COMUNE DI IMPERIA
PROVINCIA DI IMPERIA

ECCEZIONALI EVENTI METEO OTTOBRE, NOVEMBRE E DICEMBRE 2019 OCDPC 621 E 622/2019 E OCDPC 647/2020 – DCD 11/2022 – COD. UNIVOCO 159–3284: BORGO CAPPUCCINI RICOSTRUZIONE MOLO A PROTEZIONE DELLA ZONA

Studio Tecnico Associato FERRI – GAZZANO

INGEGNERIA & ARCHITETTURA

IL TECNICO: dott. ing. Guido FERRI

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA
AGGIORNAMENTO

Ubicazione:

TAVOLA

Scala:

Tipologia:

Data :
Civezza
Febbraio 2023

Note :

File:

Studio Tecnico Associato
FERRI - GAZZANO
INGEGNERIA & ARCHITETTURA
sede legale:
Via Dante 15/A
18017 Civezza (IM)
tel. e fax 0183\92673
P.IVA 01217670080

ADEMPIMENTI:

COMMITTENTE:

Comune di Imperia

COMUNE DI IMPERIA

PROVINCIA DI IMPERIA

ECCEZIONALI EVENTI METEO OTTOBRE, NOVEMBRE E DICEMBRE 2019 OCDPC 621 E 622/2019 E OCDPC 647/2020 - DCD 11/2022 – COD. UNIVOCO 159-3284
BORGO CAPPUCCINI RICOSTRUZIONE MOLO A PROTEZIONE DELLA ZONA

RELAZIONE IDRAULICA

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE....2

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO....2

3. SETTORE DI TRAVERSIA GEOGRAFICO.....2

4. CLIMA METEO MARINO....5

5. BATIMETRIA E SEDIMENTOLOGIA....6

6. FANEROGAME....6

7. LIVELLO DEL MARE.....6

8. CARATTERISTICHE OPERE ESISTENTI.....6

9. IMPOSTAZIONE DEL PROGETTO....8

9.1 DIMENSIONAMENTO DELLE MANTELLATE ESTERNE....9

9.2 MASSI UTILIZZATI....10

9.3 CALCOLO COEFFICIENTE DI TRASMISSIONE MOTO INCIDENTE RU2% E PORTATA DI TRACIMAZIONE **ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.**

9.3.1 Stato di fatto....10

9.3.2 Stato di Progetto....11

10. CONCLUSIONI....12

1. Introduzione

In seguito agli eventi estremi del 2019 e 2020 che si sono verificati sulla costa ligure, la costa di Imperia, in particolare nella zona di Borgo Cappuccini , ha subito consistenti danni alle scogliere parallele alla costa esistenti (sia quelle aderenti sia quelle distaccate) realizzate a protezione dell'abitato, si sono inoltre constatati danni all'impalcato della passerella pedonale in legno esistente posta sopra l'alveo del Torrente Caramagna e si è inoltre potuto constatare il completo intasamento della condotta a mare di scarico delle acque meteoriche del borgo.

Con la presente progettazione si intende agire sulla scogliera parallela distaccata, modificandole la forma e la posizione, al fine di aumentarne l'efficacia durante le mareggiate. Le altre opere danneggiate saranno oggetto di manutenzione e seguiranno altro iter di progettazione.

2. Inquadramento geografico

Il tratto di costa interessato dai lavori, si presenta pressoché rettilineo ed è compreso tra i 43°52', - 43°52'30'' di latitudine Nord egli 7°59'30'' e 8°00'30'' di longitudine Est con orientamento di 64 °N. ed è localizzata a Ponente della foce del Torrente Caramagna.

3. Settore di traversia geografico.

Il settore di traversia del paraggio in esame è compreso tra 68°N (Capo Berta) e 235°N (Cap Camarat) con una apertura di circa 170° ed è interessato dai mari provenienti dal I°, II° e III° quadrante.

Il settore è stato suddiviso in sei settori parziali a seconda della direzione di provenienza del moto ondoso, Settore di Libeccio e settore di Levante di ampiezza 40° e i settori di Scirocco e Mezzogiorno di ampiezza 30°:

Moto ondoso da:	Compreso tra:	Fetch[1] (Km)
Libeccio	235°N – 195°N (220°)	863

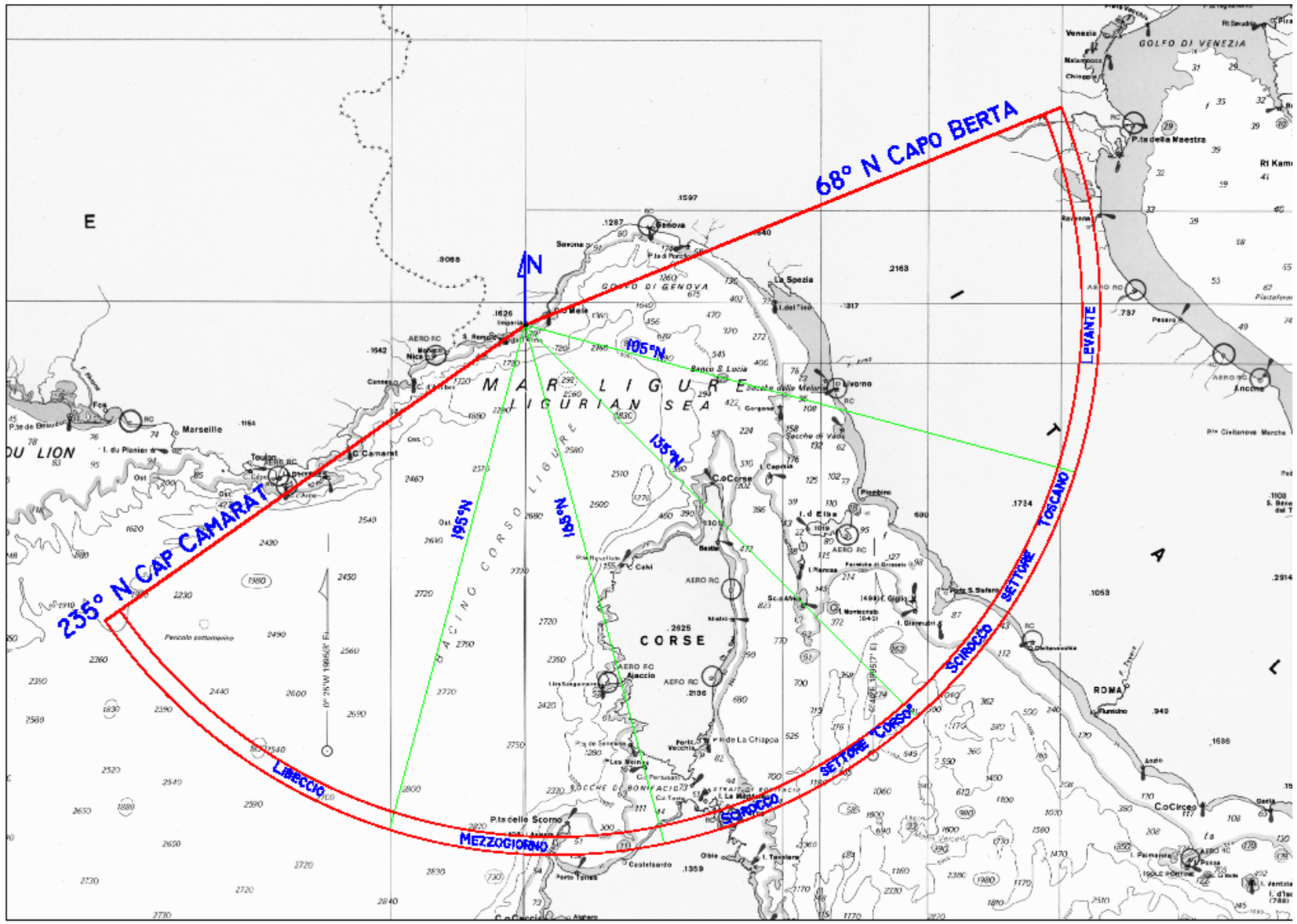
[1] Si definisce Fetch la distanza di mare libero nella direzione di provenienza del moto ondoso.

Mezzogiorno	195°N – 165°N	557
Scirocco settore Corso	165°N – 135°N	162
Scirocco settore Toscano	135°N – 105°N (120°)	300
Levante	105°N – 68°N	181

Il settore di Libeccio e quello di Scirocco sono quelli da cui provengono le ondazioni di maggiore entità.

Vedasi cartina allegata alla pagina successiva.

Per la caratterizzazione del moto ondoso si sono sviluppate le direzioni significative Scirocco provenienza 120°N e Libeccio 220° N


68° N CAPO BERTA
105°N
135°N
195°N
191°N
235° N CAP CAMARAT
LEVANTE
SETTORE TOSCANO
SCIROCCO
SETTORE CORSO
SCIROCCO
LIBECCIO
MEZZOGIORNO
MARE LIGURE
LIGURIAN SEA
GOLFO DI GENOVA
GOLFO DI VENEZIA
CORSE
BACINO CORSO LIGURE
Marseille
Genova
La Spezia
Livorno
Ancona
Venezia
Ajaccio
Bastia
Porto Torres
C.o Corse
C.o Circeo
RDMA
E

4. Clima meteo marino

Per caratterizzare il clima meteomarino, ovvero la definizione in termini di frequenza annuali delle altezze d'onda associate ad ogni direzione del settore di traversia, si devono elaborare statisticamente, se disponibili, le registrazioni degli stati di mare effettuate mediante boa ondametrica, se presente nella zona oppure determinare le onde a partire dal regime di vento che caratterizza la zona in esame.

Si sono presi a riferimento i dati elaborati per la progettazione dell'aumento di resilienza di Borgo Prino adiacente a Borgo Cappuccini.

I dati meteo-marini utilizzati provengono dal servizio hindcast del Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale dell'Università degli Studi di Genova (DICCA, www3.dicca.unige.it/meteocean/hindcast.html). L'hindcast fornisce i principali parametri ondametrici sulla base di intervalli orari nell'arco temporale 1979-2019. Tali dati, definiti per tutto il Mar Mediterraneo con una risoluzione pari a circa 10 Km sia in longitudine che in latitudine, hanno già conosciuto ampia validazione (Mentaschi et al., 2013, 2015) e questo rende possibile il loro impiego all'interno delle analisi presentate. Per il presente studio, è stato utilizzato il punto 000390 (Longitudine: 8.1067, Latitudine: 43.8600). Nell'ambito della corrente indagine si sono utilizzati i parametri d'onda riportati in Tabella 1.

Variabile	Simbolo	Unità di misura
Altezza signicativa	Hs	[m]
Periodo medio	Tm	[s]
Periodo di picco	Tp	[s]
direzione media di provenienza	θm	[°] latitudine
direzione di provenienza al picco	θp	[°] latitudine

Gli eventi sono stati modellizzati in funzione dei settori direzionali individuati dal processo di k-means clustering. Per ogni valore sono stati calcolati anche i valori corrispondenti ai livelli inferiori e superiori dell'intervallo di confidenza. Al fine delle simulazioni modellistiche, sono stati considerati i parametri d'onda relativi ai tempi di ritorno, annuale, decennale e cinquantennale (Tabella 2).

		Hs [m]			Tp [s] (Boccotti)		
θ [N°]	**Return time [y]**	**Est**	**Lo**	**Up**	**Est.**	**Lo**	**Up**
120	1	2.57	2.50	2.63	6.83	6.75	6.91
120	10	3.96	3.64	4.27	8.49	8.14	8.82
120	50	5.26	4.48	6.04	9.78	9.03	10.48
220	1	3.77	3.70	3.83	8.28	8.20	8.35
220	10	4.83	4.69	4.98	9.38	9.23	9.51
220	50	5.57	5.26	5.88	10.06	9.78	10.34

Tabella 2. Parametri d'onda decennali e cinquantennali, calcolati per Libeccio (220 °N) e Scirocco (120 °N). Coordinate punto di estrazione: Longitudine: 8.1067, Latitudine: 43.8600; batimetria: -90 m.

5. Batimetria e sedimentologia

Prima della progettazione è stato realizzato un rilievo batimetrico single beam della zona oggetto di intervento spinto sino alla batimetrica -12 m, inoltre sono stati prelevati dei campioni di sedimento, si rimanda agli elaborati in allegato per maggiori dettagli.

6. Fanerogame

Dalla tavola n° 13 del nuovo atlante degli Habitat marini della Liguria risulta che la prateria di posidonia oceanica, nel tratto interessato dai lavori, si trova ad una distanza superiore a 400 metri dalla riva, e comunque sempre maggiore a 300 metri dalle opere esistenti e/o in progetto.

7. Livello del mare.

In tutta la Liguria occidentale l'escursione di marea astronomica è modesta, dell'ordine di 0.3 metri; forti depressioni atmosferiche accompagnate da venti provenienti dal II e III quadrante, possono provocare fenomeni di acqua alta, con sopraelevazione complessiva del livello medio del mare (l.m.m.) anche dell'ordine di 0.5 metri.

8. Caratteristiche opere esistenti.

La barriera emersa parallela oggetto di intervento è stata realizzata negli anni 60 con l'intento di proteggere la costa retrostante, negli anni successivi opere di antropizzazione hanno modificato la morfologia della costa avvicinandola artificialmente alla scogliera di

protezione e diminuendone di fatto l'efficacia; per questo motivo è stato realizzato successivamente il pennello perpendicolare alla costa creando però una zona di forte riflesso all'intersezione delle due strutture (vedasi tavola progettuale)

Le caratteristiche fisiche della scogliera sono le seguenti:

Materiale costituente : massi naturali

Lunghezza : circa 45 m

Quota media del piano di calpestio : + 1,50 metri

Larghezza al piano di calpestio : 3 metri

Pendenza della mantellata esterna : 1/2

Pendenza della mantellata interna : 1/1

Materiale del piano di calpestio : massi III° cat.

Profondità alla testata : -1,00 metri

Distanza dalla costa circa 9 metri

La scogliere nella configurazione attuale ha un grado elevato di confinamento laterale per cui durante le mareggiate la portata di tracimazione entrante genera un elevato sovralzo nello specchio acqueo retrostante (Piling-up)

Questo comporta una vulnerabilità maggiore della costa durante le mareggiate .

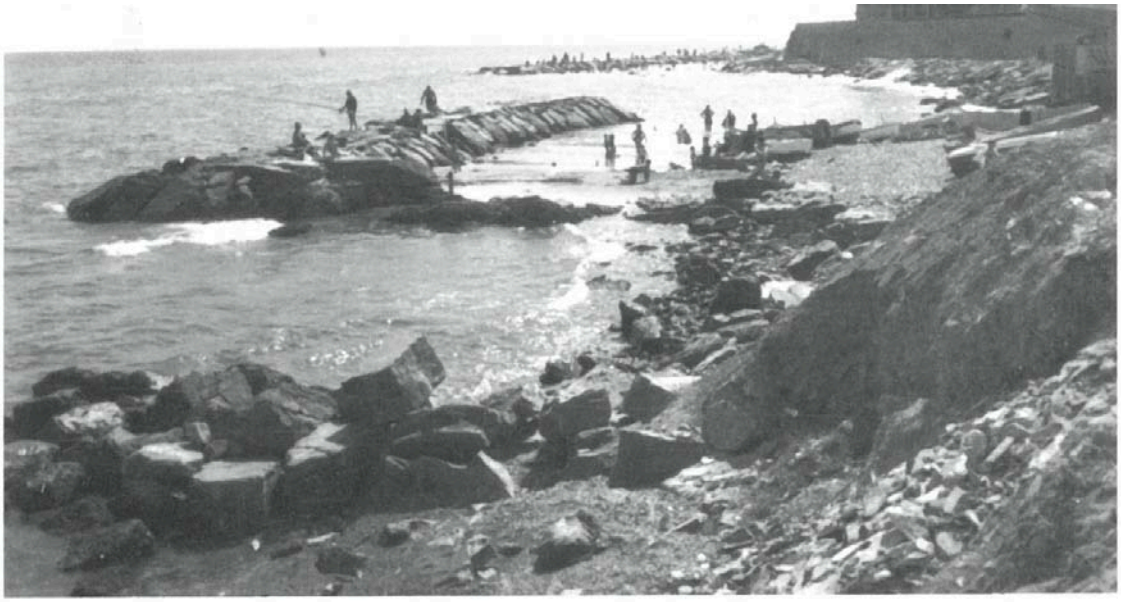


Foto di archivio anno 1969



Foto attuale opera

9. Impostazione del progetto

Come visto nel paragrafo sopra, la vicinanza della scogliera alla costa ne diminuisce l'efficacia per cui la soluzione prevista consiste nell'allontanamento dalla linea di costa in modo da eliminare il confinamento laterale dello specchio acqueo retrostante e creare un sufficiente bacino di dissipazione .

La barriera verrà allontanata a circa 38 m dalla linea di riva ed estesa per una lunghezza di circa 73 m per aumentare il tratto di costa protetto.

Alla nuova barriera verrà data una forma sinuosa sia per garantire sempre la stessa distanza dalla costa, sia per motivi estetici , simmetria con la scogliera, modificata di recente, posta a levante della foce del Torrente Caramagna. (Vedasi tav. progettuale)

Le caratteristiche fisiche della scogliera in progetto sono le seguenti:

Materiale costituente : massi naturali

Lunghezza : circa 73 m

Quota media del piano di calpestio : + 1,50 metri

Larghezza al piano di calpestio : 5 metri

Pendenza della mantellata esterna : 1/2

Pendenza della mantellata interna : 1/1

Materiale del piano di calpestio : massi III° cat.

Profondità alla testata : -2,00 metri

Distanza dalla costa circa 38 metri

9.1 Dimensionamento delle mantellate esterne

Per il dimensionamento dei massi della mantellata si verifica la stabilità sotto l'azione dell'onda frangente al piede della struttura. Si utilizza la nota formula di Hudson:

$$P = \frac{\gamma_s \cdot H^3}{k_d \cdot \left(\frac{\gamma_s}{\gamma_o} - 1\right)^3} \cdot \frac{1}{\operatorname{cotg} \alpha}$$

Dove:

P = peso dei massi in tonnellate

H = altezza d'onda di progetto

γ_s = peso specifico dei massi utilizzati

γ_o = peso specifico dell'acqua

α = inclinazione della mantellata

k_d = coefficiente numerico tabellato

Per determinare l'altezza d'onda che frange al piede della struttura si utlizza la relazione di Mc Cowen H= 0,78 h con h = profondità al piede + sovralzo dovuto ai venti di burrasca

H = 0,78 X 2,6 l.m.m.m = 2,0 metri (Mc Cowen + sopraelevazione dovuta all'azione del venti di burrasca)

γ_o = 1,03 t/m³

γ_s = 2,5 t/m³

cot α = 2

k_d = 2,5

Si ricava P = circa 2 t , massi di II° categoria

Per maggior sicurezza si useranno massi di terza categoria con una percentuale superiore al 50 % di peso compreso tra 4 e 7 t.

9.2 Massi utilizzati

La mantellata verrà realizzata in parte con i massi della scogliera esistente esistenti e per le quantità mancanti, con massi provenienti dalle cave di Imperia aventi le stesse caratteristiche sia mineralogiche , sia cromatiche di quelli esistenti

9.3 Verifiche di progetto

Per testare la validità della soluzione si sono confrontati i valori di $Ru_{2\%}$ (massimo livello raggiunto sulla costa che viene superato dal 2 % delle onde incidenti) nella configurazione attuale e nella configurazione di progetto oltre a verificare (sempre nello stato di progetto) la portata di tracimazione sulla struttura.

è verificato il coefficiente di trasmissione delle onde incidenti

9.3.1 Stato di fatto

La vicinanza della scogliera alla linea di riva con conseguente sovralzo del livello dello specchio acqueo retrostante le onde incidenti l'opera, raggiungono la costa retrostante senza evidenti attenuazioni

Per calcolare Ru2% si utilizza la metodologia proposta nello Eurotop Manual (2018)

$$\frac{Ru_{2\%}}{H} = 1.0 \cdot \gamma_f \cdot \gamma_\beta (4 - \frac{1.5}{\sqrt{\gamma_b \cdot \xi}})$$

Dove:

γ_f coefficiente che tiene conto della scabrezza mantellata

γ_β coefficiente che tiene conto dell'inclinazione media del moto incidente

γ_b coefficiente che tiene conto della geometria della berma

ξ = numero di Irribaren

Se le coste sono (molto) dolci e lunghe e l'altezza delle onde in acque più profonde è abbastanza alta, le onde possono infrangersi su gran parte della battigia e ridursi in modo significativo. Tali altezze delle onde di acque profonde possono ridursi a meno del 10%-20% della loro altezza originale, alla punta della struttura. Con onde così violente che si infrangono su coste molto basse o estremamente, iniziano altre influenze oltre all'altezza

delle onde e al periodo delle onde Van Gent 1999 ha studiato il caso di altezze d'onda piccole con periodi molto lunghi (elevato numero di Irribaren) in questo caso la risalita dell'onda diventa effettivamente indipendente dalla pendenza dell'onda e dall'angolo di inclinazione. Per queste condizioni su coste molto basse, non fa differenza se la pendenza è 1:4, 1:2,5 o anche molto più ripida come 1:1. Con pendenza molto bassa dell'onda e probabilmente l'aumento del livello dell'acqua dovuto all'assetto delle onde, risulta :

$$\frac{Ru_{2\%}}{H} = 3{,}6$$

Considerando che la profondità al piede della struttura esistente è di circa 1 m considerando il sovralzo per venti di burrasca ed utilizzando la relazione di Mc Cowen risulta una altezza al frangimento sull'opera pari a 1,5 *0,78 = 1,2 m

e quindi **$Ru_{2\%}$ = 1,2 x 3,6 = 4,32 m**

9.3.2 Stato di Progetto

Nella condizione di progetto l'opera viene allontanata dalla riva e l'onda incidente al frangere sulla struttura stessa subirà una attenuazione valutabile tramite il coefficiente di trasmissione.

Per coefficiente di trasmissione si intende il rapporto tra altezza onda incidente e l'altezza dell'onda riflessa

si è utilizzato metodo semplificato (CIRIA/CUR, 1991)

$-2.00 < \frac{R_c}{H_s} < -1.13$ $\quad C_t = 0.8$

$-1.13 < \frac{R_c}{H_s} < 1.2$ $\quad C_t = 0.46 - 0.3 \frac{R_c}{Hs}$

$-1.2 < \frac{R_c}{H_s} < 2.0$ $\quad C_t = 0.10$

Dove:

Ct = coefficiente di trasmissione

Rc = quota del piano di berma rispetto (livello medio + sovralzo)

Hs = altezza d'onda significativa

Nel nostro caso Rc = 1,0 m Hs = 2.0 m da cui risulta $\frac{R_c}{Hs}$ = 0.75 e Ct = 0.31

Da cui risulta un'onda trasmessa pari a circa 0.65 m

E per le considerazione viste prime risulta:

$Ru_{2\%}$ = 0.65 x 3,6 = **2,4 m**

Si è verificata inoltre la portata di tracimazione sull'opera in progetto, si è utilizzato la metodologia proposta nello Eurotop Manual (2018) per opera a scogliera in massi naturali secondo approccio di progetto:

$$\frac{q}{\sqrt{gH^3}} = 0.1035\exp\left[-(1.35\frac{R_c}{H\gamma_f\gamma_b})^{1.3}\right]$$

Dove

H = altezza significativa al piede dell'opera

Rc = quota di coronamento rispetto livello mare + sovralzo

γ_f coefficiente che tiene conto della scabrezza mantellata

γ_b coefficiente che tiene conto dell'inclinazione media del moto incidente

Nel nostro caso

Rc = 1 γ_f = 0.5 (mantellata in massi naturali)

γ_b= 1 onde incidenti perpendicolari

Risulta q = 4.01 l/s/m ben al di sotto del valore considerato accettabile in letteratura di 50l/s/m

10. Conclusioni

L'intervento progettato è mirato *esclusivamente* al miglioramento della difesa del tratto di costa antistante Borgo Cappuccini, allontanando la scogliera si garantisce oltre una minor risalita dell'onda sulla costa retrostante anche un minor sovralzo del livello d'acqua retrostante l'opera (piling-up).

L'allontanamento garantirà inoltre anche una minore riflessione all'intersezione con il pennello perpendicolare esistente (clapotis gaufre).

Febbraio 2020

Il tecnico

- Allegati rilievo batimetro ed analisi granulometriche