

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. L. LAZZARO

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 progr. 42+980 VI 21- Relazione idraulica

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

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

I F 2 R    3 2    E    Z Z    R I    I D 0 0 0 2    0 0 2    B

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	
B	EMISSIONE A SEGUITO DI RDV	S. Giacomini	29/10/21	D. Nave	30/10/21	M. Nuti	30/10/21	P. Cucino	

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI BENEVENTO ING. PAOLO TELESINO ISCRIZIONE ALBO N° 31/10/21

File: IF2R.3.2.E.ZZ.RI.ID.00.0.2.002.A

n. Elab.:

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
Sistemazioni idrauliche						
Fosso pk 42+980 VI21- Relazione idraulica						
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	RI	ID.00.0.2.002	A	2 di 20

<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>
<b>4.1 METODOLOGIA.....</b>	<b>8</b>
<b>4.1.1 SIMULAZIONE NUMERICA.....</b>	<b>8</b>
<b>4.2 SCHEMATIZZAZIONE ADOTTATA .....</b>	<b>10</b>
<b>4.3 CRITERI DI VERIFICA .....</b>	<b>11</b>
<b>4.4 SIMULAZIONE ANTE OPERAM .....</b>	<b>11</b>
<b>4.4.1 Risultati simulazione ante operam .....</b>	<b>11</b>
<b>4.5 SIMULAZIONE POST OPERAM .....</b>	<b>13</b>
<b>4.5.1 Risultati simulazione post operam .....</b>	<b>15</b>
<b>4.6 VERIFICA SISTEMAZIONE IDRAULICA.....</b>	<b>20</b>

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<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>					
PROGETTAZIONE: Mandatario:      Mandante: <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> <b>Fosso pk 42+980 VI21- Relazione idraulica</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF2R</b>	<b>LOTTO</b> <b>3.2.E.ZZ</b>	<b>CODIFICA</b> <b>RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID.00.0.2.002</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>3 di 20</b>

## **INDICE DELLE FIGURE**

Figura 1: Inquadramento territoriale dell'area in esame	4
Figura 2: Stralcio planimetria di progetto del Fosso a progr. 42+980	6
Figura 3: Profilo idraulico ante operam	12
Figura 4: Planimetria di esondazione ante operam	12
Figura 5: Tracciato di progetto Fosso	14
Figura 6: Profilo idraulico di progetto	15
Figura 7: Sezione trasversale deviazione fosso e particolare	16
Figura 8: Planimetria di esondazione post operam	17

---

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Sistemazioni idrauliche Fosso pk 42+980 VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.002	REV. A	FOGLIO 4 di 20

## 1 INTRODUZIONE

La presente relazione riassume i risultati della verifica idraulica del Fosso a progr. 42+980 evidenziato in Figura 1, tributario in destra idraulica del Fiume Calore, nell'ambito del Progetto Esecutivo del 2° Lotto funzionale della linea Cancello – Benevento, nella tratta tra Frasso Telesino e Vitulano.

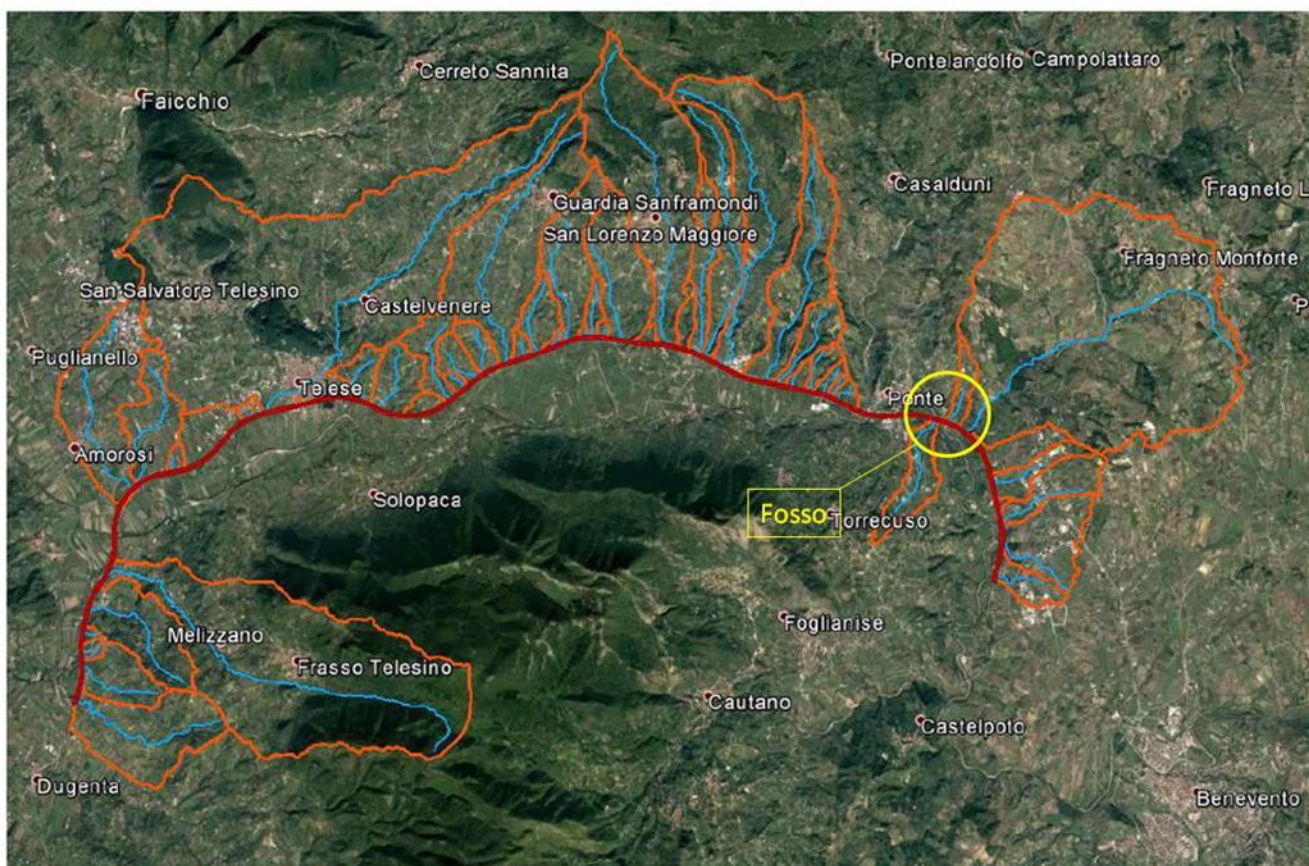


Figura 1: Inquadramento territoriale dell'area in esame

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 IFR02EZZRIID0000001A)

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<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>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> Fosso pk 42+980 VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.002	REV. A	FOGLIO 5 di 20

- RFI, Manuale di Progettazione delle Opere Civili, Parte II, Sezione 3 – Corpo Stradale. Edizione 2016.
- NTC 2008
- Norme di attuazione del P.S.D.A.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Sistemazioni idrauliche Fosso pk 42+980 VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.002	REV. A	FOGLIO 6 di 20

## 2 DESCRIZIONE E INQUADRAMENTO DELL'INTERFERENZA

La linea ferroviaria in progetto interseca il Fosso alla progressiva km 42+980, in corrispondenza della quale è prevista la deviazione del fosso che interferisce con le opere dell'attraversamento VI 21.

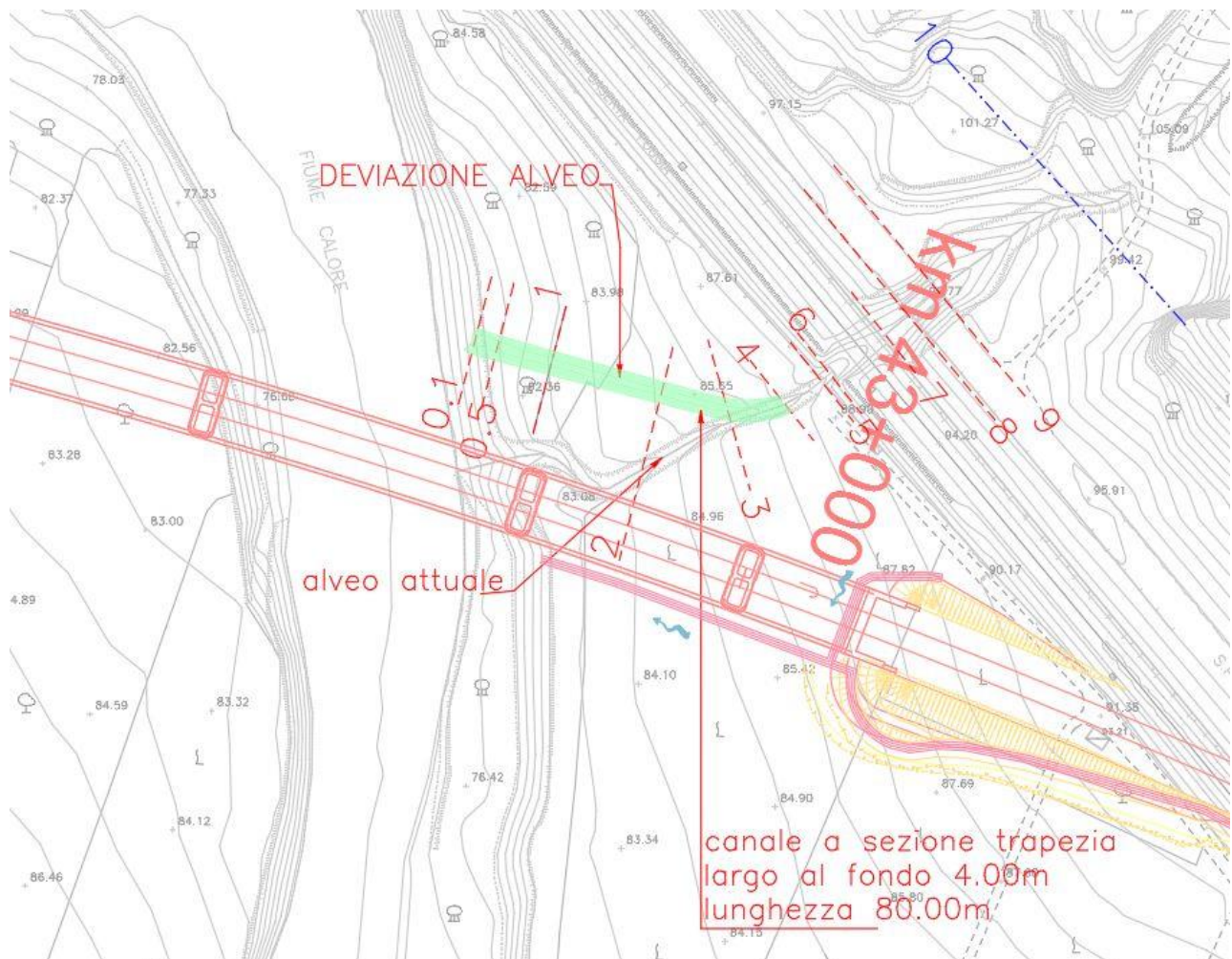


Figura 2: Stralcio planimetria di progetto del Fosso a progr. 42+980

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<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>					
PROGETTAZIONE: Mandatario:      Mandante: <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> <b>Fosso pk 42+980 VI21- Relazione idraulica</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF2R</b>	<b>LOTTO</b> <b>3.2.E.ZZ</b>	<b>CODIFICA</b> <b>RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID.00.0.2.002</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>7 di 20</b>

### 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 a progr. 42+980, il valore della portata indice  $\mu(Q)$  è stato stimato pari a 4.22 m<sup>3</sup>/s.

Essendo il bacino del Fosso a progr. 42+980 di 0.71 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 14.91 m<sup>3</sup>/s.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Sistemazioni idrauliche Fosso pk 42+980 VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.002	REV. A	FOGLIO 8 di 20

## 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).



APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Sistemazioni idrauliche Fosso pk 42+980 VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.002	REV. A	FOGLIO 9 di 20

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 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:

$$\bar{S}_f = \left( \frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2$$

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

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Sistemazioni idrauliche Fosso pk 42+980 VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.002	REV. A	FOGLIO 10 di 20

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.

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 a progr. 42+980 lungo circa 120 m, interessato da due attraversamenti esistenti.

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;

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Sistemazioni idrauliche Fosso pk 42+980 VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.002	REV. A	FOGLIO 11 di 20

- condizione di moto uniforme nella sezione di monte e la quota 87.10 m s.m. come quota di controllo di per la sezione di valle.

I coefficienti di Manning utilizzati nella modellazione sono:

- 0.035-0.04 s/m<sup>1/3</sup> per l'alveo naturale
- 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 e sezioni da rilievo progetto definitivo.

Nella configurazione attuale sono presenti due attraversamenti : il ponte stradale e l'attraversamento sulla ferrovia storica.

##### 4.4.1 Risultati simulazione ante operam

Nella figura 3 si riporta il profilo idraulico ante operam, in cui si osserva l'effetto del rigurgito dei due attraversamenti esistenti.

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Sistemazioni idrauliche Fosso pk 42+980 VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.002	REV. A	FOGLIO 12 di 20

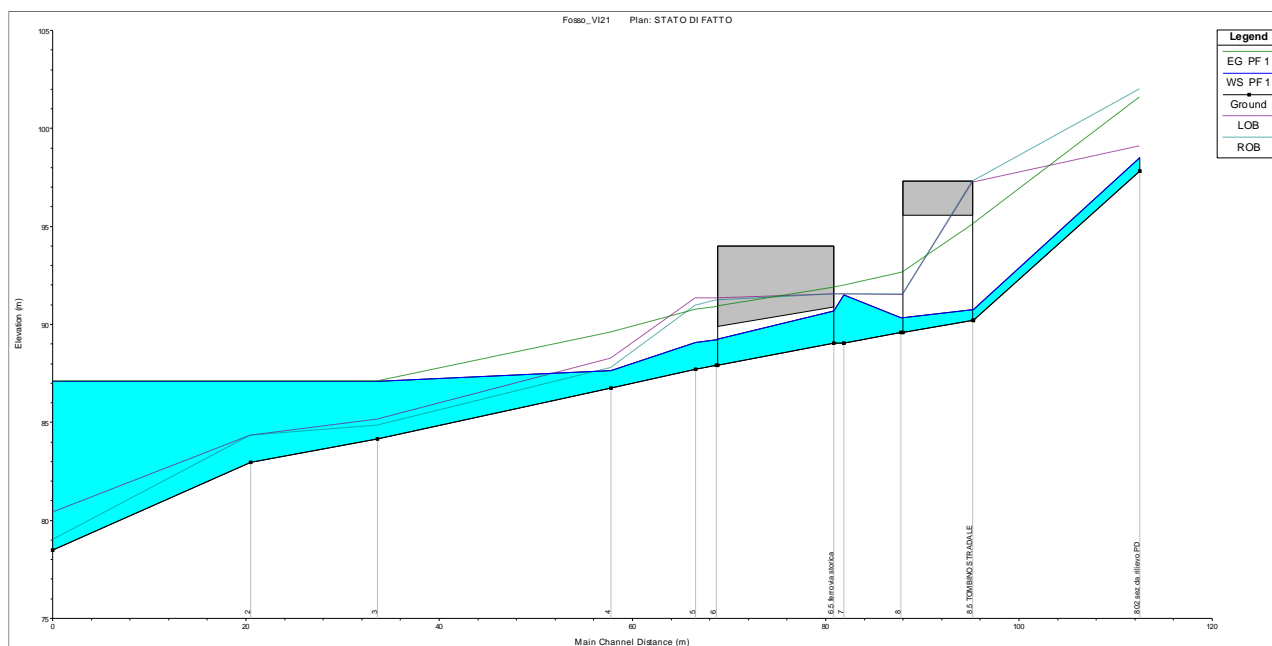


Figura 3: Profilo idraulico ante operam

In Figura 4 si riporta la mappa di esondazione nella configurazione ante operam, in cui si osserva come nella configurazione attuale il deflusso interessa solo l'alveo del corso d'acqua studiato a monte dei due attraversamenti esistenti, mentre a valle il rigurgito del f. Calore lambisce il rilevato esistente.

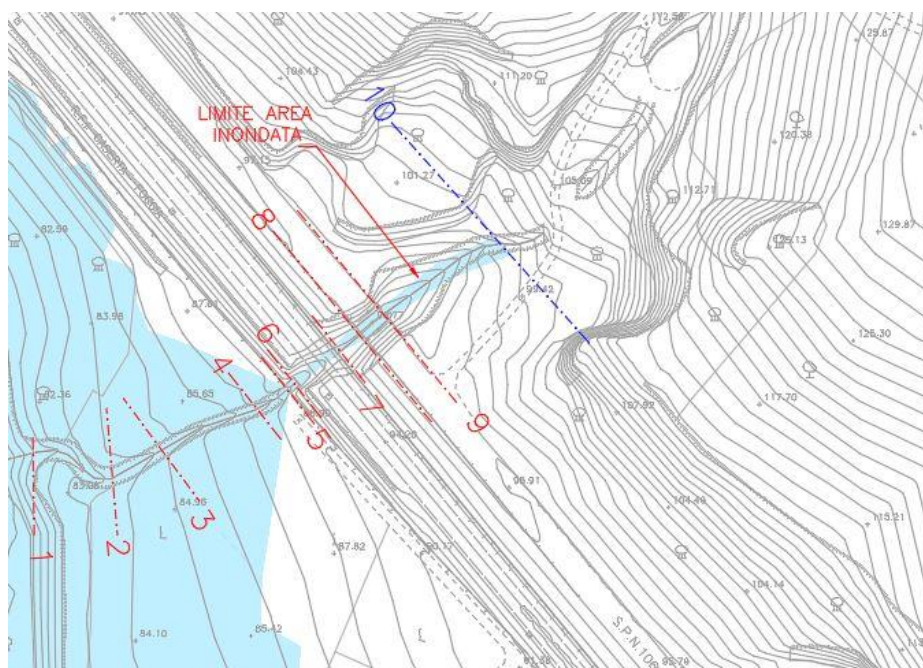


Figura 4: Planimetria di esondazione ante operam

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<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>					
PROGETTAZIONE: Mandatario:      Mandante: <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> <b>Fosso pk 42+980 VI21- Relazione idraulica</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF2R</b>	<b>LOTTO</b> <b>3.2.E.ZZ</b>	<b>CODIFICA</b> <b>RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID.00.0.2.002</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>13 di 20</b>

#### 4.5 SIMULAZIONE POST OPERAM

La configurazione di progetto prevede la deviazione del Fosso secondo un tracciato che non interferisce con le opere in progetto, come indicato Fig. 5. Il fosso deviato andrà a sfociare direttamente nel Fiume Calore da un canale a sezione trapezia rivestita in massi cementati DN min 0.50m con sponde 1:1 e largo al fondo 4.00 metri per una lunghezza di 80 m. Per il posizionamento georeferito di inizio e fine intervento far riferimento all'elaborato di dettaglio della sistemazione idraulica.

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Sistemazioni idrauliche Fosso pk 42+980 VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.002	REV. A	FOGLIO 14 di 20

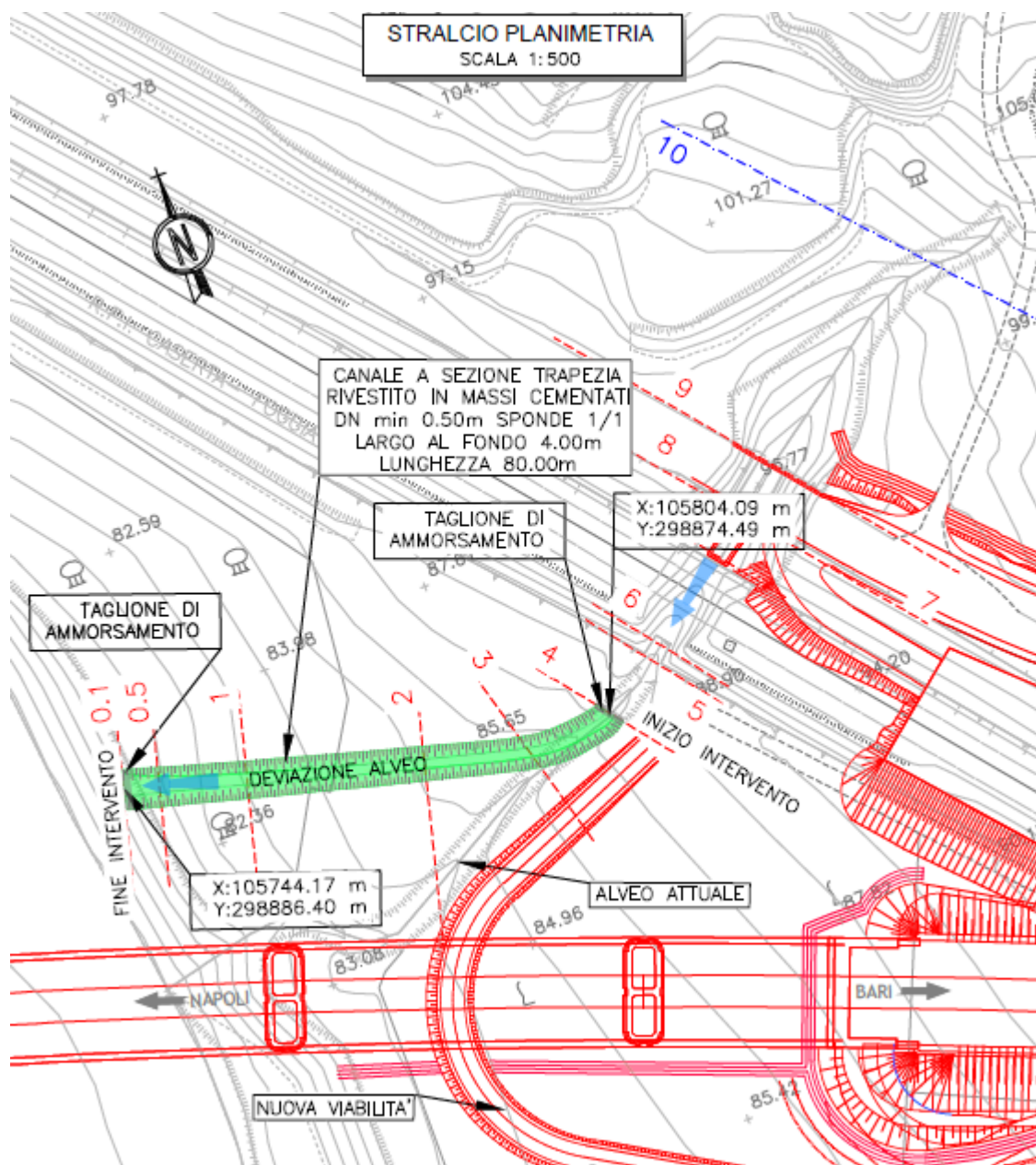


Figura 5: Tracciato di progetto Fosso

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Sistemazioni idrauliche Fosso pk 42+980 VI21- Relazione idraulica	<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>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.00.0.2.002</td> <td>A</td> <td>15 di 20</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	RI	ID.00.0.2.002	A	15 di 20
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	RI	ID.00.0.2.002	A	15 di 20								

#### 4.5.1 Risultati simulazione post operam

Nel profilo idraulico di progetto in Fig.6 e nella sezione di progetto della deviazione si osserva come gli attraversamenti attuali non risultano penalizzati idraulicamente dalla portata di piena a Tr 200 anni. Nella configurazione di progetto rimangono inalterate le condizioni di deflusso del ponte stradale e del ponte ferroviario rispetto alla condizione ante- operam.

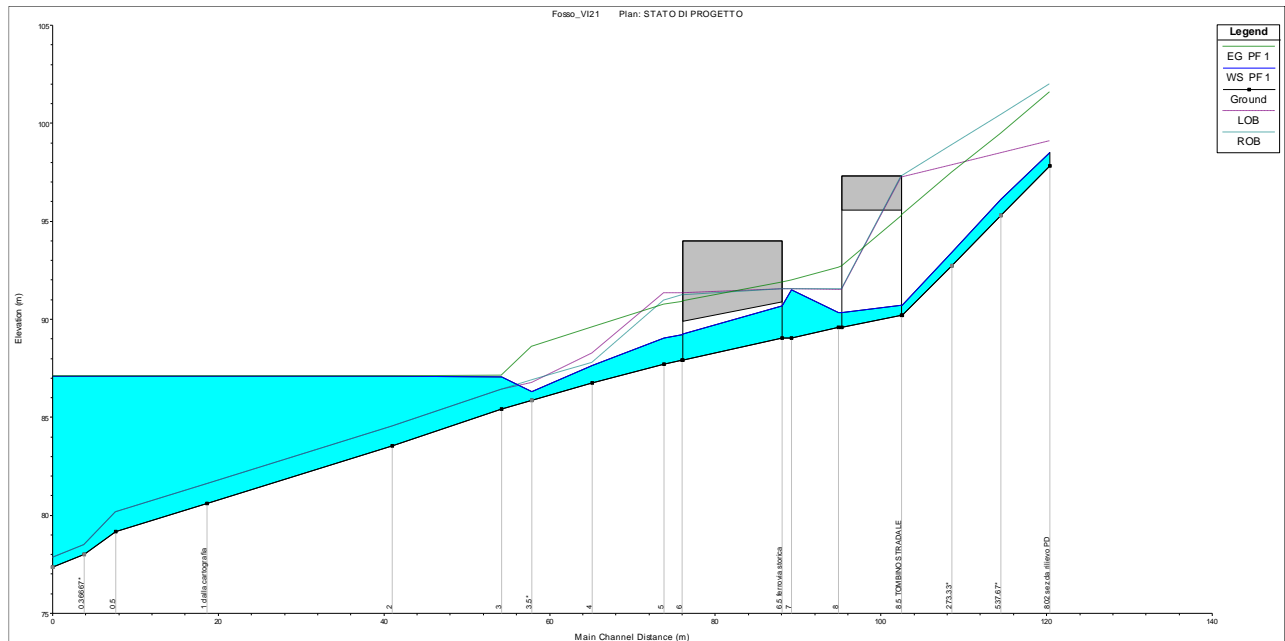
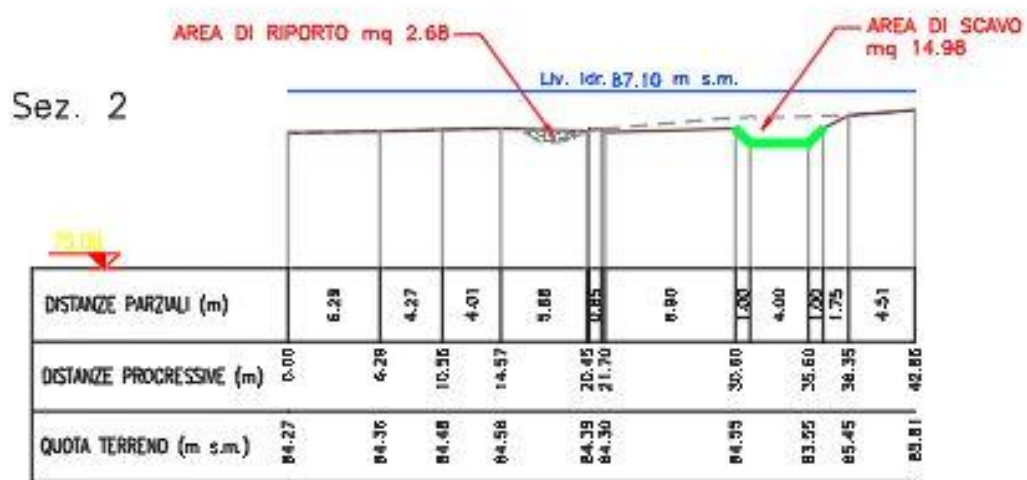


Figura 6: Profilo idraulico di progetto

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Sistemazioni idrauliche Fosso pk 42+980 VI21- Relazione idraulica	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.00.0.2.002</td> <td>A</td> <td>16 di 20</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	RI	ID.00.0.2.002	A	16 di 20
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	RI	ID.00.0.2.002	A	16 di 20								



PARTICOLARE ALVEO RIVESTITO CON MASSI CEMENTATI

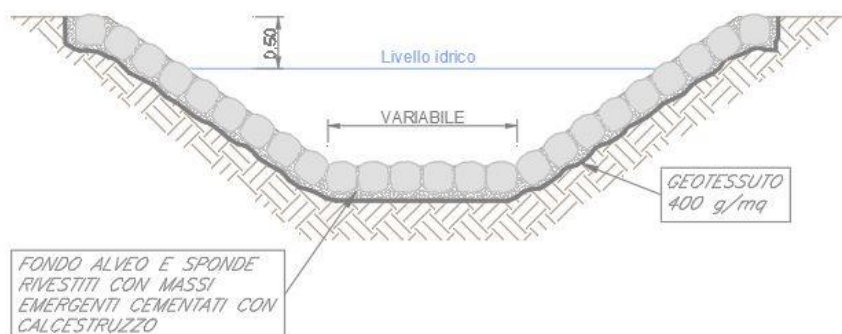


Figura 7: Sezione trasversale deviazione fosso e particolare



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Sistemazioni idrauliche Fosso pk 42+980 VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.002	REV. A	FOGLIO 17 di 20

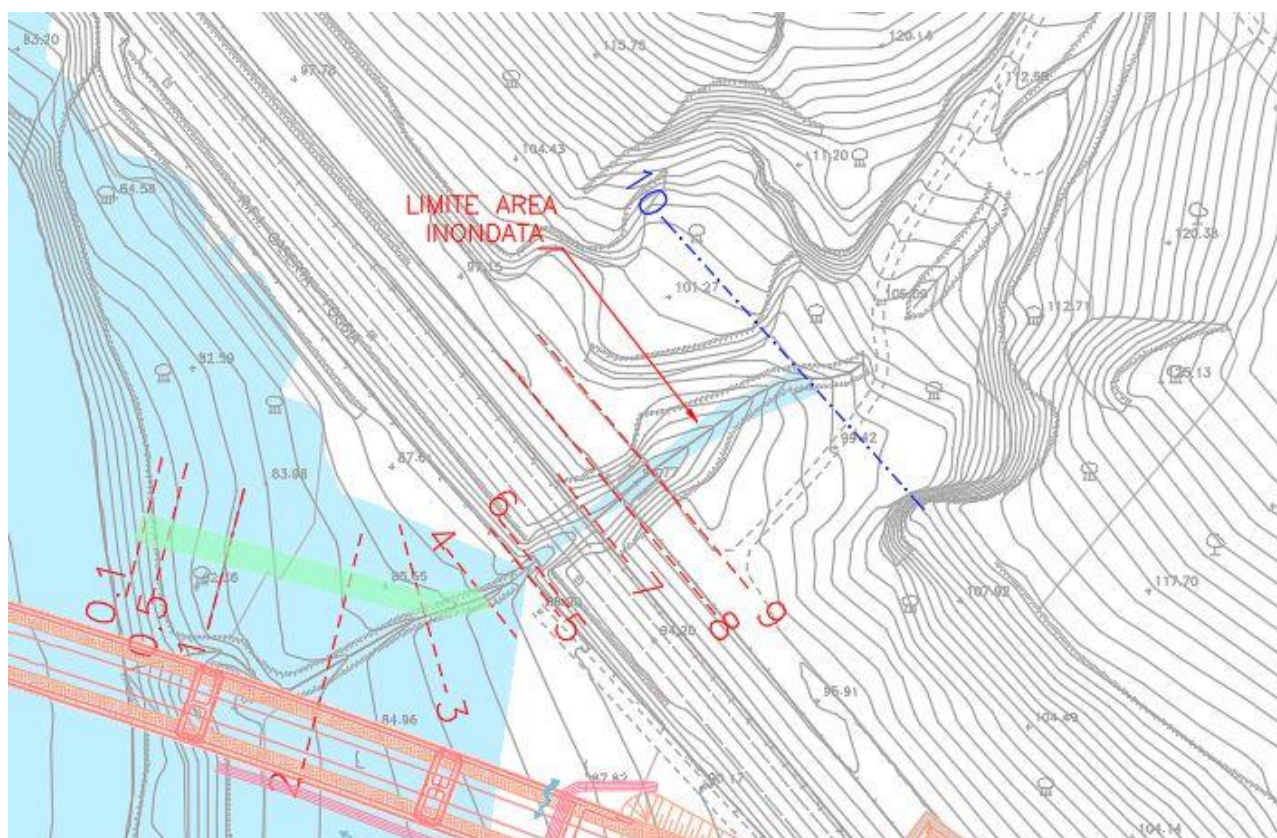


Figura 8: Planimetria di esondazione post operam

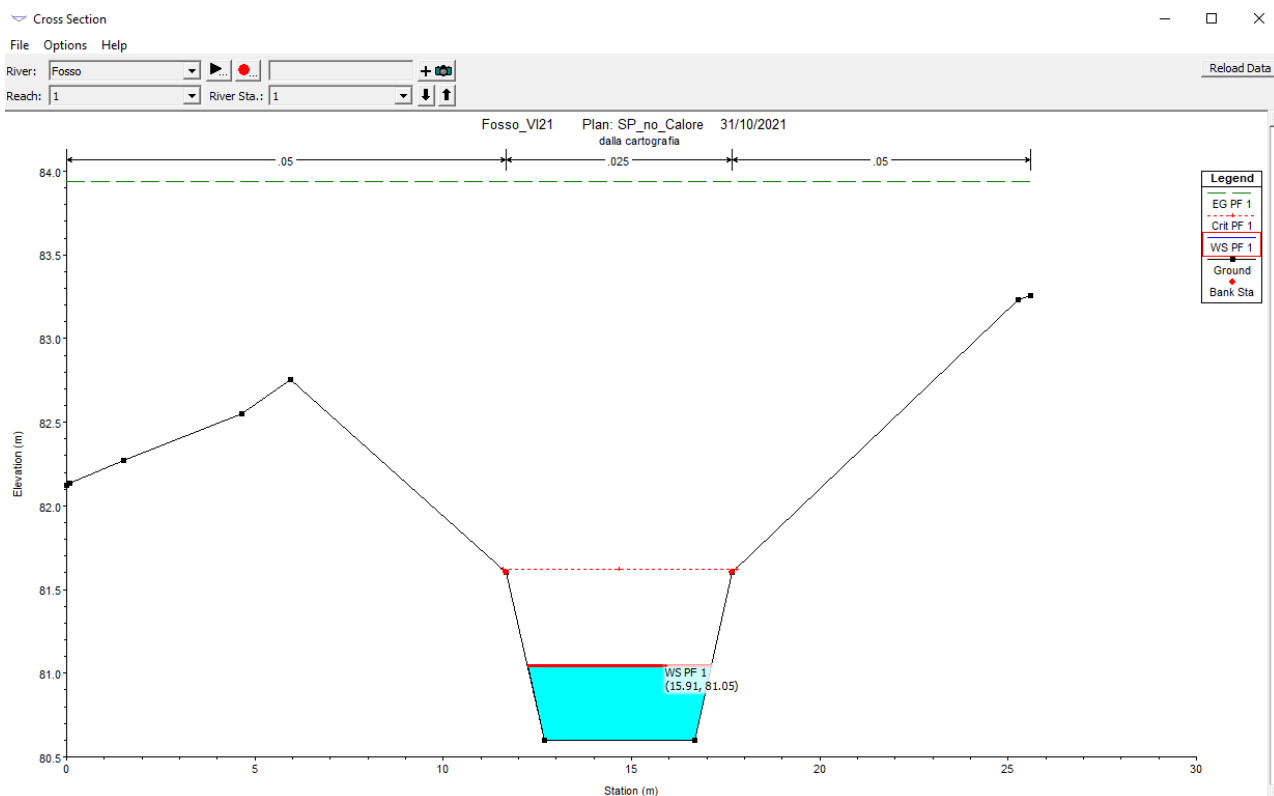
La sistemazione idraulica di progetto è situata in prossimità del Fiume Calore quindi in area di esondazione per cui le condizioni di valle influiscono totalmente sul livello del tirante idrico lungo la sistemazione idraulica.

Al fine di ottenere una rappresentazione idraulica completa della configurazione di progetto si è ritenuto opportuno verificare attraverso la stessa modellazione in moto permanente con software Hec-ras la sufficienza idraulica del canale imponendo come condizione di valle l'altezza di moto uniforme considerando la pendenza del canale di progetto

Si riporta il profilo idraulico del fosso e i risultati della modellazione.

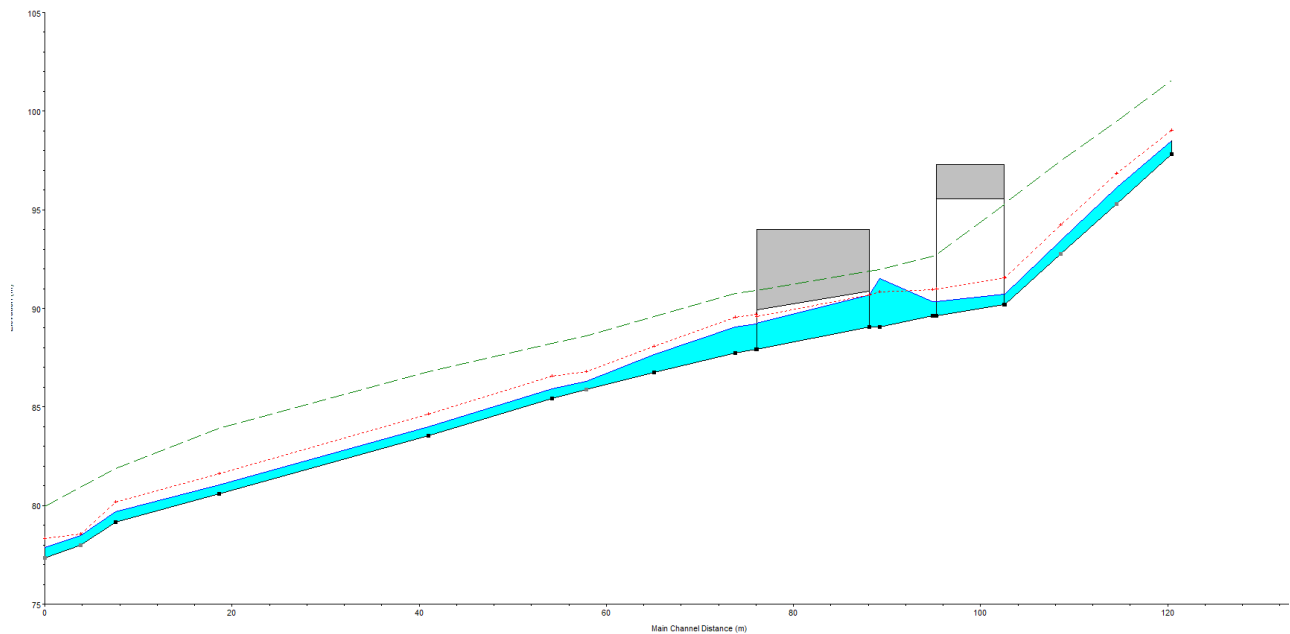
APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Sistemazioni idrauliche</b> <b>Fosso pk 42+980 VI21- Relazione idraulica</b>		COMMESSA <b>IF2R</b>	LOTTO <b>3.2.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>RI</b>	DOCUMENTO <b>ID.00.0.2.002</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>18 di 20</b>

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)	Froude # Chl	Shear Total (N/m2)
1	802	PF 1	14.90	97.83	98.50	99.03	101.58	0.430489	7.77	4.28	1375.77
1	537.67*	PF 1	14.90	95.29	96.12	96.83	99.47	0.295013	8.11	3.53	1334.27
1	273.33*	PF 1	14.90	92.74	93.43	94.24	97.48	0.359275	8.92	3.74	1617.78
1	9	PF 1	14.90	90.20	90.72	91.56	95.32	0.342786	9.50	4.20	1757.48
1	8.5	Bridge									
1	8	PF 1	14.90	89.61	90.34	90.95	92.63	0.108884	6.70	2.50	781.28
1	7	PF 1	14.90	89.05	91.52	90.84	91.98	0.004424	3.03	0.62	106.69
1	6.5	Bridge									
1	6	PF 1	14.90	87.92	89.22	89.71	90.90	0.046963	5.74	1.61	502.42
1	5	PF 1	14.90	87.72	89.06	89.55	90.74	0.112933	5.75	1.60	626.79
1	4	PF 1	14.90	86.76	87.65	88.07	89.60	0.147699	6.18	2.57	746.98
1	3.5*	PF 1	14.90	85.88	86.30	86.78	88.61	0.116822	6.73	3.59	395.89
1	3	PF 1	14.90	85.41	85.90	86.55	88.23	0.094015	6.76	3.24	377.18
1	2	PF 1	14.90	83.55	84.00	84.65	86.78	0.122424	7.37	3.67	459.16
1	1	PF 1	14.90	80.60	81.05	81.62	83.94	0.130384	7.53	3.78	481.16
1	0.5	PF 1	14.90	79.17	79.67	80.18	81.89	0.223144	6.59	3.13	912.56
1	0.36667*	PF 1	14.90	78.00	78.48	78.56	80.94	0.262324	6.95	3.38	1029.61
1	0.1*	PF 1	14.90	77.35	77.86	78.33	79.96	0.203050	6.41	3.00	787.37



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<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>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: <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 pk 42+980 VI21- Relazione idraulica</b>	<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>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.00.0.2.002</td> <td>A</td> <td>19 di 20</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	RI	ID.00.0.2.002	A	19 di 20
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	RI	ID.00.0.2.002	A	19 di 20								

. Dalla verifica effettuata si evince che nella condizione di non contemporaneità dei picchi di piena dei due corsi d'acqua il canale contiene la portata duecentennale del fosso.



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Sistemazioni idrauliche Fosso pk 42+980 VI21- Relazione idraulica	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.00.0.2.002	REV. A	FOGLIO 20 di 20

#### 4.6 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 cementati.

Al fine di valutare la stabilità della sistemazione adottata è stata effettuata la verifica in termini di tensione di trascinamento, confrontando il valore della tensione totale lungo la sistemazione con il valore della tensione di trascinamento di riferimento (circa 600 N/m<sup>2</sup> - valore per il quale la verifica della sistemazione in massi sciolti DN 0.50 risulta soddisfatta).

Poichè la verifica del rivestimento in massi sciolti non risulta soddisfatta nell'intero tratto della deviazione, si è optato per la soluzione in massi cementati aventi dimensione minima di 0.50 m.

Verifica tensione di trascinamento di riferimento

<b>Tensione max <math>\tau_w R_i</math></b>	
$\tau_0$ [N/m <sup>2</sup> ] fondo hecras	590
$\tau_0$ [N/m <sup>2</sup> ] LOB hecras	590
$\tau_0$ [N/m <sup>2</sup> ] ROB hecras	590
<b>Tensione max corretta</b>	
$\tau_{max}$ [N/m <sup>2</sup> ] fondo	767
$\tau_{max}$ [N/m <sup>2</sup> ] sponde	531
fattore correttivo da diagramma fondo	1.3
fattore correttivo da diagramma sponde	0.9
tcr/ $\tau_{max}$	1.01
verifica fondo tcr/ $\tau_{max}$ >1	VERIFICATO
tcr/ $\tau_{max}$	1.01
verifica sponde tcr/ $\tau_{max}$ >1	VERIFICATO