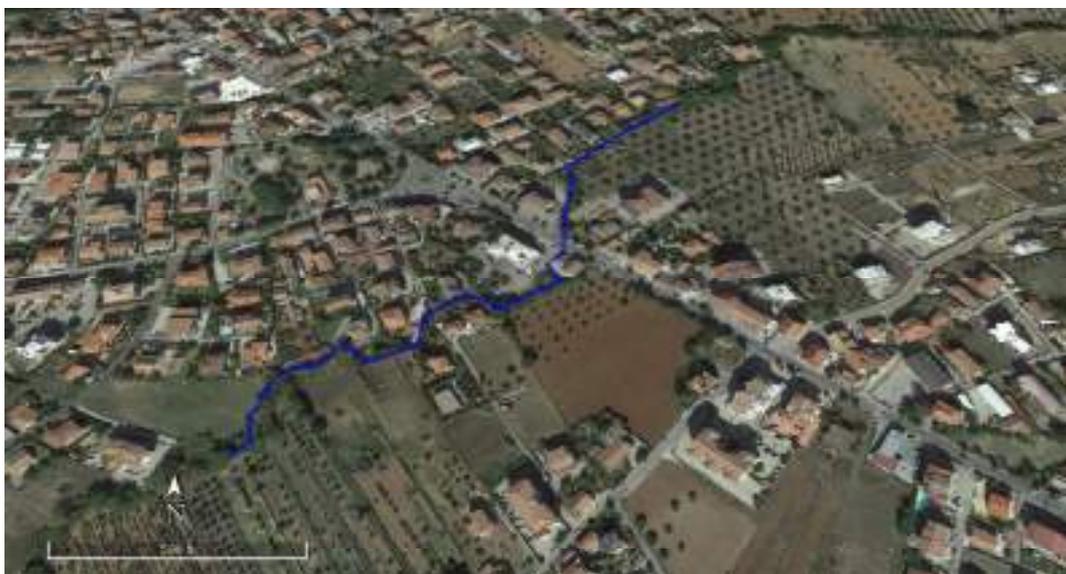


**COMUNE DI MONTALTO UFFUGO (CS)****SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TRATTO CITTADINO DEL FOSSO DEL GRANCHIO****PROGETTO DEFINITIVO****ALL. A – RELAZIONE GENERALE**

PROGETTAZIONE:

TEC MED S.r.l.**TEC MED INGEGNERIA S.r.l.**

Sede legale:

via Marche, 22

09127 CAGLIARI

CF-P.IVA 03257620926

mail: info@tecmedingegneria.itDATA: 23 Luglio 2021 - agg. 31/05/2022

COMMESSA TEC077/2021

PROGETTISTI:

dott. ing. Maurizio SASSU

Direttore Tecnico Tec Med S.r.l.

ORDINE INGEGNERI PROVINCIA DI CAGLIARI N. 5984

dott. ing. Giovanni OGGIANO

Direttore Tecnico Tec Med S.r.l.

ORDINE INGEGNERI PROVINCIA DI CAGLIARI N. 4898

dott. ing. Stefano PONTI

Direttore Tecnico Tec Med S.r.l.

ORDINE INGEGNERI PROVINCIA DI CAGLIARI N. 4899

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

dott. ing. Massimiliano COSTANZO

GEOLOGIA:

dott. geol. Giuseppe CICCONE

ORDINE GEOLOGI DELLA REGIONE CALABRIA N. 1249

INDICE

1. PREMESSA	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	5
3. STUDI PREGRESSI E DATI DI BASE DEL PROGETTO DEFINITIVO	6
4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E STATO DEI LUOGHI	6
4.1 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO	8
5. INQUADRAMENTO DEI VINCOLI PRESENTI SUL TERRITORIO	13
6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOTECNICO	18
6.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	19
6.2 CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE E MODELLO GEOTECNICO	20
7. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO	21
7.1 DESCRIZIONE PLANIMETRICA DEGLI INTERVENTI	22
7.2 DESCRIZIONE DELLE SEZIONI DI PROGETTO.....	23
7.3 PRINCIPALI LAVORAZIONI PREVISTE IN PROGETTO	28
8. VERIFICHE DI STABILITÀ E FUNZIONALITÀ DELLE OPERE IN PROGETTO	29
9. STUDIO IDROLOGICO	32
10. MODELLO IDRAULICO.....	33
10.1 AREE DI ALLAGAMENTO NELLA CONDIZIONE ATTUALE E NELLO STATO DI PROGETTO	38
11. QUADRO ECONOMICO E TEMPI DI REALIZZAZIONE	41

1. PREMESSA

In data 12/03/2021 il presente raggruppamento temporaneo di professionisti è stato incaricato, come da determina del Comune di Montalto Uffugo (CS) Prot. N. 16 del 12/03/2021, della redazione del progetto definitivo, esecutivo, coordinamento sicurezza in fase di progettazione per l'intervento denominato "Sistemazione idraulica del tratto cittadino del F.sso del Granchio" CUP H83H19000540001 – CIG 85829645F4.

La base tecnica, fornita da parte dell'ufficio tecnico comunale, per poter procedere alla redazione delle fasi progettuali in incarico è costituita dal Progetto di fattibilità tecnico-economica redatto dal RUP ing. Massimiliano Costanzo. Le esigenze tecnico economiche manifestate dal Comune e concretizzate attraverso la reazione del "*progetto preliminare*" sono state quelle di realizzare un miglioramento dal punto di vista idraulico e strutturale del corso d'acqua denominato Fosso del Granchio per il tratto che attraversa l'abitato della frazione Taverna del comune di Montalto Uffugo.

Dalle prime analisi dello stato di fatto è emerso che il tratto urbano del corso d'acqua presenta varie tipologie di problematicità, da una parte c'è la ridotta capacità di deflusso dovuta alla presenza di un sottopasso insufficiente per il passaggio delle portate legate ad eventi estremi e di un alveo fortemente irregolare sia dal punto di vista della tipologia delle superfici che da quello del tracciato con continue curve e controcurve anche molto accentuate, e dall'altra vi sono evidenti criticità localizzate di stabilità delle sponde.

A seguito delle varie riunioni con l'amministrazione comunale e l'ufficio tecnico del Comune è risultata evidente l'impossibilità di intervenire direttamente sull'attraversamento stradale per ragioni di limitatezza del finanziamento. I progettisti avendo preso atto della scelta di indirizzo fatta dal Comune hanno presentato la prima versione del progetto definitivo con l'obiettivo di ottenere, per quanto possibile, una mitigazione del rischio idraulico e una messa in sicurezza delle sponde del Fosso del Granchio. L'intervento previsto nel progetto definitivo prevedeva uno scatolare aperto in calcestruzzo localizzato in parte in un tratto immediatamente a monte dell'attraversamento e un secondo tratto immediatamente a valle.

A seguito della convocazione della conferenza dei servizi con nota del Comune di Montalto Uffugo Prot. 22280 del 02/12/2021 sono stati acquisiti i seguenti pareri:

- Provincia di Cosenza – Settore Pianificazione Territoriale prot. Parere favorevole prot. 705 del 11/01/2022

- Ministero della Cultura DIREZIONE GENERALE ARCHEOLOGIA BELLE ARTI E PAESAGGIO SOPRINTENDENZA ARCHEOLOGIA BELLE ARTI E PAESAGGIO PER LA PROVINCIA DI COSENZA Parere favorevole con prescrizioni ed ottemperanza prot. prot. 64 del 05/01/2022. In particolare la DIREZIONE GENERALE ARCHEOLOGIA BELLE ARTI E PAESAGGIO SOPRINTENDENZA ARCHEOLOGIA BELLE ARTI E PAESAGGIO PER LA PROVINCIA DI COSENZA ha espresso parere favorevole, ma con la prescrizione di utilizzare tecniche dell'ingegneria naturalistica nei tratti caratterizzati da sponde costituite da terreno, ove possibile rispettando la vegetazione ripariale.
- Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale – Da parte dell'Autorità di Bacino è giunto il parere favorevole con le prescrizioni di mettere in evidenza il comportamento delle opere per ciò che riguarda le caratteristiche idrauliche delle sezioni e le aree allagabili pre e post intervento. Si richiama anche alla predisposizione, da parte del Comune, di un piano di emergenza raccordato al piano di protezione civile relativo al reticolo idrografico oggetto di intervento.
- Regione Calabria – Dipartimento territorio e Tutela dell'ambiente – Settore Gestione del Demanio Idrico. In una fase successiva tale ente ha espresso parere negativo in quanto non viene presa in considerazione la problematica relativa all'attraversamento stradale.

In conseguenza di quest'ultimo parere la conferenza dei servizi veniva chiusa con esito negativo.

Facendo seguito all'esito della Conferenza dei Servizi conclusasi con l'adozione della determinazione di conclusione negativa, il Comune ha invitato i progettisti ad aggiornare/integrare il progetto definitivo recependo le prescrizioni impartite dagli Enti che hanno partecipato alla Conferenza. In particolare per quanto attiene alle prescrizioni del Dipartimento Territorio e Tutela dell'Ambiente della regione Calabria di cui alla nota prot. 101598 del 01/03/2022, a seguito delle riunioni tenutesi alla Regione Calabria con il Dirigente Generale del suddetto Dipartimento ing. Comito ed il rappresentante dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale ing. Morea in data 09/03/2022 e per ultimo nuovamente con l'ing. Comito in data 23/03/2022, si è stabilito che non essendo possibile con questo finanziamento intervenire sull'attraversamento è necessario concentrare l'intervento solo a monte dello stesso ed installare un briglia selettiva, al fine di mitigare il rischio di parziali ostruzioni dell'attraversamento esistente dovuto all'eventuale trasporto di materiale. Tale briglia dovrà essere posizionata in una posizione facilmente accessibile per la manutenzione.

La presente relazione costituisce parte integrante della nuova versione del progetto definitivo che recepisce le prescrizioni suddette. In particolare, rispetto alla versione precedente, è stato stralciato completamente il tratto a valle dell'attraversamento e l'intervento si è concentrato nel tratto immediatamente a monte dell'attraversamento per un tratto di 84 m di lunghezza. È stata modificata la sezione del canale introducendo nella sponda destra idraulica una porzione di muro in gabbioni metallici riempiti di pietrame e le piantumazioni di vegetazione ripariale di origine locale. Inoltre sulla sommità del muro in sponda destra sono state ricavate delle tasche vegetative in cui andranno seminate specie erbacee locali come misura di mitigazione ambientale. Si è inoltre introdotta la citata briglia selettiva a pettine con elementi metallici posizionati con inclinazione e 45° per favorire la traslazione in alto e in basso del materiale trasportato in caso di piene.

Con l'intervento così proposto si è ottenuta la massima mitigazione del rischio idraulico ottenibile senza il rifacimento dell'attraversamento stradale (si veda lo Studio idraulico allegato al progetto). Occorre comunque sottolineare che per tutto il tratto di intervento del presente progetto si prevede che a seguito della realizzazione delle opere in progetto la piena per eventi eccezionali relativi al tempo di ritorno di 200 anni sarà contenuta all'interno dell'alveo.

Inoltre le opere proposte sono state progettate per ottenere la completa mitigazione del rischio idraulico con i franchi di normativa una volta che si provvederà all'adeguamento dell'attraversamento stradale. L'intervento proposto in questa fase risulta essere un passo necessario nella strada della completa mitigazione del rischio idraulico per le aree interessate dal tratto urbano del Fosso del Granchio, ed una volta ottenuti, da parte del Comune, i necessari finanziamenti tale percorso potrà essere completato con gli interventi sull'attraversamento stradale e sul tratto a valle di tale attraversamento.

Come ultima notazione si intende precisare che a seguito delle interlocuzioni con l'ufficio tecnico del Comune i progettisti sono stati invitati a maggiorare tutti i prezzi utilizzati nel computo metrico estimativo del 20% per l'adeguamento al DECRETO 4 aprile 2022. Naturalmente la lunghezza dell'intervento è stata ridotta in funzione di questo aumento generalizzato dei prezzi.

Nei paragrafi successivi si descrive sommariamente il complesso degli interventi previsti, la loro collocazione e le verifiche idrauliche, di stabilità e sicurezza. Nelle altre relazioni allegare e negli elaborati grafici progettuali sono invece presentati i risultati delle verifiche condotte e gli aspetti di dettaglio delle opere.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

- Linee guida sulle verifiche di compatibilità idraulica delle infrastrutture interferenti con i corsi d'acqua, sugli interventi di manutenzione, sulle procedure per la classificazione delle aree d'attenzione e l'aggiornamento delle aree a rischio inondazione (Autorità di Bacino della Regione Calabria).
- Legge nr. 1086 del 05/11/1971. Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992. Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 gennaio 1996. Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 16 gennaio 1996. Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'.
- D.M. 16 gennaio 1996. Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Circolare Ministero LL.PP. 15 ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996.
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 gennaio 1996.
- Eurocodice 7. Progettazione geotecnica.
- Eurocodice 8. Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture.
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 gennaio 2008).
- Circolare 617 del 02/02/2009 – Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 gennaio 2018).
- Circolare N.7 del 21/01/2019 – Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- CIRIA, CUR, CETMEF, 2007. The Rock Manual. The use of rock in hydraulic engineering (2nd edition). C683, CIRIA, London.
- CEM (Coastal Engineering Manual).
- Coastal Engineering Research Center (U.S. Army) – Shore Protection Manual 1984 (SPM84).

3. STUDI PREGRESSI E DATI DI BASE DEL PROGETTO DEFINITIVO

Il presente progetto definitivo è stato redatto sulla base del progetto di fattibilità tecnico-economica per la realizzazione dei lavori di “Sistemazione idraulica del tratto cittadino del F.sso del Granchio” predisposto dall’ufficio tecnico del Comune di Montalto Uffugo. In detto progetto sono state descritte e dimensionate in via preliminare le opere finalizzate alla sistemazione idraulica e strutturale del tratto di cittadino del “Fosso del Granchio”. Nella relazione idrogeologica allegata al progetto di fattibilità si è provveduto a determinare le caratteristiche pluviometriche dell’area oggetto di studio, determinando le curve di possibilità pluviometrica a vari tempi di ritorno e le conseguenti portate che defluiscono attraverso il rio.

4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E STATO DEI LUOGHI

L’area oggetto d’intervento è situata in provincia di Cosenza, nel comune di Montalto Uffugo, nella parte settentrionale Tirrenica (*Figura 1*).

Il tratto cittadino del Fosso del Granchio oggetto dell’intervento attraversa il comune di Montalto Uffugo nella frazione Taverna, all’interno della valle del Crati. Il tratto di corso d’acqua oggetto di interesse è ubicato all’interno dell’area urbana (*Figura 2*) ed è, in particolare, condizionato dalla presenza di un sottopasso della strada ex S.S.19.



Figura 1 - Ubicazione territoriale

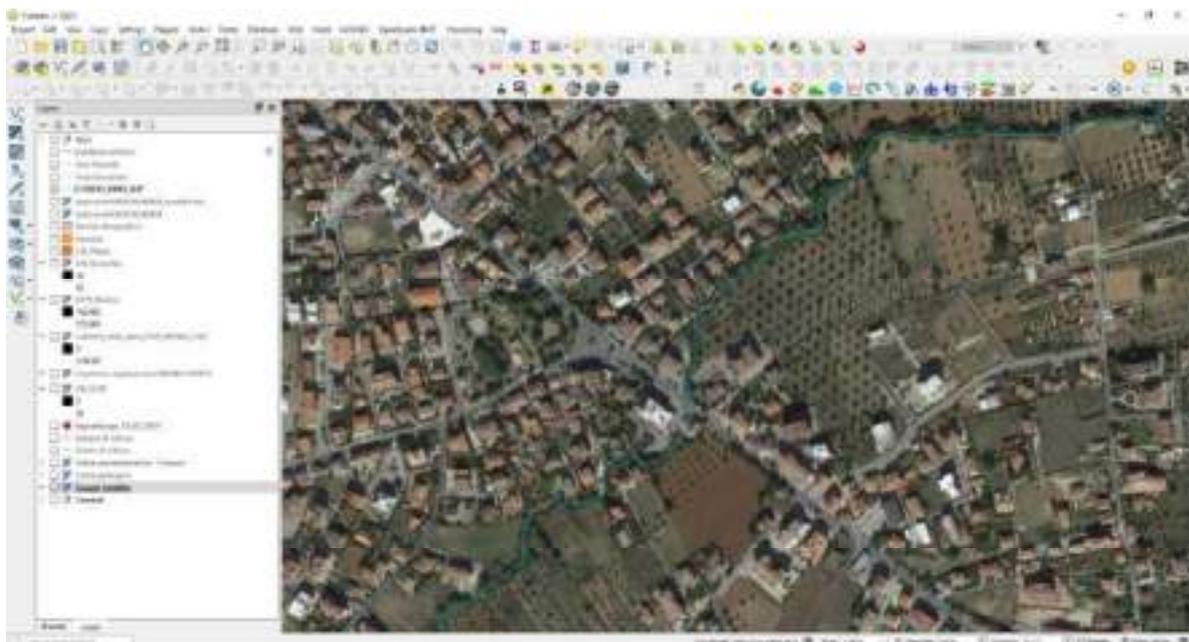


Figura 2 - Ubicazione dell'area d'interesse

4.1 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

Il fosso del granchio è un piccolo corso d'acqua con un bacino di circa 4 kmq, lungo quasi 5 km, affluente sinistro del fiume Crati, dentro il quale sfocia all'altezza della frazione Taverna nel Comune di Montalto Uffugo. L'area oggetto di intervento risulta essere il risultato di una intensa attività di trasformazione del territorio, trasformando, di fatto, un corso d'acqua naturale in un corso d'acqua urbano. Al fine di caratterizzare correttamente il territorio in esame sono state condotte diverse campagne di sopralluogo grazie alle quali è stato possibile individuare le criticità esistenti. Il tratto di monte del corso d'acqua (Figura 3) è contraddistinto da un territorio estremamente naturale, caratterizzato dall'alternanza di terreno coltivato e boschi. La parte intermedia, invece, passa dentro il centro urbano di Taverna ed è pesantemente condizionato nel percorso dalla presenza delle abitazioni (Figura 4).

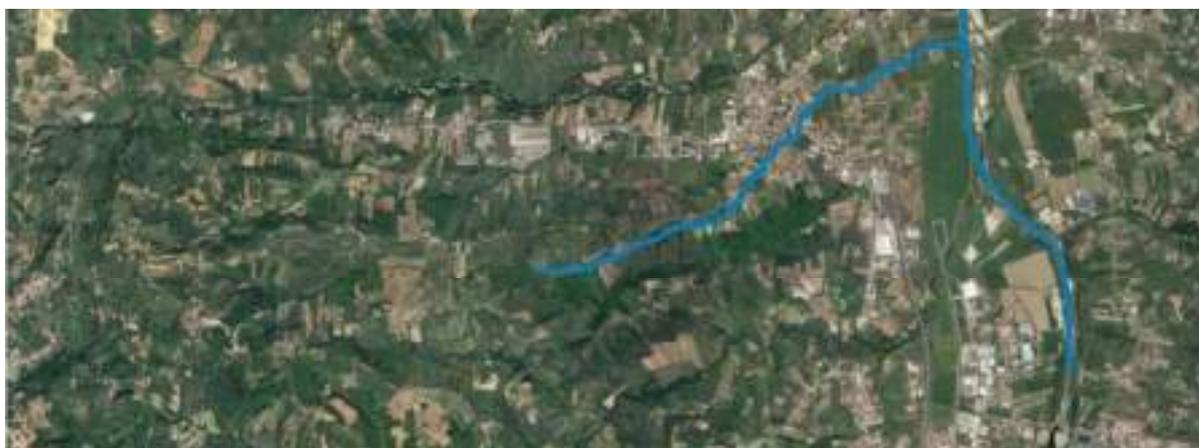


Figura 3 – Planimetria Fosso del Granchio

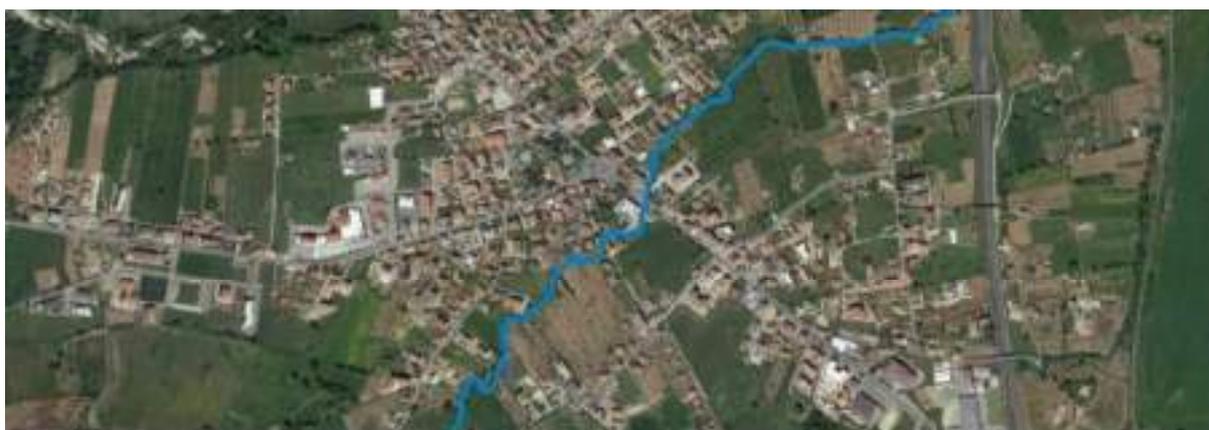


Figura 4 – Planimetria Fosso del Granchio nel suo tratto urbano

In particolare il corso d'acqua lambisce molte abitazioni e attraversa la strada principale, la ex S.S.19, all'interno di un sottopasso con sezione circolare. Il tratto urbano del corso d'acqua presenta varie tipologie di problematicità, da una parte c'è la ridotta capacità di deflusso dovuta alla presenza di un

sottopasso insufficiente per il passaggio delle portate legate ad eventi estremi, di un alveo fortemente irregolare sia dal punto di vista della tipologia delle superfici che da quello del tracciato con continue curve e controcurve anche molto accentuate, e dall'altra ci sono evidenti criticità localizzate di stabilità delle sponde. La problematica di stabilità delle sponde è evidenziata anche dal parziale danneggiamento del muro in calcestruzzo di contenimento situato all'altezza del parcheggio subito a monte della strada S.S. 19, oltre che da alcuni tratti subito a valle dell'attraversamento con le sponde pseudoverticali.

Di seguito si riportano le immagini più significative del tratto interessato partendo da valle e andando verso monte.

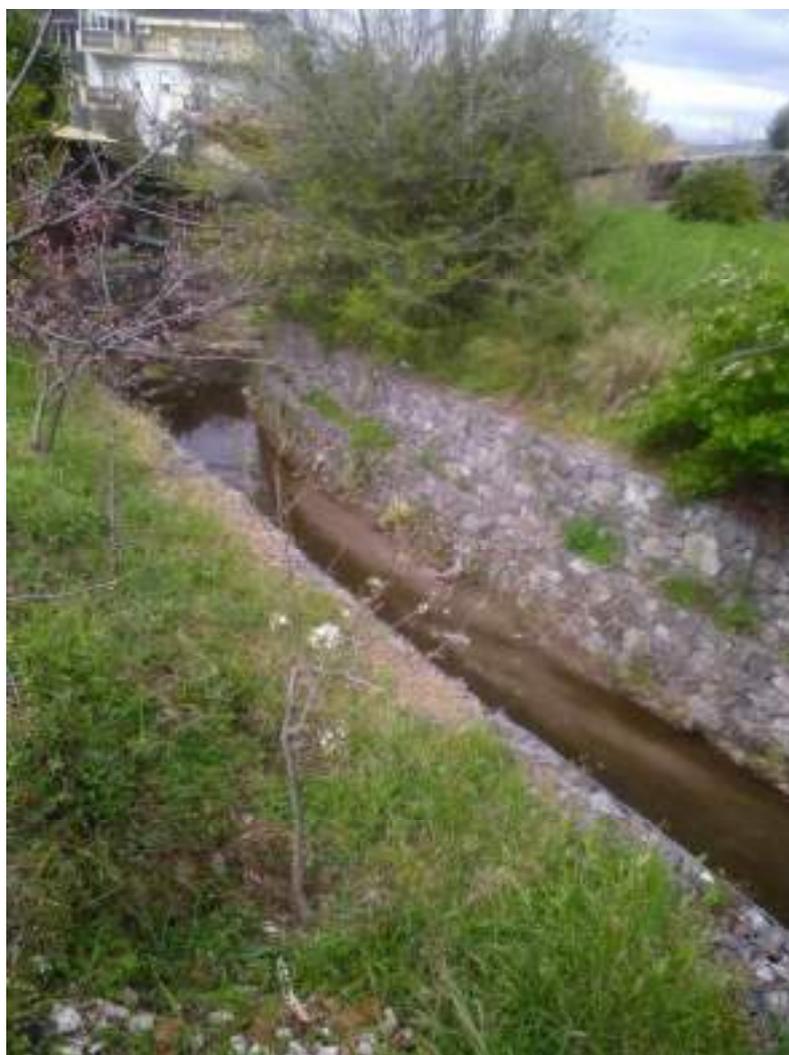


Figura 5 – Tratto di valle dell'intervento dove sono collocati muri in gabbioni nelle sponde



Figura 6 – Struttura di uscita verso valle dell'attraversamento stradale



Figura 7 – Tratto di ingresso nell'attraversamento stradale



Figura 8 – Particolare del tratto di rio delimitato dal muro in c.a. del parcheggio e un edificio privato e dettaglio della parte di muro danneggiato

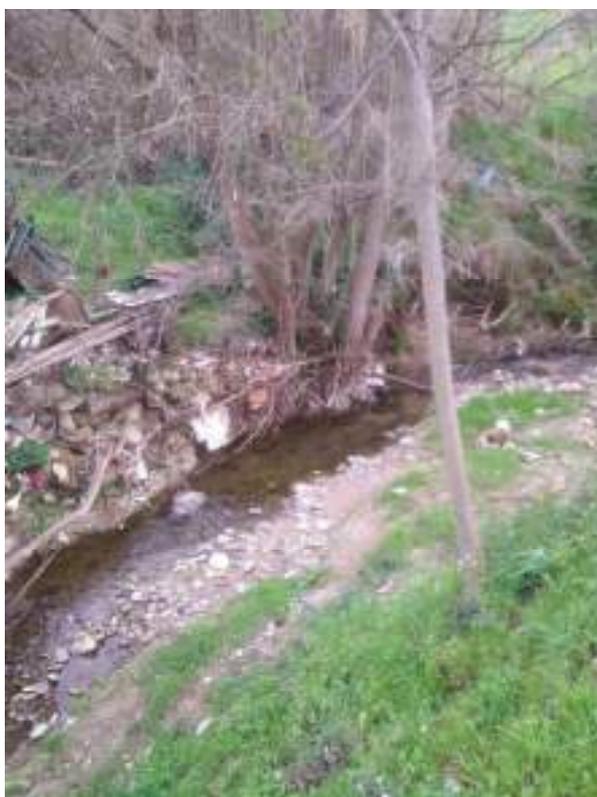


Figura 9 – Tratto di rio subito a monte degli edifici



Figura 10 – Tratti di canale caratterizzati dalla insufficienza della sezione disponibile per il deflusso idraulico e con sponde in terreno naturale con notevole pendenza e per ciò non sicure

Nella prosecuzione del corso d'acqua fino al suo tratto finale, si trova un altro attraversamento stradale e uno ferroviario, prima dell'immissione all'interno del fiume Crati.



Figure 11 – Tratto finale del Fosso del Granchio

5. INQUADRAMENTO DEI VINCOLI PRESENTI SUL TERRITORIO

L'area di interesse si trova all'esterno di aree protette da aree SIC o ZPS (Figura 12) e rientrano all'interno della giurisdizione amministrativa del comune di Montalto Uffugo (CS). Tutti gli interventi sono contenuti all'intero dell'area demaniale (Figura 19 e Figura 20) e le porzioni di opere che risultano esterne, sono comunque ricomprese all'interno di un alveo attivo e, quindi, a tutti gli effetti aree demaniali. Dal punto di vista idraulico, i vincoli presenti nell'area sono rappresentati dall'area di attenzione del PAI Calabria e dal Rischio R4 (Figura 13). L'area non risulta poi interessata dal vincolo idrogeologico come evidenziato in Figura 15. Dal punto di vista paesaggistico l'area interessate rientra nel vincolo relativo ai corsi d'acqua (art. 142 comma 1 lettera c) del D.lgs. 42/2004 - R.D. 1775/1933) (Figura 14). Il Fosso del Granchio è definito "Fosso" all'interno del TOMO 1 del Quadro Territoriale Regionale Paesaggistico (QTRP) della Regione Calabria. Infine l'area dell'intervento in progetto è classificata come area di interesse archeologico come indicato nella planimetria dei vincoli (TAV. 1.3).

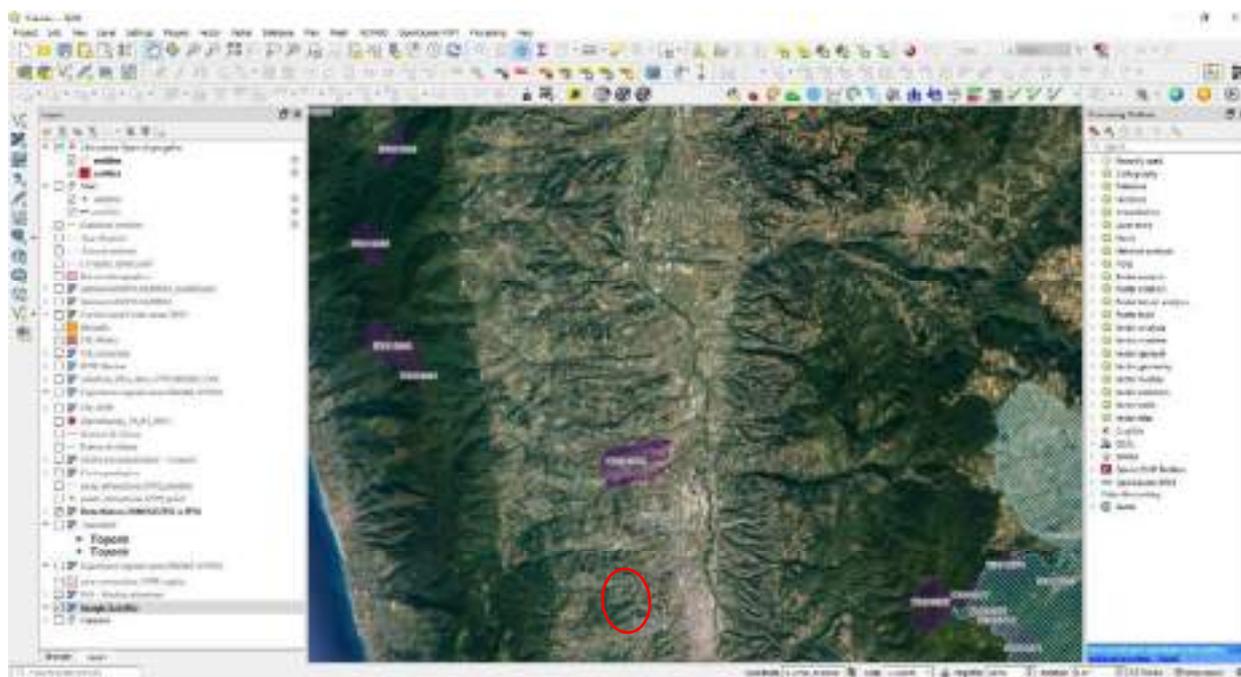


Figura 12 – Estratto aree SIC e ZPS - Fonte PCN

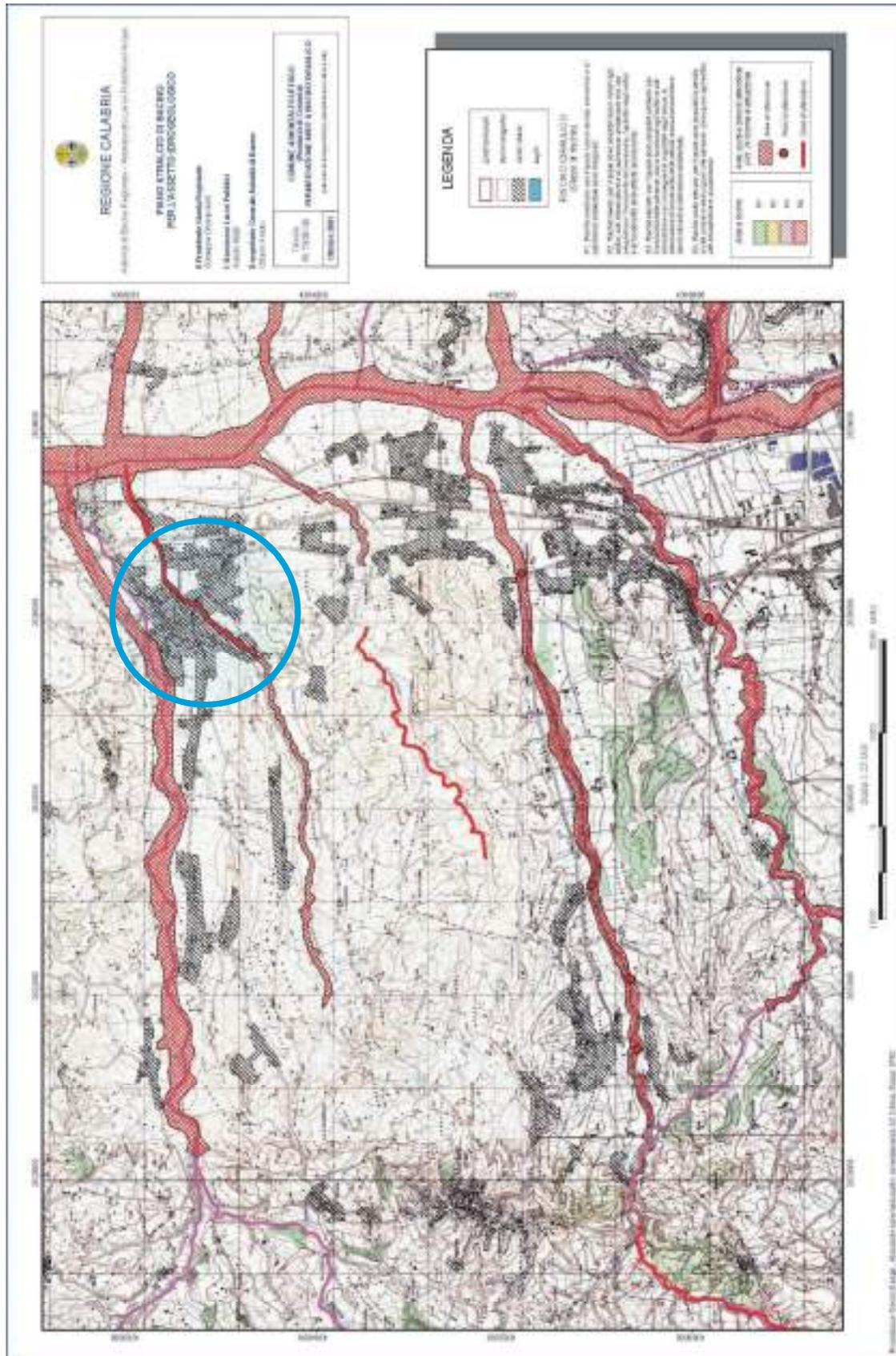


Figura 13 – Piano stralcio per l’assetto idrogeologico



Figura 14 – Vincolo paesaggistico, art. 142 comma 1 lettera c) del D.lgs. 42/2004 - R.D. 1775/1933



Figura 15a – Vincolo idrogeologico - <http://forestazione.regione.calabria.it/webgis/>

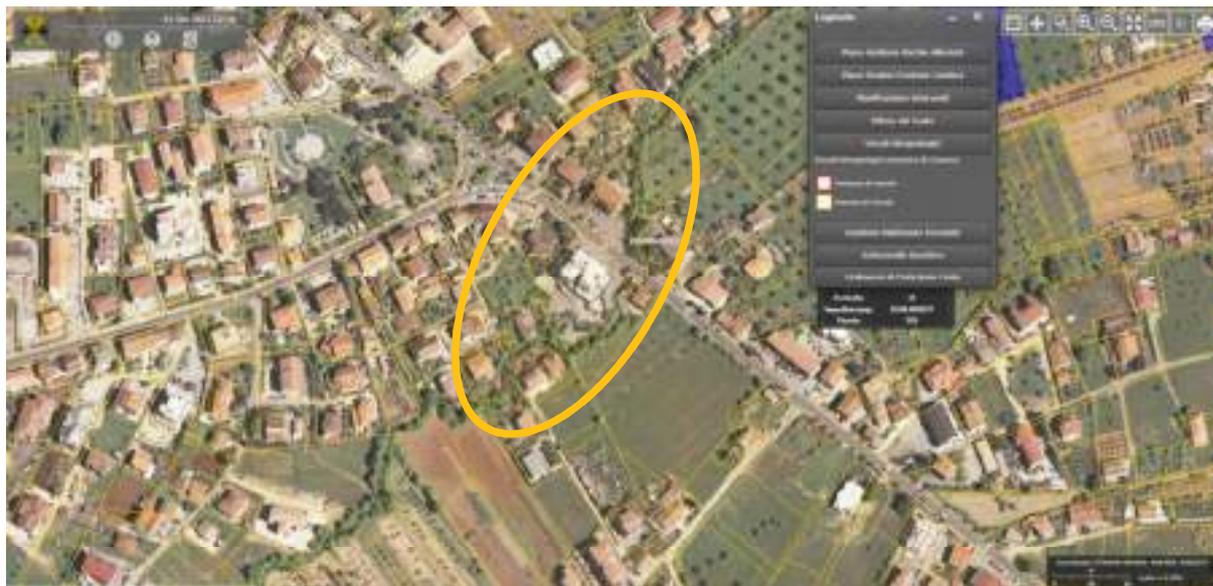


Figura 16b – Vincolo idrogeologico - <http://forestazione.regione.calabria.it/webgis/>



Figura 17 - Planimetria generale catastale - Fogli interessati dall'intervento sono il n. 19 e il n. 7



Figura 18 - Planimetria catastale con particelle- fonte della base cartografica WMS Agenzia delle Entrate



Figura 19 - Ubicazione dell'intervento su planimetria catastale – Tratto di Monte - fonte della base cartografica WMS Agenzia delle Entrate



Figura 20 - Ubicazione dell'intervento su planimetria catastale – Tratto di Valle - fonte della base cartografica WMS Agenzia delle Entrate

6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOTECNICO

L'area oggetto di studio è situata nella media Valle del Crati che costituisce il maggiore bacino sedimentario di origine tettonica dell'intero Arco Calabro-Peloritano. La Valle del Fiume Crati è un bacino estensionale intermontano di età Plio-Olocenica localizzato nel settore settentrionale dell'Arco Calabro Peloritano e delimitato a nord dal gruppo montuoso del Pollino, ad ovest dalla Catena Costiera, con direzione N-S dalla linea di Sangineto alla Valle del Fiume Savuto, mentre ad est è bordata dal Massiccio Silano, orientato N-S, con un'estensione che va dalla Piana di Sibari fino a nord della Stretta di Catanzaro.

L'area di studio è caratterizzata dall'affioramento di una parte della successione marina transizionale del Pleistocene, costituita dal basso verso l'alto da:

- Conglomerati basali che passano a sabbie giallastre con intercalazioni di arenarie grossolane e ghiaie con ciottoli. La porzione sommitale è costituita da sabbie fini passanti a silt-argillosi grigio-bruni (Pleistocene inferiore).

- Argille ed argille siltose grigio-azzurro caratterizzate, nella porzione superiore, da frequenti intercalazioni di argille sabbiose, sabbie ed arenarie debolmente cementate a dimostrazione di un graduale passaggio all'evento regressivo. (Pleistocene inferiore).
- La porzione sommitale, infine, è caratterizzata da litotipi conglomeratico-sabbiosi con intercalazioni di arenarie e lenti di argille siltose grigie. I conglomerati sono caratterizzati da ciottoli eterometrici, talora di dimensione decimetrica, di natura metamorfica, immersi in matrice sabbiosa. (Pleistocene superiore).

6.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area oggetto di studio risulta caratterizzata, dal punto di vista geomorfologico, da un ambiente sub-pianeggiante rappresentato dall'ampia valle alluvionale a direzione N-S riempita prevalentemente dai depositi del Fiume Crati e del Torrente Annea con direzione EW.

I corsi d'acqua presenti presentano regimi di tipo torrentizio tipico delle fiumare Calabresi, caratterizzati da consistenti valori di portata nei periodi autunnali e invernali e fasi di magra nei periodi estivi. La bassa acclività della valle alluvionale principale facilita la deposizione del materiale trasportato dai corsi d'acqua.

La geomorfologia locale è caratterizzata anche dalla presenza di antichi terrazzi fluviali (poco consolidati e facilmente erodibili) che si rinvengono lungo le valli attuali intagliati dall'attività delle aste fluviali.



Figura 21 – Reticolo idrografico (ABR 2001)

6.2 CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE E MODELLO GEOTECNICO

Nell'ambito del presente progetto è stata condotta una campagna di indagini geognostiche illustrate nel dettaglio nell'allegato D a cui si rimanda per completezza di informazioni.

Le informazioni sugli aspetti prettamente tecnici e meccanici sono state rilevate dalla campagna geognostica consistita in:

- N. 3 prove penetrometriche dinamiche super-pesanti (DPSH)
- N. 3 prospezioni geofisiche attive multicomponente
- N. 1 prospezione passiva dei microtremori
- N. 5 misure freaticometriche

Sul sito della prova DPSH n.3, inoltre, sono stati eseguiti due prelievi di materiale di sottosuolo:

- N.1 prelievo di materiale di sottosuolo (tra 0.70 m e 1 m dal p.c.)
- N.1 prelievo di materiale di sottosuolo (tra 2 m e 2.40 m dal p.c.)

Per la caratterizzazione geotecnica dei campioni prelevati sono state condotte le seguenti analisi di laboratorio:

Campione indisturbato (1) prelevato in situ tra 2 m e 2.40 m dal p.c.:

- Definizione delle caratteristiche del campione
- Misura del contenuto d'acqua
- Misura del peso dell'unità di volume
- Misura del peso specifico dei grani
- Analisi granulometrica mediante setacci e/o crivelli per sedimentazione
- Prova di taglio diretto
- Prova di permeabilità

Campione (R1) prelevato in situ tra 0.70 m e 1 m dal p.c.:

- Analisi granulometrica

Caratterizzazione sismica

- Analisi mediante tecnica HVSR
- Analisi della dispersione delle onde di superficie
- Analisi congiunta della componente verticale e radiale
- Determinazione del modello sismo-stratigrafico
- Caratterizzazione normativa

Il modello geotecnico di progetto (rif. All. D), individuato dalla elaborazione dei dati forniti dalle indagini svolte, è sintetizzato nelle tabelle seguenti.

Parametri di resistenza						
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/m ³]					
γ_{sat}	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/m ³]					
ϕ'	Angolo d'attrito interno espresso in [°]					
δ	Angolo d'attrito terra-struttura espresso in [°]					
c'	Coesione espressa in [kPa]					
n°	Descrizione	γ	γ_{sat}	ϕ'	δ	c'
		[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[°]	[kPa]
1	Terreno di RINFIANCO	20.24	22	30	15	0
2	Terreno di FONDAZIONE	19	21	28	26.56	0

Tabella 6.1 – Modello geotecnico – Parametri di resistenza

I parametri geotecnici indicati sono stati utilizzati come valori caratteristici nelle verifiche di progetto, secondo quanto prescritto dalle NTC 2018.

7. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO

Secondo quanto descritto in dettaglio nelle altre relazioni e nelle tavole grafiche del presente progetto la proposta progettuale è stata sviluppata sulla base dell'analisi delle criticità emerse e tenendo conto delle esigenze espresse dall'amministrazione comunale (rif. paragrafo 1), con l'obiettivo di perseguire una mitigazione del rischio idrogeologico e una messa in sicurezza delle sponde del canale compatibilmente con i fondi messi a disposizione.

Nello specifico si è scelto di perseguire l'obiettivo della mitigazione del rischio idraulico e della messa in sicurezza delle sponde del canale mediante la realizzazione di una struttura scatolare aperta in calcestruzzo armato nel tratto immediatamente a monte dell'attraversamento stradale esistente. La scelta dello scatolare in calcestruzzo è stata ritenuta la più affidabile dal punto di vista strutturale e la più percorribile in considerazione degli spazi ristretti in cui si andava ad intervenire. D'altra parte l'intervento in progetto consentirà una più agevole manutenzione del corso d'acqua nei pressi dell'attraversamento, la qual cosa avrà effetti positivi sulla capacità di deflusso del corso d'acqua stesso nel tratto in oggetto.

Come detto in precedenza, il presente progetto definitivo costituisce un aggiornamento rispetto alla versione precedentemente presentata e recepisce le prescrizioni impartite dagli Enti che hanno partecipato alla Conferenza dei servizi. Al fine di consentire l'implementazione di un corridoio ecologico e mantenere uno stato di naturalità esistente, sulla sponda destra idraulica in corrispondenza del parcheggio del condominio, anche al fine di adempiere a quanto prescritto

all'interno del QTRP della Regione Calabria, approvato con D.C.R. n. 134 del 01.08.2016, al Tomo IV, art. 12, con cui, oltre ad indirizzare i comuni nella "rinaturalizzazione ... dei corsi d'acqua e la loro sistemazione a verde nei tratti urbani", fornisce la direttiva che "tutti gli interventi dovranno essere progettati nel rispetto dei principi e dei metodi applicativi elaborati in materia di ingegneria naturalistica", opportunamente richiamato all'interno del parere espresso dal Ministero della cultura- Direzione Generale Archeologia Belle Arti e Paesaggio- Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per la Provincia di Cosenza, è stata elaborata una soluzione progettuale che preveda, in un tratto posto a monte della ex SS19, la presenza di una sezione di deflusso composta, in parte in calcestruzzo armato e in parte in gabbioni con l'aggiunta di talee di vegetazione ripariale di origine locale e inerbimento delle fasce di terreno di riporto con essenze locali.

Un altro elemento aggiuntivo, deciso nelle riunioni citate in premessa, è l'introduzione di una briglia selettiva a monte dell'attraversamento stradale al fine di mitigare il rischio di parziali ostruzioni dell'attraversamento esistente dovuto all'eventuale trasporto di materiale, collocata in una posizione facilmente accessibile per favorire la facilità di manutenzione da parte del Comune.

Come risultato finale delle citate modifiche al progetto originario si avrà, un sistema di protezione dalle ostruzioni dell'attraversamento stradale, un allargamento della sezione per tutto il tratto a monte della briglia, e la sponda destra realizzata in parte con elementi maggiormente integrati nell'ambiente naturale (gabbioni, talee, e tasche vegetative nel muro). Si specifica che l'allargamento della sezione a monte della briglia consente di compensare gli effetti della presenza degli elementi della briglia stessa come evidenziato nello studio idraulico (All. C).

7.1 DESCRIZIONE PLANIMETRICA DEGLI INTERVENTI

Nell'ambito dell'iter progettuale è stato studiato dal punto di vista idraulico un tratto di Fosso del Granchio di una lunghezza complessiva, misurata in asse, pari a circa 300 m. Le opere in progetto sono collocate nel TRATTO 2 per una lunghezza complessiva in asse di 84 m.

SUDDIVISIONE IN 3 TRATTI DA MONTE VERSO VALLE		TIPOLOGIA DI SEZIONE
TRATTO 1	Lunghezza in asse 76 m	Tratto studiato ma nel quale non è previsto alcun intervento nel presente progetto
TRATTO 2	Lunghezza in asse 84 m	<p>Tratto studiato</p> 
TRATTO 3	Lunghezza in asse 42 m	Tratto studiato ma nel quale non è previsto alcun intervento nel presente progetto



Figura 22 – Planimetria di progetto

Come reso evidente dalle immagini il percorso planimetrico del canale risulta piuttosto tortuoso a causa degli edifici presenti. Si intende comunque necessario specificare che non è stato possibile apportare modifiche all'andamento del canale per la presenza di opere preesistenti costituite da edifici privati con le loro pertinenze.

Il tratto 2 costeggia, sul lato di sinistra idraulica, un parcheggio condominiale fino quasi all'immissione dell'attraversamento stradale. Sul lato destro sono presenti invece i gabbioni che partono dall'inizio dell'intervento a monte e arrivano fino alla briglia selettiva che si inserisce prima della curva con la quale ci si raccorda alla sezione del canale esistente.

7.2 DESCRIZIONE DELLE SEZIONI DI PROGETTO

La descrizione grafica delle opere è stata fatta con tre tipologie di sezioni trasversali oltre alla tavola che illustra la briglia selettiva. In Figure 23 si riporta la pianta chiave delle citate sezioni.



Figure 23 – Pianta chiave sezioni tipologiche

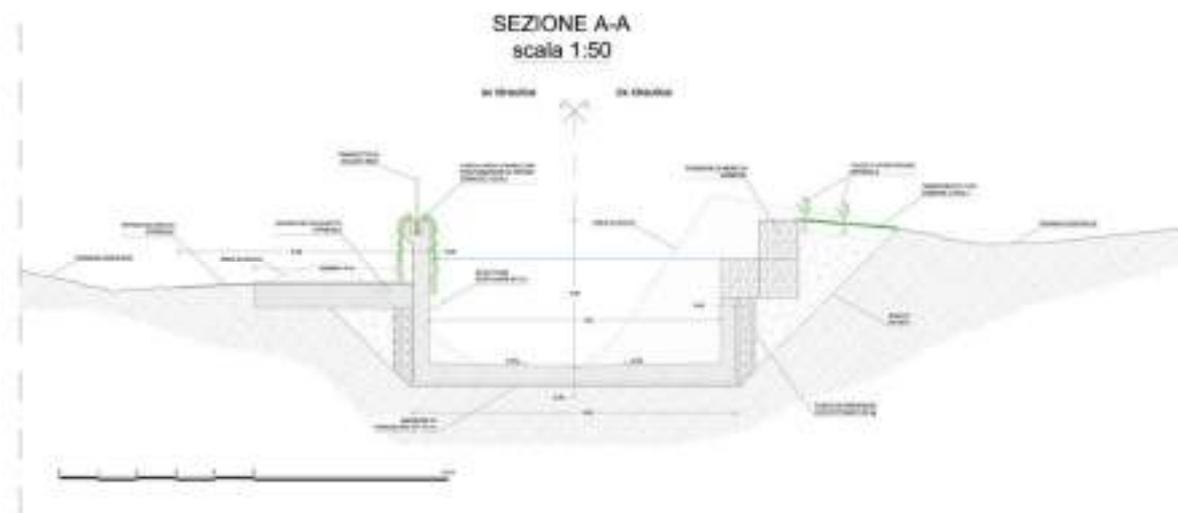


Figura 24 - Sezione di progetto A-A

Per poter realizzare la struttura in calcestruzzo armato si dovrà procedere preventivamente ad uno scavo della sezione per creare lo spazio necessario all'esecuzione delle lavorazioni. Una volta realizzata la struttura si procederà al riempimento del volume a tergo dei muri utilizzando il materiale proveniente dagli scavi. Infatti un importante elemento progettuale è, una volta valutata la compatibilità dei materiali d'alveo, il loro riutilizzo nei riporti a tergo dei muri in calcestruzzo armato. In tal modo si persegue la finalità della minimizzazione dei movimenti di materiale dall'esterno e, conseguentemente, dell'impatto sull'alveo fluviale in termini ambientali. Dal bilancio tra materiale di scavo e materiale da utilizzare risulta comunque una notevole quantità in eccesso che sarà destinata al conferimento a discarica una volta eseguite le dovute analisi chimiche.

La struttura scatolare sarà realizzata al di sotto di un elemento di regolarizzazione del fondo in magrone dello spessore di 10 cm, mentre lo spessore di basamento e pareti dovrà essere di 40 cm. Dai calcoli strutturali eseguiti ne risulta una quantità di acciaio pari a 132 kg per ogni m³ di calcestruzzo.

Il basamento dovrà essere realizzato garantendo una pendenza trasversale minima del 2.7 % verso il centro del canale per evitare i ristagni nei periodi estivi caratterizzati da poco deflusso e alte temperature, durante i quali si possono generare cattivi odori. Lo scatolare nel tratto 2 (Figura 24) sarà caratterizzato da una larghezza interna di 7.5 m e da una altezza interna del muro di sponda in sinistra idraulica pari a 3.80 m, mentre sul lato destro tale altezza sarà raggiunta da una porzione di muro in calcestruzzo di 1.8 m sopra il quale saranno posizionati i gabbioni per un'altezza di 2 m.

Il muro in calcestruzzo sul lato sinistro sarà realizzato con un incavo in sommità che avrà la funzione di vaso per la piantumazione di specie erbacee locali con la finalità di mitigare l'impatto visivo dell'opera in cemento armato.

Sul lato destro invece, oltre ai gabbioni, verranno messe a dimora talee di vegetazione ripariale in modo da favorire la rinaturalizzazione della sponda a seguito dell'intervento.

Sul lato del parcheggio, in seguito allo scavo e al successivo riempimento dovrà essere ripristinato il pacchetto stradale per una fascia di larghezza di circa 4 m, corrispondente ad una superficie interessata di circa 140 m².



Figura 25 - Sezione di progetto B-B

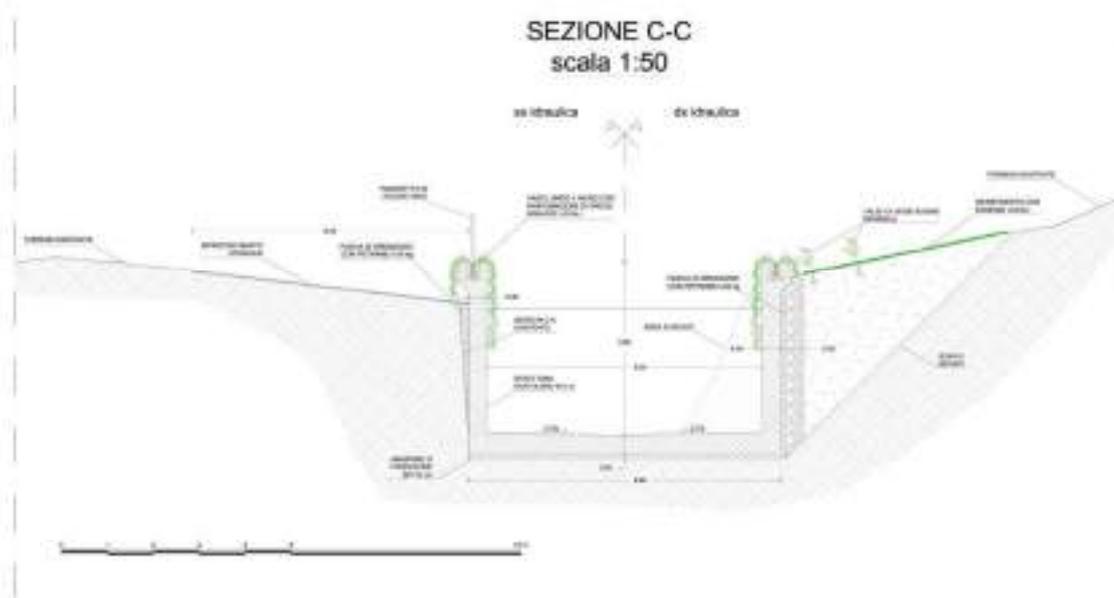


Figura 26- Sezione di progetto C-C

La sezione B-B rappresenta l'opera subito a valle della briglia selettiva ed è situata nella curva, mentre la sezione C-C rappresenta la sezione finale di raccordo all'opera esistente. In questo tratto per ragioni di spazio e di necessità di raccordarsi alle opere esistenti non è stato possibile proseguire con la sponda mista calcestruzzo/gabbioni e il muro in calcestruzzo dovrà essere realizzato per tutta l'altezza su entrambe le sponde. Anche in questo tratto si andranno ad inserire le opere di mitigazione ambientale rappresentate dalle talee di vegetazione ripariale in destra idraulica e le tasche vegetative in sommità del muro su entrambi i lati.



Figura 27 - Sezione in corrispondenza della briglia selettiva



Figure 28 – Vista schematica 3D della briglia selettiva

Come detto in precedenza, il Comune in seguito alle interlocuzioni con gli enti, in sede di conferenza dei servizi, ha richiesto ai progettisti un'integrazione del progetto con alcune prescrizioni, tra cui l'inserimento di una briglia selettiva con la funzione di proteggere l'attraversamento stradale più a valle dall'eventuale ostruzione di materiali trascinati dalla corrente in caso di eventi di piena.

Di concerto con l'amministrazione si è scelto di introdurre una briglia selettiva con elementi snelli costituiti da profilati metallici amovibili e fissati ad una trave trasversale nella parte alta e alla platea di base.

Come evidenziato nelle figure Figura 27 e Figure 28 la trave in sommità dovrà essere realizzata al di sopra del muro in modo da non occupare parte della sezione idraulica disponibile, e dovrà essere sostenuta da una pila centrale per limitare la luce.

La conformazione di briglia a pettine sarà ottenuta con l'introduzione di 5 profilati metallici IPE 300 posti ad interasse di 1,23 m lateralmente e 1.30 m per le due fasce centrali. I profilati saranno posizionati con un'inclinazione di 45° per favorire lo scorrimento verso l'alto e verso il basso del materiale galleggiante trasportato durante la piena, e dovranno essere fissati alla platea di base ed alla trave in alto con un sistema di imbullonatura che consenta lo smontaggio in caso di manutenzione o di altre necessità. La briglia è stata posizionata in una zona accessibile in modo tale da consentire l'intervento dei mezzi del Comune per la manutenzione.

La funzione della briglia selettiva, come si diceva, è quella di limitare il trasporto a valle del materiale flottante proveniente dal bacino idrografico e, quindi, scongiurare il rischio che si depositi all'imbocco del tombino stradale di valle, limitandone la capacità di deflusso.

Durante le piene eccezionali, infatti, la piena trasporto molto materiale solido, sia galleggiante che trasportato sul fondo. La briglia così dimensionata consente al materiale galleggiante, tipo rami di alberi, buste di plastica, etc. di bloccarsi in corrispondenza delle travi in acciaio che, essendo disposte in modo obliquo, consentono al materiale galleggiante di rimanere sulla superficie libera della corrente liquida, evitando di formare dighe temporanee o ostruzioni di parti della sezione che, modificando lo stato di moto della corrente, determinerebbero rischi di allagamento.

Dal punto di vista idrodinamico, invece, la presenza delle travi oblique non determina modifiche nello stato della corrente e, quindi, non influenza negativamente il libero deflusso delle acque.

7.3 PRINCIPALI LAVORAZIONI PREVISTE IN PROGETTO

MOVIMENTI TERRA

- Scavo di pulizia generale eseguito con mezzi meccanici in terreno. Da eseguire su tutto il tratto interessato.
- Scavo a sezione obbligata. Preliminare alla realizzazione delle opere in calcestruzzo.
- Rinterro con materiale di risulta proveniente da scavo. A tergo dei muri in calcestruzzo.

DEMOLIZIONI E CONFERIMENTI A DISCARICA

- Demolizione parziale di fabbricati in muratura. Riguarda la demolizione di parte del muro di contenimento presente a margine della citata area di parcheggio che risulta essere parzialmente danneggiato.
- Disfacimento di pavimentazione in conglomerato bituminoso. Riguarda la demolizione della pavimentazione stradale nella zona di parcheggio interessata dallo scavo e dal rifacimento del manto.
- Trasporto e conferimento a discarica dei materiali non riutilizzabili nell'ambito del cantiere.

STRUTTURE IN CALCESTRUZZO ARMATO

- Fornitura e posa in opera del conglomerato cementizio per opere non strutturali per la realizzazione del magrone di base delle opere.
- Esecuzione delle opere di basamento e muratura in calcestruzzo armato con calcestruzzo per opere strutturali di classe XF1-XF3.

- Casseforme di qualunque tipo rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati, in fondazione ed in elevazione.
- Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio.
- Giunti di ripresa di getto per strutture in calcestruzzo situate in ambienti umidi.

OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA

- Fornitura e posa in opera di gabbioni in rete metallica a doppia torsione specifica per sistemazioni fluviali riempiti con pietrame ne friabile ne gelivo.
- Messa a dimora di talee di ginestra
- Realizzazione di vasi longitudinali in sommità del muro in c.a. e semina di specie erbacee locali

OPERE ACCESSORIE

- Compattazione del piano di posa della fondazione stradale.
- Conglomerato bituminoso per strato di base.
- Conglomerato bituminoso per strato di collegamento (binder).
- Conglomerato bituminoso per strato di usura (tappetino).
- Messa in opera di una tura in terra e di un tubo in Pead del diametro di 1 m per consentire il by-pass dell'acqua del canale durante l'esecuzione dei lavori.

8. VERIFICHE DI STABILITÀ E FUNZIONALITÀ DELLE OPERE IN PROGETTO

Le verifiche strutturali e di stabilità delle opere in progetto sono state condotte secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni vigenti (D.M. 17/01/2018), nel caso di strutture di sostegno analoghe a quelle previste nel presente progetto, le verifiche statiche possono essere effettuate secondo l'Approccio 1 (combinazioni A1+M1+R1 e A1+M2+R2) o con riferimento all'Approccio 2 (con la combinazione unica A1+M1+R3).

Per l'analisi della sezione ad "U" del canale in progetto è stato impiegato un software ad elementi finiti della Aztec Informatica, SCAT 14.0 (vers. 14.02 A), concepito specificatamente per la verifica delle strutture scatolari. Nel caso in esame si è optato per lo schema tipologico predisposto nel software per gli "scatolari tipo vasca", più adatto alla struttura prevista. L'analisi è stata sviluppata secondo i seguenti step:

- Modellazione della struttura e del terreno
- Calcolo della pressione in calotta

- Spinta sui piedritti (Spinta attiva - Metodo di Coulomb, Spinta in presenza di falda, Spinta a Riposo, Spinta in presenza di sisma - Metodo di Mononobe-Okabe)
- Verifica al carico limite
- Strategia di soluzione

Sulla base del modello di sottosuolo descritto nella relazione geologico-geotecnica, sono stati definiti i parametri caratteristici costruendo un opportuno modello geotecnico. Nella costruzione del modello geotecnico di calcolo si è considerato che il profilo del terreno interessato dalla realizzazione delle opere subirà una riprofilatura e un parziale scavo per la realizzazione del manufatto di progetto in conglomerato cementizio armato.

Dato che l'area oggetto dell'intervento ricade in zona sismica si è proceduto all'inquadramento sismico del sito in accordo con le raccomandazioni contenute, per tali siti e per il tipo di opera previsto, nelle NTC di cui al D.M. 17 gennaio 2018 (NTC 2018).

Sulla scorta dei dati di base desunti dalle indagini in sito e in accordo con i criteri di progetto di cui si è detto sopra, sono state condotte le verifiche di sicurezza per le opere previste nel presente progetto definitivo, ottenendo i risultati positivi illustrati nel dettaglio nella relazione tecnica (All. G) e nella relativa Appendice 1 (tabulati di calcolo).

Le verifiche geotecniche e strutturali del canale in conglomerato cementizio armato (classe C32/40, $R_{ck}=40$ MPa) sono state effettuate mediante l'impiego di un modello di calcolo FEM che considera l'interazione tra struttura e terreno di fondazione (SCAT 14.0 della Aztec Informatica). Il calcolo è stato svolto distintamente per i due casi elencati sotto:

- CASO 1 - Larghezza complessiva $B=6.8$ m (larghezza interna canale 6.0 m);
- CASO 2 - Larghezza complessiva $B=8.3$ m (larghezza interna canale 7.5 m);

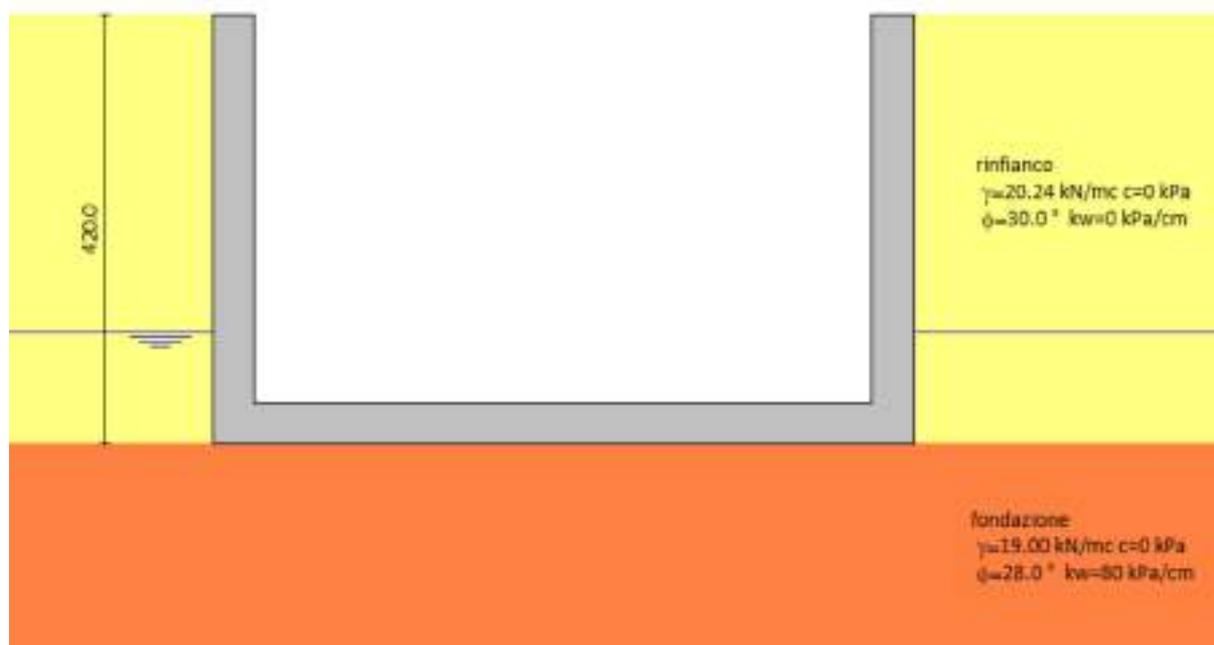


Figura 29 – Modello di calcolo CASO 1 (analisi statiche e sismiche di lungo termine)



Figure 30 – Modello di calcolo CASO 2 (analisi statiche e sismiche di lungo termine)

La condizione di carico corrispondente al canale pieno d'acqua è rappresentata dall'applicazione della pressione sulle pareti e sul fondo secondo le due distinte condizioni 7 e 8 denominate rispettivamente P_w e U_w sia per il CASO 1 che 2. La spinta sulle pareti e la sottospinta agente sul fondo dovute alla falda esterna sono valutate in automatico dal software. Nelle verifiche di progetto

è stata introdotta anche una condizione legata al sovraccarico (carico variabile uniformemente distribuito q) agente dietro i muri di sostegno delle terre.

Nelle varie verifiche sono state adottate le seguenti configurazioni relativamente alla posizione del livello idrico interno (H_{wi}) ed esterno (H_{we}) al canale:

- condizioni statiche (quote rispetto al piano di fondazione, m p.f.)
 1. Falda esterna $H_{we}=+1.1$ m p.f. e canale vuoto
 2. Falda esterna $H_{we}=+1.1$ m p.f. e canale pieno ($H_{wi}=+4.2$ m p.f.)
 3. Falda esterna assente e canale pieno ($H_{wi}=+4.2$ m p.f.)
- condizioni sismiche (quote rispetto al piano di fondazione, m p.f.)
 4. Falda esterna $H_{we}=+0.3$ m p.f. e canale vuoto
 5. Falda esterna $H_{we}=+0.3$ m p.f. e canale pieno ($H_{wi}=+4.2$ m p.f.)
 6. Falda esterna assente e canale pieno ($H_{wi}=+4.2$ m p.f.)

In tutti gli scenari, le verifiche sono state effettuate per combinazioni di carico, e i risultati ottenuti sono positivi e in accordo con le prescrizioni delle NTC 2018.

9. STUDIO IDROLOGICO

Lo studio idrologico è finalizzato alla definizione delle caratteristiche idrologiche del bacino sotteso al Fosso Del Granchio, per quanto concerne il tratto urbano della frazione Taverna del Comune di Montalto Uffugo, in provincia di Cosenza.

Gli studi sono stati redatti secondo quanto prescritto dalle "LINEE GUIDA SULLE VERIFICHE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DELLE INFRASTRUTTURE INTERFERENTI CON I CORSI D'ACQUA, SUGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE, SULLE PROCEDURE PER LA CLASSIFICAZIONE DELLE AREE D'ATTENZIONE E L'AGGIORNAMENTO DELLE AREE A RISCHIO INONDAZIONE" approvate dal Comitato Istituzionale dell'ABR della Regione Calabria - seduta del 31.07.2002 e tutt'ora vigenti.

Sono state determinate le caratteristiche pluviometriche del bacino imbrifero sotteso, determinando le curve di possibilità pluviometrica per i tempi di ritorno di 5,10,25,50, 200 e 500 anni e le conseguenti portate che defluiscono attraverso il corso d'acqua.

A tal fine, quindi, si è proceduto a schematizzare il problema come segue:

- 1) È stato tracciato il bacino imbrifero, chiuso in una sezione a valle del tratto interessato dall'intervento;
- 2) È stata eseguita un'analisi pluviometrica del bacino imbrifero;

- 3) Sono state determinate le caratteristiche morfometriche del bacino;
- 4) È stata calcolata la portata del corso d'acqua, per i tempi di ritorno prima definiti, attraverso il modello SCS-CN;

Le caratteristiche pluviometriche dell'area sono state determinate utilizzando la metodologia VAPI.

Le analisi morfologiche dei bacini idrografici si sono avvalse dei preziosi contributi dei database del Portale Cartografico Nazionale e del Portale Cartografico regionale della Regione Calabria, attraverso i servizi WMS e WCS, oltre con gli shape-files e i raster frutto di studi scientifici, rilasciati dall'Autorità di Bacino Regionale della Regione Calabria e dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

Una volta completata l'elaborazione dei dati morfologici e pluviometrici si sono costruiti gli idrogrammi di piena, per consentire una compiuta conoscenza dell'evoluzione della portata nel tempo, e da questi si è ricavato il valore della portata al colmo per ciascun tempo di ritorno, come riportato in Tabella 9.1. La portata di riferimento per il progetto delle opere è stata quella relativa ad eventi con tempo di ritorno pari a 200 anni.

Tabella 9.1 - Andamento delle caratteristiche delle portate per i vari tempi di ritorno

Nome	Tipo	Pluviogramma	Interv. di calcolo (ore)	Orizz. (m/s)	Istante pizzo (ore)	Coeff. deflusso	Coeff. udem. (m/s/freq.)
Idrogramma SCS TR 2	Idrogramma SCS	Pluviogramma TR 2	5	8.3	2.833	0.32	1.88
Idrogramma SCS TR 5	Idrogramma SCS	Pluviogramma TR 5	5	13.5	2.833	0.39	3.06
Idrogramma SCS TR 10	Idrogramma SCS	Pluviogramma TR 10	5	17.9	2.750	0.44	4.68
Idrogramma SCS TR 25	Idrogramma SCS	Pluviogramma TR 25	5	24.9	2.750	0.49	5.66
Idrogramma SCS TR 50	Idrogramma SCS	Pluviogramma TR 50	5	30.7	2.750	0.53	5.99
Idrogramma SCS TR 200	Idrogramma SCS	Pluviogramma TR 200	5	44.1	2.750	0.59	10.01
Idrogramma SCS TR 500	Idrogramma SCS	Pluviogramma TR 500	5	53.5	2.750	0.62	12.16

10. MODELLO IDRAULICO

Nell'ambito dell'individuazione degli interventi si è provveduto in prima battuta ad eseguire una modellazione idraulica del tratto di corso d'acqua interessato dall'intervento, utilizzando il noto software Hec-Ras (River Analysis System) sviluppato dall'U.S. Army Corps of Engineers - Hydrologic Engineering Center, finalizzato alla definizione delle condizioni di deflusso nella configurazione attuale in modo da individuare le criticità idrauliche. Lo studio idraulico è stato condotto per portate con tempi di ritorno 5, 10, 25, 50, 100, 200 e 500 anni, ricavati come descritto nella relazione idrologica (All. B).

Una volta individuato il tratto e la tipologia di intervento secondo quanto descritto nei paragrafi precedenti si è provveduto a verificare il comportamento delle opere in progetto dal punto di vista

idraulico. La portata di riferimento utilizzata, come richiesto dalla normativa PAI, è quella relativa ad eventi di piena con tempo di ritorno pari a 200 anni.

La modellazione idraulica è stata condotta implementando sull'interfaccia GIS (RAS Mapper) di Hec-Ras il modello digitale del terreno della zona di interesse ottenuto dall'integrazione del modello "Lidar" (dati Ministero dell'ambiente) con il rilievo puntuale eseguito ad hoc (Rif. Tav. 03)

In seguito alla definizione preliminare delle opere si è provveduto ad alcune reiterazioni della simulazione idraulica in modo da affinare il posizionamento altimetrico e planimetrico delle opere stesse.

Per quanto riguarda le verifiche idrauliche è stato seguito un approccio che tenesse conto delle esigenze immediate e dei possibili sviluppi futuri.

Come già sottolineato in precedenza l'area si trova in una zona estremamente antropizzata, caratterizzata dalla presenza di muri di contenimento, parcheggi di grandi condomini, manufatti che hanno i muri in alveo e, soprattutto, un sottopasso della S.S.19 che consente il deflusso delle acque sotto l'arteria stradale.

Questo sottopasso, però, rappresenta una singolarità idraulicamente negativa in quanto le portate con tempo di ritorno 200 anni riescono a transitare solo con il formarsi di un importante rigurgito che condiziona la sezione liquida per diverse decine di metri a monte.

I progettisti hanno in ogni caso progettato le opere come se ci fosse il raddoppio del sottopasso, in modo tale da avere già un'opera in grado di fare defluire le portate per la piena dei 200 anni e con il rispetto dei franchi idraulici. Ed in questa fase è stata verificata la condizione progettuale (in assenza di raddoppio) ed è stato osservato che anche in questa configurazione vi sono miglioramenti rispetto alla condizione attuale.

Come sarà possibile osservare, le sezioni di progetto garantiscono un deciso miglioramento della sicurezza idraulica dell'area, limitando a poche sezioni prossime al sottopasso, l'insufficienza rispetto alle portate duecentennali.

La soluzione qui presentata e verificata, comunque, consente una decisa mitigazione degli effetti di piene catastrofiche.

Descrizione della modellazione idraulica

Il reticolo idrografico oggetto di studio è stato studiato nella capacità di risposta alle sollecitazioni derivanti dagli eventi di piena utilizzando il modello matematico "HEC RAS", applicato per lo scopo in tutto il mondo è sviluppato dall'US Army corps of Engineers, utilizzando l'approccio in moto permanente monodimensionale.

Nel caso della modellazione monodimensionale in moto permanente per completare correttamente la verifica idraulica, il codice di calcolo necessita l'inserimento di alcuni dati di seguito descritti:

- definizione della geometria delle sezioni;
- definizione della resistenza al moto;
- definizione delle portate di calcolo;
- definizione delle condizioni al contorno idrauliche;

Una volta definite queste grandezze si passa all'elaborazione numerica che prevede:

1. determinazione delle altezze idrometriche;
2. determinazione dei parametri derivati (velocità, tensione tangenziale, etc.);

La definizione della geometria della sezione prevede il rilievo delle sezioni di deflusso e delle aree immediatamente adiacenti ad esse, in modo da poter valutare le effettive aree potenzialmente allagabili in caso di eventi di piena. Il tratto oggetto di studio è stato rilevato nel dettaglio, individuando la forma delle sezioni trasversali e la forma delle opere presenti. Nella successiva *Figura 31*, sono riportati i punti rilevati, sovrapposti alle ortofoto Google, mentre in *Figura 32* sono riportate le sezioni di calcolo idraulico. In tutto sono state riprodotte 32 sezioni trasversali oltre a 8 sezioni che si riferiscono alle opere interferenti con il corso d'acqua.



Figura 31 - Punti di rilievo

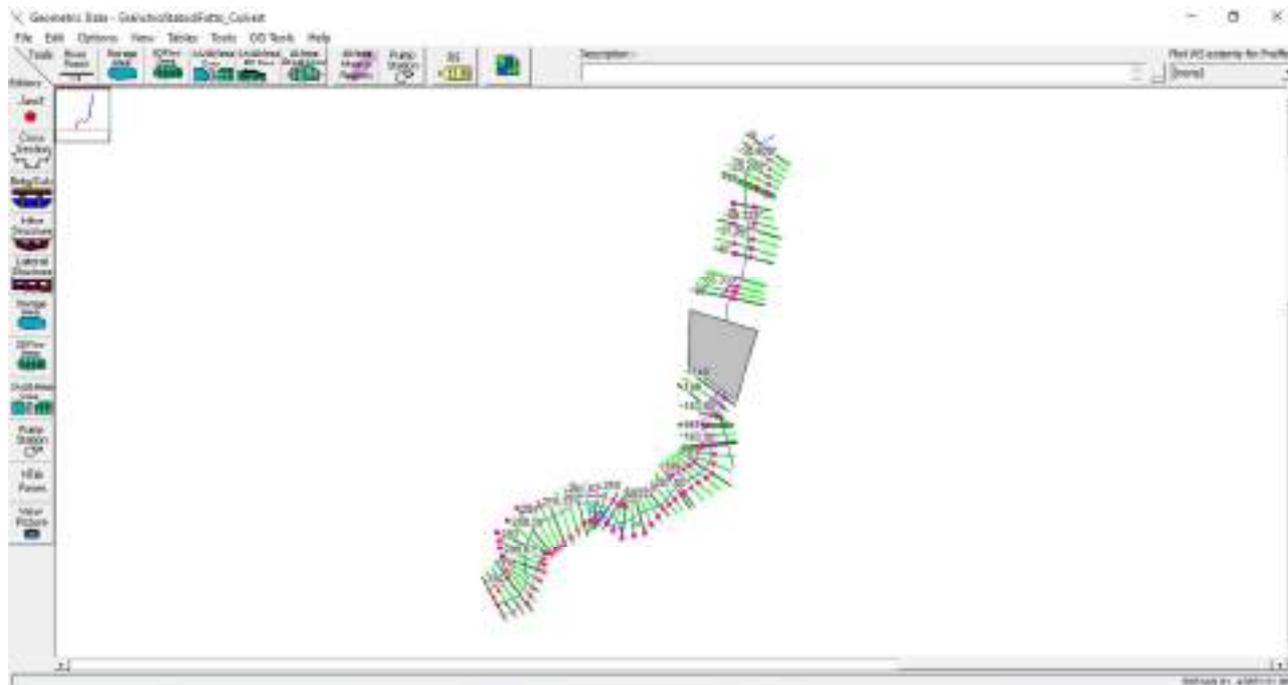


Figura 32 - Sezioni di calcolo idraulico

Come detto in precedenza la portata di calcolo, utilizzata ai fini della verifica idraulica corrisponde al tempo di ritorno di 200 anni, mentre per quanto riguarda le condizioni al contorno idrauliche è stata considerata l'altezza di moto uniforme sia a monte che a valle, è stata posta la condizione di altezza critica.

Risultati della modellazione idraulica

Come anticipato precedentemente, al fine di poter definire correttamente la soluzione progettuale la modellazione nello stato di progetto ha riguardato due condizioni:

- 1) Condizione 1: Il sottopasso della S.S. 19 non viene modificato;
- 2) Condizione 2: il sottopasso della S.S. 19 viene ampliato.

L'estrema situazione di antropizzazione che caratterizza il tratto oggetto di interesse non consente di poter intervenire in modo esaustivo per la messa in sicurezza secondo le prescrizioni del PAI ma è stato possibile trovare una configurazione progettuale che potesse massimizzare l'efficacia dell'intervento.

Si sono, quindi, configurate le sezioni di progetto in modo che, una volta completato con un successivo finanziamento il raddoppio del sottopasso, queste sezioni saranno in grado di contenere efficacemente tutta la portata con tempo di ritorno 200 anni, anche se non in tutte le sezioni sarà possibile raggiungere la condizione di sicurezza idraulica definita dal PAI Calabria.

Una volta determinata la dimensioni delle sezioni, si è proceduto a verificarle in modo da poter valutare l'efficacia idraulica nel caso in cui, come previsto in questo progetto, non sia effettuato il

raddoppio del sottopasso. La configurazione progettuale precedentemente descritta, quindi, consente di raggiungere gli obiettivi prima descritti. La nuova canna del sottopasso dovrà essere a sezione rettangolare e di dimensioni $B=3$ m e $H=2.6$ m, in modo che la quota massima sia uguale alla quota del sottopasso attuale; una volta che sarà anche raddoppiato il sottopasso tutta la portata con tempo di ritorno 200 anni potrà transitare senza esondare.

Queste sezioni, quindi, sono state verificate nella condizione prevista da questo progetto, dove il sottopasso della S.S.19 non è raddoppiato e, quindi, permangono le condizioni di rigurgito attuali.

In questa condizione, come evidenziato dal profilo dai successivi grafici riportati nella relazione idraulica (All. C), la modellazione evidenzia che le sezioni immediatamente a monte del sottopasso saranno interessate da esondazione in sinistra idraulica. Procedendo verso monte, invece, per tutta l'area del parcheggio le sezioni contengono tutta la portata duecentennale defluente, anche se non sono garantite le condizioni di sicurezza imposte dal PAI.

Nelle allegate sezioni di progetto sarà possibile apprezzare la quota di massima piena rispetto alle sezioni di progetto.

La presenza della briglia selettiva, come si diceva in precedenza, non determina aggravii nella condizione di deflusso della piena. Nella successiva Figure 33, infatti, è evidenziato il confronto fra il profilo di piena TR200 in presenza e assenza di briglia selettiva. Come si può osservare, la presenza della briglia induce una modifica nella superficie libera non apprezzabile, nel senso che la variazione di tirante è pari mediamente a meno di 5 cm che rappresenta un valore estremamente trascurabile rispetto a tiranti di oltre 3.5 m (meno del 2%).

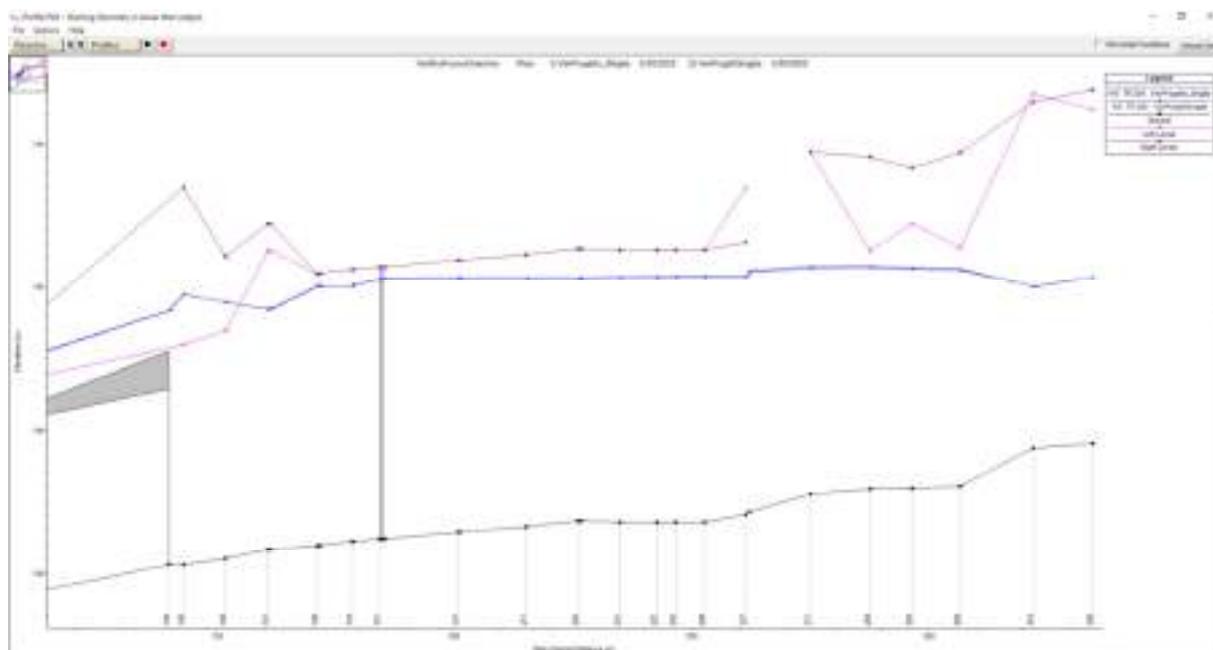


Figure 33 - Profilo a monte della briglia selettiva

10.1 AREE DI ALLAGAMENTO NELLA CONDIZIONE ATTUALE E NELLO STATO DI PROGETTO

Si riportano nel seguito le figure che mettono in evidenza i miglioramenti ottenibili con l'intervento in progetto in termini di allagamento delle aree limitrofe al corso d'acqua nel caso di eventi di piena eccezionali per un tempo di ritorno pari a 200 anni. Come si può vedere dalle immagini (*Figura 36*) nel tratto di intervento la piena è contenuta all'interno dell'alveo, mentre gli allagamenti permangono nei tratti che sono esterni rispetto al tratto interessato dal presente progetto.