



REGIONE CALABRIA
 PROVINCIA DI COSENZA
COMUNE DI AMANTEA



MIGLIORAMENTO INFRASTRUTTURALE DEL PORTO
 TURISTICO DI AMANTEA

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

PROGETTISTI: RTP

CAPOGRUPPO MANDATARIA: *MANDANTE:*



*Viale Lazio, n°13
90144 Palermo (PA)*



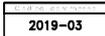
Hydraulic Soil Maritime Engineering
*Corso Umberto I, n°154
80138 Napoli (NA)*

Progettista Responsabile integrabile prestazioni specialistiche
Ing. Guglielmo Migliorino



Elaborato:

RELAZIONE GENERALE E TECNICA

CODIFICA		CODICE DOCUMENTO ITC		REV.		SCALA	ELABORATO
							R1
Rev.	Data	Descrizione			Redatto	Controllato	Approvato
0	12/03/2020	1° EMISSIONE			G. MIGLIORINO	G. CANTISANI	A. BORSANI
					Visto: Il Responsabile Unico del Procedimento Ing. Francesco STELLATO		

RELAZIONE GENERALE E TECNICA

SOMMARIO

INTRODUZIONE	1
1. INQUADRAMENTO GENERALE E STATO DEI LUOGHI.....	2
2. RILIEVI, INDAGINI E STUDI SPECIALISTICI	4
2.1. Rilievo topo-batimetrico	4
2.2. Analisi geo-sedimentologica	6
2.3. Studio meteomarino al largo e a riva	22
2.4. Studio morfologico del litorale.....	24
2.5. Studio morfodinamico: evoluzione recente della linea di riva	25
2.6. Caratterizzazione dei sedimenti DM 173/2016	33
3. ITER PROGETTUALE	38
4. INTERVENTI DEL PROGETTO.....	39
4.1. Intervento A - Messa in sicurezza dell’imboccatura portuale	42
4.2. Intervento B - By-pass delle sabbie	44
4.3. Intervento C – Gestione dei sedimenti accumulati a monte del Porto	47
4.4. Intervento D - Viabilità di collegamento ultimo miglio	49
4.5. Intervento E - Miglioramento impianti	51
4.6. Intervento F - Sistemazione del piazzale portuale	53
4.7. Intervento G - Dragaggio portuale	54
5. FATTIBILITA’ PAESAGGISTICA ED AMBIENTALE.....	56
6. INDICAZIONI PER LE FASI COSTRUTTIVE	60
6.1 Fasi costruttive Intervento A “Messa in sicurezza dell’area interna portuale”	60
6.2 Fasi di realizzazione Intervento B “By-pass delle sabbie”	65
6.3 Fasi costruttive Intervento C “Realizzazione del pennello di sopraflutto”	66
6.4 Fasi costruttive Intervento G “Dragaggio area interna portuale”	70
7 MONITORAGGIO E MANUTENZIONE DELL’INTERVENTO	71
7.1 Monitoraggio delle opere	71

7.2	Attività di monitoraggio in fase di esecuzione dei lavori.....	72
7.3	Manutenzione delle opere	73
8	CRONOPROGRAMMA, COSTI E QUADRO ECONOMICO GENERALE	74
8.1	Cronoprogramma	74
8.2	Quadro economico	74

INTRODUZIONE

Il presente progetto è stato interamente finanziato dalla Regione Calabria Dipartimento Infrastrutture LL.PP, con la Delibera di G.R. n. 309/2018 denominata "Patto per lo sviluppo della Regione Calabria"- POR Calabria FESR/FSE 2014/2020 Asse VII Obiettivo Specifico 7.2 Azione 7.2.2 per l'intervento in oggetto denominato "Miglioramento infrastrutturale del Porto Turistico di Amantea".

L'importo complessivo dell'intervento è di € 3.770.000,00, giusta convenzione Rep. 3366 del 27/11/2018.

1. INQUADRAMENTO GENERALE E STATO DEI LUOGHI

Il porto turistico di Amantea, ubicato nella frazione di Campora San Giovanni è l'unica struttura portuale esistente tra Cetraro (48 km nord) e Vibo Valentia (71 km sud). Oltre alle finalità turistiche cerca di soddisfare le esigenze della marineria locale come porto per la piccola pesca. In alcuni periodi, nella stagione estiva, è stato anche punto d'imbarco per i natanti turistici per le isole Eolie.



Figura 1: Vista porto da drone (ottobre 2019)

Il porto è composto da un molo foraneo sopraflutto e da un molo sottoflutto sulla cui banchina interna (molo Amerigo Vespucci) è presente una darsena per i natanti cabinati e le barche a vela più grandi. Una seconda banchina fissa (costituita dai moli Colombo e Magellano) accoglie natanti per la piccola pesca, una zona di transito, gommoni fino a 10 metri, imbarcazioni fino a 7,5 metri e una zona di ormeggi istituzionali. Sono stati realizzati poi tre moli galleggianti (denominati A, B e C) occupate da piccole imbarcazioni (fino a 10 metri).

Il piazzale del porto, molto ampio, contiene alcune strutture prefabbricate dove è ubicata la direzione/gestione del Porto ed altri servizi per l'utenza, una zona adibita al parcheggio delle autovetture e una per i servizi igienici.

La dotazione impiantistica, sulla base degli standard del diporto nautico, è scarsa in quanto non capillare, sono comunque presenti l'impianto idrico, quello elettrico e quello antincendio anche se non funzionali alle esigenze di banchina. Sui moli galleggianti è assente qualsiasi impianto. L'illuminazione è presente sulle banchine per mezzo di lampioni e c'è un'unica telecamera a 360° per la videosorveglianza.

Il porto non ha un perimetro recintato e gli accessi sono solo transennati. I collegamenti con il centro abitato sono costituiti da un'unica via d'accesso con una rampa ed un incrocio a raso che si collega alla SS.18 per l'accesso sia da Nord che da Sud.

Per quanto riguarda le dinamiche costiere, il porto costituisce un ostacolo per il trasporto solido longitudinale diretto da Nord a Sud, provocando un marcato fenomeno erosivo a Sud di esso che ha raggiunto da alcuni anni la stessa SS18 costringendo alla messa in opera di un sistema di opere marittime di protezione.

I sedimenti accumulati sul molo foraneo lo aggirano nel tempo provocando l'insabbiamento dell'imboccatura che, periodicamente, deve essere dragata per restituire l'accesso alle imbarcazioni. Inoltre le condizioni attuali delle dinamiche del litorale con la presenza di una barra di sedimenti in prossimità dell'imboccatura rende pericoloso l'accesso alle imbarcazioni che vengono sospinte verso il molo di sottoflutto all'atto di entrare nel porto.

Gli interventi di progetto, pur non potendo soddisfare tutte le necessità per limiti finanziari, hanno l'obiettivo di dare soluzione agli elementi di criticità descritti la cui soluzione permette una riqualificazione del Porto ed una sua più piena funzionalità.

2. RILIEVI, INDAGINI E STUDI SPECIALISTICI

Vengono, di seguito, sintetizzati i rapporti degli studi specialistici effettuati.

2.1. Rilievo topo-batimetrico

Il rilievo è finalizzato alla caratterizzazione topografica e batimetrica della spiaggia emersa e sommersa ove verranno eseguite le opere marittime di progetto. Le operazioni di rilievo sono state eseguite il giorno 16 Settembre 2019 e vengono di seguito descritte.

Scopo del rilievo è quello di fornire dati aggiornati propedeutici alla progettazione e di fornire al monitoraggio un riferimento iniziale per la valutazione dell'efficacia degli interventi realizzati.

Il rilievo ha interessato l'area compresa all'interno dell'area portuale e, per quanto riguarda l'area esterna, si è effettuato un rilievo per circa 1.2 km di cui 800 m a Nord del Porto e 400 m a Sud

.Le attività di rilievo hanno previsto le seguenti fasi:

- ✓ Predisposizione del piano di navigazione;
- ✓ Installazione di una rete di caposaldi;
- ✓ Rilievo topografico della spiaggia emersa, della linea di riva e dei primi fondali fino alla profondità di -0,5 m
- ✓ Rilievo batimetrico dei fondali dalla profondità di -0,5 m fino alla profondità di chiusura dedotta dallo studio meteomarinico del paraggio.

Piano di navigazione

Le aree da rilevare sono state suddivise mediante transetti di rilevamento, sub-ortogonali all'allineamento medio della linea di riva, paralleli tra loro e distanti mediamente circa 75 m con progressivo infittimento a circa 10 m nei pressi della diga foranea. Il percorso di navigazione ha previsto una successione di rotte perpendicolari alla linea di riva procedendo da largo verso riva e da riva verso largo in modo da poter ottenere un numero di punti sufficiente alla successiva fase di elaborazione con un idoneo infittimento in corrispondenza delle aree di ubicazione delle opere. E' stato previsto che il rilievo dell'area venisse chiuso con una navigazione circa parallela alla linea di riva e profondità superiore ai 9 m.

Rilievo topografico della spiaggia emersa e sommersa fino alla -0,5m

Il rilievo topografico della spiaggia emersa, eseguito con strumentazione GPS, è volto alla sua caratterizzazione morfologica e tende ad evidenziare criticità e variazioni di quota con particolare attenzione alla presenza di eventuali opere di difesa emergenti. Il rilievo è stato eseguito appoggiandosi alla stazione fissa e picchettando con l'unità mobile in modalità picchettamento, salvo infittimento in punti particolari della sezione trasversale, lungo ciascun transetto predisposto nel piano di navigazione, a partire da un termine inderodabile (ciglio stradale e altre opere civili infrastrutturali) fino alla linea di riva.

Rilievo topografico della linea di riva

Il rilievo della linea di riva è stato eseguito battendo 3-4 punti a cavallo della stessa, distanti non più di 1 metro. Questa tecnica consente poi di determinare la posizione della linea di riva relativa allo zero assoluto mediante interpolazione tra i punti battuti. Il rilievo topografico della spiaggia emersa e della linea di riva sarà collegato al rilievo dei fondali e per la verifica della compatibilità delle misurazioni si sovrapporranno per almeno 15 mt. La determinazione della linea di riva è stata integrata mediante l'utilizzo di un dispositivo drone.

Rapporto attività di rilievo area esterna alla darsena

Messo a punto il piano di navigazione come precedentemente descritto, si è montato sul natante l'attrezzatura GPS e l'ecoscandaglio, provvedendo alla verifica della taratura dello stesso mediante una serie di misure della profondità con cordella metrica inestensibile; quindi si è partiti via in condizioni di mare calmo e cielo sereno. L'area di rilievo ha interessato la zona a Nord del porto per un'estensione di circa 800 m e a Sud dello stesso per un'estensione di circa 400 m, per un totale di 1.2 km. La durata del rilievo è stata di circa 2 ore e non si sono avuti particolari problemi durante la realizzazione della stessa.

Rapporto attività di rilievo area interna alla darsena

A seguito di una riunione tecnica che ha visto coinvolti i progettisti e l'amministrazione nella figura del RUP, è emersa la necessità di effettuare un dragaggio dell'area interna portuale.

Con Determina n.288/19 del Responsabile del Servizio il Comune di Amantea finanziava il rilievo dell'area interna portuale. Tale rilievo è stato effettuato giorno 18 Novembre 2019, seguendo lo stesso iter e lo stesso schema tecnico di quello seguito per l'area limitrofa a quella in oggetto.

Elaborazione post-processing del rilievo

I dati di profondità sono stati rielaborati per tener conto dell'andamento delle maree giornaliera i cui dati sono stati ricavati dalla Rete Mareografica Nazionale (scaricabili dal portale ISPRA –ex APAT).

Il mareografo di riferimento scelto è stato quello di Cetraro (CS).

Una volta acquisite queste misure i dati sono stati ulteriormente elaborati con la creazione di un Modello Tridimensionale del terreno (DTM), rappresentativo del rilievo effettuato.

In una prima fase viene estratta la linea di riva dalle misure eseguite a terra e, successivamente, viene utilizzata questa come polilinea di vincolo per la successiva elaborazione delle misure di profondità quindi la rappresentazione delle isobate e delle isoipse. Questa procedura permette di rendere più sensibile il modello alle brusche discontinuità presenti nei bassi fondali tirrenici calabresi.

Nella successiva figura sono riportate, sulle planimetrie delle aree di rilievo, i transetti topo-batimetrici, le isobate e le isoipse.

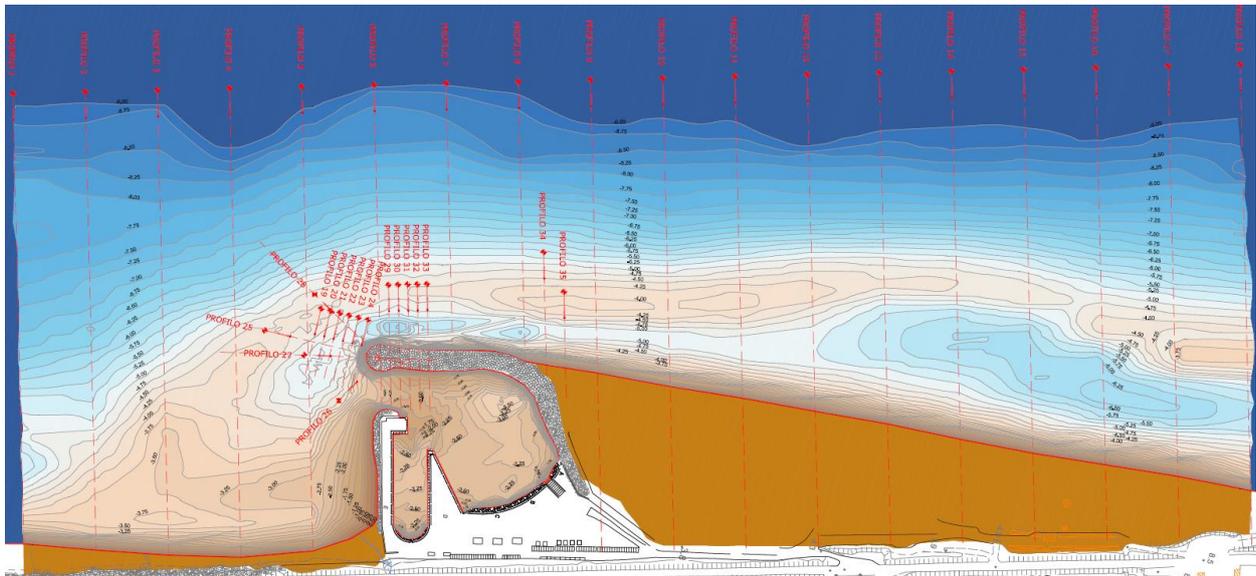


Figura 2 - Rappresentazione delle rotte di navigazione, dei punti rilevati, delle isobate e delle isoipse

2.2. Analisi geo-sedimentologica

Lo studio geomorfologico dell'area di interesse, si è articolato su fasi di lavoro analitiche, diagnostiche e propositive. Per la conoscenza preliminare e per una prima valutazione dei caratteri geoambientali del territorio, la fase di analisi si è basata sulla raccolta dei dati derivanti da studi ed indagini geognostiche precedenti e dalla bibliografia geologica, geomorfologica, idrogeologica, sismologica e geologico-tecnica disponibile.

Successivamente a questa prima fase di ricerca bibliografica, si è proceduto alle osservazioni di campagna mediante un accurato rilevamento geologico di dettaglio, al fine di meglio definire e cartografare i vari caratteri geologici, geomorfologici, tettonici, etc., integrati dalla fotointerpretazione ed alla realizzazione della campagna di indagini geognostiche e di laboratorio consistite in:

- n° 1 sondaggio con carotaggio continuo della profondità di 30 metri ed esecuzione di n° 7 prove SPT in foro, prelievo di n° 4 campioni indisturbati e n° 2 campioni a disturbo limitato;
- prove di laboratorio su ciascun campione prelevato dal sondaggio con carotaggio continuo;
- n° 1 prospezione sismica con metodologia MASW sulla banchina Amerigo Vespucci, della lunghezza di 50 m;
- n° 1 prospezione geoelettrica sulla banchina Amerigo Vespucci, della lunghezza di 130 m;
- n° 1 prova georadar sulla banchina Cristoforo Colombo, della lunghezza di 75 m.

La successiva fase di diagnosi, suffragata dalle indagini geognostiche e di laboratorio disponibili ed eseguiti per l'area di studio, ha consentito la formulazione delle proposte progettuali.

Nella fase propositiva, si sono formulate le proposte di fattibilità geologica tecnico- ambientale delle azioni di progetto. L'area di intervento, si configura all'interno dell'area 18 del “Master Plan degli interventi di mitigazione del rischio di erosione costiera in Calabria”, ossia nel tratto omogeneo di costa tirrenica compreso tra la foce del Fiume Savuto ed il Torrente Laponte (AMA 18-1 ed AMA 18-2).

Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area

La costa tirrenica in esame (area 18 del Master Plan) è caratterizzata da un andamento pressoché rettilineo, avente direzione all'incirca N-S, e da una stretta fascia di pianura costiera, localmente assente e più ampia nella zona meridionale, delimitata ad est dal massiccio montuoso della catena costiera: rilievo stretto ed allungato, parallelo alla costa e con versanti molto ripidi.

In particolare, nei bacini dell'area 18, i complessi della catena Alpina di derivazione oceanica sono rappresentati soprattutto da metamorfiti di basso-medio grado (filladi, filladi carbonatiche) e rocce carbonatico-silicee, associati a meta vulcaniti basiche (rocce verdi) e radiolariti; quelli continentali sono rappresentati da gneiss, gneiss granatiferi e granodioriti, con alla base livelli filladici. Le rocce della Catena Appenninica sono rappresentate essenzialmente da calcari e dolomie che affiorano in finestra tettonica sottoforma di rilievi quali M. Cocuzzo e M. Barbaro o di depressioni (piccolo affioramento nella parte bassa del versante a sud di Coreca nel Comune di Amantea).

Localmente e con maggiore estensione nel settore meridionale, le rocce (paleozoiche e mesozoiche) sono ricoperte dai depositi Miocenici di origine marina (prevalentemente: conglomerati, arenarie,

calcari evaporitici ed argille) e Pleistocenici (conglomerati e sabbie bruno-rossastri costituenti i terrazzi marini paralleli alla costa e i terrazzi fluviali lungo i corsi d’acqua più importanti).

Infine, lungo i letti dei corsi d’acqua e lungo la stretta fascia costiera affiorano depositi continentali recenti (Olocenici) rappresentati da alluvioni mobili e fissate dalla vegetazione, conoidi detritiche di varia origine e detriti di frana, costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie; inoltre lungo il litorale affiorano con discontinuità lembi di dune sabbiose mobili o stabilizzate e i depositi di spiaggia attiva

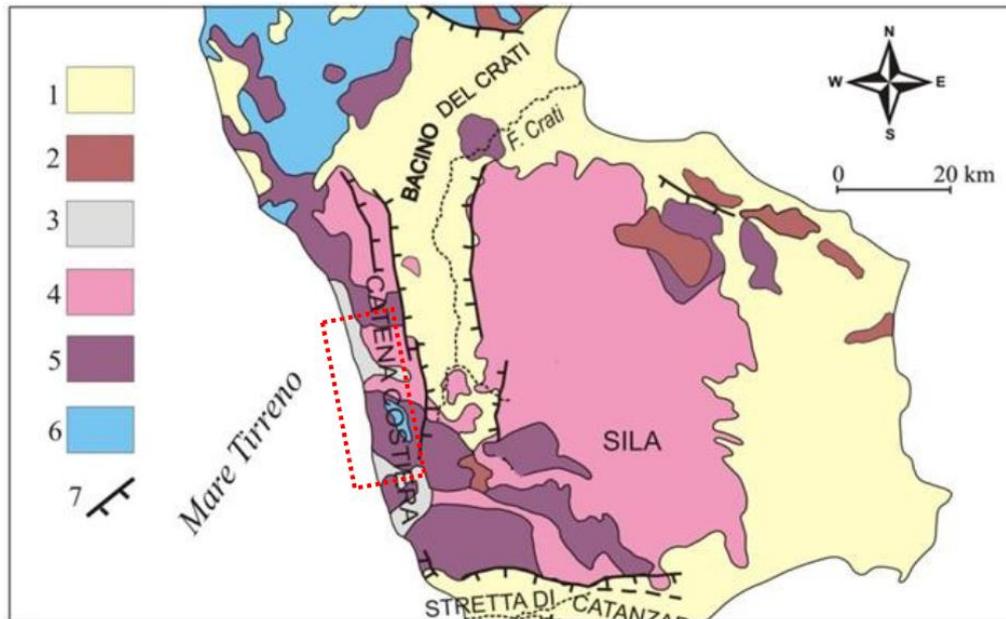


Figura 3- Schema geologico generale ed ubicazione dell’ambito di studio (rettangolo rosso)

La geologia delle aree d’intervento, tratto costiero tra il F. Savuto e il F. Oliva (Allegato 1 – stralcio Carta Geologica della Calabria), è caratterizzata da un substrato metamorfico (prevalentemente scisti filladici), affiorante a partire dalle prime pendici dei versanti, nella zona di sbocco del fiume Savuto sulla piana costiera, e più diffusamente sui rilievi a sud del Savuto. Su tale substrato poggiano terreni trasgressivi miocenici (arenarie con soprastanti argille) affioranti sul versante destro del fiume Savuto e più diffusamente verso nord (bacino del F. Torbido), sulle pendici ad est di Campora S. Giovanni fino al Bacino del F. Oliva. Stratigraficamente al di sopra delle suddette litologie sono presenti formazioni Pleistoceniche (conglomerati e sabbie bruno-rossastri) costituenti i terrazzi marini paralleli alla costa e lembi di terrazzi fluviali lungo i corsi del Savuto e dell’Oliva.

Infine, nella piana costiera affiorano depositi continentali recenti (Olocenici) rappresentati da alluvioni mobili e fissate dalla vegetazione e conoidi di deiezione allo sbocco di alcuni torrenti sulla piana,

costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie; inoltre lungo il litorale affiorano con discontinuità dune sabbiose mobili o stabilizzate e i depositi di spiaggia attiva costituiti da sabbie e ghiaie.

Dall'esame della Carta Geologica Ufficiale (in allegato alla relazione specifica) è possibile osservare che: le dune a sud del F. Torbido erano molto estese (larghezza massima fino a 350 m); il F. Savuto allo sbocco sulla piana costiera inondava, attraverso numerosi canali anastomizzati, una vasta area a nord fino a intercettare una biforcazione del F. Torbido. Infatti, lungo il percorso della linea ferroviaria (unica infrastruttura allora esistente) sono riportati tre attraversamenti fluviali (ponti) oltre a quello più a sud dove confluisce attualmente tutto il corso d'acqua del Savuto e del F. Grande, a seguito dei lavori di canalizzazione ed arginatura effettuati negli anni successivi.

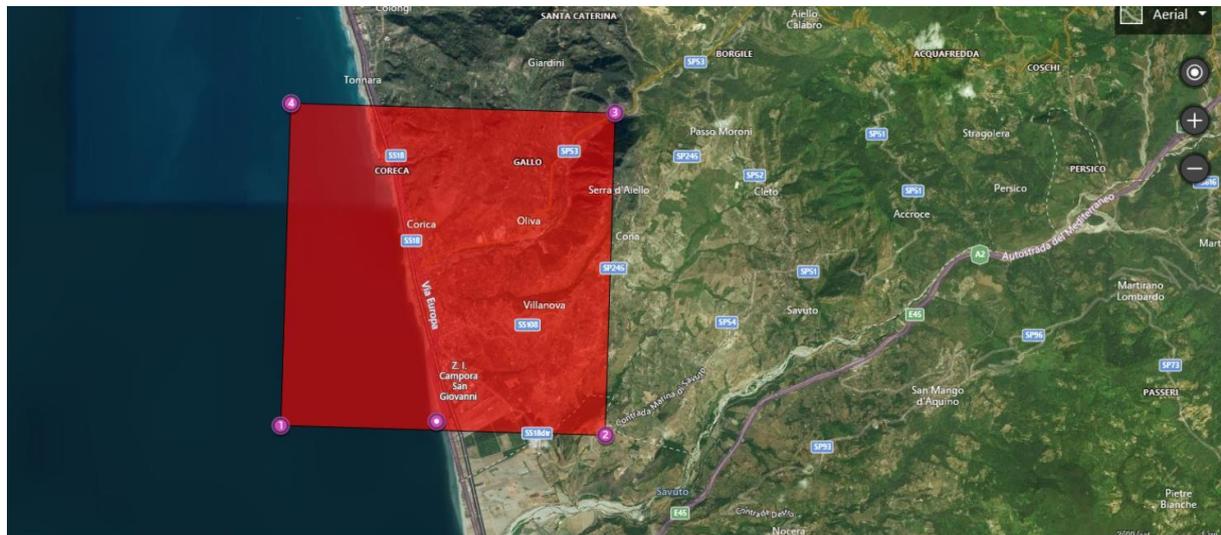
Per quanto concerne gli aspetti litologici dei depositi spiaggia emersa il Progetto di ricerca “Trasporto solido dei corsi d'acqua e interazione tra il trasporto solido litoraneo e fluviale”, Lotto N. 11 del servizio “Studio e sperimentazione di metodologie e tecniche per la mitigazione del rischio idrogeologico” Misura 1.4 del POR Calabria 2000 – 2006 Azione 1.4c” (riguardante la foce del F. Savuto e disponibile presso l'Autorità di Bacino Regionale), evidenzia in sintesi “due fasce ben distinte: ghiaia eterogranulare costituita da clasti, di genesi metamorfica, ad elementi piatti e subarrotondati nella zona di battigia, e sabbie quarzoso-feldspatiche a granulometria media e discretamente classate costituenti il settore di berma fino al cordone di duna. Evidenzia, inoltre che il sistema dunale risulta, quasi totalmente smantellato, non è più protetto dalla spiaggia emersa in forte deficit sedimentario; l'area retrodunale è interessata da pratiche agricole; nel complesso, il sistema di spiaggia risulta ancora riconoscibile; in pochi settori il cordone è in fase di smantellamento o in stato di sofferenza”.

Sismicità dell'area

Amantea, secondo l'Ordinanza n° 3274 del 20.03.2003 del Presidente del Consiglio dei Ministri, modificata dall'OPCM n° 3431 del 03.05.2005, rientra nelle “Zone sismiche 1”. Qualunque sia stata la scelta regionale, a ciascuna zona o sottozona è attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido (ag). Tale valore di pericolosità di base non ha però influenza sulla progettazione.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008), infatti, hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona – e quindi territorio comunale – precedentemente veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche.

Data: 04/02/2020



Vita nominale (Vn): 50 [anni]
 Classe d'uso: II
 Coefficiente d'uso (Cu): 1
 Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 39.0546417 [°]
 Longitudine (WGS84): 16.0925217 [°]
 Latitudine (ED50): 39.0556641 [°]
 Longitudine (ED50): 16.0933304 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	40999	39.054970	16.062420	2670.22
2	41000	39.053440	16.126680	2890.21
3	40778	39.103410	16.128680	6123.32
4	40777	39.104940	16.064370	6022.44

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.053	2.361	0.289
SLD	50	0.068	2.369	0.320
	72	0.081	2.402	0.334
	101	0.094	2.415	0.348
	140	0.108	2.431	0.358
	201	0.126	2.460	0.370
SLV	475	0.179	2.463	0.425
SLC	975	0.234	2.517	0.445
	2475	0.321	2.615	0.462

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.059	2.358	0.286
SLD	50	0.077	2.336	0.317
	72	0.093	2.348	0.327
	101	0.110	2.357	0.338
	140	0.129	2.374	0.346
	201	0.152	2.395	0.356
SLV	475	0.220	2.446	0.380
SLC	975	0.294	2.460	0.422
	2475	0.415	2.538	0.443

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.059	2.356	0.286
SLD	50	0.079	2.330	0.317
	72	0.095	2.339	0.327
	101	0.112	2.351	0.337
	140	0.131	2.369	0.345
	201	0.155	2.390	0.355
SLV	475	0.226	2.440	0.378
SLC	975	0.302	2.451	0.419
	2475	0.430	2.525	0.441

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]

SLO	30	0.053	2.357	0.288
SLD	50	0.069	2.365	0.320
	72	0.082	2.395	0.334
	101	0.095	2.406	0.347
	140	0.110	2.418	0.358
	201	0.128	2.445	0.368
SLV	475	0.183	2.446	0.422
SLC	975	0.240	2.509	0.441
	2475	0.331	2.601	0.459

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.056	2.358	0.287
SLD	50	0.073	2.351	0.318
SLV	475	0.201	2.451	0.403
SLC	975	0.265	2.487	0.433

Sedimentologia delle aree di intervento

Con Decreto 15 luglio 2016, n. 173 “Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini”, (16G00184) (GU Serie Generale n.208 del 06-09-2016 - Suppl. Ordinario n. 40), entrata in vigore il 21/09/2016, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, al fine della tutela dell'ambiente marino, determina:

- a) le modalità per il rilascio dell'autorizzazione di cui all'articolo 109, comma 2, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152, per l'immersione deliberata in mare dei materiali di escavo di fondali marini o salmastri o di terreni litoranei emersi di cui al comma 1, lettera a) del medesimo articolo 109;
- b) i criteri omogenei per tutto il territorio nazionale, per l'utilizzo di tali materiali ai fini di ripascimento o all'interno di ambienti conterminati, ai quali le regioni conformano le modalità di caratterizzazione, classificazione ed accettabilità dei materiali in funzione del raggiungimento o mantenimento degli obiettivi di qualità ambientale dei corpi idrici marino costieri e di transizione;
- c) la gestione dei materiali provenienti dal dragaggio delle aree portuali e marino costiere non comprese in siti di interesse nazionale;
- d) la gestione dei materiali provenienti dai siti di interesse nazionale risultanti da operazioni di dragaggio nelle aree portuali e marino costiere, al di fuori di detti siti.

Per l'intervento denominato "Miglioramento infrastrutturale del Porto Turistico di Amantea", in particolare per l'intervento B – "By-pass delle sabbie" ed intervento G – "Dragaggio della darsena interna portuale", sono stati prelevati campioni sui quali si sono effettuate le analisi sedimentologiche, le quali hanno fornito informazioni sulle dimensioni dei sedimenti presenti nelle aree in esame, avvalorando la scelta della "spiaggia a Nord del porto" come sito di prelievo dell'inerte da ripascimento.

Su ciascun campione è stata eseguita:

- misura del peso specifico dei grani;
- analisi granulometrica mediante setacci e/o crivelli.

Le analisi sedimentologiche eseguite sui campioni prelevati ex novo per tale progetto definitivo, hanno fornito informazioni sulle dimensioni dei sedimenti presenti nelle aree in esame, avvalorando la scelta della "spiaggia a Nord del porto" come sito di prelievo dell'inerte da ripascimento.

Le proprietà granulometriche dei sedimenti possono venire utilizzate anche attraverso l'analisi di alcuni parametri statistici, per ricostruire processi e differenziare ambienti e singoli sistemi sedimentari.

L'analisi fattoriale delle percentuali granulometriche si basa sul presupposto che ogni sedimento clastico sia costituito da un certo numero di popolazioni elementari che possono venire trasportate in modo diverso ed avere quindi una storia deposizionale diversa.

Dal riconoscimento e dall'analisi di tali popolazioni si possono trarre indicazioni sui processi e sugli ambienti sedimentari.

In linea generale, le zone con granulometria più grossolana indicano la presenza di notevole energia derivata dai fattori meteomarini, che impedisce la deposizione delle particelle più fini.

Ad una zona con alta energia corrisponde un'area soggetta ad intensa attività di trasporto dei sedimenti e quindi ad un'intensa attività erosiva. Al contrario, a zone caratterizzate da granulometria più fine corrispondono aree soggette a debole energia meteomarina, che consente la deposizione dei sedimenti.

L'indicazione che si può trarre da questo tipo di indagine è di carattere qualitativo, ma la combinazione di queste misure con i dati meteomarini ed altre condizioni al contorno consente di effettuare le seguenti valutazioni.

In particolare permette di:

- valutare la compatibilità dei materiali esaminati rispetto alle aree in cui si intende intervenire;

- calibrare e successivamente verificare i modelli matematici dell'evoluzione della linea di costa;
- valutare quantitativamente l'azione del moto ondoso sul trasporto dei sedimenti;
- valutare l'impatto delle opere costiere sulla dispersione dei sedimenti.

Per la determinazione delle caratteristiche tessiturali delle aree in esame, sono stati prelevati in totale n° 15 campioni: n° 8 campioni sono stati prelevati dalla spiaggia a Nord del Porto, n° 2 campioni sono stati prelevati dalla spiaggia a Sud del porto, mentre gli altri n° 5 campioni sono stati prelevati dal fondale interno al porto, la cui ubicazione è rappresentata nella seguente "Planimetria dei punti di campionamento". Tali campioni sono stati analizzati presso I.P.G. di Castrolibero (CS).

Nella seguente tabella vengono riportate la sigla dei campioni, la quota di prelievo, la localizzazione ed i valori del D50(in mm):

N° campione	Tipologia di campione	Localizzazione		D ₅₀ (mm)
13177/5451	P1 0,00-1,00 m	39° 03' 43.4" N 16° 05' 28.0" E	Nord Porto spiaggia emersa	0.68
13178/5451	P1 1,00-2,00 m	39° 03' 43.4" N 16° 05' 28.0" E	Nord Porto spiaggia emersa	0.77
13179/5451	P2 0,00-1,00 m	39° 03' 37.6" N 16° 05' 28.6" E	Nord Porto spiaggia emersa	0.78
13180/5451	P21,00-2,00 m	39° 03' 37.6" N 16° 05' 28.6" E	Nord Porto spiaggia emersa	1.20
13181/5451	P3 0,00-1,00 m	39° 03' 32.5" N 16° 05' 29.1" E	Nord Porto spiaggia emersa	0.98
13182/5451	P31,00-2,00 m	39° 03' 32.5" N 16° 05' 29.1" E	Nord Porto spiaggia emersa	1.30
13183/5451	P4 0,00-1,00 m	39° 03' 25.3" N 16° 05' 30.5" E	Nord Porto spiaggia emersa	1.00
13184/5451	P41,00-2,00 m	39° 03' 25.3" N 16° 05' 30.5" E	Nord Porto spiaggia emersa	2.80

13185/5451	P50,00-1,00 m	39° 03' 16.7" N 16° 05' 38.2" E	Sud Porto spiaggia emersa	1.60
13186/5451	P60,00-1,00 m	39° 03' 04.5" N 16° 05' 43.3" E	Sud Porto spiaggia emersa	0.95
13188/5452	P70,00-1,00 m	39° 03' 16.1" N 16° 05' 31.3" E	Interno Porto fondale	0.78
139189/5452	P80,00-1,00 m	39° 03' 17.0" N 16° 05' 30.1" E	Interno Porto fondale	0.58
13190/5452	P90,00-1,00 m	39° 03' 18.2" N 16° 05' 30.0" E	Interno Porto fondale	0.41
13191/5452	P100,00-1,00 m	39° 03' 18.0" N 16° 05' 32.2" E	Interno Porto fondale	1.40
13192/54512	P110,00-1,00 m	39° 03' 17.4" N 16° 05' 35.1" E	Interno Porto fondale	0.90

Nella seguente tabella, è possibile confrontare il D50 medio corrispondente ad ogni area esaminata:

Localizzazione	D ₅₀ medio (mm)	Classe granulometrica
Nord Porto	1.19	Sabbia molto grossolana
Sud Porto	1.27	Sabbia molto grossolana
Interno Porto	0.81	Sabbia grossolana

Dalle tabelle si deduce che la granulometria della spiaggia emersa a Nord del porto risulta compatibile per il ripascimento da effettuare a Sud del porto, mentre all'interno del porto la granulometria risulta inferiore (meno stabile).

Tuttavia, considerando il volume esiguo di materiale che viene prelevato in seguito all'intervento di dragaggio della darsena interna portuale rispetto al totale, può considerarsi anch'esso compatibile per il ripascimento da effettuare a Sud del porto.

Materiali da approvvigionamento

Per la realizzazione delle opere in progetto, l'ATP ha individuato come possibile sito di approvvigionamento, la cava "Magari", ubicata nella frazione di Potame nel Comune di Domanico, in località "Magari". La scelta di tale sito è stata fatta sulla natura e sulla dimensione del materiale estrattivo nonché sull'ubicazione del sito stesso, che si trova a circa 25 Km di distanza dalle aree in cui si intende intervenire.

Dai sopralluoghi effettuati, nell'ambito dei 50 km dalle aree di cantiere, tale cava risulta essere, sia da un punto di vista tecnico che amministrativo, l'unica a soddisfare determinati requisiti.

Dal punto di vista tecnico, tale cava produce materiale di varia pezzatura che va dal pietrame ai massi di IV categoria (>7 tonnellate). La reale produzione dei massi di IV categoria è stata verificata dalla scrivente ATP nell'ambito di un sopralluogo di natura conoscitiva.

La tabella a seguire riporta l'elenco delle quantità di materiale lapideo e di pietrame complessivamente utilizzato per la costruzione delle opere di progetto.

LAVORAZIONI	udm	Progetto definitivo
Scavo subacqueo mezzi terrestri	m ³	6610,57
Scogli 1^ categoria	t	0,00
Scogli 2^ categoria	t	32928,71
Scogli 3^ categoria	t	23344,81
Scogli 4^ categoria	t	8605,95
<i>Totale scogli</i>	t	<i>64879,47</i>
Salpamento di scogli	m ³	5400,00
Geotessile	m ²	3898,50
Pietrame di basamento	m ³	12381,39
Palo di segnalazione	n.	2,00
Ripascimento	m ³	245052,00
Ripascimento stratificato	m ³	7288,39
Ripascimento con materiale escavo	m ³	6610,57
<i>Totale ripascimento</i>	m ³	<i>258950,96</i>

Per le quantità sopra indicate, stimate nell’ambito della progettazione definitiva, la partecipante ATI, ha inoltrato espressa richiesta per la prenotazione delle stesse. La sopra indicata cava ha offerto tale disponibilità per cui si ha ragione di poter essere certi sull’approvvigionamento dei materiali per la costruzione delle opere (Allegato 3a).

L’ammasso roccioso costituente la cava è caratterizzato da rocce grigiastre compatte e con struttura cristallina; presenta una elevata resistenza all’erosione e permeabilità da media ad elevata. Si tratta di calcari dolomitici del Triassico, da grigio chiaro a grigio scuro, generalmente a grana fine e compatta. Tali rocce sono state utilizzate anche in tutti gli altri interventi di difesa costiera realizzati negli anni precedenti nel Comune di Amantea nonché per la realizzazione del porto turistico ubicato in località Campora ovvero nelle aree di cantiere.

Ubicazione del sito

Il sito di approvvigionamento si colloca nel settore centro-occidentale della Calabria, nel territorio montuoso del litorale tirrenico cosentino, che si eleva ad Ovest della valle del Fiume Crati. In particolare tale sito è ubicato alle pendici occidentali di Monte Scudiero (1294 m s.l.m.), nel settore meridionale del territorio comunale di Domanico, precisamente a Sud della frazione di Potame.

Il sito estrattivo è collegato alla Strada Statale n.108 “Silana di Cariati” che rappresenta la viabilità principale e che collega Amantea con Domanico e poi con Rogliano, mediante la strada comunale per Lago, sulla quale si immette l’ingresso della stessa area estrattiva. L’accesso è ubicato in posizione tale da non creare disagi alla viabilità ordinaria.

Caratterizzazione geotecnica

Nel seguente paragrafo viene fornito un sunto delle principali caratteristiche geotecniche dell’ammasso roccioso costituente l’area estrattiva.

Per la classificazione del grado di alterazione è stato fatto riferimento allo schema adottato da Cascini et al., 1992, elaborato presso il Geotechnical Control Office di Hong Kong, riportato di seguito in tabella:

Classe	Descrizione	Caratteri distintivi materiale roccioso	Caratteri distintivi ammasso roccioso
VI	Terreno residuale e colluviale	Terreno prodotto dall’alterazione in posto, con la tessitura della roccia originaria completamente distrutta, e interessato da processi colluviali, granulometria da sabbia con ghiaia limosa a limo con sabbia argilloso.	Terreni residuali e colluviali con lembi di saprolite, roccia assente.

V	Roccia completamente alterata o <i>saprolite</i>	Roccia completamente disgregata avente la consistenza di un terreno, ma che presenta discontinuità allo stato relitto ed è ancora preservata la tessitura originaria. Si disgrega rapidamente in acqua, la punta del martello da geologo si indenta in profondità e il coltello solca facilmente la superficie, pezzi di roccia si sgretolano con le mani. Valori del Martello di Schmidt:0-1	Saprolite con lembi isolati di terreno residuale e nuclei di roccia meno alterati, la percentuale di terreno supera il 50%
IV	Roccia altamente alterata	Roccia completamente alterata e intensamente alterata, frammenti di grosse dimensioni possono essere rotti con le mani ma non sgretolati, si disgrega in piccola parte se immersa in acqua, la punta del martello da geologo si indenta in superficie, Martello di Schmidt: 11-22	Roccia altamente alterata con lembi di terreno residuale e saprolite e con nuclei di roccia meno alterati, la percentuale di terreno non supera il 50%
III	Roccia moderatamente alterata	Roccia completamente decolorata tranne che in alcuni punti lontani dalle fratture, alterata ma ancora dotata di discreta resistenza. Frammenti di grosse dimensioni non si rompono con le mani e non si disgregano in acqua; la punta del martello da geologo riga la superficie; Martello di Schmidt: 25-55	Roccia moderatamente alterata con nuclei di roccia da altamente debolmente alterati; percentuale di terreno non supera il 30%
II	Roccia debolmente alterata	Roccia decolorata solo lungo le discontinuità; la resistenza è prossima a quella della roccia non alterata; colore marrone nelle discontinuità.	Roccia debolmente alterata con zone di maggior alterazione lungo le fratture; percentuale massima di terreno 10%
I	Roccia fresca	Roccia nella quale non sono visibili segni di decolorazione e di alterazione.	Roccia non alterata con locali segni di debole alterazione; terreno assente.

Secondo tale tabella, il calcare dolomitico caratterizzante il sito di estrazione è stato messo in relazione alla classe II e classificato come “Roccia debolmente alterata”.

I principali parametri geotecnici dell’ ammasso roccioso in esame sono riassumibili nella seguente tabella:

Parametro Geotecnico	Simbolo	Unità di misura	Valore
Densità relativa	Dr	%	100
Angolo di attrito	φ	(°)	36-41
Peso di volume	γ	(t/m ³)	1,8-2
Peso di volume saturo	γ_{sat}	(t/m ³)	2,3
Coesione	c	(t/m ²)	0,30

Le classificazioni geotecniche dei materiali lapidei sono basate sulla descrizione della struttura e delle condizioni delle discontinuità, da cui si ricavano i parametri di resistenza e di deformabilità. I metodi utilizzati si basano sulla stima della qualità dell’ammasso roccioso, da cui sono stati estrapolati gli indici

e le caratteristiche meccaniche dell'ammasso considerato nella sua globalità (angolo di attrito e coesione).

Le classificazioni utilizzate si basano sui seguenti metodi:

- Metodo di Bieniawski (1989): si basa sul rilievo di sei parametri ai quali è assegnato un peso: R1 valore assegnato alla compressione uni assiale; R2 valore assegnato all'indice RQD; R3 valore assegnato alla spaziatura delle discontinuità; R4 valore assegnato alle condizioni delle discontinuità; R5 valore assegnato alle condizioni idrauliche; R6 valore assegnato all'orientamento delle discontinuità. La classificazione definisce due valori dell'indice RMR base e corretto.
- Metodo di Barton (1979): si basa sulla determinazione dell'indice di qualità Q, che è funzione di RQD, numero di sistemi di fratture J_n , scabrezza delle discontinuità J_r , riempimento delle fratture J_a , condizioni idrauliche J_w , riduzione del carico citostatico SRF.

Le tabelle riportate nell'allegato 3b, riportano i criteri di determinazione di tali valori.

Per la determinazione dei parametri geotecnici dell'ammasso dolomitico, le varie misurazioni sono state eseguite in n.6 stazioni di rilevamento. Nell'allegato 3c vengono riportati i relativi report:

I risultati di tali rapporti di prova possiamo riassumerli nelle seguenti tabelle:

Classificazione di BIENIAWSKI					
Stazione di misura	Classe	RMR	Qualità dell'ammasso roccioso	Coesione (kPa)	Angolo d'attrito (°)
F1	III	50	Discreta	375	42
F2	II	61	Buona	330	38
F3	II	74	Buona	370	42
F4	V	19	Molto scadente	345	39
F5	III	46	Discreta	355	40
F6	III	48	Discreta	365	41

Classificazione di BARTON					
Stazione di misura	Q	RMR	Qualità dell'ammasso roccioso	Coesione (MPa)	Angolo d'attrito (°)
F1	3,33333	55	Scadente	0,315	36

F2	3,75	56	Scadente	0,385	43
F3	10	65	Mediocre	0,365	41
F4	6,66666	61	Mediocre	0,38	43
F5	1,66666	49	Scadente	0,315	36
F6	1,66666	49	Scadente	0,345	39

Di seguito vengono forniti in modo schematico i dati relativi a prove eseguite sui materiali di cava dal laboratorio PREMAC S.r.l.. Nell'allegato 3d verranno inseriti i rapporti di prova.

Nell'anno 2001 sono state eseguite delle prove preliminari di qualificazione su materiale lapideo che hanno fornito i seguenti risultati:

Peso di Volume medio (4 campioni)	2785 kg/m ³
Coefficiente d'Imbibizione medio (5 campioni)	0,36%
Resistenza a Compressione medio, su <u>provini asciutti</u> (4 campioni)	1780 kg/cm ²
Resistenza a Compressione medio, su <u>provini saturi d'acqua</u> (4 campioni)	1766 kg/cm ²

Nella stessa occasione è stata determinata la Gelività del materiale, che risulta essere non gelivo. La compressione è stata eseguita su n. 4 provini cubici dopo 20 cicli di gelo e disgelo (da -10°C a 35°C), da cui sono stati ricavati:

Peso di Volume medio	2789,6 kg/m ³	Resistenza a Compressione medio	1873 kg/cm ²
Peso di Volume medio saturo	2721,5 kg/m ³	Resistenza a Compressione medio saturo	1767 kg/cm ²
Riduzione subita	- 2,50%	Riduzione subita	- 6,02%

Alla conclusione delle prove, erano assenti sia le screpolature che le lesioni.

Nell'anno 2002 sono stati esaminati n. 4 classi di inerti; inoltre sono state determinate la resistenza a compressione e la resistenza all'usura.

Classi d'inerti	<5	5÷10	10÷15	15÷25
Massa Volumica apparente dei granuli dell'aggregato g/cm³	2,843	2,811	2,818	2,817

Massa Volumica apparente dell'aggregato non addensato g/cm^3	1,764	1,536	1,550	1,554
--	-------	-------	-------	-------

Il valore medio della Resistenza a Compressione determinato in questa occasione è pari a 1780 kg/cm². La determinazione della Resistenza all'Usura, è il rapporto tra il valore dell'usura del granito di S. Fedelino (utilizzato come parametro di riferimento) e il valore dell'usura del materiale esaminato. Il valore dell'usura si riferisce ad un percorso di mola pari a 500m.

Usura granito di S. Fedelino U_0 (mm)	Usura campione in esame U_c (mm)	Resistenza all'usura U_0 / U_c
2,00	1,34	1,49

Un materiale è resistente all'usura se il valore del rapporto è ≤ 1.5 .

Nel 2008 è stato eseguito un esame petrografico macroscopico su un campione di roccia frantumata, "sabbia e pietrisco", che evidenzia il colore grigio scuro, la presenza di calcite e dolomite, la struttura compatta.

Negli anni 2011-2013 sono state esaminate n.5 classi di inerti:

Classi d'inerti	<4	4÷8	8÷16	16÷22	22÷28
Massa Volumica apparente Mg/m^3	2,831	2,821	2,839	2,825	2,840
Massa Volumica del granulo in s.s.a. Mg/m^3	2,823	2,809	2,822	2,811	2,832

Indagini in sito

La campagna di indagini geognostiche realizzata a supporto del progetto per i lavori di "Miglioramento infrastrutturale del Porto Turistico di Amantea", finalizzata alla ricostruzione del modello geologico e geologico – tecnico del sottosuolo della zona di interesse, è consistita nell'esecuzione di:

- N. 1 sondaggio con carotaggio continuo;
- N. 1 prospezione sismica di superficie con metodologia MASW ;
- N. 1 prospezione geoelettrica in configurazione multielettrodica;

- N. 1 indagine geofisica con il metodo elettromagnetico impulsivo noto come Ground Penetrating Radar (GPR) o Georadar.



Figura 7 – Ortofoto del porto di Amantea con indicazione delle indagini eseguite.

Per la consultazione dei risultati ottenuti dalle indagini in sito e di laboratorio eseguite, si rimanda all'elaborato: "R11 – Rapporto sulle indagini", che costituisce parte integrante del presente studio.

2.3. Studio meteomarinò al largo e a riva

E' stato eseguita la modellazione del clima meteomarinò al largo e sottocosta del paraggio di Amantea.

La prima parte dello studio è relativa alla selezione della boa ondometrica, da cui poter effettuare le analisi delle registrazioni delle serie temporali delle grandezze del moto ondoso (altezza, periodo e direzione di provenienza). Successivamente, i dati meteomarini della boa ondometrica di riferimento sono opportunamente trasferiti al largo del paraggio di Amantea, attraverso il metodo della trasposizione geografica, che consente la determinazione dei valori di altezza e periodo nell'area

oggetto di studio, mediante un approccio empirico per la determinazione della deviazione angolare, che subiscono le onde nel trasferimento da un paraggio ad un altro. La propagazione delle onde viene effettuata attraverso un modello numerico, basato sull'evoluzione spaziale dello spettro d'energia del moto ondoso, che tiene conto degli effetti dello shoaling e della rifrazione.

Sulla base del clima meteomarinario al largo, vengono determinate le mareggiate che hanno investito il paraggio di Amantea e viene successivamente effettuata l'analisi degli eventi estremi di moto ondoso per differenti settori direzionali, ai fini della determinazione dell'onda di progetto a prefissato tempo di ritorno. Per i tempi di ritorno più significativi viene successivamente effettuata la propagazione delle onde di progetto fino a sottocosta, ai fini del dimensionamento delle opere di difesa costiera previste per il litorale in esame.

La caratterizzazione del moto ondoso medio ed estremo al largo di Amantea è stata effettuata a partire dall'analisi delle serie storiche registrate dagli ondometri del Tirreno Centro-Meridionale della Rete Ondametrica Nazionale (RON) del Sistema Idrografico e Mareografico Nazionale

Le registrazioni utilizzate, tra quelle a disposizione della boa di Cetraro, sono relative al periodo compreso tra il 1 Aprile 1999 – ed il 31 Marzo 2007, tali dati sono sufficienti per la definizione di un clima meteomarinario e per un successivo studio di dinamica costiera di un paraggio.

La serie storica dei dati ondametrici registrati dall'ondometro di Cetraro è stata sottoposta ad opportuna validazione, attraverso l'eliminazione degli eventi non registrati dalla boa e gli eventi considerati anomali.

In figura sono rappresentati i dati di Boa di Cetraro, per mezzo di un istogramma in cui le calme ($H_s < 0.25$ m) sono separate dagli eventi di moto ondoso ($H_s > 0.25$ m).

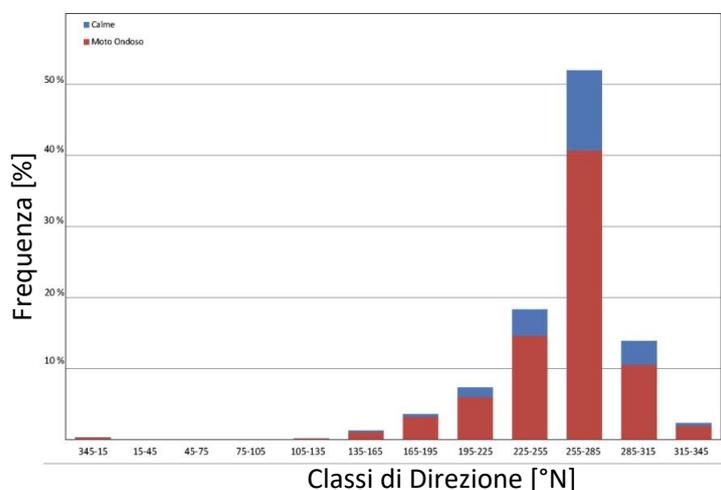


Figura 4 - Percentuali di apparizione del moto ondoso al largo di Cetraro

In figura sono state riportate, sotto forma di diagramma polare, le frequenze di apparizione delle classi di altezza d'onda significativa suddivise in questo caso, per maggiore accuratezza, in settori direzionali di 10°. Gli eventi ondosi aventi $H_s > 4$ m sono stati raggruppati in una stessa classe in modo da avere una visualizzazione grafica più chiara. Si evince che il settore direzionale 255°-265°N rappresenta quello cui competono il maggior numero di eventi di moto ondoso e quelli più estremi, seguiti, in ordine decrescente, dai settori 265°-275°N e 245°-255°N.

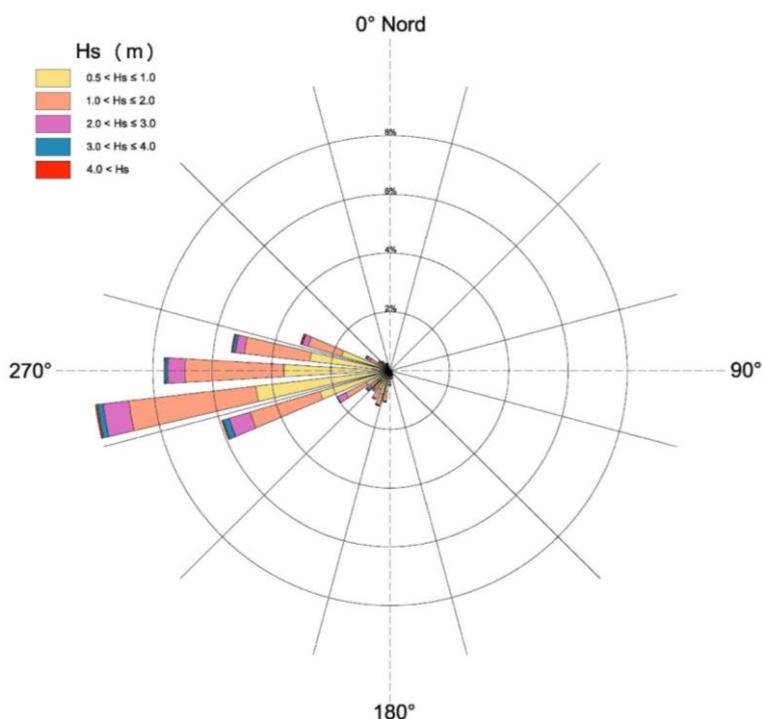


Figura 5 - Diagramma polare delle frequenze di apparizione degli eventi di moto ondoso al largo di Cetraro

2.4. Studio morfologico del litorale

Lo studio è stato finalizzato all'analisi dei fenomeni di morfologia costiera con particolare riferimento alle tendenze evolutive in atto. L'insieme dei risultati forniti da detto studio è propedeutico sia alla individuazione e selezione della tipologia di interventi che si intende attuare per il perseguimento degli obiettivi progettuali sia alla successiva valutazione delle tendenze evolutive future per verificare l'effettiva rispondenza delle opere alle esigenze di protezione del litorale dall'erosione.

Lungo le coste del Tirreno meridionale, la dinamica litoranea dei sedimenti è dominata dal moto ondoso frangente che determina sia la messa in sospensione che il movimento del materiale di fondo. Tale

movimento avviene prevalentemente all'interno della zona dei frangenti e presenta due componenti principali:

- trasporto trasversale;
- trasporto longitudinale cioè parallelo alla linea di riva.

Come noto è proprio il trasporto solido longitudinale ad essere il principale responsabile dell'evoluzione a lungo termine dei litorali (mesi, anni), mentre la prima componente (trasporto trasversale) è essenzialmente responsabile dei fenomeni evolutivi a breve termine (singola mareggiata).

Lo studio della dinamica evolutiva del tratto di costa in questione è stato articolato nel modo seguente:

- determinazione delle componenti della risultante del flusso energetico associato al moto ondoso medio climatico in prossimità dell'area dei frangenti, ovvero del trasporto solido potenziale;
- calcolo del bilancio dei sedimenti della fascia attiva eseguita sulla base delle variazioni planimetriche della linea di riva.

La seconda metodologia di indagine consente di stimare a posteriori l'entità del trasporto longitudinale netto risultante dal bilancio solido litoraneo responsabile delle variazioni osservate nel tempo della linea di riva. Questo criterio di analisi si basa unicamente sull'analisi della variazione della linea di riva nel tempo e pertanto ipotizza l'uniformità della geomorfologia del litorale (omogeneità delle caratteristiche dei sedimenti e soprattutto del profilo trasversale di spiaggia) e prescinde dalla conoscenza delle forzanti responsabili dell'evoluzione morfologica del litorale. Inoltre i calcoli condotti possono essere condizionati dalla non piena conoscenza di variazioni delle condizioni al contorno (ad es. la realizzazione di opere di difesa litoranea, l'immissione o il prelievo di sedimenti) subentrate nell'intervallo che intercorre tra i rilievi delle linee di riva.

2.5. Studio morfodinamico: evoluzione recente della linea di riva

Al fine di valutare in modo oggettivo le possibili interferenze procurate nel medio e lungo periodo dagli interventi di progetto nei confronti dell'attuale dinamica evolutiva è stato l'utilizzato il modello numerico di spiaggia "GENESIS".

Lo studio viene concepito ai fini di valutare sia la situazione attuale del litorale sia quella futura nonché per la verifica di efficacia degli interventi di progetto. Il modello adottato consente di valutare

avanzamenti ed arretramenti della linea di riva nel corso degli anni indotti dal trasporto solido longitudinale a sua volta causato dal moto ondoso incidente.

La prima fase di applicazione del modello GENESIS ha avuto per obiettivo la taratura e calibrazione dello stesso. La seconda fase di applicazione del modello GENESIS ha avuto per obiettivo la simulazione numerica dell'evoluzione futura della linea di riva in uno scenario di previsione a 2 e 5 anni.

A tal fine sono state considerate due configurazioni di modellazione, la prima relativa allo stato attuale e la seconda relativa allo stato di progetto, come segue:

- Configurazione “A”: evoluzione libera del litorale;
- Configurazione “B”: evoluzione del litorale in ipotesi di progetto.

Nel complesso per le simulazioni numeriche sono stati considerati i seguenti scenari:

- Scenario “A.1”: evoluzione libera al 2022
- Scenario “A.2”: evoluzione libera al 2025
- Scenario “B.1”: evoluzione al 2022 in ipotesi di realizzazione del progetto
- Scenario “B.2”: evoluzione al 2022 in ipotesi di realizzazione del progetto

Configurazione “A”: evoluzione libera del litorale a 2 e 5 anni

L'evoluzione futura della linea di riva è un'operazione che viene condotta sulla base dei risultati della taratura. L'evoluzione, quindi, permette di prevedere l'andamento futuro della linea di riva, in un orizzonte temporale comparabile con quello adottato per la taratura. Nel caso specifico sarà effettuata a 2 e 5 anni in ipotesi di evoluzione libera del litorale, ovvero in assenza di realizzazione di alcun intervento che possa modificare l'assetto morfodinamico del tratto di costa. Le linee di riva simulate dal modello matematico per gli anni 2022 e 2025 descrivono, in generale, l'equilibrio della spiaggia di sottoflutto ed avanzamento di quella di sottoflutto rispetto al porto turistico di Amantea. L'analisi dettagliata del comportamento della linea di riva registrata dal modello può essere meglio descritta separando il contesto nord da quello sud rispetto all'infrastruttura portuale.

Evoluzione libera del litorale a 2 e 5 anni – spiaggia di sottoflutto portuale (sud)

Il tratto oggetto di studio, che si estende per circa 1500 metri a sud del porto di Amantea è caratterizzato dalla presenza di tre importanti opere marittime di protezione della costa di recente realizzazione (2017), due scogliere emerse del tipo “headlessbreakwaters” ed un pennello semisommerso di chiusura.

L'intervento di costruzione delle suddette opere rigide è stato realizzato circa tre anni fa e con esso è stato effettuato un ripascimento di circa 100.000 mc con prelievo di sabbia sul sopraflutto portuale.

Il modello GENESIS registra un trasporto solido longitudinale da nord verso sud ed un andamento della linea di costa pressoché simile a due e cinque anni evidenziando, per altro, l'equilibrio della spiaggia stessa. L'analisi è descrittiva di un tratto di costa protetto da un sistema chiuso di opere rigide che non consente perdite di materiale sabbioso se non di ridotte quantità. Il modello registra esclusivamente movimenti di sabbia all'interno del sistema di opere con leggeri effetti di bordo determinati da andamenti stagionali della risultante energetica del moto ondoso.

Si registra :

- un leggero accumulo di sedimenti a ridosso del pennello PS01 con avanzamento della linea di costa di circa 10/12 m;
- un avanzamento di circa 5 m nella parte concava di costa tra il pennello PS01 e la barriera emersa BE03;
- condizioni di equilibrio tra le due barriere emerse BE03 e BE05;
- un leggero arretramento della linea di costa immediatamente a valle del molo di sottoflutto portuale.

In generale è possibile affermare che il tratto di costa che si estende per circa 1500 metri a sud del porto di Amantea, in ipotesi di evoluzione libera, senza realizzazione di alcun intervento, sarà nei prossimi 5 anni in condizioni di equilibrio.

Evoluzione libera del litorale a 2 e 5 anni – spiaggia di sopraflutto portuale (nord)

Il tratto oggetto di studio, che si estende per circa 1500 metri a nord del porto di Amantea non è caratterizzato da qualsivoglia opera rigida che possa alterare o modificare il trasporto solido longitudinale. E' da segnalare l'avvenuto prelievo di materiale sabbioso per una quantità di circa 100.000 m³ utilizzata nell'anno 2017 per il ripascimento della spiaggia di sottoflutto.

Il modello GENESIS registra un trasporto solido longitudinale da nord verso sud ed un andamento della linea di costa in avanzamento. In particolare la presenza del porto turistico di Amantea è punto di inderodibilità del litorale e dunque un “punto fisso” di accumulo di sedimenti.

La linea di costa prevista a due e cinque anni è descrittiva di un generale stato di salute del tratto di costa, in particolare si registra un avanzamento medio di circa 7-10 metri nel immediato sopraflutto portuale, per circa 500 metri, da esso. Si registrano condizioni di equilibrio e stabilità nei successivi 100 metri ove la linea di costa, al netto di alcune leggere variazioni, resta pressoché stabile.

Si evidenzia peraltro che il tratto di costa oggetto di studio è stato circa 3 anni fa privato di circa 100.000 m³ di sabbia che, a distanza di soli tre anni, sembra aver completamente recuperato a testimonianza di un rateo anno di trasporto solido litoraneo di almeno 30.000 mc.

In generale è possibile affermare che il tratto di costa che si estende per circa 1500 metri a nord del porto di Amantea, in ipotesi di evoluzione libera, senza realizzazione di alcun intervento, è in salute.

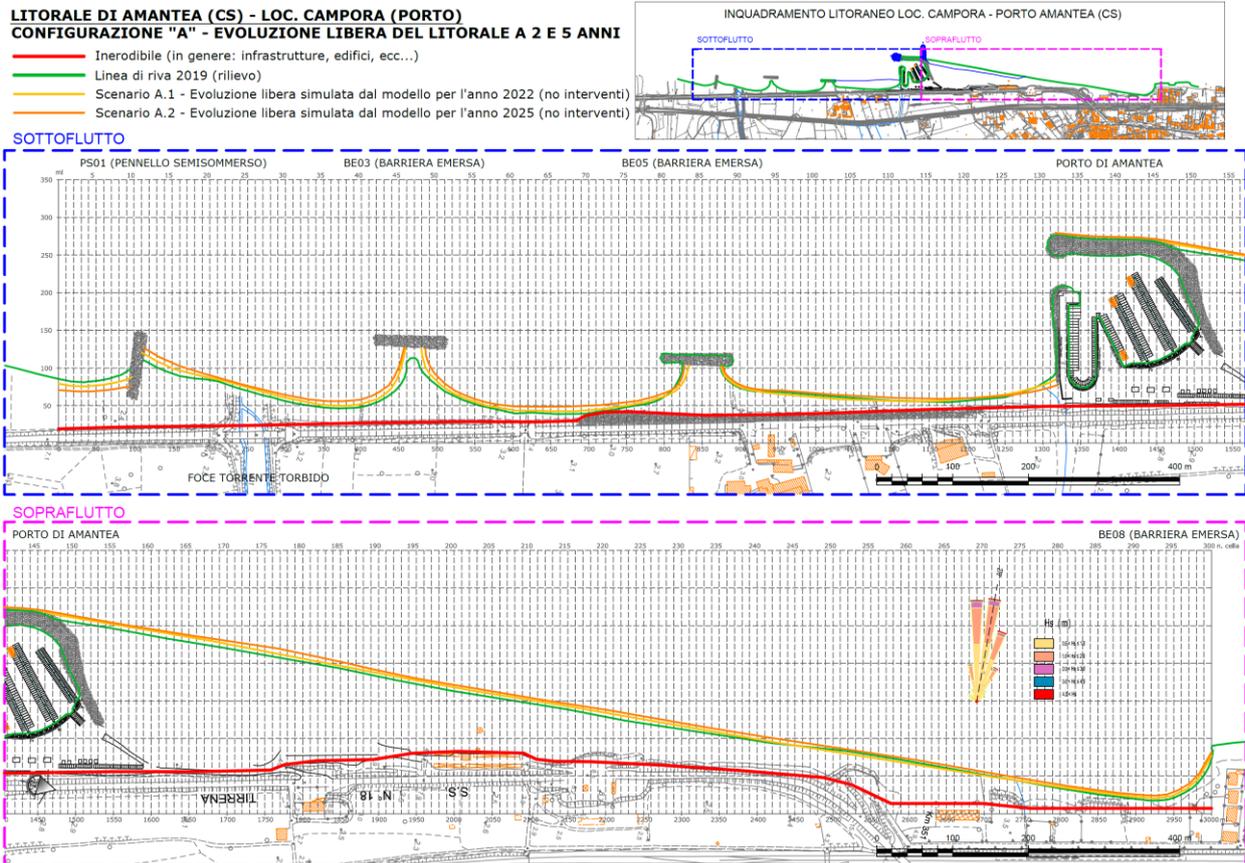


Figura 6 - Configurazione "A": evoluzione libera del litorale a 2 e 5 anni

Configurazione "B": evoluzione del litorale in ipotesi di progetto a 2 e 5 anni

L'evoluzione futura della linea di riva è un'operazione che viene condotta sulla base dei risultati della taratura. L'evoluzione, quindi, permette di prevedere l'andamento futuro della linea di riva, in un orizzonte temporale comparabile con quello adottato per la taratura. Nel caso specifico sarà effettuata a 2 e 5 anni in ipotesi realizzazione dell'intervento di progetto che prevede:

- INTERVENTO A: Messa in sicurezza dell'imboccatura portuale attraverso il prolungamento della diga foranea (molo sopraflutto);

- INTERVENTO B: By-pass delle sabbie da Nord a Sud dell’area portuale;
- INTERVENTO C: Realizzazione di un pennello di raccolta dei sedimenti alla radice alla diga foranea per la gestione dei sedimenti accumulati a monte del Porto.

Le linee di riva simulate dal modello matematico per gli anni 2022 e 2025 descrivono, in generale, un’ottima risposta in termini di stabilità e resistenza del tratto di costa in sottoflutto ed un discreto recupero dei sedimenti prelevati nel sopraflutto a fronte del by-pass della sabbia.

L’analisi dettagliata del comportamento della linea di riva registrata dal modello può essere meglio descritta separando il contesto nord da quello sud rispetto all’infrastruttura portuale.

Evoluzione del litorale in ipotesi di progetto a 2 e 5 anni –sottoflutto portuale (sud)

Il tratto oggetto di studio, che si estende per circa 1500 metri a sud del porto di Amantea è caratterizzato dalla presenza di tre importanti opere marittime di protezione della costa di recente realizzazione (2017), due scogliere emerse del tipo “headlessbreakwaters” ed un pennello semisommerso di chiusura a costituire una sorta di sistema diuso per il contenimento dei sedimenti.

L’intervento di costruzione delle suddette opere rigide è stato realizzato circa tre anni fa e con esso è stato effettuato un ripascimento di circa 100.000 mc con prelievo di sabbia sul sopraflutto portuale.

L’unico intervento di progetto che modifica la morfodinamica costiera della spiaggia di sottoflutto portuale è l’intervento “B” che prevede il by-pass con versamento di circa 110.000 m³ di sabbia proveniente dal sopraflutto.

Il presente intervento replica quello già eseguito nel 2017 con buoni risultati di protezione della costa e di riequilibrio litoraneo tra sopraflutto e sottoflutto.

Il modello GENESIS registra un trasporto solido longitudinale da nord verso sud ed un andamento della linea di costa pressoché simile a 2 e 5 anni evidenziando una generale tendenza all’avanzamento del tratto di spiaggia. In particolare il modello evidenzia, già a due anni ma soprattutto a cinque anni dall’esecuzione dell’intervento di progetto che il materiale, circa 110.000 m³ di sabbia, versato tra la barriera emersa BE05 ed il molo di sottoflutto portuale, venga progressivamente distribuito all’interno del sistema di opere rigide esistenti. Ciò determina un netto avanzamento del tratto di costa investigato con aumenti dell’ampiezza di spiaggia che di 15-18 metri a ridosso delle opere rigide, più in particolare:

- Si evidenzia un avanzamento della costa di circa 25-28 metri a ridosso del pennello semisommerso PS01 a conferma del fatto che il sistema chiuso di opere rigide di recente

costruzione sia un'opera deputata al contenimento di sedimenti. In particolare il modello registra discrete perdite di sedimento verso Sud che avvengono attraverso l'opera PS01 con beneficio del tratto di spiaggia vallivo;

- Tra la barriera emersa BE03 e BE05 si registra un sensibile avanzamento della costa con ampiezze di spiaggia anche di 15 metri;
- Il tratto di costa tra la barriera emersa BE05 ed il radicamento di sottoflutto del porto di Amantea coincide con il sito di versamento del materiale sabbioso di by-pass per un volume di circa 110.000 mc. Assunta come ipotesi di partenza della simulazione con GENEIS l'avvenuta esecuzione del versamento di sabbia, il modello registra per questo tratto un evidente arretramento della costa. Tale aspetto non deve preoccupare e la motivazione è del tutto naturale, ossia il materiale versato, per effetto del trasporto solito longitudinale che va da nord verso sud, viene veicolato dalle correnti verso la zona valliva dove, come sopra evidenziato, resta intrappolato a beneficio delle spiagge di sottoflutto.

In generale è possibile affermare che il tratto di costa che si estende per circa 1500 metri a sud del porto di Amantea, in ipotesi di progetto, sarà nei prossimi 5 anni soggetto ad un netto miglioramento delle condizioni di sicurezza. Il litorale beneficerà di un sensibile avanzamento della costa rispetto alla condizione attuale.

Evoluzione libera del litorale a 2 e 5 anni – spiaggia di sopraflutto portuale (nord)

Il tratto oggetto di studio, che si estende per circa 1500 metri a nord del porto di Amantea non è caratterizzato da qualsivoglia opera rigida che possa alterare o modificare il trasporto solido longitudinale. E' da segnalare l'avvenuto prelievo di materiale sabbioso per una quantità di circa 100.000 m³ utilizzata nell'anno 2017 per il ripascimento della spiaggia di sottoflutto.

L'obiettivo principale di progetto è quello di rallentare il processo di insabbiamento dell'imboccatura portuale intervenendo direttamente sulla causa. L'obiettivo indiretto è quello di evitare azioni puntuali di svuotamento stagionale dell'imboccatura, così come eseguiti negli ultimi 10 anni, la cui finalità non è idraulicamente funzionale al riassetto costiero ma è esclusivamente funzionale alla sola fruibilità della darsena.

Il presente intervento replica il by-pass delle sabbie da sopraflutto a sottoflutto, già eseguito nel 2017, e prevede la realizzazione di un pennello di raccolta dei sedimenti alla radice alla diga foranea per la gestione dei sedimenti accumulati a monte del Porto ed il prolungamento della diga foranea.

La problematica di insabbiamento dell’imboccatura portuale deriva dalle caratteristiche idrauliche del sopraflutto e della spiaggia di nord, è quindi intervenendo su di essa che si potrà raggiungere un riequilibrio costiero e risolvere quasi definitivamente il limite di fruibilità della darsena portuale.

In particolare la sabbia che stagionalmente chiude l’imboccatura portuale è quella proveniente dalla spiaggia di sopraflutto che, libera di scorrere lungo la diga foranea, ormai satura di sabbia, raggiunge l’imboccatura portuale ove trova una zona di calma che ne favorisce la sedimentazione ed il deposito.

L’intento di progetto è quello di intervenire sulla dinamica litoranea al fine di rallentare il processo di trasporto solido che avviene lungo la diga foranea ritardando, di conseguenza, l’insabbiamento dell’ingresso al porto.

Per far ciò si vuole:

- svuotare la spiaggia di sopraflutto tornando ad una condizione teorica di circa 3 anni addietro. Considerato il rateo annuo del trasporto solido litoraneo di circa 30.000/35.000 mc svuotare il sopraflutto di una quantità pari a circa 110.000 mc di sabbia corrispondere a “riavvolgere il nastro” di circa tre anni in dietro nel tempo in termini di dinamica litoranea;
- costruire un pennello contenitore di sedimenti in corrispondenza del molo di sopraflutto del porto. L’obiettivo è quello di avanzare verso ovest il punto fisso di inerodibilità del litorale di circa 50/60 metri rispetto a quello attuale. Così facendo la capacità di contenimento della sabbia nel sopraflutto sarà maggiore e ciò corrisponde a ridurre il movimento di sedimenti lungo la diga foranea del porto.

Il pennello di progetto è dimensionato in modo tale da non arrestare completamente il trasporto solido. La berma di sommità è infatti a quota di +2,00 m.l.m.m. (durante i marosi il pennello sarà scavalcato dai sedimenti) – l’impronta della testata è posata all’inizio della barra sommersa senza intralciare quindi quello che rappresenta il tappeto lungo il quale scorrono i sedimenti costieri. Questo è un limite rispetto agli obiettivi di progetto ma rappresenta, d’altro canto, un vantaggio per le spiagge vallive che ricevono alimentazione durante le mareggiate di tempesta.

Il risultato atteso dalla presenza del pennello di progetto è quello di aumentare la capacità di raccolta dei sedimenti sulla spiaggia di sopraflutto e rallentare il processo di insabbiamento dell’imboccatura portuale;

- prolungare la diga foranea per una doppia ragione, allontanare dall’imboccatura portuale il più possibile i sedimenti di frazione più fina che provengono dalla spiaggia di sopraflutto durante i

marosi e generare una area di calma che faciliti l'ingresso nel porto alle imbarcazioni in condizioni di emergenza.

Considerato come inizio delle simulazioni l'istante di tempo immediatamente successivo all'esecuzione dei lavori il modello GENESIS registra un ottimo comportamento del litorale di sopraflutto, soprattutto a seguito del prelievo di circa 110.000 m³ di sabbia.

Preso come riferimento iniziale la linea di riva di progetto, il modello registra un avanzamento della stessa, nella zona immediatamente adiacente al pennello di nuova costruzione, di circa 20 metri in due anni e di circa 45 metri in cinque anni. Dopo cinque anni la linea di riva attesa ha ampiamente superato la linea di riva attuale.

Tale trend evolutivo si mantiene costante per 350/400 metri dal sopraflutto portuale oltre i quali l'andamento della costa tende ad allinearsi alla linea di riva dello stato attuale (rilievo 2019) a denotare che gli effetti morfodinamici indotti dalla presenza delle opere di progetto si estinguono in tale intervallo di spazio.

Il tratto di costa ancora a nord (dalla cella n°215 in poi fino alla cella n°260), a soli anni dalla realizzazione degli interventi, recupera il riequilibrio costiero ed assorbe gli effetti indotti dal prelievo di sedimenti. A cinque anni dall'intervento si ottiene un avanzamento medio, per il tratto, di circa 7/10 metri nel tratto investigato.

Il tratto di costa più estremo rispetto al dominio di calcolo è caratterizzato da un equilibrio costiero rimarcato da un leggero avanzamento della costa a denotare che gli effetti del by-pass di progetto non hanno effetti morfodinamici in tale zona. Il leggero avanzamento della costa è probabilmente legato alla realizzazione del pennello di sopraflutto che determina una traslazione generale della linea di riva verso ovest.

In generale è possibile affermare che il tratto di costa che si estende per circa 1500 metri a nord del porto di Amantea, in ipotesi di progetto, senza realizzazione di alcun intervento, è assolutamente compatibile con le ipotesi di progetto.

Il risultato atteso è un rallentamento del processo di insabbiamento dell'imboccatura portuale. L'arretramento della spiaggia di sopraflutto, per effetto del prelievo di sedimenti, sarà riassorbito nel termine di circa tre anni oltre i quali la linea di riva registrata dal modello supererà la linea di riva attuale (rilievo 2019) conferendo all'arenile una maggiore ampiezza di spiaggia.

Dall'interpretazione del modello si registra quindi una riduzione dell'insabbiamento della imboccatura portuale ma non la risoluzione definitiva al problema che non esiste. E' importante specificare che il presente progetto è un miglioramento infrastrutturale del sistema portuale e che la nuova configurazione morfodinamica della costa non dovrà prescindere da periodici interventi di by-pass delle sabbie, secondo le presenti specifiche, finalizzati al mantenimento nel tempo dell'obiettivo di progetto.

LITORALE DI AMANTEA (CS) - LOC. CAMPORA (PORTO)

CONFIGURAZIONE "B" - EVOLUZIONE LITORALE IN IPOTESI DI PROGETTO

- Inerodibile (in genere: infrastrutture, edifici, ecc...)
- Linea di riva 2019 (rilievo)
- Scenario A.1 - Evoluzione libera simulata dal modello per l'anno 2022 (no interventi)
- Scenario A.2 - Evoluzione libera simulata dal modello per l'anno 2025 (no interventi)
- Scenario B.1 - Evoluzione libera simulata dal modello per l'anno 2022 (no interventi)
- Scenario B.2 - Evoluzione libera simulata dal modello per l'anno 2025 (no interventi)

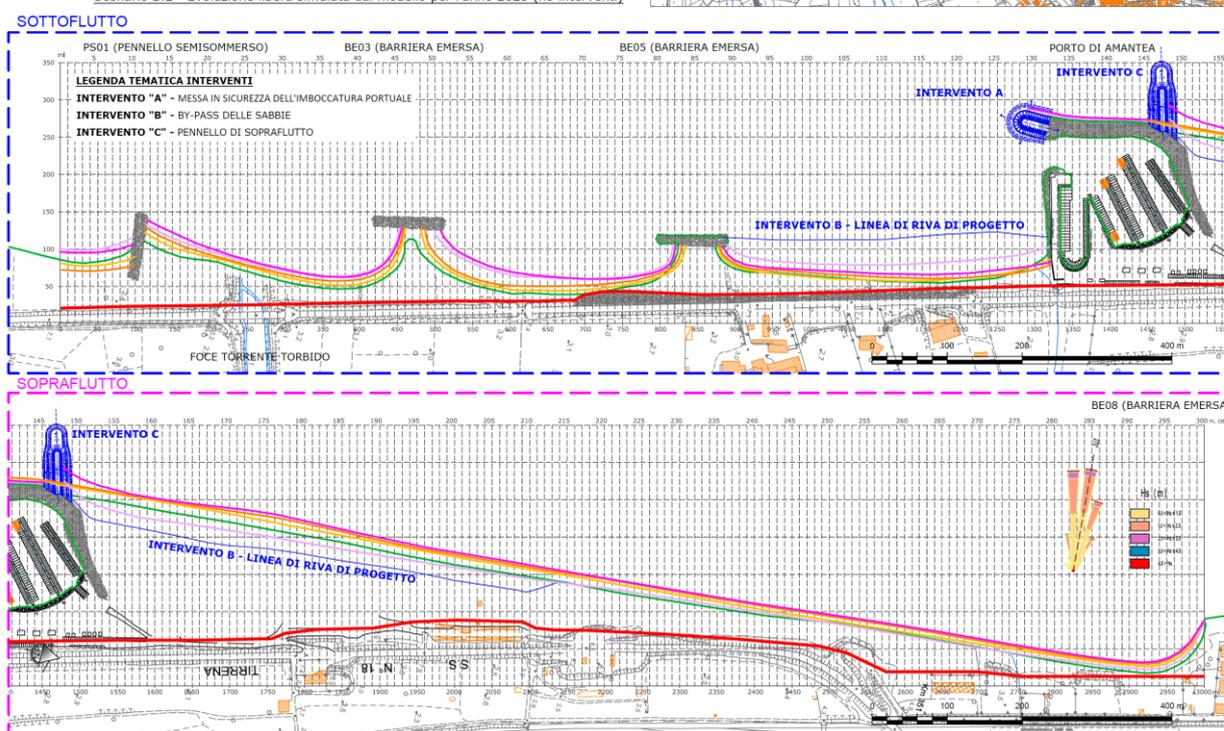
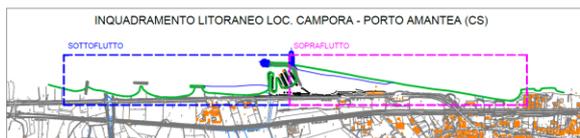


Figura 7 - Configurazione "B": evoluzione del litorale in ipotesi di progetto

2.6. Caratterizzazione dei sedimenti DM 173/2016

Il DM 173/2016 riporta le modalità ed i criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini. Dal punto di vista analitico il DM indica i parametri chimici e fisici da analizzare sul sedimento, e le possibili batterie di saggi ecotossicologici da eseguire sul sedimento tale quale e sull'elutriato.

Nella tabella seguente vengono riassunti i campioni analizzati, con indicate anche le coordinate del punto di campionamento.

Tabella 1.1 – I campioni prelevati

N° campione	Tipologia di campione	Localizzazione
13177/5451	P1 0,00-1,00 m	39° 03' 43,4" N 16° 05' 28,0" E
13178/5451	P1 1,00-2,00 m	39° 03' 43,4" N 16° 05' 28,0" E
13179/5451	P2 0,00-1,00 m	39° 03' 37,6" N 16° 05' 28,6" E
13180/5451	P2 1,00-2,00 m	39° 03' 37,6" N 16° 05' 28,6" E
13181/5451	P3 0,00-1,00 m	39° 03' 32,5" N 16° 05' 29,1" E
13182/5451	P3 1,00-2,00 m	39° 03' 32,5" N 16° 05' 29,1" E
13183/5451	P4 0,00-1,00 m	39° 03' 25,3" N 16° 05' 30,5" E
13184/5451	P4 1,00-2,00 m	39° 03' 25,3" N 16° 05' 30,5" E
13185/5451	P5 0,00-1,00 m	39° 03' 16,7" N 16° 05' 38,2" E
13186/5451	P6 0,00-1,00 m	39° 03' 04,5" N 16° 05' 43,3" E
13188/5452	P7 0,00-1,00 m	39° 03' 16,1" N 16° 05' 31,3" E
13189/5452	P8 0,00-1,00 m	39° 03' 17,0" N 16° 05' 30,1" E
13190/5452	P9 0,00-1,00 m	39° 03' 18,2" N 16° 05' 30,0" E
13191/5452	P10 0,00-1,00 m	39° 03' 18,0" N 16° 05' 32,2" E
13192/5452	P11 0,00-1,00 m	39° 03' 17,4" N 16° 05' 35,1" E

Risultati ottenuti: granulometria

La tabella seguente riporta i dati di granulometria:

Tabella 2.1 – dati granulometrici.

Codice campione	Ghiaia	Sabbia	Silt	Argilla	Pelite
13177/5451	1	99	0	0	0
13178/5451	20	80	0	0	0
13179/5451	10	90	0	0	0
13180/5451	30	70	0	0	0
13181/5451	14	86	0	0	0
13182/5451	22	78	0	0	0
13183/5451	10	90	0	0	0
13184/5451	78	22	0	0	0
13185/5451	29	71	0	0	0
13186/5451	23	77	0	0	0
13188/5452	28	72	0	0	0
13189/5452	5	93	1	0	1

13190/5452	7	91	2	0	2
13191/5452	41	52	0	0	0
13192/5452	0	41,8	29,6	16,4	46

La % di pelite è in genere inferiore al 10%, compatibile con l'uso per ripascimenti di spiagge emerse, salvo per l'ultimo campione che presenta invece un valore molto maggiore (46%).

Risultati ottenuti: analisi chimiche

Tutti i campioni non presentano contaminazioni da composti organici quali pesticidi, organostannici, IPA e PCB. Tra i contaminanti organici ci sono solo alcune tracce di idrocarburi C>10 ed anche i valori del TOC sono molto bassi. I metalli pesanti invece hanno in alcuni casi valori non proprio trascurabile. In particolare il Cadmio si presenta in concentrazioni spesso al di sopra dei limiti L1 indicati dal Decreto ministeriale, ed in alcuni casi anche sopra il livello maggiore L2. Anche il Nichel in un caso risulta superiore al rispettivo valore di L1. Gli altri metalli risultano invece assenti o sempre inferiori a L1.

Sulla base dei dati analitici contornati con i livelli L1 e L2, il software Sediqualssoft ha elaborato i valori dell'HazardQuotient chimico (HQc) per la batteria di determinazioni chimiche, che sono riportati nella tabella seguente, e servono poi per la classificazione ponderata che determina la qualità del sedimento.

Tabella 2.3 – Indici HQc riferiti a L1 e L2.

Campione	HQc L1	HQc L2
13177/5451	3.996	1.524
13178/5451	2.04	0.055
13179/5451	2.04	0.055
13180/5451	2.038	0.055
13181/5451	2.261	0.061
13182/5451	2.083	0.056
13183/5451	2.254	0.057
13184/5451	0.01	0.006
13185/5451	0.06	0.034
13186/5451	1.904	0.05
13188/5452	2.081	0.055
13189/5452	2.701	0.072
13190/5452	2.66	0.073
13191/5452	1.373	0.037
13192/5452	6.607	2.003

Risultati ottenuti: analisi ecotossicologiche

Inserendo i dati ottenuti dall'esecuzione dei tre test (Ecotossicità con *D. tertiolecta* e *P. lividus* su elutriato e con *Vibrio Fischeri* Microtox SPT su sedimento tal quale) nel programma sopracitato, sono

stati ottenuti dei valori del parametro HQ (HazardQuotient, ovvero un indicatore di rischio) per ogni campione, che vanno confrontati con la tabella A3 riportata nel DM 173/2016.

Le classi di pericolo, legate all'indice di rischio HQ, riportate in tabella A3 sono le seguenti:

$0 \leq HQ < 1$	Classe di pericolo assente
$1 \leq HQ < 1.5$	Classe di pericolo basso
$1.5 \leq HQ < 3.0$	Classe di pericolo medio
$3.0 \leq HQ < 6.0$	Classe di pericolo alto
$6.0 \leq HQ < 10$	Classe di pericolo molto alto

I risultati ottenuti per i sedimenti sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 2.4 - La classe di pericolo calcolata

Campione	HQ batteria	Classe di pericolo	Specie che contribuiscono alla tossicità
13177/5451	0.39	Assente	Nessuna
13178/5451	0.04	Assente	Nessuna
13179/5451	0.03	Assente	Nessuna
13180/5451	0.29	Assente	Nessuna
13181/5451	0.00	Assente	Nessuna
13182/5451	0.00	Assente	Nessuna
13183/5451	0.02	Assente	Nessuna
13184/5451	0.38	Assente	Nessuna
13185/5451	0.33	Assente	Nessuna
13186/5451	0.05	Assente	Nessuna
13188/5452	0.03	Assente	Nessuna
13189/5452	0.72	Assente	Nessuna
13190/5452	1.66	Medio	Dunaliellatertiolecta
13191/5452	0.73	Assente	Nessuna
13192/5452	1.09	Basso	Dunaliellatertiolecta

Classificazione ponderata

Il Decreto Ministeriale prevede che la classificazione finale dei sedimenti, finalizzata alla individuazione della Classe di Qualità del materiale, venga eseguita mediante la integrazione ponderata dei dati chimici, fisici ed ecotossicologici.

Eseguendo tale integrazione mediante il software messo a disposizione da Ispra, si ottiene la classificazione dei materiali riportata nella tabella seguente:

Tabella 3.1 – Classe di qualità dei materiali.

Campione	Classe di qualità del materiale
13177/5451	B
13178/5451	A
13179/5451	A

13180/5451	A
13181/5451	A
13182/5451	A
13183/5451	A
13184/5451	A
13185/5451	A
13186/5451	A
13188/5452	A
13189/5452	A
13190/5452	C
13191/5452	A
13192/5452	B

I due campioni 13185/5451 e 13186/5451 sono descrittivi del sito di destinazione, mentre tutti gli altri sono dei siti di prelievo. I campioni di destinazione appartengono entrambi alla classe A, quella più pulita. La maggioranza dei campioni dei siti di prelievo appartiene anch'essa alla classe A, mentre due campioni sono di classe B ed uno è di classe C. I sedimenti di classe B derivano la loro classificazione principalmente per la presenza di Cadmio, mentre il sedimento di classe C, che possiede anch'esso valori elevati di Cadmio, presenta in aggiunta un effetto eco- tossicologico importante con la *Dunaliellatertiolecta*.

La classe A è utilizzabile per ripascimenti di spiagge emerse (se la pelite < 10%), spiagge sommerse con frazione prevalente sabbiosa, immersione deliberata in aree marine non costiere o immersione in ambiente conterminato marino costiero.

I sedimenti di classe B possono essere destinati ad immersione deliberata in aree marine non costiere (oltre le 3 mn) con monitoraggio ambientale o a immersione in ambiente conterminato in ambito portuale, incluso capping, anch'esso con monitoraggio ambientale

I sedimenti di classe C invece devono essere stoccati in ambiente conterminato (es: casse di colmata, discariche) con idonee misure di monitoraggio ambientale.

3. ITER PROGETTUALE

La soluzione progettuale che si presenta è frutto di un rigoroso percorso tecnico-scientifico che in sintesi è stato il seguente:

- I) I risultati complessivi dei rilievi, delle indagini e degli studi, di cui al precedente capitolo, hanno confermato il quadro conoscitivo generale rilevato nel progetto preliminare (anno 2017) ed hanno permesso di avere un quadro aggiornato dello stato dei luoghi e delle dinamiche evolutive del litorale;
- II) E' stato quindi verificato il funzionamento della soluzione del progetto preliminare individuando anche le debolezze/criticità e le possibilità/risorse a disposizione. La verifica ha portato alla decisione di confermare la fattibilità della soluzione progettuale del progetto preliminare andando a modificare solo piccoli dettagli;
- III) Si è proceduto quindi ad ottimizzare la soluzione progettuale proposta nel preliminare a partire dalle indagini ed analisi di dettaglio realizzate nella presente fase;
- IV) E' stato a questo punto verificato il funzionamento generale della soluzione del progetto definitivo ricercando ulteriori miglioramenti dei risultati. In particolare riguardo la dinamica costiera la soluzione proposta nel progetto definitivo è stata verificata su modello matematico riproducendo l'evoluzione linea di riva a 1-3-5 anni con risultati soddisfacenti; così pure riguardo l'agitazione interna portuale il prolungamento del molo di sopraflutto è stato verificato su modello matematico riproducendo le più sfavorevoli condizioni di attacco del moto ondoso;
- V) E' stato infine dedicato l'ultimo sforzo agli aspetti manutentivi ricercando uno schema di funzionamento sostenibile dell'intervento nel tempo per sostenere, in modo strategico la programmazione della gestione nel tempo dell'opera.
- VI) La redazione finale del progetto definitivo ha permesso poi di affinare le soluzioni dettagliandole da un punto di vista tecnico e tecnologico.

4. INTERVENTI DEL PROGETTO

Il Porto di Amantea ha necessità che vanno oltre i limiti del presente progetto che, tuttavia, ha individuato alcune criticità principali che vuole contribuire a risolvere. Tali criticità discendono dall'analisi svolta già nel progetto preliminare con specifica verifica di coerenza Azione 7.2 “Miglioramento della competitività del sistema portuale ed interportuale” nell'ambito del POR Calabria FESR-FSE 2014-2020, asse VII sviluppo delle reti di mobilità sostenibile.

L'aggiornamento dell'analisi della infrastruttura portuale e dei servizi ha permesso di confermare gli elementi di miglioramento già individuati e coerenti con gli obiettivi dell'Azione che possono di seguito essere così sintetizzati:

Obiettivo 1 - Riqualificazione e messa in sicurezza della infrastruttura portuale

Messa in sicurezza dall'insabbiamento dei fondali dell'imboccatura portuale

Il molo foraneo, dalla sua costruzione, costituisce una discontinuità per il trasporto solido litoraneo che alimenta le spiagge a sud. I sedimenti provenienti da nord si accumulano sul molo foraneo e, nel tempo, aggirano la testata andando a ridurre la funzionalità dell'imboccatura portuale. Nel breve termine un dragaggio dei sedimenti accumulati permette il ripristino dei fondali necessari all'ingresso/uscita dal Porto. Nel medio termine la realizzazione di un pennello di contenimento dei sedimenti alla radice del molo foraneo può trattenere i sedimenti e ridurre gli accumuli sul molo foraneo. Tale intervento va associato all'asportazione periodica del materiale accumulato che può essere portato a ripascimento delle spiagge vicine in erosione..

Il Progetto prevede principalmente il dragaggio dei sedimenti accumulati con il ripristino dei fondali necessari all'ingresso/uscita dal Porto. Tale intervento è strategico al funzionamento della struttura portuale. Tuttavia si ritiene importante avviare il meccanismo di gestione degli accumuli di sedimenti nella spiaggia a nord del porto per evitare, almeno nel medio termine, nuovi insabbiamenti in futuro e garantire la funzionalità dell'imboccatura portuale. Per questo motivo è stato previsto nel progetto la realizzazione del pennello di contenimento e raccolta dei sedimenti radicato sul molo foraneo e di by-pass dei sedimenti accumulati sulla spiaggia a sud del Porto.

Messa in sicurezza dell'ingresso al Porto

Nelle condizioni attuali di insabbiamento della testata del molo di sopraflutto l'accesso al bacino portuale è difficile a causa delle onde incidenti che espongono le imbarcazioni ad essere sospinte verso

riva in caso di mareggiate. Il fenomeno può essere risolto attraverso un piccolo prolungamento della testata del molo di sopraflutto.

Obiettivo 2 - Riqualificazione degli accessi e dei percorsi portuali

Riqualificazione piazzale e banchine con Pavimentazione, delimitazione accessi e parcheggi

Il progetto prevede la riqualificazione urbana del piazzale e delle banchine portuali con la realizzazione di una pavimentazione in pietra naturale e la riorganizzazione degli spazi con la delimitazione degli accessi e dei parcheggi.

Obiettivo 3 - Riqualificazione impianti portuali

Miglioramento dotazioni impiantistiche del porto

Il progetto prevede un contributo migliorativo attraverso la realizzazione di un impianto di raccolta e trattamento delle acque superficiali.

Obiettivo 4 - Riqualificazione accesso "ultimo miglio"

Miglioramento dell'accessibilità portuale di ultimo miglio

La realizzazione di un miglioramento funzionale dello svincolo di accesso sulla SS18 permette di riqualificare l'attuale ingresso al Porto.

Obiettivo 5 - Azioni di politica ambientale

Compensazione dell'impatto della struttura portuale sulle dinamiche costiere (by-passing delle sabbie)

Il molo foraneo interrompe il trasporto solido litoraneo da nord a sud creando un deficit erosivo a sud dove sono state costruite opere marittime di difesa costiera per proteggere la SS18. Gli accumuli sono così ingenti da insabbiare periodicamente l'imboccatura mettendo a rischio la stessa funzionalità del Porto. Il mantenimento della funzionalità dell'imboccatura portuale può essere lo stimolo per mettere in atto il by-pass dei sedimenti, soluzione compensativa degli effetti del Porto sul litorale.

Il Progetto prevede, quindi, l'avvio del by-pass dei sedimenti accumulati sul pennello a nord e versati sulla spiaggia a sud del Porto.

Gli interventi di progetto adottati sono i seguenti:

	Intervento	Descrizione	Finalità
A	<i>Messa in sicurezza dell'imboccatura portuale</i>	Prolungamento della diga foranea(molo sopraflutto)	Rendere più sicure le condizioni d'ingresso dei natanti nel porto
B	<i>By-pass delle sabbie</i>	By-pass delle sabbie da Nord a Sud dell'area portuale	Limitare l'insabbiamento della diga foranea e garantire il ripascimento della spiaggia a sud del Porto
C	<i>Gestione dei sedimenti accumulati a monte del Porto</i>	Realizzazione di un pennello di raccolta dei sedimenti alla radice alla diga foranea	Intercettare i sedimenti a monte del porto per ridurre insabbiamento dell'imboccatura ed avviarli al by-pass
D	<i>Viabilità di collegamento ultimo miglio</i>	Realizzazione dello svincolo d'ingresso dalla SS18 al Porto	Facilitare l'ingresso all'area portuale dalla SS18
E	<i>Miglioramento impianti</i>	Realizzazione sistema di raccolta e trattamento acque superficiali del Porto	Sistemare la raccolta, il trattamento e lo scarico a mare delle acque superficiali
F	<i>Sistemazione del piazzale portuale</i>	Realizzazione di una nuova pavimentazione del piazzale portuale	Migliorare la funzionalità del piazzale d'ingresso al Porto, dell'area parcheggi e servizi
G	<i>Dragaggio portuale</i>	Dragaggio delle aree interne portuali per riportarle ai fondali necessari all'esercizio	Permettere l'ingresso in sicurezza dei natanti e l'operatività di tutte le banchine

Si procede alla descrizione degli interventi di progetto.

4.1. Intervento A - Messa in sicurezza dell'imboccatura portuale

Per la messa in sicurezza dell'imboccatura portuale il progetto prevede il prolungamento della diga foranea di sopraflutto, sempre a gettata, previo salpamento dei massi esistenti del riccio di testata del molo e l'esecuzione di uno escavo di bonifica dei fondali d'impronta del prolungamento. Tutto l'intervento sarà realizzato con mezzi marittimi.

Il prolungamento sarà costituito da un nucleo interno in pietrame, sormontato da uno strato filtro con scogli da 1-3 t e dalla mantellata costituita da massi artificiali tipo Antifer 28,2 t della stessa dimensione di quelli costituenti la mantellata esistente. Essi presentano, nella base maggiore un'area di 4.54 mq (lato 220x220 cm) con una larghezza dello scasso di 43.0 cm. Nella base minore, invece, l'area è di 3.94 mq (lato 208x208 cm) con una larghezza dello scasso di 49.0 cm. L'altezza complessiva del masso artificiale adottato è di 201.0 cm.

La mantellata, di spessore pari a 4,80 m, presenta una pendenza di 3/2 ed una berma larga 10 m con quota altimetrica pari a +7,00 m s.l.m.m. A protezione del piede della mantellata, sia lato esterno che interno al porto, si prevede la posa in opera di uno strato in scogli da 3-5 t.

I lavori sono contabilizzati a corpo e ricadono, ai sensi del d.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207, in categoria OG7: "opere marittime e lavori di dragaggio".

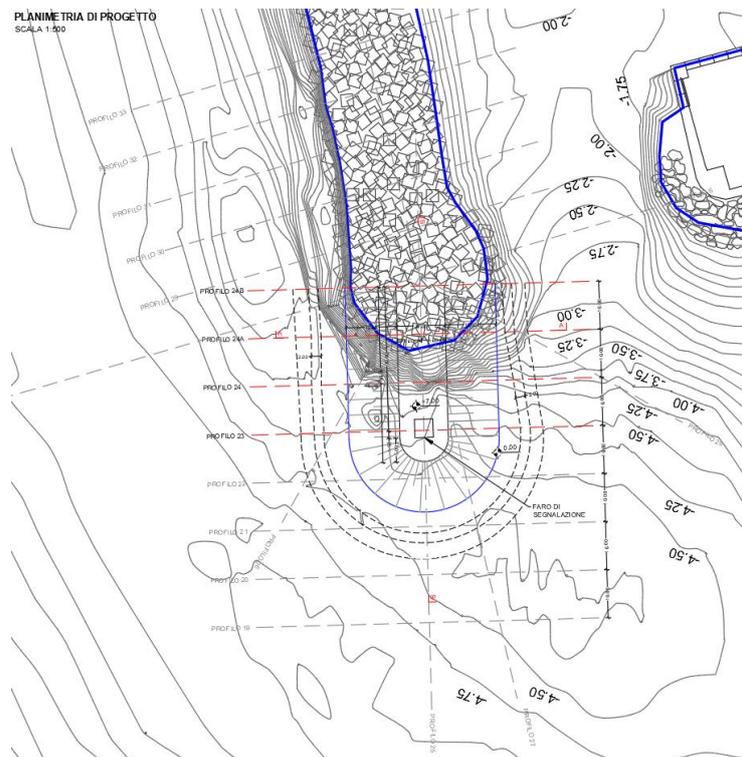


Figura 9: Intervento A - Planimetria di progetto

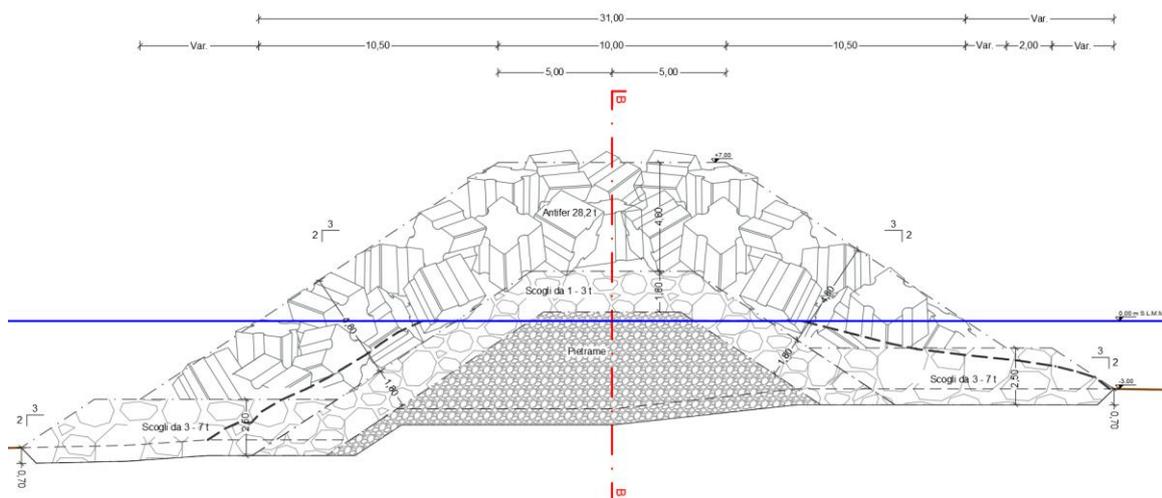


Figura 10: Intervento A - Sezione tipo di progetto

4.2. Intervento B - By-pass delle sabbie

Per il litorale di Amantea in località Campora, il porto risulta essere una forte discontinuità per il trasporto di sedimenti che naturalmente verrebbero trasportati da Nord verso Sud dalla componente longitudinale del moto ondoso incidente. La presenza del molo foraneo determina un ostacolo per tale trasporto determinando un conseguente accumulo di sedimenti sul molo di sopraflutto. In tale punto infatti la linea di riva attualmente dista circa 170 m dalla scarpata che costeggia le infrastrutture viarie.

L'accumulo di materiale a Nord del Porto se da un lato conferisce sicurezza alla struttura stessa ed al litorale a mont dall'altro va progressivamente ad insabbiare l'imboccatura portuale. Infatti i materiali accumulati, una volta raggiunta la radice del molo di sopraflutto cominciano ad aggirare lo stesso arrivando a superare la testata ed ad occupare il fondale dell'imboccatura del porto dove si crea una barra di sabbia che in caso di forti o prolungate mareggiate è in grado di ostruire l'ingresso con conseguente difficoltà di accessibilità all'ingresso al porto. La manutenzione periodica con il dragaggio dei fondali non riesce in ogni caso a garantire la sicurezza dei natanti cabinati con chiglia più profonda.

Una seconda criticità, oltre all'insabbiamento dell'imboccatura portuale è che tale fenomeno interrompe il trasporto dei sedimenti creando a Sud un fenomeno erosivo.

L'intervento di progetto prevede il prelievo dei sedimenti sulla spiaggia a Nord mantenendo una distanza di sicurezza dalle strutture viarie di circa 50.00 m ed il versamento a Sud del Porto. Tale intervento, denominato di by-pass dei sedimenti, rientra nelle manutenzioni periodiche previste per il normale funzionamento del Porto di Amantea nelle condizioni note del trasporto solido litoraneo.

Esso si prefigura come intervento straordinario nelle quantità al fine del riequilibrio del litorale a Sud dove sono stati anche di recente realizzati interventi di difesa della strada SS18 raggiunta dalle mareggiate.

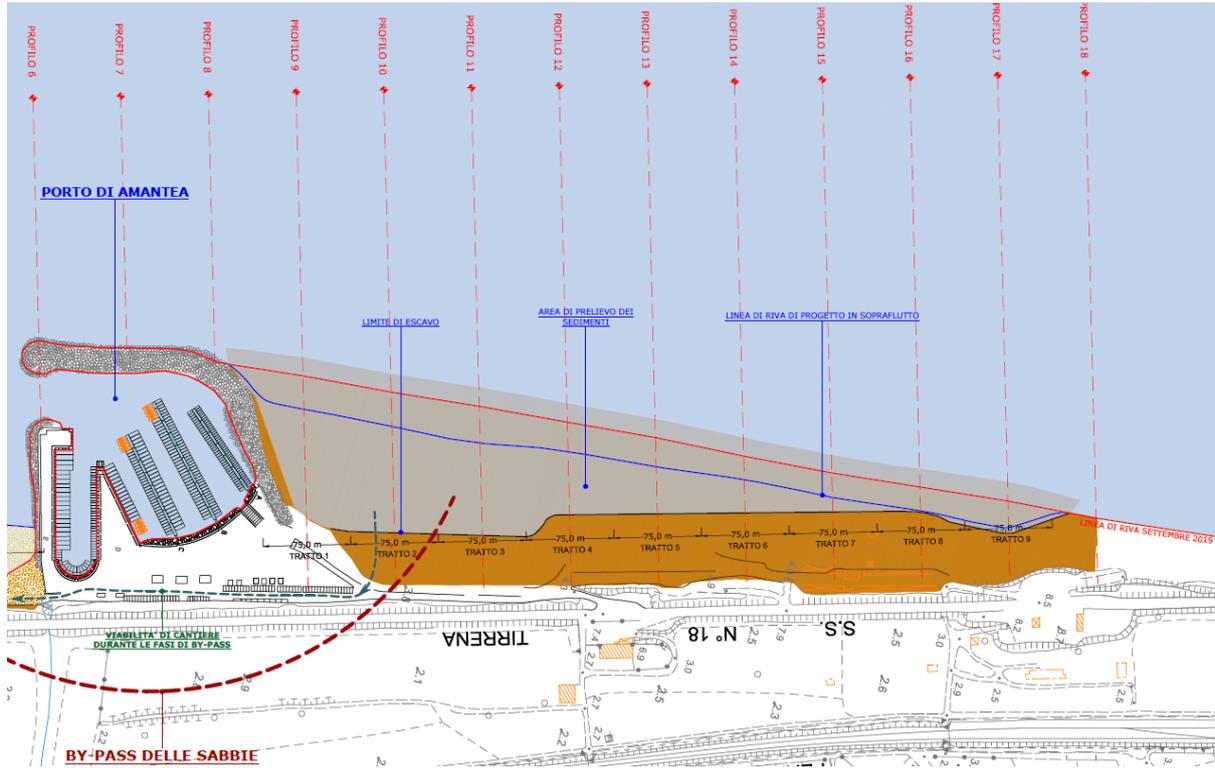


Figura 11 - Intervento B: Planimetria di prelievo dei sedimenti

Il by-pass dei sedimenti, per quanto facente parte della stessa unità fisiografica, è soggetto alla procedura di cui al DM 173/2016 con caratterizzazione dei sedimenti ai fini della verifica di compatibilità.

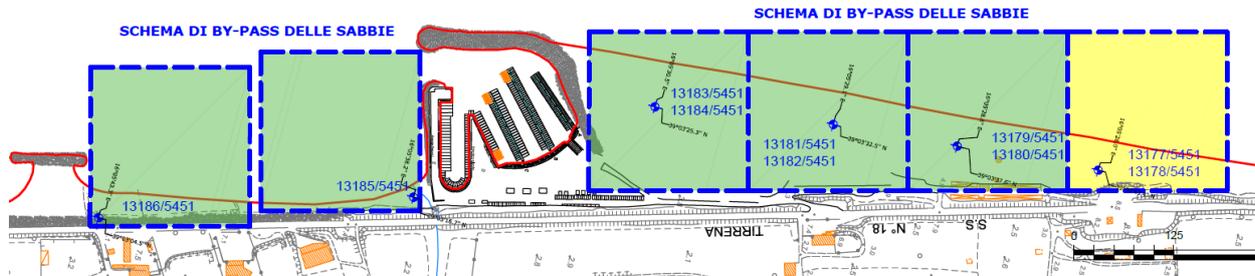


Figura 12: Intervento B - Caratterizzazione dei sedimenti area di prelievo e versamento

A tal fine è stata eseguita una campagna di caratterizzazione suddividendo le aree interessate in n.4 celle di prelievo dei sedimenti a monte del Porto e n. 2 celle di versamento degli stessi a valle del Porto come rappresentato in figura. Le celle analizzate sono risultate tutte utilizzabili per ripascimento ad esclusione della cella più a Nord che è stata esclusa. Nelle celle compatibili sono stati misurati, sulla base del rilievo topo batimetrico i volumi disponibili che sono i seguenti:

TABELLA VOLUMI DI ESCAVO BY-PASS DELLE SABBIE			
	Sezione di escavo (mq)	Lunghezza tronco (m)	mc
Tronco A - sez.rif. 9	195,0	75,0	14625
Tronco B - sez.rif. 10	265,0	75,0	19875
Tronco C - sez.rif. 11	238,0	75,0	17850
Tronco D - sez.rif. 12	209,0	75,0	15675
Tronco E - sez.rif. 13	178,0	75,0	13350
Tronco F - sez.rif. 14	141,0	75,0	10575
Tronco G - sez.rif. 15	113,0	75,0	8475
Tronco H - sez.rif. 16	92,0	112,5	10350
		tot mc	110775

Tabella 1: Intervento B –Computo dei volumi di by-pass

La sezione di prelievo considerata è riportata in Figura.

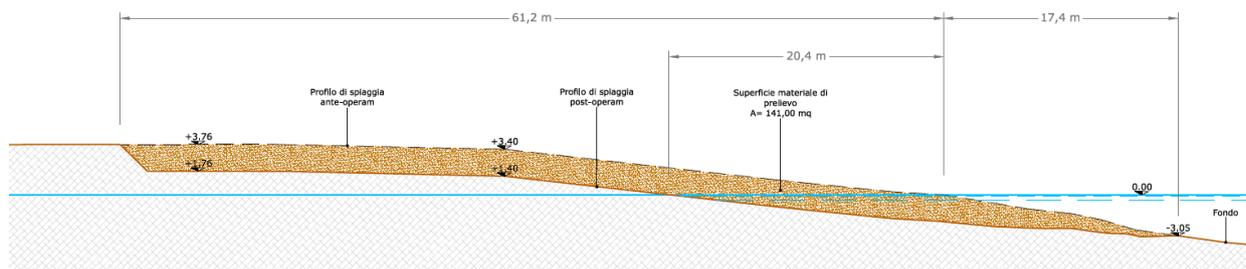


Figura 13: : Intervento B - Sezione tipo di prelievo sedimenti

Il materiale prelevato ha un volume di circa $110.000,00 \text{ m}^3$ che verrà utilizzato a ripascimento nella spiaggia a Sud del porto per un tratto di spiaggia pari a circa 400 m.

Il by-pass verrà realizzato con mezzi su gomma per la brevissima distanza tra le due aree e la possibilità di utilizzare piste interne alla spiaggia ed all'area portuale non interessando la viabilità esterna.

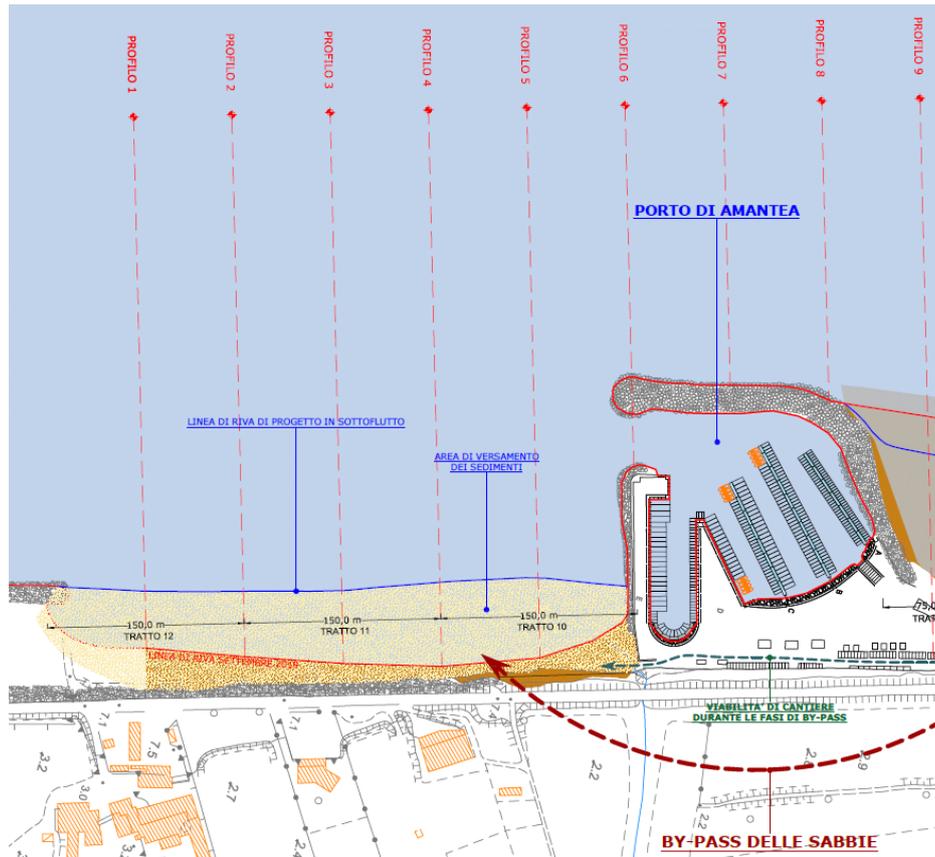


Figura 14: Intervento B - Planimetria di ripascimento

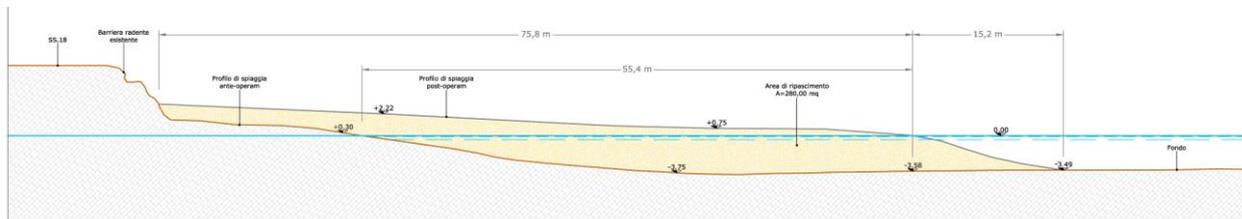


Figura 15: Intervento B: Sezione tipo di ripascimento

4.3. Intervento C – Gestione dei sedimenti accumulati a monte del Porto

Per migliorare la gestione futura del by-pass dei sedimenti da monte a valle del Porto il progetto prevede la realizzazione di un pennello semisommerso di raccolta alla radice del molo di sopraflutto.

Il pennello si prolunga in mare per intercettare la barra di sabbia esistente sul litorale in modo da ridurre in modo consistente l'aggrimento del molo di sopraflutto ed accumulare i sedimenti da avviare periodicamente a ripascimento. La realizzazione nel progetto di un by-pass dei sedimenti insieme alla

realizzazione del Pennello di raccolta permette un tempo più lungo di accumulo sul Pennello fino alla manutenzione periodica.

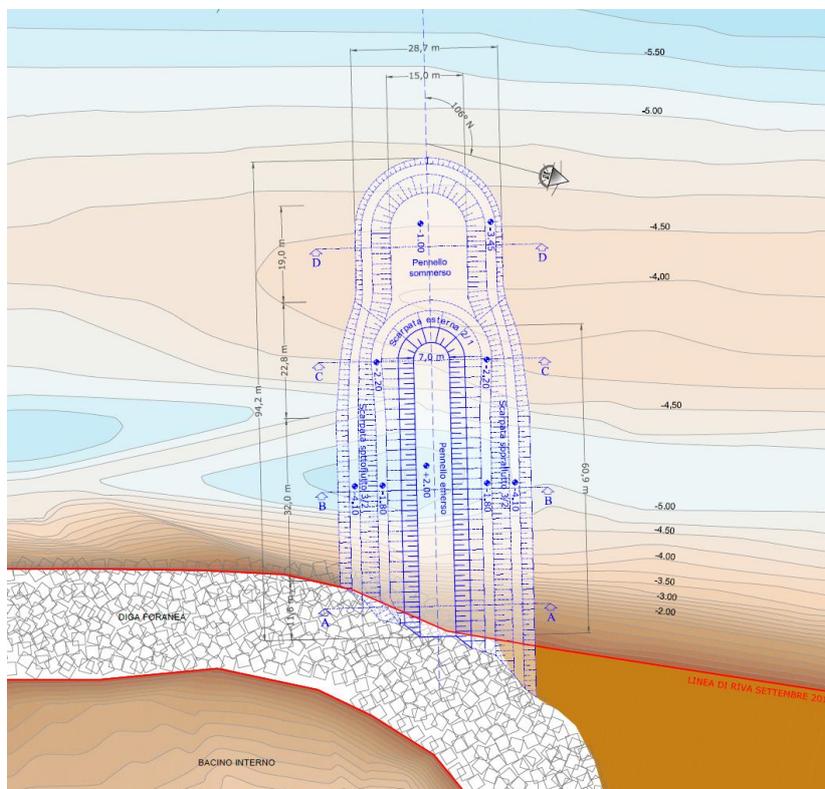


Figura 16: Intervento C - Planimetria di progetto

La parte emersa del pennello sarà lunga circa 60 m, mentre la sua parte sommersa sarà di 94 m. La berma di sommità del pennello è ad una quota di +2.0 m s.l.m.m con una berma di larghezza di 7.0 m.

Lo strato base del pennello è in pietrame (100-500 kg). Su questo sottofondo posano i massi di 1^acat (500-1000 kg) che andranno a formare il nucleo della scogliera al di sopra del quale è posizionato uno strato filtro in massi in 2^acat. (1-3 tons).

La mantellata del pennello è costituita sulla radice da massi in 3^acat. (3-7 tons) mentre la mantellata della testata è realizzata utilizzando massi in CLS (12-14 tons) per resistere all'attacco del moto ondoso che durante le mareggiate più violente.

Le scarpate laterali del pennello hanno pendenza 3/2, mentre il piede e la testata hanno pendenza 2/1 per offrire maggiore resistenza.

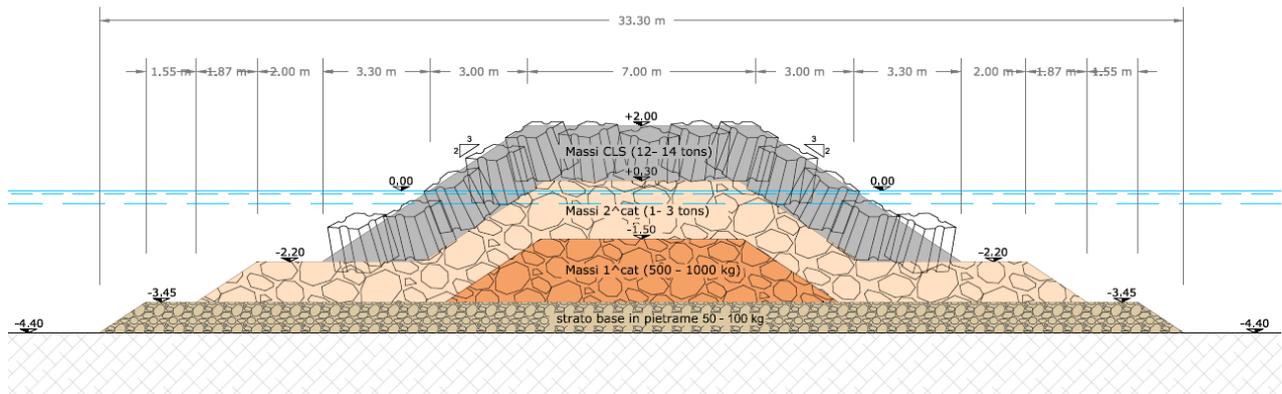


Figura 17: Intervento C - Sezione Pennello

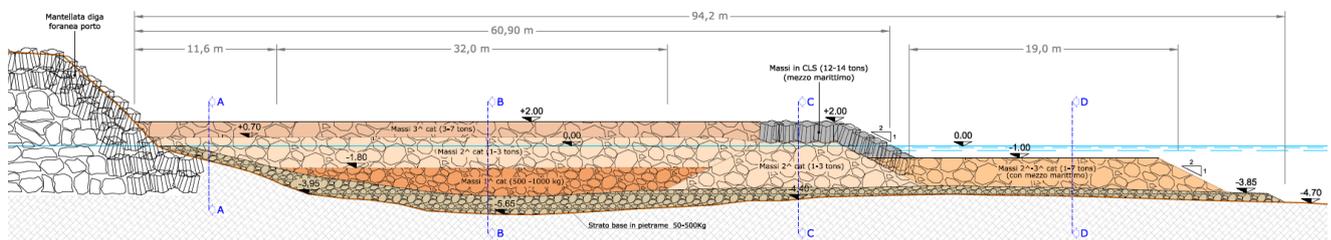


Figura 18: Intervento C - Profilo Longitudinale Pennello

4.4. Intervento D - Viabilità di collegamento ultimo miglio

Per il miglioramento infrastrutturale del porto turistico di Amantea, si prevede la ridefinizione dell'intersezione tra la SS18 e la viabilità di accesso al porto. Il raccordo presenta un'asse viario costituito da un primo rettilineo di lunghezza di c.a. 12 m a cui segue una curva di raggio 50 m, un breve rettilineo ed un'ulteriore curva di raggio 19,75 m che si collega all'ingresso alla SS18. Il profilo altimetrico presenta un inizio e fine con pendenza nulla, mentre per la maggior parte dello sviluppo ha pendenza del 5,00%. Come si evince nella figura seguente, l'uscita dal raccordo e l'ingresso allo stesso sono progettati in modo da non permettere manovre in sx, ma solo manovre in dx, la ragione di tale scelta progettuale è giustificata dal fatto che si cerca di evitare possibili collisioni tra i veicoli che transitano lungo la SS18 e quelli in ingresso e/o uscita dal raccordo, analogamente alle intersezioni presenti lungo quel tratto.

La sezione trasversale scelta è di categoria F2 – Locale Ambito Extraurbano, secondo il D.M. 05/11/2001 e ss.mm.ii. con velocità di progetto 40 - 100 km/h con una corsia per senso di marcia.

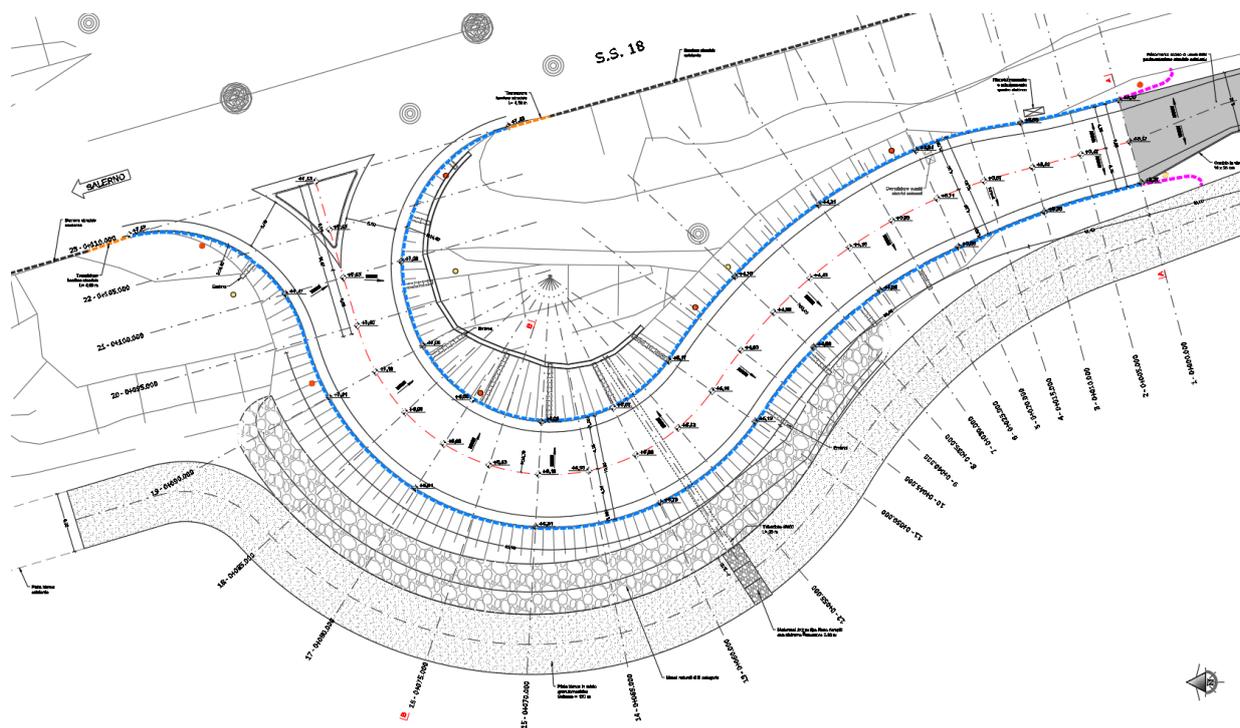


Figura 19: Intervento D - Planimetria raccordo di collegamento porto - SS18

La carreggiata ha una larghezza di 6,50 m, e pertanto la corsia è di larghezza 3,25 m per senso di marcia con banchine da 1,00 m per lato. In buona parte del tracciato è previsto l'allargamento delle corsie di 1 m ciascuna, come illustrato nel paragrafo successivo, dove quindi la carreggiata è pari a 8,50 m. Il fine intervento è previsto in corrispondenza dell'innesto con l'esistente strada SS18. Il tracciato stradale si sviluppa per una lunghezza di 110,00 m. Ai lati della carreggiata, sono previste barriere di protezione stradale di classe N2. Completano la sezione tipo gli elementi quali pali di pubblica illuminazione, rete di smaltimento delle acque meteoriche e cordoli.

La sovrastruttura stradale è conforme agli standard richiesti per questa tipologia di strada, nonostante il tipo di carico prevedibile sarà quasi esclusivamente composto da mezzi leggeri e solo occasionalmente da carichi pesanti. Il pacchetto scelto è dello spessore totale di 50 cm, costituito da:

- Fondazione stradale in misto stabilizzato sp. 30 cm;
- Strato di base in conglomerato bituminoso sp. 12 cm;
- Binder sp. 5 cm;
- Strato di usura sp. 3 cm.

Tale pacchetto è adeguato in relazione alla tipologia di traffico prevista.

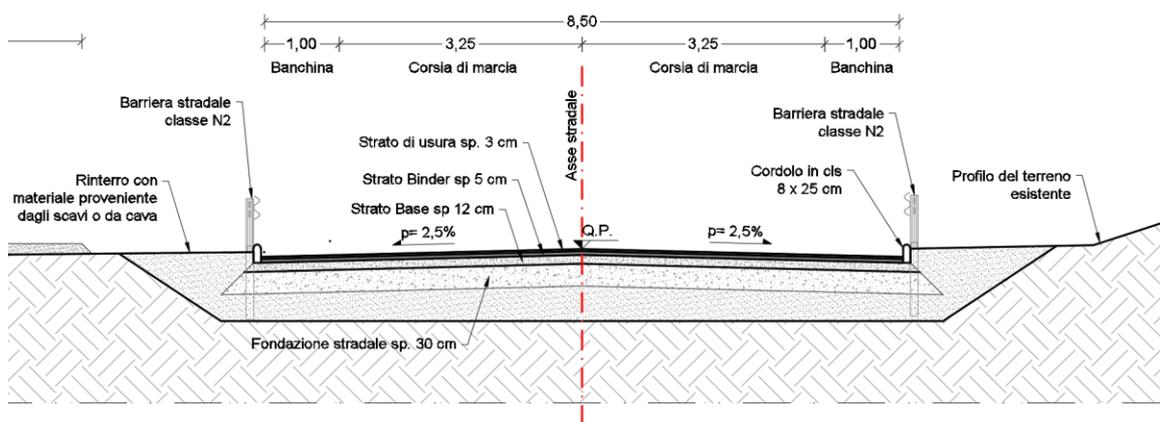


Figura 20: Intervento D - Sezione tipologica viabilità di progetto (A-A)

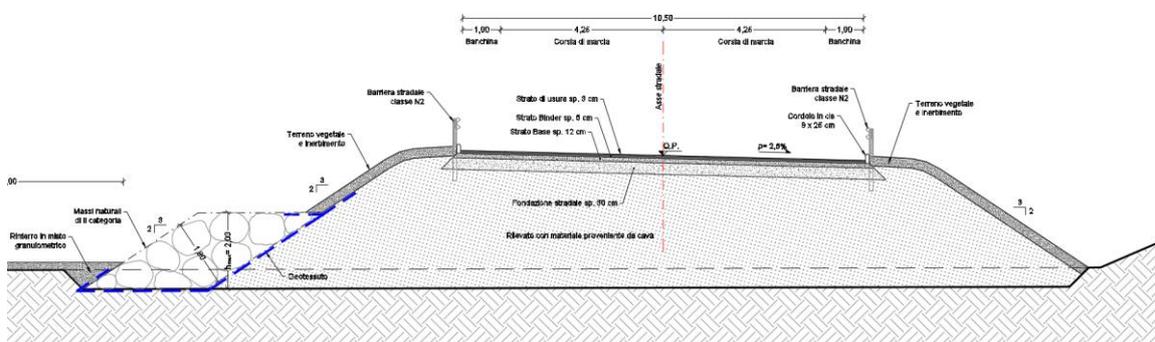


Figura 21: Intervento D - Sezione tipologica viabilità di progetto (B-B)

Nella scarpata del rilevato lato mare è prevista una protezione in massi naturali di II categoria, nei confronti dell'azione di risalita del mare. E' prevista inoltre una pista bianca in misto granulometrico, di collegamento tra la strada di accesso al porto e l'esistente pista bianca più a Nord.

4.5. Intervento E - Miglioramento impianti

Nel piazzale del porto, verrà installato un impianto di canalette, caditoie e tubazioni interrato atte al drenaggio delle acque superficiali, il trattamento delle acque di prima pioggia e successivo scarico al recettore finale (mare) delle acque di prima e seconda pioggia. Per tali motivi, il piazzale sarà caratterizzato con pendenze del 1,0-2,0 % circa, al fine di agevolare il deflusso superficiale verso le caditoie. La superficie complessiva totale si descritta è di circa 14.275,00 m².

Il piazzale è stato diviso in due sottoaree, ciascuno con la sua rete di drenaggio indipendente che confluisce ad una propria vasca di prima pioggia. Ciascuna sottoarea comprende una parte di parcheggio e una parte di piazzale. Le acque della zona di parcheggio sono raccolte da canalette

grigliate, mentre quelle del piazzale da caditoie. Le canalette di raccolta delle acque meteoriche sono realizzate in c.a. gettate in opera e dotate di griglie carrabili di classe D400. La pendenza delle canalette è del 4,0‰. La sezione è rettangolare di larghezza pari a 30 cm e altezza variabile tra 20 cm e 50 cm. La corrente a pelo libero convogliata in questi manufatti in c.a. viene raccolta in appositi pozzetti di raccolta (n. 2 in totale) prefabbricati in c.a., aventi dimensioni interne 80 x 80 cm ed altezza variabile.

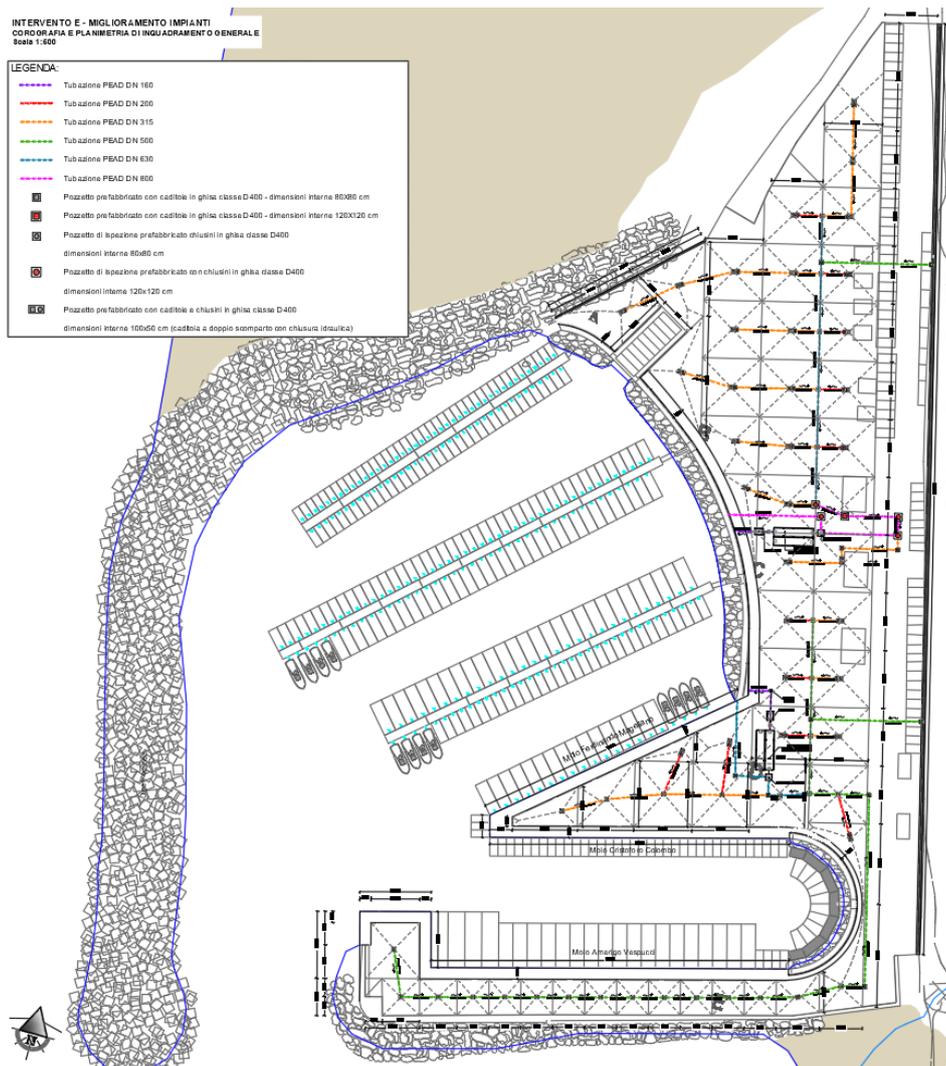


Figura 22: Intervento E - Planimetria con indicazione impianto acque meteoriche

La rete di caditoie è stata progettata suddividendo il piazzale in maglie quadrate di uguali dimensioni; in tal modo sono state distinte n.66 caditoie con un interasse di circa 15-20 m. La rete è composta da tubazioni DN 200, DN 315, DN 500, DN 630 e DN 800 che collegano idraulicamente le caditoie e indirizzano il flusso verso i ricettori (vasca di prima pioggia e scarico a mare).

E' previsto il deflusso delle acque verso le caditoie e successivamente l'invio a gravità, tramite tubazioni interrate, verso il pozzetto scolmatore, disposto a monte di ciascuna vasca di prima pioggia.

Quest'ultimo permette la separazione delle cosiddette acque di prima pioggia, che verranno accumulate per essere adeguatamente trattate tramite processo di disoleatura; il resto, dette anche acque di seconda pioggia e privo di contaminanti, verrà inviato direttamente allo scarico in mare.

Le caditoie saranno manufatti realizzate in c.a. prefabbricate e dotate di griglie carrabili di classe D400. Le tubazioni avranno diametri DN 200, DN 315, DN 500, DN 630 e DN 800 e pendenza del 2,0‰. La rete sopra descritta convoglia le acque in n. 2 pozzetti scolmatori prefabbricati in c.a., i quali hanno la funzione di separare le acque di prima pioggia dalle restanti e mandarle a gravità verso le n.2 vasche di prima pioggia prefabbricata in c.a. Infine, attraverso tubazioni in pressione, orizzontali, in PEAD PN16 DN 160, le acque di prima pioggia vengono quindi pompate all'impianto di disoleatura. Per quanto concerne invece le acque di *seconda pioggia*, ovvero il surplus non mandato alle vasche, dal pozzetto scolmatore vengono canalizzate a gravità al recapito finale (sbocco a mare) con una tubazione DN 630.

4.6. Intervento F - Sistemazione del piazzale portuale

La sistemazione del piazzale portuale consisterà nella realizzazione di:

- Nuova pavimentazione di banchina (1.290 m²) in lastre 35 x 50 cm di pietra calcarea grigia proveniente da cave locali, larghezza pari a 3,00 m e pendenza pari a 0,6‰ verso mare; il ciglio di banchina prevede orlatura in pietra calcarea grigia proveniente da cave locali, dimensioni 30x10 cm;
- Nuova pavimentazione di piazzale in conglomerato bituminoso (12.720 m²), spessore variabile in funzione della pendenza che deve raggiungere per favorire il deflusso delle acque meteoriche verso le caditoie.

Al fine di realizzare la nuova pavimentazione di banchina saranno necessari la demolizione dei cordoli in c.a. esistenti, dismissione e riposizionamento delle staccionate in legno esistenti.

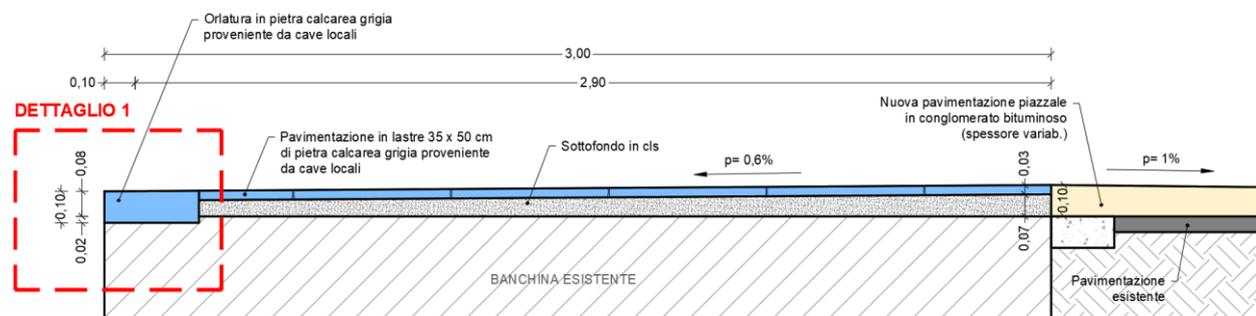


Figura 23: Intervento F - Sezione sistemazione piazzale

Nella pavimentazione di piazzale verranno posati in opera pozzetti prefabbricati in cls con caditoie in ghisa classe D400 e pozzetti di ispezione prefabbricati in cls con caditoie in ghisa classe D400 e chiusini in ghisa classe D400.

4.7. Intervento G - Dragaggio portuale

L'efficientamento dell'area portuale si completa con il dragaggio delle aree interne portuali che non hanno più la funzionalità richiesta. Tale azione sarà utile per permettere l'ingresso in sicurezza nel Porto e l'accesso alle banchine anche ai natanti cabinati e alle barche a vela più grandi. La profondità del fondale che andrà ripristinata sarà di -2.75 m.

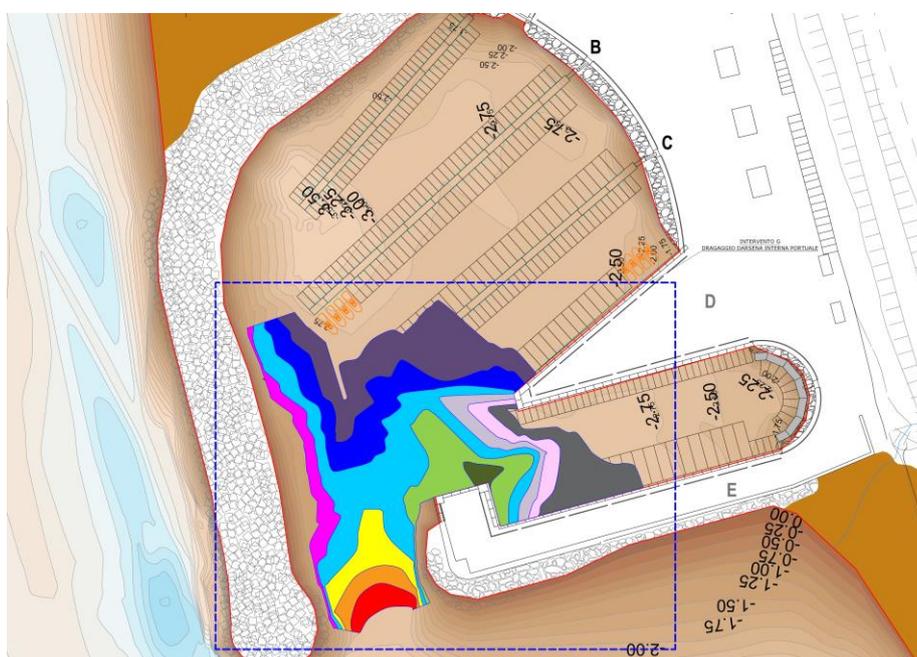


Figura 24: Intervento G – Dragaggio aree interne al Porto

I volumi coinvolti per riportare il fondale ad una profondità di 2.75 m sono:

Colore														
Batimetrica	Quota max (m)	-2,5	-2,25	-2	-1,75	-2,25	-2,5	-2,75	-1,75	-1,5	-2,25	-2,5	-2,75	
	Quota min (m)	-2,25	-2,2	-1,75	-1,5	-2	-2,25	-2,5	-1,5	0	-2	-2,25	-2,5	
	Quota media (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		2,375	2,225	1,875	1,625	2,125	2,375	2,625	1,625	0,75	2,125	2,375	2,625	
	h medio di scavo (m)	0,375	0,525	0,875	1,125	0,625	0,375	0,125	1,125	2	0,625	0,375	0,125	
	Area di scavo (mq)	1186	830	1572	330	339	187	169	618	66	251	232	556	TOT
	Volume di scavo	445	436	1376	371	212	70	21	695	132	157	87	70	407

Tabella 3: Intervento G – Volumi di materiale dragaggio da avviare a discarica

5. FATTIBILITA' PAESAGGISTICA ED AMBIENTALE

All'interno e nelle vicinanze dell'area portuale sono assenti vincoli ambientali SIC o ZPS. L'area più vicina, che dista 10 km, è il sito di importanza comunitaria Area SIC IT9310039 “Fondali Scogli di Isca” di rilevante interesse ambientale, riferiti alla regione biogeografia mediterranea Rete Natura 2000 di cui alla direttive n. 92/43/CEE “Habitat” (D.M.14/03/2011) che per la posizione geografica e la tipologia degli interventi non è influenzato dalle azioni di progetto.

TIPI DI HABITAT ALLEGATO I:

CODICE	% COPERTA	RAPPRESENTATIVITA	SUPERFICE RELATIVA	GRADO CONSERVAZIONE	VALUTAZIONE GLOBALE
1120	40	B	C	B	B

Tabella 4 – Caratteristiche Area SIC IT9310039 Fondali Scogli di Isca (Ministero Ambiente)

Si tratta dei Fondali intorno ai due scogli emergenti di Isca con profondità tra -5 e -25 m. Sono situati in corrispondenza del territorio di Amantea nord a 10 km dal Porto.

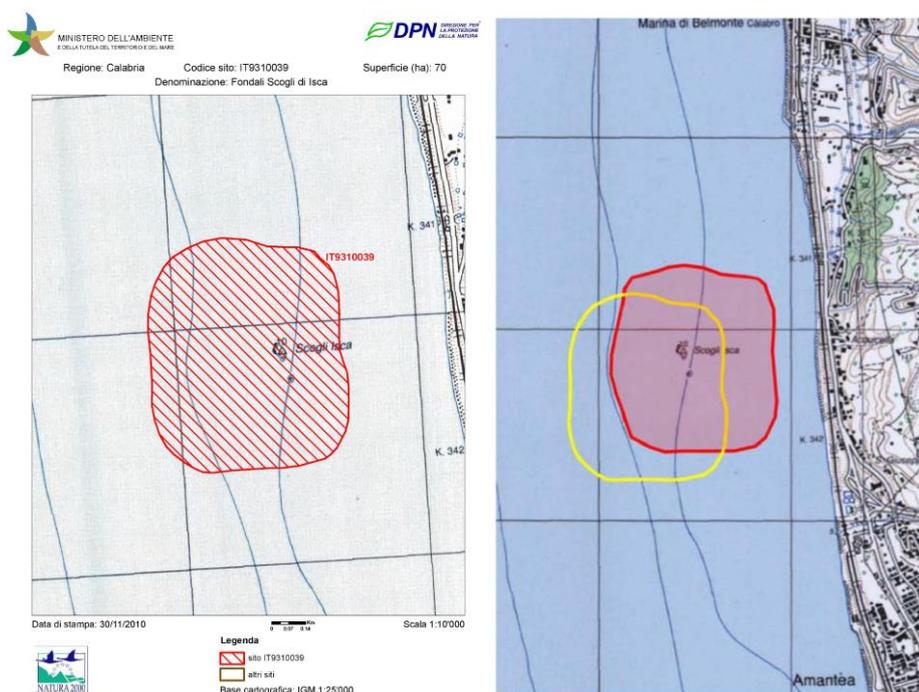


Figura 26 - Siti di importanza comunitaria (Aree SIC) - Fondali Scogli di Isca (in giallo perimetrazione anno 2004 ed in rosso nuova perimetrazione anno 2010)

Sito ristretto di Posidonia climax, ad alta biodiversità, importante nursery per pesci anche di interesse economico. L'area immediatamente intorno ai due scogli di Isca (grande e piccolo), per 6 ha costituisce l'Oasi Blu di Isca, gestita dal WWF di Amantea dal 1991, su concessione demaniale della Capitaneria di Porto di Vibo Valentia n.255 del 12/7/91.

Viene definito un Alto grado di vulnerabilità, soprattutto nella zona esterna all'Oasi blu, per pesca a strascico anche sotto costa, ancoraggi non su boe fisse.

La stessa area rientra anche all'interno delle aree del Parco Marino Regionale “Scogli di Isca” istituito con L.R.12 del 21.4.2008.

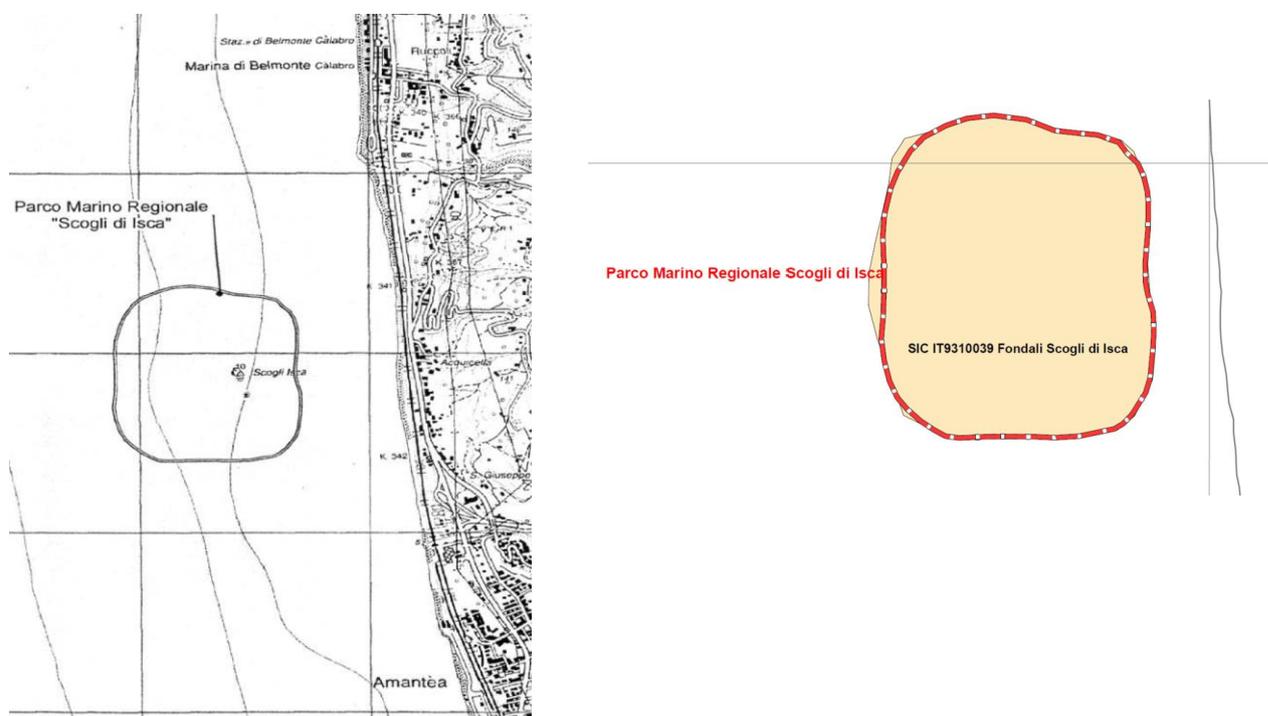


Figura 27 - Parco Marino regionale LR 12/08 e confronto con Area SIC IT 9310039

Lo Studio di Fattibilità Ambientale è stato condotto in conformità a quanto previsto sia dalle disposizioni normative in materia di tutela ambientale, sia dagli artt. 24 e 27 del Regolamento D.P.R. 207/2010 inerente la legge quadro sui lavori pubblici.

Si riporta la sintesi delle analisi svolte:

Morfologia: L'intervento modifica lo svincolo della viabilità sulla SS18 mentre non interferisce con i torrenti posti sopraflutto e sottoflutto.

Compagine vegetale: nel tratto di mare prospiciente o prossime al Porto non sono presenti specie vegetazionali protette (SIC e Parco Marino). L'area occupata dal prolungamento del molo di sopraflutto, dal Pennello di raccolta dei sedimenti alla radice dello stesso molo ed il by-pass dei sedimenti da monte a valle del Porto non interferisce con presenze vegetazionali neanche minori in quanto siamo in area di frangimento a riva delle onde ed i fondali sono soggetti a movimenti intensi durante le mareggiate che impediscono il radicamento di specie vegetazionali in modo stanziale. Nella fase di cantiere potrebbero esserci intorbidimenti temporanei o inquinamenti accidentali a cui si deve prestare la massima cura con misure di mitigazione e di prevenzione.

Skyline: La condizione dell'intervento modifica in misura contenuta lo skyline naturale per il prolungamento della diga foranea. La scogliera non costituisce un nuovo ingombro ma è in continuità con quella esistente. Le visuali sono ampie ed aperte e la nuova opera non ostruisce la visuale né da terra, né da mare. La modifica del paesaggio è quindi minima.

Funzionalità ecologica: L'intervento in oggetto non interferisce con la funzionalità ecologica e idraulica del territorio circostante. Pertanto non si evince alcuna modificazione dell'assetto paesistico significativo sotto l'aspetto della funzionalità ecologica, idraulica, idrogeologica.

Assetto panoramico: Considerata la condizione morfologica del territorio l'intervento proposto non evidenzia, per ubicazione quote e forma, modificazioni negative dell'assetto percettivo, scenico e panoramico.

Assetto insediativo: L'intervento proposto è ubicato nel comune di Amantea e l'area interessata è totalmente integrata nella fascia turistica costiera.

Fase di Cantiere: la Tabella riassume i principali effetti analizzati che sono da aspettarsi nella fase di cantiere e sono legati alle modalità con cui si svolgeranno le lavorazioni alla cui cura è necessario dedicare specifica attenzione per la mitigazione degli eventuali impatti.

Fasi di realizzazione	Componenti e fattori ambientali	Effetti potenziali
Fasi di cantiere	Atmosfera	Alterazione temporanea della qualità dell'aria a causa di emissioni di polveri e gas inquinanti da parte del traffico in fase di esecuzione dei lavori. Produzioni di polveri, dovute anche alle operazioni di by-pass delle sabbie (prelievo a monte del Porto e ripascimento a valle).
	Ambiente idrico	Alterazione temporanea della qualità delle acque a seguito di momentaneo intorbidimento o di accidentali versamenti di inquinanti derivanti dai mezzi utilizzati per le lavorazioni. In fase di cantiere è previsto un incremento

		rispetto alla situazione attuale dovuto principalmente al rifornimento dei massi da cava e alle lavorazioni di cantiere
	Suolo e sottosuolo	Occupazione temporanea del litorale per materiale di ricarica della scogliera da caricare su mezzo marittimo
	Vegetazione, flora e fauna	Disturbo alla vegetazione litoranea per produzione di polveri
	Habitat	Disturbi momentanei
	Rumori e vibrazioni	Disturbo derivante dalla movimentazione di mezzi e dalle lavorazioni
	Paesaggio	Alterazione del contesto paesaggistico di modesto valore nel contesto del Porto già esistente e di opere di difesa emerse diffuse lungo il litorale
	Rifiuti	Aumento temporaneo della produzione di rifiuti dovuto agli operai
Fasi di esercizio	Atmosfera	In fase di cantiere è previsto un incremento rispetto alla situazione attuale dovuto principalmente al rifornimento dei massi da cava e alle lavorazioni di cantiere
	Ambiente idrico	Non sono previsti effetti negativi
	Suolo e sottosuolo	Occupazione permanente di area a mare per posa in opera di nuova scogliera emersa (prolungamento diga foranea)
	Vegetazione, flora e fauna	Non sono previsti effetti negativi
	Habitat	Non sono previsti effetti negativi
	Rumori e vibrazioni	In fase di esercizio è previsto un incremento limitato rispetto alla situazione attuale per la maggiore funzionalità del Porto che ne incrementa l'uso
	Paesaggio	Alterazione del contesto paesaggistico di modesto valore nel contesto di opere di difesa emerse diffuse lungo il litorale
	Rifiuti	In fase di esercizio è previsto un incremento rispetto alla situazione attuale per la maggiore funzionalità del Porto che ne incrementa l'uso

Tabella 5: Effetti fase di cantiere

E' altresì da precisare che i materiali utilizzati per le scogliere avranno le stesse caratteristiche tipologiche e costruttive (massi calcarei provenienti da cave locali e massi in cls della stessa forma e dimensione di quelli esistenti).

6. INDICAZIONI PER LE FASI COSTRUTTIVE

6.1 Fasi costruttive Intervento A “Messa in sicurezza dell’area interna portuale”

L’intervento A consiste nel prolungamento della diga foranea per ridurre i fenomeni di insabbiamento dell’area interna portuale creando una zona di calma nell’imboccatura e permettere ai natanti di entrare agevolmente nel porto.

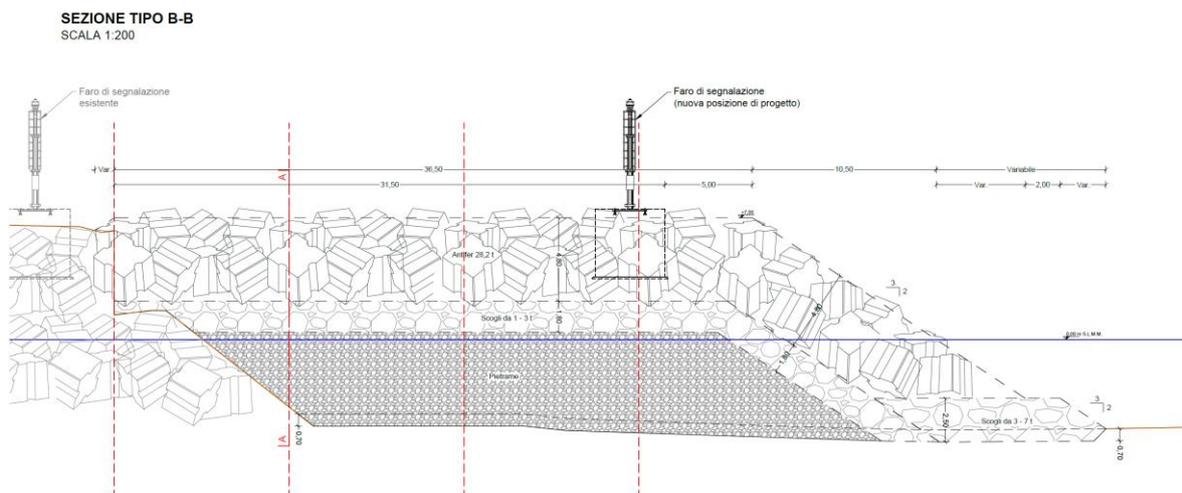


Figura 28– Sezione longitudinale intervento “A”

La realizzazione del prolungamento richiede il coinvolgimento esclusivamente di mezzi marittimi. Il miglior mezzo marittimo da utilizzare è un pontone con gru con benna idonea al prelievo e/o deposito di tutti i materiali previsti da progetto.

I massi da impiegare nella costruzione della scogliera dovranno essere inalterabili, tenaci, privi di fratture e piani di scistosità, e la loro massa volumica P dovrà essere maggiore o uguale a $2,5 \text{ t/m}^3$, la massa volumica reale p dovrà essere maggiore o uguale a $2,6 \text{ t/m}^3$ ed il grado di compattezza $C = P/p$ sarà maggiore o uguale $0,95$. Nel caso in esame i materiali utilizzati sono 4:

- Pietrame: consiste in scarto di cava, utilizzato esclusivamente per sottofondo della scogliera date le sue scarse qualità di resistenza. È il materiale più leggero presente all’interno della scogliera;
- Massi di 2^a categoria: hanno un peso complessivo tra i 100 e i 500 kg;
- Massi di 3^a categoria: con un peso totale tra i 500 e i 1500 kg;
- Massi ANTIFER: sono dei manufatti in calcestruzzo dal peso di 28,2 tons ciascuno sagomato per svolgere al meglio la loro funzione di frangiflutti.

SEZIONE TIPO A-A
SCALA 1:200

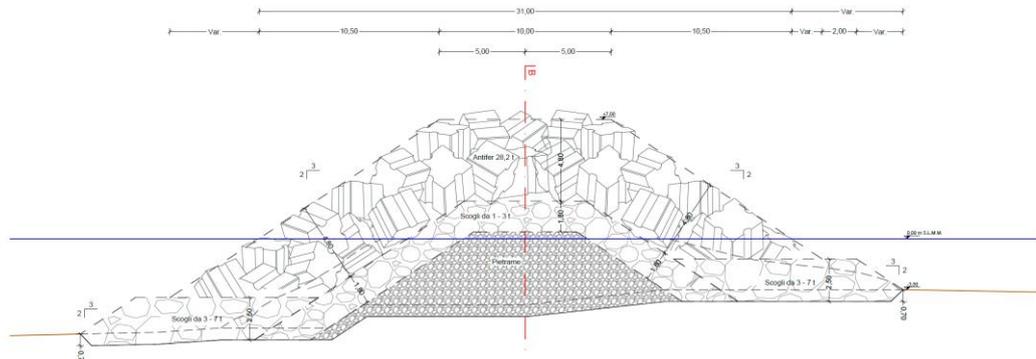


Figura 29– Sezione trasversale intervento “A”

Fase 1 - Apertura riccio di testata e salpamento massi ANTIFER

Il prolungamento della diga foranea verrà realizzato mantenendo la stessa sezione del corpo della diga già esistente. Per tale ragione, per innestare al meglio il prolungamento il primo passo da svolgere è quello di aprire il riccio di testata scoprendo tutta la sezione esistente.

L’operazione verrà eseguita interamente con mezzi marittimi. Si salperanno dei massi Antifer per uno spessore di 4.80 m fino a scoprire i massi di 2^ categoria. Il faro luminoso di segnalazione e il suo basamento in cls sarà sollevato e stoccato provvisoriamente, previo scollegamento di tutti i cavi elettrici. I massi Antifer così salpati saranno stoccati provvisoriamente in due punti, sulla diga foranea stessa e nel punto di carico e scarico individuato, come si vedrà, sull’arenile nei pressi del radicamento di sottoflutto del porto.

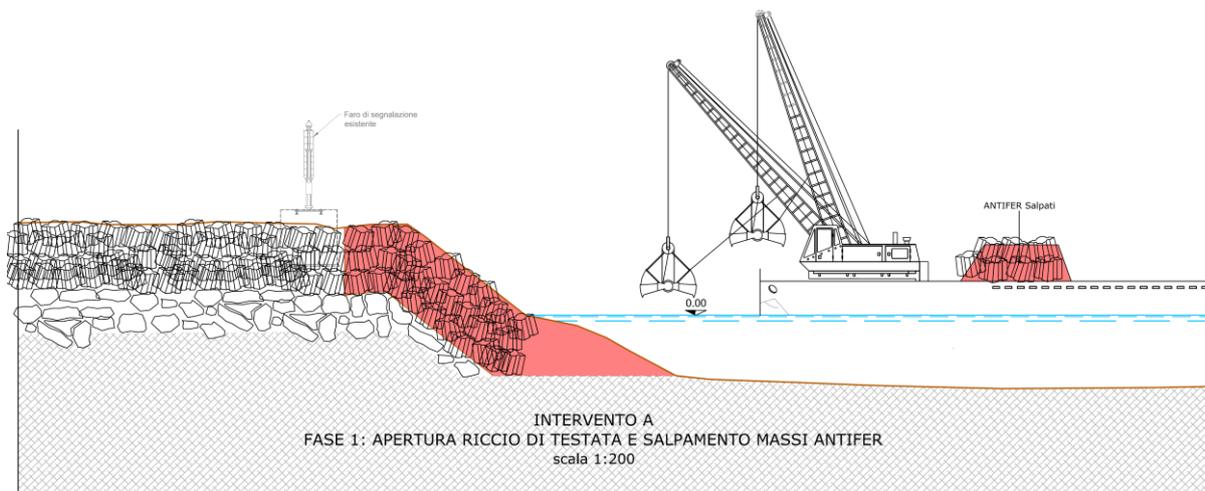


Figura 30– Apertura riccio di testata (Fase 1)

Fase 2 - Formazione scanno di imbasamento

Il rischio di realizzare un prolungamento di una diga esistente è quello di non riuscire ad omogeneizzare bene le due opere fra di loro. Il rischio soprattutto è quello di andare a realizzare un'opera su sabbia giovane che, a causa della sua scarsa stabilità, ne può determinare lo scivolamento ed una fuoriuscita dalla sagoma di progetto.

Per tale motivo si effettuerà, sempre con mezzi marittimi, uno scavo subacqueo per realizzare uno scanno di imbasamento dell'altezza di 0.70 m e di una lunghezza pari a circa 46 m, lunghezza sufficiente per realizzare il prolungamento ed il piede.

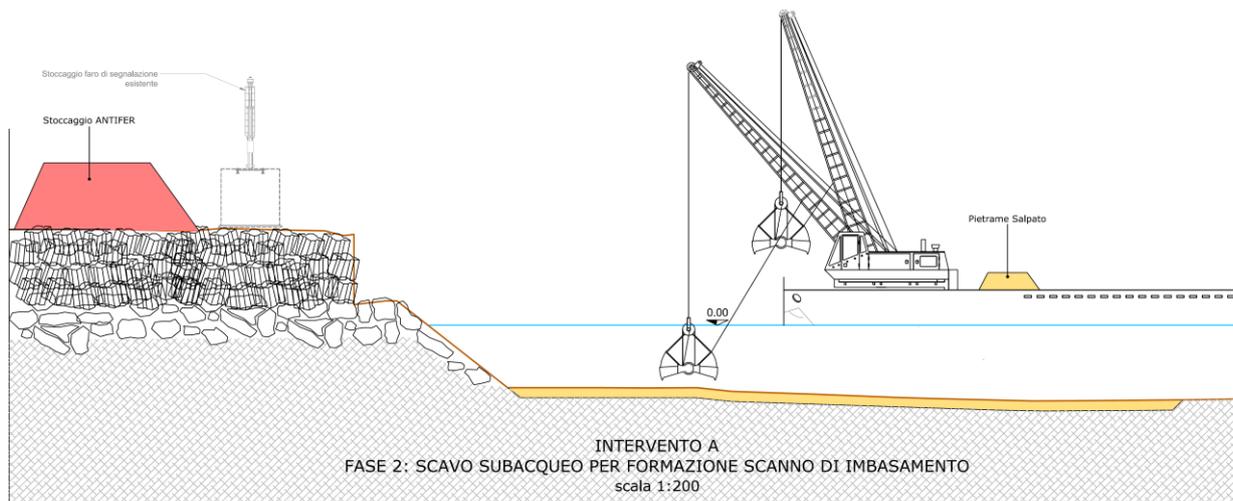


Figura 31– Formazione scanno d'imbasamento (Fase 2)

Fase 3 - Creazione nucleo della scogliera

Il nucleo della scogliera sarà realizzato in pietrame come la diga foranea già esistente. Il nucleo avrà un'altezza fuori pelo libero di 0.40 m. Le sue falde avranno pendenza di 3/2. Alla base il nucleo avrà una lunghezza di circa 32m. La messa in sagoma avverrà interamente con mezzi marittimi.

Quale sito di stoccaggio per il carico e scarico dei materiali lapidei e per i massi di approvvigionamento dell'opera si è scelto un punto ubicato sull'arenile in prossimità del radicamento di sottoflutto del porto stesso. La scelta è motivata da due principali ragioni: il sito è facilmente raggiungibile dai mezzi di trasporto; la distanza tra il sito di stoccaggio ed il sito di intervento è estremamente ridotta.

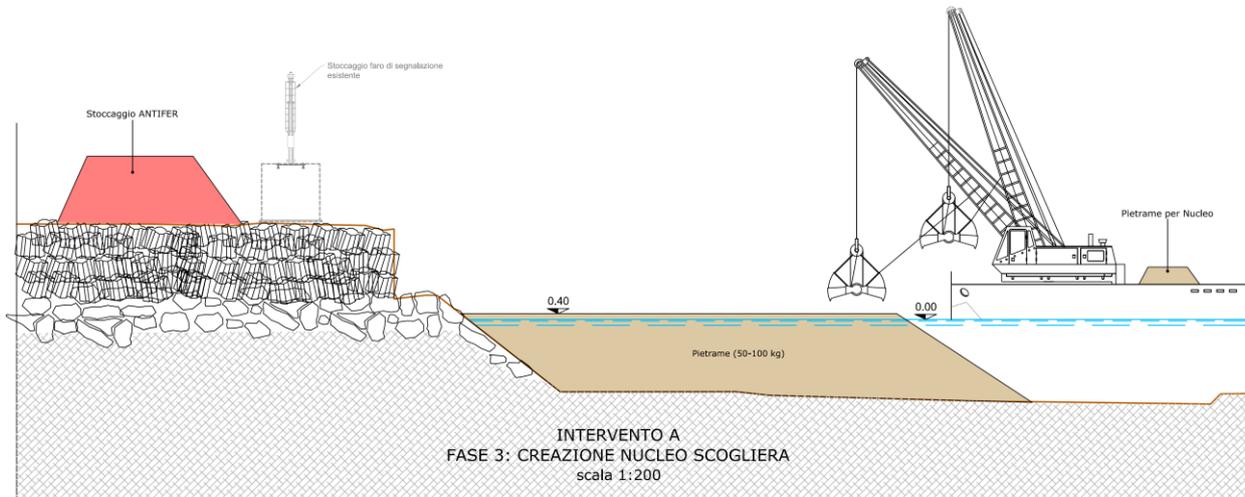


Figura 32– Creazione nucleo scogliera (Fase 3)

Fase 4 - Formazione strato filtro

Al di sopra del nucleo in pietrame verrà realizzato uno strato filtro in massi di 2ª categoria del peso di 1-3 tonnellate. Lo strato filtro avrà un'altezza di 1.80 m come la sagoma già posta in essere in fase di costruzione del porto. Le falde laterali avranno la pendenza di 3/2, parallela a quella del nucleo. L'intervento, anche in questo caso, verrà realizzato esclusivamente con mezzi marittimi.

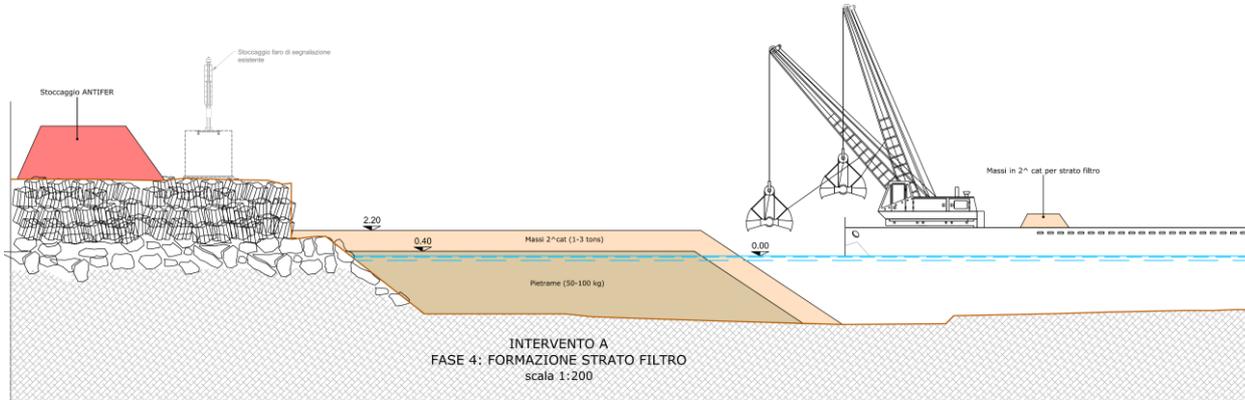


Figura 33– Formazione strato filtro (Fase 4)

Fase 5 - Formazione del piede

All'interno di una diga foranea o comunque di una qualsiasi scogliera il piede è una struttura fondamentale che ne garantisce la stabilità e la permanenza in sagoma. In questo caso sarà costituito da massi in 3ª categoria del peso compreso fra le 3 e le 7 tonnellate.

Il piede avrà un'altezza di circa 2.40 m e le falde laterali avranno una pendenza di 3/2.

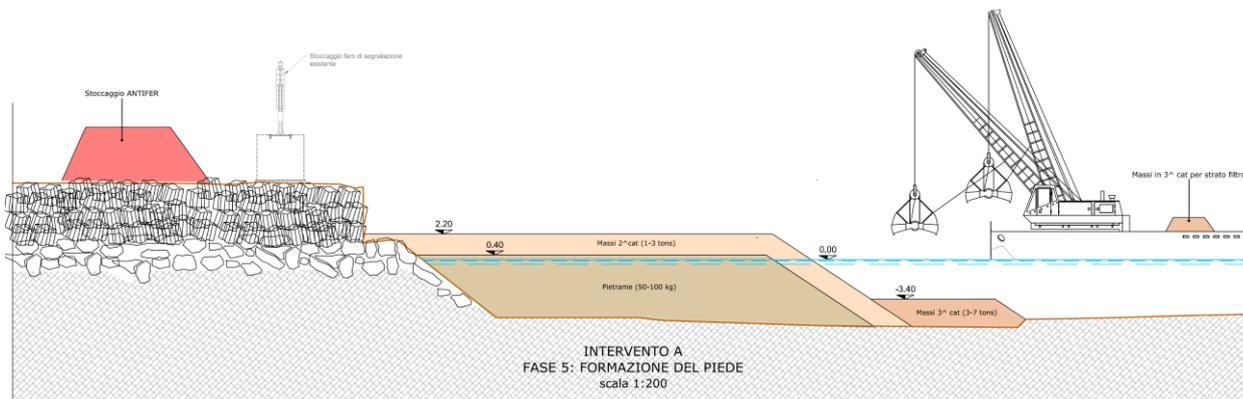


Figura 34– Formazione del piede (Fase 6)

Fase 6 - Realizzazione mantellata di sommità e posa in opera del faro di segnalazione

La mantellata ha lo scopo di proteggere l'intera diga foranea dalle mareggiate più violente assorbendo l'energia del moto ondoso. Nel caso in esame si utilizzeranno massi in CLS del tipo Antifer da 28,2 tons ciascuno. Essi presentano, la base maggiore di area di 4.54 m² (lato 220x220 cm) con una larghezza dello scasso di 43.0 cm. La base minore, invece, avrà un'area è di 3.94 m² (lato 208x208 cm) con una larghezza dello scasso di 49.0 cm. L'altezza complessiva del masso artificiale adottato è di 201.0 cm.

La mantellata da realizzarsi avrà uno spessore pari a quella esistente (4.80 m) ed arriverà fino ad una quota di +7.00 ms.l.m.m. Le falde laterali avranno pendenza 3/2. Il faro di segnalazione verrà recuperato dall'area di stoccaggio sulla diga foranea esistente e posizionato a circa 7.00 m di distanza dalla parte più esterna del prolungamento. Il campo massi ove saranno costruiti i massi Antifer potrà essere preferibilmente situato sul piazzale dell'area portuale.

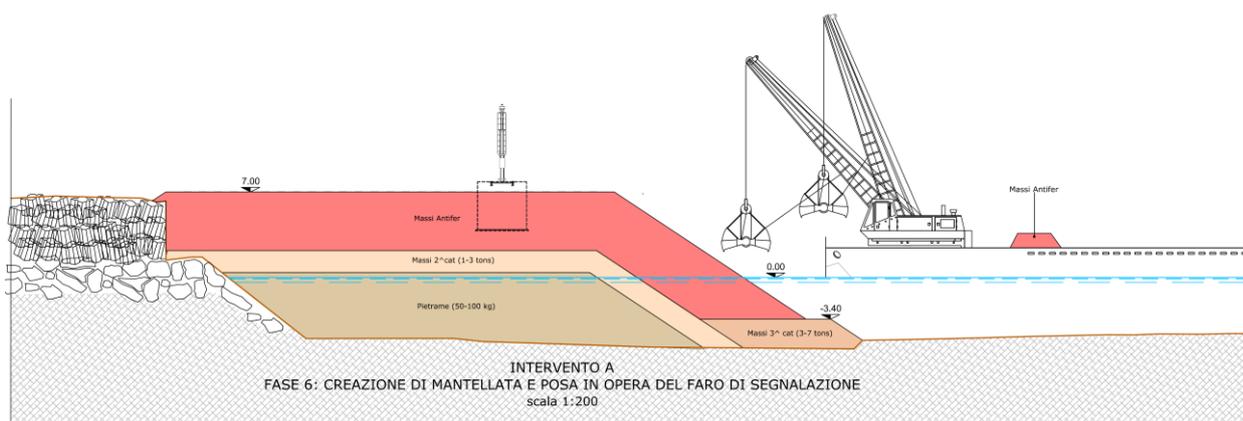


Figura 35– Realizzazione mantellata (Fase 7)

6.2 Fasi di realizzazione Intervento B “By-pass delle sabbie”

L'intervento “B” consiste nel prelievo dei sedimenti dalla spiaggia di sopraflutto (Nord) del porto di Amantea e il successivo versamento a ripascimento sulla spiaggia di sottoflutto (Sud) del porto. Il materiale da movimentare è pari a circa 110.000 mc.

La caratterizzazione chimico-mineralogica condotta ai sensi del DM 173/2016 e sedimentologica hanno confermato la compatibilità dei sedimenti.

Operazioni di By-pass della sabbia e disciplina

I risultati della caratterizzazione dei sedimenti, eseguita ai sensi del DM 173 del 2016 all'interno delle celle riportate nella figura che segue, ha dato come risultato la compatibilità dal punto di vista chimico-mineralogico ad esclusione di una cella, lato nord, il cui materiale non sarà prelevato.

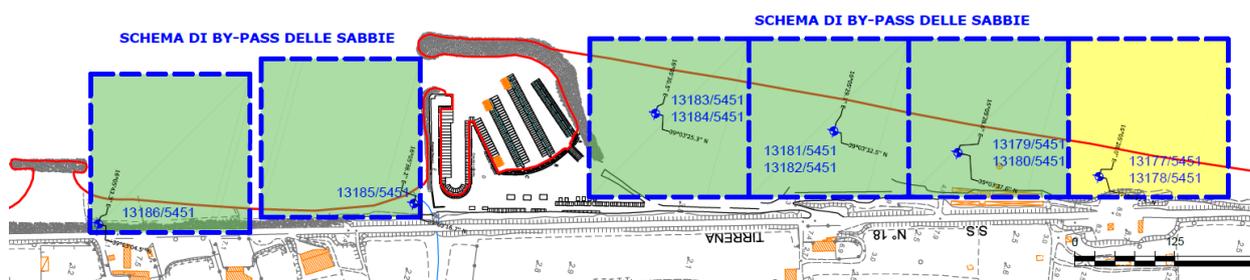


Figura 36– Schematizzazione dei siti di By-pass della sabbia ai sensi del DM 173/2006

Il materiale verrà prelevato sulla spiaggia di sopraflutto con l'impiego di escavatori i quali non potranno scavare a profondità maggiori di 2,0 metri dal piano campagna.

Il trasporto avverrà su gomma dal sito di prelievo fino alla spiaggia di sottoflutto portuale passando attraverso l'area portuale stessa. La spiaggia di sottoflutto sarà livellato con idoneo mezzo per fornire un andamento altimetrico assimilabile a quello di una spiaggia naturale, secondo le disposizioni del direttore dei lavori.

Gli scavi e rinterri da contabilizzare a misura verranno determinati a volume attraverso le tare, preventivamente elaborate in contraddittorio con la Direzione Lavori, dei mezzi (camion) deputati al trasporto. Il tracciamento dei camion in transito dovrà essere controllato in modo incrociato da personale tecnico specializzato (n°2 piantoni) che stazioneranno rispettivamente nei siti di prelievo e nei siti di destinazione per tutta la durata dei lavori. I piantoni compileranno, su disposizione del DL, su piattaforma in cloud, l'apposito brogliaccio da quest'ultimo predisposto.

6.3 Fasi costruttive Intervento C “Realizzazione del pennello di sopraflutto”

L'intervento C consiste nella realizzazione di un pennello innestato nel sopraflutto della diga foranea delimitante l'area portuale. Il suo scopo è quello di intercettare la barra di sedimenti giungente fino all'imboccatura portuale per limitarne notevolmente l'insabbiamento

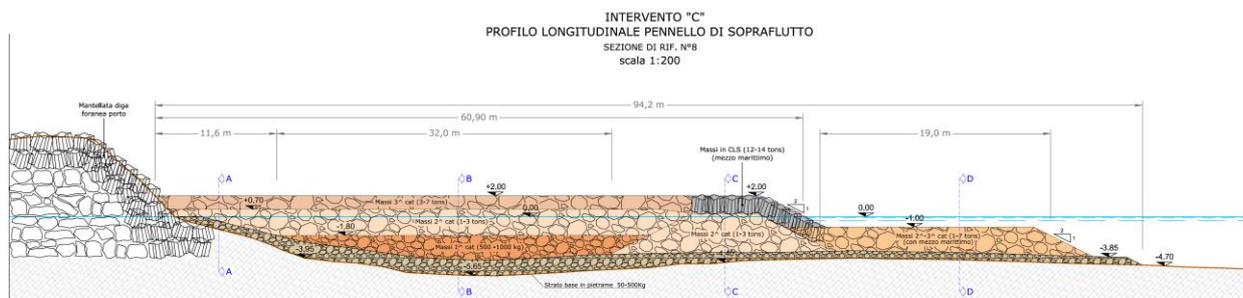


Figura 37: Sezione longitudinale intervento C

La realizzazione del pennello di sopraflutto è un intervento complesso che richiede il coinvolgimento di mezzi marittimi e terrestri.

Il mezzo da terra ottimale è un escavatore cingolato il quale riesce a sporre un'elevata agilità di movimento ad una grande resistenza permettendo di arrivare ad un'apertura di braccio di circa 4 metri e ad operare ad una distanza di soli 0.70 cm dallo 0 medio mare.

Il miglior mezzo marittimo da utilizzare è un pontone con situato sopra una gru con benna idonea al prelievo e/o deposito di tutti i materiali previsti da progetto.

I massi da impiegare nella costruzione della scogliera dovranno essere inalterabili, tenaci, privi di fratture e piani di scistosità, e la loro massa volumica P dovrà essere maggiore o uguale a 2,5, la massa volumica reale p dovrà essere maggiore o uguale a 2,6 ed il grado di compattezza $C = P/p$ sarà maggiore o uguale 0,95. Nel caso in esame i materiali utilizzati sono 5:

- Pietrame: consiste in scarto di cava, utilizzato esclusivamente per sottofondo della scogliera date le sue scarse qualità di resistenza. È il materiale più leggero presente all'interno della scogliera;
- Masse di 1^a categoria: presentano un peso complessivo tra i 50 e i 100 kg;
- Masse di 2^a categoria: hanno un peso complessivo tra i 100 e i 500 kg;
- Masse di 3^a categoria: con un peso totale tra i 500 e i 1500 kg;
- Masse in CLS: sono dei manufatti in calcestruzzo dal peso di 12-14 tons ciascuno sagomati per svolgere al meglio la loro funzione di frangiflutti.

Fase 1 e 2- Realizzazione del radicamento e del nucleo del pennello

Il radicamento del pennello verrà realizzato interamente con mezzi terrestri partendo dal punto in cui l'opera si innesterà nel molo di sopraffutto del Porto.

Da profilo longitudinale si nota come lo sviluppo del pennello presenta due sezioni differenti. Per i primi 10 metri la sezione da realizzare prevede la posa in opera del pietrame sul quale andranno adagiati massi in 2^a categoria (1-3 tons) fino a raggiungere una quota di +0.70 m s.l.m.m. Tale quota permetterà di proteggere i cingolati dei mezzi terrestri dall'acqua salata che rischierebbe di danneggiarli.

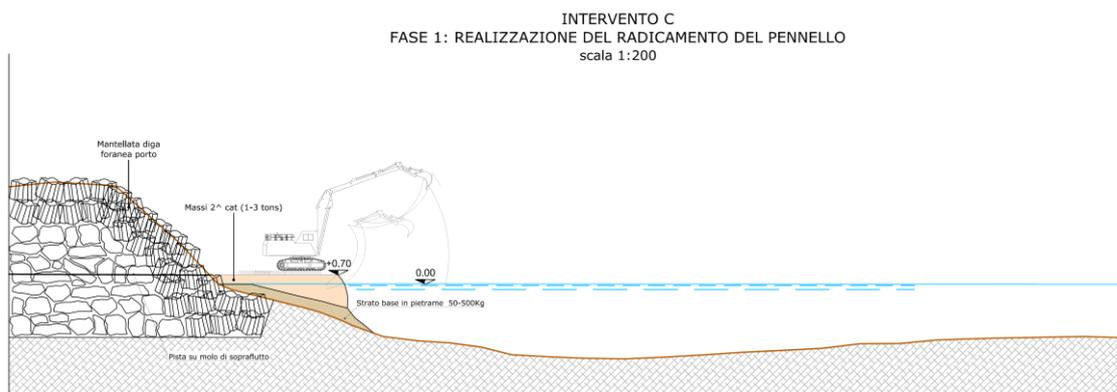


Figura 38– Realizzazione del radicamento (Fase 1)

Successivamente la sezione cambia. In questo caso sul pietrame saranno adagiati prima i massi in 1^a categoria (500-1000 kg) fino a raggiungere una quota di -1.80 m, su di essere verranno posti in opera scogli di 2^a categoria fino a raggiungere la quota di sicurezza di +0.70 m s.l.m.m (per uno spessore dunque di 2.50 m)

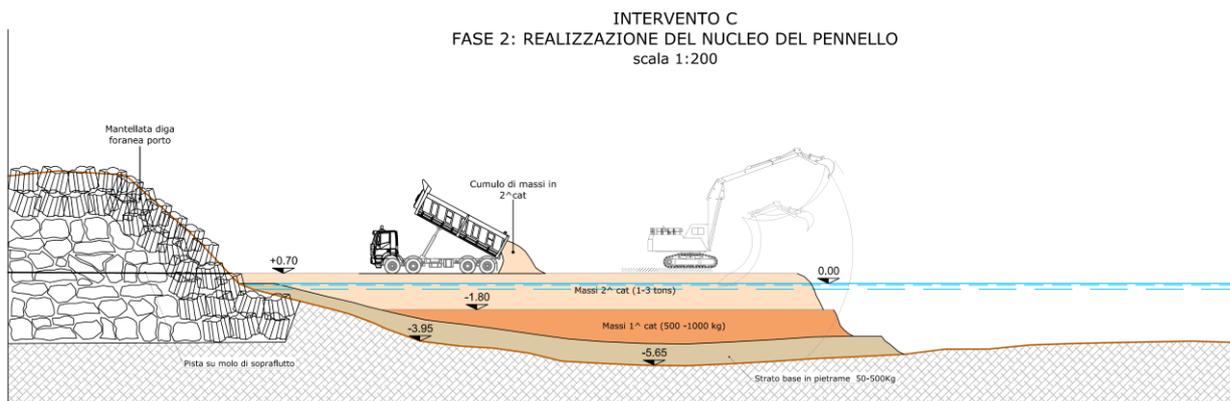


Figura 39 - Realizzazione del nucleo (Fase 2)

Fase 3 - Formazione della testata con mezzi terrestri

La testata è la parte più delicata di ogni struttura di difesa costiera essendo la parte più soggetta all'assorbimento dell'energia del moto ondoso.

La struttura della testate del pennello in oggetto è costituita da un basamento in pietrame sul quale si realizzerà un nucleo in massi di 2^a categoria abbassandosi con la pista da +0.70 m s.l.m.m a +0.50 m s.l.m.m. che rimane comunque una quota di sicurezza per i cingolati dei mezzi utilizzati.

Le falde della testata avranno pendenza 3/2.

Per la costruzione del nucleo della scogliera si ricorrerà interamente all'utilizzo di mezzi terrestri.

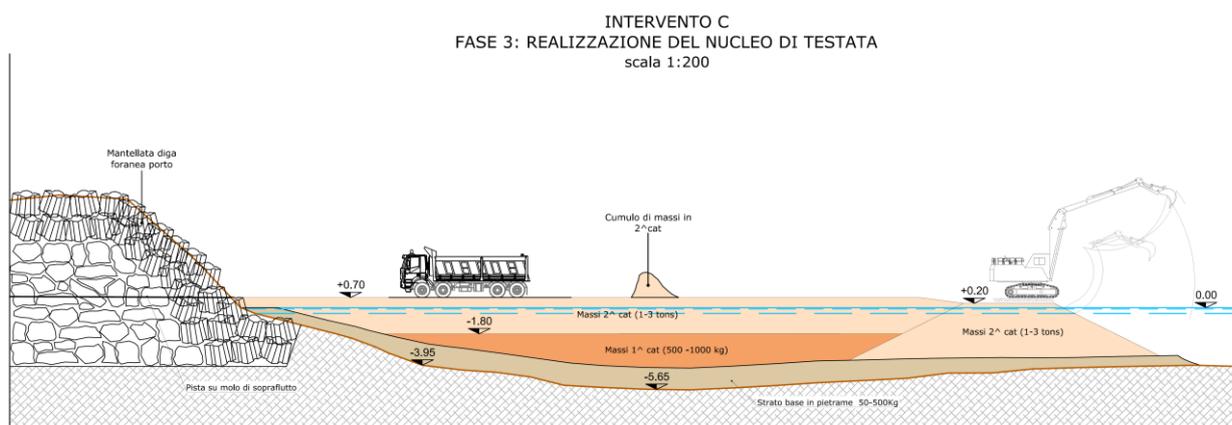


Figura 40 - Realizzazione del nucleo di testata (Fase 3)

Fase 4 e 5 – Realizzazione della mantellata

Per garantire una buona resistenza al pennello dagli attacchi del moto ondoso è necessario prevedere una mantellata in massi in CLS. Tali massi, opportunamente incastrati fra di loro, assorbono l'energia del moto ondoso difendendo la struttura del pennello.

Per riporre in sagoma i massi in CLS sarà necessario ricorrere all'utilizzo di mezzi marittimi, in particolare ad un pontone con su installata una gru.

La mantellata sarà formata così da due file di massi in CLS per uno spessore di 1.7 m, raggiungendo così la medesima quota del pennello (+2 m s.l.m.m).

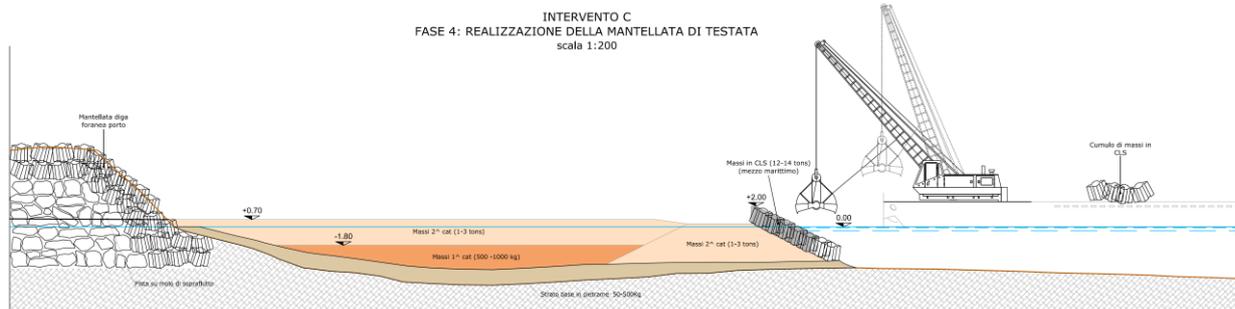


Figura 41 - Realizzazione della mantellata di testata (Fase 4)

Terminata la mantellata di testata i mezzi terrestri procederanno verso il molo di sopralfutto completando il pennello con la realizzazione della mantellata del pennello. Essa sarà realizzata con massi in 3^a categoria. La berma di sommità del pennello avrà così una quota di +2.0 m s.l.m.m. e una larghezza di 7 ml, a differenza dei 5 m previsti dal Progetto Preliminare.

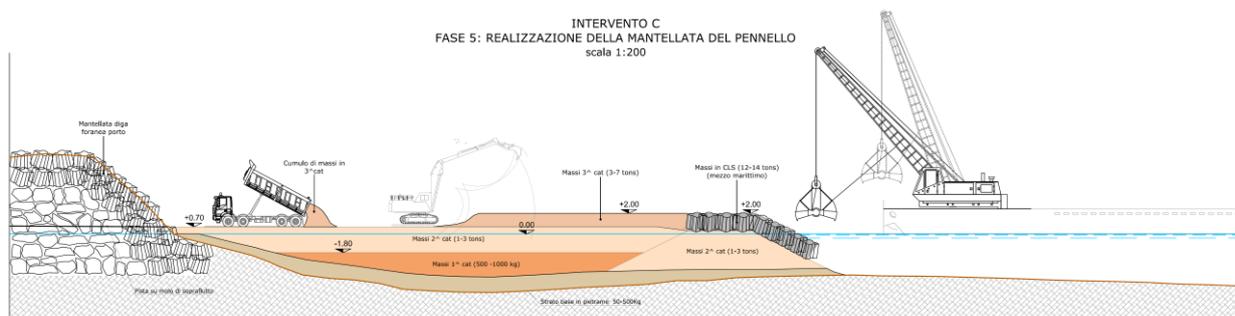


Figura 42 - Realizzazione della mantellata del pennello (Fase 5)

Fase 6 - Realizzazione del piede

Per garantire la permanenza in sagoma del pennello e della sua testata si realizzerà un piede atto a sorreggere la struttura stessa. Tale piede è costituito da pietrame sul fondo per uno spessore di circa 80 cm portandosi così ad una quota di -3.85 m. Sul pietrame si porrà un misto 50% di scogli di 2^a categoria e scogli in 3^a, fino a raggiungere la quota di -1.0 m. Le falde laterali avranno pendenza di 3/2.

Tutta l'operazione di realizzazione del piede verrà fatta con mezzi marittimi ricorrendo ad un pontone.

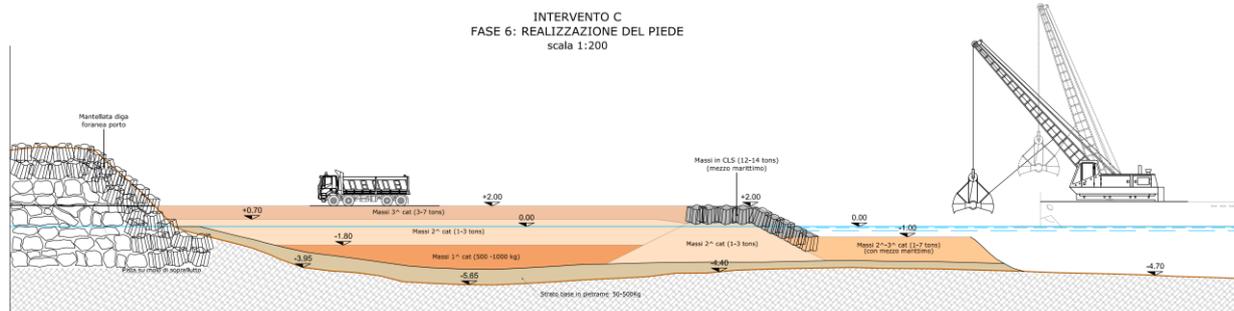


Figura 43 - Realizzazione del piede (Fase 6)

6.4 Fasi costruttive Intervento G “Dragaggio area interna portuale”

Il dragaggio dell’area interna portuale si è ritenuta indispensabile a seguito della Riunione Tecnica effettuata giorno 29 Agosto tra i progettisti e l’amministrazione comunale nella figura del RUP. L’idea è quella di rendere accessibile il porto anche ai natanti cabinati e alle barche a vela più grandi. Per far ciò è necessario portare la quota del fondale della darsena a -2.75 m.

Operazioni di dragaggio

Il dragaggio verrà effettuato esclusivamente con mezzi terrestri.

L’escavatore realizzerà una pista portandosi alla quota di +0.70 m s.l.m.m. per proteggere i cingolati del mezzo dal contatto con l’acqua salata. Tale pista dovrà essere abbastanza ampia e abbastanza solida da poter essere considerata percorribile dai mezzi pesanti, allo stesso tempo dovrà essere abbastanza lunga da raggiungere il punto più lontano da dragare.

L’escavatore, prelevando il materiale lo riporrà direttamente sul cassone del camion presente sulla stessa pista. Il camion così carico si allontanerà dal cantiere.

Raggiunta la quota del fondale di progetto di -2.75 m, sarà onere dell’esecutore rimuovere la pista raggiungendo la banchina.

7 MONITORAGGIO E MANUTENZIONE DELL'INTERVENTO

Il Piano di Monitoraggio e Manutenzione definisce le modalità operative e il programma temporale di tutte le attività necessarie per garantire un adeguato controllo dello stato dei luoghi interessati dagli interventi progettati e successivamente eseguiti.

Tenuto conto che l'intervento prevede un ripascimento del litorale il piano dovrà prevedere il monitoraggio dell'evoluzione della dinamica dei sedimenti relativi al tratto influenzato dalle opere sia della linea di riva sia della spiaggia sommersa al fine di assicurare gli opportuni interventi manutentivi e la periodicità degli stessi.

Tenuto poi conto che le opere marittime progettate sono del tipo a gettata in massi artificiali e sono interdette all'accesso ai non addetti alla manutenzione delle stesse i documenti operativi sono strettamente connessi solo alla definizione di criteri operativi per il controllo dello stato delle opere e della loro funzionalità nonché dei necessari interventi di manutenzione (ordinaria e straordinaria).

Il Piano è finalizzato a definire le azioni necessarie per il monitoraggio e la manutenzione delle opere progettate al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, l'efficienza ed il valore economico. Si sottolinea che, al termine della realizzazione dei lavori, sarà cura della Direzione Lavori aggiornare il Piano tenendo conto degli aggiornamenti che si renderanno necessari durante l'esecuzione delle opere progettate. Sarà anche cura della Direzione Lavori, di concerto con i Collaudatori ed i responsabili dell'Ufficio Tecnico del Committente richiedere all'Appaltatore tutta la documentazione necessaria (grafici, relazioni descrittive e d'uso) per consentire un corretto uso e manutenzione delle opere. Il documento così costituito sarà poi oggetto di ulteriori aggiornamenti ed adeguamenti nel corso dell'esercizio delle suddette opere.

7.1 Monitoraggio delle opere

Il monitoraggio delle opere dovrà essere realizzato sia con sopralluoghi, documentati da verbali, schede e fotografie, che con campagne di misure, eseguiti ambedue a cadenze regolari e comunque ogni qualvolta che in fase di esercizio si registrino eventuali anomalie e disservizi delle opere.

Più in particolare si dovrà prevedere un Sopralluogo, con cadenza biennale, delle aree ove ricadono le scogliere. Nel corso del sopralluogo dovrà essere redatto un verbale sullo stato di conservazione delle mantellate più esposte all'azione del moto ondoso e della spiaggia emersa; eseguire, sempre dalla stessa postazione e con lo stesso angolo visuale, un rilievo fotografico, delle opere per poter confrontare e documentare visivamente l'evoluzione dello stato di conservazione delle stesse.

Ogni cinque anni andrà effettuato un rilievo visivo subacqueo dei tratti sommersi delle scogliere documentando anche l'eventuale presenza di segnali di escavazione del fondale, a tal scopo andranno rilevate delle sezioni trasversali all'asse longitudinale delle scogliere redigendo un apposito elaborato grafico e tabellare di confronto nel quale si dovranno evidenziare le eventuali variazioni riscontrate. Qualora si dovessero verificare eventi meteomarinari eccezionali per intensità e durata le indagini di cui sopra dovranno essere condotte al fine di verificare l'insorgere di eventuali danni o disservizi della scogliera.

7.2 Attività di monitoraggio in fase di esecuzione dei lavori

Durante la esecuzione dei lavori sono da eseguirsi le seguenti attività:

A - RILIEVO DI PROGETTO

Il Rilievo del Progetto Definitivo esteso all'intera area d'intervento è stato eseguito secondo le modalità di Capitolato ed è il rilievo di riferimento del presente piano di monitoraggio e manutenzione.

B - RILIEVO DI PRIMA PIANTA (INIZIO INTERVENTO)

Prima dell'inizio dei lavori sarà eseguito Rilievo di Prima Pianta (INIZIO INTERVENTO) esteso all'intera area d'intervento. Il Rilievo sarà eseguito secondo le modalità di Capitolato e sarà restituito mettendolo a confronto con il Rilievo di progetto (A).

Il Rilievo di Prima Pianta permetterà di definire, prima dell'inizio dei lavori, lo stato dei luoghi e di intervenire con le ottimizzazioni e le variazioni eventualmente necessarie che saranno redatte a cura della Direzione Lavori.

C – FASCICOLO DI MONITORAGGIO

Il Direttore dei Lavori cura la redazione del Fascicolo di Monitoraggio dove verranno riportati i risultati di tutte le fasi del monitoraggio.

D - RILIEVO DI SECONDA PIANTA (FINE INTERVENTO)

A fine lavori sarà eseguito il rilievo di seconda pianta (FINE INTERVENTO) esteso all'intera area d'intervento.

Il Rilievo sarà eseguito secondo le modalità del Capitolato Speciale descrittivo e prestazionale e sarà restituito mettendolo a confronto con il rilievo di progetto (A) ed il rilievo di prima pianta (B).

Il Rilievo di Seconda Pianta permetterà di definire, a fine lavori, lo stato dei luoghi e di valutare i benefici dell'intervento.

E – RILIEVI DI MONITORAGGIO DELLE OPERE ESEGUITE (POST INTERVENTO)

E' stato previsto nelle Somme a disposizione del Quadro economico generale la previsione di costo per il monitoraggio delle opere eseguite post-intervento.

Le specifiche sono le seguenti: il Rilievo sarà eseguito secondo le modalità del Capitolato Speciale descrittivo e prestazionale e sarà restituito mettendolo a confronto con il rilievo di progetto (A) ed i rilievi di prima (B) e seconda pianta (D). Il Rilievo di Monitoraggio permetterà di definire, a distanza, lo stato dei luoghi e di valutare i benefici dell'intervento.

Il Rilievo di Monitoraggio dovrà essere eseguito in n. 4 campagne mediamente ogni semestre a fine inverno e fine estate.

Sono stati stimati i costi del monitoraggio post-intervento da inserire nelle Somme a Disposizione del Quadro Economico Generale.

F - RAPPORTO FINALE

Un rapporto finale di monitoraggio sarà redatto a cura della Direzione Lavori. Nel Rapporto il Direttore dei Lavori aggiornerà il Piano di Manutenzione delle opere realizzate.

7.3 Manutenzione delle opere

Per la manutenzione delle opere a gettata in progetto sono da prevedere interventi di risagomatura e di eventuale ricarica mediamente ogni cinque anni ove si dovessero manifestare assestamenti o scoscendimenti delle stesse opere.

Per la manutenzione del ripascimento sono da prevedere a regime interventi integrativi con versamenti solo nel caso il monitoraggio ne rilevi la necessità.

8 CRONOPROGRAMMA, COSTI E QUADRO ECONOMICO GENERALE

8.1 Cronoprogramma

I tempi di esecuzione dell'intervento in oggetto sono scanditi in 300 giorni naturali e consecutivi.

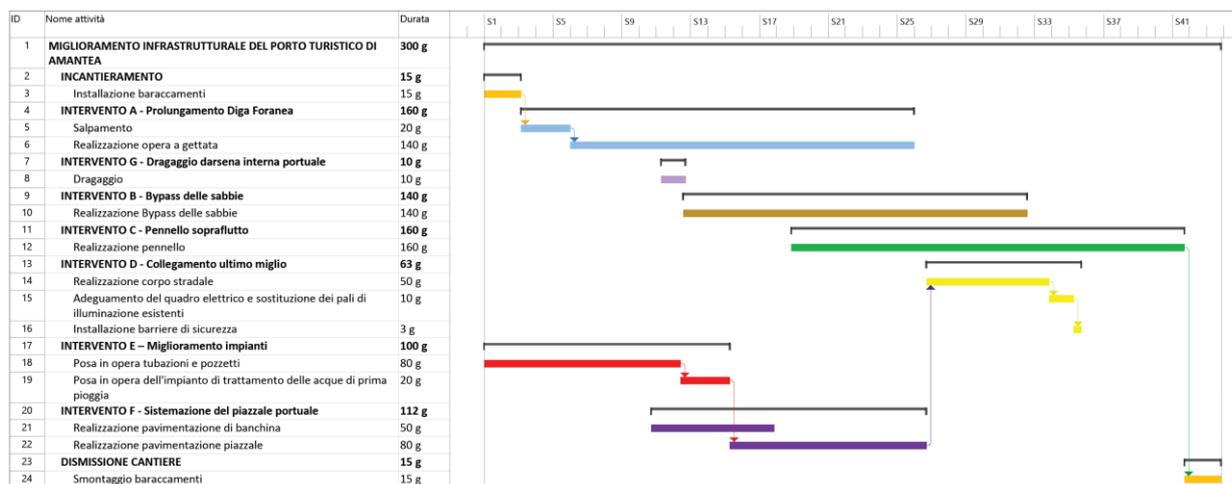


Figura 18: Estratto del cronoprogramma dei lavori

Le varie fasi lavorative ed il cronoprogramma di realizzazione è contenuto nell'elaborato R22.

8.2 Quadro economico

I prezzi contenuti all'interno dell'elenco prezzi sono determinati dal "Prezzario Regionale sui Lavori Pubblici della Regione Calabria" approvato con Delibera di Giunta n. 348 del 01/08/2017 e pubblicato sul BURC n.93 in data 06/10/2017 ed ancora attualmente vigente.

Per n.28 articoli non inseriti nel prezzario ufficiale delle OO.PP, ma facenti parte appieno del seguente elenco prezzi unitario è stata redatta apposita voce di analisi del prezzo posta nella relazione R19 – Analisi dei prezzi.

Il costo complessivo dell'intervento è pari ad € 3.002.909,74 di cui € 2.940.459,74 per lavori soggetti a ribasso ed € 62.450,00 per oneri della sicurezza non soggetti a ribasso, oltre ad € 767.090,26 per somme a disposizione dell'amministrazione.

QUADRO ECONOMICO PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO			
A	LAVORI		
A1	Importo dei lavori a base d'asta	Euro	2.940.459,74
A2	Oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza	Euro	62.450,00
	TOTALE LAVORI (A)	Euro	3.002.909,74
B	SOMME A DISPOSIZIONE		
B1	Spese generali		
B1.1	Analisi chimico mineralogiche DM 173/2016	Euro	20.500,00
B1.2	Rapporto di compatibilità chimico mineralogica DM 173/2016	Euro	7.500,00
B1.3	Rilievi batimetrici darsena	Euro	5.857,50
B1.4	Indagini geognostiche	Euro	11.261,60
B1.5	Consulenza scientifica	Euro	20.000,00
B1.6	Rilievi integrativi di verifica	Euro	15.000,00
B1.7	Studio meteomarinò	Euro	5.600,00
B1.8	Eventuale Studio d'impatto Ambientale	Euro	13.550,00
B1.9	Competenze tecniche progettazione, geologia, direzione lavori e sicurezza	Euro	124.137,96
B1.10	Competenze tecniche per collaudo	Euro	15.000,00
B1.11	Supporto al RUP		13.034,29
B1.12	Spese art.113 D.Lgs 50/2016 (2%)	Euro	61.003,21
B1.13	Spese di pubblicità, gara, ecc...	Euro	19.323,05
B1.14	Oneri di smaltimento in discarica sabbie di dragaggio		17.080,00
B1.15	Monitoraggio fisico dell'intervento	Euro	38.000,00
	Totale B1 spese generali	Euro	386.847,61
B2	I.V.A ed eventuali altre imposte		
B2.1	I.V.A. sui lavori (10% di A)	Euro	300.290,97
B2.2	I.V.A. sulle spese accessorie (indagini, pubblicità gara, smaltimenti, monitoraggi, ecc.) 22%		25.278,67
B2.3	C.N.A.P. e EPAP 4%	Euro	8.437,65
B2.4	I.V.A. su servizi tecnici 22%	Euro	45.395,84
B2.5	Imprevisti	Euro	839,51
	Totale B2 I.V.A ed eventuali altre imposte	Euro	380.242,65
	TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE (B)	Euro	767.090,26
	TOTALE IMPORTO PROGETTO (A+B+C)	Euro	3.770.000,00