

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



**DIREZIONE TECNICA**

**U.O. OPERE CIVILE E GESTIONE DELLE VARIANTI**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**ITINERARIO NAPOLI-BARI.**

**RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO.**

**II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.**

**2° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO**

Vallone Limata - Viadotto VI 14

Relazione idraulica

SCALA:

-
---

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

IF0H    22    D    09    RI    ID0002    001    A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Aut. Approvazione
A	EMISSIONE ESECUTIVA	C. Cesali	Giugno 2017	F. Cabas	Giugno 2017	F. Cerrone	Giugno 2017	ITALFERR S.p.A. U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti Dott. Ing. Angelo Vittezzi Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma N° A20783

File: IF0H22D09RIID0002001A.DOC

n. Elab.: 22 135

## INDICE

1. INTRODUZIONE .....	4
2. DESCRIZIONE DELL'ATTRAVERSAMENTO IN PROGETTO (VIADOTTO VI14) .....	5
3. CONSIDERAZIONI IDROLOGICHE .....	6
3.1 STIMA DELLA PORTATA DI CANTIERE .....	8
4. VERIFICHE IDRAULICHE .....	9
4.1 SIMULAZIONI NUMERICHE .....	10
4.1.1 <i>Il modello matematico</i> .....	10
4.1.2 <i>Schematizzazione adottata</i> .....	14
4.1.3 <i>Simulazione Stato Attuale</i> .....	14
4.1.4 <i>Simulazione Post - Operam</i> .....	20
4.2 VERIFICA IN MOTO UNIFORME DELLA DEVIAZIONE PROVVISORIA .....	26
5. COMPATIBILITÀ IDRAULICA .....	28
6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	28

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Inquadramento territoriale dell'area in esame .....	4
Figura 2: Planimetria di progetto viadotto VI14. ....	6
Figura 3: Tratto del fosso Limata modellato .....	7
Figura 4: Deviazione e riposizionamento del fosso Limata .....	8
Figura 5: Schema di calcolo per la determinazione del profilo del pelo libero nei corsi d'acqua .....	10
Figura 6: Sezione schematica di un corso d'acqua .....	11
Figura 7: Situazioni attuale e post - operam .....	21
Figura 8: Intervento di rifacimento degli argini - Sezione tipo .....	21
Figura 9: Deviazione provvisoria del fosso Limata .....	26
Figura 10: Profilo altimetrico attuale e di progetto del tratto provvisorio. ....	26
Figura 11: Sezione trasversale della deviazione provvisoria. ....	27
Figura 12: Deviazione provvisoria. Scala di deflusso in moto uniforme della sezione di progetto. ....	27



ITINERARIO NAPOLI-BARI.  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO.  
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.  
**2° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO**

**RELAZIONE IDRAULICA VI14**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 09	RI	ID0002 001	A	3 di 28

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Portate di progetto.....	7
Tabella 2: Nuova struttura scatolare. Valori caratteristici e verifica del franco idraulico.....	28

## 1. INTRODUZIONE

La presente relazione riassume i risultati della verifica idraulica del Fosso Limata, tributario in destra idraulica del Fiume Calore, nell'ambito del Progetto Definitivo del 2° Lotto funzionale della linea Canello – Benevento, nella tratta tra Frasso Telesino e Vitulano.

L'area in esame è evidenziata in Figura 1.

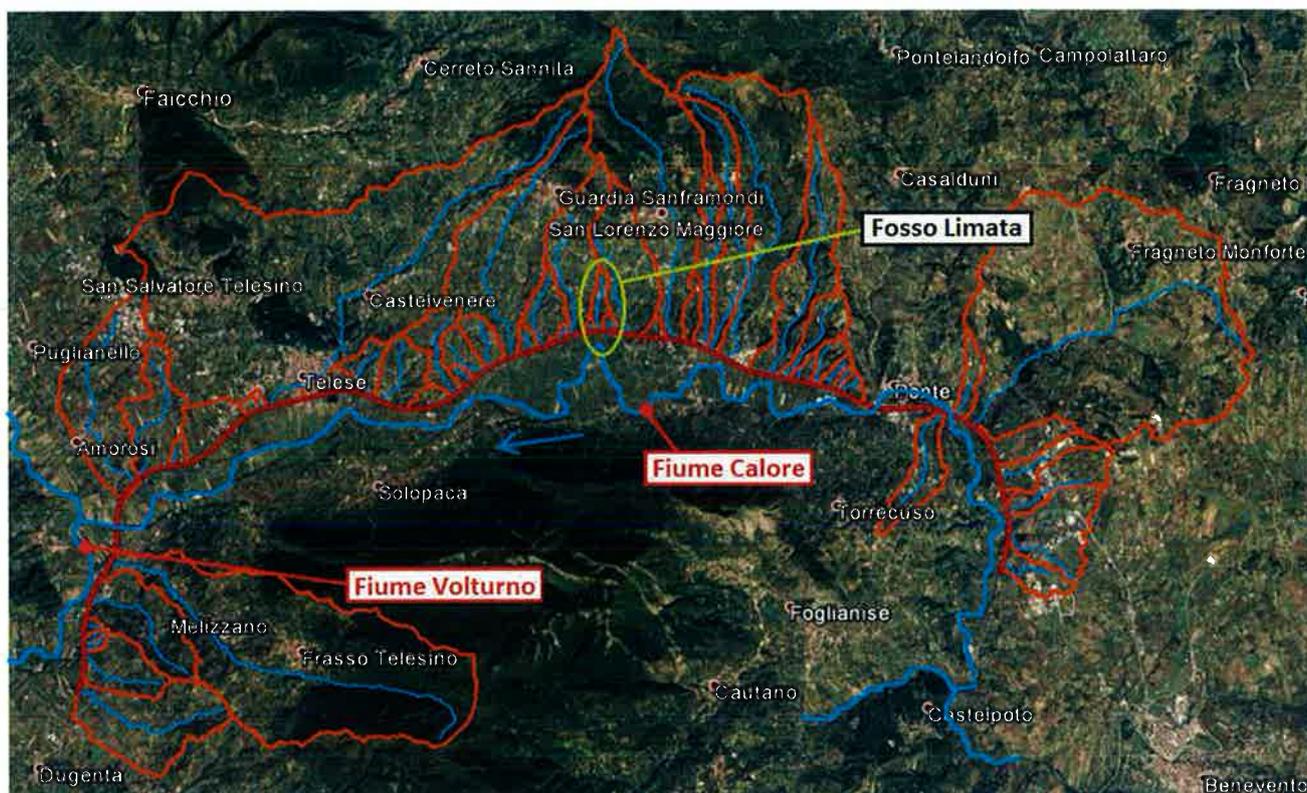


Figura 1: Inquadramento territoriale dell'area in esame.

La linea ferroviaria in progetto interseca il fosso Limata alla progressiva 34+183 km, in corrispondenza della quale è prevista la realizzazione del viadotto VI14.

La verifica della nuova opera di attraversamento in progetto, realizzata tramite una struttura scatolare di dimensioni (interne)  $L = 10 \text{ m}$  e  $H = 8 \text{ m}$ , è stata effettuata mediante un modello idraulico monodimensionale del fosso Limata, in regime di moto permanente.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO. <b>2° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO – VITULANO</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA VI14</b>	COMMESSA IF0H	LOTTO 22 D 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV A

L'analisi eseguita, mostrata nel successivo Capitolo 4, ha evidenziato l'insufficienza del fosso Limata già per una portata con tempo di ritorno di 30 anni; pertanto, per consentire il corretto funzionamento idraulico della nuova struttura scatolare, si prevede la realizzazione di opere/interventi di sistemazione del fosso Limata, quali la ricalibratura del fondo e delle sponde e il rifacimento degli argini mediante gabbioni.

Inoltre, per la realizzazione dello scatolare, si prevede di deviare temporaneamente il fosso Limata; è stata quindi eseguita anche una verifica in condizioni di moto uniforme, per la cosiddetta 'portata di cantiere', al fine di definire la sezione di deflusso della deviazione provvisoria.

Nel presente studio si è fatto riferimento ai seguenti documenti:

- "Relazione Idrologica" del Progetto Definitivo del raddoppio del 2° lotto funzionale Frasso Telesino – Vitulano (elaborato IF0H02D09RIID0001001A)
- RFI, Manuale di Progettazione delle Opere Civili, Parte II, Sezione 3 – Corpo Stradale, ed. 2017

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato grafico "Sistemazione idraulica Vallone Limata: Planimetria, profili e sezioni" (IF0H22D09PZID0002001A).

## **2. DESCRIZIONE DELL'ATTRAVERSAMENTO IN PROGETTO (VIADOTTO VI14)**

Lungo il suo percorso, la nuova linea ferroviaria interseca il fosso Limata alla progressiva 34+183 km, in corrispondenza della quale è prevista la costruzione di un nuovo viadotto (VI14) per il superamento del corso d'acqua.

Il nuovo viadotto VI14 consentirà anche l'attraversamento, alla progressiva 34+323, della viabilità locale, in particolare della strada provinciale SP 106.

Nella figura seguente è rappresentata la planimetria di progetto del viadotto VI14.

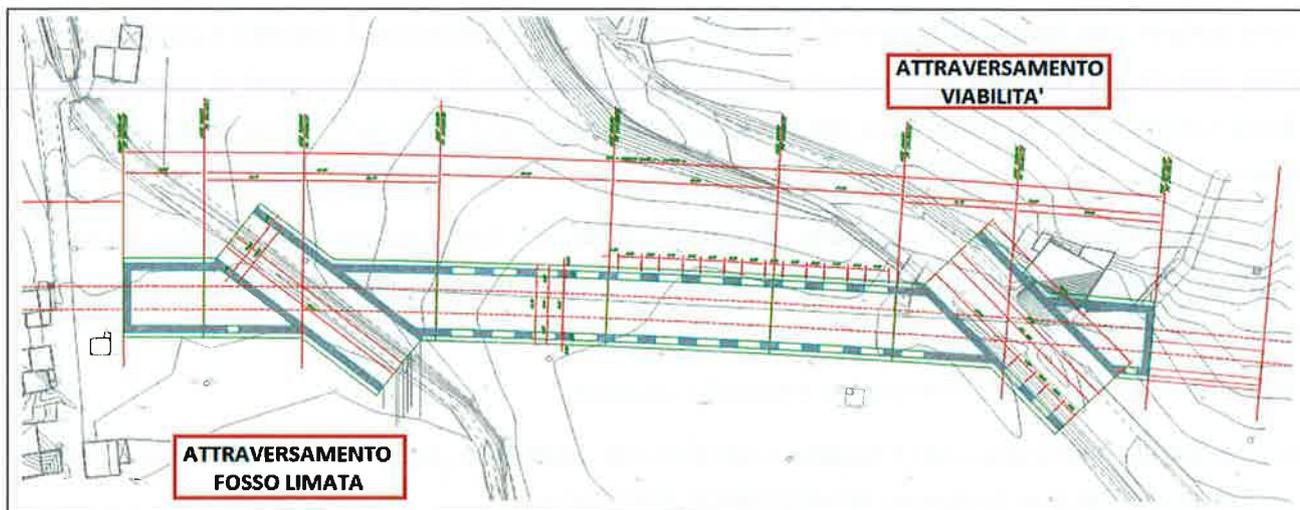


Figura 2: Planimetria di progetto viadotto VI14.

### 3. CONSIDERAZIONI IDROLOGICHE

Il modello idraulico sviluppato rappresenta una porzione del fosso Limata; in particolare, è stato considerato il tratto compreso tra una sezione posta a monte (70 metri circa) dell'attraversamento della strada SP 106 e una sezione posta a valle dell'attraversamento della linea ferroviaria storica, per il quale è prevista la dismissione/demolizione (Figura 3).

Per quanto riguarda le portate di calcolo, si fa riferimento alla relazione idrologica (elaborato IF0H02D09RIID0001001A); in particolare, le portate di progetto ( $Q_T$ ) sono state valutate secondo la metodologia VAPI (Regione Campania), calcolando la portata indice  $\mu(Q)$  e moltiplicando quest'ultima per il relativo coefficiente di crescita con il tempo di ritorno  $K_T$ :

$$Q_T = K_T \cdot \mu(Q) \quad [m^3 / s] \quad [1]$$

Per il fosso Limata, il valore della portata indice  $\mu(Q)$  è stato stimato pari a  $3.64 \text{ m}^3/\text{s}$ .

I valori di portata corrispondenti ai tempi di ritorno di 30, 100, 200 e 300 anni sono riportati nella Tabella seguente.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. <b>2° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA VI14</b>	COMMESSA IF0H	LOTTO 22 D 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV A

<b>Tempo di ritorno <math>T_r</math> (anni)</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>300</b>
$k_r$	2,27	3,06	3,53	3,80
<b>Portata (<math>m^3/s</math>)</b>	<b>8,3</b>	<b>11,1</b>	<b>12,9</b>	<b>13,9</b>

Tabella 1: Portate di progetto.

Essendo il bacino del fosso Limata abbastanza ridotto ( $0.59 \text{ km}^2$ ), il tempo di ritorno di progetto è stato fissato in 200 anni, in accordo a quanto previsto dal manuale di progettazione RFI per i corsi d'acqua con superficie del bacino sotteso inferiore a  $10 \text{ km}^2$ .

Dunque, la verifica idraulica del fosso Limata, nelle situazioni ante e post operam, è stata condotta per i seguenti valori di portata:  $8.3 \text{ m}^3/s$  ( $T_r = 30$ );  $11.1 \text{ m}^3/s$  ( $T_r = 100$ );  $12.9 \text{ m}^3/s$  ( $T_r = 200$ ).

Come anticipato, per la realizzazione del viadotto VI14, è necessario deviare il fosso Limata; in particolare, si prevedono le seguenti fasi (Figura 4):

- Deviazione provvisoria del fosso
- Scavo fino a quota 'fondo scavo' e realizzazione della struttura scatolare fino al primo giunto
- Riposizionamento del fosso nella configurazione finale



Figura 3: Tratto del fosso Limata modellato.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI.</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO.</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO.</b> <b>2° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO – VITULANO</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA VI14</b>	COMMESSA IF0H	LOTTO 22 D 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV A

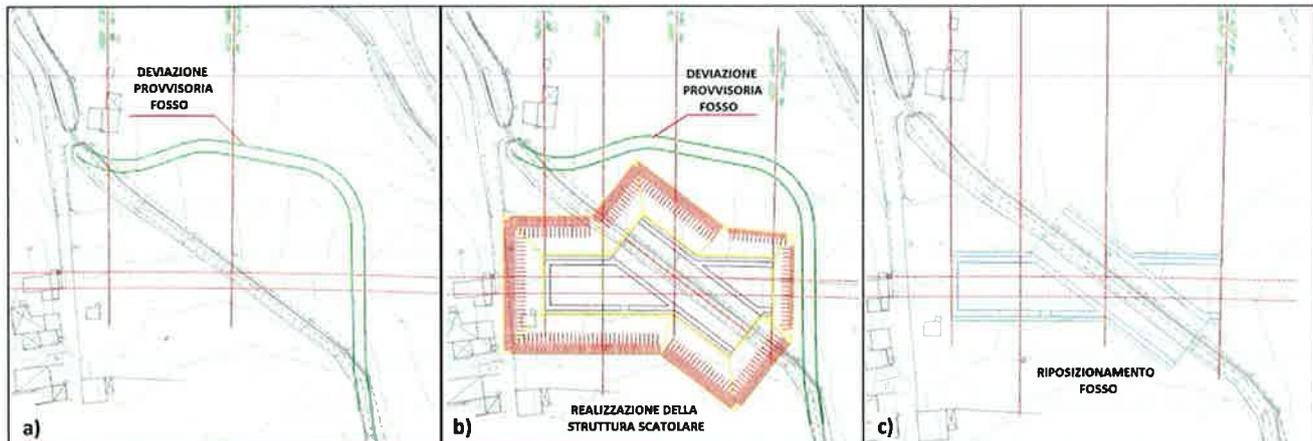


Figura 4: Deviazione e riposizionamento del fosso Limata.

Si procede dunque con la determinazione della cosiddetta portata di cantiere ai fini del dimensionamento della sezione della deviazione provvisoria.

### 3.1 Stima della portata di cantiere

La presenza di un cantiere in alveo è strettamente connessa alla possibilità che durante l'esecuzione dei lavori si verifichi una piena con un colmo di portata superiore alla capacità di deflusso della sezione adottata; ciò comporterebbe un allagamento del cantiere nella migliore delle ipotesi.

In relazione al tempo di ritorno della piena di progetto il criterio da utilizzare è che la probabilità che tale piena venga raggiunta o superata nel periodo di realizzazione dell'opera non sia superiore alla probabilità che tale portata venga raggiunta o superata durante l'intera vita utile dell'opera.

Tale definizione richiama il concetto di "rischio idraulico". Il rischio idraulico, all'interno dell'orizzonte temporale stabilito, è espresso come segue:

$$R_i = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_R}\right)^N$$

in cui

- $R_i$  = rischio idraulico, inteso come probabilità di non superamento;
- $T_R$  = tempo di ritorno dell'evento di riferimento (anni);

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. <b>2° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA VI14</b>	COMMESSA IF0H	LOTTO 22 D 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A

- N = orizzonte temporale di riferimento (anni).

Con riferimento alla classificazione contenuta nelle "Norme tecniche per le Costruzioni" (D.M. 14.01.2008), per l'opera in progetto è stata imposta una vita utile pari a 100 anni (per *vita utile nominale di un'opera strutturale si intende il numero di anni nel quale la struttura deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata*).

Le prescrizioni ferroviarie, come anzidetto, prevedono che la verifica idraulica sia condotta per un tempo di ritorno pari a 200 anni; in definitiva, il rischio idraulico risulta essere pari a  $R_i = 0.394$ . Imponendo per le opere provvisorie lo stesso rischio idraulico definito per l'opera finita, è possibile determinare il tempo di ritorno dell'evento di piena di riferimento per la fase transitoria di cantiere tramite la seguente formula:

$$T_{pr} = \frac{1}{1 - \left(1 - \frac{1}{T_R}\right)^{\frac{N}{c}}}$$

nella quale:

- C = durata di costruzione (anni);
- N = durata dell'opera (anni);
- $T_R$  = tempo di ritorno di progetto (anni).

Il periodo in cui si avrà un'interferenza delle aree di cantiere con l'alveo attivo del corso d'acqua in esame è stato stimato pari ad 1 anno; si ricava, dunque, un tempo di ritorno dell'evento di piena di cantiere pari a  $T_R = 2.5$  anni.

Con riferimento alla relazione idrologica (elaborato IF0H02D09RIID0001001A), anche la portata di cantiere è stata stimata mediante la relazione [1], precedentemente introdotta; il coefficiente di crescita associato ad un tempo di ritorno di 2,5 anni è pari a  $K_T = 0.98$ , da cui:  $Q_{T=2.5\text{anni}} = 3.57 \text{ m}^3 / \text{s}$ .

#### 4. VERIFICHE IDRAULICHE

Ai fini della progettazione delle opere di sistemazione idraulica, si procede con la modellazione del comportamento idrodinamico del fosso Limata, per il tratto precedentemente indicato, mediante un

modello di calcolo monodimensionale, in regime di moto permanente. Il software utilizzato per l'implementazione del modello è HEC-RAS 4.1, sviluppato dall'Hydrologic Center del Corpo degli Ingegneri dell'Esercito degli Stati Uniti d'America.

Per il dimensionamento della sezione della deviazione provvisoria da realizzare durante la fase di costruzione della nuova struttura scatolare, si assumono le condizioni di moto uniforme.

#### 4.1 Simulazioni numeriche

##### 4.1.1 Il modello matematico

Il calcolo del profilo di corrente in condizioni di moto permanente fra due sezioni successive è effettuato dal software HEC-RAS mediante la soluzione dell'equazione dell'energia, attraverso un processo iterativo denominato 'standard step method'. Indicate con 1 e 2 rispettivamente le sezioni di valle e di monte (Figura 5), l'equazione dell'energia è espressa dalla seguente relazione:

$$Y_2 + Z_2 + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} + h_e$$

dove  $Y_1$ ,  $Y_2$  sono i tiranti idrici di monte e di valle;  $Z_1$ ,  $Z_2$  le quote topografiche;  $v_1$ ,  $v_2$  le velocità medie (portata totale/area di flusso totale);  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  i coefficienti di ragguglio delle altezze cinetiche o di Coriolis;  $g$  l'accelerazione di gravità;  $h_e$  la perdita di carico totale nel tratto.

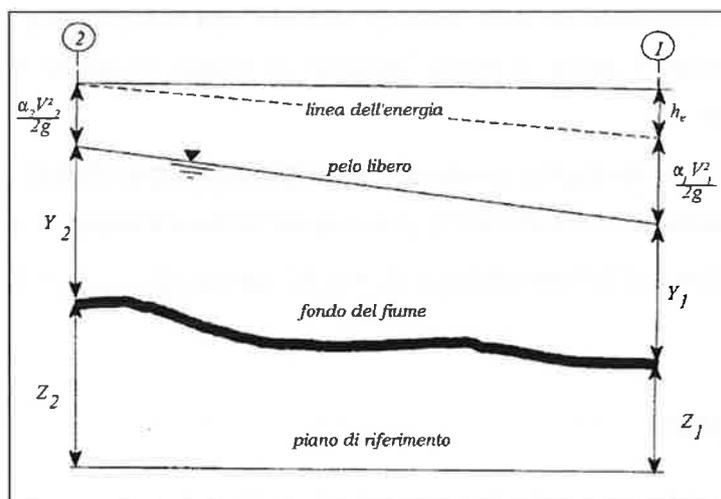


Figura 5: Schema di calcolo per la determinazione del profilo del pelo libero nei corsi d'acqua.

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

$$h_e = L\bar{j} + C \left| \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} \right|$$

dove  $L$  è la distanza tra le due sezioni;  $\bar{j}$  è la perdita di carico media distribuita tra le due sezioni e  $C$  è il coefficiente che correla le perdite, dovute all'espansione ed alla contrazione della vena, in funzione dell'andamento piano – altimetrico del corso d'acqua, alla differenza dei carichi cinetici delle due sezioni. La distanza  $L$  tra le due sezioni è calcolata mediante la relazione:

$$L = \frac{L_{lob}\bar{Q}_{lob} + L_{ch}\bar{Q}_{ch} + L_{rob}\bar{Q}_{rob}}{\bar{Q}_{lob} + \bar{Q}_{ch} + \bar{Q}_{rob}}$$

in cui  $L_{lob}, L_{ch}, L_{rob}$  sono le lunghezze del tratto relative all'area golenale sinistra, al canale principale e all'area golenale destra rispettivamente;  $\bar{Q}_{lob}, \bar{Q}_{ch}, \bar{Q}_{rob}$  sono le portate medie attraverso la sezione rispettivamente in golena sinistra, canale principale e golena destra.

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

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} \sqrt{j}$$

dove  $Q$  rappresenta la portata,  $A$  la sezione bagnata,  $R$  il raggio idraulico,  $n$  il coefficiente di scabrezza secondo Manning. Nel caso di sezioni composte, tipiche dei corsi d'acqua naturali, è necessario suddividere la sezione in parti in modo da trattare separatamente sezioni in cui la velocità media può essere ritenuta, ai fini pratici, costante (Figura 6).

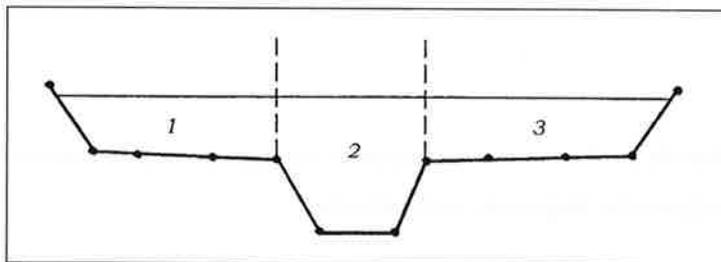


Figura 6: Sezione schematica di un corso d'acqua.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI.</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO.</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.</b> <b>2° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA VI14</b>	COMMESSA IF0H	LOTTO 22 D 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV A

Con riferimento alla Figura 6, definito  $K_i = Q_i / \sqrt{j}$  la capacità di portata di ogni singola parte  $i$ -esima in cui è stata suddivisa la sezione, in accordo alla formula di Manning, è:

$$\bar{j} = \left( \frac{Q}{\sum_i K_i} \right)^2$$

Questo risultato può essere facilmente ricavato osservando che la portata di ogni singola area  $Q_i = K_i \sqrt{j}$  è proporzionale al rispettivo coefficiente di portata e che la portata totale vale  $Q = \sum_i Q_i$ . Il programma HEC-RAS implementa quattro modalità distinte per valutare  $\bar{j}$ ; in particolare:

- $\bar{j} = \left( \frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2$  (*average conveyance equation*)
- $\bar{j} = \frac{j_1 + j_2}{2}$  (*average friction slope equation*)
- $\bar{j} = \sqrt{j_1 \cdot j_2}$  (*geometric mean friction slope equation*)
- $\bar{j} = \frac{2j_1 \cdot j_2}{j_1 + j_2}$  (*harmonic mean friction slope equation*)

Il programma utilizza per default la prima delle quattro opzioni proposte, per quanto sia possibile adottare automaticamente la formula che meglio si adatta a ciascun tipo di profilo (corrente lenta o veloce). Calcolata la capacità di portata di ogni singola sezione, è possibile, da queste, valutare il coefficiente di Coriolis. Questo coefficiente è pari al rapporto tra l'energia cinetica reale della corrente, proporzionale a  $\sum_i Q_i^3 / A_i^2$ , e l'energia cinetica calcolata facendo uso del valore medio della velocità, proporzionale a  $Q^3 / A^2$ .

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

$$\alpha_k = \left( \sum_{i=1}^3 \frac{K_i^3}{A_i^2} \right) \frac{\left( \sum_{i=1}^3 A_i \right)^2}{\left( \sum_{i=1}^3 K_i \right)^3} \quad (k = 1, 2)$$

Calcolate tramite le rispettive equazioni le perdite di energia  $h_e$  ed i coefficienti di Coriolis  $\alpha_k$ , l'equazione

$$Y_2 + Z_2 + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} + h_e,$$

associata all'equazione di continuità, permette di calcolare, mediante un procedimento iterativo, l'altezza idrica alla sezione di calcolo. La procedura è la seguente:

1) Si assume un valore di tentativo per il livello idrico sulla sezione di monte (o di valle nel caso in cui si ipotizzi una corrente di tipo veloce).

2) Si calcola il valore della capacità di portata totale  $K (= \sum_{i=1}^3 K_i)$  e l'altezza cinetica per il livello di tentativo.

3) In base ai valori calcolati al passo 2, si calcola  $\bar{j}$  e si risolve l'equazione  $h_e = L\bar{j} + C \left| \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} \right|$  per il valore di  $h_e$ .

4) Con i valori calcolati ai passi 2 e 3, si calcola  $Y_2 + Z_2$  mediante la

$$Y_2 + Z_2 + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} + h_e$$

5) Si confronta il valore calcolato  $Y_2 + Z_2$  con quello di tentativo del passo 1.

Si ripetono i passi dall'1 al 5 fino a che i due valori non differiscono per meno di 0.003 m o di una soglia specificata dall'utente.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO. <b>2° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO – VITULANO</b></p>												
<p><b>RELAZIONE IDRAULICA VI14</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF0H</td> <td>22 D 09</td> <td>RI</td> <td>ID0002 001</td> <td>A</td> <td>14 di 28</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0H	22 D 09	RI	ID0002 001	A	14 di 28
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0H	22 D 09	RI	ID0002 001	A	14 di 28								

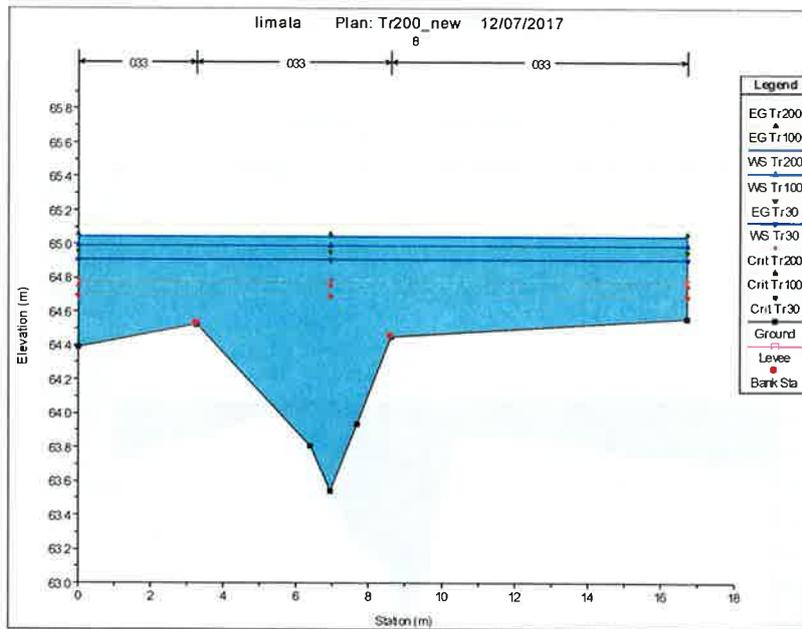
#### **4.1.2 Schematizzazione adottata**

Si riportano di seguito i risultati delle simulazioni idrauliche nelle situazioni attuale e post-operam, effettuate avendo assunto le seguenti ipotesi:

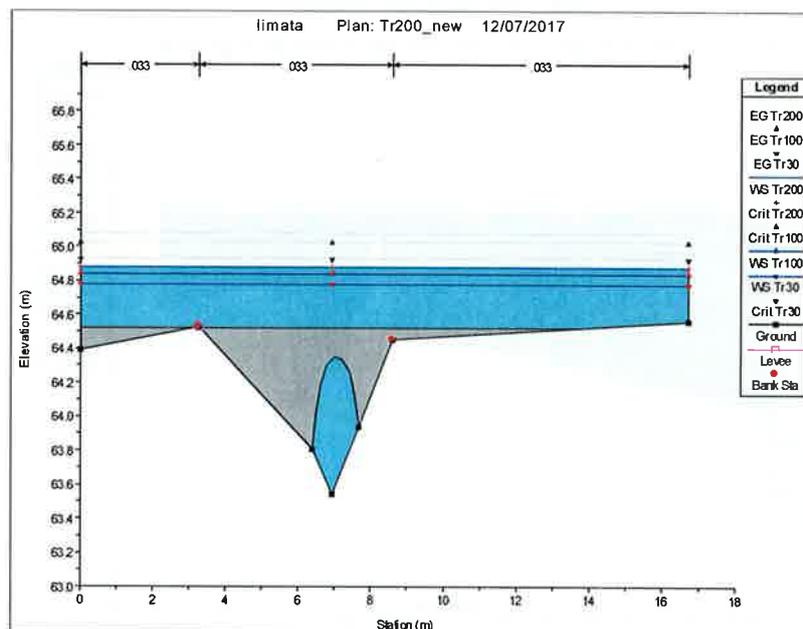
- condizioni di moto permanente;
- regime di corrente mista;
- condizione di altezza idrica critica nelle sezioni di monte e di valle (*'Critical Depth'*);
- coefficienti di Manning per il fondo e le sponde pari a 0.033 (Chow V.T., 1959).

#### **4.1.3 Simulazione Stato Attuale**

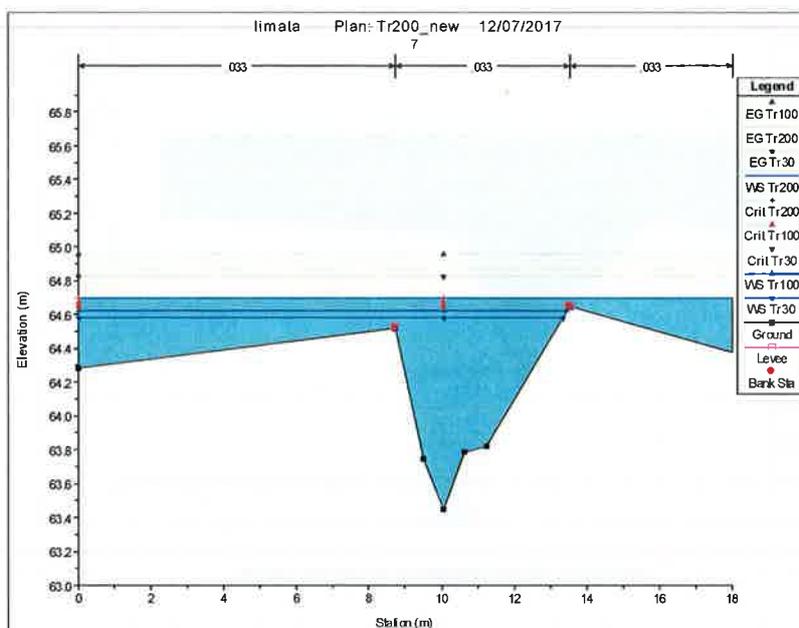
Come anticipato, la verifica è stata condotta per le portate corrispondenti ai tempi di ritorno di 30, 100 e 200 anni. I risultati evidenziano l'insufficienza della sezione attuale del Fosso Limata a monte dell'attraversamento privato e nel tratto in cui dovrà essere realizzata la nuova struttura scatolare, a monte dell'attraversamento della linea ferroviaria storica/esistente (Figura 3), già per la portata associata ad un tempo di ritorno di 30 anni.



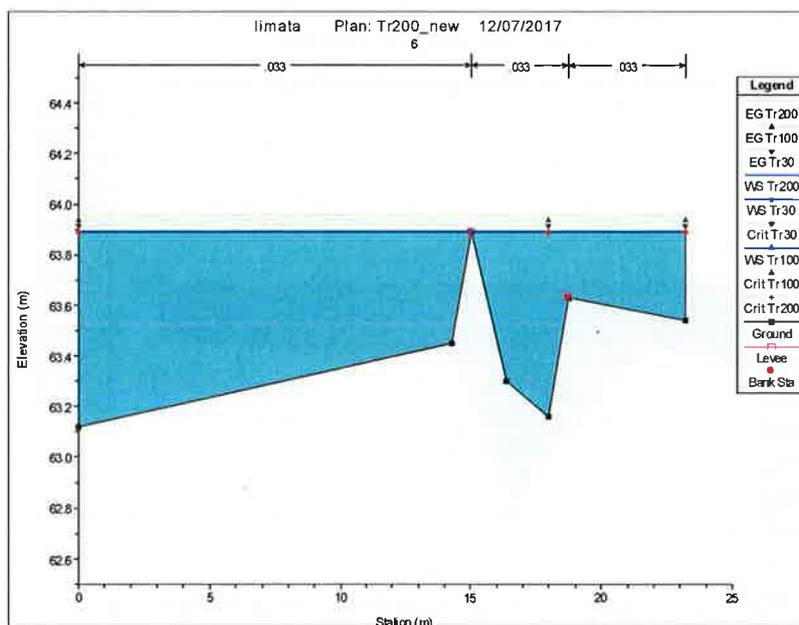
Sezione a monte dell'attraversamento privato



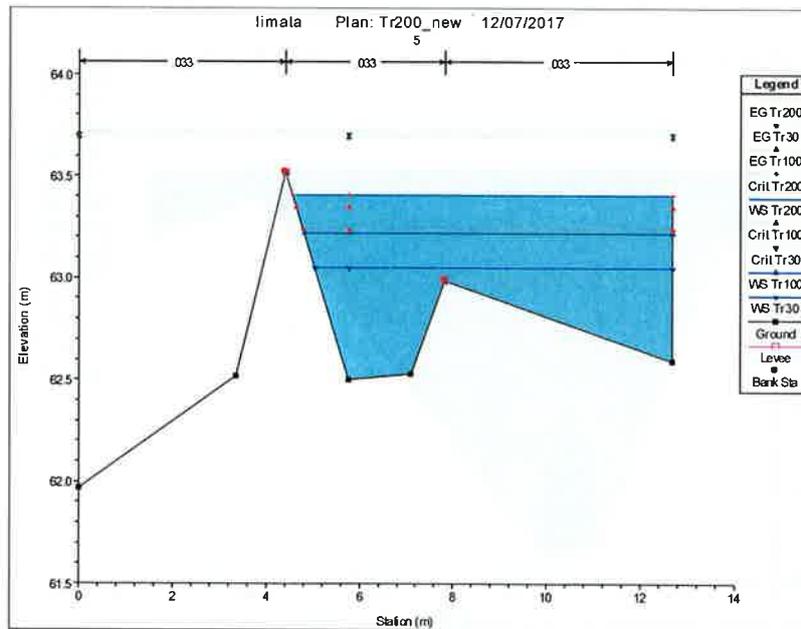
*Attraversamento privato*



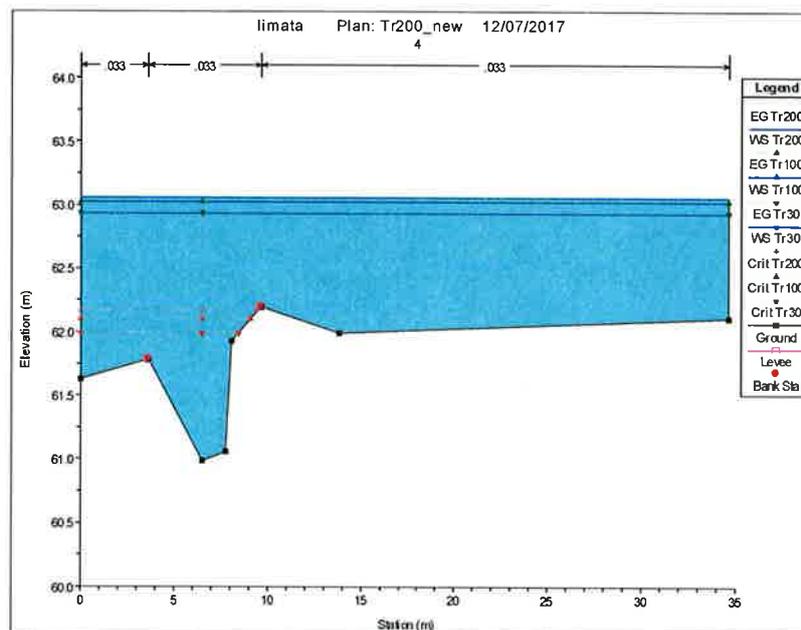
*Sezione a valle dell'attraversamento privato*



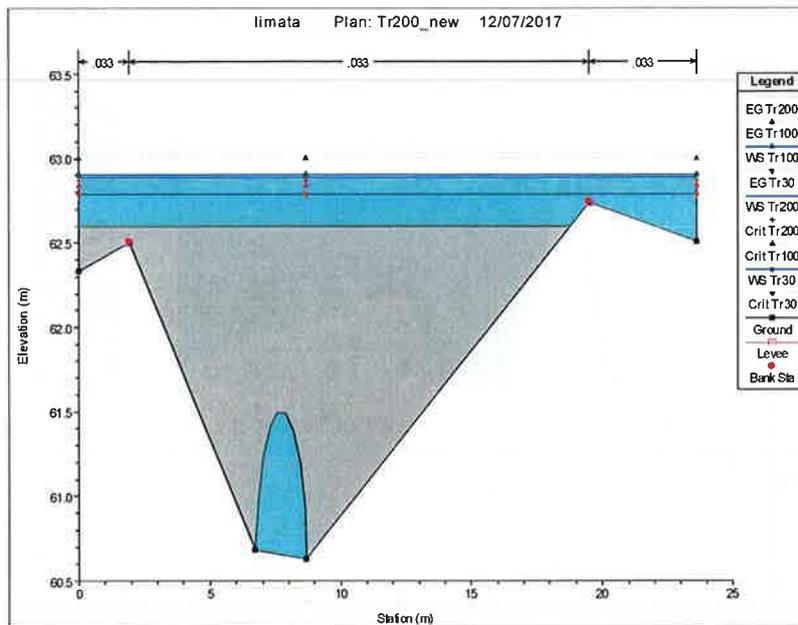
*Sezione a monte della nuova struttura scatolare in progetto*



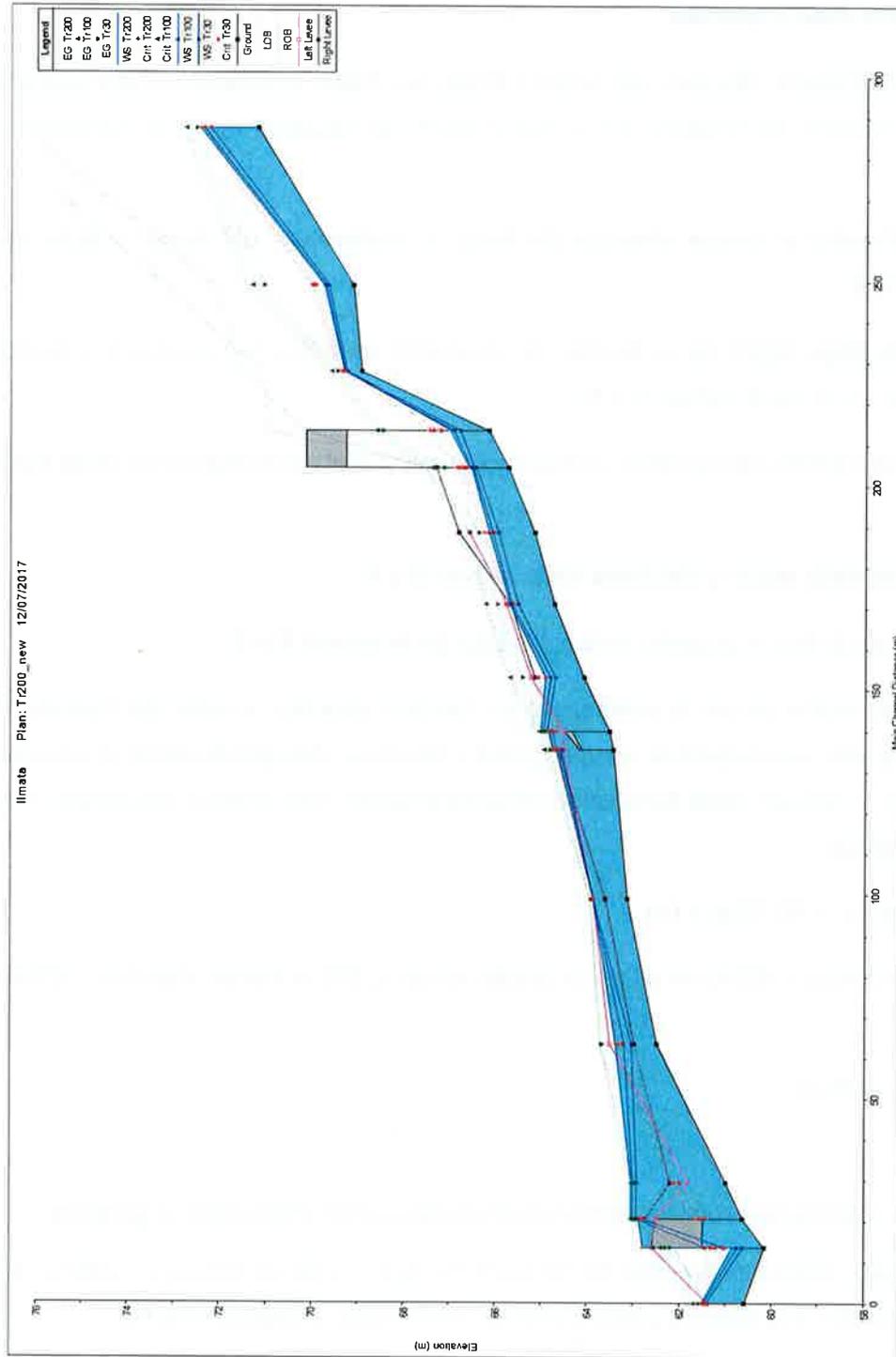
Sezione a valle della nuova struttura scatolare in progetto



Sezione a monte dell'attraversamento della linea ferroviaria storica



Attraversamento linea ferroviaria storica



Situazione 'Stato Attuale' - Profili di rigurgito

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI.</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO.</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.</b> <b>2° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA VI14</b>	COMMESSA IF0H	LOTTO 22 D 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV A

#### 4.1.4 Simulazione Post - Operam

Per risolvere l'insufficienza idraulica del fosso Limata nel tratto interessato dalla realizzazione della nuova struttura scatolare del Viadotto VI14, si prevedono le seguenti opere di sistemazione idraulica (Figura 7):

- Rialzo dell'argine in destra idraulica (in terra) e ricalibratura del fondo e delle sponde tra le sezioni 10 e 9;
- Rifacimento degli argini sia in destra che in sinistra idraulica con gabbioni e ricalibratura della sezione del fosso tra le sezioni 9 e 6;
- Demolizione dell'attraversamento (tombino) privato e dell'attraversamento della linea ferroviaria esistente;
- Ricalibratura della sezione del fosso tra le sezioni 5 e 4.

La nuova struttura scatolare in progetto sarà realizzata tra le sezioni 6 e 5.

E' stata considerata inoltre anche la presenza di un tombino idraulico, a valle del Viadotto VI14 (Figura 7), che verrà realizzato per consentire il superamento del corso d'acqua da parte di una nuova viabilità (NV17) in progetto. A seguito delle simulazioni idrauliche svolte, tale tombino (scatolare) dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Quota di fondo: + 60,70 m s.l.m.
- Quota intradosso: + 62,40 m s.l.m. (= tirante idrico  $T_r$  200 + franco idraulico = 61,90 m s.l.m. + 0,50 m)
- Larghezza: 6,00 m

Si riporta inoltre la sezione tipo relativa all'intervento di rifacimento degli argini in gabbioni.

Per maggiori dettagli relativamente alle opere suddette si rimanda all'elaborato grafico "Sistemazione idraulica Vallone Limata: Planimetria, profili e sezioni" (IF0H22D09PZID0002001A).

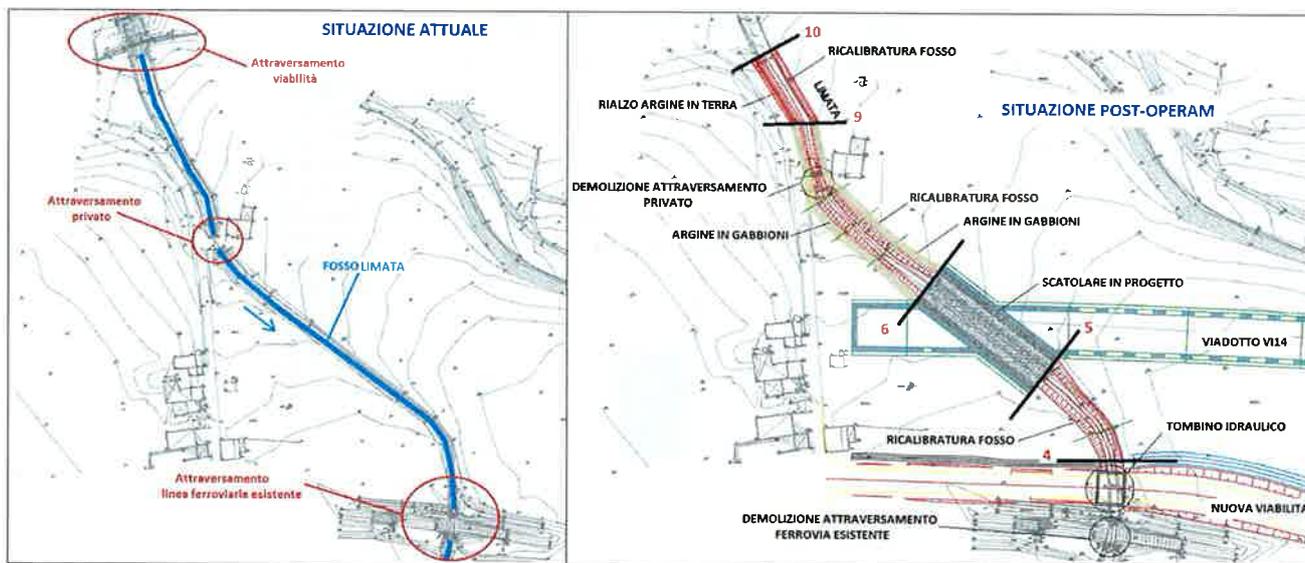
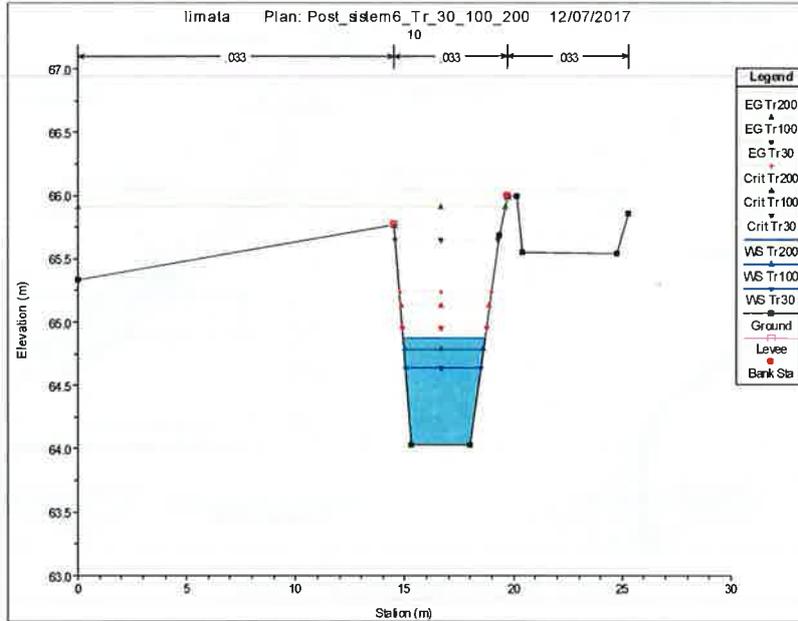


Figura 7: Situazioni attuale e post – operam

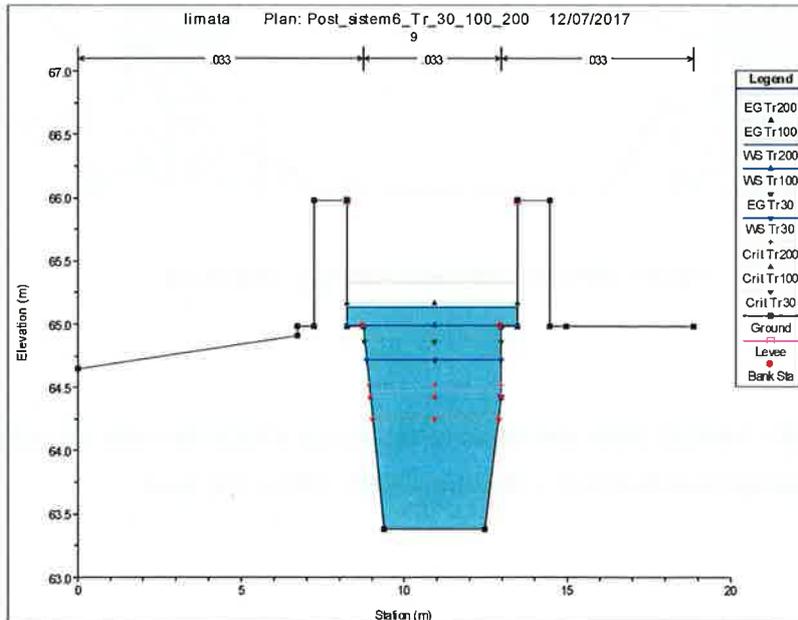


Figura 8: Intervento di rifacimento degli argini - Sezione tipo

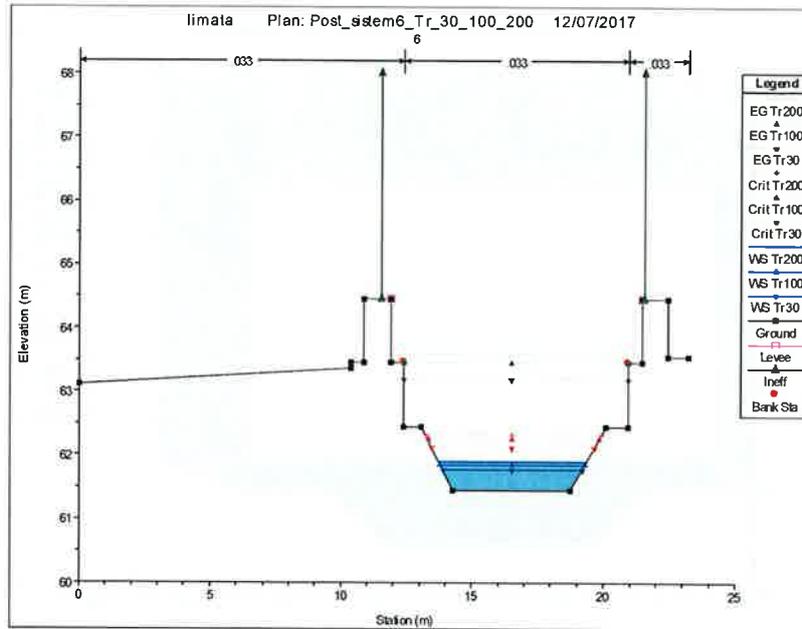
Di seguito sono mostrati i risultati della simulazione numerica effettuata nella situazione post-operam, sempre per le portate corrispondenti ai tempi di ritorno di 30, 100 e 200 anni.



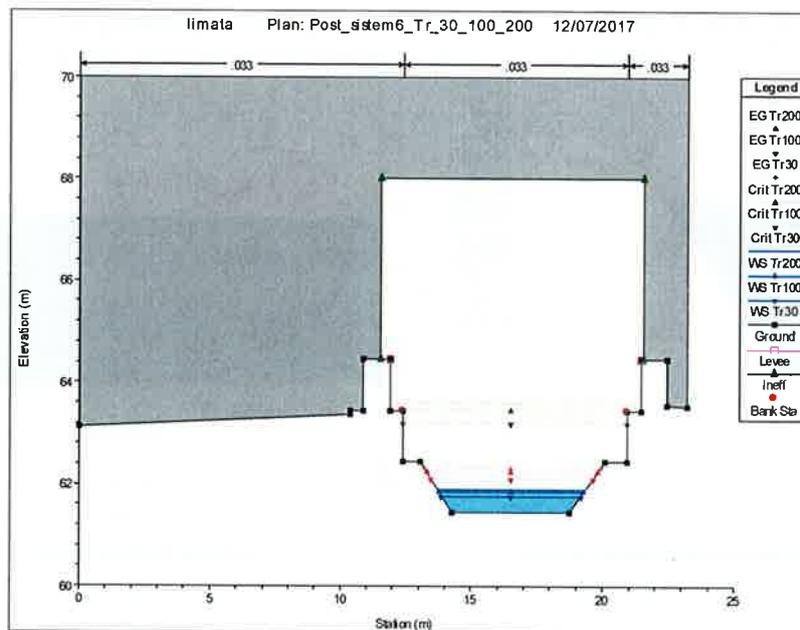
Sezione 10



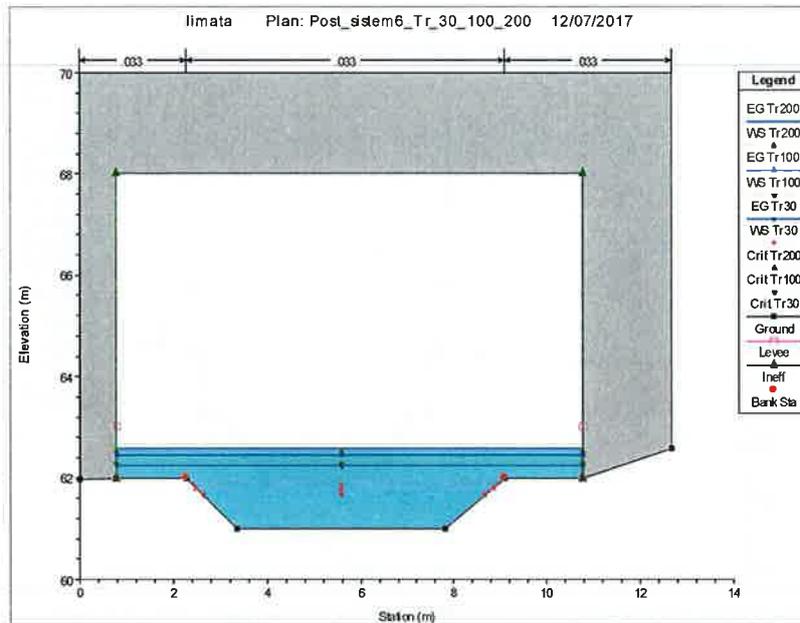
Sezione 9



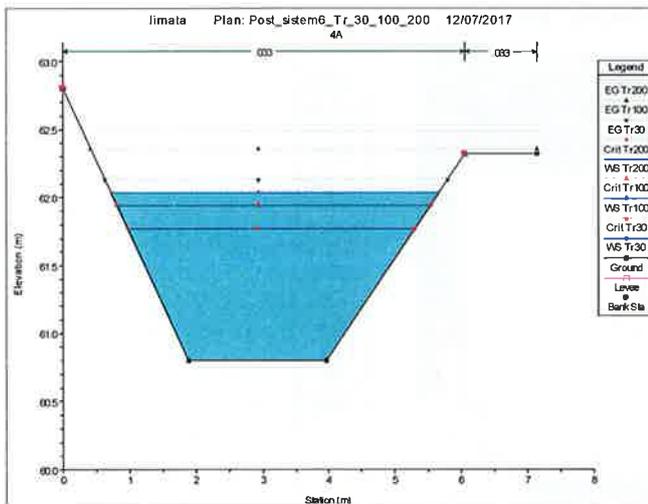
Sezione 6



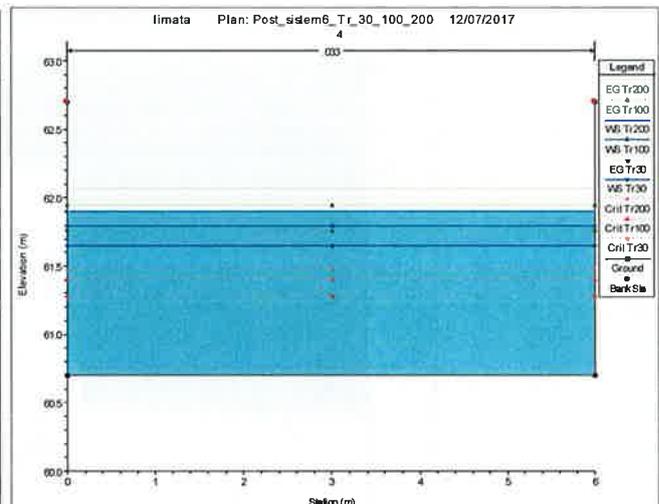
Scalare in progetto - sezione di imbocco



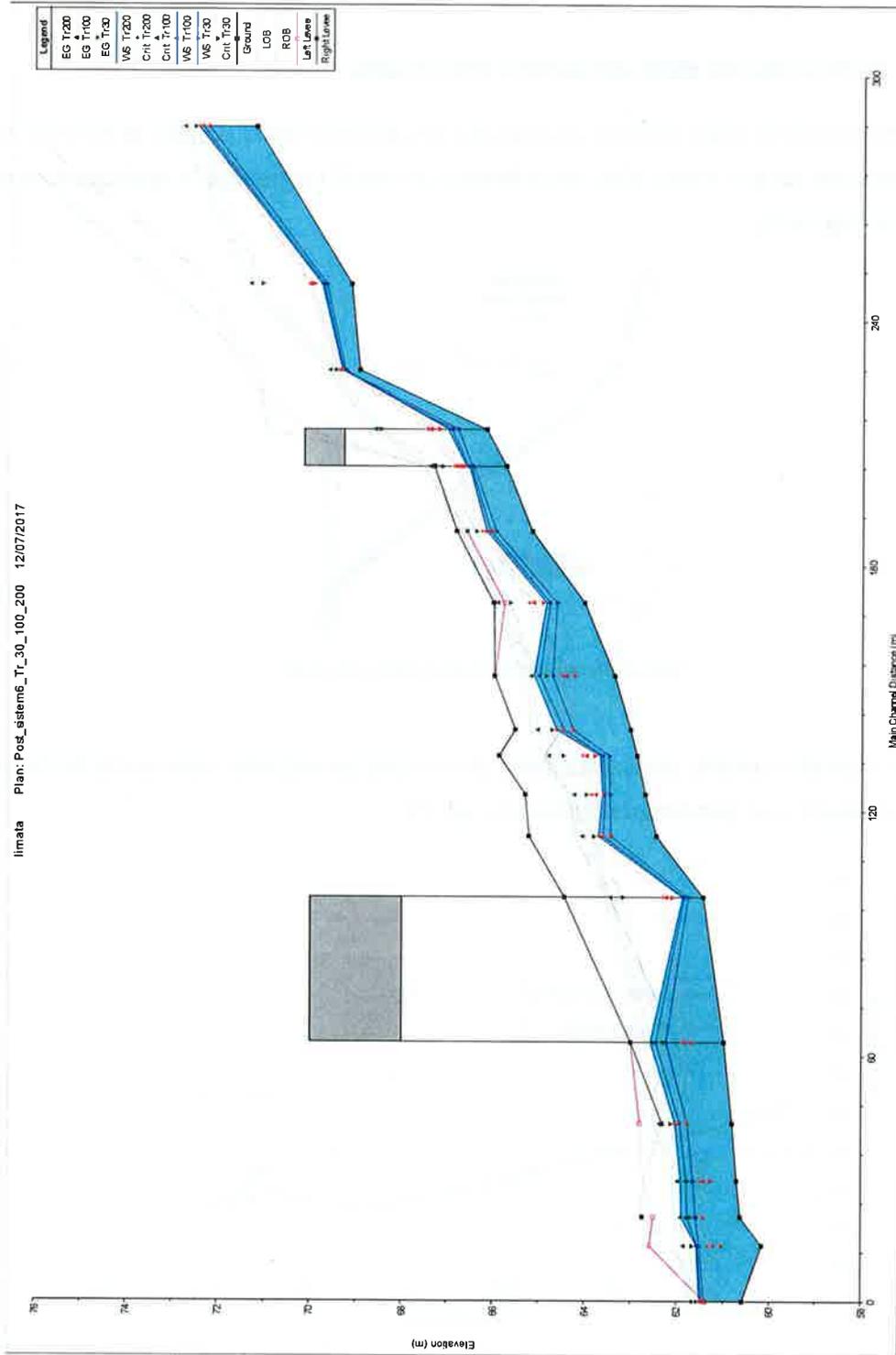
Scatolare in progetto – sezione di sbocco



Sezione a monte del tombino idraulico della nuova viabilità



Sezione tombino idraulico



Situazione 'Post-operam' – Profili di rigurgito

#### 4.2 Verifica in moto uniforme della deviazione provvisoria

Si procede all'individuazione della sezione idonea allo smaltimento della portata di cantiere ( $3.57 \text{ m}^3/\text{s}$ ), nel tratto provvisorio del fosso Limata, che verrà deviato al fine di consentire la realizzazione della nuova struttura scatolare (Figura 9).



Figura 9: Deviazione provvisoria del fosso Limata.

Dapprima è stato ricavato il profilo altimetrico della deviazione provvisoria: nella parte finale di tale tratto si prevede la riprofilatura, con pendenza minima pari all'1%.

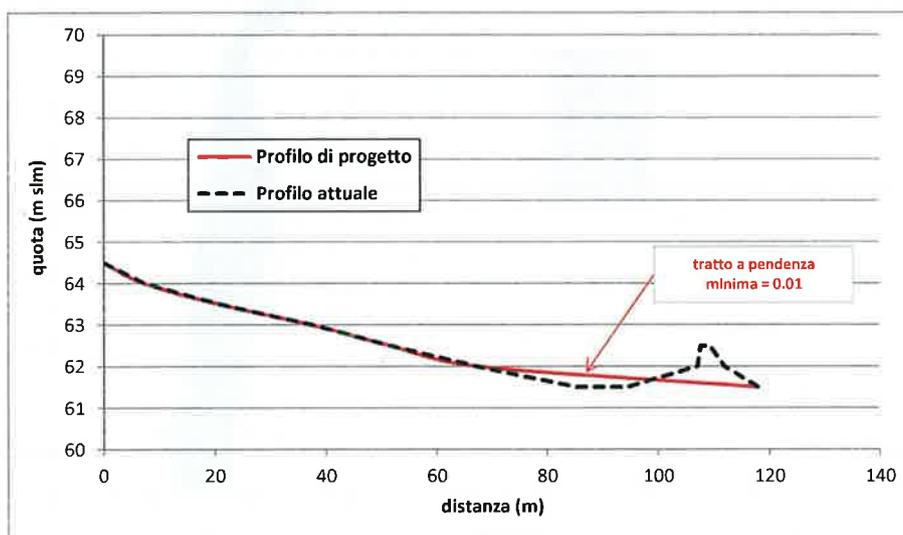


Figura 10: Profilo altimetrico attuale e di progetto del tratto provvisorio.

Si propone la seguente sezione trapezoidale, che, come si evince dalla scala di deflusso in moto uniforme (Figura 12), consente lo smaltimento della portata di cantiere con un grado di riempimento dell'80%, circa.

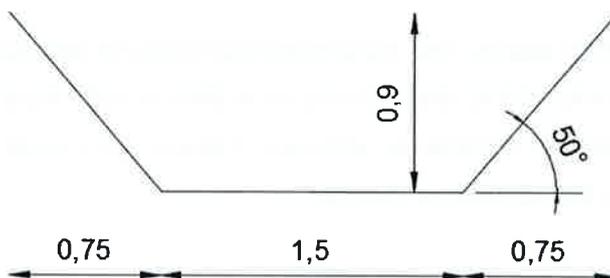
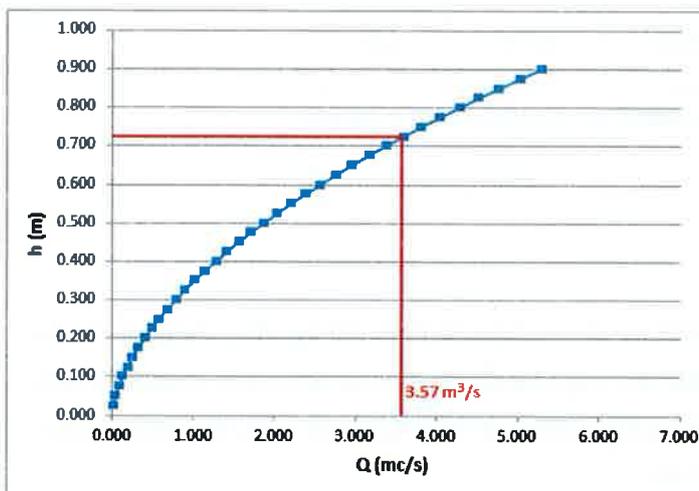


Figura 11: Sezione trasversale della deviazione provvisoria.



h (m)	B (m)	A (m <sup>2</sup> )	C (m)	R (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	GR (%)
0.05	1.58	0.077	1.63	0.047	0.040	5.56
0.1	1.67	0.158	1.76	0.090	0.127	11.11
0.15	1.75	0.244	1.89	0.129	0.249	16.67
0.2	1.83	0.333	2.02	0.165	0.401	22.22
0.25	1.92	0.427	2.15	0.199	0.581	27.78
0.3	2.00	0.525	2.28	0.230	0.789	33.33
0.35	2.08	0.627	2.41	0.260	1.022	38.89
0.4	2.17	0.733	2.54	0.289	1.281	44.44
0.45	2.25	0.844	2.67	0.316	1.565	50.00
0.5	2.33	0.958	2.80	0.342	1.875	55.56
0.55	2.42	1.077	2.93	0.367	2.210	61.11
0.6	2.50	1.200	3.06	0.392	2.571	66.67
0.65	2.58	1.327	3.19	0.416	2.957	72.22
0.7	2.67	1.458	3.32	0.439	3.369	77.78
<b>0.725</b>	<b>2.71</b>	<b>1.526</b>	<b>3.39</b>	<b>0.450</b>	<b>3.585</b>	<b>80.56</b>
0.8	2.83	1.733	3.58	0.484	4.273	88.89
0.85	2.92	1.877	3.71	0.506	4.765	94.44
0.9	3.00	2.025	3.84	0.527	5.284	100.00

Figura 12: Deviazione provvisoria. Scala di deflusso in moto uniforme della sezione di progetto.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI.</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO.</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.</b> <b>2° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA VI14</b>	COMMESSA IF0H	LOTTO 22 D 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV A

## 5. COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Nello studio effettuato è stata valutata la compatibilità idraulica dell'infrastruttura di progetto e degli interventi di sistemazione idraulica, che garantiscono la minima interferenza delle opere ferroviarie con il normale deflusso delle acque.

Si evidenzia che il deflusso delle acque, non essendoci esondazione alcuna, avviene esclusivamente all'interno dell'alveo e che il livello idrico, che si instaura al disotto dell'intradosso della nuova struttura scatolare in progetto, resta sempre nettamente inferiore a valori per i quali corrisponde un franco di sicurezza idraulica rispondente alla normativa vigente.

Sezione	Quota			Franco [m]
	Fondo [m s.l.m.]	Intradosso [m s.l.m.]	Livello idrico Tr200 [m s.l.m.]	
Imbocco scatolare in progetto	61,45	68,00	61,90	6,10
Sbocco scatolare in progetto	61,00	68,00	62,58	5,42

Tabella 2: Nuova struttura scatolare. Valori caratteristici e verifica del franco idraulico.

## 6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Alla luce delle precedenti verifiche e considerazioni, la configurazione finale di progetto risulta idraulicamente compatibile con le norme della legislazione vigente di protezione dai rischi idraulici e con la conformazione odierna dei luoghi. Gli interventi di sistemazione ripropongono la sagoma delle sezioni attuali d'alveo e la riprofilatura del fondo e delle sponde.

Le opere di sistemazione idraulica previste consentono di assicurare, con il periodo di ritorno di progetto stabilito, la sicurezza dell'infrastruttura ferroviaria, e di ridurre le eventuali condizioni di rischio, eliminando le esondazioni nella zona di intervento.

Particolari accorgimenti saranno adottati per una corretta manutenzione delle opere, onde poter ridurre al minimo gli interventi atti a garantirne l'efficienza ed, in ogni caso, a ridurre a livelli minimi i costi delle opere.