COMUNE DI SESTA GODANO
PROVINCIA DELLA SPEZIA

OGGETTO: Intervento di messa in sicurezza del Torrente Gottero nel tratto in corrispondenza del centro abitato di Sesta Godano in località Fulli
PRIMO LOTTO FUNZIONALE

Progetto Esecutivo

COMMITTENTE: Comune di Sesta Godano

ELABORATO: RELAZIONE SPECIALISTICA GEOTECNICA (art. 24 c. 2 e 33 lett. b) del D.P.R. 207/2010)

Data emissione
Dicembre 2021

Il progettista
Dott. Ing. Luca Vincenzi



Sede/Uffici: **Via Fontevivo n°19/F**
19125 La Spezia - Italia

INDICE

1. LOCALIZZAZIONE DELL'AREA INTERESSATA DALL'INTERVENTO E ANALISI CARTOGRAFICA - 3 -

2. CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE E LITOSTRATIGRAFICHE ..... - 9 -

3. VERIFICA AL SIFONAMENTO DELLA STRUTTURA ARGINALE DI PROTEZIONE DELLA LOCALITÀ FULLI PROPOSTA ..... - 10 -

1. Localizzazione dell'area interessata dall'intervento e analisi cartografica

A seguito dei tragici eventi alluvionali del 25 ottobre 2011 che hanno colpito la provincia della Spezia e il territorio del Comune di Sesta Godano è stato dichiarato lo stato di emergenza con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28 ottobre 2011, pubblicato in Gazzetta Ufficiale n° 253 del 29/10/2011. La gestione dell'emergenza è avvenuta con l'emanazione di una serie di decreti da parte del Commissario Delegato straordinario Sig. Claudio Burlando Presidente della Regione Liguria incaricato con O.P.C.M. 3973 del 05/11/2011.

A seguito dell'evento il Comune di Sesta Godano ha proceduto ad eseguire lavori di somma urgenza volti alla salvaguardia delle persone coinvolte nelle diverse zone, al ripristino della pubblica viabilità e al ripristino delle condizioni prealluvione su tutto il territorio comunale.

In particolare, sul torrente Gottero, ha eseguito alcune opere di difesa spondale dell'alveo attivo, di protezione al piede dei manufatti principali come i ponte e di sistemazione del fondo alveo mediante risagomatura delle sezioni idrauliche di deflusso.

Il comune con i lavori di somma urgenza ha raggiunto un buon grado di sicurezza per le persone e i manufatti interessati senza tuttavia arrivare alla definitiva messa in sicurezza dell'abitato di Sesta Godano obbiettivo che si prefigge il presente intervento che prevede interventi di natura idraulica come arginature protette da scogliere alla base, difese spondali e sistemazione delle briglie esistenti.

Si riportano di seguito alcuni stralci cartografici di dettaglio per inquadrare al meglio l'intervento:

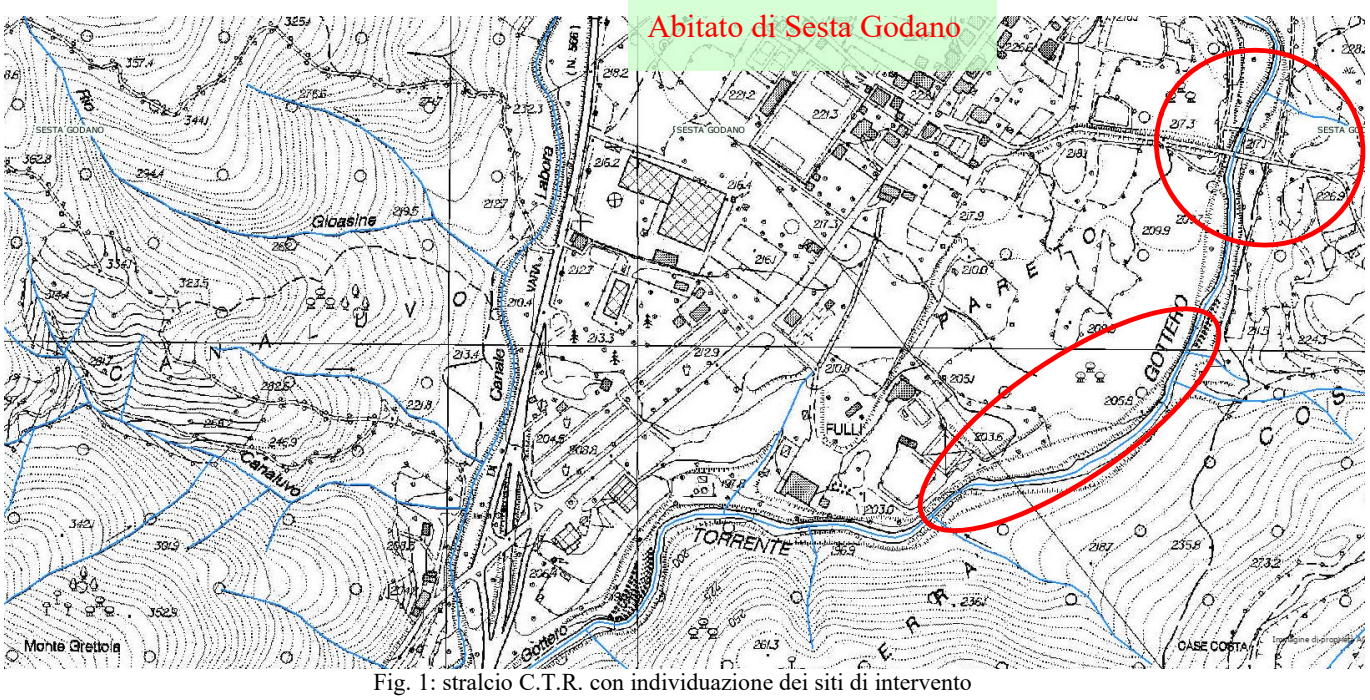


Fig. 1: stralcio C.T.R. con individuazione dei siti di intervento



Fig. 2: stralcio vista satellitare con individuazione dei siti di intervento

L'intervento in oggetto prevede opere da realizzarsi in alveo attivo e area golenale del Torrente Gottero nel tratto in località Fulli e a lato delle abitazioni del centro abitato del Capoluogo.

Le aree in oggetto sono interessate da insediamenti abitativi a carattere sparso, viabilità pubblica, aree pubbliche adibite a verde e una vasta area ludico e turistico ricettiva di natura privata.

Nella zona del Fulli le sponde dell'alveo attivo sono state, per lunghi tratti, pesantemente compromesse dall'azione erosiva delle acque durante l'evento alluvionale citato. In particolare si è notato come l'azione devastante della piena abbia distrutto anche porzioni delle difese spondali originarie storiche costituite da scogliere in massi ciclopici naturali asportando parte del terreno immediatamente a ridosso delle stesse.

Tale azione di asportazione ha interessato anche sistemazioni esterne poste a margine del torrente quali infrastrutture viarie e corti pertinenziali ad abitazioni private.

Inoltre nell'alveo attivo si notano diversi accumuli di materiale arido in sovralluvione che ora compie una azione di riduzione della effettiva sezione di deflusso del torrente.

Questa parte del torrente Gottero è quella che non ha beneficiato degli interventi di ripristino realizzati dall'Amministrazione Comunale in somma urgenza.

Il tratto immediatamente a valle, infatti, e stato prontamente consolidato lungo le sponde danneggiate ripristinando la funzionalità idraulica del corso d'acqua.

Pertanto si rendono ora necessari interventi strutturali di manutenzione straordinaria e messa in sicurezza idraulica, volti alla definitiva sistemazione ed al completamento funzionale delle opere idrauliche di arginatura tali da mettere in sicurezza il centro abitato di Sesta Godano e le aree interessate

con particolare riguardo per il sito turistico ricettivo posto immediatamente a valle pesantemente colpito in occasione dell'alluvione.

Nel dettaglio gli interventi programmati dall'Amministrazione e ripresi nella progettazione che segue possono essere sintetizzati come di seguito:

- Realizzazione di una arginatura in rilevato di protezione dell'area urbanizzata in sponda destra per una estensione di circa 570 ml dal ponte della viabilità comunale in località Boera fino al fabbricato ubicato a monte dell'impianto tecnologico di depurazione;
- Realizzazione di alcuni tratti di difesa spondale dell'alveo attivo del Torrente Gottero in scogliera di massi in sponda destra e sinistra nei tratti soggetti, durante gli eventi di piena, a fenomeni di moto in curva che amplificano l'erosione della sponda dovuta alle componenti tangenziali di velocità che assumono valori maggiori in queste situazioni;
- Sistemazione e consolidamento delle briglie esistenti a monte e a valle del ponte della viabilità comunale in località Boera mediante apporto di massi ciclopici naturali di seconda e terza categoria;
- Risagomatura delle sezioni idrauliche di deflusso mediante movimentazione del materiale depositato in alveo in eccesso in occasione degli ultimi eventi alluvionali;

L'intervento proposto consentirà pertanto di consolidare le sponde naturali dell'alveo evitando il perdurare di fenomeni di erosione indotti dall'azione tangente dei filetti fluidi di una certa rilevanza durante gli eventi di piena con conseguente mobilitazione del materiale fine e a grana grossa verso valle e danneggiamento della sponda.

Inoltre le opere di difesa ipotizzate consentiranno di perseguire la messa in sicurezza del Torrente Gottero rispetto ad eventi di piena di progetto ovvero duecentennali, come previsto dal Piano di Bacino interregionale del Fiume Magra e Torrente Parmignola con il conseguente raggiungimento della sicurezza idraulica del centro abitato di Sesta Godano e dell'area ricettiva posta immediatamente a valle della zona di intervento in località Fulli.

La tipologia delle opere da realizzare è stata determinata in relazione al contesto ed in base a interventi simili già realizzati da altre Amministrazioni a completamento di interventi idraulici di arginatura, analoghi per dimensioni e tipologia.

In particolare, si è scelto di evitare strutture d'argine in calcestruzzo armato, favorendo la costruzione di argini con caratteristiche fortemente naturali al fine di ridurre al minimo l'impatto ambientale dell'intervento rispetto al contesto paesaggistico di intervento.

L'intervento sopra descritto rappresenta pertanto una soluzione valida per perseguire gli obiettivi di messa in sicurezza idraulica e difesa del centro abitato, che l'Amministrazione Comunale si è posta nei confronti del territorio e soprattutto dei cittadini.

I lavori consentiranno di mettere in sicurezza il centro abitato, favorire il deflusso delle acque e scongiurare danni a beni pubblici e privati conseguenti a fenomeni alluvionali.

Dall'esame della "Carta del reticolo idrografico" del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Magra è emerso che il corso d'acqua "Gottero" nella zona interessata è individuato dal Piano come facente parte del reticolo principale ed è stato oggetto di studio idraulico.

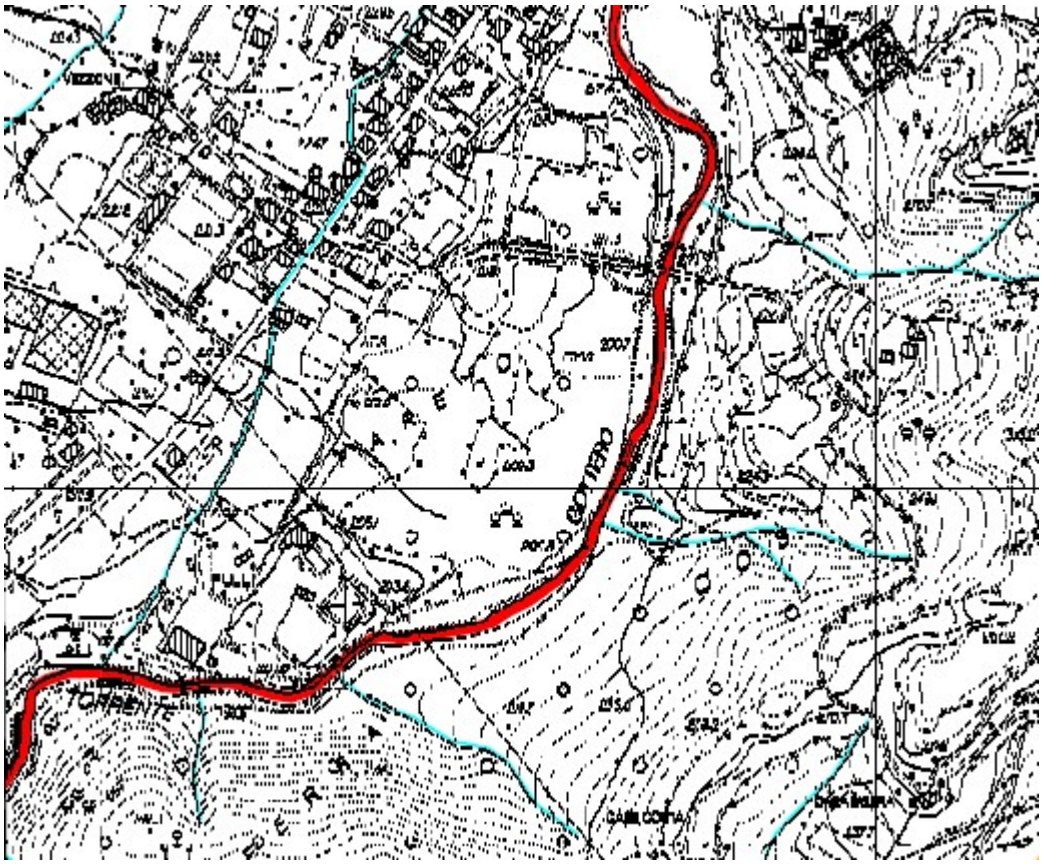
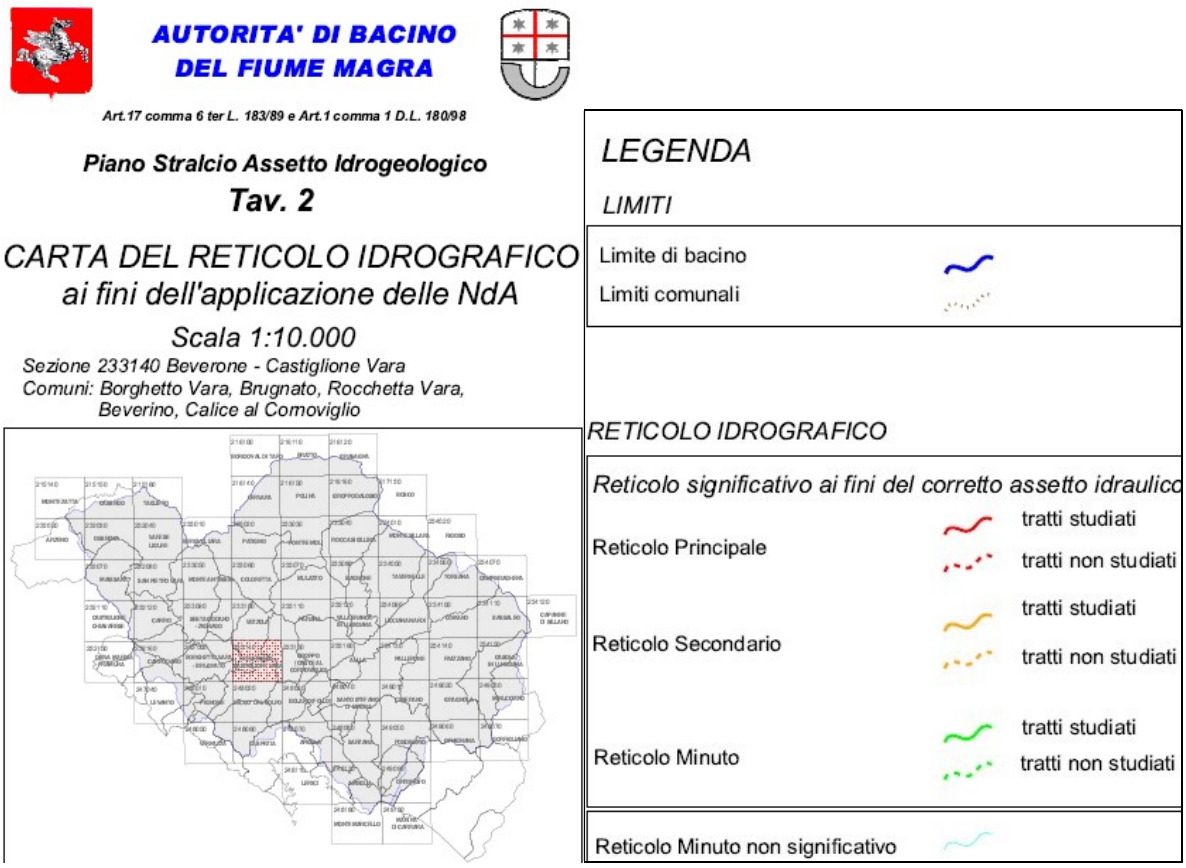


Fig. 3: stralcio Tav. 3: "Carta del reticolo idrografico" con indicazione delle aree interessate dalla realizzazione degli attraversamenti



Dall'esame della cartografia del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Magra con riferimento alla "Carta della pericolosità idraulica con fascia di riassetto fluviale e aree inondabili" è emerso che il corso d'acqua "Gottero" nella zona interessata risulta perimetrato e la zona in sponda destra è indicata come oggetto di approfondimento.

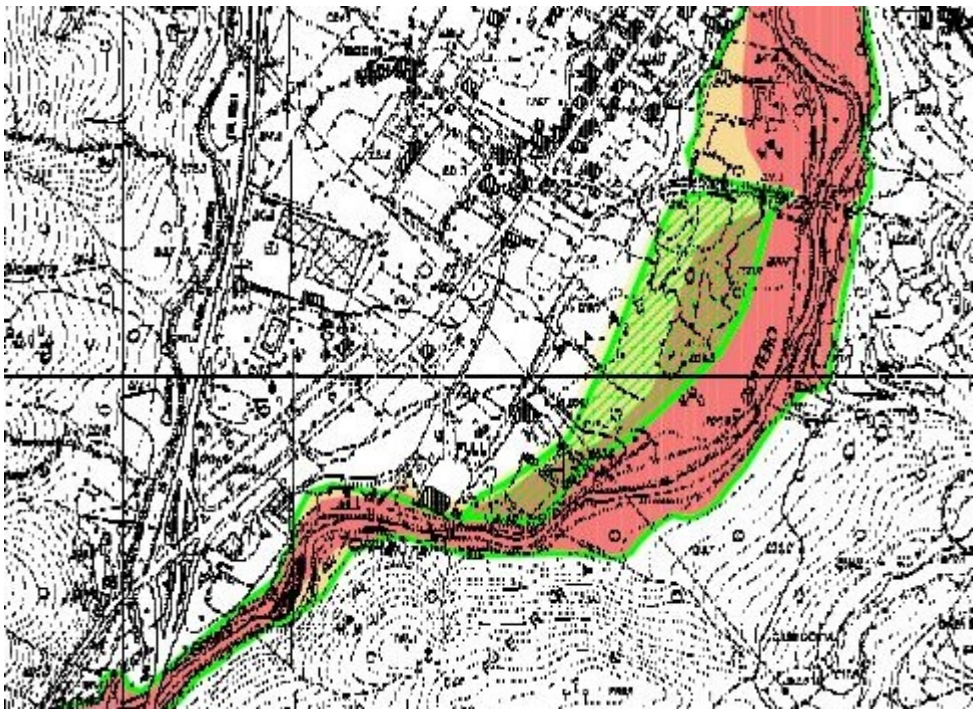
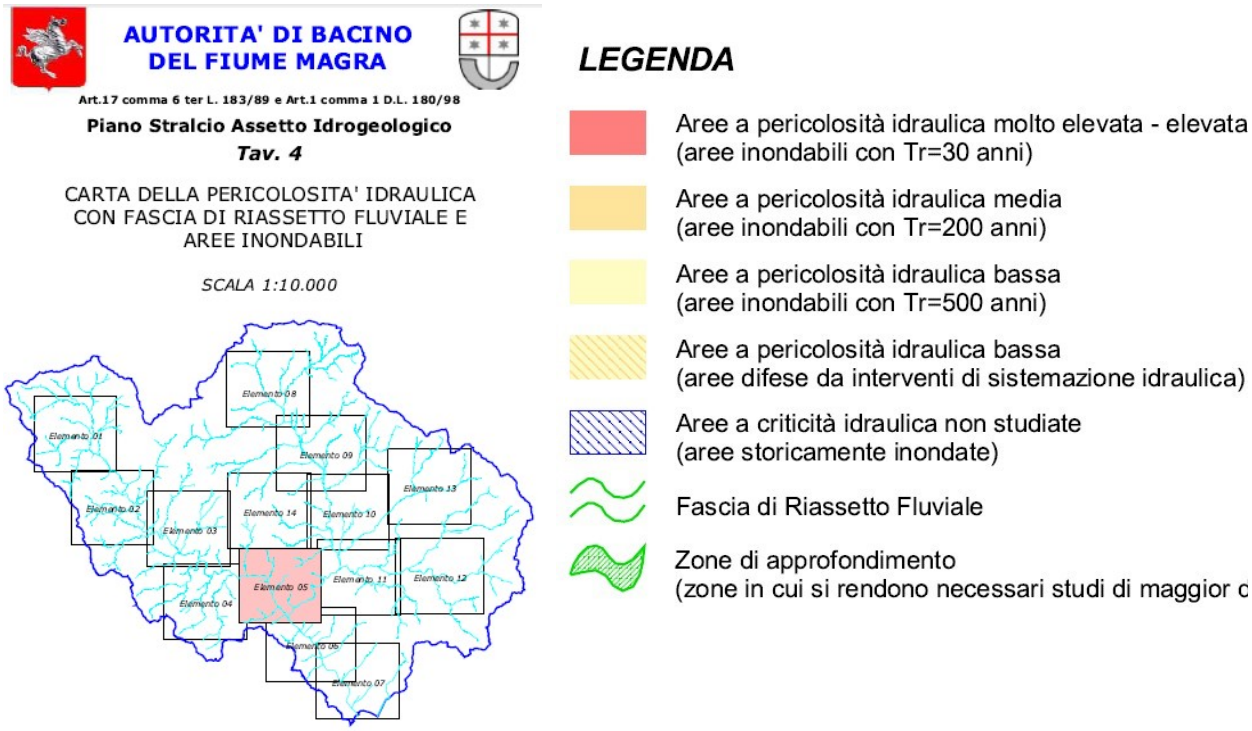


Fig. 4: stralcio Tav. 4 "Carta della pericolosità idraulica con fascia di riassetto fluviale e aree inondabile"



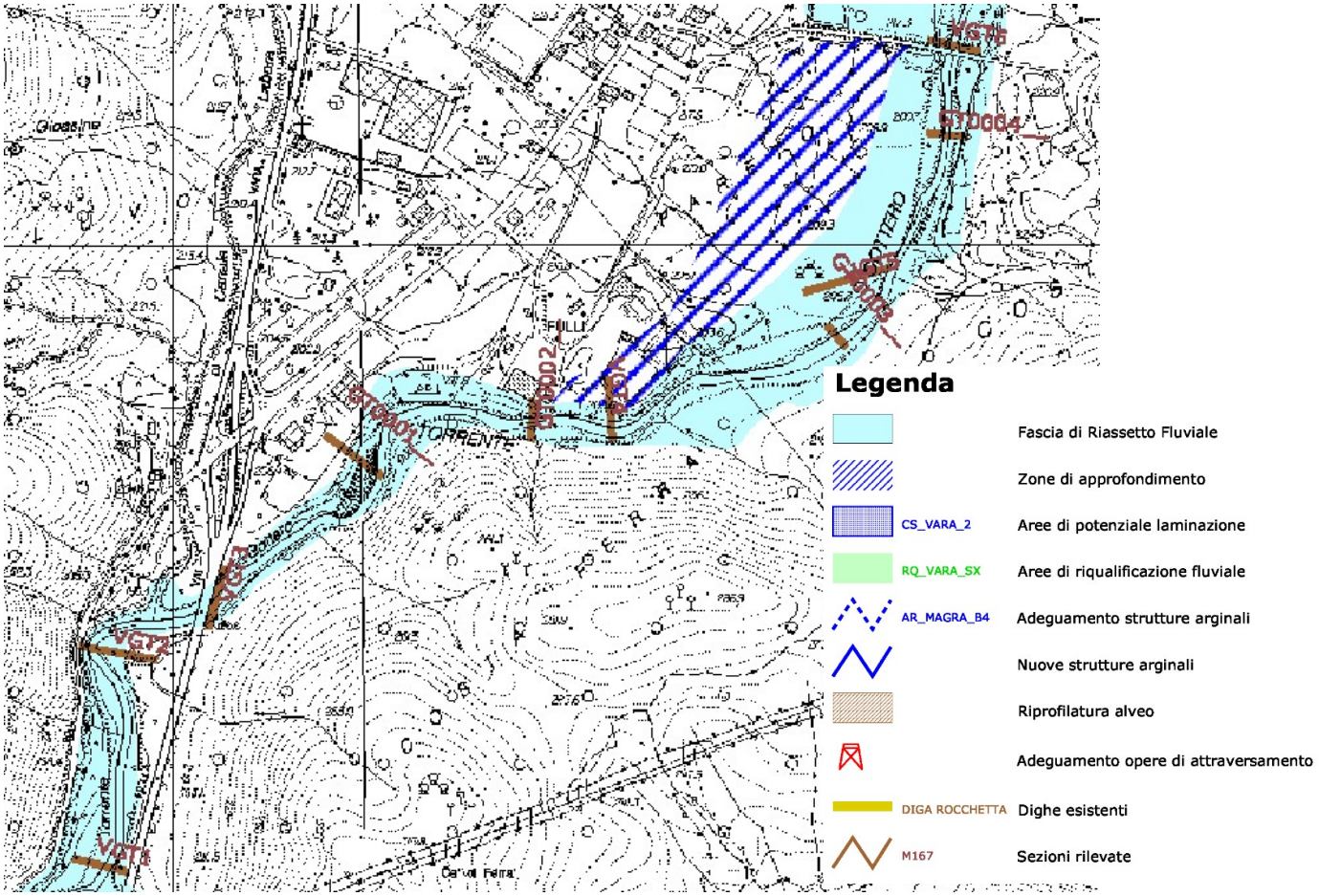


Fig. 5: stralcio cartografico tav. 7B del PdB Fiume Magra dove si evince che l'area in sponda su cui si sviluppa l'abitato è retinata dal ponte della viabilità comunale a monte fino a loc. Fulli a valle come zona di approfondimento

2. Considerazioni geologiche e litostratigrafiche

L'area interessata dall'indagine è situata in Loc. Fulli , nel Comune di Sesta Godano (Sp), si accede dalla viabilità ordinaria poi si può continuare solo a piedi.

L'area in esame è situata ad una quota di circa 200,225 m s.l.m., in corrispondenza di un versante abbastanza regolare con pendenze moderate che degrada verso la relativamente estesa piana alluvionale del Torrente Gottero, l'intervento antropico si nota nella costruzione della strada, del ponte e degli edifici, nonché in un riempimento di terre appena a monte del ponte.

Ci troviamo in un'area abbastanza antropizzata in cui l'originaria morfologia è parzialmente obliterata.

L'ubicazione è stata riportata negli allegati cartografici al paragrafo precedente.

Il terreno è rappresentato da depositi alluvionali recenti lungo l'asta fluviale, composti prevalentemente da ghiaie, che si interdigitano con depositi di frana e di versante spostandosi verso monte, soprastanti un substrato costituito prevalentemente dalla Formazione di "Aulla", (Rusciniano superiore – Viallfranchiano superiore), in contatto tettonico con la Formazione delle "Arenarie del Monte Gottero".

Gli interventi in alveo interessano principalmente i depositi ghiaiosi alluvionali attuali, il cui spessore è stimabile in circa 6 m dal piano campagna (p.c.). Dal punto di vista tettonico non affiora niente di significativo, sebbene siano presenti faglie con andamento NW-SE.

Sulla base dell'indagine di dettaglio eseguita dal Dott. Geol. Carlo Malgarotto descritta nella relazione tecnica geologica allegata alla presente si distingue un unico livello, di seguito le caratteristiche geotecniche calcolate considerando il terreno come incoerente, ovvero con coesione pari a zero, i parametri sono da considerarsi parametri geotecnici medi. Si evidenziano le difficoltà a caratterizzare dal punto di vista geotecnico questi sedimenti, costituiti da singoli elementi troppo grandi per poter essere campionati con i metodi standard e nei quali le prove in sito danno valori indicativi, in questo caso probabilmente conservativi. La prova è terminata con il rifiuto alla penetrazione, in corrispondenza di un ciottolo più grosso.

Strato	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume (kN/m^3)	Coesione (kPa)
1 - ghiaia	35	20,7	0

3. Verifica al sifonamento della struttura arginale di protezione della località Fulli proposta

Il fenomeno del sifonamento si verifica quando si ha un moto di filtrazione in materiali granulari (terre) a seguito di un dislivello idraulico Δh tra monte e valle di un'opera idraulica.

Tali moti, infatti, generando delle sottopressioni sul piano di posa dell'opera, possono arrivare ad annullare le pressioni efficaci in corrispondenza del piede dell'opera innescando il fenomeno del sifonamento consistente nell'erosione e nella formazione di cunicoli del terreno.

La verifica della sicurezza nei confronti del sifonamento dell'argine è eseguita utilizzando il metodo di Bligh-Lane, secondo il quale il sifonamento non si verifica se:

$$C = \frac{L}{\Delta h} > C_w$$

dove:

L = il percorso più breve che una particella d'acqua deve compiere per portarsi da monte a valle;

Δh = dislivello piezometrico;

C_w = parametro (coefficiente di sicurezza) dipendente dal tipo di terreno come illustrato nella tabella seguente;

TIPO DI TERRENO	**C_w**
Sabbia fine e limosa	8,5
Sabbia media	6,0
Sabbia grossa	5,0
Ghiaia e sabbia	3,5
Ghiaia grossa	3,0
Ghiaia con ciottoli	2,5

Tabella 2 - Coefficienti di sicurezza di Bligh-Lane

La verifica viene condotta basandosi sulle seguenti ipotesi:

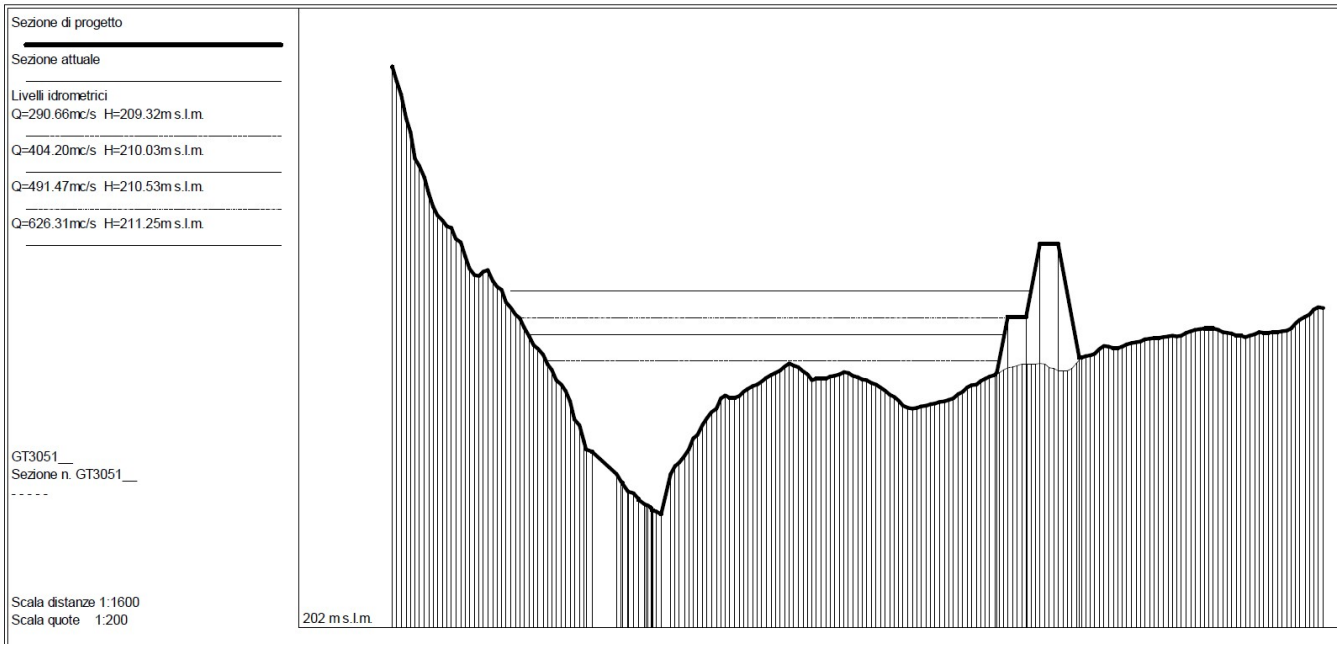
- l'argine sarà costituito da un nucleo interno di materiale incoerente tipo argilla considerato come opera di sbarramento e ipotizzato come assolutamente impermeabile;
- il terreno di fondazione è costituito da ghiaia con ciotoli e ghiaia sabbiosa come indicato dalle prove penetro metriche eseguite e quindi si attribuisce cautelativamente un coefficiente C_w paria a 3,5;
- il dislivello piezometrico è dato dalla differenza di quota tra il livello di massima piena con tempo di ritorno 200 anni e il livello del piano di campagna a monte dell'argine;
- per tenere conto della maggiore permeabilità del terreno in direzione orizzontale rispetto a quella in direzione verticale, il termine L viene calcolato come segue:

$$L = \frac{1}{3} \cdot L_o + L_v$$

dove Lo e Lv sono i percorsi, rispettivamente, orizzontale e verticale.

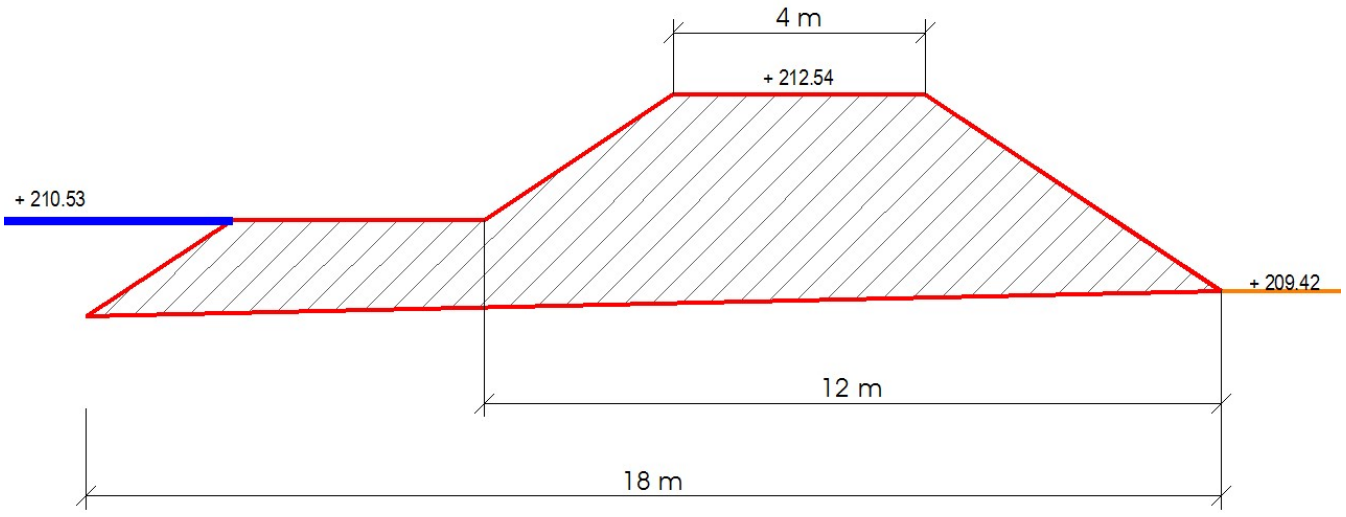
Dai risultati dello studio idraulico di dettaglio redatto dal Dott. Ing. David Settesoldi si è individuata una sezione significativa per la verifica del rilevato di protezione delle sponda destra che è denominata GT 3051.

Si riportano di seguito le caratteristiche geometriche della sezione GT 3051 nella configurazione di progetto con l'argine in sponda destra di seguito riportata graficamente e nel tabulato:



Tr 200 anni																							
Tronco	Sez	P[m]	q[mc/s]	s[mc/s]	h[m]	y[m]	V [m/s]	Fr	Et[m]	Ev[m]	Sp[t]	ym[m]	b[m]	bt[m]	B[m]	Pb[m]	A[dmq]	At[dmq]	R[m]	C2	beta	alfa
GOTTERO	GT3051__	1353.14	491.47	0.00	210.53	5.40	2.86	0.71	210.97	0.44	462.43	2.90	59.46	110.48	60.64	1.80	17.22	26.13	2.84	28.10	1.08	1.23
GOTTERO	GT3052__	1367.88	491.36	0.00	210.37	5.22	2.89	0.66	210.82	0.45	484.78	3.34	50.79	103.15	52.86	1.95	16.98	26.41	3.21	32.40	1.08	1.23
GOTTERO	GT3053__	1385.09	491.36	0.00	209.92	4.87	3.53	0.68	210.58	0.66	457.27	3.33	41.73	110.90	43.48	1.96	13.91	27.95	3.20	27.00	1.05	1.14
GOTTERO	GT3054__	1399.06	491.47	0.00	209.86	5.30	3.08	0.80	210.37	0.51	473.95	3.33	47.90	117.98	49.28	1.96	15.95	29.40	3.24	26.62	1.07	1.19

Si riporta di seguito una rappresentazione grafica della sezione con lo schema del possibile percorso di filtrazione e le relative verifiche.



Il rilevato della sezione sopra graficato è caratterizzato dai seguenti parametri:

- quota del livello raggiunto dalla portata di piena duecentennale pari a 210,53 m;
- quota del piano campagna a monte del rilevato pari a 209,42 m;
- dislivello piezometrico pari a $\Delta h = 1,11$ m;
- lunghezza del percorso di filtrazione (si considera cautelativamente la largezza in pianta del solo rilevato senza considerare la berma esterna che comunque sarà realizzata):

$$L = 1,11 + \frac{1}{3}12,0 = 5,11m$$

Svolgendo i calcoli si ottiene un coefficiente di sicurezza pari a:

$$C = \frac{5,11}{1,11} = 4,60 > 3,5 \Rightarrow verificato$$