

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. L. IACOPO

Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

## PROGETTO ESECUTIVO

**ITINERARIO NAPOLI – BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO  
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO  
3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO**

**IDRAULICA  
SISTEMAZIONI IDRAULICHE**

Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO  Ing. M. FERRONI		-

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

IF2R 32 E ZZ RI ID0002 006 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	S. Giacomini	29/06/21	D. Nave	30/06/21	M. Nuti	30/06/21	IL PROGETTISTA P. Cucino

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO  
ING. P. CUCINO  
ISCRIZIONE ALBO N. 1272  
01/07/21

File: IF2R.3.2.E.ZZ.RI.ID.00.0.2.006.A

n. Elab.:

APPALTATORE: <a href="#">Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</a>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.006	REV. A	FOGLIO 2 di 26

<b>INDICE DELLE FIGURE.....</b>	<b>3</b>
<b>1 INTRODUZIONE .....</b>	<b>4</b>
<b>2 DESCRIZIONE E INQUADRAMENTO DELL'INTERFERENZA.....</b>	<b>6</b>
<b>3 CONSIDERAZIONI IDROLOGICHE .....</b>	<b>7</b>
<b>4 VERIFICHE IDRAULICHE .....</b>	<b>8</b>
4.1 METODOLOGIA.....	8
4.1.1 SIMULAZIONE NUMERICA.....	8
4.2 SCHEMATIZZAZIONE ADOTTATA .....	10
4.3 CRITERI DI VERIFICA .....	11
4.4 SIMULAZIONE ANTE OPERAM .....	11
4.4.1 Risultati simulazione ante operam .....	11
4.5 SIMULAZIONE POST OPERAM .....	13
4.5.1 Risultati simulazione post operam .....	14
4.5.2 Risultati simulazione post operam fosso Scafamelia .....	17
<b>5 CANTIERIZZAZIONE.....</b>	<b>21</b>
5.1 PORTATA DI CANTIERE .....	21
5.2 VERIFICA IN MOTO UNIFORME DEVIAZIONE PROVVISORIA .....	23
<b>6 VERIFICA SISTEMAZIONE IDRAULICA .....</b>	<b>26</b>

---

APPALTATORE: <a href="#">Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</a>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	RI	ID.00.0.2.006	A	3 di 26

### ***INDICE DELLE FIGURE***

Figura 1: Inquadramento territoriale dell'area in esame	4
Figura 2: Stralcio planimetria di progetto del Fosso Scafamelia	6
Figura 3: Profilo idraulico ante operam	12
Figura 4: Planimetria di esondazione ante operam	13
Figura 5: Sezione di progetto viadotto VI 21	14
Figura 6: Profilo idraulico di progetto	15
Figura 7: Sezione attraversamento VI 21	15
Figura 8: Planimetria di esondazione post operam	16
Figura 12: by pass provvisorio Fosso Scafamelia	21

---

APPALTATORE: <a href="#">Consorzio Teleso Società Consortile a Responsabilità Limitata</a>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESO – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <b>SWS Engineering S.p.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.006	REV. A	FOGLIO 4 di 26

## 1 INTRODUZIONE

La presente relazione riassume i risultati della verifica idraulica del Fosso Scafamelia evidenziato in Figura 1, tributario in destra idraulica del Fiume Calore, nell'ambito del Progetto Esecutivo del 2° Lotto funzionale della linea Canello – Benevento, nella tratta tra Frasso Telesino e Vitulano.



Figura 1: Inquadramento territoriale dell'area in esame

Nel presente studio si è fatto riferimento ai seguenti documenti:

- “*Relazione Idrologica*” del Progetto Esecutivo del raddoppio del 2° lotto funzionale Frasso Telesino – Vitulano (elaborato IFR02EZZRIID000001A)
- RFI, Manuale di Progettazione delle Opere Civili, Parte II, Sezione 3 – Corpo Stradale. Edizione 2016.

APPALTATORE: <a href="#">Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</a>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <b>SWS Engineering S.p.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>						
<b>Sistemazioni idrauliche</b> <b>Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica</b>	COMMESSA <b>IF2R</b>	LOTTO <b>3.2.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>RI</b>	DOCUMENTO <b>ID.00.0.2.006</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>5 di 26</b>

- NTC 2008
- Norme di attuazione del P.S.D.A.

APPALTATORE: <a href="#">Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</a>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: <a href="#">SYSTRA S.A.</a> Mandante: <a href="#">SWS Engineering S.p.A.</a> <a href="#">SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</a>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Sistemazioni idrauliche Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.006	REV. A	FOGLIO 6 di 26

## 2 DESCRIZIONE E INQUADRAMENTO DELL'INTERFERENZA

La linea ferroviaria in progetto interseca il Fosso Scafamelia alla progressiva km 42+707, in corrispondenza della quale è prevista la realizzazione dell'attraversamento VI 21.

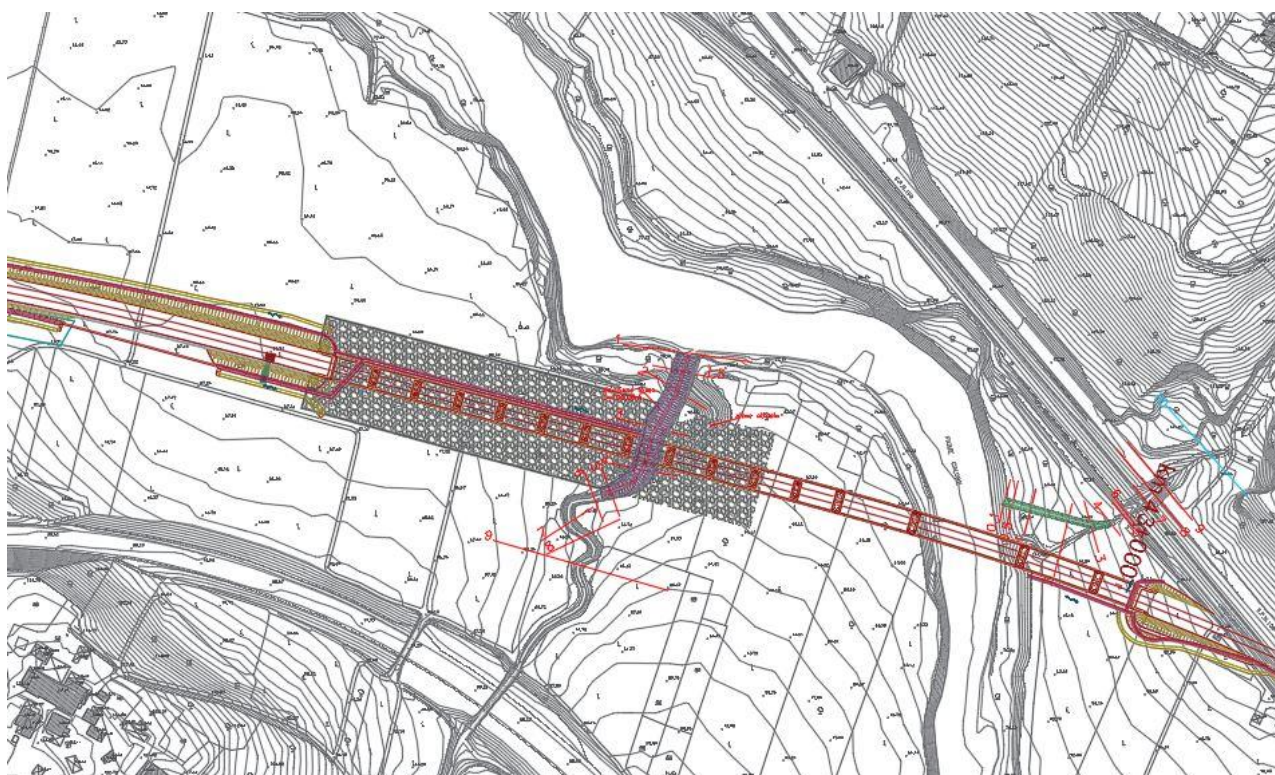


Figura 2: Stralcio planimetria di progetto del Fosso Scafamelia

APPALTATORE: <a href="#">Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</a>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.006	REV. A	FOGLIO 7 di 26

### 3 **CONSIDERAZIONI IDROLOGICHE**

Per quanto riguarda le portate di calcolo, si fa riferimento alla relazione idrologica (elaborato IFR02EZZRIID0000001A); 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  $K_T$

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

Per il Fosso Scafamelia, il valore della portata indice  $\mu(Q)$  è stato stimato pari a 8.40 m<sup>3</sup>/s.

Essendo il bacino del Fosso Scafamelia di 1.76 km<sup>2</sup>, 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 km<sup>2</sup>.

Il valore di portata corrispondente al tempo di ritorno 200 anni è 29.64 m<sup>3</sup>/s.

APPALTATORE: <a href="#">Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</a>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.006	REV. A	FOGLIO 8 di 26

## 4 VERIFICHE IDRAULICHE

### 4.1 METODOLOGIA

La simulazioni numerica del corso d'acqua è stata condotta utilizzando un programma di calcolo monodimensionale a moto permanente che fornisce un'adeguata rappresentazione del fenomeno, descrivendo le principali grandezze fisiche per ogni sezione idraulica di calcolo. Per la determinazione del profilo idrico nella situazione attuale e di progetto è stato utilizzato il codice denominato HEC – RAS 5.0.7 River Analysis System, sviluppato dalla U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center.

#### 4.1.1 SIMULAZIONE NUMERICA

La procedura di calcolo di HEC-RAS monodimensionale si basa sulla soluzione dell'equazione dell'energia andando a considerare esclusivamente la componente della velocità diretta secondo la direzione prevalente del moto (longitudinale).

I profili di corrente sono ricostruiti risolvendo l'equazione dell'energia per due sezioni consecutive mediante un processo iterativo. L'equazione compare nella forma:

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

Dove con Y si indica il tirante idrico, Z è la quota geodetica, V è la velocità media,  $\alpha$  è il coefficiente di ragguglio dell'altezza cinetica, g è l'accelerazione di gravità ed  $h_e$  è la perdita di carico totale nel tratto considerato.

Il valore di  $h_e$  è definito dalla somma delle perdite distribuite, dovute all'attrito, e delle perdite localizzate, legate alla contrazione ed espansione della vena liquida, ovvero:

$$h_e = L \cdot S_f + C \cdot \left( \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2g} \right)$$

Con:

$$L = \frac{L_{lob} \cdot Q_{lob} + L_{rob} \cdot Q_{rob} + L_{ch} \cdot Q_{ch}}{Q_{lob} + Q_{rob} + Q_{ch}}$$

In cui i pedici lob, rob e ch indicano rispettivamente la golena sinistra ("left overbank"), la golena destra ("right overbank") e l'alveo ("channel"),  $S_f$  è la cadente della linea dei carichi totali e C è il coefficiente di espansione/contrazione della vena fluida (compreso tra 0 e 1).

Per poter calcolare la conduttività idraulica totale ("conveyance") ed il coefficiente di ragguglio dell'altezza cinetica di una determinata sezione, è necessario suddividere il flusso in zone in cui la velocità è uniformemente distribuita. Per tale motivo, HEC-RAS, in funzione del valore del



APPALTATORE: <a href="#">Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</a>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: <a href="#">SYSTRA S.A.</a> Mandante: <a href="#">SWS Engineering S.p.A.</a> <a href="#">SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</a>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.006	REV. A	FOGLIO 9 di 26

coefficiente di Manning attribuito, tratta separatamente il flusso delle golene e quello del canale principale. La conduttività nelle varie zone è calcolata utilizzando l'equazione di Chezy:

$$K = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3}$$

$$Q = K \cdot S_f^{1/2}$$

Dove K è la conduttività in m<sup>3</sup>/s, n è il coefficiente di scabrezza di Manning in m<sup>1/3</sup>/s, A è l'area bagnata del tratto considerato in m<sup>2</sup> e R è il raggio idraulico espresso in m.

Il valore complessivo della conduttività della sezione è dato dalla somma dei singoli contributi, ovvero:

$$K = K_{lob} + K_{rob} + K_{ch}$$

Per quanto riguarda il coefficiente di ragguglio dell'altezza cinetica, questo viene calcolato in funzione della conduttività dei singoli tratti, utilizzando la seguente espressione:

$$\alpha = \frac{(A_t)^2 \cdot \left[ \frac{K_{lob}^3}{A_{lob}^2} + \frac{K_{ch}^3}{A_{ch}^2} + \frac{K_{rob}^3}{A_{rob}^2} \right]}{K_t^3}$$

Dove i pedici lob, rob e ch rappresentano rispettivamente la golena sinistra, destra ed il canale centrale, mentre t indica il valore totale nella sezione.

La cadente media della linea dei carichi totali, rappresentativa di un certo tronco fluviale individuato da due sezioni consecutive, viene calcolata come:

$$\bar{S}_f = \left( \frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_1} \right)^2$$

Per quanto riguarda il coefficiente C, che compare nel calcolo delle perdite concentrate, il programma considera una contrazione ogni qualvolta l'altezza cinetica della sezione di valle sia maggiore di quella di monte, al contrario considera una espansione.

Definiti i parametri in gioco, il calcolo della superficie libera viene effettuato in maniera iterativa a partire dai dati assegnati di portata e dalle caratteristiche geometriche delle singole sezioni. La procedura di calcolo si svolge assegnando un valore di primo tentativo della superficie libera in corrispondenza della sezione di monte, se la corrente è lenta, o della sezione di valle, se la corrente è veloce. A questo punto, si calcolano tutte le grandezze di interesse precedentemente descritte e si ricava la superficie libera dall'equazione dell'energia utilizzando tali parametri. Questa quota della superficie libera dev'essere confrontata con il valore di partenza e, qualora non si sia raggiunta la convergenza (di default fissata ad una differenza pari a 0.003 m) si ripete il processo iterativamente.

APPALTATORE: <b>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SWS Engineering S.p.A.</b> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.006	REV. A	FOGLIO 10 di 26

Nelle successive sezioni, il programma fissa la superficie libera di partenza con metodi che variano tra la prima e le successive iterazioni: per il primo tentativo si adotta un valore ottenuto dalla proiezione dell'altezza calcolata alla sezione precedente; alla seconda iterazione il valore di primo tentativo è incrementato del 70 % dell'errore relativo al primo step; dalla terza iterazione in poi si utilizza il metodo "secante", che proietta il valore della differenza tra la quota calcolata e la quota assunta ai due tentativi precedenti, secondo la relazione:

$$WS_i = WS_{i-2} - Err_{i-2} \cdot \frac{Err_{ass}}{Err_{diff}}$$

Dove  $WS_i$  è la nuova quota della superficie libera,  $WS_{i-1}$  è il valore della quota assunta all'iterazione i-1,  $WS_{i-2}$  è il valore della quota assunta all'iterazione i-2,  $Err_{i-2} = WS_{calcolato,i-2} - WS_{i-2}$ ,  $Err_{ass} = WS_{i-2} - WS_{i-1}$  e  $Err_{diff} = WS_{i-1} - WS_{calcolato,i-1} + Err_{i-2}$ .

Nei casi in cui vi sia passaggio per l'altezza critica, quindi in presenza di fenomeni che producono transizione da corrente lenta a veloce o viceversa, HEC-RAS utilizza l'equazione di bilancio della quantità di moto, in quanto l'equazione dell'energia non risulta applicabile essendo basata sull'ipotesi di flusso gradualmente variato. L'equazione di bilancio della quantità di moto tra due sezioni consecutive 1 e 2 assume la seguente forma:

$$P_2 - P_1 + W_x - F_f = Q \cdot \rho \cdot \Delta V_x$$

Dove P è il contributo della pressione idrostatica, W è il contributo della forza d'inerzia nella direzione del moto,  $F_f$  rappresenta la forza d'attrito, Q è la portata,  $\rho$  è la densità dell'acqua e  $\Delta V_x$  è la variazione del campo di velocità tra le sezioni 1 e 2.

## 4.2 SCHEMATIZZAZIONE ADOTTATA

È stato modellato un tratto del Fosso Scafamelia lungo circa 200 m, interessato dall'attraversamento in progetto.

Le simulazioni idrauliche nelle situazioni attuale e post-operam sono state effettuate avendo assunto le seguenti ipotesi:

- condizioni di moto permanente;
- regime di corrente mista;
- condizione di moto uniforme nella sezione di monte e 86.50 m s.m. come quota di riferimento a valle.

I coefficienti di Manning utilizzati nella modellazione sono:

- 0.035-0.04 s/m<sup>1/3</sup> per l'alveo naturale

APPALTATORE: <a href="#">Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</a>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.006	REV. A	FOGLIO 11 di 26

- 0.05 s/m<sup>1/3</sup> per le aree golenali
- 0.025 s/m<sup>1/3</sup> per le aree con rivestimento in massi sciolti

### 4.3 CRITERI DI VERIFICA

La verifica idraulica degli attraversamenti idraulici nei confronti dei livelli di massima piena sarà soddisfatta quando il franco rispetto all'intradosso dell' opera risulterà:

1. non inferiore a 1,5 m sopra al livello idrico nella sezione immediatamente a monte dell' attraversamento, per la portata di progetto;
2. non inferiore a 0,50 m sopra la quota del carico idraulico totale per la portata di progetto
3. tombini idraulici: riempimento inferiore al 70%.

### 4.4 SIMULAZIONE ANTE OPERAM

Per sviluppare il modello sono state utilizzate le sezioni estratte dal rilievo celerimetrico realizzato nell'ambito del progetto esecutivo.

Nella configurazione attuale non sono presenti attraversamenti.

#### 4.4.1 Risultati simulazione ante operam

Nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** si riporta il profilo idraulico ante operam, in cui si osserva l'effetto del rigurgito dei due attraversamenti esistenti.

APPALTATORE: <a href="#">Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</a>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: <a href="#">SYSTRA S.A.</a> Mandante: <a href="#">SWS Engineering S.p.A.</a> <a href="#">SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</a>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.006	REV. A	FOGLIO 12 di 26

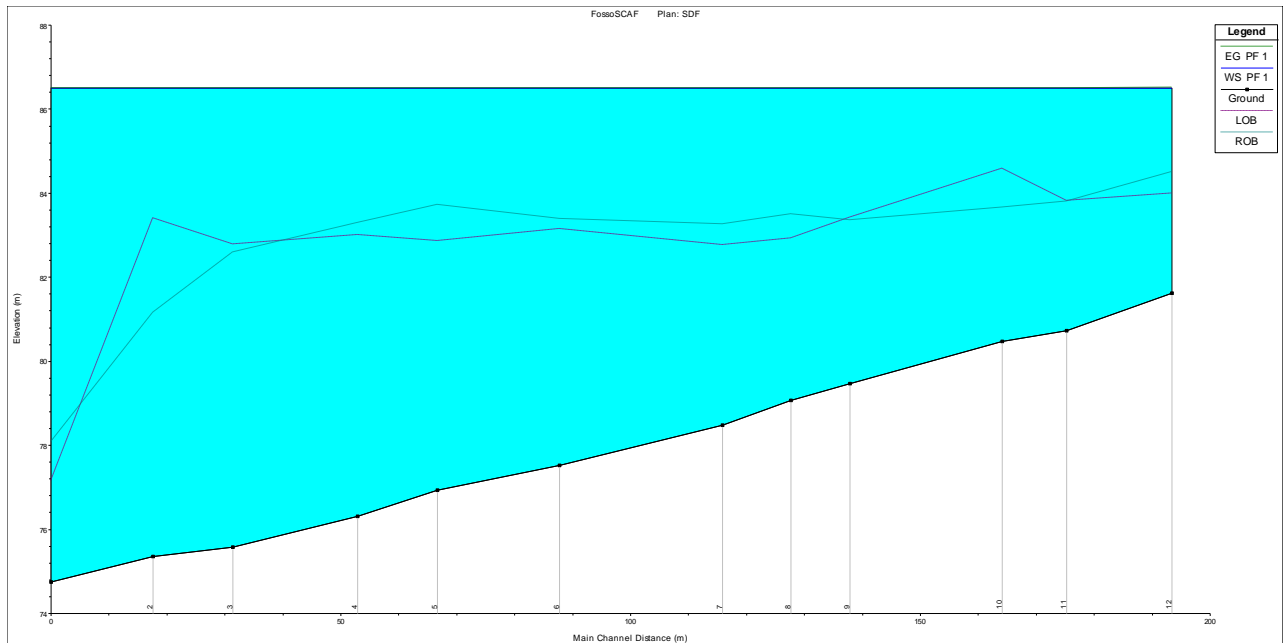


Figura 3: Profilo idraulico ante operam

In Figura 4 si riporta la mappa di esondazione nella configurazione ante operam, in cui si osserva come nella configurazione attuale il deflusso interessa anche le aree limitrofe in relazione al livello del f. Calore.

APPALTATORE: <b>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SWS Engineering S.p.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.006	REV. A	FOGLIO 13 di 26

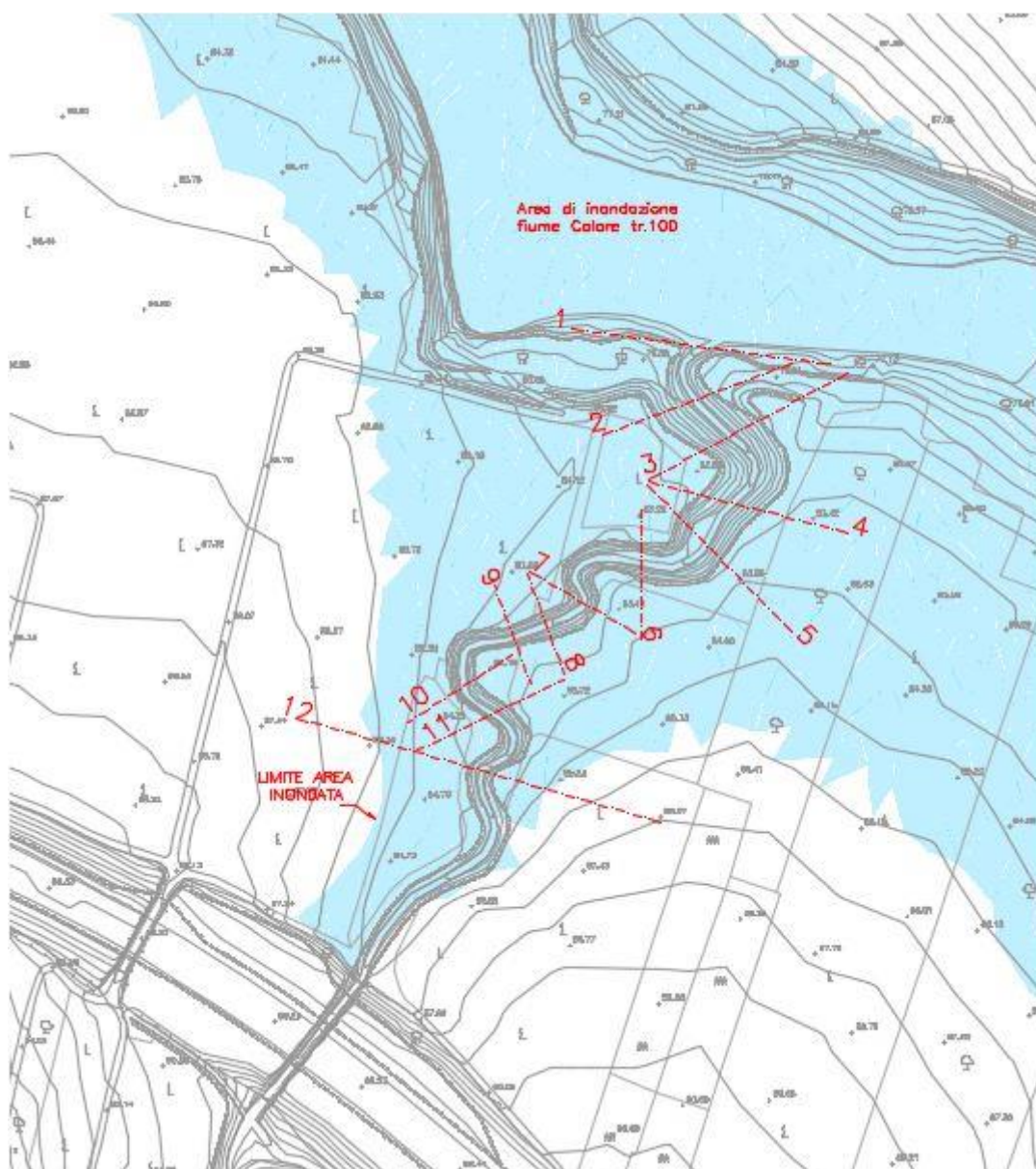


Figura 4: Planimetria di esondazione ante operam

#### 4.5 SIMULAZIONE POST OPERAM

La configurazione di progetto prevede la costruzione del nuovo attraversamento ferroviario VI 21 come indicato nella Figura 5.

APPALTATORE: <a href="#">Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</a>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: <a href="#">SYSTRA S.A.</a> Mandante: <a href="#">SWS Engineering S.p.A.</a> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Sistemazioni idrauliche Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.006	REV. A	FOGLIO 14 di 26

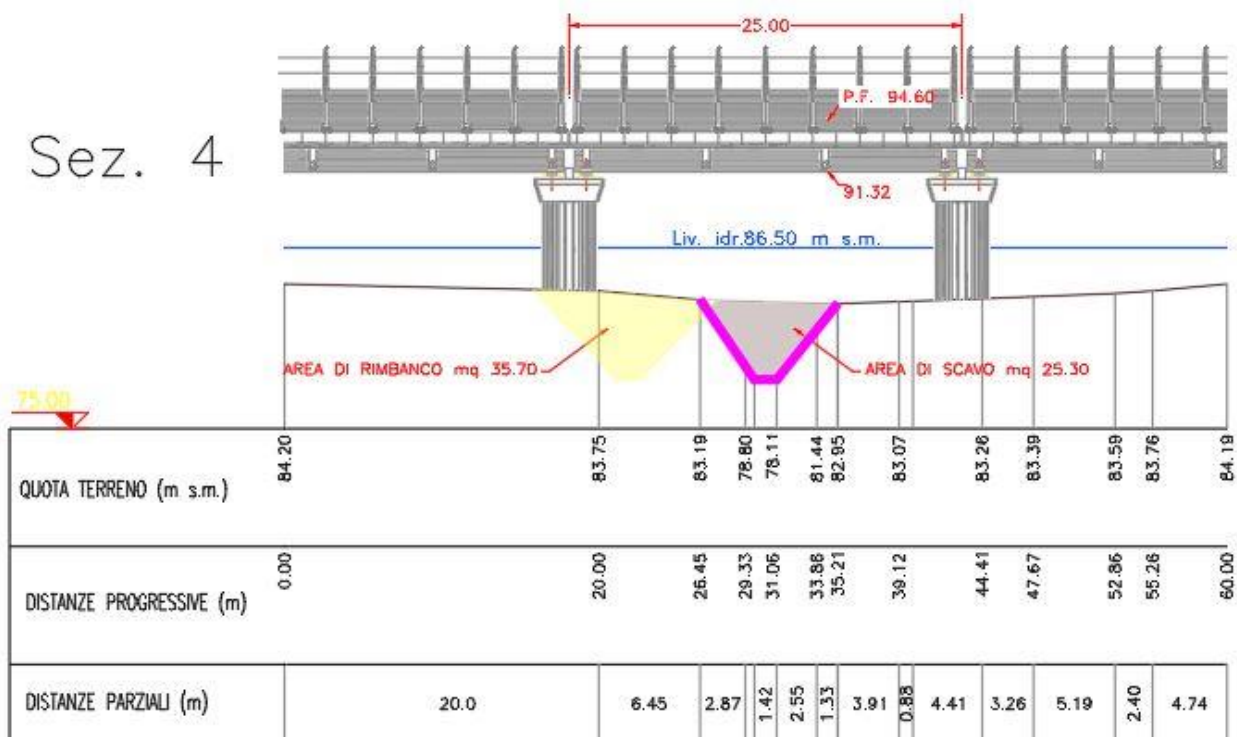


Figura 5: Sezione di progetto viadotto VI 21

#### 4.5.1 Risultati simulazione post operam

Nel profilo idraulico di progetto in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e nella sezione di progetto dell'attraversamento (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) si osserva come l'attraversamento sia compatibile idraulicamente con la piena a Tr 200 anni.

APPALTATORE: <a href="#">Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</a>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: <a href="#">SYSTRA S.A.</a> Mandante: <a href="#">SWS Engineering S.p.A.</a> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.006	REV. A	FOGLIO 15 di 26

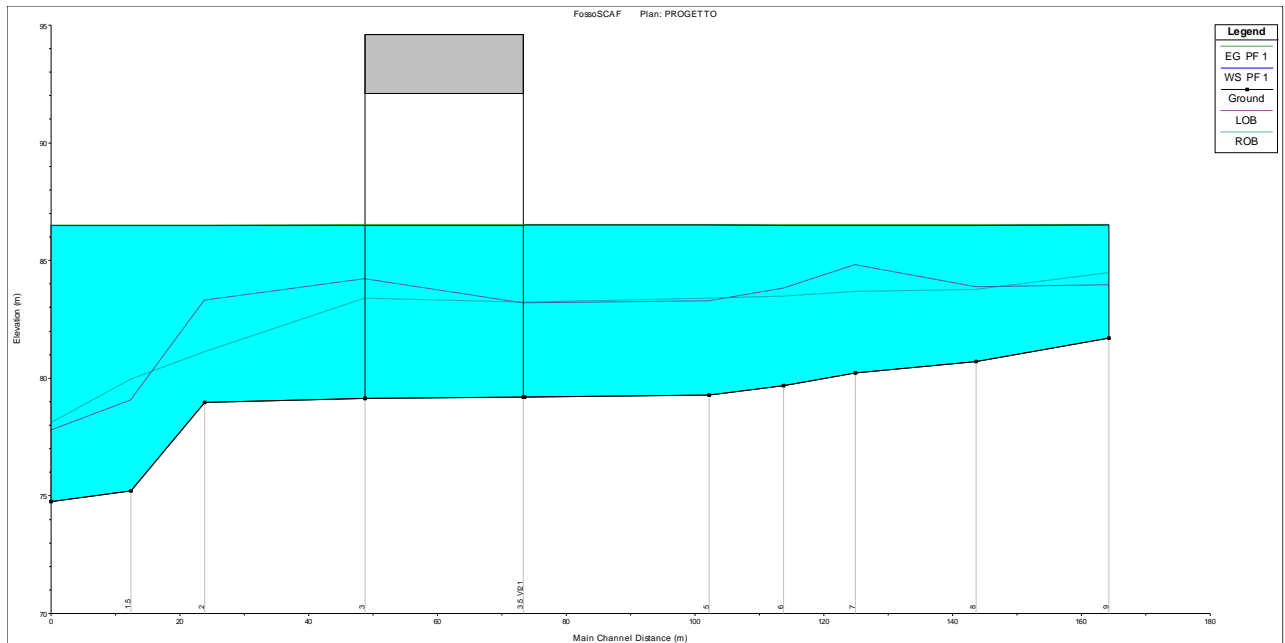


Figura 6: Profilo idraulico di progetto

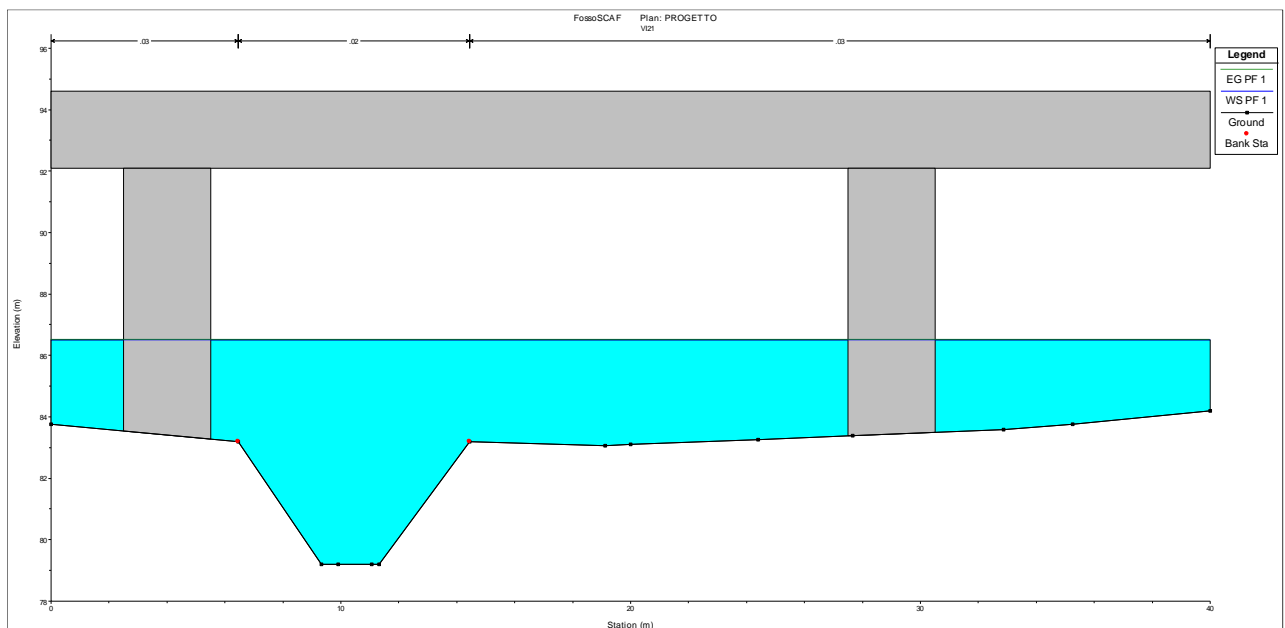


Figura 7: Sezione attraversamento VI 21

APPALTATORE: <b>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SWS Engineering S.p.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> <b>Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica</b>	COMMESSA <b>IF2R</b>	LOTTO <b>3.2.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>RI</b>	DOCUMENTO <b>ID.00.0.2.006</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>16 di 26</b>

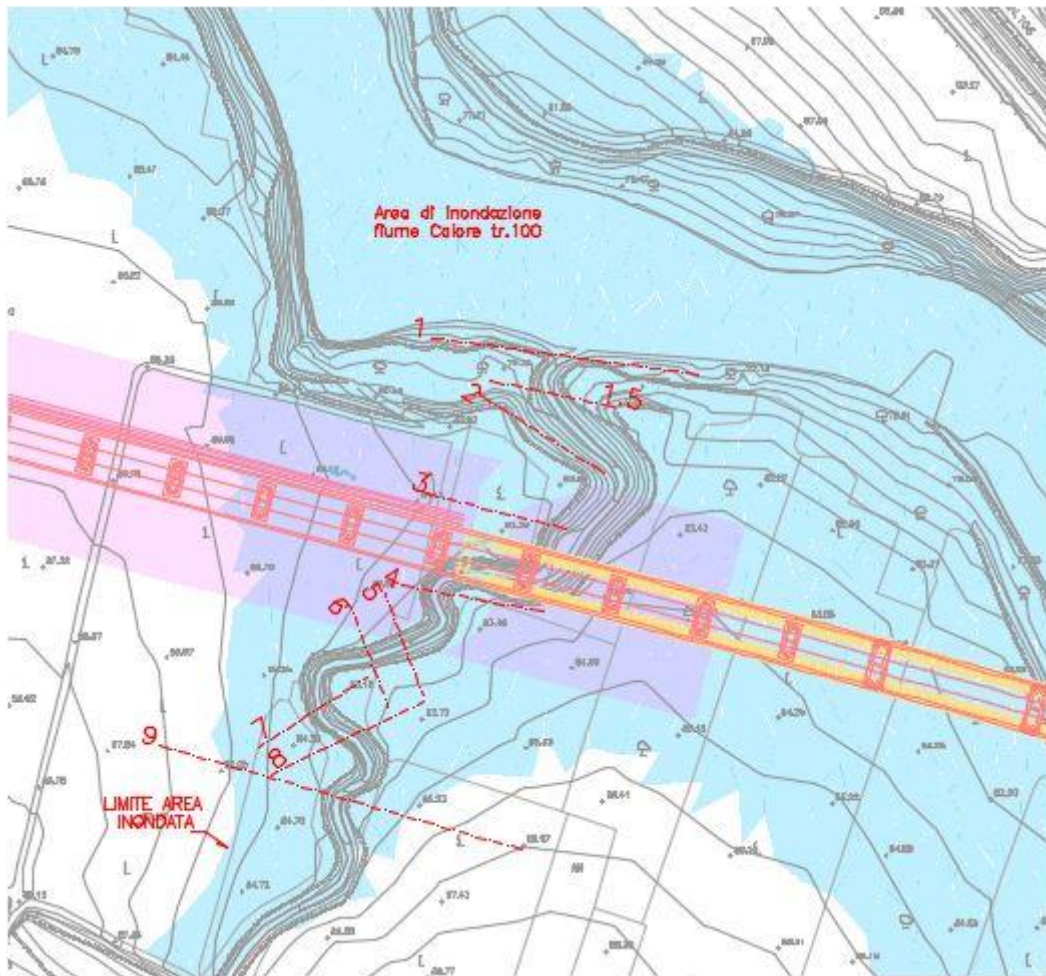


Figura 8: Planimetria di esondazione post operam

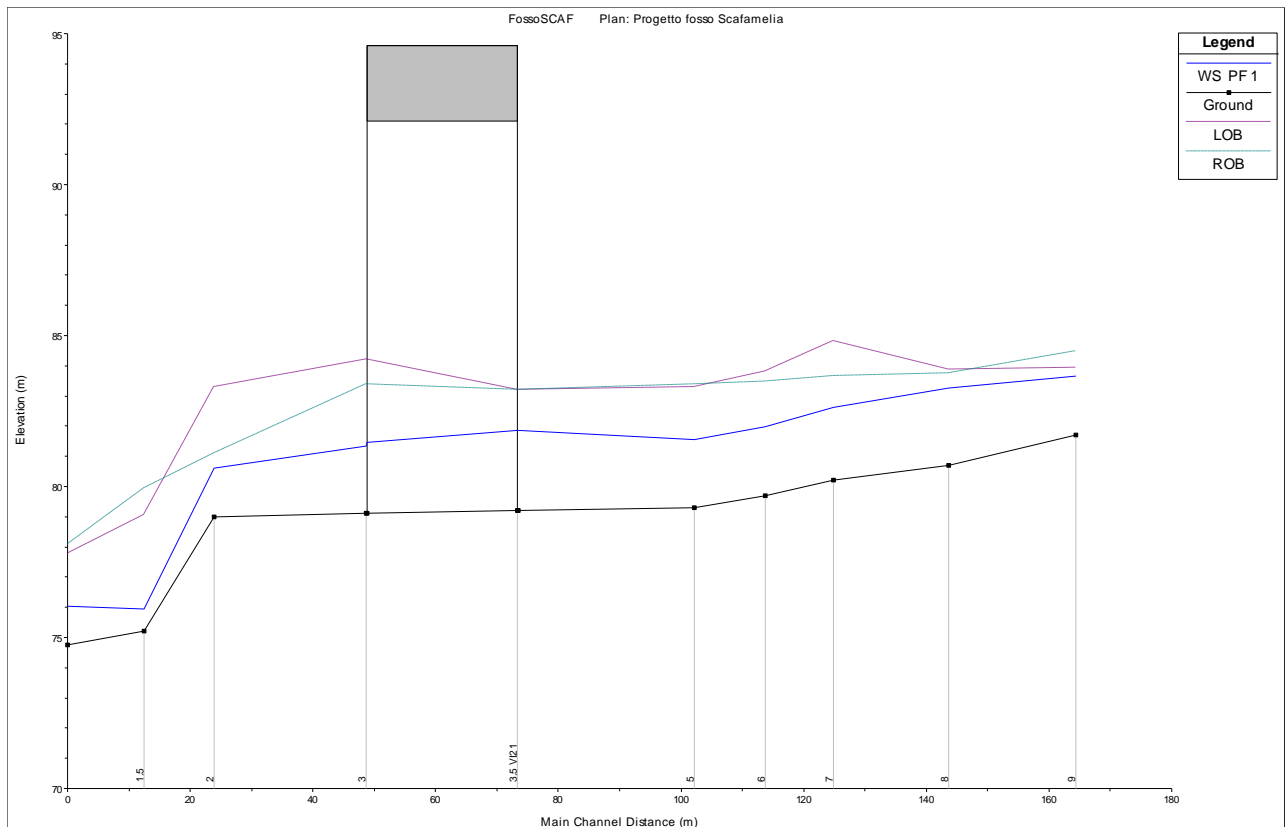


APPALTATORE: <a href="#">Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</a>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: <a href="#">SYSTRA S.A.</a> Mandante: <a href="#">SWS Engineering S.p.A.</a> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Sistemazioni idrauliche Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.006	REV. A	FOGLIO 17 di 26

#### 4.5.2 Risultati simulazione post operam fosso Scafamelia

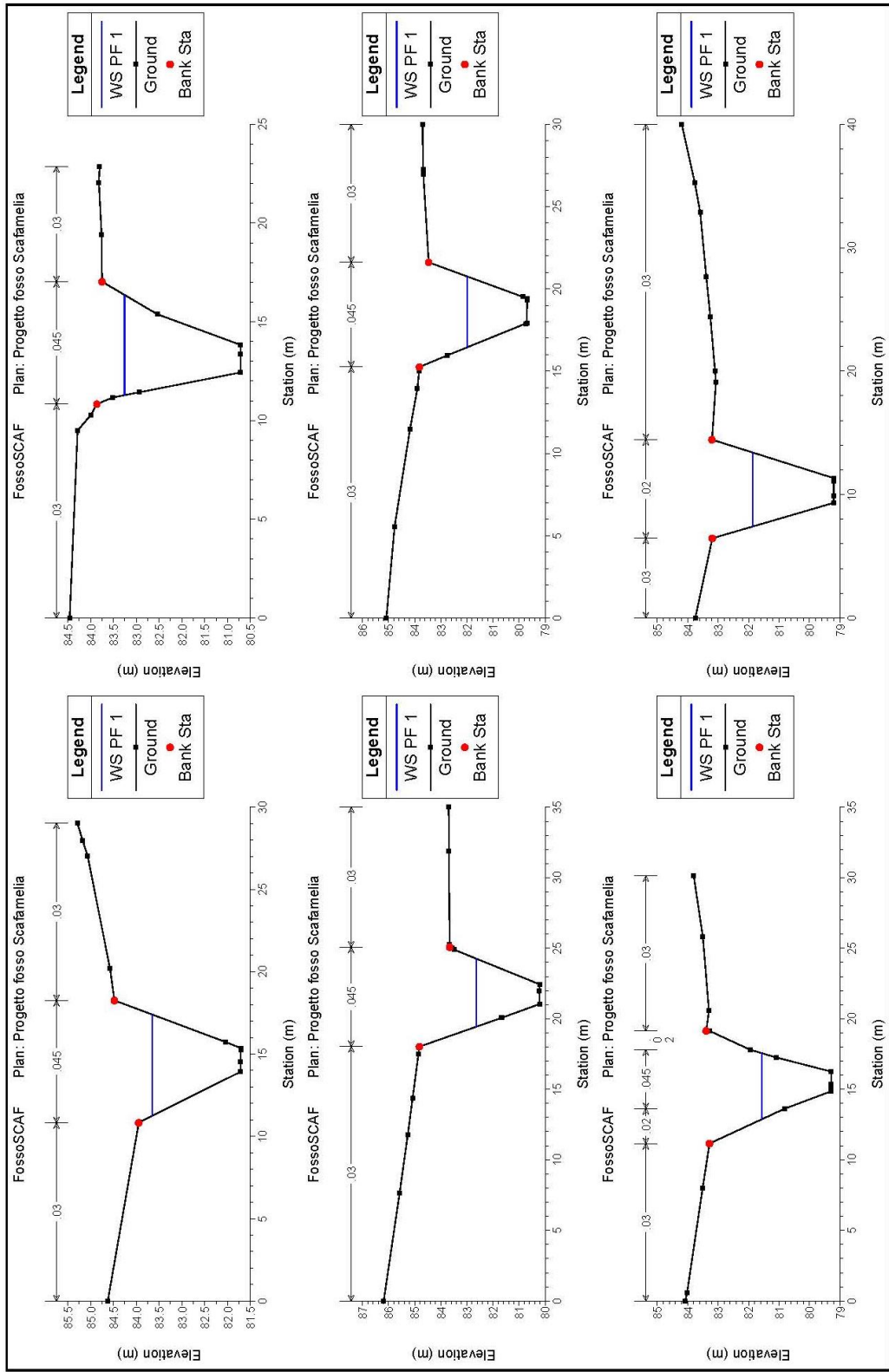
Al fine di dimensionare correttamente il fosso Scafamelia si è prodotta una seconda simulazione con condizione di valle la quota del fiume Calore in condizioni di deflusso minimo.

Di seguito si riportano il profilo longitudinale del fosso, e le sezioni trasversali riportanti il livello idrico per la portata duecentennale, da cui si evince il deflusso in condizioni di sicurezza idraulica.

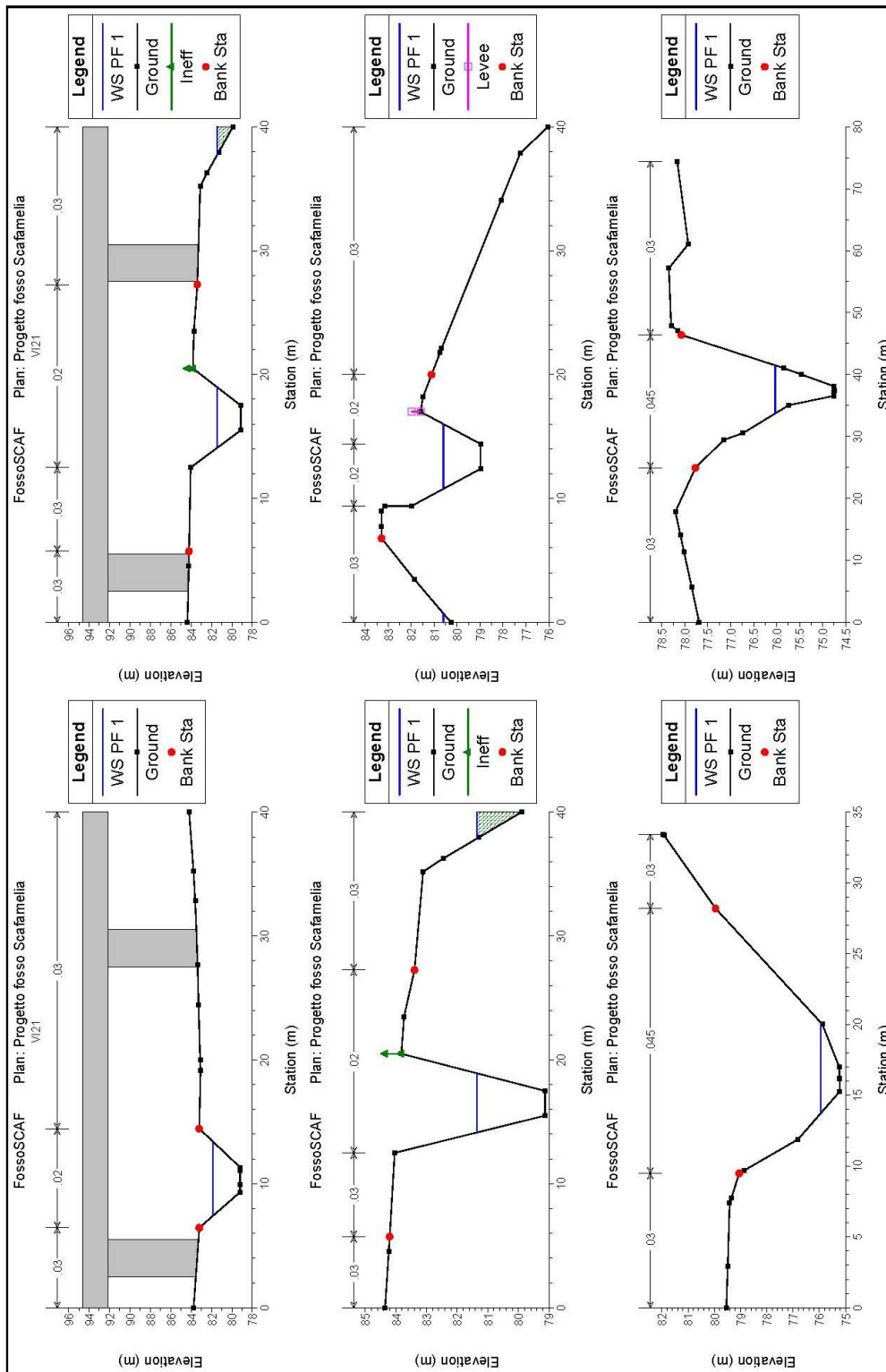


Profilo longitudinale fosso Scafamelia

APPALTATORE: <a href="#">Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</a>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: <a href="#">SYSTRA S.A.</a> Mandante: <a href="#">SWS Engineering S.p.A.</a> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.006	REV. A	FOGLIO 18 di 26



APPALTATORE: <a href="#">Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</a>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria: <a href="#">SYSTRA S.A.</a> Mandante: <a href="#">SWS Engineering S.p.A.</a>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Sistemazioni idrauliche Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.006	REV. FOGLIO A 19 di 26



APPALTATORE: <a href="#">Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</a>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: <a href="#">SYSTRA S.A.</a> Mandante: <a href="#">SWS Engineering S.p.A.</a> <a href="#">SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</a>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	RI	ID.00.0.2.006	A	20 di 26

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
Reach 1	9	PF 1	29.64	81.71	83.65	83.81	84.48	0.034004	4.03	7.36	6.15	1.18
Reach 1	8	PF 1	29.64	80.72	83.26	83.21	83.98	0.028143	3.76	7.89	5.07	0.96
Reach 1	7	PF 1	29.64	80.21	82.63	82.63	83.42	0.030381	3.94	7.52	4.81	1.01
Reach 1	6	PF 1	29.64	79.69	81.98	82.15	83.00	0.042669	4.49	6.61	4.29	1.15
Reach 1	5	PF 1	29.64	79.29	81.56	81.74	82.55	0.035843	4.41	6.73	4.67	1.17
Reach 1	4	PF 1	29.64	79.20	81.87	81.34	82.26	0.002343	2.78	10.67	6.00	0.67
Reach 1	3.5		Bridge									
Reach 1	3	PF 1	29.64	79.13	81.36	81.36	82.14	0.005836	3.92	7.55	6.92	1.00
Reach 1	2	PF 1	29.64	78.98	80.60	81.03	81.89	0.011870	5.04	5.98	5.96	1.52
Reach 1	1.5	PF 1	29.64	75.22	75.95	76.76	81.09	0.604199	10.04	2.95	6.42	4.73
Reach 1	1	PF 1	29.64	74.75	76.03	76.50	77.49	0.099225	5.34	5.55	7.77	2.02

APPALTATORE: <a href="#">Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</a>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: <a href="#">SYSTRA S.A.</a> Mandante: <a href="#">SWS Engineering S.p.A.</a> <a href="#">SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</a>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.006	REV. A	FOGLIO 21 di 26

## 5 CANTIERIZZAZIONE

Per la realizzazione del viadotto in progetto, è necessario prevedere un by pass provvisorio del Fosso Scafamelia. Il by pass ha una lunghezza di circa 200 m, ed è composto da un canale a sezione trapezia, come rappresentato nella figura seguente.

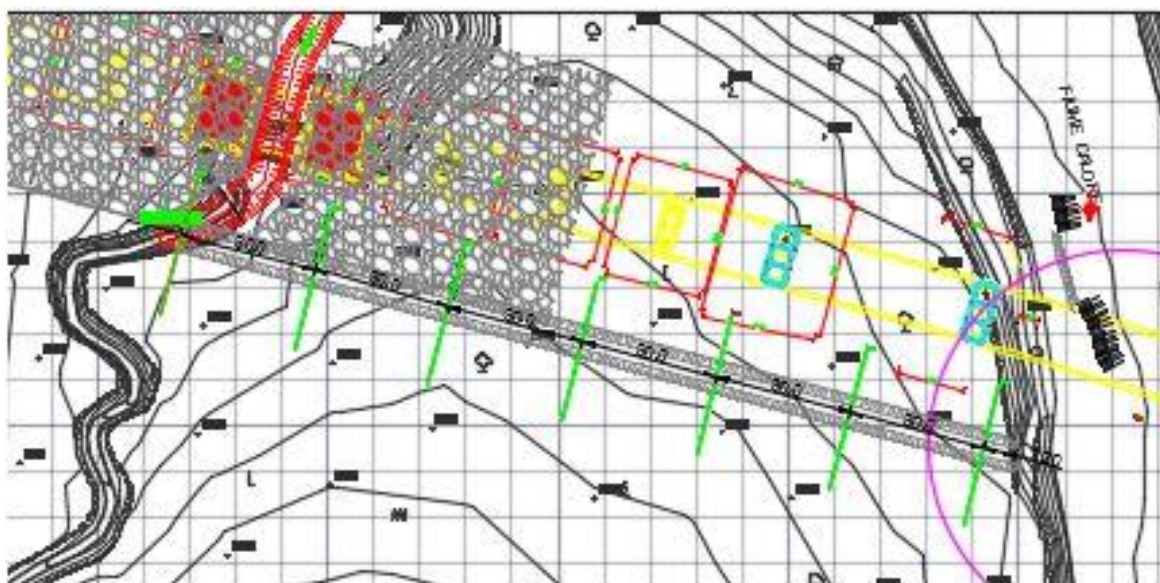


Figura 9: by pass provvisorio Fosso Scafamelia

### 5.1 PORTATA DI CANTIERE

Si procede dunque con la determinazione della cosiddetta portata di cantiere ai fini del dimensionamento della sezione idraulica by pass provvisorio.

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.

APPALTATORE: <a href="#">Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</a>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.006	REV. A	FOGLIO 22 di 26

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);
- $N$  = 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:

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

nella quale:

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

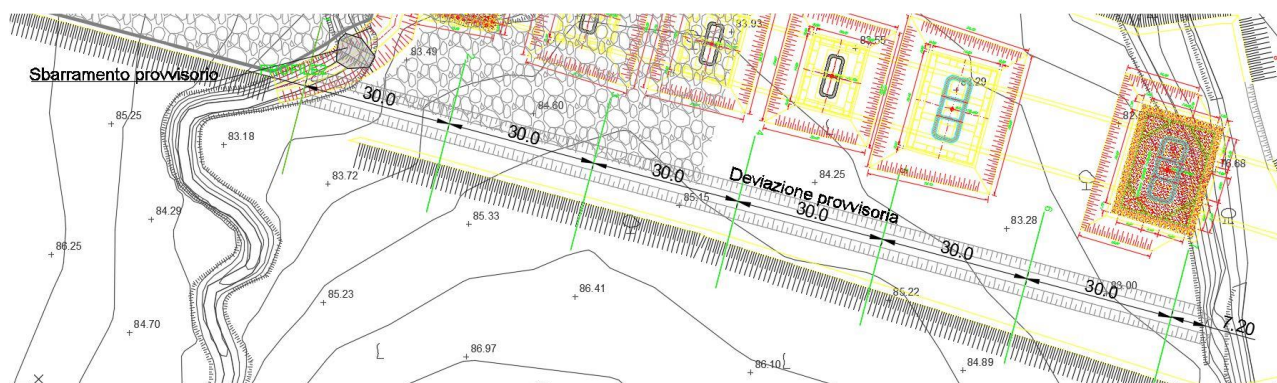
APPALTATORE: <a href="#">Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</a>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: <a href="#">SYSTRA S.A.</a> Mandante: <a href="#">SWS Engineering S.p.A.</a> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Sistemazioni idrauliche Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.006	REV. A	FOGLIO 23 di 26

Il periodo in cui si avrà un'interferenza delle aree di cantiere con il corso d'acqua in esame è stato stimato pari ad 333 giorni.

Si ricava, dunque, un tempo di ritorno dell'evento di piena di cantiere pari a  $T_R = 2.37$  anni. Con riferimento alla relazione idrologica (elaborato IFR02EZZRIID0000001A), anche la portata di cantiere è stata stimata mediante la relazione precedentemente introdotta; il coefficiente di crescita associato ad un tempo di ritorno di 2.37 anni è pari a  $K_T = 0,93$  da cui:  
 $Q_{1,2} = 7.82 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## 5.2 VERIFICA IN MOTO UNIFORME DEVIAZIONE PROVVISORIA

Si procede all'individuazione della sezione idonea allo smaltimento della portata di cantiere (7.82 m<sup>3</sup>/s), attraverso un sistema di by pass che consente di deviare temporaneamente il corso dell'acqua e consentire lo svolgimento delle lavorazioni in sicurezza..



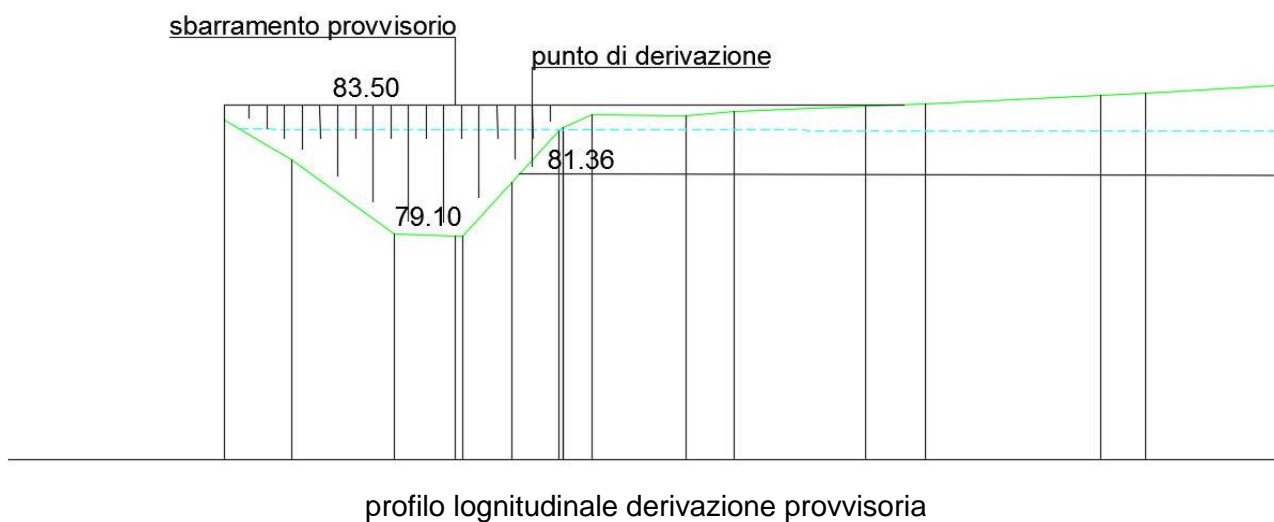
planimetria derivazione provvisoria

Il corso d'acqua principale sbarrato temporaneamente a monte dell'area di cantiere, consente la deviazione delle portate defluenti nel canale provvisorio.

Lo sbarramento, impostato ad una quota fondo di 79.10 m s.m. ha una quota di coronamento pari a 83.50 m s.m. Al fine di limitare i volumi di scavo, la quota di derivazione del canale provvisorio è stata posta a quota 81.36 m s.m..

La presenza dello sbarramento determina il rigurgito della corrente, che a quota di sfioro confluisce nel canale provvisorio.

APPALTATORE: <a href="#">Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</a>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: <a href="#">SYSTRA S.A.</a> Mandante: <a href="#">SWS Engineering S.p.A.</a> <a href="#">SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</a>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.006	REV. A	FOGLIO 24 di 26



Nella tabella seguente si riporta la verifica della sezione idraulica impiegata nella deviazione provvisoria. Il by-pass del Fosso Scafamelia è simulato da un canale a sezione trapezia con pendenza longitudinale pari a 0.20%, con larghezza alla base di 3.0 m e sponde con pendenza 1:1.



APPALTATORE: <a href="#">Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</a>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	RI	ID.00.0.2.006	A	25 di 26

ALTEZZA DI MOTO UNIFORME:	<input type="text" value="1.21"/>	m
PENDENZA:	<input type="text" value="0.002000"/>	m/m
PORTATA:	<input type="text" value="7.82"/>	mc/s
VELOCITA':	<input type="text" value="1.53"/>	m/s
ALTEZZA CINETICA:	<input type="text" value="0.12"/>	m
ENERGIA SPECIFICA:	<input type="text" value="1.33"/>	m
ALTEZZA CRITICA:	<input type="text" value="0.81"/>	m
PENDENZA CRITICA:	<input type="text" value="0.008410"/>	m/m
AREA BAGNATA:	<input type="text" value="5.10"/>	mq
CONTORNO BAGNATO:	<input type="text" value="6.43"/>	m
RAGGIO IDRAULICO:	<input type="text" value="0.794"/>	m
LARGHEZZA IN SUPERFICIE:	<input type="text" value="5.42"/>	m
NUMERO DI FROUDE:	<input type="text" value="0.50"/>	
TIPO ALVEO:	<input type="text" value="debole pendenza"/>	

APPALTATORE: <a href="#">Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</a>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> Fosso Scafamelia Viadotto VI21- Relazione idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	RI	ID.00.0.2.006	A	26 di 26

## 6 VERIFICA SISTEMAZIONE IDRAULICA

Stante il carattere torrentizio del corso d'acqua è stato previsto di proteggere il fondo e le sponde della sezione di progetto con massi legati ed intasati con materiale d'alveo.

Al fine di valutare la stabilità della sistemazione adottata è stata effettuata la verifica in termini di velocità, confrontando la velocità media lungo la sistemazione con la velocità critica e la velocità limiti ammissibile per il materiale utilizzato nel rivestimento del fondo e delle sponde.

Per la velocità critica si intende quella massima sopportabile dal rivestimento senza avere movimenti del pietrame e per la velocità limite si intende quella, ancora accettabile, che determina deformazioni contenute.

Poichè la verifica del rivestimento in massi sciolti non risulta soddisfatta in relazione alle velocità della corrente dell'ordine di circa 4 o 5 m/sec, e soprattutto in considerazione della pendenza del fosso che nel tratto terminale assume valori significativi, si è optato per la soluzione in massi legati. aventi dimensione minima di 0.80 m.