

AUTORITA' PORTUALE DI GIOIA TAURO

**Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE OO. PP. SICILIA-CALABRIA  
Ufficio Opere Marittime per la Calabria  
REGGIO CALABRIA



PORTO DI CROTONE

**REALIZZAZIONE DELLA PROSECUZIONE DEL MOLO FORANEO DEL PORTO VECCHIO PER MIGLIORARE IL RIDOSSO IN PRESENZA DI CONDIZIONI METEO AVVERSE**

**PROGETTO DEFINITIVO**

ELABORATO	<b>STUDIO DI PREFATTIBILITA' AMBIENTALE (aggiornamento)</b>	SCALA
<b>E</b>		

Reggio Calabria **17 NOV. 2011**

prot. n. **30163**

Redatto da: Dott. Ing. Franca Vampo

Dott. Ing. Giovanni Barone

Dott. Ing. Emenegilda Tripodi

Dott. Arch. Carmelo Gramuglia

Geom. Giovanni Fiorenza

con la collaborazione :

Geom. Carmelo Polimeno

Geom. Girolamo Curciarello

Geom. Rosario Marino

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
(per conto dell'Autorità Portuale)

Dott. Ing. Giovanni Ricca

Il presente documento costituisce la relazione per la verifica di cui all'art. 1, commi 6 e 7 del DPR 12 APRILE 1996 – Allegato D e per la valutazione d'incidenza di cui all'art. 5 DPR 357/97 relative al progetto di realizzazione delle opere occorrenti per l'attenuazione dell'agitazione ondosa **all'interno del bacino cosiddetto "Porto vecchio" di Crotona con l'adeguamento dei moli sopraflutto e sottoflutto.**

Quest'ultima valutazione è stata condotta in osservanza delle indicazioni dell'Assessorato all'Ambiente della Regione Calabria in quanto l'opera in oggetto non interferisce con aree oggetto di protezione ai sensi delle Direttive Comunitarie "Habitat" e "Uccelli" – SIC; ZPS né con altre aree oggetto di tutela naturalistica.

L'opera si rende necessaria per la protezione del bacino "vecchio" del porto di Crotona; essa non prevede nuove banchine ed ha il solo scopo di proteggere il banchinamento esistente e di garantire una maggiore sicurezza alle attività che già ora si svolgono nello specchio acqueo.

La realizzazione del proposto intervento non varia sostanzialmente le modalità di esercizio attuali e/o future già assentite per il citato porto vecchio di Crotona e non comporterà significativi aumenti e/o modifiche del traffico dei natanti e dei mezzi a terra rispetto a quello attuale.

Il presente documento è rivolto alla valutazione degli effetti che si possono determinare in relazione al proposto intervento sull'ambiente in generale ed in particolare sull'atmosfera, sull'ambiente marino, sugli arenili, sul traffico, sulle acque, etc.

Per quanto riguarda l'analisi degli effetti che si determinano sugli arenili, sul traffico, sulle acque e relativamente allo smaltimento dei rifiuti solidi, sono stati svolti studi e valutazioni approfondite i cui esiti sono illustrati, con ampio dettaglio, nel presente documento.

La situazione relativa ai principali aspetti su elencati si presenta, in sintesi, come segue:

- effetti sugli arenili: in base alle indagini ed alle valutazioni appositamente svolte, le opere di progetto producono un bassissimo impatto sul tratto di

costa adiacente interessato e, in particolare hanno modeste interazioni con la "spiaggia delle forche", come è illustrato dalle apposite tavole riportanti l'evoluzione della linea di costa a seguito degli interventi che si dovranno eseguire nel "porto vecchio" di Crotona.

- effetti sul traffico: le opere di progetto non producono significative variazioni del traffico (sia nautico che veicolare indotto). Possono pertanto ritenersi nulli gli aumenti delle conseguenti emissioni in atmosfera di inquinanti e di rumore (fatta eccezione per la sola fase di cantiere, caratterizzata peraltro da ridotta durata – circa 12 mesi).
- effetti sulle acque: le opere non producono effetti negativi permanenti in relazione allo scarico delle acque bianche e nere derivanti dai manufatti portuali (non si prevedono realizzazioni di nuove banchine e tratti viabili), ed è comunque vietato lo scarico diretto a mare delle acque nere); effetti temporanei (rilascio di torbide in sospensione nel corpo idrico marino) sono attesi solo durante limitate fasi dell'attività di costruzione). Ciò è certamente vero la soluzione relativa all' **adeguamento del porto, denominata Soluzione 19, che costituisce l'oggetto del presente progetto definitivo**. Mentre **per la soluzione di ampliamento del porto**, denominata soluzione 12, che prevede una nuova darsena a Sud dell'esistente da realizzarsi in un secondo tempo sulla base di eventuali esigenze di sviluppo del porto e che eventualmente formerà oggetto di un nuovo intervento, gli effetti permanenti, in relazione allo scarico delle acque bianche e nere derivanti dalla realizzazione della darsena, stante la sua limitata estensione, sono comunque esigui.
- smaltimento dei rifiuti solidi: le opere non producono effetti negativi in relazione allo smaltimento dei rifiuti (derivanti da tutte le attività dirette o collegate all'esercizio del porto) in quanto, si prevede, che gli stessi continuino ad essere smaltiti secondo le vigenti modalità.

**Nella presente relazione sono state esaminate, nel rispetto del DPR**

**12/04/1996, allegato "D", "Elementi di verifica di cui all'art. 1, commi 6 e 7, e delle specifiche tecniche regionali:**

**1. CARATTERISTICHE FISICHE DEL PROGETTO, UBICAZIONE DELLE OPERE, PIANO REGOLATORE PORTUALE, SENSIBILITÀ AMBIENTALE**

- dimensioni del progetto
- Piano Regolatore Portuale
- Fasi delle lavorazioni
- utilizzazione delle risorse naturali
- produzione di rifiuti, inquinamento e disturbi ambientali
- rischio di incidenti
- impatto sul patrimonio ambientale e storico
- la qualità e la capacità di rigenerazione delle risorse naturali della zona
- la capacità di carico dell'ambiente naturale nelle zone sensibili

Inoltre sono state esaminate:

2. la normativa di riferimento
3. la verifica di compatibilità dell'intervento con gli strumenti vigenti di programmazione, di pianificazione e con la vincolistica
4. le caratteristiche dell'impatto potenziale
5. gli interventi di mitigazione degli impatti residui, in conseguenza delle risultanze delle analisi chimiche, fisiche e batteriologiche di caratterizzazione ambientale dei sedimenti marini del bacino portuale.

***Per quanto riguarda gli effetti dell'opera sulle aree protette di cui alle Direttive comunitarie "Habitat" e "Uccelli" sono stati valutati tutti gli aspetti di cui all'allegato G previsto dall'art 5, comma 4 del DPR 357/97 anche se, come già accennato, non si sono rilevate interferenze di alcun tipo con aree di interesse rispetto al succitato DPR.***

**1. CARATTERISTICHE FISICHE DEL PROGETTO, UBICAZIONE DELLE OPERE E SENSIBILITÀ AMBIENTALE**

## **1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

**IL PORTO DI CROTONE È ISCRITTO NELLA 1° CLASSE DELLA 2° CATEGORIA DEI PORTI MARITTIMI NAZIONALI, GIUSTO D.M. 04.12.1976 N° 4115.**

Esso si compone di due bacini distinti, non comunicanti tra loro: il più piccolo e più antico, porto vecchio, è situato nella zona E-SE della città; il principale, porto nuovo, situato a nord della città, è costituito da due bacini autonomi.

Il porto nuovo racchiude uno specchio d'acqua di circa 1.105.000 mq con fondali variabili dai 6 ai 12 m.

Le opere di protezione consistono:

- a levante: in un molo sopraflutto della lunghezza di 1725 m, orientato verso N-NW;
- a ponente: in un molo di sottoflutto, orientato verso NE, della lunghezza di 920 metri.

Le attività cui è preposto il porto nuovo di Crotona sono volte ad assicurare il servizio agli insediamenti industriali localizzati nell'area Crotonese (in particolare: Pertusola, Enichem e Cellulosa Calabria), nonché la movimentazione di merci varie a servizio di attività terziarie e della piccola industria dell'Interland.

**Il porto vecchio, oggetto del presente intervento, presenta uno specchio acqueo di circa 66.000 mq che è racchiuso da circa 1200 metri di banchina, ricavata lungo le calate interne e la scogliera.**

Esso presenta fondali variabili da tre a quattro metri ed offre ormeggio ad unità di piccolo tonnellaggio.

Nel bacino, per effetto della rifrazione sui fondali, si riscontrano scarse condizioni di ormeggio in presenza dei moti ondosi provenienti da Sud-Est che sono caratterizzati da elevata occorrenza e da ridotta altezza.

L'intervento previsto nel progetto di che trattasi è finalizzato alla riduzione dell'agitazione ondosa nel bacino portuale del cosiddetto "Porto Vecchio" di Crotona mediante l'adeguamento dei moli esistenti. Esso è caratterizzato da un prolungamento del Molo di Sopraflutto di 120 m, dal prolungamento del Molo

Sanità di 119 metri, di cui un tratto di 94 m in asse al molo esistente ed un tratto di 25 m ruotato rispetto a quest'ultimo di un angolo pari a 40°.

La bocca del porto ha così un'ampiezza di 81 m e si trova su fondali superiori a -4.0 m.

Con questa soluzione di adeguamento del porto (**Soluzione 19**) risultano ottimizzate anche le condizioni di navigabilità nell'accesso al porto.

## ***1.2 INTERVENTI DI PROGETTO PER L'ADEGUAMENTO DEL BACINO PORTUALE ED INTERVENTI FUTURI PER L'AMPLIAMENTO DEL PORTO***

La disposizione planimetrica delle nuove opere è stata ottimizzata in base ai moti ondosi incidenti, alle simulazioni su modelli matematici dell'agitazione ondosa e del ricircolo delle acque nel bacino portuale, alle analisi relative all'interferenza con le spiagge adiacenti e alla verifica di navigabilità della bocca del porto.

Sono state formulate due soluzioni planimetriche: **la prima di adeguamento del porto, denominata Soluzione 19, che costituisce l'oggetto del presente progetto definitivo**, e la seconda di ampliamento del porto, denominata soluzione 12 che prevede una nuova darsena a Sud dell'esistente da realizzarsi in un secondo tempo sulla base di eventuali esigenze di sviluppo del porto.

Il progetto è stato redatto in base agli studi condotti nell'ambito della "Consulenza in materia di idraulica marittima finalizzata alla progettazione esecutiva di alcuni interventi nel Porto di Crotona", svolta dall'Ing. Franco Guiducci, nonché sulla base dei rilievi batimetrici eseguiti dalla Nautilus società cooperativa a.r.l. nel maggio 2005 che sono riportati nelle tavole e figure allegate, dei sondaggi eseguiti dalla ditta "Aquila Sondaggi srl" di Spezzano Sila e delle indagini geotecniche di laboratorio, sia di tipo fisico che di tipo meccanico, eseguite presso il laboratorio prove materiali "GEOCAL" di Cosenza.

Il progetto è corredato altresì delle relazioni geologica e geologico tecnica redatte nell'ambito della consulenza in materia di geologia tecnica svolta dal Dott. Carlo Lappano.

Sia gli studi di carattere idraulico marittimo, sia la consulenza geologica, sia le indagini geognostiche e geotecniche, in sito e di laboratorio, sia le rilevazioni topografiche e batimetriche sono stati eseguiti, per conto di quest'Ufficio progettista, con fondi di bilancio del Ministero delle Infrastrutture. A tale riguardo è stata redatta un apposita perizia-studi mediante la quale sono stati affidati gli studi, i rilievi e le indagini anzidetti.

Per il dimensionamento della sezione tipo del prolungamento del molo sopraflutto (sezione corrente) sono state condotte le verifiche di :

- stabilità idraulica della mantellata;
- risalita dell'onda sul paramento e tracimazione;
- stabilità del massiccio di coronamento e del muro paraonde;
- stabilità della fondazione;
- stabilità geotecnica globale in condizioni di esercizio e in caso di azioni sismiche.

Le verifiche di stabilità idraulica, risalita dell'onda, tracimazione e stabilità del massiccio di coronamento sono state condotte anche per la sezione di radice del prolungamento del molo sopraflutto e, per la testata del prolungamento, sono state condotte le verifiche di stabilità idraulica; per la sezione corrente del molo sopraflutto sono state condotte le verifiche di stabilità idraulica, risalita dell'onda, tracimazione e stabilità del muro paraonde.

La testata del molo sottoflutto è stata dimensionata come la sezione corrente essendo la parte terminale del molo non esposta all'azione diretta dei moti ondosi per la presenza del prolungamento del molo sopraflutto.

In particolare sono stati utilizzati i seguenti risultati di studi e modelli condotti per il bacino portuale nell'ambito della predetta consulenza:

- Studio del moto ondoso al largo e sua propagazione a riva ;
- Studio sull'interferenza tra l'opera di progetto e la linea di costa;
- Studio con modello matematico dell'agitazione ondosa all'interno del bacino portuale;

- Verifica del corretto posizionamento dell'imboccatura portuale ai fini della navigabilità del canale di accesso al porto;
- Valutazione con modello matematico del grado di vivificazione delle acque interne al bacino portuale.

### **1.3 DISPOSIZIONE PLANIMETRICA DELLE NUOVE OPERE E CONSIDERAZIONI SULLA SCELTA PROGETTUALE**

Per determinare una disposizione planimetrica che assicuri condizioni di ormeggio nel porto accettabili, sono state eseguite simulazioni su modello matematico con moti ondosi provenienti da 50°N, 90°N e 130°N.

Le simulazioni con lo stato attuale ed i moti ondosi provenienti da Sud Est hanno riguardato il comportamento dell'attuale bacino nei riguardi dell'agitazione ondosa interna, riscontrando, per queste condizioni, una scarsa qualità dell'ormeggio.

Nelle successive simulazioni si è riprodotto un prolungamento del molo sopraflutto di 120 m.

Sono quindi state esaminate tre configurazioni che si differenziano per la posizione e l'ampiezza della bocca del porto ed una quarta che prevede anche un ampliamento del bacino portuale con la realizzazione di un molo di sottoflutto che parte dall'esistente pennello-passeggiata a mare ubicato a Sud del Molo Sanità.

Tutte le simulazioni hanno fornito condizioni di agitazione ondosa nettamente migliori di quelle calcolate con lo stato attuale.

In particolare, con la soluzione di adeguamento 6 caratterizzata da un prolungamento del Molo di Sopraflutto di 120 m, un pennello lungo 35 m posto a 35 m dalla testata del prolungamento del molo sopraflutto ortogonalmente a questo, un prolungamento del Molo Sanità di 99 m di cui 94 m in asse al molo esistente e 5 m ruotati ortogonalmente al prolungamento del Molo Sopraflutto ed un'ampiezza della imboccatura di 70 m, e con la soluzione di ampliamento 12 che prevede, oltre al prolungamento del molo di sopraflutto di 120 m, la realizzazione di un darsena aggiuntiva a Sud protetta da un molo sottoflutto lungo circa 255 m e radicato all'esistente pennello ubicato a Sud del Molo Sanità, il prolungamento del Molo Sanità di 48 m ed un'ampiezza della bocca del porto di 78 m, si sono ottenute condizioni di agitazione ondosa ottimali in tutte le aree di ormeggio dello specchio acqueo portuale.

Successive considerazioni sulla soluzione di adeguamento 6 del porto hanno portato ad eliminare il pennello radicato al prolungamento del Molo Sopraflutto ed

ad allungare di 20 m il tratto ruotato del prolungamento del Molo Sanità. **Pertanto nella soluzione di progetto la bocca del porto ha un'ampiezza di 81 m e si trova su fondali superiori a -4.0 m.**

**In particolare la soluzione 19 è quella oggetto della presente proposta progettuale, che è quindi stata scelta come nuova disposizione planimetrica per l'adeguamento del Porto Vecchio di Crotona.**

#### **1.4 CONFERIMENTO DEI MATERIALI DI RISULTA DEGLI ESCAVI E DEI DRAGAGGI - COSTITUZIONE E CHIUSURA DELLA CASSA DI COLMATA, TECNICHE ED ACCORGIMENTI DI NATURA AMBIENTALE, CONTROLLI E CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI DA MOVIMENTARE.**

A seguito dei documenti A.R.P.A.Cal relativi allo studio "*di caratterizzazione dei sedimenti da movimentare nei lavori di escavo all'imboccatura del Porto turistico di Crotona*" con i quali oltre alle tradizionali analisi chimiche e microbiologiche sono stati illustrati anche i risultati delle indagini ecotossicologiche, si è reso necessario, in conformità alla zonizzazione in aree "A", "B", "C", "D", "E", "F", "O" e "P", effettuata dalla stessa A.R.P.A.Cal in relazione alla pericolosità ambientale dei sedimenti da movimentare, modificare le modalità e le tecniche di scavo differenziandole per zone. Pertanto in conseguenza delle differenti tecniche e modalità con le quali si devono eseguire gli scavi ed i dragaggi e per la sopraggiunta necessità di depositare la maggior parte dei relativi materiali di risulta in vasche di colmata preventivamente impermeabilizzate, si è reso necessario differenziare i relativi prezzi unitari.

In tal senso stante che le aree di "escavo" interessate dal presente progetto ricadono in quelle specificate come "B", "C", "D", "O" e "P" dall'anzidetta caratterizzazione A.R.P.A.Cal si è previsto che tutto il materiale proveniente dalle escavazioni, ad eccezione di quello dell'area "P", quest'ultimo affetto da un certo grado di pericolosità ambientale, fosse conferito in una delle celle della vicina cassa di colmata ubicata nel porto nuovo di Crotona, a suo tempo realizzata per

contenere i materiali di colmata dei piazzali retrostanti la banchina sud della darsena di sottoflutto. Tali celle, impermeabilizzate lateralmente e sul fondo con teli in HDPE, e tra di loro separate con argini impermeabili in materiale argilloso, rispondono alle caratteristiche di sicurezza richieste dal citato documento A.R.P.A.Cal nella classificazione "C2" (*sedimenti da sottoporre a procedure di particolare cautela ambientale: rimozione in sicurezza e deposizione in bacini di contenimento con impermeabilizzazione laterale e del fondo*).

I quantitativi delle materie da movimentare, risultanti dagli scavi e dai dragaggi, ammontano complessivamente a 21.744 mc circa, di cui:

a) mc 11.643 circa, provengono dagli scavi necessari per realizzare le opere foranee di sopraflutto e di sottoflutto secondo le sezioni di cui ai relativi elaborati progettuali.

Tali materie ricadono nelle aree "C", "O" e "D" e pertanto, oltre all'onere del conferimento in cassa di colmata, la relativa voce di prezzo include anche gli oneri da sostenere per il controllo ambientale dei sedimenti marini del fondo scavo (determinazioni chimiche, ecotossicologiche e microbiologiche) ed in cassa di colmata.

b) mc 10100 circa per il dragaggio dei fondali alla quota di - 4,00 m dal medio mare, di cui circa 9817 mc ricadenti anch'esse nelle aree "C", "O" e "D" e circa 681 mc ricadenti nell'area "P".

Pertanto per tali materie è risultato necessario formulare tre differenti voci di prezzo:

- quella relativa allo scavo e conferimento in cassa di colmata degli 11.643 mc di materiale movimentato;
- quella relativa alla movimentazione dei 9817 mc, contenente anch'essa gli oneri per il controllo del fondo scavo ed in cassa di colmata, che è stata formulata analogamente alla voce di prezzo di cui al punto a). Il differente prezzo unitario attiene all'onere derivante dalle maggiori difficoltà operative e dall'impiego della draga;

- quella relativa ai 681 mc, escavazione ricadente nell'area "P", la quale, oltre ad essere comprensiva dei predetti oneri di controllo del fondo scavo, comprende i maggiori oneri per l'escavo selettivo su piccole aree e per l'impiego di panne galleggianti munite di gonne nonché l'onere per il trasporto e conferimento in discarica autorizzata, appositamente individuata tramite la determinazione del codice CER e l'esecuzione dei test di cessione sui sedimenti.

Si è prevista altresì la realizzazione delle opere di chiusura della cella di colmata del porto nuovo impiegata per il confinamento dei materiali movimentati. Tali opere consistono nel soprastante riempimento con materiale arido e pietrame di cava per uno spessore di 1,90 m, in un ulteriore strato dello spessore di 30 cm in misto granulare stabilizzato, compattato alla densità del 95% dell'AASHO modificata, nel superiore strato di materiale anticapillare di idonea granulometria e relativo compattamento meccanico, ed infine del pacchetto di pavimentazione in conglomerato bituminoso dello spessore di 20 cm (10 cm per lo strato di base, 7 cm per quello di collegamento e 3 cm per lo strato di usura) in modo da raggiungere la quota della pavimentazione del piazzale, posta a quota di 2,50 m l.m.m.

### 1.5 CARATTERISTICHE DEL FONDALE

Il prolungamento del molo sopraflutto è basato a profondità variabili da -6.0 a -5.5 m s. l. m. m. ;la profondità al piede del molo sottoflutto è di 4.5 m s. l. m. m.

Il fondale antistante, procedendo dall'isobata -6.0 m verso il largo, ha una pendenza media pari a circa 0.0089.

### 1.6 SOPRALZO DI PROGETTO

Per tenere conto degli effetti combinati di marea e sopralzo di tempesta, è stato considerato un sopralzo di progetto di +0.50 m.

### 1.7 CARATTERISTICHE DIMENSIONALI DEI MOLI

#### **SEZIONE CORRENTE DEL PROLUNGAMENTO DEL SOPRAFLUTTO**

Il prolungamento del molo sopraflutto ha la funzione di contenere l'agitazione ondosa nel bacino portuale e non sono previsti banchinamenti ed attracchi lungo il lato interno.

La sezione del prolungamento è stata pertanto dimensionata come tracimabile.

La cresta della sezione del prolungamento del molo sopraflutto è stata posta alla stessa quota del piazzale terminale del molo sopraflutto, +4.30 m s. l. m. m., in modo da ridurre l'impatto visivo dell'opera.

Si è calcolata la portata tracimante sulla sezione e verificato che, anche in occasione di una mareggiata pari a quella di progetto, la tracimazione non sia tale da compromettere la stabilità della mantellata interna ovvero, secondo quanto riportato da J.W.Van Der Meer , non superiore a 57 l/s m.

Per il calcolo della portata media tracimata si sono utilizzate le formule proposte da J. Van Deer Meer and J.P.F.M. Janssen per onde frangenti o non frangenti; le formule tengono conto delle caratteristiche del moto ondoso ( $H_s$ , e angolo di incidenza) e della geometria della sezione (altezza della cresta, dimensioni della berma al piede, profondità al piede della sezione, pendenza e tipo del paramento):

I due valori della tracimazione per metro di paramento :

$$q_{br} = 0.224 \text{ m}^3/\text{s m} \quad \text{per onde non frangenti (breaking)}$$

$$q_{nb} = 0.004 \text{ m}^3/\text{s m} \quad \text{per onde frangenti (no breaking)}$$

I due valori differiscono quasi di due ordini di grandezza ed è chiaro che all'interno della zona dei frangenti vi sia una transizione tra le due condizioni.

Il valore atteso di tracimazione si colloca più vicino all'uno o all'altro in funzione del rapporto tra l'onda all'esterno della zona dei frangenti e quella al piede della struttura: più quest'ultima si riduce più la percentuale di onde frangenti e frante aumenta e più la condizione di onda frangente diventa significativa.

Per calcolare il valore atteso della tracimazione si è fatto ricorso ad una relazione ricavata da misure condotte su numerosi modelli fisici che pesa attraverso un indice i due valori in funzione del rapporto tra l'onda fuori dalla zona dei frangenti e quella al piede dell'opera:

$$q = q_{br} \quad \text{per } H_s \leq 0,18 H_{br}$$

$$q = q_{br} \left( \frac{H_s}{H_{br}} \right)^{1,5} \quad \text{per } H_s > 0,18 H_{br}$$

dove:

$I_{bro}$  indice di frangimento per il calcolo nelle formule per l'overtopping

$$= 1,5 \left( \frac{H_{br} - H_s}{H_{br}} \right)^2$$

$H_{obr}$  altezza d'onda significativa fuori della zona dei frangenti.

Utilizzando la formula sopra indicata si ottiene:

$$q = 0,053 \text{ m}^3/\text{s m.}$$

Il valore ottenuto è stato confrontato con quelli calcolati con la rete neurale del progetto europeo CLASH che è stata sviluppata tramite circa 8000 set di dati di tracimazioni su modelli fisici ed opere a mare ed è disponibile sul Web.

I risultati della rete neurale indicano come valore più probabile della portata  $q_{(clash)} = 4,37 \text{ l/sm}$  ed un valore al 97,5% della banda di previsione  $q_{(clas97,5\%h)} = 31,1 \text{ l/sm}$

Il fatto che il valore calcolato con le precedenti formule sia più elevato rispetto a quello ricavato con la rete neurale, è imputabile alla maggiore considerazione, nel primo, degli effetti del frangimento dei moti ondosi che raggiungono la struttura.

Il valore di tracimazione  $53 \text{ l/s m}$  risulta inferiore a quello di  $57 \text{ l/s m}$  indicato in

letteratura come limite per assicurare la stabilità del lato interno della mantellata e quindi la verifica della struttura alla tracimazione risulta positiva.

### Mantellata esterna

La mantellata esterna è costituita da massi Antifer di peso 7.8 t disposti su due strati con pendenza di 2/3.

I massi artificiali tipo Antifer sono caratterizzati dalle grandezze

$$a = \text{ grandezza caratteristica dell'elemento} = (V/0.8)^{1/3} = 1.61 \text{ m}$$

$$V = \text{ volume dell'elemento} = W/\rho c$$

Le caratteristiche della mantellata realizzata con i massi tipo Antifer sono le seguenti:

altezza della mantellata (2 strati) =  $2 a$ ;

posa con rotazione casuale del masso e posizione assegnata con maglia orizzontale  $1.48 a = 2.38 \text{ m}$  e verticale =  $a = 1.61 \text{ m}$ ;

sfasamento nel piano inclinato tra i baricentri dei massi Antifer dello strato inferiore e di quello superiore: orizzontale =  $0.74 a = 1.19 \text{ m}$ ; verticale =  $0.5 a = 0.80$ ;

densità di pieno = 0.54.

Per la maglia di posa si è adottata la soluzione più dissimetrica tra quelle utilizzabili in quanto essa ha fornito ottimi risultati in prove su modelli fisici ed è stata impiegata, tra le altre, nella costruzione del porto di Ras Laffan (Qatar) dove sono stati realizzati 11 Km di breakwaters con mantellata in Antifer.

### Mantellata interna

La mantellata interna è prevista in massi Antifer da 3.1 t.

La scelta di impiegare massi artificiali piuttosto che massi naturali è dovuta alla difficoltà di reperire massi di qualità adeguata nell'area di Crotona; il peso dei massi è stato posto uguale a quello risultato per il dimensionamento della sezione sottoflutto: si ottiene così una economia nelle fasi realizzative e si riducono i massi da stoccare per le manutenzioni delle mantellate nel tempo.

La mantellata ha pendenza 2/3 e raggiunge la profondità di  $-2.85 \text{ m}$ .

Per garantire la stabilità della mantellata interna è stata contenuta al disotto del valore  $57 \text{ l/m s}$  l'entità della tracimazione media con i moti ondosi di progetto.

### Masso di coronamento

In cresta è previsto un masso di coronamento per contenere gli Antifer, limitare la tracimazione e consentire una via di accesso sul molo per le attività di monitoraggio e manutenzione della mantellata e del faro che sarà portato in testata.

Il masso è stato sottoposto alla verifica di stabilità allo slittamento ed al ribaltamento.

Sul masso, oltre al peso, viene esercitata una spinta dovuta alle onde che raggiungono il coronamento; la spinta viene schematizzata in un'azione dinamica ed una idrostatica.

Le formule che stimano l'entità dell'azione dinamica, si basano sulla quota del coronamento e su quella di risalita dell'acqua sulla mantellata in accordo con quanto proposto da Bruun .

Per la valutazione della risalita d'acqua si è fatto ricorso alla formula proposta da Battjes e riportata nel CEM che stima la risalita dell'onda su di una superficie liscia impermeabile e tiene conto della permeabilità della mantellata, della distribuzione dei moti ondosi, della presenza di una berma e dell'inclinazione dell'onda incidente attraverso dei coefficienti correttivi.

### Berma al piede esterna

Al piede della mantellata esterna è stata prevista una berma sommersa alla profondità -3.85 m avente in sommità una larghezza di 5.55 m e costituita da massi naturali da 1.0 – 3.0 t.

La berma ha uno spessore di 1.85 m e prosegue verso il fondo con pendenza 4/3 fino ad incontrare lo strato filtro alla profondità -5.70 m.

Per la verifica del dimensionamento della berma, è stata usata la formula proposta da J.W.Van Der Meer:  $\frac{1}{2} \rho g H^3 \frac{1}{\cos \alpha}$

cui corrisponde un peso medio dei massi di 0.38 t.

La stabilità della berma, prevista in massi naturali da 1.0 – 3.0 t, è pertanto assicurata.

### Berma al piede interna

Al piede della mantellata esterna è stata prevista una berma sommersa alla profondità -2.85 m avente in sommità una larghezza di 2.75 m e costituita da massi naturali da 1.0 – 3.0 t.

La berma ha uno spessore di 1.85 m e prosegue verso il fondo con pendenza 4/3 fino ad incontrare lo strato filtro alla profondità -4.70 m.

### Strati filtri

Al di sotto delle mantellate e delle berme al piede, sono stati previsti dei filtri in massi naturali.

Sotto la mantellata esterna, realizzata con massi Antifer da 7.8 t, il filtro è costituito da due strati di massi da 500 Kg a 1000 Kg.

Al di sotto della mantellata interna e delle berme al piede, il filtro è costituito di massi da 100 Kg a 500 Kg;

### Tout venant

All'interno della diga è previsto l'uso di tout-venant di cava.

Il materiale dovrà essere privo del fino e del finissimo e la pezzatura inferiore ad 1 Kg non dovrà superare il 2% del materiale totale.

## **SEZIONE CORRENTE DEL MOLO SOTTOFLUTTO – QUOTA DI CRESTA E VALUTAZIONE DELLE TRACIMAZIONI**

Il molo di sottoflutto è previsto nell'ambito dell'ampliamento del porto ed è finalizzato alla creazione di una nuova darsena all'interno della quale saranno disposti pontili per l'ormeggio di natanti da diporto.

Per limitare l'impatto visivo del molo e contenere la quota di cresta, è stata prevista una struttura tracimabile non direttamente attraccabile: la quota sul lato interno del masso di coronamento è posta a +2.5 m s. l. m. m., prevedendo che ad essa, debitamente discosti, siano attraccati i pontili di ormeggio dei natanti.

Non è previsto che sulla banchina stazionino mezzi o merci ed è interdetto il transito alle persone ed ai mezzi durante le mareggiate estreme.

La cresta della sezione del prolungamento del molo sopraflutto è stata posta alla quota, +3.90 m s. l. m. m.

Si è calcolata la portata tracimante sulla sezione e verificato che, anche in occasione di una mareggiata pari a quella di progetto, la tracimazione non sia tale da compromettere la stabilità della parte interna della sezione ovvero, secondo quanto riportato da J.W.Van Der Meer, non superiore a 57 l/s m.

Per il calcolo della portata media tracimata si sono utilizzate le formule proposte da J. Van Deer Meer and J.P.F.M. Janssen per onde frangenti o non frangenti; le formule tengono conto delle caratteristiche del moto ondoso ( $H_s$ , e angolo di incidenza) e della geometria della sezione (altezza della cresta, dimensioni della berma al piede, profondità al piede della sezione, pendenza e tipo del paramento):

I due valori della tracimazione per metro di paramento valgono:

$$q_{br} = 0.112 \text{ m}^3/\text{s m} \quad \text{per onde non frangenti (breaking)}$$

$$q_{nb} = 0.0005 \text{ m}^3/\text{s m} \quad \text{per onde frangenti (no breaking)}$$

Essi differiscono quasi di due ordini di grandezza ed è chiaro che all'interno della zona dei frangenti vi sia una transizione tra le due condizioni.

#### Mantellata esterna

La mantellata esterna è costituita da massi Antifer di peso 3.1 t disposti su due strati con pendenza di 2/3.

La stabilità dei massi è stata verificata con la formula di Hudson, dalla quale è risultato

$$W=3.1 \text{ t}$$

#### Mantellata interna

La mantellata interna è prevista in massi da 0.5 - 1 t con pendenza 2/3 e raggiunge lo strato filtro alla profondità di -2.00 m.

La stabilità della mantellata interna è garantita dal fatto che l'entità della tracimazione media con i moti ondosi di progetto è stata contenuta al disotto del valore 57 l/m s.

### Masso di coronamento

In cresta è previsto un masso di coronamento per contenere gli Antifer, limitare la tracimazione e consentire il transito diretto ai pontili di ormeggio nonché le attività di monitoraggio e manutenzione della mantellata e del faro che sarà realizzato in testata.

Il masso è stato sottoposto alla verifica di stabilità allo slittamento ed al ribaltamento.

Sul masso, oltre al peso, viene esercitata una spinta dovuta alle onde che raggiungono il coronamento; la spinta viene schematizzata in un'azione dinamica ed una idrostatica.

Le formule che stimano l'entità dell'azione dinamica, si basano sulla quota del coronamento e su quella di risalita dell'acqua sulla mantellata in accordo con quanto proposto da Bruun.

Per la valutazione della risalita d'acqua si è fatto ricorso alla formula proposta da Battjes e riportata nel CEM che stima la risalita dell'onda su di una superficie liscia impermeabile e tiene conto della permeabilità della mantellata, della distribuzione dei moti ondosi, della presenza di una berma e dell'inclinazione dell'onda incidente attraverso dei coefficienti correttivi, riportati nell'apposita relazione di calcolo.

### Berma al piede esterna

Al piede della mantellata esterna è stata prevista una berma sommersa alla profondità -2.15 m avente in sommità una larghezza di 2.75 m e costituita da massi naturali da 1.0 – 3.0 t.

La berma ha uno spessore di 1.85 m e prosegue verso il fondo con pendenza 4/3 fino ad incontrare lo strato filtro alla profondità -4.00 m.

Per la verifica del dimensionamento della berma, è stata usata la formula proposta da J.W. Van Der Meer :  $D_{n50} = \frac{H_s}{2.5} \left( \frac{H_s}{D_{n50}} \right)^{-0.5} \left( \frac{H_s}{D_{n50}} \right)^{-0.5}$  dalla quale si è ottenuto:

$$D_{n50} = 0.61 \text{ m};$$

cui corrisponde un peso medio dei massi di 0.57 t.

La stabilità della berma, prevista in massi naturali da 1.0 – 3.0 t, è pertanto assicurata.

### Strati filtro

Al di sotto delle mantellate e della berma al piede esterna, sono stati previsti dei filtri in massi naturali.

Gli strati filtro sono costituiti da massi da 100 Kg a 500 Kg.

Al di sotto della berma al piede il filtro è costituito da un solo strato di massi per uno spessore di 0,50 m.

### Tout - venant

All'interno della diga è previsto l'uso di tout-venant di cava.

Il materiale dovrà essere privo del fino e del finissimo e la pezzatura inferiore ad 1 Kg non dovrà superare il 2% del materiale totale.

### **Geologia del sito e caratterizzazione geotecnica del sedime di fondazione delle strutture**

L'area oggetto di intervento si presenta geologicamente stabile.

Le formazioni che interessano l'area in oggetto hanno origine sedimentaria per depositi ascrivibili ad un intervallo di tempo compreso tra il pliocene medio-superiore e l'olocene. Si tratta di una potente formazione argilloso - marnosa di colore grigio-azzurra ricoperta, attraverso uno spessore variabile, ma in genere ridotto, di sabbie medio-fini a tratti limose e talora localmente ghiaiose.

Dal punto di vista geotecnico la stratigrafia dei terreni costituenti il sedime di fondazione dell'opera in progetto è schematizzabile nel seguente modo:

- mediamente tra i 5 ed i 10 metri di profondità dal livello medio mare è presente uno strato di sabbia sciolta, siltosa, di colore grigio da poco a moderatamente addensata. Essa si presenta ben selezionata e con sporadiche bande di silts di colore crema. L'angolo d'attrito  $\Phi'$  è stato stimato in 31°;
- tra i 10 ed i 16 m di profondità è presente uno strato di argilla siltosa grigio-azzurra. L'argilla si presenta finemente laminata con il verso delle laminazioni in senso sub-orizzontale. Essa presenta un aspetto moderatamente consistente ed una lieve tendenza al rigonfiamento.

### **1.8 IL PIANO REGOLATORE VIGENTE**

Con Decreto Ministeriale n. 3198/2383 del 16.09.1975 è stato approvato il piano regolatore portuale attualmente vigente, la cui attuazione ha riguardato solamente la realizzazione, in più fasi, di moli e darsene interne al cosiddetto porto nuovo.

**Il porto vecchio**, destinato all'ormeggio di pescherecci e di piccole imbarcazioni da diporto, non è stato oggetto di previsioni progettuali future, e nell'ambito del piano regolatore portuale è previsto nella sua "configurazione attuale".

Pertanto, allo stato, sono consentiti solo interventi mirati all'adeguamento tecnico funzionale dei moli di sopraflutto e di sottoflutto quale quelli previsti nel presente progetto.

La soluzione di ampliamento del porto, soluzione 12, che prevede una nuova darsena a Sud dell'esistente, potrà realizzarsi in un secondo tempo sulla base di eventuali esigenze di sviluppo del porto, ed a seguito della modifica del piano regolatore portuale e della sua approvazione.

### **1.9 INSERIMENTO DEL PORTO DI CROTONE TRA I SITI DI BONIFICA DI INTERESSE NAZIONALE - AI SENSI DEL D.M. 468/2001**

Ai sensi del D.M. 468/2001 il porto di Crotona è stato inserito tra i siti di bonifica di interesse nazionale. In particolare, a seguito di studi ed indagini eseguite dall'ICRAM, è stata effettuata la perimetrazione del sito di bonifica che comprende il solo porto nuovo.

Tale perimetrazione ICRAM è consistita nella redazione dei piani di caratterizzazione ambientale dell'area marino costiera prospiciente il Sito di Interesse Nazionale di Crotona" denominati ICRAM # CII-Pr-CAL-Cr-03.09 ed ICRAM # CII-Pr-CAL-Cr-03.09. Quest'ultimo è relativo al piano "stralcio sull'area costiera ed integrazione sull'area fronte Pertusola" (rif. \_Area costiera ed Area fronte Pertusola).

**Pertanto restano escluse dalla bonifica ambientale tutte le aree comprese nell'ambito del "porto vecchio", e quindi del presente progetto**

## **DESCRIZIONE DELLE FASI DI LAVORAZIONE**

La realizzazione delle opere avverrà in parte da mare ed in parte da terra.

Per la realizzazione dell'opera sarà installato un cantiere nell'area prossima al cosiddetto Molo Sanità.

Il quantitativo di materiale che sarà impiegato nella lavorazione ammonta a circa 37000 mc di tout-venant e scogli provenienti da cava e circa 10.000 mc di calcestruzzo che saranno preparati in loco con apposito impianto di betonaggio.

La fornitura del materiale sarà effettuata da cave autorizzate già presenti nell'area di Crotona e Lamezia Terme, rispettivamente entro una distanza di circa 30 e 100 km.

Il materiale sarà scaricato dai camion a terra per la successiva movimentazione o direttamente su betta che, via mare, raggiungerà la zona di versamento.

Ipotizzando una capacità della betta di 600 m<sup>3</sup>, essa effettuerà mediamente 2,5 viaggi al giorno.

Il tempo di carico della betta è stimato in un ora, quello di andata e ritorno dall'area di imbarco all'area di realizzazione, comprensivo del tempo di versamento, in un ora e 50 minuti.

La posa del materiale sarà effettuata direttamente dalla betta per le parti inferiori della sezione con l'ausilio di una gru montata su di un pontone galleggiante per raggiungere la parte emersa della sezione e quindi con una gru cingolata a terra per la realizzazione della mantellata e delle altre parti esterne dell'opera.

Le opere di dragaggio dei fondali e la movimentazione dei relativi sedimenti saranno eseguite, in conformità alla zonizzazione in aree "A", "B", "C", "D", "E", "F", "O" e "P", effettuata dalla stessa A.R.P.A.Cal, con modalità tecniche differenziate per zone.

In tal senso stante che le aree di "escavo" interessate dal presente progetto ricadono in quelle specificate come "B", "C", "D", "O" e "P" dall'anzidetta caratterizzazione A.R.P.A.Cal si è previsto che tutto il materiale proveniente dalle escavazioni, ad eccezione di quello dell'area "P" fosse conferito in una delle celle della vicina cassa di colmata ubicata nel porto nuovo di Crotona, a suo tempo

realizzata per contenere i materiali di colmata dei piazzali retrostanti la banchina sud della darsena di sottoflutto. Tali celle, impermeabilizzate lateralmente e sul fondo con teli in HDPE, e tra di loro separate con argini impermeabili in materiale argilloso, rispondono alle caratteristiche di sicurezza richieste dal citato documento A.R.P.A.Cal nella classificazione "C2" (*sedimenti da sottoporre a procedure di particolare cautela ambientale: rimozione in sicurezza e deposizione in bacini di contenimento con impermeabilizzazione laterale e del fondo*).

I quantitativi delle materie da movimentare, risultanti dagli scavi e dai dragaggi, ammontano complessivamente a 21.744 mc circa, di cui:

a) mc 11.643 circa, provengono dagli scavi necessari per realizzare le opere foranee di sopraflutto e di sottoflutto secondo le sezioni di cui ai relativi elaborati progettuali.

Tali materie ricadono nelle aree "C", "O" e "D" e pertanto saranno conferite in cassa di colmata previo controllo ambientale dei sedimenti marini del fondo scavo (determinazioni chimiche, ecotossicologiche e microbiologiche) ed in cassa di colmata.

b) mc 10100 circa per il dragaggio dei fondali, per mezzo di draga refluyente, alla quota di - 4,00 m dal medio mare, di cui circa 9817 mc ricadenti anch'esse nelle aree "C", "O" e "D" eseguito con draga refluyente e circa 681 mc ricadenti nell'area "P". Il quantitativo di materie pari a circa 9817 mc sarà anch'esso conferito in cassa di colmata previo controllo ambientale dei sedimenti marini del fondo scavo (determinazioni chimiche, ecotossicologiche e microbiologiche) ed in cassa di colmata.

c) Mentre lo scavo corrispondente ai 681 mc. circa, ricadente nell'area "P", sarà operato in maniera selettiva per piccole zone e con l'impiego di panne galleggianti munite di gonne. Il materiale di risulta sarà conferito in discarica autorizzata, appositamente individuata tramite la determinazione del codice CER e l'esecuzione dei test di cessione sui sedimenti.

### **Percorsi a terra dei mezzi d'opera**

L'approvvigionamento sarà effettuato con camion che arriveranno nell'area di cantiere provenendo dalla Strada Statale Lamezia – Catanzaro e dalla strada Statale S.S. 106 Reggio Calabria - Taranto e percorreranno la strada di raccordo al Porto di Crotona.

Nel percorso lungo la strada statale 106 ed il Porto di Crotona transitano circa 500 mezzi pesanti al giorno.

In questo tratto, il numero di transiti dei mezzi destinati all'approvvigionamento di materiali per la realizzazione dell'opera, pari a circa 45 nei giorni di maggiore attività, risulta l'8% dell'attuale traffico pesante diretto al porto.

Per la destinazione d'uso della viabilità, per l'incidenza percentuale sull'attuale traffico e per la breve durata dei lavori, su questo tratto del percorso si determina un impatto temporaneo trascurabile.

Nel successivo tratto di entrata nella città di Crotona verso il Porto si registrerà un incremento di traffico rilevabile dovuto ai transiti dei mezzi, tuttavia il ridotto sviluppo di tale tratto e la ridotta durata dei lavori (vedi successivo paragrafo) rendono l'impatto temporaneo e non critico.

Nel tratto di strada che conduce dall'entrata nella città al porto, l'impatto temporaneo può considerarsi trascurabile così come può considerarsi trascurabile quello all'interno del porto data l'ampiezza della viabilità e degli spazi disponibili.

### **Durata dei lavori**

La durata delle lavorazioni è prevista pari a circa 15 mesi, comprensivi dei tempi di mobilitazione e smobilitazione del cantiere operativo

## ***2. UTILIZZAZIONE DELLE RISORSE NATURALI***

In base alle caratteristiche dell'opera e del territorio interessato non si assiste ad un notevole "consumo" di risorse naturali, poiché non si procede ad occupazione

di nuove aree sulla terraferma con conseguente distruzione della copertura vegetale.

Il materiale da costruzione, massi naturali per la formazione delle scogliere ed inerti per calcestruzzo etc. è reperito da cave autorizzate già presenti nell'area del Crotonese e di Lamezia Terme, rispettivamente entro una distanza di circa 30 e 100 km per un quantitativo pari a circa 37.000 mc.

## **2.1 ALTERNATIVE PROGETTUALI**

L'opera, per sua natura e per la destinazione d'uso prevista non presenta alternative progettuali di significativa importanza.

Le soluzioni progettuali adottate risultano sostanzialmente "obbligate" sia dalla morfologia del fondale e delle opere esistenti (opere di difesa e banchine portuali) che dalla tipologia realizzativa già adottata per le opere di difesa preesistenti.

## **2.2 PRODUZIONE DI RIFIUTI – INQUINAMENTO E DISTURBI AMBIENTALI**

Si fornisce nel prosieguo un'analisi di dettaglio dei rifiuti, dei disturbi e degli impatti in genere associati, per ogni componente ambientale, alla realizzazione del proposto intervento sia in fase di costruzione che di esercizio.

### **Atmosfera**

Della componente "atmosfera", si analizza la sottocomponente "aria-clima", e la sottocomponente qualità dell'aria, ovvero inquinamento atmosferico.

In relazione a quest'ultimo, lo standard qualitativo dell'area in oggetto, è molto buono, essendo caratterizzato da apprezzabile ventosità, fenomeno che tende significativamente a limitare l'accumulo degli inquinanti nei bassi strati dell'atmosfera.

Non sono inoltre presenti (fatta eccezione per il traffico dei mezzi) sorgenti di emissione di inquinanti di apprezzabile intensità e/o pericolosità, fisse o mobili.

### **Profilo climatologico**

Da un punto di vista generale il bacino jonico è dominato da un regime climatico di tipo marittimo sede, in inverno, di un nucleo di bassa pressione, mentre in estate è interessato da alte pressioni.

Peraltro localmente lo stato del tempo climatico, e così il vento che accompagna l'afflusso di masse d'aria, sono sensibilmente influenzati dalle caratteristiche orografiche e dalle discontinuità termiche tra suolo e mare.

L'analisi del complesso dei dati di vento e di pressione permette di concludere che nell'area in studio, le caratteristiche meteorologiche, sono caratterizzate da situazioni contrastanti, che vedono prevalere, talvolta, condizioni favorevoli alla stagnazione degli inquinanti, mentre, all'incirca con ugual frequenza, talvolta prevalgono condizioni favorevoli alla dispersione.

E' importante sottolineare che i dati meteorologici tipici del paraggio di Crotona confermano la sostanziale mancanza di situazioni di marcata criticità sotto il profilo del possibile accumulo di inquinanti in atmosfera del sito in oggetto.

### **Tipologia e quantità delle emissioni e degli scarichi**

Le emissioni previste derivanti dall'attività in oggetto, causa di impatti nei confronti della componente aria, sono relative ai motori a combustione interna dei natanti e dei mezzi d'opera previsti nella sola fase di costruzione (come visto, l'aumento del traffico veicolare indotto dal proposto intervento risulta insignificante).

Tali emissioni sono stimabili come trascurabili rispetto all'attuale regime di immissione di inquinanti in atmosfera dovuto alle attività portuali in essere.

### **Ambiente idrico**

Nella zona circostante il sito in oggetto, non esistono corsi d'acqua naturali né canali artificiali, quindi sia in fase di costruzione che di esercizio dell'opera di progetto, non si avranno interferenze con l'ambiente idrico superficiale.

## **MOTO ONDOSI, CORRENTI**

### **moto ondoso e correnti**

Il moto ondoso di progetto è stato ricavato dallo "Studio del moto ondoso al largo e sua propagazione a riva. Nella Fig. 6 della relazione di calcolo è rappresentato il settore efficace del paraggio, i fetches efficaci nonché la deviazione angolare del moto ondoso rispetto alla direzione del fetch.

Lo studio è stato condotto utilizzando le misurazioni dirette di moto ondoso, dal luglio 1989 al 2005, registrate dalla boa ondometrica di Crotone della rete ondometrica nazionale (RON) appartenente all'APAT (Agenzia Nazionale per la protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici. Dalla elaborazione dei dati sono state ricavate la distribuzione dei moti ondosi al largo (Figg. 7a - 7b della relazione di calcolo), la relazione tra  $H_{M0}$  e  $T_{p(fr)}$  per le altezze d'onda più frequenti (coefficiente di correlazione 0.53):

$$T_{p(fr)} = 56 H_{M0}^{0.5}$$

quella per le massime altezze d'onda (coefficiente di correlazione 0.96):

$$T_p = 32 H_{M0}^{0.7}$$

e l'altezza del moto ondoso al largo superata per 12 ore in un anno statistico medio (frequenza di occorrenza 0.00137) e che è legata alla profondità di chiusura della spiaggia sommersa

$$H_{0.00137} = 46 B$$

Attraverso un'analisi statistica dei dati sono stati determinati i valori di altezza d'onda associati a diversi tempi di ritorno di 1, 2, 5, 10, 25, 50, e 100 anni per sei settori di provenienza di 30° compresi tra 355° N e 175°N (Tab. 1- relazione di calcolo).

### **Caratteristiche a riva**

Gli eventi al largo sono stati trasferiti a riva attraverso un modello di propagazione ondosa di tipo inverso spettrale.

Le caratteristiche a riva sono state calcolate in due punti sulla isobata -6,0 m s. l. m. m. il primo è ubicato dove è previsto il prolungamento del molo sopraflutto ed il

secondo davanti alla spiaggia protetta dalle scogliere foranee parallele alla riva (Fig. 8 della relazione di calcolo).

Per il punto di calcolo 1, il numero di eventi a riva per ciascuna direzione di provenienza e classe di altezza d'onda è riportato nella Tabella 2; nella Figura 9 è riportato il grafico polare della frequenza degli eventi di moto ondoso ricadenti in classi di altezza d'onda di 0.50 m. Nella propagazione a riva si è tenuto conto del limite indotto dal frangimento sulla altezza d'onda significativa in corrispondenza della isobata -6.0 m s.l.m.m. attraverso la formula ricavata da Kamphuis per onde irregolari:

$$H_{sb} = 0.56 e^{3.5m} d_b$$

dove  $b$  indica la condizione di frangimento,  $d$  la profondità e  $m$  la pendenza della spiaggia. L'altezza d'onda significativa limite frangente nel punto di calcolo 1, alla profondità di -6.0 m s.l.m.m., tenendo conto di un sovrizzo complessivo del livello del mare dovuto ad effetti barici, mareali ed eolici di 0,5 m, essendo la pendenza del fondale antistante  $m=0.009$ , risulta pari a 3.73 m.

Il settore da cui provengono, a riva, le onde più alte è quello compreso tra le direzioni  $85^\circ N$  e  $115^\circ N$ .

Nel punto di calcolo 1 la maggiore onda con tempo di ritorno di 25 anni corrisponde a quella limitata per frangimento dal fondale. Nella tabella 3 della relazione di calcolo sono riportate le altezze d'onda in corrispondenza del punto 1 per i tempi di ritorno di 1, 2, 5, 10, 25, 50, e 100 anni. Nelle tabelle 4 e 5 sono riportate, per i moti ondosi con tempo di ritorno di 1 e 25 anni, le direzioni assunte in corrispondenza del punto di calcolo 1 dalle bisettrici dei settori al largo considerati; le stesse direzioni sono rappresentate nelle Figure 10 e 11.

Per i moti ondosi con tempo di ritorno di 1 anno, le direzioni di provenienza a riva sono comprese in un settore di circa  $40^\circ$  intorno alla direzione  $78^\circ$  Nord per il punto 1.

Con i moti ondosi aventi tempo di ritorno di 25 anni, il settore di provenienza si riduce a  $26^\circ$  intorno alla direzione  $86^\circ N$ .

### Moto ondoso di dimensionamento

Sulla base delle risultanze dello studio del moto ondoso a riva, l'altezza d'onda di dimensionamento per le sezioni tipo, riferita al tempo di ritorno di 25 anni, è stata assunta pari all'onda limitata dal frangimento sul fondale e con periodo  $T_p = 9,5$  s.

### **2.3 INTERFERENZE CON L'AMBIENTE IDRICO MARINO**

In fase di realizzazione dell'opera potranno verificarsi possibili interferenze con l'ambiente idrico marino nell'ambito circostante le aree di lavorazione, interferenze dovute a:

- aumento della torbidità delle acque per la movimentazione dei massi delle scogliere da rimuovere e ricollocare e per il posizionamento del tout-venant di cava e degli scogli che costituiscono i moli.
- eventuali limitate alterazioni della qualità delle acque connesse al funzionamento dei macchinari per le lavorazioni (eventuali colaticci in mare).

In fase di esercizio dell'opera, le interferenze con le acque marine possono considerarsi nulle.

### **2.4 SCARICO ACQUE USATE**

Il proposto intervento non comporta, in fase di esercizio, la produzione di acque usate.

In fase di cantiere potrà registrarsi un limitato dilavamento delle aree di lavorazione verso il mare con limitata dispersione di materiali in sospensione.

### **2.5 SMALTIMENTO DEI RIFIUTI SOLIDI**

Il proposto intervento non comporta, in fase di esercizio, la produzione di rifiuti solidi.

### **INSERIMENTO DEL PROGETTO NELL'AMBITO DEL TERRITORIO**

Il progetto in esame non presenta aspetti sfavorevoli relativamente all'inserimento ambientale dell'opera ed all'interazione con la componente esaminata in quanto:

- la morfologia della linea di costa non subirà modificazioni poiché si verificano

effetti trascurabili sugli arenili

- non è prevista la realizzazione di sbancamenti
- non si avranno interferenze con la circolazione idrica superficiale e sotterranea
- non si avrà eliminazione di copertura di vegetazione
- il progetto si inserisce in una fascia territoriale già interessata da insediamenti infrastrutturali.

### **RUMORE E VIBRAZIONI**

L'opera non comporta emissione di rumori in fase di esercizio.

Per quanto concerne la fase di costruzione si assiste ad un limitato e temporaneo incremento del traffico dei mezzi dovuto alle attività di cantiere.

Questo aumento è peraltro contenuto in valori molto bassi (circa l'8% dell'attuale traffico terrestre, vedi precedenti paragrafi) e pertanto non determina apprezzabili variazioni del regime delle immissioni sonore nel sito.

la disciplina delle attività rumorose" fanno esplicito richiamo alla seguente normativa nazionale sull'inquinamento acustico:

- D.P.C.M. 01/03/1991 sui "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"
- Legge Quadro sull'inquinamento acustico, n.447 del 26/10/1995
- D.P.C.M. 14/11/1997 sulla "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"

In particolare, saranno rispettati gli orari di lavoro per le attività temporanee ed i macchinari rumorosi del cantiere saranno attivati solamente dalle ore 7,30 alle ore 13,30 e dalle ore 15,30 alle ore 19,00.

### **SOCIO-ECONOMIA E SALUTE PUBBLICA**

Per quanto riguarda le emissioni gassose, acustiche od altri disturbi nei confronti della salute pubblica non si prevedono aspetti di significativa rilevanza, come

illustrato nei precedenti paragrafi.

L'opera comporta diversamente importanti benefici sotto il profilo della sicurezza delle attività portuali per cui il bilancio del proposto intervento rispetto alla componente in esame risulta ampiamente positivo e coincide con l'obiettivo stesso del progetto.

### **ASPETTI NATURALISTICI**

#### **Premessa**

L'intervento in esame non comporta interferenze con aree protette o di importanza naturalistica ne determina impatti tali da creare apprensione nei riguardi del mantenimento dei caratteri naturalistici sul territorio e sui fondali marini.

L'opera si colloca, infatti, completamente a mare e non determina pertanto alcun sacrificio di territorio coperto da vegetazione o caratterizzato da peculiari valori naturalistici.

Per quanto concerne i fondali marini, questi si collocano all'interno dello specchio portuale esistente (Bacino Vecchio di Crotona) e non sono caratterizzati presumibilmente da presenze naturalistiche di rilievo (praterie di posidonia, etc.).

#### **Caratteristiche del progetto**

Le caratteristiche del progetto sono riepilogate nei precedenti paragrafi e nei relativi allegati alla presente relazione.

#### **Area vasta di influenza del progetto – Interferenze con il sistema ambientale**

L'area vasta di influenza del progetto nei riguardi della componente naturalistica può essere così stimata:

- Fase di esercizio: circoscritta al sito occupato dai manufatti (anche con benefici effetti nei riguardi di alcune specie marine: rifugio per vari tipi di organismi);
- Fase di costruzione: l'area d'influenza dell'intervento è delimitabile dalla diffusione delle eventuali torbide a mare (qualche centinaio di metri presumibilmente) con effetti assimilabili all'intorbidamento in occasione delle

mareggiate e quindi senza gravi effetti sull'ecosistema marino. A questo si aggiunge la modesta area a terra, che sarà identificata in base alle vigenti disposizioni di legge, per lo smaltimento dei materiali di risulta dalle limitate demolizioni necessarie per i collegamenti con gli impianti esistenti.

### **Effetti sulle componenti abiotiche e biotiche, connessioni ecologiche**

Gli effetti sull'ambiente marino conseguenti alla realizzazione dell'opera sono relativi alla possibile sottrazione ed inquinamento delle biocenosi bentoniche nelle immediate adiacenze dell'opera derivanti dall'intorbidimento delle acque durante la fase cantieristica.

Si tratta di effetti minimi, in quanto le opere da realizzare sono di ridotta entità, come pure i tempi di lavorazione.

In fase di cantiere saranno comunque adottati tutti quegli accorgimenti atti a ridurre la produzione di materiale in sospensione.

Va comunque sottolineato che una compensazione a tali effetti negativi è intrinseca alla realizzazione delle nuove opere di difesa: infatti tali opere rappresentano un substrato duro di grande pregio per la colonizzazione da parte di organismi marini che consente di ottenere, in genere, una produzione di biomassa superiore a quella prodotta dal substrato naturale.

La realizzazione delle nuove opere di difesa comporta la distruzione locale delle comunità bentoniche e la loro sostituzione con altre comunità caratteristiche delle nuove condizioni ecologiche.

### **Paesaggio e patrimonio culturale**

L'opera si colloca nella porzione sud dell'area portuale in corrispondenza del prolungamento della diga foranea.

La conformazione plano-altimetrica della fascia costiera rende tutto lo specchio portuale e con questo il sito in cui si colloca il proposto intervento, visibile sia dalle fasce insediate della città che dalla infrastrutture di trasporto presenti.

L'area interessata dall'intervento riveste valore paesaggistico in funzione soprattutto:

- Della collocazione lungo la linea di costa
- Della visibilità a cui è esposta, verso il mare, dalle fasce abitate del territorio costiero.
- Della visibilità a cui è esposta dal mare, verso lo sfondo del fronte mare di Crotone.

Importanti elementi di detrazione del valore paesaggistico del sito sono costituiti dalle infrastrutture portuali esistenti che penalizzano inevitabilmente tutto il paesaggio costiero nel tratto in esame.

A livello del lungomare l'opera mostra la sua sagoma oltre che dal bacino del porto vecchio di Crotone, solamente dal tratto più a nord della spiaggia di Crotone; in questo tratto l'opera prevista non riduce la visibilità dell'orizzonte.

I prolungamenti dei moli di sopraflutto e di sottoflutto risultano oggetto di un adeguamento tecnico funzionale del porto pescherecci di Crotone, peraltro in fase di definizione e di prossima approvazione da parte dell'Autorità portuale di Gioia Tauro.

L'opera non determina interferenze con il patrimonio storico culturale: non è infatti nota o attesa la presenza di siti sommersi di interesse archeologico in corrispondenza dell'area interessata dalla costruzione della diga frangiflutti.

### **RISCHIO DI INCIDENTI**

Non si registrano rischi collegati a incidenti di carattere rilevante in quanto non sono presenti lavorazioni che comportino l'uso di apparecchiature ad elevata pressione o temperatura, né lo stoccaggio e l'utilizzo di sostanze pericolose o tossiche in elevata quantità.

Nelle attività di cantiere saranno, ovviamente, adottate tutte le vigenti disposizioni in materia di sicurezza dei lavoratori e di sicurezza stradale, soprattutto nei trasporti dei materiali.

### **VINCOLI E PIANIFICAZIONE**

La ricognizione dei vincoli e della pianificazione è stata condotta presso i seguenti

Enti/soggetti:

- Assessorato all'ambiente regionale;
- Ministero dell'Ambiente;
- Soprintendenza Archeologica;
- Comune di Crotona.

Non sono stati identificati elementi di contrasto con la pianificazione vigente.

I vincoli presenti comprendono il vincolo paesaggistico di cui alla L 431/85 (coste marine) ora confluita nel Decreto Legislativo n. 42 del 22/01/04 (Codice Urbani che sostituisce il d.lgs. 490/99).

I principali ragguagli, anche quantitativi, circa le interferenze del proposto intervento sulle varie componenti ambientali sono stati già forniti in alcuni dei precedenti paragrafi all'interno del presente documento.

In base a quanto già evidenziato nei citati paragrafi può concludersi che il proposto intervento si colloca in ambiti territoriali caratterizzati da:

- qualità ambientale "scarsa" nella porzione della fascia costiera fisicamente interessata;
- qualità ambientale "media" nell'area prospiciente la costa.

Resta comunque da segnalare che il proposto intervento, determina limitate penalizzazioni della qualità ambientale e non interferisce sensibilmente con la capacità di rigenerazione delle risorse naturali dell'ambito marino coinvolto, essendo un intervento di dimensioni limitate e poco invasivo.

Inoltre, soprattutto per quanto riguarda l'ambiente marino, la formazione di nuove scogliere offrirà rifugio e ospitalità a ecosistemi marini di nuova formazione.

## **CAPACITA' DI CARICO DELL'AMBIENTE NATURALE NELLE ZONE SENSIBILI**

### **Zone costiere**

L'interferenza che l'opera ha con la zona costiera è relativa all'habitat marino bentonico presente nelle aree oggetto di occupazione da parte dei manufatti,

poiché la realizzazione delle nuove scogliere (prolungamenti dei moli di sopraflutto e di sottoflutto) potrebbe creare intorbidamento ed inquinamento delle acque.

Tale impatto risulta peraltro estremamente localizzato e comunque temporaneo.

Per quanto riguarda la spiaggia di Crotone, essa non è coinvolta direttamente, anche se potrà subire effetti indiretti derivanti da modestissime intrusioni visivo-percettive a carico dei fruitori.

L'interferenza nella fase cantieristica è di breve durata e circoscritta ad un ambito territoriale molto ristretto (sempre per le dimensioni ridotte del progetto).

#### **Zone montuose e forestali**

L'opera non interferisce con zone montuose né con aree coperte da boschi e foreste.

#### **Zone nelle quali gli standards di qualità ambientale della comunità europea sono superati**

I dati raccolti hanno permesso di escludere la presenza di tali zone nell'area del proposto intervento.

#### **Zone a forte densità demografica**

Non si registrano significative interferenze con zone a forte densità demografica, fatta eccezione per eventuali effetti derivanti da limitatissime intrusioni visivo-percettive a carico dei frequentatori e dei residenti lungo il fronte mare di Crotone e nel retroterra.

#### **Paesaggi importanti**

Nei confronti del patrimonio paesaggistico l'intervento in progetto non determina impatti apprezzabili, poiché si tratta di un'opera dalle ridotte dimensioni in un contesto ambientale marino già connotato dalla presenza di estese opere di difesa e di infrastrutture portuali, quindi meno sensibile ad accettare interventi di eguale tipologia di quelli già esistenti.

L'opera, pertanto, non determina una significativa alterazione dell'assetto paesaggistico dei luoghi né la perdita di alcun elemento del patrimonio storico testimoniale dell'area.

#### **Aree naturali protette**

Non si verificano interferenze con aree naturali protette.

### **3.0 CARATTERISTICHE DELL'IMPATTO POTENZIALE**

La valutazione degli impatti esercitati dal proposto intervento è stata condotta mediante l'utilizzo di schemi matriciali appositamente elaborati.

All'interno di questi schemi vengono elaborati giudizi parametrici utili alla comprensione delle caratteristiche dell'impatto potenzialmente determinato dall'opera.

#### **METODOLOGIA UTILIZZATA**

Per ciascuna delle componenti ambientali interessate dall'intervento è stata prodotta una matrice di impatto.

In ogni matrice sono indicati:

- i fattori di impatto: ossia, gli elementi semplici nei quali per chiarezza di trattazione può essere scomposta l'azione di impatto esercitata dall'opera (i fattori di impatto sono indicati nelle colonne delle matrici);
- i fattori ambientali: gli elementi che permettono di esaminare sinteticamente ma organicamente le varie componenti ambientali interessate dalla realizzazione dell'opera (i fattori ambientali sono indicati nelle righe delle matrici).

I vari "impatti" individuati sono collocati agli incroci tra le "colonne" dei fattori di impatto e le "righe" dei fattori ambientali.

Tali impatti sono sottoposti ad analisi qualitativa mediante scale di giudizio, della entità e della natura dei disturbi individuati.

Le indicazioni fornite riguardano:

a) la GRAVITA' dell'impatto espressa attraverso i simboli:

A = alta

M = media

B = bassa

b) l'IRREVERSIBILITA' o meno dell'impatto espressa mediante i simboli:

I = irreversibile

R = reversibile

(Per impatto irreversibile s'intende l'impatto che perdura significativamente anche dopo la rimozione della causa che lo ha prodotto)

c) la DURATA dell'impatto espressa mediante:

T = temporanea

P = permanente.

In ogni schema matriciale, la prima riga e la prima colonna, sono state lasciate libere; ciò ha consentito di inserire, ove necessario, delle note caratterizzanti tutta la riga e/o tutta la colonna in esame; inoltre delle note esplicative sono state inserite laddove la specificità degli incroci tra le azioni di progetto e le componenti ambientali lo rendesse utile. In tali note si accenna a peculiari caratteristiche dell'impatto individuato o ad eventuali possibili misure mitigatrici.

Ogni componente ambientale è stata oggetto di studio mediante schemi matriciali sequenziali, elaborati sia per la fase di costruzione sia per la fase di esercizio.

### MATRICI DI IMPATTO – FASE DI CANTIERE

COMPONENTE ATMOSFERA										
Azioni Componente	---	Circola z. autome zzi/nata nti	Approv v.mater ial.	Movi m.mat er. in acqua	Sistemaz. a terra materiale di risulta	Costruz . opere di difesa	Cantier e e servizi	Asport . cenosi. veget. marin e		
---										
<b>Polveri</b>		BRT	BRT	BRT	BRT	BRT	MRT			
<b>Gas</b>	(1)	BRT		BRT	BRT	BRT				

#### Documentazione Celle:

1. Si intendono i gas di scarico derivanti dai motori dei mezzi d'opera.

COMPONENTE AMBIENTE IDRICO										
Azioni Componente	---	Circola z. autome zzi/nata nti	Approv v.mater ial.	Movi m.mat er. in acqua	Sistemaz. a terra materiale di risulta	Costruz . opere di difesa	Cantier e e servizi	Asport . cenosi. veget. marin e		

---									
<b>Acque Marine e/o Superficiali</b>	(1)								
<b>Qualità</b>		BRT		MRT	MRT	MRT	BRT	BIP	
<b>Quantità</b>	(2)								
<b>Acque Sotterranee</b>									
<b>Qualità</b>									
<b>Quantità</b>									

**Documentazione Celle:**

1. Nel caso in esame non sono coinvolte acque fluviali e lacuali; il riferimento è solo alle acque marine.
2. Poiché si tratta di acque marine, il fattore quantità non è riferibile.

COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO									
Azioni Componenti	---	Circolazione automezzi/nautanti	Approvv. materiale.	Movim. mater. in acqua	Sistemazione a terra materiale di risulta	Costruzione opere di difesa	Cantieri e servizi	Asport. cenosi. veget. marine	
---									
<b>Suolo:</b>									
<b>Occupazione</b>			BIP(1)		MIP(1)		MRT		
<b>Stabilità costa</b>									
<b>Sottosuolo</b>									
<b>Fondali</b>						BIP(1)		BIP(1)	

**Documentazione Celle:**

1. Impatti localizzati.

COMPONENTE RUMORE E VIBRAZIONI									
Azioni Componenti	---	Circolazione automezzi/nautanti	Approvv. materiale.	Movim. mater. in acqua	Sistemazione a terra materiale di risulta	Costruzione opere di difesa	Cantieri e servizi	Asport. cenosi. veget. marine	
---									
<b>Rumore</b>	(1)	BRT		BRT	BRT	MRT	BRT		
<b>Vibrazioni</b>		BRT							

**Documentazione Celle:**

1. Le maggiori criticità si possono individuare nei lavori di movimentazione dei materiali.

COMPONENTE SALUTE PUBBLICA									
Azioni Componenti	---	Circolazione automezzi/nautanti	Approvv. materiale.	Movim. mater. in acqua	Sistemazione a terra materiale di risulta	Costruzione opere di difesa	Cantieri e servizi	Asport. cenosi. veget. marine	

---									
<b>Disturbo</b>		BRT	BRT		BRT	BRT	BRT		
<b>Igiene</b>									
<b>Traumi</b>	(1)								

**Documentazione Celle:**

1. Sono raggruppati in questa riga gli impatti tali da causare traumi e/o malattie. Non si registrano impatti significativi in quanto le previste lavorazioni non presentano particolari rischi.

COMPONENTE ASPETTI NATURALISTICI										
Azioni Componenti	---	Circolaz. automezzi/nautanti	Approv. v.materiale	Movi m.mat. er. in acqua	Sistemaz. a terra materiale di risulta	Costruz. opere di difesa	Cantier e servizi	Asport. cenosi. veget. marine		
---										
<b>Ecosistemi bentonici</b>	(1)			BIT		BIP		BIP		
<b>Vegetazione e flora terrestri</b>										
<b>Fauna terrestre</b>										

**Documentazione Celle:**

1. L'attribuzione dei gradi relativi agli impatti esercitati dall'intervento avviene secondo lo schema seguente:

- basso: disturbo o lieve compromissione dell'integrità dell'ecosistema o distruzione localizzata senza significativi riflessi per gli ecosistemi circostanti
- medio: parziale compromissione dell'integrità dell'ecosistema
- alto: distruzione o grave compromissione dell'integrità dell'ecosistema.

<b>COMPONENTE PAESAGGIO</b>									
<b>Azioni</b>	<b>---</b>	<b>Circolaz . automez zi/natan ti</b>	<b>Approv v.mater ial.</b>	<b>Movim. mater. in acqua</b>	<b>Sistemaz. a terra materiale di risulta</b>	<b>Costru z. opere di difesa</b>	<b>Cantier e e servizi</b>	<b>Asport. cenosi. veget. marine</b>	
<b>Componen .</b>									
<b>---</b>									
<b>Morfologi a (marina e terrestre)</b>					BIP	MIP	BRT	BIP	
<b>Emergenz e storiche</b>	(1)								
<b>Percezione</b>	(2)	BRT			BRT	BRT	BRT		

**Documentazione Celle:**

1. Non sono presenti emergenze di valore storico testimoniale
2. Si tratta di percezione sensoriale visiva.

## MATRICI DI IMPATTO – FASE DI ESERCIZIO

COMPONENTE ATMOSFERA					
Azioni	---	Circolaz. automezzi (traffico indotto)	Circolaz. natanti.	Ingombro delle opere	
Componen					
---		(1)			
<b>Polveri</b>		BRT			
<b>Gas</b>		BRT	BRT		

### Documentazione Celle:

1. Non si prevede un sostanziale aumento del traffico indotto.

COMPONENTE AMBIENTE IDRICO					
Azioni	---	Circolaz. automezzi (traffico indotto)	Circolaz. natanti.	Ingombro delle opere	
Componen					
---					
<b>Acque Superficiali</b>	(1)				
<b>Qualità</b>			BRT		
<b>Quantità</b>	(2)				
<b>Acque Sotterranee</b>					
<b>Qualità</b>					
<b>Quantità</b>					

### Documentazione Celle:

1. Nel caso in esame non sono coinvolte acque fluviali e lacuali; il riferimento è solo alle acque marine.
2. Poiché si tratta di acque marine, il fattore quantità non è riferibile.

<b>COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO</b>					
<b>Azioni</b>	<b>---</b>	<b>Circolaz. automezzi (traffico indotto)</b>	<b>Circolaz. natanti.</b>	<b>Ingombro delle opere</b>	
<b>Componen</b>					
<b>---</b>					
<b>Suolo:</b>					
<b>Occupazione</b>					
<b>Stabilità costa</b>					
<b>Sottosuolo :</b>					
<b>Fondali</b>				<b>BIP (1)</b>	

**Documentazione Celle:**

1. Localizzato in corrispondenza dei manufatti

<b>COMPONENTE RUMORE E VIBRAZIONI</b>					
<b>Azioni</b>	<b>---</b>	<b>Circolaz. automezzi (traffico indotto)</b>	<b>Circolaz. natanti.</b>	<b>Ingombro delle opere</b>	
<b>Componen</b>					
<b>---</b>					
<b>Rumore</b>		<b>BRT</b>	<b>BRT</b>		
<b>Vibrazioni</b>					

**Documentazione Celle:**

<b>COMPONENTE SALUTE PUBBLICA</b>					
<b>Azioni</b>	<b>---</b>	<b>Circolaz. automezzi (traffico indotto)</b>	<b>Circolaz. natanti.</b>	<b>Ingombro delle opere</b>	
<b>Componen</b>					
<b>---</b>					
<b>Disturbo</b>		<b>BRT</b>	<b>BRT</b>	<b>BRT</b>	

<b>Igiene</b>					
<b>Traumi</b>	(1)				

**Documentazione Celle:**

1. Sono raggruppati in questa riga gli impatti tali da causare traumi e/o malattie. Non si registrano impatti significativi in quanto le previste lavorazioni non presentano particolari rischi.

<b>COMPONENTE ASPETTI NATURALISTICI</b>					
<b>Azioni</b>	<b>---</b>	<b>Circolaz. automezzi (traffico indotto)</b>	<b>Circolaz. natanti.</b>	<b>Ingombro delle opere</b>	
<b>Componen</b>					
<b>---</b>					
<b>Ecosistem a bentonico</b>				BIP (1)	
<b>Vegetazion e e flora terrestri</b>					
<b>Fauna terrestre</b>					

**Documentazione Celle:**

1. Impatto positivo in quanto la presenza della nuova scogliera costituirà un supporto adatto al rifugio di specie marine. Tali opere rappresentano in genere un substrato di grande pregio per la colonizzazione da parte di organismi marini e può consentire di ottenere produzioni di biomassa paragonabili, se non superiori, a quelle attuali.

<b>COMPONENTE PAESAGGIO</b>					
<b>Azioni</b>	<b>---</b>	<b>Circolaz. automezzi (traffico indotto)</b>	<b>Circolaz. natanti.</b>	<b>Ingombro delle opere</b>	
<b>Componen</b>					
<b>---</b>					
<b>Morfologi a</b>	(1)			MIP	

<b>Emergenze storiche</b>					
<b>Percezione</b>	(2)	BRT	BRT	MIP	

### **Documentazione Celle:**

1. Si tratta della morfologia costiera marina.
2. Si tratta di percezione sensoriale visiva.

### **INTERVENTI DI MITIGAZIONE**

Di seguito si riepilogano le principali misure di mitigazione/compensazione ambientale derivanti dalle valutazioni condotte nei precedenti paragrafi.

#### **Atmosfera**

Per quanto riguarda gli impatti previsti nella fase di cantiere relativi all'inquinamento dovuto al funzionamento dei macchinari per la lavorazione e dei mezzi di trasporto, non si ravvisano aspetti di particolare criticità; in ogni caso possono essere minimizzati con la corretta manutenzione dei macchinari stessi e con il controllo che le emissioni siano sempre a norma di legge.

Potranno essere anche applicate norme restrittive per la circolazione stradale.

In relazione alla produzioni di polveri in fase di costruzione si potrà procedere alla sistematica bagnatura delle piste dei mezzi anche se tale pratica riguarda soprattutto la parte terminale del percorso in corrispondenza dell'opera a mare.

Gli impatti derivanti dalle emissioni dei motori a combustione interna dei natanti previsti e all'aumento del traffico veicolare indotto, sono apprezzabilmente ridotti sia per il numero delle imbarcazioni che degli autoveicoli coinvolti, sostanzialmente non significativi; non si prevedono pertanto specifiche misure di mitigazione contando sul contenimento a norma di legge delle emissioni dai mezzi d'opera, dai veicoli e dai natanti.

#### **Ambiente idrico**

A carico dell'ambiente marino si potranno determinare, nella fase di costruzione, alterazioni della qualità delle acque, dovute prevalentemente ad un aumento della torbidità in relazione alle operazioni di realizzazione delle opere a scogliera.

Questi impatti nella fase di costruzione dell'opera sono ristretti ad un ambito molto

circoscritto e sono mitigabili attraverso un'accorta manutenzione dei macchinari per le lavorazioni e un'attenzione particolare all'ottimizzazione delle fasi lavorative nella movimentazione delle scogliere esistenti.

In fase di esercizio, i possibili effetti negativi saranno dovuti all'inquinamento per la circolazione dei natanti in entrata e in uscita (effetti peraltro scarsamente significativi rispetto alla situazione attuale constatato il ridottissimo aumento del traffico previsto).

Non si prevedono specifici interventi di trattamento per le acque di scarico e per lo smaltimento dei rifiuti, poiché il proposto intervento è tale da non produrne.

### **Suolo e sottosuolo**

Per quanto riguarda l'ambito costiero, poiché le opere non interessano la terraferma (non si verificano effetti sugli arenili, non è prevista la realizzazione di sbancamenti a terra, non è previsto smaltimento di notevoli quantitativi di materiali di risulta), non risulta necessario prevedere specifici interventi di mitigazione all'infuori delle usuali accortezze per questo tipo di lavorazioni (riduzione delle aree di lavorazione, ottimizzazione del transito dei mezzi, ricorso a cave e discariche autorizzate, etc.).

Per l'approvvigionamento dei materiali necessari alla realizzazione delle opere, si farà ricorso a siti di cava già esistenti sul territorio, autorizzati sulla base della normativa regionale, evitando in tal modo l'apertura di nuove cave.

Non si prevedono impatti a carico della morfologia costiera lungo il litorale.

### **Rumore e vibrazioni**

Nella fase di realizzazione delle opere dovrà essere approntato un efficace e costante sistema di monitoraggio ambientale, finalizzato al controllo in tempo reale degli impatti acustici indotti dalle attività di cantiere sui ricettori più vicini, in modo da poter porre tempestivamente in atto le necessarie misure di salvaguardia nel rispetto della normativa vigente.

Le emissioni dei mezzi d'opera dovranno risultare conformi alla vigente normativa mentre schermature acustiche temporanee (pannelli mobili) potranno eventualmente utilizzarsi in caso di necessità durante tutta la fase di cantiere.

Per quanto riguarda la fase di esercizio, anche in base agli attuali riscontri, non si prevedono impatti di particolare criticità.

### **Aspetti naturalistici**

Gli effetti sull'ambiente marino conseguenti alla realizzazione dell'opera possono considerarsi estremamente localizzati e associabili alla sottrazione di spazi vitali ed inquinamento temporaneo delle biocenosi bentoniche.

Tali effetti potranno principalmente derivare dall'intorbidimento delle acque durante la fase di cantiere con conseguenze sulla fotosintesi, e dall'aumento della movimentazione di natanti dopo l'entrata in esercizio dell'opera.

In fase di cantiere risulta pertanto necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad attenuare la produzione di materiale in sospensione (ad esempio accorta collocazione in posto dei massi evitando lanci diretti sul fondale, etc.).

Inoltre una compensazione a tali effetti negativi è intrinseca alla realizzazione delle nuove opere di difesa: infatti tali opere rappresentano un substrato di grande pregio per la colonizzazione da parte di organismi marini e può consentire di ottenere produzioni di biomassa paragonabili, se non superiori, a quelle attuali.

A fronte della locale distruzione delle comunità bentoniche esistenti, la realizzazione delle nuove opere di difesa potrà comportare la sostituzione di tali comunità con altre caratteristiche delle nuove condizioni ecologiche.

### **Movimentazione dei materiali durante le operazioni di escavo e di dragaggio dei fondali .**

Il progetto è corredato dallo studio "*di caratterizzazione dei sedimenti da movimentare nei lavori di escavo all'imboccatura del Porto turistico di Crotona*" con i quali oltre alle tradizionali analisi chimiche e microbiologiche sono stati illustrati anche i risultati delle indagini ecotossicologiche per i sedimenti appartenenti alle aree "A", "B", "C", "D", "E", "F", "O" e "P", individuate dall'A.R.P.A. Cal in relazione alla pericolosità ambientale dei sedimenti da movimentare. In conseguenza delle differenti tecniche e modalità con le quali si devono eseguire gli scavi ed i

dragaggi e per la sopraggiunta necessità di depositare la maggior parte dei relativi materiali di risulta in vasche di colmata preventivamente impermeabilizzate, si sono dovuti differenziare i prezzi unitari di tali lavorazioni in relazione a tre differenti aree di scavo. Le relative lavorazioni prevedono tuttavia controlli ambientali aggiuntivi del fondo scavo ed in cassa di colmata al solo fine di confermare l'assenza di inquinamento dei sedimenti marini e la pulizia del fondo scavo secondo le previsioni di cui al citato documento A.R.P.A. Cal che costituisce parte integrante del presente progetto. I controlli aggiuntivi prevedono altresì il controllo del codice CER ed i test di cessione sui sedimenti dell'area "P" immediatamente prima dell'inizio del dragaggio in tale area per la conferma della classifica e tipologia della discarica - già individuata in fase di progetto - nella quale verranno conferiti i relativi sedimenti.

**Misura di mitigazione adottata: DRAGAGGIO DELLA ZONA "P":**

- 1) escavo selettivo su piccole aree;**
- 2) conterminazione ed isolamento dalle aree limitrofe mediante l'impiego di panne galleggianti munite di gonne.**

**PAESAGGIO**

Non si registrano impatti a carico degli elementi del paesaggio naturale.

Altrettanto può dirsi del paesaggio antropico, poiché non sono state riscontrate preesistenze archeologiche subacquee nello specchio marino direttamente interessato dalla darsena, né reperti nell'area costiera annessa.

Al fine di minimizzare i disturbi percettivi a carico dei frequentatori del lungomare di Crotona durante la fase di cantiere potranno adottarsi adeguate schermature del perimetro delle aree di lavorazione compatibilmente con le esigenze di fruizione delle aree stesse.