

**A2 Autostrada del Mediterraneo**  
**Lavori di costruzione del nuovo**  
**svincolo di Cosenza Nord al Km 250+000**  
**in località Settimo di Rende**

**PROGETTO DEFINITIVO**

<p><b>IL GEOLOGO</b></p> <p><i>Dott. Geol. Giuseppe Cerchiaro</i></p> <p>Ordine dei geologi della Calabria n. 528</p>	<p><b>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</b></p> <p><i>Ing. Federico Koch</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A24924</p>	<p><b>PROGETTAZIONE ATI:</b> (Mandataria)</p> <p><b>GP INGENGERIA</b> <i>GESTIONE PROGETTI INGENGERIA srl</i></p> <p>(Mandante)</p>
<p><b>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b></p> <p><i>Ing. Vincenzo Secreti</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Crotone n. 412</p>	<p><i>Ing. Paolo Orsini</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 13817</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>(Mandante)</p> <p><b>IRD</b> IRD ENGINEERING</p> <p>(Mandante)</p> <p><b>AIM</b> Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p> <p>(Mandante)</p> <p><b>HYpro</b> srl</p>
<p><b>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b></p> <p><i>Ing. Biagio Marra</i></p>	<p><i>Ing. Vincenzo Secreti</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Crotone n. 412</p>	<p><b>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</b></p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> ORDINE INGEGNERI ROMA n. 140354035</p>

**STUDI ED INDAGINI PRELIMINARI**  
**IDRAULICA**

**Relazione idraulica**

<b>CODICE PROGETTO</b>			<b>NOME FILE</b>		<b>REVISIONE</b>	<b>SCALA</b>
COMP.	PROGETTO	LIV. ANNO	T00ID00IDRRE02B.			
DP	UC0085	D19	CODICE ELAB. T00ID00IDRRE02		B	
D						
C						
B	Revisione a seguito istruttoria		Ottobre '22	Cupellaro	Resta	Guiducci
A	Emissione		Dicembre '21	Cupellaro	Resta	Guiducci
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

<b>1. - PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. - INQUADRAMENTO AREA DI STUDIO.....</b>	<b>4</b>
2.2 . - MODELLO DIGITALE DEL TERRENO.....	7
<b>3. – VERIFICHE IDRAULICHE.....</b>	<b>9</b>
3.1 . - MODELLISTICA UTILIZZATA.....	9
3.2 . - SOFTWARE HEC-RAS.....	10
3.3 . - VERIFICHE IDRAULICHE – STATO ATTUALE.....	12
3.3.2 RISULTATI MODELLAZIONE STATO ATTUALE .....	23
3.4 - DESCRIZIONE INTERVENTI IN PROGETTO.....	25
3.5– VERIFICHE IDRAULICHE – STATO DI PROGETTO.....	28
3.5.2 RISULTATI MODELLAZIONE STATO PROGETTO .....	37
<b>4. - CONCLUSIONI.....</b>	<b>43</b>
<b>ALLEGATO 01 – RISULTATI MODELLAZIONE STATO ATTUALE – TR 200 ANNI.....</b>	<b>44</b>
<b>ALLEGATO 02 – RISULTATI MODELLAZIONE STATO PROGETTO – TR 200 ANNI.....</b>	<b>54</b>

## 1. - PREMESSA

La presente relazione idraulica è stata redatta al fine di fornire le indicazioni e gli strumenti per la verifica idraulica degli attraversamenti stradali del progetto relativo alla realizzazione del nuovo svincolo di Cosenza nord al km 250+000 in località Settimo di Rende. Tale progetto si inserisce nell'ambito dei lavori di ammodernamento e adeguamento al tipo 1b delle norme CNR/80, del tronco 1°, tratto 4°, lotto unico dell'Autostrada Salerno-Reggio Calabria.

Lo schema di svincolo è del tipo a trombetta, con cappio sul lato carreggiata sud dell'autostrada e viabilità di collegamento principalmente sul lato carreggiata nord all'interno di un'area pianeggiante racchiusa fra l'Autostrada Salerno - Reggio Calabria, le linee ferroviarie Sibari-Paola e Cosenza-Paola e l'area industriale di Settimo. L'intervento interessa la parte nord del territorio del comune di Rende al confine con il comune di Montalto Uffugo (vedi Fig. 1).

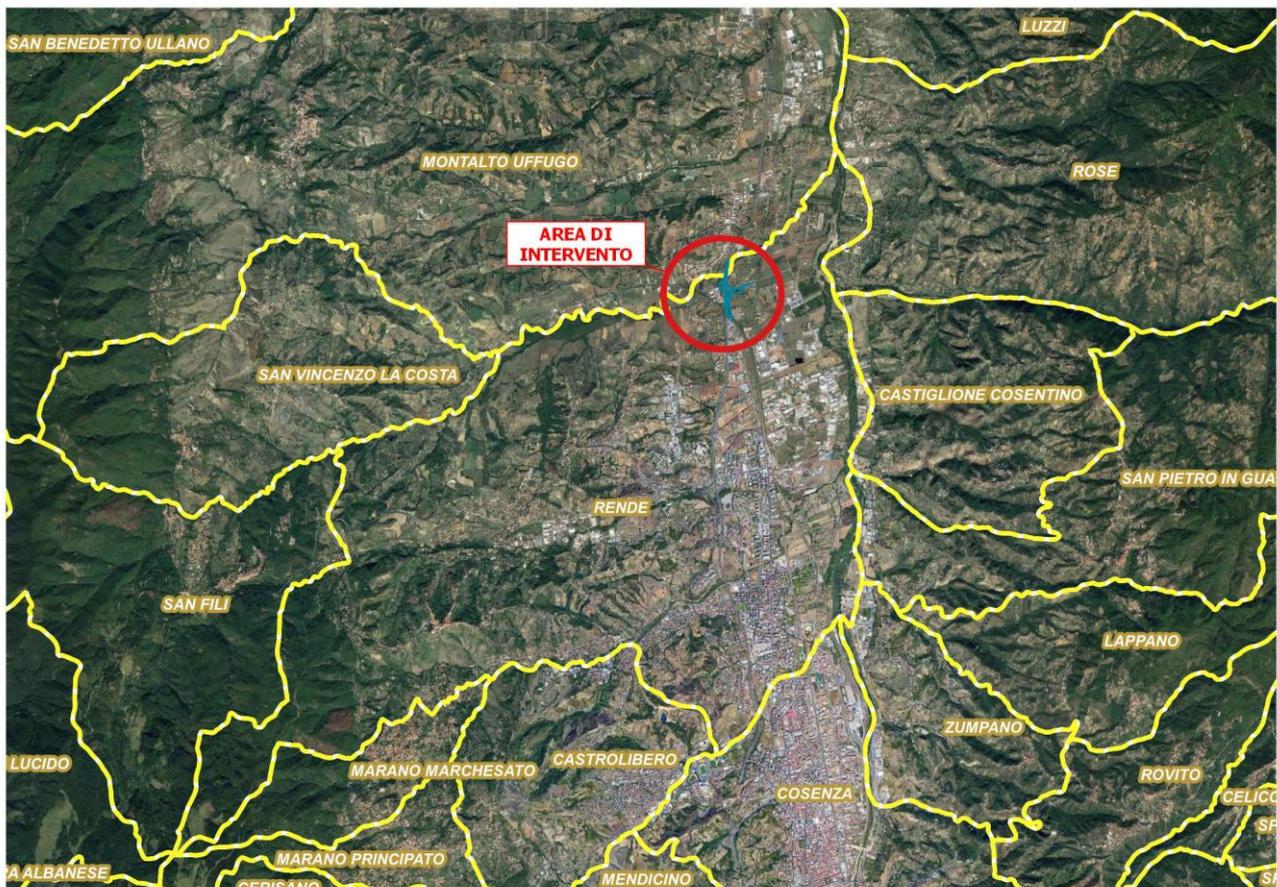


Fig. 1: Inquadramento generale area di intervento su limiti amministrativi

Nel corso del presente studio verranno dapprima descritti nel dettaglio gli inquadramenti principali dell'area di intervento nei confronti dei Piani di Bacino esistenti e sul modello digitale del terreno

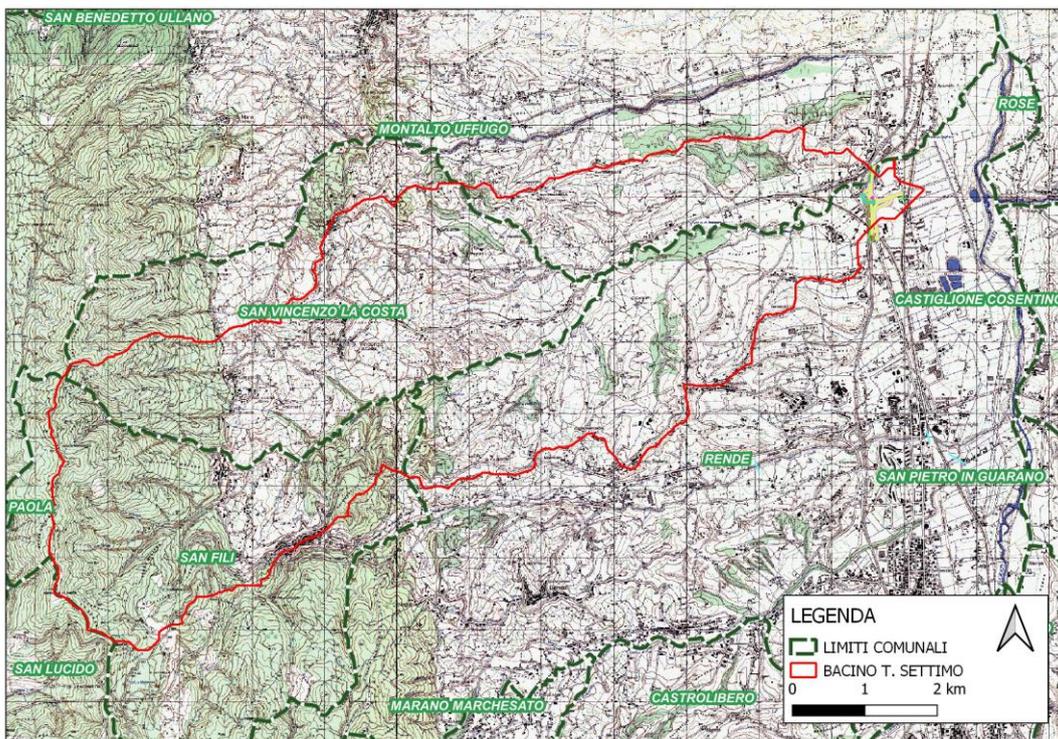
PROGETTAZIONE ATI:

disponibile per l'area di interesse, successivamente verranno descritte le modalità con cui sono state condotte le verifiche idrauliche dell'asta idraulica del T. Settimo considerata, con particolare riferimento allo scenario attuale e allo scenario di progetto. Le verifiche idrauliche, nello specifico, sono state condotte con l'ausilio del software HEC-RAS mediante l'implementazione di un modello idraulico monodimensionale in regime di moto permanente relativamente al tempo di ritorno di 200 anni.

PROGETTAZIONE ATI:

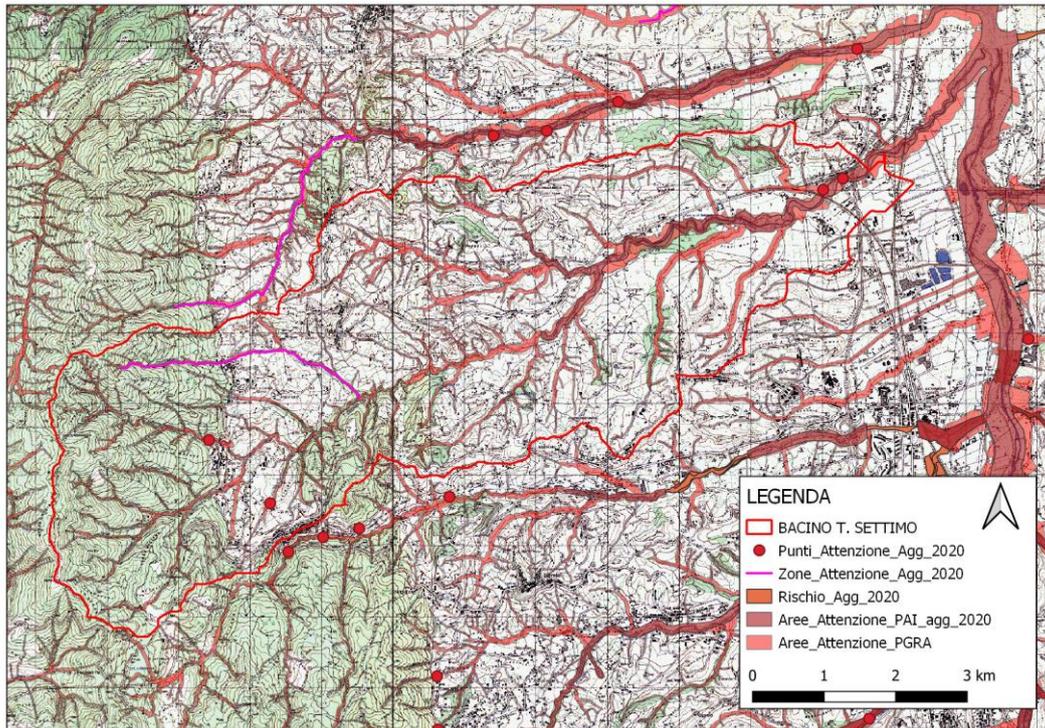
## **2. - INQUADRAMENTO AREA DI STUDIO**

Il bacino del Torrente Settimo ha origine nel Comune di San Fili nella Serra Mezzana ad una quota di circa 1254.00 m. s.l.m. Esso si estende per una superficie di circa 40.22 Km<sup>2</sup> con una quota media di circa 436.00 m. s.l.m. interessando i Comuni di San Fili, San Vincenzo la Costa, Rende e Montalto Uffugo che rientrano tutti all'interno della Provincia di Cosenza (vedi Fig. 2). Le aree di studio che saranno oggetto di intervento ricadono nel territorio comunale di Rende (CS) in prossimità dell'autostrada A2 del Mediterraneo. Le aree di interesse risultano classificate parzialmente come aree di attenzione nella perimetrazione del rischio idraulico del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale aggiornato nel 2020 (vedi Fig. 3). La stessa area risulta in parte classificata anche come area di attenzione nel Piano di Gestione del Rischio Alluvioni. In particolare per quanto concerne il tratto del t. Settimo a monte dell'autostrada del Mediterraneo è presente un punto di attenzione come riportato nella cartografia rappresentata in Fig. 4 che mostra un dettaglio della perimetrazione PAI e PGRA in corrispondenza dell'area oggetto di intervento.



*Fig. 2: Inquadramento bacino idrografico T. Settimo su IGM e Limiti Amministrativi*

PROGETTAZIONE ATI:



*Fig. 3: Perimetrazione PAI e PGRA sul bacino idrografico del T. Settimo*

PROGETTAZIONE ATI:

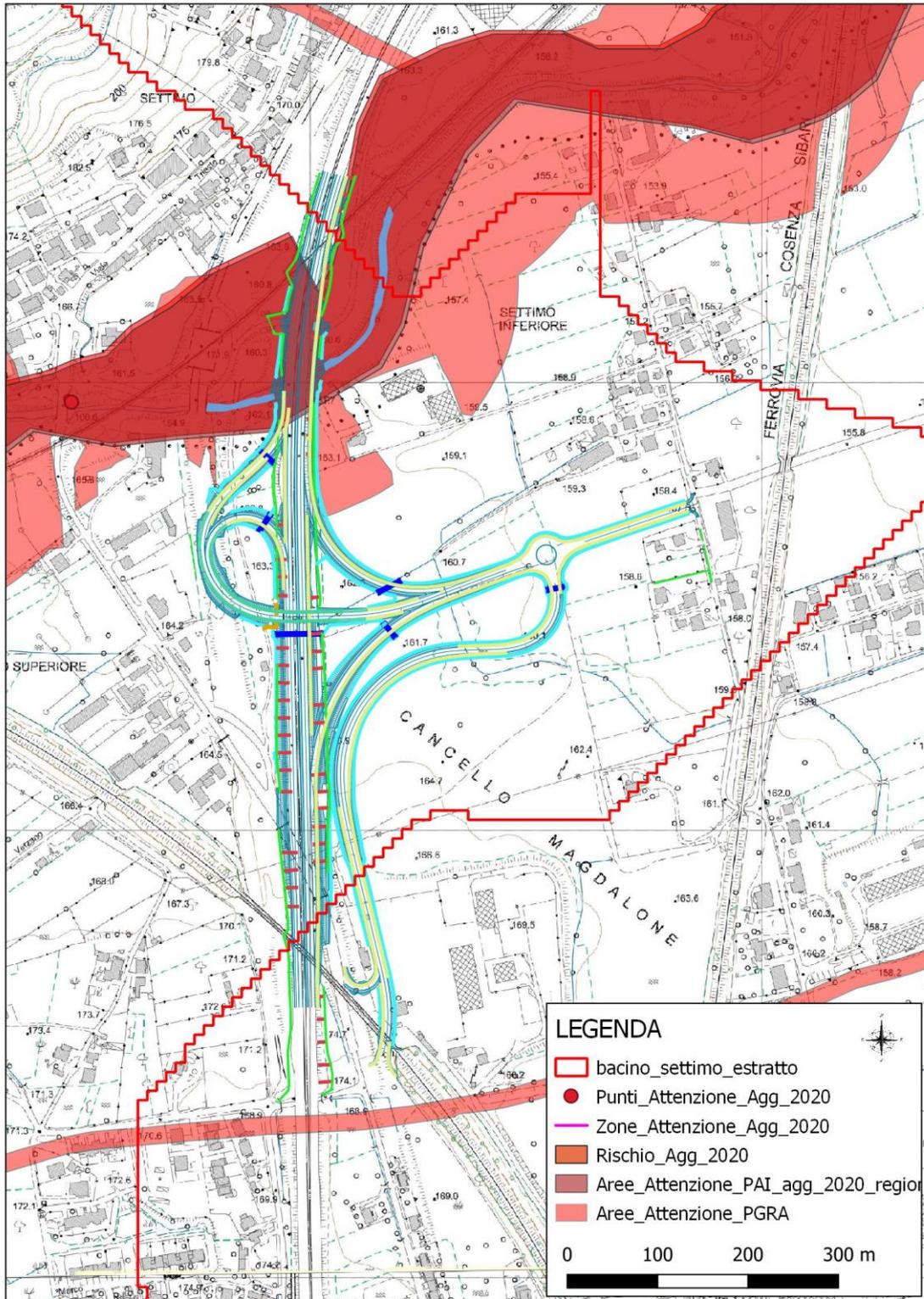


Fig. 4: Perimetrazione PAI e PGRA in prossimità dell'intervento in progetto – Comune di Rende

PROGETTAZIONE ATI:

## 2.2 . - MODELLO DIGITALE DEL TERRENO

Per lo sviluppo delle attività in oggetto è stato predisposto un Sistema Informativo Territoriale all'interno del quale è stato raccolto tutto il materiale topografico disponibile per l'area di interesse. Particolare importanza ha assunto in tale ambito il reperimento dei dati morfologici del terreno nella fattispecie il modello digitale del terreno. In particolare è stato considerato il DTM dell'area oggetto di studio con risoluzione di cella pari a 10 m reso disponibile per l'area di interesse (vedi fig.5).

Tutti i dati cartografici disponibili, implementati in un Sistema Informativo Territoriale mediante software GIS, hanno permesso di applicare una procedura automatica per l'estrazione dei bacini idrografici che interessano la zona oggetto di studio. In particolare, sulla base del modello digitale del terreno con risoluzione a 10 metri, è stata eseguita la procedura automatica Tau-DEM per la delimitazione dei bacini idrografici di interesse. Al fine di ricostruire gli input idrologici da assegnare come condizione al contorno al modello idraulico il sottobacino in esame è stato opportunamente chiuso nei pressi delle opere che costituiscono lo stato di progetto. Il risultato della procedura è riportato in Fig. 5 che mostra la delimitazione dei bacino idrografico estratto dal DEM sovrapposto al modello digitale del terreno, mentre in Tab. 1 sono riportati i valori dell'area del bacino unitamente ai valori di quota minima, massima e media espresse in m s.l.m.

<i>Bacino</i>	<i>Area</i>	<i>H_mean</i>	<i>H_min</i>	<i>H_max</i>
	<i>(kmq)</i>	<i>(m. s.l.m.)</i>	<i>(m. s.l.m.)</i>	<i>(m. s.l.m.)</i>
T. Settimo	40.23	436.89	150.01	1254.89

*Tabella 1: Parametri caratteristici per il bacino idrografico oggetto di studio*

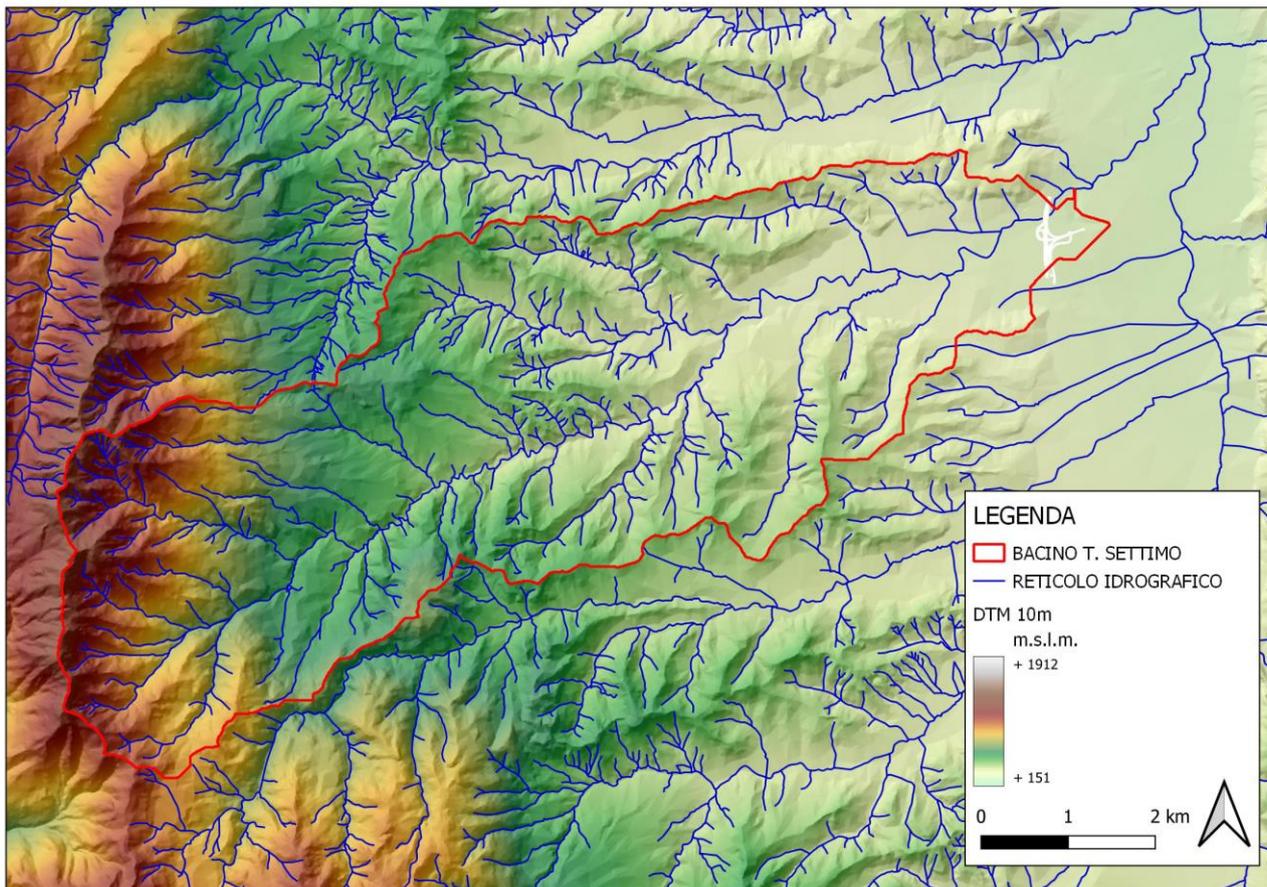


Fig. 5: Modello digitale del terreno – 10 m

PROGETTAZIONE ATI:

### **3. – VERIFICHE IDRAULICHE**

In questo capitolo verranno descritte nel dettaglio le modalità con cui sono state effettuate le verifiche idrauliche degli interventi in progetto al fine di investigare nei riguardi degli effetti indotti dalla realizzazione delle opere sui livelli idrici del T. Settimo.

A tal proposito nelle pagine a seguire, dopo una breve descrizione generale relativa alle formulazioni implementate nel software HEC-RAS, verranno descritti i passaggi che hanno consentito di implementare la geometria del modello idraulico nello scenario attuale e di progetto, le condizioni al contorno assegnate al modello e infine sarà riportato un riepilogo dei risultati ottenuti.

#### **3.1 . - MODELLISTICA UTILIZZATA**

Allo scopo di effettuare le verifiche idrauliche per la zona oggetto di studio si è reso necessario l'utilizzo dello schema di moto permanente monodimensionale al fine di verificare gli effetti delle opere in progetto nei riguardi dei deflussi delle portate di piena. Sono state quindi implementate due differenti modellazioni idrauliche e relative alle condizioni di stato attuale e stato di progetto e nello specifico, nel secondo caso, si è tenuto conto delle modifiche indotte allo stato dei luoghi a causa della realizzazione delle opere. Entrambe le modellazioni sono state eseguite con riferimento al tempo di ritorno pari a 200 anni.

Per tutte la modellazione condotta per le condizioni di stato attuale la geometria del corso d'acqua è stata ricostruita dapprima a partire dal modello digitale del terreno che ha permesso di ricostruire l'andamento plano-altimetrico delle sezioni idrauliche e successivamente è stata integrata con i dati del rilievo topografico di dettaglio finalizzato a ricostruire con maggiore dettaglio il profilo delle sezioni del modello idraulico.

Le simulazioni sono state condotte mediante l'ausilio del software HEC-RAS il cui funzionamento è brevemente riassunto nei paragrafi a seguire.

### 3.2 . - SOFTWARE HEC-RAS

Il modello di simulazione implementato dal software HEC-RAS (River Analysis System) presso l'Hydrologic Engineering Center dell'United States Army Corps of Engineers, consente il calcolo dei profili idraulici di moto permanente gradualmente vario in reti di canali naturali o artificiali.

Con tale modello possono essere simulate condizioni di moto subcritico, supercritico e misto e possono essere valutati gli effetti di immissioni o emissioni laterali di portata, opere in alveo, ostacoli al flusso e costruzioni presenti lungo le sponde.

Nelle ipotesi di condizioni di moto permanente unidimensionale, corrente gradualmente variata (fatta eccezione per le sezioni in cui si risente della presenza di strutture, quali ponti o tombini per attraversamento) e pendenze longitudinali del fondo dell'alveo non eccessive, per un dato tratto fluviale elementare, di lunghezza finita, il modello si basa sulla seguente equazione di conservazione dell'energia tra le generiche sezioni trasversali di monte e di valle, rispettivamente indicate coi pedici 2 e 1:

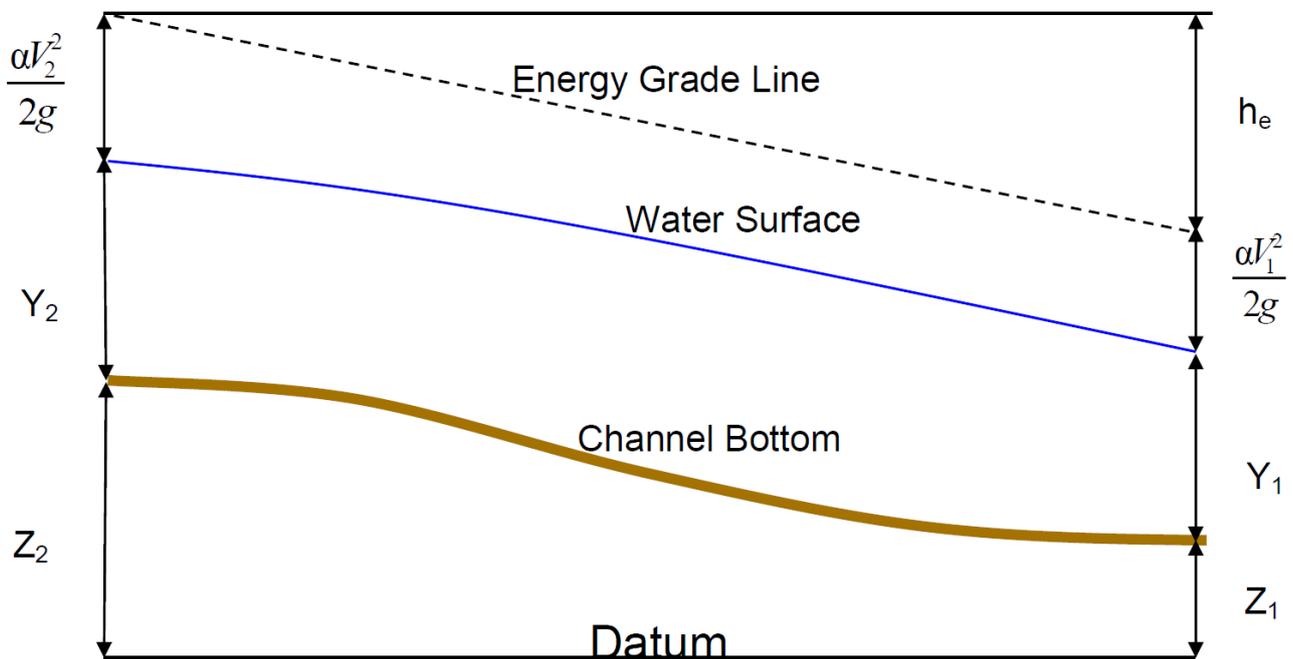
$$Y_2 + Z_2 + \alpha_2 V_2^2 / (2g) = Y_1 + Z_1 + \alpha_1 V_1^2 / (2g) + \Delta H$$

in cui  $Y_2$  e  $Y_1$  sono le profondità d'acqua,  $Z_2$  e  $Z_1$  le quote dei punti più depressi delle sezioni trasversali rispetto a un piano di riferimento (superficie libera del medio mare),  $V_2$  e  $V_1$  le velocità medie (rapporto tra portata e area bagnata della sezione),  $\alpha_2$  e  $\alpha_1$  coefficienti di Coriolis di ragguglio delle potenze cinetiche,  $g$  l'accelerazione di gravità e  $\Delta H$  le perdite di carico nel tratto considerato.

Nel caso di passaggio da regime supercritico a subcritico tramite risalto idraulico, la corrente perde il carattere gradualmente variato e l'equazione dell'energia non può essere applicata. In tal caso, si ricorre all'equazione di conservazione della quantità di moto:

$$\frac{\beta_2 Q_2^2}{g A_2} + A_2 Y_{2,b} + \left( \frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \cdot i - \left( \frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \cdot J_m - \frac{\beta_1 Q_1^2}{g A_1} - A_1 Y_{1,b} = 0$$

in cui si sono indicate con i pedici 2 e 1 rispettivamente le sezioni di monte e di valle del tratto considerato; a meno del peso specifico, che essendo presente in ciascun addendo è stato eliso, il primo e il quinto termine rappresentano le spinte idrodinamiche dovute alle quantità di moto (con  $\beta$  coefficiente di ragguglio dei flussi di quantità di moto), il secondo e il sesto termine le spinte idrostatiche dovute alle pressioni (essendo  $Y_{2,b}$  e  $Y_{1,b}$  gli affondamenti dei baricentri delle sezioni bagnate), il terzo termine la componente del peso lungo la direzione del moto (essendo  $i$  la pendenza longitudinale del fondo dell'alveo, calcolata in base alle quote medie in ciascuna sezione) e il quarto termine la resistenza al moto.



*Fig. 6: Rappresentazione dei termini dell'equazione del moto*

Per poter risolvere correttamente le equazioni di moto occorre disporre anche delle condizioni al contorno di monte e di valle che regolano il deflusso della corrente, come sarà illustrato nel successivo paragrafo in cui saranno riportati anche i risultati ottenuti.

### **3.3 . - VERIFICHE IDRAULICHE – STATO ATTUALE**

Al fine di ricostruire in maniera dettagliata il profilo di moto permanente del T. Settimo in corrispondenza della zona di interesse si è resa necessaria l'implementazione di un modello idraulico monodimensionale. Nel corso di questo paragrafo saranno descritte le metodologie utilizzate nell'ambito dell'implementazione del modello idraulico del T. Settimo, facendo riferimento agli input idraulici assegnati come condizioni al contorno al modello, le modalità con cui si sono rappresentati i manufatti idraulici presenti nell'area di interesse e successivamente saranno riportate alcune riflessioni riguardanti i risultati ottenuti dalla modellazione numerica.

#### **3.3.1 – IMPLEMENTAZIONE MODELLO MONODIMENSIONALE – STATO ATTUALE**

Al fine di ricostruire in maniera dettagliata il profilo di moto permanente nelle condizioni attuali per il Torrente Settimo nel tratto oggetto di studio è stata implementata una geometria caratterizzata da una lunghezza di circa 1400 m. In particolare il modello idraulico è stato implementato in modo da comprendere le opere che verranno successivamente implementate per lo stato di progetto. Per l'implementazione delle sezioni geometriche del corso d'acqua è stato dapprima fatto riferimento ai dati dati lidar con risoluzione 1 m disponibili per l'area di interesse. In particolare sulla base dei dati Lidar sono state implementate n°22 sezioni idrauliche, inserite opportunamente nei punti più rappresentativi allo scopo di caratterizzare al meglio le geometrie del corso d'acqua (vedi *Fig. 7* e *Fig. 9* ). Le sezioni implementate sono state successivamente integrate con il rilievo di dettaglio esperito in sito al fine di meglio dettagliare le geometrie del corso d'acqua. In *Fig. 9* è riportata una immagine estratta dal software HEC-RAS in cui è mostrato il confronto tra la sezione geometrica RS estratta dal Lidar e la sezione ricostruita dal rilievo. Come è possibile notare dalla figura emerge una chiara coerenza tra due sezioni sebbene il rilievo di dettaglio abbia consentito di aggiornare il profilo delle sezioni ce sono soggette a periodiche modifiche per via del passaggio delle piene frequenti.



*Fig. 7: Planimetria modello idraulico T. Settimo su ortofoto satellitare - stato attuale*

PROGETTAZIONE ATI:

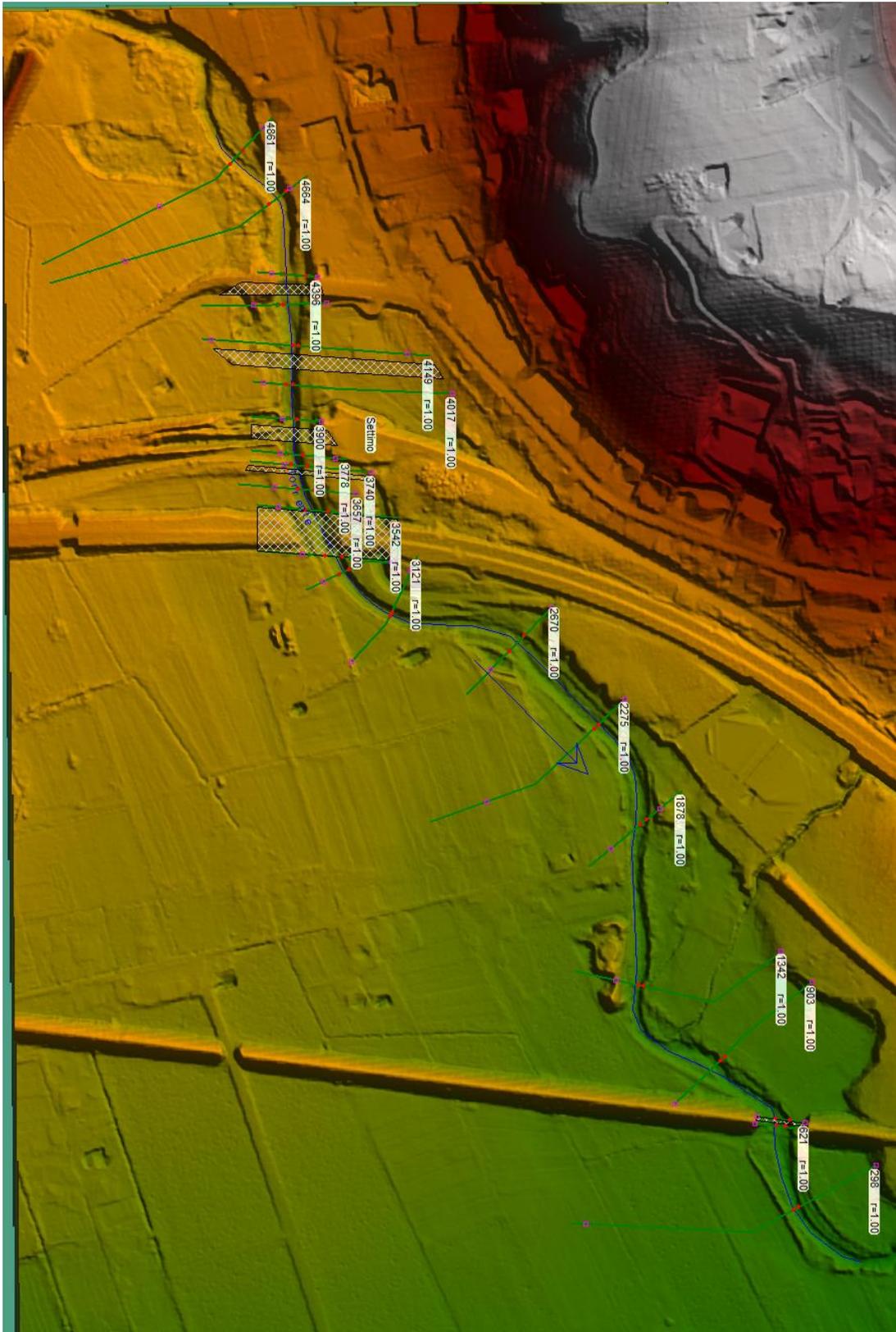


Fig. 8: Planimetria modello idraulico T. Settimo su modello digitale del terreno - stato attuale

PROGETTAZIONE ATI:

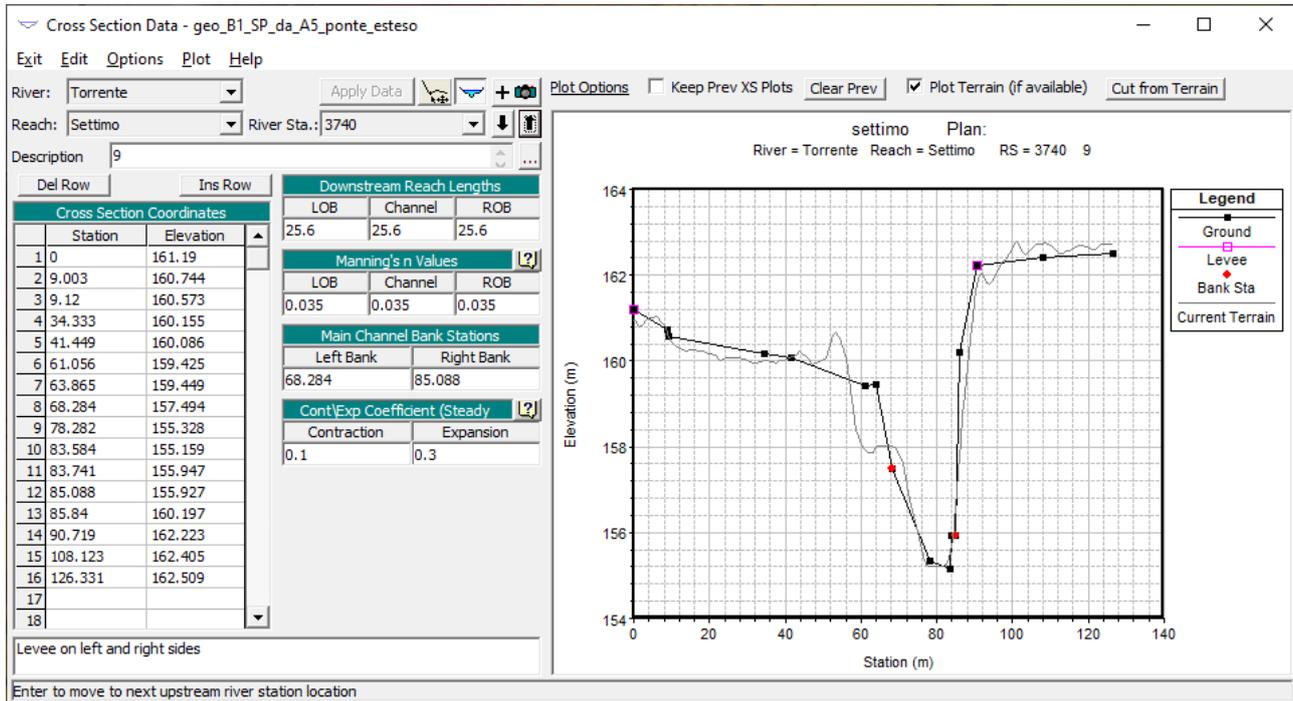


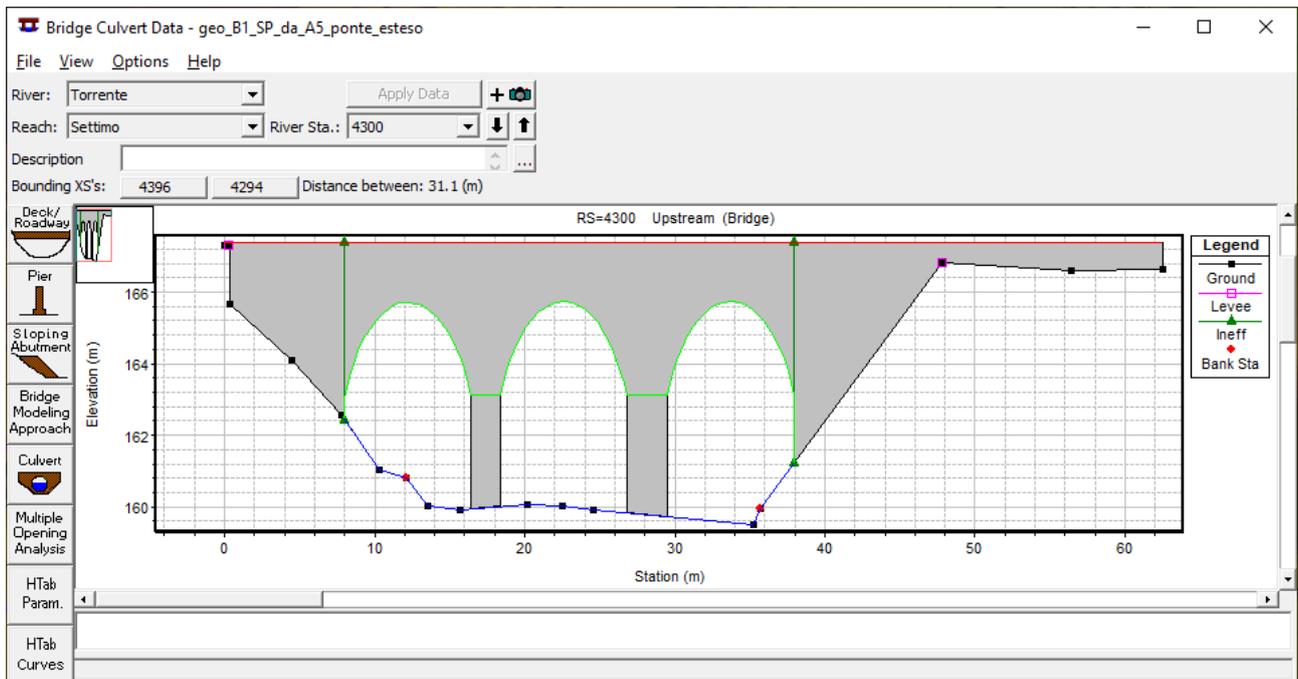
Fig. 9: Confronto profilo sezione estratta da Lidar e sezione rilevata

Per l'implementazione del modello idraulico del tratto oggetto di studio è stata inoltre verificata la presenza di n°6 attraversamenti presenti sul T. Settimo e quindi si è proceduto con l'implementazione della geometria di tali opere nel modello idraulico, facendo riferimento ai dati desunti dal rilievo topografico di dettaglio.

Nelle pagine a seguire sono riportati da Fig. 10 a Fig. 21 alcune immagini che mostrano le foto dei 6 attraversamenti rilevati durante il rilievo topografico unitamente alla implementazione della corrispondente geometria nel modello idraulico in HEC-RAS.



*Fig. 10: Foto attraversamento 1*

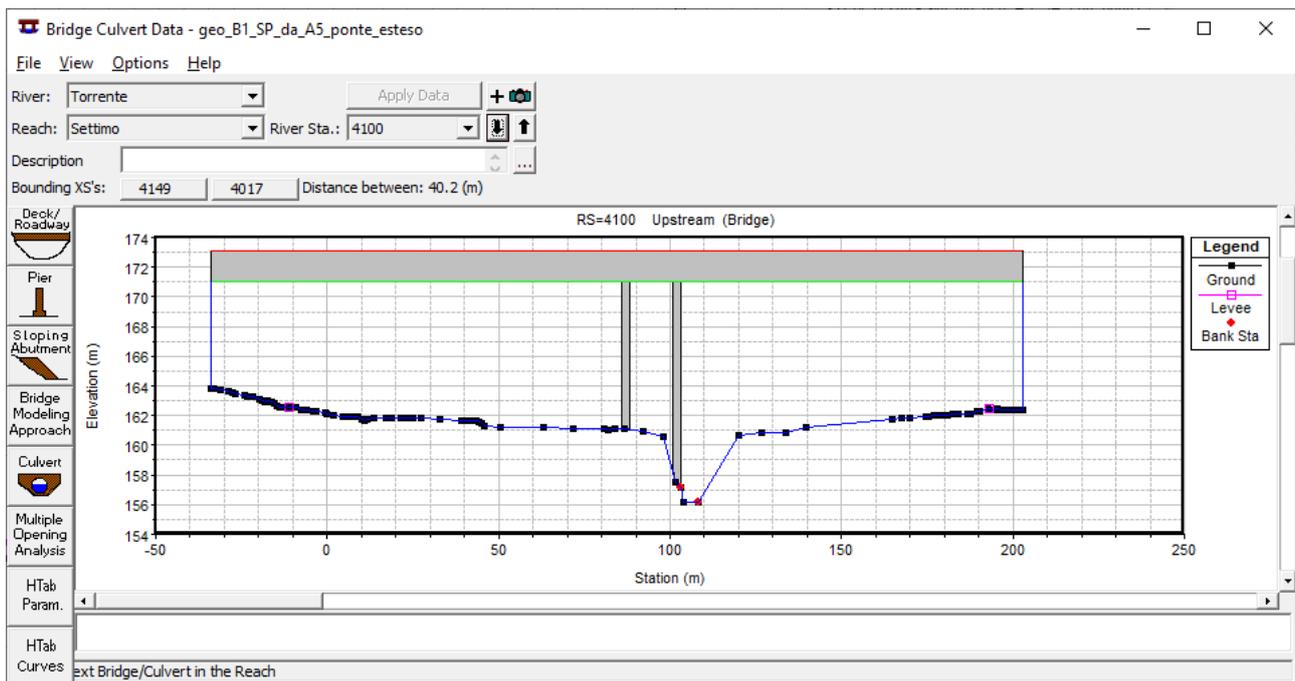


*Fig. 11: Implementazione attraversamento 1 – RS: 4300*

PROGETTAZIONE ATI:



*Fig. 12: Foto attraversamento 2*

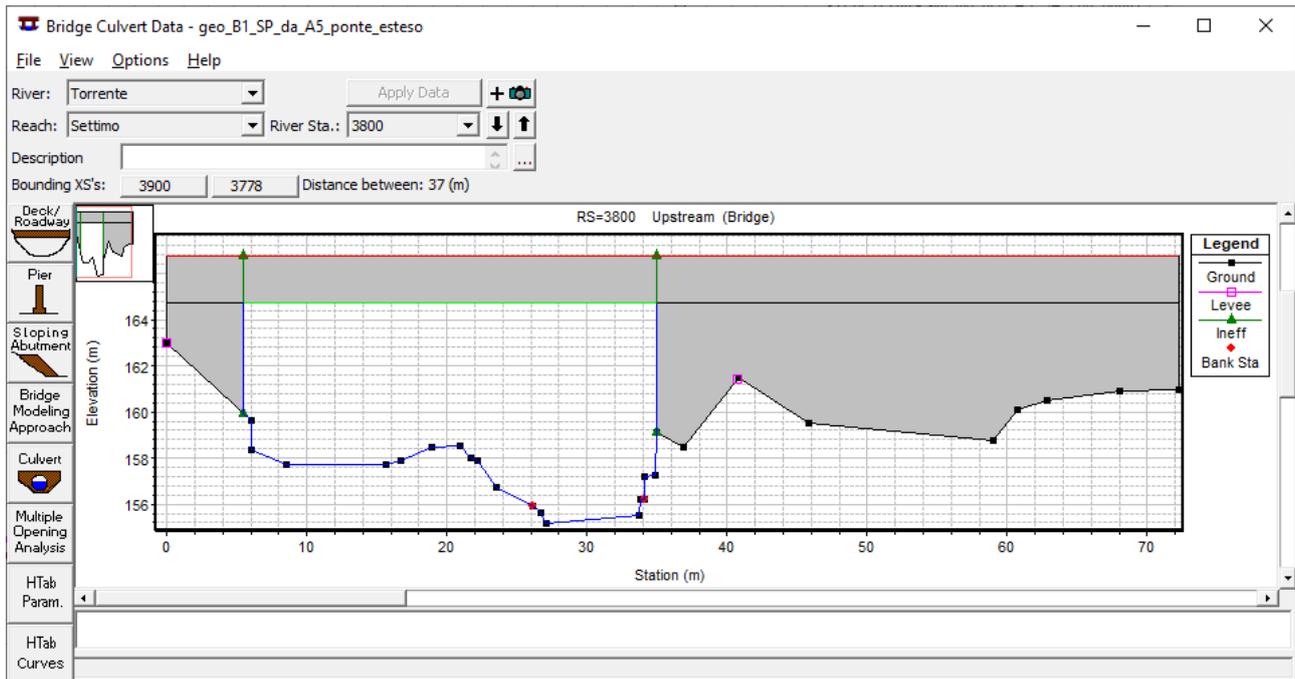


*Fig. 13: Implementazione attraversamento 2 – RS:*

PROGETTAZIONE ATI:



*Fig. 14: Foto attraversamento 3*

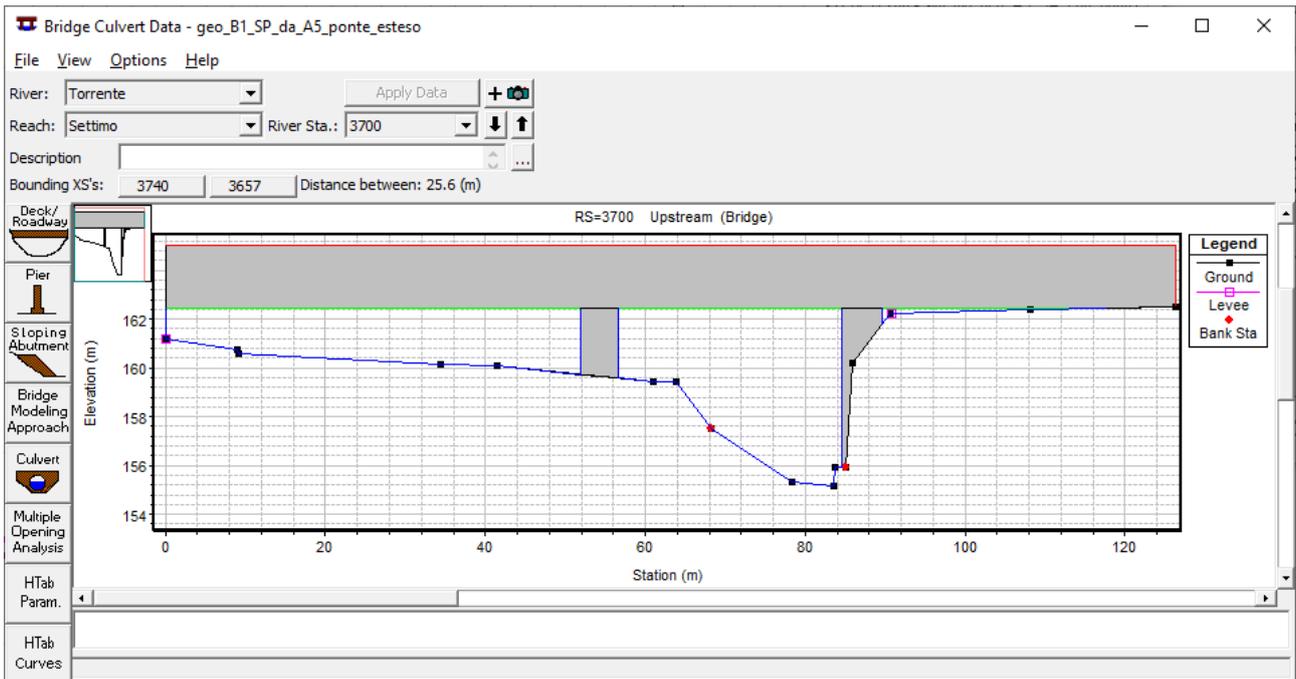


*Fig. 15: Implementazione attraversamento 3 – RS:*

PROGETTAZIONE ATI:



*Fig. 16: Foto attraversamento 4*



*Fig. 17: Implementazione attraversamento 4 – RS:*

PROGETTAZIONE ATI:



Fig. 18: Foto attraversamento 5

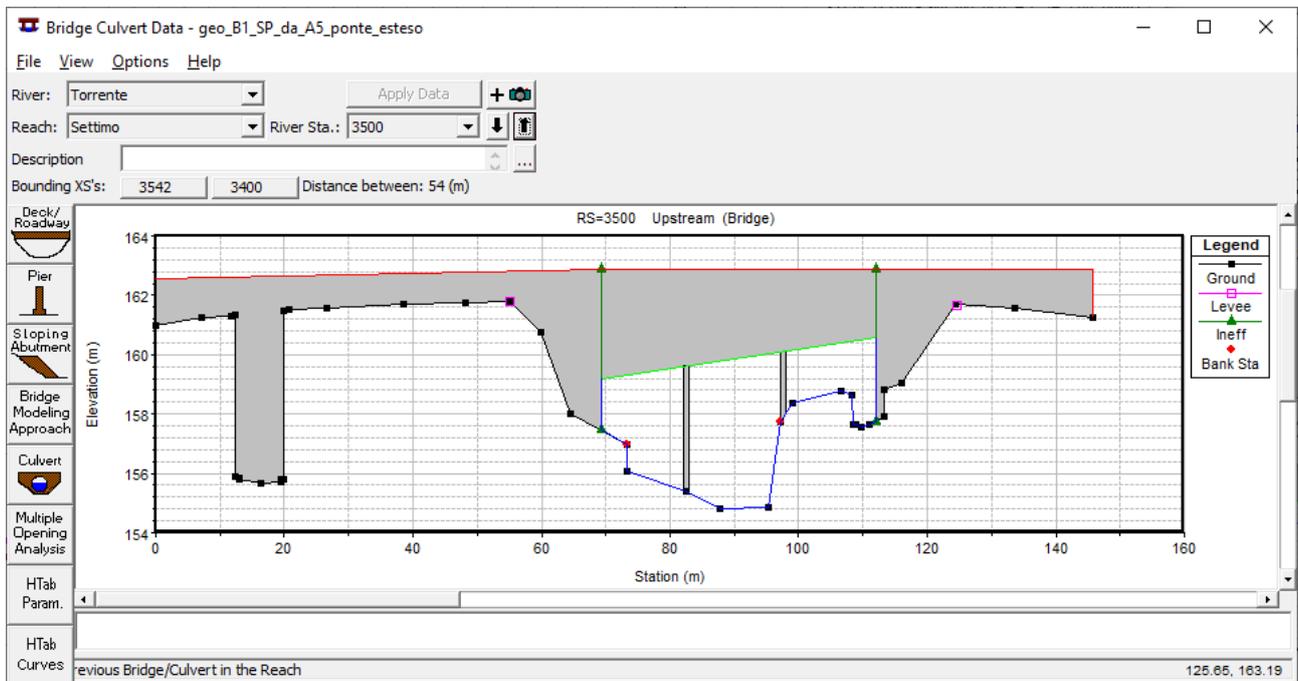
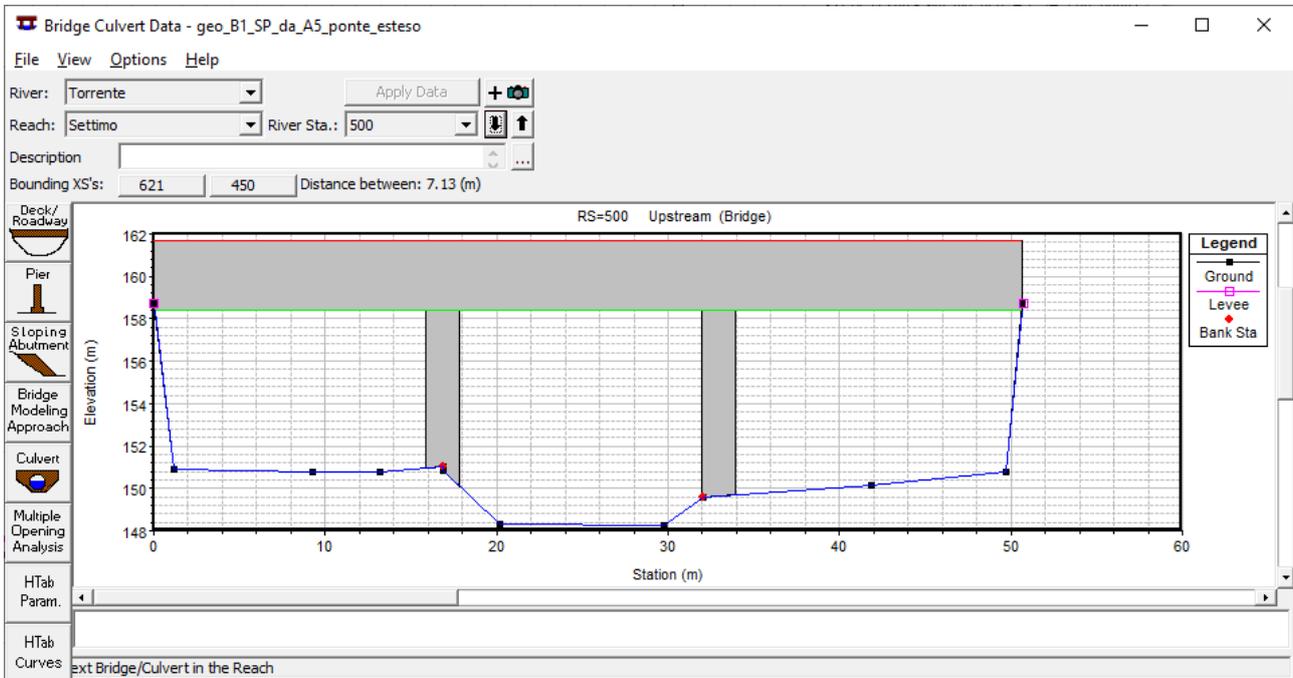


Fig. 19: Implementazione attraversamento 5 – RS:

PROGETTAZIONE ATI:



*Fig. 20: Foto attraversamento 6*



*Fig. 21: Implementazione attraversamento 6 – RS:*

PROGETTAZIONE ATI:

Come valore di scabrezza, considerata la presenza di fitta vegetazione all'interno dell'alveo accertata a seguito dei sopralluoghi e dei rilievi effettuati sull'area d'esame, si è deciso di adottare cautelativamente un valore del coefficiente di Manning pari a 0.035.

Come condizioni al contorno da assegnare al modello idraulico si è utilizzata la portata con tempo di ritorno pari a 200 anni individuata dallo studio idrologico e pari a circa 317 mc/s, mentre per le condizioni al contorno da assegnare alle sezioni di monte e valle del modello sono state utilizzate rispettivamente le pendenze medie dei tratti di monte e valle e pari a circa 0.2 % per il tratto di monte e 0.8 % per il tratto di valle, come mostra la Fig. 22.

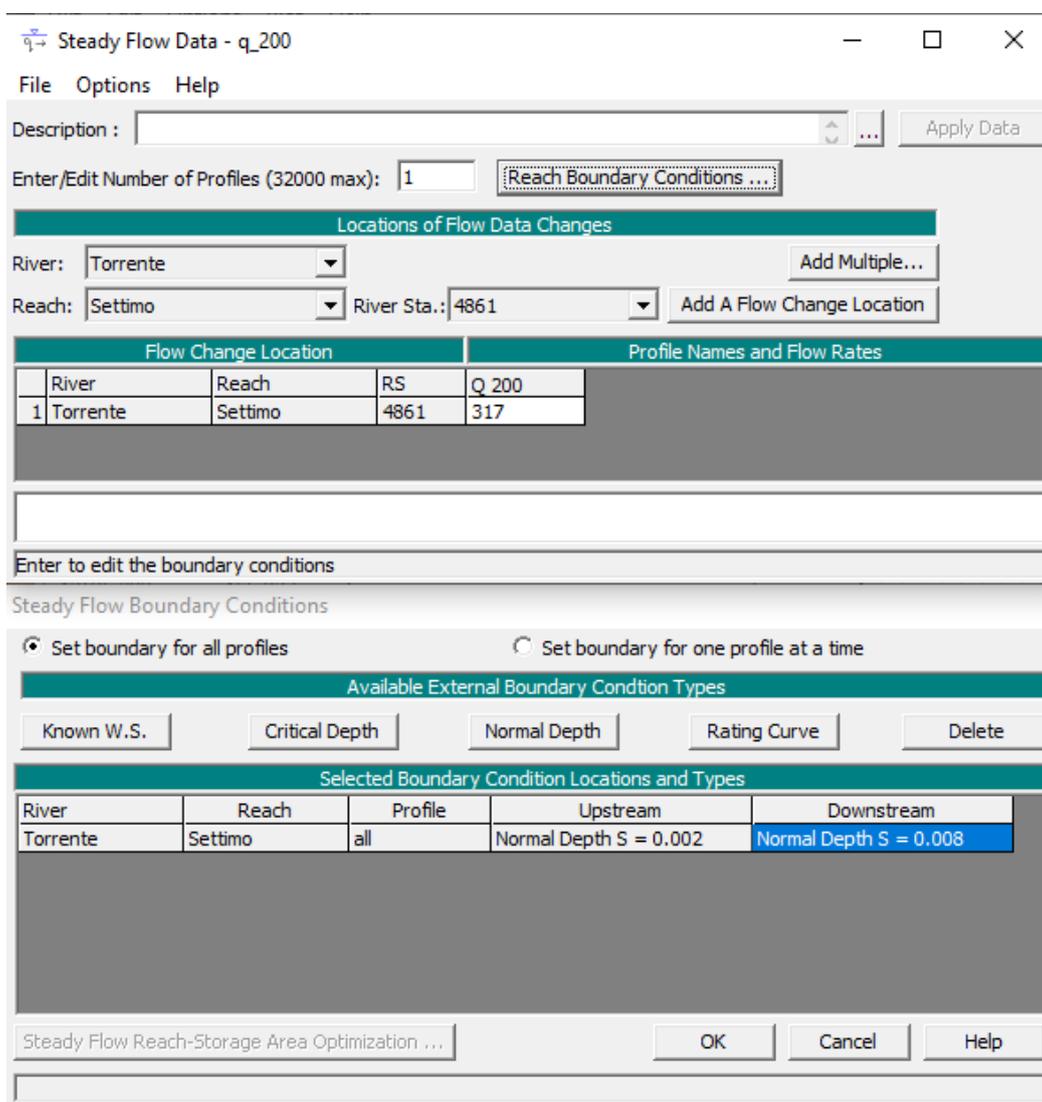


Fig. 22: Schermata di HEC-RAS per l'inserimento delle condizioni al contorno

### 3.3.2 RISULTATI MODELLAZIONE STATO ATTUALE

Dall'analisi dei risultati ottenuti dalla modellazione idraulica del T. Settimo nel tratto oggetto di studio, condotta mediante l'implementazione di un modello con schema monodimensionale in regime di moto permanente, è emerso che la portata avente tempo di ritorno pari a 200 anni risulta sempre contenuta all'interno dei rilevati arginali.

Di seguito in *Tab. 1* si riportano i risultati tabellari ottenuti dalla modellazione idraulica in regime di moto permanente per lo scenario attuale con riferimento al tempo di ritorno di 200 anni, mentre in *Fig. 23* è riportato il profilo idraulico ottenuto nello scenario attuale sempre per TR 200 anni (colore blu) unitamente all'altezza critica (in rosso), l'energia totale (in verde), il profilo del fondo alveo (in nero) e alle sommità arginali (in rosa e viola).

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude #	Levee El	Levee El
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	Chl	Left	Right
											(m)	(m)
Settimo	4861	159.82	164.21	163.12	164.31	0.0007	1.70	260.99	153.22	0.29	166.91	164.01
Settimo	4664	159.54	164.17	163.13	164.26	0.0009	1.74	266.45	175.46	0.31	165.92	164.34
Settimo	4396	159.50	163.63	162.44	164.11	0.0022	3.17	104.34	36.74	0.52	167.31	166.83
Settimo	4300	Bridge										
Settimo	4294	156.30	162.30	159.72	162.54	0.0007	2.46	147.55	64.41	0.32	162.66	163.48
Settimo	4149	156.14	162.30	161.76	162.49	0.0012	3.05	240.56	194.56	0.39	162.57	162.43
Settimo	4100	Bridge										
Settimo	4017	155.66	159.73	161.08	162.01	0.0113	7.71	52.53	19.51	1.23	162.73	165.55
Settimo	3900	155.20	160.53	159.61	161.12	0.0025	3.99	100.58	35.20	0.56	163.00	161.45
Settimo	3800	Bridge										
Settimo	3778	155.21	160.23	159.60	161.00	0.0030	4.08	89.06	44.60	0.62	161.68	160.90
Settimo	3740	155.16	159.82	159.34	160.92	0.0049	4.74	74.90	36.41	0.77	161.19	162.22
Settimo	3700	Bridge										
Settimo	3657	155.09	158.48	158.80	160.15	0.0118	5.99	57.89	25.73	1.16	161.50	161.66
Settimo	3542	154.79	157.37	158.06	159.55	0.0230	6.55	48.89	26.93	1.47	161.79	161.66
Settimo	3500	Bridge										
Settimo	3400	154.49	158.02	158.15	159.07	0.0068	4.87	77.88	45.37	0.89	158.57	159.61
Settimo	3339	154.29	158.39	157.32	158.85	0.0029	3.78	122.33	60.02	0.61	159.22	161.00
Settimo	3121	153.57	158.11	158.11	158.62	0.0040	4.78	130.18	105.34	0.73	158.83	158.89
Settimo	2670	153.47	155.61	156.16	157.35	0.0283	6.40	57.44	51.49	1.64	159.84	157.09
Settimo	2275	151.86	156.34	155.57	156.48	0.0011	2.53	235.60	164.93	0.38	159.87	156.43
Settimo	1878	150.79	154.78	154.78	156.09	0.0071	6.02	75.45	40.19	0.97	157.60	155.21
Settimo	1342	149.68	152.56	152.98	154.22	0.0204	8.12	87.11	148.71	1.55	156.07	155.55
Settimo	903	148.64	152.81	152.33	152.93	0.0012	2.46	241.81	168.29	0.39	156.36	157.60
Settimo	621	148.27	152.34	151.70	152.76	0.0026	3.28	118.39	48.92	0.55	158.75	158.69
Settimo	500	Bridge										
Settimo	450	148.07	151.23	151.57	152.53	0.0098	6.07	74.01	48.68	1.09	159.00	158.51
Settimo	298	147.10	150.02	150.44	151.38	0.0165	7.45	90.15	148.84	1.40	151.29	151.26

*Tab. 1: Risultati modellazione idraulica T. Settimo per lo scenario attuale – TR 200 anni*

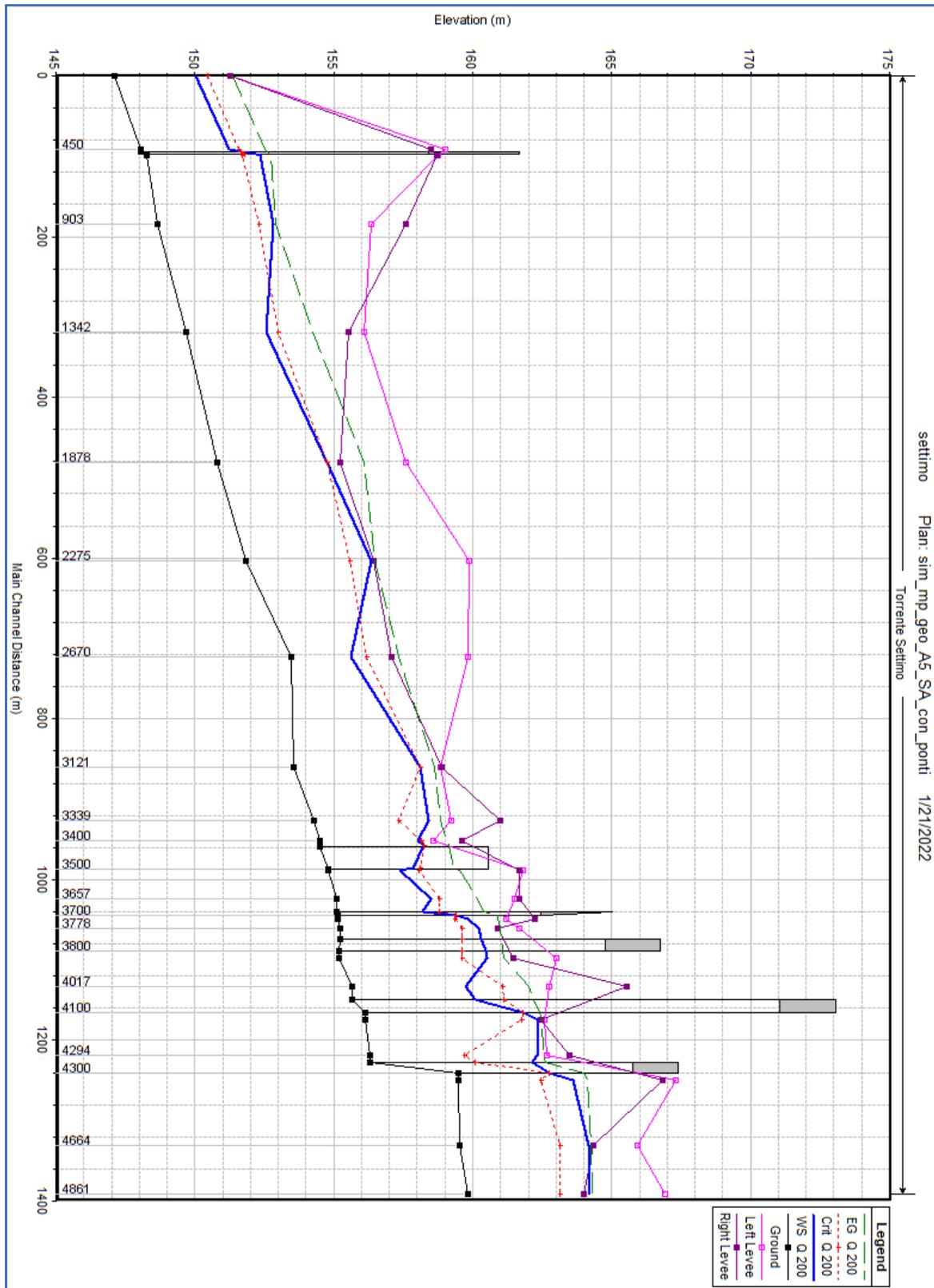


Fig. 23: Profilo di moto permanente del T. Settimo per lo scenario attuale – TR 200 anni

PROGETTAZIONE ATI:

### **3.4 - DESCRIZIONE INTERVENTI IN PROGETTO**

#### **3.4.1 – DESCRIZIONE DELL’OPERA ESISTENTE**

L’opera esistente consiste in un ponte a 3 campate per consentire il superamento dell’alveo del torrente Settimo da parte dell’autostrada A2 (autostrada del Mediterraneo). L’intersezione con il torrente avviene con incidenza obliqua, formando un angolo tra la direzione del tracciato stradale e quello del torrente pari a circa 29°.

Il ponte è pertanto realizzato con due spalle, a contenimento del rilevato stradale, e da due pile in alveo, costituite da setto continuo di spessore 100 cm sormontato da pulvino. Le carreggiate autostradali sono sostenute da due impalcati indipendenti, con varco centrale di ampiezza pari a circa 1,10 m: ogni impalcato è realizzato con n.7 travi precomprese tipo “V” di altezza 105 cm sormontate da soletta in c.a. gettata in opera sp. 20 cm, per una larghezza complessiva di circa 13,20 m per ogni impalcato. Poiché inoltre il tracciato stradale risulta essere in curva, i due impalcati presentano una rotazione di sagoma, con pendenza trasversale pari a circa il 6,50 %.

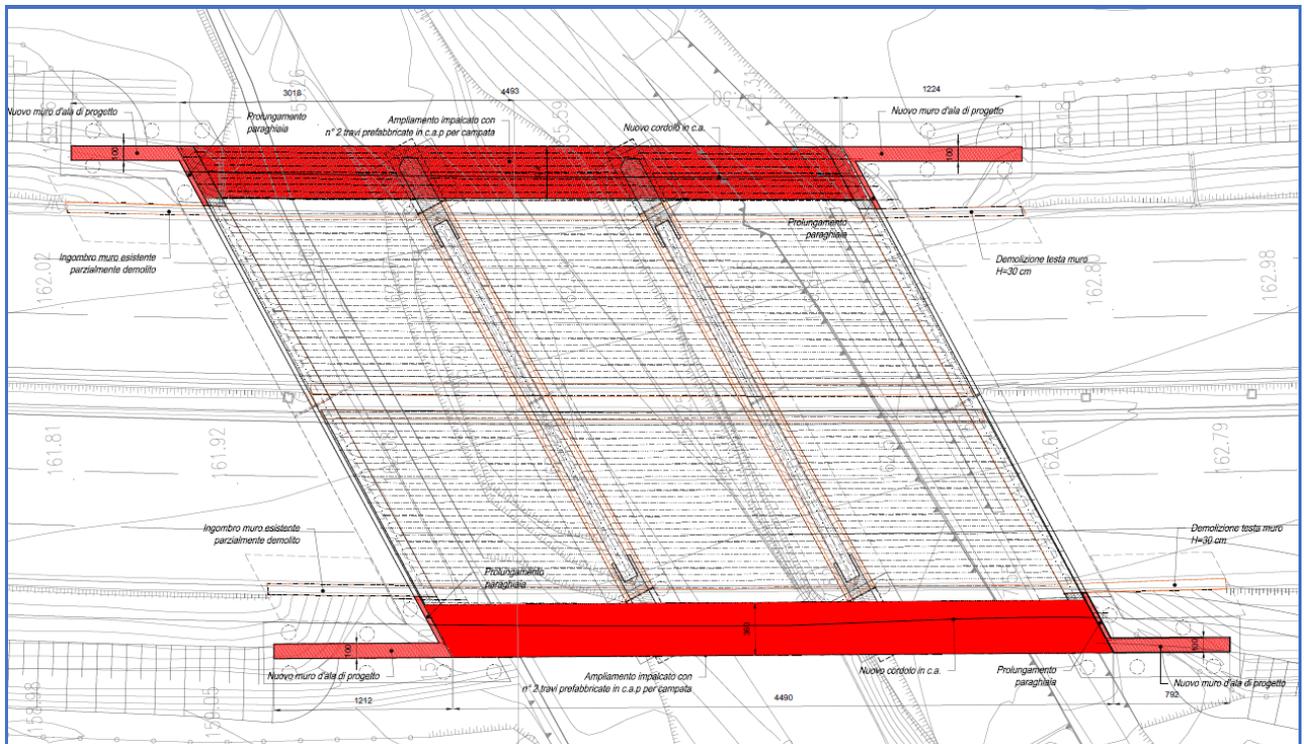
Le tre campate sono di luce differente, con le travi degli impalcati laterali di lunghezza pari a circa 14,75 m e quelle dell’impalcato centrale pari a 15,00 m: la luce netta misurata tra pila e spalla è pertanto pari a circa 13,50 m (11,75 m in retto) mentre tra le due pile è 14,00 m (13,30 m in retto).

Sia le spalle che le pile poggiano su fondazioni profonde, costituite da pali di diametro 100 cm con lunghezza 25 m per complessivi 12 pali per ciascuna pila e 16 pali per ciascuna spalla. A queste ultime si aggiungono i muri andatori, aventi struttura indipendente, ognuno dei quali poggia su 4 pali.

#### **3.4.2 – DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI**

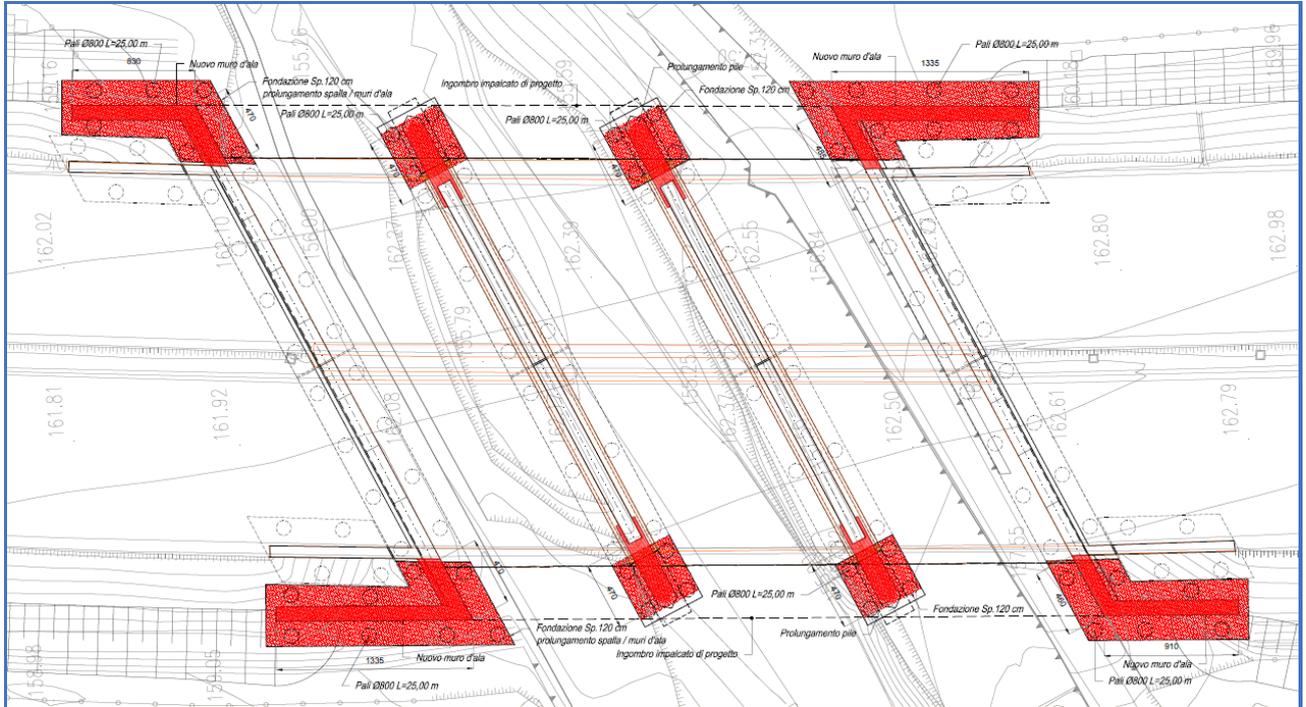
Data la necessità di ampliamento delle carreggiate stradali per la realizzazione delle corsie di uscita ed ingresso di un nuovo svincolo, l’intervento previsto in questa sede consiste nell’incremento della larghezza degli impalcati del ponte e di conseguenza nell’inserimento di protesi laterali alle strutture di pile e spalle.

L'incremento è pari a circa 3,60 m per ogni lato del ponte, eseguito attraverso l'introduzione di 2 ulteriori travi precomprese, del tutto analoghe a quelle esistenti, per ciascuno lato del ponte. Per sostenere le nuove travi saranno quindi realizzate delle protesi alle strutture delle pile, aggiungendo un prolungamento del fusto di circa 4,75 m per ogni lato, da estendersi chiaramente anche in fondazione, con l'aggiunta di ulteriori 4 pali di fondazione con dimensioni del tutto analoghe a quelli esistenti. Per garantire un efficace collegamento tra la nuova struttura in ampliamento e quella esistente, la parte in ampliamento avrà spessore maggiorato di 40 cm (20 cm per ogni lato) in modo da inglobare le estremità della pila esistente per circa 1,50 m di lunghezza, solidarizzati con perfori armati da eseguirsi sulle superfici di contatto con la struttura esistente. Alla stessa maniera saranno prolungate anche le strutture delle spalle, con realizzazione di nuovi muri andatori e parziale demolizioni di quelli esistenti, che dopo l'intervento saranno completamente interrati dall'allargamento della carreggiata stradale. Le protesi delle spalle saranno realizzate in continuità con le strutture dei nuovi muri andatori, a formare un blocco monolitico per conferire maggiore rigidità alla struttura. Anche in questo caso la nuova struttura in ampliamento sarà fondata su pali con dimensioni analoghe a quelli esistenti. Le nuove strutture saranno quindi solidarizzate con quelle esistenti sempre attraverso la realizzazione di perfori armati da eseguirsi sulle superfici di contatto.

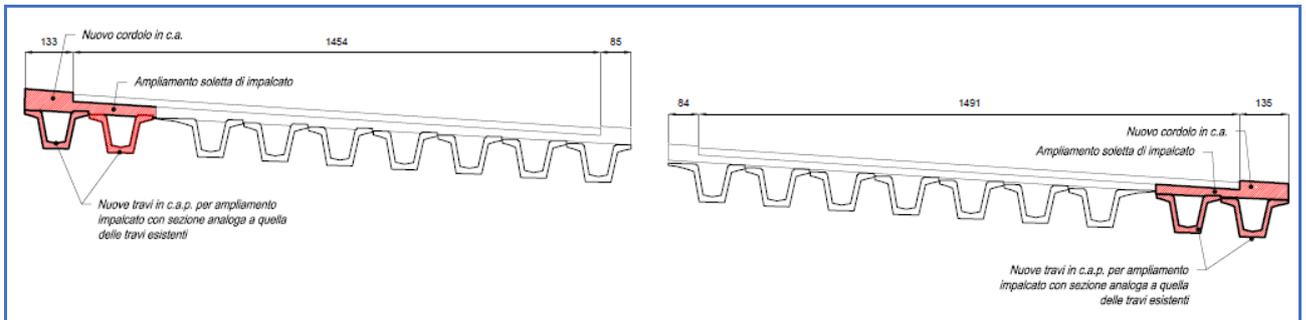


*Fig. 24: Pianta impalcato*

PROGETTAZIONE ATI:



*Fig. 25: Pianta spiccato*



*Fig. 26: Sezione trasversale*

PROGETTAZIONE ATI:

### **3.5 – VERIFICHE IDRAULICHE – STATO DI PROGETTO**

Nel corso di questo paragrafo saranno descritte le metodologie utilizzate nell'ambito dell'implementazione del modello idraulico del T. Settimo, facendo riferimento agli input idraulici assegnati come condizioni al contorno al modello, le modalità con cui si sono rappresentati i manufatti idraulici presenti nell'area di interesse e successivamente saranno riportate alcune riflessioni riguardanti i risultati ottenuti dalla modellazione numerica.

#### **3.5.1 – IMPLEMENTAZIONE MODELLO MONODIMENSIONALE – STATO ATTUALE**

Al fine di ricostruire in maniera dettagliata il profilo di moto permanente nello scenario di progetto per il Torrente Settimo è stato fatto inizialmente riferimento alla geometria implementata per il modello idraulico dello stato attuale e successivamente sono state effettuate alcune modifiche relative alla realizzazione degli interventi in progetto che consistono nella fattispecie all'estensione dell'attraversamento in corrispondenza dell'autostrada A2 del Mediterraneo. Lo schema del modello è rimasto sostanzialmente invariato rispetto allo scenario attuale come

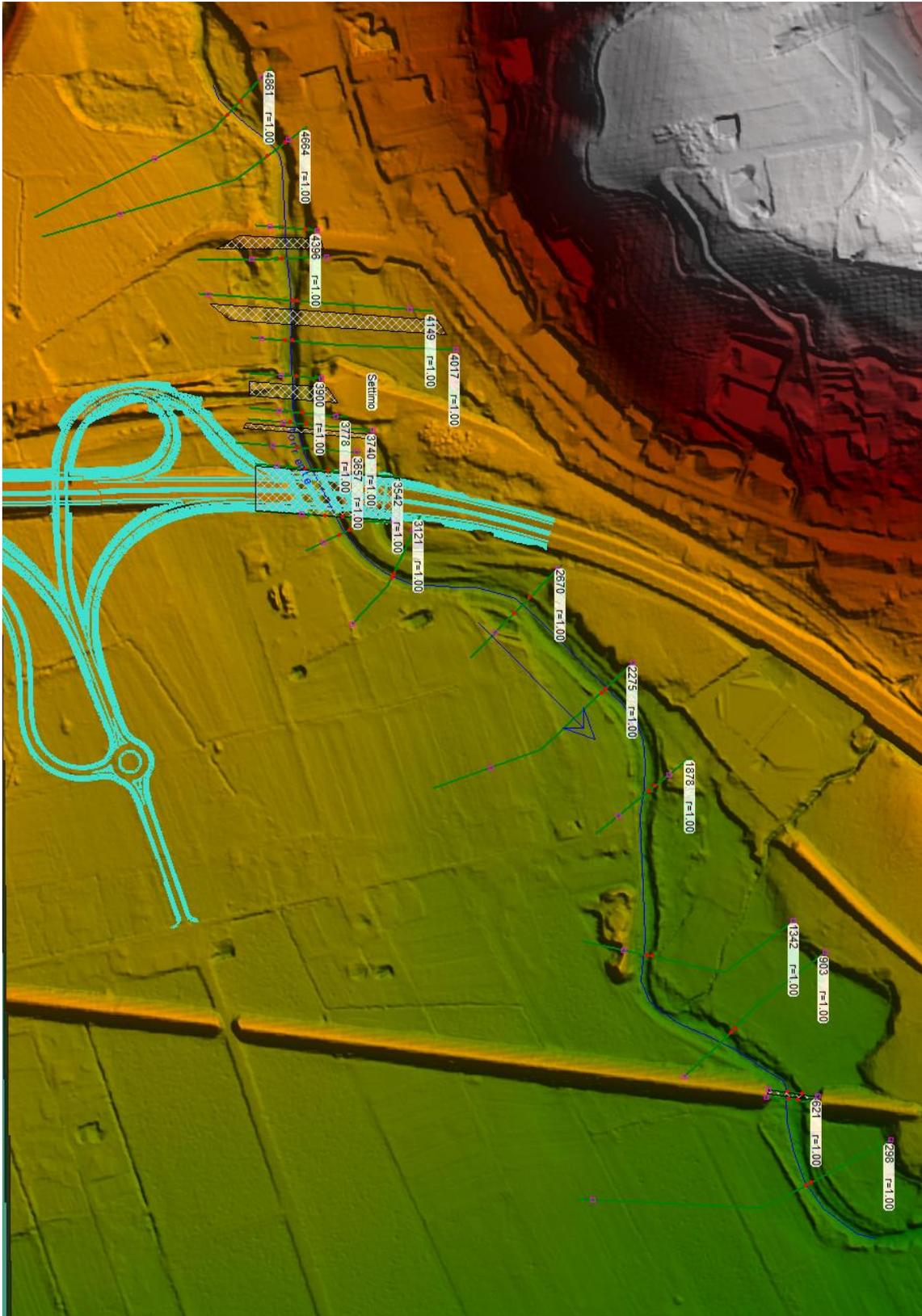
PROGETTAZIONE ATI:

mostrano le planimetrie del modello idraulico dello stato di progetto riportate in



PROGETTAZIONE ATI:

Fig.



PROGETTAZIONE ATI:

Fig. 28 in cui figura il modello idraulico dello stato di progetto implementato rispettivamente su base ortofoto e sul modello digitale del terreno. Le uniche modifiche risiedono nell'estensione dell'attraversamento oggetto di intervento a monte e a valle in modo al fine di riprodurre fedelmente gli effetti che la realizzazione degli interventi produrrà nei riguardi del profilo di moto

PROGETTAZIONE ATI:

permanente. A tal proposito nella

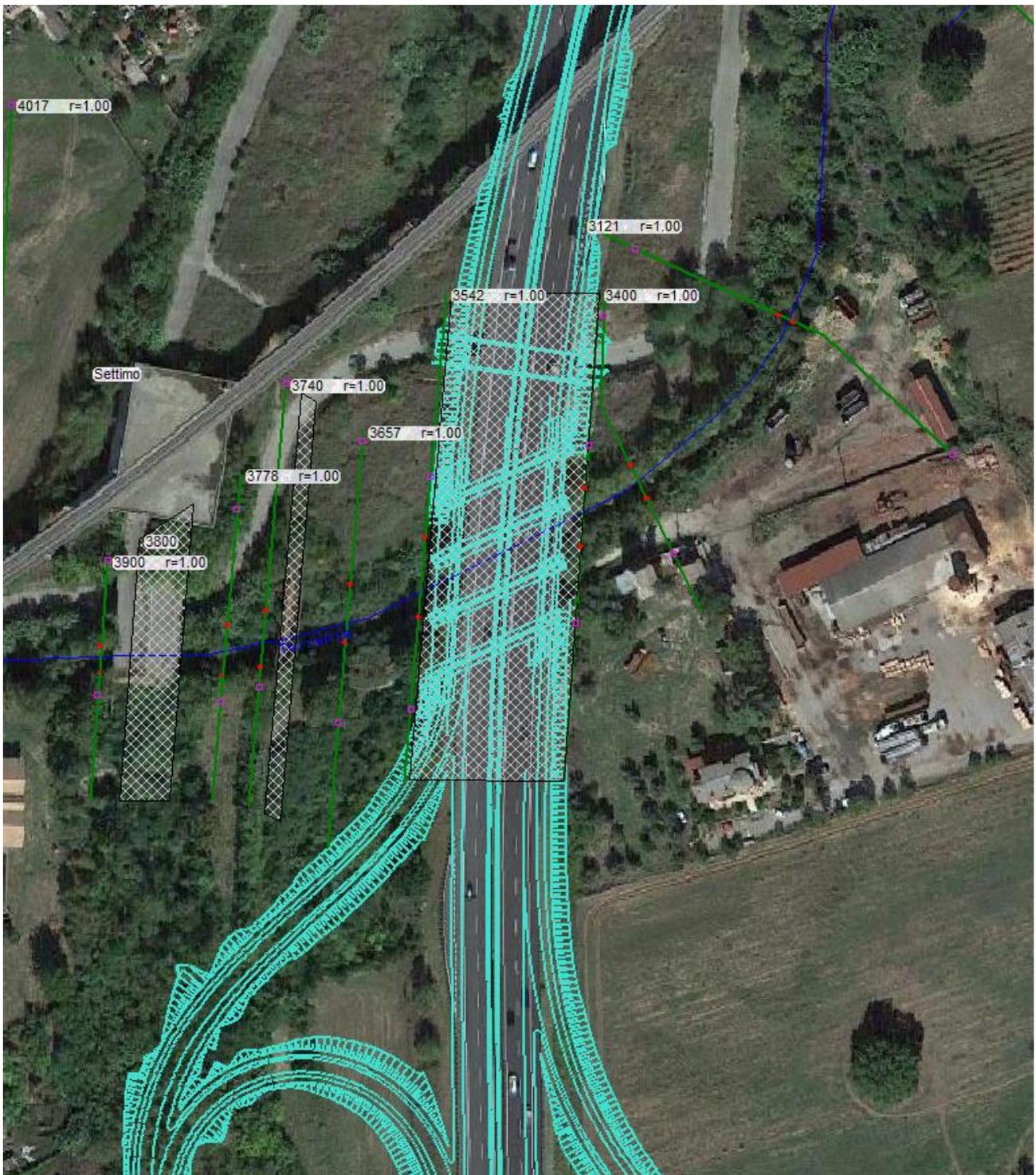


Fig. 29 è riportato un dettaglio del modello idraulico dello stato di progetto in corrispondenza dell'attraversamento oggetto di intervento.

PROGETTAZIONE ATI:

Come valore di scabrezza, come per lo stato attuale, si è deciso di adottare cautelativamente un valore del coefficiente di Manning pari a 0.035. Anche in questo caso per le condizioni al contorno da assegnare al modello idraulico si è utilizzata la portata con tempo di ritorno pari a 200 anni individuata dallo studio idrologico e pari a circa 317 mc/s, mentre per le condizioni al contorno da assegnare alle sezioni di monte e valle del modello sono state utilizzate rispettivamente le pendenze medie dei tratti di monte e valle e pari a circa 0.2 % per il tratto di monte e 0.8 % per il tratto di valle, come mostra la Fig. 22.

PROGETTAZIONE ATI:



Fig. 27: Planimetria modello idraulico T. Settimo su modello digitale del terreno - stato progetto

PROGETTAZIONE ATI:

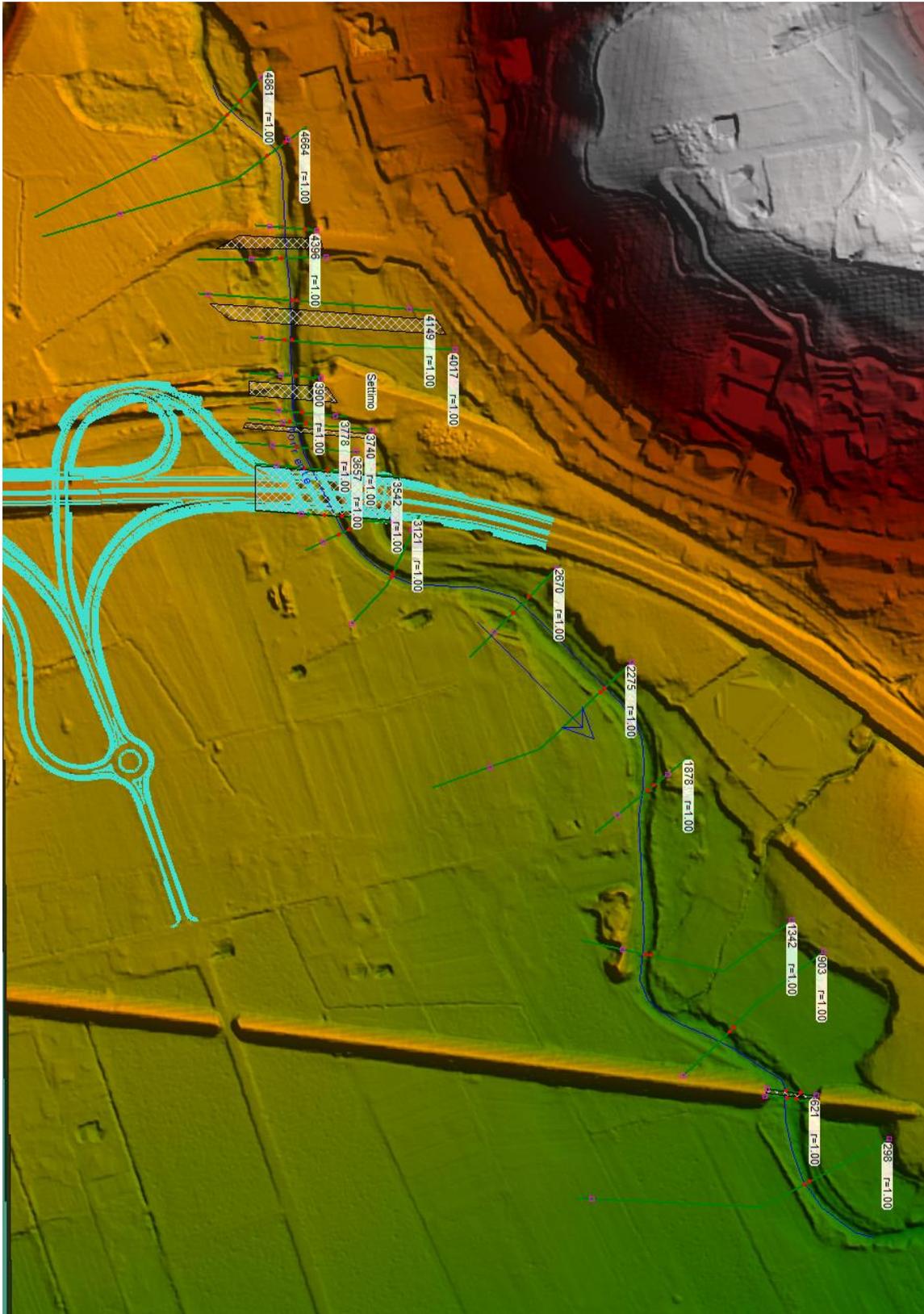
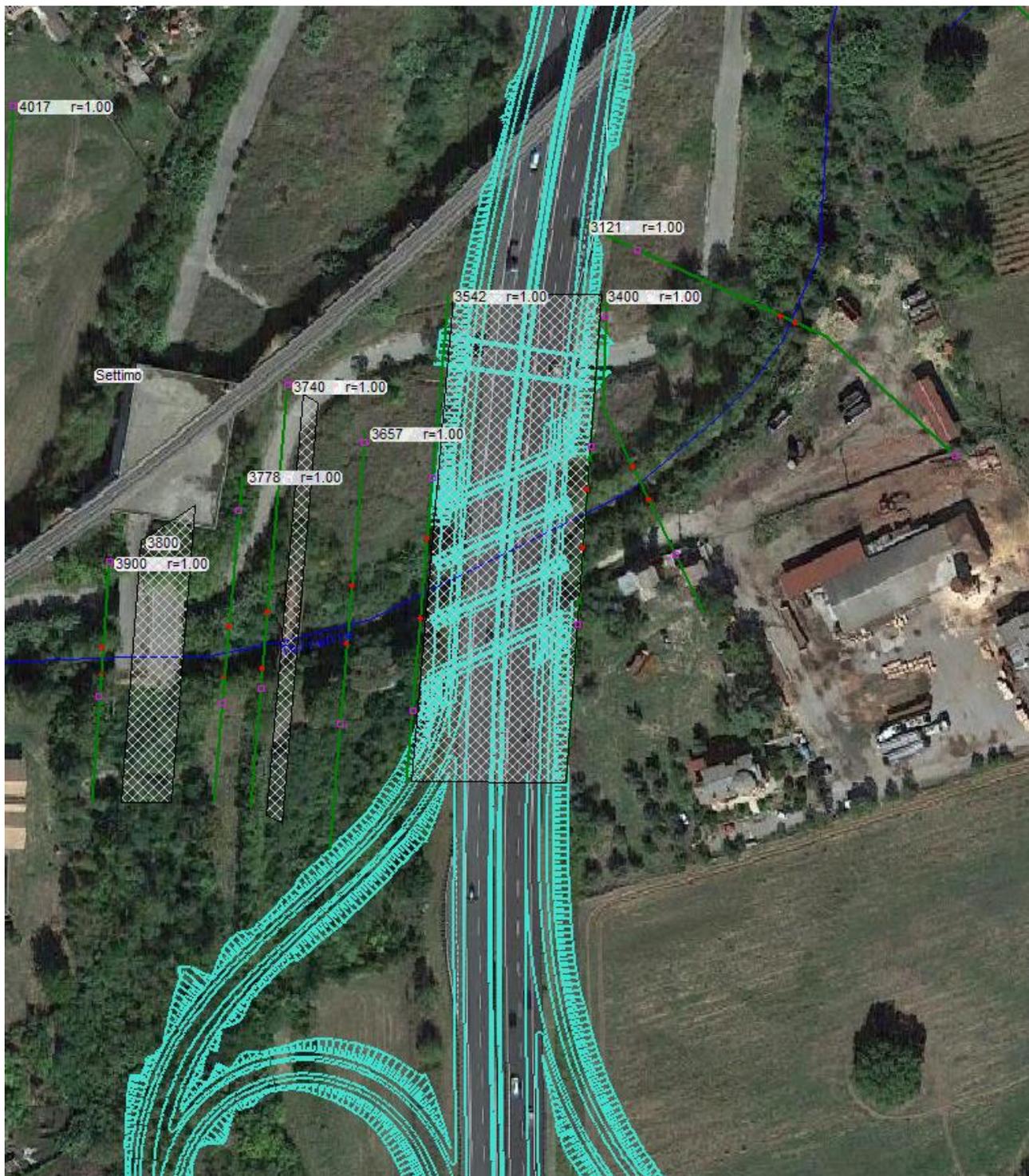


Fig. 28: Planimetria modello idraulico T. Settimo su ortofoto satellitare - stato progetto

PROGETTAZIONE ATI:



*Fig. 29: Planimetria dettaglio modello idraulico su attraversamento A2*

PROGETTAZIONE ATI:

### 3.5.2 RISULTATI MODELLAZIONE STATO PROGETTO

Dall'analisi dei risultati ottenuti dalla modellazione idraulica del T. Settimo per lo stato di progetto, condotta mediante l'implementazione di un modello con schema monodimensionale in regime di moto permanente, è emerso che la portata avente tempo di ritorno pari a 200 anni risulta sempre contenuta all'interno dei rilevati arginali. Di seguito in *Tab. 2* si riportano i risultati tabellari ottenuti dalla modellazione idraulica in regime di moto permanente per lo scenario attuale con riferimento al tempo di ritorno di 200 anni, mentre in *Fig. 23* è riportato il profilo idraulico ottenuto nello scenario attuale sempre per TR 200 anni (colore blu) unitamente all'altezza critica (in rosso), l'energia totale (in verde), il profilo del fondo alveo (in nero) e alle sommità arginali (in rosa e viola). Per una migliore comprensione degli effetti degli interventi in progetto nei riguardi del profilo di moto permanente è stato riportato in *Fig. 31* un dettaglio relativo al confronto dei profili ottenuti per lo stato attuale (azzurro) e di progetto (blu scuro).

Reach	River Sta	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	Levee El Left (m)	Levee El Right (m)
Settimo	4861	159.82	164.21	163.12	164.31	0.0007	1.70	260.99	153.22	0.29	166.91	164.01
Settimo	4664	159.54	164.17	163.13	164.26	0.0009	1.74	266.45	175.46	0.31	165.92	164.34
Settimo	4396	159.50	163.63	162.44	164.11	0.0022	3.17	104.34	36.74	0.52	167.31	166.83
Settimo	4300	Bridge										
Settimo	4294	156.30	162.30	159.72	162.54	0.0007	2.46	147.55	64.41	0.32	162.66	163.48
Settimo	4149	156.14	162.30	161.76	162.49	0.0012	3.05	240.56	194.56	0.39	162.57	162.43
Settimo	4100	Bridge										
Settimo	4017	155.66	159.73	161.08	162.01	0.0113	7.71	52.53	19.51	1.23	162.73	165.55
Settimo	3900	155.20	160.53	159.61	161.12	0.0025	3.99	100.58	35.20	0.56	163.00	161.45
Settimo	3800	Bridge										
Settimo	3778	155.21	160.23	159.60	161.00	0.0030	4.08	89.06	44.60	0.62	161.68	160.90
Settimo	3740	155.16	159.82	159.34	160.92	0.0049	4.74	74.90	36.41	0.77	161.19	162.22
Settimo	3700	Bridge										
Settimo	3657	155.09	158.48	158.80	160.15	0.0118	5.99	57.89	25.73	1.16	161.50	161.66
Settimo	3542	154.79	157.37	158.06	159.55	0.0230	6.55	48.89	26.93	1.47	161.79	161.66
Settimo	3500	Bridge										
Settimo	3400	154.49	158.02	158.15	159.07	0.0068	4.87	77.88	45.37	0.89	158.57	159.61
Settimo	3339	154.29	158.39	157.32	158.85	0.0029	3.78	122.33	60.02	0.61	159.22	161.00
Settimo	3121	153.57	158.11	158.11	158.62	0.0040	4.78	130.18	105.34	0.73	158.83	158.89
Settimo	2670	153.47	155.61	156.16	157.35	0.0283	6.40	57.44	51.49	1.64	159.84	157.09
Settimo	2275	151.86	156.34	155.57	156.48	0.0011	2.53	235.60	164.93	0.38	159.87	156.43
Settimo	1878	150.79	154.78	154.78	156.09	0.0071	6.02	75.45	40.19	0.97	157.60	155.21
Settimo	1342	149.68	152.56	152.98	154.22	0.0204	8.12	87.11	148.71	1.55	156.07	155.55
Settimo	903	148.64	152.81	152.33	152.93	0.0012	2.46	241.81	168.29	0.39	156.36	157.60
Settimo	621	148.27	152.34	151.70	152.76	0.0026	3.28	118.39	48.92	0.55	158.75	158.69
Settimo	500	Bridge										
Settimo	450	148.07	151.23	151.57	152.53	0.0098	6.07	74.01	48.68	1.09	159.00	158.51
Settimo	298	147.10	150.02	150.44	151.38	0.0165	7.45	90.15	148.84	1.40	151.29	151.26

*Tab. 2: Risultati modellazione idraulica T. Settimo per lo scenario di progetto – TR 200 anni*

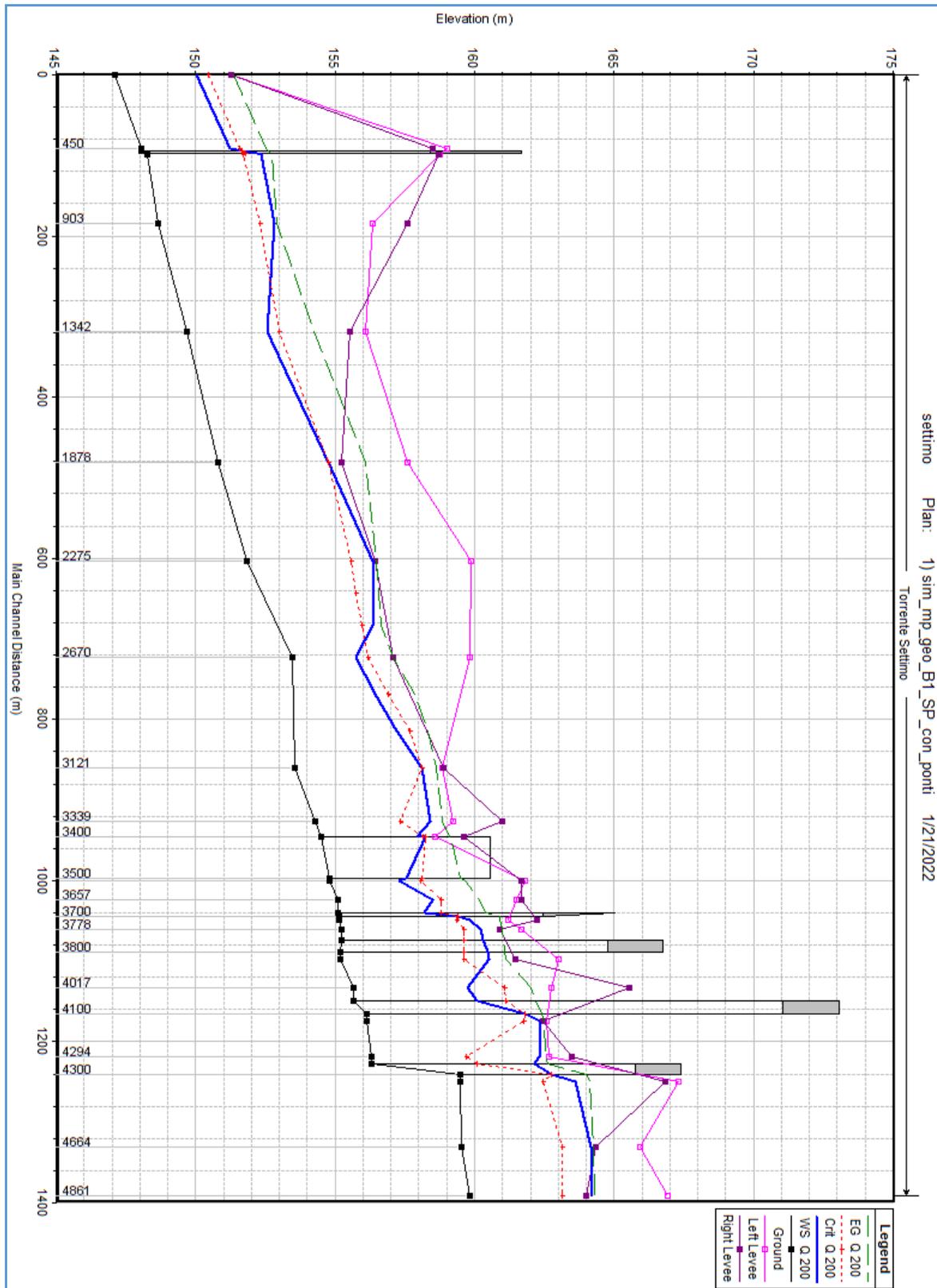


Fig. 30: Profilo di moto permanente del T. Settimo per lo scenario di progetto – TR 200 anni

PROGETTAZIONE ATI:

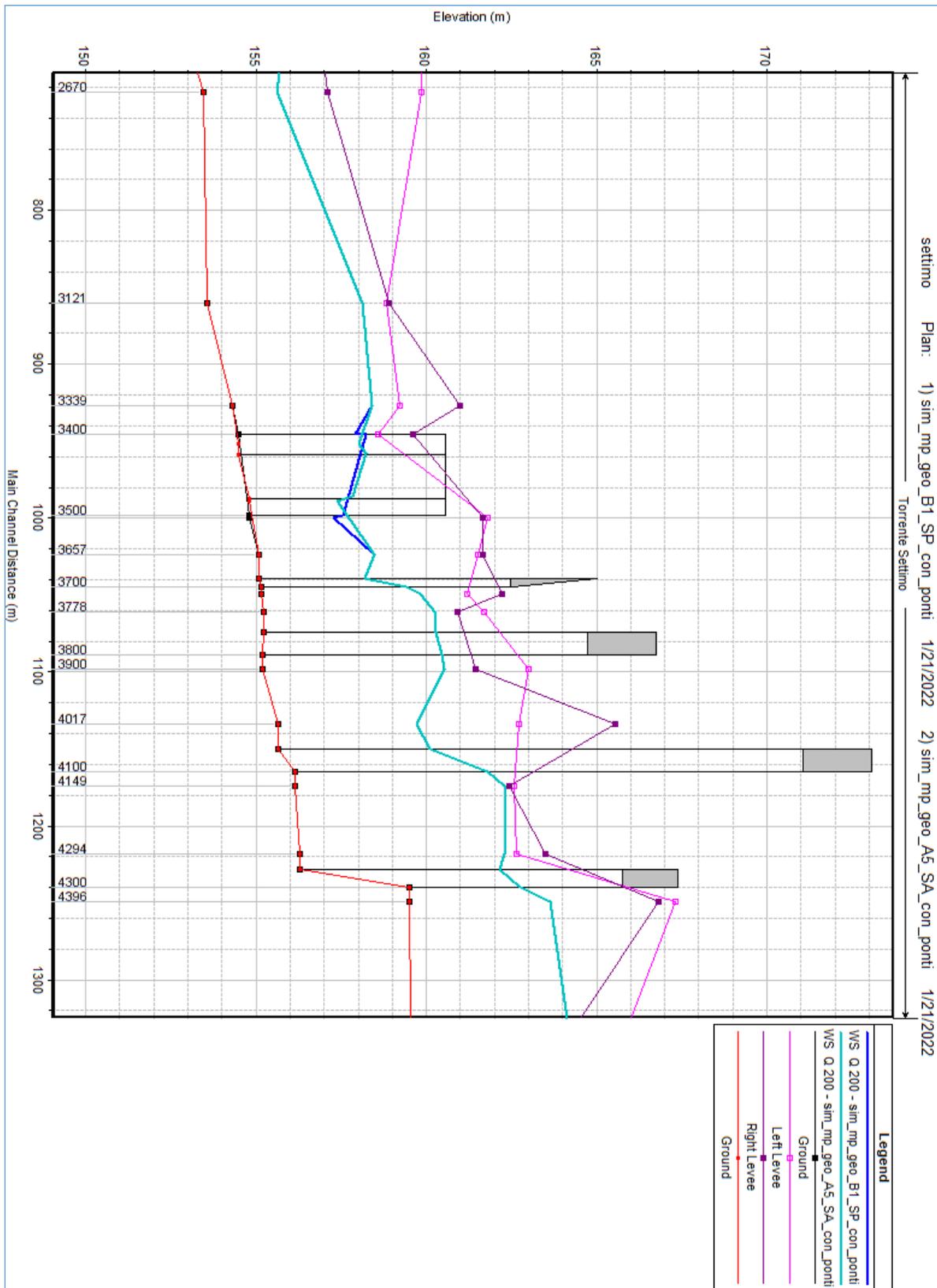


Fig. 31: Dettaglio confronto profili stato attuale e stato di progetto per TR 200 anni

PROGETTAZIONE ATI:

Le verifiche idrauliche dello stato di progetto sono state condotte anche con particolare riferimento al TR 2 anni. Tale verifica è risultata necessaria per via dell'occupazione temporanea di alcune le aree di lavoro per l'allargamento del Ponte sul Torrente Settimo ed il prolungamento del sottovia, che come mostrano i risultati della modellazione idraulica condotta con riferimento al TR 200 anni, risultano essere interessate dai deflussi. Come valore di portata da assegnare come condizione al contorno è stata utilizzata la portata relativa al TR 2 anni stimata con il metodo razionale, come descritto nella relazione idrologica a cui si rimanda per ulteriori dettagli. A seguire si riportano la planimetria degli allagamenti espressi in termini di battenti massimi e il profilo di moto permanente, entrambi relativi a TR 2 anni.

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude #	Levee El	Levee El
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	Chl	Left (m)	Right (m)
Settimo	4861	159.82	161.48	160.98	161.63	0.0032	1.79	19.42	21.90	0.52	166.91	164.01
Settimo	4664	159.54	161.05	160.86	161.34	0.0072	2.39	13.68	13.43	0.76	165.92	164.34
Settimo	4396	159.50	160.86	160.45	160.96	0.0026	1.40	23.68	25.62	0.45	167.31	166.83
Settimo	4300	Bridge										
Settimo	4294	156.30	158.34	157.87	158.42	0.0012	1.54	30.03	28.67	0.35	162.66	163.48
Settimo	4149	156.14	158.02	157.67	158.31	0.0044	2.59	14.76	12.01	0.61	162.57	162.43
Settimo	4100	Bridge										
Settimo	4017	155.66	157.13	156.95	157.51	0.0064	2.91	12.69	11.14	0.77	162.73	165.55
Settimo	3900	155.20	157.02	156.62	157.29	0.0041	2.36	14.72	10.93	0.59	163.00	161.45
Settimo	3800	Bridge										
Settimo	3778	155.21	156.94	156.42	157.11	0.0031	1.85	17.77	13.78	0.52	161.68	160.90
Settimo	3740	155.16	156.80	156.52	157.06	0.0060	2.23	14.73	13.77	0.69	161.19	162.22
Settimo	3700	Bridge										
Settimo	3657	155.09	156.27	156.27	156.68	0.0127	2.91	11.54	13.79	1.00	161.50	161.66
Settimo	3542	154.79	156.30	155.82	156.40	0.0025	1.40	23.36	22.94	0.44	161.79	161.66
Settimo	3500	Bridge										
Settimo	3400	154.49	156.03	155.61	156.17	0.0033	1.70	19.31	18.12	0.52	158.57	159.61
Settimo	3339	154.29	156.07	155.18	156.12	0.0008	1.08	34.08	26.15	0.27	159.22	161.00
Settimo	3121	153.57	155.60	155.33	155.98	0.0048	2.99	13.32	10.44	0.69	158.83	158.89
Settimo	2670	153.47	154.65	154.65	154.95	0.0127	2.42	13.75	27.69	0.95	159.84	157.09
Settimo	2275	151.86	153.06	153.06	153.46	0.0098	3.11	12.83	16.64	0.93	159.87	156.43
Settimo	1878	150.79	152.33	151.94	152.58	0.0038	2.31	15.48	12.02	0.60	157.60	155.21
Settimo	1342	149.68	151.28	151.13	151.75	0.0069	3.15	11.63	10.19	0.81	156.07	155.55
Settimo	903	148.64	150.08	150.08	150.64	0.0099	3.44	10.41	9.49	0.95	156.36	157.60
Settimo	621	148.27	149.37	149.28	149.73	0.0098	2.66	12.30	12.85	0.87	158.75	158.69
Settimo	500	Bridge										
Settimo	450	148.07	149.22	149.09	149.57	0.0075	2.71	12.93	13.00	0.81	159.00	158.51
Settimo	298	147.10	148.45	148.37	148.86	0.0080	3.09	12.34	12.56	0.86	151.29	151.26

Tab. 3: Risultati modellazione idraulica T. Settimo per lo scenario di progetto – TR 2 anni



*Fig. 32: Planimetria allagamenti per TR 2 anni*

PROGETTAZIONE ATI:

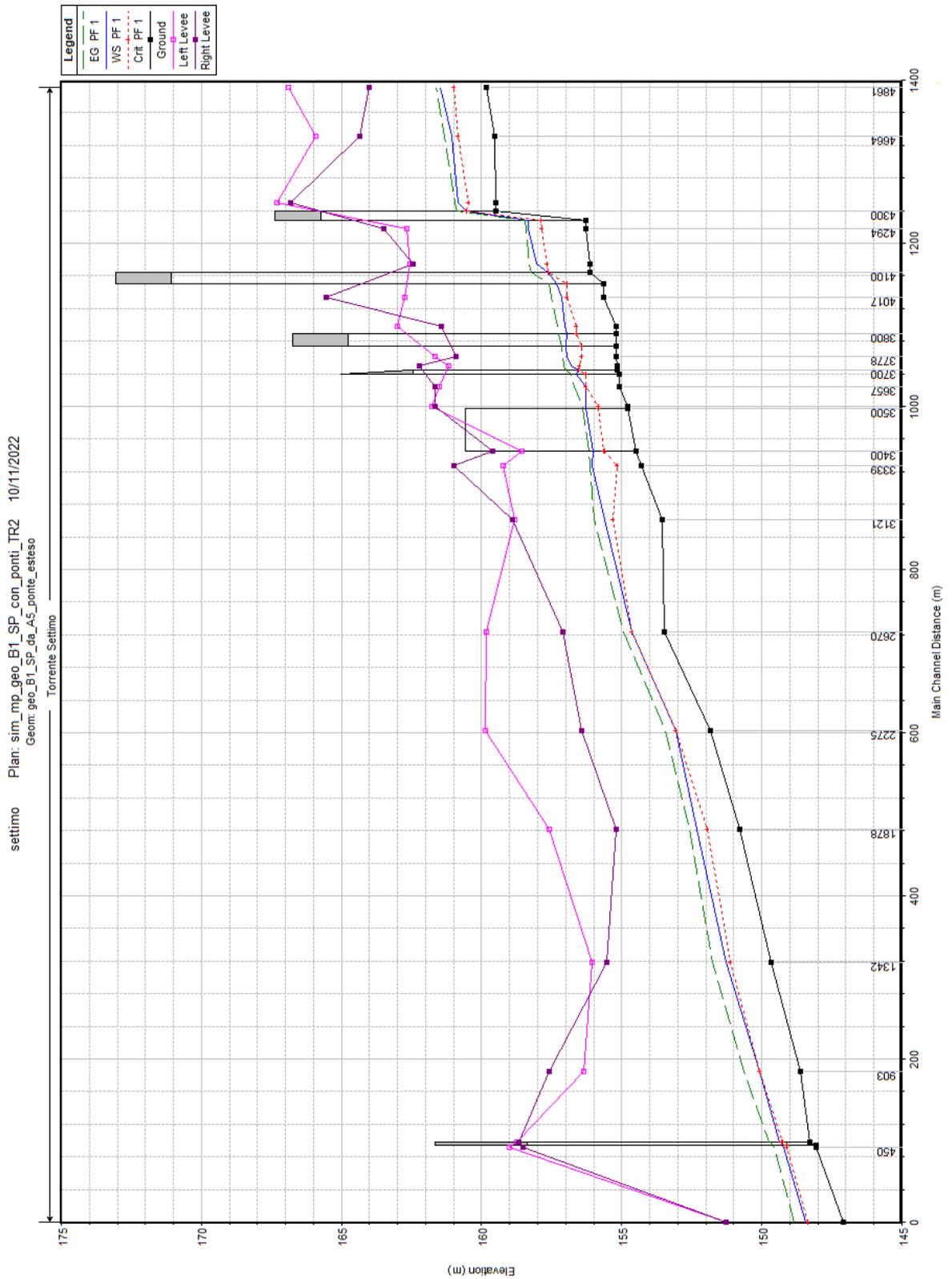


Fig. 33: Profilo di moto permanente per TR 2 anni

PROGETTAZIONE ATI:

## **4. - CONCLUSIONI**

La presente relazione idraulica è stata redatta al fine di fornire le indicazioni e gli strumenti per la verifica idraulica degli attraversamenti stradali del progetto relativo alla realizzazione del nuovo svincolo di Cosenza nord al km 250+000 in località Settimo di Rende. Tale progetto si inserisce nell'ambito dei lavori di ammodernamento e adeguamento al tipo 1b delle norme CNR/80, del tronco 1°, tratto 4°, lotto unico dell'Autostrada Salerno-Reggio Calabria.

Lo schema di svincolo è del tipo a trombetta, con cappio sul lato carreggiata sud dell'autostrada e viabilità di collegamento principalmente sul lato carreggiata nord all'interno di un'area pianeggiante racchiusa fra l'Autostrada Salerno - Reggio Calabria, le linee ferroviarie Sibari-Paola e Cosenza-Paola e l'area industriale di Settimo. L'intervento interessa la parte nord del territorio del comune di Rende al confine con il comune di Montalto Uffugo (vedi Fig. 1). Nel corso del presente studio sono stati dapprima ricostruiti gli inquadramenti principali dell'area di intervento nei confronti dei Piani di Bacino esistenti e sul modello digitale del terreno disponibile per l'area di interesse. Successivamente sono state descritte le modalità con cui sono state condotte le verifiche idrauliche dell'asta idraulica del T. Settimo considerata, con particolare riferimento allo scenario attuale e allo scenario di progetto. Le verifiche idrauliche, nello specifico, sono state condotte con l'ausilio del software HEC-RAS mediante l'implementazione di un modello idraulico monodimensionale in regime di moto permanente relativamente al tempo di ritorno di 200 anni. Come in precedenza accennato, per verificare la compatibilità idraulica degli interventi previsti dal progetto con le condizioni di rischio idraulico presenti nella zona è necessario accertare che:

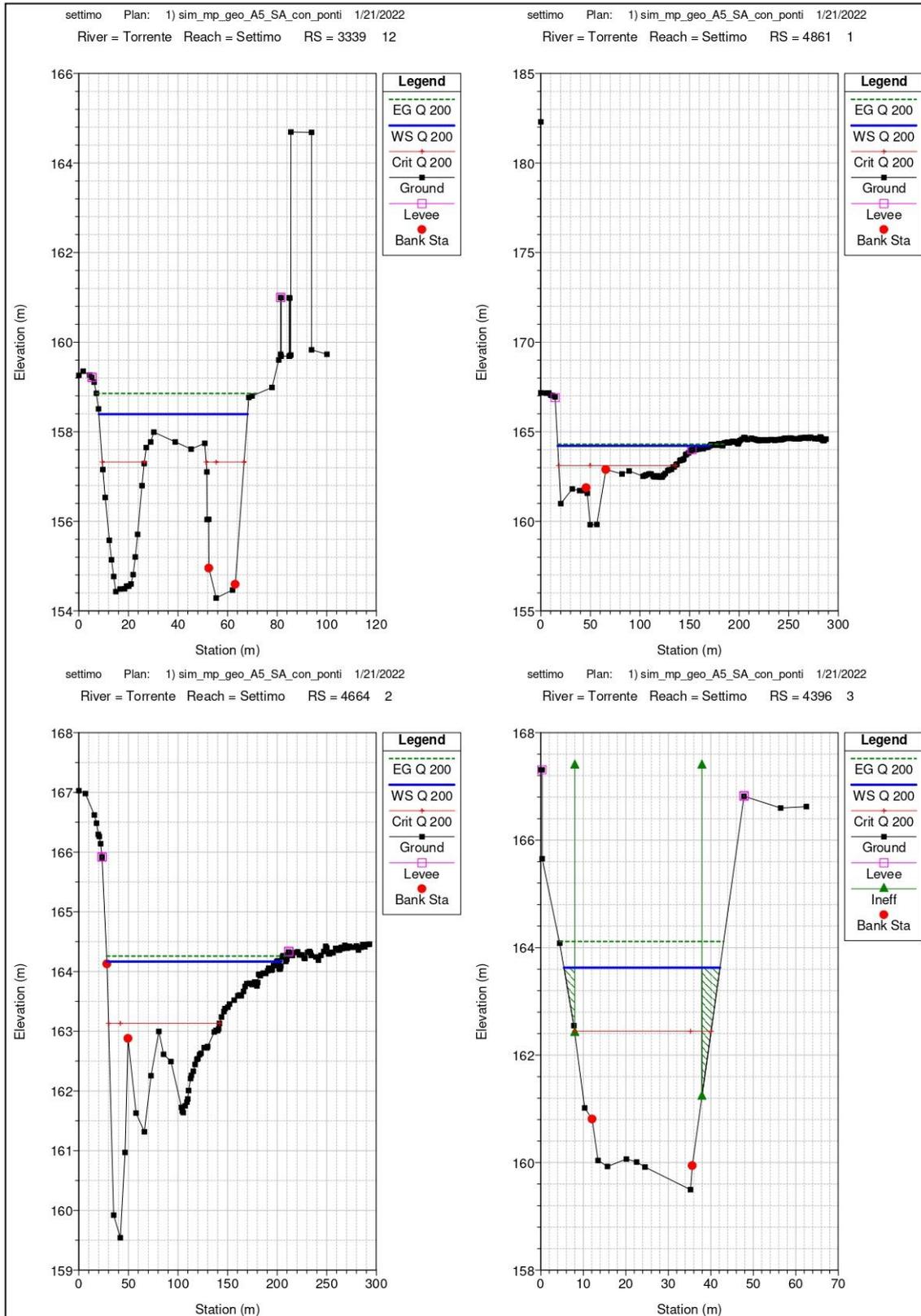
- I. gli interventi previsti siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in maniera tale che non subiscano danni in caso la zona si allaghi;
- II. la realizzazione degli interventi previsti non provochi comunque un aumento del rischio idraulico per i territori adiacenti.

Dai risultati della modellazione idraulica condotta con riferimento al punto I è emerso che la portata avente tempo di ritorno pari a 200 anni risulta sempre contenuta all'interno dei rilevati arginali senza provocare fuoriuscite. Con riferimento al punto II, da quanto è emerso dai risultati ottenuti dalla simulazione degli scenari attuale e di progetto, relativamente al tempo di ritorno di 200 anni, non si hanno significative variazioni delle caratteristiche idrauliche dei deflussi, consentendo di affermare che l'intervento in progetto non provoca una variazione delle condizioni di rischio idraulico per i territori adiacenti. Alla luce di quanto appena discusso è possibile affermare che l'intervento in progetto risulta compatibile con le condizioni di rischio idraulico presenti nella zona.

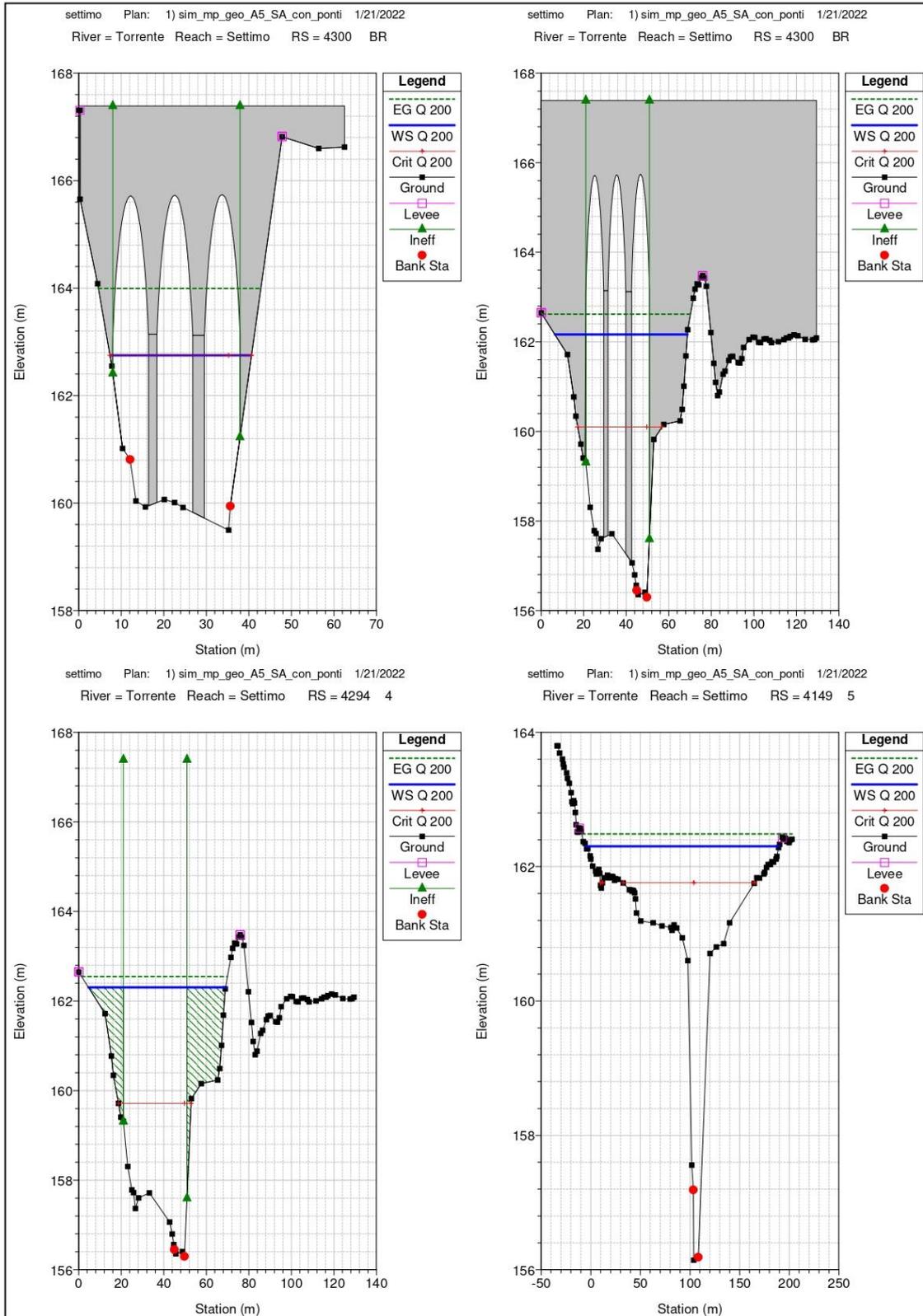
PROGETTAZIONE ATI:

**ALLEGATO 01 – RISULTATI MODELLAZIONE STATO ATTUALE**  
**– TR 200 ANNI**

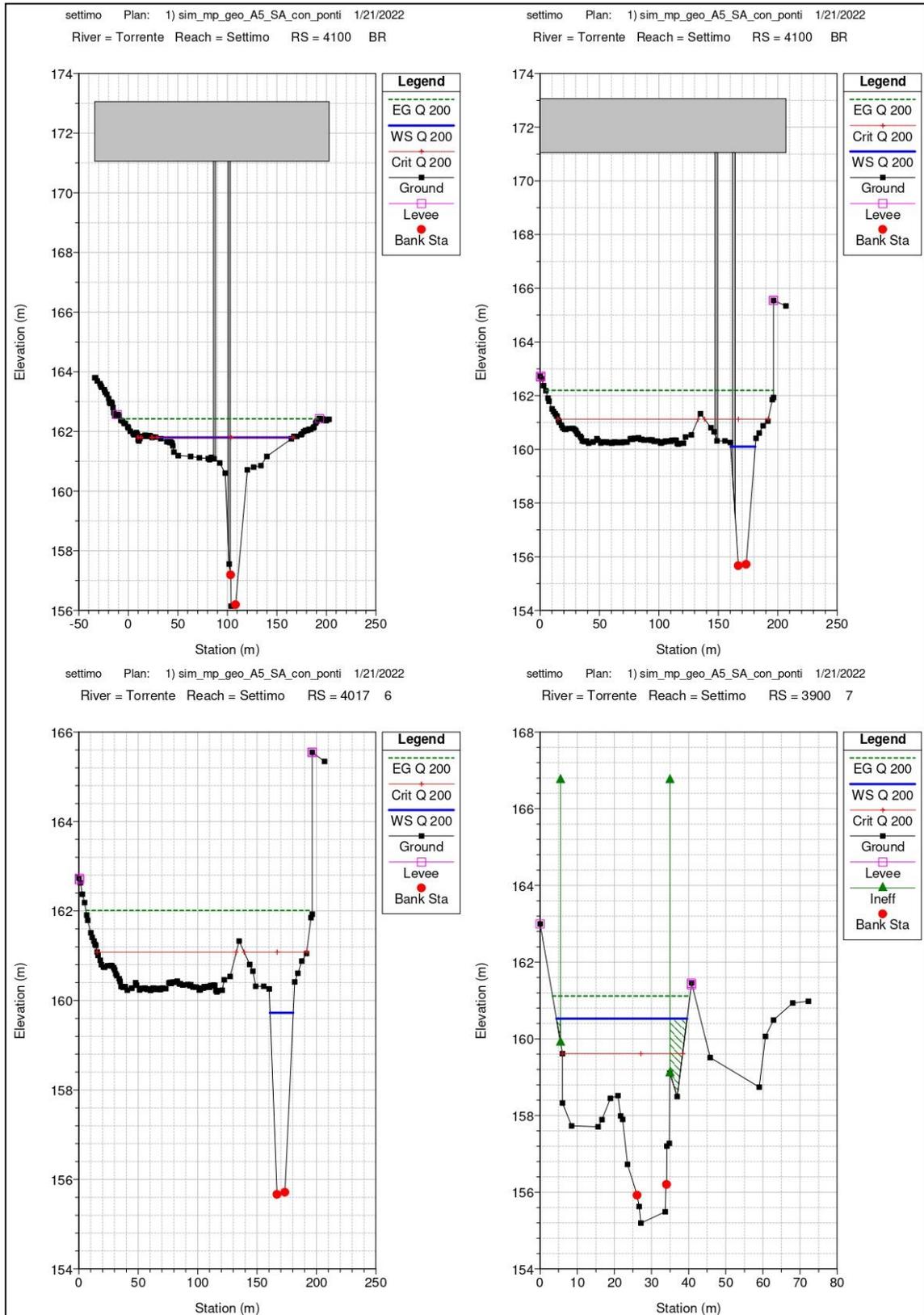
PROGETTAZIONE ATI:



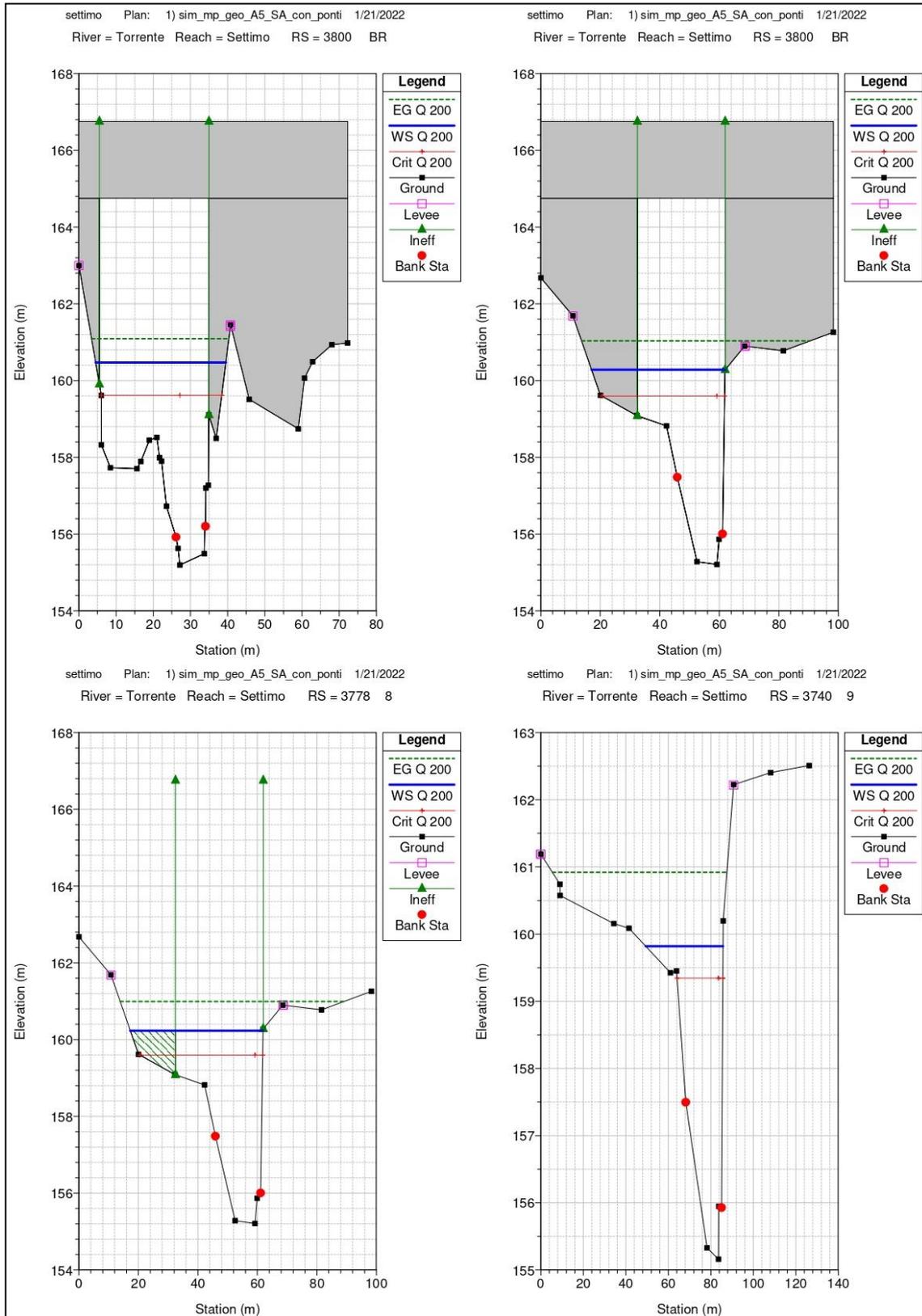
PROGETTAZIONE ATI:



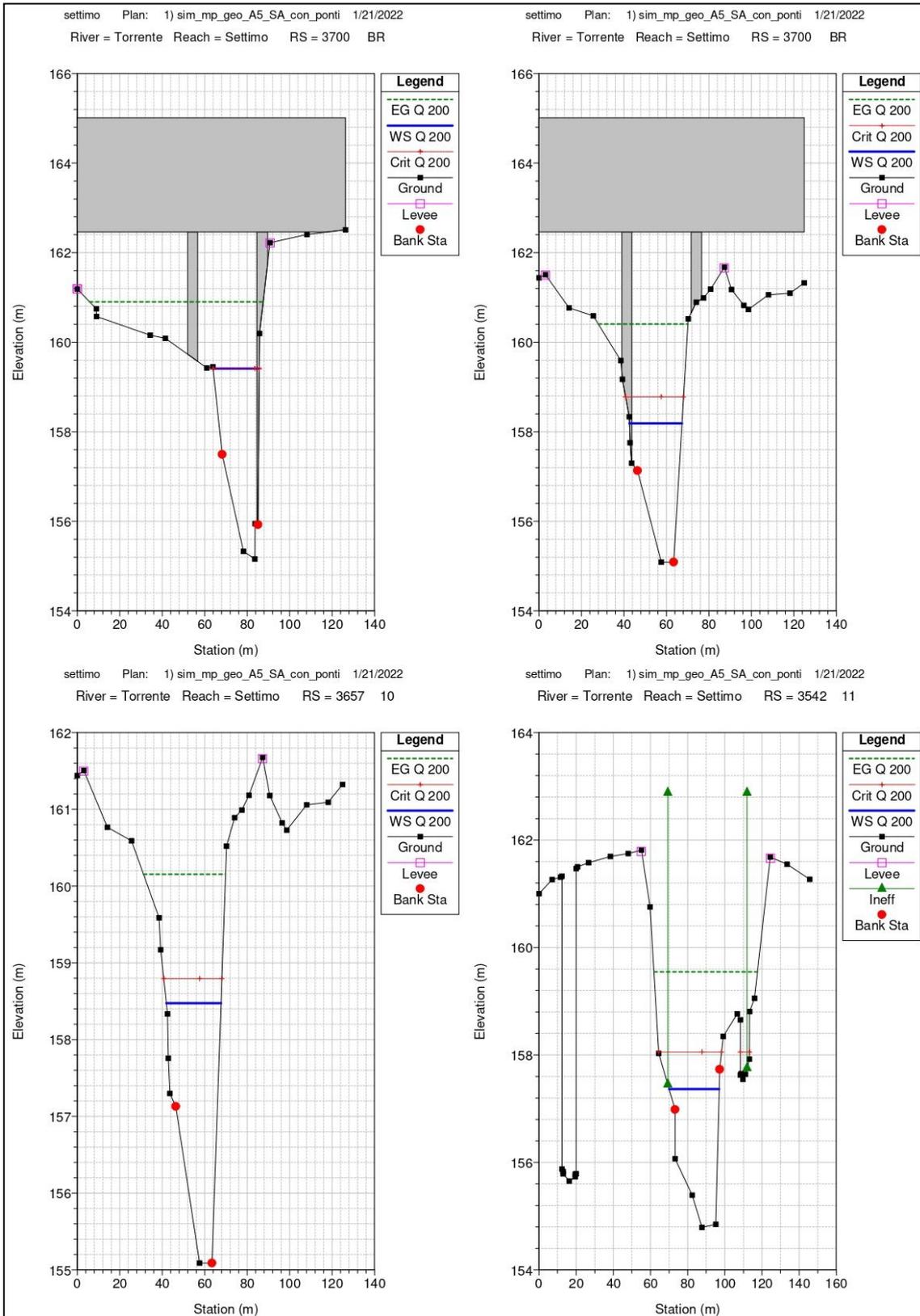
PROGETTAZIONE ATI:



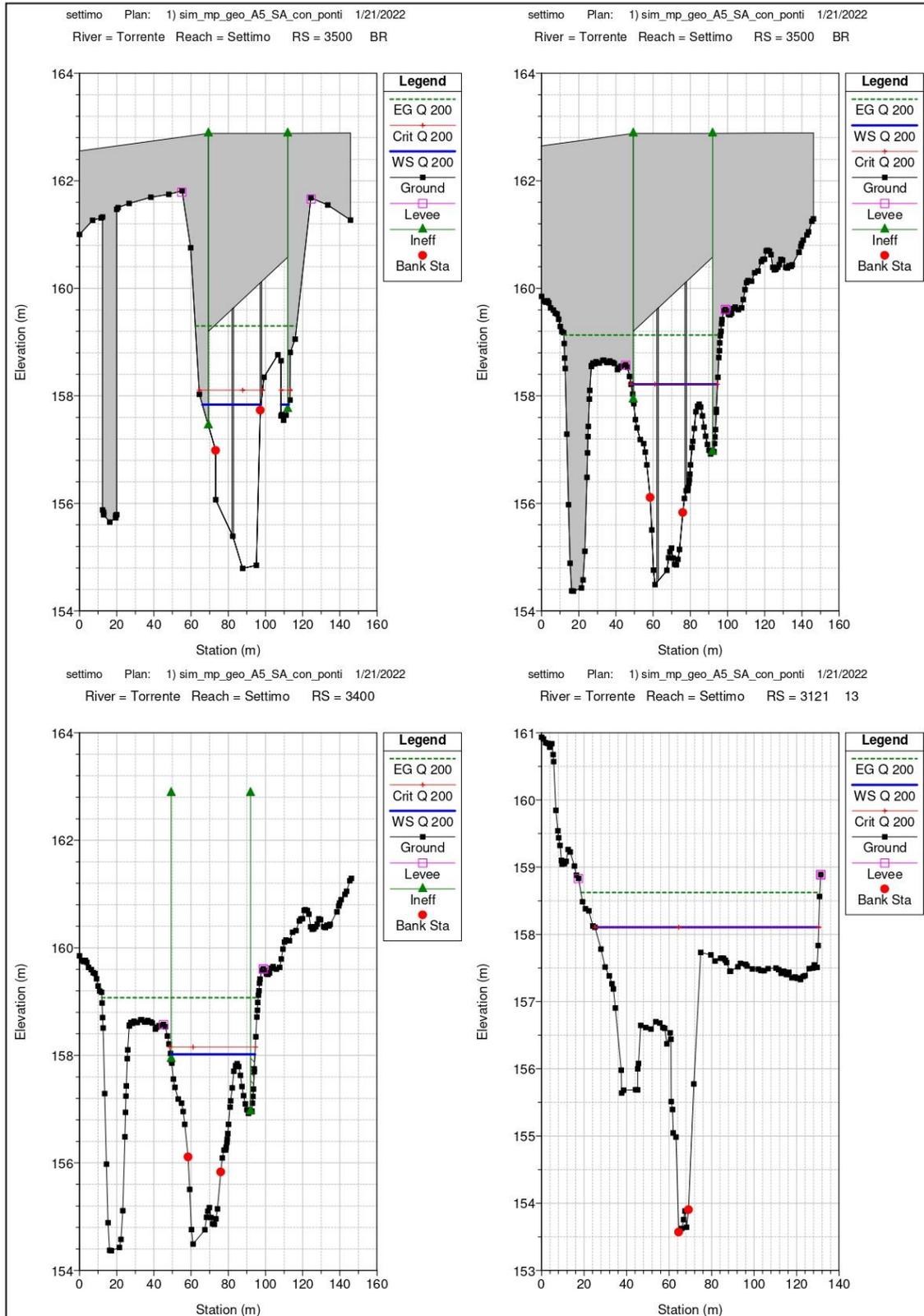
PROGETTAZIONE ATI:



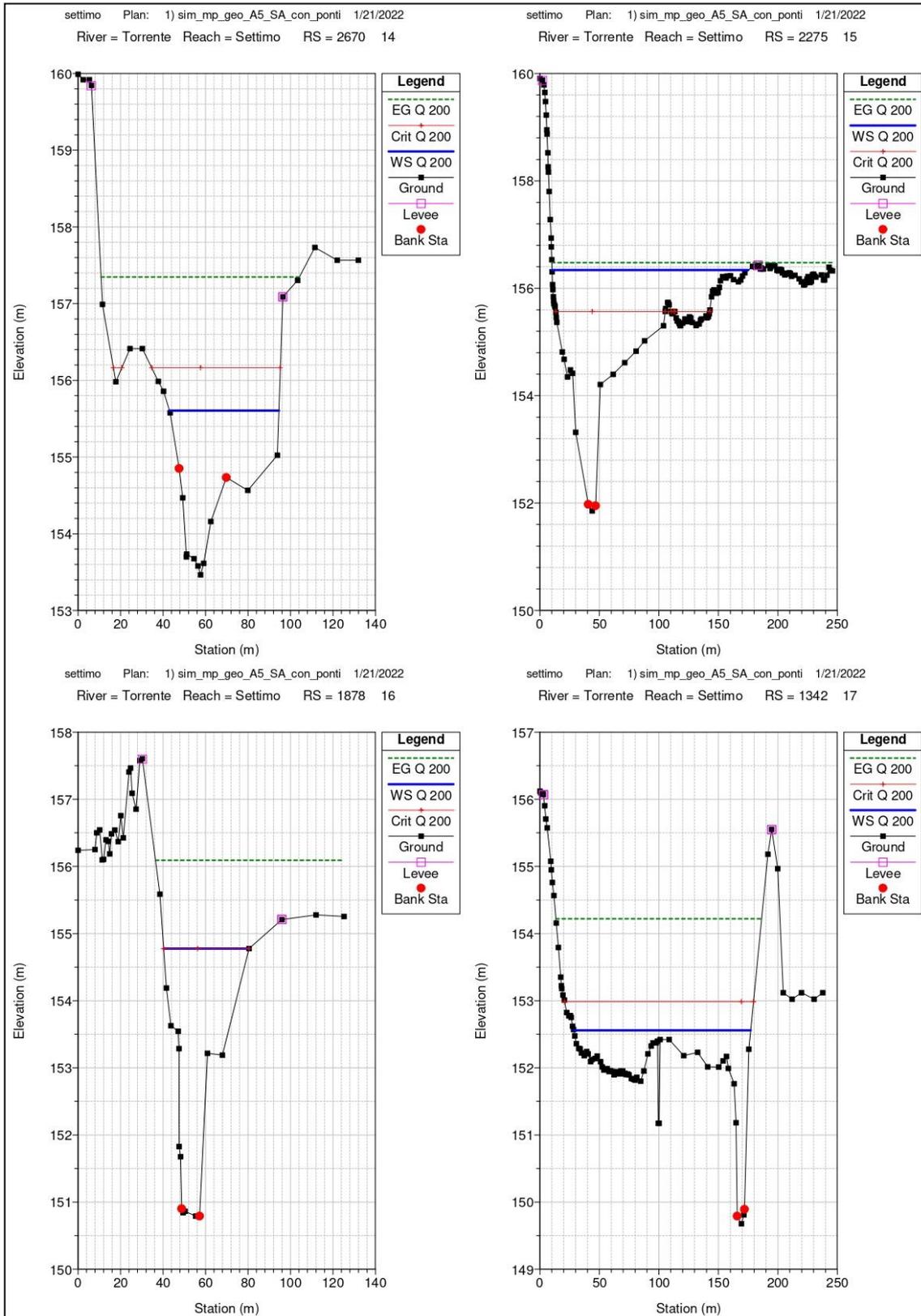
PROGETTAZIONE ATI:



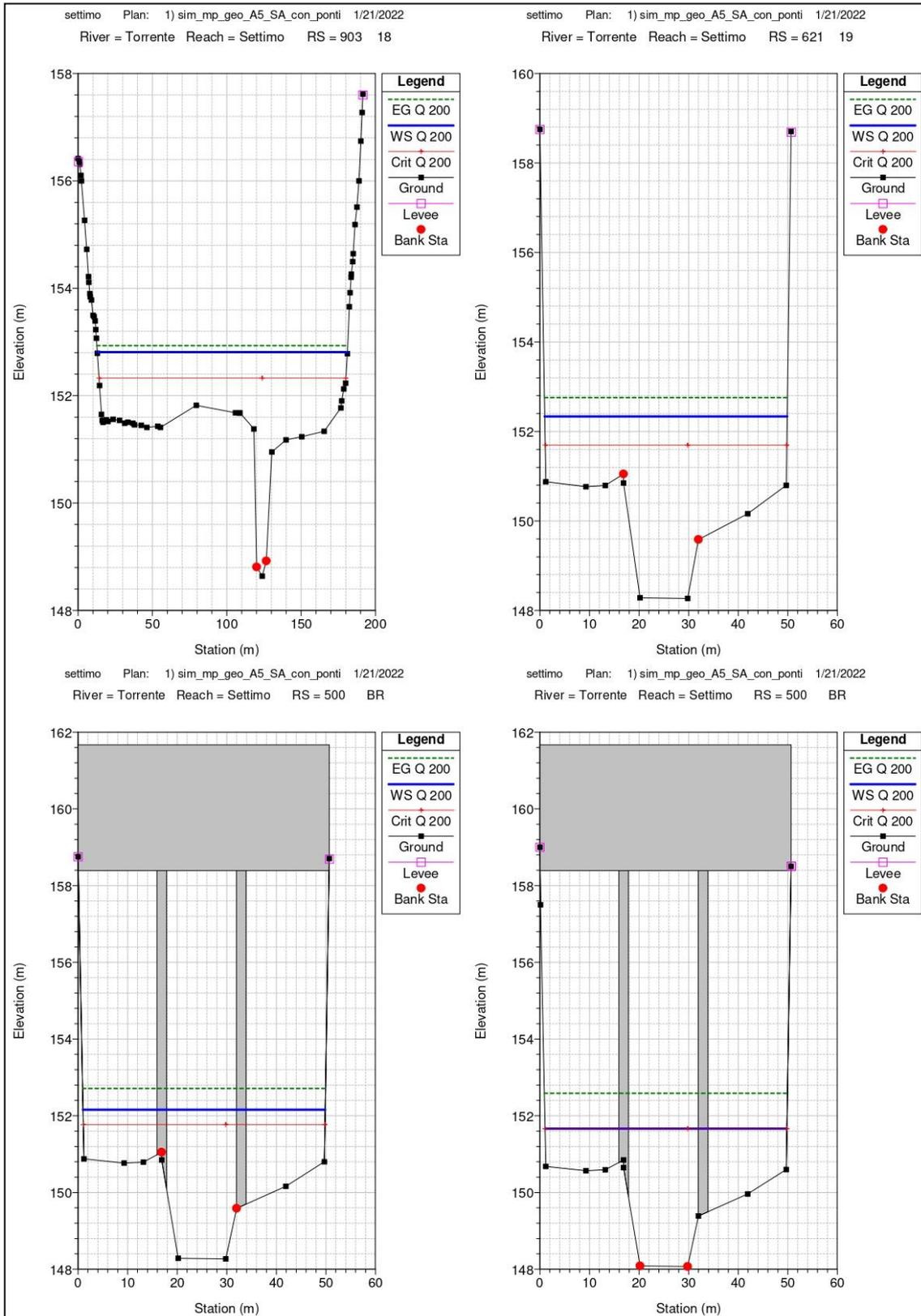
PROGETTAZIONE ATI:



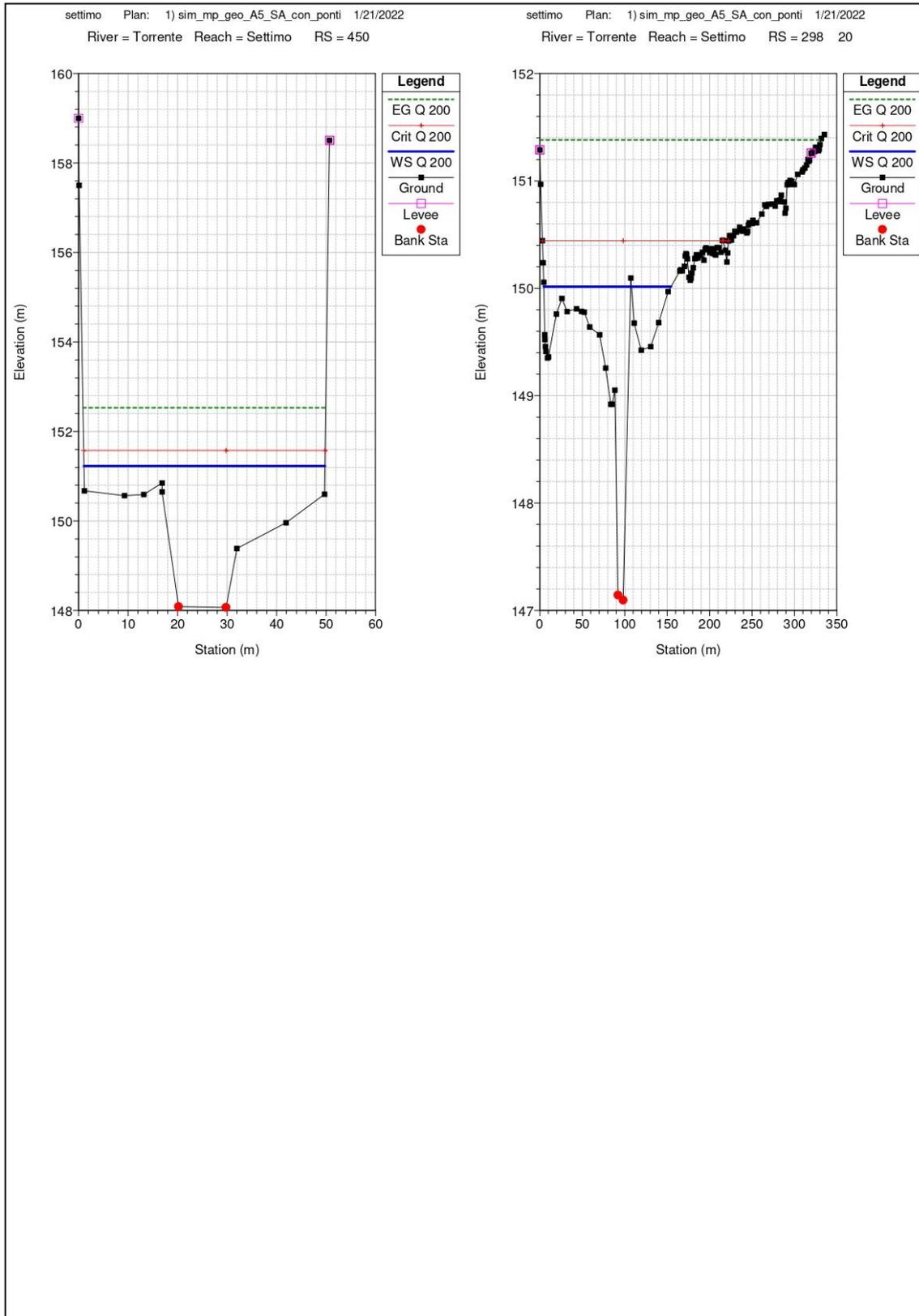
PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:



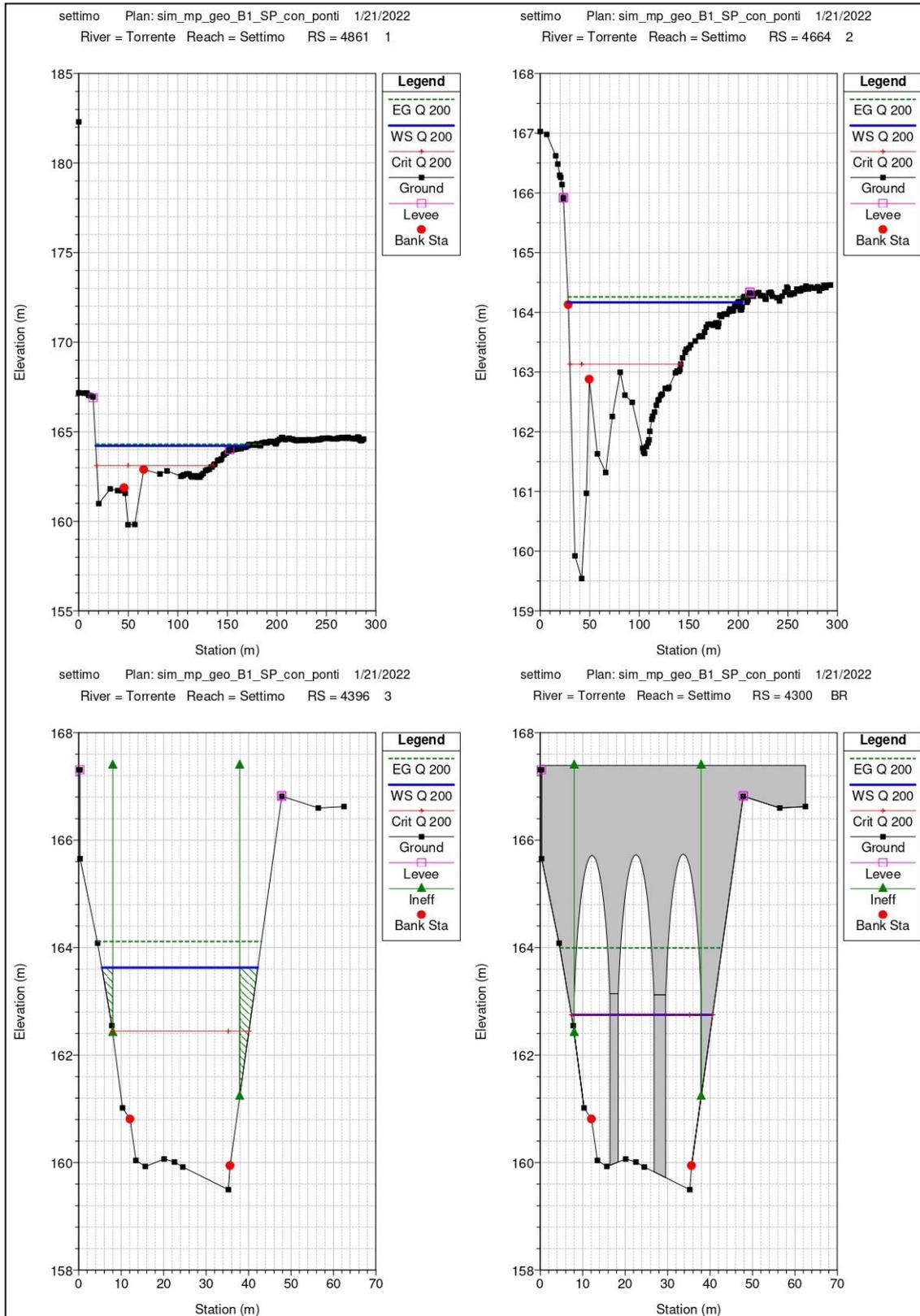
PROGETTAZIONE ATI:



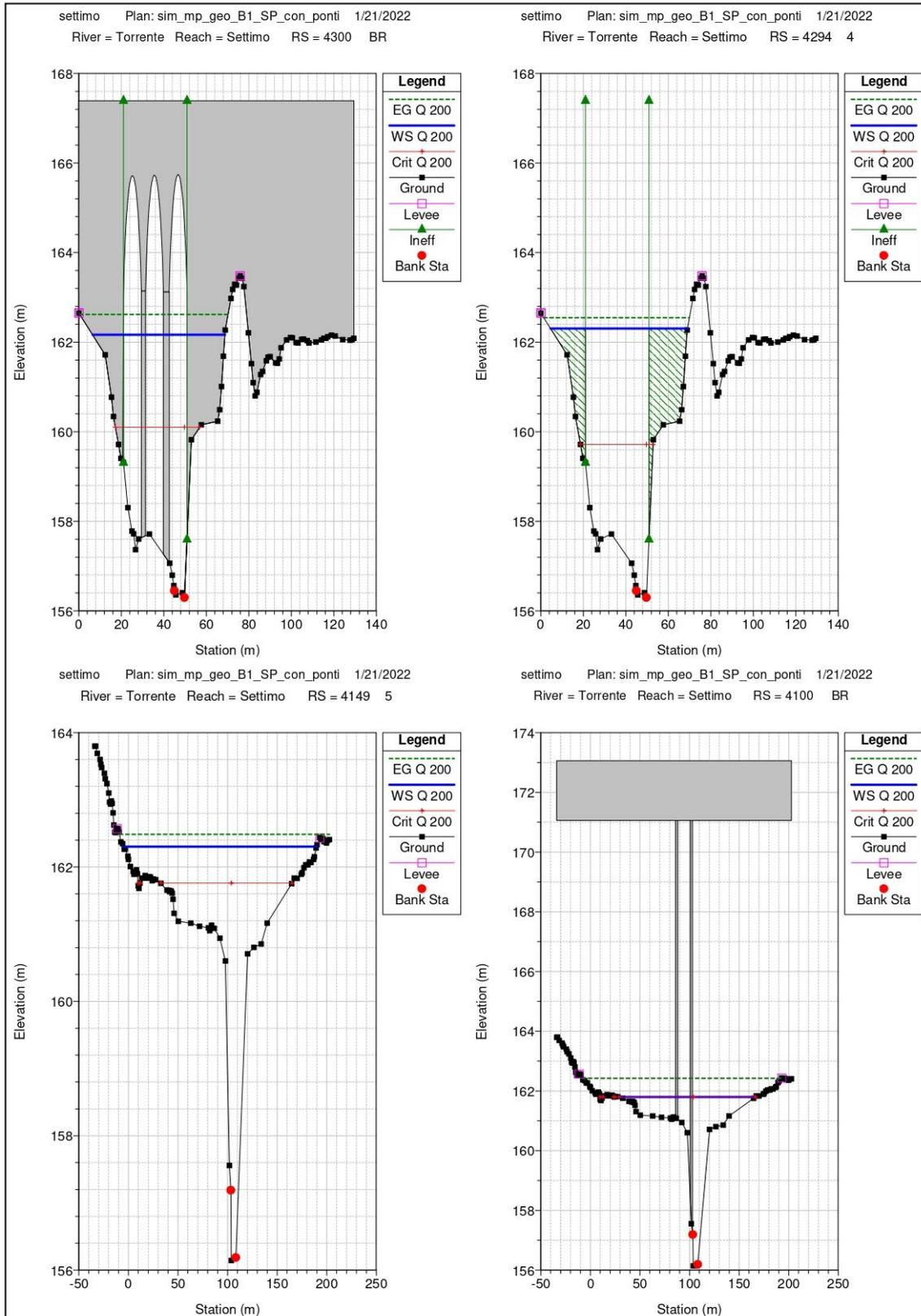
PROGETTAZIONE ATI:

**ALLEGATO 02 – RISULTATI MODELLAZIONE STATO**  
**PROGETTO – TR 200 ANNI**

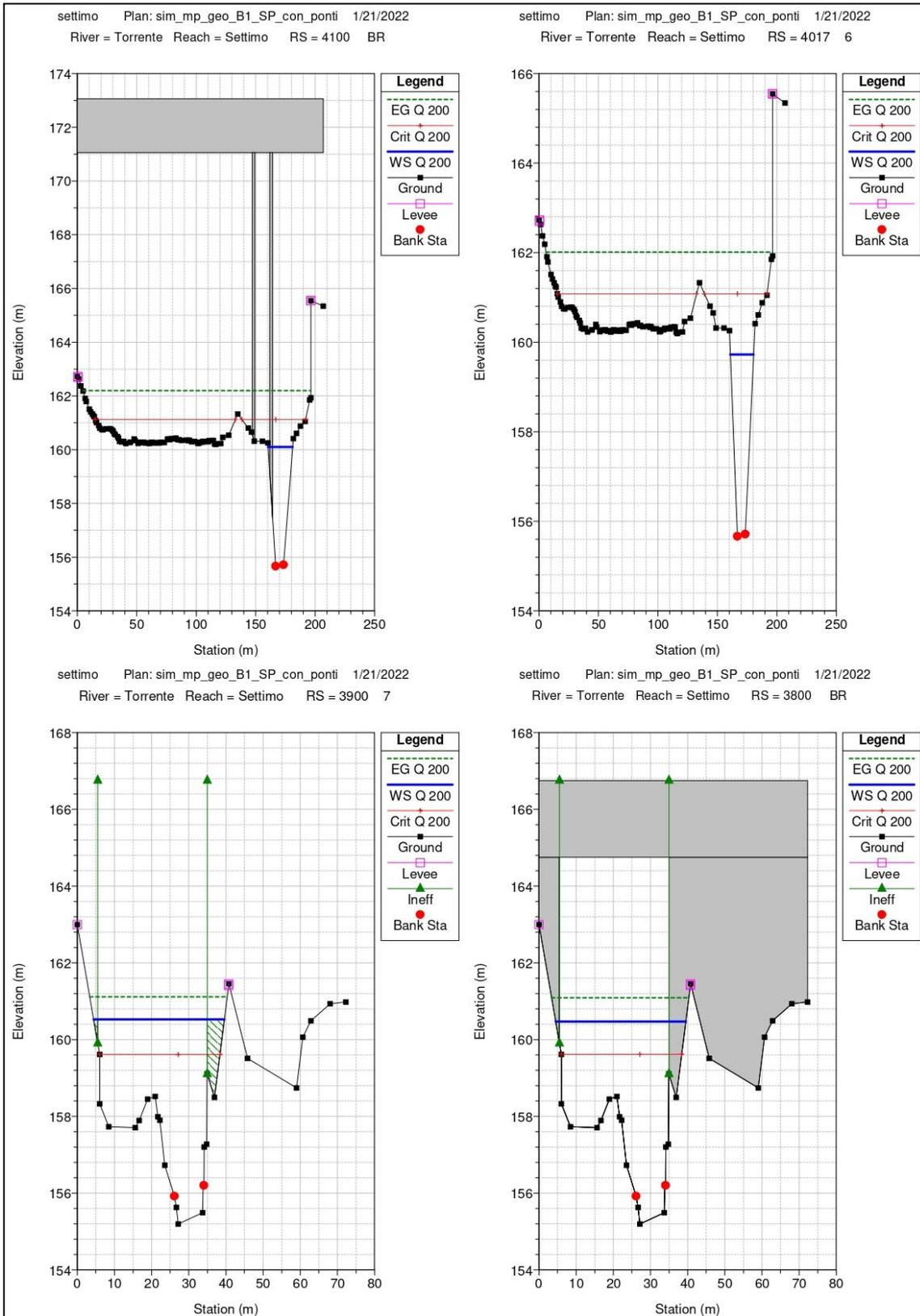
PROGETTAZIONE ATI:



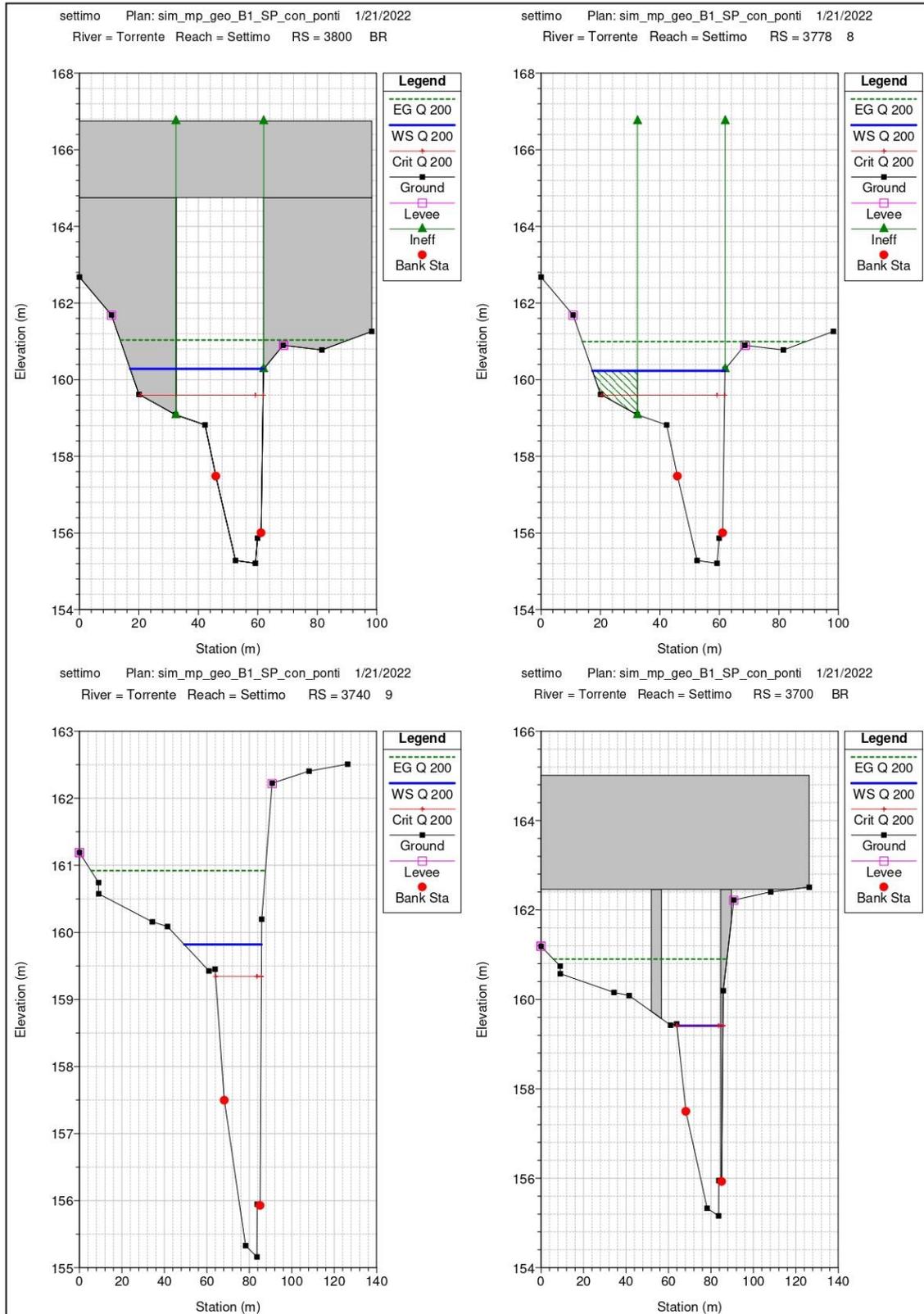
PROGETTAZIONE ATI:



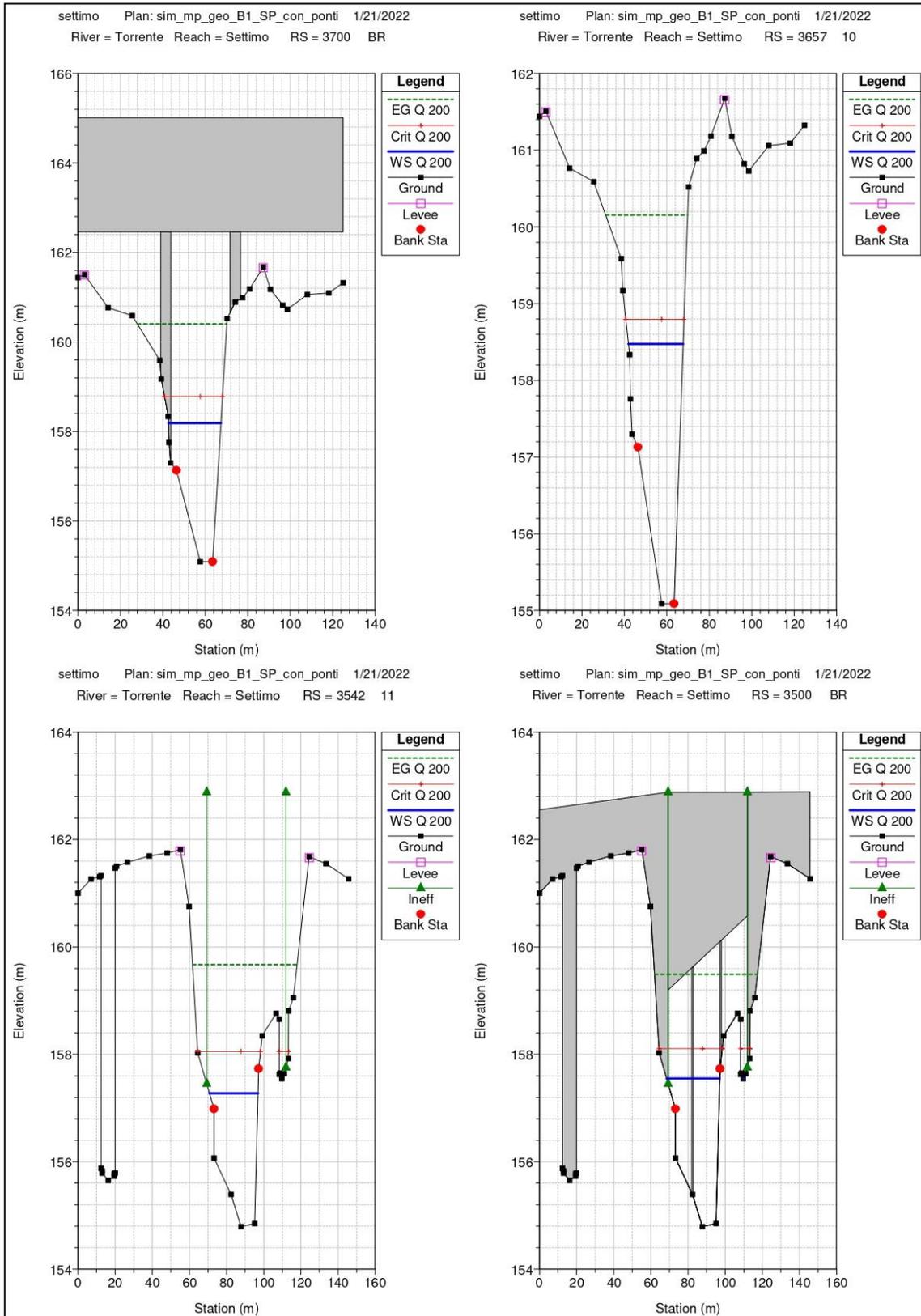
PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:

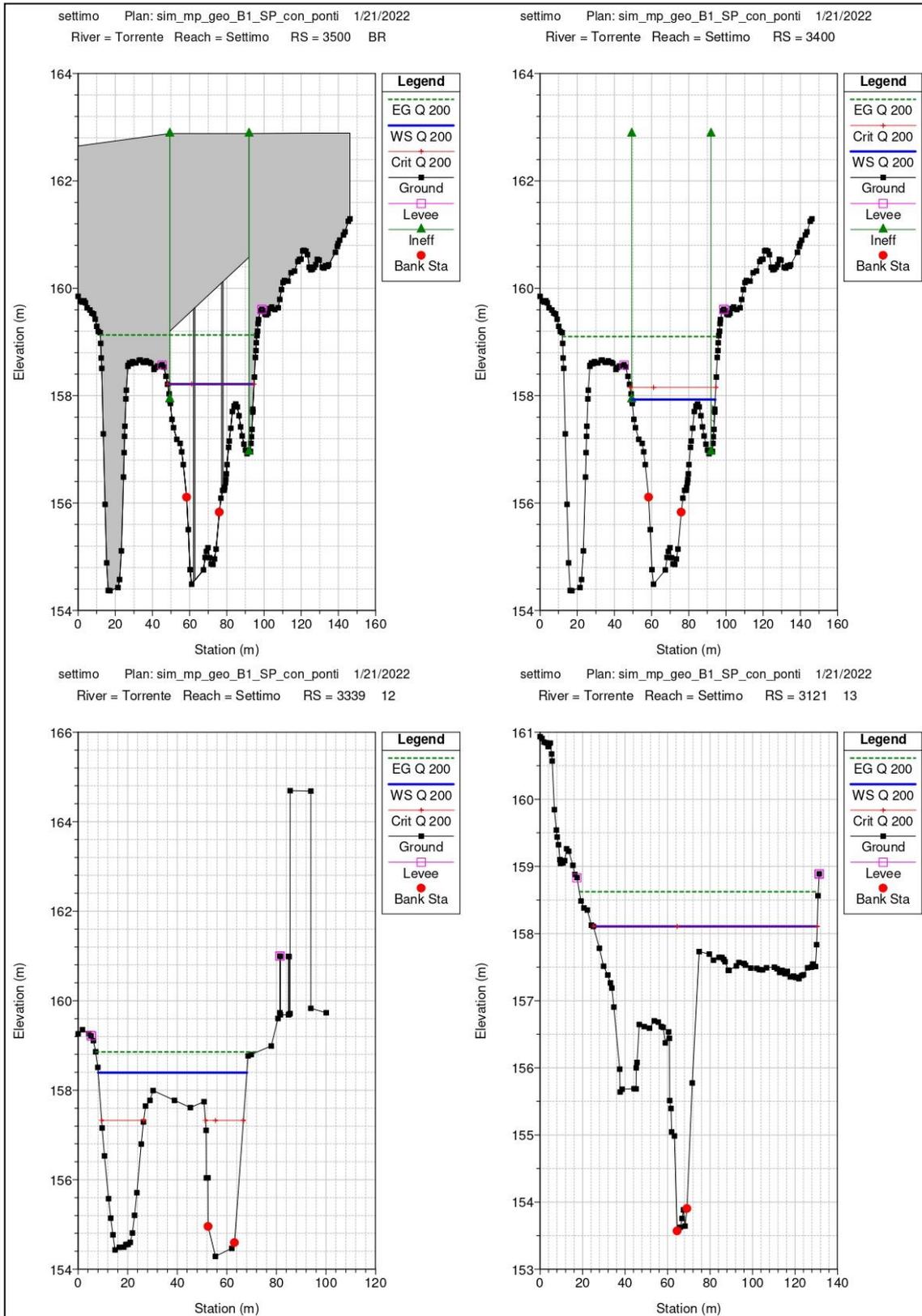


PROGETTAZIONE ATI:

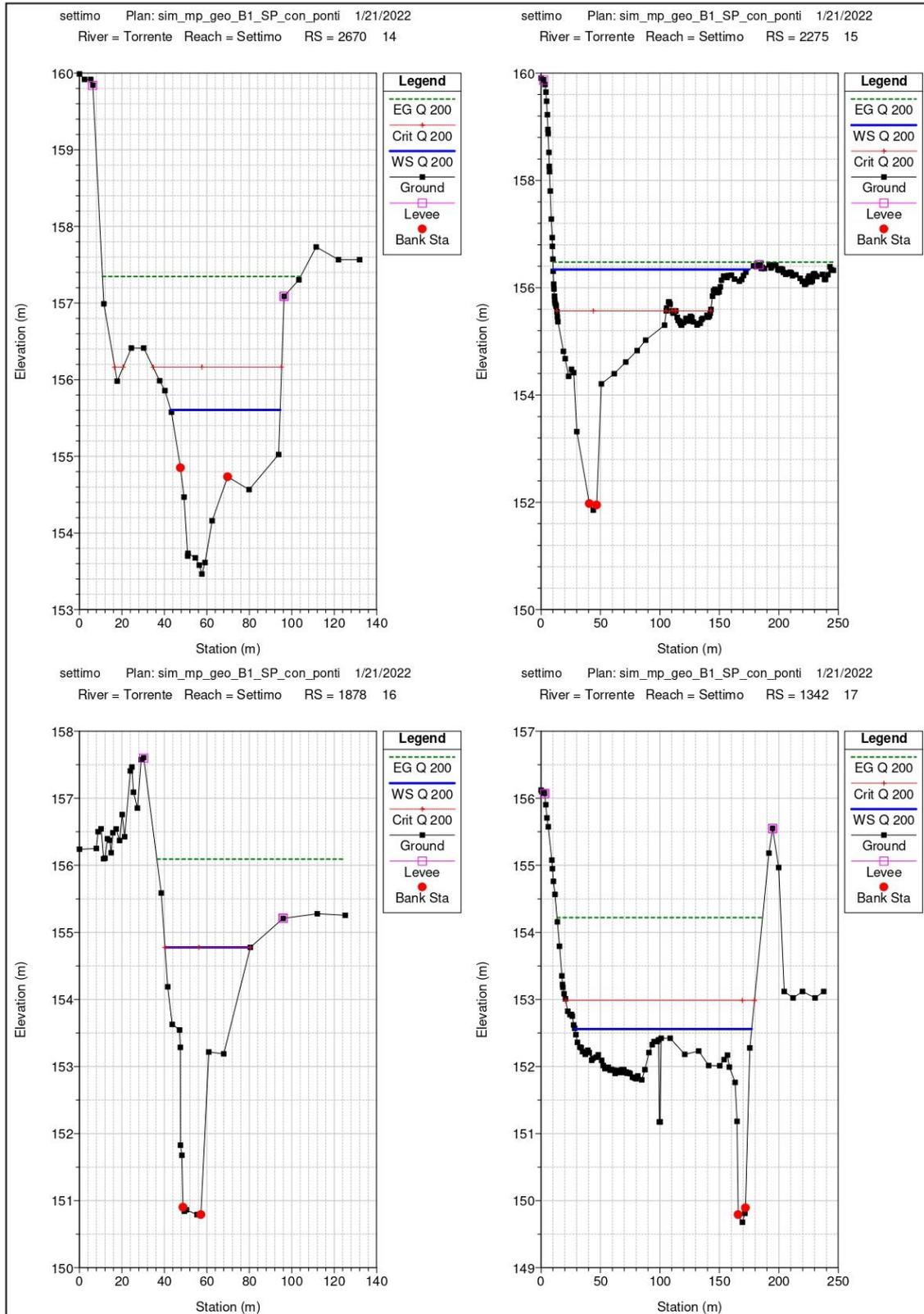


PROGETTAZIONE ATI:

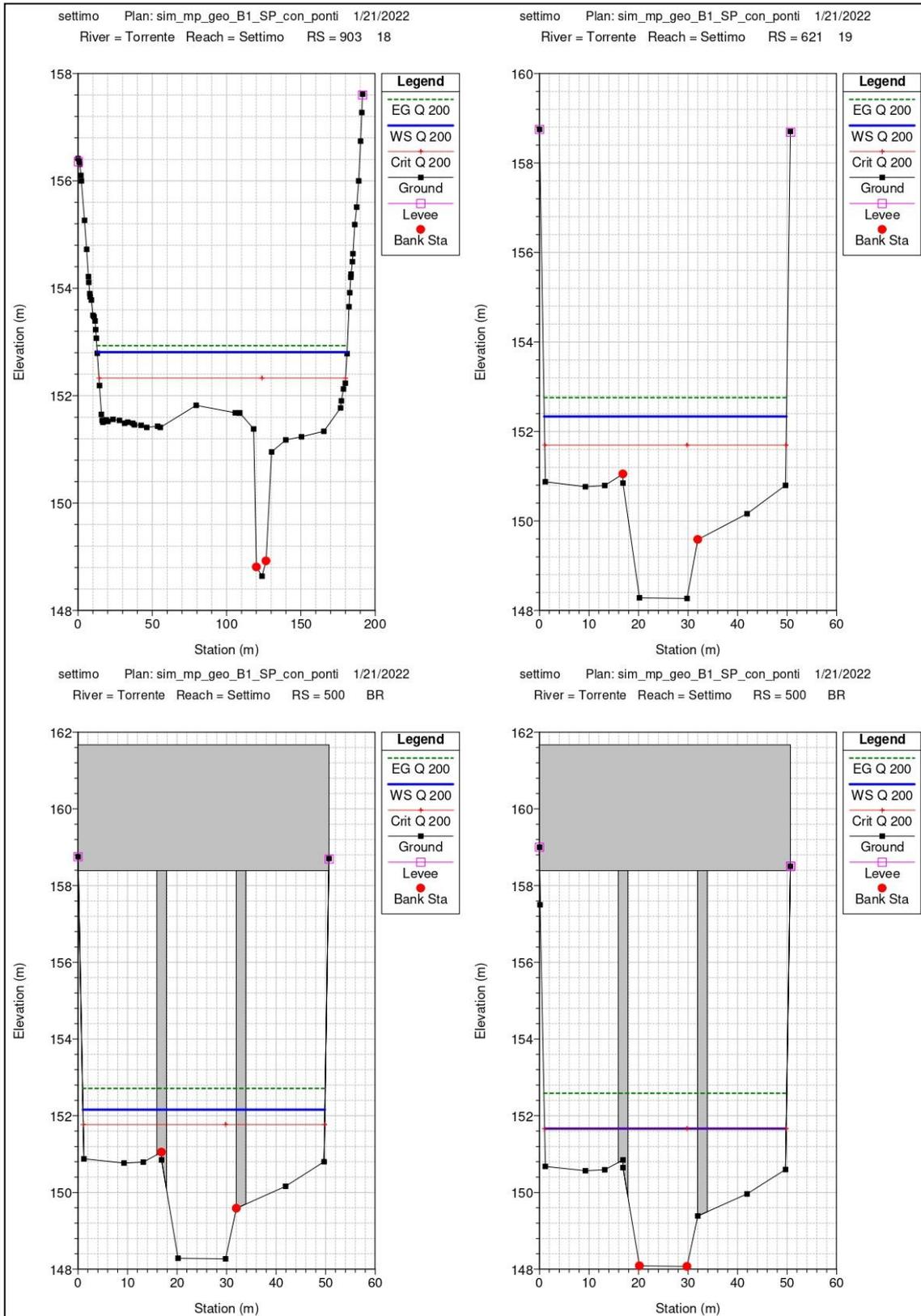
RELAZIONE IDRAULICA



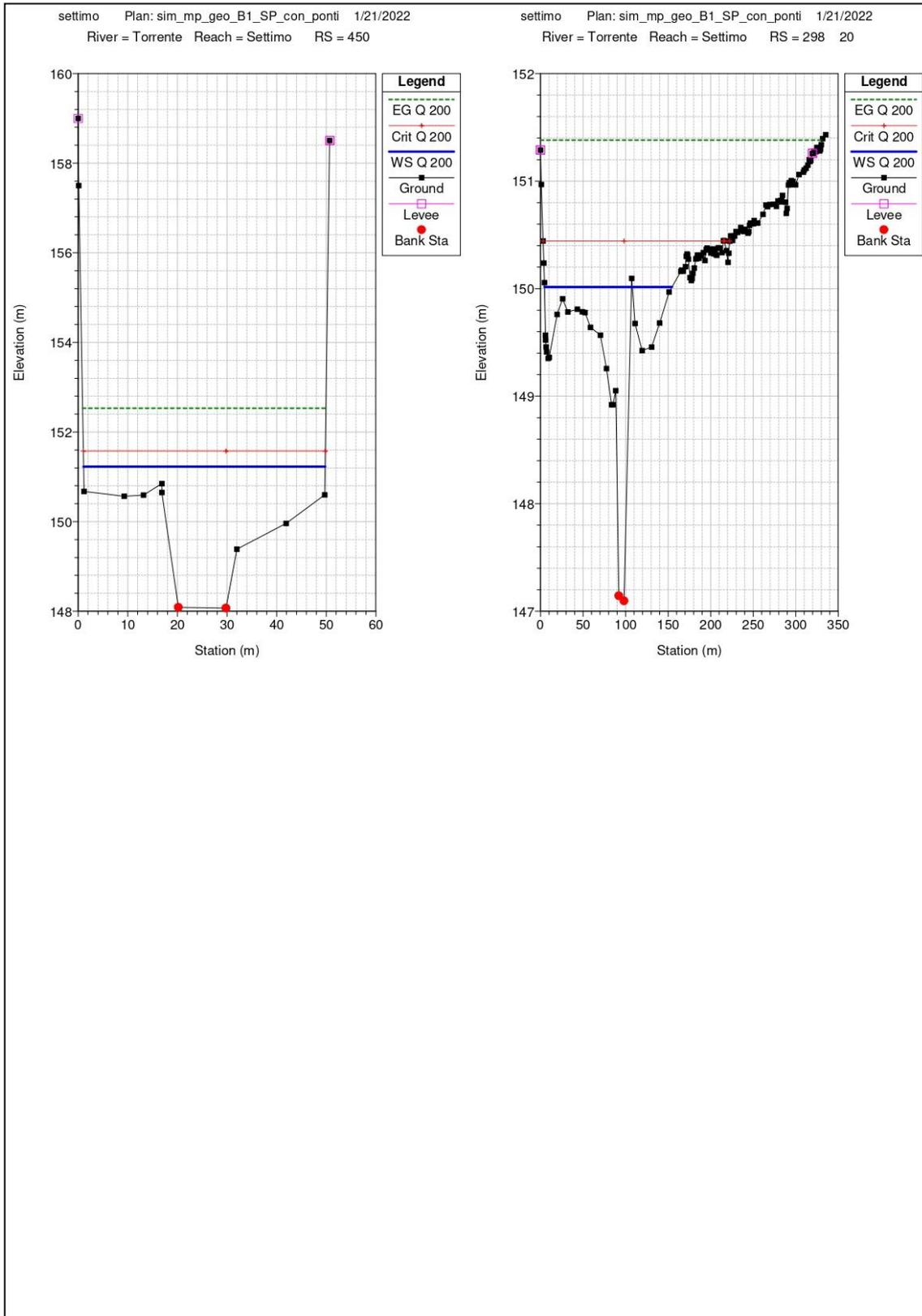
PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI: