

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIREZIONE TECNICA**

**U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO**

**TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE**

**Idrologia e Idraulica**

*Sistemazioni idrauliche*

Relazione Idraulica attraversamenti minori e compatibilità idraulica

SCALA:

-
---

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

N	R	1	J	0	1	D	2	9	R	I	I	D	0	0	0	2	0	0	1	B
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	F. Serrau	10.2018	F.Lasaponara	10.2018	T. Paoletti	10.2018	F. Arduini	
B	Emissione Esecutiva	F. Serrau	02.2020	F.Lasaponara	02.2020	T. Paoletti	02.2020	F. Arduini	

ITALFERR S.p.A.  
 Direzione Tecnica  
 Infrastrutture Centro  
 Dott. Ing. Fabrizio Arduini  
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma  
 n° 16362 del 4/11/19

File: NR1J00D29RIID0002001B

n. Elab.: 168

## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2. CRITERI DI VERIFICA .....</b>	<b>8</b>
2.1 Deroghe alle indicazioni del Manuale di Progettazione .....	10
<b>3. STUDIO IDROLOGICO .....</b>	<b>12</b>
<b>4. RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDROLOGICA .....</b>	<b>13</b>
<b>5. ATTRAVERSAMENTI IDRAULICI.....</b>	<b>15</b>
5.1 Criteri di progetto .....	15
5.2 Tombini circolari e scatolari.....	15
5.3 Interventi di inalveazione e raccordo con l'opera di attraversamento .....	16
5.3.1 Inalveazione tipo A.....	16
5.3.2 Inalveazione tipo B.....	16
5.3.3 Inalveazione tipo C .....	17
5.3.4 Inalveazione tipo D.....	17
5.4 Tabella riassuntiva delle inalveazioni di raccordo .....	18
<b>6. VERIFICHE IDRAULICHE .....</b>	<b>19</b>
6.1 Modelli a moto permanente .....	19
6.2 Verifiche a moto uniforme.....	22
<b>7. COMPATIBILITA' IDRAULICA.....</b>	<b>23</b>
7.1 Analisi del tracciato .....	25
<b>8. L'ANALISI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA .....</b>	<b>27</b>
<b>9. ALLEGATO 1 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN02 .....</b>	<b>29</b>
<b>10. ALLEGATO 2 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN05 .....</b>	<b>36</b>
<b>11. ALLEGATO 3 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN06 .....</b>	<b>44</b>
<b>12. ALLEGATO 4 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN09 .....</b>	<b>54</b>

13.	ALLEGATO 5 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN11 .....	61
14.	ALLEGATO 6 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN12.....	68
15.	ALLEGATO 7 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN13.....	75
16.	ALLEGATO 8 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN14.....	82
17.	ALLEGATO 9 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN15.....	89
18.	ALLEGATO 10 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN17 .....	96
19.	ALLEGATO 11 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN18 .....	103
20.	ALLEGATO 12 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN19 .....	110
21.	ALLEGATO 13 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN20 .....	117
22.	ALLEGATO 14 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN21 .....	124
23.	ALLEGATO 15 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN22 .....	131
24.	ALLEGATO 16 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN23 .....	138
25.	ALLEGATO 17 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN24 .....	147
26.	ALLEGATO 18 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN25 .....	156

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>
	NR11	01	D11 RI	ID0002 001	B	4 di 163

## 1. PREMESSA

La presente relazione raccoglie le indagini sviluppate, le metodologie applicate ed i risultati dello studio idraulico svolto per il dimensionamento e la verifica della compatibilità idraulica delle opere ferroviarie previste nell'ambito della realizzazione del raddoppio della ferrovia Roma – Viterbo.

L'inizio del progetto è fissato alla progressiva km 27+769 della Linea Ferroviaria Roma-Viterbo, in corrispondenza della fine del “tronchino” esistente sul binario 1 della stazione di Cesano. La posizione del nuovo binario è quella a nord rispetto a quello esistente, divenendo il binario dispari della tratta. Tale posizione è dettata dall'esistente elettrificazione del binario attuale, a sinistra del senso pari, e per limitare al massimo le interferenze con l'esercizio.

La fine dell'intervento è fissata alla progressiva km 39+497 dove il tracciato di progetto si ricollega al binario singolo esistente.

La lunghezza complessiva della linea di progetto è pari a circa  $L=12$  km, la velocità di progetto è di 115 Km/h e la pendenza longitudinale massima adottata è del 16‰ circa, in corrispondenza di uno dei tratti di linea in variante di tracciato inseriti per consentire la velocizzazione della tratta, dalla progressiva Km 33+900 alla progressiva Km 35+500.

L'intervento prevede il raddoppio della linea per fasi, realizzando un primo nuovo binario alla distanza iniziale di 5,50 m dal binario attuale, prevedendo lo spostamento dell'esercizio su tale nuovo binario (futuro binario dispari), il rifacimento della sede esistente (compreso il sub ballast) e la realizzazione del nuovo binario pari con interasse finale di 4,00 m.

I ponticelli e i tombini al di sotto del binario esistente, verranno demoliti e ricostruiti secondo la normativa ad oggi vigente e secondo il nuovo carico assiale e la velocità di progetto, garantendo lo stesso standard sia per il binario pari sia per il dispari; l'idraulica di piattaforma sarà predisposta anche sul lato binario esistente (futuro pari), attualmente assente.

Nei tratti di linea ferroviaria dove lo studio acustico ne dimostra la necessità in base ai limiti della vigente normativa, saranno installate le barriere antirumore: sono previsti interventi in corrispondenza della stazione di Anguillara e in uscita dalla stessa in direzione Viterbo, all'altezza del Liceo Scientifico “Ivan”, progressiva circa Km 31+500.

La stazione di Cesano sarà munita di comunicazioni pari/dispari, lato Anguillara, percorribili alla velocità massima in deviata di 60 km/h.

La nuova stazione di Anguillara (FV nuovo posto alla progressiva 30+610) sarà dotata di due binari di circolazione, un binario di precedenza promiscuo lato fabbricato viaggiatori e un binario secondario centralizzato adibito per attestamento di materiali. Le comunicazioni tra i binari di circolazione saranno tutte percorribili alla velocità massima in deviata di 60 km/h ad eccezione della comunicazione lato Bracciano del binario di precedenza che sarà percorribile alla velocità massima in deviata di 30 Km/h. La stazione sarà inoltre dotata di un sottopasso di stazione munito di rampe di accesso/ascensori; marciapiedi “h55” con lunghezza di 250 m; pensiline da 150 metri a copertura dei marciapiedi e delle rampe di accesso/ascensori; scale fisse, impianti di illuminazione, audio, telecontrollo e security, opere a verde.

Il Posto di Movimento di Crocicchie posto alla progressiva 35+850 sarà munito di nuove comunicazioni percorribili alla velocità massima in deviata di 60 km/h.

La nuova stazione di Vigna di Valle, posta alla progressiva 38+500, sarà dotata di quattro binari di circolazione e un binario secondario centralizzato adibito per attestamento di materiali. Le comunicazioni tra i binari di circolazione saranno tutte percorribili alla velocità massima in deviata di 60 km/h. La stazione sarà inoltre dotata di un sottopasso di stazione munito di rampe di accesso/ascensori; marciapiedi “h55” con lunghezza di 250 m; pensiline da 150 metri a copertura dei marciapiedi e delle rampe di accesso/ascensori; scale fisse, impianti di illuminazione, audio, telecontrollo e security, opere a verde.

Si prevede infine la soppressione di tutti i Passaggi a Livello ancora in esercizio lungo la tratta, e la realizzazione di opere viarie sostitutive per l'attraversamento della ferrovia mediante sovrappassi della linea ferroviaria (NV01, NV03 e NV04) oltre che l'adeguamento del sottovia già realizzato (NV05) per adeguarlo al raddoppio della linea.

Gli interventi sono tesi al raddoppio della linea esistente e pertanto le opere di presidio idraulico esistenti sono state verificate ed adeguate alle esigenze progettuali con riferimento al Manuale di Progettazione RFI, alle risultanze del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini Regionali del Lazio ed al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni redatto dal Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>
	NR11	01	D11 RI	ID0002 001	B	6 di 163

Non sono presenti attraversamenti con corsi d'acqua principali bensì con fossi o scoline caratterizzati da bacini di dimensioni inferiori a 10 km<sup>2</sup>.

Le opere esistenti ed in progetto sono costituite da manufatti tipo tombini circolari / scatolari e ponticelli.

### 1.1. Riferimenti normativi

- Decreto del Ministero delle Infrastrutture 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare 21/01/2019, n.7 – “Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 17/01/2018”;
- Decreto ministeriale 4 aprile 2014 “Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”;
- Circolare Min. LL.PP. n. 11633/74 “Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque”;
- Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006 “Norme in materia ambientale”
- D. Lgs. 16/01/2008 n. 4 “Codice dell'Ambiente” (modificazioni ed integrazioni al D.Lgs. 152/2006, entrato in vigore il 13/02/2008);
- R.D. 25/07/1904, N. 523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie";
- R.D. 08/05/1904, N. 368 “Regolamento sulle bonificazioni delle paludi e dei terreni paludosi;
- R.D. 27/07/1934, n. 1265 - “Testo unico delle leggi sanitarie”;
- D.M. 12/12/1985 - “Normativa tecnica per le tubazioni”;
- Circolare 20/03/1986, n. 27291 – “Istruzioni relative alla normativa tecnica per le tubazioni”;
- Circolare 05/05/1966 n.2136 – “Istruzioni sull'impiego delle tubazioni in acciaio saldate nelle costruzioni degli acquedotti”;
- D.M. 16/06/2008, n. 131 – “Criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici”;
- Manuale di progettazione di RFI – 2019 - parte II – sezione 3, Corpo stradale;
- Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), Autorità Bacini Regionali del Lazio, Approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n.17 del 04/04/2012 e al D.P.C.M. 29 settembre 1998;

- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) redatto dal Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale, approvato dal Comitato Istituzionale integrato il 03/03/2016;
- Piano di Tutela delle Acque della Regione Lazio adottato con la deliberazione n.819 del 28/12/2016 e aggiornamento delle Norme Tecniche di Attuazione del 23/11/2018 con delibera consiliare n.18;
- “Linee guida sulla invarianza idraulica nelle trasformazioni territoriali” – Allegato A alla Dgr Regione Lazio 37/2020;

## 2. CRITERI DI VERIFICA

Lo studio idraulico è finalizzato al dimensionamento e alla verifica dei manufatti idraulici che attraversano la linea ferroviaria di progetto.

Gli attraversamenti idraulici in progetto nel presente PD hanno diverse funzioni e possono essere suddivisi in differenti categorie. Alcuni attraversamenti idraulici hanno la funzione di risolvere le interferenze idrauliche di corsi d'acqua incisi e di rilevanti dimensioni che attraversano la linea ferroviaria di progetto. In tale caso il deflusso dell'acqua avviene principalmente nell'alveo, luogo in cui si forma l'onda di piena. Tali corsi d'acqua sono stati modellati con un modello idraulico monodimensionale e verificati in moto permanente (Cat.1: compatibilità idraulica dei corsi d'acqua). Una seconda categoria di interferenze idrauliche ha il compito di garantire la continuità idraulica di superfici scolanti di piccole dimensioni il cui punto di minimo interferisce con il rilevato (o trincea) ferroviaria di progetto, in tali situazioni non è possibile individuare un'asta fluviale ben incisa ed il deflusso superficiale avviene principalmente per scorrimento dell'acqua sulla superficie del bacino (Cat.2: continuità idraulica). Tali interferenze idrauliche sono state dimensionate e verificate con un modello in moto uniforme. Infine, sono presenti alcuni tombini idraulici che hanno il compito di assolvere la funzione di continuità per la rete di drenaggio di piattaforma ferroviaria e stradale, il dimensionamento e la verifica di tali attraversamenti è affrontato nella Relazione Idraulica di Piattaforma Ferroviaria (NR1J01D29RIID0002002A)(Cat.3: Drenaggio di piattaforma).

Di seguito è esposto un prospetto delle tre differenti categorie di interferenze idrauliche presenti nel PD.

WBS	PK	CATEGORIA DI ATTRAVERSAMENTO
IN01	28+441	<i>Continuità idraulica</i>
IN02	28+862	<i>Compatibilità idraulica dei corsi d'acqua</i>
IN03	29+265	<i>Continuità idraulica</i>
IN04	29+553	<i>Drenaggio di piattaforma</i>
IN05	29+782	<i>Compatibilità idraulica dei corsi d'acqua</i>
IN06	30+708	<i>Compatibilità idraulica dei corsi d'acqua</i>
IN07	30+870	<i>Drenaggio di piattaforma</i>
IN09	31+620	<i>Compatibilità idraulica dei corsi d'acqua</i>
IN11	32+272	<i>Compatibilità idraulica dei corsi d'acqua</i>
IN12	32+685	<i>Compatibilità idraulica dei corsi d'acqua</i>
IN13	33+934	<i>Compatibilità idraulica dei corsi d'acqua</i>
IN14	34+545	<i>Compatibilità idraulica dei corsi d'acqua</i>



IN15	34+758	<i>Compatibilità idraulica dei corsi d'acqua</i>
IN16	35+009	<i>Drenaggio di piattaforma</i>
IN17	35+507	<i>Compatibilità idraulica dei corsi d'acqua</i>
IN18	35+780	<i>Continuità idraulica</i>
IN19	36+016	<i>Compatibilità idraulica dei corsi d'acqua</i>
IN20	36+243	<i>Compatibilità idraulica dei corsi d'acqua</i>
IN21	36+436	<i>Compatibilità idraulica dei corsi d'acqua</i>
IN22	36+614	<i>Compatibilità idraulica dei corsi d'acqua</i>
IN23	36+835	<i>Compatibilità idraulica dei corsi d'acqua</i>
IN24	37+054	<i>Compatibilità idraulica dei corsi d'acqua</i>
IN25	37+767	<i>Compatibilità idraulica dei corsi d'acqua</i>
IN26	38+627	<i>Drenaggio di piattaforma</i>
IN27	38+705	<i>Drenaggio di piattaforma</i>
IN28	39+015	<i>Drenaggio di piattaforma</i>

*Elenco attraversamenti idraulici e relative categorie*

Come previsto dal Manuale di Progettazione RFI ogni tipo di manufatto idraulico, che riguarda la compatibilità idraulica dei corsi d'acqua e la continuità idraulica delle superfici scolanti è verificato utilizzando i seguenti tempi di ritorno  $T_r$  (essendo  $S$  la superficie del bacino):

a) Manufatti di attraversamento (ponti e tombini):

linea ferroviaria  $T_r = 300$  anni per  $S \geq 10 \text{ km}^2$ .

linea ferroviaria  $T_r = 200$  anni per  $S < 10 \text{ km}^2$ .

b) Inalveamenti:

tratti a monte e a valle della linea ferroviaria  $T_r = 300$  anni per  $S \geq 10 \text{ km}^2$ .

tratti a monte e a valle della linea ferroviaria  $T_r = 200$  anni per  $S < 10 \text{ km}^2$ .

In accordo alle NTC 2018 e alla relativa circolare esplicativa n. 7 del 2019 (C5.1.2.3.) che riguarda la compatibilità idraulica dei corsi d'acqua interferiti, gli attraversamenti idraulici di progetto, che riguardano la compatibilità idraulica dei corsi d'acqua sono dimensionati:

- Evitando il frazionamento della portata;
- Sono evitate deviazioni planimetriche non rettilinee e disallineamenti altimetrici rispetto alla pendenza naturale del corso d'acqua;
- È garantita la praticabilità del manufatto;
- I tombini di progetto funzionano a superficie libera;

- Il tirante idrico non supera i 2/3 dell'altezza della sezione ed è comunque garantito un franco minimo di 0.50m;
- Nel calcolo idraulico sono prese in considerazione le condizioni che si realizzano a valle del tombino;
- Il massimo rigurgito previsto a monte del tombino garantisce il rispetto del franco idraulico nel tratto di corso d'acqua a monte;
- Per i corsi d'acqua con portata superiore ai 50mc/s sono garantiti un franco idraulico minimo di 1.50m ed un dislivello tra fondo alveo e sottotrave minimo di 6.00 m nel caso in cui si possa verificare nella sezione oggetto dell'attraversamento il transito di tronchi di rilevanti dimensioni;

Per quanto attiene il trasporto di detriti galleggianti si premette che le opere di progetto sono situate in zone in cui non sono presenti aree boschive, ma bensì zone dedicate al pascolo e/o all'agricoltura. Alcune opere invece sono posizionate in zone antropizzate con ridotte aree vegetate/boschive.

Pertanto, non è da temersi l'ostruzione dei manufatti di attraversamento da parte di detriti galleggianti trasportati dalla corrente. Tali manufatti, come previsto in progetto, sono inoltre caratterizzati da dimensioni superiori a quelle delle opere esistenti. In ogni caso, i manufatti sono stati dimensionati con un grado di riempimento cautelativo e con luci tali da consentire l'accessibilità e la manutenzione degli stessi.

Nel dimensionamento delle sistemazioni idrauliche di progetto si è imposto che la velocità della portata fluida sia inferiore alla velocità limite di resistenza dei materiali di cui è composta la sistemazione idraulica, ciò garantisce in larga misura la protezione delle opere di progetto dai fenomeni di scalzamento e di erosione, inoltre la presenza di un taglione posto allo sbocco del tombino protegge l'opera dai fenomeni di sifonamento.

## **2.1 Deroche alle indicazioni del Manuale di Progettazione**

A causa dell'impossibilità di mantenere un ricoprimento adeguato nel dimensionamento del manufatto di alcuni attraversamenti idraulici, si è prevista la realizzazione dello stesso con dimensioni interne non standard, in deroga al manuale citato che prevede, per gli attraversamenti scatolari, sezioni interne minime di dimensione 2.00 m. Di seguito è esposta una sintesi degli attraversamenti di dimensioni non standard con le relative dimensioni.

<b>WBS</b>	<b>PK</b>	<b>SEZ. TIPO</b>	<b>DIMENSIONI</b>
IN01	28+441	Scatolare	2.00x1.50
IN05	29+782	Scatolare	7.00x8.50
IN06	30+708	Scatolare	7.00x2.50
IN07	30+870	Scatolare	2.00x1.20
IN11	32+272	Scatolare	2.00x1.50
IN13	33+934	Scatolare	6.00X6.80
IN18	35+780	Scatolare	2.00x1.50
IN23	36+835	Scatolare	3.00X4.00

*Elenco attraversamenti idraulici di dimensioni non standard*

### 3. STUDIO IDROLOGICO

Lo studio idrologico è stato condotto con l'obiettivo di valutare, con i modelli proposti in letteratura, le portate al colmo delle opere in progetto. Lo studio ha seguito le linee guida e gli studi dell'Autorità di bacino nell'ambito della redazione del Piano di Assetto Idrogeologico e i criteri del Manuale di Progettazione RFI.

Le stime condotte sono riportate approfonditamente nelle Relazione Idrologica (NR1J01D29RIID0001001A) annessa al PD.

Qui di seguito sono esposti i parametri delle leggi di possibilità pluviometrica a 3 parametri ottenuti dalle elaborazioni idrologiche per i tempi di ritorno di 25, 100 e 200 anni.

Tr – 200 anni		Tr – 100 anni		Tr – 25 anni	
a	110.716	a	96.613	a	69.554
b	0.134	b	0.134	b	0.134
m	0.730	m	0.730	m	0.730

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	COMMESSA NR11	LOTTO 01	CODIFICA D11 RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B	FOGLIO 13 di 163

#### 4. RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDROLOGICA

In questo capitolo vengono esposti i risultati relativi all'analisi idrologica descritta in maniera compiuta nella relazione idrologica allegata al presente Progetto Definitivo.

L'individuazione dei bacini scolanti è stata effettuata ricostruendo in ambiente GIS il modello digitale del terreno di vasta scala.

I risultati del modello sono stati successivamente confrontati con uno studio bibliografico e dalla lettura critica delle ortofoto storiche dell'area, questo al fine di individuare eventuali trasformazioni antropiche che possano aver indotto modifiche o alterazioni al regolare deflusso delle acque, come ad esempio l'interramento di fossi e scoline.

Dal modello digitale del terreno sono stati identificati 28 bacini idrografici interferenti con le opere di progetto, di cui 17 con un'asta fluviale, 5 con superficie scolante senza asta fluviale, e 6 bacini fortemente antropizzati nelle condizioni ante operam come nelle condizioni post operam da una fitta rete di drenaggio, i quali sono dimensionati in funzione del drenaggio di piattaforma stradale e ferroviario. Per quanto riguarda le superfici scolanti IN08 e IN10 la linea ferroviaria di progetto in variante è in trincea, quindi non risulta possibile dimensionare un attraversamento idraulico che funzioni a superficie libera, ma è stato possibile deviare il contributo idrologico del bacino IN08 verso il tombino IN07 e il contributo idrologico del bacino IN10 verso il tombino IN09 con canali di gronda opportunamente dimensionati.


Tra i bacini presenti, si riportano qui di seguito, quelli che rappresentano le situazioni più critiche in termini di portata defluente, necessità di deviazioni planimetriche locali e grandezza dell'area di drenaggio sottesa:

- Attraversamento sul Fosso Arrone – progr. Km 29+782 (relativo al BACINO IN05);
- Tombino presso Anguillara Stazione – Fosso dei Vignali – progr. Km 30+707 (relativo al BACINO IN06);
- Tombino in Loc. Quarticciolo – Fosso di S. Stefano - progr. Km 33+933 (relativo al BACINO IN13);
- Tombino in Loc. Valle Facciano – progr. Km 37+060 (relativo al BACINO IN24);

Per una descrizione più completa dei bacini imbriferi studiati si rimanda alla allegata relazione idrologica.

Nella tabella seguente si riassumono le portate ottenute dai risultati della modellazione idrologica.

WBS	PK	PORTATA (Tr=200 anni)
		Q [m <sup>3</sup> /s]
IN01	28+441	3.53
IN02	28+862	13.07
IN03	29+265	3.13
IN05	29+782	57.00
IN06	30+708	47.76
IN09	31+620	6.88
IN11	32+272	2.93
IN12	32+685	14.51
IN13	33+934	52.82
IN14	34+545	1.61
IN15	34+758	12.33
IN17	35+507	7.81
IN18	35+780	1.36
IN19	36+016	3.72
IN19	36+016	3.72
IN20	36+243	2.27
IN21	36+436	4.03
IN22	36+614	3.02
IN23	36+835	10.27
IN24	37+054	6.29
IN25	37+767	11.72

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR11	01	D11 RI	ID0002 001	B	15 di 163

## 5. ATTRAVERSAMENTI IDRAULICI

### 5.1 Criteri di progetto

Nel dimensionamento delle opere di attraversamento e presidio, in corrispondenza dei corsi d'acqua realizzati con tombini, sono stati fissati i seguenti criteri:

- garantire l'assenza di rigurgiti;
- evitare l'innescò di fenomeni effossori in prossimità dell'opera prevedendo nei raccordi a monte ed a valle, la realizzazione di opere di presidio elastiche (materassi e gabbioni);
- si è verificato che il grado di riempimento dell'opera in progetto, nelle ipotesi di moto uniforme, sia inferiore al 2/3 dell'altezza del tombino;
- si è verificato che la velocità massima del flusso idrico sia inferiore alla velocità limite dei materiali di cui è composta la sistemazione idraulica (6.40m/s per materassi e gabbioni e 6.50 m/s per calcestruzzo) per evitare fenomeni erosivi in corrispondenza delle opere di progetto.

Le dimensioni delle opere esistenti, larghezza e profondità dei canali sono state desunte sulla base di rilievi eseguiti lungo la linea ferroviaria, disponibili nella presente fase progettuale.

I materassi tipo RENO utilizzati nel presente PD hanno uno spessore di 30cm con un diametro del materiale pietroso passante al 50% pari a  $D_{50}=0.125m$  e diametro  $0.10m < d < 0.15m$ .

### 5.2 Tombini circolari e scatolari

Nel tratto in esame sono stati previsti sia opere di nuova realizzazione che opere di adeguamento degli esistenti attraversamenti:

- tombini scatolari di dimensioni variabili con imbocchi a raso e, in alcuni casi, con imbocchi a pozzo;
- tombini circolari  $\Phi 1500$  mm.

Tale configurazione, dettata dalla morfologia del territorio, garantisce la massima funzionalità delle opere.

Il manufatto di sbocco è caratterizzato da muri d'ala che si sviluppano seguendo l'inclinazione delle scarpate del rilevato e si collegano all'inalveazione di raccordo al fosso naturale ed ai fossi di guardia che vi recapitano.

La tipologia di imbocco a fondo allineato risulta analoga a quella dello sbocco: la canna dell'attraversamento prosegue con due muri d'ala secondo l'inclinazione della scarpa del rilevato, fino a collegarsi all'inalveazione di raccordo.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR11	01	D11 RI	ID0002 001	B	16 di 163

L'accesso per manutenzione a questo tipo di imbocco risulta fruibile con facilità e sicurezza.

Nel caso risultasse necessario adottare un tombino con imbocco a pozzo, quest'ultimo è caratterizzato da uno scivolo in calcestruzzo che recapita in un pozzo e quindi nel tombino.

### 5.3 Interventi di inalveazione e raccordo con l'opera di attraversamento

Sono previsti raccordi tra incisione naturale e manufatto in c.a., realizzati con materassi tipo Reno, gabbioni o tramite sistemazioni del fondo in calcestruzzo.

La sezione rivestita di progetto è descritta dettagliatamente negli elaborati grafici specifici ed è caratterizzata a monte ed a valle, da un taglione di ammorsamento realizzato con gabbioni metallici. La tipologia di intervento è funzione della natura del corso d'acqua, pendenza delle sponde, pendenza longitudinale ed antropizzazione dell'area.

#### 5.3.1 Inalveazione tipo A

L'inalveazione tipo A è costituita da una sezione realizzata con le sponde in gabbioni metallici ed il fondo sagomato a sezione trapezoidale con materassi tipo Reno.

La sezione è prevista con larghezza di fondo ed altezza variabili al fine di riprodurre quanto più possibile l'incisione naturale che va a rivestire. La tipologia è utilizzata in corrispondenza di canali fortemente incisi, sponde sub-verticali o in corrispondenza di fossi che presentano situazioni di restringimento e/o urbanizzazione lungo i cigli. Si precisa che nella tabella seguente sono indicati con le lettere B e b rispettivamente la larghezza totale della sistemazione e la base minore.

All'interfaccia tra materassi e terreno naturale di appoggio, è previsto l'inserimento di un geotessile con funzione di filtro al fine di evitare l'asportazione dal fondo dell'alveo del materiale più fine.

#### 5.3.2 Inalveazione tipo B

L'inalveazione tipo B è costituita da una sezione trapezoidale rivestita con materassi tipo Reno con le sponde a pendenza pari a 3/2.

La sezione è prevista con larghezza di fondo ed altezza variabili in funzione delle dimensioni dell'incisione naturale.

All'interfaccia tra materassi e terreno naturale di appoggio, è previsto l'inserimento di un geotessile con funzione di filtro al fine di evitare l'asportazione dal fondo dell'alveo del materiale più fine.



	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>
	NR11	01	D11 RI	ID0002 001	B	17 di 163

L'inalveazione proposta è idonea per fossi caratterizzate da sezioni trasversali con pendenze delle sponde massime prossime a 3/2. Con adeguamenti potrà essere utilizzata per inclinazioni maggiori fino ad 1/1.

#### 5.3.3 Inalveazione tipo C

L'inalveazione tipo C consiste nella leggera risagomatura e nella generale pulizia dei corsi d'acqua ed è usata nei 10m antecedenti e successivi alla ricongiunzione con la linea di deflusso esistente.

#### 5.3.4 Inalveazione tipo D

L'inalveazione tipo D consiste nella realizzazione di un canale in calcestruzzo a sezione rettangolare o trapezia.

Le inalveazioni di tipo A e B prevedono nella sezione iniziale e terminale della sistemazione idraulica delle opere di ammorsamento in gabbioni.

**5.4 Tabella riassuntiva delle inalveazioni di raccordo**

	WBS	PK	Zmonte [m slm]	Zvalle [m slm]	Lmonte [m]	Lvalle [m]	i [-]	Tipo Monte	Tipo Valle	b [m]	B [m]	H [m]	V [m/s]	V/D [-]	
Valle	IN01	28+441	153.90	153.72	-	18	0.010	-	B+C	0.8	-	1.3	1.6	75%	
Monte	IN02	28+862	150.35	150.30	9	-	0.006	A+C	-	3	5	2	2.67	-	
Valle	IN02	28+862	150.10	149.07	-	16	0.064	-	A+C	3	5	2	4.6	-	
	IN03	29+265	RECAPITO CON FOSSI DISPERDENTI – TOMBINO DI TRASPARENZA – VEDI PLANMETRIA DI DRENAGGIO FERROVIARIO												
Monte	IN05	29+782	151.42	151.40	5	-	0.004	A+C	-	3	7	3.5	3.61	92%	
Valle	IN05	29+782	151.26	150.92	-	19	0.018	-	A+C	3	7	3.5	5.56	60%	
Monte	IN06A	30+708	162.60	162.30	52	-	0.006	D	-	5-7	-	3	5.91	74%	
Valle	IN06A	30+708	162.90	161.79	-	47	0.024	-	A+C	7	9	2.5	3.03	74%	
Monte	IN06B	-	-	-	5	-	0.007	D	-	4	-	2.7	1.48	78%	
Valle	IN06B	-	164.10	163.00	-	70	0.016	-	D	4	-	3	1.28	74%	
Monte	IN09	31+620	173.56	172.25	31	-	0.042	A+C	-	2	4	2	3.03	89%	
Valle	IN09	31+620	172.00	171.52	-	31	0.015	-	A+C	2	4	2	2.21	46%	
Monte	IN11	32+272	183.90	182.55	23	-	0.059	B+C	-	0.5	-	2	4.91	51%	
Valle	IN11	32+272	182.50	182.44	-	42	0.001	-	B+C	3	-	1.5	0.6	55%	
Monte	IN12	32+685	185.79	185.20	20	-	0.030	D+C	-	4	-	1.5	4.9	39%	
Valle 1	IN12	32+685	184.65	184.40	-	24	0.010	-	D+C	4	-	1.5	4.6	45%	
Valle 2	IN12	32+685	184.40	184.14	-	53	0.005	-	A+C	4	6	1.7	1.7	88%	
Monte	IN13	33+934	194.37	194.20	11	-	0.015	A+C	-	2	6	3.5	3.7	87%	
Valle	IN13	33+934	194.10	193.70	-	60	0.007	-	A+C	2	6	3	4.22	87%	
Monte	IN14	34+545	210.84	210.75	5	-	0.018	B+C	-	4	-	1.5	1.22	45%	
Valle	IN14	34+545	208.50	208.46	-	10	0.004	-	A+C	2	4	1	1.68	40%	
Monte 1	IN15	34+758	211.90	210.70	32.5	-	0.037	D+C	-	3	-	2.5	5.91	40%	
Monte 2	IN15	34+758	210.54	209.25	95	-	0.014	D+C	-	3	-	2.5	4.5	47%	
Valle	IN15	34+758	209.00	208.26	-	10	0.074	-	A+C	3	5	2.5	2.86	79%	
Monte	IN17	35+507	226.15	224.77	45	-	0.031	A+C	-	2	4	2	3	49%	
Valle	IN17	35+507	223.05	222.50	-	67	0.008	-	A+C	2	4	2.5	1.79	85%	
Monte	IN18	35+780	229.03	228.45	10	-	0.058	A+C	-	2	4	1.5	2.37	25%	
Valle	IN18	35+780	226.28	226.25	-	7.5	0.004	-	A+C	2	4	1.5	1.61	33%	
monte	IN19	36+016	227.50	226.47	15	-	0.069	A+C	-	2	4	2	5.49	55%	
medio	IN19	36+016	225.05	224.87	9.5	-	0.019	D	-	2	-	2	6.12	18%	
valle	IN19	36+016	223.70	223.20	-	50	0.010	-	B+C	2	-	1.4	3.7	56%	
Monte	IN20	36+243	233.00	231.14	10	-	0.004	A+C	-	2	4	2	6.17	14%	
Valle	IN20	36+243	228.00	226.75	-	10	0.125	-	B+C	2	-	2	3.64	15%	
Monte	IN21	36+436	230.30	230.10	13	-	0.015	A+C	-	3	5	2.5	3.99	34%	
Valle	IN21	36+436	229.35	229.10	-	16	0.016	-	B+C	3	-	2.5	1.03	66%	
Monte	IN22	36+614	231.83	231.55	14.00	-	0.020	A+C	-	3	5	2.5	5.67	32%	
Valle	IN22	36+614	231.37	231.20	-	7.00	0.024	-	A+C	3	5	2.5	0.94	38%	
Monte D	IN23	36+835	235.03	233.53	43	-	0.035	B+C	-	3	-	3	3.83	44%	
Monte S	IN23	36+835	234.53	233.53	21	-	0.048	B+C	-	3	-	3	5.3	40%	
Valle	IN23	36+835	233.32	232.86	-	15	0.031	-	B+C	3	-	3	0.91	83%	
Monte	IN24	37+054	241.12	237.05	155	-	0.026	B+C	-	2	-	1.3	3.66	75%	
Valle	IN24	37+054	236.71	236.42	-	8	0.036	-	B+C	3	-	2	0.87	67%	
Monte	IN25	37+767	242.26	242.15	17	-	0.006	B+C	-	3	-	3	2.25	54%	
Valle	IN25	37+767	241.55	241.10	-	19	0.024	-	A+C	3	5	2	2.99	75%	

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>
	NR11	01	D11 RI	ID0002 001	B	19 di 163

## 6. VERIFICHE IDRAULICHE

Gli attraversamenti idraulici che sono caratterizzati da un bacino idrografico in cui è possibile individuare un'asta fluviale incisa sono verificati per mezzo di un modello monodimensionale a moto permanente, mentre gli attraversamenti che sono caratterizzati da un bacino idrografico in cui non è possibile individuare un'asta fluviale incisa sono verificati per mezzo del modello a moto uniforme.

I modelli idraulici dello stato di progetto hanno tenuto conto delle nuove sistemazioni d'alveo descritte al paragrafo precedente.


### 6.1 Modelli a moto permanente

Per le simulazioni idrauliche e per il calcolo degli effetti locali si è utilizzato il programma di calcolo fluviale HECRAS, River Analysis System, versione 5.0.3 del settembre 2016 prodotto da US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center (CA), in interfaccia CivilGeo GeoHECRAS v.1.4.0.12703-2017.

Le geometrie dei corsi d'acqua sono state importate dalle curve di livello 3D dell'area di studio e dal rilievo celerimetrico di nuova acquisizione. Con l'ausilio dei software citati si è creata la superficie tridimensionale del terreno e da essa sono state successivamente estratte le sezioni trasversali di studio.

Per gli attraversamenti analizzati (IN02, IN05, IN06, IN09, IN11, IN12, IN13, IN14, IN15, IN17, IN19, IN20, IN21, IN22, IN23, IN24, IN25) sono stati implementati i modelli dello stato di fatto e dello stato di progetto.

Per l'utilizzo dei coefficienti di scabrezza sono stati utilizzati dei valori derivanti dalla letteratura consolidata; nella tabella in Figura 6.1 sono esposti i valori comunemente usati del coefficiente di scabrezza.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>				
<b>COMMESSA</b> NR11	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> D11 RI	<b>DOCUMENTO</b> ID0002 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 20 di 163

Tipologia del corso d'acqua	Strickler $K_s = 1/n \text{ (m}^{1/3} \text{ s}^{-1}\text{)}$
<b>CORSI D'ACQUA MINORI</b> (Raggio idraulico $\cong 2 \text{ m}$ ; larghezza in piena < 30 m)	
Corsi d'acqua di pianura	
- alvei con fondo compatto, senza irregolarità	45-40
- alvei regolari con vegetazione erbacea	30-35
- alvei con ciottoli e irregolarità modeste	25-30
- alvei fortemente irregolari	25-15
Torrenti montani	
- fondo alveo con prevalenza di ghiaia e ciottoli, pochi grossi massi	30-25
- alveo in roccia regolare	30-25
- fondo alveo con ciottoli e molti grossi massi	20-15
- alveo in roccia irregolare	20-15
<b>CORSI D'ACQUA MAGGIORI</b> (Raggio idraulico $\cong 4 \text{ m}$ ; larghezza in piena > 30 m)	
- sezioni con fondo limoso, scarpate regolari a debole copertura erbosa	45-40
- sezioni in depositi alluvionali, fondo sabbioso, scarpate regolari a copertura erbosa	35
- sezioni in depositi alluvionali, fondo regolare, scarpate irregolari con vegetazione arbustiva e arborea	25-30
- in depositi alluvionali, fondo irregolare, scarpate irregolari con forte presenza di vegetazione arbustiva e arborea	20-25
<b>AREE GOLENALI</b> (Raggio idraulico $\cong 1 \text{ m}$ )	
- a pascolo, senza vegetazione arbustiva	40-20
- coltivate	50-20
- con vegetazione arbustiva spontanea	25-10
- con vegetazione arborea coltivata	30-20

**Figura 6.1: Valori di scabrezza secondo la deliberazione n. 2/99, in data 11 maggio 1999 dell'Autorità di Bacino del Po.**

Sono stati presi in considerazione dei parametri che tengono conto anche delle possibili perdite di carico localizzate dovute all'interazione della corrente con irregolarità geometriche come presenza di ostacoli di vario genere, espansioni brusche, incisioni nelle golene, brusche variazioni di larghezza o opere di attraversamento.

Le scabrezze adottate, in accordo anche con la tabella sopra riportata e con i parametri caratteristici indicati dalla modellazione di calcolo, sono:

- Fosso naturale inciso:  $K_s=30-40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;
- Nuove inalveazioni con protezioni d'alveo:  $K_s=25-30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;
- Area di esondazione laterale non incisa:  $K_s=25-30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ .
- Calcestruzzo:  $K_s=66.67 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ .

Come condizioni al contorno (moto sub-critico controllato da valle e moto super-critico controllato da monte) si sono inserite le condizioni di moto uniforme sulla cadente della linea dell'energia ("Normal depth S").

Come si può evincere dall'analisi degli allegati alla presente relazione e degli elaborati grafici specialistici relativi alla modellazione idraulica allegati al presente Progetto definitivo, le opere di attraversamento di progetto risultano essere verificate in termini di grado di riempimento e le sistemazioni previste consentono di minimizzare le aree sottoposte al flusso idrico.

Le verifiche sui tombini vengono riassunte nella tabella seguente, rimandando per maggiori dettagli agli allegati di output della modellazione.

	Attraversamento	Pk	Progetto						
			Tipologia	Dimensione ( $\Phi$ o b x h)	Grado di riempimento	V [m/s]	Qs in	Qs out	Pendenza media [-]
	IN02	28+862	Scatolare	3.00x3.00	55%	3.70	150.30	150.15	0.007
	IN05	29+782	Scatolare	7.00x8.50	26%	4.05	151.40	151.26	0.005
<i>Ferroviani</i>	IN06A	30+708	Scatolare	7.00x2.50	53%	5.53	162.30	162.09	0.007
<i>o</i>	IN06B	-	Scatolare	4.00x2.7	63%	1.48	164.30	164.10	0.007
<i>Stradale</i>	IN09	31+620	Scatolare	2.00x2.00	58%	2.90	172.25	172.00	0.008
	IN11	32+272	Scatolare	2.00x1.50	63%	4.91	182.55	182.50	0.002
	IN12	32+685	Scatolare	4.00x2.00	40%	4.90	185.20	184.65	0.017
	IN13	33+934	Scatolare	6.00x6.80	40%	3.67	194.20	194.10	0.003
	IN14	34+545	Scatolare	2.00x2.00	25%	5.20	208.67	208.50	0.006
<i>Stradale</i>	IN15	34+758	Scatolare	3.00x2.00	46%	5.90	210.70	210.54	0.007
<i>Ferroviani</i>	IN15	34+758	Scatolare	3.00x2.00	60%	4.42	209.25	209.00	0.007
<i>o</i>	IN17	35+507	Scatolare	2.00x2.00	62%	5.20	223.18	223.05	0.004
<i>Ferroviani</i>	IN19	36+016	Scatolare	2.00x2.00	36%	2.99	226.47	226.05	0.014
<i>o</i>	IN19	36+016	Scatolare	2.00x2.00	21%	5.90	223.84	223.70	0.012
<i>Stradale</i>	IN20	36+243	Scatolare	2.00x2.00	17%	4.56	228.20	228.00	0.009
	IN21	36+436	Scatolare	3.00x3.00	38%	1.13	229.55	229.40	0.008
	IN22	36+614	Scatolare	3.00x3.00	25%	0.94	231.55	231.37	0.007
	IN23	36+835	Scatolare	3.00x4.00	52%	0.82	233.53	233.32	0.007
	IN24	37+054	Scatolare	3.00x3.00	48%	1.05	237.05	236.71	0.012
	IN25	37+767	Scatolare	3.00x3.00	50%	2.99	241.95	241.55	0.006

## 6.2 Verifiche a moto uniforme

La verifica idraulica degli attraversamenti con tombini è stata condotta nelle ipotesi di raggiungimento del moto uniforme con l'espressione di Chézy:

$$V = K\sqrt{Ri}$$

e l'equazione di continuità

$$Q = \sigma V$$

dove K, il coefficiente di scabrezza, è stato valutato secondo la formula di Manning:

$$K = 1/n R^{1/6}$$

ottenendo:

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

dove:

Q, portata [m<sup>3</sup>/s];

R, raggio idraulico [m];

$\sigma$ , sezione idraulica [m<sup>2</sup>];

i, pendenza [m/m]

n, coefficiente di scabrezza [m<sup>-1/3</sup>s] – per il cls 1/n=70

Nella tabella seguente sono riportati i principali risultati dello studio idraulico dei tombini previsti in progetto.

Attraversamento	Pk	Progetto						
		Tipologia	Dimensione ( $\Phi$ o bxh)	Grado di riempimento	V [m/s]	Qs in	Qs out	Pendenza media [-]
IN01	28+441	Scatolare	2.00x1.50	46%	2.55	154.07	153.90	0.006
IN03	29+265	Scatolare	2.00x2.00	33%	2.30	154.53	154.45	0.005
IN18	35+780	Scatolare	2.00x1.50	30%	5.20	226.33	226.28	0.002

## 7. COMPATIBILITA' IDRAULICA

Lo studio della compatibilità idraulica degli interventi in progetto è sviluppata con riferimento alle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), Autorità Bacini Regionali del Lazio, Approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n.17 del 04/04/2012 e al D.P.C.M. 29 settembre 1998 ed al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) redatto dal Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale, approvato dal Comitato Istituzionale integrato il 03/03/2016.

Oltre a questi Piani è stato considerato lo studio dei Punti di criticità sul territorio del Consorzio di bonifica Tevere e Agro Romano, redatto dal Settore Progettazione ed Esecuzione OO.PP. nel novembre 2014.



	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	COMMESSA NR11	LOTTO 01	CODIFICA D11 RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B	FOGLIO 24 di 163

Sulla base delle caratteristiche dei fenomeni rilevati o attesi il Piano disciplina l'uso del territorio, nell'ambito delle fasce individuate nella Tavola 2, in funzione di tre classi di pericolosità:

fasce a pericolosità A: aree ad alta probabilità di inondazione, ovvero che possono essere inondate con frequenza media trentennale.

Le fasce a pericolosità A sono a loro volta suddivise in due sub-fasce:

sub-fasce a pericolosità A1: aree che possono essere investite dagli eventi alluvionali con dinamiche intense e alti livelli idrici;

sub-fasce a pericolosità A2: aree, ubicate nelle zone costiere pianeggianti, ovvero ad una congrua distanza dagli argini, tale da poter ritenere che vengano investite dagli eventi alluvionali con dinamiche graduali e con bassi livelli idrici;

fasce a pericolosità B: aree a moderata probabilità di inondazione, ovvero che possono essere inondate con frequenza media compresa tra la trentennale e la duecentennale.

Le fasce a pericolosità B sono a loro volta suddivise in due sub-fasce:

sub-fasce a pericolosità B1: aree che possono essere investite dagli eventi alluvionali con dinamiche intense e alti livelli idrici;


sub-fasce a pericolosità B2: aree, ubicate nelle zone costiere pianeggianti, ovvero ad una congrua distanza dagli argini, tale da poter ritenere che vengano investite dagli eventi alluvionali con dinamiche graduali e con bassi livelli idrici;

fasce a pericolosità C: aree a bassa probabilità di inondazione, ovvero che possono essere inondate con frequenza media compresa tra la duecentennale e la cinquecentennale.

Il rischio idrogeologico viene definito dall'entità attesa delle perdite di vite umane, feriti, danni a proprietà, interruzione di attività economiche, in conseguenza del verificarsi di frane o inondazioni; Il Piano individua il rischio nell'ambito delle aree in frana o che possono essere inondate, caratterizzate dalla contestuale presenza di elementi esposti a rischio. Gli elementi esposti a rischio sono costituiti dall'insieme delle presenze umane e di tutti i beni mobili ed immobili, pubblici e privati, che possono essere interessati e direttamente coinvolti dagli eventi calamitosi. Nelle finalità del Piano, le situazioni di rischio vengono raggruppate, ai fini della programmazione degli interventi (art.12), in due categorie: a) rischio di frana; b) rischio d'inondazione.

Per ciascuna categoria di rischio sono definiti tre livelli:



	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR11	01	D11 RI	ID0002 001	B	25 di 163

rischio molto elevato (R4): quando esistono condizioni che determinano la possibilità di: a) perdita di vite umane o lesioni gravi alle persone; b) danni gravi e collasso di edifici o infrastrutture; c) danni gravi ad attività socio-economiche;

rischio elevato (R3): quando esiste la possibilità di: a) danni a persone o beni; danni funzionali ad edifici ed infrastrutture che ne comportino l'inagibilità; b) interruzione di attività socioeconomiche;

rischio lieve (R2): quando esistono condizioni che determinano la possibilità di danni agli edifici e alle infrastrutture senza pregiudizio diretto per l'incolumità delle persone e senza comprometterne l'agibilità.

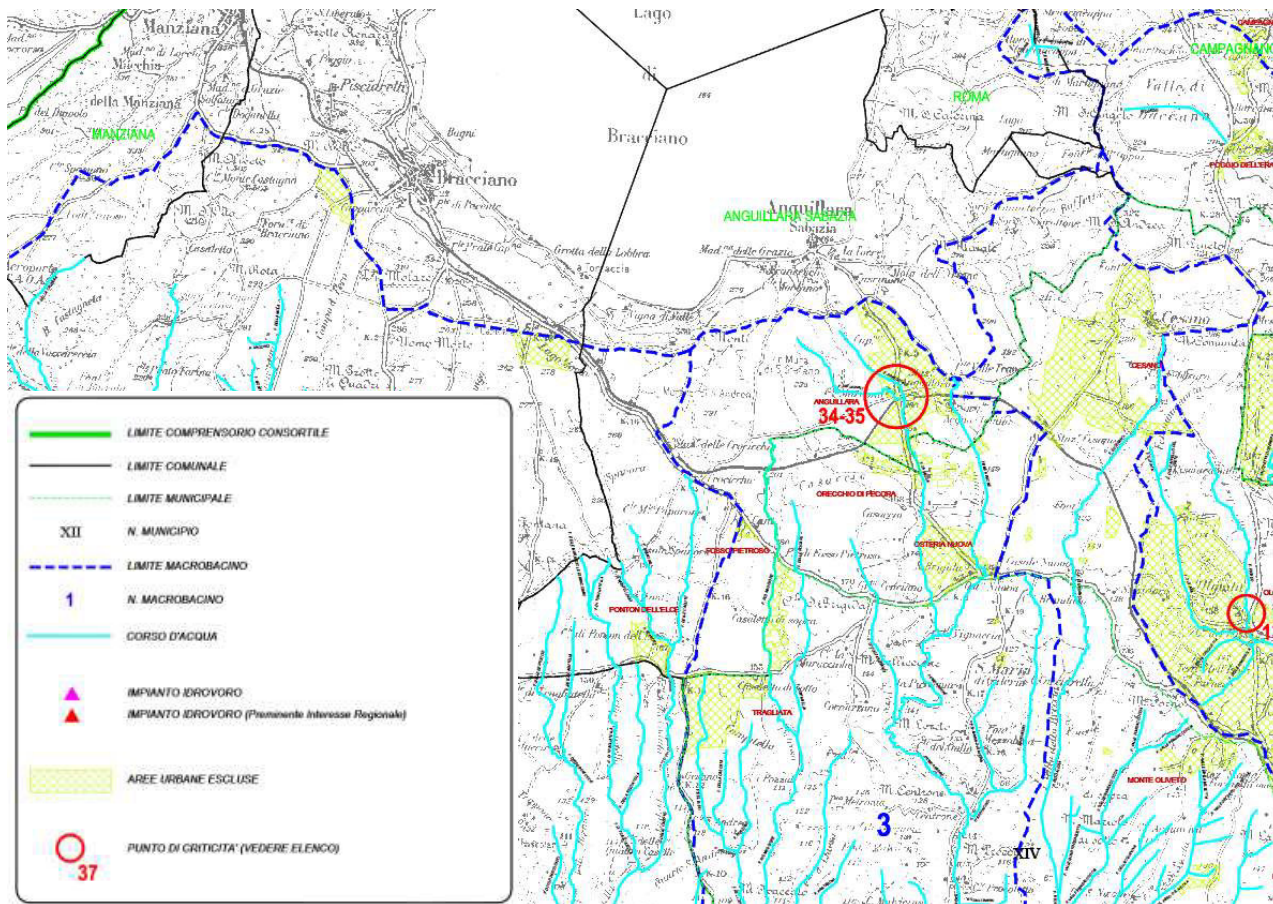
### 7.1 Analisi del tracciato

La sovrapposizione del tracciato ferroviario con le mappe redatte dall'Autorità di Bacino (Mappe del rischio e Mappe di pericolosità) evidenzia che l'area ferroviaria esistente non interferisce con nessuna regione con probabilità e rischio di alluvioni di qualsiasi grado.


Secondo lo studio del Consorzio di bonifica Tevere e Agro Romano (Figura 7.1) emerge che nella zona della stazione ferroviaria di Anguillara Sabazia esistono due punti di criticità, ad esclusione delle aree urbane, imputati al fosso della Casaccia ed al fosso Vignali.

Per una completa visione di quanto appena esposto si rimanda agli elaborati sulla cartografia del rischio idraulico, allegati al presente progetto definitivo.

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR11	01	D11 RI	ID0002 001	B	26 di 163



**Figura 7.1: Estratto dei Punti di criticità sul territorio – Corografia**

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR11	01	D11 RI	ID0002 001	B	27 di 163

## 8. L'ANALISI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Sulla base delle risultanze dello studio idrologico ed i risultati delle verifiche idrauliche riportate nei paragrafi precedenti, sono stati definiti:

- Tipologia e dimensione delle opere di attraversamento dei corsi d'acqua minori – Tombini;
- Tipologia e dimensione delle opere di raccordo tra gli alvei naturali e le opere in progetto.

Si rimanda ai paragrafi precedenti per la descrizione degli interventi di presidio previsti.

Un approfondimento è connesso alla sistemazione idraulica dell'attraversamento di progetto codificato come IN06 in corrispondenza della congiunzione tra il fosso dei Vignali e il fosso della Casaccia, nei pressi della stazione di Anguillara. Come si può evincere dagli elaborati grafici annessi al presente studio, la configurazione idraulica di progetto prevedere una generale sistemazione del nodo idraulico in questione, considerando anche che la zona suddetta è segnalata come criticità idraulica dal competente Consorzio di Bonifica.

Gli interventi di progetto prevedono la realizzazione di:

- Un tombino idraulico stradale a sezione rettangolare con luce interna 4,00 x 2,70m;
- Muretti di protezione tra i corsi d'acqua citati e una zona adibita a parcheggio a nord – ovest rispetto all'attraversamento idraulico, in grado di contenere il livello idrico all'interno della sistemazione idraulica di progetto;
- La generale sistemazione dei fossati a nord rivestimento in calcestruzzo a sezione trapezia con base variabile tra 3 e 4m che, nei pressi dell'attraversamento, è portata ad una sezione rettangolare con base 7 m;
- La sistemazione idraulica con gabbionata di tipo A, con base minore pari a 7m (corrispondente alla larghezza del tombino ferroviario).

Le soluzioni prescelte seguono gli indirizzi indicati nelle norme nazionali ed in quelle riportate nelle norme di attuazione del PAI, in quanto:

- il potenziamento della linea ferroviaria in progetto risponde a specifiche esigenze di sviluppo ed è legata a fattori di pubblico interesse;
- che eventuali alternative alla soluzione di progetto comportano oneri tecnici, finanziari ed ambientali difficilmente sostenibili;
- che l'intervento proposto è tale da non aggravare la funzionalità idraulica dell'area;
- che gli interventi non aumentano il livello di rischio idraulico non comportando significativo ostacolo al deflusso o riduzione della capacità di invaso delle aree interessate;



**PROGETTO DEFINITIVO**

**RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO**

**TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR11	01	D11 RI	ID0002 001	B	28 di 163

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.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	<b>COMMESSA</b> NR11	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> D11 RI	<b>DOCUMENTO</b> ID0002 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 29 di 163

## 9. ALLEGATO 1 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN02

La linea ferroviaria in progetto, presso la pk 28+862.00, interferisce con un affluente del torrente Arrone. La sistemazione idraulica di progetto è costituita da un canale a sezione trapezia in gabbioni e materassi tipo RENO che raccorda, nel tratto di monte come nel tratto di valle, lo scatolare di progetto all'incisione naturale. Lo scatolare di progetto ha dimensioni di 5.00 m x 5.50 m.

Il tratto oggetto della modellazione si estende per circa 130 m. Di seguito sono rappresentati i risultati del modello idraulico della sistemazione IN02. Per sviluppare il modello sono state utilizzate 37 sezioni di cui 10 ottenute da rilievi in sito e 27 tramite interpolazioni dal modello del terreno.

Dall'analisi dei risultati si può riscontrare come l'attraversamento esistente risulta rigurgitato (Figura 9.3), con conseguente allagamento delle aree di monte (Figura 9.1), nella sezione di monte dell'attraversamento le verifiche idrauliche non sono soddisfatte (Tabella 9.1). Nella situazione Post-Operam le verifiche sui franchi sono soddisfatte (Tabella 9.2 – Figura 9.4), l'area esondabile risulta ridotta sia nel tratto di monte sia a valle (Figura 9.2).

Le tabelle Tabella 9.1-Tabella 9.2 riportano tutte le grandezze fondamentali del moto risultanti dalla simulazione, in particolare: la quota del fondo, la quota del pelo libero della corrente, il livello energetico e la velocità media della corrente. Il nome delle sezioni corrisponde a quello riportato negli elaborati grafici.

Planimetria di esondazione ante operam

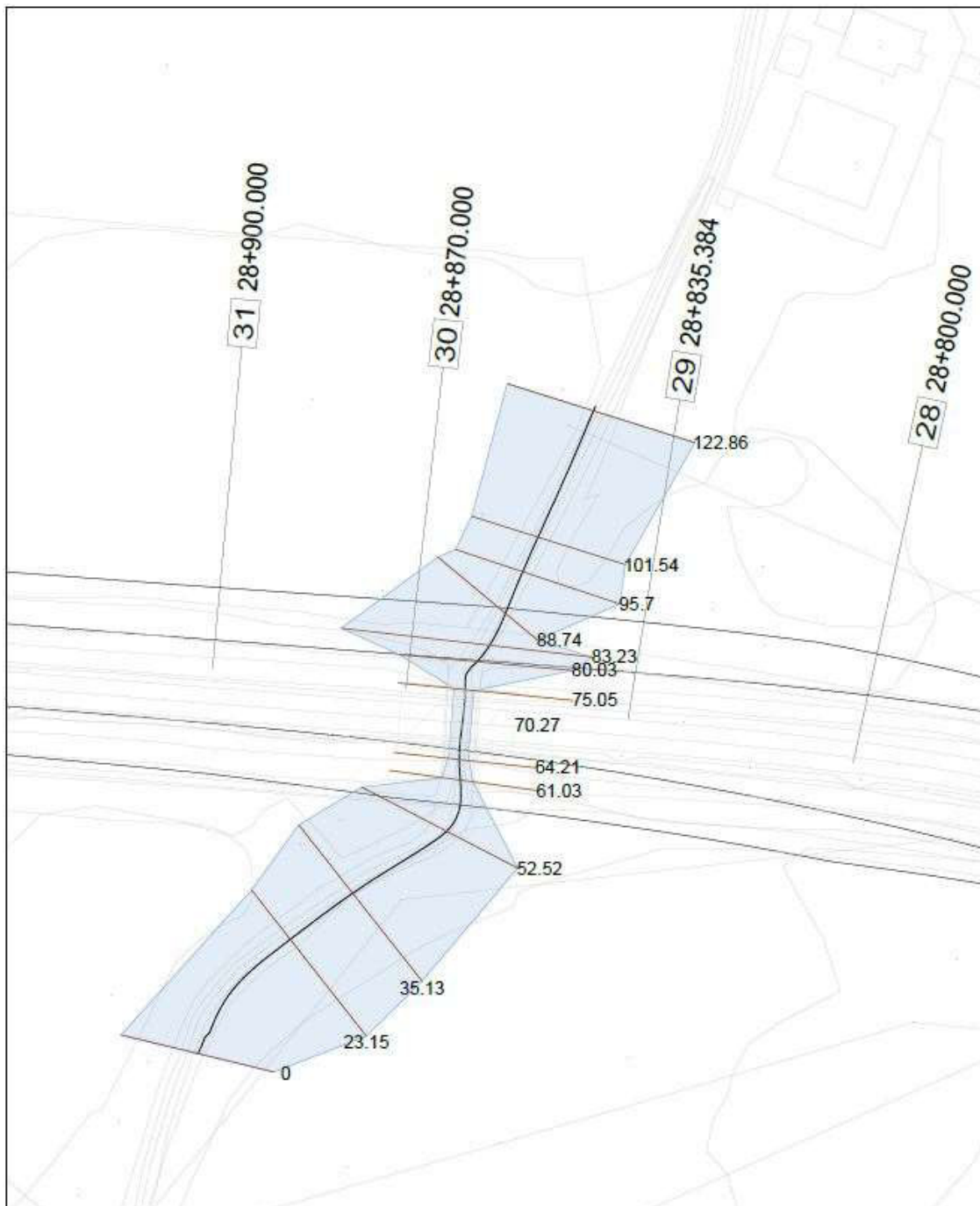


Figura 9.1 Planimetria di esondazione ante operam

Planimetria di esondazione post operam

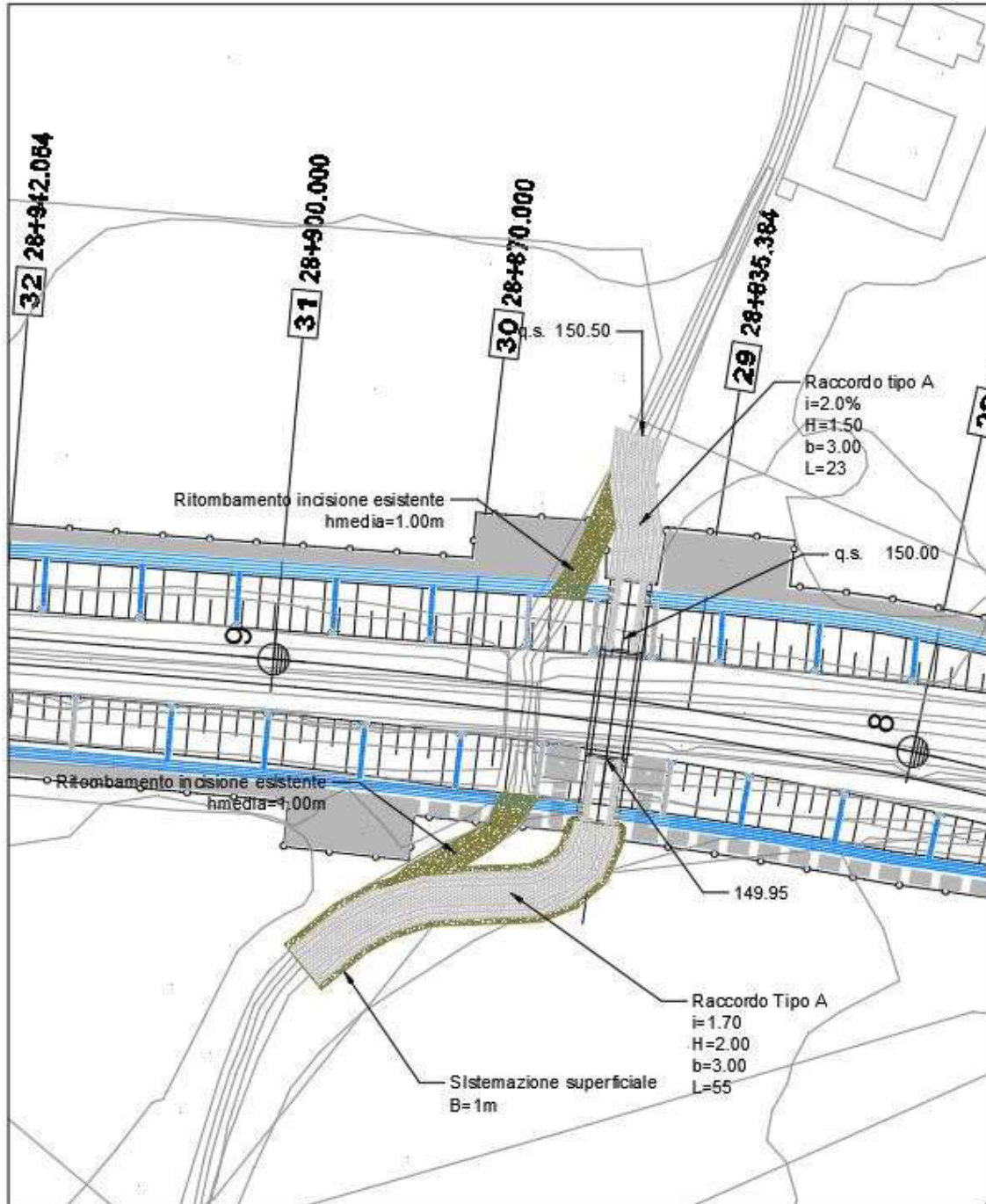
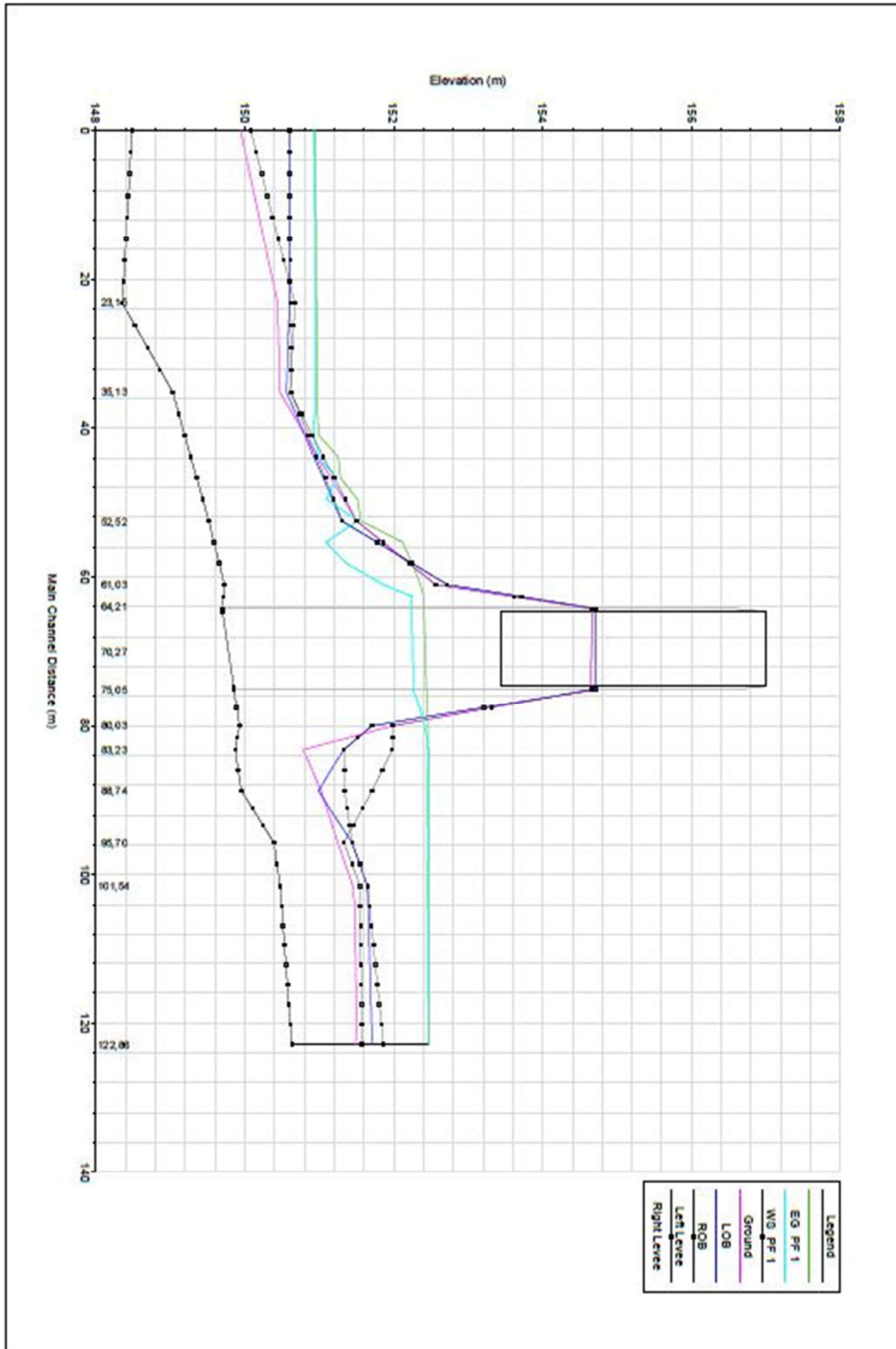


Figura 9.2 Planimetria di esondazione post operam

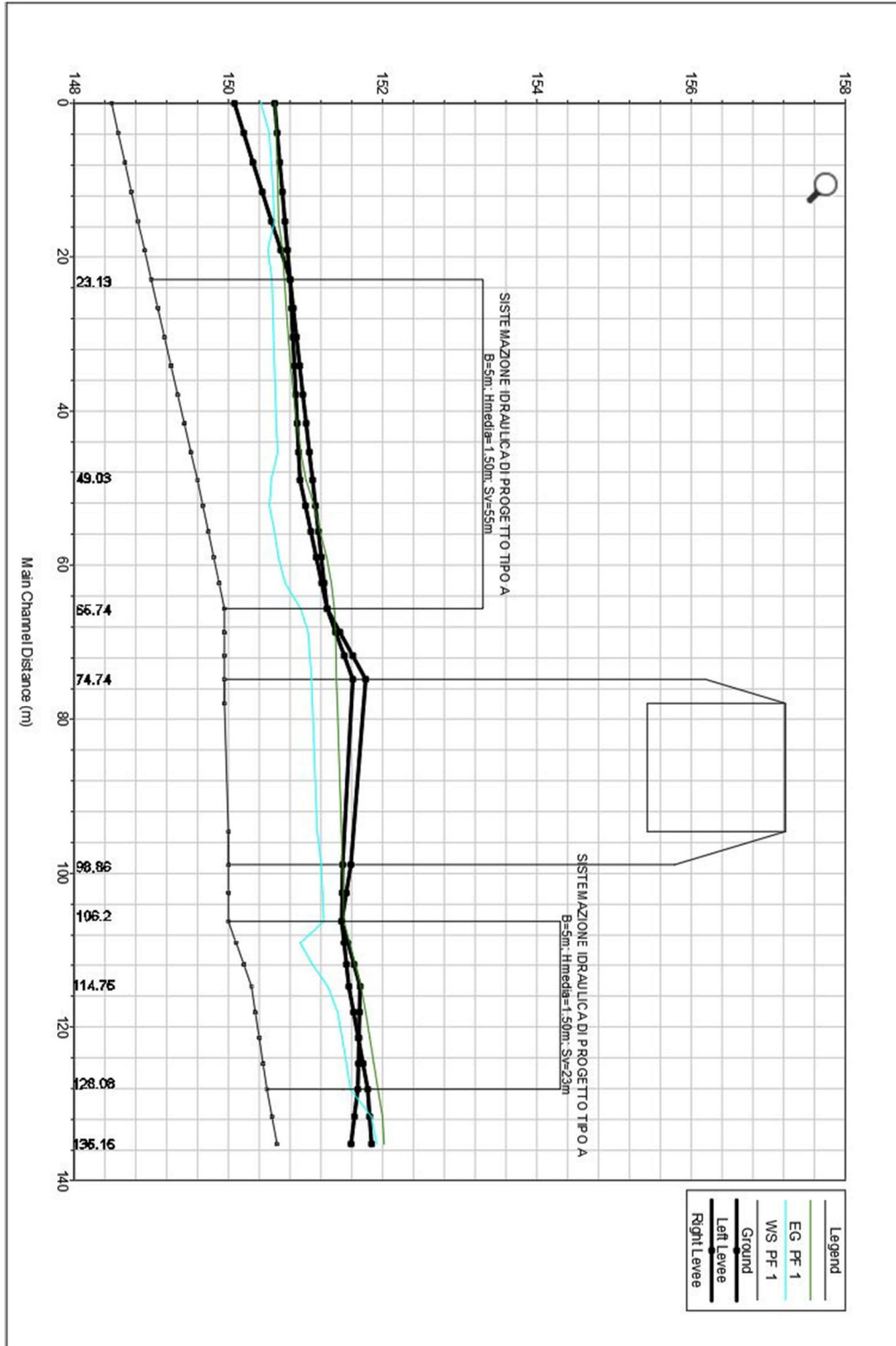
**Profilo Idraulico ante operam**



**Figura 9.3 Profilo Idraulico ante operam**



**Profilo Idraulico post operam**



**Figura 9.4 Profilo idraulico post operam**

**Tabella riassuntiva ante operam**

Reach	River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)
IN02	122.86	150.63	152.46	152.48	0.66
IN02	101.54	150.48	152.46	152.47	0.68
IN02	95.7	150.39	152.46	152.47	0.56
IN02	88.74	149.95	152.45	152.47	0.66
IN02	83.23	149.87	152.46	152.46	0.38
IN02	80.03	149.93	152.42	152.46	0.96
IN02	75.05	149.85	152.26	152.44	1.87
IN02	70.27	Culvert			
IN02	64.21	149.7	152.25	152.41	1.79
IN02	61.03	149.73	151.86	152.36	3.12
IN02	52.52	149.52	151.52	151.56	1.12
IN02	35.13	149.03	150.95	150.97	0.86
IN02	23.15	148.35	150.95	150.96	0.72
IN02	0	148.49	150.93	150.95	0.78

**Tabella 9.1 Parametri idraulici ante operam**
**Tabella riassuntiva post operam**

Reach	River Sta	Profile	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)
IN02	135.16	PF 1	150.63	151.92	152.02	1.78
IN02	128.08	PF 1	150.50	151.58	151.94	2.64
IN02	114.75	PF 1	150.30	151.29	151.72	2.90
IN02	106.2	PF 1	150.00	151.24	151.50	2.26
IN02	98.86	PF 1	150.00	151.20	151.48	2.34
IN02	86.53		Bridge			
IN02	74.74	PF 1	149.95	151.08	151.40	2.51
IN02	65.64	PF 1	149.95	150.94	151.37	2.93
IN02	49.03	PF 1	149.60	150.56	151.01	2.97
IN02	23.13	PF 1	149.00	150.57	150.73	1.77
IN02	0	PF 1	148.49	150.42	150.60	2.26

**Tabella 9.2 Parametri idraulici post operam**
**Conclusioni**

Dall'analisi dei risultati è possibile osservare che la velocità della corrente fluida è inferiore alla velocità limite consentita dal materiale  $V=2.93 \text{ m/s} < V_{MAX}=6.40 \text{ m/s}$ . I livelli idrici nella

condizione post-operam a valle delle opere di progetto risultano sostanzialmente invariati rispetto alla configurazione ante-operam.

Il tombino idraulico di progetto ha dimensioni di 5.00x5.50 m per cui risulta facilmente ispezionabile e la portata fluida è convogliata in un'unica canna. Il grado di riempimento è del 24%. Inoltre, il rigurgito a monte del tombino, dovuto alla configurazione post-operam, rispetto alla configurazione ante-operam, è interamente contenuto nelle sponde della sistemazione idraulica di progetto. Infine, a monte della sistemazione idraulica di progetto si ottiene un abbassamento del livello idrico, con conseguente riduzione delle aree allagabili. Nella sezione di valle il livello idrico è leggermente inferiore.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	COMMESSA NR11	LOTTO 01	CODIFICA D11 RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B	FOGLIO 36 di 163

## 10. ALLEGATO 2 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN05

La linea ferroviaria in progetto, presso la pk 28+782.00, interferisce con il torrente Arrone, emissario del Lago di Bracciano. La sistemazione idraulica di progetto è costituita da un canale ad “U” in gabbioni e materassi tipo RENO che raccorda, nel tratto di monte come nel tratto di valle, lo scatolare di progetto all’incisione naturale. Lo scatolare di progetto, realizzato con la tecnica spingitubo, ha dimensioni di 7.00x8.50. La sezione dello scatolare di progetto ha una sagomatura in calcestruzzo a base trapezia che riprende la forma della sistemazione idraulica Ante-Operam (Figura 10).

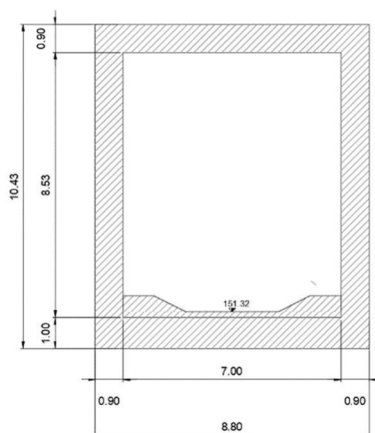


Figura 10. Sezione scatolare di progetto IN05

Il tratto oggetto della modellazione si estende per circa 170m. Di seguito sono rappresentati i risultati del modello idraulico della sistemazione IN05. Per sviluppare il modello sono state utilizzate 34 sezioni di cui 10 ottenute da rilievi in sito e 24 tramite interpolazioni dal modello del terreno.

Dall’analisi dei risultati si può riscontrare come l’attraversamento esistente risulta rigurgitato (Fig. 10.3), con conseguente allagamento delle aree di monte (Fig. 10.1), nella sezione di monte dell’attraversamento le verifiche idrauliche non sono soddisfatte (Tab 10.1). Nella situazione Post-Operam le verifiche sui franchi sono soddisfatte (Tab. 10.2 – Fig. 10.4), l’area esondabile di monte risulta ridotta, mentre l’area esondabile di valle risulta sostanzialmente invariata (fig. 10.2).

Le tabelle 10.1-2 riportano le grandezze fondamentali del moto risultanti dalla simulazione, in particolare: la quota del fondo, la quota del pelo libero della corrente, il livello energetico e la velocità media della corrente. Il nome delle sezioni corrisponde a quello riportato negli elaborati grafici.

Planimetria di esondazione ante operam Tr 200 anni



Figura 10.1 - Planimetria di esondazione ante operam

Planimetria di esondazione post operam Tr 200 anni

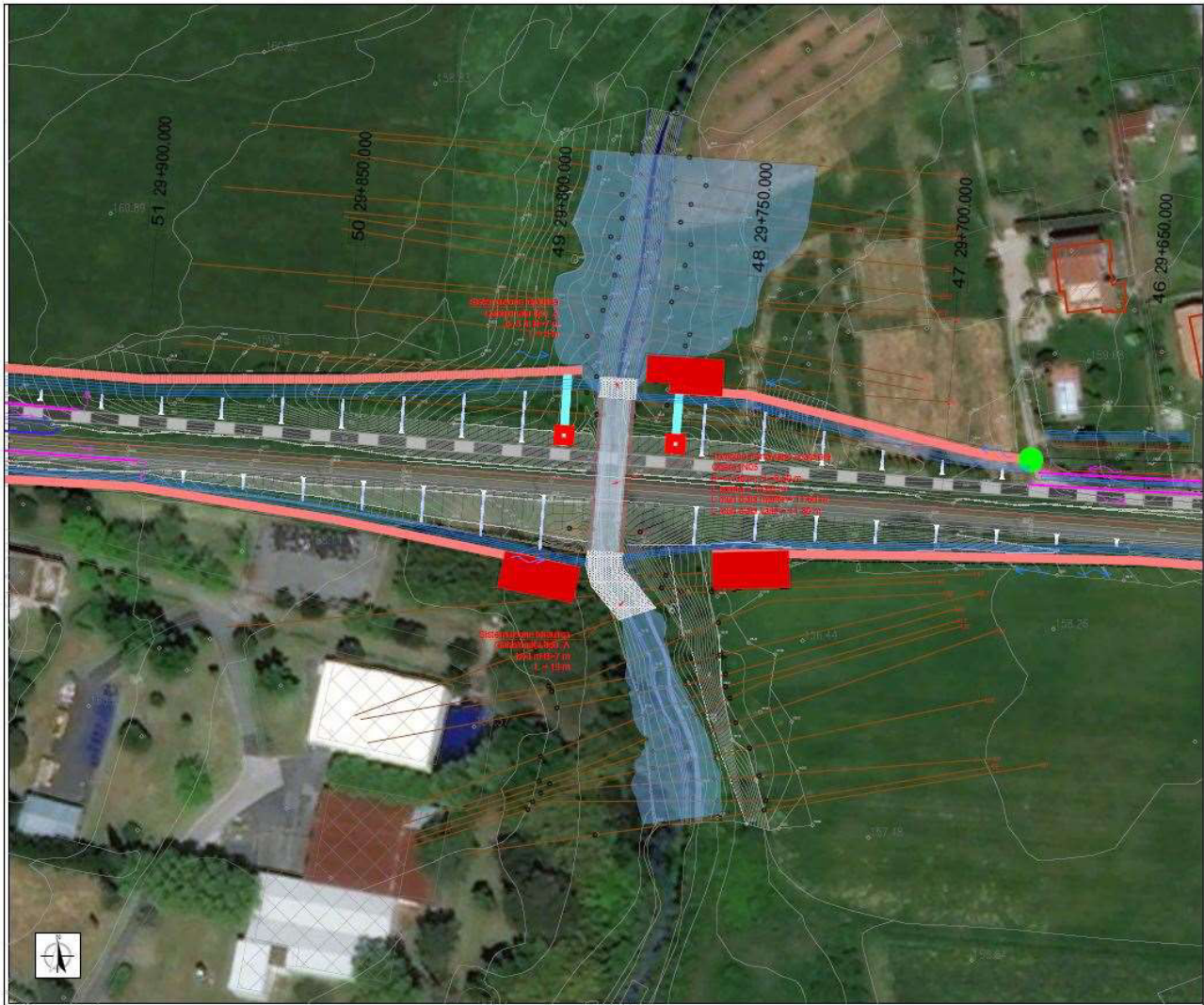


Figura 10.2 - Planimetria di esondazione post operam

Profilo Idraulico ante operam Tr 200 anni

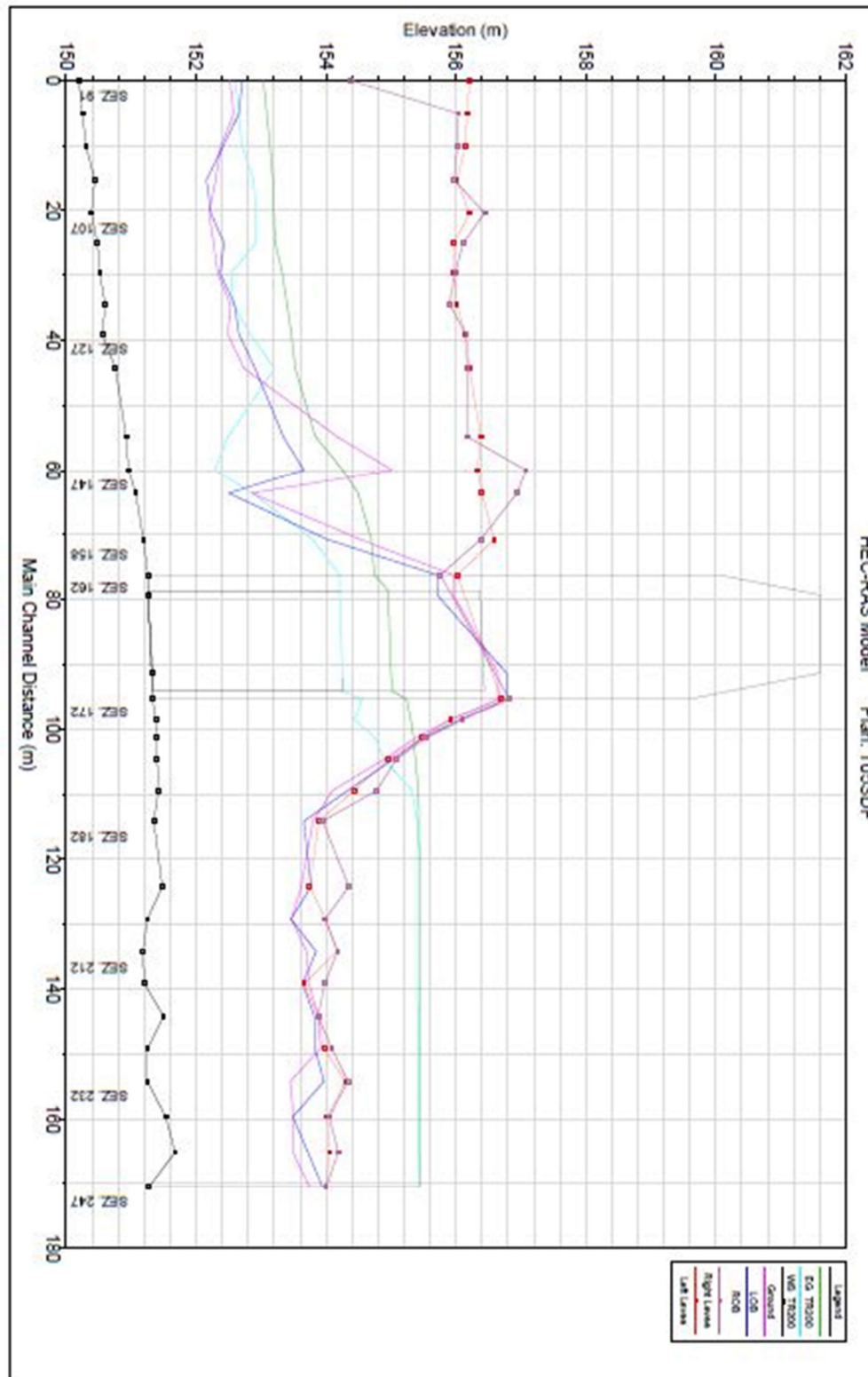


Figura 10.3 - Profilo idraulico ante operam

Profilo Idraulico post operam Tr200 anni

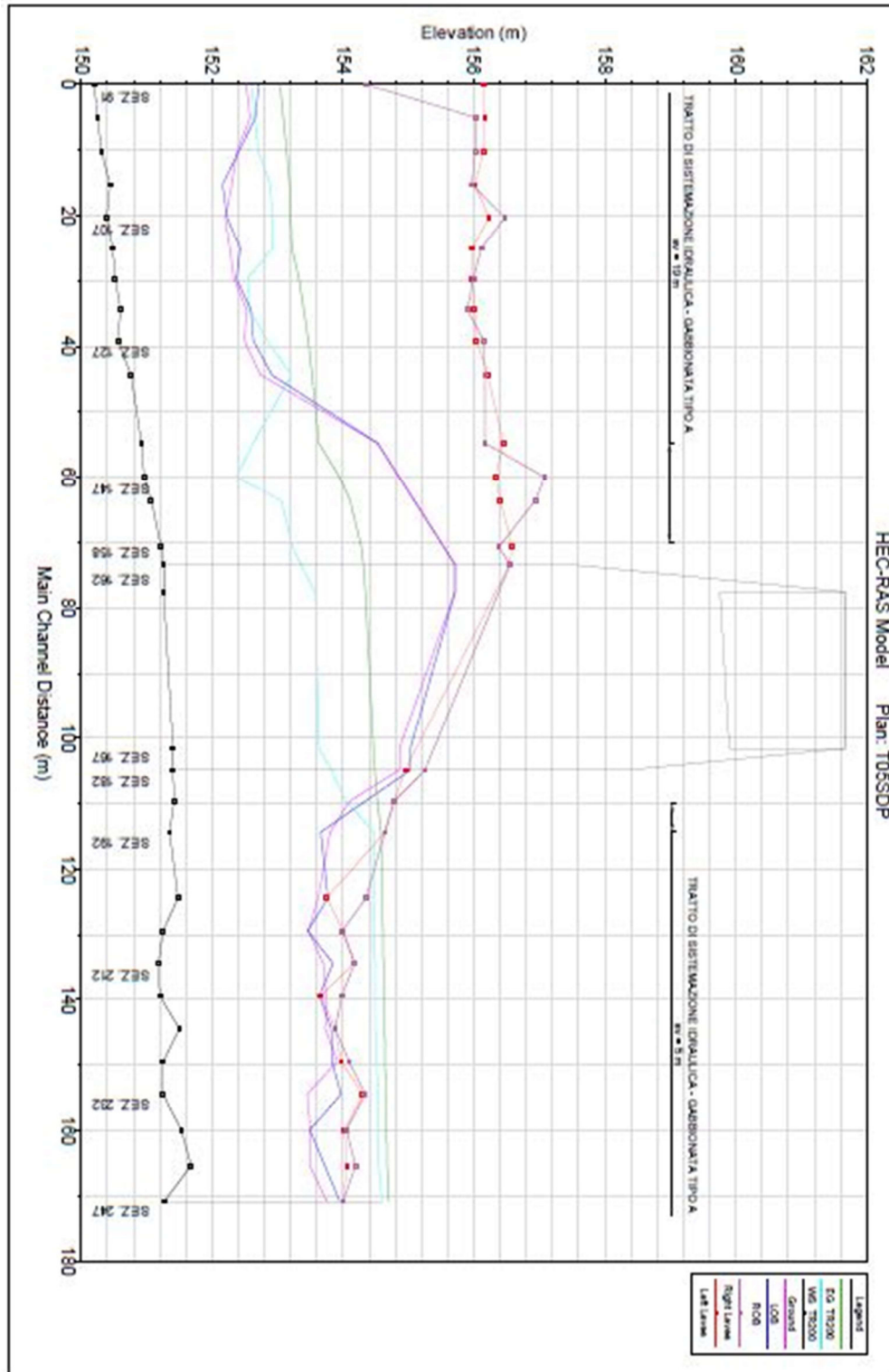


Figura 10.4 - Profilo idraulico post operam



**Tabella riassuntiva ante operam Tr200 anni**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN05	247	151.27	155.43	155.45	0.77
IN05	242	151.68	155.43	155.45	0.89
IN05	237	151.53	155.43	155.45	0.87
IN05	232	151.25	155.43	155.45	0.8
IN05	227	151.25	155.42	155.45	0.85
IN05	222	151.5	155.41	155.44	0.95
IN05	217	151.2	155.4	155.44	0.97
IN05	212	151.18	155.4	155.44	0.94
IN05	207	151.25	155.4	155.44	0.96
IN05	202	151.48	155.4	155.44	0.91
IN05	192	151.35	155.41	155.43	0.77
IN05	187	151.42	155.32	155.42	1.59
IN05	182	151.4	154.9	155.38	3.08
IN05	178	151.4	154.75	155.35	3.42
IN05	175	151.38	154.44	155.31	4.11
IN05	172	151.33	154.56	155.24	3.66
IN05	167	Culvert			
IN05	162	151.26	154.21	154.75	3.24
IN05	158	151.19	153.79	154.7	4.2
IN05	151	151.07	152.88	154.49	5.64
IN05	147	150.96	152.28	154.26	6.23
IN05	142	150.92	152.49	153.84	5.13
IN05	132	150.76	153.21	153.53	2.51
IN05	127	150.56	152.84	153.47	3.52
IN05	122	150.6	152.57	153.4	4.02
IN05	117	150.52	152.54	153.33	3.94
IN05	112	150.48	152.93	153.22	2.41
IN05	107	150.39	152.92	153.2	2.38
IN05	102	150.44	152.89	153.18	2.46
IN05	97	150.31	152.71	153.14	2.92
IN05	92	150.25	152.65	153.09	2.93
IN05	91	150.2	152.6	153.04	2.92

**Tabella 10.1 - Parametri idraulici ante operam**

**Tabella riassuntiva post operam Tr200**

Reach	River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)
IN05	247	151.27	154.59	154.69	1.48
IN05	242	151.68	154.54	154.67	1.86
IN05	237	151.53	154.54	154.67	1.77
IN05	232	151.25	154.54	154.65	1.63
IN05	227	151.25	154.51	154.64	1.66
IN05	222	151.5	154.49	154.64	1.72
IN05	217	151.2	154.49	154.63	1.69
IN05	212	151.18	154.49	154.62	1.6
IN05	207	151.25	154.47	154.61	1.71
IN05	202	151.48	154.47	154.6	1.65
IN05	192	151.35	154.48	154.58	1.45
IN05	187	151.42	154.04	154.53	3.09
IN05	182	151.4	153.82	154.49	3.61
IN05	167	Bridge			
IN05	162	151.26	153.36	154.31	4.32
IN05	158	151.22	153.23	154.28	4.54
IN05	151	151.07	153.06	154.11	4.56
IN05	147	150.96	152.37	153.95	5.56
IN05	142	150.92	152.63	153.63	4.43
IN05	132	150.76	153.21	153.53	2.51
IN05	127	150.56	152.84	153.47	3.52
IN05	122	150.6	152.57	153.4	4.02
IN05	117	150.52	152.54	153.33	3.94
IN05	112	150.48	152.93	153.22	2.41
IN05	107	150.39	152.92	153.2	2.38
IN05	102	150.44	152.89	153.18	2.46
IN05	97	150.31	152.7	153.14	2.92
IN05	92	150.25	152.65	153.09	2.93
IN05	91	150.2	152.6	153.04	2.92

**Tabella 10.2 - Parametri idraulici post operam**

## **Conclusioni**

Dall'analisi dei risultati è possibile osservare che la velocità della corrente fluida è inferiore alla velocità limite consentita dal materiale  $V=5.56 \text{ m/s} < V_{MAX}=6.40 \text{ m/s}$ . I livelli idrici nella condizione post-operam a valle delle opere di progetto risultano sostanzialmente invariati rispetto alla configurazione ante-operam.

L'opera scatolare di progetto ha dimensioni di 7.00x8.50 m per cui risulta facilmente ispezionabile e la portata fluida è convogliata in un'unica canna. Il grado di riempimento è del 26% con un franco idraulico di 6.06m. Inoltre, il rigurgito a monte del tombino, dovuto alla configurazione post-operam, rispetto alla configurazione ante-operam, è interamente contenuto nelle sponde della sistemazione idraulica di progetto. Infine, a monte della sistemazione idraulica di progetto si ottiene un abbassamento del livello idrico, con conseguente riduzione delle aree allagabili. Nella sezione di valle il livello idrico risulta invariato.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	<b>COMMESSA</b> NR11	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> D11 RI	<b>DOCUMENTO</b> ID0002 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 44 di 163

## 11. ALLEGATO 3 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN06

La linea ferroviaria in progetto, presso la pk 30+709.00, interferisce con Fosso della Casaccia. Il Fosso della Casaccia attraversa la zona urbana di Anguillara Sabazia e nel tratto a monte della stazione ferroviaria si raccorda al Fosso dei Vignali tramite un innesto a “T”. Il fosso dei Vignali a monte del raccordo con il Fosso della Casaccia interferisce con la nuova viabilità NV03. Il consorzio di bonifica del Tevere e Agro Romano evidenzia delle criticità idrauliche nei pressi dell’innesto a “T” tra i due fossi.

La sistemazione idraulica di progetto è costituita da un canale ad “U” in calcestruzzo che si estende per 57 m a monte della linea ferroviaria fino al raccordo con il Fosso dei Vignali. A valle della linea ferroviaria la sistemazione idraulica di progetto del Fosso della Casaccia è composta da un canale ad “U” in gabbioni e materassi tipo RENO che raccorda lo scatolare di progetto all’incisione naturale. Sono previsti degli interventi anche sul Fosso dei Vignali: in particolare si prevede una sistemazione del corso d’acqua con un canale a sezione trapezia in calcestruzzo e vengono predisposti sulle sponde del canale dei muretti di protezione di altezza 0.5-0.8m al fine di eliminare la criticità idraulica nel tratto oggetto degli interventi. Lo scatolare di progetto, realizzato per fasi, ha dimensioni di 7.00x2.50.

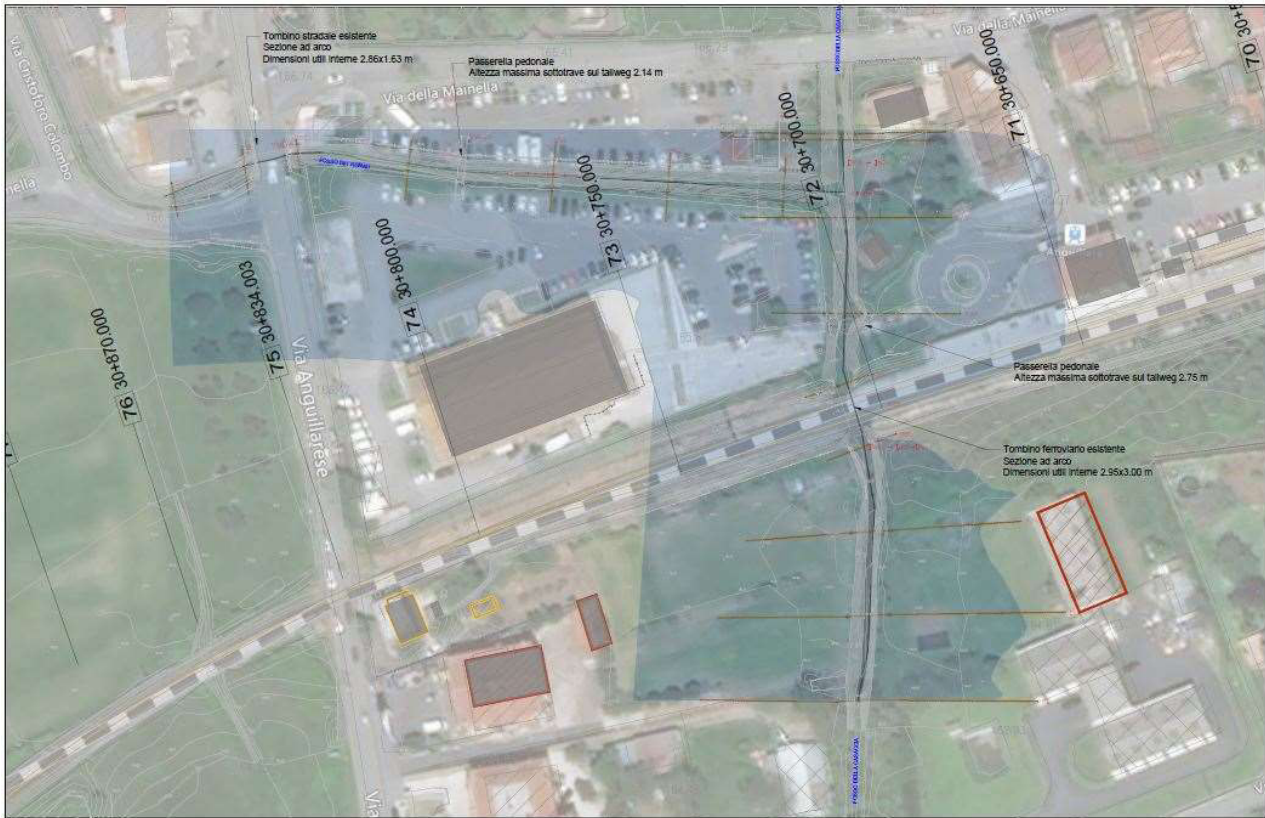
Il tratto oggetto della modellazione si estende per circa 140m sul Fosso della Casaccia e circa 150m sul Fosso dei Vignali. Per sviluppare il modello sono state utilizzate 15 sezioni ottenute da rilievi in sito. Di seguito sono rappresentati i risultati del modello idraulico della sistemazione IN06.

Dall’analisi dei risultati si può osservare come nella situazione Ante-Operam il tombino ferroviario esistente risulta insufficiente (Fig. 10.1-3), con conseguente allagamento delle aree di monte. Anche l’innesto a “T” tra i due fossi risulta critico, infatti, le sezioni d’alveo insufficienti e le quote dei corsi d’acqua nel punto di raccordo determinano un forte rigurgito con allagamento delle aree circostanti.

Nella situazione di progetto (Fig. 10.2) vengono riprofilate le quote dei fossi esistenti e predisposti dei muretti di protezione lungo il tratto di intervento del Fosso dei Vignali. Dalla figura 10.2 è possibile osservare come il corso d’acqua in progetto risulta sufficiente e gli attraversamenti in progetto (tombino ferroviario e tombino stradale NV03) risultano verificati in termini di grado di riempimento (Fig. 10.5-10.6 Tab. 10.8).

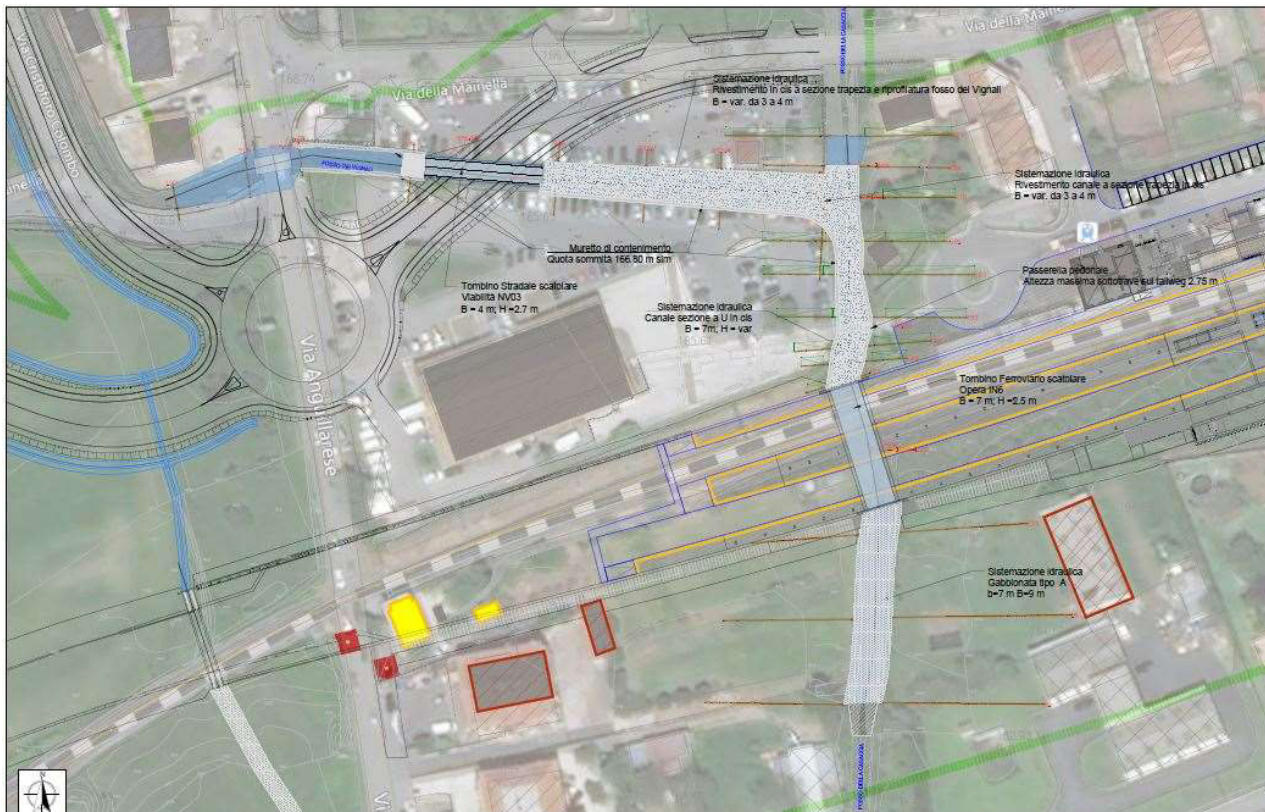
Le tabelle 10.7-8 riportano tutte le grandezze fondamentali del moto risultanti dalla simulazione, in particolare: la quota del fondo, la quota del pelo libero della corrente, il livello energetico e la velocità media della corrente. Il nome delle sezioni corrisponde a quello riportato negli elaborati grafici.

### Planimetria di esondazione ante operam Tr 200 anni



**Figura 11.1 - Planimetria di esondazione ante operam**

**Planimetria di esondazione post operam Tr200 anni**



**Figura 11.2 - Planimetria di esondazione post operam**

Profilo idraulico ante operam Tr200 anni – Fosso della Casaccia

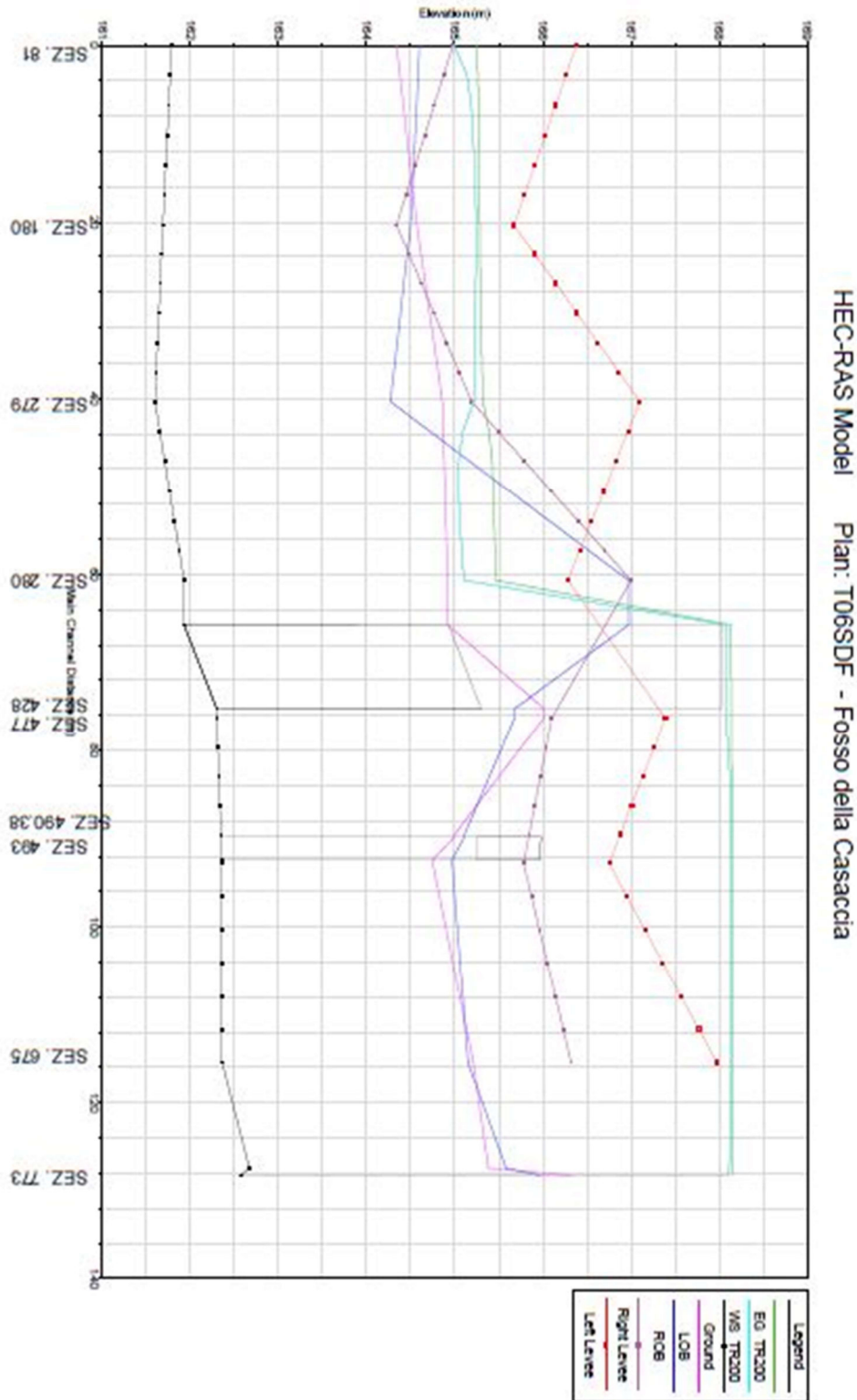
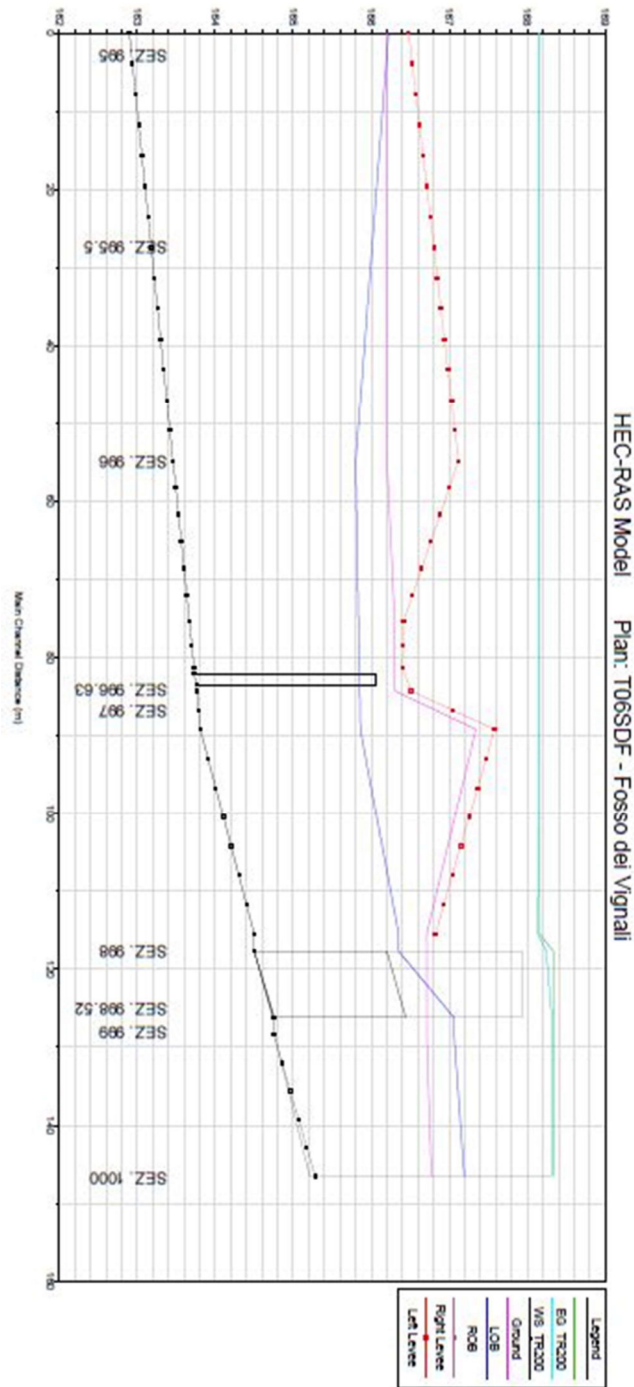


Figura 11.3 - Profilo idraulico ante operam – Fosso della Casaccia

**Profilo idraulico ante operam Tr200 anni – Fosso dei Vignali**



**Figura 11.4 - Profilo idraulico ante operam – Fosso dei Vignali**



Profilo idraulico post operam Tr200 anni – Fosso della Casaccia

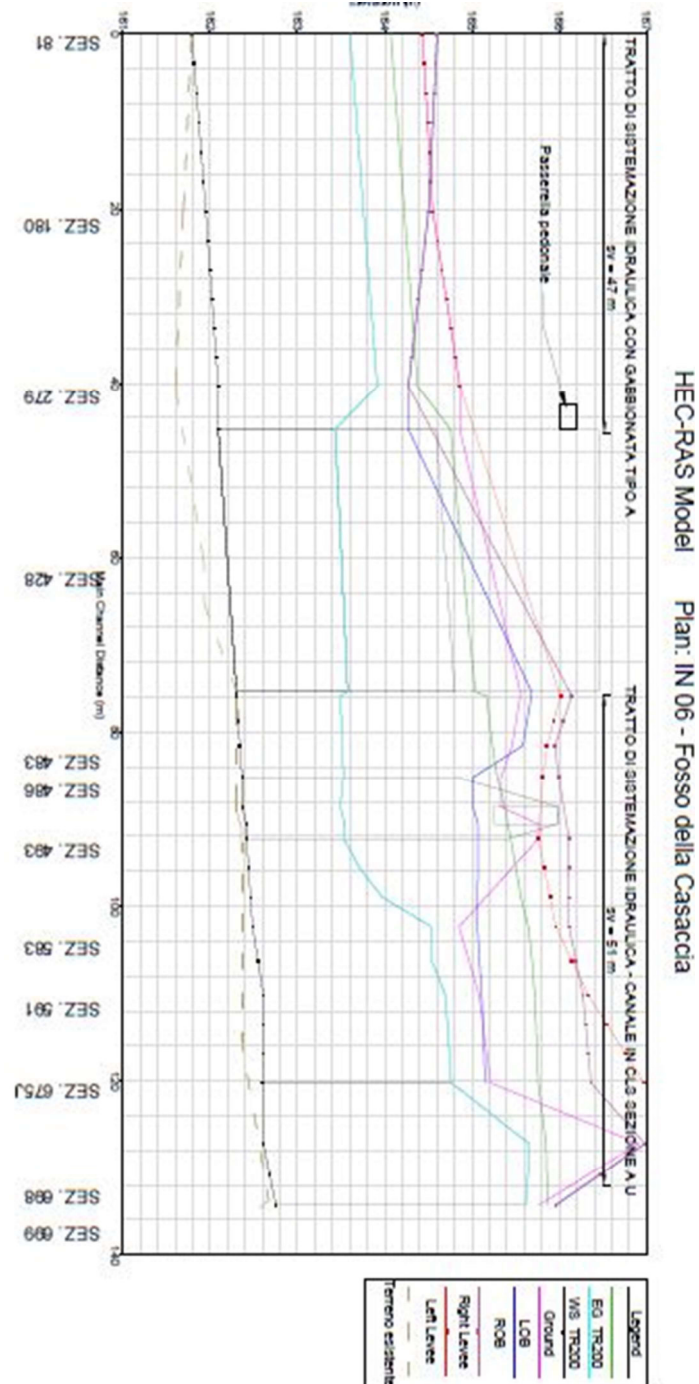


Figura 11.5 - Profilo idraulico post operam – Fosso della Casaccia

Profilo idraulico post operam Tr200 anni – Fosso dei Vignali

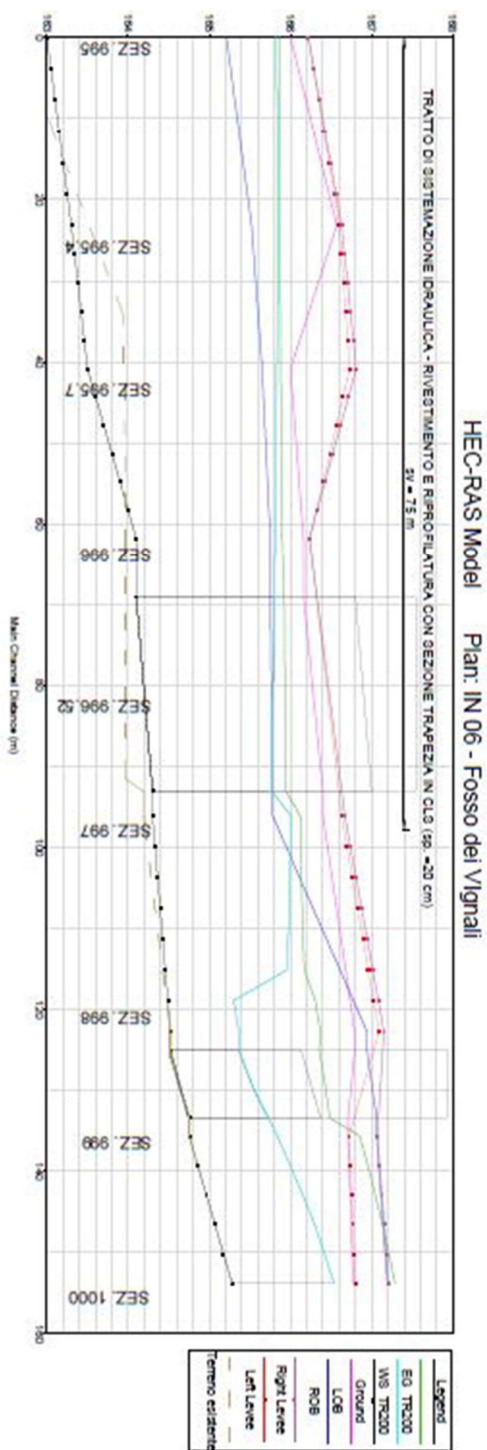


Figura 11.6 - Profilo idraulico post operam – Fosso della Vignali

**Tabella riassuntiva ante operam Tr200 anni**

River	River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)
Vignali	1000	165.21	168.31	168.34	0.8
Vignali	999	164.76	168.31	168.33	0.7
Vignali	998.52	Culvert			
Vignali	998	164.5	168.13	168.16	0.7
Vignali	997	163.81	168.14	168.15	0.38
Vignali	996.86	163.76	168.14	168.15	0.36
Vignali	996.81	Bridge			
Vignali	996.77	163.73	168.14	168.15	0.36
Vignali	996.6	163.67	168.14	168.15	0.35
Vignali	996	163.46	168.14	168.15	0.32
Vignali	995	162.9	168.14	168.15	0.29
IN06	774	162.57	168.11	168.16	1.05
IN06	773	162.67	168.11	168.16	1.02
IN06	675	162.36	168.14	168.15	0.59
IN06	493	162.36	168.14	168.14	0.52
IN06	490.11	Bridge			
IN06	489.8	162.35	168.13	168.14	0.6
IN06	477	162.3	168.07	168.14	1.28
IN06	428	Culvert			
IN06	280	161.93	165.1	165.47	2.67
IN06	279	161.6	165.22	165.32	1.74
IN06	180	161.69	165.24	165.28	1.13
IN06	81	161.79	164.99	165.24	2.68

**Tabella 11.1 - Parametri idraulici ante operam**

**Tabella riassuntiva post operam Tr200 anni**

River	River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)
Vlgnali	1000	165.28	166.54	167.29	3.84
Vlgnali	999	164.75	165.84	166.85	4.47
Vlgnali	998.52	Culvert			
Vlgnali	998	164.52	165.36	166.37	4.44
Vlgnali	997	164.3	166.01	166.12	1.48
Vlgnali	996.52	Culvert			
Vlgnali	996	164.1	165.81	165.9	1.28
Vlgnali	995.7	163.5	165.83	165.88	1
Vlgnali	995.4	163.3	165.84	165.87	0.71
Vlgnali	995	163	165.82	165.86	0.91
IN06	699	162.75	165.61	165.87	2.25
IN06	698	162.61	165.65	165.85	1.96
IN06	675	162.6	164.76	165.76	4.42
IN06	591	162.61	164.69	165.72	4.48
IN06	583	162.49	164.53	165.64	4.67
IN06	493	162.42	163.53	165.44	5.91
IN06	490.38	Bridge			
IN06	486	162.37	163.53	165.29	5.8
IN06	483	162.34	163.52	165.23	5.7
IN06	477	162.3	163.49	165.16	5.61
IN06	428	Culvert			
IN06	279	162.09	163.92	164.37	3
IN06	180	161.95	163.76	164.22	3.03
IN06	81	161.79	163.6	164.07	3.02

**Tabella 11.2 - Parametri idraulici post operam**
**Conclusioni**

Dall'analisi dei risultati è possibile osservare che la velocità della corrente fluida è inferiore alla velocità limite consentita dal materiale  $V=5.91 \text{ m/s} < V_{MAX}=6.50 \text{ m/s}$ . I livelli idrici nella condizione post-operam risultano contenuti entro le sezioni di progetto.

L'opera scatolare di progetto ha dimensioni di 7.00x2.50 m per cui risulta facilmente ispezionabile e la portata fluida è convogliata in un'unica canna. Il grado di riempimento è del 52%. Inoltre, il rigurgito a monte del tombino, dovuto alla configurazione post-operam, rispetto alla configurazione ante-operam, è interamente contenuto nelle sponde della sistemazione idraulica di progetto. Infine, a monte della



**PROGETTO DEFINITIVO**

**RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO**

**TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR11	01	D11 RI	ID0002 001	B	53 di 163

sistemazione idraulica di progetto si ottiene un abbassamento del livello idrico, con conseguente riduzione delle aree allagabili.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	<b>COMMESSA</b> NR11	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> D11 RI	<b>DOCUMENTO</b> ID0002 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 54 di 163

## 12. ALLEGATO 4 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN09

Per la linea ferroviaria in progetto, presso la pk 31+620.00, è prevista una sistemazione idraulica costituita da un canale a sezione trapezia in gabbioni e materassi tipo RENO che raccorda, nel tratto di monte come nel tratto di valle, lo scatolare di progetto all'incisione naturale. Lo scatolare di progetto ha dimensioni di 2.00x2.00.

Il tratto oggetto della modellazione si estende per circa 300m. Di seguito sono rappresentati i risultati del modello idraulico della sistemazione IN09. Per sviluppare il modello sono state utilizzate 66 sezioni di cui 19 ottenute da rilievi in sito e 47 tramite interpolazioni dal modello del terreno.

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo scatolare per lo spostamento della sede ferroviaria. La situazione ante operam analizzata è riportata nelle Figure 12.1 - 12.3 e in Tabella 12.1.

Dall'analisi dei risultati della situazione post operam si può riscontrare come le verifiche sui franchi siano soddisfatte (Tabella 12.2 - Figura 12.4), l'area esondabile risulta ridotta nel tratto di monte mentre rimane sostanzialmente invariata nel tratto di valle (Figura 12.2).

Le tabelle Tabella 26.1 e Tabella 26.2 riportano tutte le grandezze fondamentali del moto risultanti dalla simulazione, in particolare: la quota del fondo, la quota del pelo libero della corrente, il livello energetico e la velocità media della corrente. Il nome delle sezioni corrisponde a quello riportato negli elaborati grafici.

Planimetria di esondazione ante operam

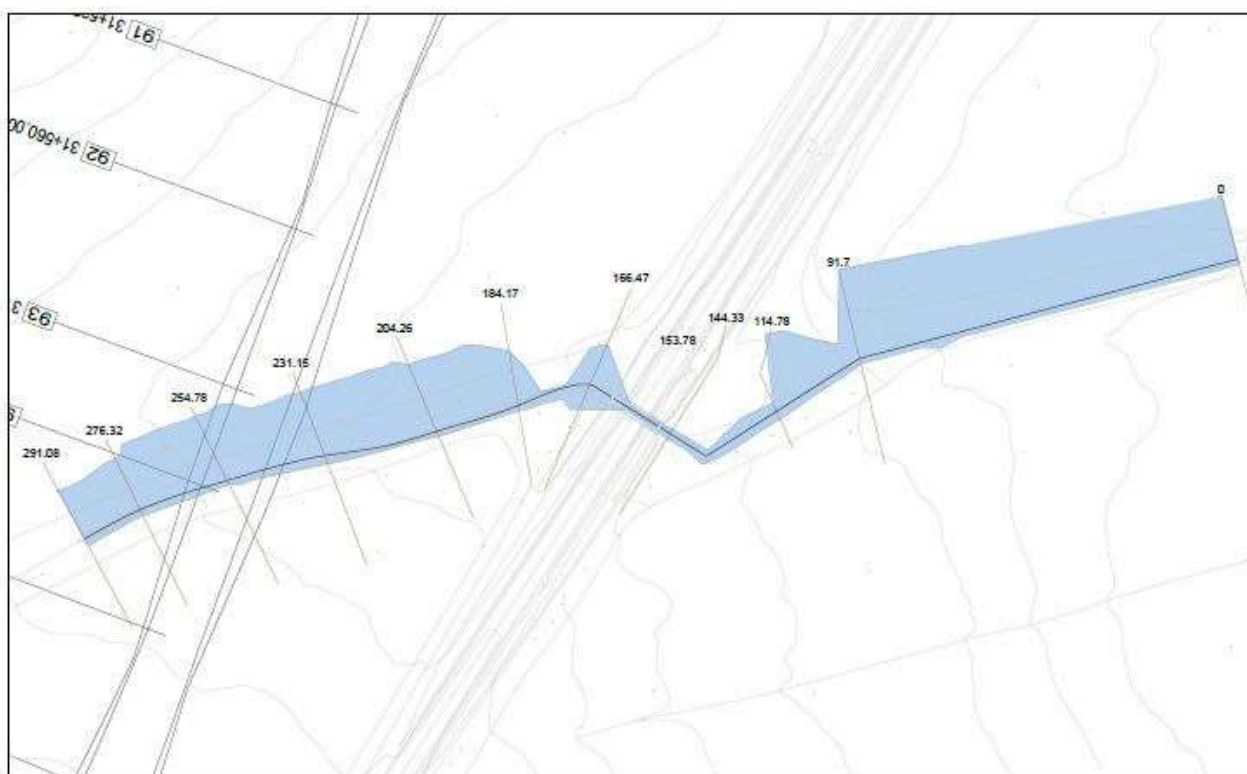
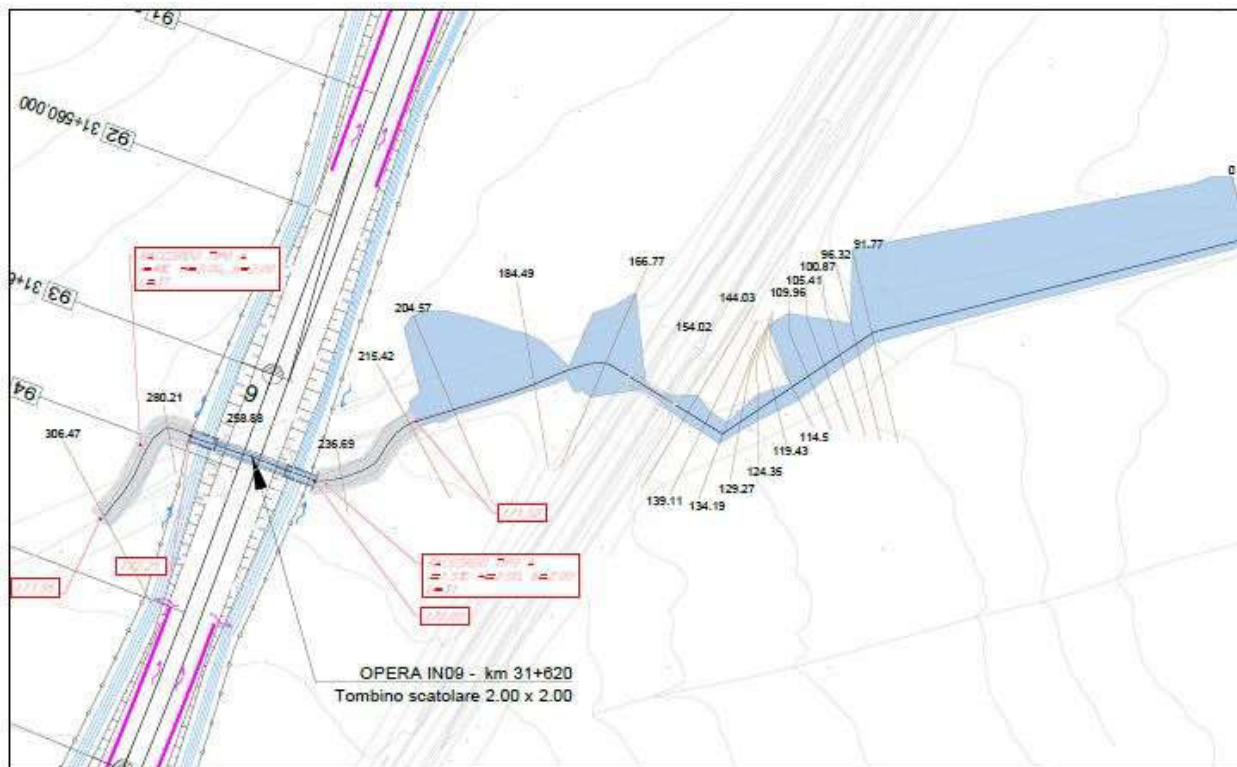


Figura 12.1 Planimetria di esondazione ante operam

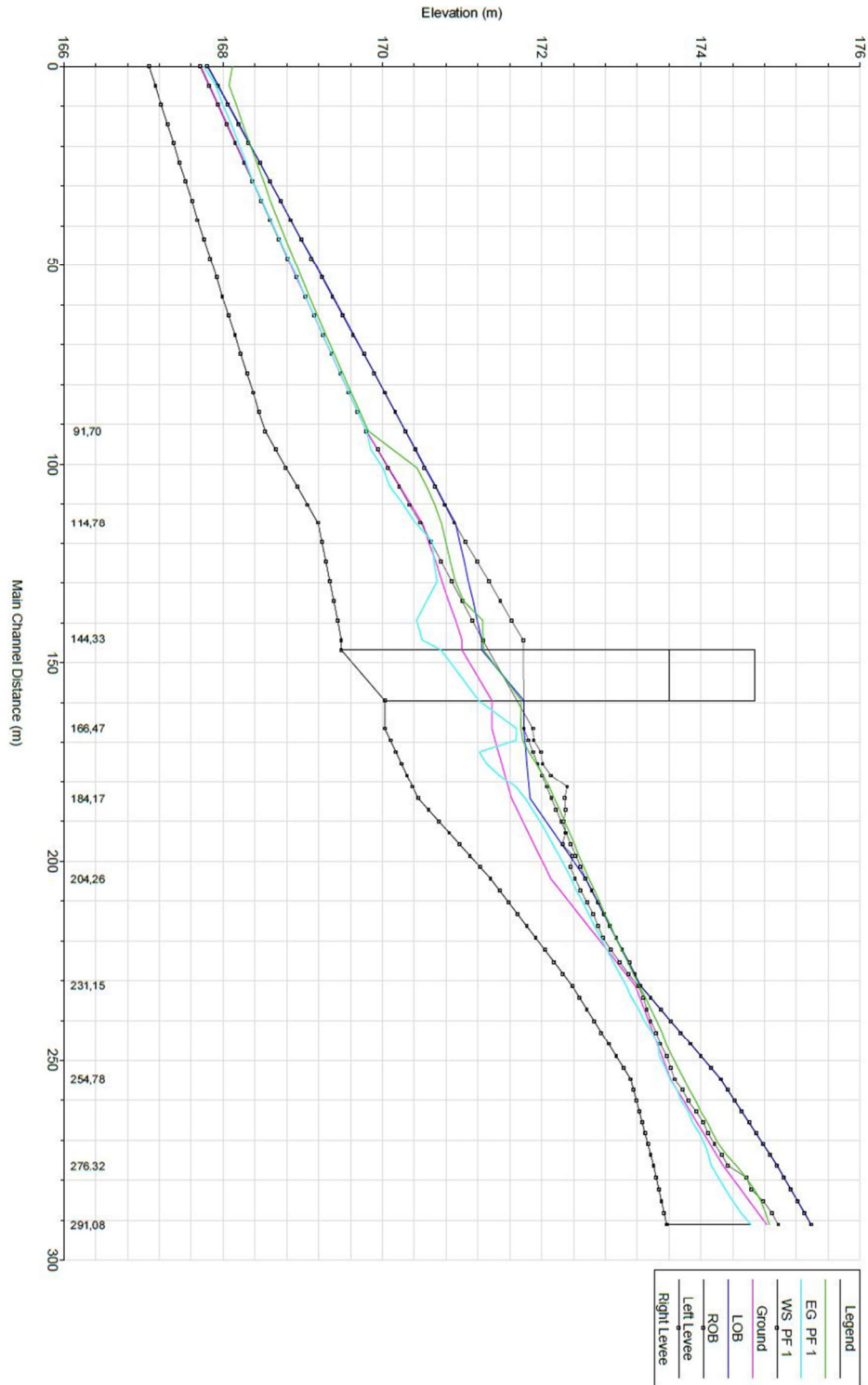
**Planimetria di esondazione post operam**



**Figura 12.2 Planimetria di esondazione post operam**

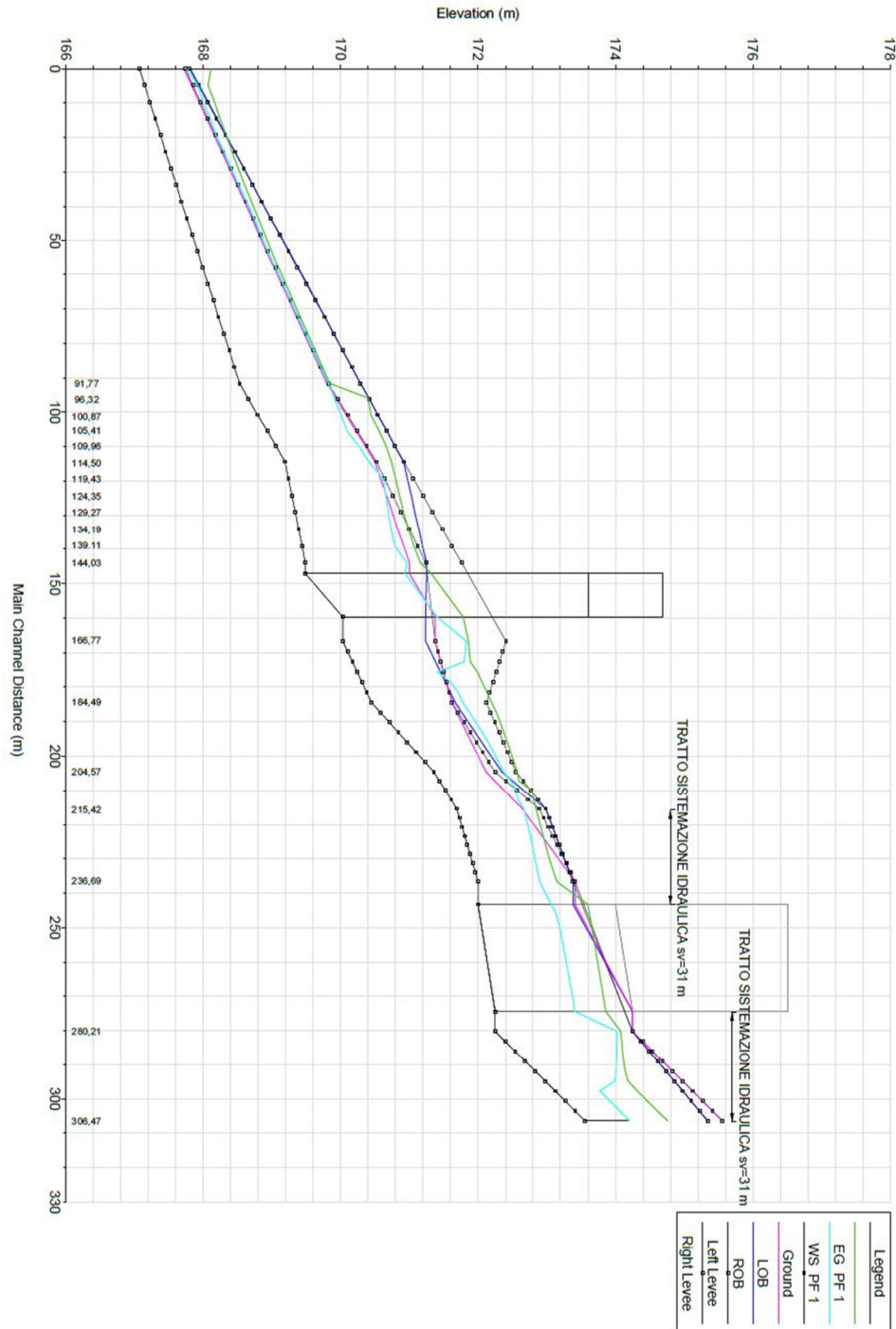


**Profilo Idraulico ante operam**



**Figura 12.3 Profilo Idraulico ante operam**

**Profilo Idraulico post operam**



**Figura 12.4 Profilo Idraulico post operam**

**Tabella riassuntiva ante operam**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN09	291.08	173.57	174.63	174.86	2.36
IN09	276.32	173.41	174.13	174.45	3.07
IN09	254.78	173.12	173.61	173.79	2.45
IN09	231.15	172.38	173.06	173.23	2.16
IN09	204.26	171.36	172.37	172.59	2.64
IN09	184.17	170.45	171.79	172.16	2.9
IN09	166.47	170.03	171.69	171.74	1.08
IN09	153.78	Culvert			
IN09	144.33	169.48	170.5	171.27	3.87
IN09	114.78	169.19	170.41	170.74	2.53
IN09	91.7	168.53	169.8	169.82	0.69
IN09	0	167.07	167.76	168.12	3.35

**Tabella 12.1 Parametri idraulici ante operam**
**Tabella riassuntiva post operam**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN09	306.47	173.56	174.21	174.76	3.3
IN09	280.21	172.25	174.03	174.08	1.03
IN09	258.88	Culvert			
IN09	236.69	172	172.9	173.15	2.21
IN09	215.42	171.69	172.67	172.84	1.87
IN09	204.57	171.36	172.37	172.57	2.6
IN09	184.49	170.45	171.78	172.2	3.07
IN09	166.77	170.03	171.83	171.86	0.91
IN09	154.02	Culvert			
IN09	144.03	169.48	170.97	171.16	1.96
IN09	134.19	169.39	170.73	170.99	2.23
IN09	129.27	169.34	170.7	170.92	2.08
IN09	124.35	169.29	170.66	170.86	1.98
IN09	119.43	169.24	170.62	170.8	1.88
IN09	114.5	169.19	170.41	170.74	2.55
IN09	105.41	168.93	170.09	170.56	3.12
IN09	96.32	168.66	169.91	170.44	3.27
IN09	91.77	168.53	169.82	169.84	0.66
IN09	0	167.07	167.76	168.11	3.34

**Tabella 12.2 Parametri idraulici post operam**

## Conclusioni

Dall'analisi dei risultati è possibile osservare che la velocità della corrente fluida è inferiore alla velocità limite consentita dal materiale  $V=3.30 \text{ m/s} < V_{MAX}=6.4 \text{ m/s}$ . I livelli idrici nella condizione post-operam a valle delle opere di progetto risultano sostanzialmente invariati rispetto alla configurazione ante-operam.

Il tombino idraulico di progetto ha dimensioni di 2.00x2.00 m per cui risulta facilmente ispezionabile e la portata fluida è convogliata in un'unica canna. Il grado di riempimento è del 58% e comunque si ha un franco idraulico superiore a 50cm. Inoltre, il rigurgito a monte del tombino, dovuto alla configurazione post-operam, rispetto alla configurazione ante-operam, è interamente contenuto nelle sponde della sistemazione idraulica di progetto. Infine, a monte della sistemazione idraulica di progetto si ottiene un abbassamento del livello idrico. Nella sezione di valle il livello idrico risulta invariato.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	<b>COMMESSA</b> NR11	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> D11 RI	<b>DOCUMENTO</b> ID0002 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 61 di 163

### 13. ALLEGATO 5 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN11

La linea ferroviaria in progetto, presso la pk 32+272.00, interferisce con un affluente del Fosso della Mainella. La sistemazione idraulica di progetto è costituita da un canale a sezione trapezia rivestito con materassi tipo RENO che raccorda, nel tratto di monte come nel tratto di valle, lo scatolare di progetto all'incisione naturale. A valle della sistemazione idraulica è inoltre prevista la pulizia e riprofilatura dell'alveo naturale per un tratto di circa 60 m. Lo scatolare di progetto ha dimensioni di 2.00x1.50 m.

Il tratto oggetto della modellazione si estende per circa 210 m. Di seguito sono rappresentati i risultati del modello idraulico della sistemazione IN11. Per sviluppare il modello sono state utilizzate 42 sezioni di cui 9 ottenute da rilievi in sito e 33 tramite interpolazioni dal modello del terreno.

Dall'analisi dei risultati si può riscontrare come l'attraversamento esistente risulta rigurgitato (Figura 13.3), con conseguente allagamento delle aree di monte (Figura 13.1), nella sezione di monte dell'attraversamento le verifiche idrauliche non sono soddisfatte (Tabella 13.1). Nella situazione Post-Operam le verifiche sui franchi sono soddisfatte (Tabella 13.2 – Figura 13.4), non è presente area allagabile immediatamente a monte in quanto la portata rimane interamente contenuta all'interno delle sponde della sistemazione idraulica e l'area esondabile risulta ridotta rispetto alla situazione ante operam, mentre nel tratto di valle la portata è contenuta interamente all'interno della sezione sistemata. (Figura 13.2).

La tabelle Tabella 13.1 - Tabella 13.2 riportano tutte le grandezze fondamentali del moto risultanti dalla simulazione, in particolare: la quota del fondo, la quota del pelo libero della corrente, il livello energetico e la velocità media della corrente. Il nome delle sezioni corrisponde a quello riportato negli elaborati grafici.

Planimetria di esondazione ante operam

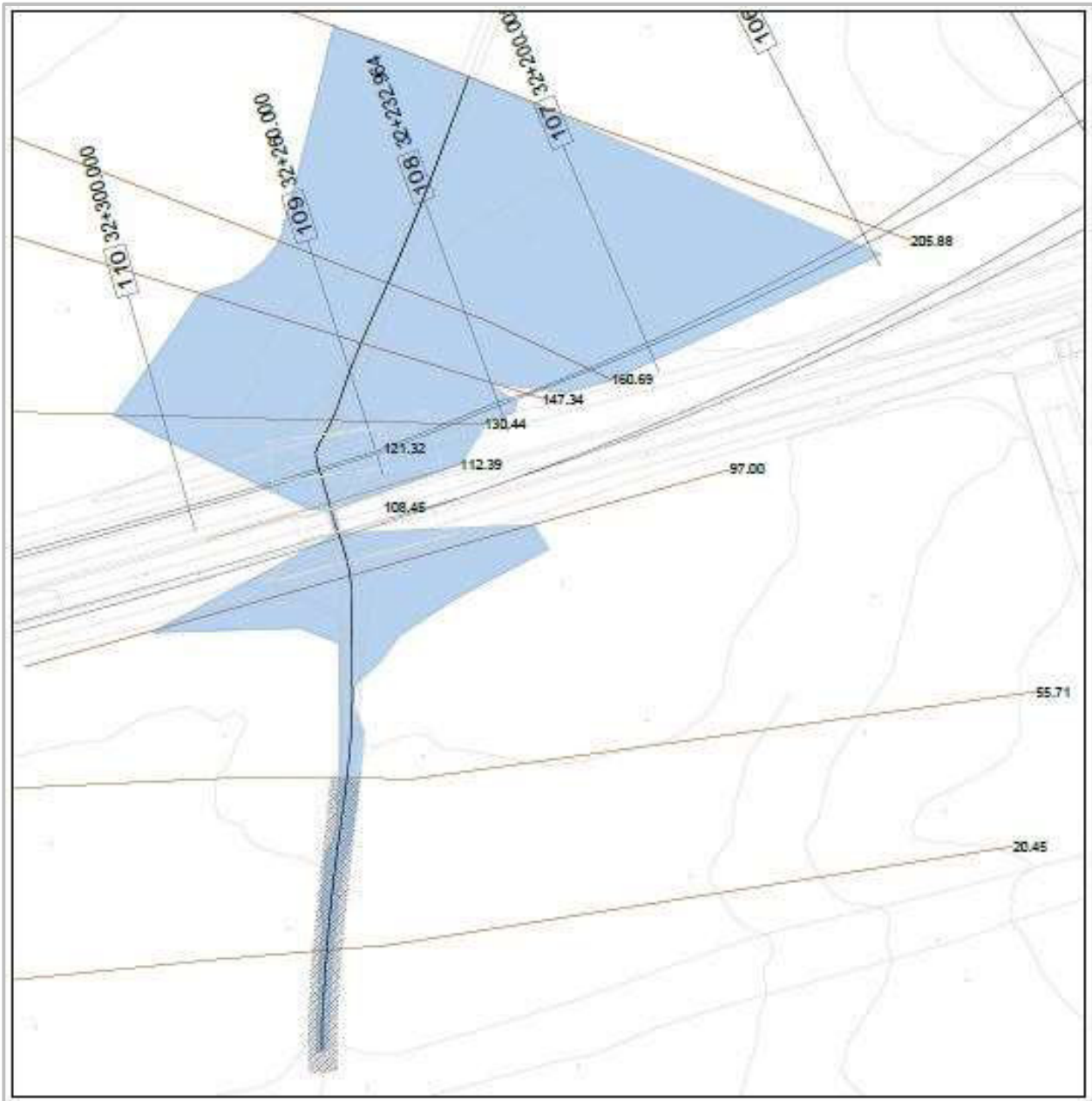


Figura 13.1 Planimetria di esondazione ante operam

Planimetria di esondazione post operam

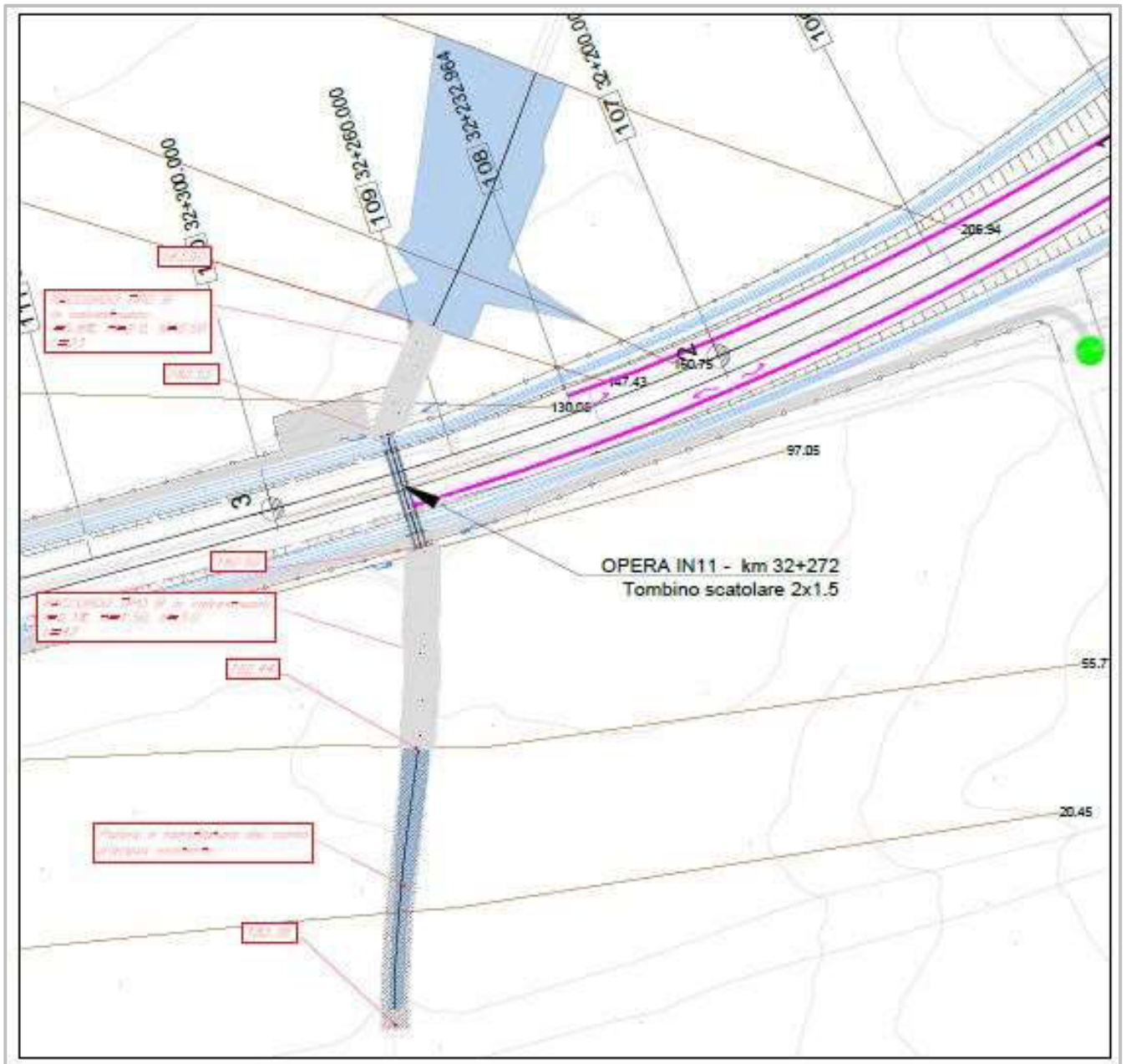
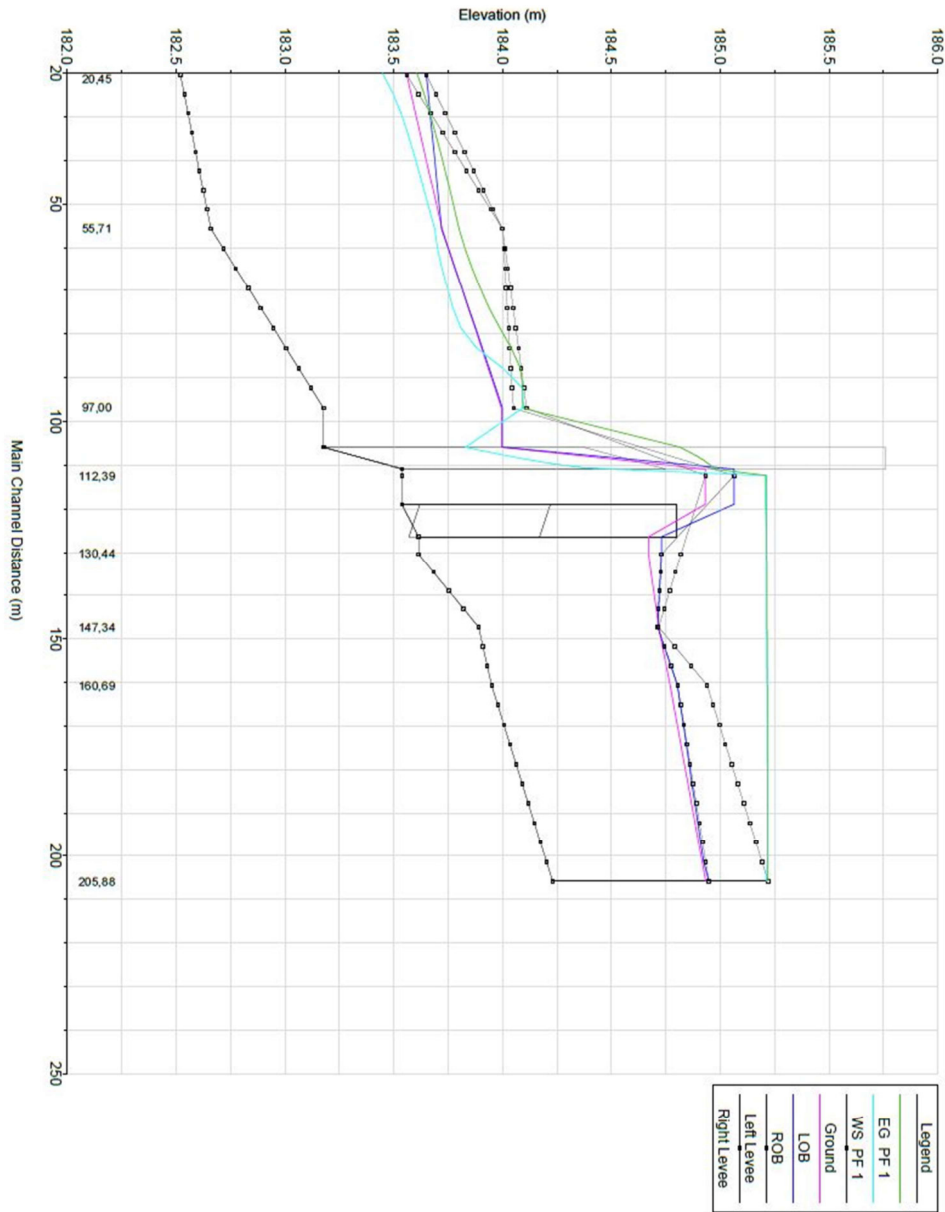


Figura 13.2 Planimetria di esondazione post operam

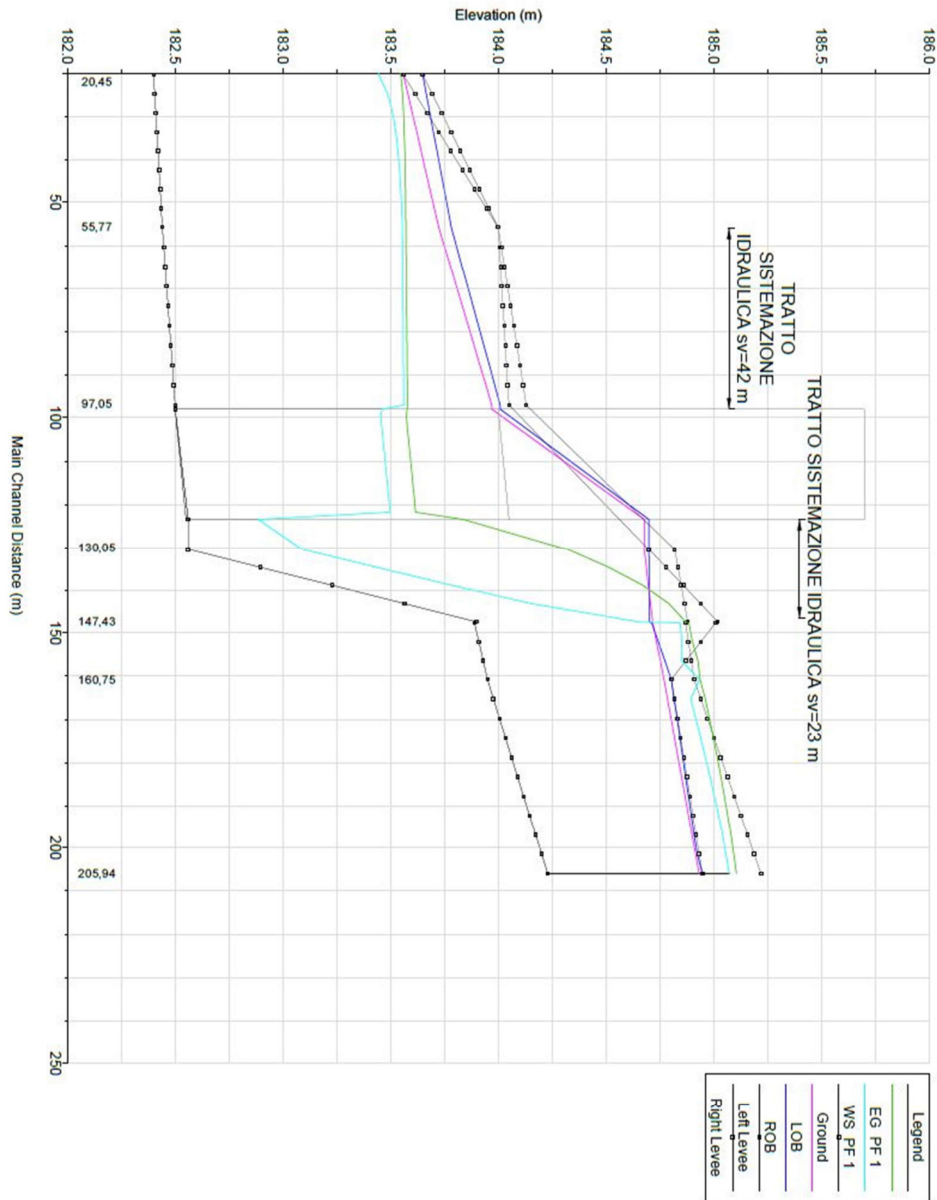
**Profilo Idraulico ante operam**



**Figura 13.3 Profilo Idraulico ante operam**



**Profilo Idraulico post operam**



**Figura 13.4 Profilo Idraulico post operam**

**Tabella riassuntiva ante operam**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN11	205.88	184.23	185.21	185.22	0.54
IN11	160.69	183.95	185.22	185.22	0.13
IN11	147.34	183.89	185.21	185.22	0.32
IN11	130.44	183.61	185.21	185.21	0.16
IN11	121.32	Culvert			
IN11	112.39	183.54	185.21	185.21	0.38
IN11	108.45	Culvert			
IN11	97	183.18	184.09	184.09	0.31
IN11	55.71	182.66	183.69	183.8	1.49
IN11	20.45	182.52	183.45	183.61	1.75

**Tabella 13.1 Parametri idraulici ante operam**
**Tabella riassuntiva post operam**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN11	205.94	184.23	185.07	185.11	0.99
IN11	160.75	183.95	184.94	184.94	0.31
IN11	147.63	183.89	184.85	184.89	1.01
IN11	147.43	183.9	184.66	184.87	2.05
IN11	130.5	182.56	183.09	184.32	4.91
IN11	110.21	Culvert			
IN11	97.05	182.5	183.56	183.58	0.59
IN11	55.77	182.44	183.55	183.57	0.57
IN11	20.45	182.4	183.45	183.55	1.41

**Tabella 13.2 Parametri idraulici post operam**
**Conclusioni**

Dall'analisi dei risultati è possibile osservare che la velocità della corrente fluida è inferiore alla velocità limite consentita dal materiale  $V=4.91 \text{ m/s} < V_{MAX}=6.40 \text{ m/s}$ . I livelli idrici nella condizione post-operam a valle delle opere di progetto risultano sostanzialmente invariati rispetto alla configurazione ante-operam.

Il tombino idraulico di progetto ha dimensioni di 2.00x1.50 m per cui risulta facilmente ispezionabile e la portata fluida è convogliata in un'unica canna. Il grado di riempimento è del 63% e comunque si ha un franco idraulico superiore a 50cm. Inoltre, il rigurgito a monte del tombino,

**PROGETTO DEFINITIVO****RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO****TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR11	01	D11 RI	ID0002 001	B	67 di 163

dovuto alla configurazione post-operam, rispetto alla configurazione ante-operam, è interamente contenuto nelle sponde della sistemazione idraulica di progetto. Infine, a monte della sistemazione idraulica di progetto si ottiene un abbassamento del livello idrico, mentre nella sezione di valle il livello idrico risulta invariato.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	<b>COMMESSA</b> NR11	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> D11 RI	<b>DOCUMENTO</b> ID0002 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 68 di 163

#### 14. ALLEGATO 6 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN12

La linea ferroviaria in progetto, presso la pk 32+685.00, interferisce con il fosso della Mainella. La sistemazione idraulica di progetto nel tratto di monte raccorda lo scatolare di progetto all'incisione naturale mediante un canale ad "U" in calcestruzzo; la sistemazione idraulica di valle è, invece, costituita da un canale ad "U" in calcestruzzo nella zona vicino allo scatolare mentre il raccordo con l'incisione naturale è realizzato con un canale trapezio rivestito con materassi tipo RENO. Lo scatolare di progetto ha dimensioni di 4.00x2.00 m.

Il tratto oggetto della modellazione si estende per circa 280 m. Di seguito sono rappresentati i risultati del modello idraulico della sistemazione IN12. Per sviluppare il modello sono state utilizzate 91 sezioni di cui 9 ottenute da rilievi in sito e 82 tramite interpolazioni dal modello del terreno.

Dall'analisi dei risultati si può riscontrare come l'attraversamento esistente risulta rigurgitato (Figura 14.3), con conseguente allagamento delle aree di monte (Figura 14.1), nella sezione di monte dell'attraversamento le verifiche idrauliche non sono soddisfatte (Tabella 14.1). Nella situazione post operam le verifiche sui franchi sono soddisfatte (Tabella 14.2 – Figura 14.4), l'area esondabile di monte risulta sostanzialmente invariata, mentre l'area esondabile di valle risulta ridotta (Figura 14.2).

La tabelle Tabella 14.1-Tabella 14.2 riportano tutte le grandezze fondamentali del moto risultanti dalla simulazione, in particolare: la quota del fondo, la quota del pelo libero della corrente, il livello energetico, e la velocità media della corrente. Il nome delle sezioni corrisponde a quello riportato negli elaborati grafici.

Planimetria di esondazione ante operam

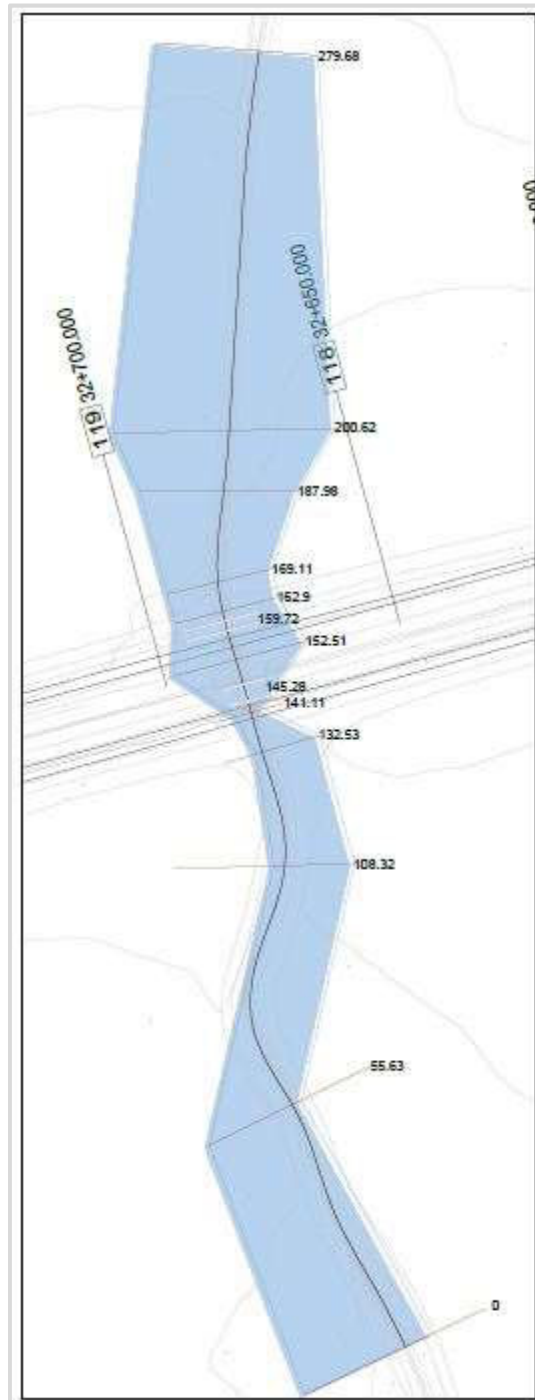


Figura 14.1 Planimetria di esondazione ante operam

Planimetria di esondazione post operam

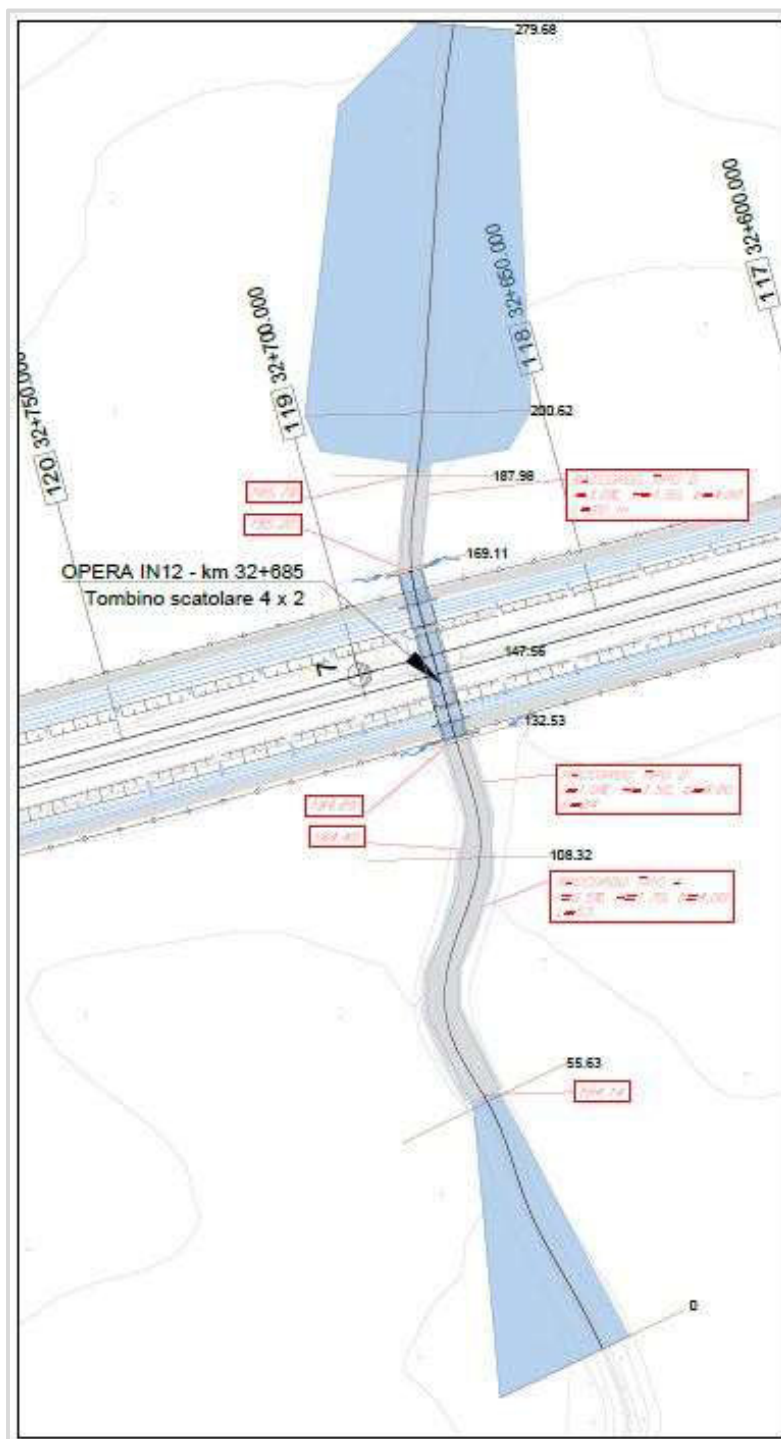
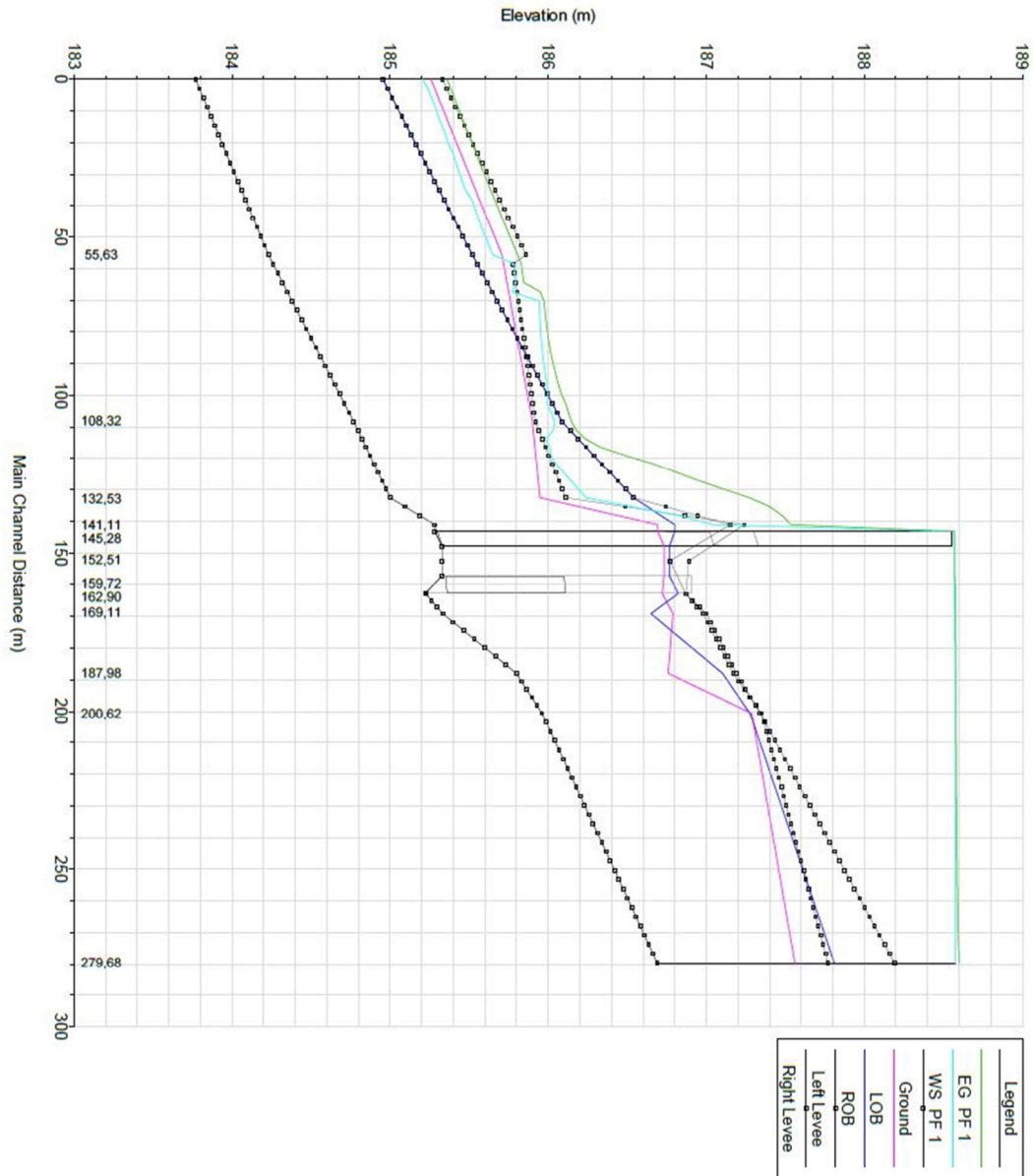


Figura 14.2 Planimetria di esondazione post operam

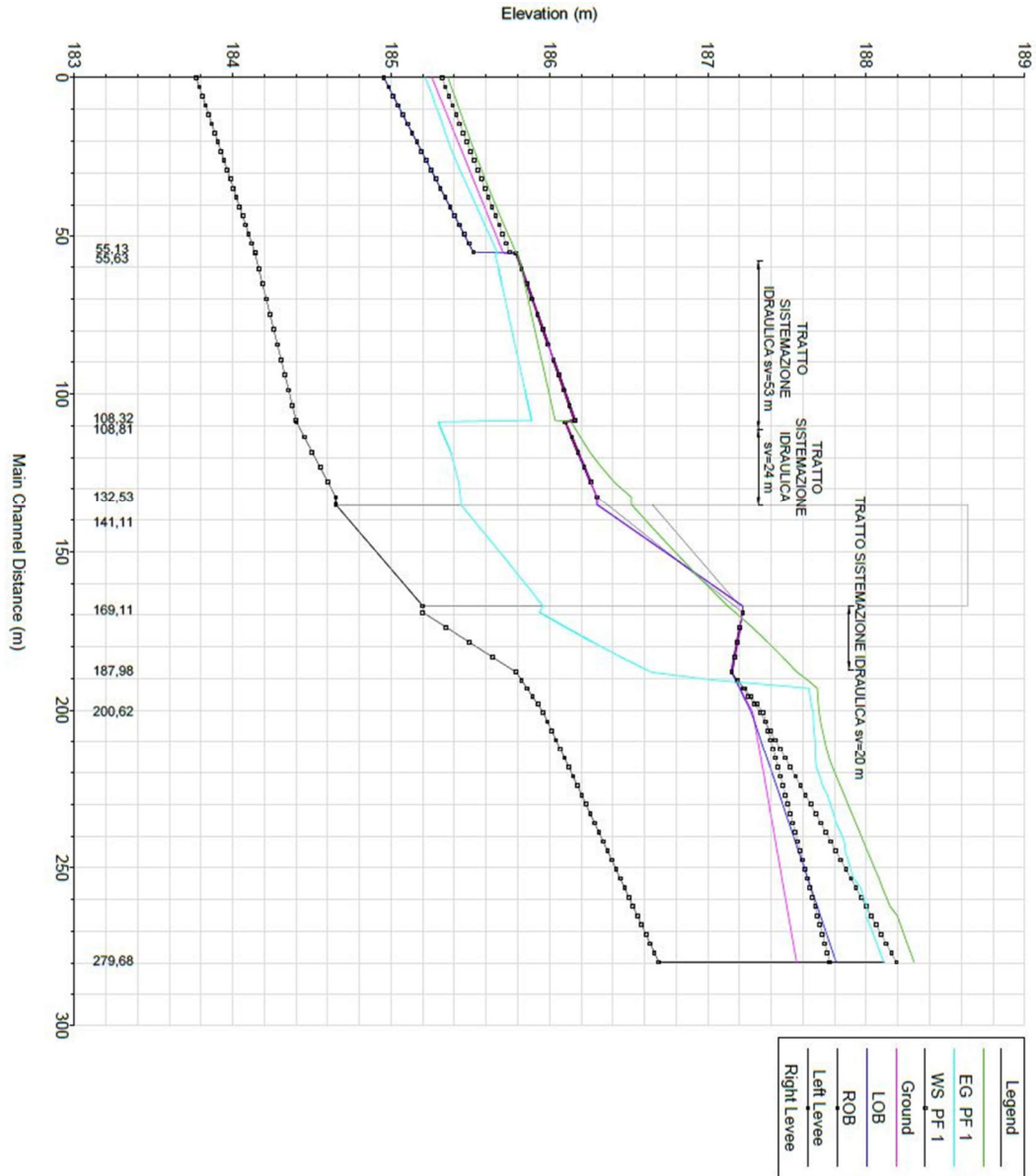
**Profilo Idraulico ante operam**



**Figura 14.3 Profilo Idraulico ante operam**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR11	01	D11 RI	ID0002 001	B	72 di 163

**Profilo Idraulico post operam**



**Figura 14.4 Profilo Idraulico post operam**



**Tabella riassuntiva ante operam**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN12	279.68	186.69	188.58	188.6	0.88
IN12	200.62	185.96	188.58	188.58	0.29
IN12	187.98	185.8	188.57	188.58	0.36
IN12	169.11	185.33	188.57	188.58	0.45
IN12	162.9	185.23	188.57	188.58	0.43
IN12	159.72	Culvert			
IN12	152.51	185.33	188.57	188.57	0.33
IN12	145.28	Culvert			
IN12	141.11	185.28	187.05	187.54	3.12
IN12	132.53	185	186.24	187.27	5.12
IN12	108.32	184.77	186.04	186.15	1.63
IN12	55.63	184.23	185.65	185.81	2.16
IN12	0	183.77	185.21	185.36	2.1

**Tabella 14.1 Parametri idraulici ante operam**
**Tabella riassuntiva post operam**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN12	279.68	186.69	188.11	188.3	2.3
IN12	200.62	185.96	187.66	187.7	1.28
IN12	187.98	185.79	186.64	187.56	4.25
IN12	169.11	185.2	185.94	187.17	4.92
IN12	147.56	Culvert			
IN12	132.53	184.65	185.44	186.52	4.6
IN12	108.81	184.4	185.3	186.14	4.06
IN12	108.32	184.4	185.89	186.04	1.71
IN12	55.63	184.14	185.66	185.8	1.68
IN12	55.133	184.14	185.67	185.79	1.7
IN12	0	183.77	185.21	185.36	2.05

**Tabella 14.2 Parametri idraulici post operam**
**Conclusioni**

Dall'analisi dei risultati è possibile osservare che la velocità della corrente fluida è inferiore alla velocità limite consentita dal materiale  $V=4.92 \text{ m/s} < V_{MAX}=6.50 \text{ m/s}$ . I livelli idrici nella condizione post-operam a valle delle opere di progetto risultano sostanzialmente invariati rispetto alla configurazione ante-operam.

Il tombino idraulico di progetto ha dimensioni di 4.00x2.00 m per cui risulta facilmente ispezionabile e la portata fluida è convogliata in un'unica canna. Il grado di riempimento è del 40% e comunque si ha un franco idraulico superiore a 50cm. Inoltre, il rigurgito a monte del tombino, dovuto alla configurazione post-operam, rispetto alla configurazione ante-operam, è interamente contenuto nelle sponde della sistemazione idraulica di progetto. Infine, a monte della sistemazione idraulica di progetto si ottiene un abbassamento del livello idrico, mentre nella sezione di valle il livello idrico risulta invariato.

## 15. ALLEGATO 7 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN13

La linea ferroviaria in progetto, presso la pk 33+934.00, interferisce con il Fosso di S. Stefano. La sistemazione idraulica di progetto è costituita da un canale ad “U” in gabbioni e materassi tipo RENO che raccorda, nel tratto di monte come nel tratto di valle, lo scatolare di progetto all’incisione naturale esistente. Lo scatolare di progetto, realizzato con la tecnica spingitubo, ha dimensioni di 6.00x6.80. La sezione dello scatolare di progetto ha una sagomatura in calcestruzzo a base trapezia che riprende la forma dell’incisione naturale rilevata (Figura 15).

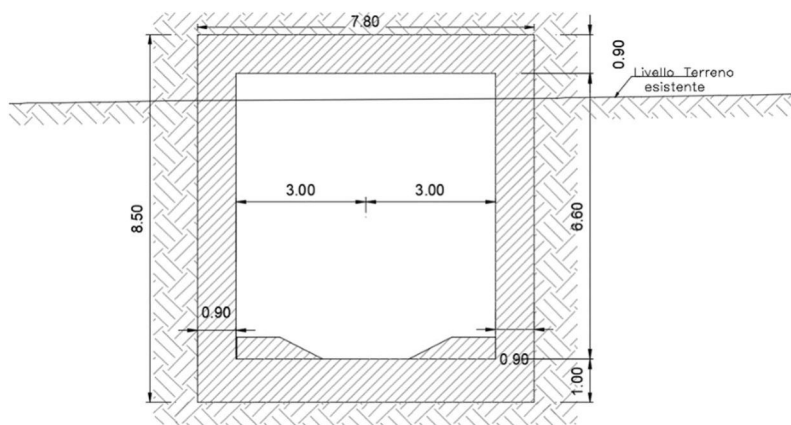


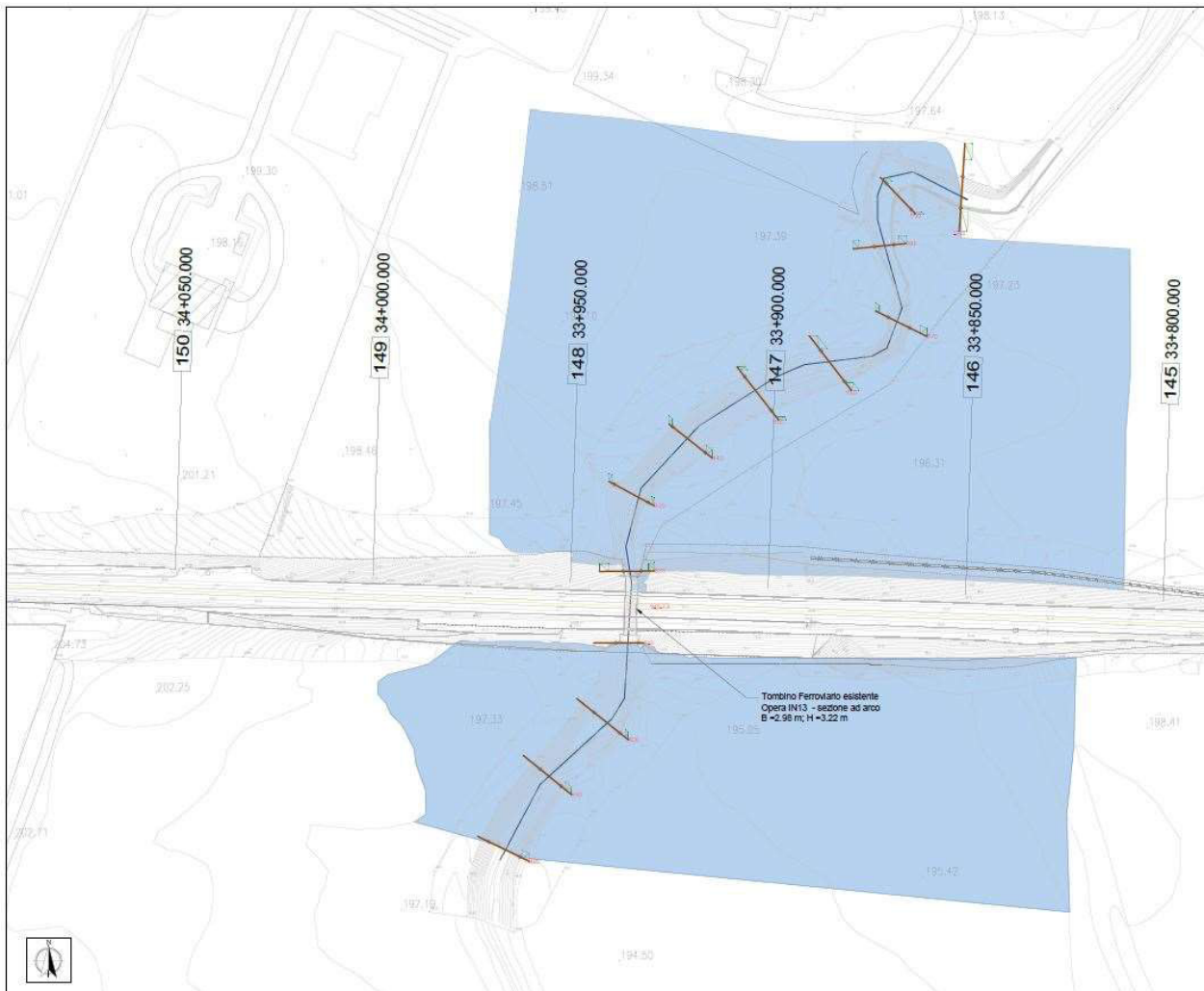
Figura 15. Sezione scatolare di progetto IN13

Il tratto oggetto della modellazione si estende per circa 250m. Di seguito sono rappresentati i risultati del modello idraulico della sistemazione IN13. Per sviluppare il modello sono state utilizzate 14 sezioni di cui 12 ottenute da rilievi in sito e 2 tramite interpolazioni dal modello del terreno.

Dall’analisi dei risultati si può riscontrare come l’attraversamento esistente va in pressione (Fig. 15.3), con conseguente allagamento delle aree di monte (Fig. 15.1), anche nel tratto di valle l’alveo risulta insufficiente (Fig. 15.1). Nella situazione Post-Operam le verifiche sui franchi sono soddisfatte (Tab. 15.2 – Fig. 15.4), l’area esondabile di monte e di valle risulta ridotta (fig. 15.2).

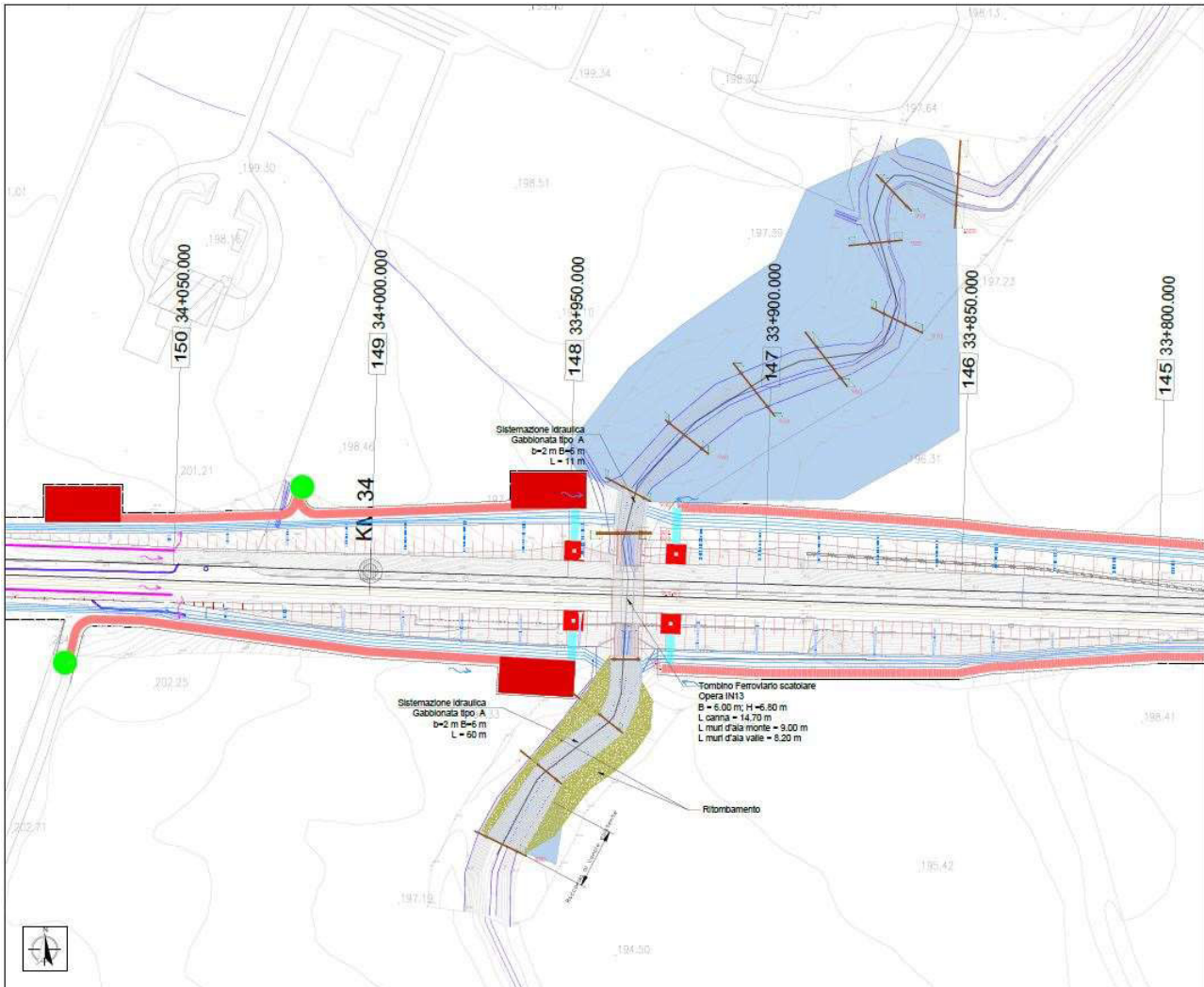
Le tabelle 15.1-2 riportano tutte le grandezze fondamentali del moto risultanti dalla simulazione, in particolare: la quota del fondo, la quota del pelo libero della corrente, il livello energetico e la velocità media della corrente. Il nome delle sezioni corrisponde a quello riportato negli elaborati grafici.

**Planimetria di esondazione ante operam Tr200 anni**



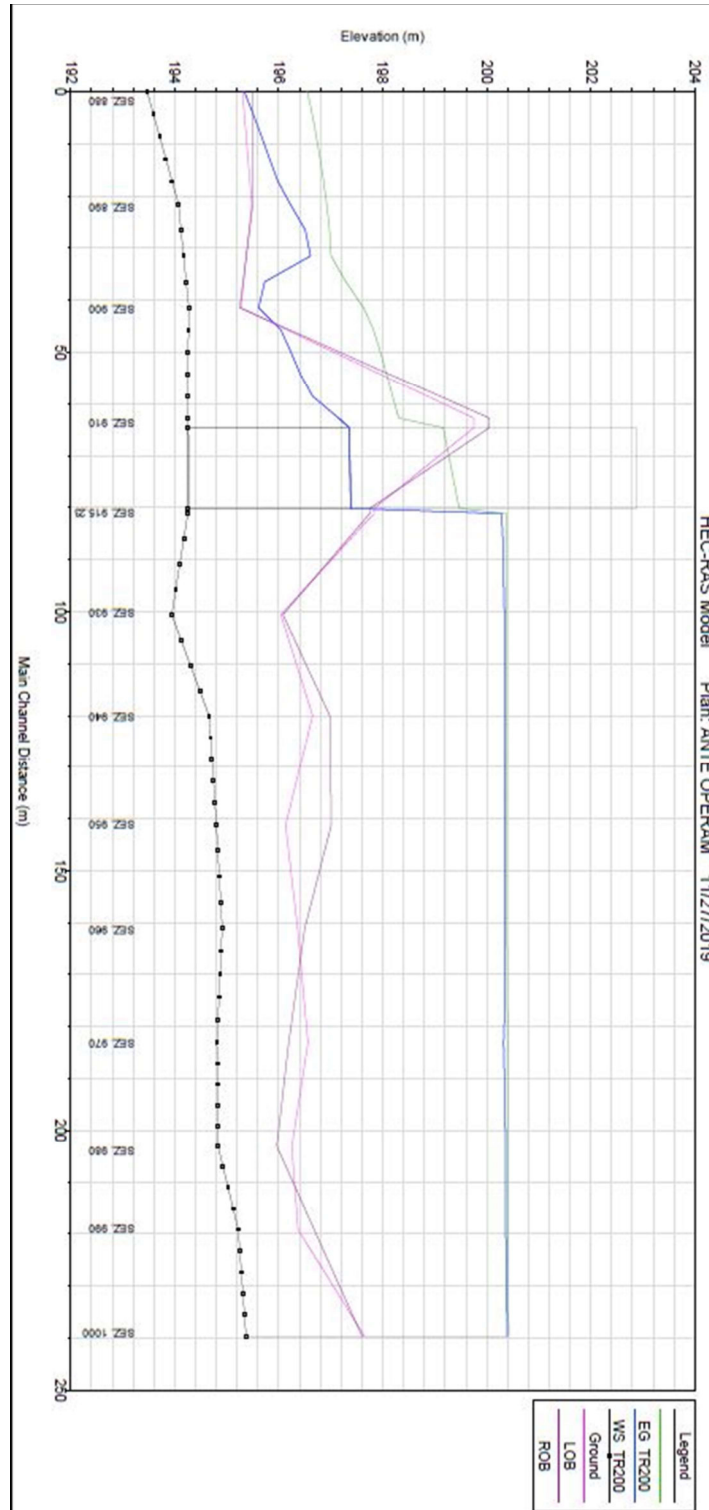
**Figura 15.1 - Planimetria di esondazione ante operam**

**Planimetria di esondazione post operam Tr200 anni**



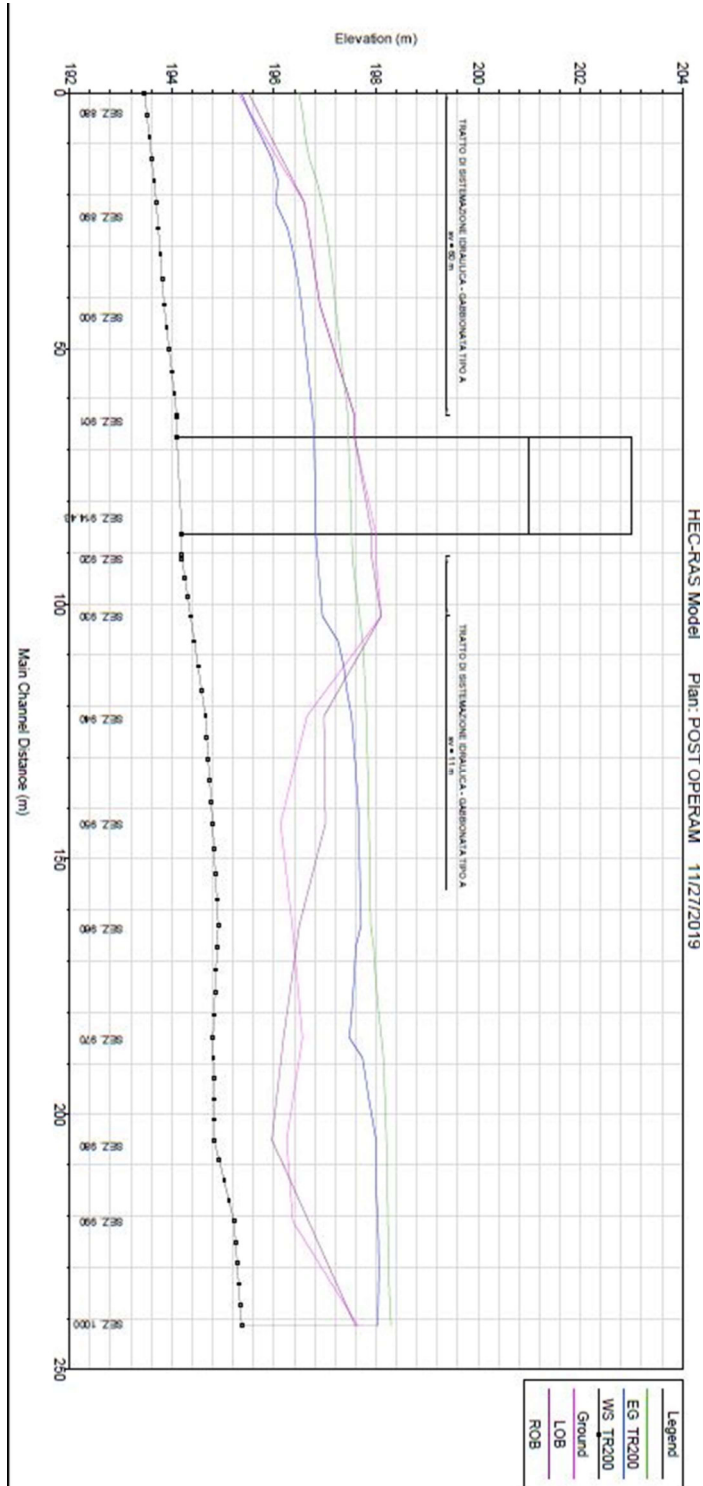
**Figura 15.2 - Planimetria di esondazione post operam**

**Profilo idraulico ante operam Tr200 anni**



**Figura 15.3 - Profilo idraulico ante operam**

**Profilo idraulico post operam Tr200 anni**



**Figura 15.4 - Profilo idraulico ante operam**

**Tabella riassuntiva ante operam Tr200 anni**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN13	1000	195.37	200.39	200.42	0.86
IN13	990	195.22	200.36	200.41	1.06
IN13	980	194.83	200.36	200.41	1.15
IN13	970	194.81	200.33	200.4	1.36
IN13	960	194.91	200.35	200.39	0.86
IN13	950	194.8	200.35	200.38	0.85
IN13	940	194.66	200.34	200.38	0.97
IN13	930	193.94	200.34	200.38	0.91
IN13	920	194.25	200.29	200.37	1.41
IN13	915.23	Culvert			
IN13	910	194.24	197.15	198.3	4.76
IN13	900	194.27	195.61	197.63	6.58
IN13	890	194.07	196.22	196.92	3.99
IN13	880	193.47	195.34	196.55	4.94

**Tabella 15.1 - Parametri idraulici ante operam**
**Tabella riassuntiva post operam Tr200 anni**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN13	1000	195.37	198.02	198.3	2.55
IN13	990	195.22	198.04	198.23	2.04
IN13	980	194.83	198	198.2	2.29
IN13	970	194.81	197.48	198.11	3.66
IN13	960	194.91	197.71	197.9	2.06
IN13	950	194.8	197.67	197.86	2.05
IN13	940	194.66	197.52	197.81	2.44
IN13	930	194.37	196.95	197.68	3.77
IN13	921	194.2	196.86	197.54	3.66
IN13	920	194.2	196.85	197.54	3.67
IN13	914.43	Culvert			
IN13	910	194.1	196.76	197.45	3.67
IN13	901	194.1	196.76	197.45	3.67
IN13	900	193.85	196.54	197.2	3.6
IN13	890	193.7	196.04	196.94	4.22
IN13	880	193.47	195.36	196.49	4.77

**Tabella 15.2 - Parametri idraulici post operam**



## Conclusioni

Dall'analisi dei risultati è possibile osservare che la velocità della corrente fluida è inferiore alla velocità limite consentita dal materiale  $V=4.77 \text{ m/s} < V_{MAX}=6.40 \text{ m/s}$ . I livelli idrici nella condizione post-operam a valle delle opere di progetto risultano sostanzialmente invariati rispetto alla configurazione ante-operam.

L'opera scatolare di progetto ha dimensioni di 6.00 m x 6.80 m per cui risulta facilmente ispezionabile e la portata fluida è convogliata in un'unica canna. Il grado di riempimento è del 40% con un franco idraulico di 4.14m. Inoltre, il rigurgito a monte del tombino, dovuto alla configurazione post-operam, rispetto alla configurazione ante-operam, è interamente contenuto nelle sponde della sistemazione idraulica di progetto. Infine, a monte della sistemazione idraulica di progetto si ottiene un abbassamento del livello idrico, mentre nella sezione di valle il livello idrico risulta sostanzialmente invariato.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	<b>COMMESSA</b> NR11	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> D11 RI	<b>DOCUMENTO</b> ID0002 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 82 di 163

## 16. ALLEGATO 8 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN14

La linea ferroviaria di progetto, presso la pk 34+545.00, interferisce con un fosso. La sistemazione idraulica di progetto è costituita da un canale a sezione trapezia con rivestimento costituito da materassi tipo RENO nel tratto di monte, mentre per il tratto di valle sono previsti i gabbioni e materassi tipo RENO; la sistemazione idraulica raccorda nel tratto in entrambi i casi lo scatolare di progetto all'incisione naturale. Lo scatolare di progetto ha dimensioni di 2.00x2.00 m.

Il tratto oggetto della modellazione si estende per circa 145 m. Di seguito sono rappresentati i risultati del modello idraulico della sistemazione IN14. Per sviluppare il modello sono state utilizzate 9 sezioni ottenute da rilievi in sito.

Dall'analisi dei risultati si può riscontrare come l'attraversamento esistente risulta rigurgitato (Fig. 16.3), con conseguente allagamento delle aree di monte (Figura 16.1), nella sezione di monte dell'attraversamento le verifiche idrauliche non sono soddisfatte (Tabella 16.1). Nella situazione Post-Operam le verifiche sui franchi sono soddisfatte (Tabella 16.2 – Figura 16.4), l'area esondabile risulta sostanzialmente invariata sia a monte che a valle (Figura 16.2).

Le tabelle Tabella 16.1-Tabella 16.2 riportano tutte le grandezze fondamentali del moto risultanti dalla simulazione, in particolare: la quota del fondo, la quota del pelo libero della corrente, il livello energetico e la velocità media della corrente. Il nome delle sezioni corrisponde a quello riportato negli elaborati grafici.

Planimetria di esondazione ante operam

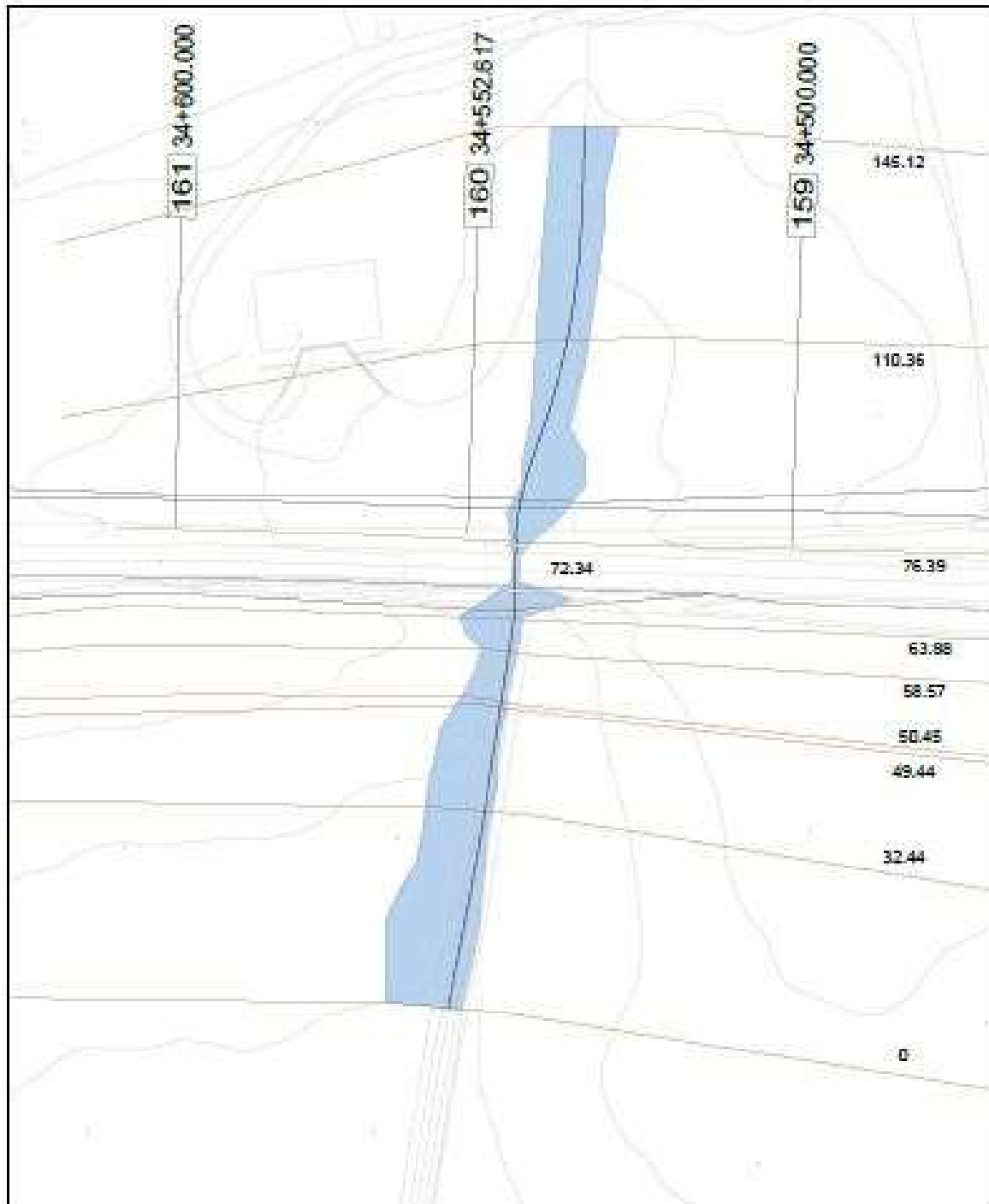


Figura 16.1 Planimetria di esondazione ante operam

Planimetria di esondazione post operam

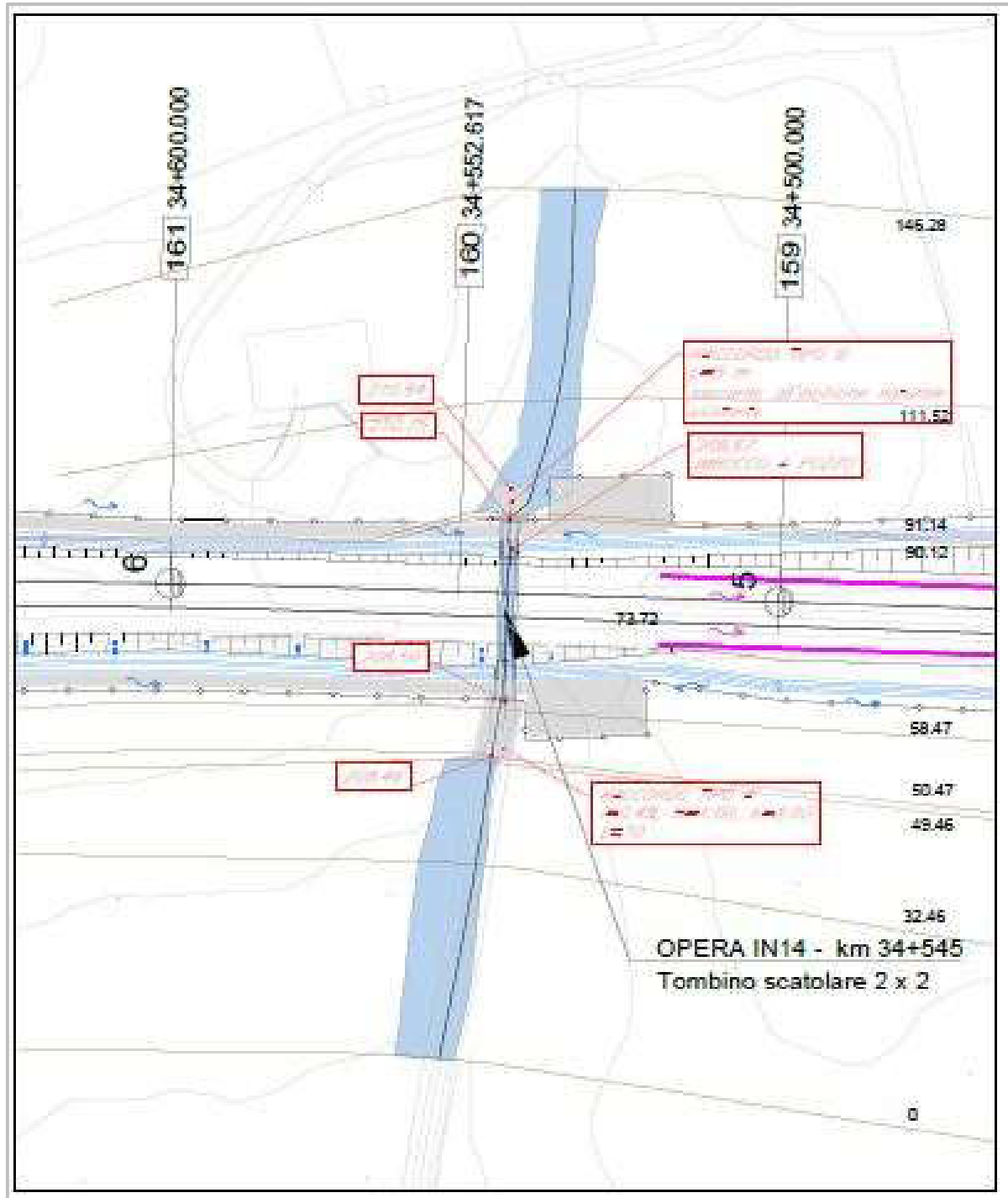
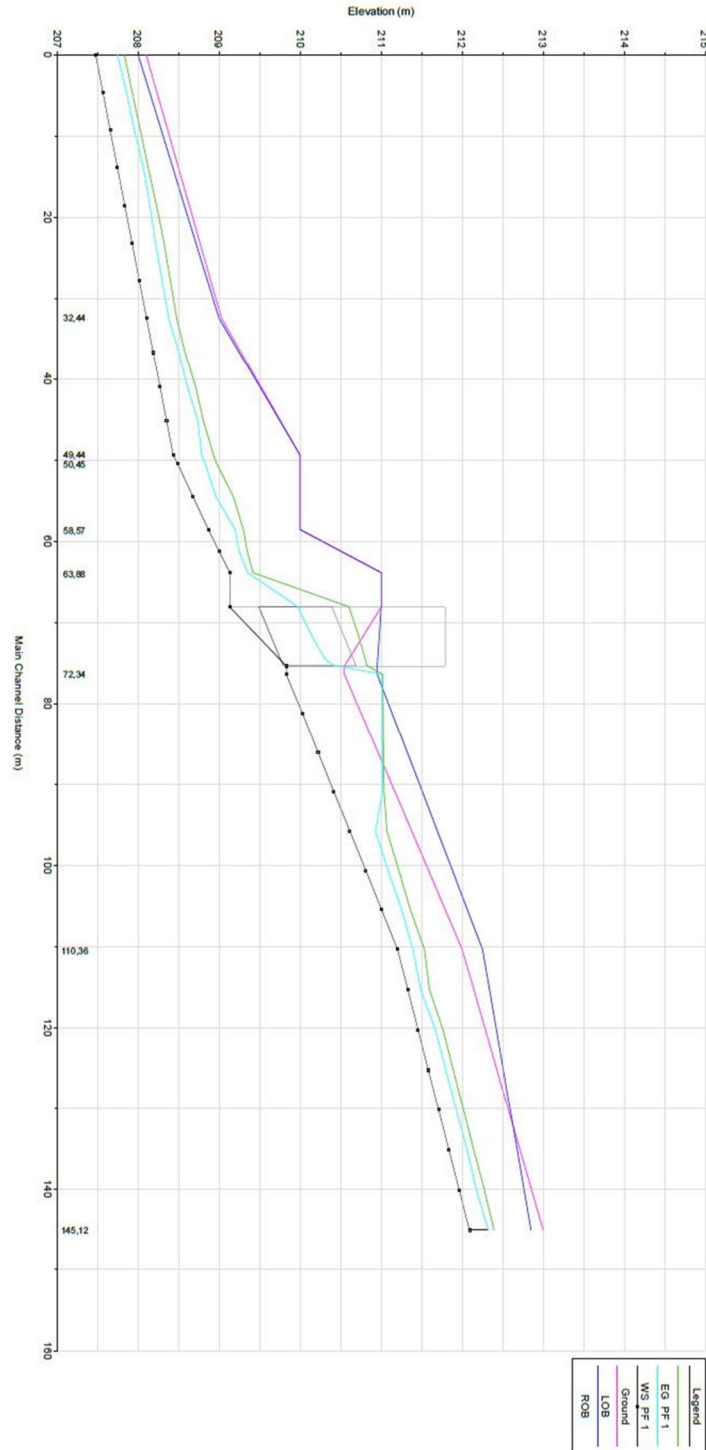


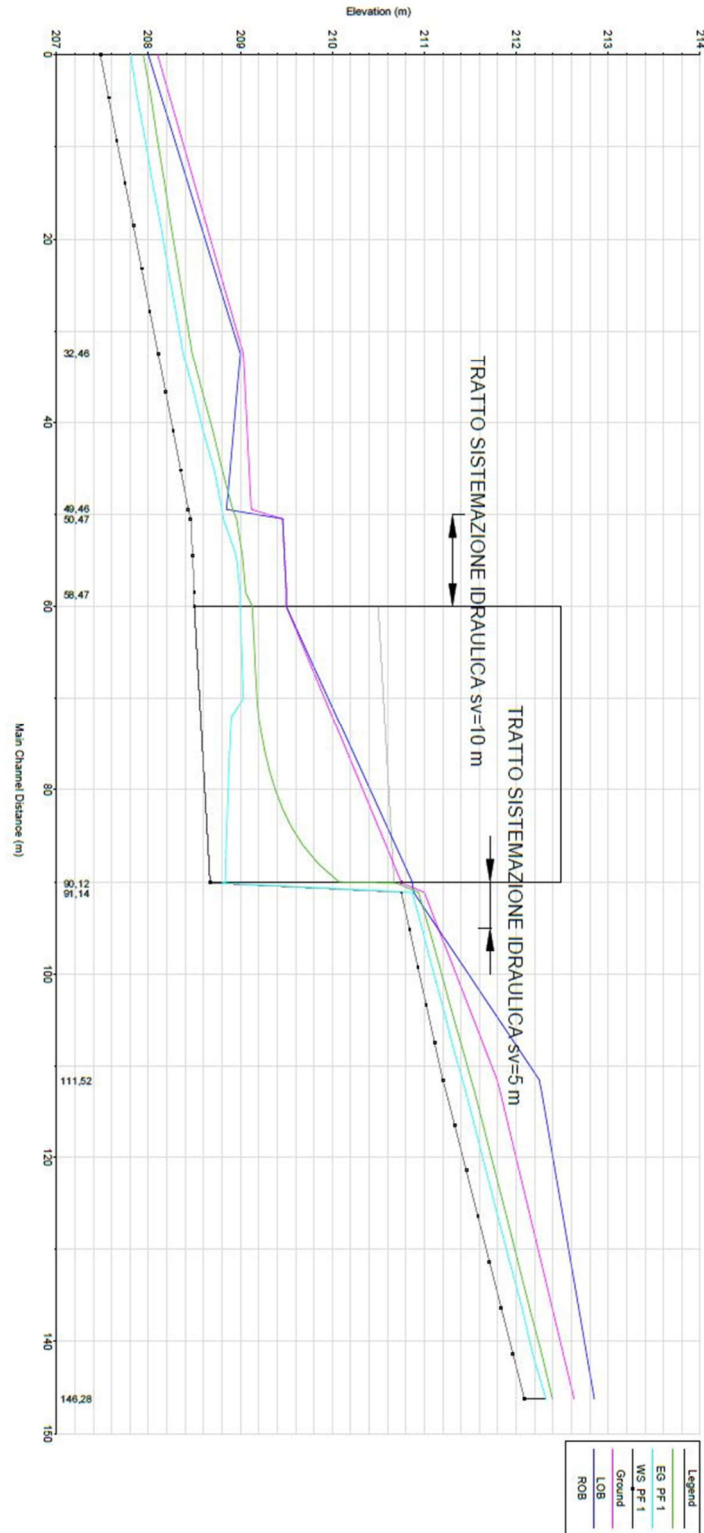
Figura 16.2 Planimetria di esondazione post operam

**Profilo Idraulico ante operam**



**Figura 16.3 Profilo Idraulico ante operam**

**Profilo Idraulico post operam**



**Figura 16.4 Profilo Idraulico post operam**

**Tabella riassuntiva ante operam**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN14	145.12	212.09	212.32	212.39	1.18
IN14	110.36	211.2	211.39	211.53	1.68
IN14	76.39	209.83	211.02	211.02	0.44
IN14	72.34	Culvert			
IN14	63.88	209.13	209.35	209.42	1.12
IN14	58.57	208.87	209.2	209.3	1.41
IN14	50.45	208.49	208.83	208.97	1.66
IN14	49.44	208.44	208.79	208.93	1.7
IN14	32.44	208.1	208.38	208.48	1.38
IN14	0	207.48	207.75	207.83	1.28

**Tabella 16.1 Parametri idraulici ante operam**
**Tabella riassuntiva post operam**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN14	146.28	212.09	212.32	212.39	1.18
IN14	111.52	211.2	211.42	211.51	1.37
IN14	91.14	210.75	210.87	210.94	1.15
IN14	90.12	208.67	208.8	210.69	5.92
IN14	73.72	Culvert			
IN14	58.47	208.5	209	209.06	1.08
IN14	50.47	208.46	208.81	208.96	1.68
IN14	49.46	208.44	208.8	208.92	1.51
IN14	32.46	208.1	208.38	208.48	1.38
IN14	0	207.48	207.81	207.95	1.65

**Tabella 16.2 Parametri idraulici post operam**
**Conclusioni**

Dall'analisi dei risultati è possibile osservare che la velocità della corrente fluida è inferiore alla velocità limite consentita dal materiale  $V=1.68 \text{ m/s} < V_{MAX}=6.40 \text{ m/s}$ . Nell'imbocco a pozzo, in cui il rivestimento è in calcestruzzo la velocità dell'acqua è di  $5.92 \text{ m/s} < V_{MAX}=6.50 \text{ m/s}$ . I livelli idrici nella condizione post-operam a valle delle opere di progetto risultano sostanzialmente invariati rispetto alla configurazione ante-operam.

Il tombino idraulico di progetto ha dimensioni di 2.00x2.00 m per cui risulta facilmente ispezionabile e la portata fluida è convogliata in un'unica canna. Il grado di riempimento è del 25% e comunque si ha un franco idraulico superiore a 50cm. Inoltre, il rigurgito a monte del tombino, dovuto alla configurazione post-operam, rispetto alla configurazione ante-operam, è interamente contenuto nelle sponde della sistemazione idraulica di progetto. Infine, a monte della sistemazione idraulica di progetto si ottiene un abbassamento del livello idrico, mentre nella sezione di valle il livello idrico risulta sostanzialmente invariato.



	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	<b>COMMESSA</b> NR11	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> D11 RI	<b>DOCUMENTO</b> ID0002 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 89 di 163

## 17. ALLEGATO 9 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN15

Per la linea ferroviaria in progetto, presso la pk 34+758.00, la sistemazione idraulica è costituita da una canale ad “U” in calcestruzzo e da un tombino stradale 3.00m x 2.00m e da un tombino ferroviario di dimensioni 3.00m x 2.00m.

Il tratto oggetto della modellazione si estende per circa 280 m. Di seguito sono rappresentati i risultati del modello idraulico della sistemazione IN15. Per sviluppare il modello sono state utilizzate 34 sezioni di cui 10 ottenute da rilievi in sito e 24 tramite interpolazioni dal modello del terreno.

Dall’analisi dei risultati si può riscontrare come l’attraversamento stradale esistente risulta rigurgitato (Figura 17.3), con conseguente allagamento del tratto compreso tra i due scotolari (Figura 17.1), nella sezione di monte dell’attraversamento le verifiche idrauliche non sono soddisfatte (Tabella 17.1). Nella situazione Post-Operam le verifiche sui franchi sono soddisfatte (Tabella 17.2 - Figura 17.4) ed il livello idrico risulta completamente contenuto all’interno delle sponde della sistemazione idraulica (Figura 17.2).

Le tabelle Tabella 17.1-Tabella 17.2 riportano tutte le grandezze fondamentali del moto risultanti dalla simulazione, in particolare: la quota del fondo, la quota del pelo libero della corrente, il livello energetico e la velocità media della corrente. Il nome delle sezioni corrisponde a quello riportato negli elaborati grafici.

Planimetria di esondazione ante operam

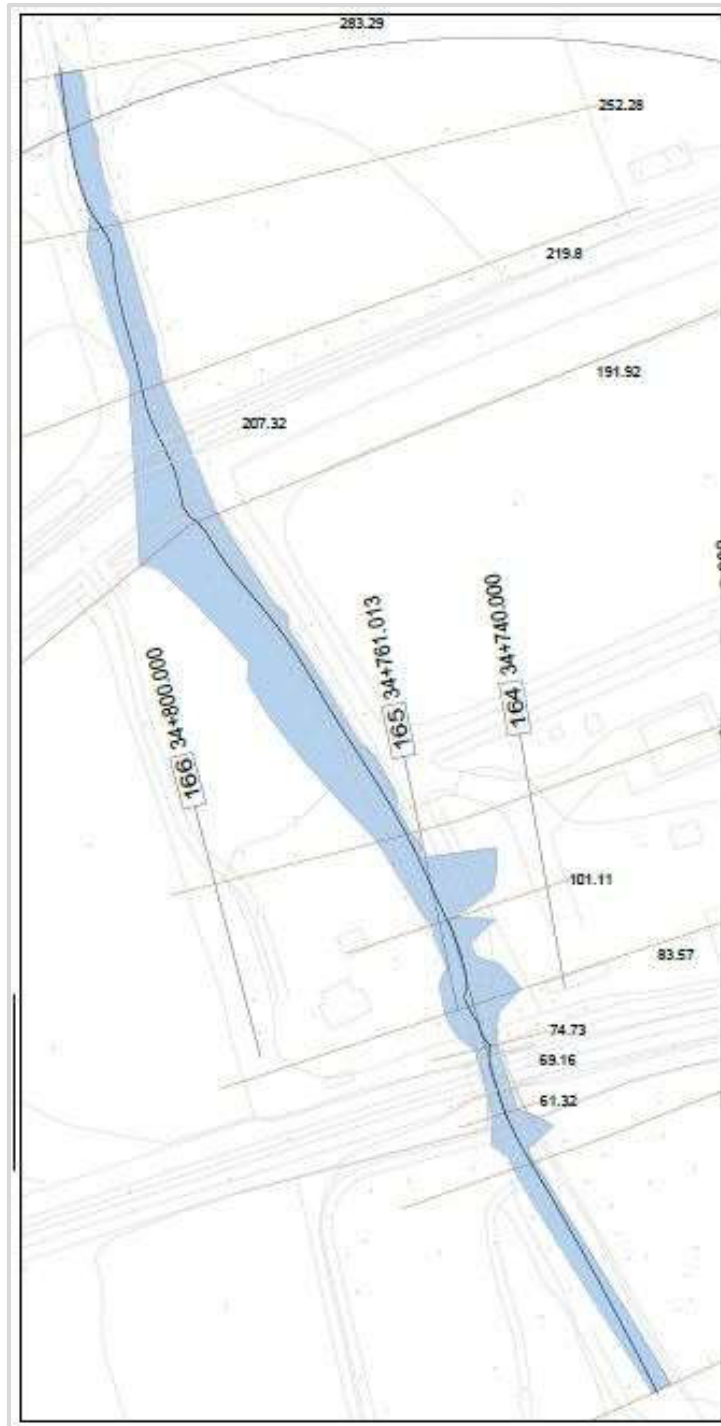


Figura 17.1 Planimetria di esondazione ante operam

Planimetria di esondazione post operam

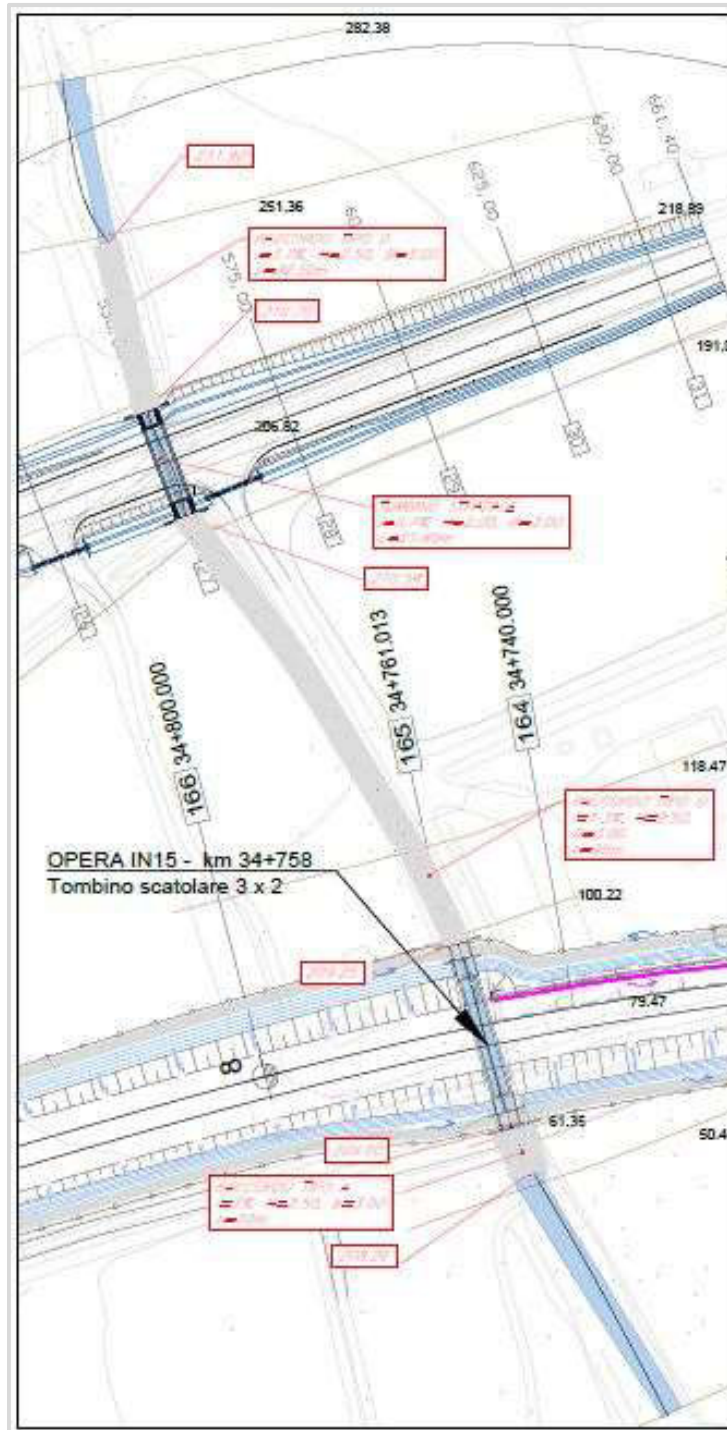
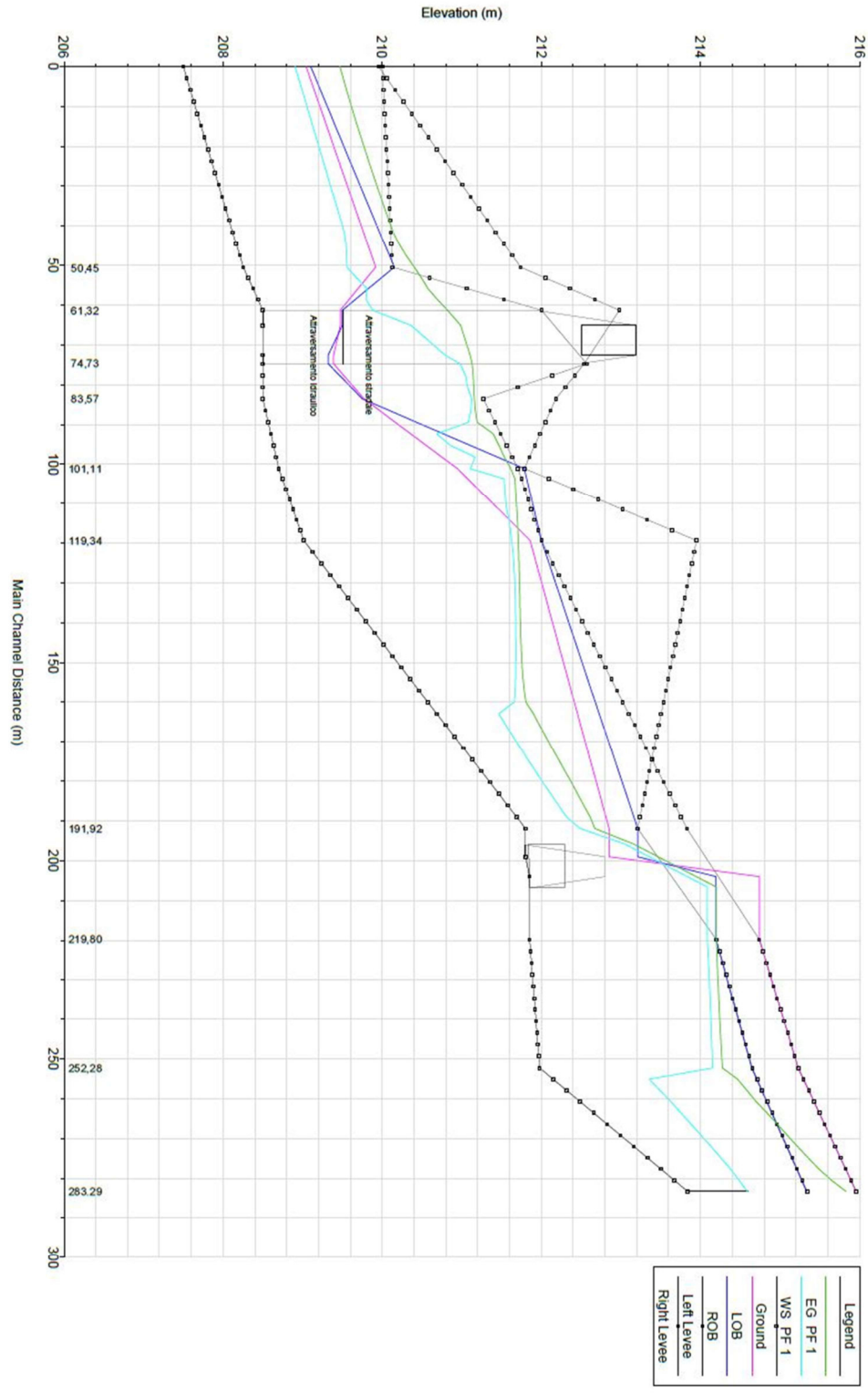


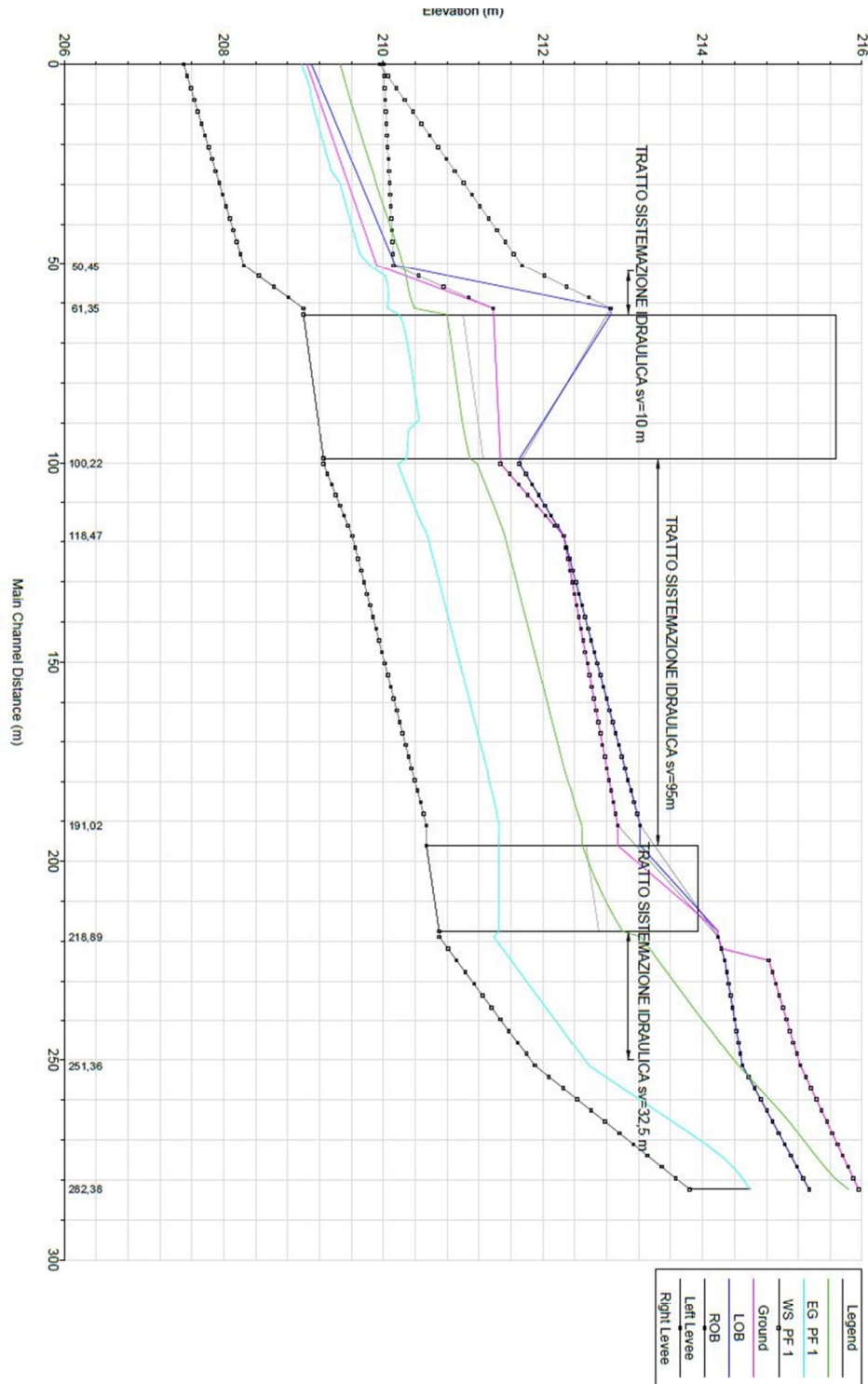
Figura 17.2 Planimetria di esondazione post operam

**Profilo Idraulico ante operam**



**Figura 17.3 Profilo Idraulico ante operam**

**Profilo Idraulico post operam**



**Figura 17.4 Profilo Idraulico post operam**

**Tabella riassuntiva ante operam**

Reach	River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)
IN15PO	283.29	213.84	214.59	215.83	4.93
IN15PO	252.28	211.98	214.15	214.28	1.55
IN15PO	219.8	211.85	214.09	214.2	1.49
IN15PO	207.32	Culvert			
IN15PO	191.92	211.8	212.49	212.67	1.9
IN15PO	119.34	209.01	211.63	211.71	1.28
IN15PO	101.11	208.7	211.11	211.62	3.16
IN15PO	83.57	208.5	211.13	211.16	0.92
IN15PO	74.73	208.5	210.98	211.13	1.9
IN15PO	69.16	Culvert			
IN15PO	61.32	208.5	209.88	210.82	4.87
IN15PO	50.45	208.25	209.56	210.4	4.08
IN15PO	0	207.5	208.9	209.47	3.32

**Tabella 17.1 Parametri idraulici ante operam**
**Tabella riassuntiva post operam**

Reach	River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)
IN15PO	282.38	213.84	214.59	215.83	4.93
IN15PO	251.36	211.9	212.58	214.45	5.97
IN15PO	224.79	210.92	211.6	213.45	5.91
IN15PO	221.84	210.81	211.49	213.34	5.91
IN15PO	218.89	210.7	211.38	213.23	5.91
IN15PO	206.82	Culvert			
IN15PO	191.02	210.54	211.45	212.49	4.5
IN15PO	118.47	209.61	210.55	211.52	4.36
IN15PO	105.43	209.35	210.28	211.28	4.42
IN15PO	102.83	209.3	210.23	211.23	4.42
IN15PO	100.22	209.25	210.18	211.18	4.42
IN15PO	79.47	Culvert			
IN15PO	61.35	209	210.05	210.39	2.58
IN15PO	50.45	208.25	209.83	210.25	2.86
IN15PO	0	207.5	208.97	209.46	3.09

**Tabella 17.2 Parametri idraulici post operam**

## Conclusioni

Dall'analisi dei risultati è possibile osservare che la velocità della corrente fluida è inferiore alla velocità limite consentita dal materiale (sistemazione in calcestruzzo)  $V=5.91 \text{ m/s} < V_{MAX}=6.50 \text{ m/s}$ . I livelli idrici nella condizione post-operam a valle delle opere di progetto risultano di poco superiori rispetto alla configurazione ante-operam ma comunque contenuti nella sezione d'alveo naturale.

Il tombino idraulico di progetto ha dimensioni di 3.00x2.00 m per cui risulta facilmente ispezionabile e la portata fluida è convogliata in un'unica canna. Il grado di riempimento è del 60% (46% per il tombino stradale) e comunque si ha un franco idraulico superiore a 50cm. Inoltre, il rigurgito a monte del tombino, dovuto alla configurazione post-operam, rispetto alla configurazione ante-operam, è interamente contenuto nelle sponde della sistemazione idraulica di progetto. Infine, a monte della sistemazione idraulica di progetto si ottiene un abbassamento del livello idrico.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	<b>COMMESSA</b> NR11	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> D11 RI	<b>DOCUMENTO</b> ID0002 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 96 di 163

## 18. ALLEGATO 10 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN17

La linea ferroviaria di progetto, presso la pk 35+507.00, interferisce con un fosso. La sistemazione idraulica di progetto è costituita da un canale con sezione trapezia rivestita con gabbioni e materassi tipo RENO che raccorda, nel tratto di monte come nel tratto di valle, lo scatolare di progetto all'incisione naturale. Lo scatolare di progetto ha dimensioni di 2.00x2.00, a monte della sistemazione idraulica di progetto è prevista un'operazione di pulizia e riprofilatura del corso d'acqua esistente.

Il tratto oggetto della modellazione si estende per circa 240m. Di seguito sono rappresentati i risultati del modello idraulico della sistemazione IN17. Per sviluppare il modello sono state utilizzate 59 sezioni di cui 10 ottenute da rilievi in sito e 49 tramite interpolazioni dal modello del terreno.

Dall'analisi dei risultati si può riscontrare come l'attraversamento esistente risulta rigurgitato (Figura 18.3), con conseguente allagamento delle aree di monte (Figura 18.1), nella sezione di monte dell'attraversamento le verifiche idrauliche non sono soddisfatte (Tabella 18.1). Nella situazione Post-Operam le verifiche sui franchi sono soddisfatte (Tabella 18.2 - Figura 18.4), il livello idrico del tratto di monte risulta interamente contenuto nelle sponde della sistemazione idraulica di progetto, mentre l'area esondabile di valle risulta sostanzialmente invariata (Figura 18.2).

Le tabelle Tabella 18.1 Tabella 18.2 riportano tutte le grandezze fondamentali del moto risultanti dalla simulazione, in particolare: la quota del fondo, la quota del pelo libero della corrente, il livello energetico e la velocità media della corrente. Il nome delle sezioni corrisponde a quello riportato negli elaborati grafici.



Planimetria di esondazione ante operam

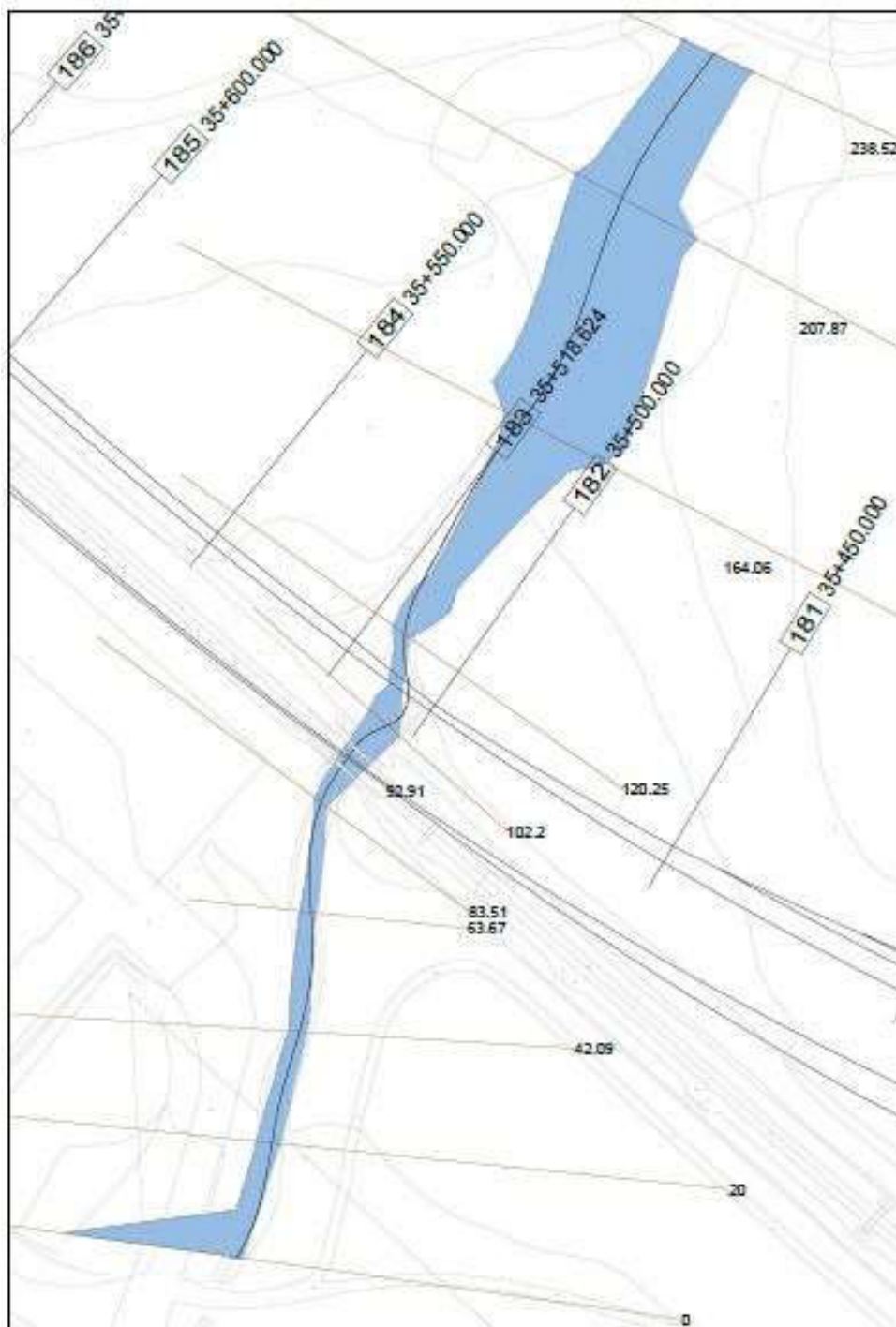


Figura 18.1 Planimetria di esondazione ante operam

Planimetria di esondazione post operam

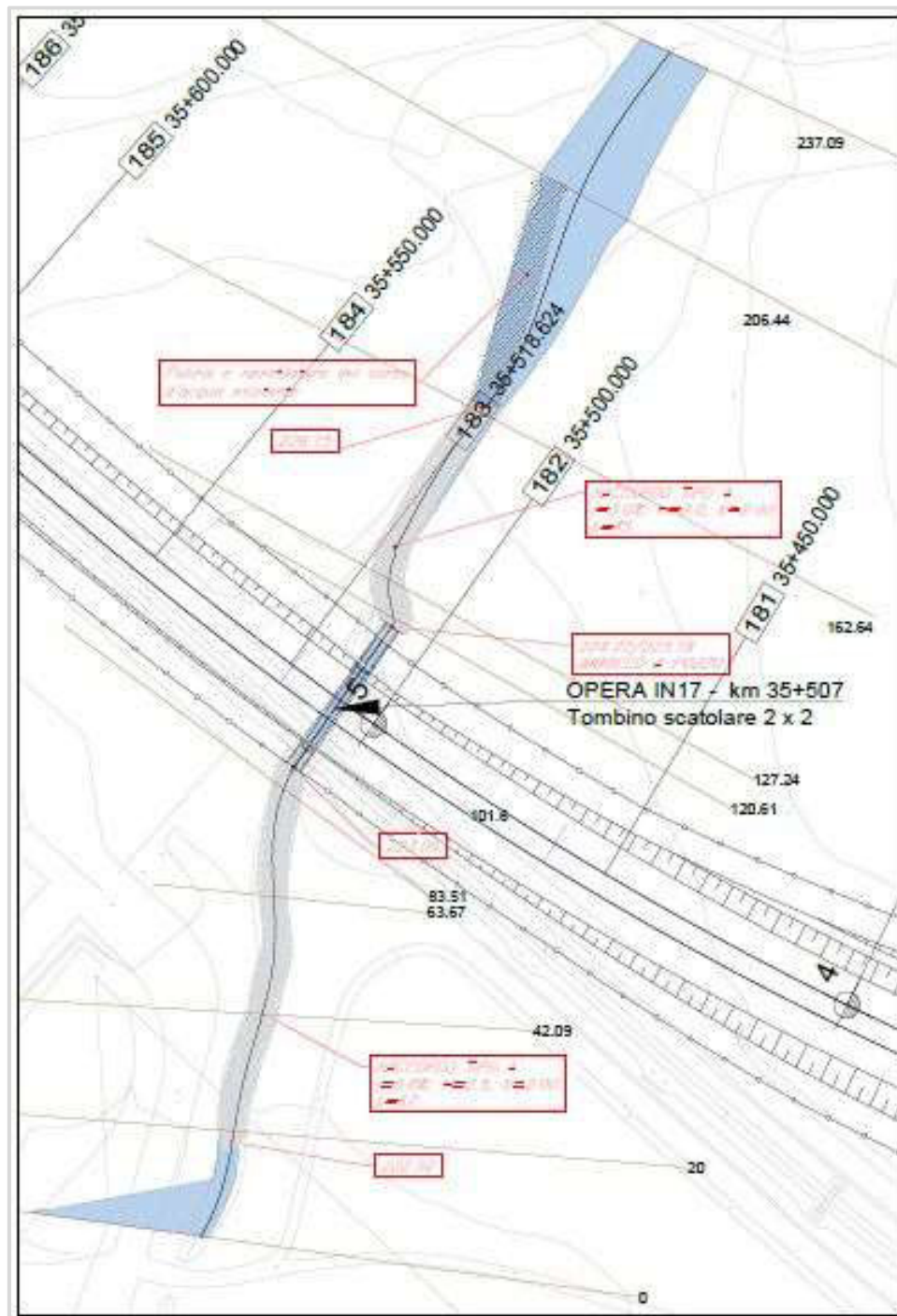
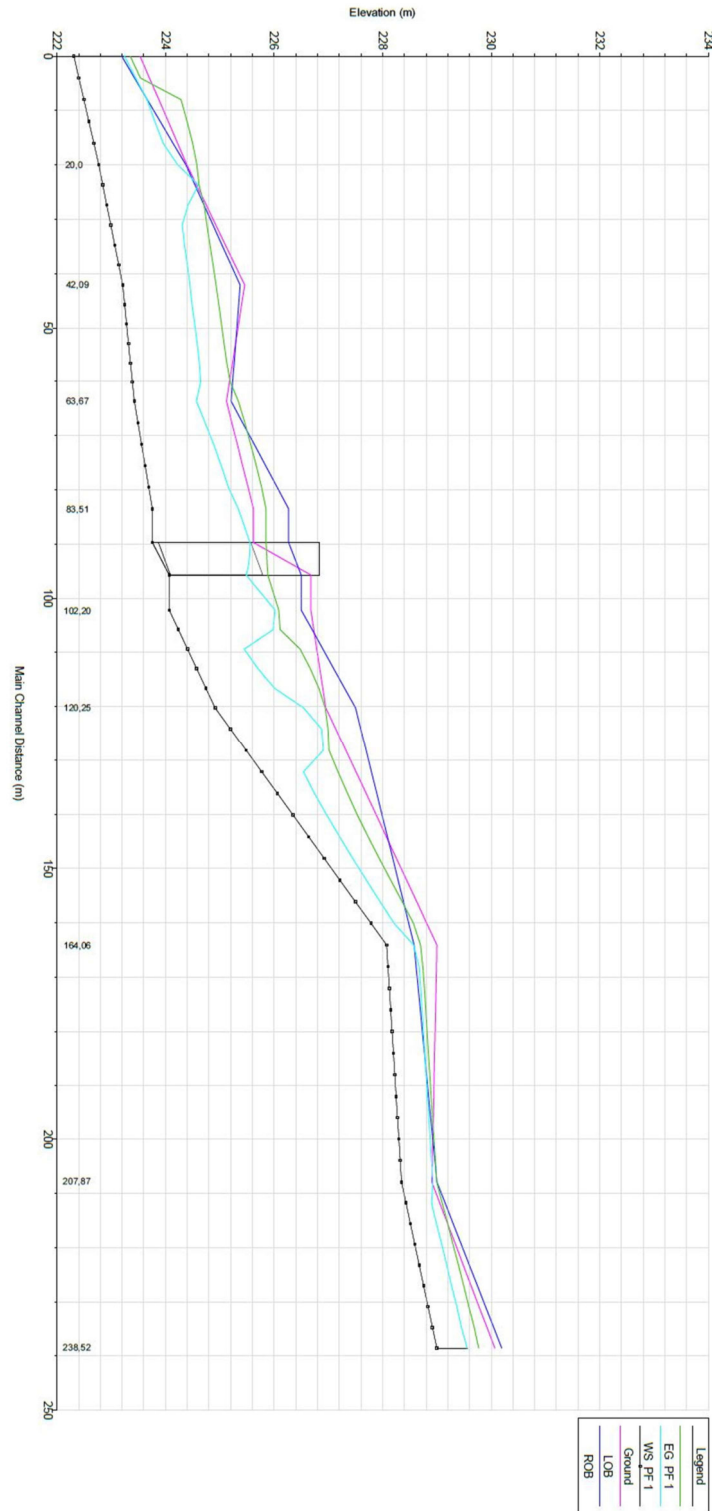


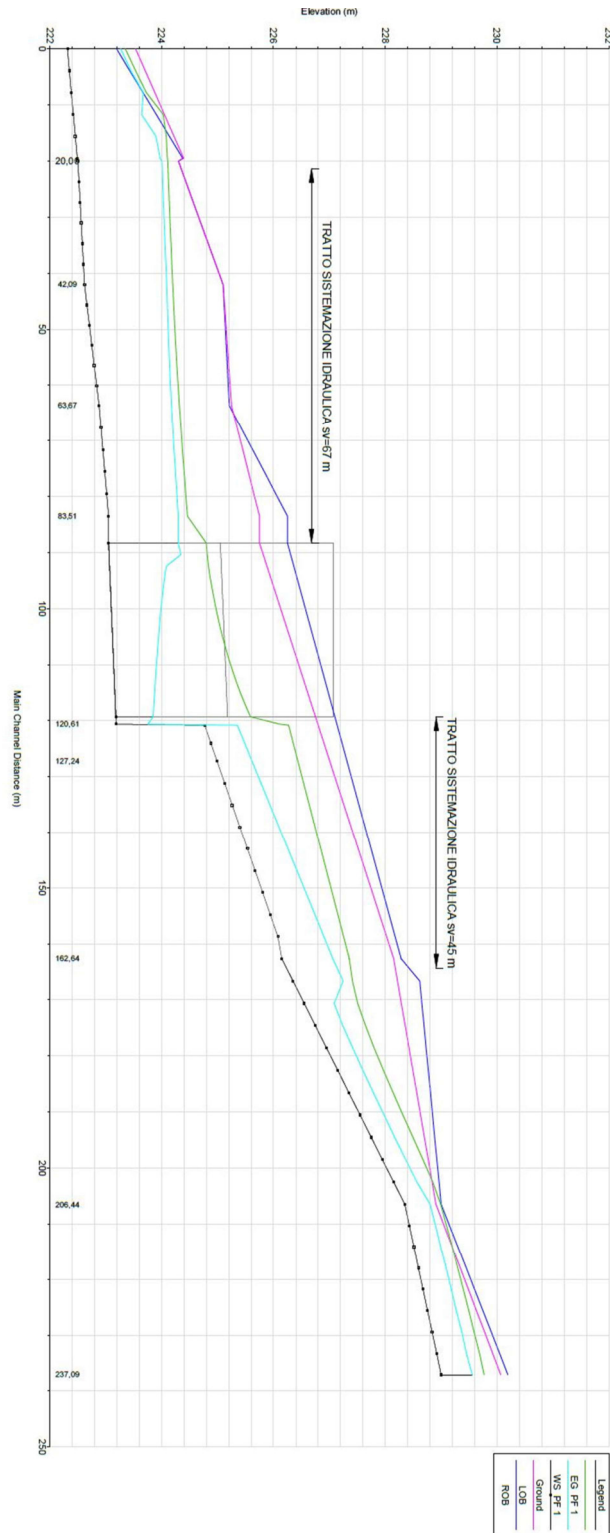
Figura 18.2 Planimetria di esondazione post operam

**Profilo Idraulico ante operam**



**Figura 18.3 Profilo Iraulico ante operam**

**Profilo Idraulico post operam**



**Figura 18.4 Profilo Idraulico post operam**

**Tabella riassuntiva ante operam**

Reach	River Sta	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN17AO	238.52	7.81	229	229.56	229.77	2.04
IN17AO	207.87	7.81	228.35	228.93	229	1.19
IN17AO	164.06	7.81	228.07	228.57	228.7	1.57
IN17AO	120.25	7.81	224.91	226.54	226.94	2.79
IN17AO	102.2	7.81	224.07	226.02	226.08	1.16
IN17AO	92.91	Culvert				
IN17AO	83.51	7.81	223.76	225.34	225.85	3.16
IN17AO	63.67	7.81	223.43	224.57	225.34	3.89
IN17AO	42.09	7.81	223.21	224.45	224.93	3.07
IN17AO	20	7.81	222.77	224.23	224.58	2.63
IN17AO	0	7.81	222.31	223.25	223.35	1.95

**Tabella 18.1 Parametri idraulici ante operam**
**Tabella riassuntiva post operam**

Reach	River Sta	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN17AO	237.09	7.81	229	229.56	229.77	2.04
IN17AO	206.44	7.81	228.35	228.8	228.99	1.93
IN17AO	162.64	7.81	226.15	226.98	227.34	2.69
IN17AO	120.81	7.81	224.77	225.55	226	3
IN17AO	120.61	7.81	223.18	223.8	225.84	5.95
IN17AO	101.6	Culvert				
IN17AO	83.51	7.81	223.05	224.3	224.46	1.79
IN17AO	63.67	7.81	222.88	224.18	224.32	1.67
IN17AO	42.09	7.81	222.62	224.09	224.2	1.45
IN17AO	20	7.81	222.5	224	224.11	1.41
IN17AO	19.5	7.81	222.49	223.97	224.1	1.59
IN17AO	0	7.81	222.31	223.27	223.35	1.72

**Tabella 18.2 Parametri idraulici post operam**
**Conclusioni**

Dall'analisi dei risultati è possibile osservare che la velocità della corrente fluida è inferiore alla velocità limite consentita dal materiale  $V=3.00 \text{ m/s} < V_{MAX}=6.40 \text{ m/s}$ . Nell'imbocco a pozzo, in cui il rivestimento è in calcestruzzo la velocità dell'acqua è di  $5.95 \text{ m/s} < V_{MAX}=6.50 \text{ m/s}$ . I livelli

idrici nella condizione post-operam a valle delle opere di progetto risultano inferiori rispetto alla configurazione ante-operam.

Il tombino idraulico di progetto ha dimensioni di 2.00x2.00 m per cui risulta facilmente ispezionabile e la portata fluida è convogliata in un'unica canna. Il grado di riempimento è del 62% e comunque si ha un franco idraulico superiore a 50cm. Inoltre, il rigurgito a monte del tombino, dovuto alla configurazione post-operam, rispetto alla configurazione ante-operam, è interamente contenuto nelle sponde della sistemazione idraulica di progetto. Infine, a monte della sistemazione idraulica di progetto si ottiene un abbassamento del livello idrico, mentre nella sezione di valle il livello idrico risulta sostanzialmente invariato.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>
	NR11	01	D11 RI	ID0002 001	B	103 di 163

## 19. ALLEGATO 11 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN18

La linea ferroviaria in progetto, presso la pk 35+780.00, presenta una sistemazione idraulica di progetto costituita da un canale a sezione trapezia rivestita con gabbioni e materassi tipo RENO che raccorda, nel tratto di monte come nel tratto di valle, lo scatolare di progetto all'incisione naturale. Lo scatolare di progetto ha dimensioni di 2.00x1.50 m.

Il tratto oggetto della modellazione si estende per circa 120m. Di seguito sono rappresentati i risultati del modello idraulico della sistemazione IN18. Per sviluppare il modello sono state utilizzate 26 sezioni di cui 8 ottenute da rilievi in sito e 18 tramite interpolazioni dal modello del terreno.

Si riportano i risultati della situazione ante operam nelle Figura 19.1 Figura 19.3 e Tabella 19.1.

Nella situazione Post-Operam le verifiche sui franchi sono soddisfatte (Tabella 19.2 – Figura 19.4), l'area esondabile risulta sostanzialmente invariata (Figura 19.2).

Le tabelle Tabella 19.1 Tabella 19.2 riportano tutte le grandezze fondamentali del moto risultanti dalla simulazione, in particolare: la quota del fondo, la quota del pelo libero della corrente, il livello energetico e la velocità media della corrente. Il nome delle sezioni corrisponde a quello riportato negli elaborati grafici.

Planimetria di esondazione ante operam

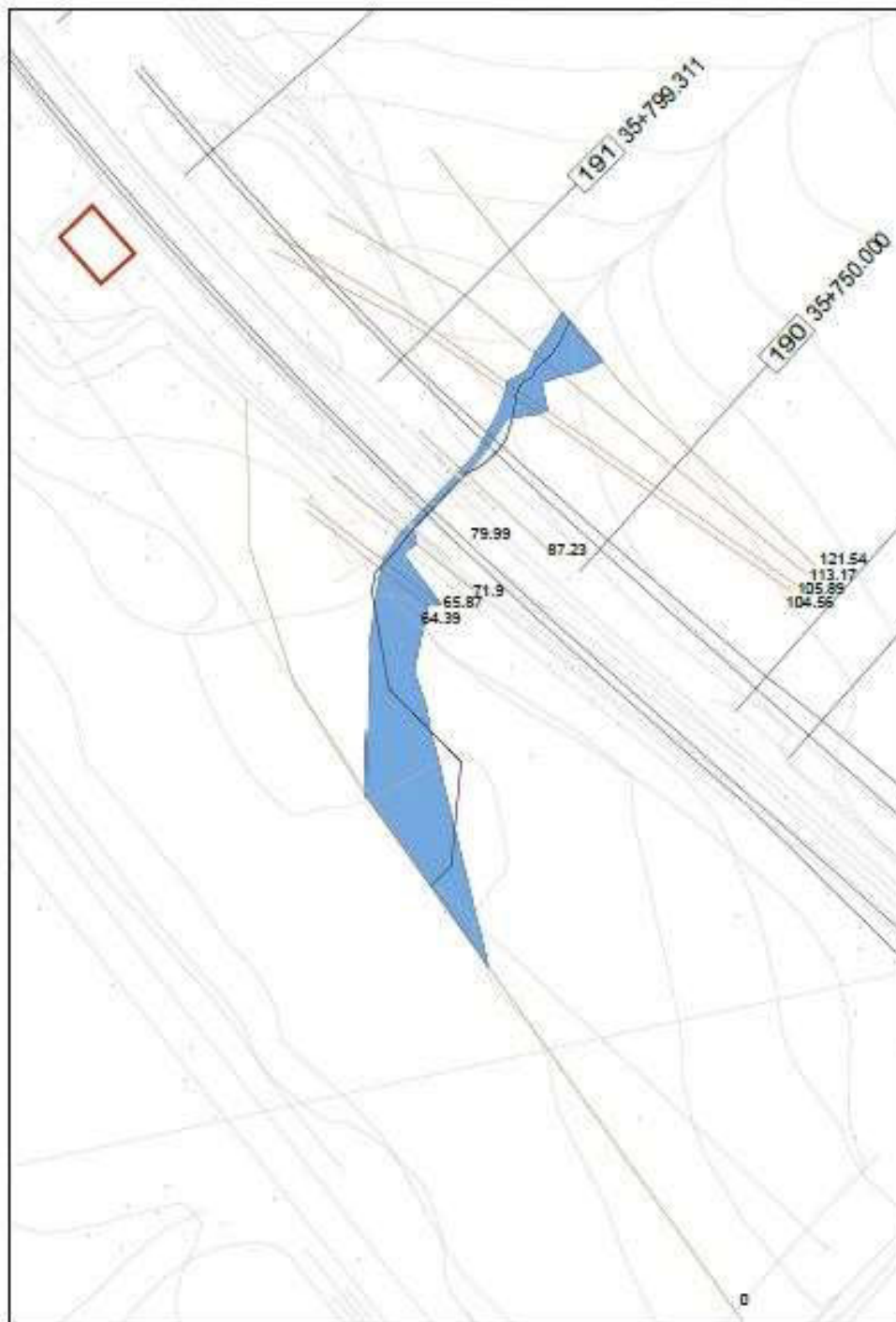
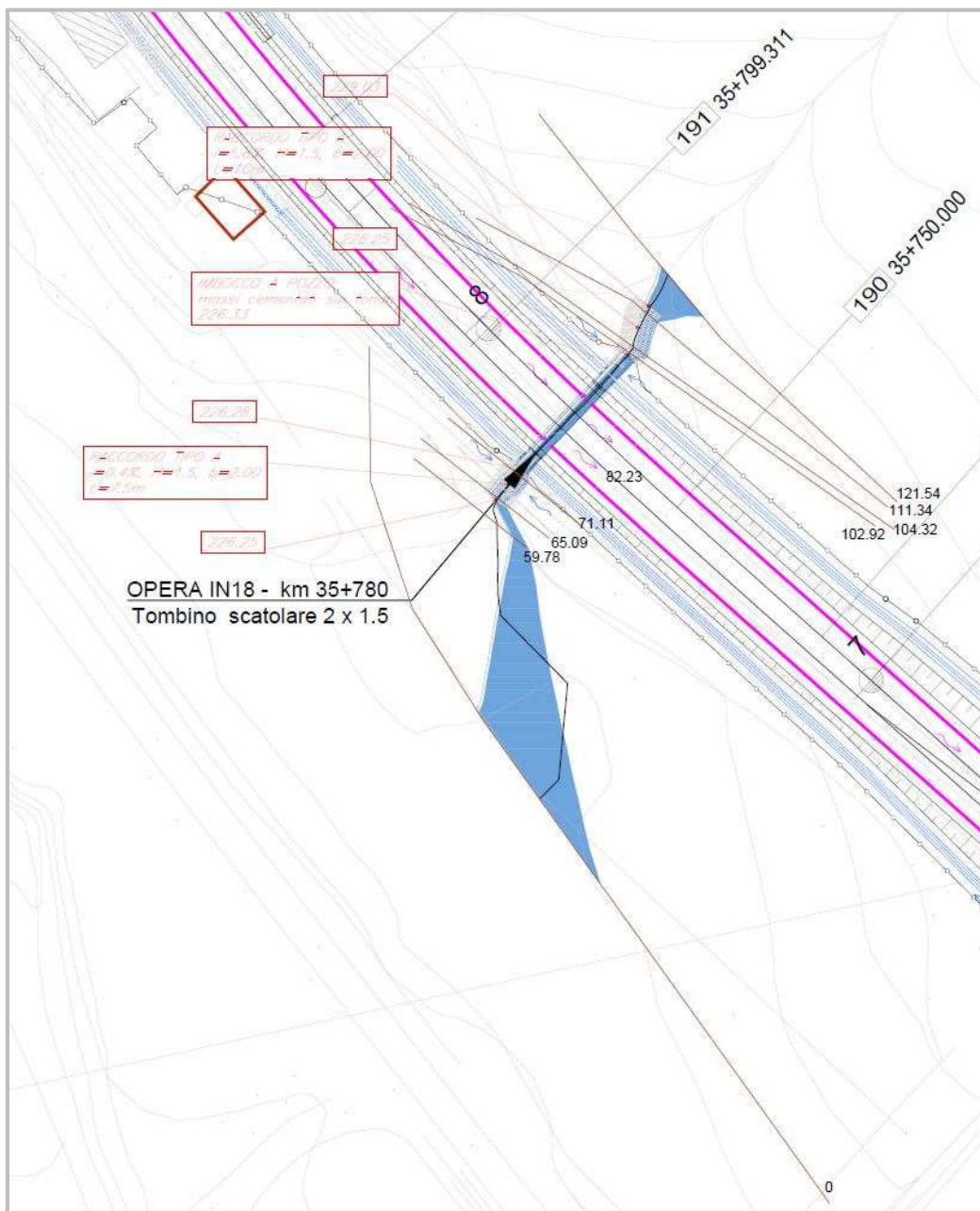


Figura 19.1 Planimetria di esondazione ante operam

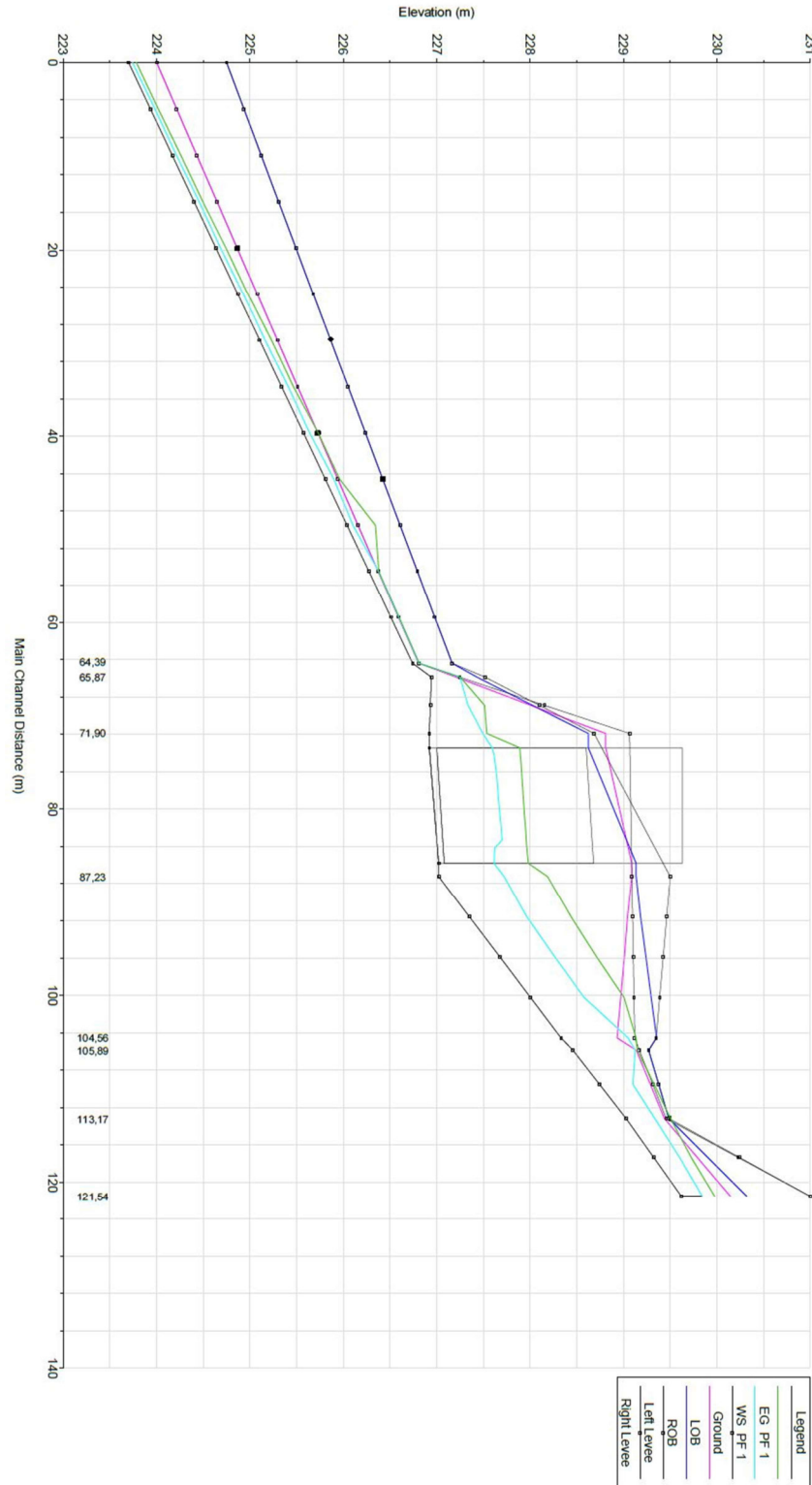


**Planimetria di esondazione post operam**



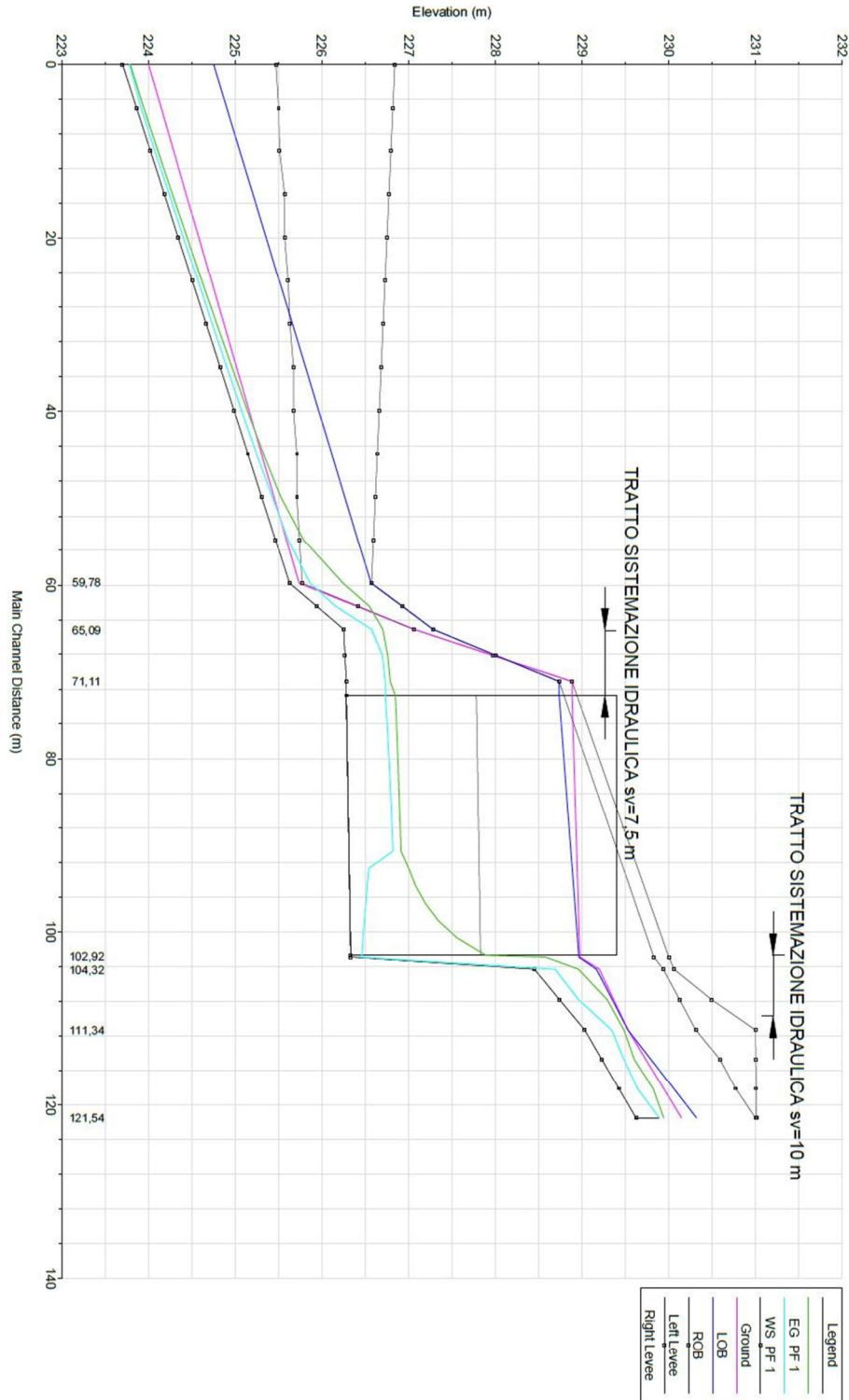
**Figura 19.2 Planimetria di esondazione post operam**

**Profilo Idraulico ante operam**



**Figura 19.3 Profilo Idraulico ante operam**

**Profilo Idraulico post operam**



**Figura 19.4 Profilo Idraulico post operam**

**Tabella riassuntiva ante operam**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN18	121.54	229.62	229.85	229.98	1.6
IN18	113.17	229.03	229.33	229.5	1.82
IN18	105.89	228.46	229.12	229.15	0.67
IN18	104.56	228.33	229.05	229.13	1.36
IN18	87.23	227.02	227.72	228.19	3.02
IN18	79.99	Culvert			
IN18	71.9	226.92	227.49	227.54	0.9
IN18	65.87	226.94	227.25	227.25	0.1
IN18	64.39	226.74	226.81	226.81	0.07
IN18	0	223.7	223.74	223.78	0.9

**Tabella 19.1 Parametri idraulici ante operam**
**Tabella riassuntiva post operam**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN18	121.54	229.62	229.89	229.94	1
IN18	111.34	228.93	229.13	229.52	2.76
IN18	104.32	228.25	228.48	228.77	2.37
IN18	102.92	226.33	226.44	228.32	6.06
IN18	82.23	Culvert			
IN18	71.11	226.28	226.73	226.79	1.04
IN18	65.09	226.25	226.57	226.7	1.61
IN18	59.78	225.63	225.86	226.24	2.76
IN18	0	223.7	223.78	223.79	0.46

**Tabella 19.2 Parametri idraulici post operam**
**Conclusioni**

Dall'analisi dei risultati è possibile osservare che la velocità della corrente fluida è inferiore alla velocità limite consentita dal materiale  $V=2.37 \text{ m/s} < V_{MAX}=6.40 \text{ m/s}$ . Nell'imbocco a pozzo, in cui il rivestimento è in calcestruzzo la velocità dell'acqua è di  $6.06 \text{ m/s} < V_{MAX}=6.50 \text{ m/s}$ . I livelli idrici nella condizione post-operam a valle delle opere di progetto risultano sostanzialmente invariati rispetto alla configurazione ante-operam.

Il tombino idraulico di progetto ha dimensioni di  $2.00 \times 1.50 \text{ m}$  per cui risulta facilmente ispezionabile e la portata fluida è convogliata in un'unica canna. Il grado di riempimento è del 30% e

comunque si ha un franco idraulico superiore a 50cm. Inoltre, il rigurgito a monte del tombino, dovuto alla configurazione post-operam, rispetto alla configurazione ante-operam, è interamente contenuto nelle sponde della sistemazione idraulica di progetto. Infine, a monte della sistemazione idraulica di progetto il livello idrico rimane sostanzialmente invariato.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	<b>COMMESSA</b> NR11	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> D11 RI	<b>DOCUMENTO</b> ID0002 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 110 di 163

## 20. ALLEGATO 12 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN19

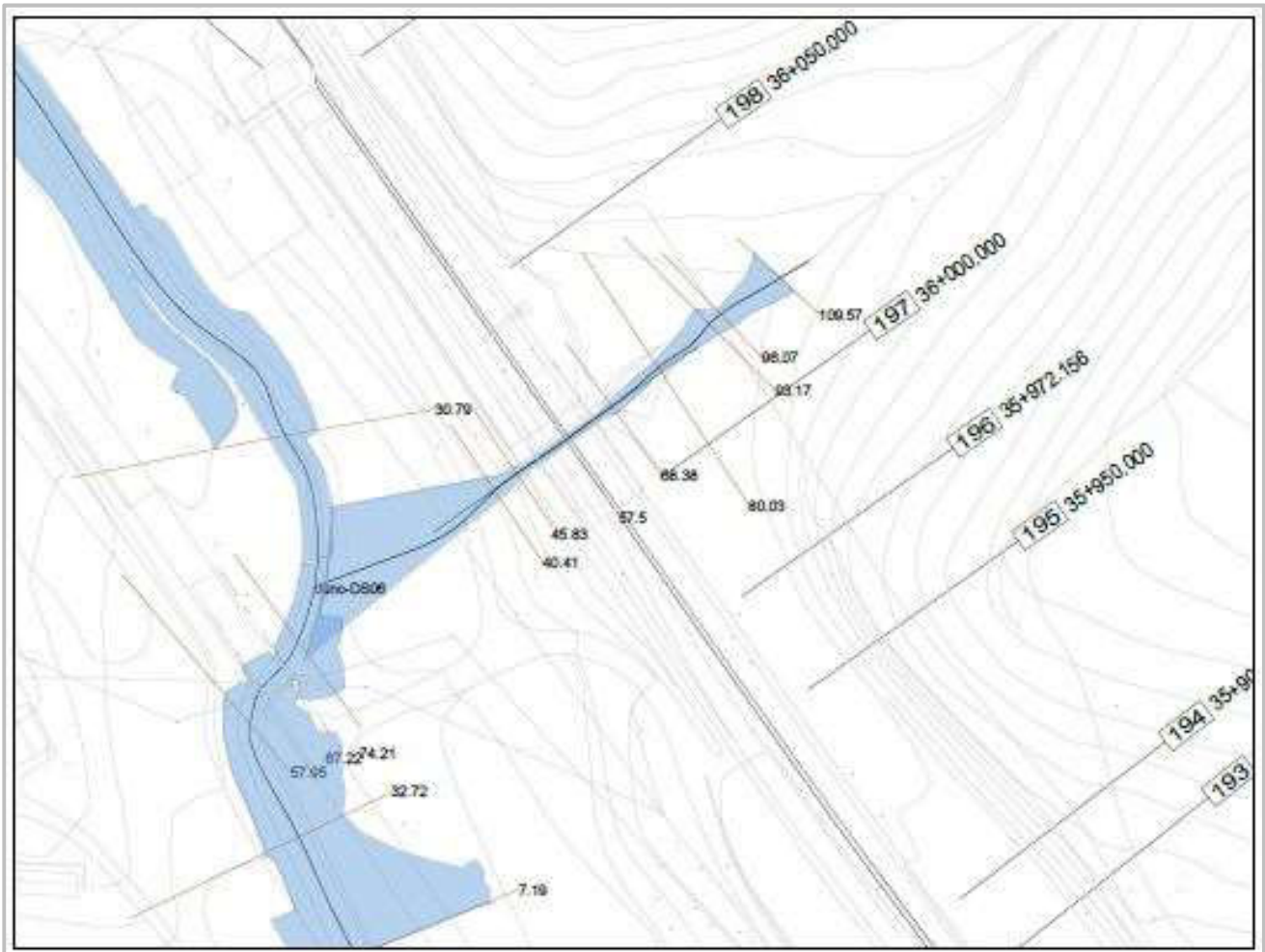
La linea ferroviaria in progetto, presso la pk 36+016.00, presenta una sistemazione idraulica di progetto costituita da: un canale a sezione trapezia e rivestimento con gabbioni e materassi tipo RENO nel tratto di monte dello scatolare di progetto 2.00x2.00 m, un canale con sezione ad “U” nel tratto immediatamente a valle dello scatolare, un nuovo scatolare di sezione 2.00x2.00 posto al di sotto della viabilità locale, infine, un raccordo con l’incisione naturale realizzato con un canale a sezione trapezia con rivestimento in materassi tipo RENO. Lo scatolare di progetto ha dimensioni di 2.00x2.00 m.

Il tratto oggetto della modellazione si estende per circa 120m. Di seguito sono rappresentati i risultati del modello idraulico della sistemazione IN19. Per sviluppare il modello sono state utilizzate 17 sezioni di cui 10 ottenute da rilievi in sito e 7 tramite interpolazioni dal modello del terreno.

I risultati dello studio ante operam sono riportati nelle Figura 20.1 - Figura 20.3 e Tabella 20.1. Nella situazione Post-Operam le verifiche sui franchi sono soddisfatte (Tabella 20.2 – Figura 20.4), l’area esondabile risulta sostanzialmente invariata a valle mentre è leggermente ridotta a monte (Figura 20.2).

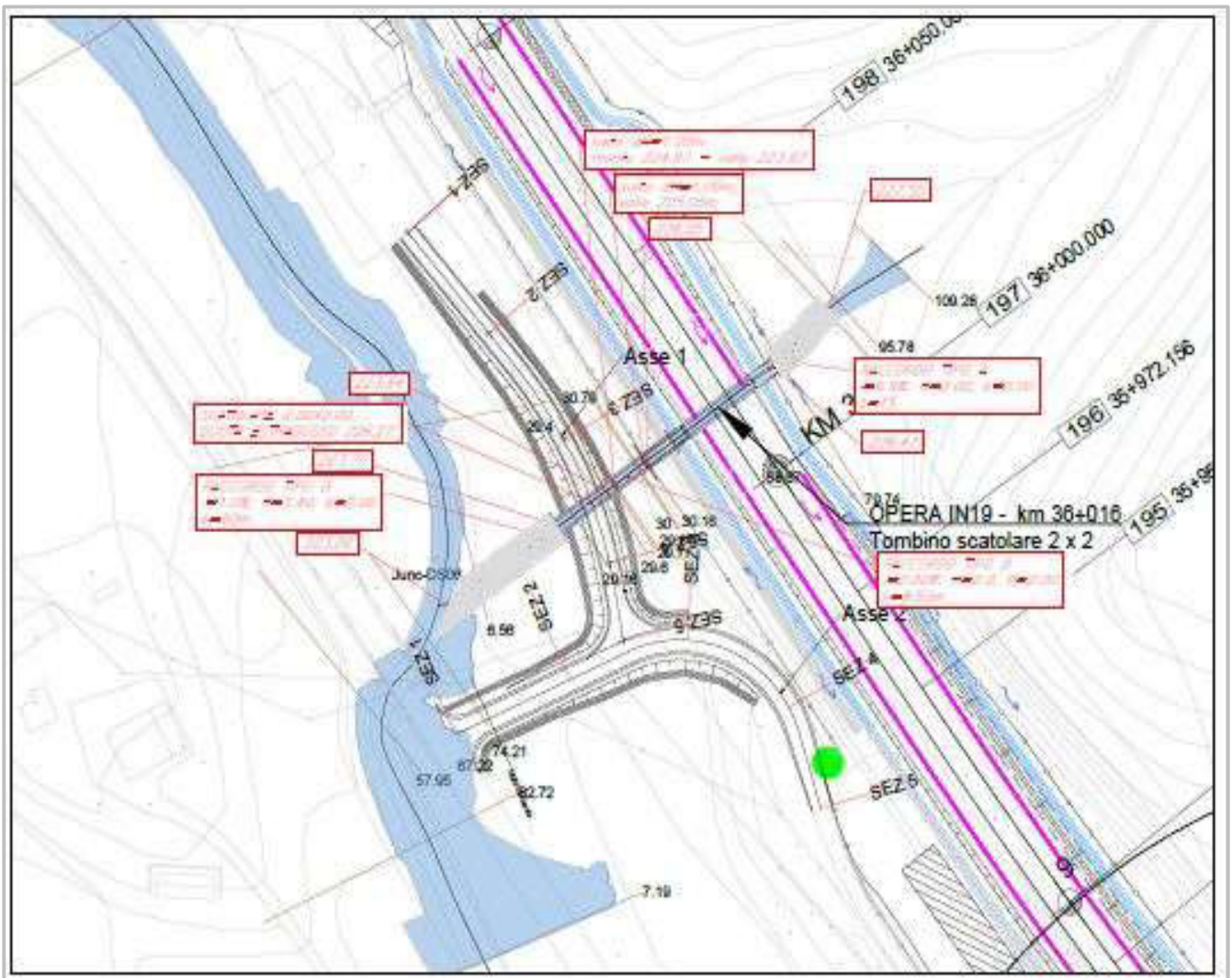
Le tabelle Tabella 20.1-Tabella 20.2 riportano tutte le grandezze fondamentali del moto risultanti dalla simulazione, in particolare: la quota del fondo, la quota del pelo libero della corrente, il livello energetico e la velocità media della corrente. Il nome delle sezioni corrisponde a quello riportato negli elaborati grafici.

**Planimetria di esondazione ante operam**



**Figura 20.1 Planimetria di esondazione ante operam**

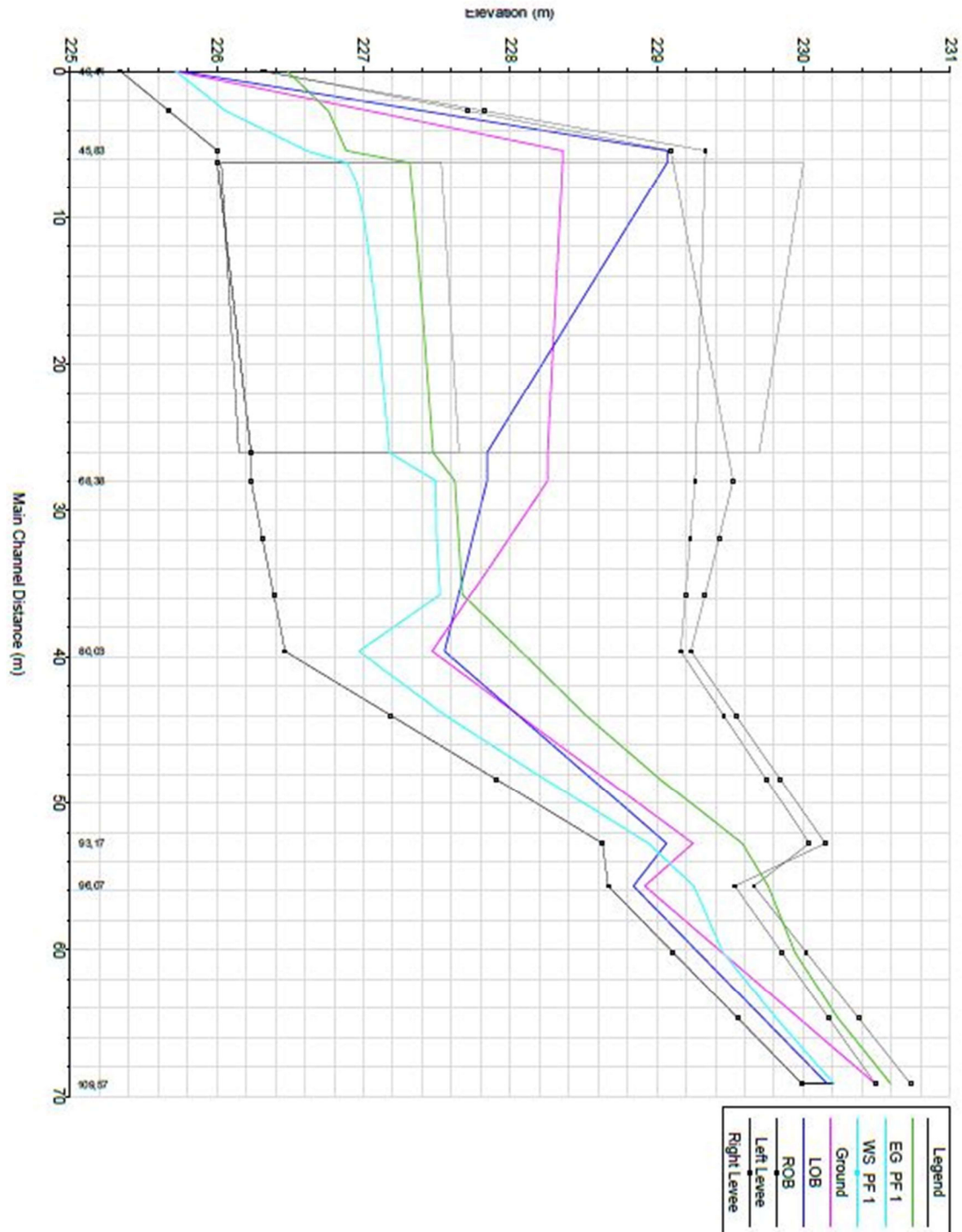
**Planimetria di esondazione post operam**



**Figura 20.2 Planimetria di esondazione post operam**



**Profilo Idraulico ante operam**



**Figura 20.3 Profilo Idraulico ante operam**

Profilo Idraulico post operam

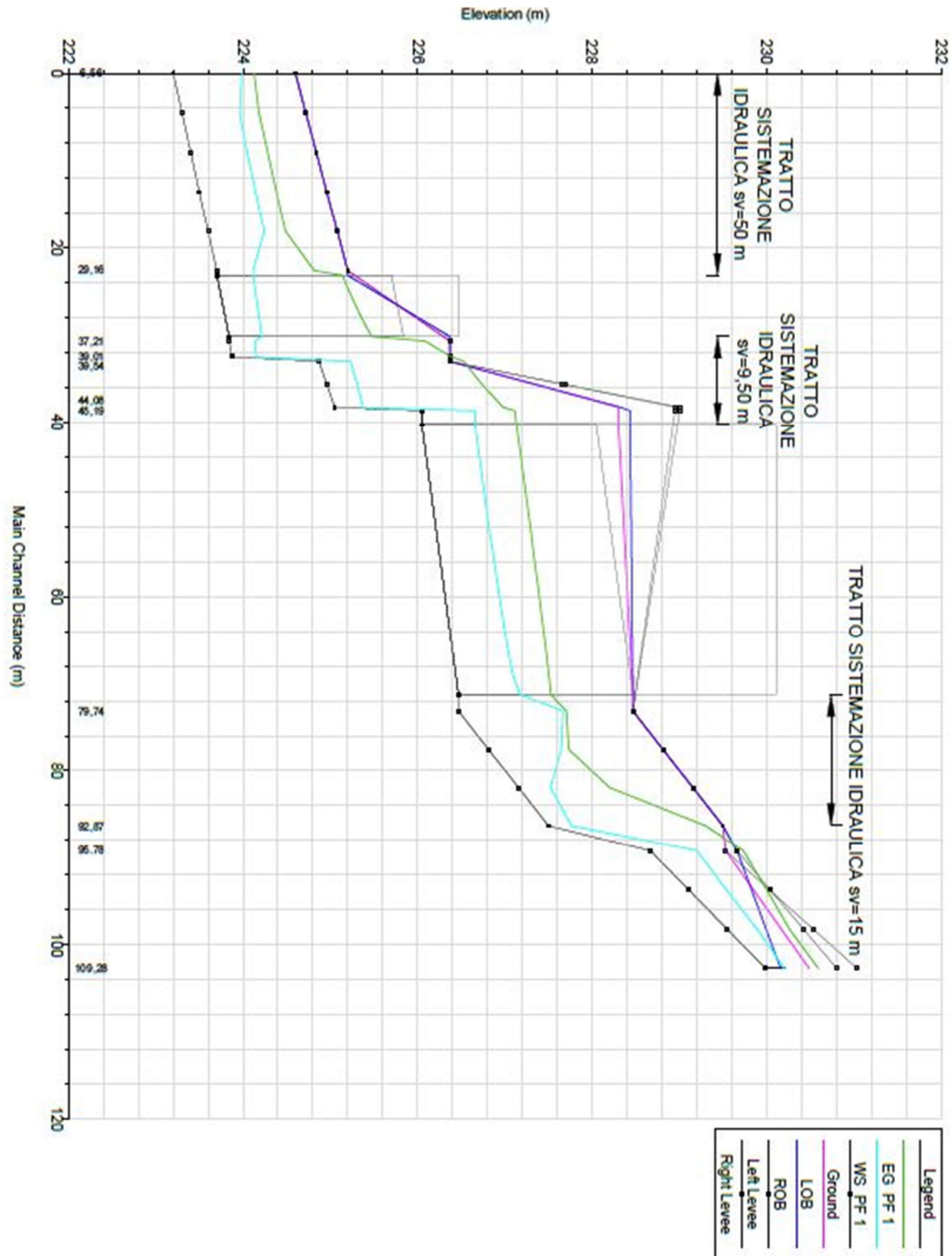


Figura 20.4 Profilo Idraulico post operam

**Tabella riassuntiva ante operam**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN19	109.57	229.99	230.21	230.6	2.78
IN19	96.07	228.67	229.25	229.76	3.57
IN19	93.17	228.63	228.94	229.58	3.54
IN19	80.03	226.46	226.97	228.07	4.65
IN19	68.38	226.23	227.49	227.62	1.6
IN19	57.5	Culvert			
IN19	45.83	226	226.61	226.88	2.3
IN19	40.41	225.34	225.72	226.48	3.87

**Tabella 20.1 Parametri idraulici ante operam**
**Tabella riassuntiva post operam**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN19	109.28	229.99	230.21	230.6	2.78
IN19	95.78	228.67	229.2	229.74	3.24
IN19	92.87	227.5	227.77	229.3	5.49
IN19	79.74	226.47	227.67	227.71	0.85
IN19	58.67	Culvert			
IN19	30.16	226.05	226.66	227.12	2.99
IN19	30	225.05	225.38	226.98	5.61
IN19	29.81	224.87	225.23	226.53	5.04
IN19	29.7	223.87	224.15	226.39	6.12
IN19	29.6	223.84	224.14	226.08	6.02
IN19	29.4	Culvert			
IN19	29.16	223.7	224.12	224.81	3.7
IN19	6.56	223.2	223.99	224.13	1.67

**Tabella 20.2 Parametri idraulici post operam**
**Conclusioni**

Dall'analisi dei risultati è possibile osservare che la velocità della corrente fluida è inferiore alla velocità limite consentita dal materiale  $V=5.49 \text{ m/s} < V_{MAX}=6.40 \text{ m/s}$ . Nel tratto in calcestruzzo si ha una velocità massima di  $6.12 \text{ m/s} < V_{MAX}=6.50 \text{ m/s}$ . I livelli idrici nella condizione post-operam a valle delle opere di progetto risultano leggermente inferiori rispetto alla configurazione ante-operam.

Il tombino idraulico di progetto ha dimensioni di 2.00x2.00 m per cui risulta facilmente ispezionabile e la portata fluida è convogliata in un'unica canna. Il grado di riempimento è del 36% (21% per il tombino stradale) e comunque si ha un franco idraulico superiore a 50cm. Inoltre, il rigurgito a monte del tombino, dovuto alla configurazione post-operam, rispetto alla configurazione ante-operam, è interamente contenuto nelle sponde della sistemazione idraulica di progetto. Infine, a monte della sistemazione idraulica di progetto si ottiene un abbassamento del livello idrico, mentre nella sezione di valle il livello idrico risulta sostanzialmente invariato.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	<b>COMMESSA</b> NR11	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> D11 RI	<b>DOCUMENTO</b> ID0002 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 117 di 163

## 21. ALLEGATO 13 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN20

Presso la pk 36+243.00, è prevista una sistemazione idraulica di progetto costituita da un canale a sezione trapezia rivestita con gabbioni e materassi tipo RENO nel tratto di monte mentre la sistemazione di valle non prevede la presenza dei gabbioni. Lo scatolare di progetto ha dimensioni di 2.00x2.00 m. All'imbocco dello scatolare di progetto sono previsti una serie di salti con uno strato di massi cementati sul fondo.

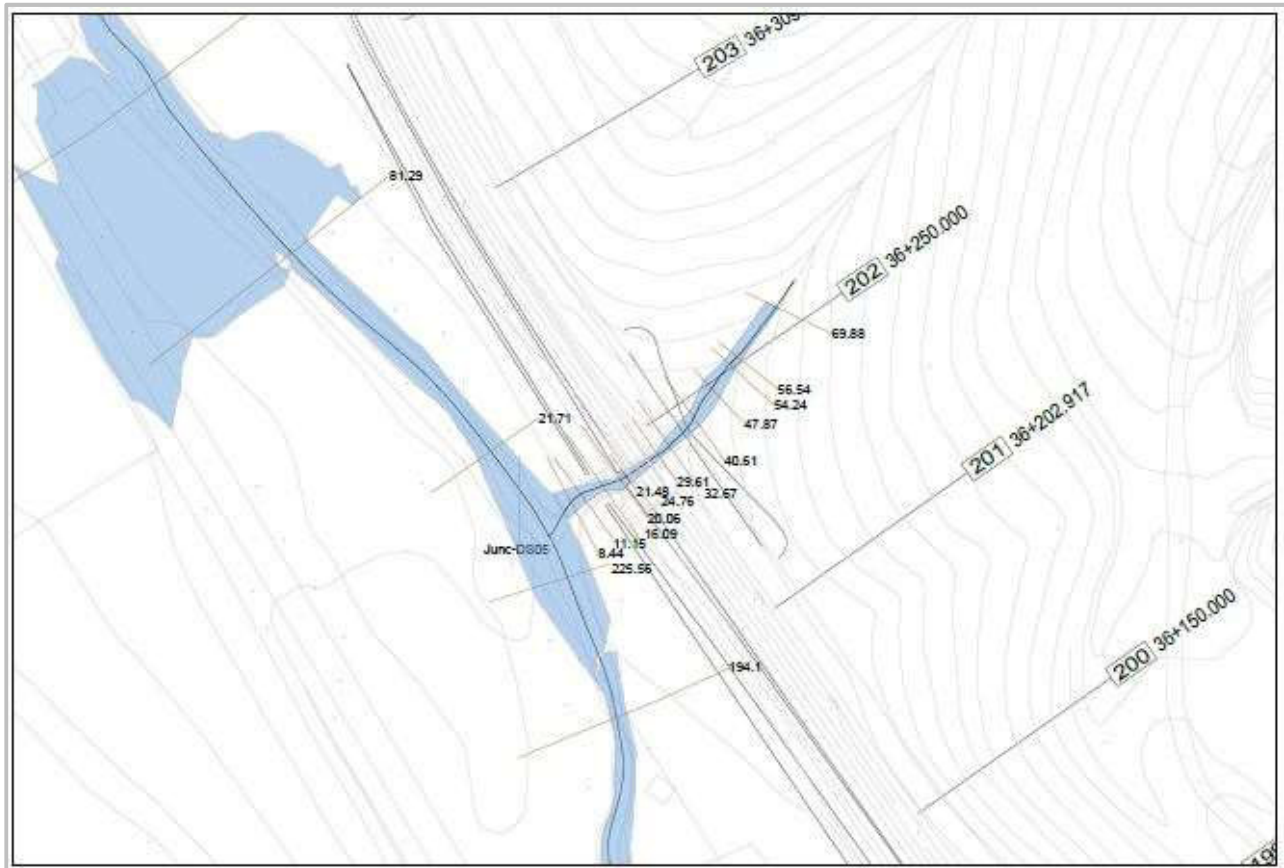
Il tratto oggetto della modellazione si estende per circa 70 m. Di seguito sono rappresentati i risultati del modello idraulico della sistemazione IN20. Per sviluppare il modello sono state utilizzate 16 sezioni di cui 10 ottenute da rilievi in sito e 6 tramite interpolazioni dal modello del terreno.

La situazione ante operam analizzata è riportata nelle Figura 21.3 Profilo Idraulico ante operam e Tabella 21.1.

Nella situazione Post-Operam le verifiche sui franchi sono soddisfatte (Tabella 21.2 – Figura 21.4), l'area esondabile risulta sostanzialmente invariata (Figura 21.2).

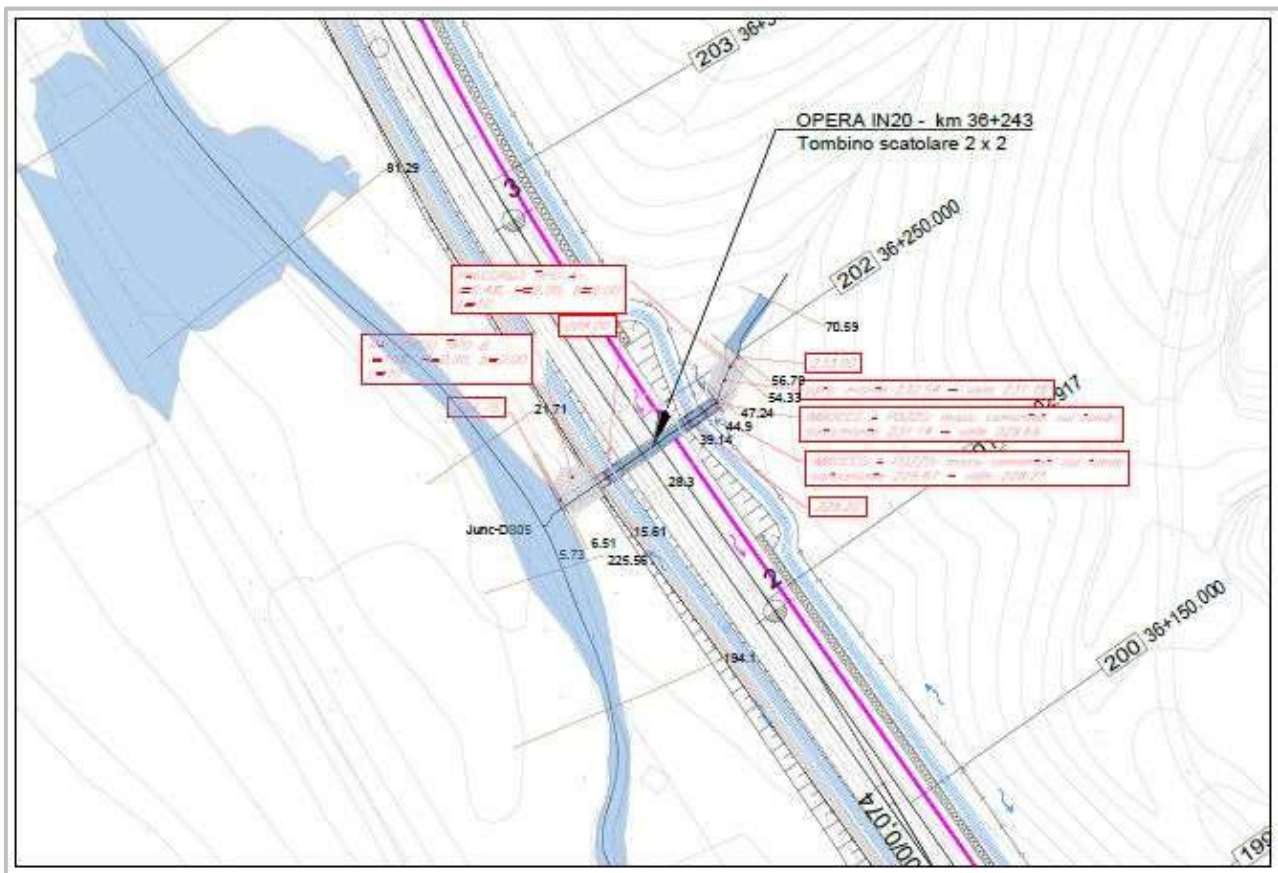
Le tabelle Tabella 21.1 Tabella 21.2 riportano tutte le grandezze fondamentali del moto risultanti dalla simulazione, in particolare: la quota del fondo, la quota del pelo libero della corrente, il livello energetico e la velocità media della corrente. Il nome delle sezioni corrisponde a quello riportato negli elaborati grafici.

**Planimetria di esondazione ante operam**



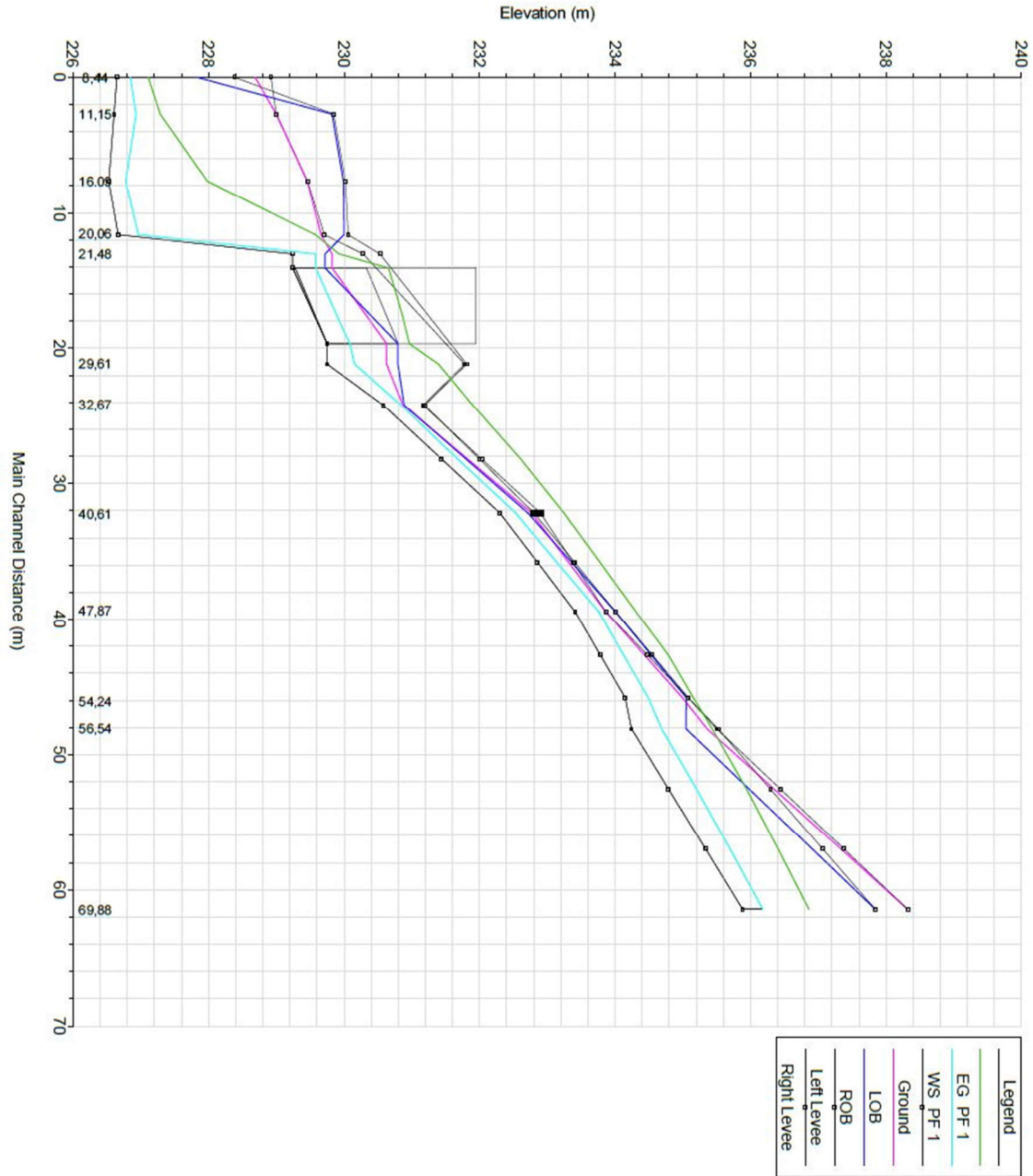
**Figura 21.1 Planimetria di esondazione ante operam**

**Planimetria di esondazione post operam**



**Figura 21.2 Planimetria di esondazione post operam**

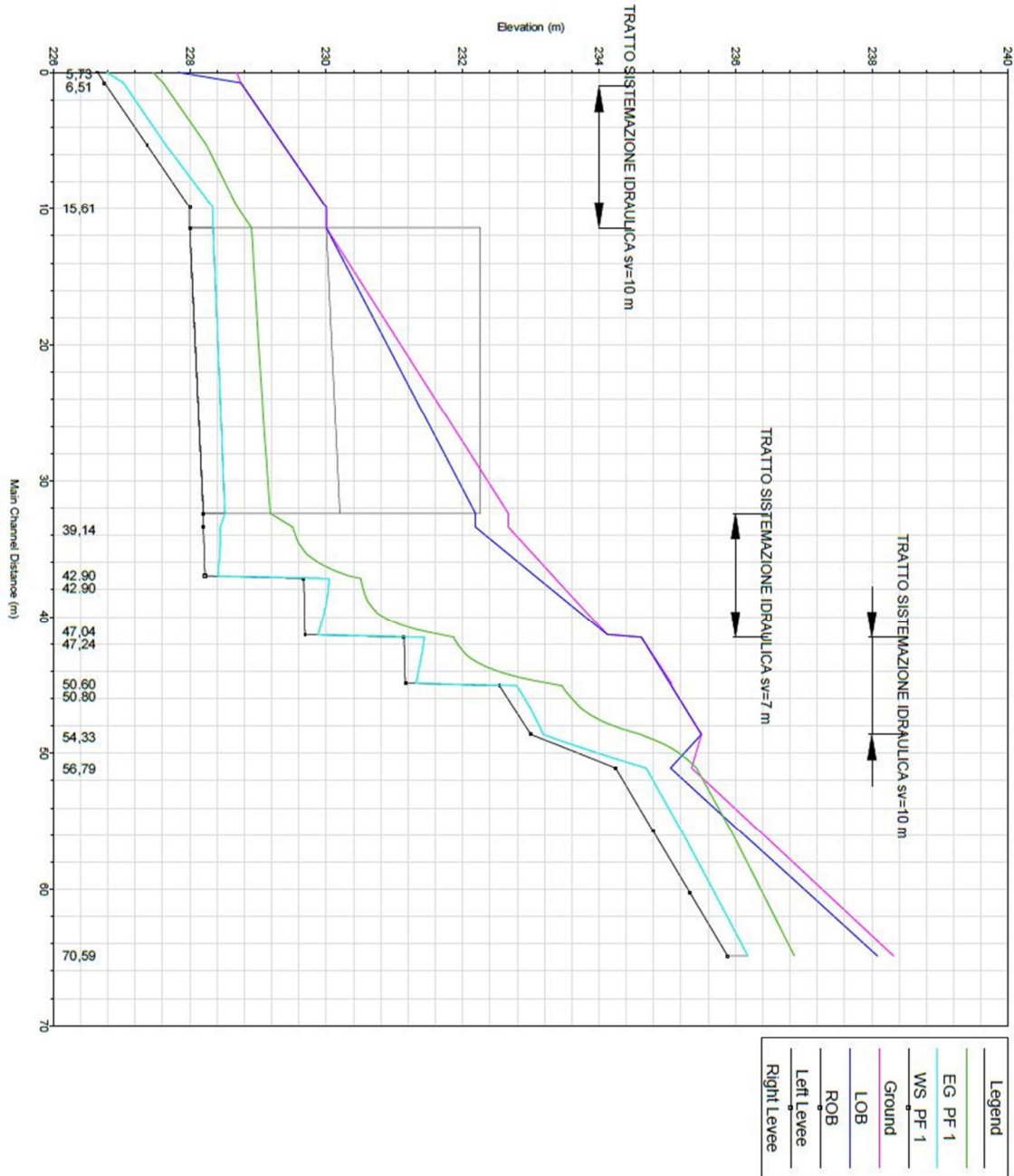
**Profilo Idraulico ante operam**



**Figura 21.3 Profilo Idraulico ante operam**



**Profilo Idraulico post operam**



**Figura 21.4 Profilo Idraulico post operam**

**Tabella riassuntiva ante operam**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN20	69.88	235.88	236.18	236.86	3.65
IN20	56.54	234.24	234.69	235.43	3.83
IN20	54.24	234.15	234.49	235.15	3.61
IN20	47.87	233.41	233.76	234.31	3.28
IN20	40.61	232.3	232.53	233.25	3.74
IN20	32.67	230.58	230.84	231.9	4.55
IN20	29.61	229.75	230.16	231.4	4.93
IN20	24.76	Culvert			
IN20	21.48	229.24	229.58	229.93	2.59
IN20	20.06	226.67	226.96	229.58	7.16
IN20	16.09	226.53	226.78	227.98	4.87
IN20	11.15	226.61	226.93	227.29	2.65
IN20	8.44	226.65	226.85	227.11	2.27

**Tabella 21.1 Parametri idraulici ante operam**
**Tabella riassuntiva post operam**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN20	70.59	235.88	236.18	236.86	3.65
IN20	56.79	234.24	234.69	235.43	3.8
IN20	54.33	233	233.18	234.61	5.29
IN20	50.785	232.54	232.79	233.46	3.62
IN20	50.588	231.16	231.32	233.26	6.17
IN20	47.24	231.14	231.44	231.87	2.91
IN20	47.045	229.69	229.88	231.69	5.96
IN20	42.895	229.67	230.04	230.51	3.03
IN20	42.697	228.22	228.41	230.33	6.14
IN20	39.14	228.2	228.45	229.51	4.56
IN20	28.3	Culvert			
IN20	15.61	228	228.34	228.7	2.65
IN20	6.51	226.75	227.03	227.61	3.38
IN20	5.73	226.65	226.79	227.46	3.64

**Tabella 21.2 Parametri idraulici post operam**

## Conclusioni

Dall'analisi dei risultati è possibile osservare che la velocità della corrente fluida è inferiore alla velocità limite consentita dal materiale (sistemazione a materassi tipo Reno)  $V=6.17 \text{ m/s} < V_{MAX}=6.40 \text{ m/s}$ . Nel tratto in calcestruzzo, a valle dei salti, si ha una velocità massima di  $6.14 \text{ m/s}$ . I livelli idrici nella condizione post-operam a valle delle opere di progetto risultano sostanzialmente invariati rispetto alla configurazione ante-operam.

Il tombino idraulico di progetto ha dimensioni di  $2.00 \times 2.00 \text{ m}$  per cui risulta facilmente ispezionabile e la portata fluida è convogliata in un'unica canna. Il grado di riempimento è del 17% e comunque si ha un franco idraulico superiore a 50cm. Inoltre, il rigurgito a monte del tombino, dovuto alla configurazione post-operam, rispetto alla configurazione ante-operam, è interamente contenuto nelle sponde della sistemazione idraulica di progetto. Infine, a monte della sistemazione idraulica di progetto il livello idrico rimane sostanzialmente invariato. Infine, a monte della sistemazione idraulica di progetto si ottiene un abbassamento del livello idrico, mentre nella sezione di valle il livello idrico risulta sostanzialmente invariato.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	<b>COMMESSA</b> NR11	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> D11 RI	<b>DOCUMENTO</b> ID0002 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 124 di 163

## 22. ALLEGATO 14 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN21

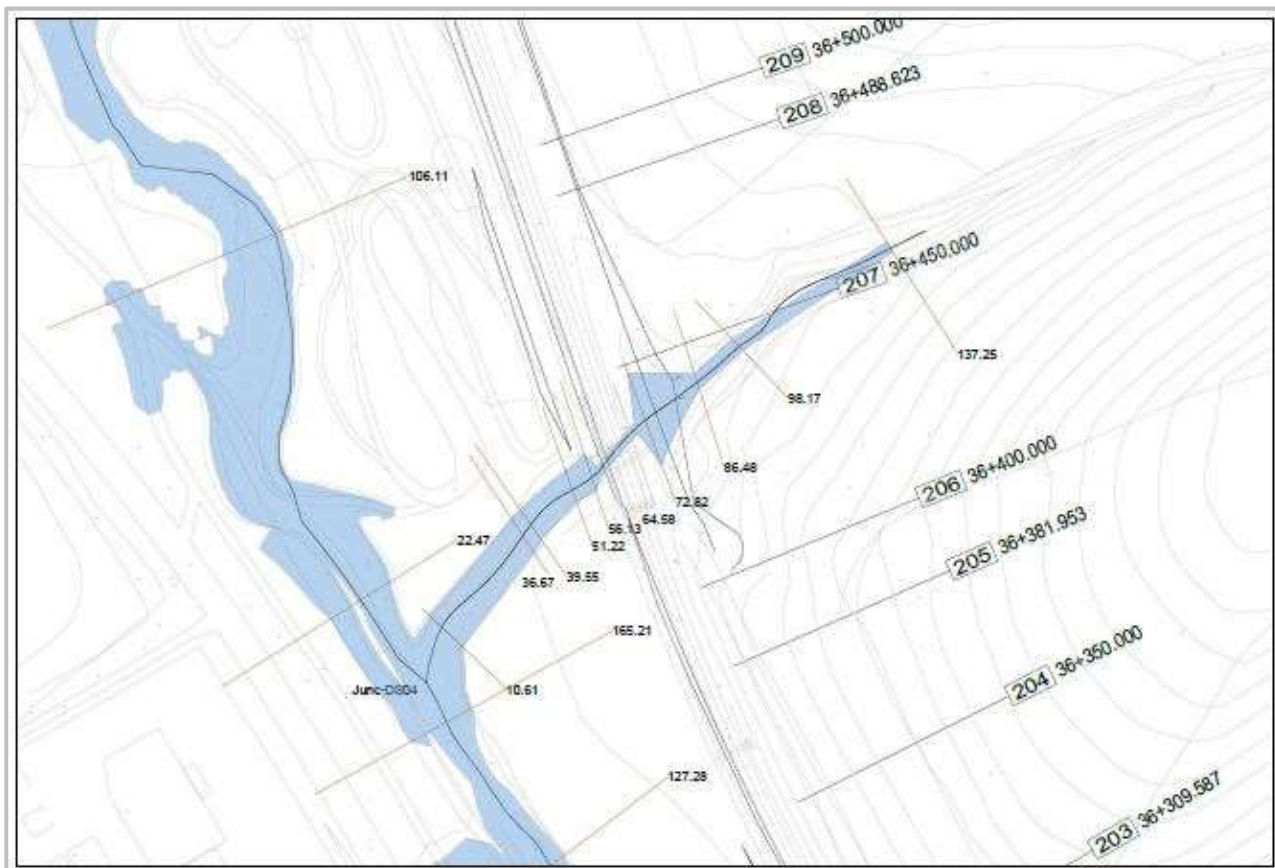
Presso la pk 36+436.00, è prevista la sistemazione idraulica di progetto costituita da un canale a sezione trapezia e rivestimento con gabbioni e materassi tipo RENO per il tratto di monte mentre la sistemazione del tratto di valle non prevede la presenza dei gabbioni. Lo scatolare di progetto ha dimensioni di 3.00x3.00.

Il tratto oggetto della modellazione si estende per circa 140m. Di seguito sono rappresentati i risultati del modello idraulico della sistemazione IN21. Per sviluppare il modello sono state utilizzate 30 sezioni di cui 9 ottenute da rilievi in sito e 21 tramite interpolazioni dal modello del terreno.

Dall'analisi dei risultati si può riscontrare come l'attraversamento esistente risulta insufficiente (Figura 22.3), con conseguente allagamento dell'area di monte (Figura 22.1), nella sezione di monte dell'attraversamento le verifiche idrauliche non sono soddisfatte (Tabella 22.1). Nella situazione Post-Operam le verifiche sui franchi sono soddisfatte (Tabella 22.2 – Figura 22.4), l'area esondabile di monte risulta ridotta, mentre l'area esondabile di valle risulta sostanzialmente invariata (Figura 22.2).

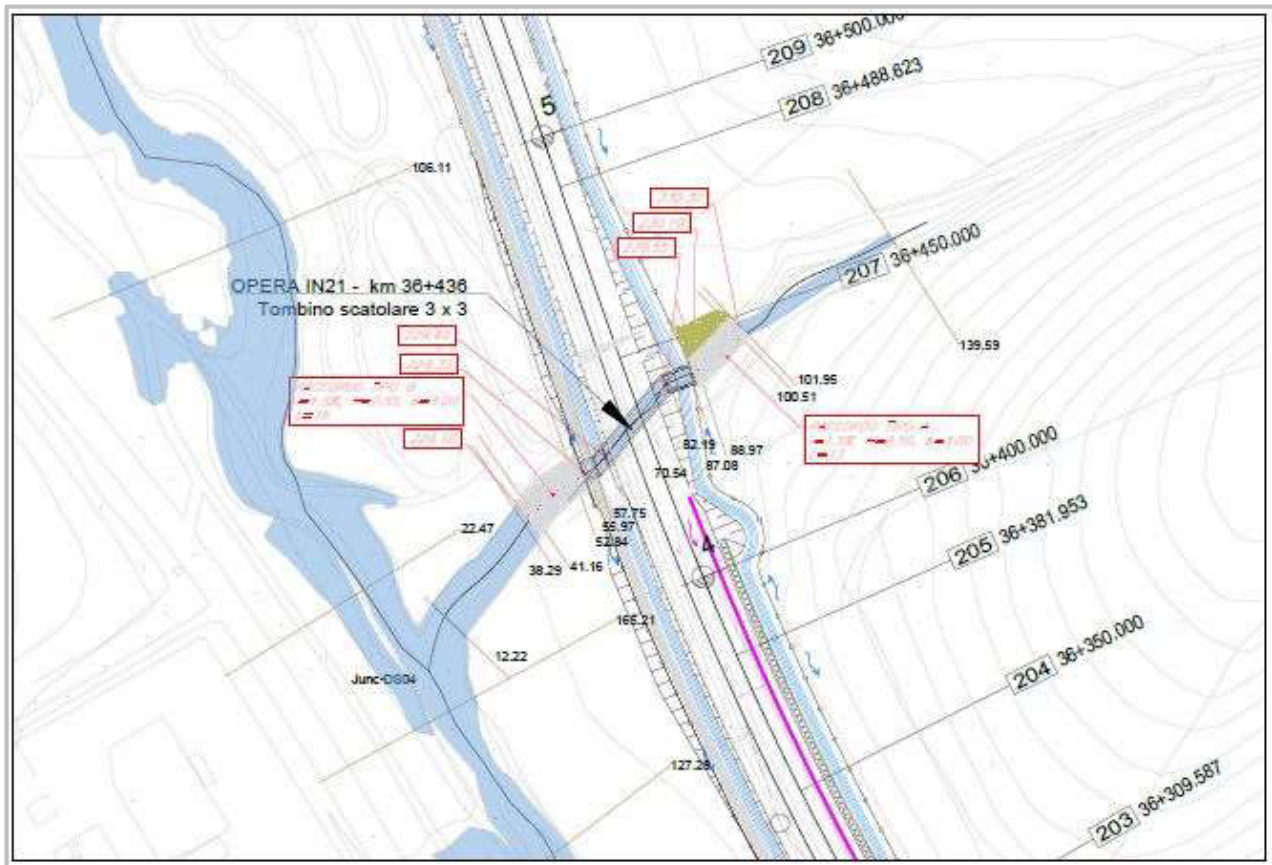
Le tabelle Tabella 22.1 Tabella 22.2 riportano tutte le grandezze fondamentali del moto risultanti dalla simulazione, in particolare: la quota del fondo, la quota del pelo libero della corrente, il livello energetico e la velocità media della corrente. Il nome delle sezioni corrisponde a quello riportato negli elaborati grafici.

**Planimetria di esondazione ante operam**



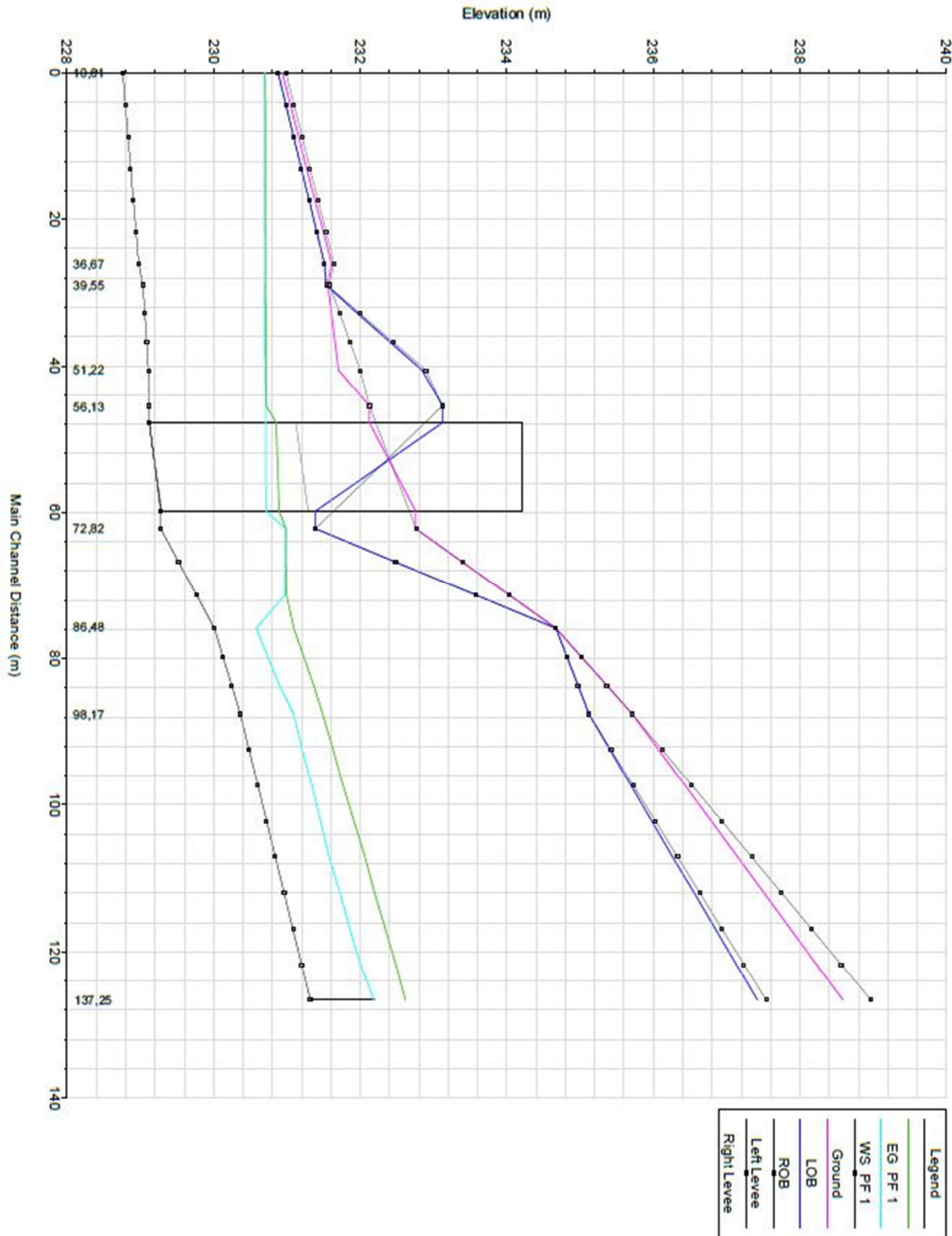
**Figura 22.1 Planimetria di esondazione ante operam**

**Planimetria di esondazione post operam**



**Figura 22.2 Planimetria di esondazione post operam**

**Profilo Idraulico ante operam**



**Figura 22.3 Profilo Idraulico ante operam**

Profilo Idraulico post operam

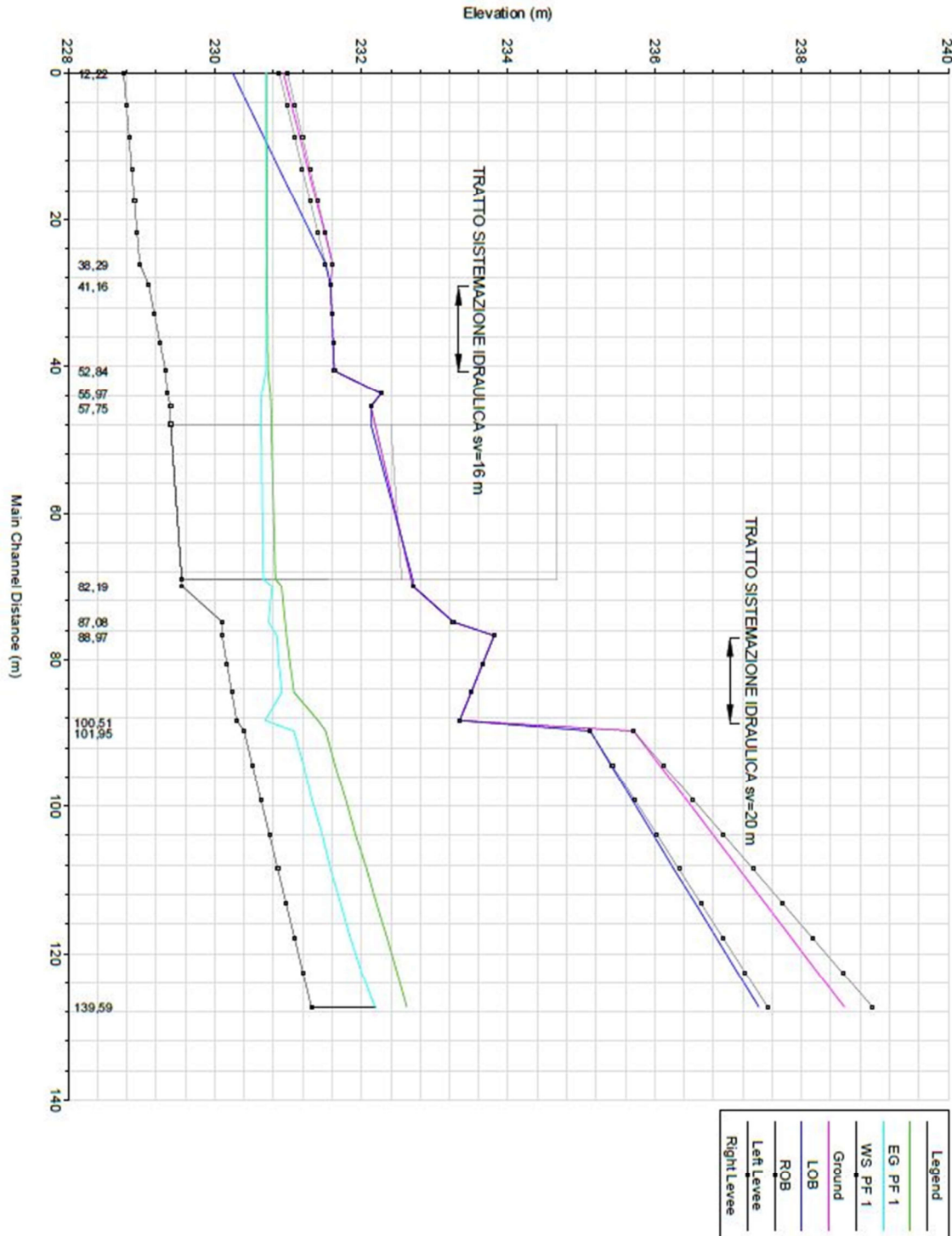


Figura 22.4 Profilo Idraulico post operam



**Tabella riassuntiva ante operam**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN21	137.25	231.32	232.19	232.62	2.91
IN21	98.17	230.37	231.09	231.49	2.79
IN21	86.48	230.01	230.58	231.09	3.17
IN21	72.82	229.28	230.98	230.98	0.18
IN21	64.58	Culvert			
IN21	56.13	229.12	230.71	230.72	0.39
IN21	51.22	229.11	230.7	230.71	0.48
IN21	39.55	229.04	230.7	230.71	0.4
IN21	36.67	228.98	230.7	230.71	0.35
IN21	10.61	228.76	230.7	230.7	0.4

**Tabella 22.1 Parametri idraulici ante operam**
**Tabella riassuntiva post operam**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN21	139.59	231.32	232.19	232.62	2.91
IN21	101.95	230.4	231.08	231.51	2.92
IN21	100.51	230.3	230.58	231.39	3.99
IN21	88.97	230.1	230.92	230.98	1.12
IN21	87.08	230.1	230.67	230.95	2.36
IN21	82.19	229.55	230.72	230.79	1.13
IN21	70.54	Culvert			
IN21	57.75	229.4	230.68	230.74	1.03
IN21	55.97	229.35	230.68	230.73	0.99
IN21	52.84	229.33	230.7	230.72	0.59
IN21	41.16	229.1	230.7	230.71	0.49
IN21	38.29	228.98	230.7	230.71	0.35
IN21	12.22	228.76	230.7	230.71	0.42

**Tabella 22.2 Parametri idraulici post operam**
**Conclusioni**

Dall'analisi dei risultati è possibile osservare che la velocità della corrente fluida è inferiore alla velocità limite consentita dal materiale  $V=3.99 \text{ m/s} < V_{MAX}=6.40 \text{ m/s}$ . I livelli idrici nella condizione post-operam a valle delle opere di progetto risultano sostanzialmente invariati rispetto alla configurazione ante-operam.

Il tombino idraulico di progetto ha dimensioni di 2.00x2.00 m per cui risulta facilmente ispezionabile e la portata fluida è convogliata in un'unica canna. Il grado di riempimento è del 38% e comunque si ha un franco idraulico superiore a 50cm. Inoltre, il rigurgito a monte del tombino, dovuto alla configurazione post-operam, rispetto alla configurazione ante-operam, è interamente contenuto nelle sponde della sistemazione idraulica di progetto. Infine, nella sezione di valle il livello idrico risulta sostanzialmente invariato.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	<b>COMMESSA</b> NR11	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> D11 RI	<b>DOCUMENTO</b> ID0002 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 131 di 163

### 23. ALLEGATO 15 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN22

Presso la pk 36+614.00, è prevista la sistemazione idraulica di progetto costituita da un canale con sezione trapezia e rivestimento con gabbioni e materassi tipo RENO che raccorda, nel tratto di monte come nel tratto di valle, lo scatolare di progetto all'incisione naturale. Lo scatolare di progetto ha dimensioni di 3.00x3.00.

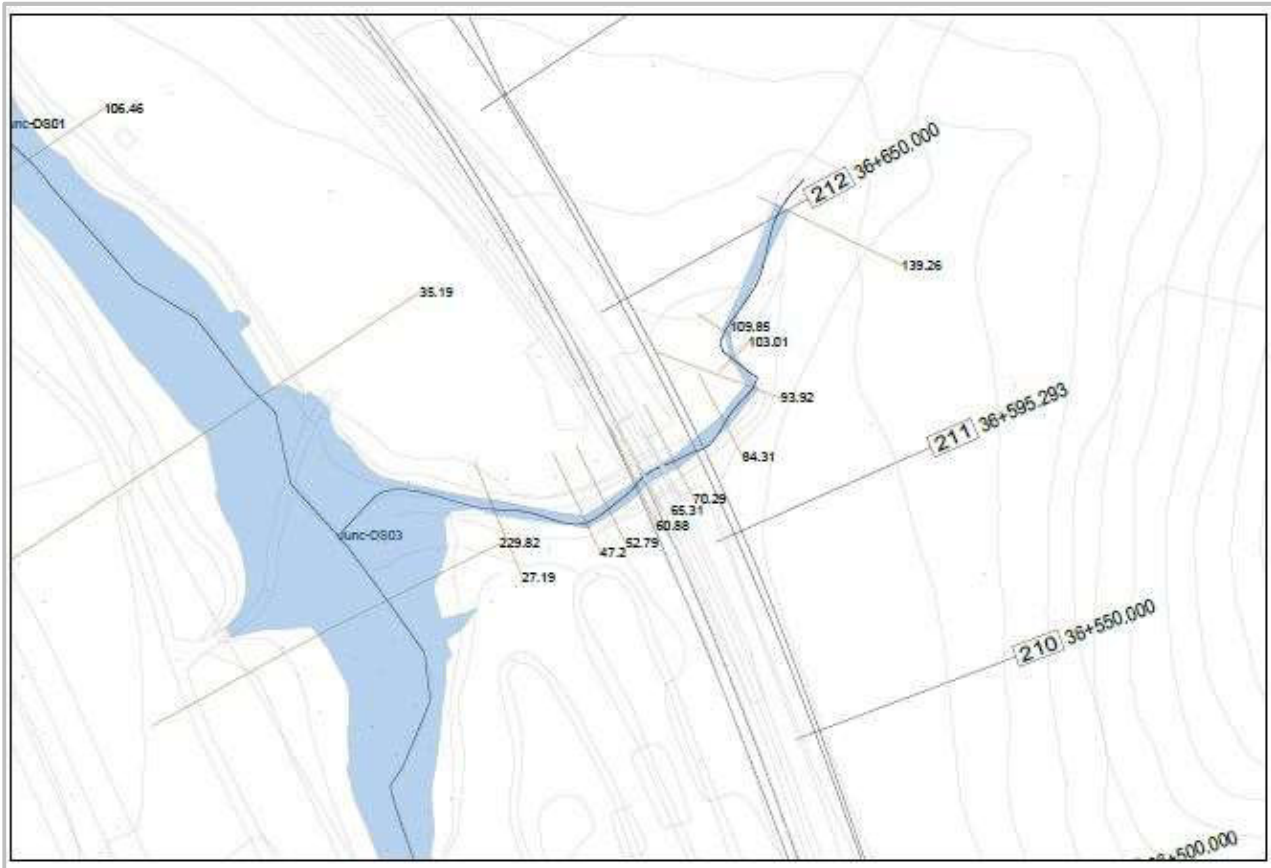
Il tratto oggetto della modellazione si estende per circa 150m. Di seguito sono rappresentati i risultati del modello idraulico della sistemazione IN22. Per sviluppare il modello sono state utilizzate 19 sezioni di cui 10 ottenute da rilievi in sito e 9 tramite interpolazioni dal modello del terreno.

L'analisi della condizione ante operam è riportata nelle Figura 23.1-13.3 e in Tabella 23.1

Nella situazione Post-Operam le verifiche sui franchi sono soddisfatte (Tabella 23.2– Figura 23.4) ed il livello idrico risulta interamente contenuto nelle sponde della sistemazione idraulica di progetto. (Figura 23.2).

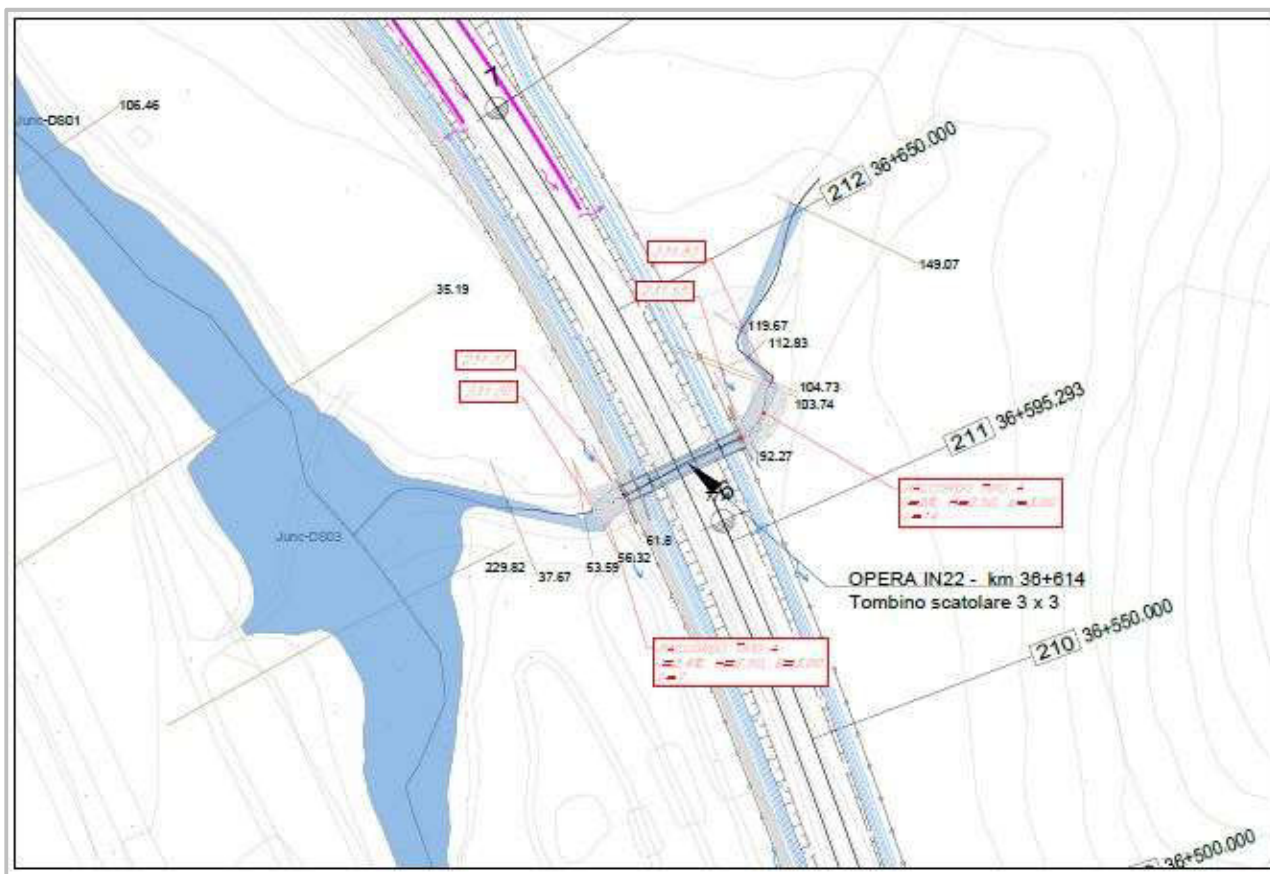
Le tabelle Tabella 23.1-Tabella 23.2 riportano tutte le grandezze fondamentali del moto risultanti dalla simulazione, in particolare: la quota del fondo, la quota del pelo libero della corrente, il livello energetico e la velocità media della corrente. Il nome delle sezioni corrisponde a quello riportato negli elaborati grafici.

**Planimetria di esondazione ante operam**



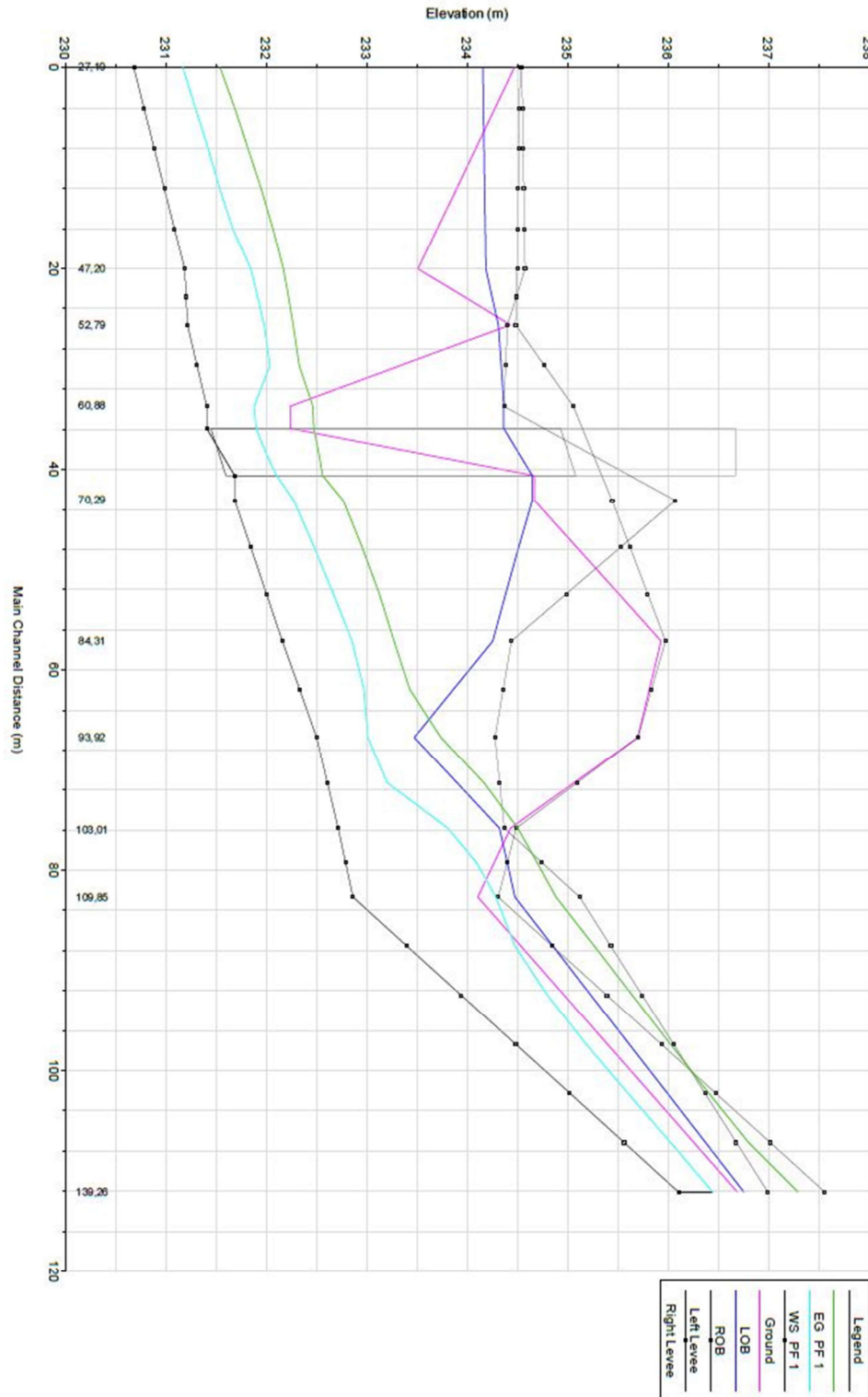
**Figura 23.1 Planimetria di esondazione ante operam**

**Planimetria di esondazione post operam**



**Figura 23.2 Planimetria di esondazione post operam**

**Profilo Idraulico ante operam**



**Figura 23.3 Profilo Idraulico ante operam**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR11	01	D11 RI	ID0002 001	B	135 di 163

**Profilo Idraulico post operam**

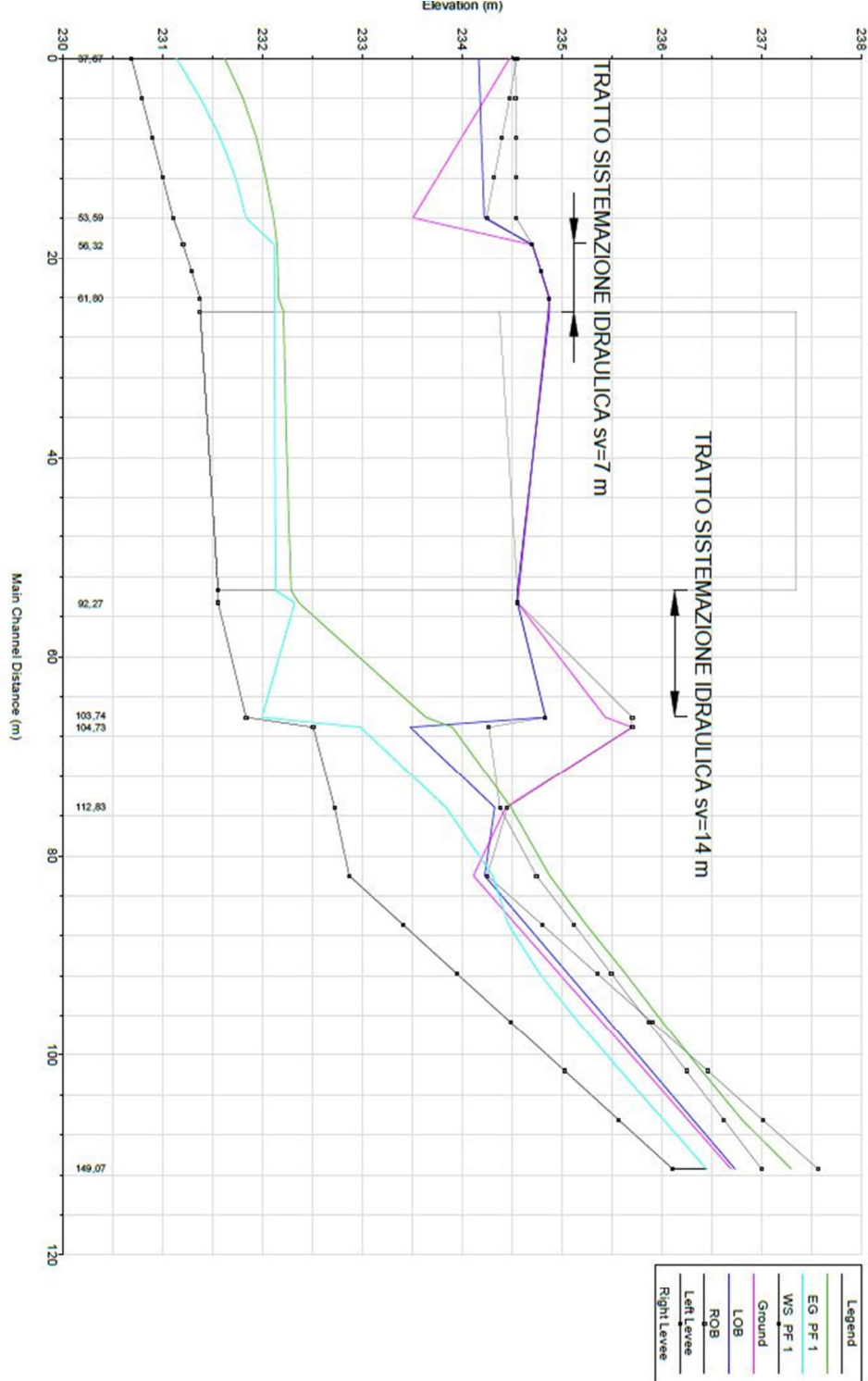


Figura 23.4 Profilo Idraulico post operam

**Tabella riassuntiva ante operam**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN22	139.26	236.1	236.44	237.29	4.08
IN22	109.85	232.86	234.29	234.89	3.49
IN22	103.01	232.72	233.81	234.51	3.7
IN22	93.92	232.5	233.01	233.74	3.78
IN22	84.31	232.16	232.86	233.27	2.86
IN22	70.29	231.69	232.27	232.77	3.11
IN22	65.31	Culvert			
IN22	60.88	231.41	231.88	232.46	3.38
IN22	52.79	231.22	231.98	232.27	2.38
IN22	47.2	231.19	231.85	232.17	2.52
IN22	27.19	230.68	231.17	231.54	2.7

**Tabella 23.1 Parametri idraulici ante operam**
**Tabella riassuntiva post operam**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN22	149.07	236.1	236.44	237.29	4.08
IN22	119.67	232.86	234.3	234.87	3.41
IN22	112.83	232.72	233.83	234.48	3.57
IN22	104.73	232.5	232.98	233.9	4.25
IN22	103.74	231.83	231.99	233.63	5.67
IN22	92.27	231.55	232.32	232.36	0.91
IN22	77.4	Culvert			
IN22	61.8	231.37	232.11	232.16	0.94
IN22	56.32	231.2	232.11	232.14	0.74
IN22	53.59	231.1	231.83	232.11	2.33
IN22	37.67	230.68	231.13	231.62	3.08

**Tabella 23.2 Parametri idraulici post operam**
**Conclusioni**

Dall'analisi dei risultati è possibile osservare che la velocità della corrente fluida è inferiore alla velocità limite consentita dal materiale  $V=5.67 \text{ m/s} < V_{MAX}=6.40 \text{ m/s}$ . I livelli idrici nella condizione post-operam a valle delle opere di progetto risultano sostanzialmente invariati rispetto alla configurazione ante-operam.



Il tombino idraulico di progetto ha dimensioni di 3.00x3.00 m per cui risulta facilmente ispezionabile e la portata fluida è convogliata in un'unica canna. Il grado di riempimento è del 25% e comunque si ha un franco idraulico superiore a 50cm. Inoltre, il rigurgito a monte del tombino, dovuto alla configurazione post-operam, rispetto alla configurazione ante-operam, è interamente contenuto nelle sponde della sistemazione idraulica di progetto. Infine, nella sezione di valle il livello idrico risulta sostanzialmente invariato.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	<b>COMMESSA</b> NR11	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> D11 RI	<b>DOCUMENTO</b> ID0002 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 138 di 163

#### 24. ALLEGATO 16 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN23

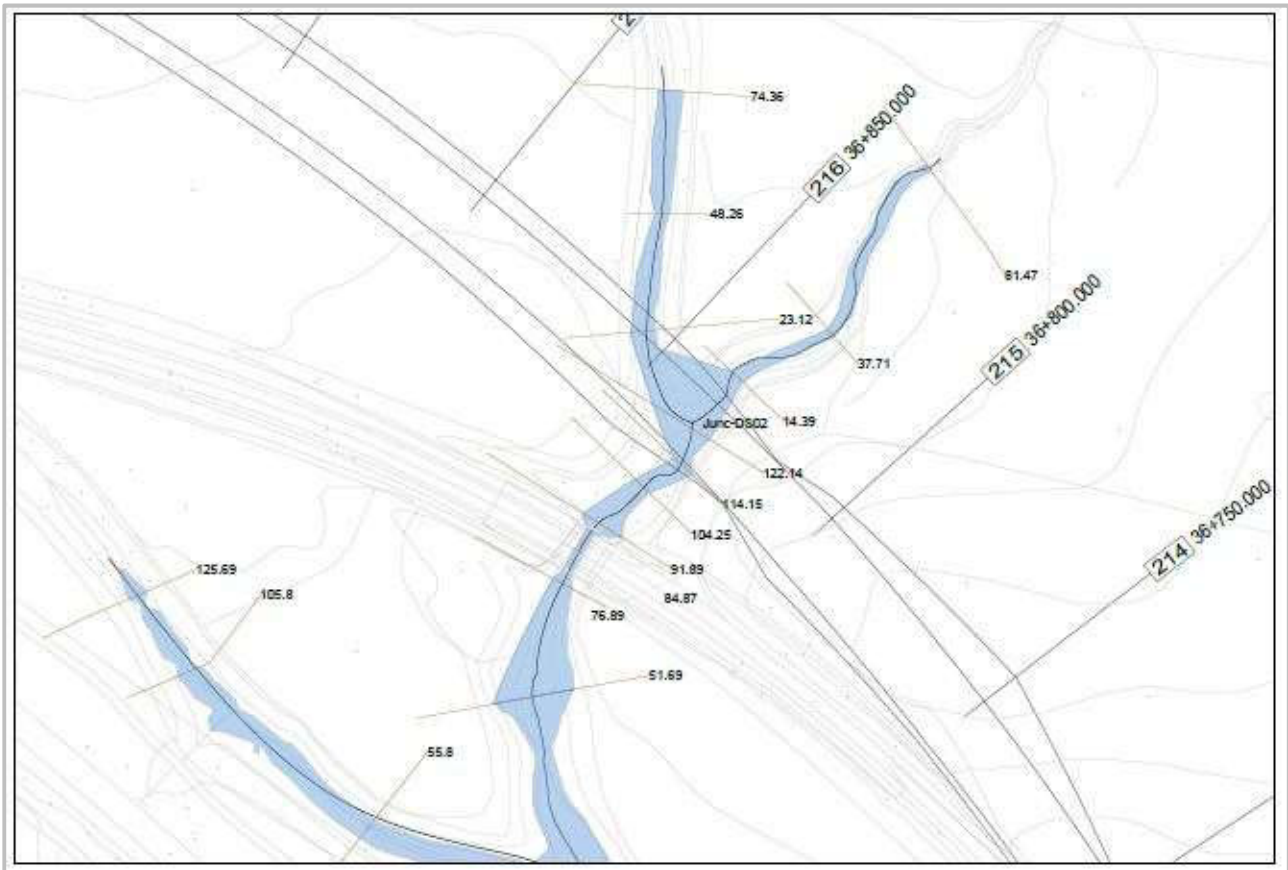
Presso la pk 36+835.00, è prevista la sistemazione idraulica di progetto costituita da una canale a sezione trapezia con rivestimento in materassi tipo RENO per il tratto di monte come nel tratto di valle. Lo scatolare di progetto ha dimensioni di 3.00x4.00.

Il tratto oggetto della modellazione si estende per circa 210 m. Di seguito sono rappresentati i risultati del modello idraulico della sistemazione IN23. Per sviluppare il modello sono state utilizzate 40 sezioni di cui 13 ottenute da rilievi in sito e 27 tramite interpolazioni dal modello del terreno.

Dall'analisi dei risultati si può riscontrare come l'attraversamento esistente risulta rigurgitato (Figura 24.3 Figura 24.1), nella sezione di monte dell'attraversamento le verifiche idrauliche non sono soddisfatte (Tabella 24.1 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). Nella situazione Post-Operam le verifiche sui franchi sono soddisfatte (Tabella 24.2 – Figura 24.5), l'area esondabile risulta sostanzialmente invariata ma il livello idrico nella condizione post operam risulta completamente contenuta nelle sponde della sistemazione idraulica di progetto (Figura 24.2).

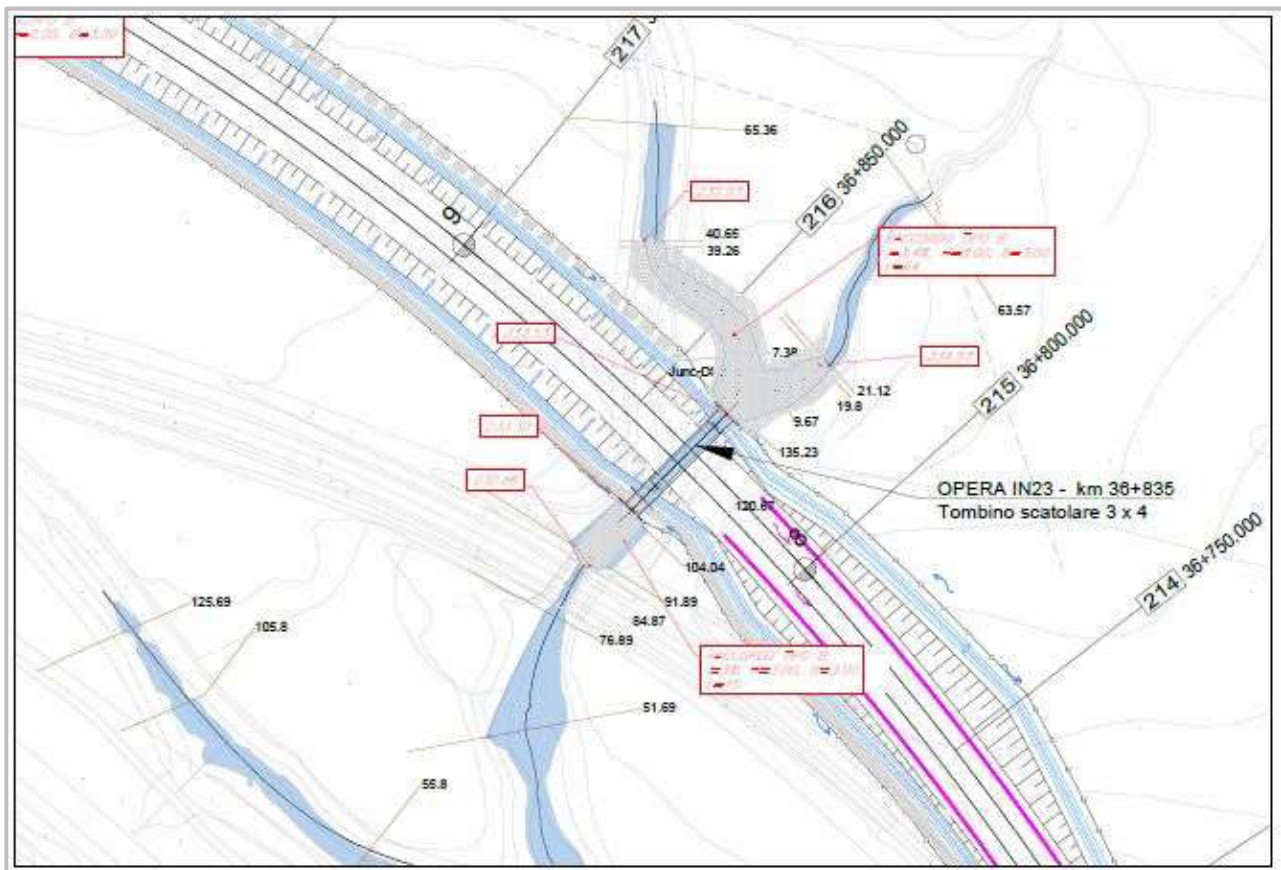
Le tabelle Tabella 24.1 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** riportano tutte le grandezze fondamentali del moto risultanti dalla simulazione, in particolare: la quota del fondo, la quota del pelo libero della corrente, il livello energetico e la velocità media della corrente. Il nome delle sezioni corrisponde a quello riportato negli elaborati grafici.

**Planimetria di esondazione ante operam**



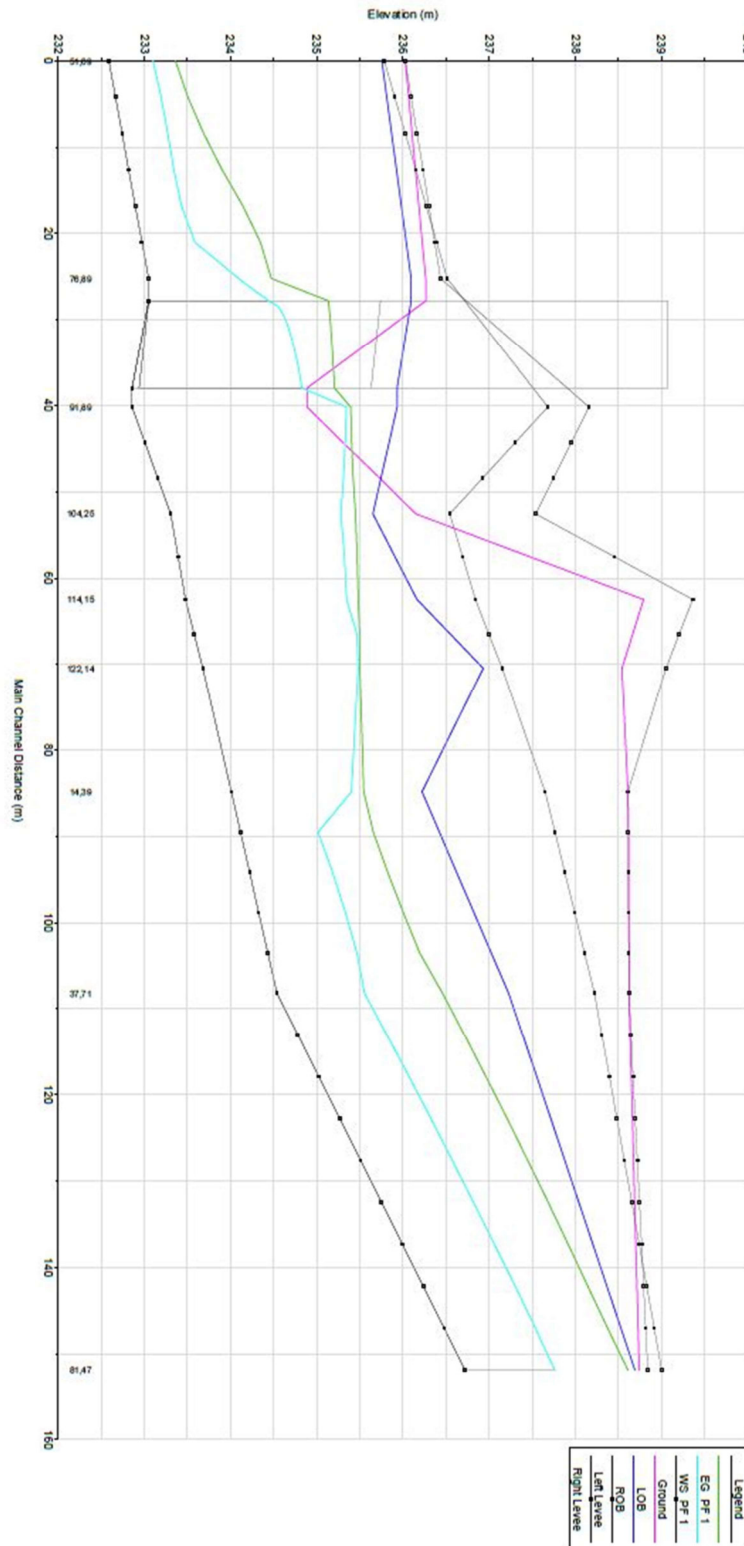
**Figura 24.1 Planimetria di esondazione ante operam**

**Planimetria di esondazione post operam**



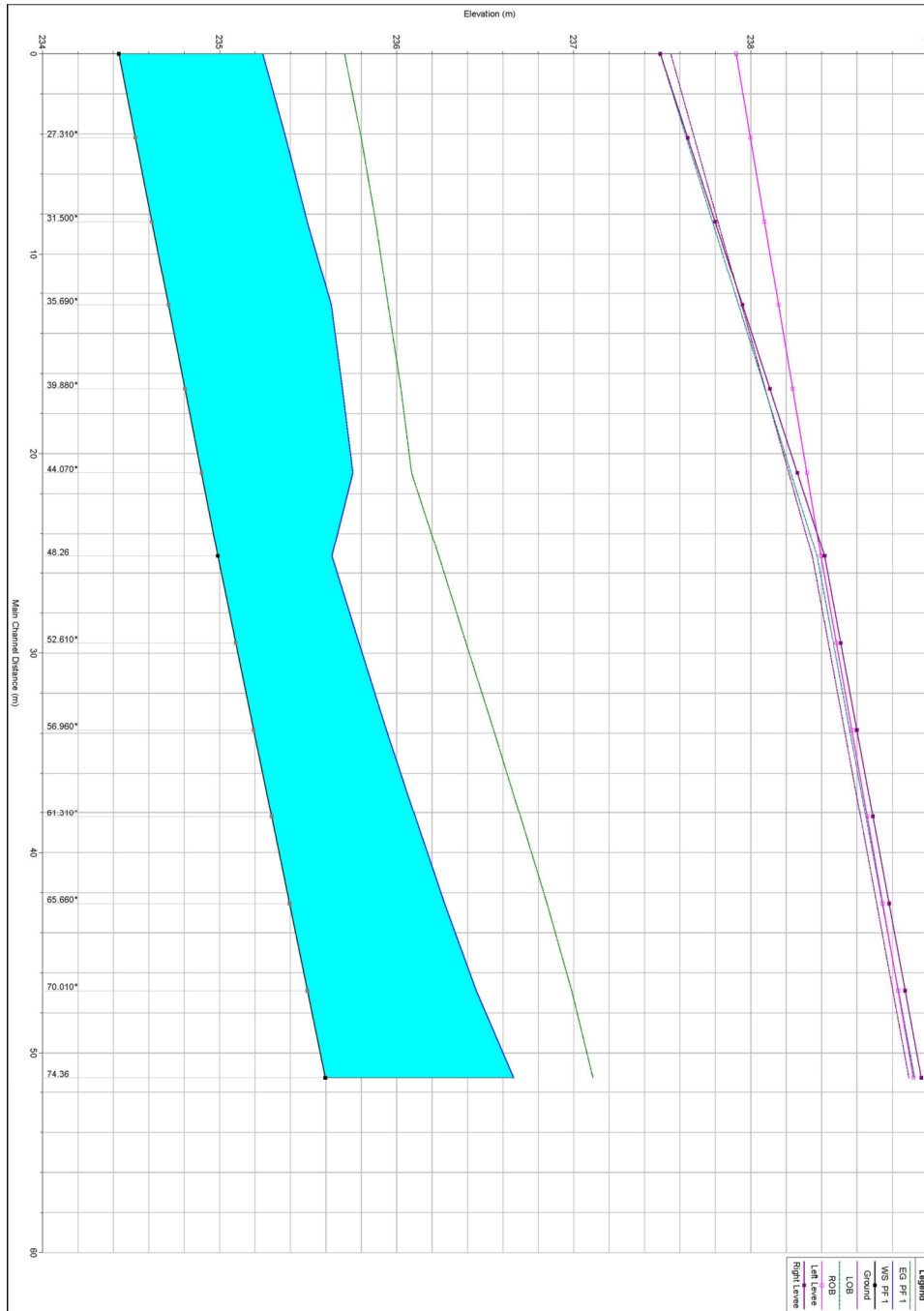
**Figura 24.2 Planimetria di esondazione post operam**

**Profilo Idraulico ante operam (23 + 23A) – ramo principale**



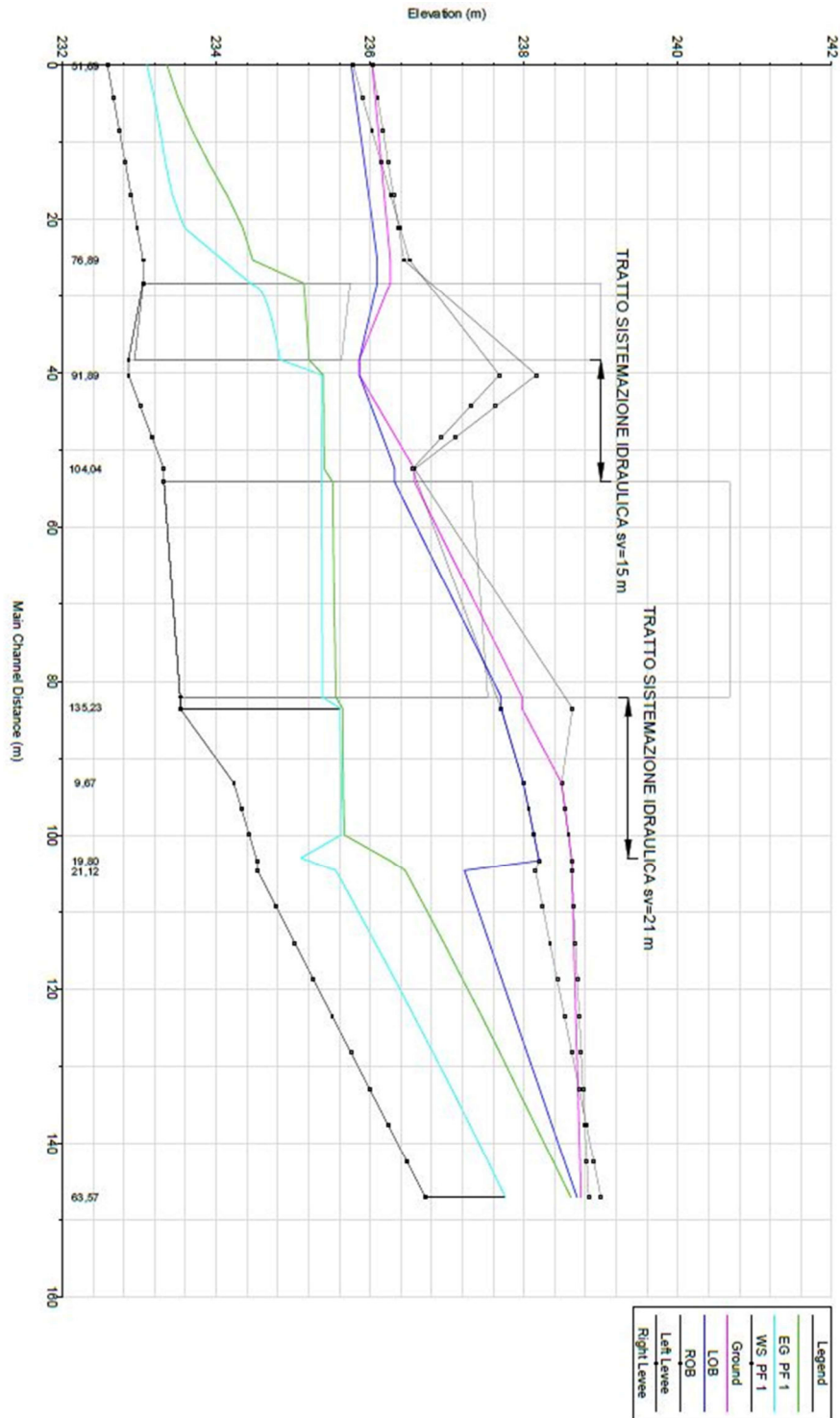
**Figura 24.3 Profilo Idraulico ante operam - ramo principale**

**Profilo Idraulico ante operam (23B) – ramo affluente destro**



**Figura 24.4 Profilo Idraulico ante operam - affluente destro**

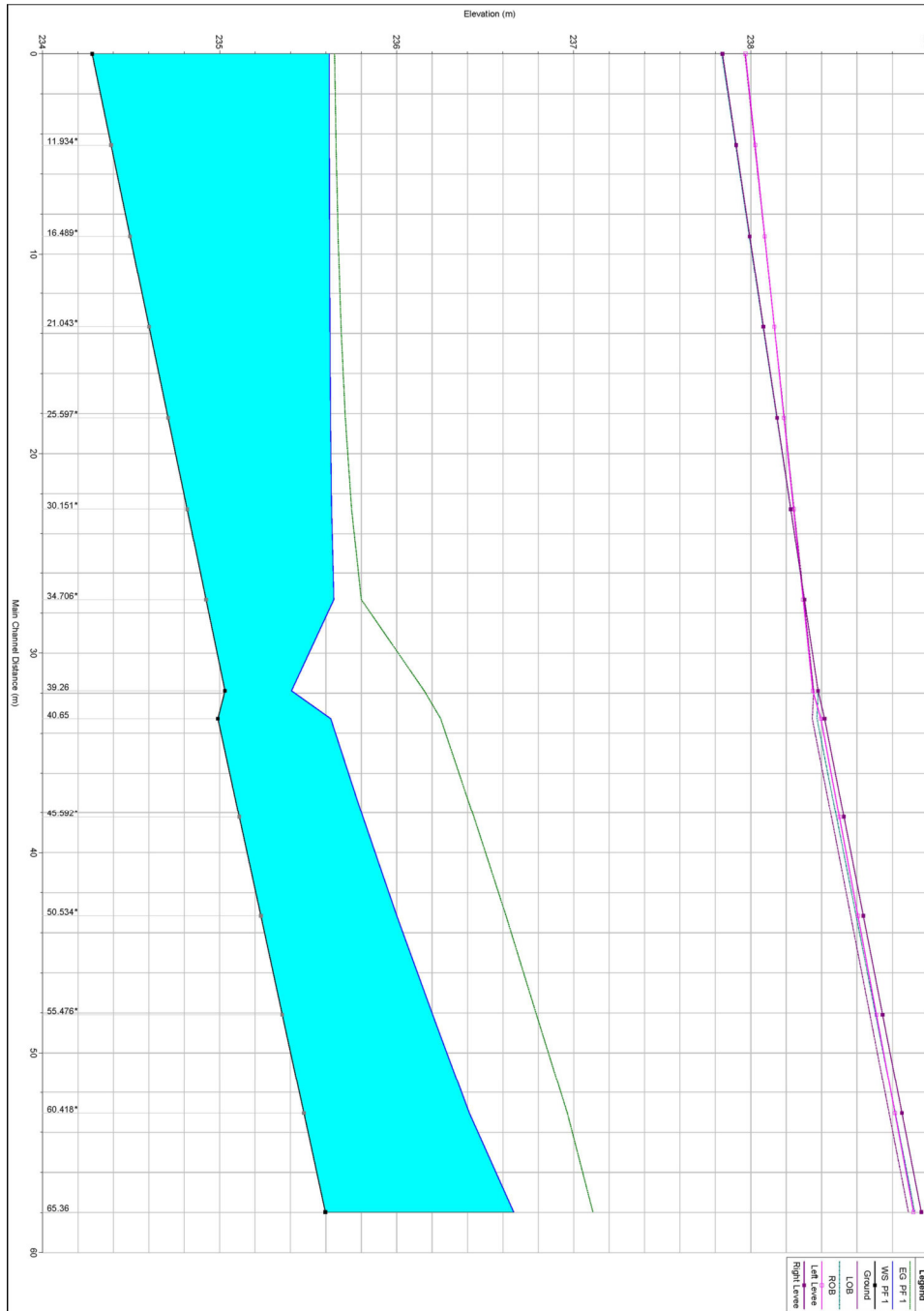
**Profilo Idraulico post operam (23 + 23A) – ramo principale**



**Figura 24.5 Profilo Idraulico post operam - ramo principale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR11	01	D11 RI	ID0002 001	B	144 di 163

**Profilo Idraulico post operam (23B) – ramo affluente destro**



**Figura 24.6 Profilo Idraulico post operam - affluente destro**



**Tabella riassuntiva ante operam (23 + 23A + 23B) – ramo principale**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN23B	74.36	235.6	236.66	237.11	2.96
IN23B	48.26	234.99	235.63	236.24	3.44
IN23B	23.12	234.43	235.24	235.71	3.01
IN23A	81.47	236.72	237.76	238.61	4.08
IN23A	37.71	234.54	235.55	236.46	4.21
IN23A	14.39	234.01	235.4	235.54	1.67
IN23	122.14	233.68	235.48	235.5	0.62
IN23	114.15	233.48	235.35	235.48	1.64
IN23	104.25	233.31	235.28	235.45	1.82
IN23	91.89	232.86	235.34	235.39	0.99
IN23	84.87	Culvert			
IN23	76.89	233.05	234.09	234.47	2.75
IN23	51.69	232.59	233.1	233.36	2.26

**Tabella 24.1 Parametri idraulici ante operam - ramo principale**

**Tabella riassuntiva post operam (23 + 23A + 23B) – ramo principale**

Reach	River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)
IN23B	65.36	235.6	236.66	237.11	2.96
IN23B	40.65	234.99	235.63	236.25	3.49
IN23B	39.26	235.03	235.41	236.16	3.83
IN23B	7.38	234.28	235.62	235.65	0.77
IN23A	63.57	236.72	237.76	238.61	4.08
IN23A	21.12	234.54	235.55	236.46	4.21
IN23A	19.8	234.53	234.82	236.26	5.33
IN23A	9.67	234.23	235.62	235.65	0.72
IN23	135.23	233.53	235.61	235.64	0.81
IN23	120.67	Culvert			
IN23	104.04	233.32	235.37	235.4	0.82
IN23	91.89	232.86	235.37	235.39	0.6
IN23	84.87	Culvert			
IN23	76.89	233.05	234.08	234.47	2.76
IN23	51.69	232.59	233.1	233.36	2.26

**Tabella 24.2 Parametri idraulici post operam - ramo principale**
**Conclusioni**

Dall'analisi dei risultati è possibile osservare che la velocità della corrente fluida è inferiore alla velocità limite consentita dal materiale (sistemazione con materassi tipo Reno)  $V=5.33 \text{ m/s} < V_{MAX}=6.40 \text{ m/s}$ . I livelli idrici nella condizione post-operam a valle delle opere di progetto risultano sostanzialmente invariati rispetto alla configurazione ante-operam.

Il tombino idraulico di progetto ha dimensioni di 3.00x4.00 per cui risulta facilmente ispezionabile e la portata fluida è convogliata in un'unica canna. Il grado di riempimento è del 52% e comunque si ha un franco idraulico superiore a 50cm. Inoltre, il rigurgito a monte del tombino, dovuto alla configurazione post-operam, rispetto alla configurazione ante-operam, è interamente contenuto nelle sponde della sistemazione idraulica di progetto. Infine, a monte della sistemazione idraulica di progetto il livello idrico rimane sostanzialmente invariato.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>
	NR11	01	D11 RI	ID0002 001	B	147 di 163

## 25. ALLEGATO 17 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN24

Nei pressi della progressiva 37+054.00, la linea storica interferisce con un Fosso in località Valle Facciano. A monte del tombino esistente il fosso si unisce ad una linea di compluvio che appartiene ad un sottobacino (IN24B) (Fig. 25.1). La linea ferroviaria in progetto, in quel tratto, è in variante e posizionata lato monte del fosso. Per tali motivi è necessaria una sistemazione idraulica con una deviazione dell'incisione del sottobacino IN24B ed un raccordo all'incisione principale (Fig. 25.2).

La sistemazione idraulica in progetto è composta da un canale a sezione trapezia rivestita in materassi RENO. Lo scatolare di progetto è un tombino in c.a. di dimensioni 3.00x3.00.

Il tratto oggetto della modellazione si estende per circa 270m lungo l'incisione principale e 130m lungo l'incisione secondaria. Di seguito sono rappresentati i risultati del modello idraulico della sistemazione IN24. Per sviluppare il modello sono state utilizzate 20 sezioni di cui 10 ottenute da rilievi in sito e 10 tramite interpolazioni dal modello del terreno.

Dall'analisi dei risultati si può riscontrare come l'attraversamento in progetto soddisfa le verifiche in termini di grado di riempimento, le velocità sono sempre inferiori ai 5.00 m/s (Fig. 12.4 – Tab 12.6).

Le tabelle 12.5-6 riportano tutte le grandezze fondamentali del moto risultanti dalla simulazione, in particolare: la quota del fondo, la quota del pelo libero della corrente, il livello energetico e la velocità media della corrente. Il nome delle sezioni corrisponde a quello riportato negli elaborati grafici.

Planimetria di esondazione ante operam Tr200 anni

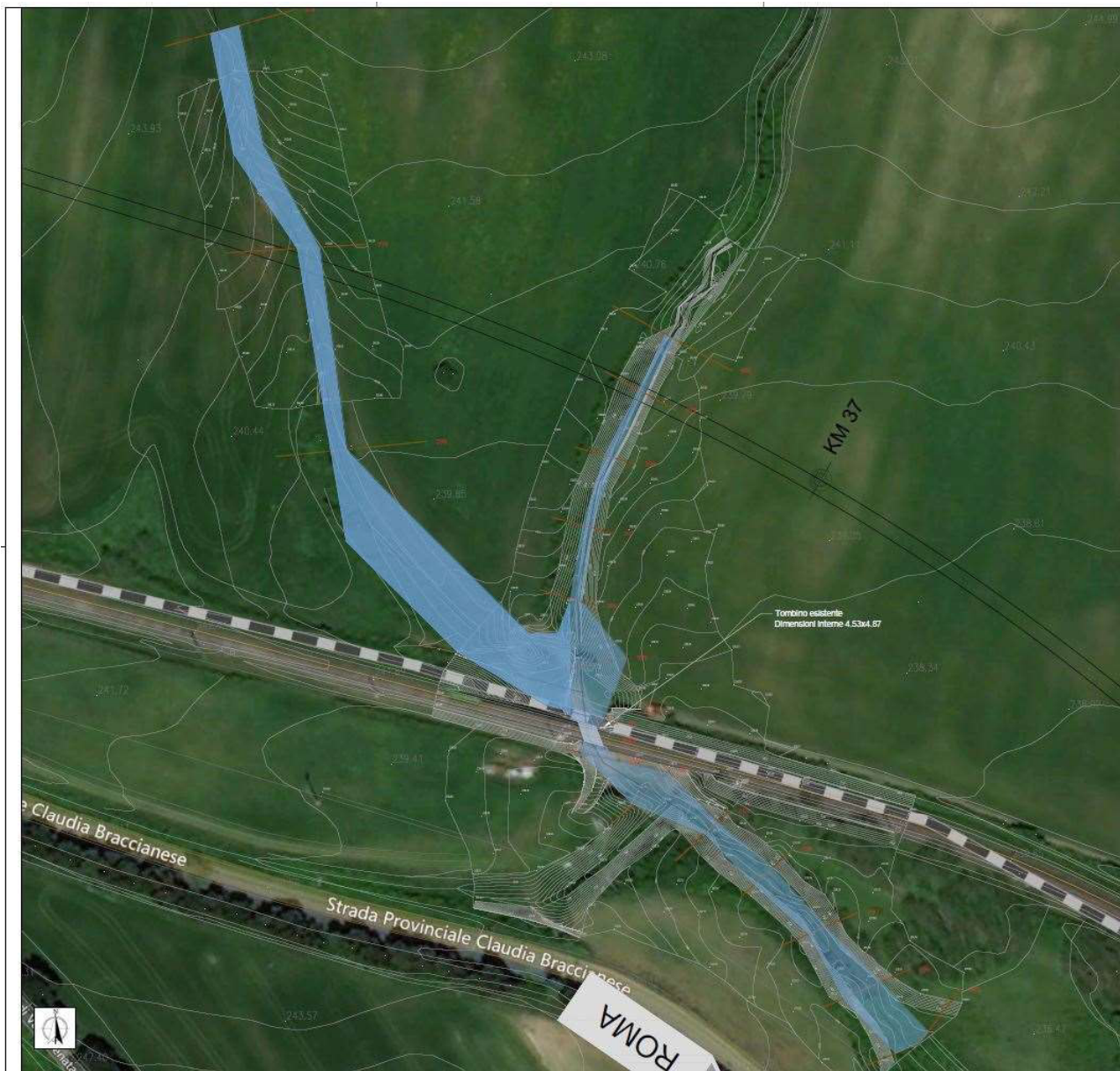


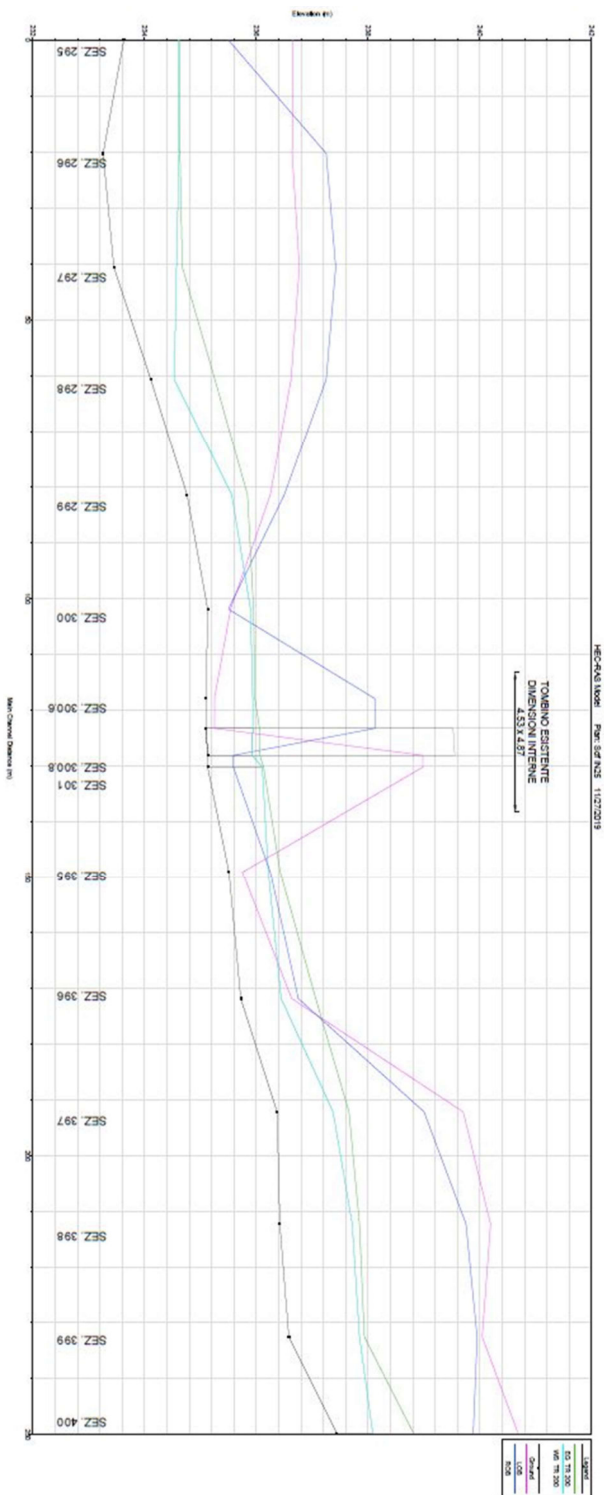
Figura 25.1 - Planimetria di esondazione ante operam

**Planimetria di esondazione post operam Tr200 anni**



**Figura 25.2 - Planimetria di esondazione post operam**

**Profilo idraulico ante operam Tr200 anni**



**Figura 25.3 - Profilo idraulico ante operam**

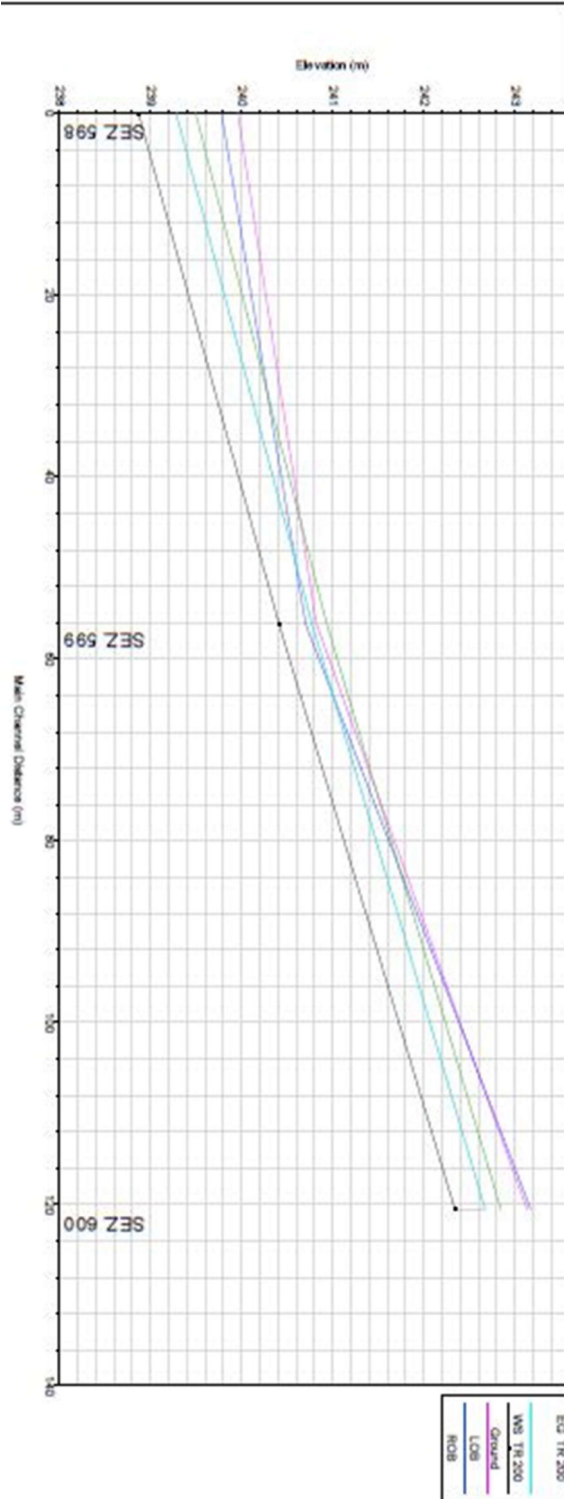
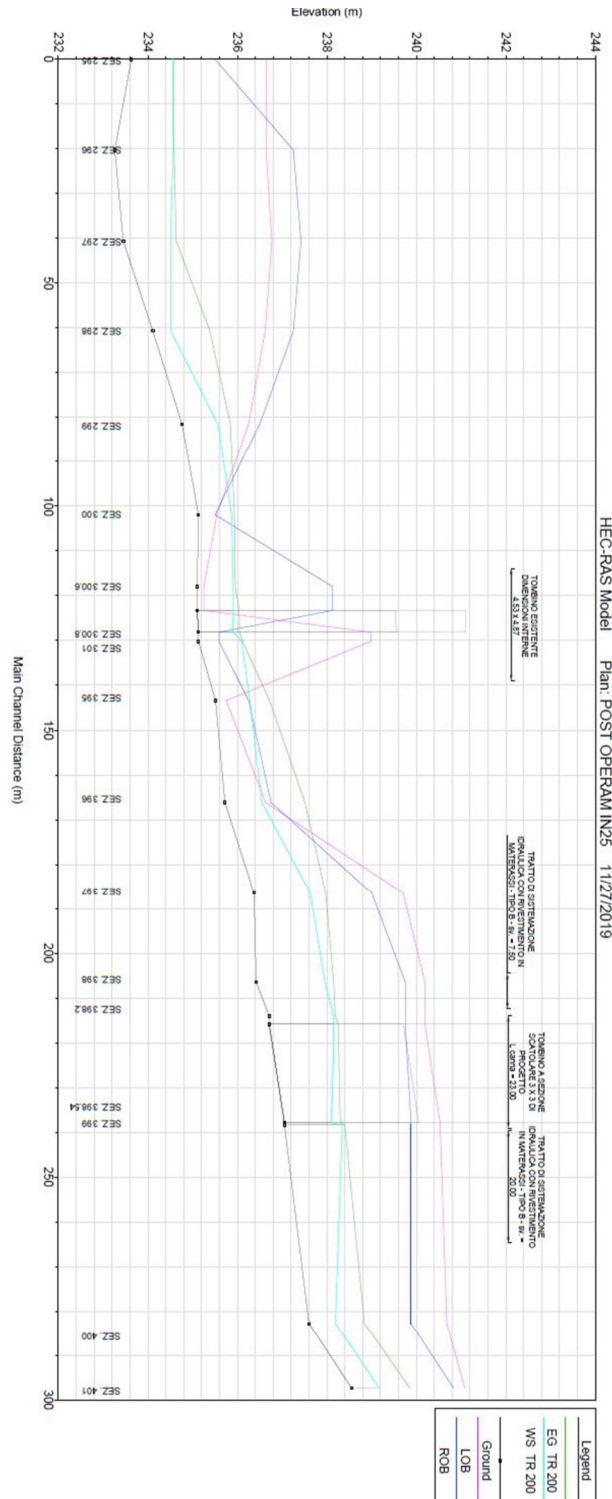


Figura 25.4 - Profilo idraulico ante operam – Affluente 24B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR11	01	D11 RI	ID0002 001	B	152 di 163

**Profilo idraulico post operam Tr200 anni**



**Figura 25.5 - Profilo idraulico post operam**



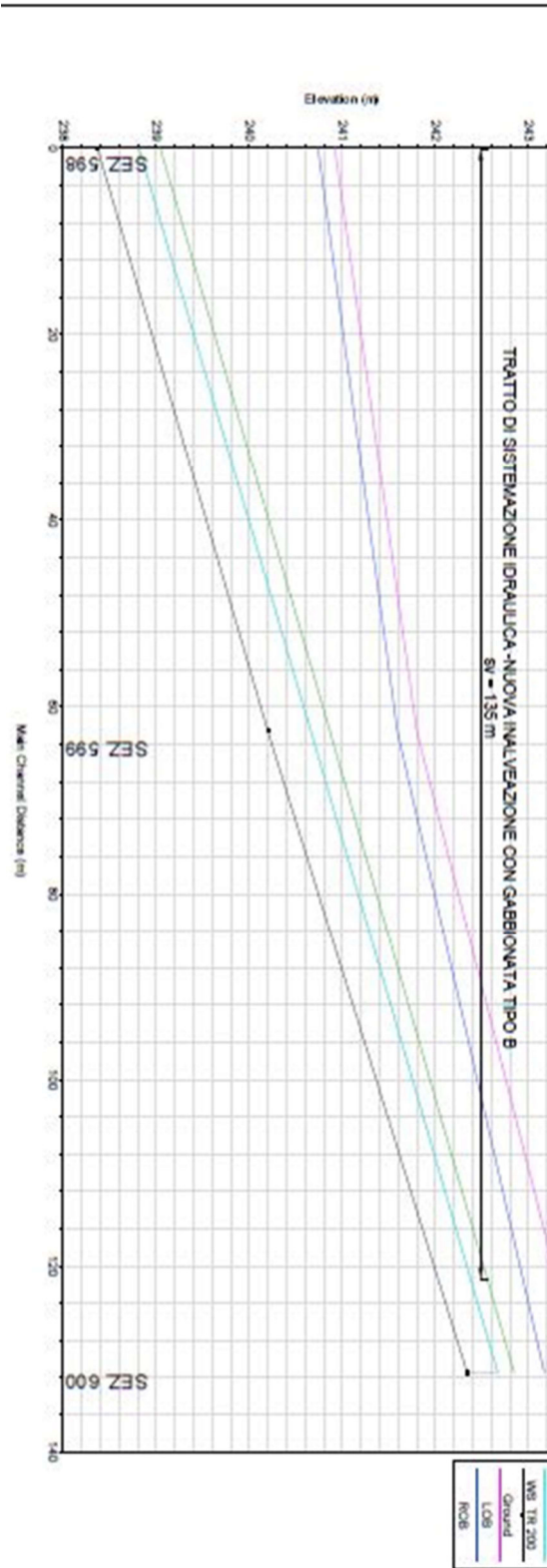


Figura 25.6 - Profilo idraulico post operam – Affluente 24B

**Tabella riassuntiva ante operam Tr200 anni**

Reach	River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)
IN 24 A	400	237.44	238.08	238.81	3.78
IN 24 A	399	236.58	237.85	237.93	1.3
IN 24 A	398	236.42	237.72	237.84	1.59
IN 24 A	397	236.37	237.37	237.66	2.37
IN 24 A	395	235.72	236.44	237.06	3.48
IN 24 A	395	235.51	236.21	236.43	2.04
IN 24 B	600	242.34	242.67	242.84	1.84
IN 24 B	599	240.41	240.77	240.93	1.79
IN 24 B	598	238.87	239.28	239.5	2.05
IN 24 A-DS0	301	235.13	236.1	236.13	0.67
IN 24 A-DS0	300.8	Culvert			
IN 24 A-DS0	300.6	235.1	235.93	235.97	0.87
IN 24 A-DS0	300	235.13	235.9	235.95	1.03
IN 24 A-DS0	299	234.76	235.56	235.84	2.35
IN 24 A-DS0	289	234.11	234.53	235.26	3.77
IN 24 A-DS0	297	233.45	234.57	234.68	1.43
IN 24 A-DS0	296	233.26	234.62	234.63	0.57
IN 24 A-DS0	295	233.63	234.6	234.62	0.65

**Tabella 25.1 - Parametri idraulici ante operam**

**Tabella riassuntiva post operam Tr200 anni**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN 24 B POST	600	242.34	242.67	242.84	1.85
IN 24 B POST	599	240.2	240.66	240.87	2.01
IN 24 B POST	598	238.37	238.82	239.04	2.11
IN 24 A	401	238.55	239.17	239.85	3.66
IN 24 A	400	237.6	238.19	238.84	3.56
IN 24 A-DSO_0	399	237.05	238.34	238.4	1.05
IN 24 A-DSO_0	398.54	Culvert			
IN 24 A-DSO_0	398.2	236.71	238.15	238.19	0.87
IN 24 A-DSO_0	398	236.42	237.96	238.15	1.96
IN 24 A-DSO_0	397	236.37	237.63	237.97	2.6
IN 24 A-DSO_0	396	235.72	236.55	237.51	4.34
IN 24 A-DSO_0	395	235.51	236.28	236.72	2.93
IN 24 A-DSO	301	235.13	236.09	236.12	0.69
IN 24 A-DSO	300.8	Culvert			
IN 24 A-DSO	300.6	235.1	235.91	235.95	0.91
IN 24 A-DSO	300	235.13	235.87	235.93	1.09
IN 24 A-DSO	299	234.76	235.56	235.84	2.35
IN 24 A-DSO	298	234.11	234.51	235.38	4.14
IN 24 A-DSO	297	233.45	234.5	234.63	1.59
IN 24 A-DSO	296	233.26	234.57	234.58	0.6
IN 24 A-DSO	295	233.63	234.55	234.57	0.73

**Tabella 25.2 - Parametri idraulici post operam**
**Conclusioni**

Dall'analisi dei risultati è possibile osservare che la velocità della corrente fluida è inferiore alla velocità limite consentita dal materiale  $V=3.66 \text{ m/s} < V_{MAX}=6.50 \text{ m/s}$ . I livelli idrici nella condizione post-operam risultano contenuti entro le sezioni di progetto.

L'opera scatolare di progetto ha dimensioni di 3.00x3.00 m per cui risulta facilmente ispezionabile e la portata fluida è convogliata in un'unica canna. Il grado di riempimento è del 43%. Inoltre, il rigurgito a monte del tombino, dovuto alla configurazione post-operam, rispetto alla configurazione ante-operam, è interamente contenuto nelle sponde della sistemazione idraulica di progetto. Infine, nella sezione di valle il livello idrico risulta sostanzialmente invariato.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO</b> <b>TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	<b>COMMESSA</b> NR11	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> D11 RI	<b>DOCUMENTO</b> ID0002 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 156 di 163

## 26. ALLEGATO 18 – MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE IN25

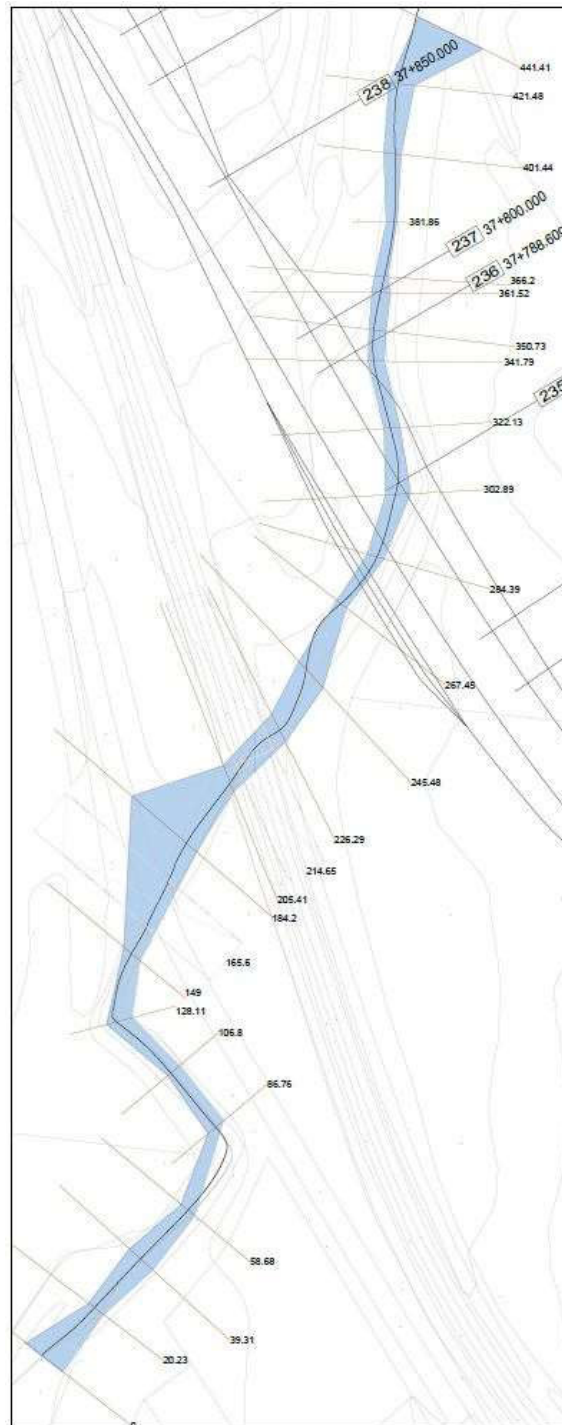
La linea ferroviaria in progetto, presso la pk 37+767.00, interferisce con l'affluente del Fosso di Monte Lungo. La sistemazione idraulica di progetto è costituita da un canale a sezione trapezia rivestita con gabbioni e materassi tipo RENO per il raccordo dello scatolare di progetto all'incisione naturale nel tratto di monte e di valle. Lo scatolare di progetto ha dimensioni di 3.00x3.00.

Il tratto oggetto della modellazione si estende per circa 440m. Di seguito sono rappresentati i risultati del modello idraulico della sistemazione IN25. Per sviluppare il modello sono state utilizzate 23 sezioni ottenute da rilievi in sito.

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo scatolare per lo spostamento della sede ferroviaria. L'analisi della condizione ante operam è riportata nelle Figura 26.1-3 e in Tabella 26.1. Nella situazione Post-Operam le verifiche sui franchi sono soddisfatte (Tabella 26.2 - Figura 26.4), l'area esondabile risulta sostanzialmente invariata (Figura 26.2), inoltre, il profilo di rigurgito si presenta interamente contenuto nelle sponde della sistemazione idraulica di progetto.

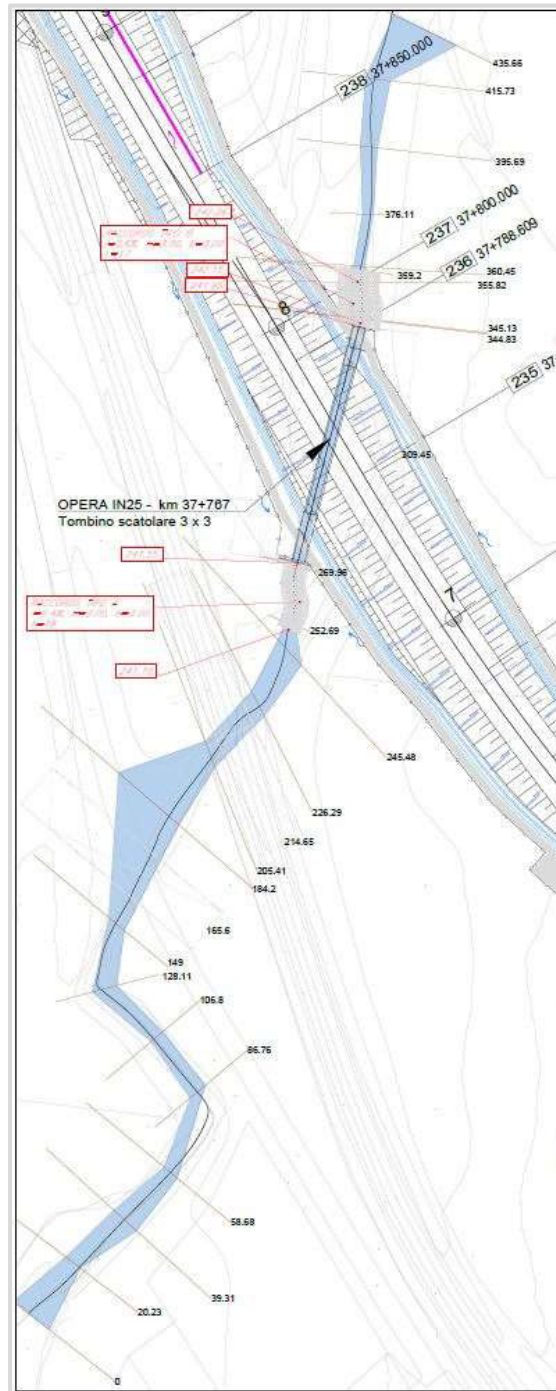
Le tabelle Tabella 26.1-Tabella 26.2 riportano tutte le grandezze fondamentali del moto risultanti dalla simulazione, in particolare: la quota del fondo, la quota del pelo libero della corrente, il livello energetico e la velocità media della corrente. Il nome delle sezioni corrisponde a quello riportato negli elaborati grafici.

**Planimetria di esondazione ante operam**



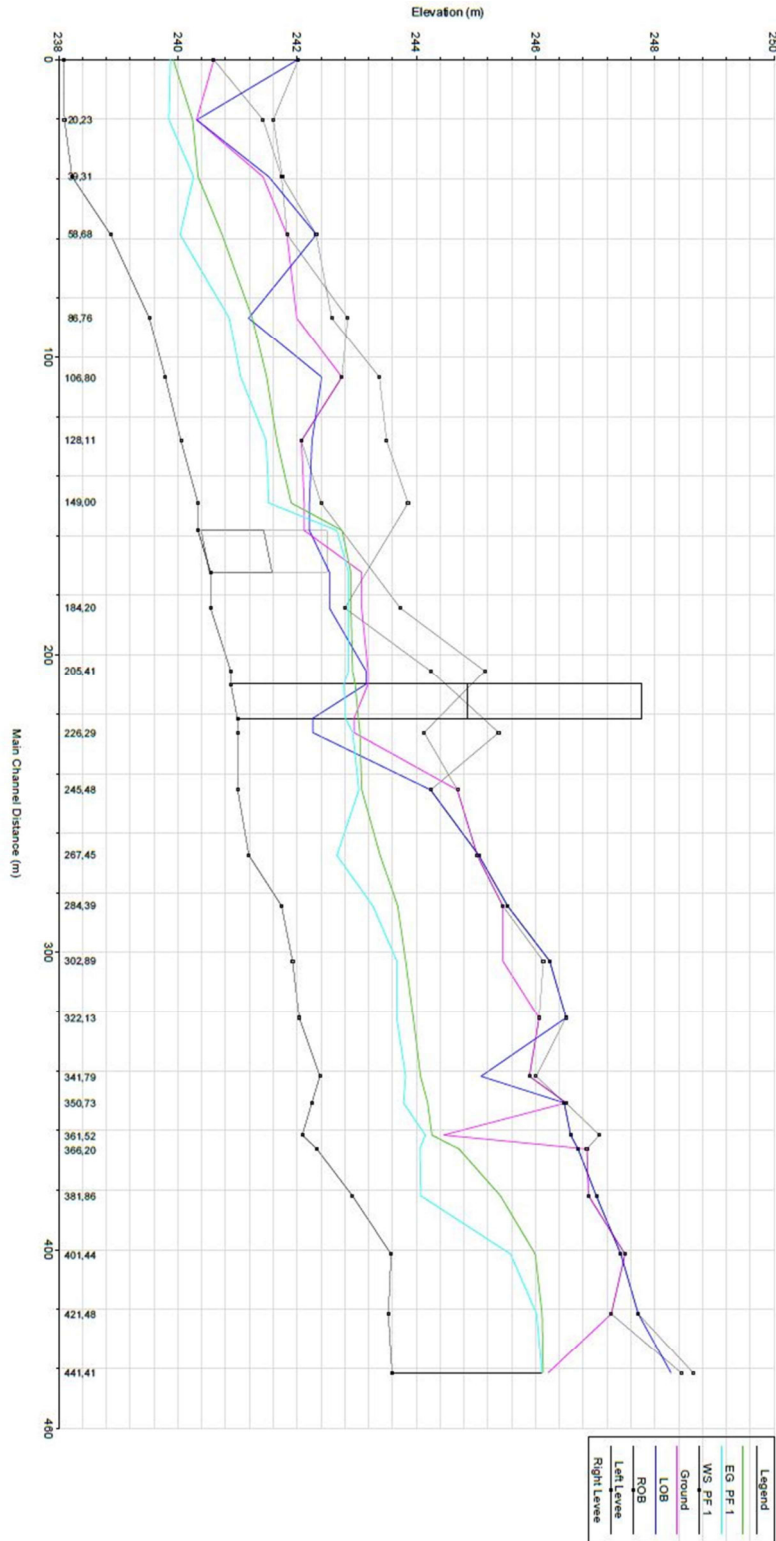
**Figura 26.1 Planimetria di esondazione ante operam**

**Planimetria di esondazione post operam**



**Figura 26.2 Planimetria di esondazione post operam**

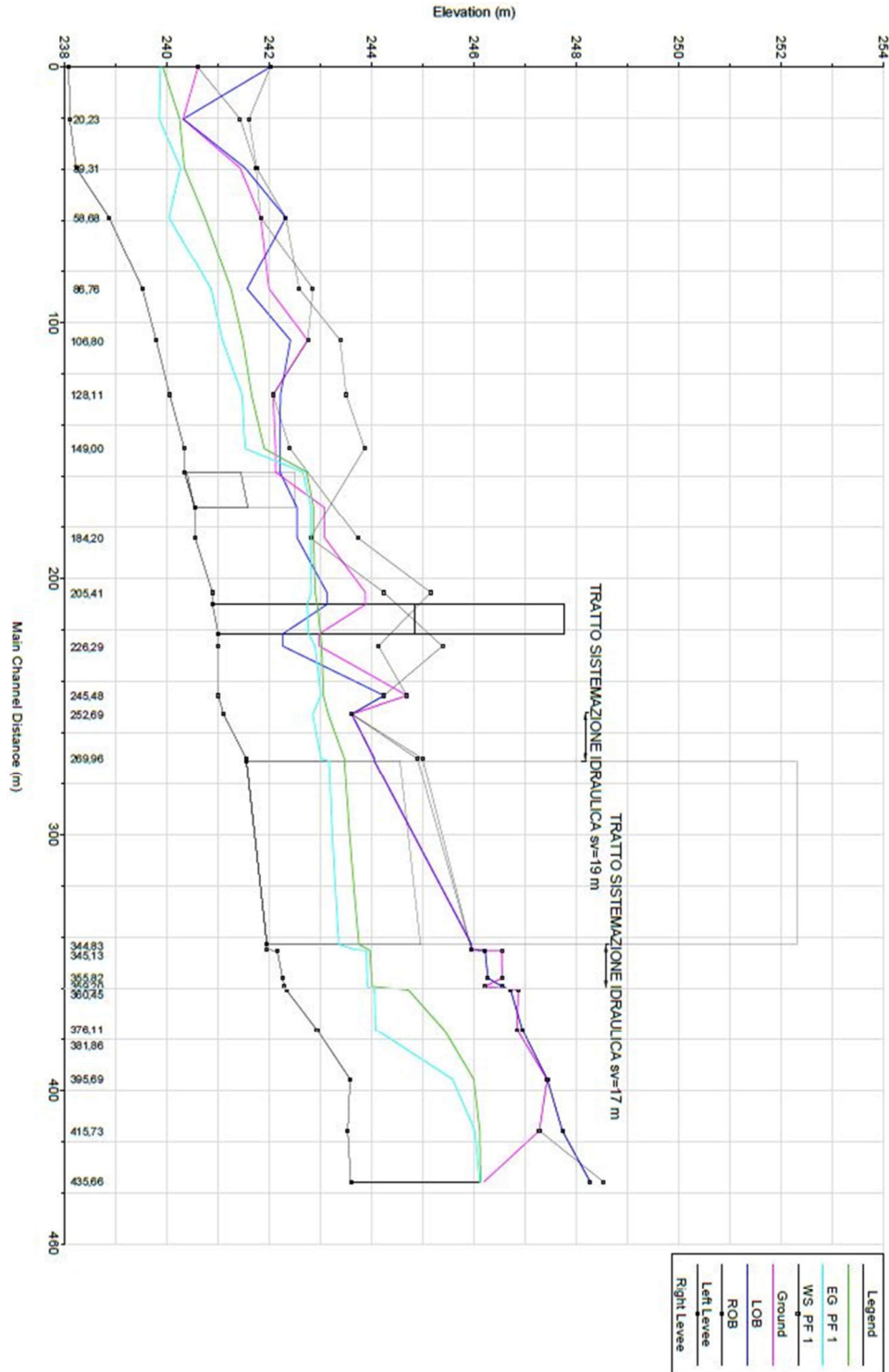
**Profilo Idraulico ante operam**



**Figura 26.3 Profilo Idraulico ante operam**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR11	01	D11 RI	ID0002 001	B	160 di 163

**Profilo Idraulico post operam**



**Figura 26.4 Profilo Idraulico post operam**



**Tabella riassuntiva ante operam**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN25	441.41	243.59	246.11	246.13	0.61
IN25	421.48	243.53	246.02	246.11	1.35
IN25	401.44	243.58	245.58	245.99	2.84
IN25	381.86	242.93	244.07	245.41	5.12
IN25	366.2	242.33	244.06	244.72	3.6
IN25	361.52	242.09	244.15	244.26	1.45
IN25	350.73	242.25	243.78	244.19	2.83
IN25	341.79	242.38	243.82	244.07	2.22
IN25	322.13	242.04	243.67	243.95	2.35
IN25	302.89	241.92	243.67	243.82	1.7
IN25	284.39	241.74	243.27	243.69	2.86
IN25	267.45	241.19	242.67	243.39	3.77
IN25	245.48	241	243.04	243.08	0.97
IN25	226.29	241	242.93	243.05	1.6
IN25	214.65	Culvert			
IN25	205.41	240.89	242.86	242.93	1.15
IN25	184.2	240.55	242.86	242.9	0.98
IN25	165.6	Culvert			
IN25	149	240.34	241.53	241.9	2.7
IN25	128.11	240.05	241.48	241.66	1.88
IN25	106.8	239.79	241.06	241.49	2.92
IN25	86.76	239.52	240.86	241.25	2.76
IN25	58.68	238.87	240.04	240.74	3.72
IN25	39.31	238.22	240.26	240.34	1.22
IN25	20.23	238.1	239.85	240.25	2.79
IN25	0	238.08	239.87	239.92	0.95

**Tabella 26.1 Parametri idraulici ante operam**

**Tabella riassuntiva post operam**

Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl
		(m)	(m)	(m)	(m/s)
IN25	435.66	243.59	246.11	246.13	0.61
IN25	415.73	243.53	246.02	246.11	1.35
IN25	395.69	243.58	245.58	245.99	2.85
IN25	376.11	242.93	244.07	245.41	5.12
IN25	360.45	242.33	244.06	244.72	3.6
IN25	359.2	242.29	243.92	244.01	1.33
IN25	355.82	242.26	243.91	244	1.31
IN25	345.13	242.15	243.89	243.97	1.21
IN25	344.83	241.95	243.69	243.95	2.25
IN25	309.45	Culvert			
IN25	269.96	241.55	243.01	243.46	2.99
IN25	252.69	241.1	242.85	243.15	2.43
IN25	245.48	241	243.01	243.06	0.99
IN25	226.29	241	242.89	243.02	1.66
IN25	214.65	Culvert			
IN25	205.41	240.89	242.82	242.89	1.19
IN25	184.2	240.55	242.81	242.86	1.03
IN25	165.6	Culvert			
IN25	149	240.34	241.53	241.9	2.7
IN25	128.11	240.05	241.47	241.65	1.91
IN25	106.8	239.79	241.08	241.48	2.79
IN25	86.76	239.52	240.86	241.25	2.75
IN25	58.68	238.87	240.04	240.74	3.71
IN25	39.31	238.22	240.26	240.34	1.22
IN25	20.23	238.1	239.85	240.25	2.79
IN25	0	238.08	239.87	239.92	0.95

**Tabella 26.2 Parametri idraulici post operam**
**Conclusioni**

Dall'analisi dei risultati è possibile osservare che la velocità della corrente fluida è inferiore alla velocità limite consentita dal materiale  $V=2.99 \text{ m/s} < V_{MAX}=6.40 \text{ m/s}$ . I livelli idrici nella condizione post-operam a valle delle opere di progetto risultano sostanzialmente invariati rispetto alla configurazione ante-operam.

Il tombino idraulico di progetto ha dimensioni di 3.00x3.00 m per cui risulta facilmente ispezionabile e la portata fluida è convogliata in un'unica canna. Il grado di riempimento è del 50% e comunque si ha un franco idraulico superiore a 50cm. Inoltre, il rigurgito a monte del tombino,



**PROGETTO DEFINITIVO**

**RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO**

**TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR11	01	D11 RI	ID0002 001	B	163 di 163

dovuto alla configurazione post-operam, rispetto alla configurazione ante-operam, è interamente contenuto nelle sponde della sistemazione idraulica di progetto. Infine, a monte della sistemazione idraulica di progetto il livello idrico rimane sostanzialmente invariato.