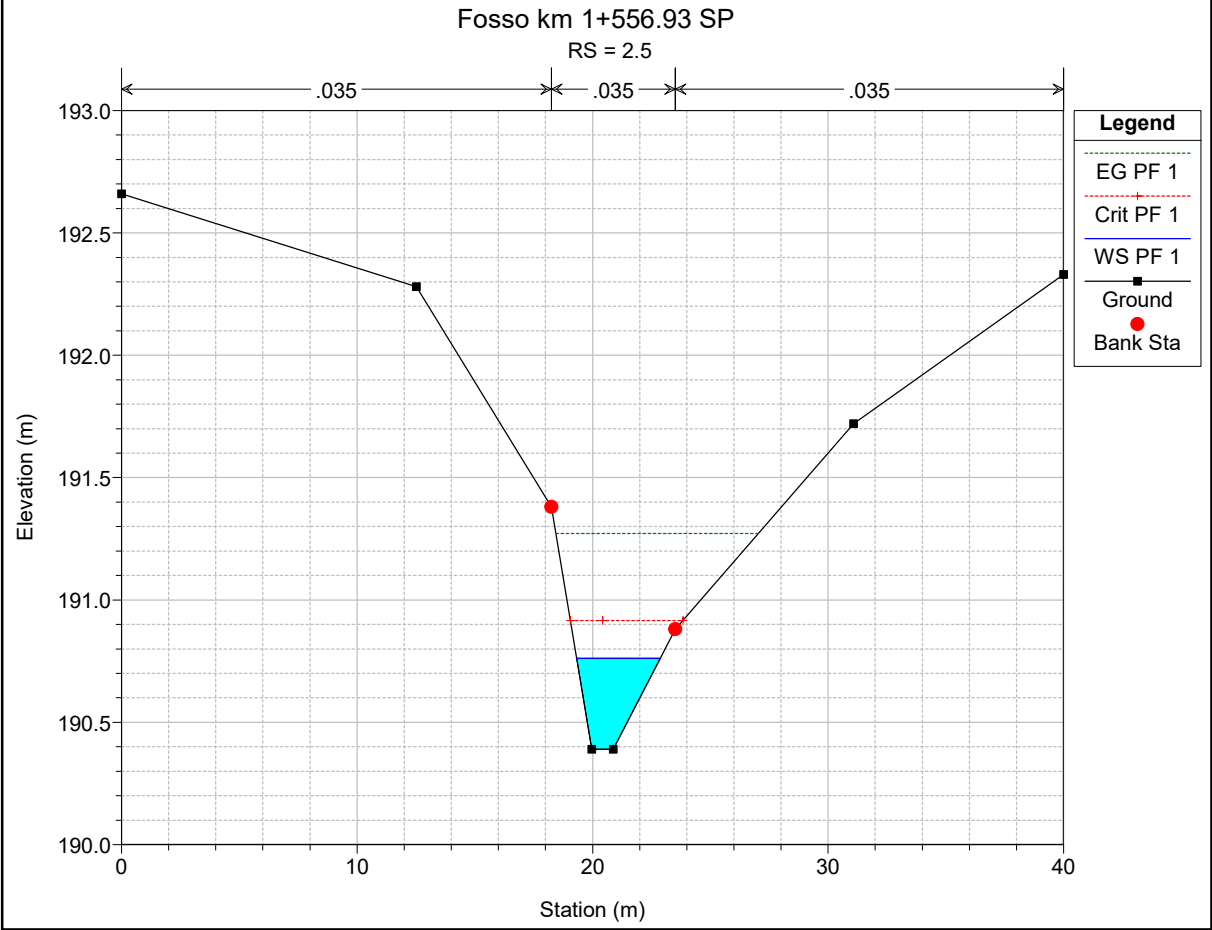
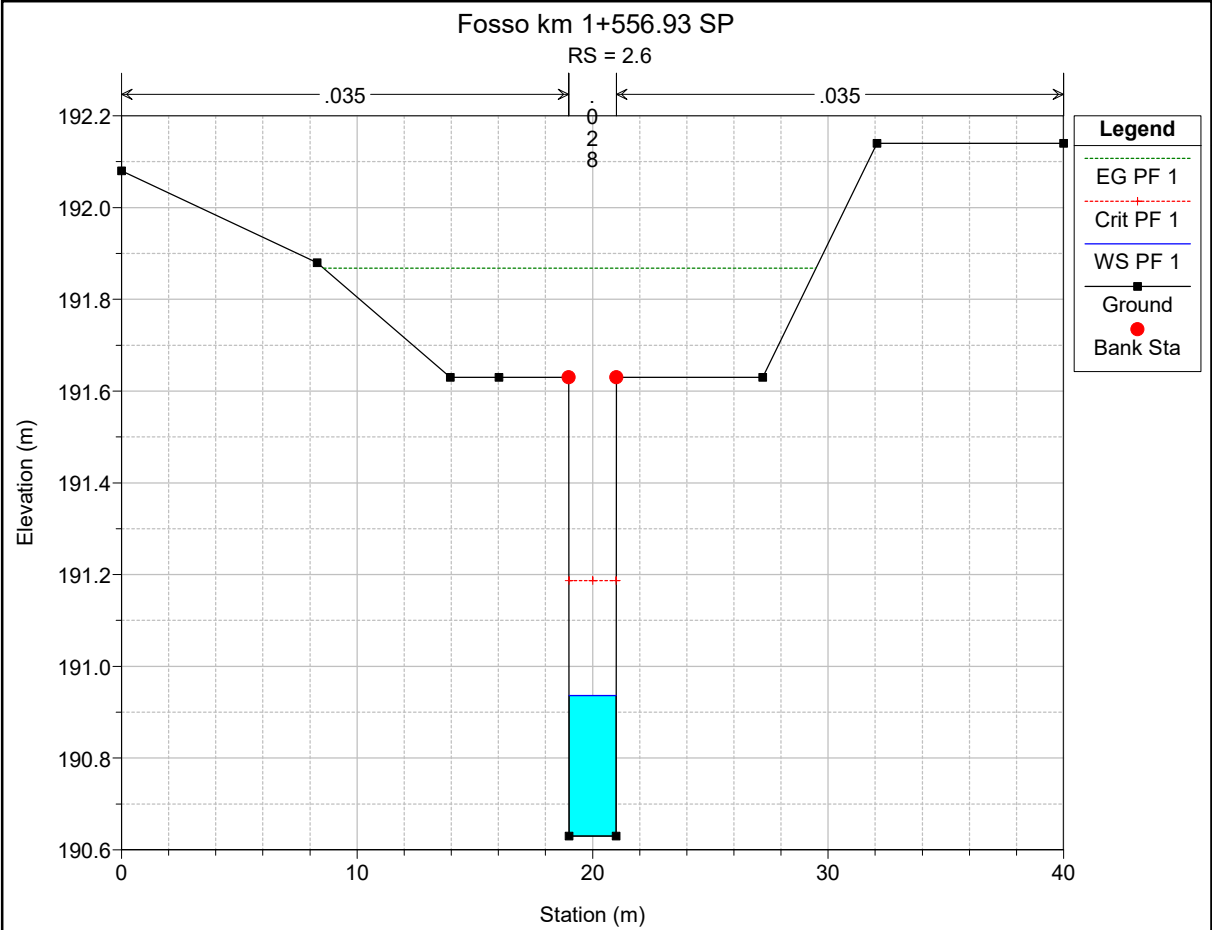


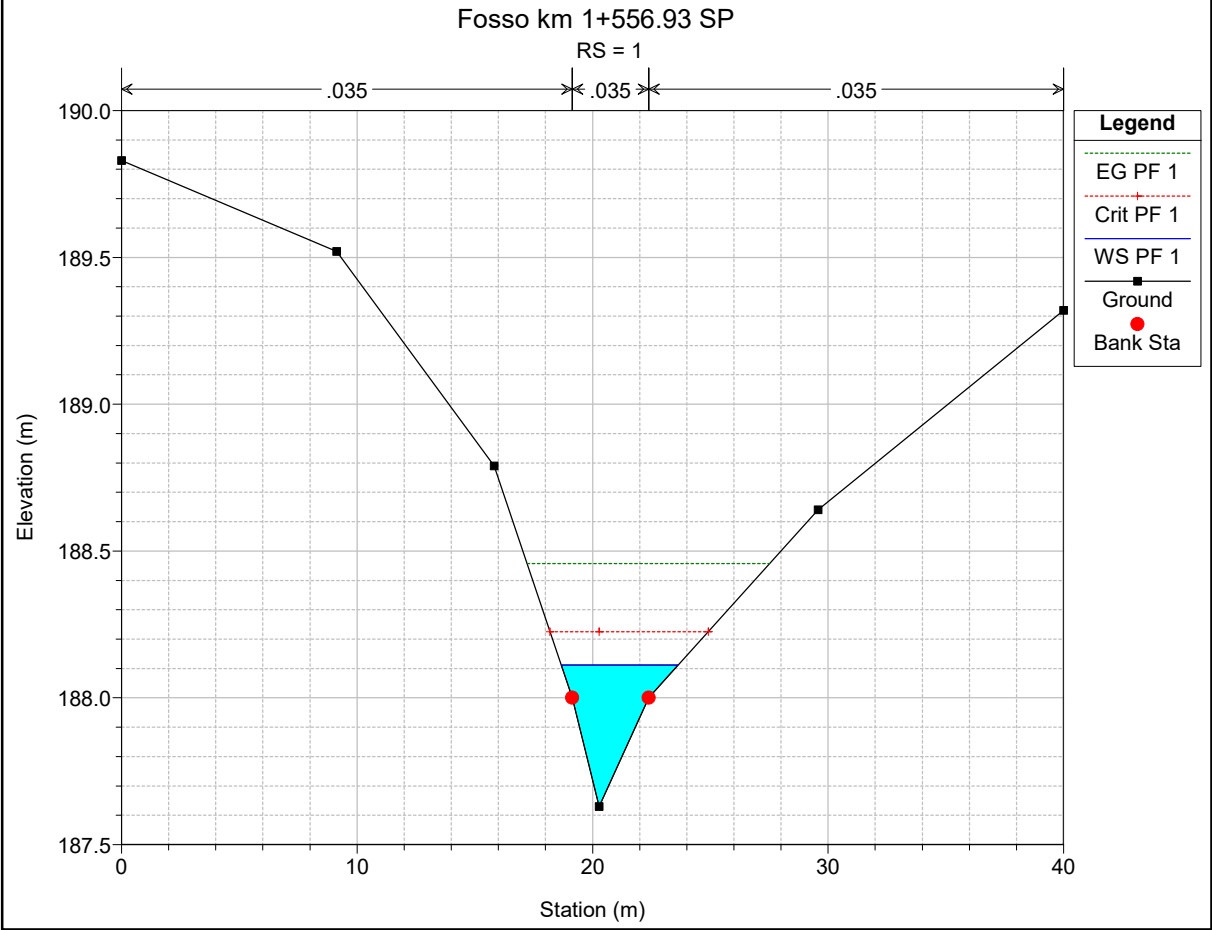
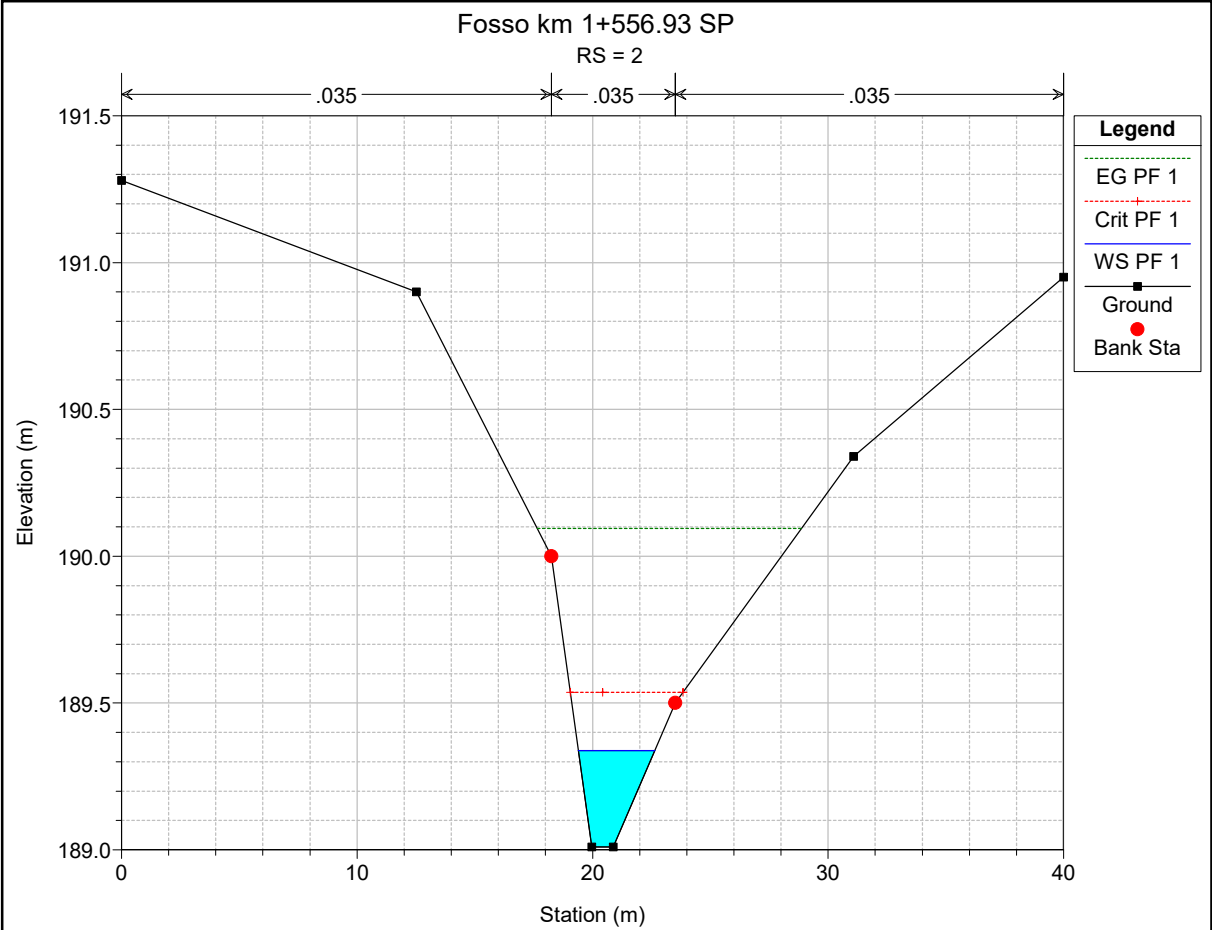












HEC-RAS Plan: REV1 River: Fosso km 1+556.9 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	2.62	194.66	194.96	195.01	195.12	0.040048	1.84	1.55	11.04	1.37
strada	5	PF 1	2.62	193.63	194.39	194.15	194.40	0.001078	0.64	5.77	22.54	0.27
strada	4.4	PF 1	2.62	193.51	194.07	194.07	194.35	0.016950	2.35	1.12	2.01	1.01
strada	4.3	PF 1	2.62	193.05	193.39	193.61	194.15	0.072391	3.85	0.68	2.01	2.11
strada	4.2	PF 1	2.62	192.05	192.27	192.61	194.04	0.264362	5.89	0.44	2.00	3.99
strada	4	PF 1	2.62	191.83	192.08	192.39	193.43	0.049809	5.14	0.51	2.00	3.25
strada	3.9	PF 1	2.62	191.78	192.05	192.34	193.26	0.042639	4.89	0.54	2.00	3.02
strada	3.85		Bridge									
strada	3.8	PF 1	2.62	191.64	191.93	192.20	192.96	0.032969	4.49	0.58	2.00	2.66
strada	3	PF 1	2.62	191.60	191.90	192.16	192.88	0.030702	4.39	0.60	2.00	2.56
strada	2.8	PF 1	2.62	191.10	191.34	191.66	192.83	0.057731	5.39	0.49	2.00	3.50
strada	2.7	PF 1	2.62	191.06	191.32	191.62	192.58	0.154974	4.95	0.53	2.01	3.08
strada	2.6	PF 1	2.62	190.63	190.94	191.19	191.87	0.099060	4.28	0.61	2.01	2.47
strada	2.5	PF 1	2.62	190.39	190.76	190.92	191.27	0.090010	3.17	0.83	3.55	2.10
strada	2	PF 1	2.62	189.01	189.34	189.54	190.09	0.153073	3.85	0.68	3.24	2.69
strada	1	PF 1	2.62	187.63	188.11	188.23	188.46	0.045003	2.64	1.05	4.96	1.55

**ALLEGATO Q1**

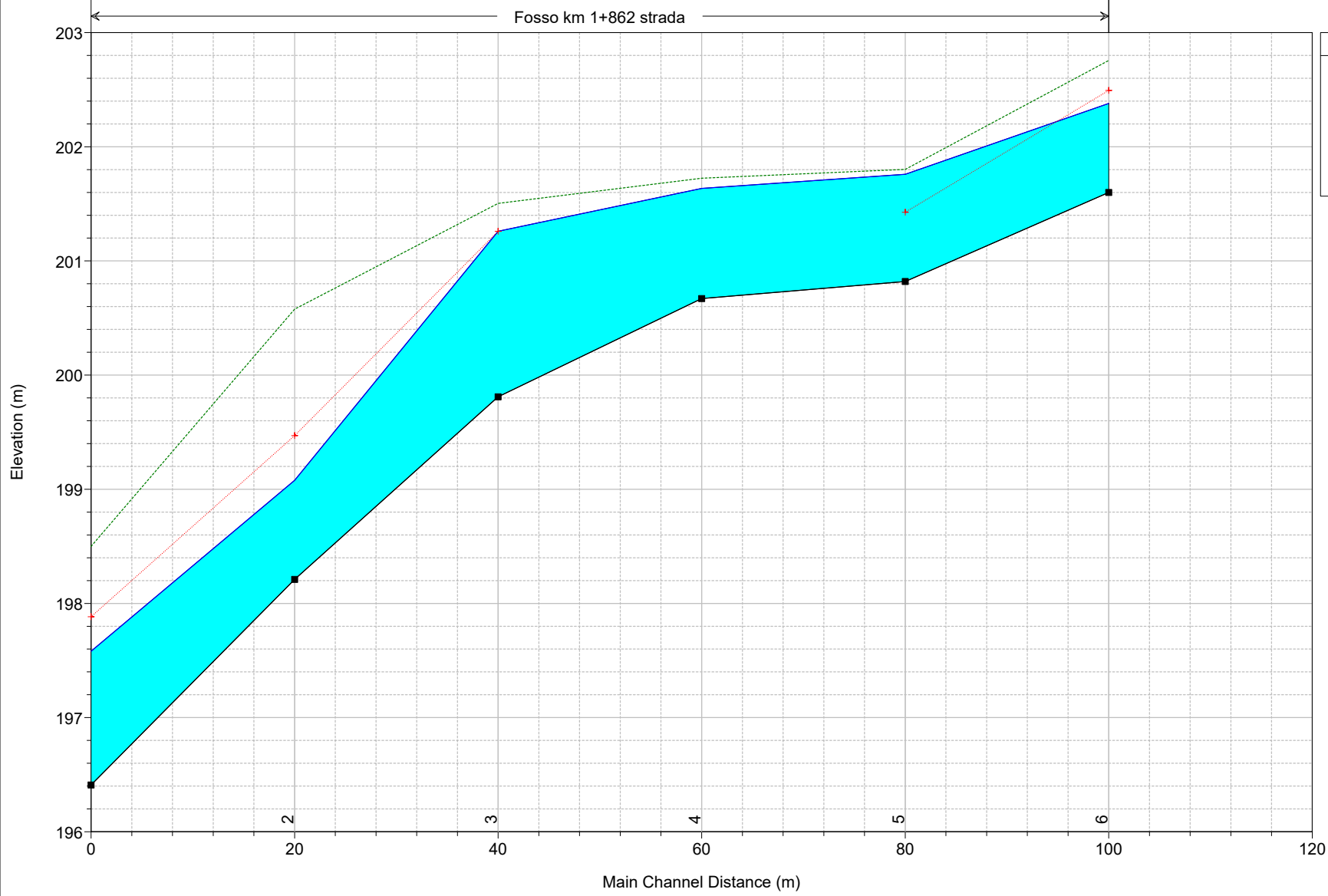
**Fosso al km 1+885.52 – NV02**

**Ante Operam**

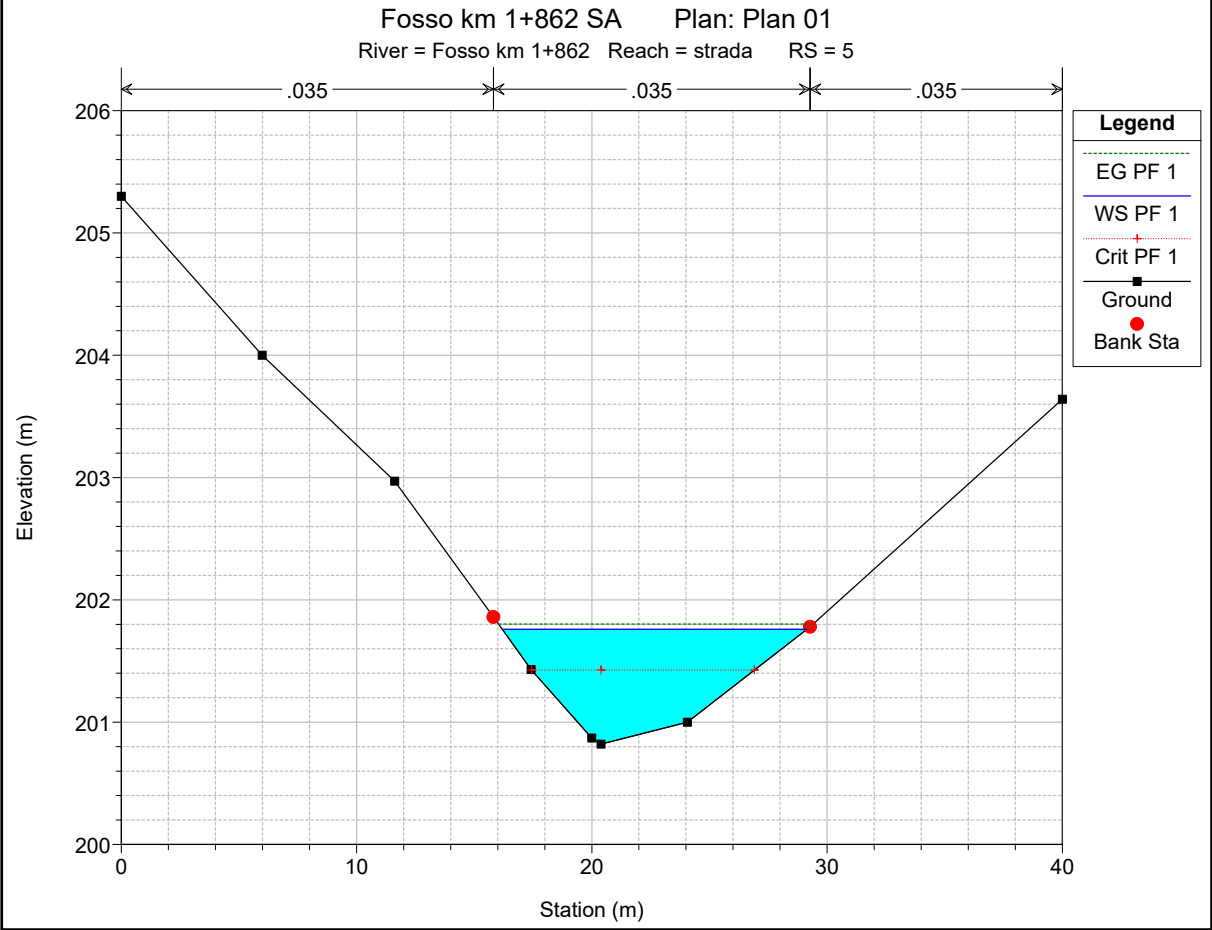
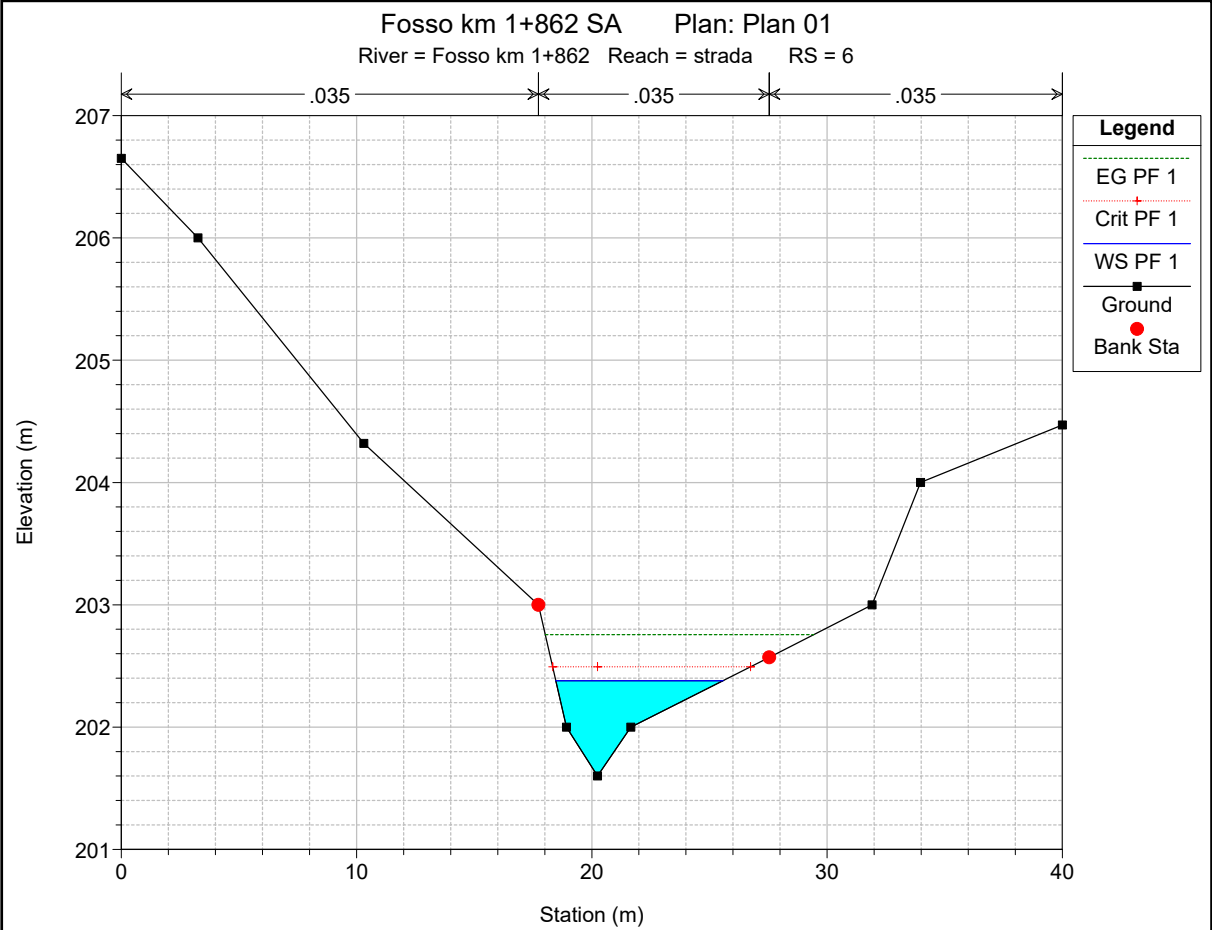
**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

Fosso km 1+862 SA Plan: Plan 01

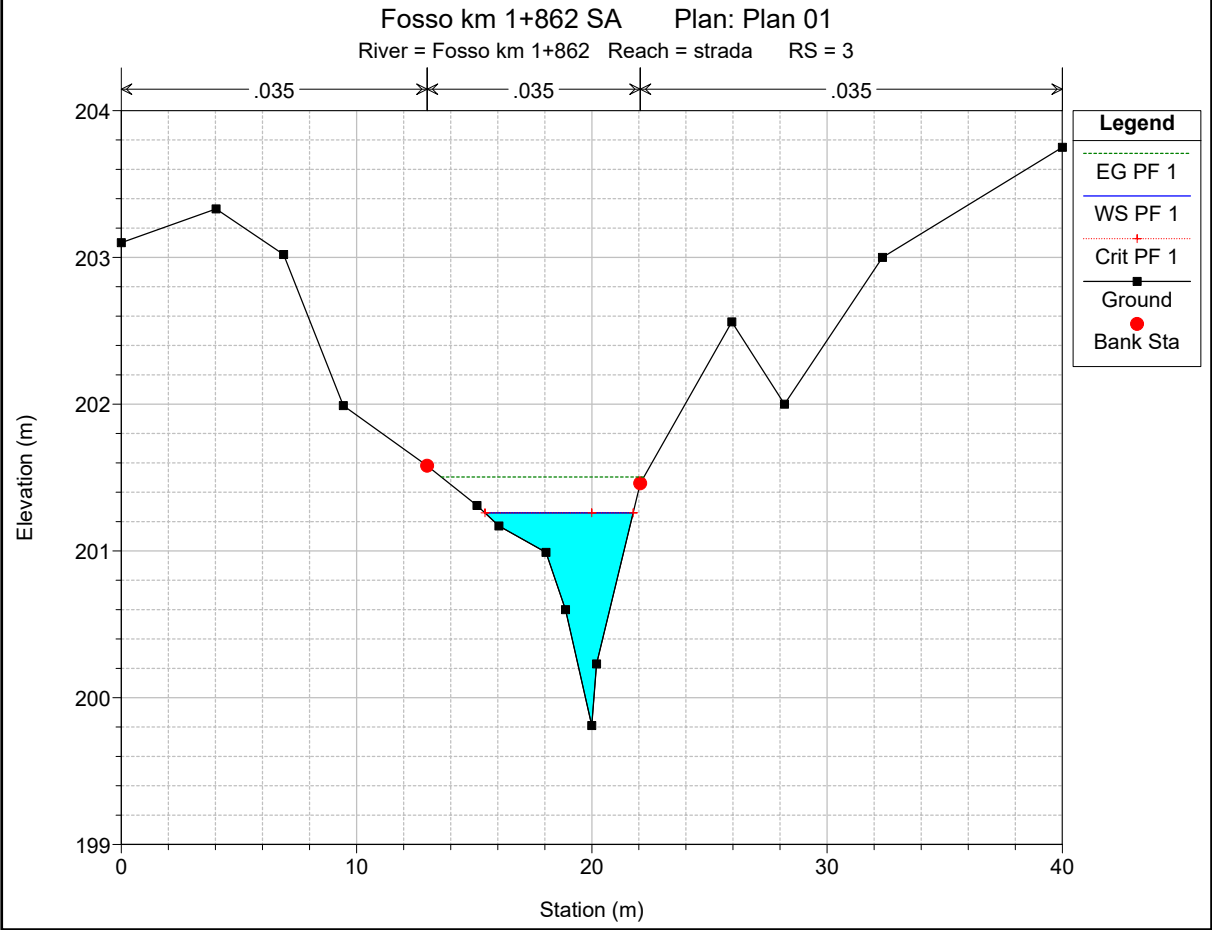
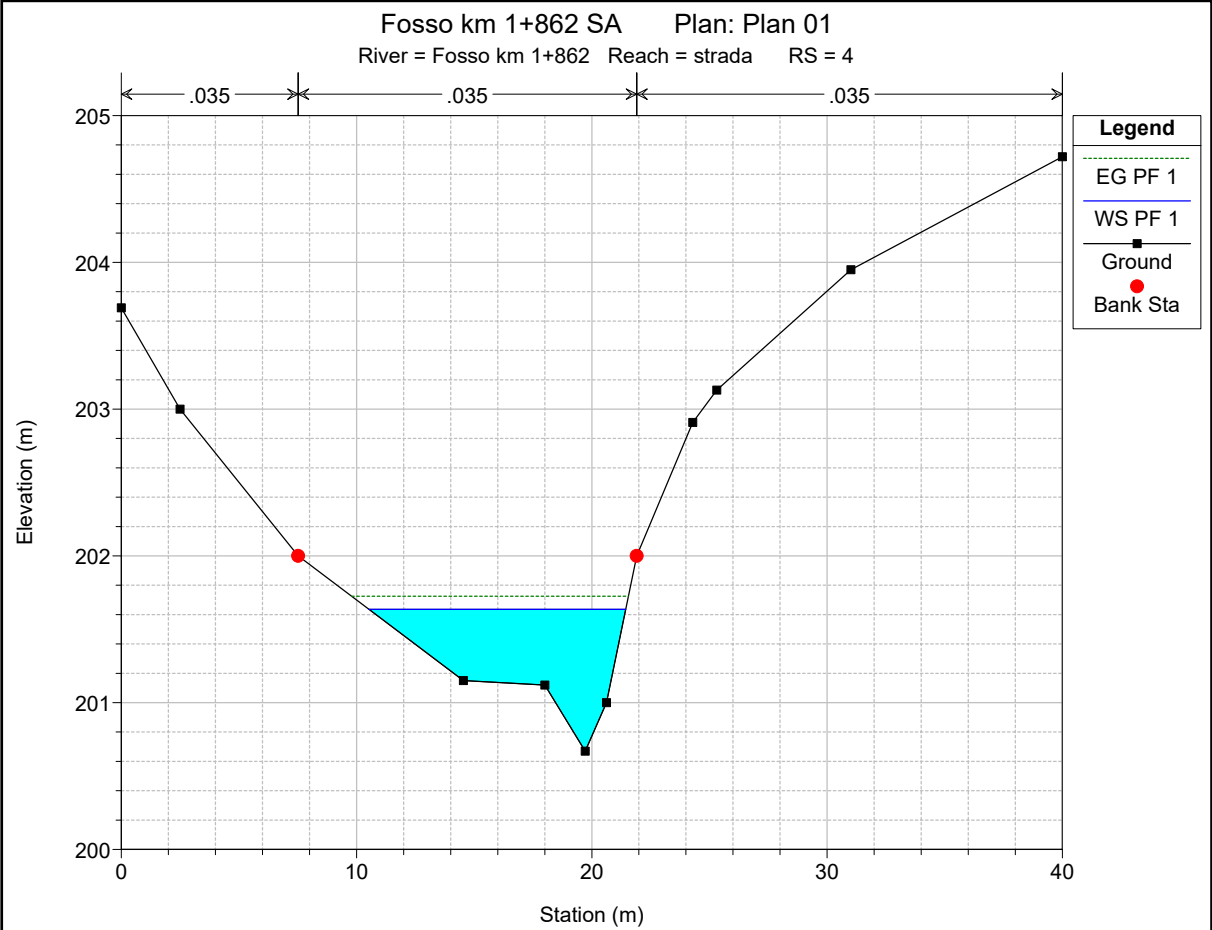
Fosso km 1+862 strada

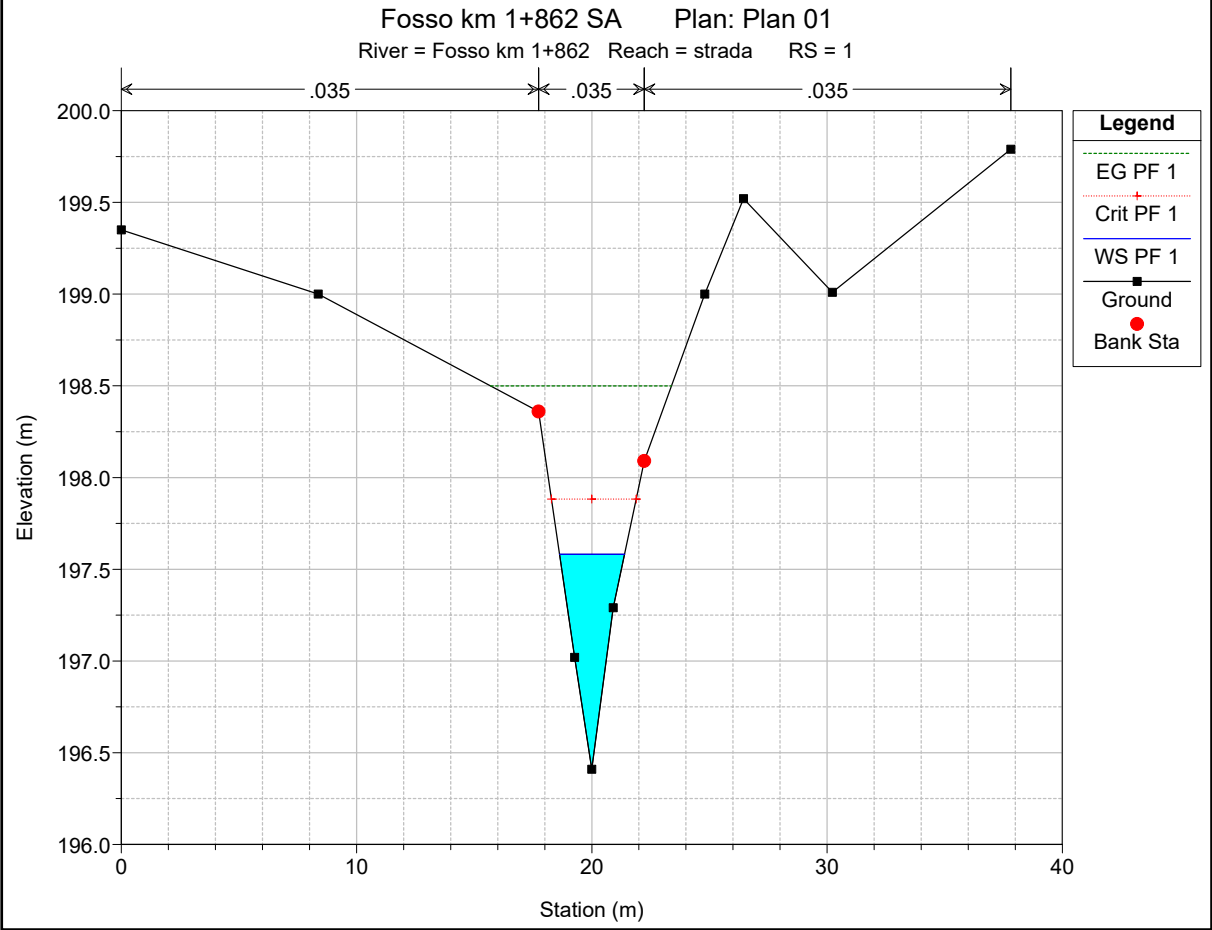
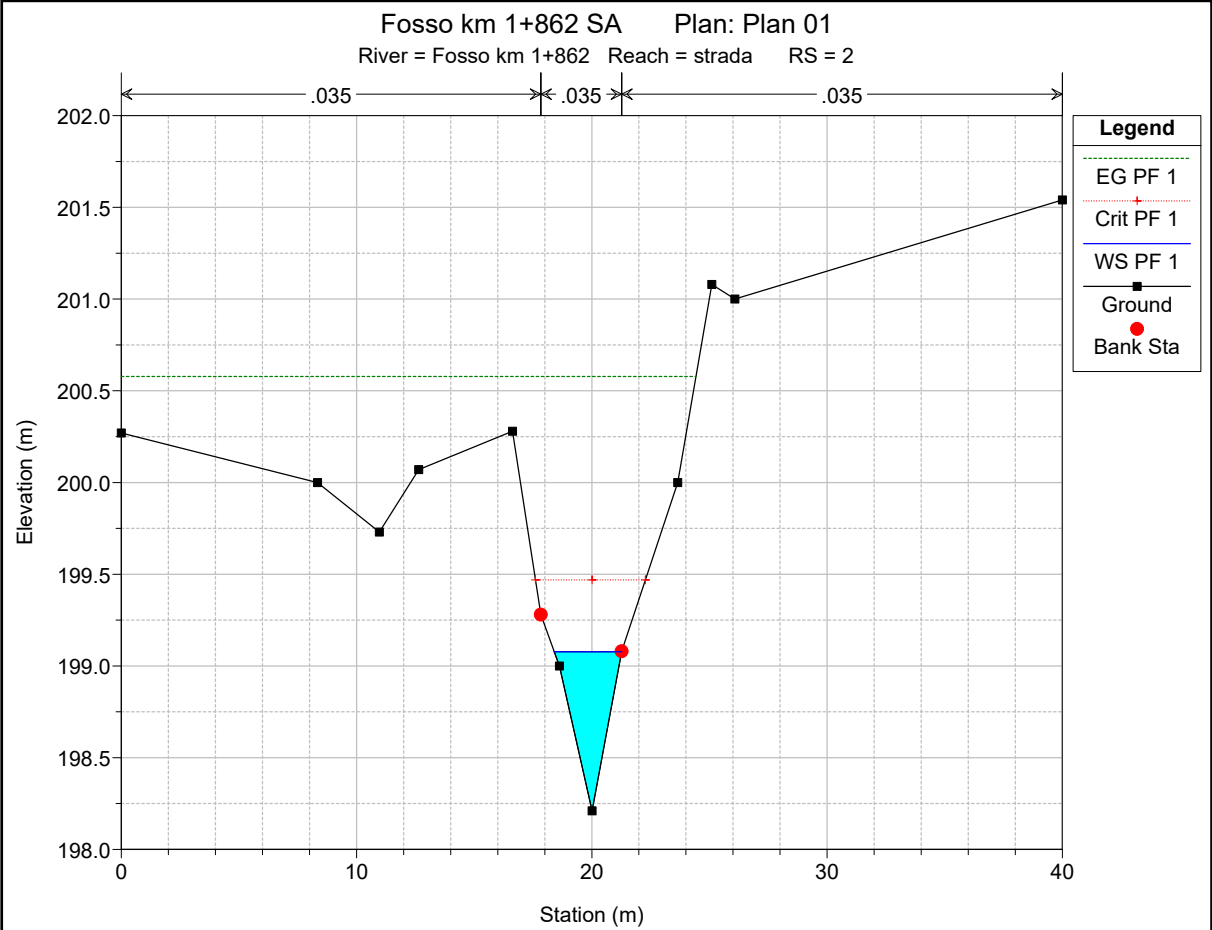


Legend	
EG PF 1	
Crit PF 1	
WS PF 1	
Ground	









HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso km 1+862 Reach: strada Profile: PF 1

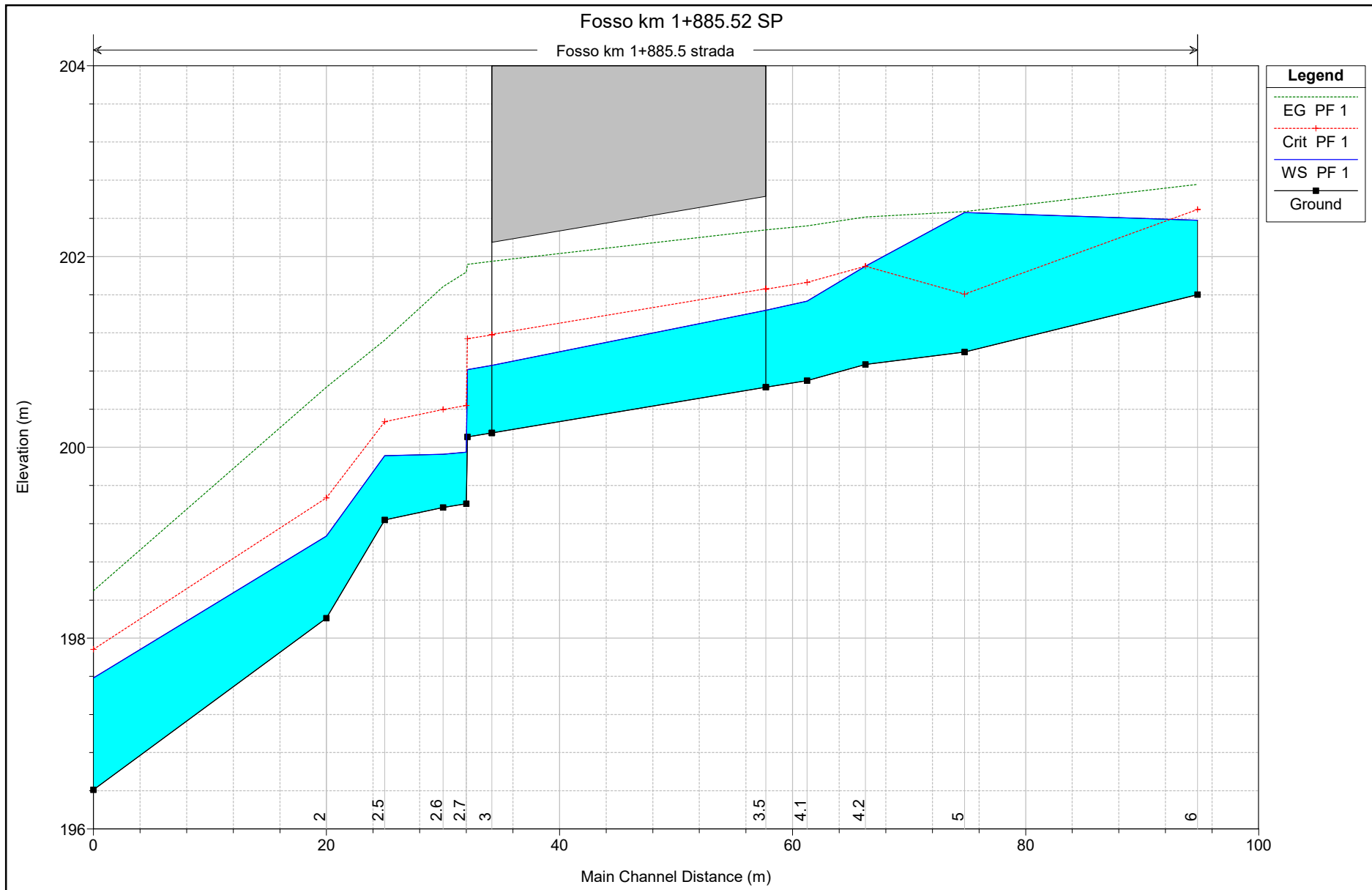
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	6.57	201.60	202.38	202.49	202.76	0.040010	2.72	2.42	7.11	1.49
strada	5	PF 1	6.57	200.82	201.76	201.43	201.80	0.002300	0.92	7.17	12.94	0.39
strada	4	PF 1	6.57	200.67	201.64		201.72	0.006434	1.33	4.96	10.91	0.63
strada	3	PF 1	6.57	199.81	201.26	201.26	201.50	0.018967	2.19	3.00	6.30	1.01
strada	2	PF 1	6.57	198.21	199.08	199.47	200.58	0.140439	5.42	1.21	2.87	2.66
strada	1	PF 1	6.57	196.41	197.58	197.88	198.50	0.068736	4.24	1.55	2.76	1.81

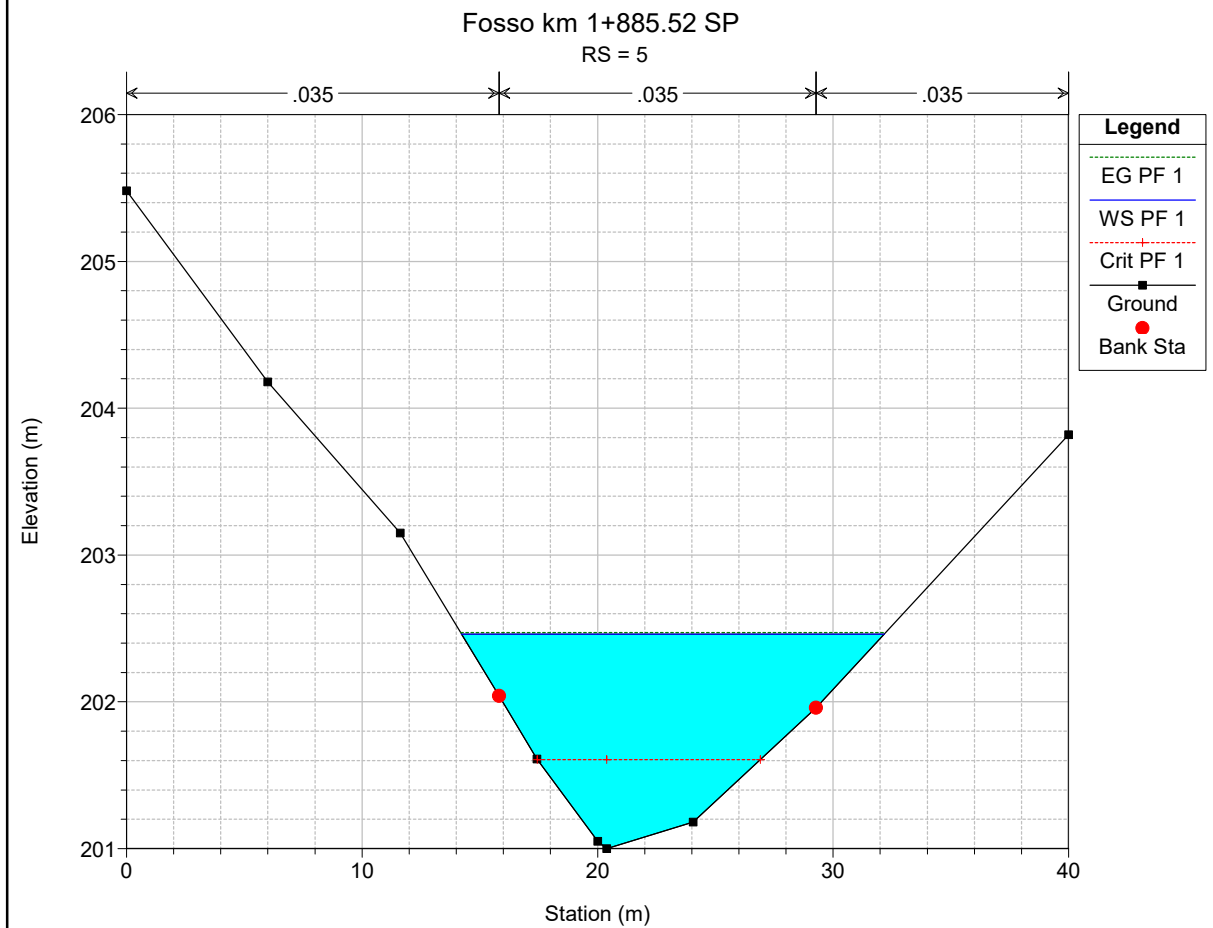
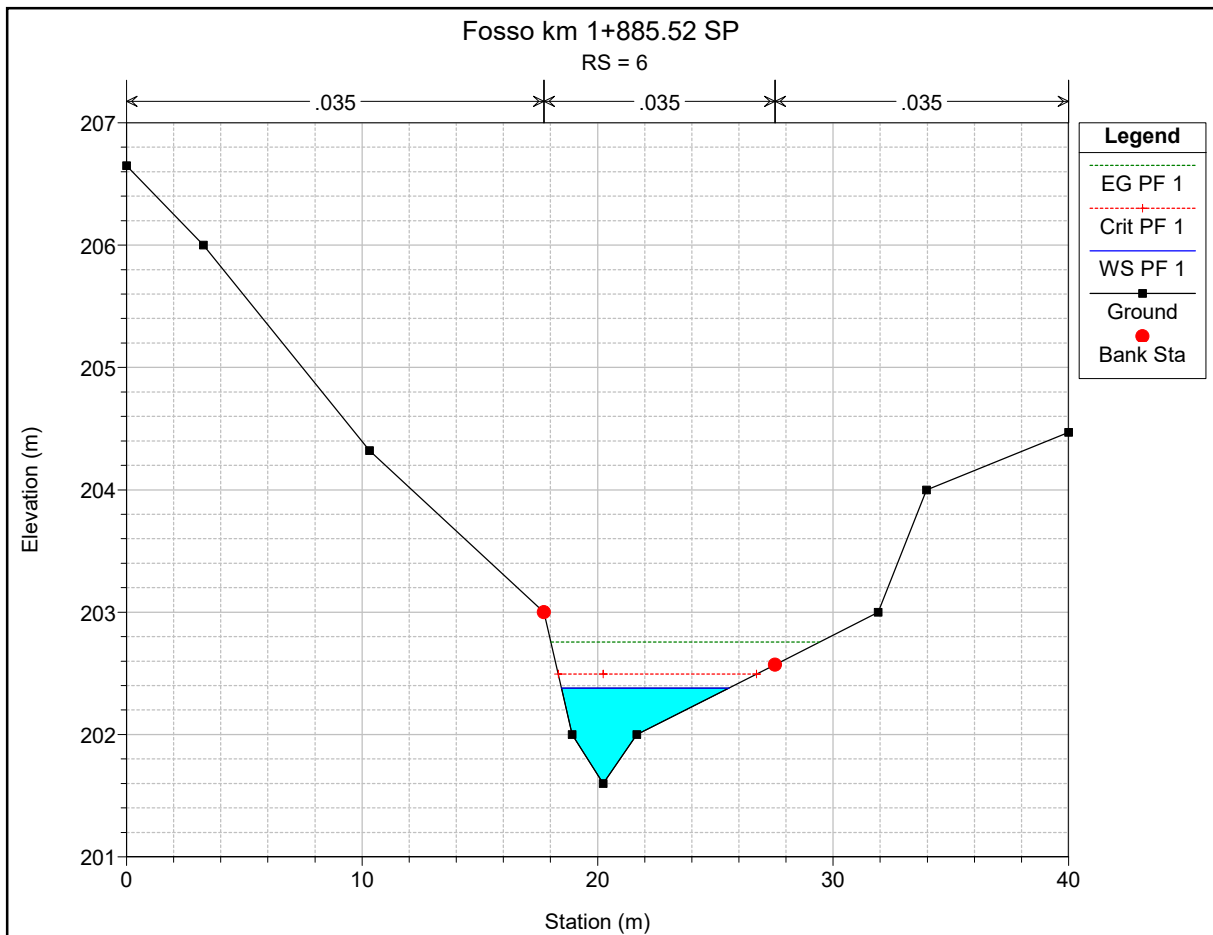
**ALLEGATO Q2**

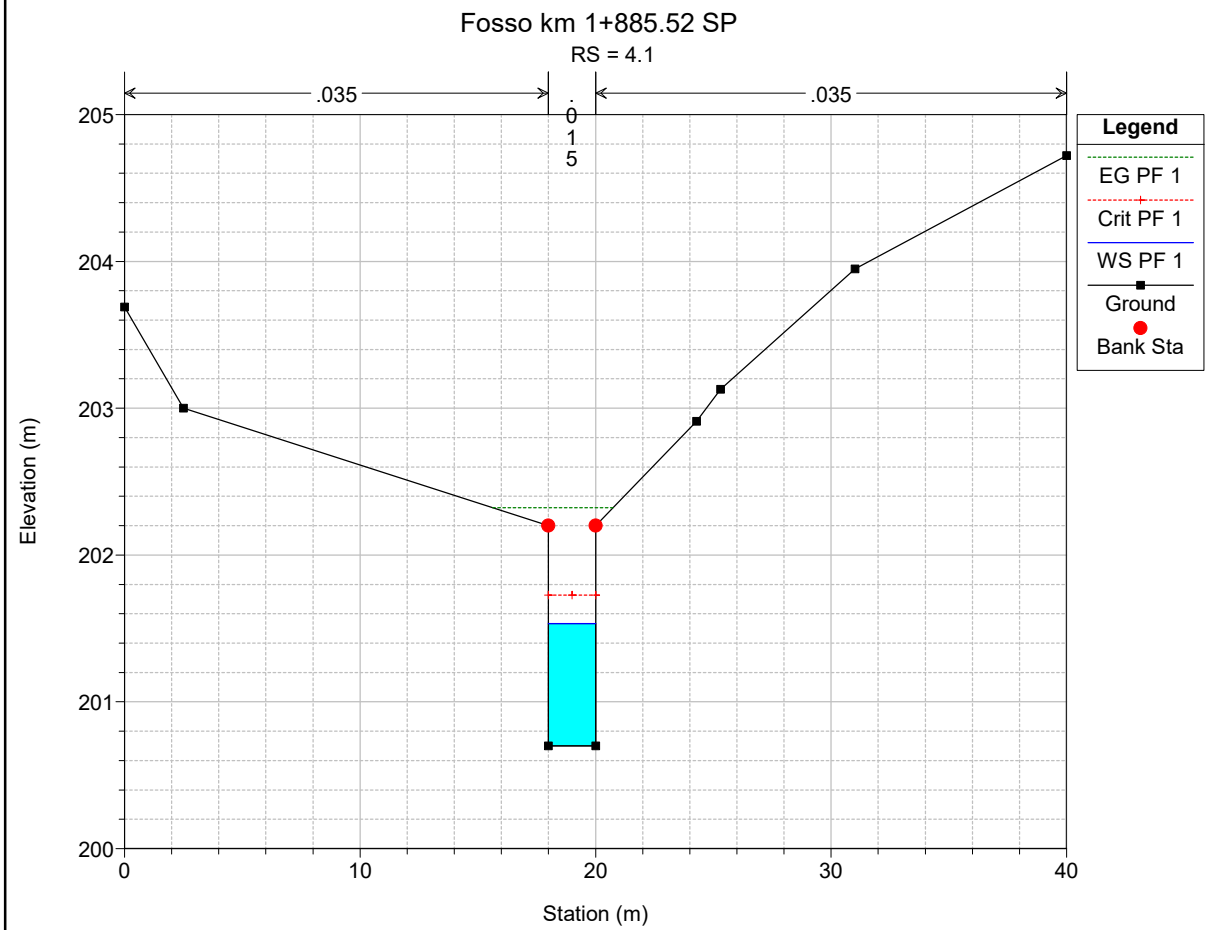
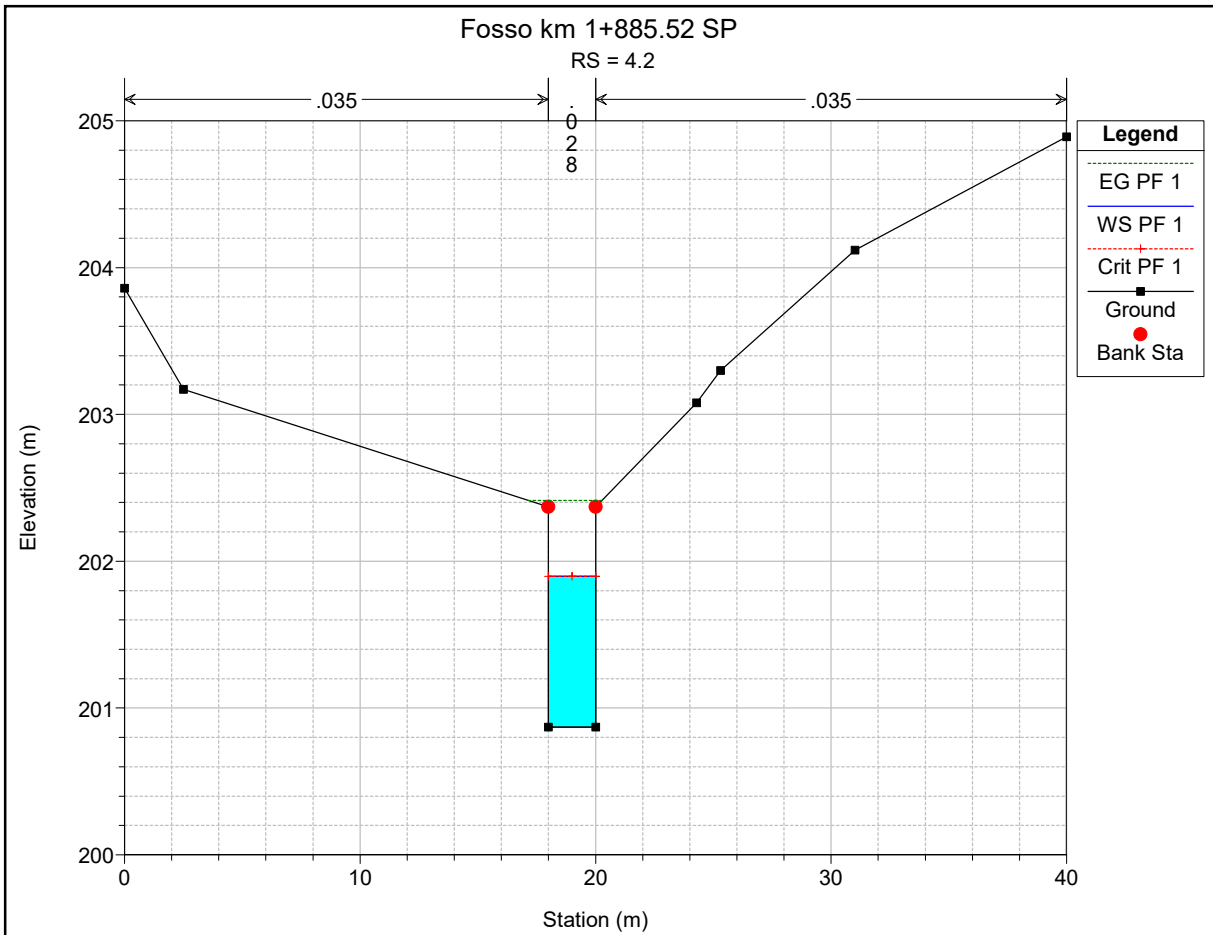
**Fosso al km 1+885.52 – NV02**

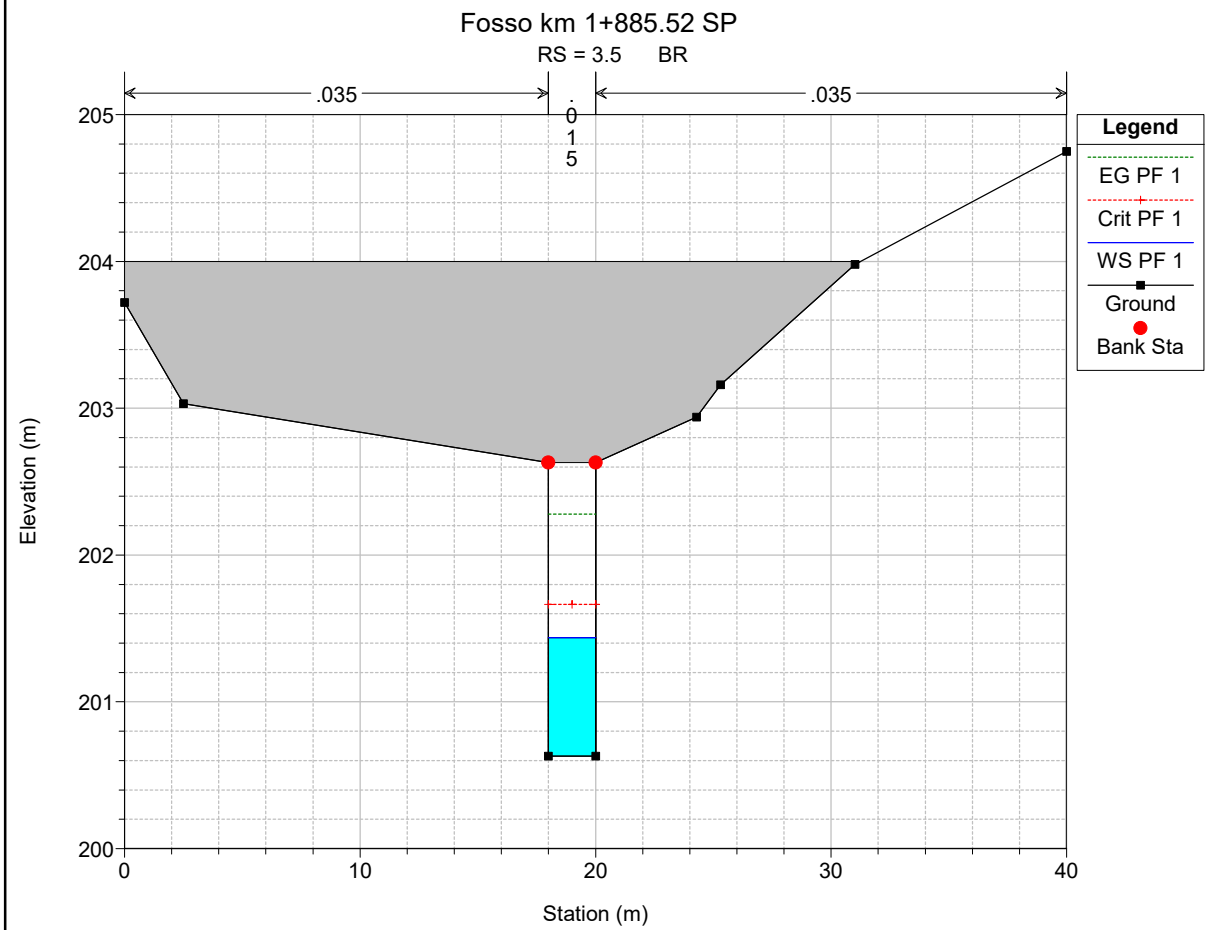
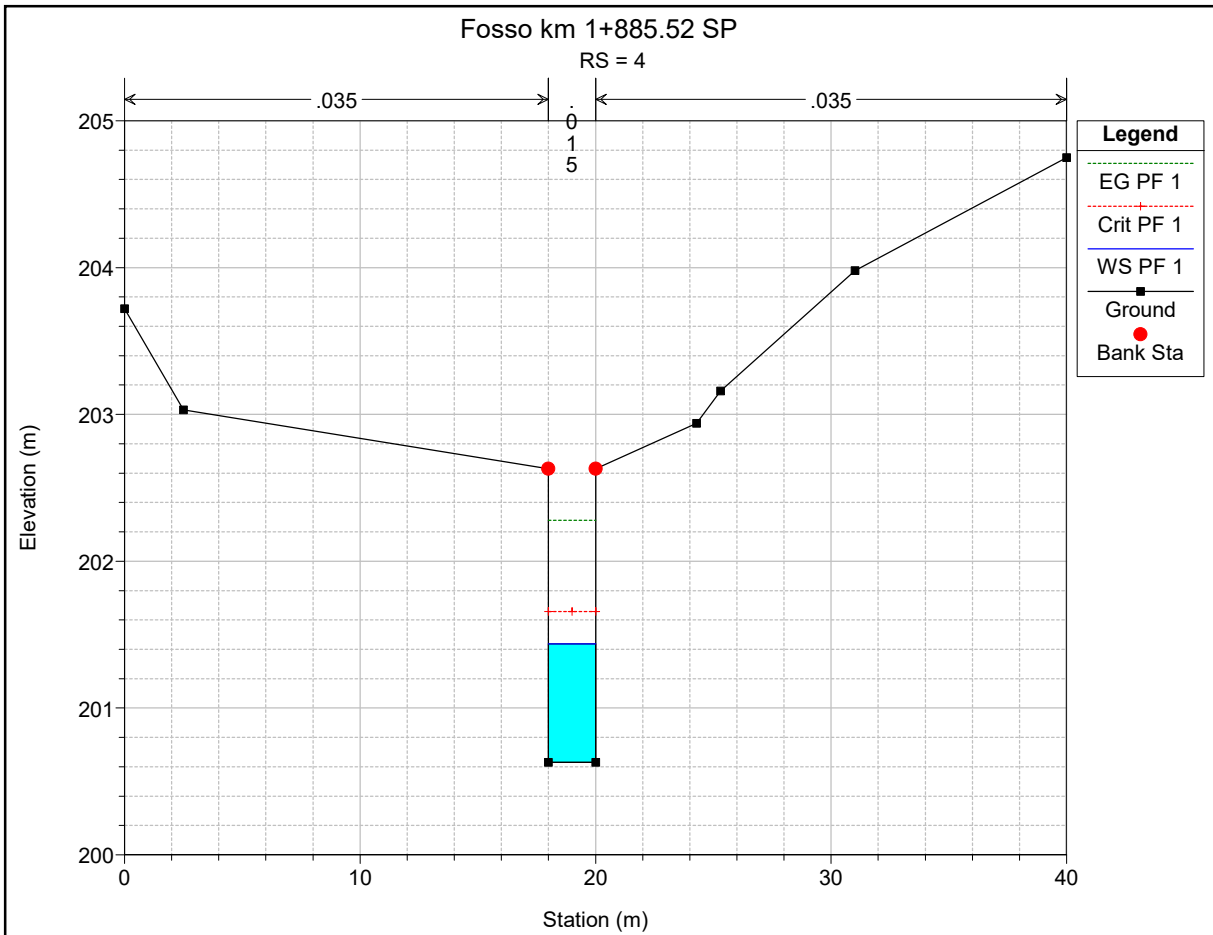
**Post Operam**

**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

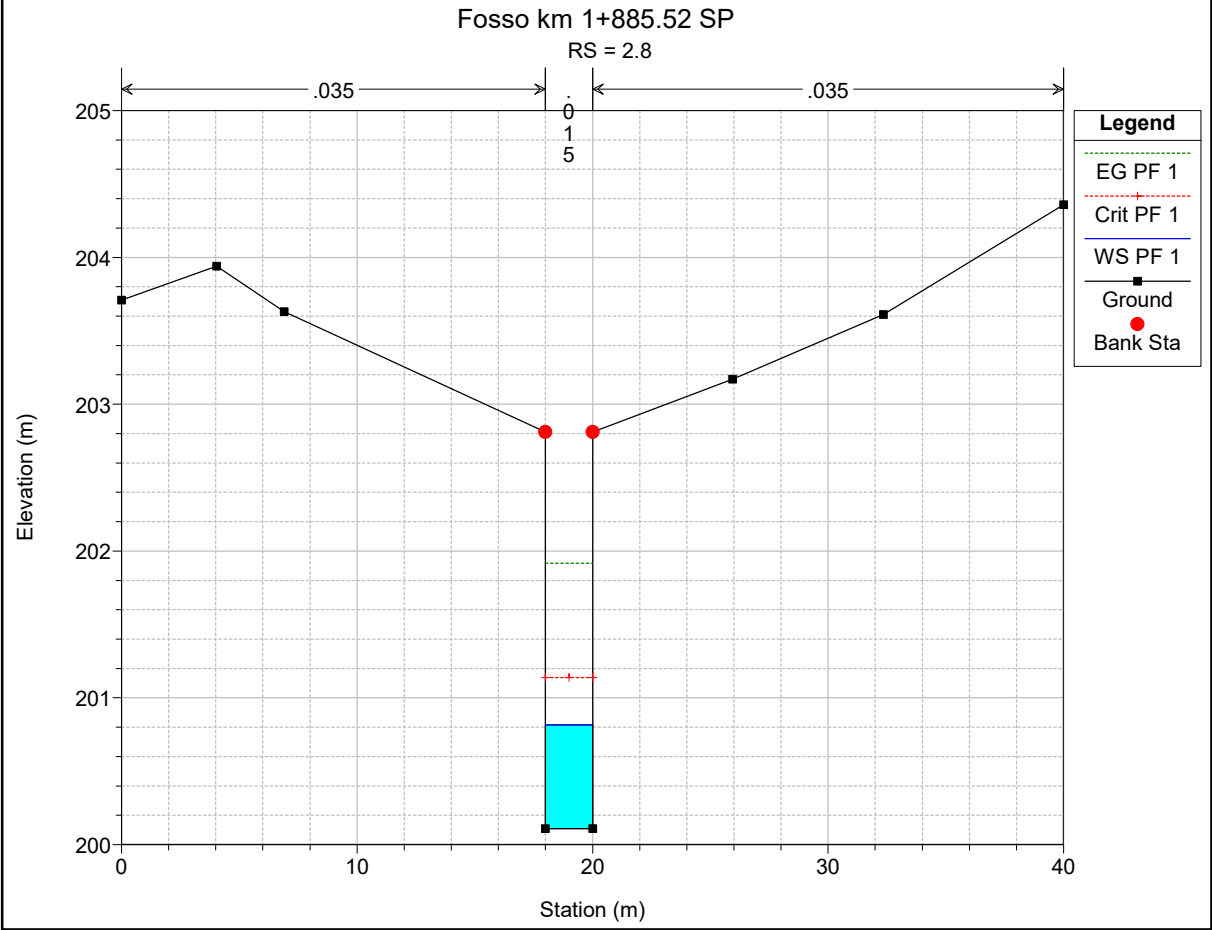
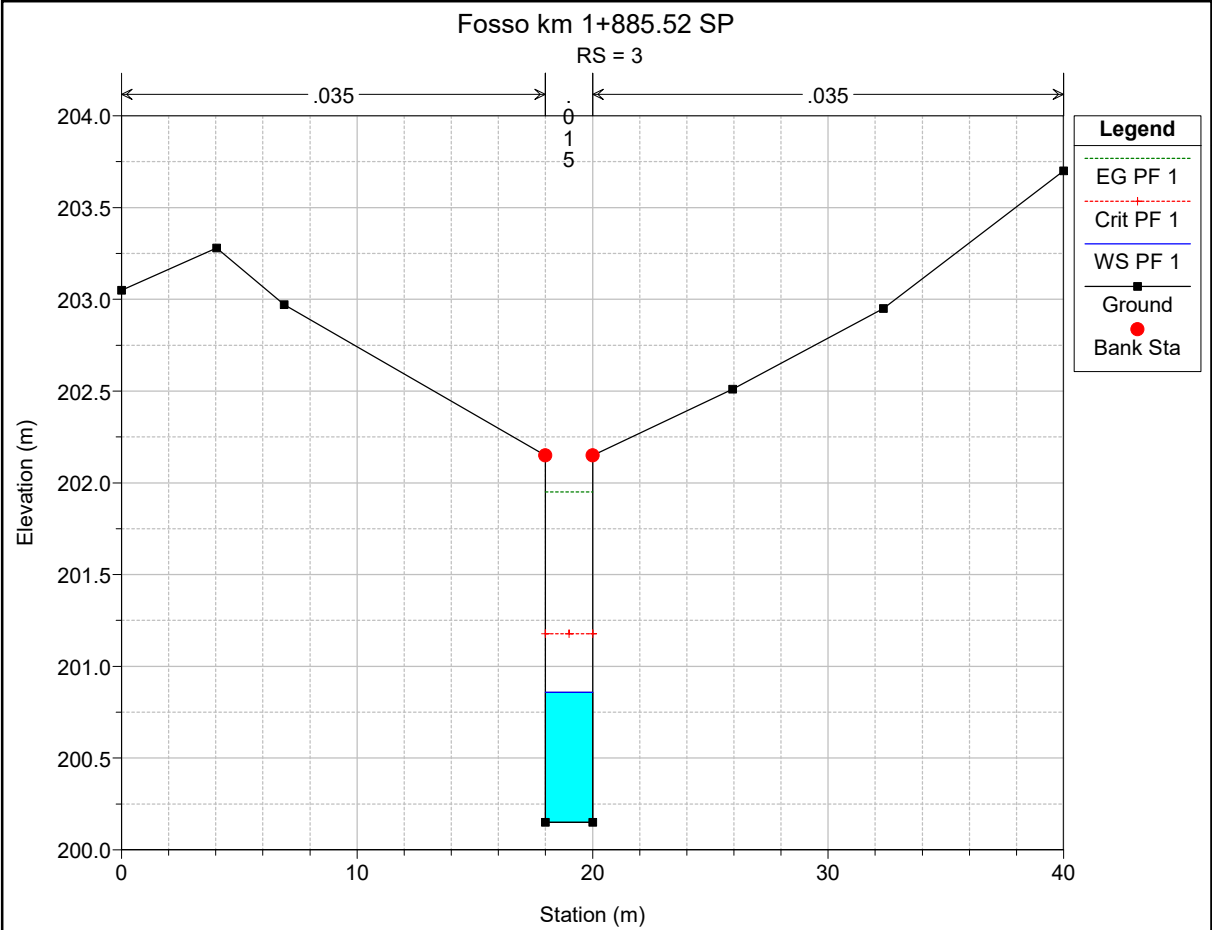


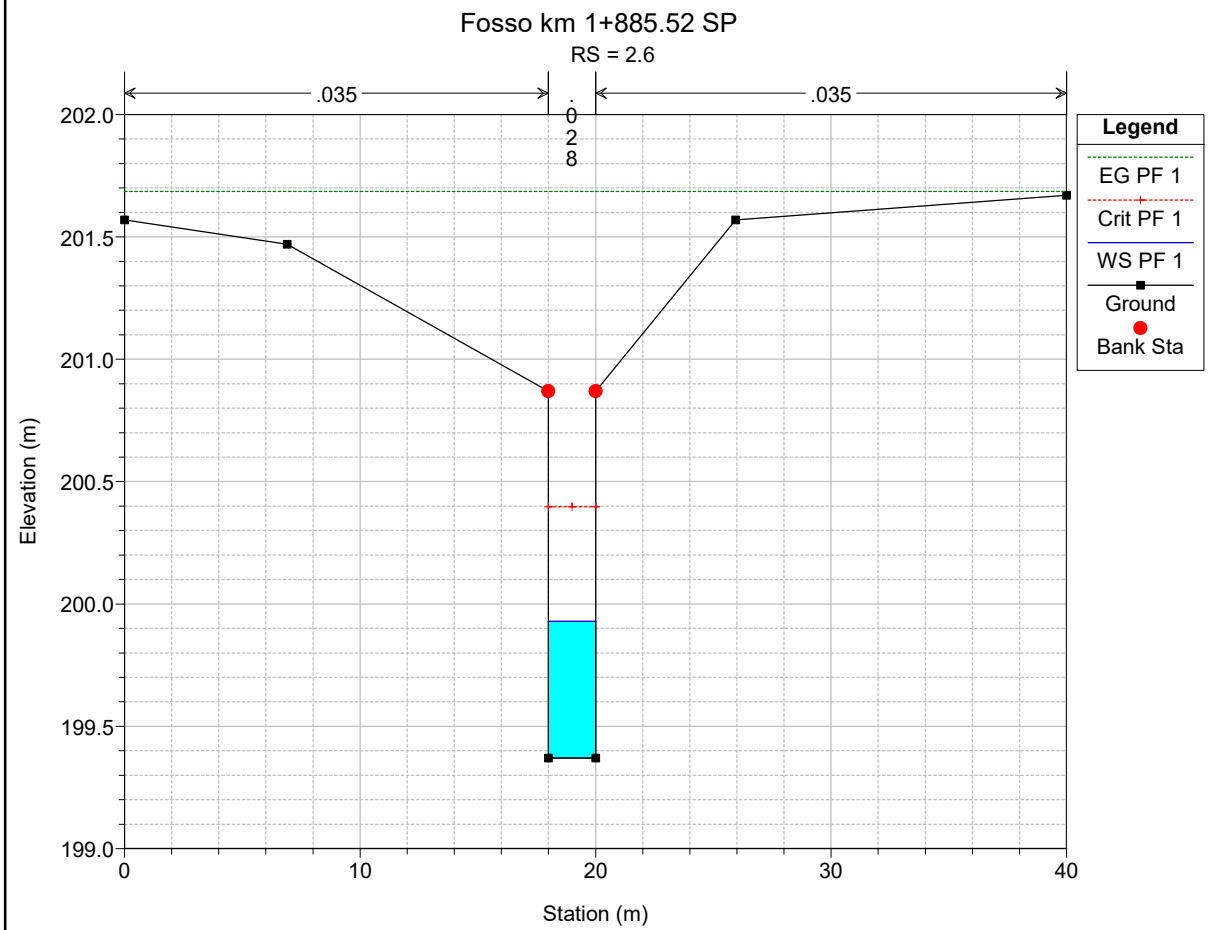
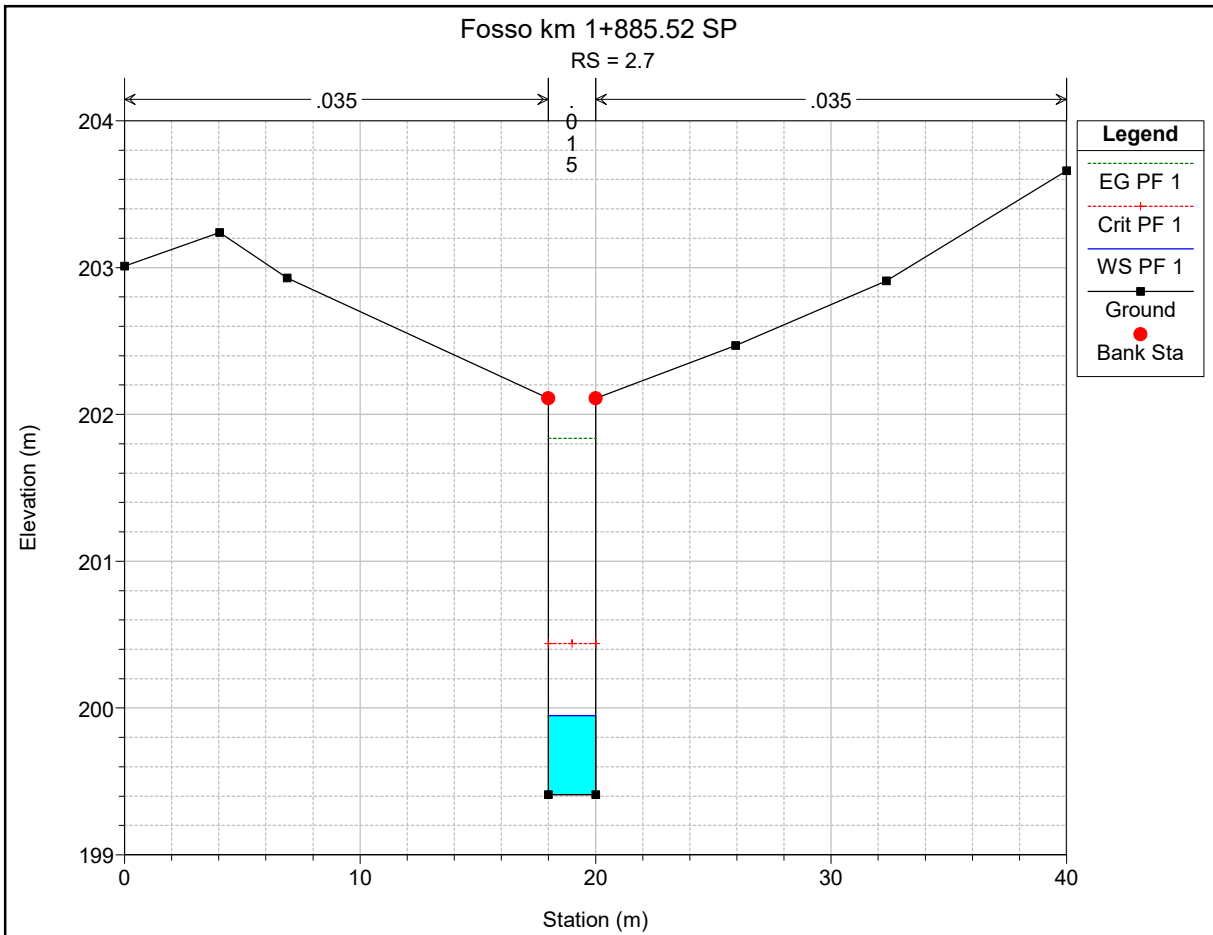


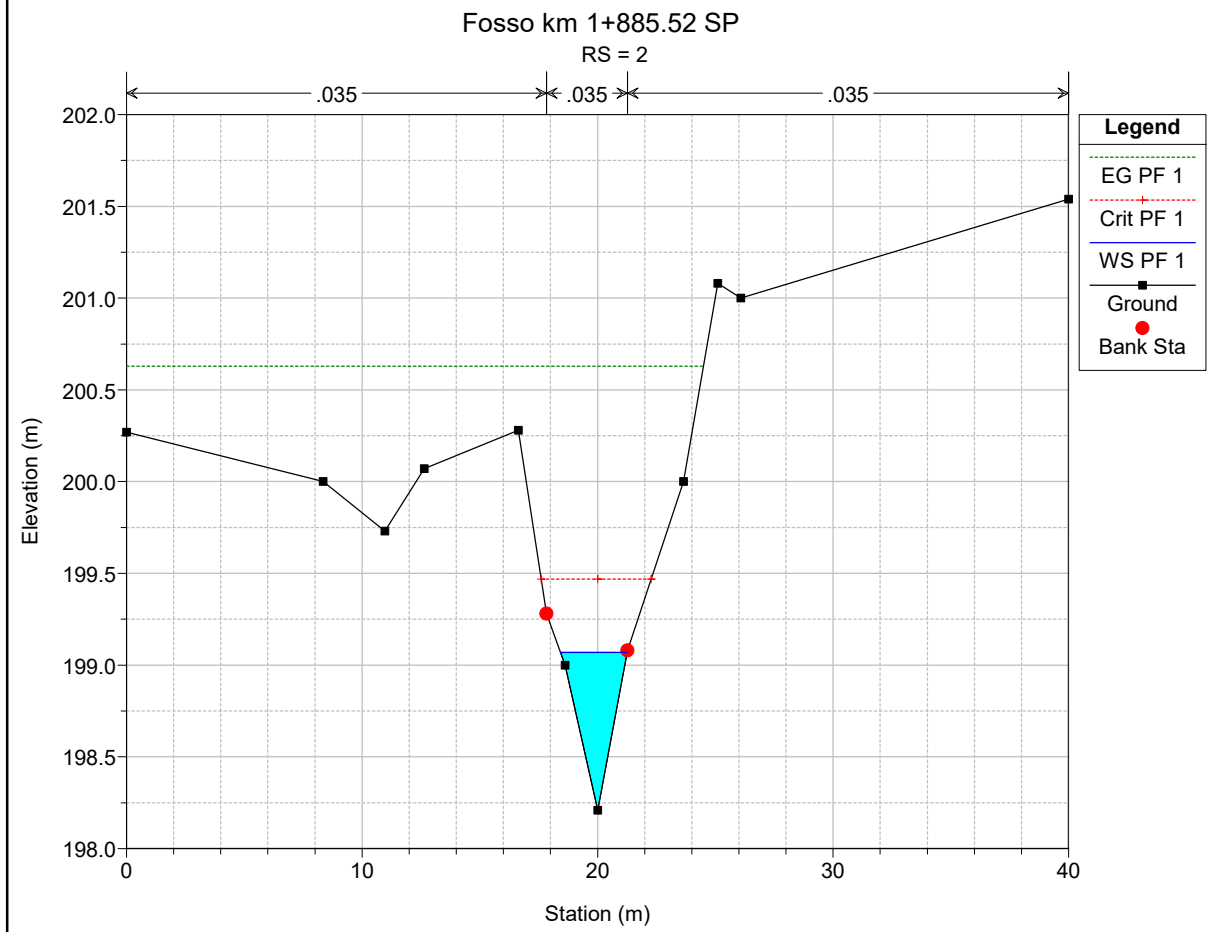
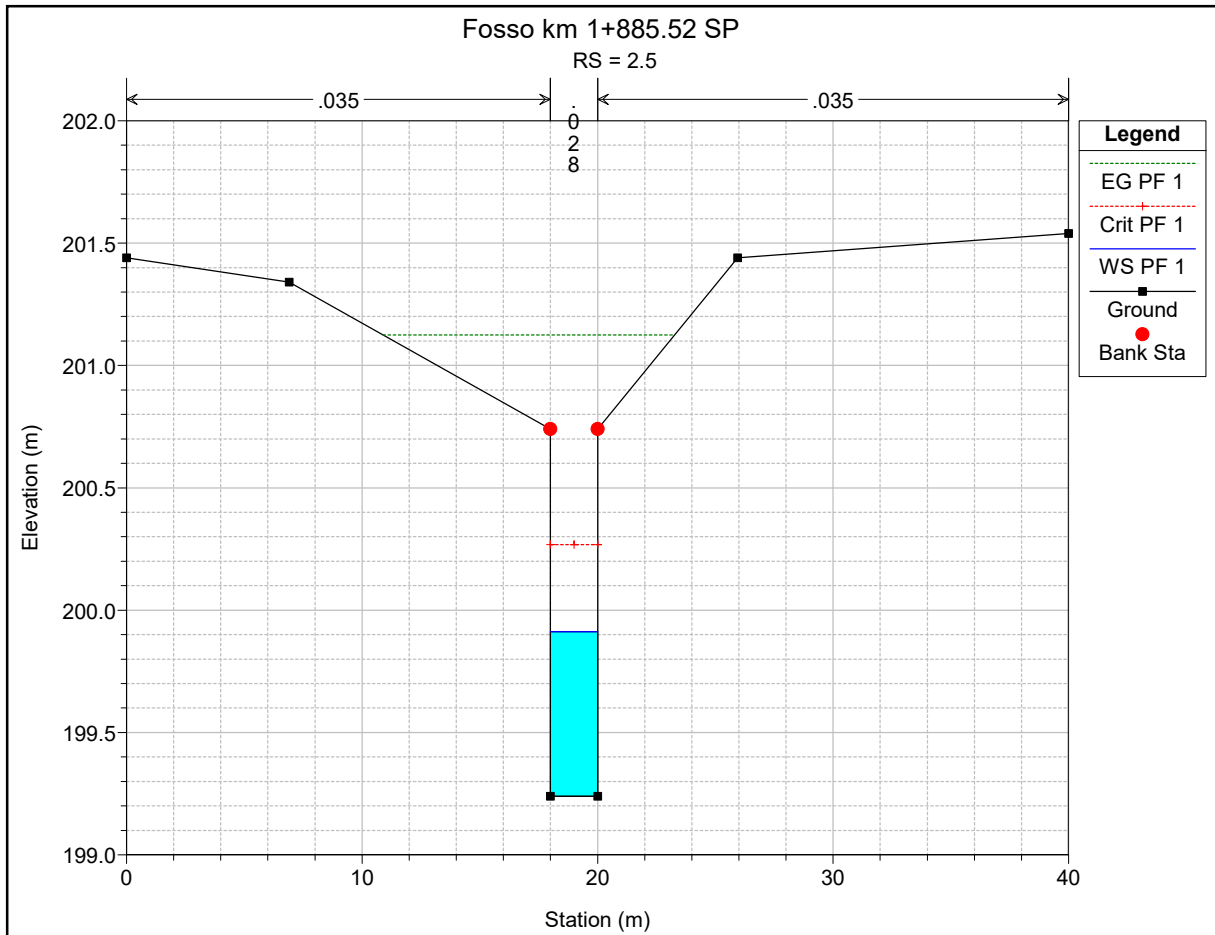


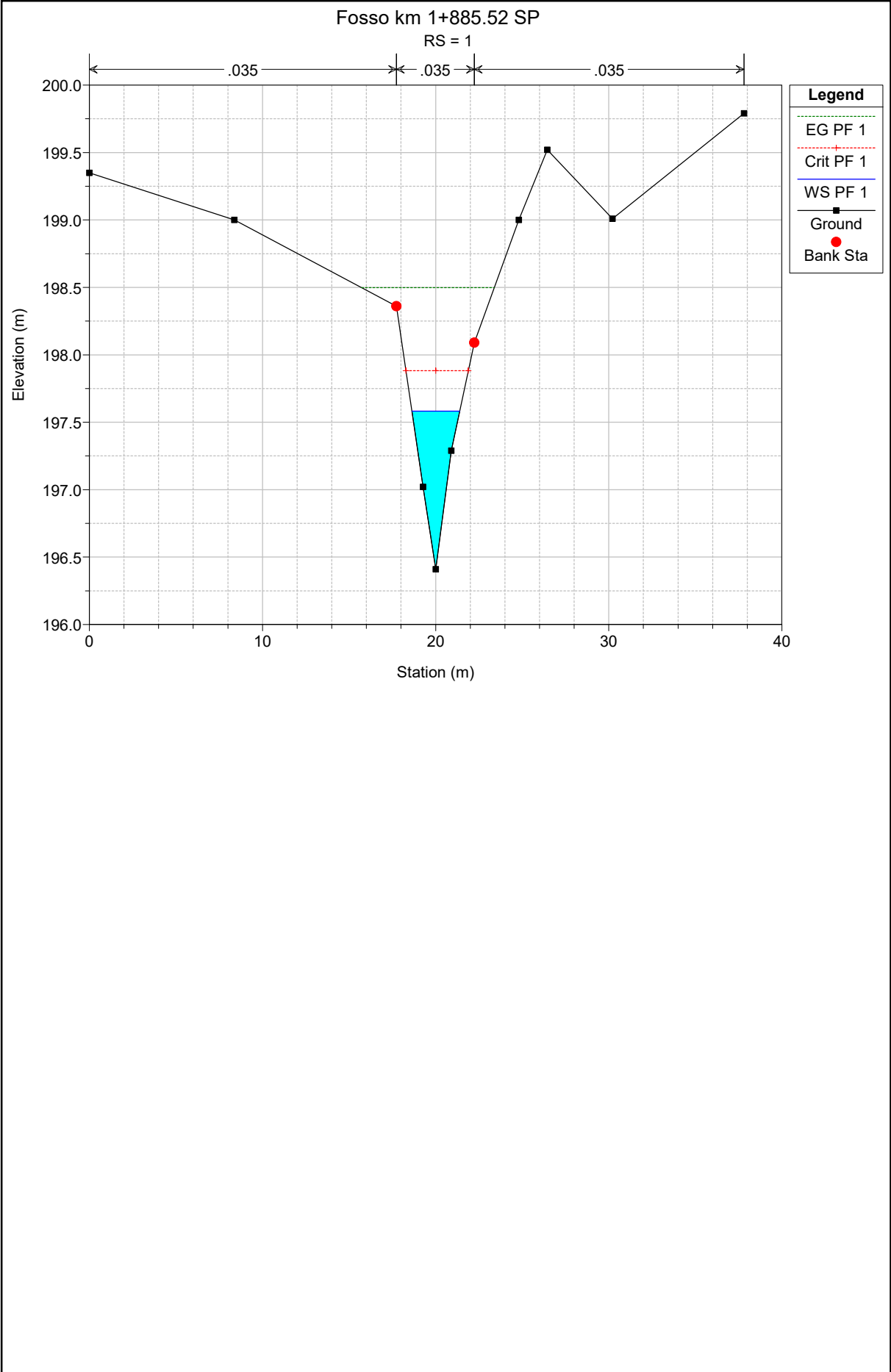












HEC-RAS Plan: Plan 03 River: Fosso km 1+885.5 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	6.57	201.60	202.38	202.49	202.76	0.040010	2.72	2.42	7.11	1.49
strada	5	PF 1	6.57	201.00	202.46	201.61	202.47	0.000236	0.45	15.26	17.95	0.14
strada	4.2	PF 1	6.57	200.87	201.90	201.90	202.41	0.019591	3.19	2.06	2.01	1.00
strada	4.1	PF 1	6.57	200.70	201.53	201.73	202.32	0.009931	3.93	1.67	2.01	1.38
strada	4	PF 1	6.57	200.63	201.44	201.66	202.28	0.010868	4.07	1.62	2.01	1.45
strada	3.5	Bridge										
strada	3	PF 1	6.57	200.15	200.86	201.18	201.95	0.015556	4.63	1.42	2.01	1.76
strada	2.8	PF 1	6.57	200.11	200.82	201.14	201.92	0.015730	4.65	1.41	2.01	1.77
strada	2.7	PF 1	6.57	199.41	199.95	200.44	201.84	0.033657	6.08	1.08	2.00	2.65
strada	2.6	PF 1	6.57	199.37	199.93	200.40	201.69	0.105922	5.87	1.12	2.01	2.51
strada	2.5	PF 1	6.57	199.24	199.91	200.27	201.12	0.062608	4.88	1.35	2.01	1.90
strada	2	PF 1	6.57	198.21	199.07	199.47	200.63	0.147565	5.53	1.19	2.83	2.73
strada	1	PF 1	6.57	196.41	197.58	197.88	198.50	0.068491	4.24	1.55	2.76	1.81

**ALLEGATO R1**

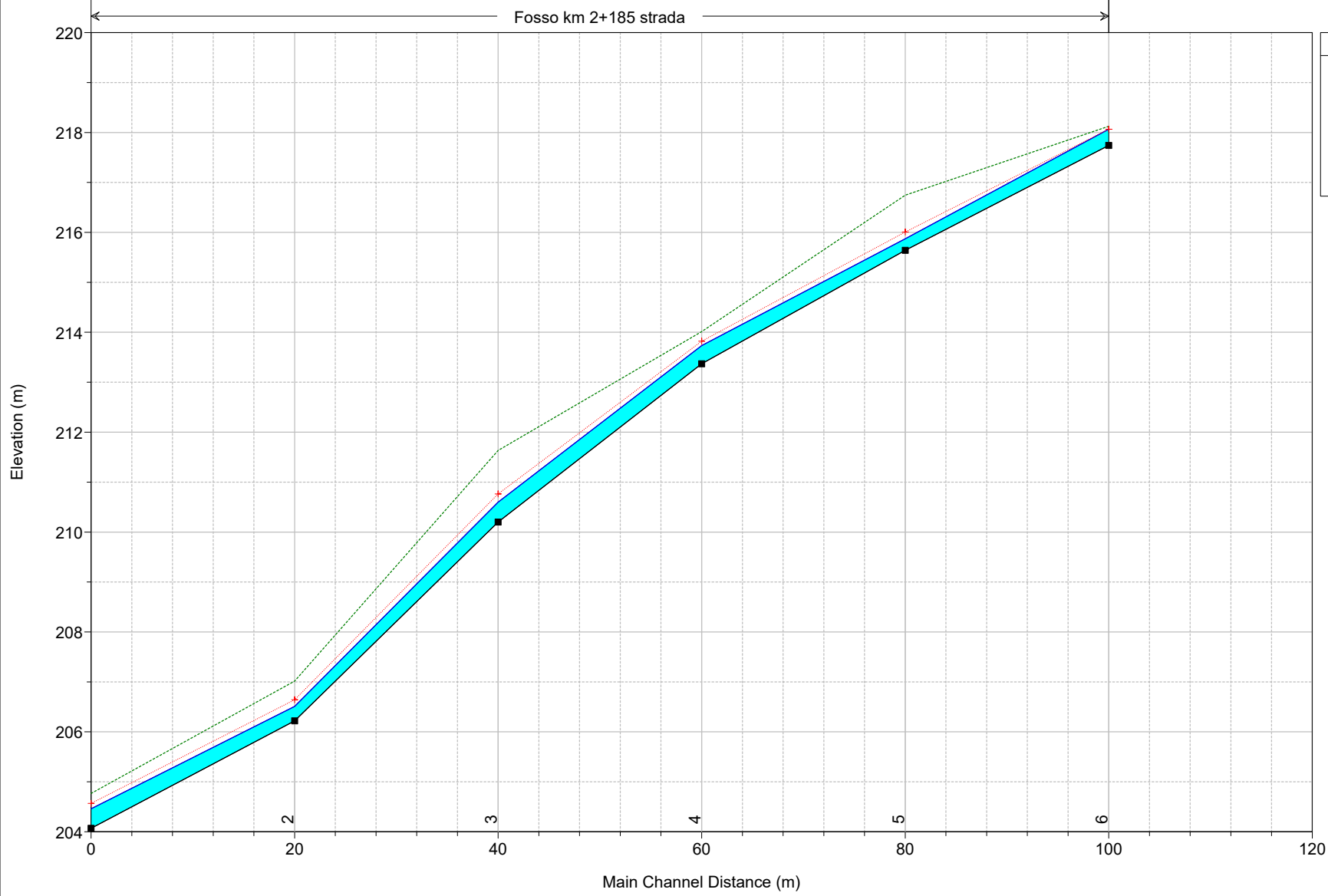
**Fosso al km 2+211.23 – NV02**

**Ante Operam**

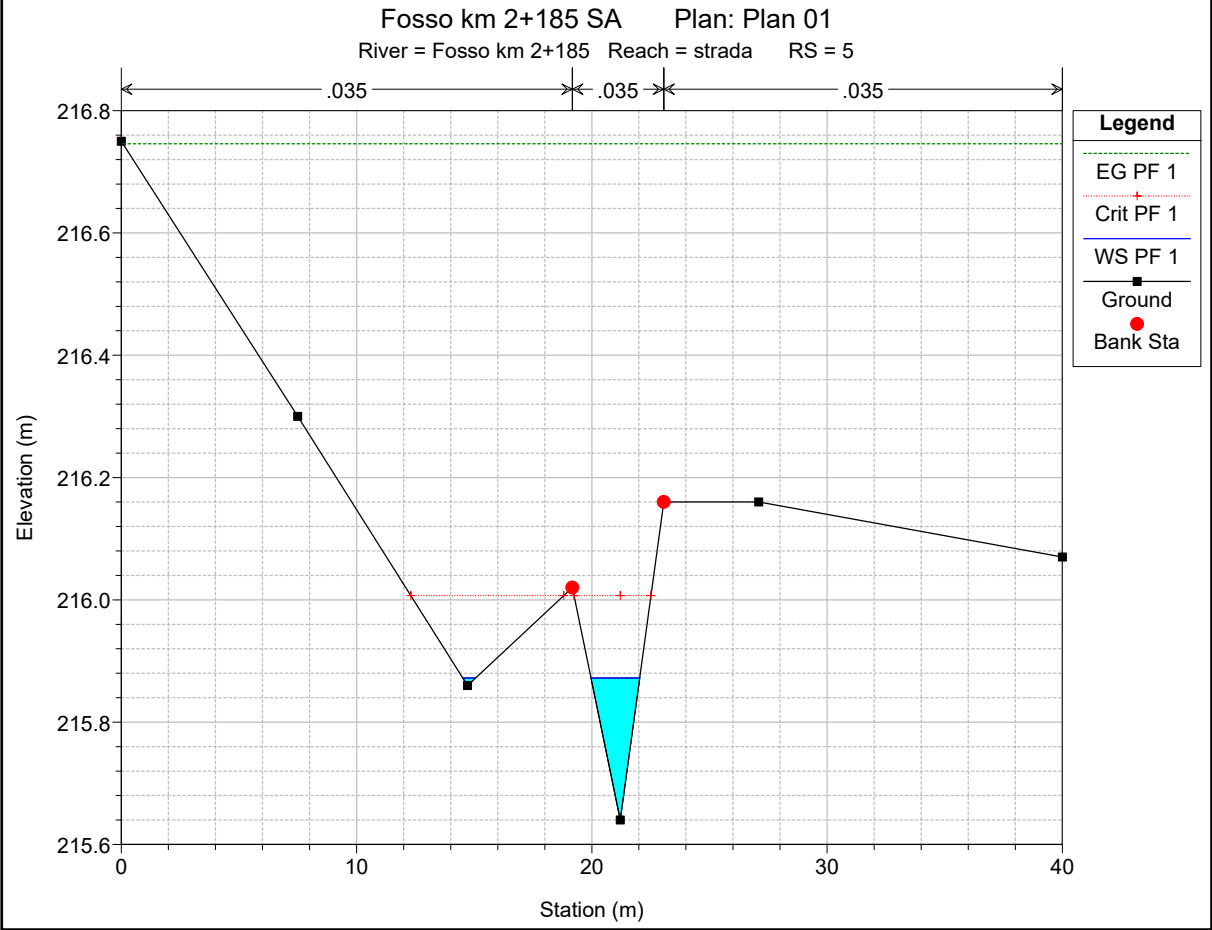
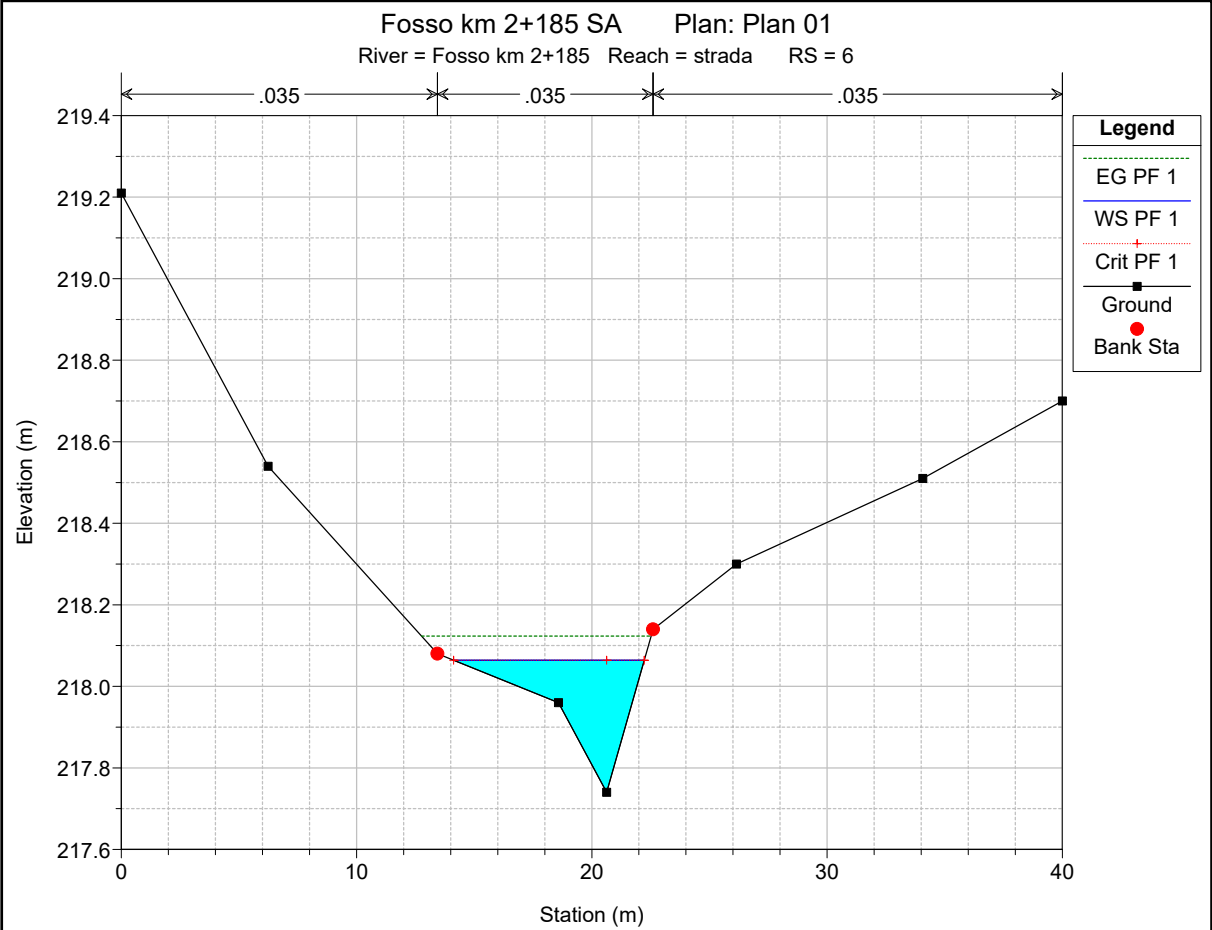
**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

Fosso km 2+185 SA Plan: Plan 01

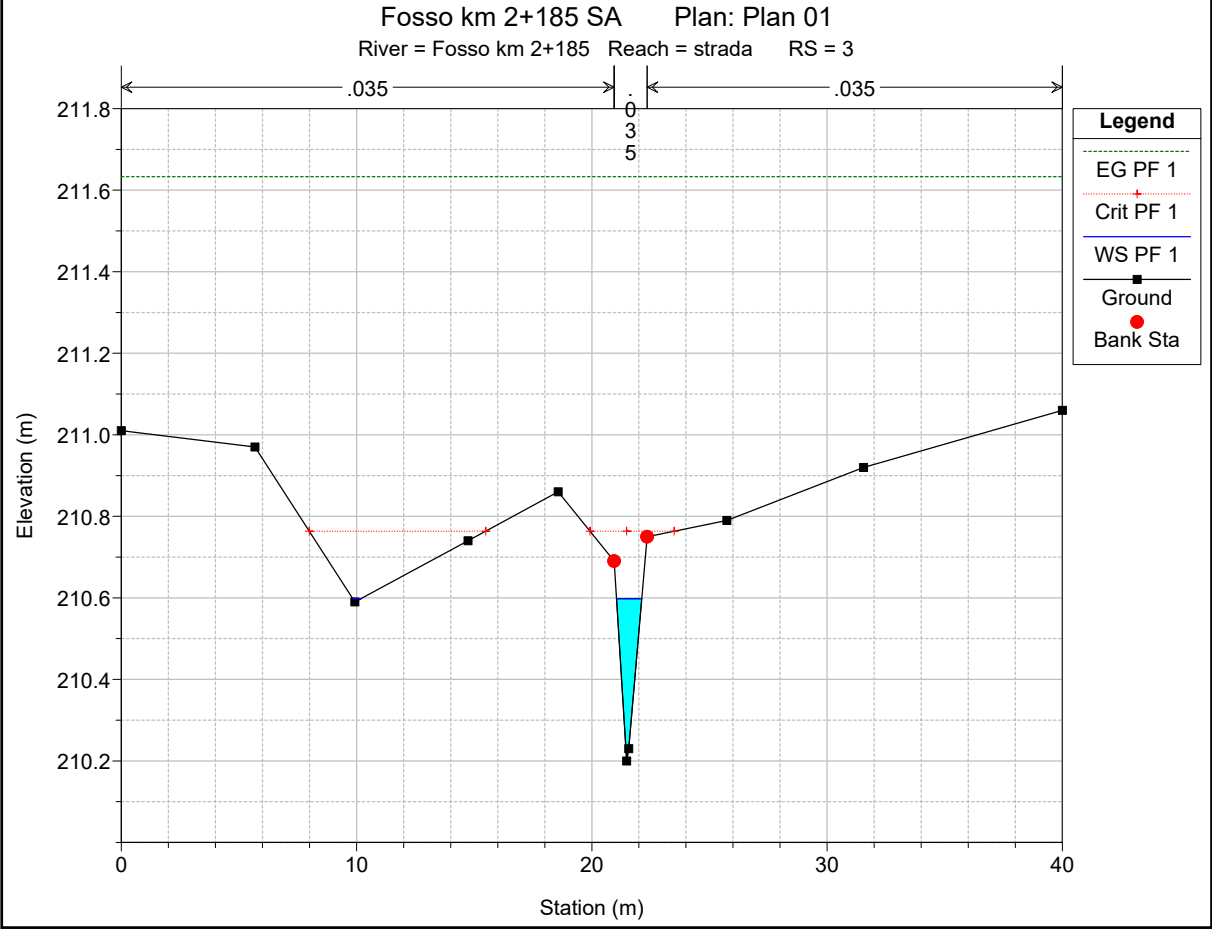
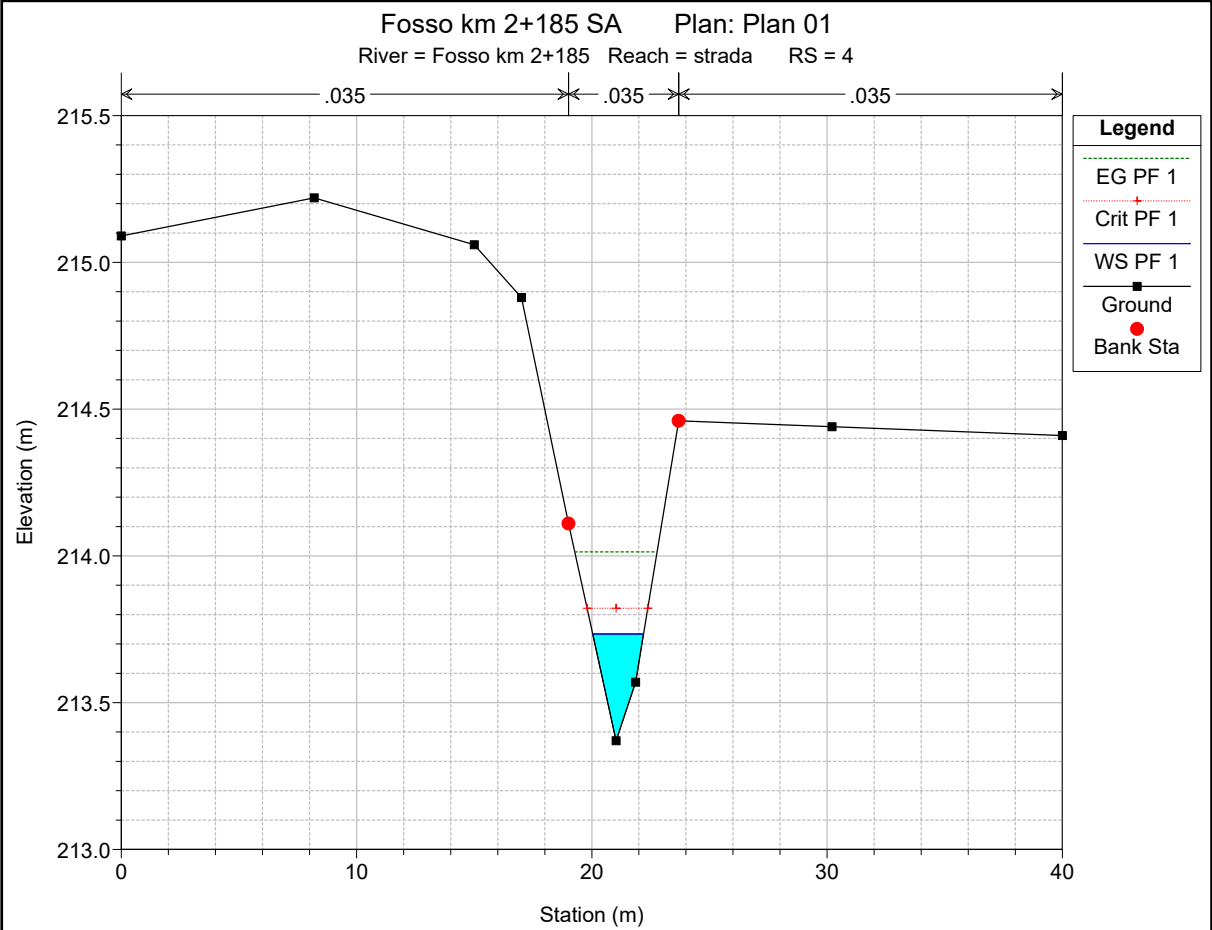
Fosso km 2+185 strada

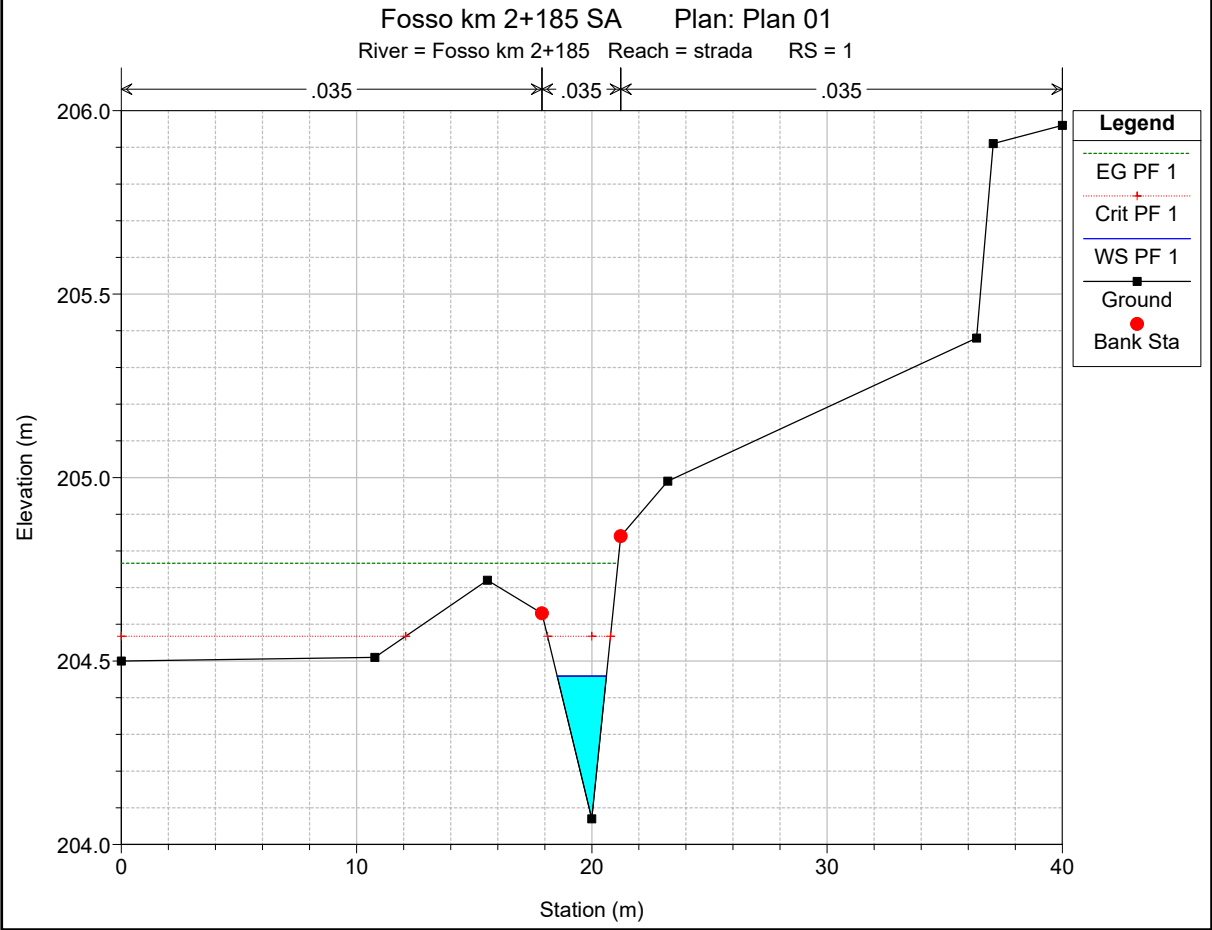
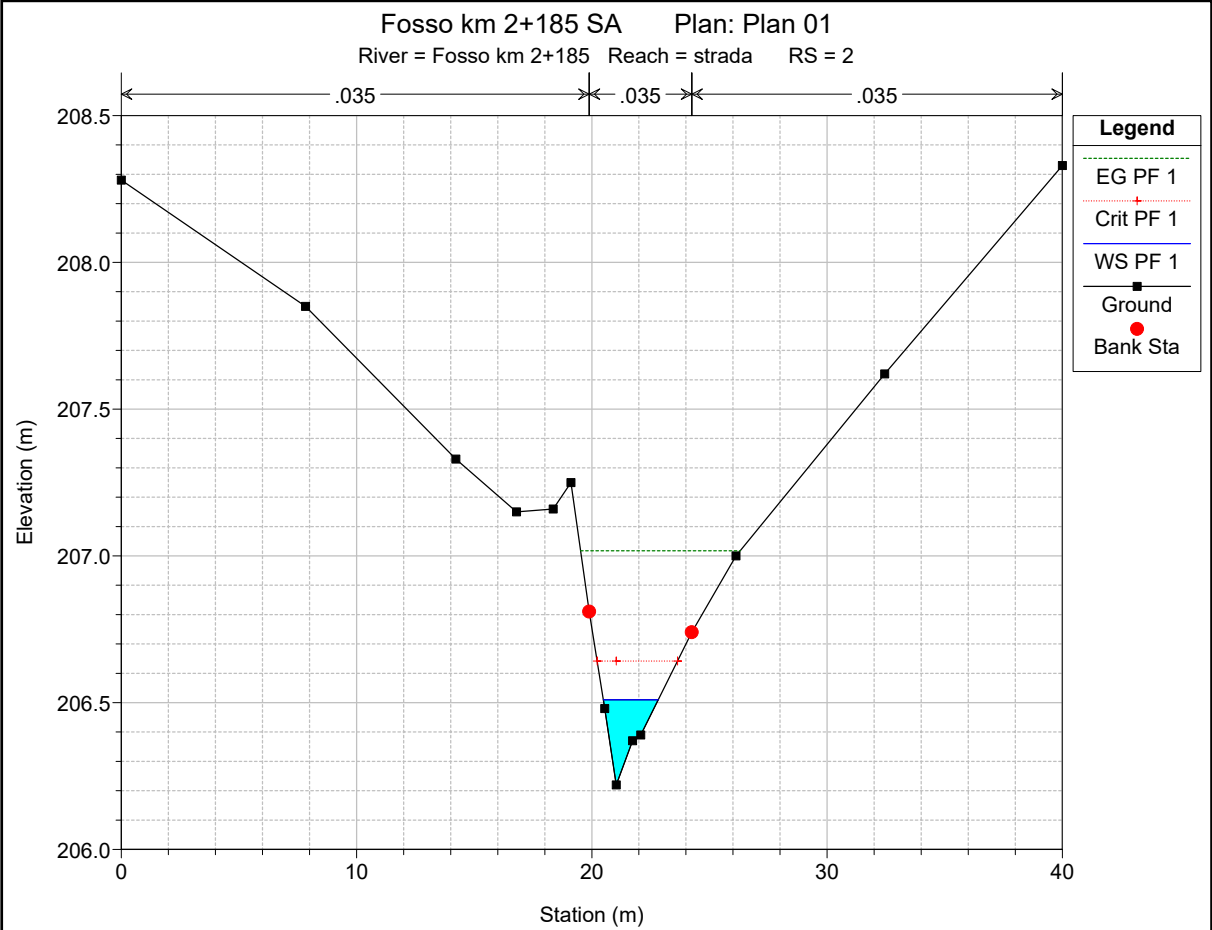


Legend	
EG PF 1	
Crit PF 1	
WS PF 1	
Ground	









HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso km 2+185 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	1.00	217.74	218.06	218.06	218.12	0.025666	1.08	0.93	8.10	1.02
strada	5	PF 1	1.00	215.64	215.87	216.01	216.75	0.383794	4.14	0.24	2.62	3.88
strada	4	PF 1	1.00	213.37	213.73	213.82	214.01	0.062995	2.34	0.43	2.16	1.68
strada	3	PF 1	1.00	210.20	210.80	210.76	211.63	0.275065	4.51	0.22	1.42	3.16
strada	2	PF 1	1.00	206.22	206.51	206.64	207.02	0.184330	3.16	0.32	2.33	2.73
strada	1	PF 1	1.00	204.07	204.46	204.57	204.77	0.072524	2.46	0.41	2.09	1.78

**ALLEGATO R2**

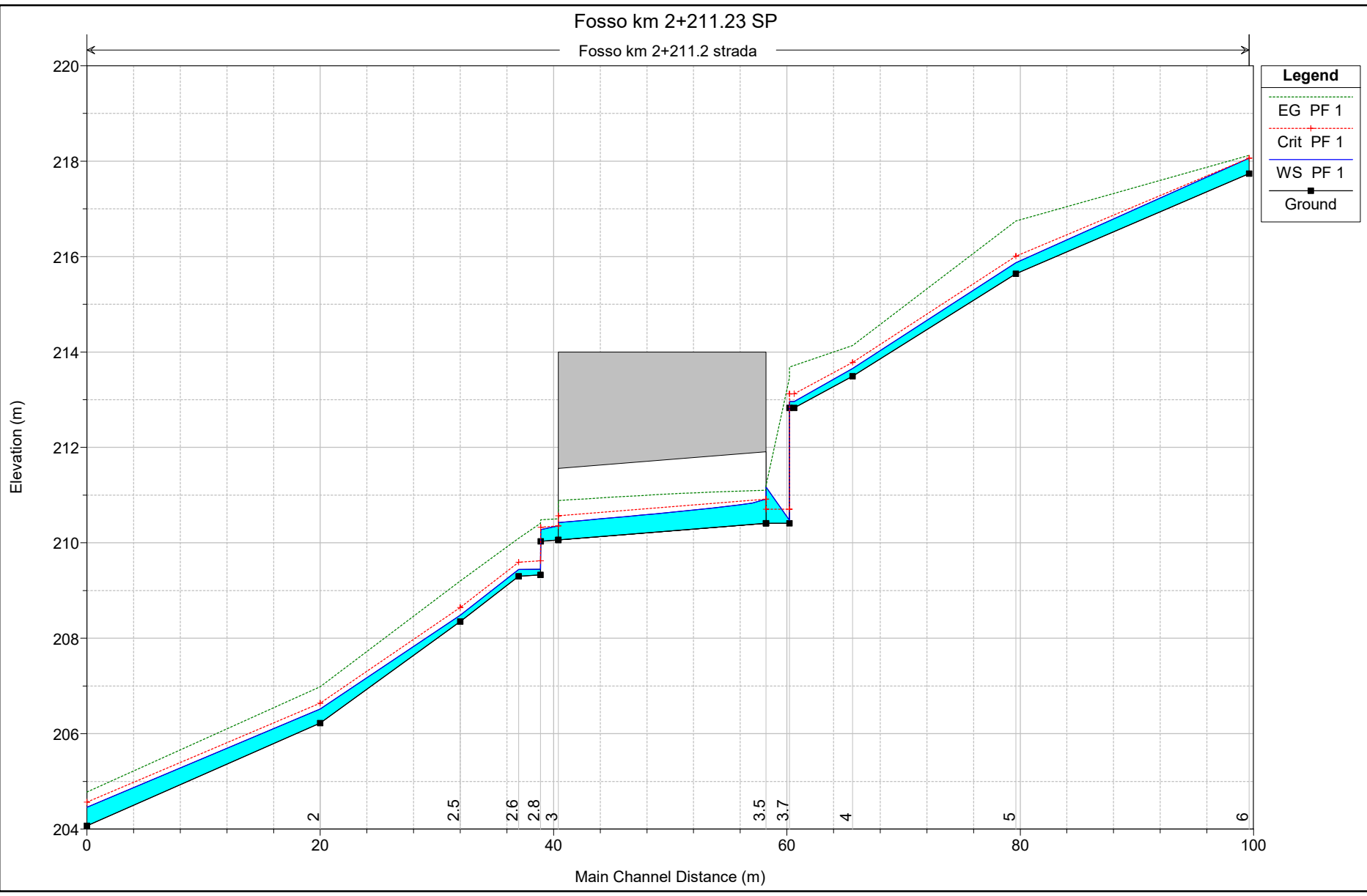
**Fosso al km 2+211.23 – NV02**

**Post Operam**

**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

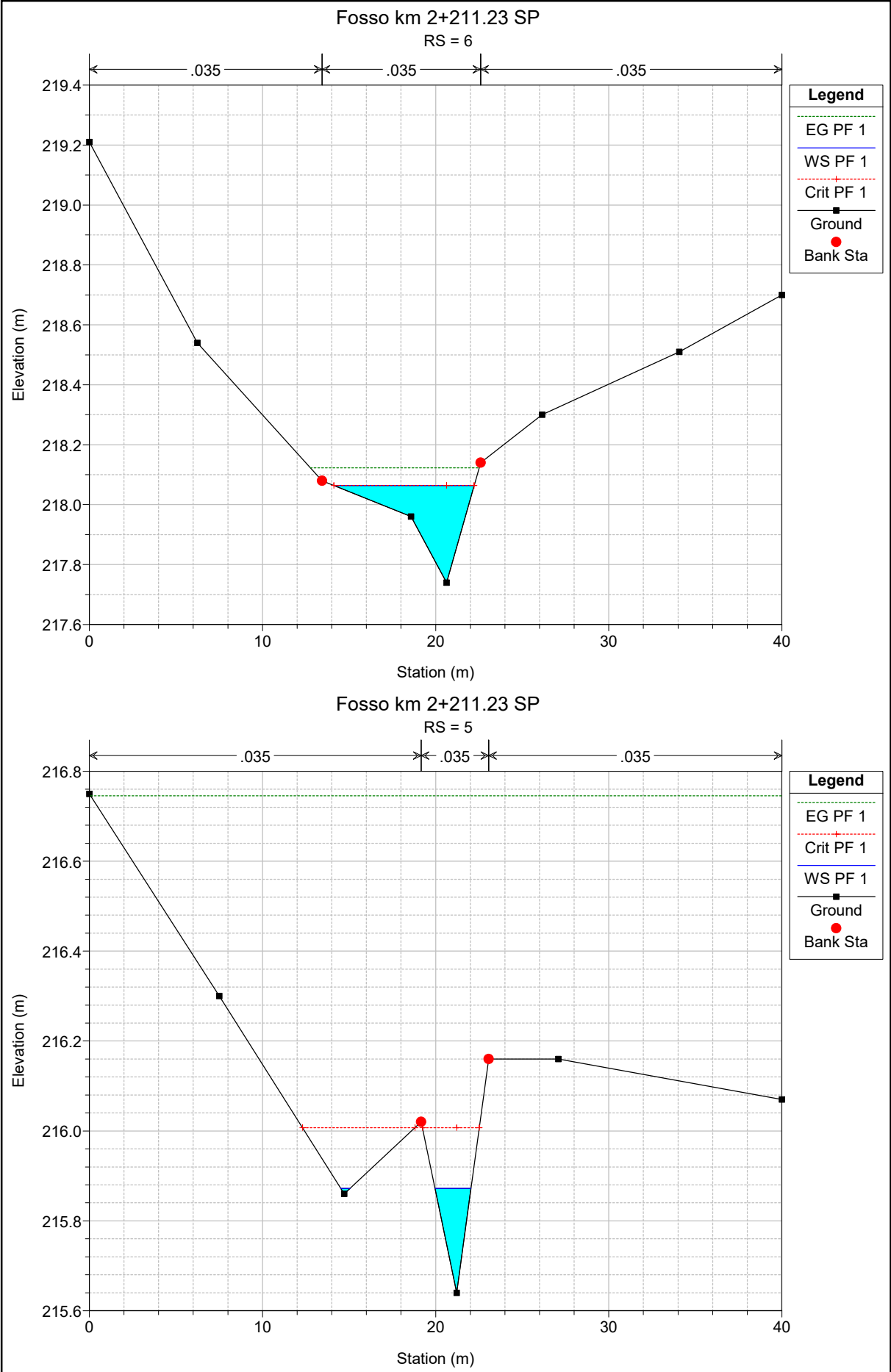
Fosso km 2+211.23 SP

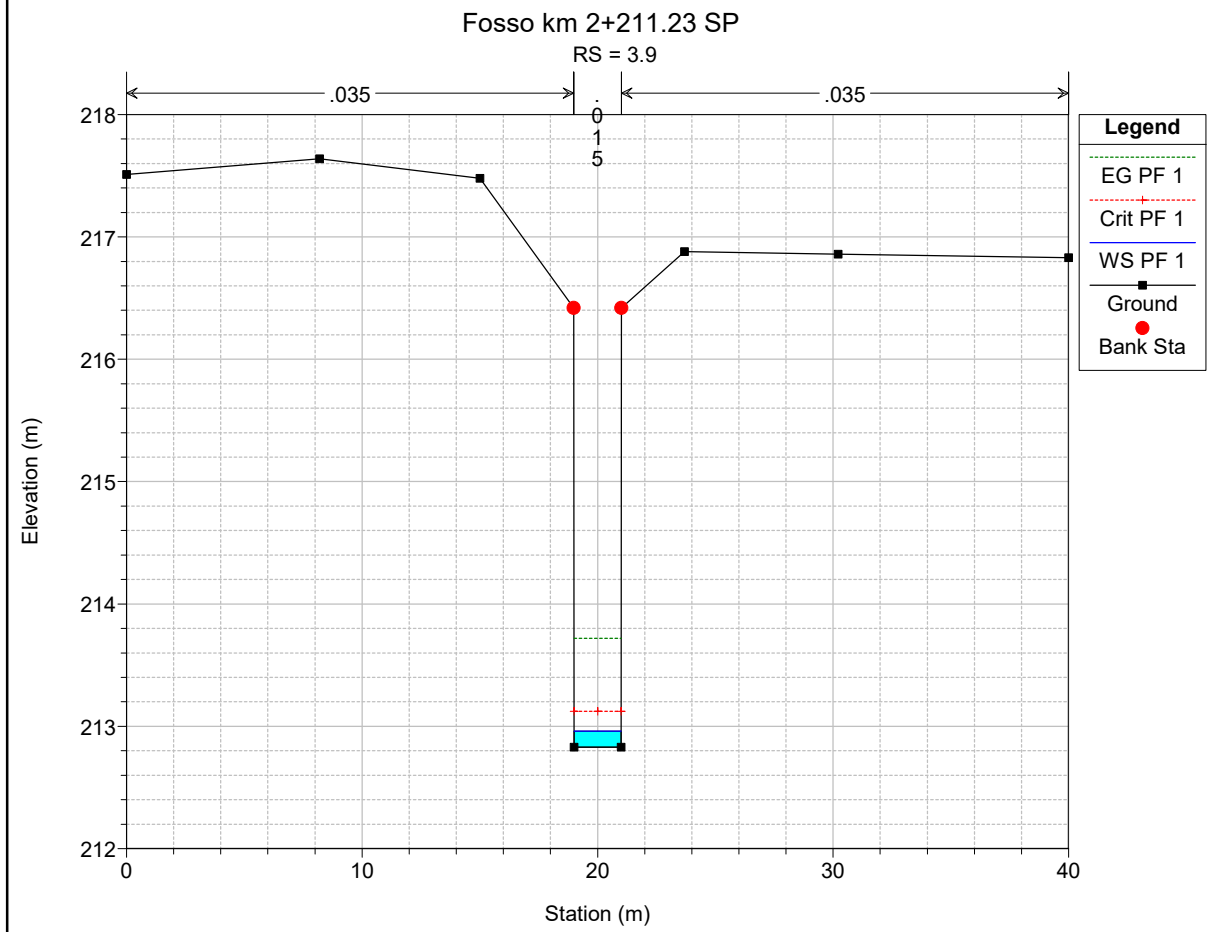
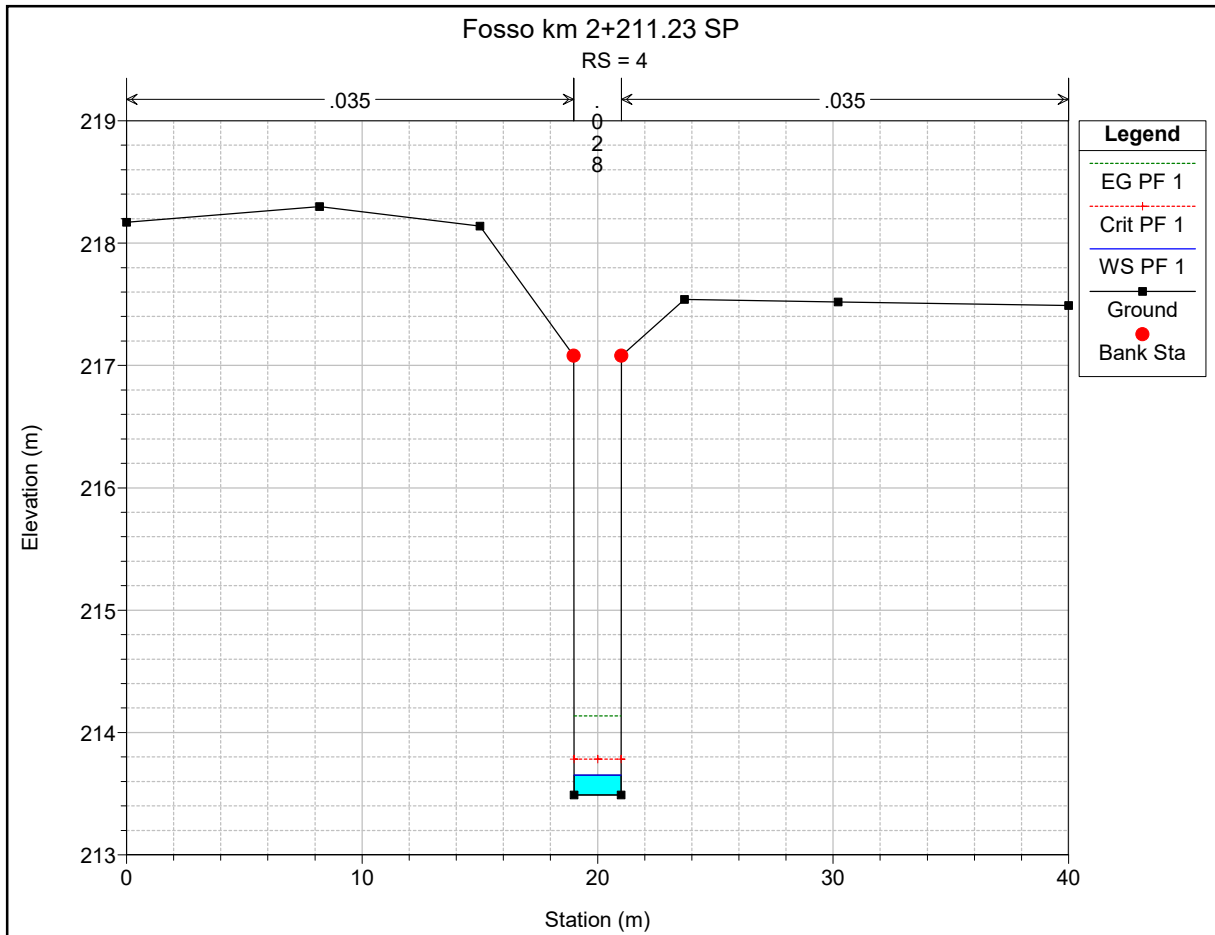
Fosso km 2+211.2 strada



**Legend**

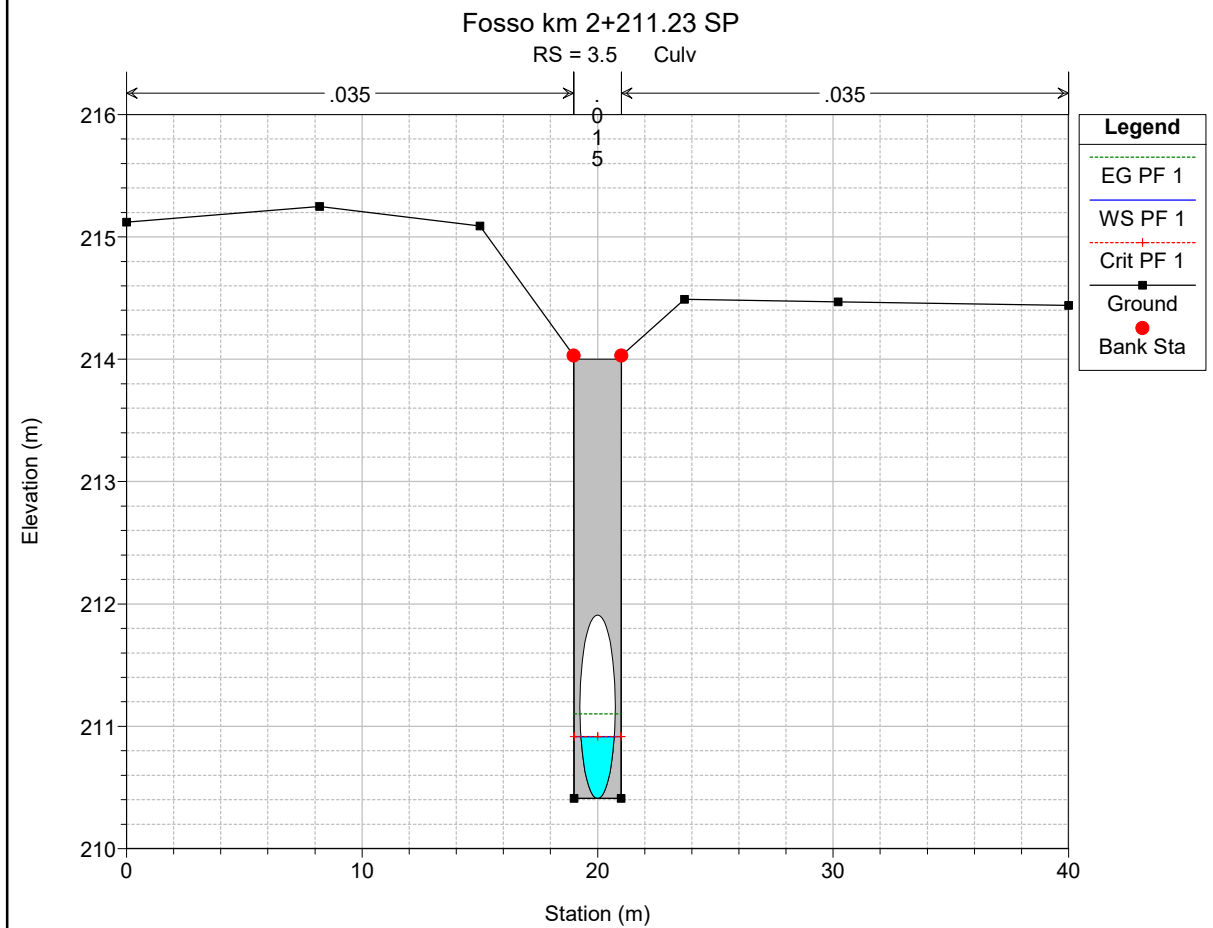
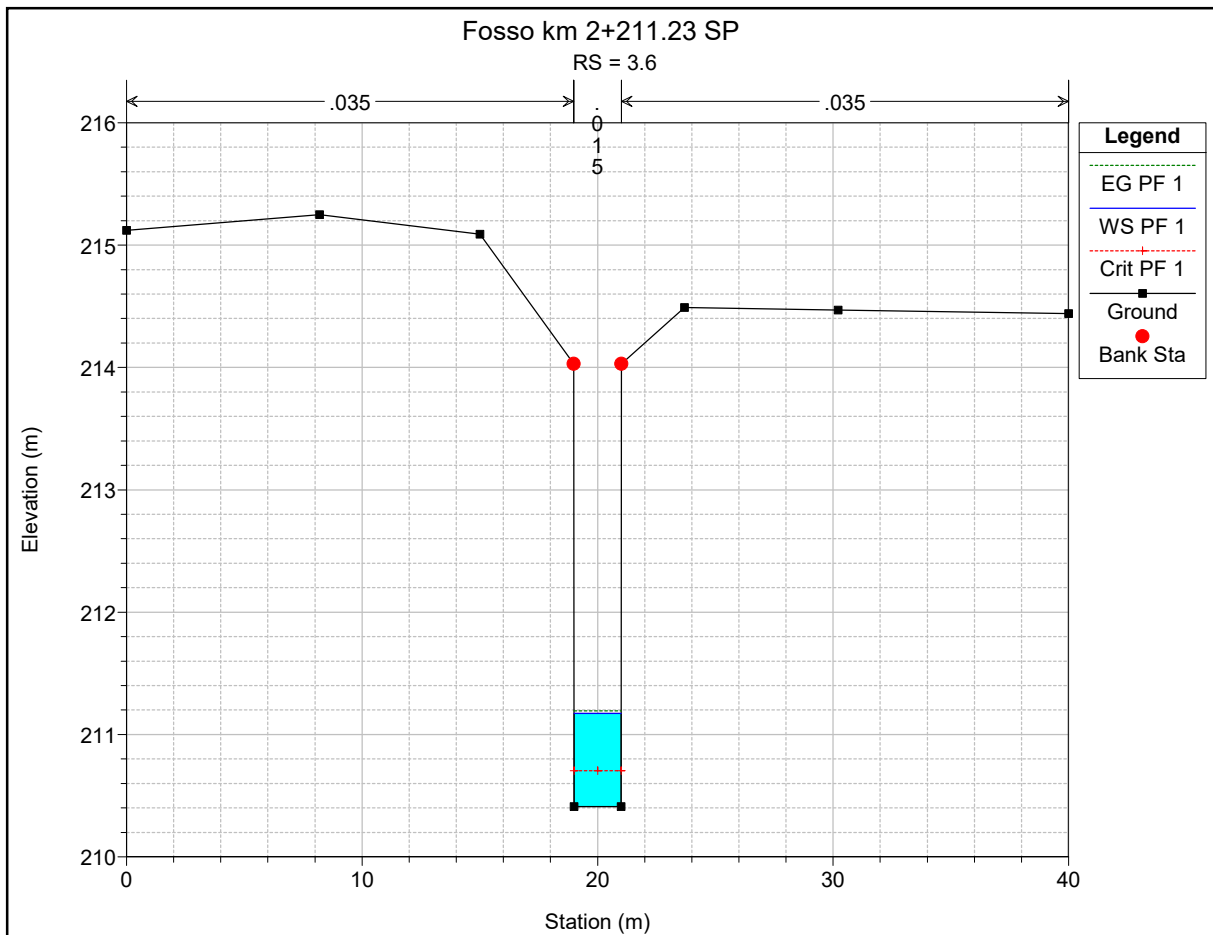
- EG PF 1
- Crit PF 1
- WS PF 1
- Ground

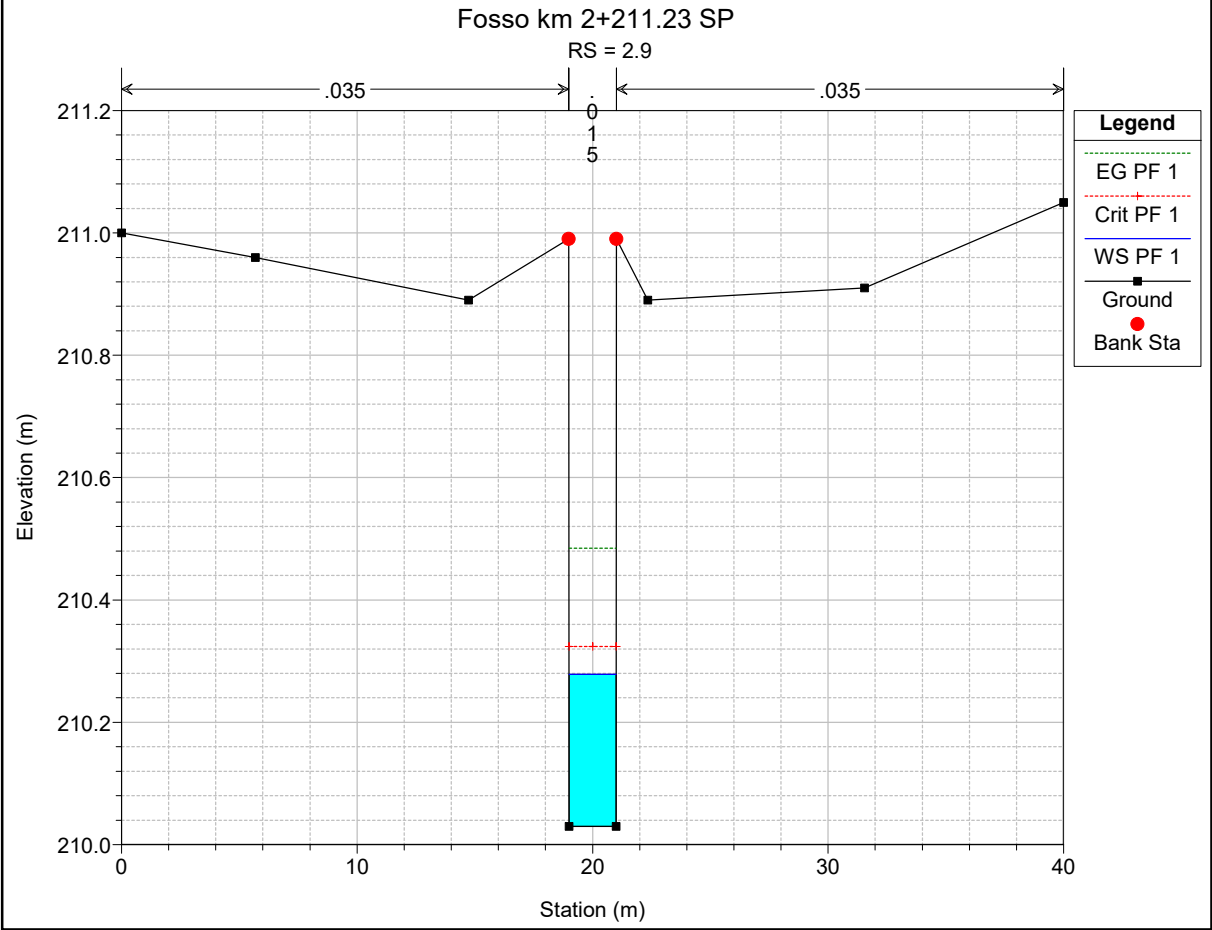
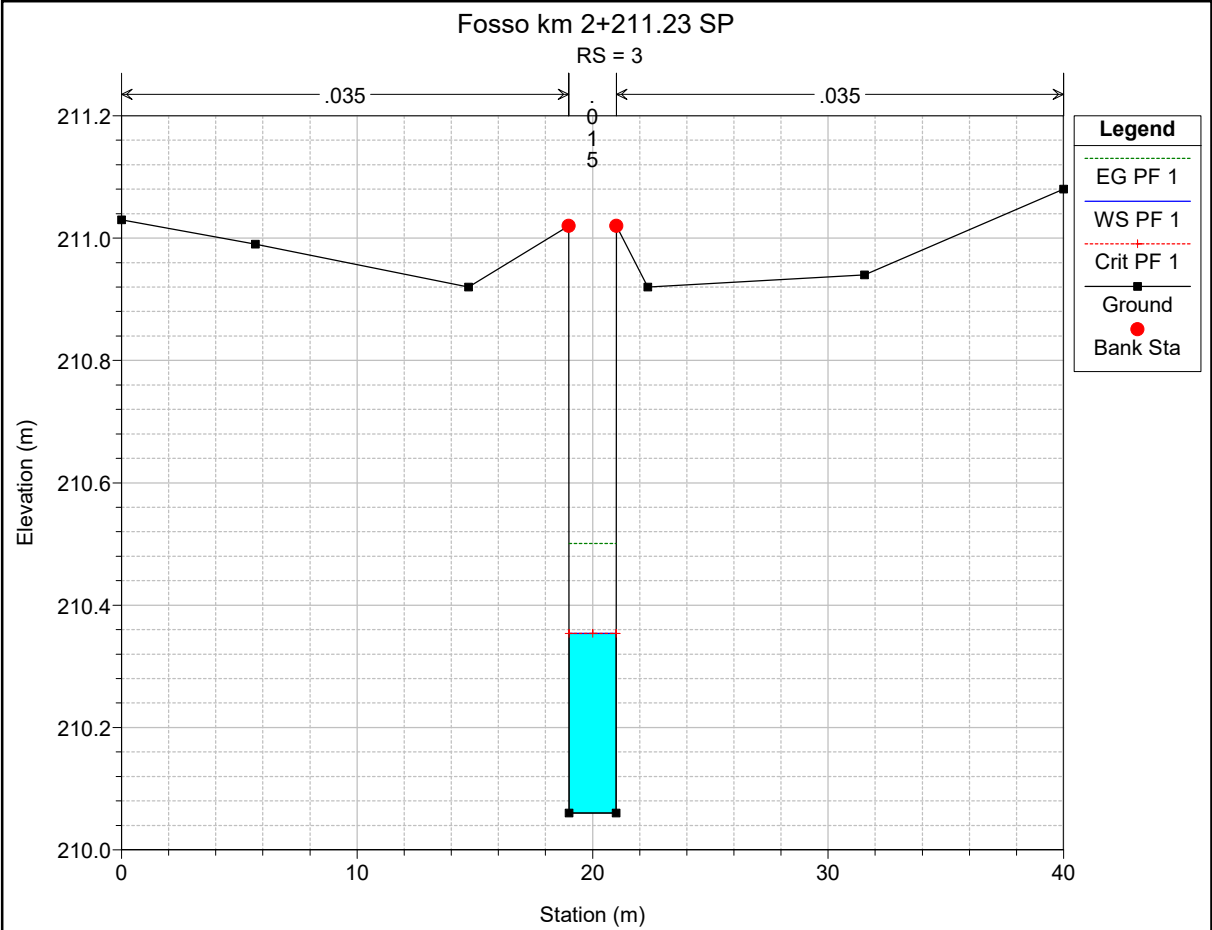


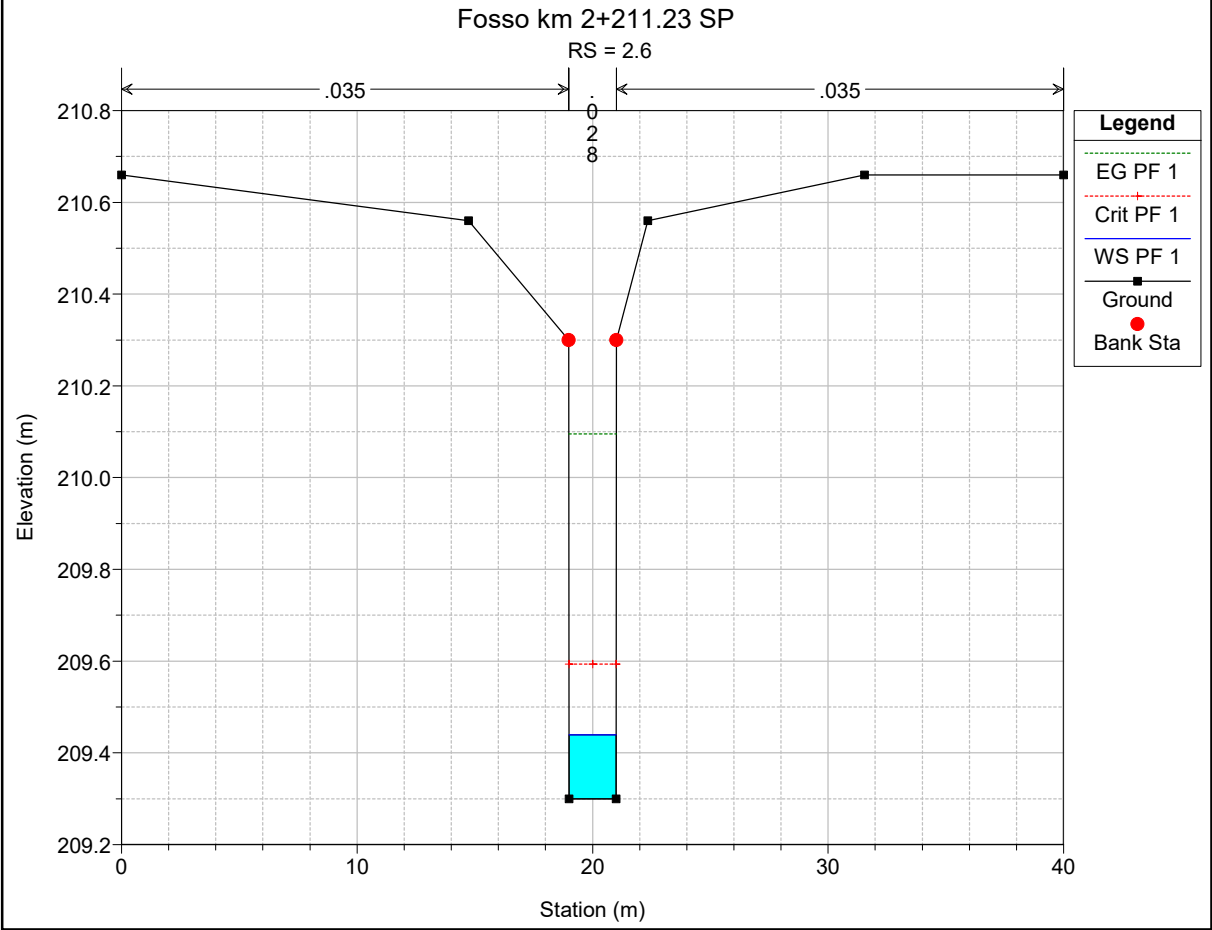
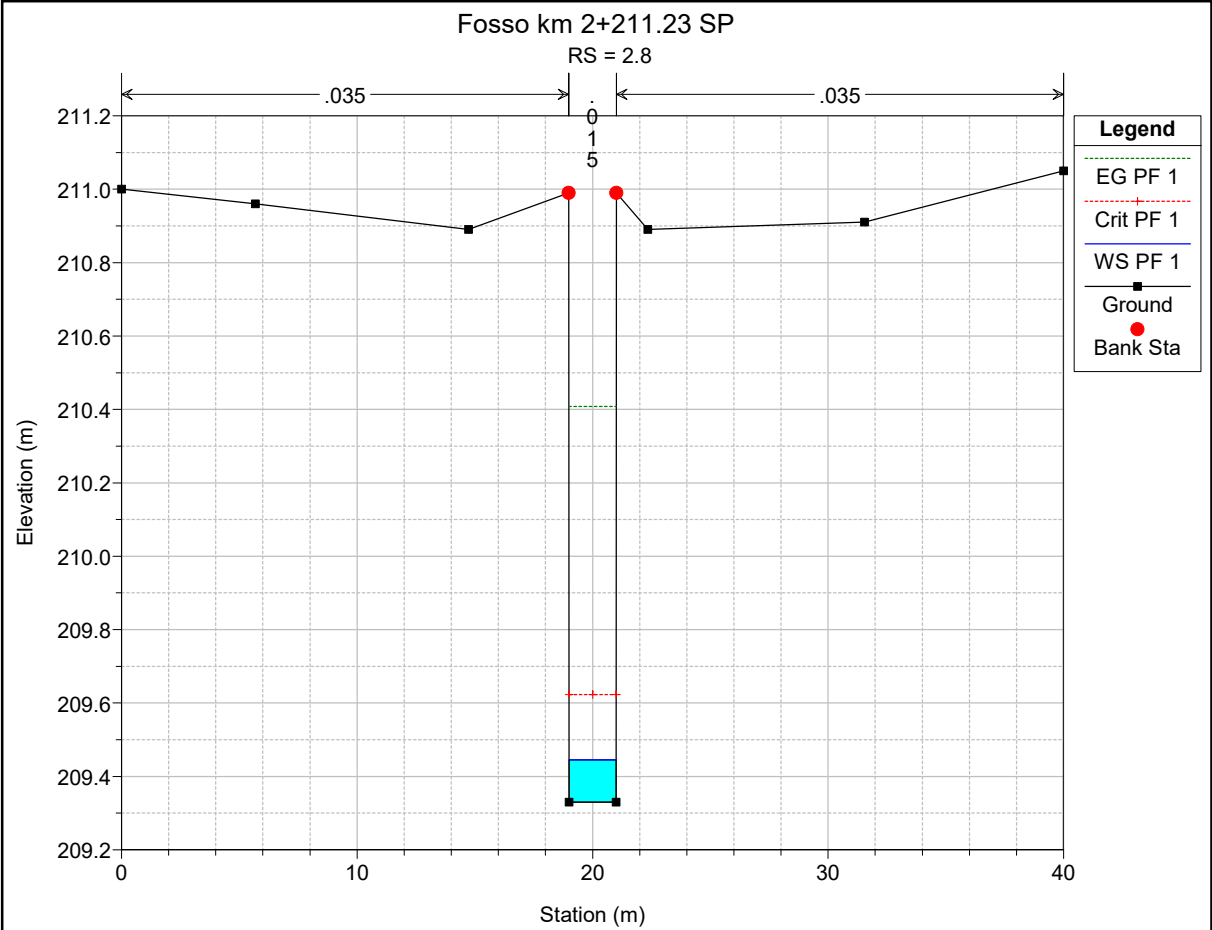




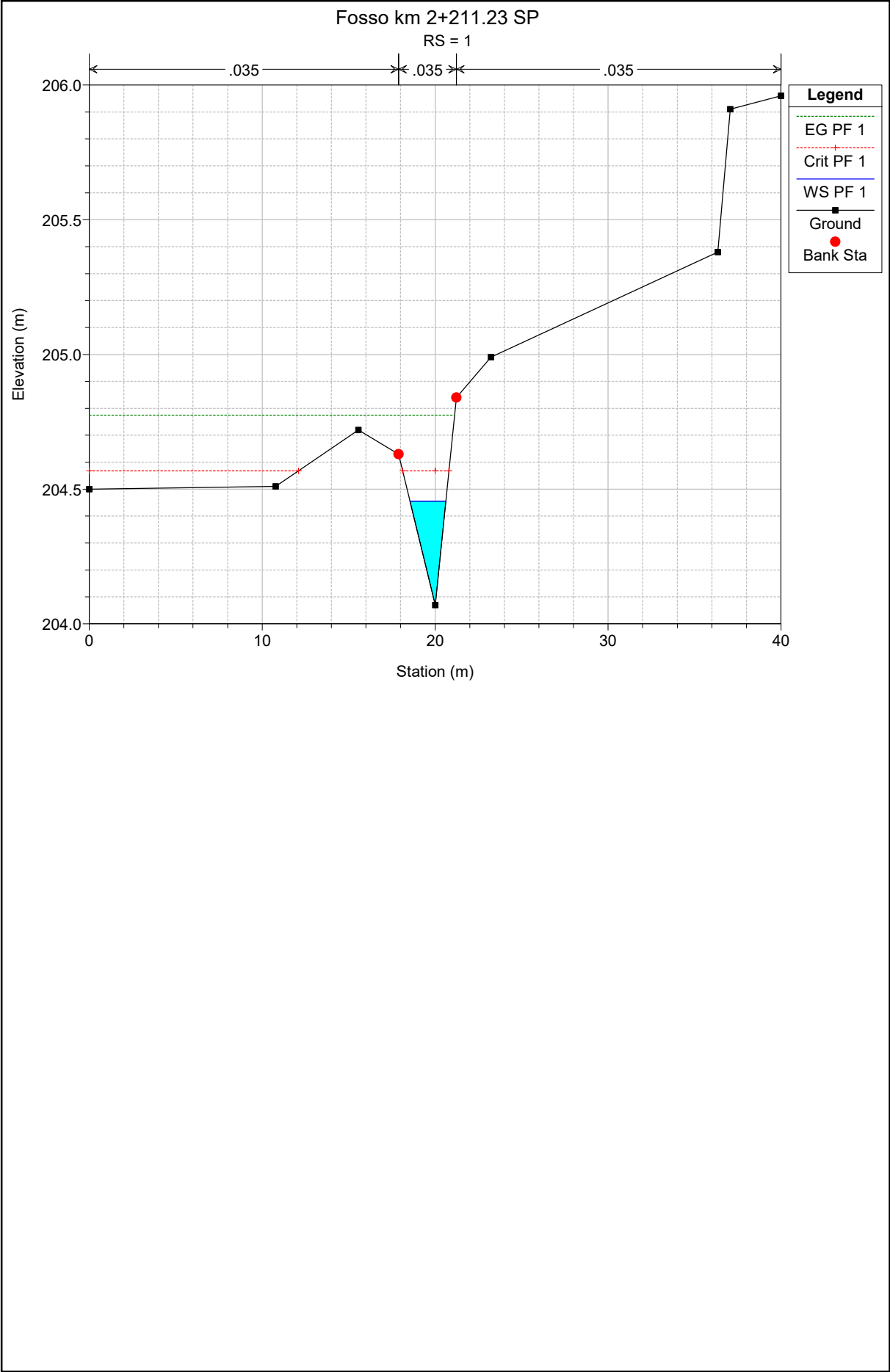












HEC-RAS Plan: Plan 03 River: Fosso km 2+211.2 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	1.00	217.74	218.06	218.06	218.12	0.025666	1.08	0.93	8.10	1.02
strada	5	PF 1	1.00	215.64	215.87	216.01	216.75	0.383794	4.14	0.24	2.62	3.88
strada	4	PF 1	1.00	213.49	213.65	213.78	214.14	0.102452	3.08	0.32	2.00	2.44
strada	3.9	PF 1	1.00	212.83	212.96	213.12	213.72	0.060226	3.86	0.26	2.00	3.43
strada	3.8	PF 1	1.00	212.83	212.96	213.12	213.69	0.055583	3.76	0.27	2.00	3.30
strada	3.7	PF 1	1.00	210.41	210.48	210.70	213.46	0.543000	7.65	0.13	2.00	9.55
strada	3.6	PF 1	1.00	210.41	211.17	210.70	211.19	0.000295	0.66	1.53	2.00	0.24
strada	3.5		Culvert									
strada	3	PF 1	1.00	210.06	210.35	210.35	210.50	0.004679	1.70	0.59	2.01	1.00
strada	2.9	PF 1	1.00	210.03	210.28	210.32	210.48	0.007804	2.01	0.50	2.01	1.29
strada	2.8	PF 1	1.00	209.33	209.45	209.62	210.41	0.087767	4.35	0.23	2.00	4.09
strada	2.6	PF 1	1.00	209.30	209.44	209.59	210.09	0.165883	3.59	0.28	2.00	3.07
strada	2.5	PF 1	1.00	208.35	208.48	208.64	209.20	0.191422	3.75	0.27	2.00	3.28
strada	2	PF 1	1.00	206.22	206.51	206.64	206.99	0.166404	3.04	0.33	2.37	2.61
strada	1	PF 1	1.00	204.07	204.46	204.57	204.77	0.076046	2.50	0.40	2.07	1.82

**ALLEGATO S1**

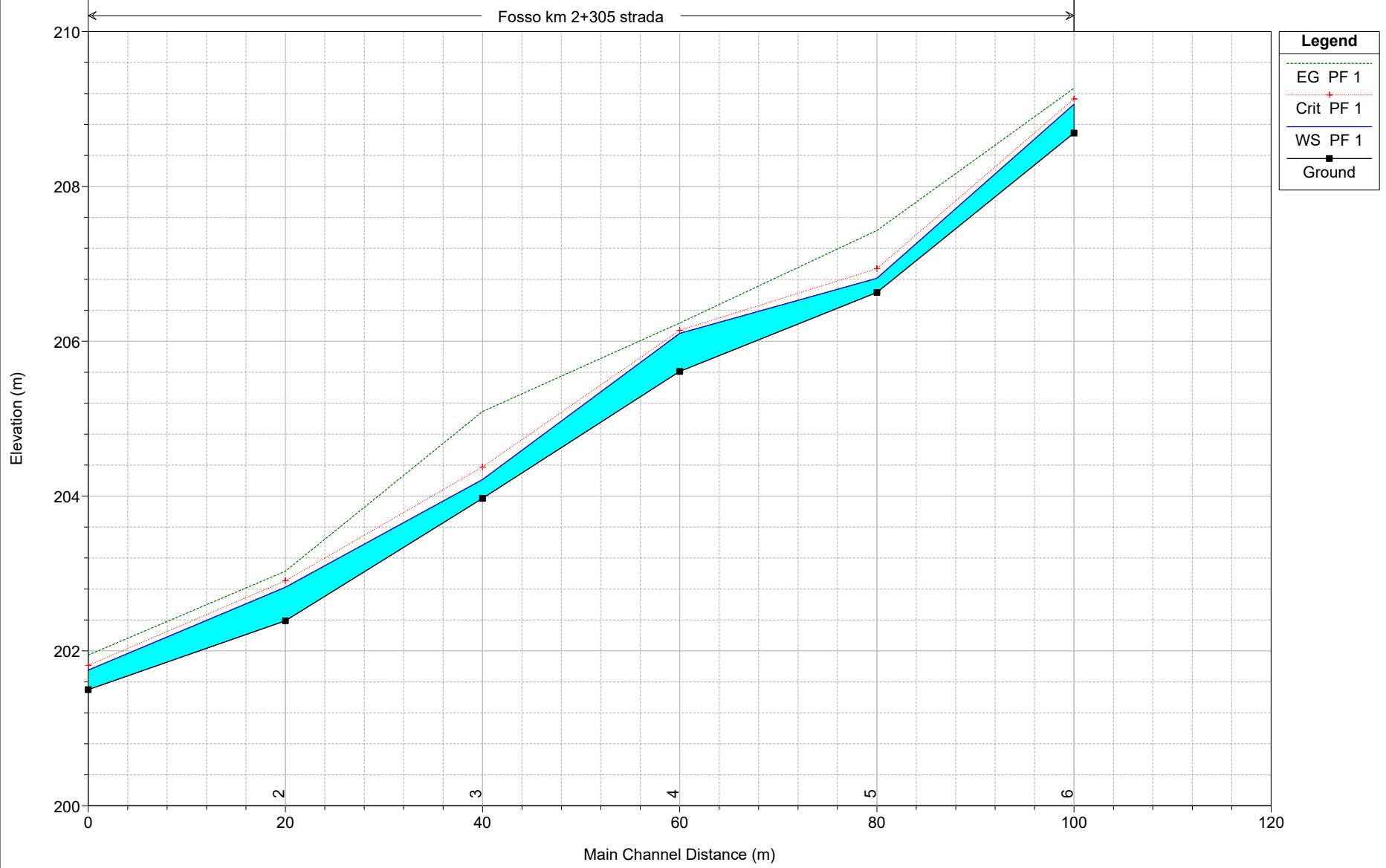
**Fosso al km 2+341.55 – NV02**

**Ante Operam**

**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

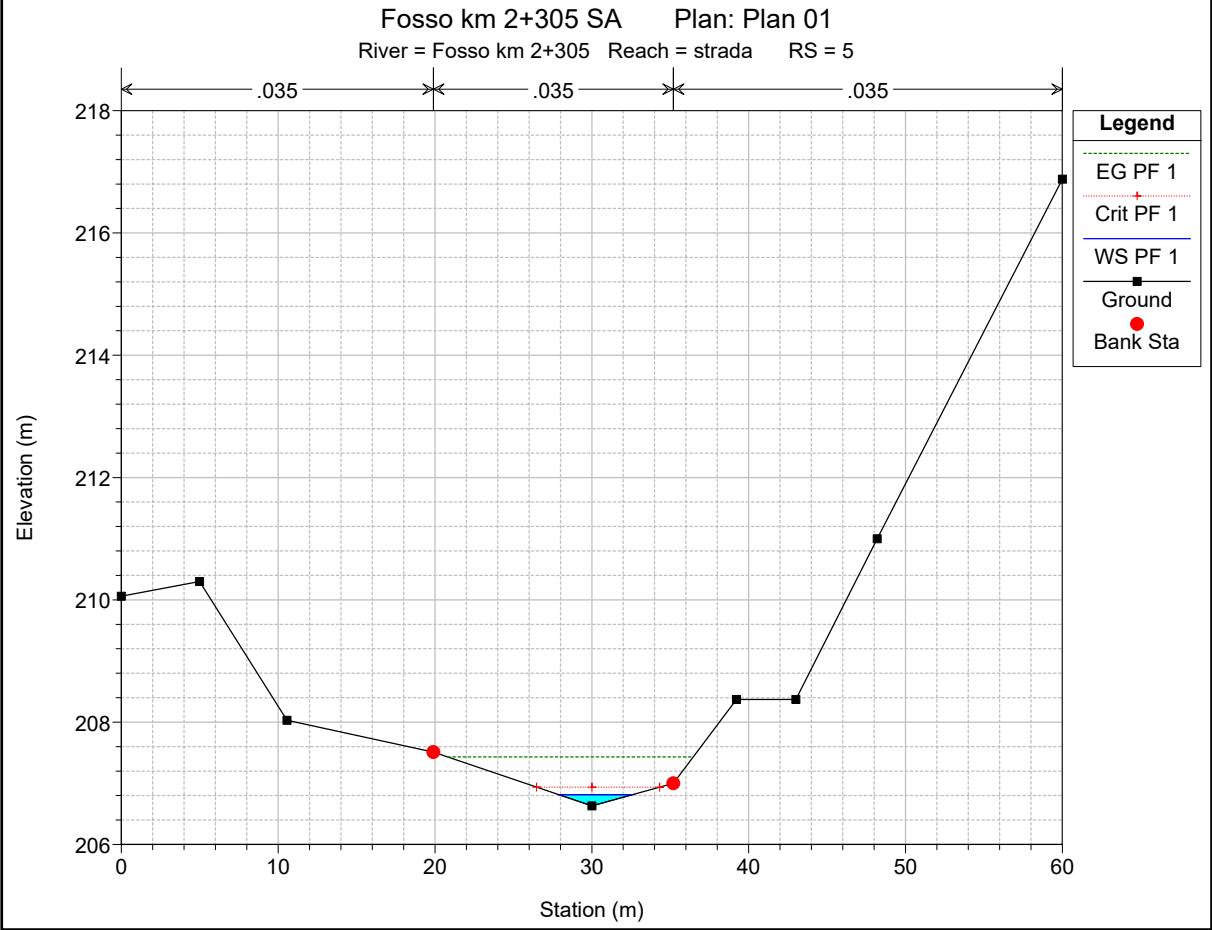
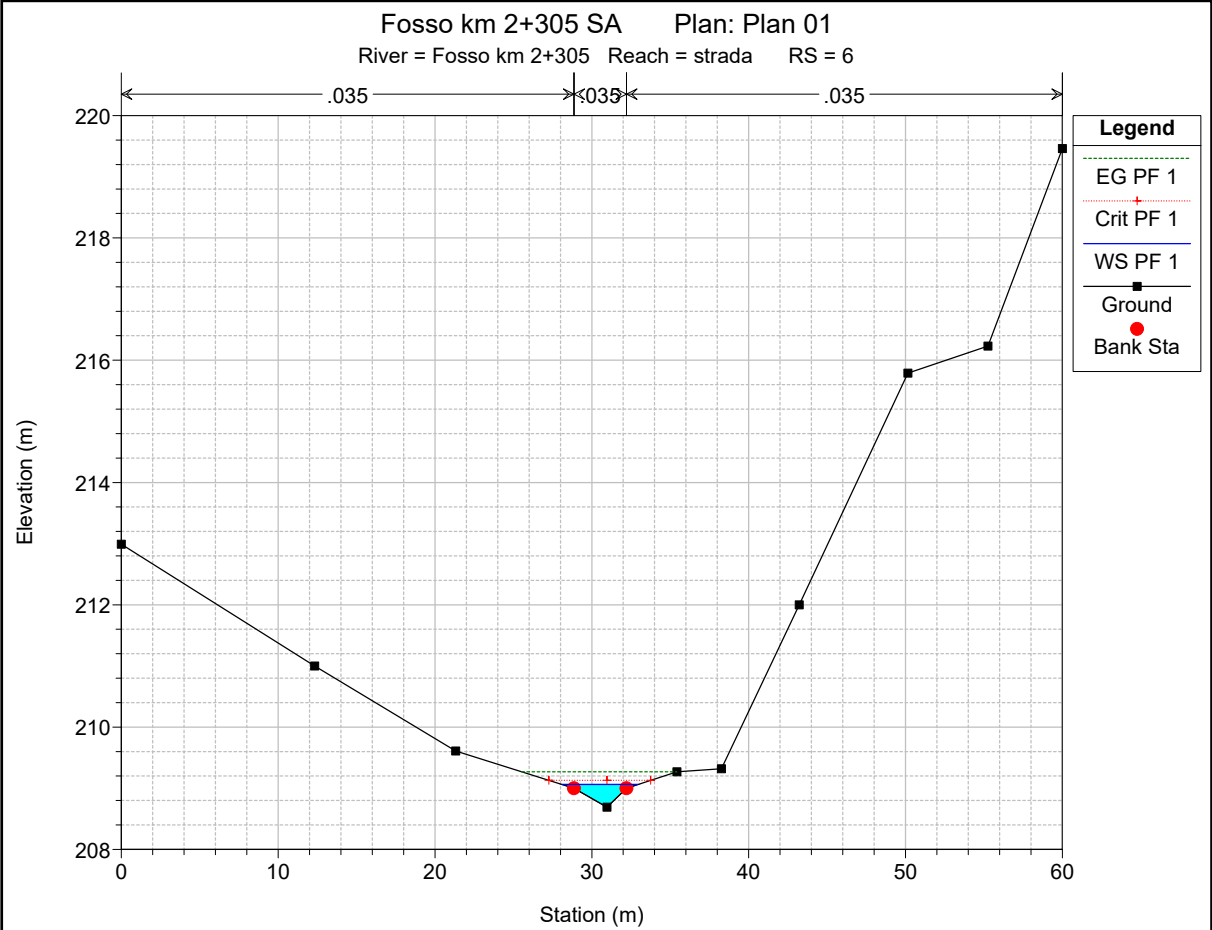
Fosso km 2+305 SA Plan: Plan 01

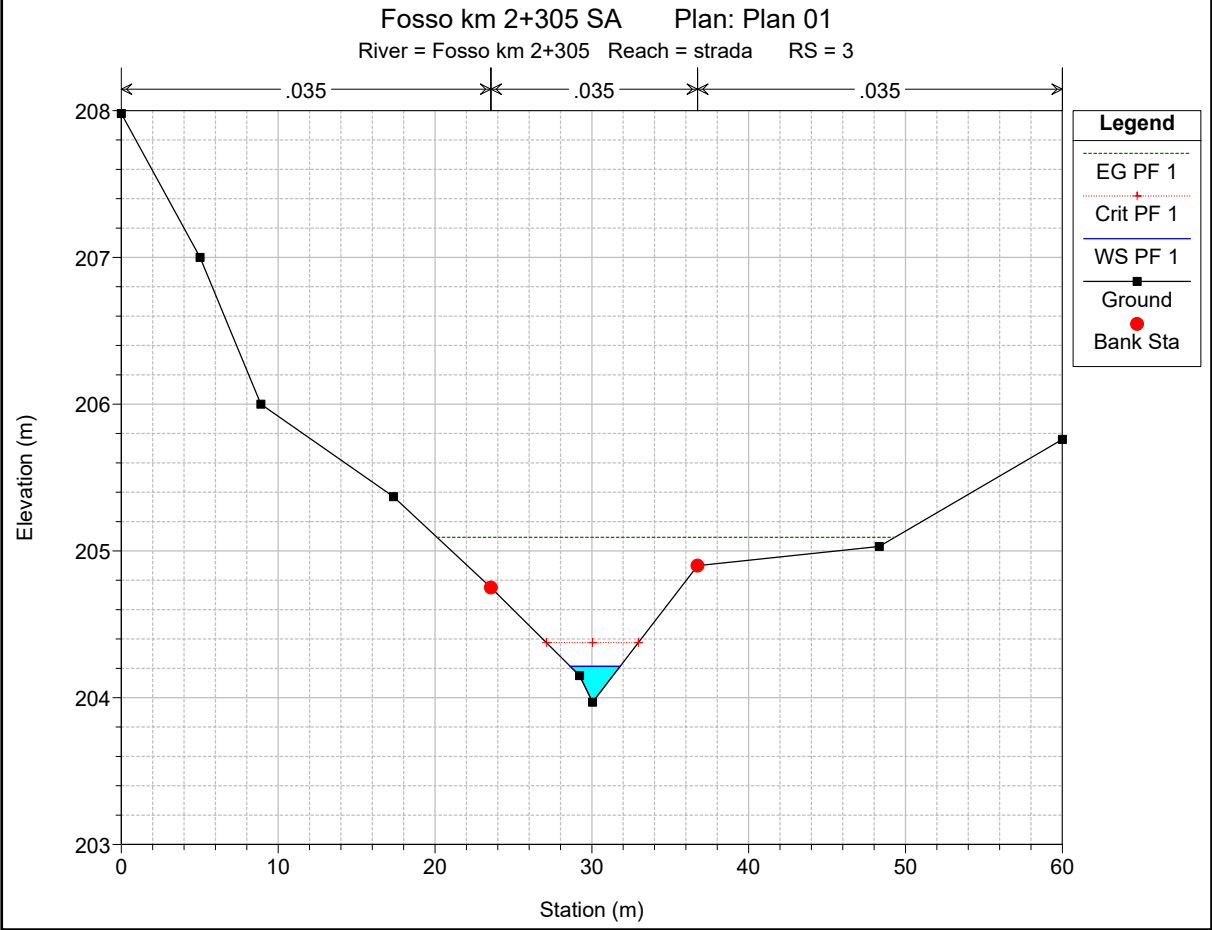
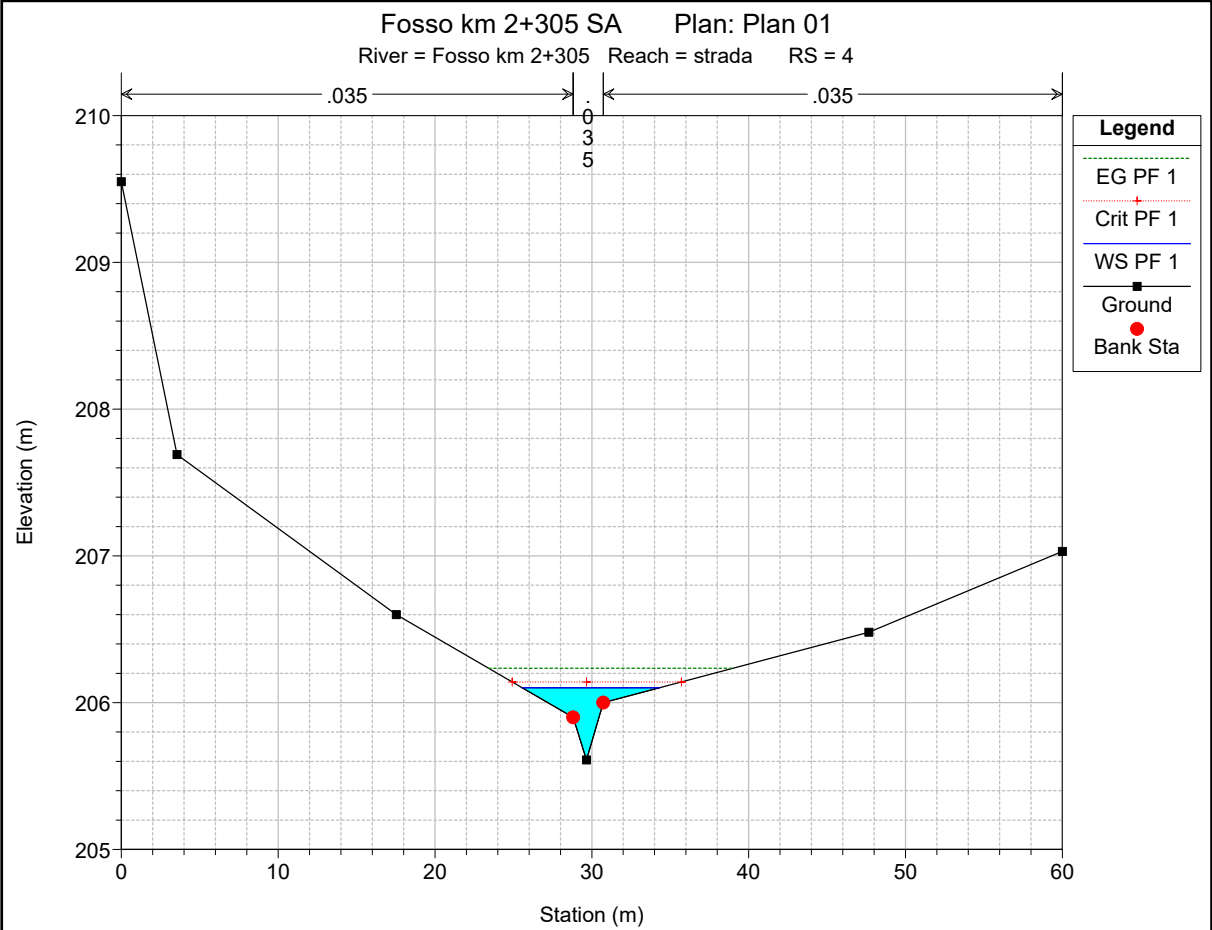
Fosso km 2+305 strada

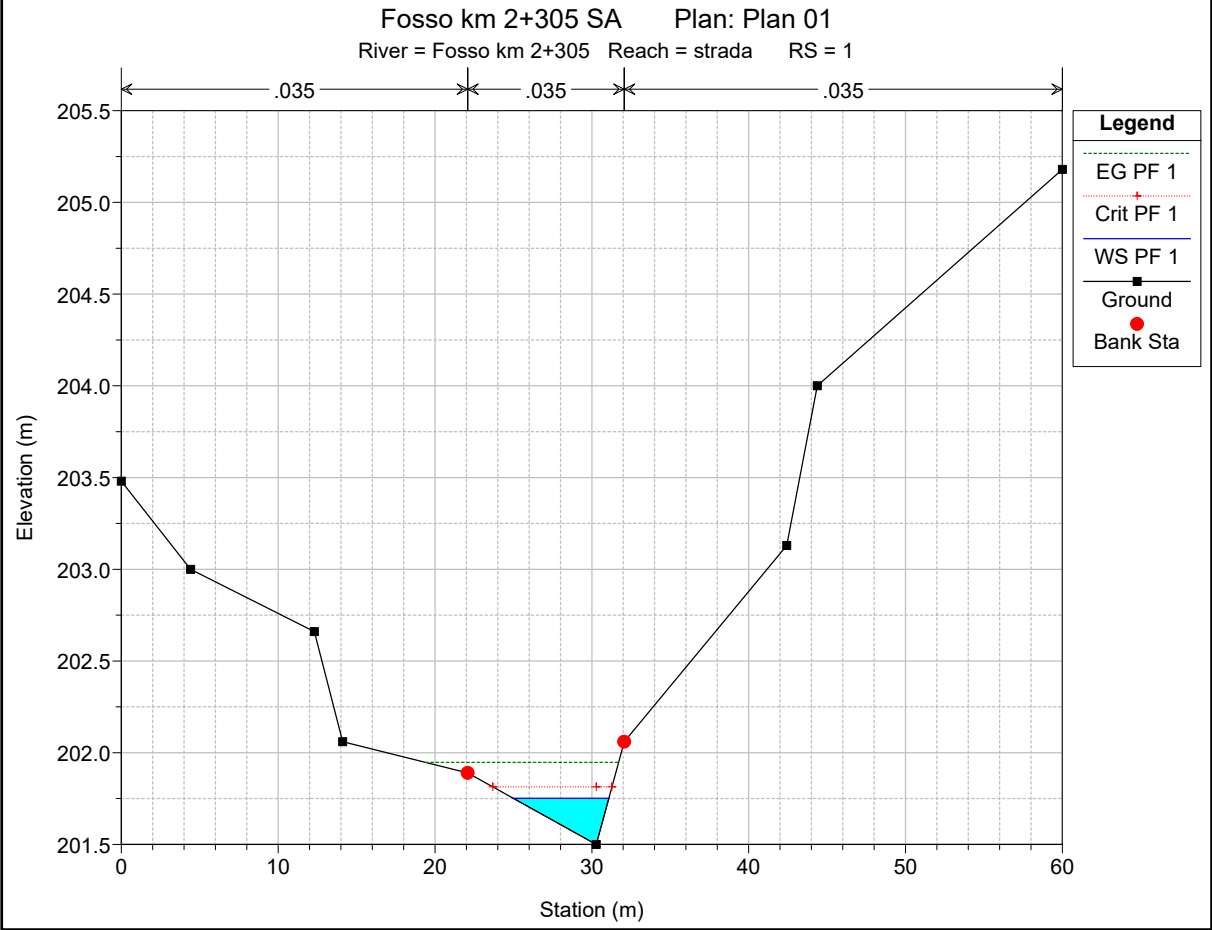
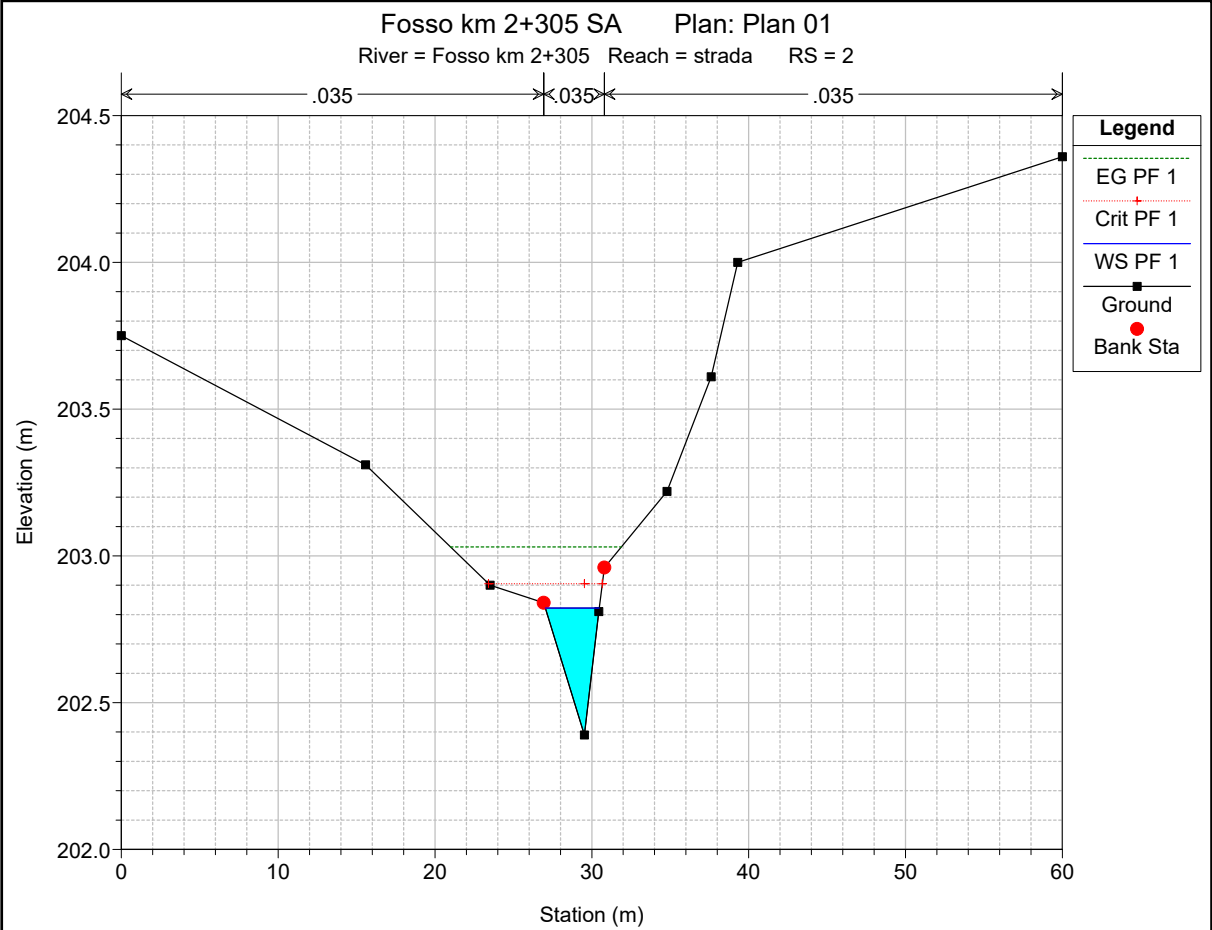


Legend	
EG PF 1	
Crit PF 1	
WS PF 1	
Ground	









HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso km 2+305 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	1.50	208.69	209.06	209.13	209.27	0.040016	2.04	0.77	4.83	1.40
strada	5	PF 1	1.50	206.63	206.81	206.94	207.43	0.358800	3.48	0.43	4.69	3.66
strada	4	PF 1	1.50	205.61	206.10	206.14	206.23	0.020078	1.82	1.12	8.75	1.03
strada	3	PF 1	1.50	203.97	204.21	204.38	205.09	0.391485	4.15	0.36	3.19	3.94
strada	2	PF 1	1.50	202.39	202.82	202.90	203.03	0.040606	2.02	0.74	3.44	1.39
strada	1	PF 1	1.50	201.50	201.75	201.81	201.95	0.075258	1.96	0.77	6.09	1.76

**ALLEGATO S2**

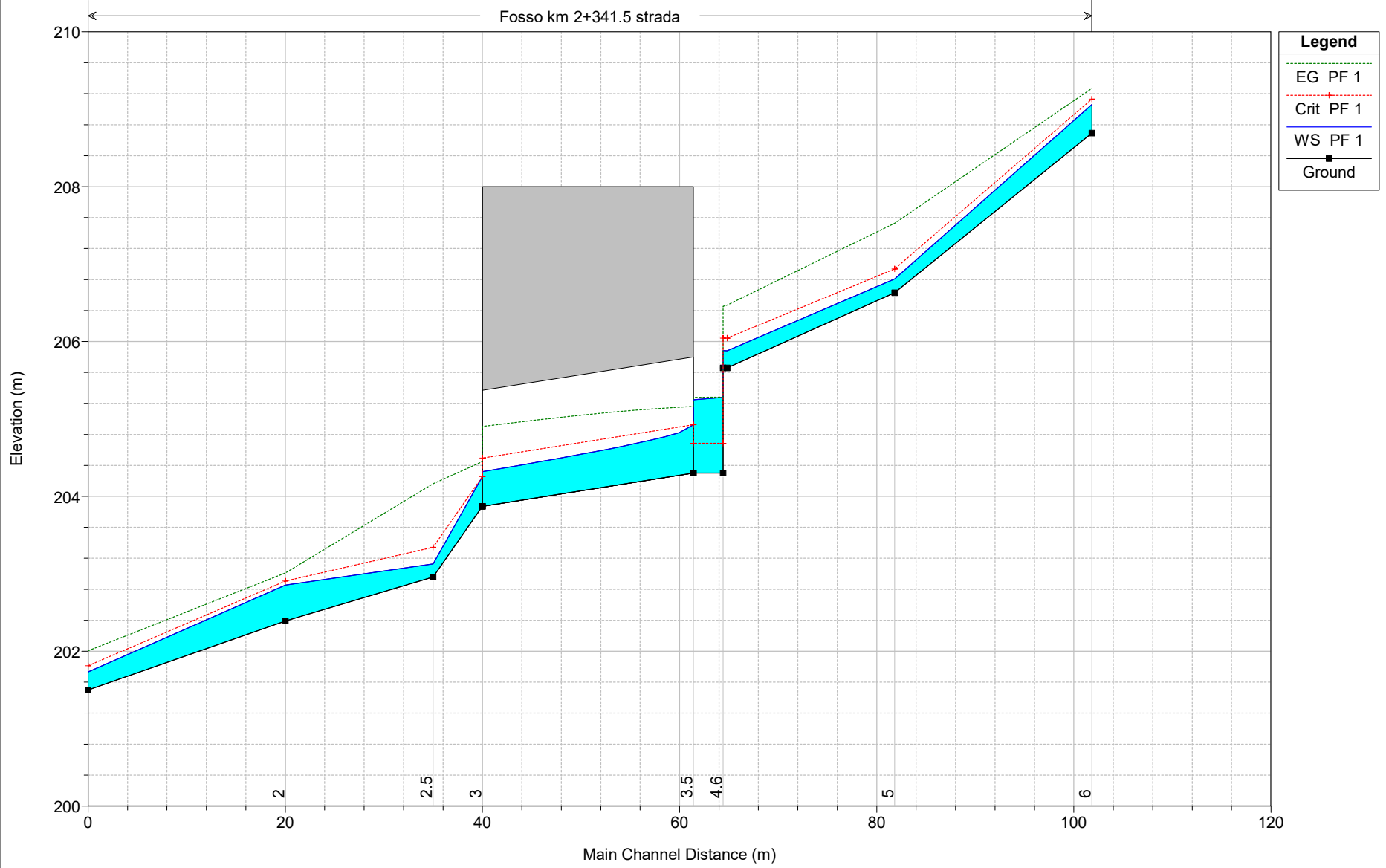
**Fosso al km 2+341.55 – NV02**

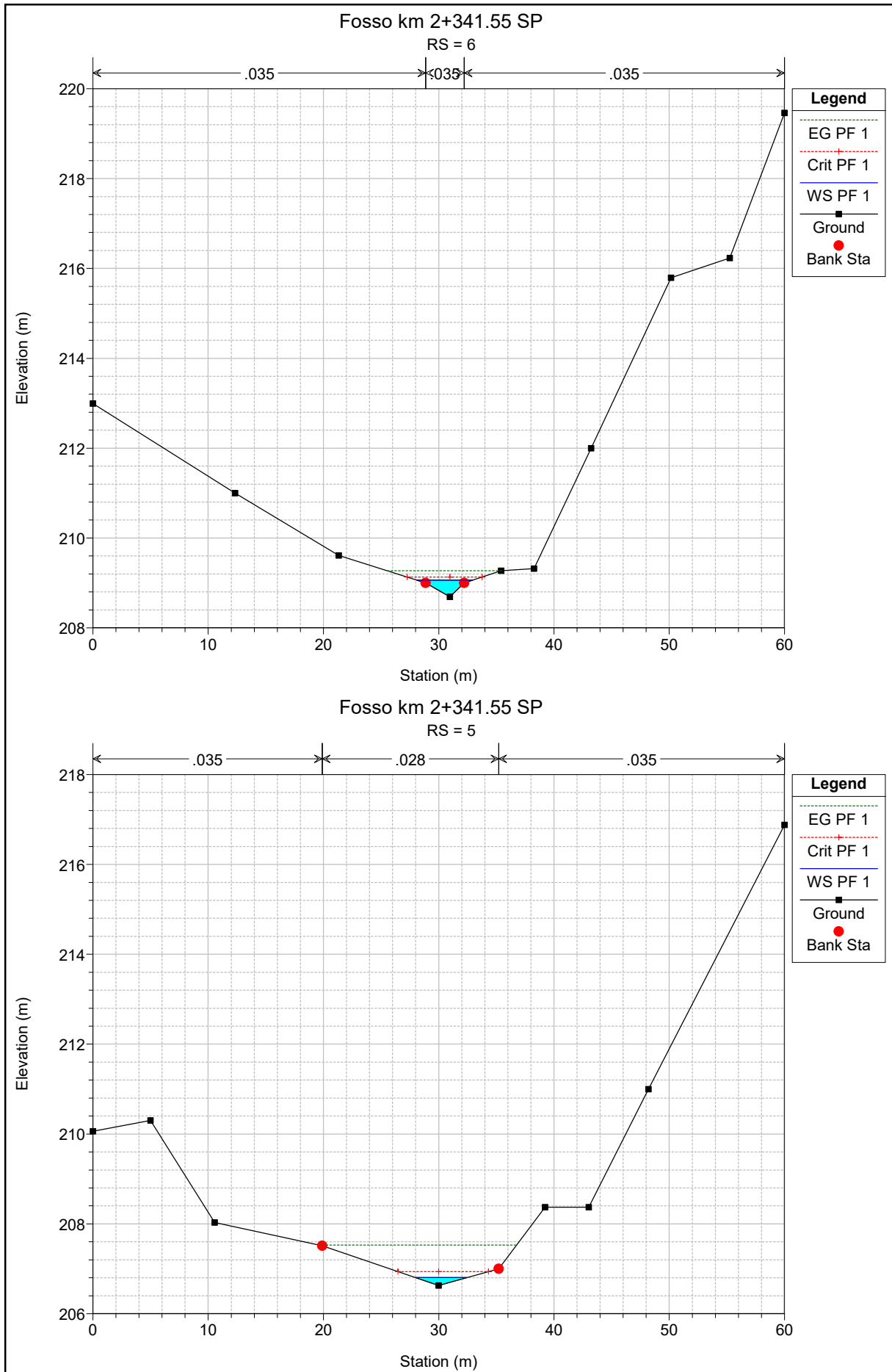
**Post Operam**

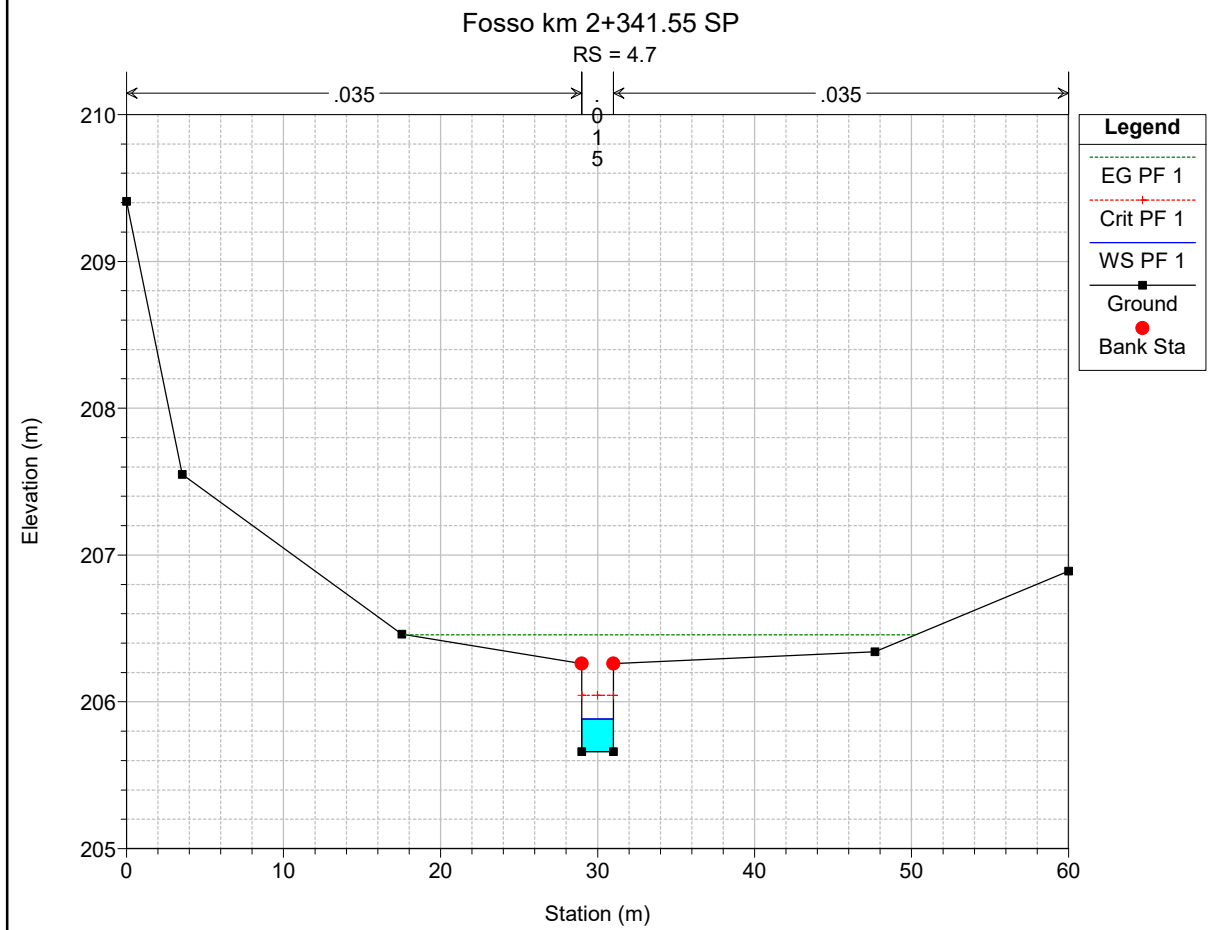
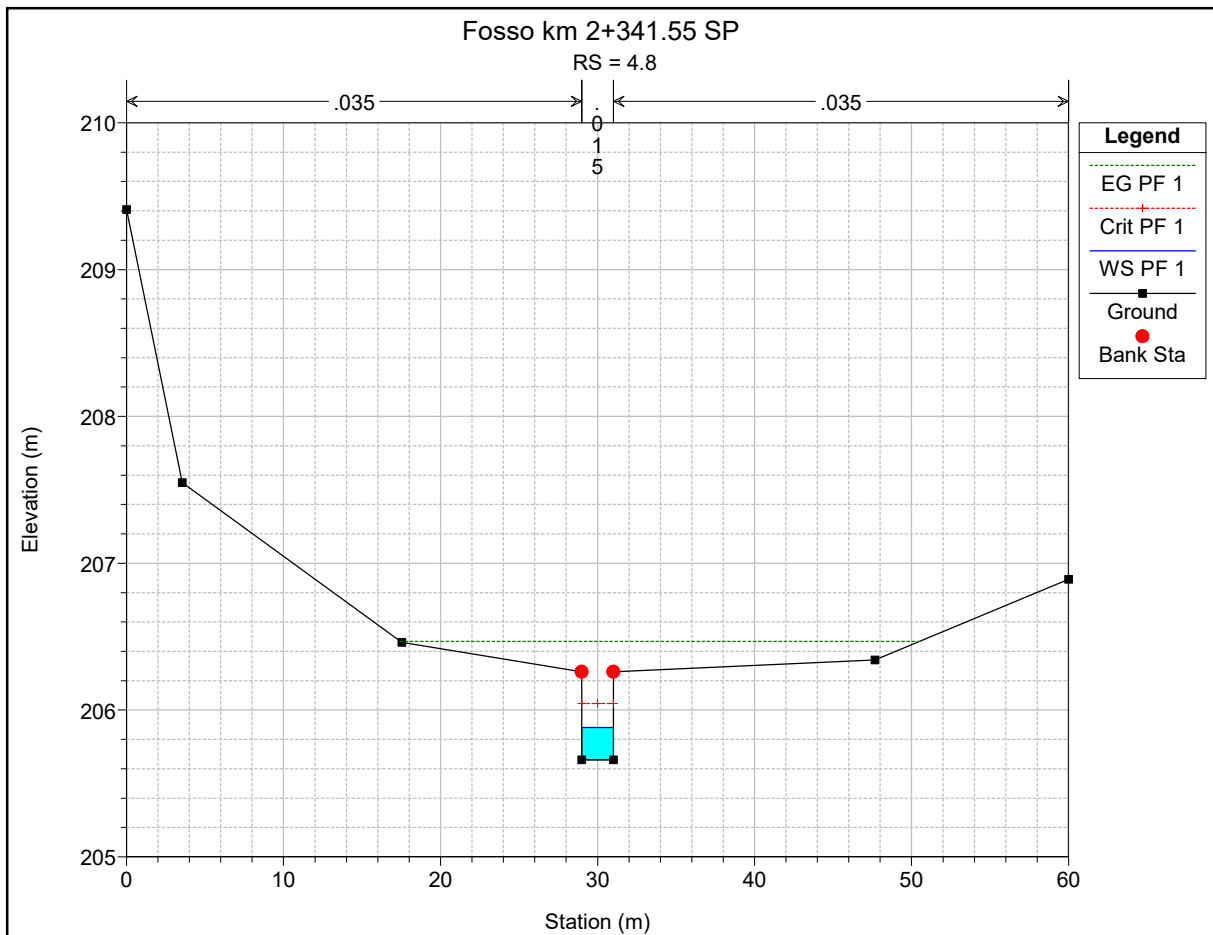
**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

Fosso km 2+341.55 SP

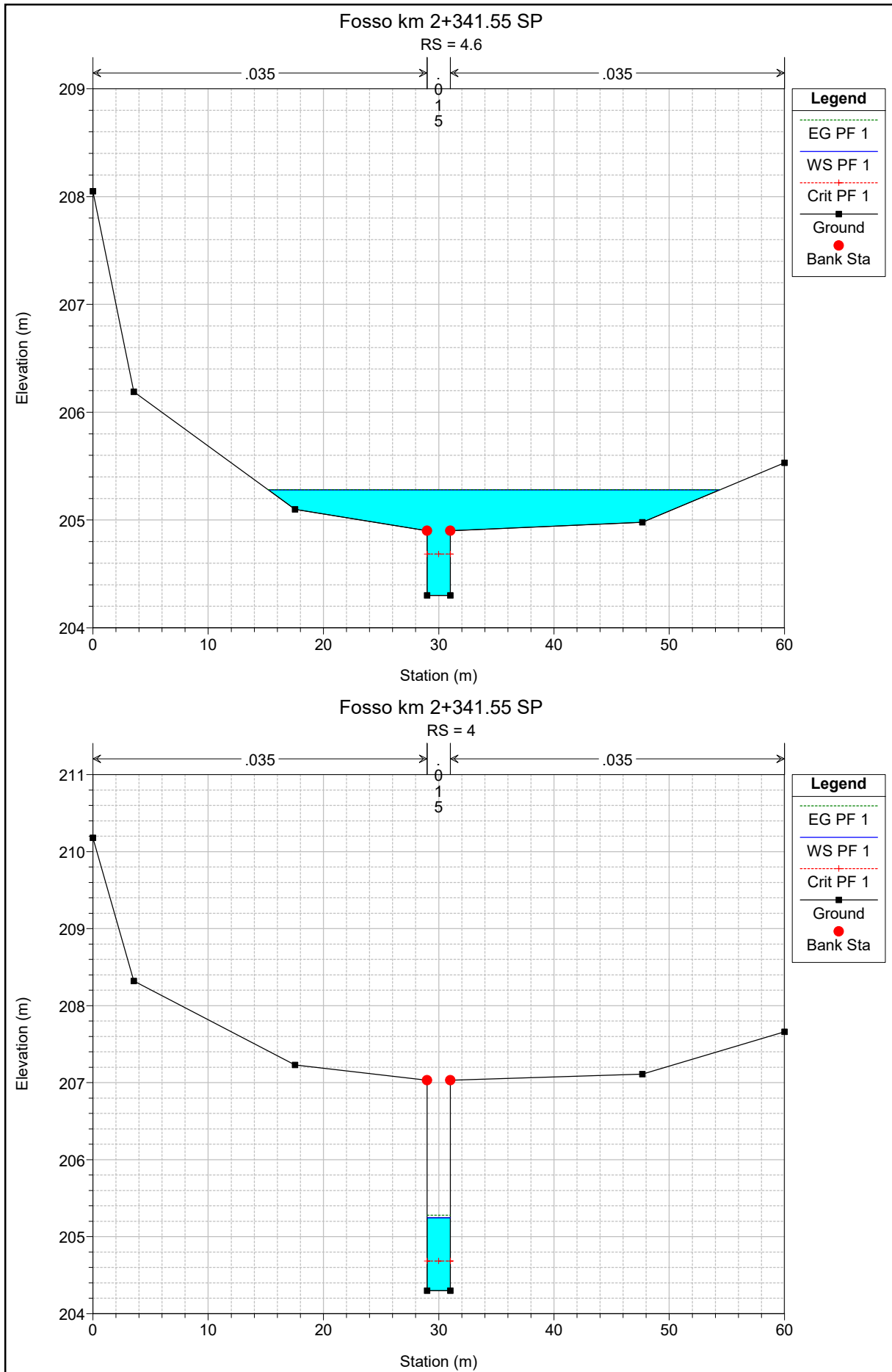
Fosso km 2+341.5 strada

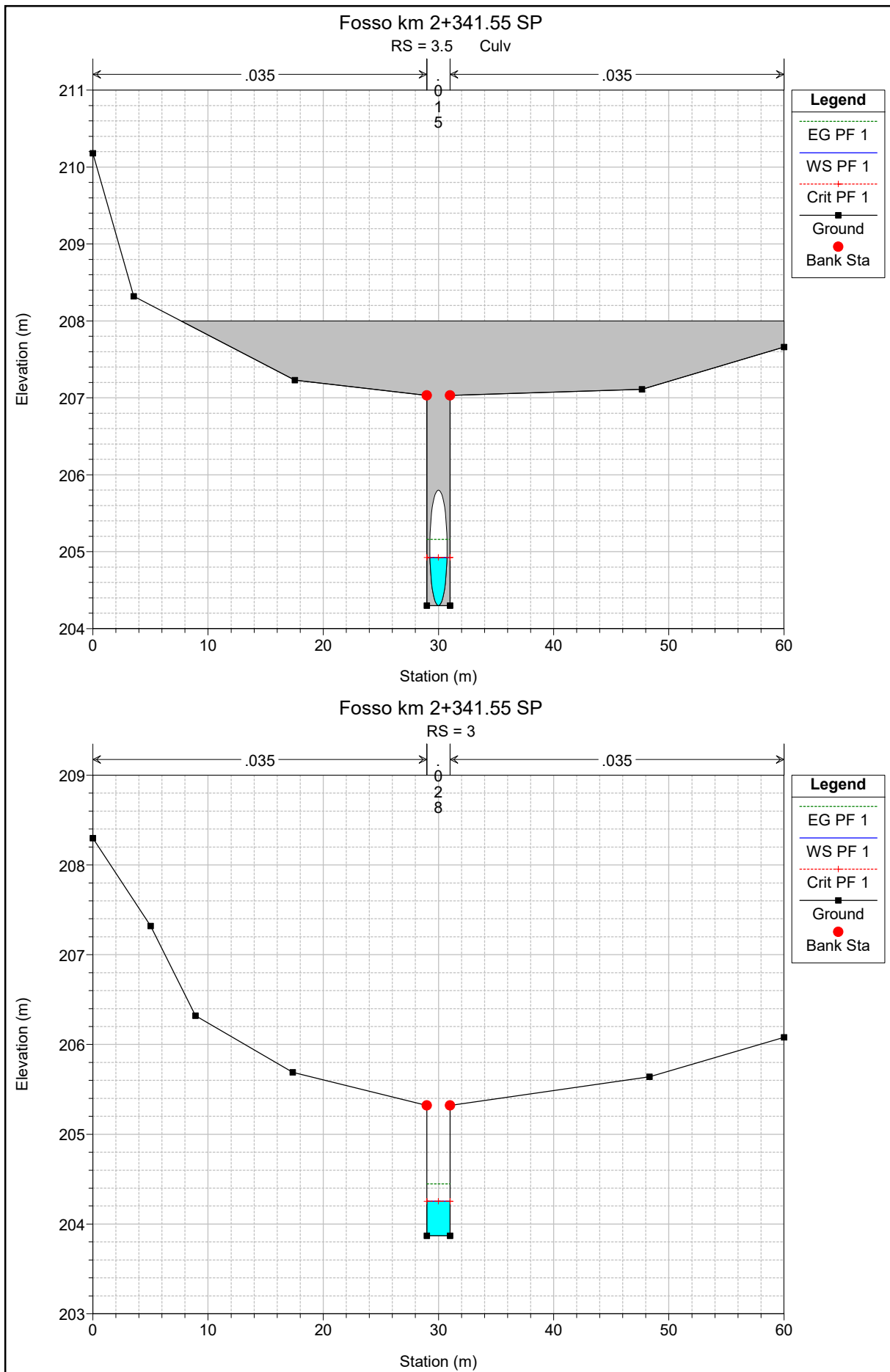


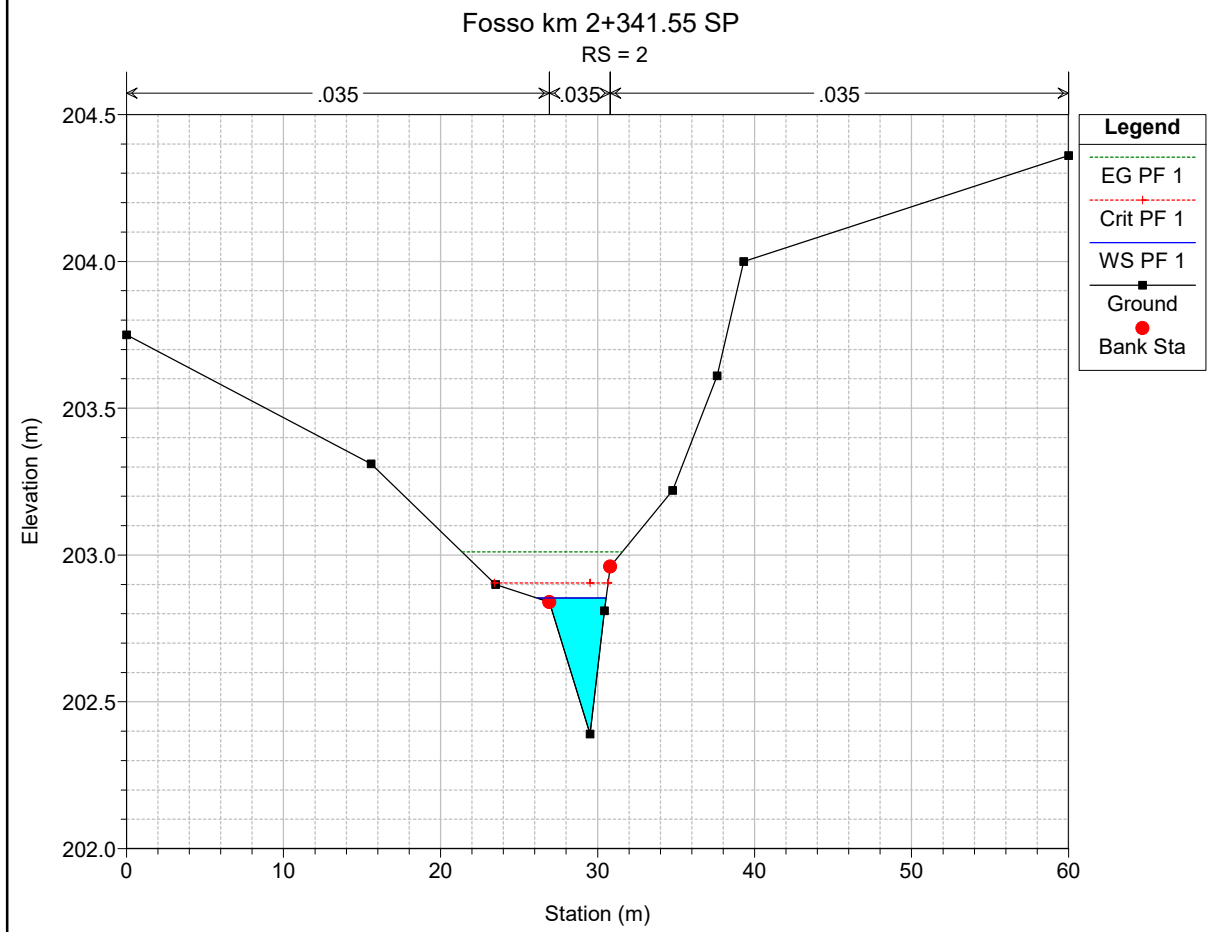
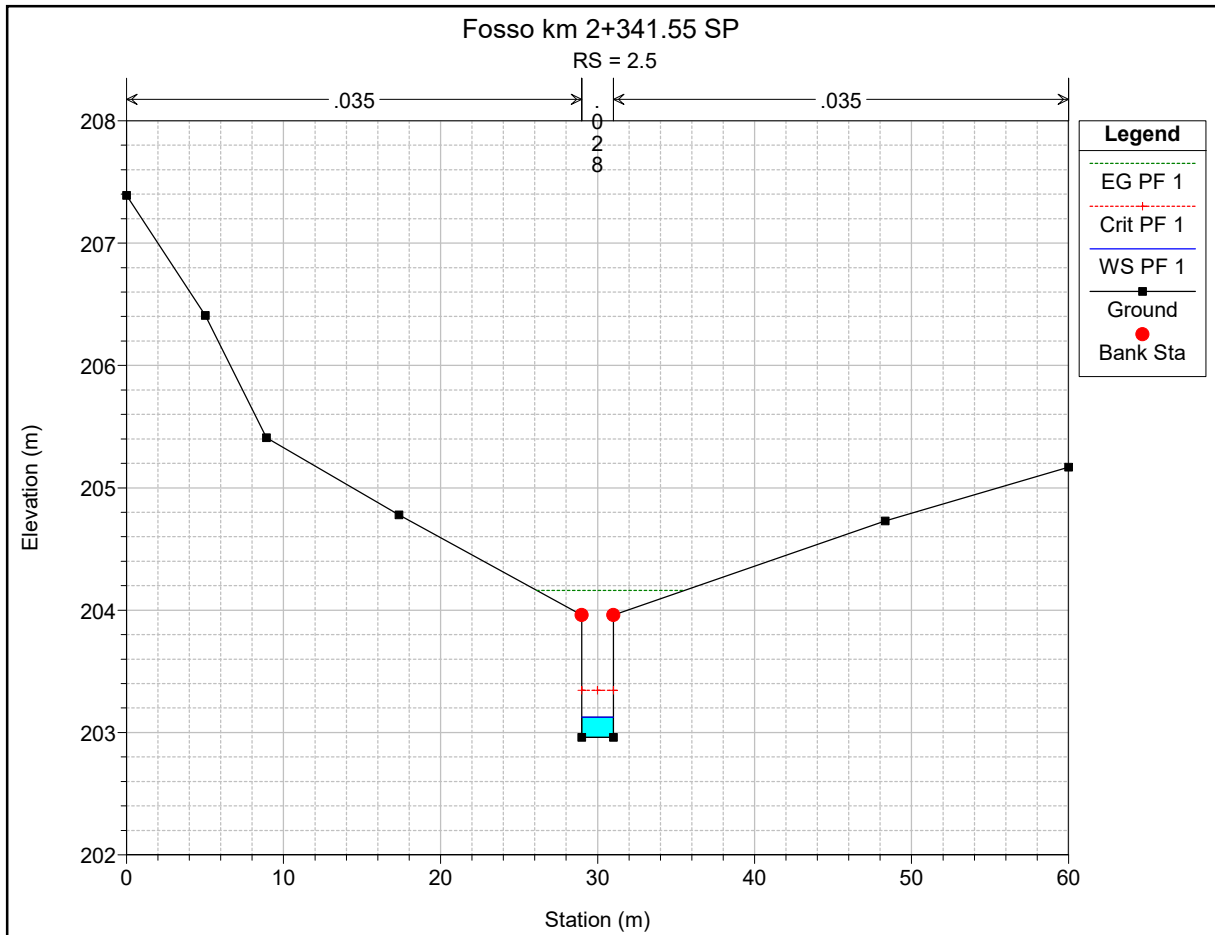


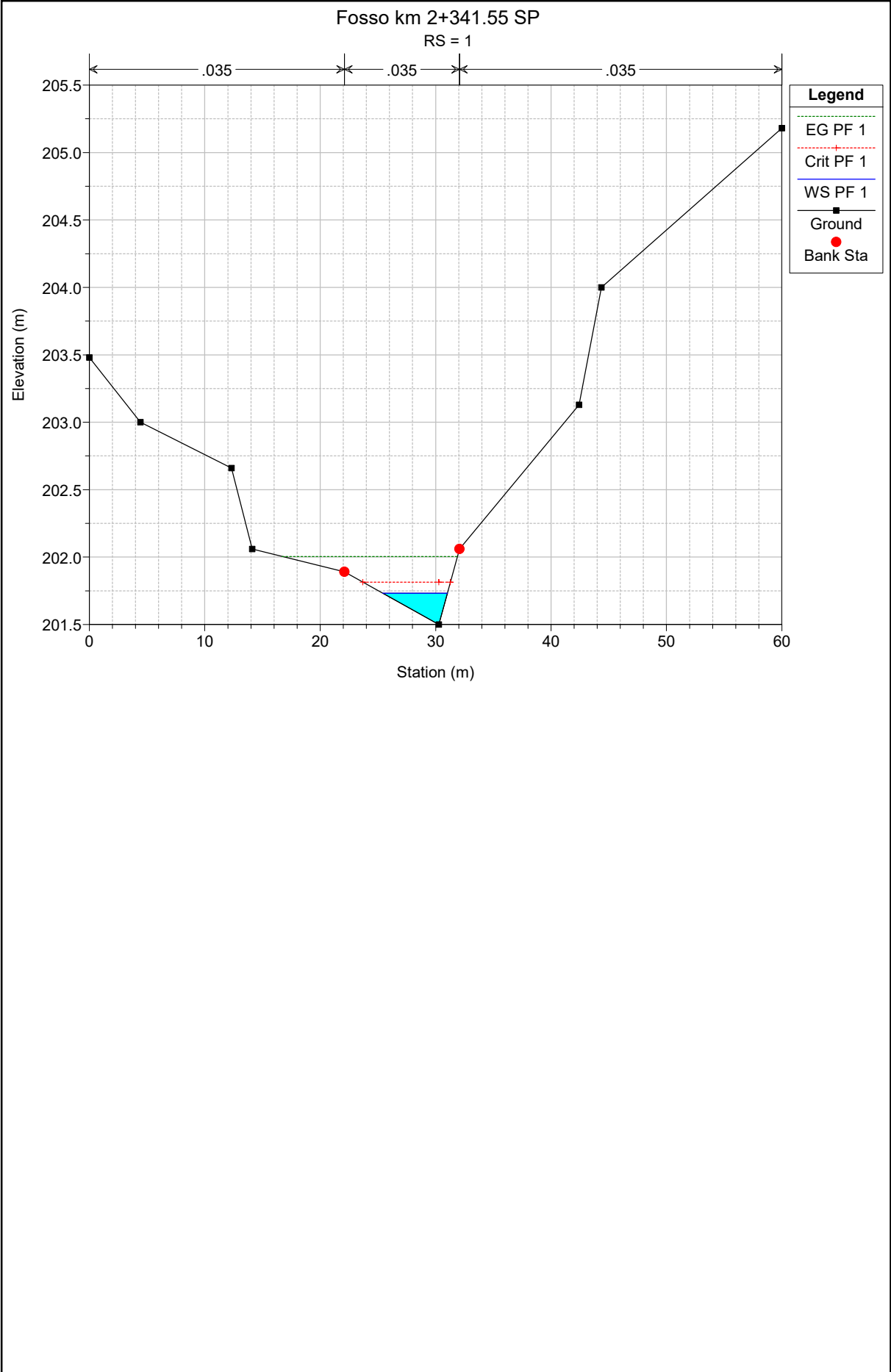












HEC-RAS Plan: REV1 River: Fosso km 2+341.5 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	1.50	208.69	209.06	209.13	209.27	0.040016	2.04	0.77	4.83	1.40
strada	5	PF 1	1.50	206.63	206.81	206.94	207.53	0.282901	3.76	0.40	4.51	4.04
strada	4.8	PF 1	1.50	205.66	205.88	206.04	206.47	0.025354	3.40	0.44	2.01	2.31
strada	4.7	PF 1	1.50	205.66	205.88	206.04	206.46	0.024330	3.35	0.45	2.01	2.27
strada	4.6	PF 1	1.50	204.30	205.28	204.68	205.28	0.000048	0.34	12.02	39.14	0.11
strada	4	PF 1	1.50	204.30	205.25	204.68	205.28	0.000367	0.79	1.90	2.01	0.26
strada	3.5		Culvert									
strada	3	PF 1	1.50	203.87	204.25	204.25	204.45	0.016490	1.95	0.77	2.01	1.01
strada	2.5	PF 1	1.50	202.96	203.13	203.34	204.16	0.213690	4.51	0.33	2.00	3.53
strada	2	PF 1	1.50	202.39	202.85	202.90	203.01	0.027275	1.76	0.86	4.38	1.15
strada	1	PF 1	1.50	201.50	201.73	201.81	202.00	0.117698	2.32	0.65	5.60	2.17

**ALLEGATO T2**

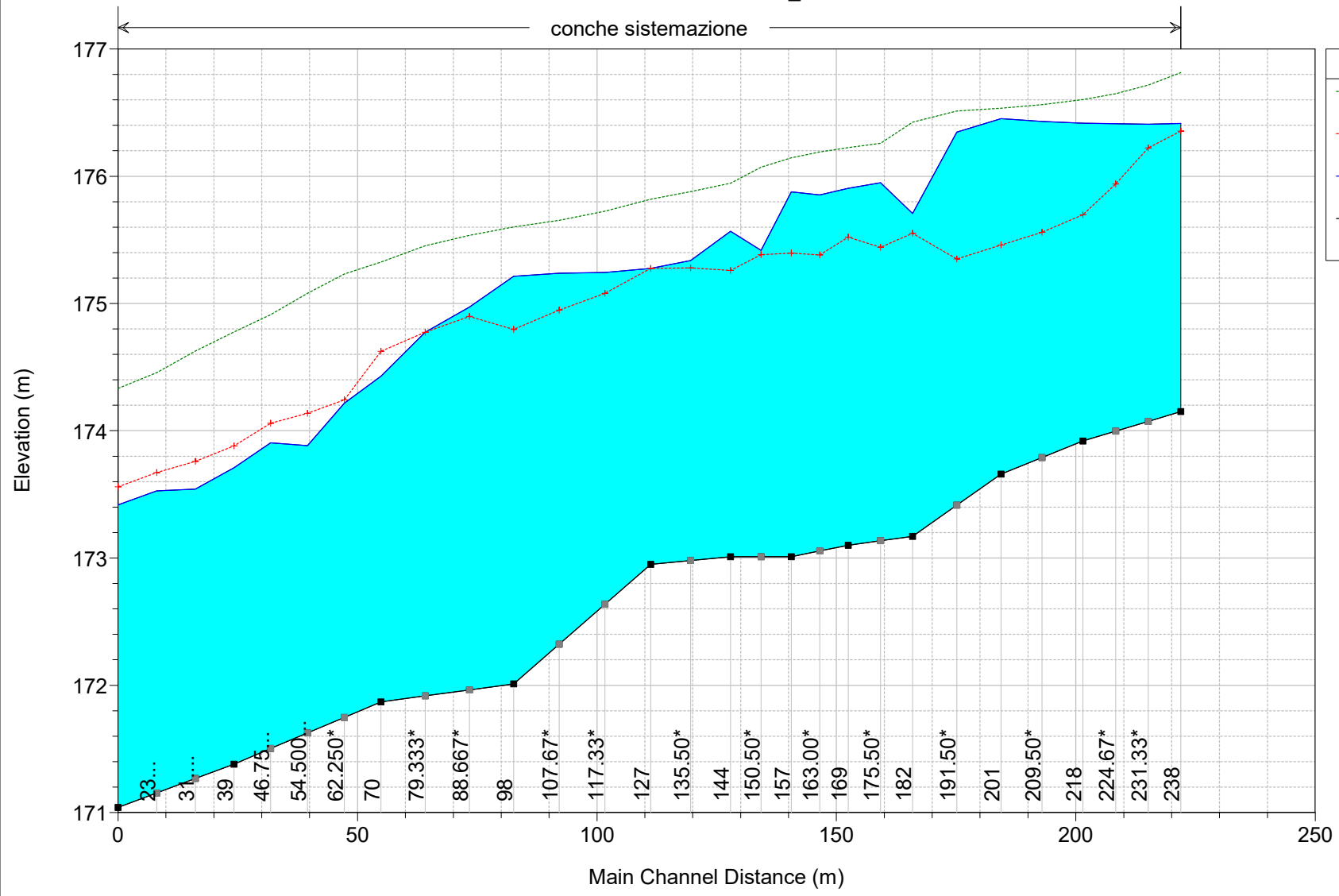
**Rio Conche al km 1+029.11 – NV02**

**Ante Operam**

**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

conche\_2021 Plan: AO 1/19/2021  
Geom: conche\_AO

conche sistemazione

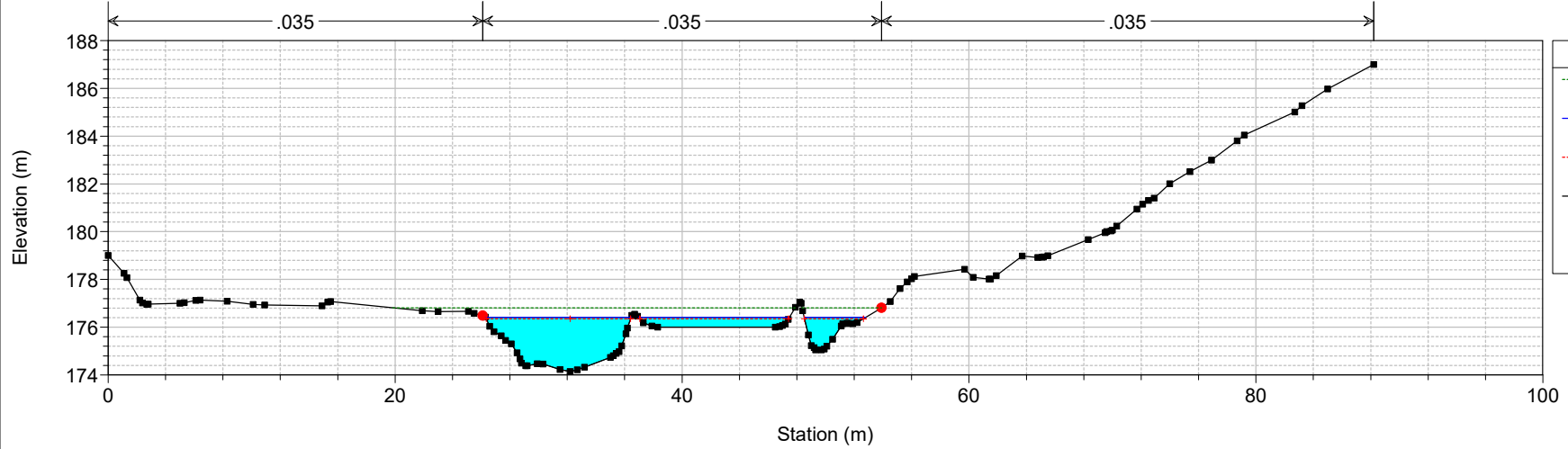


Legend	
EG PF 1	Green dotted line
Crit PF 1	Red dashed line with '+' markers
WS PF 1	Blue solid line
Ground	Black solid line with square markers

conche\_2021 Plan: AO 1/19/2021

Geom: conche\_AO

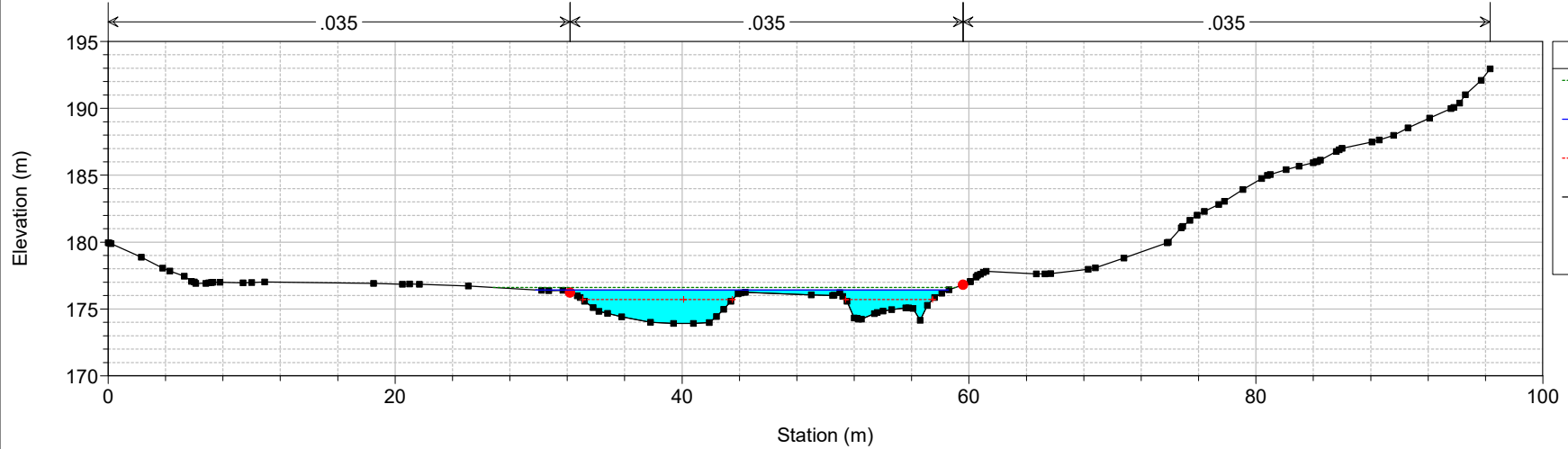
RS = 238



conche\_2021 Plan: AO 1/19/2021

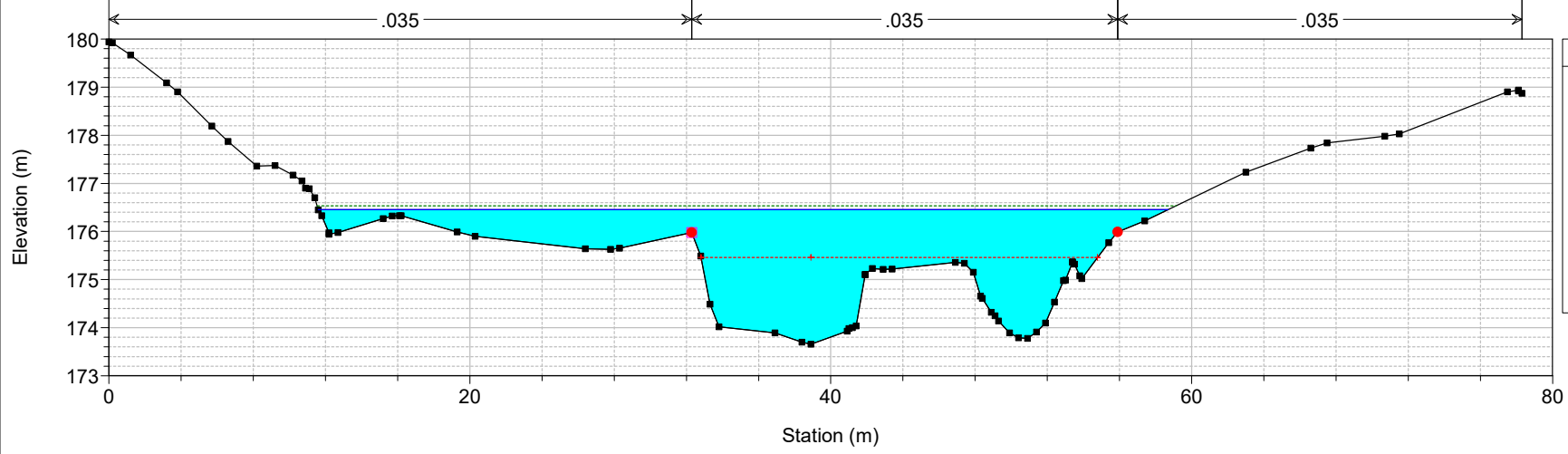
Geom: conche\_AO

RS = 218



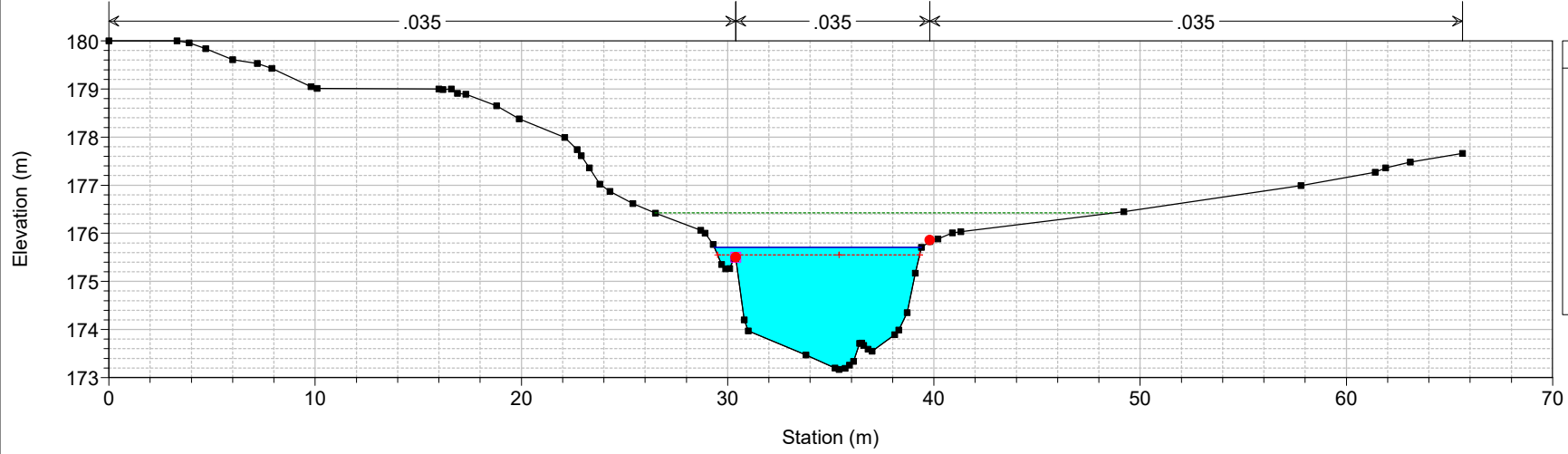


conche\_2021 Plan: AO 1/19/2021  
Geom: conche\_AO  
RS = 201



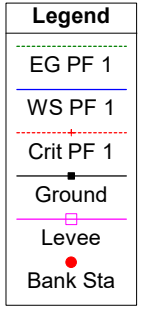
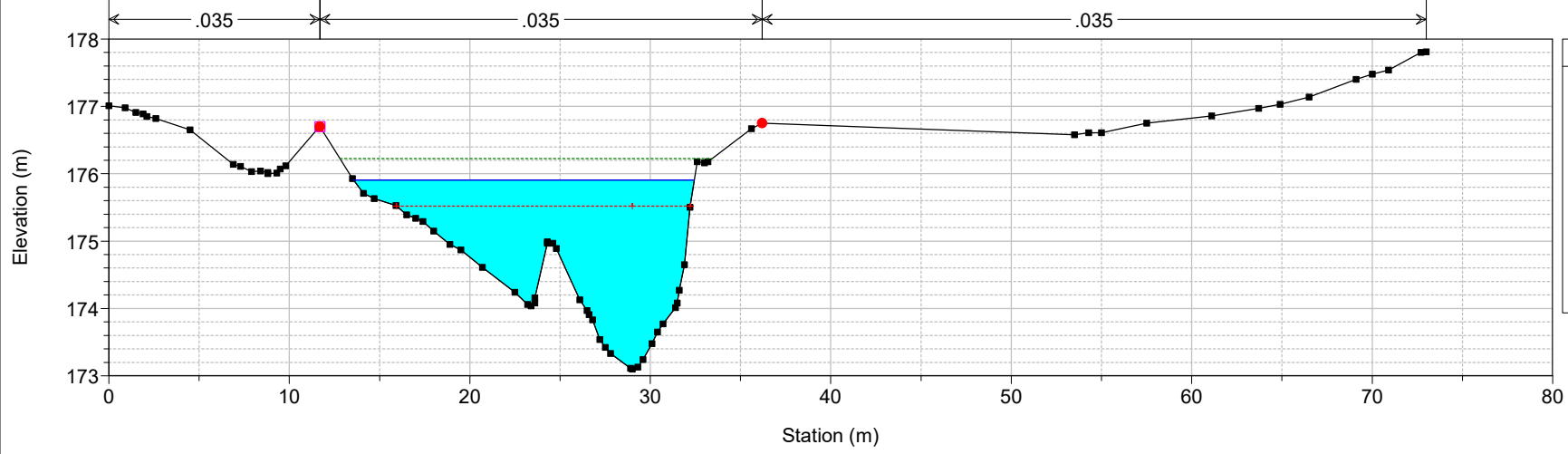
Legend	
EG PF 1	---
WS PF 1	—
Crit PF 1	- - - +
Ground	■
Levee	□
Bank Sta	●

conche\_2021 Plan: AO 1/19/2021  
Geom: conche\_AO  
RS = 182

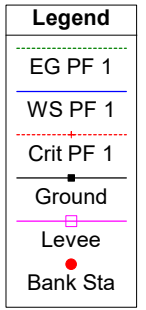
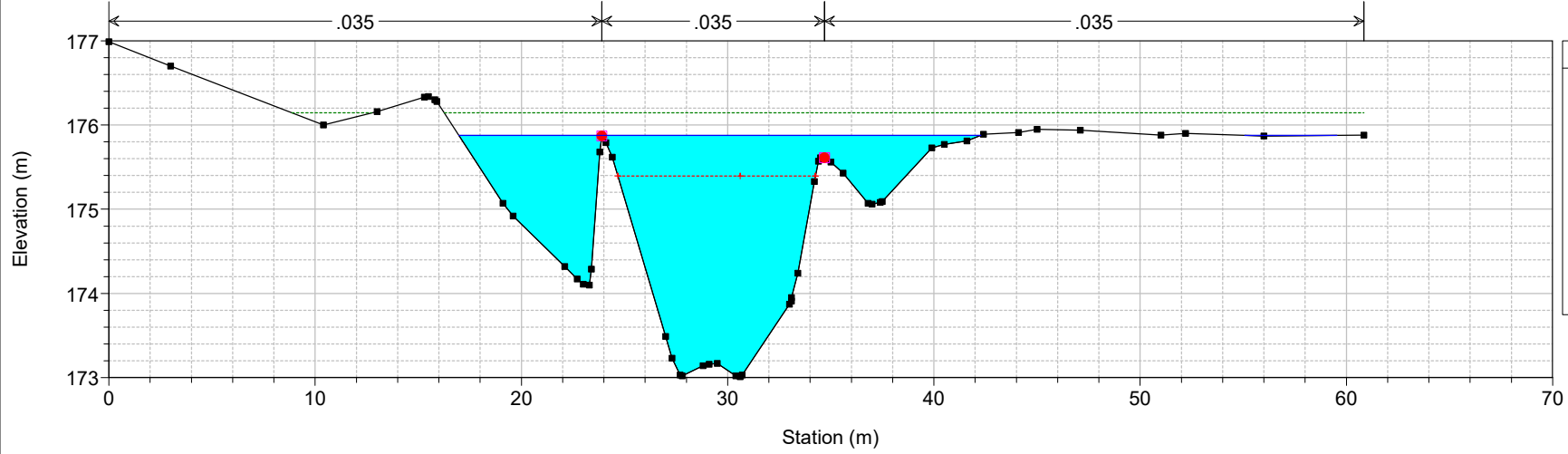


Legend	
EG PF 1	---
WS PF 1	—
Crit PF 1	- - - +
Ground	■
Levee	□
Bank Sta	●

conche\_2021 Plan: AO 1/19/2021  
Geom: conche\_AO  
RS = 169



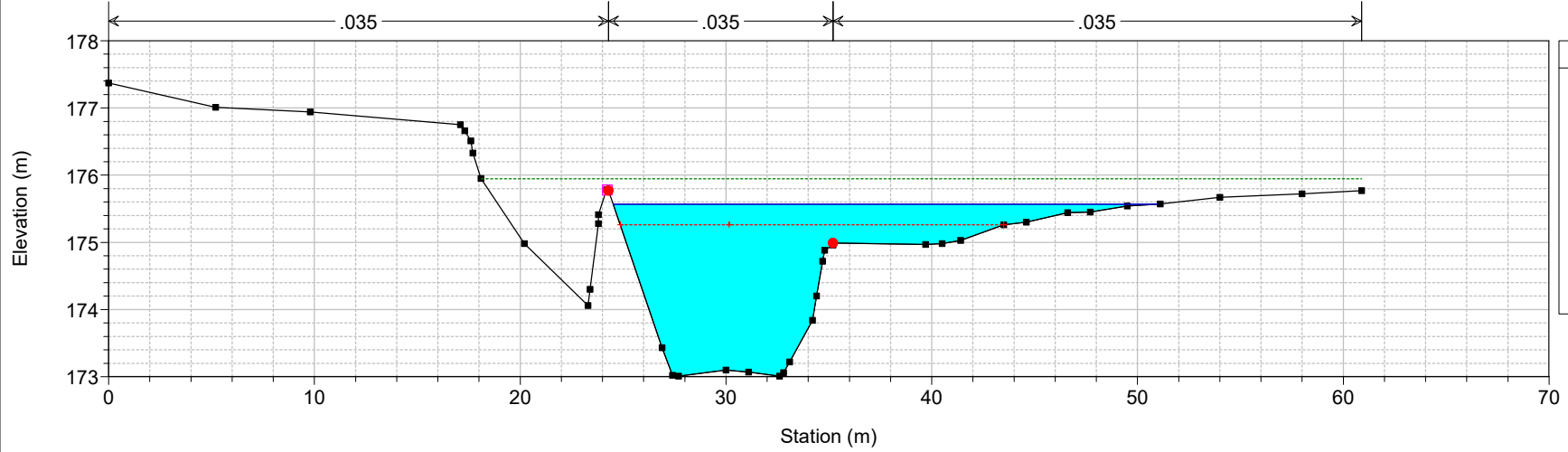
conche\_2021 Plan: AO 1/19/2021  
Geom: conche\_AO  
RS = 157



conche\_2021 Plan: AO 1/19/2021

Geom: conche\_AO

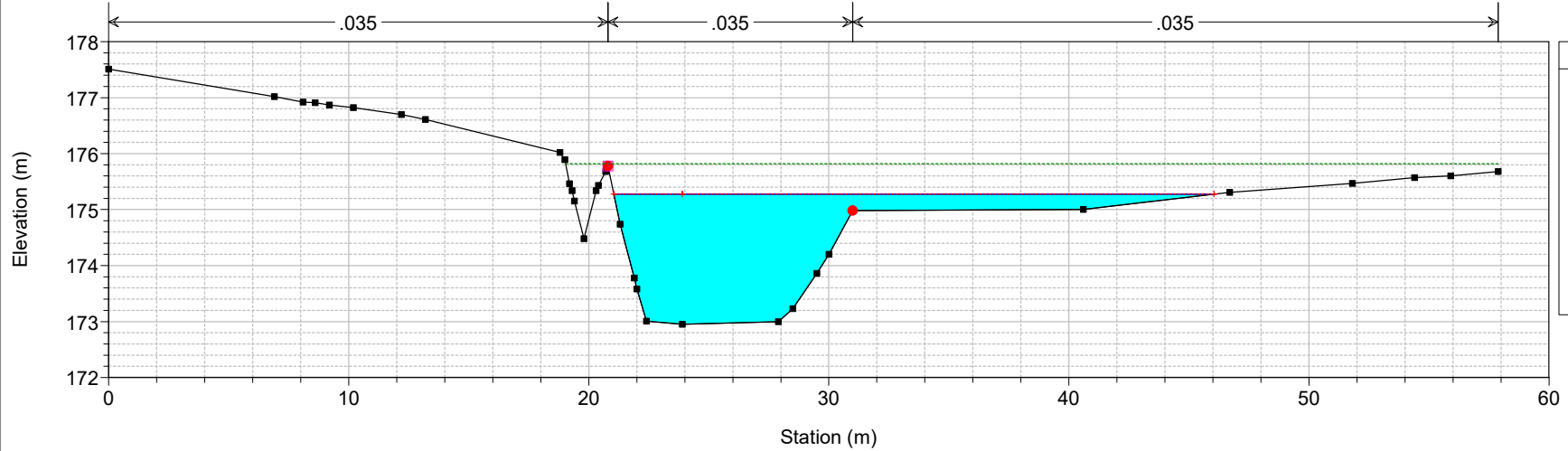
RS = 144



conche\_2021 Plan: AO 1/19/2021

Geom: conche\_AO

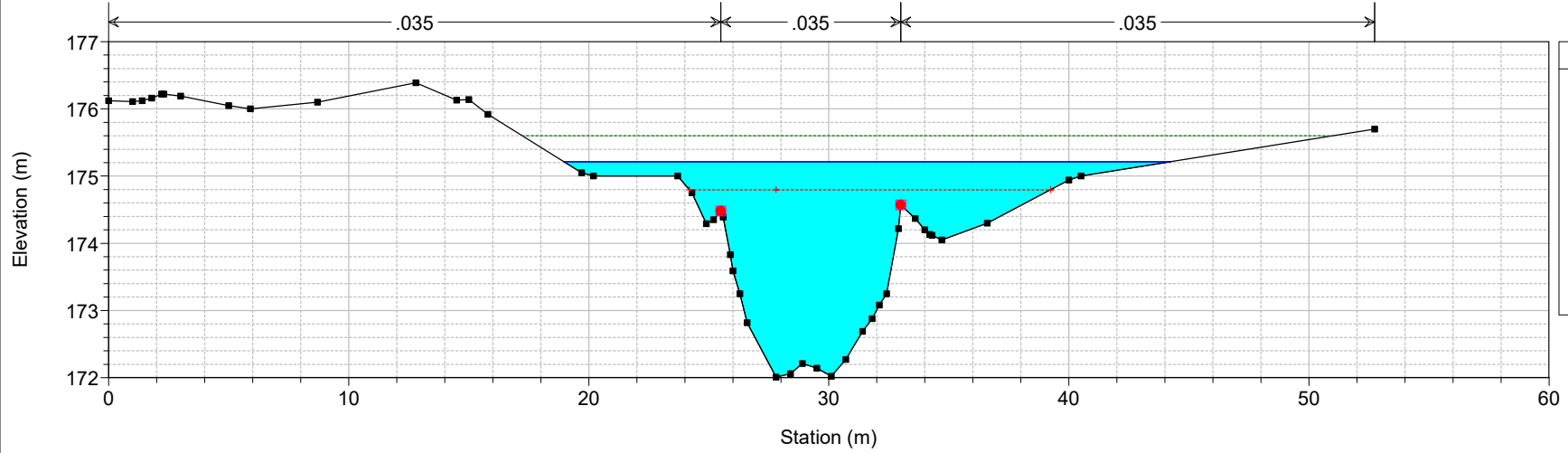
RS = 127



conche\_2021 Plan: AO 1/19/2021

Geom: conche\_AO

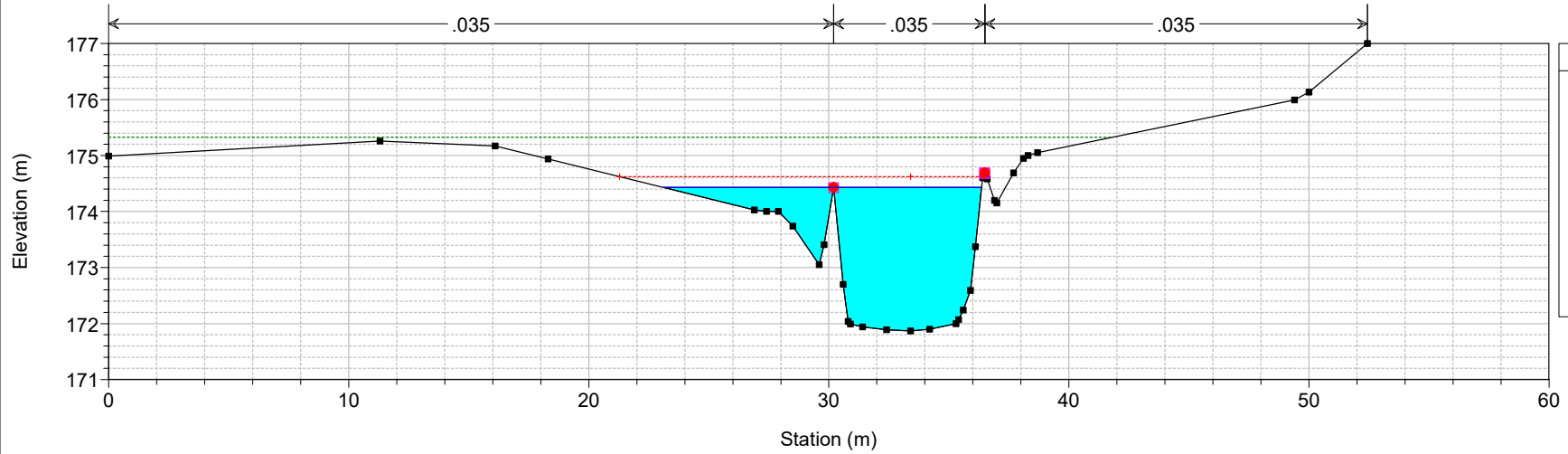
RS = 98



conche\_2021 Plan: AO 1/19/2021

Geom: conche\_AO

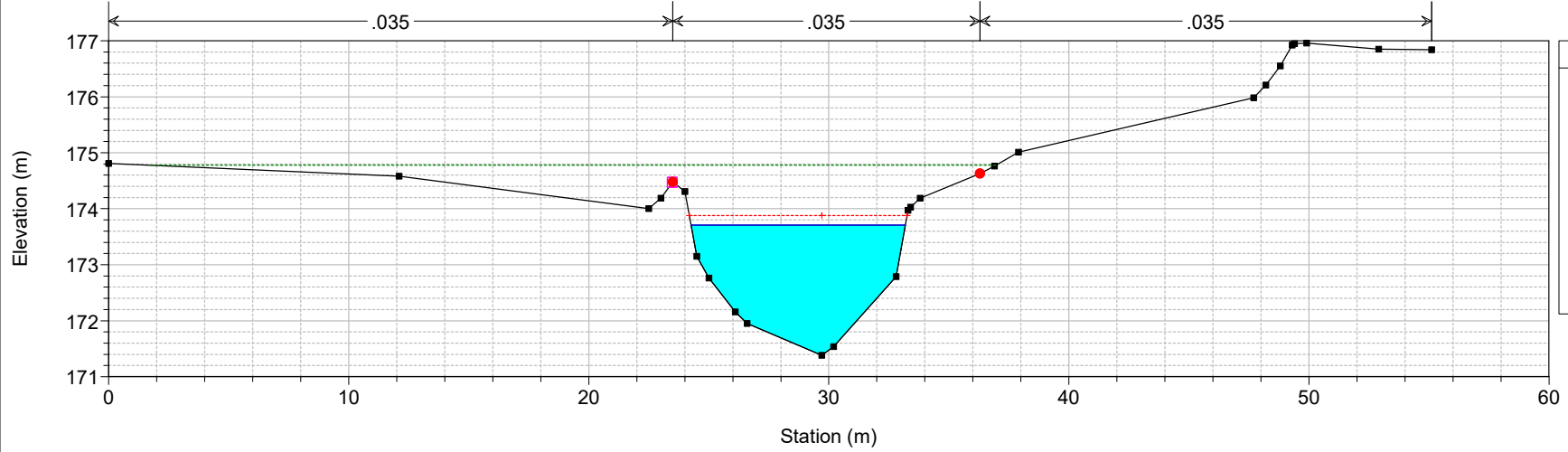
RS = 70



conche\_2021 Plan: AO 1/19/2021

Geom: conche\_AO

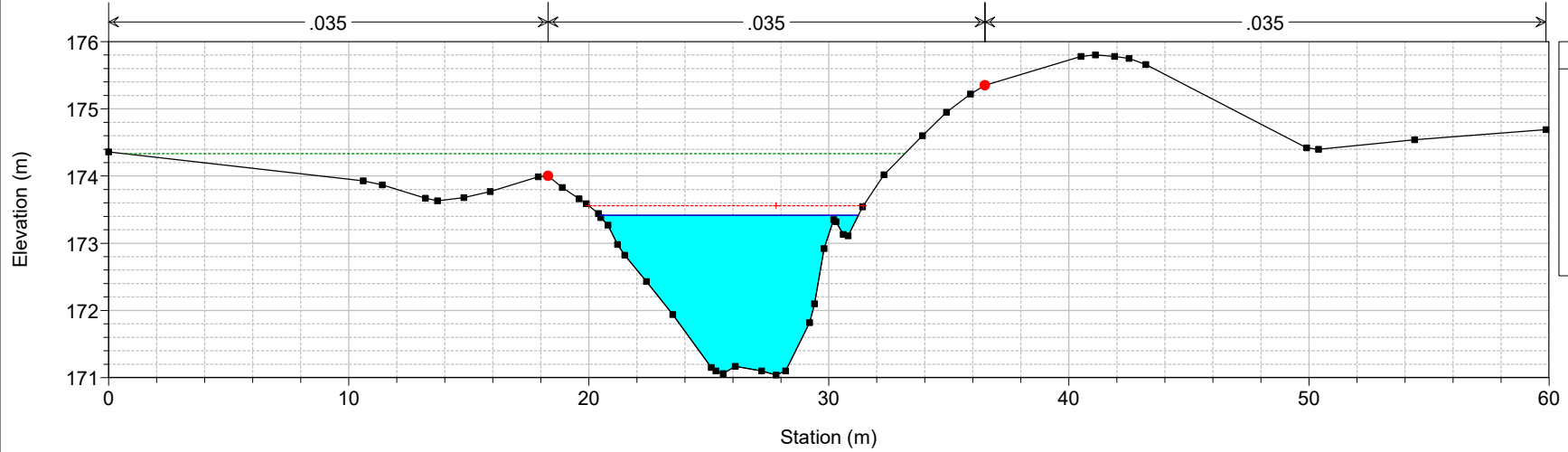
RS = 39



conche\_2021 Plan: AO 1/19/2021

Geom: conche\_AO

RS = 15



HEC-RAS Plan: PO River: PO Reach: PO Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
PO	6	PF 1	3.98	188.29	189.04	188.67	189.04	0.000510	0.36	11.08	26.83	0.18
PO	5.9	PF 1	3.98	187.89	188.63	188.63	189.00	0.020611	2.70	1.47	2.00	1.01
PO	5.8	PF 1	3.98	187.39	187.82	188.13	188.92	0.097690	4.66	0.85	2.00	2.28
PO	5.1	PF 1	3.98	187.12	187.80	187.86	188.24	0.026173	2.94	1.35	2.00	1.14
PO	5	PF 1	3.98	186.62	187.04	187.36	188.17	0.099934	4.70	0.85	2.00	2.30
PO	4.2	PF 1	3.98	186.45	187.12	187.19	187.57	0.026851	2.97	1.34	2.00	1.16
PO	4	PF 1	3.98	186.26	186.93	187.00	187.38	0.026600	2.96	1.34	2.00	1.15
PO	3	PF 1	3.98	186.12	186.78	186.86	187.24	0.027429	2.99	1.33	2.00	1.17
PO	2.95	PF 1	3.98	186.10	186.76	186.84	187.22	0.008808	2.99	1.33	2.00	1.17
PO	2.9	PF 1	3.98	185.98	186.57	186.71	187.15	0.012222	3.36	1.18	2.00	1.40
PO	2.88		Culvert									
PO	2.85	PF 1	3.98	185.84	186.40	186.58	187.06	0.014738	3.59	1.11	2.00	1.54
PO	2.81	PF 1	3.98	185.69	186.23	186.43	186.93	0.016288	3.72	1.07	2.00	1.62
PO	2.8	PF 1	3.98	185.69	186.23	186.43	186.93	0.050168	3.70	1.07	2.00	1.61
PO	2.5	PF 1	3.98	185.62	186.29	186.36	186.74	0.027354	2.99	1.33	2.00	1.17
PO	2.4	PF 1	3.98	185.12	185.54	185.86	186.67	0.100661	4.71	0.85	2.00	2.31
PO	2.3	PF 1	3.98	185.05	185.58	185.79	186.31	0.053231	3.78	1.05	2.00	1.66
PO	2	PF 1	3.98	184.82	185.14	185.30	186.08	0.418366	4.28	0.93	8.31	4.08
PO	1	PF 1	3.98	183.93	184.73	184.73	184.93	0.018044	2.00	1.99	5.00	1.01

**ALLEGATO T2**

**Rio Conche al km 1+029.11 – NV02**

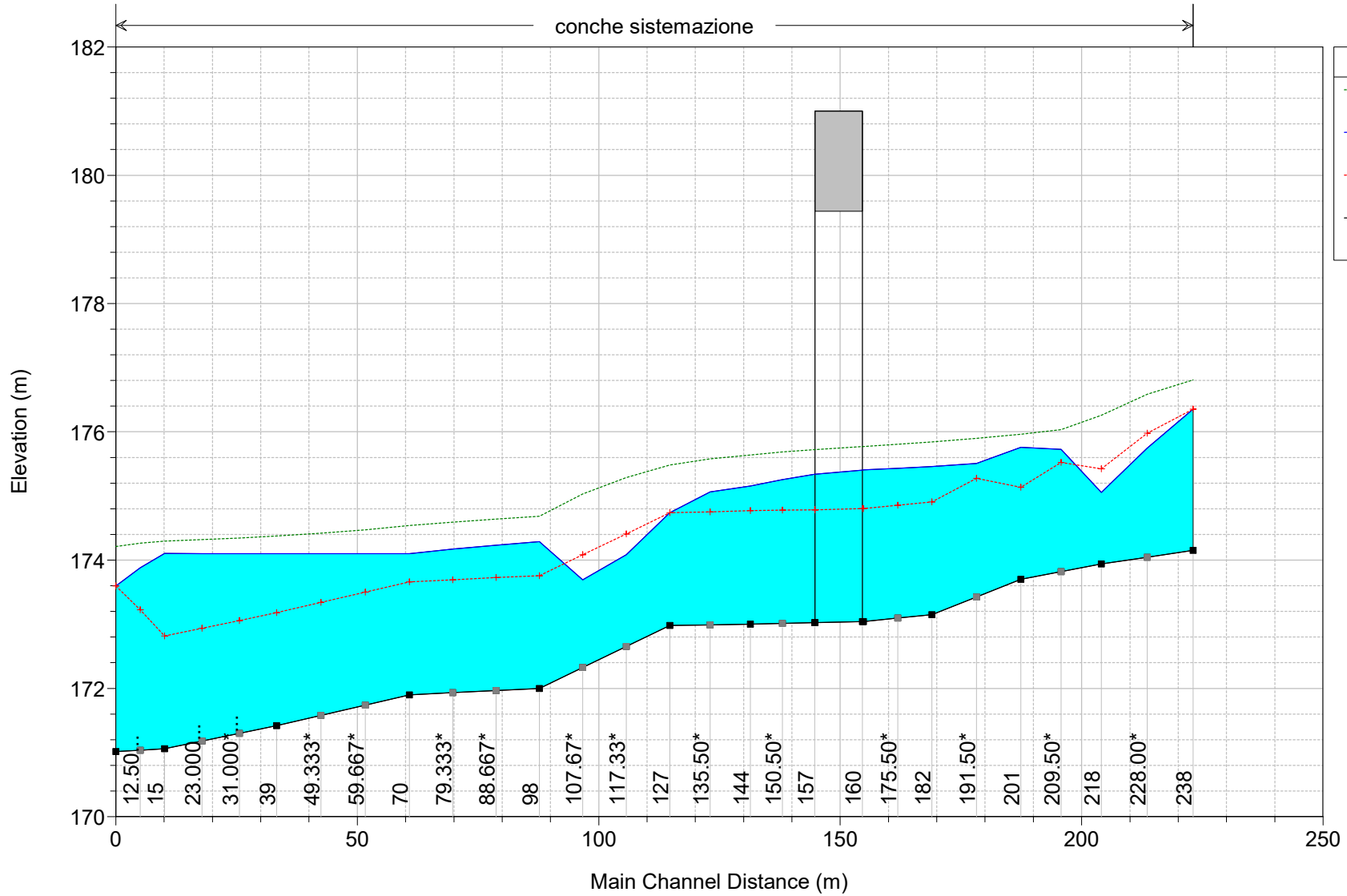
**Post Operam**

**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

conche\_2021 Plan: PO\_finale 1/21/2021

Geom: conche\_PO\_finale

conche sistemazione



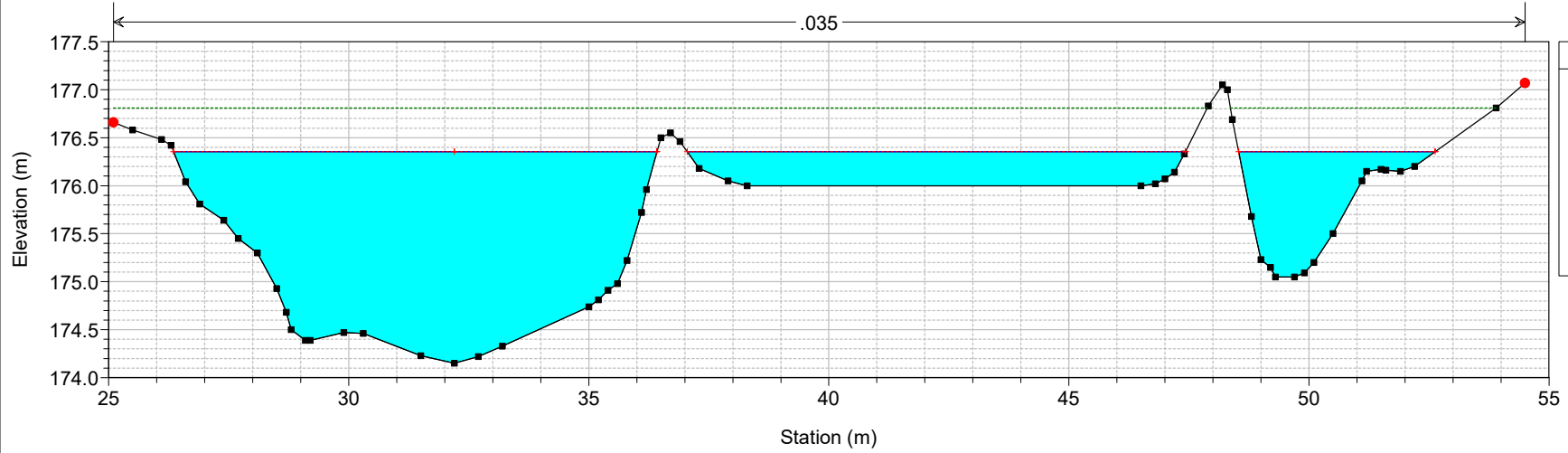
Legend	
EG PF 1	Green Dotted Line
WS PF 1	Blue Solid Line
Crit PF 1	Red Dashed Line with '+'
Ground	Black Solid Line with '■'



conche\_2021 Plan: PO\_finale 1/21/2021

Geom: conche\_PO\_finale

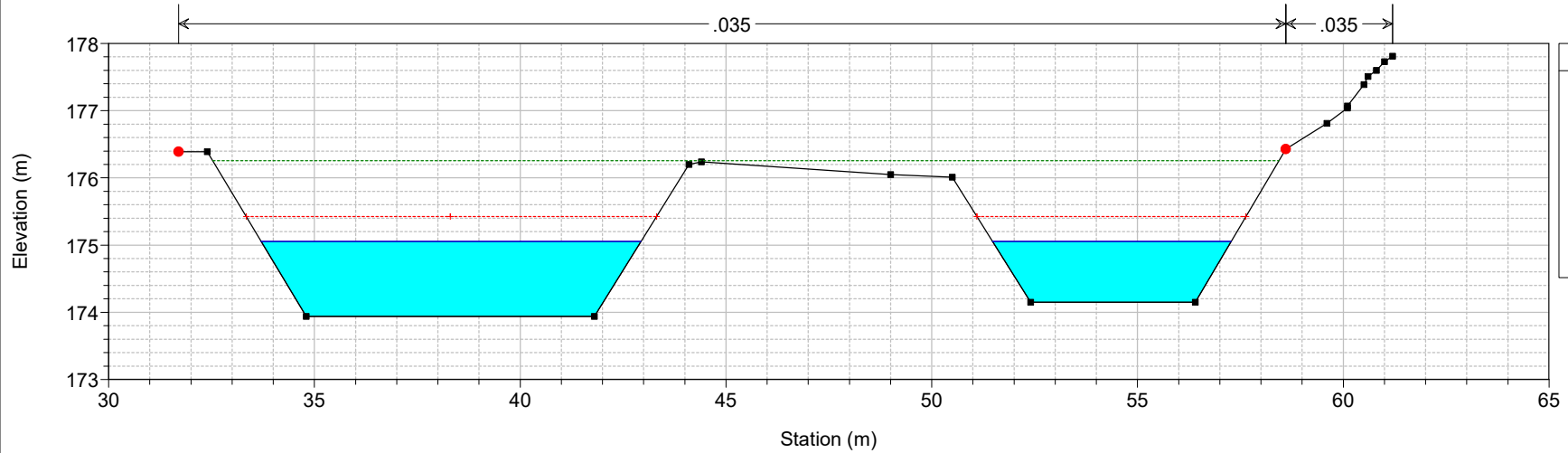
RS = 238



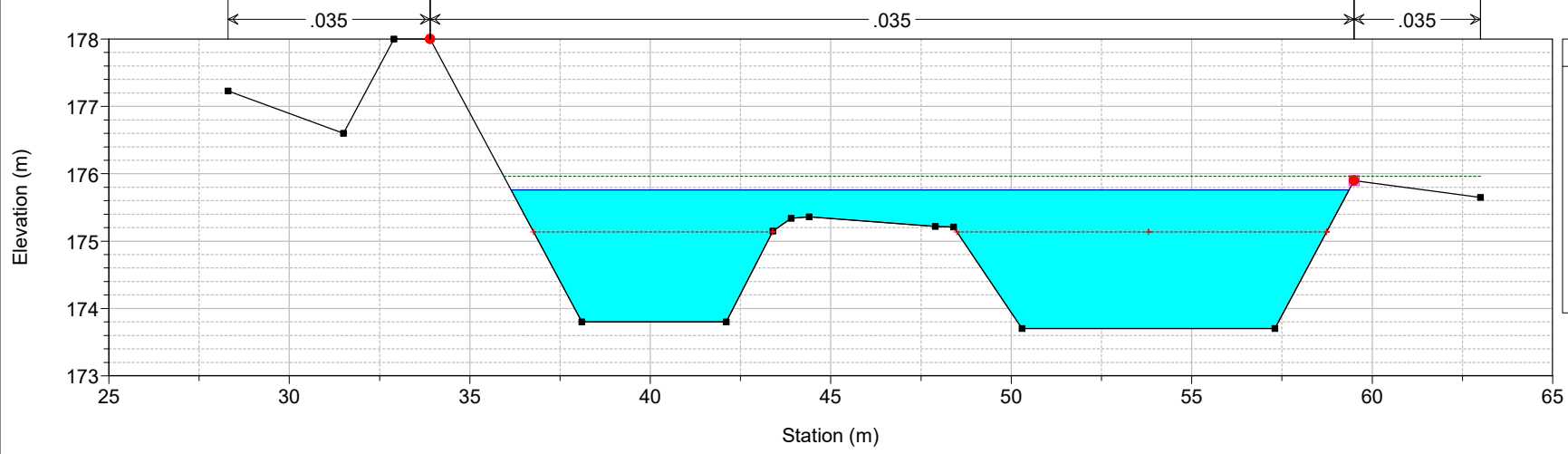
conche\_2021 Plan: PO\_finale 1/21/2021

Geom: conche\_PO\_finale

RS = 218

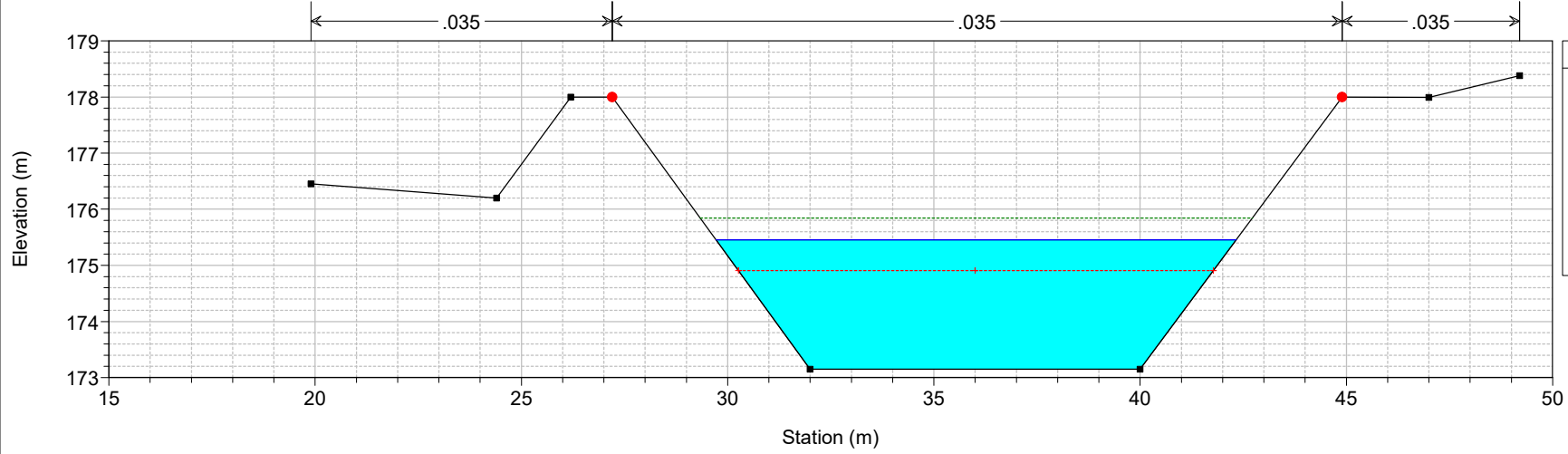


conche\_2021 Plan: PO\_finale 1/21/2021  
 Geom: conche\_PO\_finale  
 RS = 201



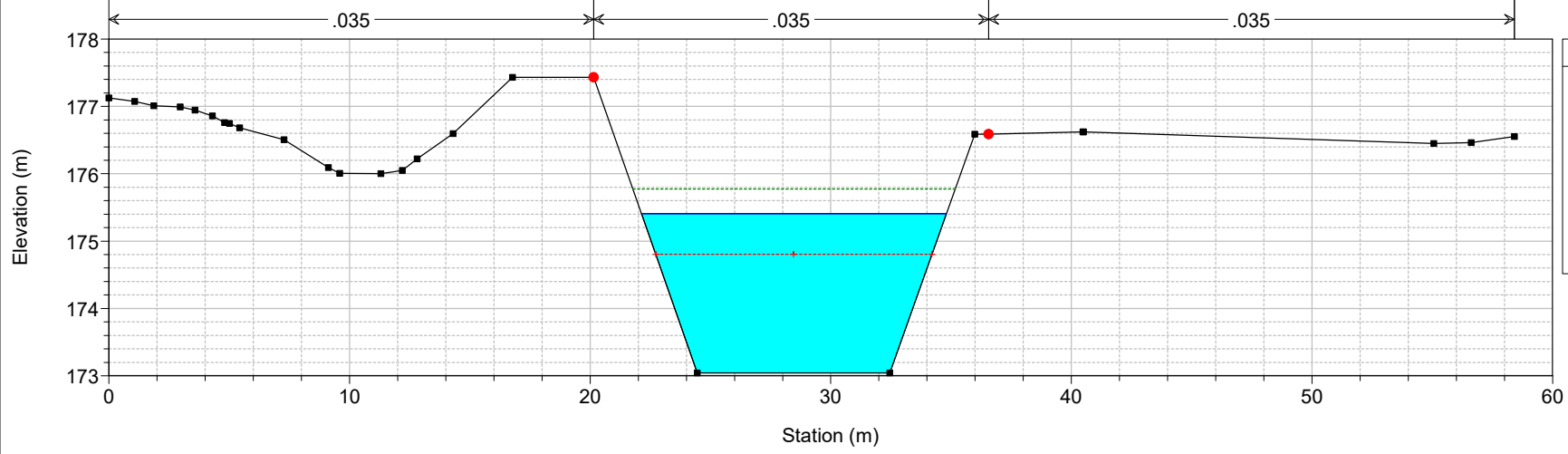
Legend	
EG PF 1	(Green dashed line)
WS PF 1	(Blue solid line)
Crit PF 1	(Red dashed line with cross)
Ground	(Black solid line with square)
Levee	(Pink solid line with square)
Bank Sta	(Red dot)

conche\_2021 Plan: PO\_finale 1/21/2021  
 Geom: conche\_PO\_finale  
 RS = 182



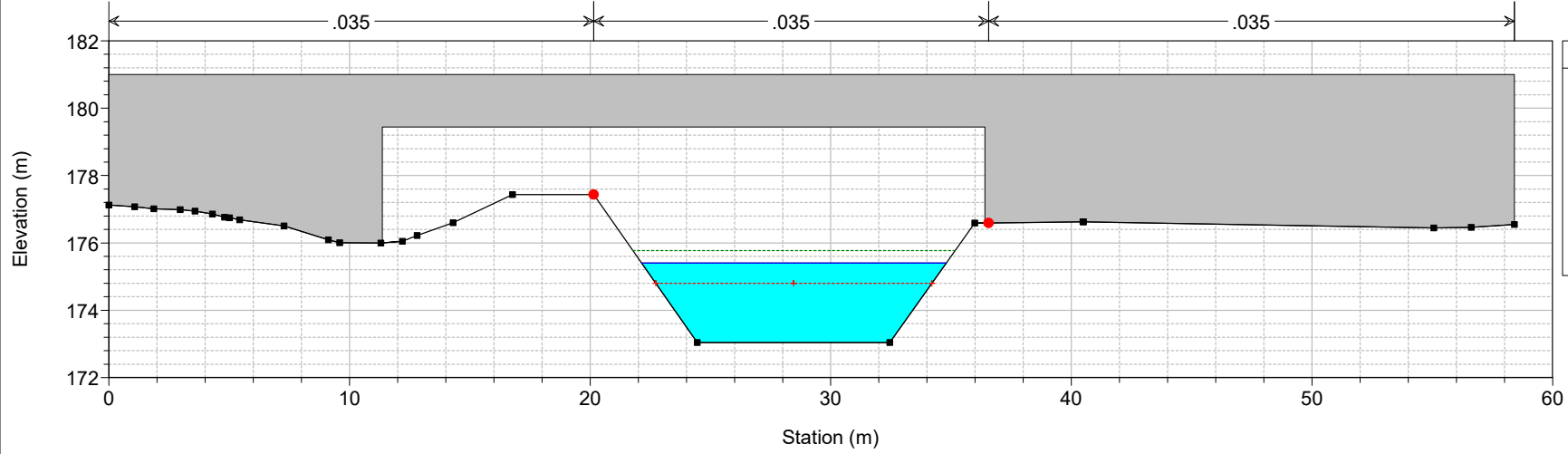
Legend	
EG PF 1	(Green dashed line)
WS PF 1	(Blue solid line)
Crit PF 1	(Red dashed line with cross)
Ground	(Black solid line with square)
Levee	(Pink solid line with square)
Bank Sta	(Red dot)

conche\_2021 Plan: PO\_finale 1/21/2021  
 Geom: conche\_PO\_finale  
 RS = 169



Legend	
EG PF 1	---
WS PF 1	—
Crit PF 1	•
Ground	■
Bank Sta	●

conche\_2021 Plan: PO\_finale 1/21/2021  
 Geom: conche\_PO\_finale  
 RS = 160 BR

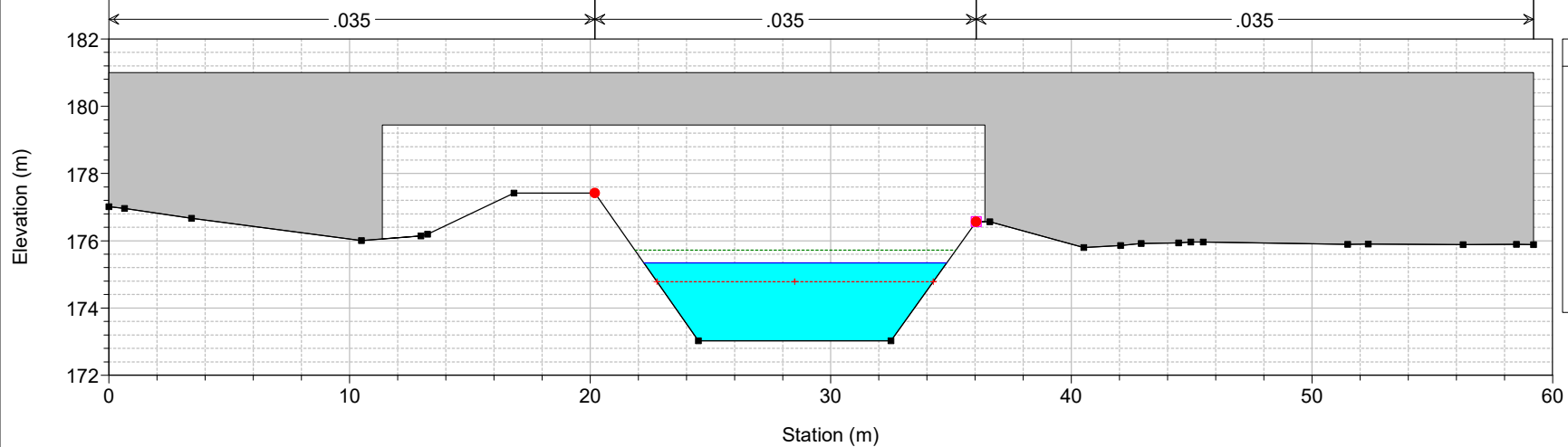


Legend	
EG PF 1	---
WS PF 1	—
Crit PF 1	•
Ground	■
Bank Sta	●

conche\_2021 Plan: PO\_finale 1/21/2021

Geom: conche\_PO\_finale

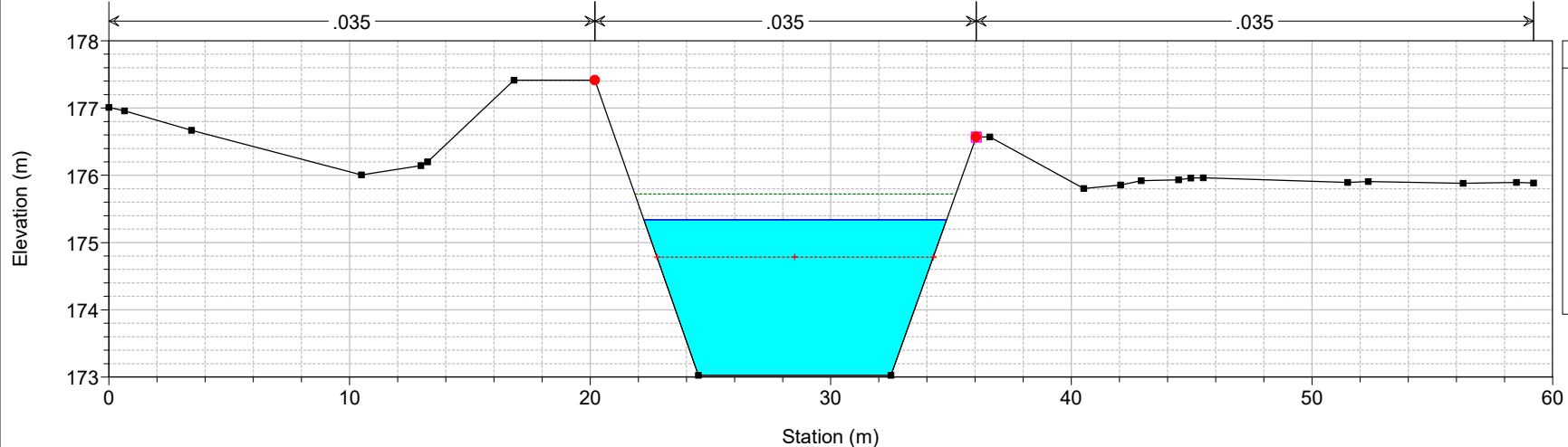
RS = 160 BR



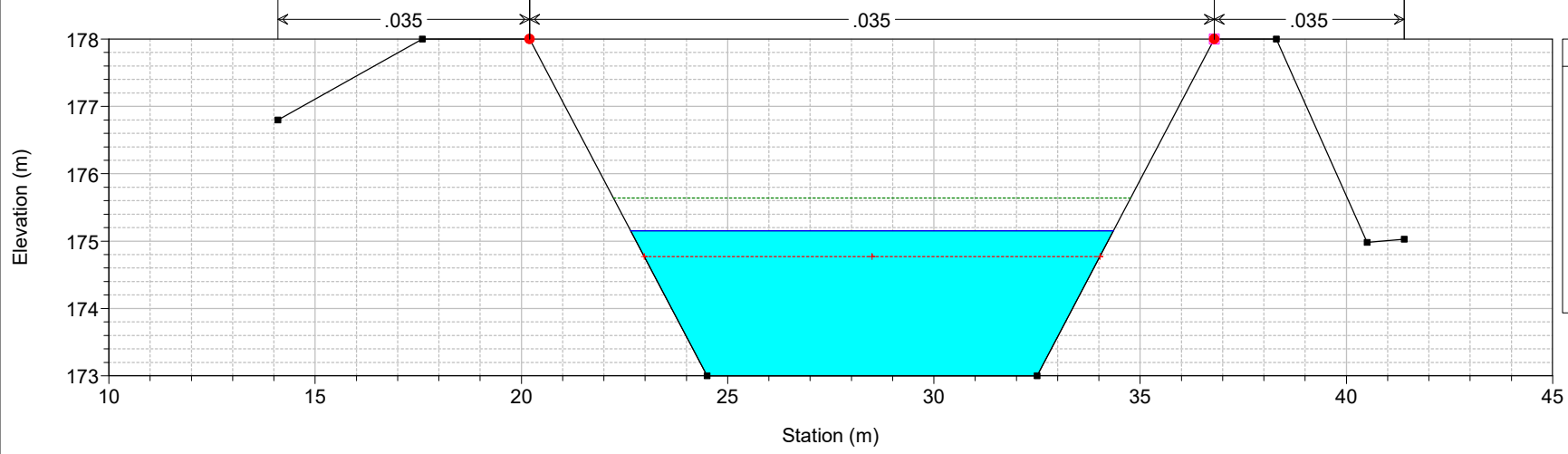
conche\_2021 Plan: PO\_finale 1/21/2021

Geom: conche\_PO\_finale

RS = 157

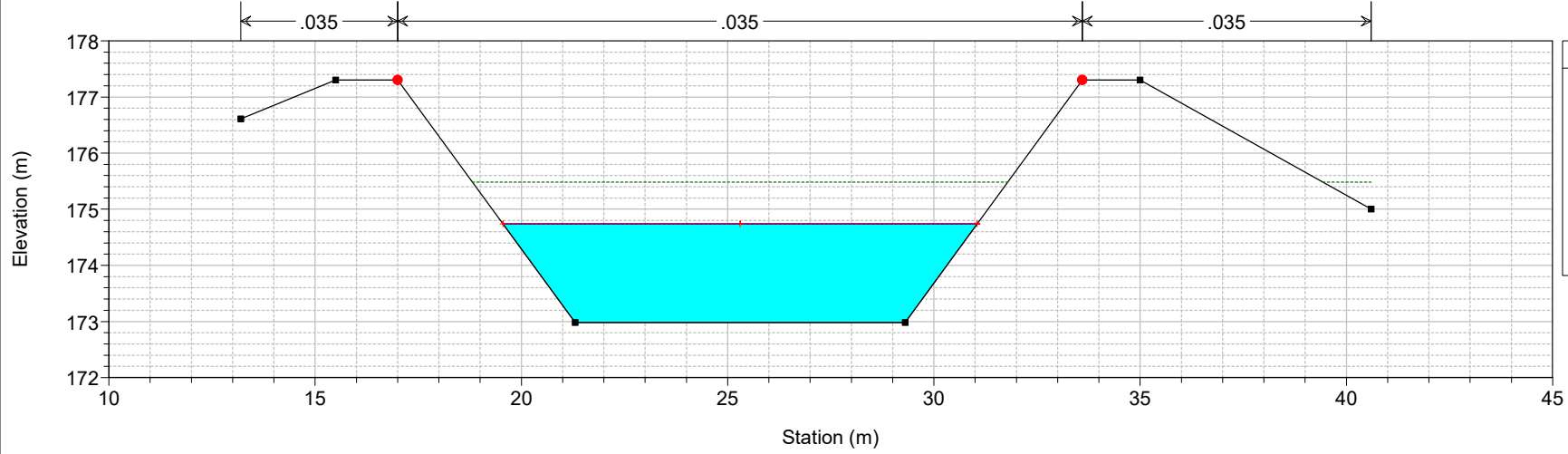


conche\_2021 Plan: PO\_finale 1/21/2021  
 Geom: conche\_PO\_finale  
 RS = 144



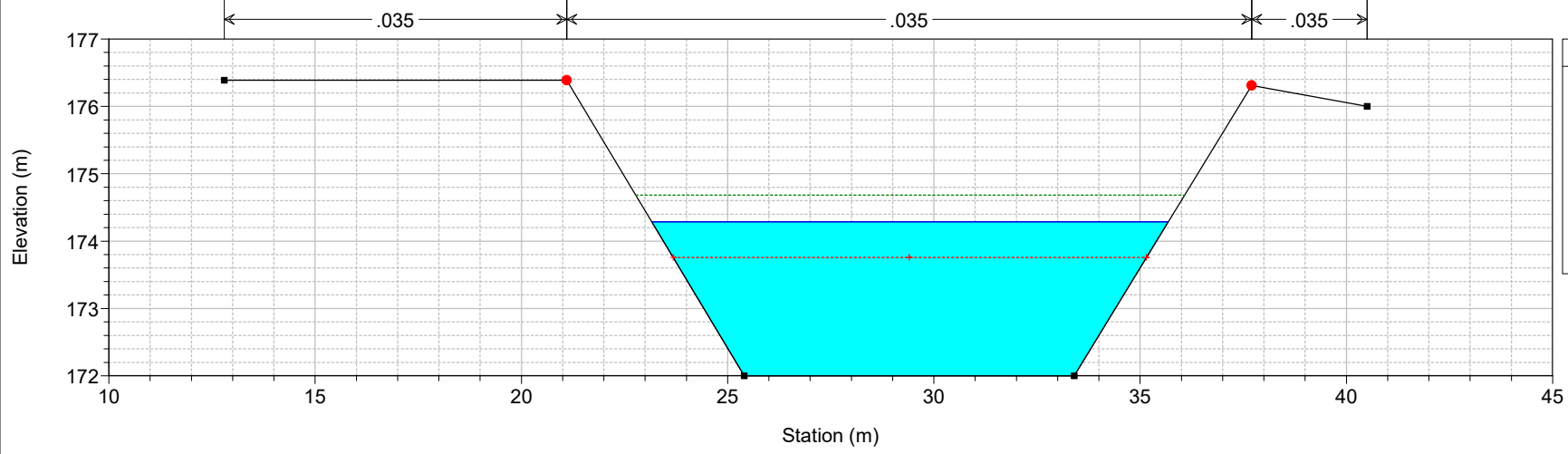
Legend	
EG PF 1	Green Dotted Line
WS PF 1	Blue Solid Line
Crit PF 1	Red Dashed Line
Ground	Black Solid Line with Square Marker
Levee	Magenta Solid Line with Square Marker
Bank Sta	Red Circle

conche\_2021 Plan: PO\_finale 1/21/2021  
 Geom: conche\_PO\_finale  
 RS = 127

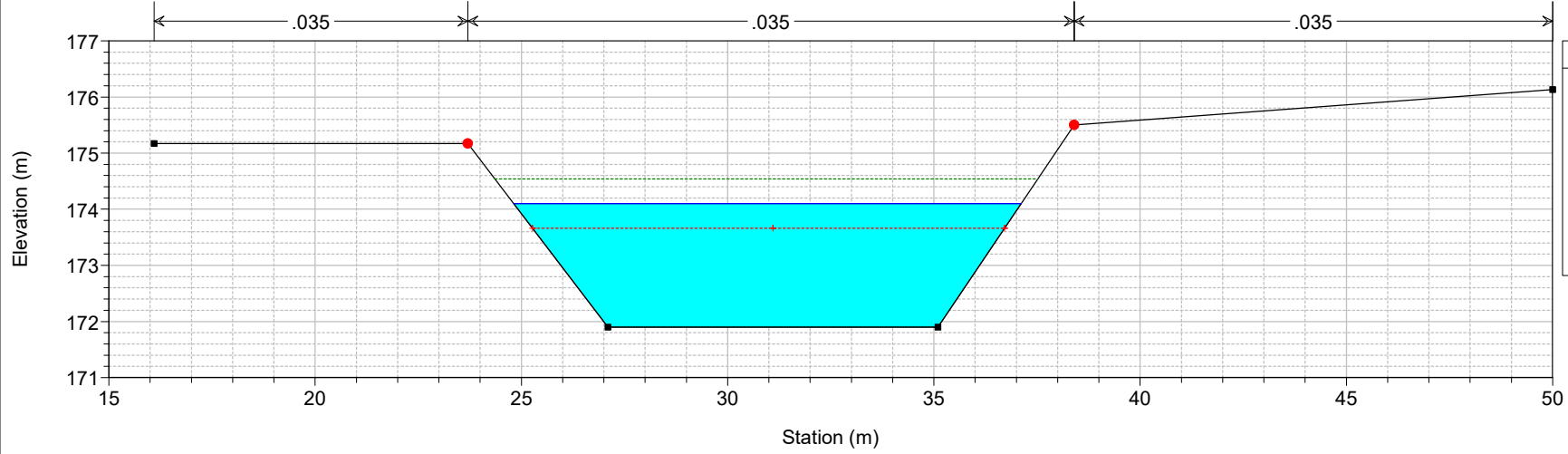


Legend	
EG PF 1	Green Dotted Line
WS PF 1	Blue Solid Line
Crit PF 1	Red Dashed Line
Ground	Black Solid Line with Square Marker
Levee	Magenta Solid Line with Square Marker
Bank Sta	Red Circle

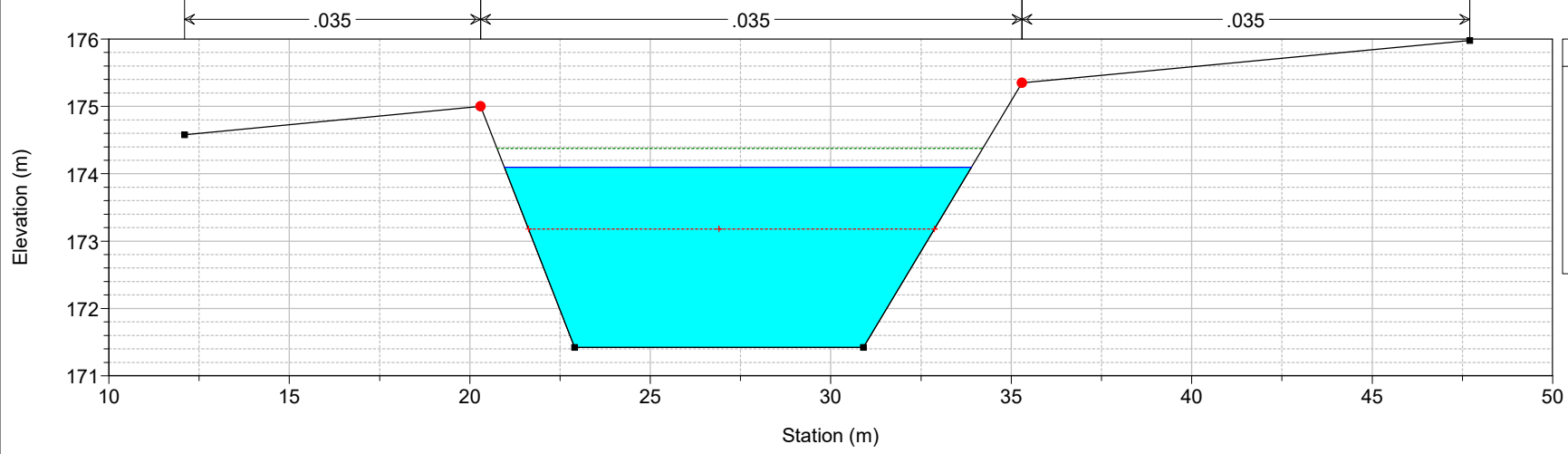
conche\_2021 Plan: PO\_finale 1/21/2021  
Geom: conche\_PO\_finale  
RS = 98



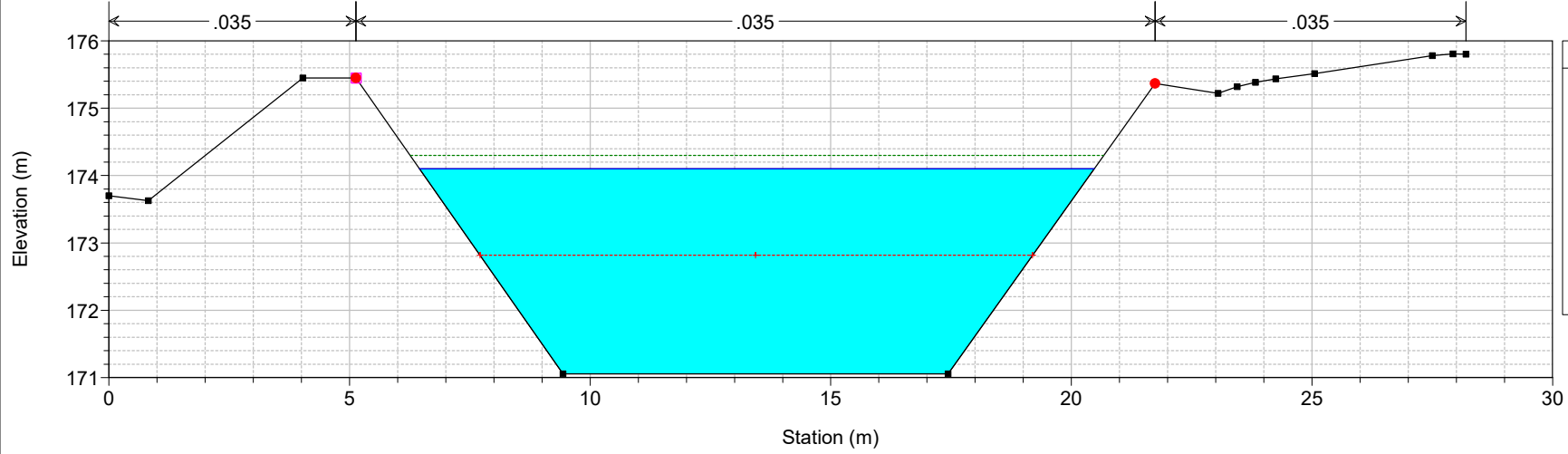
conche\_2021 Plan: PO\_finale 1/21/2021  
Geom: conche\_PO\_finale  
RS = 70



conche\_2021 Plan: PO\_finale 1/21/2021  
 Geom: conche\_PO\_finale  
 RS = 39



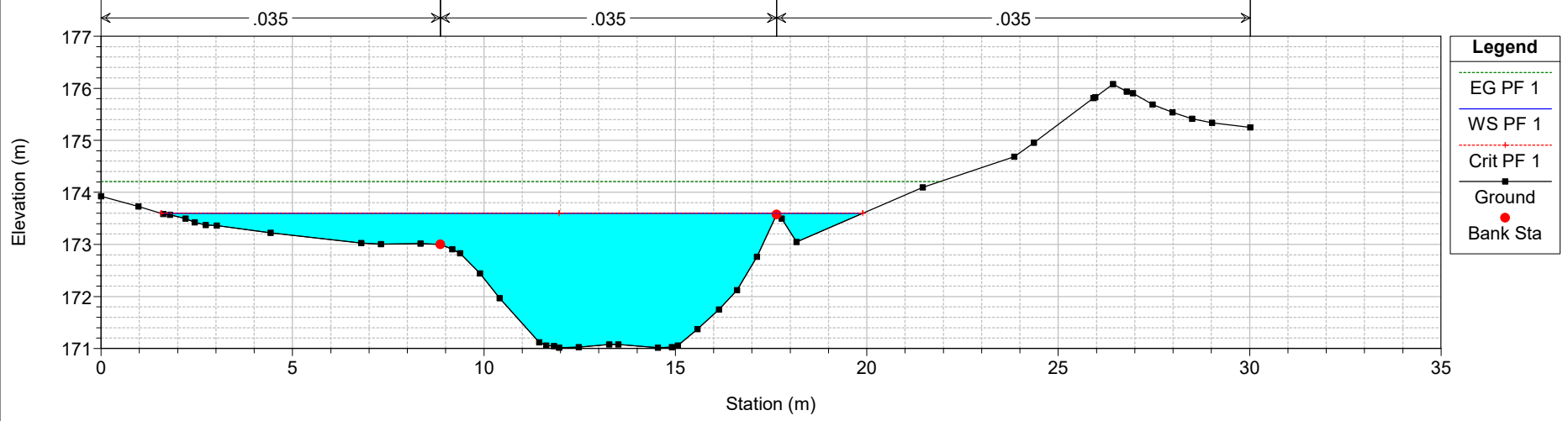
conche\_2021 Plan: PO\_finale 1/21/2021  
 Geom: conche\_PO\_finale  
 RS = 15



conche\_2021 Plan: PO\_finale 1/21/2021

Geom: conche\_PO\_finale

RS = 10





HEC-RAS Plan: PO\_finale River: conche Reach: sistemazione Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
sistemazione	238	PF 1	65.45	174.15	176.35	176.35	176.81	0.014941	2.99	21.88	24.53	1.01
sistemazione	218	PF 1	65.45	173.94	175.06	175.42	176.26	0.038425	4.85	13.48	15.02	1.64
sistemazione	201	PF 1	65.45	173.70	175.76	175.14	175.96	0.003580	2.00	32.81	23.22	0.54
sistemazione	182	PF 1	65.45	173.15	175.46	174.91	175.84	0.004810	2.75	23.78	12.61	0.64
sistemazione	169	PF 1	65.45	173.04	175.41	174.80	175.77	0.004450	2.68	24.42	12.67	0.62
sistemazione	160		Bridge									
sistemazione	157	PF 1	65.45	173.02	175.34	174.78	175.72	0.004786	2.75	23.80	12.58	0.64
sistemazione	144	PF 1	65.45	173.00	175.15	174.77	175.64	0.006481	3.08	21.23	11.71	0.73
sistemazione	127	PF 1	65.45	172.98	174.74	174.74	175.48	0.012317	3.82	17.13	11.50	1.00
sistemazione	98	PF 1	65.45	172.00	174.29	173.76	174.68	0.004986	2.79	23.46	12.52	0.65
sistemazione	70	PF 1	65.45	171.90	174.10	173.66	174.54	0.005716	2.93	22.35	12.31	0.69
sistemazione	39	PF 1	65.45	171.42	174.10	173.18	174.38	0.002981	2.33	28.05	12.94	0.51
sistemazione	15	PF 1	65.45	171.06	174.10	172.82	174.30	0.001823	1.95	33.53	14.02	0.40
sistemazione	10	PF 1	65.45	171.01	173.60	173.60	174.21	0.008376	3.58	20.48	18.33	0.83

**ALLEGATO U1**

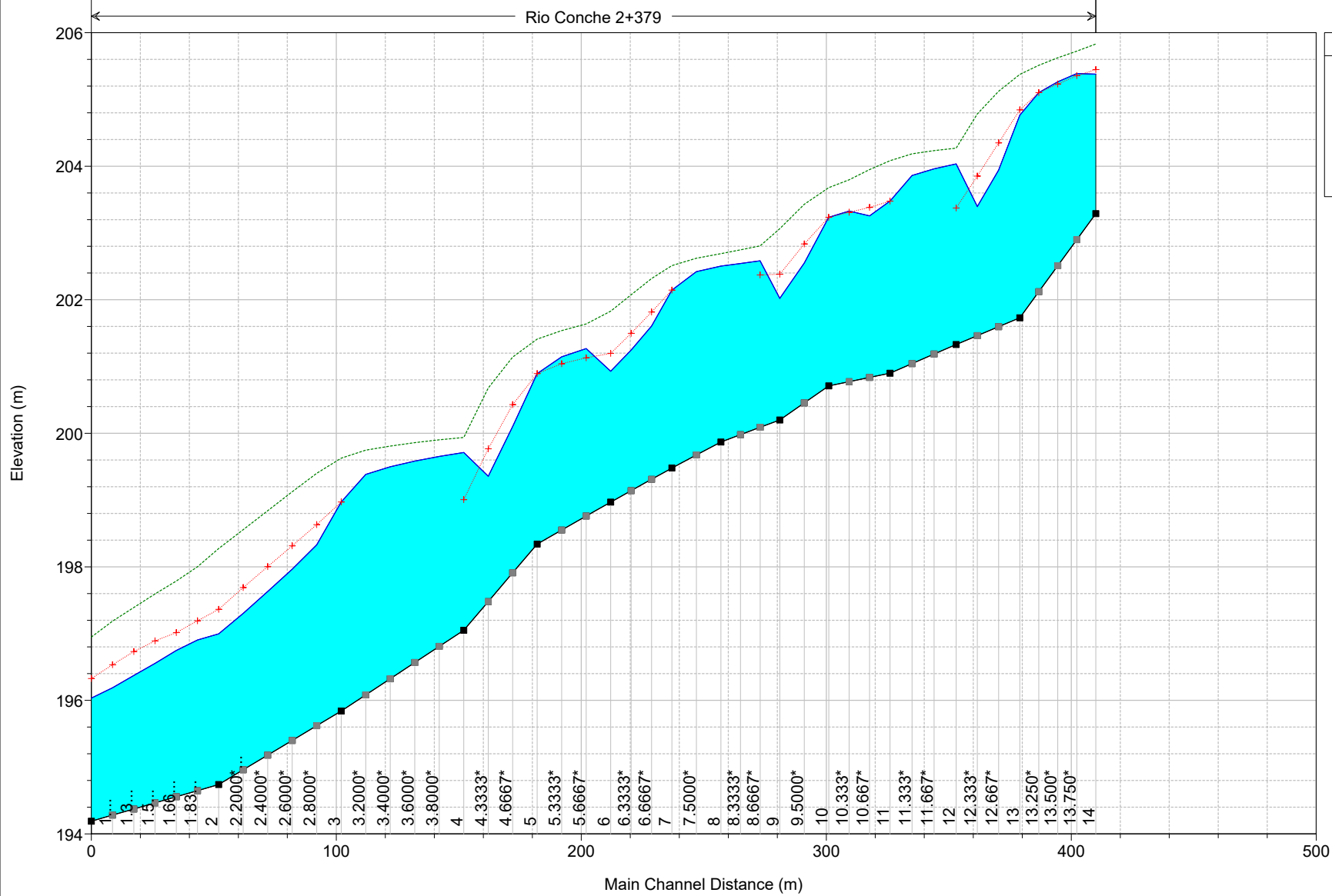
**Rio Conche al km 2+404.08 – NV02**

**Ante Operam**

**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

Rio Conche 2+379 SA Plan: Plan 01

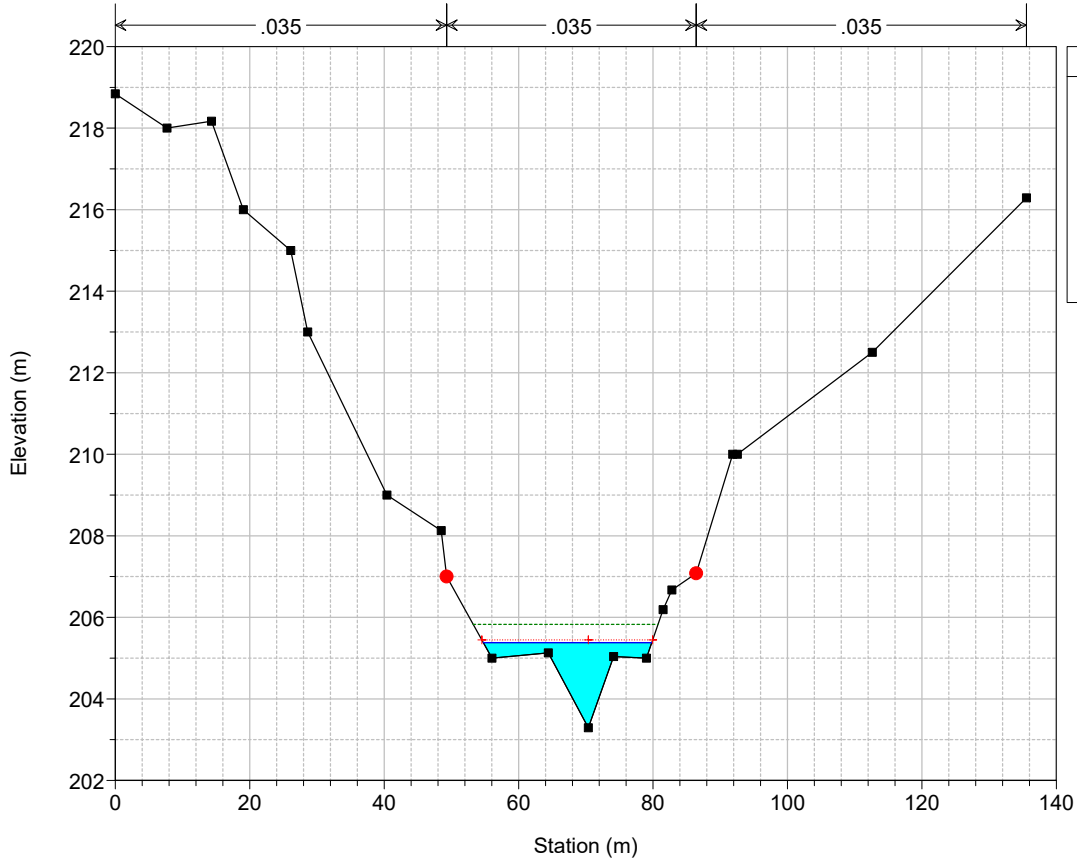
Rio Conche 2+379



Legend	
EG PF 1	
Crit PF 1	
WS PF 1	
Ground	

Rio Conche 2+379 SA Plan: Plan 01

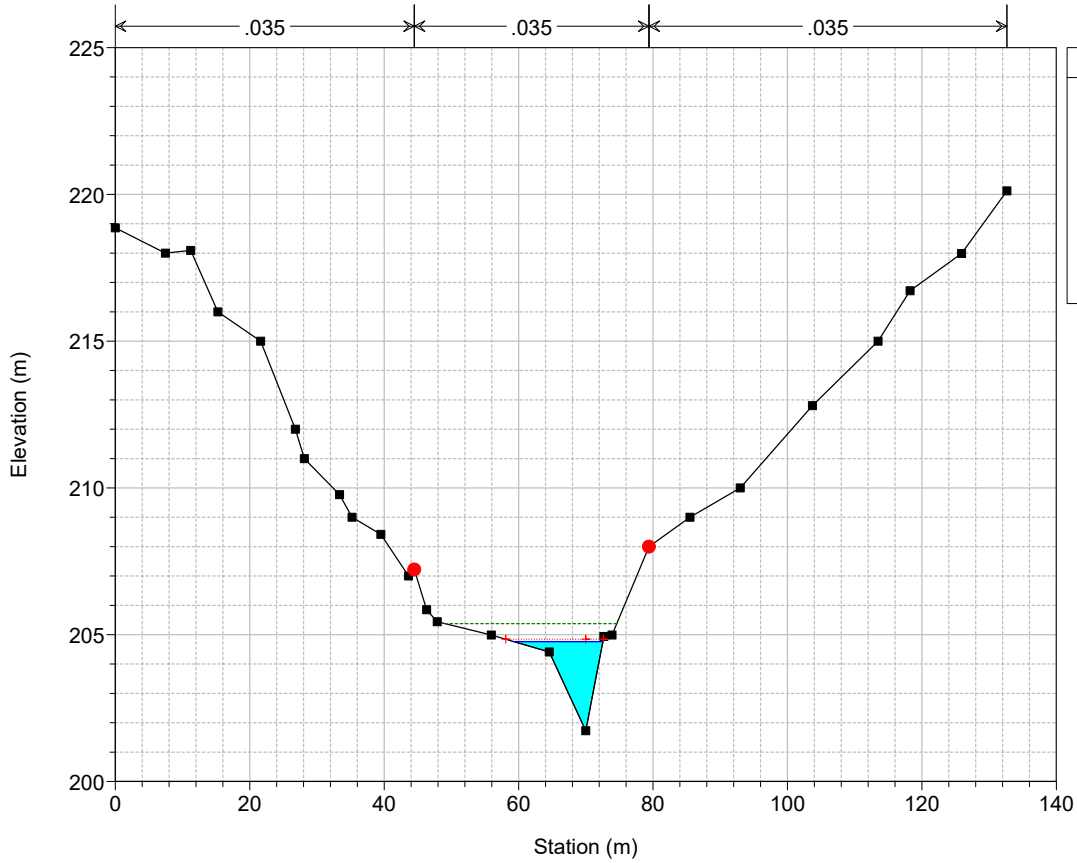
River = Rio Conche Reach = 2+379 RS = 14



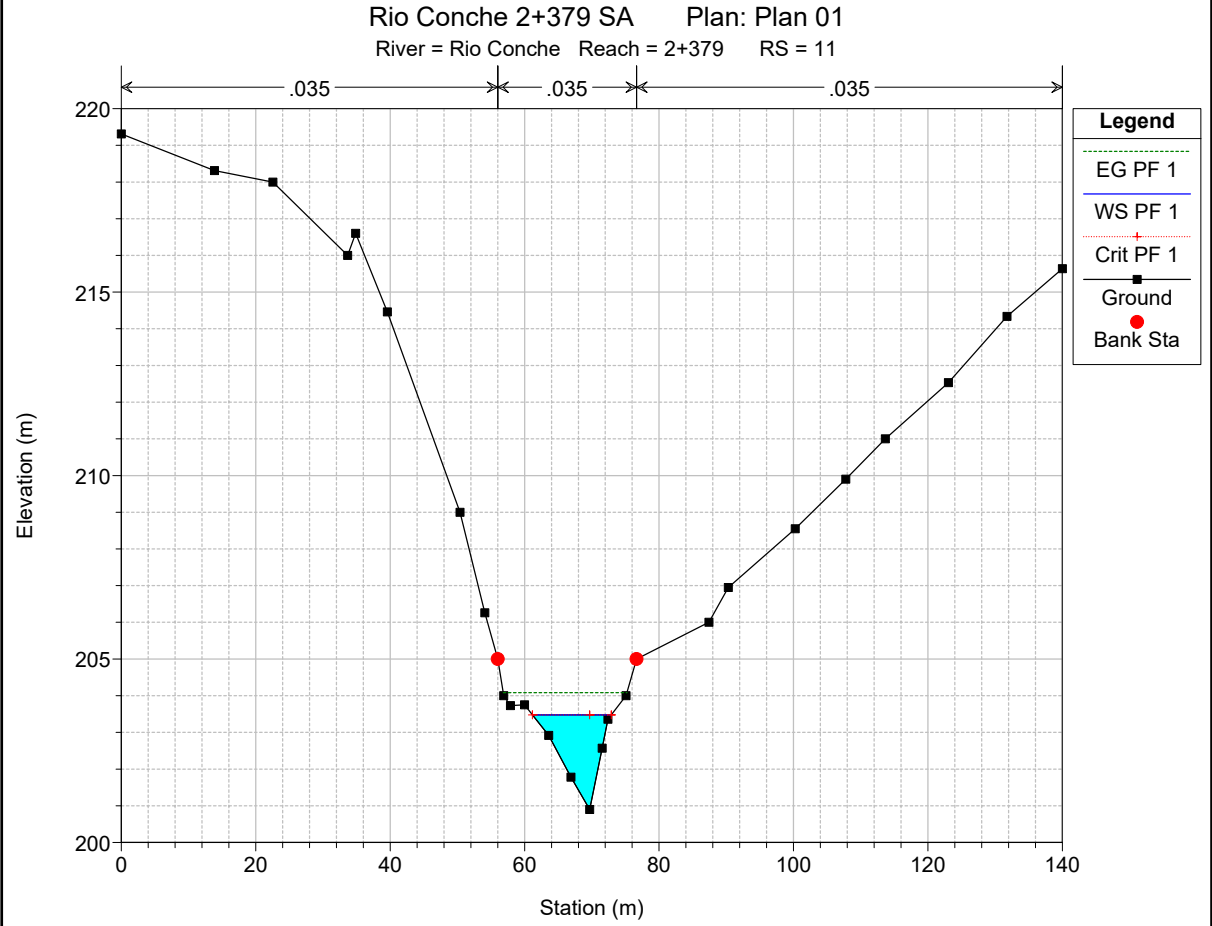
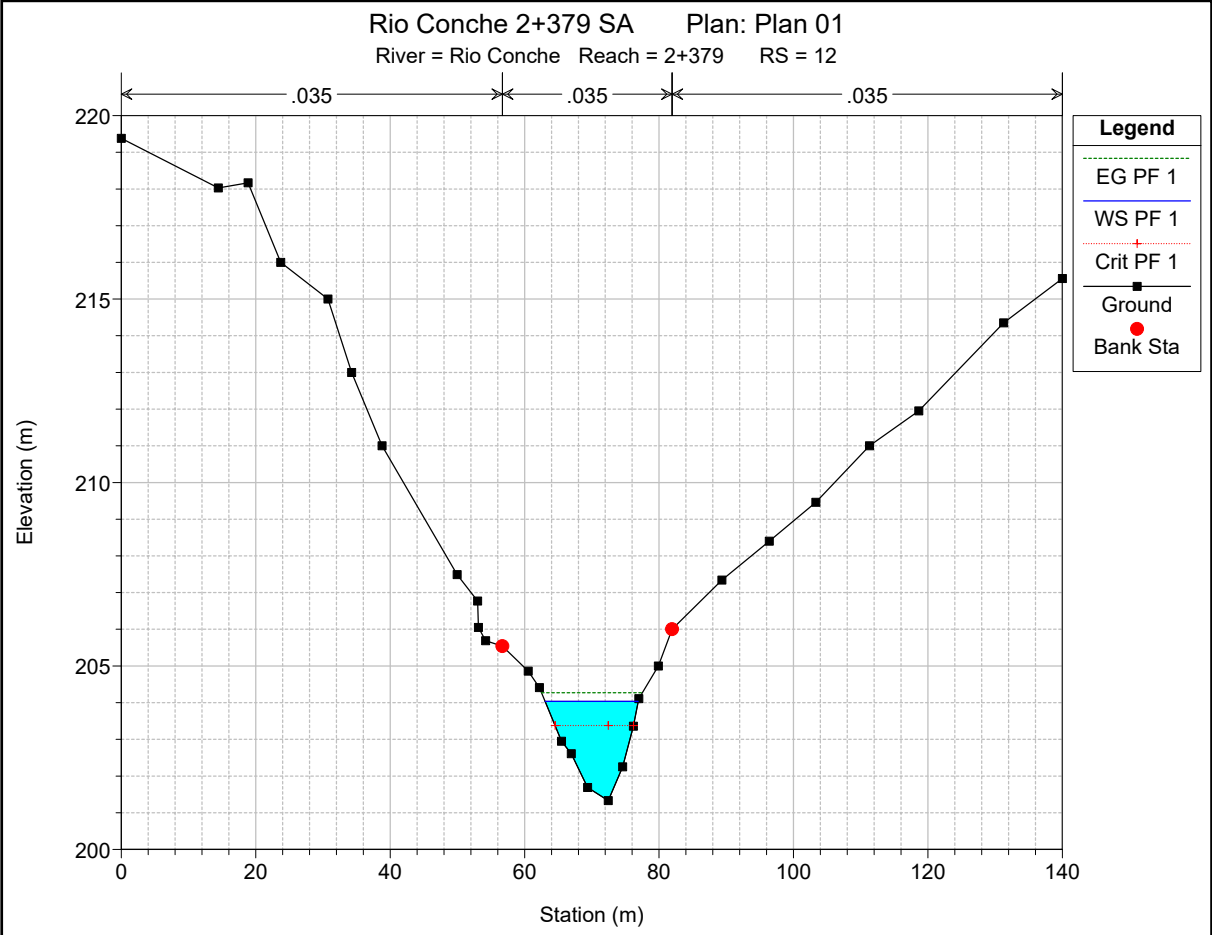
Legend	
EG PF 1	— (Green dashed line)
Crit PF 1	— (Red dashed line with cross)
WS PF 1	— (Blue solid line)
Ground	— (Black solid line with squares)
Bank Sta	• (Red dot)

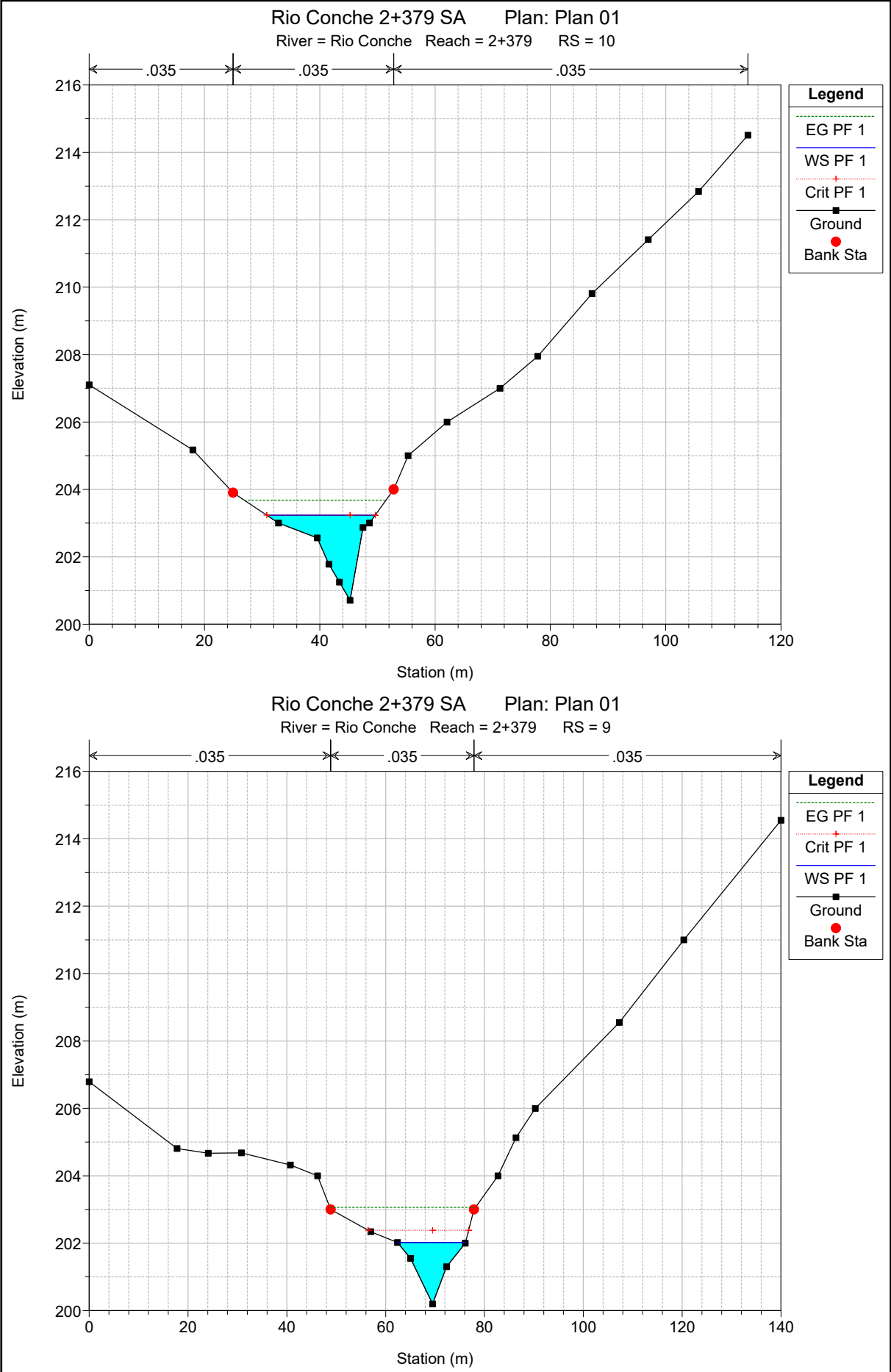
Rio Conche 2+379 SA Plan: Plan 01

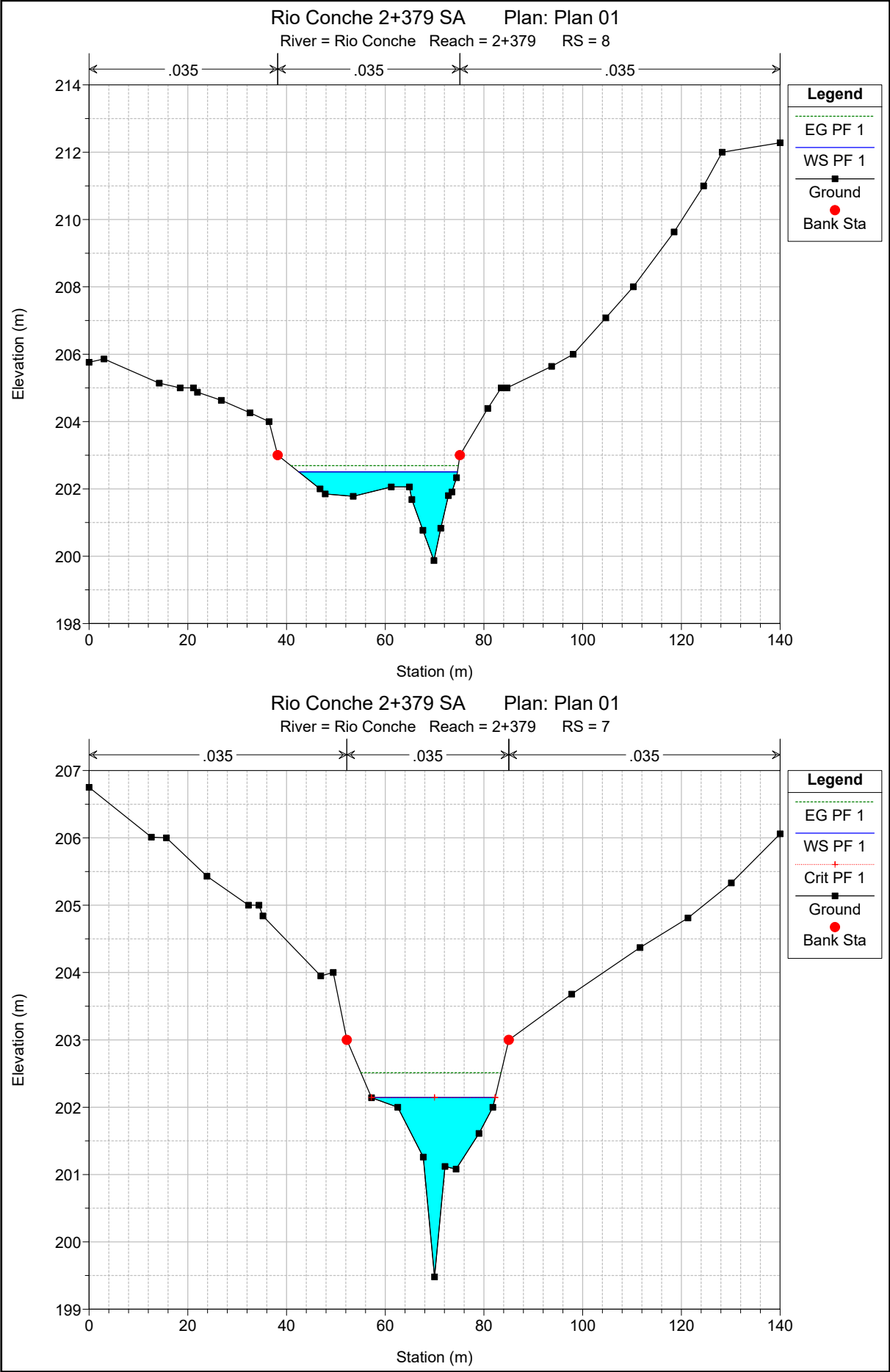
River = Rio Conche Reach = 2+379 RS = 13

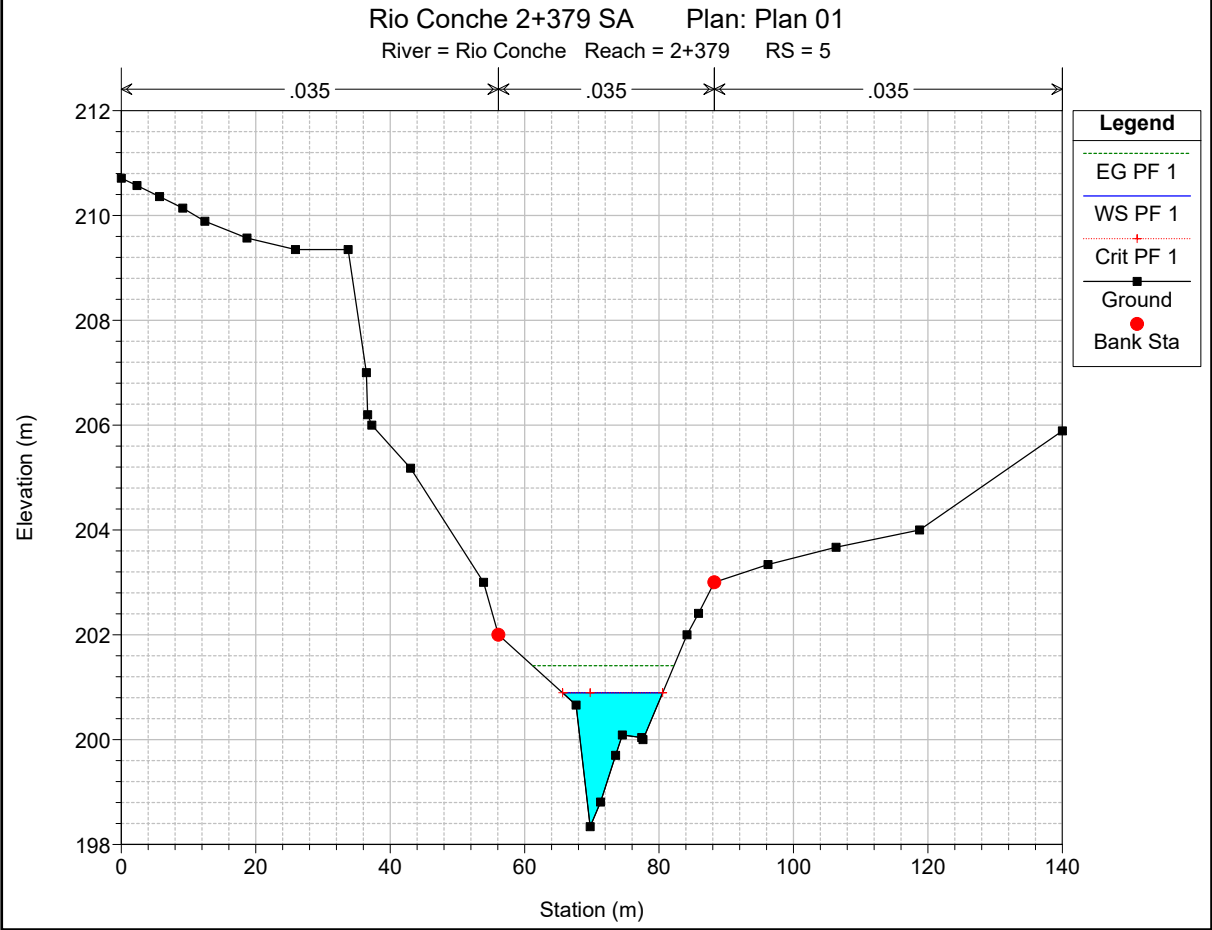
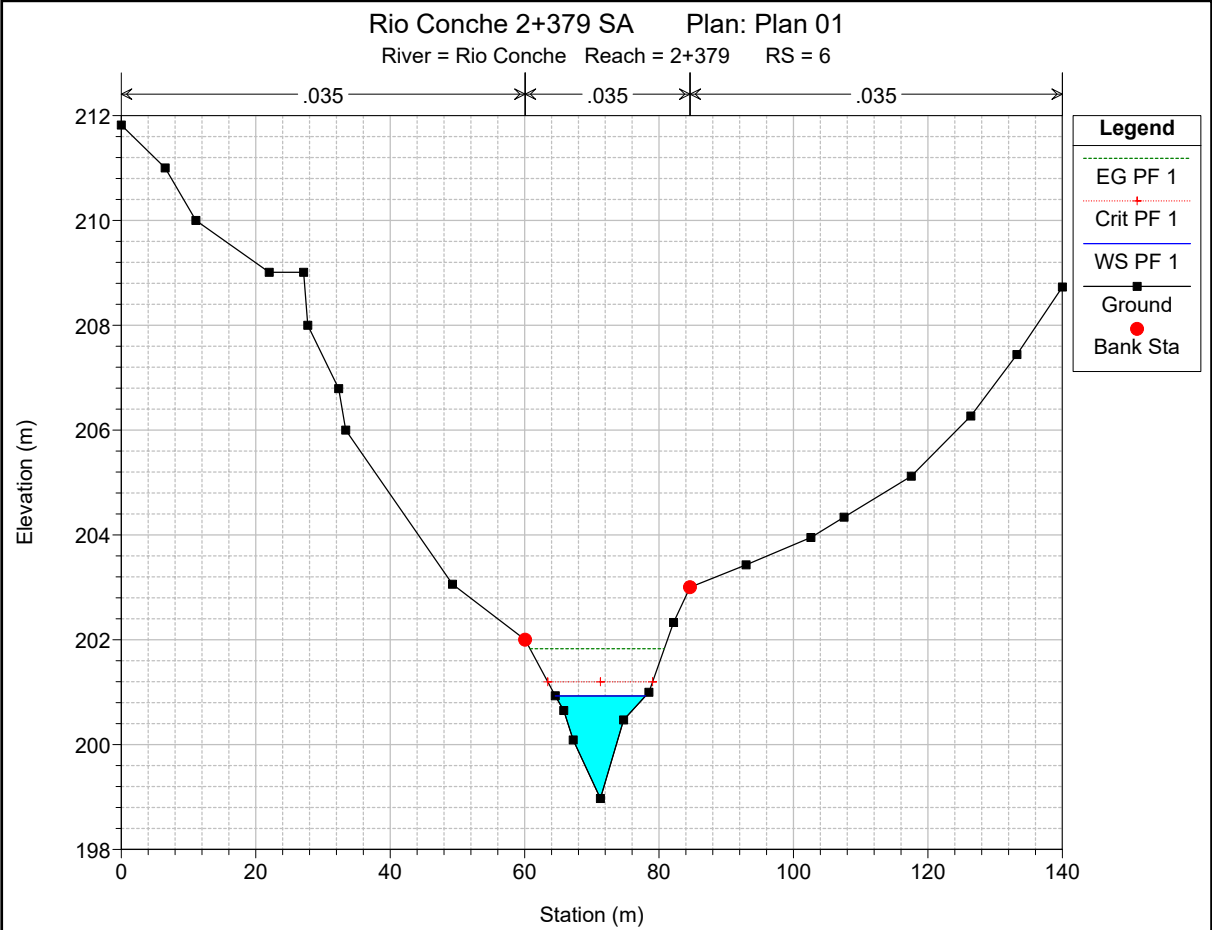


Legend	
EG PF 1	— (Green dashed line)
Crit PF 1	— (Red dashed line with cross)
WS PF 1	— (Blue solid line)
Ground	— (Black solid line with squares)
Bank Sta	• (Red dot)

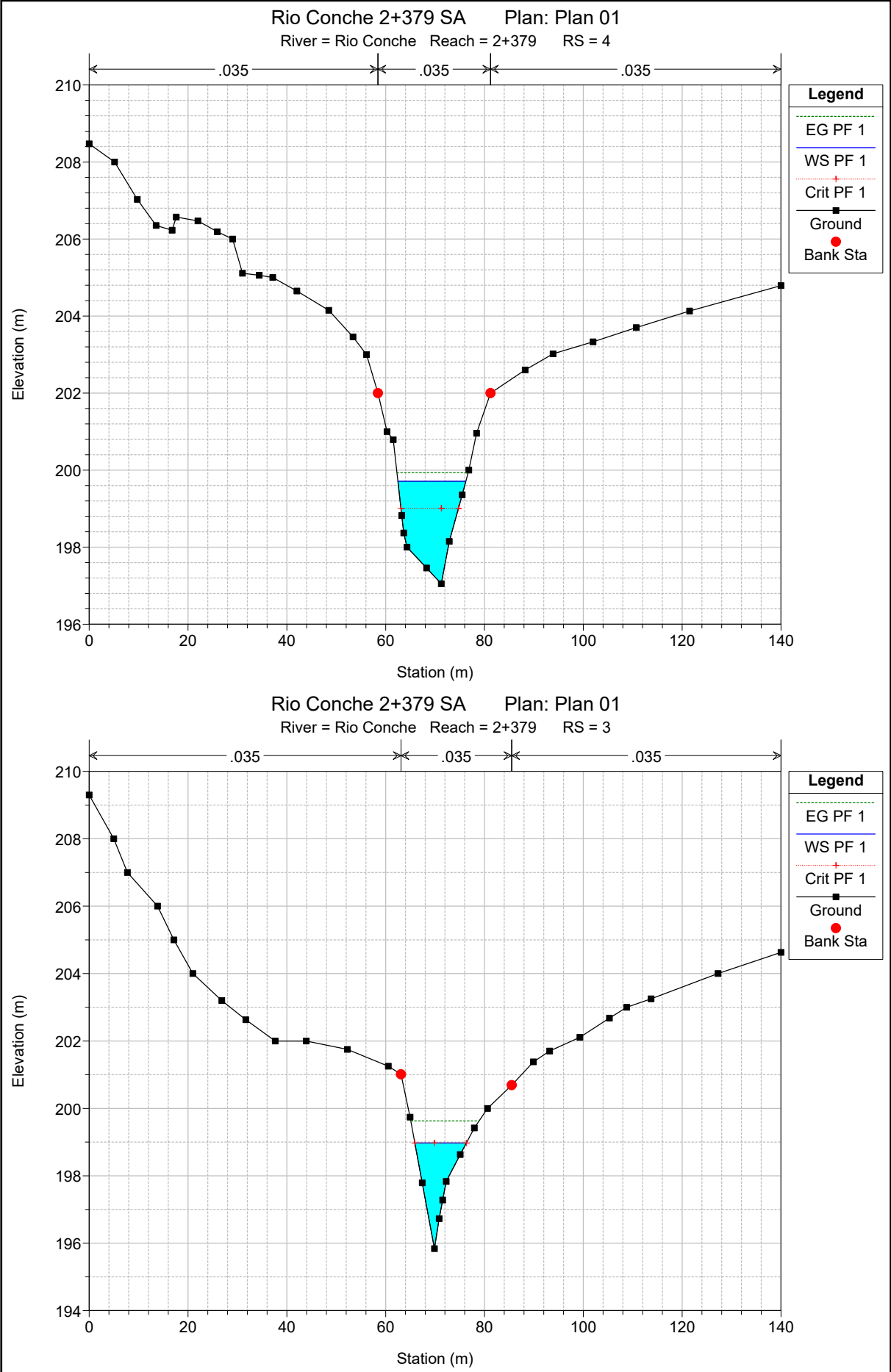


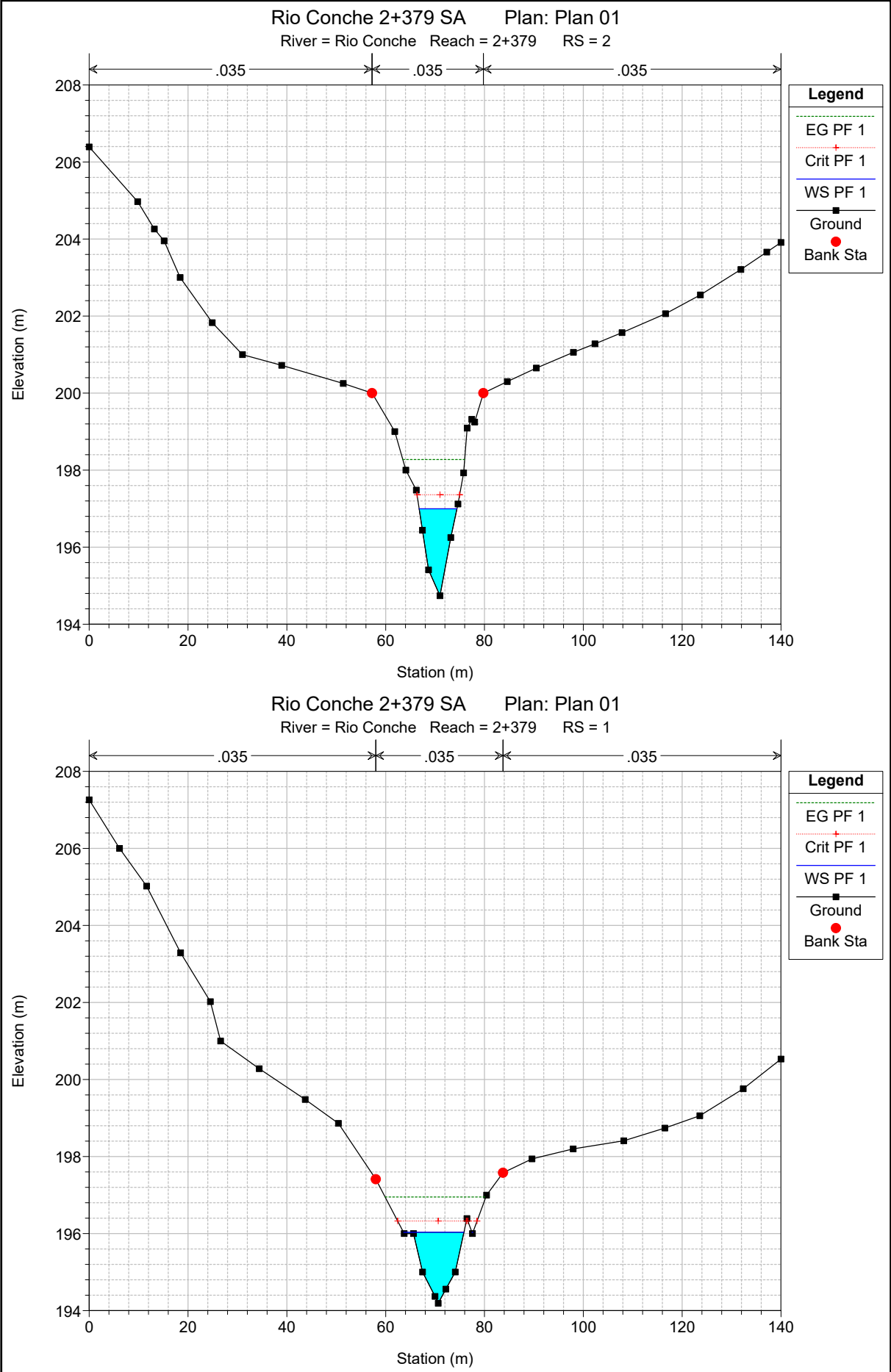












HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Rio Conche Reach: 2+379 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
2+379	14	PF 1	48.50	203.29	205.38	205.45	205.83	0.020025	2.97	16.31	25.05	1.18
2+379	13	PF 1	48.50	201.73	204.77	204.84	205.38	0.016492	3.46	14.02	13.26	1.07
2+379	12	PF 1	48.50	201.33	204.03	203.38	204.27	0.003348	2.16	22.50	13.85	0.54
2+379	11	PF 1	48.50	200.90	203.48	203.48	204.08	0.013189	3.44	14.08	11.74	1.00
2+379	10	PF 1	48.50	200.71	203.23	203.23	203.68	0.013925	2.95	16.43	18.82	1.01
2+379	9	PF 1	48.50	200.20	202.02	202.38	203.06	0.036755	4.52	10.73	13.78	1.64
2+379	8	PF 1	48.50	199.87	202.50		202.69	0.006387	1.90	25.46	32.15	0.68
2+379	7	PF 1	48.50	199.48	202.14	202.14	202.51	0.014660	2.69	18.05	25.06	1.01
2+379	6	PF 1	48.50	198.97	200.93	201.20	201.83	0.028123	4.20	11.54	13.42	1.45
2+379	5	PF 1	48.50	198.34	200.89	200.89	201.41	0.013665	3.18	15.24	14.88	1.00
2+379	4	PF 1	48.50	197.05	199.71	199.01	199.94	0.003120	2.11	23.04	13.75	0.52
2+379	3	PF 1	48.50	195.84	198.97	198.97	199.63	0.014033	3.59	13.52	10.42	1.01
2+379	2	PF 1	48.50	194.74	197.00	197.36	198.27	0.027753	5.01	9.69	7.64	1.42
2+379	1	PF 1	48.50	194.19	196.03	196.33	196.95	0.026463	4.24	11.45	12.40	1.41

**ALLEGATO U2**

**Rio Conche al km 2+404.08 – NV02**

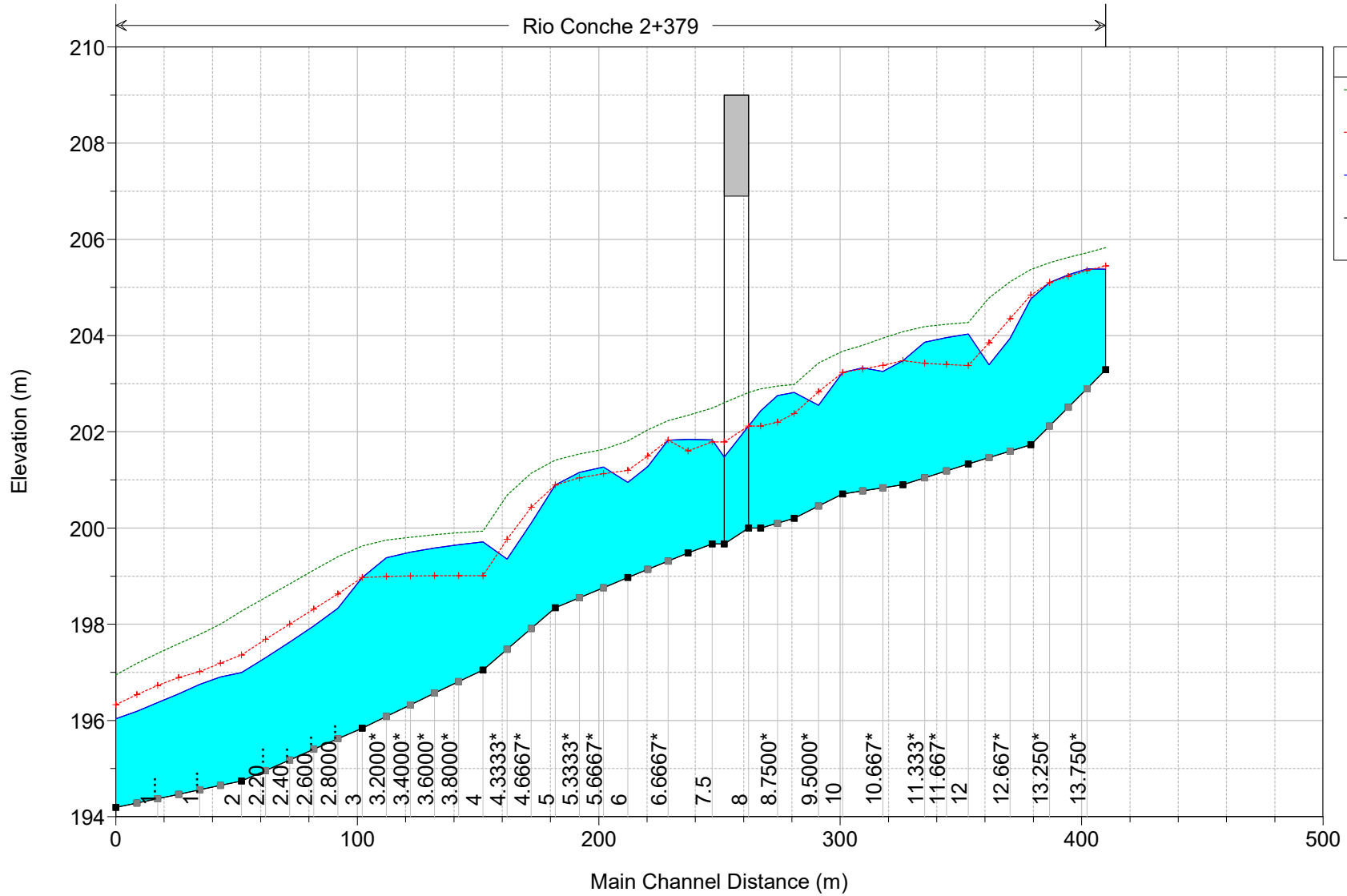
**Post Operam**

**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

Rio Conche 2+379 SP Plan: PO 1/21/2021

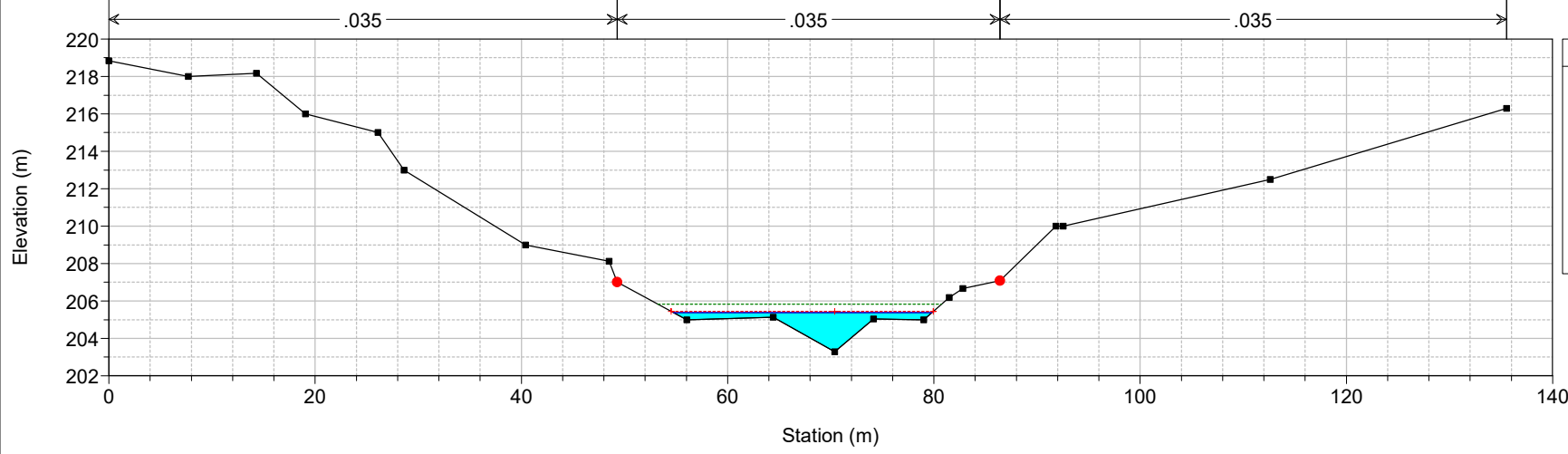
Geom: Rio Conche km 2+379 SP\_rev

Rio Conche 2+379

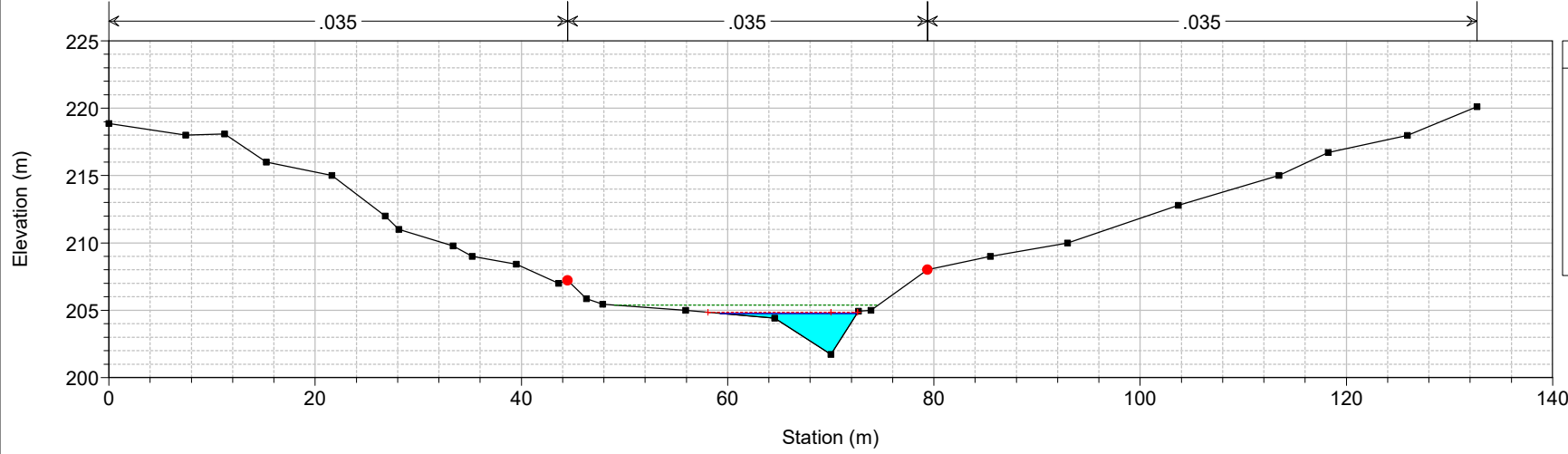


Legend	
EG PF 1	(Green dashed line)
Crit PF 1	(Red dashed line with '+' markers)
WS PF 1	(Solid blue line)
Ground	(Black line with square markers)

Rio Conche 2+379 SP Plan: PO 1/21/2021  
 Geom: Rio Conche km 2+379 SP\_rev  
 RS = 14



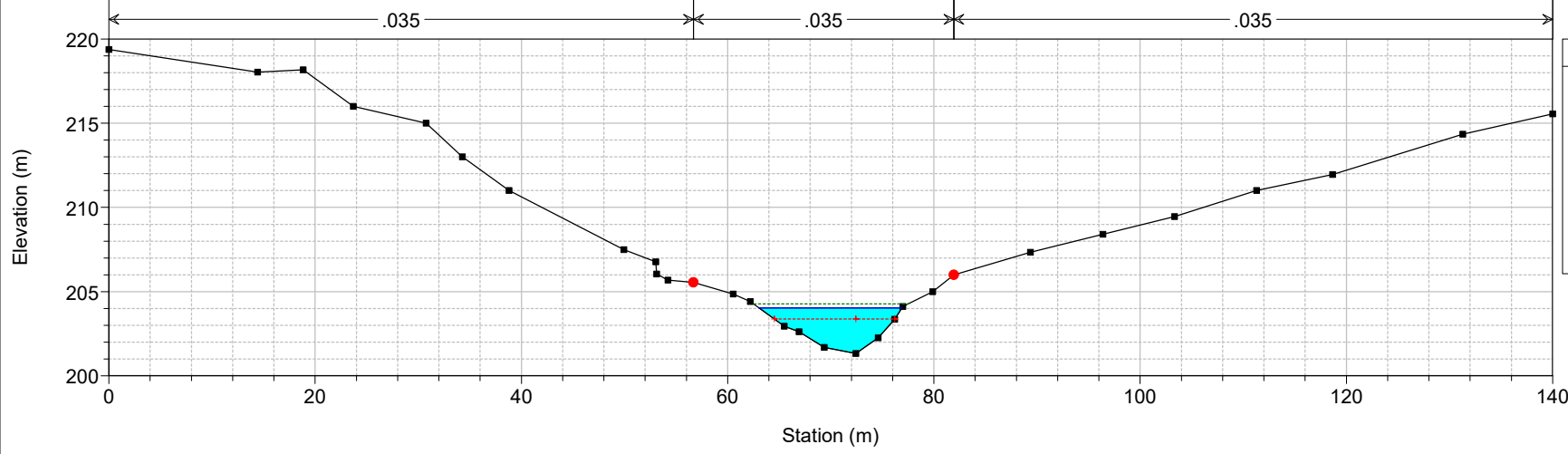
Rio Conche 2+379 SP Plan: PO 1/21/2021  
 Geom: Rio Conche km 2+379 SP\_rev  
 RS = 13



Rio Conche 2+379 SP Plan: PO 1/21/2021

Geom: Rio Conche km 2+379 SP\_rev

RS = 12



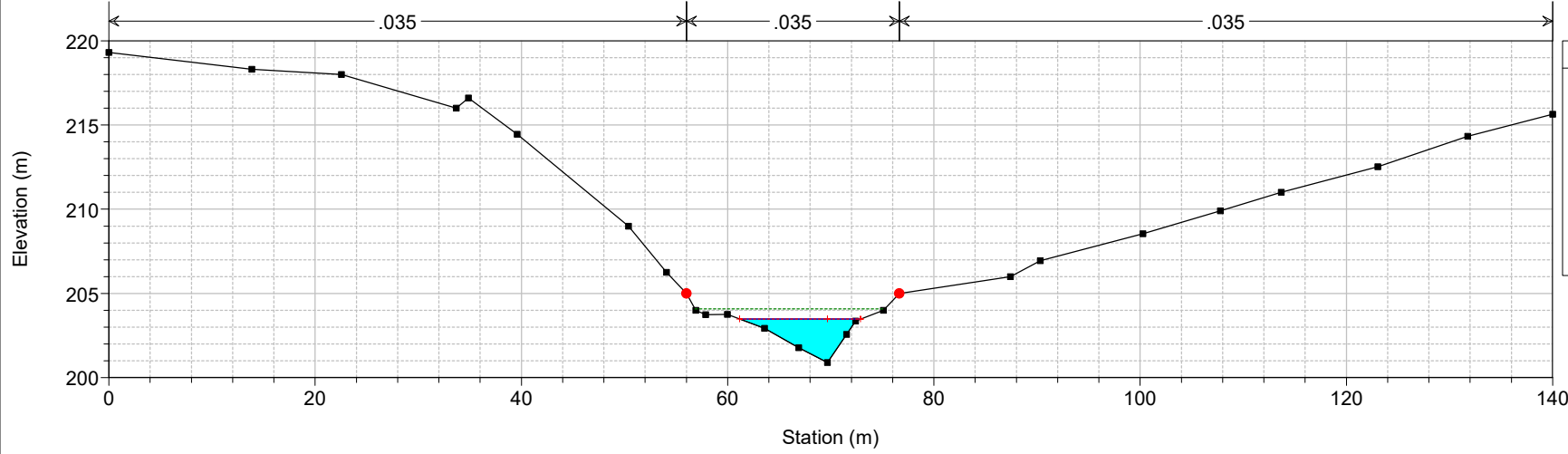
**Legend**

- EG PF 1
- WS PF 1
- Crit PF 1
- Ground
- Bank Sta

Rio Conche 2+379 SP Plan: PO 1/21/2021

Geom: Rio Conche km 2+379 SP\_rev

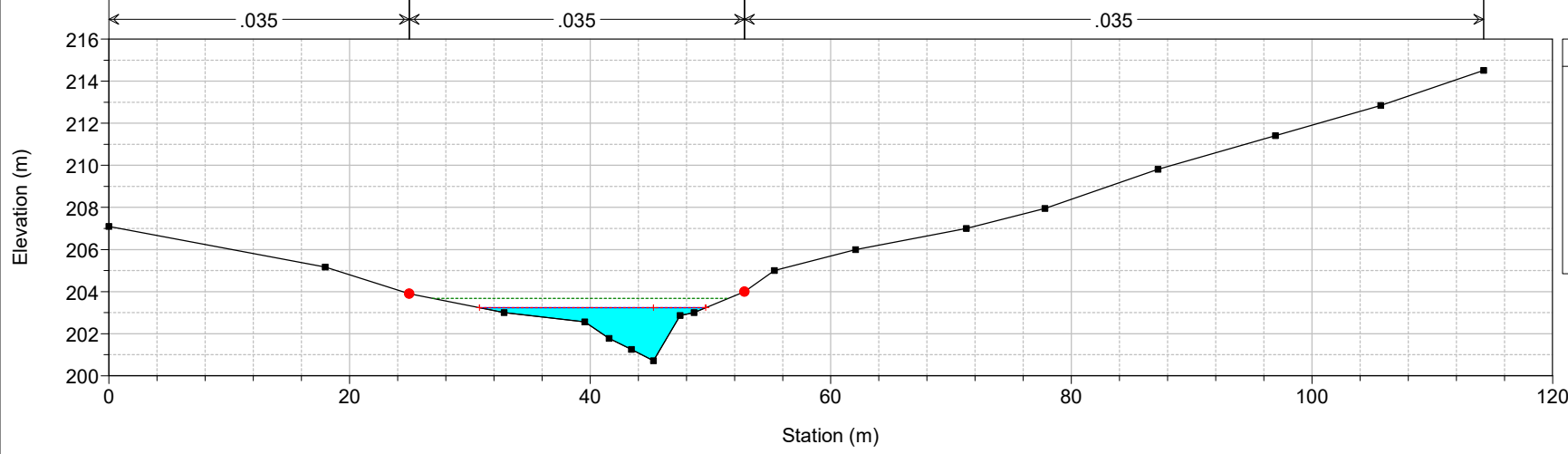
RS = 11



**Legend**

- EG PF 1
- WS PF 1
- Crit PF 1
- Ground
- Bank Sta

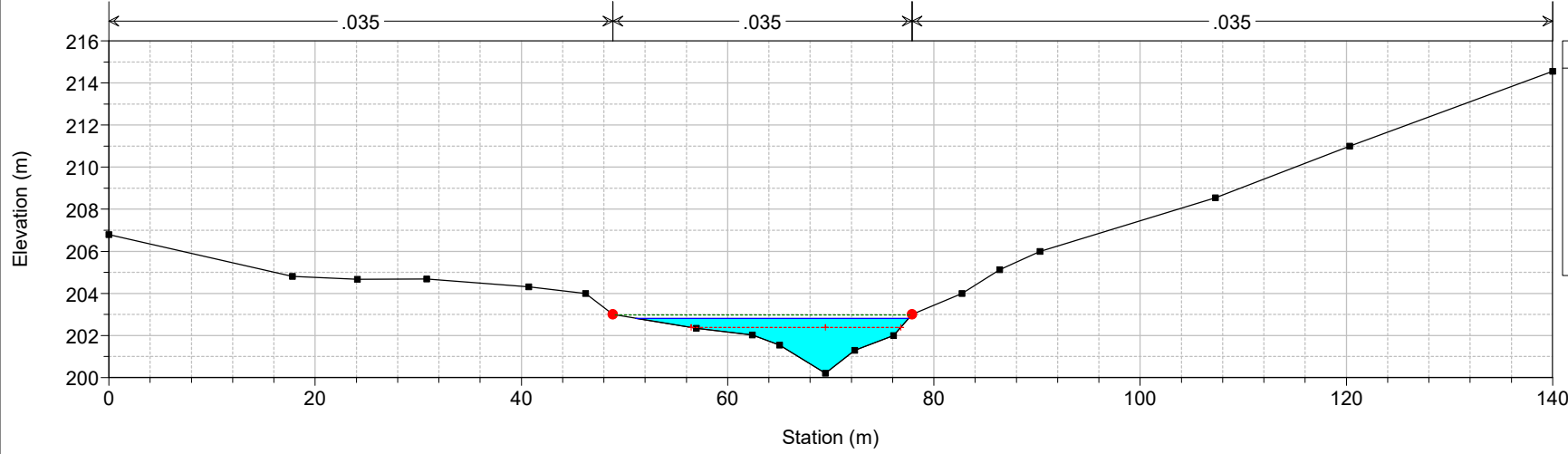
Rio Conche 2+379 SP Plan: PO 1/21/2021  
 Geom: Rio Conche km 2+379 SP\_rev  
 RS = 10



**Legend**

- EG PF 1
- WS PF 1
- Crit PF 1
- Ground
- Bank Sta

Rio Conche 2+379 SP Plan: PO 1/21/2021  
 Geom: Rio Conche km 2+379 SP\_rev  
 RS = 9



**Legend**

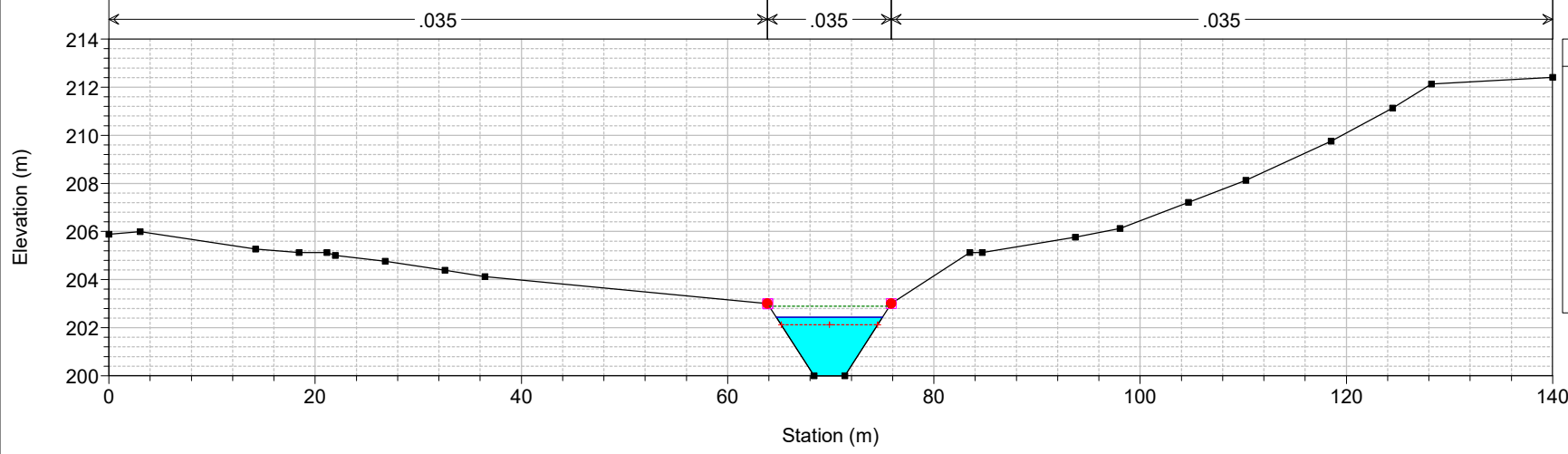
- EG PF 1
- WS PF 1
- Crit PF 1
- Ground
- Bank Sta



Rio Conche 2+379 SP Plan: PO 1/21/2021

Geom: Rio Conche km 2+379 SP\_rev

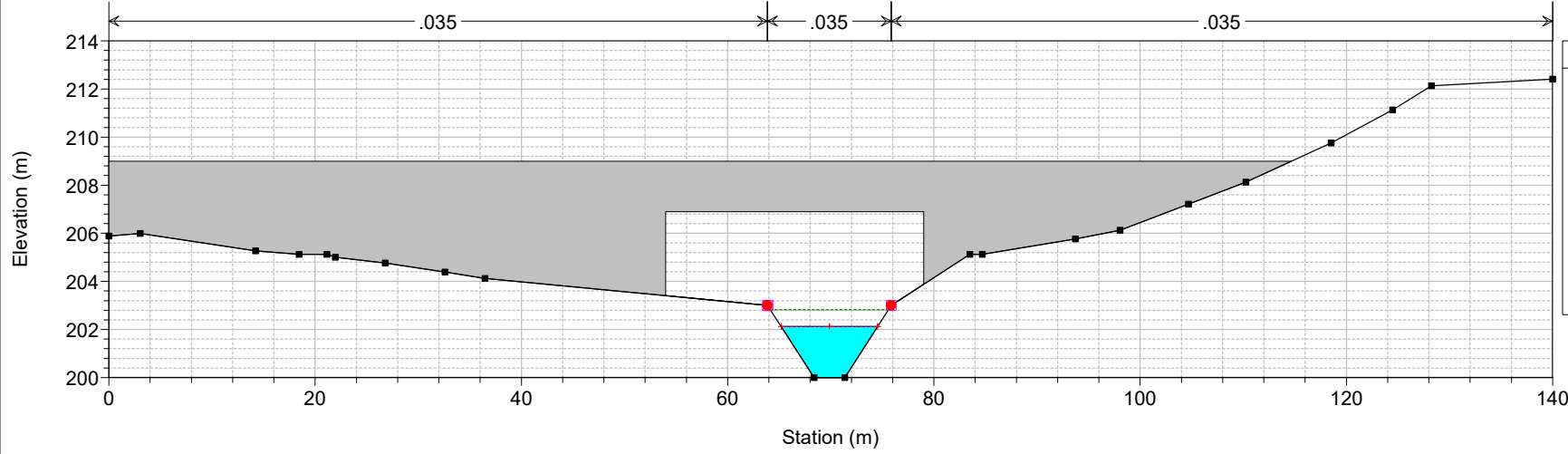
RS = 8.5



Rio Conche 2+379 SP Plan: PO 1/21/2021

Geom: Rio Conche km 2+379 SP\_rev

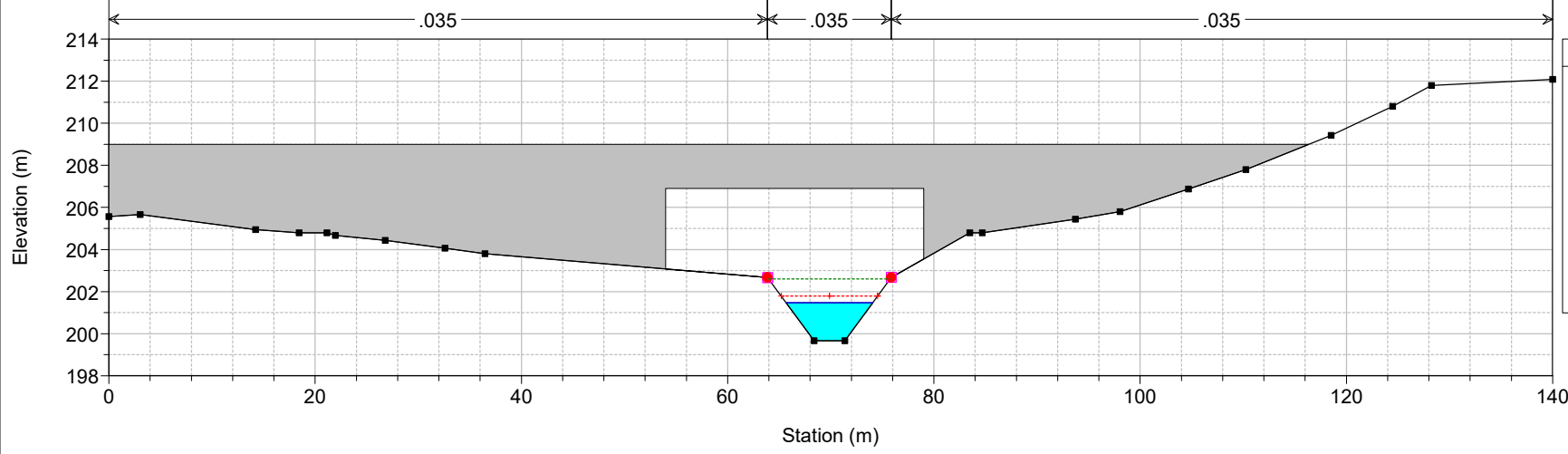
RS = 8 BR



Rio Conche 2+379 SP Plan: PO 1/21/2021

Geom: Rio Conche km 2+379 SP\_rev

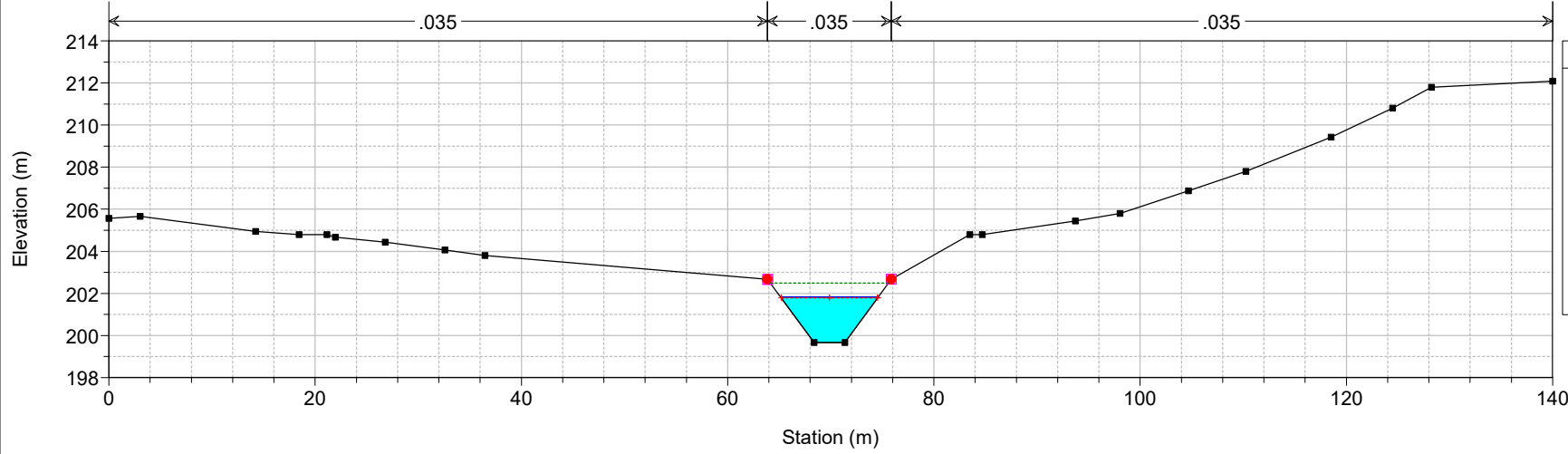
RS = 8 BR



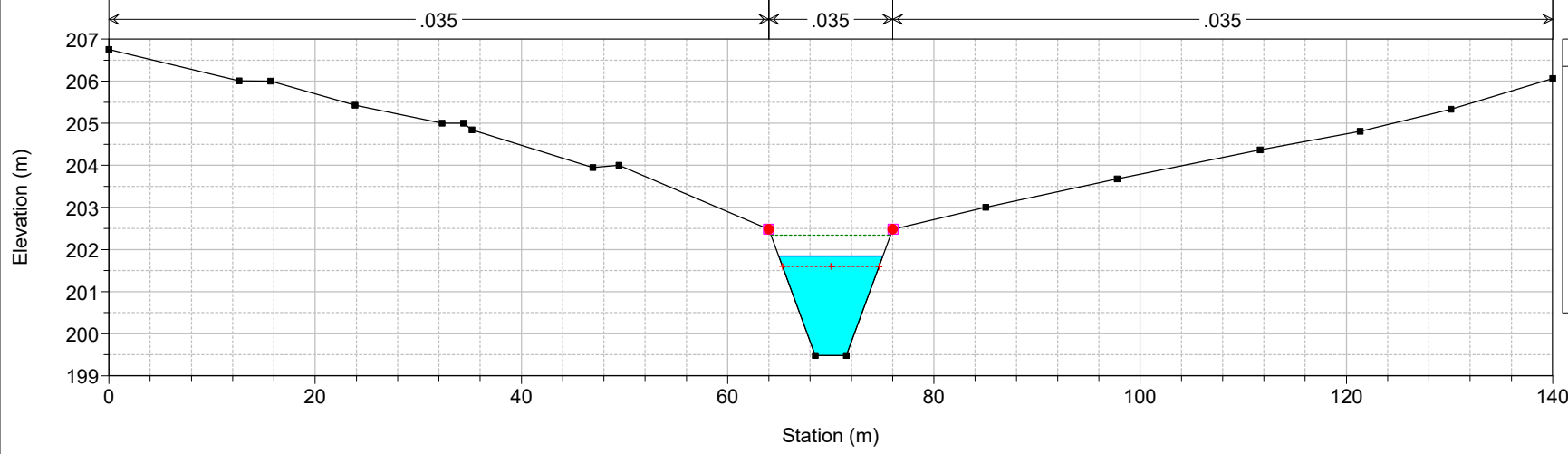
Rio Conche 2+379 SP Plan: PO 1/21/2021

Geom: Rio Conche km 2+379 SP\_rev

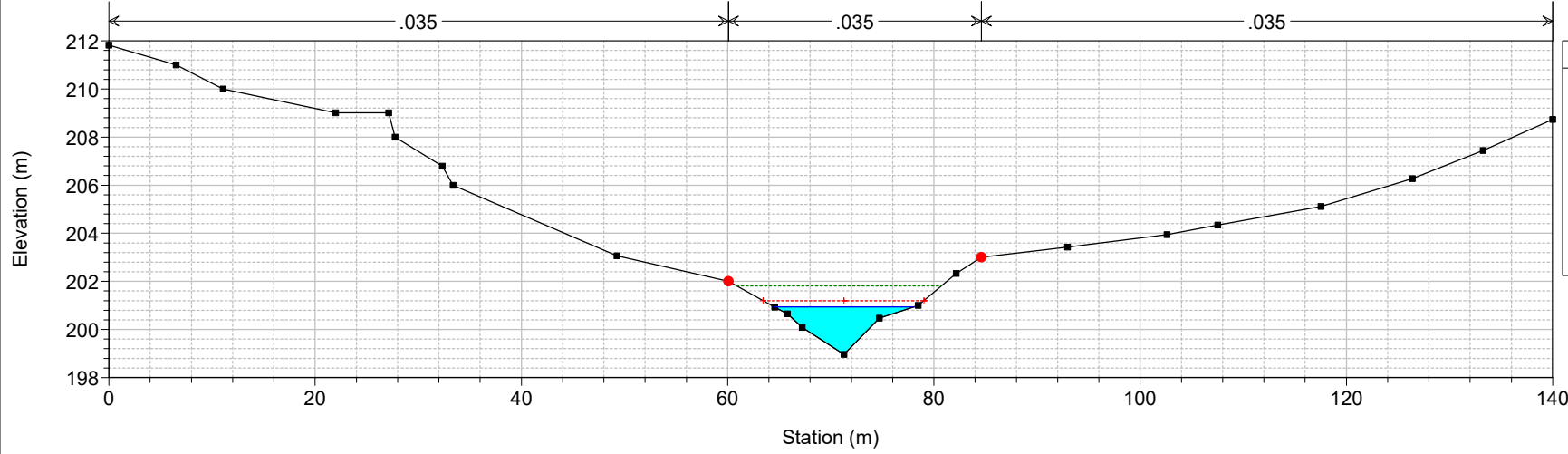
RS = 7.5



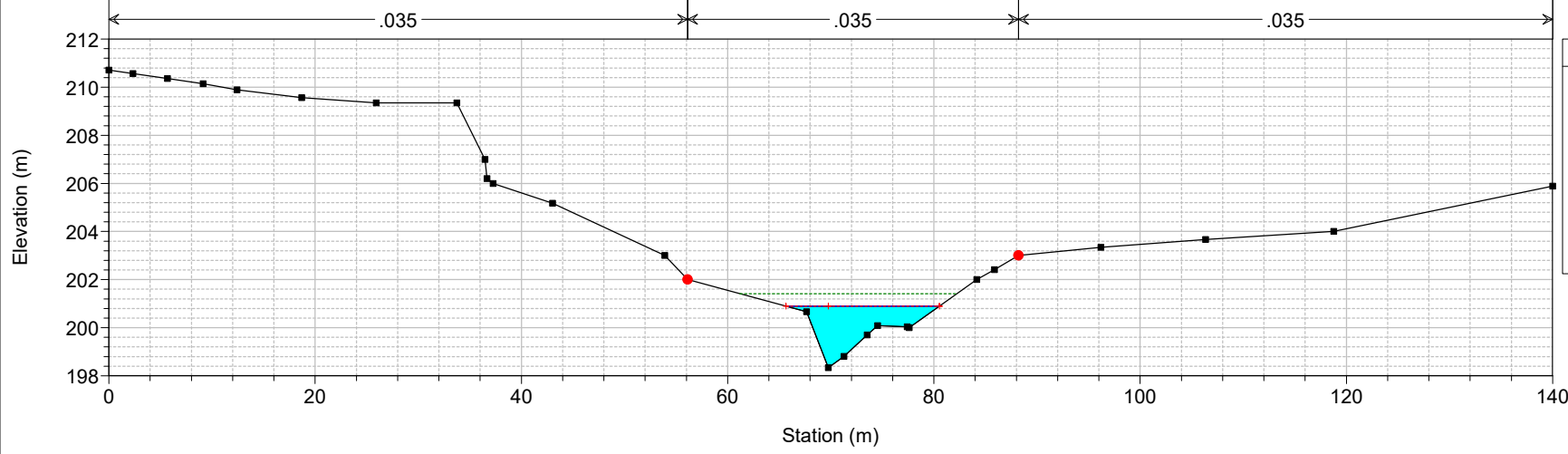
Rio Conche 2+379 SP Plan: PO 1/21/2021  
 Geom: Rio Conche km 2+379 SP\_rev  
 RS = 7



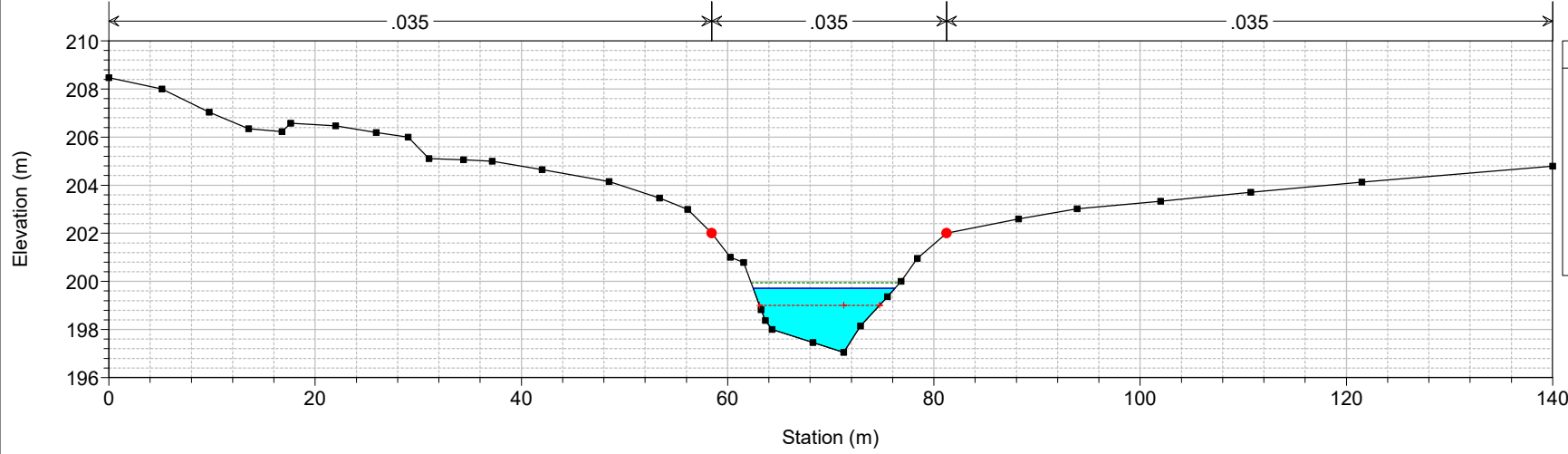
Rio Conche 2+379 SP Plan: PO 1/21/2021  
 Geom: Rio Conche km 2+379 SP\_rev  
 RS = 6



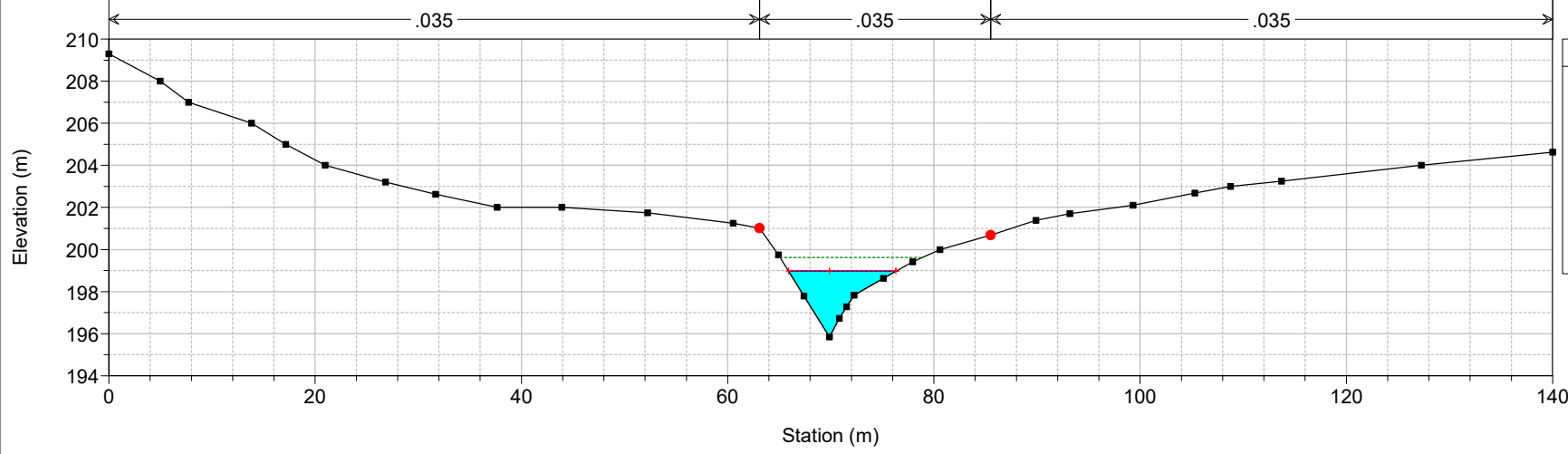
Rio Conche 2+379 SP Plan: PO 1/21/2021  
 Geom: Rio Conche km 2+379 SP\_rev  
 RS = 5



Rio Conche 2+379 SP Plan: PO 1/21/2021  
 Geom: Rio Conche km 2+379 SP\_rev  
 RS = 4

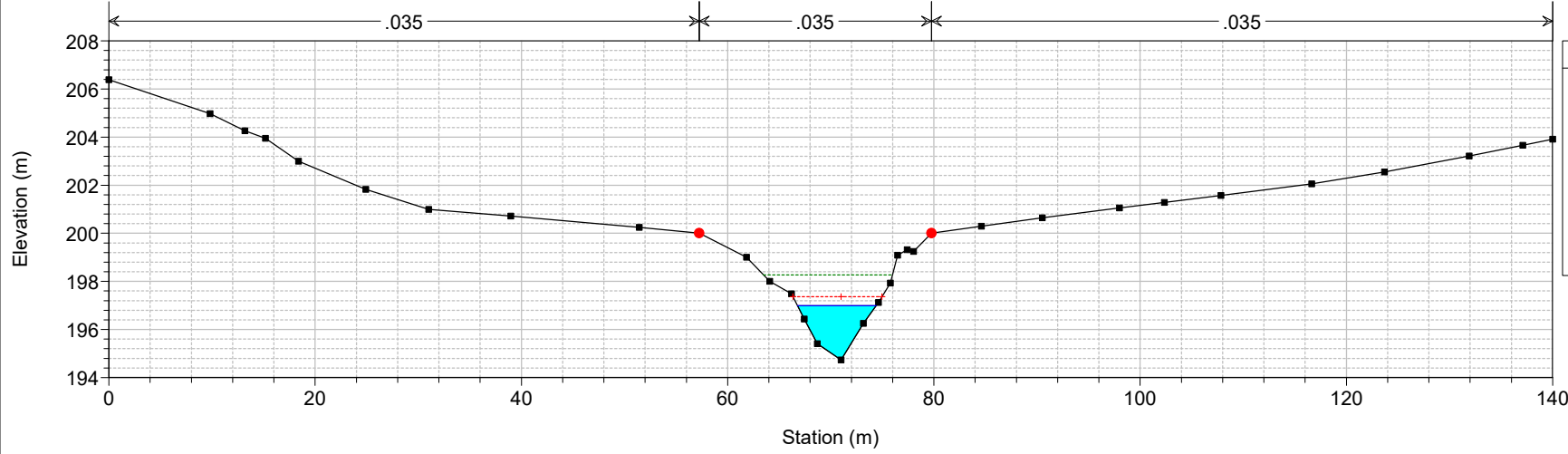


Rio Conche 2+379 SP Plan: PO 1/21/2021  
 Geom: Rio Conche km 2+379 SP\_rev  
 RS = 3



Legend	
EG PF 1	
WS PF 1	
Crit PF 1	
Ground	
Bank Sta	

Rio Conche 2+379 SP Plan: PO 1/21/2021  
 Geom: Rio Conche km 2+379 SP\_rev  
 RS = 2

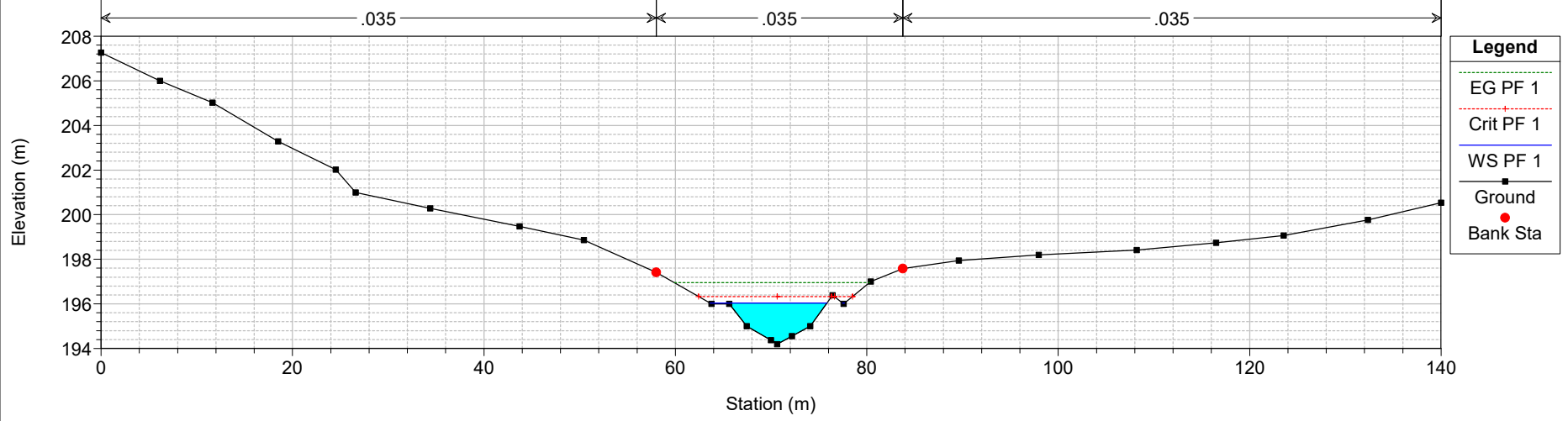


Legend	
EG PF 1	
Crit PF 1	
WS PF 1	
Ground	
Bank Sta	

Rio Conche 2+379 SP Plan: PO 1/21/2021

Geom: Rio Conche km 2+379 SP\_rev

RS = 1



HEC-RAS Plan: PO River: Rio Conche Reach: 2+379 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
2+379	14	PF 1	48.50	203.29	205.38	205.45	205.83	0.020025	2.97	16.31	25.05	1.18
2+379	13	PF 1	48.50	201.73	204.77	204.84	205.38	0.016492	3.46	14.02	13.26	1.07
2+379	12	PF 1	48.50	201.33	204.03	203.38	204.27	0.003348	2.16	22.50	13.85	0.54
2+379	11	PF 1	48.50	200.90	203.48	203.48	204.08	0.013188	3.44	14.08	11.74	1.00
2+379	10	PF 1	48.50	200.71	203.23	203.23	203.68	0.013932	2.95	16.43	18.82	1.01
2+379	9	PF 1	48.50	200.20	202.82	202.38	202.98	0.003942	1.79	27.11	26.46	0.56
2+379	8.5	PF 1	48.50	200.00	202.43	202.12	202.89	0.007202	3.00	16.18	10.30	0.76
2+379	8		Bridge									
2+379	7.5	PF 1	48.50	199.67	201.83	201.79	202.49	0.011748	3.59	13.50	9.49	0.96
2+379	7	PF 1	48.50	199.48	201.85	201.60	202.35	0.008102	3.13	15.49	10.10	0.81
2+379	6	PF 1	48.50	198.97	200.95	201.20	201.81	0.026819	4.12	11.77	13.62	1.41
2+379	5	PF 1	48.50	198.34	200.89	200.89	201.41	0.013665	3.18	15.24	14.88	1.00
2+379	4	PF 1	48.50	197.05	199.71	199.01	199.94	0.003120	2.11	23.04	13.75	0.52
2+379	3	PF 1	48.50	195.84	198.97	198.97	199.63	0.014033	3.59	13.52	10.42	1.01
2+379	2	PF 1	48.50	194.74	197.00	197.36	198.27	0.027753	5.01	9.69	7.64	1.42
2+379	1	PF 1	48.50	194.19	196.03	196.33	196.95	0.026463	4.24	11.45	12.40	1.41

**ALLEGATO V1**

**Fosso al km 0+011.21 – NV01**

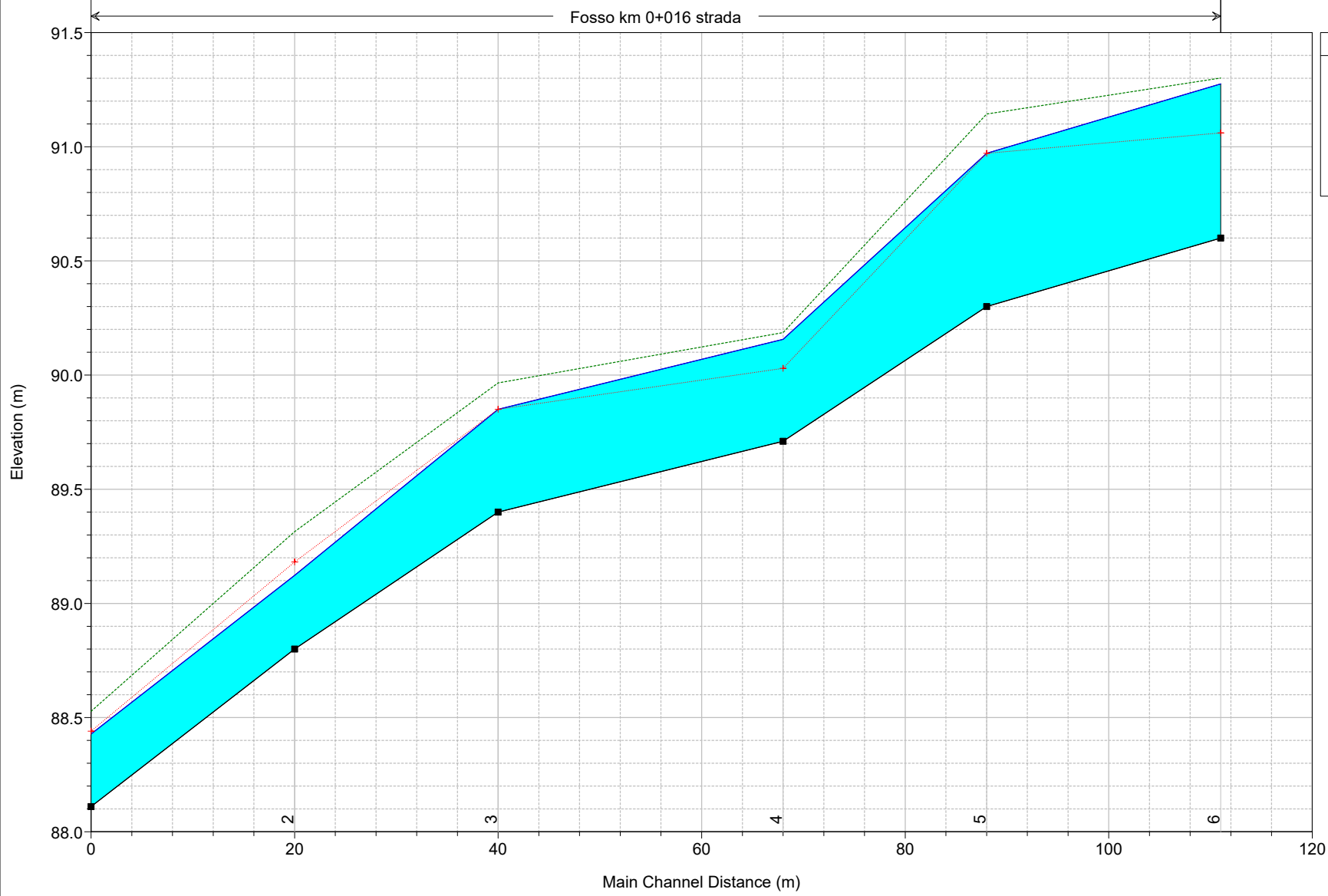
**Ante Operam**

**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

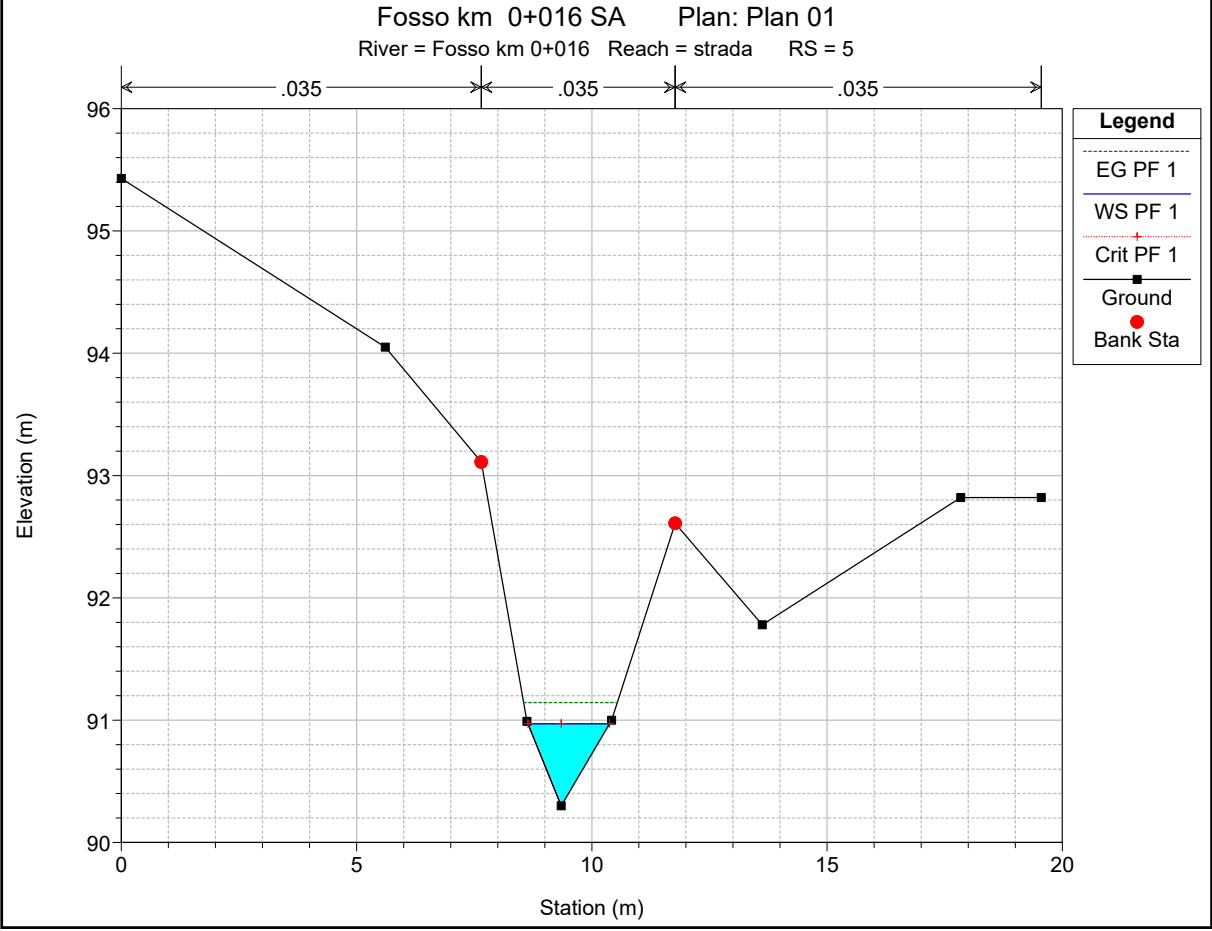
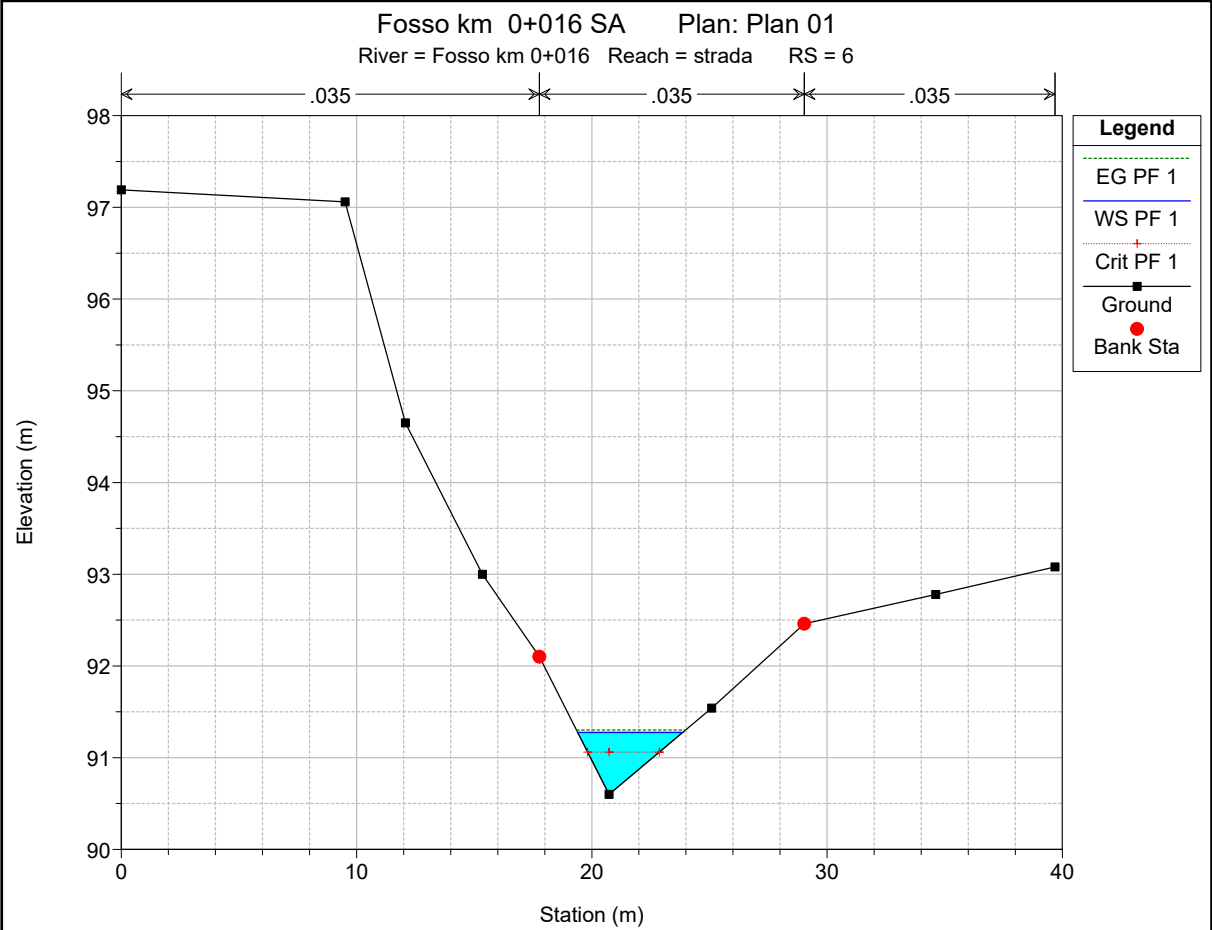


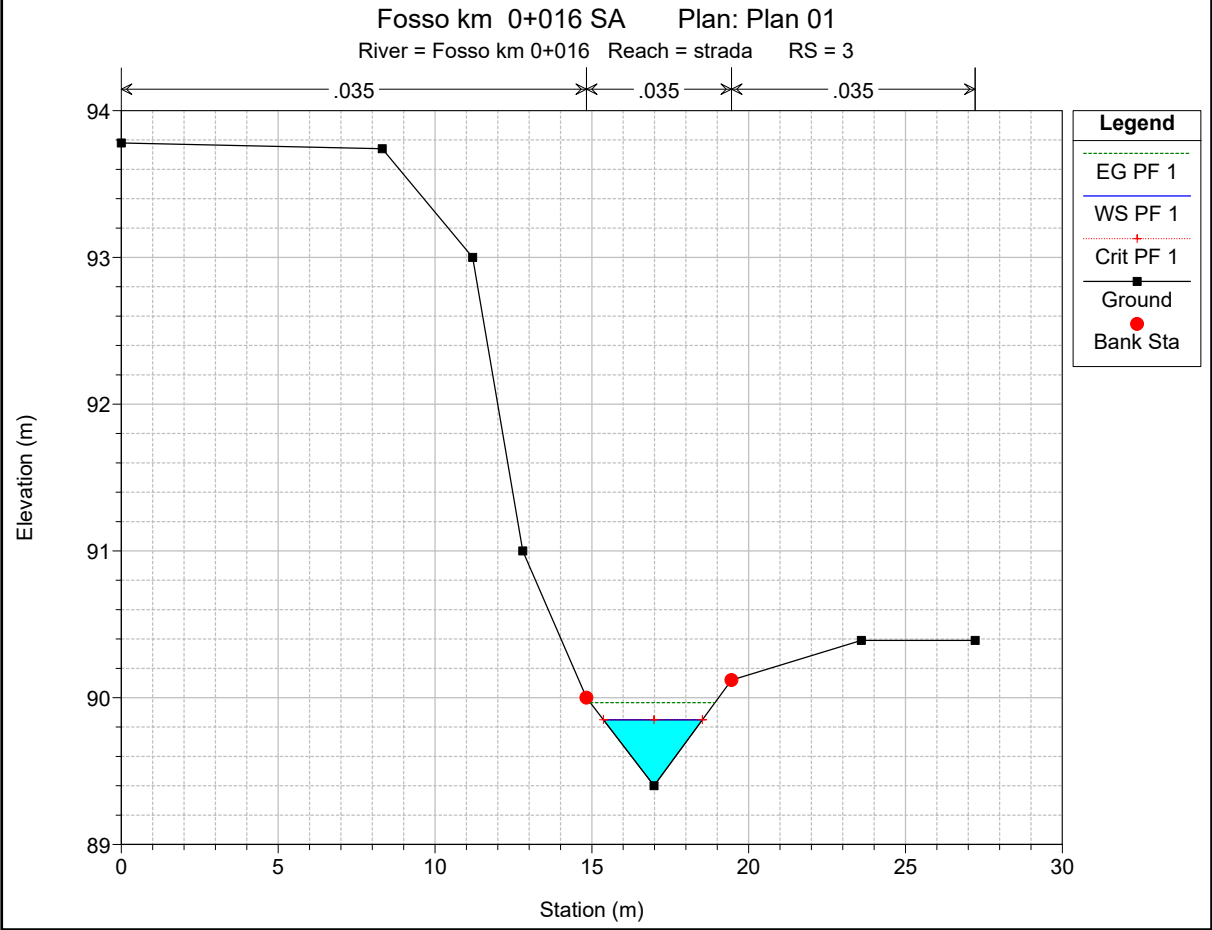
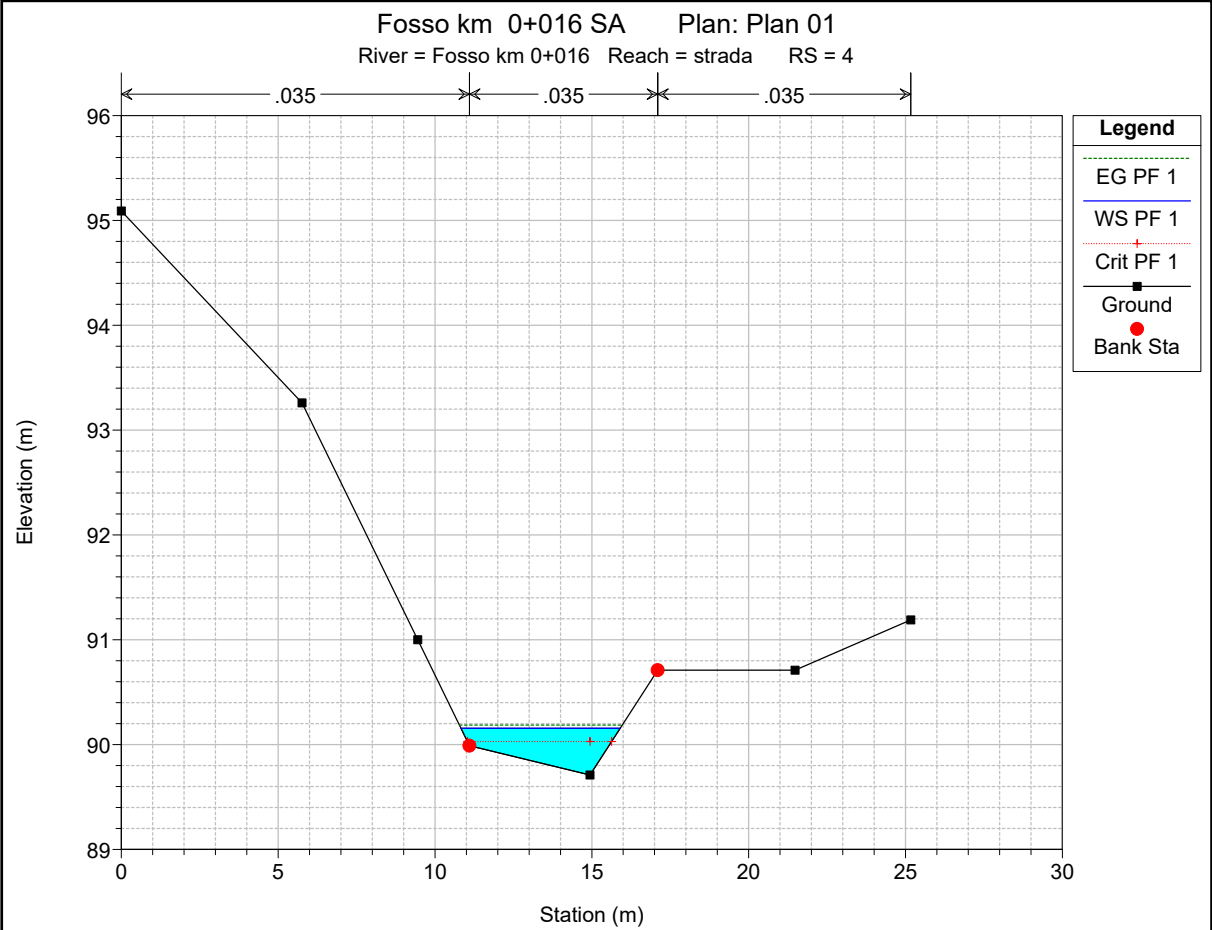
Fosso km 0+016 SA Plan: Plan 01

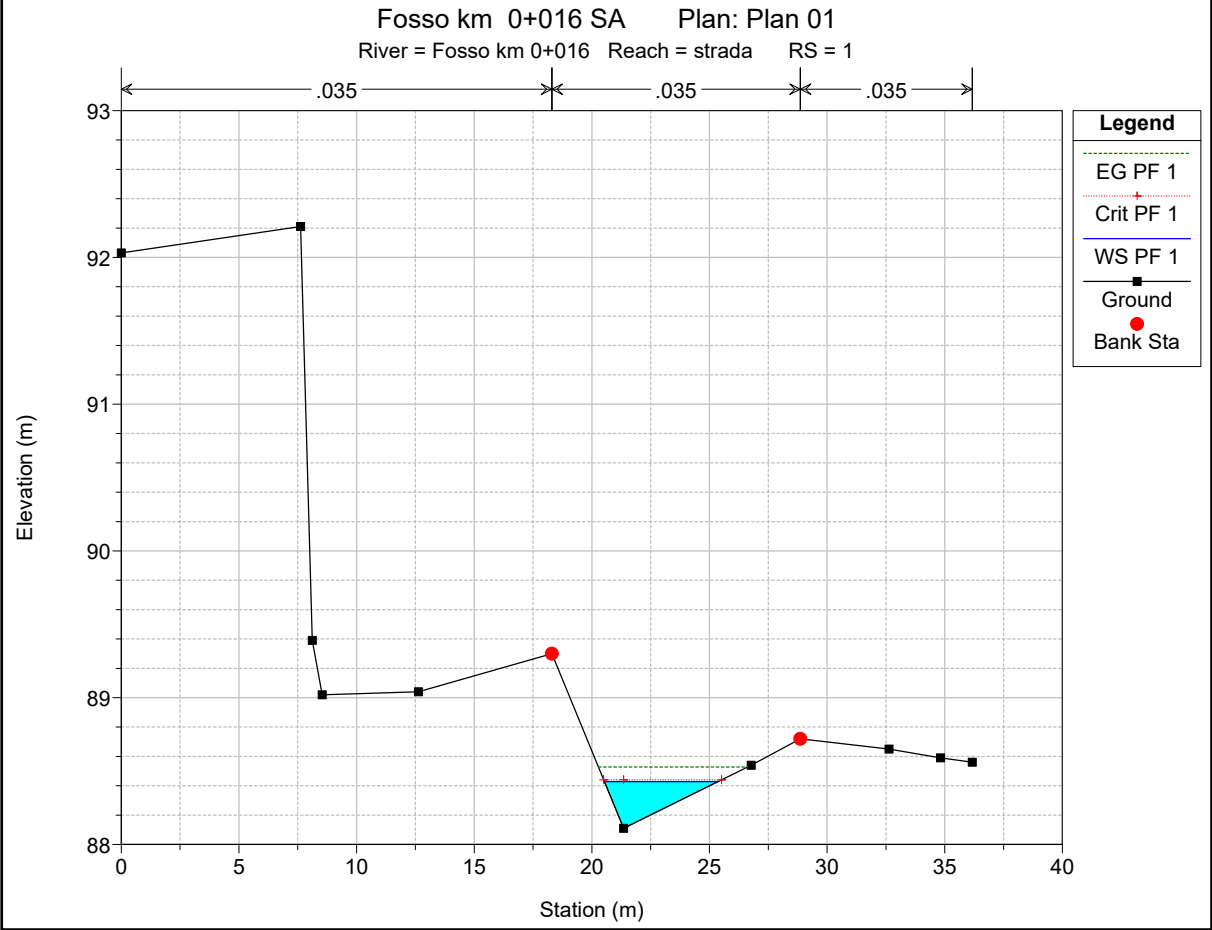
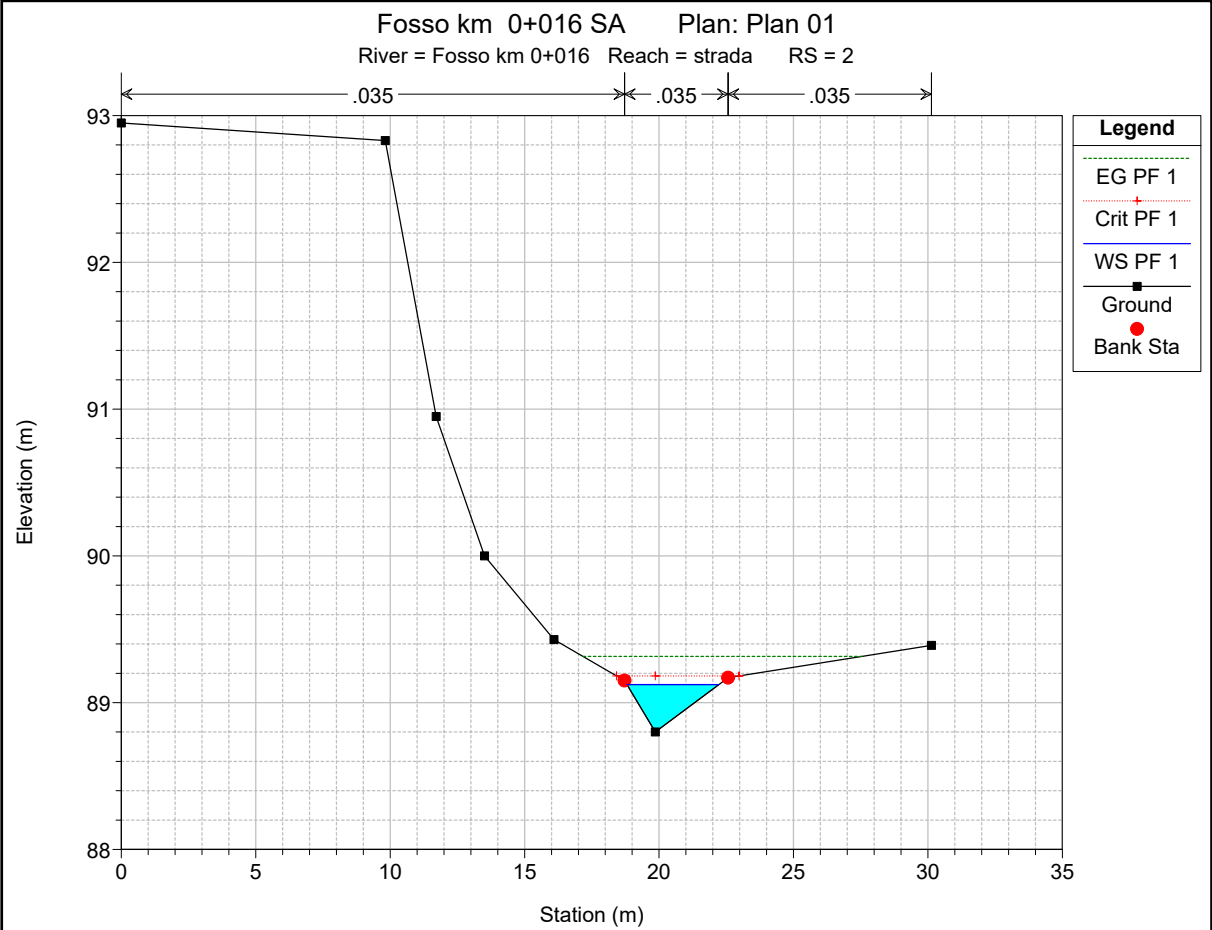
Fosso km 0+016 strada



Legend	
EG PF 1	
Crit PF 1	
WS PF 1	
Ground	







HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso km 0+016 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	1.07	90.60	91.28	91.06	91.30	0.002811	0.71	1.51	4.46	0.39
strada	5	PF 1	1.07	90.30	90.97	90.97	91.14	0.024278	1.83	0.58	1.74	1.01
strada	4	PF 1	1.07	89.71	90.16	90.03	90.19	0.003841	0.76	1.41	5.08	0.45
strada	3	PF 1	1.07	89.40	89.85	89.85	89.97	0.021414	1.51	0.71	3.16	1.01
strada	2	PF 1	1.07	88.80	89.12	89.18	89.31	0.053807	1.94	0.55	3.42	1.54
strada	1	PF 1	1.07	88.11	88.43	88.44	88.53	0.028246	1.40	0.77	4.82	1.12

**ALLEGATO V2**

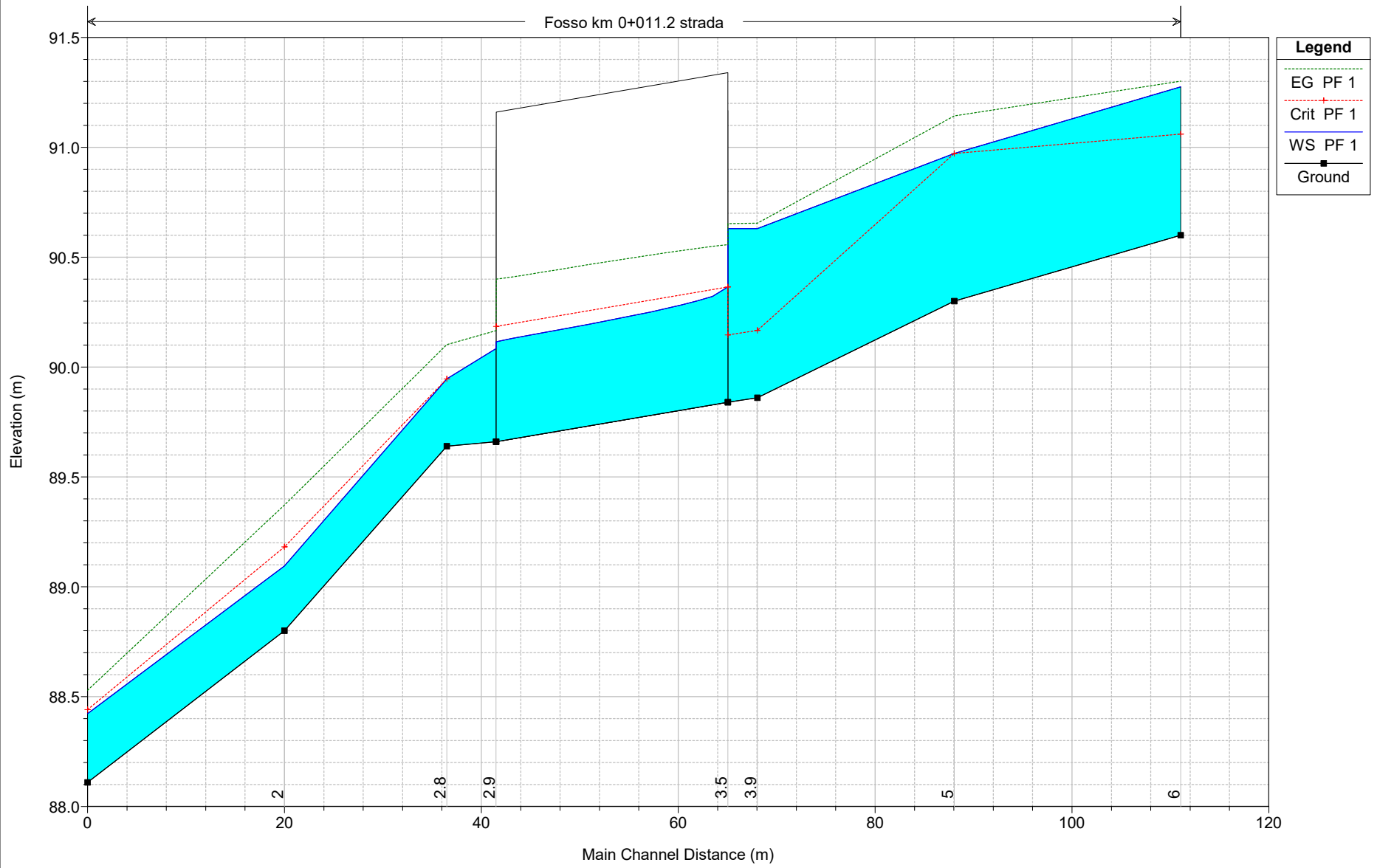
**Fosso al km 0+011.21 – NV01**

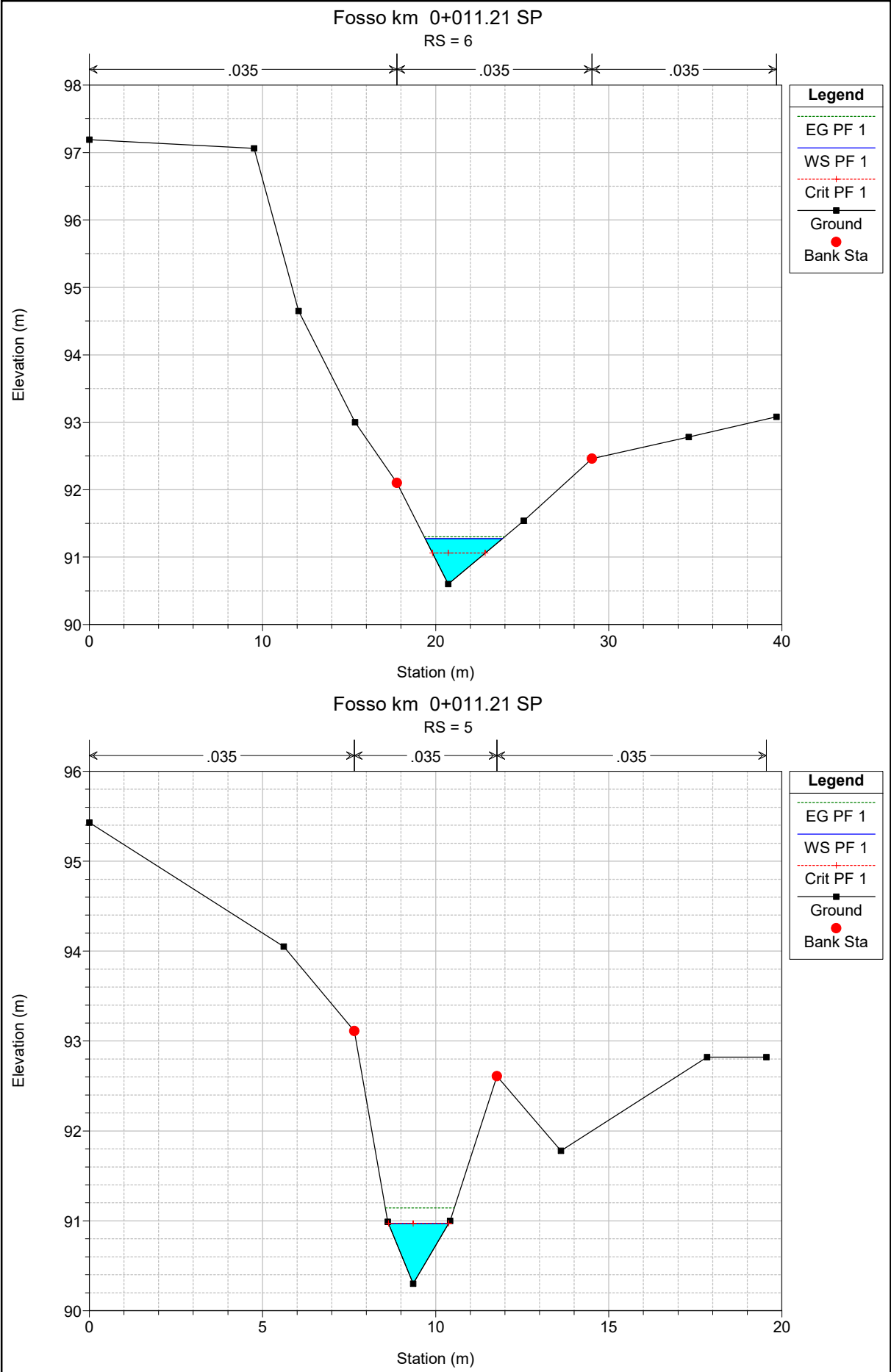
**Post Operam**

**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

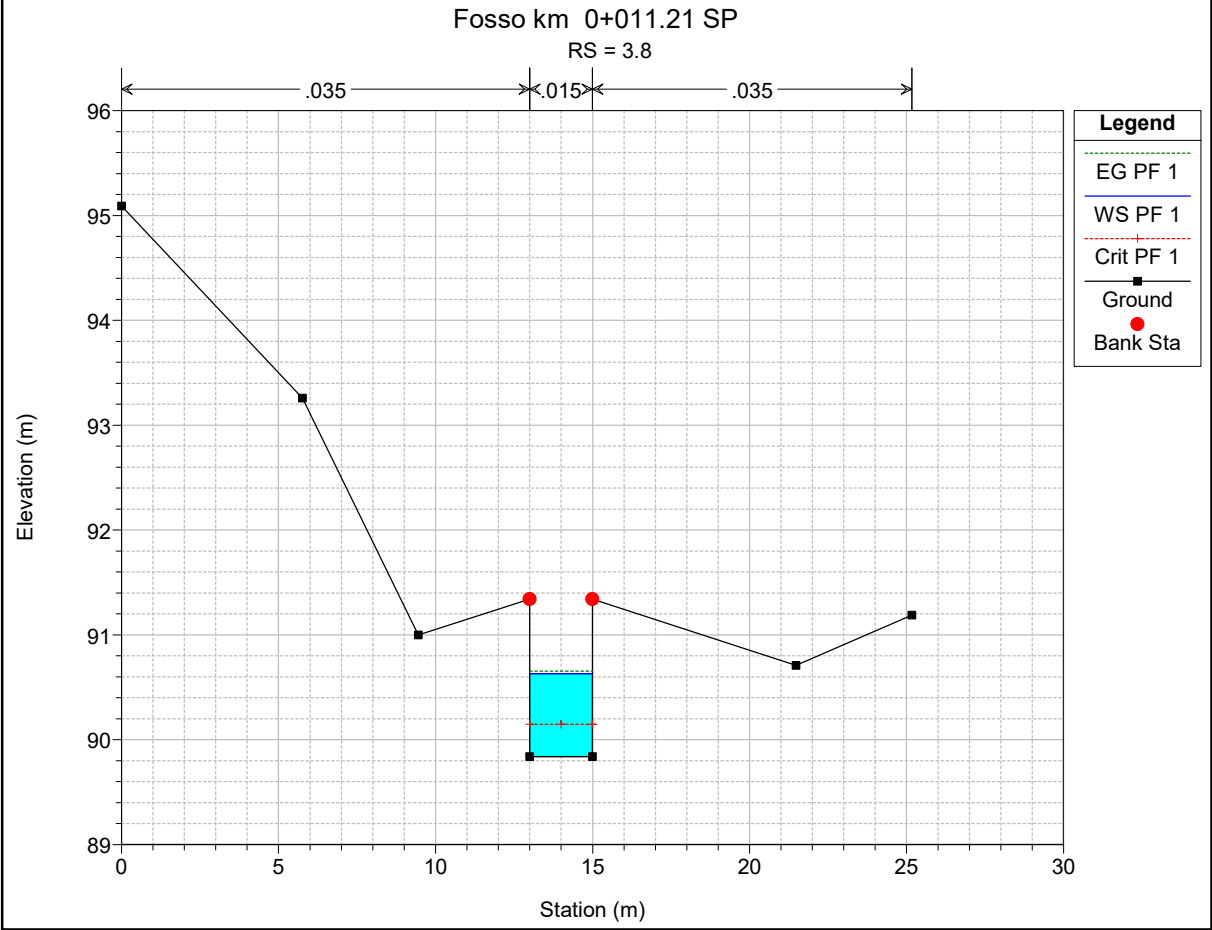
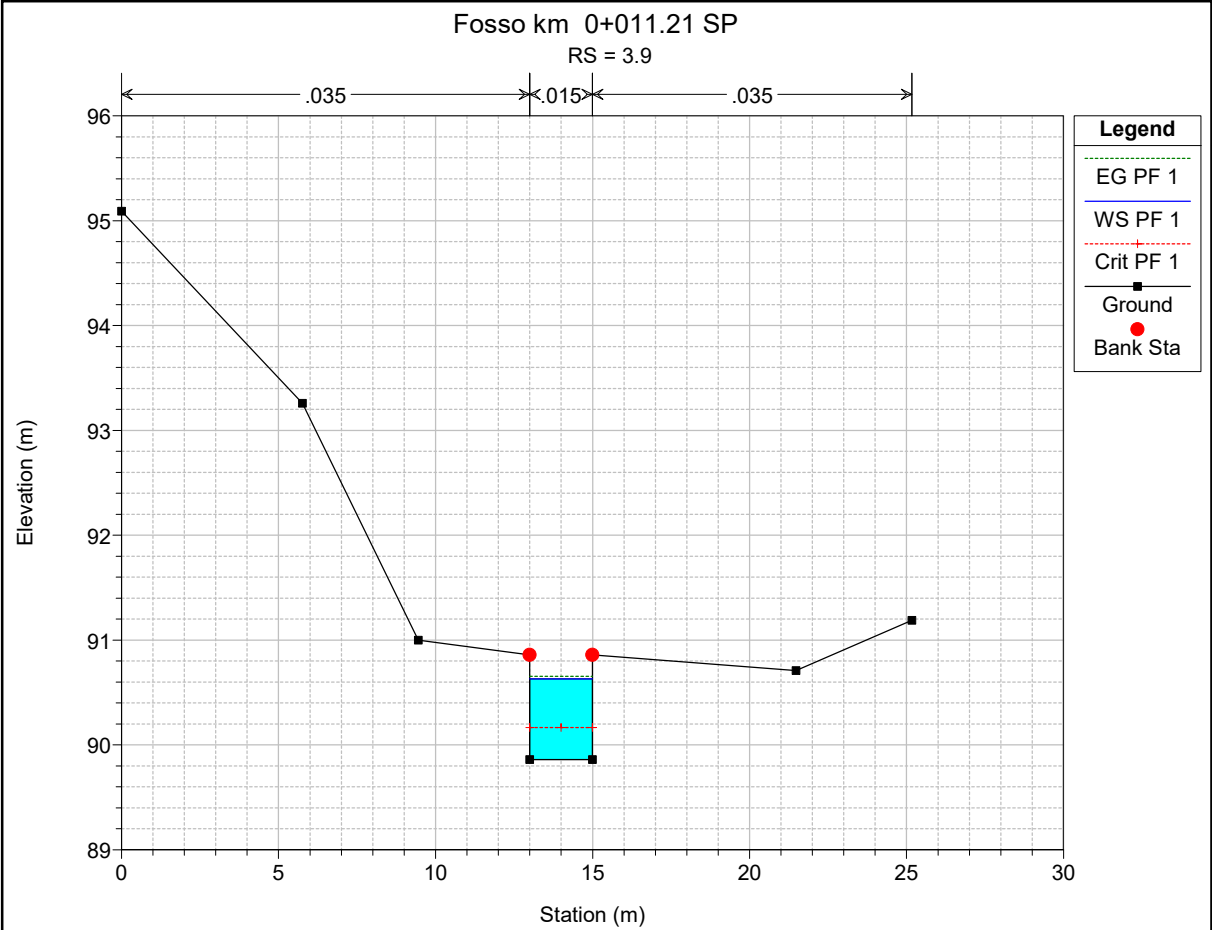
# Fosso km 0+011.21 SP

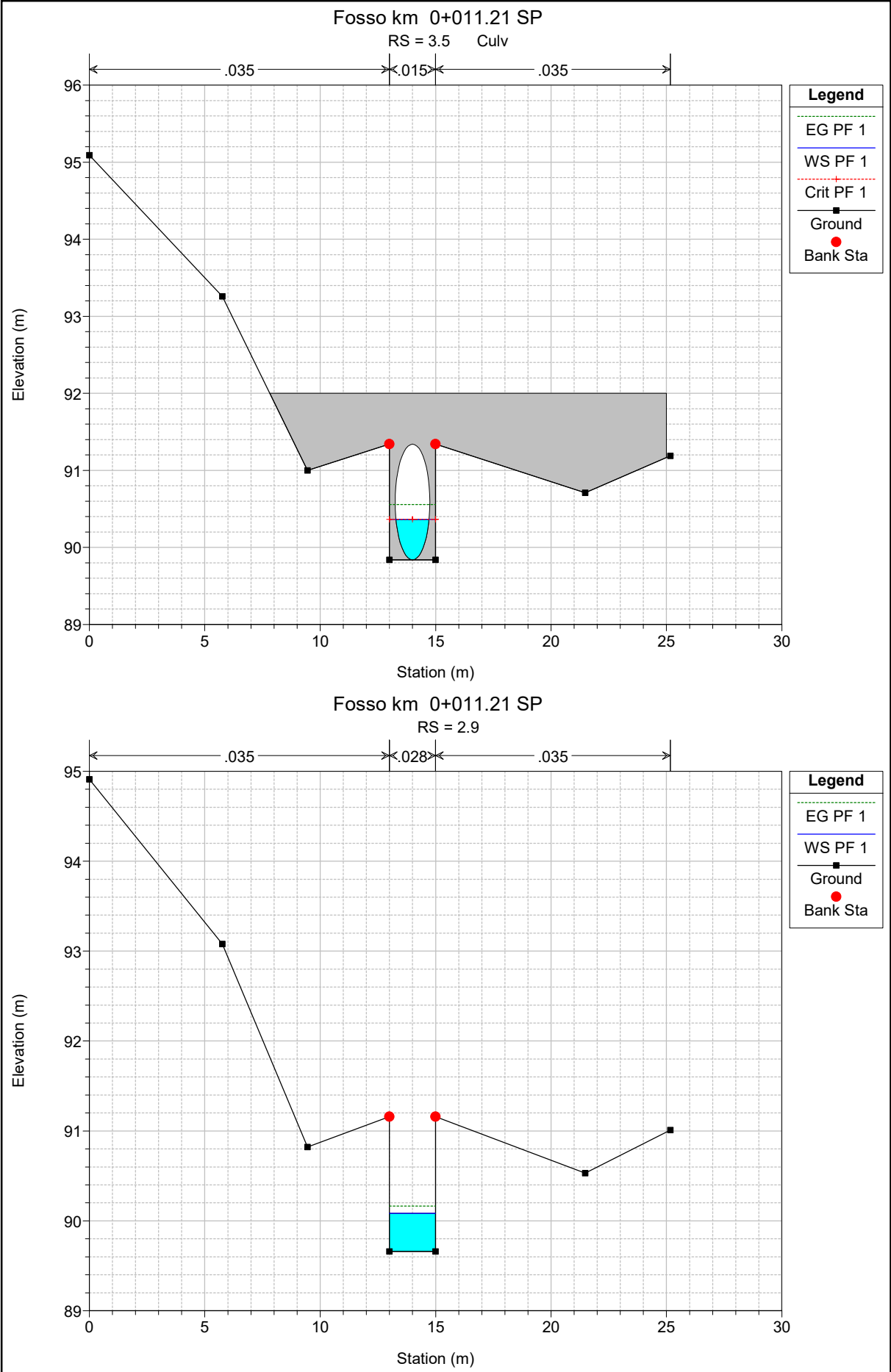
Fosso km 0+011.2 strada

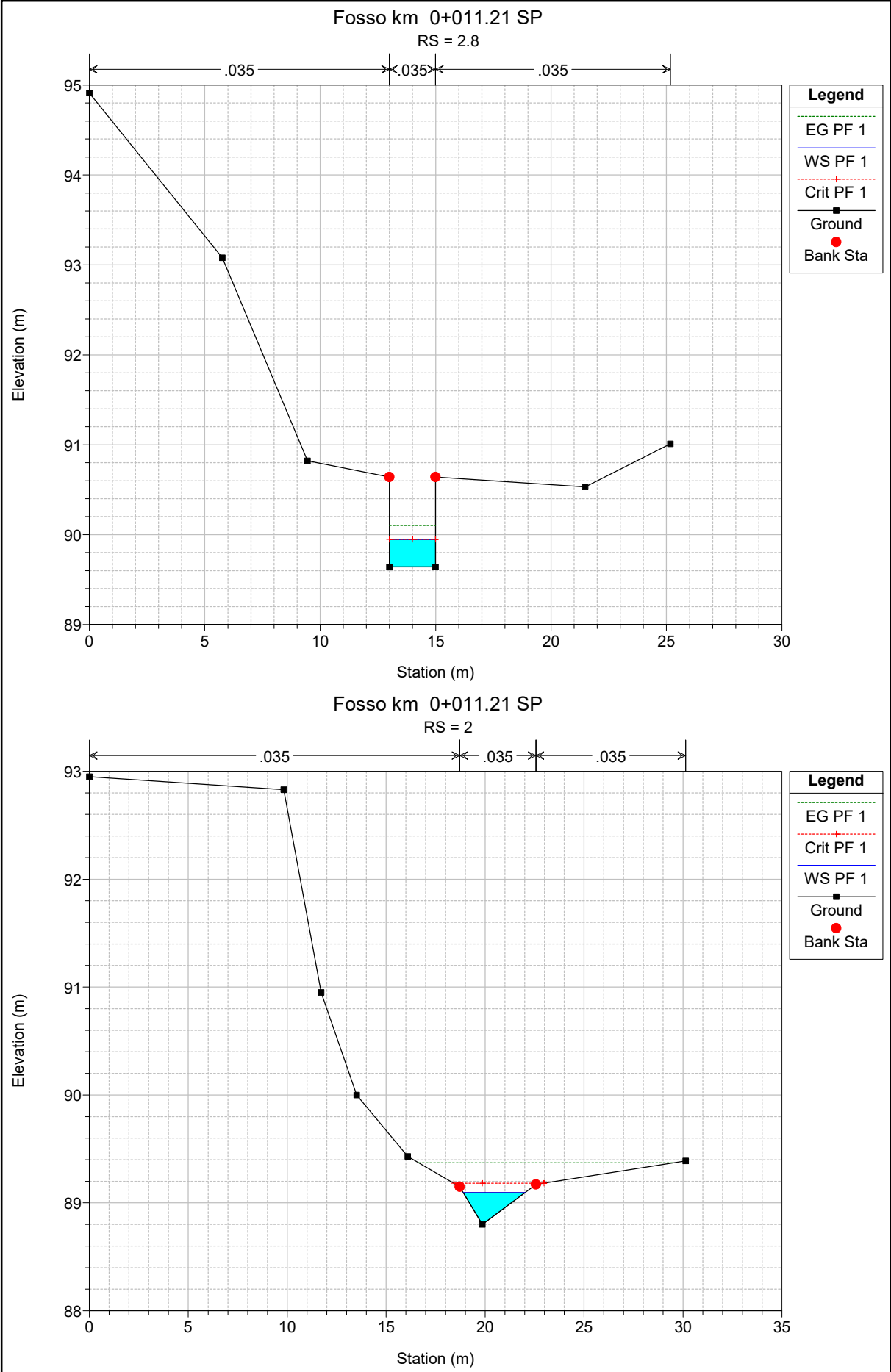




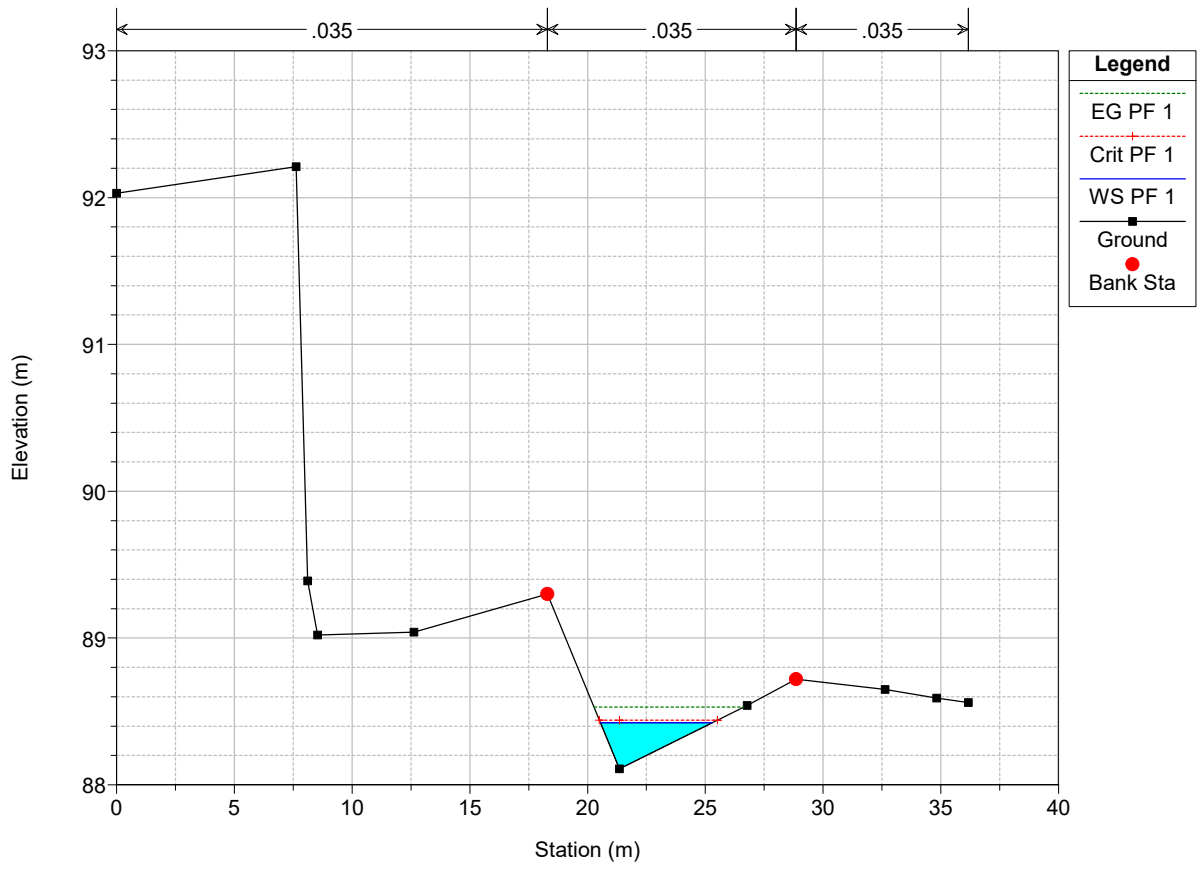








Fosso km 0+011.21 SP  
RS = 1



HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Fosso km 0+011.2 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	1.07	90.60	91.28	91.06	91.30	0.002811	0.71	1.51	4.46	0.39
strada	5	PF 1	1.07	90.30	90.97	90.97	91.14	0.024278	1.83	0.58	1.74	1.01
strada	3.9	PF 1	1.07	89.86	90.63	90.17	90.65	0.000330	0.69	1.54	2.00	0.25
strada	3.8	PF 1	1.07	89.84	90.63	90.15	90.65	0.000307	0.68	1.58	2.00	0.24
strada	3.5		Culvert									
strada	2.9	PF 1	1.07	89.66	90.08		90.17	0.006267	1.26	0.85	2.00	0.62
strada	2.8	PF 1	1.07	89.64	89.95	89.95	90.10	0.025719	1.74	0.61	2.00	1.01
strada	2	PF 1	1.07	88.80	89.09	89.18	89.37	0.087991	2.33	0.46	3.12	1.94
strada	1	PF 1	1.07	88.11	88.42	88.44	88.53	0.030774	1.44	0.74	4.75	1.16

**ALLEGATO Z1**

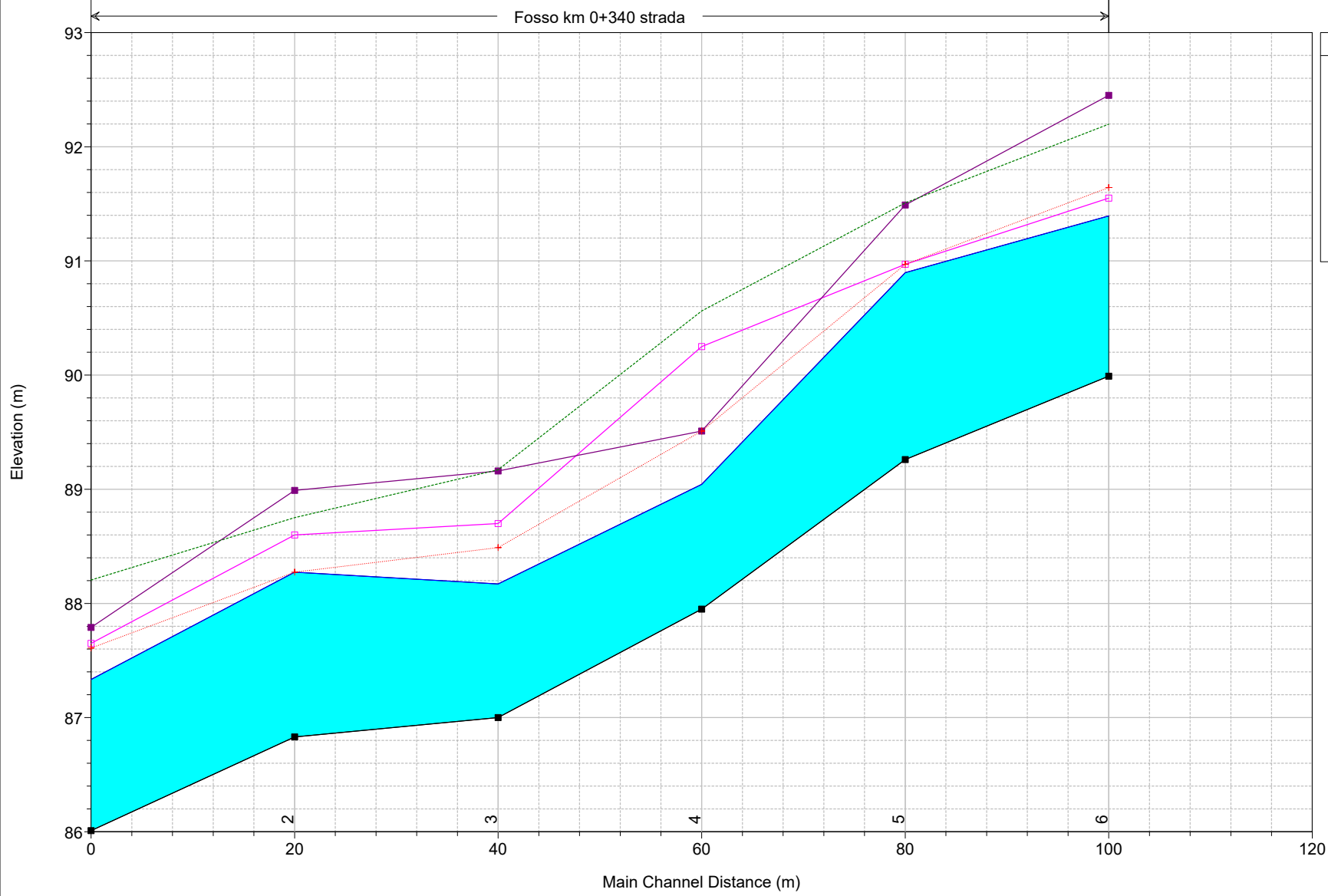
**Fosso al km 0+341.31 – NV01**

**Ante Operam**

**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

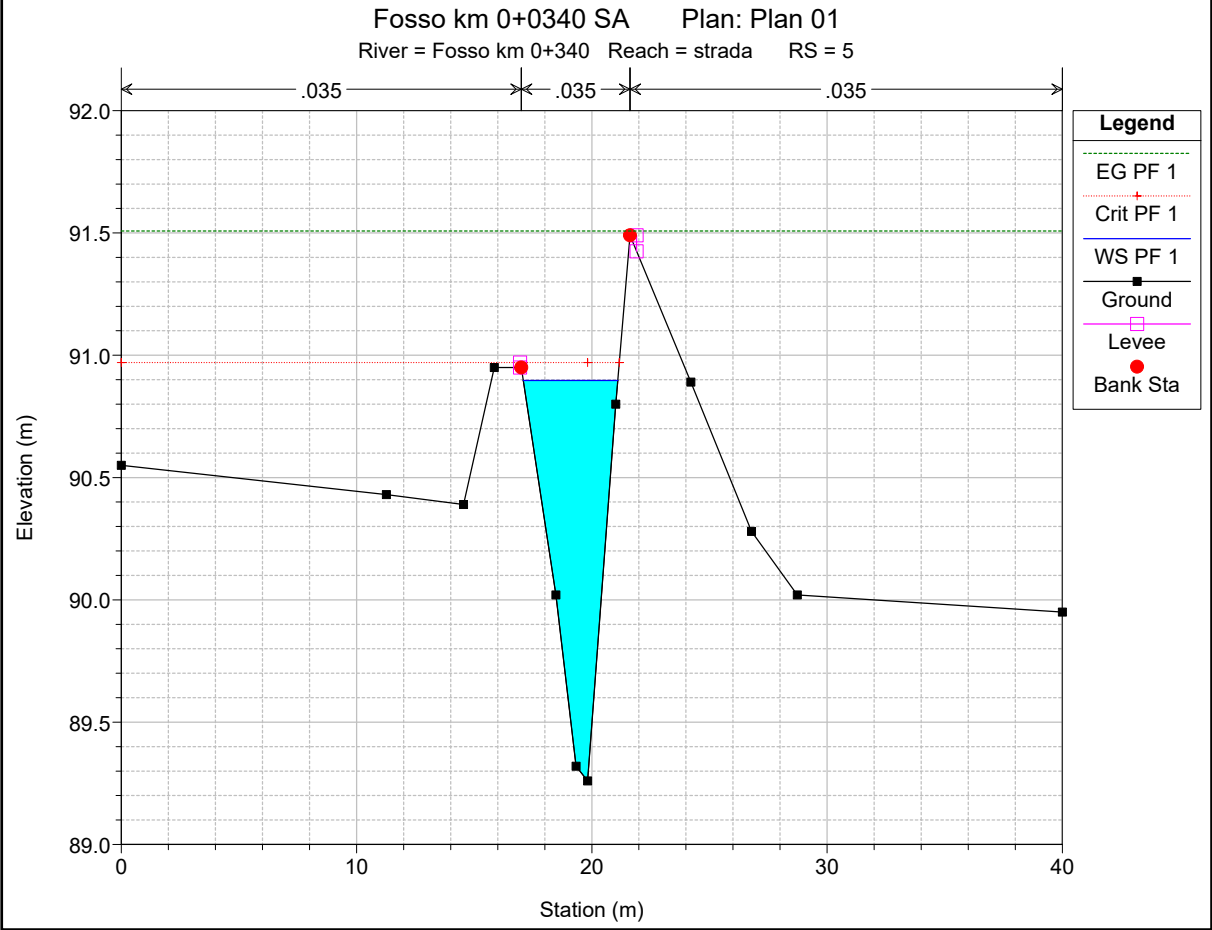
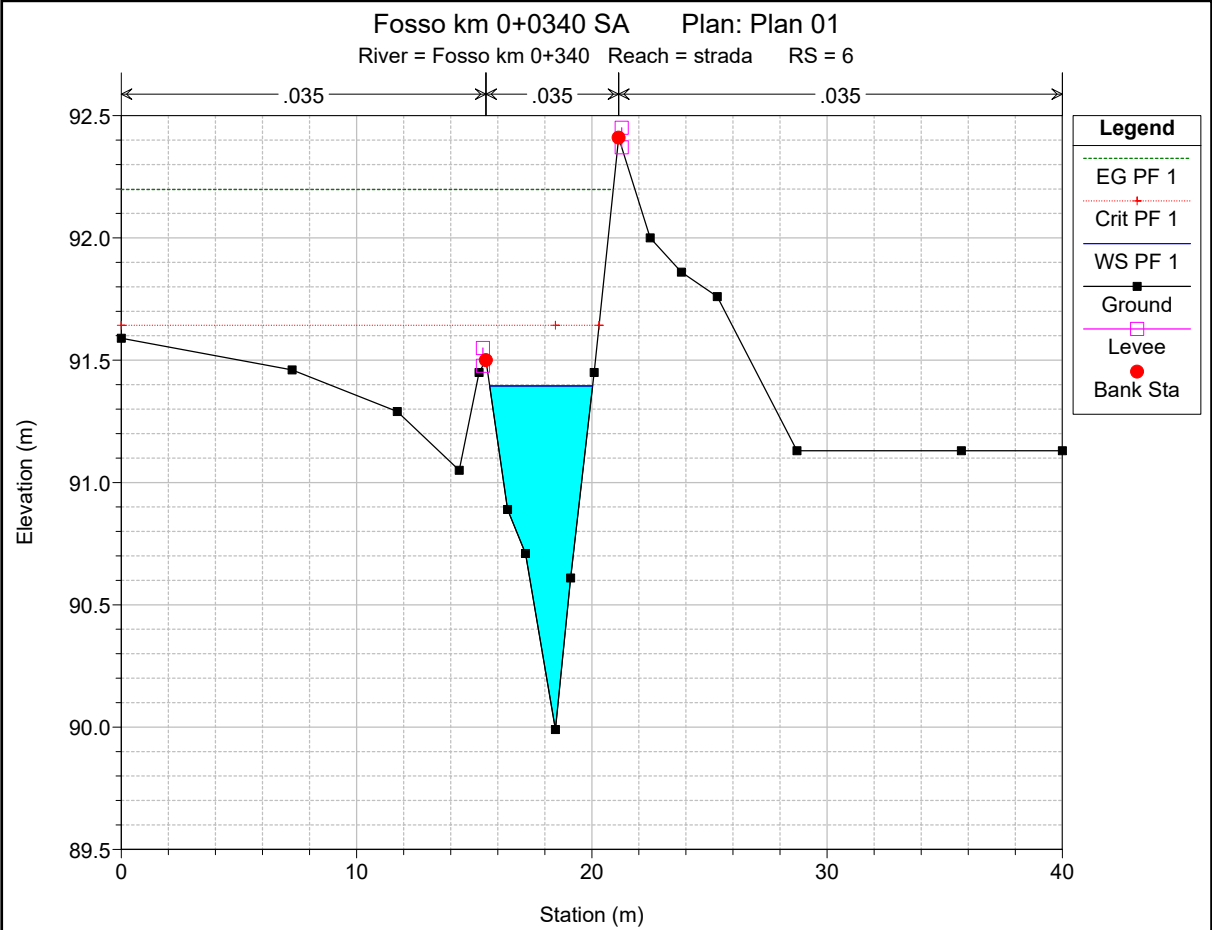
Fosso km 0+0340 SA Plan: Plan 01

Fosso km 0+340 strada

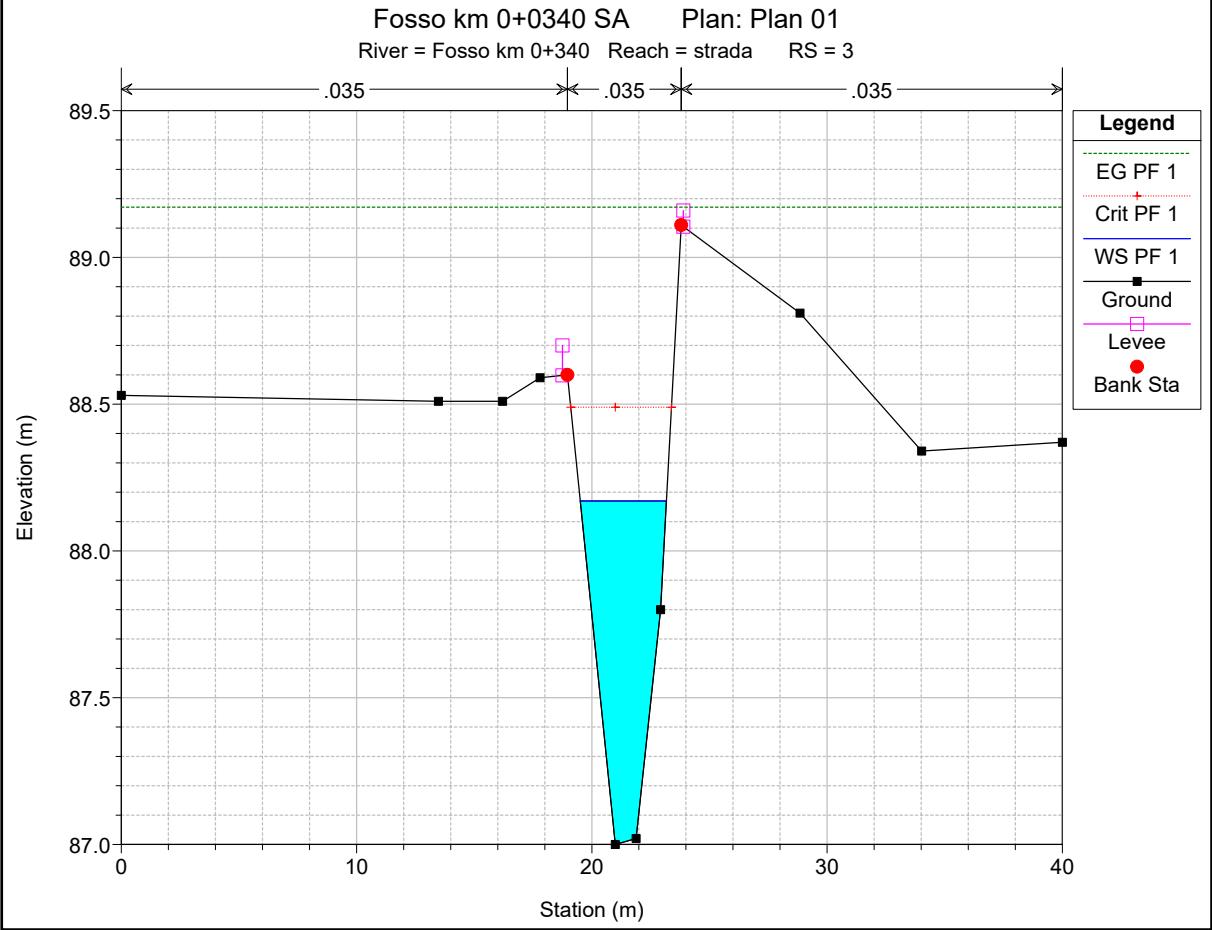
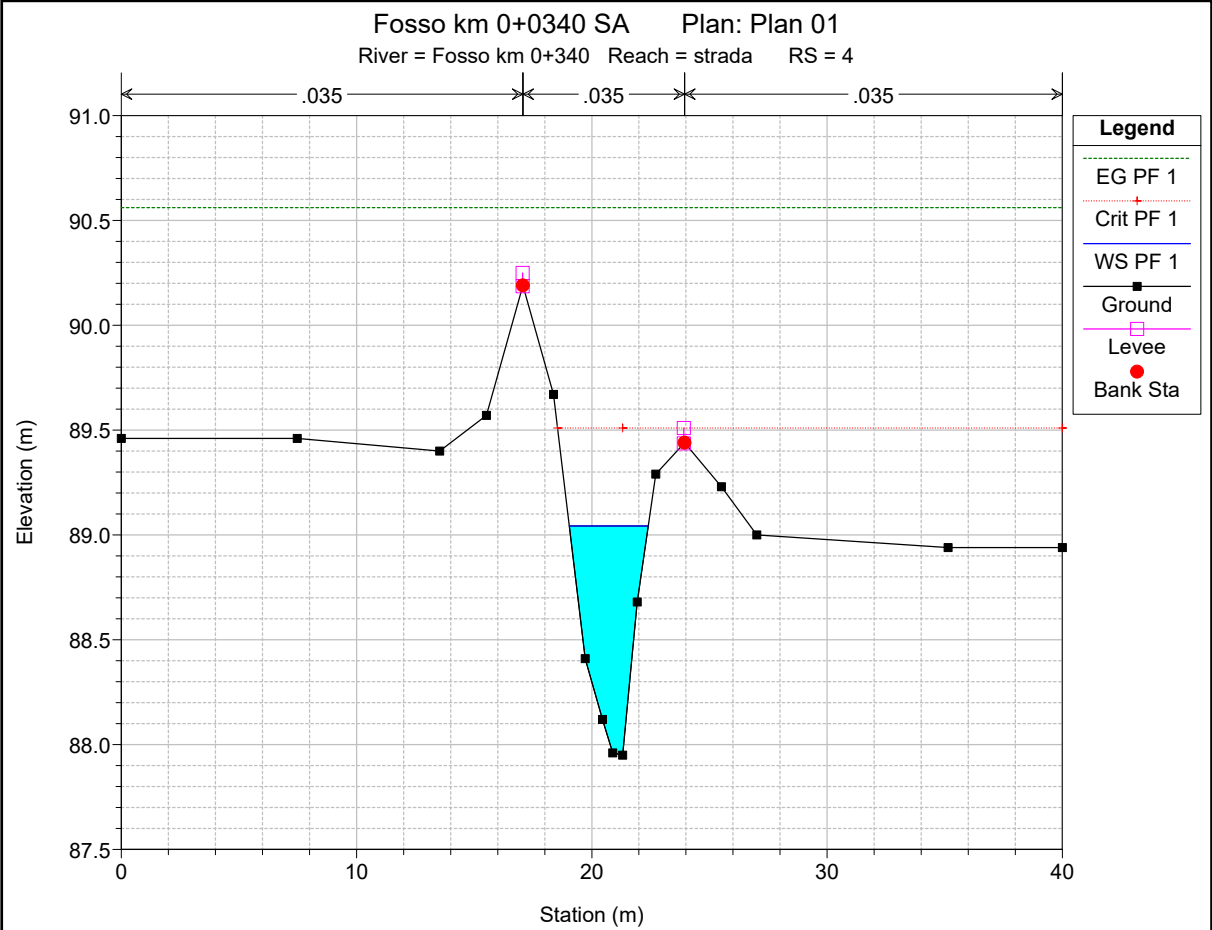


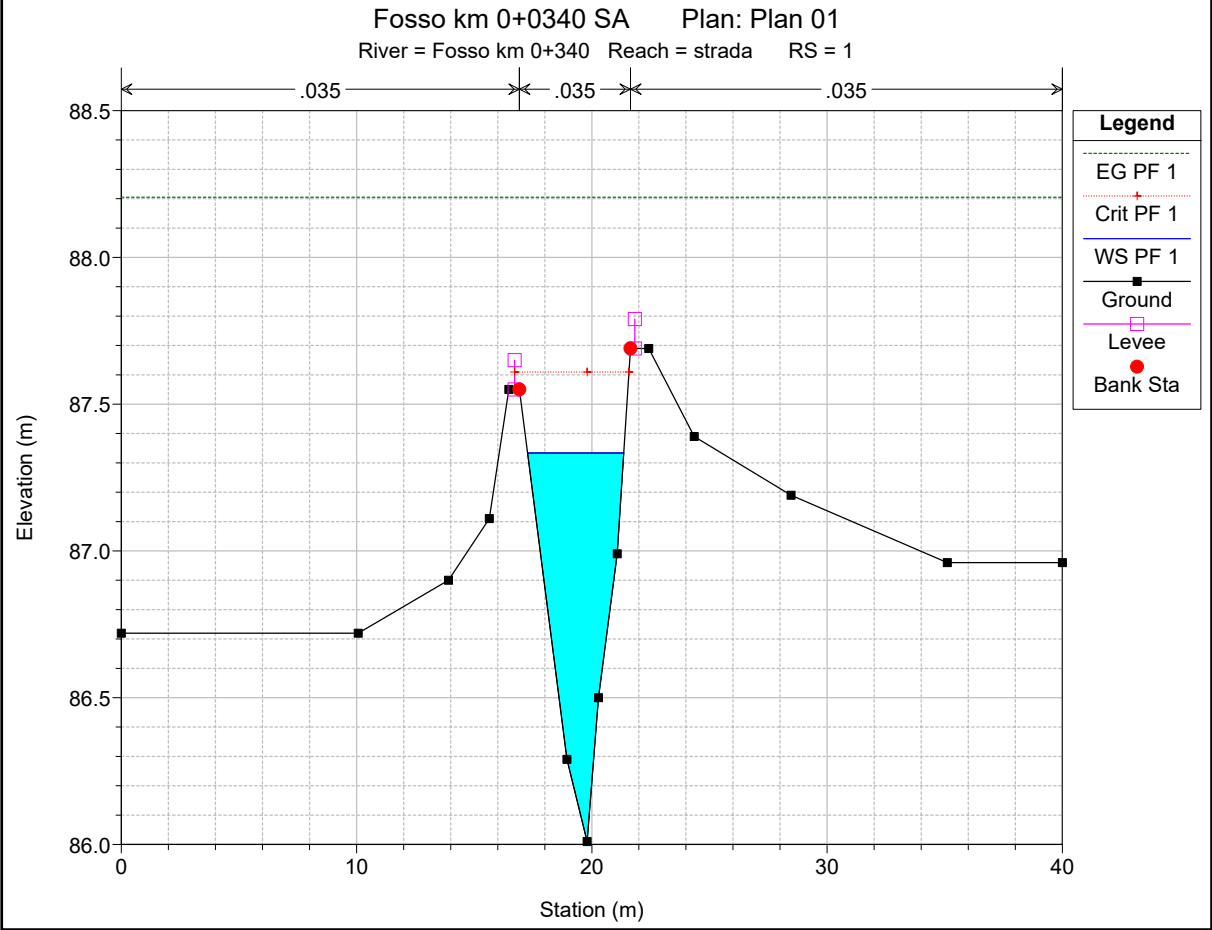
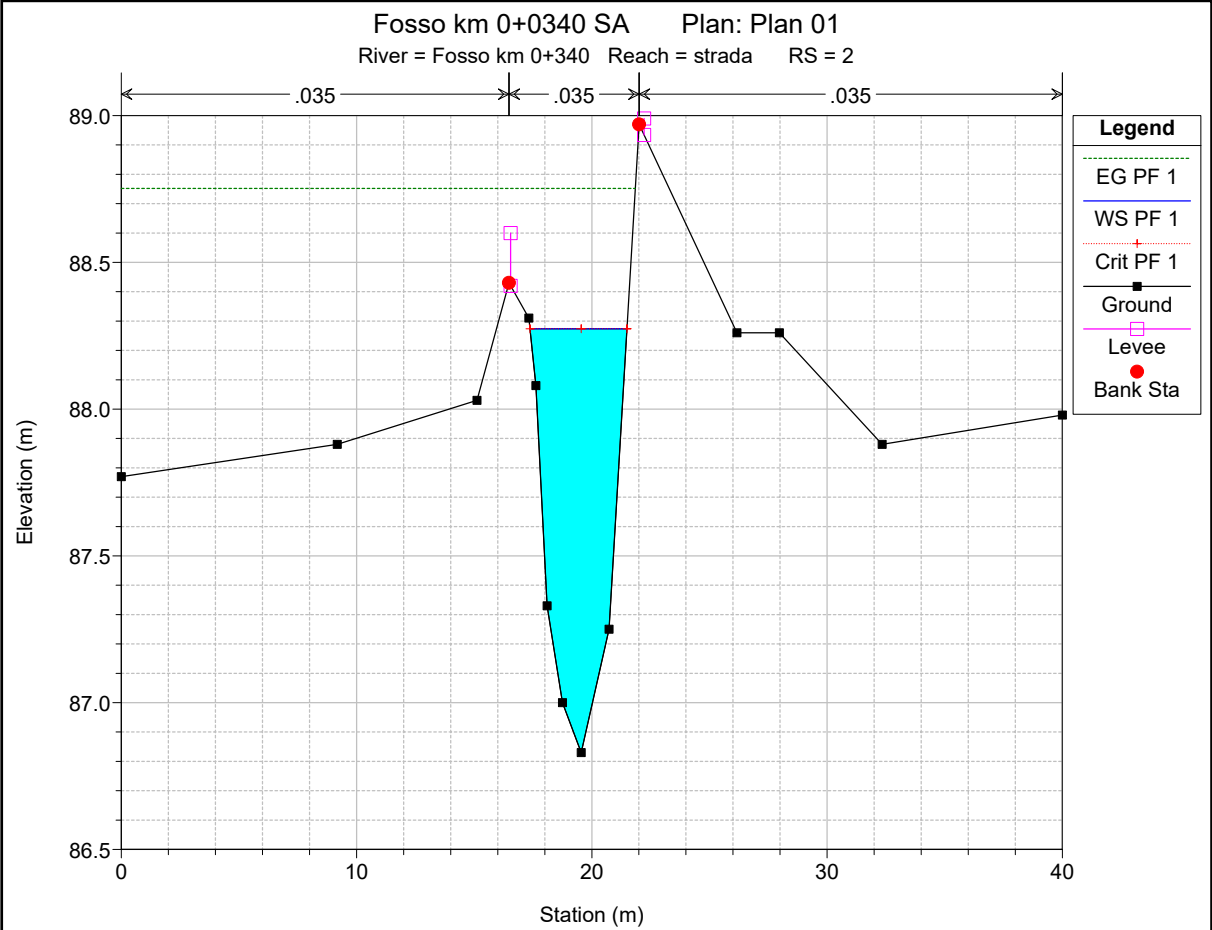
**Legend**

- EG PF 1
- Crit PF 1
- WS PF 1
- Ground
- Left Levee
- Right Levee









HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fosso km 0+340 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	12.10	89.99	91.39	91.64	92.20	0.040077	3.97	3.05	4.37	1.52
strada	5	PF 1	12.10	89.26	90.90	90.97	91.51	0.025736	3.46	3.49	4.02	1.19
strada	4	PF 1	12.10	87.95	89.04	89.51	90.56	0.084218	5.46	2.22	3.36	2.14
strada	3	PF 1	12.10	87.00	88.17	88.49	89.17	0.047127	4.43	2.73	3.66	1.64
strada	2	PF 1	12.10	86.83	88.27	88.27	88.75	0.016930	3.06	3.95	4.12	1.00
strada	1	PF 1	12.10	86.01	87.33	87.61	88.21	0.042076	4.13	2.93	4.09	1.56

**ALLEGATO Z2**

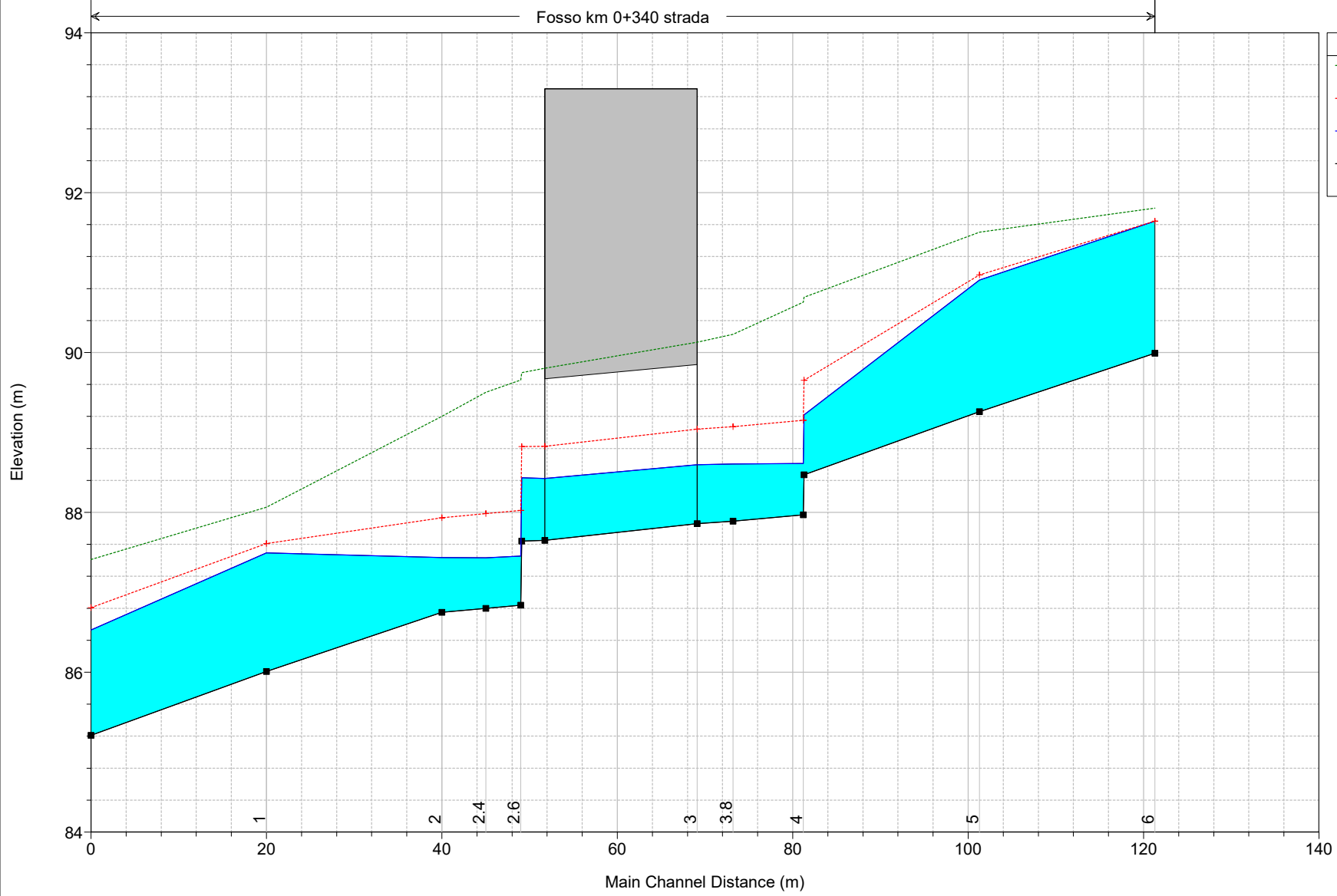
**Fosso al km 0+341.31 – NV01**

**Post Operam**

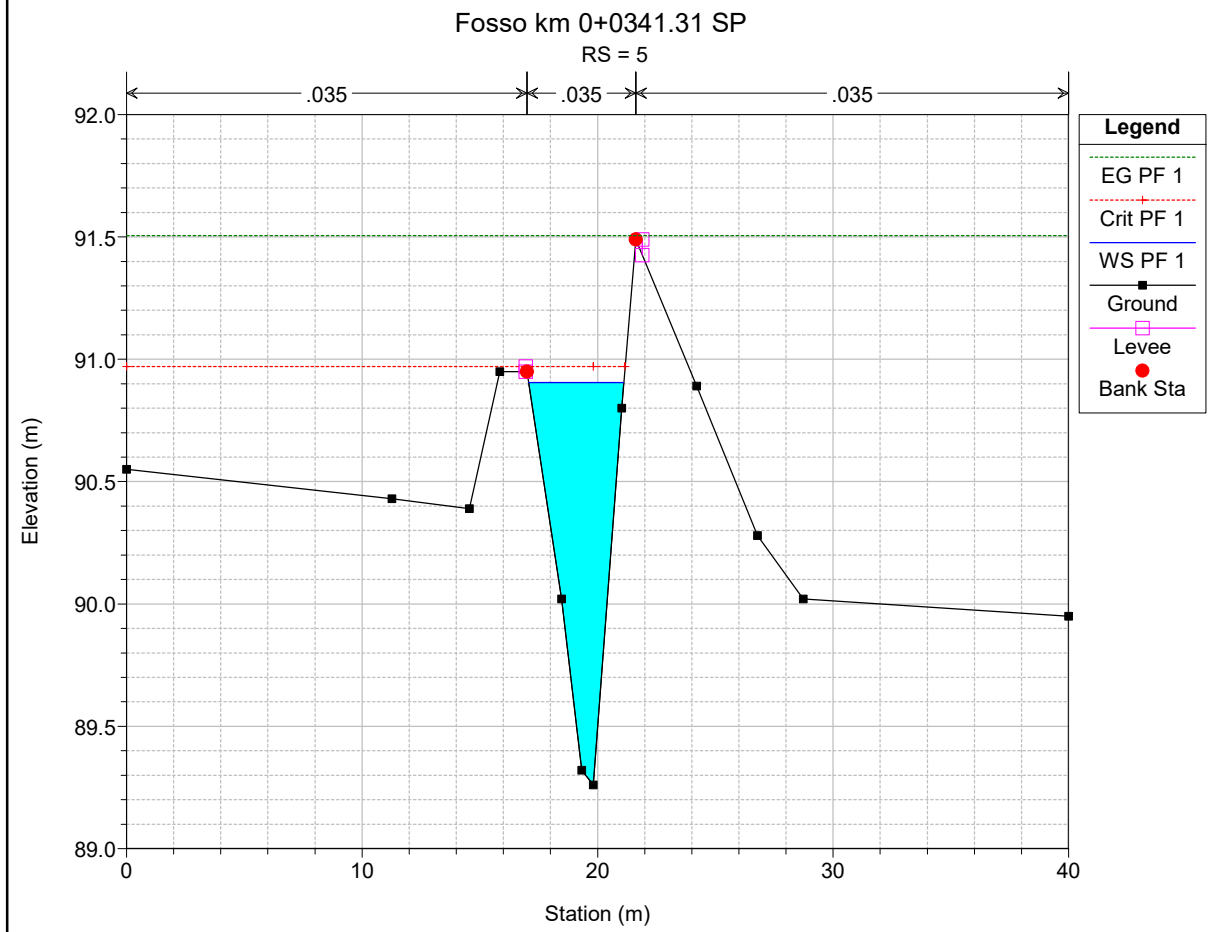
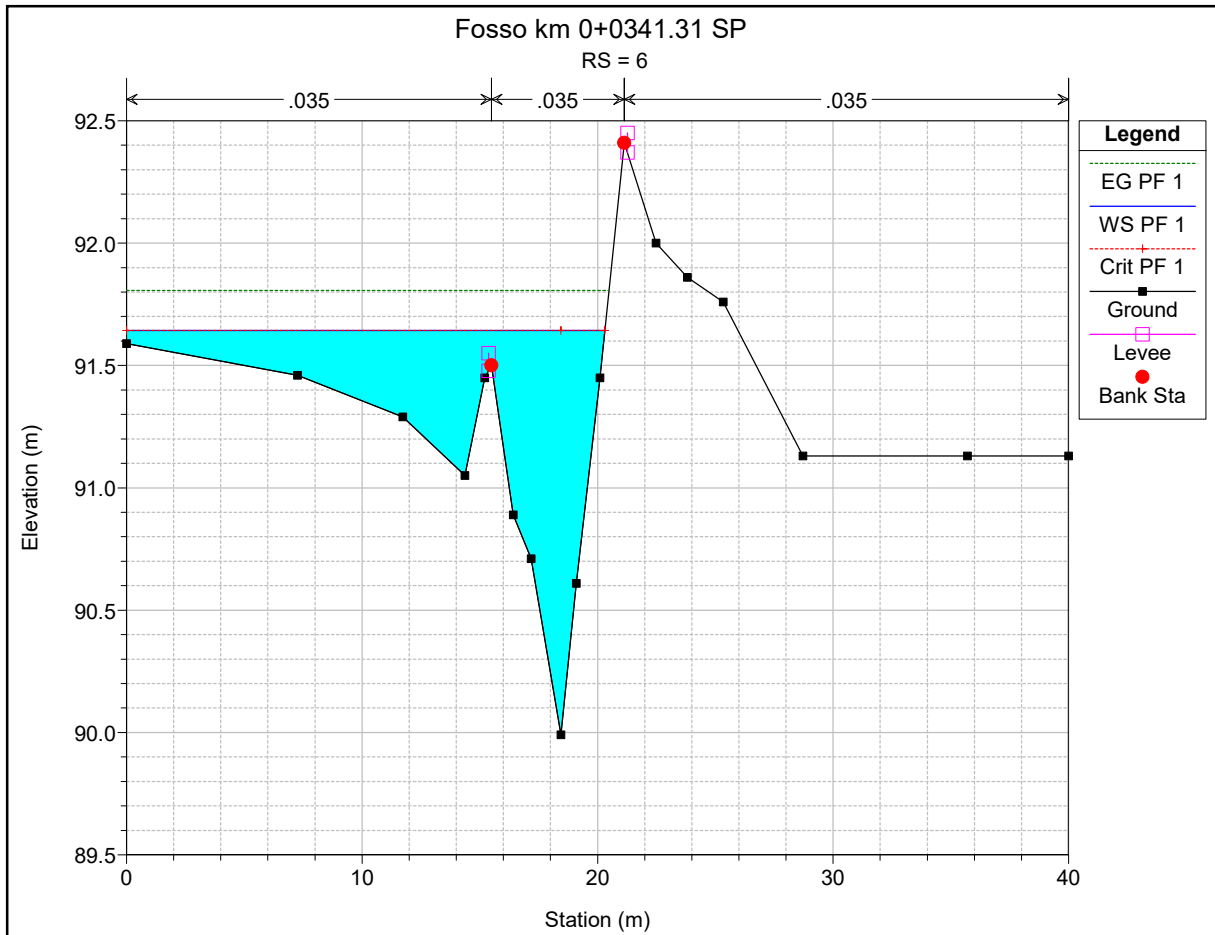
**Risultati delle simulazioni in moto permanente**

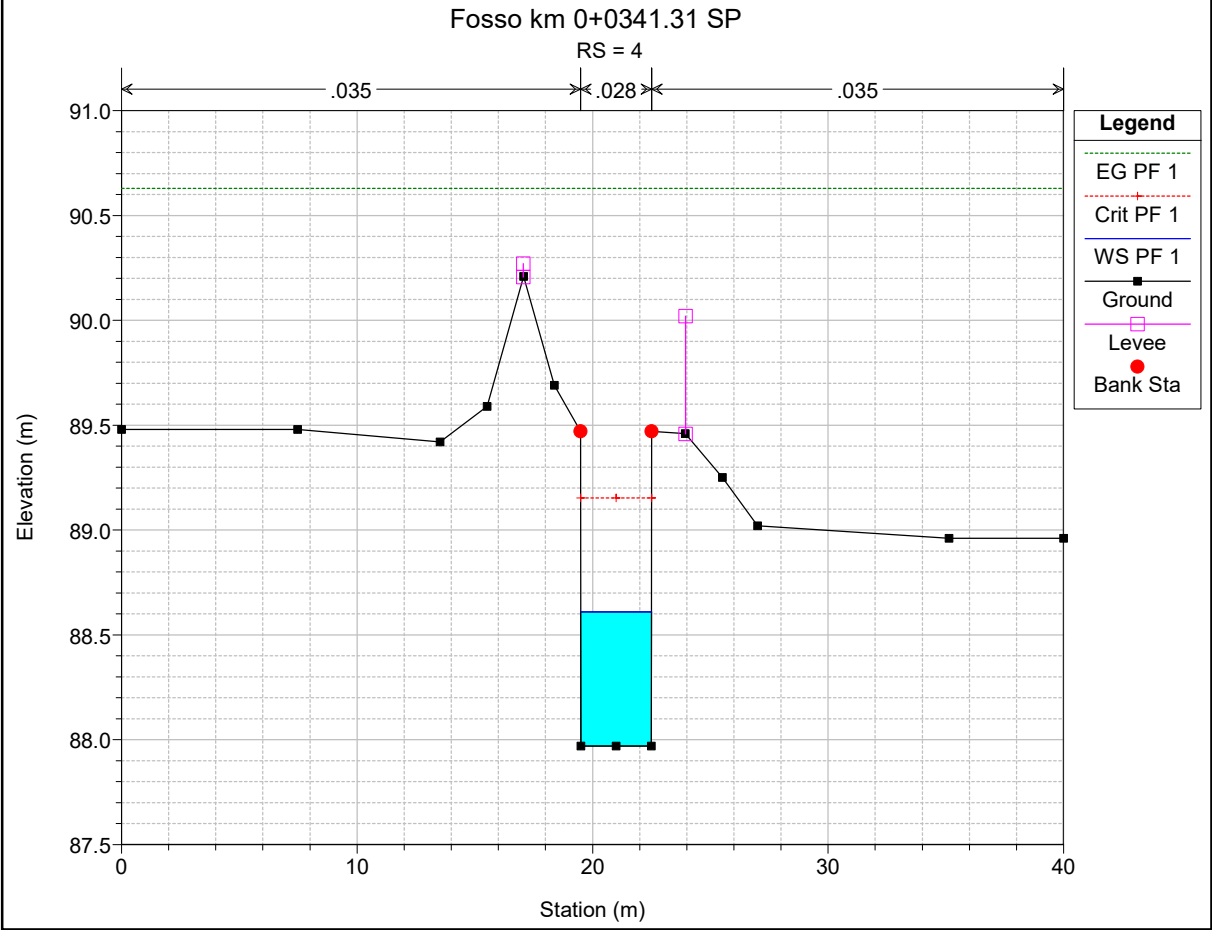
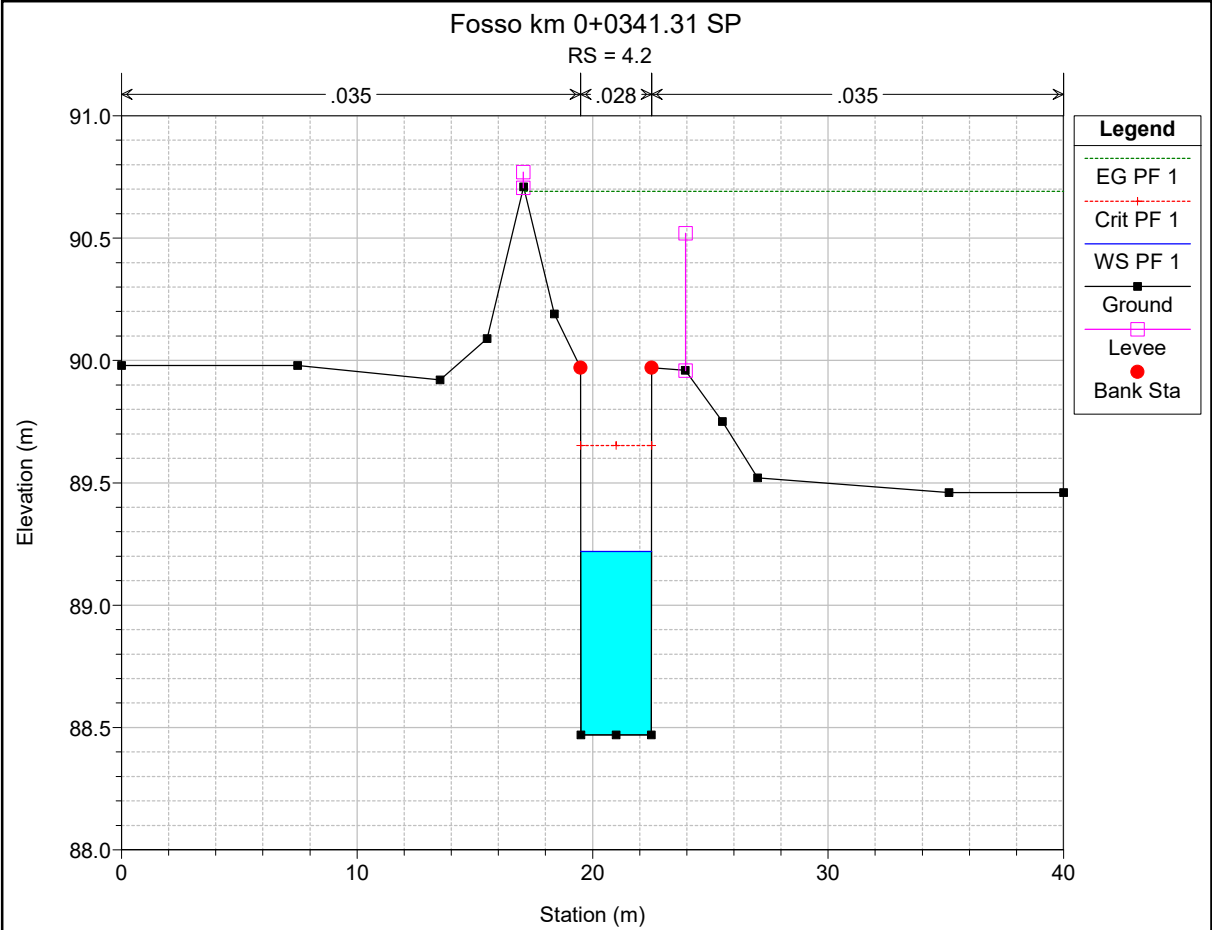
Fosso km 0+0341.31 SP

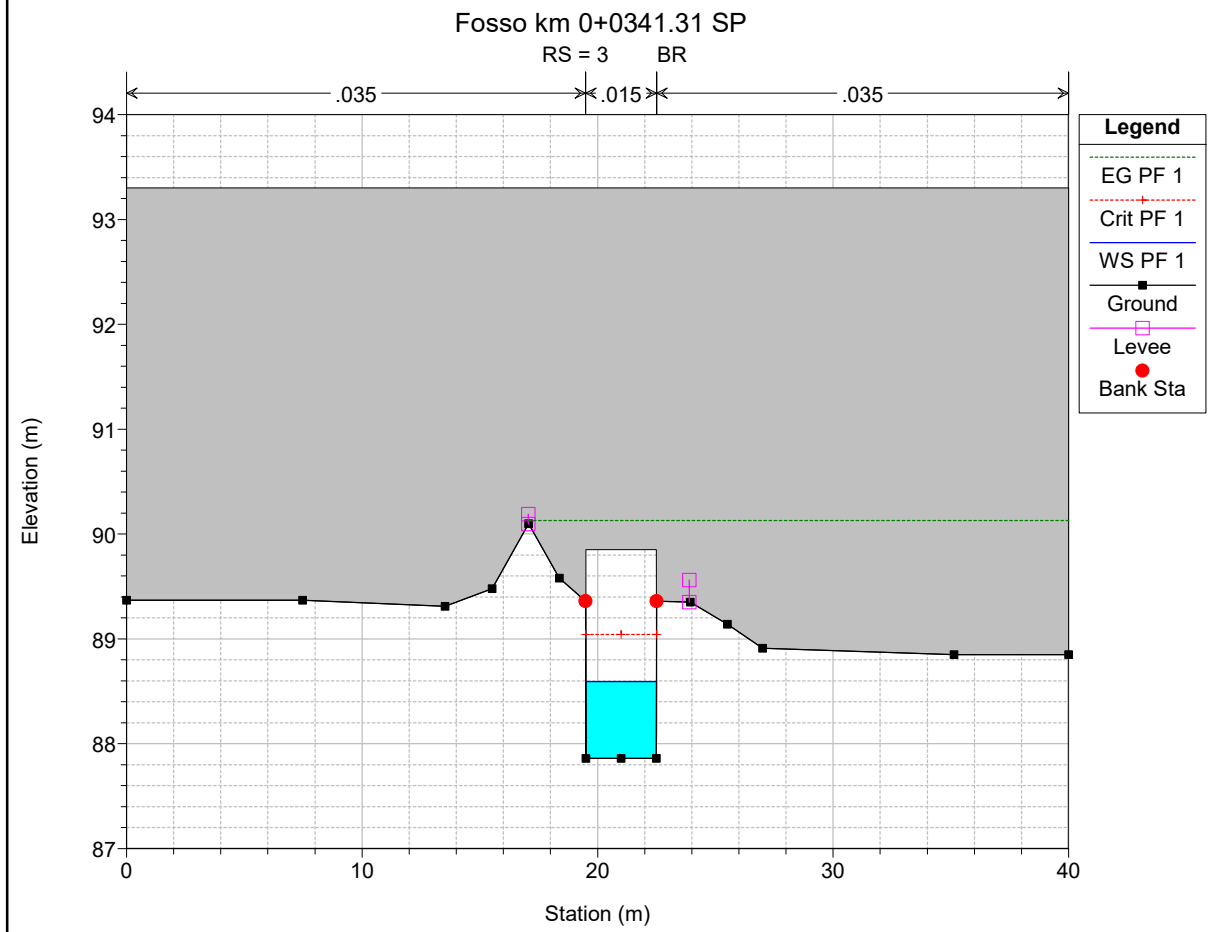
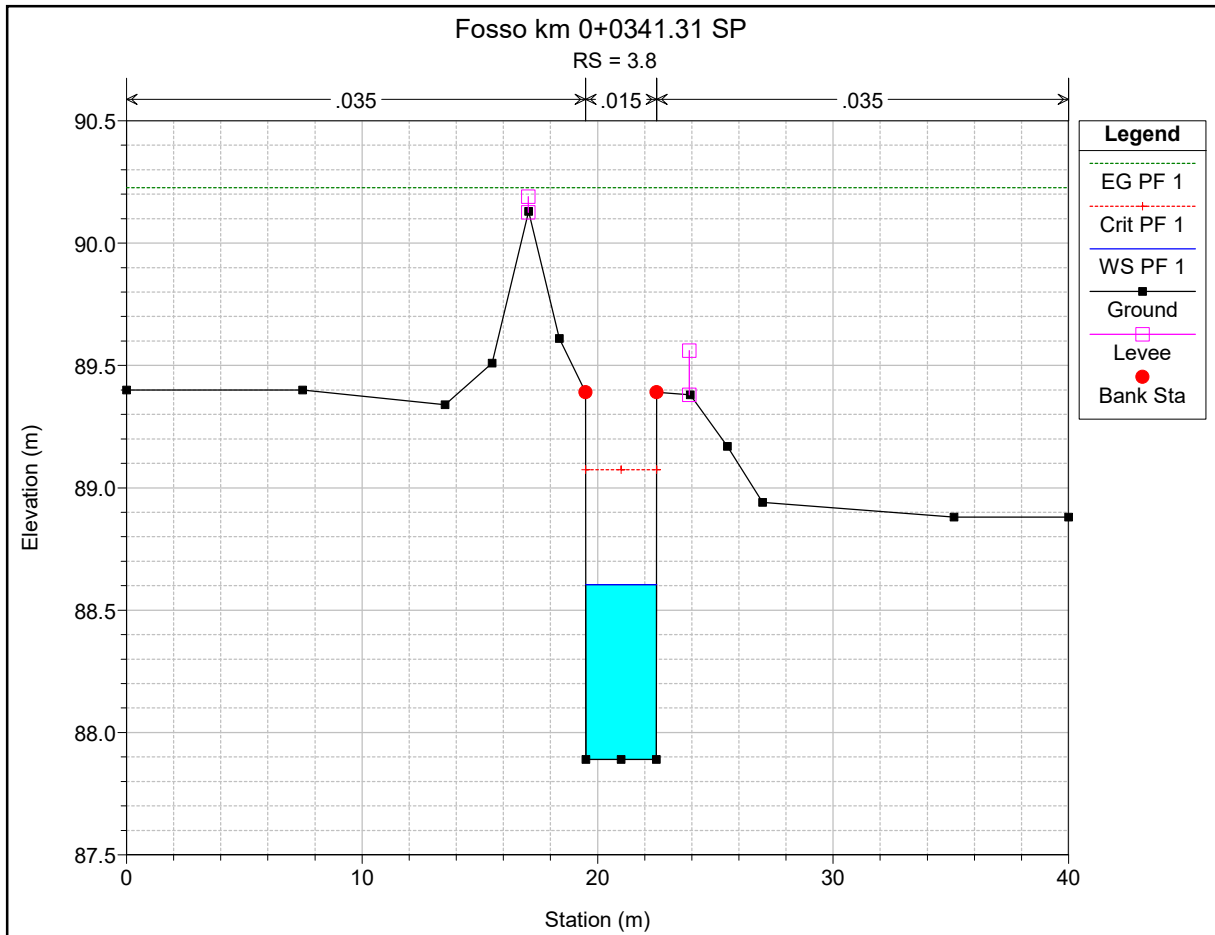
Fosso km 0+340 strada



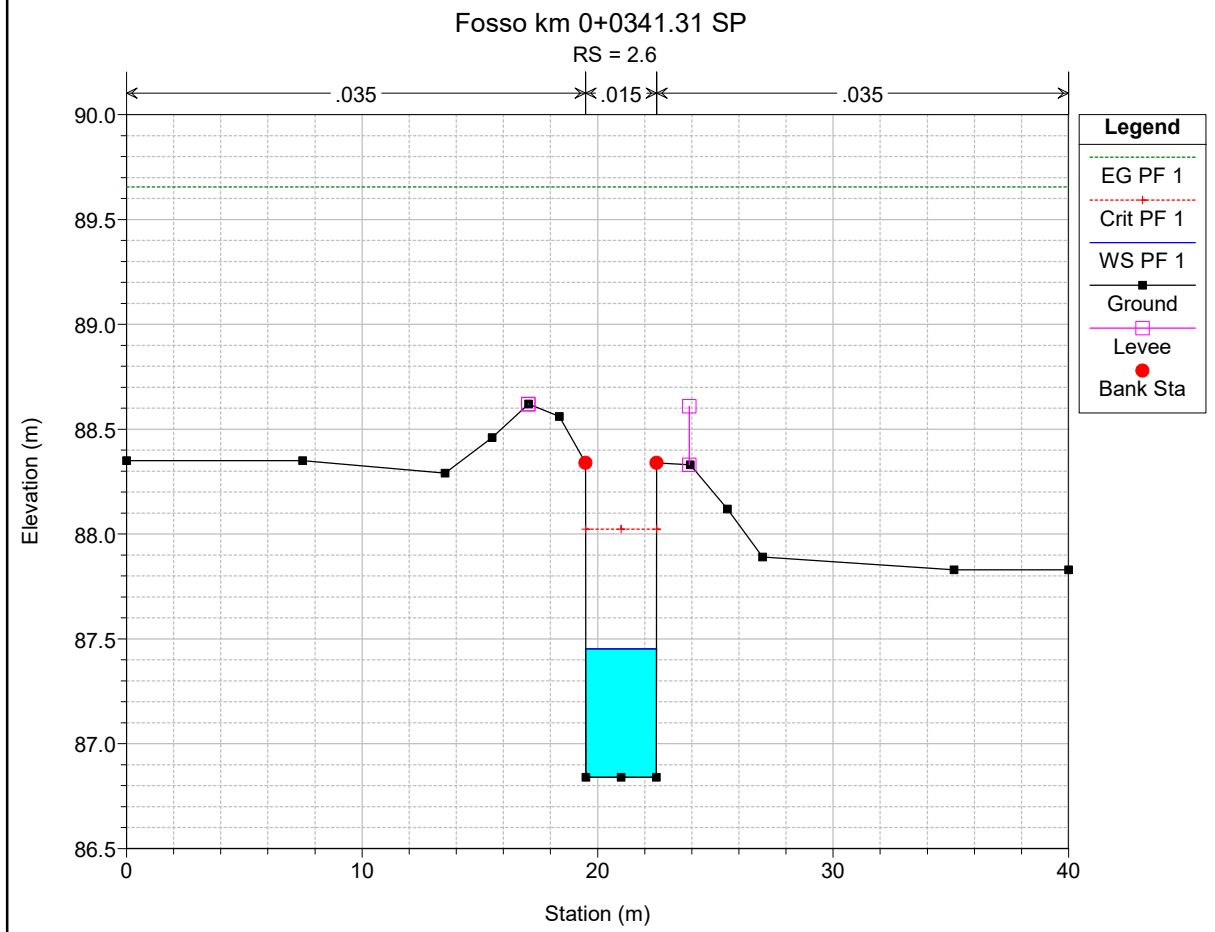
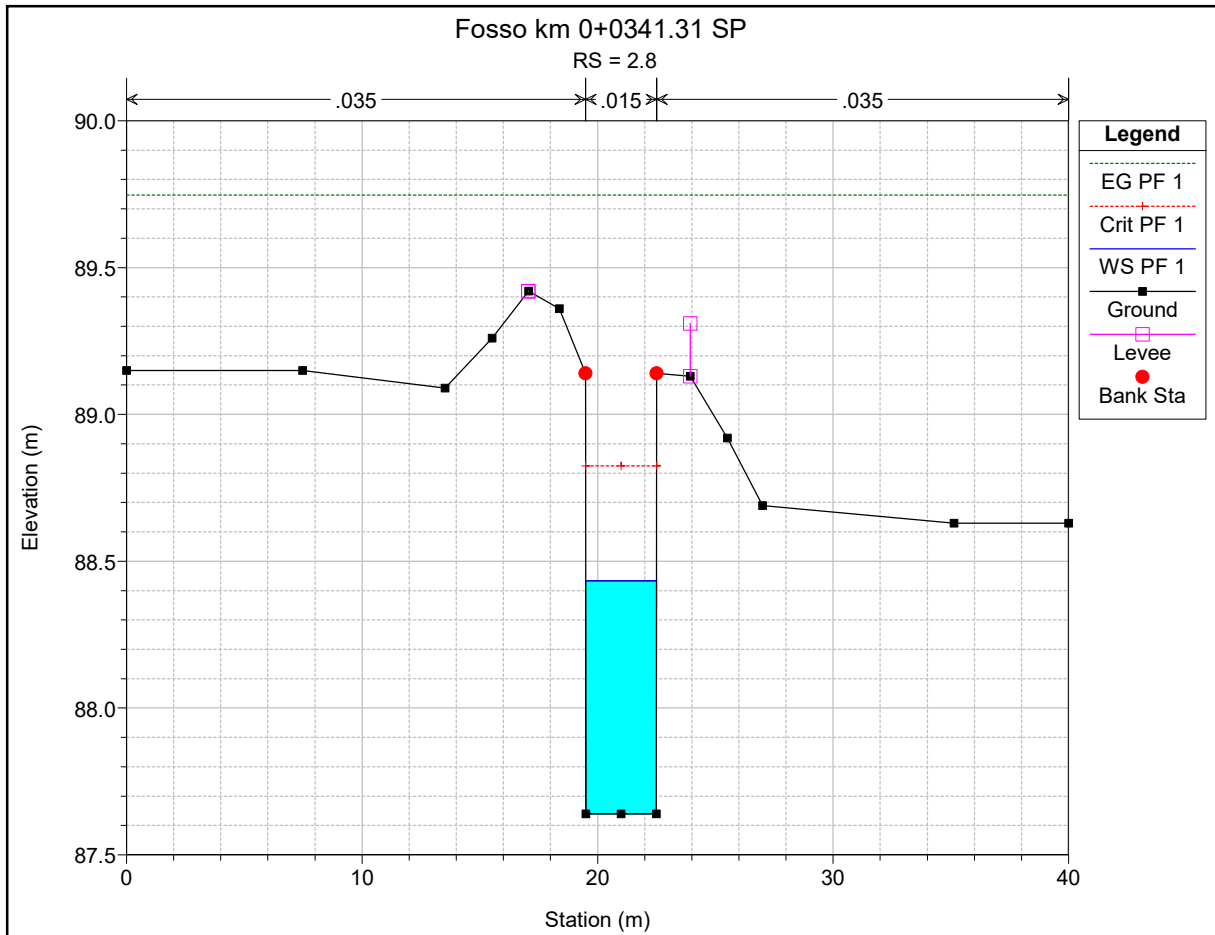
Legend	
EG PF 1	
Crit PF 1	
WS PF 1	
Ground	

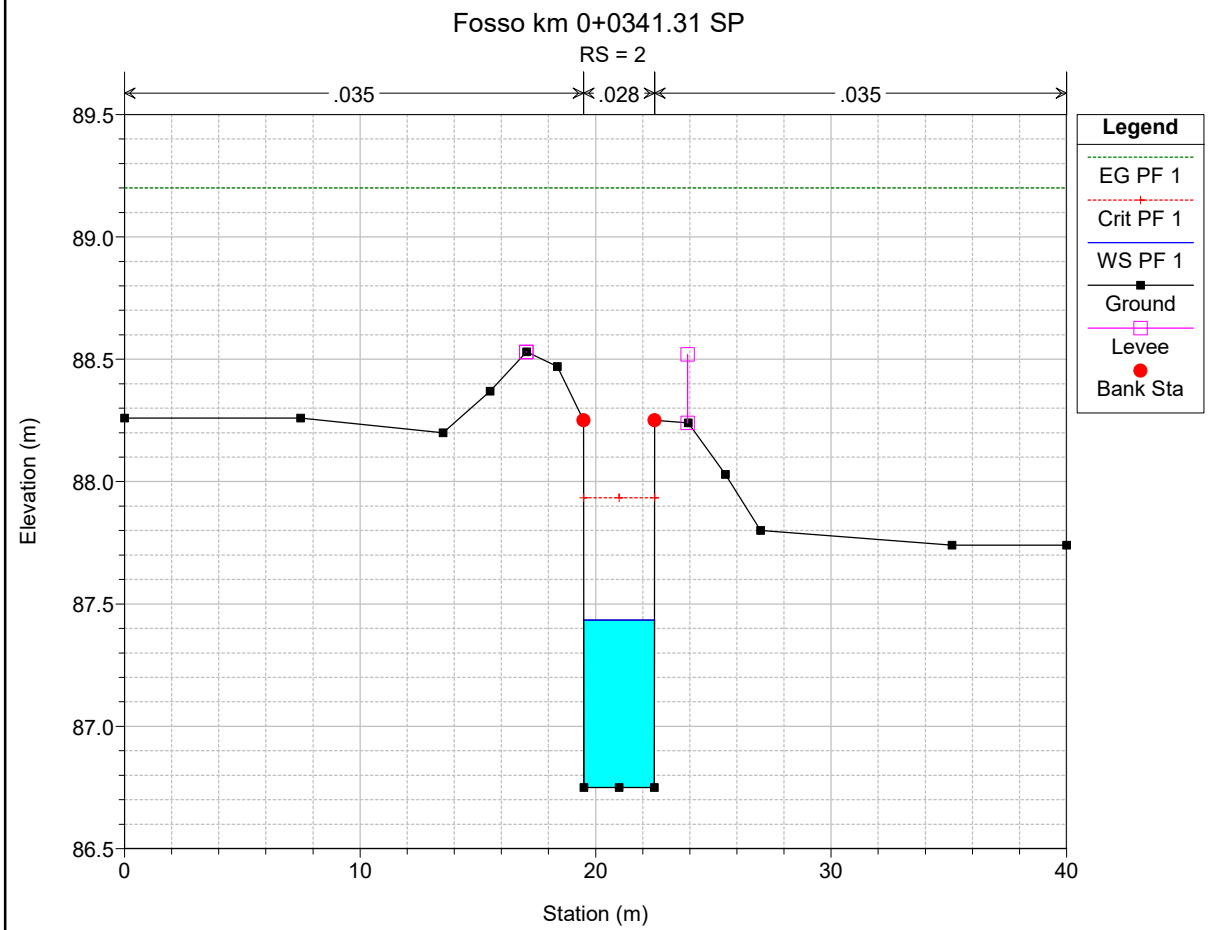
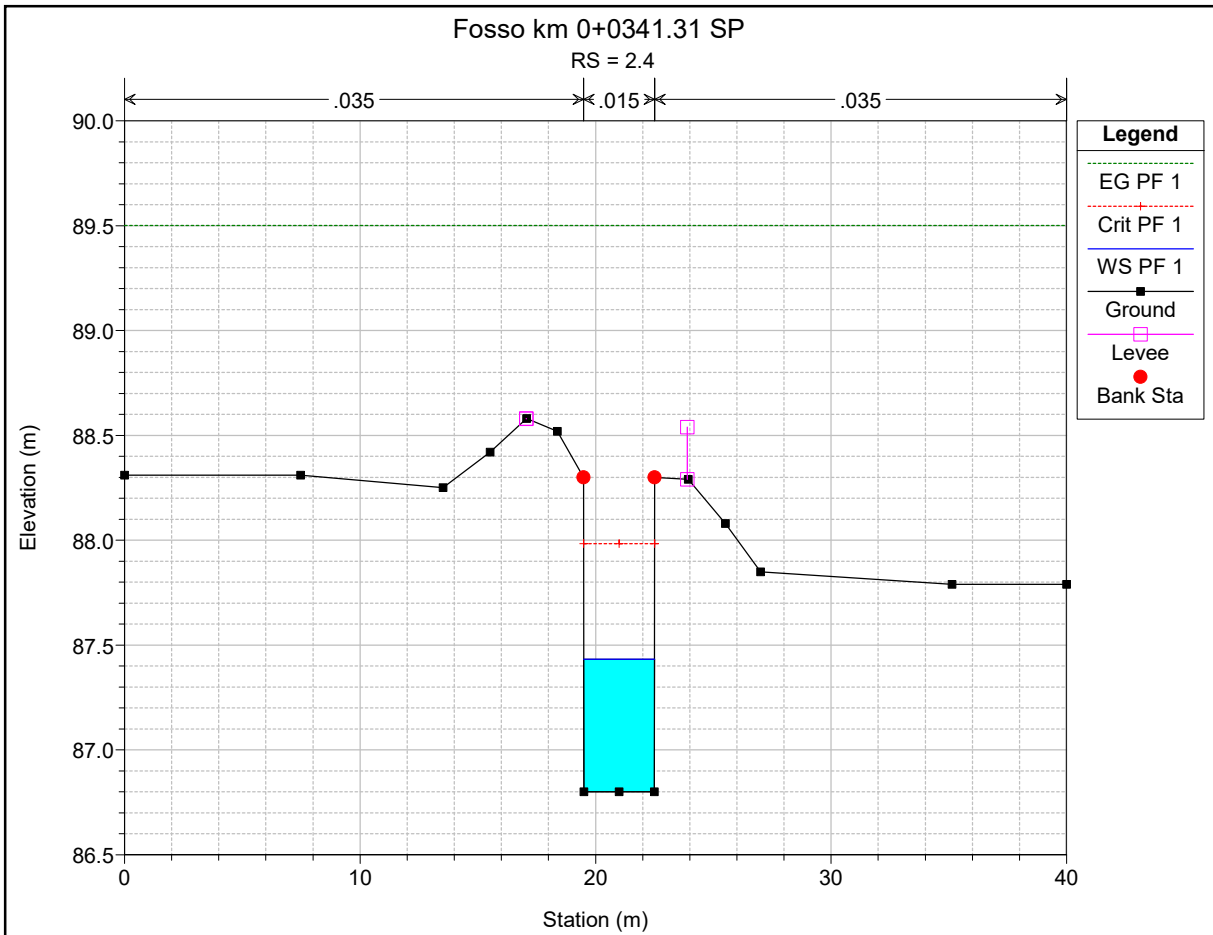


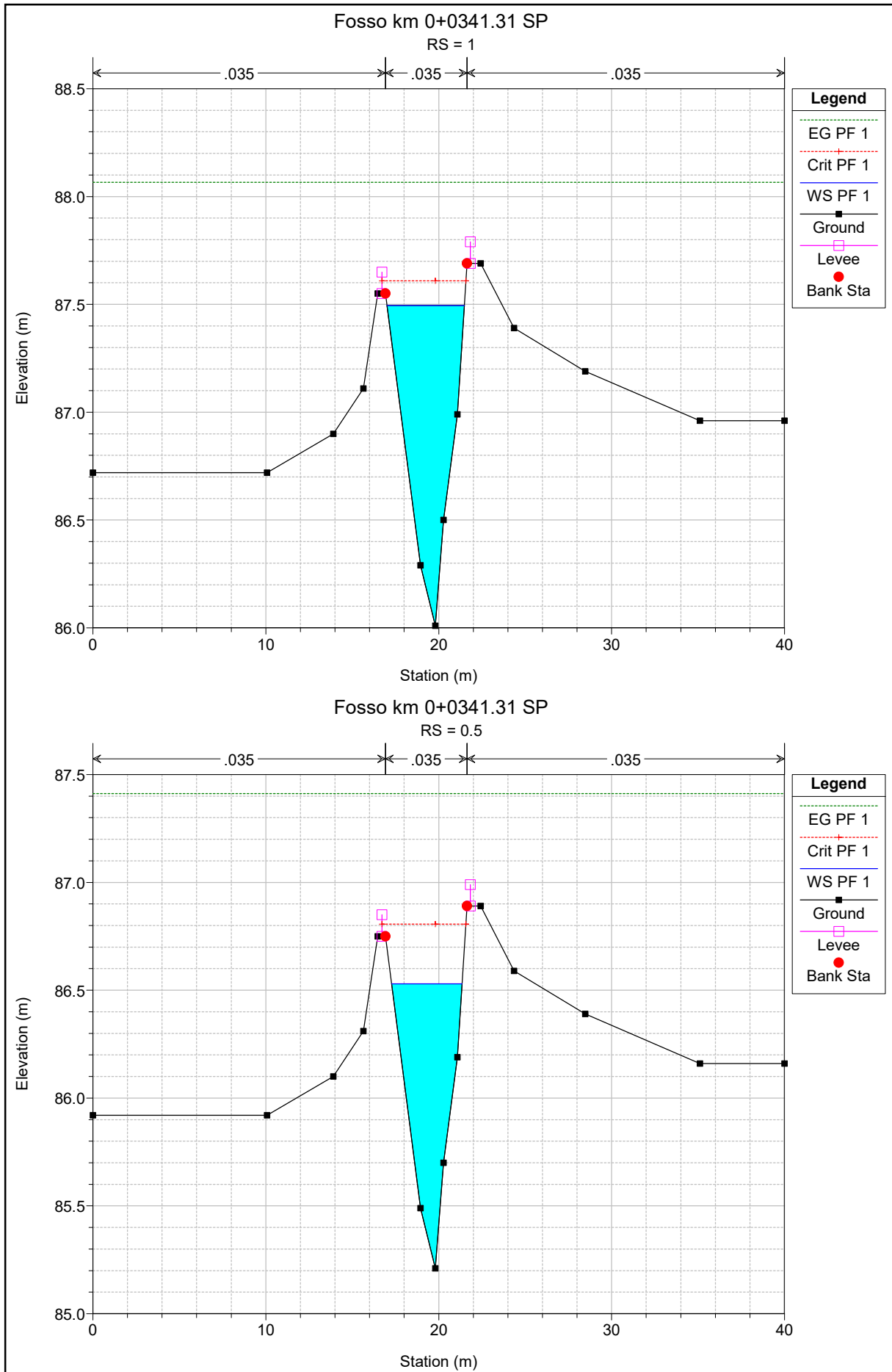












HEC-RAS Plan: rev River: Fosso km 0+340 Reach: strada Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
strada	6	PF 1	12.10	89.99	91.64	91.64	91.81	0.007890	2.04	7.88	20.31	0.70
strada	5	PF 1	12.10	89.26	90.90	90.97	91.51	0.025120	3.43	3.53	4.04	1.17
strada	4.2	PF 1	12.10	88.47	89.22	89.65	90.69	0.056939	5.37	2.25	3.01	1.98
strada	4	PF 1	12.10	87.97	88.61	89.15	90.63	0.090242	6.29	1.92	3.01	2.51
strada	3.8	PF 1	12.10	87.89	88.60	89.07	90.23	0.018829	5.64	2.14	3.01	2.13
strada	3	Bridge										
strada	2.8	PF 1	12.10	87.64	88.43	88.82	89.75	0.013868	5.08	2.38	3.01	1.82
strada	2.6	PF 1	12.10	86.84	87.45	88.02	89.66	0.029438	6.57	1.84	3.01	2.88
strada	2.4	PF 1	12.10	86.80	87.43	87.98	89.50	0.026848	6.37	1.90	3.01	2.56
strada	2	PF 1	12.10	86.75	87.43	87.93	89.20	0.074186	5.89	2.06	3.01	2.27
strada	1	PF 1	12.10	86.01	87.49	87.61	88.07	0.023736	3.35	3.61	4.47	1.19
strada	0.5	PF 1	12.10	85.21	86.53	86.81	87.41	0.042769	4.16	2.91	4.08	1.57