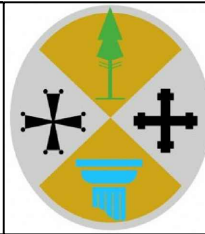




CITTÀ METROPOLITANA DI REGGIO CALABRIA



Intervento di sistemazione idraulica per la messa in sicurezza della Fiumara Armo nel Comune di Reggio Calabria” Codice Rendis 18IR003/G4 – CUP: J35J1900018001 - CIG: 876826592C

PROGETTO DEFINITIVO

Il R.U.P.
Geom. Saverio Calafiore

Il Progettista
Ing. Pasquale Penna



TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE TECNICA GENERALE

ELABORATO N°:

D.GEN.EG.01.RE.02.A

SIGLA			
REVISIONE	N	DATA	DESCRIZIONE
	A	A	Revisione
	B	B	Revisione
	C	C	Revisione
	D	D	Revisione

NOME FILE:

D.GEN.EG.01.RE.02.A

DATA:

Dicembre 2021

SCALA:

SOMMARIO

1.	PREMESSA	1
2.	ANALISI DELLO STATO DI FATTO	6
3.	CRITERI UTILIZZATI PER LE SCELTE PROGETTUALI.....	7
3.1	OPERE DA REALIZZARE	8
3.1.1	OPERE 1° INTERVENTO ARMO ALTO	8
3.1.2	OPERE 2° INTERVENTO ARMO BASSO	9
4.	ASPETTI DELL'INSERIMENTO DELL'INTERVENTO SUL TERRITORIO	10
4.1	CONTESTO TERRITORIALE DELL'INTERVENTO RILEVATO DAL PAI.....	10
4.2	CONTESTO AMBIENTALE.....	12
4.3	MISURE ATTE A RIDURRE O COMPENSARE GLI EFFETTI DELL'INTERVENTO SULL'AMBIENTE	13
5.	FASI LAVORATIVE.....	14
6.	CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI E DESCRITTIVE DEI MATERIALI PRESCELTI.....	15
7.	GEOLOGIA.....	17
7.1	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE AREA 1° INTERVENBTO.....	17
7.2	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE AREA 2° INTERVENBTO.....	18
8.	GEOTECNICA.....	18
8.1	PROVE MASW	19
8.1.1	INTERPRETAZIONE PROVE MASW	19
8.2	PROVE PENETROMETRICHE DSPH	20
8.2.1	INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DSPH	21
9.	RILIEVI.....	23
10.	IDROLOGIA.....	23
11.	OPERE STRUTTURALI NORME GENERALI.....	24

11.1. INTERVENTI IN ALVEO	24
12. SICUREZZA	26
13. GESTIONE DELLE MATERIE	28
14. INTERFERENZE	30
15. CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI	34
16. IMPORTO PROGETTO	34

1. PREMESSA

La presente Relazione Generale è parte integrante dei Servizi tecnici di Progettazione definitiva, per l'interventi di **"SISTEMAZIONE IDRAULICA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELLA FIUMARA ARMO NEL COMUNE DI REGGIO CALABRIA" CODICE RENDIS 18IR003/G4 – CUP: J35J1900018001 - CIG: 876826592C**.

Le attività di indagine svolte preliminarmente per la progettazione definitiva, si sono rese necessarie per accertare ed approfondire le problematiche individuate nel progetto preliminare redatto dalla Città Mteropolitana di Reggio Calabria Settore 14. Per determinare le metodologie di intervento, occorre individuare le cause, analizzando i processi evolutivi sul tratto di fiumara assegnata. Sulla base dello studio idrologico- idraulico e delle successive valutazioni e analisi delle fenomenologie presenti nel corso d'acqua, è stata determinata la priorità degli interventi da effettuare coniugando gli obiettivi di messa in sicurezza e ripristino della funzionalità idraulica del torrente e di ottimizzazione delle effettive risorse disponibili.

In primo luogo è stato eseguito un rilievo piano - altimetrico dell'asta fluviale, proseguendo con successivi ed approfonditi sopralluoghi nelle zone di particolare attenzione. Il rilievo topografico, ha permesso di ricostruire i profili altimetrici dell'asta e delle sponde, mettendo in risalto le zone di accumulo ed incisione dell'alveo, nonché di evidenziare le criticità relative all'assenza di opere di arginatura.

Procedendo da monte verso valle e precisamente dalla sezione n. 20 alla sez. 1, tratto alto, e dalla sezione 11 alla sezione 4 tratto basso, si sono effettuate ricognizioni per accertare la presenza e lo stato di conservazione delle opere e le caratteristiche geometriche delle stesse, lo stato dell'alveo (dal punto di vista geometrico ed ambientale) oltre alle interazioni delle infrastrutture con la Fiumara (strade e viadotti).

Da un punto di vista idraulico, la presenza della viabilità ricavata in alveo (tratto basso), la presenza di un attraversamento della fiumara con opere d'arte insufficienti a garantire il regolare deflusso (tratto alto), unitamente all'accumulo di materiale detritico dovuto all'assenza di manutenzione straordinaria, ha ridotto la capacità di deflusso idraulico, avvalorando le indicazioni del PAI, che ha classificato l'area in zona a rischio R4.



Foto 1 – Attraversamento alveo esistente tratto alto



Foto 2 – Viabilità in alveo tratto basso

Inoltre, la presenza di attività e di abitazioni a ridosso dell’asta principale, ha indirizzato le scelte progettuali verso la messa in sicurezza del tronco fluviale di interesse.

La progettazione definitiva è stata suddivisa in due aree di intervento. Il **1° Intervento** riguarda la sistemazione idraulica del tratto compreso tra la quota +71.78, dove è presente l’attraversamento stradale che collega la strada comunale Via Fiumara con la Contrada di Aretina, e la quota +86,27 coincidente con la sezione n. 15 di fine intervento (V. Fig. 1). Il **2° Intervento** riguarda la sistemazione idraulica del tratto compreso tra la tombinatura esistente che attraversa la pista dell’aeroporto Tito Minniti e il Ponte della SS 106 (V. Fig. 2).



Fig. 1 –Sistemazione area I° Intervento



Fig. 2 – Sistemazione area II° Intervento

Dal punto di vista cartografico l'area é rappresentata sulla cartografia I.G.M.I serie 25 scala 1:25.000 nel Foglio 602 – sez. III -Motta San Giovanni e in piccola parte sul Foglio 601 - sez. II - Pellarò (non disponibile). L'area, riportata anche sulle cartografie tecniche regionali (Elemento N°602093 e, per una piccola porzione, nell'elemento N°601122 in scala 1:5.000) e sulle più recenti foto-aeree (v. Fig.3 e Fig 4).

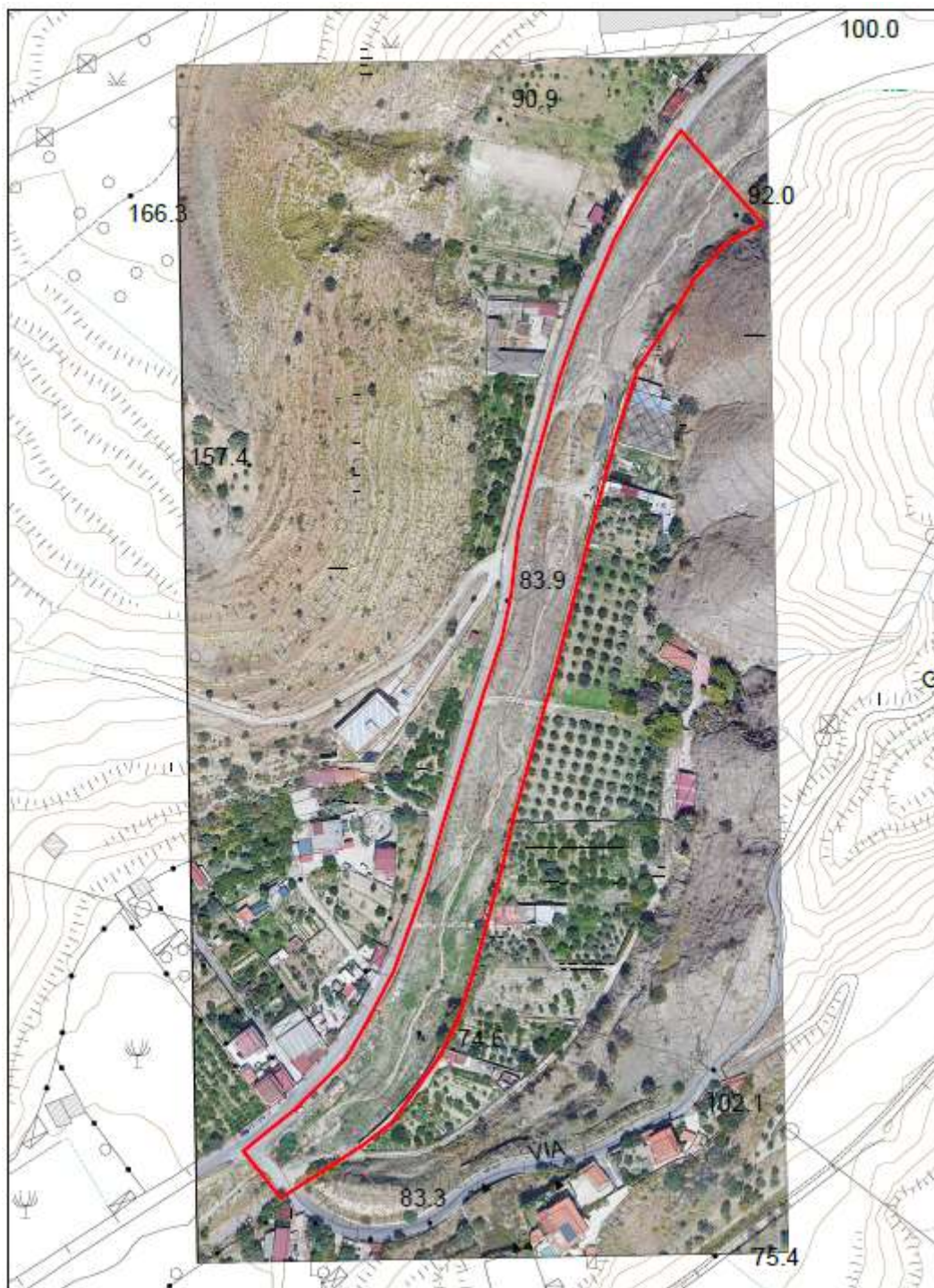


Fig. 3 – Vista aerea dell'area del 1° Intervento



Fig. 4 – Vista aerea dell'area del 2° Intervento

In particolare, come detto in precedenza, il progetto si svilupperà su due aree differenti, di cui verranno descritte brevemente le caratteristiche.

- **Intervento 1 – Sistemazione idraulica tratto a monte.** Si colloca ad una quota compresa tra +71.78, dove è presente l'attraversamento a raso che collega la strada comunale con la Contrada di Aretina, e la quota +86,27. Gli interventi riguardano, la costruzione di un nuovo attraversamento, in calcestruzzo armato, che avrà la forma geometrica di uno scatolare (sez. 2), le cui dimensioni sono riportate negli elaborati grafici di progetto, la scolmatura del materiale presente all'interno dell'alveo fino alla quota di progetto (dalla sez. 2 alla sez. 15), la realizzazione di nuove arginature in calcestruzzo armato, in sinistra e destra idraulica, al fine di contenere le portate di piena calcolate con periodo di ritorno di 200 anni e la realizzazione, tra le sezioni a maggior velocità di deflusso, di opere di stabilizzazione del fondo alveo con elementi trasversali (v. Fig. 5). Le coordinate geografiche (WGS 84) dei punti centrali dell'area interessata risultano essere: *Latitudine 38.0683°N; Longitudine 15.6731°E.*

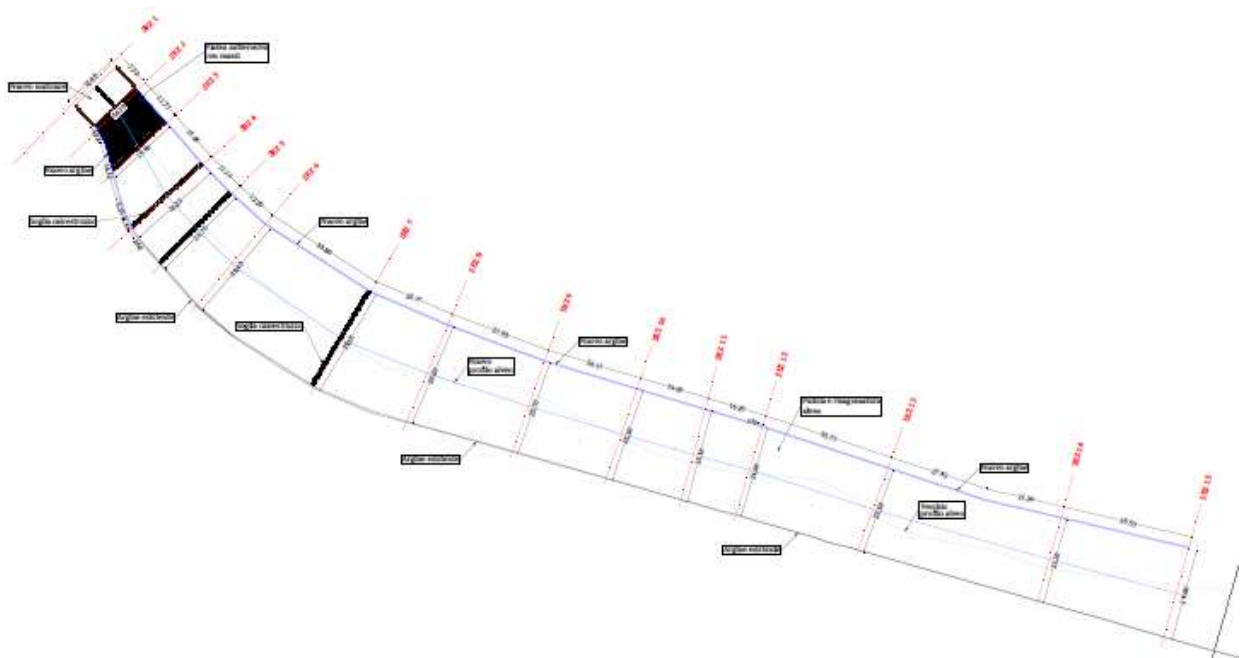


Fig. 5 - Planimetri ubicazione interventi. **1° Intervento**

Intervento 2 – Sistemazione idraulica tratto a valle. Si colloca tra la tombinatura esistente che attraversa la pista dell'aeroporto Tito Minniti e il Ponte della SS 106. Sul secondo tronco di alveo, saranno realizzati interventi di risagomatura delle sezioni di deflusso (dalla sez. 4 – alla sez. 11), la chiusura di varchi esistenti attraverso la costruzione di nuovi argini, in sinistra e destra idraulica (v. Fig. 6). Le coordinate geografiche (WGS 84) dei punti centrali dell'area interessata risultano essere: *Latitudine 38.0631° N; Longitudine 15.6613° E.*

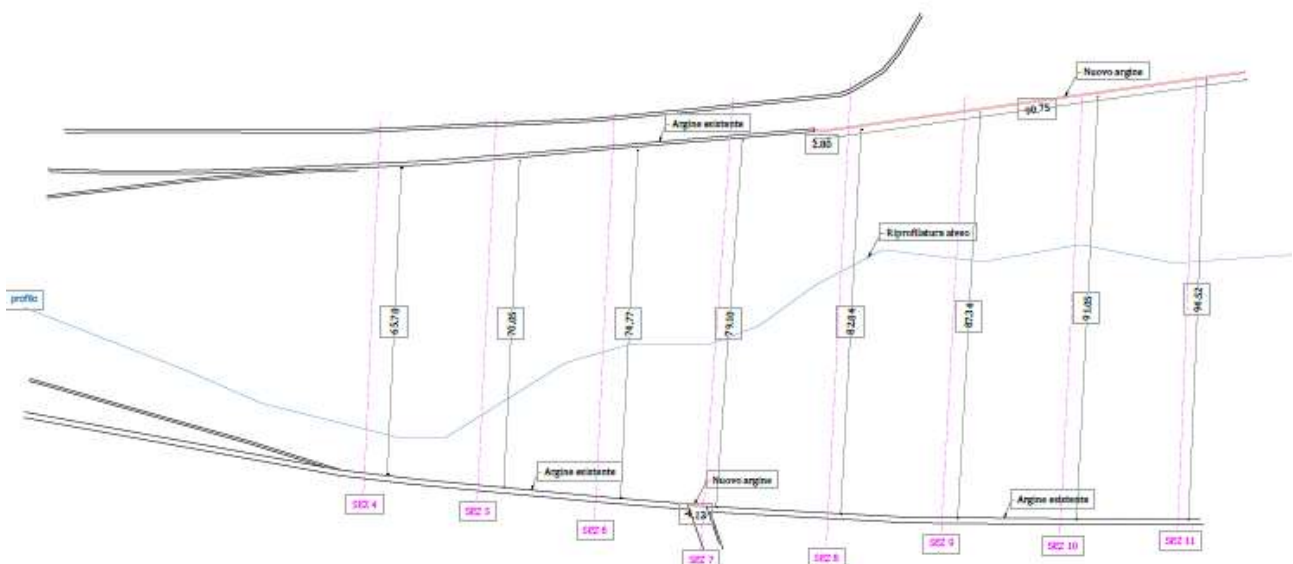


Fig. 6 - Planimetria ubicazione interventi. **2° Intervento**

2. ANALISI DELLO STATO DI FATTO

Il territorio della Città Metropolitana di Reggio Calabria è stato interessato, a più riprese, da eventi atmosferici a carattere alluvionale che hanno prodotto ingenti danni con esondazioni di torrenti e notevoli dissesti di opere idrauliche ed alla viabilità.

Negli ultimi anni le problematiche legate alla gestione delle acque sono diventate di forte attualità: le alluvioni, i dissesti idrogeologici e le ripercussioni che le variazioni climatiche hanno avuto sull'idrodinamica dei torrenti e, in particolare, delle fiumare che interessano il territorio comunale rappresentano oggi argomenti di notevole rilevanza sociale oltre che tecnica.

Il rischio idrogeologico è stato fortemente condizionato dall'azione dell'uomo e dalle continue modifiche del territorio che hanno, da un lato, incrementato la possibilità di accadimento di fenomeni alluvionali e, dall'altro, aumentato la presenza di beni e di persone nelle zone dove tali eventi possono verificarsi. L'occupazione di zone di pertinenza fluviale, il prelievo abusivo di inerti dagli alvei fluviali, la mancata manutenzione dei corsi d'acqua, hanno sicuramente aggravato il dissesto e messo ulteriormente in evidenza la vulnerabilità del territorio da essi interessato.

Le maggiori difficoltà da affrontare nella fase progettuale risiede, pertanto, nella scelta di soluzioni progettuali, da intendersi come quelle che meglio danno risposte agli obiettivi prefissati, derivanti anche dalle necessità delle comunità locali, nel rispetto dei vincoli economici, ambientali, territoriali, infrastrutturali (opere esistenti) e di altra natura che, sovente, ostacolano l'attività progettuale creando, a volte, problematiche di non facile soluzione.

Notevole importanza rivestono gli aspetti relativi all'interazione della corrente idrica con le opere presenti in alveo a causa, a volte, delle ridotte luci disponibili per il passaggio delle portate idrauliche. Il fenomeno più rilevante è rappresentato dall'aumento del tirante idrico a monte delle stesse: le portate connesse a tempi di ritorno elevati possono provocare, infatti, sopralzi notevoli in relazione al restringimento della sezione e alle condizioni di deflusso che si instaurano. Inoltre la dipendenza del rigurgito a monte di tali restringimenti deve indurre a considerare ulteriori possibili riduzioni della sezione di deflusso dovuti a:

- ostruzione parziale delle luci esistenti, fenomeno molto probabile a causa del trasporto di materiale galleggiante di varia natura (detriti, tronchi, ecc.);
- al fatto che la direzione della corrente non sia normale alle opere presenti in alveo ma abbia un angolo di incidenza molto diverso da zero, ad esempio, a causa di un'esondazione verificatasi a monte che ha creato un nuovo percorso fuori dall'alveo per la corrente di piena.

Le proposte progettuali contenute nel preliminare e consistenti in:

- individuazione ed eliminazione di discariche abusive presenti in alveo;
- costruzione di nuovi tratti di muro d'argine per far defluire in sicurezza le portate idrauliche in alveo;
- pulizia e risagomatura dell'alveo della fiumara mediante l'eliminazione di eventuali rilevati di materiali di deposito ed ampliamento della sezione di deflusso;

- chiusura di eventuali varchi presenti all'interno dell'alveo;

miglioreranno, sicuramente, le condizioni di deflusso delle portate idrauliche nelle zone in cui si procederà all'adeguamento delle sezioni d'alveo.

Il bacino imbrifero della Fiumara Armo è interamente compreso nel territorio del Comune di Reggio Calabria, tra il bacino del Torrente Menga (nella zona in prossimità della foce) e della Fiumara S. Agata (nella parte più alta), a Nord, ed il bacino della Fiumara Valanidi, a Sud.

Ha una forma stretta ed artificialmente delimitata da argini nel tratto prospiciente la foce, più allargata all'incirca ad 1 km dallo sbocco a mare all'altezza dell'innesto del suo affluente principale in sinistra idraulica, il Vallone Bovetto e si restringe nella parte più alta.

L'asta principale ha origine ad una quota a circa 1.000 m s.l.m. in corrispondenza del Serro S. Anna, ha un'altezza media $H_m = 390$ m s.l.m. ed una pendenza media del 37,27%, la superficie del bacino della Fiumara Armo è di circa 15 kmq.

L'andamento planimetrico del corso d'acqua principale, calcolato in corrispondenza della sezione di chiusura H0, alla foce (sezione di sbocco) nel mar Ionio, presenta una lunghezza $L = 9,50$ km.

Il letto della Fiumara Armo, negli anni ha subito forti modifiche dovute all'azione antropica dell'uomo. Sia a monte che a valle, la fiumara Armo presenta il restringimento della sezione di deflusso, causato dalla costruzione di nuove strade di collegamento.

La schematizzazione dello stato di fatto, effettuata mediante i rilievi ed i sopralluoghi, ha permesso di simulare, mediante utilizzo di software specifico, la trasformazione degli afflussi in deflussi superficiali nei tronchi di alveo.

Le verifiche puntuali delle opere e le simulazioni del deflusso (determinazione del profilo idraulico con l'equazione dell'energia) per i diversi periodi di ritorno, hanno consentito di incrociare le diverse informazioni utili all'attività progettuale. In particolare, nelle due aree di intervento, sono stati evidenziati:

- argini insufficienti;
- velocità elevate della corrente (per la valutazione dell'erosione di fondo);
- velocità basse (per la valutazione del deposito di inerti).

Gli interventi da realizzare, consistono in opere distinte e mirate alla ricostruzione ed al potenziamento di alcuni elementi di protezione idraulica, in modo da evitare le frequenti esondazioni avvenute su vaste aree negli ultimi anni. Le opere, inoltre, sono finalizzate alla mitigazione del rischio idrogeologico che incombe su tale area al fine di aumentare la capacità di portata, facilitare il deflusso dell'onda di piena ed evitare le esondazioni di fango ed acqua già verificatesi nella zone urbanizzate.

3. CRITERI UTILIZZATI PER LE SCELTE PROGETTUALI

L'individuazione delle scelte progettuali ha avuto inizio dalle indagini eseguite sulle aree di intervento al fine di, ricostruire la situazione litostratigrafica locale e la degradabilità dei litotipi presenti. La suddetta campagna d'indagini si è articolata nelle seguenti attività:

- rilievo strumentale delle aree di intervento;

- Esecuzione di n. 31 prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- Esecuzione di N. 4 prove sismiche MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves);

L'intervento in progetto prevede la sistemazione di aree ben distinte della Fiumara Armo, definite come 1° Intervento tratto alto e 2° Intervento tratto basso.

Nella zona relativa al 1° Intervento, che è quella planimetricamente più estesa, sono state effettuate 28 prove DPSH e 3 prove Masw, mentre nell'area del 2° Intervento sono state eseguite 3 prove DPSH e 1 prova Masw. In quest'ultimo tratto in corrispondenza del varco presente sull'argine sinistro è stata eseguita una sola prova DPSH invece di due programmate, a causa del passaggio di sottoservizi e dei ridotti spazi legati alla presenza di cumuli di materiale di riporto e rifiuti di varia natura; nel tratto a monte sono state invece eseguite due prova DPSH in più rispetto a quelle previste (28 invece di 26). Rispetto al piano delle indagini presentato è stata eseguita una prova DPSH in più.

3.1 OPERE DA REALIZZARE

A seguito delle indagini svolte ed a valle degli studi geologici e geotecnici sviluppati, si è ritenuto di realizzare opere di sistemazione idraulica, in grado di annullare il rischio di esondazione. Tale criterio progettuale è risultato in linea con le previsioni dello studio di fattibilità redatto dai tecnici del Settore 14 dell'Amministrazione provinciale di Reggio Calabria.

Le proposte progettuali, contenute nel progetto definitivo, consistono in: individuazione ed eliminazione di discariche abusive presenti in alveo; ricostruzione di tratti di muro d'argine; pulizia e risagomatura dell'alveo della fiumara mediante l'eliminazione di eventuali rilevati di materiali di deposito ed ampliamento della sezione di deflusso.

Come già detto, le tipologie di intervento saranno funzionali alla mitigazione del rischio di esondazione.

3.1.1 OPERE 1° INTERVENTO ARMO ALTO

L'area interessata dal primo intervento si colloca a monte dell'attraversamento che collega la strada comunale con la Contrada di Aretina e ricade tra la sezione n. 1 e la sezione n. 15. Gli interventi riguardano:

- **Nuovo attraversamento.** Tale intervento si inserisce all'interno dell'alveo, tra la sez. 1 e la sez. 2. Attualmente l'attraversamento del corso d'acqua è costituito da un rilevato stradale alla cui base sono collocati tre tubi in cemento del diametro di 1,00 metri, insufficienti a consentire il regolare deflusso delle portate di piena. La soluzione progettuale proposta, è stata pensata per garantire:
 - l'assenza di effetti negativi indotti sulle modalità di deflusso in piena, in particolare il profilo idrico di rigurgito eventualmente indotto dall'opera nel suo insieme, deve essere compatibile con le nuove opere di difesa idraulica;
 - l'assenza di riduzione della superficie delle aree allagabili per conseguenza dell'opera;
 - il regolare deflusso anche in presenza di trasporto di materiale flottante o trascinato

dalla piena o di deposito di materiale proveniente dal trasporto solido;

- l'assenza di fenomeni di erosione in prossimità dell'opera prevedendo la realizzazione di opere di raccordo del tipo flessibile (gabbioni in pietrame) a monte e soglia in calcestruzzo a valle del nuovo attraversamento;

In particolare, si prevede la realizzazione di uno scatolare in c.a. di dimensioni in pianta 15.90 x 7.50 m. ed altezza netta 2,90 m. Per ogni dettaglio costruttivo si rimanda ai disegni esecutivi allegati al progetto. A monte ed a valle dello scatolare, verrà realizzata una platea antierosiva in calcestruzzo con utilizzo di pietre naturali dello spessore di 30 cm.

- **Stabilizzazione del fondo alveo.** Tale intervento ricade a monte ed a valle del nuovo attraversamento ed interessa le sezioni n. 1, 3, 4 e 7. Riguarda la stabilizzazione del fondo alveo mediante l'utilizzo di gabbioni metallici e soglia in calcestruzzo con profondità di 1.00 metro, che consentono di fissare la pendenza di compensazione e limitare l'erosione del fondo alveo. Difatti, si utilizzeranno nei tratti in cui la velocità di deflusso assume valori elevati.
- **Realizzazione nuovi muri d'argine.** Tale intervento ricade all'interno dell'alveo tra la sezione n. 2 e la sezione n. 15. Saranno realizzati muri d'argine in calcestruzzo armato di altezza variabile per il contenimento delle portate di piena calcolate per un periodo di ritorno di 200 anni. I nuovi argini sono stati dimensionati per soddisfare le prescrizioni riportate al punto 4.1 delle Linee guida del PAI. Lo spessore dei nuovi muri è di 30 cm, con fondazioni di altezza pari a 50 cm e larghezza variabile e non inferiore a 2.30 metri. Le nuove sezioni, risagomate, avranno la capacità di contenere le portate di piena mantenendo una pendenza costante.
- **Risagomatura alveo.** La risagomatura dell'alveo, finalizzata all'aumento della capacità di deflusso delle portate calcolate con un periodo di ritorno di 200 anni, riguarda il tratto compreso tra la sezione n. 2 e la sezione n. 15. La risagomatura dell'alveo ha comportato la produzione di una grande quantità di materiale, circa 11.000 mc, che sarà, in parte smaltito presso apposita discarica autorizzata, ed in parte riutilizzato.

3.1.2 OPERE 2° INTERVENTO ARMO BASSO

Per quanto riguarda il secondo intervento, l'area interessata dalle nuove opere, ricade tra la sezione n. 4 e la sezione n. 11 del tratto di fiumara subito a valle del ponte della SS106.

Gli interventi riguardano:

- **Risagomatura alveo.** La risagomatura dell'alveo, finalizzata all'aumento della capacità di deflusso delle portate calcolate con un periodo di ritorno di 200 anni, riguarda il tratto compreso tra la sezione n. 4 e la sezione n. 11. La risagomatura dell'alveo ha comportato la produzione di una grande quantità di materiale, circa 23.000 mc, che sarà, in parte smaltito presso apposita discarica autorizzata, ed in parte riutilizzato all'interno dell'area di intervento.
- **Realizzazione nuovi muri d'argine.** Tale intervento ricade all'interno dell'alveo tra la sezione n. 6 e la sezione n. 7, in sinistra idraulica, e tra la sezione n. 7 e la sezione n. 11, in

destra idraulica. Saranno realizzati muri d'argine in calcestruzzo armato di altezza variabile per il contenimento delle portate di piena, calcolate per un periodo di ritorno di 200 anni. I nuovi argini sono stati dimensionati per soddisfare le prescrizioni riportate al punto 4.1 delle Linee guida del PAI. Lo spessore dei nuovi muri è di 30 cm, con fondazioni di altezza pari a 50 cm e larghezza variabile e non inferiore a 2.30 metri. Le nuove sezioni, risagomate, avranno la capacità di contenere le portate di piena mantenendo una pendenza costante.

Dai risultati ottenuti, attraverso la modellazione idraulica, si è potuto verificare che il transito delle piene duecentennali attraverso le opere in progetto avviene con idonei franchi di sicurezza e con velocità sostenute, che assicura una condizione evolutiva di equilibrio.

Si può concludere che le opere scelte per la mitigazione del rischio idraulico sono compatibili con le caratteristiche dei bacini idrografici di competenza delle aree di interesse e con la conseguente portata di progetto

4. ASPETTI DELL'INSERIMENTO DELL'INTERVENTO SUL TERRITORIO

4.1 CONTESTO TERRITORIALE DELL'INTERVENTO RILEVATO DAL PAI

Nel seguente paragrafo sono evidenziate le zone a rischio per i siti d'intervento individuate dal PAI (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico) Calabria.

Il P.A.I. (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Calabria) è lo strumento mediante il quale l'Autorità di Bacino della Calabria norma la destinazione d'uso del territorio dal punto di vista dei rischi idrogeologici. Il Piano, il cui carattere è a qualsiasi altro strumento urbanistico, è adottato ai sensi dell'art. 1-bis della L. 365/2000 e dell'art. 17 comma 6-ter della legge 18 maggio 1989 n. 183 e successive modificazioni nonché ai sensi della legge 4 dicembre 1993 n° 493, dell'art.1 del D.L. 11 giugno 1998 n° 180 convertito con legge 3 agosto 1998 n° 267 e successive modificazioni, e della Legge Regionale n° 35/1996.

Nelle finalità del Piano, le situazioni di rischio vengono raggruppate in tre categorie:

- **rischio di frana;**
- **rischio d'inondazione;**
- **rischio di erosione costiera.**

Per ciascuna categoria di rischio, in conformità al D.P.C.M. 29 settembre 1998, il Piano definisce quattro livelli:

- *R4 - rischio molto elevato: quando esistono condizioni che determinano la possibilità di perdita di vite umane o lesioni gravi alle persone; danni gravi agli edifici e alle infrastrutture; danni gravi alle attività socio-economiche;*
- *R3 - rischio elevato: quando esiste la possibilità di danni a persone o beni; danni funzionali ad edifici e infrastrutture che ne comportino l'inagibilità; interruzione di attività socio-economiche;*
- *R2 - rischio medio: quando esistono condizioni che determinano la possibilità di danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale senza pregiudizio diretto per l'incolumità delle persone e senza comprometterne l'agibilità e la funzionalità delle attività*

economiche;

- *R1 - rischio basso: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono limitati.*

Inoltre, nell'attuale stesura del PAI, sono definite aree pericolose quelle porzioni del territorio, corrispondenti ad un congruo intorno dei centri abitati e delle infrastrutture, in cui i dati disponibili indicano condizioni di pericolo, la cui effettiva sussistenza e gravità potrà essere quantificata a seguito di studi, rilievi e indagini di dettaglio. Sono individuate:

- *aree con pericolo di frana, tracciate in via transitoria sulla base dell'inventario delle frane rilevate, così come definite nelle specifiche tecniche del PAI e localizzate nelle corrispondenti tavole grafiche di cui all'allegato 15.2 e 15.3;*
- *aree di attenzione per pericolo di inondazione, che interessano tutti i tratti dei corsi d'acqua di cui all'articolo 3, comma 4 per i quali non sono stati ancora definiti i livelli di rischio;*
- *aree con pericolo di erosione costiera che interessano i tratti di spiaggia retrostanti la linea di riva.*

Nel caso in esame, dalle evidenze riportate dalla cartografia del P.A.I. per il territorio comunale di Reggio Calabria, le aree di intervento ricadono all'interno della tav. RI 80054/A, relativa al rischio idraulico e sono classificate come aree a rischio idraulico R4.



Fig. 7 – Stralcio cartografia PAI rischio idraulico R4. 1° e 2° Intervento

Tale rischio scaturisce dalla presenza della Fiumara Armo i cui argini in terra alla destra idraulica lambiscono la strada comunale.

In tali aree essendo il rischio a livello molto elevato, l'Art. 21 (Disciplina delle aree a rischio d'inondazione R4) al Comma 2 recita: Nelle aree predette sono vietate tutte le opere e attività di trasformazione dello stato dei luoghi e quelle di carattere urbanistico e edilizio, ad esclusiva eccezione di quelle di seguito elencate:

- e)** interventi idraulici volti alla messa in sicurezza delle aree a rischio, previo parere dell'ABR, che non pregiudichino le attuali condizioni di sicurezza a monte e a valle dell'area oggetto dell'intervento;
- g)** ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o d'interesse pubblico riferite ai servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture a rete

(energetiche, di comunicazione, acquedottistiche e di scarico) non altrimenti localizzabili, compresi i manufatti funzionalmente connessi, a condizione che non costituiscano ostacolo al libero deflusso, o riduzione dell'attuale capacità d'invaso;

In conclusione, le analisi geologiche e geomorfologiche espresse nella relazione geologica, dimostrano la compatibilità geomorfologica degli interventi con le problematiche geomorfologiche ed idrogeologiche presenti in sito e, quindi, con quanto previsto dalle norme PAI, in quanto volti in gran parte alla riduzione della vulnerabilità dei beni esposti ed alla tutela della pubblica incolumità..

4.2 CONTESTO AMBIENTALE

L'area di intervento ricade interamente in area fluviale e pertanto è sottoposta al vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 142 del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n° 42 e s.m.i. recante "Codice dei beni culturali e del paesaggio". La finalità della relazione per l'ottenimento del parere sarà quella di motivare ed evidenziare la qualità dell'intervento anche per ciò che attiene al linguaggio architettonico e formale adottato in relazione al contesto d'intervento.

Il paesaggio può essere definito come elemento ambientale complesso che svolge funzioni d'interesse generale sul piano culturale, ecologico, sociale ed economico e contribuisce allo sviluppo armonioso della umanità. Pertanto il paesaggio si configura come un fenomeno dinamico risultato delle interazioni tra uomo e ambiente che attraverso il tempo plasmano, modellano, il territorio. Nell'ambito di un territorio le diverse unità di paesaggio, rappresentano i segni strutturanti che nel complesso ne definiscono l'immagine. Ogni unità contiene informazioni relative alle caratteristiche ambientali, biotiche e abiotiche, omogenee e distintive, direttamente percepibili e non che in modo strettamente correlato definiscono una determinata tipologia di paesaggio, costituendo le unità fondamentali dell'ecologia territoriale. La Carta dei Luoghi della Regione Calabria definisce gli strati informativi di base per l'individuazione e la qualificazione degli aspetti morfologici, agro-ambientali, antropici, infrastrutturali e vincolistici caratterizzanti il territorio della Regione Calabria. La Carta dei Luoghi si configura come strumento indispensabile alla programmazione, alla pianificazione ed alla gestione della risorsa suolo nel rispetto di valori, potenzialità e vocazioni a cui riferire gli interventi di conservazione attiva, di riqualificazione ambientale e di sviluppo sostenibile.

L'area di intervento è ubicata all'interno del bacino idrografico della fiumara Armo e, precisamente, gli interventi riguarderanno due aree ben distinte. Il primo intervento si colloca ad una quota compresa tra +71.78, dove è presente l'attraversamento a raso che collega la strada comunale con la Contrada di Aretina, e la quota +86,27, il secondo intervento si colloca tra la tombinatura esistente che attraversa la pista dell'aeroporto Tito Minniti e il Ponte della SS 106.

Le zone limitrofe la fiumara, è fortemente antropizzata, in quanto attraversata da importanti vie di comunicazione e dotata di importanti infrastrutture, per la presenza della stazione ferroviaria di San Gregorio distante pochi chilometri, per la presenza dell'aeroporto Tito Minniti, inoltre, una buona rete di strade statali e comunali collega tutti i comuni del territorio reggino. Non si rileva la presenza di aree a vocazione industriale ad eccezione della località di

San Gregorio, situata a pochi chilometri, che è una tra le varie zone industriali del comune di Reggio Calabria, infatti sono presenti diverse industrie per il confezionamento di vari prodotti dall'alimentare, al tessile all'edilizia.

Gli interventi da realizzare riguardano esclusivamente l'alveo del torrente, non verranno realizzate opere all'esterno della fiumara che possono contrastare con l'ambiente circostante. L'area si presenta completamente libera da ogni tipo di vegetazione importante se non quella di naturale crescita e non si registrano presenze significative di beni storici, artistici e archeologici.

4.3 MISURE ATTE A RIDURRE O COMPENSARE GLI EFFETTI DELL'INTERVENTO SULL'AMBIENTE

Le opere in progetto non comportano sostanziali effetti negativi sull'ambiente, se non temporanei, durante la sola fase di cantiere. Gli impatti sulla componente atmosfera si manifestano principalmente a causa di emissioni diffuse di materiale polverulento che si origina dalle fasi di scavo e riprofilatura. Per limitare tali emissioni polverulente andranno limitate le attività di scavo e movimentazione di materiale nelle giornate particolarmente ventose. Durante il periodo estivo, per mitigare gli effetti pulvirulenti, è consigliabile la bagnatura del materiale. Le mitigazioni per la riduzione delle emissioni dei mezzi d'opera consisteranno nelle verifiche, da parte del D.L., che l'impresa appaltatrice effettui regolare manutenzione di tali mezzi, con particolare riguardo alla regolazione della combustione dei motori per minimizzare le emissioni di inquinanti allo scarico (controllo periodico gas di scarico a norma di legge).

L'impatto sull'occupazione di suolo, necessaria per la realizzazione delle opere, è compensata dalla mitigazione dei fenomeni di esondazione, che inciderà positivamente sulla sicurezza dell'abitato limitrofo e su una migliore utilizzazione delle aree.

Gli interventi previsti non modificano il suolo e il sottosuolo e l'ambiente morfologico e geologico, ad eccezione delle attività previste di movimentazioni di terreno, che sono necessarie per riportare l'alveo nelle condizioni originarie.

La realizzazione degli interventi in progetto richiede il taglio della vegetazione spontanea (arbusti) presente all'interno dell'area.

In relazione all'impatto sulla fauna, non si prevedono effetti significativi. Tuttavia particolarmente critica risulterà la fase di cantiere a causa dell'aumento della presenza antropica sulle aree interessate dall'intervento, soprattutto in contesti poco antropizzati, che può arrecare disturbo alla fauna. I potenziali impatti indiretti presenti in fase di esercizio sono riconducibili all'effetto fisico della presenza delle nuove strutture che può indurre alcune specie ad un utilizzo parziale o al completo allontanamento dalle aree circostanti.

5. FASI LAVORATIVE

1° Intervento Fiumara Armo (Tratto alto)

Le lavorazioni per l'esecuzione degli interventi di sistemazione dell'alveo della Fiumara Armo, possono essere ricondotte alle seguenti fasi principali:

- **Fase A - Pulizia e bonifica dell'area di intervento:** bonifica del tratto d'alveo della Fiumara Armo mediante l'eliminazione delle discariche abusive e la rettifica della livelletta secondo le indicazioni riportate nel profilo di progetto utilizzando i materiali di scavo, opportunamente vagliati, separando i rifiuti speciali da trasportare a discarica autorizzata. Il tratto da risagomare riportato sulla planimetria con la localizzazione degli interventi, si estende dalla sezione n. 2 fino alla sezione n. 15 e misura una lunghezza di circa 320 metri.
- **Fase B - Realizzazione del nuovo attraversamento:** comprende le attività di scavo di sbancamento per l'esecuzione degli elementi strutturali in calcestruzzo armato (fondazione, spalle, soletta), la posa in opera delle armature metalliche la casseratura con pannelli in legno e l'esecuzione dei getti di calcestruzzo. Durante la costruzione del nuovo attraversamento, verranno eseguiti i controlli di accettazione previsti dalle N.T.C. del 17.01.2018. Ad ultimazione dei 28 giorni previsti dalla norma, si procederà alla scasseratura ed all'impermeabilizzazione delle pareti esterne delle spalle. Ultimate queste lavorazioni si provvederà al riempimento con materiale di riporto proveniente dallo scavo.
- **Fase C - Realizzazione dei nuovi muri d'argine:** Questa fase, che può essere eseguita in contemporanea con la Fase B, prevede lo scavo a sezione obbligata fino alla quota di imposta delle fondazioni, la posa in opera delle armature metalliche la casseratura con pannelli in legno e l'esecuzione dei getti di calcestruzzo. Durante la costruzione del nuovo attraversamento, verranno eseguiti i controlli di accettazione previsti dalle N.T.C. del 17.01.2018. Ad ultimazione dei 28 giorni previsti dalla norma, si procederà con la scasseratura. Ultimate queste lavorazioni si provvederà al riempimento con materiale di riporto proveniente dallo scavo.
- **Fase D - Stabilizzazione del fondo alveo:** Questa fase comprende la realizzazione di una soglia sulla sezione n. 1 posta a valle del nuovo attraversamento e di soglie in gabbioni metallici poste a monte del nuovo attraversamento sulle sezioni n. 1, 3, 4 e 7;
- **Fase E - Protezione fondazione scatolare:** Questa fase comprende l'esecuzione di una platea antiersiva realizzata in calcestruzzo e pietra naturale prelevata direttamente in alveo. Le platee saranno posizionate a monte ed a valle dello scatolare sulle sezioni n. 1 e n. 2.
- **Fase F - Risagomatura dell'alveo:** Questa fase comprende la risagomatura dell'alveo della Fiumara Armo nel tratto compreso tra la sezione 2 e la sezione 15, mediante l'eliminazione delle discariche abusive e la rettifica della livelletta secondo le indicazioni riportate nell'elaborato D.ID.PR.04.FP.01.A profilo longitudinale tratto Armo Alto Valanidi utilizzando i materiali di scavo, opportunamente vagliati, separando i rifiuti speciali da trasportare a discarica autorizzata. Il tratto da risagomare, riportato sulla planimetria con la localizzazione degli interventi, misura una lunghezza di circa 320 metri.
- **FASE G:** Ripristino strada collegamento con la c.da Aretina mediante riempimento dello

scavo con materiale di riporto, impermeabilizzazione della soletta, posa in opera di conglomerato bituminoso per strato di base spessore 10 cm, posa in opera di conglomerato bituminoso per strato di collegamento (binder) spessore 7 cm, posa di conglomerato bituminoso per strato di usura spessore 3 cm.

2° Intervento Fiumara Armo (Tratto basso)

- **Fase A - Pulizia e bonifica dell'area di intervento:** bonifica del tratto d'alveo della Fiumara Armo mediante l'eliminazione delle discariche abusive e la rettifica della livelletta secondo le indicazioni riportate nel profilo di progetto utilizzando i materiali di scavo, opportunamente vagliati, separando i rifiuti speciali da trasportare a discarica autorizzata. Il tratto da risagomare riportato sulla planimetria con la localizzazione degli interventi, si estende dalla sezione n. 4 fino alla sezione n. 11 e misura una lunghezza di circa 320 metri.
- **Fase B - Realizzazione dei nuovi muri d'argine:** Questa fase prevede lo scavo a sezione obbligata fino alla quota di imposta delle fondazioni, la posa in opera delle armature metalliche la cassetta con pannelli in legno e l'esecuzione dei getti di calcestruzzo. Durante la costruzione del nuovo attraversamento, verranno eseguiti i controlli di accettazione previsti dalle N.T.C. del 17.01.2018. Ad ultimazione dei 28 giorni previsti dalla norma, si procederà con la scasseratura. Ultime queste lavorazioni si provvederà al riempimento con materiale di riporto proveniente dallo scavo.
- **Fase C - Risagomatura dell'alveo:** Questa fase comprende la risagomatura dell'alveo della Fiumara Armo nel tratto compreso tra la sezione 4 e la sezione 11, mediante l'eliminazione delle discariche abusive e la rettifica della livelletta secondo le indicazioni riportate nell'elaborato D.ID.PR.04.FP.012.A profilo longitudinale tratto Armo Basso utilizzando i materiali di scavo, opportunamente vagliati, separando i rifiuti speciali da trasportare a discarica autorizzata. Il tratto da risagomare, riportato sulla planimetria con la localizzazione degli interventi, misura una lunghezza di circa 110 metri.

6. CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI E DESCRITTIVE DEI MATERIALI PRESCELTI

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere in progetto alla presente relazione, devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- qualificati sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili;
- accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere di cui al presente progetto proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, siano riconosciuti della migliore qualità e rispondano ai requisiti appresso indicati.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, come

specificato di volta in volta nel seguito, devono generalmente essere effettuate da:

- a) laboratori di prova notificati ai sensi dell'art.18 della Direttiva n.89/106/CEE;
- b) laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001;
- c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, appositamente abilitati dal Servizio Tecnico Centrale.

Qualora si applichino specifiche tecniche europee armonizzate, ai fini della marcatura CE, le attività di certificazione, ispezione e prova dovranno essere eseguite dai soggetti previsti nel relativo sistema di attestazione della conformità.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN armonizzate, di cui alla Dir. 89/106/CEE ed al DPR 246/93, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo diversamente specificato. Il richiamo alle specifiche tecniche volontarie EN, UNI e ISO deve intendersi riferito alla data di pubblicazione se indicata, ovvero, laddove non indicata, all'ultima versione aggiornata. Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1. Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1.

Al fine di ottenere le prestazioni richieste, si dovranno dare indicazioni in merito alla composizione, ai processi di maturazione ed alle procedure di posa in opera, facendo utile riferimento alla norma UNI ENV 13670-1 ed alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nonché dare indicazioni in merito alla composizione della miscela, compresi gli eventuali additivi, tenuto conto anche delle previste classi di esposizione ambientale (di cui, ad esempio, alla norma UNI EN 206-1) e del requisito di durabilità delle opere.

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione dei conglomerati, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla Direzione dei lavori o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

Classe	Classi di esposizione	Consistenza	Aggregato [D _{max}]	Tipo Cemento	Quantità Cemento [q.li]	Sabbia [m³]	Ghiaia [m³]	Acqua [lt]
C25/30	XC2	S4	20	42.5	3.5	0.4	0.8	175

Tab. 1 – Caratteristiche calcestruzzo

Per opere in calcestruzzo armato si userà acciaio in barre del tipo:

Tipo acciaio	Tensione caratteristica di snervamento (<i>f_{yk}</i>) [N/mm²]	Tensione caratteristica di rottura (<i>f_{tk}</i>) [N/mm²]
B450C	450.00	540.00

Tab. 2 – Caratteristiche acciaio

7. GEOLOGIA

La relazione geologica comprende, sulla base di specifiche indagini geologiche, l'identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura e dei caratteri fisici del sottosuolo; definisce il modello geologico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, nonché il conseguente livello di pericolosità geologica. Per i dettagli si rimanda all'elaborato di progetto D.GEO.GE.02.RE.01.A.. Secondo le indicazioni della Carta Geologica della Calabria (C.G.C.) 1:25.000 - (Tavolette Bagaladi e Motta S. Giovanni), il bacino idrografico della fiumara Armo è costituito nella parte alta da rocce cristalline prevalentemente metamorfiche di età paleozoica, a cui seguono rocce sedimentarie terrigene deposte a partire dal Miocene sup. fino all'Olocene.



CARTA GEOLOGICA DEL BACINO IDROGRAFICO DELLA FIUMARA ARMO
(Stralcio della Carta Geologica della Calabria: tavolette Bagaladi e Motta S. Giovanni)

Fig. 8 – Estratto carta geologica bacino Fiumara Armo

Facendo riferimento alla cartografia più recente, riconducibile alla Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 (Foglio 601 Messina – Reggio Calabria) e dalle indagini geognostiche eseguite nelle aree di intervento, l'assetto geologico – strutturale del bacino è caratterizzato da sedimenti appartenenti alla formazione dei Depositi alluvionali attuali. Si tratta dei sedimenti presenti nell'alveo attivo della fiumara che vengono rimaneggiati dalla corrente fluviale durante le piene torrentizie. Nel caso specifico, essendo il bacino idrografico caratterizzato dall'affioramento di rocce prevalentemente permeabili ed essendo il materasso alluvionale molto spesso, i deflussi idrici capaci di mobilitare i sedimenti presenti in alveo si attivano molto raramente.

7.1 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE AREA 1° INTERVENTO

La composizione dei sedimenti è costituita in prevalenza da ghiaie sabbiose con ciottoli, sabbie ghiaiose, intercalazioni di sabbia medio - grossolana debolmente limosa, occasionale presenza

di blocchi rocciosi sub arrotondati con diametro compreso fra 30 e 50 cm. I sedimenti sono molto eterometrici e hanno una composizione derivata dallo smantellamento del basamento cristallino metamorfico; molto subordinati sono i clasti di composizione granitica o arenacea. La frazione grossolana ha forma subarrotondata con spigoli poco smussati, a testimonianza di un trasporto relativamente breve, caratteristica tipica dei corsi d'acqua calabresi in cui il bacino di alimentazione è molto prossimo alla foce; quella sabbiosa è composta prevalentemente da quarzo, feldspati e aggregati polimineralici di roccia cristallina.

Si tratta di sedimenti che non hanno subito alcun processo diagenetico, per cui sono da ritenersi completamente incoerenti. La permeabilità si attesta su valori alti con un'elevata capacità di drenaggio.

Il materasso alluvionale poggia sulla litofacies sabbioso – arenacea della formazione di San Pier Niceto, che affiora sui rilievi collinari che delimitano la valle fluviale. Lo spessore dei sedimenti, trasversalmente all'asse vallivo, può variare da un minimo di 2 m in prossimità dei versanti fino ad almeno 20 m nella parte centrale della valle. Lo spessore aumenta gradualmente procedendo verso mare.

7.2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE AREA 2° INTERVENTO

Sostanzialmente la tipologia e le caratteristiche sedimentologiche presentano una certa similitudine con quelli descritti per l'area di intervento precedente. La differenziazione principale è dovuta a una diminuzione della frazione granulometrica più grossolana, (non si riscontra la presenza di blocchi rocciosi, mentre i ciottoli si mantengono per lo più entro i 15 cm di diametro), mentre vi è un aumento della frazione sabbiosa. Le prove penetrometriche hanno evidenziato la presenza di intercalazioni di limo argilloso e sabbie limose. In questo tratto il materasso alluvionale raggiunge spessori prossimi ai 100 m in corrispondenza della linea di costa.

8. GEOTECNICA

I dati geognostici a supporto della relazione geotecnica derivano dalle risultanze delle indagini in sito condotte nell'ambito della campagna d'indagini realizzata dal Geol. Surace. La suddetta campagna d'indagini si è articolata nelle seguenti attività:

- ✓ N. 4 prove masw;
- ✓ N. 31 prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH).

suddivise come di seguito riportato:

- **Intervento lato monte:**
 - N. 3 prove Masw
 - N. 28 penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH).
- **Intervento lato valle:**
 - N. 1 prova Masw
 - N. 3 penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH)

Per la determinazione delle caratteristiche del sottosuolo, sono state eseguite n. 3 prove MASW nella zona relativa all'intervento 1 e n. 1 prova MASW relativa all'intervento 2. La finalità di tali prospezioni è stata quella della determinazione del $V_{s,eq}$, e conseguentemente della categoria di sottosuolo di riferimento, e la definizione della profondità e dei rapporti geometrici tra i diversi sismostrati individuati.

I modelli risultanti dalle elaborazioni hanno consentito di definire i caratteri sismo-stratigrafici dei tratti investigati e, con le opportune correlazioni, valutare gli spessori delle coltri di copertura e lo stato di fratturazione e allentamento delle litologie presenti.

8.1. PROVE MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) consente di determinare il profilo di velocità $V_{s,eq}$. Tale metodologia non necessita di tempi lunghi in fase di acquisizione e fornisce buoni risultati anche in presenza di rumore. Le onde di Rayleigh, in un mezzo stratificato, sono dispersive propagandosi con diverse velocità di fase e di gruppo. Tali onde sono registrate, lungo lo stendimento di geofoni, energizzando artificialmente e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

Osservando lo spettro di frequenza è possibile evidenziare che l'onda S si propaga a velocità variabile a seconda della sua frequenza, come risultato del fenomeno della dispersione.

Effettuato il picking sullo spettro f-K o sulla curva di dispersione ottenuta dai dati di campagna, mediante dei processi di inversione, si ottiene il profilo di velocità con la profondità che consente di definire il parametro $V_{s,30}$.

L'intero processo comprende tre passi successivi:

- a) acquisizione dei dati di campo delle onde superficiali ("ground roll") mediante idonea strumentazione sismica;
- b) costruzione di una curva di dispersione (grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
- c) inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs che descrive la variazione di Vs con la profondità.

L'inversione della curva di dispersione viene successivamente realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione sperimentale come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura dei minimi quadrati.

8.1.1 INTERPRETAZIONE PROVE MASW

Le prospezioni geofisiche di tipo MASW eseguite sia nell'area interessata dal 1° intervento sia nell'area interessata dal 2° intervento, hanno dimostrato che la velocità delle onde di taglio intercettano il substrato ad una profondità superiore a 30 m di profondità, per cui le Vs equivalenti sono riconducibili alle $V_{s,30}$.

Relativamente al primo intervento le indagine Masw mettono in evidenza che la velocità delle

onde di taglio, ad eccezione dei primi 2 metri, assume, valori crescenti con $314 \text{ m/s} < V_s < 586 \text{ m/s}$, mentre per il secondo intervento si sono ottenuti valori crescenti con $408 \text{ m/s} < V_s < 499$ che rientrano tra i valori tipici delle Rocce tenere.

L'analisi dei valori di V_s lungo le verticali esplorate evidenzia il progressivo miglioramento delle proprietà meccaniche dei terreni con la profondità, come del resto succede in tutte le aree caratterizzate dai litotipi presenti con spessori di almeno 30 metri.

Nel caso in esame, lo studio geologico eseguito confrontato con le indagini sismiche MASW eseguite sul terreno (MASW) il valore delle $V_{s,30}$ calcolato a partire dal piano campagna attuale e fino alla profondità del bedrock sismico è stato di **425 m/s** relativamente al **primo intervento** e di **434 m/s** relativamente al **secondo intervento** (v. Indagini geognostiche – Relazione indagini).

Per cui, i terreni presenti nel substrato delle aree di intervento rientrano nella categoria **B**. Infatti, la presenza di terreni consistenti dalla profondità di 3,18 m in poi fa sì che i valori complessivi di $V_{s/30}$ facciano rientrare tali terreni all'interno della categoria sopraindicata, mentre oltre i 30 m, la presenza di rocce integre consente valori di $V_s > 800 \text{ m/s}$.

A cui competono i valori ed i parametri che seguono:

MASW	
Tipo di terreno	B
Litotipo	Rocce tenere
V_{s30} – 1° Intervento	425 m/s
V_{s30} – 2° Intervento	434m/s

In definitiva, i rilievi e le indagini dirette e le consultazioni biblio-cartografiche hanno portato a stabilire che:

- nell'ambito del "*volume di roccia significativo*", la successione stratigrafica verticale è caratterizzata, da una densità progressivamente crescente verso il basso (vedi profilo sismico delle indagini MASW);
- i terreni superficiali fino alla profondità di circa 3,18 m sono caratterizzati da un grado di addensamento medio, mentre fino ai 30 m dal p.c., presentano un elevato grado di consistenza, come testimoniano le indagini sismiche realizzate nell'area di interesse;
- il piano di appoggio delle opere che andranno ad essere realizzate non interferirà con alcuna falda.;
- non sono state osservate linee di frattura né faglie, classificate come "sismogenetiche o sismopropagatrici" passanti per le aree di intervento.

In base a tali elementi di analisi, si può escludere l'esistenza di qualsiasi fattore geologico di amplificazione sismica locale.

8.2 PROVE PENETROMETRICHE DSPH

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi d) misurando il numero di colpi N necessari. Le Prove Penetrometriche

Dinamiche sono molto diffuse data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione. La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un’immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica. La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L’utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

8.2.1 INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DSPH

Partendo dai valori di N_{20} ottenuti dalla prove penetrometriche DSPH che forniscono una valutazione quantitativa del grado di addensamento e di consistenza dei terreni attraversati si è risaliti da tali valori (N_{20}) al valore del numero dei colpi N della prova SPT.

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova.

Il rapporto tra il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} , può essere dato dalla seguente espressione.

$$N_{DP} = \beta N_{SPT}$$

In cui β dipende dal rapporto tra l’energia liberata dal singolo colpo per una prova DP e per una SPT ed è correlata alle caratteristiche tecniche strumentali della sonda.

In letteratura, tale coefficiente assume un valore compreso tra 0,57 e 2, ma per le prove eseguite con il penetrometro super pesante utilizzato per questa campagna d’indagine è stato utilizzato un coefficiente pari a **1.515** (v. Indagini geognostiche – Descrizione della strumentazione - Correlazione con N_{SPT}).

Normalizzate le prove DSPH al numero di colpi da N_{SPT} , unitamente alle prove SPT in foro ed ai dati derivanti dalle prove di taglio diretto effettuate, si è giunti alla determinazione dell’angolo di resistenza al taglio di picco (φ'_p) in condizioni drenate per strati omogenei.

Tale determinazione è stata effettuata mediante la correlazione di Owasaki & Iwasaki (1959) valida per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose:

$$\varphi' = (20N_{spt})^{0.5} + 15$$

Come stabilito nel § C.2.2. della Circolare Applicativa del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nella progettazione geotecnica, in coerenza con gli eurocodici, la scelta dei valori caratteristici dei parametri deriva da una stima cautelativa, effettuata dal progettista, del valore del parametro appropriato per lo stato limite considerato.

Quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti, come nel caso di interesse, il valore caratteristico può essere individuato con il 5° percentile della media secondo la seguente equazione:

$$x_k = \bar{x} \pm z_{0,05} \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) \approx \bar{x} \pm 1.645 \cdot \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$$

Dove:

- x_k = è il valore caratteristico
- \bar{x} = valore medio del campione
- z = distribuzione standard normalizzata
- σ = deviazione standard del campione
- n = numerosità del campione

Per quanto concerne la determinazione degli altri parametri geomeccanici principali (γ e c') si è fatto ricorso alle seguenti correlazioni:

- Peso di volume secco (γ), *Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo;*

In base ai valori riscontrati durante le indagini geognostiche abbiamo ottenuto i seguenti parametri geotecnici

N	Terreno	z [m]	γ [Kg/m ³]	γ_{sat} [Kg/m ³]	ϕ [°]	δ [°]	Add.	E [Kg/cm ²]	E _{ed} [Kg/cm ²]	v	G [Kg/cm ²]
1	Ghiaia sabbiosa con ciottoli mediamente addensata	0.00	1700	1900	29.82	19.88	NO	94.97	71.00	0.34	17.21
2	Ghiaia sabbiosa con ciottoli addensata	1.90	2000	2100	34.00	22.67	NO	378	306.00	0.31	84.26
3	Ghiaia sabbiosa con ciottoli mediamente addensata	5.10	2180	2200	35.00	23.33	SI	527	444.00	0.28	135.67

Tab. 2 – Parametri geotecnici 1° Intervento

N	Terreno	z [m]	γ [Kg/m ³]	γ_{sat} [Kg/m ³]	ϕ [°]	δ [°]	Add.	E [Kg/cm ²]	E _{ed} [Kg/cm ²]	v	G [Kg/cm ²]
1	Sabbia argillosa debolmente ghiaiosa	1.40	1900	1950	31.00	20.67	NO	129.00	94.00	0.03	45.45
2	Limo argilloso a consistenza plastica	2.80	1600	1800	20.00	13.33	NO	21.00	33.00	0.35	7.62
3	Sabbia limosa a consistenza sciolta	4.60	1700	1900	29.00	19.33	NO	81.00	62.00	0.34	15.03
4	Ghiaia sabbiosa con ciottoli a consistenza addensata	13.80	2180	2200	35.00	23.33	SI	527.00	444.00	0.28	135.67

Tab. 3 – Parametri geotecnici 2° Intervento

Parametri sismici

Per quanto concerne le implicazioni di carattere sismico, qui ne vengono sintetizzati gli elementi caratterizzanti:

Categoria di sottosuolo : **B** ($360 < V_{s30} < 800$ m/s; $V_{s30} = 425$ – 1° Interv.; 434 m/s – 2° Interv.)

Coefficiente topografico : **T1** (area pianeggiante con pendenza $i < 15^\circ$)

9. RILIEVI

I rilievi utilizzati sono quelli eseguiti nella fase preliminare della progettazione definitiva. Lo studio in questione ha previsto:

- a) la definizione delle aree studio all'interno delle quali acquisire le informazioni cartografiche;
- b) la realizzazione della rete di raffittimento ad alta precisione;
- c) il rilievo di dettaglio dell'area con tecniche fotogrammetriche, rilievo topografico tradizionale.

10. IDROLOGIA

Ai fini dell'analisi del comportamento idrogeologico i litotipi che formano il volume significativo del substrato di fondazione delle opere d'arte in progetto sono di natura sedimentaria con un'elevata permeabilità primaria per porosità.

Si tratta di sedimenti che, nonostante le notevoli variazioni nell'assortimento granulometrico dovute all'ambiente di sedimentazione, possono essere considerati nell'insieme a permeabilità uniforme, di tipo matriciale, con un grado di permeabilità medio – alto ($K > 1,0 \times 10^{-3}$). In tutto il corso d'acqua si verifica la condizione di falda drenante, in quanto il livello piezometrico della falda si mantiene abbondantemente al di sotto dell'alveo del torrente.

Nel tratto di intervento lato monte, da informazioni desunte sul posto, il livello piezometrico della falda acquifera è situato a una profondità maggiore di 20 m dal piano campagna.

In tutte le prove penetrometriche eseguite non è stata rilevata la presenza di acqua nel sottosuolo. Nel tratto di intervento lato valle il materasso alluvionale raggiunge spessori prossimi ai 100 m e l'assetto idrogeologico locale determina la presenza di un acquifero a elevata trasmissività, sede di falda freatica con livello piezometrico che è in stretta relazione con il livello medio marino. Pertanto considerato che la quota altimetrica minima è di circa 24 m s.l.m. il livello piezometrico si attesta sicuramente a una profondità superiore ai 20 m dalla quota campagna.

Fino alla profondità di circa 13 m raggiunta nella prova penetrometrica P29 non è stata rilevata la presenza di acqua nel sottosuolo.

11. OPERE STRUTTURALI NORME GENERALI

La scelta del tipo di opera viene è stata effettuata sulla base delle dimensioni e delle esigenze di funzionamento dell'opera, delle caratteristiche meccaniche dei terreni in sede e di riporto, dell'eventuale regime delle pressioni interstiziali, dell'interazione con gli eventuali manufatti circostanti e delle condizioni generali di stabilità del sito. Il modello geometrico dell'opera tiene conto delle possibili variazioni del livello del terreno a monte e a valle del paramento rispetto ai valori nominali.

Il livello di progetto della superficie libera dell'acqua o della falda freatica viene scelto sulla base di misure e sulla conoscenza del regime delle pressioni interstiziali nel sottosuolo.

Il calcolo e la verifica agli stati limite dell'opera si è svolto secondo il punto §6.5.3 del citato D.M. 17 Gennaio 2018.

Gli stati limite ultimi dell'opera di sostegno si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno, e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono le opere stesse.

Per i muri di sostegno o per altre strutture miste ad essi assimilabili sono state effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite (§6.5.3.1.1 - NTC 2018):

- SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)
 - *scorrimento sul piano di posa;*
 - *collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno;*
 - *ribaltamento;*
 - *stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;*
- SLU di tipo strutturale (STR)
 - *raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.*

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo l'**Approccio 1** con la Combinazione 2 (A2+M2+R2).

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la Combinazione (A1+M1+R3), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I.

Nella verifica a ribaltamento i coefficienti R3 della Tab. 6.5.I si applicano agli effetti delle azioni stabilizzanti.

11.1. INTERVENTI IN ALVEO

Gli interventi di sistemazione idraulica della Fiumara Armo, prevedono, oltre a interventi di riprofilatura dell'alveo mediante movimentazione di materiale, anche interventi più invasivi attraverso l'esecuzione di opere in cemento armato.

L'area interessata dagli interventi strutturali, interessano sia il tratto a monte (1° Intervento) che il tratto a valle (2° Intervento). Le opere riguardano: la realizzazione di un nuovo attraversamento all'interno dell'alveo (1° Intervento), tra la sez. 1 e la sez. 2, al fine di garantire il regolare deflusso anche in presenza di trasporto di materiale flottante o trascinato dalla piena

o di deposito di materiale proveniente dal trasporto solido. In particolare, si prevede la realizzazione di uno scatolare in c.a. di dimensioni in pianta 15.90 x 7.50 m. ed altezza netta 2,90 m.

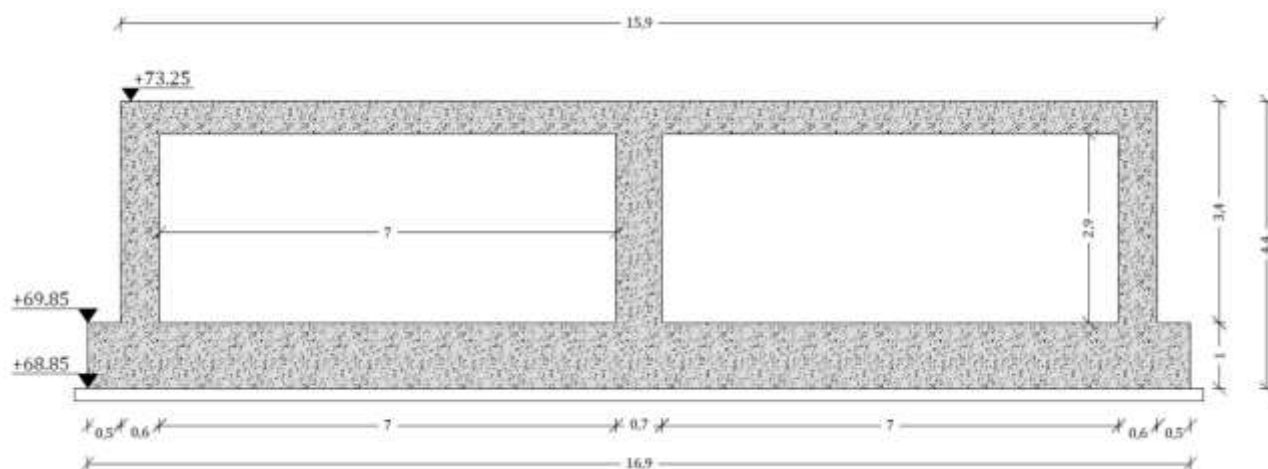


Fig. 9 – Nuovo attraversamento Fiumara Armo 1° Intervento tratto alto

Oltre al nuovo attraversamento, saranno realizzati nuovi muri d'argine in calcestruzzo armato di altezza variabile per il contenimento delle portate di piena calcolate per un periodo di ritorno di 200 anni. I nuovi argini sono stati dimensionati per soddisfare le prescrizioni riportate al punto 4.1 delle Linee guida del PAI. Lo spessore dei nuovi muri è di 30 cm, con fondazioni di altezza pari a 50 cm e larghezza variabile e non inferiore a 2.30 metri.

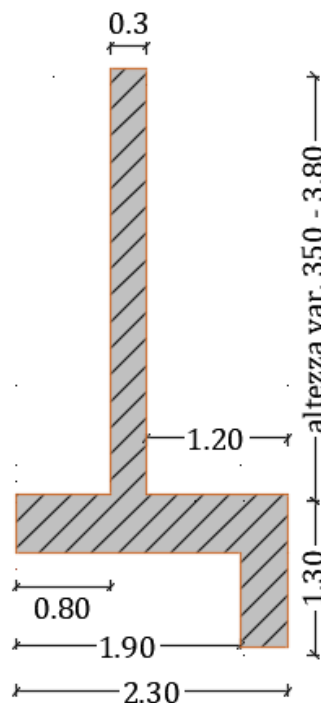


Fig. 10 – Sezione tipo nuove arginature Fiumara Armo

Le nuove sezioni, risagomate, avranno la capacità di contenere le portate di piena mantenendo una pendenza costante.

Per maggiori dettagli si rimanda alle specifiche relazioni di calcolo: *D.ID.PR.04.RC.01.A-Relazione di calcolo muro argine - 1° Intervento*; *D.ID.PR.04.RC.02.A-Relazione di calcolo nuovo attraversamento*; *D.ID.PR.04.RC.03.A-Relazione di calcolo muro argine - 2° Intervento*; nelle quali sono riportate i criteri di dimensionamento e le verifiche di progetto.

12. SICUREZZA

L'intervento è suddiviso in due lotti funzionali, pertanto si avranno contemporaneamente due cantieri in aree completamente diverse e per le quali non ci saranno interferenza tra le ditte esecutrici. Il **primo intervento**, relativo al tratto alto, è ubicato in una zona collinare in prossimità di un piccolo nucleo abitativo. Gli interventi, come già precisato nei paragrafi precedenti, riguardano la realizzazione di nuove strutture in calcestruzzo armato e nella riprofilatura dell'alveo.

L'area di intervento è accessibile da mezzi terrestri, percorrendo la strada comunale Via Fiumara che collega Saracinello con l'abitato di Armo.

Il **secondo intervento**, relativo al tratto basso, è ubicato nel tratto terminale della Fiumara Armo a valle del ponte della SS106 fino alle opere in calcestruzzo realizzate a protezione della pista dell'aeroporto Tito Minniti. Gli interventi previsti riguardano la riprofilatura dell'alveo e la realizzazione di nuovi muri d'argine, in sinistra e destra idraulica, a chiusura dei varchi esistenti.

Per la realizzazione delle opere progettuali, gli interventi saranno governati da due distinti processi di cantierizzazione.

L'operatività del cantiere non sarà limitata ai soli ambiti operativi stabili, ma risulterà allargata a tutte le zone di localizzazione degli interventi progettuali (aree operative temporanee).

Ciò implica che tutte le aree che conterranno le opere in progetto saranno temporaneamente identificate come aree di cantiere, limitando la loro estensione agli spazi necessari all'esecuzione delle opere, secondo le geometrie e le sagome stabilite dal progetto.

Per una facile ed immediata individuazione delle aree di cantiere, sia nei riguardi della loro posizione reciproca, che per la loro ubicazione sul territorio, è stato predisposto un apposito elaborato grafico contenente la posizione degli ambienti operativi in cui sono state collocate le aree di cantiere stabili e quelle temporanee.

Per il collocamento dei materiali e delle attrezzature, si è previsto di realizzare all'interno dell'area di intervento di appositi spazi protetti con newjersey in calcestruzzo.



Fig. 9 – Planimetri generale cantierizzazione 1° Intervento



Fig. 10 – Particolare disposizione cantierizzazione 1° Intervento



Fig. 11 – Planimetri generale cantierizzazione 2° Intervento



Fig. 12 – Particolare disposizione cantierizzazione 2° Intervento

Uno dei fattori esterni che comporterà rischi durante le lavorazioni, per la realizzazione del nuovo attraversamento e dei muri d'argine, è legato alla presenza della viabilità esterna al cantiere che comunque non potrà essere interrotta durante le attività. Per limitare i disagi e per favorire l'esecuzione delle lavorazioni, sarà previsto, ove necessario, l'impiego di movieri negli orari più critici. Sulla strada in prossimità dei tronchi di alveo interessati dall'intervento è prevista la canalizzazione del traffico e separazione di carreggiate mediante barriere in polietilene tipo New-Jersey.

13. GESTIONE DELLE MATERIE

La gestione delle terre e rocce da scavo rientra nel campo di applicazione della parte IV del D.Lgs n. 152/2006. A seconda delle condizioni che si verificano le terre e rocce possono assumere qualifiche diverse e conseguentemente essere sottoposte ad un diverso regime giuridico.

Le terre e rocce possono essere escluse dalla disciplina dei rifiuti se ricorrono le condizioni previste dall'**art. 185** relativo alle esclusioni dall'ambito di applicazione della suddetta disciplina.

In particolare, sono esclusi dalla disciplina dei rifiuti:

- b) il terreno (in situ), inclusi il suolo contaminato non scavato e gli edifici collegati permanentemente al terreno, fermo restando quanto previsto dagli articoli 239 e seguenti relativamente alla bonifica di siti contaminati;
- c) il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato.

Inoltre, il suolo escavato non contaminato ed altro materiale allo stato naturale, utilizzati in siti diversi da quelli in cui sono stati escavati, devono essere valutati ai sensi, nell'ordine, degli articoli 183, comma 1, lettera a), 184-bis e 184-ter.

Quando ricorrono le condizioni, dunque, le terre e rocce da scavo possono essere qualificate come **sottoprodotti o se sottoposte ad opportune operazioni di recupero, cessare di essere rifiuti**. In quest'ultimo caso dovranno essere soddisfatte le **condizioni di cui alle**

lettere da a) a d) dell'art 184 ter del D.Lgs n. 152/2006 e successive modificazioni, nonché gli specifici criteri tecnici adottati in conformità a quanto stabilito dal comma 2 del medesimo art. 184 ter.

L'**art. 186** fornisce una dettagliata trattazione delle modalità di utilizzo delle terre rocce da scavo, qualora classificate come sottoprodotti, riservando alle medesime l'assoggettamento alla disciplina dei rifiuti qualora il loro utilizzo non rispetti le condizioni stabilite dal predetto articolo.

Il comma 1 rappresenta indubbiamente il comma fondamentale dell'intero articolo 186. In esso infatti sono individuati i requisiti che è necessario possedere (e, come vedremo dopo, è necessario anche verificare) al fine di poter escludere le terre e rocce da scavo dal regime giuridico dei rifiuti.

Esaminiamo nel dettaglio le condizioni stabilite dal comma 1:

1. Fatto salvo quanto previsto dall'articolo 185, Le terre e rocce da scavo, anche di gallerie, ottenute quali sottoprodotti, possono essere utilizzate per rinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati purché:

- a) siano impiegate direttamente nell'ambito di opere o interventi preventivamente individuati e definiti;
- b) sin dalla fase della produzione vi sia certezza dell'integrale utilizzo;
- c) l'utilizzo integrale della parte destinata a riutilizzo sia tecnicamente possibile senza necessità di preventivo trattamento o di trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e, più in generale, ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli ordinariamente consentiti ed autorizzati per il sito dove sono destinate ad essere utilizzate;
- d) sia garantito un elevato livello di tutela ambientale;
- e) sia accertato che non provengono da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica ai sensi del titolo V della parte quarta del presente decreto;
- f) le loro caratteristiche chimiche e chimico-fisiche siano tali che il loro impiego nel sito prescelto non determini rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate ed avvenga nel rispetto delle norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee, della flora, della fauna, degli habitat e delle aree naturali protette. In particolare deve essere dimostrato che il materiale da utilizzare non è contaminato con riferimento alla destinazione d'uso del medesimo, nonché la compatibilità di detto materiale con il sito di destinazione;
- g) la certezza del loro integrale utilizzo sia dimostrata. L'impiego di terre da scavo nei processi industriali come sottoprodotti, in sostituzione dei materiali di cava, è consentito nel rispetto delle condizioni fissate all'articolo 183, comma 1, lettera p).

L'attuale normativa conferma che le terre e rocce da scavo rientrano nella categoria dei rifiuti speciali quando non è applicabile la disciplina dei sottoprodotti come condizionata dall'art. 184-bis.

Le terre e rocce da scavo vengono identificate e classificate come rifiuti con un apposito codice CER che varia a seconda delle sostanze contaminanti contenute:

- ✓ 17 05 03 * terra e rocce, contenenti sostanze pericolose
- ✓ 17 05 04 terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03

La pericolosità discende dal superamento della concentrazioni limite stabilita dall' allegato D alla Parte IV (punti 3.4 e 5) del D.Lgs 3 aprile 2006 n. 152 s.m.i..

In conformità a quanto previsto dai commi 1 e 7 bis dell'art. 186, le destinazioni d'uso ammesse per le terre e rocce da scavo sono: reinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, nei processi industriali come sottoprodotti (in sostituzione dei materiali di cava nel rispetto delle condizioni fissate all'articolo 183, comma 1, lettera p).

Qualora ne siano accertate le caratteristiche ambientali, possono essere utilizzate per interventi di miglioramento ambientale di siti anche non degradati. Tali interventi devono garantire, nella loro realizzazione finale, una delle seguenti condizioni:

- a) un miglioramento della qualità della copertura arborea o della funzionalità per attività agrosilvo-pastorali;
- b) un miglioramento delle condizioni idrologiche rispetto alla tenuta dei versanti e alla raccolta e regimentazione delle acque piovane;
- c) un miglioramento della percezione paesaggistica.

L'utilizzo delle terre e rocce da scavo deve avvenire senza trasformazioni preliminari o trattamenti preventivi, intendendosi per trasformazioni preliminari o trattamenti preventivi qualsiasi comportamento che alteri il contenuto medio degli inquinanti di un ammasso di terre e rocce da scavo. Il materiale deve essere accettato "tal quale" dal ciclo produttivo di destinazione ed ogni lavorazione successivamente subita deve essere prevista dal ciclo produttivo medesimo.

Non è consentito effettuare l'attività di deposito delle terre e rocce da scavo senza averne preventivamente previsto il riutilizzo. Pertanto, al fine di non incorrere nella disciplina relativa ai rifiuti per tutto il materiale, lo stesso deve avere, fin dalla fase di produzione, certezza dell'integrale utilizzo, ossia prima di procedere al deposito delle terre e rocce da scavo, deve essere già previsto ed approvato l'integrale utilizzo della parte di materiale da destinare terre e rocce, e valutata la restante parte da trattarsi come rifiuto ai sensi dell'art. 216 o 208 del d.lgs. 152/2006 e s.m.i.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato *D.MAT.GM.07.RE.01.A – "Relazione Gestione delle materie"*.

14.INTERFERENZE

Le interferenze e la loro risoluzione vengono censite e descritte conformemente all'art. 14, dell'Allegato XXI, al Decreto legislativo 12 aprile 2006, n° 163 recante "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione della direttiva 2004/17/CE e 2004/18/CE", e art. 24 del DPR 207/2010 "Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006 n°163".

La relazione sulle interferenze, parte integrante del progetto definitivo, affronta esclusivamente le tematiche della risoluzione delle interferenze relativamente alla

progettazione. In essa, infatti, sono censite e risolte, a partire dallo stato di fatto e in relazione ai contenuti del progetto, le diverse interferenze riscontrate nelle aree di lavoro e di sedime degli interventi previsti in progetto.

L'attività progettuale, così come nello spirito normativo, è consistita nel censimento delle interferenze e nell'ulteriore approfondimento dello studio del territorio attraversato, analizzando le interferenze esistenti e provvedendo alla risoluzione delle stesse.

Le interferenze riscontrabili nella fase di realizzazione possono essere ricondotte a tre tipologie principali:

- *Interferenze aeree.* Fanno parte di questo gruppo tutte le linee elettriche ad alta tensione, parte delle linee elettriche a media e bassa tensione, l'illuminazione pubblica e parte delle linee telefoniche;
- *Interferenze superficiali.* Fanno parte di questo gruppo le linee ferroviarie e i canali e i fossi irrigui a cielo aperto.
- *Interferenze interraste.* Fanno parte di questo gruppo i gasdotti, le fognature, gli acquedotti, le condotte di irrigazione a pressione, parte delle linee elettriche a media e bassa tensione e parte delle linee telefoniche.

Durante il sopralluogo, le interferenze riscontrate nel tratto relativo al **primo intervento** sono:

- Linea elettrica aerea;
- Linea telefonica aerea.

La linea elettrica aerea, in sinistra idraulica, interferisce con le attività di scolmatura e di pulizia dell'alveo, propedeutica per la realizzazione delle nuove arginature e del nuovo attraversamento (Foto 3).



Foto 3 – Presenza di linea elettrica all'interno dell'alveo. 1° Intervento

La linea telefonica aerea, ubicata in destra idraulica, interferisce con le attività di costruzione

delle nuove arginature (Foto 4).



Foto 4 – Presenza di linea telefonica interferente con le operazioni di scavo per nuovi argini. 1° Intervento

Per quanto riguarda il **secondo intervento**, le interferenze riscontrate sono del tipo interrato:

- Presenza di tubazione di sfiato rete gas;
- Presenza di linea telefonica interrata.

La tubazione di sfiato della rete gas, in sinistra idraulica, interferisce con le attività di scolmatura, di pulizia dell'alveo e con l'esecuzione del nuovo muro d'argine a chiusura del varco esistente sulla via Mortara Ravagnese (Foto 5).



Foto 5 – Presenza di tubazione di sfiato rete gas in sinistra idraulica. 2° Intervento

La linea telefonica interrata, che attraversa l'alveo della fiumara, interferisce con le attività di scolmatura, pulizia dell'alveo e con la costruzione delle nuove arginature poste in destra idraulica (Foto 6).



Foto 6 – Presenza di nuova linea telefonica interrata. 2° Intervento

Altro fattore esterno che comporterà rischi durante le lavorazioni è legato alla presenza delle strade comunali e dei suoi flussi di traffico.

Per limitare i disagi sulle strade e per favorire l'esecuzione delle lavorazioni, sarà previsto:

- una segnaletica di avvicinamento situata a monte ed a valle dell'area di intervento della zona pericolosa da segnalare;
- una segnaletica di posizione collocata immediatamente a ridosso e lungo la zona interessata dagli interventi;
- una segnaletica di fine prescrizione collocata a valle della zona interessata. I pannelli per la segnaletica devono essere solidamente fissati con un sostegno ed essere stabili.

I mezzi di trasporto dei materiali, che accederanno al cantiere dagli ingressi carrai, dovranno moderare la velocità, sia negli spazi interni, sia in uscita per immettersi sulle vie di percorrenza dei mezzi d'opera. Dovrà essere predisposta idonea segnaletica ben visibile nei punti di immissione.

Lungo le strade di accesso al cantiere saranno poste apposite segnalazioni di cantiere e lavori in corso con l'indicazione, in corrispondenza degli accessi delle uscite "USCITA AUTOMEZZI", il tutto secondo quanto previsto dal codice della strada.

15. CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

La durata dei lavori prevista in progetto ammonta a 9 mesi, ovvero 2700 giorni.

Le principali fasi di suddivisione dei lavori sono:

- 1) Organizzazione, allestimento degli apprestamenti di cantiere
- 2) Pulizia e scolmatura delle aree e smaltimento in centri autorizzati
- 3) Esecuzione opere in cemento armato (nuovo attraversamento, muri d'argine);
- 4) Esecuzione di opere di protezione dello scatolare e stabilizzazione alveo;
- 5) Smobilizzo cantiere

16. IMPORTO PROGETTO

L'importo del progetto è pari a € 2.000.000, per le specifiche si rimanda al quadro economico di progetto.

Reggio Calabria, dicembre 2021

Il Progettista
Ing. Pasquale Penna