

**E45 - SISTEMAZIONE STRADALE DEL NODO DI PERUGIA  
Tratto Madonna del Piano - Collestrada**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**PG 372**

**ANAS - DIREZIONE TECNICA**

<p><b>IL GEOLOGO</b></p> <p><i>Dott. Geol. Marco Leonardi</i> Ordine Geologi Regione Lazio n. 1541</p>	<p><b>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</b></p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111</p> <p><i>Ing. Moreno Panfili</i> Sezione A Ordine Ingegneri N° A2657 Provincia di Perugia n. A2607</p> <p><i>Ing. Giovanni C. Alfredo Dalenz</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14069</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p><b>PROGETTAZIONE ATI:</b> (Mandataria)</p> <p><b>GP INGENGERIA</b> <i>GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</i></p> <p>(Mandante)</p> <p><b>cooprogetti</b></p> <p><b>engeko</b></p> <p><b>AIM</b> <i>Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</i></p> <p>(Mandante)</p> <p><b>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</b></p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>
<p><b>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b></p> <p><i>Arch. Santo Salvatore Vermiglio</i> Ordine Architetti Provincia di Reggio Calabria n. 1270</p>	<p><b>INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PERUGIA</b></p> <p><b>MORENO PANFILI</b></p> <p>SETTORE CIVILE E AMBIENTALE SETTORE INDUSTRIALE SETTORE DELL'INFORMAZIONE</p>	<p>(Mandante)</p> <p>(Mandante)</p> <p>(Mandante)</p>
<p><b>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</b></p> <p><i>Ing. Alessandro Micheli</i></p>	<p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p>	<p>(Mandante)</p>
<p><b>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</b></p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>	<p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p>	<p>(Mandante)</p>

**STUDI ED INDAGINI**

**Idrologia e idraulica**

**Relazione idraulica attraversamenti minori (tombini)**

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV.PROG.	ANNO	TOOID00IDRRE04_B		
DTPG372	D	22	CODICE ELAB. T O O I D O O I D R R E O 4	B	-
D					
C					
B	Rev. a seguito istruttorie Prot. U.0834569 e U.0862037	Gennaio '23	Angeloni	Panfili	Guiducci
A	Emissione	Ottobre '22	Angeloni	Panfili	Guiducci
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

<b>1. <u>PREMESSA</u></b> .....	<b>2</b>
<b>2. <u>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</u></b> .....	<b>3</b>
<b>3. <u>PORTATA DI PROGETTO</u></b> .....	<b>4</b>
<b>4. <u>VERIFICHE IDRAULICHE</u></b> .....	<b>5</b>
<b>APPENDICE 1</b> .....	<b>11</b>
<b>APPENDICE 2</b> .....	<b>13</b>

PROGETTAZIONE ATI:

## 1. PREMESSA

Scopo della presente relazione è quello di *descrivere le analisi e le verifiche idrauliche condotte nell'ambito del progetto definitivo relativo all'intervento "E45 – SISTEMAZIONE STRADALE DEL NODO DI PERUGIA – Tratto Madonna de Piano - Collestrada "*.

Il presente studio va esaminato congiuntamente all'elaborato T00 ID 00 IDR RE 01 "Relazione idrologica", nell'ambito della quale si sono sviluppati i modelli concettuali utili alla definizione delle portate di riferimento e T 00 ID 00 IDR RE 02 "Relazione idraulica di smaltimento acque di piattaforma e di versante".

In particolare, la presente relazione contiene le verifiche idrauliche finalizzate al dimensionamento dei tombini di attraversamento idraulici per scenari caratterizzati da tempo di ritorno pari a 200 anni.

Le opere di attraversamento, per le quali si sono attenzionati questi aspetti specifici, sono presentate nella tabella seguente.

Asse	Tratto	Progressiva
E45	P6-P9	0+276.6
Immissione dx	P15-P18	0+382.2
Principale	P22-P24	1+811.2
Principale	P35-P36	1+862.8-1+865.3
Principale	P32-P34	1+867.9
Principale	P42-P44	2+230.2
Principale	P52-P54	2+461.3
Principale	P62-P64	2+768.8
Principale	P75-P78	3+113.9
Principale	P73-P74	3+172.1-3+207.0
Principale	P103-P105	4+292.1
Principale	C105-C108	7+207.3
Principale	C113-C116	7+654.9
Principale	C117-C118	7+813.7
Principale	C122-C125	7+836.7
SS75 Deviazione	C36-C39	0+292.6
SS75 Deviazione	C48-C49	0+457.8
SS75 Deviazione	C74-C75	0+647.9
SS75 Deviazione	C88-C89	0+722.1
SS75 Deviazione	C13-C14	0+832.4
Uscita Sud-Est	C132-C133	0+265.4-0+262.9
Uscita Nord	C103-C104	0+145.8
Uscita Sud-Ovest	C105-C108	0+534.6
Immissione SS75 Ovest	C42-C51	0+220.2
Collestrada Pedonale	C45-C46	0+201.6
Deviazione Collestrada	C6-C7	0+504.0

PROGETTAZIONE ATI:

## **2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- [1] “Nuove norme tecniche per le costruzioni”, D. Min. Infrastrutture 14 gennaio 2008
- [2] Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”, decreto del 17 gennaio 2018, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
- [3] “Capitolato speciale d’appalto di servizi – Parte tecnica – Modalità d’espletamento del servizio e prescrizioni per la redazione del progetto definitivo”, ANAS S.p.A.

PROGETTAZIONE ATI:

### **3. PORTATA DI PROGETTO**

Per il calcolo della portata di progetto si rimanda a quanto indicato nei documenti:

- T00ID00IDRRE01: Relazione idrologica
- T00ID00IDRRE02: Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma e di versante

PROGETTAZIONE ATI:

#### **4. VERIFICHE IDRAULICHE**

Per la verifica dell'attraversamento si è adottata la nota formula di Chezy per il moto uniforme:

$$Q = A \cdot K_s \cdot (R \cdot I)^{\frac{1}{2}}$$

dove:

- A: area bagnata;
- $K_s$ : coefficiente di scabrezza di Strickler, pari a: 75 m<sup>1/3</sup>/s per elementi di drenaggio in calcestruzzo, 90 m<sup>1/3</sup>/s per gli elementi in materiale plastico (PVC) e metallico (acciaio zincato), 40 m<sup>1/3</sup>/s terra.
- R: raggio idraulico
- I: pendenza del collettore

In accordo con “Capitolato speciale d'appalto di servizi – Parte tecnica – Modalità d'espletamento del servizio e prescrizioni per la redazione del progetto definitivo” (ANAS S.p.A.) le verifiche sono state eseguite per un evento di progetto con periodo di ritorno pari a 200 anni, e verificando che il grado di riempimento sia inferiore al 70% e che sia comunque garantito un franco superiore a 75 cm. In caso di manufatti a sezione circolare, il diametro deve essere non inferiore a 1.50 m.

I risultati delle verifiche sono presentati in appendice 1.

La verifica dei manufatti previsti per garantire la continuità idraulica dei fossi interferiti dal nuovo tracciato stradale, così come descritti nell'elaborato T00ID00IDRRE01: Relazione idrologica e presentati nell'elaborato grafico T00ID00IDRCO02 Corografia dei bacini idrografici, è stata eseguita modellazione matematica.

L'analisi idraulica è stata condotta utilizzando il programma di calcolo monodimensionale in condizioni di moto permanente denominato HEC-RAS 5.0.6 River Analysis System, versione 5.0.6 del Novembre 2018, sviluppato dalla U.S. Army Corps of Engineers.

Il programma fornisce un'adeguata rappresentazione del fenomeno, descrivendo le principali grandezze fisiche per ogni sezione idraulica di calcolo.

Il profilo di moto permanente viene definito dal modello implementando l'equazione di conservazione dell'energia tra due sezioni successive:

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

dove:

$Y_1, Y_2$  = tirante idrico nelle sezioni 1 e 2 consecutive;

$Z_1, Z_2$  = quota del fondo del canale nelle sezioni 1 e 2;

$\alpha_1, \alpha_2$  = coefficiente di Coriolis nelle sezioni 1 e 2;

$g$  = accelerazione di gravità;

PROGETTAZIONE ATI:

$h_e$  = perdita di carico tra la sezione 1 e 2 definita da:

$$h_e = L\bar{S}_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$

dove:

$\bar{S}_f$  = pendenza media della linea dell'energia tra le due sezioni;

$C$  = coefficiente di espansione o contrazione;

$L$  = distanza ponderata tra le due sezioni, calcolata come segue

$$L = \frac{L_{LOB} \bar{Q}_{LOB} + L_{CH} \bar{Q}_{CH} + L_{ROB} \bar{Q}_{ROB}}{\bar{Q}_{LOB} + \bar{Q}_{CH} + \bar{Q}_{ROB}}$$

dove:

$L_{LOB}$ ,  $L_{CH}$ ,  $L_{ROB}$  = distanze tra le sezioni rispettivamente per la sponda sinistra (left overbank), canale principale (main channel) e sponda destra (right overbank);

$\bar{Q}_{LOB} + \bar{Q}_{CH} + \bar{Q}_{ROB}$  = media aritmetica della portata rispettivamente per la sponda sinistra (left overbank), canale principale (main channel) e sponda destra (right overbank).

Nel calcolo il modello suddivide ogni sezione in tre parti: sponda sinistra (left overbank), canale principale (main channel) e sponda destra (right overbank). Per ognuna di queste è possibile assegnare diverse scabrezze e distanze rispetto alla sezione successiva.

Utilizzando la formula di Manning possiamo scrivere:

$$Q = 1.486 \frac{AR_H^{2/3}}{n} \sqrt{S_f} = K \sqrt{S_f}$$

dove

$R_H$  = raggio idraulico

$A$  = area della sezione trasversale

$n$  = coefficiente di scabrezza di Manning

$K$  = (conveyance) è un parametro geometrico

$$S_f = \left( \frac{Q}{K} \right)^2$$

In ogni tratto esistono due valori di  $S_f$ , uno per ogni sezione che delimita il tratto, per cui viene calcolato un valore medio, che può essere calcolato utilizzando diverse formulazioni:

$$\bar{S}_f = \left( \frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2 \quad \text{Conduttività media (default per moto permanente)}$$

$$\bar{S}_f = \frac{S_{f1} + S_{f2}}{2} \quad \text{Media aritmetica (default per moto vario)}$$

$$\bar{S}_f = \sqrt{S_{f1} S_{f2}} \quad \text{Media geometrica}$$

PROGETTAZIONE ATI:

$$\frac{1}{\overline{S_f}} = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{S_{f1}} + \frac{1}{S_{f2}} \right) \quad \text{Media armonica}$$

La suddivisione in sottosezioni ha come ipotesi che tra l'una e l'altra non ci sia scambio di quantità di moto.

Per definire il termine cinetico  $\frac{V^2}{2g}$  dell'intera sezione, è necessario introdurre il coefficiente di Coriolis  $\alpha$ , in quanto nelle tre diverse sottosezioni (sponde e alveo principale) si instaurano diverse altezze cinetiche, pertanto si può considerare la formulazione seguente:

$$\alpha \frac{V^2}{2g} = \frac{Q_{LOB} \frac{V_{LOB}^2}{2g} + Q_{Ch} \frac{V_{Ch}^2}{2g} + Q_{ROB} \frac{V_{ROB}^2}{2g}}{Q_{LOB} + Q_{Ch} + Q_{ROB}}$$

da cui, con pochi passaggi, è possibile ottenere:

$$\alpha = \frac{A_{Tot}^2 \left[ \frac{K_{LOB}^3}{A_{LOB}^2} + \frac{K_{Ch}^3}{A_{Ch}^2} + \frac{K_{ROB}^3}{A_{ROB}^2} \right]}{K_{Tot}^3}$$

$A_{Tot}$  = area totale della sezione trasversale

$K_{Tot}$  = convegnace totale della sezione trasversale

$K_{LOB}, K_{ROB}, K_{Ch}$  = convegnace per le sottosezioni

$A_{LOB}, A_{ROB}, A_{Ch}$  = area delle tre sottosezione

L'ultimo aspetto che rimane da chiarire riguarda il coefficiente di scabrezza,  $n$ , questo può sempre assumere valori diversi nelle tre sottosezioni (sponde e alveo principale) ed all'interno di ognuna di queste; inoltre è possibile considerare una scabrezza equivalente all'interno dell'alveo quando la pendenza della sponda della sottosezione è maggiore di 5H:1V e nella stessa vi è più di un valore di  $n$ . La formula precedente illustra come devono essere considerate le pendenze ( $S_L$  ed  $S_R$ ). Nel caso in cui siano rispettate queste condizioni, allora il coefficiente di scabrezza equivalente viene assunto pari a:

$$n_c = \left[ \frac{\sum_{i=1}^N P_i n_i^{3/2}}{P} \right]^{2/3}$$

dove

$P_i$  = perimetro bagnato individuato da ogni tratto con scabrezza diversa;

$P$  = perimetro bagnato dell'intero tratto di alveo principale.



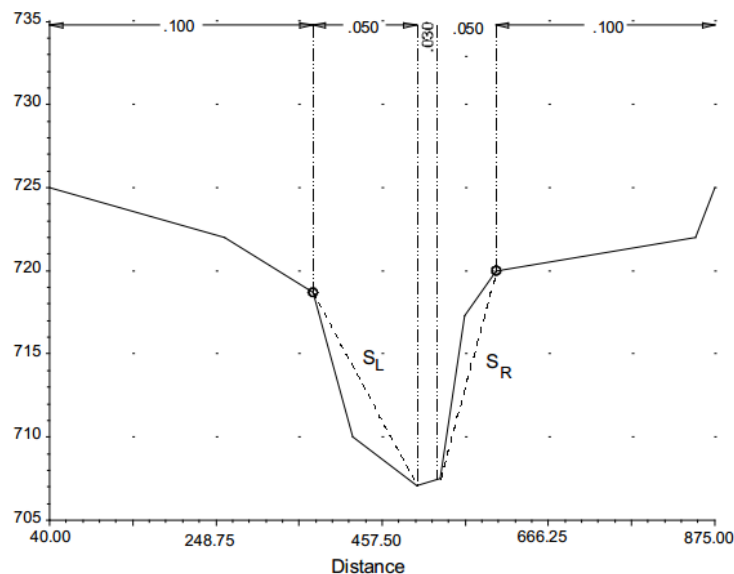


Figura 4-1: Schema per il calcolo della scabrezza equivalente

Per la determinazione del profilo il programma parte con il calcolo in corrente lenta, parte, quindi, dalla condizione al contorno della sezione di valle e procede verso monte applicando la seguente procedura:

1. ipotizza un livello nella sezione più a monte;
2. sulla base del livello ipotizzato calcola la conveyance totale e il carico cinetico;
3. calcola  $\bar{S}_f$  e risolve l'equazione (2) per il calcolo di  $h_e$ ;
4. con i precedenti valori calcolati risolve l'equazione (1) e calcola il livello nella sezione di monte;
5. confronta il livello calcolato con quello ipotizzato allo step 1, se la differenza è maggiore alla tolleranza impostata ripete la procedura, altrimenti passa alla sezione successiva.

Il livello determinato viene confrontato con quello critico:

- se il livello determinato è superiore a quello critico la soluzione è di corrente lenta;
- se il livello determinato è inferiore a quello critico viene impostato il livello critico.

Terminato il calcolo in corrente lenta il programma procede con il calcolo del profilo in corrente rapida partendo dalla condizione al contorno della sezione di monte.

Viene quindi calcolata la spinta totale con il livello calcolato per la corrente lenta e quello per la corrente rapida, per questo scopo viene utilizzata la seguente formula:

$$SF = \beta \frac{Q^2}{gA} + AY_G$$

Se il valore ottenuto in condizioni subcritiche supera il valore della spinta ottenuta in condizioni supercritiche allora si instaura corrente lenta, altrimenti è valida la soluzione di corrente rapida e continua il calcolo del profilo in corrente veloce verso valle con la stessa procedura descritta per la corrente lenta.

Quando risulta valida la soluzione di corrente lenta, il programma ricerca la prima sezione verso valle in cui nella soluzione del profilo in corrente lenta era stata posta la condizione critica. Da questa

sezione, verso valle, ha inizio il calcolo del profilo in corrente veloce, questo rimane valido finché non si arriva ad una sezione in cui la spinta subcritica supera quella supercritica, allora tra le due sezioni si instaura un risalto e si ha il passaggio da rapida a lenta.

Il modello matematico è stato implementato ricostruendo la geometria dei fossi attraverso una superficie tridimensionale della zona interessata ricavata dal rilievo topografico eseguito per lo sviluppo del progetto, integrato dal rilievo LIDAR Ministeriale a maglia 1x1 m.

Per il calcolo delle perdite di carico, si è applicato il coefficiente di scabrezza  $n$  definito da Manning (inverso del coefficiente di Gauckler-Strickler). Tale coefficiente è funzione delle caratteristiche del fondo e delle sponde dell'alveo di deflusso.

In letteratura vengono riportati i valori del coefficiente di Manning consigliati in funzione delle caratteristiche d'alveo. Il testo "Open Channel Hydraulics" – Ven Te Chow 1982 consiglia di adottare un valore di  $n$  compreso tra 0,025 e 0,033 nel caso di canali naturali di pianura, rettilinei, in piena, senza interferenze e 0,033 e 0,045 nel caso di canali naturali di pianura, con curve e interferenze. Il manuale utente del programma HEC-RAS suggerisce un valore di  $n$  compreso tra 0,025 e 0,030 nel caso di canali naturali di pianura senza interferenze e compreso tra 0,025 e 0,035 per le aree di esondazione (parti e aree coltivate).

Nello studio in esame sono stati pertanto adottati i seguenti valori del coefficiente di Manning:

- Manning:  $n=0,030$ , valido per sezioni d'alveo dei fossi
- Manning:  $n= 0,035$  valido per le aree esondabili.

Per i manufatti scatolari di attraversamento, in calcestruzzo, è stato utilizzato il valore  $n = 0,0133$  (coefficiente di scabrezza di Strickler, pari a:  $75 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ).

Le simulazioni sono state condotte in condizioni di moto permanente, assumendo come condizioni al contorno. nella sezione di monte e in quella di valle le condizioni di moto uniforme che si instaurano nelle due sezioni assumendo una pendenza pari alla pendenza media del tratto modellato.

Anche nel caso degli attraversamenti scatolari, in accordo con "Capitolato speciale d'appalto di servizi – Parte tecnica – Modalità d'espletamento del servizio e prescrizioni per la redazione del progetto definitivo" (ANAS S.p.A.) le verifiche sono state eseguite per un evento di progetto con periodo di ritorno pari a 200 anni, e verificando che il grado di riempimento sia inferiore al 70% e che sia comunque garantito un franco superiore a 75 cm.

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche geometriche di ciascun manufatto, la quota di intradosso dello scatolare, la quota del pelo libero che si instaura nelle sezioni di monte e di valle del manufatto, ed il relativo franco.

Scatolare	Punto Inizio	Punto Fine	Sezione tipo	Lunghezza [m]	Portata Q [m <sup>3</sup> /s]	Sezione di monte			Sezione di monte		
						Quota intradosso [m l.m.m.]	Quota pelo libero [m l.m.m.]	Franco [m]	Quota intradosso [m l.m.m.]	Quota pelo libero [m l.m.m.]	Franco [m]
1	P6	P9	N. 3 SCAT. 3X2	33.30	14.70	184.07	183.17	0.90	183.93	183.17	0.76
2	P22	P24	N. 2 SCAT. 3X2	64.10	12.10	184.90	184.09	0.81	184.46	183.46	1.00
3	P52	P54	N. 1 SCAT. 3X2	54.40	7.50	181.51	180.37	1.14	180.76	179.31	1.45
4	P62	P64	N. 3 SCAT. 3X3	57.50	22.30	181.04	179.45	1.59	180.53	179.49	1.04
5	P105	P103	N. 1 SCAT. 3X2	58.00	6.40	192.26	191.43	0.83	190.66	189.06	1.60
6	C116	C113	N. 1 SCAT. 3X2	61.00	7.50	194.68	192.73	1.95	190.32	188.66	1.66

I risultati delle simulazioni sono riportati in appendice 2 al termine della presente relazione.

**APPENDICE 1**

**VERIFICA TOMBINI**

Punto Inizio	Punto Fine	Superficie totale Stot [m <sup>2</sup> ]	Coefficiente di afflusso $\phi$	Sezione tipo	Lunghezza Lidr [m]	Pendenza minima jmin [%]	Larghezza al fondo B [m]	Materiale	Tempo di accesso Ta [sec]	Velocità di rete Vr [m/s]	Tempo di rete Tr [sec]	Tempo di corrivazione Tc [sec]	Intensità di pioggia i [mm/s]	Portata Q [m <sup>3</sup> /s]	Scabrezza (Manning) n [m <sup>-1/3</sup> s]	Altezza moto uniforme h [m]	Riempimento [%]
P15	P18	0.00	0.65	D1500	63	0.3	1.50	CLS	300	1.00	540.00	840.00	0.034	1.087	0.0133	0.56	37.0
P32	P34	0.00	0.58	D1500	71	0.3	1.50	CLS	300	1.00	71.00	438.00	0.047	0.155	0.0133	0.21	14.0
P35	P36	0.00	0.70	D1500	6	0.3	1.50	CLS	300	1.00	6.00	654.00	0.039	0.249	0.0133	0.26	17.0
P42	P44	0.00	0.51	D1500	46	2.7	1.50	CLS	300	1.00	269.00	569.00	0.042	1.650	0.0133	0.39	26.0
P44	P44a	0.00	0.52	D1500	8	1.0	1.50	CLS	300	1.00	277.00	577.00	0.041	1.694	0.0133	0.51	34.0
P73	P74	0.00	0.50	D1500	36	0.5	1.50	CLS	900	1.00	117.00	1017.00	0.031	2.866	0.01333	0.83	55.0
P75	P78	0.00	0.51	D1500	60	0.5	1.50	CLS	900	1.00	299.00	1199.00	0.028	3.137	0.0133	0.87	58.0
C6	C7	0.00	0.50	D1500	137	2.9	1.50	CLS	300	1.00	308.00	608.00	0.040	0.539	0.0133	0.23	15.0
C13	C14	0.00	0.50	D1500	49	4.9	1.50	CLS	300	1.00	469.00	769.00	0.036	2.072	0.0133	0.38	25.0
C36	C39	0.00	0.68	D1500	65.8	0.5	1.50	CLS	300	1.00	162.80	462.80	0.046	0.029	0.0125	0.09	6.0
C39	C52	0.00	0.68	D1500	205.8	0.5	1.50	CLS	300	1.00	368.60	668.60	0.038	1.185	0.0125	0.51	34.0
C42	C50	0.00	0.65	D1500	23.9	13.0	1.50	CLS	300	1.00	99.40	399.40	0.049	0.104	0.0125	0.00	0.1
C44	C46	0.00	0.51	D1500	15	0.2	1.50	CLS	300	1.00	100.00	400.00	0.049	0.121	0.0125	0.21	14.0
C48	C49	0.00	0.51	D1500	71.2	1.0	1.50	CLS	300	1.00	235.20	535.20	0.043	0.226	0.0125	0.18	12.0
C52	C53	0.00	0.57	D1500	47.3	0.5	1.50	CLS	300	1.00	397.90	697.90	0.038	1.602	0.0125	0.59	39.0
C73	C74	0.00	0.50	D1500	62.3	1.0	1.50	CLS	300	1.00	242.30	542.30	0.043	0.046	0.0133	0.09	6.0
C74	C75	0.00	0.50	D1500	77.3	3.5	1.50	CLS	300	1.00	319.60	619.60	0.040	0.652	0.0133	0.23	15.0

PROGETTAZIONE ATI:

**IDROLOGIA E IDRAULICA**  
**RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MINORI**

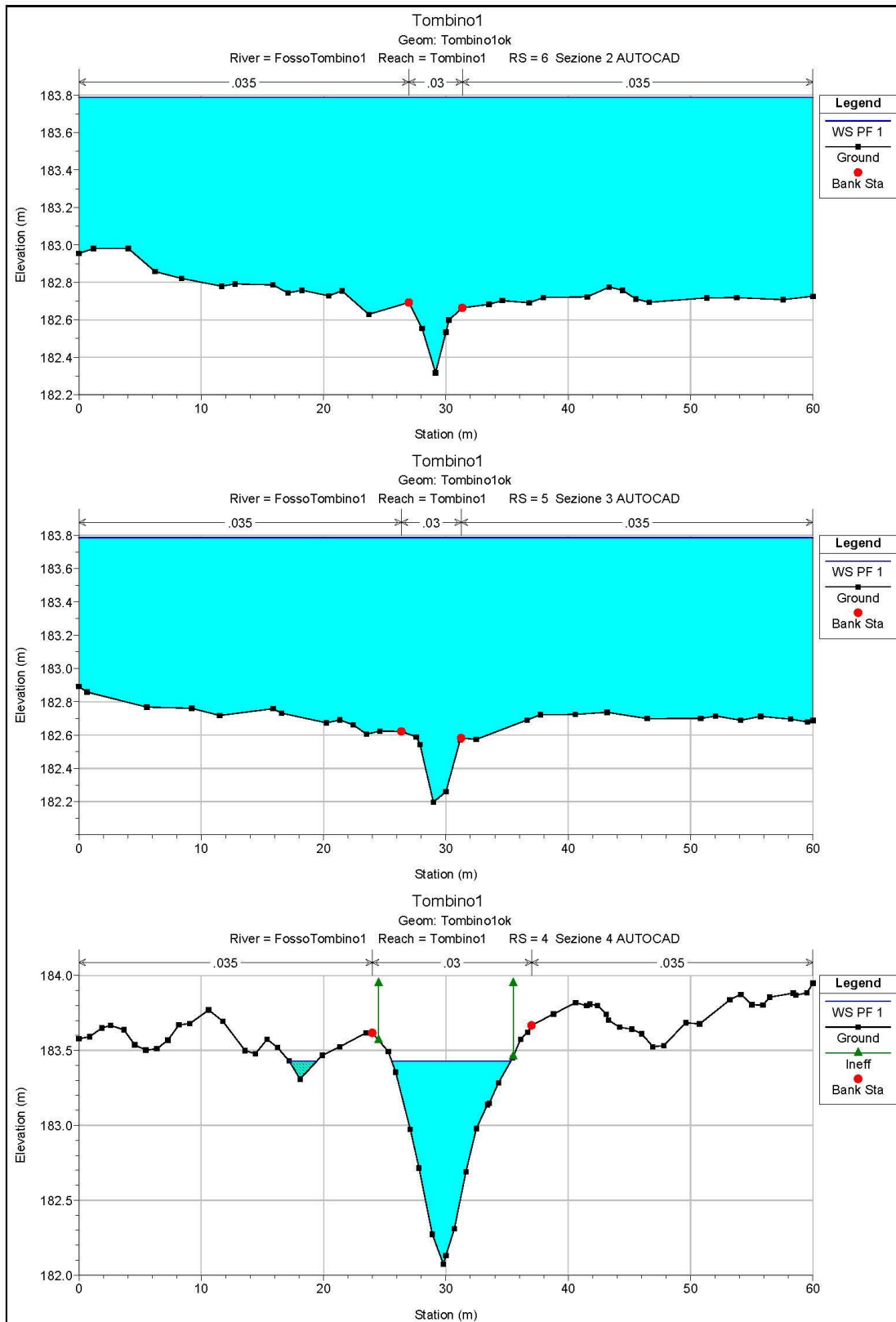
C88	C89	0.00	0.50	D1500	58	1.2	1.50	CLS	300	1.00	136.00	436.00	0.047	0.029	0.0133	0.06	4.0
C103	C104	0.00	0.64	D1500	34	3.0	1.50	CLS	300	1.00	97.00	397.00	0.049	0.100	0.0133	0.09	6.0
C105	C108	0.00	0.76	D1500	95	3.0	1.50	CLS	300	1.00	253.00	553.00	0.042	0.202	0.0133	0.14	9.0
C108	C109	0.00	0.77	D1500	86	3.0	1.50	CLS	300	1.00	343.00	643.00	0.039	0.230	0.0133	0.15	10.0
C117	C118	0.00	0.90	D1500	48	1.2	1.50	CLS	300	1.00	111.00	411.00	0.048	0.018	0.0133	0.06	4.0
C118	C119	0.00	0.90	D1500	11	3.6	1.50	CLS	300	1.00	122.00	422.00	0.047	0.024	0.0133	0.05	3.0
C122	C125	0.00	0.90	D1500	55	1.8	1.50	CLS	300	1.00	166.00	466.00	0.046	0.023	0.0133	0.06	4.0

PROGETTAZIONE ATI:

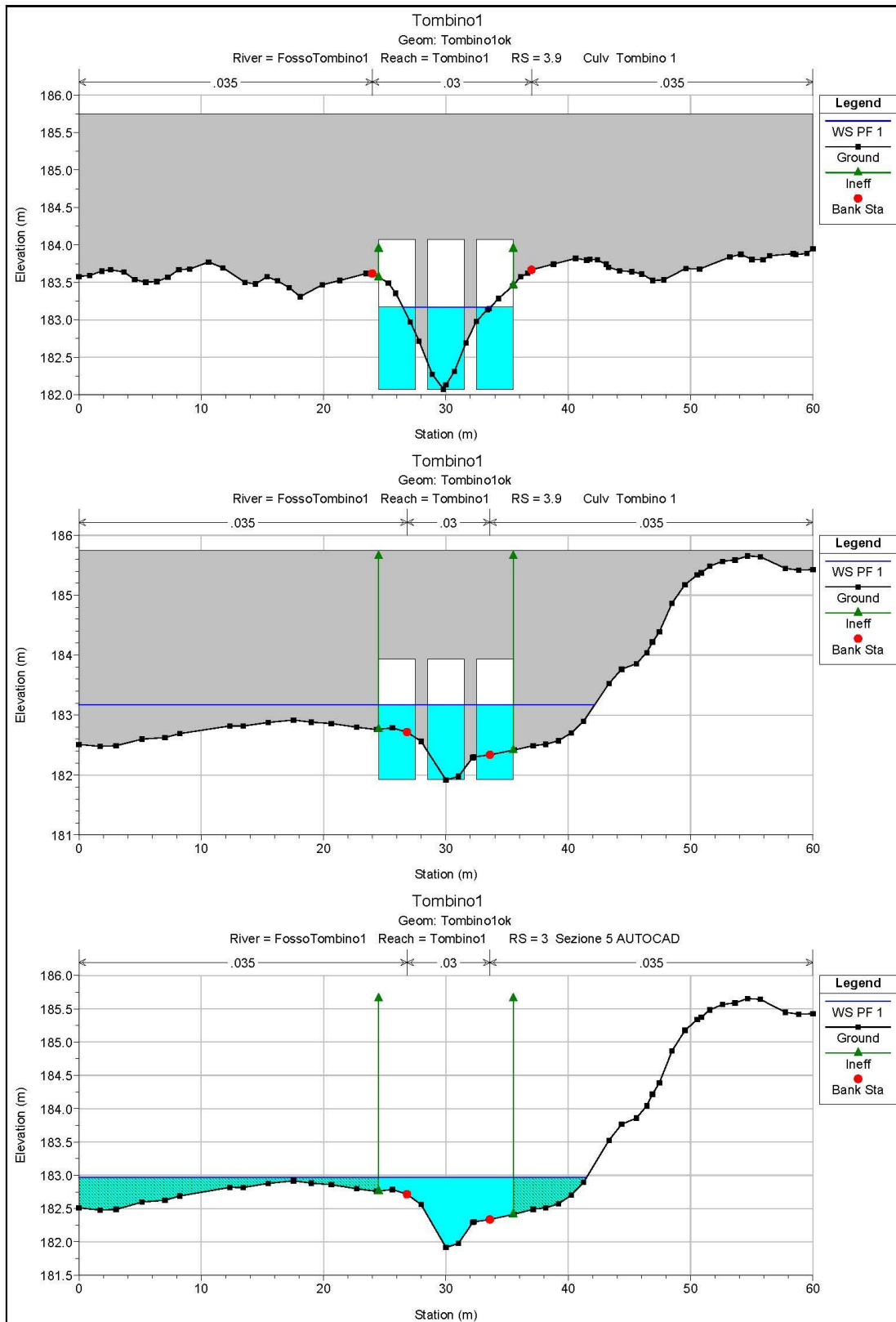
**APPENDICE 2**

**VERIFICHE MODELLO HEC-RAS**  
**SCATOLARE 1**  
**(tratto P6-P9, prog. 0+276.6 asse E45)**

PROGETTAZIONE ATI:

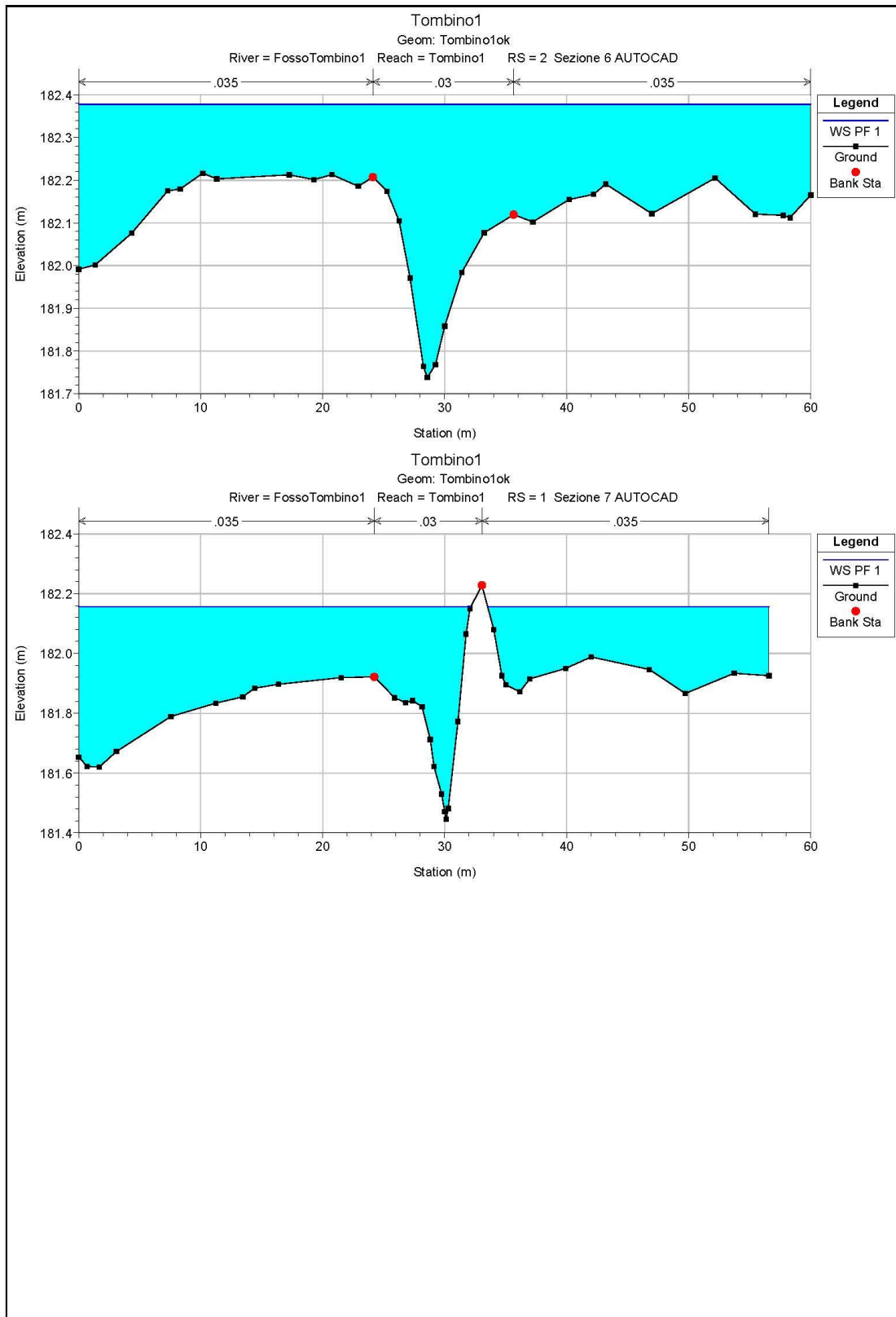


PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:





PROGETTAZIONE ATI:

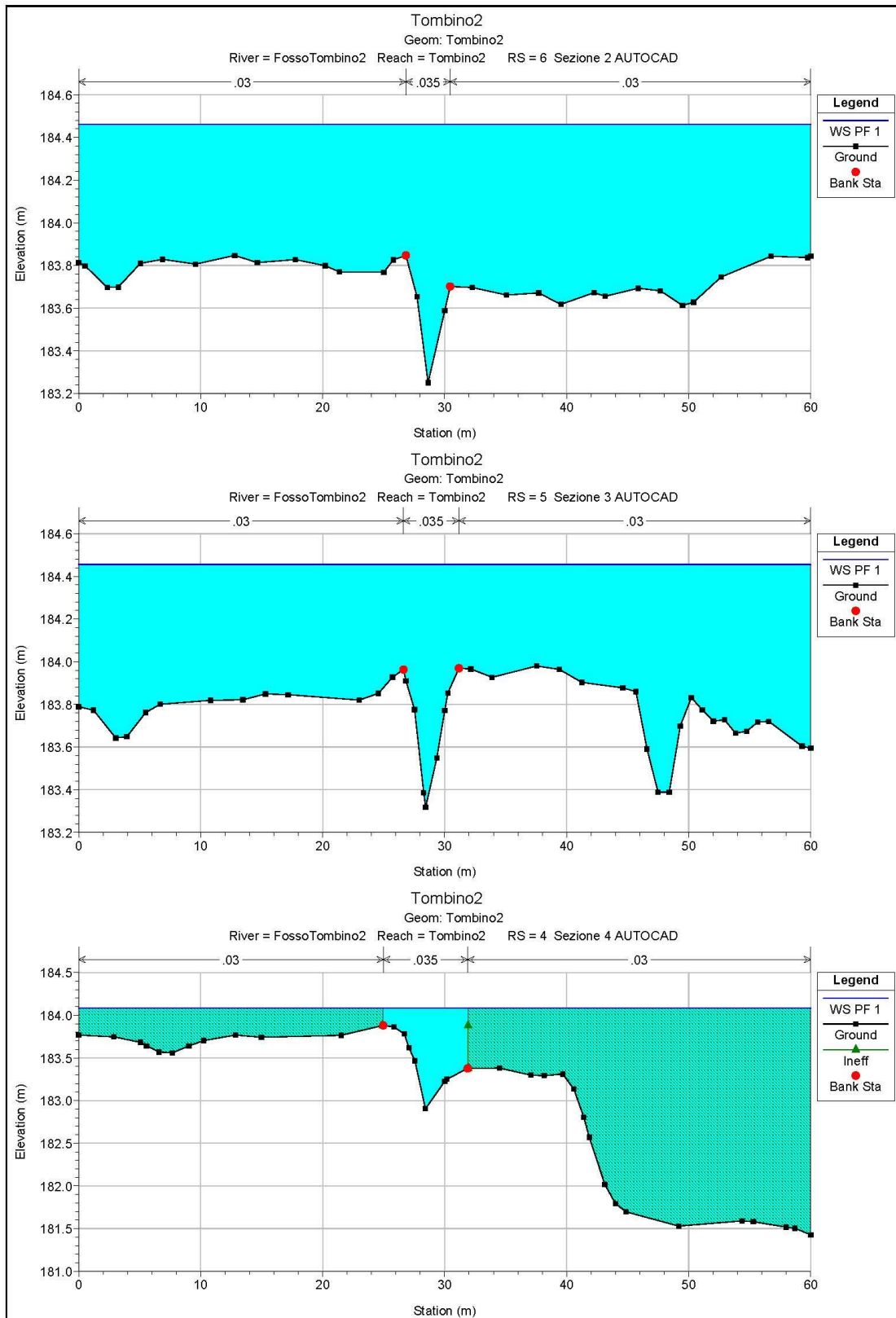
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: FossoTombino1 Reach: Tombino1 Profile: PF 1

Reach	River Sta	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
Tombino1	6	14.70	182.32	183.79	182.94	183.79	0.000063	0.30	62.85	60.00	0.09
Tombino1	5	14.70	182.20	183.79		183.79	0.000054	0.30	65.83	60.00	0.08
Tombino1	4	14.70	182.07	183.43	183.43	183.74	0.010908	2.45	5.99	11.98	1.00
Tombino1	3.9	Culvert									
Tombino1	3	14.70	181.92	182.97	182.97	183.26	0.009372	2.52	6.38	41.50	0.96
Tombino1	2	14.70	181.74	182.38	182.33	182.44	0.006157	1.35	15.13	60.00	0.71
Tombino1	1	14.70	181.45	182.16	182.07	182.20	0.004772	1.16	16.14	55.19	0.61

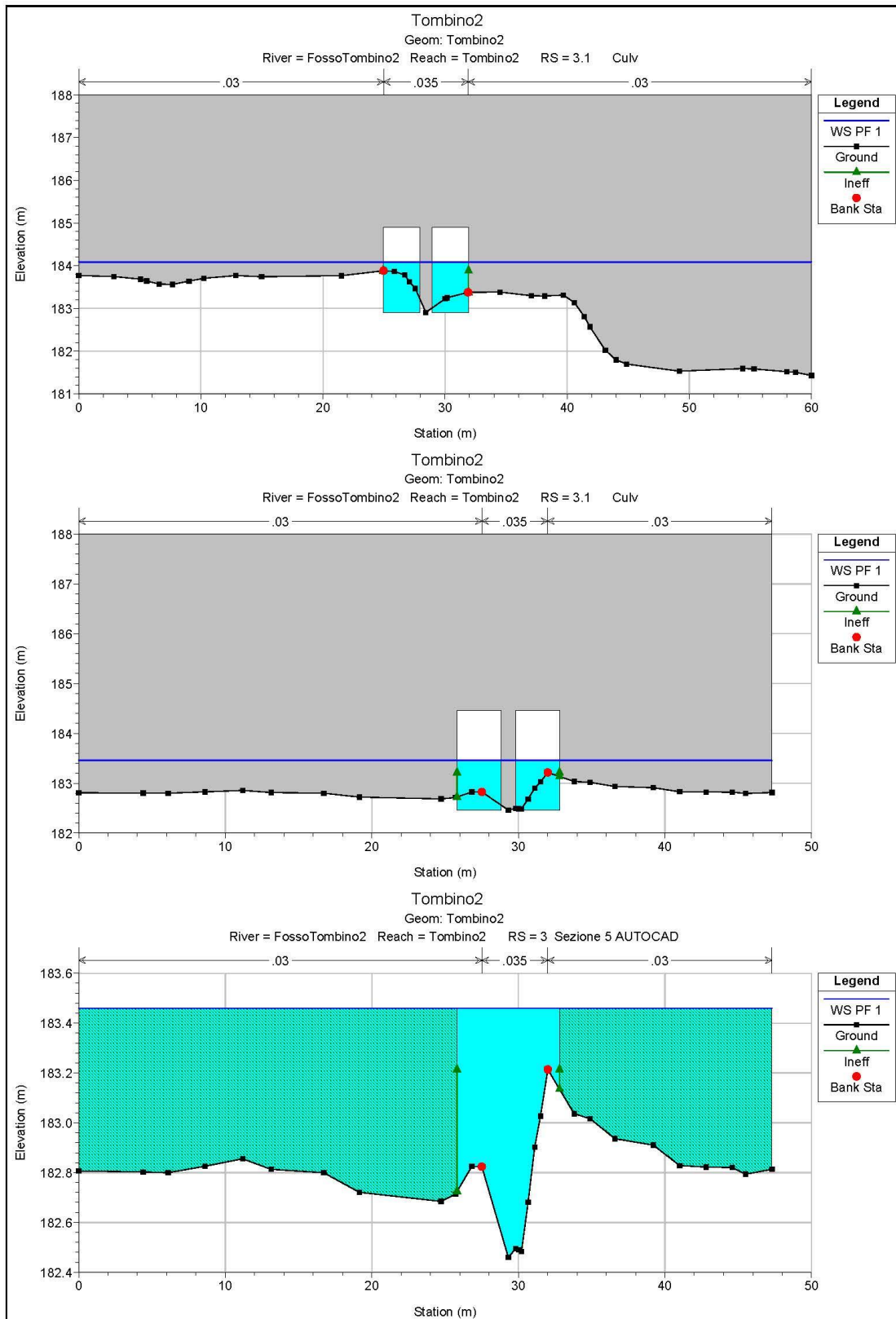
PROGETTAZIONE ATI:

**SCATOLARE 2**  
**(tratto P22-P24, prog. 1+811.2 asse principale)**

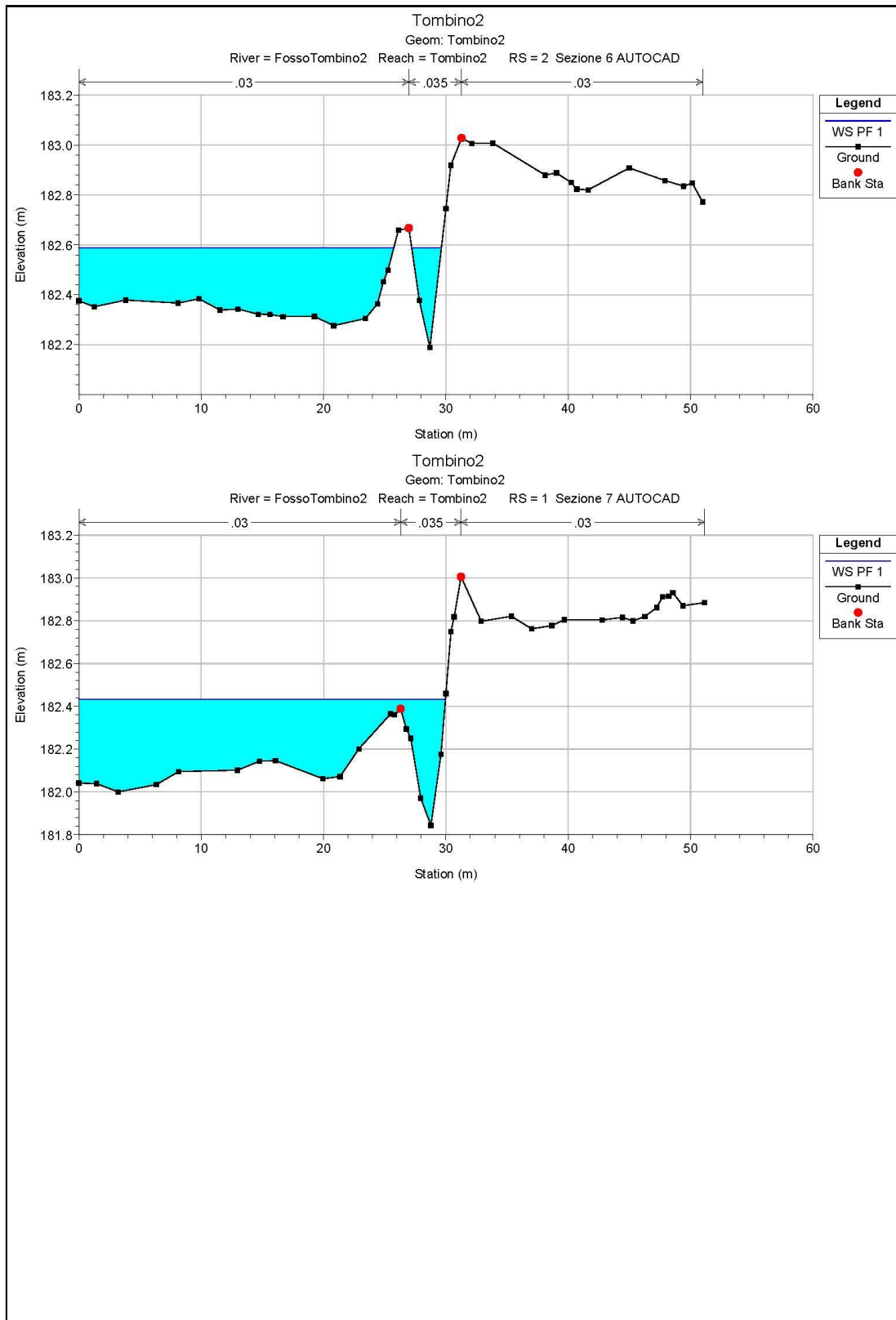
PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: FossoTombino2 Reach: Tombino2 Profile: PF 1

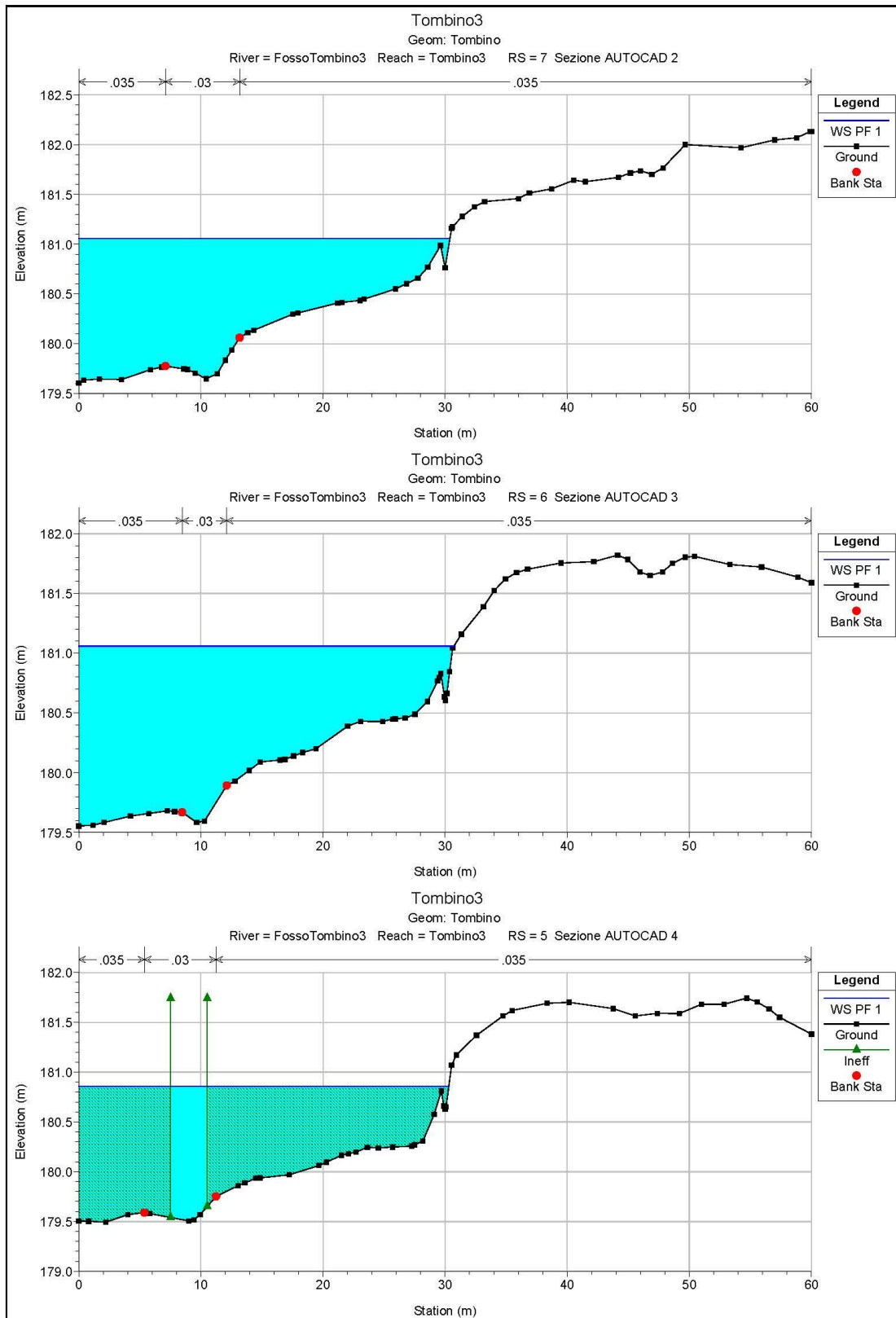
Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top WWidth (m)	Froude # Chl
Tombino2	6	12.10	183.25	184.46	183.91	184.47	0.000112	0.28	43.49	60.00	0.09
Tombino2	5	12.10	183.32	184.46		184.46	0.000155	0.29	39.68	60.00	0.11
Tombino2	4	12.10	182.90	184.09	184.09	184.42	0.014316	2.57	4.71	60.00	1.00
Tombino2	3.1	Culvert									
Tombino2	3	12.10	182.46	183.46	183.46	183.80	0.011927	2.53	4.77	47.30	0.93
Tombino2	2	12.10	182.19	182.59	182.62	182.76	0.020362	1.40	6.73	28.16	0.97
Tombino2	1	12.10	181.84	182.43	182.36	182.51	0.006794	1.07	9.66	29.96	0.60

PROGETTAZIONE ATI:

**SCATOLARE 3**  
**(tratto P52-P54, prog. 2+461.3 asse principale)**

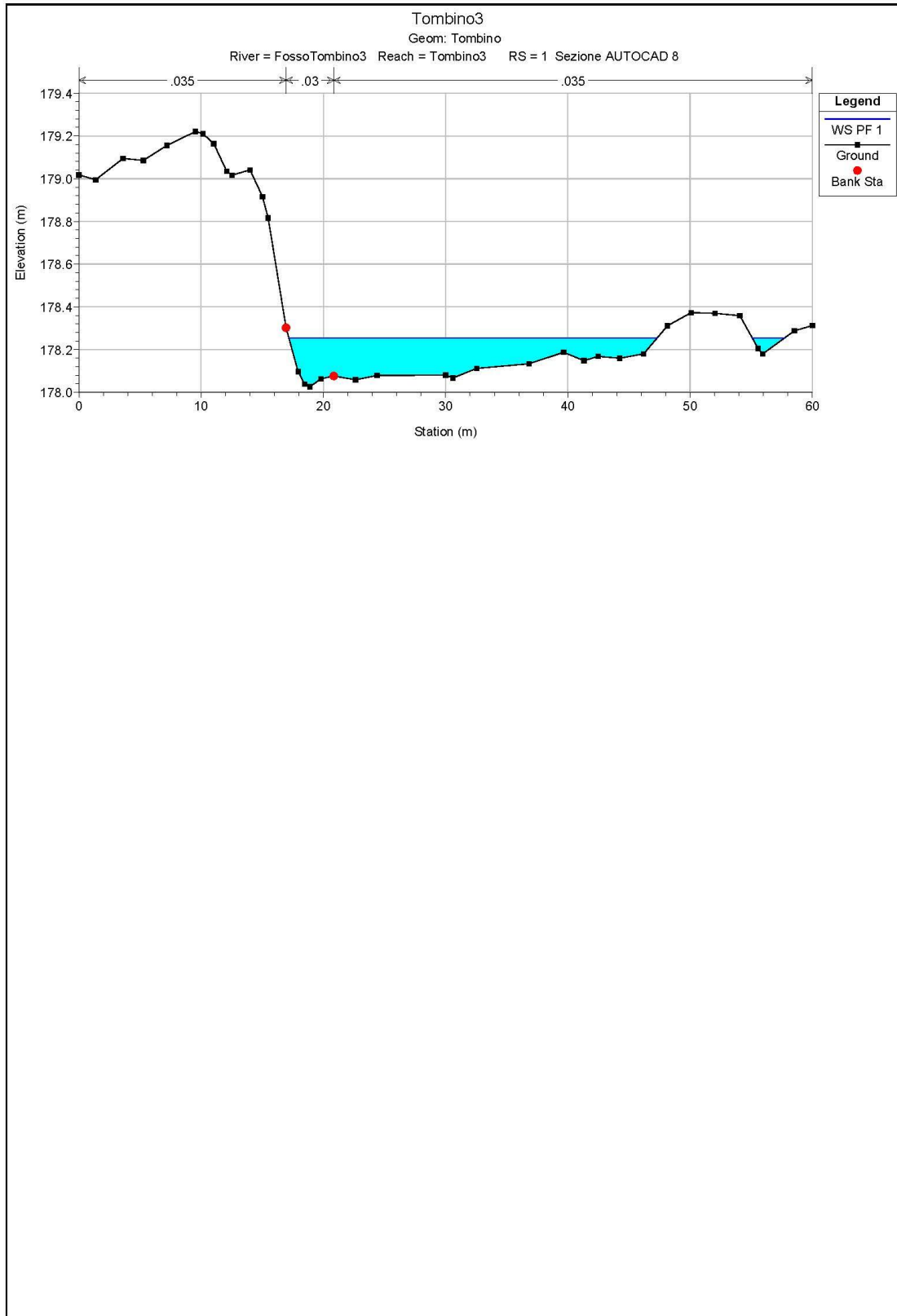
PROGETTAZIONE ATI:





PROGETTAZIONE ATI:





PROGETTAZIONE ATI:

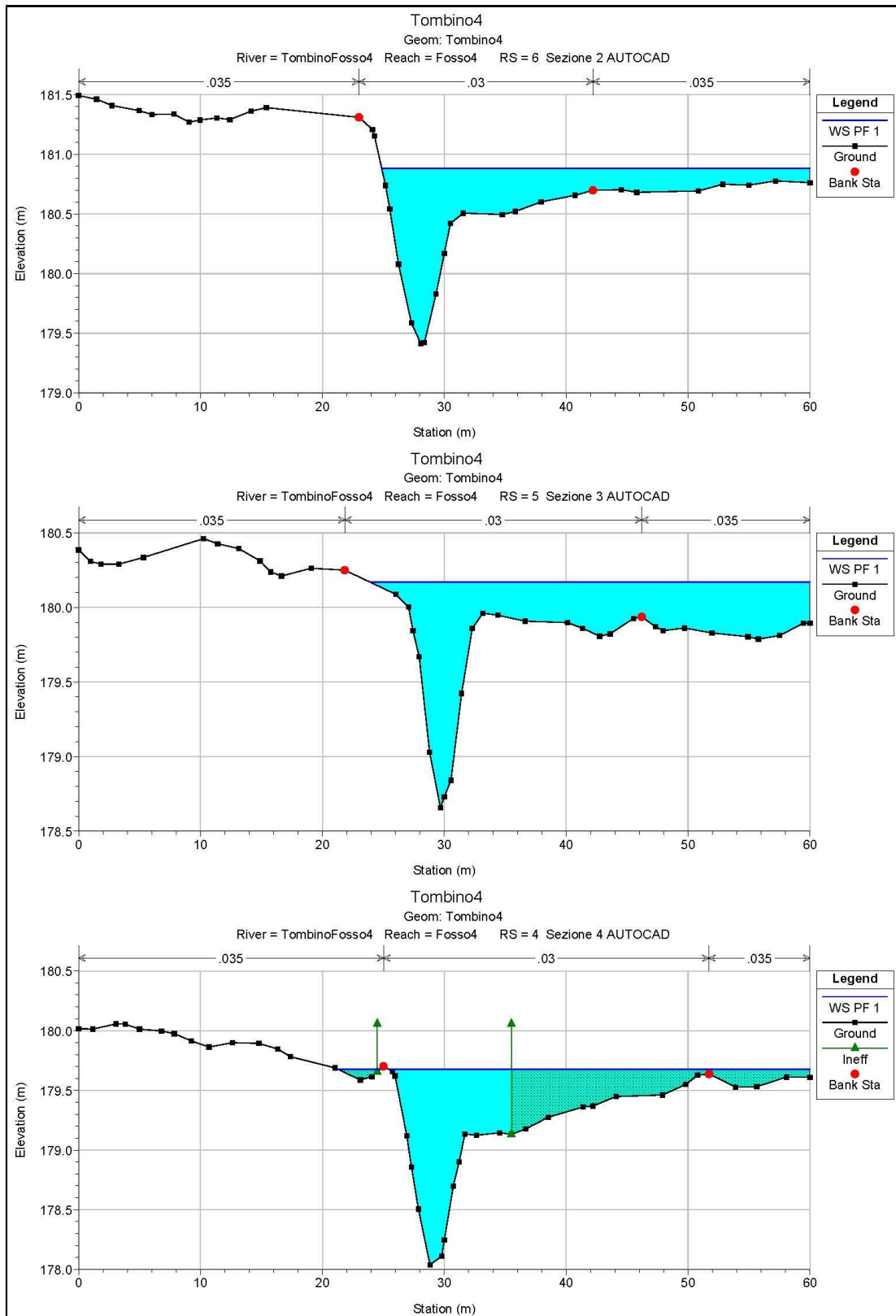
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: FossoTombino3 Reach: Tombino3 Profile: PF 1

Reach	River Sta	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 VWidth (m)	Froude # Chl
Tombino3	7	7.50	179.65	181.06	180.04	181.06	0.000081	0.35	28.28	30.39	0.10
Tombino3	6	7.50	179.58	181.06		181.06	0.000066	0.33	30.93	30.71	0.09
Tombino3	5	7.50	179.51	180.86	180.40	181.04	0.002255	1.90	3.95	30.30	0.53
Tombino3	2.1	Culvert									
Tombino3	2	7.50	178.75	179.31	179.64	180.45	0.046827	4.72	1.59	27.29	2.07
Tombino3	1	7.50	178.03	178.25	178.30	178.42	0.050321	2.33	4.28	32.81	1.78

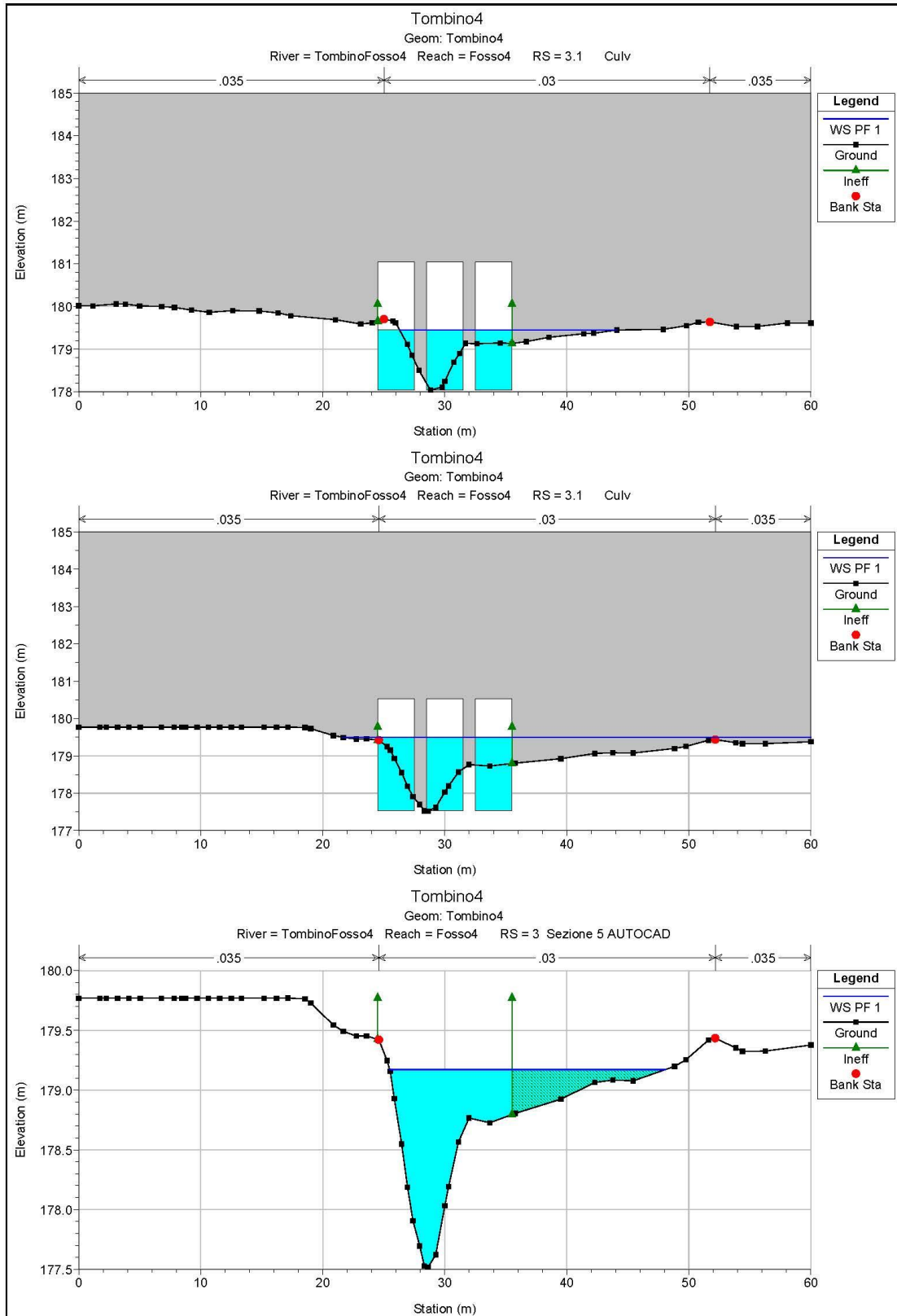
PROGETTAZIONE ATI:

**SCATOLARE 4**  
**(tratto P62-P64, prog. 2+768.8 asse principale)**

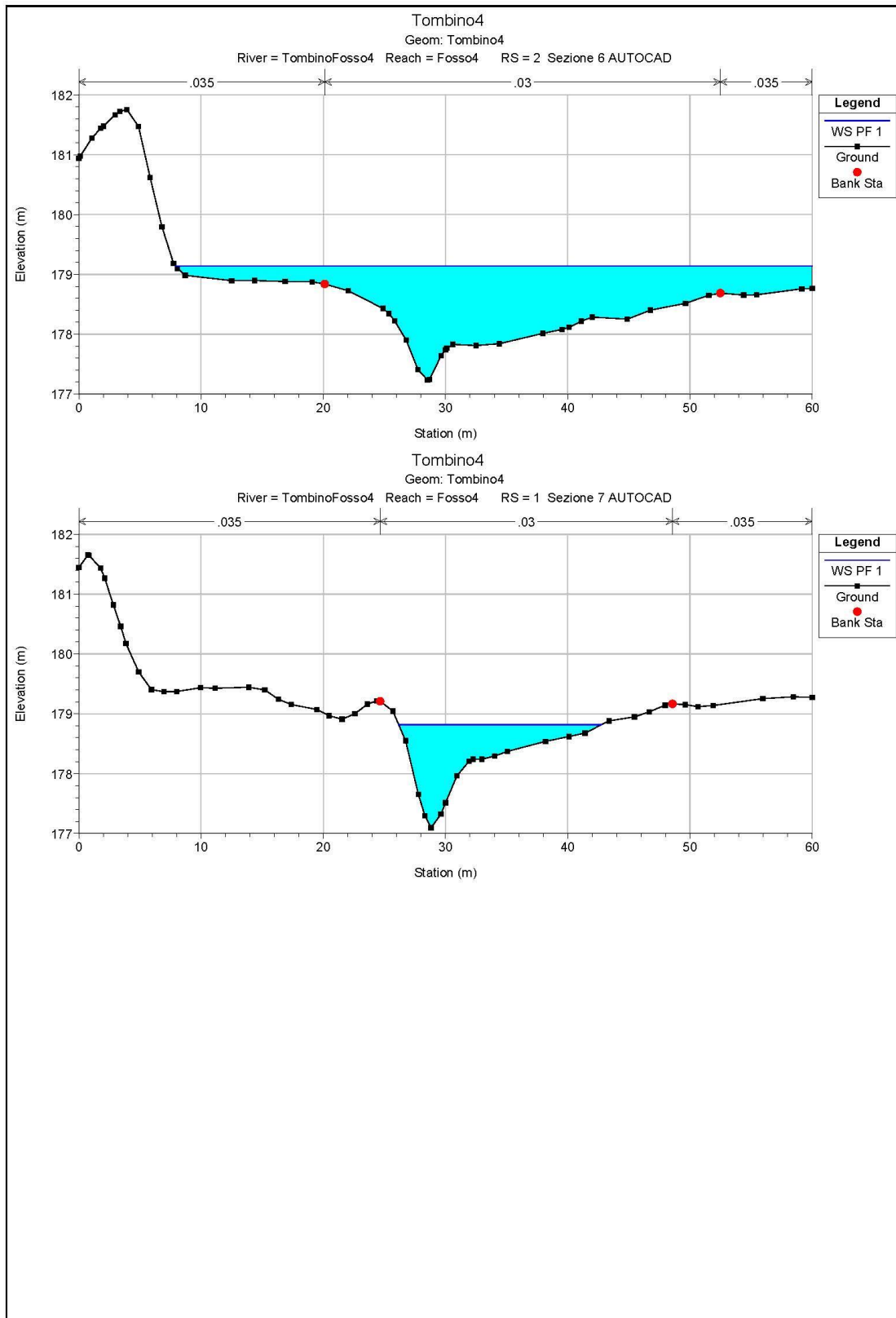
PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:



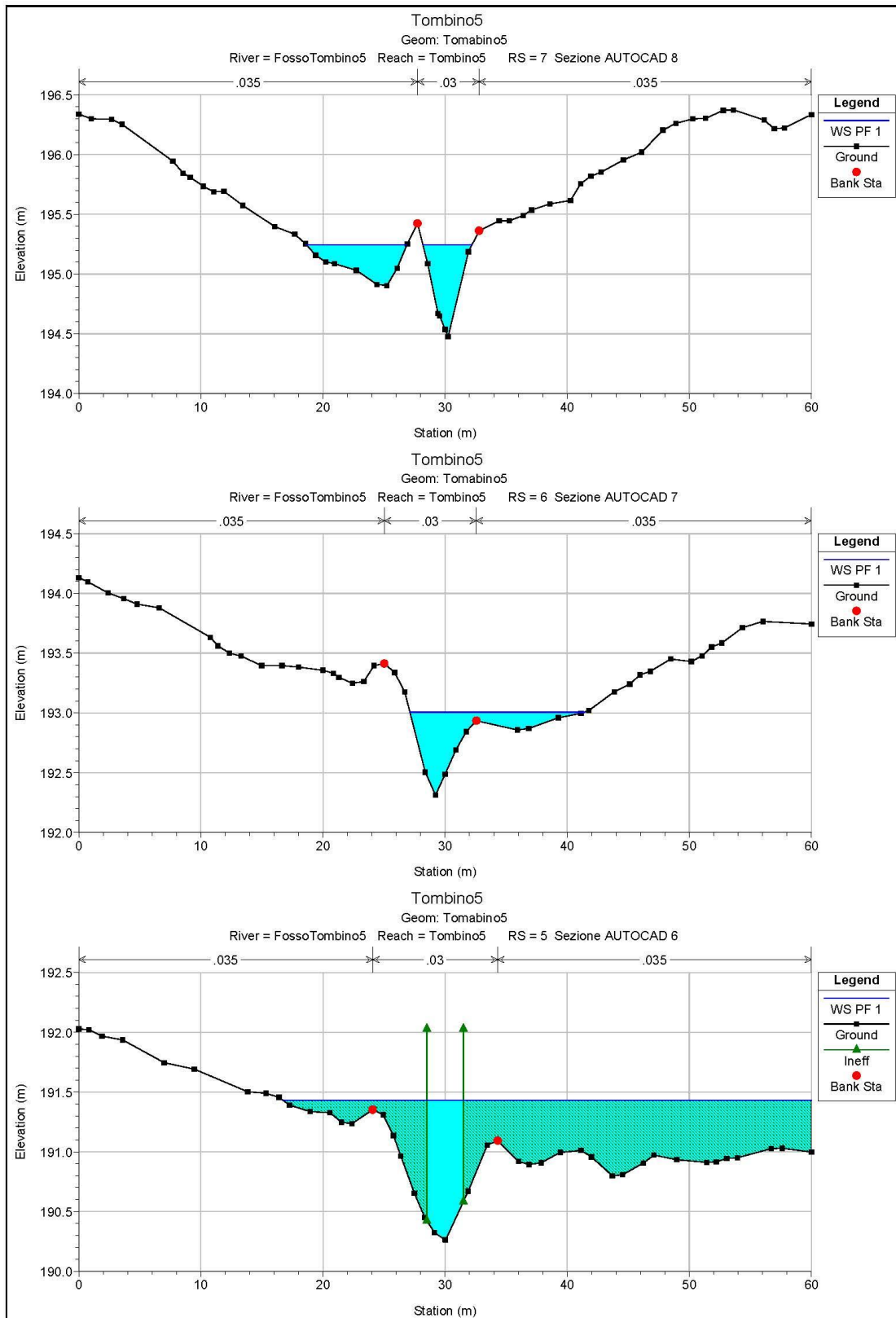
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: TombinoFosso4 Reach: Fosso4 Profile: PF 1

Reach	River Sta	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
Fosso4	6	22.30	179.41	180.88	180.91	181.11	0.010996	2.20	11.83	35.14	0.98
Fosso4	5	22.30	178.66	180.17	180.14	180.32	0.010565	1.81	13.39	36.11	0.92
Fosso4	4	22.30	178.04	179.68	179.68	180.07	0.010299	2.78	8.02	38.05	1.00
Fosso4	3.1	Culvert									
Fosso4	3	22.30	177.52	179.17	179.17	179.58	0.010641	2.81	7.93	22.61	1.01
Fosso4	2	22.30	177.23	179.14		179.16	0.000419	0.66	37.33	52.09	0.21
Fosso4	1	22.30	177.10	178.82	178.81	179.10	0.010986	2.34	9.53	16.60	0.99

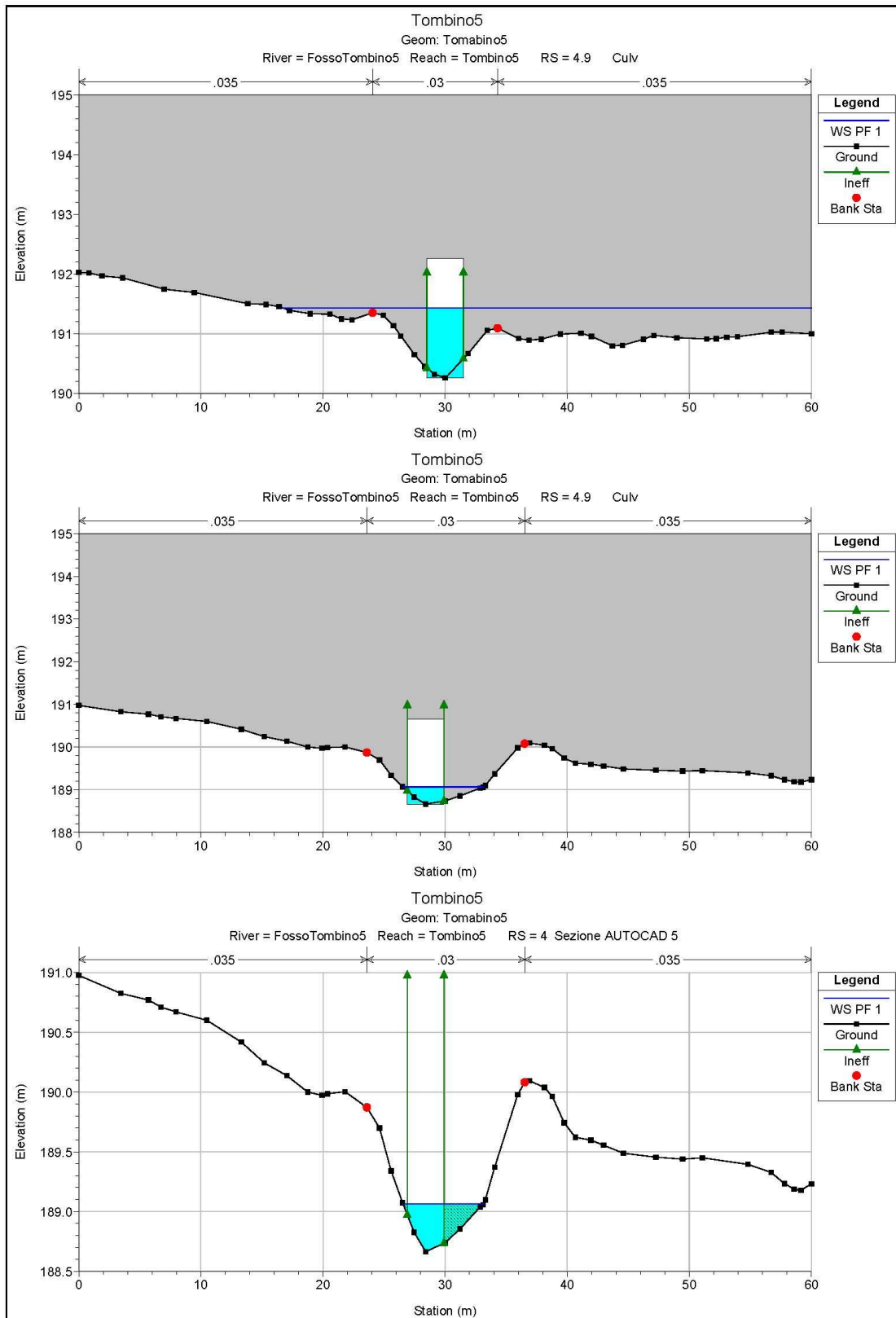
PROGETTAZIONE ATI:

**SCATOLARE 5**  
**(tratto P105-P103, prog. 4+292.1 asse principale)**

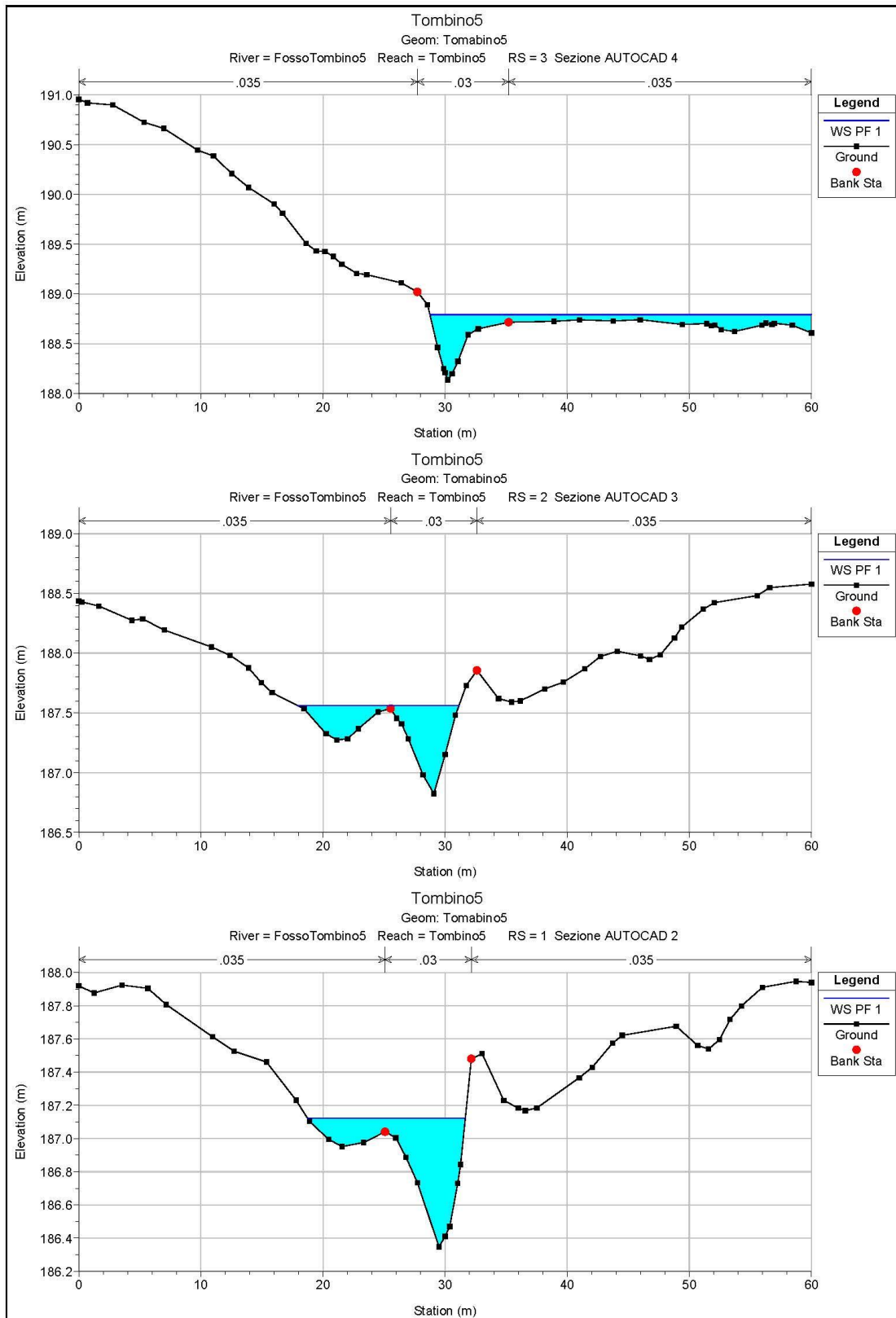
PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:

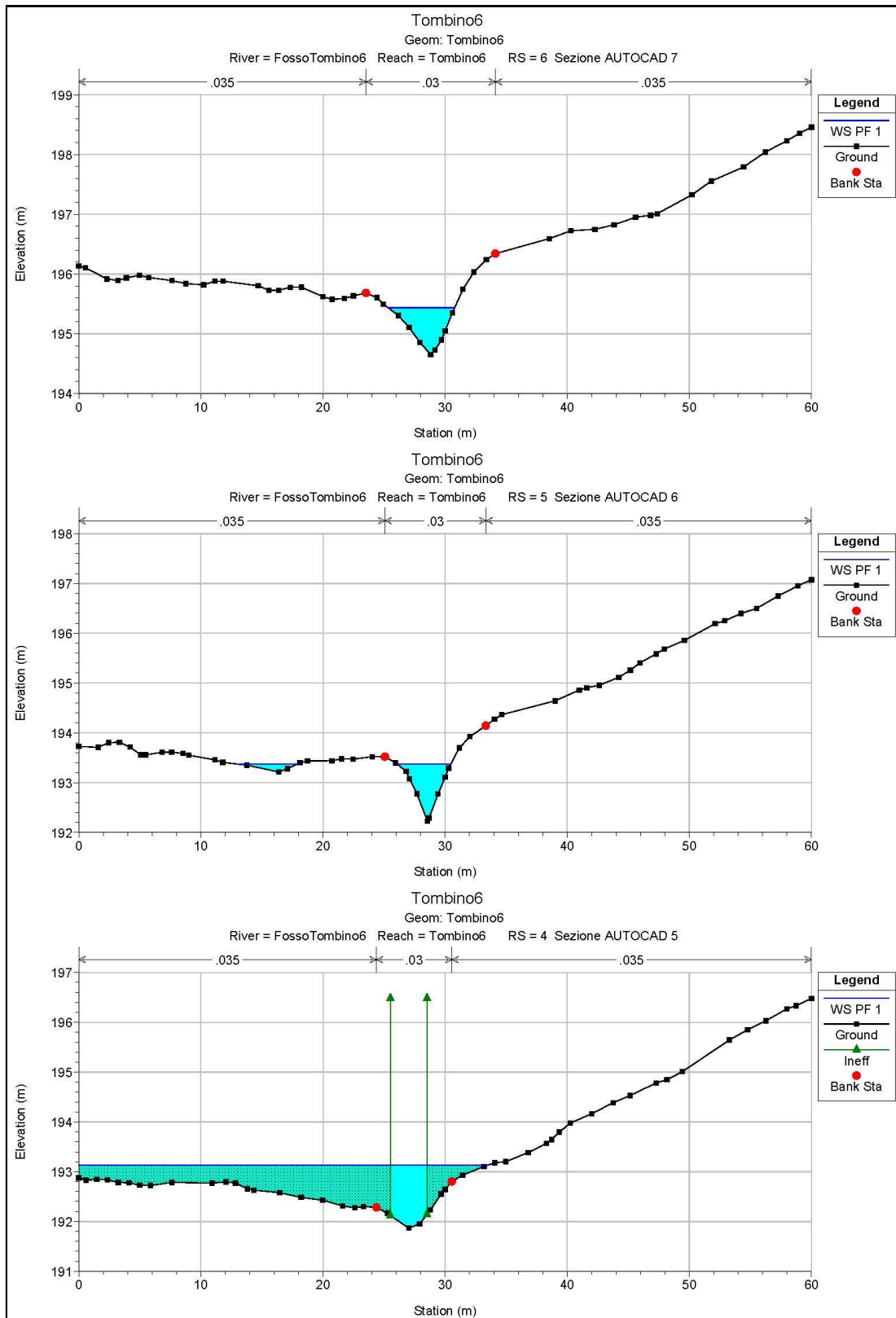
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: FossoTombino5 Reach: Tombino5 Profile: PF 1

Reach	River Sta	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 VWidth (m)	Froude # Chl
Tombino5	7	6.40	194.48	195.24	195.32	195.50	0.022747	2.58	3.19	12.23	1.31
Tombino5	6	6.40	192.31	193.01	193.12	193.38	0.030125	2.87	2.74	14.28	1.53
Tombino5	5	6.40	190.26	191.43	191.14	191.64	0.003463	2.02	3.17	43.28	0.63
Tombino5	4.9	Culvert									
Tombino5	4	6.40	188.66	189.06	189.52	191.45	0.202875	6.85	0.93	6.58	3.92
Tombino5	3	6.40	188.14	188.79	188.85	189.00	0.032821	2.42	3.92	31.25	1.51
Tombino5	2	6.40	186.82	187.56	187.64	187.81	0.021080	2.43	3.24	13.23	1.28
Tombino5	1	6.40	186.35	187.12	187.17	187.34	0.014696	2.16	3.43	12.93	1.08

PROGETTAZIONE ATI:

**SCATOLARE 6**  
**(tratto C113-C116, prog. 7+654.9 asse principale)**

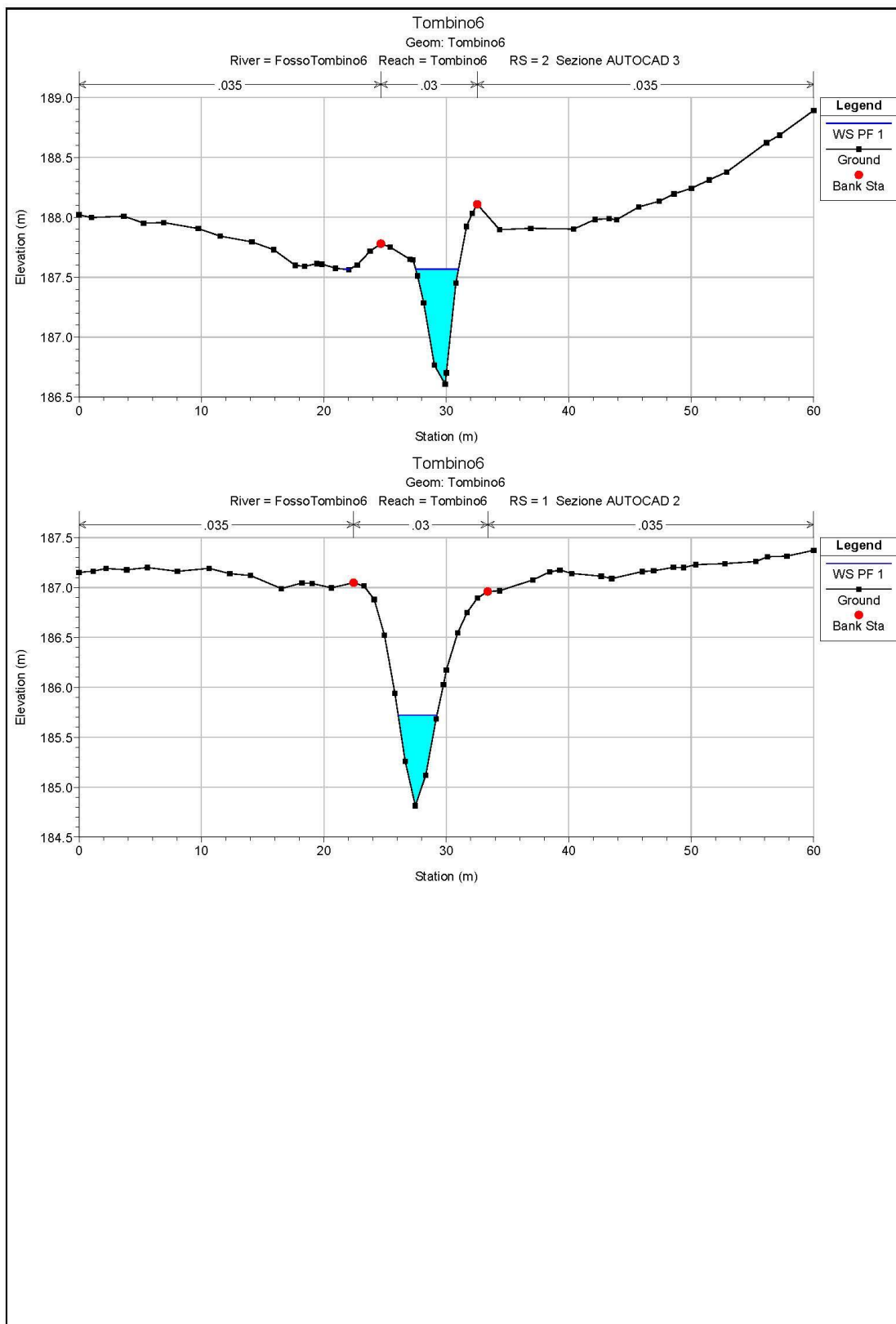
PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:







PROGETTAZIONE ATI:

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: FossoTombino6 Reach: Tombino6 Profile: PF 1

Reach	River Sta	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 WWidth (m)	Froude # Chl
Tombino6	6	7.50	194.65	195.44	195.68	196.06	0.040231	3.48	2.15	5.47	1.77
Tombino6	5	7.50	192.22	193.37	193.57	193.89	0.028138	3.25	2.58	9.25	1.46
Tombino6	4	7.50	191.87	193.14	192.84	193.37	0.003558	2.16	3.47	33.55	0.64
Tombino6	3.9	Culvert									
Tombino6	3	7.50	188.32	188.67	189.63	218.16	5.018804	24.05	0.31	1.50	16.82
Tombino6	2	7.50	186.61	187.57	187.84	188.44	0.045260	4.13	1.82	3.92	1.83
Tombino6	1	7.50	184.81	185.72	186.07	186.82	0.058345	4.65	1.61	3.16	2.08

PROGETTAZIONE ATI: