

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. COORDINAMENTO NO CAPTIVE E INGEGNERIA DI SISTEMA

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

POTENZIAMENTO ED ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA BARLETTA-CANOSA DI PUGLIA

Relazione idraulica corsi d'acqua minori

SCALA:

-

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

I A 6 C 0 0 F 1 0 R I I D 0 0 0 2 0 0 2 C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	S. Saullo	Maggio 2020	M. Villani	Maggio 2020	T. Paoletti	Maggio 2020	L. Berardi
B	Emissione Esecutiva	E.Di Lucia	Sett. 2020	M. Villani	Sett. 2020	T. Paoletti	Sett. 2020	Gen. 2021
C	Emissione Esecutiva	I.Marchese	Genn. 2021	M. Villani	Genn. 2021	T. Paoletti	Genn. 2021	



SOMMARIO

1	PREMESSA	9
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	11
2.1	PERICOLOSITÀ IDRAULICA NELL'AREA DI STUDIO	14
3	INQUADRAMENTO GENERALE E OBIETTIVI DELLO STUDIO	18
4	VERIFICHE IDRAULICHE	20
4.1	METODOLOGIA DI VERIFICA IN MOTO UNIFORME	20
4.1.1	<i>Interferenze Studiate In Moto Uniforme</i>	21
4.1.2	<i>VERIFICA ANTE OPERAM</i>	23
4.1.3	<i>VERIFICA POST OPERAM – INTERVENTI DI PROGETTO</i>	25
4.2	VERIFICHE IDRAULICHE RETICOLO MINORE INTERFERITO – MODELLI HEC RAS MONODIMENSIONALI	29
4.2.1	<i>Modello di calcolo</i>	29
4.2.2	<i>Modellazione opere idrauliche</i>	30
4.2.3	<i>Verifiche idrauliche stato di fatto</i>	37
4.2.4	<i>Interventi di progetto</i>	39
5	PROTEZIONI	45
5.1	PROTEZIONI RILEVATO FERROVIARIO	45
5.2	CANALI DI GRONDA	45
6	VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA NEI CONFRONTI DEL PAI PUGLIA	47
6.1	PRG DI CANOSA	47
7	RISULTATI	49

7.1	IV02 – PK9+553	49
7.2	IN14 – PK10+985	51
7.3	IN17A – PK11+593	54
7.4	IN22 – PK 13+097	57
7.5	IN24 – PK 13+696	60
7.6	IN25 – PK 14+121	63
7.7	IN26 – PK 14+567	66
7.8	IN29 – PK 15+636	72
7.9	IN30 – PK 16+189	76
7.10	IN32 – PK 16+449	78
7.11	IN34 – PK 17+088	84
7.12	IN37 – PK 19+273	89
7.13	IN40 – PK 19+910	92
7.14	IN42 – PK20+757	1
7.15	IN46 – PK 22+117	4

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 – inquadramento linea oggetto di intervento su ortofoto.....</i>	10
Figura 2 – Inquadramento territoriale-linea Barletta-Canosa (in rosso), reticolo idrografico disponibile sul sito www.sit.puglia.it (in blu/ciano).....	14
Figura 3 – Aree pericolosità idraulica - Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI).....	15
Figura 4 – Pericolosità idraulica pk 15+636 – pk 17+561.....	17
Figura 5 – Pericolosità idraulica pk 18+491 – pk 20+757.....	17

Figura 6 – Inquadramento opere idrauliche – reticolo idrografico	31
Figura 7 – Inquadramento nuova opera WBS IN17A	31
Figura 8 – Inserimento opera idraulica – modello idraulico 1D in Hec-RAS	32
Figura 9 – Adeguamento nuvola di punti Lidar sulla base del rilievo celerimetrico	33
Figura 10 – Esempio geometria modello Hec-Ras 1D sulla base del dtm aggiornato	34
Figura 11 – Esempio di modello interessato dalle aree di pericolosità del PAI	36
Figura 12 – Esempio di mancata incisione d'alveo – WBS IN26.....	37
Figura 13 – Inquadramento planimetrico del sottovia esistente alla pk 11+220 (SP142) e interferenza con il reticolo idrografico (in azzurro)	43
Figura 14 – Inquadramento territoriale dell'Area oggetto degli interventi compresi nel nuovo PRG di Canosa con il reticolo idrografico	48
Figura 15 – Aree pericolosità idraulica - Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).	48
Figura 16 – Sezione viadotto – WBS IV02	49
Figura 17 – Profilo moto permanente Tr200 – WBS IV02	50
Figura 18 – Planimetria IN14 Stato di progetto.....	52
<i>Figura 19 – Profili moto permanente modello IN14 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)</i>	<i>53</i>
Figura 20 – Opera esistente pk 11+720	54
Figura 21 – Planimetria IN17A Stato di progetto	55
<i>Figura 22 – Profili moto permanente modello IN17A – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme).....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 23 – Attraversamenti esistenti: ferroviario a sx e stradale (SP3) a valle della ferrovia a dx.....</i>	<i>57</i>
Figura 24 – Planimetria IN22 Stato di progetto.....	58
<i>Figura 25 – Profili moto permanente modello IN22 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)</i>	<i>59</i>
Figura 26 – Opera ferroviaria esistente e profilo stato di fatto Tr 200	60

Figura 27 – Planimetria IN24 Stato di progetto.....	61
<i>Figura 28 – Profili moto permanente modello IN24 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)</i>	<i>62</i>
<i>Figura 29 – Opera ferroviaria esistente e profilo stato di fatto Tr 200</i>	<i>63</i>
Figura 30 – Planimetria IN25 Stato di progetto.....	64
<i>Figura 31 – Profili moto permanente modello IN25 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)</i>	<i>65</i>
Figura 32 – Opera ferroviaria esistente	66
Figura 33 – Planimetria IN26-IN27 Stato di progetto.....	67
<i>Figura 34 – Profili moto permanente modello IN26 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)</i>	<i>70</i>
Figura 35 – Profili moto permanente modello IN27 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto).....	70
Figura 36 – Profili moto permanente modello IN26 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme).....	71
Figura 37 – Profili moto permanente modello IN27 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme).....	71
<i>Figura 38 – Opera ferroviaria esistente</i>	<i>72</i>
Figura 39 – Planimetria IN29 Stato di progetto.....	73
<i>Figura 40 – Profili moto permanente modello IN29 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)</i>	<i>74</i>
Figura 41 – Profili moto permanente modello IN29 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme).....	75
<i>Figura 42 – Opera ferroviaria esistente</i>	<i>76</i>
Figura 43 – Profili moto permanente modello IN30 – Tr200 – Stato di fatto (cc valle Ofanto)	77
Figura 44 – Opera ferroviaria esistente e profilo stato di fatto Tr 200	78
Figura 45 – Planimetria IN30-32 Stato di progetto	79
Figura 46 – Profili moto permanente modello IN32 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)	82
Figura 47 – Profili moto permanente modello IN30 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)	82
Figura 48 – Profili moto permanente modello IN32 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme).....	83

Figura 49 – Profili moto permanente modello IN30 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme).....	83
Figura 50 – Opera ferroviaria esistente	84
Figura 51 – Planimetria IN34 Stato di progetto.....	86
Figura 52 – Profili moto permanente modello IN34 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme).....	87
Figura 53 – Profili moto permanente modello IN34 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto).....	88
Figura 54 – Opera ferroviaria esistente	89
<i>Figura 55 – Profili moto permanente modello IN37 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)</i>	<i>90</i>
Figura 56 – Profili moto permanente modello IN37 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme).....	91
Figura 57 – Opera ferroviaria esistente e profilo stato di fatto Tr 200	92
Figura 58 – Planimetria IN40 Stato di progetto.....	93
<i>Figura 59 – Profili moto permanente modello IN40 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)</i>	<i>94</i>
Figura 60 – Opera ferroviaria esistente e profilo stato di fatto Tr 200	1
Figura 61 – Planimetria IN42 Stato di progetto.....	2
<i>Figura 62 – Profili moto permanente modello IN42 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)</i>	<i>3</i>
Figura 63 – Opera ferroviaria esistente e profilo stato di fatto Tr 200	4
Figura 64 – Planimetria IN46 Stato di progetto.....	5
<i>Figura 65 – Profili moto permanente modello IN46 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)</i>	<i>7</i>

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Criteri di progettazione secondo la normativa vigente	13
Tabella 2 – Interferenze Idrauliche allo stato di fatto, non ricadenti nel reticolo idrografico	22
Tabella 3 – Risultati della verifica idraulica in moto uniforme - Ante Operam	24
Tabella 4 – Risultati della verifica idraulica in moto uniforme - Post Operam	26

Tabella 5 – Canali di ricucitura.....	27
Tabella 6 – Tombini stradali.....	28
Tabella 7 – Valori coefficienti di Manning per alvei naturali [s/m ^{1/3}] – (CHOW V. T.,1959)	35
Tabella 8 – Condizioni al contorno.....	36
Tabella 9 – sintesi risultati modelli idraulici monodimensionali – Stato di fatto.....	38
Tabella 10 – Sintesi recapiti ricuciture modelli moto permanente – incrementi di portata implementati nei modelli in regime di moto permanente per tener conto delle immissioni dovute ai canali di recapito di cui alle verifiche in moto uniforme.....	39
Tabella 11 – Sintesi adeguamento e realizzazione nuovi canali.....	40
Tabella 12 – Sintesi risultati modelli idraulici monodimensionali per opere di attraversamento ferroviario	41
Tabella 13 – Manufatti idraulici in corrispondenza delle viabilità interferite a valle della ferrovia	41
Tabella 14 – Protezione rilevati- tabella riassuntiva.....	45
Tabella 15 – Risultati modello IN14 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme).....	52
Tabella 16 – Risultati modello IN17A – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)	55
Tabella 17 – Risultati modello IN22 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme).....	58
Tabella 18 – Risultati modello IN24 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme).....	61
Tabella 19 – Risultati modello IN25 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme).....	64
Tabella 20 – Risultati modello IN26 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto).....	68
Tabella 21– Risultati modello IN27 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)	68
Tabella 22 – Risultati modello IN26 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme).....	69
Tabella 23 – Risultati modello IN26 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme).....	69
Tabella 24 – Risultati modello IN29 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto).....	73
Tabella 25 – Risultati modello IN29 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme).....	74

<i>Tabella 26 – Risultati modello IN30 – Tr 200 – Stato di fatto (cc valle Ofanto)</i>	<i>76</i>
<i>Tabella 27 – Risultati modello IN32 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)</i>	<i>80</i>
<i>Tabella 28 – Risultati modello IN30 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)</i>	<i>80</i>
<i>Tabella 29 – Risultati modello IN32 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme).....</i>	<i>81</i>
<i>Tabella 30 – Risultati modello IN30 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme).....</i>	<i>81</i>
<i>Tabella 31 – Risultati modello IN34 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme).....</i>	<i>86</i>
<i>Tabella 32 – Risultati modello IN34 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)</i>	<i>87</i>
<i>Tabella 33 – Risultati modello IN37 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)</i>	<i>90</i>
<i>Tabella 34 – Risultati modello IN37 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme).....</i>	<i>91</i>
<i>Tabella 35 – Risultati modello IN40 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)</i>	<i>93</i>
<i>Tabella 36 – Risultati modello IN42 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)</i>	<i>2</i>
<i>Tabella 37 – Risultati modello IN46 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)</i>	<i>6</i>

1 PREMESSA

Oggetto del presente Progetto di Fattibilità Tecnica Economica di II fase è il potenziamento e l'elettrificazione della linea Barletta – Canosa di Puglia, intervento previsto nell'Accordo Quadro firmato da RFI e Regione Puglia che disciplina l'assegnazione di capacità per il trasporto pubblico locale.

L'intervento prevede l'elettrificazione e il risanamento della linea esistente a semplice binario tra la stazione di Barletta centrale e la stazione di Canosa di Puglia per una lunghezza complessiva circa pari a 25km. Non è prevista né la velocizzazione né la riclassificazione della linea esistente.

L'intervento include il risanamento strutturale della linea ed in particolare la messa in sicurezza idraulica della sede ferroviaria che ha comportato un innalzamento medio di 1m della livelletta al fine di garantire i franchi idraulici; è previsto il rifacimento del subballast e del supercompattato e l'inserimento dei fossi/canalette di regimazione delle acque di piattaforma, dello stradello di servizio pedonale e di uno stradello di servizio carrabile. È stata inoltre prevista la demolizione e ricostruzione di tutte quelle opere idrauliche non idonee dal punto di vista geometrico (dimensioni minime non idonee a garantire la ispezionabilità e manutenzione dei manufatti) e l'inserimento di ricuciture idrauliche (canali in terra o calcestruzzo) per convogliare a recapito le acque dei bacini insistenti sulla ferrovia. Il progetto dei canali di ricucitura è stato esteso fino a recapito naturale nel bacino di naturale pertinenza, compatibilmente con i dati cartografici a disposizione e con il dettaglio proprio della fase di PFTE. In generale, il recapito naturale di tali canali di ricucitura è individuato nel fiume Ofanto e i canali di ricucitura convogliano le acque fino al limite dell'area golenale dello stesso. In alcuni casi, le ricuciture idrauliche in progetto terminano in corrispondenza del reticolo di drenaggio presente sul territorio (es. scoline di campo, fossi di guardia ai lati delle infrastrutture presenti viarie), l'eventuale adeguamento della rete di drenaggio a valle del termine degli interventi in progetto sarà oggetto degli approfondimenti della successiva fase progettuale.

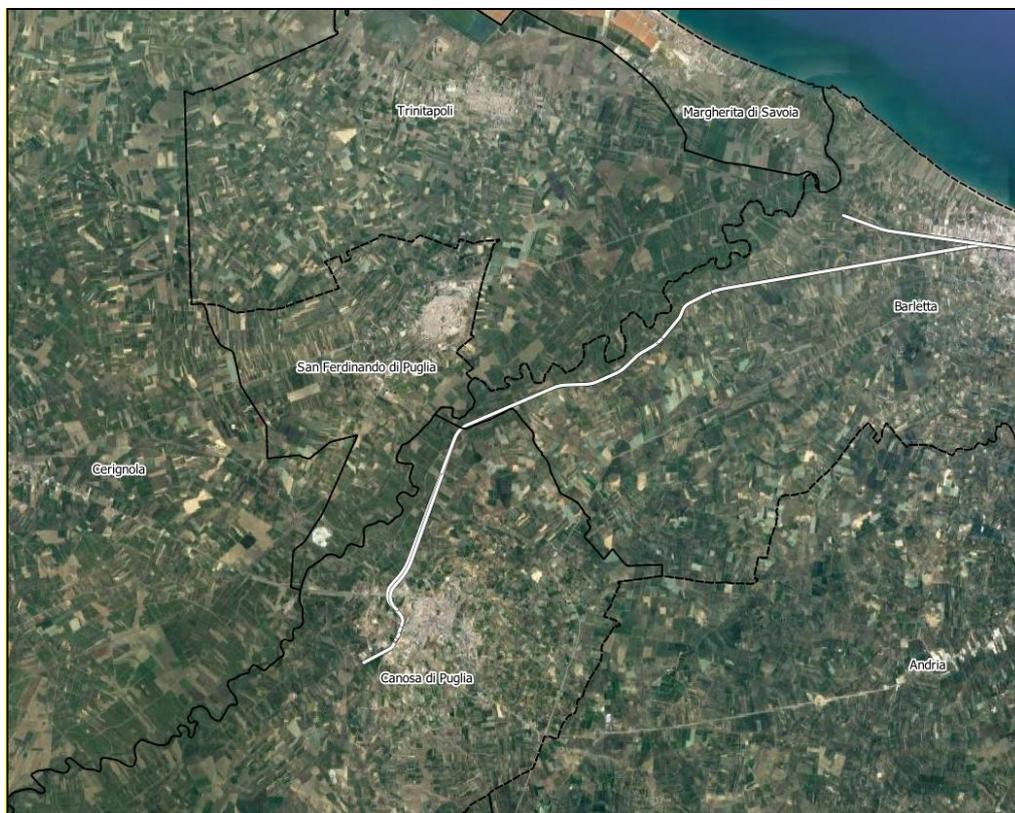


Figura 1 – inquadramento linea oggetto di intervento su ortofoto

Lo studio idraulico riportato nella presente relazione ha l'obiettivo di individuare gli interventi necessari alla messa in sicurezza dal punto di vista idraulico della linea ferroviaria oggetto di intervento sia con riferimento alle opere di attraversamento idraulico che con riferimento alle opere di presidio idraulico conseguenti alla prossimità di aree di esondazione del Fiume Ofanto.

Le caratteristiche delle opere esistenti oggetto di studio sono state desunte da:

- Database RFI INRETE2000;
- Rilievi topografici di campo delle singole opere, ove accessibili;
- CTR 3D in scala 1: 5000 disponibile sul SIT PUGLIA (www.sit.puglia.it);
- Rilievi celerimetrici nelle aree di intervento;
- Rilievo Lidar 1x1 m effettuato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

La verifica idraulica delle opere d'arte di attraversamento, esistenti o di progetto, è stata condotta in conformità con quanto indicato nel Manuale di progettazione delle opere ferroviarie (RFI DTC SI MA IFS 001 D).

In particolare, le opere idrauliche di attraversamento sono state verificate per eventi di massima piena caratterizzati dai seguenti tempi di ritorno (Tr) pari a 200 anni.

Per gli attraversamenti principali (ponti e viadotti), relativamente ai requisiti idraulici nei confronti dei livelli di massima piena, si specifica quanto segue:

- franco idraulico tra intradosso manufatto e livello della superficie libera non inferiore a 1.5 m nella sezione immediatamente a monte dell'attraversamento;
- franco minimo tra intradosso manufatto e quota di carico idraulico totale almeno pari a 50 cm.

Nel caso di attraversamento mediante tombini del corso d'acqua, la sezione di deflusso complessiva del tombino dovrà consentire lo smaltimento della portata di massima piena con un grado di riempimento non superiore al 70% della sezione totale.

Le opere, inoltre, rispondono a quanto previsto dall'«Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”» (DM 17 gennaio 2018 – di seguito NTC 2018) che riportano le indicazioni per la redazione della compatibilità idraulica dei ponti stradali e ferroviari. I criteri richiesti sono i seguenti:

- “piena di progetto caratterizzata da un tempo di ritorno Tr pari a 200 anni”;
- “Il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati la sezione del corso d'acqua interessata dalla piena di progetto e, se arginata, i corpi arginali. Qualora fosse necessario realizzare pile in alveo, la luce netta minima tra pile contigue, o fra pila e spalla del ponte, non deve essere inferiore a 40 m misurati ortogonalmente al filone principale della corrente.”;
- “Il franco idraulico, definito come la distanza fra la quota liquida di progetto immediatamente a monte del ponte e l'intradosso delle strutture, è da assumersi non inferiore a 1.50 m, e comunque dovrà essere scelto tenendo conto di considerazioni e previsioni sul trasporto solido di fondo e sul trasporto di materiale galleggiante, garantendo una adeguata distanza fra l'intradosso delle strutture ed il fondo alveo.”.

Per quanto riguarda i tombini, la circolare applicativa delle NTC 2018 (circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP) riporta quanto segue:

Restano esclusi dal punto 5.1.2.3 della Norma i tombini, intendendosi per tombino un manufatto totalmente rivestito in sezione, eventualmente suddiviso in più canne, in grado di condurre

complessivamente portate fino a 50 m³/s. L'evento da assumere a base del progetto di un tombino ha comunque tempo di ritorno uguale a quello da assumere per i ponti.

[...]

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

[...]

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

Inoltre, secondo quanto esplicitato dalle "Istruzioni Tecniche per la informatizzazione della documentazione a corredo dell'Autorizzazione Unica- Allegato A" (2011) nel caso di realizzazione di **opere ex-novo di attraversamento impluvi**, dovrà essere supportata da uno studio idraulico finalizzato a verificare il passaggio della piena duecentennale con **un franco minimo di un metro**, che andrà a far parte degli elaborati di progetto.

In Tabella 1 è riportata una sintesi della normativa di riferimento, il dimensionamento delle opere in progetto è svolto prendendo a riferimento la più vincolante tra le prescrizioni indicate:

	Manuale di progettazione ferroviaria	NTC 2018 e circolare applicativa NTC2018	Adb norme tecniche
MANUFATTI DI ATTRAVERSAMENTO PRINCIPALI (PONTI E VIADOTTI)	<p>linea ferroviaria $Tr= 300$ anni per $S > 10 \text{ km}^2$</p> <p>linea ferroviaria $Tr= 200$ anni per $S < 10 \text{ km}^2$</p> <p>deviazioni stradali $Tr=200$ anni</p>	$Tr = 200$ anni	
VERIFICA FRANCO DI PROGETTO PONTI.	<p>Franco minimo tra l'intradosso dell'opera e la quota del carico idraulico totale corrispondente al livello idrico di massima piena, pari a 0.50 m e comunque non inferiore ad 1.5 m sul livello idrico.</p>	<p>Il franco idraulico, definito come la distanza fra la quota liquida di progetto immediatamente a monte del ponte e l'intradosso delle strutture, è da assumersi non inferiore a 1.,50 m</p>	
DISLIVELLO TRA FONDO E SOTTOTRAVE	-	<p>Non inferiore a 6÷7 m quando si possa temere il transito d'alberi d'alto fusto</p>	
POSIZIONE SPALLE	<p>Posizionamento delle spalle del viadotto in modo tale da non ridurre significativamente la sezione di deflusso in alveo ed in golena.</p>	<p>Di norma il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati il corso d'acqua attivo e, se arginato, i corpi arginali.</p>	
MANUFATTI DI ATTRAVERSAMENTO SECONDARI (TOMBINI E SCATOLARI)	<p>Grado di riempimento non superiore al 70% della sezione totale.</p>	<p>Grado di riempimento non superiore ai 2/3 della sezione totale o almeno pari a 0.5m</p>	<p>Nuovi manufatti di attraversamento secondario devono rispettare un franco minimo di 1m</p>

Tabella 1 – Criteri di progettazione secondo la normativa vigente

2.1 PERICOLOSITÀ IDRAULICA NELL'AREA DI STUDIO

La linea ferroviaria esistente tra Barletta e Canosa, evidenziata in rosso Figura 2, è una linea a singolo binario non elettrificata di circa 24km di sviluppo e interferisce con gli affluenti in destra idraulica del Fiume Ofanto

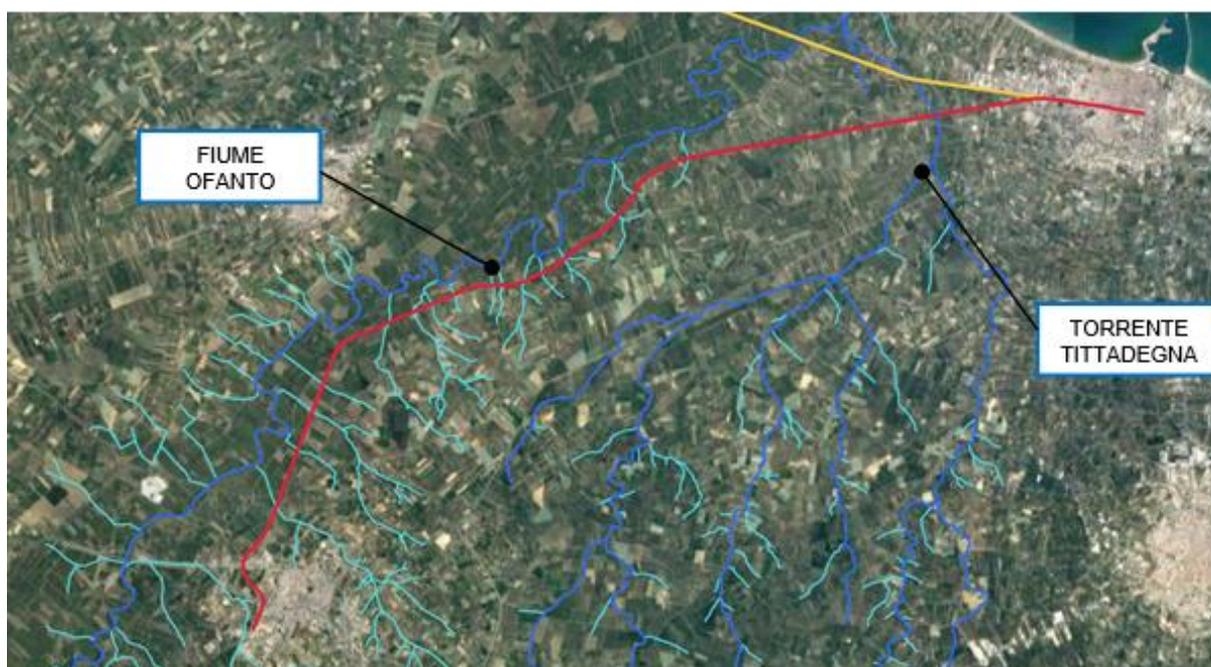


Figura 2 – Inquadramento territoriale-linea Barletta-Canosa (in rosso), reticolo idrografico disponibile sul sito www.sit.puglia.it (in blu/ciano)

Il tratto del fiume Ofanto, le cui aree di esondazione lambiscono in alcuni tratti la ferrovia. è il tratto di valle compreso tra il Ponte Romano in agro di Canosa di Puglia e la foce, per una lunghezza di circa 36 Km. In questo tratto presenta aree di alta, media e bassa pericolosità idraulica piuttosto estese.

In Figura 3 è riportata la disposizione planimetrica delle aree di pericolosità idraulica definite all'interno del Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico. Le aree rappresentate sono estratte dal WebGis della AdB Puglia (http://webgis.adb.puglia.it/gis/map_default.phtml) che riporta le perimetrazioni aggiornate al 19/11/2019.

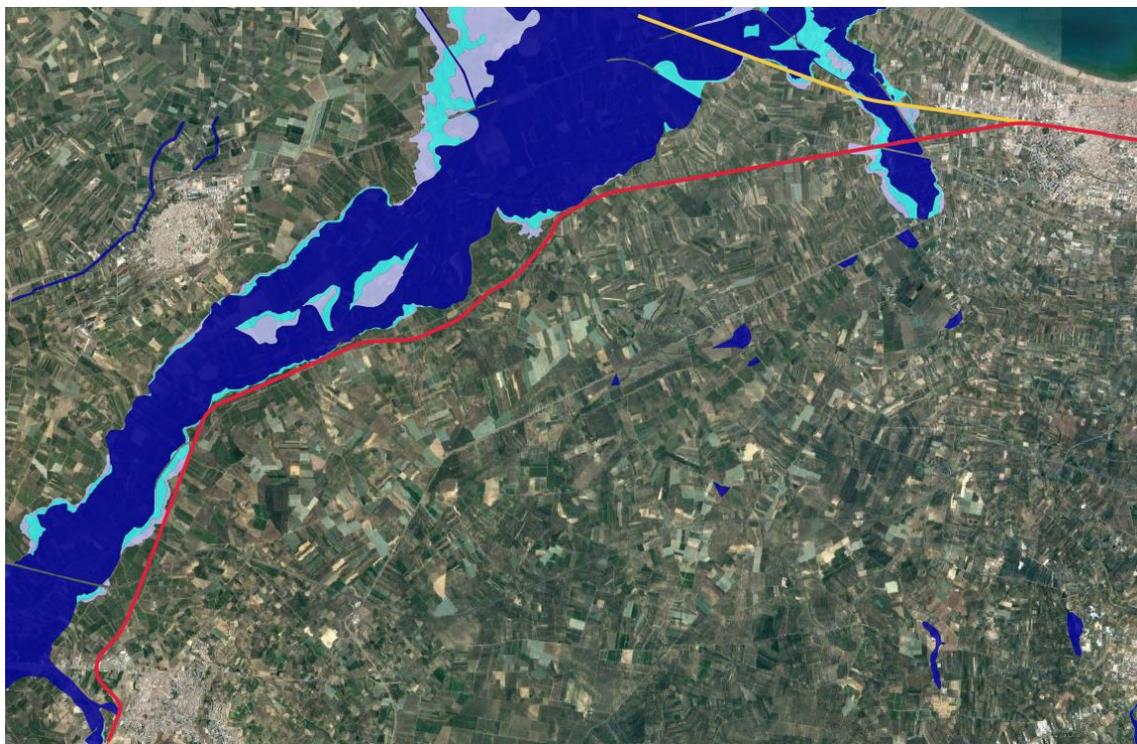


Figura 3 – Aree pericolosità idraulica - Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

Il P.A.I.- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico adottato dall'Autorità di Bacino della Puglia che individua le aree a rischio idraulico ed idrogeologico definisce le aree soggette a pericolosità idraulica attraverso l'individuazione, la localizzazione e la caratterizzazione degli eventi alluvionali che abbiano prodotto effetti sul territorio, in particolare danni a persone o cose, o, semplicemente, abbiano creato condizioni di disagio o allarme. Tale individuazione è un importante strumento che ha condotto alla delimitazione delle aree a potenziale rischio inondazione, distinte in aree a bassa probabilità di inondazione, a moderata probabilità e ad alta probabilità, con le seguenti caratteristiche:

- **Aree a bassa probabilità di inondazione (B.P.)** - Porzioni di territorio soggette ad essere allagate con tempo di ritorno (T_r) compreso tra 200 e 500 anni.
- **Aree a moderata probabilità di inondazione (M.P.)** - Porzioni di territorio soggette ad essere allagate con tempo di ritorno (T_r) compreso tra 30 e 200 anni.
- **Aree ad alta probabilità di inondazione (A.P.)** - Porzioni di territorio soggette ad essere allagate con tempo di ritorno (T_r) inferiore o pari a 30 anni.

Tra le interferenze idrauliche riscontrate, particolare attenzione è posta alla interferenza idraulica con il Torrente Tittadegna per il quale è stato implementato un modello bidimensionale descritto nella relazione dedicata (IA6C00T10RIID0002001A).

Si osserva inoltre che la linea esistente è lambita dalle aree a pericolosità idraulica, in particolare per i tratti:

- dalla pk 15+636 alla pk 17+561 le aree perimetrate dal PAI si avvicinano al rilevato ferroviario, senza interessarlo;
- Per il tratto di rilevato compreso tra la pk 18+491 e la pk 20+757 le aree mappate interessano direttamente la linea ferroviaria. Gli interventi in progetto garantiscono la sicurezza della linea:
 - prevedendo un franco minimo di 1m tra il livello idrico con $Tr=200$ anni e il piano di regolamento della sede. Nella presente fase progettuale di PFTE, il livello idrico corrispondente alle aree allagate mappate dal PAI è stato desunto incrociando il perimetro di tali aree con le quote del terreno. Il riferimento a quanto mostrato nelle mappe del PAI è stato suggerito come approccio anche dalla AdB, nel corso di un incontro tenutosi il 05 Marzo, nel corso del quale la AdB ha dichiarato la indisponibilità a quel momento di dati di maggior dettaglio. Eventuali approfondimenti sono rimandati alla successiva fase di Progetto Definitivo;
 - predisponendo inoltre opere di rivestimento delle scarpate in materassi di tipo Reno e gabbionature che ne garantiscono eventuali fenomeni di scalzamento al piede del rilevato.



Figura 4 – Pericolosità idraulica pk 15+636 – pk 17+561



Figura 5 – Pericolosità idraulica pk 18+491 – pk 20+757

3 INQUADRAMENTO GENERALE E OBIETTIVI DELLO STUDIO

Scopo del presente documento è lo studio idraulico delle interferenze della linea ferroviaria con la rete idrografica locale, inteso come verifica del funzionamento idraulico delle opere esistenti nella configurazione ante operam e adeguamento delle suddette opere laddove necessario in conformità ai criteri di progetto precedentemente illustrati.

In particolare, lo studio ha previsto le seguenti tappe:

1. Individuazione delle interferenze sulla linea ferroviaria esistente;
2. Analisi delle informazioni disponibili provenienti dagli strumenti di pianificazione;
3. Verifica del funzionamento idraulico nella configurazione ante operam dei manufatti esistenti;
4. Adeguamento delle opere risultate insufficienti con riferimento ai franchi minimi previsti dalle normative vigenti;
5. Adeguamento dei manufatti con dimensioni inferiori del minimo previsto dal manuale di progettazione delle opere ferroviarie;
6. Definizione dei canali di ricucitura fino a recapito, con lo scopo di contenere la portata defluita attraverso i nuovi manufatti di progetto e di garantire che a valle non ci siano incrementi di aree allagabili dovuti alla maggior portata transitante attraverso i manufatti adeguati;
7. Individuazione delle opere necessarie a garantire la continuità idraulica dei canali di cui al punto precedente, ad esempio, adeguamento tombini idraulici posti in corrispondenza delle viabilità interferite a valle della linea ferroviaria oggetto di intervento;
8. Garantire il franco minimo di 1m tra aree allagabili dell'Ofanto e piano di regolamento;
9. Incrementare la durabilità del corpo ferroviario predisponendo opere di presidio idraulico (protezione in gabbioni e materassi Reno) ove questo risulta lambito da aree allagabili;

Nel dettaglio la verifica delle opere esistenti e di progetto prevede di adottare le seguenti metodologie di analisi:

- a) verifica idraulica di opere di attraversamento associate alla rete idrografica fornito dal www.sit.puglia.it. mediante simulazione idraulica 1D su modello matematico in schema di moto permanente;
- b) verifica idraulica delle restanti opere di attraversamento idraulico in schema di moto uniforme;
- c) verifica idraulica di nuove inalveazioni di progetto in schema di moto uniforme per i casi di cui al punto b) e in regime di moto permanente per i casi di cui al punto a). Quindi, il progetto di messa in sicurezza della ferrovia si compone di nuovi manufatti di attraversamento idraulico e dei canali di ricucitura che sono quindi parte integrante della soluzione di messa in sicurezza.

- d) Verifica dell'interferenza con il torrente Tittadegna mediante modello bidimensionale in moto vario (IA6C00F10RIID0002001A)

Le opere in progetto rispettano le condizioni di compatibilità idraulica previste dagli strumenti normativi vigenti, in particolare quelle previste dagli strumenti di pianificazione come il PAI e PGRA vigenti. In alcuni casi, come in quelli dove è previsto il rifacimento di opere esistenti della linea ferroviaria, migliorano le attuali condizioni di deflusso e le attuali condizioni di officiosità idraulica dei corsi d'acqua interessati dagli interventi.

Le opere in progetto non producono ostacoli al normale libero deflusso delle acque né causano una significativa riduzione della capacità di invaso delle aree interessate dall'espansione delle piene, risultando pertanto compatibili con i Piani e Programmi di mitigazione del rischio idraulico nell'area e con l'attuale assetto idraulico del territorio.

La necessità di adeguare i manufatti esistenti e di garantire il franco minimo tra aree allagabili dell'Ofanto e piano di regolamento ha comportato la necessità di incrementare il piano del ferro. Tali incrementi del piano del ferro, rispetto alla livelletta esistente, sono stati definiti in maniera relativa facendo esclusivo riferimento ai rilievi topografici delle singole opere, ove disponibili. Questo approccio è stato scelto in quanto i rilievi garantivano la maggior accuratezza rispetto alle altre fonti cartografiche disponibili e al fine di evitare eventuali incongruenze dovute a differenti accuratezze di misura propri della scala di rappresentazione. Sono stati infatti talvolta riscontrati scostamenti dell'ordine dei 30-40cm tra i rilievi, la cartografia MUIF e il DTM.

4 VERIFICHE IDRAULICHE

4.1 METODOLOGIA DI VERIFICA IN MOTO UNIFORME

Il dimensionamento idraulico degli attraversamenti minori, che non ricadono in corrispondenza del reticolo idrografico, è stato eseguito in regime di moto uniforme.

La verifica a Moto uniforme è stata effettuata utilizzando la formula di Gauckler-Strickler:

$$Q = k_s \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad (a)$$

Dove:

- Q: portata [m³/s]
- K_s: coefficiente di scabrezza di Strickler [m^{1/3}/s]
- R: raggio idraulico $\frac{A}{C}$ [m];
- A=area bagnata ($b \times h$) [m²];
- C=contorno bagnato ($b + 2h$) [m]
- i=pendenza opera [m/m]

4.1.1 INTERFERENZE STUDIATE IN MOTO UNIFORME

In Tabella 2 si riportano le opere idrauliche la cui presenza risulta dal database INRETE2000 che non ricadono sul reticolo idrografico e studiate per mezzo di modelli monodimensionali in regime di moto uniforme. Poiché la maggior parte dei manufatti esistenti è costituito da manufatti ad arco di ridotte dimensioni (mediamente 1mx1m), la capacità idraulica degli stessi è stata valutata facendo riferimento ad una altezza utile disponibile pari al 90% della altezza misurata in chiave al manufatto.

Progressive	WBS	Tipologia Opera	Qmax (Tr200) [m³/s]	Larghezza Sezione L [m]	Altezza Sezione H [m]	altezza utile h (90%H) [m]	Pendenza
2+997	IN03	Ponticello	2.6	1.00	1.00	0.90	0.0070
5+008	IN06	Ponticello	9.1	1.00	1.80	1.62	0.0060
5+779	IN07	Tombino	1.7	0.80	1.00	0.90	0.0058
6+436	IN08	Ponticello	2.8	1.00	0.90	0.81	0.0060
7+056	IN09	Ponticello	12.2	1.00	2.00	1.80	0.0060
7+459	IN10	Ponticello	20.5	1.00	2.00	1.80	0.0060
10+076	IN11	Ponticello	1.2	1.00	2.00	1.80	0.0060
10+303	IN12	Ponticello	2.0	3.00	3.80	3.42	0.0060
10+742	IN13	Tombino	2.0	0.80	1.00	0.90	0.0060
11+215	IN15	Ponticello	2.1	1.00	1.10	0.99	0.0060
11+482	IN16	Ponticello	1.2	1.00	1.10	0.99	0.0020
11+960	IN18	Ponticello	1.2	1.00	1.35	1.22	0.0040
12+183	IN19	Ponticello	5.5	2.00	3.00	2.70	0.0060
12+642	IN20	Tombino	2.2	0.60	0.90	0.81	0.0060
12+865	IN21	Ponticello	1.0	1.00	1.00	0.90	0.0060
13+343	IN23	Ponticello	5.4	2.50	2.50	2.25	0.0060
15+108	IN27	Tombino	4.9	0.60	0.80	0.72	0.0060
15+384	IN28	Tombino	1.7	0.70	0.80	0.72	0.0020
16+449	IN31	Sottopassaggio	0.6	2.00	1.70	1.53	0.0020
16+841	IN33	Ponticello	12.2	1.00	1.35	1.22	0.0060
17+561	IN35	Ponticello	6.2	1.00	1.35	1.22	0.0060
18+491	IN36	Sottopassaggio	1.8	3.05	1.90	1.71	0.0060
19+326	IN38	Ponticello	1.2	2.00	2.50	2.25	0.0020
19+542	IN39	Sottopassaggio	5.0	4.00	3.30	2.97	0.0060
20+337	IN41	Ponticello	4.7	1.00	1.20	1.08	0.0060
20+965	IN43	Ponticello	2.2	1.00	1.75	1.58	0.0020
21+248	IN44	Ponticello	10.8	1.00	1.75	1.58	0.0060
22+487	IN47	Sottopassaggio	2.2	4.00	3.00	2.70	0.0020
22+765	IN48	Ponticello	5.3	1.00	1.60	1.44	0.0020
22+930	IN49	Tombino	2.3	0.60	0.85	0.77	0.0060
23+221	IN50	Tombino	1.2	0.70	1.00	0.90	0.0020
23+541	IN51	Tombino	0.9	0.60	1.00	0.90	0.0040
23+674	IN52	Tombino	2.8	2.50	0.90	0.81	0.0060

Relazione idraulica corsi d'acqua minori

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA6C	00	F 10	RIID0002 002	C	22 DI 101

24+303	IN53	Ponticello	1.2	1.00	1.00	0.90	0.0060
24+578	IN55	Sottopassaggio	15.6	2.50	3.20	2.88	0.0060

Tabella 2 – Interferenze Idrauliche allo stato di fatto, non ricadenti nel reticolo idrografico

4.1.2 VERIFICA ANTE OPERAM

È stata applicata la verifica a Moto Uniforme dalle geometrie delle opere esistenti, che sono state prese dai rilievi se non disponibili da RETE 2000). Le pendenze sono state desunte dai rilievi ove disponibili, quando dai rilievi sono state riscontrate pendenze elevate è stato cautelativamente imposto un limite massimo pari a una pendenza del 6 ‰

In considerazione delle caratteristiche orografiche e morfologiche dell'area, è stato assunto un coefficiente di scabrezza K_s pari a 60 $[m^{1/3}s^{-1}]$ per gli attraversamenti secondari con rivestimento del fondo in calcestruzzo. Le verifiche idrauliche sono state svolte con riferimento alle portate con tempi di ritorno pari ai 200 anni.

Nella Tabella 3 sono riportati principali parametri della verifica idraulica in configurazione ante operam, la portata di progetto, la pendenza del fondo, il grado di riempimento, il tirante idrico ed il franco idraulico.

Progressive	WBS	Tipologia Opera	Qmax (Tr200) [m³/s]	Larghezza Sezione L [m]	Altezza Sezione H [m]	altezza utile (90%H) h [m]	Pendenza i [%]	tirante idraulico h* [m]	GR [%]	Franco idraulico [m]
2+997	IN03	Ponticello	2.6	1.00	1.00	0.90	0.007	1.14	127%	-0.24
5+008	IN06	Ponticello	9.1	1.00	1.80	1.62	0.006	3.39	209%	-1.77
5+779	IN07	Tombino	1.7	0.80	1.00	0.90	0.006	1.04	116%	-0.14
6+436	IN08	Ponticello	2.8	1.00	0.90	0.81	0.006	1.20	149%	-0.39
7+056	IN09	Ponticello	12.2	1.00	2.00	1.80	0.006	4.46	248%	-2.66
7+459	IN10	Ponticello	20.5	1.00	2.00	1.80	0.006	13.35	741%	-11.55
10+076	IN11	Ponticello	1.2	1.00	2.00	1.80	0.006	0.60	33%	1.20
10+303	IN12	Ponticello	2.0	3.00	3.80	3.42	0.006	0.33	10%	3.09
10+742	IN13	Tombino	2.0	0.80	1.00	0.90	0.006	1.19	133%	-0.29
11+215	IN15	Ponticello	2.1	1.00	1.10	0.99	0.006	0.96	97%	0.03
11+482	IN16	Ponticello	1.2	1.00	1.10	0.99	0.002	0.82	83%	0.17
11+960	IN18	Ponticello	1.2	1.00	1.35	1.22	0.004	1.10	90%	0.12
12+183	IN19	Ponticello	5.5	2.00	3.00	2.70	0.006	0.95	35%	1.75
12+642	IN20	Tombino	2.2	0.60	0.90	0.81	0.006	1.95	241%	-1.14
12+865	IN21	Ponticello	1.0	1.00	1.00	0.90	0.006	0.55	61%	0.35
13+343	IN23	Ponticello	5.4	2.50	2.50	2.25	0.006	0.77	34%	1.48
15+108	IN27	Tombino	4.9	0.60	0.80	0.72	0.006	4.13	573%	-3.41
15+384	IN28	Tombino	1.7	0.70	0.80	0.72	0.002	2.08	289%	-1.36
16+449	IN31	Sottopassaggio	0.6	2.00	1.70	1.53	0.002	0.31	20%	1.22
16+841	IN33	Ponticello	12.2	1.00	1.35	1.22	0.006	4.46	367%	-3.25
17+561	IN35	Ponticello	6.2	1.00	1.35	1.22	0.006	2.39	197%	-1.18
18+491	IN36	Sottopassaggio	1.8	3.05	1.90	1.71	0.006	0.31	18%	1.40
19+326	IN38	Ponticello	1.2	2.00	2.50	2.25	0.002	0.47	21%	1.78

19+542	IN39	Ponticello	5.0	4.00	3.30	2.97	0.006	0.50	17%	2.47
20+337	IN41	Ponticello	4.7	1.00	1.20	1.08	0.006	1.89	175%	-0.81
20+965	IN43	Ponticello	2.2	1.00	1.75	1.58	0.002	1.57	99%	0.01
21+248	IN44	Ponticello	10.8	1.00	1.75	1.58	0.006	0.85	54%	0.72
22+487	IN47	Sottopassaggio	2.2	4.00	3.00	2.70	0.002	0.42	16%	2.28
22+765	IN48	Ponticello	5.3	1.00	1.60	1.44	0.002	3.45	240%	-2.01
22+930	IN49	Tombino	2.3	0.60	0.85	0.77	0.006	1.99	261%	-1.23
23+221	IN50	Tombino	1.2	0.70	1.00	0.90	0.002	1.43	159%	-0.53
23+541	IN51	Tombino	0.9	0.60	1.00	0.90	0.004	1.36	151%	-0.46
23+674	IN52	Tombino	2.8	2.50	0.90	0.81	0.006	0.48	60%	0.33
24+303	IN53	Ponticello	1.2	1.00	1.00	0.90	0.006	0.59	66%	0.31
24+578	IN55	Sottopassaggio	15.6	2.50	3.20	2.88	0.006	1.67	58%	1.21

Tabella 3 – Risultati della verifica idraulica in moto uniforme - Ante Operam

Si osserva che delle opere esistenti solo le IN12, IN19, IN23, IN38 e IN39 sono rispondenti ai criteri di sicurezza idraulica, in accordo alle normative vigenti.

4.1.3 VERIFICA POST OPERAM – INTERVENTI DI PROGETTO

Per le Opere in Tabella 3 per cui non risultano verificati i franchi, le dimensioni minime da normativa vigente o che presentavano una configurazione promiscua sia viaria che idraulica (IN31, IN36, IN47, IN55), sono state definite delle nuove opere di progetto, riportate nella Tabella 4.

Progressive	WBS	Qmax (Tr200) [m ³ /s]	Tipologia Opera	Diametro [m]	B [m]	Hpr [m]	n° canne	tirante idraulico h* [m]	GR[%]	Franco idraulico [m]
2+997	IN03	2.6	CIRCOLARE	1.5			2	0.500	33%	1.00
5+008	IN06	9.1	SCATOLARE		2.00	2.00	2	0.739	37%	1.26
5+779	IN07	1.7	CIRCOLARE	1.5			2	0.419	28%	1.08
6+436	IN08	2.8	SCATOLARE		1.50	1.50	2	0.414	28%	1.09
7+056	IN09	12.2	SCATOLARE		2.50	2.00	2	0.746	37%	1.25
7+459	IN10A	20.5	SCATOLARE		3.00	2.00	2	0.917	46%	1.08
7+900	IN10B	20.2	SCATOLARE		3.00	2.00	2	0.908	45%	1.09
10+076	IN11	1.2	SCATOLARE		2.00	2.00	1	0.494	25%	1.51
10+303	IN12	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-
10+742	IN13	2.0	CIRCOLARE	1.5			2	0.454	30%	1.05
11+215	IN15	2.1	CIRCOLARE	1.5			2	0.471	31%	1.03
11+482	IN16	1.2	CIRCOLARE	1.5			2	0.460	31%	1.04
11+960	IN18 A	1.2	CIRCOLARE	1.5			2	0.39	27%	1.1
11+970	IN18 B	1.2	CIRCOLARE	1.5			2	0.39	27%	1.1
12+183	IN19	5.5	-	-	-	-	-	-	-	-
12+642	IN20	2.2	CIRCOLARE	1.5			2	0.481	32%	1.02
13+096	IN22	14.8	SCATOLARE		3	2	2	0.77	38%	1.23
12+865	IN21	1.0	CIRCOLARE	1.5			1	0.466	31%	1.03
13+343	IN23	5.4	-	-	-	-	-	-	-	-
15+108	IN27	4.9	SCATOLARE		2.00	2.00	1	0.785	39%	1.21
15+384	IN28	1.7	SCATOLARE		2.00	2.00	1	0.555	28%	1.45
16+449	IN31	0.6	SCATOLARE		2.00	2.00	1	0.477	24%	1.52
16+841	IN33	12.2	SCATOLARE		2.50	2.00	2	0.746	37%	1.25
17+561	IN35	6.2	SCATOLARE		2.00	2.00	1	0.927	46%	1.07
18+491	IN36	1.8	SCATOLARE		2.00	2.00	1	0.413	21%	1.59
19+326	IN38	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-
19+542	IN39	5.0	-	-	-	-	-	-	-	-
20+337	IN41	4.7	SCATOLARE		2.00	2.00	1	0.762	38%	1.24
20+965	IN43	2.2	SCATOLARE		2.00	2.00	1	0.653	33%	1.35
21+248	IN44	10.8	SCATOLARE		2.00	2.00	2	0.840	42%	1.16
22+487	IN47	2.2	SCATOLARE		2.00	2.00	1	0.474	24%	1.53
22+765	IN48	5.3	SCATOLARE		2.00	2.00	2	0.749	37%	1.25

22+930	IN49	2.3	CIRCOLARE	1.5			2	0.487	32%	1.01
23+221	IN50	1.2	CIRCOLARE	1.5			2	0.455	30%	1.04
23+541	IN51	0.9	CIRCOLARE	1.5			1	0.467	31%	1.03
23+674	IN52	2.8	SCATOLARE		1.50	1.50	2	0.414	28%	1.09
24+303	IN53	1.2	CIRCOLARE	1.5			1	0.490	33%	1.01
24+398	IN54	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-
24+578	IN55	15.6	SCATOLARE		2.00	2.50	2	1.18	47%	1.32

Tabella 4 – Risultati della verifica idraulica in moto uniforme - Post Operam

Le opere in progetto rispettano le condizioni di compatibilità idraulica previste dagli strumenti normativi vigenti, in particolare quelle previste dagli strumenti di pianificazione come il PSAI e PGRA vigenti e secondo quanto esplicitato dalle "Istruzioni Tecniche per la informatizzazione della documentazione a corredo dell'Autorizzazione Unica- Allegato A" (2011), difatti si è provveduto a definire nuove opere che consentano il passaggio della piena duecentennale con **un franco minimo di un metro**.

Analogamente per le IN08 e IN53, si prevede la realizzazione di nuovi scatolari con dimensioni 1.50x1.50m in deroga alle altezze minime previste da manuale per i manufatti scatolari. La tipologia di manufatto scatolare è stata preferita alla tipologia circolare D1500 (prevista dal manuale) in quanto consente di garantire il metro di franco idraulico richiesto dalla AdB. L'altezza massima delle opere è pari a 1,5m in conseguenza dei vincoli imposti alla livelletta dalla presenza di cavalcaferrovia esistenti in prossimità di tali opere idrauliche.

L'adeguamento delle opere comporta che a tutte le portate duecentennali, prima parzialmente trattenute a monte per l'insufficienza dell'opera transita a valle della ferrovia.

Al fine di evitare allagamenti dei terreni di valle, per effetto dell'adeguamento delle opere ferroviarie esistenti, sono stati definiti dei canali di ricucitura che hanno lo scopo di contenere le portate di progetto transitanti e di accompagnarle fino al recapito del fiume Ofanto. Quindi il progetto di messa in sicurezza della ferrovia si compone di nuovi manufatti di attraversamento idraulico e dei canali di ricucitura che sono quindi parte integrante della soluzione di messa in sicurezza.

Tali canali sono stati verificati a moto uniforme e la loro sezione è dimensionata per contenere a piene rive le portate di progetto ($Q_{Tr}=200$ anni). I canali presentano sezioni Trapezia o Rettangolare in terra o rivestiti in calcestruzzo.

pk	WBS	Qmax (Tr200) [m3/s]	L [m]	b [m]	B [m]	Tirante [m]	H scavo	Pendenza [%]	FORMA	MATERIALE
2+997	IN03	2.6	674	1	3.00	0.89	1.00	0.50	trapezia	Terra
5+008	IN06	13.5	435	4	-	1.17	1.20	0.50	rettangolare	CLS
5+779	IN07	4.5	770	2	-	0.78	1.00	0.50	rettangolare	CLS
6+436	IN08	2.8	659	2	-	0.79	1.00	0.50	rettangolare	CLS
7+056	IN09	12.2	1030	5	-	0.72	0.80	0.50	rettangolare	CLS

7+459	IN10A	40.7	1202	5	-	1.62	1.70	0.50	rettangolare	CLS
7+900	IN10B	20.2	442	4	-	1.22	1.30	0.50	rettangolare	CLS
10+076	IN11	1.2	74	1	3.00	0.65	1.00	0.50	trapezia	Terra
10+303	IN12	2.0	53	1	3.00	0.78	1.00	0.50	trapezia	Terra
10+742	IN13	2.0	57	1	3.00	0.78	1.00	0.50	trapezia	Terra
11+215	IN15	3.3	31	1	3.00	1.00	1.00	0.50	trapezia	Terra
11+482	IN16	1.2	32	1	2.40	0.60	0.70	0.50	trapezia	Terra
11+960	IN18 A	2.4	97	2	3.60	0.7	0.80	0.50	trapezia	Terra
12+183	IN19	5.5	60	2	4.20	1.09	1.10	0.50	trapezia	Terra
12+642	IN20	2.2	51	1	2.80	0.82	0.90	0.50	trapezia	Terra
12+865	IN21	1.0	167	1	2.20	0.54	0.60	0.50	trapezia	Terra
13+097	IN22	14.8	230	3	6	1.4	1.5	0.50	trapezia	Terra
13+343	IN23	5.4	183	2.5	4.70	1.09	1.10	0.50	trapezia	Terra
15+108	IN27	6.7	317	2	4.40	1.12	1.20	0.50	trapezia	Terra
15+384	IN28	1.7	285	1	2.60	0.73	0.80	0.50	trapezia	Terra
16+449	IN31	0.6	259	1	2.00	0.35	0.50	0.50	trapezia	Terra
16+841	IN33	12.2	537	3	4.80	0.87	0.90	0.50	trapezia	CLS
17+561	IN35	6.2	500	2	4.20	1.07	1.10	0.50	trapezia	Terra
19+326	IN38	6.2	44	2	4.20	1.07	1.10	0.50	trapezia	Terra
19+542	IN39	5.0	214	2	4.00	0.96	1.00	0.50	trapezia	Terra
20+337	IN41	4.7	426	2	4.00	0.92	1.00	0.50	trapezia	Terra
20+965	IN43	13.0	175	4	6.40	1.16	1.20	0.50	trapezia	Terra
21+248	IN44	10.8	284	3	5.00	0.99	1.00	0.50	trapezia	Terra
22+487	IN47	9.8	369	3	5.40	1.14	1.20	0.50	trapezia	Terra
22+765	IN48	7.6	275	2	4.40	1.1	1.20	0.50	trapezia	Terra
22+930	IN49	2.3	163	1	2.80	0.7	0.90	0.50	trapezia	Terra
23+221	IN50	2.1	248	3	4.20	0.54	0.60	0.50	trapezia	Terra
23+541	IN51	0.9	336	1.5	2.70	0.50	0.60	0.50	trapezia	Terra
23+674	IN52	2.8	256	3	4.40	0.64	0.70	0.50	trapezia	Terra
24+303	IN53	1.2	270	2	4.00	0.77	1.00	0.50	trapezia	Terra
24+578	IN55	16.7	236	4	6.00	0.90	1.00	0.50	trapezia	CLS

Tabella 5 – Canali di ricucitura

Al fine di minimizzare gli impatti sul territorio lo sviluppo longitudinale del canale, tiene conto di più aspetti, in particolare, la posizione delle opere, la morfologia dei terreni circostanti, l'ottimizzazione per il raggiungimento del recapito finale, pertanto si è provveduto al convogliamento delle acque di scarico verso incisioni esistenti, allontanarle dall'infrastruttura ferroviaria e nel contempo consentire l'attraversamento di interferenze limitrofe quali ad esempio strade bianche o strade provinciali.

Per garantire la continuità idraulica delle ricuciture è stato previsto in progetto l'adeguamento o la nuova realizzazione di nuovi tombini stradali. Questi tombini hanno generalmente dimensioni analoghe ai corrispondenti tombini ferroviari, sono indicati a seguire:

pk	WBS	Tipologia Opera	DIAMETRO	B	Hpr	n* canne
7+056	IN09s	SCATOLARE		2.5	2	2
7+459	IN10As	SCATOLARE		3	3	2
10+076	IN11s	SCATOLARE		2	2	1
10+303	IN12s	SCATOLARE		2.00	2	1
10+742	IN13s	CIRCOLARE	1500			2
11+215	IN15s	CIRCOLARE	1500			2
11+482	IN16s	CIRCOLARE	1500			2
11+960	IN18 As	CIRCOLARE	1500			2
12+183	IN19s	SCATOLARE		3	2	2
12+642	IN20s	CIRCOLARE	1500			2
12+865	IN21s	CIRCOLARE	1500			1
13+096	IN22s			3	2	2
13+343	IN23s	SCATOLARE		2.5	2.5	1

Tabella 6 – Tombini stradali

Per dettagli si rimanda all'elaborato di "Sistemazioni idrauliche corsi d'acqua minori"
IA6C00F10P5ID0002001C-2C-3C

4.2 VERIFICHE IDRAULICHE RETICOLO MINORE INTERFERITO – MODELLI HEC RAS MONODIMENSIONALI

4.2.1 MODELLO DI CALCOLO

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

Con tale modello possono essere simulate condizioni di moto subcritico, supercritico e misto e possono essere valutati gli effetti di immissioni o emissioni laterali di portata, opere in alveo, ostacoli al flusso e costruzioni presenti lungo le sponde. Nelle ipotesi di condizioni di moto permanente unidimensionale, corrente gradualmente variata (fatta eccezione per le sezioni in cui si risente della presenza di strutture, quali ponti o tombini per attraversamento) e pendenze longitudinali del fondo dell'alveo non eccessive, per un dato tratto fluviale elementare, di lunghezza finita, il modello si basa sulla seguente equazione di conservazione dell'energia tra le generiche sezioni trasversali di monte e di valle, rispettivamente indicate coi pedici 2 e 1:

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

in cui Y_2 e Y_1 sono le profondità d'acqua, Z_2 e Z_1 le quote dei punti più depressi delle sezioni trasversali rispetto a un piano di riferimento (superficie libera del medio mare), V_2 e V_1 le velocità medie (rapporto tra portata e area bagnata della sezione), α_2 e α_1 coefficienti di Coriolis di ragguaglio delle potenze cinetiche, g l'accelerazione di gravità e ΔH le perdite di carico nel tratto considerato. Nel caso di passaggio da regime supercritico a subcritico tramite risalto idraulico, la corrente perde il carattere gradualmente variato e l'equazione dell'energia non può essere applicata. In tal caso, si ricorre all'equazione di conservazione della quantità di moto:

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

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

equazioni di moto occorre disporre anche delle condizioni al contorno di monte e di valle che regolano il deflusso della corrente, come sarà specificato nel dettaglio delle verifiche idrauliche.

4.2.2 MODELLAZIONE OPERE IDRAULICHE

La modellazione con schema monodimensionale e in regime di moto permanente ha interessato le opere idrauliche del rilevato ferroviario della linea Barletta – Canosa in corrispondenza del reticolo idrografico di riferimento per la regione Puglia.

Sulla base delle interferenze individuate, sono stati implementati i rispettivi modelli idraulici monodimensionali in regime di moto permanente con lo scopo di verificare, sulla base delle portate duecentennali di progetto come previsto dall'AdB Puglia, l'efficienza idraulica delle opere e dei fossi esistenti e prevedere eventuali adeguamenti o il dimensionamento di nuove opere, al fine di garantire la messa in sicurezza idraulica del rilevato ferroviario e delle aree adiacenti ad esso vista l'importanza dell'infrastruttura.

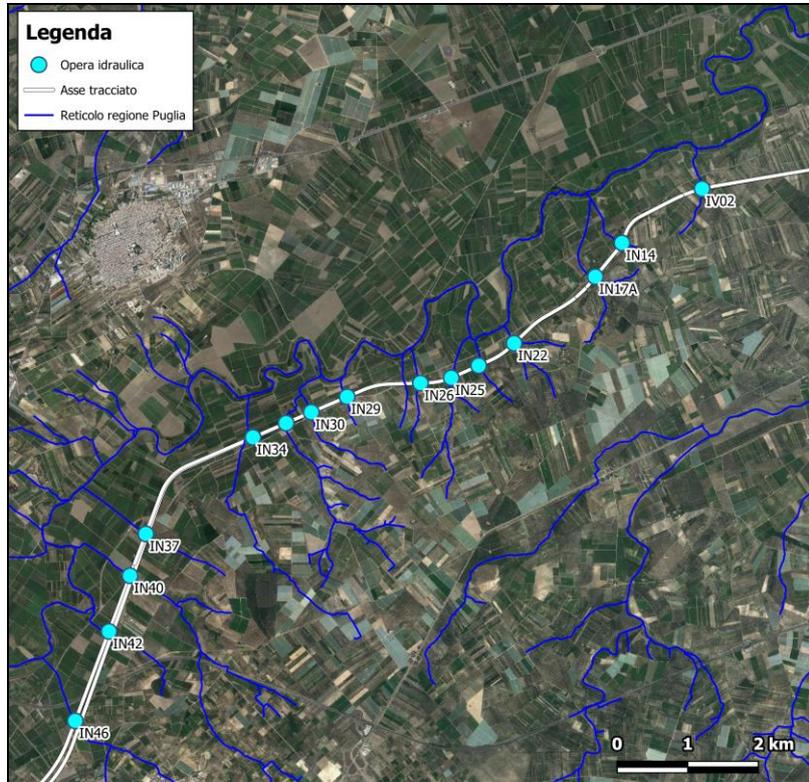


Figura 6 – Inquadramento opere idrauliche – reticolo idrografico

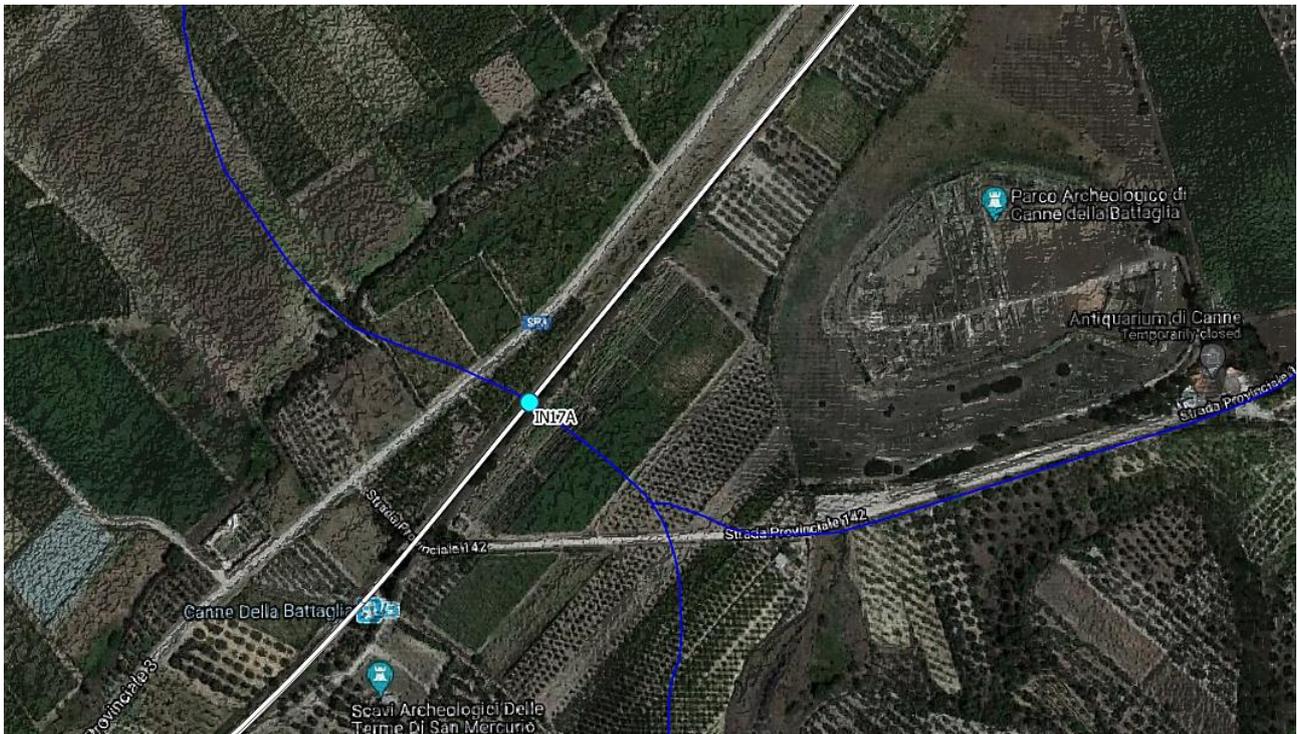


Figura 7 – Inquadramento nuova opera WBS IN17A

4.2.2.1 Ricostruzione geometrie modelli monodimensionali

Sulla base dei rilievi celerimetrici di dettaglio e del sistema di censimento INRETE2000 di RFI, si è ricostruito il quadro complessivo delle opere idrauliche del rilevato ferroviario esistenti che garantiscono la continuità del reticolo idrografico in corrispondenza di quest'ultimo. Questo ha permesso di ricostruire le geometrie delle opere idrauliche da implementare nei modelli idraulici monodimensionali.

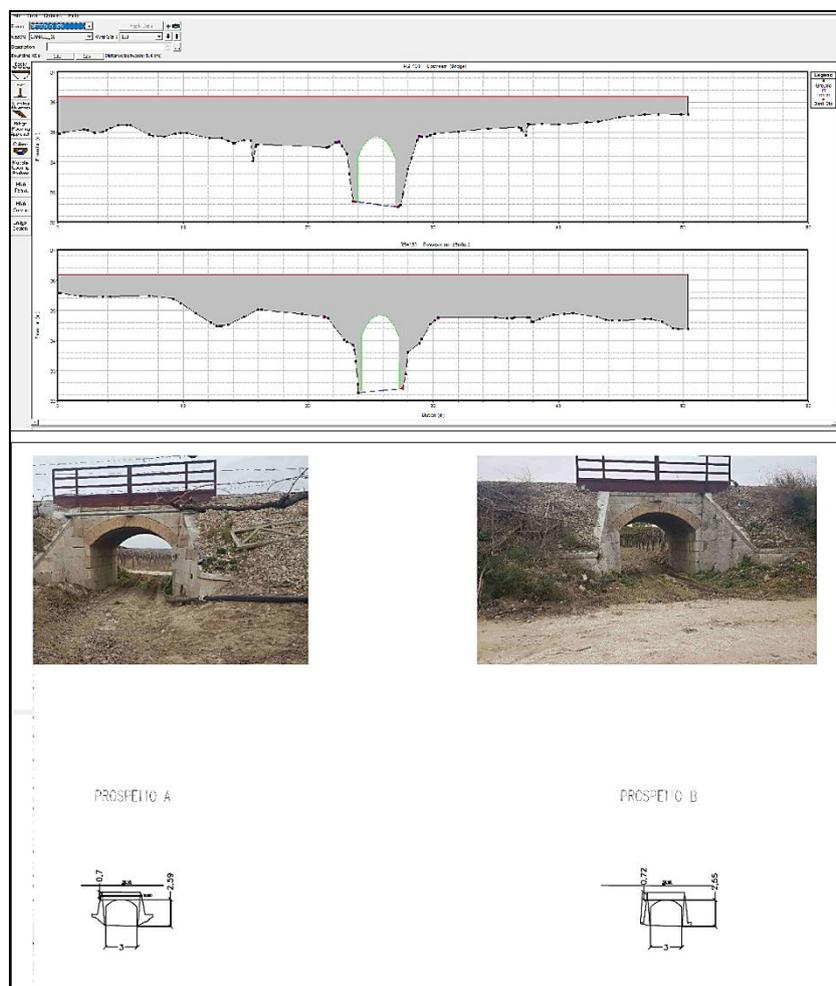


Figura 8 – Inserimento opera idraulica – modello idraulico 1D in Hec-RAS

Le sezioni d'alveo sono state ricostruite sulla base dei rilievi celerimetrici di dettaglio delle opere, del rilievo del MUIF che caratterizza la topografia dell'intero rilevato ferroviario e dei voli Lidar con risoluzione di cella 1x1 del Ministero dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare (MATM). È stato effettuato un confronto dei tre rilievi dove si è riscontrato una buona corrispondenza tra MUIF e lidar mentre tra i celerimetri di dettagli, MUIF e lidar si riscontra una differenza media sui valori di quote pari a 30-40cm. Per garantire una copertura completa delle aste e sezioni fluviali dei tratti oggetto di modellazione

monodimensionale, il rilievo lidar è stato adeguato sulla base delle quote riscontrate nei rilievi di dettaglio. Di seguito si riporta un esempio di adeguamento del Lidar.

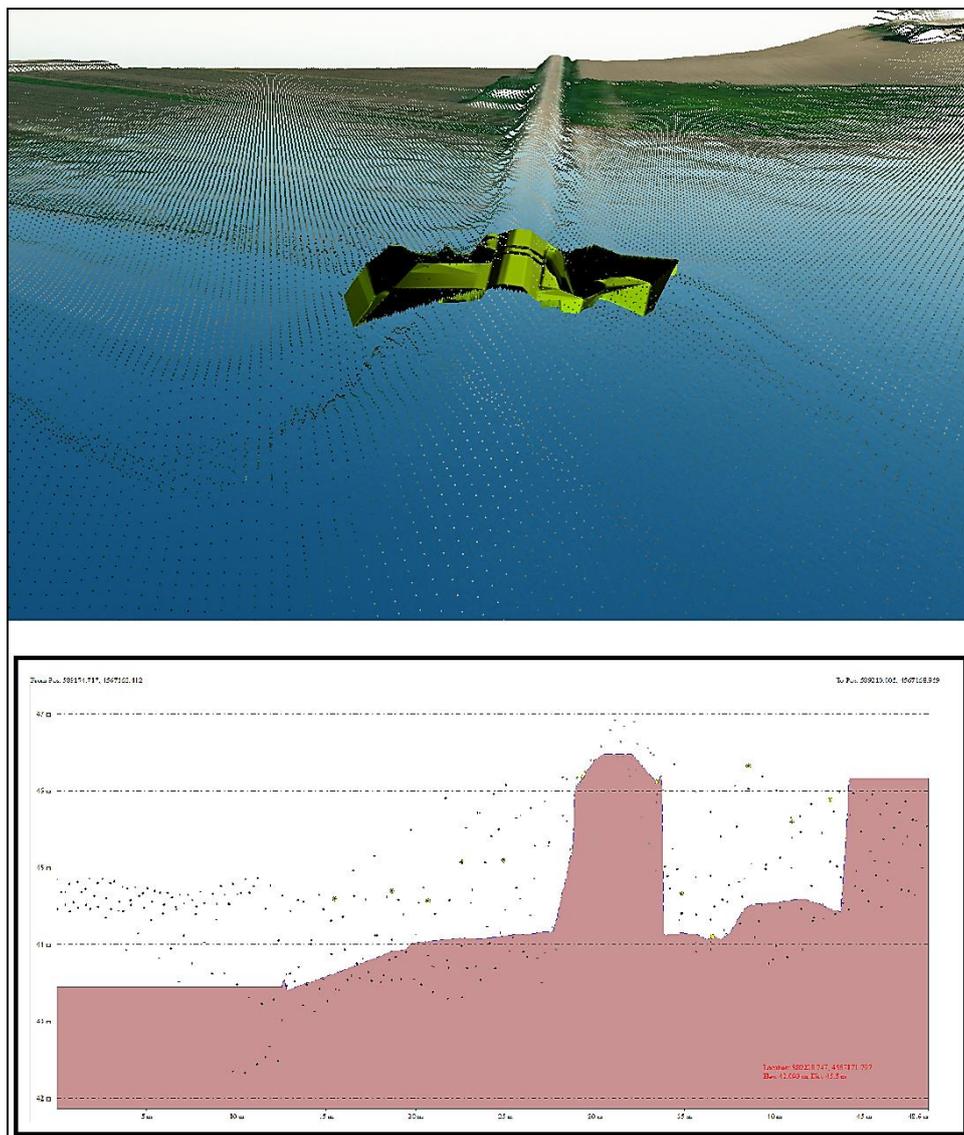


Figura 9 – Adeguamento nuvola di punti Lidar sulla base del rilievo celerimetrico

Tramite strumenti GIS e apposito algoritmo di calcolo, le quote della nuvola di punti del Lidar sono state aggiornate in modo conforme alle quote delle superfici create a partire dal rilievo celerimetrico di dettaglio. Aggiornata la nuvola di punti, è stato generato un DTM con risoluzione 1mx1m. Questo pre-processamento dei rilievi ha permesso di ottimizzare le incisioni dei fossi esistenti e i rilevati ferroviari e stradali all'interno dei quali verranno inserite le opere idrauliche. Sulla base del nuovo DTM creato sono state generate le sezioni trasversali dei modelli monodimensionali. In sintesi, il DTM è stato integrato tenendo conto delle informazioni della campagna di rilievo 2020.

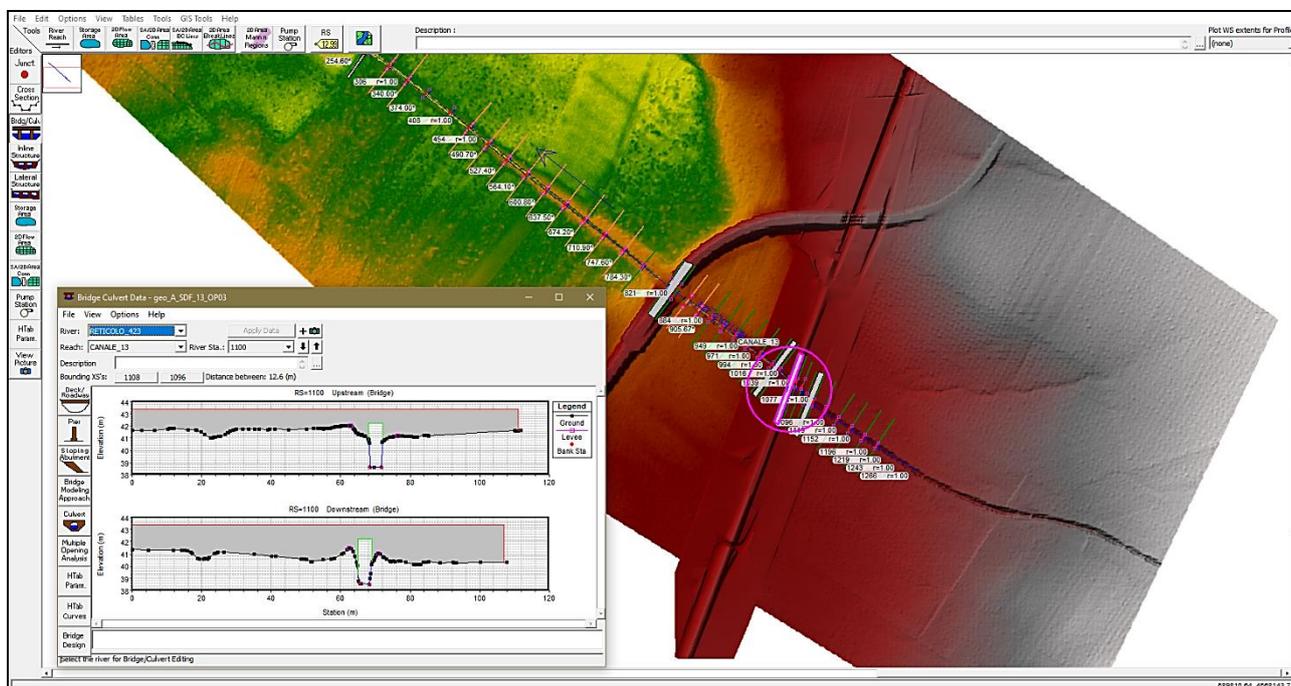


Figura 10 – Esempio geometria modello Hec-Ras 1D sulla base del dtm aggiornato

4.2.2.2 Definizione delle scabrezze – stima del coefficiente “n” di Manning

Per la definizione delle scabrezze si è fatto riferimento ai valori presenti in letteratura dei valori del coefficiente “n” di Manning per alveo naturali ed in funzione dello stato manutentivo riscontrato di quest’ultimi. Si sono presi in considerazione i valori della seguente tabella estratta da “CHOW V. T., 1959”.

tipo di superficie	Minimo	Normale	Massimo
CANALI IN TERRA NON RIVESTITI			
rettilinei, non vegetati, buona manutenzione	0.016	0.018	0.020
rettilinei, non vegetati, mediocre manutenzione	0.018	0.022	0.025
rettilinei, non vegetati, con ghiaia	0.022	0.025	0.030
rettilinei, poco inerbiti, rare alghe	0.022	0.027	0.033
ALVEI IN TERRA REGOLARIZZATI O ROGGE			
non vegetati	0.023	0.025	0.030
poco inerbiti, rare alghe	0.025	0.030	0.033
molto vegetati, molte alghe	0.028	0.030	0.035
con sponde in pietrame	0.028	0.030	0.035
con sponde ben inerbite	0.025	0.035	0.040
con fondo in ciotoli e sponde non	0.030	0.040	0.050

vegetate			
CANALI MANTENUTI CON DRAGAGGIO			
non vegetati	0.025	0.028	0.033
poco inerbiti, rare alghe	0.035	0.050	0.060
ALVEI DI PIANURA			
non vegetati, rettilinei, corrente regolare	0.025	0.030	0.033
come sopra ma con pietre e alghe	0.030	0.035	0.040
non vegetati, tortuosi con mollenti e rapide	0.033	0.040	0.045
come sopra ma con pietre e alghe	0.035	0.045	0.050
come sopra, in magra	0.040	0.048	0.055
non vegetati, tortuosi, pietre, mollenti e rapide	0.045	0.050	0.060
molto irregolari e alghe molto fitte	0.075	0.100	0.150

Tabella 7 – Valori coefficienti di Manning per alvei naturali [s/m^{1/3}] – (CHOW V. T., 1959)

Per la modellazione dello stato di fatto si è adottato un valore di $n=0.022 \text{ s/m}^{1/3}$. Per la configurazione di progetto si è adottato analogo valore di scabrezza per i tratti di alveo previsti in terra. Per i tratti in cls si è invece adottato $n = 0.015 \text{ s/m}^{1/3}$.

4.2.2.3 Definizione delle condizioni al contorno

La definizione delle condizioni al contro (Boundary Condition) ha interesse la condizione di monte e la condizione di valle oltre alle sezioni in cui si prevede l'immissione delle portate duecentennali. Per tutti i modelli implementati è stata definita come condizione di monte l'altezza di moto uniforme calcolata mediante la formula di Manning (Normal depth) mentre come condizione di valle, per i canali interessati dalle aree di pericolosità idraulica, la quota assoluta delle aree di alta pericolosità (Known WS) ovvero corrispondenti ad un tempo di ritorno $Tr=30$ anni, per i restanti canali si sono associate anche in questo caso le altezze di moto uniforme di moto uniforme. L'ipotesi cautelativa è quindi quella di contemporaneità dei picchi di portata con $Tr=200$ anni per il reticolo minore e della piena con $Tr=30$ anni dell'Ofanto.

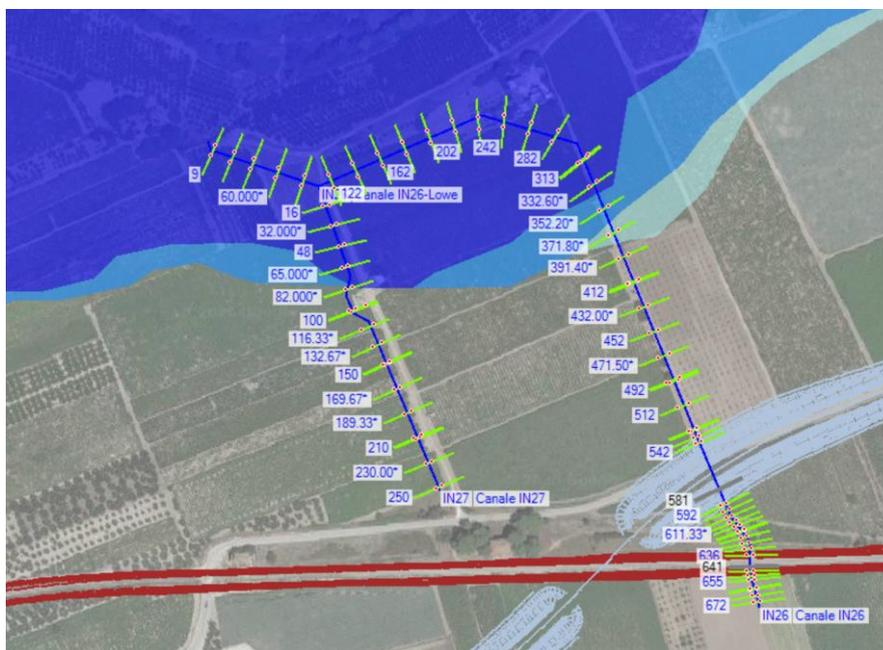


Figura 11 – Esempio di modello interessato dalle aree di pericolosità del PAI

Di seguito vengono riportate le condizioni al contorno per i modelli implementati.

WBS	MODELLO	CONDIZIONE DI MONTE		CONDIZIONE DI VALLE	
		tipo di condizione al contorno	valore	tipo di condizione al contorno	valore
IV02	01 - OP01	Normal depth	0.02 m/m	Normal depth	0.01 m/m
IN14	02 - OP01	Normal depth	0.005 m/m	Normal depth	0.005 m/m
IN17A	17A	Normal depth	0.005 m/m	Normal depth	0.01 m/m
IN22	04 - OP01	Normal depth	0.005 m/m	Normal depth	0.005 m/m
IN24	05-OP01	Normal depth	0.005 m/m	Normal depth	0.005 m/m
IN25	06 - OP01	Normal depth	0.005 m/m	Normal depth	0.005 m/m
IN26	08 - OP01	Normal depth	0.01 m/m	Known WS	27.00 m s.l.m.m.
IN29	09-OP02	Normal depth	0.005 m/m	Known WS	30.00 m s.l.m.m.
IN30	10-OP02	Normal depth	0.02 m/m	Known WS	30.48 m s.l.m.m.
IN32	11-OP02	Normal depth	0.005 m/m	Known WS	31.00 m s.l.m.m.
IN34	12-OP01	Normal depth	0.005 m/m	Known WS	33.96 m s.l.m.m.
IN37	13-OP03	Normal depth	0.02 m/m	Known WS	38.09 m s.l.m.m.
IN40	14-OP02	Normal depth	0.006 m/m	Known WS	40.44 m s.l.m.m.
IN42	15-OP01	Normal depth	0.01 m/m	Known WS	40.98 m s.l.m.m.
IN46	16-OP02	Normal depth	0.02 m/m	Known WS	42.29 m s.l.m.m.

Tabella 8 – Condizioni al contorno

4.2.3 VERIFICHE IDRAULICHE STATO DI FATTO

Il criterio generale prevede che la verifica delle opere ricadenti sul reticolo idrografico di riferimento sia fatta in regime di moto permanente sia nella configurazione ante operam che post opera. Tuttavia, sono stati riscontrati dei casi in cui alla traccia cartografica dell'asta idraulica non corrispondeva una incisione definita sul territorio tale per cui fosse possibile implementare una geometria realistica e affidabile nella configurazione ante operam. Per tali casi, e con tale motivazione, le verifiche ante operam sono state sviluppate in regime di moto uniforme, confermando la modellazione in regime di moto permanente per le sole configurazioni di progetto.

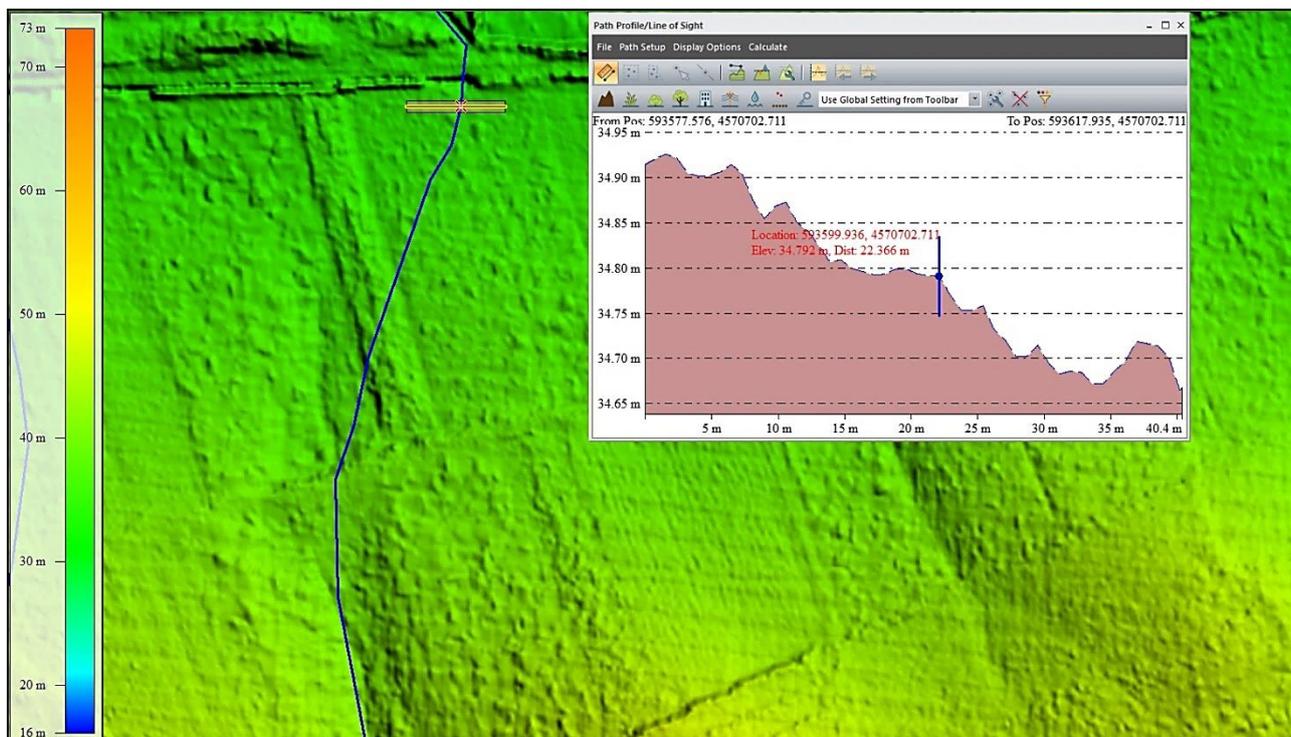


Figura 12 – Esempio di mancata incisione d'alveo – WBS IN26

Di seguito si riporta una tabella di sintesi dei modelli implementati allo stato di fatto con quota assoluta del tirante, valore del franco idraulico e indicazione dei modelli che per motivi specificati non è stato possibile implementare lo stato di fatto.

WBS	VERIFICHE STATO DI FATTO							NOTE
	Q ₂₀₀	pk stato di fatto	PF	Livello idrico	Pendenza	Velocità	franco	
	[mc/s]		[m slm]	[m slm]	[m/m]	[m/s]	[m]	
IV02	16.19	KM 9+553	28.53	19.35	0.06	1.50	10.61	SDF verificato
IN14	3.52	KM 10+985	25.61	-	-	-	-	SDF verificato in moto uniforme
IN17A	18.47	-	-	-	-	-	-	NUOVA OPERA
IN22	14.83	KM 13+097	33.97	-	0.03	-	-	SDF verificato in moto uniforme
IN24	5.64	KM 13+699	35.03	33.72	0.06	1.63	0.21	SDF non verificato
IN25	24.65	KM 14+121	35.18	35.58	0.02	1.89	-0.40	SDF non verificato
IN26	12.63	KM 14+567	34.96	-	-	-	-	SDF verificato in moto uniforme
IN29	4.79	KM 15+636	36.01	-	-	-	-	SDF verificato in moto uniforme
IN30	10.56	KM 16+189	36.18	33.68	0.04	1.540	1.16	SDF verificato
IN32	39.00	KM 16+578	36.17	36.64	0.01	2.71	-	SDF verificato in moto uniforme
IN34	15.76	KM 17+088	36.76	36.80	-	-	-	SDF verificato in moto uniforme
IN37	15.18	KM 19+273	43.41	39.45	0.012	5.60	2.80	SDF verificato
IN40	38.64	KM 19+910	44.95	42.64	-0.003	6.20	0.67	SDF non verificato
IN42	8.95	KM 20+757	46.50	46.14	0.01	4.50	-1.06	SDF non verificato
IN46	76.21	KM 22+117	55.54	55.00	-0.005	2.22	-	SDF non verificato

Tabella 9 – sintesi risultati modelli idraulici monodimensionali – Stato di fatto

I valori negativi del franco idraulico indicano, in metri, l'altezza del tirante, in corrispondenza dell'opera idraulica esistente, al di sopra del piano ferro indicato in tabella con PF. Dalla tabella di sintesi emerge come, le opere idrauliche che soddisfano i requisiti in termini di franco definiti nel manuale di progettazione dalle normative vigenti le opere delle WBS IV02, IN30, IN37. I risultati di dettaglio dei modelli sono riportati in appendice.

4.2.4 INTERVENTI DI PROGETTO

Gli interventi di progetto hanno interessato le opere idrauliche del rilevato ferroviario, i canali esistenti e le opere idrauliche delle viabilità interferite a valle della ferrovia che allo stato di fatto sono risultate insufficienti allo smaltimento delle portate con tempo di ritorno $T_r=200$ anni. Gli interventi previsti sono:

- Nuove opere idrauliche di attraversamento del rilevato ferroviario secondo la normativa
- Adeguamento dei canali esistenti, ove presenti;
- Dimensionamento di nuovi canali nei tratti in cui non sono presenti incisioni d'alveo ma è presente il reticolo idrografico regionale in modo da ripristinare la rete di drenaggio di versante originaria.
- Nuove opere idrauliche di attraversamento sotto la viabilità interferita nel percorso verso il recapito, nei casi in cui i rigurgiti provocati dalla insufficienza delle stesse compromettono il funzionamento idraulico delle opere ferroviarie.

Nello scenario di progetto nei modelli delle WBS IN30, IN34, IN37, IN40, IN42 e IN46 è stato previsto inoltre il recapito delle ricuciture dei tombini verificati in moto uniforme. I recapiti sono stati previsti nelle sezioni a valle delle opere idrauliche del rilevato ferroviario. Per maggiori dettagli sulla configurazione delle ricuciture e dei recapiti si rimanda all'apposito elaborato grafico. Di seguito una tabella di sintesi su quanto appena descritto.

WBS - moto permanente	WBS - moto uniforme	Q ₂₀₀	Q ₂₀₀ - immissione	Q ₂₀₀ - TOT
		[mc/s]	[mc/s]	[mc/s]
IN26	IN27	12.63	4.9	19.33
	IN28		1.7	
IN30	IN31	10.56	0.628	11.19
IN34	IN35	15.76	6.175	21.93
IN37	IN38	15.18	1.192	21.36
	IN39		4.981	
IN40	IN41	38.64	4.727	43.37
IN42	IN43	8.95	2.2	21.95
	IN44		1.83	
	IN45		8.978	
IN46	IN47	76.21	2.243	86.05
	IN48		5.33	
	IN49		2.267	

Tabella 10 – Sintesi recapiti ricuciture modelli moto permanente – incrementi di portata implementati nei modelli in regime di moto permanente per tener conto delle immissioni dovute ai canali di recapito di cui alle verifiche in moto uniforme

Il dimensionamento e/o adeguamento dei fossi ha previsto sezioni di tipo trapezia con sponde 3/2 in terra e sezioni tra muri in calcestruzzo gettato in opera per ridurre i volumi di scavo. Sono stati fissati valori di pendenza del fondo compresi tra il 0,5% e 1% al fine di ridurre le velocità che provocherebbero fenomeni erosivi sia sulle sponde e sia sul fondo alveo. Di seguito una tabella di sintesi su adeguamento e realizzazione dei nuovi canali. Al fine di minimizzare gli impatti sul territorio lo sviluppo longitudinale del canale, tiene conto di più aspetti, in particolare, la posizione delle opere, la morfologia dei terreni circostanti, l'ottimizzazione per il raggiungimento del recapito finale, pertanto si è provveduto al convogliamento delle acque di scarico verso incisioni esistenti, allontanarle dall'infrastruttura ferroviaria e nel contempo consentire l'attraversamento di interferenze limitrofe quali ad esempio strade bianche o strade provinciali. Al fine di minimizzare le profondità di scavo, e di garantire il riammagliamento alla rete idraulica esistente, sono talvolta previsti degli arginelli fuoriterra (di altezza massima pari a 1m) con la funzione di contenere la portata duecentennale

WBS	Q ₂₀₀	i	Tipo di sezione	Hmax	B	b	L
	[mc/s]	[m/m]		[m]	[m]	[m]	[m]
IN14 - MONTE	3.51	0.005	rettangolare cls	2.00	2.00	-	11.00
IN14 - VALLE			trapezia terra	1.50	5.00	2.00	282.00
IN17A - MONTE	18.47	0.005	rettangolare cls	2.50	7.00	-	12.00
IN17A - VALLE			trapezia terra	2.50	12.00	4.50	147.00
IN22 - MONTE	14.82	0.005	trapezia terra	2.00	11.00	5.00	15.00
IN22 - VALLE		0.005	trapezia terra	2.00	11.00	5.00	200.00
IN24 - MONTE	5.64	0.005	trapezia terra	1.50	7.00	3.00	13.00
IN24 - VALLE			trapezia terra	1.50	7.00	3.00	380.00
IN25	24.65	0.005	trapezia terra	2.00	11.00	5.00	660.00
IN26 - MONTE	12.63	0.005	rettangolare cls	2.00	5.00	-	35.00
IN26 - VALLE		0.005	rettangolare cls	2.00	5.00	-	115.00
IN26 - VALLE	19.33	0.005	trapezia terra	2.00	9.00	3.00	525.00
IN27	6.70	0.005	trapezia terra	1.50	6.50	2.00	270.00
IN29	4.79	0.005	trapezia terra	1.50	5.50	1.00	215.00
IN30	11.19	0.005	trapezia terra	1.50	7.50	3.00	290.00
IN32 - MONTE	39.00	0.005	trapezia terra	2.50	12.50	5.00	77.00
IN32 - VALLE	39.00	0.005	trapezia terra	2.50	12.50	5.00	560.00
IN32 - VALLE	50.44	0.005	trapezia terra	2.50	12.50	5.00	363.00
IN34 - MONTE	15.75	0.005	trapezia terra	1.50	9.50	5.00	183.00
IN34 - VALLE	21.93	0.005	trapezia terra	1.50	9.50	5.00	597.00
IN40	43.37	0.005	trapezia terra	2.50	9.50	5.00	370.00
IN42	21.95	0.006	trapezia terra	2.00	9.00	3.00	445.00
IN46 - MONTE	76.21	0.005	rettangolare cls	2.00	10.00	-	35.00
IN46 - VALLE	86.05	0.005	rettangolare cls	2.00	10.00	-	360.00
IN46 - VALLE	86.05	0.006	trapezia cls	2.50	11.50	6.50	430.00

Tabella 11 – Sintesi adeguamento e realizzazione nuovi canali

Nelle seguenti tabelle si riportano, per ogni WBS, una sintesi dei risultati ottenuti con valore dei franchi di sicurezza e quote del piano ferro nella configurazione di progetto e le nuove opere previste.

WBS	Q200	pk stato di progetto	Tipologia	B	H	n° di canne	Quota intrad.	Livello idrico	franco	Tirante	g.r.
	[mc/s]			[m]	[m]		[m slm]	[m slm]	[m]	[m]	%
IN14	3.52	10+985	scatolare	3.00	2.00	1	20,94	20.37	1.49	0.51	26%
IN17A	18.47	11+593	scatolare	3.00	2.50	2	25,31	24.27	1.04	1.46	58%
IN22	14.83	13+097	scatolare	3.00	2.00	2	33.20	32.20	1.00	1.00	50%
IN24	5.64	13+699	scatolare	2.00	2.00	2	33.41	32.21	1.20	0.80	40%
IN25	24.65	14+121	scatolare	3.00	2.50	2	33.70	32.70	1.00	1.50	60%
IN26	12.63	14+567	scatolare	2.00	2.00	2	34.04	32.70	1.34	0.66	33%
IN29	4.79	15+636	scatolare	2.00	2.00	1	35.50	34.40	1.10	0.90	45%
IN32	39.00	16+578	scatolare	3.00	3.00	2	35.85	34.27	1.58	1.42	47%
IN34	15.76	17+088	scatolare	3.00	2.50	2	36.00	34.80	1.20	1.30	52%
IN40	38.64	19+910	scatolare	3.00	2.50	2	43.55	42.32	1.23	1.27	51%
IN42	8.95	20+757	scatolare	3.00	2.00	1	45.44	44.02	1.42	0.58	29%
IN46	76.21	22+117	ponte a travi incorporate (1 campata, luce=20m)	10.00	2.00	-	53.50	51.75	1.75	1.05	53%

Tabella 12 – Sintesi risultati modelli idraulici monodimensionali per opere di attraversamento ferroviario

WBS	Tipologia	B	H	n° di canne	Quota intrad.	Livello idrico	franco	Tirante	g.r.
		[m]	[m]		[m slm]	[m slm]			
IN14	scatolare	3.00	2.00	1	17.44	15.71	1.73	0.27	14%
IN17A	scatolare	3.00	2.00	2	21.97	20.54	1.43	0.57	29%
IN22	scatolare	3.00	2.00	2	27.54	26.01	1.53	0.47	24%
IN24	scatolare	2.00	2.00	2	28.60	27.00	1.60	0.40	20%
IN25	scatolare	3.00	2.50	2	29.83	28.03	1.80	0.70	28%
IN26	scatolare	2.00	2.00	2	32.49	31.21	1.28	0.72	36%
IN42	ponticello su canale a sezione trapezia	3.00	2.50	1	42.15	41.01	1.14	1.49	60%
IN46	scatolare	3.00	3.00	2	51.90	50.90	1.00	2.00	67%
	scatolare	3.00	2.50	3	44.80	43.43	1.37	1.13	45%

Tabella 13 – Manufatti idraulici in corrispondenza delle viabilità interferite a valle della ferrovia

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA POTENZIAMENTO ED ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA BARLETTA-CANOSA DI PUGLIA					
Relazione idraulica corsi d'acqua minori	COMMESSA IA6C	LOTTO 00	CODIFICA F 10	DOCUMENTO RIID0002 002	REV. C	FOGLIO 42 DI 101

4.2.4.1 Interventi di progetto in area di vincolo archeologico – modello WBS IN17A

Il confronto tra la linea ferroviaria esistente e il reticolo regionale ha mostrato l'interferenza idraulica riportata nella figura seguente, analizzando il Database INRETE2000 contenente il censimento delle opere esistenti è emerso che in corrispondenza di tale interferenza con il reticolo idraulico non sono presenti opere di attraversamento. L'analisi delle curve di livello nell'intorno ha mostrato che ad oggi il sottovia esistente alla pk 11+720 svolge di fatto una funzione promiscua di attraversamento stradale e idraulico. Al fine di eliminare la funzione promiscua di tale opera esistente, il progetto prevede l'inserimento di una nuova opera di attraversamento idraulico (IN17A) posta in corrispondenza dell'asta individuata dal reticolo regionale, questa posizione è stata preferita anche in virtù della presenza di una lieve incisione idraulica a valle della stessa che nel progetto è stata risagomata al fine di contenere la portata convogliata dal tombino ferroviario.

La strada SP142 che oggi attraversa la ferrovia, il cui sottovia sarà chiuso al traffico e demolito nel presente progetto, costituisce una via preferenziale per l'acqua; non è stato possibile riconoscere altre incisioni naturali né possono crearsi canalizzazioni di progetto lato monte per la presenza delle aree archeologiche. La soluzione individuata è quella di aggiungere allo scatolare già previsto in progetto una batteria di tombini di trasparenza idraulica tra il sottovia esistente (11+762) e la IN17 in modo da intercettare in maniera diffusa i flussi che vengono da monte. A valle della ferrovia è da prevedersi un canale di guardia che prende le acque dai tombini di trasparenza e le recapita a valle della IN17 di progetto.

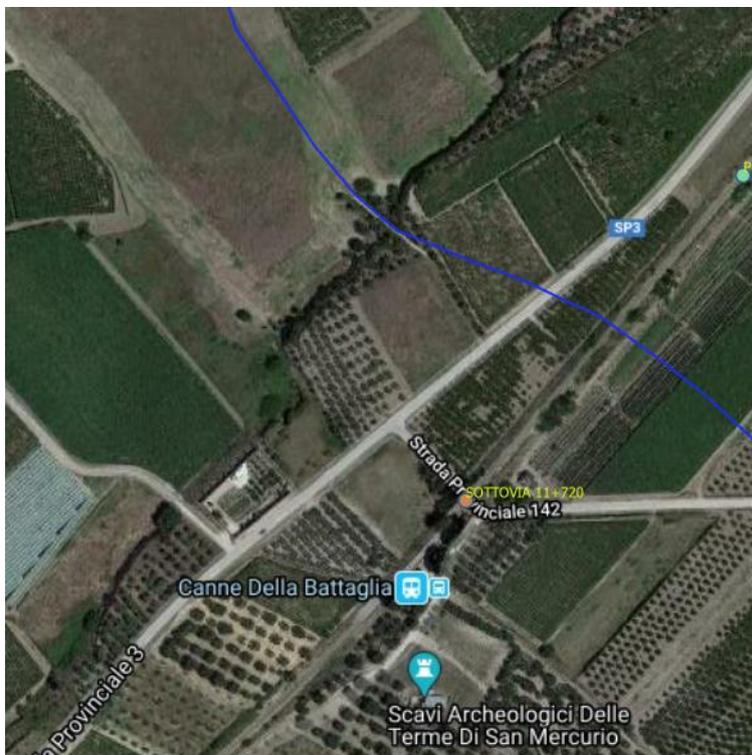


Figura 13 – Inquadramento planimetrico del sottovia esistente alla pk 11+220 (SP142) e interferenza con il reticolo idrografico (in azzurro)

4.2.4.2 Interventi di progetto– modello WBS IN46

Le modellazioni svolte con riferimento alla configurazione ante operam, mostrano una insufficienza del manufatto esistente dovuto sia ad una sezione ridotta dello stesso che ai fenomeni di rigurgito che si verificano per insufficienza del manufatto idraulico posto in corrispondenza della autostrada 200m più a valle. Pertanto, la dimensione di progetto del manufatto ferroviario è stata definita ipotizzando un contestuale adeguamento dell'opera in corrispondenza della autostrada. La tipologia di risoluzione prevista in corrispondenza della autostrada vede la realizzazione di due nuovi tombini di dimensioni 3.0mx2.5m, in adiacenza all'esistente, che forniscono una capacità aggiuntiva di convogliamento delle portate di progetto una volta che l'opera esistente ha raggiunto la sua massima capacità. Tali nuovi tombini, sono collegati all'asta idraulica, a monte e valle della autostrada, con delle soglie stramazzanti di modo che le portate ordinarie continuano ad essere convogliate dall'opera esistente, mentre le portate eccedenti sono scolmate attraverso i nuovi manufatti idraulici. L'intervento in corrispondenza della autostrada è finalizzato alla riduzione del rischio idraulico della stessa e garantisce il libero deflusso delle acque convogliate attraverso la ferrovia.

In corrispondenza della ferrovia il progetto prevede l'inserimento di ponte a travi incorporante di luce 20m. tale opera permette di scavalcare completamente la sezione rettangolare in cls che sia ha a monte della ferrovia e che viene prolungata fino a valle della stessa al fine di garantire la continuità della sezione idraulica.

5 PROTEZIONI

5.1 PROTEZIONI RILEVATO FERROVIARIO

Il rilevato ferroviario della linea Barletta-Canosa viene lambito dagli allagamenti dovuti alle piene del corso d'acqua, come riportato dettagliatamente nelle planimetrie delle aree di esondazione allegate (IA6C00F10P3ID0002001A -2A). e sinteticamente schematizzato nella Tabella 14.

WBS	Progressiva inizio	Progressiva fine	Lunghezza [m]	Note
RI03	3+792	3+912	120.00	Oggetto di differente Appalto
RI04	3+952	4+567	615.00	Oggetto di differente Appalto
RI04	4+567	5+070	503.00	
RI13	18+328	18+653	325.00	
RI14	19+239	19+547	308.00	
RI14	20+410	20+652	242.00	
RI16	24+522	24+649	127.00	

Tabella 14 – Protezione rilevati- tabella riassuntiva

La protezione del rilevato ha il fine di proteggere l'infrastruttura da possibili crolli o danneggiamenti, dovuti ad effetti erosivi, prevedendo una protezione in materassi tipo "Reno". Il dettaglio tipologico è riportato nella (IA6C00F10WACS0000001A). I rivestimenti vengono estesi in altezza fino a una quota superiore di almeno un metro rispetto al massimo livello idrico raggiunto per la piena con TR 200 anni.

Peraltro, tale tipologia di protezione del rilevato risulta essere prevista anche da parte della DTP Bari di RFI come primo intervento di riduzione del rischio idraulico della linea ferroviaria, nei tratti R103 e RI04, come evidenziato nell'elaborato di "Sistemazioni Idrauliche Corsi D'acqua Minori" (IA6C00F10P5ID0002001C-2C)

5.2 CANALI DI GRONDA

Durante le attività di sopralluogo è stato riscontrato, ove accessibile, che non sempre alla traccia cartografica presente sul reticolo di riferimento corrisponde una incisione idraulica ben definita nel terreno, nella maggior parte dei casi per effetto delle lavorazioni agricole. In tali casi:

1. per le aree poste a valle della ferrovia, le incisioni dei canali di recapito sono state ripristinate dagli interventi previsti in progetto;

2. per le aree poste a monte, laddove le incisioni sono assenti e si verifica un ruscellamento sul bacino afferente che arriva alla ferrovia in modo diffuso e non concentrato in prossimità dell'opera di attraversamento, si prevede l'inserimento di fossi di guardia lato monte atti a contenere e convogliare la portata con $T_r=200$ anni in corrispondenza dell'opera di attraversamento in modo da proteggere il piede del rilevato.

Si riportano di seguito i tratti di linea per i quali, durante le attività di sopralluogo e per le aree risultate accessibili, è stata riscontrata la necessità dei canali di gronda di cui al precedente punto due:

- da pk 22+900 a pk 22+117;
- da pk 15+636 a pk 14+567; In questo tratto la realizzazione del canale di monte a protezione della linea ferroviaria esistente è già previsto differente appalto.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA					
	POTENZIAMENTO ED ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA BARLETTA-CANOSA DI PUGLIA					
Relazione idraulica corsi d'acqua minori	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA6C	00	F 10	RIID0002 002	C	47 DI 101

6 VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA NEI CONFRONTI DEL PAI PUGLIA

Dalle analisi idrauliche condotte nella presente relazione, è possibile affermare che le opere in progetto non vanno ad alterare le aree di pericolosità perimetrate in corrispondenza del fiume Ofanto. Questo è desumibile anche dal fatto che per le opere delle WBS: IN30, IN32, IN34, IN37, IN40, IN42 E IN 46, che ricadono nelle aree di pericolosità, è stata definita come condizione di valle proprio la quota assoluta di suddette aree. Questo tipo di approccio alla modellazione ha consentito di valutare i profili di rigurgito, dei tratti fluviali interessati, in condizioni di piena del fiume Ofanto e quindi valutare la messa in sicurezza del rilevato ferroviario in condizioni di massima criticità. Una seconda valutazione, in termini di compatibilità idraulica, è stata condotta sui tratti in cui è stato possibile implementare gli stati di fatto mediante il confronto dei profili di moto permanente. Su tali modelli si è riscontrato che le opere in progetto non vanno ad alterare le condizioni di efficienza idraulica rispetto allo stato di fatto dove si registra una generale diminuzione dei tiranti.

6.1 PRG DI CANOSA

Nell'ambito dell'intervento di Potenziamento ed Elettrificazione della linea a singolo binario Barletta – Canosa di Puglia è previsto il potenziamento della stazione di Canosa di Puglia (nuovo PRG).

Gli interventi di adeguamento del PRG comprendono:

- interventi di armamento (demolizione scambi esistenti, specializzazione dei binari I e II come attestamenti della linea Barletta Canosa, realizzazione di un nuovo binario III);
- adeguamento dei marciapiedi;
- La realizzazione di un nuovo sottopasso pedonale di collegamento tra il marciapiede del I binario ed il nuovo marciapiede ad isola tra i binari II e III;
- L'adeguamento del piazzale di accesso alla stazione, con l'eventuale predisposizione di nuovi posti auto;
- Interventi tecnologici (realizzazione del fabbricato ACC, riallocazione dell'antenna BTS).

Tutti gli interventi elencati ricadono nella proprietà ferroviaria.

Nelle Figura 14 è riportato il reticolo idrografico (disponibile sul sito www.sit.puglia.it) che interessa l'area della stazione di Canosa; mentre in Figura 15 si riportano le aree a preesistente pericolosità idraulica da PAI.



Figura 14 – Inquadramento territoriale dell'Area oggetto degli interventi compresi nel nuovo PRG di Canosa con il reticolo idrografico



Figura 15 – Aree pericolosità idraulica - Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

Come si evince dalla Figura 14 e Figura 15 gli interventi compresi nel nuovo PRG di Canosa non interferiscono con aree a preesistente pericolosità idraulica mappate dal PAI, né sono riscontrate interferenze con il reticolo idraulico. Si osserva inoltre che l'attuale stazione di Canosa di Puglia è delimitata da un muro di recinzione di altezza non inferiore 1,5m, che svolge anche la funzione di disconnessione per eventuali acque di ruscellamento superficiali derivanti da compluvi minori esterni alle aree ferroviarie. Nelle successive fasi progettuali, quando sarà sviluppato il dettaglio degli accessi al nuovo sottopasso pedonale in realizzazione, dovranno valutarsi le opportune opere di presidio per garantire la sicurezza idraulica del sottopasso da eventuali contributi scolanti derivanti da compluvi minori esterni.

7 RISULTATI

7.1 IV02 – PK9+553

L'opera esistente è costituita da un ponte ad archi di 7 luci alte circa 8m e larghe 8m. Di queste luci la funzione idraulica è attribuibile con sicurezza alle tre campate centrali. Come mostrato dalle immagini di seguito, l'opera, nella sua configurazione ante operam, presenta franchi idraulici superiori a 2m.

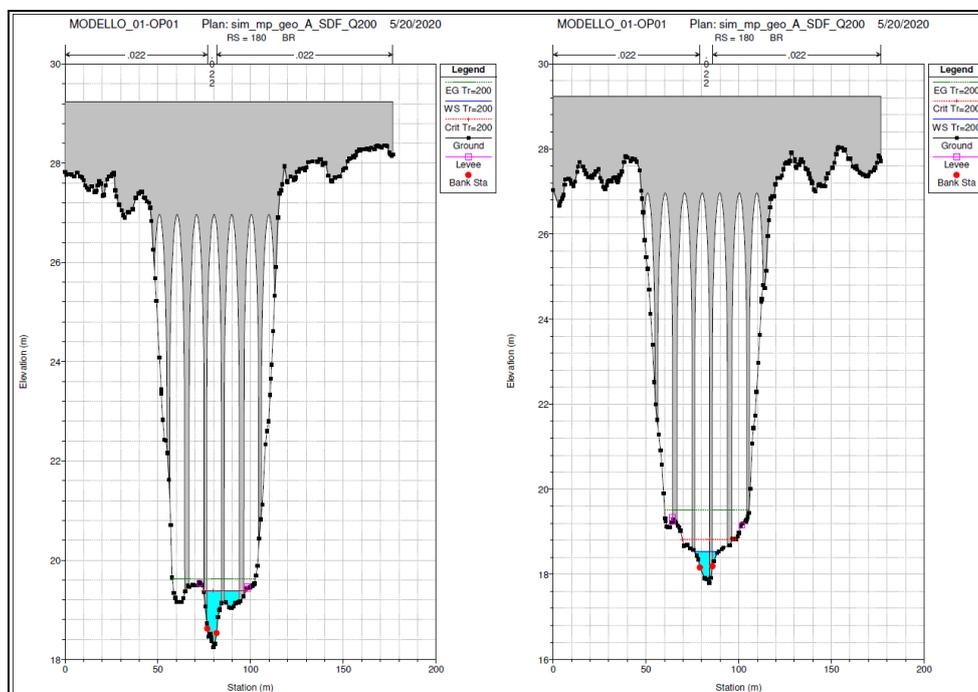
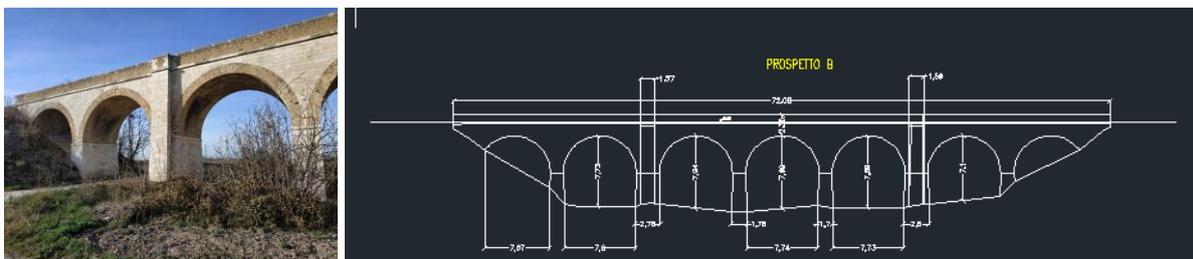


Figura 16 – Sezione viadotto – WBS IV02

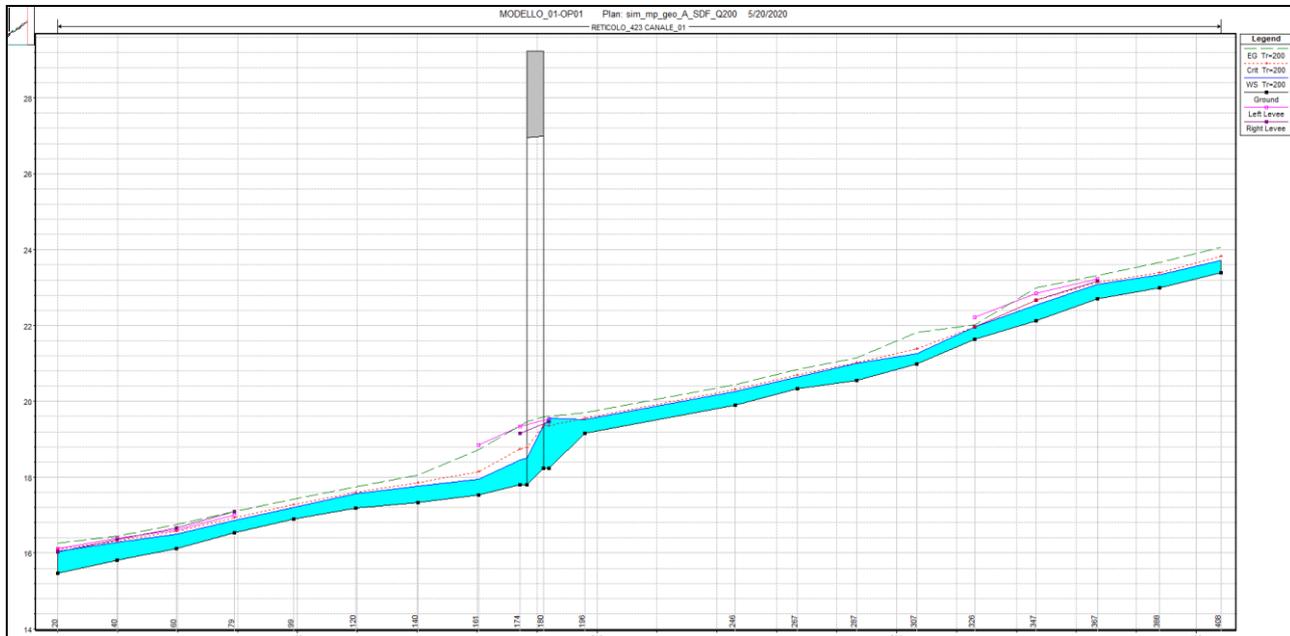


Figura 17 – Profilo moto permanente Tr200 – WBS IV02

7.2 IN14 – PK10+985

L'opera IN14 rientra in quel set di casi in cui non è stato possibile implementare il modello nella configurazione ante operam per assenza di incisione idraulica sul territorio. Le verifiche ante operam sono state quindi svolte in regime di moto uniforme e hanno evidenziato una insufficienza dell'opera esistente, si riportano di seguito le verifiche nella configurazione post operam. Inoltre, come mostrato dalla immagine seguente il manufatto ha assunto oggi una funzione promiscua stradale e idraulica, per cui l'inserimento di una nuova opera idraulica, in affiancamento all'esistente, va nella direzione di eliminare il rischio idraulico legato alla funzione promiscua definendo un attraversamento e un recapito confinato delle acque afferenti



La soluzione di progetto vede l'inserimento di un nuovo manufatto ferroviario di dimensioni 3.00x2.00 m singola canna, a valle della linea ferroviaria è previsto un canale di recapito lungo circa 282 m (di sezione trapezia base 2.00 m, altezza 1.50m, inclinazione sponde 3:2) e pendenza media pari a 0.5% lungo il quale sono stati previsti due salti idraulici di altezza massima pari a 1.5m al fine di ottenere quote di scorrimento compatibili con la viabilità SP3 posta a valle della linea ferrovia. In generale, immediatamente a valle di un salto idraulico, è da prevedersi il rivestimento del fondo del canale con pietrame cementato per una lunghezza minima di 2m, al fine di garantire la durabilità della sezione.

La soluzione in progetto comprende l'adeguamento del manufatto idraulico in corrispondenza della viabilità SP3, mediante l'inserimento di un tombino scatolare 3.00x2.00m, al fine di garantire la continuità idraulica fino a recapito delle acque e il transito delle portate di progetto nel rispetto dei franchi idraulici previsti dalle normative vigenti.



Figura 18 – Planimetria IN14 Stato di progetto

HEC-RAS Plan: Q200 Normal depth River: IN14 Reach: Canale IN14 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale IN14	834	PF 1	3.51	18.90	19.71	19.55	19.90	0.002493	1.95	1.80	2.27	0.70
Canale IN14	832	PF 1	3.51	18.92	19.61	19.53	19.89	0.004477	2.37	1.49	2.17	0.91
Canale IN14	830	Bridge										
Canale IN14	828	PF 1	3.51	18.91	19.44	19.54	19.83	0.008472	2.76	1.27	2.39	1.20
Canale IN14	826	PF 1	3.51	18.83	19.55	19.48	19.79	0.003618	2.18	1.63	2.32	0.83
Canale IN14	824	PF 1	3.51	18.64	19.07	19.26	19.74	0.022541	3.91	1.02	2.82	1.90
Canale IN14	820	PF 1	3.51	18.63	19.06	19.27	19.71	0.020865	3.76	1.04	2.86	1.82
Canale IN14	816	PF 1	3.51	18.60	19.05	19.23	19.67	0.020021	3.77	1.06	2.84	1.80
Canale IN14	812	PF 1	3.51	18.59	19.04	19.22	19.64	0.019276	3.70	1.08	2.89	1.76
Canale IN14	810	PF 1	3.51	17.07	17.34	17.70	19.32	0.120743	6.64	0.59	2.46	4.06
Canale IN14	805	PF 1	3.51	17.05	17.32	17.66	19.13	0.111986	6.39	0.61	2.58	3.91
Canale IN14	801	PF 1	3.51	17.03	17.32	17.68	18.95	0.092192	5.91	0.65	2.62	3.55
Canale IN14	797	PF 1	3.51	17.01	17.32	17.71	18.78	0.073189	5.58	0.68	2.57	3.21
Canale IN14	792	PF 1	3.51	16.98	17.30	17.63	18.70	0.069946	5.57	0.70	2.62	3.17
Canale IN14	790	PF 1	3.51	15.47	15.71	16.13	18.22	0.183939	7.48	0.52	2.47	4.90
Canale IN14	786	PF 1	3.51	15.45	15.72	16.07	17.85	0.132057	6.72	0.56	2.47	4.21
Canale IN14	783	PF 1	3.51	15.44	15.71	16.06	17.64	0.118882	6.48	0.59	2.51	4.01
Canale IN14	780	Bridge										
Canale IN14	777	PF 1	3.51	15.41	15.71	16.05	17.17	0.079165	5.76	0.68	2.68	3.35
Canale IN14	770	PF 1	3.51	15.38	15.70	16.02	17.06	0.067130	5.49	0.71	2.59	3.11
Canale IN14	762	PF 1	3.51	15.34	15.73	15.96	16.57	0.033057	4.34	0.91	2.82	2.25
Canale IN14	754	PF 1	3.51	15.30	15.74	15.97	16.36	0.021191	3.76	1.05	2.92	1.83
Canale IN14	747	PF 1	3.51	15.26	15.72	15.92	16.29	0.017411	3.66	1.11	2.91	1.68
Canale IN14	744	PF 1	3.51	15.24	15.70	15.91	16.28	0.018718	3.66	1.09	2.90	1.74
Canale IN14	735	PF 1	3.51	15.20	15.73	15.85	16.15	0.011184	3.14	1.30	3.02	1.38
Canale IN14	725	PF 1	3.51	15.15	15.68	15.79	16.08	0.010773	3.08	1.32	3.08	1.35
Canale IN14	715	PF 1	3.51	15.10	15.63	15.77	16.05	0.010850	3.07	1.30	3.05	1.36
Canale IN14	705	PF 1	3.51	15.05	15.58	15.71	15.99	0.010469	3.03	1.32	3.05	1.33
Canale IN14	696	PF 1	3.51	15.00	15.53	15.63	15.93	0.010981	3.11	1.32	3.09	1.37
Canale IN14	686	PF 1	3.51	14.95	15.48	15.57	15.88	0.010717	3.07	1.32	3.07	1.35
Canale IN14	676	PF 1	3.51	14.91	15.44	15.56	15.87	0.011368	3.16	1.29	3.02	1.39
Canale IN14	666	PF 1	3.51	14.86	15.39	15.50	15.82	0.011099	3.12	1.29	3.01	1.37
Canale IN14	657	PF 1	3.51	14.81	15.55	15.46	15.73	0.003295	2.13	2.00	3.50	0.79
Canale IN14	654	PF 1	3.51	14.76	15.42	15.40	15.67	0.005001	2.43	1.71	3.30	0.96

Tabella 15 – Risultati modello IN14 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

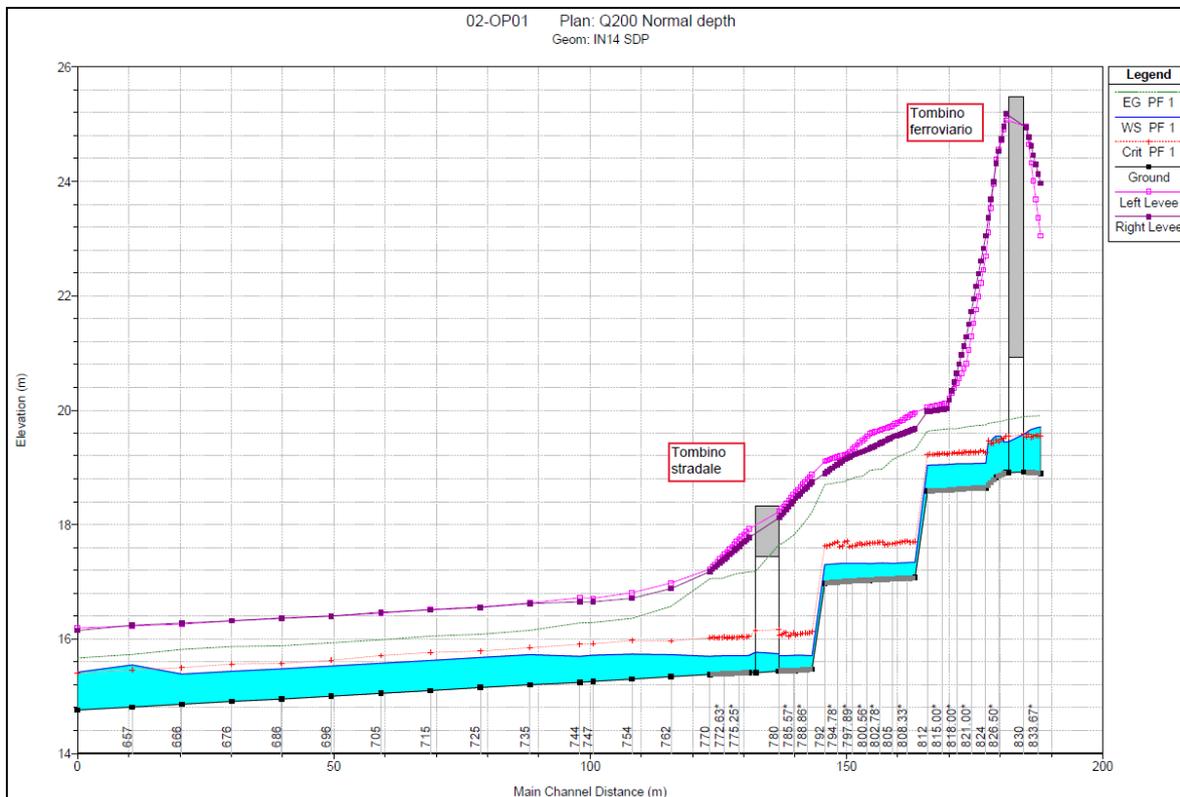


Figura 19 – Profili moto permanente modello IN14 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

7.3 IN17A – PK11+593

Come descritto in precedenza, l'opera IN17A è prevista in progetto al fine di evitare la funzione promiscua idraulica/stradale per il sottopasso esistente alla pk 11+720.



Figura 20 – Opera esistente pk 11+720

Per tale motivo, si riportano di seguito le verifiche riferite alla sola configurazione post operam. La configurazione di progetto vede la realizzazione di una nuova opera scatolare di dimensioni 3.00x2.50m doppia canna posta in corrispondenza della interferenza della linea ferroviaria esistente con la traccia del reticolo idrografico regionale. Al fine di garantire il convogliamento a recapito delle portate transitanti al di sotto della ferrovia e la continuità idraulica del canale di recapito è previsto in progetto l'adeguamento del tombino stradale in corrispondenza della viabilità SP3; la quota di scorrimento compatibile con il piano viario esistente è stata ottenuta prevedendo due salti lungo lo sviluppo del canale, il primo di altezza 1.5 m posto circa 15 m a valle del tombino ferroviario, il secondo di altezza 1 m posto a 55 m a valle dello stesso. In generale, immediatamente a valle di un salto idraulico, è da prevedersi il rivestimento del fondo del canale con pietrame cementato per una lunghezza minima di 2m, al fine di garantire la durabilità della sezione. Il canale di recapito ha sezione trapezia in terra base 4.50 m, altezza 2.50m, inclinazione sponde 3:2, e ha uno sviluppo pari a 147 m e pendenza media 0.5%.

In corrispondenza della SP3 è previsto l'inserimento di un tombino di progetto scatolare doppia canna 3.00x2.00 m, in grado di rispettare i franchi idraulici previsti dalle vigenti normative (> 1 m).



Figura 21 – Planimetria IN17A Stato di progetto

HEC-RAS Plan: Q200 Normal depth River: IN17A Reach: Canale IN17A Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale IN17A	156	PF 1	18.47	22.84	24.27	23.73	24.44	0.000741	1.84	10.05	7.00	0.49
Canale IN17A	151	PF 1	18.47	22.81	24.27	23.70	24.44	0.000704	1.81	10.23	7.00	0.48
Canale IN17A	147	Bridge										
Canale IN17A	143	PF 1	18.47	22.77	24.22	23.66	24.39	0.000723	1.82	10.14	7.00	0.48
Canale IN17A	141.33*	PF 1	18.47	22.76	24.14	23.73	24.38	0.001446	2.17	8.52	6.19	0.59
Canale IN17A	139.67*	PF 1	18.47	22.75	23.82	23.82	24.35	0.005459	3.21	5.79	5.86	0.99
Canale IN17A	138	PF 1	18.47	22.74	23.75	23.80	24.33	0.006056	3.55	6.01	6.21	1.13
Canale IN17A	133	PF 1	18.47	22.72	23.58	23.78	24.28	0.011553	3.69	5.00	7.09	1.40
Canale IN17A	128	PF 1	18.47	22.70	23.67	23.76	24.19	0.007553	3.19	5.80	7.42	1.15
Canale IN17A	127	PF 1	18.47	21.19	21.71	22.25	23.97	0.065254	6.66	2.78	6.07	3.15
Canale IN17A	118	PF 1	18.47	21.15	21.76	22.20	23.33	0.038051	5.55	3.33	6.34	2.45
Canale IN17A	108	PF 1	18.47	21.10	21.81	22.15	22.90	0.022007	4.61	4.01	6.66	1.90
Canale IN17A	98	PF 1	18.47	21.05	21.88	22.10	22.63	0.012851	3.83	4.82	7.01	1.48
Canale IN17A	90.90	PF 1	18.47	21.01	21.99	22.06	22.50	0.007363	3.16	5.85	7.44	1.14
Canale IN17A	90	PF 1	18.47	20.01	20.59	21.07	22.35	0.044755	5.87	3.15	6.26	2.64
Canale IN17A	88.000*	PF 1	18.47	20.00	20.59	21.07	22.24	0.033351	5.69	3.25	5.76	2.42
Canale IN17A	86.000*	PF 1	18.47	19.99	20.54	20.98	22.18	0.032092	5.68	3.25	6.12	2.49
Canale IN17A	84.000*	PF 1	18.47	19.98	20.48	20.92	22.12	0.027730	5.67	3.26	6.54	2.56
Canale IN17A	82	PF 1	18.47	19.97	20.44	20.86	22.07	0.023567	5.66	3.26	7.00	2.65
Canale IN17A	77	Bridge										
Canale IN17A	76	PF 1	18.47	19.94	20.44	20.83	21.85	0.018845	5.28	3.50	7.00	2.38
Canale IN17A	74.200*	PF 1	18.47	19.93	20.48	20.86	21.79	0.017572	5.07	3.65	6.64	2.18
Canale IN17A	72.400*	PF 1	18.47	19.92	20.54	20.89	21.72	0.017779	4.81	3.84	6.33	1.97
Canale IN17A	70.600*	PF 1	18.47	19.91	20.62	20.93	21.65	0.015215	4.50	4.11	6.09	1.75
Canale IN17A	68.800*	PF 1	18.47	19.90	20.72	20.98	21.57	0.013783	4.08	4.52	6.28	1.54
Canale IN17A	67	PF 1	18.47	19.89	20.68	20.95	21.54	0.015727	4.11	4.50	6.87	1.62
Canale IN17A	58	PF 1	18.47	19.84	20.78	20.90	21.35	0.008576	3.33	5.55	7.32	1.22
Canale IN17A	49	PF 1	18.47	19.80	20.75	20.86	21.30	0.008273	3.29	5.62	7.35	1.20
Canale IN17A	40	PF 1	18.47	19.76	20.71	20.81	21.25	0.007950	3.24	5.70	7.38	1.18
Canale IN17A	30	PF 1	18.47	19.71	20.68	20.77	21.20	0.007609	3.19	5.78	7.41	1.15
Canale IN17A	21	PF 1	18.47	19.67	20.61	20.72	21.17	0.008308	3.29	5.61	7.34	1.20
Canale IN17A	12	PF 1	18.47	19.62	20.58	20.68	21.12	0.007987	3.25	5.69	7.37	1.18
Canale IN17A	3	PF 1	18.47	19.57	20.49	20.61	21.04	0.007895	3.36	5.91	8.35	1.20

Tabella 16 – Risultati modello IN17A – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

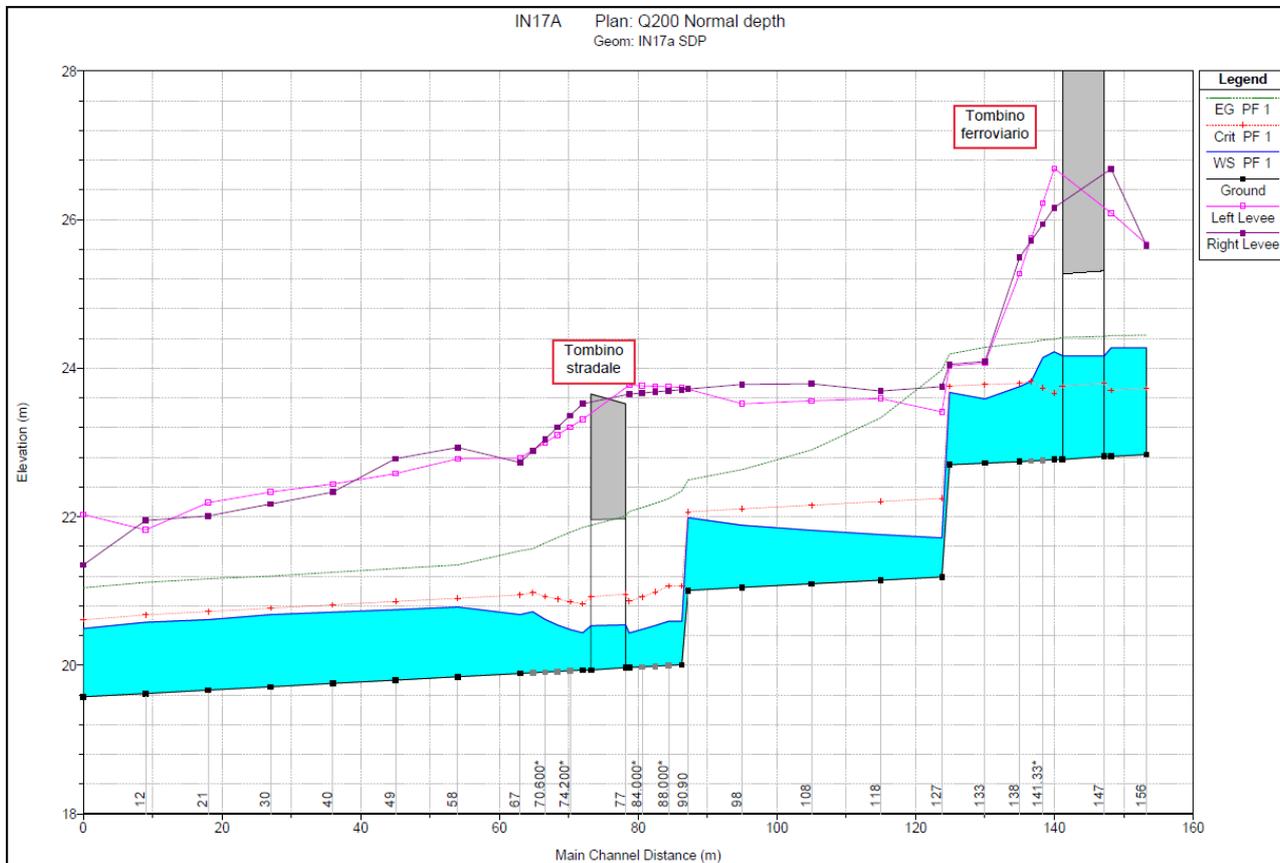


Figura 22 – Profili moto permanente modello IN17A – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

7.4 IN22 – PK 13+097

L'opera IN22 rientra in quel set di casi in cui non è stato possibile implementare il modello nella configurazione ante operam per assenza di incisione idraulica sul territorio. Le verifiche ante operam sono state quindi svolte in regime di moto uniforme e hanno evidenziato una insufficienza dell'opera esistente, si riportano di seguito le verifiche nella configurazione post operam.



Figura 23 – Attraversamenti esistenti: ferroviario a sx e stradale (SP3) a valle della ferrovia a dx

La soluzione di progetto vede l'inserimento di un nuovo manufatto ferroviario di dimensioni 3.00x2.00m doppia canna.

A valle della linea ferroviaria è previsto un canale di recapito in terra lungo circa 200 m di sezione trapezia (base 5.00 m, altezza 2.00m, inclinazione sponde 3:2), e pendenza pari a 0.5%. Lungo il suo sviluppo sono stati previsti cinque salti idraulici di altezza pari a 1.0 m al fine di rendere compatibili le quote di scorrimento con quelle del terreno oltre che con la viabilità SP3 (posta a valle della ferrovia), ed avere pendenze di progetto tali da ottenere velocità contenute: tali salti sono posti rispettivamente a 20m, 55m, 105m, 115m, 125m circa a valle del tombino ferroviario. In generale, immediatamente a valle di un salto idraulico, è da prevedersi il rivestimento del fondo del canale con pietrame cementato per una lunghezza minima di 2m, al fine di garantire la durabilità della sezione.

La soluzione in progetto comprende l'adeguamento del manufatto idraulico in corrispondenza della viabilità SP3, mediante un tombino 3.00x2.00m doppia canna al fine di garantire la continuità idraulica fino a recapito delle acque e il transito delle portate di progetto nel rispetto dei franchi idraulici previsti dalle normative vigenti.



Figura 24 – Planimetria IN22 Stato di progetto

HEC-RAS Plan: Q200 Normal depth River: IN22 Reach: Canale IN22 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale IN22	213	PF 1	14.82	31.28	32.35	32.12	32.57	0.001586	2.06	7.19	7.84	0.69
Canale IN22	208.00*	PF 1	14.82	31.26	32.36	32.07	32.55	0.001198	1.96	7.58	7.48	0.62
Canale IN22	203	PF 1	14.82	31.23	32.36	32.00	32.54	0.000982	1.88	7.89	7.00	0.57
Canale IN22	200	Bridge										
Canale IN22	196	PF 1	14.82	31.20	31.78	31.97	32.47	0.007749	3.67	4.04	7.00	1.54
Canale IN22	189.00*	PF 1	14.82	31.17	32.12	31.98	32.40	0.002339	2.36	6.28	6.92	0.79
Canale IN22	182.00*	PF 1	14.82	31.13	32.02	31.98	32.37	0.004370	2.64	5.62	7.02	0.94
Canale IN22	175	PF 1	14.82	31.10	31.98	31.98	32.34	0.005747	2.67	5.56	7.64	1.00
Canale IN22	174	PF 1	14.82	30.10	30.56	30.98	32.20	0.054240	5.67	2.61	6.38	2.83
Canale IN22	166.50*	PF 1	14.82	30.06	30.60	30.94	31.75	0.031604	4.75	3.12	6.61	2.21
Canale IN22	159.00*	PF 1	14.82	30.02	30.64	30.90	31.47	0.019172	4.02	3.69	6.87	1.75
Canale IN22	151.50*	PF 1	14.82	29.99	30.71	30.86	31.29	0.011331	3.36	4.41	7.17	1.37
Canale IN22	144	PF 1	14.82	29.95	30.75	30.83	31.20	0.007810	2.96	5.00	7.42	1.15
Canale IN22	143	PF 1	14.82	28.95	29.40	29.83	31.06	0.055153	5.71	2.60	6.37	2.85
Canale IN22	134.67*	PF 1	14.82	28.91	29.45	29.78	30.57	0.030294	4.68	3.17	6.63	2.16
Canale IN22	126.33*	PF 1	14.82	28.86	29.50	29.74	30.27	0.017460	3.89	3.81	6.92	1.67
Canale IN22	118.00*	PF 1	14.82	28.82	29.59	29.70	30.09	0.009208	3.13	4.73	7.31	1.24
Canale IN22	109.67*	PF 1	14.82	28.78	29.57	29.66	30.04	0.008204	3.01	4.92	7.38	1.18
Canale IN22	101.33*	PF 1	14.82	28.74	29.54	29.62	29.99	0.007814	2.96	5.00	7.42	1.15
Canale IN22	93	PF 1	14.82	28.69	29.51	29.57	29.94	0.007569	2.93	5.06	7.44	1.13
Canale IN22	92	PF 1	14.82	27.69	28.15	28.57	29.81	0.055001	5.70	2.60	6.37	2.85
Canale IN22	88.333*	PF 1	14.82	27.68	28.17	28.56	29.55	0.041636	5.20	2.85	6.49	2.51
Canale IN22	84.667*	PF 1	14.82	27.66	28.19	28.54	29.35	0.032123	4.77	3.11	6.61	2.22
Canale IN22	81	PF 1	14.82	27.64	28.21	28.52	29.20	0.025111	4.40	3.37	6.73	1.98
Canale IN22	80	PF 1	14.82	26.64	27.06	27.52	29.06	0.073308	6.26	2.37	6.26	3.25
Canale IN22	75.000*	PF 1	14.82	26.62	27.09	27.49	28.63	0.049250	5.50	2.70	6.42	2.71
Canale IN22	70	PF 1	14.82	26.59	27.11	27.47	28.33	0.034435	4.88	3.04	6.57	2.29
Canale IN22	69	PF 1	14.82	25.59	25.99	26.47	28.18	0.084221	6.55	2.26	6.21	3.47
Canale IN22	64.000*	PF 1	14.82	25.57	25.97	26.40	27.75	0.048541	5.90	2.51	6.31	2.99
Canale IN22	59	PF 1	14.82	25.54	25.92	26.31	27.51	0.029253	5.58	2.66	7.00	2.89
Canale IN22	55	Bridge										
Canale IN22	50	PF 1	14.82	25.50	25.92	26.27	27.19	0.020374	4.98	2.97	7.00	2.44
Canale IN22	45.500*	PF 1	14.82	25.47	26.01	26.31	27.01	0.019764	4.43	3.34	6.40	1.96
Canale IN22	41	PF 1	14.82	25.45	26.09	26.33	26.86	0.017380	3.88	3.81	6.92	1.67
Canale IN22	31.500*	PF 1	14.82	25.40	26.20	26.28	26.66	0.008131	3.00	4.94	7.39	1.17
Canale IN22	22.000*	PF 1	14.82	25.35	26.16	26.23	26.61	0.007726	2.95	5.02	7.43	1.15
Canale IN22	12.500*	PF 1	14.82	25.31	26.12	26.18	26.56	0.007614	2.94	5.05	7.44	1.14
Canale IN22	3	PF 1	14.82	25.26	26.07	26.13	26.51	0.007596	2.93	5.05	7.44	1.14

Tabella 17 – Risultati modello IN22 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

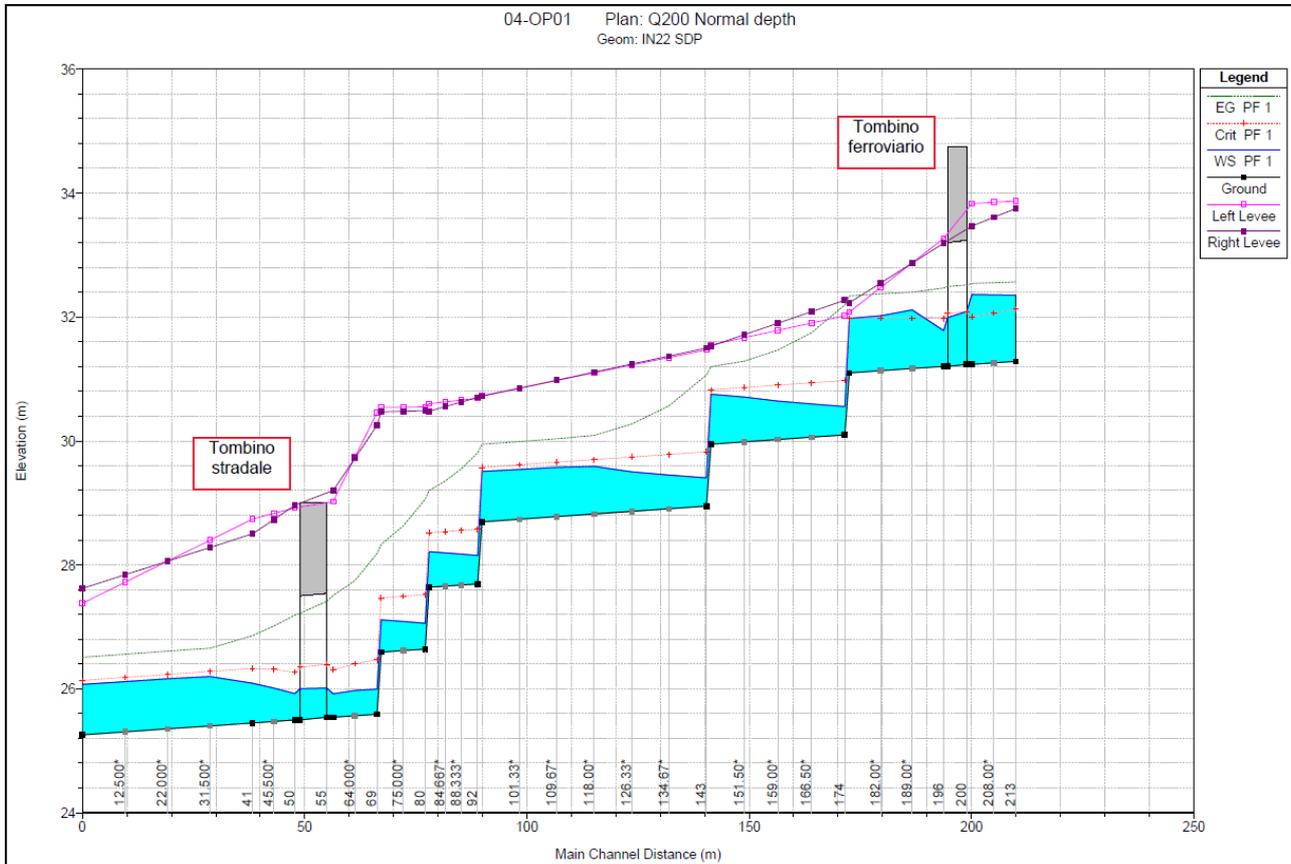


Figura 25 – Profili moto permanente modello IN22 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

7.5 IN24 – PK 13+696

Le simulazioni svolte con riferimento alla configurazione ante operam mostrano una insufficienza del manufatto esistente di dimensioni pari a 2.40x1.70m, come appare evidente dalla immagine seguente.

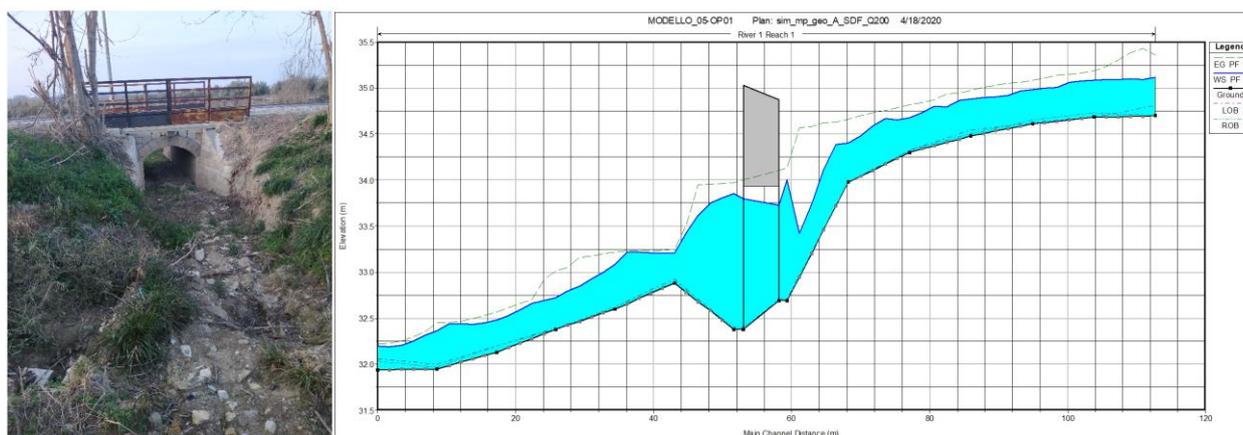


Figura 26 – Opera ferroviaria esistente e profilo stato di fatto Tr 200

La soluzione di progetto vede l'inserimento di un nuovo manufatto ferroviario di dimensioni 2.00x2.00 doppia canna.

A valle della linea ferroviaria è previsto un canale di recapito in terra lungo circa 380 m di sezione trapezia (base 3.00 m, altezza 1.50 m, inclinazione sponde 3:2), e pendenza pari a 0.5%. Lungo il suo sviluppo sono stati previsti 4 salti idraulici di altezza pari a 1.0 m al fine di rendere compatibili le quote di scorrimento con quelle del terreno oltre che con la viabilità di progetto NV03, ed avere pendenze di progetto tali da ottenere velocità contenute: tali salti sono posti rispettivamente a 40m, 100m, 140m e 150m circa a valle del tombino ferroviario. Un ulteriore salto è previsto circa 90m a valle della NV03. In generale, immediatamente a valle di un salto idraulico, è da prevedersi il rivestimento del fondo del canale con pietrame cementato per una lunghezza minima di 2m, al fine di garantire la durabilità della sezione.

In corrispondenza della NV03 è previsto l'inserimento di un tombino di progetto scatolare 2.00x2.00 doppia canna.



Figura 27 – Planimetria IN24 Stato di progetto

HEC-RAS Plan: Q200 Normal depth River: IN24 Reach: Canale IN24 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale IN24	390	PF 1	5.64	31.45	32.17	32.09	32.36	0.004315	1.94	2.91	5.15	0.82
Canale IN24	386.00*	PF 1	5.64	31.43	32.18	32.01	32.34	0.002448	1.77	3.18	4.96	0.88
Canale IN24	382	PF 1	5.64	31.41	32.21	31.92	32.31	0.000871	1.41	4.00	5.00	0.50
Canale IN24	380	Bridge										
Canale IN24	375	PF 1	5.64	31.38	32.12	31.89	32.24	0.001096	1.52	3.71	5.00	0.56
Canale IN24	370.00*	PF 1	5.64	31.35	32.10	31.88	32.23	0.001330	1.57	3.58	4.81	0.58
Canale IN24	365	PF 1	5.64	31.33	32.08	31.87	32.22	0.001824	1.63	3.45	4.63	0.60
Canale IN24	355.00*	PF 1	5.64	31.28	32.03	31.86	32.20	0.002520	1.80	3.13	4.31	0.67
Canale IN24	345.00*	PF 1	5.64	31.23	31.86	31.86	32.15	0.006160	2.40	2.35	4.00	1.00
Canale IN24	335	PF 1	5.64	31.18	31.77	31.82	32.08	0.008607	2.46	2.29	4.77	1.14
Canale IN24	334	PF 1	5.64	30.18	30.49	30.82	31.94	0.084642	5.35	1.05	3.91	3.29
Canale IN24	325.43*	PF 1	5.64	30.14	30.54	30.78	31.31	0.032398	3.88	1.45	4.21	2.11
Canale IN24	316.86*	PF 1	5.64	30.09	30.62	30.73	31.03	0.013273	2.86	1.97	4.56	1.39
Canale IN24	308.29*	PF 1	5.64	30.05	30.74	30.69	30.95	0.004902	2.02	2.79	5.07	0.87
Canale IN24	299.71*	PF 1	5.64	30.01	30.70	30.64	30.91	0.004848	2.02	2.80	5.08	0.87
Canale IN24	291.14*	PF 1	5.64	29.96	30.66	30.60	30.86	0.004818	2.01	2.80	5.08	0.87
Canale IN24	282.57*	PF 1	5.64	29.92	30.62	30.56	30.82	0.004741	2.00	2.82	5.09	0.86
Canale IN24	274	PF 1	5.64	29.88	30.51	30.51	30.77	0.006576	2.24	2.51	4.91	1.00
Canale IN24	272.8	PF 1	5.64	28.88	29.18	29.51	30.63	0.083971	5.33	1.06	3.92	3.28
Canale IN24	264.10*	PF 1	5.64	28.83	29.24	29.47	30.00	0.032013	3.86	1.46	4.21	2.10
Canale IN24	255.40*	PF 1	5.64	28.79	29.32	29.43	29.72	0.012891	2.83	1.99	4.58	1.37
Canale IN24	246.70*	PF 1	5.64	28.75	29.44	29.38	29.65	0.004775	2.01	2.81	5.09	0.86
Canale IN24	238	PF 1	5.64	28.70	29.34	29.34	29.59	0.006563	2.24	2.52	4.91	1.00
Canale IN24	236.8	PF 1	5.64	27.70	28.01	28.34	29.46	0.084111	5.34	1.06	3.92	3.28
Canale IN24	233.53*	PF 1	5.64	27.68	28.03	28.32	29.12	0.054910	4.83	1.22	4.04	2.69
Canale IN24	230.27*	PF 1	5.64	27.67	28.06	28.30	28.90	0.037169	4.06	1.39	4.16	2.25
Canale IN24	227	PF 1	5.64	27.65	28.08	28.29	28.73	0.025402	3.57	1.58	4.30	1.88
Canale IN24	225.7	PF 1	5.64	26.65	26.84	27.29	28.59	0.102218	5.69	0.99	3.87	3.59
Canale IN24	222.47*	PF 1	5.64	26.63	26.91	27.21	28.21	0.066422	5.04	1.12	4.38	3.18
Canale IN24	219.23*	PF 1	5.64	26.62	26.88	27.15	27.97	0.041546	4.62	1.22	4.88	2.95
Canale IN24	216	PF 1	5.64	26.60	26.86	27.11	27.81	0.028845	4.33	1.30	5.00	2.70
Canale IN24	210	Bridge										
Canale IN24	199	PF 1	5.64	26.52	27.27	27.02	27.38	0.001063	1.51	3.75	5.00	0.56
Canale IN24	195.00*	PF 1	5.64	26.50	27.24	27.04	27.38	0.001222	1.62	3.47	5.00	0.62
Canale IN24	191.00*	PF 1	5.64	26.48	27.21	27.07	27.37	0.001530	1.77	3.18	5.05	0.71
Canale IN24	187	PF 1	5.64	26.46	27.09	27.09	27.35	0.003045	2.24	2.52	4.91	1.00
Canale IN24	177.43*	PF 1	5.64	26.41	27.00	27.05	27.31	0.004684	2.48	2.27	4.76	1.15
Canale IN24	167.86*	PF 1	5.64	26.36	26.96	27.00	27.28	0.004899	2.42	2.33	4.79	1.11
Canale IN24	158.29*	PF 1	5.64	26.31	26.91	26.95	27.21	0.005421	2.41	2.34	4.80	1.10
Canale IN24	148.71*	PF 1	5.64	26.27	26.86	26.90	27.16	0.006243	2.44	2.31	4.78	1.12
Canale IN24	139.14*	PF 1	5.64	26.22	26.81	26.85	27.12	0.007176	2.47	2.28	4.76	1.14
Canale IN24	129.57*	PF 1	5.64	26.17	26.86	26.81	27.07	0.004476	2.03	2.78	5.07	0.87
Canale IN24	120	PF 1	5.64	26.12	26.76	26.76	27.01	0.006585	2.25	2.51	4.91	1.00
Canale IN24	119	PF 1	5.64	25.12	25.43	25.76	26.88	0.083978	5.33	1.06	3.92	3.28
Canale IN24	109.50*	PF 1	5.64	25.07	25.49	25.71	26.22	0.029986	3.78	1.49	4.24	2.03
Canale IN24	100	PF 1	5.64	25.03	25.57	25.66	25.95	0.011182	2.70	2.09	4.64	1.28
Canale IN24	90.000*	PF 1	5.64	24.98	25.66	25.61	25.88	0.004979	2.04	2.77	5.06	0.88
Canale IN24	80.000*	PF 1	5.64	24.93	25.61	25.56	25.83	0.004962	2.03	2.77	5.06	0.88
Canale IN24	70.000*	PF 1	5.64	24.88	25.57	25.51	25.78	0.004949	2.03	2.78	5.07	0.88
Canale IN24	60.000*	PF 1	5.64	24.83	25.52	25.46	25.73	0.004931	2.03	2.78	5.07	0.87
Canale IN24	50	PF 1	5.64	24.78	25.47	25.41	25.88	0.004908	2.03	2.78	5.07	0.87
Canale IN24	41.000*	PF 1	5.64	24.73	25.42	25.37	25.63	0.004887	2.02	2.79	5.07	0.87
Canale IN24	32.000*	PF 1	5.64	24.69	25.38	25.32	25.59	0.004801	2.01	2.81	5.08	0.86
Canale IN24	23.000*	PF 1	5.64	24.64	25.33	25.28	25.54	0.004832	2.01	2.80	5.08	0.87
Canale IN24	14.000*	PF 1	5.64	24.60	25.29	25.23	25.50	0.004928	2.03	2.78	5.49	0.87
Canale IN24	5	PF 1	5.64	24.55	25.23	25.19	25.45	0.005002	2.06	2.76	5.74	0.88

Tabella 18 – Risultati modello IN24 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

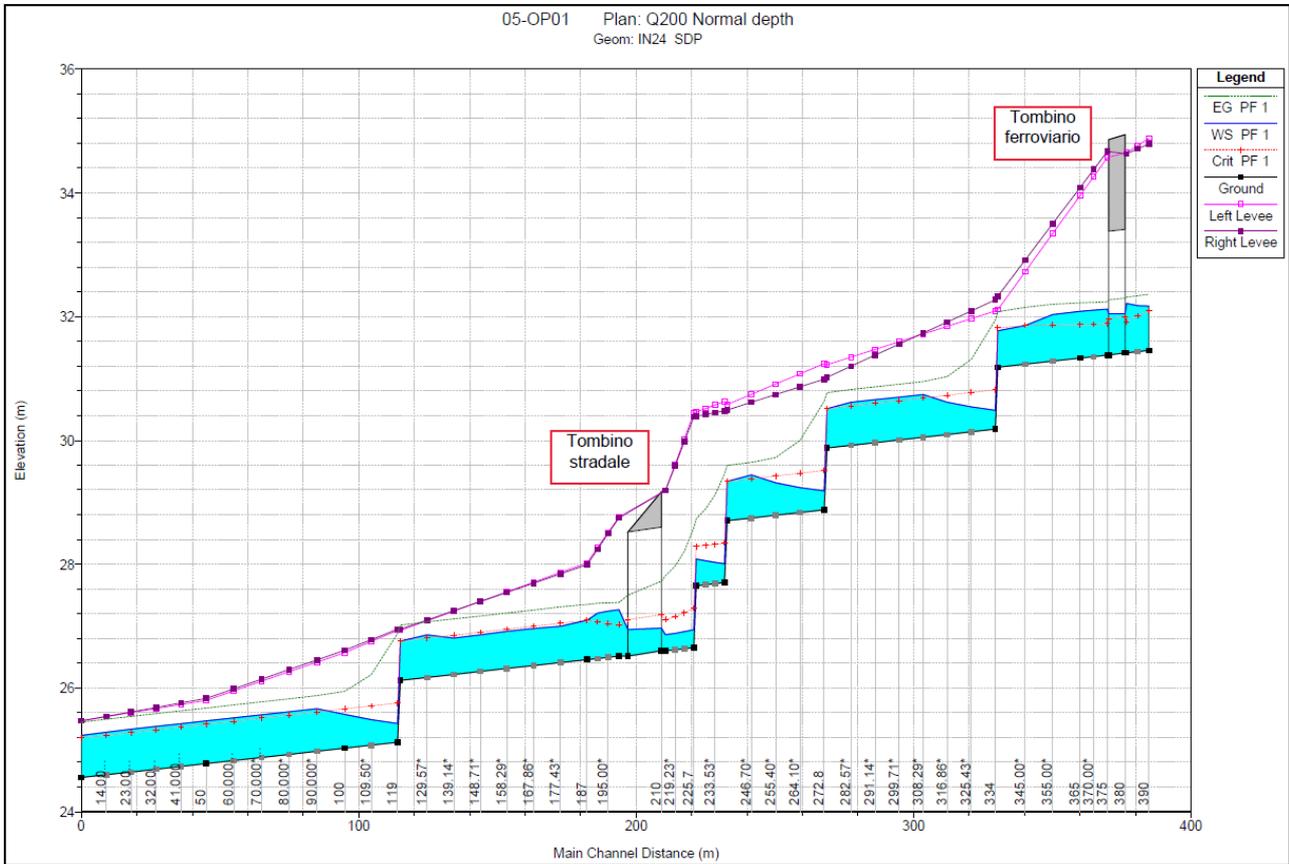


Figura 28 – Profili moto permanente modello IN24 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

7.6 IN25 – PK 14+121

Le simulazioni svolte con riferimento alla configurazione ante operam mostrano una insufficienza del manufatto ad arco esistente di dimensioni pari a 3.00x1.85m, come appare evidente dalla immagine seguente.



Figura 29 – Opera ferroviaria esistente e profilo stato di fatto Tr 200

La soluzione di progetto vede l'inserimento di un nuovo manufatto ferroviario di dimensioni 3.00x2.50m doppia canna.

A valle della linea ferroviaria è previsto un canale di recapito in terra lungo circa 660 m di sezione trapezia (base 5.00 m, altezza 1.50 ÷ 2 m, inclinazione sponde 3:2), e pendenza pari a 0.5%. Al fine di garantire il contenimento della portata duecentennale in alcuni tratti sono stati previsti degli arginelli fuoriterra di altezza pari a 50 cm. Lungo lo sviluppo del canale sono previsti 3 salti idraulici di altezza pari a 1.0 m al fine di rendere compatibili le quote di scorrimento con quelle del terreno oltre che con la viabilità di progetto NV03, ed avere pendenze di progetto tali da ottenere velocità contenute: tali salti sono posti rispettivamente a 80m, 145m e 155m circa a valle del tombino ferroviario. Un ulteriore salto è previsto circa 180m a valle della NV03. In generale, immediatamente a valle di un salto idraulico, è da prevedersi il rivestimento del fondo del canale con pietrame cementato per una lunghezza minima di 2m, al fine di garantire la durabilità della sezione.

Per garantire la continuità idraulica della sezione in corrispondenza della NV03 è stato inserito un tombino di progetto scatolare 3.00x2.50 doppia canna.

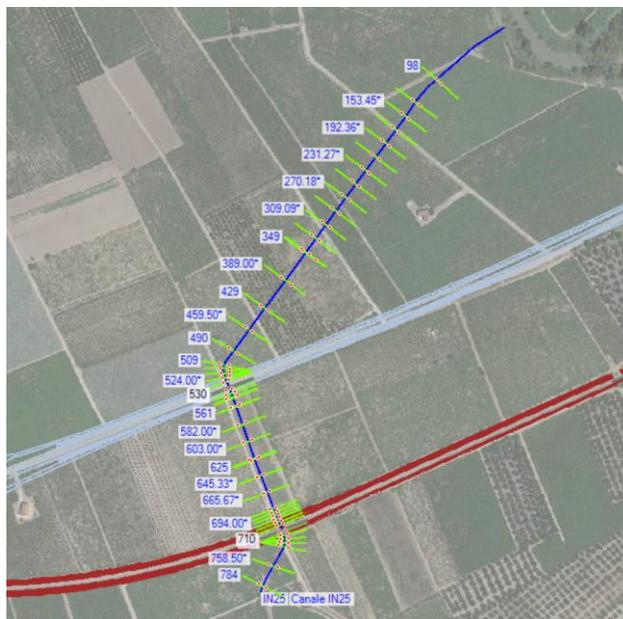


Figura 30 – Planimetria IN25 Stato di progetto

HEC-RAS Plan: Q200 Normal depth River: IN25 Reach: Canale IN25 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale IN25	784	PF 1	24.65	31.54	32.89	32.74	33.24	0.003445	2.60	9.49	9.05	0.81
Canale IN25	758.50*	PF 1	24.65	31.42	32.87	32.61	33.14	0.002604	2.31	10.67	10.21	0.71
Canale IN25	733	PF 1	24.65	31.29	32.85	32.50	33.06	0.001870	2.04	12.14	11.22	0.61
Canale IN25	728.50*	PF 1	24.65	31.26	32.81	32.42	33.05	0.001800	2.18	11.33	9.73	0.64
Canale IN25	724.00*	PF 1	24.65	31.24	32.79	32.36	33.04	0.001513	2.23	11.07	7.89	0.60
Canale IN25	719.50*	PF 1	24.65	31.22	32.79	32.31	33.04	0.001212	2.22	11.13	7.39	0.58
Canale IN25	715	PF 1	24.65	31.20	32.78	32.28	33.03	0.000995	2.23	11.07	7.00	0.57
Canale IN25	710	Bridge										
Canale IN25	706	PF 1	24.65	31.16	31.96	32.24	32.93	0.007465	4.35	5.66	7.00	1.55
Canale IN25	702.00*	PF 1	24.65	31.14	32.50	32.25	32.87	0.001858	2.67	9.23	6.89	0.74
Canale IN25	698.00*	PF 1	24.65	31.11	32.44	32.27	32.85	0.002789	2.86	8.63	6.86	0.81
Canale IN25	694.00*	PF 1	24.65	31.09	32.30	32.26	32.83	0.004289	3.22	7.64	6.90	0.98
Canale IN25	690.00*	PF 1	24.65	31.07	32.28	32.26	32.81	0.005079	3.22	7.67	7.42	1.00
Canale IN25	686	PF 1	24.65	31.05	32.13	32.24	32.77	0.007149	3.56	7.00	7.90	1.16
Canale IN25	685.67*	PF 1	24.65	30.95	32.06	32.13	32.65	0.006445	3.43	7.27	8.01	1.11
Canale IN25	645.33*	PF 1	24.65	30.85	31.97	32.03	32.54	0.006075	3.35	7.44	8.09	1.08
Canale IN25	625	PF 1	24.65	30.75	31.87	31.93	32.44	0.006170	3.35	7.44	8.14	1.09
Canale IN25	624	PF 1	24.65	29.75	30.43	30.94	32.30	0.039659	6.06	4.07	7.03	2.54
Canale IN25	603.00*	PF 1	24.65	29.64	30.52	30.84	31.53	0.016049	4.45	5.54	7.63	1.67
Canale IN25	582.00*	PF 1	24.65	29.54	30.82	30.73	31.21	0.004092	2.78	8.87	8.79	0.88
Canale IN25	561	PF 1	24.65	29.43	30.61	30.61	31.11	0.005086	3.12	7.96	8.33	0.99
Canale IN25	560	PF 1	24.65	28.43	29.11	29.62	30.96	0.038998	6.02	4.09	7.04	2.52
Canale IN25	550	PF 1	24.65	28.38	29.16	29.58	30.51	0.024550	5.15	4.79	7.33	2.03
Canale IN25	549	PF 1	24.65	27.38	27.99	28.57	30.37	0.056685	6.83	3.61	6.83	3.00
Canale IN25	544.00*	PF 1	24.65	27.36	27.98	28.53	30.06	0.035264	6.40	3.85	6.47	2.65
Canale IN25	539	PF 1	24.65	27.33	27.89	28.41	29.90	0.023261	6.27	3.93	7.00	2.67
Canale IN25	530	Bridge										
Canale IN25	529	PF 1	24.65	27.28	27.89	28.36	29.59	0.017907	5.77	4.27	7.00	2.36
Canale IN25	524.00*	PF 1	24.65	27.26	27.93	28.37	29.45	0.018171	5.46	4.52	6.95	2.16
Canale IN25	519.00*	PF 1	24.65	27.24	27.98	28.38	29.31	0.017863	5.11	4.83	7.03	1.97
Canale IN25	514.00*	PF 1	24.65	27.21	28.03	28.38	29.17	0.015589	4.73	5.21	7.27	1.78
Canale IN25	509	PF 1	24.65	27.19	28.06	28.38	29.04	0.014781	4.32	5.70	7.69	1.60
Canale IN25	490	PF 1	24.65	27.09	28.31	28.28	28.75	0.004917	2.95	6.37	8.67	0.96
Canale IN25	459.50*	PF 1	24.65	26.93	28.18	28.13	28.60	0.004677	2.89	8.51	8.72	0.94
Canale IN25	429	PF 1	24.65	26.78	27.98	27.98	28.45	0.005389	3.04	8.10	8.58	1.00
Canale IN25	389.00*	PF 1	24.65	26.58	27.94	27.76	28.23	0.003031	2.38	10.41	10.80	0.75
Canale IN25	349	PF 1	24.65	26.39	27.57	27.57	28.05	0.005425	3.08	8.01	8.32	1.00
Canale IN25	348	PF 1	24.65	25.38	26.07	26.58	27.91	0.038697	6.01	4.10	7.04	2.51
Canale IN25	328.55*	PF 1	24.65	25.29	26.16	26.48	27.19	0.016513	4.50	5.47	7.55	1.69
Canale IN25	309.09*	PF 1	24.65	25.19	26.45	26.39	26.87	0.004518	2.88	8.57	8.59	0.92
Canale IN25	289.64*	PF 1	24.65	25.10	26.36	26.30	26.78	0.004550	2.89	8.53	8.50	0.92
Canale IN25	270.18*	PF 1	24.65	25.00	26.27	26.21	26.69	0.004543	2.90	8.51	8.42	0.92
Canale IN25	250.73*	PF 1	24.65	24.90	26.17	26.11	26.60	0.004558	2.91	8.49	8.35	0.92
Canale IN25	231.27*	PF 1	24.65	24.80	26.08	26.02	26.51	0.004578	2.92	8.46	8.27	0.92
Canale IN25	211.82*	PF 1	24.65	24.71	25.98	25.92	26.42	0.004599	2.93	8.43	8.20	0.92
Canale IN25	192.36*	PF 1	24.65	24.61	25.90	25.83	26.33	0.004524	2.91	8.46	8.15	0.91
Canale IN25	172.91*	PF 1	24.65	24.51	25.81	25.73	26.24	0.004448	2.90	8.50	8.10	0.90
Canale IN25	153.45*	PF 1	24.65	24.42	25.73	25.64	26.15	0.004280	2.87	8.60	8.08	0.89
Canale IN25	134	PF 1	24.65	24.32	25.55	25.55	26.05	0.005522	3.14	7.86	7.81	1.00
Canale IN25	98	PF 1	24.65	24.12	25.24	25.32	25.82	0.006958	3.37	7.32	8.01	1.12

Tabella 19 – Risultati modello IN25 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

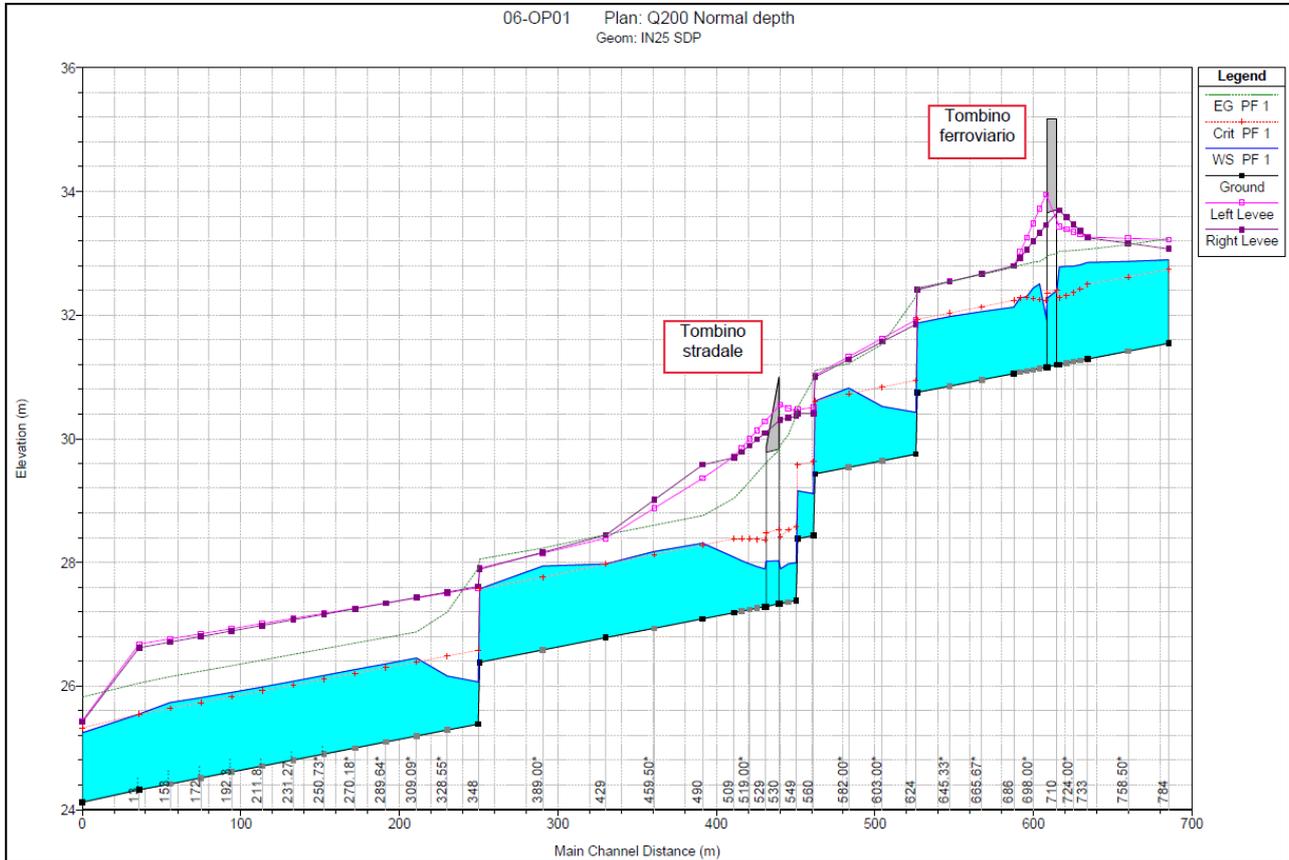


Figura 31 – Profili moto permanente modello IN25 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

7.7 IN26 – PK 14+567

L'opera rientra in quel set di casi in cui non è stato possibile implementare il modello nella configurazione ante operam per assenza di incisione idraulica sul territorio. Le verifiche ante operam sono state quindi svolte in regime di moto uniforme, si riportano di seguito le verifiche nella configurazione post operam.



Figura 32 – Opera ferroviaria esistente

La soluzione di progetto vede l'inserimento di un nuovo manufatto ferroviario di dimensioni 2.00x2.00m doppia canna. A valle della linea ferroviaria è previsto un canale di recapito lungo circa 640 m, avente sezione a U 5.00x2.00 in cls per i primi 115 m con pendenza 1.0%, e sezione trapezia in terra (base 3.00 m, altezza 2 m, inclinazione sponde 3:2) per i successivi 525 m, con una pendenza pari a 0.5%. Lungo lo sviluppo del canale sono previsti 5 salti idraulici di altezza pari a 1.0 m al fine di rendere compatibili le quote di scorrimento con quelle del terreno ed avere pendenze di progetto tali da ottenere velocità contenute: tali salti sono posti rispettivamente a 20m, 105m, 145m, 225m e 325m circa a valle del tombino ferroviario. In generale, immediatamente a valle di un salto idraulico, è da prevedersi il rivestimento del fondo del canale con pietrame cementato per una lunghezza minima di 2m, al fine di garantire la durabilità della sezione.

L'intervento in progetto è posto a valle delle opere, previste con differente appalto, che prevedono l'intercettazione delle acque provenienti da monte attraverso un canale di gronda previsto parallelamente e immediatamente a monte della linea ferroviaria. Tale canale di intercettazione convoglia le portate alla nuova opera di attraversamento idraulico prevista nel presente progetto.

In corrispondenza della viabilità NV03 è previsto l'inserimento di un tombino 2.00x2.00m doppia canna.

La soluzione di progetto prevede inoltre il rifacimento del canale di recapito che riceve i contributi provenienti dai tombini di progetto IN27 e IN28: in particolare, è prevista l'immissione di tale canale (indicato come

Canale IN27 nel modello implementato) in quello di recapito dell'IN26, circa 90m a monte della confluenza nell'Ofanto. Il canale di progetto dell'IN27 presenta uno sviluppo complessivo di circa 270 m, pendenza 0.5%, e sezione trapezia in terra (base 2.00 m, altezza 1÷1.50 m, inclinazione sponde 3:2): lungo il suo sviluppo sono previsti 3 salti di altezza 1.0m.

Le opere in progetto (attraversamenti idraulici e canali di recapito) sono stati verificati assumendo due diverse condizioni di valle per il modello:

- Condizione di moto uniforme, permette di dimensionare per $Tr=200$ anni il canale di recapito fino al suo punto di immissione nell'Ofanto;
- Livello idrico dell'Ofanto per $Tr=30$ anni, permette di verificare che, a monte delle aree allagate dalla piena dell'Ofanto, le opere dimensionate conservino i franchi idraulici anche in presenza dei rigurgiti provocati dalla eventuale contemporaneità degli eventi di piena.

I risultati riportati nelle tabelle e nelle figure a seguire mostrano come i tombini di progetto risultano verificati anche ponendo come condizione di valle il livello idrico dell'Ofanto per $Tr=30$ (27 mslm).

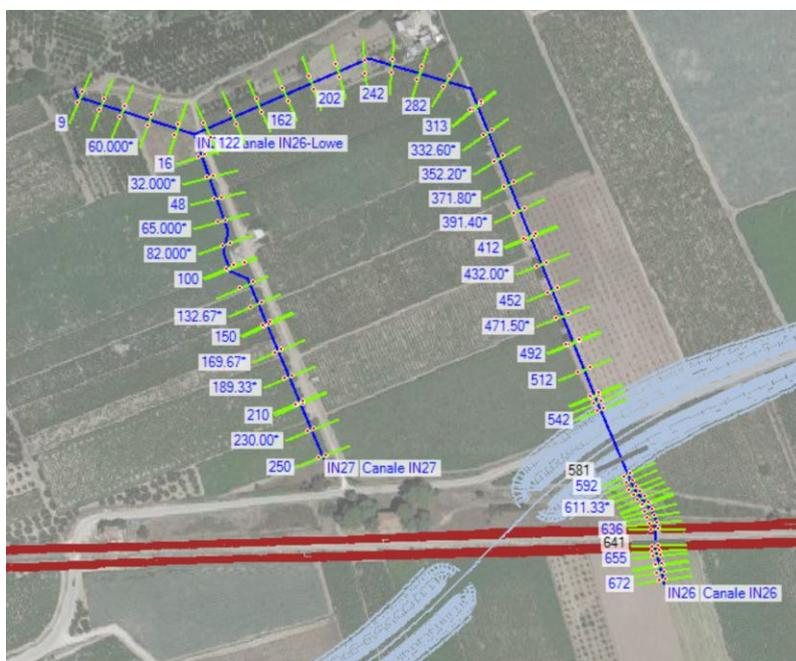


Figura 33 – Planimetria IN26-IN27 Stato di progetto

HEC-RAS Plan: Q200 Known WS Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale IN26	672	PF 1	12.63	33.27	33.88	34.14	34.76	0.010005	4.14	3.05	5.00	1.70
Canale IN26	667.00*	PF 1	12.63	33.22	33.83	34.09	34.71	0.010015	4.15	3.05	5.00	1.70
Canale IN26	662	PF 1	12.63	33.17	33.78	34.04	34.66	0.010015	4.15	3.05	5.00	1.70
Canale IN26	661	PF 1	12.63	32.17	32.58	33.04	34.53	0.034869	6.19	2.04	5.00	3.10
Canale IN26	655	PF 1	12.63	32.11	32.54	32.98	34.27	0.028770	5.82	2.17	5.00	2.82
Canale IN26	651.50*	PF 1	12.63	32.08	32.52	32.94	34.14	0.025836	5.63	2.24	5.00	2.68
Canale IN26	648	PF 1	12.63	32.04	32.50	32.91	34.02	0.023570	5.46	2.31	5.01	2.57
Canale IN26	641											
Canale IN26	636	PF 1	12.63	31.92	32.44	32.79	33.67	0.016934	4.91	2.57	5.00	2.19
Canale IN26	631.25*	PF 1	12.63	31.87	32.40	32.74	33.58	0.015893	4.81	2.62	5.00	2.12
Canale IN26	626.50*	PF 1	12.63	31.82	32.36	32.69	33.49	0.014846	4.71	2.68	5.00	2.05
Canale IN26	621.75*	PF 1	12.63	31.77	32.32	32.64	33.40	0.013724	4.59	2.75	5.00	1.98
Canale IN26	617	PF 1	12.63	31.72	32.28	32.59	33.32	0.012898	4.50	2.81	5.01	1.92
Canale IN26	616	PF 1	12.63	30.72	31.12	31.59	33.19	0.038253	6.36	1.98	5.01	3.24
Canale IN26	611.33*	PF 1	12.63	30.68	31.10	31.55	32.98	0.032954	6.08	2.08	5.01	3.02
Canale IN26	606.67*	PF 1	12.63	30.64	31.07	31.50	32.80	0.028786	5.83	2.17	5.01	2.83
Canale IN26	602	PF 1	12.63	30.59	31.04	31.46	32.64	0.025421	5.60	2.26	5.01	2.66
Canale IN26	597.00*	PF 1	12.63	30.54	31.01	31.41	32.48	0.022284	5.37	2.35	5.00	2.50
Canale IN26	592	PF 1	12.63	30.49	30.98	31.36	32.34	0.019852	5.17	2.44	5.00	2.36
Canale IN26	581											
Canale IN26	542	PF 1	12.63	29.99	30.54	30.86	31.61	0.013515	4.57	2.76	5.00	1.96
Canale IN26	537.00*	PF 1	12.63	29.94	30.50	30.81	31.53	0.012810	4.49	2.81	5.00	1.91
Canale IN26	532	PF 1	12.63	29.89	30.46	30.76	31.46	0.012353	4.44	2.85	5.00	1.88
Canale IN26	531	PF 1	12.63	28.89	29.28	29.74	31.34	0.038057	6.36	1.99	5.24	3.30
Canale IN26	512	PF 1	12.63	28.80	29.51	29.81	30.47	0.022032	4.36	2.90	5.13	1.85
Canale IN26	492	PF 1	12.63	28.70	29.71	29.71	30.10	0.006036	2.75	4.59	6.04	1.01
Canale IN26	491	PF 1	12.63	27.70	28.26	28.71	29.95	0.048623	5.75	2.20	4.71	2.89
Canale IN26	471.50*	PF 1	12.63	27.60	28.36	28.62	29.17	0.016851	3.97	3.18	5.30	1.63
Canale IN26	452	PF 1	12.63	27.50	28.58	28.52	28.91	0.004740	2.52	5.01	6.24	0.90
Canale IN26	432.00*	PF 1	12.63	27.40	28.49	28.42	28.81	0.004538	2.48	5.08	6.28	0.88
Canale IN26	412	PF 1	12.63	27.30	28.32	28.32	28.70	0.005934	2.74	4.61	6.06	1.00
Canale IN26	411	PF 1	12.63	26.30	26.87	27.32	28.56	0.048636	5.75	2.20	4.71	2.89
Canale IN26	391.40*	PF 1	12.63	26.20	26.97	27.22	27.77	0.016813	3.97	3.18	5.30	1.63
Canale IN26	371.80*	PF 1	12.63	26.10	27.18	27.12	27.51	0.004857	2.55	4.96	6.23	0.91
Canale IN26	352.20*	PF 1	12.63	26.00	27.08	27.02	27.41	0.004774	2.53	4.99	6.24	0.90
Canale IN26	332.60*	PF 1	12.63	25.91	27.00	26.93	27.32	0.004490	2.48	5.10	6.29	0.88
Canale IN26	313	PF 1	12.63	25.81	26.83	26.83	27.21	0.005934	2.74	4.61	6.06	1.00
Canale IN26	312	PF 1	12.63	24.81	27.02	25.83	27.06	0.000289	0.91	13.94	9.62	0.24
Canale IN26	282	PF 1	12.63	24.66	27.02	25.68	27.05	0.000169	0.76	21.96	40.00	0.19
Canale IN26	262.00*	PF 1	12.63	24.56	27.02	25.58	27.04	0.000118	0.66	27.13	40.00	0.16
Canale IN26	242	PF 1	12.63	24.46	27.02	25.48	27.04	0.000082	0.57	32.28	40.00	0.13
Canale IN26	222.00*	PF 1	12.63	24.36	27.02	25.38	27.04	0.000067	0.53	34.93	40.00	0.12
Canale IN26	202	PF 1	12.63	24.26	27.02	25.28	27.03	0.000054	0.49	37.62	40.00	0.11
Canale IN26	182.00*	PF 1	12.63	24.16	27.02	25.18	27.03	0.000053	0.49	35.91	37.25	0.11
Canale IN26	162	PF 1	12.63	24.06	27.02	25.08	27.03	0.000049	0.48	36.10	36.65	0.11
Canale IN26	142.00*	PF 1	12.63	23.96	27.02	24.98	27.03	0.000046	0.47	35.90	36.15	0.10
Canale IN26	122	PF 1	12.63	23.86	27.02	24.88	27.03	0.000043	0.46	35.97	35.52	0.10
Canale IN26	102	PF 1	12.63	23.76	27.02	24.76	27.03	0.000037	0.44	35.67	34.94	0.09
Canale IN26-Lowe	80	PF 1	19.33	23.65	26.98	25.03	27.02	0.000184	0.90	25.96	34.57	0.16
Canale IN26-Lowe	60.000*	PF 1	19.33	23.55	26.99	24.93	27.02	0.000147	0.84	28.79	29.94	0.16
Canale IN26-Lowe	40	PF 1	19.33	23.45	26.99	24.83	27.01	0.000114	0.77	32.80	30.41	0.15
Canale IN26-Lowe	24.500*	PF 1	19.33	23.37	26.99	24.75	27.01	0.000080	0.65	43.62	39.20	0.13
Canale IN26-Lowe	9	PF 1	19.33	23.29	27.00	24.67	27.01	0.000032	0.42	64.99	38.40	0.08

Tabella 20 – Risultati modello IN26 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)

HEC-RAS Plan: Q200 Known WS River: IN27 Reach: Canale IN27 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale IN27	250	PF 1	6.70	29.78	30.77	30.67	31.03	0.004801	2.28	2.94	3.97	0.84
Canale IN27	230.00*	PF 1	6.70	29.68	30.68	30.57	30.93	0.004535	2.23	3.01	4.01	0.82
Canale IN27	210	PF 1	6.70	29.58	30.47	30.47	30.82	0.006827	2.59	2.59	3.79	1.00
Canale IN27	209	PF 1	6.70	28.58	29.06	29.48	30.67	0.060946	5.62	1.19	2.96	2.83
Canale IN27	189.33*	PF 1	6.70	28.48	29.18	29.38	29.82	0.016393	3.54	1.89	3.40	1.52
Canale IN27	169.67*	PF 1	6.70	28.38	29.38	29.28	29.64	0.004674	2.25	2.97	3.98	0.83
Canale IN27	150	PF 1	6.70	28.29	29.19	29.19	29.52	0.006583	2.56	2.63	4.27	0.98
Canale IN27	149	PF 1	6.70	27.29	27.77	28.18	29.38	0.060890	5.62	1.19	2.96	2.83
Canale IN27	132.67*	PF 1	6.70	27.20	27.85	28.08	28.58	0.022702	3.77	1.78	3.87	0.78
Canale IN27	116.33*	PF 1	6.70	27.12	28.18	28.01	28.38	0.003428	1.94	3.45	4.47	0.71
Canale IN27	100	PF 1	6.70	27.04	27.93	27.93	28.28	0.006828	2.59	2.59	3.79	1.00
Canale IN27	99	PF 1	6.70	26.04	26.52	26.93	28.13	0.060963	5.62	1.19	2.96	2.83
Canale IN27	82.000*	PF 1	6.70	25.95	26.63	26.85	27.33	0.018768	3.72	1.80	3.35	1.62
Canale IN27	65.000*	PF 1	6.70	25.87	26.99	26.76	27.17	0.003046	1.93	3.47	4.23	0.88
Canale IN27	48	PF 1	6.70	25.78	26.96	26.68	27.12	0.002534	1.80	3.72	4.34	0.62
Canale IN27	32.000*	PF 1	6.70	25.71	26.93	26.60	27.08	0.002121	1.69	3.97	4.46	0.57
Canale IN27	16	PF 1	6.70	25.63	27.00	26.52	27.03	0.000605	0.96	10.54	22.73	0.31

Tabella 21 – Risultati modello IN27 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)

HEC-RAS Plan: Q200 Normal depth Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale IN26	672	PF 1	12.63	33.27	33.88	34.14	34.78	0.010005	4.14	3.05	5.00	1.70
Canale IN26	687.00*	PF 1	12.63	33.22	33.83	34.09	34.71	0.010015	4.15	3.05	5.00	1.70
Canale IN26	682	PF 1	12.63	33.17	33.78	34.04	34.66	0.010015	4.15	3.05	5.00	1.70
Canale IN26	681	PF 1	12.63	32.17	32.58	33.04	34.53	0.034889	6.19	2.04	5.00	3.10
Canale IN26	656	PF 1	12.63	32.11	32.54	32.98	34.27	0.028770	5.82	2.17	5.00	2.82
Canale IN26	651.50*	PF 1	12.63	32.08	32.52	32.94	34.14	0.025836	5.63	2.24	5.00	2.68
Canale IN26	648	PF 1	12.63	32.04	32.50	32.91	34.02	0.023570	5.48	2.31	5.01	2.57
Canale IN26	641	Bridge										
Canale IN26	636	PF 1	12.63	31.92	32.44	32.79	33.67	0.018934	4.91	2.57	5.00	2.19
Canale IN26	631.25*	PF 1	12.63	31.87	32.40	32.74	33.58	0.015893	4.81	2.62	5.00	2.12
Canale IN26	626.50*	PF 1	12.63	31.82	32.36	32.69	33.49	0.014846	4.71	2.68	5.00	2.05
Canale IN26	621.75*	PF 1	12.63	31.77	32.32	32.64	33.40	0.013724	4.59	2.75	5.00	1.98
Canale IN26	617	PF 1	12.63	31.72	32.28	32.59	33.32	0.012898	4.50	2.81	5.01	1.92
Canale IN26	616	PF 1	12.63	30.72	31.12	31.59	33.19	0.038253	6.38	1.98	5.01	3.24
Canale IN26	611.33*	PF 1	12.63	30.68	31.10	31.55	32.98	0.032954	6.08	2.08	5.01	3.02
Canale IN26	606.67*	PF 1	12.63	30.64	31.07	31.50	32.80	0.028786	5.83	2.17	5.01	2.83
Canale IN26	602	PF 1	12.63	30.59	31.04	31.46	32.64	0.025421	5.60	2.26	5.01	2.66
Canale IN26	597.00*	PF 1	12.63	30.54	31.01	31.41	32.48	0.022284	5.37	2.35	5.00	2.50
Canale IN26	592	PF 1	12.63	30.49	30.98	31.38	32.34	0.019852	5.17	2.44	5.00	2.36
Canale IN26	581	Bridge										
Canale IN26	542	PF 1	12.63	29.99	30.54	30.86	31.61	0.013515	4.57	2.76	5.00	1.96
Canale IN26	537.00*	PF 1	12.63	29.94	30.50	30.81	31.53	0.012810	4.49	2.81	5.00	1.91
Canale IN26	532	PF 1	12.63	29.89	30.46	30.76	31.46	0.012353	4.44	2.85	5.00	1.88
Canale IN26	531	PF 1	12.63	28.89	29.28	29.74	31.34	0.038057	6.38	1.99	5.24	3.30
Canale IN26	512	PF 1	12.63	28.80	29.51	29.81	30.47	0.022032	4.38	2.90	5.13	1.85
Canale IN26	492	PF 1	12.63	28.70	29.71	29.71	30.10	0.006036	2.75	4.59	6.04	1.01
Canale IN26	491	PF 1	12.63	27.70	28.28	28.71	29.65	0.048623	5.75	2.20	4.71	2.69
Canale IN26	471.60*	PF 1	12.63	27.60	28.36	28.62	29.17	0.018851	3.97	3.18	5.30	1.83
Canale IN26	452	PF 1	12.63	27.50	28.58	28.52	28.91	0.004740	2.52	5.01	6.24	0.90
Canale IN26	432.00*	PF 1	12.63	27.40	28.49	28.42	28.81	0.004538	2.48	5.08	6.28	0.88
Canale IN26	412	PF 1	12.63	27.30	28.32	28.32	28.70	0.005934	2.74	4.61	6.08	1.00
Canale IN26	411	PF 1	12.63	26.30	26.87	27.32	28.56	0.048636	5.75	2.20	4.71	2.89
Canale IN26	391.40*	PF 1	12.63	26.20	26.97	27.22	27.77	0.018813	3.97	3.18	5.30	1.83
Canale IN26	371.80*	PF 1	12.63	26.10	27.18	27.12	27.51	0.004859	2.55	4.96	6.22	0.91
Canale IN26	352.20*	PF 1	12.63	26.00	27.08	27.02	27.41	0.004778	2.53	4.99	6.24	0.90
Canale IN26	332.60*	PF 1	12.63	25.91	27.00	26.93	27.32	0.004496	2.48	5.10	6.29	0.88
Canale IN26	313	PF 1	12.63	25.81	26.83	26.83	27.21	0.005934	2.74	4.61	6.08	1.00
Canale IN26	312	PF 1	12.63	24.81	25.38	25.83	27.06	0.048775	5.75	2.20	4.71	2.89
Canale IN26	282	PF 1	12.63	24.68	25.51	25.68	26.13	0.011567	3.47	3.63	5.55	1.37
Canale IN26	282.00*	PF 1	12.63	24.58	25.63	25.68	25.96	0.004977	2.57	4.92	6.20	0.92
Canale IN26	242	PF 1	12.63	24.48	25.53	25.48	25.86	0.004981	2.57	4.92	6.21	0.92
Canale IN26	222.00*	PF 1	12.63	24.38	25.43	25.38	25.78	0.004971	2.57	4.92	6.20	0.92
Canale IN26	202	PF 1	12.63	24.28	25.33	25.28	25.66	0.004930	2.56	4.93	6.21	0.92
Canale IN26	182.00*	PF 1	12.63	24.18	25.23	25.18	25.57	0.004891	2.55	4.95	6.22	0.91
Canale IN26	162	PF 1	12.63	24.08	25.14	25.08	25.47	0.004812	2.54	4.98	6.23	0.91
Canale IN26	142.00*	PF 1	12.63	23.98	25.05	24.98	25.37	0.004541	2.49	5.08	6.28	0.88
Canale IN26	122	PF 1	12.63	23.88	24.88	24.88	25.26	0.005926	2.74	4.62	6.08	1.00
Canale IN26	102	PF 1	12.63	23.78	24.72	24.76	25.13	0.006703	2.83	4.46	6.17	1.06
Canale IN26-Lowe	80	PF 1	19.33	23.65	25.10	25.03	25.56	0.004939	3.00	6.45	5.90	0.92
Canale IN26-Lowe	60.000*	PF 1	19.33	23.55	25.00	24.93	25.46	0.004920	2.99	6.46	5.90	0.91
Canale IN26-Lowe	40	PF 1	19.33	23.45	24.90	24.83	25.38	0.004894	2.99	6.47	5.91	0.91
Canale IN26-Lowe	24.500*	PF 1	19.33	23.37	24.83	24.75	25.28	0.004874	2.98	6.48	5.91	0.91
Canale IN26-Lowe	9	PF 1	19.33	23.29	24.74	24.67	25.20	0.005002	3.01	6.42	5.89	0.92

Tabella 22 – Risultati modello IN26 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

HEC-RAS Plan: Q200 Normal depth River: IN27 Reach: Canale IN27 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale IN27	250	PF 1	6.70	29.78	30.77	30.67	31.03	0.004801	2.28	2.94	3.97	0.84
Canale IN27	230.00*	PF 1	6.70	29.68	30.68	30.57	30.93	0.004535	2.23	3.01	4.01	0.82
Canale IN27	210	PF 1	6.70	29.58	30.47	30.47	30.82	0.006827	2.59	2.59	3.79	1.00
Canale IN27	209	PF 1	6.70	28.58	29.06	29.48	30.67	0.060946	5.62	1.19	2.96	2.83
Canale IN27	189.33*	PF 1	6.70	28.48	29.18	29.38	29.82	0.016393	3.54	1.89	3.40	1.52
Canale IN27	169.67*	PF 1	6.70	28.38	29.38	29.28	29.64	0.004673	2.25	2.97	3.98	0.83
Canale IN27	150	PF 1	6.70	28.29	29.19	29.19	29.52	0.006583	2.56	2.63	4.27	0.98
Canale IN27	149	PF 1	6.70	27.29	27.77	28.18	29.38	0.060890	5.62	1.19	2.96	2.83
Canale IN27	132.67*	PF 1	6.70	27.20	27.85	28.08	28.58	0.022702	3.77	1.78	3.87	1.78
Canale IN27	116.33*	PF 1	6.70	27.12	28.18	28.01	28.38	0.003426	1.94	3.45	4.47	0.71
Canale IN27	100	PF 1	6.70	27.04	27.93	28.28	28.28	0.006828	2.59	2.59	3.79	1.00
Canale IN27	99	PF 1	6.70	26.04	26.52	26.93	28.13	0.060963	5.62	1.19	2.96	2.83
Canale IN27	82.000*	PF 1	6.70	25.95	26.63	26.85	27.33	0.018768	3.72	1.80	3.35	1.62
Canale IN27	65.000*	PF 1	6.70	25.87	26.85	26.76	27.12	0.004971	2.31	2.91	3.95	0.86
Canale IN27	48	PF 1	6.70	25.78	26.77	26.68	27.04	0.004756	2.27	2.95	3.98	0.84
Canale IN27	32.000*	PF 1	6.70	25.71	26.70	26.60	26.96	0.004620	2.25	2.98	3.99	0.83
Canale IN27	16	PF 1	6.70	25.63	26.52	26.52	26.86	0.006836	2.59	2.59	3.79	1.00

Tabella 23 – Risultati modello IN26 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

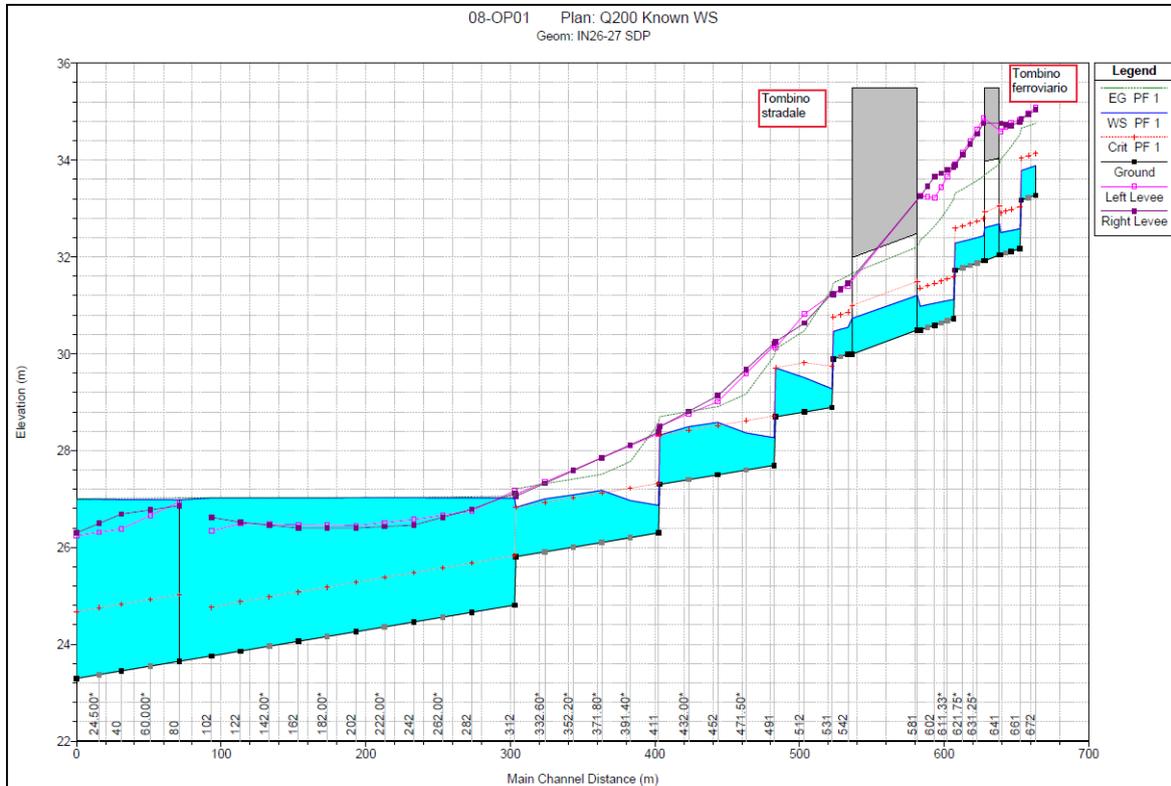


Figura 34 – Profili moto permanente modello IN26 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)

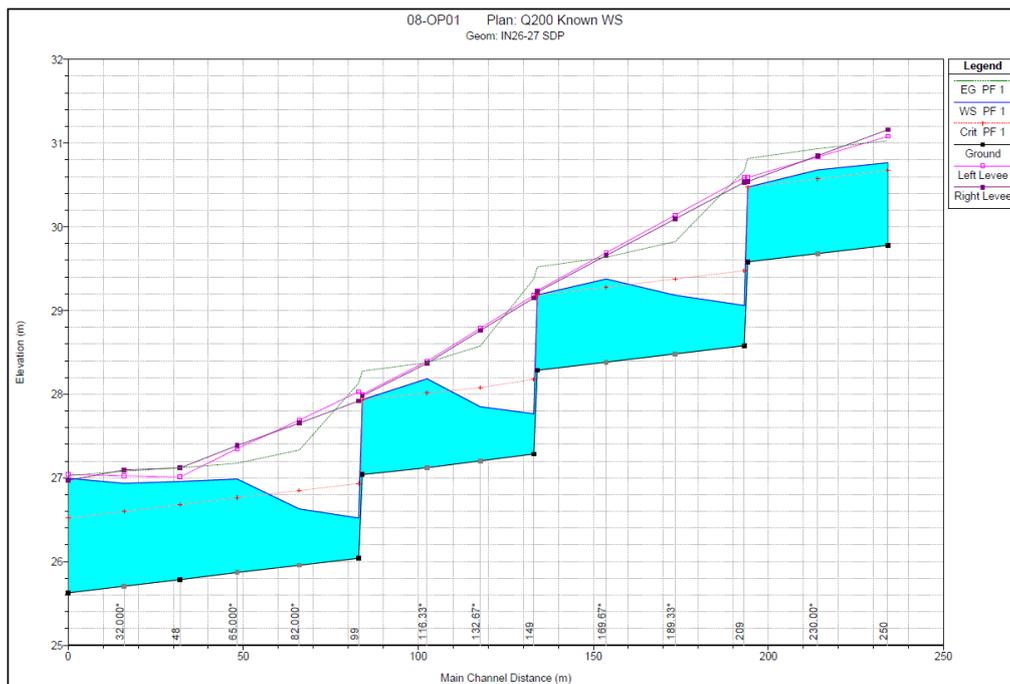


Figura 35 – Profili moto permanente modello IN27 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)

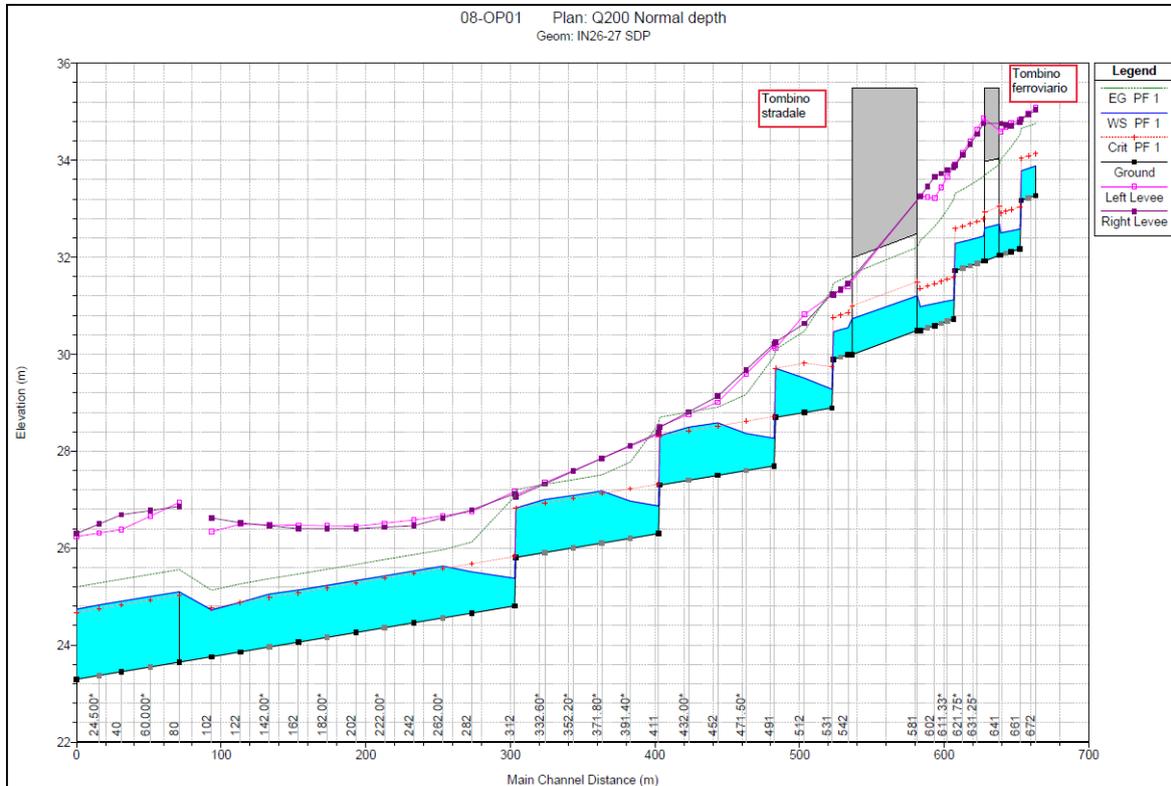


Figura 36 – Profili moto permanente modello IN26 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

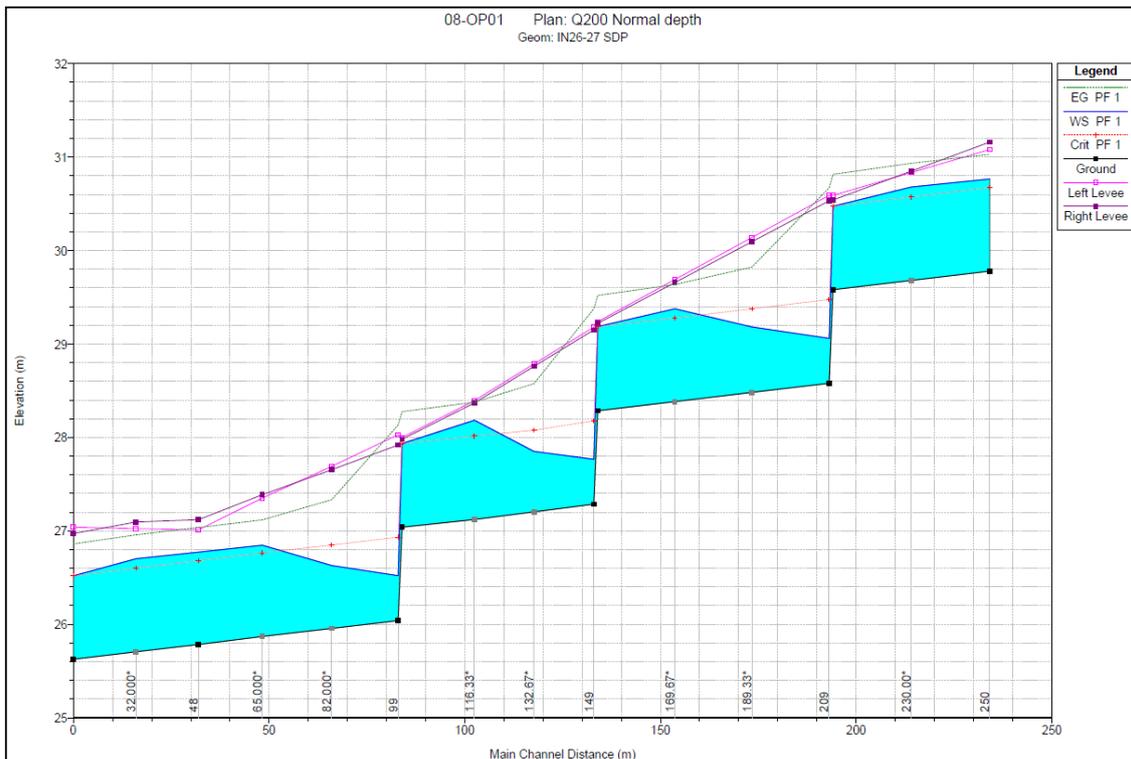


Figura 37 – Profili moto permanente modello IN27 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

7.8 IN29 – PK 15+636

L'opera IN29 rientra in quel set di casi in cui non è stato possibile implementare il modello nella configurazione ante operam per assenza di incisione idraulica sul territorio. Le verifiche ante operam sono state quindi svolte in regime di moto uniforme e hanno evidenziato una insufficienza dell'opera esistente, si riportano di seguito le verifiche nella configurazione post operam.



Figura 38 – Opera ferroviaria esistente

La soluzione di progetto vede l'inserimento di un nuovo manufatto ferroviario di dimensioni 2.00x2.00m; a valle della linea ferroviaria è previsto un canale di recapito in terra lungo circa 215 m (base 1.00 m, altezza 1.50 m, inclinazione sponde 3:2) con una pendenza costante pari a 0.5%. Lungo lo sviluppo del canale sono previsti 6 salti idraulici di altezza pari a 1.0 m al fine di rendere compatibili le quote di scorrimento con quelle del terreno ed avere pendenze di progetto tali da ottenere velocità contenute: tali salti sono posti rispettivamente a 40m, 80m, 120m, 140m, 160m e 180m circa a valle del tombino ferroviario. In generale, immediatamente a valle di un salto idraulico, è da prevedersi il rivestimento del fondo del canale con pietrame cementato per una lunghezza minima di 2m, al fine di garantire la durabilità della sezione.

Le opere in progetto (attraversamenti idraulici e canali di recapito) sono stati verificati assumendo due diverse condizioni di valle per il modello:

- Condizione di moto uniforme, permette di dimensionare per $Tr=200$ anni il canale di recapito fino al suo punto di immissione nell'Ofanto;
- Livello idrico dell'Ofanto per $Tr=30$ anni (30 mslsm), permette di verificare che, a monte delle aree allagate dalla piena dell'Ofanto, le opere dimensionate conservino i franchi idraulici anche in presenza dei rigurgiti provocati dalla eventuale contemporaneità degli eventi di piena.

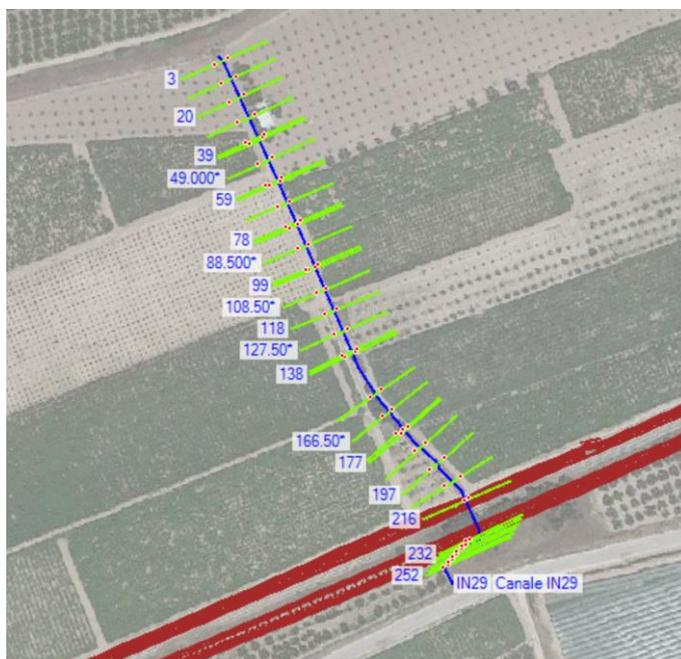


Figura 39 – Planimetria IN29 Stato di progetto

HEC-RAS Plan: Q200 Known WS River: IN29 Reach: Canale IN29 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale IN29	252	PF 1	4.79	33.60	34.49	34.44	34.86	0.004427	2.69	1.78	2.00	0.91
Canale IN29	248.00*	PF 1	4.79	33.58	34.48	34.42	34.84	0.004395	2.68	1.79	2.00	0.90
Canale IN29	244.00*	PF 1	4.79	33.56	34.46	34.39	34.82	0.004334	2.67	1.80	2.00	0.90
Canale IN29	240.00*	PF 1	4.79	33.54	34.44	34.38	34.80	0.004308	2.66	1.80	2.00	0.89
Canale IN29	236.00*	PF 1	4.79	33.52	34.43	34.36	34.78	0.004240	2.64	1.81	2.00	0.89
Canale IN29	232	PF 1	4.79	33.50	34.41	34.34	34.76	0.004206	2.64	1.82	2.00	0.88
Canale IN29	225	Bridge										
Canale IN29	216	PF 1	4.79	33.42	34.26	34.26	34.68	0.005253	2.86	1.67	2.00	1.00
Canale IN29	207	PF 1	4.79	33.37	34.09	34.24	34.59	0.014805	3.11	1.54	3.22	1.43
Canale IN29	197	PF 1	4.79	33.32	34.24	34.20	34.49	0.005879	2.21	2.17	3.74	0.93
Canale IN29	187.00*	PF 1	4.79	33.28	34.19	34.14	34.43	0.005656	2.18	2.20	3.78	0.91
Canale IN29	177	PF 1	4.79	33.23	34.09	34.09	34.36	0.006845	2.33	2.05	3.68	1.00
Canale IN29	176	PF 1	4.79	32.23	32.82	33.22	34.25	0.000850	0.56	1.18	2.88	0.31
Canale IN29	166.50*	PF 1	4.79	32.18	32.79	33.00	34.22	0.060478	5.30	0.90	2.40	2.76
Canale IN29	157	PF 1	4.79	32.13	32.71	33.00	33.65	0.035194	4.28	1.12	2.80	2.16
Canale IN29	138	PF 1	4.79	32.04	32.91	32.91	33.20	0.007068	2.37	2.02	3.63	1.01
Canale IN29	137	PF 1	4.79	31.04	31.51	31.89	33.05	0.070201	5.50	0.87	2.54	2.99
Canale IN29	127.50*	PF 1	4.79	30.99	31.58	31.85	32.43	0.031188	4.09	1.17	2.87	2.04
Canale IN29	118	PF 1	4.79	30.94	31.67	31.80	32.13	0.013550	3.01	1.59	3.28	1.38
Canale IN29	108.50*	PF 1	4.79	30.89	31.76	31.76	32.04	0.006858	2.34	2.05	3.67	1.00
Canale IN29	99	PF 1	4.79	30.84	31.52	31.52	31.55	0.000020	0.11	8.07	23.41	0.05
Canale IN29	98	PF 1	4.79	29.84	30.42	30.73	31.44	0.039848	4.49	1.07	2.72	2.29
Canale IN29	88.500*	PF 1	4.79	29.80	30.48	30.67	31.07	0.019013	3.41	1.40	3.09	1.61
Canale IN29	79	PF 1	4.79	29.75	30.60	30.61	30.89	0.007310	2.39	2.00	3.64	1.03
Canale IN29	78	PF 1	4.79	28.75	29.23	29.61	30.75	0.068732	5.45	0.88	2.55	2.96
Canale IN29	68.500*	PF 1	4.79	28.71	29.94	29.57	30.03	0.001550	1.34	3.57	4.75	0.49
Canale IN29	59	PF 1	4.79	28.66	29.99	29.54	30.00	0.000013	0.13	12.86	40.10	0.05
Canale IN29	58	PF 1	4.79	27.66	30.00	28.53	30.00	0.000005	0.12	20.62	40.10	0.03
Canale IN29	49.000*	PF 1	4.79	27.61	30.00	28.48	30.00	0.000001	0.05	31.53	40.10	0.01
Canale IN29	40	PF 1	4.79	27.56	30.00	28.43	30.00	0.000000	0.03	42.59	40.10	0.01
Canale IN29	39	PF 1	4.79	26.57	30.00	27.43	30.00	0.000000	0.03	51.39	40.00	0.01
Canale IN29	29.500*	PF 1	4.79	26.52	30.00	27.38	30.00	0.000000	0.02	63.76	40.00	0.00
Canale IN29	20	PF 1	4.79	26.47	30.00	27.33	30.00	0.000000	0.01	76.36	40.00	0.00
Canale IN29	11.500*	PF 1	4.79	26.43	30.00	27.29	30.00	0.000000	0.04	79.95	40.10	0.01
Canale IN29	3	PF 1	4.79	26.39	30.00	27.26	30.00	0.000001	0.06	83.56	40.20	0.01

Tabella 24 – Risultati modello IN29 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)

HEC-RAS Plan: Q200 Normal depth River: IN29 Reach: Canale IN29 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale IN29	252	PF 1	4.79	33.60	34.49	34.44	34.86	0.004427	2.69	1.78	2.00	0.91
Canale IN29	248.00*	PF 1	4.79	33.58	34.48	34.42	34.84	0.004395	2.68	1.79	2.00	0.90
Canale IN29	244.00*	PF 1	4.79	33.56	34.46	34.39	34.82	0.004334	2.67	1.80	2.00	0.90
Canale IN29	240.00*	PF 1	4.79	33.54	34.44	34.38	34.80	0.004308	2.66	1.80	2.00	0.89
Canale IN29	236.00*	PF 1	4.79	33.52	34.43	34.36	34.78	0.004240	2.64	1.81	2.00	0.89
Canale IN29	232	PF 1	4.79	33.50	34.41	34.34	34.76	0.004206	2.64	1.82	2.00	0.88
Canale IN29	225	Bridge										
Canale IN29	216	PF 1	4.79	33.42	34.26	34.26	34.68	0.005253	2.86	1.67	2.00	1.00
Canale IN29	207	PF 1	4.79	33.37	34.09	34.24	34.59	0.014805	3.11	1.54	3.22	1.43
Canale IN29	197	PF 1	4.79	33.32	34.24	34.20	34.49	0.005879	2.21	2.17	3.74	0.93
Canale IN29	187.00*	PF 1	4.79	33.28	34.19	34.14	34.43	0.005656	2.18	2.20	3.78	0.91
Canale IN29	177	PF 1	4.79	33.23	34.09	34.09	34.36	0.006845	2.33	2.05	3.88	1.00
Canale IN29	176	PF 1	4.79	32.23	32.82	33.22	34.25	0.000850	0.56	1.18	2.88	0.31
Canale IN29	166.50*	PF 1	4.79	32.18	32.79	33.00	34.22	0.060478	5.30	0.90	2.40	2.76
Canale IN29	157	PF 1	4.79	32.13	32.71	33.00	33.65	0.035194	4.28	1.12	2.80	2.16
Canale IN29	138	PF 1	4.79	32.04	32.91	32.91	33.20	0.007068	2.37	2.02	3.63	1.01
Canale IN29	137	PF 1	4.79	31.04	31.51	31.89	33.05	0.070201	5.50	0.87	2.54	2.99
Canale IN29	127.50*	PF 1	4.79	30.99	31.58	31.85	32.43	0.031188	4.09	1.17	2.87	2.04
Canale IN29	118	PF 1	4.79	30.94	31.67	31.80	32.13	0.013550	3.01	1.59	3.28	1.38
Canale IN29	108.50*	PF 1	4.79	30.89	31.76	31.76	32.04	0.006858	2.34	2.05	3.67	1.00
Canale IN29	99	PF 1	4.79	30.84	31.52	31.52	31.55	0.000020	0.11	8.07	23.41	0.05
Canale IN29	98	PF 1	4.79	29.84	30.42	30.73	31.44	0.039848	4.49	1.07	2.72	2.29
Canale IN29	88.500*	PF 1	4.79	29.80	30.48	30.67	31.07	0.019013	3.41	1.40	3.09	1.61
Canale IN29	79	PF 1	4.79	29.75	30.60	30.61	30.89	0.007310	2.39	2.00	3.64	1.03
Canale IN29	78	PF 1	4.79	28.75	29.23	29.61	30.75	0.068732	5.45	0.88	2.55	2.96
Canale IN29	68.500*	PF 1	4.79	28.71	29.31	29.57	30.14	0.029884	4.03	1.19	2.87	2.00
Canale IN29	59	PF 1	4.79	28.66	29.43	29.54	29.85	0.011989	2.88	1.66	3.31	1.30
Canale IN29	58	PF 1	4.79	27.66	28.14	28.53	29.71	0.071444	5.55	0.86	2.51	3.02
Canale IN29	49.000*	PF 1	4.79	27.61	28.21	28.48	29.08	0.031850	4.13	1.16	2.84	2.06
Canale IN29	40	PF 1	4.79	27.58	28.30	28.43	28.77	0.013940	3.04	1.58	3.25	1.39
Canale IN29	39	PF 1	4.79	26.57	27.05	27.43	28.63	0.072306	5.57	0.86	2.50	3.03
Canale IN29	29.500*	PF 1	4.79	26.52	27.11	27.38	27.99	0.032499	4.15	1.15	2.84	2.08
Canale IN29	20	PF 1	4.79	26.47	27.18	27.33	27.67	0.014775	3.10	1.54	3.24	1.43
Canale IN29	11.500*	PF 1	4.79	26.43	27.38	27.29	27.59	0.004715	2.03	2.36	3.91	0.84
Canale IN29	3	PF 1	4.79	26.39	27.33	27.26	27.55	0.005002	2.08	2.30	3.86	0.86

Tabella 25 – Risultati modello IN29 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

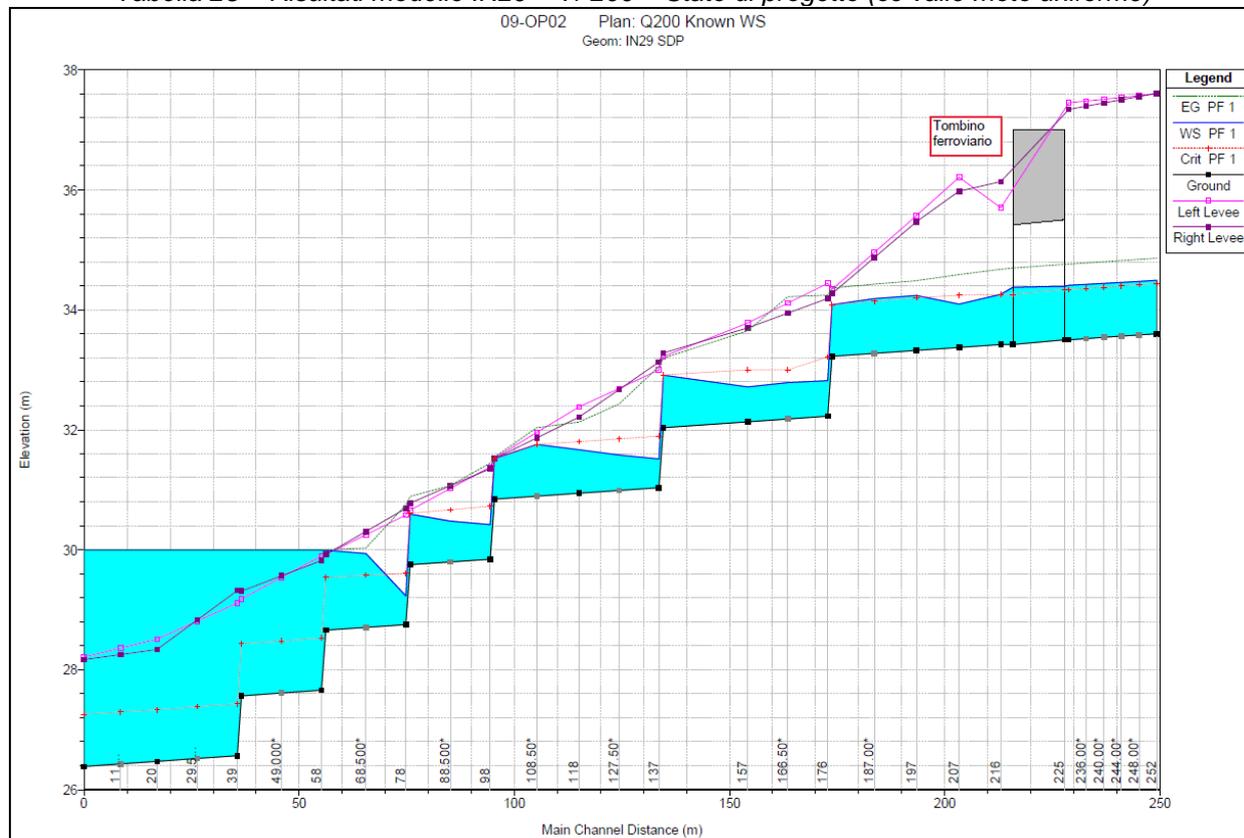


Figura 40 – Profili moto permanente modello IN29 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)

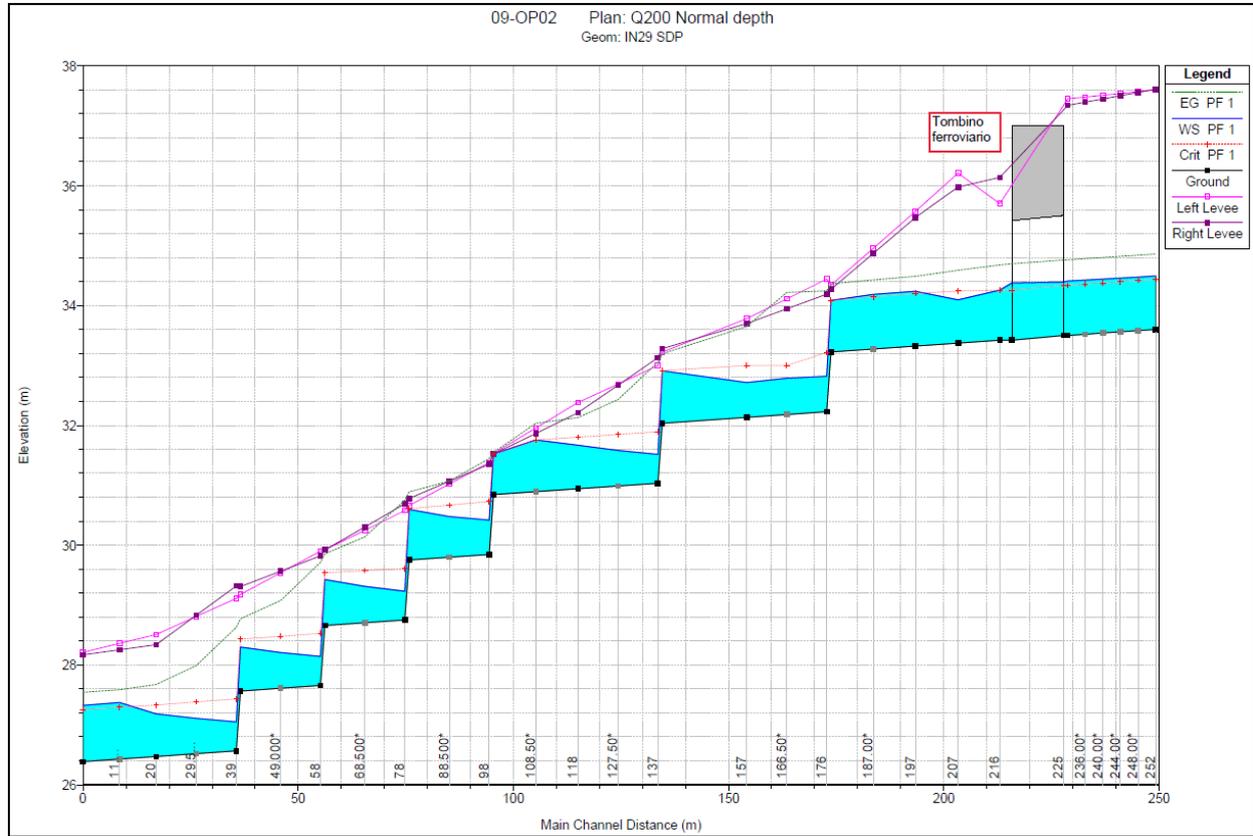


Figura 41 – Profili moto permanente modello IN29 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

7.9 IN30 – PK 16+189

Le simulazioni svolte con riferimento alla configurazione ante operam mostrano che il manufatto esistente di dimensioni pari a 3.00x2.00m, nella sua configurazione ante operam presenta franco idraulico pari a 1.16m ed è rispondente ai criteri di sicurezza idraulica, in accordo alle normative vigenti.

Si prevede inoltre una riprofilatura del canale di recapito a valle della ferrovia, fino a farlo confluire nel canale di recapito di progetto della IN32. Per maggiori dettagli si veda il successivo paragrafo.



Figura 42 – Opera ferroviaria esistente

HEC-RAS Plan: Q200 SDF Known WS River: IN30 Reach: Canale IN30 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale IN30	165	PF 1	10.56	33.01	34.28	33.70	34.28	0.000094	0.51	32.34	50.40	0.15
Canale IN30	159	PF 1	10.56	32.89	34.28	33.54	34.28	0.000043	0.37	41.18	50.40	0.10
Canale IN30	152	PF 1	10.56	32.80	34.28	33.46	34.28	0.000026	0.29	47.89	50.40	0.08
Canale IN30	147	PF 1	10.56	32.72	34.28	33.33	34.28	0.000017	0.25	54.57	50.40	0.06
Canale IN30	141	PF 1	10.56	32.61	34.28	33.27	34.28	0.000013	0.22	59.45	50.40	0.06
Canale IN30	133	PF 1	10.56	32.51	34.12	33.52	34.27	0.000911	1.81	6.70	5.13	0.47
Canale IN30	130	Brndge										
Canale IN30	125	PF 1	10.56	32.27	32.98	33.30	34.05	0.018792	4.62	2.39	3.94	1.85
Canale IN30	123	PF 1	11.19	32.26	32.88	33.21	34.00	0.029418	4.92	2.48	5.76	2.22
Canale IN30	100	PF 1	11.19	31.09	31.58	31.86	33.02	0.055155	6.27	2.35	9.07	2.98
Canale IN30	82	PF 1	11.19	30.60	31.21	31.53	32.18	0.025509	5.14	2.85	8.10	2.13
Canale IN30	65	PF 1	11.19	30.50	31.02	31.04	31.69	0.038673	5.68	3.66	25.19	2.55
Canale IN30	46	PF 1	11.19	30.35	30.84	30.90	31.06	0.017903	2.10	5.32	25.96	1.48
Canale IN30	33	PF 1	11.19	30.20	30.64	30.69	30.82	0.015440	1.85	6.05	32.04	1.36
Canale IN30	18	PF 1	11.19	30.06	30.58	30.56	30.65	0.005779	1.15	9.72	50.24	0.84
Canale IN30	6	PF 1	11.19	29.96	30.48	30.44	30.58	0.004883	1.40	8.01	27.05	0.82

Tabella 26 – Risultati modello IN30 – Tr 200 – Stato di fatto (cc valle Ofanto)

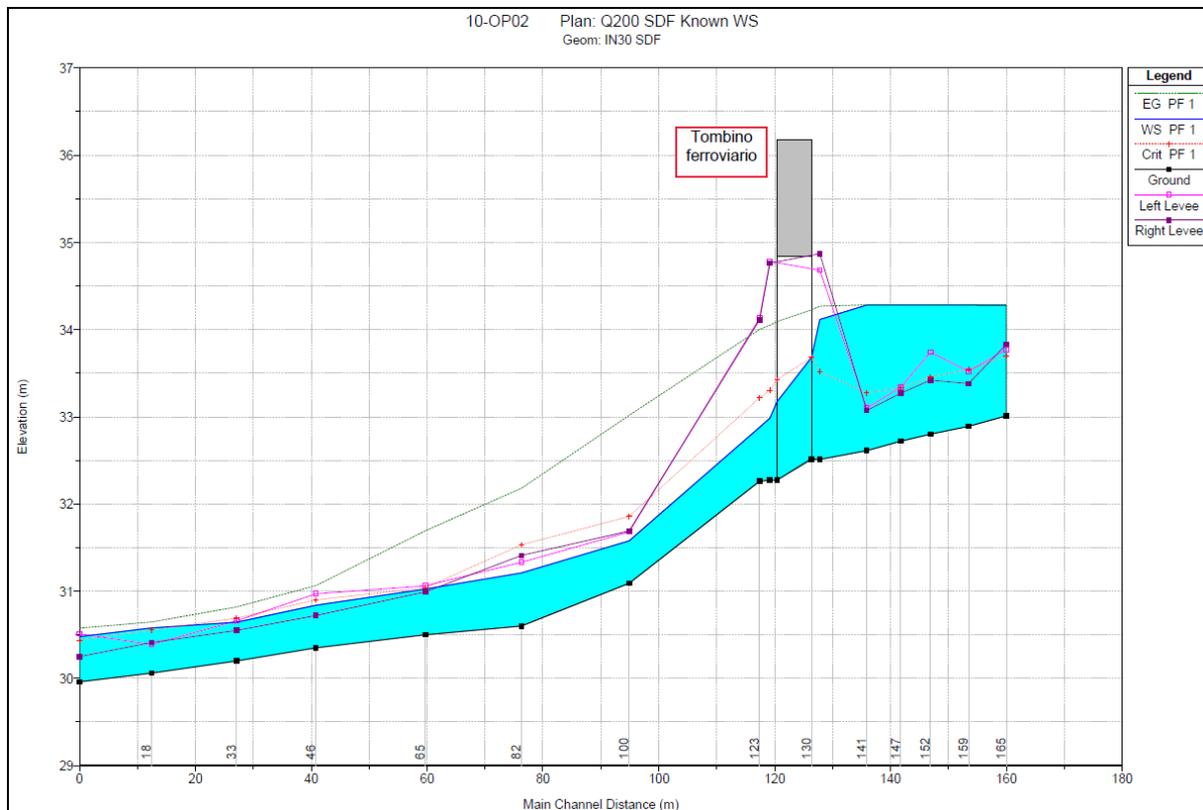


Figura 43 – Profili moto permanente modello IN30 – Tr200 – Stato di fatto (cc valle Ofanto)

7.10 IN32 – PK 16+449

Le verifiche ante operam evidenziano come le opere di attraversamento esistente, costituite da un manufatto ad arco 1.50x1.50 m sotto la ferrovia e da un analogo manufatto sotto la strada interpodereale adiacente, risultano insufficienti al transito della portata di progetto.

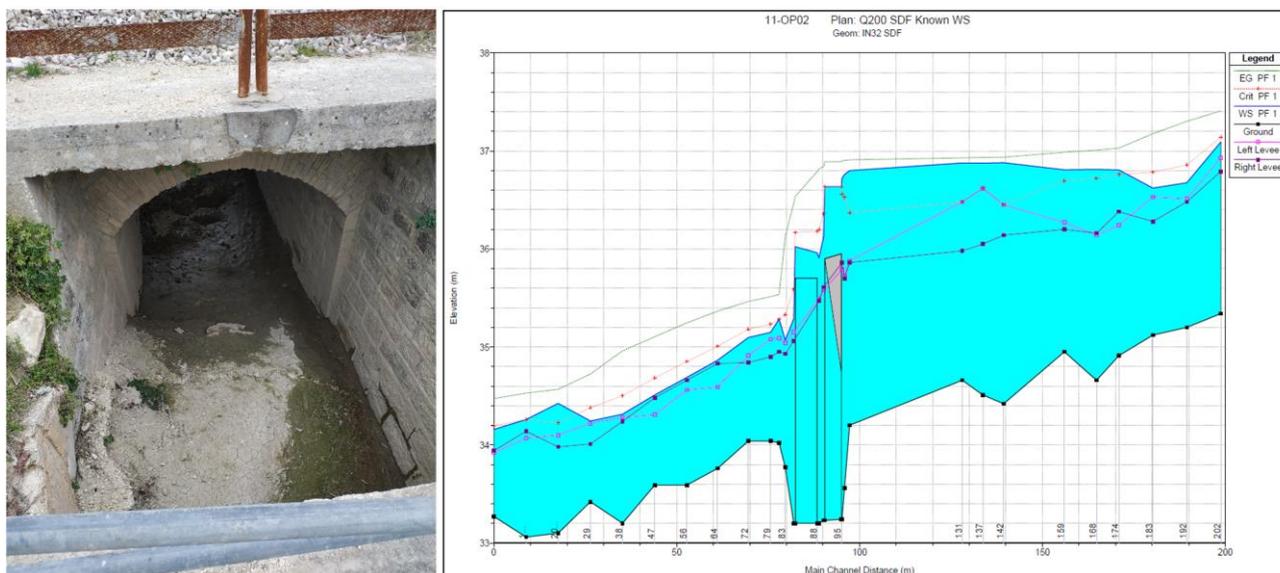


Figura 44 – Opera ferroviaria esistente e profilo stato di fatto Tr 200

La soluzione di progetto vede l'inserimento di un nuovo manufatto ferroviario di dimensioni 3.00x3.00m doppia canna sia sotto la ferrovia che sotto l'adiacente strada interpodereale. A valle della linea ferroviaria è previsto un canale di recapito in terra lungo circa 923 m (base 5.00 m, altezza 2.50 m, inclinazione sponde 3:2) con una pendenza costante pari a 0.5%. Si prevede inoltre la riprofilatura del canale a monte della ferrovia per uno sviluppo di circa 77 m, con medesima sezione e pendenza. Sono previsti quattro salti idraulici di altezza 1m, uno 20 m a monte della ferrovia, necessario per rendere compatibili le quote di scorrimento con quelle del p.f. di progetto, gli altri tre a valle della ferrovia, rispettivamente a 25m, 150m e 380m rispetto alla nuova opera di attraversamento. A valle di ciascun salto idraulico è da prevedersi il rivestimento del fondo del canale con pietrame cementato per una lunghezza minima di 2m.

La soluzione di progetto prevede inoltre la riprofilatura del canale di recapito IN30 a valle della relativa opera di attraversamento, fino ad immettere lo stesso canale nell'IN32 circa 363 m a monte della confluenza nell'Ofanto: quest'ultima avviene in corrispondenza di un'opera di recapito esistente posta nel corpo del rilevato arginale.

La riprofilatura del canale esistente IN30 presenta una lunghezza di circa 290 m, mediante una sezione trapezia in terra (base 3.00 m, altezza 2.00 m, inclinazione sponde 3:2).

Le opere in progetto (attraversamenti idraulici e canali di recapito) sono stati verificati assumendo due diverse condizioni di valle per il modello:

- Condizione di moto uniforme, permette di dimensionare per $Tr=200$ anni il canale di recapito fino al suo punto di immissione nell'Ofanto;
- Livello idrico dell'Ofanto per $Tr=30$ anni (31 mslsm), permette di verificare che, a monte delle aree allagate dalla piena dell'Ofanto, le opere dimensionate conservino i franchi idraulici anche in presenza dei rigurgiti provocati dalla eventuale contemporaneità degli eventi di piena.

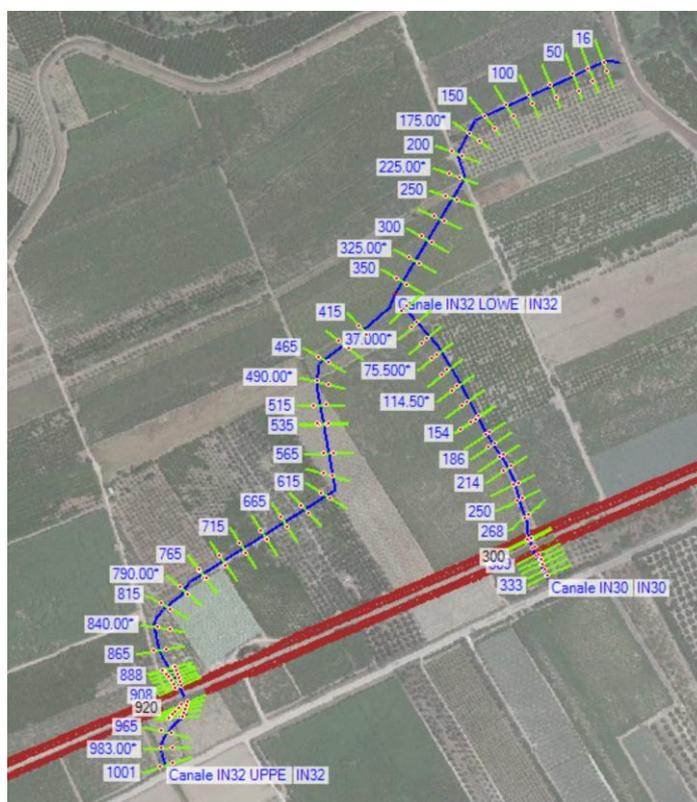


Figura 45 – Planimetria IN30-32 Stato di progetto

HEC-RAS Plan: Q200 SDP Known WS Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale IN32 UPPE	1001	PF 1	39.25	34.22	35.79	35.79	36.38	0.005012	3.40	11.56	9.71	0.99
Canale IN32 UPPE	983.00*	PF 1	39.25	34.13	35.70	35.70	36.29	0.005027	3.40	11.55	9.71	1.00
Canale IN32 UPPE	965	PF 1	39.25	34.04	35.61	35.61	36.20	0.005047	3.40	11.53	9.70	1.00
Canale IN32 UPPE	943	PF 1	39.25	33.93	35.50	35.50	36.09	0.005064	3.41	11.52	9.70	1.00
Canale IN32 UPPE	942	PF 1	39.25	32.93	33.89	34.50	35.93	0.029318	6.32	6.21	7.89	2.28
Canale IN32 UPPE	938.00*	PF 1	39.25	32.91	33.88	34.46	35.80	0.021842	6.14	6.39	7.70	2.15
Canale IN32 UPPE	934.00*	PF 1	39.25	32.89	33.86	34.42	35.70	0.018387	6.01	6.53	7.49	2.06
Canale IN32 UPPE	930.00*	PF 1	39.25	32.87	33.84	34.38	35.63	0.014291	5.82	6.83	7.25	1.98
Canale IN32 UPPE	926	PF 1	39.25	32.86	33.81	34.33	35.57	0.011426	5.88	6.88	7.00	1.92
Canale IN32 UPPE	920	Bridge										
Canale IN32 UPPE	908	PF 1	39.25	32.78	33.85	34.24	35.20	0.007858	5.15	7.82	7.00	1.58
Canale IN32 UPPE	904.00*	PF 1	39.25	32.74	33.88	34.24	35.15	0.007596	4.99	7.87	7.23	1.53
Canale IN32 UPPE	900.00*	PF 1	39.25	32.72	33.91	34.25	35.09	0.008515	4.82	8.14	7.54	1.48
Canale IN32 UPPE	896.00*	PF 1	39.25	32.70	33.93	34.24	35.03	0.008542	4.85	8.45	7.93	1.44
Canale IN32 UPPE	892.00*	PF 1	39.25	32.68	33.95	34.24	34.97	0.009543	4.47	8.78	8.39	1.39
Canale IN32 UPPE	888	PF 1	39.25	32.66	33.98	34.23	34.91	0.009520	4.27	9.20	8.96	1.34
Canale IN32 UPPE	888.7	PF 1	39.25	31.66	32.60	33.23	34.77	0.031982	6.52	6.02	7.82	2.37
Canale IN32 UPPE	885	PF 1	39.25	31.56	32.69	33.12	34.05	0.016498	5.18	7.58	8.40	1.74
Canale IN32 UPPE	840.00*	PF 1	39.25	31.43	32.86	33.00	33.81	0.007124	3.85	10.20	9.28	1.17
Canale IN32 UPPE	815	PF 1	39.25	31.31	32.88	32.87	33.46	0.005025	3.40	11.55	9.71	1.00
Canale IN32 UPPE	790.00*	PF 1	39.25	31.18	32.75	32.75	33.34	0.005070	3.41	11.51	9.70	1.00
Canale IN32 UPPE	785	PF 1	39.25	31.05	32.61	32.61	33.21	0.005073	3.43	11.44	9.60	1.00
Canale IN32 UPPE	784	PF 1	39.25	30.01	30.96	31.57	33.05	0.030531	6.41	6.12	7.86	2.32
Canale IN32 UPPE	739.50*	PF 1	39.25	28.88	31.06	31.45	32.30	0.014456	4.94	7.94	8.52	1.64
Canale IN32 UPPE	715	PF 1	39.25	29.78	31.31	31.33	31.92	0.005250	3.45	11.37	9.65	1.02
Canale IN32 UPPE	690.00*	PF 1	39.25	29.64	31.18	31.20	31.79	0.005331	3.47	11.31	9.63	1.02
Canale IN32 UPPE	665	PF 1	39.25	29.51	31.05	31.08	31.67	0.005437	3.50	11.23	9.61	1.03
Canale IN32 UPPE	640.00*	PF 1	39.25	29.38	30.91	30.95	31.55	0.005578	3.53	11.13	9.58	1.05
Canale IN32 UPPE	615	PF 1	39.25	29.26	30.89	30.83	31.42	0.004337	3.22	12.17	9.90	0.93
Canale IN32 UPPE	560.00*	PF 1	39.25	28.13	30.82	30.70	31.31	0.003880	3.09	12.69	10.06	0.88
Canale IN32 UPPE	565	PF 1	39.25	28.01	30.77	30.58	31.20	0.003133	2.91	13.62	11.93	0.80
Canale IN32 UPPE	535	PF 1	39.25	28.86	30.93	30.43	31.07	0.000903	1.83	32.36	48.59	0.45
Canale IN32 UPPE	534	PF 1	39.25	27.86	30.99	29.43	31.05	0.002235	1.15	46.34	50.00	0.24
Canale IN32 UPPE	515	PF 1	39.25	27.77	31.00	29.33	31.04	0.000167	0.98	57.39	50.00	0.20
Canale IN32 UPPE	490.00*	PF 1	39.25	27.64	31.00	29.21	31.03	0.000119	0.88	65.78	50.00	0.17
Canale IN32 UPPE	465	PF 1	39.25	27.51	31.00	29.08	31.02	0.000089	0.78	74.16	50.00	0.15
Canale IN32 UPPE	440.00*	PF 1	39.25	27.39	31.00	28.96	31.02	0.000071	0.72	80.61	50.00	0.14
Canale IN32 UPPE	415	PF 1	39.25	27.26	31.00	28.83	31.02	0.000057	0.67	87.06	50.00	0.12
Canale IN32 LOWE	350	PF 1	50.44	28.94	31.00	28.75	31.02	0.000080	0.73	102.40	50.00	0.13
Canale IN32 LOWE	325.00*	PF 1	50.44	28.82	31.00	28.82	31.01	0.000052	0.69	107.18	50.00	0.12
Canale IN32 LOWE	300	PF 1	50.44	28.69	31.00	28.60	31.01	0.000046	0.66	111.98	50.00	0.11
Canale IN32 LOWE	275.00*	PF 1	50.44	28.57	31.00	28.37	31.01	0.000039	0.63	117.98	50.00	0.10
Canale IN32 LOWE	250	PF 1	50.44	28.44	31.00	28.25	31.01	0.000034	0.60	123.98	50.00	0.10
Canale IN32 LOWE	225.00*	PF 1	50.44	28.31	31.00	28.12	31.01	0.000026	0.54	137.06	50.00	0.09
Canale IN32 LOWE	200	PF 1	50.44	28.19	31.00	28.00	31.01	0.000020	0.49	150.21	50.00	0.08
Canale IN32 LOWE	175.00*	PF 1	50.44	28.06	31.00	27.92	31.01	0.000017	0.46	156.75	50.00	0.07
Canale IN32 LOWE	150	PF 1	50.44	25.94	31.00	27.86	31.01	0.000015	0.43	160.48	50.00	0.07
Canale IN32 LOWE	125.00*	PF 1	50.44	25.82	31.00	27.82	31.01	0.000013	0.43	168.75	50.00	0.07
Canale IN32 LOWE	100	PF 1	50.44	25.69	31.00	27.54	31.00	0.000013	0.44	175.39	50.00	0.06
Canale IN32 LOWE	75.000*	PF 1	50.44	25.57	31.00	27.40	31.00	0.000011	0.38	183.45	50.00	0.06
Canale IN32 LOWE	50	PF 1	50.44	25.44	31.00	27.25	31.00	0.000009	0.35	189.15	50.00	0.05
Canale IN32 LOWE	33.000*	PF 1	50.44	25.38	31.00	27.19	31.00	0.000008	0.34	205.74	51.70	0.05
Canale IN32 LOWE	18	PF 1	50.44	25.27	31.00	27.21	31.00	0.000007	0.34	221.79	53.40	0.05

Tabella 27 – Risultati modello IN32 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)

HEC-RAS Plan: Q200 SDP Known WS River: IN30 Reach: Canale IN30 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale IN30	333	PF 1	10.56	33.01	34.28	33.73	34.29	0.000167	0.69	32.40	50.40	0.20
Canale IN30	327	PF 1	10.56	32.89	34.28	33.52	34.28	0.000077	0.50	41.24	50.40	0.13
Canale IN30	320	PF 1	10.56	32.80	34.28	33.49	34.28	0.000045	0.39	47.94	50.40	0.10
Canale IN30	315	PF 1	10.56	32.72	34.28	33.34	34.28	0.000031	0.34	54.63	50.40	0.09
Canale IN30	309	PF 1	10.56	32.61	34.28	33.30	34.28	0.000022	0.29	59.50	50.40	0.07
Canale IN30	301	PF 1	10.56	32.51	34.10	33.53	34.27	0.001003	1.88	6.61	5.11	0.49
Canale IN30	300	Bridge										
Canale IN30	293	PF 1	10.56	32.27	32.98	33.30	34.06	0.019050	4.64	2.41	3.96	1.86
Canale IN30	291	PF 1	10.56	32.26	32.79	33.15	34.00	0.032424	5.18	2.35	5.37	2.31
Canale IN30	268	PF 1	11.19	30.62	31.12	31.59	32.95	0.061276	6.00	1.87	4.49	2.97
Canale IN30	250	PF 1	11.19	30.25	30.86	31.21	31.97	0.029631	4.67	2.40	4.84	2.12
Canale IN30	233	PF 1	11.19	30.15	30.90	31.04	31.53	0.012173	3.56	3.44	8.65	1.42
Canale IN30	214	PF 1	11.19	30.03	30.99	30.89	31.06	0.001957	1.37	11.59	37.79	0.57
Canale IN30	201	PF 1	11.19	29.95	31.02	30.73	31.03	0.000360	0.81	24.83	51.10	0.26
Canale IN30	186	PF 1	11.19	29.86	31.02	30.60	31.03	0.000154	0.53	33.09	51.10	0.18
Canale IN30	173	PF 1	11.19	29.79	31.02	30.45	31.02	0.000099	0.47	38.04	51.10	0.14
Canale IN30	154	PF 1	11.19	29.67	31.02	30.23	31.02	0.000042	0.28	48.16	50.10	0.09
Canale IN30	152.6	PF 1	11.19	28.67	31.02	29.63	31.02	0.000026	0.31	54.55	50.00	0.08
Canale IN30	134	PF 1	11.19	28.58	31.02	29.53	31.02	0.000020	0.30	59.73	49.00	0.07
Canale IN30	114.50*	PF 1	11.19	28.48	31.02	29.43	31.02	0.000016	0.28	63.22	48.00	0.06
Canale IN30	95	PF 1	11.19	28.39	31.02	29.34	31.02	0.000014	0.26	66.50	47.00	0.06
Canale IN30	75.500*	PF 1	11.19	28.29	31.02	29.24	31.02	0.000012	0.25	68.48	46.05	0.05
Canale IN30	56	PF 1	11.19	28.19	31.02	29.14	31.02	0.000011	0.25	70.33	45.10	0.05
Canale IN30	37.000*	PF 1	11.19	28.10	31.02	29.05	31.02	0.000010	0.24	72.27	44.20	0.05
Canale IN30	18	PF 1	11.19	28.00	31.02	28.95	31.02	0.000009	0.23	74.09	43.30	0.05

Tabella 28 – Risultati modello IN30 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)

HEC-RAS Plan: Q200 SDP Normal depth Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale IN32 UPPE	1001	PF 1	39.25	34.22	35.79	35.79	36.38	0.005012	3.40	11.56	9.71	0.99
Canale IN32 UPPE	983.00*	PF 1	39.25	34.13	35.70	35.70	36.29	0.005027	3.40	11.55	9.71	1.00
Canale IN32 UPPE	995	PF 1	39.25	34.04	35.61	35.61	36.20	0.005047	3.40	11.53	9.70	1.00
Canale IN32 UPPE	943	PF 1	39.25	33.93	35.50	35.50	36.09	0.005064	3.41	11.52	9.70	1.00
Canale IN32 UPPE	942	PF 1	39.25	32.93	33.89	34.50	35.93	0.029318	6.32	6.21	7.89	2.28
Canale IN32 UPPE	938.00*	PF 1	39.25	32.91	33.88	34.46	35.80	0.021842	6.14	6.39	7.70	2.15
Canale IN32 UPPE	934.00*	PF 1	39.25	32.89	33.86	34.42	35.70	0.018387	6.01	6.53	7.49	2.06
Canale IN32 UPPE	930.00*	PF 1	39.25	32.87	33.84	34.38	35.63	0.014291	5.92	6.63	7.25	1.98
Canale IN32 UPPE	926	PF 1	39.25	32.86	33.81	34.33	35.57	0.011426	5.88	6.68	7.00	1.92
Canale IN32 UPPE	920	Bridge										
Canale IN32 UPPE	908	PF 1	39.25	32.78	33.85	34.24	35.20	0.007658	5.15	7.62	7.00	1.58
Canale IN32 UPPE	904.00*	PF 1	39.25	32.74	33.88	34.24	35.15	0.007596	4.99	7.87	7.23	1.53
Canale IN32 UPPE	900.00*	PF 1	39.25	32.72	33.91	34.25	35.09	0.008515	4.82	8.14	7.54	1.48
Canale IN32 UPPE	896.00*	PF 1	39.25	32.70	33.93	34.24	35.03	0.008542	4.65	8.45	7.93	1.44
Canale IN32 UPPE	892.00*	PF 1	39.25	32.68	33.95	34.24	34.97	0.009543	4.47	8.78	8.39	1.39
Canale IN32 UPPE	888	PF 1	39.25	32.66	33.98	34.23	34.91	0.009520	4.27	9.20	8.96	1.34
Canale IN32 UPPE	886.7	PF 1	39.25	31.66	32.60	33.23	34.77	0.031982	6.52	6.02	7.82	2.37
Canale IN32 UPPE	885	PF 1	39.25	31.59	32.69	33.12	34.05	0.016488	5.16	7.58	8.40	1.74
Canale IN32 UPPE	840.00*	PF 1	39.25	31.43	32.86	33.00	33.61	0.007124	3.85	10.20	9.28	1.17
Canale IN32 UPPE	815	PF 1	39.25	31.31	32.88	32.87	33.46	0.005026	3.40	11.55	9.71	1.00
Canale IN32 UPPE	790.00*	PF 1	39.25	31.18	32.75	32.75	33.34	0.005070	3.41	11.51	9.70	1.00
Canale IN32 UPPE	785	PF 1	39.25	31.05	32.61	32.61	33.21	0.005073	3.43	11.44	9.60	1.00
Canale IN32 UPPE	764	PF 1	39.25	30.01	30.96	31.57	33.05	0.030531	6.41	6.12	7.86	2.32
Canale IN32 UPPE	739.50*	PF 1	39.25	29.88	31.08	31.45	32.30	0.014459	4.94	7.94	8.52	1.84
Canale IN32 UPPE	715	PF 1	39.25	29.78	31.31	31.33	31.92	0.005250	3.45	11.37	9.65	1.02
Canale IN32 UPPE	690.00*	PF 1	39.25	29.64	31.18	31.20	31.79	0.005331	3.47	11.31	9.63	1.02
Canale IN32 UPPE	665	PF 1	39.25	29.51	31.05	31.08	31.67	0.005437	3.50	11.23	9.61	1.03
Canale IN32 UPPE	640.00*	PF 1	39.25	29.38	30.91	30.95	31.55	0.005578	3.53	11.13	9.58	1.05
Canale IN32 UPPE	615	PF 1	39.25	29.26	30.77	30.83	31.42	0.005776	3.57	10.99	9.54	1.06
Canale IN32 UPPE	590.00*	PF 1	39.25	29.13	30.63	30.70	31.30	0.006056	3.63	10.80	9.48	1.09
Canale IN32 UPPE	565	PF 1	39.25	29.01	30.49	30.58	31.18	0.006254	3.67	10.68	9.44	1.10
Canale IN32 UPPE	535	PF 1	39.25	28.88	30.43	30.43	31.02	0.005026	3.41	11.52	9.93	1.00
Canale IN32 UPPE	534	PF 1	39.25	27.86	28.82	29.43	30.86	0.029364	6.33	6.20	7.89	2.28
Canale IN32 UPPE	515	PF 1	39.25	27.77	28.90	29.33	30.25	0.016179	5.14	7.63	8.42	1.72
Canale IN32 UPPE	460.00*	PF 1	39.25	27.64	29.40	29.21	29.84	0.003259	2.91	13.49	10.29	0.81
Canale IN32 UPPE	465	PF 1	39.25	27.51	29.37	29.08	29.75	0.002721	2.73	14.40	10.55	0.75
Canale IN32 UPPE	440.00*	PF 1	39.25	27.39	29.34	28.96	29.67	0.002242	2.54	15.44	10.85	0.88
Canale IN32 UPPE	415	PF 1	39.25	27.26	29.32	28.83	29.60	0.001837	2.37	16.59	11.16	0.82
Canale IN32 LOWE	350	PF 1	50.44	26.94	28.75	28.75	29.42	0.004924	3.62	13.93	10.42	1.00
Canale IN32 LOWE	325.00*	PF 1	50.44	26.82	28.60	28.62	29.29	0.005114	3.67	13.74	10.36	1.02
Canale IN32 LOWE	300	PF 1	50.44	26.69	28.48	28.50	29.17	0.005114	3.67	13.74	10.36	1.02
Canale IN32 LOWE	275.00*	PF 1	50.44	26.57	28.35	28.37	29.04	0.005114	3.67	13.74	10.36	1.02
Canale IN32 LOWE	250	PF 1	50.44	26.44	28.23	28.25	28.92	0.005114	3.67	13.74	10.36	1.02
Canale IN32 LOWE	225.00*	PF 1	50.44	26.31	28.10	28.12	28.79	0.005113	3.67	13.74	10.37	1.02
Canale IN32 LOWE	200	PF 1	50.44	26.19	27.98	28.00	28.67	0.005146	3.68	13.71	10.36	1.02
Canale IN32 LOWE	175.00*	PF 1	50.44	26.06	27.75	27.92	28.51	0.007144	3.85	13.11	12.19	1.19
Canale IN32 LOWE	150	PF 1	50.44	25.94	27.95	27.86	28.35	0.003804	2.81	18.16	18.85	0.87
Canale IN32 LOWE	125.00*	PF 1	50.44	25.82	27.92	27.82	28.26	0.002197	2.61	20.20	17.80	0.69
Canale IN32 LOWE	100	PF 1	50.44	25.69	27.60	27.54	28.17	0.003501	3.35	15.85	15.78	0.87
Canale IN32 LOWE	75.000*	PF 1	50.44	25.57	27.68	27.40	28.03	0.002409	2.61	19.45	14.63	0.71
Canale IN32 LOWE	50	PF 1	50.44	25.44	27.25	27.25	27.92	0.004917	3.62	13.94	10.42	1.00
Canale IN32 LOWE	33.000*	PF 1	50.44	25.36	27.01	27.19	27.80	0.008137	3.95	12.78	12.88	1.25
Canale IN32 LOWE	16	PF 1	50.44	25.27	27.21	27.21	27.70	0.003084	3.16	18.87	26.89	0.81

Tabella 29 – Risultati modello IN32 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

HEC-RAS Plan: Q200 SDP Normal depth River: IN30 Reach: Canale IN30 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale IN30	333	PF 1	10.56	33.01	34.28	33.73	34.29	0.000167	0.69	32.40	50.40	0.20
Canale IN30	327	PF 1	10.56	32.89	34.28	33.52	34.28	0.000077	0.50	41.24	50.40	0.13
Canale IN30	320	PF 1	10.56	32.80	34.28	33.49	34.28	0.000045	0.39	47.94	50.40	0.10
Canale IN30	315	PF 1	10.56	32.72	34.28	33.34	34.28	0.000031	0.34	54.63	50.40	0.09
Canale IN30	309	PF 1	10.56	32.61	34.28	33.30	34.28	0.000022	0.29	59.50	50.40	0.07
Canale IN30	301	PF 1	10.56	32.51	34.10	33.53	34.27	0.001003	1.88	6.61	5.11	0.49
Canale IN30	300	Bridge										
Canale IN30	293	PF 1	10.56	32.27	32.98	33.30	34.06	0.019050	4.64	2.41	3.96	1.86
Canale IN30	291	PF 1	10.56	32.26	32.79	33.15	34.00	0.032424	5.18	2.35	5.37	2.31
Canale IN30	268	PF 1	11.19	30.62	31.12	31.59	32.95	0.061276	6.00	1.87	4.49	2.97
Canale IN30	250	PF 1	11.19	30.25	30.86	31.21	31.97	0.029631	4.67	2.40	4.84	2.12
Canale IN30	233	PF 1	11.19	30.15	30.90	31.04	31.53	0.012173	3.56	3.44	8.65	1.42
Canale IN30	214	PF 1	11.19	30.03	30.89	30.89	31.02	0.004374	1.86	8.30	26.41	0.83
Canale IN30	201	PF 1	11.19	29.95	30.73	30.73	30.84	0.003103	1.86	10.92	43.69	0.73
Canale IN30	186	PF 1	11.19	29.86	30.53	30.60	30.76	0.008282	2.43	7.16	36.22	1.14
Canale IN30	173	PF 1	11.19	29.79	30.45	30.45	30.59	0.004955	2.05	8.22	26.33	0.90
Canale IN30	154	PF 1	11.19	29.67	30.23	30.23	30.32	0.011404	1.40	8.79	50.10	1.12
Canale IN30	152.6	PF 1	11.19	28.67	29.35	29.63	30.23	0.021187	4.15	2.70	5.02	1.81
Canale IN30	134	PF 1	11.19	28.58	29.64	29.53	29.91	0.004000	2.30	4.87	6.18	0.83
Canale IN30	114.50*	PF 1	11.19	28.48	29.59	29.43	29.83	0.003413	2.17	5.16	6.32	0.77
Canale IN30	95	PF 1	11.19	28.39	29.55	29.34	29.76	0.002802	2.02	5.54	6.50	0.70
Canale IN30	75.500*	PF 1	11.19	28.29	29.52	29.24	29.70	0.002248	1.86	6.00	6.71	0.63
Canale IN30	56	PF 1	11.19	28.19	29.50	29.14	29.65	0.001784	1.71	6.53	6.94	0.56
Canale IN30	37.000*	PF 1	11.19	28.10	29.49	29.05	29.62	0.001415	1.58	7.10	7.19	0.51
Canale IN30	18	PF 1	11.19	28.00	29.48	28.95	29.59	0.001124	1.45	7.73	7.44	0.45

Tabella 30 – Risultati modello IN30 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

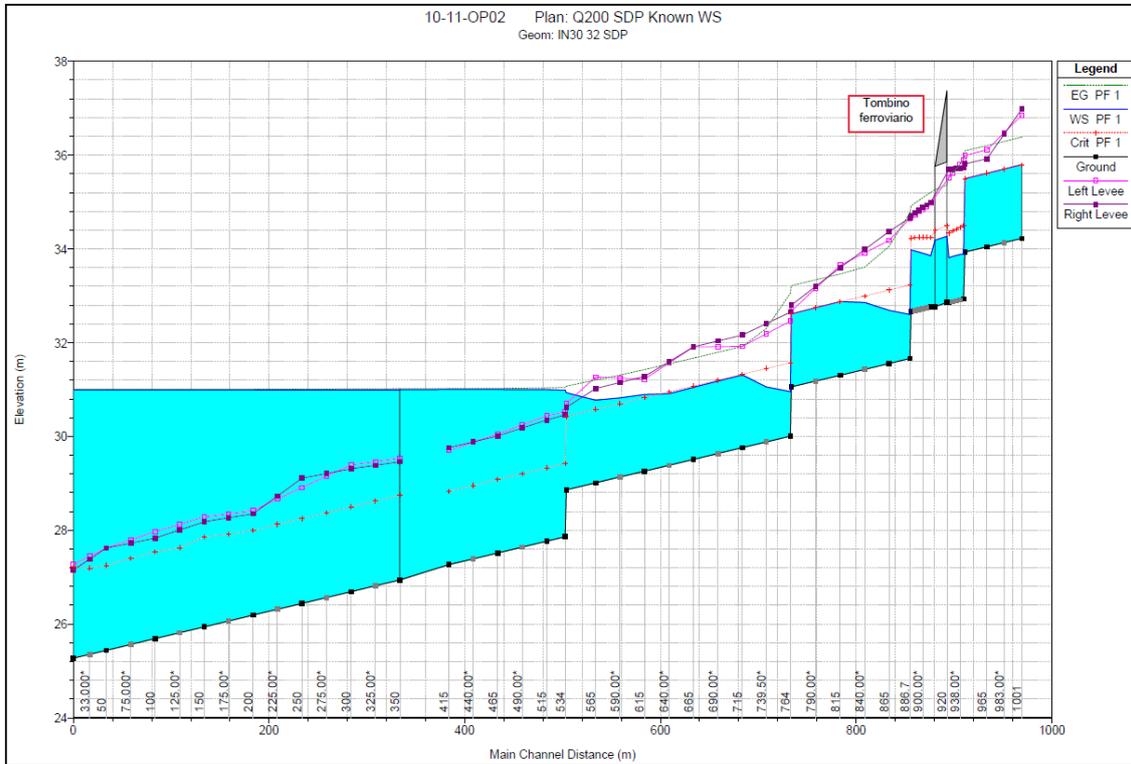


Figura 46 – Profili moto permanente modello IN32 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)

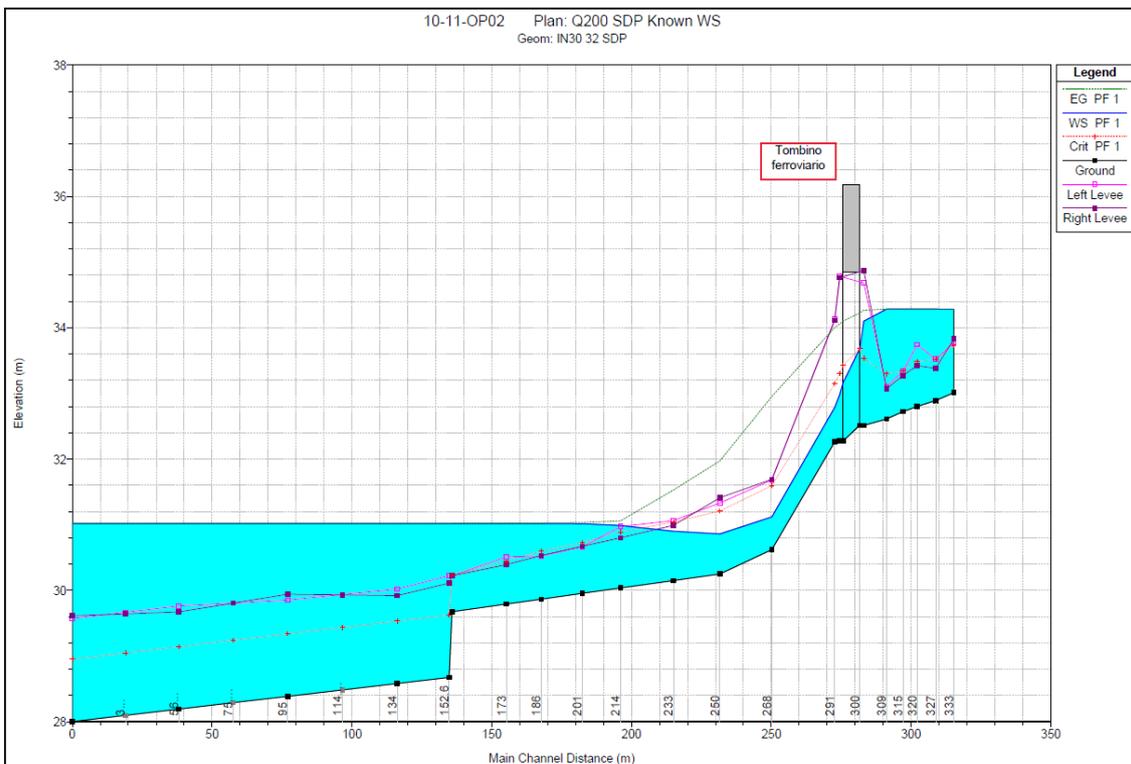


Figura 47 – Profili moto permanente modello IN30 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)

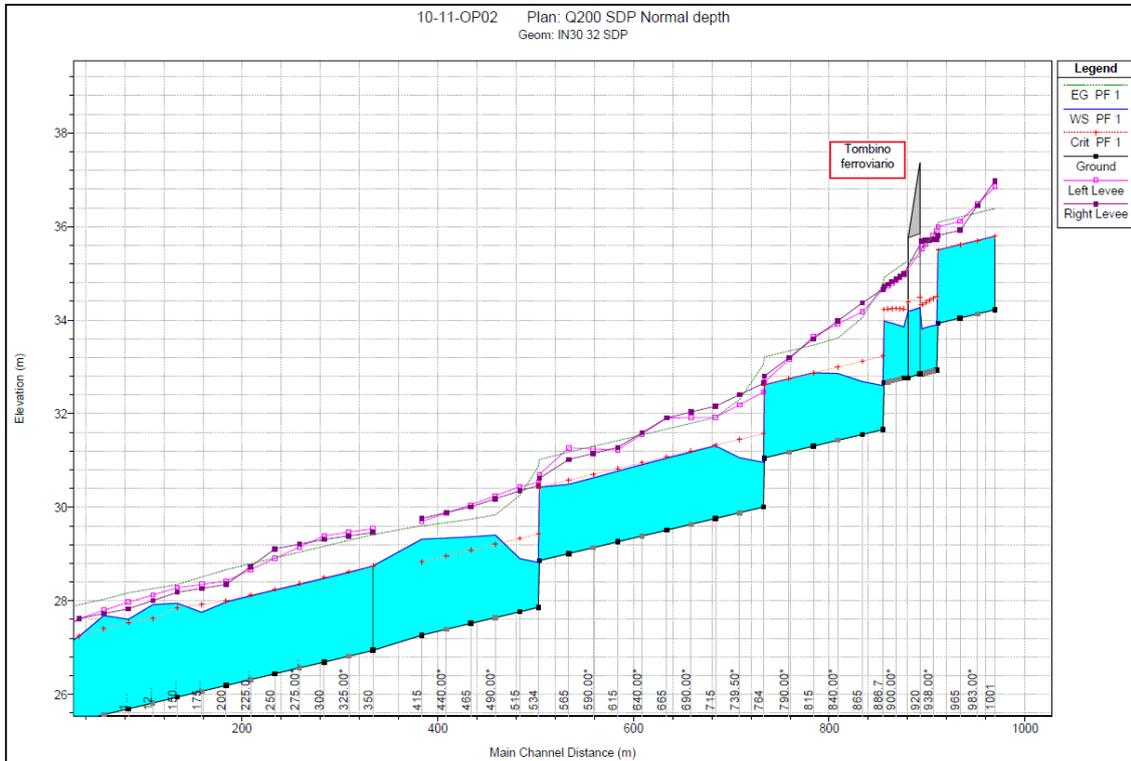


Figura 48 – Profili moto permanente modello IN32 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

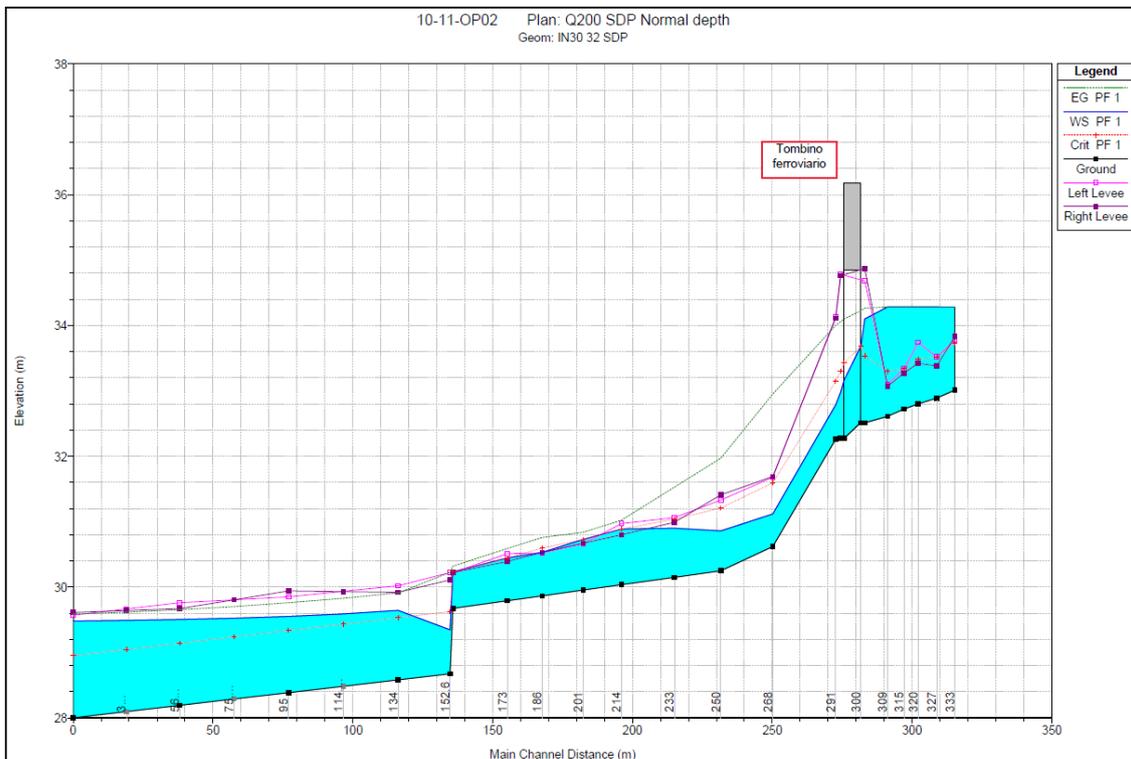


Figura 49 – Profili moto permanente modello IN30 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

7.11 IN34 – PK 17+088

L'opera IN34 rientra in quel set di casi in cui non è stato possibile implementare il modello nella configurazione ante operam per assenza di incisione idraulica sul territorio. Le verifiche ante operam sono state quindi svolte in regime di moto uniforme e hanno evidenziato una insufficienza dell'opera esistente, si riportano di seguito le verifiche nella configurazione post operam.



Figura 50 – Opera ferroviaria esistente

La soluzione di progetto vede l'inserimento di un nuovo manufatto ferroviario di dimensioni 3.00x2.50m doppia canna. A valle della linea ferroviaria è previsto un canale di recapito in terra lungo circa 597 m (base 5.00 m, altezza 1.50 m, inclinazione sponde 3:2) con una pendenza costante pari a 0.5%. Al fine di garantire il contenimento della portata duecentennale in alcuni tratti sono stati previsti degli arginelli fuoriterra di altezza pari a 50 cm. Si prevede inoltre la riprofilatura del canale a monte della ferrovia per uno sviluppo di 183 m, con medesima sezione e pendenza. Sono previsti due salti idraulici, uno 50 m a monte della ferrovia, necessario per rendere compatibili le quote di scorrimento con quelle del p.f. di progetto, e uno 50 m a valle della stessa. A valle di ciascun salto idraulico è da prevedersi il rivestimento del fondo del canale con pietrame cementato per una lunghezza minima di 2m.

Le opere in progetto (attraversamenti idraulici e canali di recapito) sono stati verificati assumendo due diverse condizioni di valle per il modello:

- Condizione di moto uniforme, permette di dimensionare per $T_r=200$ anni il canale di recapito fino al suo punto di immissione nell'Ofanto;

Relazione idraulica corsi d'acqua minori

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA6C	00	F 10	RIID0002 002	C	85 DI 101

- Livello idrico dell'Ofanto per $T_r=30$ anni (33.90 mslsm), permette di verificare che, a monte delle aree allagate dalla piena dell'Ofanto, le opere dimensionate conservino i franchi idraulici anche in presenza dei rigurgiti provocati dalla eventuale contemporaneità degli eventi di piena.



Figura 51 – Planimetria IN34 Stato di progetto

HEC-RAS Plan: Q200 Normal depth River: IN34 Reach: Canale IN34 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale IN34	776	PF 1	15.75	35.37	36.32	36.28	36.66	0.004952	2.58	6.10	7.85	0.93
Canale IN34	758.50°	PF 1	15.75	35.28	36.23	36.19	36.57	0.004955	2.58	6.10	7.85	0.93
Canale IN34	741	PF 1	15.75	35.20	36.15	36.11	36.49	0.004930	2.58	6.11	7.86	0.93
Canale IN34	723.50°	PF 1	15.75	35.11	36.06	36.02	36.40	0.004904	2.57	6.12	7.86	0.93
Canale IN34	706	PF 1	15.75	35.02	35.98	35.93	36.31	0.004863	2.56	6.14	7.86	0.93
Canale IN34	689	PF 1	15.75	34.93	35.90	35.85	36.23	0.004767	2.55	6.19	7.88	0.92
Canale IN34	671.50°	PF 1	15.75	34.85	35.82	35.76	36.14	0.004636	2.52	6.25	7.90	0.91
Canale IN34	654	PF 1	15.75	34.76	35.67	35.67	36.05	0.005719	2.71	5.81	7.74	1.00
Canale IN34	653	PF 1	15.75	33.76	34.24	34.67	35.90	0.051578	5.70	2.76	6.45	2.78
Canale IN34	634	PF 1	15.75	33.66	34.34	34.58	35.11	0.016593	3.90	4.04	7.02	1.64
Canale IN34	614	PF 1	15.75	33.57	34.79	34.48	34.97	0.001996	1.88	8.38	8.68	0.61
Canale IN34	612.00°	PF 1	15.75	33.56	34.79	34.45	34.97	0.001576	1.88	8.38	8.12	0.59
Canale IN34	610.00°	PF 1	15.75	33.55	34.79	34.41	34.97	0.001346	1.86	8.48	7.67	0.56
Canale IN34	608.00°	PF 1	15.75	33.54	34.79	34.37	34.96	0.001033	1.82	8.64	7.30	0.53
Canale IN34	606	PF 1	15.75	33.53	34.80	34.33	34.96	0.000783	1.78	8.86	7.00	0.50
Canale IN34	603	Bridge										
Canale IN34	600	PF 1	15.75	33.50	34.74	34.30	34.91	0.000827	1.81	8.70	7.00	0.52
Canale IN34	598.20°	PF 1	15.75	33.49	34.74	34.29	34.91	0.000821	1.81	8.70	7.00	0.52
Canale IN34	596.40°	PF 1	15.75	33.48	34.74	34.29	34.90	0.000811	1.81	8.71	7.00	0.52
Canale IN34	594.60°	PF 1	15.75	33.47	34.74	34.29	34.90	0.000914	1.81	8.72	7.00	0.52
Canale IN34	592.80°	PF 1	15.75	33.46	34.73	34.28	34.90	0.000904	1.80	8.73	7.01	0.52
Canale IN34	591	PF 1	15.75	33.46	34.73	34.28	34.90	0.000895	1.80	8.74	7.02	0.52
Canale IN34	582.60°	PF 1	15.75	33.41	34.73	34.26	34.89	0.000945	1.78	8.86	7.14	0.51
Canale IN34	574.20°	PF 1	15.75	33.37	34.73	34.24	34.88	0.000977	1.74	9.06	7.38	0.50
Canale IN34	565.80°	PF 1	15.75	33.33	34.72	34.21	34.87	0.001093	1.68	9.38	7.79	0.49
Canale IN34	557.40°	PF 1	15.75	33.29	34.72	34.19	34.85	0.001065	1.59	9.90	8.44	0.47
Canale IN34	549	PF 1	21.93	33.25	34.36	34.36	34.80	0.005473	2.95	7.42	8.34	1.00
Canale IN34	548	PF 1	21.93	32.25	32.87	33.36	34.66	0.041643	5.93	3.70	6.87	2.58
Canale IN34	525.50°	PF 1	21.93	32.13	32.97	33.24	33.86	0.014759	4.17	5.26	7.52	1.59
Canale IN34	503	PF 1	21.93	32.02	33.19	33.13	33.58	0.004571	2.77	7.91	8.51	0.92
Canale IN34	454	PF 1	21.93	31.77	33.06	32.88	33.37	0.003287	2.47	8.88	8.85	0.79
Canale IN34	406	PF 1	21.93	31.53	32.69	32.67	33.16	0.005050	3.02	7.28	7.55	0.96
Canale IN34	358	PF 1	21.93	31.29	32.45	32.43	32.91	0.004989	3.01	7.31	7.58	0.96
Canale IN34	309	PF 1	21.93	31.05	32.24	32.18	32.67	0.004644	2.90	7.58	7.73	0.92
Canale IN34	261	PF 1	21.93	30.80	31.94	31.94	32.42	0.005373	3.08	7.14	7.58	0.99
Canale IN34	212	PF 1	21.93	30.56	31.68	31.69	32.17	0.005620	3.12	7.05	7.61	1.02
Canale IN34	164	PF 1	21.93	30.32	31.42	31.45	31.93	0.005902	3.17	6.93	7.57	1.04
Canale IN34	115	PF 1	21.93	30.07	31.21	31.18	31.63	0.005011	2.86	7.66	8.42	0.96
Canale IN34	67	PF 1	21.93	29.83	30.97	30.94	31.39	0.005004	2.86	7.66	8.42	0.96
Canale IN34	4	PF 1	21.93	29.52	30.66	30.63	31.08	0.005004	2.86	7.66	8.42	0.96

Tabella 31 – Risultati modello IN34 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

HEC-RAS Plan: Q200 Known WS River: IN34 Reach: Canale IN34 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale IN34	776	PF 1	15.75	35.37	36.32	36.28	36.66	0.004952	2.58	6.10	7.85	0.93
Canale IN34	758.50*	PF 1	15.75	35.28	36.23	36.19	36.57	0.004955	2.58	6.10	7.85	0.93
Canale IN34	741	PF 1	15.75	35.20	36.15	36.11	36.49	0.004930	2.58	6.11	7.86	0.93
Canale IN34	723.50*	PF 1	15.75	35.11	36.06	36.02	36.40	0.004904	2.57	6.12	7.86	0.93
Canale IN34	706	PF 1	15.75	35.02	35.98	35.93	36.31	0.004863	2.56	6.14	7.86	0.93
Canale IN34	689	PF 1	15.75	34.93	35.90	35.85	36.23	0.004767	2.55	6.19	7.88	0.92
Canale IN34	671.50*	PF 1	15.75	34.85	35.82	35.76	36.14	0.004636	2.52	6.25	7.90	0.91
Canale IN34	654	PF 1	15.75	34.76	35.67	35.67	36.05	0.005719	2.71	5.81	7.74	1.00
Canale IN34	653	PF 1	15.75	33.76	34.24	34.67	35.90	0.051578	5.70	2.76	6.45	2.78
Canale IN34	634	PF 1	15.75	33.66	34.34	34.58	35.11	0.016593	3.90	4.04	7.02	1.64
Canale IN34	614	PF 1	15.75	33.57	34.79	34.48	34.97	0.001996	1.88	8.38	8.68	0.61
Canale IN34	612.00*	PF 1	15.75	33.56	34.79	34.45	34.97	0.001576	1.88	8.38	8.12	0.59
Canale IN34	610.00*	PF 1	15.75	33.55	34.79	34.41	34.97	0.001346	1.86	8.48	7.87	0.56
Canale IN34	608.00*	PF 1	15.75	33.54	34.79	34.37	34.96	0.001033	1.82	8.64	7.30	0.53
Canale IN34	606	PF 1	15.75	33.53	34.80	34.33	34.96	0.000783	1.78	8.86	7.00	0.50
Canale IN34	603	Bridge										
Canale IN34	600	PF 1	15.75	33.50	34.74	34.30	34.91	0.000827	1.81	8.70	7.00	0.52
Canale IN34	598.20*	PF 1	15.75	33.49	34.74	34.29	34.91	0.000821	1.81	8.70	7.00	0.52
Canale IN34	596.40*	PF 1	15.75	33.48	34.74	34.29	34.90	0.000811	1.81	8.71	7.00	0.52
Canale IN34	594.60*	PF 1	15.75	33.47	34.74	34.29	34.90	0.000914	1.81	8.72	7.00	0.52
Canale IN34	592.80*	PF 1	15.75	33.46	34.73	34.28	34.90	0.000904	1.80	8.73	7.01	0.52
Canale IN34	591	PF 1	15.75	33.46	34.73	34.28	34.90	0.000895	1.80	8.74	7.02	0.52
Canale IN34	582.60*	PF 1	15.75	33.41	34.73	34.26	34.89	0.000945	1.78	8.86	7.14	0.51
Canale IN34	574.20*	PF 1	15.75	33.37	34.73	34.24	34.88	0.000977	1.74	9.06	7.38	0.50
Canale IN34	565.80*	PF 1	15.75	33.33	34.72	34.21	34.87	0.001094	1.68	9.38	7.79	0.49
Canale IN34	557.40*	PF 1	15.75	33.29	34.72	34.19	34.85	0.001065	1.59	9.90	8.44	0.47
Canale IN34	549	PF 1	21.93	33.25	34.36	34.36	34.80	0.005473	2.95	7.42	8.34	1.00
Canale IN34	548	PF 1	21.93	32.25	32.87	33.36	34.66	0.041643	5.93	3.70	6.87	2.58
Canale IN34	525.50*	PF 1	21.93	32.13	33.88	33.24	34.02	0.001045	1.64	13.36	10.26	0.46
Canale IN34	503	PF 1	21.93	32.02	33.88	33.13	33.99	0.000796	1.50	15.13	14.79	0.41
Canale IN34	454	PF 1	21.93	31.77	33.89	32.88	33.95	0.000352	1.15	23.00	19.70	0.28
Canale IN34	406	PF 1	21.93	31.53	33.90	32.67	33.93	0.000176	0.95	31.56	20.60	0.20
Canale IN34	358	PF 1	21.93	31.29	33.90	32.43	33.92	0.000094	0.75	40.81	21.50	0.15
Canale IN34	309	PF 1	21.93	31.05	33.90	32.18	33.92	0.000058	0.62	48.78	22.40	0.12
Canale IN34	261	PF 1	21.93	30.80	33.90	31.94	33.91	0.000043	0.57	54.01	23.20	0.11
Canale IN34	212	PF 1	21.93	30.56	33.90	31.69	33.91	0.000031	0.51	61.01	24.10	0.09
Canale IN34	164	PF 1	21.93	30.32	33.90	31.45	33.91	0.000023	0.46	67.85	25.00	0.08
Canale IN34	115	PF 1	21.93	30.07	33.90	31.18	33.91	0.000017	0.41	74.15	25.90	0.07
Canale IN34	67	PF 1	21.93	29.83	33.90	30.94	33.91	0.000017	0.40	72.40	26.80	0.07
Canale IN34	4	PF 1	21.93	29.52	33.90	30.63	33.91	0.000012	0.37	80.33	24.10	0.06

Tabella 32 – Risultati modello IN34 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)

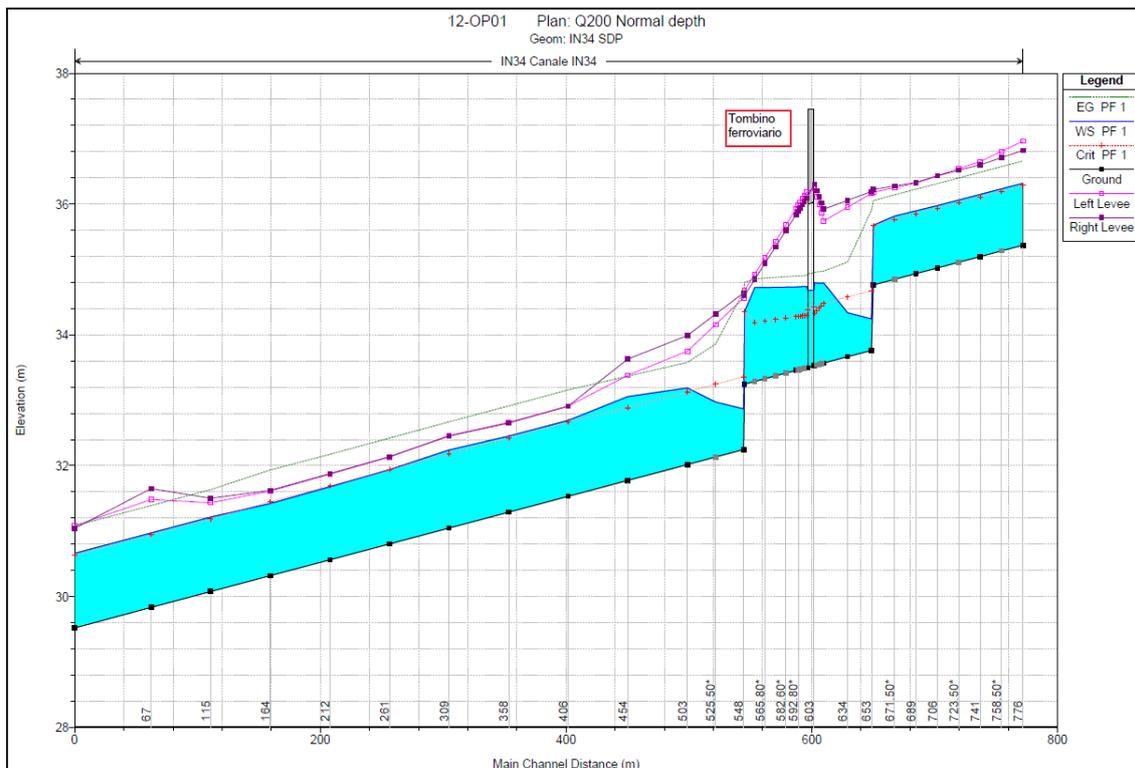


Figura 52 – Profili moto permanente modello IN34 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

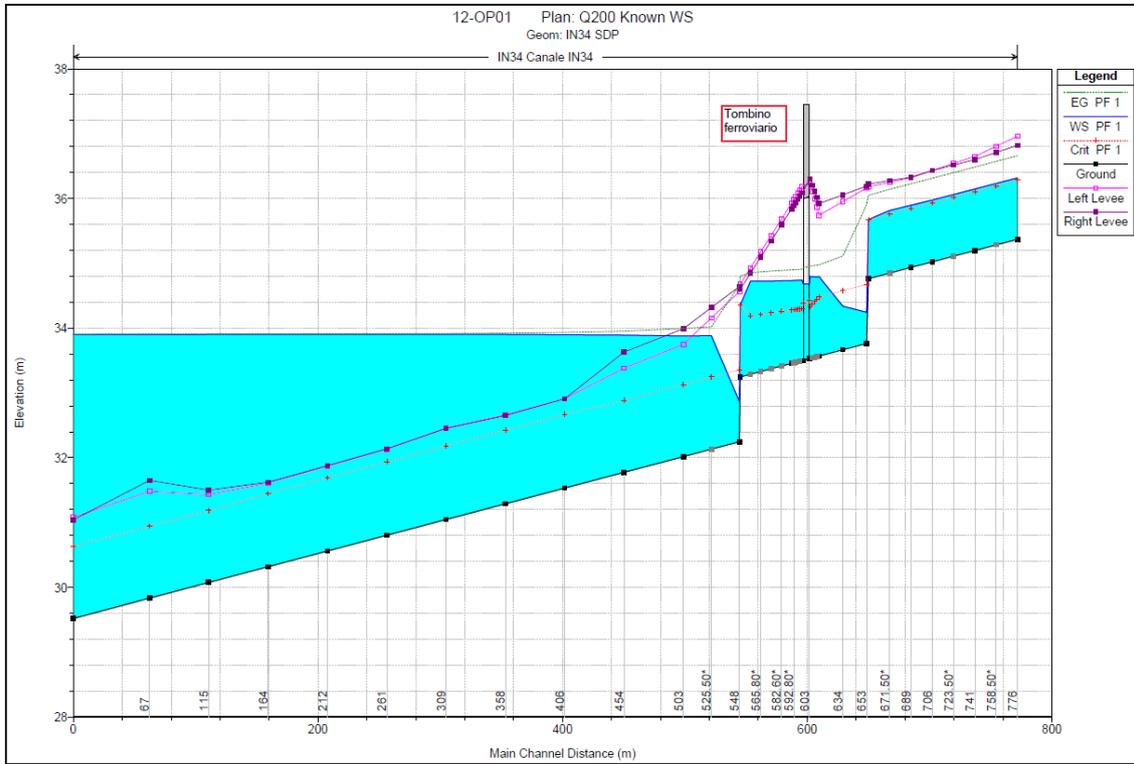


Figura 53 – Profili moto permanente modello IN34 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)

7.12 IN37 – PK 19+273

Le simulazioni svolte con riferimento alla configurazione ante operam mostrano che il manufatto esistente di dimensioni pari a 4.00x3.80m, nella sua configurazione ante operam presenta franchi idraulici pari a 2.80m e rispondente ai criteri di sicurezza idraulica, in accordo alle normative vigenti.



Figura 54 – Opera ferroviaria esistente

Per tener garantire il contenimento della portata di progetto incrementata delle immissioni provenienti dalle IN38 e IN39, si prevede di adeguare la sezione del canale esistente mediante arginelli fuori terra di altezza 50 cm per un tratto di canale di circa 690 m a valle della ferrovia.

Le opere in progetto (attraversamenti idraulici e canali di recapito) sono stati verificati assumendo due diverse condizioni di valle per il modello:

- Condizione di moto uniforme, permette di dimensionare per $Tr=200$ anni il canale di recapito fino al suo punto di immissione nell'Ofanto;
- Livello idrico dell'Ofanto per $Tr=30$ anni (38.09 mslsm), permette di verificare che, a monte delle aree allagate dalla piena dell'Ofanto, le opere dimensionate conservino i franchi idraulici anche in presenza dei rigurgiti provocati dalla eventuale contemporaneità degli eventi di piena.

HEC-RAS Plan: Q200 SDP Known WS River: IN37 Reach: Canale IN37 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale IN37	1266	PF 1	15.18	41.10	42.22	42.91	44.46	0.020021	7.61	2.62	3.46	2.30
Canale IN37	1243	PF 1	15.18	40.88	41.90	42.53	43.96	0.020060	7.10	2.68	3.81	2.26
Canale IN37	1219	PF 1	15.18	40.67	41.60	42.17	43.43	0.019297	6.60	2.81	4.28	2.19
Canale IN37	1196	PF 1	15.18	40.45	41.32	41.81	42.92	0.018316	6.13	2.98	4.91	2.10
Canale IN37	1172	PF 1	15.18	40.23	41.04	41.46	42.43	0.018228	5.40	3.07	5.44	2.00
Canale IN37	1152	PF 1	15.18	40.23	41.75	41.35	41.82	0.000577	1.51	19.30	61.17	0.40
Canale IN37	1145	Bridge										
Canale IN37	1139	PF 1	15.18	39.73	40.46	40.80	41.57	0.015805	4.66	3.40	5.99	1.86
Canale IN37	1119	PF 1	15.18	39.31	40.45	40.69	41.28	0.007008	4.36	4.10	5.10	1.32
Canale IN37	1108	PF 1	15.18	38.62	39.41	39.90	41.08	0.017966	5.73	2.69	3.46	2.06
Canale IN37	1100	Bridge										
Canale IN37	1096	PF 1	15.18	38.52	39.48	39.87	40.79	0.011942	5.28	3.20	3.75	1.73
Canale IN37	1077	PF 1	15.18	37.53	39.64	38.84	39.84	0.000665	2.07	9.08	6.89	0.46
Canale IN37	1070	Bridge										
Canale IN37	1063	PF 1	15.18	37.53	39.26	38.96	39.57	0.001519	2.75	7.22	8.20	0.67
Canale IN37	1039	PF 1	21.36	37.26	39.03	39.03	39.51	0.002823	3.22	7.76	9.03	0.83
Canale IN37	994.00*	PF 1	21.36	37.04	38.73	38.60	39.34	0.004086	3.58	6.71	8.48	0.97
Canale IN37	949	PF 1	21.36	36.81	38.54	38.73	39.15	0.004268	3.55	6.72	10.84	0.97
Canale IN37	927.33*	PF 1	21.36	36.74	37.64	38.01	38.91	0.022222	4.99	4.29	7.57	2.11
Canale IN37	905.67*	PF 1	21.36	36.67	38.43	37.79	38.53	0.000687	1.41	15.20	13.19	0.41
Canale IN37	884	PF 1	21.36	36.60	38.44	37.60	38.51	0.000400	1.12	19.15	15.38	0.32
Canale IN37	880	Bridge										
Canale IN37	867	PF 1	21.36	36.30	38.44	37.38	38.50	0.000235	1.14	20.18	13.54	0.27
Canale IN37	821	PF 1	21.36	36.00	38.48	38.09	38.48	0.000007	0.24	133.72	95.52	0.05
Canale IN37	729.25*	PF 1	21.36	35.82	37.58	37.58	38.40	0.004212	4.63	6.59	8.95	1.13
Canale IN37	637.50*	PF 1	21.36	35.65	38.10	37.43	38.10	0.000018	0.38	99.98	97.69	0.08
Canale IN37	545.75*	PF 1	21.36	35.48	38.09	37.18	38.10	0.000017	0.39	101.58	98.78	0.08
Canale IN37	454	PF 1	21.36	35.31	38.09	36.87	38.09	0.000016	0.39	103.40	99.86	0.08
Canale IN37	408	PF 1	21.36	35.00	38.09	36.71	38.09	0.000004	0.21	159.00	100.40	0.04
Canale IN37	357.00*	PF 1	21.36	34.91	38.09	36.66	38.09	0.000004	0.21	161.47	100.40	0.04
Canale IN37	306	PF 1	21.36	34.83	38.09	36.52	38.09	0.000004	0.20	163.87	100.40	0.04
Canale IN37	300	Bridge										
Canale IN37	293	PF 1	21.36	34.78	38.09	36.57	38.09	0.000004	0.20	166.29	100.40	0.04
Canale IN37	245.00*	PF 1	21.36	34.61	38.09	36.50	38.09	0.000004	0.22	161.38	100.40	0.04
Canale IN37	197.00*	PF 1	21.36	34.44	38.09	36.39	38.09	0.000004	0.23	156.41	100.40	0.04
Canale IN37	149.00*	PF 1	21.36	34.27	38.09	36.24	38.09	0.000005	0.25	151.40	100.40	0.04
Canale IN37	101	PF 1	21.36	34.10	38.09	36.08	38.09	0.000005	0.27	146.34	100.40	0.04
Canale IN37	78.67	PF 1	21.36	34.20	38.09	36.15	38.09	0.000008	0.32	128.24	100.35	0.05
Canale IN37	56.33	PF 1	21.36	34.37	38.09	36.69	38.09	0.000010	0.34	118.96	100.35	0.06
Canale IN37	34	PF 1	21.36	34.25	38.09	36.67	38.09	0.000014	0.36	109.93	100.40	0.06

Tabella 33 – Risultati modello IN37 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)

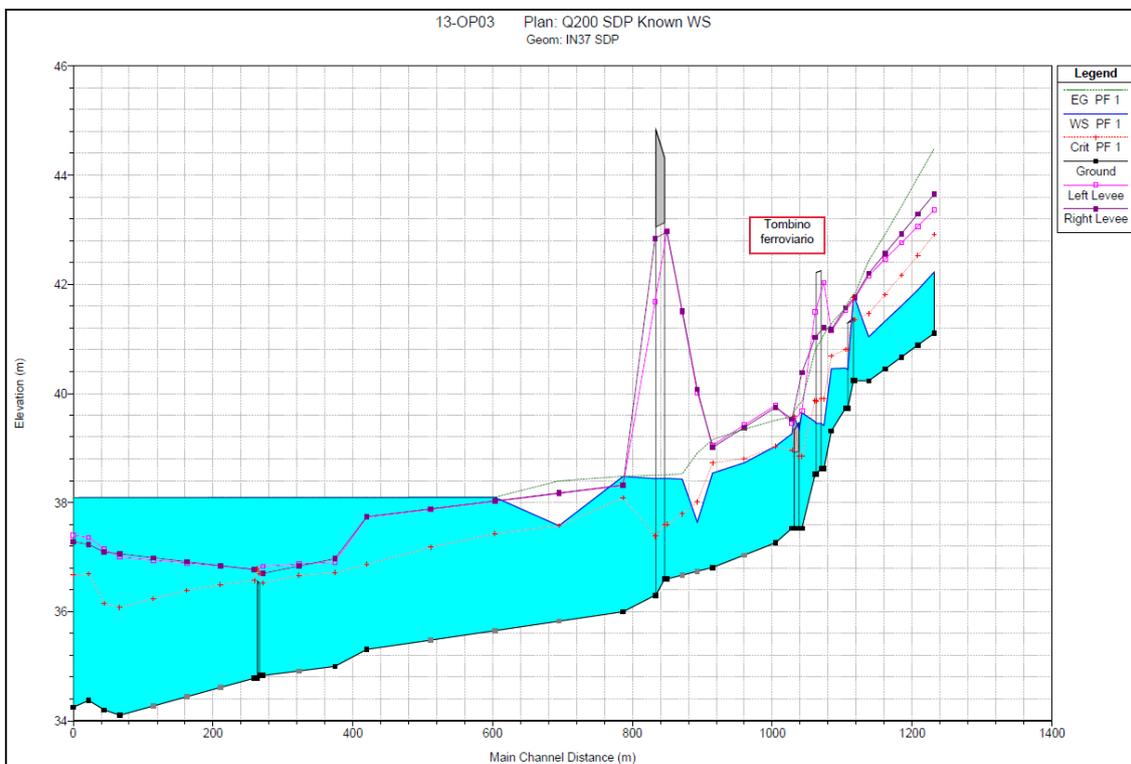


Figura 55 – Profili moto permanente modello IN37 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)

HEC-RAS Plan: Q200 SDP Normal depth River: IN37 Reach: Canale IN37 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale IN37	1266	PF 1	15.18	41.10	42.22	42.91	44.48	0.020021	7.61	2.62	3.46	2.30
Canale IN37	1243	PF 1	15.18	40.88	41.90	42.53	43.96	0.020060	7.10	2.68	3.81	2.26
Canale IN37	1219	PF 1	15.18	40.67	41.60	42.17	43.43	0.019297	6.60	2.81	4.28	2.19
Canale IN37	1196	PF 1	15.18	40.45	41.32	41.81	42.92	0.018316	6.13	2.98	4.91	2.10
Canale IN37	1172	PF 1	15.18	40.23	41.04	41.46	42.43	0.018228	5.40	3.07	5.44	2.00
Canale IN37	1152	PF 1	15.18	40.23	41.75	41.35	41.82	0.000577	1.51	19.30	61.17	0.40
Canale IN37	1145	Bndge										
Canale IN37	1139	PF 1	15.18	39.73	40.46	40.80	41.57	0.015805	4.86	3.40	5.99	1.86
Canale IN37	1119	PF 1	15.18	39.31	40.45	40.69	41.28	0.007008	4.36	4.10	5.10	1.32
Canale IN37	1108	PF 1	15.18	38.62	39.41	39.90	41.08	0.017966	5.73	2.69	3.46	2.06
Canale IN37	1100	Bndge										
Canale IN37	1096	PF 1	15.18	38.52	39.48	39.87	40.79	0.011942	5.28	3.20	3.75	1.73
Canale IN37	1077	PF 1	15.18	37.53	39.64	38.84	39.84	0.000665	2.07	9.08	8.89	0.46
Canale IN37	1070	Bndge										
Canale IN37	1063	PF 1	15.18	37.53	39.26	38.96	39.57	0.001519	2.75	7.22	8.20	0.67
Canale IN37	1039	PF 1	21.36	37.26	39.03	39.03	39.51	0.002823	3.22	7.76	9.03	0.83
Canale IN37	994.00*	PF 1	21.36	37.04	38.73	38.80	39.34	0.004086	3.58	6.71	8.48	0.97
Canale IN37	949	PF 1	21.36	36.81	38.54	38.73	39.15	0.004268	3.55	6.72	10.84	0.97
Canale IN37	927.33*	PF 1	21.36	36.74	37.64	38.01	38.91	0.022222	4.99	4.29	7.57	2.11
Canale IN37	905.67*	PF 1	21.36	36.67	38.55	37.79	38.63	0.000499	1.28	16.77	13.40	0.36
Canale IN37	884	PF 1	21.36	36.60	38.56	37.60	38.61	0.000309	1.02	20.95	15.85	0.28
Canale IN37	880	Bndge										
Canale IN37	867	PF 1	21.36	36.30	38.55	37.38	38.61	0.000189	1.07	21.76	13.91	0.24
Canale IN37	821	PF 1	21.36	36.00	38.09	38.09	38.55	0.002183	3.77	8.79	8.48	0.84
Canale IN37	729.25*	PF 1	21.36	35.82	37.95	37.58	38.27	0.001469	3.12	10.70	11.23	0.69
Canale IN37	637.50*	PF 1	21.36	35.65	37.43	37.43	38.05	0.003008	3.95	7.48	10.22	0.96
Canale IN37	545.75*	PF 1	21.36	35.48	37.14	37.18	37.77	0.003161	3.85	6.92	6.60	0.97
Canale IN37	454	PF 1	21.36	35.31	36.97	36.87	37.49	0.002569	3.46	7.50	6.86	0.87
Canale IN37	408	PF 1	21.36	35.00	37.33	36.71	37.33	0.000036	0.52	81.92	100.40	0.11
Canale IN37	357.00*	PF 1	21.36	34.91	37.32	36.66	37.33	0.000032	0.50	84.25	100.40	0.10
Canale IN37	306	PF 1	21.36	34.83	37.32	36.52	37.33	0.000029	0.47	86.52	100.40	0.10
Canale IN37	300	Bndge										
Canale IN37	293	PF 1	21.36	34.78	37.32	36.57	37.33	0.000027	0.46	88.90	100.40	0.09
Canale IN37	245.00*	PF 1	21.36	34.61	37.32	36.50	37.32	0.000032	0.53	83.79	100.40	0.10
Canale IN37	197.00*	PF 1	21.36	34.44	37.32	36.39	37.32	0.000038	0.60	78.56	100.40	0.11
Canale IN37	149.00*	PF 1	21.36	34.27	37.31	36.24	37.32	0.000047	0.68	73.21	100.40	0.13
Canale IN37	101	PF 1	21.36	34.10	37.31	36.08	37.32	0.000058	0.77	67.67	100.40	0.14
Canale IN37	78.67	PF 1	21.36	34.20	37.28	36.15	37.31	0.000144	1.17	47.11	100.35	0.22
Canale IN37	56.33	PF 1	21.36	34.37	36.98	36.69	37.28	0.001401	3.06	10.67	10.29	0.63
Canale IN37	34	PF 1	21.36	34.25	36.67	36.67	37.21	0.003409	4.05	7.29	6.78	0.87

Tabella 34 – Risultati modello IN37 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

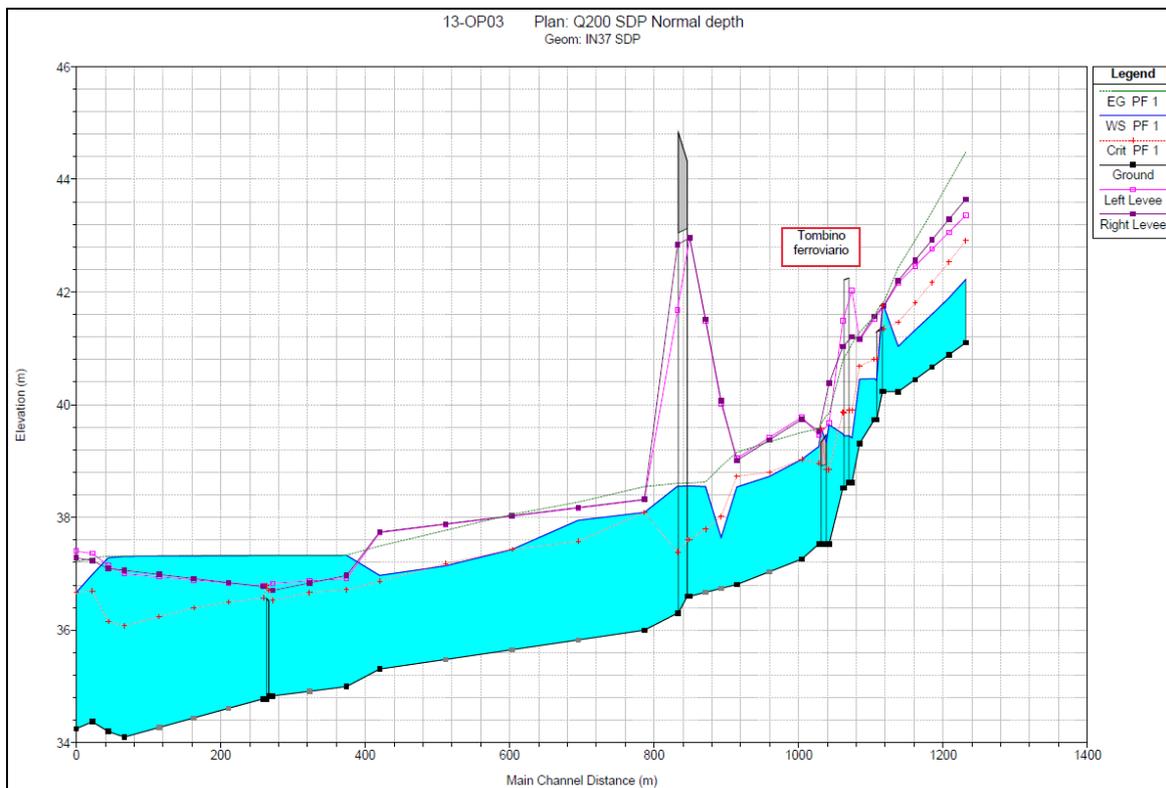


Figura 56 – Profili moto permanente modello IN37 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle moto uniforme)

7.13 IN40 – PK 19+910

Le simulazioni svolte con riferimento alla configurazione ante operam mostrano una insufficienza del manufatto esistente di dimensioni pari a 6.00X2.00m.



Figura 57 – Opera ferroviaria esistente e profilo stato di fatto Tr 200

La soluzione di progetto vede l'inserimento di un nuovo manufatto ferroviario di dimensioni 3.00x2.50m doppia canna. A valle della linea ferroviaria è prevista una riprofilatura del canale esistente per una lunghezza di circa 370 m, ovvero fino all'attraversamento della SP3. Il nuovo canale di progetto presenta sezione trapezia in terra arginata (base 5.00 m, altezza 2.50 m, inclinazione sponde 3:2) con una pendenza costante pari a 0.5%.

Nella configurazione post operam il manufatto di attraversamento stradale esistente, posto immediatamente a valle del nuovo manufatto ferroviario, risulta ancora idraulicamente sufficiente al transito delle portate di progetto, presentando un franco di circa 1.30 m, in linea quindi con quanto previsto dalle normative vigenti.

Il tombino di progetto ferroviario risulta verificato idraulicamente anche ponendo come condizione di valle il livello del Fiume Ofanto per $Tr=30$ (40.44 mslm).



Figura 58 – Planimetria IN40 Stato di progetto

HEC-RAS Plan: Q200 Known WS River: IN40 Reach: Canale IN40 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q.Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale IN40	1083	PF 1	38.64	42.89	45.15	45.18	45.86	0.006000	3.72	10.38	7.77	1.03
Canale IN40	1031	PF 1	38.64	42.49	44.47	44.73	45.44	0.009441	4.38	8.97	9.14	1.33
Canale IN40	992	PF 1	38.64	41.85	44.84	44.15	45.05	0.002047	2.88	13.92	8.24	0.65
Canale IN40	959	PF 1	38.64	41.71	44.17	44.17	44.82	0.005427	3.83	10.14	7.15	0.99
Canale IN40	958	PF 1	38.64	41.10	41.84	42.85	44.70	0.046259	7.37	5.25	7.51	2.81
Canale IN40	954.67°	PF 1	38.64	41.08	42.05	42.77	44.48	0.029587	6.89	5.61	6.13	2.30
Canale IN40	951.33°	PF 1	38.64	41.06	41.95	42.64	44.38	0.022637	6.91	5.59	6.33	2.35
Canale IN40	948	PF 1	38.64	41.05	41.84	42.50	44.30	0.019410	6.95	5.56	7.00	2.49
Canale IN40	940	Bridge										
Canale IN40	939	PF 1	38.64	41.00	41.84	42.46	44.03	0.016174	6.55	5.90	7.02	2.28
Canale IN40	932	PF 1	38.64	40.97	41.94	42.52	43.86	0.012587	6.12	6.31	7.93	2.19
Canale IN40	928	PF 1	38.64	40.95	41.84	42.50	43.76	0.020940	5.98	6.46	8.01	2.12
Canale IN40	920	Bridge										
Canale IN40	918	PF 1	38.64	40.89	41.97	42.46	43.52	0.011808	5.52	7.00	8.06	1.89
Canale IN40	897	PF 1	43.37	40.79	42.22	42.45	43.15	0.007175	4.26	10.19	9.23	1.29
Canale IN40	850.29°	PF 1	43.37	40.57	42.28	42.23	42.86	0.003724	3.37	12.88	10.06	0.95
Canale IN40	803.57°	PF 1	43.37	40.35	42.21	42.01	42.67	0.002976	3.01	14.42	10.62	0.82
Canale IN40	756.86°	PF 1	43.37	40.13	42.17	41.79	42.53	0.001909	2.88	16.52	11.95	0.67
Canale IN40	710.14°	PF 1	43.37	39.91	42.16	41.57	42.44	0.001241	2.36	19.03	12.71	0.56
Canale IN40	663.43°	PF 1	43.37	39.69	42.15	41.34	42.38	0.000844	2.12	21.65	13.17	0.47
Canale IN40	616.71°	PF 1	43.37	39.47	42.14	41.12	42.33	0.000658	1.93	24.23	13.42	0.40
Canale IN40	570	PF 1	43.37	39.25	42.14	40.89	42.29	0.000487	1.78	26.76	13.55	0.35
Canale IN40	564	PF 1	43.37	39.18	42.05	41.52	42.28	0.001123	2.42	24.92	22.13	0.52
Canale IN40	550	Bridge										
Canale IN40	543	PF 1	43.37	39.19	41.52	41.72	42.19	0.005188	3.70	13.43	16.73	1.01
Canale IN40	537	PF 1	43.37	39.36	41.63	41.63	41.85	0.000142	0.79	78.07	45.92	0.17
Canale IN40	492	PF 1	43.37	39.04	41.20	40.43	41.21	0.000046	0.48	160.51	107.30	0.11
Canale IN40	447	PF 1	43.37	39.07	41.20	40.26	41.21	0.000031	0.39	169.69	106.00	0.09
Canale IN40	403	PF 1	43.37	38.83	41.20	40.02	41.21	0.000041	0.46	162.74	102.70	0.10
Canale IN40	358	PF 1	43.37	38.80	41.19	40.35	41.20	0.000074	0.63	124.86	100.40	0.14
Canale IN40	342	PF 1	43.37	38.70	41.19	40.28	41.20	0.000068	0.63	127.23	100.30	0.13
Canale IN40	327	PF 1	43.37	38.79	41.19	40.24	41.20	0.000075	0.63	124.98	100.30	0.14
Canale IN40	311	PF 1	43.37	37.79	41.19	40.28	41.20	0.000098	0.74	112.97	100.40	0.14
Canale IN40	306	PF 1	43.37	37.80	41.19	40.27	41.20	0.000088	0.74	116.32	100.40	0.14
Canale IN40	305	Bridge										
Canale IN40	299	PF 1	43.37	37.80	40.54	40.24	41.14	0.002841	3.45	13.22	7.82	0.78
Canale IN40	295	PF 1	43.37	37.99	40.42	40.34	41.11	0.004245	3.71	12.01	7.92	0.91
Canale IN40	277	PF 1	43.37	38.60	40.88	40.42	40.90	0.000222	1.01	86.74	100.40	0.23
Canale IN40	259	PF 1	43.37	38.48	40.87	40.47	40.90	0.000258	1.17	81.42	100.40	0.26
Canale IN40	240	PF 1	43.37	38.45	40.87	40.41	40.88	0.000210	1.03	88.57	100.40	0.23
Canale IN40	222	PF 1	43.37	38.27	40.87	40.38	40.89	0.000186	0.98	90.12	100.40	0.21
Canale IN40	204	PF 1	43.37	38.23	40.86	40.40	40.88	0.000202	1.06	86.36	100.40	0.23
Canale IN40	186	PF 1	43.37	38.27	40.86	39.99	40.88	0.000149	0.95	91.99	100.40	0.20
Canale IN40	167	PF 1	43.37	38.07	40.85	39.90	40.87	0.000147	0.94	90.82	100.90	0.20
Canale IN40	148	PF 1	43.37	37.76	40.85	40.32	40.87	0.000175	1.05	92.30	101.40	0.20
Canale IN40	130	PF 1	43.37	37.71	40.84	40.32	40.87	0.000188	1.02	88.58	101.90	0.21
Canale IN40	111	PF 1	43.37	38.22	40.84	40.08	40.86	0.000194	1.04	86.05	102.30	0.22
Canale IN40	92	PF 1	43.37	37.98	40.82	39.97	40.86	0.000257	1.25	74.86	102.80	0.25
Canale IN40	77	PF 1	43.37	37.72	40.76	39.84	40.85	0.000421	1.64	58.41	102.65	0.32
Canale IN40	63	PF 1	43.37	37.45	40.03	39.72	40.77	0.003293	3.81	11.77	5.69	0.79
Canale IN40	60	Culvert										
Canale IN40	49	PF 1	43.37	37.04	40.43	39.77	40.45	0.000156	0.94	87.74	95.06	0.17
Canale IN40	20	PF 1	43.37	36.65	40.44	37.84	40.44	0.000012	0.36	186.41	90.90	0.06

Tabella 35 – Risultati modello IN40 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)

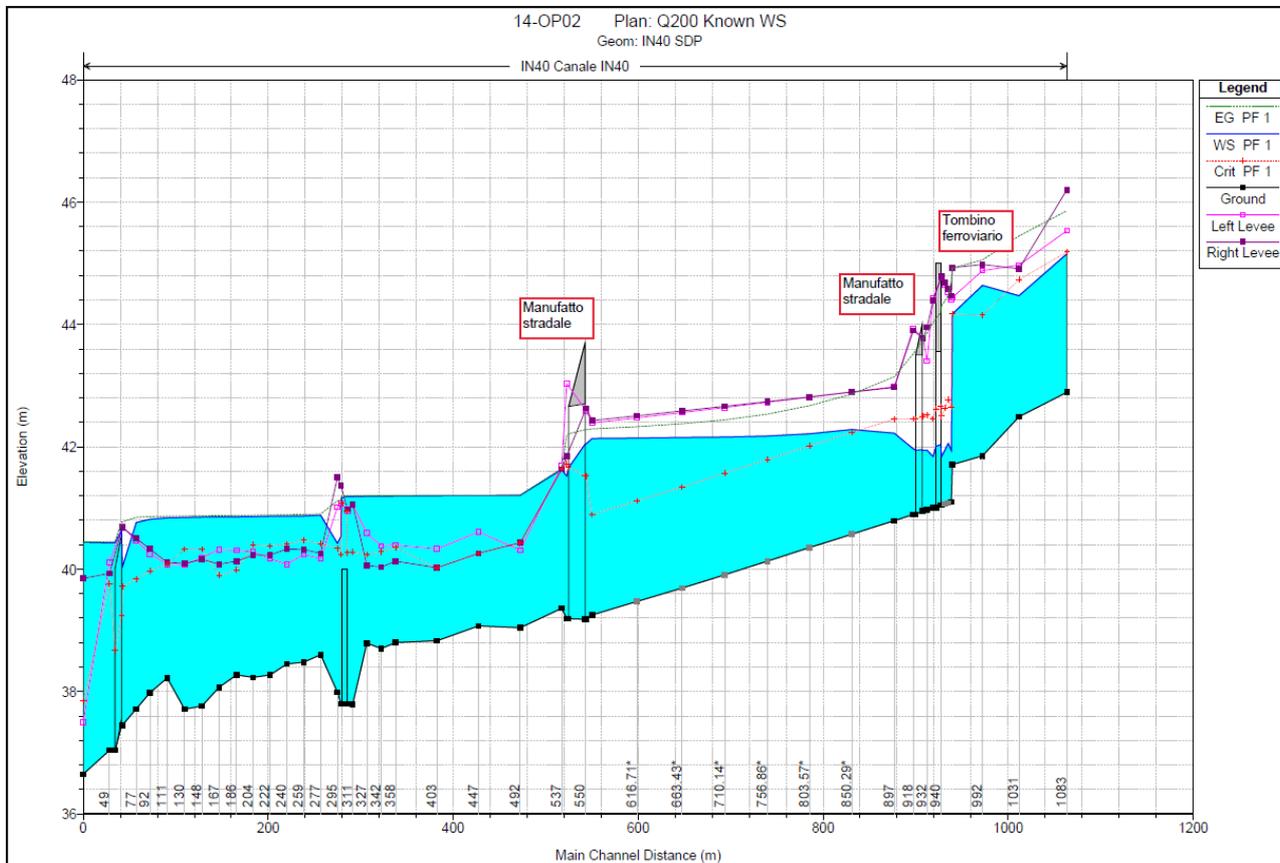


Figura 59 – Profili moto permanente modello IN40 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)

7.14 IN42 – PK20+757

Le simulazioni svolte con riferimento alla configurazione ante operam mostrano una insufficienza del manufatto esistente di dimensioni pari a 2.00x1.10m, come appare evidente dalla immagine seguente.

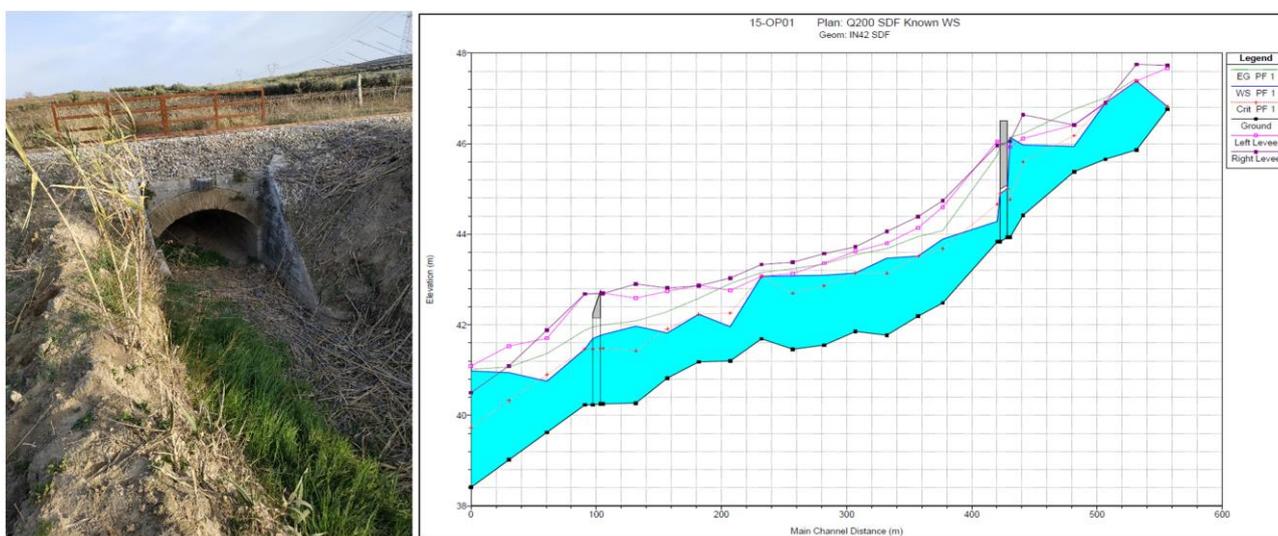


Figura 60 – Opera ferroviaria esistente e profilo stato di fatto Tr 200

La soluzione di progetto vede l'inserimento di un nuovo manufatto ferroviario di dimensioni 3.00x2.00m.

A valle della linea ferroviaria è prevista una riprofilatura del canale esistente per una lunghezza di circa 445. Il nuovo canale di progetto presenta sezione trapezia in terra arginata (base 3.00 m, altezza 2.00 m, inclinazione sponde 3:2) con una pendenza costante pari a 0.6%.

Lungo lo sviluppo del canale sono previsti 2 salti idraulici di altezza pari a 1.0 m al fine di rendere compatibili le quote di scorrimento con quelle del terreno ed avere pendenze di progetto tali da ottenere velocità contenute: tali salti sono posti rispettivamente a 50m e 265m circa a valle del tombino ferroviario. In generale, immediatamente a valle di un salto idraulico, è da prevedersi il rivestimento del fondo del canale con pietrame cementato per una lunghezza minima di 2m, al fine di garantire la durabilità della sezione.

La soluzione di progetto prevede inoltre l'adeguamento del manufatto di attraversamento della SP3, idraulicamente insufficiente al transito della portata di progetto, che comprende anche le immissioni provenienti dai canali di recapito IN43 e IN44. La sezione del nuovo attraversamento è in continuità con quella del canale di recapito. Il

franco idraulico del nuovo attraversamento stradale risulta pari a 1.10, quindi in linea con quanto previsto dalle normative vigenti.

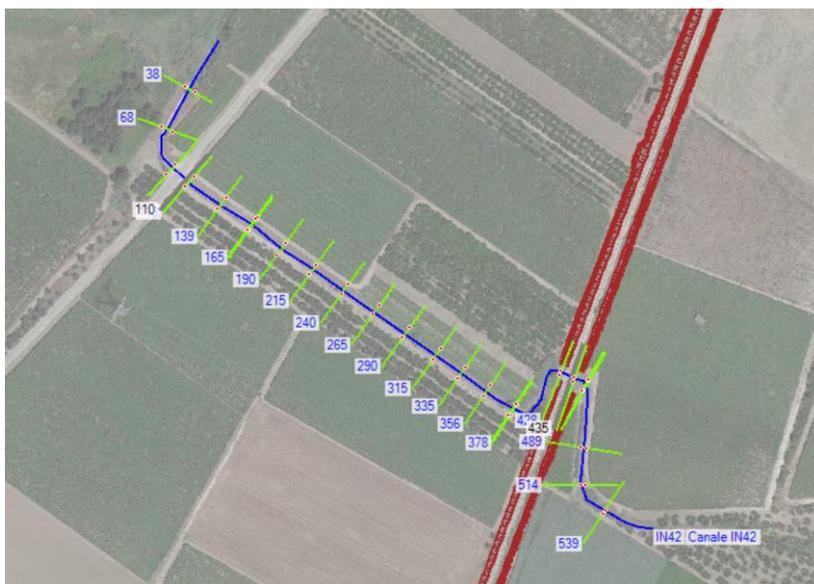


Figura 61 – Planimetria IN42 Stato di progetto

HEC-RAS Plan: Q200 SDP Known WS River: IN42 Reach: Canale IN42 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale IN42	539	PF 1	8.94	45.90	46.99	47.15	47.99	0.010018	4.44	2.02	2.58	1.58
Canale IN42	514	PF 1	8.94	45.80	46.54	46.87	47.70	0.012760	4.76	1.88	3.02	1.90
Canale IN42	489	PF 1	8.94	45.32	46.15	46.41	47.35	0.014649	4.85	1.84	3.34	2.08
Canale IN42	448	PF 1	8.94	44.52	44.99	45.35	46.34	0.048420	5.15	1.73	4.41	2.62
Canale IN42	447	PF 1	8.94	43.52	43.89	44.35	46.18	0.104830	6.70	1.34	4.12	3.76
Canale IN42	438	PF 1	8.94	43.46	44.00	44.43	45.56	0.023570	5.53	1.62	3.00	2.40
Canale IN42	435	Bridge										
Canale IN42	428	PF 1	8.94	43.40	44.00	44.37	45.26	0.017325	4.98	1.79	3.00	2.06
Canale IN42	378	PF 1	21.95	43.10	44.22	44.22	44.66	0.005422	2.96	7.49	9.34	1.00
Canale IN42	377	PF 1	21.95	42.10	43.02	43.49	44.54	0.026493	5.47	4.01	5.75	2.09
Canale IN42	356	PF 1	21.95	41.97	43.10	43.36	43.99	0.012504	4.18	5.25	6.36	1.47
Canale IN42	335	PF 1	21.95	41.85	43.21	43.24	43.73	0.005999	3.20	6.86	7.08	1.04
Canale IN42	315	PF 1	21.95	41.73	43.09	43.11	43.61	0.005999	3.20	6.86	7.08	1.04
Canale IN42	290	PF 1	21.95	41.58	42.94	42.96	43.46	0.005998	3.20	6.86	7.08	1.04
Canale IN42	265	PF 1	21.95	41.43	42.76	42.82	43.31	0.006055	3.28	6.85	7.95	1.05
Canale IN42	240	PF 1	21.95	41.28	42.62	42.67	43.16	0.006365	3.27	6.71	7.02	1.07
Canale IN42	215	PF 1	21.95	41.13	42.48	42.52	43.01	0.005893	3.23	6.86	7.46	1.04
Canale IN42	190	PF 1	21.95	40.97	42.33	42.36	42.86	0.006015	3.21	6.85	7.08	1.04
Canale IN42	165	PF 1	21.95	40.82	42.18	42.21	42.71	0.005990	3.20	6.86	7.08	1.04
Canale IN42	164	PF 1	21.95	39.82	40.67	41.21	42.56	0.035726	6.09	3.61	5.53	2.41
Canale IN42	139	PF 1	21.95	39.68	40.75	41.07	41.76	0.015031	4.47	4.91	6.20	1.60
Canale IN42	113	PF 1	21.95	39.52	41.05	40.91	41.43	0.003800	2.71	8.10	7.59	0.84
Canale IN42	110	Bridge										
Canale IN42	99	PF 1	21.95	39.44	40.99	40.82	41.35	0.003566	2.65	8.29	7.66	0.81
Canale IN42	68	PF 1	21.95	39.25	40.96	40.64	41.23	0.002466	2.31	9.49	8.12	0.68
Canale IN42	38	PF 1	21.95	39.07	40.98	40.46	41.15	0.001246	1.89	12.76	9.84	0.50

Tabella 36 – Risultati modello IN42 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)

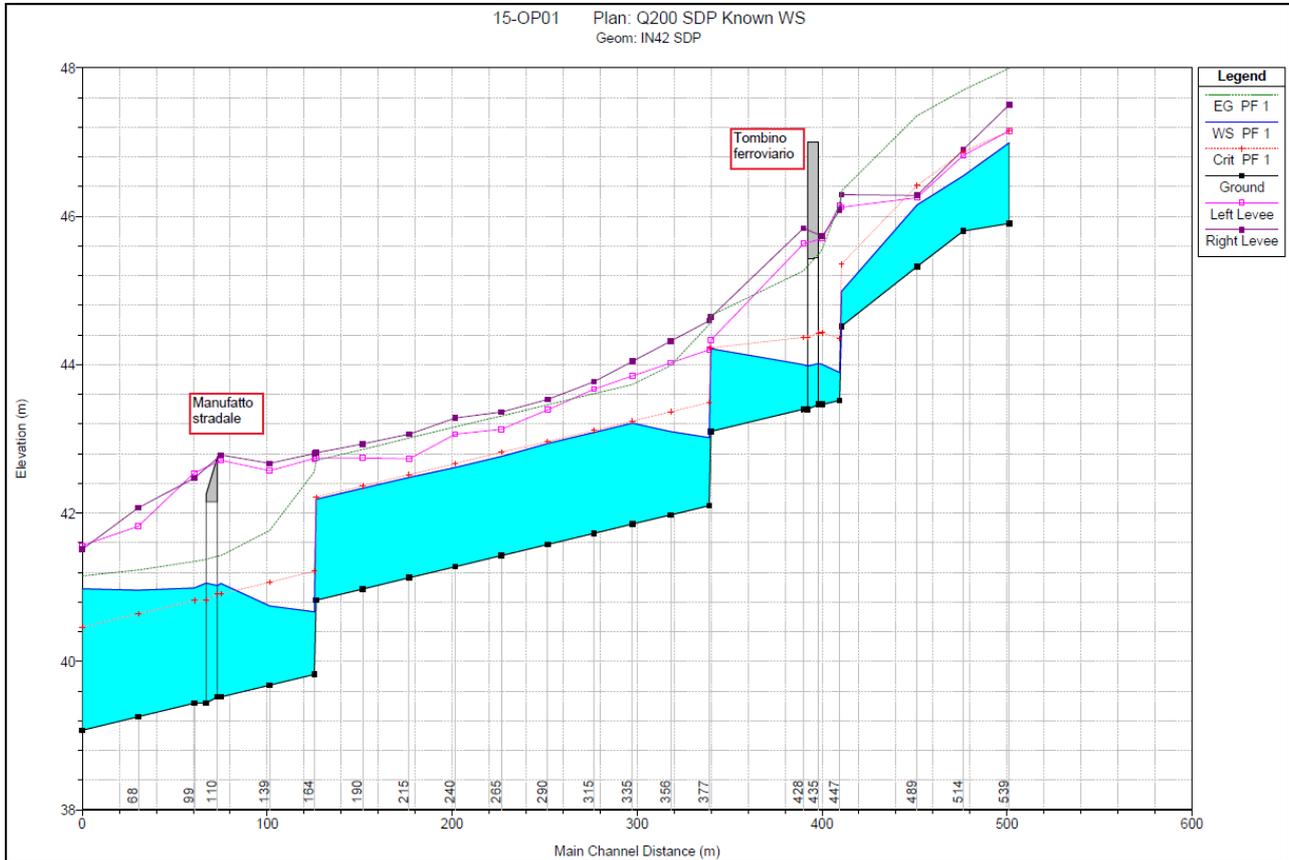


Figura 62 – Profili moto permanente modello IN42 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)

7.15 IN46 – PK 22+117

Come descritto in precedenza, le simulazioni svolte con riferimento alla configurazione ante operam mostrano una insufficienza del manufatto esistente di dimensioni pari a 3.00x2.85m dovuto sia ad una sezione ridotta dello stesso che ai fenomeni di rigurgito che si verificano per insufficienza del manufatto idraulico posto in corrispondenza della autostrada 200m più a valle e come appare evidente dalla immagine seguente.

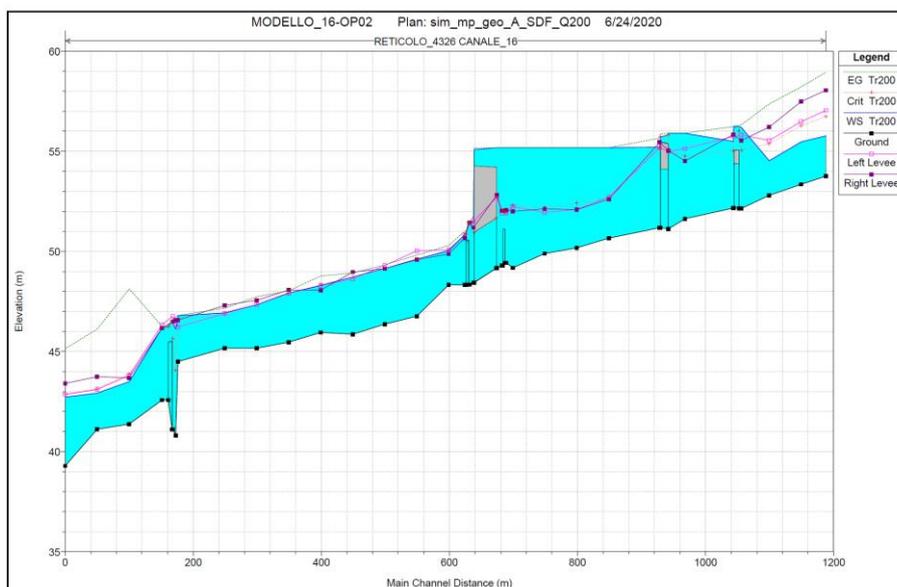


Figura 63 – Opera ferroviaria esistente e profilo stato di fatto Tr 200

Pertanto, in corrispondenza della ferrovia il progetto prevede l'inserimento di un ponte a travi incorporate di luce 20m. Per il canale in progetto si prevede una sezione ad U in cls 10.00x2.00 m, che ha origine circa 35 m a monte della ferrovia, e prosegue per circa 360 m a valle della stessa con pendenza pari a 0.5%.

In corrispondenza dell'autostrada A14 la soluzione prevede l'inserimento di due nuovi tombini di dimensioni 3.00x3.00 m in affiancamento all'esistente, al fine di incrementare la capacità di idraulica dell'attraversamento autostradale esistente ed eliminare i fenomeni di rigurgito che interessano l'attraversamento ferroviario. I due nuovi tombini autostradali risultano verificati idraulicamente (franco 1.0 m) nel rispetto dei franchi previsti dalle normative vigenti. Il tombino autostradale esistente, pur non presentando il franco minimo richiesto, presenta comunque un funzionamento a superficie libera. Nella successiva fase progettuale saranno sviluppati gli opportuni approfondimenti progettuali. Tali nuovi tombini, sono collegati all'asta idraulica, a monte e valle della autostrada, con delle soglie stramazanti di modo che le portate ordinarie continuano ad essere convogliate dall'opera

esistente, mentre le portate eccedenti sono scolmate attraverso i nuovi manufatti idraulici. L'intervento in corrispondenza della autostrada è finalizzato alla riduzione del rischio idraulico della stessa e garantisce il libero deflusso delle acque convogliate attraverso la ferrovia. Nella successiva fase progettuale saranno sviluppati gli opportuni adeguamenti al modello.

A valle del salto idraulico esistente di circa 1.50 m posto a circa 65 m dall'autostrada la soluzione di progetto prevede la riprofilatura del canale esistente mediante una sezione trapezia in cls (base 6.50 m, altezza 2.50 m, inclinazione sponde 1:1) con una pendenza costante pari a 0.6% per uno sviluppo complessivo di circa 430 m.

Si prevede inoltre il rifacimento dell'opera di attraversamento esistente in corrispondenza della SP3, sostituito mediante un tombino scatolare 3.00x2.50 a tre canne. Due salti da 1 m sono previsti rispettivamente a 20 m e a 40 m a monte di tale manufatto, necessari per rendere compatibile le quote di scorrimento con il piano di rotolamento stradale della SP3.

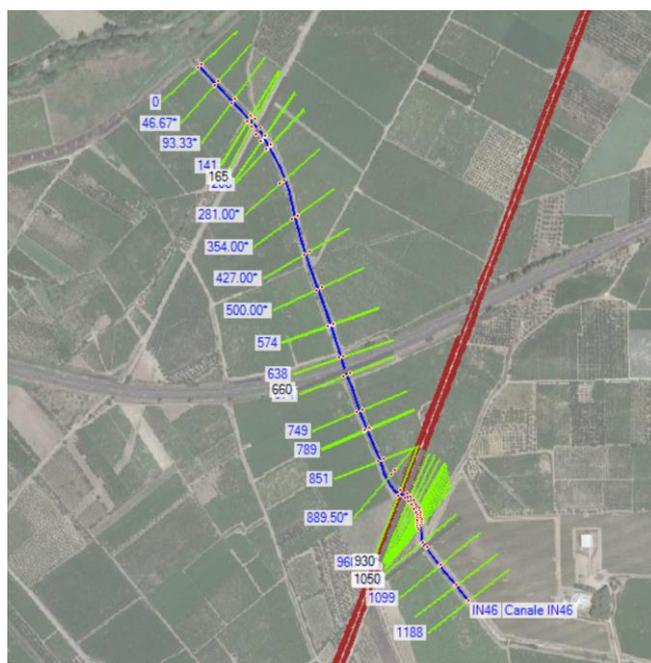


Figura 64 – Planimetria IN46 Stato di progetto

Relazione idraulica corsi d'acqua minori

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA6C	00	F 10	RIID0002 002	C	6 DI 101

HEC-RAS Plan: Q200 SDP Known WS River: IN46 Reach: Canale IN46 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale IN46	1188	PF 1	76.00	54.24	56.13	57.58	59.95	0.020014	9.62	9.68	7.05	2.26
Canale IN46	1149	PF 1	76.00	53.45	55.49	56.47	59.15	0.018964	9.42	9.93	7.42	2.17
Canale IN46	1099	PF 1	76.00	53.09	55.55	56.29	58.10	0.011176	7.83	12.01	7.92	1.66
Canale IN46	1056	PF 1	76.00	52.05	53.91	54.98	57.38	0.019487	9.46	10.09	7.59	2.24
Canale IN46	1050			Bridge								
Canale IN46	1044	PF 1	76.00	51.92	53.92	55.05	57.06	0.016738	9.14	10.56	7.16	2.10
Canale IN46	1010	PF 1	76.00	51.79	53.35	54.23	56.36	0.022800	7.69	9.89	8.68	2.30
Canale IN46	1005.57*	PF 1	76.00	51.77	53.26	54.13	56.27	0.021419	7.67	9.90	8.84	2.31
Canale IN46	1001.14*	PF 1	76.00	51.76	53.16	54.03	56.17	0.022329	7.69	9.89	8.94	2.33
Canale IN46	996.71*	PF 1	76.00	51.74	53.04	53.92	56.07	0.020060	7.71	9.86	8.79	2.32
Canale IN46	992.29*	PF 1	76.00	51.72	52.91	53.80	55.98	0.019101	7.76	9.79	8.71	2.34
Canale IN46	987.86*	PF 1	76.00	51.71	52.80	53.68	55.90	0.018139	7.80	9.75	9.14	2.41
Canale IN46	983.43*	PF 1	76.00	51.69	52.71	53.55	55.82	0.019284	7.80	9.74	9.57	2.47
Canale IN46	979	PF 1	76.00	51.67	52.65	53.48	55.73	0.017797	7.78	9.77	10.00	2.51
Canale IN46	978	PF 1	76.00	50.92	51.79	52.72	55.63	0.025013	8.67	8.76	10.00	2.96
Canale IN46	969.00*	PF 1	76.00	50.87	51.79	52.68	55.33	0.022131	8.34	9.11	9.99	2.79
Canale IN46	960.00*	PF 1	76.00	50.83	51.78	52.64	55.07	0.019737	8.04	9.45	9.99	2.64
Canale IN46	951.00*	PF 1	76.00	50.78	51.76	52.59	54.84	0.017673	7.76	9.79	9.99	2.50
Canale IN46	942	PF 1	76.00	50.74	51.75	52.55	54.63	0.015953	7.51	10.12	10.00	2.38
Canale IN46	930			Bridge								
Canale IN46	928	PF 1	76.00	50.67	51.73	52.48	54.35	0.013807	7.17	10.61	10.00	2.22
Canale IN46	889.50*	PF 1	76.00	50.48	51.68	52.28	53.72	0.009373	6.32	12.02	10.00	1.84
Canale IN46	851	PF 1	86.00	50.28	52.11	52.25	53.24	0.003332	4.70	18.29	10.11	1.11
Canale IN46	789	PF 1	86.00	49.98	51.67	51.94	52.99	0.004250	5.08	16.93	10.11	1.25
Canale IN46	766	PF 1	86.00	49.46	50.80	51.43	52.89	0.008534	6.40	13.44	10.00	1.76
Canale IN46	749	PF 1	86.00	49.27	50.71	51.24	52.53	0.006909	5.97	14.41	10.04	1.59
Canale IN46	674	PF 1	86.00	48.90	51.64	50.87	52.12	0.000760	3.07	27.98	11.51	0.63
Canale IN46	660			Bridge								
Canale IN46	638	PF 1	86.00	48.71	50.23	50.67	51.86	0.004383	5.65	15.23	10.00	1.46
Canale IN46	574	PF 1	86.00	48.32	49.94	49.94	50.13	0.001290	2.74	61.62	106.15	0.74
Canale IN46	573	PF 1	86.00	46.72	48.72	49.02	50.02	0.003642	5.04	17.07	10.51	1.26
Canale IN46	500.00*	PF 1	86.00	46.28	48.14	48.58	49.69	0.004695	5.51	15.61	10.23	1.42
Canale IN46	427.00*	PF 1	86.00	45.84	47.65	48.15	49.32	0.005233	5.72	15.02	10.12	1.50
Canale IN46	354.00*	PF 1	86.00	45.40	47.18	47.71	48.92	0.005534	5.84	14.73	10.06	1.54
Canale IN46	281.00*	PF 1	86.00	44.97	46.73	47.36	48.51	0.005725	5.91	14.56	10.03	1.57
Canale IN46	208	PF 1	86.00	44.53	46.28	46.92	48.08	0.005833	5.95	14.46	10.02	1.58
Canale IN46	207	PF 1	86.00	43.53	44.94	45.83	47.95	0.012189	7.68	11.20	9.33	2.24
Canale IN46	187	PF 1	86.00	43.41	44.87	45.72	47.66	0.010917	7.39	11.63	9.42	2.13
Canale IN46	186	PF 1	86.00	42.41	43.68	44.72	47.54	0.017498	8.70	9.89	9.04	2.66
Canale IN46	168	PF 1	86.00	42.30	43.29	44.26	47.17	0.022262	8.73	9.85	10.00	2.81
Canale IN46	165			Bridge								
Canale IN46	151	PF 1	86.00	42.20	43.25	44.16	46.64	0.017977	8.15	10.55	10.00	2.53
Canale IN46	141	PF 1	86.00	42.14	43.63	44.45	46.29	0.010193	7.22	11.91	9.48	2.06
Canale IN46	140	PF 1	86.00	41.14	42.43	43.45	46.17	0.016727	8.56	10.04	9.08	2.60
Canale IN46	93.33*	PF 1	86.00	40.86	42.27	43.16	45.29	0.012230	7.69	11.18	9.33	2.24
Canale IN46	46.67*	PF 1	86.00	40.58	42.09	42.89	44.65	0.009598	7.07	12.16	9.53	2.00

Tabella 37 – Risultati modello IN46 – Tr 200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)

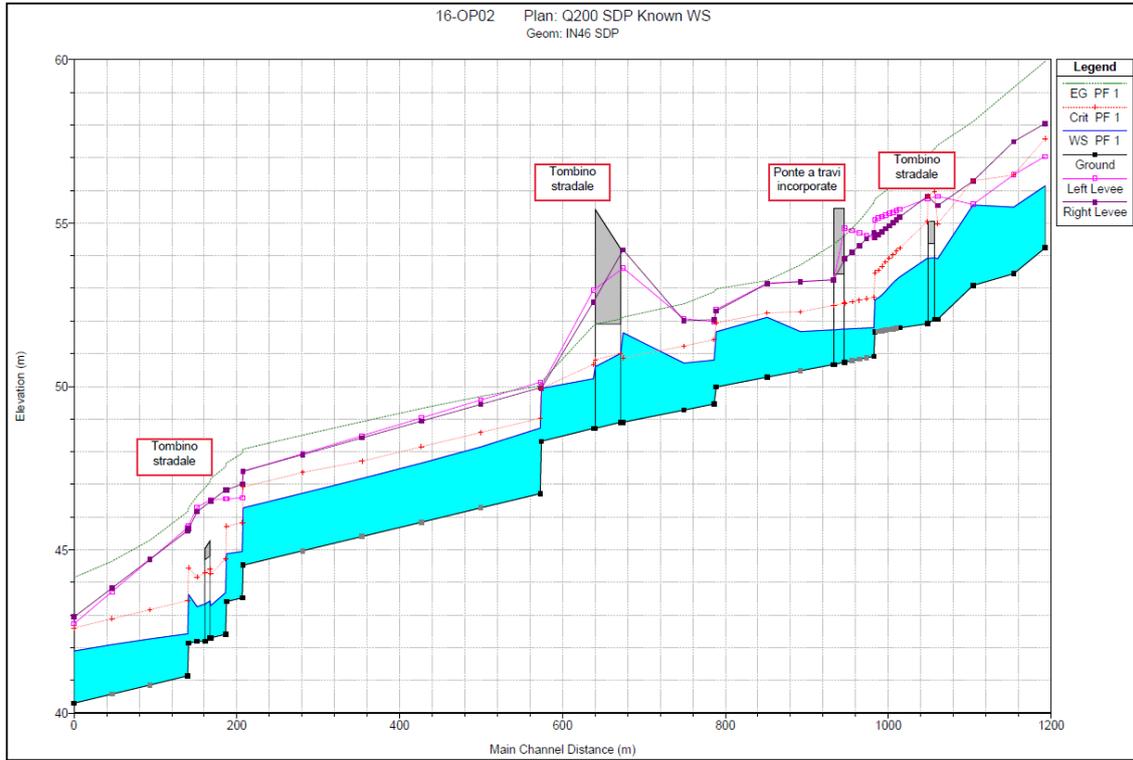


Figura 65 – Profili moto permanente modello IN46 – Tr200 – Stato di progetto (cc valle Ofanto)