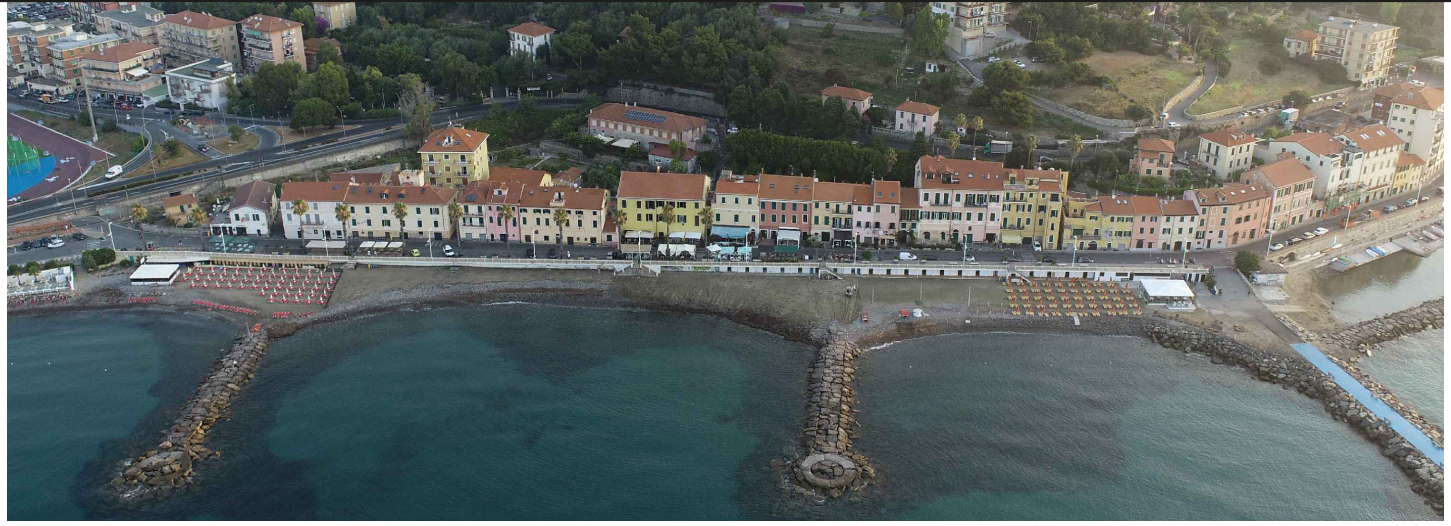


ECCEZIONALI EVENTI METEO OTTOBRE 2018 OCDPC 558 DEL 15 NOVEMBRE 2018 ANNUALITA' 2021
DCD 7/2021 SCOGLIERE BORGO PRINO RIPRISTINO, CONSOLIDAMENTI, RIMODELLAMENTI E SPOSTAMENTI

CUP D57H21001220001

Commitente:

CITTÀ DI IMPERIA

R.U.P. Ing. Marco Marvaldi
Viale Matteotti, 157
18100 - Imperia (IM)

Progettisti:

SERTEC ENGINEERING CONSULTING S.R.L
Strada Provinciale 222 n. 31 - Loranzè (TO)
tel +39 01251970499
info.sertec@ilquadrifoglio.to.it
www.sertec-engineering.com

Ing. Domenico GABRIELE
Ordine Ingegneri della Prov. di Torino n. 7261T
domenico.gabriele@ilquadrifoglio.to.it

LD+SR architetti
vico delle vele 7/2 - 16128 Genova
tel 010 2462478 - fax 010 42031123
www.LDpiuSR.it

Arch. Silvia Rizzo
Ordine Architetti P.P.C. della Prov. di Genova n°4712
rizzo@LDpiuSR.it

ORDINE DEGLI ARCHITETTI-PIANIFICATORI-PAESAGGISTI E CONSERVATORI DI GENOVA
ARCHITETTO SILVIA RIZZO n. isc. 4712

Collaboratori esterni:

STUDIO TECNICO ASSOCIATO FERRI E GAZZANO
Via Dante 15/a
18017 Civezza (IM)
tel/fax 018392673
guido@ferrigazzano.it

Fase Progettuale	Archivio	Scala	Data
PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO	5385	__:___	07/12/2022

Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Riesaminato
2	07/12/2022	PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO INTEGRAZIONE	G.F.	F.T.	D.G.
1	27/05/2022	PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO VAR	G.F.	F.T.	D.G.
0	30/03/2022	PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO	G.F.	F.T.	D.G.

TITOLO

RELAZIONE IDRAULICA

TAV N°

06

COMUNE DI IMPERIA

PROVINCIA DI IMPERIA

ECCEZIONALI EVENTI METEO OTTOBRE 2018 OCDPC 558 DEL 15 NOVEMBRE 2018 ANNUALITA' 2021 - DCD 7/2021.

RESILIENZA DEL LUNGOMARE DEL PRINO E PIAZZALE LAMBOGLIA

RELAZIONE IDRAULICA

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE....2

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO....2

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

4. CLIMA METEO MARINO....4

5. BATIMETRIA E SEDIMENTOLOGIA....5

6. FANEROGAME....5

7. LIVELLO DEL MARE.....6

8. EVOLUZIONE STORICA.....6

9. IMPOSTAZIONE DEL PROGETTO....10

9.1 DIMENSIONAMENTO DELLE MANTELLATE ESTERNE....11

9.2 MASSI UTILIZZATI....12

10. CONCLUSIONI....12

1. Introduzione

In seguito agli eventi estremi del 2018 e 2019 che si sono verificati sulla costa ligure, la costa di Imperia, in particolare nella zona di Borgo Prino, ha subito consistenti danni sia alle scogliere realizzate a protezione dell'abitato, sia al muro di contenimento della passeggiata. Con finanziamento finalizzato all'aumento del livello di resilienza si è deciso di intervenire per aumentare la difesa della passeggiata nel tratto compreso tra il piazzale di Santa Lucia ed il molo a Levante di Lungomare Cristoforo Colombo. Si è scelta la realizzazione di una difesa di tipo morbido, mediante la razionalizzazione delle opere fisse esistenti e la realizzazione di un ripascimento artificiale con ghiaino . Con il ripascimento artificiale si cerca di governare l'energia del moto ondoso, spostando verso il largo la linea dei frangenti, evitando al contempo la costruzione di quelle opere che, oltre ad essere paesaggisticamente dannose, provocano alte concentrazioni locali di dissipazione di energia, interferendo con la dinamica litoranea.

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 164 °N.

3. Settore di traversia geografico.

Il settore di traversia del paraggio in esame è compreso tra 65°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°:

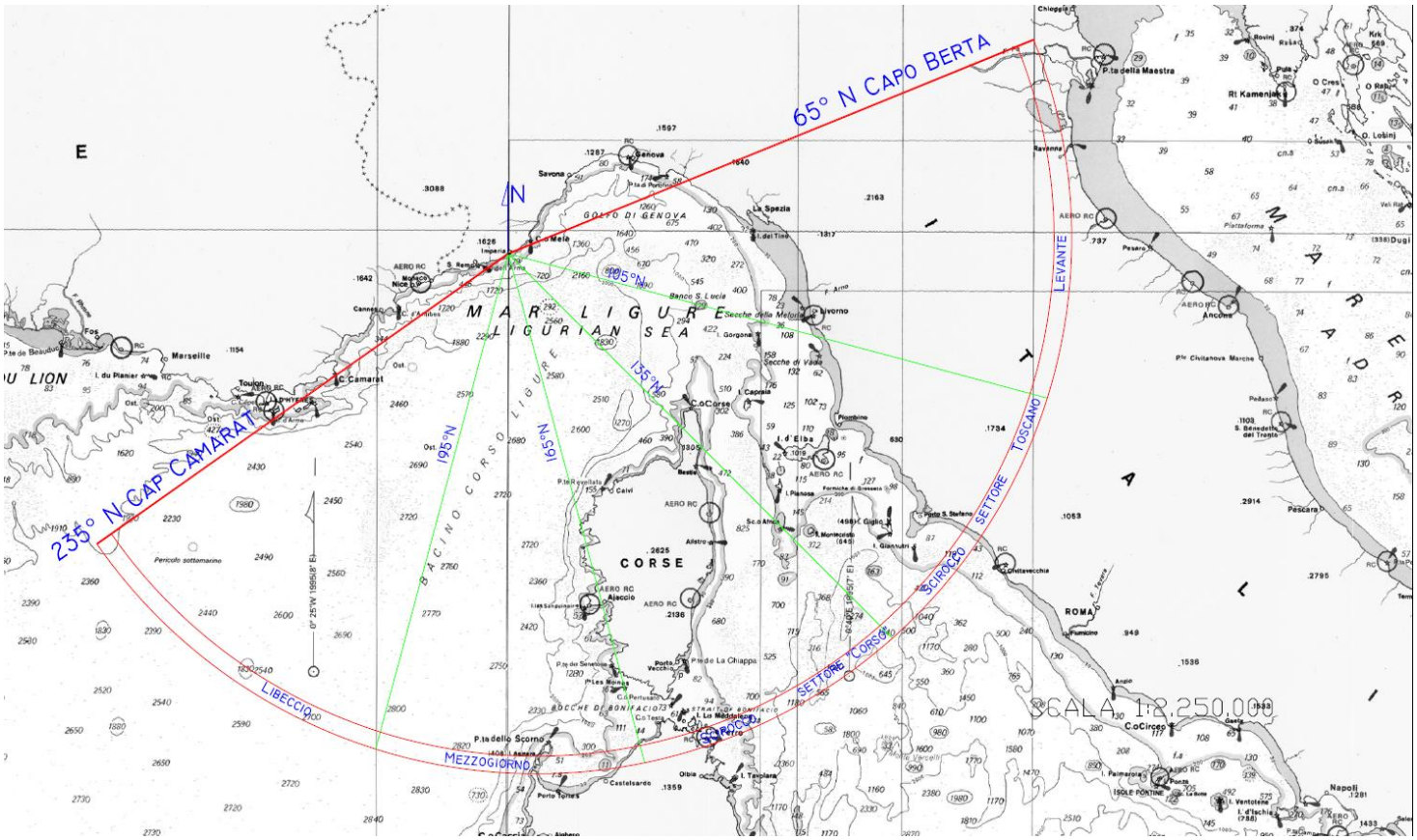
Moto ondoso da:	**Compreso tra:**	**Fetch[1] (Km)**
Libeccio	235°N – 195°N (220°)	863
Mezzogiorno	195°N – 165°N	557
Scirocco settore Corso	165°N – 135°N	162
Scirocco settore Toscano	135°N – 105°N (120°)	300
Levante	105°N – 65°N	181

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

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

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



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.

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 1. 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.

I dati di partenza son stati utilizzati come dati di input della modellazione numerica realizzata dalla società Geoscape per determinare la propagazione dell'onda verso riva e gli effetti sulle opere ante e post lavori.

Per una analisi dettagliata si rimanda alla relazione sulla modellistica allegata.

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.

Il fondale su cui sono state fatte le misure è risultato pressoché sabbioso.

Per quanto riguarda la sedimentologia si rimanda alla relazione sedimentologica allegata al progetto, redatta dalla società Geoscape nella persona de Prof. Marco Ferrari per conto della Geoscape di Genova.

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 200 metri dalla riva, e comunque sempre maggiore a 100 metri dalle opere esistenti e/o in progetto.

Esclusivamente di fronte alla scogliera di protezione del piazzale Lamboglia si è evidenziata una chiazza di posidonia ad una distanza di circa 30 m, dalla zona interessata dai lavori di manutenzione straordinaria .

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. Evoluzione storica.

Dalla foce del Torrente Prino fino al Borgo, tra il 1850 ed il 1866 la spiaggia aumentava in media di circa 10-15 metri. Nel 1869 sotto il muro della via del Prino v'era ancora una ventina di metri di Arenile, ma poi la retrocessione incominciò minacciosa procedendo sempre più. (da Le Spiagge della Riviera Ligure CNR 1937) La realizzazione della linea ferroviaria e le relative opere accessorie di protezione, unitamente ai lavori di consolidamento della via Aurelia, determinarono l'inizio dei fenomeni erosivi.

Negli anni 1920 gli squilibri sedimentari si acuirono e per evitare il danneggiamento dell'abitato, nel 1921 venne effettuata una gettata di scogli e gabbioni zincati posti a protezione del Borgo. L'intervento non ebbe successo ed infatti nell'ottobre dello stesso anno una mareggiata danneggiò il muro di protezione della strada. Si intervenne allora con la costruzione di un pennello, circa parallelo alla riva, a levante delle abitazioni, ma la struttura non riusciva a trattenere i sedimenti.

Nel periodo successivo alla seconda guerra mondiale perdurava una condizione di equilibrio precario, situazione che verso la fine degli anni 1960 peggiorò ulteriormente . Il mare ormai minacciava la strada litoranea ed il retrostante abitato che, pur essendo difesi da una scogliera aderente, erano spesso investiti dalle onde.

L'Amministrazione comunale di Imperia finanziò quindi un progetto di ricostruzione della spiaggia. I lavori interessarono un fronte di circa 700 metri. Inizialmente venne realizzata sulla sponda sinistra del torrente Prino una discarica con i detriti provenienti dai lavori di scavo per la realizzazione della Autostrada dei Fiori. Contemporaneamente, fu avviato lo smantellamento del vecchio pennello e di un lembo di scogliera parallela. In sostituzione delle vecchie strutture furono realizzati un nuovo pennello, a levante, e tre "piattaforme-isola" in prossimità delle case del borgo. La prima struttura garantiva un appoggio alla

spiaggia ed impediva la dispersione dei sedimenti verso levante. Le altre opere avevano la funzione di evitare la perdita di materiale , favorendone l'accumulo con un effetto Tombolo senza limitare il passaggio dei sedimenti da una cella alla successiva.

Il progetto ebbe successo e si stabilì un nuovo equilibrio grazie anche all'alimentazione proveniente dalle alluvioni del Prino. Dopo un successo iniziale evidenziato da un avanzamento della spiaggia di 15-20 metri, gli interventi furono compromessi da nuove opere. Negli anni 1980, con la chiusura della discarica, il piazzale realizzato con il versamento di inerti venne stabilizzato mediante la realizzazione di una scogliera aderente che privò il litorale di questi apporti sedimentari. La stessa Amministrazione, pensando di migliorare la situazione, realizzò a levante della foce del torrente Prino un lungo molo inclinato, che privò la spiaggia anche dei sedimenti provenienti dal corso d'acqua. Questa struttura determinò anche la traslazione dei sedimenti fini presenti sulla spiaggia verso la zona protetta creata dal nuovo molo. La spiaggia arretrò vistosamente e peggiorò anche granulometricamente, diventando ghiaiosa. Anche in questo caso, non comprendendo le reali cause del fenomeno, proseguirono gli interventi che irrigidirono ulteriormente il litorale. Le isole furono trasformate in pennelli, ad eccezione della struttura di ponente, che solo recentemente, nel 2000, è stata collegata a terra. Questi interventi ottennero il solo risultato di frammentare il litorale in tre celle non comunicanti, rendendo praticamente impossibile lo scambio di sedimenti. La situazione, a tutt'oggi, risulta essere particolarmente critica, aggravata anche dalla presenza nella spiaggia sottomarina di una depressione che convoglia verso il largo, disperdendoli in profondità, i sedimenti trasportati dal torrente Prino; questi sedimenti sono spinti all'esterno dall'azione di riflesso determinata dalle strutture presenti in prossimità dell'ex discarica.

Negli ultimi anni Il piazzale è stato ulteriormente ampliato, sia a levante che a ponente; occupando, in quest'ultimo caso, parte della spiaggia protetta dal molo che ormai si protende solo per circa dieci metri. Conseguentemente la spiaggia restante nel primo alveolo, che è direttamente esposta al moto ondoso, è ulteriormente depauperata dall'azione di riflesso del moto ondoso stesso sulle scogliere aderenti poste a protezione della nuova porzione di piazzale. Inoltre, la piattaforma isola già collegata a terra nel 2000 è stata ulteriormente ampliata con la costruzione di un nuovo tratto ricurvo verso levante.

Presumibilmente l'obiettivo che s'intendeva raggiungere con questo intervento è quello di creare, mediante il solito meccanismo, una zona protetta, analoga a quella che era presente nella cella occidentale. Questo ha comportato , la formazione di una spiaggia sabbiosa nella zona protetta dalla struttura ed il rapido depauperamento del rimanente tratto di litorale.

Inoltre sono state realizzate alcune scogliere parallele sulla spiaggia emersa, strutture riflettenti durante le mareggiate con intensità maggiore, che hanno ulteriormente amplificato il fenomeno.





Litorale di borgo Prino:
prima (foto R.A.F. 1944)
e dopo l'intervento di recupero
(Regione Liguria - volo 1973)

9. Impostazione del progetto

Come visto nel paragrafo sopra, gli interventi effettuati negli ultimi anni, hanno reso impossibile l'alimentazione naturale dell'arenile con i sedimenti provenienti dal Torrente Prino e inoltre il susseguirsi di interventi localizzati senza uno studio di insieme hanno creato zone a forte erosione.

Il progetto prevede il versamento di Ghiaia con D_{50} > 1 mm oltre alla rivisitazione delle scogliere (ripristinando in parte le strutture originarie) esistenti al fine di rinaturalizzare il più possibile il tratto di costa.

Si prevede il salpamento dei pennelli realizzati in passato,in corrispondenza delle 2 isole di levante, ed il piccolo pennello sito nella cella, compresa tra il pennello curvo e l'isola di Ponente.

Con il materiale recuperato, oltre a materiale proveniente da cava, saranno ampliate le isole stesse verso il largo (come indicato nelle tavole progettuali); il pennello in corrispondenza della isola di ponente, con andamento curvo, sarà raddrizzato utilizzando i massi presenti nella parte inclinata. Si prevede inoltre un ripascimento di circa 22.000 m^3 complessivi, retrostanti le isole, ed un versamento di circa 6.000m m^3 nella cella di Ponente in adiacenza al piazzale con materiale avente D_{50} maggiore di 1 mm. Le isole vengono ampliate in larghezza con diametro di circa 20 m del piano di berma ed una inclinazione della mantellata verso il fondo pari a 1/3.

Le lavorazioni saranno realizzate lavorando esclusivamente da terra, le eventuali piste di cantiere a mare, necessarie, saranno realizzate con il materiale utilizzato per il ripascimento.

Inoltre in fase di progettazione è stata verificata la necessità della manutenzione di alcune porzioni della scogliera a protezione del piazzale Lamboglia per la quale si prevede il ripristino della sezione originaria mediante la messa in opera di massi di III° categoria (circa 500 ton) con l'ausilio di pontone (vedasi tavola e allegate).

Al fine di salvaguardare la prateria di posidonia saranno utilizzati esclusivamente materiali con percentuali di pelite inferiori al 5 % (massi per scogliera di varie categorie e materiale di cava per ripascimento con d50 >1 mm) . Per i massi da scogliera verranno richieste, in fase esecutiva, le opportune certificazioni, mentre il materiale utilizzato per il ripascimento sarà oggetto di preventivo nulla osta da parte di ARPAL.

La manutenzione della scogliera a protezione del piazzale sarà realizzata con l'ausilio di pontone. All'operatore saranno fornite le coordinate dei limiti della prateria, e si prescriverà di lavorare (ancorato al fondo con pali) sempre ad una distanza di sicurezza adeguata.

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:

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

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

H = 0,78 X 3,5 l.m.m.m 2,73 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 4 t , massi di III° categoria

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 dei pennelli esistenti e per le quantità mancanti, con massi provenienti dalle cave di Imperia aventi le stesse caratteristiche sia mineralogiche , sia cromatiche di quelli esistenti

10.Conclusioni

L'intervento progettato è mirato *esclusivamente* al miglioramento della difesa dello arenile antistante il Borgo Prino, agendo in maniera tale da diminuire l'energia del moto ondoso incidente durante le mareggiate più intense oltre a diminuire le correnti in uscita causate per riflesso del moto ondoso sui pennelli esistenti.

In prima istanza era stato consegnata una versione in cui venivano versati circa 50.000,00 m^3 di materiale per ripascimento, ovviamente tale soluzione garantiva un maggior grado di protezione durante l'azione delle mareggiate più intense, ma l'aumento dei prezzi delle materie prime e la necessità di intervenire anche sulle scogliere esistenti, a protezione del piazzale Lamboglia, ha costretto la rivisitazione del progetto.

Come si evince dalla relazione sedimentologica la minor quantità di materiale versato potrebbe aumentare l'effetto di richiamo del sedimento dietro le isole a scapito delle zone centrali delle falcature; per questo motivo le isole sono state allargate verso il largo ; la problematica è stata considerata nella modellazione matematica allegata con risultati soddisfacenti. Anche il wave run-up nella configurazione ridotta, per mareggiate con tempo di ritorno cinquantennale, è limitato alla spiaggia emersa senza invadere le infrastrutture retrostanti.

Il ripristino della scogliera a protezione del piazzale Lamboglia impedirà ulteriori danneggiamenti della stessa durante gli eventi meteo marini di media intensità.

Con eventuali futuri finanziamenti sarà possibile completare i versamenti di ripascimento come previsti nella prima soluzione progettata.

Novembre 2022

Il tecnico

- Allegati rilievo batimetro ed analisi granulometriche
- Relazione sedimentologica
- Relazione sulla modellazione numerica