

# REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA

PROVINCIA DI UDINE e DI GORIZIA

COMUNE DI ROMANS D'ISONZO e SAN VITO AL TORRE

## VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE

### DELLA RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE

DELL'ALVEO DEL TORRENTE TORRE FINALIZZATO AL RIPRISTINO  
DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO MEDIANTE MOVIMENTAZIONE DI  
MATERIALI GHIAIOSI

NUM.	ELABORATO	DATA
19	RELAZIONE IDROLOGICO-TECNICA	17 Febb 2017
		ns.rif.FIU.VIA 1.0

#### IL COMMITTENTE

### CALCESTRUZZI TS s.r.l.

Via Palmanova Loc. Ponte sul Torre  
34070 Versa, Romans d'Isonzo (GO)

CALCESTRUZZI TRIESTE S.R.L.  
Viale Palmanova s.n.  
34076 ROMANS D'ISONZO (GO)  
C.F. 00219820321  
P. IVA 00131760316

#### I PROGETTISTI



000  
0120-03D

Dott. Geol. SILVANO SAMBO  
Geom. MARIO GILI  
Dott. Ing. PAOLA SANTORO

## INDICE

1 - PREMESSA.....	2
2 – DATI GENERALI.....	3
3 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	4
3.1 STUDI CONDOTTI NELL’AREA DI INTERVENTO.....	9
3.2 PERICOLOSITA’.....	11
4 - ELABORAZIONI STATISTICHE DEI DATI PLUVIOMETRICI.....	14
5 - ANALISI IDROLOGICA DEL BACINO DEL Torrente TORRE.....	18
5.1 - PARAMETRI IDROGRAFICI - MORFOLOGICI.....	19
5.2 - PORTATA TORRENTE TORRE.....	20
5.3 – TRASPORTO SOLIDO TORRENTE TORRE .....	22
6 - MODALITA’ D’INTERVENTO ED ANALISI QUANTITATIVE.....	27
7 – CONCLUSIONI.....	41

## 1 - PREMESSA

L'intervento **di riqualificazione fluviale**, consistente in una ricalibratura della sezione d'alveo mediante la riduzione volumetrica di un sovralluvionamento presente in una zona mediana dell'alveo attivo del Torrente Torre, ricadente nel tratto di pianura dell'asta situato a circa 425 m a monte del ponte di Versa, su cui transita la S.S. n. 252 "di Palmanova", all'interno dei **Comuni di Romans d'Isonzo (GO) e di San Vito al Torre (UD)**.

In particolare si evidenzia la necessità di effettuare la riprofilatura della sezione dell'alveo, attuando una riduzione degli accumuli di barra, onde conseguire un'attenuazione delle spinte tangenziali con il richiamo al centro degli scorrimenti, come rappresentato nelle allegate planimetrie. Attualmente, infatti, in condizioni di magra si evidenzia come si sia venuta a determinare una erosione spondale sia destra che sinistra.

L'attuazione dell'intervento viene prevista tramite la movimentazione e la rimozione di volumetrie che restringono la sezione di deflusso. Si prevede di strutturare l'intervento complessivo in tre differenti Fasi che si svilupperanno da valle a monte. In tal modo verrà garantita la gradualità delle operazioni di riqualificazione, verificando nella stessa fase operativa l'esito delle operazioni. Si stima di movimentare in totale circa 52.300 mc di cui circa 15.800 mc verranno ridistribuiti nelle zone soggette a maggiore erosione.

Si prevede di operare la rimozione del materiale su un tratto avente uno sviluppo in lunghezza di c.a. 950 m e c.a. 300 m in larghezza, il cui rilievo topografico è stato imperniato su sei sezioni trasversali integrate da profilo longitudinale.

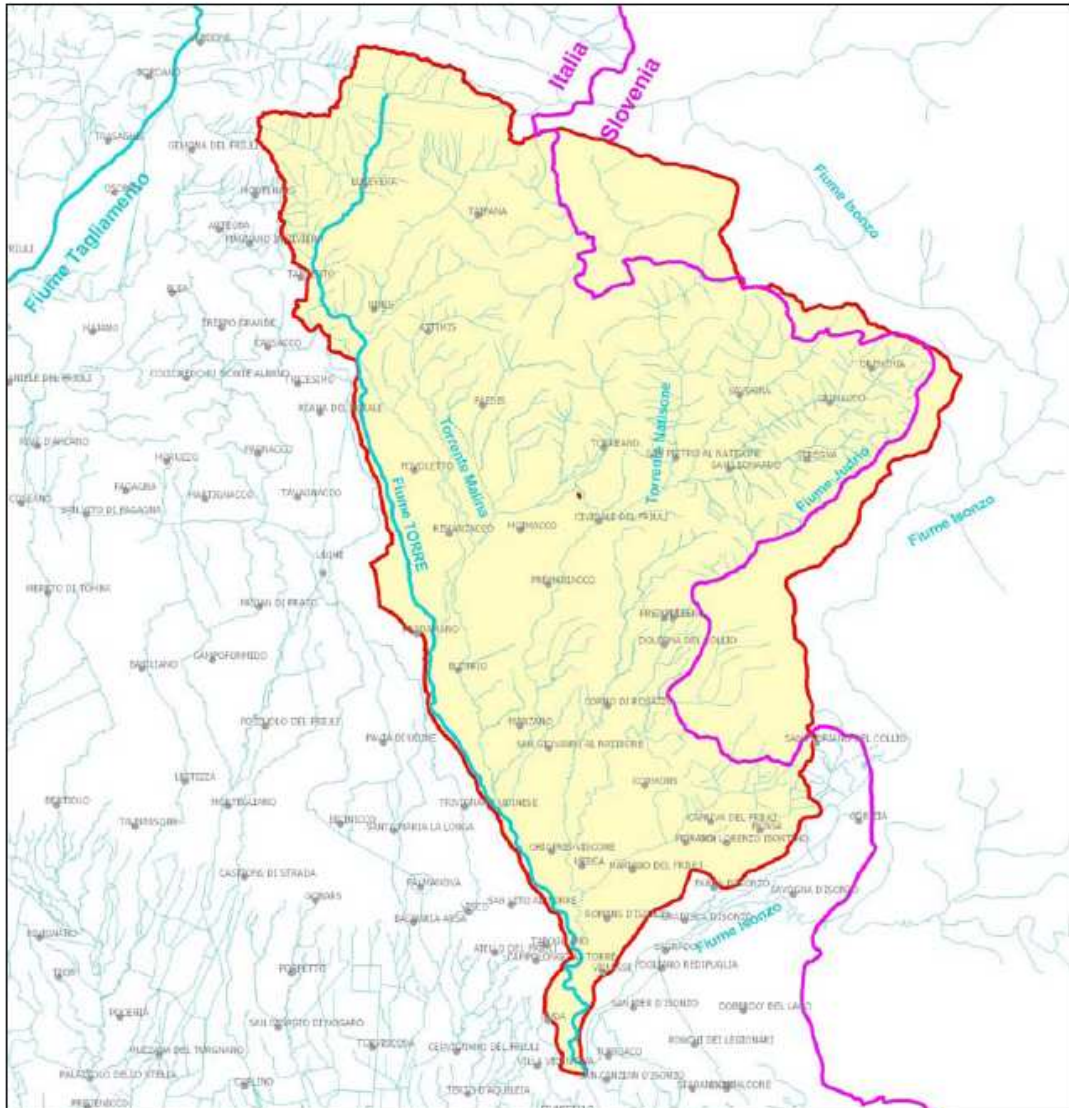
Gli stessi studi condotti per la protezione Civile indicano come nell'area in cui si propone di intervenire vi siano problematiche connesse all'erosione spondale.

## 2 – DATI GENERALI

<b>COMMITTENTE:</b>	<b>CALCESTRUZZI TRIESTE s.r.l.</b> Via Palmanova - Loc. Ponte sul Torre, Versa 34070 Romans d'Isonzo (GO)
<b>UBICAZIONE</b>	Tratto dell'alveo del torrente Torre sito nei Comuni di Romans d'Isonzo (GO) e San Vito al Torre (UD)
<b>PROPRIETA' INTERESSATE</b>	CC di San Vito: foglio n. 8 p.c.nn. 1090/3 – 1112 – 1111 – 1110 – 1109 – 1108 CC di Versa: foglio n. 4 p.c.n. 824/1 e foglio n. 7 p.c.nn. 824/10 – 824/9 – 824/11 – 824/38 – 824/13 – 824/15 – 824/37 – 824/18 – 824/19 – 824/44
<b>VINCOLI</b>	L'intervento ricade in zona di tutela ambientale A.R.I.A. n°16C, D.P.G.R.: 03711/Pres. del 04/10/2001
<b>PROGETTO</b>	RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE dell'alveo del Torrente Torre finalizzata al ripristino delle sezioni di deflusso mediante movimentazione di materiali ghiaiosi.
<b>VOLUMI MOVIMENTATI</b>	Volume del materiale da movimentare 52.300 mc Volume da impiegare nell'area 15.800 mc Volume da asportare 36.500 mc
<b>SUPERFICI INTERESSATE</b>	Superficie soggetta a movimentazione 366.160 mq
<b>DURATA INTERVENTO</b>	18 mesi

### 3 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il Torrente Torre nasce nella piana di Musi (sita a nord-est di Gemona del Friuli), ai piedi di un versante montuoso di dolomie calcaree, che separa la suddetta valle dalla valle di Resia, in corrispondenza della sorgente di Tanataviele (500 l/s di portata media).



Il bacino del Torrente Torre

Dopo un iniziale tratto su substrato calcareo, il corso del T. Torre si svolge su flysch, oltre la forra del Gran Monte, per ritornare sui calcari in corrispondenza del gruppo montuoso della Bernadia.

I depositi alluvionali sono già importanti in quanto a spessore già nella piana di Nimis con potenze dell'ordine dei 40 - 50 m, accertato da indagini geofisiche e terebrazioni (Mosetti e Feruglio, 1964). A valle della soglia di Zompitta, il bacino del Torre si svolge in pianura e risulta chiaramente delimitabile solo ad Est, mentre ad Ovest una parziale delimitazione si identifica nelle colline moreniche würmiane.

La situazione geologica della pianura orientale friulana si caratterizza per la presenza di depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi di spessore pari a circa 10 – 20 m, sovrastanti un conglomerato il quale a sua volta poggia sul flysch. L'assorbimento da parte di questo materasso alluvionale giustifica le frequenti situazioni di alveo asciutto del Torre e bisogna anche considerare che il sottostante conglomerato risulta piuttosto permeabile e di notevole spessore (150 – 200 m).

Il sistema idrografico del Torre - Natisone prende origine nel periodo Wurmiano quando, durante l'ultima glaciazione che interessò l'Europa, le masse di ghiaccio, che da Nord scendevano lungo le valli alpine, alimentavano nelle alpi Giulie i due ghiacciai del Tagliamento e dell'Isonzo - Natisone. Le acque di fusione dei ghiacciai percorrendo le valli dell'Isonzo e del Natisone hanno contribuito alla formazione dell'attuale pianura friulana orientale e goriziana, caratterizzata da profondi materassi ghiaiosi, formatesi con la deposizione di materiali incoerenti.

Successivamente al periodo Wurmiano, con il ritiro dei ghiacciai e la diminuzione delle acque di piena, si assiste a monte all'incassamento degli alvei ed a valle alla precisazione dei percorsi delle singole correnti fluviali. A seguito di un lungo periodo evolutivo (Diluviale e Alluviale) si verifica la progressiva deviazione del Torre verso est a causa dell'accumulo di depositi nella zona di Acquileia fino alla confluenza con il Natisone e successivamente con lo Judrio e l'Isonzo.<sup>1</sup>

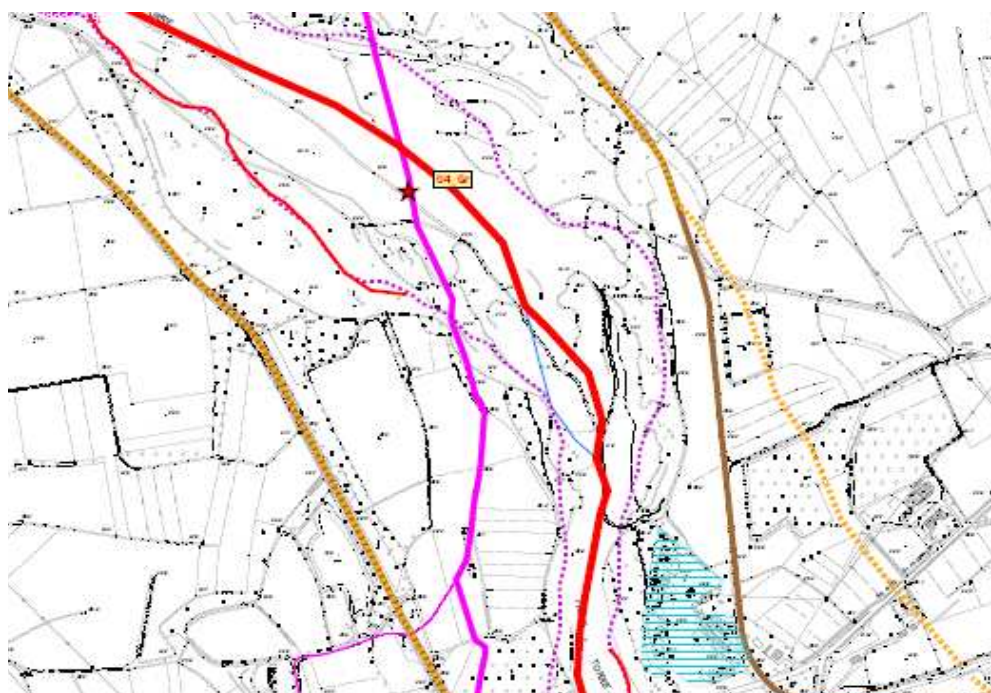
Per quanto concerne l'analisi granulometrica si è fatto riferimento a quanto riportato nello studio del 2006 della Protezione Civile<sup>2</sup>, in cui viene effettuata un'analisi con metodo manuale attraverso una griglia manuale di 100 punti e la successiva misurazione dei diametri medi degli elementi ricadenti in corrispondenza dei nodi della griglia. L'analisi del campione permette la determinazione delle curve granulometriche ed in particolare della curva di

<sup>1</sup> Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave, Brenta-Bacchiglione, 2003

<sup>2</sup> Progetto preliminare per il ripristino dell'efficienza idraulica del torrente torre mediante modellazione idraulica dell'asta del Torrente Torre dalla diga di Crosis, in Comune di Tarcento, fino alla confluenza col Fiume Isonzo al fine della messa in sicurezza del territorio (opi cd2/430.064)

frequenza cumulata sulla quale vengono determinati i diametri percentili ( $D_x$ ), associati ad una certa percentuale di passante. Ad es., il  $D_{50}$  rappresenta il diametro del campione di sedimento corrispondente al 50% in peso del materiale passante. Viene, inoltre, valutata la curva di frequenza relativa che esprime la percentuale (o frequenza) di ogni classe diametrica rispetto al totale del campione.

Si è fatto in particolare riferimento al campione individuato come 04\_gr, posto in corrispondenza dell'area di riqualificazione. I depositi sono caratterizzati da granulometrie che vanno dalle ghiaie grosse alle ghiaie fini e scarsa quantità di sabbia.



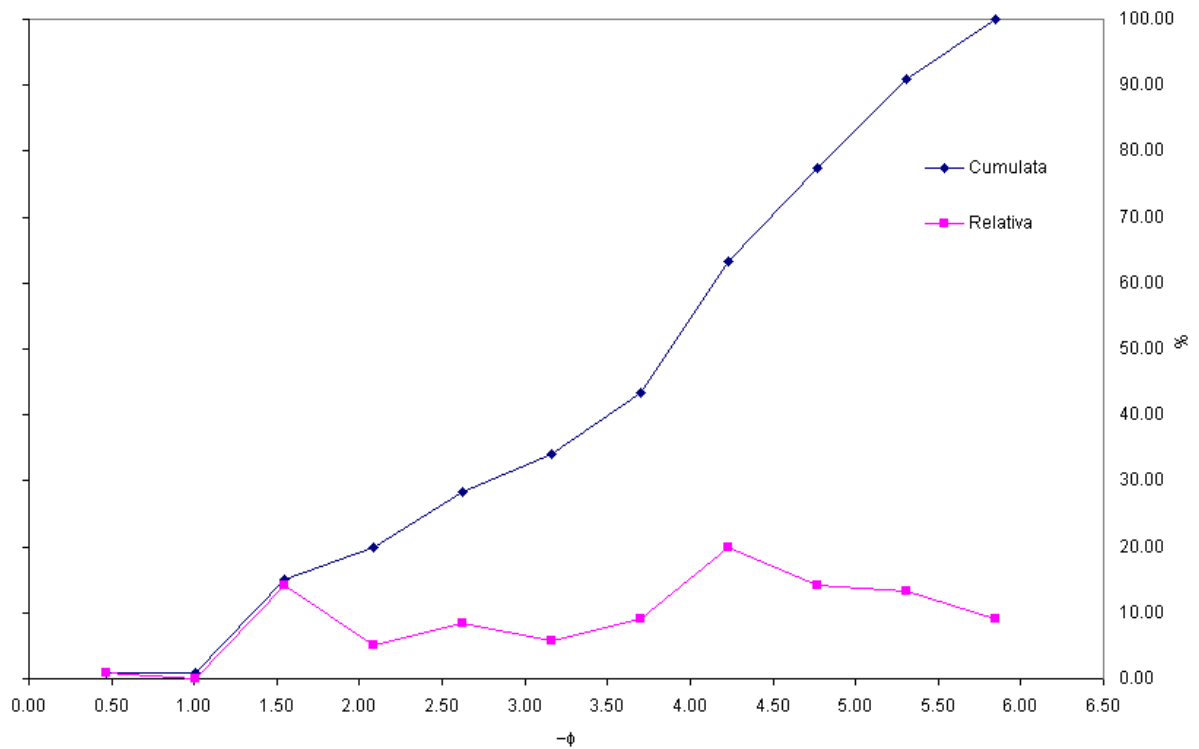
Diametri caratteristici:

Campione	$D_5$ (mm)	$D_{16}$ (mm)	$D_{30}$ (mm)	$D_{50}$ (mm)	$D_{84}$ (mm)	$D_{90}$ (mm)	$D_{95}$ (mm)
04_gr	2	3	6	12	27	32	39

Parametri granulometrica:

Campione	Deviazione standard	Indice di gradazione	Coefficiente di classazione	Coefficiente di asimmetria
04_gr	3,23	3,45	1,51	-0,27

Punto 04\_Gr: Curva granulometrica



Dal punto di vista geomorfologico il T. Torre si presenta in fase erosiva fino circa a Molinis (a sud di Tarcento), quasi in equilibrio fino a Zompitta, ed in fase di deposito nel tratto a valle di Zompitta. Ciò ha determinato in passato la naturale tendenza alla pensilità del corso a valle dello sbarramento di Zompitta.

Nelle zone a pendenza minore si assiste al successivo fenomeno del deposito dei materiali trasportati a maggior pezzatura, con conseguente sovralluvionamento. Possono allora verificarsi riduzioni delle sezioni utili al deflusso delle acque di piena, con l'aumento del rischio di esondazioni.

“Data la natura del materiale costituente il letto del torrente (la composizione nel tratto a valle di Zompitta è mediamente: ciottoli e ghiaie 80%; sabbie 17%; limi ed argille 3%), l'alveo di magra risulta in continua evoluzione planimetrica con elevata tendenza alla sinuosità che determina frequenti situazioni di erosione di sponda e di scalzamento dei rilevati arginali. L'abbassamento generalizzato dell'alveo a valle di Zompitta è, infatti, risultato benefico dal punto di vista della sicurezza idraulica. [...] L'abbassamento del fondo e

la conseguente tendenza alla sinuosità dell'alveo di magra determinano frequenti situazioni di erosione di sponda e di scalzamento dei rilevati arginali. [...]

All'altezza del ponte di Versa il corso d'acqua assume la classica configurazione meandriforme che si mantiene tale fino alla confluenza con il fiume Isonzo presso il ponte di Pieris. Si ha quindi la classica divagazione a meandri con erosione presso la riva concava e deposito presso quella convessa con la tendenza ad esagerare la sinuosità del tracciato; il retrocedere della sponda in erosione ed il concomitante avanzare di quella opposta, stanno determinando una accentuazione delle anse fluviali che, pur rimanendo contenute nel letto di inondazione, tendono alla formazione di lobi di meandro con graduale restringimento dei rispettivi "colli".<sup>3</sup>

Come evidenziato dall'Autorità di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione (legge 18 maggio 1989 n. 183 art. 12) nel *"Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione – legge n. 267/98 e legge n. 365/00"* al capitolo **"2.5 Individuazione degli interventi strutturali e non strutturali necessari per la mitigazione della pericolosità idraulica e del rischio"** :

"Gli interventi da prevedere (sul Torrente Torre) riguardano principalmente il controllo delle diffuse situazioni di erosione e di scalzamento dei rilevati arginali [...] stabilizzazione dell'alveo lungo l'intero tronco compreso tra il ponte di Nimis e la confluenza con il torrente Judrio."

Nella zona interessata dall'intervento, si evidenzia come si sia venuta a creare una sponda sia destra che sinistra e, quindi, la necessità di effettuare la riprofilatura della sezione dell'alveo, attuando una riduzione degli accumuli di barra, onde conseguire una attenuazione delle spinte tangenziali con il richiamo al centro degli scorrimenti e garantire la salvaguardia a lungo termine dell'integrità dell'opera di difesa golenale.

---

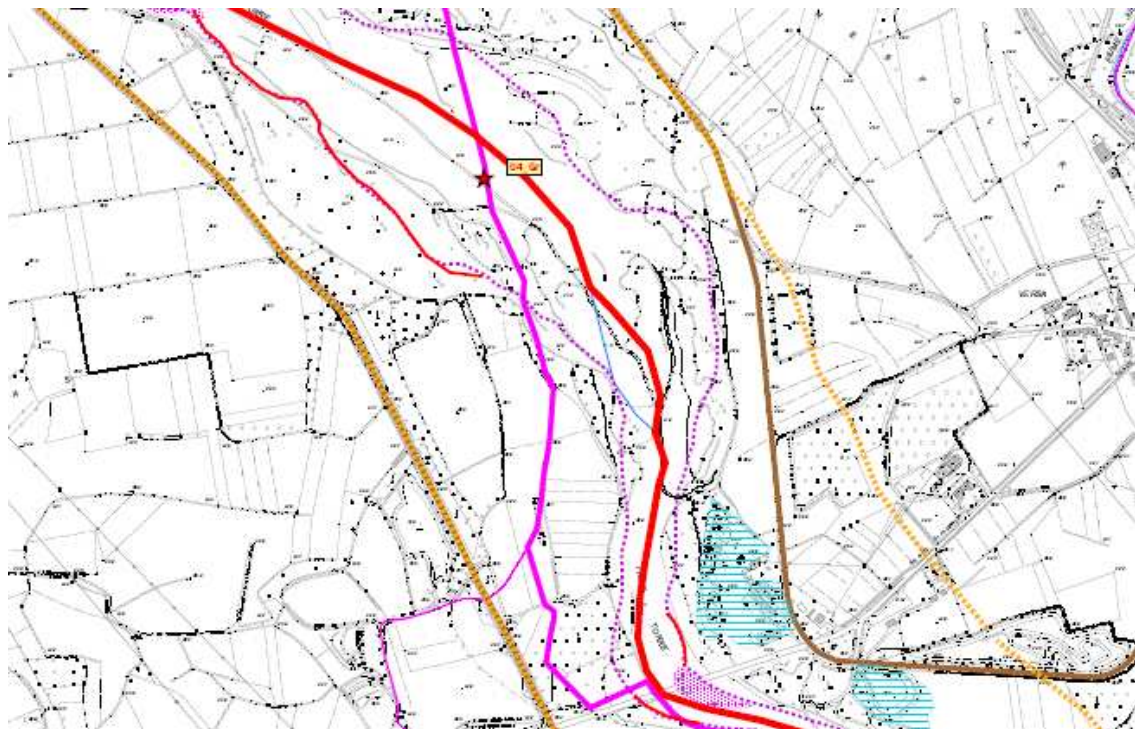
<sup>3</sup> Progetto preliminare per il ripristino dell'efficienza idraulica del torrente torre mediante modellazione idraulica dell'asta del torrente torre dalla diga di crisis, in comune di tarcento, fino alla confluenza col fiume isonzo al fine della messa in sicurezza del territorio (opi cd2/430.064) - protezione civile della regione – aprile 2006

### 3.1 STUDI CONDOTTI NELL'AREA DI INTERVENTO

Si è fatto in particolare riferimento allo studio dell'efficienza idraulica del torrente Torre, effettuato dalla Protezione Civile del Friuli Venezia Giulia nel corso del 2006<sup>4</sup> che evidenzia innanzitutto come *“la zona occupata dal corso d'acqua poco più di un secolo fa era ben più ampia rispetto all'ambito fluviale odierno.*

*Dal punto di vista planimetrico, considerate le numerose erosioni spondali individuate (talora di notevole entità), si evince che il corso d'acqua attualmente tende a divagare all'interno delle proprie alluvioni allargando in alcuni punti il proprio alveo. Risulta tuttavia improbabile che esso possa recuperare nel breve-medio periodo lo spazio perduto”.*

Nell'analisi condotta emerge come l'area interessata dalla presente riqualificazione fluviale sia interessata da un'erosione in sponda destra ed un approfondimento in sponda sinistra che a lungo andare può interessare anche la stabilità della sponda stessa.

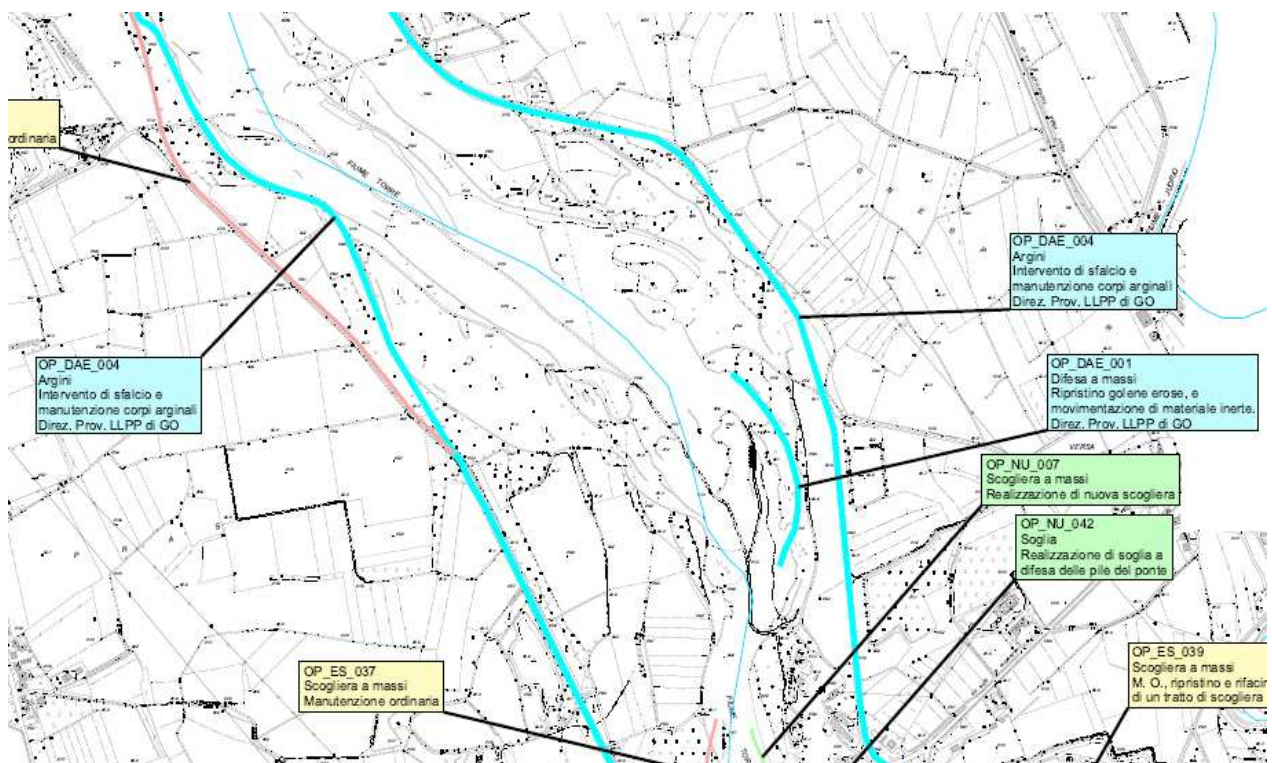


<sup>4</sup> Progetto preliminare per il ripristino dell'efficienza idraulica del Torrente Torre mediante modellazione idraulica dell'asta del Torrente Torre dalla diga di Crosis, in Comune di Tarcento, fino alla confluenza col Fiume Isonzo al fine della messa in sicurezza del territorio (OPI CD2/430.064) – Protezione Civile della Regione Friuli Venezia Giulia – Servizio prevenzione, controllo e pronto intervento



Tra gli interventi proposti per migliorare l'attuale situazione di scorrimento del T. Torre, lo studio condotto dalla Protezione Civile indica quelli di regimazione idraulica, consistenti nella *“riattivazione di nuove inalveazioni e/o il ripristino di langhe abbandonate e interventi di scavo in alveo al fine di abbassare la livelletta con conseguente aumento del franco di sicurezza”*.

Nella zona in questione, infatti, vengono anche ipotizzati dalla Direzione Prov. LLPP di Gorizia, oltre la manutenzione ordinaria e straordinaria delle strutture spondali ed arginali, anche il ripristino delle golene erose, la movimentazione di materiale inerte e una difesa a massi (codice intervento OP\_DAE\_001).



Estratto della Tav. *Planimetria degli interventi*

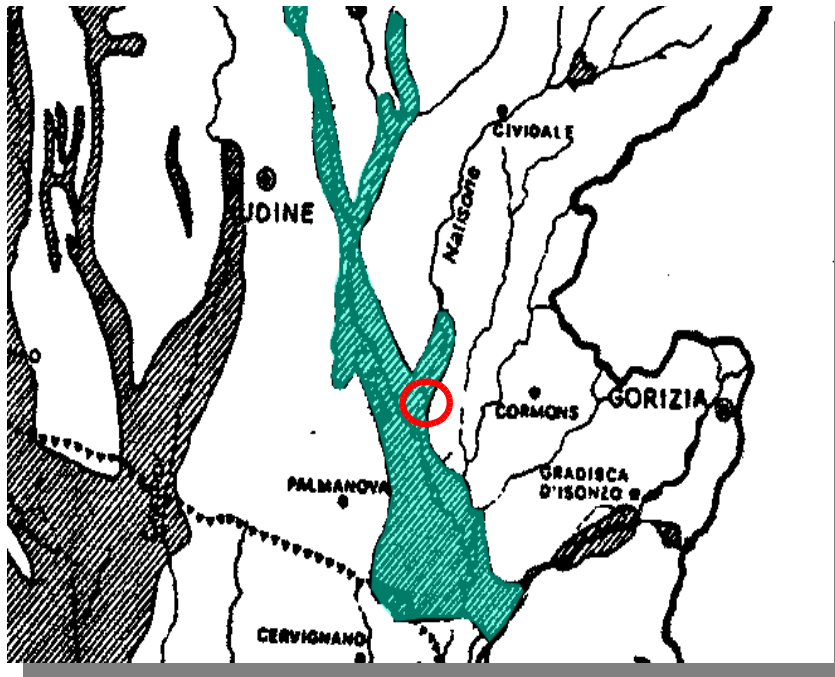
L'intervento di regimazione proposto con il presente progetto si pone in alternativa alla difesa a massi. Tale scelta risulta avvalorata da quanto si riscontra presso le attuali opere di difesa, che sono state aggirate e scalzate dallo scorrimento del Torre.

A riguardo, lo stesso studio della Protezione Civile specifica che, *“le scogliere poste a protezione delle sponde spesso risultano scalzate alla base e quindi hanno subito dei cedimenti, generando il successivo collasso della struttura. In altri casi pur essendo realizzate a regola d’arte e quindi resistendo alle deformazioni indotte e adattandosi agli stati successivi, senza collassare e quindi mantenendo le proprie caratteristiche tecniche, subiscono danni per acquiramento, o per cedimento della parte superiore dovuto al crollo degli alberi.”*

Si è fatto, inoltre, riferimento allo studio condotto in riferimento all'intervento condotto sempre dalla CALCESTRUZZI TRIESTE s.r.l. Immediatamente a monte e avale del ponte di Versa e che ha ottenuto i risultati previsti in merito alla riqualificazione del torrente Torre, ripristinando le normali sezioni di deflusso e riducendo le erosioni spondali in atto. L’attuazione del suddetto intervento, infatti, ha permesso, tramite la movimentazione di volumetrie che restringevano la sezione di deflusso la redistribuzione del materiale in corrispondenza dei punti di maggiore erosione ed approfondimento. L’allineamento al centro, unitamente ad una maggiore laminazione dei filoni di corrente e ad una diminuzione della velocità di scorrimento, ha determinato un’attenuazione delle forze erosive tangenziali spondali.

### **3.2 PERICOLOSITA’**

E' stata presa in considerazione l'analisi condotta per la redaione della “Carta schematica delle aree allagate dall’inizio del secolo” (Regione Autonoma Friuli - Venezia Giulia) che mette in evidenza come la zona interessata dal presente intervento sia tra quelle oggetto di passate esondazioni del T. Torre e di cui viene di seguito proposto un estratto. L’eccessiva sedimentazione è pericolosa in quanto alzandosi le quote medie dell’alveo aumenta la possibilità che si verifichino esondazioni.



Esondazioni del Torre. Tratto dalla “Carta schematica delle aree allagate dall’inizio del secolo”, parz. modificato (Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia).

Una valutazione del fattore di pericolosità<sup>5</sup> dell’area interessata viene effettuata in base alla natura e all’intensità degli eventi a rischio.

Il fattore di pericolosità, “C” viene, infatti, valutato con la sommatoria di due elementi principali, descrittori delle limitazioni delle difese esistenti e delle limitazioni alla capacità di deflusso.

Quest’ultime sono dovute alla presenza di particolari manufatti in alveo che riducono in maniera significativa la sezione trasversale, oppure a fenomeni di sovralluvionamento o alla presenza di vegetazione d’alto fusto in alveo, che se mobilitata durante una piena può ostruire, soprattutto in corrispondenza a ponti o ad altri manufatti, la luce di deflusso.

Nell’elemento “limiti delle difese esistenti” rientrano sia le inadeguatezze strutturali che quelle funzionali delle arginature. L’inadeguatezza funzionale è intesa sia come riduzione che come annullamento (e conseguente esondazione) del franco di sicurezza di 80 cm tra pelo libero in piena e sommità arginale. L’inadeguatezza strutturale è intesa soprattutto come incapacità da parte del rilevato arginale di contrastare il sifonamento.

<sup>5</sup> “Studi propedeutici e attivazione della fase conoscitiva finalizzati alla redazione del piano di bacino del fiume Isonzo”

L'ultimo elemento descrittivo del fattore di pericolosità, complementare a quello inerente i limiti delle difese esistenti, riguarda la stima della dimensione della potenziale esondazione.

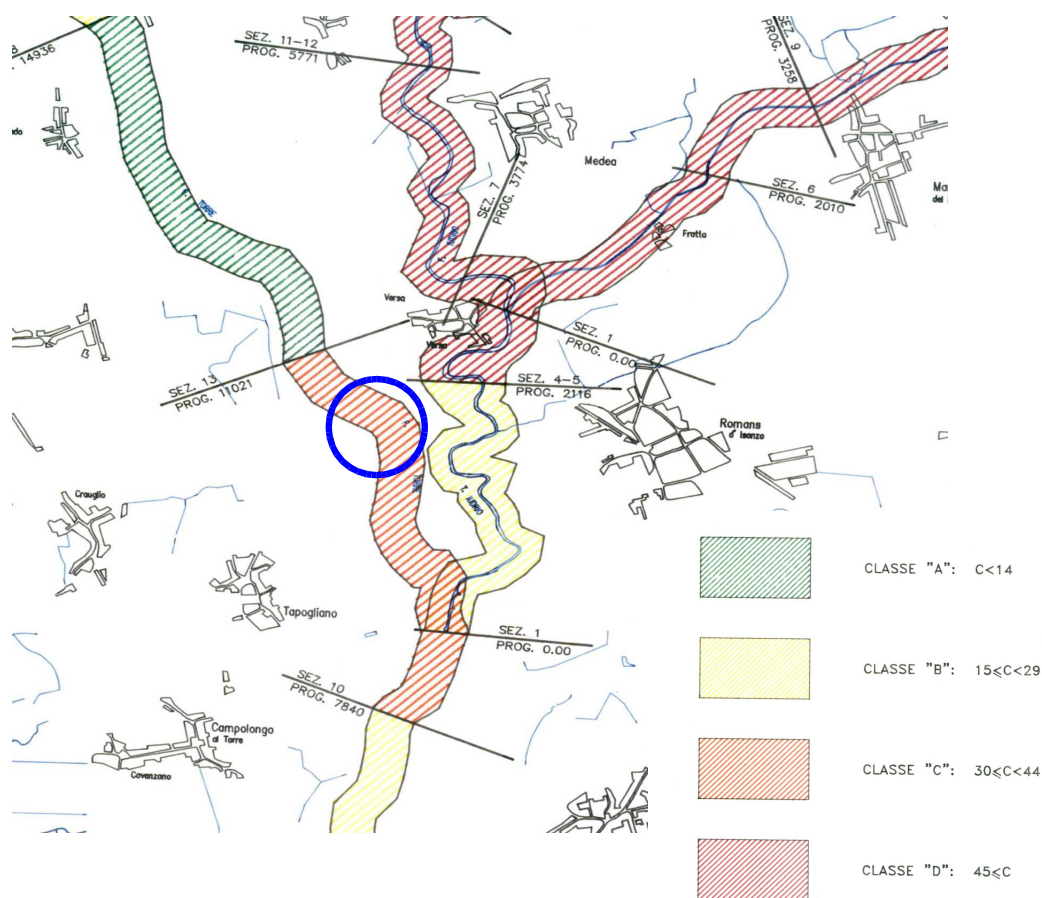
Sulla base del quadro conoscitivo disponibile è stata stimata la dimensione della potenziale esondazione in quei casi in cui il modello matematico propagatorio ha evidenziato una tracimazione.

Ai fini della rappresentazione cartografica, i valori del fattore di pericolosità sono stati raggruppati in quattro classi i cui rispettivi intervalli numerici sono stati definiti al fine di ottenere una distribuzione il più possibile uniforme.

Le classi del fattore di pericolosità sono state definite dagli intervalli numerici seguenti:

Classe A	-	colore verde	:	$C < 15$
Classe B	-	colore giallo	:	$15 \leq C < 30$
<b>Classe C</b>	-	<b>colore arancione</b>	:	<b><math>30 \leq C &lt; 45</math></b>
Classe D	-	colore rosso	:	$45 \geq C$

In questo caso, la zona interessata dall'intervento ricade all'interno della classe C.



## 4 - ELABORAZIONI STATISTICHE DEI DATI PLUVIOMETRICI

“Il bacino idrografico del Torrente Torre è così complesso ed articolato che conviene distinguere tra i bacini montani del Torre (a monte della stretta di Zompitta), e la piana del Torre a valle della stretta stessa. Questo sia dal punto di vista geomorfologico che da quello geolitologico, oltre che da quello prettamente idrologico. Inoltre, mentre il bacino montano è ben definibile orograficamente, a valle, ossia da Zompitta alla confluenza con l'Isonzo, non è possibile delimitare esattamente il bacino del Torre dal punto di vista idrologico.”<sup>6</sup>

Si è fatto, quindi, riferimento ai dati ottenuti dalla stazione di Versa, a valle dell'area dell'intervento proposto. Infatti, nell'ambito del servizio di piena effettuato dall'Ufficio del Genio Civile di Gorizia furono oggetto di osservazione fino al 1992 le aste idrometriche di Gradisca e Pieris sul F. Isonzo, di *Versa e Villesse sul T. Torre*, di Versa sul T. Judrio, e di Mariano, Moraro e Fratta sul T. Versa.

Le osservazioni sono terminate nell'autunno del 1992 quando ha iniziato a funzionare una estesa rete di telemisura dei livelli idrometrici gestita dallo stesso Ufficio del Genio Civile di Gorizia allo scopo di automatizzare il servizio di piena delle aste vallive dei corsi d'acqua del bacino del F. Isonzo.

Le stazioni di telemisura installate sul Torrente Torre sono:

- a Zompitta
- a Versa
- a Villesse.

Dalla interpolazione delle curve di possibilità pluviometrica unitamente alla caratterizzazione morfologica e pedologico-vegetazionale del bacino idrografico, ne è derivata la possibilità di parametrizzare gli afflussi idrologici e la conseguente entità delle portate fluenti, discrezionalizzate per un prefissato tempo di ritorno, nei singoli sottobacini e nell'alveo principale.

Dette curve derivano da rielaborazioni statistiche - matematiche<sup>7</sup> che pongono in relazione i valori rilevati delle precipitazioni massime orarie, giornaliere ed annuali, che sono

<sup>6</sup> “*Studi propedeutici e attivazione della fase conoscitiva finalizzati alla redazione del piano di bacino del fiume Isonzo*”.

<sup>7</sup> “*La sistemazione dei bacini idrografici*” – V. Ferro

espressi come altezza complessiva della precipitazione ( $h$ ), dell'intensità media ( $i$ ) e la durata dell'evento meteorico ( $t$ ) e sono quantificati in funzione alla probabilità di accadimento intesa come tempo di ritorno ( $Tr$ ).

Si ha una relazione di crescita dell'altezza di pioggia ( $h = mm$ ) in funzione all'incremento della durata ( $t = ore$ ) che viene approssimativamente valutata con l'equazione esponenziale per un prefissato tempo di ritorno:

$$h = a(Tr) * t^n$$

La relazione fra l'intensità di precipitazione ( $i$ ) e ( $t$ ) è formulata da :

$$i = h/t = a(Tr) * t^{(n-1)}$$

Nell'analisi probabilistica i dati sono stati catalogati in serie discrezionalizzate per ciascuna durata di precipitazione ove la variabilità di altezza viene assunta come fattore di causalità da cui è possibile determinare la probabilità di accadimento di uno specifico evento meteorico riferito sia all'entità pluviometrica sia al tempo di ritorno.

Utilizzando il metodo statistico probabilistico secondo la formulazione di Gumbel si perviene alla seguente formulazione di ( $h$ ) in funzione della durata ( $t$ ) e dei tempi di ritorno ( $Tr$ ):

$$h(t, Tr) = \beta - \alpha \ln(-\ln(1 - 1/Tr))$$

dove  $\alpha$  e  $\beta$ , sono valutati secondo le seguenti relazioni, in cui  $\sigma$  è la deviazione standard degli  $N$  valori considerati ed  $\mu$  è il loro valore medio :

$$\alpha = 0.779 * \sigma \qquad \beta = \mu - 0.5772 * \alpha$$

Disponendo dei valori corrispondenti alle cinque durate:  $t_1 = 1$  ora,  $t_2 = 3$  ore,  $t_3 = 6$  ore,  $t_4 = 12$  ore,  $t_5 = 24$ , l'equazione della curva di possibilità climatica  $h = a(Tr) * t^n$ , consente di calcolare, per ciascuna delle durate  $t$ , il valore di altezza massima di pioggia per un prefissato tempo di ritorno  $Tr$ .

Su un piano  $\ln h - \ln t$  è possibile individuare la relativa retta interpolante di equazione:

$$\ln h(Tr) = n(Tr) \ln t + \ln a(Tr)$$

ove la stima dei parametri "n" ed "a" della retta, per ogni assegnato  $Tr$ , è condotta operando una regressione dei logaritmi dei valori di ( $h$ ) calcolati per mezzo della curva di possibilità climatica sui valori dei logaritmi delle durate ( $t$ ).

Nella zona in cui è previsto l'intervento sono stati utilizzati i seguenti parametri:

$$T = 100$$

$$a = 96.88$$

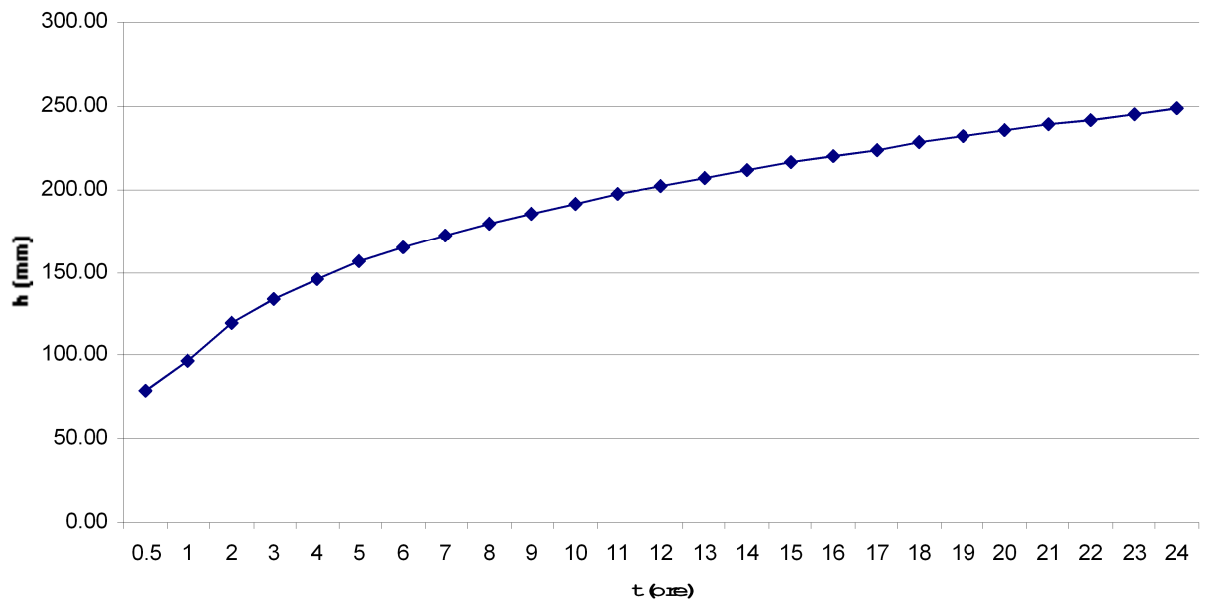
$$n = 0.296$$

### CURVA DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA

	<b>a * t ^ b</b>	Tempo di ritorno = 100
a	96,88	
b	0,296	

<b>t</b>	<b>h</b>
0,5	78.91
1	96.88
2	118.94
3	134.11
4	146.03
5	156.00
6	164.65
7	172.34
8	179.29
9	185.65
10	191.53
11	197.01
12	202.15
13	207.00
14	211.59
15	215.95
16	220.12
17	224.10
18	227.93
19	231.60
20	235.15
21	238.57
22	241.88
23	245.08
24	248.19

Curva di probabilità pluviometrica



## 5 - ANALISI IDROLOGICA DEL BACINO DEL Torrente TORRE

Al fine di poter disporre dei dati necessari per una valutazione della compatibilità ed i limiti di ammissibilità degli interventi proposti, con l'assetto idraulico generale, sono stati analizzati i parametri morfometrici significativi del bacino in funzione della determinazione del tempo di corrivazione, del coefficiente di deflusso, e sulla base dei dati pluviometrici<sup>8</sup>, con un periodo di ritorno centennale dell'evento critico, si è pervenuti quindi ad una conseguente valutazione delle portate limite.

Si deve considerare che il bacino imbrifero del torrente Torre alla sezione di chiusura di Versa ha una superficie complessiva di 925 kmq, delimitata da una linea di spartiacque della lunghezza di 143 km. Ne deriva un fattore di forma (F) che, calcolato secondo quanto proposto da Gravelus, risulta essere:

$$F = 1,8$$

si evidenzia una dissimetria di sviluppo del bacino.

Tale indice unitamente a quello orografico ( $I \cdot h$ ) ricavato con la formula di Fournier,

$$I \cdot h = Q \text{ m}^{0.5} / S * 10^3 = 0,09$$

indicano come vi siano le principali condizioni morfologiche per un basso tempo di corrivazione.

L'altitudine media, fornita dalla curva ipsografica ( $Q_m$ ) è ai 318 m s.l.m. .

Presa la quota della sezione di chiusura ( $Q_c$ ) a 26 m s.l.m., mentre quella massima di bacino ( $Q_{max}$ ) è ai 1869 m s.l.m..

La lunghezza del collettore principale (L) è di 56 Km, e tenendo presente che lo sviluppo del bacino nella direzione di drenaggio massimo è di 50 km se ne ricava una indicazione della sostanziale linearità dell'alveo torrentizio favorente la rapidità di scorrimento.

---

<sup>8</sup> “Curve di possibilità pluviometrica della provincia di Udine” – U.O.C. Difesa del Suolo e Protezione Civile.

## 5.1 - PARAMETRI IDROGRAFICI - MORFOLOGICI

Superficie del bacino	S =	<b>925</b>	(kmq)
Perimetro del bacino	P =	<b>145</b>	(km)
Altezza massima del bacino	Qmx =	<b>1869</b>	(m s.l.m.)
Altezza media del bacino ( m s.l.m. )	Qm =	<b>318</b>	(m s.l.m.)
Altezza sella sezione di chiusura	Qc =	<b>26</b>	(m s.l.m.)
Lunghezza del collettore principale	L =	<b>56</b>	(km)
Lunghezza massima direzione di drenaggio	L' =	<b>50</b>	(km)
Pendenze medie:			
asta superiore	is =	<b>15</b> °/∞	
asta media	im =	<b>6</b> °/∞	
asta inferiore	ii =	<b>3</b> °/∞	
Altezza media dalla quota di chiusura	Hmc = Qm - Qc	= 292	(m)
Diametro del cerchio di superficie = S	D = (4s/3,13) <sup>0,5</sup>	= 34,38	(km)
Indice di compattezza	Fo = P/(2 * (3.14 * S) <sup>0,5</sup> )	= 1,35	
Fattore di forma	F' = L/D	= 1,63	
Rapporto di rilievo	Rh = (Qmx - Qc) / L'	= 0,04	
Indice orografico	Ih = Qm <sup>0,5</sup> /S * 10 <sup>3</sup>	= 0,09	

Ad accentuare il carattere torrentizio dei deflussi idrici e la capacità di trasporto solido vengono a concorrere, esasperandone gli effetti: le pendenze d'alveo, l'alta densità di drenaggio, l'elevata piovosità nel bacino montano sino a 400 mm/die, oltre alla natura geolitologica dei materiali interessati (ove è determinante la presenza di formazioni arenaceo - marnose ed argillose in facies di Flysch, costitutive dei rilievi della fascia pedemontana ad Est e NE, mentre nel bacino montano predominano le dolomie cariate, calcari in strati sottili con intercalazioni marnose, arenarie e marne +/- scistose).

Di non secondaria incidenza sul coefficiente di deflusso si sta rivelando l'alterazione antropica del territorio, sia per l'incremento di aree urbanizzate ed artigianali - industriali in zona di pianura sia per l'estensione di culture sull'intera fascia pedecollinare e collinare, per cui si esasperano gli effetti di piene anche conseguenti a precipitazioni brevi-intense (4-10 ore).

In coerenza con quanto si è evidenziato e riportato nei seguenti tabulati di calcolo, raffrontando i valori ottenuti con l'usuale "formula di corrivazione" con quelle più empiriche del Forti, si ritiene di dover tenere in considerazione:

$$\text{Tempo di corrivazione} \quad (T_c) = 15 \text{ ore}$$

Afflusso critico ragguagliato ( Hr ) = 221 mm  
 Portata max. (st. Ponte di Versa) (Q.max) = 2.307 mc/sec ( Tr = 100 )

Le piene ordinarie rientrano, sulla base di dati assunti presso gli uffici del Genio Civile di Udine e di Gorizia, nell'ordine dei 1100 - 1300 mc/sec con un tempo dell'evento di piena di 6 - 10 ore

## 5.2 - PORTATA TORRENTE TORRE

(Stazione di VERSA)

### Tempo di ritorno centennale (Tr = 100 )

#### FORMULA DI CORRIVAZIONE

##### Caratteristiche morfometriche del bacino:

<b>S</b> =	superficie del bacino sotteso ( kmq )	<b>925,00</b>
<b>L</b> =	lunghezza dell' asta fluviale ( Km )	<b>62,00</b>
<b>Hm</b> =	altezza media ( m )	<b>318</b>
<b>K</b> =	coefficiente di deflusso	
=	Sap*0,9 + Smp* 0,45 + Sbp*0,050	
	Sap (% Sup. a bassa permeabilità)	<b>0,5</b>
		<b>2</b>
	Smp (% Sup. a media permeabilità)	<b>0,3</b>
		<b>0</b>
	Sbp (% Sup. ad alta permeabilità)	<b>0,1</b>
		<b>8</b>
=	<b><u>0,612</u></b>	
<b>Tc</b> =	tempo di corrivazione (ore)	
=	$(4 * S^{0,5} + 1,5 * L) / (0,8 * Hm^{0,5})$	
=	<b><u>15 ore</u></b>	
<b>Hr</b> =	afflusso critico ragguagliato al tempo di corrivazione	
	tempo di ritorno centennale (mm)	
Hr =	$A * Tc^n$	
	A =	<b>96.88</b>
	n =	<b>0,296</b>
<b>Hr</b> =	<b><u>221,02</u></b> mm	
	Hr (Fornari)=	175,49 mm

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{Q \ max.} \quad \mathbf{portata \ massima \ (mc/s)} \\
 & = \\
 & = \quad S * Hr * K / ( 3.6 * Tc ) \\
 & \quad \mathbf{2307,98} \quad \mathbf{mc/s}
 \end{aligned}$$

**FORMULE DI FORTI**

S = 925,00 kmq

A) 400 mm / die

$$\mathbf{Qmax = ( 3,25 * 500 / (S + 125) + 1,00) * S = \quad 2356,55 \quad mc/s}$$

B) 200 mm/die

$$\mathbf{Qmax = (2,35 * 500 / (S + 125) + 0,50) * S = \quad 1497,62 \quad mc/s}$$

Questo valore risulta anche in accordo con i dati forniti dagli uffici del Genio Civile di Udine e di Gorizia (1.600-1.800 mc/sec alla stazione di rilevamento di Villesse) e quelli ottenuti da *“Studi propedeutici e attivazione della fase conoscitiva finalizzati alla redazione del piano di bacino del fiume Isonzo”* (2.576 mc/sec alla sezione VS13/T in corrispondenza del ponte di Versa). Dati questi che sono stati impiegati per il progetto attuato immediatamente a valle e che hanno portato ad ottimi risultati in termini di riqualificazione idraulica.

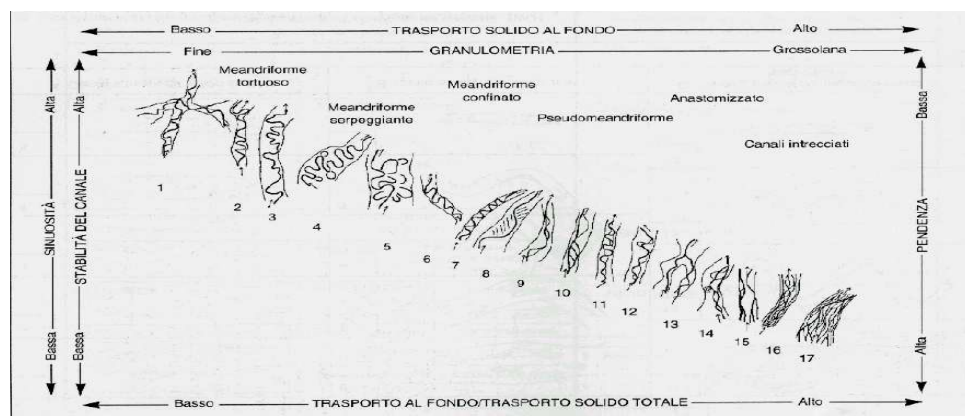
Si è, quindi adottata la stessa portata, pari a 2.000-2.200 mc/sec. Tale assunzione non porta, infatti, a variazioni significative della sezione idrica, del contorno bagnato, della velocità o del carico totale. Un aumento della portata di circa 100 mc/sec porta, infatti, un innalzamento della quota corrente inferiore ai 10 cm.

Tale valore è in accordo con quanto stimato nell'intervento effettuato immediatamente a monte e quello a valle.

### 5.3 – TRASPORTO SOLIDO TORRENTE TORRE

Per la valutazione del trasporto solido del Torrente Torre, si è fatto riferimento allo studio *“Progetto preliminare per il ripristino dell'efficienza idraulica del torrente torre mediante modellazione idraulica dell'asta del torrente torre dalla diga di crisis, in comune di tarcento, fino alla confluenza col fiume isonzo al fine della messa in sicurezza del territorio (opi cd2/430.064)”* ed in particolare ai dati relativi alla simulazione idraulica del corso d'acqua corrispondente alla configurazione attuale.

Come in precedenza evidenziato, all'altezza del ponte di Versa il corso d'acqua assume la classica configurazione meandriforme che si mantiene tale fino alla confluenza con il fiume Isonzo presso il ponte di Pieris. Tale morfologia con anse più o meno accentuate e tortuose, incide anche sul trasporto solido.



“Le simulazioni morfologiche del corso d'acqua a breve (5 anni) e a medio termine (20 anni) sono quindi state effettuate sollecitando il sistema con un'appropriata successione di eventi. Il criterio secondo il quale gli eventi sono stati composti ha seguito sostanzialmente tre principi:

- lo scenario per un'evoluzione dell'alveo ascrivibile all'intervallo temporale di un prefissato numero di anni deve contenere un evento tipo con tempo di ritorno ( $T_r$ ) pari a quel numero di anni ed un numero probabilisticamente verosimile di eventi con tempo di ritorno inferiore; ad esempio l'analisi della previsione evolutiva a 20 anni potrà contenere un

evento con tempo di ritorno di 20 anni, uno con Tr di 10 anni ed altri eventi con tempo di ritorno compreso tra 1.2 e 5 anni;

- la numerosità delle piene considerate per ogni scenario si è fatta coincidere con il numero di anni che costituisce l’arco temporale cui la previsione si riferisce; ad esempio 20 eventi di piena consecutivi per lo scenario evolutivo relativo ai 20 anni;
- lo scenario a 20 anni deve contenere, come sottoinsieme per i primi 5 anni di simulazione, la serie di eventi considerati per lo scenario a 5 anni.

Con la metodologia descritta sono stati quindi ricavati gli idrogrammi in ingresso al modello per la sezione di monte (Torre a Zompitta) e per gli affluenti (Malina, Natisone e lo Iudrio).” Sono, quindi, state definite anche condizioni di tipo morfologico, mentre dal punto di vista granulometrico, “il tratto di corso d’acqua in esame è caratterizzato da una granulometria variabile tra valori del D50 compresi tra 90 e 10 mm.

È stato quindi deciso di descrivere la distribuzione granulometrica dell’alveo considerando 3 frazioni caratteristiche aventi diametri pari a 15, 30 e 50 mm. La frazione fine non è stata invece tenuta in conto perché non contribuisce significativamente alla morfologia dell’alveo. Il materiale fine (sabbie) è presente per lo più in qualità di deposito nelle aree golenali. Il trasporto solido è stato pertanto descritto esclusivamente come trasporto di fondo di materiale grossolano (ghiaia).

L’equazione selezionata all’interno del modello MIKE21C per il calcolo della capacità di trasporto solido è l’equazione di Smart & Jaeggi (1983); la formulazione empirica per il calcolo del trasporto solido al fondo è data dalla seguente espressione:

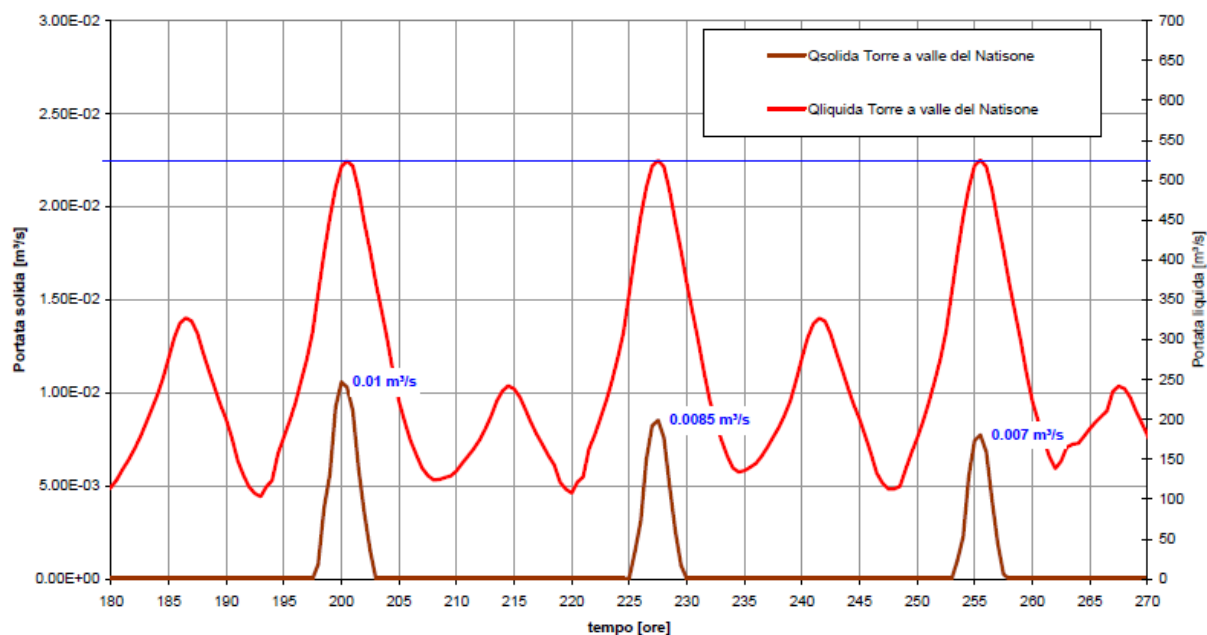
$$\Phi_{bf} = a_1 \left[ \left( \frac{d_{90}}{d_{30}} \right)^{a_2} \cdot I^{a_3} \cdot C^{a_4} \cdot \theta^{a_5} \cdot [a_6 \cdot \theta^{a_7} - \theta_c]^{a_8} \right]$$

dove  $\Phi$  è adimensionale e rappresenta il trasporto solido al fondo,  $I$  è la pendenza del fondo,  $C$  è il numero di Chézy e  $\theta$  è il parametro di Shields, i coefficienti  $a_1$ ..... $a_8$  sono definiti come:

$$\begin{array}{llll} a_1=4.00 & a_2=0.20 & a_3=0.60 & a_4=1.00 \\ a_5=0.5 & a_6=1.00 & a_7=1.00 & a_8=1.00 \end{array}$$

I livelli idrici registrati negli eventi simulati hanno consentito la realizzazione delle carte delle aree allagate [Elaborati “Alveo attivo” di seguito allegati].

Si sono inoltre confrontate le serie temporali di portata liquida e di portata solida in diverse sezioni del corso d'acqua.

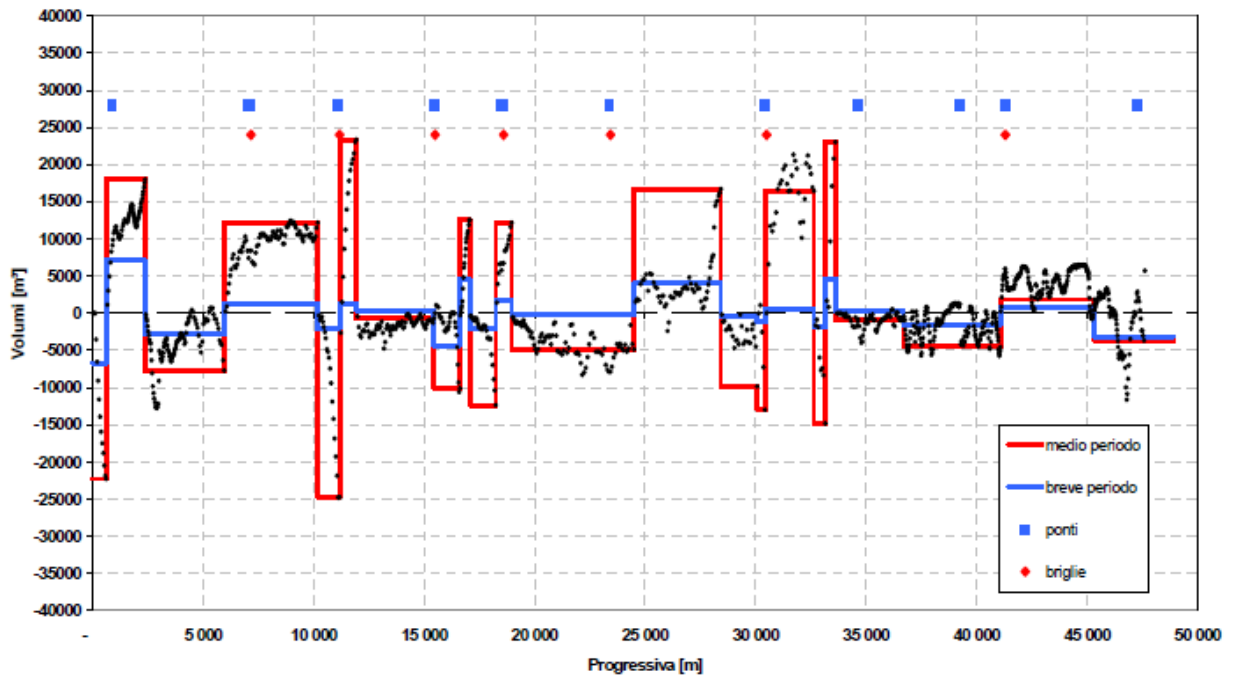


*Dettaglio degli idrogrammi di portata liquida e di portata solida calcolati con il modello a valle della confluenza con il F. Natisone per gli eventi finali della serie ventennale degli eventi*

Il calcolo del trasporto solido ha consentito di determinare i volumi di sedimento movimentati (erosi o depositati) e la variazione delle quote del fondo alveo e delle golene nello scenario futuro a breve termine (5 anni) e medio termine (20 anni) così da avere delle indicazioni precise su quelle che sono, allo stato attuale, le tendenze evolutive del corso d'acqua.

In particolare nella parte medio – alta del torrente Torre si è osservata l'alternanza tra tratti con accentuata attività morfologica e bassa attività morfologica, mentre nella parte bassa del Torre (dalla confluenza dello Iudrio all'immissione nell'Isonzo), caratterizzata da un andamento di tipo meandriforme, si è osservata una dominante erosione spondale e tendenza alla migrazione dei meandri.

Si riporta il grafico dei volumi movimentati ottenuto secondo la metodologia precedentemente descritta nell'assetto attuale di breve e medio periodo; il grafico riporta anche l'ubicazione lungo l'intero tratto di studio delle opere idrauliche quali ponti e briglie.

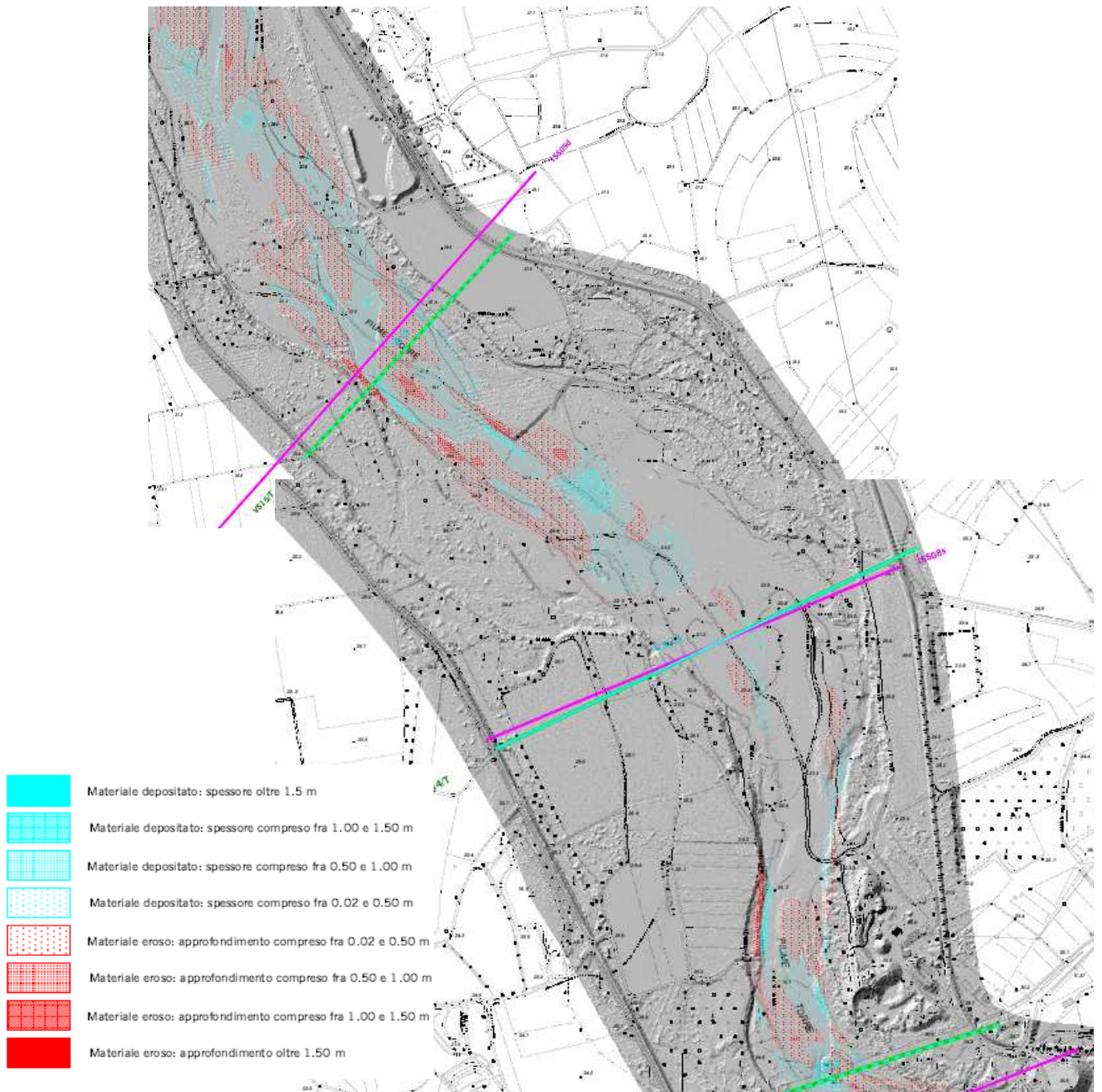


*Volumi movimentati nell'assetto attuale per il breve periodo (linea blu) e per il medio periodo (linea rossa). In blu viene indicata l'ubicazione dei ponti ed in rosso l'ubicazione delle briglie in alveo.*

In conclusione si può osservare come nel complesso il fiume Torre presenti uno stato di complessivo equilibrio morfologico.”<sup>9</sup>

Dall'analisi condotta, è stato valutato che la zona di alveo risulta interessata da continui fenomeni di erosione (in rosso) e deposizione di materiale (in azzurro), così come di seguito rappresentato.

<sup>9</sup> Progetto preliminare per il ripristino dell'efficienza idraulica del torrente torre mediante modellazione idraulica dell'asta del torrente torre dalla diga di crosis, in comune di tarcento, fino alla confluenza col fiume isonzo al fine della messa in sicurezza del territorio (opi cd2/430.064) – Studio Beta



Estratto Tav. Variazioni altimetriche dell'alveo a medio periodo (TR 20 anni) nello stato attuale"

## 6 - MODALITA' D'INTERVENTO ED ANALISI QUANTITATIVE

La parziale rimozione degli accumuli alluvionali e la contestuale redistribuzione del materiale nelle zone interessate dai fenomeni di erosione spondale, si pone in un contesto operativo di continuità ed a completamento di quanto realizzato in questi anni, in termini di riqualficazione idraulica dell'alveo del Torrente Torre, sia con opere di difesa spondale effettuate con singoli appalti del Genio Civile e della Protezione Civile sia con opere di movimentazione di materiale all'interno e/o all'esterno dell'alveo stesso. In particolare ci si pone in continuità con quanto effettuato immediatamente a valle ad opera della stessa Calcestruzzi Trieste e che ha sortito gli effetti di riqualficazione idraulica previsti.

Si evidenzia, quindi, la necessità di effettuare la riprofilatura della sezione dell'alveo, attuando una movimentazione degli accumuli di barra, onde conseguire una corrispondente attenuazione delle spinte tangenziali con il richiamo al centro degli scorrimenti, come ben evidenziato nelle allegate planimetrie, e garantire in tal modo la salvaguardia a lungo termine dell'integrità dell'opera di difesa golenale, aumentando la sezione utile allo scorrimento.

L'attuazione dell'intervento viene prevista, quindi, tramite la movimentazione di volumetrie che restringono la sezione di deflusso in modo tale da ridistribuirle in corrispondenza dei punti di maggiore erosione ed approfondimento.

L'allineamento al centro, unitamente ad una maggiore laminazione dei filoni di corrente e ad una diminuzione della velocità di scorrimento, determinerà un'attenuazione delle forze erosive tangenziali spondali. Si è, inoltre, posta molta attenzione al fine di garantire il raccordo con le zone a valle soggette ad intervento di natura analoga, proprio in modo tale da garantire la continuità morfologica e di scorrimento.

La parziale rimozione degli accumuli alluvionali presenti, si pone in un contesto operativo di continuità ed a completamento di quanto realizzato in questi anni.

Per non comportare, in fase esecutiva, l'introduzione di elementi nemmeno temporanei di turbativa all'assetto idraulico generale, si prevede di privilegiare un criterio di gradualità realizzativa; si verrà a conseguire l'effetto complessivo di regimazione senza specifiche incidenze sui distinti parametri idrologici.

La movimentazione prevista risulta localizzata solo in alcune zone dell'alveo, dove i sovralluvionamenti risultano più consistenti e più di ostacolo allo scorrimento. Non si ritiene, infatti, che un abbassamento costante e continuo su tutto il tratto dell'alveo considerato

possa indurre una migliore situazione, dal momento che si otterrebbe unicamente di riproporre le medesime problematiche a quote inferiori.

Un abbassamento uniforme su un tratto di alveo, inoltre, potrebbe dar vita ad ulteriori fenomeni erosivi a monte e a valle della zona d'intervento.

Tale scelta, oltre a migliorare lo scorrimento, permette di limitare all'essenziale le volumetrie interessate in modo da non incidere sul traffico locale e, soprattutto, garantisce la rapidità dell'intervento riducendone le tempistiche a 18 mesi.

Nell'esecuzione dei prelievi e delle movimentazioni degli inerti si procederà secondo l'usuale metodologia da valle verso monte, per strisce longitudinali successive, disposte parallelamente alle linee dello scorrimento fluviale, evitando tassativamente affossamenti e situazioni di trincea nonché la formazione di cumuli nella zona operativa e tanto meno quella di depositi, escludendo in questo anche tutte le aree golenali.

Si fa, inoltre, presente come nella zona centrale dell'alveo sia attualmente presente un isolotto dell'ampiezza di circa 350 x 90 m. Nonostante tale area incida notevolmente sullo scorrimento del T. Torre, la presente riqualificazione fluviale è stata modulata in modo tale da evitare qualsiasi operazione che possa interessare, con movimentazioni o prelievi, tale superficie. Tale scelta è motivata dal fatto che l'isolotto è completamente rivegetato ed eventuali interventi invasivi andrebbero ad impattare negativamente sulla flora e sulla fauna ivi presente. In ogni caso, si ritiene che così come proposta la riqualificazione garantirà gli effetti ricercati, anche senza ridurre ed eliminare tale superficie vegetata.

La zona che verrà interessata è stata individuata con rilievo topografico planoaltimetrico e, quindi, riportata su base cartografica in scala 1:5.000 utilizzando in questo, quale supporto, la Carta Tecnica Regionale.

Dai dati del rilievo, esteso opportunamente a monte e a valle, oltreché dagli elementi desunti cartograficamente, si è evidenziato che la pendenza dell'alveo (I) è pari a

$$I = 0,0022$$

Si è, inoltre, posta molta attenzione al fine di garantire il raccordo con le zone a valle e a monte soggette ad intervento di natura analoga, proprio in modo tale da garantire la continuità morfologica e di scorrimento.

Conseguentemente rimarranno inalterati sia gli scorrimenti che la meandrosità naturale quando si è in presenza di portate normali e non si determineranno in nessuna zona

incisioni del letto di minima, che diversamente creerebbero i presupposti per indurre situazioni di accelerazione dei deflussi, favorenti l'insacco di fenomeni erosivi.

Diversamente in fase di piena la rimozione dell'accumulo in oggetto aumenterà la sezione utile di scorrimento, consentendo di ottenere una minor velocità e una conseguente diminuzione di energia del corpo fluido. Il T. Torre, non più spinto dal cumulo verso la sponda, potrà imboccare in maniera migliore anche il tratto successivo, in cui è già stato effettuato un intervento di riqualificazione.

Unitamente al miglioramento dell'assetto idrologico si deve poi considerare la positività per il conseguimento dell'effetto primario del riorientamento delle linee di scorrimento e della riduzione delle spinte erosive spondali.

Per i calcoli di verifica idraulica di portata si è utilizzata la formula di Gauckler - Strickler con la quale la velocità di deflusso ( $v$ ):

$$v = K_s * (Rh)^{2/3} * i^{1/2} \quad m/sec$$

dove  $K_s$  = coefficiente di scabrezza  $[m^{1/3} * s^{-1}]$

$Rh$  = raggio idraulico  $[m]$

$i$  = pendenza del fondo del alveo

Per quanto attiene alla definizione del coefficiente  $K_s$   $[m^{1/3} * s^{-1}]$  si è tenuto conto della diversità in termini di scabrezza tra le zone golenali e quelle dell'alveo di magra per cui si è assunto un distinto valore per :

- Golena

$$K_s = 18 [m^{1/3} * s^{-1}] \quad [ \text{Strickler} ]$$

$$K_s = 0.053 (m^{1/3} * s^{-1}) \quad [ \text{Manning} ]$$

- Alveo di magra

$$K_s = 20 [m^{1/3} * s^{-1}] \quad [ \text{Strickler} ]$$

$$K_s = 0.038 (m^{1/3} * s^{-1}) \quad [ \text{Manning} ]$$

Qualora si abbia la sezione idrica divisa in  $n$  parti, ciascuna di scabrezza  $K_{si}$  e contorno bagnato  $Li$ , il valore di  $K_s$  medio si ottiene dalla seguente equazione, ove  $L$  è il contorno totale:

$$K_s \text{ medio} = [ L / \sum_{i=1}^n (L / Li^{3/2}) ]^{2/3}$$

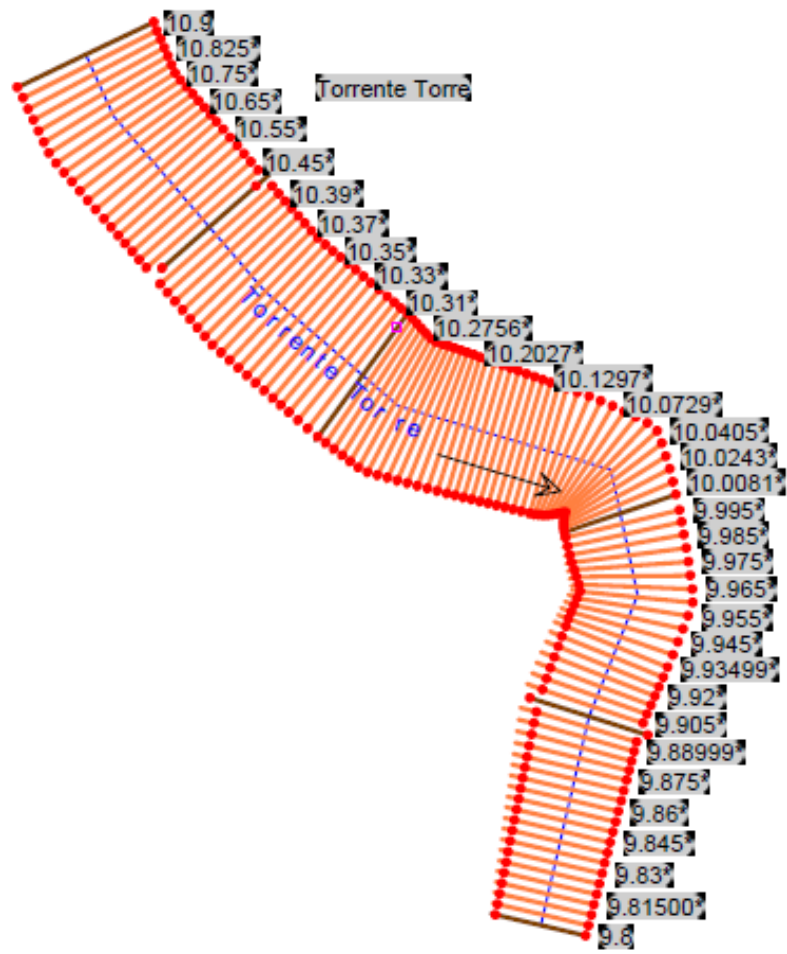
Sezioni considerate:

SEZIONE n.	GOLENA Sinistra m	Ks G sx $m^{1/3}s^{-1}$	ALVEO di magra m	Ks Alveo $m^{1/3}s^{-1}$	GOLENA Destra m	Ks G.ds $m^{1/3}s^{-1}$	Ks Medio $m^{1/3}s^{-1}$
2	335	18	337	20	140	18	<b>18,77</b>
3	313	18	353	20	153	18	<b>18,80</b>
4	250	18	405	20	154	18	<b>18,94</b>
5	199	18	375	20	256	18	<b>18,84</b>
6	183	18	326	20	324	18	<b>18,72</b>
7	196	18	276	20	362	18	<b>18,61</b>

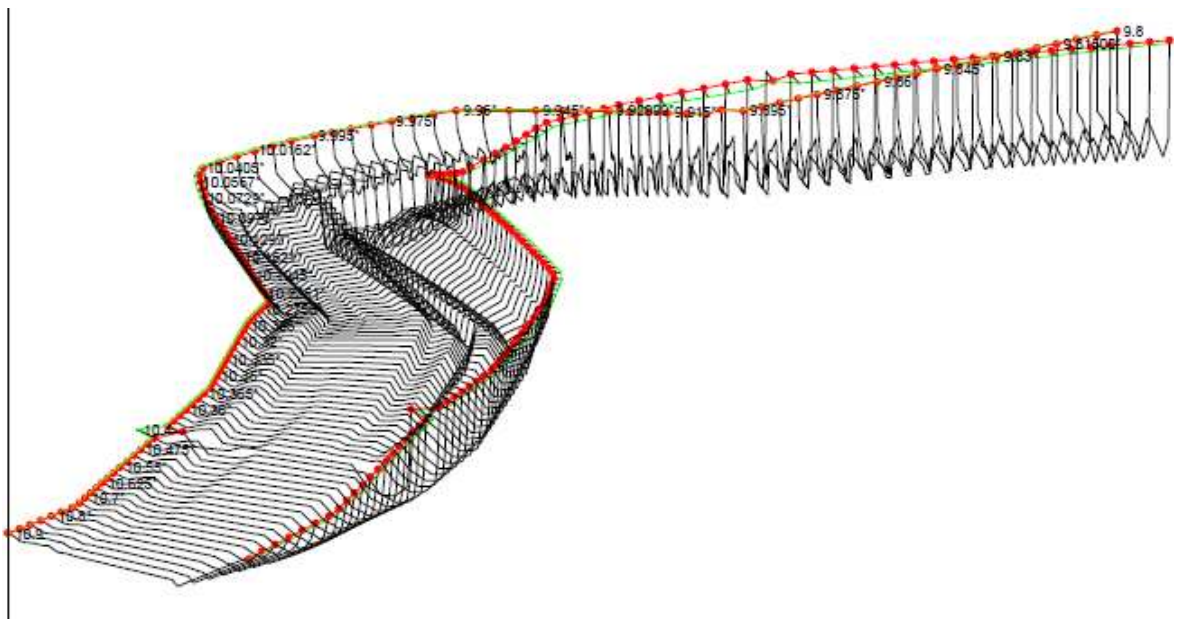
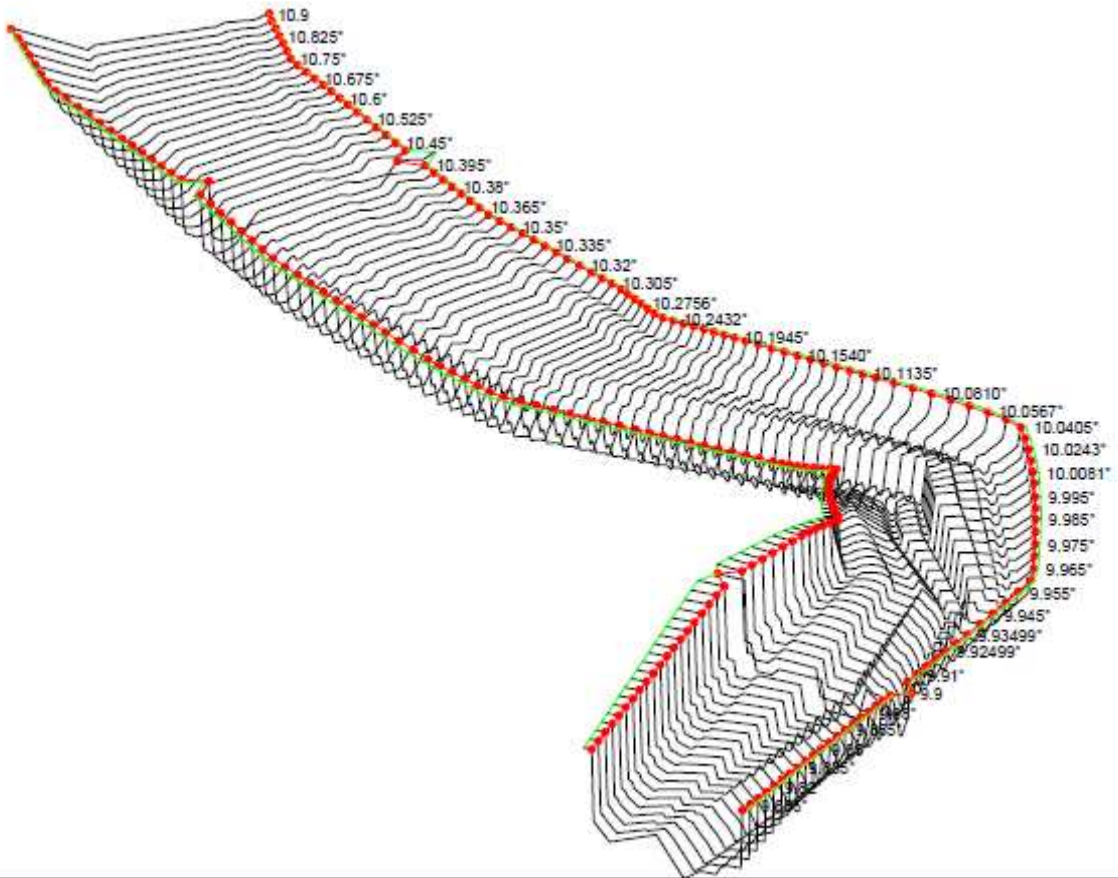
Si è provveduto ad effettuare apposite analisi utilizzando il software HEC-RAS <sup>10</sup>. Come primo passo, sono stati inseriti i dati geometrici rilevati in sito relativi: al profilo del tratto del Torrente Torre considerato (RIVER REACH) ed alle sezioni (CROSS SECTION).

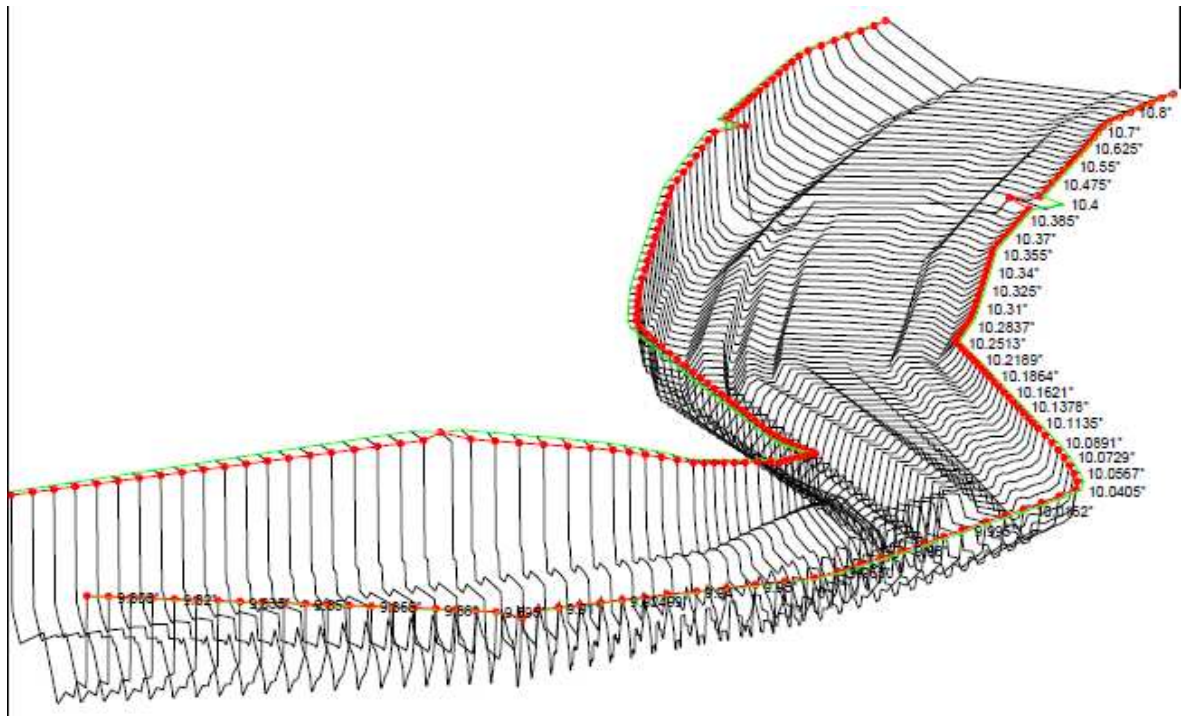
Al fine di incrementare il numero di sezioni disponibili, è stata utilizzata l'interpolazione automatica XSIInterpolation - Between 2 XS's. Si sono, quindi, ottenute le seguenti rappresentazioni 2D e 3D del tratto del Torrente Torre indagato.

<sup>10</sup> [www.hec.usace.army.mil/software/software\\_distrib/hecras/hecrasprogram.html](http://www.hec.usace.army.mil/software/software_distrib/hecras/hecrasprogram.html)



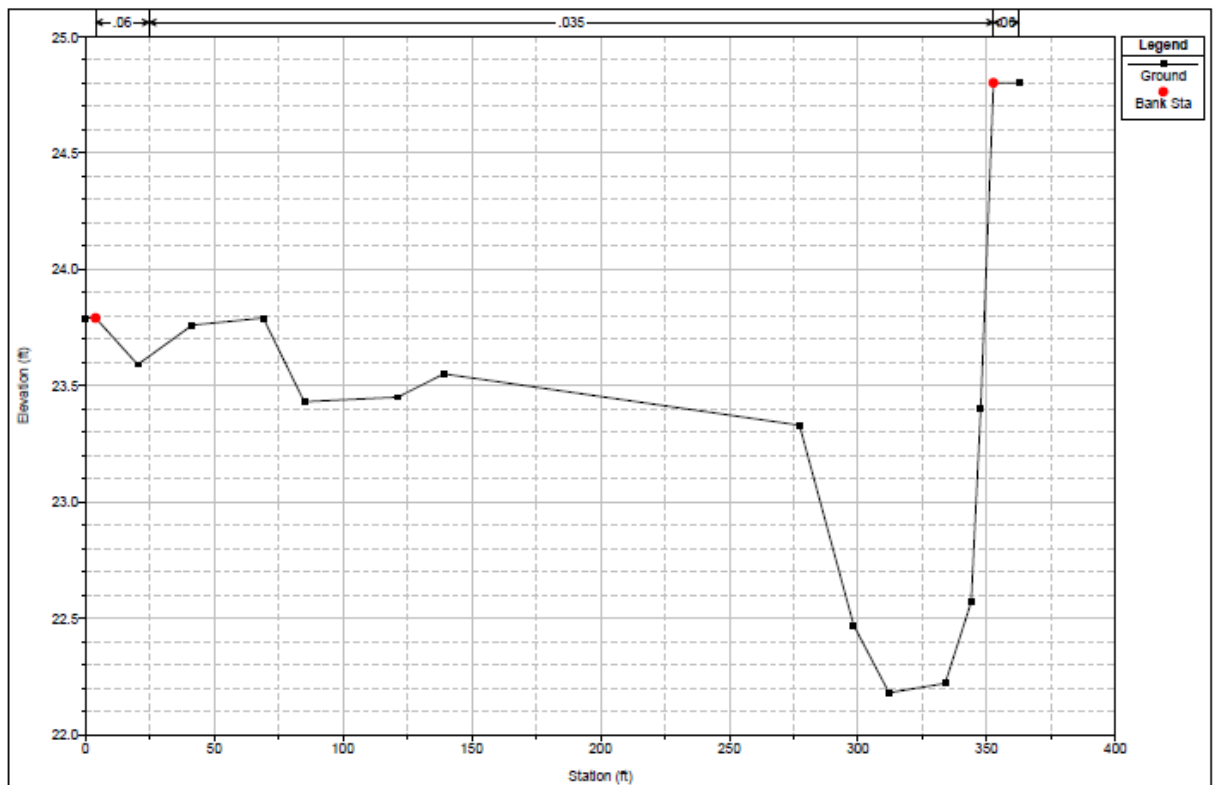
Viste 3D:



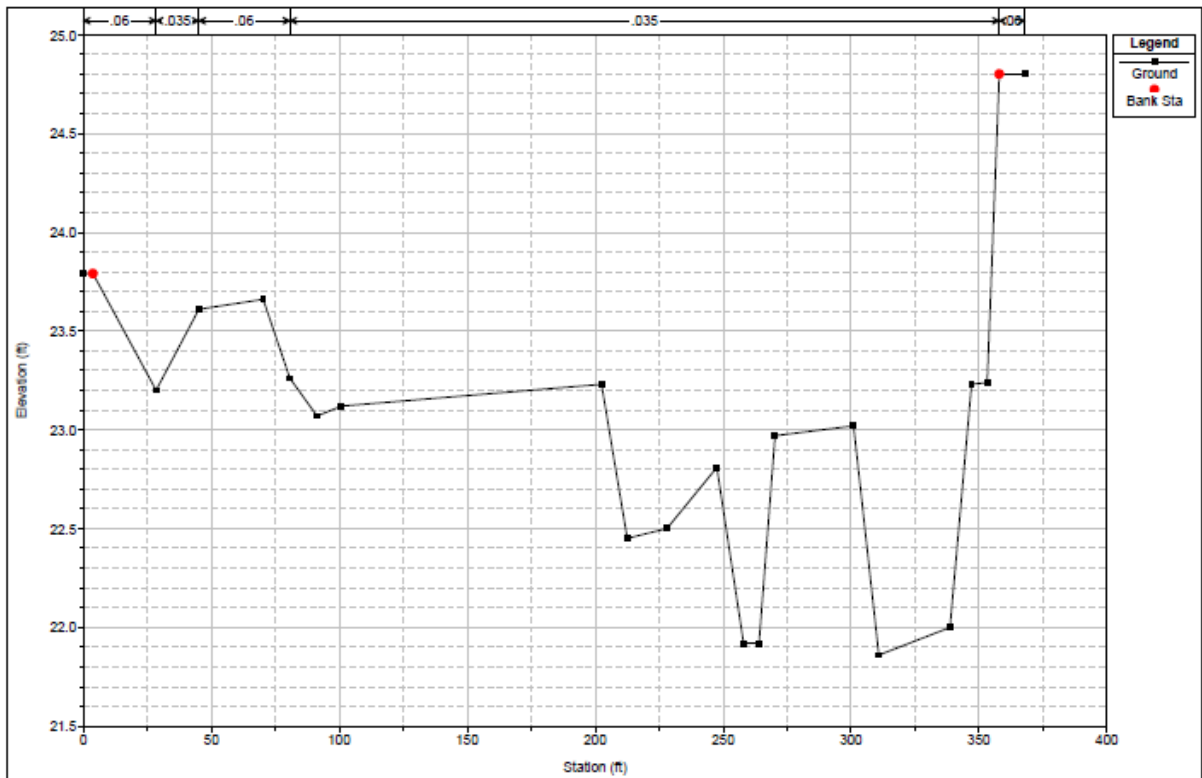


Per maggior dettaglio, si riportano di seguito i profili di alcune delle sezioni elaborate dal suddetto programma:

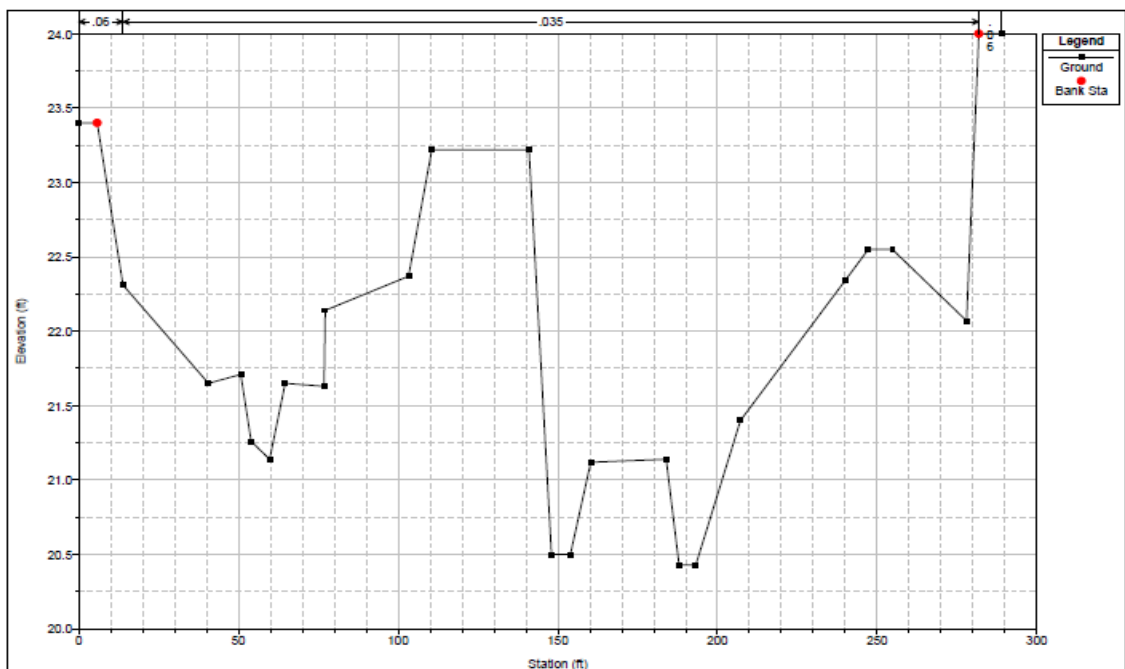
Sezione 10.4



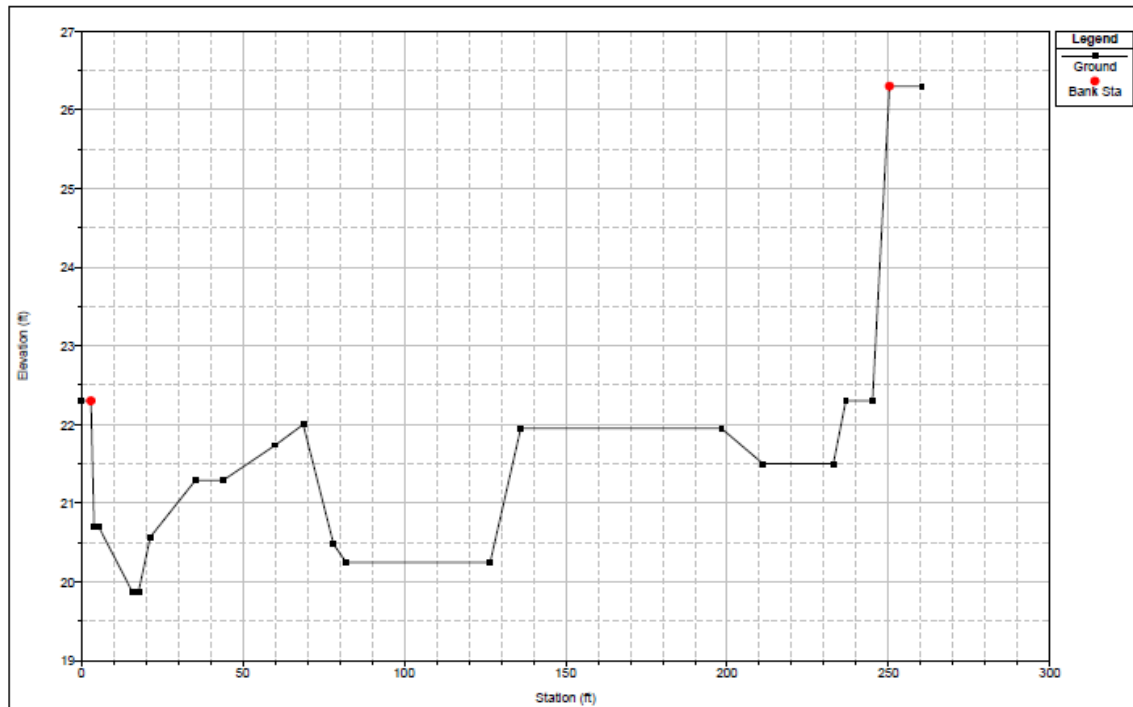
Sezione 10.3



Sezione 10



## Sezione 09.9

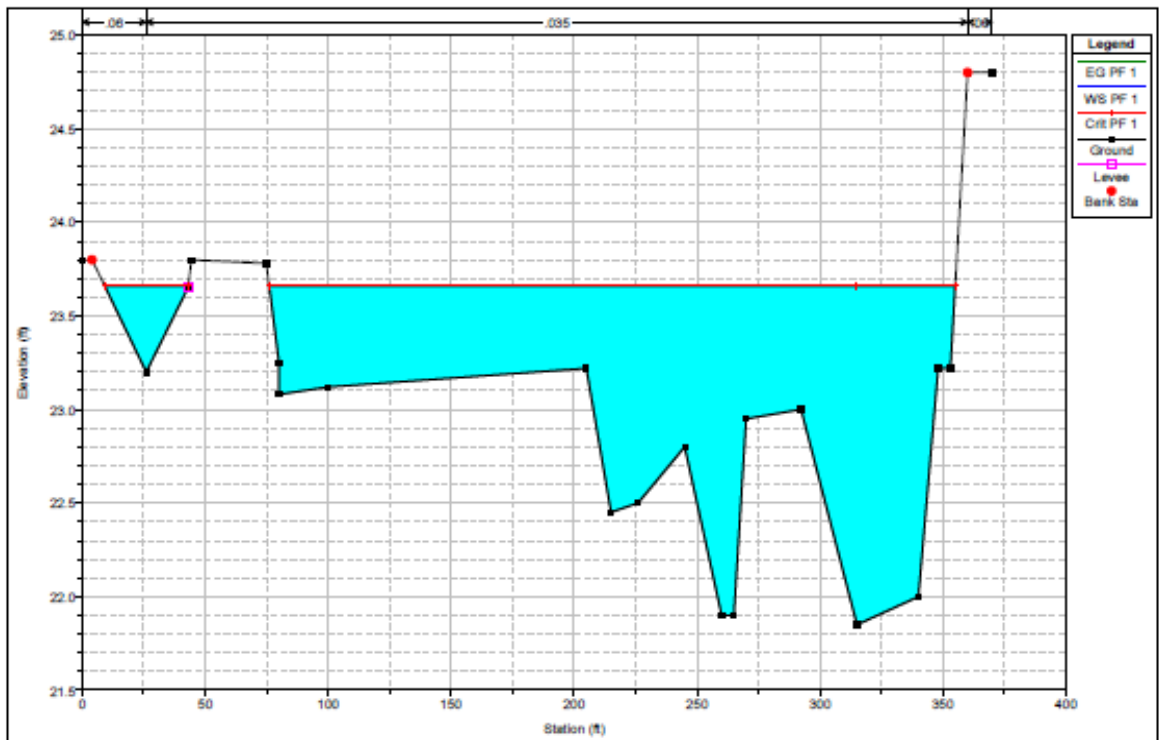


Una volta definite le caratteristiche geometriche del corso d'acqua e le relative condizioni al contorno, è stata avviata l'analisi del moto permanente stazionario con il relativo processo di calcolo e simulazione.

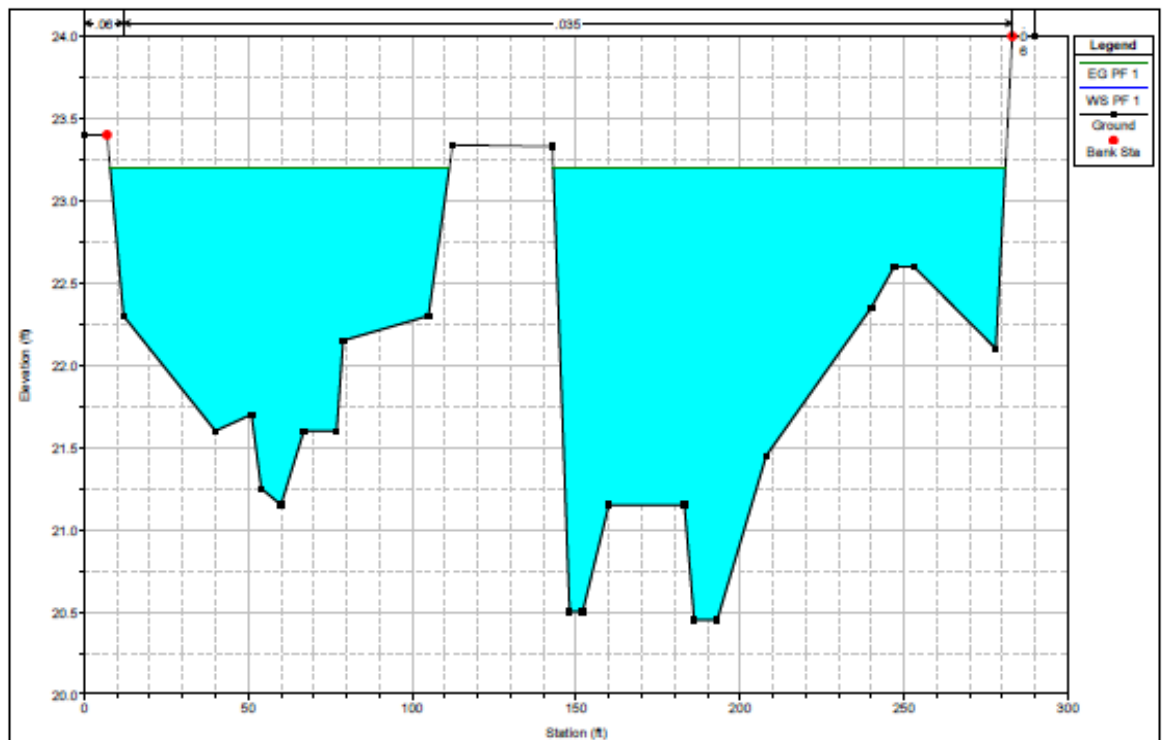
La procedura di calcolo è basata sulla soluzione delle equazioni dell'energia secondo lo schema monodimensionale. Le perdite di energia considerate sono dovute alla scabrezza (eq. di Manning) ed alla contrazione e/o espansione della vena fluida, attraverso un coefficiente moltiplicatore della variazione dell'energia cinetica. L'effetto di diverse **ostruzioni** quali ponti, tombini, briglie e strutture in genere lungo i corsi d'acqua viene considerata nei calcoli idraulici.



Sezione 10.3



Sezione 10



Si riportano i tabulati di calcolo riassuntivi su alcune delle sezioni indicate e sulle quali verrà effettuato l'intervento:

Sezione	Quota max [m]	Quota min [m]	Quota corrente [m]	Sezione idrica [mq]	Portata [mc/s]	Velocità [m/s]
99	29,7	19,83	25,3	1258,32	2124,69	1,689
10	29,5	20,42	25,4	1584,79	2083,68	1,315
103	30	21,86	25,95	1579,56	2130,67	1,349
104	30	22,1	26,25	1413,88	2108,52	1,491
109	30	21,77	26,7	1446,79	2077,27	1,436

Nell'esecuzione dei prelievi e delle movimentazioni degli inerti si procederà secondo l'usuale metodologia procedendo da valle verso monte, per strisce longitudinali successive, disposte parallelamente alle linee dello scorrimento fluviale, evitando tassativamente affossamenti e situazioni di trincea nonché la formazione di cumuli nella zona operativa e tanto meno quella di depositi, escludendo in questo anche tutte le aree golenali.

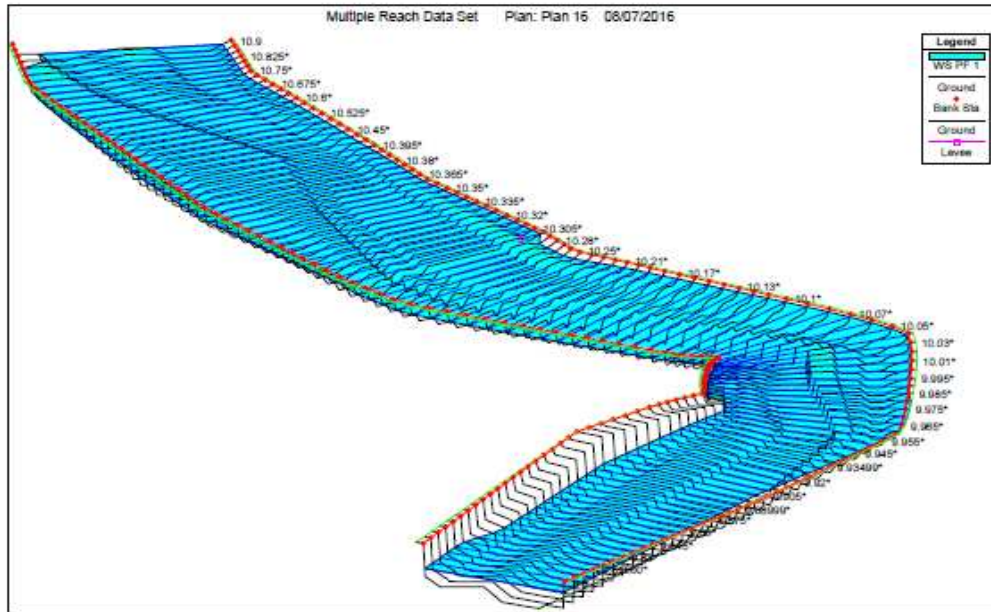
Come mezzi meccanici di movimentazione, data la natura dei materiali e la potenza del previsto strato d'intervento, si renderà opportuno il semplice utilizzo della pala meccanica nella previsione, inoltre, di un caricamento diretto di quanto prelevato sugli automezzi.

Nell'allestimento dell'area di intervento verranno predisposti dei picchetti perimetrali, ma anche una opportuna loro maglia interna, topograficamente riferita, per avere la possibilità di una costante individuazione del livello di massima escavazione assentito.

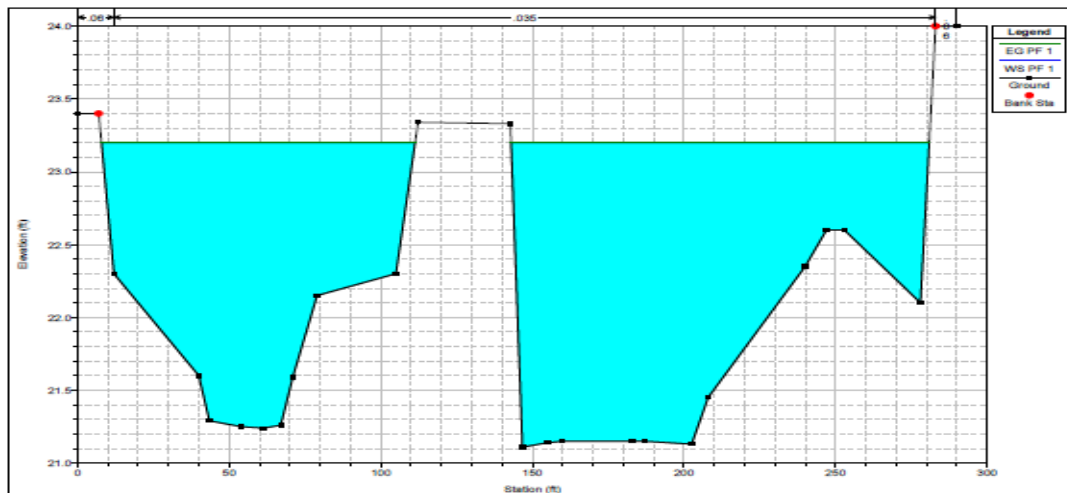
L'intervento viene programmato all'essenziale per quanto attiene all'entità delle movimentazioni con approfondimenti di prelievo che saranno mediamente di 1.00/1.20 m.

Si evidenzia come lo scopo primario dell'intervento sia la riqualificazione fluviale mediante il riallineamento delle linee di deflusso per una riprofilatura dell'assetto nell'alveo, con conseguente centramento dello scorrimento del corso del fiume, in modo da diminuire le spinte tangenziali erosive sia nell'area dell'intervento che in quella immediatamente a valle.

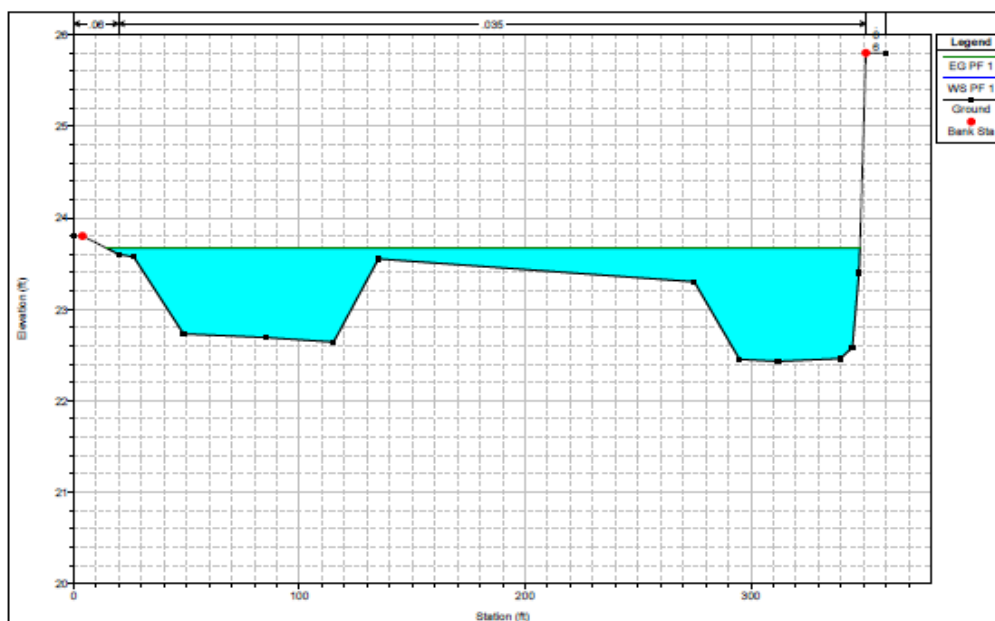
E' stata, quindi, ripetuta la modellazione del Torrente Torre e la relativa simulazione, sempre con il software HEC-RAS, a seguito dell'intervento proposto.



Sezione 10



## Sezione 10.4



Si riportano i tabulati di calcolo riassuntivi su alcune delle sezioni indicate e sulle quali verrà effettuato l'intervento:

Sezione	Quota max [m]	Quota min [m]	Quota corrente [m]	Sezione idrica [mq]	Portata [mc/s]	Velocità [m/s]
99	29,7	19,83	25,3	1310,54	2205,95	1,683
10	29,5	21,2	25,4	1605,19	2105,82	1,312
103	30	21,77	25,95	1678,65	2218,54	1,322
104	30	21,83	26,25	1524,09	2247,62	1,475
109	30	21,96	26,7	1517,57	2216,12	1,429

Quindi, ripetendo i calcoli di portata su alcune delle sezioni di riferimento, in seguito all'intervento, si ottiene un recupero di superficie al deflusso e di volumetria, senza incidere negativamente sulla velocità di scorrimento.

Si evidenzia, come in ogni caso, lo scopo primario dell'intervento sia il riallineamento delle linee di deflusso per una riprofilatura dell'assetto nell'alveo, con conseguente centramento dello scorrimento del corso del fiume, in modo da diminuire le spinte tangenziali erosive sia nell'area dell'intervento che in quella immediatamente a valle, su cui si era già intervenuti ottenendo il risultato voluto.

## 7 – CONCLUSIONI

Nella zona interessata dall'intervento, si evidenzia come si sia venuta a determinare una erosione spondale ed un disallineamento degli scorrimenti sia in sponda destra che sinistra. In particolare l'accrescimento dei sovralluvionamenti si configura come un crescente ostacolo allo scorrimento centrale e diffuso, accentuando le caratteristiche di concentrazione della corrente con pressione sulla sponda.

La presenza di tali sovralluvionamenti, inoltre, potrebbe portare al ripetersi degli eventi di piena già verificatisi in queste zone nel passato. Si evidenzia, quindi, la necessità di effettuare la riprofilatura della sezione dell'alveo, attuando una riduzione degli accumuli di barra, onde conseguire una attenuazione delle spinte tangenziali con il richiamo al centro degli scorrimenti e garantire la salvaguardia a lungo termine dell'integrità dell'opera di difesa golenale.

L'intervento di riqualificazione proposto nell'area, oltre a cercare di omogeneizzarsi con quanto effettuato a monte ed a valle dell'area, ha tenuto conto della presenza della zona vegetata posta all'interno dell'alveo. Si fa, infatti, presente come nella zona centrale dell'alveo sia attualmente presente un isolotto dell'ampiezza di circa 350 x 90 m. Nonostante tale area incida notevolmente sullo scorrimento del T. Torre, la presente riqualificazione fluviale è stata modulata in modo tale da evitare qualsiasi operazione che possa interessare, con movimentazioni o prelievi, tale superficie. Tale scelta è motivata dal fatto che l'isolotto è completamente rivegetato ed eventuali interventi invasivi andrebbero ad impattare negativamente sulla flora e sulla fauna ivi presente. In ogni caso, si ritiene che così come proposta la riqualificazione garantirà gli effetti ricercati, anche senza ridurre ed eliminare tale superficie vegetata.

Così come avvenuto per il tratto a valle, anche per l'area ora interessata, si ritiene che si otterranno condizioni di maggior sicurezza senza incidere significativamente sugli altri parametri quali il carico totale, per cui si ritiene che non vi sarà incidenza negativa nel tratto immediatamente a valle, quali incrementi di capacità di trasporto. L'allineamento al centro, unitamente ad una maggiore laminazione dei filoni di corrente e ad una diminuzione della velocità di scorrimento, determinerà un'attenuazione delle forze erosive tangenziali spondali.

Verrà contestualmente garantito un migliore inserimento a valle, in modo tale da supportare e completare quanto già effettuato.

Proprio a seguito di quanto già operato e concluso a valle, si ritiene che le operazioni non risulteranno in nessuna maniera influenzare negativamente lo scorrimento naturale e le caratteristiche del T. Torre né a valle né a monte della zona interessata dall'intervento, ma si limiteranno a migliorare l'allineamento e la regolarizzazione distributiva dei filoni di corrente della zona interessata dalle suddette operazioni.

Proprio per questo motivo, non sono, quindi, previste interferenze di alcun genere con i Siti di importanza Comunitaria presenti nel sistema idrografico Torre – Natisone.

Si ribadisce che l'intervento, che viene qui presentato e descritto, si allinea perfettamente al principio di favorire lo scorrimento nella parte centrale dell'alveo, garantendo nel contempo la salvaguardia dai fenomeni erosivi delle sponde e degli argini, in completamento con quanto già effettuato nelle zone immediatamente a valle e a monte.

Dal punto di vista idraulico non vi saranno interferenze in quanto si tratta di lavori di riqualificazione fluviale con finalità simili, quali il centramento del flusso dell'acqua, e localizzate alla salvaguardia delle sponde nelle fasi di regime di piena del torrente Torre.

Quanto proposto, quindi, con il presente progetto risulta di completamento e perfezionamento, garantendo un migliore raccordo morfologico e contestuale riallineamento del corso d'acqua prima dell'immissione nel tratto successivo.