



# CITTA' METROPOLITANA di REGGIO CALABRIA

Settore 13.

DIFESA DEL SUOLO E DEMANIO IDRICO E FLUVIALE

## INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELLA FIUMARA PORTIGLIOLA NEL COMUNE DI SANT'ILARIO DELLO JONIO

dirigente

arch. Giuseppe Mezzatesta

Rup

geom. Santo Logoteta

## Progetto Definitivo

Progettisti

Studio Tecnico Associato



**ing. Vincenzo Africa arch. Edoardo Africa ing. Fabio Piromalli**

Studio in Via Strada Feudo, 43 - 89134 Pellaro - Reggio Calabria email [studiotecniconemesis@gmail.com](mailto:studiotecniconemesis@gmail.com) pec [studiotecniconemesis@pec.it](mailto:studiotecniconemesis@pec.it)  
P.I. 02020730806

**dott. geol. Domenico Carrà**

sostituisce: \_

sostituito da: \_

cod. lavoro:

Frontespizio

rev. n°	NOTA DI REVISIONE	data	R02/B - RELAZIONE SULLA EROSIONE COSTIERA		
data:			scala:		tavola:

# Relazione Tecnica Idraulico-Marittima

---

## Sommario

Indice delle figure .....	2
Indice delle tabelle .....	3
Premessa .....	4
Clima ondososo di largo .....	6
Frequenze di apparizione .....	6
Altezza significativa media .....	6
Periodo di picco medio .....	7
Flusso di energia .....	8
Analisi statistica .....	9
Probabilità di superamento omnidirezionale .....	9
Probabilità di superamento direzionale .....	9
Periodo di ritorno omnidirezionale .....	9
Persistenza media .....	10
Grafici e tabelle riassuntive .....	11
Run-up .....	13
Tendenze evolutive del litorale .....	15
Analisi globale dei risultati e conclusioni .....	19

Città Metropolitana di Reggio Calabria - Protocollo n. 59994/2021 del 26/08/2021  
Firmato digitalmente da: AFRICA VINCENZO il 25/08/2021 17:18:37  
Si attesta, ai sensi dell'art. 23 del Decreto Legislativo 7 marzo 2005, n. 82, che la presente copia analogica è conforme in tutte le sue componenti al documento  
informatico originale depositato agli atti presso l'Ente

## Indice delle figure

Fig. 1 – Localizzazione degli interventi. ....	4
Fig. 2 – Mappatura della pericolosità ai sensi del PSEC nel tratto terminale della Fiumara Portigliola.....	5
Fig. 3 – Grafico polare della frequenza di apparizione.....	6
Fig. 4 – Grafico dell'altezza significativa media di ciascun settore.....	7
Fig. 5 – Grafico del periodo di picco medio di ciascun settore.....	7
Fig. 6 – Grafico polare del flusso di energia. ....	8
Fig. 7 – Grafico dei livelli di altezza significativa di fissato periodo di ritorno.....	11
Fig. 8 – Grafico della persistenza media. ....	12
Fig. 9 – Batimetria dell'area oggetto di studio (fonte: Chart Viewer del sito Navionics). ....	13
Fig. 10 – Transetti (in rosso) posizionati in corrispondenza dell'area oggetto di studio. Sfondo: immagine satellitare di Google. Software utilizzato: QGIS 3.10.7. ....	17
Fig. 11 – Transetti (in rosso) e linee di riva estratte dal Geoportale della Calabria (del 1954, 1998, 2000 e 2008). Sfondo: immagine satellitare di Google. Software utilizzato: QGIS 3.10.7.....	17
Fig. 12 – Transetti (in rosso) e linee di riva tracciate dalle ortofoto del Geoportale Nazionale (del 1989, 1996, 2008 e 2012). Sfondo: immagine satellitare di Google. Software utilizzato: QGIS 3.10.7. ....	17
Fig. 13 – Transetti (in rosso) e linee di riva tracciate dalle immagini satellitari di Google Earth (del 2015, 2016, 2017, 2018 e 2020). Sfondo: immagine satellitare di Google. Software utilizzato: QGIS 3.10.7. ....	18
Fig. 14 – Transetti (in rosso) e tutte le linee di riva estratte e tracciate. Sfondo: immagine satellitare di Google. Software utilizzato: QGIS 3.10.7. ....	18

## Indice delle tabelle

Tab. 1 – Flusso di energia per ciascun settore di provenienza (raggruppati in intervalli di ampiezza pari a 30° ciascuno).....	8
Tab. 2 – Parametri della probabilità di superamento omnidirezionale. ....	11
Tab. 3 – Parametri della probabilità di superamento direzionale.....	11
Tab. 4 – Livelli di altezza significativa eguagliati o superati mediamente ogni R anni. ....	11
Tab. 5 – Soglie di altezza significativa e di run-up di fissato periodo di ritorno. ....	14
Tab. 6 – Variazioni dell'ampiezza di spiaggia nel tratto oggetto di studio. ....	16



## Premessa

Nella presente Relazione Tecnica Idraulico-Marittima viene analizzato il clima ondoso al largo della località di Sant'Ilario dello Jonio (RC), valutando anche le tendenze evolutive del litorale e le soglie di run-up di fissato periodo di ritorno al fine di verificare la compatibilità idraulico-marittima della realizzazione degli "Interventi di sistemazione idraulica per la messa in sicurezza della Fiumara Portigliola nel comune di Sant'Ilario dello Jonio (RC)", ai sensi del Piano di Bacino Stralcio per l'Erosione Costiera (PSEC), approvato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Calabria (ABR) in data 11/04/2016 con delibera n. 4/2016 e pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Calabria (BURC) n. 79 del 22/07/2016. Gli interventi sono descritti dettagliatamente nella "Relazione Tecnica Generale" ed interessano un tratto di circa 300 m della parte terminale della Fiumara. Nella presente Relazione, invece, sono descritte ed analizzate le parti interagenti con la dinamica costiera e la relativa compatibilità idraulico-marittima ai sensi del PSEC. Sinteticamente, sono previsti cinque interventi (Fig. 1): 1) risagomatura di tutte le sezioni di deflusso; 2) stabilizzazione del fondo alveo con elementi trasversali in gabbioni (soglie) tra le sezioni 2 e 10; 3) scogliera a protezione delle infrastrutture viarie esistenti, tra le sezioni 10 e 16; 4) protezione spondale in gabbioni tra le sezioni 15 e 17 su entrambe le sponde; 5) completamento del muro d'argine in c.a. in dx idrografica tra le sezioni 2 e 7. In dettaglio, dalla consultazione degli shapefile delle mappe di rischio ai sensi del PSEC (<https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/elaborati-di-piano-menu/ex-adb-calabria-menu/piano-stralcio-erosione-costiera-menu>) è possibile osservare che l'intervento n. 3 ricade in area a pericolosità bassa P1 nel tratto a monte del ponte ferroviario e ricade in area a pericolosità elevata P3 nel tratto a valle del ponte ferroviario mentre l'intervento n. 4 ricade in area a pericolosità elevata P3 e gli altri interventi non ricadono in aree perimetrate (Fig. 2).

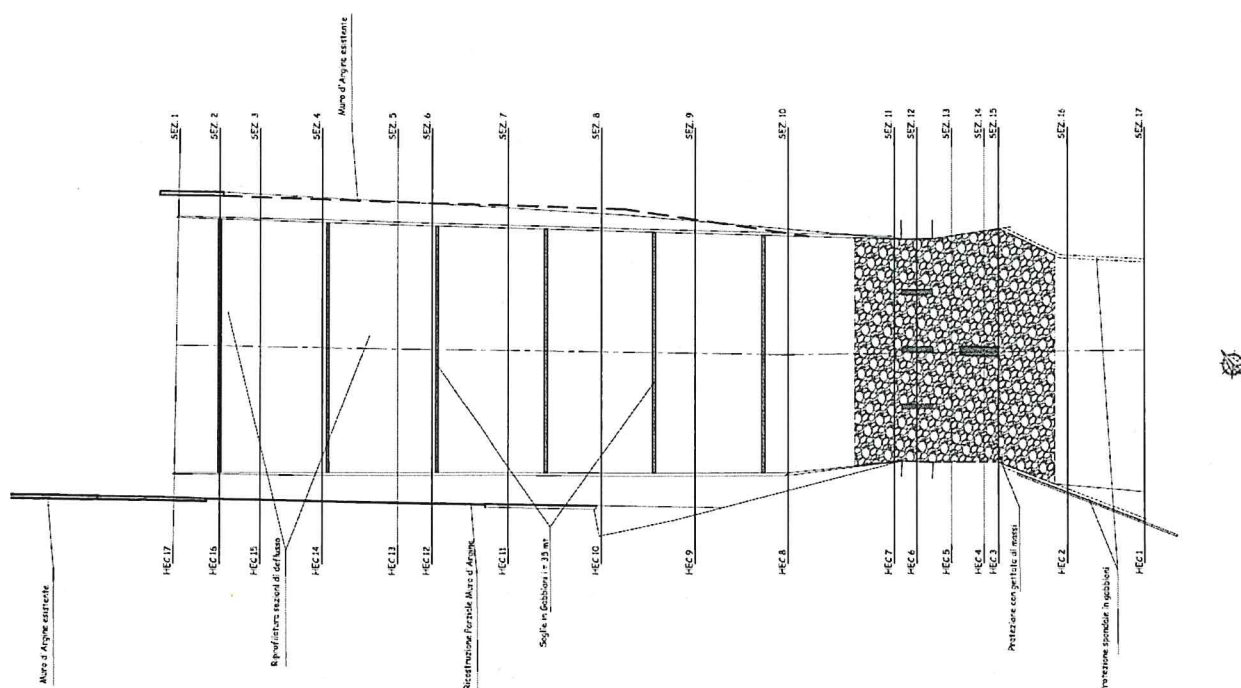


Fig. 1 – Localizzazione degli interventi.





Fig. 2 – Mappatura della pericolosità ai sensi del PSEC nel tratto terminale della Fiumara Portigliola.

Secondo l'Art. 9 "Disciplina delle aree con alta pericolosità di erosione costiera (P3)" delle Norme di Attuazione del PSEC, l'intervento in esame è consentito ai sensi del comma 1 *"Nelle predette aree sono vietate tutte le opere e attività di trasformazione dello stato dei luoghi e quelle di carattere urbanistico e edilizio, ad esclusiva eccezione di quelle di seguito elencate:"* lettera h) *"interventi volti alla mitigazione o rimozione del rischio idraulico sui tratti terminali dei corsi d'acqua (esclusa la spiaggia emersa, così come definita dall'art. 2) che non costituiscano condizione di innesco o di accelerazione del processo di erosione costiera"*. Il successivo comma 3 del predetto Art. 9 afferma che *"Per gli interventi di cui al comma 1 lettere e), g), h), j), k), l) è previsto il parere dell'ABR da esprimersi entro 60 giorni"*. Il comma 4 del medesimo articolo afferma che *"I progetti definitivi relativi agli interventi di cui al comma 1 lettere e), g), h), j), k), l), e di manutenzione straordinaria di cui alla lettera i) dovranno essere corredati da un adeguato studio di compatibilità dell'intervento rispetto al pericolo di erosione costiera/mareggiata (firmato congiuntamente da tecnici abilitati: geologo-ingegnere), redatto in conformità alle Linee Guida che saranno emanate dall'ABR. Al fine di snellire i tempi di espressione del suddetto parere di cui al comma 3, è auspicabile un confronto tecnico con l'ABR già in fase di redazione del progetto preliminare"*.

Inoltre, secondo l'Art. 11 "Disciplina delle aree con bassa pericolosità di erosione costiera (P1)" delle Norme di Attuazione del PSEC *"In tali aree, oltre a tutti gli interventi consentiti nelle aree a pericolosità P2 e P3, è ammessa anche la realizzazione di opere e attività di trasformazione dello stato dei luoghi e quelle di carattere urbanistico ed edilizio, previo adeguato studio di compatibilità (a firma congiunta geologo - ingegnere) dell'intervento rispetto al pericolo di erosione costiera e di inondazione per mareggiata, redatto in conformità alle Linee Guida che saranno emanate dall'ABR, da presentare presso gli uffici competenti all'approvazione"*.

Pertanto, l'obiettivo della presente relazione tecnica consiste nella valutazione della compatibilità degli interventi rispetto al pericolo di erosione costiera/mareggiata attraverso la valutazione del clima ondoso al largo dell'area oggetto di studio, valutando anche le tendenze evolutive del litorale e le soglie di run-up. Si precisa che per analizzare il clima ondoso di largo sono stati presi in esame gli studi presenti nel "Master Plan degli interventi di mitigazione del rischio di erosione costiera in Calabria".

## Clima ondoso di largo

Per caratterizzare il clima ondoso di largo le registrazioni sono state suddivise per livelli di altezza significativa (di ampiezza 0.5 m ciascuno) e per settori direzionali di provenienza (di ampiezza 10° ciascuno), a partire dalle quali è stato possibile calcolare, per ciascun settore:

- frequenza di apparizione;
- altezza significativa media;
- periodo di picco medio;
- flusso di energia.

## Frequenze di apparizione

Il valore della frequenza di apparizione relativa ad un fissato settore di provenienza dipende dal numero delle classi d'altezza significativa prese in esame, dal numero di registrazioni ricadenti nell'i-esima altezza significativa per il settore di provenienza e dalla frequenza totale. Dall'analisi del grafico polare di Fig. 3 è possibile notare che le frequenze più elevate si osservano nelle direzioni provenienti da Sud e da Sud-Est, con frequenza massima pari a circa 25% nei settori centrati sui 70 e 200°. Tale risultato è coerente con l'esposizione del paraggio in esame al moto ondoso proveniente dal Mar Ionio, in particolare da quello proveniente dai quadranti meridionali ed orientali.

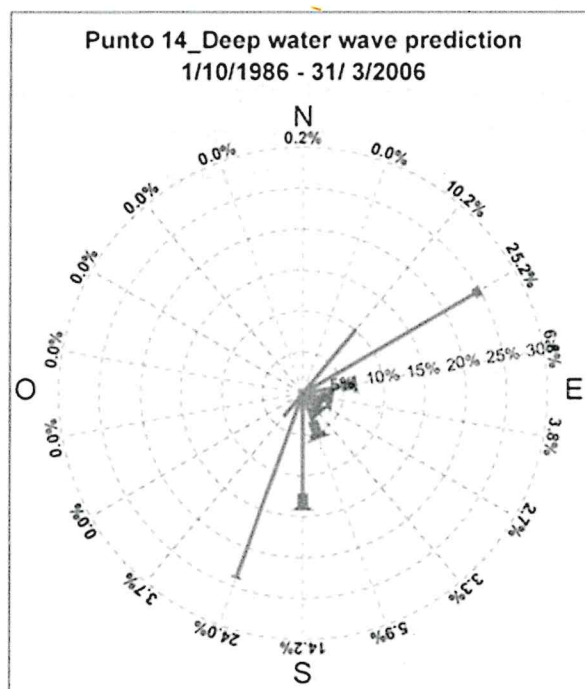


Fig. 3 – Grafico polare della frequenza di apparizione.

## Altezza significativa media

Dall'analisi del grafico di Fig. 4 è possibile notare che i valori più elevati di altezza significativa media si osservano nei settori compresi tra 100 e 160°, con valore massimo pari a circa 1.4 m nel settore centrato su 100°. Si tratta di settori caratterizzati da frequenze di apparizione non elevate mentre nei settori con frequenze massime l'altezza significativa media è compresa tra 0.6 e 0.8 m ed è un risultato coerente con l'esposizione del paraggio al moto ondoso proveniente dal Mar Ionio.



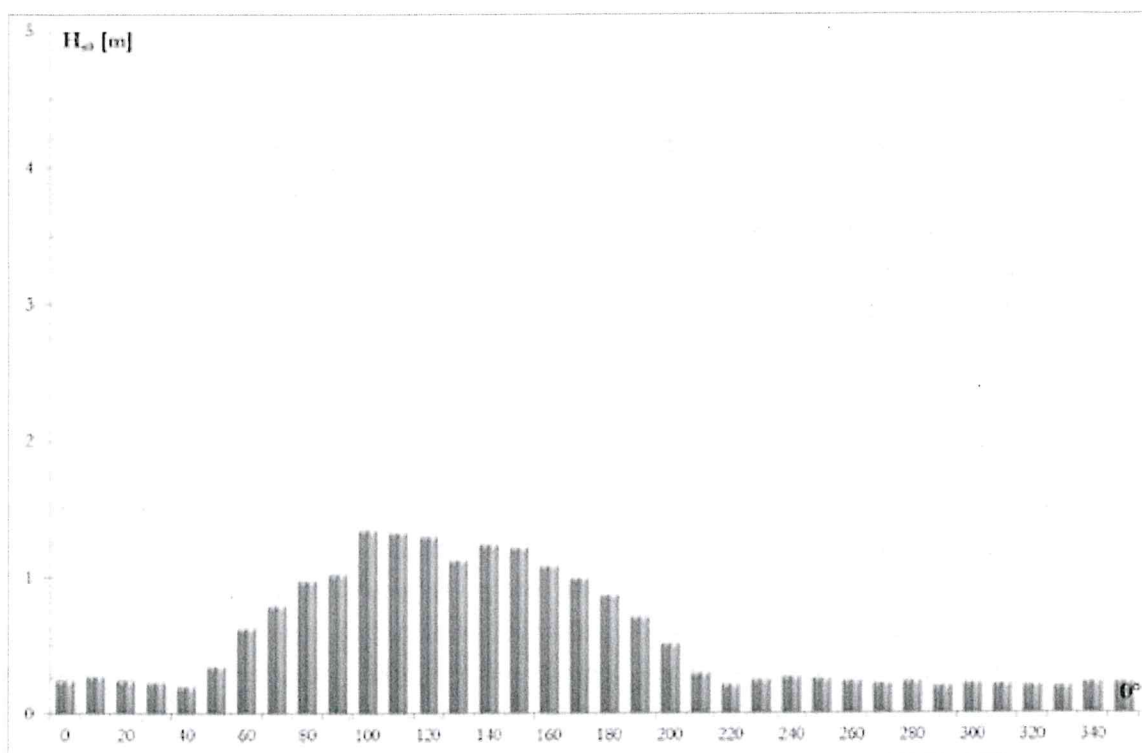


Fig. 4 – Grafico dell'altezza significativa media di ciascun settore.

### Periodo di picco medio

Dall'analisi del grafico di Fig. 5 è possibile notare che i valori più elevati del periodo di picco medio si osservano nei settori compresi tra 60 e 200°, con valore massimo pari a circa 5 s nel settore centrato su 100°. Anche questo risultato è coerente con l'esposizione del paraggio al moto ondoso proveniente dal Mar Ionio.

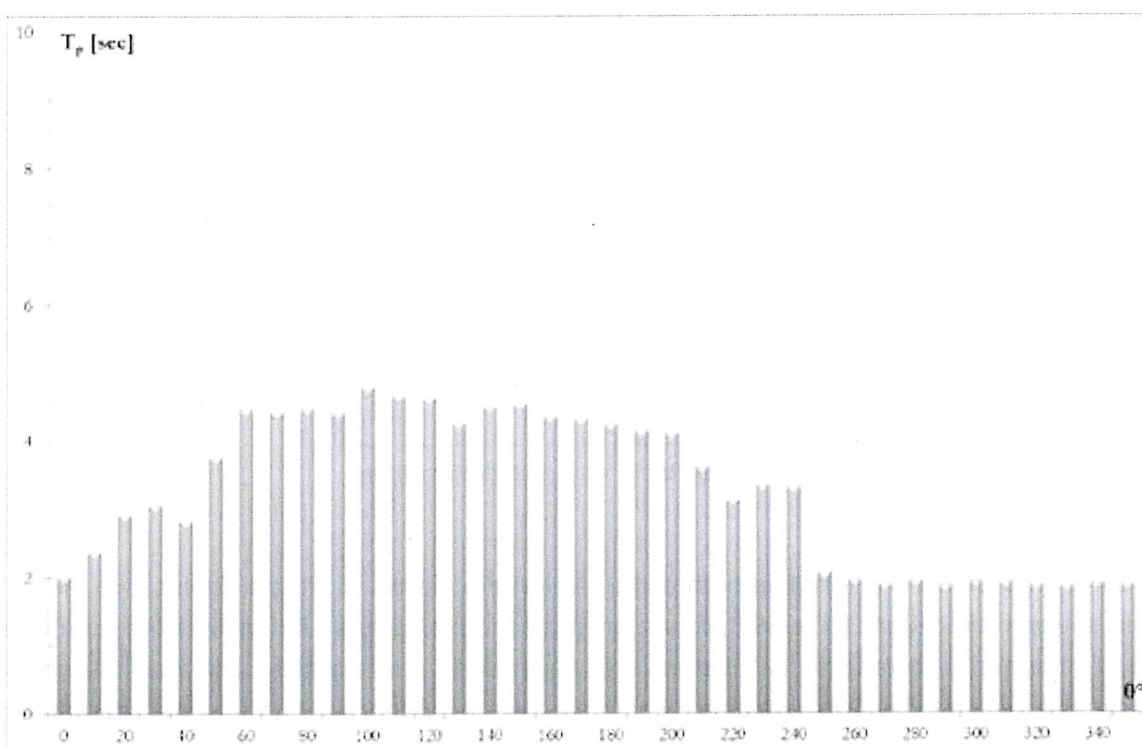


Fig. 5 – Grafico del periodo di picco medio di ciascun settore.



## Flusso di energia

Il flusso di energia mostra il contenuto energetico del moto ondoso ed è legato all'altezza significativa, al periodo di picco ed alla frequenza. Dall'analisi del grafico polare di Fig. 6 è possibile notare che i valori più elevati del flusso di energia si osservano nei settori compresi tra 100 e 180°, con valore massimo pari a circa 700 N/s nel settore centrato su 100°, che rappresenta quindi il settore di traversia principale. Oltre questo settore, va evidenziato anche quello centrato su 180° con flusso di energia pari a circa 550 N/s che rappresenta il settore di traversia secondario. Il tratto costiero in esame forma un angolo di circa 40° rispetto al Nord per cui è soggetto sia a stati di mare ortogonali che a stati di mare sensibilmente inclinati rispetto alla costa stessa. Confrontando i grafici di Fig. 6 e Fig. 3 è possibile osservare che i settori caratterizzati da flusso maggiore hanno invece basse frequenze di accadimento mentre a frequenze elevate sono associati valori di flusso minori.

Settore [° N]	345-15	15-45	45-75	75-105	105-135	135-165
$\phi$ [N/s]	19	39	733	1482	1339	1403
Settore	165-195	195-225	225-255	255-285	285-315	315-345
$\phi$ [N/s]	1449	368	8	3	3	3

Tab. 1 – Flusso di energia per ciascun settore di provenienza (raggruppati in intervalli di ampiezza pari a 30° ciascuno).

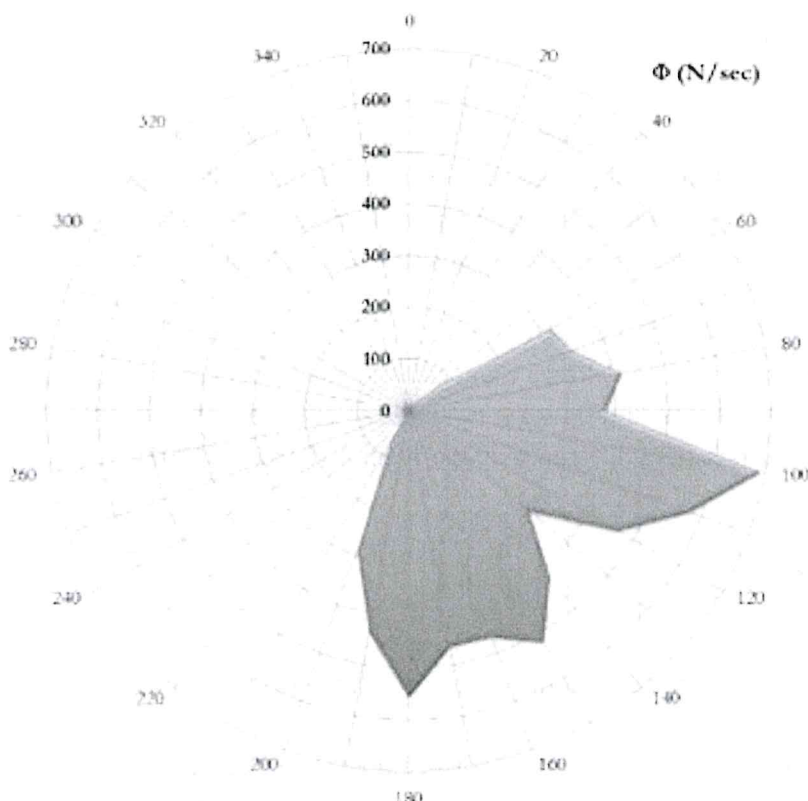


Fig. 6 – Grafico polare del flusso di energia.

## Analisi statistica

La fase successiva all'analisi del clima ondoso di largo riguarda l'analisi statistico-deterministica dei dati meteorologici, al fine di stimare principalmente i valori di altezza significativa di fissato periodo di ritorno. In tale fase vengono pertanto calcolati:

- probabilità di superamento omnidirezionale;
- probabilità di superamento direzionale;
- periodo di ritorno omnidirezionale;
- persistenza media.

## Probabilità di superamento omnidirezionale

La probabilità di superamento omnidirezionale  $P(H_s > h)$  rappresenta la probabilità che l'altezza significativa, nella località in esame, si mantenga al di sopra di una fissata soglia  $h$ .

L'espressione della probabilità di superamento  $P(H_s > h)$  normalmente utilizzata per i mari italiani è quella ricavata, dall'interpretazione di dati sperimentali, da Battjes nel 1970 ed è una "Weibull" d'equazione:

$$P(H_s > h) = \exp \left[ - \left( \frac{h}{w} \right)^u \right]$$

con  $u$  e  $w$  parametri caratteristici della località in esame ( $u$  è adimensionale e  $w$  ha le dimensioni di una lunghezza). Dal punto di vista fisico  $w$  è il fattore scala e caratterizza i livelli di agitazione ondosa: aumenta con l'aumentare dell'altezza delle onde;  $u$ , invece, regola il rapporto tra le altezze significative a diversi livelli di probabilità: tale rapporto è tanto più grande quanto più  $u$  è piccolo.

## Probabilità di superamento direzionale

La probabilità  $P(H_s > h; \theta_1 < \theta < \theta_2)$  che l'altezza significativa, nella località in esame, superi la fissata soglia  $h$  ed insieme la direzione dominante di propagazione ondosa risulti compresa entro un assegnato settore  $(\theta_1, \theta_2)$ , può essere rappresentata dalla differenza di due Weibull (Boccotti, 1997):

$$P(H_s > h; \theta_1 < \theta < \theta_2) = \exp \left[ - \left( \frac{h}{w_\alpha} \right)^u \right] - \exp \left[ - \left( \frac{h}{w_\beta} \right)^u \right]$$

dove i parametri  $w_\alpha$  e  $w_\beta$  sono caratteristici del generico settore  $(\theta_1, \theta_2)$  mentre il parametro  $u$  è quello della probabilità omnidirezionale.

Il settore di traversia dal quale proviene il mare più forte, è quello caratterizzato dal valore più alto di  $w_\alpha$ , se esistono più settori con lo stesso valore di  $w_\alpha$  allora il mare più forte, è quello che presenta il valore minore di  $w_\beta$  perché tanto più è piccolo il parametro  $w_\beta$ , tanto più lenta sarà la convergenza tra l'asintoto della curva direzionale con la retta omnidirezionale.

## Periodo di ritorno omnidirezionale

Il periodo di ritorno direzionale  $R(H_s > h)$  è il periodo di ritorno di una mareggiata in cui l'altezza significativa si mantiene al di sopra di un'assegnata soglia  $h$  con moto ondoso proveniente da qualsiasi direzione ed ha espressione:

$$R(H_s > h) = \frac{b_{10} \left( 1.12 - 0.12 \frac{h}{a_{10}} \right)}{1 + u \left( \frac{h}{w} \right)^u} \exp \left[ \left( \frac{h}{w} \right)^u \right]$$

con  $a_{10}$  e  $b_{10}$  parametri caratteristici della località pari, rispettivamente, all'altezza media dell'insieme N (= numero di anni di registrazioni meteomarine disponibili  $\times 10$ ) di mareggiate più forti realizzatesi nell'intervallo di tempo in considerazione ed alla durata media di tale insieme. Per definire tali parametri si fa riferimento al concetto di mareggiata triangolare equivalente introdotto da Boccotti e per l'area in esame sono stati assunti  $a_{10} = 3.3$  m e  $b_{10} = 82$  ore.

### Persistenza media

La persistenza media  $\bar{D}(h)$  rappresenta la durata di tempo media in cui l'altezza significativa si mantiene al disopra della soglia  $h$ , nelle mareggiate dove tale soglia viene superata. La sua espressione è:

$$\bar{D}(h) = \frac{b_{10} \left( 1.12 - 0.12 \frac{h}{a_{10}} \right)}{1 + u \left( \frac{h}{w} \right)^u}$$

# Relazione Tecnica Idraulico-Marittima

## Grafici e tabelle riassuntive

Dall'analisi statistica dei dati meteomarinari sono stati ottenuti i seguenti risultati:

u	0.918
w [m]	0.524

Tab. 2 – Parametri della probabilità di superamento omnidirezionale.

Settore [° N]	345-15	15-45	45-75	75-105	105-135	135-165
$w_{\alpha}$ [m]	n.v.	n.v.	0.285	0.499	0.441	0.471
$w_{\beta}$ [m]	n.v.	n.v.	0.204	0.417	0.400	0.410
Settore	165-195	195-225	225-255	255-285	285-315	315-345
$w_{\alpha}$ [m]	0.362	0.190	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
$w_{\beta}$ [m]	0.245	0.142	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.

Tab. 3 – Parametri della probabilità di superamento direzionale.

h (1) [m]	h (5) [m]	h (10) [m]	h (20) [m]	h (50) [m]	h (100) [m]	h (200) [m]	h (500) [m]	$\Delta$ [m]
4.14	5.42	5.97	6.52	7.25	7.81	8.36	9.09	4.95

Tab. 4 – Livelli di altezza significativa eguagliati o superati mediamente ogni R anni.

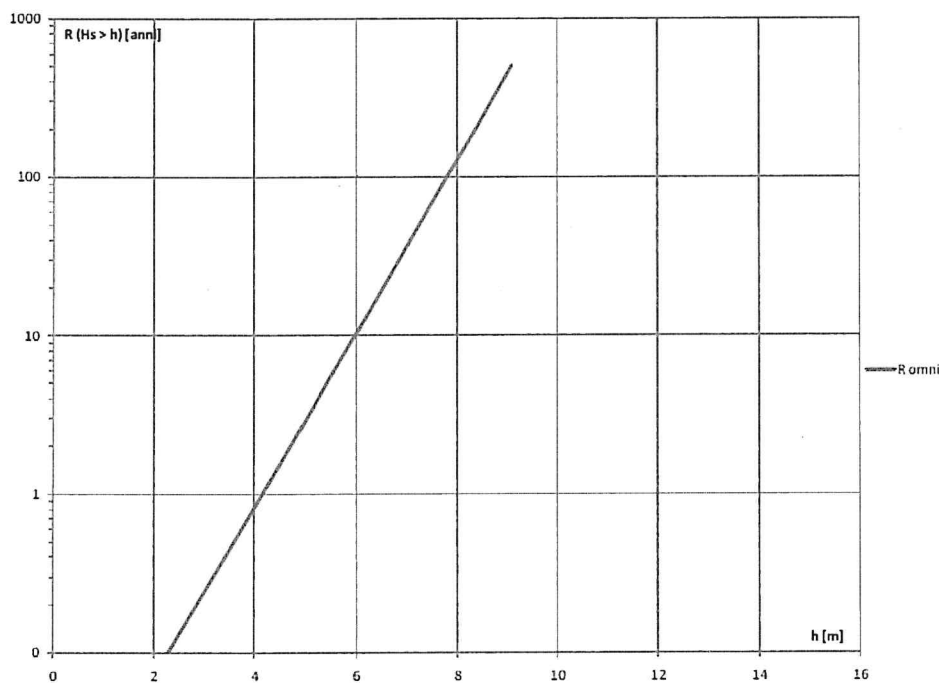


Fig. 7 – Grafico dei livelli di altezza significativa di fissato periodo di ritorno.



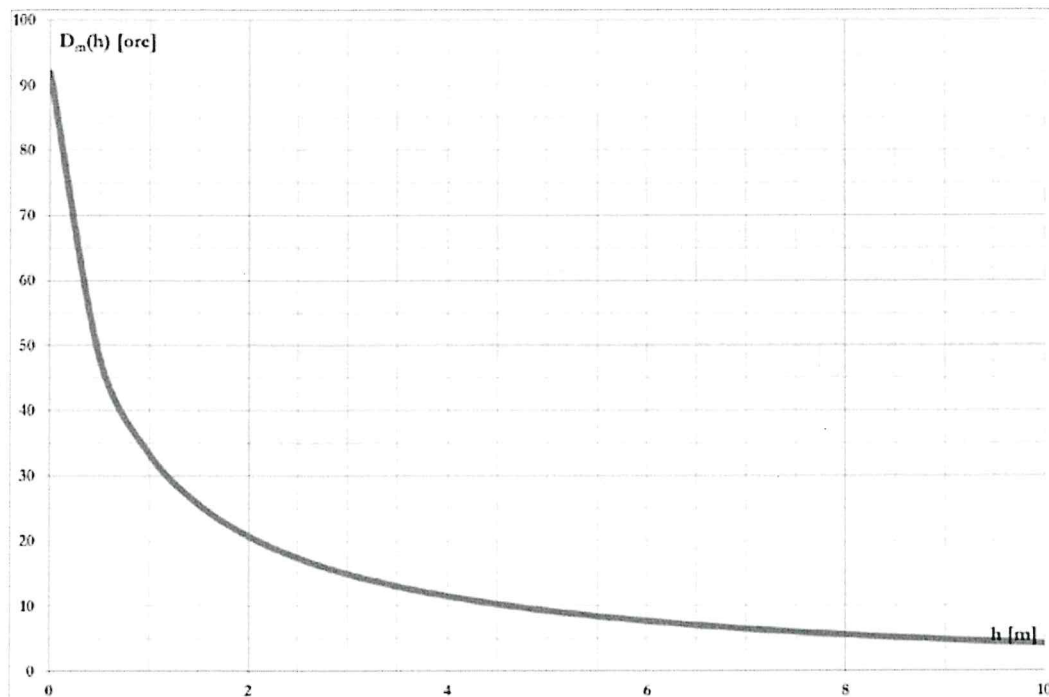


Fig. 8 – Grafico della persistenza media.

Analizzando i risultati mostrati nei grafici e nelle tabelle soprastanti è possibile osservare che il valore del fattore scala  $w$  non è particolarmente elevato ma la presenza di un modesto valore del parametro  $u$  comporta variazioni rilevanti dell'altezza significativa al variare del periodo di ritorno. Pertanto, i livelli di altezza significativa crescono significativamente al variare del periodo di ritorno, raggiungendo la soglia di 6 m mediamente ogni 10 anni e superando la soglia di 8 m mediamente ogni 110 anni. La persistenza media, invece, decresce rapidamente all'aumentare della soglia di altezza significativa e, per una soglia di 8 m, la persistenza è di circa 5 ore.

## Run-up

Il run-up rappresenta la quota massima raggiunta dal moto ondoso rispetto al livello medio del mare. È un fenomeno che si genera nella surf zone a causa del frangimento dell'onda, che comporta la conversione del moto oscillatorio delle onde incidenti in un moto traslatorio, con formazione di un risalto idraulico sulla spiaggia o sulla parete esterna di una struttura costiera. Il valore del run-up è stato stimato applicando la formulazione proposta da Stockdon, Holman, Howd, & Sallenger (2006):

$$R_{u2\%} = 1.1 \left\{ 0.35 \beta_f (H_0 L_0)^{\frac{1}{2}} + \frac{1}{2} [H_0 L_0 (0.563 \beta_f^2 + 0.004)]^{\frac{1}{2}} \right\} \quad \text{per } \xi_0 < 0.3$$

$$R_{u2\%} = 0.043 (H_0 L_0)^{\frac{1}{2}} \quad \text{per } \xi_0 \geq 0.3$$

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi}$$

$$T = 8.5\pi \sqrt{\frac{H_0}{4g}}$$

$$\xi_0 = \frac{\beta_f}{\sqrt{H_0 / L_0}}$$

con  $R_{u2\%}$  valore di run-up superato dal 2% delle onde,  $\beta_f$  pendenza del fondale,  $H_0$  altezza significativa di largo,  $L_0$  lunghezza d'onda al largo,  $T$  periodo relativo ad  $H_0$ ,  $\xi_0$  numero di Iribarren relativo alle condizioni di largo.

La pendenza del fondale è stata stimata analizzando le batimetriche disponibili nella sezione Chart Viewer del sito Navionics (<https://webapp.navionics.com/?lang=it#boating@12&key=%7BfchFmr%60bB>). In particolare, è stato ottenuto un valore di circa 2%.

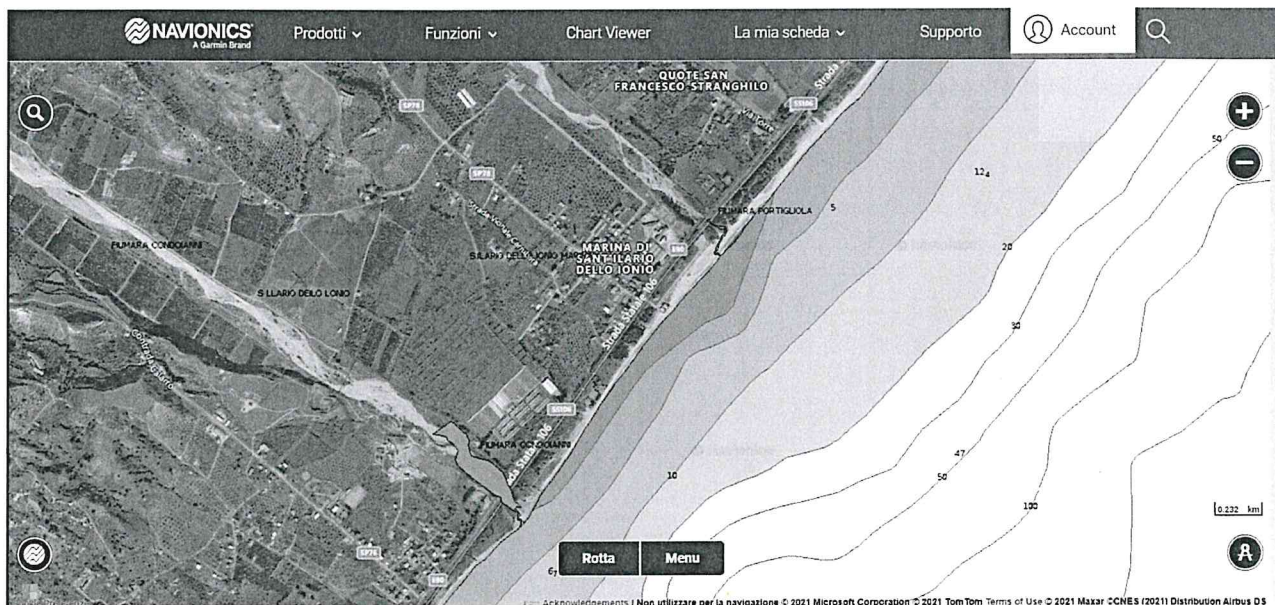


Fig. 9 – Batimetria dell'area oggetto di studio (fonte: Chart Viewer del sito Navionics).

La Tab. 5 mostra i valori di run-up calcolati, corrispondenti alle altezze significative di largo di periodi di ritorno pari a 5, 10, 20, 50, 100, 200 e 500 anni.

R [anni]	H <sub>s</sub> [m]	R <sub>u2%</sub> [m]
5	5.42	1.24
10	5.97	1.37
20	6.52	1.49
50	7.25	1.66
100	7.81	1.79
200	8.36	1.91
500	9.09	2.08

Tab. 5 – Soglie di altezza significativa e di run-up di fissato periodo di ritorno.



## Tendenze evolutive del litorale

Per valutare le tendenze evolutive del litorale oggetto di studio è stato esaminato materiale cartografico di diversa fonte (immagini satellitari di Google Earth, Geoportale Nazionale, <http://www.pcn.minambiente.it/GN/>, Geoportale Calabria, <http://geoportale.regione.calabria.it/>), come riportato in dettaglio nella tabella sottostante, utilizzando allo scopo i software Google Earth Pro e QGIS 3.10.7 A Coruna. In dettaglio, sul Geoportale della Calabria sono disponibili direttamente le linee di riva in formato shapefile, invece sul Geoportale Nazionale e su Google Earth sono disponibili, rispettivamente, ortofoto ed immagini satellitari per cui è stato necessario, preliminarmente, individuare e tracciare le corrispondenti linee di costa.

Il tracciamento è stato effettuato utilizzando le funzioni di analisi spaziale dei due software sopra menzionati mentre il confronto tra le varie linee di riva, tracciate ed acquisite, è stato effettuato su QGIS. Inoltre, il tracciamento è stato effettuato ad una scala pari a 1:1000 su QGIS e ad una eye altitude di 200 m su Google Earth per cui la precisione di calcolo è dell'ordine del metro ed i risultati ottenuti sono stati approssimati al metro. L'accuratezza di calcolo, pertanto, è congruente con gli obiettivi di un'analisi del trend evolutivo di un litorale.

L'analisi ha riguardato sia le variazioni a breve termine, relative agli ultimi 10 anni, che quelle a medio (ultimi 20 anni), lungo (ultimi 30 anni) e lunghissimo termine (ultimi 70 anni). Tali variazioni sono state calcolate lungo 5 transetti ortogonali alla costa (Fig. 10), utilizzando come baseline il piede delle dune ed il muro di contenimento del lungomare. In particolare, per ciascun transetto sono state misurate le distanze tra la linea di riva e la baseline, le variazioni tra due linee successive e le velocità di variazione tra due linee successive, pari al rapporto tra ciascuna variazione ed il numero di anni intercorrenti tra le relative linee.

Dall'analisi dei risultati mostrati in Tab. 6 è possibile osservare che tutti i transetti mostrano un trend evolutivo variabile, con alternanza di fasi di erosione ed accrescimento. In particolare, tra il 1954 ed il 1989 tutti i transetti mostrano rilevanti erosioni, con arretramenti fino a quasi 60 m. Tra il 1989 ed il 1996, invece, i transetti 1 e 5 mostrano erosione mentre gli altri transetti sono in avanzamento. Tra il 1996 ed il 2000 c'è una fase di avanzamento in cui la linea di riva raggiunge la posizione più avanzata dell'intero periodo analizzato (ad esclusione del 1954). Tra il 2000 ed il 2012 prevalgono ancora i fenomeni erosivi, con arretramenti compresi tra 10 e 30 m. Nell'ultimo decennio si osserva una fase iniziale di erosione tra il 2012 ed il 2015, con arretramenti compresi tra 10 e 20 m, a cui segue una fase di equilibrio o di lieve avanzamento con variazioni generalmente dell'ordine di pochi metri (ad eccezione degli anni 2017 e 2018 che mostrano variazioni dell'ordine della decina di metri). In definitiva, dall'inizio del nuovo millennio il litorale in esame è in erosione, con velocità di erosione via via decrescenti, mentre negli ultimi cinque anni il litorale in esame è in condizioni di sostanziale equilibrio.



## Relazione Tecnica Idraulico-Marittima

Anno	Fonte	Transetto 1			Transetto 2			Transetto 3		
		D [m]	$\Delta D$ [m]	V [m/a]	D [m]	$\Delta D$ [m]	V [m/a]	D [m]	$\Delta D$ [m]	V [m/a]
1954	Geoportale Calabria	82			111			134		
1989	Geoportale Italia	66	-16	-0.5	59	-52	-1.5	77	-57	-1.6
1996	Geoportale Italia	55	-11	-1.6	72	13	1.9	93	16	2.3
1998	Geoportale Calabria	57	2	1.0	83	11	5.5	91	-2	-1.0
2000	Geoportale Calabria	64	7	3.5	90	7	3.5	96	5	2.5
2006	Geoportale Italia	40	-24	-4.0	65	-25	-4.2	75	-21	-3.5
2008	Geoportale Calabria	48	8	4.0	65	0	0.0	79	4	2.0
2012	Geoportale Italia	53	5	1.3	61	-4	-1.0	74	-5	-1.3
2015	Google Earth	42	-11	-3.7	44	-17	-5.7	61	-13	-4.3
2016	Google Earth	49	7	7.0	46	2	2.0	66	5	5.0
2017	Google Earth	50	1	1.0	45	-1	-1.0	67	1	1.0
2018	Google Earth	36	-14	-14.0	44	-1	-1.0	58	-9	-9.0
2020	Google Earth	38	2	1.0	46	2	1.0	65	7	3.5

Anno	Fonte	Transetto 4			Transetto 5		
		D [m]	$\Delta D$ [m]	V [m/a]	D [m]	$\Delta D$ [m]	V [m/a]
1954	Geoportale Calabria	116			89		
1989	Geoportale Italia	74	-42	-1.2	56	-33	-0.9
1996	Geoportale Italia	78	4	0.6	45	-11	-1.6
1998	Geoportale Calabria	78	0	0.0	45	0	0.0
2000	Geoportale Calabria	90	12	6.0	58	13	6.5
2006	Geoportale Italia	72	-18	-3.0	50	-8	-1.3
2008	Geoportale Calabria	75	3	1.5	50	0	0.0
2012	Geoportale Italia	72	-3	-0.8	40	-10	-2.5
2015	Google Earth	61	-11	-3.7	29	-11	-3.7
2016	Google Earth	60	-1	-1.0	35	6	6.0
2017	Google Earth	59	-1	-1.0	48	13	13.0
2018	Google Earth	57	-2	-2.0	37	-11	-11.0
2020	Google Earth	57	0	0.0	36	-1	-0.5

Tab. 6 – Variazioni dell'ampiezza di spiaggia nel tratto oggetto di studio.





Fig. 10 – Transetti (in rosso) posizionati in corrispondenza dell'area oggetto di studio. Sfondo: immagine satellitare di Google. Software utilizzato: QGIS 3.10.7.



Fig. 11 – Transetti (in rosso) e linee di riva estratte dal Geoportale della Calabria (del 1954, 1998, 2000 e 2008). Sfondo: immagine satellitare di Google. Software utilizzato: QGIS 3.10.7.



Fig. 12 – Transetti (in rosso) e linee di riva tracciate dalle ortofoto del Geoportale Nazionale (del 1989, 1996, 2008 e 2012). Sfondo: immagine satellitare di Google. Software utilizzato: QGIS 3.10.7.





Fig. 13 – Transetti (in rosso) e linee di riva tracciate dalle immagini satellitari di Google Earth (del 2015, 2016, 2017, 2018 e 2020). Sfondo: immagine satellitare di Google. Software utilizzato: QGIS 3.10.7.



Fig. 14 – Transetti (in rosso) e tutte le linee di riva estratte e tracciate. Sfondo: immagine satellitare di Google. Software utilizzato: QGIS 3.10.7.







## Relazione Tecnica Idraulico-Marittima

---

una funzione di protezione di strutture ed infrastrutture ubicate a tergo del litorale, che svolgono la funzione anche di dissipare l'energia del moto ondoso incidente attraverso le fessure presenti tra il materiale lapideo che riempie i contenitori metallici. Inoltre, non essendo costituite da una parete verticale, attenuano anche il fenomeno della riflessione del moto ondoso e danno luogo ad un limitato approfondimento di spiaggia e fondali. In conclusione, generalmente la realizzazione di tali opere non contribuisce ad innescare fenomeni erosivi significativi ed anzi contribuisce ad incrementare la protezione di strutture ed infrastrutture a tergo di esse dall'azione delle mareggiate, garantendo quindi la compatibilità idraulico-marittima rispetto al pericolo di erosione costiera/mareggiata.

Città Metropolitana di Reggio Calabria - Protocollo n. 35934/2021 del 20/03/2021  
Firmato digitalmente da: AFRICA VINCENZO il 25/08/2021 17:18:37  
Si attesta, ai sensi dell'art. 23 del Decreto Legislativo 7 marzo 2005, n. 82, che la presente copia analogica è conforme in tutte le sue componenti al documento  
informatico originale depositato agli atti presso l'Ente

